



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0031663

(51)⁸ C10M 111/04; C10N 50/08; C08J 5/16; (13) B
C09J 201/00; C09J 7/02; C10M 103/02;
C10M 107/00; C10M 107/12; C10M
107/24; C10M 107/26; C10M 107/28;
C10M 107/32; C10M 107/34; C10M
107/36; C10M 107/38; C10M 107/42;
C10M 107/44; C10N 20/04; C10N
20/06; C10N 30/00; C10N 40/00; C10N
40/22; B23B 35/00; B23Q 11/10

(21) 1-2018-00884

(22) 04/08/2016

(86) PCT/JP2016/072929 04/08/2016

(87) WO 2017/022822 A1 09/02/2017

(30) 2015-156386 06/08/2015 JP; 2015-217797 05/11/2015 JP; 2015-217799 05/11/2015 JP; 2015-219830 09/11/2015 JP; 2015-219832 09/11/2015 JP; 2015-221031 11/11/2015 JP; 2015-221032 11/11/2015 JP; 2015-221629 11/11/2015 JP; 2015-221630 11/11/2015 JP

(45) 25/04/2022 409

(43) 25/05/2018 362A

(73) MITSUBISHI GAS CHEMICAL COMPANY, INC. (JP)

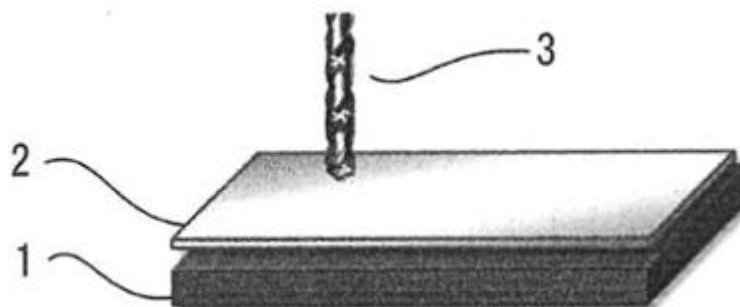
5-2, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1008324, Japan

(72) MATSUYAMA, Yousuke (JP); OGASHIWA, Takaaki (JP).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) VẬT LIỆU BÔI TRƠN HỖ TRỢ QUY TRÌNH GIA CÔNG VÀ PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG

(57) Sáng chế đề cập đến vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công chứa hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) có khối lượng phân tử trung bình khối là bằng hoặc lớn hơn 5×10^4 và nhỏ hơn hoặc bằng 1×10^6 , hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) có khối lượng phân tử trung bình khối là bằng hoặc lớn hơn 1×10^3 và nhỏ hơn 5×10^4 , và cacbon (C) có kích cỡ hạt trung bình là bằng hoặc lớn hơn $100 \mu\text{m}$. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến phương pháp gia công.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công theo điểm 1 và phương pháp gia công sử dụng vật liệu bôi trơn theo điểm 11. Vật liệu bôi trơn và phương pháp gia công đã được biết đến trong tài liệu JP2008 222762 A.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các vật liệu composit được gia cường bằng sợi điển hình bởi các chất dẻo được gia cường bằng sợi (FRP- fiber reinforced plastics), cụ thể là, các chất dẻo được gia cường bằng sợi cacbon (CFRP- carbon fiber reinforced plastics), có độ bền kéo và lực đàn hồi kéo lớn và tỷ trọng nhỏ, so với các chất dẻo được gia cường bằng sợi thủy tinh (GFRP- glass fiber reinforced plastics), các chất dẻo được gia cường bằng sợi aramit (AFRP- aramid fiber reinforced plastics), hoặc thép không gỉ (SUS - stainless steel), và do đó đã có xu hướng được sử dụng thường xuyên làm các panen ngoài hoặc tương tự của các máy bay hoặc xe cộ trong những năm gần đây. Trong phạm vi này, CFRP đề cập đến các chất dẻo được tạo ra bằng cách đúc nóng hoặc đúc ép nóng một hoặc hai hoặc nhiều lớp của các prepreg (vật liệu bán thành phẩm được tẩm sẵn nhựa) chứa sợi cacbon được tẩm ma trận nhựa. Một bộ phận được tạo ra từ CFRP này được lắp vào kết cấu sử dụng chi tiết khóa như là bu lông hoặc đinh tán. Do đó, thao tác gia công, cụ thể là, thao tác gia công để tạo ra nhiều lỗ để luồn qua chi tiết khóa trong CFRP, là cần thiết để lắp CFRP vào kết cấu như là bộ phận máy bay.

Một số kỹ thuật đã được đề xuất để thu được các lỗ chất lượng cao bằng quy trình gia công CFRP. Các ví dụ về kỹ thuật như vậy bao gồm phương pháp gồm thay đổi dần dần hình dạng của công cụ, chẳng hạn, độ cong của mặt gia công hoặc góc đầu mũi khoan (chẳng hạn, xem tài liệu sáng chế 1).

Các vật liệu dùng cho các kết cấu thân (các vật liệu kết cấu) của các máy bay chủ yếu được tạo nên từ các vật liệu kim loại, chiếm đa số là hợp kim nhôm. Hợp kim chịu nhiệt như là hợp kim titan hoặc thép không gỉ được sử dụng ở vị trí có khả năng trở nên có nhiệt độ cao hơn, chẳng hạn, vị trí ống xả hoặc vùng lân cận của thùng nhiên liệu phụ, trên kết cấu thân. Nếu sự tăng tốc độ của các

máy bay sẽ tiến triển trong tương lai, sức bền của hợp kim nhôm thông thường sẽ giảm đi do sự gia nhiệt khí động lực. Do đó, mong muốn rằng hợp kim titan hoặc thép không gỉ cứng hơn sẽ được sử dụng làm các vật liệu kết cấu chính dùng cho các kết cấu thân. Các vật liệu kết cấu này cấu thành các thân của các máy bay cần chịu thao tác khoan bằng khoan để bắt bu lông các vật liệu kim loại hoặc vật liệu kim loại với vật liệu kết cấu khác như là CFRP.

Một số kỹ thuật đã được đề xuất cho thao tác khoan kim loại như vậy. Chẳng hạn, vật liệu hợp kim titan là vật liệu khó gia công và do đó rút ngắn tuổi thọ khoan rất nhiều. Để đối phó với vấn đề như vậy, chẳng hạn, phương pháp xử lý gồm phun dầu gia công, và phương pháp gồm thay đổi hình dạng của khoan do đó làm giảm tải cho khoan và giảm sự phá vỡ tuổi thọ của khoan đã được liệt kê (chẳng hạn, xem tài liệu sáng chế 2).

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Patent Nhật Bản công bố lần đầu số 2012-210689

Tài liệu sáng chế 2: Patent Nhật Bản công bố lần đầu số 2006-150557

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật cần giải quyết

Quy trình gia công các vật liệu composit được gia cường bằng sợi, đặc trưng là được thực hiện sử dụng khoan. Khi khoan thông thường bằng khoan, khoan có tuổi thọ quá ngắn, và mũi khoan chịu sự mài mòn với việc gia tăng số lượng các lỗ được xử lý, dẫn đến giảm chất lượng của các lỗ được xử lý. Cụ thể là, các lỗ được xử lý dễ có khả năng có đường kính trong nhỏ, và mẫu xòm của sợi cacbon (là hiện tượng trong đó một phần của sợi cấu thành vật liệu composit được gia cường bằng sợi còn lại là các bavia quanh các lỗ được xử lý mà không cắt rời) dễ dàng xuất hiện ở phần lõi ra của phần đâm xuyên khoan. Thêm nữa, việc bong tróc giữa các lớp của các prepreg cấu thành vật liệu composit được gia cường bằng sợi (dưới đây, được gọi là “sự phân lớp”) cũng dễ dàng xuất hiện. Ngoài ra, mỗi lỗ được xử lý có đường kính trong không đồng nhất do sự mài mòn của mũi khoan, và sự phân lớp có thể xuất hiện do sự không đều của lỗ được xử lý. Hiện tượng như vậy được thừa nhận là khiếm khuyết nghiêm trọng. Như được nêu ở trên, sự mài mòn của mũi khoan dễ gây ra các vấn đề liên quan

đến chất lượng của các lỗ được xử lý. Trong khi đó, việc sản xuất các kết cấu sử dụng CFRP dùng cho các máy bay, chẳng hạn, cần quy trình gia công chất lượng cao một cách đặc biệt. Như vậy, việc giải quyết các vấn đề được mô tả ở trên, như là mẫu xòm và sự phân lớp là rất quan trọng.

Trong thao tác gia công CFRP, các vấn đề liên quan đến chất lượng của các lỗ được xử lý dễ nảy sinh hơn khi sự mài mòn công cụ gia công diễn ra với tính chịu gia công tăng lên. Đặc biệt là, chẳng hạn, CFRP độ bền cao được dự định cho các máy bay chứa sợi cacbon ở mật độ cao. Do đó, tần suất thay thế công cụ gia công diễn ra nhanh hơn. Các biện pháp đối phó vấn đề này là, công cụ được thay ở các khoảng thời gian ngắn hơn để duy trì chất lượng lỗ. Trong các tình huống này, tỷ lệ chi phí công cụ so với chi phí xử lý là cao.

Xét về mặt này, như được mô tả trong tài liệu sáng chế 1, sự cải thiện về khả năng thao tác của các vật liệu composit được gia cường bằng sợi (ví dụ, CFRP), mà quy trình gia công chúng là khó khăn, đã được nghiên cứu về mặt các công cụ, mà đem lại các hiệu quả không đủ.

Quy trình gia công các kim loại đặc trưng là được thực hiện sử dụng khoan. Ngay cả sử dụng khoan được chỉ định dùng cho các kim loại, thì khoan có tuổi thọ ngắn. Trong trường hợp sử dụng khoan thông thường, thì khoan có tuổi thọ quá ngắn. Thêm nữa, mũi khoan chịu sự mài mòn với sự gia tăng về số lượng các lỗ được xử lý, dẫn đến giảm về chất lượng của các lỗ được xử lý. Cụ thể là, các lỗ được xử lý dễ có khả năng có đường kính trong nhỏ, và các bavaria cũng dễ xuất hiện ở phần lõi ra của phần đâm xuyên khoan. Ngoài ra, sự mài mòn của khoan có thể tạo ra khoảng không giữa vật liệu kim loại và vật liệu kết cấu khác (ví dụ, CFRP) cần được bắt bu lông. Như vậy, nếp nhô có thể nảy sinh giữa các vật liệu kết cấu này, hoặc các mẫu thừa có thể xâm nhập vào khoảng không được tạo ra. Hiện tượng như vậy được thừa nhận là khiếm khuyết nghiêm trọng. Như được nêu ở trên, sự mài mòn của mũi khoan có khả năng gây ra các vấn đề liên quan đến chất lượng của các lỗ được xử lý. Trong các trường hợp này, chẳng hạn, việc sản xuất các kết cấu sử dụng các vật liệu hợp kim titan dùng cho các máy bay cần thao tác khoan chất lượng một cách đặc biệt. Như vậy, giải quyết các vấn đề được mô tả ở trên, như là tuổi thọ khoan và nếp nhô giữa vật liệu kim loại và vật liệu kết cấu khác, là rất quan trọng.

Trong trường hợp thực hiện thao tác khoan cho các kim loại sử dụng khoan, nhiệt hoặc ma sát sinh ra giữa khoan quay và kim loại và nâng lên một cách cục bộ nhiệt độ xung quanh của lỗ được xử lý. Như vậy, khi số lượng các lỗ được xử lý là lớn, nhiệt tích tụ trên khoan và kim loại vật liệu phôi gia công với sự gia tăng về số lượng các lỗ được xử lý. Vì kim loại có tính dẫn nhiệt thấp giải phóng nhiệt không đủ, nên nhiệt độ xung quanh của lỗ được xử lý nâng lên. Xét về mặt này, kim loại bị mềm khi nhiệt độ được nâng lên. Do đó, các bavaria xuất hiện ở phần lõi ra của phần đâm xuyên khoan của lỗ được xử lý. Đồng thời, các mẫu thừa kim loại bám dính vào khoan do nhiệt xử lý mà tải quá mức có thể tác động vào khoan làm dừng thiết bị xử lý. Như được nêu ở trên, sự tích tụ nhiệt ở thời điểm thao tác khoan có khả năng gây ra các vấn đề liên quan đến chất lượng của các lỗ được xử lý. Trong các trường hợp này, chẳng hạn, việc sản xuất các kết cấu sử dụng các vật liệu hợp kim titan dùng cho các máy bay cần một cách đặc biệt thao tác khoan chất lượng. Như vậy, giải quyết các vấn đề liên quan đến các bavaria như được mô tả ở trên là rất quan trọng.

Cho đến nay, để ngăn chặn sự tích tụ nhiệt như vậy ở vị trí xử lý và khoan, thao tác làm ướt sử dụng dầu gia công hoặc tương tự đã được thực hiện. Tuy nhiên, thao tác làm ướt cần bước rửa khi hoàn thành quy trình gia công. Nếu dầu còn lại xung quanh hoặc bên trong các lỗ được xử lý, có khả năng là vít dùng làm chi tiết khóa để khóa ở các lỗ xuyên bị hư hại hoặc phần khóa bị lỏng ra. Các vấn đề này có thể dẫn đến tai nạn chết người.

Xét về mặt này, như được mô tả trong tài liệu sáng chế 2, sự cải thiện về khả năng thao tác các kim loại, mà quy trình gia công cho nó là khó khăn, đã được nghiên cứu về mặt các công cụ gia công hoặc các phương pháp gia công, nhưng đem lại các hiệu quả không đủ.

Các phương pháp xử lý thông thường có khả năng gây ra sự mài mòn cho khoan với sự gia tăng về các đường kính của các lỗ và đường kính của mũi khoan được sử dụng, so với thao tác khoan các lỗ nhỏ. Không may là, điều này dễ gây ra các bavaria, các mảnh tróc, hoặc mẫu xém ở phần đi vào hoặc phần lõi ra của phần đâm xuyên khoan (dưới đây, các phần này cũng được gọi chung là “phần rìa của phần được gia công”). Đó là bởi vì đường kính lớn hơn của mũi khoan làm tăng thể tích của vật liệu phôi gia công cần được lấy ra bởi quy trình gia công và làm tăng tải cho mũi khoan.

Thêm nữa, các phương pháp xử lý thông thường dễ có khả năng gây ra sự mài mòn công cụ gia công với sự gia tăng về độ dày của vật liệu phôi gia công, so với việc xử lý vật liệu phôi gia công có độ dày nhỏ. Không may là, điều này dễ gây ra các bavaria, các mảnh tróc, hoặc mẫu xòm ở phần đi vào hoặc phần lồi ra của phần đâm xuyên công cụ gia công (dưới đây, các phần này cũng được gọi chung là “phần rìa của phần được gia công”). Đó là bởi vì độ dày của vật liệu phôi gia công lớn hơn làm tăng thể tích của vật liệu phôi gia công cần được lấy ra bởi quy trình gia công và tăng tải đối với công cụ gia công.

Sáng chế đã được thực hiện khi xem xét các vấn đề được mô tả ở trên, và mục đích của sáng chế là đề xuất vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công mà có thể làm giảm tải cho công cụ gia công trong quy trình gia công vật liệu phôi gia công (đặc biệt, quy trình gia công cho vật liệu khó gia công có bề mặt được làm cong, quy trình gia công của vật liệu khó gia công để tạo ra các lỗ có đường kính lớn, hoặc quy trình gia công của vật liệu khó gia công dày) và do đó có thể giảm xuất hiện các mảnh tróc, các bavaria, hoặc mẫu xòm ở phần rìa của phần được gia công, và phương pháp gia công sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công. “Vật liệu khó gia công” đề cập đến vật liệu composit được gia cường bằng sợi, vật liệu kim loại khó gia công, hoặc vật liệu composit là vật liệu composit được gia cường bằng sợi và vật liệu kim loại khó gia công.

Cách thức giải quyết vấn đề

Các tác giả sáng chế đã thực hiện các nghiên cứu tỉ mỉ để đạt được mục đích. Kết quả là, các tác giả sáng chế đã hoàn thành sáng chế bằng cách phát hiện ra rằng mục đích có thể đạt được bởi vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công theo điểm 1 cũng như bởi phương pháp gia công theo điểm 11.

Cụ thể, sáng chế đề xuất vật liệu bôi trơn theo điểm 1.

[1] Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công chứa:

hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) có khối lượng phân tử trung bình khối là lớn hơn hoặc bằng 5×10^4 và nhỏ hơn hoặc bằng 1×10^6 ;

hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) có khối lượng phân tử trung bình khối là lớn hơn hoặc bằng 1×10^3 và nhỏ hơn 5×10^4 ; và

cacbon (C), trong đó hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) và hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) được chọn từ nhóm bao gồm các nhựa

nhật dẻo tan trong nước, các nhựa nhiệt dẻo không tan trong nước, các nhựa rắn nhiệt tan trong nước và các nhựa rắn nhiệt không tan trong nước, khác biệt ở chỗ cacbon (C) này có kích cỡ hạt trung bình lớn hơn hoặc bằng $100\ \mu\text{m}$.

Các phương án ưu tiên được xác định trong các điểm yêu cầu bảo hộ phụ thuộc và là như dưới đây:

[2] Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công theo mục [1], trong đó hình dạng của cacbon (C) là hình dạng vảy.

[3] Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công theo mục [1] hoặc [2], trong đó hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) là nhựa nhiệt dẻo có khối lượng phân tử trung bình khối lớn hơn hoặc bằng 5×10^4 và nhỏ hơn hoặc bằng 1×10^6 , và

hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) là nhựa nhiệt dẻo có khối lượng phân tử trung bình khối lớn hơn hoặc bằng 1×10^3 và nhỏ hơn hoặc bằng 2×10^4 .

[4] Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [3], trong đó

hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) chứa nhựa nhiệt dẻo tan trong nước và/hoặc nhựa nhiệt dẻo không tan trong nước, trong đó

nhựa nhiệt dẻo tan trong nước là một hoặc nhiều nhựa được lựa chọn từ nhóm gồm có hợp chất polyalkylen oxit, hợp chất polyalkylen glycol, hợp chất este của polyalkylen glycol, hợp chất ete của polyalkylen glycol, hợp chất monostearat của polyalkylen glycol, uretan tan trong nước, nhựa polyete tan trong nước, polyeste tan trong nước, natri poly(met)acrylat, polyacrylamit, polyvinylpyrrolidon, rượu polyvinyl, các sacarit, và polyamit biến tính, và

nhựa nhiệt dẻo không tan trong nước là một hoặc nhiều nhựa được lựa chọn từ nhóm gồm có polyme uretan, polyme acrylic, polyme vinyl axetat, polyme vinyl clorua, polyme polyeste, nhựa polystyren, và copolyme của chúng.

[5] Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [4], trong đó

hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) là một hoặc nhiều hợp chất được lựa chọn từ nhóm gồm có hợp chất polyalkylen glycol, hợp chất monoete

của polyalkylen oxit, hợp chất monostearat của polyalkylen oxit, và hợp chất polyalkylen oxit.

[6] Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [5], trong đó

hàm lượng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) là từ 20 đến 60 phần theo khối lượng so với 100 phần theo khối lượng trong tổng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C),

hàm lượng của hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) là từ 10 đến 75 phần theo khối lượng so với 100 phần theo khối lượng trong tổng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C), và

hàm lượng của cacbon (C) là từ 5 đến 70 phần theo khối lượng so với 100 phần theo khối lượng trong tổng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C).

[7] Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [6], trong đó

vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công có hình dạng tấm có độ dày là lớn hơn hoặc bằng 0,1 mm và nhỏ hơn hoặc bằng 20 mm.

[8] Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [7], trong đó

độ uốn là lớn hơn hoặc bằng 5 mm.

[9] Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [8], còn chứa

lớp kết dính trên mặt được cho tiếp xúc với vật liệu phôi gia công.

[10] Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công theo mục [9], trong đó

lớp kết dính chứa polyme acrylic.

Sáng chế cũng đề xuất phương pháp gia công theo điểm 11.

[11] Phương pháp gia công bao gồm bước gia công để tạo ra phần được gia công bằng cách gia công vật liệu phôi gia công bằng công cụ gia công trong khi

cho vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [10] tiếp xúc với công cụ gia công và/hoặc phần cần được xử lý của vật liệu phôi gia công, trong đó

vật liệu phôi gia công chứa vật liệu composit được gia cường bằng sợi, vật liệu kim loại khó gia công, hoặc vật liệu composit gồm vật liệu composit được gia cường bằng sợi và vật liệu kim loại khó gia công.

Các phương án ưu tiên được xác định trong các điểm yêu cầu bảo hộ phụ thuộc và là như dưới đây:

[12] Phương pháp gia công theo mục [11], trong đó

bước gia công là bước tạo ra phần được gia công có lõi ra và lõi vào của công cụ gia công, và

phương pháp gia công này bao gồm, trước bước gia công là bước tiếp xúc sát để làm cho vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công tiếp xúc sát từ trước với phần mà là lõi ra và/hoặc phần mà là lõi vào của công cụ gia công, trên vật liệu phôi gia công.

[13] Phương pháp gia công theo mục [12], trong đó

trong bước tiếp xúc sát, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được cho tiếp xúc sát từ trước với phần mà là lõi ra của công cụ gia công, trên vật liệu phôi gia công.

[14] Phương pháp gia công theo mục [12] hoặc [13], trong đó

trong bước tiếp xúc sát, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được cho tiếp xúc sát từ trước với phần mà là lõi vào của công cụ gia công, trên vật liệu phôi gia công.

[15] Phương pháp gia công theo mục bất kỳ trong số các mục từ [11] đến [14], trong đó

phương pháp gia công này bao gồm, trước bước gia công là bước tiếp xúc để làm cho vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công tiếp xúc từ trước với công cụ gia công.

[16] Phương pháp gia công theo mục bất kỳ trong số các mục từ [11] đến [15], trong đó

trong bước gia công, phần được gia công được tạo thành bằng cách gia công vật liệu phôi gia công được cho tiếp xúc sát với vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công ở trạng thái mà vật liệu bôi trơn khác hỗ trợ quy trình gia công được cho tiếp xúc với công cụ gia công.

[17] Phương pháp gia công theo mục bất kỳ trong số các mục từ [11] đến [16], trong đó

độ dày của vật liệu phôi gia công là bằng hoặc lớn hơn 10 mm.

[18] Phương pháp gia công theo mục bất kỳ trong số các mục từ [11] đến [17], trong đó

trong bước gia công, lỗ được tạo ra bằng thao tác khoan sử dụng khoan làm công cụ gia công.

[19] Phương pháp gia công theo mục [19], trong đó

đường kính của lỗ là lớn hơn hoặc bằng 10 mm.

[20] Phương pháp gia công theo mục bất kỳ trong số các mục từ [11] đến [19], trong đó

vật liệu composit được gia cường bằng sợi là chất dẻo được gia cường bằng sợi cacbon.

[21] Phương pháp gia công theo mục bất kỳ trong số các mục từ [11] đến [20], trong đó

vật liệu kim loại khó gia công chứa ít nhất một thành phần được lựa chọn từ nhóm gồm có hợp kim titan, hợp kim nhôm, hợp kim magie, thép hợp kim thấp, thép không gỉ, và hợp kim chịu nhiệt.

[22] Phương pháp gia công theo mục [21], trong đó

vật liệu kim loại khó gia công là hợp kim titan Ti-6Al-4V.

[23] Phương pháp gia công theo mục bất kỳ trong số các mục từ [11] đến [22], trong đó

phần cần được xử lý của vật liệu phôi gia công có bề mặt được làm cong.

Hiệu quả của sáng chế

Sáng chế có thể tạo ra vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công mà có thể làm giảm tải cho công cụ gia công trong quy trình gia công vật liệu phôi gia

công (đặc biệt, quy trình gia công của vật liệu khó gia công có bề mặt được làm cong, quy trình gia công của vật liệu khó gia công để tạo ra các lỗ có đường kính lớn, hoặc quy trình gia công cho vật liệu khó gia công dày) và do đó có thể làm giảm xuất hiện các mảnh tróc, các bavia, hoặc mẩu xòem ở phần rìa của phần được gia công, và phương pháp gia công sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 thể hiện sơ đồ minh họa một phương án về phương pháp gia công của phương án này.

Fig.2 thể hiện sơ đồ minh họa phương án khác về phương pháp gia công của phương án này.

Fig.3 thể hiện sơ đồ minh họa phương án thay thế nữa về phương pháp gia công của phương án này.

Fig.4 thể hiện sơ đồ minh họa phương án thay thế nữa về phương pháp gia công của phương án này.

Fig.5 thể hiện sơ đồ thể hiện phương pháp đo độ uốn.

Fig.6 thể hiện sơ đồ về mũi khoan được nhìn từ hướng đầu mũi khoan.

Fig.7 thể hiện ảnh chụp phần được gia công (lỗ được xử lý) ở lõi vào của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ A1.

Fig.8 thể hiện ảnh chụp phần được gia công (lỗ được xử lý) ở lõi ra của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ A1.

Fig.9 thể hiện ảnh chụp phần được gia công (lỗ được xử lý) ở lõi ra của mũi khoan sau khi xử lý tấm titan trong Ví dụ A13.

Fig.10 thể hiện ảnh chụp phần được gia công (lỗ được xử lý) ở lõi vào của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ so sánh A1.

Fig.11 thể hiện ảnh chụp phần được gia công (lỗ được xử lý) ở lõi ra của mũi khoan sau khi xử lý tấm titan trong Ví dụ so sánh A5.

Fig.12 thể hiện ảnh chụp phần được gia công (lỗ được xử lý) ở lõi ra của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ so sánh A1.

Fig.13 thể hiện ảnh chụp phần được gia công (lỗ được xử lý) ở lõi ra của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ B8.

Fig.14 thể hiện ảnh chụp phần được gia công (lỗ được xử lý) ở lõi ra của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ so sánh B3.

Fig.15 thể hiện ảnh chụp phần được gia công (lỗ được xử lý) ở lõi ra của mũi khoan sau khi xử lý tấm hợp kim titan trong Ví dụ C1.

Fig.16 thể hiện ảnh chụp phần được gia công (lỗ được xử lý) ở lõi ra của mũi khoan sau khi xử lý tấm hợp kim titan trong Ví dụ so sánh C1.

Fig.17 thể hiện ảnh chụp phần được gia công (lỗ được xử lý) ở lõi vào của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ D6.

Fig.18 thể hiện ảnh chụp phần được gia công (lỗ được xử lý) ở lõi ra của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ D6.

Fig.19 thể hiện ảnh chụp phần được gia công (lỗ được xử lý) ở lõi vào của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ so sánh D1.

Fig.20 thể hiện ảnh chụp phần được gia công (lỗ được xử lý) ở lõi ra của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ so sánh D1.

Fig.21 thể hiện ảnh chụp phần được gia công (lỗ được xử lý) ở lõi vào của mũi khoan sau khi xử lý hợp kim titan trong Ví dụ E2.

Fig.22 thể hiện ảnh chụp phần được gia công (lỗ được xử lý) ở lõi ra của mũi khoan sau khi xử lý hợp kim titan trong Ví dụ E2.

Fig.23 thể hiện ảnh chụp phần được gia công (lỗ được xử lý) ở lõi vào của mũi khoan sau khi xử lý hợp kim titan trong Ví dụ so sánh E1.

Fig.24 thể hiện ảnh chụp phần được gia công (lỗ được xử lý) ở lõi ra của mũi khoan sau khi xử lý hợp kim titan trong Ví dụ so sánh E1.

Fig.25 thể hiện ảnh chụp phần được gia công (lỗ được xử lý) ở lõi vào của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ F9.

Fig.26 thể hiện ảnh chụp phần được gia công (lỗ được xử lý) ở lõi ra của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ F9.

Fig.27 thể hiện ảnh chụp phần được gia công (lỗ được xử lý) ở lõi vào của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ so sánh F2.

Fig.28 thể hiện ảnh chụp phần được gia công (lỗ được xử lý) ở lõi ra của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ so sánh F2.

Fig.29 thể hiện ảnh chụp phần được gia công (lỗ được xử lý) ở lõi vào của mũi khoan sau khi xử lý hợp kim titan trong Ví dụ G2.

Fig.30 thể hiện ảnh chụp phần được gia công (lỗ được xử lý) ở lõi ra của mũi khoan sau khi xử lý hợp kim titan trong Ví dụ G2.

Fig.31 thể hiện ảnh chụp phần được gia công (lỗ được xử lý) ở lõi vào của mũi khoan sau khi xử lý hợp kim titan trong Ví dụ so sánh G1.

Fig.32 thể hiện ảnh chụp phần được gia công (lỗ được xử lý) ở lõi ra của mũi khoan sau khi xử lý hợp kim titan trong Ví dụ so sánh G1.

Fig.33 thể hiện ảnh chụp thể hiện các kết quả của thử nghiệm độ dai của Ví dụ HA2.

Fig.34 thể hiện ảnh chụp thể hiện các kết quả của thử nghiệm độ dai của Ví dụ so sánh HA2.

Fig.35 thể hiện ảnh chụp thể hiện các kết quả của thử nghiệm độ dai của Ví dụ IA2.

Fig.36 thể hiện ảnh chụp thể hiện các kết quả của thử nghiệm độ dai của Ví dụ so sánh IA1.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, cách thức thực hiện sáng chế (dưới đây, được gọi là “phương án”) sẽ được mô tả chi tiết. Tuy nhiên, sáng chế sẽ không bị giới hạn ở phương án này, và những thay đổi hoặc những cải biến khác có thể được thực hiện mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công

Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này chứa hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) có khối lượng phân tử trung bình khối là lớn hơn hoặc bằng 5×10^4 và nhỏ hơn hoặc bằng 1×10^6 , hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) có khối lượng phân tử trung bình khối là lớn hơn hoặc bằng 1×10^3 và nhỏ hơn 5×10^4 , và cacbon (C) có kích cỡ hạt trung bình là lớn hơn hoặc bằng $100 \mu\text{m}$.

Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này có thể được sử dụng trong phương pháp gia công bao gồm bước gia công là gia công vật liệu phôi gia công bằng công cụ gia công trong khi cho vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công tiếp xúc với công cụ gia công và/hoặc phần cần được xử lý của vật liệu phôi gia công. Hình dạng của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công không bị giới hạn cụ thể miễn là vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công là ở dạng mà có thể được sử dụng trong phương pháp gia công được nêu dưới đây. Các ví dụ về chúng bao gồm vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công có hình dạng tấm, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công ở trạng thái khối như là hình dạng thanh tròn hoặc hình dạng thanh vuông, và vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công ở trạng thái nóng chảy.

Fig.1 thể hiện sơ đồ minh họa một phương án của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này (đồng thời xem các Fig.2 đến Fig.4). Như được thể hiện trên Fig.1, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công 2 của phương án này được sử dụng trong quy trình gia công (ví dụ, thao tác khoan) của vật liệu phôi gia công 1, đặc biệt, vật liệu khó gia công. Cụ thể là, trên Fig.1, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công 2 được đặt trên bề mặt của vật liệu phôi gia công 1, và vật liệu phôi gia công 1 được xử lý sử dụng công cụ gia công 3 từ phía vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công 2. Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này có thể ưu tiên là được sử dụng không chỉ khi phần cần được xử lý của vật liệu phôi gia công có bề mặt phẳng mà còn khi phần cần được xử lý có bề mặt được làm cong, như với bề mặt phẳng (Fig.4). Cụ thể là, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này, mà có hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) và hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), là tuyệt vời về tính dẻo và các đặc tính tiếp sau của phần cần được xử lý, và cho phép quy trình gia công tiếp xúc sát với vật liệu phôi gia công có bề mặt được làm cong. Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này ưu tiên là có cấu tạo mà không làm suy giảm tính dẻo của bản thân tấm cũng như các đặc tính tiếp sau của phần cần được xử lý của nó, và cụ thể là, ưu tiên là ở dạng không phải lá kim loại dày hoặc tương tự, dù cấu tạo không bị giới hạn cụ thể ở đó. Điều này cải thiện thêm khả năng xử lý gia công của vật liệu phôi gia công có bề mặt được làm cong. Đồng thời, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công không phải là lá kim loại có thể ngăn vật liệu phôi gia công khỏi bị nhiễm bẩn bởi sự bám dính của các mẫu kim loại thừa có nguồn gốc từ lá kim loại vào vật

liệu phối gia công. Kết quả là, quy trình gia công này có thể tạo ra phần được gia công rất tốt về chất lượng so với chất lượng của quy trình gia công của các kỹ thuật thông thường.

Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này có thể là thể một lớp chỉ chứa hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C) có kích cỡ hạt trung bình là lớn hơn hoặc bằng 100 μm , hoặc có thể được sử dụng dưới dạng thể đa lớp có lớp chứa hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C) có kích cỡ hạt trung bình là lớn hơn hoặc bằng 100 μm , và lớp bổ sung. Các ví dụ về lớp bổ sung bao gồm lớp kết dính để cải thiện sự bám dính giữa vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phối gia công, và lớp bảo vệ để ngăn các vết xước trên bề mặt của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công. Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này dưới dạng thể đa lớp hoặc được đúc thành hình dạng tấm có thể cũng được gọi là “tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công”. Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công dưới dạng thể đa lớp, tức là, tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công, có thể có lớp gồm có vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và lớp bổ sung.

Việc sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này trong quy trình gia công có thể làm giảm tải cho công cụ gia công (ví dụ, khoan), ngăn chặn sự mài mòn của công cụ gia công, và kéo dài tuổi thọ của công cụ gia công. Kết quả là, chi phí cần thiết cho các công cụ gia công, số lượng lần thực hiện bước thay công cụ gia công, hoặc tương tự có thể giảm đi. Như vậy, quy trình gia công tuyệt vời về năng suất đạt được. Trong phạm vi này, “quy trình gia công” không bị giới hạn cụ thể miễn là quy trình gia công là quy trình gia công vật liệu phối gia công. Các ví dụ về chúng bao gồm thao tác khoan, thao tác bào rãnh, thao tác tiện, và thao tác xẻ. Trong số chúng, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này là thích hợp cho thao tác khoan sử dụng khoan.

Thêm nữa, việc sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này trong quy trình gia công của vật liệu composit được gia cường bằng sợi có thể ngăn chặn xuất hiện các mảnh tróc hoặc mẫu xòm ở phần rìa của

phần được gia công. Kết quả là, phần được gia công có chất lượng cao hơn so với chất lượng của các phương pháp thông thường có thể thu được.

Thêm nữa, việc sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này trong quy trình gia công của vật liệu kim loại khó gia công cho phép hấp thụ hiệu quả nhiệt tích tụ ở phần rìa của phần được gia công ở thời điểm quy trình gia công. Điều này có thể ngăn các bavaria hoặc các mảnh tróc không xuất hiện ở phần rìa của phần được gia công do sự tích tụ nhiệt. Do đó, quy trình gia công chất lượng cao có thể được thực hiện. Chẳng hạn, thao tác khoan có khả năng tạo ra các lỗ khoan rất tốt về năng suất và chất lượng so với các lỗ khoan của các kỹ thuật thông thường.

“Phần được gia công” đề cập đến khoảng không được lấy ra bằng công cụ gia công, trên vật liệu phôi gia công. “Phần cần được xử lý” của vật liệu phôi gia công đề cập đến phần mà sẽ được lấy ra bằng công cụ gia công, trên vật liệu phôi gia công. “Phần rìa của phần được gia công” về mặt khái niệm đề cập đến phần được gia công và vùng lân cận của nó và về mặt khái niệm bao gồm phần được tiếp xúc với công cụ gia công (thành bên trong và các mép ngoài của phần được gia công), trên vật liệu phôi gia công, và các phần xung quanh nó mà bị ảnh hưởng bởi bước gia công. Chẳng hạn, trong trường hợp tạo ra lỗ (phần được gia công) bằng thao tác khoan, phần rìa của phần được gia công bao gồm mép của lõi vào và mép của lõi ra của lỗ. Trong trường hợp tạo ra rãnh bằng thao tác bào rãnh, phần rìa của phần được gia công bao gồm mép của rãnh. Trong trường hợp gia công bề mặt của vật liệu phôi gia công bằng thao tác tiện, phần rìa của phần được gia công bao gồm phần được tiếp xúc với công cụ gia công, trên vật liệu phôi gia công.

Dưới đây, cấu tạo của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này sẽ được mô tả chi tiết hơn.

Hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A)

Hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) có thể có chức năng là chất bôi trơn và có khả năng tạo ra các hiệu quả cải thiện tính trơn của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và ngăn chặn xuất hiện các mảnh tróc, các bavaria, hoặc mẫu xòem ở phần rìa của phần được gia công. Hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) có thể còn có chức năng là tác nhân đục và cải thiện khả năng đục của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công. Điều này cho phép đục vật liệu bôi

trơn hỗ trợ quy trình gia công thành các hình dạng khác nhau và đồng thời cho phép sự tạo thành một lớp (lớp (tấm) có thể được tạo thành chính nó mà không sử dụng vật liệu nền mang). Hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) cũng có hiệu quả cải thiện khả năng xử lý gia công của bề mặt được làm cong bằng cách truyền các đặc tính tiếp sau và độ dai cho vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công.

Hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) có khối lượng phân tử trung bình khối lớn hơn hoặc bằng 5×10^4 và nhỏ hơn hoặc bằng 1×10^6 . Hợp chất này được chọn từ nhóm: các nhựa nhiệt dẻo tan trong nước, các nhựa nhiệt dẻo không tan trong nước, các nhựa rắn nhiệt tan trong nước, và các nhựa rắn nhiệt không tan trong nước. Trong số chúng, nhựa nhiệt dẻo tan trong nước và/hoặc nhựa nhiệt dẻo không tan trong nước là được ưu tiên, và nhựa nhiệt dẻo tan trong nước là được ưu tiên hơn. Các ví dụ về nhựa nhiệt dẻo tan trong nước và nhựa nhiệt dẻo không tan trong nước bao gồm, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở các nhựa tan trong nước và các nhựa không tan trong nước được mô tả dưới đây. “Nhựa tan trong nước” đề cập đến hợp chất cao phân tử mà không hòa tan với lượng là 1 g hoặc lớn hơn so với 100 g nước ở 25°C ở 1 atm. Một hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) có thể được sử dụng một mình, hoặc hai hoặc nhiều loại trong số này có thể được sử dụng kết hợp.

Việc sử dụng nhựa tan trong nước có xu hướng cải thiện các đặc tính loại bỏ mẫu thừa ở thời điểm quy trình gia công bởi tính trơn của nhựa tan trong nước. Đồng thời, việc sử dụng nhựa tan trong nước làm mềm vừa phải độ cứng bề mặt của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và do đó có xu hướng có thể làm giảm thêm tải cho công cụ gia công. Thêm nữa, thành phần nhựa bám vào phần được gia công và vùng lân cận của nó có thể dễ dàng được loại bỏ sau quy trình gia công. Các ví dụ về nhựa nhiệt dẻo tan trong nước bao gồm, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó: các hợp chất polyalkylen oxit như là polyetylen oxit, polypropylen oxit, và các copolyme polyetylen oxit-propylen oxit; các hợp chất polyalkylen glycol như là polyetylen glycol và polypropylen glycol; các hợp chất este của polyalkylen glycol; các hợp chất ete của polyalkylen glycol; các hợp chất monostearat của polyalkylen glycol, như là polyetylen glycol monostearat, polypropylen glycol monostearat, và polyglyxerin monostearat; các uretan tan trong nước; các nhựa polyete tan trong nước; các polyeste tan trong nước; natri poly(met)acrylat; polyacrylamit; polyvinylpyrrolidon; rượu

polyvinyl; các sacarit như là xenluloza và các dẫn xuất của chúng; và polyamit biến tính. Trong số chúng, polyetylen oxit, polyetylen glycol, và nhựa polyete tan trong nước được ưu tiên theo quan điểm được mô tả ở trên.

Việc sử dụng nhựa không tan trong nước có xu hướng tăng độ cứng bề mặt của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công, so với việc sử dụng nhựa tan trong nước. Điều này cải thiện đặc tính đặt mũi của khoan, chẳng hạn, ở thời điểm thao tác khoan, có thể được mở lỗ ở vị trí như được thiết kế, cải thiện thêm độ cứng của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công, và cải thiện khả năng kiểm soát. Các ví dụ về nhựa nhiệt dẻo không tan trong nước bao gồm, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó: các polyme uretan; các polyme acrylic; các polyme vinyl axetat; các polyme vinyl clorua; các polyme polyeste; các nhựa polystyren được lấy làm ví dụ là sáp polyetylen, các homopolyme styren (GPPS), các copolyme styren-butadien (HIPS), và các copolyme styren-(met)acrylic axit (ví dụ, nhựa MS); và các copolyme của chúng.

Khối lượng phân tử trung bình khối của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) là lớn hơn hoặc bằng 5×10^4 , ưu tiên là lớn hơn hoặc bằng 6×10^4 , ưu tiên hơn là lớn hơn hoặc bằng 1×10^5 , ưu tiên nữa là lớn hơn hoặc bằng $1,25 \times 10^5$. Đồng thời, khối lượng phân tử trung bình khối của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) là nhỏ hơn hoặc bằng 1×10^6 , ưu tiên là nhỏ hơn hoặc bằng 8×10^5 , ưu tiên hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 7×10^5 , ưu tiên nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 6×10^5 . Khi khối lượng phân tử trung bình khối của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) là lớn hơn hoặc bằng 5×10^4 , khả năng đúc của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được cải thiện thêm, và các đặc tính tiếp sau và độ dai có thể được tạo cho vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công. Điều này có xu hướng cải thiện khả năng xử lý gia công cho bề mặt được làm cong. Khi khối lượng phân tử trung bình khối của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) là nhỏ hơn hoặc bằng 1×10^6 , tính trơn được cải thiện thêm. Trong trường hợp sử dụng hai hoặc nhiều hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), được ưu tiên là các khối lượng phân tử trung bình khối tương ứng của các hợp chất này nên đáp ứng khối lượng phân tử trung bình khối được mô tả ở trên. Trong phương án này, khối lượng phân tử trung bình khối có thể được đo bằng phương pháp được mô tả trong các Ví dụ (áp dụng tương tự cho phần mô tả dưới đây).

Hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) có thể bao gồm hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A-1) có khối lượng phân tử trung bình khối là lớn hơn hoặc bằng 3×10^5 và nhỏ hơn hoặc bằng 1×10^6 và/hoặc hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A-2) có khối lượng phân tử trung bình khối là lớn hơn hoặc bằng 5×10^4 và nhỏ hơn 3×10^5 , và ưu tiên là chứa cả hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A-1) và hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A-2). Việc sử dụng kết hợp hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A-1) và hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A-2) có xu hướng cải thiện thêm khả năng đúc và tính trơn.

Khối lượng phân tử trung bình khối của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A-1) là lớn hơn hoặc bằng 3×10^5 , ưu tiên là lớn hơn hoặc bằng 4×10^5 , ưu tiên hơn là lớn hơn hoặc bằng $4,5 \times 10^5$, ưu tiên nữa là lớn hơn hoặc bằng 5×10^5 . Đồng thời, khối lượng phân tử trung bình khối của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A-1) là nhỏ hơn hoặc bằng 1×10^6 , ưu tiên là nhỏ hơn hoặc bằng 8×10^5 , ưu tiên hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 7×10^5 , ưu tiên nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 6×10^5 .

Hàm lượng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A-1) trong vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công ưu tiên là 5 phần theo khối lượng hoặc lớn hơn, ưu tiên hơn là 10 phần theo khối lượng hoặc lớn hơn, ưu tiên nữa là 15 phần theo khối lượng hoặc lớn hơn, so với 100 phần theo khối lượng trong tổng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C). Đồng thời, hàm lượng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A-1) trong vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công ưu tiên là 35 phần theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, ưu tiên hơn là 30 phần theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, ưu tiên nữa là 25 phần theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, so với 100 phần theo khối lượng trong tổng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C). Khi hàm lượng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A-1) là 5 phần theo khối lượng hoặc lớn hơn, khả năng đúc có xu hướng được cải thiện thêm. Đồng thời, có xu hướng cải thiện các đặc tính tiếp sau và độ dai của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và cải thiện khả năng xử lý gia công của bề mặt được làm cong. Khi hàm lượng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A-1) là 35 phần theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, tính trơn có xu hướng được cải thiện thêm.

Khối lượng phân tử trung bình khối của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A-2) là lớn hơn hoặc bằng 5×10^4 , ưu tiên là lớn hơn hoặc bằng 6×10^4 , ưu tiên hơn là lớn hơn hoặc bằng 1×10^5 , ưu tiên nữa là lớn hơn hoặc bằng $1,25 \times 10^5$. Đồng thời, khối lượng phân tử trung bình khối của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A-2) là nhỏ hơn 3×10^5 , ưu tiên là nhỏ hơn hoặc bằng $2,5 \times 10^5$, ưu tiên hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 2×10^5 .

Hàm lượng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A-2) trong vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công ưu tiên là lớn hơn hoặc bằng 5 phần theo khối lượng, ưu tiên hơn là lớn hơn hoặc bằng 10 phần theo khối lượng, ưu tiên nữa là lớn hơn hoặc bằng 15 phần theo khối lượng, so với 100 phần theo khối lượng trong tổng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C). Đồng thời, hàm lượng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A-2) trong vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công ưu tiên là nhỏ hơn hoặc bằng 35 phần theo khối lượng, ưu tiên hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 30 phần theo khối lượng, ưu tiên nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 25 phần theo khối lượng, so với 100 phần theo khối lượng trong tổng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C). Khi hàm lượng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A-2) là lớn hơn hoặc bằng 5 phần theo khối lượng, tính trơn có xu hướng được cải thiện thêm. Khi hàm lượng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A-2) là nhỏ hơn hoặc bằng 35 phần theo khối lượng, khả năng đúc có xu hướng được cải thiện thêm.

Hàm lượng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) trong vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công ưu tiên là lớn hơn hoặc bằng 10 phần theo khối lượng, ưu tiên hơn là lớn hơn hoặc bằng 20 phần theo khối lượng, ưu tiên nữa là lớn hơn hoặc bằng 25 phần theo khối lượng, ưu tiên nữa là lớn hơn hoặc bằng 30 phần theo khối lượng, so với 100 phần theo khối lượng trong tổng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C). Đồng thời, hàm lượng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) trong vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công ưu tiên là nhỏ hơn hoặc bằng 60 phần theo khối lượng, ưu tiên hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 55 phần theo khối lượng, ưu tiên nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 50 phần theo khối lượng, so với 100 phần theo khối lượng trong tổng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C). Khi hàm

lượng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) là lớn hơn hoặc bằng 10 phần theo khối lượng, tính tron có xu hướng được cải thiện thêm. Khi hàm lượng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) là lớn hơn hoặc bằng 10 phần theo khối lượng, có xu hướng cải thiện các đặc tính tiếp sau và độ dai và cải thiện khả năng xử lý gia công của bề mặt được làm cong. Khi hàm lượng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) là nhỏ hơn hoặc bằng 65 phần theo khối lượng, khả năng đúc có xu hướng được cải thiện thêm.

Hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B)

Hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) có thể có chức năng là chất bôi trơn và có khả năng truyền các hiệu quả cải thiện tính tron của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và làm giảm sự xuất hiện các mảnh tróc, các bavias, hoặc mẫu xòm ở phần rìa của phần được gia công.

Hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) có khối lượng phân tử trung bình khối lớn hơn hoặc bằng 1×10^3 và nhỏ hơn 5×10^4 . Hợp chất này được chọn từ nhóm: các nhựa nhiệt dẻo tan trong nước, các nhựa nhiệt dẻo không tan trong nước, các nhựa rắn nhiệt tan trong nước, và các nhựa rắn nhiệt không tan trong nước. Trong số chúng, nhựa nhiệt dẻo tan trong nước hoặc nhựa nhiệt dẻo không tan trong nước là được ưu tiên, và nhựa nhiệt dẻo tan trong nước là được ưu tiên hơn. Chẳng hạn, các nhựa mà là các nhựa của cùng các loại như nhựa tan trong nước và nhựa không tan trong nước được mô tả ở trên và có khối lượng phân tử trung bình khối là lớn hơn hoặc bằng 1×10^3 và nhỏ hơn 5×10^4 có thể được sử dụng làm nhựa nhiệt dẻo tan trong nước và nhựa nhiệt dẻo không tan trong nước. Một hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) có thể được sử dụng một mình, hoặc hai hoặc nhiều loại trong số này có thể được sử dụng kết hợp.

Các ví dụ về hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) bao gồm, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó: các hợp chất polyalkylen glycol như là polyetylen glycol, polypropylen glycol, và polytetrametylen glycol; các hợp chất monoete của polyalkylen oxit, như là polyetylen oxit oleyl ete, polyetylen oxit xetyl ete, polyetylen oxit stearyl ete, polyetylen oxit lauryl ete, polyetylen oxit nonyl phenyl ete, và polyetylen oxit octyl phenyl ete; các hợp chất monostearat của polyalkylen oxit, như là polyetylen oxit monostearat, polyetylen oxit sorbitan monostearat, và polyglyxerin monostearat; và các hợp chất polyalkylen

oxit như là polyetylen oxit, polypropylen oxit, và các copolyme polyetylen oxit-propylen oxit. Trong số chúng, polyetylen oxit monostearat là được ưu tiên. Việc sử dụng hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) như vậy có xu hướng cải thiện thêm tính trơn.

Khối lượng phân tử trung bình khối của hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) là lớn hơn hoặc bằng 1×10^3 , ưu tiên là lớn hơn hoặc bằng $1,25 \times 10^3$, ưu tiên hơn là lớn hơn hoặc bằng $1,5 \times 10^3$, ưu tiên nữa là lớn hơn hoặc bằng 2×10^3 , ưu tiên nữa là lớn hơn hoặc bằng $2,5 \times 10^3$, đặc biệt ưu tiên là lớn hơn hoặc bằng 3×10^3 . Đồng thời, khối lượng phân tử trung bình khối của hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) là nhỏ hơn 5×10^4 , ưu tiên là nhỏ hơn hoặc bằng $2,5 \times 10^4$, ưu tiên hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 2×10^4 , ưu tiên nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 1×10^4 , ưu tiên nữa là nhỏ hơn hoặc bằng $7,5 \times 10^3$, đặc biệt ưu tiên là nhỏ hơn hoặc bằng 5×10^3 . Khi khối lượng phân tử trung bình khối của hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) là lớn hơn hoặc bằng 1×10^3 , khả năng đúc được cải thiện thêm. Khi khối lượng phân tử trung bình khối của hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) là nhỏ hơn 5×10^4 , tính trơn được cải thiện thêm.

Hàm lượng của hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) trong vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công ưu tiên là lớn hơn hoặc bằng 10 phần theo khối lượng, ưu tiên hơn là lớn hơn hoặc bằng 20 phần theo khối lượng, ưu tiên nữa là lớn hơn hoặc bằng 30 phần theo khối lượng, so với 100 phần theo khối lượng trong tổng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C). Đồng thời, hàm lượng của hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) trong vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công ưu tiên là nhỏ hơn hoặc bằng 75 phần theo khối lượng, ưu tiên hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 60 phần theo khối lượng, ưu tiên nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 45 phần theo khối lượng, ưu tiên nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 40 phần theo khối lượng, so với 100 phần theo khối lượng trong tổng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C). Khi hàm lượng của hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) là lớn hơn hoặc bằng 10 phần theo khối lượng, tính trơn có xu hướng được cải thiện thêm. Khi hàm lượng của hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) là nhỏ hơn hoặc bằng 75 phần theo khối lượng, khả năng đúc có xu hướng được cải thiện thêm.

Hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) và hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), mà khác nhau về trọng lượng phân tử, có thể cũng khác nhau về các độ nhớt nóng chảy và các điểm nóng chảy tương ứng của chúng. Bằng cách sử dụng kết hợp hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) và hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) như vậy, dù sử dụng hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) một mình, chẳng hạn, làm giảm khả năng đúc hoặc tính trơn của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công do độ nhớt quá cao hoặc điểm nóng chảy quá cao của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công, nhưng điều này có thể được ngăn chặn. Ngoài ra, dù sử dụng hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) một mình làm giảm khả năng đúc hoặc tính trơn của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công do độ nhớt quá thấp hoặc điểm nóng chảy quá thấp của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công, nhưng điều này có thể được ngăn chặn.

Trong số được mô tả ở trên, sự kết hợp hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) mà là nhựa nhiệt dẻo có khối lượng phân tử trung bình khối là lớn hơn hoặc bằng 5×10^4 và nhỏ hơn hoặc bằng 1×10^6 và hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) mà là nhựa nhiệt dẻo có khối lượng phân tử trung bình khối là lớn hơn hoặc bằng 1×10^3 và nhỏ hơn hoặc bằng 2×10^4 là được ưu tiên.

Cacbon (C)

Cacbon (C) có thể có chức năng là chất bôi trơn rắn và có khả năng áp dụng các hiệu quả cải thiện tính trơn của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và kéo dài tuổi thọ của công cụ gia công. Thêm nữa, cacbon (C) tồn tại ở trạng thái rắn có thể tích ở nhiệt độ của quy trình gia công và do đó, có thể duy trì tính trơn ở thời điểm quy trình gia công. Cacbon (C) không bị giới hạn cụ thể miễn là kích cỡ hạt trung bình của nó là lớn hơn hoặc bằng 100 μm . Các ví dụ về nó bao gồm graphit tự nhiên, graphit nhân tạo, cacbon hoạt tính, muối axetylen, muối than, graphit keo, graphit nhiệt phân, graphit xếp, và graphit vảy. Trong số đó, cacbon (C) mà hình dạng của nó là hình dạng vảy là được ưu tiên. Cacbon (C) mà hình dạng của nó là hình dạng vảy có xu hướng cải thiện thêm đặc tính làm giảm sự mài mòn. Một loại cacbon (C) có thể được sử dụng một mình, hoặc hai hoặc nhiều loại trong số này có thể được sử dụng kết hợp.

Trong quy trình gia công, đặc biệt, quy trình gia công liên tục, sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này, cacbon (C) bám vào

bề mặt hoặc rãnh của công cụ gia công và phía phần được gia công (ví dụ, lỗ được xử lý) trong vật liệu phôi gia công do đó thể hiện tính trơn. Trong trường hợp này, cacbon (C) ít thay đổi về thể tích và độ cứng do thay đổi nhiệt độ, so với hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) và hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và có thể do đó giữ thể tích và độ cứng không đổi trong quy trình gia công ngay cả nếu nhiệt độ của công cụ gia công hoặc vị trí xử lý được nâng lên. Cụ thể là, cacbon (C) có thể nằm bình thường giữa công cụ gia công và vật liệu phôi gia công trong quy trình gia công do đó tăng cường tính trơn và thể hiện các hiệu quả tương tự với các hiệu quả đệm. Do đó, cacbon (C) là có hiệu quả để ngăn chặn sự mài mòn của công cụ gia công. Cacbon (C) có độ cứng cao vừa phải, so với các chất bôi trơn rắn khác, và do đó tuyệt vời về các hiệu quả đệm được mô tả ở trên và tuyệt vời về tính trơn. Do đó, các vấn đề liên quan đến quy trình gia công, như là đẩy nhanh sự mài mòn của đầu của công cụ gia công hoặc các mảnh tróc ở đầu của công cụ gia công, được ngăn chặn.

Kích cỡ hạt trung bình của cacbon (C) là lớn hơn hoặc bằng 100 μm , ưu tiên là lớn hơn hoặc bằng 125 μm , ưu tiên hơn là lớn hơn hoặc bằng 150 μm , ưu tiên nữa là lớn hơn hoặc bằng 175 μm , ưu tiên nữa là lớn hơn hoặc bằng 200 μm , ưu tiên nữa là lớn hơn hoặc bằng 225 μm . Đồng thời, kích cỡ hạt trung bình của cacbon (C) ưu tiên là nhỏ hơn hoặc bằng 1000 μm , ưu tiên hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 750 μm , ưu tiên nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 500 μm , đặc biệt ưu tiên là nhỏ hơn hoặc bằng 300 μm . Khi kích cỡ hạt trung bình của cacbon (C) là lớn hơn hoặc bằng 100 μm , tính trơn và khả năng đúc được cải thiện thêm. Khi kích cỡ hạt trung bình của cacbon (C) là lớn hơn hoặc bằng 100 μm , có xu hướng cải thiện thêm các đặc tính tiếp sau và độ dai và cải thiện khả năng xử lý gia công của bề mặt được làm cong. Khi kích cỡ hạt trung bình của cacbon (C) là nhỏ hơn hoặc bằng 1000 μm , có xu hướng ngăn chặn thêm nữa sự mài mòn của công cụ gia công. Trong trường hợp chứa hai hoặc nhiều cacbon (C), được ưu tiên là các kích cỡ hạt trung bình tương ứng của các cacbon (C) nên đáp ứng khoảng được mô tả ở trên.

Trong phương án này, kích cỡ hạt trung bình của cacbon (C) đề cập đến kích thước loại trung. Kích thước loại trung nghĩa là đường kính hạt mà thu được từ đường cong phân phối tích lũy (dựa trên số lượng) của các kích cỡ hạt và trở nên 50% chiều cao trên đường cong (giá trị D50), và có thể được đo bằng phương pháp được mô tả trong các Ví dụ.

Hàm lượng của cacbon (C) trong vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công ưu tiên là lớn hơn hoặc bằng 5 phần theo khối lượng, ưu tiên hơn là lớn hơn hoặc bằng 15 phần theo khối lượng, ưu tiên nữa là lớn hơn hoặc bằng 20 phần theo khối lượng, ưu tiên nữa là lớn hơn hoặc bằng 25 phần theo khối lượng, đặc biệt ưu tiên là lớn hơn hoặc bằng 30 phần theo khối lượng, so với 100 phần theo khối lượng trong tổng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C). Đồng thời, hàm lượng của cacbon (C) trong vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công ưu tiên là nhỏ hơn hoặc bằng 70 phần theo khối lượng, ưu tiên hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 65 phần theo khối lượng, ưu tiên nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 60 phần theo khối lượng, so với 100 phần theo khối lượng trong tổng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C). Khi hàm lượng của cacbon (C) là lớn hơn hoặc bằng 5 phần theo khối lượng, tính trơn có xu hướng được cải thiện thêm. Khi hàm lượng của cacbon (C) là nhỏ hơn hoặc bằng 70 phần theo khối lượng, khả năng đúc có xu hướng được cải thiện thêm. Đặc biệt, khi hàm lượng của cacbon (C) là lớn hơn hoặc bằng 5 phần theo khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 70 phần theo khối lượng, có xu hướng cải thiện các đặc tính tiếp sau và độ dai của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và cải thiện khả năng xử lý gia công của bề mặt được làm cong. Khi hàm lượng của cacbon (C) nằm trong khoảng được mô tả ở trên, có xu hướng làm giảm thêm nữa tải cho công cụ gia công và ngăn chặn thêm nữa sự xuất hiện của các bavia hoặc các mảnh tróc ở phần rìa của phần được gia công.

Thành phần bổ sung

Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này có thể tùy ý chứa thành phần bổ sung. Các ví dụ về thành phần bổ sung bao gồm các thành phần cải thiện tính trơn, các thành phần cải thiện khả năng tạo thành tấm, các chất dẻo hóa, các chất làm mềm, các chất điều hòa bề mặt, các chất làm bằng, các chất chống tĩnh điện, các chất nhũ hóa, các chất chống tạo bọt, các chất phụ gia sáp, các chất kết hợp, các chất kiểm soát lưu biến, các chất khử trùng, các chất diệt nấm, các chất chống oxy hóa, các chất ổn định ánh sáng, các chất tạo nhân, các chất độn hữu cơ, các chất độn vô cơ, các chất bôi trơn rắn, các chất ổn định nhiệt, và các chất nhuộm màu.

Các ví dụ về các thành phần cải thiện tính trơn bao gồm, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó: các hợp chất amit được lấy làm ví dụ là etylenbissstearamit, amit của axit oleic, amit của axit stearic, và metylenbissstearamit; các hợp chất axit béo được lấy làm ví dụ là axit lauric, axit stearic, axit palmitic, và axit oleic; các hợp chất este axit béo được lấy làm ví dụ là butyl stearat, butyl oleat, và glycol laurat; các hợp chất hydrocacbon béo được lấy làm ví dụ là parafin lỏng; và các rượu béo cao được lấy làm ví dụ là rượu oleyl. Ít nhất một trong số các thành phần cải thiện tính trơn này có thể được lựa chọn.

Các ví dụ về các thành phần cải thiện khả năng tạo thành tấm bao gồm, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó, các nhựa epoxy, các nhựa phenol, các nhựa xyanat, các nhựa melamin, các nhựa ure, và polyimit rắn nhiệt, mà là các nhựa rắn nhiệt. Ít nhất một trong số các thành phần cải thiện khả năng tạo thành tấm này có thể được lựa chọn.

Khi vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được đặt trên bề mặt được làm cong của vật liệu phôi gia công, chất dẻo hóa hoặc chất làm mềm có trong vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công có thể ngăn chặn các vết nứt trong vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công, chẳng hạn, bằng cách làm giảm ứng suất hoặc sức căng cho vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công, và có xu hướng cải thiện thêm các đặc tính tiếp sau của bề mặt được làm cong. Các ví dụ về chất dẻo hóa hoặc chất làm mềm bao gồm, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó, este của axit phtalic, este của axit adipic, este của axit trimellitic, polyeste, este axit phosphoric, este của axit xitric, dầu thực vật được epoxy hóa, và este của axit sebaxic.

Các ví dụ về các chất bôi trơn rắn không phải là cacbon (C) bao gồm, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó, molybden disulfua, vonfram disulfua, các hợp chất molybden, polytetrafloetylen, và polyimit.

Độ uốn của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này ưu tiên là lớn hơn hoặc bằng 5 mm, ưu tiên hơn là lớn hơn hoặc bằng 10 mm, ưu tiên nữa là lớn hơn hoặc bằng 15 mm. Giới hạn trên của độ uốn không bị giới hạn cụ thể và ưu tiên là nhỏ hơn hoặc bằng 100 mm, ưu tiên hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 50 mm, ưu tiên nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 25 mm. Khi độ uốn là lớn hơn hoặc bằng 5 mm, các đặc tính tiếp sau và độ dai có xu hướng được cải thiện thêm. Độ uốn có thể được kiểm soát là lớn hơn bằng cách tăng hàm lượng của

hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), sử dụng hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) có khối lượng phân tử trung bình khối lớn hơn, tăng hàm lượng của cacbon (C), hoặc sử dụng cacbon (C) có kích cỡ hạt trung bình lớn hơn. Cụ thể là, để tăng độ uốn của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công, được ưu tiên là: hàm lượng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) nên là lớn hơn hoặc bằng 10 phần theo khối lượng so với 100 phần theo khối lượng trong tổng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C); khối lượng phân tử trung bình khối (M_w) của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) nên là lớn hơn hoặc bằng 5×10^4 ; hàm lượng của cacbon (C) nên là lớn hơn hoặc bằng 5 phần theo khối lượng so với 100 phần theo khối lượng trong tổng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C); hoặc kích cỡ hạt trung bình của cacbon (C) nên là lớn hơn hoặc bằng 100 μm . Độ uốn có thể cũng có thể được kiểm soát bởi độ dày của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công.

Độ uốn có thể được đo bằng phương pháp được mô tả trong các Ví dụ. Cụ thể là, như được thể hiện trên Fig.5, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công X có chiều rộng là 30 mm và chiều dài là 150 mm được lắp ở trạng thái nhô ra 100 mm vào khuôn dẫn giữ. Sau đó, tải trọng Z là 25 g được cho tác dụng vào phần đầu của chất bôi trơn hỗ trợ X dùng cho quy trình gia công. Độ dịch chuyển Y từ vị trí của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công X mà không có tải trọng Z được xác định là độ uốn của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công. Khi tấm bôi trơn hỗ trợ dùng cho quy trình gia công được cắt khỏi điểm đỡ tại đó chất bôi trơn hỗ trợ dùng cho quy trình gia công được lắp vào khuôn dẫn đỡ, thì không thể đo độ uốn.

Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này có cấu tạo được mô tả ở trên là tuyệt vời về các đặc tính tiếp sau của vật liệu phôi gia công (đặc biệt, vật liệu khó gia công có bề mặt được làm cong) và độ dai. Do đó, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này có thể ưu tiên là được sử dụng cho các vật liệu phôi gia công có các hình dạng bề mặt khác nhau. Chẳng hạn, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công có thể ưu tiên là được sử dụng không chỉ khi phần cần được xử lý của vật liệu phôi gia công có bề mặt phẳng mà còn khi phần cần được xử lý có bề mặt được làm cong, như với bề mặt phẳng.

Cụ thể là, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công là tuyệt vời về các đặc tính tiếp sau của phần cần được xử lý và do đó cho phép quy trình gia công khi tiếp xúc sát vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công với vật liệu phôi gia công có bề mặt được làm cong. Đồng thời, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công là tuyệt vời về độ dai và đạt được sự tiếp xúc sát với các bề mặt được làm cong khác nhau mà không gây ra các vết nứt hoặc tương tự và không có bất kỳ khoảng cách nào từ phần cần được xử lý của vật liệu phôi gia công. Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công đóng vai trò làm chất bôi trơn và do đó, có thể làm giảm tải cho công cụ gia công trong quy trình gia công bởi sự tiếp xúc sát của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công với phần cần được xử lý của vật liệu phôi gia công mà không có bất kỳ khoảng cách nào. Kết quả là, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công có thể áp dụng một cách hiệu quả hơn hiệu quả là có khả năng ngăn chặn sự xuất hiện các bavaria, các mảnh tróc, hoặc mẫu xòm ở phần rìa của phần được gia công, và cho phép quy trình gia công là tuyệt vời về năng suất. Trong phương án này, “các đặc tính tiếp sau” đề cập đến các đặc tính nhờ đó vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công trở nên tiếp xúc sát với vật liệu phôi gia công theo hình dạng bề mặt của vật liệu phôi gia công. “Độ dai” đề cập đến tính bền chắc (độ bền và khả năng kéo) của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công chống lại ứng suất.

Ưu tiên là vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này nên không phải là lá kim loại. Điều này có thể ngăn phần được gia công của vật liệu phôi gia công khỏi bị nhiễm bẩn bởi sự bám dính của các mẫu kim loại thừa có nguồn gốc từ lá kim loại vào phần được gia công của vật liệu phôi gia công. Kết quả là, có thể thu được sản phẩm của quy trình gia công có chất lượng của phần được gia công là tuyệt vời.

Lớp kết dính

Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này có thể có lớp kết dính trên mặt của nó được cho tiếp xúc với vật liệu phôi gia công. Lớp kết dính được mang do đó có xu hướng cải thiện thêm sự bám dính giữa vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công.

Thành phần cấu thành lớp kết dính không bị giới hạn cụ thể và là, chẳng hạn, nhựa nhiệt dẻo và/hoặc nhựa rắn nhiệt. Các ví dụ về nhựa nhiệt dẻo bao gồm, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó, các polyme uretan, các polyme

acrylic, các polyme vinyl axetat, các polyme vinyl clorua, các polyme polyeste, và các copolyme của chúng. Các ví dụ về nhựa rắn nhiệt bao gồm, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó, các nhựa như là các nhựa phenol, các nhựa epoxy, các nhựa melamin, các nhựa ure, các nhựa polyeste chưa bão hòa, các nhựa alkyt, polyuretan, rắn nhiệt polyimit, và các nhựa xyanat. Trong số chúng, polyme acrylic là được ưu tiên bởi vì nó cần thiết để có các đặc tính không để lại bột nhão trên vật liệu phôi gia công và có khả năng dễ dàng dính ở nhiệt độ bình thường. Chất kết dính nhạy áp acrylic loại dung môi và chất kết dính nhạy áp loại nhũ tương acrylic (nước) là được ưu tiên hơn.

Lớp kết dính có thể tùy ý chứa chất ngăn thoái hóa như là chất chống oxy hóa, và chất độn vô cơ như là canxi carbonat, talc, hoặc silic oxit, là các thành phần của lớp kết dính.

Khi vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được lấy ra khỏi vật liệu phôi gia công sau quy trình gia công, tổng lượng của các thành phần của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và lớp kết dính bám vào vật liệu phôi gia công ưu tiên là nhỏ hơn hoặc bằng $1,0 \times 10^{-8}$ g, ưu tiên hơn là nhỏ hơn hoặc bằng $5,0 \times 10^{-9}$ g, trên mỗi mm^2 của tổng diện tích tiếp xúc giữa vật liệu phôi gia công và vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và diện tích của phần được gia công. Giới hạn dưới của tổng lượng của các thành phần của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và lớp kết dính bám vào vật liệu phôi gia công không bị giới hạn cụ thể và ưu tiên là 0. Trong phạm vi này, “diện tích của phần được gia công” đề cập đến phía trong của lỗ được xử lý (phần được gia công) được tạo ra bởi, chẳng hạn, thao tác khoan.

Độ dày

Độ dày của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công gồm lớp kết dính không bị giới hạn cụ thể và được lựa chọn thích hợp theo phương pháp gia công dùng cho quy trình gia công của vật liệu phôi gia công, phương pháp cắt rời, diện tích hoặc thể tích của phần cần được xử lý, loại công cụ gia công, cấu tạo hoặc độ dày của vật liệu phôi gia công, v.v.. Trong số đó, độ dày của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công ưu tiên là lớn hơn hoặc bằng 0,1 mm, ưu tiên hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,2 mm, ưu tiên nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,5 mm. Đồng thời, độ dày của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công ưu tiên là nhỏ hơn hoặc bằng 20 mm, ưu tiên hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 10 mm, ưu tiên nữa là nhỏ

hơn hoặc bằng 5 mm. Khi độ dày của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công là lớn hơn hoặc bằng 0,1 mm, có xu hướng thu được sự giảm đủ về sức căng ứng suất, giảm tải cho công cụ gia công, và có thể ngăn chặn thêm hiện tượng vỡ khoan hoặc tương tự. Khi độ dày của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công là nhỏ hơn hoặc bằng 20 mm, có xu hướng làm giảm sự quán vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công quanh công cụ gia công và có thể ngăn chặn thêm sự xuất hiện các vết nứt trong vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công.

Nhựa có trong vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công có thể được ngăn không dùng như một chất liên kết cho các mảnh bào gia công. Có xu hướng có thể ngăn các mảnh bào gia công không lưu lại trên phần được gia công. Điều này có xu hướng có thể ngăn chặn sự gia tăng về tính không đều bên trong của phần được gia công. Nói tóm lại, tính trơn có thể được cải thiện bằng cách đảm bảo chế phẩm thích hợp và độ dày của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công. Sự loại bỏ bằng cắt các mảnh bào nhờ rãnh của khoan có thể tối ưu đối với thao tác khoan, chẳng hạn. Để thu được thêm các hiệu quả của sáng chế, ưu tiên là kiểm soát thích hợp tổng độ dày của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công nằm trong khoảng được nêu ở trên. Nhiều vật liệu bôi trơn mỏng để hỗ trợ quy trình gia công có thể được tạo lớp để sử dụng.

Độ dày của lớp kết dính không bị giới hạn cụ thể và ưu tiên là lớn hơn hoặc bằng 0,01 mm, ưu tiên hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,05 mm. Đồng thời, độ dày của lớp kết dính ưu tiên là nhỏ hơn hoặc bằng 5 mm, ưu tiên hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 2,5 mm.

Độ dày của mỗi lớp cấu thành vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này được đo như sau: trước tiên, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được cắt rời theo hướng độ dày sử dụng máy đánh bóng cắt ngang (CROSS-SECTION POLISHER SM-09010 được sản xuất bởi JEOL Ltd. DATUM Solution Business Operations) hoặc thiết bị siêu vi phẫu (EM UC7 được sản xuất bởi Leica Camera AG). Tiếp theo, mặt phẳng cắt được quan sát theo hướng vuông góc với mặt phẳng cắt sử dụng kính hiển vi điện tử quét (SEM) (VE-7800 được sản xuất bởi Keyence Corp.) để đo độ dày của mỗi lớp cấu thành vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công. Trong thao tác này, các độ dày của 5 vị trí trên mỗi trường nhìn được đo, và giá trị trung bình của chúng được sử dụng là độ dày của mỗi lớp.

Phương pháp sản xuất vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công

Phương pháp sản xuất vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này không bị giới hạn cụ thể, và phương pháp thông thường đã biết trong lĩnh vực để đúc chế phẩm nhựa chứa nhựa như là vật liệu polyme, và chất độn (ví dụ, chất độn vô cơ) thành tấm hoặc tạo ra khối như là hình dạng thanh tròn hoặc hình dạng thanh vuông có thể được sử dụng rộng rãi. Các ví dụ về phương pháp sản xuất như vậy bao gồm: phương pháp gồm trộn hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C) với sự có mặt hoặc không có mặt của dung môi, phủ hỗn hợp lên nền mang, hóa rắn hỗn hợp bằng cách làm mát để tạo ra tấm, và sau đó bóc nền mang khỏi đó để thu được vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công; và phương pháp gồm trộn hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C) với sự có mặt hoặc không có mặt của dung môi, đúc ép đùn hỗn hợp thành hình dạng tấm, và kéo tấm, nếu cần, để thu được vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công.

Khi vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công là thể đa lớp được nêu ở trên (ví dụ, tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công có lớp kết dính và/hoặc lớp bảo vệ), các ví dụ về phương pháp sản xuất thể đa lớp bao gồm, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó: phương pháp gồm tạo ra một lớp từ trước và tạo ra trực tiếp lớp khác trên ít nhất một phía của nó; và phương pháp gồm cán mỏng một lớp được tạo ra từ trước và lớp khác bằng phương pháp cán mỏng sử dụng nhựa kết dính hoặc nhiệt.

Phương pháp tạo ra lớp kết dính trên bề mặt của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công không bị giới hạn cụ thể miễn là phương pháp đã biết trong lĩnh vực này và được sử dụng trong công nghiệp. Các ví dụ cụ thể về chúng bao gồm: phương pháp gồm tạo ra lớp kết dính bằng phương pháp trực lăn, phương pháp phủ màng, phương pháp phun, hoặc tương tự; và phương pháp gồm tạo ra từ trước lớp kết dính có độ dày mong muốn sử dụng trực lăn, máy ép đùn khuôn T, hoặc tương tự. Độ dày của lớp kết dính không bị giới hạn cụ thể, và độ dày tối ưu có thể được lựa chọn thích hợp theo độ cong của vật liệu phôi gia công và cấu tạo của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công.

Trong trường hợp sản xuất vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công ở trạng thái nóng chảy, các ví dụ về phương pháp sản xuất như vậy bao gồm:

phương pháp sử dụng chế phẩm nhựa thu được bằng cách trộn nhựa và chất độn, làm vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công; và phương pháp sử dụng chế phẩm nhựa thu được bằng cách trộn nhựa, chất độn, và dung môi, làm vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công.

Phương pháp gia công

Phương pháp gia công của phương án này gồm bước gia công là tạo ra phần được gia công bằng cách gia công vật liệu phôi gia công bằng công cụ gia công trong khi cho vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công tiếp xúc với công cụ gia công và/hoặc phần cần được xử lý của vật liệu phôi gia công, trong đó vật liệu phôi gia công chứa vật liệu composit được gia cường bằng sợi, vật liệu kim loại khó gia công, hoặc vật liệu composit là vật liệu composit được gia cường bằng sợi và vật liệu kim loại khó gia công.

Trong phạm vi này, các ví dụ về khái niệm “trong khi cho tiếp xúc” bao gồm, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó, trường hợp mà sau bước tiếp xúc là gắn vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công vào công cụ gia công trước quy trình gia công, bước gia công được thực hiện bằng công cụ gia công được gắn vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công, trường hợp mà sau bước tiếp xúc sát là cho tiếp xúc sát vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công với phần cần được xử lý của vật liệu phôi gia công, phần cần được xử lý của vật liệu phôi gia công đang được gia công từ phía vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công, và sử dụng kết hợp cả hai trường hợp này.

“Quy trình gia công” không bị giới hạn cụ thể miễn là quy trình gia công là quy trình để gia công vật liệu phôi gia công. Các ví dụ về chúng bao gồm thao tác khoan, thao tác bào rãnh, thao tác tiện, và thao tác xẻ. Trong số chúng, thao tác khoan sử dụng khoan (dưới đây, cũng được gọi đơn giản là “thao tác khoan”) là được ưu tiên.

Phương pháp gia công của phương án này bao gồm, nhưng không giới hạn ở, chẳng hạn, các phương án được mô tả dưới đây. Dưới đây, mỗi phương án trong số các phương án này sẽ được mô tả một cách riêng biệt.

(Phương án 1) Khi bước gia công là bước tạo ra phần được gia công (ví dụ, lỗ được xử lý) có lối ra và lối vào của công cụ gia công, phương án có, trước bước gia công, bước tiếp xúc sát là bước cho vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình

gia công tiếp xúc sát từ trước với phần là lõi ra và/hoặc phần là lõi vào của công cụ gia công, trên vật liệu phôi gia công (các Fig.1 và Fig.2).

(Phương án 1-1) Phương án trong đó trong bước tiếp xúc sát của phương án 1, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được cho tiếp xúc với sát phần là lõi vào của công cụ gia công từ trước, trên vật liệu phôi gia công.

(Phương án 1-2) Phương án trong đó trong bước tiếp xúc sát của phương án 1, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được cho tiếp xúc với sát phần là lõi ra của công cụ gia công từ trước, trên vật liệu phôi gia công.

(Phương án 2) Phương án có, trước bước gia công, bước tiếp xúc là cho vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công tiếp xúc từ trước với công cụ gia công.

(Phương án 3) Phương án trong đó trong bước gia công, phần được gia công được hình thành bằng cách gia công vật liệu phôi gia công được cho tiếp xúc với sát vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công ở trạng thái mà vật liệu bôi trơn khác để hỗ trợ quy trình gia công được cho tiếp xúc với công cụ gia công (Fig.3)

Phương án 1

Khi bước gia công là bước tạo ra phần được gia công (ví dụ, lỗ được xử lý) có lõi ra và lõi vào của công cụ gia công, phương pháp gia công của phương án 1 gồm, trước bước gia công, bước tiếp xúc sát là bước cho vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công tiếp xúc sát từ trước với phần là lõi ra và/hoặc phần là lõi vào của công cụ gia công, trên vật liệu phôi gia công. Trong phạm vi này, “phần là lõi ra” có thể được sử dụng hoán đổi được với mặt dùng làm lõi ra nếu phần này là mặt. Tương ứng với điều này, “phần là lõi vào” có thể được sử dụng hoán đổi được với mặt dùng làm lõi vào.

Trong thao tác khoan, các vùng lân cận của các mép của lỗ (phần được gia công) cần thu được tương ứng với “phần là lõi vào” và “phần là lõi ra”. Trong thao tác bào rãnh, vùng lân cận của mép của rãnh (phần được gia công) cần thu được tương ứng với “phần là lõi vào” của công cụ gia công. Trong thao tác tiện, vùng lân cận của bề mặt của vật liệu phôi gia công cần được gia công tương ứng với “phần là lõi vào” của công cụ gia công. Trong thao tác xẻ, các vùng lân cận của các mép của mặt được gia công cần thu được tương ứng với “phần là lõi vào” và “phần là lõi ra”.

Fig.1 và Fig.2 mỗi hình thể hiện sơ đồ minh họa một phương án của phương pháp gia công của phương án này. Như được thể hiện trên Fig.1 và Fig.2, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công 2 được sử dụng trong quy trình gia công của vật liệu phôi gia công 1, đặc biệt, vật liệu khó gia công.

Phương án 1-1

Trong phương án 1-1, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công 2 được cho tiếp xúc sát từ trước với phần là lõi vào của công cụ gia công 3, trên vật liệu phôi gia công 1, và vật liệu phôi gia công 1 được xử lý bằng công cụ gia công 3 (Fig.1). Trong trường hợp này, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công 2 trở nên tiếp xúc với công cụ gia công 3 trước vật liệu phôi gia công 1.

Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được đặt, để sử dụng, ở phần là lõi vào của công cụ gia công do đó chuyển thành phần bôi trơn của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công tới đầu của công cụ ngay trước khi xử lý. Do đó, hiệu quả bôi trơn của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được áp dụng một cách hiệu quả hơn. Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được đặt ở phần là lõi vào cũng đóng vai trò là vật liệu đệm trong khi công cụ gia công đi vào vật liệu phôi gia công và có thể ngăn chặn các mảnh tróc ở phần rìa của phần được gia công. Điều này có thể làm giảm thêm tải cho công cụ gia công, ngăn chặn sự mài mòn của công cụ gia công, và kéo dài tuổi thọ của công cụ gia công. Kết quả là, chi phí cần cho các công cụ gia công, số lượng các lần thực hiện bước thay công cụ gia công, hoặc tương tự có thể giảm đi. Như vậy, đạt được quy trình gia công là tuyệt vời về năng suất. Đặc biệt, đối với quy trình gia công liên tục, công cụ gia công được tiếp xúc một lần với vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được đặt ở phần là lõi vào của công cụ gia công để vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công bám vào công cụ gia công. Do đó, các hiệu quả làm giảm tải cho công cụ gia công, ngăn chặn sự mài mòn, và kéo dài tuổi thọ có thể thu được trong bước xử lý tiếp theo. Như được nêu ở trên, đối với quy trình gia công liên tục này, công cụ gia công được tiếp xúc một lần với vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được đặt ở phần là lõi vào của công cụ gia công để vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công bám vào công cụ gia công. Do đó, các hiệu quả của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công cũng được áp dụng trên phần là lõi ra của công cụ gia công, ngoài phần là lõi vào của công cụ

gia công. Kết quả là, xuất hiện các mảnh tróc, có thể ngăn chặn được các bavia, hoặc mẫu xôm ở phần rìa của phần được gia công.

Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được đặt, để sử dụng, ở phần là lõi vào của công cụ gia công, trên vật liệu phôi gia công để các mảnh tróc hoặc mẫu xôm ở lõi vào của phần được gia công có thể được ngăn chặn trong quy trình gia công của vật liệu composit được gia cường bằng sợi. Đó là bởi vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được cho tiếp xúc với sát phần là lõi vào của công cụ gia công do đó chuyển thành phần bôi trơn của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công tới đầu của công cụ ngay trước khi xử lý. Điều này có thể làm giảm thêm tải cho công cụ gia công và cho phép quy trình gia công trơn tru hơn.

Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được đặt, để sử dụng, ở phần là lõi vào của công cụ gia công, trên vật liệu phôi gia công để các mảnh tróc hoặc các bavia ở phần rìa của phần được gia công có thể được ngăn chặn trong quy trình gia công của vật liệu kim loại khó gia công. Đó là bởi vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được cho tiếp xúc với sát phần là lõi vào của công cụ gia công do đó chuyển thành phần bôi trơn của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công tới đầu của công cụ ngay trước khi xử lý. Điều này có thể làm giảm thêm tải cho công cụ gia công và cho phép hấp thụ hiệu quả nhiệt sinh ra khi công cụ gia công vật liệu đi vào chi tiết gia công. Điều này có thể ngăn các bavia hoặc các mảnh tróc kim loại không xuất hiện ở phần rìa của phần được gia công do sự tích tụ nhiệt và do đó cho phép quy trình gia công chất lượng cao. Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được đặt ở phần là lõi vào cũng đóng vai trò là vật liệu đệm trong khi công cụ gia công đi vào vật liệu phôi gia công và có thể ngăn chặn các mảnh tróc ở phần rìa của phần được gia công.

Thêm nữa, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được đặt, để sử dụng, ở phần là lõi vào của công cụ gia công, trên vật liệu phôi gia công để các mảnh tróc, các bavia, hoặc mẫu xôm ở phần rìa của phần được gia công có thể cũng được ngăn chặn trong quy trình gia công của vật liệu composit là vật liệu composit được gia cường bằng sợi và vật liệu kim loại khó gia công. Khi vật liệu phôi gia công là vật liệu composit là vật liệu composit được gia cường bằng sợi và vật liệu kim loại khó gia công, các thứ tự có thể trong đó công cụ gia công đâm thủng vật liệu phôi gia công là trường hợp mà vật liệu kim loại khó gia công được gia công, tiếp theo là gia công vật liệu composit được gia cường bằng

sợi, và trường hợp mà vật liệu composit được gia cường bằng sợi được gia công, tiếp theo là gia công vật liệu kim loại khó gia công. Chẳng hạn, trong trường hợp gia công trước vật liệu kim loại khó gia công, sự mài mòn của công cụ gia công có thể đã diễn ra trước khi gia công vật liệu composit được gia cường bằng sợi. Xét về mặt này, trong trường hợp xử lý vật liệu composit được gia cường bằng sợi bằng công cụ gia công bị mòn hơn, thì công cụ gia công cắt vật liệu composit được gia cường bằng sợi bằng cách ép và gia công sợi. Do đó, sự phân lớp dễ dàng xuất hiện giữa các lớp của các prepreg. Kết quả là, có nhược điểm là mẫu xòm xuất hiện dễ hơn ở phần lõi ra của phần đâm xuyên công cụ gia công. Tuy nhiên, việc sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công ngăn chặn sự mài mòn của công cụ gia công ở thời điểm thao tác khoan của vật liệu kim loại khó gia công và có thể giảm bớt đáng kể những sự hạn chế thao tác khoan của vật liệu composit được gia cường bằng sợi để bị ảnh hưởng đến sự mài mòn của công cụ gia công liên quan đến chất lượng của các lỗ được xử lý.

Bước tiếp xúc sát

Phương pháp gia công của phương án 1-1 gồm bước tiếp xúc sát là bước cho vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công tiếp xúc sát từ trước với phần là lõi vào của công cụ gia công, trên vật liệu phôi gia công. Bước tiếp xúc sát là bước cho sát từ trước vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công tiếp xúc với phần là lõi vào của công cụ gia công, trên vật liệu phôi gia công. Vị trí tiếp xúc sát trên vật liệu phôi gia công với vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được thiết lập là phần là lõi vào của công cụ gia công, từ trước. Điều này chuyển thành phần bôi trơn của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công tới đầu của công cụ ngay trước khi xử lý. Do đó, hiệu quả bôi trơn của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được áp dụng đủ. Điều này có thể làm giảm thêm tải cho công cụ gia công và có xu hướng có thể ngăn chặn sự xuất hiện các mảnh tróc, các bavia, hoặc mẫu xòm ở phần rìa của lõi vào của công cụ gia công.

Các ví dụ về phương pháp để cho tiếp xúc sát vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công với vật liệu phôi gia công bao gồm, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó: phương pháp gồm lắp tự nhiên vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công bằng kẹp hoặc khuôn dẫn; và phương pháp sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công có lớp được tạo ra là hợp chất có độ kết dính (lớp kết dính) trên bề mặt vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công

hoặc bề mặt lá kim loại được cho tiếp xúc với vật liệu phôi gia công. Trong số chúng, phương pháp sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công có lớp kết dính được tạo ra là được ưu tiên bởi vì phương pháp này loại bỏ nhu cầu gắn chặt vào khuôn dẫn hoặc tương tự. Trong bản mô tả này, lớp kết dính được xác định là lớp hợp chất có độ kết dính mà được sử dụng để lắp vật liệu phôi gia công và vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công.

Phương án 1-2

Trong phương án 1-2, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công 2 được cho tiếp xúc sát từ trước với phần là lõi ra của công cụ gia công 3, trên vật liệu phôi gia công 1, và vật liệu phôi gia công 1 được xử lý bằng công cụ gia công 3 (Fig.2). Trong trường hợp này, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công 2 trở nên tiếp xúc với công cụ gia công 3 sau khi hoàn thành việc đâm xuyên vào vật liệu phôi gia công 1.

Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được đặt, để sử dụng, ở phần là lõi ra của công cụ gia công để vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công đóng vai trò là chất bôi trơn. Điều này có thể làm giảm tải cho công cụ gia công ở thời điểm quy trình gia công, ngăn chặn sự mài mòn của công cụ gia công, và kéo dài tuổi thọ của công cụ gia công. Kết quả là, chi phí cần cho các công cụ gia công, số lượng các lần thực hiện bước thay công cụ gia công, hoặc tương tự có thể giảm đi. Như vậy, đạt được quy trình gia công tuyệt vời về năng suất. Đặc biệt, đối với quy trình gia công liên tục, công cụ gia công được tiếp xúc một lần với vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được đặt ở phần là lõi ra của công cụ gia công để vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công bám vào công cụ gia công. Do đó, các hiệu quả về làm giảm tải cho công cụ gia công, ngăn chặn sự mài mòn, và kéo dài tuổi thọ có thể thu được trong bước xử lý tiếp theo. Như được nêu ở trên, đối với quy trình gia công liên tục này, công cụ gia công được tiếp xúc một lần với vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được đặt ở phần là lõi ra của công cụ gia công để vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công bám vào công cụ gia công. Do đó, các hiệu quả của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công cũng được áp dụng trên phần là lõi vào của công cụ gia công, ngoài phần là lõi ra của công cụ gia công. Kết quả là, các mảnh tróc, các bavias, hoặc mẫu xém ở phần rìa của phần được gia công có thể cũng được ngăn chặn.

Thêm nữa, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được đặt, để sử dụng, ở phần là lõi ra của công cụ gia công, trên vật liệu phôi gia công để các mảnh tróc hoặc mẫu xòm ở phần lõi ra của phần đâm xuyên công cụ gia công có thể được ngăn chặn trong quy trình gia công của vật liệu composit được gia cường bằng sợi. Đó là bởi vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công đóng vai trò như một nắp. Trong quy trình gia công của vật liệu composit được gia cường bằng sợi, cơ chế dễ xuất hiện các mảnh tróc hoặc mẫu xòm ở phần lõi ra của phần đâm xuyên công cụ gia công là như được mô tả dưới đây. Khi đầu của công cụ bắt đầu đâm thủng lớp thấp nhất của vật liệu composit được gia cường bằng sợi, vật liệu phôi gia công bắt đầu tách ra theo hướng song song với sợi. Khi công cụ từ từ đi xuống, sợi của vật liệu phôi gia công được cắt rời quanh tâm của lỗ và được cắt rời theo hướng vuông góc với sợi. Sau đó, khi công cụ đi xuống tiếp, lỗ được mở rộng bằng cách đẩy. Trong trường hợp này, sợi được giữ ở trạng thái chìa ra bởi mép của lỗ chỉ tụt xuống theo hướng quay của công cụ mà không bị cắt rời. Xét về mặt này, bước xử lý có thể được thực hiện bằng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được đặt ở phần lõi ra của phần đâm xuyên công cụ gia công trên vật liệu phôi gia công do đó ngăn sợi của vật liệu phôi gia công không được giữ ở trạng thái chìa ra bởi mép của lỗ. Như vậy, sợi của vật liệu phôi gia công có thể được gia công gọn gàng dọc theo mép của lỗ. Kết quả là, cách này có thể ngăn chặn xuất hiện các mảnh tróc hoặc mẫu xòm và thu được các lỗ được xử lý có chất lượng cao, so với các phương pháp thông thường. Đặc biệt, đối với thao tác khoan, đạt được thao tác khoan là tốt về năng suất và chất lượng so với chất lượng và năng suất của các kỹ thuật thông thường.

Ngoài ra, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được đặt, để sử dụng, ở phần là lõi ra của công cụ gia công, trên vật liệu phôi gia công để các mảnh tróc hoặc các bavaria ở phần lõi ra của phần đâm xuyên công cụ gia công có thể được ngăn chặn trong quy trình gia công của vật liệu kim loại khó gia công. Đó là bởi việc sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công trong quy trình gia công của vật liệu kim loại khó gia công cho phép hấp thụ hiệu quả nhiệt tích tụ ở phần rìa của phần được gia công ở thời điểm quy trình gia công. Cụ thể là, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được đặt ở phần là lõi ra của công cụ gia công, trên vật liệu phôi gia công để nhiệt sinh ra trong khi lấy ra công cụ gia công từ vật liệu phôi gia công có thể được hấp thụ một cách hiệu quả. Điều này có thể ngăn các bavaria kim loại không xuất hiện ở phần rìa của phần được gia

công do sự tích tụ nhiệt. Đồng thời, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công có thể đóng vai trò như một nắp ở thời điểm quy trình gia công do đó ngăn chặn các mảnh tróc ở phần rìa của phần được gia công. Kết quả là, các lỗ có chất lượng cao hơn có thể thu được bằng quy trình gia công, so với các phương pháp thông thường. Đặc biệt, đối với thao tác khoan, đạt được thao tác khoan là rất tốt về năng suất và chất lượng so với năng suất và chất lượng của các kỹ thuật thông thường.

Việc sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công trong quy trình gia công của vật liệu composit là vật liệu composit được gia cường bằng sợi và vật liệu kim loại khó gia công cho phép hấp thụ hiệu quả nhiệt tích tụ ở phần rìa của phần được gia công ở thời điểm quy trình gia công. Đồng thời, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công có thể đóng vai trò như một nắp do đó làm giảm xuất hiện các mảnh tróc và mẫu xòm ở phần rìa của phần được gia công trong vật liệu composit được gia cường bằng sợi.

Bước tiếp xúc sát

Phương pháp gia công của phương án 1-2 gồm bước tiếp xúc sát là bước cho vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công tiếp xúc sát từ trước với phần là lõi ra của công cụ gia công, trên vật liệu phôi gia công. Bước tiếp xúc sát là bước cho sát từ trước vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công tiếp xúc với phần là lõi ra của công cụ gia công, trên vật liệu phôi gia công. Vị trí tiếp xúc sát trên vật liệu phôi gia công với vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được thiết lập ở phần là lõi ra của công cụ gia công, từ trước. Điều này có thể làm giảm tải cho công cụ gia công, như được nêu ở trên, và có thể làm giảm xuất hiện các mảnh tróc, các bavias, hoặc mẫu xòm ở phần rìa của lõi ra của công cụ gia công.

Các ví dụ về phương pháp dùng để tiếp xúc sát vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công với vật liệu phôi gia công bao gồm, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó: phương pháp gồm lắp một cách tự nhiên vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công bằng kẹp hoặc khuôn dẫn; và phương pháp sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công có lớp được tạo ra là hợp chất có độ kết dính (lớp kết dính) trên bề mặt vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công hoặc bề mặt lá kim loại được cho tiếp xúc với vật liệu phôi gia công. Trong số chúng, phương pháp sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình

gia công có lớp kết dính được tạo ra là được ưu tiên bởi vì phương pháp này loại bỏ nhu cầu lắp có khuôn dẫn hoặc tương tự. Trong bản mô tả này, lớp kết dính được xác định là lớp hợp chất có độ kết dính mà được sử dụng để lắp vật liệu phôi gia công và vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công.

Đặc biệt được ưu tiên là tiếp xúc sát từ trước vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công với phần là lõi vào của công cụ gia công, trên vật liệu phôi gia công, và phần là lõi ra của công cụ gia công, trên vật liệu phôi gia công.

Phương án 2

Phương pháp gia công của phương án 2 gồm, trước bước gia công, bước tiếp xúc là cho vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công tiếp xúc từ trước với công cụ gia công. Sự tiếp xúc của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công với công cụ gia công từ trước có thể tạo ra các hiệu quả tương đương hiệu quả của trường hợp tiếp xúc sát vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công với phần là lõi vào của công cụ gia công. Phương pháp tiếp xúc không bị giới hạn cụ thể. Chẳng hạn, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được phủ từ trước lên công cụ gia công để vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công có thể bám vào công cụ gia công. Đồng thời, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được cắt rời hoặc được khoan bằng công cụ gia công trước quy trình gia công để vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công có thể bám vào công cụ gia công.

Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được đặt ở phần là lõi vào của công cụ gia công để vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công có thể bám vào công cụ gia công trước quy trình gia công. Trường hợp này tương ứng với phương án 1-1 được mô tả ở trên.

Phương án 3

Trong bước gia công của phương pháp gia công của phương án 3, phần được gia công được hình thành bằng cách gia công vật liệu phôi gia công được cho tiếp xúc với sát vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công ở trạng thái mà vật liệu bôi trơn khác để hỗ trợ quy trình gia công được cho tiếp xúc với công cụ gia công. Sự tiếp xúc và bám của vật liệu bôi trơn khác để hỗ trợ quy trình gia công với công cụ gia công trong bước gia công có thể tạo ra các hiệu quả tương đương các hiệu quả của trường hợp tiếp xúc sát vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công với phần là lõi vào của công cụ gia công. Trong trường hợp gia công

vật liệu phôi gia công bằng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được cho tiếp xúc với sát cả phần là lõi vào và phần là lõi ra của công cụ gia công, phương pháp gia công của phương án này có thể cũng gồm, trước bước gia công, bước tiếp xúc là cho vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công tiếp xúc từ trước với công cụ gia công, và có thể tạo ra phần được gia công bằng cách cho bám vật liệu bôi trơn khác để hỗ trợ quy trình gia công vào công cụ gia công trong bước gia công.

Fig.3 thể hiện sơ đồ về trạng thái mà vật liệu bôi trơn khác để hỗ trợ quy trình gia công được tiếp xúc và bám vào công cụ gia công trong bước gia công. Như được thể hiện trên Fig.3, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công 2 được cấp liên tục vào công cụ gia công bằng cách thực hiện quy trình gia công trong khi cho tiếp xúc vật liệu bôi trơn khác hỗ trợ quy trình gia công 2 với công cụ gia công 3. Như vậy, đạt được bước xử lý hiệu quả. Trong trường hợp sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công 2 tiếp xúc sát vào đó, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công 2 được cấp, với lượng được tính toán từ độ dày của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công 2 $\times$ đường kính của khoan (diện tích của vị trí cần được tiếp xúc với công cụ gia công), cho công cụ gia công. Việc sử dụng vật liệu bôi trơn khác hỗ trợ quy trình gia công 2 cho phép cấp vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công 2 với lượng đủ cho công cụ gia công.

Chỉ vật liệu bôi trơn khác để hỗ trợ quy trình gia công có thể được tiếp xúc với công cụ gia công. Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công có thể bám vào công cụ gia công bằng cách thực hiện quy trình gia công trong khi cho vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công tiếp xúc với công cụ gia công. Trường hợp này không bị giới hạn cụ thể và tương ứng với, chẳng hạn, trường hợp chỉ sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công 2 ở dạng khối trên Fig.3. Phương án như vậy cho phép cấp liên tục vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công nhờ công cụ gia công cho phần đang thực hiện quy trình gia công.

Độ dày của vật liệu phôi gia công

Phương pháp gia công của phương án này tạo ra các hiệu quả được mô tả ở trên ngay cả trên vật liệu phôi gia công dày. Do đó, vật liệu phôi gia công có thể có độ dày lớn hơn. Độ dày của vật liệu phôi gia công ưu tiên là lớn hơn hoặc bằng 3 mm, ưu tiên hơn là lớn hơn hoặc bằng 5 mm, ưu tiên nữa là lớn hơn hoặc bằng 10 mm, ưu tiên nữa là lớn hơn hoặc bằng 15 mm, ưu tiên nữa là lớn hơn

hoặc bằng 17,5 mm. Giới hạn trên của độ dày của vật liệu phôi gia công là không bị giới hạn cụ thể và ưu tiên là nhỏ hơn hoặc bằng 40 mm.

Đặc biệt, bước xử lý vật liệu phôi gia công có độ dày lớn hơn hoặc bằng 10 mm để có khả năng gây ra sự mài mòn của công cụ gia công do độ dày lớn, so với bước xử lý vật liệu phôi gia công có độ dày nhỏ, và các bavaria, các mảnh tróc, hoặc mẫu xòm dễ dàng xuất hiện ở phần rìa của phần được gia công. Đó là bởi vật liệu phôi gia công dày làm tăng thể tích của vật liệu phôi gia công cần được lấy ra bởi quy trình gia công và tăng tải đối với công cụ gia công. Xét về mặt này, việc sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công trong quy trình gia công của vật liệu phôi gia công có độ dày lớn hơn hoặc bằng 10 mm có thể làm giảm tải cho công cụ gia công, ngăn chặn sự mài mòn của công cụ gia công, và kéo dài tuổi thọ của công cụ gia công, bởi vì vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công đóng vai trò là chất bôi trơn. Kết quả là, chi phí cần cho các công cụ gia công, số lượng các lần thực hiện bước thay công cụ gia công, hoặc tương tự có thể giảm đi. Như vậy, đạt được quy trình gia công là tuyệt vời về năng suất. Đồng thời, việc sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công trong quy trình gia công của vật liệu phôi gia công có độ dày lớn hơn hoặc bằng 10 mm có thể ngăn chặn các bavaria, các mảnh tróc, hoặc mẫu xòm ở phần rìa của phần được gia công, bởi vì vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công đóng vai trò là chất bôi trơn. Kết quả là, có thể thu được phần được gia công có chất lượng cao, so với trường hợp không sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công.

Vật liệu phôi gia công có bề mặt được làm cong

Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công có thể ưu tiên là được sử dụng không chỉ khi phần cần được xử lý của vật liệu phôi gia công có bề mặt phẳng mà cả khi phần cần được xử lý có bề mặt được làm cong, như với bề mặt phẳng. Cụ thể là, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công là tuyệt vời về tính dẻo và các đặc tính tiếp sau của phần cần được xử lý, và cho phép quy trình gia công tiếp xúc sát với vật liệu phôi gia công có bề mặt được làm cong. Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công ưu tiên là có cấu tạo mà không làm suy giảm tính dẻo của chính vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công cũng như các đặc tính tiếp sau của phần cần được xử lý, và cụ thể, ưu tiên là ở dạng không phải là lá kim loại dày hoặc tương tự, dù cấu tạo không bị giới hạn cụ thể ở đó. Điều này cải thiện thêm khả năng xử lý gia công của vật liệu phôi gia công có bề mặt

được làm cong. Đồng thời, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công không phải là lá kim loại có thể ngăn phần được gia công của vật liệu phôi gia công khỏi bị nhiễm bẩn bởi sự bám dính của các mẫu kim loại thừa có nguồn gốc từ lá kim loại vào phần được gia công của vật liệu phôi gia công. Kết quả là, quy trình gia công này có thể là rất tốt về chất lượng so với quy trình gia công của các kỹ thuật thông thường.

Bước gia công

Trong bước gia công, vật liệu phôi gia công được đưa tới quy trình gia công với công cụ gia công được cho bám vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công, hoặc vật liệu phôi gia công được cho tiếp xúc với sát vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được đưa tới quy trình gia công bằng công cụ gia công. Việc sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công theo cách này cho quy trình gia công, đặc biệt, xử lý liên tục, làm tăng cường tính trơn giữa bề mặt công cụ gia công bao gồm lưỡi của công cụ gia công và bề mặt thành bên trong của phần được gia công, tạo thuận lợi cho việc loại bỏ sợi hoặc các hạt khó gia công trong kim loại khó gia công được gia công bởi lưỡi của công cụ gia công, và có thể làm giảm tần suất và mức độ cọ xát chống lại lưỡi của công cụ gia công. Do đó, sự mài mòn của lưỡi của công cụ gia công được giảm đi một cách chắc chắn. Nguyên tắc hoạt động này áp dụng cho mọi công cụ gia công thông thường.

Cụ thể hơn là, khi vật liệu phôi gia công là vật liệu composit được gia cường bằng sợi chứa dày đặc sợi, lượng sợi được cắt là lớn. Điều này có xu hướng dễ làm mài mòn lưỡi của công cụ gia công. Việc sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này có thể làm giảm sự mài mòn lưỡi của công cụ gia công. Trong trường hợp xử lý vật liệu composit được gia cường bằng sợi có công cụ gia công mòn hơn, công cụ gia công cắt vật liệu composit được gia cường bằng sợi bằng cách ép và cắt sợi. Do đó, sự phân lớp dễ dàng xuất hiện giữa các lớp của các prepreg. Kết quả là, có nhược điểm là mẫu xòem xuất hiện dễ dàng hơn ở phần lõi ra của phần đâm xuyên công cụ gia công trên vật liệu phôi gia công. Tuy nhiên, việc sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này có thể còn ngăn chặn mẫu xòem.

Khi vật liệu phôi gia công là vật liệu UD, lõi vào của lưỡi của công cụ gia công ở góc ăn vào và làm rỗng bó sợi để có khả năng gây ra sự oằn sợi trong

thành bên trong của phần được gia công. Xét về mặt này, việc sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này ngăn chặn sự oằn sợi và, thêm nữa, thậm chí ngăn chặn tăng nhiệt độ gây ra bởi nhiệt ma sát. Do đó, điểm chuyển tiếp thủy tinh (nhiệt độ) hoặc điểm làm mềm của ma trận nhựa trở nên khó đạt tới. Như vậy, trạng thái được bó chắc của sợi cacbon có thể được duy trì, và sự oằn sợi có thể được ngăn chặn. Trong phạm vi này, “vật liệu UD” nghĩa là vật liệu composit được gia cường bằng sợi thu được sử dụng vật liệu vải là các sợi được sắp hàng theo chỉ một hướng.

Khi vật liệu phôi gia công là vật liệu kim loại khó gia công, sự mòn trầy xảy ra sinh trong khi cọ xát lưỡi của công cụ gia công vào các hạt tinh thể của kim loại khó gia công nên sự mài mòn lưỡi của công cụ gia công diễn ra. Kim loại có độ bền cao hơn làm tăng mức độ tăng nhiệt độ gây ra bởi nhiệt hoặc ma sát ở thời điểm quy trình gia công và do đó dễ có khả năng làm tăng lượng các bavia sinh ra. Xét về mặt này, việc sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này tăng cường tính trơn giữa bề mặt công cụ gia công bao gồm bề mặt rãnh khoan và bề mặt bên trong của phần được gia công, tạo thuận lợi cho việc loại bỏ các hạt tinh thể kim loại khó gia công trong kim loại khó gia công được gia công bởi lưỡi của công cụ gia công, và có thể làm giảm tần suất và mức độ cọ xát vào lưỡi của công cụ gia công. Kết quả là, sự mài mòn của lưỡi của công cụ gia công giảm đi, và sự tăng nhiệt độ do ma sát có thể cũng được ngăn chặn. Do đó, lượng các bavia sinh ra có thể giảm đi.

Khi vật liệu phôi gia công là vật liệu composit là vật liệu composit được gia cường bằng sợi và vật liệu kim loại khó gia công, các thứ tự có thể có mà trong đó công cụ gia công đâm thủng vật liệu phôi gia công là quy trình gia công vật liệu kim loại khó gia công tiếp theo là quy trình gia công vật liệu composit được gia cường bằng sợi, và quy trình gia công của vật liệu composit được gia cường bằng sợi tiếp theo là quy trình gia công của vật liệu kim loại khó gia công. Chẳng hạn, trong trường hợp thực hiện trước quy trình gia công của vật liệu kim loại khó gia công, sự mài mòn của công cụ gia công có thể đã diễn ra trước quy trình gia công vật liệu composit được gia cường bằng sợi. Xét về mặt này, trong trường hợp xử lý vật liệu composit được gia cường bằng sợi bằng công cụ gia công mòn hơn, công cụ gia công cắt vật liệu composit được gia cường bằng sợi bằng cách ép và cắt sợi. Do đó, sự phân lớp dễ dàng xuất hiện giữa các lớp của các prepreg. Kết quả là, có nhược điểm là mẫu xòem xuất hiện dễ dàng hơn ở

phần lõi ra của phần đâm xuyên công cụ gia công. Tuy nhiên, việc sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này ngăn chặn sự mài mòn của công cụ gia công ở thời điểm quy trình gia công của vật liệu kim loại khó gia công và có thể làm giảm đáng kể các hạn chế đối với quy trình gia công của vật liệu composit được gia cường bằng sợi chịu sự mài mòn công cụ gia công liên quan đến chất lượng của phần được gia công.

Công cụ gia công được sử dụng không bị giới hạn cụ thể miễn là công cụ gia công thường được sử dụng. Trong trường hợp sử dụng, chẳng hạn, khoan, làm công cụ gia công, khoan không bị giới hạn cụ thể bởi đường kính của nó, vật liệu, hình dạng, và có hoặc không có lớp phủ bề mặt. Đường kính của khoan có thể được lựa chọn thích hợp theo mục đích dự định và thường ưu tiên là lớn hơn hoặc bằng 1 mmφ và nhỏ hơn hoặc bằng 30 mmφ. Đường kính của khoan được dự định cho thao tác khoan vật liệu nền dùng cho các máy bay ưu tiên là lớn hơn hoặc bằng 2 mmφ và nhỏ hơn hoặc bằng 7 mmφ. Đồng thời, đường kính của khoan ưu tiên là lớn hơn hoặc bằng 10 mmφ, ưu tiên hơn là lớn hơn hoặc bằng 12,5 mmφ, ưu tiên nữa là lớn hơn hoặc bằng 15 mmφ, theo quan điểm tạo ra các lỗ được xử lý lớn hơn. Vật liệu của khoan ưu tiên là carbua gắn kết được sản xuất bằng cách nung kết bột carbua kim loại cứng. Các ví dụ về carbua gắn kết như vậy bao gồm, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó, kim loại được sản xuất bằng cách nung kết hỗn hợp carbua vonfram và coban kết dính. Vì carbua gắn kết như vậy cải thiện thêm các đặc trưng của vật liệu theo mục đích sử dụng, nên carbua titan, carbua tantali, hoặc tương tự có thể được bổ sung vào đó. Mặt khác, hình dạng của khoan có thể được lựa chọn thích hợp theo các điều kiện của thao tác khoan, loại và hình dạng của vật liệu phôi gia công, v.v.. Các ví dụ về hình dạng của khoan bao gồm, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó, góc đầu của khoan, góc xoắn rãnh của nó, và số lượng các mép cắt. Lớp phủ bề mặt của khoan có thể được lựa chọn thích hợp theo các điều kiện của thao tác khoan, loại và hình dạng của vật liệu phôi gia công, v.v.. Các ví dụ ưu tiên về loại của lớp phủ bề mặt bao gồm lớp phủ kim cương, lớp phủ giống kim cương, và lớp phủ xeramic.

Trong bước gia công, lỗ ưu tiên là được tạo bằng thao tác khoan sử dụng khoan làm công cụ gia công. Đối với phần được gia công lớn, phương pháp gia công của phương án này tạo ra các hiệu quả được mô tả ở trên ngay cả đối với thao tác khoan, chẳng hạn, sử dụng mũi khoan có đường kính lớn. Do đó, kích

cỡ của phần được gia công, chẳng hạn, đường kính của lỗ cần được tạo ra bởi thao tác khoan, có thể tăng lên. Trong trường hợp này, đường kính của lỗ cần được tạo ra ưu tiên là lớn hơn hoặc bằng 3 mm, ưu tiên hơn là lớn hơn hoặc bằng 5 mm, ưu tiên nữa là lớn hơn hoặc bằng 6 mm, ưu tiên nữa là lớn hơn 10 mm, ưu tiên nữa là lớn hơn hoặc bằng 12,5 mm, đặc biệt ưu tiên là lớn hơn hoặc bằng 15 mm. Khi đường kính của lỗ là lớn hơn hoặc bằng 3 mm, thể tích gia công tăng lên làm tăng tải cho mũi khoan, dễ có khả năng gây ra sự mài mòn của khoan, và dễ có khả năng gây ra các bavia, các mảnh tróc, hoặc mẫu xòm ở phần rìa của phần được gia công. Ngoài ra, có thể nảy sinh vấn đề là giảm về chất lượng của phần được gia công trên vật liệu phôi gia công do sự tích tụ nhiệt ở thời điểm xử lý. Ngược lại, việc sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này có thể làm giảm tải cho khoan, có thể làm giảm xuất hiện các bavia, các mảnh tróc, hoặc mẫu xòm ở phần rìa của lỗ được xử lý, và có thể được mong đợi cải thiện chất lượng của phần được gia công trên vật liệu phôi gia công. “Đường kính của lỗ” có thể được điều chỉnh bởi đường kính của khoan được sử dụng.

Đặc biệt, bước xử lý vật liệu phôi gia công để tạo ra lỗ có đường kính lớn hơn 10 mm để có khả năng gây ra sự mài mòn của khoan do đường kính lớn của mũi khoan, so với thao tác khoan để tạo ra lỗ nhỏ, và các bavia, các mảnh tróc, hoặc mẫu xòm dễ dàng xuất hiện ở phần rìa của phần được gia công. Đó là bởi đường kính lớn của mũi khoan làm tăng thể tích của vật liệu phôi gia công cần được lấy ra bởi quy trình gia công và làm tăng tải cho khoan.

Xét về mặt này, việc sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này trong thao tác khoan vật liệu phôi gia công để tạo ra lỗ có đường kính lớn hơn 10 mm có thể làm giảm tải cho khoan, ngăn chặn sự mài mòn của khoan, và kéo dài tuổi thọ của khoan, bởi vì vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công đóng vai trò là chất bôi trơn. Kết quả là, chi phí cần cho các khoan, số lượng các lần thực hiện bước thay khoan, hoặc tương tự có thể giảm đi. Như vậy, đạt được thao tác khoan tuyệt vời về năng suất.

Đồng thời, việc sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công trong thao tác khoan của vật liệu phôi gia công để tạo ra lỗ có đường kính lớn hơn 10 mm có thể ngăn chặn các bavia, các mảnh tróc, hoặc mẫu xòm ở phần rìa của phần được gia công, bởi vì vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công đóng vai

trò là chất bôi trơn. Kết quả là, lỗ được xử lý có chất lượng cao có thể thu được, so với trường hợp không sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công.

Trong bước gia công, kỹ thuật của quy trình gia công thông thường có thể được sử dụng. Các ví dụ về chúng bao gồm quy trình gia công mà được thực hiện trong khi vị trí thực hiện quy trình gia công và/hoặc công cụ gia công được làm mát sử dụng khí hoặc chất lỏng. Các ví dụ về phương pháp làm mát vị trí thực hiện quy trình gia công và/hoặc công cụ gia công sử dụng khí bao gồm: phương pháp gồm cấp khí nén cho vị trí thực hiện quy trình gia công và/hoặc công cụ gia công; và phương pháp gồm cấp khí môi trường xung quanh cho vị trí quy trình gia công và/hoặc công cụ gia công bằng cách hút khí trong vùng lân cận của vị trí thực hiện quy trình gia công và/hoặc công cụ gia công.

Ngoài ra, xử lý không phải là khoan có thể cũng được thực hiện theo cách tương tự như ở trên. Công cụ và phương pháp dùng cho quy trình gia công không bị giới hạn cụ thể. Các ví dụ cụ thể về chúng bao gồm thao tác khoan để tạo ra các lỗ xuyên hoặc các lỗ không xuyên sử dụng khoan cũng như thiết bị bào xoi, dao phay, dao phay mặt đầu, máy cắt cạnh, hoặc tương tự, và xử lý để cắt rời vật liệu phôi gia công bằng thiết bị bào xoi, máy cắt ống, dao phay mặt đầu, cưa kim loại, hoặc tương tự. Đồng thời, màng phủ titan, kim cương, cacbon dạng kim cương, hoặc tương tự có thể được tạo ra trên mép cắt của công cụ gia công để tăng cường độ cứng của nó và do đó ngăn chặn sự mài mòn. Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này có thể kéo dài tuổi thọ của công cụ gia công ngay cả trong bất kỳ bước xử lý nào sử dụng công cụ gia công đặc biệt như vậy bằng màng phủ được tạo ra trên đó.

Vật liệu phôi gia công

Các ví dụ về vật liệu phôi gia công mà là đối tượng cho vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này bao gồm, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó, vật liệu composit được gia cường bằng sợi, vật liệu kim loại khó gia công, và vật liệu composit là vật liệu composit được gia cường bằng sợi và vật liệu kim loại khó gia công.

Vật liệu composit được gia cường bằng sợi không bị giới hạn cụ thể miễn là vật liệu composit được làm bằng ma trận nhựa và sợi gia cường. Các ví dụ về ma trận nhựa bao gồm, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó: các nhựa rắn nhiệt như là các nhựa epoxy, các nhựa phenol, các nhựa xyanat, các nhựa vinyl este,

và các nhựa polyeste chưa bão hòa; và các nhựa nhiệt dẻo như là các nhựa ABS (acrylonitril-butadien-styren), các nhựa PA (polyamit), các nhựa PP (polypropylen), các nhựa PC (polycarbonat), các nhựa metyl metacrylat, polyetylen, và acryl, và các nhựa polyeste. Các ví dụ về sợi gia cường bao gồm, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó, sợi thủy tinh, sợi cacbon, và sợi aramit. Các ví dụ về dạng của sợi gia cường bao gồm, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó, các loại sợi tơ, các loại dây, các loại vải, các loại lá, các đoạn chặt nhỏ, các loại sợi được nghiền, các loại miếng nỉ, các loại giấy, và các loại prepreg. Các ví dụ cụ thể về vật liệu composit được gia cường bằng sợi như vậy bao gồm, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó, các chất dẻo được gia cường bằng sợi (FRP) như là các chất dẻo được gia cường bằng sợi cacbon (CFRP), các chất dẻo được gia cường bằng sợi thủy tinh (GFRP), và các chất dẻo được gia cường bằng sợi aramit (AFRP). Trong số chúng, chất dẻo được gia cường bằng sợi cacbon (CFRP) có tương đối độ bền kéo và lực đàn hồi kéo lớn và tỷ trọng nhỏ là được ưu tiên. Vật liệu composit được gia cường bằng sợi có thể tùy ý chứa thành phần bổ sung như là chất độn vô cơ hoặc chất độn hữu cơ. Các chất dẻo được gia cường bằng sợi (FRP) về mặt khái niệm chứa sợi gia cường và nhựa rắn nhiệt và/hoặc nhựa nhiệt dẻo. Trong số đó, các vật liệu composit được gia cường bằng sợi chứa sợi gia cường và nhựa nhiệt dẻo cũng được gọi là FRTP (các chất dẻo nhiệt được gia cường bằng sợi). Chẳng hạn, các vật liệu composit được gia cường bằng sợi chứa sợi cacbon và nhựa nhiệt dẻo được gọi là CFRTP (các chất dẻo nhiệt được gia cường bằng sợi cacbon).

Vật liệu kim loại khó gia công không bị giới hạn cụ thể miễn là vật liệu kim loại khó gia công là kim loại thường được sử dụng làm vật liệu kết cấu. Các ví dụ về chúng bao gồm hợp kim titan, hợp kim nhôm, hợp kim magie, thép hợp kim thấp, thép không gỉ, và hợp kim chịu nhiệt. Trong số chúng, hợp kim titan là được ưu tiên. Hợp kim titan đặc biệt ưu tiên là Ti-6Al-4V mà được tạo nên từ titan, nhôm, và vanadi và có độ cứng cao hơn. Hợp kim titan là vật liệu có độ bền kéo khỏe hơn hai lần so với độ bền kéo của hợp kim nhôm và cũng tuyệt vời về tính chịu ăn mòn và tính chịu nhiệt. Vật liệu khó gia công này có độ cứng cao cần các điều kiện quy trình gia công đặc biệt hoặc công cụ gia công có hình dạng đặc biệt đối với các kỹ thuật thông thường. Tuy nhiên, việc sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này loại bỏ nhu cầu về các điều kiện quy trình gia công đặc biệt hoặc công cụ gia công có hình dạng đặc

biệt và có thể còn kéo dài tuổi thọ của công cụ gia công. Liên quan đến mục đích dự định, vật liệu kim loại để sử dụng, chẳng hạn, trong các vật liệu dùng cho các kết cấu thân của các máy bay là được ưu tiên. Hiệu quả kéo dài tuổi thọ của công cụ gia công bằng cách sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này trở nên rõ ràng hơn đối với kim loại có độ bền cao hơn. Một vật liệu kim loại khó gia công có thể được sử dụng một mình, hoặc hai hoặc nhiều loại trong số này có thể được sử dụng làm thể đa lớp.

Các ví dụ về vật liệu composit là vật liệu composit được gia cường bằng sợi và vật liệu kim loại khó gia công bao gồm, nhưng không bị giới hạn cụ thể ở đó, vật liệu được tạo ra là composit từ vật liệu composit được gia cường bằng sợi và vật liệu kim loại khó gia công được mô tả ở trên bằng sự cán mỏng hoặc tương tự. Thông thường, vật liệu composit được gia cường bằng sợi và vật liệu kim loại khó gia công khác nhau nhiều về các điều kiện gia công thuận lợi nhất. Cấp vào tốc độ thấp ở quay tốc độ cao là thích hợp cho vật liệu composit được gia cường bằng sợi, trong khi cấp vào tốc độ cao ở quay tốc độ thấp là thích hợp cho vật liệu kim loại khó gia công. Đó là bởi, chẳng hạn, đối với thao tác khoan của vật liệu kim loại khó gia công, sự tăng về nhiệt độ khoan được ngăn chặn và sự mài mòn của mũi khoan được ngăn chặn. Đặc biệt, khoan được phủ kim cương không bền nhiệt cần các điều kiện khoan như vậy. Đối phó với các điều kiện mâu thuẫn này, các điều kiện khoan thay đổi giữa CFRP và hợp kim titan, hoặc thao tác khoan được áp dụng thực tế ở cùng các điều kiện hợp lý, ở các vị trí thực tế xử lý. Theo cách khác, trong trường hợp thực hiện, chẳng hạn, thao tác khoan, dầu gia công được bơm vào trong khi thao tác khoan hợp kim titan được dự định dùng cho các máy bay, hoặc đường thu gom bụi bằng thiết bị thu gom bụi trong khi phun không khí lạnh được thực hiện, để ngăn tăng sự nhiệt độ của khoan. Tuy nhiên, việc sử dụng vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này có hiệu quả thứ yếu đối với việc làm giảm đáng kể những hạn chế về các điều kiện khoan đối với vật liệu kim loại khó gia công mà dễ sinh ra nhiệt do nhiệt ma sát.

Độ dày của vật liệu phôi gia công ưu tiên là lớn hơn hoặc bằng 3 mm, ưu tiên hơn là lớn hơn hoặc bằng 5 mm, ưu tiên nữa là lớn hơn hoặc bằng 6 mm, ưu tiên nữa là lớn hơn hoặc bằng 9 mm, ưu tiên nữa là lớn hơn hoặc bằng 10 mm, đặc biệt ưu tiên là lớn hơn hoặc bằng 15 mm. Giới hạn trên của độ dày của vật liệu phôi gia công không bị giới hạn cụ thể và ưu tiên là, chẳng hạn, nhỏ hơn

hoặc bằng 40 mm. Đó là bởi có xu hướng làm giảm thêm sự mài mòn của công cụ gia công và cải thiện thêm chất lượng của phần được gia công (ví dụ, lỗ của thao tác khoan), ngay cả nếu độ dày của vật liệu phôi gia công là lớn hơn hoặc bằng 3 mm.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Dưới đây, sáng chế sẽ được mô tả cụ thể dựa vào các Ví dụ và các Ví dụ so sánh. Các Ví dụ được mô tả dưới đây được đưa ra chỉ nhằm minh họa một ví dụ về phương án của sáng chế. Sáng chế không dự định sẽ giới hạn ở các ví dụ này.

Các Ví dụ A

Bảng 1 thể hiện các thông số kỹ thuật như là vật liệu phôi gia công (vật liệu thao tác khoan) được sử dụng trong mỗi ví dụ trong số các Ví dụ A và các Ví dụ so sánh A, mỗi thành phần được sử dụng trong sản xuất vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công, lớp kết dính, mũi khoan được sử dụng trong thao tác khoan, dụng cụ thao tác khoan, và thiết bị được sử dụng khi đánh giá. Trong các Ví dụ dưới đây, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này được đúc thành dạng tấm được gọi là tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công, và vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của phương án này được đúc thành dạng khối được gọi là khối vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công.

Bảng 1

Loại	Ký hiệu trong bảng	Tên	Tên thương mại/mẫu	Nhà sản xuất	Lưu ý
Vật liệu phối gia công	Ti	Tấm hợp kim titan	Ti-6Al-4V	-	Độ dày: 3 mmt, vật liệu tương đương được dự định dùng cho các máy bay
	CFRP	Chất dẻo được gia cường bằng bản sợi cacbon	-	-	Độ dày: 5 mmt, vật liệu tương đương được cán mỏng tựa đẳng hướng được dự định dùng cho các máy bay (vật liệu UD)
	CFRP/Ti	Vật liệu composit của chất dẻo được gia cường bằng bản sợi cacbon và tấm hợp kim titan	-	-	Tấm mỏng của Ti và CFRP
Hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A)	A-1	Polyetylen oxit	Alkox E-45	Meisei Chemical Works, Ltd.	$M_w = 5,6 \times 10^5$
	A-2	Polyetylen oxit	Alkox R150	Meisei Chemical Works, Ltd.	$M_w = 1,5 \times 10^5$
Hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B)	B-1	Polyoxyetylen monostearat	Nonion S-40	Sanyo Chemical Industries, Ltd.	$M_w = 3,5 \times 10^3$
Cacbon (C)	C-1	Cacbon (graphit)	XD100	Ito Graphit Co., Ltd.	Hình dạng vảy, kích cỡ hạt trung bình = 250 μm
	C-2	Cacbon (graphit)	XD150	Ito Graphit Co., Ltd.	Hình dạng vảy, kích cỡ hạt trung bình = 150 μm
	C-3	Cacbon (graphit)	X-100	Ito Graphit Co., Ltd.	Hình dạng vảy, kích cỡ hạt trung bình = 60 μm
	C-4	Cacbon (graphit)	RP99-150	Ito Graphit Co., Ltd.	Hình dạng vảy, kích cỡ hạt trung bình = 33 μm
	C-5	Cacbon (graphit)	X-10	Ito Graphit Co., Ltd.	Hình dạng vảy, kích cỡ hạt trung bình = 10 μm

Lớp kết dính	-	Băng hai mặt	No.535A	Nitto Denko Corp.	Vật liệu nền: màng polyester Mặt mặt: mặt kết dính chắc, chất kết dính nhạy áp acrylic Mặt kia: mặt kết dính yếu, chất kết dính nhạy áp acrylic Độ dày: 0,12 mm
Khoan	-	Khoan carbua gắn kết	RG-GDN	OSG Corp.	Đường kính: 6,0 mmφ Góc đầu: 120° Góc xoắn: 40° Khoan cứng, không được phủ kim cương
Dụng cụ thao tác khoan	-	Gia công phần trung tâm	M-V5B	Mitsubishi Electric Corp.	-

* Độ cứng Vickers của Ti-6Al-4V là 320.

Đối với kích cỡ hạt trung bình (kích thước loại trung) của cacbon (C), cacbon được phân tán trong dung dịch gồm dung dịch axit hexametaphosphoric và vài giọt triton, và các độ dài lớn nhất tương ứng của các hạt cacbon nhô lên được đo sử dụng thiết bị phân tích phân bố kích cỡ hạt nhiễu xạ laze. Sau đó, đường cong phân phối tích lũy (dựa trên số lượng) của các kích cỡ hạt được tính toán. Đường kính hạt mà trở thành 50% chiều cao trong đường cong phân phối tích lũy (dựa trên số lượng) được sử dụng là kích cỡ hạt trung bình.

Các khối lượng phân tử trung bình khối của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) và hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) được tính toán là các trọng lượng phân tử trung bình tương đối bằng cách hòa tan hoặc phân tán mỗi loại trong số hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) và hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) trong dung dịch muối 0,05%, tiếp theo là đo bằng sắc ký lỏng gồm các cột GPC (sắc ký thẩm gel) với polyetylen glycol là các mẫu chuẩn.

Ví dụ A1

24 phần theo khối lượng của polyetylen oxit (Alkox E-45 được sản xuất bởi Meisei Chemical Works, Ltd.) và 24 phần theo khối lượng của polyetylen oxit (Alkox R-150 được sản xuất bởi Meisei Chemical Works, Ltd.) là hợp chất

có trọng lượng phân tử lớn (A), 47 phần theo khối lượng của polyetylen oxit monostearat (Nonion S-40 được sản xuất bởi NOF Corp.) là hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và 5 phần theo khối lượng của graphit (XD-100 được sản xuất bởi Ito Graphite Co., Ltd.) là cacbon (C) được trộn kỹ và được đúc đùn ở nhiệt độ 140°C sử dụng thiết bị ép đùn trục vít đơn để sản xuất tấm có độ dày là 1,0 mm. Bảng hai mặt acrylic có độ dày 0,12 mm (số 535A, được sản xuất bởi Nitto Denko Corp.) được gắn làm lớp kết dính vào một phía của tấm này sao cho phía mặt kết dính chắc là tiếp xúc với phía tấm, để sản xuất tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công a.

Mặt có lớp kết dính được tạo ra trên đó của tấm bôi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công a được gắn vào phần là lõi vào (phần đi vào) của công cụ gia công (khoan carbua gắn kết), trên vật liệu phôi gia công. Tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công a và vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn. Quy trình gia công (thao tác khoan) bằng khoan carbua gắn kết được thực hiện ở các điều kiện được thể hiện trong Bảng 3. Bảng 3 thể hiện các kết quả đánh giá các mảnh tróc, các bavaria, và mẫu xòm ở phần rìa của phần được gia công (lỗ được xử lý) trên phía đi vào và phía đi ra của mũi khoan, và sự mài mòn của đầu mũi khoan.

Các Ví dụ A2 đến A25

Tấm được sản xuất sử dụng thiết bị ép đùn trục vít đơn theo chế phẩm nhựa của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C) được thể hiện trong Bảng 2 theo cách tương tự như trong Ví dụ A1. Mặt kết dính chắc của bảng hai mặt có độ dày 0,12 mm (số 535A, được sản xuất bởi Nitto Denko Corp.) được gắn vào một phía của tấm để sản xuất tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công b đến l.

Mỗi tấm trong số tấm bôi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công b đến l được lắp vào phần là lõi vào (phần đi vào) của công cụ gia công (khoan carbua gắn kết), trên vật liệu phôi gia công sử dụng khuôn dẫn theo cách tương tự như trong Ví dụ A1. Thao tác khoan bằng khoan carbua gắn kết được thực hiện ở các điều kiện được thể hiện trong Bảng 3. Bảng 3 thể hiện các kết quả đánh giá các mảnh tróc, các bavaria, và mẫu xòm ở phần rìa của phần được gia công trên phía đi vào và phía đi ra của mũi khoan, và sự mài mòn của đầu mũi khoan.

Trong các Ví dụ A1 đến A12, CFRP được sử dụng làm vật liệu phối gia công. Trong các Ví dụ A13 đến A20, Ti được sử dụng làm vật liệu phối gia công. Trong các Ví dụ A21 đến A25, composit của CFRP và Ti được sử dụng làm vật liệu phối gia công. Khi composit của CFRP và Ti được sử dụng, tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và composit được cán mỏng theo thứ tự là tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công/CFRP/Ti, và thao tác khoan được thực hiện từ phía tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công.

Các Ví dụ so sánh A1 đến A6

Mỗi tấm được sản xuất sử dụng thiết bị ép đùn trực vít đơn theo chế phẩm nhựa của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C) được thể hiện trong Bảng 2 theo cách tương tự như trong Ví dụ A1. Mặt kết dính chắc của băng hai mặt có độ dày 0,12 mm (số 535A, được sản xuất bởi Nitto Denko Corp.) được gắn vào một phía của tấm để sản xuất tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công m đến r.

Mỗi tấm trong số tấm bôi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công m đến r được lắp vào phần là lõi vào (phần đi vào) của công cụ gia công (khoan carbua gắn kết), trên vật liệu phối gia công sử dụng khuôn dẫn theo cách tương tự như trong Ví dụ A1. Thao tác khoan bằng khoan carbua gắn kết được thực hiện ở các điều kiện được thể hiện trong Bảng 3. Bảng 3 thể hiện các kết quả đánh giá các mảnh tróc, các bavia, và mẫu xòm ở phần rìa của phần được gia công trên phía đi vào và phía đi ra của mũi khoan, và sự mài mòn của đầu mũi khoan. Trong Ví dụ so sánh A6, tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và composit được cán mỏng theo thứ tự là tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công/CFRP/Ti, và thao tác khoan được thực hiện từ phía tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công.

Đánh giá: các mảnh tróc, các bavia, và mẫu xòm

Trong các Ví dụ A và các Ví dụ so sánh A, số lượng các lỗ mà các bavia, các mảnh tróc, và mẫu xòm xuất hiện ở phần rìa của phần được gia công trên phía đi vào của mũi khoan và phía đi ra của mũi khoan được đếm bằng mắt sử dụng kính lúp $\times 10$. Các tiêu chuẩn để đánh giá các bavia, các mảnh tróc, và mẫu xòm là như được mô tả dưới đây.

Tiêu chuẩn đánh giá

Các bavia: các phần nhô ra xuất hiện quanh lối ra của mũi khoan khi công cụ gia công được đi qua từ lối vào của mũi khoan về phía lối ra của mũi khoan. Nhiệt độ xung quanh của phần được gia công được đánh giá do ma sát mà kim loại ở phần rìa của phần được gia công bị mềm do đó dễ làm xuất hiện các bavia lớn.

Các mảnh tróc: các phần lõm mà xuất hiện ở lối vào của mũi khoan và lối ra của mũi khoan.

Mẫu xòm: hiện tượng trong đó một phần của sợi cấu thành vật liệu composit được gia cường bằng sợi còn lại là các bavia quanh các phần được gia công mà không bị cắt rời.

Fig.7 thể hiện ảnh chụp lối vào của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ A1. Fig.8 thể hiện ảnh chụp lối ra của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ A1. Như được thể hiện trên Fig.7 và Fig.8, rõ ràng là phần được gia công có lợi được tạo ra ở lối vào và lối ra của mũi khoan trong Ví dụ A1.

Fig.9 thể hiện ảnh chụp lối ra của mũi khoan sau khi xử lý tấm titan trong Ví dụ A13. Như được thể hiện trên Fig.9, rõ ràng là phần được gia công có lợi được tạo ra ở lối ra của mũi khoan trong Ví dụ A13. Đồng thời, phần được gia công có lợi được tạo ra tương tự ở lối vào của mũi khoan.

Fig.10 thể hiện ảnh chụp lối vào của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ so sánh A1. Fig.12 thể hiện ảnh chụp lối ra của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ so sánh A1. Như được thể hiện trên Fig.10, rõ ràng là các mảnh tróc xuất hiện trên mép của phần được gia công ở lối vào của mũi khoan trong Ví dụ so sánh A1. Như được thể hiện trên Fig.12, rõ ràng là mẫu xòm xuất hiện trên mép của phần được gia công ở lối ra của mũi khoan trong Ví dụ so sánh A1.

Fig.11 thể hiện ảnh chụp lối ra của mũi khoan sau khi xử lý tấm titan trong Ví dụ so sánh A5. Như được thể hiện trên Fig.11, rõ ràng là các bavia xuất hiện trên mép của phần được gia công ở lối ra của mũi khoan trong Ví dụ so sánh A5.

Đánh giá: sự mài mòn đầu mũi khoan

Trong các Ví dụ A và các Ví dụ so sánh A, sự mài mòn của đầu mũi khoan sau khi tạo các lỗ theo số lượng các lỗ được xử lý của Bảng 3 được đánh giá bằng mắt sử dụng kính lúp $\times 10$ từ hướng đầu mũi khoan. Tỷ lệ diện tích của

mặt số 2 của mũi khoan (khoan carbua gắn kết, RG-GDN, OSG Corp.) sau khi sử dụng (sau sự mài mòn) so với diện tích (100%) của mặt số 2 của mũi khoan ở tình trạng mới chưa được sử dụng được xác nhận, và sự mài mòn của đầu mũi khoan được đánh giá theo tiêu chuẩn đánh giá được mô tả dưới đây. Fig.6 thể hiện sơ đồ của mũi khoan được nhìn từ hướng đầu mũi khoan.

Lớn: nhỏ hơn 80% diện tích của mặt số 2 còn lại.

Trung bình: nhỏ hơn 95% và lớn hơn hoặc bằng 80% diện tích của mặt số 2 còn lại.

Nhỏ: lớn hơn hoặc bằng 95% diện tích của mặt số 2 còn lại.

Đánh giá: lượng của các thành phần của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và lớp kết dính bám vào vật liệu phôi gia công

Sau khi xử lý, tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công được bóc ra khỏi vật liệu phôi gia công, và lượng của các thành phần của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và lớp kết dính bám vào vật liệu phôi gia công được xác nhận bằng phương pháp chiết dung dịch. Cụ thể là, vật liệu phôi gia công sau khi bóc ra khỏi tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công được ngâm trong nước siêu tinh khiết. Sau đó, chỉ dung môi được cô, tiếp theo là phân hủy bằng axit bromhydric. Polyetylen oxit được phân tích định lượng để xác nhận lượng của các thành phần của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và lớp kết dính. Kết quả là, trong các Ví dụ A, lượng của các thành phần bám vào là 3×10^{-9} đến 4×10^{-9} g trên mỗi mm^2 của tổng diện tích của phần tiếp xúc giữa vật liệu phôi gia công và vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và diện tích của phần được gia công.

Bảng 2

Tên của tấm bồi tròn dùng cho quy trình gia công	Chế phẩm									Độ dày	Lớp kết dính
	Hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A)		Hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B)	Cacbon (C)							
	A-1	A-2	B-1	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	Kích cỡ hạt trung bình		
phần khối lượng	phần khối lượng	phần khối lượng	phần khối lượng	phần khối lượng	phần khối lượng	phần khối lượng	phần khối lượng	phần khối lượng	µm	mm	
A	24	24	47	5					250	1	Có
b	20	20	40	20					250	1	Có
c	17	17	33	33					250	1	Có
d	15	15	35	35					250	1	Có
e	13	13	24	50					250	1	Có
f	10	10	20	60					250	1	Có
g	25	25	30	20					250	1	Có
h	30	30	20	20					250	1	Có
i	15	15	35		35				150	1	Có
j	5	15	35		45				150	1	Có
k	17	17	33		33				150	1	Có
l	3	17	35		45				150	1	Có
m	0	10	40			50			60	1	Có
n	17	17	33			33			60	1	Có
o	17	17	33				33		33	1	Có
p	17	17	33					33	10	1	Có
q	0	10	40			50			60	1	Có
r	0	10	40			50			60	5	Có
s	0	0	50	50					250	*1	-
t	25	25	0	50					250	*2	-
u	10	10	80						-	*3	-

*1: Không thể tạo ra tấm do độ nhớt quá thấp của chế phẩm nhựa.

*2: Không thể tạo ra tấm do độ nhớt quá cao của chế phẩm nhựa.

*3: Không thể tạo ra tấm thực tế bởi vì tấm không có thân và dễ vỡ.

Bảng 3

Loại	Tấm bồi trơn dùng cho quy trình gia công		Vật liệu phối gia công		Các điều kiện xử lý			Số lượng các lỗ được xử lý			Lối vào của mũi khoan			Lối ra của mũi khoan			Sự mài mòn của đầu mũi khoan
	Tên	Cách bố trí	Vật liệu/ cấu tạo	Độ dày	Đường kính khoan	Số vòng quay	Tốc độ dịch chuyển				Các mảnh tróc	Các bavia	Mẫu xòe	Các mảnh tróc	Các bavia	Mẫu xòe	
				mm	mmφ	vòng/phút	mm/phút	lỗ			/100 lỗ	/100 lỗ	/100 lỗ	/100 lỗ	/100 lỗ	/100 lỗ	
Ví dụ A1	a	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100			0	0	0	8	0	15	Nhỏ
Ví dụ A2	b	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100			0	0	0	9	0	13	Nhỏ
Ví dụ A3	c	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100			0	0	0	2	0	2	Nhỏ
Ví dụ A4	d	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100			0	0	0	2	0	1	Nhỏ
Ví dụ A5	e	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100			0	0	0	0	0	1	Nhỏ
Ví dụ A6	f	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100			0	0	0	1	0	0	Nhỏ
Ví dụ A7	g	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100			0	0	0	2	0	3	Nhỏ

Ví dụ A8	h	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100	0	0	0	4	0	4	Nhỏ
Ví dụ A9	i	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100	0	0	0	3	0	3	Nhỏ
Ví dụ A10	j	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100	0	0	0	5	0	6	Nhỏ
Ví dụ A11	k	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100	0	0	0	7	0	11	Nhỏ
Ví dụ A12	l	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100	0	0	0	7	0	9	Nhỏ
Ví dụ A13	a	Phần đi vào	Ti	3	6	500	25	100	0	0	-	0	9	-	Nhỏ
Ví dụ A14	c	Phần đi vào	Ti	3	6	500	25	100	0	0	-	0	6	-	Nhỏ
Ví dụ A15	d	Phần đi vào	Ti	3	6	500	25	100	0	0	-	0	6	-	Nhỏ
Ví dụ A16	g	Phần đi vào	Ti	3	6	500	25	100	0	0	-	0	4	-	Nhỏ
Ví dụ A17	i	Phần đi vào	Ti	3	6	500	25	100	0	0	-	0	6	-	Nhỏ
Ví dụ A18	j	Phần đi vào	Ti	3	6	500	25	100	0	0	-	0	10	-	Nhỏ
Ví dụ A19	k	Phần đi vào	Ti	3	6	500	25	100	0	0	-	0	10	-	Nhỏ

Ví dụ A20	l	Phần đi vào	Ti	3	6	500	25	100	0	0	-	0	11	-	Nhỏ
Ví dụ A21	a	Phần đi vào	CFRP/Ti	5/3	6	1000	50	100	0	0	0	18	12	-	Nhỏ
Ví dụ A22	c	Phần đi vào	CFRP/Ti	5/3	6	1000	50	100	0	0	0	8	9	-	Nhỏ
Ví dụ A23	d	Phần đi vào	CFRP/Ti	5/3	6	1000	50	100	0	0	0	6	9	-	Nhỏ
Ví dụ A24	f	Phần đi vào	CFRP/Ti	5/3	6	1000	50	100	0	0	0	0	9	-	Nhỏ
Ví dụ A25	k	Phần đi vào	CFRP/Ti	5/3	6	1000	50	100	0	0	0	0	18	-	Nhỏ
Ví dụ so sánh A1	m	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100	42	0	30	18	0	32	Nhỏ
Ví dụ so sánh A2	n	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100	54	0	51	19	0	34	Nhỏ
Ví dụ so sánh A3	o	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100	69	0	58	25	0	39	Nhỏ
Ví dụ so sánh A4	p	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100	79	0	63	33	0	42	Nhỏ

Ví dụ so sánh A5	q	Phần đi vào	Ti	3	6	500	25	100	10	0	-	9	80	-	Trung bình
Ví dụ so sánh A6	r	Phần đi vào	CFRP/Ti	5/3	6	1000	50	100	62	0	59	49	87	89	Lớn

Các Ví dụ B

Bảng 4 thể hiện các thông số kỹ thuật như là vật liệu phôi gia công (vật liệu thao tác khoan) được sử dụng trong mỗi ví dụ trong số các Ví dụ B và các Ví dụ so sánh B, mỗi thành phần được sử dụng khi sản xuất vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công, lớp kết dính, mũi khoan được sử dụng trong thao tác khoan, dụng cụ thao tác khoan, và thiết bị được sử dụng trong đánh giá.

Bảng 4

Loại	Ký hiệu trong bảng	Tên	Tên thương mại/mẫu	Nhà sản xuất	Lưu ý
Vật liệu phối gia công	CFRP-1	Chất dẻo được gia cường bằng bản sợi cacbon	CFRP Laminate	Ibaraki Industry Corp.	Độ dày: 5 mmt, vật liệu tương đương được cán mỏng tựa đẳng hướng được dự định dùng cho các máy bay (vật liệu UD)
	CFRP-2	Chất dẻo được gia cường bằng bản sợi cacbon	CFRP Laminate	Ibaraki Industry Corp.	Độ dày: 10 mmt, vật liệu tương đương được cán mỏng tựa đẳng hướng được dự định dùng cho các máy bay (vật liệu UD)
	Ti	Tấm hợp kim titan	Ti-6Al-4V	-	Độ dày: 3 mmt, vật liệu tương đương được dự định dùng cho các máy bay
	CFRP/Ti	Vật liệu composit của chất dẻo được gia cường bằng bản sợi cacbon và tấm hợp kim titan	-	-	Tấm mỏng của Ti và CFRP
	Ti/CFRP	Vật liệu composit của tấm hợp kim titan và chất dẻo được gia cường bằng bản sợi cacbon	-	-	Tấm mỏng của Ti và CFRP
Hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A)	A-1	Polyetylen oxit	Alkox E-45	Meisei Chemical Works, Ltd.	$M_w = 5,6 \times 10^5$
	A-2	Polyetylen oxit	Alkox R-150	Meisei Chemical Works, Ltd.	$M_w = 1,5 \times 10^5$
Hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B)	B-1	Polyoxyetylen monostearat	Nonion S-40	NOF Corp.	$M_w = 3,5 \times 10^3$
Cacbon (C)	C-1	Cacbon (graphit)	XD100	Ito Graphit Co., Ltd.	Hình dạng vảy, kích cỡ hạt trung bình = 250 μm

Lớp kết dính	-	Bảng hai mặt	No. 535A	Nitto Denko Corp.	Vật liệu nền: màng polyeste Mặt kết dính: mặt kết dính chắc, chất kết dính nhạy áp acrylic Mặt kia: mặt kết dính yếu, chất kết dính nhạy áp acrylic Độ dày: 0,12 mm
Mũi khoan	-	Khoan carbua gắn kết	RG-GDN	OSG Corp.	Đường kính: 6,0 mm Góc đầu: 120° Góc xoắn: 40° Khoan cứng, không được phủ kim cương
Dụng cụ thao tác khoan	-	Gia công phần trung tâm	M-V5B	Mitsubishi Electric Corp.	-

* Độ cứng Vickers của Ti-6Al-4V là 320.

Kích cỡ hạt trung bình (đường kính hạng trung) của cacbon (C) và các khối lượng phân tử trung bình khối của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) và hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) được đo theo cách tương tự như trong các Ví dụ A.

Ví dụ B1

24 phần theo khối lượng polyetylen oxit (Alkox E-45 được sản xuất bởi Meisei Chemical Works, Ltd.) và 24 phần theo khối lượng polyetylen oxit (Alkox R-150 được sản xuất bởi Meisei Chemical Works, Ltd.) là hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), 47 phần theo khối lượng polyetylen oxit monostearat (Nonion S-40 được sản xuất bởi NOF Corp.) là hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và 5 phần theo khối lượng graphit (XD-100 được sản xuất bởi Ito Graphit Co., Ltd.) là cacbon (C) được trộn kỹ và được đúc đùn ở nhiệt độ 140°C sử dụng thiết bị ép đùn trục vít đơn để sản xuất tấm có độ dày 1,0 mm. Bảng hai mặt acrylic có độ dày 0,12 mm (số 535A, được sản xuất bởi Nitto Denko Corp.) được gắn làm lớp kết dính vào một phía của tấm này sao cho phía mặt kết dính chắc là tiếp xúc với phía tấm, để sản xuất tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công a.

Mặt có lớp kết dính được tạo ra trên đó của tấm bôi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công được gắn vào phần là lõi ra (phần lõi ra) của công cụ gia công (khoan carbua gắn kết), trên vật liệu phôi gia công. Tấm bôi trơn để hỗ

trợ quy trình gia công a và vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn. Quy trình gia công (thao tác khoan) bằng khoan carbua gắn kết được thực hiện ở các điều kiện được thể hiện trong Bảng 6. Bảng 6 thể hiện các kết quả đánh giá các mảnh tróc, các bavaria, và mẫu xòem ở phần rìa của lỗ được xử lý trên phía đi vào và phía đi ra của mũi khoan, và sự mài mòn của đầu mũi khoan.

Các ví dụ B2 đến B10

Tấm được sản xuất sử dụng thiết bị ép đùn trục vít đơn theo chế phẩm nhựa của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C) được thể hiện trong Bảng 5 theo cách tương tự như trong Ví dụ B1. Mặt kết dính chắc của băng hai mặt có độ dày 0,12 mm (số 535A, được sản xuất bởi Nitto Denko Corp.) được gắn vào một phía của tấm để sản xuất tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công b.

Trong các Ví dụ B2 và B3, tấm bôi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công a hoặc b được gắn vào phần là lõi ra (phần lõi ra) của công cụ gia công (khoan carbua gắn kết), trên vật liệu phôi gia công theo cách tương tự như trong Ví dụ B1. Tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn.

Trong các Ví dụ B4, B5, B7, và B8, tấm bôi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công a hoặc b được cán mỏng theo thứ tự là tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công/CFRP/tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công. Tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công được gắn vào cả hai phía (phần là lõi vào (phần đi vào) của mũi khoan và phần là lõi ra (phần lõi ra) của mũi khoan). Tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn.

Trong các Ví dụ B6 và B9, tấm bôi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công b được cán mỏng theo thứ tự là tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công/CFRP/tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công. Tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công được gắn vào cả hai phía (phần là lõi vào (phần đi vào) của mũi khoan và phần là lõi ra (phần lõi ra) của mũi khoan). Tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn. Như được thể hiện trên Fig.3, khối vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công còn được tiếp xúc làm vật liệu bôi trơn khác để hỗ trợ quy

trình gia công với công cụ gia công. Ở trạng thái này, quy trình gia công được thực hiện. Khối vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được sử dụng trong mỗi ví dụ trong số các Ví dụ B6 và B9 có cùng chế phẩm như chế phẩm của tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công b.

Trong các Ví dụ B10 đến B12, composit của CFRP và Ti (CFRP/Ti) được sử dụng làm vật liệu phôi gia công. Trong các Ví dụ B10 và B11, tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và composit được cán mỏng theo thứ tự là tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công/CFRP/Ti/tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công, và thao tác khoan được thực hiện từ phía CFRP. Trong Ví dụ B12, tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và composit được cán mỏng theo thứ tự là tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công/Ti/CFRP/tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công, và thao tác khoan được thực hiện từ phía Ti.

Thao tác khoan bằng khoan carbua gắn kết được thực hiện ở các điều kiện được thể hiện trong Bảng 6. Bảng 6 thể hiện các kết quả đánh giá các mảnh tróc, các bavaria, và mẫu xòm ở phần rìa của lỗ được xử lý trên phía đi vào và phía đi ra của mũi khoan, và sự mài mòn của đầu mũi khoan.

Các Ví dụ so sánh B1 đến B6

Trong các Ví dụ so sánh B1 đến B3, tấm bôi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công a hoặc b được gắn vào phần đi vào của công cụ gia công (khoan carbua gắn kết), trên vật liệu phôi gia công. Tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn.

Trong các Ví dụ so sánh B4 đến B6, composit của CFRP và Ti được sử dụng làm vật liệu phôi gia công. Trong các Ví dụ so sánh B4 và B5, tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và composit được cán mỏng theo thứ tự là tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công/CFRP/Ti, và thao tác khoan được thực hiện từ phía tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công. Trong Ví dụ so sánh B6, tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và composit được cán mỏng theo thứ tự là tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công/Ti/CFRP, và thao tác khoan được thực hiện từ phía tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công.

Thao tác khoan bằng khoan carbua gắn kết được thực hiện ở các điều kiện được thể hiện trong Bảng 6. Bảng 6 thể hiện các kết quả đánh giá các mảnh tróc,

các bavia, và mẫu xòm ở phần rìa của lỗ được xử lý trên phía đi vào và phía đi ra của mũi khoan, và sự mài mòn của đầu mũi khoan.

Đánh giá: các mảnh tróc, các bavia, và mẫu xòm

Trong các Ví dụ B và các Ví dụ so sánh B, số lượng các lỗ mà các mảnh tróc, các bavia, và mẫu xòm xuất hiện ở phần rìa của lỗ được xử lý trên phía đi vào của mũi khoan và phía đi ra của mũi khoan được đếm bằng mắt sử dụng kính lúp $\times 10$. Các tiêu chuẩn để đánh giá các mảnh tróc, các bavia, và mẫu xòm là như được mô tả dưới đây.

Tiêu chuẩn đánh giá

Các bavia: các phần nhô ra mà xuất hiện quanh lối ra của mũi khoan khi công cụ gia công được đi qua từ lối vào của mũi khoan về phía lối ra của mũi khoan. Nhiệt độ xung quanh lỗ được xử lý được đánh giá do ma sát mà kim loại ở phần rìa của lỗ được xử lý bị mềm do đó dễ làm xuất hiện các bavia lớn.

Các mảnh tróc: các phần lõm mà xuất hiện ở lối vào của mũi khoan và lối ra của mũi khoan.

Mẫu xòm: hiện tượng trong đó một phần của sợi cấu thành vật liệu composit được gia cường bằng sợi còn lại là các bavia quanh các lỗ được xử lý mà không cắt rời.

Fig.13 thể hiện ảnh chụp thể hiện lối ra của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ B8. Như được thể hiện trên Fig.13, rõ ràng là lỗ được xử lý có lợi được tạo ra ở lối ra của mũi khoan trong Ví dụ B8. Fig.14 thể hiện ảnh chụp thể hiện lối ra của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ so sánh B3. Như được thể hiện trên Fig.14, rõ ràng là các mảnh tróc và mẫu xòm xuất hiện trên mép của lỗ được xử lý ở lối vào của mũi khoan trong Ví dụ so sánh B3.

Đánh giá: sự mài mòn của đầu mũi khoan

Trong các Ví dụ B và các Ví dụ so sánh B, sự mài mòn của đầu mũi khoan sau khi mở các lỗ theo số lượng các lỗ được xử lý của Bảng 6 được đánh giá bằng mắt sử dụng kính lúp $\times 10$ từ hướng đầu mũi khoan. Tỷ lệ diện tích của mặt số 2 của mũi khoan (khoan carbua gắn kết, RG-GDN, OSG Corp.) sau khi sử dụng (sau sự mài mòn) so với diện tích (100%) của mặt số 2 của mũi khoan ở trạng thái mới chưa được sử dụng được xác nhận, và sự mài mòn của đầu mũi

khoan được đánh giá theo các tiêu chuẩn được mô tả dưới đây. Fig.6 thể hiện sơ đồ của mũi khoan được nhìn từ hướng đầu mũi khoan.

Lớn: nhỏ hơn 80% diện tích của mặt số 2 còn lại.

Trung bình: nhỏ hơn 95% và lớn hơn hoặc bằng 80% diện tích của mặt số 2 còn lại.

Nhỏ: lớn hơn hoặc bằng 95% diện tích của mặt số 2 còn lại.

Đánh giá: lượng các thành phần của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và lớp kết dính bám vào vật liệu phôi gia công

Sau khi xử lý, tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công được bóc ra khỏi vật liệu phôi gia công, và lượng của các thành phần của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và lớp kết dính bám vào vật liệu phôi gia công được xác nhận bằng phương pháp chiết dung dịch. Cụ thể là, vật liệu phôi gia công sau khi bóc ra khỏi tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công được ngâm trong nước siêu tinh khiết. Sau đó, chỉ dung môi được cô, tiếp theo là phân hủy bằng axit bromhydric. Polyetylen oxit được phân tích định lượng để xác nhận lượng của các thành phần của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và lớp kết dính. Kết quả là, trong các Ví dụ B, lượng của các thành phần bám vào là 3×10^{-9} đến 4×10^{-9} g trên mỗi mm^2 của tổng diện tích của phần tiếp xúc giữa vật liệu phôi gia công và vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và diện tích của phần được gia công.

Bảng 5

Tên của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công	Chế phẩm					Độ dày	Lớp kết dính
	Hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A)		Hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B)	Cacbon (C)			
	A-1	A-2	B-1	C-1	Đường kính hạt trung		
	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	μm	mm	
A	24	24	47	5	250	1	Có
B	13	13	24	50	250	1	Có

Bảng 6

Loại	Tấm bồi tron để hỗ trợ quy trình gia công		Vật liệu phối gia công		Các điều kiện xử lý			Số lượng các lỗ được xử lý	Lỗ vào của mũi khoan			Lỗ ra của mũi khoan			Sự mài mòn của đầu mũi khoan
	Tên	Cách bố trí	Vật liệu/ cấu tạo	Độ dày	Đường kính mũi khoan	Số vòng quay	Tốc độ dịch chuyển		Các mảnh tróc	Các bavia	Mẫu xòm	Các mảnh tróc	Các bavia	Mẫu xòm	
Ví dụ B1	a	Phân lõi ra	CFRP-1	5	6	5000	500	100	1	0	11	0	0	0	Nhỏ
Ví dụ B2	a	Phân lõi ra	CFRP-2	10	6	5000	500	100	5	0	9	1	0	0	Nhỏ
Ví dụ B3	b	Phân lõi ra	CFRP-2	10	6	5000	500	100	5	0	2	0	0	0	Nhỏ
Ví dụ B4	a	Phân lõi ra/ phần đi vào	CFRP-1	5	6	5000	500	100	0	0	0	0	0	0	Nhỏ
Ví dụ B5	b	Phân lõi ra/ phần đi vào	CFRP-1	5	6	5000	500	100	0	0	0	0	0	0	Nhỏ
Ví dụ B6	b	Tiếp xúc/phần lõi ra/phần đi vào	CFRP-1	5	6	5000	500	100	0	0	0	0	0	1	Nhỏ
Ví dụ B7	a	Phân lõi ra/ phần đi vào	CFRP-2	10	6	5000	500	100	0	0	0	0	0	0	Nhỏ
Ví dụ B8	b	Phân lõi ra/ phần đi vào	CFRP-2	10	6	5000	500	100	0	0	0	0	0	0	Nhỏ
Ví dụ B9	b	Tiếp xúc/phần lõi ra/phần đi vào	CFRP-2	10	6	5000	500	100	3	0	1	0	0	0	Nhỏ
Ví dụ B10	a	Phân lõi ra/ phần đi vào	CFRP/Ti	5/3	6	1000	50	100	0	0	0	1	2	-	Nhỏ

Ví dụ B11	b	Phần lõi ra/ phần đi vào	CFRP/Ti	5/3	6	1000	50	100	0	0	0	0	1	-	Nhỏ
Ví dụ B12	b	Phần lõi ra/ phần đi vào	Ti/CFRP	3/5	6	1000	50	100	0	0	-	5	2	4	Nhỏ
Ví dụ so sánh B1	a	Phần đi vào	CFRP-1	5	6	5000	500	100	0	0	0	8	0	15	Nhỏ
Ví dụ so sánh B2	a	Phần đi vào	CFRP-2	10	6	5000	500	100	0	0	0	12	2	26	Nhỏ
Ví dụ so sánh B3	b	Phần đi vào	CFRP-2	10	6	5000	500	100	0	0	0	11	0	17	Nhỏ
Ví dụ so sánh B4	a	Phần đi vào	CFRP/Ti	5/3	6	1000	50	100	0	0	0	18	12	-	Nhỏ
Ví dụ so sánh B5	b	Phần đi vào	CFRP/Ti	5/3	6	1000	50	100	0	0	0	8	8	-	Nhỏ
Ví dụ so sánh B6	b	Phần đi vào	Ti/CFRP	3/5	6	1000	50	100	0	0	-	24	14	35	Nhỏ

Các Ví dụ C

Bảng 7 thể hiện các thông số kỹ thuật như là vật liệu phôi gia công (vật liệu thao tác khoan) được sử dụng trong mỗi ví dụ trong số các Ví dụ C và các Ví dụ so sánh C, mỗi thành phần được sử dụng trong sản xuất vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công, lớp kết dính, mũi khoan được sử dụng trong thao tác khoan, dụng cụ thao tác khoan, và thiết bị được sử dụng trong đánh giá.

Bảng 7

Loại	Ký hiệu trong Bảng	Tên	Tên thương mại/mẫu	Nhà sản xuất	Lưu ý
Vật liệu phối gia công	Ti	Tấm hợp kim titan	Ti-6Al-4V	-	Độ dày: 3 mmt, vật liệu tương đương được dự định dùng cho các máy bay
	CFRP	Chất dẻo được gia cường bằng bản sợi cacbon	CFRP Laminate	Ibaraki Industry Corp.	Độ dày: 5 mmt, vật liệu tương đương được cán mỏng tựa đẳng hướng được dự định dùng cho các máy bay (vật liệu UD)
	CFRP/Ti	Vật liệu composit của chất dẻo được gia cường bằng bản sợi cacbon và tấm hợp kim titan	-	-	Tấm mỏng của Ti và CFRP
	Ti/CFRP	Vật liệu composit của tấm hợp kim titan và chất dẻo được gia cường bằng bản sợi cacbon	-	-	Tấm mỏng của Ti và CFRP
Hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A)	A-1	Polyetylen oxit	Alkox E-45	Meisei Chemical Works, Ltd.	$Mw = 5,6 \times 10^5$
	A-2	Polyetylen oxit	Alkox R-150	Meisei Chemical Works, Ltd.	$Mw = 1,5 \times 10^5$
Hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B)	B-1	Polyoxyetylen monostearat	Nonion S-40	NOF Corp.	$Mw = 3,5 \times 10^3$
Cacbon (C)	C-1	Cacbon (graphit)	XD100	Ito Graphit Co., Ltd.	Hình dạng vảy, kích cỡ hạt trung bình = 250 μm
Lớp kết dính	-	Băng hai mặt	No. 535A	Nitto Denko Corp.	Vật liệu nền: màng polyeste Một mặt: mặt kết dính chắc, chất kết dính nhạy áp acrylic Mặt kia: mặt kết dính yếu, chất kết dính nhạy áp acrylic Độ dày: 0,12 mm
Mũi khoan	-	Khoan carbua gắn	RG-GDN	OSG Corp.	Đường kính: 6,0

		kết			mmφ Góc đầu: 120° Góc xoắn: 40° Khoan cứng, không được phủ kim cương
Dụng cụ thao tác khoan	-	Gia công phần trung tâm	M-V5B	Mitsubishi Electric Corp.	-

* Độ cứng Vickers của Ti-6Al-4V là 320.

Kích cỡ hạt trung bình (đường kính hạng trung) của cacbon (C) và các khối lượng phân tử trung bình khối của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) và hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) được đo theo cách tương tự như trong các Ví dụ A.

Ví dụ C1

24 phần theo khối lượng polyetylen oxit (Alkox E-45 được sản xuất bởi Meisei Chemical Works, Ltd.) và 24 phần theo khối lượng polyetylen oxit (Alkox R-150 được sản xuất bởi Meisei Chemical Works, Ltd.) là hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), 47 phần theo khối lượng polyetylen oxit monostearat (Nonion S-40 được sản xuất bởi NOF Corp.) là hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và 5 phần theo khối lượng graphit (XD-100 được sản xuất bởi Ito Graphit Co., Ltd.) là cacbon (C) được trộn kỹ và được đúc đùn ở nhiệt độ 140°C sử dụng thiết bị ép đùn trục vít đơn để sản xuất tấm có độ dày 1,0 mm. Bảng hai mặt acrylic có độ dày 0,12 mm (số 535A, được sản xuất bởi Nitto Denko Corp.) được gắn là lớp kết dính vào một phía của tấm này sao cho phía mặt kết dính chắc là tiếp xúc với phía tấm, để sản xuất tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công a.

Mặt có lớp kết dính được tạo ra trên đó của tấm bôi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công a được gắn vào phần là lõi ra (phần lõi ra) của công cụ gia công (khoan carbua gắn kết), trên vật liệu phôi gia công. Tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công a và vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn. Quy trình gia công (thao tác khoan) bằng khoan carbua gắn kết được thực hiện ở các điều kiện được thể hiện trong Bảng 9. Bảng 9 thể hiện các kết quả đánh giá các mảnh tróc, các bavaria, và mẫu xòm ở phần rìa

của lỗ được xử lý trên phía đi vào và phía đi ra của mũi khoan, và sự mài mòn của đầu mũi khoan.

Các Ví dụ C2 đến C8

Tấm được sản xuất sử dụng thiết bị ép đùn trục vít đơn theo chế phẩm nhựa của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C) được thể hiện trong Bảng 8 theo cách tương tự như trong Ví dụ C1. Mặt kết dính chắc của băng hai mặt có độ dày 0,12 mm (số 535A, được sản xuất bởi Nitto Denko Corp.) được gắn vào một phía của tấm để sản xuất tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công b.

Trong Ví dụ C2, tấm bôi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công b được gắn vào phần là lõi ra (phần lõi ra) của công cụ gia công (khoan carbua gắn kết), trên vật liệu phôi gia công theo cách tương tự như trong Ví dụ C1. Tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn.

Trong các Ví dụ C3 và C4, tấm bôi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công a hoặc b được cán mỏng theo thứ tự là tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công/Ti/tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công. Tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công được gắn vào cả hai phía (phần là lõi vào (phần đi vào) của mũi khoan và phần là lõi ra (phần lõi ra)). Tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công được lắp sử dụng khuôn dẫn.

Trong Ví dụ C5, tấm bôi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công b được gắn vào phần là lõi ra (phần lõi ra) của công cụ gia công (khoan carbua gắn kết), trên vật liệu phôi gia công theo cách tương tự như trong Ví dụ C1. Tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn. Như được thể hiện trên Fig.3, khối vật liệu bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công còn được tiếp xúc như vật liệu bôi trơn khác để hỗ trợ quy trình gia công với công cụ gia công. Ở trạng thái này, quy trình gia công được thực hiện. Khối vật liệu bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công được sử dụng trong Ví dụ C5 có cùng chế phẩm như chế phẩm của tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công b.

Trong các Ví dụ C6 đến C8, composit của CFRP và Ti (CFRP/Ti) được sử dụng làm vật liệu phôi gia công. Trong các Ví dụ C6 và C7, tấm bôi trơn để hỗ

trợ quy trình gia công và composit được cán mỏng theo thứ tự là tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công/CFRP/Ti/tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công, và thao tác khoan được thực hiện từ phía CFRP. Trong Ví dụ C8, tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và composit được cán mỏng theo thứ tự là tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công/Ti/CFRP/tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công, và thao tác khoan được thực hiện từ phía Ti.

Thao tác khoan bằng khoan carbua gắn kết được thực hiện ở các điều kiện được thể hiện trong Bảng 9. Bảng 9 thể hiện các kết quả đánh giá các mảnh tróc, các bavia, và mẫu xòm ở phần rìa của lỗ được xử lý trên phía đi vào và phía đi ra của mũi khoan, và sự mài mòn của đầu mũi khoan.

Các Ví dụ so sánh C1 đến C5

Trong các Ví dụ so sánh C1 và C2, tấm bồi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công a hoặc b được gắn vào phần đi vào của công cụ gia công (khoan carbua gắn kết), trên vật liệu phôi gia công. Tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn.

Trong các Ví dụ so sánh C3 đến C5, composit của CFRP và Ti được sử dụng làm vật liệu phôi gia công. Trong các Ví dụ so sánh C3 và C4, tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và composit được cán mỏng theo thứ tự là tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công/CFRP/Ti, và thao tác khoan được thực hiện từ phía tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công. Trong Ví dụ so sánh C5, tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và composit được cán mỏng theo thứ tự là tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công/Ti/CFRP, và thao tác khoan được thực hiện từ phía tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công.

Thao tác khoan bằng khoan carbua gắn kết được thực hiện ở các điều kiện được thể hiện trong Bảng 9. Bảng 9 thể hiện các kết quả đánh giá các mảnh tróc, các bavia, và mẫu xòm ở phần rìa của lỗ được xử lý trên phía đi vào và phía đi ra của mũi khoan, và sự mài mòn của đầu mũi khoan.

Đánh giá: các mảnh tróc, các bavia, và mẫu xòm

Trong các Ví dụ C và các Ví dụ so sánh C, số lượng các lỗ mà các mảnh tróc, các bavia, và mẫu xòm xuất hiện ở phần rìa của lỗ được xử lý trên phía đi vào của mũi khoan và phía đi ra của mũi khoan được đếm bằng mắt sử dụng

kính lúp $\times 10$. Các tiêu chuẩn để đánh giá các mảnh tróc, các bavias, và mẫu xòm là như được mô tả dưới đây.

Tiêu chuẩn đánh giá

Các bavias: các phần nhô ra mà xuất hiện quanh lối ra của mũi khoan khi công cụ gia công được đi qua từ lối vào của mũi khoan về phía lối ra của mũi khoan. Nhiệt độ xung quanh của lỗ được xử lý được đánh giá do ma sát mà kim loại ở phần rìa của lỗ được xử lý bị mềm do đó dễ làm xuất hiện các bavias lớn.

Các mảnh tróc: các phần lõm mà xuất hiện ở lối vào của mũi khoan và lối ra của mũi khoan.

Mẫu xòm: hiện tượng trong đó một phần của sợi cấu thành vật liệu composit được gia cường bằng sợi còn lại là các bavias quanh các lỗ được xử lý mà không bị cắt rời.

Fig.15 thể hiện ảnh chụp thể hiện lối ra của mũi khoan sau khi xử lý tấm hợp kim titan trong Ví dụ C1. Như được thể hiện trên Fig.15, rõ ràng là lỗ được xử lý có lợi được tạo ra ở lối ra của mũi khoan trong Ví dụ C1.

Fig.16 thể hiện ảnh chụp thể hiện lối ra của mũi khoan sau khi xử lý tấm hợp kim titan trong Ví dụ so sánh C1. Như được thể hiện trên Fig.16, rõ ràng là các mảnh tróc và các bavias xuất hiện trên mép của lỗ được xử lý ở lối vào của mũi khoan trong Ví dụ so sánh C1.

Đánh giá: sự mài mòn của đầu mũi khoan

Trong các Ví dụ C và các Ví dụ so sánh C, sự mài mòn của đầu mũi khoan sau khi mở các lỗ theo số lượng các lỗ được xử lý của Bảng 9 được đánh giá bằng mắt sử dụng kính lúp $\times 10$ từ hướng đầu mũi khoan. Tỷ lệ của diện tích của mặt số 2 của mũi khoan (khoan carbua gắn kết, RG-GDN, OSG Corp.) sau khi sử dụng (sau sự mài mòn) so với diện tích (100%) của mặt số 2 của mũi khoan ở trạng thái mới chưa được sử dụng được xác nhận, và sự mài mòn của đầu mũi khoan được đánh giá theo tiêu chuẩn đánh giá được mô tả dưới đây. Fig.6 thể hiện sơ đồ của mũi khoan được nhìn từ hướng đầu mũi khoan.

Lớn: nhỏ hơn 80% diện tích của mặt số 2 còn lại.

Trung bình: nhỏ hơn 95% và lớn hơn hoặc bằng 80% diện tích của mặt số 2 còn lại.

Nhỏ: lớn hơn hoặc bằng 95% diện tích của mặt số 2 còn lại.

Đánh giá: lượng các thành phần của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và lớp kết dính bám vào vật liệu phôi gia công

Sau khi xử lý, tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công được bóc ra khỏi vật liệu phôi gia công, và lượng của các thành phần của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và lớp kết dính bám vào vật liệu phôi gia công được xác nhận bằng phương pháp chiết dung dịch. Cụ thể là, vật liệu phôi gia công sau khi bóc ra khỏi tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công được ngâm trong nước siêu tinh khiết. Sau đó, chỉ dung môi được cô, tiếp theo là phân hủy bằng axit bromhydric. Polyetylen oxit được phân tích định lượng để xác nhận lượng của các thành phần của vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và lớp kết dính. Kết quả là, trong các Ví dụ C, lượng của các thành phần bám vào là 3×10^{-9} đến 4×10^{-9} g trên mỗi mm² của tổng diện tích của phần tiếp xúc giữa vật liệu phôi gia công và vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và diện tích của phần được gia công.

Bảng 8

Tên của tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công	Chế phẩm					Độ dày	Lớp kết dính
	Hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A)		Hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B)	Cacbon (C)			
	A-1	A-2	B-1	C-1	Kích cỡ hạt trung bình		
	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	μm	mm	
a	24	24	47	5	250	1	Có
b	13	13	24	50	250	1	Có

Bảng 9

Loại	Tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công		Vật liệu phối gia công		Các điều kiện xử lý			Số lượng các lỗ được xử lý	Lỗ vào của mũi khoan			Lỗ ra của mũi khoan			Sự mài mòn của đầu mũi khoan
	Tên	Cách bố trí	Vật liệu/ cấu tạo	Độ dày	Đường kính mũi khoan	Số vòng quay	Tốc độ dịch chuyển		Các mảnh tróc	Các bavia	Mẫu xòm	Các mảnh tróc	Các bavia	Mẫu xòm	
Ví dụ C1	a	Phân lõi ra	Ti	3	6	500	25	100	0	0	-	0	1	-	Nhỏ
Ví dụ C2	b	Phân lõi ra	Ti	3	6	500	25	100	0	0	-	0	0	-	Nhỏ
Ví dụ C3	a	Phân lõi ra/ phần đi vào	Ti	3	6	500	25	100	0	0	-	0	0	-	Nhỏ
Ví dụ C4	b	Phân lõi ra/ phần đi vào	Ti	3	6	500	25	100	0	0	-	0	0	-	Nhỏ
Ví dụ C5	b	Tiếp xúc/phần lõi ra	Ti	3	6	500	25	100	0	0	-	0	0	-	Nhỏ
Ví dụ C6	a	Phân lõi ra/ phần đi vào	CFRP/Ti	5/3	6	1000	50	100	0	0	0	1	2	-	Nhỏ
Ví dụ C7	b	Phân lõi ra/ phần đi vào	CFRP/Ti	5/3	6	1000	50	100	0	0	0	0	1	-	Nhỏ
Ví dụ C8	b	Phân lõi ra/ phần đi vào	Ti/CFRP	3/5	6	1000	50	100	0	0	-	5	2	4	Nhỏ
Ví dụ so sánh C1	a	Phân đi vào	Ti	3	6	500	25	100	0	0	-	0	9	-	Nhỏ
Ví dụ so sánh C2	b	Phân đi vào	Ti	3	6	500	25	100	0	0	-	0	5	-	Nhỏ

Ví dụ so sánh C3	a	Phần đi vào	CFRP/Ti	5/3	6	1000	50	100	0	0	0	18	12	-	Nhỏ
Ví dụ so sánh C4	b	Phần đi vào	CFRP/Ti	5/3	6	1000	50	100	0	0	0	8	8	-	Nhỏ
Ví dụ so sánh C5	b	Phần đi vào	Ti/CFRP	3/5	6	1000	50	100	0	0	-	24	14	35	Nhỏ

Các Ví dụ D

Bảng 10 thể hiện các thông số kỹ thuật như là vật liệu phối gia công (vật liệu thao tác khoan) được sử dụng trong mỗi ví dụ trong số các Ví dụ D và Ví dụ so sánh D, mỗi thành phần được sử dụng trong sản xuất vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công, lớp kết dính, mũi khoan được sử dụng trong thao tác khoan, dụng cụ thao tác khoan, và thiết bị được sử dụng trong đánh giá.

Bảng 10

Loại	Ký hiệu trong Bảng	Tên	Tên thương mại/mẫu	Nhà sản xuất	Lưu ý
Vật liệu phối gia công	CFRP	Chất dẻo được gia cường bằng bản sợi cacbon	-	Ibaraki Industry Corp.	Độ dày: 20 mmt, vật liệu tương đương được cán mỏng tựa đẳng hướng được dự định dùng cho các máy bay (vật liệu UD)
Hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A)	A-1	Polyetylen oxit	Alkox E-45	Meisei Chemical Works, Ltd.	$M_w = 5,6 \times 10^5$
	A-2	Polyetylen oxit	Alkox R-150	Meisei Chemical Works, Ltd.	$M_w = 1,5 \times 10^5$
Hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B)	B-1	Polyoxyetylen monostearat	Nonion S-40	NOF Corp.	$M_w = 3,5 \times 10^3$
Cacbon (C)	C-1	Cacbon (graphit)	XD100	Ito Graphit Co., Ltd.	Hình dạng vảy, kích cỡ hạt trung bình = 250 μm
	C-2	Cacbon (graphit)	X-100	Ito Graphit Co., Ltd.	Hình dạng vảy, kích cỡ hạt trung bình = 60 μm
Lớp kết dính	-	Bảng hai mặt	No. 535A	Nitto Denko Corp.	Vật liệu nền: màng polyeste Một mặt: mặt kết dính chắc, chất kết dính nhạy áp acrylic Mặt kia: mặt kết dính yếu, chất kết dính nhạy áp acrylic Độ dày: 0,12 mm
Mũi khoan	-	Khoan carbua gắn kết	RG-GDN	OSG Corp.	Đường kính: 17,78 mmφ Góc đầu: 120° Góc xoắn: 40° Khoan cứng, không được phủ kim cương
Dụng cụ thao tác khoan	-	Gia công phần trung tâm	M-V5B	Mitsubishi Electric Corp.	-

Kích cỡ hạt trung bình (đường kính hạng trung) của cacbon (C) và các khối lượng phân tử trung bình khối của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A)

và hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) được đo theo cách tương tự như trong các Ví dụ A.

Ví dụ D1

24 phần theo khối lượng polyetylen oxit (Alkox E-45 được sản xuất bởi Meisei Chemical Works, Ltd.) và 24 phần theo khối lượng polyetylen oxit (Alkox R-150 được sản xuất bởi Meisei Chemical Works, Ltd.) là hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), 47 phần theo khối lượng polyetylen oxit monostearat (Nonion S-40 được sản xuất bởi NOF Corp.) là hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và 5 phần theo khối lượng graphit (XD100 được sản xuất bởi Ito Graphit Co., Ltd.) là cacbon (C) được đúc ở nhiệt độ 140°C sử dụng thiết bị ép đùn trục vít đơn để sản xuất tấm có độ dày 1,0 mm. Mặt kết dính chắc của băng hai mặt có độ dày 0,12 mm (số 535A, được sản xuất bởi Nitto Denko Corp.) được gắn vào một phía của tấm để sản xuất tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công a.

Tấm bôi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công a được gắn vào phần là lõi vào (phần đi vào) của khoan carbua gắn kết, trên vật liệu phôi gia công. Tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn. Thao tác khoan bằng khoan carbua gắn kết được thực hiện ở các điều kiện được thể hiện trong Bảng 12. Bảng 12 thể hiện các kết quả đánh giá các mảnh tróc, các bavaria, và mẫu xòm ở phần rìa của lỗ được xử lý trên phía đi vào và phía đi ra của mũi khoan, và sự mài mòn của đầu mũi khoan.

Các Ví dụ D2 đến D7

Mỗi tấm được sản xuất sử dụng thiết bị ép đùn trục vít đơn theo chế phẩm nhựa của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C), và độ dày được thể hiện trong Bảng 11 theo cách tương tự như trong Ví dụ D1. Mặt kết dính chắc của băng hai mặt có độ dày 0,12 mm (số 535A, được sản xuất bởi Nitto Denko Corp.) được gắn vào một phía của tấm để sản xuất tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công b đến e.

Trong các Ví dụ D2 đến D5, mỗi tấm trong số tấm bôi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công b đến e được gắn vào phần đi vào của khoan carbua gắn kết, trên vật liệu phôi gia công theo cách tương tự như trong Ví dụ D1. Tấm

bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn.

Trong các Ví dụ D6 và D7, tám bôi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công b hoặc b và d được gắn vào phần đi vào và phần lối ra của khoan carbua gắn kết, trên vật liệu phôi gia công. Tám bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn.

Thao tác khoan bằng khoan carbua gắn kết được thực hiện ở các điều kiện được thể hiện trong Bảng 12. Bảng 12 thể hiện các kết quả đánh giá các mảnh tróc, các bavias, và mẫu xòm ở phần rìa của lỗ được xử lý trên phía đi vào và phía đi ra của mũi khoan, và sự mài mòn của đầu mũi khoan.

Ví dụ so sánh D1

Thao tác khoan bằng khoan carbua gắn kết được thực hiện ở các điều kiện được thể hiện trong Bảng 12 theo cách tương tự như trong Ví dụ D1 ngoại trừ rằng không có tám bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công được sử dụng. Bảng 12 thể hiện các kết quả đánh giá các mảnh tróc, các bavias, và mẫu xòm ở phần rìa của lỗ được xử lý trên phía đi vào và phía đi ra của mũi khoan, và sự mài mòn của đầu mũi khoan.

Đánh giá: các mảnh tróc, các bavias, và mẫu xòm

Trong các Ví dụ D và Ví dụ so sánh D, số lượng các lỗ mà các bavias, các mảnh tróc, và mẫu xòm xuất hiện ở phần rìa của lỗ được xử lý ở lối vào và lối ra của mũi khoan được đếm bằng mắt sử dụng kính lúp $\times 10$. Các tiêu chuẩn để đánh giá các bavias, các mảnh tróc, và mẫu xòm như được mô tả dưới đây.

Tiêu chuẩn đánh giá

Các bavias: các phần nhô ra mà xuất hiện quanh lối ra của mũi khoan khi khoan được đi qua từ lối vào của mũi khoan về phía lối ra của mũi khoan. Mũi khoan trở nên cùn do sự mài mòn của nó do đó dễ làm xuất hiện các bavias lớn.

Các mảnh tróc: các phần lõm mà xuất hiện ở lối vào của mũi khoan và lối ra của mũi khoan.

Mẫu xòm: hiện tượng trong đó một phần của sợi cấu thành vật liệu composit được gia cường bằng sợi còn lại là các bavia quanh các lỗ được xử lý mà không bị cắt rời.

Fig.17 thể hiện ảnh chụp lõi vào của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ D6. Fig.18 thể hiện ảnh chụp lõi ra của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ D6. Như được thể hiện trên các Fig.17 và Fig.18, rõ ràng là lỗ được xử lý có lợi được tạo ra ở lõi vào và lõi ra của mũi khoan trong Ví dụ D6.

Fig.19 thể hiện ảnh chụp lõi vào của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ so sánh D1. Fig.20 thể hiện ảnh chụp lõi ra của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ so sánh D1. Như được thể hiện trên Fig.19 và Fig.20, rõ ràng là các mảnh tróc xuất hiện trên mép của lỗ được xử lý ở lõi vào của mũi khoan, và mẫu xòm xuất hiện trên mép của lỗ được xử lý ở lõi ra của mũi khoan, trong Ví dụ so sánh D1.

Đánh giá: sự mài mòn của đầu mũi khoan

Trong các Ví dụ D và các Ví dụ so sánh D, sự mài mòn của đầu mũi khoan sau khi mở các lỗ theo số lượng các lỗ được xử lý của Bảng 12 được đánh giá bằng mắt sử dụng kính lúp $\times 10$ từ hướng đầu mũi khoan. Tỷ lệ diện tích của mặt số 2 của mũi khoan (khoan carbua gắn kết, RG-GDN, được sản xuất bởi OSG Corp.) sau khi sử dụng (sau sự mài mòn) so với diện tích (100%) của mặt số 2 của mũi khoan ở trạng thái mới chưa được sử dụng được xác nhận, và sự mài mòn của đầu mũi khoan được đánh giá theo tiêu chuẩn đánh giá được mô tả dưới đây. Fig.6 thể hiện sơ đồ của mũi khoan được nhìn từ hướng đầu mũi khoan.

Lớn: nhỏ hơn 80% diện tích của mặt số 2 còn lại.

Trung bình: nhỏ hơn 95% và lớn hơn hoặc bằng 80% diện tích của mặt số 2 còn lại.

Nhỏ: lớn hơn hoặc bằng 95% diện tích của mặt số 2 còn lại.

Đánh giá: lượng các thành phần của chất bôi trơn dùng cho quy trình gia công và lớp kết dính bám vào vật liệu phôi gia công

Sau khi xử lý, tám bôi trơn dùng cho quy trình gia công được bóc ra khỏi vật liệu phôi gia công, và lượng của các thành phần của chất bôi trơn dùng cho quy trình gia công và lớp kết dính bám vào vật liệu phôi gia công được xác nhận

bằng phương pháp chiết dung dịch. Cụ thể là, vật liệu phôi gia công sau khi bóc ra khỏi tấm bôi trơn dùng cho quy trình gia công được ngâm trong nước siêu tinh khiết. Sau đó, chỉ dung môi được cô, tiếp theo là phân hủy bằng axit bromhydric. Polyetylen oxit được phân tích định lượng để xác nhận lượng của các thành phần của chất bôi trơn dùng cho quy trình gia công và lớp kết dính. Kết quả là, trong các Ví dụ D, lượng của các thành phần bám vào là 3×10^{-9} đến 4×10^{-9} g trên mỗi mm^2 của tổng diện tích của phần tiếp xúc giữa vật liệu phôi gia công và vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và diện tích của phần được gia công.

Bảng 11

Tên của tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công	Chế phẩm						Độ dày	Lớp kết dính
	Hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A)		Hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B)	Cacbon (C)				
	A-1	A-2	B-1	C-1	C-2	Kích cỡ hạt trung bình		
	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	µm	mm	
a	24	24	47	5		250	1	Có
b	15	15	35	35		250	1	Có
c	15	15	35	35		250	2	Có
d	15	15	35	35		250	5	Có
e	0	10	40		50	60	1	Có

Bảng 12

Loại	Tên và cách bố trí của tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công		Vật liệu phối gia công		Các điều kiện xử lý			Số lượng các lỗ được xử lý	Lối vào của mũi khoan			Lối ra của mũi khoan			Sự mài mòn của đầu mũi khoan
	Phần đi vào	Phần lối ra	Vật liệu/cấu tạo	Độ dày	Đường kính mũi khoan	Số vòng quay	Tốc độ dịch chuyển		Các mảnh tróc	Các bavaria	Mẫu xòem	Các mảnh tróc	Các bavaria	Mẫu xòem	
				mm	mmφ	rpm	mm/phút	lỗ	/40 lỗ	/40 lỗ	/40 lỗ	/40 lỗ	/40 lỗ	/40 lỗ	
Ví dụ D1	a	Không	CFRP	20	17,78	1500	150	40	1	0	2	7	1	9	Nhỏ
Ví dụ D2	b	Không	CFRP	20	17,78	1500	150	40	1	0	1	7	1	7	Nhỏ
Ví dụ D3	c	Không	CFRP	20	17,78	1500	150	40	1	0	1	7	2	6	Nhỏ
Ví dụ D4	d	Không	CFRP	20	17,78	1500	150	40	1	0	1	3	1	4	Nhỏ
Ví dụ D5	e	Không	CFRP	20	17,78	1500	150	40	1	0	1	13	2	19	Nhỏ
Ví dụ D6	b	b	CFRP	20	17,78	1500	150	40	0	0	1	2	0	2	Nhỏ
Ví dụ D7	d	b	CFRP	20	17,78	1500	150	40	0	0	1	2	0	1	Nhỏ
Ví dụ so sánh D1	Không	Không	CFRP	20	17,78	1500	150	40	9	2	19	19	3	28	Trung bình

Các Ví dụ E

Bảng 13 thể hiện các thông số kỹ thuật như là vật liệu phôi gia công (vật liệu thao tác khoan) được sử dụng trong mỗi ví dụ trong số các Ví dụ E và Ví dụ so sánh E, mỗi thành phần được sử dụng trong sản xuất vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công, lớp kết dính, mũi khoan được sử dụng trong thao tác khoan, dụng cụ thao tác khoan, và thiết bị được sử dụng trong đánh giá.

Bảng 13

Loại	Ký hiệu trong bảng	Tên	Tên thương mại/mẫu	Nhà sản xuất	Lưu ý
Vật liệu phối gia công	Ti	Tấm hợp kim titan	Ti-6Al-4V	-	Độ dày: 20 mmt, vật liệu tương đương được dự định dùng cho các máy bay
	CFRP	Chất dẻo được gia cường bằng bản sợi cacbon	-	Ibaraki Industry Corp.	Độ dày: 20 mmt, vật liệu tương đương được cán mỏng tựa đẳng hướng được dự định dùng cho các máy bay (vật liệu UD)
Hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A)	A-1	Polyetylen oxit	Alkox E-45	Meisei Chemical Works, Ltd.	$M_w = 5,6 \times 10^5$
	A-2	Polyetylen oxit	Alkox R-150	Meisei Chemical Works, Ltd.	$M_w = 1,5 \times 10^5$
Hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B)	B-1	Polyoxyetylen monostearat	Nonion S-40	NOF Corp.	$M_w = 3,5 \times 10^3$
Cacbon (C)	C-1	Cacbon (graphit)	XD100	Ito Graphit Co., Ltd.	Hình dạng vảy, kích cỡ hạt trung bình = 250 μm
	C-2	Cacbon (graphit)	X-100	Ito Graphit Co., Ltd.	Hình dạng vảy, kích cỡ hạt trung bình = 60 μm
Lớp kết dính	-	Băng hai mặt	No. 535A	Nitto Denko Corp.	Vật liệu nền: màng polyeste Mặt kết dính chắc, chất kết dính nhạy áp acrylic Mặt kia: mặt kết dính yếu, chất kết dính nhạy áp acrylic Độ dày: 0,12 mm
Mũi khoan	-	Khoan carbua gắn kết	RG-GDN	OSG Corp.	Đường kính: 17,78 mm

					Góc đầu: 120° Góc xoắn: 40° Khoan cứng, không được phủ kim cương
Dụng cụ thao tác khoan	-	Gia công phần trung tâm	M-V5B	Mitsubishi Electric Corp.	-

* Độ cứng Vickers của Ti-6Al-4V là 320.

Kích cỡ hạt trung bình (đường kính hạng trung) của cacbon (C) và các khối lượng phân tử trung bình khối của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) và hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) được đo theo cách tương tự như trong các Ví dụ A.

Ví dụ E1

24 phần theo khối lượng polyetylen oxit (Alkox E-45 được sản xuất bởi Meisei Chemical Works, Ltd.) và 24 phần theo khối lượng polyetylen oxit (Alkox R-150 được sản xuất bởi Meisei Chemical Works, Ltd.) là hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), 47 phần theo khối lượng polyetylen oxit monostearat (Nonion S-40 được sản xuất bởi NOF Corp.) là hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và 5 phần theo khối lượng graphit (XD100 được sản xuất bởi Ito Graphit Co., Ltd.) là cacbon (C) được đúc ở nhiệt độ 140°C sử dụng thiết bị ép đùn trục vít đơn để sản xuất tấm có độ dày 1,0 mm. Mặt kết dính chắc của băng hai mặt có độ dày 0,12 mm (số 535A, được sản xuất bởi Nitto Denko Corp.) được gắn vào một phía của tấm để sản xuất tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công a.

Mặt có lớp kết dính được tạo ra trên đó của tấm bôi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công a được gắn vào phần là lõi vào (phần đi vào) của công cụ gia công (khoan carbua gắn kết), trên vật liệu phôi gia công. Tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn. Thao tác khoan bằng khoan carbua gắn kết được thực hiện ở các điều kiện được thể hiện trong Bảng 15. Bảng 15 thể hiện các kết quả đánh giá các mảnh tróc và các bavia ở phần rìa của lỗ được xử lý trên phía đi vào và phía đi ra của mũi khoan, và sự mài mòn của đầu mũi khoan.

Các Ví dụ E2 đến E9

Mỗi tấm được sản xuất sử dụng thiết bị ép đùn trực vít đơn theo chế phẩm nhựa của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C), và độ dày được thể hiện trong Bảng 14 theo cách tương tự như trong Ví dụ E1. Mặt kết dính chắc của băng hai mặt có độ dày 0,12 mm (số 535A, được sản xuất bởi Nitto Denko Corp.) được gắn vào một phía của tấm để sản xuất tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công b đến e.

Trong các Ví dụ E2 đến E5, mỗi tấm trong số tấm bôi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công b đến e được gắn vào phần đi vào của công cụ gia công (khoan carbua gắn kết), trên vật liệu phôi gia công theo cách tương tự như trong Ví dụ E1. Tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn.

Trong các Ví dụ E6 và E7, tấm bôi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công b và b hoặc d và b được gắn vào phần đi vào và phần lồi ra, một cách tương ứng, của công cụ gia công (khoan carbua gắn kết), trên vật liệu phôi gia công. Tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn.

Trong các Ví dụ E8 và E9, composit của CFRP và Ti (CFRP/Ti) được sử dụng làm vật liệu phôi gia công, và tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công c hoặc d được sử dụng. Trong Các Ví dụ E8 và E9, tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và composit được cán mỏng theo thứ tự là tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công/CFRP/Ti/tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công, và thao tác khoan được thực hiện từ phía CFRP.

Thao tác khoan bằng khoan carbua gắn kết được thực hiện ở các điều kiện được thể hiện trong Bảng 15. Bảng 15 thể hiện các kết quả đánh giá số lượng các lỗ mà là xử lý được bằng quy trình gia công (số lượng các lỗ được xử lý), các mảnh tróc và các bavias ở phần rìa của lỗ được xử lý trên phía đi vào và phía đi ra của mũi khoan ở số lượng các lỗ được xử lý bằng quy trình gia công, và sự mài mòn của đầu mũi khoan.

Các Ví dụ so sánh E1 và E2

Trong Ví dụ so sánh E1, thao tác khoan bằng khoan carbua gắn kết được thực hiện ở các điều kiện được thể hiện trong Bảng 15 theo cách tương tự như

trong Ví dụ E1 ngoại trừ rằng không có tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công được sử dụng.

Trong Ví dụ so sánh E2, thao tác khoan bằng khoan carbua gắn kết được thực hiện ở các điều kiện được thể hiện trong Bảng 15 theo cách tương tự như trong Ví dụ E8 ngoại trừ rằng không có tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công được sử dụng.

Bảng 15 thể hiện các kết quả đánh giá số lượng các lỗ mà là xử lý được bằng quy trình gia công, các mảnh tróc và các bavias ở phần rìa của lỗ được xử lý trên phía đi vào và phía đi ra của mũi khoan ở số lượng các lỗ được xử lý bằng quy trình gia công, và sự mài mòn của đầu mũi khoan.

Đánh giá: số lượng các lỗ xử lý được, các mảnh tróc, và các bavias

Trong các Ví dụ E và các Ví dụ so sánh E, số lượng các lỗ mà các bavias và các mảnh tróc xuất hiện ở phần rìa của lỗ được xử lý ở lối vào và lối ra của mũi khoan được đếm bằng mắt sử dụng kính lúp $\times 10$. Các tiêu chuẩn để đánh giá số lượng các lỗ xử lý được, các bavias, và các mảnh tróc là như được mô tả dưới đây.

Tiêu chuẩn đánh giá

Số lượng các lỗ xử lý được: quy trình gia công được kết thúc khi hiện tượng nứt, tiếng ồn bất thường, hoặc sự đánh lửa của mũi khoan nảy sinh trong quy trình gia công. Số lượng các lỗ được xử lý trước khi kết thúc được sử dụng làm số lượng các lỗ xử lý được.

Các mảnh tróc: các phần lõm mà xuất hiện ở lối vào của mũi khoan và lối ra của mũi khoan.

Các bavias: các phần nhô ra mà xuất hiện quanh lối ra của mũi khoan khi công cụ gia công đi qua từ lối vào của mũi khoan về phía lối ra của mũi khoan. Nhiệt độ xung quanh của lỗ được xử lý được đánh giá do ma sát mà kim loại ở phần rìa của lỗ được xử lý bị mềm do đó dễ làm xuất hiện các bavias lớn.

Mẫu xòm: hiện tượng trong đó một phần của sợi cấu thành vật liệu composit được gia cường bằng sợi còn lại là các bavias quanh các lỗ được xử lý mà không bị cắt rời.

Fig.21 thể hiện ảnh chụp lõi vào của mũi khoan sau khi xử lý hợp kim titan trong Ví dụ E2. Fig.22 thể hiện ảnh chụp lõi ra của mũi khoan sau khi xử lý hợp kim titan trong Ví dụ E2. Như được thể hiện trên các Fig.21 và Fig.22, rõ ràng là lõi được xử lý có lợi được tạo ra ở lõi vào và lõi ra của mũi khoan trong Ví dụ E2.

Fig.23 thể hiện ảnh chụp lõi vào của mũi khoan sau khi xử lý hợp kim titan trong Ví dụ so sánh E1. Fig.24 thể hiện ảnh chụp lõi ra của mũi khoan sau khi xử lý hợp kim titan trong Ví dụ so sánh E1. Như được thể hiện trên các Fig.23 và Fig.24, rõ ràng là các bavaria và các mảnh tróc xuất hiện trên mép của lõi được xử lý ở lõi vào của mũi khoan, và các mảnh tróc xuất hiện trên mép của lõi được xử lý ở lõi ra của mũi khoan, trong Ví dụ so sánh E1.

Đánh giá: sự mài mòn của đầu mũi khoan

Trong các Ví dụ E và các Ví dụ so sánh E, sự mài mòn của đầu mũi khoan sau khi mở các lỗ theo số lượng các lỗ được xử lý của Bảng 15 được đánh giá bằng mắt sử dụng kính lúp $\times 10$ từ hướng đầu mũi khoan. Tỷ lệ diện tích của mặt số 2 của mũi khoan (khoan carbua gắn kết, RG-GDN, được sản xuất bởi OSG Corp.) sau khi sử dụng (sau sự mài mòn) so với diện tích (100%) của mặt số 2 của mũi khoan ở trạng thái mới chưa được sử dụng được xác nhận, và sự mài mòn của đầu mũi khoan được đánh giá theo tiêu chuẩn đánh giá được mô tả dưới đây. Fig.6 thể hiện sơ đồ của mũi khoan được nhìn từ hướng đầu mũi khoan.

Lớn: nhỏ hơn 80% diện tích của mặt số 2 còn lại.

Trung bình: nhỏ hơn 95% và lớn hơn hoặc bằng 80% diện tích của mặt số 2 còn lại.

Nhỏ: lớn hơn hoặc bằng 95% diện tích của mặt số 2 còn lại.

Đánh giá: lượng các thành phần của chất bôi trơn dùng cho quy trình gia công và lớp kết dính bám vào vật liệu phôi gia công

Sau khi xử lý, tấm bôi trơn dùng cho quy trình gia công được bóc ra khỏi vật liệu phôi gia công, và lượng của các thành phần của chất bôi trơn dùng cho quy trình gia công và lớp kết dính bám vào vật liệu phôi gia công được xác nhận bằng phương pháp chiết dung dịch. Cụ thể là, vật liệu phôi gia công sau khi bóc ra khỏi tấm bôi trơn dùng cho quy trình gia công được ngâm trong nước siêu

trình khiết. Sau đó, chỉ dung môi được cô, tiếp theo là phân hủy bằng axit bromhydric. Polyetylen oxit được phân tích định lượng để xác nhận lượng của các thành phần của chất bôi trơn dùng cho quy trình gia công và lớp kết dính. Kết quả là, trong các Ví dụ E, lượng của các thành phần bám vào là 3×10^{-9} đến 4×10^{-9} g trên mỗi mm^2 của tổng diện tích của phần tiếp xúc giữa vật liệu phôi gia công và vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và diện tích của phần được gia công.

Bảng 14

Tên của tám bồi trộn để hỗ trợ quy trình gia công	Chế phẩm						Độ dày	Lớp kết dính
	Hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A)		Hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B)	Carbon (C)				
	A-1	A-2	B-1	C-1	C-2	Kích cỡ hạt trung bình		
	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	µm		
a	24	24	47	5		250	1	Có
b	15	15	35	35		250	1	Có
c	15	15	35	35		250	2	Có
d	15	15	35	35		250	5	Có
e	0	10	40		50	60	1	Có

Bảng 15

Loại	Tên và cách bố trí của tám bộ phận để hỗ trợ quy trình gia công		Vật liệu phối gia công		Các điều kiện xử lý				Số lượng các lỗ được xử lý	Lối vào của mũi khoan				Lối ra của mũi khoan			Sự mài mòn của đầu mũi khoan
	Phân đi vào	Phân lối ra	Vật liệu/ cấu tạo	Độ dày	Đường kính mũi khoan	Số vòng quay	Tốc độ dịch chuyển	Tốc độ									
Ví dụ E1	a	Không	Ti	20	17,78	200	25	mm/phút	lỗ	lỗ	lỗ	lỗ	lỗ	lỗ	lỗ	lỗ	Nhỏ
Ví dụ E2	b	Không	Ti	20	17,78	200	25		3	0	0	-	-	0	0	-	Nhỏ
Ví dụ E3	c	Không	Ti	20	17,78	200	25		6	0	0	-	-	0	1	-	Nhỏ
Ví dụ E4	d	Không	Ti	20	17,78	200	25		10	0	0	-	-	0	1	-	Nhỏ
Ví dụ E5	e	Không	Ti	20	17,78	200	25		1	0	0	-	-	0	1	-	Trung bình
Ví dụ E6	b	b	Ti	20	17,78	200	25		8	0	0	-	-	0	1	-	Nhỏ
Ví dụ E7	d	b	Ti	20	17,78	200	25		14	0	0	-	-	0	1	-	Nhỏ
Ví dụ E8	c	Không	CFRP/Ti	20/20	17,78	500	25		5	0	0	0	0	1	1	-	Nhỏ
Ví dụ E9	d	Không	CFRP/Ti	20/20	17,78	500	25		9	0	0	0	0	1	1	-	Nhỏ
Ví dụ so sánh E1	Không	Không	Ti	20	17,78	200	25		1	1	0	-	-	1	1	-	Lớn
Ví dụ so sánh E2	Không	Không	CFRP/Ti	20/20	17,78	500	25		1	1	1	1	1	1	1	-	Lớn

Các Ví dụ F

Bảng 16 thể hiện các thông số kỹ thuật như là vật liệu phôi gia công (quy trình gia công vật liệu) được sử dụng trong mỗi ví dụ trong số các Ví dụ F và các Ví dụ so sánh F, mỗi thành phần được sử dụng trong sản xuất vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công, lớp kết dính, mũi khoan được sử dụng trong thao tác khoan, công cụ quy trình gia công, và thiết bị được sử dụng trong đánh giá.

Bảng 16

Loại	Ký hiệu trong bảng	Tên	Tên thương mại/mẫu	Nhà sản xuất	Lưu ý
Vật liệu phối gia công	CFRP-1	Chất dẻo được gia cường bằng bản sợi cacbon	-	Ibaraki Industry Corp.	Độ dày: 10 mmt, vật liệu tương đương được cán mỏng tựa đẳng hướng được dự định dùng cho các máy bay (vật liệu UD)
	CFRP-2	Chất dẻo được gia cường bằng bản sợi cacbon	-	Ibaraki Industry Corp.	Độ dày: 20 mmt, vật liệu tương đương được cán mỏng tựa đẳng hướng được dự định dùng cho các máy bay (vật liệu UD)
Hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A)	A-1	Polyetylen oxit	Alkox E-45	Meisei Chemical Works, Ltd.	$M_w = 5,6 \times 10^5$
	A-2	Polyetylen oxit	Alkox R-150	Meisei Chemical Works, Ltd.	$M_w = 1,5 \times 10^5$
Hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B)	B-1	Polyoxyetylen monostearat	Nonion S-40	NOF Corp.	$M_w = 3,5 \times 10^3$
Cacbon (C)	C-1	Cacbon (graphit)	XD100	Ito Graphit Co., Ltd.	Hình dạng vảy, kích cỡ hạt trung bình = 250 μm
	C-2	Cacbon (graphit)	X-100	Ito Graphit Co., Ltd.	Hình dạng vảy, kích cỡ hạt trung bình = 60 μm
Lớp kết	-	Băng hai mặt	No. 535A	Nitto Denko	Vật liệu nền: màng

dính				Corp.	polyeste Một mặt: mặt kết dính chắc, chất kết dính nhạy áp acrylic Mặt kia: mặt kết dính yếu, chất kết dính nhạy áp acrylic Độ dày: 0,12 mm
Mũi khoan	D-1	Khoan carbua gắn kết	RG-GDN	OSG Corp.	Đường kính: 6,0 mmφ Góc đầu: 120° Góc xoắn: 40° Khoan cứng, không được phủ kim cương
	D-2	Khoan carbua gắn kết	RG-GDN	OSG Corp.	Đường kính: 17,78 mmφ Góc đầu: 120° Góc xoắn: 40° Khoan cứng, không được phủ kim cương
Dụng cụ thao tác khoan	-	Gia công phần trung tâm	M-V5B	Mitsubishi Electric Corp.	-

Kích cỡ hạt trung bình (đường kính hạng trung) của cacbon (C) và các khối lượng phân tử trung bình khối của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) và hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) được đo theo cách tương tự như trong các Ví dụ A.

Cách thức sản xuất tấm bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công

24 phần theo khối lượng polyetylen oxit (Alkox E-45 được sản xuất bởi Meisei Chemical Works, Ltd.) và 24 phần theo khối lượng polyetylen oxit (Alkox R-150 được sản xuất bởi Meisei Chemical Works, Ltd.) là hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), 47 phần theo khối lượng polyetylen oxit monostearat (Nonion S-40 được sản xuất bởi NOF Corp.) hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và 5 phần theo khối lượng graphit (XD-100 được sản xuất bởi Ito Graphit Co., Ltd.) là cacbon (C) được đúc ở nhiệt độ 140°C sử

dụng thiết bị ép đùn trực vít đơn để sản xuất tấm có độ dày 1,0 mm. Mặt kết dính chắc của băng hai mặt có độ dày 0,12 mm (số 535A, được sản xuất bởi Nitto Denko Corp.) được gắn vào một phía của tấm để sản xuất tấm bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công a. Mỗi tấm được sản xuất sử dụng thiết bị ép đùn trực vít đơn theo chế phẩm nhựa của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C), và độ dày được thể hiện trong Bảng 17. Mặt kết dính chắc của băng hai mặt có độ dày 0,12 mm (số 535A, được sản xuất bởi Nitto Denko Corp.) được gắn vào một phía của tấm để sản xuất tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công b đến e.

Các Ví dụ F1 đến F3

Trong Ví dụ F1, tấm bôi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công a được gắn vào phần là lõi vào (phần đi vào) của công cụ gia công (khoan carbua gắn kết), trên vật liệu phôi gia công. Tấm bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn. Thao tác khoan bằng khoan carbua gắn kết được thực hiện ở các điều kiện được thể hiện trong Bảng 18. CFRP có độ dày 10 mm được sử dụng làm vật liệu phôi gia công, và thao tác khoan được thực hiện ở các điều kiện mà đường kính của mũi khoan là 6 mm và số lượng các lỗ được xử lý trên mỗi mũi khoan là 100 lỗ.

Trong các Ví dụ F2 và F3, thao tác khoan được thực hiện theo cách tương tự như trong Ví dụ F1 ngoại trừ rằng tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công b hoặc e được sử dụng thay cho tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công a. Bảng 18 thể hiện các kết quả đánh giá các mảnh tróc, các bavia, và mẫu xòe ở phần rìa của lỗ được xử lý trên phía đi vào và phía đi ra của mũi khoan, và sự mài mòn của đầu mũi khoan.

Ví dụ so sánh F1

Thao tác khoan được thực hiện theo cách tương tự như trong Ví dụ 1 ngoại trừ rằng chỉ vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn mà không sử dụng tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công. Bảng 18 thể hiện các kết quả đánh giá các mảnh tróc, các bavia, và mẫu xòe ở phần rìa của lỗ được xử lý trên phía đi vào và phía đi ra của mũi khoan, và sự mài mòn của đầu mũi khoan.

Các Ví dụ F4 đến F10

Trong các Ví dụ F4 đến F8, mỗi tấm trong số tấm bôi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công a đến e được gắn vào phần đi vào của công cụ gia công (khoan carbua gắn kết), trên vật liệu phôi gia công. Tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn. Thao tác khoan bằng khoan carbua gắn kết được thực hiện ở các điều kiện được thể hiện trong Bảng 19. CFRP có độ dày 20 mm được sử dụng làm vật liệu phôi gia công, và thao tác khoan được thực hiện ở các điều kiện mà đường kính của mũi khoan là 17,78 mm và số lượng các lỗ được xử lý trên mỗi mũi khoan là 40 lỗ.

Trong các Ví dụ F9 và F10, thao tác khoan được thực hiện theo cách tương tự như trong các Ví dụ F4 đến F8 ngoại trừ rằng tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công b hoặc d được gắn, thay cho tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công a đến e, vào phần đi vào của công cụ gia công (khoan carbua gắn kết), trên vật liệu phôi gia công, tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công b được gắn vào phần lõi ra của công cụ gia công (khoan carbua gắn kết), trên vật liệu phôi gia công, và tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn. Bảng 19 thể hiện các kết quả đánh giá các mảnh tróc, các bavia, và mẫu xòm ở phần rìa của lỗ được xử lý trên phía đi vào và phía đi ra của mũi khoan, và sự mài mòn của đầu mũi khoan.

Ví dụ so sánh F2

Thao tác khoan được thực hiện theo cách tương tự như trong Ví dụ F4 ngoại trừ rằng chỉ vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn mà không sử dụng tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công. Bảng 19 thể hiện các kết quả đánh giá các mảnh tróc, các bavia, và mẫu xòm ở phần rìa của lỗ được xử lý trên phía đi vào và phía đi ra của mũi khoan, và sự mài mòn của đầu mũi khoan.

Đánh giá: các mảnh tróc, các bavia, và mẫu xòm

Trong các Ví dụ F và các Ví dụ so sánh F, số lượng các lỗ mà các bavia, các mảnh tróc, và mẫu xòm xuất hiện ở phần rìa của lỗ được xử lý ở lõi vào và

lõi ra của mũi khoan được đếm bằng mắt sử dụng kính lúp $\times 10$. Các tiêu chuẩn để đánh giá các bavia, các mảnh tróc, và mẫu xòm là như được mô tả dưới đây.

Tiêu chuẩn đánh giá

Các bavia: các phần nhô ra mà xuất hiện quanh lõi ra của mũi khoan khi công cụ gia công được đi qua từ lõi vào của mũi khoan về phía lõi ra của mũi khoan. Mũi khoan trở nên cùn do sự mài mòn của nó do đó dễ làm xuất hiện các bavia lớn.

Các mảnh tróc: các phần lõm mà xuất hiện ở lõi vào của mũi khoan và lõi ra của mũi khoan.

Mẫu xòm: hiện tượng trong đó một phần của sợi cấu thành vật liệu composit được gia cường bằng sợi còn lại là các bavia quanh các lỗ được xử lý mà không bị cắt rời.

Fig.25 thể hiện ảnh chụp lõi vào của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ F9. Fig.26 thể hiện ảnh chụp lõi ra của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ F9. Như được thể hiện trên các Fig.25 và Fig.26, rõ ràng là lỗ được xử lý có lợi được tạo ra ở lõi vào và lõi ra của mũi khoan trong Ví dụ F9. Fig.27 thể hiện ảnh chụp lõi vào của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ so sánh F2. Fig.28 thể hiện ảnh chụp lõi ra của mũi khoan sau khi xử lý CFRP trong Ví dụ so sánh F2. Như được thể hiện trên các Fig.27 và Fig.28, rõ ràng là các mảnh tróc xuất hiện trên mép của lỗ được xử lý ở lõi vào của mũi khoan, và mẫu xòm xuất hiện trên mép của lỗ được xử lý ở lõi ra của mũi khoan, trong Ví dụ so sánh F2.

Đánh giá: sự mài mòn của đầu mũi khoan

Trong các Ví dụ F và các Ví dụ so sánh F, sự mài mòn của đầu mũi khoan sau khi mở các lỗ theo số lượng các lỗ được xử lý của các Bảng 18 và 19 được đánh giá bằng mắt sử dụng kính lúp $\times 10$ từ hướng đầu mũi khoan. Tỷ lệ diện tích của mặt số 2 của mũi khoan (khoan carbua gắn kết, RG-GDN, được sản xuất bởi OSG Corp.) sau khi sử dụng (sau sự mài mòn) so với diện tích (100%) của mặt số 2 của mũi khoan ở trạng thái mới chưa được sử dụng được xác nhận, và sự mài mòn của đầu mũi khoan được đánh giá theo các tiêu chuẩn được mô tả

dưới đây. Fig.6 thể hiện sơ đồ của mũi khoan được nhìn từ hướng đầu mũi khoan.

Lớn: nhỏ hơn 80% diện tích của mặt số 2 còn lại.

Trung bình: nhỏ hơn 95% và lớn hơn hoặc bằng 80% diện tích của mặt số 2 còn lại.

Nhỏ: lớn hơn hoặc bằng 95% diện tích của mặt số 2 còn lại.

Đánh giá: lượng các thành phần của chất bôi trơn dùng cho quy trình gia công và lớp kết dính bám vào vật liệu phôi gia công

Sau khi xử lý, tấm bôi trơn dùng cho quy trình gia công được bóc ra khỏi vật liệu phôi gia công, và lượng của các thành phần của chất bôi trơn dùng cho quy trình gia công và lớp kết dính bám vào vật liệu phôi gia công được xác nhận bằng phương pháp chiết dung dịch. Cụ thể là, vật liệu phôi gia công sau khi bóc ra khỏi tấm bôi trơn dùng cho quy trình gia công được ngâm trong nước siêu tinh khiết. Sau đó, chỉ dung môi được cô, tiếp theo là phân hủy bằng axit bromhydric. Polyetylen oxit được phân tích định lượng để xác nhận lượng của các thành phần của chất bôi trơn dùng cho quy trình gia công và lớp kết dính. Kết quả là, trong các Ví dụ F, lượng của các thành phần bám vào là 3×10^{-9} đến 4×10^{-9} g trên mỗi mm^2 của tổng diện tích của phần tiếp xúc giữa vật liệu phôi gia công và vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và diện tích của phần được gia công.

Bảng 17

Tên của tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công	Chế phẩm						Độ dày	Lớp kết dính
	Hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A)		Hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B)	Cacbon (C)				
	A-1	A-2	B-1	C-1	C-2	Kích cỡ hạt trung bình		
	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	µm	mm	
a	24	24	47	5		250	1	Có
b	15	15	35	35		250	1	Có
c	15	15	35	35		250	2	Có
d	15	15	35	35		250	5	Có
e	0	10	40		50	60	1	Có

Bảng 18

Loại	Tám bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công		Vật liệu phôi gia công		Các điều kiện xử lý				Số lượng các lỗ được xử lý	Lổ vào của mũi khoan			Lổ ra của mũi khoan			Sự mài mòn của đầu mũi khoan
	Tên/Cách bố trí	Độ dày	Vật liệu/ cấu tạo	Mũi khoan tên	Đường kính mũi khoan	Số vòng quay	Tốc độ dịch chuyển	Các mảnh tróc	Các bavia	Mẫu xòm	Các mảnh tróc	Các bavia	Mẫu xòm			
	Phần đi vào	Phần ra	mm		mmφ	rpm	mm/phút	lỗ	/100 lỗ	/100 lỗ	/100 lỗ	/100 lỗ	/100 lỗ			
Ví dụ F1	a	Không	CFRP-1	10	D-1	6	5000	500	100	0	0	0	12	2	26	Nhỏ
Ví dụ F2	b	Không	CFRP-1	10	D-1	6	5000	500	100	0	0	0	10	1	18	Nhỏ
Ví dụ F3	c	Không	CFRP-1	10	D-1	6	5000	500	100	1	0	1	23	3	32	Nhỏ
Ví dụ so sánh F1	Không	Không	CFRP-1	10	D-1	6	5000	500	100	18	4	22	56	15	95	Trung bình

Bảng 19

Loại	Tầm bơi tron để hỗ trợ quy trình gia công		Vật liệu phối gia công		Các điều kiện xử lý				Số lượng các lỗ được xử lý	Lổ vào của mũi khoan				Lổ ra của mũi khoan			Sự mài mòn của đầu mũi khoan
	Tên/Cách bố trí	Phần đi vào	Phần ra	Vật liệu/ cấu tạo	Độ dày	Mũi khoan tên	Đường kính mũi khoan	Số vòng quay	Tốc độ dịch chuyển								
Ví dụ F4		a	Không	CFRP-2	20	D-2	17,78	1500	150	40	1	0	2	7	1	9	Nhỏ
Ví dụ F5		b	Không	CFRP-2	20	D-2	17,78	1500	150	40	1	0	1	7	1	7	Nhỏ
Ví dụ F6		c	Không	CFRP-2	20	D-2	17,78	1500	150	40	1	0	1	7	2	6	Nhỏ
Ví dụ F7		d	Không	CFRP-2	20	D-2	17,78	1500	150	40	1	0	1	3	1	4	Nhỏ
Ví dụ F8		e	Không	CFRP-2	20	D-2	17,78	1500	150	40	1	0	1	13	2	19	Nhỏ
Ví dụ F9		b	b	CFRP-2	20	D-2	17,78	1500	150	40	0	0	1	2	0	2	Nhỏ
Ví dụ F10		d	b	CFRP-2	20	D-2	17,78	1500	150	40	0	0	1	2	0	1	Nhỏ
Ví dụ so sánh F2		Không	Không	CFRP-2	20	D-2	17,78	1500	150	40	9	2	19	19	3	28	Trung bình

Các Ví dụ G

Bảng 20 thể hiện các thông số kỹ thuật như là vật liệu phôi gia công (quy trình gia công vật liệu) được sử dụng trong mỗi ví dụ trong số các Ví dụ G và các Ví dụ so sánh G, mỗi thành phần được sử dụng trong sản xuất tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công, lớp kết dính, mũi khoan được sử dụng trong thao tác khoan, dụng cụ thao tác khoan, và thiết bị được sử dụng trong đánh giá.

Bảng 20

Loại	Ký hiệu trong bảng	Tên	Tên thương mại/mẫu	Nhà sản xuất	Lưu ý
Vật liệu phối gia công	Ti	Tấm hợp kim titan	Ti-6Al-4V	-	Độ dày: 20 mmt, vật liệu tương đương được dự định dùng cho các máy bay
	CFRP	Chất dẻo được gia cường bằng bản sợi cacbon	-	Ibaraki Industry Corp.	Độ dày: 20 mmt, vật liệu tương đương được cán mỏng tựa đẳng hướng được dự định dùng cho các máy bay (vật liệu UD)
Hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A)	A-1	Polyetylen oxit	Alkox E-45	Meisei Chemical Works, Ltd.	$M_w = 5,6 \times 10^5$
	A-2	Polyetylen oxit	Alkox R-150	Meisei Chemical Works, Ltd.	$M_w = 1,5 \times 10^5$
Hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B)	B-1	Polyoxyetylen monostearat	Nonion S-40	NOF Corp.	$M_w = 3,5 \times 10^3$
Cacbon (C)	C-1	Cacbon (graphit)	XD100	Ito Graphit Co., Ltd.	Hình dạng vảy, kích cỡ hạt trung bình = 250 μm
	C-2	Cacbon (graphit)	X-100	Ito Graphit Co., Ltd.	Hình dạng vảy, kích cỡ hạt trung bình = 60 μm
Lớp kết dính	-	Băng hai mặt	No. 535A	Nitto Denko Corp.	Vật liệu nền: màng polyeste Một mặt: mặt kết dính chắc, chất kết dính nhạy áp acrylic Mặt kia: mặt kết dính yếu, chất kết dính nhạy áp acrylic Độ dày: 0,12 mm

Mũi khoan	-	Khoan carbua gắn kết	RG-GDN	OSG Corp.	Đường kính: 17,78 mm Góc đầu: 120° Góc xoắn: 40° Khoan cứng, không được phủ kim cương
Dụng cụ thao tác khoan	-	Gia công phần trung tâm	M-V5B	Mitsubishi Electric Corp.	-

* Độ cứng Vickers của Ti-6Al-4V là 320.

Kích cỡ hạt trung bình (đường kính hạng trung) của cacbon (C) và các khối lượng phân tử trung bình khối của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) và hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) được đo theo cách tương tự như trong các Ví dụ A.

Ví dụ G1

24 phần theo khối lượng polyetylen oxit (Alkox E-45 được sản xuất bởi Meisei Chemical Works, Ltd.) và 24 phần theo khối lượng polyetylen oxit (Alkox R-150 được sản xuất bởi Meisei Chemical Works, Ltd.) là hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), 47 phần theo khối lượng polyetylen oxit monostearat (Nonion S-40 được sản xuất bởi NOF Corp.) là hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và 5 phần theo khối lượng graphit (XD-100 được sản xuất bởi Ito Graphit Co., Ltd.) là cacbon (C) được đúc ở nhiệt độ 140°C sử dụng thiết bị ép đùn trục vít đơn để sản xuất tấm có độ dày 1,0 mm. Mặt kết dính chắc của băng hai mặt có độ dày 0,12 mm (số 535A, được sản xuất bởi Nitto Denko Corp.) được gắn vào một phía của tấm để sản xuất tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công a.

Mặt có lớp kết dính được tạo ra trên đó của tấm bôi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công a được gắn vào phần là lõi vào (phần đi vào) của công cụ gia công (khoan carbua gắn kết), trên vật liệu phôi gia công. Tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn. Quy trình gia công bằng khoan carbua gắn kết được thực hiện ở các điều kiện được thể hiện trong Bảng 22. Bảng 22 thể hiện các kết quả đánh giá các mảnh tróc và các bavaria ở phần rìa của lỗ được xử lý trên phía đi vào và phía đi ra của mũi khoan, và sự mài mòn của đầu mũi khoan.

Các Ví dụ G2 đến G7

Mỗi tấm được sản xuất sử dụng thiết bị ép đùn trục vít đơn theo chế phẩm nhựa của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C), và độ dày được thể hiện trong Bảng 21 theo cách tương tự như trong Ví dụ G1. Mặt kết dính chắc của băng hai mặt có độ dày 0,12 mm (số 535A, được sản xuất bởi Nitto Denko Corp.) được gắn vào một phía của tấm để sản xuất tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công b đến e.

Trong các Ví dụ G2 đến G5, mỗi tấm trong số tấm bôi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công b đến e được gắn vào phần là lõi vào (phần đi vào) của công cụ gia công (khoan carbua gắn kết), trên vật liệu phôi gia công theo cách tương tự như trong Ví dụ G1. Tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn.

Trong các Ví dụ G6 và G7, tấm bôi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công b và b hoặc d và b được gắn vào phần là lõi vào (phần đi vào) và phần là lõi ra (phần lõi ra), một cách tương ứng, của công cụ gia công (khoan carbua gắn kết), trên vật liệu phôi gia công. Tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công được lắp sử dụng khuôn dẫn.

Trong các Ví dụ G8 và G9, composit của CFRP và Ti (CFRP/Ti) được sử dụng làm vật liệu phôi gia công, và tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công c hoặc d được sử dụng. Trong Các Ví dụ G8 và G9, tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và composit được cán mỏng theo thứ tự là tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công/CFRP/Ti/tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công, và thao tác khoan được thực hiện từ phía CFRP.

Thao tác khoan bằng khoan carbua gắn kết được thực hiện ở các điều kiện được thể hiện trong Bảng 22. Bảng 22 thể hiện các kết quả đánh giá số lượng các lỗ mà là xử lý được bằng quy trình gia công (số lượng các lỗ xử lý được), các mảnh tróc và các bavias ở phần rìa của lỗ được xử lý trên phía đi vào và phía đi ra của mũi khoan ở số lượng các lỗ được xử lý bằng quy trình gia công, và sự mài mòn của đầu mũi khoan.

Ví dụ so sánh G1

Trong Ví dụ so sánh G1, thao tác khoan bằng khoan carbua gắn kết được thực hiện ở các điều kiện được thể hiện trong Bảng 22 theo cách tương tự như trong Ví dụ G1 ngoại trừ rằng không có tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công được sử dụng.

Trong Ví dụ so sánh G2, thao tác khoan bằng khoan carbua gắn kết được thực hiện ở các điều kiện được thể hiện trong Bảng 22 theo cách tương tự như trong Ví dụ G8 ngoại trừ rằng không có tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công được sử dụng.

Bảng 22 thể hiện các kết quả đánh giá số lượng các lỗ mà là xử lý được bằng quy trình gia công (số lượng các lỗ xử lý được), các mảnh tróc và các bavia ở phần rìa của lỗ được xử lý trên phía đi vào và phía đi ra của mũi khoan ở số lượng các lỗ được xử lý bằng quy trình gia công, và sự mài mòn của đầu mũi khoan.

Đánh giá: số lượng các lỗ xử lý được, các mảnh tróc, và các bavia

Trong các Ví dụ G và các Ví dụ so sánh G, số lượng các lỗ mà các bavia và các mảnh tróc xuất hiện ở phần rìa của lỗ được xử lý ở lối vào và lối ra của mũi khoan được đếm bằng mắt sử dụng kính lúp $\times 10$. Các tiêu chuẩn để đánh giá số lượng các lỗ xử lý được, các bavia, và các mảnh tróc là như được mô tả dưới đây.

Tiêu chuẩn đánh giá

Số lượng các lỗ xử lý được: quy trình gia công được kết thúc khi hiện tượng nứt, tiếng ồn bất thường, hoặc sự đánh lửa của mũi khoan nảy sinh trong quy trình gia công. Số lượng các lỗ được xử lý trước khi kết thúc được sử dụng làm số lượng các lỗ xử lý được.

Các mảnh tróc: các phần lõm mà xuất hiện ở lối vào của mũi khoan và lối ra của mũi khoan.

Các bavia: các phần nhô ra mà xuất hiện quanh lối ra của mũi khoan khi công cụ gia công được đi qua từ lối vào của mũi khoan về phía lối ra của mũi khoan. Nhiệt độ xung quanh của lỗ được xử lý được đánh giá do ma sát mà kim loại ở phần rìa của lỗ được xử lý bị mềm do đó dễ làm xuất hiện các bavia lớn.

Mẫu xòm: hiện tượng trong đó một phần của sợi cấu thành vật liệu composit được gia cường bằng sợi còn lại là các bavaria quanh các lỗ được xử lý mà không bị cắt rời.

Fig.29 thể hiện ảnh chụp lõi vào của mũi khoan sau khi xử lý hợp kim titan trong Ví dụ G2. Fig.30 thể hiện ảnh chụp lõi ra của mũi khoan sau khi xử lý hợp kim titan trong Ví dụ G2. Như được thể hiện trên các Fig.29 và Fig.30, rõ ràng là lỗ được xử lý có lợi được tạo ra ở lõi vào và lõi ra của mũi khoan trong Ví dụ G2.

Fig.31 thể hiện ảnh chụp lõi vào của mũi khoan sau khi xử lý hợp kim titan trong Ví dụ so sánh G1. Fig.32 thể hiện ảnh chụp lõi ra của mũi khoan sau khi xử lý hợp kim titan trong Ví dụ so sánh G1. Như được thể hiện trên các Fig.31 và Fig.32, rõ ràng là các bavaria và các mảnh tróc xuất hiện trên mép của lỗ được xử lý ở lõi vào của mũi khoan, và các mảnh tróc xuất hiện trên mép của lỗ được xử lý ở lõi ra của mũi khoan, trong Ví dụ so sánh G1.

Đánh giá: sự mài mòn của đầu mũi khoan

Trong các Ví dụ G và các Ví dụ so sánh G, sự mài mòn của đầu mũi khoan sau khi mở các lỗ theo số lượng các lỗ được xử lý của Bảng 22 được đánh giá bằng mắt sử dụng kính lúp $\times 10$ từ hướng đầu mũi khoan. Tỷ lệ diện tích của mặt số 2 của mũi khoan (khoan carbua gắn kết, RG-GDN, được sản xuất bởi OSG Corp.) sau khi sử dụng (sau sự mài mòn) so với diện tích (100%) của mặt số 2 của mũi khoan ở trạng thái mới chưa được sử dụng được xác nhận, và sự mài mòn của đầu mũi khoan được đánh giá theo tiêu chuẩn đánh giá được mô tả dưới đây. Fig.6 thể hiện sơ đồ của mũi khoan được nhìn từ hướng đầu mũi khoan.

Lớn: nhỏ hơn 80% diện tích của mặt số 2 còn lại.

Trung bình: nhỏ hơn 95% và lớn hơn hoặc bằng 80% diện tích của mặt số 2 còn lại.

Nhỏ: lớn hơn hoặc bằng 95% diện tích của mặt số 2 còn lại.

Đánh giá: lượng các thành phần của chất bôi trơn dùng cho quy trình gia công và lớp kết dính bám vào vật liệu phôi gia công

Sau khi xử lý, tấm bôi trơn dùng cho quy trình gia công được bóc ra khỏi vật liệu phôi gia công, và lượng của các thành phần của chất bôi trơn dùng cho quy trình gia công và lớp kết dính bám vào vật liệu phôi gia công được xác nhận bằng phương pháp chiết dung dịch. Cụ thể là, vật liệu phôi gia công sau khi bóc ra khỏi tấm bôi trơn dùng cho quy trình gia công được ngâm trong nước siêu tinh khiết. Sau đó, chỉ dung môi được cô, tiếp theo là phân hủy bằng axit bromhydric. Polyetylen oxit được phân tích định lượng để xác nhận lượng của các thành phần của chất bôi trơn dùng cho quy trình gia công và lớp kết dính. Kết quả là, trong các Ví dụ E, lượng của các thành phần bám vào là 3×10^{-9} đến 4×10^{-9} g trên mỗi mm^2 của tổng diện tích của phần tiếp xúc giữa vật liệu phôi gia công và vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và diện tích của phần được gia công.

Bảng 21

Tên của tấm bồi trơn hỗ trợ quy trình gia công	Chế phẩm						Độ dày	Lớp kết dính
	Hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A)		Hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B)	Cacbon (C)				
	A-1	A-2	B-1	C-1	C-2	Kích cỡ hạt trung bình		
	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	µm	mm	
a	24	24	47	5		250	1	Có
b	15	15	35	35		250	1	Có
c	15	15	35	35		250	2	Có
d	15	15	35	35		250	5	Có
e	0	10	40		50	60	1	Có

Bảng 22

Loại	Tên và cách bố trí của tấm bồi trong hồ trợ quy trình gia công		Vật liệu phối gia công		Các điều kiện xử lý			Số lượng các lỗ được xử lý	Lỗ vào của mũi khoan			Lỗ ra của mũi khoan			Sự mài mòn của đầu mũi khoan
	Phân đi vào	Phân lối ra	Vật liệu/ cấu tạo	Độ dày	Đường kính mũi khoan	Số vòng quay	Tốc độ dịch chuyển		Các mảnh tróc	Các bavia	Mẫu xòm	Các mảnh tróc	Các bavia	Mẫu xòm	
				mm	mmφ	vòng/phút	mm/phút	lỗ	lỗ	lỗ	lỗ	lỗ	lỗ	lỗ	
Ví dụ G1	a	Không	Ti	20	17,78	200	25	3	0	0	-	1	0	-	Nhỏ
Ví dụ G2	b	Không	Ti	20	17,78	200	25	3	0	0	-	0	0	-	Nhỏ
Ví dụ G3	c	Không	Ti	20	17,78	200	25	6	0	0	-	0	1	-	Nhỏ
Ví dụ G4	d	Không	Ti	20	17,78	200	25	10	0	0	-	0	1	-	Nhỏ
Ví dụ G5	e	Không	Ti	20	17,78	200	25	1	0	0	-	0	1	-	Trung bình
Ví dụ G6	b	b	Ti	20	17,78	200	25	8	0	0	-	0	1	-	Nhỏ
Ví dụ G7	d	b	Ti	20	17,78	200	25	14	0	0	-	0	1	-	Nhỏ
Ví dụ G8	c	Không	CFRP/Ti	20/20	17,78	500	25	5	0	0	0	1	1	-	Nhỏ
Ví dụ G9	d	Không	CFRP/Ti	20/20	17,78	500	25	9	0	0	0	1	1	-	Nhỏ
Ví dụ so sánh G1	Không	Không	Ti	20	17,78	200	25	1	1	0	-	1	1	-	Lớn
Ví dụ so sánh G2	Không	Không	CFRP/Ti	20/20	17,78	500	25	1	1	1	1	1	1	-	Lớn

Các Ví dụ H

Bảng 23 thể hiện các thông số kỹ thuật như là vật liệu phối gia công (quy trình gia công vật liệu) được sử dụng trong mỗi ví dụ trong số các Ví dụ H và các Ví dụ so sánh H, mỗi thành phần được sử dụng trong sản xuất tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công, lớp kết dính, mũi khoan được sử dụng trong thao tác khoan, công cụ quy trình gia công, và thiết bị được sử dụng trong đánh giá.

Bảng 23

Loại	Ký hiệu trong bảng	Tên	Tên thương mại/mẫu	Nhà sản xuất	Lưu ý
Vật liệu phối gia công	CFRP	Chất dẻo được gia cường bằng bản sợi cacbon	-	Ibaraki Industry Corp.	Độ dày: 5 mmt, vật liệu tương đương được cán mỏng tựa đẳng hướng được dự định dùng cho các máy bay (vật liệu UD)
	Ti	Tấm hợp kim titan	Ti-6Al-4V	-	Độ dày: 3 mmt, vật liệu tương đương được dự định dùng cho các máy bay
	CFRP/Ti	Vật liệu composit của chất dẻo được gia cường bằng bản sợi cacbon và tấm hợp kim titan	-	-	Tấm mỏng của Ti và CFRP
	CFRTP-1	Chất dẻo được gia cường bằng bản sợi cacbon	TEPEX dynalite 202 (Carbon, PA6)	Bond Laminate Ltd.	Ma trận nhựa: nhựa nhiệt dẻo Độ dày: 2 mmt bản CFRTP có bề mặt được làm cong R = 2 m
	CFRTP-2	Chất dẻo được gia cường bằng bản sợi cacbon	TEPEX dynalite 202 (Carbon, PA6)	Bond Laminate Ltd.	Ma trận nhựa: nhựa nhiệt dẻo Độ dày: 2 mmt bản CFRTP có bề mặt được làm cong R = 1 m
Hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A)	A-1	Polyetylen oxit	Alkox E-45	Meisei Chemical Works, Ltd.	$M_w = 5,6 \times 10^5$
	A-2	Polyetylen oxit	Alkox R150	Meisei Chemical Works, Ltd.	$M_w = 1,5 \times 10^5$
Hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B)	B-1	Polyoxyetylen monostearat	Nonion S-40	NOF Corp.	$M_w = 3,5 \times 10^3$

Cacbon (C)	C-1	Cacbon (graphit)	XD100	Ito Graphit Co., Ltd.	Hình dạng vảy, kích cỡ hạt trung bình = 250 μm
	C-2	Cacbon (graphit)	XD150	Ito Graphit Co., Ltd.	Hình dạng vảy, kích cỡ hạt trung bình = 150 μm
	C-3	Cacbon (graphit)	X-100	Ito Graphit Co., Ltd.	Hình dạng vảy, kích cỡ hạt trung bình = 60 μm
	C-4	Cacbon (graphit)	RP99-150	Ito Graphit Co., Ltd.	Hình dạng vảy, kích cỡ hạt trung bình = 33 μm
	C-5	Cacbon (graphit)	X-10	Ito Graphit Co., Ltd.	Hình dạng vảy, kích cỡ hạt trung bình = 10 μm
Lớp kết dính	-	Băng hai mặt	No. 535A	Nitto Denko Corp.	Vật liệu nền: màng polyeste Một mặt: mặt kết dính chắc, chất kết dính nhạy áp acrylic Mặt kia: mặt kết dính yếu, chất kết dính nhạy áp acrylic Độ dày: 0,12 mm
Lá nhôm có lớp nhựa kết dính được tạo ra trên đó	-	Lá nhôm	H18-1N30	Mitsubishi Nhôm Co., Ltd.	Độ dày: 0,15 mm
	-	Nhựa polyeste kết dính	VYLONAL MD-1200	Toyobo Co. Ltd.	Nhựa polyeste
Khoan	-	Khoan carbua gắn kết	RG-GDN	OSG Corp.	Đường kính: 6,0 mm Góc đầu: 120° Góc xoắn: 40° Khoan cứng, không được phủ kim cương
Dụng cụ thao tác khoan	-	Gia công phần trung tâm	M-V5B	Mitsubishi Electric Corp.	-

Kích cỡ hạt trung bình (đường kính hạng trung) của cacbon (C) và các khối lượng phân tử trung bình khối của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) và hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) được đo theo cách tương tự như trong các Ví dụ A.

Ví dụ HA1

24 phần theo khối lượng polyetylen oxit (Alkox E-45 được sản xuất bởi Meisei Chemical Works, Ltd.) và 24 phần theo khối lượng polyetylen oxit

(Alkox R-150 được sản xuất bởi Meisei Chemical Works, Ltd.) là hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), 47 phần theo khối lượng polyetylen oxit monostearat (Nonion S-40 được sản xuất bởi NOF Corp.) là hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và 5 phần theo khối lượng graphit (XD-100 được sản xuất bởi Ito Graphit Co., Ltd.) là cacbon (C) được đúc ở nhiệt độ 140°C sử dụng thiết bị ép đùn trực vít đơn để sản xuất tấm có độ dày 1,0 mm. Mặt kết dính chắc của băng hai mặt có độ dày 0,12 mm (số 535A, được sản xuất bởi Nitto Denko Corp.) được gắn vào một phía của tấm để sản xuất tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công a. Bảng 24 thể hiện độ uốn, các đặc tính tiếp sau, và độ dai của tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công a.

Các Ví dụ HA2 đến HA8

Mỗi tấm được sản xuất sử dụng thiết bị ép đùn trực vít đơn theo chế phẩm nhựa của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C) được thể hiện trong Bảng 24 theo cách tương tự như trong Ví dụ HA1. Mặt kết dính chắc của băng hai mặt có độ dày 0,12 mm (số 535A, được sản xuất bởi Nitto Denko Corp.) được gắn vào một phía của tấm để sản xuất các tấm bôi trơn b đến h dùng cho quy trình gia công. Bảng 24 thể hiện độ uốn, các đặc tính tiếp sau, và độ dai của tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công b đến h.

Các Ví dụ so sánh HA1 đến HA5

Mỗi tấm được sản xuất sử dụng thiết bị ép đùn trực vít đơn theo chế phẩm nhựa của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C) được thể hiện trong Bảng 24 theo cách tương tự như trong Ví dụ HA1. Mặt kết dính chắc của băng hai mặt có độ dày 0,12 mm (số 535A, được sản xuất bởi Nitto Denko Corp.) được gắn vào một phía của tấm để sản xuất tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công i đến m. Bảng 24 thể hiện độ uốn, các đặc tính tiếp sau, và độ dai của tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công i đến m.

Ví dụ so sánh HA6

Lớp nhựa polyeste có độ dày 0,01 mm (VYLONAL MD-1200, được sản xuất bởi Toyobo Co., Ltd.) được tạo ra là lớp nhựa kết dính trên một phía của lá

nhôm có độ dày 0,15 mm (1N30-H18, được sản xuất bởi Mitsubishi Nhôm Co., Ltd.). Các lá nhôm được tạo ra như vậy có lớp nhựa kết dính được tạo ra trên đó (các lá nhôm có lớp nhựa kết dính) và tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công i được cán mỏng dưới dạng tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công i được kẹp giữa bởi các lá nhôm có lớp nhựa kết dính, tức là, lá nhôm có lớp nhựa kết dính/tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công i/lá nhôm có lớp nhựa kết dính. Xét về mặt này, lớp nhựa kết dính trên bề mặt lá nhôm được đặt tiếp xúc với tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công. Chúng được cán mỏng toàn bộ bằng cán nhiệt ở nhiệt độ 150°C sử dụng thiết bị cán mỏng (OHL-2400, được sản xuất bởi ONC Inc.) để sản xuất tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công n.

Các Ví dụ so sánh HA7 đến HA9

Mỗi tấm được sản xuất sử dụng thiết bị ép đùn trực vít đơn theo chế phẩm nhựa của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C) được thể hiện trong Bảng 24 theo cách tương tự như trong Ví dụ HA1. Mặt kết dính chắc của băng hai mặt có độ dày 0,12 mm (số 535A, được sản xuất bởi Nitto Denko Corp.) được gắn vào một phía của tấm để sản xuất tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công o đến q.

Các Ví dụ HB1 đến HB14

Mỗi tấm trong số tấm bôi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công a đến h được gắn vào phần là lõi vào (phần đi vào) của công cụ gia công (khoan carbua gắn kết), trên vật liệu phôi gia công. Tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn. Thao tác khoan bằng khoan carbua gắn kết được thực hiện ở các điều kiện được thể hiện trong Bảng 25. Bảng 25 thể hiện các kết quả đánh giá các mảnh tróc, các bavia, và mẫu xòm ở phần rìa của lỗ được xử lý trên phía đi vào và phía đi ra của mũi khoan, và sự mài mòn của đầu mũi khoan.

Trong các Ví dụ HB9 đến HB12, composit của CFRP và Ti được sử dụng làm vật liệu phôi gia công. Xét về mặt này, tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và composit được cán mỏng dưới dạng tấm bôi trơn dùng cho quy trình gia công/CFRP/Ti, và thao tác khoan được thực hiện từ phía tấm bôi trơn cho quy trình gia công.

Trong các Ví dụ HB13 và HB14, tấm bồi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công b được gắn vào phần là lõi vào (phần đi vào) và phần là lõi ra (phần lõi ra) của công cụ gia công (khoan carbua gắn kết), trên CFRTP có bề mặt được làm cong. Tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn. Tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công là tuyệt vời về các đặc tính tiếp sau và độ dai và do đó đạt được tiếp xúc sát với vật liệu phôi gia công.

Các Ví dụ so sánh HB1 đến HB7

Trong các Ví dụ so sánh HB1 đến HB5, mỗi tấm trong số tấm bồi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công i đến m được gắn vào phần đi vào của công cụ gia công (khoan carbua gắn kết), trên vật liệu phôi gia công theo cách tương tự như trong Ví dụ HB1. Tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn.

Trong các Ví dụ so sánh HB6 và HB7, thao tác tương tự như trong Ví dụ HB13 được thực hiện ngoại trừ rằng không có tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công được sử dụng.

Thao tác khoan bằng khoan carbua gắn kết được thực hiện ở các điều kiện được thể hiện trong Bảng 25. Bảng 25 thể hiện các kết quả đánh giá các mảnh tróc, các bavias, và mẫu xém ở phần rìa của lỗ được xử lý trên phía đi vào và phía đi ra của mũi khoan, và sự mài mòn của đầu mũi khoan. Trong Ví dụ so sánh HB5, tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và composit được cán mỏng dưới dạng tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công/CFRP/Ti, và thao tác khoan được thực hiện từ phía tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công.

Đánh giá: độ uốn

Như được thể hiện trên Fig.5, tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công X có chiều rộng 30 mm và chiều dài 150 mm được lắp ở trạng thái nhô ra 100 mm vào khuôn dẫn giữ. Sau đó, tải trọng Z 25 g được cho tác dụng vào phần đầu của tấm bồi trơn hỗ trợ X dùng cho quy trình gia công. Độ dịch chuyển Y từ vị trí của tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công X mà không có tải trọng Z được sử dụng làm độ uốn của tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công. Khi tấm bồi trơn

hỗ trợ dùng cho quy trình gia công được cắt rời khỏi điểm đỡ mà ở đó tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công được lắp vào khuôn dẫn giữ, không thể để đo độ uốn.

Các đặc tính tiếp sau

Tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công được quán quanh hình trụ có đường kính 90 mm. Khoảng cách giữa tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và hình trụ được quan sát bằng mắt. Các đặc tính tiếp sau được đánh giá theo các tiêu chuẩn được mô tả dưới đây. Các Fig.33 và Fig.34 thể hiện các ảnh chụp thể hiện các đặc tính tiếp sau và các kết quả thử nghiệm độ dai của Ví dụ HA2 và Ví dụ so sánh HA2.

Tuyệt vời: khoảng cách giữa tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và hình trụ là nhỏ hơn 1 mm.

Tốt: khoảng cách giữa tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và hình trụ là lớn hơn hoặc bằng 1 mm và nhỏ hơn 5 mm.

Kém: khoảng cách giữa tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và hình trụ là lớn hơn hoặc bằng 5 mm, hoặc không thể quán tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công quanh hình trụ.

Độ dai

Tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công được quán quanh hình trụ có đường kính 90 mm. Sau 24 giờ, trạng thái của tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công được quan sát bằng mắt. Độ dai được đánh giá theo tiêu chuẩn đánh giá được mô tả dưới đây. Các Fig.33 và Fig.34 thể hiện các ảnh chụp thể hiện các đặc tính tiếp sau và các kết quả thử nghiệm độ dai của Ví dụ HA2 và Ví dụ so sánh HA2.

Tuyệt vời: không có vết nứt xuất hiện trên bề mặt tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công.

Tốt: vết nứt nhỏ hơn 1 mm xuất hiện trên bề mặt tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công.

Kém: tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công bị đứt hoặc bị vỡ, hoặc vết nứt lớn hơn hoặc bằng 1 mm xuất hiện trên bề mặt tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công.

Đánh giá: các mảnh tróc, các bavias, và mẫu xòm

Trong các Ví dụ H và các Ví dụ so sánh H, số lượng các lỗ mà các bavias, các mảnh tróc, và mẫu xòm xuất hiện ở phần rìa của lỗ được xử lý ở lối vào và lối ra của mũi khoan được đếm bằng mắt sử dụng kính lúp $\times 10$. Các tiêu chuẩn để đánh giá các bavias, các mảnh tróc, và mẫu xòm như được mô tả dưới đây.

Tiêu chuẩn đánh giá

Các bavias: các phần nhô ra xuất hiện quanh lối ra của mũi khoan khi công cụ gia công được đi qua từ lối vào của mũi khoan về phía lối ra của mũi khoan. Mũi khoan trở nên cùn do sự mài mòn của nó do đó dễ làm xuất hiện các bavias lớn.

Các mảnh tróc: các phần lõm mà xuất hiện ở lối vào của mũi khoan và lối ra của mũi khoan.

Mẫu xòm: hiện tượng trong đó một phần của sợi cấu thành vật liệu composit được gia cường bằng sợi còn lại là các bavias quanh các lỗ được xử lý mà không bị cắt rời.

Đánh giá: sự mài mòn của đầu mũi khoan

Trong các Ví dụ H và các Ví dụ so sánh H, sự mài mòn của đầu mũi khoan sau khi mở các lỗ theo số lượng các lỗ được xử lý của Bảng 25 được đánh giá bằng mắt sử dụng kính lúp $\times 10$ từ hướng đầu mũi khoan. Tỷ lệ diện tích của mặt số 2 của mũi khoan (khoan carbua gắn kết, RG-GDN, được sản xuất bởi OSG Corp.) sau khi sử dụng (sau sự mài mòn) so với diện tích (100%) của mặt số 2 của mũi khoan ở trạng thái mới chưa được sử dụng được xác nhận, và sự mài mòn của đầu mũi khoan được đánh giá theo tiêu chuẩn đánh giá được mô tả dưới đây. Fig.6 thể hiện sơ đồ của mũi khoan được nhìn từ hướng đầu mũi khoan.

Lớn: nhỏ hơn 80% diện tích của mặt số 2 còn lại.

Trung bình: nhỏ hơn 95% và lớn hơn hoặc bằng 80% diện tích của mặt số 2 còn lại.

Nhỏ: lớn hơn hoặc bằng 95% diện tích của mặt số 2 còn lại.

Đánh giá: lượng các thành phần của chất bôi trơn dùng cho quy trình gia công và lớp kết dính bám vào vật liệu phôi gia công

Sau khi xử lý, tấm bôi trơn dùng cho quy trình gia công được bóc ra khỏi vật liệu phôi gia công, và lượng của các thành phần của chất bôi trơn dùng cho quy trình gia công và lớp kết dính bám vào vật liệu phôi gia công được xác nhận bằng phương pháp chiết dung dịch. Cụ thể là, vật liệu phôi gia công sau khi bóc ra khỏi tấm bôi trơn dùng cho quy trình gia công được ngâm trong nước siêu tinh khiết. Sau đó, chỉ dung môi được cô, tiếp theo là phân hủy bằng axit bromhydric. Polyetylen oxit được phân tích định lượng để xác nhận lượng của các thành phần của chất bôi trơn dùng cho quy trình gia công và lớp kết dính. Kết quả là, trong các Ví dụ H, lượng của các thành phần bám vào là 3×10^{-9} đến 4×10^{-9} g trên mỗi mm^2 của tổng diện tích của phần tiếp xúc giữa vật liệu phôi gia công và vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và diện tích của phần được gia công.

Bảng 24

Tên của tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công	Chế phẩm			Carbon (C)						Độ dày	Lớp kết dính	Độ uốn	Các đặc tính tiếp sau	Độ dai		
	Hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A)	Hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B)	Kích cỡ hạt trung bình													
			A-1	A-2	B-1	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	µm					
Ví dụ HA1	a	24	24	47	5	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	250	1	Có	29	Tuyệt vời	Tuyệt vời
Ví dụ HA2	b	20	20	40	20	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	250	1	Có	22	Tuyệt vời	Tuyệt vời
Ví dụ HA3	c	17	17	33	33	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	250	1	Có	9	Tốt	Tốt
Ví dụ HA4	d	13	13	24	50	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	250	1	Có	7	Tốt	Tốt
Ví dụ HA5	e	10	10	20	60	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	250	1	Có	6	Tốt	Tốt
Ví dụ HA6	f	25	25	30	20	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	250	1	Có	25	Tuyệt vời	Tuyệt vời
Ví dụ HA7	g	30	30	20	20	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	250	1	Có	27	Tuyệt vời	Tuyệt vời

Ví dụ HA8	h	17	17	33		33					150	1	Có	37	Tuyệt vời	Tuyệt vời
Ví dụ so sánh HA1	i	0	10	40				50			60	1	Có	Bị đứt	Kém	Kém
Ví dụ so sánh HA2	j	17	17	33				33			60	1	Có	Bị đứt	Kém	Kém
Ví dụ so sánh HA3	k	17	17	33					33		33	1	Có	Bị đứt	Kém	Kém
Ví dụ so sánh HA4	l	17	17	33						33	10	1	Có	Bị đứt	Kém	Kém
Ví dụ so sánh HA5	m	0	10	40				50			60	5	Có	Bị đứt	Kém	Kém
Ví dụ so sánh HA6	n	0	10	40				50			60	1.3	Có	0	Kém	Kém
Ví dụ so sánh HA7	o	0	0	50	50						250	*1	-	-	-	-
Ví dụ so sánh HA8	p	25	25	0	50						250	*2	-	-	-	-
Ví dụ so sánh HA9	q	10	10	80							-	*3	-	-	-	-

*1: Không thể tạo ra tấm do độ nhót quá thấp của chế phẩm nhựa.

*2: Không thể tạo ra tấm do độ nhót quá cao của chế phẩm nhựa.

*3: Không thể tạo ra tấm thực tế bởi vì tấm không có thân và là dễ vỡ.

Bảng 25

Loại	Tấm bồi tron để hỗ trợ quy trình gia công		Vật liệu phối gia công		Các điều kiện xử lý			Số lượng các lỗ được xử lý	Lối vào của mũi khoan			Lối ra của mũi khoan			Sự mài mòn của đầu mũi khoan
	Tên	Cách bố trí	Vật liệu/cấu tạo	Độ dày	Đường kính khoan	Số vòng quay	Tốc độ dịch chuyển		Các mảnh tróc	Các bavaria	Mẫu xòm	Các mảnh tróc	Các bavaria	Mẫu xòm	
				mm	mmφ	vòng/phút	mm/phút	lỗ	/100 lỗ	/100 lỗ	/100 lỗ	/100 lỗ	/100 lỗ	/100 lỗ	
Ví dụ HB1	a	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100	0	0	0	8	0	15	Nhỏ
Ví dụ HB2	b	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100	0	0	0	9	0	13	Nhỏ
Ví dụ HB3	c	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100	0	0	0	2	0	2	Nhỏ
Ví dụ HB4	d	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100	0	0	0	0	0	1	Nhỏ
Ví dụ HB5	e	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100	0	0	0	1	0	0	Nhỏ
Ví dụ HB6	f	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100	0	0	0	2	0	3	Nhỏ
Ví dụ HB7	g	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100	0	0	0	4	0	4	Nhỏ
Ví dụ HB8	h	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100	0	0	0	7	0	11	Nhỏ
Ví dụ HB9	a	Phần đi vào	CFRP/Ti	5/3	6	1000	50	100	0	0	0	18	12	-	Nhỏ
Ví dụ HB10	c	Phần đi vào	CFRP/Ti	5/3	6	1000	50	100	0	0	0	8	9	-	Nhỏ
Ví dụ HB11	e	Phần đi vào	CFRP/Ti	5/3	6	1000	50	100	0	0	0	0	9	-	Nhỏ
Ví dụ HB12	h	Phần đi vào	CFRP/Ti	5/3	6	1000	50	100	0	0	0	0	18	-	Nhỏ
Ví dụ HB13	b	Phần đi vào/Phần lối ra	CFRTP-1	1	6	5000	500	5	1	0	1	0	0	1	Nhỏ

Ví dụ HB14	b	Phần đi vào/Phần lối ra	CFRTP-2	1	6	5000	500	5	1	0	1	0	0	2	Nhỏ
Ví dụ so sánh HB1	i	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100	42	0	30	18	0	32	Nhỏ
Ví dụ so sánh HB2	j	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100	54	0	51	19	0	34	Nhỏ
Ví dụ so sánh HB3	k	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100	69	0	58	25	0	39	Nhỏ
Ví dụ so sánh HB4	l	Phần đi vào	CFRP	5	6	5000	500	100	79	0	63	33	0	42	Nhỏ
Ví dụ so sánh HB5	m	Phần đi vào	CFRP/Ti	5/3	6	1000	50	100	62	0	59	49	87	89	Lớn
Ví dụ so sánh HB6	Không	Không	CFRTP-1	1	6	5000	500	5	5	5	5	3	3	5	Nhỏ
Ví dụ so sánh HB7	Không	Không	CFRTP-2	1	6	5000	500	5	5	5	5	5	5	5	Nhỏ

Các Ví dụ I

Bảng 26 thể hiện các thông số kỹ thuật như là vật liệu phôi gia công (quy trình gia công vật liệu) được sử dụng trong mỗi ví dụ trong số các Ví dụ I và các Ví dụ so sánh I, mỗi thành phần được sử dụng trong sản xuất tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công, lớp kết dính, mũi khoan được sử dụng trong quy trình gia công, công cụ quy trình gia công, và thiết bị được sử dụng trong đánh giá.

Bảng 26

Loại	Ký hiệu trong bảng	Tên	Tên thương mại/mẫu	Nhà sản xuất	Lưu ý
Vật liệu phối gia công	Ti	Tấm hợp kim titan	Ti-6Al-4V	-	Độ dày: 3 mmt, vật liệu tương đương được dự định dùng cho các máy bay
	CFRP	Chất dẻo được gia cường bằng bản sợi cacbon	-	Ibaraki Industry Corp.	Độ dày: 5 mmt, vật liệu tương đương được cán mỏng tựa đẳng hướng được dự định dùng cho các máy bay (vật liệu UD)
	CFRP/Ti	Vật liệu composit của chất dẻo được gia cường bằng bản sợi cacbon và tấm hợp kim titan	-	-	Tấm mỏng của Ti và CFRP
Hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A)	A-1	Polyetylen oxit	Alkox E-45	Meisei Chemical Works, Ltd.	$M_w = 5,6 \times 10^5$
	A-2	Polyetylen oxit	Alkox R150	Meisei Chemical Works, Ltd.	$M_w = 1,5 \times 10^5$
Hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B)	B-1	Polyoxyetylen monostearat	Nonion S-40	NOF Corp.	$M_w = 3,5 \times 10^3$
Cacbon (C)	C-1	Cacbon (graphit)	XD100	Ito Graphit Co., Ltd.	Hình dạng vảy, kích cỡ hạt trung bình = 250 μm
	C-2	Cacbon (graphit)	XD150	Ito Graphit Co., Ltd.	Hình dạng vảy, kích cỡ hạt trung bình = 150 μm
	C-3	Cacbon (graphit)	X-100	Ito Graphit Co., Ltd.	Hình dạng vảy, kích cỡ hạt trung bình = 60 μm

Lớp kết dính	-	Bảng hai mặt	No. 535A	Nitto Denko Corp.	Vật liệu nền: màng polyeste Mặt mặt: mặt kết dính chắc, chất kết dính nhạy áp acrylic Mặt kia: mặt kết dính yếu, chất kết dính nhạy áp acrylic Độ dày: 0,12 mm
Lá nhôm với lớp nhựa kết dính được tạo ra trên đó	-	Lá nhôm	H18-1N30	Mitsubishi Nhôm Co., Ltd.	Độ dày: 0,15 mm
	-	Nhựa polyeste kết dính	VYLONAL MD-1200	Toyobo Co. Ltd.	Nhựa polyeste
Khoan	-	Khoan carbua gắn kết	RG-GDN	OSG Corp.	Đường kính: 6,0 mmφ Góc đầu: 120° Góc xoắn: 40° Khoan cứng, không được phủ kim cương
Dụng cụ thao tác khoan	-	Gia công phần trung tâm	M-V5B	Mitsubishi Electric Corp.	-

* Độ cứng Vickers của Ti-6Al-4V là 320.

Kích cỡ hạt trung bình (đường kính hạng trung) của cacbon (C) và các khối lượng phân tử trung bình khối của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) và hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) được đo theo cách tương tự như trong các Ví dụ A.

Ví dụ IA1

24 phần theo khối lượng polyetylen oxit (Alkox E-45 được sản xuất bởi Meisei Chemical Works, Ltd.) và 24 phần theo khối lượng polyetylen oxit (Alkox R-150 được sản xuất bởi Meisei Chemical Works, Ltd.) là hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), 47 phần theo khối lượng polyetylen oxit monostearat (Nonion S-40 được sản xuất bởi NOF Corp.) là hợp chất có trọng

lượng phân tử trung bình (B), và 5 phần theo khối lượng graphit (XD-100 được sản xuất bởi Ito Graphit Co., Ltd.) là cacbon (C) được đúc ở nhiệt độ 140°C sử dụng thiết bị ép đùn trực vít đơn để sản xuất tấm có độ dày 1,0 mm. Mặt kết dính chắc của băng hai mặt có độ dày 0,12 mm (số 535A, được sản xuất bởi Nitto Denko Corp.) được gắn vào một phía của tấm để sản xuất tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công a. Bảng 27 thể hiện độ uốn, các đặc tính tiếp sau, và độ dai của tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công a.

Các Ví dụ IA2 đến IA4

Mỗi tấm được sản xuất sử dụng thiết bị ép đùn trực vít đơn theo chế phẩm nhựa của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C) được thể hiện trong Bảng 27 theo cách tương tự như trong Ví dụ IA1. Mặt kết dính chắc của băng hai mặt có độ dày 0,12 mm (số 535A, được sản xuất bởi Nitto Denko Corp.) được gắn vào một phía của tấm để sản xuất các tấm bôi trơn b đến d dùng cho quy trình gia công. Bảng 27 thể hiện độ uốn, các đặc tính tiếp sau, và độ dai của tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công b đến d.

Các Ví dụ so sánh IA1 và IA2

Mỗi tấm được sản xuất sử dụng thiết bị ép đùn trực vít đơn theo chế phẩm nhựa của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C) được thể hiện trong Bảng 27 theo cách tương tự như trong Ví dụ IA1. Mặt kết dính chắc của băng hai mặt có độ dày 0,12 mm (số 535A, được sản xuất bởi Nitto Denko Corp.) được gắn vào một phía của tấm để sản xuất tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công e và f. Bảng 27 thể hiện độ uốn, các đặc tính tiếp sau, và độ dai của tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công e và f.

Ví dụ so sánh IA3

Lớp nhựa polyeste có độ dày 0,01 mm (VYLONAL MD-1200, được sản xuất bởi Toyobo Co., Ltd.) được tạo ra là lớp nhựa kết dính trên một phía của lá nhôm có độ dày 0,15 mm (1N30-H18, được sản xuất bởi Mitsubishi Nhôm Co., Ltd.). Các lá nhôm được tạo ra như vậy có lớp nhựa kết dính được tạo ra trên đó (các lá nhôm có lớp nhựa kết dính) và tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công

e được cán mỏng dưới dạng tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công e được kẹp giữa bởi các lá nhôm, tức là, lá nhôm có lớp nhựa kết dính/tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công e/lá nhôm có lớp nhựa kết dính. Xét về mặt này, lớp nhựa kết dính trên bề mặt lá nhôm được đặt tiếp xúc với tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công. Chúng được cán mỏng hoàn toàn bằng cán mỏng nhiệt ở nhiệt độ 150°C sử dụng thiết bị cán mỏng (OHL-2400, được sản xuất bởi ONC Inc.) để sản xuất tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công g.

Các Ví dụ so sánh IA4 đến IA6

Mỗi tấm được sản xuất sử dụng thiết bị ép đùn trục vít đơn theo chế phẩm nhựa của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C) được thể hiện trong Bảng 27 theo cách tương tự như trong Ví dụ IA1. Mặt kết dính chắc của băng hai mặt có độ dày 0,12 mm (số 535A, được sản xuất bởi Nitto Denko Corp.) được gắn vào một phía của tấm để sản xuất tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công h đến j.

Các Ví dụ IB1 đến IB8

Mỗi tấm trong số tấm bồi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công a đến d được gắn vào phần là lõi vào (phần đi vào) của công cụ gia công (khoan carbua gắn kết), trên vật liệu phôi gia công. Tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn. Thao tác khoan bằng khoan carbua gắn kết được thực hiện ở các điều kiện được thể hiện trong Bảng 28. Bảng 28 thể hiện các kết quả đánh giá các mảnh tróc, các bavaria, và mẫu xòm ở phần rìa của lỗ được xử lý trên phía đi vào và phía đi ra của mũi khoan, và sự mài mòn của đầu mũi khoan.

Trong các Ví dụ IB5 đến IB8, composit của CFRP và Ti được sử dụng. Xét về mặt này, tấm bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và composit được cán mỏng dưới dạng tấm bồi trơn dùng cho quy trình gia công/CFRP/Ti, và thao tác khoan được thực hiện từ phía tấm bồi trơn cho quy trình gia công.

Các Ví dụ so sánh IB1 và IB2

Mỗi tấm trong số tấm bồi trơn được sản xuất để hỗ trợ quy trình gia công e và f được gắn vào phần đi vào của công cụ gia công (khoan carbua gắn kết),

trên vật liệu phôi gia công theo cách tương tự như trong Ví dụ IB1. Tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và vật liệu phôi gia công được lắp vào dụng cụ thao tác khoan sử dụng khuôn dẫn. Thao tác khoan bằng khoan carbua gắn kết được thực hiện ở các điều kiện được thể hiện trong Bảng 28. Bảng 28 thể hiện các kết quả đánh giá các mảnh tróc, các bavaria, và mẫu xòem ở phần rìa của lỗ được xử lý trên phía đi vào và phía đi ra của mũi khoan, và sự mài mòn của đầu mũi khoan. trong Ví dụ so sánh IB2, tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và composit được cán mỏng dưới dạng tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công/CFRP/Ti, và thao tác khoan được thực hiện từ phía tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công.

Đánh giá: độ uốn

Như được thể hiện trên Fig.5, tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công X có chiều rộng 30 mm và chiều dài 150 mm được lắp ở trạng thái nhô ra 100 mm vào khuôn dẫn giữ. Sau đó, tải trọng Z 25 g được cho tác dụng vào phần đầu của tấm bôi trơn hỗ trợ X dùng cho quy trình gia công. Độ dịch chuyển Y từ vị trí của tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công X mà không có tải trọng Z được sử dụng là độ uốn của tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công. Khi tấm bôi trơn hỗ trợ dùng cho quy trình gia công được cắt rời khỏi điểm đỡ ở đó tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công được lắp vào khuôn dẫn đỡ, không thể đo độ uốn.

Các đặc tính tiếp sau

Tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công được quán quanh hình trụ có đường kính 90 mm. Khoảng cách giữa tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và hình trụ được quan sát bằng mắt. Các đặc tính tiếp sau được đánh giá theo tiêu chuẩn đánh giá được mô tả dưới đây.

Tuyệt vời: khoảng cách giữa tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và hình trụ là nhỏ hơn 1 mm.

Tốt: khoảng cách giữa tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và hình trụ là lớn hơn hoặc bằng 1 mm và nhỏ hơn 5 mm.

Kém: khoảng cách giữa tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công và hình trụ là lớn hơn hoặc bằng 5 mm, hoặc không thể quán tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công quanh hình trụ.

Độ dai

Tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công được quán quanh hình trụ có đường kính 90 mm. Sau 24 giờ, trạng thái của tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công được quan sát bằng mắt. Độ dai được đánh giá theo tiêu chuẩn đánh giá được mô tả dưới đây. Các Fig.35 và Fig.36 thể hiện các ảnh chụp thể hiện các đặc tính tiếp sau và các kết quả thử nghiệm độ dai của Ví dụ IA2 và Ví dụ so sánh IA1.

Tuyệt vời: không có vết nứt xuất hiện trên bề mặt tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công.

Tốt: vết nứt nhỏ hơn 1 mm xuất hiện trên bề mặt tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công.

Kém: tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công bị đứt hoặc vỡ, hoặc vết nứt lớn hơn hoặc bằng 1 mm xuất hiện trên bề mặt tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công.

Đánh giá: các mảnh tróc, các bavia, và mẫu xòm

Trong các Ví dụ I và các Ví dụ so sánh I, số lượng các lỗ mà các bavia, các mảnh tróc, và mẫu xòm xuất hiện ở phần rìa của lỗ được xử lý ở lõi vào và lõi ra của mũi khoan được đếm bằng mắt sử dụng kính lúp $\times 10$. Các tiêu chuẩn để đánh giá các bavia, các mảnh tróc, và mẫu xòm như được mô tả dưới đây.

Tiêu chuẩn đánh giá

Các bavia: các phần nhô ra xuất hiện quanh lõi ra của mũi khoan khi công cụ gia công được đi qua từ lõi vào của mũi khoan về phía lõi ra của mũi khoan. Nhiệt độ xung quanh của lỗ được xử lý được đánh giá do ma sát mà kim loại ở phần rìa của lỗ được xử lý bị mềm do đó dễ làm xuất hiện các bavia lớn.

Các mảnh tróc: các phần lõm mà xuất hiện ở lõi vào của mũi khoan và lõi ra của mũi khoan.

Mẫu xòm: hiện tượng trong đó một phần của sợi cấu thành vật liệu composit được gia cường bằng sợi còn lại là các bavaria quanh các lỗ được xử lý mà không bị cắt rời.

Đánh giá: sự mài mòn của đầu mũi khoan

Trong các Ví dụ I và các Ví dụ so sánh I, sự mài mòn của đầu mũi khoan sau khi mở các lỗ theo số lượng các lỗ được xử lý của Bảng 28 được đánh giá bằng mắt sử dụng kính lúp $\times 10$ từ hướng đầu mũi khoan. Tỷ lệ diện tích của mặt số 2 của mũi khoan (khoan carbua gắn kết, RG-GDN, được sản xuất bởi OSG Corp.) sau khi sử dụng (sau sự mài mòn) so với diện tích (100%) của mặt số 2 của mũi khoan ở trạng thái mới chưa được sử dụng được xác nhận, và sự mài mòn của đầu mũi khoan được đánh giá theo tiêu chuẩn đánh giá được mô tả dưới đây. Fig.6 thể hiện sơ đồ của mũi khoan được nhìn từ hướng đầu mũi khoan.

Lớn: nhỏ hơn 80% diện tích của mặt số 2 còn lại.

Trung bình: nhỏ hơn 95% và lớn hơn hoặc bằng 80% diện tích của mặt số 2 còn lại.

Nhỏ: lớn hơn hoặc bằng 95% diện tích của mặt số 2 còn lại.

Đánh giá: lượng các thành phần của chất bôi trơn dùng cho quy trình gia công và lớp kết dính bám vào vật liệu phôi gia công

Sau khi xử lý, tấm bôi trơn dùng cho quy trình gia công được bóc ra khỏi vật liệu phôi gia công, và lượng của các thành phần của chất bôi trơn dùng cho quy trình gia công và lớp kết dính bám vào vật liệu phôi gia công được xác nhận bằng phương pháp chiết dung dịch. Cụ thể là, vật liệu phôi gia công sau khi bóc ra khỏi tấm bôi trơn dùng cho quy trình gia công được ngâm trong nước siêu tinh khiết. Sau đó, chỉ dung môi được cô, tiếp theo là phân hủy bằng axit bromhydric. Polyetylen oxit được phân tích định lượng để xác nhận lượng của các thành phần của chất bôi trơn dùng cho quy trình gia công và lớp kết dính. Kết quả là, trong các Ví dụ I, lượng của các thành phần bám vào là 3×10^{-9} đến 4×10^{-9} g trên mỗi mm^2 của tổng diện tích của phần tiếp xúc giữa vật liệu phôi gia công và vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công và diện tích của phần được gia công.

Bảng 27

Tên của tám bồi trơn để hỗ trợ quy trình gia công		Chế phẩm								Độ dày	Lớp kết đính	Độ uốn	Tính đẻo	Các đặc tính tiếp sau
		Hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A)		Hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B)	Carbon (C)				Kích cỡ hạt trung bình					
					C-1	C-2	C-3	µm						
A-1	A-2	B-1	C-1	C-2	C-3	µm	mm							
phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	phần theo khối lượng	µm	mm							
24	24	47	5			250	1	Có	29	Tuyệt vời	-	Tuyệt vời		
17	17	33	33			250	1	Có	9	Tốt	-	Tốt		
10	10	20	60			250	1	Có	6	Tốt	-	Tốt		
17	17	33		33		150	1	Có	37	Tuyệt vời	-	Tuyệt vời		
Ví dụ so sánh IA1	0	10			50	60	1	Có	Bị đứt	Kém		Kém		
Ví dụ so sánh IA2	0	10			50	60	5	Có	Bị đứt	Kém		Kém		
Ví dụ so sánh IA3	0	10			50	60	1.3	Có	0	Kém		Kém		
Ví dụ so sánh IA4	0	0	50	50		250	*1	-	-	-		-		

Ví dụ so sánh IA5	i	25	25	0	50			250	*2	-	-	-	-
Ví dụ so sánh IA6	j	10	10	80				-	*3	-	-	-	-

*1: Không thể tạo ra tấm do độ nhót quá thấp của chế phẩm nhựa.

*2: Không thể tạo ra tấm do độ nhót quá cao của chế phẩm nhựa.

*3: Không thể tạo ra tấm thực tế bởi vì tấm không có thân và là dễ vỡ.

3

Bảng 28

Loại	Tâm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công		Vật liệu phôi gia công		Các điều kiện xử lý				Số lượng các lỗ	Lối vào của mũi khoan				Lối ra của mũi khoan			Sự mài mòn của đầu mũi khoan
					Đường kính khoan	Số vòng quay	Tốc độ dịch chuyển	Tốc độ		Các mảnh tróc	Các bavia	Mẫu xòm	Các mảnh tróc	Các bavia	Mẫu xòm		
	Tên	Cách bố trí	Vật liệu/cấu tạo	Độ dày	mm	mmφ	rpm	mm/phút		lỗ	/100 lỗ	/100 lỗ	/100 lỗ	/100 lỗ	/100 lỗ	/100 lỗ	
Ví dụ IB1	a	Phần đi vào	Ti	3	6	500	25	100	0	0	-	0	9	-	Nhỏ		
Ví dụ IB2	b	Phần đi vào	Ti	3	6	500	25	100	0	0	-	0	6	-	Nhỏ		
Ví dụ IB3	c	Phần đi vào	Ti	3	6	500	25	100	0	0	-	0	4	-	Nhỏ		
Ví dụ IB4	d	Phần đi vào	Ti	3	6	500	25	100	0	0	-	0	10	-	Nhỏ		
Ví dụ IB5	a	Phần đi vào	CFRP/Ti	5/3	6	1000	50	100	0	0	0	18	12	-	Nhỏ		
Ví dụ IB6	b	Phần đi vào	CFRP/Ti	5/3	6	1000	50	100	0	0	0	8	9	-	Nhỏ		
Ví dụ IB7	c	Phần đi vào	CFRP/Ti	5/3	6	1000	50	100	0	0	0	0	9	-	Nhỏ		
Ví dụ IB8	d	Phần đi vào	CFRP/Ti	5/3	6	1000	50	100	0	0	0	0	18	-	Nhỏ		
Ví dụ so sánh IB1	e	Phần đi vào	Ti	3	6	500	25	100	10	0	-	9	80	-	Trung bình		
Ví dụ so sánh IB2	f	Phần đi vào	CFRP/Ti	5/3	6	1000	50	100	62	0	59	49	87	89	Lớn		

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Trong quy trình gia công của vật liệu phôi gia công, đặc biệt, vật liệu khó gia công, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công của sáng chế có khả năng áp dụng công nghiệp làm tấm mà cải thiện chất lượng xử lý của nó và giảm chi phí xử lý.

Danh sách số chỉ dẫn

- 1 ... Vật liệu phôi gia công
- 2 ... Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công
- 3 ... Công cụ gia công
- X ... Tấm bôi trơn để hỗ trợ quy trình gia công
- Y ... Độ dịch chuyển
- Z ... Tải trọng

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công chứa:

hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) có khối lượng phân tử trung bình khối bằng hoặc lớn hơn 5×10^4 và nhỏ hơn hoặc bằng 1×10^6 ;

hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) có khối lượng phân tử trung bình khối bằng hoặc lớn hơn 1×10^3 và nhỏ hơn 5×10^4 ; và

cacbon (C), trong đó

hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) và hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) được chọn từ nhóm bao gồm các nhựa nhiệt dẻo tan trong nước, các nhựa nhiệt dẻo không tan trong nước, các nhựa rắn nhiệt tan trong nước và các nhựa rắn nhiệt không tan trong nước,

khác biệt ở chỗ cacbon (C) này có kích cỡ hạt trung bình bằng 100 μm hoặc lớn hơn.

2. Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công theo điểm 1, trong đó hình dạng của cacbon (C) là hình dạng vảy.

3. Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công theo điểm 1 hoặc 2, trong đó:

hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) là nhựa nhiệt dẻo có khối lượng phân tử trung bình khối bằng hoặc lớn hơn 5×10^4 và nhỏ hơn hoặc bằng 1×10^6 , và

hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) là nhựa nhiệt dẻo có khối lượng phân tử trung bình khối bằng hoặc lớn hơn 1×10^3 và nhỏ hơn hoặc bằng 2×10^4 .

4. Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó

hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) chứa nhựa nhiệt dẻo tan trong nước và/hoặc nhựa nhiệt dẻo không tan trong nước, trong đó:

nhựa nhiệt dẻo tan trong nước là một hoặc nhiều nhựa được lựa chọn từ nhóm gồm có hợp chất polyalkylen oxit, hợp chất polyalkylen glycol, hợp chất este của polyalkylen glycol, hợp chất ete của polyalkylen glycol, hợp chất

monostearat của polyalkylen glycol, uretan tan trong nước, nhựa polyete tan trong nước, polyeste tan trong nước, natri poly(met)acrylat, polyacrylamit, polyvinylpyrrolidon, rượu polyvinyl, các sacarit, và polyamit biến tính, và

nhựa nhiệt dẻo không tan trong nước là một hoặc nhiều nhựa được lựa chọn từ nhóm gồm có polyme uretan, polyme acrylic, polyme vinyl axetat, polyme vinyl clorua, polyme polyeste, nhựa polystyren, và copolyme của chúng.

5. Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó:

hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) là một hoặc nhiều hợp chất được lựa chọn từ nhóm gồm có hợp chất polyalkylen glycol, hợp chất monoete của polyalkylen oxit, hợp chất monostearat của polyalkylen oxit, và hợp chất polyalkylen oxit.

6. Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó:

hàm lượng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A) là từ 20 đến 60 phần theo khối lượng so với 100 phần theo khối lượng trong tổng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C),

hàm lượng của hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B) là từ 10 đến 75 phần theo khối lượng so với 100 phần theo khối lượng trong tổng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C), và

hàm lượng của cacbon (C) là từ 5 đến 70 phần theo khối lượng so với 100 phần theo khối lượng trong tổng của hợp chất có trọng lượng phân tử lớn (A), hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình (B), và cacbon (C).

7. Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó:

vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công có hình dạng tấm có độ dày bằng 0,1 mm hoặc lớn hơn và nhỏ hơn hoặc bằng 20 mm.

8. Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó độ uốn là bằng hoặc lớn hơn 5 mm.

9. Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, còn chứa lớp kết dính trên mặt được cho tiếp xúc với vật liệu phôi gia công.

10. Vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công theo điểm 9, trong đó lớp kết dính chứa polyme acrylic.

11. Phương pháp gia công bao gồm bước gia công để tạo ra phần được gia công bằng cách gia công vật liệu phôi gia công bằng công cụ gia công trong khi cho vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10 tiếp xúc với công cụ gia công và/hoặc phần cần được xử lý của vật liệu phôi gia công, trong đó:

vật liệu phôi gia công bao gồm vật liệu composit được gia cường bằng sợi, vật liệu kim loại khó gia công, hoặc vật liệu composit của vật liệu composit được gia cường bằng sợi và vật liệu kim loại khó gia công.

12. Phương pháp gia công theo điểm 11, trong đó:

bước gia công là bước tạo ra phần được gia công có lỗi ra và lỗi vào của công cụ gia công, và

phương pháp gia công này bao gồm, trước bước gia công là bước tiếp xúc sát để làm cho vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công tiếp xúc sát từ trước với phần mà là lỗi ra và/hoặc phần mà là lỗi vào của công cụ gia công, trên vật liệu phôi gia công.

13. Phương pháp gia công theo điểm 12, trong đó:

trong bước tiếp xúc sát, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được cho tiếp xúc sát từ trước với phần mà là lỗi ra của công cụ gia công, trên vật liệu phôi gia công.

14. Phương pháp gia công theo điểm 12 hoặc 13, trong đó:

trong bước tiếp xúc sát, vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công được cho tiếp xúc sát từ trước với phần mà là lối vào của công cụ gia công, trên vật liệu phôi gia công.

15. Phương pháp gia công theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 11 đến 14, trong đó:

phương pháp gia công này bao gồm, trước bước gia công là bước tiếp xúc để làm cho vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công tiếp xúc từ trước với công cụ gia công.

16. Phương pháp gia công theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 11 đến 15, trong đó:

trong bước gia công, phần được gia công được tạo thành bằng cách gia công vật liệu phôi gia công được cho tiếp xúc sát với vật liệu bôi trơn hỗ trợ quy trình gia công ở trạng thái mà vật liệu bôi trơn khác hỗ trợ quy trình gia công được cho tiếp xúc với công cụ gia công.

17. Phương pháp gia công theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 11 đến 16, trong đó:

độ dày của vật liệu phôi gia công là bằng hoặc lớn hơn 10 mm.

18. Phương pháp gia công theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 11 đến 17, trong đó:

trong bước gia công, lỗ được tạo ra bằng thao tác khoan sử dụng khoan làm công cụ gia công.

19. Phương pháp gia công theo điểm 18, trong đó:

đường kính của lỗ là bằng hoặc lớn hơn 10 mm.

20. Phương pháp gia công theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 11 đến 19, trong đó:

vật liệu composit được gia cường bằng sợi là chất dẻo được gia cường bằng sợi cacbon.

21. Phương pháp gia công theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 11 đến 20, trong đó

vật liệu kim loại khó gia công bao gồm ít nhất một thành phần được lựa chọn từ nhóm gồm có hợp kim titan, hợp kim nhôm, hợp kim magie, thép hợp kim thấp, thép không gỉ, và hợp kim chịu nhiệt.

22. Phương pháp gia công theo điểm 21, trong đó:

vật liệu kim loại khó gia công là hợp kim titan Ti-6Al-4V.

23. Phương pháp gia công theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 11 đến 22, trong đó

phần cần được xử lý của vật liệu phôi gia công có bề mặt được làm cong.

Fig.1

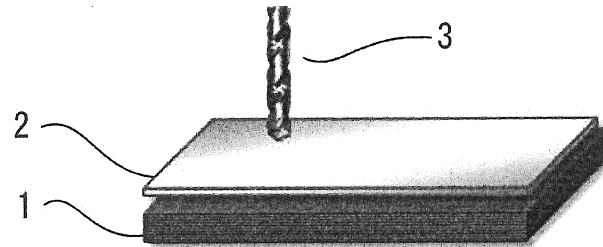


Fig.2

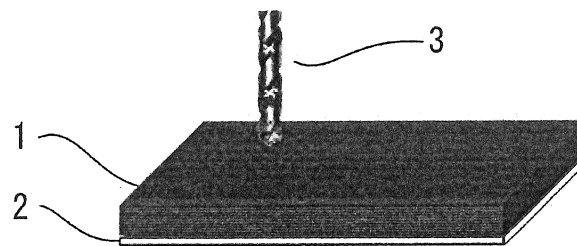


Fig.3

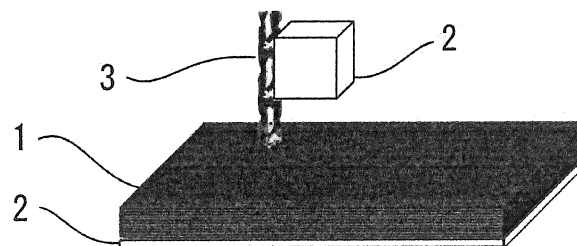


Fig.4

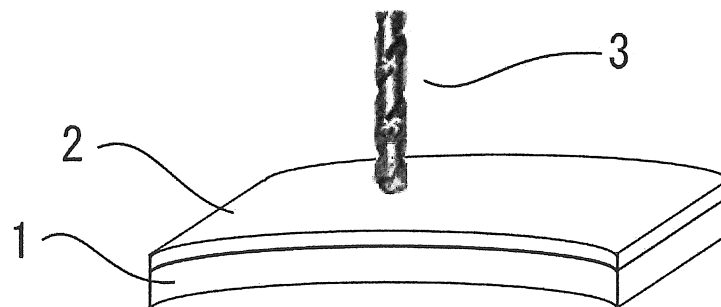


Fig.5

2/12

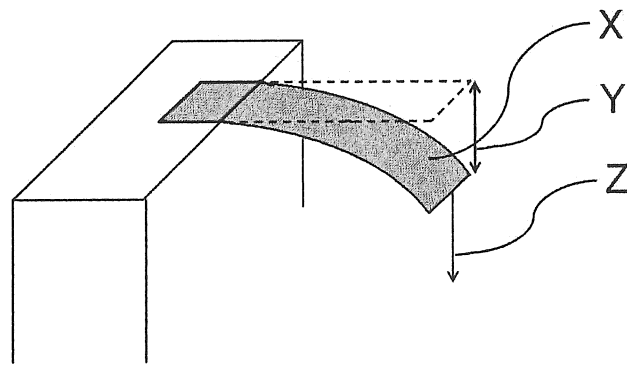


Fig. 6

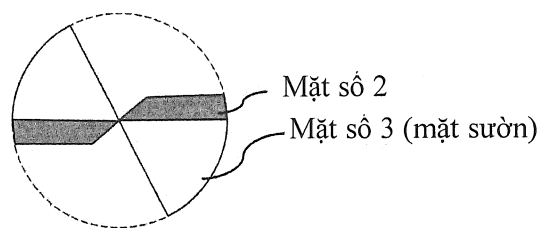


Fig. 7

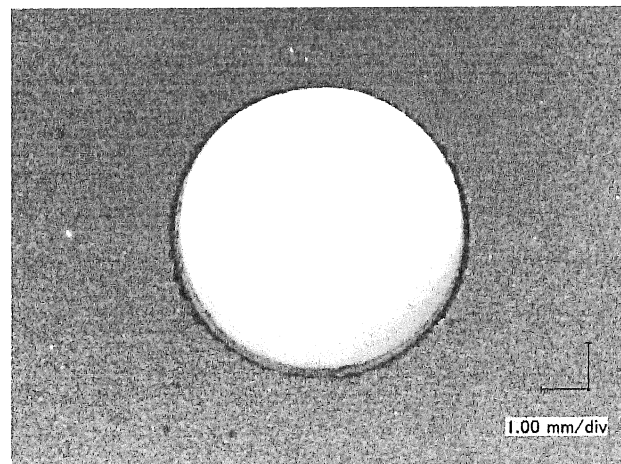


Fig. 8

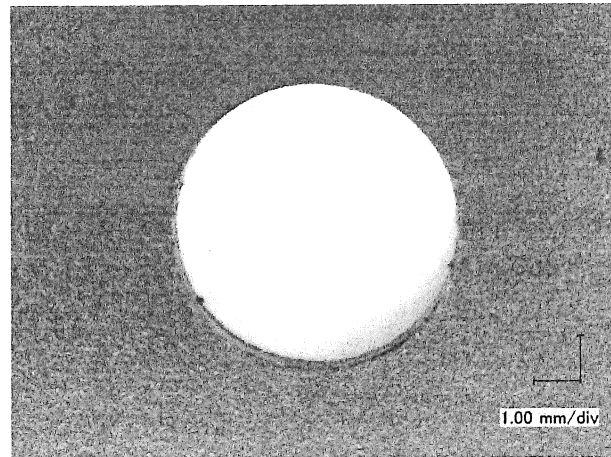


Fig.9

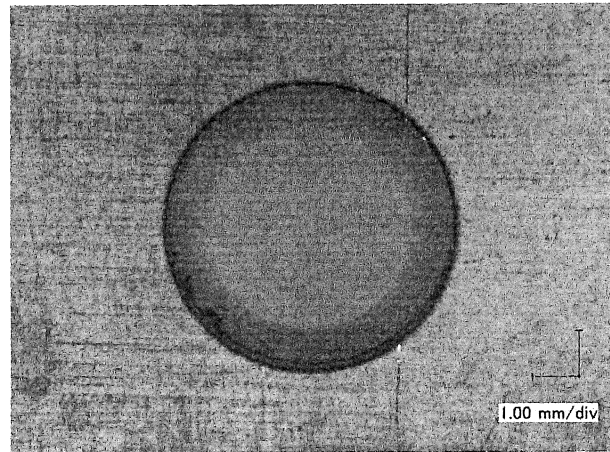


Fig.10

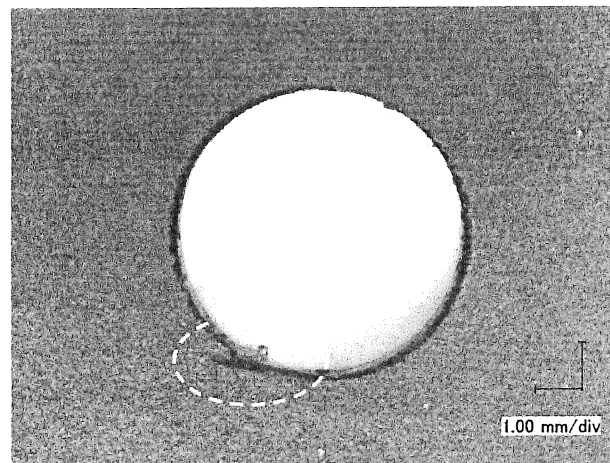


Fig.11

4/12

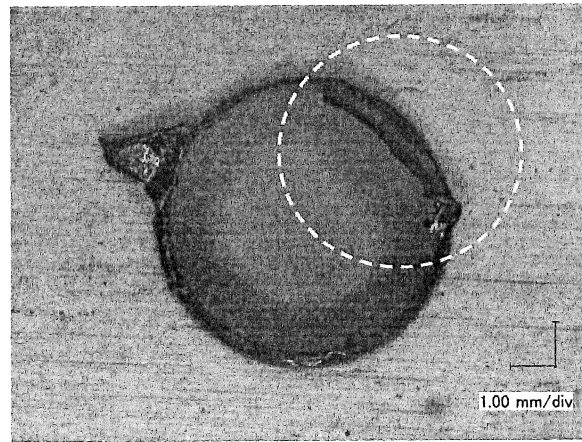


Fig.12

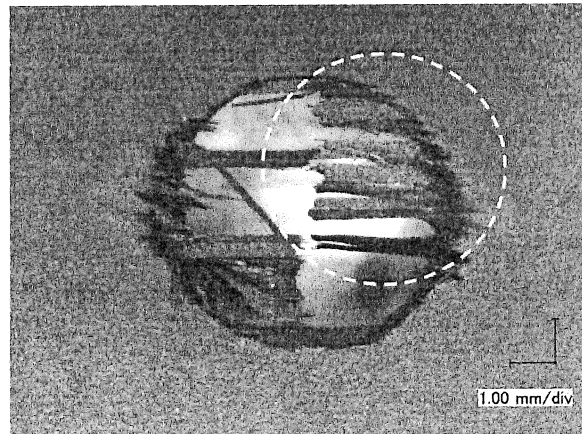


Fig.13

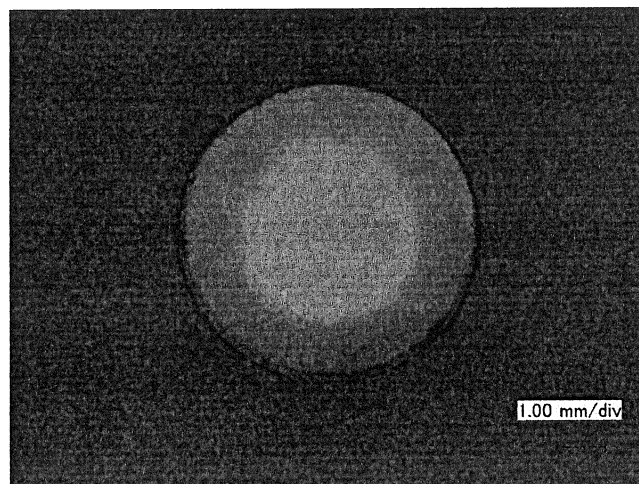


Fig.14

5/12

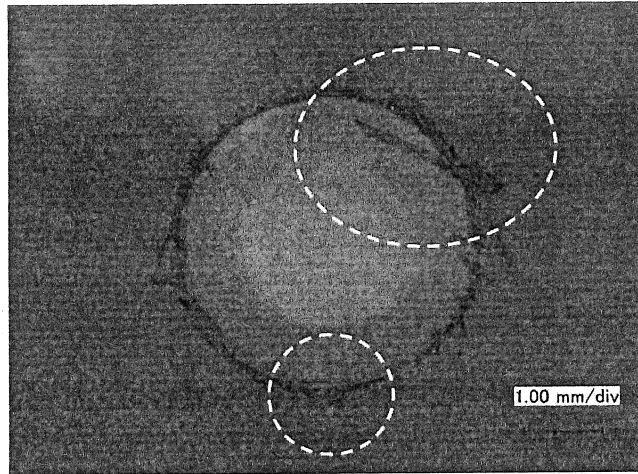


Fig.15

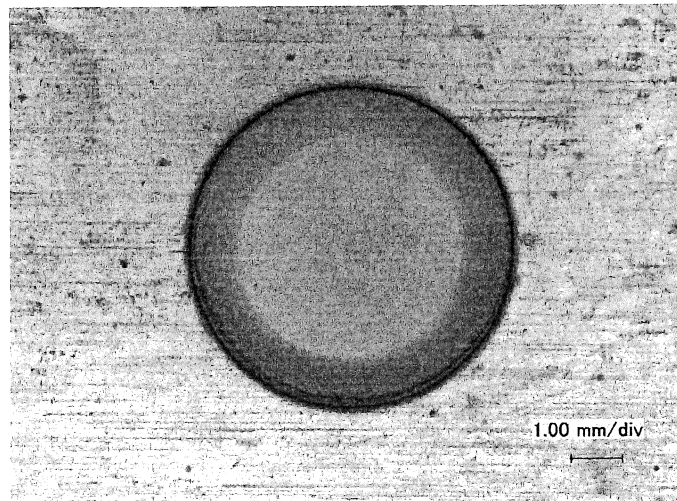
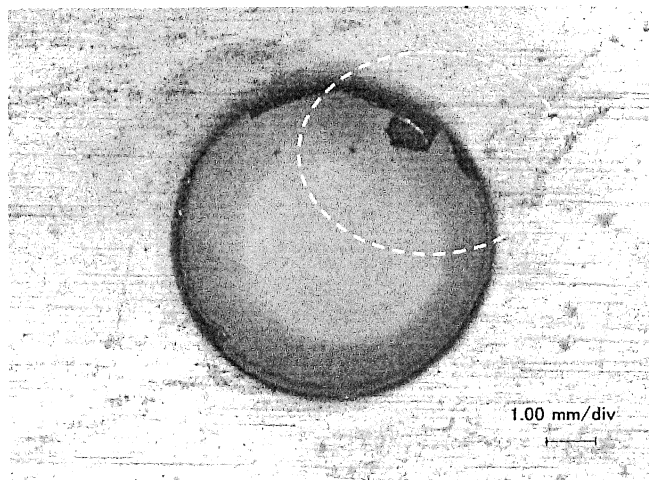


Fig.16



6/12

Fig.17

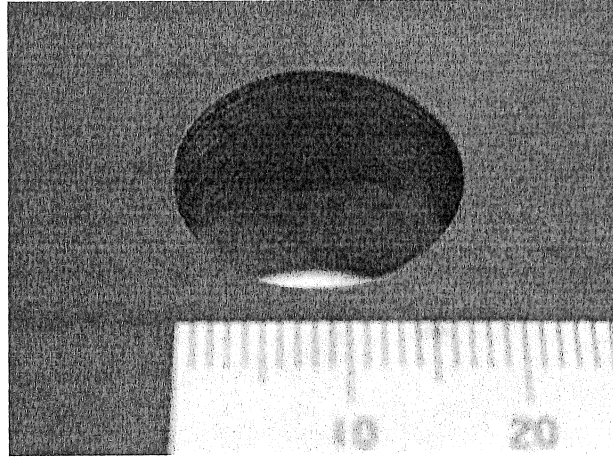


Fig.18

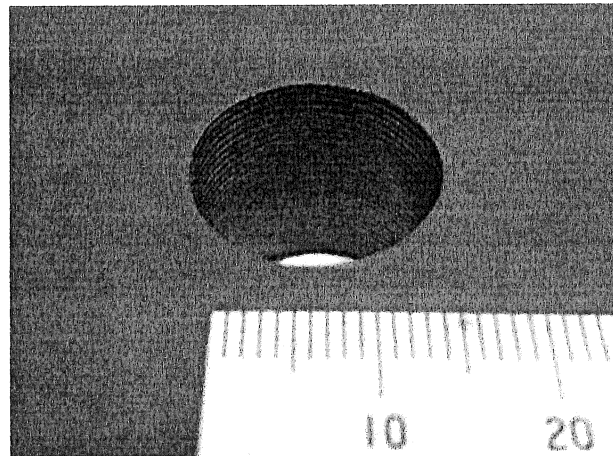
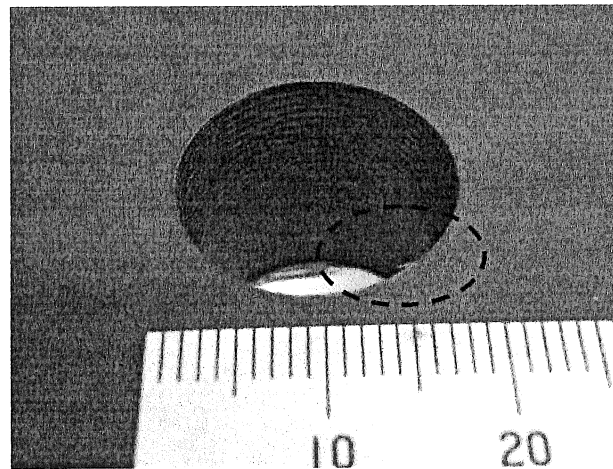


Fig.19



7/12

Fig.20

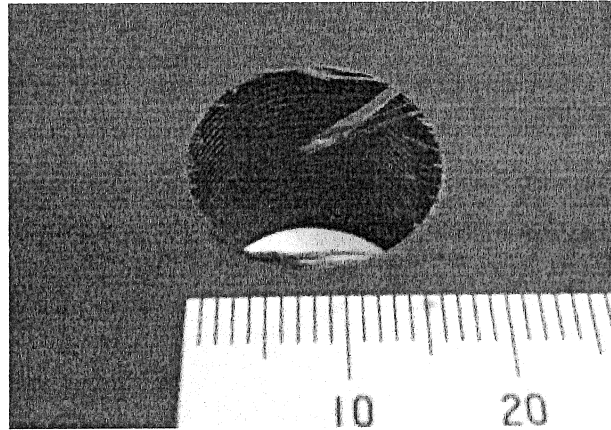


Fig.21

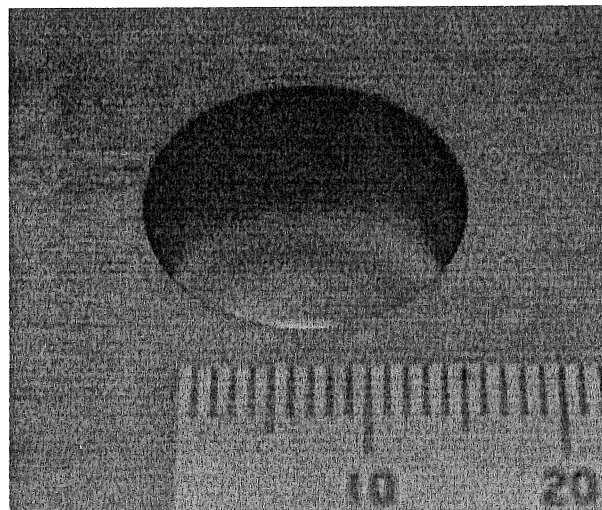


Fig.22

8/12

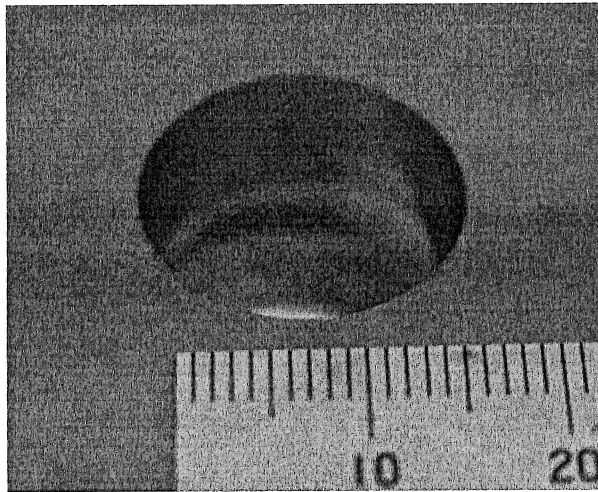


Fig.23

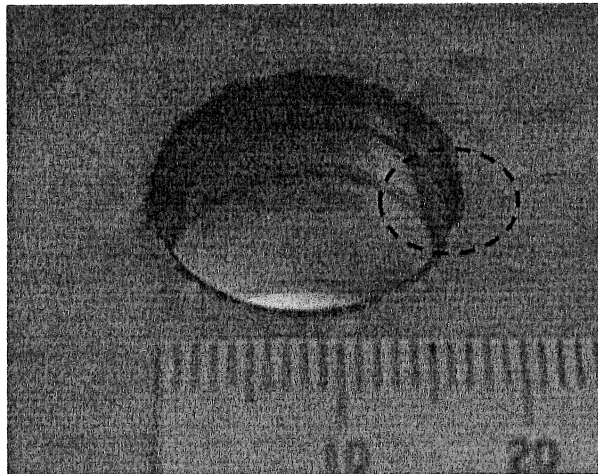
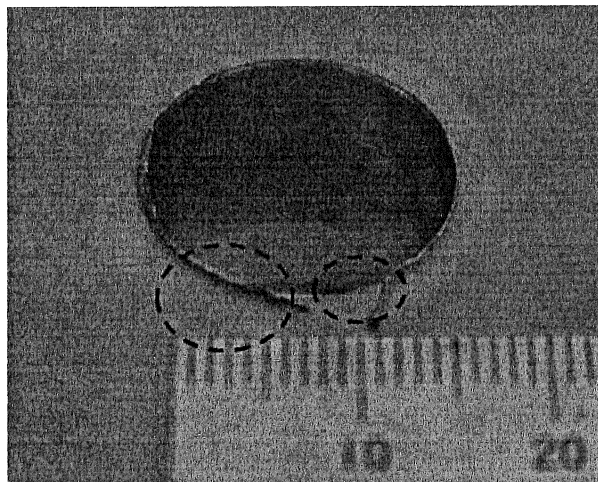


Fig.24



9/12

Fig.25

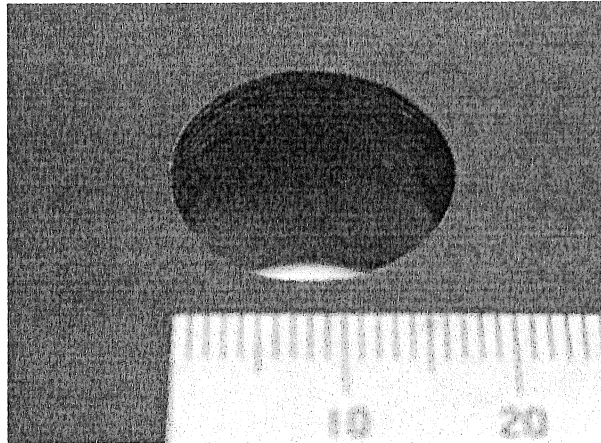


Fig.26

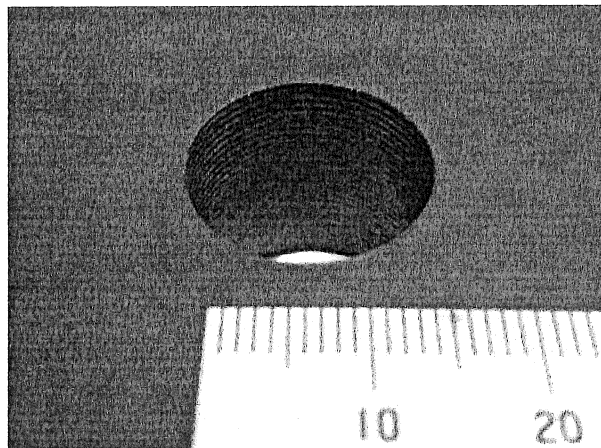
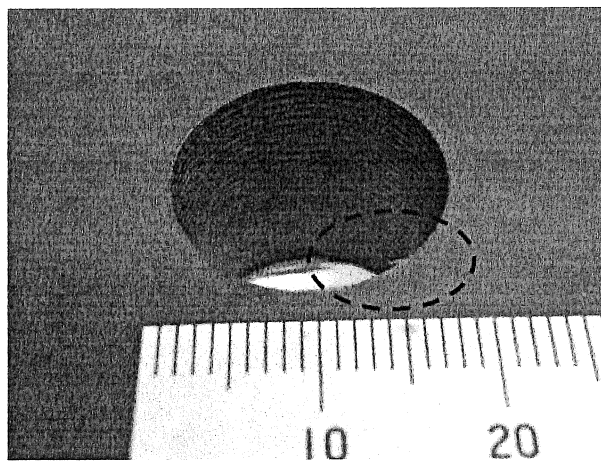


Fig.27



10/12

Fig.28

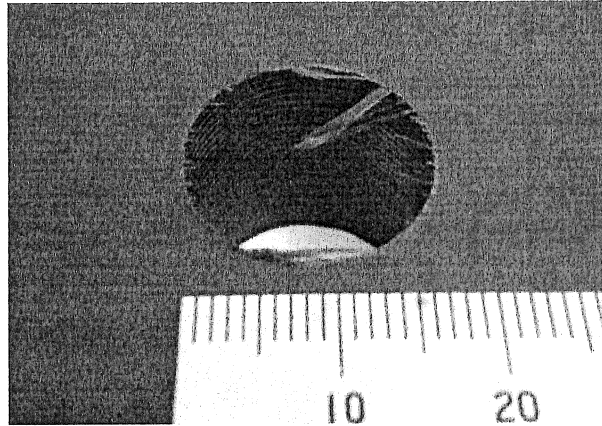


Fig.29

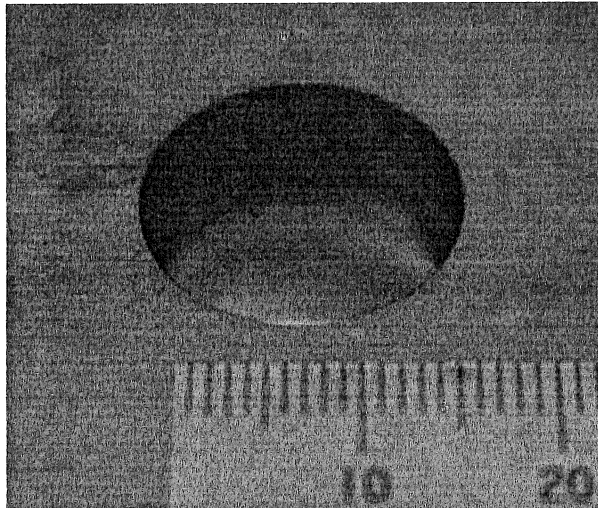
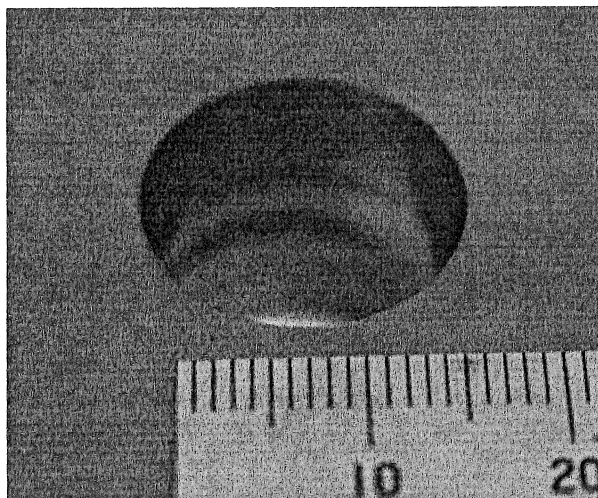


Fig.30



11/12

Fig.31

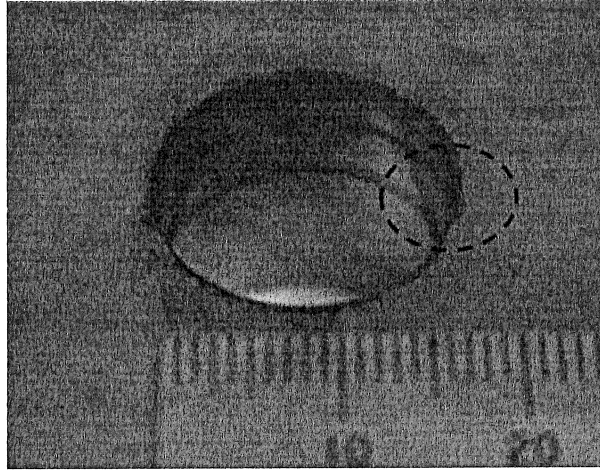


Fig.32

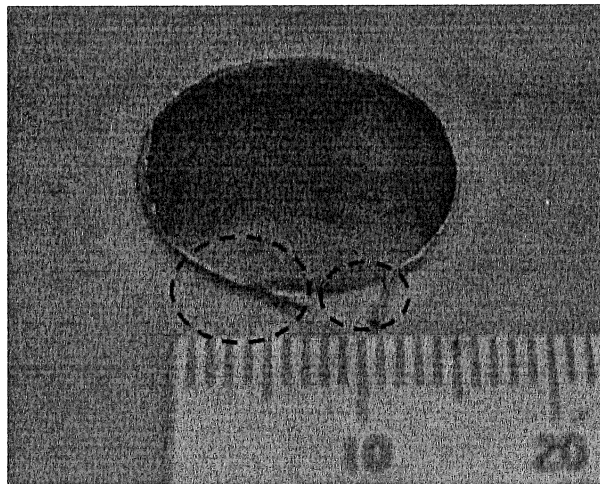


Fig.33

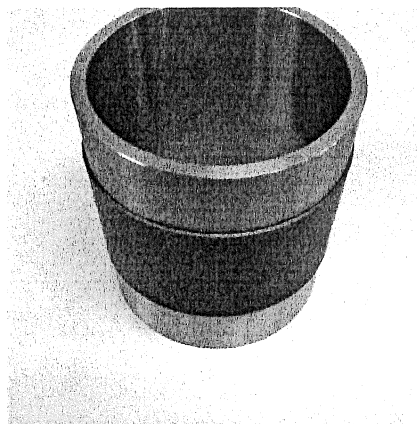


Fig.34

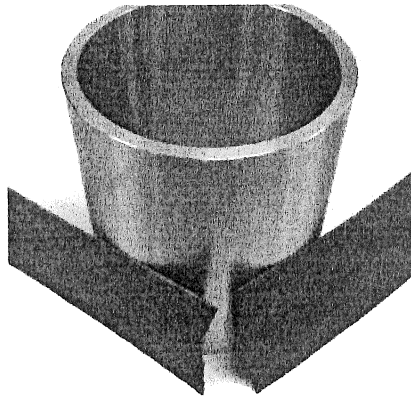


Fig.35



Fig.36

