



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

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

(11)



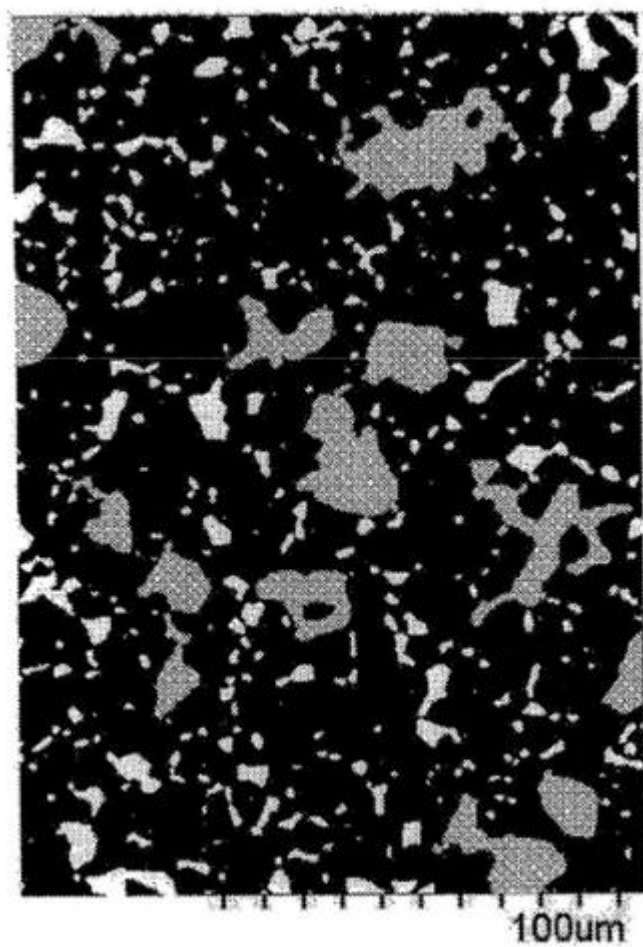
1-0034889

(51)⁷ C22C 29/10; F16C 33/12; F04D 29/046; (13) B
C22C 29/02

-
- (21) 1-2018-04407 (22) 23/02/2017
(86) PCT/JP2017/006735 23/02/2017 (87) WO 2017/154587 14/09/2017
(30) 2016-043517 07/03/2016 JP
(45) 27/03/2023 420 (43) 25/07/2019 376A
(73) 1. EBARA CORPORATION (JP)
11-1, Haneda Asahi-cho, Ohta-ku, Tokyo 144-8510, Japan
2. NIPPON TUNGSTEN CO., LTD (JP)
2-8, Minoshima 1-chome, Hakata-ku, Fukuoka-shi, Fukuoka 812-8538, Japan
(72) ITO, Nobuaki (JP); SUGIYAMA, Kenichi (JP); YAKUWA, Hiroshi (JP);
TAKAHASHI, Norio (JP); KOMIYA, Makoto (JP); FUJIMOTO, Kenji (JP).
(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)
-

(54) VẬT LIỆU TRƯỢT, BẠC LÓT TRỤC VÀ MÁY BƠM CÓ BỐ TRÍ BẠC LÓT TRỤC NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến vật liệu trượt TiC_x -(Ti-Mo) có pha liên kết được làm bằng hợp kim Ti-Mo, và pha cứng chứa TiC_x , trong đó vật liệu trượt TiC_x -(Ti-Mo) đáp ứng tất cả các điều kiện: (1) tổng diện tích của pha liên kết và pha cứng lớn hơn hoặc bằng 90% diện tích của trường nhìn, (2) tổng diện tích của pha liên kết lớn hơn hoặc bằng 15% và nhỏ hơn hoặc bằng 20% diện tích của trường nhìn, (3) trong pha liên kết, tổng diện tích của pha liên kết có đường kính tương đương lớn hơn hoặc bằng 10 μm và nhỏ hơn hoặc bằng 50 μm được tính theo giả định rằng diện tích pha liên kết có dạng hình tròn lớn hơn hoặc bằng 60% và nhỏ hơn hoặc bằng 80% tổng diện tích của pha liên kết, (4) trong pha liên kết, tổng diện tích của pha liên kết có đường kính tương đương nhỏ hơn 10 μm được tính theo giả định rằng diện tích pha liên kết có dạng hình tròn lớn hơn hoặc bằng 20% và nhỏ hơn hoặc bằng 40% tổng diện tích của pha liên kết, và (5) Mật độ của Mo trong pha liên kết lớn hơn hoặc bằng 25% trọng lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 35% trọng lượng.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến bạc lót trục được sử dụng cho máy bơm và thiết bị tương tự và vật liệu trượt của bạc lót trục, và cụ thể hơn là đề cập đến bạc lót trục được sử dụng trong môi trường trong đó bạc lót trục này bị tiếp xúc với các chất lỏng ăn mòn như nước biển và chất thải, và máy bơm sử dụng bạc lót trục này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trục quay được bố trí trong máy bơm để truyền mômen từ máy dẫn động như động cơ để quay cánh bơm này đến cánh bơm khác. Cánh bơm trong máy bơm được bao quanh bằng vỏ và bị tiếp xúc với nước khi nó vận chuyển nước. Trục quay chủ yếu được kết nối từ bên ngoài vỏ vào cánh bơm bên trong vỏ, và do vậy một phần trục quay bị tiếp xúc với nước. Hơn nữa, trục quay được đỡ bởi ổ đỡ như ổ đỡ trượt để tiếp nhận lực tác động theo chiều quay của trục quay. Ổ đỡ trượt cho hầu hết các máy bơm được bố trí dưới nước.

Trục quay trượt ở phần mà ổ đỡ trượt được bố trí và do vậy trở nên bị mài mòn đáng kể nếu tốc độ quay cao hoặc cát cứng hoặc loại tương tự được trộn vào trong nước. Trong trường hợp như vậy, chi tiết hình trụ được gọi là bạc lót được làm bằng vật liệu có sức chịu ăn mòn cao hơn sức chịu ăn mòn của trục quay trong một số trường hợp được bố trí quanh chu vi ngoài của trục quay để trượt với ổ đỡ trượt. Vị trí và số lượng ổ đỡ trượt được bố trí phụ thuộc vào điều kiện như độ dài của trục quay, trọng lượng của thân quay, và tốc độ quay.

Thông thường, độ cứng của vật liệu càng cao, sức chịu ăn mòn của vật liệu càng cao. Do đó, đối với vật liệu được sử dụng làm bạc lót, vật liệu cacbua xementit có sức chịu ăn mòn cao trong đó các hạt gốm như WC (vonfam cacbua) được phân tán trên kim loại nền, ví dụ như Co và Ni được sử dụng.

Tuy nhiên, bạc lót được lắp trong máy bơm để bơm các chất lỏng ăn mòn như nước biển và chất thải không những cần phải có sức chịu ăn mòn, mà còn phải có sức chịu ăn

mòn. Đối với vật liệu có sức chịu mài mòn và sức chịu ăn mòn cao, bạc lót có pha liên kết được làm bằng hợp kim Ti-Mo và pha cứng chứa TiC đã được đề xuất.

Theo tài liệu sáng chế 1, khi một vật liệu thông thường, trong đó các hạt gốm như WC (vonfam cacbua) được phân tán trên kim loại nền như Co và Ni được sử dụng, có một vấn đề trong đó sức bền và sức chịu ăn mòn của bạc lót không thể được duy trì khi Co và Ni bị tách rửa do ăn mòn và do vậy WC (vonfam cacbua) rơi ra khỏi vật liệu. Do đó, bạc lót được làm bằng vật liệu cacbua xementit có pha liên kết được làm bằng hợp kim otecti Ti-Mo, trong đó các hạt TiC được phân tán đồng đều đã được đề xuất nhằm mục đích khắc phục các nhược điểm nêu trên. Liên quan đến hợp kim otecti Ti-Mo, tài liệu sáng chế 1 đề xuất rằng: bản thân hợp kim có sức chịu ăn mòn cao, độ cứng được cải thiện bằng cách phân tán mịn pha α -Ti và pha β -TiMo, và sự ăn mòn do sự tiếp xúc với các loại kim loại khác nhau gây ra có thể được ngăn ngừa.

Trong tài liệu sáng chế 2, bạc lót được đề xuất được làm bằng gốm kim loại được sản xuất từ khối được nung kết, là vật liệu cacbua xementit có các hạt TiC được phân tán đồng đều trong pha liên kết của hợp kim Ti-Mo và có hàm lượng TiC nằm trong khoảng từ 90% trọng lượng đến 70% trọng lượng làm pha cứng và hàm lượng hợp kim otecti Ti-Mo nằm trong khoảng từ 10% trọng lượng đến 30% trọng lượng.

Theo những đề xuất được nêu trong các tài liệu sáng chế này, đã gợi ý rằng sức chịu mài mòn cũng như sức chịu ăn mòn, độ chống trượt, và đặc tính chống sây sứt được cải thiện.

Tuy nhiên, theo tài liệu sáng chế 3 mô tả về hợp kim nung kết Ti-Mo-TiC, C trong TiC được hòa lẫn ở phía Ti và phía Mo trong khi nung kết, và pha TiC đặc biệt là pha $\text{TiC}_{0,5}$ và hợp kim pha Ti-Mo (pha β -Ti) được tạo ra sau khi nung kết. Còn đề xuất rằng, ví dụ, khi một lượng lớn vật liệu Ti thô chưa nung dạng bột có kích thước hạt nhỏ hơn hoặc bằng 45 μm được chứa trong hợp kim nung kết Ti-Mo-TiC, C được khuếch tán thêm và sự tăng sinh hạt đáng kể trong pha TiC_x xảy ra trong quá trình trong đó $\text{TiC}_{1,0}$ chuyển đổi thành $\text{TiC}_{0,5}$. Vì lý do này, đã đề xuất rằng hợp kim nung kết Ti-Mo-TiC có độ cứng và sức bền suy giảm. Đã đề xuất thêm rằng, việc sản xuất hợp kim nung kết Ti-Mo-TiC sử dụng bột Ti

mịn là cực khó do Ti là chất có hoạt tính, và hợp kim nung kết Ti-Mo-TiC đã sản xuất không thể được sử dụng trong ứng dụng công nghiệp do các tính chất vật lý suy giảm đáng kể theo hàm lượng oxy hoặc hàm lượng nitơ hòa tan.

Lưu ý rằng, bạc lót được làm bằng vật liệu cacbua xementit dễ bị vỡ khi bị tác động bởi lực va chạm trong khi quay. Đặc biệt, tốc độ quay càng nhanh thì các vật thể lạ xâm nhập vào trong phần trượt càng nhiều, lực va chạm được tạo ra càng dễ dàng hơn, thường dẫn đến nứt vỡ bạc lót. Hơn nữa, khi các vật thể lạ xâm nhập vào phần trượt được bố trí giữa bạc lót và ổ đỡ trượt, trong khi chúng trượt so với nhau, các vật thể lạ sẽ tiếp xúc với bề mặt bạc lót và để lại vết xước. Vết xước này gây ra sự hình thành rạn nứt và do đó làm giảm sức bền của bạc lót. Do vậy, bạc lót dễ bị vỡ hơn.

Trong những năm gần đây, đã xuất hiện nhu cầu đối với máy bơm có khả năng bơm một lượng nước lớn với độ cao của nước dâng cao hơn khi bơm nước và các phương tiện xả, và do vậy trục quay trở nên dày hơn và dài hơn và tốc độ quay trở nên nhanh hơn. Hơn nữa, là hệ quả của sự biến đổi khí hậu trong những năm gần đây, một lượng lớn đất và cát và sỏi được mang vào các dòng sông và biển hoặc được đưa lên từ đáy của các sông hoặc đáy biển do những cơn mưa lớn và các trận lũ lụt, dẫn đến tình trạng trong đó đất và cát và sỏi bị trộn vào trong nước được bơm lên.

Theo đó, môi trường yêu cầu phải sử dụng bạc lót của máy bơm phải chịu các điều kiện ngày càng khắc nghiệt, trong đó bạc lót dễ bị vỡ hơn bao giờ hết. Do vậy, bạc lót được mong đợi có khả năng chịu được điều kiện này, tức là, bạc lót được mong đợi được làm bằng vật liệu có giá trị độ bền chống gãy cao hơn so với giá trị độ bền chống gãy của các vật liệu hiện hành. Lưu ý rằng "độ bền" tham chiếu đến sức bền liên quan đến giai đoạn phát triển sớm cho đến giai đoạn phát triển của sự rạn nứt, và "giá trị độ bền chống gãy" là một chỉ số về sức bền này.

Với vật liệu có sức chịu ăn mòn và sức chịu mài mòn cao có pha liên kết được làm bằng hợp kim Ti-Mo và pha cứng chứa TiC, độ cứng và sức bền chống gãy của vật liệu này không tương quan tuyến tính và độ cứng có một điểm trong đó sức bền chống gãy trở nên lớn nhất. Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.1, khi độ cứng tăng lên, thì sức bền chống gãy

cũng tăng lên cho đến khi độ cứng đạt 800 N dựa trên độ cứng Vickers bằng HV30 (30 kgf). Tuy nhiên, sức bền chống gãy trở thành lớn nhất khi độ cứng bằng 800 N. Khi độ cứng lớn hơn 800 N, sức bền chống gãy có chiều hướng giảm đi khi độ cứng tăng lên. Tuy nhiên, do lượng mài mòn tăng lên khi độ cứng giảm đi, vật liệu có đặc tính như vậy là không phù hợp để làm chi tiết trượt. Do đó, đã xuất hiện nhu cầu đối với vật liệu trượt có lượng mài mòn thấp, độ cứng cao, và sức bền chống gãy cao.

Danh mục các tài liệu viện dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 2000-161361

Tài liệu sáng chế: Đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 2003-129166

Tài liệu sáng chế 3: Đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 2004-190097

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Mục đích của sáng chế là tạo ra: vật liệu trượt có pha liên kết được làm bằng hợp kim Ti-Mo và pha cứng chứa TiC, có sức chịu ăn mòn cao, độ cứng, và sức bền chống gãy cao, bạc lót được làm bằng vật liệu trượt này, có sức chịu ăn mòn, sức chịu mài mòn, và độ chống nứt vỡ cao, và máy bơm lắp bạc lót này.

Giải pháp cho vấn đề

Sáng chế đề xuất vật liệu trượt TiC-(Ti-Mo) có pha liên kết được làm bằng hợp kim Ti-Mo, và pha cứng chứa TiC_x trong đó x nằm trong khoảng từ 0,5 đến 0,7, trong đó trên ảnh điện tử tán xạ ngược thu được bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM) ở độ phóng đại bằng 400 lần, của vật liệu trượt TiC-(Ti-Mo) trong trường nhìn bằng $317\ \mu m \times 220\ \mu m$, là

các giá trị được chuyển đổi từ số lượng các điểm ảnh trong trường nhìn (sau đây, được viết tắt là "trường quan sát SEM"), vật liệu trượt TiC-(Ti-Mo) đáp ứng tất cả các điều kiện từ (1) đến (5) sau đây:

(1) tổng diện tích của pha liên kết và pha cứng lớn hơn hoặc bằng 90% diện tích trường quan sát SEM,

(2) tổng diện tích của pha liên kết lớn hơn hoặc bằng 15% và nhỏ hơn hoặc bằng 20% diện tích trường quan sát SEM,

(3) trong pha liên kết, tổng diện tích của pha liên kết có đường kính lớn hơn hoặc bằng 10 μm và nhỏ hơn hoặc bằng 50 μm được tính theo giả định rằng diện tích pha liên kết có dạng hình tròn lớn hơn hoặc bằng 60% và nhỏ hơn hoặc bằng 80% tổng diện tích của pha liên kết,

(4) trong pha liên kết, tổng diện tích của pha liên kết có đường kính tương đương nhỏ hơn 10 μm được tính theo giả định rằng diện tích pha liên kết có dạng hình tròn lớn hơn hoặc bằng 20% và nhỏ hơn hoặc bằng 40% tổng diện tích của pha liên kết, và

(5) Mật độ của Mo trong pha liên kết nằm trong khoảng từ 25% trọng lượng đến 35% trọng lượng.

Vật liệu trượt TiC-(Ti-Mo) tốt hơn bao gồm TiC với lượng nằm trong khoảng từ 80% khối lượng đến 90% khối lượng và hợp kim Ti-Mo với lượng nằm trong khoảng từ 10% khối lượng đến 20% khối lượng.

Các bước tính tỷ lệ diện tích bằng cách quan sát dưới kính hiển vi điện tử quét (sau đây, được viết tắt là "SEM") như sau.

Ảnh điện tử tán xạ ngược của mẫu vật kiểm tra bằng SEM ở độ phóng đại quan sát bằng 400 lần được quan sát và sự phân tích hình ảnh được thực hiện trên trường nhìn (317 $\mu\text{m} \times 220 \mu\text{m}$). Trên hình ảnh SEM, các vùng được hiển thị màu trắng là pha kim loại hoặc pha hợp kim, và các vùng được hiển thị màu đen là pha cacbua. Diện tích của mỗi một vùng được hiển thị màu trắng được xác định bằng xử lý nhị phân, và đường kính của diện

tích được tính theo giả định rằng diện tích có dạng hình tròn. Tổng diện tích của các vùng có đường kính tương đương lớn hơn hoặc bằng 10 μm và nhỏ hơn hoặc bằng 50 μm , tổng diện tích của các vùng có đường kính tương đương nhỏ hơn 10 μm , và tổng diện tích của các vùng có đường kính tương đương lớn hơn 50 μm được xác định, và tỷ lệ của tổng diện tích của các vùng được hiển thị màu trắng với tổng diện tích của mỗi vùng được tính. Ít nhất 5 trường quan sát SEM được chọn và giá trị trung bình của chúng được xác định là tỷ lệ diện tích.

Đối với mật độ của Mo trong pha liên kết, phân tích điểm được thực hiện trên ít nhất 10 điểm được chọn từ pha liên kết bất kỳ trong trường quan sát SEM sử dụng phổ tán sắc năng lượng tia X (energy-dispersive X-ray spectrometry - EDX), và giá trị trung bình của chúng được xác định là mật độ của Mo.

Vật liệu trượt theo sáng chế có thể còn bao gồm pha thứ ba khác với pha liên kết, pha cứng, pha Ti, và pha Mo, với lượng nhỏ hơn 10% diện tích trường quan sát SEM. Các ví dụ về pha thứ ba tốt hơn bao gồm: dung dịch đặc tương hỗ của hai hoặc nhiều nguyên tố kim loại được chọn từ nguyên tố kim loại nhóm 5, nguyên tố kim loại nhóm 6 được liệt kê trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học và Ti, trừ Ti-Mo, hoặc cacbua, nitrit, và nitrit-cacbon của một hoặc nhiều nguyên tố kim loại được chọn từ nguyên tố kim loại nhóm 5, nguyên tố kim loại nhóm 6 được liệt kê trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học và Ti, trừ TiC, và tổ hợp của các nguyên tố trên. Sự có mặt của pha thứ ba làm giảm tương đối về tổng số pha liên kết và pha cứng, việc này làm hạ thấp sức bền của hợp kim hai pha bao gồm pha Ti-Mo và pha TiCx và do vậy làm giảm sức bền uốn. Theo đó, hàm lượng của pha thứ ba tốt hơn là thấp.

Theo sáng chế, bạc lót được làm bằng vật liệu trượt TiC-(Ti-Mo) cũng được đề xuất. Bạc lót theo sáng chế được tạo ra giữa trục quay của máy quay và ổ đỡ trượt để đỡ trục quay trong khi trượt.

Hơn nữa, theo sáng chế, máy bơm lắp bạc lót được làm bằng vật liệu trượt TiC-(Ti-Mo) được bố trí. Máy bơm theo sáng chế bao gồm: cánh bơm, trục quay để quay cánh bơm,

vỏ để cố định ổ đỡ trượt để đỡ trục quay trong khi trượt, vỏ bao quanh cánh bơm và trục quay, và bạc lót có dạng hình trụ được bố trí trên mặt trượt của ổ đỡ trượt của trục quay.

Hiệu quả của sáng chế

Vật liệu trượt theo sáng chế có sức chịu mài mòn cao đồng thời có độ cứng cao, và có sức bền chống gãy cao.

Bạc lót theo sáng chế có sức chịu ăn mòn, sức chịu mài mòn, và độ chống nứt vỡ cao.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là đồ thị thể hiện mối tương quan giữa giá trị độ cứng và độ bền chống gãy của vật liệu.

Fig.2 là mặt cắt của máy bơm theo một phương án của sáng chế.

Fig.3 là mặt cắt của hệ thống ổ đỡ theo một phương án của sáng chế.

Fig.4 là hình ảnh SEM của mẫu số E1.

Fig.5 là hình ảnh nhị phân của nửa vùng bên trái của hình ảnh SEM trên Fig.4.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, sáng chế được mô tả chi tiết tham khảo đến các hình vẽ kèm theo. Tuy nhiên, sáng chế không giới hạn ở các phương án này.

Fig.2 là mặt cắt thể hiện toàn bộ máy bơm trục đứng 3. Như được thể hiện trên Fig.2, máy bơm trục đứng 3 bao gồm họng xả 30 được bố trí và cố định vào sàn lắp đặt máy bơm, vỏ 29 được nối với đầu dưới của họng xả 30, thùng xả 28 được nối với đầu dưới của vỏ 29 và chứa cánh bơm 22 bên trong, và chuông hút 27 được nối với đầu dưới của thùng xả 28 và hút nước.

Qua phần giữa gần như xuyên tâm của vỏ 29, thùng xả 28 và chuông hút 27 của máy bơm trực đứng 3, một trục quay 10 được tạo thành bởi hai trục bao gồm trục trên và trục dưới được kết nối với nhau bằng bộ ghép trục 26.

Trục quay 10 được đỡ bởi ổ đỡ trên 32 được cố định vào vỏ 29 qua chi tiết đỡ và ổ đỡ dưới 33 được cố định vào thùng xả 28 qua chi tiết đỡ. Cánh bơm 22 để hút nước vào trong máy bơm được nối với một phía đầu (phía chuông hút 27) của trục quay 10. Phía đầu còn lại của trục quay 10 kéo dài ra ngoài máy bơm trực đứng 3 qua lỗ được bố trí trên họng xả 30 và được nối với máy dẫn động, mà không được thể hiện trên hình vẽ, như máy và động cơ để quay cánh bơm 22.

Đệm trục 34 như đệm mặt trượt, nắp đệm kín, và đệm cơ khí được bố trí giữa trục quay 10 và lỗ được bố trí trên họng xả 30. Đệm trục 34 ngăn không cho nước được bơm bởi máy bơm trực đứng 3 chảy ra khỏi máy bơm trực đứng 3.

Máy dẫn động được bố trí trên đất sao cho việc kiểm tra bảo dưỡng có thể dễ dàng được thực hiện. Sự quay của máy dẫn động được truyền đến trục quay 10, cho phép cánh bơm 22 quay. Khi cánh bơm 22 quay, nước được hút từ chuông hút 27 và được xả ra khỏi họng xả 30 qua thùng xả 28 và vỏ 29.

Fig.3 là hình vẽ phóng to của hệ thống ổ đỡ được áp dụng cho ổ đỡ 32 và 33 thể hiện trên Fig.2. Như được thể hiện trên Fig.3, hệ thống ổ đỡ có bạc lót 11 được làm bằng vật liệu trượt theo sáng chế bao quanh chu vi ngoài của trục quay 10.

Ổ đỡ trượt 1 được làm bằng các loại gỗ có dạng trụ rỗng được tạo ra trên mặt chu vi ngoài của bạc lót 11. Bề mặt chu vi ngoài của bạc lót 11 được tạo kết cấu theo cách thức để áp mặt vào chu vi bề mặt bên trong (mặt trượt) của ổ đỡ trượt 1 qua một khoảng hở rất hẹp và để trượt so với ổ đỡ trượt 1. Ổ đỡ trượt 1 được cố định vào chi tiết đỡ 13 dẫn đến vỏ 29 của máy bơm (xem Fig.2) qua phần gờ 12a của vỏ ổ đỡ 12 được làm bằng kim loại hoặc nhựa. Ổ đỡ trượt 1 có dạng trụ rỗng, và chu vi bề mặt bên trong 1a áp vào bề mặt chu vi ngoài của bạc lót 11 và bề mặt chu vi ngoài 1b được lắp khít với vỏ ổ đỡ 12.

Máy bơm trực đứng 3 thể hiện trên Fig.2 được vận hành trong không khí tại thời điểm bắt đầu vận hành bơm. Tức là, ổ đỡ 32 và 33 được vận hành trong điều kiện khô mà không có sự bôi trơn bằng chất lỏng. Điều kiện khô ở đây tham chiếu đến điều kiện, trong đó môi trường của ổ đỡ 32 và 33 trong khi vận hành bơm trong không khí trong đó không có sự bôi trơn bằng chất lỏng, và sự vận hành khô tham chiếu đến sự vận hành được thực hiện trong điều kiện này. Ổ đỡ 32 và 33 thể hiện trên Fig.3 còn được vận hành trong điều kiện xả nước trong đó nước chảy qua các ổ đỡ. Điều kiện xả nước ở đây tham chiếu đến điều kiện, trong đó môi trường của ổ đỡ 32 và 33 trong khi vận hành bơm là nước có các vật thể lạ (huyền phù) như đất và cát bị trộn bên trong, và sự vận hành xả nước là sự vận hành được thực hiện trong điều kiện đó. Ổ đỡ 32 và 33 được sử dụng trong các điều kiện như vậy.

Ví dụ thực hiện sáng chế

[Ví dụ 1]

TiC_x ($x =$ từ 0,5 đến 0,9, kích thước hạt trung bình: 1,0 μm), bột Ti (kích thước hạt: $< 45 \mu m$), bột Mo (kích thước hạt trung bình: 4,2 μm), và TaC_y ($y = 1$, kích thước hạt trung bình: 1,0 μm) có bán trên thị trường được trộn theo tỷ lệ được quy định cho mỗi một vật liệu và sau đó được trộn trong máy trộn hoặc máy trộn Henschel trong thời gian từ 1 giờ đến 2 giờ. Hỗn hợp bột thu được được ép khuôn với lực ép nằm trong khoảng từ 1000 kgf/cm² đến 2000 kgf/cm², sau đó được nung kết ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1250°C đến 1500°C khoảng 2 giờ trong điều kiện hút chân không hoặc môi trường khí trơ như nitơ hoặc argon có áp lực giảm. Sử dụng phương pháp sản xuất mô tả ở trên, các mẫu, khác nhau về tỷ lệ pha liên kết (pha liên kết) và pha cứng, lượng Mo có trong pha liên kết, kích thước pha liên kết, và phần trăm pha thứ ba, được tạo ra bằng cách thay đổi tỷ lệ trộn của TiC_x , Ti, Mo, và TaC_y và nhiệt độ.

Các điều kiện sản xuất của mỗi một mẫu được thể hiện trong bảng 1.

[Bảng 1]

Bảng 1 Các điều kiện sản xuất

Mẫu số	TiC _x	Ti	Mo	TaC _y	Thời gian trộn	Lực ép khuôn	Nhiệt độ nung kết
	% khối lượng	% khối lượng	% khối lượng	% khối lượng	Hr	MPa	°C
E1	85	10	5	-	2	98	1300
E2	85	10	5	-	2	98	1300
E3	86,5	10	3,5	-	2	98	1300
E4	90	5	5	-	2	98	1300
E5	80	15	5	-	2	98	1300
E6	82,5	10	7,5	-	2	98	1300
E7	78	10	5	7,0	2	98	1300
C1	85	0	5	10,0	2	98	1300
C2	91,5	5	3,5	-	2	98	1300
C3	77,5	15	7,5	-	2	98	1300
C4	84	12,5	3,5	-	2	98	1300
C5	85	7,5	7,5	-	2	98	1300
C6	85	10	5	-	2	98	1250
C7	85	10	5	-	1	98	1500
C8	85	10	5	-	1	98	1400

Các mẫu đã tạo ra được đánh giá theo các tiêu chí sau.

[Lượng mài mòn]

Mỗi một mẫu được đúc thành dạng bạc lót có đường kính ngoài bằng 65mm, được đặt dưới nước có hàm lượng vật thể lạ bằng 300 mg/L, áp lực đặt vào bề mặt ổ đỡ là 0,12 MPa, và sau đó được quay khoảng 8 giờ với vận vận tốc trượt trên bề mặt trượt bằng 5,0 m/giây. Lượng mài mòn sau đó được đo bằng phép đo mài mòn. Với các vật thể lạ, cát silic (thành phần chính là: SiO₂) có kích thước hạt trung bình bằng 5 µm và cát silic có kích thước hạt trung bình bằng 30 µm được trộn với tỷ lệ bằng 1:1 được sử dụng. Lượng mài mòn được đo bằng máy đo biên dạng bề mặt loại dùng mũi đo nhọn.

Dựa vào các kết quả của phép đo mài mòn, tốc độ phát triển của độ sâu mài mòn nhỏ hơn hoặc bằng bằng 2 µm/giờ được xác định là "○" và tốc độ lớn hơn 2 µm/giờ được xác định là "×".

[Sức bền uốn]

Mẫu vật kiểm tra có kích thước định trước (25 × 8 × 4mm) được chuẩn bị cho mỗi mẫu tương ứng với các tiêu chuẩn công nghiệp về dụng cụ hợp kim cứng xementit hóa JIS

H5501 ((JIS H5501 Cemented Carbide Tool Industrial Standards) (CIS026B)), và sức bền uốn của mẫu vật kiểm tra được đo bằng phép đo uốn ba điểm.

Sức bền uốn bằng 0,5 GPa hoặc lớn hơn được xác định là "○" và sức bền uốn nhỏ hơn 0,5 GPa được xác định là "×". Sức bền uốn nhỏ hơn 0,5 GPa không được ưu tiên làm vật liệu có sức bền là dễ bị vỡ như vậy.

[Sức bền chống gãy]

Sử dụng phương pháp IF (phương pháp đo sức bền chống gãy bằng cách tạo lõm (Indentation Fracture method)), sức bền chống gãy được xác định từ kích thước rạn nứt và kích thước của lõm (lõm Vickers) được tạo ra khi đầu đo được ấn vào mẫu (10mm × 10mm × 5mm). Công thức đánh giá là dựa trên công thức của Evans.

Giá trị độ bền chống gãy lớn hơn hoặc bằng $9 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0,5}$ được xác định là "○" và giá trị nhỏ hơn $9 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0,5}$ được xác định là "×". Giá trị độ bền chống gãy nhỏ hơn $9 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0,5}$ không được ưu tiên đối với vật liệu có sức bền chống gãy với giá trị như vậy dễ bị vỡ.

[Sức chịu ăn mòn]

Sức chịu ăn mòn được đánh giá dựa trên mật độ dòng điện của phép đo phân cực điện hóa. Phép đo phân cực điện hóa được thực hiện trên mẫu vật kiểm tra tại +0.441 V vs SSE khoảng 72 giờ trong nước biển nhân tạo ở 25°C sử dụng platin làm điện cực đếm và điện cực bạc - bạc clorua làm điện cực tham chiếu.

Mật độ dòng điện nhỏ hơn hoặc bằng $1,0 \times 10^{-3} \text{ mA/cm}^2$ được xác định là "○" mật độ dòng điện lớn hơn $1,0 \times 10^{-3} \text{ mA/cm}^2$ được xác định là "×". Khi mật độ dòng điện lớn hơn $1,0 \times 10^{-3} \text{ mA/cm}^2$, vật liệu bị hư hỏng đáng kể do ăn mòn.

[Độ cứng]

Độ cứng được đo sử dụng phương pháp lõm Vickers bằng cách đặt một tải bằng 30 kgf.

[Diện tích pha Ti-Mo]

Mỗi một mẫu được cắt thành mẫu vật kiểm tra, và ảnh điện tử tán xạ ngược bằng SEM ở độ phóng đại quan sát bằng 400 lần của mẫu vật kiểm tra được quan sát. Việc phân tích hình ảnh được thực hiện trên trường nhìn ($317\text{ }\mu\text{m} \times 220\text{ }\mu\text{m}$ được chuyển đổi từ số lượng các điểm ảnh trên hình ảnh quan sát bằng SEM). Fig.4 là hình ảnh SEM của ví dụ số E1, và Fig.5 là hình ảnh trong đó việc xử lý nhị phân được thực hiện trên nửa vùng bên trái của hình ảnh SEM trên Fig.4 để phân tích hình ảnh. Các chấm màu đen nhỏ trên Fig.4 là bột còn lại. Trên hình ảnh SEM sử dụng để phân tích hình ảnh được thể hiện trên Fig.5, các vùng được hiển thị màu trắng là pha kim loại hoặc pha hợp kim, và các vùng được hiển thị màu đen là pha phi kim như pha cacbua, pha nitrit, và pha nitrit-cacbon. Diện tích của mỗi một vùng được hiển thị màu trắng được xác định để tính đường kính theo giả định rằng diện tích có dạng hình tròn. Tổng diện tích của các vùng có đường kính tương đương lớn hơn hoặc bằng $10\text{ }\mu\text{m}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $50\text{ }\mu\text{m}$ (các vùng màu xám, trong đó các vùng màu trắng được tô bóng như được thể hiện trên Fig.5), tổng diện tích của các vùng có đường kính tương đương nhỏ hơn $10\text{ }\mu\text{m}$ (các vùng màu trắng như được thể hiện trên Fig.5), và tổng diện tích của các vùng có đường kính tương đương lớn hơn $50\text{ }\mu\text{m}$ được xác định để tính tỷ lệ của tổng diện tích của mỗi một vùng với tổng diện tích của các vùng được hiển thị màu trắng. Năm trường quan sát SEM được chọn và giá trị trung bình của chúng được xác định là tỷ lệ diện tích.

[Mật độ của Mo trong pha Ti-Mo]

Sau khi quan sát SEM, vùng màu trắng bất kỳ trong trường quan sát SEM của mẫu vật kiểm tra được chọn, và phân tích điểm được thực hiện bằng phổ tán sắc năng lượng tia X (sau đây, được viết tắt là "EDX") để phân tích mật độ của Mo. Mười điểm phân tích được chọn và giá trị trung bình của chúng được xác định là mật độ của Mo.

[Diện tích của pha thứ ba]

Pha thứ ba không thể được xác nhận trên Fig.5. Do khác nhau về sắc độ và độ sáng dựa trên chênh lệch mật độ của mỗi một pha không thể được quan sát trên ảnh điện tử tán

xạ ngược của SEM, một pha khác với pha Ti-Mo và pha TiC có thể được xác nhận và tỷ lệ diện tích của nó không thể được xác định bằng phân tích hình ảnh. Các kết quả đánh giá được thể hiện trong bảng 2 dưới đây. Do Ti được phân tán vào trong pha TiC_x do hỗn hợp của TiC_x với bột Ti và bột Mo và nung kết, lượng tương đối của C trong pha TiC_x bị giảm và do vậy x nằm trong khoảng từ 0,5 đến 0,7 do x không thể được duy trì trong khoảng từ 0,5 đến 0,9.

[Bảng 2]

Bảng 2 Các kết quả đánh giá

Mẫu số	Lượng mài mòn	Sức bền uốn	Sức bền chống gãy	Sức chịu ăn mòn	HV (30 kg f) Độ cứng Vickers s N	Tỷ lệ diện tích của pha TiMo	Mật độ của Mo trong pha TiMo	Tỷ lệ diện tích theo các đường kính của pha TiMo			Pha thứ ba	Đánh giá tổng thể
						sq%	% trọng lượng	>50 μ m	50-10 μ m	10 μ m>		
E1	○	○	○	○	930	16	29	0	73	27	0	○
E2	○	○	○	○	986	19	31	0	78	22	0	○
E3	○	○	○	○	980	15	25	0	64	36	0	○
E4	○	○	○	○	1025	15	35	0	65	35	0	○
E5	○	○	○	○	810	20	25	0	68	32	0	○
E6	○	○	○	○	850	20	35	0	72	28	0	○
E7	○	○	○	○	830	18	33	0	75	15	10	○
C1	○	×	○	○	840	17	31	0	77	23	15	×
C2	○	○	×	○	1000	13	35	0	67	33	0	×
C3	×	○	○	○	790	21	26	0	66	34	0	×
C4	○	○	×	○	880	15	24	0	61	39	0	×
C5	×	○	○	○	780	20	36	0	67	33	0	×
C6	○	○	×	○	980	19	32	0	50	50	0	×
C7	○	×	○	○	820	20	32	30	50	20	0	×

C8	○	×	○	○	825	19	33	0	90	10	0	×
----	---	---	---	---	-----	----	----	---	----	----	---	---

Như được thể hiện trong bảng 2, mẫu số C1 thể hiện rằng tỷ lệ diện tích của pha thứ ba là 15% không vượt qua đánh giá sức bền uốn. mỗi một mẫu từ số E1 đến E7 thể hiện rằng tỷ lệ diện tích của pha thứ ba nhỏ hơn hoặc bằng 10% vượt qua toàn bộ các loại đánh giá bao gồm lượng mài mòn, sức bền uốn, sức bền chống gãy, và sức chịu ăn mòn. Tức là, khi yêu cầu (1) trong đó "tổng diện tích của pha liên kết (pha Ti-Mo) và pha cứng (pha TiC) lớn hơn hoặc bằng 90% diện tích trường quan sát SEM" không được thỏa mãn, vật liệu trượt mong muốn không được tạo ra.

Mẫu số C3 thể hiện rằng tỷ lệ diện tích của pha Ti-Mo (pha liên kết) bằng 21% không vượt qua đánh giá về lượng mài mòn, và các mẫu từ số E1 đến E7 thể hiện rằng tỷ lệ diện tích của pha Ti-Mo (pha liên kết) lớn hơn hoặc bằng 15% và nhỏ hơn hoặc bằng 20% vượt qua toàn bộ các loại đánh giá bao gồm lượng mài mòn, sức bền uốn, sức bền chống gãy, và sức chịu ăn mòn. Tức là, khi yêu cầu (2) trong đó "tổng diện tích của pha liên kết lớn hơn hoặc bằng 15% và nhỏ hơn hoặc bằng 20% diện tích trường quan sát SEM" không được thỏa mãn, vật liệu trượt mong muốn không được tạo ra.

Hơn nữa, mỗi một mẫu số C6 và C7 thể hiện rằng tổng diện tích của pha Ti-Mo có đường kính lớn hơn hoặc bằng 10 μm và nhỏ hơn hoặc bằng 50 μm được xác định theo giả định rằng diện tích pha Ti-Mo có dạng hình tròn bằng 50% và mẫu số C8 thể hiện rằng tổng diện tích pha tương tự bằng 90% không vượt qua các đánh giá về sức bền chống gãy hoặc sức bền uốn, và các mẫu từ số E1 đến E7 thể hiện rằng tổng diện tích pha tương tự lớn hơn hoặc bằng 60% và nhỏ hơn hoặc bằng 80% vượt qua toàn bộ các loại đánh giá bao gồm lượng mài mòn, sức bền uốn, sức bền chống gãy, và sức chịu ăn mòn. Mẫu số C6 thể hiện rằng tổng diện tích của pha Ti-Mo có đường kính lớn hơn 50 μm được xác định theo giả định rằng diện tích pha Ti-Mo có dạng hình tròn bằng 50%, và mẫu số C7 thể hiện rằng tổng diện tích của pha Ti-Mo có đường kính nhỏ hơn 10 μm được xác định theo sự giả định rằng diện tích pha Ti-Mo có dạng hình tròn bằng 30%. Tức là, khi yêu cầu (3) trong đó "trong pha liên kết, tổng diện tích của pha liên kết có đường kính tương đương với 10 μm

hoặc hơn và 50 μm hoặc nhỏ hơn được tính theo giả định rằng diện tích pha liên kết có dạng hình tròn lớn hơn hoặc bằng 60% và nhỏ hơn hoặc bằng 80% tổng diện tích của pha liên kết" và yêu cầu (4) trong đó "trong pha liên kết, tổng diện tích của pha liên kết có đường kính tương đương nhỏ hơn 10 μm được tính theo giả định rằng diện tích pha liên kết có dạng hình tròn bằng từ lớn hơn hoặc bằng 20% và nhỏ hơn hoặc bằng 40% tổng diện tích của pha liên kết" không được thỏa mãn, vật liệu trượt mong muốn không được tạo ra.

Ngoài ra, mẫu số C4 thể hiện rằng mật độ của Mo trong pha Ti-Mo bằng 24% trọng lượng không vượt qua đánh giá sức bền chống gãy, mẫu số C5 thể hiện rằng mật độ của Mo trong pha Ti-Mo bằng 36% trọng lượng không vượt qua đánh giá về lượng mài mòn, và các mẫu từ số E1 đến E7 thể hiện rằng mật độ của Mo lớn hơn hoặc bằng 25% trọng lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 35% trọng lượng vượt qua toàn bộ các loại đánh giá bao gồm lượng mài mòn, sức bền uốn, sức bền chống gãy, và sức chịu ăn mòn. Tức là, khi yêu cầu (5) trong đó "mật độ của Mo trong pha liên kết lớn hơn hoặc bằng 25% trọng lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 35% trọng lượng" không được thỏa mãn, vật liệu trượt mong muốn không được tạo ra.

Dựa trên nội dung đã đề cập trên, khi yêu cầu bất kỳ trong số các yêu cầu từ (1) đến (5) không được thỏa mãn, hiệu quả mong muốn không thu được trên ít nhất một trong các loại bao gồm lượng mài mòn, sức bền uốn, sức bền chống gãy, và sức chịu ăn mòn. Do đó, cần phải thỏa mãn tất cả các yêu cầu.

Tỷ lệ pha liên kết, là pha mềm và pha cứng có hiệu ứng về sức bền chống gãy và độ cứng, và có một sự tương quan giữa độ cứng và lượng mài mòn đến một mức độ nhất định. Khi tỷ lệ pha liên kết tăng lên, sức bền chống gãy tăng lên và độ cứng giảm đi, và do vậy lượng mài mòn tăng lên. Mật độ của Mo trong pha Ti-Mo cũng có hiệu ứng về sức bền chống gãy và độ cứng. Mật độ quá thấp của Mo làm giảm lượng pha Ti-Mo được tăng bền bằng cách đông đặc dung dịch đặc, là việc làm giảm sức bền chống gãy và độ cứng và tăng thêm lượng mài mòn. Mật độ cao của Mo tăng thêm sức bền chống gãy và độ cứng và làm giảm lượng mài mòn. Tuy nhiên, do mật độ cao của Mo cũng làm suy giảm các tính chất nung kết, khó sử dụng pha Ti-Mo để thu được các hợp chất đặc.

Sức bền chống gãy hoặc sức bền uốn cũng được sử dụng làm chỉ số để biểu thị tính dễ gãy. Dựa vào các kết quả thể hiện trong bảng 2, xét thấy rằng pha Ti-Mo có kích thước lớn hoặc không đều dẫn đến liên tục tăng thêm lượng mài mòn do mài gây ra do các chất rắn cứng trong nước, làm cho rạn nứt dễ dàng tạo ra và do đó vật liệu trở thành dễ gãy hơn. Khi các hạt cứng trong huyền phù va vào bề mặt của vật liệu trượt trong khi trượt, mặc dù rạn nứt được tạo ra trên bề mặt của vật liệu trượt, năng lượng va chạm tại thời điểm đó được hấp thụ do biến dạng dẻo trong pha Ti-Mo được bao quanh bởi pha TiCx. Do vậy, nếu pha Ti-Mo được bao quanh bởi pha TiCx lớn hơn một số độ, việc này có tác dụng ngăn ngừa sự lan truyền của rạn nứt trên bề mặt vật liệu trượt gây ra do huyền phù làm mài mòn (mài mòn gây ra do các chất lỏng chứa các hạt cứng). Theo đó, xét thấy rằng sự phát triển của rạn nứt gây ra do nứt gãy và mài mòn được ngăn ngừa và đặc tính chống mài mòn được cải thiện.

Dựa trên nội dung đề cập bên trên, sức bền chống gãy và độ cứng có hiệu ứng đối lập. Tuy nhiên, vật liệu trượt có các hợp chất thỏa mãn tất cả các yêu cầu từ (1) đến (5) được phát hiện có khả năng có độ chống mài mòn phù hợp làm chi tiết trượt ngay cả khi vật liệu trượt có độ cứng cao không được chọn, nói theo cách khác, ngay cả khi vật liệu có giá trị độ bền chống gãy cao được chọn.

[Ví dụ 2]

Tiếp theo, ổ đỡ bạc lót được làm bằng vật liệu trượt của ví dụ số E3, E4, E5, E6, C1, C2, hoặc C3 được lắp đặt máy bơm trực đứng (Fig.2 và Fig.3), và thử nghiệm gia tốc trong đó nước biển được xả được thực hiện. Tức là, tạo ra môi trường vận hành khó khăn, các loại gốm cứng được sử dụng cho ổ đỡ trượt là phần trượt tương ứng của bạc lót, đất và cát được bị trộn là các vật thể lạ theo cách giống với trong tình trạng thực tế, và chuyển động chạy - dừng được lặp lại để tạo ra các rung động lớn. Độ dày của bạc lót được làm bằng một nửa độ dày thiết kế thực tế, và máy bơm được vận hành với tốc độ quay được thiết lập ở tốc độ quay thông thường cộng thêm 20%.

Mỗi bạc lót được lắp đặt và chuyển động chạy - dừng của vận hành xả nước được lặp lại với số lần tương tự để quan sát ổ đỡ bạc lót. Không có nứt vỡ hoặc rạn nứt được phát hiện trên ổ đỡ bạc lót được làm bằng vật liệu trượt của ví dụ số E3, E4, E5, or E6, và lượng

mài mòn của chúng cũng được chấp nhận hoàn toàn. Tuy nhiên, sự hình thành rạn nứt được xác nhận trên ổ đỡ bạc lót được làm bằng vật liệu trượt của ví dụ số C1 hoặc C2. Hơn nữa, rạn nứt không được phát hiện trên mẫu số C3, nhưng lượng mài mòn của nó là lớn đáng kể.

Do đó, máy bơm lắp bạc lót được làm bằng chi tiết trượt theo sáng chế được xác nhận có sức chịu ăn mòn và sức chịu ăn mòn cao cũng như độ chống nứt vỡ cao trong mọi tình trạng bao gồm trường hợp, trong đó các chất lỏng ăn mòn như nước biển hoặc chất thải được bơm, trường hợp trong đó trục quay được làm phù hợp để sử dụng cho độ cao dâng cao và lượng nước bơm lớn, dài và tốc độ quay nhanh và trường hợp trong đó lượng lớn đất và cát và sỏi bị trộn vào trong nước bơm.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật liệu trượt TiC-(Ti-Mo) bao gồm:

pha liên kết được làm bằng hợp kim Ti-Mo, và

pha cứng chứa TiC_x trong đó x nằm trong khoảng từ 0,5 đến 0,7,

trong đó trên ảnh điện tử tán xạ ngược thu được bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM) ở độ phóng đại bằng 400 lần của vật liệu trượt TiC-(Ti-Mo) trong trường nhìn bằng $317\ \mu m \times 220\ \mu m$, là các giá trị được chuyển đổi từ số lượng các điểm ảnh trên hình ảnh được quan sát bằng SEM, vật liệu trượt TiC-(Ti-Mo) đáp ứng tất cả các điều kiện từ (1) đến (5):

(1) tổng diện tích của pha liên kết và pha cứng lớn hơn hoặc bằng 90% diện tích của trường nhìn,

(2) tổng diện tích của pha liên kết lớn hơn hoặc bằng 15% và nhỏ hơn hoặc bằng 20% diện tích của trường nhìn,

(3) trong pha liên kết, tổng diện tích của pha liên kết có đường kính tương đương với lớn hơn hoặc bằng $10\ \mu m$ và nhỏ hơn hoặc bằng $50\ \mu m$ được tính theo giả định rằng diện tích pha liên kết có dạng hình tròn lớn hơn hoặc bằng 60% và nhỏ hơn hoặc bằng 80% tổng diện tích của pha liên kết,

(4) trong pha liên kết, tổng diện tích của pha liên kết có đường kính tương đương nhỏ hơn $10\ \mu m$ được tính theo giả định rằng diện tích pha liên kết có dạng hình tròn lớn hơn hoặc bằng 20% và nhỏ hơn hoặc bằng 40% tổng diện tích của pha liên kết, và

(5) mật độ của Mo trong pha liên kết lớn hơn hoặc bằng 25% trọng lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 35% trọng lượng.

2. Vật liệu trượt TiC-(Ti-Mo) theo điểm 1, trong đó vật liệu trượt này còn bao gồm pha thứ ba khác với pha liên kết và pha cứng với lượng nhỏ hơn 10% diện tích của trường nhìn bằng SEM.

3. Bạc lót được làm bằng vật liệu trượt TiC-(Ti-Mo) theo điểm 1 hoặc 2, trong đó bạc lót này bao gồm ổ đỡ trượt để đỡ trục quay của máy quay trong khi trượt, và chi tiết cố định để cố định ổ đỡ trượt, trong đó bạc lót có dạng hình trụ và được bố trí trên bề mặt của trục quay tại đó trục quay trượt cùng với ổ đỡ trượt.

4. Máy bơm bao gồm: cánh bơm, trục quay để quay cánh bơm, và vỏ để cố định ổ đỡ trượt đỡ trục quay trong khi trượt, vỏ bao quanh cánh bơm và trục quay,

trong đó máy bơm được tạo ra có bạc lót có dạng hình trụ được làm bằng vật liệu trượt TiC-(Ti-Mo) theo điểm 1 hoặc 2, bạc lót được cố định trên mặt trượt của ổ đỡ trượt của trục quay.

Fig. 1

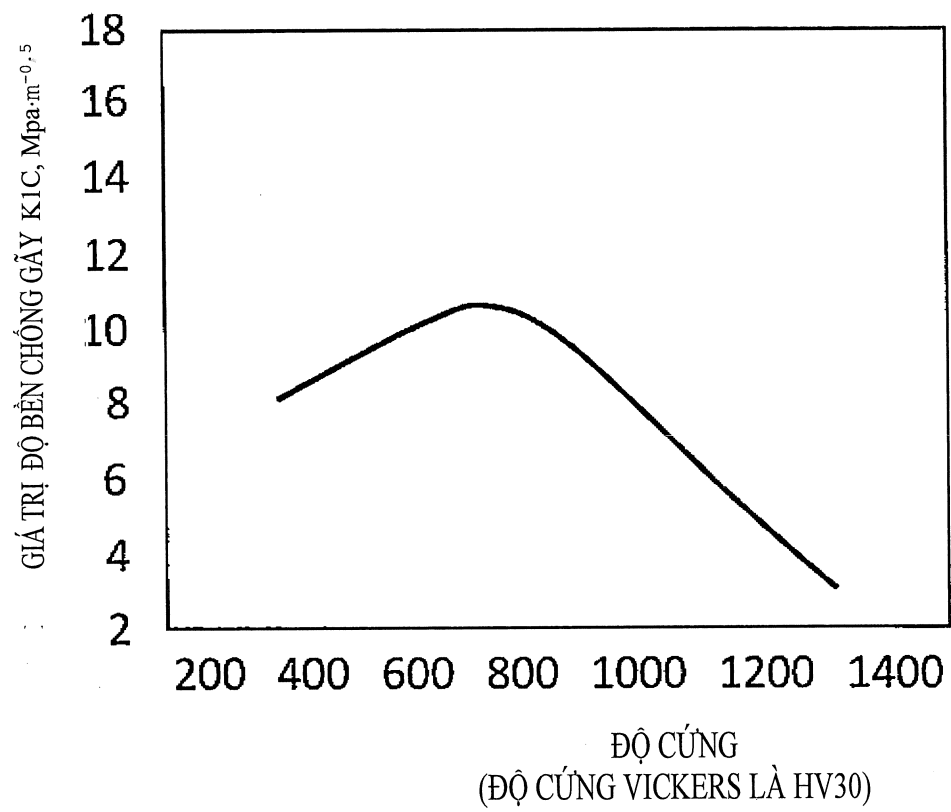


Fig. 2

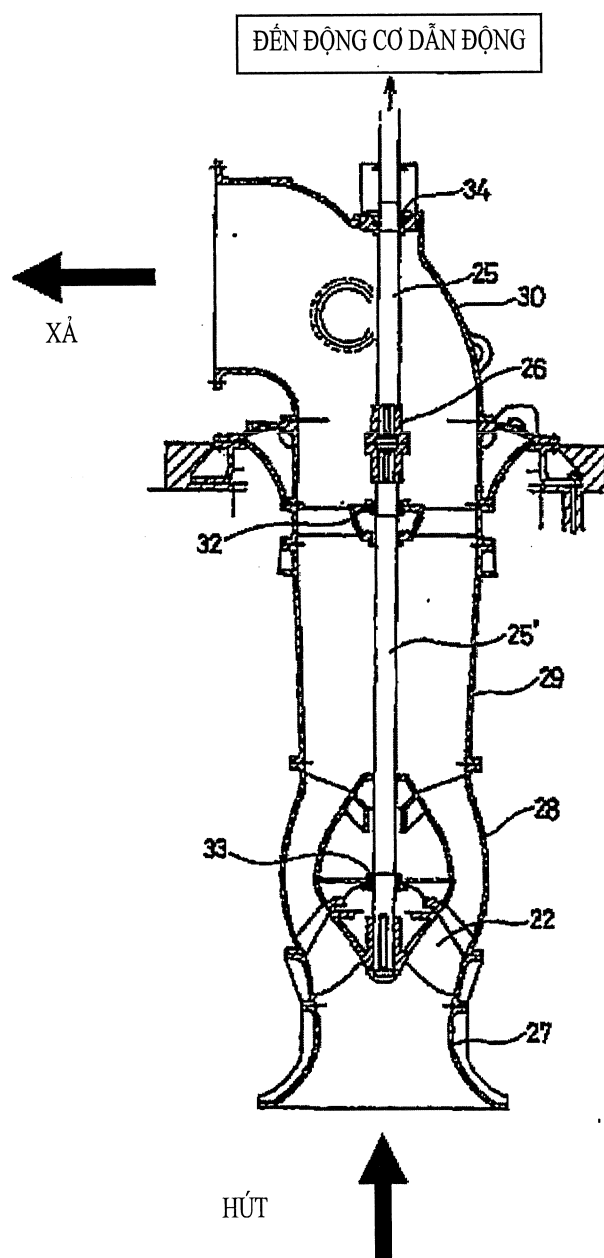


Fig. 3

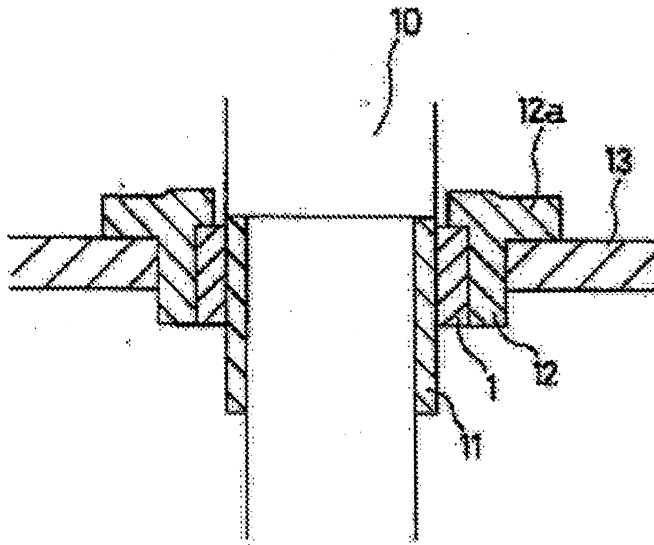


Fig. 4

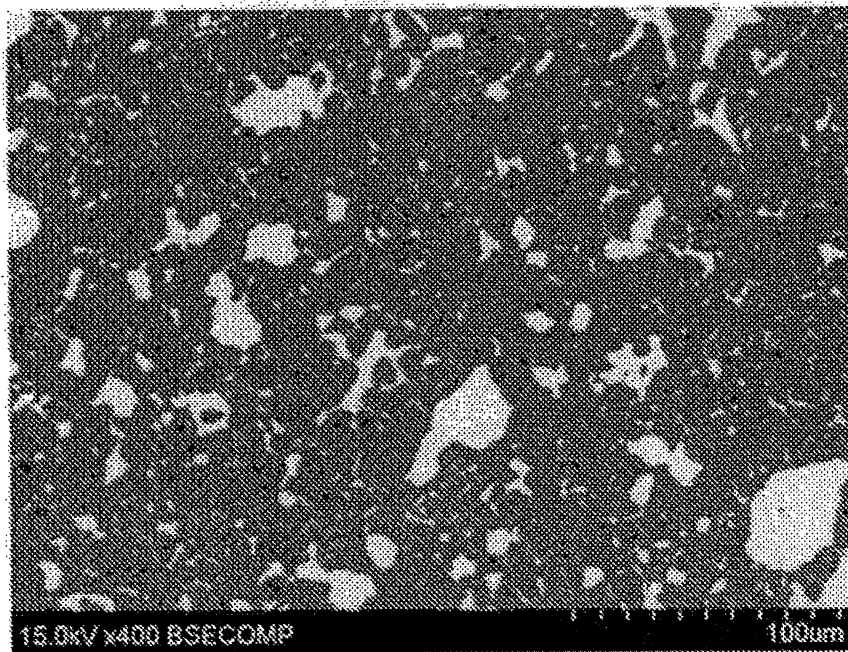


Fig. 5

