



(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)



1-0035338

(51)^{2020.01} B23K 35/26; C22C 13/02

(13) B

(21) 1-2021-06091

(22) 10/04/2020

(86) PCT/JP2020/016201 10/04/2020

(87) WO 2020/209384 15/10/2020

(30) 2019-075946 11/04/2019 JP

(45) 25/04/2023 421

(43) 27/12/2021 405

(73) NIHON SUPERIOR CO., LTD. (JP)

1-16-15, Esakacho, Suita-shi, Osaka 5640063, Japan

(72) NISHIMURA Tetsuro (JP).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) HỢP KIM HÀN KHÔNG CHỨA CHÌ VÀ BỘ PHẬN MỐI HÀN

(57) Sáng chế đề cập đến hợp kim hàn không chứa chì chứa: Bi với lượng 32% khối lượng hoặc lớn hơn và 40% khối lượng hoặc nhỏ hơn; Sb với lượng 0,1% khối lượng hoặc lớn hơn và 1,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn; Cu với lượng 0,1% khối lượng hoặc lớn hơn và 1,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn; Ni với lượng 0,001% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,1% khối lượng hoặc nhỏ hơn; và phần còn lại là Sn với các tạp chất không thể tránh được, hoặc hợp kim hàn không chứa chì còn chứa các nguyên tố cụ thể với các lượng trong các khoảng định trước. Do đó, có thể tạo ra bộ phận mối hàn mà duy trì mức điểm nóng chảy thấp của hợp kim hàn dựa trên Sn-Bi, có các đặc tính vật lý tốt hơn so với các đặc tính vật lý trong giải pháp thông thường, và có độ tin cậy cao hơn so với độ tin cậy trong giải pháp thông thường.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hợp kim hàn không chứa chì và bộ phận mối hàn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Để giảm gánh nặng cho môi trường toàn cầu, các chất hàn không chứa chì đang thịnh hành dưới dạng vật liệu mối nối cho các linh kiện điện tử. Để làm các thành phần đại diện cho các chất hàn không chứa chì, hợp kim hàn dựa trên Sn-Ag-Cu và hợp kim hàn dựa trên Sn-Cu-Ni mà chủ yếu được cấu thành từ Sn là đã biết. Tuy nhiên, hợp kim hàn dựa trên Sn-Ag-Cu đã biết là có điểm nóng chảy là 217°C , và hợp kim hàn dựa trên Sn-Cu-Ni đã biết là có điểm nóng chảy là 227°C , và các điểm nóng chảy này cao hơn 183°C mà là điểm nóng chảy của thành phần cùng tinh Sn-Pb vốn thường được sử dụng. Do đó, đối với đế, của máy tính cá nhân, ví dụ, trên đó các linh kiện điện tử có nhiệt trở thấp cần được nối, hợp kim hàn không chứa chì dựa trên Sn-Bi hoặc dựa trên Sn-In có điểm nóng chảy được làm hạ bằng cách chứa một lượng định trước Bi hoặc In đã được áp dụng.

Trong khi đó, việc phối trộn một lượng lớn Bi trong hợp kim hàn dựa trên Sn-Bi dẫn đến tính giòn của hợp kim hàn, do đó, làm giảm độ bền cơ học. Trong khi đó, các linh kiện điện tử và để lắp lại sự giãn nở/sự co lại do nhiệt, để gây ra ứng suất lắp lại trong các bộ phận mối hàn. Điều này dễ gây ra vết nứt do sự mỏi do nhiệt, và do đó, độ tin cậy trong thời gian dài là thấp. Vì In đắt tiền, việc sử dụng In là không có lợi xét về mặt chi phí.

Để cải thiện các đặc tính của hợp kim hàn dựa trên Sn-Bi, các nghiên cứu đã được thực hiện (tài liệu sáng chế 1 đến 4).

Tài liệu sáng chế 1 bộc lộ vật liệu mối hàn. Vật liệu mối hàn này chứa: hợp kim hàn được biểu thị bằng Sn-57 hoặc 45 % khối lượng Bi-x % khối lượng M (trong đó M là ít nhất một kim loại được chọn từ nhóm bao gồm đồng, bạc, niken, germani, antimon, và indi, và x là 4,0 hoặc nhỏ hơn); và một lượng tùy ý hoặc 5 đến 20% khối lượng của chất kết dính nhiệt rắn so với hợp kim hàn. Theo tài liệu sáng chế 1, kết cấu này cho phép nhiệt độ hồi lưu được giảm đủ, nhờ đó thu được mối nối hợp kim hàn không chứa chì có đủ các đặc tính thay thế cho hợp kim hàn Sn-Pb.

Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ hợp kim hàn không chứa chì được cấu thành từ 20 đến 57 % trọng lượng Bi, 0,2 đến 5 % trọng lượng Sb, 0,01 đến 1 % trọng lượng Ga, và phần còn lại là Sn. Theo tài liệu sáng chế 2, kết cấu này cho phép việc hàn được thực hiện ở

hiệu suất thấp tương đương với hoặc thấp hơn hiệu suất của hợp kim hàn Sn-Pb (thành phần cùng tính), nhờ đó cải thiện khả năng gia công ngay cả khi nối linh kiện điện tử nhạy cảm với nhiệt, và bảo đảm các đặc tính vật lý tốt làm hợp kim hàn.

Tài liệu sáng chế 3 bộc lộ hợp kim hàn không chứa chì có thành phần hợp kim là, tính theo % khối lượng, Bi: 31 đến 59%, Sb: 0,15 đến 0,75%, một hoặc hai nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Cu: 0,3 đến 1,0% và P: 0,002 đến 0,055%, và phần còn lại là Sn. Theo tài liệu sáng chế 3, kết cấu này cho phép hợp kim hàn không chứa chì có: điểm nóng chảy đủ thấp để ức chế sự biến dạng nhiệt của đế trong quá trình hàn nối; độ dẻo dai tuyệt vời; và độ bền kéo cao. Ngoài ra, sự hình thành lớp giàu P tại mặt tiếp giáp nối trong quá trình hàn lên trên điện cực mạ Ni không điện cực được ức chế để cải thiện độ bền cắt của bộ phận mối hàn. Hơn nữa, mối hàn được tạo ra từ hợp kim hàn có thể bảo đảm độ tin cậy kết nối tuyệt vời ngay cả khi đế mỏng hơn so với đế thông thường được sử dụng.

Tài liệu sáng chế 4 bộc lộ chất hàn không chứa chì mà chứa: Bi được bổ sung vào với lượng từ 20 đến 60% khối lượng; một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ Cu, Ni, và P, với Cu được chọn được bổ sung vào với lượng từ 0 đến 3% khối lượng, Ni được chọn được bổ sung vào với lượng từ 0,005 đến 0,5% khối lượng, P được chọn được bổ sung vào với lượng từ 0,005 đến 0,05% khối lượng; và phần còn lại là Sn và các tạp chất không thể tránh được. Theo tài liệu sáng chế 4, kết cấu này có thể cung cấp chất hàn không chứa chì mà có điểm nóng chảy thấp hơn điểm nóng chảy của chất hàn chứa chì, và tuyệt vời về độ bền mỏi, mà không sử dụng Ag, In, và Sb.

Danh mục tài liệu viện dẫn

[Tài liệu sáng chế]

[PTL 1] Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa thẩm định số 2007-90407

[PTL 2] Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa thẩm định số H7-40079

[PTL 3] Patent Nhật Bản số 5679094

[PTL 4] Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản chưa thẩm định số 2014-140865

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần giải quyết bởi sáng chế

Hiện nay, với tình trạng kỹ thuật như được mô tả trên đây, các đặc tính vật lý đã được cải thiện đến mức độ nhất định trong khi mức điểm nóng chảy thấp của hợp kim hàn dựa trên Sn-Bi được duy trì. Tuy nhiên, vẫn còn chỗ để cải thiện. Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất hợp kim hàn không chứa chì mà duy trì mức điểm nóng chảy thấp của hợp kim hàn dựa trên Sn-Bi, có các đặc tính vật lý tốt hơn so với các đặc tính

vật lý trong giải pháp thông thường, và có khả năng tạo ra bộ phận mối nối có độ tin cậy cao hơn so với bộ phận mối nối trong giải pháp thông thường.

Biện pháp giải quyết vấn đề

Tác giả sáng chế đã tiến hành nghiên cứu kỹ lưỡng để giải quyết vấn đề nêu trên, và đã phát hiện ra rằng vấn đề nêu trên có thể được giải quyết bằng cách chứa các lượng cụ thể của các hợp phần cụ thể trong hợp kim hàn Sn-Bi.

Khía cạnh thứ nhất của sáng chế đề cập đến hợp kim hàn không chứa chì chứa: Bi với lượng 32% khối lượng hoặc lớn hơn và 40% khối lượng hoặc nhỏ hơn; Sb với lượng 0,1% khối lượng hoặc lớn hơn và 1,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn; Cu với lượng 0,1% khối lượng hoặc lớn hơn và 1,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn; Ni với lượng 0,001% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,1% khối lượng hoặc nhỏ hơn; và phần còn lại là Sn với các tạp chất không thể tránh được.

Theo phương án này của sáng chế, hợp kim hàn không chứa chì có thể chứa Bi với lượng 36% khối lượng hoặc lớn hơn và 38% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

Theo phương án này của sáng chế, (1) hợp kim hàn không chứa chì có thể chứa Ag với lượng 0,3% khối lượng hoặc nhỏ hơn, (2) hợp kim hàn không chứa chì có thể chứa ít nhất một nguyên tố được chọn từ Fe và Co, trong đó hàm lượng của mỗi nguyên tố trong số Fe và Co có thể là 0,001% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,1% khối lượng hoặc nhỏ hơn, hoặc (3) hợp kim hàn không chứa chì có thể chứa ít nhất một nguyên tố được chọn từ Ga, Mn, V, P, và Ge, trong đó hàm lượng của mỗi nguyên tố trong số Ga, Mn, V, P, và Ge có thể là 0,001% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,01% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

Khía cạnh thứ hai của sáng chế đề cập đến bộ phận mối hàn được tạo ra bằng cách sử dụng hợp kim hàn không chứa chì được mô tả trên đây.

Ở đây, các tạp chất không thể tránh được chỉ các tạp chất có mặt trong các vật liệu thô của chất hàn và các tạp chất được trộn không thể tránh được trong bước sản xuất.

Tác dụng có lợi của sáng chế

Theo sáng chế, có thể đề xuất hợp kim hàn không chứa chì mà duy trì mức điểm nóng chảy thấp của hợp kim hàn dựa trên Sn-Bi, có các đặc tính vật lý tốt hơn so với các đặc tính vật lý trong giải pháp thông thường, và có khả năng tạo ra bộ phận mối nối có độ tin cậy cao hơn so với bộ phận mối nối trong giải pháp thông thường.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig. 1A là hình ảnh của ảnh chụp qua kính hiển vi điện tử quét (scanning electron microscope - SEM) thể hiện mặt cắt ngang của bộ phận mối hàn giữa đế lá đồng và hợp kim hàn không chứa chì của ví dụ 1, ở trạng thái ban đầu. Fig. 1B là hình phóng to (1000 lần) của phần được thể hiện trong (1) trên Fig. 1A. Fig. 1C là hình phóng to (3000 lần) của phần được thể hiện trong (2) trên Fig. 1A.

Fig. 2 là hình ảnh (600 lần) của ảnh chụp SEM thể hiện mặt cắt ngang của phần tiếp giáp nối của bộ phận mối hàn giữa đế lá đồng và hợp kim hàn không chứa chì của ví dụ 1, ở trạng thái ban đầu.

Fig. 3A là hình ảnh của ảnh chụp SEM thể hiện mặt cắt ngang của bộ phận mối hàn giữa đế lá đồng và hợp kim hàn không chứa chì của ví dụ 1, sau khi già hóa. Fig. 3B là hình phóng to của phần được thể hiện trong (3) trên Fig. 3A. Fig. 3C là hình phóng to của phần được thể hiện trong (4) trên Fig. 3A.

Fig. 4 là hình ảnh (600 lần) của ảnh chụp SEM thể hiện mặt cắt ngang của phần tiếp giáp nối của bộ phận mối hàn giữa đế lá đồng và hợp kim hàn không chứa chì của ví dụ 1, sau khi già hóa.

Fig. 5 thể hiện tỷ lệ thay đổi (già hóa/ban đầu $\times 100$) trong mỗi trong số năng lượng hấp thụ và độ bền nối giữa mẫu đo (ban đầu) không được đưa vào quá trình xử lý già hóa và mẫu đo (già hóa) được đưa vào quá trình xử lý già hóa, trong thử nghiệm cắt và đập được thực hiện ở tốc độ cắt là 10 mm/giây, bằng cách sử dụng mỗi trong số các hợp kim hàn của các ví dụ 1 đến 36.

Fig. 6 thể hiện tỷ lệ thay đổi (già hóa/ban đầu $\times 100$) trong mỗi trong số năng lượng hấp thụ và độ bền nối giữa mẫu đo (ban đầu) không được đưa vào quá trình xử lý già hóa và mẫu đo (già hóa) được đưa vào quá trình xử lý già hóa, trong thử nghiệm cắt và đập được thực hiện ở tốc độ cắt là 1000 mm/giây, bằng cách sử dụng mỗi trong số các hợp kim hàn của các ví dụ 1 đến 36.

Fig. 7 thể hiện tỷ lệ thay đổi (già hóa/ban đầu $\times 100$) trong mỗi trong số năng lượng hấp thụ và độ bền nối giữa mẫu đo (ban đầu) không được đưa vào quá trình xử lý già hóa và mẫu đo (già hóa) được đưa vào quá trình xử lý già hóa, trong thử nghiệm cắt và đập được thực hiện ở tốc độ cắt là 10 mm/giây, bằng cách sử dụng mỗi trong số các hợp kim hàn của các ví dụ so sánh 1 đến 14.

Fig. 8 thể hiện tỷ lệ thay đổi (già hóa/ban đầu $\times 100$) trong mỗi trong số năng lượng hấp thụ và độ bền nối giữa mẫu đo (ban đầu) không được đưa vào quá trình xử lý già hóa và mẫu đo (già hóa) được đưa vào quá trình xử lý già hóa, trong thử nghiệm cắt và đập được thực hiện ở tốc độ cắt là 1000 mm/giây, bằng cách sử dụng các hợp kim hàn của các ví dụ so sánh 1 đến 14.

Fig. 9A là hình ảnh của ảnh chụp SEM (1000 lần) thể hiện mặt cắt ngang của bộ phận mối hàn giữa đế lá đồng và hợp kim hàn không chứa chì của ví dụ 3, ở trạng thái ban đầu. Fig. 9B là hình ảnh của ảnh chụp SEM (1000 lần) thể hiện mặt cắt ngang của bộ phận mối hàn giữa đế lá đồng và hợp kim hàn không chứa chì của ví dụ 3, sau khi xử lý già hóa.

Fig. 10A là hình ảnh của ảnh chụp SEM (1000 lần) thể hiện mặt cắt ngang của bộ phận mối hàn giữa đế lá đồng và hợp kim hàn không chứa chì của ví dụ 4, ở trạng thái ban đầu. Fig. 10B là hình ảnh của ảnh chụp SEM (1000 lần) thể hiện mặt cắt ngang của bộ phận mối hàn giữa đế lá đồng và hợp kim hàn không chứa chì của ví dụ 4, sau khi xử lý già hóa.

Fig. 11A là hình ảnh của ảnh chụp SEM (1000 lần) thể hiện mặt cắt ngang của bộ phận mối hàn giữa đế lá đồng và hợp kim hàn không chứa chì của ví dụ so sánh 4, ở trạng thái ban đầu. Fig. 11B là hình ảnh của ảnh chụp SEM (1000 lần) thể hiện mặt cắt ngang của bộ phận mối hàn giữa đế lá đồng và hợp kim hàn không chứa chì của ví dụ so sánh 4, sau khi xử lý già hóa.

Fig. 12A là hình ảnh của ảnh chụp SEM (1000 lần) thể hiện mặt cắt ngang của bộ phận mối hàn giữa đế lá đồng và hợp kim hàn không chứa chì của ví dụ so sánh 5, ở trạng thái ban đầu. Fig. 12B là hình ảnh của ảnh chụp SEM (1000 lần) thể hiện mặt cắt ngang của bộ phận mối hàn giữa đế lá đồng và hợp kim hàn không chứa chì của ví dụ so sánh 5, sau khi xử lý già hóa.

Fig. 13A là hình minh họa để mô tả hình ảnh của Fig. 11B. Fig. 11B là hình minh họa để mô tả hình ảnh của Fig. 12B.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện sáng chế

Dưới đây, các phương án của sáng chế được mô tả.

Hợp kim hàn không chứa chì (dưới đây, hợp kim có thể được gọi một cách đơn giản là “hợp kim hàn”) theo một phương án của sáng chế chứa: Bi với lượng 32% khối lượng hoặc lớn hơn và 40% khối lượng hoặc nhỏ hơn; Sb với lượng 0,1% khối lượng hoặc lớn hơn và 1,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn; Cu với lượng 0,1% khối lượng hoặc lớn hơn và 1,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn; Ni với lượng 0,001% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,1% khối lượng hoặc nhỏ hơn; và phần còn lại là Sn với các tạp chất không thể tránh được.

Khi Sn được sử dụng làm pha gốc, và Bi, Sb, Cu, và Ni được chứa với các lượng trong các khoảng cụ thể, tác dụng làm hạ điểm nóng chảy do Bi có thể được duy trì theo cách có lợi, và đồng thời, sự giảm các đặc tính vật lý do Bi có thể được ngăn chặn một cách đáng kể. Cụ thể là, sự thoái hóa khi sử dụng trong thời gian dài có thể được ngăn

chặn, và độ bền mỗi nhiệt tốt có thể thu được. Do đó, bộ phận mỗi hàn tin cậy cao có thể được tạo ra. Trong khi đó, mỗi Sb, Cu, và Ni là nguyên tố có điện trở suất khối thấp hơn so với Bi. Ngoài ra, Bi được chứa với lượng nhỏ hơn lượng của nó khi Bi được chứa ở dạng thành phần tương tự như thành phần cùng tinh với Sn. Do đó, điện trở suất khối của hợp kim hàn có thể được giảm so với điện trở suất khối trong giải pháp thông thường.

Vì hợp kim hàn có thành phần hợp phần cụ thể, có thể ức chế sự biến đổi $\text{Cu}_6\text{Sn}_5\eta$ - η' mà xảy ra ở 186°C ở mặt tiếp giáp kim loại trong hợp kim hàn, mà là, ví dụ, mặt tiếp giáp giữa dây kim loại trên đế và hợp kim hàn. Kết quả là, sự xuất hiện của vết nứt bên trong hợp kim hàn và hiện tượng bong mặt tiếp giáp giữa hợp kim hàn và dây kim loại được ngăn chặn, nhờ đó bộ phận mỗi nối tin cậy cao có thể được tạo ra.

Vì hợp kim hàn có thành phần hợp phần cụ thể, sự xuất hiện của sự di chuyển điện tử có thể được ức chế. Cơ chế tác động của chúng chưa được làm rõ. Tuy nhiên, sự di chuyển của các nguyên tử kim loại trong hợp kim hàn, mà có thể được gây ra bởi việc áp dụng môi trường nhiệt độ hiện tại và/hoặc cao, có thể được ức chế, vì vậy sự tổn hao hợp kim hàn có thể được ức chế, và bộ phận mỗi nối tin cậy cao có thể được tạo ra.

Hàm lượng của Bi là 32% khối lượng hoặc lớn hơn và 40% khối lượng hoặc nhỏ hơn. Khi hàm lượng này nhỏ hơn 32% khối lượng, tác dụng làm hạ điểm nóng chảy có thể không đủ. Khi hàm lượng này lớn hơn 40% khối lượng, hợp kim hàn trở nên giòn, và các đặc tính vật lý mong muốn ít có khả năng thu được. Hàm lượng Bi có thể nằm trong khoảng này, và tốt hơn là, 36% khối lượng hoặc lớn hơn và 38% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

Hàm lượng của Sb là 0,1% khối lượng hoặc lớn hơn và 1,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là, hàm lượng này là 0,1% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,6% khối lượng hoặc nhỏ hơn. Đã biết rằng Sb có các tác động tạo độ dẻo dai cho hợp kim hàn Sn-Bi và ức chế sự thay đổi thể tích bằng cách ức chế sự thay đổi pha từ β -Sn sang α -Sn. Tuy nhiên, cần phải lưu ý rằng các tác dụng khác nhau như được mô tả trên đây được thể hiện chỉ khi Sb được chứa trong khoảng như vậy so với các hợp phần kim loại khác.

Hàm lượng của Cu là 0,1% khối lượng hoặc lớn hơn và 1,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn. Tốt hơn là, hàm lượng này là 0,3% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,7% khối lượng hoặc nhỏ hơn. Cu đã biết là có tác động tạo độ dẻo dai cho hợp kim hàn Sn-Bi. Tuy nhiên, cần phải lưu ý rằng các tác dụng khác nhau như được mô tả trên đây được thể hiện chỉ khi Cu được chứa trong khoảng như vậy so với các hợp phần kim loại khác.

Hàm lượng của Ni là 0,001% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,1% khối lượng hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng này tốt hơn là 0,005% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,07% khối lượng hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,01% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,05% khối lượng hoặc nhỏ hơn. Ni đã biết là có tác động ức chế sự tạo ra hợp chất liên kim loại của

Cu và Sn và ức chế sự tăng điểm nóng chảy và sự giảm độ chảy loãng, và tác động cải thiện độ bền và khả năng liên kết của hợp kim. Tuy nhiên, cần phải lưu ý rằng tác dụng ức chế sự biến đổi $\text{Cu}_6\text{Sn}_5\eta\text{-}\eta'$ mà xảy ra ở 186°C được thể hiện chỉ khi Ni được chứa trong khoảng như vậy so với các hợp phần kim loại khác.

Hợp kim hàn theo phương án này có thể chứa Sn và khi cần thiết, nguyên tố không phải là Bi, Sb, Cu, và Ni. Các ví dụ về nguyên tố như vậy bao gồm Ag, Fe, Co, Ga, Mn, V, Ge, P, Si, Ca, Ti, và các nguyên tố tương tự. Trong số các nguyên tố này, Ag, Fe, Co, Ga, Mn, V, Ge, và P được ưu tiên, và Ge, Ag, Fe, Co, Ga, Mn, V được ưu tiên hơn.

Ag có thể cải thiện khả năng thấm ướt của hợp kim hàn. Xét về mặt cải thiện khả năng thấm ướt, hàm lượng Ag tốt hơn là 0,3% khối lượng hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,1% khối lượng hoặc nhỏ hơn. Ở đây, khi việc xử lý được thực hiện ở nhiệt độ cao, như trong việc xử lý già hóa, ví dụ, các hạt của Ag_3Sn mà là hợp chất liên kim loại được tạo ra và được làm thành hạt thô, nhờ đó độ tin cậy trong thời gian dài có thể bị giảm. Ngoài ra, vì Ag nói chung đắt tiền, chi phí sản xuất của hợp kim hàn tăng lên. Do đó, càng ít hàm lượng Ag thì càng tốt.

Mỗi Fe và Co có tác động làm ổn định bộ phận mối hàn. Khi sự ăn mòn sắt của đầu hoặc vòi của sắt hàn cần phải được ngăn chặn, Fe và Co có thể được chứa. Tốt hơn là, mỗi hàm lượng của các nguyên tố này là 0,001% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,1% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

Mỗi Ge, Ga, Mn, V, và P có tác dụng ngăn cản sự oxy hóa của bề mặt của hợp kim hàn. Trong số các nguyên tố này, Ge, Ga, Mn, và V được ưu tiên. Khi bề mặt của hợp kim hàn bị oxy hóa và màng oxit được tạo ra, nước được tạo ra khi khử màng oxit trong quá trình hàn nối có thể gây ra lỗ rỗng. Do đó, việc ức chế sự oxy hóa của bề mặt làm giảm độ dày của màng oxit, và sự giảm độ dày này được coi là có lợi cho chất lượng và độ tin cậy nối. Tốt hơn là, mỗi hàm lượng của các nguyên tố này là 0,001% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,01% khối lượng hoặc nhỏ hơn. Ge cũng có tác dụng cải thiện độ bền rão.

Mỗi Si, Ca, và Ti cũng có tác dụng ngăn cản sự oxy hóa của bề mặt của hợp kim hàn. Tốt hơn là, mỗi hàm lượng của các nguyên tố này là 0,001% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,01% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

Hợp kim hàn theo phương án này có thể chứa các tạp chất không thể tránh được. Tuy nhiên, ngay cả khi các tạp chất không thể tránh được được chứa, các tác dụng được mô tả trên đây có thể được thể hiện.

Dạng hợp kim hàn không bị giới hạn cụ thể là, và có thể được chọn khi thích hợp theo việc sử dụng. Ví dụ, hợp kim hàn có thể ở dạng thanh để thực hiện việc hàn nối bằng cách hàn nhúng. Hợp kim hàn có thể ở dạng không cứng ở trạng thái bột nhão, hình

dạng giống bi, hoặc hình dạng phôi mẫu để thực hiện việc hàn nối bằng cách hàn hồi lưu. Chất hàn có lõi nhựa trợ dung ở dạng thẳng có thể được chấp nhận để thực hiện việc hàn nối bằng cách sử dụng mỏ hàn.

Bộ phận mối hàn theo phương án này của sáng chế được tạo ra bằng cách sử dụng hợp kim hàn được mô tả trên đây. Cụ thể hơn, ở bộ phận mối hàn, ví dụ, đầu điện cực của linh kiện điện tử và đầu điện cực của dây kim loại hoặc các loại tương tự trên để được nối với nhau bằng hợp kim hàn được mô tả trên đây. Vì bộ phận mối hàn được tạo ra bằng cách sử dụng hợp kim hàn được mô tả trên đây, sự thoái hóa của bộ phận mối hàn do việc sử dụng trong thời gian dài của hợp kim hàn được ức chế, và do đó, bộ phận mối hàn có độ bền mỗi nhiệt tốt và độ tin cậy cao.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Trong phần sau đây, phương án theo sáng chế được mô tả chi tiết hơn dựa trên các ví dụ.

(Các ví dụ 1 đến 36 và các ví dụ so sánh 1 đến 14)

Để điều chế các hợp kim hàn, các kim loại được trộn theo phương pháp cô định để thu được các thành phần được thể hiện trong các bảng 1 đến 3. Bằng cách sử dụng các hợp kim hàn điều chế được, các thử nghiệm đánh giá được thực hiện theo phương pháp được mô tả dưới đây. Vì các kim loại dưới dạng các vật liệu thô được trộn ở các tỷ lệ thành phần được thể hiện trong các bảng 1 đến 3, mỗi hợp kim hàn chứa các tạp chất không thể tránh được gây ra bởi các vật liệu thô.

[Bảng 1]

	Thành phần hợp kim (% khối lượng)					Tổng số
	Sn	Bi	Sb	Cu	Ni	
Ví dụ 1	61,970	37,000	0,500	0,500	0,030	100,000
Ví dụ 2	67,799	32,000	0,100	0,100	0,001	100,000
Ví dụ 3	63,390	36,000	0,300	0,300	0,010	100,000
Ví dụ 4	60,630	38,000	0,600	0,700	0,070	100,000
Ví dụ 5	57,900	40,000	1,000	1,000	0,100	100,000
Ví dụ 6	63,599	36,000	0,100	0,300	0,001	100,000
Ví dụ 7	62,195	37,000	0,300	0,500	0,005	100,000
Ví dụ 8	60,690	38,000	0,600	0,700	0,010	100,000
Ví dụ 9	59,000	39,000	1,000	0,900	0,100	100,000
Ví dụ 10	66,595	33,000	0,300	0,100	0,005	100,000
Ví dụ 11	64,190	35,000	0,500	0,300	0,010	100,000
Ví dụ 12	62,870	36,000	0,600	0,500	0,030	100,000
Ví dụ 13	60,550	38,000	0,700	0,700	0,050	100,000

Ví dụ 14	59,030	39,000	0,900	1,000	0,070	100,000
Ví dụ 15	66,399	33,000	0,300	0,300	0,001	100,000
Ví dụ 16	64,995	34,000	0,500	0,500	0,005	100,000
Ví dụ 17	63,590	35,000	0,700	0,700	0,010	100,000
Ví dụ 18	61,970	36,000	1,000	1,000	0,030	100,000
Ví dụ 19	61,850	37,000	1,000	0,100	0,050	100,000
Ví dụ 20	60,530	38,000	0,700	0,700	0,070	100,000
Ví dụ 21	59,400	39,000	0,500	1,000	0,100	100,000

[Bảng 2]

	Thành phần hợp kim (% khối lượng)													Tổng số
	Sn	Bi	Sb	Cu	Ni	Ag	Fe	Co	Ga	Mn	V	P	Ge	
Ví dụ 22	63,090	36,000	0,300	0,300	0,010	0,300	-	-	-	-	-	-	-	100,000
Ví dụ 23	63,394	36,000	0,300	0,300	0,005	-	0,001	-	-	-	-	-	-	100,000
Ví dụ 24	61,750	37,000	0,600	0,500	0,050	-	0,100	-	-	-	-	-	-	100,000
Ví dụ 25	63,389	36,000	0,300	0,300	0,010	-	-	0,001	-	-	-	-	-	100,000
Ví dụ 26	61,770	37,000	0,600	0,500	0,030	-	-	0,100	-	-	-	-	-	100,000
Ví dụ 27	63,389	36,000	0,300	0,300	0,010	-	-	-	0,001	-	-	-	-	100,000
Ví dụ 28	60,640	38,000	0,600	0,700	0,050	-	-	-	0,010	-	-	-	-	100,000
Ví dụ 29	63,389	36,000	0,300	0,300	0,010	-	-	-	-	0,001	-	-	-	100,000
Ví dụ 30	60,640	38,000	0,600	0,700	0,050	-	-	-	-	0,010	-	-	-	100,000
Ví dụ 31	63,389	36,000	0,300	0,300	0,010	-	-	-	-	-	0,001	-	-	100,000
Ví dụ 32	60,640	38,000	0,600	0,700	0,050	-	-	-	-	-	0,010	-	-	100,000
Ví dụ 33	63,389	36,000	0,300	0,300	0,010	-	-	-	-	-	-	0,001	-	100,000
Ví dụ 34	60,640	38,000	0,600	0,700	0,050	-	-	-	-	-	-	0,010	-	100,000
Ví dụ 35	63,389	36,000	0,300	0,300	0,010	-	-	-	-	-	-	-	0,001	100,000
Ví dụ 36	60,640	38,000	0,600	0,700	0,050	-	-	-	-	-	-	-	0,010	100,000

[Bảng 3]

	Thành phần hợp kim (% khối lượng)								Tổng số
	Sn	Bi	Sb	Cu	Ni	Ag	Fe	Co	
Ví dụ so sánh 1	60,000	38,000	1,000	0,700	-	0,300	-	-	100,000
Ví dụ so sánh 2	42,000	58,000	-	-	-	-	-	-	100,000
Ví dụ so sánh 3	96,500	-	-	0,500	-	3,000	-	-	100,000
Ví dụ so sánh 4	67,995	31,000	0,500	0,500	0,005	-	-	-	100,000
Ví dụ so sánh 5	57,850	41,000	0,600	0,500	0,050	-	-	-	100,000
Ví dụ so sánh 6	67,870	32,000	-	0,100	0,030	-	-	-	100,000
Ví dụ so sánh 7	57,730	40,000	1,200	1,000	0,070	-	-	-	100,000
Ví dụ so sánh 8	67,899	32,000	0,100	-	0,001	-	-	-	100,000
Ví dụ so sánh 9	57,700	40,000	1,000	1,200	0,100	-	-	-	100,000
Ví dụ so sánh 10	67,800	32,000	0,100	0,100	-	-	-	-	100,000
Ví dụ so sánh 11	59,250	40,000	0,100	0,500	0,150	-	-	-	100,000
Ví dụ so sánh 12	60,150	38,000	0,600	0,700	0,050	0,500	-	-	100,000
Ví dụ so sánh 13	60,030	38,000	1,000	0,700	0,070	-	0,200	-	100,000
Ví dụ so sánh 14	60,050	38,000	1,000	0,700	0,050	-	-	0,200	100,000

(Đánh giá)

<Thử nghiệm cắt va đập>

1) Mỗi bi hàn hình cầu có đường kính 0,5 mm và tương ứng được làm từ các hợp kim hàn thu được trong các ví dụ 1 đến 36 và các ví dụ so sánh 1 đến 14 được chuẩn bị.

2) Đế lá đồng được chuẩn bị, 0,01g “Flux RM-5” (do NIHON SUPERIOR CO., LTD. sản xuất) được đưa vào phần thực hiện, và sau đó, bi hàn được đặt trên đó.

3) Vật thể thu được trong 2) được đưa vào quá trình nhiệt hồi lưu trong điều kiện mức tăng nhiệt độ ở 1,5°C/giây và nhiệt độ tối đa là 200°C hoặc 250°C trong 50 giây, để nối đế lá đồng và bi, và sau đó, được để nguội và được rửa bằng IPA để loại bỏ chất trợ dung. Vật thể thu được từ đó được sử dụng làm mẫu đo.

4) Một phần của mẫu đo được chuẩn bị trong quy trình trên được để yên trong 100 giờ trong lò điện được giữ ở 150°C, để thực hiện quá trình xử lý già hóa.

5) Mẫu đo (ban đầu) không được đưa vào quá trình xử lý già hóa và mẫu đo (già hóa) được đưa vào quá trình xử lý già hóa được thiết đặt trên thiết bị kiểm tra cắt va đập (4000HS được sản xuất bởi DAGE).

6) Các điều kiện đo là như sau. Ứng suất tải trọng cắt (N) và năng lượng hấp thụ (E hấp thụ) (mJ) được đo bằng cách sử dụng ba tốc độ cắt là 10 mm/giây, 1000 mm/giây, và 2000 mm/giây đối với ví dụ 1 và ví dụ so sánh 1, và hai tốc độ cắt là 10 mm/giây và 1000 mm/giây đối với các ví dụ 2 đến 36 và các ví dụ so sánh 2 đến 14. Trị số lớn nhất (lực Max) của ứng suất tải trọng cắt được đánh giá dưới dạng độ bền nổi. So với các trường hợp tốc độ cắt là 10 mm/giây và 1000 mm/giây, tỷ lệ thay đổi (sau khi già hóa/ban đầu $\times 100$) của các trị số đo “ban đầu” và “sau khi già hóa” được tính, và ảnh hưởng của việc già hóa được đánh giá. Các bảng 4 đến 8 thể hiện các kết quả đo. Các bảng 5 và 7 thể hiện các kết quả của các ví dụ 1 đến 36 và các ví dụ so sánh 1 đến 14 trong trường hợp tốc độ cắt là 10 mm/giây. Các bảng 6 và 8 thể hiện các kết quả của các ví dụ 1 đến 36 và các ví dụ so sánh 1 đến 14 trong trường hợp tốc độ cắt là 1000 mm/giây. Các Fig. 5 đến 8 thể hiện các biểu đồ cột của “tỷ lệ thay đổi” được chỉ ra trong các bảng 5 đến 8. Mỗi Fig. 5 và 7 được tạo ra với đường nét đứt có chức năng như tham chiếu ở vị trí của tỷ lệ thay đổi là 90%. Mỗi Fig. 6 và 8 được tạo ra với đường nét đứt có chức năng như tham chiếu ở vị trí của tỷ lệ thay đổi là 100%.

[Bảng 4]

	Tốc độ cắt [mm/giây]	Ban đầu		Già hóa	
				150°C $\times 100$ giờ	
		Lực Max [N]	E hấp thụ [mJ]	Lực Max [N]	E hấp thụ [mJ]
Ví dụ 1	10	12,8	5,3	12,6	4,9
	1000	9,4	0,3	11,8	0,4
	2000	7,5	0,3	10,2	0,5
Ví dụ so sánh 1	10	9,5	2,9	7,7	2,2
	1000	6,6	0,2	6,3	0,2
	2000	4,0	0,1	5,6	0,2

[Bảng 5]

	Điểm nóng chảy (°C)	Ban đầu		Già hóa		Tỷ lệ thay đổi	
		Lực Max (N)	E hấp thụ (mJ)	Lực Max (N)	E hấp thụ (mJ)	Lực Max (%)	E hấp thụ (%)

Ví dụ 1	174	12,8	5,3	12,6	4,9	98	92
Ví dụ 2	194	11,3	3,8	10,5	3,5	93	92
Ví dụ 3	188	10,5	3,7	10,4	3,4	99	92
Ví dụ 4	185	10,5	3,6	9,4	3,3	90	92
Ví dụ 5	182	10,0	3,5	11,3	4,1	113	117
Ví dụ 6	188	9,5	2,8	9,6	2,9	101	104
Ví dụ 7	186	10,1	3,3	10,9	3,8	108	115
Ví dụ 8	185	10,4	3,7	12,4	5,0	119	135
Ví dụ 9	183	9,9	3,2	11,6	4,3	117	134
Ví dụ 10	192	10,5	3,8	11,5	4,6	110	121
Ví dụ 11	189	11,4	3,9	10,6	3,5	93	90
Ví dụ 12	188	10,0	3,4	10,5	3,4	105	100
Ví dụ 13	185	10,6	3,7	10,7	3,8	101	103
Ví dụ 14	183	10,0	3,4	10,3	3,4	103	100
Ví dụ 15	192	10,3	3,6	11,0	4,0	107	111
Ví dụ 16	191	10,6	4,0	10,0	3,6	94	90
Ví dụ 17	189	10,8	3,5	10,0	3,3	93	94
Ví dụ 18	188	10,4	3,7	9,5	3,5	91	95
Ví dụ 19	186	10,2	3,8	11,1	3,9	109	103
Ví dụ 20	185	10,6	3,9	10,7	3,5	101	90
Ví dụ 21	183	11,1	4,4	10,9	4,0	98	91
Ví dụ 22	188	10,3	3,7	10,5	3,6	102	97
Ví dụ 23	188	10,0	3,5	13,1	5,8	131	166
Ví dụ 24	186	10,7	4,0	11,3	3,9	106	98
Ví dụ 25	188	10,2	3,8	11,6	5,0	114	132
Ví dụ 26	186	9,9	3,4	8,9	3,2	90	94
Ví dụ 27	188	10,9	3,4	10,3	3,2	94	94
Ví dụ 28	185	10,2	3,6	10,1	3,3	99	92
Ví dụ 29	188	10,4	3,4	9,9	3,1	95	91
Ví dụ 30	185	9,9	3,4	9,7	3,1	98	91
Ví dụ 31	188	10,0	4,1	9,1	3,7	91	90
Ví dụ 32	185	10,7	4,0	10,1	5,3	94	133
Ví dụ 33	188	9,6	3,3	9,9	3,5	103	106
Ví dụ 34	185	9,9	3,5	9,5	3,2	96	91
Ví dụ 35	188	11,0	4,0	10,0	3,6	91	90
Ví dụ 36	185	10,7	4,1	10,3	3,8	96	93

[Bảng 6]

	Điểm nóng chảy	Ban đầu		Già hóa		Tỷ lệ thay đổi	
		Lực Max	E hấp thụ (mJ)	Lực Max	E hấp thụ (mJ)	Lực Max (%)	E hấp thụ (%)

	(°C)	(N)		(N)			
Ví dụ 1	174	9,4	0,3	11,8	0,4	126	133
Ví dụ 2	194	10,1	0,3	10,1	0,3	100	100
Ví dụ 3	188	7,3	0,2	7,9	0,3	108	150
Ví dụ 4	185	7,4	0,2	8,9	0,3	120	150
Ví dụ 5	182	7,8	0,2	8,9	0,4	114	200
Ví dụ 6	188	9,0	0,3	11,8	0,6	131	200
Ví dụ 7	186	8,9	0,3	10,9	0,5	122	167
Ví dụ 8	185	6,7	0,2	9,5	0,3	142	150
Ví dụ 9	183	7,7	0,2	8,9	0,3	116	150
Ví dụ 10	192	9,9	0,3	9,9	0,4	100	133
Ví dụ 11	189	8,7	0,2	9,9	0,4	114	200
Ví dụ 12	188	6,3	0,1	11,0	0,5	175	500
Ví dụ 13	185	7,1	0,2	10,4	0,3	146	150
Ví dụ 14	183	5,8	0,1	10,7	0,4	184	400
Ví dụ 15	192	9,7	0,3	11,1	0,5	114	167
Ví dụ 16	191	8,6	0,3	8,8	0,4	102	133
Ví dụ 17	189	8,4	0,2	10,0	0,4	119	200
Ví dụ 18	188	8,9	0,3	9,5	0,3	107	100
Ví dụ 19	186	8,4	0,2	8,4	0,3	100	150
Ví dụ 20	185	6,8	0,2	8,3	0,3	122	150
Ví dụ 21	183	8,1	0,3	9,6	0,3	119	100
Ví dụ 22	188	7,9	0,2	10,7	0,4	135	200
Ví dụ 23	188	7,4	0,2	10,1	0,3	136	150
Ví dụ 24	186	7,2	0,2	10,3	0,3	143	150
Ví dụ 25	188	7,6	0,2	10,3	0,4	136	200
Ví dụ 26	186	7,3	0,2	9,2	0,4	126	200
Ví dụ 27	188	7,4	0,2	9,9	0,4	134	200
Ví dụ 28	185	7,9	0,2	10,1	0,4	128	200
Ví dụ 29	188	8,0	0,2	9,8	0,3	123	150
Ví dụ 30	185	7,2	0,2	9,5	0,3	132	150
Ví dụ 31	188	8,0	0,2	9,0	0,3	113	150
Ví dụ 32	185	7,5	0,2	9,7	0,4	129	200
Ví dụ 33	188	7,2	0,2	9,1	0,3	126	150
Ví dụ 34	185	7,3	0,2	9,0	0,2	123	100
Ví dụ 35	188	9,1	0,3	9,1	0,4	100	133
Ví dụ 36	185	6,5	0,2	9,5	0,4	146	200

[Bảng 7]

	Điểm nóng chảy (°C)	Ban đầu		Già hóa		Tỷ lệ thay đổi	
		Lực Max (N)	E hấp thụ (mJ)	Lực Max (N)	E hấp thụ (mJ)	Lực Max (%)	E hấp thụ (%)
Ví dụ so sánh 1	185	9,5	2,9	7,7	2,2	81	76
Ví dụ so sánh 2	139	10,9	4,6	9,0	3,1	83	67
Ví dụ so sánh 3	219	10,0	4,9	8,3	3,7	83	76
Ví dụ so sánh 4	195	11,3	4,4	7,8	2,0	69	45
Ví dụ so sánh 5	180	11,2	4,2	9,2	2,8	82	67
Ví dụ so sánh 6	194	12,4	5,5	9,4	2,9	76	53
Ví dụ so sánh 7	178	12,0	4,3	10,1	3,5	84	81
Ví dụ so sánh 8	194	12,5	3,9	10,1	3,3	81	85
Ví dụ so sánh 9	176	9,7	3,3	7,3	2,4	75	73
Ví dụ so sánh 10	194	11,8	4,2	9,3	3,0	79	71
Ví dụ so sánh 11	175	12,2	4,8	10,3	3,6	84	75
Ví dụ so sánh 12	185	9,8	3,3	8,1	2,5	83	76
Ví dụ so sánh 13	185	10,8	3,4	8,5	2,7	79	79
Ví dụ so sánh 14	185	10,8	4,1	9,1	3,0	84	73

[Bảng 8]

	Điểm nóng chảy (°C)	Ban đầu		Già hóa		Tỷ lệ thay đổi	
		Lực Max (N)	E hấp thụ (mJ)	Lực Max (N)	E hấp thụ (mJ)	Lực Max (%)	E hấp thụ (%)
Ví dụ so sánh 1	185	6,6	0,2	6,3	0,2	95	100
Ví dụ so sánh 2	139	10,8	0,4	8,3	0,3	77	75
Ví dụ so sánh 3	219	13,6	0,9	10,9	0,6	80	67
Ví dụ so sánh 4	195	7,0	0,2	5,5	0,1	79	50
Ví dụ so sánh 5	180	10,8	0,4	8,5	0,3	79	75
Ví dụ so sánh 6	194	11,8	0,5	8,7	0,3	74	60
Ví dụ so sánh 7	178	10,0	0,3	8,4	0,2	84	67
Ví dụ so sánh 8	194	10,4	0,4	8,1	0,2	78	50
Ví dụ so sánh 9	176	8,4	0,3	6,1	0,1	73	33
Ví dụ so sánh 10	194	9,7	0,3	8,1	0,2	84	67
Ví dụ so sánh 11	175	8,5	0,3	6,3	0,2	74	67
Ví dụ so sánh 12	185	7,7	0,3	6,2	0,2	81	67
Ví dụ so sánh 13	185	8,8	0,3	7,2	0,2	82	67
Ví dụ so sánh 14	185	9,6	0,3	7,5	0,2	78	67

<Quan sát mặt cắt ngang của bộ phận mối hàn>

Bằng cách sử dụng các hợp kim hàn thu được trong các ví dụ 1, 3, và 4 và các ví dụ so sánh 4 và 5, các mẫu đo được chuẩn bị theo cách giống như trong 1) đến 3) trong <thử nghiệm cắt và đập>. Các mặt cắt của các mẫu đo được chụp ảnh bằng SEM. Các hình ảnh của ảnh chụp SEM thu được được thể hiện trên các Fig. 1 đến 4 và 9 đến 12.

<Đánh giá sự ăn mòn sắt>

Chất trợ dung (NS-65 do NIHON SUPERIOR CO., LTD. sản xuất) được đưa vào một mẫu mỏng (được làm từ sắt tinh khiết, chiều rộng 10 mm × chiều dài 50 mm × độ dày 20 μm) mà tương ứng với vôi, và sau đó, mẫu mỏng thu được được mạ bằng thiếc. Mẫu mỏng đã được mạ bằng thiếc được sử dụng làm mẫu thử nghiệm trong thử nghiệm được mô tả dưới đây.

Các hợp kim hàn của các ví dụ 23 đến 26 và các ví dụ so sánh 1 và 2 được chuẩn bị, và khoảng 1 kg của mỗi hợp kim hàn được đặt trong buồng hàn và được làm nóng ở nhiệt độ 220°C, để chuẩn bị kim loại nóng chảy của hợp kim hàn.

Mẫu thử nghiệm được cố định vào đầu của thân quay dạng thanh của máy khuấy kiểu trục vít (BL600 do SHINTO Scientific Co. Ltd. (HEIDON) sản xuất) và mẫu thử nghiệm được ngâm sao cho độ sâu ngâm của mẫu thử nghiệm là 40 mm. Tại thời điểm này, thân quay dạng thanh được quay ở 50 vòng/phút quanh trục trung tâm mà kéo dài theo chiều dài của nó và có chức năng là trục quay. Trục trung tâm được làm nghiêng 10° so với bề mặt chất lỏng của chất hàn nóng chảy. Sau 120 phút, sự khác biệt về diện tích của phần được ngâm của mẫu thử nghiệm trước và sau khi ngâm được coi là lượng ăn mòn của sắt để tính tỷ lệ giảm sắt, và mức độ ăn mòn (sự ăn mòn sắt) được đánh giá. Diện tích của phần được ngâm của mẫu thử nghiệm trước và sau khi ngâm được đo bằng kính hiển vi kỹ thuật số VHX-7000 do KEYENCE CORPORATION sản xuất. Tỷ lệ giảm sắt được tính theo cách được mô tả dưới đây. Bảng 9 thể hiện các kết quả đánh giá. Tham chiếu đánh giá được thiết đặt như sau. Tỷ lệ giảm sắt nhỏ hơn 5,0% được đánh giá dưới dạng “○”, tỷ lệ giảm sắt là 5,0% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 10,0% được đánh giá dưới dạng “△”, và tỷ lệ giảm sắt là 10,0% hoặc lớn hơn được đánh giá dưới dạng “×”.

Tỷ lệ giảm sắt (%) = (Diện tích trước khi ngâm - Diện tích sau khi ngâm) / Diện tích được ngâm trước khi ngâm × 100

[Bảng 9]

	Diện tích bị giảm (%)	Kết quả xác định
Ví dụ 23	3,2	○
Ví dụ 24	0,8	○
Ví dụ 25	3,9	○

Ví dụ 26	1,4	○
Ví dụ so sánh 1	7,7	×
Ví dụ so sánh 2	10,1	×

<Đánh giá khả năng thấm ướt>

Bằng cách sử dụng các mẫu hàn (đường kính: 6,5 mmφ, chiều cao: 1,24 mm) được chuẩn bị với việc sử dụng các hợp kim hàn tương ứng của ví dụ 22 và các ví dụ so sánh 7 và 11 đến 14, tỷ lệ giãn nở (%) được tính theo JIS Z 3198-3 và được đánh giá. Tham chiếu đánh giá được thiết đặt như sau. Tỷ lệ giãn nở là 80,0% hoặc lớn hơn được đánh giá dưới dạng “○”, tỷ lệ giãn nở là 75,0% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 80,0% được đánh giá dưới dạng “Δ”, và tỷ lệ giãn nở nhỏ hơn 75,0% được đánh giá dưới dạng “×”. Bảng 10 thể hiện các kết quả đánh giá.

[Bảng 10]

	Tỷ lệ giãn nở (%)	Kết quả xác định
Ví dụ 22	83,1	○
Ví dụ so sánh 7	72,6	×
Ví dụ so sánh 11	75,4	Δ
Ví dụ so sánh 12	78,9	Δ
Ví dụ so sánh 13	71,4	×
Ví dụ so sánh 14	75,5	Δ

<Thử nghiệm độ dày màng oxit>

Chất hàn nóng chảy của mỗi trong số các hợp kim hàn của các ví dụ 27 đến 36 và các ví dụ so sánh 8 đến 10, 13, và 14 được rót vào trong khuôn, để thu được mẫu thử nghiệm (chiều rộng 2 cm × chiều dài 10 cm × độ dày 1 cm). Bằng cách sử dụng thiết bị đo độ dày màng oxit (Surface Scan SERA QC-100 do ECI TECHNOLOGY sản xuất), độ dày của màng oxit (tổng của SnO và SnO₂) trên bề mặt của mẫu thử nghiệm trên ngày điều chế của chúng được đo để thu được độ dày màng ban đầu D₀. Sau đó, mẫu thử nghiệm được phơi nhiễm ra môi trường có nhiệt độ trong phòng 25°C và độ ẩm 65% trong 168 giờ, để cho trải qua sự oxy hóa tự nhiên. Sau đó, độ dày của màng oxit được đo lại theo cách giống như trên để thu được độ dày màng sau phơi nhiễm D. Tỷ lệ thay đổi $(D/D_0 \times 100)$ so với độ dày màng ban đầu D₀ được tính và đánh giá. Tham chiếu đánh giá được thiết đặt như sau. Đối với tỷ lệ thay đổi về độ dày của màng oxit trên bề mặt của hợp kim hàn trước và sau khi phơi nhiễm, tỷ lệ thay đổi này nhỏ hơn 25% được đánh giá dưới dạng “○”, tỷ lệ thay đổi này là 25% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 50% được đánh

giá dưới dạng “ Δ ”, và tỷ lệ thay đổi này là 50% hoặc lớn hơn được đánh giá dưới dạng “ $\times$ ”. Bảng 11 thể hiện các kết quả đánh giá.

[Bảng 11]

	Tỷ lệ thay đổi (%)	Kết quả xác định
Ví dụ 27	8	○
Ví dụ 28	6	○
Ví dụ 29	7	○
Ví dụ 30	6	○
Ví dụ 31	8	○
Ví dụ 32	7	○
Ví dụ 33	7	○
Ví dụ 34	6	○
Ví dụ 35	7	○
Ví dụ 36	6	○
Ví dụ so sánh 8	35	Δ
Ví dụ so sánh 9	31	Δ
Ví dụ so sánh 10	34	Δ
Ví dụ so sánh 13	72	$\times$
Ví dụ so sánh 14	58	$\times$

Theo các bảng 4 đến 8 và các Fig. 5 đến 8, khi Sn được sử dụng làm pha gốc và Bi, Sb, Cu, và Ni được chứa với các lượng trong các khoảng cụ thể, hợp kim hàn có ứng suất tải trọng cắt tốt, và cả sau khi già hóa, có ứng suất cắt tương đương với hoặc lớn hơn ứng suất cắt ở trạng thái ban đầu. Các Fig. 1 đến 4 cho thấy rằng sự xuất hiện của các lỗ rỗng được ức chế ở trạng thái ban đầu và sau khi già hóa. Cụ thể là, khi lớp hợp chất liên kim loại (intermetallic compound - IMC) của Cu_6Sn_5 được mô tả bằng màu xám nhạt trong hình minh họa trên Fig. 13A được tập trung, một số lượng lớn lỗ rỗng Kirkendall được quan sát, sau khi xử lý già hóa của ví dụ so sánh 4, dưới dạng các đốm màu đen ở lớp IMC của Cu_3Sn được mô tả bằng màu xám đậm, trên bề mặt của đế đồng màu đen. Điều này là do thực tế rằng ví dụ so sánh 4 có lượng Sn lớn nhất trong số các ví dụ 3 và 4 và các ví dụ so sánh 4 và 5, và đồng được khuếch tán nhiều nhất với Sn trong chất hàn. Đã biết rằng lỗ rỗng Kirkendall có thể là điểm bắt đầu của sự tập trung ứng suất, và vết nứt được quan sát gần lỗ rỗng Kirkendall trên Fig. 13A. Sau khi xử lý già hóa của ví dụ so sánh 5, không quan sát thấy lỗ rỗng Kirkendall như được thể hiện trên Fig. 13B, nhưng quan sát thấy vết nứt trong lớp IMC của Cu_6Sn_5 được mô tả bằng màu xám nhạt. Điều này có thể do Bi, mà cứng, được tập trung ở vùng lân cận mặt tiếp giáp nối, do đó, gây ra tải trọng ứng suất được tác động một cách dễ dàng lên lớp IMC.

Trong khi đó, tham chiếu đến các Fig. 9 và 10, trong trường hợp các hợp kim hàn của các ví dụ 3 và 4, không quan sát thấy các vết nứt hoặc các lỗ rỗng Kirkendall trong lớp IMC của Cu_6Sn_5 được mô tả bằng màu xám nhạt. Hơn nữa, theo bảng 9, khi Fe và Co được chứa với các lượng trong các khoảng định trước, sự ăn mòn sắt cũng có thể được ức chế. Theo bảng 10, khi Ag được chứa với lượng trong khoảng định trước, khả năng thấm ướt cũng có thể được cải thiện. Theo bảng 11, khi Ga, Mn, V, P, và Ge được chứa với các lượng trong các khoảng định trước, sự oxy hóa của bề mặt của hợp kim hàn cũng có thể được ức chế. Do đó, hợp kim hàn có thành phần hợp phần trong các khoảng cụ thể như được mô tả trên đây có điểm nóng chảy thấp dựa trên hàm lượng của Bi. Ngoài ra, sự thoái hóa của hợp kim hàn khi sử dụng trong thời gian dài được ức chế, và hợp kim hàn có thể có độ bền môi nhiệt tốt. Do đó, bộ phận mối hàn tin cậy cao có thể được tạo ra. Hơn nữa, khi các nguyên tố tùy ý định trước được chứa với các lượng trong các khoảng định trước ngoài các hợp phần thiết yếu là Sn, Bi, Sb, Cu, và Ni, các chức năng riêng của các nguyên tố tùy ý có thể được thể hiện ngoài các chức năng dựa trên các hợp phần thiết yếu.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hợp kim hàn không chứa chì chứa: Bi với lượng 32% khối lượng hoặc lớn hơn và 40% khối lượng hoặc nhỏ hơn; Sb với lượng 0,1% khối lượng hoặc lớn hơn và 1,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn; Cu với lượng 0,1% khối lượng hoặc lớn hơn và 1,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn; Ni với lượng 0,001% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,1% khối lượng hoặc nhỏ hơn; và phần còn lại là Sn với các tạp chất không thể tránh được.
2. Hợp kim hàn không chứa chì theo điểm 1, chứa Bi với lượng 36% khối lượng hoặc lớn hơn và 38% khối lượng hoặc nhỏ hơn.
3. Hợp kim hàn không chứa chì theo điểm 1 hoặc 2, chứa Ag với lượng 0,3% khối lượng hoặc nhỏ hơn.
4. Hợp kim hàn không chứa chì theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, chứa ít nhất một nguyên tố được chọn từ Fe và Co, trong đó hàm lượng của mỗi trong số Fe và Co là 0,001% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,1% khối lượng hoặc nhỏ hơn.
5. Hợp kim hàn không chứa chì theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, chứa ít nhất một nguyên tố được chọn từ Ga, Mn, V, P, và Ge, trong đó hàm lượng của mỗi trong số Ga, Mn, V, P, và Ge là 0,001% khối lượng hoặc lớn hơn và 0,01% khối lượng hoặc nhỏ hơn.
6. Bộ phận mối hàn được tạo ra bằng cách sử dụng hợp kim hàn không chứa chì theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5.

FIG. 1A

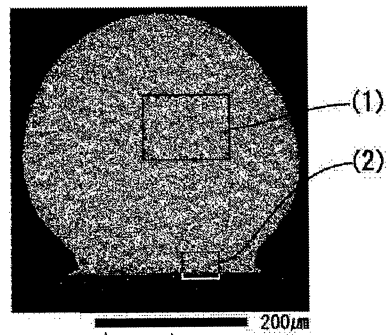


FIG. 1B

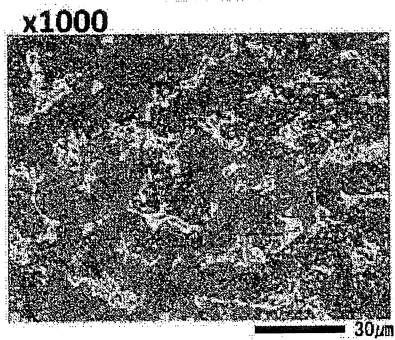


FIG. 1C

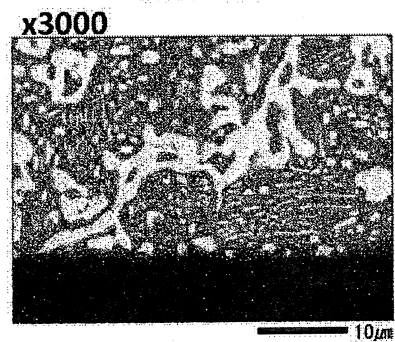


FIG. 2

x600



50 μm

FIG. 3A

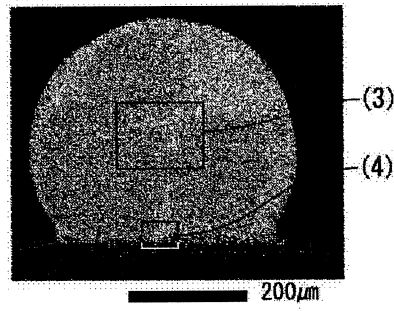


FIG. 3B

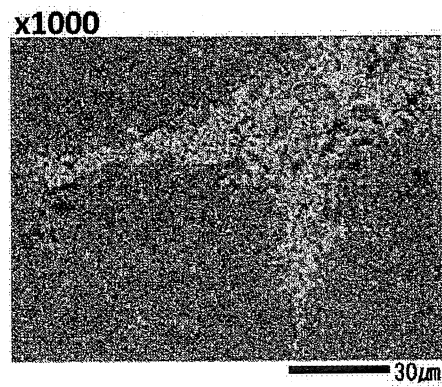


FIG. 3C

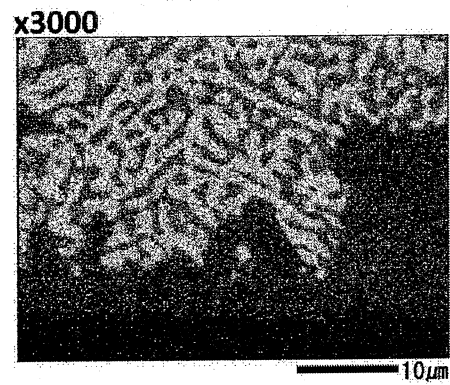


FIG. 4



FIG. 5

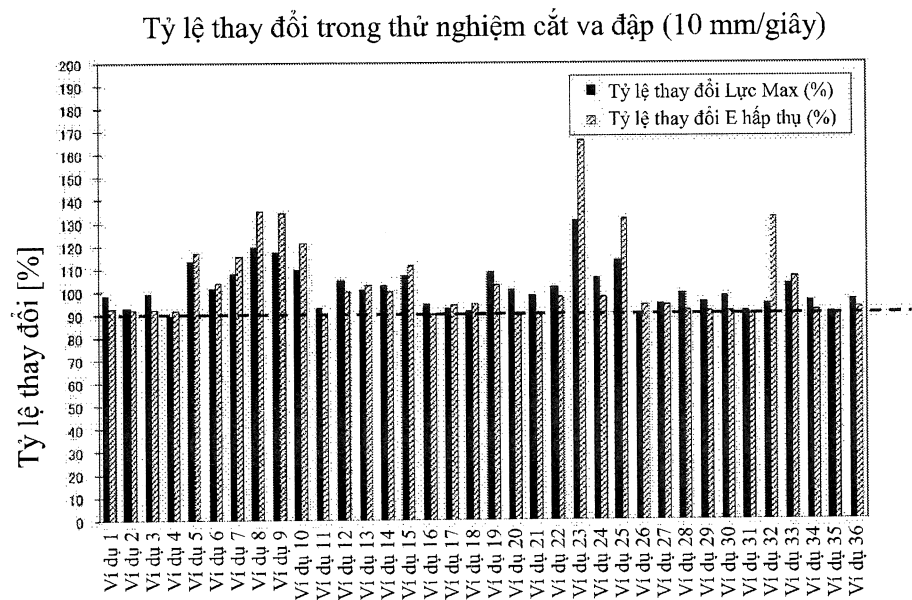


FIG. 6

Tỷ lệ thay đổi trong thử nghiệm cắt và đập (1000 mm/giây)

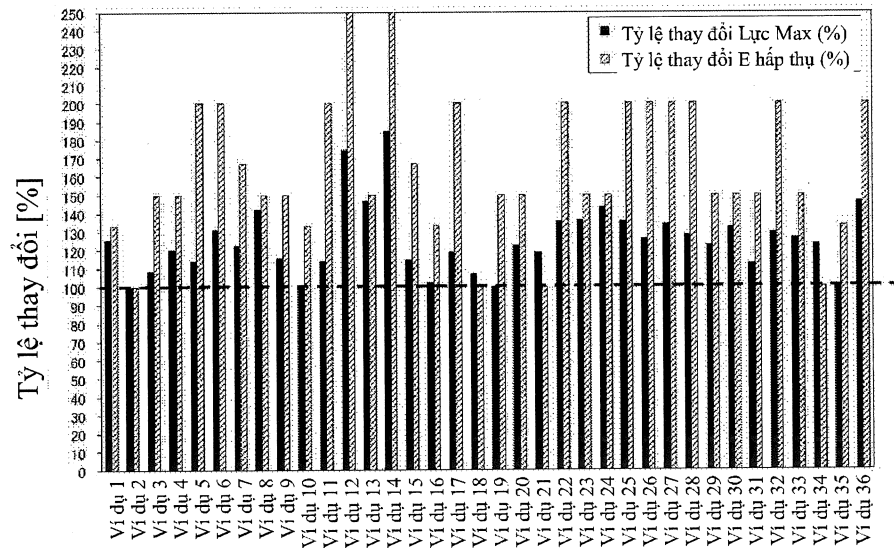


FIG. 7

Tỷ lệ thay đổi trong thử nghiệm cắt và đập (10 mm/giây)

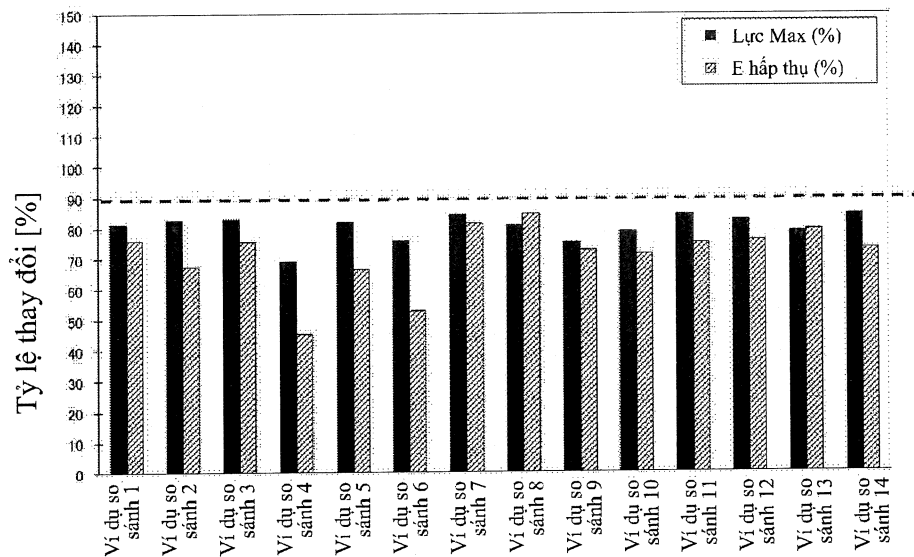


FIG. 8

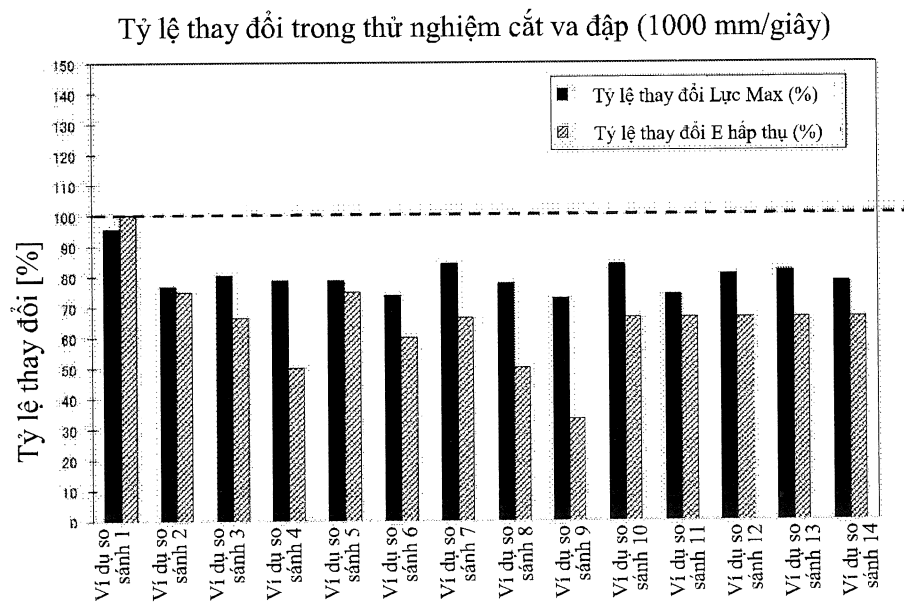


FIG. 9A

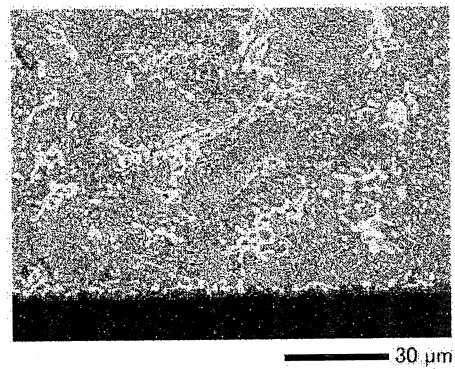


FIG. 9B

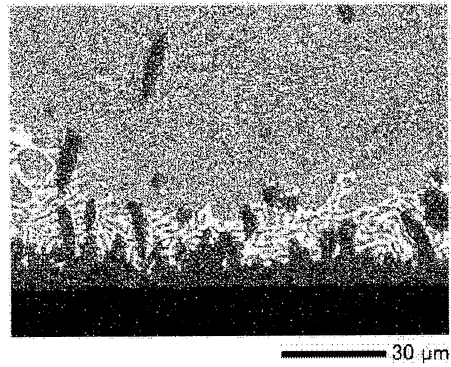


FIG. 10A

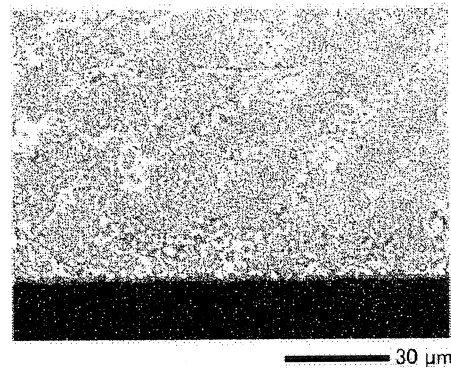


FIG. 10B

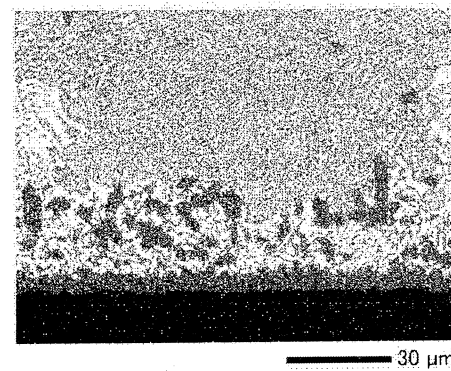


FIG. 11A

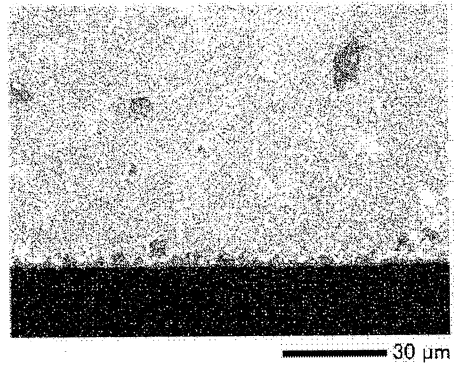


FIG. 11B

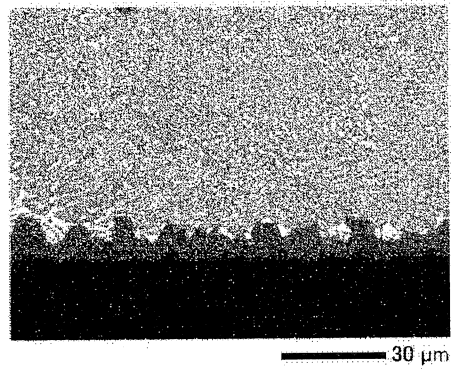


FIG. 12A

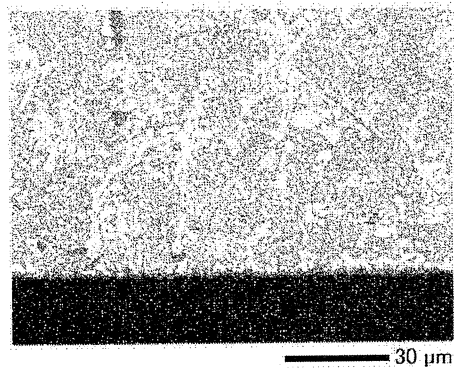


FIG. 12B

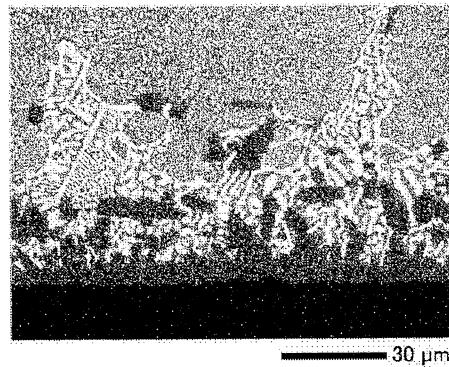


FIG. 13A

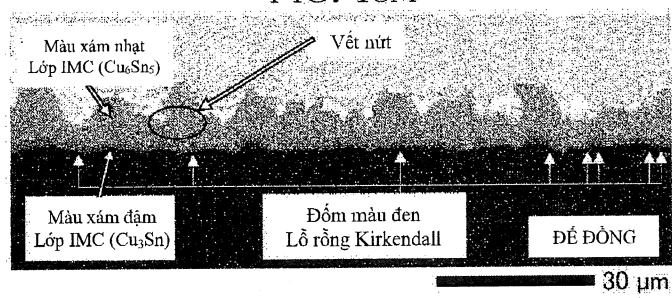


FIG. 13B

