



(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)



1-0035518

(51)^{2020.01} B23K 35/26; B23K 35/22; H05K 3/34; (13) B
C22C 13/00; B23K 35/14

(21) 1-2021-04957

(22) 11/05/2020

(86) PCT/JP2020/018837 11/05/2020

(87) WO 2020/241225 03/12/2020

(30) 2019-098427 27/05/2019 JP

(45) 25/04/2023 421

(43) 25/03/2022 408

(73) SENJU METAL INDUSTRY CO., LTD. (JP)

23, Senju-Hashido-cho, Adachi-ku, Tokyo 120-8555, Japan

(72) SAITO, Takashi (JP); YOSHIKAWA, Shunsaku (JP); IZUMITA, Naoko (JP).

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

(54) HỢP KIM HÀN, KEM HÀN, PHÔI HÀN, BI HÀN, DÂY HÀN, DÂY HÀN VẴY
CÓ THUỐC DẪO, MỐI NỐI HÀN, BẢNG MẠCH ĐIỆN TỬ VÀ BẢNG MẠCH
ĐIỆN TỬ NHIỀU LỚP

(57) Sáng chế đề cập đến hợp kim hàn bao gồm thành phần hợp kim bao gồm 13-22% khối lượng của In, 0,5-2,8 % khối lượng của Ag, 0,5-5,0 % khối lượng của Bi, 0,002-0,05 % khối lượng của Ni, và phần còn lại là Sn. Mỗi hợp kim hàn, kem hàn, phôi hàn, bi hàn, dây hàn, dây hàn vảy có thuốc dẻo và mối nối hàn bao gồm hợp kim hàn. Bảng mạch điện tử và bảng mạch điện tử nhiều lớp được nối nhờ sử dụng mối nối hàn.



Tham khảo 4: Sn-17In-2,5Ag-1,5Bi



Ví dụ 3: Sn-17In-2,5Ag-1,5Bi-0,02Ni

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hợp kim hàn trong đó thành phần chính là Sn, việc sử dụng hợp kim hàn, và bảng mạch điện tử mà trong đó hợp kim hàn được sử dụng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, hợp kim hàn không có chì mà không chứa chì đã được sử dụng vì môi trường. Các ví dụ của hợp kim hàn không có chì bao gồm SAC305 (Sn-3,0Ag-0,5Cu). Điểm nóng chảy của SAC305 là khoảng 220°C. Trong khi hàn với SAC305, nhiệt độ cao nhất của lò đối lưu thường được đặt ở khoảng nhiệt độ trung bình khoảng 250°C.

Mặt khác, để chặn các tải nhiệt trên phần điện tử bị thu nhỏ, việc hàn được thực hiện trong khoảng nhiệt độ thấp cũng đã được yêu cầu. Trong khi hàn trong khoảng nhiệt độ thấp, hợp kim hàn không có chì có điểm nóng chảy thấp được sử dụng. Hợp kim hàn như vậy bao gồm Sn-58Bi và Sn-52In. Điểm nóng chảy của Sn-58Bi là khoảng 140°C. Điểm nóng chảy của Sn-52In là khoảng 120°C. Trong khi việc hàn được thực hiện trong khoảng nhiệt độ thấp, nhiệt độ cao nhất của lò đối lưu thường được đặt ở 150-160°C.

Rõ ràng, trong việc hàn theo bước mà việc hàn được thực hiện trong nhiều giai đoạn, việc hàn được dự kiến được thực hiện ở khoảng nhiệt độ trung bình giữa nhiệt độ trung bình và nhiệt độ thấp được nêu ở trên. Các ví dụ về các kỹ thuật đã biết đề cập đến hợp kim hàn không có chì có điểm nóng chảy trong khoảng nhiệt độ trung bình bao gồm tài liệu sáng chế 1. Tài liệu sáng chế 1 bộc lộ hợp kim hàn không có chì bao gồm ba nguyên tố là Sn, Ag và In. Hợp kim hàn thông thường này có nhiệt độ rắn là 167-212°C và nhiệt độ lỏng là 179-213°C.

Các ví dụ của các kỹ thuật đã biết đề cập đến ứng dụng bao gồm tài liệu sáng chế 2. Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ hợp kim hàn không có chì bao gồm Sn, In, Ag và Cu. Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ một vài ví dụ trong đó các nguyên tố thiết yếu này khác nhau về hàm lượng. Mỗi trong số nhiệt độ rắn của các ví dụ này là khoảng 120°C.

Ví dụ khác của kỹ thuật đã biết liên quan đến sáng chế bao gồm tài liệu sáng chế 3. Tài liệu sáng chế 3 bộc lộ hợp kim hàn không có chì bao gồm 0,5 đến 5 % khối lượng của Ag, 0,5 đến 20 % khối lượng của In, 0,1 đến 3 % khối lượng của Bi, 3 % khối lượng hoặc kém hơn của nguyên tố phụ gia, và phần còn lại là Sn. Nguyên tố phụ gia là ít nhất một nguyên tố được chọn từ Sb, Zn, Ni, Ga, Ge và Cu. Tài liệu sáng chế 3 bộc lộ các ví dụ của các hợp kim chứa 0,5 và 1,5 % trọng lượng của Ni như nguyên tố phụ gia.

Danh mục tài liệu trích dẫn:

Tài liệu sáng chế:

[PTL 1] JPH6-15476A

[PTL 2] JP2013-198937A

[PTL 3] JP2004-188453A

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế:

Hợp kim hàn không có chì chỉ đơn giản là có điểm nóng chảy thấp không thích hợp cho việc hàn theo bước bao gồm việc hàn được thực hiện trong khoảng nhiệt độ trung bình được nêu trên. Nghĩa là, đặc tính mà nóng chảy ở nhiệt độ dưới điểm nóng chảy của hợp kim hàn nhiệt độ thấp được thể hiện bởi Sn-58Bi dẫn đến khả năng bị nóng chảy lại trong bước hàn của hợp kim hàn nhiệt độ thấp. Do đó, hợp kim hàn của tài liệu sáng chế 2 có nhiệt độ rắn thấp hơn so với điểm nóng chảy của hợp kim hàn nhiệt độ thấp không thể được trải qua bước hàn mà khác với bước hàn của hợp kim hàn nhiệt độ thấp nêu trên. Ngoài ra, hợp kim hàn của tài liệu sáng chế 3 đã không được phát triển tập trung vào điểm nóng chảy

của nó. Do đó, không biết liệu hợp kim hàn của tài liệu sáng chế 3 phù hợp với việc hàn được thực hiện trong khoảng nhiệt độ trung bình được nêu ở trên hay không.

Điều quan trọng là hợp kim hàn phù hợp với việc hàn này theo bước như vậy không chỉ đáp ứng yêu cầu về điểm nóng chảy mà còn có độ tin cậy cơ học rất tốt. Do đó, có lý do để phát triển hợp kim hàn tập trung vào những điểm này.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Một mục đích của sáng chế là đề xuất hợp kim hàn phù hợp với việc hàn theo bước bao gồm việc hàn được thực hiện trong khoảng nhiệt độ trung bình đến thấp và có độ tin cậy cơ học rất tốt. Mục đích khác của sáng chế là đề xuất kem hàn, phôi hàn, bi hàn, dây hàn, dây hàn vảy có thuốc dẻo và mối nối hàn bao gồm hợp kim hàn như vậy. Mục đích khác nữa của sáng chế là đề xuất bảng mạch điện tử và bảng mạch điện tử nhiều lớp hợp kim hàn này được đưa vào.

Cách thức giải quyết vấn đề

Các tác giả của sáng chế đã bắt đầu với hợp kim Sn-In bao gồm hai nguyên tố, Sn và In. Khi hàm lượng của In vượt quá lượng nhất định, hợp kim này tạo nên pha hợp chất liên kim được gọi là pha γ gồm In và Sn. Tuy nhiên, vì pha γ này dễ gãy, có nguy cơ làm giảm độ dẻo của hợp kim hàn. Do đó, hàm lượng của In đã được đặt khoảng 20 % trọng lượng sao cho đặc tính cơ học được mong muốn có thể đạt được mà không làm giảm độ dẻo.

Sau khi xác định hàm lượng của In, nguyên tố phụ gia vào hợp kim hàn có điểm nóng chảy thích hợp chịu sự hàn với khoảng nhiệt độ trung bình đến thấp đã được khảo sát. Do đó, thấy rằng không chỉ điểm nóng chảy được điều chỉnh đến khoảng thích hợp mà đặc tính cơ học được cải thiện bằng cách thêm lượng thích hợp của Ag, Bi và Ni vào hợp kim gốc Sn-In.

Từ khảo sát trên, thấy được rằng hợp kim hàn thu được bằng cách thêm lượng thích hợp của năm nguyên tố của Sn, In, Ag, Bi và Ni là hợp kim hàn tối ưu để giải quyết các vấn đề được nêu trên.

Sáng chế thứ nhất là hợp kim hàn có các dấu hiệu sau đây.

Hợp kim hàn bao gồm thành phần hợp kim bao gồm 13-22 % khối lượng của In, 0,5-2,8 % khối lượng của Ag, 0,5-5,0 % khối lượng của Bi, 0,002-0,05% của Ni, và phần còn lại là Sn.

Sáng chế thứ hai có các dấu hiệu sau đây theo sáng chế thứ nhất.

Thành phần hợp kim còn chứa, ít nhất một nguyên tố được chọn từ P, Ge và Ga trong tổng của 0,09 % khối lượng hoặc thấp hơn.

Sáng chế thứ ba có các dấu hiệu sau đây theo sáng chế thứ nhất hoặc thứ hai.

Thành phần hợp kim còn chứa 0,005-0,1 % khối lượng của Sb.

Sáng chế thứ tư có các dấu hiệu sau đây theo sáng chế bất kỳ trong các sáng chế từ thứ nhất đến thứ ba.

Hàm lượng của In là 15-20%.

Sáng chế thứ năm có các dấu hiệu sau đây theo sáng chế thứ tư.

Giới hạn trên của hàm lượng của In là 17%.

Sáng chế thứ sáu có các dấu hiệu sau đây theo sáng chế bất kỳ trong các sáng chế từ thứ nhất đến thứ năm.

Hàm lượng của Ag là 1,0-2,5%.

Sáng chế thứ bảy có các dấu hiệu sau đây theo sáng chế bất kỳ trong các sáng chế từ thứ nhất đến thứ sáu.

Hàm lượng của Bi là 1,0-2,5%.

Sáng chế thứ tám có các dấu hiệu sau đây theo sáng chế bất kỳ trong các sáng chế từ thứ nhất đến thứ bảy.

Hàm lượng của Ni là 0,003-0,04%.

Sáng chế thứ chín có các dấu hiệu sau đây theo sáng chế bất kỳ trong các sáng chế từ thứ nhất đến thứ tám.

Hàm lượng của In, Ag, Bi, và Ni thỏa mãn mối quan hệ sau (1).

$$0,9 \leq (\text{In} \times \text{Ni}) \times (\text{Ag} + \text{Bi}) \leq 3,4 \quad (1)$$

Trong mỗi quan hệ (1), In, Ni, Ag, và Bi đại diện cho từng hàm lượng của các nguyên tố tương ứng.

Sáng chế thứ mười còn có các dấu hiệu sau đây theo sáng chế bất kỳ trong các sáng chế từ thứ nhất đến thứ chín.

Nhiệt độ rắn của hợp kim hàn là 160°C hoặc hơn.

Nhiệt độ lỏng của hợp kim hàn là 210°C hoặc kém hơn.

Sáng chế thứ mười một còn có các dấu hiệu sau đây theo sáng chế thứ mười.

Nhiệt độ rắn là 165°C hoặc cao hơn.

Nhiệt độ lỏng là 200°C hoặc thấp hơn.

Sáng chế thứ mười hai là kem hàn.

Kem hàn bao gồm hợp kim hàn theo sáng chế bất kỳ trong số các sáng chế từ thứ nhất đến thứ mười một.

Sáng chế thứ mười ba là phôi hàn.

Phôi hàn bao gồm hợp kim hàn theo sáng chế bất kỳ trong số các sáng chế từ thứ nhất đến thứ mười một.

Sáng chế thứ mười bốn là bi hàn.

Bi hàn bao gồm hợp kim hàn theo sáng chế bất kỳ trong số các sáng chế từ thứ nhất đến thứ mười một.

Sáng chế thứ mười lăm là dây hàn.

Dây hàn bao gồm hợp kim hàn theo sáng chế bất kỳ trong số các sáng chế từ thứ nhất đến thứ mười một.

Sáng chế thứ mười sáu là dây hàn vảy có thuốc dẻo.

Dây hàn vảy có thuốc dẻo bao gồm hợp kim hàn theo sáng chế bất kỳ trong

số các sáng chế từ thứ nhất đến thứ mười một.

Sáng chế thứ mười bảy là mỗi nối hàn.

Mỗi nối hàn bao gồm hợp kim hàn theo sáng chế bất kỳ trong số các sáng chế từ thứ nhất đến thứ mười một (mỗi nối hàn không bao gồm hợp kim hàn khác với hợp kim hàn theo sáng chế bất kỳ trong số các sáng chế từ thứ nhất đến thứ mười một).

Sáng chế thứ mười tám là bảng mạch điện tử.

Bảng mạch điện tử được nối nhờ sử dụng mỗi nối hàn của sáng chế thứ mười bảy.

Sáng chế thứ mười chín còn có các dấu hiệu sau đây theo sáng chế thứ tám.

Bảng mạch điện tử còn bao gồm phần điện tử chịu nhiệt cao mà có nhiệt độ chịu nhiệt cao hơn phần điện tử.

Phần điện tử chịu nhiệt cao được nối vào bảng mạch điện tử nhờ sử dụng mỗi nối hàn khác.

Mỗi nối hàn khác bao gồm hợp kim hàn khác có điểm nóng chảy cao hơn nhiệt độ lỏng của hợp kim hàn được bao gồm trong mỗi nối hàn.

Sáng chế thứ hai mươi còn có các tính năng sau đây trong sáng chế thứ mười tám.

Bảng mạch điện tử còn bao gồm phần điện tử chịu nhiệt thấp có nhiệt độ chịu nhiệt thấp hơn phần điện tử.

Phần điện tử chịu nhiệt thấp được nối vào bảng mạch điện tử nhờ sử dụng mỗi nối hàn khác.

Mỗi nối hàn khác bao gồm hợp kim hàn khác có điểm nóng chảy thấp hơn so với nhiệt độ rắn của hợp kim hàn được bao gồm trong mỗi nối hàn.

Sáng chế thứ hai mốt là bảng mạch điện tử nhiều lớp.

Bảng mạch điện tử nhiều lớp bao gồm bảng thứ nhất và bảng thứ hai.

Bảng thứ nhất bao gồm phần điện tử được nối nhờ sử dụng mỗi nối hàn của sáng chế thứ mười bảy.

Bảng thứ hai được dát mỏng trên bảng thứ nhất. Bảng thứ hai bao gồm phần điện tử chịu nhiệt cao mà có nhiệt độ chịu nhiệt cao hơn phần điện tử.

Phần điện tử chịu nhiệt cao và bảng thứ hai được nối nhờ sử dụng mỗi nối hàn khác.

Mỗi nối hàn khác bao gồm hợp kim hàn khác có điểm nóng chảy cao hơn nhiệt độ lỏng của hợp kim hàn được bao gồm trong mỗi nối hàn.

Sáng chế thứ hai mươi hai là bảng mạch điện tử nhiều lớp.

Bảng mạch điện tử nhiều lớp bao gồm bảng thứ nhất và bảng thứ hai.

Bảng thứ nhất bao gồm phần điện tử được nối nhờ sử dụng mỗi nối hàn của sáng chế thứ mười bảy.

Bảng thứ hai được dát mỏng trên bảng thứ nhất. Bảng thứ hai bao gồm phần điện tử chịu nhiệt thấp có nhiệt độ chịu nhiệt thấp hơn phần điện tử.

Phần điện tử chịu nhiệt thấp và bảng thứ hai được nối nhờ sử dụng mỗi nối hàn khác.

Mỗi nối hàn khác bao gồm hợp kim hàn khác có điểm nóng chảy thấp hơn nhiệt độ rắn của hợp kim hàn được bao gồm trong mỗi nối hàn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig .1 là sơ đồ thể hiện mối quan hệ giữa hàm lượng của In trong hợp kim gốc Sn-In và điểm nóng chảy của nó;

Fig.2 là sơ đồ thể hiện mối quan hệ giữa hàm lượng của Ag trong hợp kim gốc Sn-20In-Ag và điểm nóng chảy của nó;

Fig.3 là sơ đồ thể hiện mối quan hệ giữa hàm lượng của Bi trong hợp kim gốc Sn-20In-Bi và điểm nóng chảy của nó;

Fig.4 là sơ đồ thể hiện ví dụ thứ nhất của bảng mạch điện tử;

Fig.5 là sơ đồ thể hiện ví dụ thứ hai của bảng mạch điện tử;

Fig.6 là sơ đồ giản lược thể hiện ví dụ thứ nhất của bảng mạch điện tử nhiều lớp;

Fig.7 là sơ đồ giản lược thể hiện ví dụ thứ nhất của bảng mạch điện tử nhiều lớp;

Fig.8 là sơ đồ bao gồm các ảnh hiển vi học điện tử quét (SEM) cắt ngang của ví dụ 2 và ví dụ tham khảo 2;

Fig.9 là sơ đồ bao gồm các ảnh hiển vi học điện tử quét (SEM) cắt ngang của ví dụ 3 và ví dụ tham khảo 4;

Fig.10 là sơ đồ bao gồm các ảnh hiển vi học điện tử quét (SEM) cắt ngang của ví dụ 2 và ví dụ tham khảo 2; và

Fig.11 là sơ đồ bao gồm các ảnh hiển vi học điện tử quét (SEM) cắt ngang của ví dụ 3 và ví dụ tham khảo 4.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế được mô tả chi tiết bên dưới. Trong bản mô tả này, "%" của nguyên tố được chứa trong hợp kim hàn biểu diễn "% khối lượng" trừ khi được quy định khác. Ngoài ra, trong bản mô tả này, khoảng nhiệt độ trung bình đến thấp biểu diễn khoảng nhiệt độ từ 160 đến 210°C. Khoảng nhiệt độ trung bình biểu diễn khoảng nhiệt độ trên giới hạn trên của khoảng nhiệt độ trung bình đến thấp (nghĩa là, 210°C). Khoảng nhiệt độ thấp biểu diễn khoảng nhiệt độ dưới giới hạn dưới của khoảng nhiệt độ trung bình đến thấp (nghĩa là, 160°C). Ngoài ra, trong bản mô tả này, điểm nóng chảy biểu diễn nhiệt độ rắn hoặc nhiệt độ lỏng.

1. Hợp kim hàn

Hợp kim hàn theo sáng chế bao gồm thành phần hợp kim bao gồm 13-22% của In, 0,5-2,8% của Ag, 0,5-5,0% của Bi, 0,002-0,05% của Ni, và phần còn lại là Sn. Sau đây, các nguyên tố tạo nên thành phần hợp kim này và các hàm lượng của chúng sẽ được mô tả.

1.1 In: 13-22%

In có đặc tính của điểm nóng chảy thấp của hợp kim hàn. Fig.1 là biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa hàm lượng của In trong hợp kim gốc Sn-In và điểm nóng chảy của nó. Như được thể hiện trên Fig.1, điểm nóng chảy của hợp kim gốc Sn-In có xu hướng giảm khi hàm lượng của In tăng. Tuy nhiên, khi hàm lượng của In lớn hơn 20%, nhiệt độ rắn bắt đầu giảm nhanh. Khi hàm lượng của In lớn hơn 25%, nhiệt độ rắn giảm xuống khoảng 117°C . Do đó, hợp kim hàn dựa trên hợp kim trong đó hàm lượng của In lớn hơn 25% không phù hợp làm hợp kim hàn dùng cho việc hàn được thực hiện trong khoảng nhiệt độ trung bình. Trong lĩnh vực này, nếu giới hạn trên của hàm lượng của In là khoảng 22%, điều kiện nhiệt độ rắn được thỏa mãn. Do đó, giới hạn trên này là 22%. Xét về việc thỏa mãn điều kiện về nhiệt độ rắn, giới hạn trên tốt hơn là 21%, và giới hạn trên tốt hơn nữa là 20%.

Trong khoảng nhiệt độ trung bình đến thấp, hợp kim trong đó hàm lượng của In thấp hơn 5% tạo nên pha giàu Sn được gọi là pha β -Sn. Khi hàm lượng của In lớn hơn 5%, hợp kim tạo nên pha của hỗn hợp InSn_4 được gọi là pha γ . Pha γ này được tạo ổn định khi hàm lượng của In là 5-25%. Tuy nhiên, khi hàm lượng của In giảm, có nguy cơ xảy ra sự chuyển đổi pha giữa pha γ và pha β -Sn cùng với sự thay đổi nhiệt độ. Khi sự chuyển đổi pha xảy ra, có nguy cơ độ tin cậy cơ học của hợp kim sẽ giảm vì sự biến dạng của hợp kim sẽ xảy ra do thay đổi thể tích. Trong lĩnh vực này, khi giới hạn dưới của hàm lượng của In là 13%, sự biến đổi này có thể được ngăn chặn. Do đó, giới hạn dưới này là 13%. Từ quan điểm của độ tin cậy cơ học, giới hạn dưới tốt hơn là 15%.

Ngoài ra, pha γ có đặc tính dễ gãy so với SAC305. Do đó, nếu hàm lượng của In trong pha γ được tăng lên, có nguy cơ là độ dẻo của hợp kim hàn có thể bị hạ thấp và độ tin cậy cơ học của hợp kim hàn có thể bị hạ thấp. Do đó, xét về việc đảm bảo độ dẻo, tốt hơn là giới hạn trên của hàm lượng của In không quá lớn. Cụ thể giới hạn trên tốt hơn là 17%.

1.2 Ag: 0,5-2,8%

Ag có đặc tính làm thay đổi điểm nóng chảy của hợp kim hàn. Fig.2 là biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa hàm lượng của Ag trong hợp kim gốc Sn-20In-Ag và điểm nóng chảy của nó. Như được thể hiện trên Fig.2, nhiệt độ lỏng được đặt trong khoảng nhiệt độ trung bình đến thấp. Khi hàm lượng của Ag là 2,8% hoặc kém hơn, nhiệt độ lỏng này có xu hướng giảm khi hàm lượng tăng. Khi hàm lượng của Ag lớn hơn 2,8%, nhiệt độ lỏng sẽ bắt đầu tăng. Do đó, khi hàm lượng của Ag lớn hơn 2,8%, có thể ngăn điểm nóng chảy giảm do việc thêm của In. Do đó, giới hạn trên của hàm lượng của Ag là 2,8%. Xét về việc ngăn chặn sự tăng nhiệt độ lỏng, giới hạn trên tốt hơn là 2,5%.

Ag và In tạo hỗn hợp Ag_2In . Khi pha của hợp chất liên kim này bị kết tủa, sự thay đổi của hợp kim hàn có thể bị chặn. Xét về việc sử dụng kết quả này, giới hạn dưới của hàm lượng của Ag là 0,5%. Xét về việc làm thô kết tủa và để đảm bảo kết quả này, giới hạn dưới tốt hơn là 1,0%.

1.3 Bi: 0,5-5,0%

Bi có đặc tính của điểm nóng chảy thấp của hợp kim hàn. Fig.3 là biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa hàm lượng của Bi trong hợp kim gốc Sn-20In-Bi và điểm nóng chảy của nó. Như được thể hiện trên Fig.3, nhiệt độ lỏng được đặt trong khoảng nhiệt độ trung bình đến thấp. Nhiệt độ lỏng này có xu hướng giảm khi hàm lượng của Bi tăng. Tuy nhiên, không mong muốn rằng điểm nóng chảy của hợp kim hàn là quá thấp do sự tăng về hàm lượng của Bi. Do đó, giới hạn trên của hàm lượng của Bi là 5,0%. Xét về việc ngăn chặn sự giảm về nhiệt độ lỏng, giới hạn trên tốt hơn là 2,5%.

Bi được hòa tan trong Sn trong lượng nhất định. Dung dịch rắn của Bi làm cho nó có thể ngăn chặn sự thay đổi của hợp kim hàn. Xét về việc sử dụng kết quả này, giới hạn dưới của hàm lượng của Bi đã được đặt ở 0,5%. Giới hạn dưới tốt hơn là 1,0%. Ngoài ra, dung dịch rắn quá mức của Bi có thể làm giảm độ dẻo của hợp kim hàn. Từ quan điểm này, tốt hơn là giới hạn trên của hàm lượng của

Bi không quá lớn. Cụ thể giới hạn trên tốt hơn là 2,5%.

1.4 Ni

Ni có đặc tính của tổ chức hợp kim tinh chế. Khi tổ chức hợp kim được tinh chế, đặc tính cơ học của hợp kim hàn được cải thiện. Xét về việc sử dụng kết quả này, giới hạn dưới của hàm lượng của Ni đã được đặt ở 0,002%. Giới hạn dưới tốt hơn là 0,003% và giới hạn dưới tốt hơn nữa là 0,004%. Mặt khác, sự thu nhỏ quá mức bởi Ni có nguy cơ làm giảm độ dẻo của hợp kim hàn. Ngoài ra, sự thêm vào quá mức của Ni tăng nhiệt độ lỏng của hợp kim hàn. Từ quan điểm này, được mong chờ rằng hàm lượng của Ni là không quá cao. Do đó, giới hạn trên của hàm lượng của Ni là 0,05%. Giới hạn trên tốt hơn là 0,04% và giới hạn trên tốt hơn nữa là 0.03%.

1,5 Sn: phần còn lại

Phần còn lại của hợp kim hàn của sáng chế gồm Sn. Hơn nữa, ngoài ra các nguyên tố thiết yếu được mô tả ở trên, tạp chất không thể tránh khỏi có thể được chứa trong hợp kim hàn. Ngay cả khi có chứa tạp chất không thể tránh khỏi, nó không ảnh hưởng đến các kết quả do hợp kim hàn. Các ví dụ của tạp chất không thể tránh khỏi bao gồm Pb và As.

1.6 Mỗi quan hệ theo hàm lượng

Trong hợp kim hàn theo sáng chế, mỗi hàm lượng của In, Ag, Bi và Ni như được nêu trên. Tuy nhiên, từ các kết quả của Các ví dụ được mô tả dưới đây, tốt hơn là mỗi quan hệ của các hàm lượng này thỏa mãn mỗi quan hệ sau (1).

$$0,9 \leq (In \times Ni) \times (Ag + Bi) \leq 3,4 \quad (1)$$

Trong mỗi quan hệ (1), In, Ni, Ag, và Bi đại diện cho từng hàm lượng của các nguyên tố tương ứng (% khối lượng).

Hợp kim hàn của hàm lượng của In, Ag, Bi và Ni nằm trong khoảng được mô tả ở trên và cũng thỏa mãn mỗi quan hệ (1) được ưa thích từ quan điểm của điểm nóng chảy và đặc tính cơ học. Từ quan điểm của điểm nóng chảy được định trước

và đặc tính cơ học, giá trị giới hạn trên của mối quan hệ (1) tốt hơn nữa là 2,55.

2. Các nguyên tố phụ gia khác

Ngoài ra các nguyên tố thiết yếu đã được nêu trên, nguyên tố sau đây được tùy chọn chứa trong hợp kim hàn theo sáng chế. Trong trường hợp này, Sn cấu tạo phần còn lại của hợp kim hàn mà phần tử tùy chọn đã được thêm vào.

2.1 Ít nhất một được chọn từ P, Ge và Ga: 0,09% hoặc kém hơn

P, Ge hoặc Ga có các đặc tính của việc ngăn chặn quá trình oxy hóa của Sn và cải thiện khả năng thấm ướt của hợp kim hàn. Do đó, các nguyên tố này được tùy chọn thêm vào hợp kim hàn theo sáng chế. Đặc biệt, khi hợp kim hàn theo sáng chế được sử dụng như phôi hàn, ít nhất một được chọn từ các nguyên tố này tốt hơn là được thêm vào vì nó có thể ngăn chặn sự đổi màu của bề mặt của hợp kim hàn.

Khi ít nhất một được chọn từ các nguyên tố này được thêm vào, giới hạn trên của hàm lượng là 0,09% tổng. Khi tổng hàm lượng vượt quá 0,09%, trạng thái lỏng của hợp kim hàn trên bề mặt hàn có thể bị ngăn cản. Mỗi hàm lượng của các nguyên tố tương ứng là không giới hạn, Tuy nhiên, hàm lượng tốt hơn của P là 0,005-0,06% và hàm lượng tốt hơn nữa là 0,005-0,01%. Hàm lượng tốt hơn của Ge là 0,003-0,06% và hàm lượng tốt hơn nữa là 0,003-0,01%. Hàm lượng tốt hơn của Ga là 0,005-0,06% và hàm lượng tốt hơn nữa là 0,005-0,01%.

2.2 Sb: 0,005-0,1%

Tương tự Ni, Sb có đặc tính của tổ chức hợp kim tinh chế. Do đó, Sb được tùy chọn thêm vào hợp kim hàn theo sáng chế. Khi Sb được thêm vào, hàm lượng của nó là 0,005-0,1%. Khi hàm lượng của Sb thấp hơn 0,005%, kết quả thu nhỏ không được sử dụng. Khi hàm lượng của Sb lớn hơn 0,1%, nhiệt độ lỏng của hợp kim hàn được tăng lên.

3. Điểm nóng chảy của hợp kim hàn

Điểm nóng chảy của hợp kim hàn theo sáng chế không bị giới hạn trừ khi nó

là trong khoảng nhiệt độ trung bình đến thấp. Tuy nhiên, nhiệt độ rắn của hợp kim hàn theo sáng chế tốt hơn là 160°C hoặc hơn. Khi nhiệt độ rắn trên 160°C , các kết quả sau đây được mong đợi trong việc hàn theo bước bao gồm việc hàn được thực hiện trong khoảng nhiệt độ trung bình đến thấp. Nghĩa là, có khả năng ngăn chặn hợp kim hàn theo sáng chế đã được hàn và được hàn lại khỏi bị nóng chảy trong khi việc hàn được thực hiện cho hợp kim hàn nhiệt độ thấp. Các ví dụ của hợp kim hàn nhiệt độ thấp bao gồm Sn-58Bi và Sn-52In. Nhiệt độ rắn tốt hơn là 165°C hoặc hơn.

Hơn nữa, nhiệt độ lỏng của hợp kim hàn theo sáng chế tốt hơn là 210°C hoặc kém hơn. Khi nhiệt độ lỏng không được vượt quá 210°C , các kết quả sau đây được mong đợi trong việc hàn theo bước bao gồm việc hàn được thực hiện trong khoảng nhiệt độ trung bình đến thấp. Nghĩa là, có khả năng ngăn chặn nhiệt độ hợp kim hàn trung bình hoặc cao đã được hàn khỏi bị nóng chảy lại trong khi việc hàn được thực hiện cho hợp kim hàn theo sáng chế. Các ví dụ của hợp kim hàn nhiệt độ trung bình bao gồm SAC305. Các ví dụ của hợp kim hàn nhiệt độ cao bao gồm hợp kim hàn của Sn-90Pb. Nhiệt độ lỏng tốt hơn là 200°C hoặc kém hơn.

4. Thời hạn sử dụng của hợp kim hàn

4.1 Kem hàn

Hợp kim hàn theo sáng chế được sử dụng thích hợp như kem hàn. Kem hàn được sản xuất bằng cách trộn bột hợp kim hàn với chất nung có chứa nhựa gốc nhựa thông, bộ kích hoạt, dung môi, hoặc tương tự. Chất nung là không giới hạn miễn là nó được sử dụng phổ biến trong kỹ thuật, và các vật liệu được sử dụng và tỉ lệ trộn của nó là không giới hạn. Tỷ lệ trộn (tỷ lệ khối lượng) của bột hợp kim hàn và chất nung thường là 90:10. Tuy nhiên, tỷ lệ pha trộn này được điều chỉnh thích hợp theo thời hạn sử dụng của kem hàn.

4.2 Phôi hàn

Hợp kim hàn theo sáng chế cũng được sử dụng thích hợp như phôi hàn được

đúc thành hình dải băng, hình đĩa, hình vòng đệm, hình chóp hoặc hình nhẵn. Phôi hàn được sản xuất bằng các phương pháp thường được biết đến trong kỹ thuật. Hình dạng của phôi hàn không giới hạn bởi các hình được nêu trên, và có thể được thay đổi thích hợp theo thời hạn sử dụng nó. Phôi hàn có thể bao gồm chất nung trong đó. Phôi hàn có thể được phủ với chất nung trên bề mặt của nó.

4.3 Bi hàn

Hợp kim hàn theo sáng chế cũng được sử dụng thích hợp như bi hàn. Bi hàn được sử dụng để tạo con lăn hình bán cầu trong gói bán dẫn chẳng hạn như mảng lưới bóng (BGA). Bi hàn được sản xuất bằng các phương pháp thường được biết đến trong kỹ thuật. Khi hợp kim hàn theo sáng chế được sử dụng như bi hàn, đường kính của nó tốt hơn là trong khoảng của 1-1000 μ m. Hơn nữa, hình cầu tốt hơn là 0,90 hoặc hơn, tốt hơn nữa là 0,95 hoặc hơn, và tốt nhất là 0,99 hoặc hơn.

4.4 Dây hàn và dây hàn vảy có thuốc dẻo

Hợp kim hàn theo sáng chế cũng được sử dụng thích hợp như dây hàn được xử lý thành dây. Hơn nữa, dây hàn cũng được sử dụng thích hợp như dây hàn vảy có thuốc dẻo có chất nung trong đó. Dây hàn và dây hàn vảy có thuốc dẻo thích hợp cho việc hàn bằng sắt. Dây hàn và dây hàn vảy có thuốc dẻo được sản xuất theo cách thường được biết đến trong kỹ thuật.

4.5 Mối nối hàn

Hợp kim hàn theo sáng chế cũng được sử dụng thích hợp như mối nối hàn. Mối nối hàn kết nối phần điện tử như vi mạch tích hợp (IC) và bảng mạch in (ví dụ, vật ngăn) trong gói bán dẫn. Thay vào đó, mối nối hàn nối để kết nối gói bán dẫn và bảng mạch in. Mối nối hàn là phần kết nối được hình thành tại phần liên kết. Mối nối hàn được hình thành trong các điều kiện hàn thông thường.

5. Bảng mạch điện tử

Khi hợp kim hàn theo sáng chế có chức năng như mối nối hàn, bảng mạch điện tử nơi mà phần điện tử được nối qua mối nối hàn này tương ứng với bảng

mạch điện tử theo sáng chế.

5.1 Bảng mạch điện tử lớp đơn

Fig.4 là sơ đồ giản lược minh họa ví dụ thứ nhất của bảng mạch điện tử theo sáng chế. Bảng 10 được thể hiện trên Fig.4 bao gồm các phần điện tử 11 và 12. Bảng 10 là, ví dụ, bảng mạch in. Các phần điện tử 11 và 12 là, ví dụ, các vi mạch tích hợp (IC). Nhiệt độ sử dụng tối đa của phần điện tử 11 là trong khoảng nhiệt độ trung bình đến thấp. Nhiệt độ sử dụng tối đa của phần điện tử 12 là trên giới hạn dưới của khoảng nhiệt độ trung bình (nghĩa là, 210°C). Nghĩa là, điện trở nhiệt của phần điện tử 12 là cao hơn của phần điện tử 11.

Trong ví dụ thứ nhất, phần điện tử 11 được nối vào bảng 10 qua mỗi nối hàn 13. Mỗi nối hàn 13 gồm hợp kim hàn theo sáng chế. Mặt khác, phần điện tử 12 được nối vào bảng 10 qua mỗi nối hàn 14. Mỗi nối hàn 14 gồm hợp kim hàn nhiệt độ trung bình hoặc hợp kim hàn nhiệt độ cao. Nghĩa là, mỗi nối hàn 14 gồm hợp kim hàn khác có điểm nóng chảy (chính xác hơn, nhiệt độ rắn) cao hơn nhiệt độ lỏng của hợp kim hàn theo sáng chế.

Fig.5 là sơ đồ giản lược minh họa ví dụ thứ hai của bảng mạch điện tử theo sáng chế. Lưu ý rằng phần điện tử 11 và mỗi nối hàn 13 được thể hiện trên Fig.5 là chung cho các vật được thể hiện trên Fig.4. Do đó, những mô tả cho các nguyên tố này được bỏ qua. Bảng 20 được thể hiện trên Fig.5 bao gồm phần điện tử 21. Bảng 20 là, ví dụ, bảng mạch in. Phần điện tử 21 là, ví dụ, vi mạch tích hợp (IC). Nhiệt độ sử dụng tối đa của phần điện tử 21 là dưới giới hạn dưới của khoảng nhiệt độ thấp (nghĩa là, 160°C). Nghĩa là, điện trở nhiệt của phần điện tử 21 là thấp hơn của phần điện tử 11.

Trong ví dụ thứ hai, phần điện tử 21 được nối vào bảng 20 qua mỗi nối hàn 22. Mỗi nối hàn 22 gồm hợp kim hàn nhiệt độ thấp. Nghĩa là, mỗi nối hàn 22 gồm hợp kim hàn khác có điểm nóng chảy (chính xác hơn, nhiệt độ lỏng) thấp hơn nhiệt độ rắn của hợp kim hàn theo sáng chế.

5.2 Bảng mạch điện tử nhiều lớp

Fig.6 là sơ đồ giản lược minh họa ví dụ thứ nhất của bảng mạch điện tử nhiều lớp theo sáng chế. Bảng 30 được thể hiện trên Fig.6 là bảng nhiều lớp trong đó bảng 32 và vật ngăn 33 được dát mỏng trên bảng 31. Bảng 31 là, ví dụ, bảng mạch in. Bảng 32 là, ví dụ, bảng đóng gói. Bảng 32 bao gồm vật ngăn 33 và phần điện tử 34. Theo sáng chế, bảng 32 và vật ngăn 33 tương ứng với bảng thứ nhất hoặc bảng thứ hai. vật ngăn 33 bao gồm phần điện tử 35.

Các phần điện tử 34 và 35 là, ví dụ, các vi mạch tích hợp. Nhiệt độ sử dụng tối đa của phần điện tử 34 là trên giới hạn dưới của khoảng nhiệt độ trung bình. Nhiệt độ sử dụng tối đa của phần điện tử 35 là trong khoảng nhiệt độ trung bình đến thấp. Nghĩa là, điện trở nhiệt của phần điện tử 34 là cao hơn của phần điện tử 35.

Trong ví dụ thứ nhất, phần điện tử 35 được nối vào vật ngăn 33 qua mỗi nối hàn 36. Mỗi nối hàn 36 gồm hợp kim hàn theo sáng chế. Mặt khác, phần điện tử 34 được nối vào bảng 32 qua mỗi nối hàn 37. Mỗi nối hàn 37 cũng được dùng để nối giữa các bảng 31 và 32 và nối giữa bảng 32 và vật ngăn 33. Mỗi nối hàn 37 gồm hợp kim hàn trung bình và cao. Nghĩa là, mỗi nối hàn 37 gồm hợp kim hàn khác có điểm nóng chảy (chính xác hơn, nhiệt độ rắn) cao hơn nhiệt độ lỏng của hợp kim hàn theo sáng chế.

Fig.7 là sơ đồ giản lược minh họa ví dụ thứ hai của bảng mạch điện tử nhiều lớp theo sáng chế. Lưu ý rằng các bảng 31 và 32 và vật ngăn 33 được thể hiện trên Fig.7 là chung cho các vật được thể hiện trên Fig.6. Do đó, những mô tả cho các nguyên tố này được bỏ qua. Bảng 40 được thể hiện trên Fig.7 bao gồm phần điện tử 41. Vật ngăn 33 bao gồm phần điện tử 42.

Các phần điện tử 41 và 42 là, ví dụ, các vi mạch tích hợp. Nhiệt độ sử dụng tối đa của phần điện tử 41 là trong khoảng nhiệt độ trung bình đến thấp. Nhiệt độ sử dụng tối đa của phần điện tử 42 là dưới giới hạn dưới của khoảng nhiệt độ thấp. Nghĩa là, điện trở nhiệt của phần điện tử 42 là thấp hơn của phần điện tử 41.

Trong ví dụ thứ hai, phần điện tử 41 được nối vào bảng 32 qua mỗi nối hàn 43. Mỗi nối hàn 43 gồm hợp kim hàn theo sáng chế. Mỗi nối hàn 43 cũng được sử dụng để nối giữa các bảng 31 và 32 và nối giữa bảng 32 và vật ngăn 33. Mặt khác, phần điện tử 42 được nối vào vật ngăn 33 qua mỗi nối hàn 44. Mỗi nối hàn 44 gồm hợp kim hàn nhiệt độ thấp. Nghĩa là, mỗi nối hàn 44 gồm hợp kim hàn khác có điểm nóng chảy (chính xác hơn, nhiệt độ rắn) thấp hơn nhiệt độ lỏng của hợp kim hàn theo sáng chế.

6. Khác

Trong việc hàn theo bước, việc hàn nhờ sử dụng hợp kim hàn có điểm nóng chảy tương đối cao được thực hiện trước đó. Việc hàn nhờ sử dụng hợp kim hàn có điểm nóng chảy tương đối thấp hơn được thực hiện sau. Hàn theo bước được thực hiện nhờ sử dụng, ví dụ, phương pháp đối lưu. Trong việc hàn đối lưu, tốt hơn là tăng nhiệt độ môi trường xung quanh đến nhiệt độ khoảng 5 đến 20°C cao hơn nhiệt độ lỏng của hợp kim hàn bị hàn. Sau đó, được ưa thích để làm mát nhiệt độ môi trường ở 2-3°C/giây. Bằng cách thực hiện hàn đối lưu như vậy, sự thu nhỏ của tổ chức hợp kim được tăng cường. Các điều kiện liên kết khác được điều chỉnh thích hợp theo hợp kim hàn và đặc tính của các đối tượng liên kết.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Hợp kim hàn bao gồm thành phần hợp kim được thể hiện trên Bảng 1 đã được chuẩn bị và điểm nóng chảy của hợp kim hàn đã được đo. Độ tin cậy của hợp kim hàn này được đánh giá bởi thí nghiệm cắt với các chu trình lạnh cryo.

1. Điểm nóng chảy

Nhiệt độ rắn và nhiệt độ lỏng được thực hiện bởi cùng phương pháp DSC (Phân tích nhiệt quét vi sai) như phương pháp đo JISZ 3198-1. Các mẫu của nhiệt độ rắn trên 160°C được đánh giá là "GD", trong khi những nhiệt độ rắn thấp hơn 160°C được đánh giá là "PR". Các mẫu với nhiệt độ rắn trên 165°C được đánh giá là "EC". Các mẫu với nhiệt độ lỏng dưới 210°C được đánh giá là "GD". Các mẫu cao hơn 210°C được đánh giá là "PR". Các mẫu với nhiệt độ lỏng dưới 200°C

được đánh giá là "EC".

2. Thí nghiệm cắt với các chu trình lạnh cryo

Hợp kim hàn được nguyên tử hóa để tạo ra bột hàn. Bột hàn được trộn với các chất nung để sản xuất kem hàn. Kem hàn này được in trên độ dày 0.8-mm bảng mạch trong (vật liệu: FR-4) sử dụng mặt nạ kim loại dày 100- μm . Hỗn hợp BGA được gắn trên bảng in bằng cách sử dụng giá đỡ. Sau đó, hàn đối lưu được thực hiện ở nhiệt độ tối đa 200°C, thời gian giữ 60 giây để thu các bảng mẫu.

Các bảng mẫu được đặt trong một máy kiểm tra chu trình nhiệt được đặt ở nhiệt độ thấp -40°C, nhiệt độ cao +100°C, và thời gian giữ 10 phút và loại bỏ ở 1000 chu kỳ. Sau đó, bảng thử nghiệm này được đo độ bền cắt (N) bằng thiết bị đo độ bền cắt (STR-1000 do Công ty TNHH RHESCA sản xuất) ở điều kiện 6mm/giây. Các mẫu có độ bền cắt 30.00N hoặc hơn được đánh giá là "GD" bằng cách xác định rằng chúng ở mức có thể được sử dụng mà không có vấn đề gì trong việc sử dụng thực tế. Các mẫu với độ bền cắt thấp hơn 30,00N được đánh giá là "PR". Các mẫu điểm nóng chảy được đánh giá như "PR" đã bị loại khỏi thí nghiệm cắt.

Kết quả đánh giá được thể hiện trên Bảng 1 và Bảng 2.

[Bảng 1]

	Sn	In	Ag	Bi	Ni	Các nguyên tố khác	(In*Ni) *(Ag+B i)	Rắn	Lỏng	Thí nghiệm cắt
Ví dụ 1	Cân bằng	13	2,5	3	0,02		1,43	EC	EC	GD
Ví dụ 2	Cân bằng	15	2,5	2	0,02		1,35	EC	EC	GD
Ví dụ 3	Cân bằng	17	2,5	1,5	0,02		1,36	EC	EC	GD
Ví dụ 4	Cân bằng	20	1	1	0,05		2	GD	EC	GD

Ví dụ 5	Cân bằng	21	0,5	0,5	0,05		1,05	GD	EC	GD
Ví dụ 6	Cân bằng	17	0,5	1,5	0,02		0,68	EC	EC	GD
Ví dụ 7	Cân bằng	17	1	1,5	0,02		0,85	EC	EC	GD
Ví dụ 8	Cân bằng	17	2	1,5	0,02		1,19	EC	EC	GD
Ví dụ 9	Cân bằng	17	2,8	1,5	0,02		1,462	EC	EC	GD
Ví dụ 10	Cân bằng	18	1,5	0,5	0,04		1,44	EC	EC	GD
Ví dụ 11	Cân bằng	17	2,5	2	0,02		1,53	EC	EC	GD
Ví dụ 12	Cân bằng	14	1	5	0,03		2,52	EC	EC	GD
Ví dụ 13	Cân bằng	17	2,5	1,5	0,00 2		0,136	EC	EC	GD
Ví dụ 14	Cân bằng	17	2,5	1,5	0,00 5		0,34	EC	EC	GD
Ví dụ 15	Cân bằng	17	2,5	1,5	0,05		3,4	EC	EC	GD
Ví dụ 16	Cân bằng	17	2,5	1,5	0,02	P: 0,005	1,36	EC	EC	GD
Ví dụ 17	Cân bằng	17	2,5	1,5	0,02	Ge: 0,003	1,36	EC	EC	GD
Ví dụ 18	Cân bằng	17	2,5	1,5	0,02	Ga: 0,005	1,36	EC	EC	GD
Ví dụ 19	Cân bằng	17	2,5	1,5	0,02	P: 0,01	1,36	EC	EC	GD
Ví dụ 20	Cân bằng	17	2,5	1,5	0,02	Ge: 0,01	1,36	EC	EC	GD
Ví dụ 21	Cân bằng	17	2,5	1,5	0,02	Ga: 0,01	1,36	EC	EC	GD
Ví dụ 22	Cân bằng	17	2,5	1,5	0,02	P: 0,005	1,36	EC	EC	GD

						Ge: 0,005				
Ví dụ 23	Cân bằng	17	2,5	1,5	0,02	SB: 0,005	1,36	EC	EC	GD
Ví dụ 24	Cân bằng	17	2,5	1,5	0,02	Sb: 0,1	1,36	EC	EC	GD
Ví dụ 25	Cân bằng	15	2,5	1,5	0,01 5		0,9	EC	EC	GD
Ví dụ 26	Cân bằng	17	2,5	1,5	0,02	P: 0,03	1,36	EC	EC	GD
Ví dụ 27	Cân bằng	17	2,5	1,5	0,02	Ge: 0,03	1,36	EC	EC	GD
Ví dụ 28	Cân bằng	17	2,5	1,5	0,02	Ga: 0,03	1,36	EC	EC	GD
Ví dụ 29	Cân bằng	17	2,5	1,5	0,02	P: 0,06	1,36	EC	EC	GD
Ví dụ 30	Cân bằng	17	2,5	1,5	0,02	Ge: 0,06	1,36	EC	EC	GD
Ví dụ 31	Cân bằng	17	2,5	1,5	0,02	Ga: 0,06	1,36	EC	EC	GD
Ví dụ 32	Cân bằng	17	2,5	1,5	0,02	P: 0,09	1,36	EC	EC	GD
Ví dụ 33	Cân bằng	17	2,5	1,5	0,02	Ge: 0,09	1,36	EC	EC	GD
Ví dụ 34	Cân bằng	17	2,5	1,5	0,02	Ga: 0,09	1,36	EC	EC	GD
Ví dụ 35	Cân bằng	17	2,5	1,5	0,02	P: 0,04 Ge: 0,05	1,36	EC	EC	GD
Ví dụ 36	Cân bằng	17	2,5	1,5	0,02	Ge: 0,02 Ga: 0,03	1,36	EC	EC	GD
Ví dụ 37	Cân bằng	17	2,5	1,5	0,02	P: 0,01 Ga: 0,01	1,36	EC	EC	GD

[Bảng 2]

	Sn	In	Ag	Bi	Ni	Các nguyên tố khác	(In*Ni)* (Ag+Bi)	Rắn	Lỏng	Thí nghiệm cắt
Tham chiều 1	Cân bằng	20	2,8				-	PR	EC	-
Tham chiều 2	Cân bằng	15	2,5	2			-	EC	EC	PR
Tham chiều 3	Cân bằng	16	2,5	2			-	EC	EC	PR
Tham chiều 4	Cân bằng	17	2,5	1,5			-	EC	EC	PR
Tham chiều 5	Cân bằng	8	2	1,5	0,01		0,28	GD	PR	-
Tham chiều 6	Cân bằng	25	2	1,5	0,01		0,875	PR	GD	-
Tham chiều 7	Cân bằng	15	2	1,5	0,3		15,75	GD	PR	-
Tham chiều 8	Cân bằng	8	3,5	0,5	0,5		16	GD	PR	-
Tham chiều 9	Cân bằng	12	3,5	0,5	1,5		72	GD	PR	-
Tham chiều 10	Cân bằng	12	2	2	1		48	GD	PR	-

Tham chiều 11	Cân bằng	12	2,8	2	1		57,6	GD	PR	-
Tham chiều 12	Cân bằng	12	2	1	2		72	GD	PR	-
Tham chiều 13	Cân bằng	12	2,8	1	2		91,2	GD	PR	-
Tham chiều 14	Cân bằng	18	2	2	1		72	GD	PR	-
Tham chiều 15	Cân bằng	18	2,8	2	1		86,4	GD	PR	-
Tham chiều 16	Cân bằng	18	2	1	2		108	GD	PR	-
Tham chiều 17	Cân bằng	18	2,8	1	2		136,8	GD	PR	-

Từ các kết quả trên điểm nóng chảy của các ví dụ 1-37, thấy được rằng mỗi trong số các ví dụ này thỏa mãn điều kiện liên quan đến điểm nóng chảy. Ví dụ 1 có nhiệt độ rắn là 180°C và nhiệt độ lỏng là 196°C . Ví dụ 2 có nhiệt độ rắn là 173°C và nhiệt độ lỏng là 195°C . Ví dụ 3 có nhiệt độ rắn là 167°C và nhiệt độ lỏng là 191°C . Các kết quả này chứng minh rằng điểm nóng chảy được định trước đã được thực hiện bằng cách thêm lượng thích hợp của In, Ag và Bi có đặc tính của điểm nóng chảy thấp của Sn như hỗn hợp chính. Từ các kết quả của thí nghiệm cắt, cũng thấy được rằng các ví dụ trong điện trở tuần hoàn nhiệt lạnh này là tốt. Các kết quả này chứng minh rằng đặc tính cơ học được định trước đã được thực hiện bằng cách thêm lượng thích hợp của Ag, Bi và Ni.

Kết quả trên điểm nóng chảy của ví dụ tham khảo 1 thể hiện rằng nhiệt độ rắn của ví dụ tham khảo 1 là 154°C , thấp hơn 160°C . Kết quả này cho thấy rằng nhiệt độ rắn tiếp tục giảm khi hàm lượng của Ag tăng.

Các kết quả trên điểm nóng chảy và độ bền cắt của các ví dụ tham khảo 2-4 cho thấy rằng các ví dụ tham khảo này kém hơn trong điện trở tuần hoàn lạnh, mặc dù các điểm nóng chảy của chúng được đánh giá tốt. Các kết quả trên độ bền cắt cho thấy rằng không có Ni có thể ảnh hưởng.

Các kết quả trên điểm nóng chảy của các ví dụ tham khảo 5, 8-13 cho thấy rằng các ví dụ tham khảo này có nhiệt độ lỏng trên 210°C . Các kết quả này cho thấy rằng nhiệt độ lỏng không đủ thấp khi In được thêm vào lượng nhỏ. Các kết quả trên điểm nóng chảy của ví dụ tham khảo 8-13 cho thấy rằng nhiệt độ lỏng có thể tăng khi In được thêm vào lượng lớn. Khả năng này được hỗ trợ bởi thực tế là các kết quả về nhiệt độ lỏng của các ví dụ tham khảo 7, 14-17 và của các ví dụ tham khảo 8-13 là giống nhau.

Kết quả trên điểm nóng chảy của ví dụ tham khảo 6 đã thể hiện nhiệt độ rắn của ví dụ tham khảo 6 là 135°C và thấy được rằng nhiệt độ rắn đã thấp hơn 160°C . Kết quả này cho thấy rằng nhiệt độ rắn giảm mạnh khi số lượng được thêm vào của In lớn hơn 25%.

3. Sự quan sát tổ chức hợp kim

Để xác nhận phần thảo luận trong các ví dụ tham khảo 2-4, hợp kim hàn của các ví dụ 2 và 3 và các hợp kim hàn của các ví dụ tham khảo 2 và 4 đã được chuẩn bị. Hợp kim hàn của ví dụ tham khảo 2 có thành phần thu được bằng cách loại bỏ Ni khỏi thành phần của ví dụ 2. Hợp kim hàn của ví dụ tham khảo 4 có thành phần thu được bằng cách loại bỏ Ni khỏi thành phần của ví dụ 3.

Khuôn nhựa được sử dụng để tạo nên các hợp kim hàn này để thu được mẫu. Mỗi trong số các mẫu đã được đánh bóng khoảng một nửa và phần đánh bóng được chụp bằng FE-SEM ở độ phóng đại 1000 lần. Fig.8 là ảnh mặt cắt hiển vi học điện tử quét (SEM) của ví dụ 2 và ví dụ tham khảo 2. Fig.9 là ảnh mặt cắt hiển vi học điện tử quét (SEM) của ví dụ 3 và ví dụ tham khảo 4. Thấy được từ các ảnh trên Fig.8 và Fig.9 rằng tổ chức hợp kim của ví dụ 2 hoặc 3 mà Ni được bao gồm mịn hơn so với tổ chức hợp kim của các ví dụ tham khảo tương ứng.

Các ví dụ này cho thấy rằng những phần xét đến được thảo luận trong các ví dụ tham khảo 2-4 có thể hợp lý. Lưu ý rằng các phần đen được thể hiện trên Fig.8 và Fig.9 thể hiện các hợp chất liên kim bị mất do đánh bóng.

Ngoài ra, các bột hàn được chuẩn bị từ các hợp kim hàn này được sử dụng để thu được các bảng mẫu. Phương pháp để chuẩn bị các bảng mẫu được thực hiện theo phương pháp trong thí nghiệm cắt. Sau đó, mặt ghép nối liên kết của đầu cực BGA và bảng in được chụp ảnh bằng FE-SEM ở độ phóng đại 1000 lần. Fig.10 là ảnh mặt cắt hiển vi học điện tử quét (SEM) của ví dụ 2 và ví dụ tham khảo 2. Fig.11 là ảnh mặt cắt hiển vi học điện tử quét (SEM) của ví dụ 3 và ví dụ tham khảo 4. Thấy được từ các Fig.11 và Fig.12 rằng sự thu nhỏ của tổ chức hợp kim trong ví dụ 2 hoặc ví dụ 3 đã được duy trì ngay cả trong trạng thái của đầu cực BGA. Các kết quả chỉ báo rằng hợp kim hàn theo sáng chế có thể hữu ích như đầu cực BGA và mối nối hàn.

Danh mục ký hiệu trích dẫn

10, 20, 30, 31, 40 Bảng

11, 12, 21, 34, 35, 41, 42 Phần điện tử

13, 14, 22, 36, 37, 43, 44 Mối nối hàn

33 Vật ngăn

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hợp kim hàn bao gồm thành phần hợp kim bao gồm 13-22% khối lượng của In, 0,5-2,8% khối lượng của Ag, 0,5-5,0% khối lượng của Bi, 0,002-0,05% khối lượng của Ni, và phần còn lại là Sn.
2. Hợp kim hàn theo điểm 1, trong đó thành phần hợp kim còn chứa ít nhất một nguyên tố được chọn từ P, Ge và Ga trong tổng của 0,09% khối lượng hoặc thấp hơn.
3. Hợp kim hàn theo điểm 1 hoặc 2, trong đó thành phần hợp kim còn chứa 0,005-0,1% khối lượng của Sb.
4. Hợp kim hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó hàm lượng của In là 15-20%.
5. Hợp kim hàn theo điểm 4, trong đó giới hạn trên của hàm lượng của In là 17%.
6. Hợp kim hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó hàm lượng của Ag là 1,0-2,5%.
7. Hợp kim hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó hàm lượng của Bi là 1,0-2,5%.
8. Hợp kim hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó hàm lượng của Ni là 0,003-0,04%.
9. Hợp kim hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, trong đó hàm lượng của In, Ag, Bi, và Ni thỏa mãn phương trình sau (1),

$$0,9 \leq (\text{In} \times \text{Ni}) \times (\text{Ag} + \text{Bi}) \leq 3,4 \quad (1)$$

trong đó, trong mỗi quan hệ (1), In, Ni, Ag, và Bi đại diện cho từng hàm lượng của các nguyên tố tương ứng.

10. Hợp kim hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó nhiệt độ rắn là 160°C hoặc cao hơn và nhiệt độ lỏng là 210°C hoặc thấp hơn.
11. Hợp kim hàn theo điểm 10, trong đó nhiệt độ rắn là 165°C hoặc cao hơn và

nhiệt độ lỏng là 200°C hoặc thấp hơn.

12. Kem hàn bao gồm hợp kim hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 11.

13. Phôi hàn bao gồm hợp kim hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 11.

14. Bi hàn bao gồm hợp kim hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 11.

15. Dây hàn bao gồm hợp kim hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 11.

16. Dây hàn vảy có thuốc dẻo bao gồm hợp kim hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 11.

17. Mỗi nối hàn bao gồm hợp kim hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 11, trong đó mỗi nối hàn không bao gồm hợp kim hàn khác với hợp kim hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 11.

18. Bảng mạch điện tử bao gồm phần điện tử được nối nhờ sử dụng mỗi nối hàn theo điểm 17.

19. Bảng mạch điện tử theo điểm 18, còn bao gồm phần điện tử chịu nhiệt cao mà có nhiệt độ chịu nhiệt cao hơn phần điện tử,

trong đó phần điện tử chịu nhiệt cao được nối nhờ sử dụng hợp kim khác có điểm nóng chảy cao hơn nhiệt độ lỏng của hợp kim hàn được bao gồm trong mỗi nối hàn.

20. Bảng mạch điện tử theo điểm 18, còn bao gồm phần điện tử chịu nhiệt thấp có nhiệt độ chịu nhiệt thấp hơn phần điện tử,

trong đó phần điện tử chịu nhiệt thấp được nối nhờ sử dụng mỗi nối hàn khác bao gồm hợp kim hàn khác có điểm nóng chảy thấp hơn nhiệt độ rắn của hợp kim hàn.

21. Bảng mạch điện tử nhiều lớp, bao gồm:

bảng thứ nhất bao gồm phần điện tử được nối nhờ sử dụng mỗi nối hàn theo điểm 17; và

bảng thứ hai bao gồm phần điện tử chịu nhiệt cao được dát mỏng trên bảng thứ nhất và có nhiệt độ chịu nhiệt cao hơn phần điện tử,

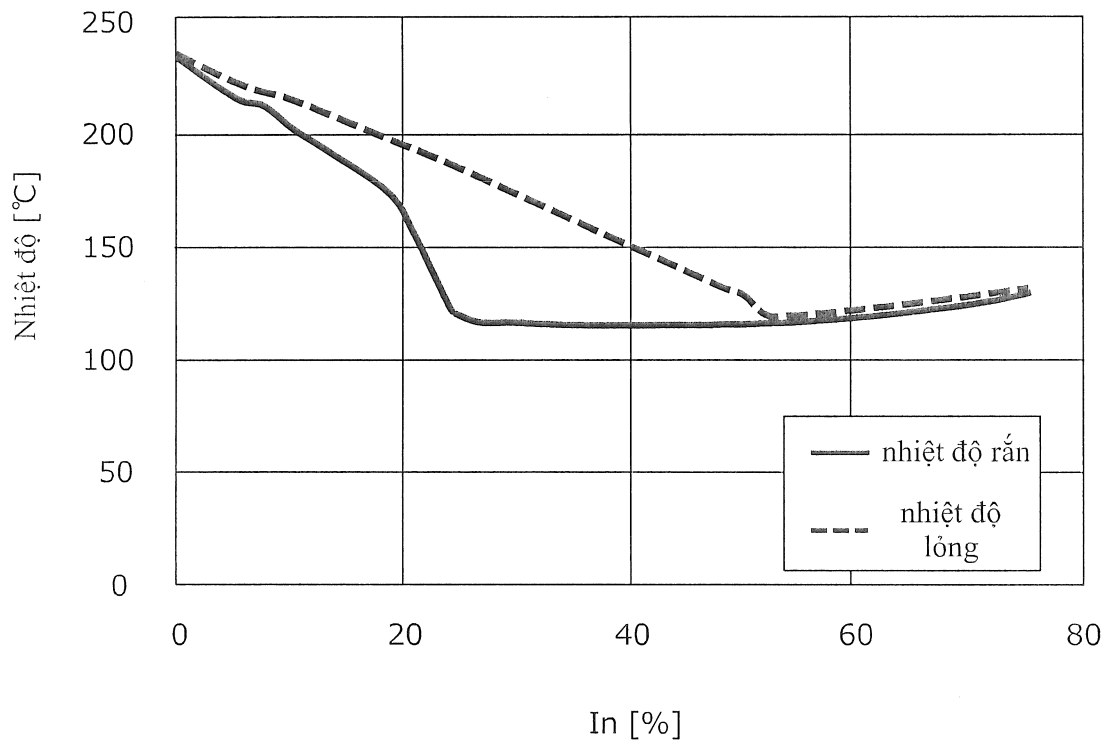
trong đó phần điện tử chịu nhiệt cao và bảng thứ hai được nối nhờ sử dụng mỗi nối hàn khác bao gồm hợp kim hàn khác có điểm nóng chảy cao hơn nhiệt độ lỏng của hợp kim hàn được bao gồm trong mỗi nối hàn.

22. Bảng mạch điện tử nhiều lớp, bao gồm:

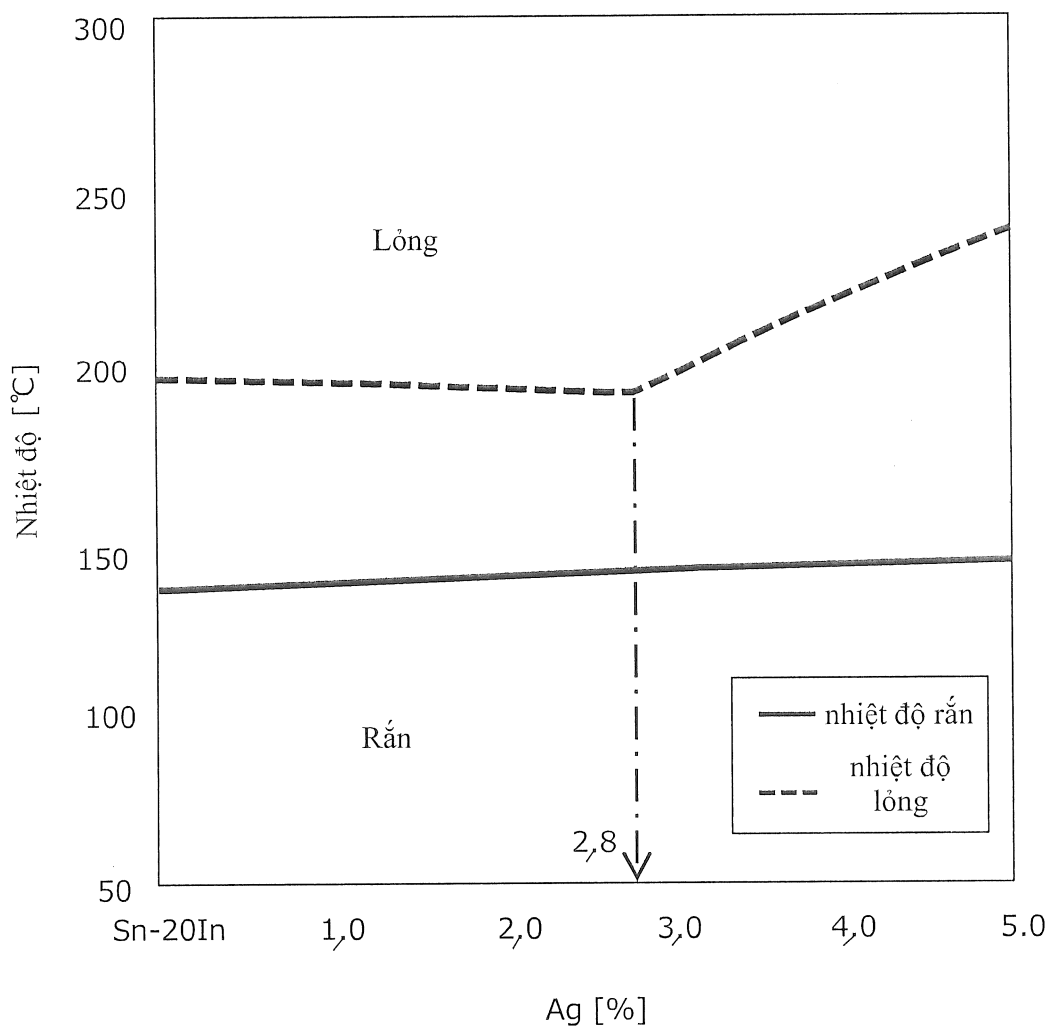
bảng thứ nhất bao gồm phần điện tử được nối nhờ sử dụng mỗi nối hàn theo điểm 17; và

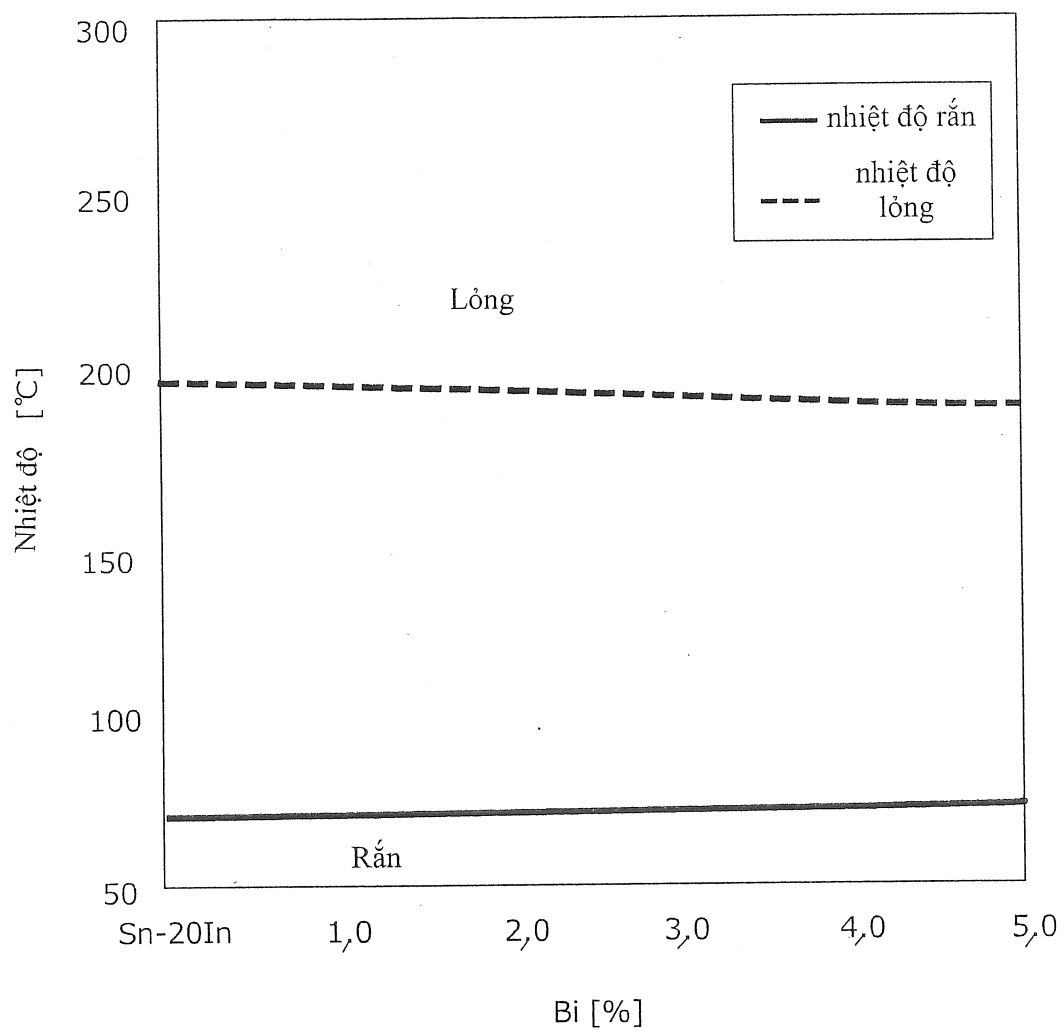
bảng thứ hai bao gồm phần điện tử chịu nhiệt thấp được dát mỏng trên bảng thứ nhất và có nhiệt độ chịu nhiệt thấp hơn phần điện tử,

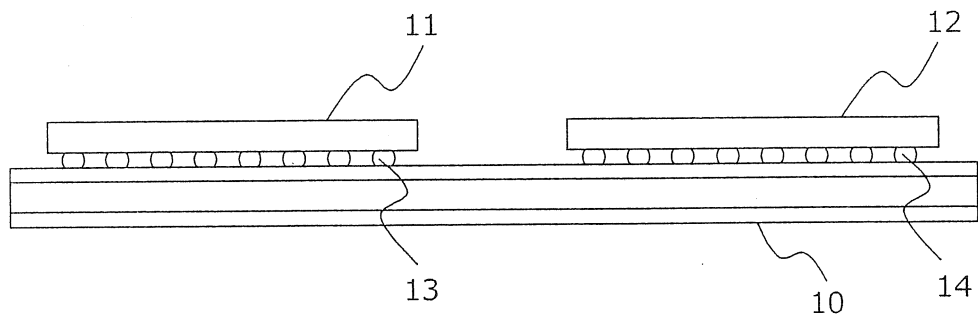
trong đó phần điện tử chịu nhiệt thấp và bảng thứ hai được nối nhờ sử dụng mỗi nối hàn khác bao gồm hợp kim hàn khác có điểm nóng chảy thấp hơn nhiệt độ rắn của hợp kim hàn được bao gồm trong mỗi nối hàn.

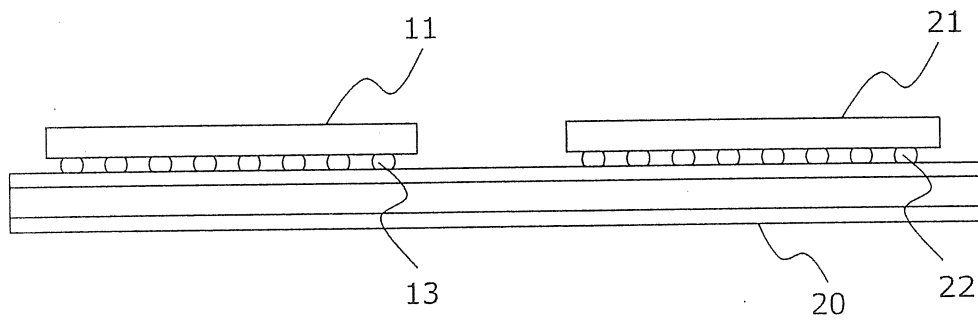
1/9***FIG. 1***

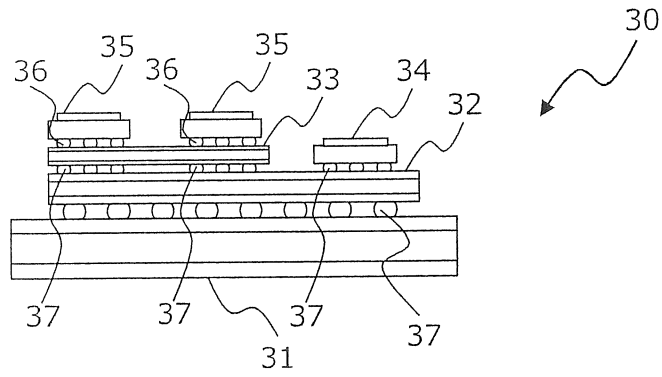
2/9

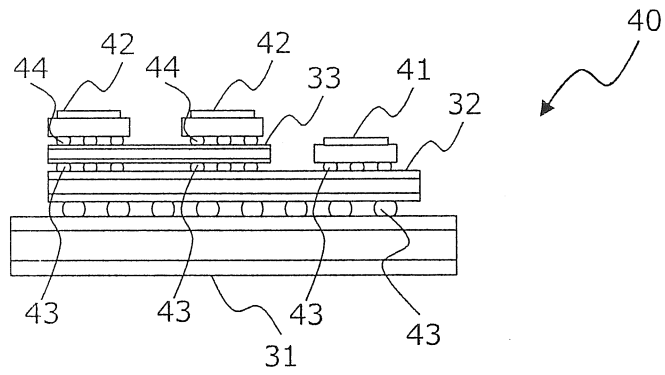
**FIG. 2**

**FIG. 3**

**FIG. 4**

**FIG. 5**

**FIG. 6**

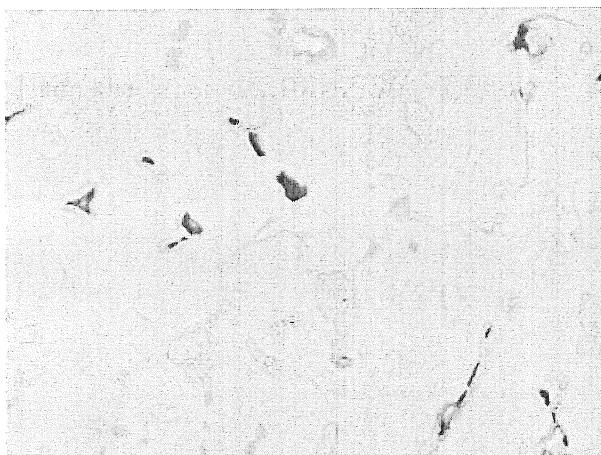
**FIG. 7**

8/9

10µm


Tham khảo 2: Sn-15,0In-2,5Ag-2,0Bi

Ví dụ: Sn-15,0In-2,5Ag-2,0Bi-0,02Ni

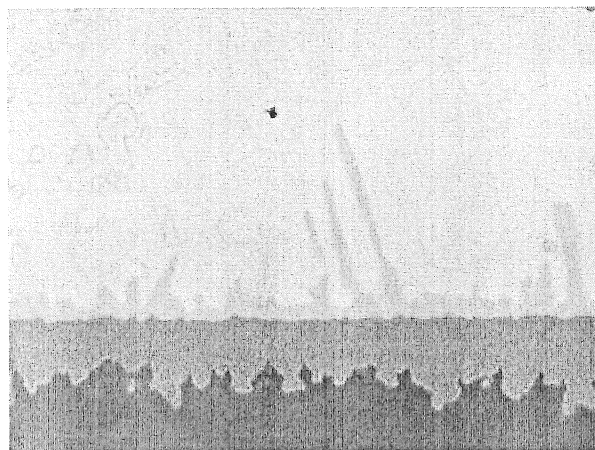
FIG. 810µm


Tham khảo 4: Sn-17In-2,5Ag-1,5Bi

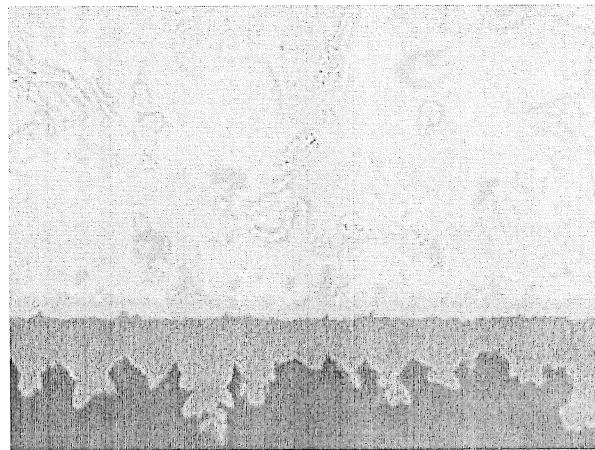
Ví dụ 3: Sn-17In-2,5Ag-1,5Bi-0,02Ni

FIG. 9

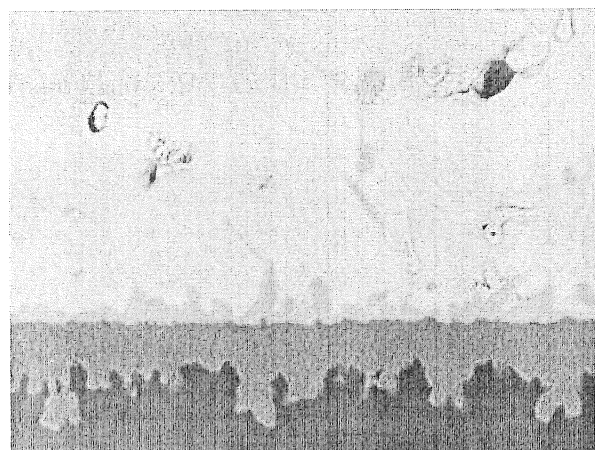
9/9

10µm


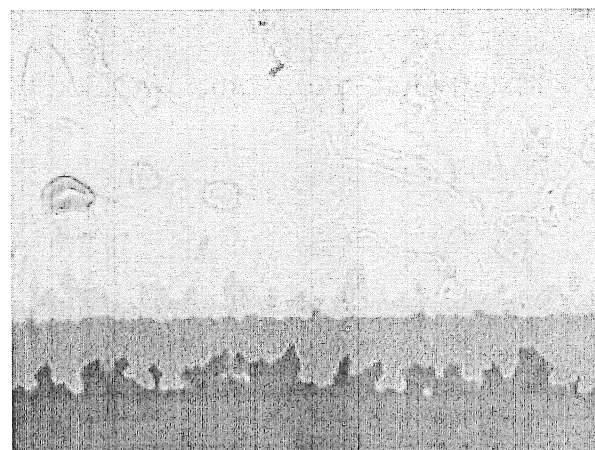
Tham khảo 2: Sn-15,0In-2,5Ag-2,0Bi



Ex.2: Sn-15,0In-2,5Ag-2,0Bi-0,02Ni

FIG. 1010µm


Ref.4: Sn-17In-2,5Ag-1,5Bi



Ex.3: Sn-17In-2,5Ag-1,5Bi-0.02Ni

FIG. 11