



(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)



1-0033422

(51)^{2020.01} B23K 35/26; C22C 13/02; C22C 13/00

(13) B

(21) 1-2020-01796

(22) 26/03/2020

(30) 2019-060504 27/03/2019 JP

(45) 26/09/2022 414

(43) 26/10/2020 391A1

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

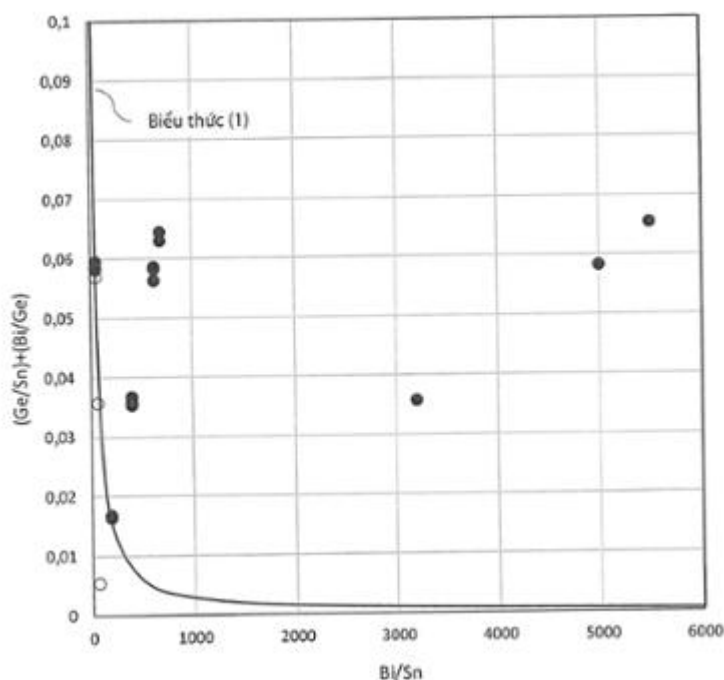
23, Senju-Hashido-cho, Adachi-ku, Tokyo 1208555, Japan

(72) Yuki IJIMA (JP); Hikaru NOMURA (JP); Takashi SAITO (JP); Naoko IZUMITA (JP); Shunsaku YOSHIKAWA (JP).

(74) Công ty TNHH Tâm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) HỢP KIM HÀN, BI HÀN, PHÔI HÀN, KEM HÀN VÀ MỎI HÀN

(57) Sáng chế đề cập đến hợp kim hàn chứa chế phẩm hợp kim chứa các thành phần sau với lượng tính theo % khối lượng, Ag: từ 3,2 đến 3,8%, Cu: từ 0,6 đến 0,8%, Ni: từ 0,01 đến 0,2%, Sb: từ 2 đến 5,5%, Bi: từ 1,5 đến 5,5%, Co: từ 0,001 đến 0,1% và Ge: từ 0,001 đến 0,1%, với phần còn lại là Sn. Chế phẩm hợp kim thỏa mãn biểu thức (1) sau đây: $2,93 \leq \{(Ge/Sn) + (Bi/Ge)\} \times (Bi/Sn)$ (1). Trong biểu thức (1), mỗi một trong Sn, Ge và Bi thể hiện hàm lượng theo % khối lượng trong chế phẩm hợp kim.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hợp kim hàn, bi hàn, phôi hàn, kem hàn và mối hàn, mỗi loại đảm bảo không xảy ra hàn lỗi, thể hiện sự thấm ướt/lan rộng rất tốt, sự phát triển của hỗn hợp liên kim sau khi hàn được ngăn chặn và kiểu rạn nứt sau thử nghiệm độ bền cắt là phù hợp.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Với những tiến bộ gần đây trong các linh kiện điện tử của xe ô tô, các xe ô tô đang chuyển từ xe chạy xăng sang các xe lai hoặc các xe điện. Trong các xe lai hoặc các xe điện, mạch điện tử ở trong xe, trong đó các linh kiện điện tử được hàn với bảng mạch in được lắp. Mạch điện tử trong xe được đặt trong cabin xe chịu môi trường rung lắc tương đối vừa phải. Tuy nhiên, cùng với mở rộng ứng dụng của nó, mạch điện tử sẽ được gắn lắp trong khoang động cơ hoặc khoang chứa dầu của cơ cấu truyền động hoặc thậm chí trực tiếp trên thiết bị cơ học.

Như được mô tả ở trên, mạch điện tử trong xe được lắp ở vị trí chịu các tải trọng bên ngoài khác nhau, như chênh lệch về nhiệt độ, va chạm và rung, do sự mở rộng của diện tích lắp đặt. Ví dụ, mạch điện tử ở trong xe được lắp trong khoang động cơ có thể chịu nhiệt độ cao lớn hơn hoặc bằng 125°C trong suốt quá trình vận hành động cơ. Mặt khác, khi động cơ dừng lại, nó tiếp xúc với nhiệt độ thấp là -40°C hoặc thấp hơn trong khu vực lạnh.

Thông thường, hợp kim hàn Sn-Ag-Cu được sử dụng rộng rãi làm hợp kim để nối nền và linh kiện điện tử. Hợp kim hàn đang ngày càng mở rộng phạm vi ứng dụng của nó và do đó, mong muốn là sử dụng trong môi trường khắc nghiệt được điển hình hóa bởi ứng dụng trong ô tô. Đồng thời, hợp kim hàn được yêu cầu đảm bảo độ tin cậy kết nối cao, sao cho không xảy ra kiểu rạn nứt hoặc xuống cấp trong mối hàn ngay cả khi mối hàn được sử dụng trong thời gian dài trong môi trường này.

Tuy nhiên, khi mạch điện tử chịu chênh lệch về nhiệt độ đã mô tả ở trên, thì ứng suất được tập trung ở phần mối nối do sự chênh lệch về hệ số giãn nở do nhiệt giữa linh kiện điện tử và bảng mạch in. Do đó, việc sử dụng hợp kim hàn Sn-3 Ag-0,5 Cu thông thường có thể làm rạn nứt phần mối nối, và một hợp kim hàn để ngăn không cho phần mối nối bị rạn nứt ngay cả trong môi trường có sự chênh lệch lớn về nhiệt độ được mong muốn.

Ví dụ, tài liệu sáng chế 1 bộc lộ chế phẩm hợp kim trong đó Ge có thể được chứa làm thành phần tùy ý trong hợp kim hàn gốc Sn-Ag-Cu-Ni-Sb-Co. Tài liệu này cũng nêu

rằng trong trường hợp, trong đó hàm lượng Cu là 0,5% khối lượng, thì tác dụng ngăn ngừa sự rửa trôi Cu liên quan đến vùng có Cu được tạo ra, độ nhót của hợp kim hàn trong nóng chảy được duy trì ở trạng thái tốt, sự tạo thành các lỗ rỗng trong suốt quá trình chảy ngược được giảm và khả năng chịu sốc nhiệt của phần mối hàn tạo ra được tăng cường.

Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ chế phẩm hợp kim trong đó Co hoặc Ge được chứa làm thành phần tùy ý trong hợp kim hàn gốc Sn-Ag-Cu-Ni-Sb-Bi. Tài liệu này cũng nêu ra rằng trong trường hợp, trong đó hàm lượng Ag được đặt trong phạm vi từ 1 đến 3,1% khối lượng, ngoài việc ngăn ngừa không cho rạn nứt của phần mối hàn phát triển trong môi trường khắc nghiệt có sự chênh lệch lớn về nhiệt độ, hỗn hợp Ag_3Sn còn được lắng đọng ở biên dạng hạt Sn của hợp kim để truyền độ bền cơ học.

Tài liệu sáng chế 3 bộc lộ chế phẩm hợp kim, trong đó ít nhất một trong Ni, In, Ga, Ge và P có thể được chứa làm thành phần tùy ý trong hợp kim hàn gốc Sn-Ag-Cu-Sb-Bi-Co là hợp kim hàn có các tính chất tuần hoàn nhiệt rất tốt. Trong ví dụ 24 của tài liệu này, Sn-3,5 Ag-0,7, Cu-5,0 Bi-5,0 Sb-0,005 Co-0,1 Ni-0,1 In-0,1 Ga-0,1 Ge-0,1 P được mô tả là chế phẩm hợp kim cụ thể.

[Tài liệu sáng chế 1] Patent Nhật Bản số 6200534

[Tài liệu sáng chế 2] Công bố đơn Patent Nhật Bản số JP-A-2017-170464

[Tài liệu sáng chế 3] Patent Nhật Bản số 5723056

Hợp kim hàn được mô tả trong tài liệu sáng chế 1 được cho là có thể tạo ra tác dụng ngăn ngừa sự rửa trôi Cu, giảm sự tạo thành các lỗ rỗng và tăng cường khả năng chống sốc nhiệt, như đã mô tả ở trên. Tuy nhiên, các tác dụng này chỉ phát huy trong trường hợp, trong đó hàm lượng Cu là 0,5% khối lượng và nếu hàm lượng Cu thậm chí hơi lệch khỏi 0,5% khối lượng, thì không thể phát huy được các tác dụng này. Do đó, hiển nhiên là tính linh hoạt là cực thấp và vẫn cần nghiên cứu thêm.

Ngoài ra, Bi thường tạo thành dung dịch rắn với Sn với mức nhất định và do đó, trong trường hợp, trong đó hợp kim hàn chứa Bi, thì sự khuếch tán của Cu vào trong Sn được ngăn ngừa. Vì hợp kim hàn được mô tả trong tài liệu sáng chế 1 không chứa Bi, nên được cho rằng Cu của điện cực khuếch tán vào Sn và lớp hợp chất liên kim dễ dàng được tạo ra ở mặt liên kết.

Trong hợp kim hàn được mô tả trong tài liệu sáng chế 2, phải nói là, như đã mô tả ở trên, hàm lượng Ag nằm trong phạm vi định trước và độ bền cơ học của hợp kim hàn bởi vậy được truyền. Tuy nhiên, trong trường hợp, trong đó độ bền cơ học của hợp kim hàn được tăng cường, ứng suất tác động lên mối hàn được tập trung ở mặt liên kết và rạn

nứt có thể xảy ra ở mặt liên kết của mối hàn. Kết quả là, mối hàn có thể có dạng rạn nứt cần phải tránh nhất. Ngoài ra, Ag có thể tăng cường tính thấm ướt của hợp kim hàn và do đó, được cho là Ag cần được chứa với lượng nhất định.

Hợp kim hàn được mô tả trong tài liệu sáng chế 3 chứa In và, do đó, tính thấm ướt bị giảm, để lại nỗi sợ rằng mối hàn có thể bị rạn nứt ở vùng lân cận của mặt liên kết khi ứng suất được tác động lên mối hàn.

Hơn nữa, trong các tài liệu sáng chế từ 1 đến 3, như đã mô tả ở trên, các đặc tính tuần hoàn nhiệt chủ yếu được tập trung vào thiết kế các hợp kim. Tuy nhiên, trong những năm gần đây, việc giảm thiểu kích cỡ của các linh kiện điện tử như CPU (Central Processing Unit) là điều bắt buộc và đến lượt, điện cực cũng phải được giảm kích cỡ. Điện cực có kích cỡ micromet đối mặt với vấn đề hàn lỗi xảy ra, là hiện tượng không đạt được việc hàn sau khi chảy ngược, phụ thuộc vào hình dạng và các đặc tính của hợp kim hàn, bất kể liệu dạng là bi hàn, phôi hàn hoặc kem hàn.

Theo cách này, trong lúc thiết kế hợp kim được tạo ra tập trung vào các đặc tính tuần hoàn nhiệt được tạo ra theo cách thông thường, hợp kim hàn có khả năng giải quyết đồng thời các vấn đề mô tả ở trên bao gồm sự hàn lỗi được yêu cầu để đối phó với xu hướng thu nhỏ kích cỡ hiện nay của các linh kiện điện tử.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất hợp kim hàn, bi hàn, phôi hàn, kem hàn và mối hàn, mỗi loại đảm bảo không xảy ra hàn lỗi, thể hiện sự thấm ướt/lan rộng rất tốt, sự phát triển của hỗn hợp liên kim ở mặt liên kết sau khi hàn được ngăn chặn và kiểu rạn nứt sau thử nghiệm độ bền cắt là phù hợp.

Trong hợp kim hàn được mô tả trong tài liệu sáng chế 1, các tác giả sáng chế tập trung vào chế phẩm hợp kim chứa Bi để ức chế sự phát triển của hỗn hợp liên kim trong lúc hàm lượng Cu nằm trong khoảng định trước. Ngoài ra, trong hợp kim hàn được mô tả trong tài liệu sáng chế 2, các tác giả sáng chế tập trung vào chế phẩm hợp kim trong đó hàm lượng Ag được điều chỉnh trong phạm vi thích hợp để ngăn không cho ứng suất tập trung ở mặt liên kết và đồng thời, làm tăng tính thấm ướt. Hơn nữa, trong hợp kim hàn được mô tả trong tài liệu sáng chế 3, các tác giả sáng chế tập trung vào chế phẩm hợp kim không In để cải thiện khả năng thấm ướt/lan rộng và thay đổi phần rạn nứt sau thử nghiệm độ bền cắt từ mặt liên kết về phía hợp kim hàn.

Mặc dù các vấn đề với chế phẩm hợp kim hàn đã biết được giải quyết ở mức nhất định, nhưng đã phát hiện ra rằng sự hàn lỗi xảy ra đối với từ 1 đến 5 mẫu. Sau đó, các tác

giả sáng chế đã tiến hành nghiên cứu chi tiết để ngăn không cho sự hàn lỗi xảy ra trong khi vẫn duy trì được tính thấm ướt, sự ức chế phát triển của hỗn hợp liên kim và sự tối ưu hoá kiểu rạn nứt.

Các tác giả sáng chế nghĩ rằng, trong trường hợp, trong đó bề mặt của hợp kim hàn được cải biến thành kết cấu dày đặc, có thể ngăn ngừa được sự hàn lỗi và họ đã tiến hành nghiên cứu một cách chi tiết về các thành phần cấu thành để thu được kết cấu dày đặc. Kết quả là, bất ngờ họ đã phát hiện ra rằng, trong trường hợp, trong đó các cặp của Bi và Ge, Sn và Ge và Sn và Bi thoả mãn tương quan định trước, thì có thể ngăn ngừa được sự hàn lỗi. Cũng đã phát hiện ra rằng, trong trường hợp, trong đó tất cả các thành phần cấu thành rơi vào các khoảng định trước tương ứng và thoả mãn tương quan được mô tả ở trên, thì có thể đạt được đồng thời việc ngăn ngừa sự hàn lỗi, khả năng thấm ướt/lan rộng rất tốt, ức chế sự phát triển của hỗn hợp liên kim ở mặt liên kết và tối ưu hoá kiểu rạn nứt sau thử nghiệm độ bền cắt. Nhờ vậy, sáng chế được hoàn thành.

Sáng chế được tạo ra dựa vào các phát hiện sau.

(1) Hợp kim hàn chứa chế phẩm hợp kim chứa các thành phần sau với lượng tính theo % khối lượng, Ag: từ 3,2 đến 3,8%, Cu: từ 0,6 đến 0,8%, Ni: từ 0,01 đến 0,2%, Sb: từ 2 đến 5,5%, Bi: từ 1,5 đến 5,5%, Co: từ 0,001 đến 0,1% và Ge: từ 0,001 đến 0,1%, với phần còn lại là Sn, trong đó chế phẩm hợp kim thoả mãn biểu thức (1) sau đây:

$$2,93 \leq \{(Ge/Sn) + (Bi/Ge)\} \times (Bi/Sn) \quad (1)$$

Trong biểu thức (1), mỗi một trong Sn, Ge và Bi thể hiện hàm lượng (% khối lượng) trong chế phẩm hợp kim.

(2) Hợp kim hàn theo mục (1), trong đó chế phẩm hợp kim còn chứa ít nhất một trong các thành phần sau, tính theo % khối lượng: tổng Mg, Ti, Cr, Mn, Fe, Ga, Zr, Nb, Pd, Pt, Au, La và Ce là: nhỏ hơn hoặc bằng 0,1%.

(3) Hợp kim hàn theo mục (1) hoặc (2), trong đó chế phẩm hợp kim còn thoả mãn biểu thức (2) sau đây:

$$0,001 < (Ni/Co) \times (1/Ag) \times Ge < 0,15 \quad (2)$$

Trong biểu thức (2), mỗi một trong Ni, Co, Ag và Ge thể hiện hàm lượng (% khối lượng) trong chế phẩm hợp kim.

(4) Bi hàn chứa hợp kim hàn theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (3).

(5) Phôi hàn chứa hợp kim hàn theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (3).

(6) Kem hàn chứa hợp kim hàn theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (3).

(7) Mối hàn chứa hợp kim hàn theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (3).

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ minh họa tương quan giữa biểu thức (1) trong hợp kim hàn của sáng chế và các ví dụ.

Fig.2 là sơ đồ phóng to của Fig.1 chỉ ra phạm vi nằm trong khoảng từ 40 đến 70 ở hoành độ trên Fig.1.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế được mô tả chi tiết hơn bên dưới. Trong phần mô tả này, trừ khi được quy định theo cách khác, “%” liên quan đến chế phẩm hợp kim hàn là “% khối lượng”.

1. Hợp kim hàn

(1) Ag: từ 3,2 đến 3,8%

Ag là thành phần nâng cao tính thấm ướt của hợp kim hàn. Nếu hàm lượng Ag là nhỏ hơn 3,2%, các hiệu quả trên không thể phát huy được. Về giới hạn dưới, hàm lượng Ag là lớn hơn hoặc bằng 3,2%, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 3,3%. Mặt khác, nếu hàm lượng Ag vượt quá 3,8%, thì nhiệt độ đường pha lỏng của hợp kim hàn tăng và tính thấm ướt phần nào giảm. Về giới hạn trên, hàm lượng Ag là nhỏ hơn hoặc bằng 3,8%, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 3,7%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 3,6%, còn tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 3,5%.

(2) Cu: từ 0,6 đến 0,8%

Cu là thành phần cải thiện kiểu rạn nứt bằng cách gia tăng độ bền kết dính của mối hàn và làm tăng tính thấm ướt. Nếu hàm lượng Cu là nhỏ hơn 0,6%, các hiệu quả trên không thể phát huy được. Về giới hạn dưới, hàm lượng Cu là lớn hơn hoặc bằng 0,6%, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,65%. Mặt khác, nếu hàm lượng Cu vượt quá 0,8%, thì kiểu rạn nứt xuất hiện ở mặt liên kết do tính thấm ướt giảm. Ngoài ra, tính thấm ướt giảm do sự tăng nhiệt độ đường pha lỏng. Về giới hạn trên, hàm lượng Cu là nhỏ hơn hoặc bằng 0,8%, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,75%.

(3) Ni: từ 0,01 đến 0,2%

Ni là thành phần ức chế sự khuếch tán của Cu vào Sn sau khi hàn để ngăn không cho hỗn hợp liên kim phát triển và cải thiện kiểu rạn nứt trong thử nghiệm độ bền cắt vì hỗn hợp liên kim được tạo thành ở mặt liên kết trở nên mịn. Nếu hàm lượng Ni là nhỏ hơn 0,01%, các hiệu quả trên không thể phát huy được. Về giới hạn dưới, hàm lượng Ni là lớn hơn hoặc bằng 0,01%, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,02%, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,03%. Mặt khác, nếu hàm lượng Ni vượt quá 0,2%, tính thấm ướt giảm do sự tăng nhiệt độ đường pha lỏng. Về giới hạn trên, hàm lượng Ni là nhỏ hơn hoặc bằng 0,2%, tốt

hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,1%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,07%, còn tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,05%.

(4) Sb: từ 2 đến 5,5%

Sb là thành phần tạo thành dung dịch rắn với pha Sn và ức chế sự phát triển của hỗn hợp liên kim nhờ việc ngăn không cho Cu khuếch tán từ điện cực. Nếu hàm lượng Sb là nhỏ hơn 2%, các hiệu quả trên không thể phát huy được. Về giới hạn dưới, hàm lượng Sb là lớn hơn hoặc bằng 2%, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 2,5%, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 3,0%. Mặt khác, nếu hàm lượng Sb vượt quá 5,5%, thì kiểu rạn nứt chuyển sang mặt liên kết và làm giảm tính thấm ướt do sự tăng nhiệt độ đường pha lỏng. Về giới hạn trên, hàm lượng Sb là nhỏ hơn hoặc bằng 5,5%, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 5,0%.

(5) Bi: từ 1,5 đến 5,5%

Bi là thành phần tạo thành dung dịch rắn trong pha Sn và ức chế sự phát triển của hỗn hợp liên kim nhờ việc ngăn không cho Cu khuếch tán từ điện cực. Nếu hàm lượng Bi là nhỏ hơn 1,5%, các hiệu quả trên không thể phát huy được. Về giới hạn dưới, hàm lượng Bi là lớn hơn hoặc bằng 1,5%, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 2,5%, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 3,2%. Mặt khác, nếu hàm lượng Bi vượt quá 5,5%, thì kiểu rạn nứt chuyển sang mặt liên kết. Về giới hạn trên, hàm lượng Bi là nhỏ hơn hoặc bằng 5,5%, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 5,0%.

(6) Co: từ 0,001 đến 0,1%

Co là thành phần ức chế sự khuếch tán của Cu vào Sn sau khi hàn, ngăn không cho hỗn hợp liên kim phát triển và cải thiện kiểu rạn nứt trong thử nghiệm độ bền cắt vì hỗn hợp liên kim được tạo thành ở mặt liên kết trở nên mịn. Nếu hàm lượng Co là nhỏ hơn 0,001%, các hiệu quả trên không thể phát huy được. Về giới hạn dưới, hàm lượng Co là lớn hơn hoặc bằng 0,001%, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,005%, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,008%. Mặt khác, nếu hàm lượng Co vượt quá 0,1%, lớp hợp chất liên kim ở mặt liên kết trở nên dày và do đó, kiểu rạn nứt chuyển sang mặt liên kết. Ngoài ra, vì nhiệt độ đường pha lỏng tăng, nên tính thấm ướt giảm. Về giới hạn trên, hàm lượng Co là nhỏ hơn hoặc bằng 0,1%, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,05%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,01%.

(7) Ge: từ 0,001 đến 0,1%

Ge là thành phần ngăn lỗi hàn. Nếu hàm lượng Ge là nhỏ hơn 0,001%, các hiệu quả trên không thể phát huy được. Về giới hạn dưới, hàm lượng Ge là lớn hơn hoặc bằng 0,001%, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,005%, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,007%.

Mặt khác, nếu hàm lượng Ge vượt quá 0,1%, thì kiểu rạn nứt chuyển sang mặt liên kết và làm giảm tính thấm ướt. Về giới hạn trên, hàm lượng Ge là nhỏ hơn hoặc bằng 0,1%, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,05%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%.

(8) Biểu thức (1)

$$2,93 \leq \{(Ge/Sn) + (Bi/Ge)\} \times (Bi/Sn) \quad (1)$$

Trong biểu thức (1), mỗi một trong Sn, Ge và Bi thể hiện hàm lượng (% khối lượng) trong chế phẩm hợp kim. Hơn nữa, vế phải của biểu thức (1), ví dụ $\{(Ge/Sn) + (Bi/Ge)\} \times (Bi/Sn)$, sau đây có thể được gọi là “biểu thức (1)”.

Hợp kim hàn của sáng chế phải thoả mãn biểu thức (1). Thậm chí nếu các hàm lượng của các thành phần cấu thành mô tả ở trên nằm trong các khoảng tương ứng, trừ khi biểu thức (1) được thoả mãn, hàn lỗi vẫn xảy ra.

Sự hàn lỗi được ngăn ngừa nhờ việc biến đổi bề mặt ngoài cùng của hợp kim hàn thành kết cấu dày đặc. Mặc dù mỗi một trong Sn, Bi và Ge trở nên dày lên trên bề mặt ngoài cùng của hợp kim hàn, nhưng chỉ một thành phần dày lên trên bề mặt ngoài cùng của hợp kim hàn không dẫn đến sự biến đổi bề mặt ngoài cùng và sự hàn lỗi không thể ngăn ngừa được. Lý do tại sao trong trường hợp, trong đó biểu thức (1) được thoả mãn, bề mặt ngoài cùng của hợp kim hàn có thể được biến đổi và có thể ngăn ngừa được sự hàn lỗi là không rõ ràng, nhưng lý do này được giả định như sau.

Mỗi một trong hai thành phần Bi và Ge và hai thành phần Sn và Ge làm lắng đọng peritecti và hai thành phần Sn và Bi làm lắng đọng tinh thể kép. Ở đây, Ge là có mặt với gradient nồng độ giảm từ bề mặt ngoài cùng của Sn tạo thành dung dịch rắn với Bi về phía bên trong. Mặc dù peritecti cần được lắng đọng từ hai thành phần Ge và Sn và hai thành phần Bi và Ge, trong trường hợp, trong đó Ge là có mặt với gradient nồng độ như đã mô tả ở trên trong Sn tạo thành dung dịch rắn với Bi, tinh thể kép được lắng đọng trên bề mặt ngoài cùng của Sn và số lượng lớn các biên dạng hạt tinh thể được tạo ra. Kết quả là, bề mặt ngoài cùng của hợp kim hàn được giả định là được biến đổi thành kết cấu dày đặc sao cho sự hàn lỗi được ngăn ngừa. Cụ thể hơn, trong biểu thức (1), miễn là phần còn lại giữa tổ hợp của các thành phần có khả năng làm lắng đọng peritecti và tổ hợp của các thành phần làm lắng đọng tinh thể kép nằm trong khoảng định trước, thì bề mặt ngoài cùng của hợp kim hàn được cải biến thành kết cấu dày đặc.

Về giới hạn dưới, biểu thức (1) cần phải lớn hơn hoặc bằng 2,93 từ khía cạnh biến đổi bề mặt ngoài cùng của hợp kim hàn thành kết cấu dày đặc để ngăn ngừa sự hàn lỗi. Về giới hạn dưới, biểu thức (1) tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 2,968, tốt hơn nữa là lớn

hơn hoặc bằng 3,037, còn tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 3,079, vẫn còn tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 3,148, thậm chí vẫn còn tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng $1,412 \times 10$ và tốt nhất là lớn hơn hoặc bằng $1,427 \times 10$. Giới hạn trên của biểu thức (1) không được giới hạn cụ thể và miễn là mỗi một trong các thành phần cấu thành nằm trong phạm vi mô tả ở trên, các hiệu quả của sáng chế có thể được phát huy mà không gặp bất kỳ vấn đề nào. Về giới hạn trên, biểu thức (1) tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng $3,597 \times 10^2$, tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng $2,912 \times 10^2$, còn tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng $1,142 \times 10^2$, vẫn còn tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng $4,431 \times 10$, thậm chí vẫn còn tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng $4,329 \times 10$, tốt nhất là nhỏ hơn hoặc bằng $3,662 \times 10$.

Theo sáng chế, mỗi thành phần cấu thành nằm trong phạm vi trên và thoả mãn biểu thức (1), sao cho không chỉ có thể ngăn ngừa được sự hàn lỗi, mà còn có thể đạt được khả năng thấm ướt/lan rộng rất tốt, ức chế sự phát triển của hỗn hợp liên kim ở mặt liên kết và tối ưu hoá kiểu rạn nứt sau thử nghiệm độ bền cắt.

(9) Phần còn lại: Sn

Phần còn lại của hợp kim hàn của sáng chế là Sn. Ngoài các thành phần mô tả ở trên, có thể còn chứa các tạp chất không thể tránh khỏi. Thậm chí trong trường hợp chứa tạp chất không thể tránh khỏi, các hiệu quả trên là không bị ảnh hưởng. Hơn nữa, như được mô tả sau đây, thậm chí trong trường hợp, trong đó thành phần tốt hơn là không được chứa của sáng chế được chứa dưới dạng các tạp chất không tránh khỏi, thì hiệu quả nêu trên cũng không bị ảnh hưởng.

(10) Thành phần tùy ý

Ngoài các thành phần mô tả ở trên, hợp kim hàn của sáng chế có thể chứa ít nhất một trong Mg, Ti, Cr, Mn, Fe, Ga, Zr, Nb, Pd, Pt, Au, La và Ce với tổng lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,1%. Thậm chí trong trường hợp, trong đó các thành phần này được chứa với lượng tổng cộng nhỏ hơn hoặc bằng 0,1%, thì hợp kim hàn của sáng chế vẫn phát huy các hiệu quả mô tả ở trên.

Tổng các hàm lượng của các thành phần này tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,1%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,09%, còn tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,05%, vẫn còn tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,03% và tốt nhất là nhỏ hơn hoặc bằng 0,02%. Hàm lượng của mỗi thành phần không được giới hạn cụ thể, nhưng để đủ đem lại các hiệu quả mô tả ở trên, hàm lượng của Mg tốt hơn nằm trong khoảng từ 0,0003 đến 0,02%.

Hàm lượng của Ti tốt hơn nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,03%. Hàm lượng của Cr tốt hơn nằm trong khoảng từ 0,002 đến 0,03%. Hàm lượng của Mn tốt hơn nằm trong

khoảng từ 0,001 đến 0,02%. Hàm lượng của Fe tốt hơn nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,02%. Hàm lượng của Ga tốt hơn nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,09%. Hàm lượng của Zr tốt hơn nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,01%.

Hàm lượng của Nb tốt hơn nằm trong khoảng từ 0,003 đến 0,006%. Hàm lượng của Pd tốt hơn nằm trong khoảng từ 0,002 đến 0,05%. Hàm lượng của Pt tốt hơn nằm trong khoảng từ 0,002 đến 0,05%. Hàm lượng của Au tốt hơn nằm trong khoảng từ 0,006 đến 0,09% và hàm lượng của La tốt hơn nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,02%. Hàm lượng của Ce tốt hơn nằm trong khoảng từ 0,004 đến 0,006%.

(11) Biểu thức (2)

$$0,001 < (\text{Ni/Co}) \times (1/\text{Ag}) \times \text{Ge} < 0,15 \quad (2)$$

Trong biểu thức (2), mỗi một trong Ni, Co, Ag và Ge thể hiện hàm lượng (% khối lượng) trong chế phẩm hợp kim. Hơn nữa, trọng tâm của biểu thức (2), ví dụ $(\text{Ni/Co}) \times (1/\text{Ag}) \times \text{Ge}$, sau đây có thể được gọi là “biểu thức (2)”.

Hợp kim hàn của sáng chế tốt hơn là thoả mãn biểu thức (2). Trong trường hợp, trong đó biểu thức (2) được thoả mãn, phần còn lại của các hàm lượng của Ni, Co, Ag và Ge được tối ưu hoá sao cho có thể đạt được sự cải thiện tính thấm ướt, ức chế sự phát triển của lớp hợp chất liên kim ở mặt liên kết và tối ưu hoá kiểu rạn nứt.

Trong khi hàn với điện cực Cu, Cu_6Sn_5 được tạo ra ở mặt liên kết. Trong trường hợp, trong đó chất hàn chứa Ni, Ni tạo thành dung dịch rắn với Cu_6Sn_5 được tạo ra ở mặt liên kết để tạo thành $(\text{Cu},\text{Ni})_6\text{Sn}_5$. Do hiện tượng này, kết cấu tinh thể bị méo và Cu được ngăn không cho khuếch tán từ lớp Cu vào hợp kim hàn.

Hơn nữa, Ge và Co tạo thành dung dịch rắn với Ni của $(\text{Cu},\text{Ni})_6\text{Sn}_5$ được tạo ra ở mặt liên kết bóp méo kết cấu tinh thể, bởi vậy ngăn không cho Cu thay đổi trong chế phẩm hợp kim. Bởi vậy, Cu được ngăn không khuếch tán từ lớp Cu vào hợp kim hàn và sự phát triển của lớp hợp chất liên kim được ngăn ngừa nhiều hơn so với các hợp kim hàn đã biết.

Ngoài trường hợp này, trong trường hợp, trong đó các hàm lượng của Ag và Co là phù hợp, thì tính thấm ướt được nâng cao và độ bền của hợp kim hàn được điều chỉnh để ngăn không cho mặt liên kết rạn nứt, bởi vậy tối ưu hoá kiểu rạn nứt. Mặc dù độ bền của hợp kim hàn được nâng cao nhờ sự hình thành Ag_3Sn do Ag và sự nâng cao chất lượng của kết cấu hợp kim do Co, nhưng trong trường hợp, trong đó Ag, Co và chất tương tự được chứa với lượng còn lại có lợi, thì độ bền của hợp kim hàn được điều chỉnh sao cho kiểu rạn nứt không bị chuyển sang mặt liên kết. Do bản chất của các hợp kim, lượng lắng

động của Ag_3Sn của hợp kim hàn của sáng chế có thể phụ thuộc trực tiếp hoặc gián tiếp vào phần còn lại của các thành phần này ngoài hàm lượng của Ag trong phạm vi được mô tả ở trên.

Như được mô tả ở trên, trong trường hợp, trong đó hợp kim hàn của sáng chế có hàm lượng của mỗi thành phần cấu thành trong phạm vi được mô tả ở trên và thoả mãn không chỉ biểu thức (1) mà còn cả biểu thức (2), thì có thể đạt được sự cải thiện tính thấm ướt, ức chế sự phát triển của lớp hợp chất liên kim ở mặt liên kết và sự tối ưu hoá kiểu rạn nứt. Cụ thể, sự phát triển của hỗn hợp liên kim có thể được ngăn ngừa đầy đủ.

Về giới hạn dưới, biểu thức (2) tốt hơn là nhiều hơn 0,001, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,00118, lớn hơn hoặc bằng 0,00147, lớn hơn hoặc bằng 0,00235, lớn hơn hoặc bằng 0,00294, lớn hơn hoặc bằng 0,00500, lớn hơn hoặc bằng 0,00700, lớn hơn hoặc bằng 0,00941.

Về giới hạn trên, biểu thức (2) tốt hơn là nhỏ hơn 0,15, tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,14706, nhỏ hơn hoặc bằng 0,11765, nhỏ hơn hoặc bằng 0,09412, nhỏ hơn hoặc bằng 0,05822, nhỏ hơn hoặc bằng 0,04706, nhỏ hơn hoặc bằng 0,0176.

(12) In

Hợp kim hàn của sáng chế tốt hơn là không chứa In. Nếu In được chứa, quan ngại rằng tính thấm ướt giảm và sự rạn nứt xuất hiện ở vùng lân cận của mặt liên kết sau thử nghiệm độ bền cắt.

2. Bi hàn

Hợp kim hàn của sáng chế có thể được sử dụng làm bi hàn. Bi hàn theo sáng chế có thể được sử dụng để tạo hình chỗ lồi của điện cực hoặc nền của gói bán dẫn như mạng lưới bi (ball grid array-BGA). Đường kính của bi hàn theo sáng chế tốt hơn nằm trong khoảng từ $1\mu m$ đến $1000\mu m$. Bi hàn có thể được chế tạo bằng phương pháp điển hình để sản xuất bi hàn.

3. Phôi hàn

Phôi hàn của sáng chế có thể được sử dụng ở dạng như tấm, dạng vòng, dạng hình trụ hoặc hàn vòng quanh một hoặc nhiều vòng.

4. Kem hàn

Hợp kim hàn của sáng chế có thể được sử dụng làm kem hàn. Kem hàn thu được bằng cách trộn bột hợp kim hàn với lượng nhỏ chất trợ dung để tạo thành kem hàn. Hợp kim hàn của sáng chế có thể được sử dụng làm kem hàn để lắp linh kiện điện tử trên bảng mạch in bằng phương pháp hàn chảy ngược. Chất trợ dung được sử dụng cho kem hàn có

thể là chất trợ dung tan được trong nước hoặc không tan được trong nước. Chất trợ dung nhựa thông là chất trợ dung tan được trong nước gốc nhựa thông thông thường được sử dụng.

5. Mỗi hàn

Mỗi hàn của sáng chế thiết lập kết nối giữa chip IC và nền (chỉ tiết đặt giữa) của gói bán dẫn hoặc thiết lập kết nối bằng cách gắn dính gói bán dẫn vào bảng mạch in. Cụ thể hơn, mỗi hàn của sáng chế là phần kết nối của điện cực và có thể được tạo ra sử dụng các điều kiện hàn thông thường.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các hợp kim hàn có các chế phẩm hợp kim được thể hiện trong bảng 1 và bảng 2 được tạo ra và được đánh giá về sự hàn lỗi, sự thấm ướt/lan rộng, sự phát triển của hỗn hợp liên kim sau khi hàn và kiểu rạn nứt sau thử nghiệm độ bền cắt.

Hàn lỗi

Trước tiên bi hàn có đường kính là 0,6mm được tạo thành từ mỗi một trong các hợp kim hàn trên. Bi hàn tạo thành được để trong bể có nhiệt độ không đổi (do ESPEC CORP. sản xuất: PHH-101M) được giữ ở nhiệt độ 150°C trong thời gian 168 giờ. Bi hàn sau khi lấy ra được hàn vào nền có độ dày là 1,2mm và kích cỡ điện cực có đường kính bằng 0,5mm (Cu-OSP). Số lượng bi hàn được hàn là 5.

Đối với các điều kiện hàn, chất trợ dung (do SENJU METAL INDUSTRY CO., LTD. sản xuất: WF-6400) được phủ lên điện cực và việc hàn được thực hiện sử dụng thiết bị chảy ngược (do SENJU METAL INDUSTRY CO., LTD. sản xuất: SnR-615) dưới biên dạng chảy ngược có nhiệt độ đỉnh là 245°C và tốc độ làm mát là 2°C/giây. Sau khi chảy ngược, số lượng hàn lỗi mà không được hàn được khẳng định bằng mắt thường.

Đánh giá là “A” trong trường hợp, trong đó số lượng hàn lỗi là 0 và nếu không, đánh giá là “C”.

Thấm ướt/lan rộng

Mẫu được đặt từ mỗi một trong các hợp kim hàn nêu trên đến kích cỡ 2mm x 2mm x 0,15mm được tạo thành. Chất trợ dung (do SENJU METAL INDUSTRY CO., LTD. sản xuất: WF-6400) được áp dụng cho vật liệu dạng tấm Cu được xử lý bằng OSP và mẫu đã được đặt được lắp trên đó và được hàn.

Đối với các điều kiện hàn, việc hàn được thực hiện sử dụng thiết bị chảy ngược (do SENJU METAL INDUSTRY CO., LTD. sản xuất: SnR-615) dưới biên dạng chảy ngược có nhiệt độ đỉnh là 245°C và tốc độ làm mát là 2°C/giây. Sau khi chảy ngược, diện

tích thấm ướt/lan rộng được đo sử dụng kính hiển vi kỹ thuật số (do Keyence Corporation sản xuất: VHX-6000).

Đánh giá là “A” trong trường hợp, trong đó diện tích thấm ướt/lan rộng là lớn hơn hoặc bằng 6mm^2 và là “C” trong trường hợp, trong đó diện tích này là nhỏ hơn 6mm^2 . Sự phát triển của hỗn hợp liên kim sau khi hàn

Mẫu được đột từ mỗi một trong các hợp kim hàn nêu trên tới kích cỡ $5\text{mm} \times 5\text{mm} \times 0,15\text{mm}$ được tạo thành. Chất trợ dung (do SENJU METAL INDUSTRY CO., LTD. sản xuất: WF-6400) được áp dụng cho vật liệu dạng tấm Cu được xử lý bằng OSP và mẫu đã được lắp trên đó và được hàn.

Đối với các điều kiện hàn, việc hàn được tiến hành sử dụng thiết bị chảy ngược (do SENJU METAL INDUSTRY CO., LTD. sản xuất: SnR-615) dưới biên dạng chảy ngược có nhiệt độ đỉnh là 245°C và tốc độ làm mát là $2^\circ\text{C}/\text{giây}$. Mẫu sau khi chảy ngược được để trong bể có nhiệt độ không đổi (do ESPEC CORP. sản xuất: PHH-101M) được giữ ở nhiệt độ 150°C trong thời gian 235 giờ.

Mẫu sau khi xử lý nhiệt được quan sát trong mặt cắt ngang bằng cách sử dụng kính hiển vi điện tử quét phát xạ trường (do JEOL Ltd. sản xuất: JSM-7000F). Phần quan sát là lớp hợp chất liên kim được tạo ra ở mặt liên kết với tấm Cu. Ảnh thu được bằng cách quan sát mặt cắt ngang được phân tích sử dụng phần mềm phân tích ảnh (do Seika Corporation Co., Ltd. sản xuất: Scandium) và độ dày của lớp hợp chất liên kim được đo.

Đánh giá là “AA” trong trường hợp, trong đó độ dày của lớp hợp chất liên kim là nhỏ hơn hoặc bằng $3,4\mu\text{m}$, là “A” trong trường hợp, trong đó độ dày này lớn hơn $3,4\mu\text{m}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $3,6\mu\text{m}$ và là “C” trong trường hợp, trong đó độ dày này vượt quá $3,6\mu\text{m}$.

Kiểu rạn nứt sau thử nghiệm độ bền cắt

Trước tiên bi hàn có đường kính là $0,6\text{mm}$ được tạo thành theo cùng cách như trong việc đánh giá hàn lỗi. Bi hàn được hàn vào nền có độ dày nền là $1,2\text{mm}$ và kích cỡ điện cực có đường kính là $0,5\text{mm}$ (Cu-OSP).

Đối với các điều kiện hàn, chất trợ dung (do SENJU METAL INDUSTRY CO., LTD. sản xuất: WF-6400) được phủ lên điện cực và việc hàn được tiến hành sử dụng thiết bị chảy ngược (do SENJU METAL INDUSTRY CO., LTD. sản xuất: SnR-615) dưới biên dạng chảy ngược có nhiệt độ đỉnh là 245°C và tốc độ làm mát là $2^\circ\text{C}/\text{giây}$. Mẫu chế tạo được cho qua thử nghiệm độ bền cắt dưới các điều kiện của tốc độ cắt là $1000\text{mm}/\text{giây}$ trong thiết bị đo độ bền cắt (manufactured by Nordson Dage: SERIES 4000HS). Mẫu sau

thử nghiệm độ bền xé được quan sát sử dụng kính hiển vi kỹ thuật số (do Keyence Corporation sản xuất: VHX-6000) xác định kiểu rạn nứt.

Đánh giá là “A” trong trường hợp, trong đó sự rạn nứt được thấy trong hợp kim hàn và là “C” trong trường hợp, trong đó sự rạn nứt được thấy trong lớp hợp chất liên kim được tạo ra ở mặt liên kết.

Các kết quả đánh giá được thể hiện trong bảng 1 và bảng 2.

Bảng 1

	Chế phẩm hợp kim (% khối lượng)										Biểu thức (1)	Biểu thức (2)	Hàn lỗi	Thấm ướt/lan rộng	Sự phát triển của IMC sau khi hàn	Kiểu rạn nứt sau thử nghiệm xé
	Sn	Ag	Cu	Sb	Bi	Ni	Co	Ge	In	Các thành phần khác						
Ví dụ 1	Phần còn lại	3,4	0,7	3,0	3,2	0,4	0,01	0,008			1,428E+01	0,00941	A	A	AA	A
Ví dụ 2	Phần còn lại	3,4	0,7	2,0	3,2	0,4	0,01	0,008			1,412E+01	0,00941	A	A	AA	A
Ví dụ 3	Phần còn lại	3,4	0,7	5,5	3,2	0,4	0,01	0,008			1,469E+01	0,00941	A	A	AA	A
Ví dụ 4	Phần còn lại	3,4	0,7	3,0	1,5	0,4	0,01	0,008			3,079E+00	0,00941	A	A	AA	A
Ví dụ 5	Phần còn lại	3,4	0,7	3,0	5,5	0,4	0,01	0,008			4,329E+01	0,00941	A	A	AA	A
Ví dụ 6	Phần còn lại	3,4	0,7	3,0	3,2	0,01	0,01	0,008			1,427E+01	0,00235	A	A	AA	A
Ví dụ 7	Phần còn lại	3,4	0,7	3,0	3,2	0,2	0,01	0,008			1,430E+01	0,04706	A	A	AA	A
Ví dụ 8	Phần còn lại	3,4	0,7	3,0	3,2	0,4	0,001	0,008			1,428E+01	0,09412	A	A	AA	A
Ví dụ 9	Phần còn lại	3,4	0,7	3,0	3,2	0,4	0,1	0,008			1,429E+01	0,00094	A	A	A	A
Ví dụ 10	Phần còn lại	3,4	0,7	3,0	3,2	0,4	0,01	0,001			1,142E+02	0,00118	A	A	AA	A
Ví dụ 11	Phần còn lại	3,4	0,7	3,0	5,1	0,4	0,01	0,1			2,968E+00	0,11765	A	A	AA	A
Ví dụ 12	Phần còn lại	3,4	0,7	5,0	5,0	0,4	0,008	0,008			3,640E+01	0,01176	A	A	AA	A
Ví dụ 13	Phần còn lại	3,4	0,7	2,0	5,0	0,4	0,008	0,008			3,517E+01	0,01176	A	A	AA	A
Ví dụ 14	Phần còn lại	3,4	0,7	5,5	5,0	0,4	0,008	0,008			3,662E+01	0,01176	A	A	AA	A
Ví dụ 15	Phần còn lại	3,4	0,7	5,0	1,5	0,4	0,008	0,008			3,148E+00	0,01176	A	A	AA	A
Ví dụ 16	Phần còn lại	3,4	0,7	5,0	5,5	0,4	0,008	0,008			4,431E+01	0,01176	A	A	AA	A
Ví dụ 17	Phần còn lại	3,4	0,7	5,0	5,0	0,01	0,008	0,008			3,639E+01	0,00294	A	A	AA	A
Ví dụ 18	Phần còn lại	3,4	0,7	5,0	5,0	0,2	0,008	0,008			3,647E+01	0,05882	A	A	AA	A

Bảng 1 (tiếp tục)

Chế phẩm hợp kim (% khối lượng)													Biểu thức (1)	Biểu thức (2)	Hàn lõi	Thấm ướt/lan rộng	Sự triển IMC sau thử nghiệm xé khi hàn	Kiểu rạn nứt sau thử nghiệm xé
Sn	Ag	Cu	Sb	Bi	Ni	Co	Ge	In	Các thành phần khác									
Ví dụ 19	Phần còn lại 3,4	0,7	5,0	5,0	0,04	0,001	0,008					3,640E+01	0,09412	A	A	AA	A	
Ví dụ 20	Phần còn lại 3,4	0,7	5,0	5,0	0,04	0,1	0,008					3,644E+01	0,00094	A	A	A	A	
Ví dụ 21	Phần còn lại 3,4	0,7	5,0	5,0	0,04	0,008	0,001					2,912E+02	0,00147	A	A	AA	A	
Ví dụ 22	Phần còn lại 3,4	0,7	5,0	5,0	5,1	0,04	0,008	0,1				3,037E+00	0,14706	A	A	AA	A	
Ví dụ 23	Phần còn lại 3,8	0,8	5,5	5,5	5,5	0,2	0,1	0,001				3,597E+02	0,00053	A	A	A	A	
Ví dụ 24	Phần còn lại 3,4	0,7	3,0	3,0	3,2	0,04	0,01	0,008			Mg: 0,02	1,428E+01	0,00941	A	A	AA	A	
Ví dụ 25	Phần còn lại 3,4	0,7	3,0	3,0	3,2	0,04	0,01	0,008			Ti: 0,003	1,428E+01	0,00941	A	A	AA	A	
Ví dụ 26	Phần còn lại 3,4	0,7	3,0	3,0	3,2	0,04	0,01	0,008			Cr: 0,03	1,428E+01	0,00941	A	A	AA	A	
Ví dụ 27	Phần còn lại 3,4	0,7	3,0	3,0	3,2	0,04	0,01	0,008			Mn: 0,02	1,428E+01	0,00941	A	A	AA	A	
Ví dụ 28	Phần còn lại 3,4	0,7	3,0	3,0	3,2	0,04	0,01	0,008			Fe: 0,02	1,428E+01	0,00941	A	A	AA	A	
Ví dụ 29	Phần còn lại 3,4	0,7	3,0	3,0	3,2	0,04	0,01	0,008			Ga: 0,09	1,429E+01	0,00941	A	A	AA	A	
Ví dụ 30	Phần còn lại 3,4	0,7	3,0	3,0	3,2	0,04	0,01	0,008			Zr: 0,01	1,428E+01	0,00941	A	A	AA	A	
Ví dụ 31	Phần còn lại 3,4	0,7	3,0	3,0	3,2	0,04	0,01	0,008			Nb: 0,006	1,428E+01	0,00941	A	A	AA	A	
Ví dụ 32	Phần còn lại 3,4	0,7	3,0	3,0	3,2	0,04	0,01	0,008			Pd: 0,05	1,429E+01	0,00941	A	A	AA	A	
Ví dụ 33	Phần còn lại 3,4	0,7	3,0	3,0	3,2	0,04	0,01	0,008			Pt: 0,05	1,429E+01	0,00941	A	A	AA	A	
Ví dụ 34	Phần còn lại 3,4	0,7	3,0	3,0	3,2	0,04	0,01	0,008			Au: 0,09	1,429E+01	0,00941	A	A	AA	A	
Ví dụ 35	Phần còn lại 3,4	0,7	3,0	3,0	3,2	0,04	0,01	0,008			La: 0,02	1,428E+01	0,00941	A	A	AA	A	
Ví dụ 36	Phần còn lại 3,4	0,7	3,0	3,0	3,2	0,04	0,01	0,008			Ce: 0,006	1,428E+01	0,00941	A	A	AA	A	

Bảng 2

	Chế phẩm hợp kim (% khối lượng)										Biểu thức (1)	Biểu thức (2)	Hàn lõi	Thấm ướt/lan rộng	Sự phát triển của IMC sau khi hàn	Kiểu rạn nứt sau khi thử nghiệm xé
	Sn	Ag	Cu	Sb	Bi	Ni	Co	Ge	In	Các thành phần khác						
Ví dụ 37	Phần còn lại	3,4	0,7	3,0	3,2	0,04	0,01	0,008		Mg: 0,0003, Ti: 0,0005, Cr: 0,0024, Mn: 0,017, Fe: 0,01, Ga: 0,0005, Zr: 0,0019, Nb: 0,0003, Pd: 0,0025, Pt: 0,0026, Au: 0,0068, La: 0,0016, Ce: 0,0004	1,429E+01	0,00941	A	A	AA	A
Ví dụ so sánh 1	Phần còn lại	3,4	0,7	1,0	3,2	0,04	0,01	0,008			1,397E+01	0,00941	A	A	C	A
Ví dụ so sánh 2	Phần còn lại	3,4	0,7	7,0	3,2	0,04	0,01	0,008			1,495E+01	0,00941	A	C	AA	C
Ví dụ so sánh 3	Phần còn lại	3,4	0,7	3,0	0,5	0,04	0,01	0,008			3,384E-01	0,00941	C	A	C	A
Ví dụ so sánh 4	Phần còn lại	3,4	0,7	3,0	7,0	0,04	0,01	0,008			7,135E+01	0,00941	A	A	AA	C
Ví dụ so sánh 5	Phần còn lại	3,4	0,7	3,0	3,2	0,005	0,01	0,008			1,427E+01	0,00118	A	A	C	C
Ví dụ so sánh 6	Phần còn lại	3,4	0,7	3,0	3,2	0,3	0,01	0,008			1,432E+01	0,07059	A	C	AA	A
Ví dụ so sánh 7	Phần còn lại	3,4	0,7	3,0	3,2	0,04	0,2	0,008			1,431E+01	0,00047	A	C	A	C
Ví dụ so sánh 8	Phần còn lại	3,4	0,7	3,0	3,2	0,04	0,01	0,0005			2,284E+02	0,00059	C	A	A	A
Ví dụ so sánh 9	Phần còn lại	3,4	0,7	3,0	5,4	0,04	0,01	0,11			3,035E+00	0,12941	A	C	AA	C
Ví dụ so sánh 10	Phần còn lại	3,4	0,7	3,0	3,2	0,04	0,01	0,05			2,286E+00	0,05882	C	A	AA	A
Ví dụ so sánh 11	Phần còn lại	3,5	0,7	5,0	5,0	0,1	0,005	0,1	0,1		2,924E+00	0,57143	C	C	A	C
Ví dụ so sánh 12	Phần còn lại	3,4	0,7	3,0	5,0	0,04	0,01	0,1			2,849E+00	0,11765	C	A	AA	A
Ví dụ so sánh 13	Phần còn lại	3,5	0,7	5,0	5,0	0,1	0,005	0,1			2,921E+00	0,57143	C	A	A	A

Đường gạch chân chỉ ra rằng giá trị nằm ngoài khoảng phạm vi của sáng chế.

Như có thể thấy rõ từ bảng 1 và bảng 2, tất cả các ví dụ từ 1 đến 37, trong đó các thành phần cấu thành thuộc phạm vi của sáng chế và thoả mãn biểu thức (1), cho thấy các kết quả là sự hàn lỗi không xảy ra, sự thấm ướt/lan rộng rất tốt được thể hiện, sự phát triển của hỗn hợp liên kim sau khi hàn được ngăn chặn và kiểu rạn nứt sau thử nghiệm độ bền xé là phù hợp. Thêm nữa, có thể hiểu rằng vì các ví dụ khác với các ví dụ 9, 20 và 23 cũng thoả mãn biểu thức (2), nên sự phát triển của IMC bị ức chế đủ ngay cả sau khi hàn.

Mặt khác, trong ví dụ so sánh 1, trong đó hàm lượng Sb là nhỏ, hỗn hợp liên kim phát triển sau khi hàn. Trong ví dụ so sánh 2, trong đó hàm lượng Sb là lớn, sự thấm ướt/lan rộng là kém và tại cùng thời điểm, sự rạn nứt ở vùng lân cận của mặt liên kết được khẳng định sau khi thử nghiệm độ bền xé.

Trong ví dụ so sánh 3, trong đó hàm lượng Bi là nhỏ và biểu thức (1) không được thoả mãn, việc hàn lỗi xảy ra và hỗn hợp liên kim phát triển sau khi hàn. Trong ví dụ so sánh 4, trong đó hàm lượng Bi là lớn, sự rạn nứt ở vùng lân cận của mặt liên kết được khẳng định sau khi thử nghiệm độ bền xé.

Trong ví dụ so sánh 5, trong đó hàm lượng Ni là nhỏ, hỗn hợp liên kim phát triển sau khi hàn và đồng thời, sự rạn nứt ở vùng lân cận của mặt liên kết được khẳng định sau khi thử nghiệm độ bền xé. Trong ví dụ so sánh 6, trong đó hàm lượng Ni là lớn, sự thấm ướt/lan rộng là kém.

Trong ví dụ so sánh 7, trong đó hàm lượng Co là lớn, sự thấm ướt/lan rộng là kém và đồng thời, sự rạn nứt ở vùng lân cận của mặt liên kết được khẳng định sau khi thử nghiệm độ bền xé.

Trong ví dụ so sánh 8, trong đó hàm lượng Ge là nhỏ, việc hàn lỗi xảy ra. Trong ví dụ so sánh 9 trong đó hàm lượng Ge là lớn, sự thấm ướt/lan rộng là kém và đồng thời, sự rạn nứt ở vùng lân cận của mặt liên kết được khẳng định sau khi thử nghiệm độ bền xé.

Trong các ví dụ so sánh 10, 12 và 13, trong đó biểu thức (1) không thoả mãn, việc hàn lỗi xảy ra. Trong ví dụ so sánh 11 trong đó biểu thức (1) không được thoả mãn và In được chứa, sự hàn lỗi xảy ra, sự thấm ướt/lan rộng là kém và sự rạn nứt ở vùng lân cận của mặt liên kết được khẳng định sau khi thử nghiệm độ bền xé.

Biểu thức (1) còn được mô tả dựa vào Fig.1 và Fig.2 thu được từ các kết quả trong bảng 1 và bảng 2, Fig.1 là sơ đồ minh họa tương quan giữa biểu thức (1) trong

hợp kim hàn của sáng chế và các ví dụ. Fig.2 là sơ đồ phóng to của Fig.1 thể hiện phạm vi từ 40 đến 70 ở hoành độ trên Fig.1. Trên Fig.1, đường nét liền thể hiện giá trị của biểu thức (1), “vòng tròn đen” thể hiện các ví dụ từ 1 đến 37 và “vòng tròn trắng” thể hiện các ví dụ so sánh 3 và từ 10 đến 13. Ngoài ra, trên Fig.2, đường nét liền thể hiện giá trị của biểu thức (1), mỗi vòng kín thể hiện ví dụ 11 và ví dụ 22 và mỗi vòng hở thể hiện các ví dụ so sánh 3 và từ 10 đến 13.

Như có thể thấy rõ từ cả hai hình vẽ, thấy rằng các ví dụ so sánh có mặt trong vùng được bao quanh bởi trục (Bi/Sn), trục ((Ge/Sn)+(Bi/Ge)) và đường chỉ ra biểu thức (1) không thoả mãn biểu thức (1) và do đó, việc hàn lỗi xảy ra trong các ví dụ so sánh này. Cụ thể, như có thể thấy rõ từ Fig.2, thấy rằng trong ví dụ so sánh 13, biểu thức (1) không được thoả mãn và do đó xảy ra hàn lỗi, mặc dù các yêu cầu về mỗi thành phần cấu thành của sáng chế được thoả mãn. Do đó, từ Fig.1 và Fig.2 thấy rằng trong trường hợp, trong đó biểu thức (1) được thoả mãn, ít nhất có thể ngăn ngừa được sự hàn lỗi.

Mặc dù sáng chế đã được mô tả chi tiết dựa vào các phương án cụ thể, nhưng người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu rằng các thay đổi và cải biến khác nhau có thể được tạo ra mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế này được nộp dựa trên đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2019-60504 nộp ngày 27/3/2019, toàn bộ nội dung của tài liệu này được đưa vào bản mô tả này bằng cách viện dẫn.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hợp kim hàn chứa chế phẩm hợp kim chứa các thành phần sau, với lượng tính theo % khối lượng, Ag: từ 3,2 đến 3,8%, Cu: từ 0,6 đến 0,8%, Ni: từ 0,01 đến 0,2%, Sb: từ 2 đến 5,5%, Bi: từ 1,5 đến 5,5%, Co: từ 0,001 đến 0,1% và Ge: từ 0,001 đến 0,1%, với phần còn lại là Sn,

trong đó, chế phẩm hợp kim thỏa mãn biểu thức (1) sau đây:

$$2,93 \leq ((\text{Ge}/\text{Sn}) + (\text{Bi}/\text{Ge})) \times (\text{Bi}/\text{Sn}) \quad (1)$$

trong đó, trong biểu thức (1), mỗi một trong Sn, Ge và Bi thể hiện hàm lượng theo % khối lượng trong chế phẩm hợp kim.

2. Hợp kim hàn theo điểm 1, trong đó chế phẩm hợp kim còn bao gồm ít nhất một trong số các thành phần sau, tính theo tổng % khối lượng: Mg, Ti, Cr, Mn, Fe, Ga, Zr, Nb, Pd, Pt, Au, La và Ce: nhỏ hơn hoặc bằng 0,1%.

3. Hợp kim hàn theo điểm 1 hoặc 2, trong đó chế phẩm hợp kim còn thỏa mãn biểu thức (2) sau đây:

$$0,001 < (\text{Ni}/\text{Co}) \times (1/\text{Ag}) \times \text{Ge} < 0,15 \quad (2)$$

trong đó, trong biểu thức (2), mỗi một trong Ni, Co, Ag và Ge thể hiện hàm lượng theo % khối lượng trong chế phẩm hợp kim.

4. Bi hàn chứa hợp kim hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3.

5. Phôi hàn chứa hợp kim hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3.

6. Kem hàn chứa hợp kim hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3.

7. Mối hàn chứa hợp kim hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3.

FIG. 1

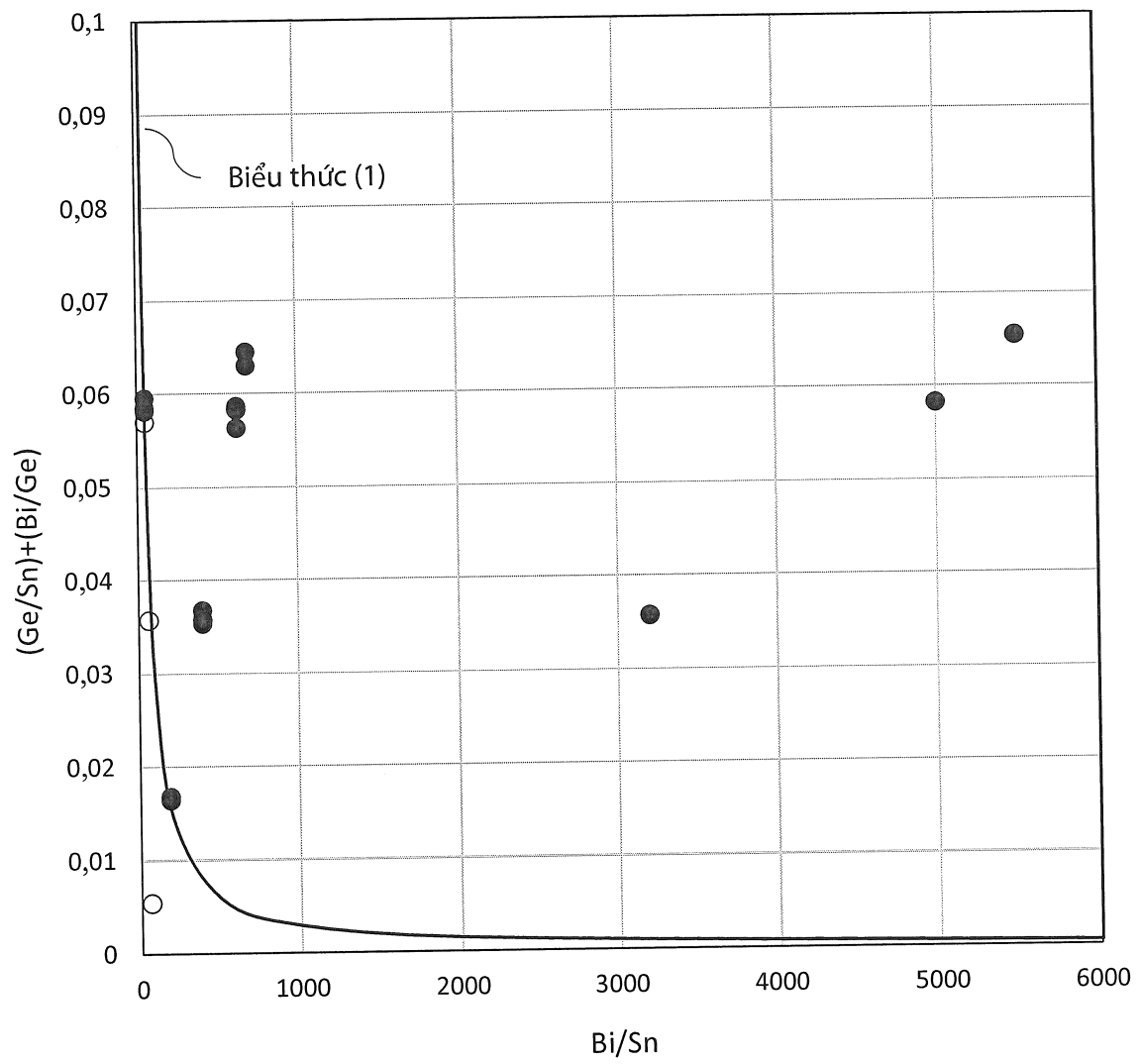


FIG. 2

