



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

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



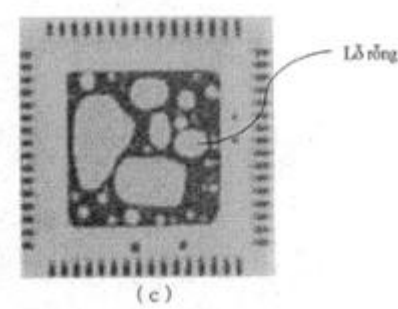
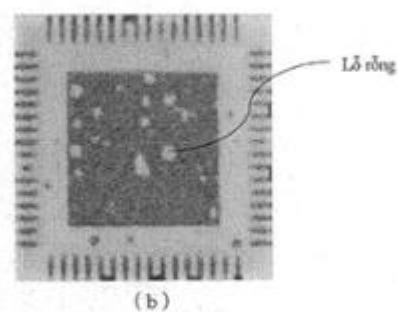
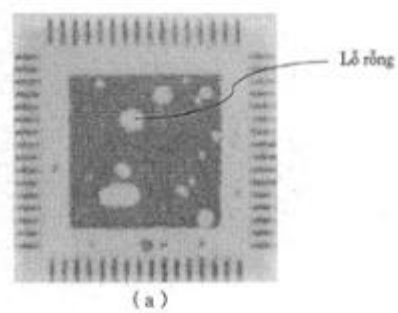
1-0037406

(51)^{2020.01} B23K 35/22; C22C 13/02; C22C 13/00; (13) B
B23K 35/26; C22C 12/00

(21) 1-2020-04257 (22) 09/04/2019
(86) PCT/JP2019/015388 09/04/2019 (87) WO2019/198690 A1 17/10/2019
(30) 2018-078041 13/04/2018 JP
(45) 27/11/2023 428 (43) 25/01/2021 394
(73) SENJU METAL INDUSTRY CO., LTD (JP)
23, Senju-Hashido-cho, Adachi-ku, Tokyo 1208555, Japan
(72) Takeshi SAKAMOTO (JP); Yoshie TACHIBANA (JP); Shunsuke KOGA (JP).
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) KEM HÀN

(57) Sáng chế đề cập đến kem hàn ngăn chặn được sự hình thành các lỗ rỗng và có độ chắc chắn tuyệt vời. Kem hàn chứa bột dựa trên Sn, bột hợp kim dựa trên SnSb với Sn và 10 % khối lượng Sb hoặc lớn hơn, và chất nóng chảy, trong đó a nhiệt độ chất lỏng của bột hợp kim dựa trên SnSb cao hơn nhiệt độ chất lỏng của bột dựa trên Sn, và tỉ lệ hàm lượng của bột dựa trên Sn và bột hợp kim dựa trên SnSb nằm trong khoảng từ 75:25 đến 95: 5. Tốt hơn, tỉ lệ hàm lượng của bột dựa trên Sn so với bột hợp kim dựa trên SnSb nằm trong khoảng từ 80:20 đến 90:10.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến kem hàn ngăn chặn sự tạo ra các lỗ rỗng và có độ chắc chắn tuyệt vời.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, các bộ phận chỉ gồm các bộ phận cơ khí cho ô tô được thay thế bằng các bộ phận điện để đạt được chức năng cao hơn và hiệu suất cao hơn của xe cộ. Để thực hiện chức năng cao hơn và hiệu suất cao hơn của xe, công nghệ đóng gói điện tử là cần thiết để phù hợp với kích thước nhỏ và mật độ cao. Để thích ứng với công nghệ lắp ráp này, cần có độ chắc chắn cao của mối hàn để kết nối bảng mạch in và linh kiện điện tử..

Ví dụ, một bảng mạch in được gắn gắn động cơ được yêu cầu sử dụng trong một thời gian dài dưới sự chênh lệch nhiệt độ đáng kể. Các xe có phần động lực được thiết kế kết hợp từ 2 dạng máy trở lên được trang bị một bộ biến tần xử lý năng lượng điện cao, và đòi hỏi mối hàn có thể chịu được nhiệt độ điều khiển của bộ biến tần. Do đó, Trong công nghệ lắp đặt thiết bị điện tử cho xe, hợp kim hàn tạo thành mối hàn cần có độ chắc chắn cao.

Ở đây, một hợp kim hàn dựa trên Sn không chỉ đã được sử dụng thông thường vì lý do ngăn chặn những lo ngại về ô nhiễm môi trường do hợp kim hàn. Trong số này, một hợp kim hàn Sn-3Ag-0,5Cu được sử dụng rộng rãi vì tính thấm ướt tốt. Ví dụ, hợp kim hàn dựa trên Sn có chứa Sb như được mô tả trong tư liệu sáng chế 1 là một trong những hợp kim hàn có độ chắc chắn cao hơn so với hợp kim hàn nói trên. Sb là một yếu tố có thể cải thiện độ chắc chắn của hợp kim hàn bằng cách tăng cường lắng

động dung dịch rắn và / hoặc bằng cách tăng cường phân tán lắng đọng dưới dạng hợp chất liên kim loại SnSb. Hợp kim hàn dựa trên Sn có chứa Sb được sử dụng làm kem hàn thu được bằng cách bổ sung bột hợp kim này vào chất nóng chảy. Tuy nhiên, vì nhiệt độ chất lỏng của hợp kim hàn có chứa Sb là khoảng 5 đến 10 °C cao hơn nhiệt độ chất lỏng của hợp kim hàn Sn-3Ag-0,5Cu, nhiệt độ hàn ngược cần tăng lên 5 đến 10 °C khi lắp đặt các linh kiện điện tử. Nếu nhiệt độ hàn ngược được đặt ở mức cao, các thành phần điện tử được gắn trên bảng mạch in sẽ tiếp xúc với môi trường nhiệt độ cao và một số thành phần có thể bị hỏng do nhiệt.

Khi một kỹ thuật lắp đặt sử dụng bột hợp kim hàn có chứa Sb, ví dụ: tư liệu sáng chế 2 bộc lộ một vật hàn không chỉ với bột hợp kim thứ nhất làm từ hợp kim hàn dựa trên Sn, và bột hợp kim thứ hai với nhiệt độ nóng chảy cao hơn nhiệt độ nóng chảy của bột hợp kim thứ nhất, bột hợp kim thứ hai làm từ hợp kim Sb chứa ít nhất một trong số Ag, Al, Au, Bi, Co, Cr, Cu, Fe, Ge, In, Mg, Mn, Pd, Si, Sr, Te và Zn. Đối với chất hàn không chỉ được mô tả trong tư liệu sáng chế 2, do chỉ có bột hợp kim thứ nhất tan chảy khi nấu chảy, một mối hàn có chứa Sb được hình thành ở nhiệt độ hàn ngược tương tự như đối với hợp kim hàn không chứa Sb. Tài liệu cũng nêu rõ rằng pha hợp kim thứ hai có thể được chứa dưới sự phân tán đồng đều vào pha hợp kim thứ nhất trong khi vẫn duy trì các đặc tính như độ ẩm của pha hợp kim thứ nhất. Hơn nữa, tài liệu mô tả rằng sau khi liên kết, một pha hợp chất liên kim loại được hình thành trên bề mặt bột hợp kim thứ hai bằng phản ứng hợp kim giữa bột hợp kim thứ nhất và bột hợp kim thứ hai.

Tư liệu sáng chế 3 mô tả chất hàn dạng kem với bột hợp kim thứ nhất làm từ hợp kim dựa trên Sn-Ag-Cu chứa từ 10 đến 30 % khối lượng Ag và từ 2 đến 20 % khối lượng Cu, và bột dựa trên Sn thứ hai chứa 8 % khối lượng Sb hoặc ít hơn. Tư liệu sáng chế 3 mô tả rằng hàm lượng Sb được đặt đến 8 % khối lượng hoặc ít hơn để

ngăn chặn sự gia tăng độ nhớt do sự gia tăng của dòng chất lỏng của hệ thống Sn-Sb.

Danh sách đối chứng

Tài liệu chuyên ngành sáng chế

Tư liệu sáng chế 1: JPH 05-50286 A

Tư liệu sáng chế 2: JP 2005-254254 A

Tư liệu sáng chế 3: JP 5142999 B

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo sáng chế được mô tả trong tư liệu sáng chế 2, bột hợp kim thứ hai chứa Sb và không chứa Sn để duy trì pha rắn của bột hợp kim thứ hai trong quá trình hàn ngược. Hơn nữa, tài liệu mô tả rằng bột hợp kim thứ hai được phân tán đồng đều trong pha hợp kim thứ nhất trong khi vẫn duy trì các đặc tính như độ ẩm của pha hợp kim thứ nhất. Tức là, tư liệu sáng chế 2 đề xuất rằng dạng ban đầu của bột hợp kim thứ hai tại thời điểm đưa vào được duy trì và bột hợp kim thứ hai được phân tán trong pha hợp kim thứ nhất. Tuy nhiên, bột hợp kim thứ hai có thể dễ dàng bị oxy hóa do chứa Sb và có độ ẩm kém, có thể không bị nóng chảy thành bột hợp kim thứ nhất đã bị nóng chảy trong quá trình hàn ngược và các lỗ rỗng khó bị thải ra bên ngoài. Điều này có thể dẫn đến việc tạo ra các lỗ rỗng trong mối hàn. Tài liệu cũng mô tả rằng một pha hợp chất liên kim loại của bột hợp kim thứ nhất và bột hợp kim thứ hai được hình thành trên bề mặt của bột hợp kim thứ hai sau khi hàn ngược. Theo sáng chế được mô tả trong tài liệu, chỉ có một bề mặt của bột hợp kim thứ hai tương thích với bột hợp kim thứ nhất và bột hợp kim thứ hai không bị nóng chảy trong pha hợp kim thứ nhất. Do đó, các lỗ rỗng không được thải ra bên ngoài sau khi hàn ngược và các lỗ rỗng được tạo ra trong mối hàn.

Ngoài ra, sáng chế được mô tả trong tư liệu sáng chế 3 nhằm mục đích tăng

hàm lượng Ag và Cu để đạt được phạm vi nhiệt độ rộng hơn của vùng cùng tồn tại chất lỏng rắn và tăng độ nhót của chất hàn nóng chảy trong quá trình hàn ngược. Để đạt được mục đích này, theo sáng chế được mô tả trong tư liệu sáng chế 3, một hợp kim bột thứ nhất chứa một lượng lớn Ag và Cu để tăng nhiệt độ chất lỏng có trạng thái bán nóng chảy trong quá trình hàn ngược, và một hợp kim bột có chứa Sb được trộn lẫn, trong đó tỷ lệ của hợp kim bột đầu tiên và hợp kim bột chứa Sb là 3:1. Do đó, theo tư liệu sáng chế 3, có một vấn đề là do độ nhót của chất hàn nóng chảy tăng lên, sự giam giữ không khí giữa các bột hợp kim vẫn còn bên trong mối hàn sau khi hàn ngược và các lỗ rỗng được tạo ra trong mối hàn.

Việc tạo ra các lỗ rỗng trong mối hàn có thể dẫn đến độ chắc chắn kém hơn đối với mối hàn ngay cả khi độ chắc chắn của chính hợp kim hàn tạo thành mối hàn cao. Vì lý do này, trong những năm gần đây, các ứng dụng có yêu cầu độ chắc chắn cao để tạo ra mối hàn trong đó việc sinh ra các lỗ rỗng bị ngăn chặn.

Do đó, mục tiêu của sáng chế là cung cấp kem hàn giúp triệt tiêu việc tạo ra các lỗ rỗng và có độ chắc chắn tuyệt vời.

Như đã mô tả ở trên, kem hàn sử dụng hai loại bột theo tư liệu sáng chế 2 và 3 không thể ngăn chặn việc tạo ra các lỗ rỗng. Các tác giả sáng chế đã nghiên cứu để giải quyết một vấn đề liên quan đến các lỗ rỗng bằng cách sử dụng kem hàn có chứa một loại bột hàn có chứa Sb để đảm bảo độ chắc chắn liên kết. Khi loại bột hàn chứa Sb được sử dụng, nhiệt độ hàn ngược phải cao hơn từ 5 đến 10°C so với trường hợp sử dụng bột hàn Sn-3Ag-0,5Cu. Tuy nhiên, do sự gia tăng nhiệt độ hàn ngược áp đặt tải nhiệt lên một bộ phận điện tử, nên nhiệt độ không quá cao là điều mong muốn. Hơn nữa, vì độ ẩm của bột hàn có chứa Sb bị giảm do quá trình oxy hóa, sự gia tăng nhiệt độ hàn ngược làm giảm thêm độ ẩm và tạo ra các lỗ rỗng.

Theo giả định rằng hàm lượng Sb của hợp kim hàn tạo thành mỗi hàn phải từ 0,5% hoặc lớn hơn để đảm bảo độ chắc chắn cao của mỗi hàn, các tác giả sáng chế đã tiến hành nghiên cứu sử dụng hai loại, tức là bột hợp kim có chứa Sb và bột dựa trên Sn không chứa Sb. Để ngăn chặn sự hình thành các lỗ rỗng, cần phải đề xuất rằng bột hợp kim thứ nhất và bột hợp kim thứ hai không tương thích với nhau trên bề mặt của chúng, nhưng bột hợp kim thứ hai được nấu chảy thành pha hợp kim thứ nhất trong quá trình hàn ngược. Theo quan điểm trong tình trạng kỹ thuật, có vẻ như tốt hơn là giảm hàm lượng Sb để cải thiện độ ẩm. Tuy nhiên, độ chắc chắn không được đảm bảo nếu hàm lượng Sb bị giảm.

Do đó, các tác giả sáng chế đã sử dụng bột hợp kim dựa trên SnSb bao gồm Sn ngoài Sb để thể hiện độ thấm ướt cao giữa bột hợp kim thứ nhất và bột hợp kim thứ hai ngay cả trong trường hợp hàm lượng Sb tăng lên nhằm mục đích đảm bảo độ chắc chắn. Và bột dựa trên Sn được trộn với bột hợp kim dựa trên SnSb để hàm lượng bột dựa trên Sn có nhiệt độ chất lỏng thấp và độ thấm ướt tuyệt vời lớn hơn. Kết quả là, người ta đã bất ngờ phát hiện ra rằng việc giảm độ ẩm do hàm lượng Sb tăng đã bị triệt tiêu, bột hợp kim thứ hai tan chảy vào pha hợp kim thứ nhất và sự hình thành các lỗ rỗng bị ngăn chặn, và mỗi hàn có độ chắc chắn tuyệt vời.

Sáng chế được hoàn thành dựa trên phát hiện này là như sau.

- (1) Kem hàn chứa bột dựa trên Sn, bột hợp kim dựa trên SnSb chứa Sn và 10 % khối lượng Sb hoặc lớn hơn và chất nóng chảy, trong đó nhiệt độ chất lỏng của bột hợp kim dựa trên SnSb cao hơn nhiệt độ chất lỏng của bột dựa trên Sn, và trong đó tỉ lệ hàm lượng của bột dựa trên Sn và bột hợp kim dựa trên SnSb là từ 75:25 đến 95:5.
- (2) Kem hàn theo điểm (1), trong đó tỉ lệ hàm lượng của bột dựa trên Sn và bột hợp kim dựa trên SnSb là từ 80:20 đến 90:10.

(3) Kem hàn theo điểm (1) hoặc (2), trong đó bột dựa trên Sn là ít nhất một trong số bột Sn, bột hợp kim dựa trên SnAg chứa 4 % khối lượng Ag hoặc ít hơn, bột hợp kim dựa trên SnCu chứa 2 % khối lượng Cu hoặc ít hơn, bột hợp kim dựa trên SnBi chứa 0-80 % khối lượng Bi, bột hợp kim dựa trên SnIn chứa 0-80 % khối lượng In, và bột hợp kim dựa trên SnAgCu chứa 4 % khối lượng Ag hoặc ít hơn và 2 % khối lượng Cu hoặc ít hơn.

(4) Kem hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm (1) đến (3), trong đó bột dựa trên Sn chứa ít nhất một trong số P: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Ge: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Ga: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Ni: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Fe: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Al: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Pd: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Cr: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Co: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Zn: 10 % khối lượng hoặc ít hơn, Zr: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Mn: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Si: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Ti: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, V: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Nb: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, và Mo: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn.

(5) Kem hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm (1) đến (4), trong đó bột hợp kim dựa trên SnSb chứa ít nhất một trong số Ag: 25 % khối lượng hoặc ít hơn, Cu: 10 % khối lượng hoặc ít hơn, Ni: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, P: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Ge: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Fe: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Bi: 20 % khối lượng hoặc ít hơn, Al: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Ga: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Pd: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Cr: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Co: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Zn: 10 % khối lượng hoặc ít hơn, Zr: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Mn: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Si: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Ti: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, V: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Nb: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, và Mo: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn.

(6) Kem hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm (1) đến (5), trong đó bột dựa trên Sn và bột hợp kim dựa trên SnSb là bột hình cầu có đường kính nằm trong khoảng từ 0,1 đến 100 μm .

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG. 1 cho thấy hình ảnh quang tuyến X tia X phẳng của các mối hàn sau khi hàn ngược với nhiệt độ cực đại là 230°C, trong đó FIG. 1A là hình ảnh quang tuyến X tia X phẳng của ví dụ 1, và FIG. 1B hình ảnh quang tuyến X tia X phẳng của ví dụ 2, và FIG. 1C hình ảnh quang tuyến X tia X phẳng của ví dụ so sánh 1.

FIG. 2 thể hiện hình ảnh SEM mặt cắt ngang của các mối hàn sau khi hàn ngược với nhiệt độ cực đại là 230 °C, trong đó FIG. 2A là hình ảnh SEM mặt cắt ngang của ví dụ 1, FIG. 2B là hình ảnh SEM mặt cắt ngang của ví dụ 2, và FIG. 2C là hình ảnh SEM mặt cắt ngang của ví dụ so sánh 1.

FIG. 3 là một biểu đồ cho thấy mối quan hệ giữa hàm lượng bột hợp kim dựa trên SnSb và hàm lượng Sb của bột hợp kim dựa trên SnSb.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phương thức để thực hiện sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dưới đây như một ví dụ về sáng chế. Trong phần mô tả sáng chế, đơn vị “%” có liên quan đến chế phẩm hợp kim hàn đề cập đến “% khối lượng” trừ khi có chỉ định rõ ràng khác.

1. Kem hàn

Kem hàn theo sáng chế chứa (1) bột dựa trên Sn, (2) bột hợp kim dựa trên SnSb chứa Sn và 10% Sb hoặc lớn hơn, và (3) chất nóng chảy. Mỗi thành phần sẽ được mô tả chi tiết dưới đây.

(1) bột dựa trên Sn

Kem hàn theo sáng chế chứa bột dựa trên Sn thể hiện độ ẩm cao với bột hợp kim dựa trên SnSb. Do đó, trong quá trình hàn ngược, bột hợp kim dựa trên SnSb nóng chảy thành pha Sn hoặc pha hợp kim dựa trên Sn, có thể ngăn chặn sự hình thành các lỗ rỗng.

Nhiệt độ chất lỏng của bột dựa trên Sn của sáng chế cần thấp hơn nhiệt độ chất lỏng của bột hợp kim dựa trên SnSb như được mô tả dưới đây từ quan điểm về liên kết ở nhiệt độ thấp. Nhiệt độ chất lỏng của bột dựa trên Sn tốt hơn là thấp hơn nhiệt độ hàn ngược và thấp hơn nhiệt độ chất lỏng của bột hợp kim dựa trên SnSb, tốt hơn nữa là 30 °C hoặc thấp hơn nhiệt độ chất lỏng của bột hợp kim dựa trên SnSb.

Do bột dựa trên Sn của sáng chế cần thể hiện độ ẩm cao với bột hợp kim dựa trên SnSb, bột dựa trên Sn tốt hơn là bột Sn, bột hợp kim dựa trên SnAg chứa 4% Ag hoặc ít hơn, bột hợp kim dựa trên SnCu chứa 2% Cu hoặc ít hơn, bột hợp kim dựa trên SnBi chứa từ 0 đến 80% Bi, bột hợp kim dựa trên SnIn chứa từ 0 đến 80% In, hoặc bột hợp kim dựa trên SnAgCu chứa 4% Ag hoặc ít hơn và 2% Cu hoặc ít hơn.

Trong các bột được mô tả ở trên, ví dụ, bột hợp kim hàn Sn-3,5Ag gồm có Ag: 3,5% và Sn cân bằng như được lấy với bột hợp kim dựa trên SnAg. Ví dụ, bột hợp kim hàn Sn-0,7Cu gồm Cu: 0,7% và Sn cân bằng như được lấy với bột hợp kim dựa trên SnCu. Ví dụ, bột hợp kim hàn Sn-58Bi gồm Bi: 58% và Sn cân bằng như được lấy với bột hợp kim dựa trên SnBi. Ví dụ, bột hợp kim hàn Sn-3,0Ag-0,5Cu gồm Ag: 3,0%, Cu: 0,5% và Sn cân bằng như được lấy với bột hợp kim dựa trên SnAgCu.

Hơn nữa, bột dựa trên Sn của sáng chế cũng có thể chứa hai hoặc nhiều loại bất kỳ trong các hợp kim hàn được nêu ở trên mà có thể đạt được độ ẩm và liên kết ở nhiệt độ thấp. Khi có hai hoặc nhiều loại hợp kim hàn, nó là đủ để nhiệt độ chất lỏng của ít nhất một loại hợp kim hàn thấp hơn nhiệt độ chất lỏng của bột hợp kim dựa trên

SnSb như được mô tả sau. Hơn nữa, từ quan điểm về liên kết ở nhiệt độ thấp, hàm lượng của bột dựa trên Sn thể hiện nhiệt độ chất lỏng thấp hơn nhiệt độ chất lỏng của bột hợp kim dựa trên SnSb tốt hơn là 50 % khối lượng hoặc nhiều hơn so với tổng khối lượng của kem hàn.

Hơn nữa, điều mong muốn là bột dựa trên Sn của sáng chế chứa ít nhất một trong số P, Ge và Ga để ngăn chặn quá trình oxy hóa của chất hàn nóng chảy trong quá trình hàn ngược và cải thiện độ ẩm. Từ quan điểm ngăn chặn sự hình thành các lỗ rỗng do độ nhớt thích hợp của chất hàn nóng chảy, giới hạn trên của tổng số lượng ít nhất một trong số P, Ge và Ga tốt hơn là 0,1% hoặc ít hơn, tốt hơn nữa là 0,08% hoặc ít hơn, đặc biệt tốt hơn là 0,05% hoặc ít hơn. Hơn nữa, giới hạn trên của hàm lượng P tốt hơn là 0,1% hoặc ít hơn, tốt hơn nữa là 0,08% hoặc ít hơn. Giới hạn trên của hàm lượng Ge tốt hơn là 0,1% hoặc ít hơn, tốt hơn nữa là 0,08% hoặc ít hơn. Giới hạn trên của hàm lượng Ga tốt hơn là 0,1% hoặc ít hơn, tốt hơn nữa là 0,08% hoặc ít hơn.

Hơn nữa, để thể hiện hiệu quả của việc cải thiện độ ẩm ướt, giới hạn dưới của tổng số lượng ít nhất một trong số P, Ge và Ga tốt hơn là 0,001% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 0,01% hoặc lớn hơn, đặc biệt tốt hơn là 0,03% hoặc lớn hơn. Hơn nữa, giới hạn dưới của hàm lượng P tốt hơn là 0,001% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 0,01% hoặc lớn hơn. Giới hạn dưới của hàm lượng Ge tốt hơn là 0,001% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 0,01% hoặc lớn hơn. Giới hạn dưới của hàm lượng Ga tốt hơn là 0,001% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 0,01% hoặc lớn hơn.

Hơn nữa, bột dựa trên Sn của sáng chế có thể chứa các thành phần tùy ý bổ sung miễn là các hiệu quả trên không bị suy giảm. Thành phần tùy ý có thể là ít nhất một trong số Ni: 0,1% hoặc ít hơn, Fe: 0,1% hoặc ít hơn, Al: 0,1% hoặc ít hơn, Pd: 0,1% hoặc ít hơn, Cr: 0,1% hoặc ít hơn, Co: 0,1 % hoặc ít hơn, Zn: 10% hoặc ít hơn, và Zr: 0,1% hoặc ít hơn, Mn: 0,1% hoặc ít hơn, Si: 0,1% hoặc ít hơn, Ti: 0,1% hoặc ít

hơn, V: 0,1% hoặc ít hơn, Nb: 0,1% hoặc ít hơn và Mo: 0,1% hoặc ít hơn.

Bột dựa trên Sn của sáng chế tốt hơn là không chứa Sb vì lý do ngăn chặn sự gia tăng nhiệt độ chất lỏng và giảm độ ẩm.

Trong bột dựa trên Sn của sáng chế, số dư ngoài các thành phần bổ sung nêu trên là Sn. Ngoài các yếu tố bổ sung nêu trên, không thể tránh khỏi có thể việc chứa tạp chất. Ngay cả khi không thể tránh khỏi việc chứa tạp chất, các tác dụng như mô tả ở trên không bị ảnh hưởng.

(2) Bột hợp kim dựa trên SnSb chứa Sn và 10% Sb hoặc lớn hơn

Bột hợp kim dựa trên SnSb của sáng chế cần chứa Sb để thể hiện độ chắc chắn tuyệt vời của mối hàn sau khi hàn ngược. Sb là nguyên tố mà có thể cải thiện độ chắc chắn của hợp kim hàn để tăng cường độ bền cắt sau một chu kỳ nhiệt bằng cách tăng cường lắng đọng dung dịch rắn trong Sn và / hoặc bằng cách tăng cường phân tán lắng đọng dưới dạng hợp chất liên kim loại SnSb.

Để thể hiện hiệu quả này, bột hợp kim dựa trên SnSb cần chứa ít nhất 10% Sb hoặc lớn hơn. Giới hạn dưới của hàm lượng Sb tốt hơn là 12% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 15% hoặc lớn hơn. Giới hạn trên của hàm lượng Sb tốt hơn là 40% hoặc ít hơn, tốt hơn nữa là 35% hoặc ít hơn, và đặc biệt tốt hơn là 30% hoặc ít hơn, để ngăn chặn sự tăng độ nhớt của bột hợp kim dựa trên SnSb do sự oxy hóa của Sb.

Nếu hàm lượng Sb bằng 0,5% hoặc lớn hơn so với tổng lượng của bột dựa trên Sn và bột hợp kim dựa trên SnSb, độ chắc chắn cao của mối hàn có thể được đảm bảo. Hàm lượng Sb tốt hơn là 0,75% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 1,0% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 2,0% hoặc lớn hơn, đặc biệt tốt hơn là 3,0% hoặc lớn hơn.

Hơn nữa, bột hợp kim dựa trên SnSb của sáng chế cần chứa Sn để cho phép việc hình thành các lỗ rỗng bị triệt tiêu bằng cách cải thiện độ ẩm với bột dựa trên Sn.

Khi bột hợp kim dựa trên Sb không có Sn được sử dụng, chỉ có một bề mặt của bột hợp kim Sb được làm ướt ngay cả khi bột dựa trên Sn đã nói ở trên được làm ướt bằng bột hợp kim Sb, không đủ để giải phóng không khí tồn tại bên trong trong quá trình hàn ngược ra bên ngoài.

Mặt khác, vì bột hợp kim dựa trên SnSb chứa Sn như trong sáng chế chứa Sn vẫn còn trong bột mà không được tiêu thụ khi SnSb được hình thành, pha Sn hoặc pha hợp kim dựa trên Sn của bột dựa trên Sn có thể dễ dàng được làm ướt đối với bột hợp kim dựa trên SnSb. Vì lý do này, các không khí bị giữ lại trong quá trình hàn ngược có thể dễ dàng di chuyển ra bên ngoài, và việc tạo ra các lỗ rỗng có thể bị triệt tiêu.

Điều mong muốn là hàm lượng Sn của bột hợp kim dựa trên SnSb của sáng chế có lượng này mà Sn vẫn còn ngay cả sau khi hợp chất liên kim loại SnSb được hình thành để tạo điều kiện tương thích với bột dựa trên Sn. Hàm lượng Sn của bột hợp kim dựa trên SnSb của sáng chế tốt hơn là 40-90%, tốt hơn nữa là 50-85%.

Bột hợp kim dựa trên SnSb của sáng chế có thể chứa một thành phần tùy ý miễn là những hiệu quả trên không bị suy giảm. Về các thành phần tùy ý, bột hợp kim dựa trên SnSbs có thể gồm ít nhất một trong số Ag: 25% hoặc ít hơn, Cu: 10% hoặc ít hơn, Ni: 0,1% hoặc ít hơn, P: 0,1% hoặc ít hơn, Ge: 0,1% hoặc ít hơn, Fe: 0,1% hoặc ít hơn, Bi: 20% hoặc ít hơn, Al: 0,1% hoặc ít hơn, Ga: 0,1% hoặc ít hơn, Pd: 0,1% hoặc ít hơn, Cr: 0,1% hoặc ít hơn, Co: 0,1% hoặc ít hơn, Zn: 10% hoặc ít hơn, Zr: 0,1% hoặc ít hơn, Mn: 0,1% hoặc ít hơn, Si: 0,1% hoặc ít hơn, Ti: 0,1% hoặc ít hơn, V: 0,1% hoặc ít hơn, Nb: 0,1% hoặc ít hơn và Mo: 0,1% hoặc ít hơn.

Hơn nữa, bột hợp kim dựa trên SnSb của sáng chế có thể chứa hai hoặc nhiều hơn các hợp kim hàn được nêu ở trên. Khi hai hoặc nhiều hơn các loại hợp kim hàn nêu trên có mặt, nó là đủ để nhiệt độ chảy của ít nhất một loại hợp kim hàn cao

hơn nhiệt độ chất lỏng của bột dựa trên Sn. Hơn nữa, hàm lượng của bột hợp kim dựa trên SnSb tốt hơn là nhỏ hơn 50 % khối lượng so với tổng khối lượng của kem hàn.

Bột hợp kim dựa trên SnSb của sáng chế không duy trì hình thức ban đầu của nó tại thời điểm đưa vào kem sau khi hàn ngược vì Sn của bột hợp kim dựa trên SnSb nóng chảy vào pha Sn và/hoặc pha hợp kim trên cơ sở Sn của bột dựa trên Sn. Mỗi hàn sau khi hàn ngược có cấu trúc mà trong đó pha hợp chất liên kim loại của bột hợp kim dựa trên SnSb hoặc tương tự được phân tán vào pha Sn hoặc pha hợp kim dựa trên Sn. Ngay cả khi nhiệt độ chất rắn của bột hợp kim dựa trên SnSb cao hơn nhiệt độ hàn ngược, pha Sn hoặc pha Sn được làm ướt đối với Sn của bột hợp kim dựa trên SnSb, và hợp chất liên kim loại SnSb hoặc tương tự trong bột hợp kim dựa trên SnSb được khuếch tán vào pha Sn và/hoặc pha hợp kim dựa trên Sn, và do đó không duy trì dạng ban đầu ở thời điểm đưa vào kem sau khi hàn ngược. Ngoài ra, vì kem hàn theo sáng chế chứa ít nhất hai loại bột hàn với Sn và do đó chúng tương thích với nhau, không có hợp chất liên kim loại nào có thể không được hình thành giữa hai loại bột.

Vì bột hợp kim dựa trên SnSb của sáng chế chứa Sn, nhiệt độ chất lỏng của bột hợp kim dựa trên SnSb được phép cao hơn nhiều so với nhiệt độ cao nhất trong quá trình hàn ngược. Nhiệt độ chất lỏng của bột hợp kim dựa trên SnSb có thể là nhiệt độ cao nhất + 10 °C hoặc cao hơn, nhiệt độ cao nhất + 50 °C hoặc cao hơn, nhiệt độ cao nhất + 100 °C hoặc cao hơn, hoặc nhiệt độ cao nhất + 120 °C hoặc cao hơn. Do đó, thậm chí nếu bột hợp kim dựa trên SnSb có nhiệt độ chất lỏng cao được sử dụng, mỗi hàn có độ chắc chắn tuyệt vời có thể được tạo ra theo sáng chế.

Bột hợp kim dựa trên SnSb của sáng chế có thể chứa tạp chất không thể tránh khỏi ngoài các thành phần bổ sung nêu trên. Ngay cả khi chứa các tạp chất không thể tránh khỏi, các hiệu quả như mô tả ở trên có thể không bị ảnh hưởng.

(3) Tỷ lệ hàm lượng của bột dựa trên Sn và bột hợp kim dựa trên SnSb, v.v.

Tỷ lệ hàm lượng của bột dựa trên Sn và bột hợp kim dựa trên SnSb của sáng chế nên nằm trong khoảng từ 75:25 đến 95:5 để duy trì độ ẩm của chất hàn nóng chảy trong quá trình hàn ngược. Tỷ lệ hàm lượng này là tỷ lệ khối lượng giữa các loại bột tương ứng. Khi tỷ lệ hàm lượng của bột dựa trên Sn nhỏ hơn 75, bột hợp kim dựa trên SnSb không đủ ẩm với pha Sn và/hoặc pha hợp kim dựa trên Sn, kết quả là, các lỗ rỗng được hình thành. Mặt khác, nếu tỷ lệ hàm lượng của bột hợp kim dựa trên SnSb nhỏ hơn 5, hàm lượng Sb trong mỗi hàn có thể không đạt giá trị mục tiêu là 0,5% theo sáng chế. Tỷ lệ hàm lượng của bột dựa trên Sn và bột hợp kim dựa trên SnSb tốt hơn là từ 80:20 đến 90:10.

Khi giá trị mục tiêu của hàm lượng Sb trong mỗi hàn được cố định, tỷ lệ hàm lượng của bột hợp kim dựa trên SnSb giảm và tỷ lệ hàm lượng của bột dựa trên Sn giảm đồng thời khi hàm lượng của Sb trong bột hợp kim dựa trên SnSb tăng lên. Do đó, với kem hàn theo sáng chế, bột hợp kim SnSb có thể dễ dàng nóng chảy vào pha Sn và/hoặc pha hợp kim dựa trên Sn trong quá trình hàn ngược, và sự hình thành các lỗ rỗng có thể được ngăn chặn và độ chắc chắn của mỗi hàn có thể được đảm bảo.

Tổng lượng của bột dựa trên Sn and bột hợp kim dựa trên SnSb có thể là bất kỳ số lượng nào cho phép hình thành mỗi hàn, và tốt hơn là, ví dụ, 85 đến 95% so với tổng khối lượng của kem hàn.

Bột hàn được sử dụng trong kem hàn theo sáng chế tốt hơn là bột hình cầu. Khả năng chảy của hợp kim hàn được cải thiện khi hợp kim hàn là bột hình cầu.

Hơn nữa, trong trường hợp hợp kim hàn là bột hình cầu, đường kính của hình cầu tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,1 đến 100 μm . Nếu đường kính hình cầu của vật liệu hàn như bột hình cầu nằm trong khoảng nêu trên, việc hàn mịn là có thể. Trong

trường hợp mà hợp kim hàn là bột hình cầu, việc hàn các thành phần mịn là có thể nếu hợp kim hàn có kích thước (phân bố kích thước hạt) tương ứng với các ký hiệu từ 1 đến 8 theo phân loại kích thước bột (Bảng 2) của JIS (Tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản) Z 3284-1: 2014. Kích thước của vật liệu hàn dạng hạt tốt hơn nữa là kích thước tương ứng với các ký hiệu từ 4 đến 8, và tốt hơn nữa là kích thước tương ứng với các ký hiệu từ 5 đến 8. Độ cầu tốt hơn là 0,90 hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 0,95 hoặc lớn hơn, và tốt nhất là 0,99 hoặc lớn hơn.

Theo sáng chế, đường kính hình cầu và độ cầu của hợp kim hàn dưới dạng bột hình cầu được đo bằng cách sử dụng hệ thống đo hình ảnh CNC (Thiết bị đo Ultra Quick Vision ULTRA QV350-PRO được sản xuất bởi Mitutoyo) với phương pháp trung tâm vùng tối thiểu (phương pháp MZC). Trong phương án này, độ cầu là độ sai lệch so với một hình cầu hoàn hảo, và là, ví dụ, một giá trị trung bình số học được tính bằng cách chia đường kính tương ứng của 500 quả bóng cho một trục chính, trong đó giá trị càng gần với giới hạn trên 1,00 biểu thị rằng nó càng gần với hình cầu hoàn hảo.

(5) Chất nóng chảy

Chất nóng chảy của sáng chế không bị giới hạn đặc biệt miễn là nó cho phép hàn bằng phương pháp thông thường. Do đó, một hỗn hợp thích hợp của một loại nhựa thông thường, axit hữu cơ, chất hoạt hóa và dung môi có thể được sử dụng. Hàm lượng chất nóng chảy không bị giới hạn đặc biệt, nhưng tốt hơn là nằm trong khoảng từ 5 đến 15% so với tổng khối lượng của kem hàn.

2. Phương pháp sản xuất kem hàn

Kem hàn theo sáng chế được sản xuất theo phương pháp thông thường được sử dụng trong lĩnh vực kỹ thuật. Ví dụ, nhựa trên cơ sở nhựa thông, một chất hoạt hóa và một

thành phần polymer có thể được làm nóng và trộn lẫn để tạo ra chất nóng chảy, và sau đó, bột hàn như được mô tả ở trên được đưa vào chất nóng chảy, sau đó khuấy và trộn để tạo ra kem hàn.

3. Phương pháp tạo mối hàn

Phương pháp tạo mối hàn bằng cách sử dụng kem hàn theo sáng chế được thực hiện bằng cách in kem hàn qua mặt nạ trên bảng mạch in, lắp một bộ phận điện tử, sau đó làm nóng đến 160 đến 240°C trong lò nung hàn ngược. Nhiệt độ gia nhiệt có thể được thiết lập phù hợp tùy thuộc vào thành phần của bột hợp kim, và có thể xấp xỉ nhiệt độ chất lỏng của bột dựa trên $\text{Sn} + 10 \text{ to } 30^\circ\text{C}$.

Kem hàn của sáng chế có thể cho phép định lượng α được giảm bằng cách sản xuất nó sử dụng vật liệu tia α thấp. Nếu điều này được sử dụng để liên kết ngoại vi của bộ nhớ, các lỗi mềm có thể được loại bỏ.

Ví dụ thực hiện sáng chế

-Điều chế kem

Đối với hai loại hoặc một loại bột hợp kim bao gồm các chế phẩm hợp kim như trong Bảng 1 đến 3, một loại bột hợp kim đã được điều chế có đường kính hình cầu là 21 μm và tương ứng với 5 theo phân loại kích thước bột (Bảng 2) của JIS Z 3284-1: 2014. Hàm lượng của mỗi bột như trong Bảng 1 đến 3 thể hiện tỷ lệ khối lượng (%) khối lượng) so với tổng khối lượng của các bột. Sau đó, nó được trộn với một chất nóng chảy dựa trên nhựa thông giống như bột nhào đã biết để điều chế kem hàn của các ví dụ 1-45 và các ví dụ so sánh 1-4. Các kem hàn này có 90% bột hợp kim so với tổng khối lượng của các kem hàn.

- Tỷ lệ diện tích lỗ rỗng, đường kính lỗ rỗng tối đa

Các kem này được in với độ dày 0,15 mm^t trên chất nền epoxy thủy tinh

Cu-OSP bằng cách sử dụng mặt nạ bằng kim loại. Sau đó, bằng cách sử dụng một thiết bị lắp, QFN kích thước $8\text{ mm} \times 8\text{ mm} \times 2\text{ mm}$ được đặt lên trên kem. Sau đó, nó được đưa vào lò nung hàn ngược và việc gia nhiệt hàn ngược được thực hiện trong điều kiện duy trì nó trong một phạm vi nhiệt độ $220\text{ }^{\circ}\text{C}$ hoặc lớn hơn trong 40 giây sao cho nhiệt độ cao nhất là $230\text{ }^{\circ}\text{C}$ để tạo ra sáu mẫu mỗi hàn cho mỗi ví dụ từ 1 đến 45 và ví dụ so sánh từ 1 đến 4.

Liên quan đến trạng thái liên kết giữa kem và bảng hoặc khuôn, việc chụp X-quang tia X của mẫu mỗi hàn có hệ số thu phóng 6,7 được chụp bằng cách sử dụng Micro Focus X-ray System XVR-160 của Uniheight System Co., Ltd., trong đó tỉ lệ diện tích lỗ rỗng và đường kính lỗ rỗng tối đa của phần phát nhiệt của QFN đã được xác định.

Tỷ lệ diện tích lỗ rỗng thu được bằng cách xác định tỷ lệ giữa diện tích lỗ rỗng và diện tích mỗi hàn ($((\text{diện tích lỗ rỗng}) / (\text{diện tích mỗi hàn})) \times 100\text{ [\%]}$) đối với hình ảnh mặt phẳng truyền tia X của mỗi sáu mẫu và tính giá trị trung bình của bốn mẫu trừ hai trong số sáu mẫu có giá trị tối đa và giá trị tối thiểu. Trong các bảng, "○" được đưa ra cho tỉ lệ diện tích lỗ rỗng bằng 20% hoặc ít hơn, trong khi "x" được đưa ra cho tỉ lệ diện tích lỗ rỗng trên 20%.

Đường kính lỗ rỗng tối đa được định nghĩa là đường kính tương đương với đường kính dự kiến của lỗ rỗng có diện tích lớn nhất trong mỗi mẫu, trong đó lỗ rỗng với diện tích lớn nhất được chọn từ hình ảnh mặt phẳng truyền tia X thông qua quan sát trực quan. Trong các bảng, "○" được đưa ra cho đường kính lỗ rỗng tối đa bằng 3,0mm hoặc ít hơn, trong khi "x" được đưa ra cho đường kính lỗ rỗng tối đa trên 3,0mm.

- Sức chống cắt sau 3000 lần TCT

Các kem hàn được chuẩn bị như mô tả ở trên được in trên bảng mạch in dày 0,8 mm (vật liệu: FR-4) bằng cách sử dụng mặt nạ kim loại dày 120 μm trên điện cực Cu, và sau đó một thành phần kháng chip được lắp bằng một thiết bị lắp, cuối cùng, việc hàn ngược được thực hiện dưới điều kiện nhiệt độ tối đa bằng 240°C trong khoảng thời gian duy trì 60 giây để điều chế các bảng mạch thử nghiệm.

Các bảng thử nghiệm này được đưa vào một thiết bị thử nghiệm chu trình nhiệt được đặt ở điều kiện nhiệt độ thấp bằng -40 °C, nhiệt độ cao bằng + 125 °C và thời gian duy trì là 30 phút, trong đó sau 3000 chu trình, sức chống cắt [N] được đo bằng cách sử dụng thiết bị đo sức chống cắt (STR-1000 được sản xuất bởi RHESCA) dưới điều kiện 6mm/phút. Đối với sức chống cắt 10 N hoặc lớn hơn, xác định được rằng nó ở mức cho phép sử dụng thực tế mà không có vấn đề gì, và được phân loại là “○” trong các bảng. Sức chống cắt nhỏ hơn 10N được phân loại là "x" trong các bảng.

Kết quả được thể hiện trong các bảng từ 1 đến 3. Các giá trị bằng số đối với các chế phẩm hợp kim như được thể hiện trong các bảng 1 đến 3 là hàm lượng [% khối lượng] của mỗi chế phẩm hợp kim. Hơn nữa, đối trọng là Sn đối với tất cả các chế phẩm hợp kim như được thể hiện trong các bảng từ 1 đến 3.

Bảng 1:

	Bột dựa trên Sn				Bột hợp kim dựa trên SnSb				Hàm lượng Sb trong kem hàn (% khối lượng)	Tỉ lệ diện tích lỗ rỗng (%)	Đường kính lỗ rỗng tối đa (mm)	Độ bền cắt sau 3000 lần TCT
	Chế phẩm hợp kim (các số là % khối lượng) (Đối trọng là Sn)	Hàm lượng (% khối lượng)	Nhiệt độ hóa rắn (°C)	Nhiệt độ hóa lỏng (°C)	Chế phẩm hợp kim (các số là % khối lượng) (Đối trọng là Sn)	Hàm lượng (% khối lượng)	Nhiệt độ hóa rắn (°C)	Nhiệt độ hóa lỏng (°C)				
Ví dụ 1	Sn-3Ag-0,5Cu	90	217	220	Sn - 12Ag - 1,5Cu - 30Sb	10	321	350	3	○ (14,5)	○ (2,90)	○ (12N)
Ví dụ 2	Sn-3Ag-0,5Cu	80	217	220	Sn - 7,5Ag - 1Cu - 15Sb	20	228	256	3	○ (5,66)	○ (2,01)	○ (14N)
Ví dụ 3	Sn-3Ag-0,5Cu	75	217	220	Sn - 7,5Ag - 1Cu - 15Sb	25	228	256	3,75	○	○	○
Ví dụ 4	Sn-3Ag-0,5Cu	95	217	220	Sn - 7,5Ag - 1Cu - 15Sb	5	228	256	0,75	○	○	○
Ví dụ 5	Sn-3Ag-0,5Cu	80	217	220	Sn - 7,5Ag - 1Cu - 10Sb	20	228	245	2	○	○	○
Ví dụ 6	Sn-3Ag-0,5Cu	80	217	220	Sn - 7,5Ag - 1Cu - 15Sb-0,03Ni	20	228	264	3	○	○	○
Ví dụ 7	Sn-3Ag-0,6Cu	80	217	220	Sn - 10Sb	20	245	266	2	○	○	○
Ví dụ 8	Sn-0,7Cu	80	227	229	Sn - 7,5Ag - 1Cu - 14Sb	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 9	Sn-3,5Ag	80	221	223	Sn - 7,5Ag - 1Cu - 15Sb	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 10	Sn-58Bi	80	139	141	Sn - 7,5Ag - 1Cu - 15Sb	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 11	Sn-15,5In	80	181	206	Sn - 7,5Ag - 1Cu - 15Sb	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 12	Sn3Ag0,7Cu1Bi2,5In	80	204	215	Sn - 7,5Ag - 1Cu - 15Sb	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 13	Sn-3Ag-0,5Cu	80	217	220	Sn - 7,5Ag - 1Cu - 15Sb-0,003P	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 14	Sn - 3Ag - 0,5Cu	80	217	220	Sn - 7,5Ag - 1Cu - 15Sb - 0,01Ge	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 15	Sn-3Ag-0,5Cu	80	217	220	Sn - 7,5Ag - 1Cu - 15Sb-0,005Ga	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 16	Sn-3Ag-0,5Cu	80	217	220	Sn - 7,5Ag - 1Cu - 15Sb - 0,01Zr	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 17	Sn-3Ag-0,5Cu	80	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb-0,005Fe	20	228	256	3	○	○	○

Bảng 2:

	Bột dựa trên Sn				Bột hợp kim dựa trên SnSb				Hàm lượng Sb trong kem hàn (% khối lượng)	Tỉ lệ diện tích lỗ rỗng (%)	Đường kính lỗ rỗng tối đa (mm)	Độ bền cắt sau 3000 lần TCT
	Chế phẩm hợp kim (các số là % khối lượng) (Đổi trọng là Sn)	Hàm lượng (% khối lượng)	Nhiệt độ hóa rắn (°C)	Nhiệt độ hóa lỏng (°C)	Chế phẩm hợp kim (các số là % khối lượng) (Đổi trọng là Sn)	Hàm lượng (% khối lượng)	Nhiệt độ hóa rắn (°C)	Nhiệt độ hóa lỏng (°C)				
Ví dụ 18	Sn-3Ag-0,5Cu	80	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb-0,01Al	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 19	Sn-3Ag-0,5Cu	80	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb-0,1Zn	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 20	Sn-3Ag-0,5Cu	80	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb-0,1Cr	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 21	Sn-3Ag-0,5Cu	80	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb-0,02Pd	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 22	Sn-3Ag-0,5Cu	80	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb-0,01Co	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 23	Sn-3Ag-0,5Cu	80	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb-0,01Mn	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 24	Sn-3Ag-0,5Cu	80	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb-0,01Si	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 25	Sn-3Ag-0,5Cu	80	227	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb-0,05Ti	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 26	Sn-3Ag-0,5Cu	80	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb-0,01V	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 27	Sn-3Ag-0,5Cu	80	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb-0,1Bi	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 28	Sn-3Ag-0,5Cu	80	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb-0,01Nb	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 29	Sn-3Ag-0,5Cu	80	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb-0,05Ni	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 30	Sn-3Ag-0,5Cu-0,003P	80	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 31	Sn-3Ag-0,5Cu-0,01Ge	80	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 32	Sn-3Ag-0,5Cu-0,005Ga	80	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 33	Sn-3Ag-0,5Cu-0,05Ni	80	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 37	Sn-3Ag-0,5Cu-0,005Fe	80	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb	20	228	256	3	○	○	○

Bảng 3:

	Bột dựa trên Sn				Bột hợp kim dựa trên SnSb				Hàm lượng Sb trong kem hàn (%) khối lượng)	Tỉ lệ diện tích lỗ rỗng (%)	Đường kính lỗ rỗng tối đa (mm)	Độ bền cắt sau 3000 lần TCT
	Chế phẩm hợp kim (các số là % khối lượng) (Đối trọng là Sn)	Hàm lượng (% khối lượng)	Nhiệt độ hóa rắn (°C)	Nhiệt độ hòa lỏng (°C)	Chế phẩm hợp kim (các số là % khối lượng) (Đối trọng là Sn)	Hàm lượng (% khối lượng)	Nhiệt độ hóa rắn (°C)	Nhiệt độ hóa lỏng (°C)				
Ví dụ 35	Sn-3Ag-0,5Cu-0,01Al	80	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 36	Sn-3Ag-0,5Cu-0,02Pd	80	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 37	Sn-3Ag-0,5Cu-0,1Cr	80	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 38	Sn-3Ag-0,5Cu-0,01Co	80	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 39	Sn-3Ag-0,5Cu-0,1Zn	80	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 40	Sn-3Ag-0,5Cu-0,01Zr	80	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 41	Sn-3Ag-0,5Cu-0,01Mn	80	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 42	Sn-3Ag-0,5Cu-0,01Si	80	227	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 43	Sn-3Ag-0,5Cu-0,05Ti	80	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 44	Sn-3Ag-0,5Cu-0,01V	80	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb	20	228	256	3	○	○	○
Ví dụ 45	Sn-3Ag-0,5Cu-0,01Nb	80	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb	20	228	256	3	○	○	○
VD so sánh 1	Sn-3Ag-0,5Cu	0	217	220	Sn-3,9Ag-0,6Cu-3Sb	100	221	226	3	× (49, 4)	× (4, 61)	× (11N)
VD so sánh 2	Sn-3Ag-0,5Cu	95	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-5Sb	5	226	241	0,25	○	○	×
VD so sánh 3	Sn-3Ag-0,5Cu	70	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb	30	228	256	4,5	×	×	○
VD so sánh 4	Sn-3Ag-0,5Cu	100	217	220	Sn-7,5Ag-1Cu-15Sb	0	228	256	0	○	○	×

Gạch chân biểu thị dữ liệu tương ứng nằm bên ngoài phạm vi sáng chế.

Như các ví dụ, các bảng từ 1 đến 3 thể hiện các giá trị đo thực tế của ví dụ 1, ví dụ 2, và ví dụ so sánh 1 được thể hiện trong FIG.2 như được mô tả dưới đây. Như đã rõ trong Bảng 1 đến 3, người ta thấy rằng các mối hàn sử dụng kem hàn của các ví dụ từ 1 đến 45 có tỷ lệ diện tích lỗ rỗng nhỏ và đường kính lỗ rỗng tối đa nhỏ. Ngoài ra, cường độ cắt sau TCT cũng cho thấy giá trị cao.

Mặt khác, đối với ví dụ so sánh 1, vì bột hợp kim dựa trên SnSb mà không có bột dựa trên Sn và có hàm lượng Sb nhỏ được sử dụng, lỗ rỗng được hình thành có tỷ lệ diện tích lỗ rỗng lớn và đường kính lỗ rỗng tối đa lớn. Đối với ví dụ so sánh 2 và 3, sức chống cắt sau khi TCT nhỏ hơn do hàm lượng Sb thấp của bột hợp kim dựa trên SnSb. Ví dụ so sánh 4 có sức chống cắt nhỏ hơn sau khi TCT bởi vì nó không chứa bột hợp kim dựa trên SnSb.

Ví dụ 1, ví dụ 2, và ví dụ so sánh 1 sẽ được mô tả chi tiết bằng cách sử dụng hình ảnh. FIG. 1 cho thấy hình ảnh X quang tia X của các mối hàn sau khi hàn ngược với nhiệt độ cực đại là 230 °C. FIG. 1A là hình ảnh X quang tia X của ví dụ 1, FIG. 1B hình ảnh X quang tia X của ví dụ 2, và FIG. 1C hình ảnh X quang tia X của ví dụ so sánh 1. Như được thể hiện trong FIG. 1, người ta thấy rằng diện tích lỗ rỗng nhỏ hơn và đường kính lỗ rỗng tối đa theo các ví dụ 1 và 2 nhỏ hơn là theo ví dụ so sánh 1.

FIG. 2 hiển thị ảnh SEM mặt cắt ngang của các mối hàn sau khi hàn ngược với nhiệt độ cao nhất là 230 °C. FIG. 2A là ảnh SEM mặt cắt ngang của ví dụ 1, và FIG. 2B ảnh SEM mặt cắt ngang của ví dụ 2, và FIG. 2C ảnh SEM mặt cắt ngang của ví dụ so sánh 1. Như được thể hiện trong FIG. 2A, người ta nhận thấy rằng mối hàn được hình thành mà không có vấn đề gì ngay cả trong trường hợp kem hàn có chứa bột hợp kim không nóng chảy ngay cả ở nhiệt độ cao nhất là 240°C. Như được thể hiện trong FIG. 2B, người ta nhận thấy rằng mối hàn được hình thành mà không có vấn đề gì

ngay cả trong trường hợp kem hàn có chứa bột hợp kim bán nóng chảy ở nhiệt độ cao nhất là 240°C.

Trong cả hai ví dụ, người ta thấy rằng các hình thức ban đầu của bột hợp kim đã không được quan sát. Hơn nữa, người ta thấy rằng không có hợp chất liên kim loại được hình thành trên bề mặt của bột hợp kim dựa trên SnSb. Ngoài ra, người ta thấy rằng hợp chất liên kim loại được khuếch tán trong pha Sn và pha hợp kim dựa trên Sn, và bột hợp kim dựa trên SnSb bị nóng chảy vào trong pha Sn và pha hợp kim dựa trên Sn.

Hơn nữa, mối quan hệ giữa các kết quả được hiển thị trong các bảng 1 đến 3 và phạm vi của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết bằng cách tham khảo FIG.3. FIG. 3 là đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa hàm lượng của bột hợp kim dựa trên SnSb và hàm lượng Sb của bột hợp kim dựa trên SnSb. Trong FIG. 3, các ví dụ 1 đến 5 cũng như là ví dụ so sánh 2 đến 4 trong đó các thành phần hợp kim của bột dựa trên Sn là Sn-3Ag-0,5Cu (Ag: 3%, Cu: 0,5%, đối trọng: Sn) và các thành phần hợp kim của bột hợp kim dựa trên SnSb là Sn-7,5 đến 12Ag-1 đến 1,5Cu-5 đến 15Sb (Ag: 7,5 đến 12 %, Cu: 1 đến 1,5%, Sb: 5 đến 15%, đối trọng: Sn) được trích xuất từ Bảng 1 đến 3. Trong FIG. 3, một khu vực hiển thị màu xám mờ cho biết phạm vi của sáng chế. “Hàm lượng bột hợp kim dựa trên SnSb” trên trục hoành biểu thị “hàm lượng [%]” của “Bột hợp kim dựa trên SnSb” được thể hiện trong các Bảng 1 đến 3.

Như rõ ràng từ FIG. 3, người ta thấy rằng kem hàn mà ngăn chặn sự hình thành các lỗ rỗng và có độ chắc chắn tuyệt vời là các ví dụ 1 đến 5 mà có hàm lượng Sb bằng 10 % hoặc lớn hơn trong bột hợp kim dựa trên SnSb và hàm lượng bột hợp kim dựa trên SnSb nằm trong khoảng từ 5 đến 25%, tức là bột dựa trên Sn: bột hợp kim dựa trên SnSb là 75: 25 đến 95: 5. Trái lại, người ta thấy rằng khó triệt tiêu sự hình thành các lỗ rỗng và đồng thời đạt được độ chắc chắn với các ví dụ so sánh từ 2 đến 4

mà không thỏa mãn ít nhất một trong các yêu cầu nêu trên.

Yêu cầu bảo hộ

1. Kem hàn bao gồm:

Bột dựa trên Sn;

Bột hợp kim dựa trên SnSb chứa Sn và 10 % khối lượng Sb hoặc lớn hơn; và chất nóng chảy,

trong đó nhiệt độ chất lỏng của bột hợp kim dựa trên SnSb cao hơn nhiệt độ chất lỏng của bột dựa trên Sn, và trong đó tỉ lệ hàm lượng của bột dựa trên Sn và bột dựa trên SnSb nằm trong khoảng từ 75:25 đến 95:5.

2. Kem hàn theo điểm 1, trong đó tỉ lệ hàm lượng của bột dựa trên Sn và bột hợp kim dựa trên SnSb nằm trong khoảng từ 80:20 đến 90:10.

3. Kem hàn theo điểm 1 hoặc 2, trong đó bột dựa trên Sn là ít nhất một trong số bột Sn, bột hợp kim dựa trên SnAg chứa 4 % khối lượng Ag hoặc ít hơn, bột hợp kim dựa trên SnCu chứa 2 % khối lượng Cu hoặc ít hơn, bột hợp kim dựa trên SnBi chứa 0-80 % khối lượng Bi, bột hợp kim dựa trên SnIn chứa 0-80 % khối lượng In, và bột hợp kim dựa trên SnAgCu chứa 4 % khối lượng Ag hoặc ít hơn và 2 % khối lượng Cu hoặc ít hơn.

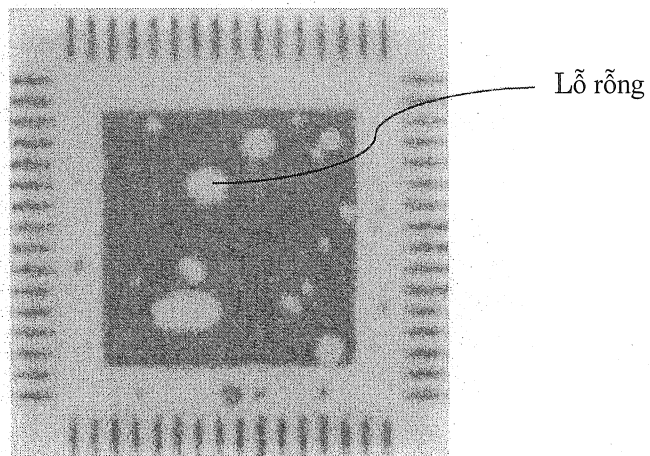
4. Kem hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó bột dựa trên Sn chứa ít nhất một trong số P: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Ge: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Ga: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Ni: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, và Fe: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Al: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Pd: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Cr: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Co: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn,

Zn: 10 % khối lượng hoặc ít hơn, Zr: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Mn: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Si: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Ti: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, V: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Nb: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, và Mo: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn.

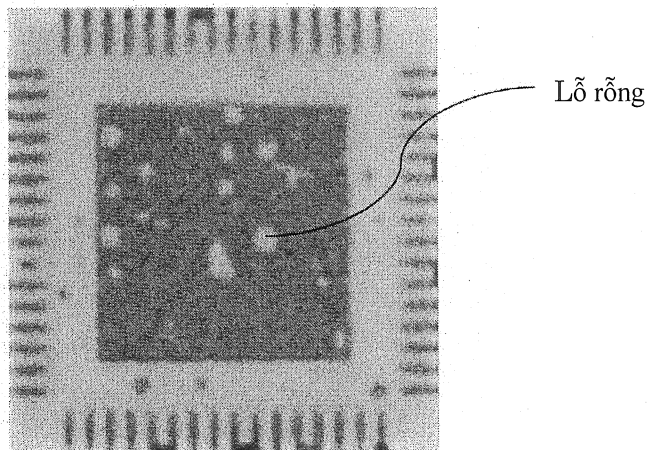
5. Kem hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó bột hợp kim dựa trên SnSb chứa ít nhất một trong số Ag: 25 % khối lượng hoặc ít hơn, Cu: 10 % khối lượng hoặc ít hơn, Ni: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, P: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Ge: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Fe: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Bi: 20 % khối lượng hoặc ít hơn, Al: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Ga: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Pd: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Cr: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Co: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Zn: 10 % khối lượng hoặc ít hơn, Zr: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Mn: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Si: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Ti: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, V: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, Nb: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn, và Mo: 0,1 % khối lượng hoặc ít hơn.

6. Kem hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó bột dựa trên Sn và bột hợp kim dựa trên SnSb là bột hình cầu có đường kính nằm trong khoảng từ 0,1 đến 100 μm .

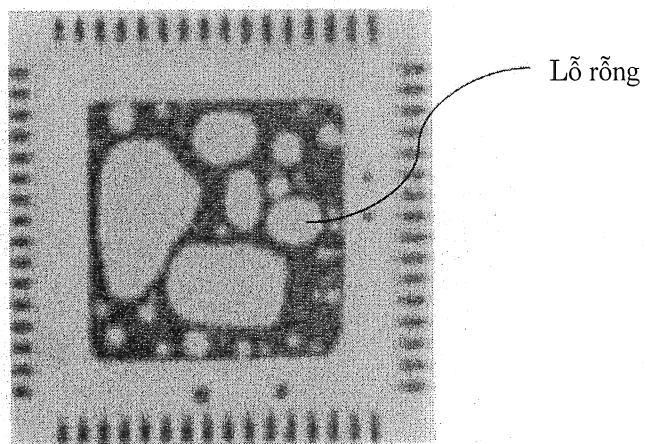
FIG.1



(a)

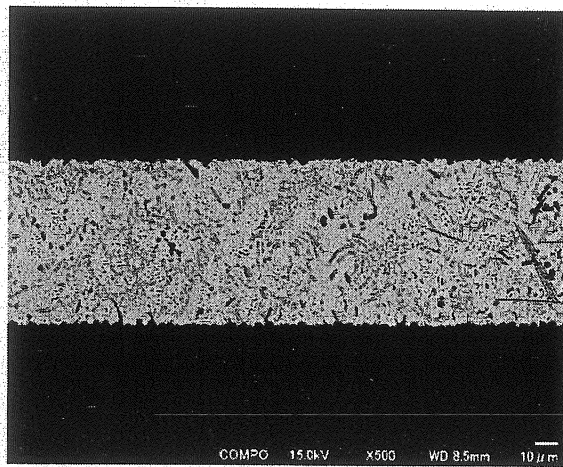


(b)



(c)

FIG.2

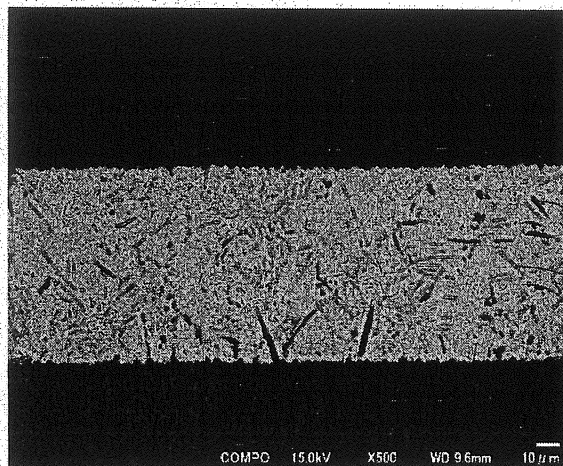


(a)

Hợp chất liên kim loại SnCu

Hợp chất liên kim loại SnAg

Hợp chất liên kim loại SnSb

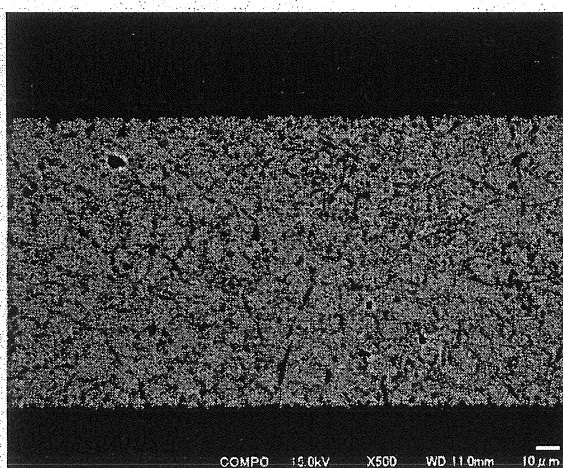


(b)

Hợp chất liên kim loại SnCu

Hợp chất liên kim loại SnAg

Hợp chất liên kim loại SnSb



(c)

Hợp chất liên kim loại SnCu

Hợp chất liên kim loại SnAg

Hợp chất liên kim loại SnSb

FIG,3

