



(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



1-0044418

(51)^{2021.01} **B23K 35/26**; C22C 13/02; C22C 13/00 (13) **B**

(21) 1-2022-05397

(22) 24/08/2022

(30) 2021-138901 27/08/2021 JP

(45) 25/03/2025 444

(43) 27/03/2023 420A

(71) Senju Metal Industry Co., Ltd. (JP)

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

(72) Takahiro YOKOYAMA (JP); Shunsaku YOSHIKAWA (JP).

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

(54) HỢP KIM HÀN VÀ MỐI HÀN

(21) 1-2022-05397

(57) Sáng chế đề cập đến hợp kim hàn và mối hàn có ΔT hẹp để ngăn chặn các cầu hàn và đá hàn và lượng cặn nhỏ được sinh ra trong thùng hàn, ngăn chặn quá trình ngâm chiết Cu và có độ bền cao hơn. Hợp kim hàn này có thành phần hợp kim gồm, theo % khối lượng, Cu: lớn hơn 2,0% và nhỏ hơn 3,0%; Ni: 0,010% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,30%; và Ge: 0,0010 đến 0,20% với phần còn lại là Sn. Tốt hơn là, theo % khối lượng, Cu lớn hơn 2,5% và nhỏ hơn 3,0% và thành phần hợp kim thỏa mãn quan hệ (1) và (2) sau đây: $2,400 \leq \text{Cu} + \text{Ni} + \text{Ge} \leq 3,190$ (1) và $0,33 \leq \text{Ge}/\text{Ni} \leq 1,04$ (2). Mỗi Cu, Ni và Ge trong quan hệ (1) và (2) đại diện cho các hàm lượng (% khối lượng) trong thành phần hợp kim.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hợp kim hàn và mối hàn được dùng trong các thiết bị điện tử khác nhau.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Bảng mạch in bao gồm các linh kiện điện tử được lắp trên đó được sử dụng trong các đồ gia dụng như máy giặt, tủ lạnh và máy điều hòa không khí và các thiết bị điện tử như tivi, máy video, radio, máy tính, máy copy và thiết bị truyền thông. Ví dụ về quy trình lắp các linh kiện điện tử bao gồm hàn theo dòng, hàn hồi lưu, hàn thủ công, hàn nhúng và tương tự.

Hàn nhúng được sử dụng cho các linh kiện điện tử có một mức độ kích cỡ nhất định. Hàn nhúng là phương pháp bao gồm bước nhúng các đầu cuối của các linh kiện điện tử trong thùng hàn để loại bỏ các màng cách và để thực hiện bước mạ trước hàn. Như một kỹ thuật để lắp các linh kiện điện tử này trên bảng mạch in, phương pháp hàn theo dòng, trong đó các đầu cuối được lồng vào các lỗ xuyên của bảng cũng được sử dụng. Hàn theo dòng là phương pháp thực hiện quá trình hàn bằng cách ứng dụng dòng phun từ thùng hàn đến phía mặt liên kết của bảng mạch in.

Trong phương pháp hàn nhúng và hàn theo dòng, các đầu cuối vẫn nằm trong chất hàn nóng chảy trong một thời gian dài, dẫn đến sự xuất hiện của quá trình ngấm chiết Cu do chất hàn nóng chảy trong thùng hàn. Do thùng hàn tiếp xúc với khí quyển trong một thời gian dài nên cặn được sinh ra trong thùng hàn phải được loại bỏ đều đặn. Hơn nữa, một lượng cặn lớn cũng gây ra các cầu hàn và đá hàn.

Vì vậy, tài liệu sáng chế 1, ví dụ, bộc lộ hợp kim hàn Sn-Cu-Ni-Ge là hợp kim hàn dùng cho hàn nhúng. Hợp kim hàn này đã được kiểm tra với thành phần hợp kim chứa các lượng định trước của Cu, Ni và Ge để ngăn chặn sự tạo các cầu hàn và quá trình ngấm chiết Cu của các đầu cuối cũng như để giảm lượng chất lơ lửng có trong thùng hàn.

Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ hợp kim hàn thu được bằng cách bổ sung Ge là nguyên tố tùy chọn vào hợp kim hàn Sn-Cu-Ni. Trong hợp kim hàn được mô tả trong tài liệu sáng chế này thì đầu cuối của các linh kiện điện tử được nhúng chìm trong chất hàn nóng chảy thực

hiện đồng thời cả việc bóc màng phủ lẫn việc hàn các đầu cuối và hàm lượng Cu và Ni cũng được điều chỉnh để ngăn chặn quá trình ngấm chiết Cu. Tài liệu sáng chế này cũng bộc lộ là hợp kim hàn chứa Ge để ngăn chặn sự tạo ra màng phủ oxit.

Tài liệu sáng chế 3, ví dụ, mô tả hợp kim hàn Sn-Cu-P-Ge-Ni chứa cả P lẫn Ge là hợp kim hàn dùng để hàn theo dòng từ quan điểm ngăn chặn sự oxi hóa của hợp kim hàn Sn-Cu. Sáng chế được mô tả trong tài liệu sáng chế 3 chứa Cu và Ni để cải thiện độ bền cơ học của hợp kim hàn. Hợp kim hàn được mô tả trong tài liệu sáng chế này chứa P là một nguyên tố thiết yếu, việc bổ sung Ge còn cải thiện khả năng thấm ướt.

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Tuy nhiên, trong khi hợp kim hàn được mô tả trong tài liệu sáng chế 1 đã được đánh giá về các cầu hàn và quá trình ngấm chiết Cu thì lượng giảm chất lơ lửng vẫn còn chưa được chứng minh. Tài liệu sáng chế này mô tả là chất lơ lửng dính vào bề mặt phần hàn làm cho phần hàn trở nên nhám, do đó làm cho khó đạt được chiều dày hàn đồng đều nhưng có giới hạn ở loại bỏ định tính chất lơ lửng. Ngoài ra, quan sát định lượng lượng chất lơ lửng là không thể bỏ qua để giảm giá thành sản xuất và cắt ngắn thời gian sản xuất. Hơn nữa, với sự tiến bộ vượt bậc gần đây trong việc tiểu hình hóa và hiệu suất cao của các linh kiện điện tử và khoảng đầu cuối hẹp hơn nhiều so với thời gian nộp tài liệu sáng chế 1 thì mong muốn là giảm đáng kể các cầu hàn và quá trình ngấm chiết Cu.

Ngoài vấn đề nêu trên, theo quan điểm mô tả trong đoạn [0003] của tài liệu sáng chế 1 thì các tính chất cơ học trong tài liệu sáng chế này chỉ báo độ bền nổi của giao diện nổi. Tuy nhiên, khi các linh kiện điện tử được tiểu hình hóa thì các vị trí nổi cũng trở nên nhỏ hơn. Vì vậy, để tìm kiếm thành phần hợp kim thì nhất thiết phải chú ý không chỉ đến độ bền nổi mà còn đến độ bền của hợp kim hàn sau khi nổi. Tuy nhiên, theo sáng chế được mô tả trong tài liệu sáng chế 1 thì việc tìm kiếm thành phần để cải thiện độ bền của hợp kim hàn còn không được thực hiện.

Sáng chế được mô tả trong tài liệu sáng chế 2 đã được đánh giá về ngấm chiết Cu và khả năng hàn và thiết kế hợp kim đã được thực hiện để thể hiện các kết quả rất tốt trong các đánh giá này. Trong hàn nhúng và hàn theo dòng, rất quan trọng là ngăn chặn quá trình ngấm chiết Cu. Tuy nhiên, theo các phương pháp nổi này thì thiết kế hợp kim tập trung chỉ vào điểm ngăn chặn quá trình ngấm chiết Cu không phù hợp với các tình huống thực tế. Vì

vậy, khi thiết kế hợp kim thì cần xem xét khả năng ngăn chặn các cầu hàn được đánh giá theo sáng chế được mô tả trong tài liệu sáng chế 1; khả năng giảm lượng cặn không được đánh giá định lượng trong tài liệu sáng chế 1; và khả năng cải thiện độ bền của hợp kim hàn.

Trong bản mô tả nêu trên, tài liệu sáng chế 2 mô tả là việc bổ sung Ag và Sb là có hiệu quả trong hợp kim hàn Sn-Cu-Ni-Ge để cải thiện độ bền của hợp kim hàn. Tuy nhiên, do số lượng các nguyên tố phụ gia tăng sẽ ảnh hưởng đến các tính chất khác nhau nên ưu tiên thiết kế hợp kim đồng thời thỏa mãn tất cả các tác động chỉ với bốn nguyên tố cấu thành nếu có thể.

Sáng chế được mô tả trong tài liệu sáng chế 3 đã được đánh giá về độ bền của hợp kim hàn là một trong số các tính chất cần để lắp các linh kiện điện tử. Tuy nhiên, đánh giá đã không được thực hiện về khả năng ngăn chặn các cầu hàn và đá hàn, khả năng giảm lượng cặn và ngâm chiết Cu thì vẫn có chỗ để cải thiện bằng cách kiểm tra lại thành phần hợp kim.

Ngoài các vấn đề được mô tả ở trên thì còn cần ngăn nhiệt độ đường pha lỏng không cao để giảm sự sinh ra các cầu hàn và đá hàn. Theo quan điểm về độ bền nhiệt và tương tự của các linh kiện điện tử thì nhiệt độ hàn khi thực hiện hàn nhúng và hàn theo dòng không thể thay đổi dễ dàng theo sự tiện lợi của hợp kim hàn. Ngoài ra, thậm chí ở nhiệt độ đường pha lỏng thấp thì còn mất thời gian để hoàn thành đóng rắn nếu nhiệt độ đường pha rắn vẫn thấp, dẫn đến sự sinh ra các cầu hàn và đá hàn. Vì lý do này, cũng cần thiết kế hợp kim sao cho chênh lệch nhiệt độ ΔT giữa nhiệt độ đường pha lỏng và nhiệt độ đường pha rắn nhỏ.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Sáng chế Nhật Bản số 4673552 B2

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp sáng chế chưa qua thẩm định của Nhật Bản số 2001-334384

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn yêu cầu cấp sáng chế chưa qua thẩm định của Nhật Bản số 2003-94195

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất hợp kim hàn và mối hàn có ΔT hẹp để ngăn chặn các cầu hàn và đá hàn và lượng cặn nhỏ được sinh ra trong thùng hàn, ngăn chặn quá trình ngâm chiết Cu và có độ bền cao hơn.

Phương tiện để giải quyết vấn đề

Các tác giả của sáng chế đã rút ra từ các hợp kim hàn được bộc lộ trong mỗi tài liệu sáng chế những gì có thể có khả năng đạt được mục đích thông qua các nghiên cứu khác nhau. Họ đã trích hợp kim hàn Sn-2Cu-0,2Ni-0,05Ge và Sn-3Cu-0,2Ni-0,1Ge từ tài liệu sáng chế 1, hợp kim hàn Sn-2,5Cu-0,30Ni-0,50Ge từ tài liệu sáng chế 2 và hợp kim hàn Sn-0,7Cu-0,05Ni-0,003P-0,01Ge từ tài liệu sáng chế 3 và kiểm tra liệu các hợp kim này có phù hợp cho môi trường sử dụng thực tế.

Trước hết, sẽ khó duy trì thành phần hợp kim mong muốn của hợp kim hàn chứa P được trích từ tài liệu sáng chế 3 bởi vì lượng P rất nhỏ được giải phóng từ chất hàn nóng chảy ở giai đoạn đầu trong môi trường trong đó hợp kim luôn tiếp xúc với khí quyển ở trạng thái nóng chảy. Ngoài ra, thậm chí với thành phần hợp kim có hàm lượng P tăng thì thùng hàn vẫn phải được bổ sung P liên tục do lượng P giảm mạnh. Hơn nữa, thành phần hợp kim của hợp kim hàn chứa P có xu hướng thay đổi về hàm lượng tùy thuộc vào P, điều này có thể gây ra các thay đổi về tính hiệu quả. Hơn nữa, Ga còn được biết là nguyên tố ngăn chặn oxi hóa như P, có điểm nấu chảy thấp bằng 30°C hoặc nhỏ hơn, dẫn đến các vấn đề giống các vấn đề kết hợp với P. Vì lý do này, cần nghiên cứu với các nguyên tố cấu thành không chứa P hoặc Ga để đạt được mục đích ở trên.

Các tác giả của sáng chế đã khảo sát các vấn đề của các hợp kim hàn được trích từ tài liệu sáng chế 1 và 2 là bốn nguyên tố cấu thành. Kết quả là, đã phát hiện là hợp kim hàn Sn-2Cu-0,2Ni-0,05Ge được trích từ tài liệu sáng chế 1 có hàm lượng Cu thấp, điều này dẫn đến quá trình ngâm chiết Cu kém. Cũng phát hiện là hợp kim hàn Sn-3Cu-0,2Ni-0,1Ge được trích từ tài liệu sáng chế này có hàm lượng Cu cao, điều này làm tăng nhiệt độ đường pha lỏng, dẫn đến ΔT lớn và sự sinh ra các cầu hàn và đá hàn. Đã phát hiện là hợp kim hàn Sn-2,5Cu-0,30Ni-0,50Ge được trích từ tài liệu sáng chế 2 có hàm lượng Ge cao, dẫn đến ΔT lớn và sự sinh ra các cầu hàn và đá hàn.

Các tác giả của sáng chế đã điều chỉnh chính xác hàm lượng Cu và Ge trong hợp kim hàn Sn-Cu-Ni-Ge dựa vào các phát hiện nêu trên. Được phát hiện là thậm chí nếu hai nguyên

tổ này được điều chỉnh thì hàm lượng tương đối của Ni và Sn cũng thay đổi và có các thành phần trong đó hợp kim nói chung không có hiệu quả mong muốn. Vì vậy, hàm lượng Ni được điều chỉnh chính xác.

Do hợp kim hàn Sn-Cu-Ni-Ge đã được khảo sát chi tiết đến một mức độ nhất định về hàm lượng của mỗi nguyên tố cấu thành như được kiểm tra trong tài liệu sáng chế 1 đến 3 nên được tin là hợp kim hàn có hiệu quả tốt hơn có thể không thu được. Tuy nhiên, là kết quả của khảo sát chi tiết, đã bất ngờ phát hiện là khi Cu, Ni và Ge nằm trong các khoảng định trước thì hợp kim này sẽ có ΔT hẹp để ngăn chặn các cầu hàn và đá hàn và lượng cặn nhỏ được sinh ra trong thùng hàn, ngăn chặn quá trình ngâm chiết Cu và có độ bền cao hơn và sau đó sáng chế đã được hoàn thành.

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

(0) Hợp kim hàn có thành phần hợp kim gồm, theo % khối lượng, Cu: lớn hơn 2,0% và nhỏ hơn 3,0%; Ni: 0,010% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,30%; và Ge: 0,0010 đến 0,20% với phần còn lại là Sn.

(1) Hợp kim hàn có thành phần hợp kim gồm, theo % khối lượng: Cu: lớn hơn 2,0% và nhỏ hơn 3,0%, Ni: 0,010% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,30% và Ge: 0,0010 đến 0,20% với phần còn lại là Sn,

trong đó thành phần hợp kim thỏa mãn quan hệ (1) và (2) dưới đây:

$$2,400\% \leq \text{Cu} + \text{Ni} + \text{Ge} \leq 3,190\% \quad \text{quan hệ (1)}$$

$$0,33 \leq \text{Ge}/\text{Ni} \leq 1,04 \quad \text{quan hệ (2)}$$

trong đó mỗi Cu, Ni và Ge trong quan hệ (1) và (2) đại diện cho các hàm lượng (% khối lượng) của nó trong thành phần hợp kim.

(2) Hợp kim hàn theo (1), trong đó, theo % khối lượng, Cu: lớn hơn 2,5% và nhỏ hơn 3,0%.

(3) Hợp kim hàn có thành phần hợp kim gồm, theo % khối lượng: Cu: lớn hơn 2,5% và nhỏ hơn 3,0%, Ni: 0,010% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,30% và Ge: 0,0010 đến 0,20% với phần còn lại là Sn.

(4) Mỗi hàn bao gồm hợp kim hàn theo (1).

(5) Mỗi hàn bao gồm hợp kim hàn theo (2).

(6) Mỗi hàn bao gồm hợp kim hàn theo (3).

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ giản lược của dụng cụ đo cần.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây. Trong bản mô tả này, ký hiệu "%" dùng để chỉ báo thành phần hợp kim hàn là "% khối lượng" trừ phi được quy định khác.

1. Hợp kim hàn

(1) Cu: lớn hơn 2,0% và nhỏ hơn 3,0%

Cu có thể cải thiện độ bền của hợp kim hàn và cũng ngăn chặn quá trình ngấm chiết Cu. Nếu hàm lượng Cu là 2,0% hoặc nhỏ hơn thì ngấm chiết Cu có thể xảy ra và độ bền có thể giảm. Về giới hạn dưới, hàm lượng Cu lớn hơn 2,0%, tốt hơn là 2,1% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 2,3% hoặc lớn hơn và còn tốt hơn là 2,5% hoặc lớn hơn. Mặt khác, nếu hàm lượng Cu là 3,0% hoặc lớn hơn thì nhiệt độ đường pha lỏng sẽ tăng, dẫn đến ΔT lớn. Các cầu hàn và đá hàn cũng tăng. Hơn nữa, các hợp chất liên kim thô sẽ được sinh ra và độ bền giảm. Ngoài điều nêu trên, khả năng hàn cũng suy giảm. Về giới hạn trên, hàm lượng Cu nhỏ hơn 3,0%, tốt hơn là 2,9% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 2,8% hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn là 2,7% hoặc nhỏ hơn và đặc biệt tốt hơn là 2,6% hoặc nhỏ hơn.

(2) Ni: 0,010% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,30%

Ni có thể cải thiện độ bền của hợp kim hàn và cũng ngăn chặn quá trình ngấm chiết Cu do nó tạo ra dung dịch rắn hoàn toàn tỷ lệ với Cu. Nếu hàm lượng Ni nhỏ hơn 0,010% thì ngấm chiết Cu sẽ có thể xảy ra và độ bền có thể giảm. Về giới hạn dưới, hàm lượng Ni là 0,010% hoặc lớn hơn, tốt hơn là 0,050% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 0,10% hoặc lớn hơn và thậm chí tốt hơn nữa là 0,15% hoặc lớn hơn. Mặt khác, nếu hàm lượng Ni là 0,30% hoặc lớn hơn thì nhiệt độ đường pha lỏng tăng, dẫn đến ΔT lớn. Các cầu hàn và đá hàn cũng tăng. Hơn nữa, các hợp chất liên kim thô sẽ được sinh ra và độ bền giảm. Ngoài điều nêu trên, khả năng hàn cũng suy giảm. Về giới hạn trên, hàm lượng Ni nhỏ hơn 0,30%, tốt hơn là 0,29% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,24% hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn là 0,22% hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt hơn là 0,20% hoặc nhỏ hơn và tốt nhất là 0,16% hoặc nhỏ hơn.

(3) Ge: 0,0010% đến 0,20%

Ge có thể ngăn chặn sự oxi hóa của chất hàn nóng chảy và sự sinh ra các cầu hàn và đá hàn. Nếu hàm lượng Ge nhỏ hơn 0,0010% thì hiệu quả ngăn chặn oxi hóa sẽ giảm. Vì vậy, cần được sinh ra và các cầu hàn và đá hàn tăng. Về giới hạn dưới, hàm lượng Ge là 0,0010% hoặc lớn hơn, tốt hơn là 0,0050% hoặc lớn hơn và tốt hơn nữa là 0,0100% hoặc lớn hơn. Còn tốt hơn là 0,0600% hoặc lớn hơn. Mặt khác, nếu hàm lượng Ge lớn hơn 0,20% thì độ nhớt của chất hàn nóng chảy sẽ tăng và khả năng hàn suy giảm. Nhiệt độ đường pha lỏng cũng tăng, dẫn đến ΔT lớn. Ngoài ra, các cầu hàn và đá hàn cũng tăng. Về giới hạn trên, hàm lượng Ge là 0,2000% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 0,1400% hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là 0,1000% hoặc nhỏ hơn.

(4) Phần còn lại: Sn

Phần còn lại của hợp kim hàn theo sáng chế là Sn. Hợp kim hàn này có thể chứa các tạp chất không thể tránh khỏi ngoài các nguyên tố được mô tả ở trên. Thậm chí khi hợp kim hàn chứa các tạp chất không thể tránh khỏi thì điều này cũng không ảnh hưởng đến hiệu quả được mô tả ở trên.

(5) P, Ga và Co

Ưu tiên là hợp kim hàn theo sáng chế không chứa P, Ga hoặc Co. Khó kiểm soát P và Ga do chúng biến mất nhanh vào khí quyển hoặc như cặn ở trạng thái nóng chảy trong thùng hàn. Ngoài ra, Ga còn thúc đẩy sự sinh ra các cầu hàn và đá hàn do độ nhớt tăng, điều này làm tăng lượng cặn. P làm tăng nhiệt độ đường pha lỏng, vì vậy làm tăng ΔT và thúc đẩy sự sinh ra các cầu hàn và đá hàn do độ nhớt tăng. Mặc dù Co không phải là vấn đề khi được bổ sung với các lượng rất nhỏ, nhưng điểm nấu chảy tăng khi hàm lượng tăng, dẫn đến ΔT lớn. Nó cũng sinh ra các cầu hàn và đá hàn.

(6) Quan hệ (1) và (2)

$$2,400\% \leq \text{Cu} + \text{Ni} + \text{Ge} \leq 3,190\% \quad (1)$$

$$0,33 \leq \text{Ge}/\text{Ni} \leq 1,04 \quad (2)$$

Mỗi Cu, Ni và Ge trong quan hệ (1) và (2) đại diện cho các hàm lượng (% khối lượng) trong thành phần hợp kim.

Hợp kim hàn theo sáng chế tốt hơn là thỏa mãn quan hệ (1) và (2). Hợp kim hàn thỏa

mãn tất cả các quan hệ sẽ có hiệu quả đặc biệt rất tốt.

Quan hệ (1) chỉ báo khoảng của tổng lượng các nguyên tố phụ gia cấu thành hợp kim hàn theo sáng chế. Do hợp kim hàn theo sáng chế có thể đồng thời có các tính chất khác nhau do nguyên tố phụ gia Cu, Ni và Ge, ưu tiên là tổng lượng các nguyên tố này được điều chỉnh chính xác. Nếu tổng lượng các nguyên tố phụ gia này nằm trong khoảng ở trên, thì ý nghĩa quan trọng của mỗi nguyên tố cấu thành gần giới hạn trên được bổ trợ cho nhau và chúng có thể làm việc nối tiếp với nhau để đồng thời có các tính chất khác nhau. Cụ thể hơn, do Cu và Ni góp phần tạo các hợp chất khi đóng rắn nên chúng góp phần vào các cầu hàn và đá hàn, lượng cặn, khả năng cải thiện độ bền và khả năng giảm quá trình ngâm chiết Cu. Ge cũng góp phần vào lượng cặn do nó tạo ra các oxit với oxy trong khí quyển. Do đó, hiệu quả của sáng chế sẽ được thể hiện ở mức độ cao hơn khi tổng lượng các nguyên tố này được điều chỉnh để thỏa mãn quan hệ (1).

Về giới hạn dưới, trị số của “Cu + Ni + Ge” trong quan hệ (1) tốt hơn là 2,400% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 2,610% hoặc lớn hơn, còn tốt hơn là 2,701% hoặc lớn hơn, đặc biệt tốt hơn là 2,710% hoặc lớn hơn và tốt nhất là 2,760% hoặc lớn hơn. Về giới hạn trên, trị số của “Cu + Ni + Ge” trong quan hệ (1) tốt hơn là 3,190% hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 3,100% hoặc nhỏ hơn, thậm chí tốt hơn nữa là 2,900% hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn là 2,890% hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt hơn là 2,840% hoặc nhỏ hơn và tốt nhất là 2,800% hoặc nhỏ hơn.

Quan hệ (2) chỉ báo tỷ lệ của hàm lượng Ge trên hàm lượng Ni. Trong hợp kim hàn theo sáng chế, Ni và Ge đều góp phần vào khả năng ngăn chặn các cầu hàn và đá hàn. Cu cũng góp phần vào điều này, nhưng hàm lượng của nó là thứ tự độ lớn cao hơn thứ tự của Ni và Ge. Tuy nhiên, trong hợp kim hàn theo sáng chế, thậm chí Ni và Ge có hàm lượng của chúng nhỏ hơn 1% vẫn góp phần đáng kể vào các tính chất này. Vì lý do này, tỷ lệ hàm lượng của Ge trên Ni là quan trọng để thu được hiệu quả thậm chí tốt hơn. Hàm lượng Ni cao thúc đẩy sự sinh ra các cầu hàn và đá hàn, trong khi đó hàm lượng Ge thấp lại thúc đẩy sự sinh ra các cầu hàn và đá hàn. Theo quan điểm này, quan trọng là điều chỉnh tỷ lệ hàm lượng của Ge trên Ni.

Về giới hạn dưới, trị số của “Ge/Ni” trong quan hệ (2) tốt hơn là 0,33 hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 0,34 hoặc lớn hơn và thậm chí tốt hơn nữa là 0,42 hoặc lớn hơn. Về giới hạn trên, trị số của “Ge/Ni” trong quan hệ (2) tốt hơn là 1,04 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 1,00 hoặc nhỏ hơn, thậm chí tốt hơn nữa là 0,70 hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt hơn là 0,63 hoặc nhỏ

hơn và tốt nhất là 0,50 hoặc nhỏ hơn.

2. Mỗi hàn

Các mỗi hàn theo sáng chế được dùng để liên kết các linh kiện điện tử với các bảng của chúng hoặc để nối và liên kết các linh kiện đóng gói với bảng mạch in. Nói cách khác, mỗi hàn theo sáng chế chỉ phần liên kết của điện cực và có thể được tạo bằng cách sử dụng các điều kiện hàn nói chung.

3. Phương pháp sản xuất hợp kim hàn

Phương pháp sản xuất hợp kim hàn tốt hơn là bao gồm các bước dưới đây sao cho mỗi nguyên tố cấu thành của hợp kim hàn theo sáng chế sẽ có hiệu quả rất tốt trong khoảng được mô tả ở trên. Trong bản mô tả này, thuật ngữ "hợp kim mẹ" nghĩa là nguyên liệu của "hợp kim theo sáng chế" có thành phần hợp kim mong muốn.

(1) Bước tạo hợp kim mẹ

Do mỗi Cu, Ni và Ge đều có điểm nấu chảy cao nên mất một thời gian rất dài để nấu chảy chúng nếu một lượng định trước của mỗi nguyên tố được cân từ thời và được nỗ lực để được nóng chảy ngay như trong phương pháp thông thường. Đặc biệt là Ge được xem xét để ưu tiên phản ứng với oxy trong khí quyển trong khi nấu chảy do nó có hiệu quả ngăn chặn oxi hóa. Vì lý do này, khi bổ sung một lượng định trước của Ge thì thông thường đã cần cân lượng này để xem xét nhiệt độ nấu chảy, thời gian nấu chảy và lượng Ge biến mất dưới dạng oxit. Vì vậy, để sản xuất hợp kim hàn theo sáng chế thì Cu, Ni và Ge sẽ được sản xuất dưới dạng hợp kim mẹ Sn-Cu, Sn-Ni và Sn-Ge một cách tương ứng và hợp kim theo sáng chế sẽ được sản xuất từ các hợp kim mẹ này. Theo cách khác, hợp kim mẹ Sn-Ni và Sn-Ge có thể được sản xuất và sau đó được trộn riêng với Cu để sản xuất hợp kim theo sáng chế. Do đó, tổng thời gian sản xuất hợp kim theo sáng chế sẽ giảm, vì vậy cho phép nó được sản xuất trong thời gian ngắn hơn và giảm tổn thất của Ge.

Tuy nhiên, nếu một số lượng lớn các hợp chất liên kim thô có các điểm nấu chảy cao (Cu_6Sn_5 và Ni_3Sn_4) được tạo trong hợp kim mẹ thì thời gian cần để gia nhiệt hợp kim đến nhiệt độ mà ở đó các hợp chất liên kim được nấu chảy đầy đủ khi sản xuất hợp kim theo sáng chế sẽ kéo dài, dẫn đến thời gian sản xuất lâu hơn so với thời gian sản xuất của các hợp kim với sự tạo tương đối ít hơn của các hợp chất liên kim.

Vì vậy, cần điều chỉnh tốc độ làm mát khi đóng rắn để ngăn sự tạo thành của các hợp

chất liên kim thô có các điểm nấu chảy cao khi sản xuất hợp kim mẹ. Trong khoảng nhiệt độ giữa nhiệt độ đường pha lỏng và nhiệt độ đường pha rắn thì tốc độ làm mát được thiết đặt cụ thể ở $50^{\circ}\text{C}/\text{giây}$ hoặc lớn hơn giữa 200°C và 400°C nằm trong khoảng nhiệt độ giữa nhiệt độ đường pha lỏng và nhiệt độ đường pha rắn của các hợp chất liên kim gốc Sn-Cu-Ni.

(2) Bước tạo hợp kim theo sáng chế

Sau đây, hợp kim theo sáng chế sẽ được sản xuất trong khoảng nhiệt độ của nhiệt độ đường pha lỏng của hợp kim theo sáng chế $+30^{\circ}\text{C}$ vào nhiệt độ đường pha lỏng của hợp kim theo sáng chế $+50^{\circ}\text{C}$ bằng cách sử dụng hợp kim mẹ được sản xuất qua bước này. Ví dụ, hợp kim mẹ được nấu chảy trong khoảng nhiệt độ bằng xấp xỉ 430 đến 450°C để sản xuất hợp kim theo sáng chế.

Nếu hợp kim mẹ được nấu chảy đầy đủ và sau đó được làm mát bằng cách làm mát bằng không khí như trong phương pháp thông thường thì các hợp chất liên kim thô có các điểm nấu chảy cao sẽ được sinh ra. Vì vậy, nó cần được làm mát trong cùng các điều kiện như khi hợp kim mẹ được sản xuất. Hợp kim theo sáng chế được sản xuất trong các điều kiện này các ưu điểm khác nhau: 1. tránh được sự sinh ra các hợp chất liên kim thô; 2. thành phần hợp kim đồng đều; và 3. giảm tác động môi trường bằng cách giảm lượng các oxit (lượng cặn) sau sản xuất.

Cụ thể là, việc sản xuất hợp kim theo sáng chế trong các điều kiện nêu trên sẽ có hiệu quả trong khoảng trong đó hàm lượng Cu của hợp kim hàn theo sáng chế lớn hơn 2% và nhỏ hơn 3%. Nếu hàm lượng Cu là 2% hoặc nhỏ hơn thì hiệu quả ngăn chặn quá trình ngấm chiết Cu sẽ giảm. Ngoài ra, nếu hàm lượng Cu là 3% hoặc lớn hơn thì nó sẽ không thực tế bởi vì nhiệt độ đường pha lỏng tăng, gây ra suy giảm khả năng hàn và sự sinh ra các cầu hàn và đá hàn.

4. Phương pháp tạo mối hàn

Phương pháp nối bằng hợp kim hàn theo sáng chế có thể được thực hiện theo phương pháp thông thường bằng cách sử dụng, ví dụ, phương pháp dòng chảy. Nhiệt độ gia nhiệt có thể được điều chỉnh thích hợp tùy thuộc vào độ bền nhiệt của các linh kiện điện tử hoặc nhiệt độ đường pha lỏng của hợp kim hàn. Khi việc nối được thực hiện bằng hợp kim hàn theo sáng chế thì cấu trúc có thể còn được tinh chế bằng cách xem xét tốc độ làm mát khi

đóng rắn. Ví dụ, mỗi hàn được làm mát với tốc độ làm mát bằng 2 đến 3°C/giây hoặc lớn hơn. Nó có thể được làm mát trong cùng điều kiện như khi "hợp kim theo sáng chế" được sản xuất. Các điều kiện nổi khác có thể được điều chỉnh thích hợp tùy thuộc vào thành phần hợp kim của hợp kim hàn.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các hợp kim hàn gồm các thành phần hợp kim được thể hiện trong bảng 1 được chuẩn bị như sau.

Trước tiên, mỗi Sn-Cu, Sn-Ni và Sn-Ge được sản xuất dưới dạng các hợp kim mẹ từ các thỏi của mỗi nguyên tố cấu thành. Để sản xuất mỗi hợp kim mẹ thì tốc độ làm mát được điều chỉnh là 50°C/giây giữa 200 và 400°C bằng cách tuần hoàn nước làm mát sử dụng máy lạnh hoặc tương tự. Từ các hợp kim mẹ được sản xuất theo cách này, các hợp kim mẹ sẽ được cân để đạt được các hàm lượng được liệt kê trong bảng 1 và sau đó tốc độ làm mát được điều chỉnh là 50°C/giây giữa 200 và 400°C bằng cách tuần hoàn nước làm mát sử dụng máy lạnh hoặc tương tự để sản xuất hợp kim theo sáng chế theo cách giống các hợp kim mẹ. Đối với P và Co được dùng trong các ví dụ so sánh thì các hợp kim mẹ được sản xuất cũng theo cách giống được mô tả ở trên (nghĩa là, Sn-P và Sn-Co) và hợp kim theo sáng chế thu được từ các hợp kim mẹ để đạt được các hàm lượng được thể hiện trong bảng 1. Ga được bổ sung riêng để thu được hợp kim theo sáng chế.

Hợp kim theo sáng chế (hợp kim hàn) thu được qua cách chuẩn bị này được đánh giá về ΔT thu được từ nhiệt độ đường pha lỏng và nhiệt độ đường pha rắn, các cầu hàn và đá hàn, độ bền kéo, lượng cặn và quá trình ngâm chiết Cu. Các phương pháp đánh giá và tiêu chuẩn đánh giá cho mỗi mục như sau.

· ΔT

Để xác định ΔT thì nhiệt độ đường pha lỏng và đường pha rắn được đo bằng DSC theo JIS Z 3198-1 (2014). Khi ΔT , thu được bằng cách trừ nhiệt độ đường pha rắn từ nhiệt độ đường pha lỏng, nhỏ hơn 110°C thì nó được đánh giá là "rất tốt"; khi ΔT là 110 đến 120°C thì nó được đánh giá là "tốt"; khi ΔT lớn hơn 120°C và 130°C hoặc nhỏ hơn thì nó được đánh giá là "chấp nhận được"; và khi ΔT lớn hơn 130°C thì nó được đánh giá là "kém". Khi các đánh giá của ΔT là "tốt" và "rất tốt" thì sẽ không có vấn đề trong sử dụng thực tế.

·Các cầu hàn và đá hàn

Mười hai trở kháng mạ Sn 4 đầu cuối với chiều rộng đầu cuối bằng 0,5 mm và khoảng cách đầu cuối bằng 0,8 mm được chuẩn bị trước tiên, sau đó các đầu cuối được lồng trong các lỗ xuyên của bảng mạch in thủy tinh epoxy (CEM-3) và hợp kim theo sáng chế được sản xuất như được mô tả ở trên được đưa vào thùng hàn để thực hiện hàn theo dòng. Việc hàn theo dòng được thực hiện trong các điều kiện thử nghiệm dưới đây bằng cách sử dụng bộ mô phỏng chảy chảy FS-1 sản xuất bởi Malcom Co., Ltd.

Các điều kiện thử nghiệm

Thùng hàn: bộ mô phỏng chảy chảy FS-1 sản xuất bởi Malcom Co., Ltd.

Lượng chất hàn: 15 kg

Chất trợ dung: chất trợ dung (tên thương mại: ES-1061SP2) sản xuất bởi Senju Metal Industry Co., Ltd.

Nhiệt độ hàn trong thùng hàn: 255°C

Có hay không các cầu hàn được sinh ra được đánh giá trực quan. Có hay không các đá hàn được sinh ra trong đường hàn cũng được quan sát trực quan. Khi các cầu hàn hoặc đá hàn có thể không quan sát thấy thì nó được đánh giá là "rất tốt"; khi số lượng các trở kháng với các cầu hàn hoặc đá hàn được sinh ra là 1 đến 2 thì nó được đánh giá là "tốt"; khi số lượng các trở kháng với các cầu hàn hoặc đá hàn được sinh ra là 3 đến 4 thì nó được đánh giá là "chấp nhận được"; và khi số lượng các trở kháng với các cầu hàn hoặc đá hàn được sinh ra là 5 hoặc lớn hơn thì nó được đánh giá là "kém". Khi các đánh giá của các cầu hàn hoặc đá hàn là "tốt" và "rất tốt" thì sẽ không có vấn đề trong sử dụng thực tế.

·Độ bền kéo

Độ bền kéo được đo theo JIS Z 3198-2 (2003). Hợp kim theo sáng chế, mỗi hợp kim hàn được sản xuất như được mô tả ở trên và liệt kê trong bảng 1, được đúc vào khuôn để sản xuất mẫu với chiều dài đo bằng 30 mm và đường kính bằng 8 mm. Mẫu sản xuất được lôi bởi kiểu 5966 sản xuất bởi Instron Corporation ở nhiệt độ trong phòng với hành trình bằng 6 mm/phút để đo độ bền khi mẫu gãy. Khi độ bền kéo là 38 MPa hoặc lớn hơn thì nó được đánh giá là "rất tốt"; khi độ bền kéo là 33 MPa hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 38 MPa thì nó được đánh giá là "tốt"; và khi độ bền kéo nhỏ hơn 33 MPa thì nó được đánh giá là "kém". Khi các đánh giá của độ bền kéo là "tốt" và "tốt" thì sẽ không có vấn đề trong sử dụng thực tế.

·Khối lượng cặn

Hình vẽ là hình vẽ giản lược của dụng cụ đo cặn 1 để đo khối lượng cặn. Vào thùng hàn 12 với thể tích bằng 150 cc mà nó có thể được gia nhiệt bởi bộ gia nhiệt 11, thì 1000 g hợp kim theo sáng chế, hợp kim hàn được sản xuất như được mô tả ở trên và thể hiện trong bảng 1, được đưa vào. Hợp kim hàn được đưa vào thùng hàn 12 được gia nhiệt và nóng chảy thành một dung dịch hàn 13 sao cho nhiệt độ của hợp kim hàn là 400°C được đo bằng cảm biến nhiệt độ 14. Sau đó, không khí được thổi vào dung dịch hàn 13 trong 10 phút qua ống dẫn khí 15 ở điều kiện bằng 150 cc/phút. Sau khi kết thúc thổi thì cặn được tạo trên bề mặt dung dịch hàn 13 được tập hợp và khối lượng cặn của nó được đo. Khối lượng cặn bằng 25 g hoặc nhỏ hơn được đánh giá là "rất tốt"; khối lượng cặn bằng lớn hơn 25 g và 30 g hoặc nhỏ hơn được đánh giá là "tốt"; khối lượng cặn bằng lớn hơn 30 g và 35 g hoặc nhỏ hơn được đánh giá là "chấp nhận được"; và khối lượng cặn bằng lớn hơn 35 g được đánh giá là "kém". Khi các đánh giá của khối lượng cặn là "tốt" và "rất tốt" thì sẽ không có vấn đề trong sử dụng thực tế.

·Quá trình ngâm chiết Cu

Hợp kim theo sáng chế, mỗi hợp kim hàn được sản xuất như được mô tả ở trên và liệt kê trong bảng 1 được đặt vào một thùng hàn phun nhỏ với dung lượng bằng 15 kg và được đưa vào trạng thái nóng chảy ở 260°C. Sau đó, chiều cao phun từ vòi phun của thùng hàn phun được điều chỉnh là 5 mm. Mẫu thử nghiệm được dùng trong ví dụ này thu được bằng cách cắt nền thủy tinh epoxy FR-4 có hệ dây đồng với chiều dày bằng 35 μ m thành một kích cỡ thích hợp.

Phương pháp thử nghiệm bao gồm bước ứng dụng tiền chất trợ dung vào bề mặt của hệ dây đồng của mẫu thử nghiệm và gia nhiệt sơ bộ nó trong khoảng 60 giây để đưa nhiệt độ của nền lên khoảng 120°C. Sau đó, mẫu thử nghiệm được đặt 2 mm trên vòi phun của thùng hàn phun và được nhúng chìm trong chất hàn nóng chảy phun trong 3 giây. Bước này được thực hiện nhiều lần và số lượng lần nhúng chìm cho đến khi kích thước của hệ dây đồng trên mẫu thử nghiệm giảm đi một nửa được đo. Mẫu không giảm kích thước đi một nửa sau khi nhúng chìm bảy lần hoặc lớn hơn được đánh giá là "rất tốt"; mẫu không giảm kích thước đi một nửa trong năm đến sáu lần nhúng chìm được đánh giá là "tốt"; mẫu không giảm đi một nửa kích thước trong ba đến bốn lần nhúng chìm được đánh giá là "chấp nhận được"; và mẫu giảm kích thước đi một nửa trong hai hoặc ít lần nhúng chìm hơn được đánh

giá là "kém". Khi các đánh giá của số lượng lần nhúng chìm được thực hiện là "tốt" và "rất tốt" thì sẽ không có vấn đề trong sử dụng thực tế.

Kết quả đánh giá được thể hiện trong bảng.

Bảng 1

	Thành phần hợp kim (% khối lượng)							Quan hệ (1) (Cu + Ni + Ge)	Quan hệ (2) Ge/Ni	ΔT	Cầu hàn và đá hàn	Độ bền (MPa)	Lượng cần	Quá trình ngâm chiết Cu	Đánh giá tổng thể
	Sn	Cu	Ni	Ge	Ga	P	Co								
Ví dụ 1	phần còn lại	2,1	0,20	0,1000				2,400	0,50	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt
Ví dụ 2	phần còn lại	2,5	0,20	0,1000				2,800	0,50	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt
Ví dụ 3	phần còn lại	2,6	0,20	0,1000				2,900	0,50	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt
Ví dụ 4	phần còn lại	2,7	0,20	0,1000				3,000	0,50	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt
Ví dụ 5	phần còn lại	2,8	0,20	0,1000				3,100	0,50	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt
Ví dụ 6	phần còn lại	2,9	0,20	0,1000				3,200	0,50	Tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Tốt
Ví dụ 7	phần còn lại	2,5	0,01	0,1000				2,610	10,00	Rất tốt	Rất tốt	Tốt	Rất tốt	Tốt	Tốt
Ví dụ 8	phần còn lại	2,5	0,10	0,1000				2,700	1,00	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt
Ví dụ 9	phần còn lại	2,5	0,16	0,1000				2,760	0,63	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt
Ví dụ 10	phần còn lại	2,5	0,24	0,1000				2,840	0,42	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt
Ví dụ 11	phần còn lại	2,5	0,29	0,1000				2,890	0,34	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt
Ví dụ 12	phần còn lại	2,5	0,20	0,0010				2,701	0,01	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Tốt	Rất tốt	Tốt
Ví dụ 13	phần còn lại	2,5	0,20	0,0100				2,710	0,05	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Tốt	Rất tốt	Tốt
Ví dụ 14	phần còn lại	2,5	0,20	0,0600				2,760	0,30	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Tốt	Rất tốt	Tốt
Ví dụ 15	phần còn lại	2,5	0,20	0,1400				2,840	0,70	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt
Ví dụ 16	phần còn lại	2,5	0,20	0,2000				2,900	1,00	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt	Rất tốt

Bảng 1-tiếp tục

	Thành phần hợp kim (% khối lượng)						Quan hệ (1) (Cu + Ni + Ge)	Quan hệ (2) Ge/Ni	ΔT	Cầu hàn và đá hàn	Độ bền (MPa)	Lượng căn	Quá trình ngâm chiết Cu	Đánh giá tổng thể
	Sn	Cu	Ni	Ge	Ga	P	Co							
Ví dụ so sánh 1	phần còn lại	<u>0,693</u>	0,02		0,0050			0,00	Rất tốt	Rất tốt	Kém	Chấp nhận được	Kém	Kém
Ví dụ so sánh 2	phần còn lại	<u>0,7</u>	0,05	0,0100		0,0030		0,20	Rất tốt	Rất tốt	Kém	Tốt	Kém	Kém
Ví dụ so sánh 3	phần còn lại	<u>1</u>	0,040	0,0100				0,25	Rất tốt	Rất tốt	Kém	Tốt	Kém	Kém
Ví dụ so sánh 4	phần còn lại	<u>2,0</u>	0,20	0,0500				0,25	Tốt	Tốt	Tốt	Tốt	Chấp nhận được	Kém
Ví dụ so sánh 5	phần còn lại	<u>3</u>	0,20	0,1000				0,50	Kém	Kém	Tốt	Tốt	Tốt	Kém
Ví dụ so sánh 6	phần còn lại	2,5	<u>0,005</u>	0,1000				20,00	Tốt	Tốt	Tốt	Tốt	Chấp nhận được	Kém
Ví dụ so sánh 7	phần còn lại	2,5	<u>0,31</u>	0,1000				0,32	Kém	Kém	Tốt	Tốt	Tốt	Kém
Ví dụ so sánh 8	phần còn lại	2,5	0,20	<u>0,0005</u>				0,00	Tốt	Kém	Tốt	Kém	Tốt	Kém
Ví dụ so sánh 9	phần còn lại	2,5	0,20	<u>0,2100</u>				1,05	Chấp nhận được	Chấp nhận được	Tốt	Tốt	Tốt	Kém
Ví dụ so sánh 10	phần còn lại	2,5	<u>0,30</u>	<u>0,5000</u>				1,67	Kém	Kém	Tốt	Tốt	Tốt	Kém
Ví dụ so sánh 11	phần còn lại	2,5	0,20	0,0100	0,0100			0,05	Tốt	Chấp nhận được	Tốt	Chấp nhận được	Tốt	Kém
Ví dụ so sánh 12	phần còn lại	2,5	0,20	=		0,2000		0,00	Chấp nhận được	Chấp nhận được	Tốt	Tốt	Tốt	Kém
Ví dụ so sánh 13	phần còn lại	2,5	0,20	0,1000		0,2000		0,50	Chấp nhận được	Chấp nhận được	Tốt	Tốt	Tốt	Kém
Ví dụ so sánh 14	phần còn lại	<u>3,0</u>	0,03	0,0050		0,0030		0,17	Kém	Kém	Tốt	Tốt	Tốt	Kém
Ví dụ so sánh 15	phần còn lại	2,5	0,20	0,1000			0,2000	0,50	Chấp nhận được	Chấp nhận được	Tốt	Tốt	Tốt	Kém
Ví dụ so sánh 16	phần còn lại	2,5	0,20	0,1000		0,1000	0,1000	0,50	Chấp nhận được	Chấp nhận được	Tốt	Tốt	Tốt	Kém

*Mỗi gạch chân chỉ ra rằng nó nằm ngoài phạm vi của sáng chế

Như thấy rõ từ bảng 1, hàm lượng của mỗi nguyên tố cấu thành trong ví dụ 1 đến 16 là thích hợp, dẫn đến ΔT thích hợp, gần như không có sự sinh ra các cầu hàn và đá hàn, độ bền cao của các hợp kim hàn và cặn và quá trình ngâm chiết Cu giảm. Cụ thể là, được xác nhận là ví dụ 1 đến 5, 8 đến 11, 15 và 16 thỏa mãn quan hệ (1) và (2) có các kết quả rất tốt rõ ràng trong tất cả các mục đánh giá.

Mặt khác, trong ví dụ so sánh 1, hàm lượng Cu quá thấp, dẫn đến độ bền kéo thấp, lượng cặn lớn và sự xuất hiện của quá trình ngâm chiết Cu. Trong ví dụ so sánh 2 và 3, hàm lượng Cu khá thấp, dẫn đến độ bền kéo thấp và sự xuất hiện của quá trình ngâm chiết Cu. Trong ví dụ so sánh 4, hàm lượng Cu thấp, dẫn đến sự xuất hiện của quá trình ngâm chiết Cu.

Trong ví dụ so sánh 5 và 14, hàm lượng Cu cao, dẫn đến ΔT lớn và sự sinh ra các cầu hàn và đá hàn.

Trong ví dụ so sánh 6, hàm lượng Ni thấp, dẫn đến sự xuất hiện của quá trình ngâm chiết Cu. Trong ví dụ so sánh 7 và 10, hàm lượng Ni cao, dẫn đến ΔT lớn và sự sinh ra các cầu hàn và đá hàn.

Trong ví dụ so sánh 8, hàm lượng Ge thấp, dẫn đến sự sinh ra các cầu hàn và đá hàn và lượng cặn lớn. Trong ví dụ so sánh 9, hàm lượng Ge cao, dẫn đến ΔT lớn và sự sinh ra các cầu hàn và đá hàn.

Trong ví dụ so sánh 11, Ga được chứa, dẫn đến sự sinh ra các cầu hàn và đá hàn và lượng cặn lớn.

Trong ví dụ so sánh 12 và 13, P được chứa, dẫn đến ΔT lớn và sự sinh ra các cầu hàn và đá hàn.

Trong ví dụ so sánh 15 và 16, Co được chứa, dẫn đến ΔT lớn và sự sinh ra các cầu hàn và đá hàn.

Danh mục số chỉ dẫn

- 1 Dụng cụ đo cặn

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hợp kim hàn có thành phần hợp kim gồm, theo % khối lượng:

Cu: lớn hơn 2,0% và nhỏ hơn 3,0%,

Ni: 0,010% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,30% và

Ge: 0,0010 đến 0,20% với phần còn lại là Sn,

trong đó thành phần hợp kim thỏa mãn quan hệ (1) và (2) dưới đây:

$$2,400\% \leq \text{Cu} + \text{Ni} + \text{Ge} \leq 3,190\% \quad \text{quan hệ (1)}$$

$$0,33 \leq \text{Ge}/\text{Ni} \leq 1,04 \quad \text{quan hệ (2)}$$

trong đó mỗi Cu, Ni và Ge trong quan hệ (1) và (2) đại diện cho các hàm lượng (% khối lượng) của chúng trong thành phần hợp kim.

2. Hợp kim hàn theo điểm 1, trong đó, theo % khối lượng:

Cu: lớn hơn 2,5% và nhỏ hơn 3,0%.

3. Hợp kim hàn có thành phần hợp kim gồm, theo % khối lượng:

Cu: lớn hơn 2,5% và nhỏ hơn 3,0%,

Ni: 0,010% hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 0,30% và

Ge: 0,0010 đến 0,20% với phần còn lại là Sn.

4. Mỗi hàn bao gồm hợp kim hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3.

1 / 1

Fig.1

