



(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)



1-0042954

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

(21) 1-2021-03305

(22) 21/05/2020

(86) PCT/JP2020/020063 21/05/2020

(87) WO2020/241436 03/12/2020

(30) 2019-098947 27/05/2019 JP

(45) 27/01/2025 442

(43) 25/02/2022 407

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

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

(72) Hiroyoshi KAWASAKI (JP); Masato SHIRATORI (JP); Yuji KAWAMATA (JP).

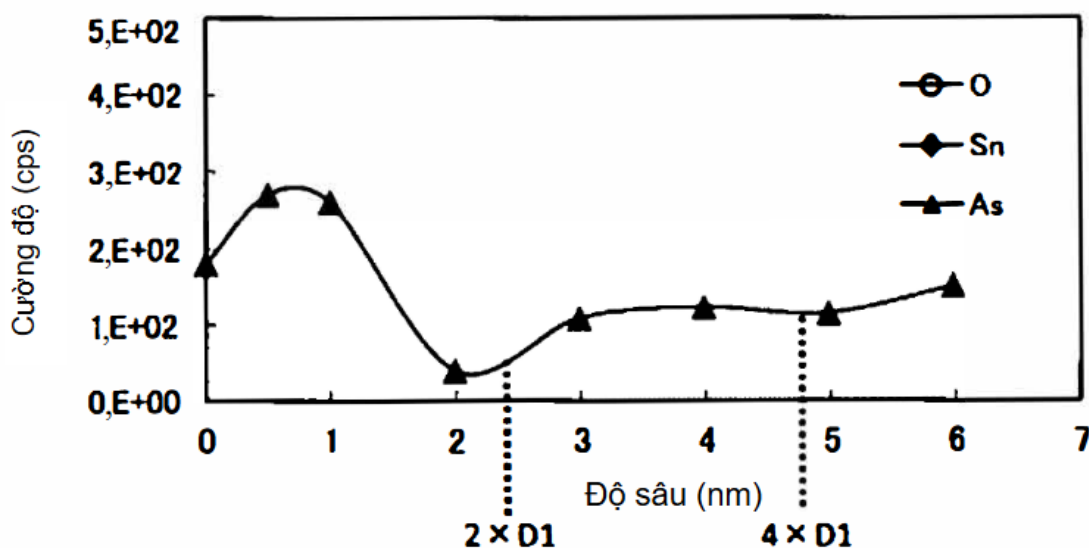
(74) Công ty Luật TNHH ROUSE Việt Nam (ROUSE LEGAL VIETNAM LTD.)

(54) HỢP KIM HÀN, KEM HÀN, BÌ HÀN, PHÔI HÀN, VÀ MỐI NỐI HÀN

(21) 1-2021-03305

(57) Sáng chế đề cập đến hợp kim hàn có các đặc tính chu kỳ nhiệt độ và khả năng chống va đập do rơi tốt và trong đó sự đổi màu ngả vàng được ngăn chặn, khả năng thấm ướt được duy trì, và sự gia tăng ở độ nhớt của kem hàn theo thời gian được ngăn chặn, và kem hàn, bi hàn, phôi hàn, và mối nối hàn trong đó hợp kim hàn được sử dụng. Hợp kim hàn chỉ gồm, theo % khối lượng, từ 0,2% đến 1,2% là Ag, từ 0,6% đến 0,9% là Cu, từ 1,2% đến 3,0% là Bi, từ 0,01% đến 2,0% là In, từ 0,02% đến 1,0% là Sb, từ 0,0040% đến 0,025% là As, và phần còn lại là Sn. Sáng chế cũng đề cập đến kem hàn, bi hàn, và phôi hàn chứa hợp kim hàn, và mối nối hàn được làm từ hợp kim hàn theo sáng chế.

FIG.3



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hợp kim hàn, kem hàn, bi hàn, phôi hàn, và mối nối hàn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các ví dụ về các phương pháp hàn các linh kiện điện tử gồm phương pháp hàn sắt, phương pháp theo dòng, và phương pháp hàn đối lưu (reflow method).

Phương pháp hàn đối lưu là phương pháp trong đó một phần cần thiết của nền được phủ bằng kem hàn chỉ gồm bột hàn và chất trợ dung (flux), các linh kiện điện tử được gắn lên phần được phủ, và sau đó kem hàn được làm nóng chảy trong lò đối lưu để hàn các linh kiện điện tử vào nền. Phương pháp hàn đối lưu này không chỉ cho phép quá trình hàn nhiều phần với một thao tác duy nhất mà còn cho phép quá trình hàn năng suất cao và đảm bảo trong đó không có quá trình nổi bọt cầu thậm chí nếu các linh kiện điện tử với khoảng cách hẹp được hàn và không có chất hàn được dính vào các phần không cần thiết.

Một cách ngẫu nhiên, các ví dụ về các hợp kim hàn mà đã được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực kỹ thuật có liên quan gồm hợp kim hàn Sn-Ag-Cu có hàm lượng Ag là từ 3 đến 5 % khối lượng và hàm lượng Cu là từ 0,5 đến 3 % khối lượng như đã được bộc lộ trong đơn sáng chế Nhật Bản chưa được thẩm định, Công bố lần thứ nhất số H5-050286. Hợp kim hàn này có các đặc tính chu kỳ nhiệt độ và các đặc tính rão tốt. Cụ thể là, các đặc tính chu kỳ nhiệt độ là yếu tố quan trọng trong việc đánh giá tuổi thọ của các thiết bị điện tử và việc bảo hành các sản phẩm.

Tuy nhiên, do hợp kim hàn Sn-Ag-Cu là tương đối cứng, nên nếu nó được sử dụng trong các thiết bị nhỏ như điện thoại di động, vấn đề gọi là “sự bong tróc mặt phân giới” dường như có thể xảy ra trong đó các vết nứt xảy ra tại mặt phân cách giữa linh kiện và phần được hàn là do rơi hoặc dạng tương tự. Sự bong tróc

mặt phân giới đường như có khả năng không xảy ra trong nền mà tại đó lượng hợp kim hàn ở phần nối là tương đối lớn và quá trình hàn theo dòng được sử dụng, nhưng có khả năng xảy ra trong nền mà tại đó phần nối mịn được hàn bằng phương pháp hàn đối lưu và lượng hợp kim hàn ở phần nối là nhỏ.

Kem hàn, bi hàn, phôi hàn, và dạng tương tự được sử dụng trong chất hàn được hàn bằng phương pháp hàn đối lưu. Ngoài ra, chất hàn chứa nhựa được sử dụng để thay đổi mối nối hàn. Trong chất hàn được in trong đó hợp kim hàn được mô tả ở trên được sử dụng, các vấn đề như sự bong tróc mặt phân cách đặc biệt đường như dễ xảy ra. Do đó, hợp kim hàn có các đặc tính chu kỳ nhiệt độ hoặc khả năng chống va đập do rơi tốt đã được nghiên cứu.

Tài liệu sáng chế 1 bộc lộ hợp kim hàn mà được sử dụng để hàn các vùng Cu và là chắc chắn về giảm va đập do rơi, hợp kim hàn chứa In, Ni, Pt, Sb, Bi, Fe, Al, và P và ở đó hàm lượng Ag là từ 0,8 đến 2,0 % khối lượng và hàm lượng Cu là từ 0,05 đến 0,3 % khối lượng.

Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ hợp kim hàn có các đặc tính chu kỳ nhiệt độ tốt, hợp kim hàn Sn-Ag-Cu-Bi chứa thành phần dung dịch rắn. Hợp kim hàn này có: cấu trúc hợp kim chỉ gồm dung dịch rắn quá bão hòa hoặc dung dịch rắn trong đó thành phần dung dịch rắn kết tủa ở nhiệt độ trong phòng; và cấu trúc hợp kim chỉ gồm dung dịch rắn trong đó thành phần dung dịch rắn kết tủa ở nhiệt độ thấp tái hòa tan trong nền Sn ở nhiệt độ cao trong môi trường chu kỳ nhiệt.

Tài liệu sáng chế 3 bộc lộ hợp kim hàn chứa Bi hoặc Sb trong hợp phần hàn Sn-Ag-Cu. Trong hợp kim hàn này, Bi hoặc Sb tạo thành dung dịch rắn với Sn và Ag hoặc Cu tạo thành hợp chất liên kim loại với Sn. Độ bền cơ học được duy trì bằng cấu trúc tế vi của dung dịch rắn hoặc hợp chất liên kim loại.

Ngoài ra, do hợp kim hàn được mô tả ở trên chứa Sn làm thành phần chính, nếu bề mặt của hợp kim hàn bị oxy hóa, sẽ tạo thành màng phủ SnO, mà là màng

oxit và bề mặt của chúng chuyển sang màu vàng. Độ dày của màng của màng phủ SnO càng dày, thì sắc độ vàng của bề mặt chất hàn càng đậm. Nếu bề mặt của hợp kim hàn chuyển thành màu vàng và mất đi ánh kim loại của nó, thì hợp kim hàn sẽ không được phát hiện ra trong suốt quá trình xử lý tự động nhận diện hình ảnh của hợp kim hàn. Do đó, trong một số trường hợp, hợp kim hàn mà thực sự tồn tại không được nhận diện.

Về các nguyên liệu hàn mà sự đổi màu ngả vàng của các bề mặt như trong các tài liệu kỹ thuật liên quan là được ngăn chặn, ví dụ, Tài liệu sáng chế 4 bộc lộ nguyên liệu hàn, mà có hình cầu có đường kính từ 1 đến 1.000 μm , gồm: lớp chất hàn chỉ gồm nguyên liệu kim loại được làm từ hợp kim chứa 40 % khối lượng hoặc lớn hơn là Sn hoặc nguyên liệu kim loại chứa 100 % khối lượng là Sn; và lớp phủ mà bao phủ bề mặt của lớp chất hàn, mà tại đó, trong lớp phủ, màng SnO được tạo thành bên ngoài lớp chất hàn và màng SnO₂ được tạo thành bên ngoài màng SnO, và độ dày của lớp phủ là lớn hơn 0 nm và nhỏ hơn hoặc bằng 4,5 nm. Nguyên liệu hàn ngăn chặn sự đổi màu ngả vàng của bề mặt nguyên liệu hàn thông qua việc tạo thành màng SnO₂.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: WO2006/129713A1

Tài liệu sáng chế 2: WO2009/011341A1

Tài liệu sáng chế 3: Đơn sáng chế Nhật Bản chưa được thẩm định nội dung, Công bố lần thứ nhất số H9-327790

Tài liệu sáng chế 4: Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 5807733

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Trong các hợp kim hàn được bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 2 và Tài liệu sáng chế 3, khả năng chống va đập do rơi không được xem xét. Cụ thể là, khó có thể nói rằng các hợp kim hàn có khả năng chống va đập do rơi tốt của mỗi nối hàn có diện tích hàn nhỏ. Cùng với sự gia tăng hiệu suất và sự thu nhỏ hóa các thiết bị điện tử, các linh kiện điện tử sẽ được kết hợp vào đó cũng trở nên nhỏ hơn và chức năng hóa cao hơn. Hơn nữa, bất chấp sự gia tăng ở số lượng các điện cực trong thiết bị điện tử trong những năm gần đây, kích thước tổng thể của các thiết bị điện đã trở nên nhỏ hơn.

Theo cách này, các mối nối hàn nối các điện cực của các linh kiện điện tử nhỏ cũng trở nên nhỏ hơn. Nếu các hợp kim hàn cấu thành các mối nối hàn có khả năng chống va đập do rơi thấp, các mối nối hàn chỉ bong tróc khi các thiết bị điện tử nhận tác động như tác động khi bị rơi. Các sản phẩm nhỏ mật độ cao như điện thoại di động hoặc máy tính cá nhân di động cũng có thể được hàn bằng cách hàn đối lưu trong đó, kem hàn, bi hàn, hoặc dạng tương tự được sử dụng. Theo đó, lượng được sử dụng trong các mối nối hàn cũng trở nên rất nhỏ, và khả năng chống va đập do rơi của các mối nối hàn càng bị giảm đi.

Hơn nữa, các đặc tính chu kỳ nhiệt độ của các thiết bị điện tử là yếu tố quan trọng liên quan đến tuổi thọ của các thiết bị điện tử. Điện thoại di động hoặc máy tính cá nhân di động không phải lúc nào cũng được sử dụng trong các phòng được điều hòa nhiệt độ tốt, và chúng cũng thường được sử dụng trong các môi trường nhiệt độ cao như bên trong các phương tiện giao thông hoặc trong các môi trường nhiệt độ thấp như ngoài trời khi thời tiết có tuyết. Vì lý do này, đây là điều kiện không thể thiếu để có các đặc tính chu kỳ nhiệt độ tốt, và các hợp kim hàn được sử dụng trong các thiết bị xách tay cần có các đặc tính chu kỳ nhiệt độ tốt.

Đó là do các hệ số giãn nở nhiệt giữa các linh kiện điện tử và các nền cấu thành các thiết bị điện tử là rất khác nhau, trong một số trường hợp, ứng suất có thể áp dụng cho các mối nối hàn phụ thuộc vào các môi trường mà ở đó các thiết bị điện tử được sử dụng, và các mối nối hàn có thể bị nứt. Nếu số các chu kỳ nhiệt độ tăng lên, các mối nối hàn sẽ bị vỡ. Điều này thường được gọi là sự mỏi nhiệt. Các hợp kim hàn trong đó sự mỏi nhiệt ít có khả năng bị gây ra và mà có các đặc tính chu kỳ nhiệt độ thuận lợi được yêu cầu như các hợp kim hàn được sử dụng trong điện thoại di động hoặc máy tính cá nhân di động.

Tuy nhiên, không thể nói rằng các hợp kim hàn có khả năng chống va đập do rơi tốt cũng có các đặc tính chu kỳ nhiệt độ tốt. Ví dụ, hợp kim hàn Sn-Ag-Cu được xem xét đến khả năng chống va đập do rơi trong các tài liệu kỹ thuật có liên quan được bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 1 có hàm lượng Ag hoặc Cu bị giảm. Theo đó, sự làm đặc của các phần hợp chất liên kim loại như Cu_6Sn_5 hoặc Ag_3Sn được tạo ra ở mặt phân cách giữa điện cực và hợp kim hàn bị ngăn chặn để ngăn sự bong tróc khỏi mặt phân cách giữa điện cực và hợp kim hàn để đảm bảo khả năng chống va đập do rơi. Mặt khác, nếu lượng Ag hoặc Cu bị giảm so với lượng hợp kim hàn Sn-Ag-Cu trong các tài liệu kỹ thuật có liên quan, thì các đặc tính chu kỳ nhiệt độ cao hơn trong hợp kim hàn Sn-Ag-Cu sẽ giảm đi. Theo cách này, các hợp kim hàn có cả đặc tính của chu kỳ nhiệt độ được yêu cầu và khả năng chống va đập do rơi vẫn chưa được phát triển cho đến nay.

Hơn nữa, ngoài khả năng chống va đập do rơi và các đặc tính chu kỳ nhiệt độ, tác dụng ngăn chặn sự đổi màu ngả vàng của bề mặt các hợp kim hàn là yếu tố quan trọng trong quá trình xử lý tự động để nhận diện hình ảnh của các hợp kim hàn. Tuy nhiên, do nguyên liệu hàn bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 4 tạo thành màng SnO_2 , nên cần phải chiếu xạ plasma năng lượng cao hoặc tương tự, điều này làm phức tạp hóa quy trình sản xuất. Ngoài ra, để ngăn chặn sự đổi màu ngả vàng của bề mặt hợp kim hàn chứa Sn làm thành phần chính trong tài liệu kỹ thuật có liên quan, các thành phần như P, Ge, và Ga được bổ sung vào đó. Các thành phần

này có năng lượng tự do tạo oxit nhỏ hơn so với Sn và rất dễ bị oxy hóa. Theo đó, khi tạo thành các bi hàn từ các chất hàn nóng chảy, các thành phần như P, Ge, và Ga bị oxy hóa thay vì Sn và được cô đặc trên bề mặt sao cho sự đổi màu ngả vàng của bề mặt chất hàn có thể được ngăn chặn.

Tuy nhiên, nói chung, các hợp kim hàn được yêu cầu phải có tính thấm ướt. Tuy nhiên, nếu hàm lượng và mức độ cô đặc của các thành phần này được tăng lên để ngăn chặn sự đổi màu ngả vàng của bề mặt các hợp kim hàn, thì tính thấm ướt của các hợp kim hàn bị giảm đi.

Ngoài ra, trong việc nối và lắp ráp các linh kiện điện tử vào các nền của các thiết bị điện tử, việc hàn bằng cách sử dụng kem hàn là có ưu thế về chi phí và độ đảm bảo. Việc phủ nền bằng kem hàn được thực hiện, ví dụ, thông qua quá trình in lưới bằng cách sử dụng mặt nạ kim loại. Để đảm bảo khả năng in của kem hàn, cần phải có độ nhớt của kem hàn thích hợp.

Trong bản mô tả này, trong trường hợp mà sử dụng bột hàn trong đó sự đổi màu ngả vàng được ngăn chặn, thì có thể làm tăng hàm lượng của chất hoạt hóa được sử dụng trong kem hàn hoặc sử dụng chất hoạt hóa hoạt tính cao để bù đắp cho sự giảm tính thấm ướt. Tuy nhiên, nếu tính thấm ướt được cải thiện bằng chất hoạt hóa hoặc dạng tương tự, độ nhớt của kem hàn tăng theo thời gian. Vì lý do này, trong hợp kim hàn trong lĩnh vực kỹ thuật có liên quan, không thể có tác dụng ngăn chặn sự làm đặc khi được sử dụng trong kem hàn ngoài việc có khả năng chống va đập do rơi được yêu cầu, các đặc tính chu kỳ nhiệt độ và tác dụng ngăn chặn sự đổi màu ngả vàng ở cùng một thời điểm, và hơn nữa yêu cầu việc nghiên cứu thêm về vấn đề này.

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế là tạo ra hợp kim hàn mà có các đặc tính chu kỳ nhiệt độ và khả năng chống va đập do rơi tốt và trong đó sự đổi màu ngả vàng được ngăn chặn, tính thấm ướt tốt được duy trì, và sự gia tăng ở độ nhớt của kem hàn theo thời gian có thể được ngăn chặn, và kem hàn, bi hàn, phôi hàn,

và môi nối hàn trong đó hợp kim hàn được sử dụng.

Giải pháp cho vấn đề

Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng, trong hợp phần hợp kim hàn Sn-Ag-Cu, các đặc tính chu kỳ nhiệt độ bị giảm đi nếu hàm lượng Cu lệch khỏi vùng lân cận của điểm eutectic, các đặc tính chu kỳ nhiệt độ sẽ giảm đi ít hơn nếu hàm lượng Ag lệch khỏi vùng lân cận của điểm eutectic so với trường hợp Cu, các đặc tính chu kỳ nhiệt độ được cải thiện do bổ sung In vào Bi và Sb thay vì giảm hàm lượng Ag, sự đổi màu ngả vàng được ngăn chặn và tính thấm ướt vẫn tốt nếu lượng As được xác định trước được kết hợp vào, và tác dụng ngăn chặn sự làm đặc được thể hiện trong trường hợp mà kem hàn được sử dụng, và hoàn thành sáng chế. Các chi tiết được thể hiện dưới đây.

Nếu môi nối hàn được đặt vào chu kỳ nhiệt độ, cấu trúc của hợp kim hàn trở nên thô. Do đó, nói chung, hợp kim hàn với cấu trúc mịn có các đặc tính chu kỳ nhiệt độ tốt. Xét rằng trong hợp kim hàn bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 3, hàm lượng Ag trong các hợp kim hàn được dùng trong các ví dụ là 3,0 % khối lượng hoặc 3,4 % khối lượng, công nghệ của các hợp kim hàn có hàm lượng Ag gần với điểm eutectic được bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 3. Ngược lại, hàm lượng Ag được đặt thành 0,2 đến 1,2 % khối lượng theo sáng chế để cải thiện khả năng chống va đập do rơi. Tuy nhiên, đã phát hiện ra rằng không thể nói rằng các đặc tính chu kỳ nhiệt độ trở nên thuận lợi chỉ đơn giản bằng cách giảm hàm lượng Ag từ các hợp kim hàn được bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 3.

Do đó, theo sáng chế, In được bổ sung thêm vào hợp phần hợp kim hàn Sn-Ag-Cu sau khi bổ sung Bi và Sb vào đó như trong hợp kim hàn được bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 3. Kết quả là ngay cả khi hàm lượng Ag đã giảm xuống từ 0,2 đến 1,2 % khối lượng, không chỉ độ môi nhiệt thấp, tương tự như trong hợp kim hàn Sn-Ag-Cu-Bi-Sb trong tài liệu kỹ thuật có liên quan, mà còn thu được hợp kim hàn có các đặc tính chu kỳ nhiệt độ thuận lợi một cách bất ngờ.

In được chứa trong hợp kim hàn theo sáng chế là kim loại tạo thành dung dịch rắn với Sn theo cách giống như Bi và Sb. Do nguyên tử lượng của In là nhỏ so với nguyên tử lượng của Bi hoặc Sn tạo thành dung dịch rắn với Sn, In đi vào khoảng trống giữa Bi hoặc Sb. Do đó, hợp kim hàn được tăng cường dung dịch rắn có các đặc tính chu kỳ nhiệt độ tốt hơn có thể được tạo thành.

Tốt hơn là, nếu hàm lượng Bi có nguyên tử lượng lớn nhất trong số Bi, Sb, và In là lớn hơn hai lần so với nguyên tử lượng của In theo % nguyên tử, tức là, nhiều hơn khoảng 4 lần so với In theo % khối lượng, In đi vào các khoảng trống giữa các nguyên tử của Bi, và các đặc tính chu kỳ nhiệt độ trở nên thuận lợi hơn. Hàm lượng của Bi tốt hơn nữa là lớn hơn 3 lần so với In theo % nguyên tử.

Tuy nhiên, do In có khả năng phản ứng cao giống như Zn hoặc tương tự, nếu nó được sử dụng trong kem hàn, dường như có thể gây ra sự thay đổi về độ nhớt của kem hàn theo thời gian. Do đó, khó để xử lý In. Theo sáng chế, đã phát hiện ra rằng In cũng có thể được sử dụng trong kem hàn bằng cách giới hạn hàm lượng In trong hợp kim hàn.

Hơn nữa, ngoài các thành phần khác nhau, các tác giả sáng chế đã cố gắng để bổ sung lượng xác định trước của hợp kim hàn Sn-Ag-Cu-Bi-In-Sb. Hợp kim hàn chứa Sn làm thành phần chính đã được biết đến để tạo thành màng SnO₂ như được mô tả ở trên, và hợp kim hàn chứa As thường được xem là kém hơn về tính thấm ướt. Do đó, tránh được việc bổ sung As vào hợp kim hàn. Tuy nhiên, bất ngờ là các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng lớp As được cô đặc được tạo thành trên bề mặt của hợp kim hàn ngăn chặn sự đổi màu ngả vàng và cho phép thu được tác dụng ngăn ngừa sự làm đặc rất tốt ngoài các đặc tính chu kỳ nhiệt độ được yêu cầu và khả năng chống va đập do rơi và tính thấm ướt tốt được duy trì, và do đó, đã hiện thực hóa sáng chế.

Sáng chế thu được từ các phát hiện này như được mô tả dưới đây.

(1) Hợp kim hàn chỉ gồm, theo % khối lượng, từ 0,2% đến 1,2% là Ag, từ 0,6% đến 0,9% là Cu, từ 1,2% đến 3,0% là Bi, từ 0,01% đến 2,0% là In, từ 0,02% đến 1,0% là Sb, từ 0,0040% đến 0,025% là As, và phần còn lại là Sn, hợp kim hàn gồm: lớp As được cô đặc, trong đó sự có mặt của lớp As được cô đặc được xác nhận bằng các tiêu chí xác định dưới đây, lớp As được cô đặc là vùng từ bề mặt ngoài cùng của hợp kim hàn đến độ sâu $2 \times D1$ (nm) tính theo SiO_2 , và độ dày của lớp As được cô đặc tính theo SiO_2 là từ 0,5 đến 8,0 nm.

Tiêu chí xác định

Trong mẫu có kích cỡ $5,0 \text{ mm} \times 5,0 \text{ mm}$, diện tích tùy biến $700 \mu\text{m} \times 300 \mu\text{m}$ được chọn, và quá trình phân tích XPS được thực hiện kết hợp với phún xạ ion. Một diện tích được chọn cho mỗi mẫu, và mỗi trong số ba mẫu được phân tích một lần, trong tổng ba lần phân tích. Trong trường hợp mà $S1 > S2$ ở tất cả ba lần phân tích, xác định được rằng lớp As được cô đặc đã được tạo thành.

Trong bản mô tả này,

S1: trị số tích hợp của cường độ phát hiện của As trong vùng từ độ sâu 0 đến $2 \times D1$ (nm) tính theo SiO_2 trong đồ thị của quá trình phân tích XPS

S2: trị số tích hợp của cường độ phát hiện của As trong vùng từ độ sâu $2 \times D1$ đến $4 \times D1$ (nm) tính theo SiO_2 trong đồ thị của quá trình phân tích XPS

D1: độ sâu ban đầu (nm) tính theo SiO_2 tại đó cường độ phát hiện của các nguyên tử O là bằng 1/2 cường độ phát hiện tối đa (cường độ tại Do-max) trong phần sâu hơn so với độ sâu depth (Do-max (nm)) tính theo SiO_2 tại đó cường độ phát hiện của các nguyên tử O là tối đa trong đồ thị của quá trình phân tích XPS

(2) Kem hàn gồm: bột hàn chỉ gồm hợp kim hàn theo mục (1) được mô tả ở trên; và chất trợ dung.

- (3) Bi hàn chỉ gồm hợp kim hàn theo mục (1) được mô tả ở trên.
- (4) Phôi hàn chỉ gồm hợp kim hàn theo mục (1) được mô tả ở trên.
- (5) Mỗi nối hàn được làm từ hợp kim hàn theo mục (1) được mô tả ở trên.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là đồ thị của quá trình phân tích XPS của bề mặt bi hàn.

Fig.2 là đồ thị của quá trình phân tích XPS của bề mặt bi hàn.

Fig.3 là đồ thị của quá trình phân tích XPS của bề mặt bi hàn.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện sáng chế

Sáng chế sẽ được mô tả một cách chi tiết hơn dưới đây. Theo phần mô tả sáng chế, “%” liên quan đến hợp phần hợp kim hàn là “% khối lượng” trừ khi được quy định khác đi.

1. Hợp kim hàn

(1) Ag: 0,2% đến 1,2%

Trong hợp kim hàn chứa Sn làm thành phần chính, Ag thường có tác dụng đối với các đặc tính chu kỳ nhiệt độ. Mặt khác, nếu hàm lượng lớn Ag được bổ sung, khả năng chống va đập do rơi sẽ giảm đi. Trong hợp kim hàn theo sáng chế, nếu hàm lượng Ag là nhỏ hơn so với 0,2%, lượng các hợp chất liên kim loại Sn-Ag trong hợp kim hàn là nhỏ đến mức tác dụng tinh luyện cấu trúc hàn và tác dụng cải thiện các đặc tính chu kỳ nhiệt độ không xuất hiện. Giới hạn dưới của hàm lượng Ag là lớn hơn hoặc bằng 0,2% và tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,3%.

Mặt khác, nếu hàm lượng Ag là lớn hơn 1,2%, lượng Ag_3Sn được tạo ra bên trong chất hàn tăng lên và cấu trúc tương tự lưới được tạo thành. Do đó, độ bền của hợp kim hàn tăng lên và khả năng chống va đập do rơi giảm đi. Vì lý do này,

giới hạn trên của hàm lượng Ag là nhỏ hơn hoặc bằng 1,2% và tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%.

(2) Cu: 0,6% đến 0,9%

Trong hợp kim hàn theo sáng chế, nếu hàm lượng Cu là nhỏ hơn so với 0,6%, lượng các hợp chất liên kim loại Sn-Cu trong hợp kim hàn là nhỏ đến mức tác dụng tinh luyện cấu trúc hàn và tác dụng cải thiện các đặc tính chu kỳ nhiệt độ không xuất hiện. Giới hạn dưới của hàm lượng Cu là lớn hơn hoặc bằng 0,6% và tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,7%.

Mặt khác, nếu hàm lượng Cu là lớn hơn 0,9%, lớp hợp chất liên kim loại của Cu_6Sn_5 trở thành tinh thể nguyên sinh trong suốt quá trình hóa rắn của chất hàn, và tính nóng chảy được ức chế. Vì lý do này, giới hạn trên của hàm lượng Cu là nhỏ hơn hoặc bằng 0,9% và tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,8%.

(3) Bi: 1,2% đến 3,0%

Nếu hàm lượng Bi là nhỏ hơn so với 1,2%, lượng Bi được hòa tan trong Sn trong hợp kim hàn là nhỏ. Do đó, không có tác dụng cải thiện các đặc tính chu kỳ nhiệt độ. Giới hạn dưới của hàm lượng Bi là lớn hơn hoặc bằng 1,2% và tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 1,5%. Mặt khác, nếu hàm lượng Bi là lớn hơn 3,0%, độ cứng của chất hàn tăng mạnh và tính dễ uốn mất đi. Do đó, khả năng chống va đập do rơi giảm đi. Vì lý do này, giới hạn trên của hàm lượng Bi là nhỏ hơn hoặc bằng 3,0%, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 2,5%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 2,0%.

(4) In: 0,01% đến 2,0%

In có tác dụng cải thiện các đặc tính chu kỳ nhiệt độ. Tuy nhiên, do In là kim loại mà dễ bị oxy hóa, hợp kim hàn của nó cũng dễ bị oxy hóa. Do quá trình oxy hóa của In gây ra sự đổi màu ngả vàng của hợp kim hàn, hàm lượng In cần được

giới hạn. Hơn nữa, nếu hợp kim hàn chứa In là ở dạng bột và trộn với chất trợ dung để tạo ra kem hàn, In phản ứng với chất trợ dung. Do đó, độ nhót của kem hàn dễ thay đổi theo thời gian.

Nếu hàm lượng In là nhỏ hơn so với 0,01%, lượng dung dịch rắn của In với Sn trong hợp kim hàn là nhỏ. Do đó, không có tác dụng cải thiện các đặc tính chu kỳ nhiệt độ. Giới hạn dưới của hàm lượng In là lớn hơn hoặc bằng 0,01% và tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,2%. Mặt khác, nếu hàm lượng In là lớn hơn 2,0%, sự đổi màu ngả vàng xảy ra trên bề mặt của burou hàn sau khi hàn đối lưu và độ nhót của kem hàn thay đổi theo thời gian, điều này không được ưu tiên. Giới hạn trên của hàm lượng In là nhỏ hơn hoặc bằng 2,0% và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,5%.

(5) Sb: 0,02% đến 1,0%

Nếu hàm lượng Sb là nhỏ hơn so với 0,02%, thì lượng Sb được hòa tan trong Sn trong hợp kim hàn là nhỏ. Do đó, không có tác dụng cải thiện các đặc tính chu kỳ nhiệt độ. Giới hạn dưới của hàm lượng Sb là lớn hơn hoặc bằng 0,02%, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,025%, và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,1%. Mặt khác, nếu hàm lượng Sb là lớn hơn 1,0%, các hợp chất liên kim loại Ag-Sb được tạo ra trong hợp kim hàn, kết quả là khả năng chống va đập do rơi kém. Ngoài ra, nếu hàm lượng Sb là lớn hơn 1,0%, tính thấm ướt của hợp kim hàn giảm đi. Giới hạn trên của hàm lượng Sb là nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,5%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,2%.

(6) As: 0,0040% đến 0,025%

Do As tạo thành lớp As được cô đặc trên bề mặt của hợp kim hàn, sự đổi màu ngả vàng được ngăn chặn. Ngoài ra, nếu hợp kim hàn theo sáng chế được bổ sung vào kem hàn làm bột hàn, As còn có thể thể hiện tác dụng ngăn chặn sự làm đặc của kem hàn. Hàm lượng As cần phải lớn hơn hoặc bằng 0,0040% đối với giới

hạn dưới của chúng để các tác dụng do sự bao gồm As được thể hiện đầy đủ. Mặt khác, nếu hàm lượng As là lớn hơn 0,025%, tính thấm ướt sẽ giảm đi. Giới hạn trên của hàm lượng As là nhỏ hơn hoặc bằng 0,025%, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,020%, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,010%.

Lớp As được cô đặc được tạo thành do sự kết hợp của của As trong sáng chế là vùng trong đó nồng độ As là cao hơn so với nồng độ trung bình (hàm lượng As trên tổng khối lượng của nguyên liệu hàn) của As trong nguyên liệu hàn, và cụ thể là vùng từ bề mặt ngoài cùng của hợp kim hàn đến độ sâu $2 \times D1$ (nm) tính theo SiO_2 . Sự có mặt của lớp As được cô đặc có thể được xác nhận bằng tiêu chí xác định được mô tả dưới đây. Lớp As được cô đặc tốt hơn là có mặt trên ít nhất một phần của bề mặt bên của nguyên liệu hàn và tốt hơn là bao phủ toàn bộ bề mặt.

Nếu lớp As được cô đặc được tạo thành do sự kết hợp của As như trong sáng chế, sự đổi màu ngả vàng được ngăn chặn, tính thấm ướt cao được duy trì, và sự tăng độ nhớt của kem hàn có thể được ngăn chặn. Mặc dù lý do cho điều này là chưa rõ ràng, nó được suy diễn như sau. Cho rằng sự tăng độ nhớt được gây ra bởi sự tạo thành các muối do phản ứng gây ra giữa Sn hoặc oxit Sn và các chất phụ gia khác nhau như chất hoạt hóa chứa trong kem hàn (chất trợ dung) hoặc sự đông tụ của nguyên liệu hàn. Suy diễn rằng, nếu lớp As được cô đặc có mặt trên bề mặt của hợp kim hàn theo sáng chế, lớp As được cô đặc được đặt vào giữa hợp kim hàn và chất trợ dung, và phản ứng được mô tả ở trên không có khả năng xảy ra, và do đó, các tác dụng được mô tả ở trên được thể hiện đồng thời.

(6-1) Tiêu chí xác định của lớp As được cô đặc

Trong mẫu có kích cỡ $5,0 \text{ mm} \times 5,0 \text{ mm}$ (trong trường hợp trong đó nguyên liệu hàn không ở dạng tấm, mẫu thu được bằng cách trải nguyên liệu hàn (như bột hàn hoặc bi hàn) mà không có khoảng trống bất kỳ trên phạm vi $5,0 \text{ mm} \times 5,0 \text{ mm}$), diện tích tùy biến $700 \text{ } \mu\text{m} \times 300 \text{ } \mu\text{m}$ được chọn, và quá trình phân tích XPS được thực hiện kết hợp với phún xạ ion. Một diện tích được chọn cho mỗi mẫu,

và mỗi trong số ba mẫu được phân tích một lần, trong tổng ba lần phân tích. Trong trường hợp mà $S1 \geq S2$ trong tất cả ba lần phân tích, xác định được rằng lớp As được cô đặc đã được tạo thành.

Trong bản mô tả này, định nghĩa về S1, S2, và D1 là như dưới đây.

S1: Trị số tích hợp của cường độ phát hiện của As trong vùng từ độ sâu 0 đến $2 \times D1$ (nm) tính theo SiO₂ trong đồ thị của quá trình phân tích XPS được thực hiện trên mẫu được mô tả ở trên

S2: Trị số tích hợp của cường độ phát hiện của As trong vùng từ độ sâu $2 \times D1$ đến $4 \times D1$ (nm) tính theo SiO₂ trong đồ thị của quá trình phân tích XPS

D1: Độ sâu ban đầu (nm) tính theo SiO₂ tại đó cường độ phát hiện của các nguyên tử O là bằng 1/2 cường độ phát hiện tối đa (cường độ tại Do·max) trong phần sâu hơn so với độ sâu (Do·max (nm)) tính theo SiO₂ tại đó cường độ phát hiện của nguyên tử O là tối đa trong đồ thị của quá trình phân tích XPS

Các điều kiện chi tiết của tiêu chí xác định được mô tả ở trên của lớp As được cô đặc là như được mô tả trong các ví dụ. Bằng cách có lớp As được cô đặc trên bề mặt của hợp kim hàn theo sáng chế, sự đổi màu ngả vàng của hợp kim hàn có thể được ngăn chặn và sự tăng độ nhót của kem hàn có thể được ngăn chặn.

(6-2) Độ dày của lớp As được cô đặc

Độ dày (tính theo SiO₂) của lớp As được cô đặc là từ 0,5 đến 8,0 nm, tốt hơn nữa là từ 0,5 đến 4,0 nm, và tốt nhất là từ 0,5 đến 2,0 nm. Nếu độ dày của lớp As được cô đặc là nằm trong các phạm vi được mô tả ở trên, thì thu được nguyên liệu hàn mà ngăn chặn được sự đổi màu ngả vàng và có tính thấm ướt tốt.

(6-3) Sắc độ vàng

Trong sáng chế, màu vàng b* trong hệ màu L*a*b* của hợp kim hàn tốt hơn

là từ 0 đến 10,0, tốt hơn nữa là từ 3,0 đến 5,7, và tốt nhất là từ 3,0 đến 5,0. Nếu sắc độ vàng b^* trong hệ màu $L^*a^*b^*$ của nguyên liệu hàn là nằm trong các phạm vi được mô tả ở trên, thì sắc độ vàng là thấp và chất hàn có ánh kim loại. Do đó, mỗi nối hàn được phát hiện chính xác trong suốt quá trình xử lý tự động nhận diện hình ảnh của mỗi nối hàn.

Trong sáng chế, sắc độ vàng b^* có thể thu được từ các trị số màu (L^* , a^* , và b^*) bằng cách đo hệ số truyền quang phổ theo “Methods of Color Measurement-Color of Reflecting và Transmitting Objects” của JIS Z 8722:2009 với nguồn sáng D65 và phạm vi quan sát 10 độ bằng cách sử dụng máy đo màu quang phổ loại CM-3500d2600d (sản xuất bởi Konica Minolta, Inc.)

(7) Phần còn lại: Sn

Phần còn lại của hợp kim hàn theo sáng chế là Sn. Hợp kim hàn có thể chứa các tạp chất không thể tránh khỏi ngoài các thành phần được mô tả ở trên. Việc bao gồm các tạp chất không thể tránh khỏi không ảnh hưởng đến các tác dụng được mô tả ở trên.

2. Kem hàn

Kem hàn theo sáng chế chứa chất trợ dung và bột hàn.

(1) Thành phần của chất trợ dung

Chất trợ dung được sử dụng trong kem hàn gồm có chất bất kỳ hoặc tổ hợp của hai hoặc nhiều axit hữu cơ, amin, amin hydrohalua, hợp chất halogen hữu cơ, tác nhân xúc biến, colophan, dung môi, chất hoạt động bề mặt, tác nhân bazơ, hợp chất polyme, tác nhân liên kết silan, và chất tạo màu.

Các ví dụ về các axit hữu cơ gồm axit succinic, axit glutaric, axit adipic, axit pimelic, axit suberic, axit azelaic, axit sebacic, các axit dime, axit propionic, axit 2,2-bishydroxymethylpropionic, axit tartaric, axit malic, axit glycolic, axit

diglycolic, axit thioglycolic, axit dithioglycolic, axit stearic, axit 12-hydroxystearic, axit palmitic, và axit oleic.

Các ví dụ về các amin gồm etylamin, trietylamin, etylendiamin, trietylentetramin, 2-metylimidazol, 2-undexylimidazol, 2-heptadexylimidazol, 1,2-dimetylimidazol, 2-etyl-4-metylimidazol, 2-phenylimidazol, 2-phenyl-4-metylimidazol, 1-benzyl-2-metylimidazol, 1-benzyl-2-phenylimidazol, 1-xyanoetyl-2-metylimidazol, 1-xyanoetyl-2-undexylimidazol, 1-xyanoetyl-2-etyl-4-metylimidazol, 1-xyanoetyl-2-phenylimidazol, 1-xyanoetyl-2-undexylimidazoli trimellitat, 1-xyanoetyl-2-phenylimidazoli trimellitat, 2,4-diamino-6-[2'-metylimidazolyl-(1')]-etyl-s-triazin, 2,4-diamino-6-[2'-undexylimidazolyl-(1')]-etyl-s-triazin, 2,4-diamino-6-[2'-etyl-4'-metylimidazolyl-(1')]-etyl-s-triazin, sản phẩm cộng axit 2,4-diamino-6-[2'-metylimidazolyl-(1')]-etyl-s-triazin-isoxyanuric, sản phẩm cộng axit 2-phenylimidazol-isoxyanuric, 2-phenyl-4,5-dihydroxymetylimidazol, 2-phenyl-4-metyl-5-hydroxymetylimidazol, 2,3-dihydro-1H-pyrol[1,2-a]benzimidazol, 1-dodexyl-2-metyl-3-benzylimidazoli clorua, 2-metylimidazolin, 2-phenylimidazolin, 2,4-diamino-6-vinyl-s-triazin, sản phẩm cộng axit 2,4-diamino-6-vinyl-s-triazin-isoxyanuric, 2,4-diamino-6-metacryloyloxyetyl-s-triazin, sản phẩm cộng epoxy-imidazol, 2-metylbenzimidazol, 2-octylbenzimidazol, 2-pentylbenzimidazol, 2-(1-etyl-pentyl) benzimidazol, 2-nonylbenzimidazol, 2-(4-thiazolyl) benzimidazol, benzimidazol, 2-(2'-hydroxy-5'-metylphenyl) benzotriazol, 2-(2'-hydroxy-3'-tert-butyl-5'-metylphenyl)-5-clobenzotriazol, 2-(2'-hydroxy-3',5'-di-tert-amylphenyl) benzotriazol, 2-(2'-hydroxy-5'-tert-octylphenyl) benzotriazol, 2,2'-metylenbis[6-(2H-benzotriazol-2-yl)-4-tert-octylphenol], 6-(2-benzotriazolyl)-4-tert-octyl-6'-tert-butyl-4'-metyl-2,2'-metylenbisphenol, 1,2,3-benzotriazol, 1-[N,N-bis(2-etylhexyl) aminometyl] benzotriazol, carboxybenzotriazol, 1-[N,N-bis(2-etylhexyl) aminometyl] metylbenzotriazol, 2,2'-[[metyl-1H-benzotriazol-1-yl) metyl]

imino]bisetanol, 1-(1',2'-dicarboxyetyl) benzotriazol, 1-(2,3-dicarboxypropyl) benzotriazol, 1-[(2-ethylhexyl amino)metyl] benzotriazol, 2,6-bis[(1H-benzotriazol-1-yl) metyl]-4-metylphenol, 5-metylbenzotriazol, và 5-phenyltetrazol.

Amin hydrohalua là hợp chất thu được bằng cách cho amin và hydro halua phản ứng với nhau, và các ví dụ về các amin gồm etylamin, etylendiamin, trietylamin, diphenylguanidin, ditolylguanidin, metylimidazol, và 2-etyl-4-metylimidazol, và các ví dụ về các hydro halua gồm các hydrua của clo, brom, và iot.

Các ví dụ về các hợp chất halogen hữu cơ gồm trans-2,3-dibrom-2-buten-1,4-diol, trietyl isoxyanurat hexabromua, 1-bromo-2-butanol, 1-bromo-2-propanol, 3-bromo-1-propanol, 3-bromo-1,2-propandiol, 1,4-dibromo-2-butanol, 1,3-dibromo-2-propanol, 2,3-dibromo-1-propanol, 2,3-dibromo-1,4-butandiol, và 2,3-dibromo-2-buten-1,4-diol.

Các ví dụ về các tác nhân xúc biến gồm tác nhân xúc biến trên cơ sở sáp, tác nhân xúc biến trên cơ sở amit, và tác nhân xúc biến trên cơ sở sorbitol. Các ví dụ về các tác nhân xúc biến trên cơ sở sáp gồm dầu thầu dầu đã được hydro hóa. Các ví dụ về các tác nhân xúc biến trên cơ sở amit gồm tác nhân xúc biến trên cơ sở monoamit, tác nhân xúc biến trên cơ sở bisamit, và tác nhân xúc biến trên cơ sở polyamit, và các ví dụ cụ thể của chúng gồm amit của axit lauric, amit của axit palmitic, amit của axit stearic, amit của axit behenic, amit của axit hydroxystearic, các amit của axit béo no, amit của axit oleic, amit của axit erucic, các amit của axit béo không no, p-toluen metan amit, amit thơm, amit của axit metylenbisstearic, amit của axit etylenbislauric, amit của axit etylenbishydroxystearic, bisamit của axit béo no, amit của axit metylenbisoleic, bisamit của axit béo không no, amit của axit m-xylylenbisstearic, bisamit thơm, polyamit của axit béo no, polyamit của axit béo không no, polyamit thơm, các

amit được thể, metylol amit của axit stearic, metylol amit, và este amit của axit béo. Các ví dụ về các tác nhân xúc biến trên cơ sở sorbitol gồm dibenzyliden-D-sorbitol và bis(4-metylbenzyliden)-D-sorbitol.

Các ví dụ về các tác nhân bazơ gồm chất hoạt động bề mặt không ion, chất hoạt động bề mặt cation yếu, và colophan.

Các ví dụ về các chất hoạt động bề mặt không ion gồm polyetylen glycol, polyetylen glycol-polypropylen glycol copolyme, sản phẩm cộng rượu béo-polyoxyetylen, sản phẩm cộng rượu thơm-polyoxyetylen, và sản phẩm cộng rượu polyhydric-polyoxyetylen.

Các ví dụ về các chất hoạt động bề mặt cation yếu gồm diamin polyetylen glycol cuối, diamin polyetylen glycol-polypropylen glycol copolyme cuối, sản phẩm cộng amin béo-polyoxyetylen, sản phẩm cộng amin thơm-polyoxyetylen, và sản phẩm cộng amin đa hóa trị-polyoxyetylen.

Các ví dụ về colophan gồm colophan thô như colophan gôm, colophan gỗ, và colophan dầu gỗ thông, và các dẫn xuất thu được từ colophan thô. Các ví dụ về các dẫn xuất này gồm colophan đã được tinh chế, colophan đã được hydro hóa, colophan không cân xứng, colophan đã được polyme hóa, sản phẩm biến tính axit α,β -không no carboxylic (như colophan đã được acrylat hóa, colophan đã được maleat hóa, hoặc colophan đã được fumarat hóa), sản phẩm đã được tinh chế, hydrit, và sản phẩm không cân xứng của colophan đã được polyme hóa, và sản phẩm đã được tinh chế, hydrit, và sản phẩm không cân xứng của các sản phẩm biến tính axit α,β -không no carboxylic, và hai hoặc nhiều loại của chúng có thể được sử dụng. Ngoài ra nhựa colophan, chất trợ dung có thể chứa thêm ít nhất một nhựa được chọn từ nhựa terpen, nhựa terpen được biến tính, nhựa phenol terpen, nhựa phenol terpen được biến tính, nhựa styren, nhựa styren được biến tính, nhựa xylen, và nhựa xylen được biến tính. Nhựa terpen được biến tính thơm, nhựa terpen đã được hydro hóa, nhựa terpen được biến tính thơm đã được hydro

hóa, hoặc dạng tương tự có thể được sử dụng như nhựa terpen được biến tính. Nhựa phenol terpen đã được hydro hóa hoặc dạng tương tự có thể được sử dụng như nhựa phenol terpen được biến tính. Nhựa styren-acrylic, nhựa của axit styren-maleic, hoặc dạng tương tự có thể được sử dụng như nhựa styren được biến tính. Các ví dụ về các nhựa xylen được biến tính gồm nhựa xylen được biến tính phenol, nhựa xylen được biến tính alkylphenol, nhựa xylen loại resol được biến tính phenol, nhựa xylen được biến tính polyol, và nhựa xylen được bổ sung polyoxyetylen.

Các ví dụ về các dung môi gồm nước, dung môi rượu, dung môi trên cơ sở glycoldung môi trên cơ sở glycol ete, và các terpeneol. Các ví dụ về các dung môi rượu gồm rượu isopropyl, 1,2-butandiol, isobornyl cyclohexanol, 2,4-diethyl-1,5-pentandiol, 2,2-dimethyl-1,3-propandiol, 2,5-dimethyl-2,5-hexandiol, 2,5-dimethyl-3-hexyn-2,5-diol, 2,3-dimethyl-2,3-butandiol, 1,1,1-tris(hydroxymethyl)etan, 2-ethyl-2-hydroxymethyl-1,3-propandiol, 2,2'-oxybis(metylen)bis(2-ethyl-1,3-propandiol), 2,2-bis(hydroxymethyl)-1,3-propandiol, 1,2,6-trihydroxyhexan, bis[2,2,2-tris(hydroxymethyl)etyl]ete, 1-etylnyl-1-cyclohexanol, 1,4-cyclohexandiol, 1,4-cyclohexan dimetanol, erythritol, threitol, guaiacol glyxerol ete, 3,6-dimethyl-4-octyn-3,6-diol, và 2,4,7,9-tetramethyl-5-dexyn-4,7-diol. Các ví dụ về các dung môi trên cơ sở glycoldung môi trên cơ sở glycol ete gồm dietylen glycol mono-2-ethylhexyl ete, etylen glycol monophenyl ete, 2-methylpentan-2,4-diol, dietylen glycol monohexyl ete, dietylen glycol dibutyl ete, và trietylen glycol monobutyl ete.

Các ví dụ về các chất hoạt động bề mặt gồm các polyoxyalkylen axetylen glycol, polyoxyalkylen glyxeryl ete, polyoxyalkylen alkyl ete, polyoxyalkylen este, polyoxyalkylen alkylamin, và polyoxyalkylen alkylamit.

(2) Hàm lượng của chất trợ dung

Hàm lượng chất trợ dung dựa trên tổng khối lượng của kem hàn, tốt hơn là

từ 5% đến 95% và tốt hơn nữa là từ 5% đến 15%. Trong các phạm vi này, tác dụng ngăn chặn sự làm đặc do bột hàn được thể hiện đầy đủ.

(3) Bột hàn

Bột hàn được sử dụng trong kem hàn theo sáng chế tốt hơn là bột có hình cầu. Bột có hình cầu cải thiện độ lưu động của các hợp kim hàn.

Ngoài ra, trong trường hợp mà hợp kim hàn là các bột có hình cầu có các kích cỡ (sự phân bố kích cỡ hạt) tương đương với các ký hiệu 1 đến 8 trong phân loại (bảng 2) của kích cỡ bột trong JIS Z 3284-1:2014, quá trình hàn trên các thành phần mịn có thể được thực hiện. Các nguyên liệu hàn dạng hạt tốt hơn nữa là có các kích cỡ tương đương với các ký hiệu 4 đến 8 và thậm chí tốt hơn nữa là có các kích cỡ tương đương với các ký hiệu 5 đến 8. Độ tròn của chúng tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,90, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 0,95, và tốt nhất là lớn hơn hoặc bằng 0,99.

Theo sáng chế, đường kính hình cầu và độ tròn của hợp kim hàn là bột có hình cầu được đo bằng hệ thống đo hình ảnh CNC (Thiết bị đo Ultra Quick Vision ULTRA QV350-PRO được sản xuất bởi Mitutoyo Corporation) trong đó phương pháp tâm vùng tối thiểu (mininum zone centre - MZC) được sử dụng. Trong một phương án, độ tròn thể hiện độ lệch so với hình cầu thực và là trị số trung bình số học được tính toán khi, ví dụ, các đường kính của 500 bi được chia theo các trục chính. Khi trị số này gần tới 1,00 mà là giới hạn trên, thì các bi sẽ gần hơn với các quả cầu thật.

(4) Phương pháp sản xuất kem hàn

Kem hàn theo sáng chế được sản xuất thông qua phương pháp chung trong lĩnh vực kỹ thuật này. Đầu tiên, các phương pháp đã được biết đến rộng rãi như phương pháp nhỏ giọt trong đó nguyên liệu hàn nóng chảy được bổ sung từng giọt để thu được các hạt, phương pháp phun trong đó nguyên liệu hàn nóng chảy được

phun ly tâm, và phương pháp trong đó lượng lớn nguyên liệu hàn được nghiền mịn có thể được dùng để sản xuất bột hàn. Trong phương pháp nhỏ giọt hoặc phương pháp phun, quá trình nhỏ giọt hoặc phun tốt hơn là được thực hiện trong khí quyển trơ hoặc dung môi để tạo thành các hạt. Các thành phần được mô tả ở trên có thể được làm nóng và trộn với nhau để điều chế chất trợ dung, bột hàn được mô tả ở trên có thể được đưa vào trong chất trợ dung, và hỗn hợp có thể được khuấy và trộn để sản xuất kem hàn.

3. Bi hàn

Hợp kim hàn theo sáng chế có thể được sử dụng làm bi hàn. Trong trường hợp mà hợp kim hàn theo sáng chế được sử dụng làm bi hàn, bi hàn có thể được sản xuất thông qua phương pháp nhỏ giọt mà là phương pháp chung trong lĩnh vực kỹ thuật này. Ngoài ra, mỗi nối hàn có thể được sản xuất bằng xử lý bi hàn thông qua phương pháp chung trong lĩnh vực kỹ thuật này, ví dụ, thông qua việc nối bi hàn bằng cách gắn bi hàn lên trên một điện cực được phủ bằng chất trợ dung. Đường kính hạt của bi hàn tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 1 μm , tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 10 μm , càng tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 20 μm , và đặc biệt tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 30 μm . Giới hạn trên của đường kính hạt của bi hàn tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 3.000 μm , tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 1.000 μm , càng tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 600 μm , và đặc biệt tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 300 μm .

4. Phôi hàn

Hợp kim hàn theo sáng chế có thể được sử dụng làm phôi. Các ví dụ về hình dạng của phôi gồm các vòng đệm, các vòng, các viên nhỏ, đĩa, dải, và dây.

5. Mối nối hàn

Hợp kim hàn theo sáng chế có thể được sử dụng làm mối nối để nối hai hoặc

nhiều chi tiết khác nhau. Các chi tiết nối không bị giới hạn và hữu dụng để làm, ví dụ, các mối nối dùng cho các thiết bị điện tử. Nghĩa là, mỗi nối hàn theo sáng chế là phần kết nối của điện cực và có thể được tạo thành bằng cách sử dụng các điều kiện hàn nói chung.

6. Phương pháp tạo thành hợp kim hàn

Phương pháp sản xuất hợp kim hàn theo sáng chế không bị giới hạn và có thể được sản xuất bằng cách làm nóng chảy và trộn các nguyên liệu thô.

Phương pháp tạo thành lớp As được cô đặc trong hợp kim hàn cũng không bị giới hạn. Các ví dụ về phương pháp tạo thành lớp As được cô đặc gồm phương pháp làm nóng nguyên liệu hàn trong khí quyển oxy hóa (khí quyển không khí hoặc oxy). Nhiệt độ làm nóng không bị giới hạn, nhưng có thể được đặt từ 40°C đến 200°C, và có thể là từ 50°C đến 80°C. Thời gian làm nóng cũng không bị giới hạn, và có thể được đặt từ vài phút đến vài ngày và tốt hơn là vài phút đến vài giờ. Để tạo thành lượng đủ của lớp As được cô đặc, thời gian làm nóng tốt hơn là lâu hơn hoặc bằng 10 phút và tốt hơn nữa là lâu hơn hoặc bằng 20 phút. Bằng cách cho bột hàn, bi hàn, và phôi hàn được mô tả ở trên vào, ví dụ, quá trình xử lý nhiệt này, lớp As được cô đặc được tạo thành.

Nguyên liệu tia α thấp có thể được sử dụng làm nguyên liệu thô của hợp kim hàn theo sáng chế để sản xuất hợp kim tia α thấp. Nếu hợp kim tia α thấp này được dùng để tạo thành bướu hàn xung quanh bộ nhớ, có thể ngăn chặn được các lỗi mềm.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Bột hàn có từng hợp phần hàn (% khối lượng) của các ví dụ và ví dụ so sánh trong các bảng 1 và bảng 2 và chất trợ dung được thể hiện trong bảng 3 được làm nóng và khuấy sao cho tỷ lệ khối lượng (chất trợ dung: bột hàn) của chất trợ dung so với bột hàn là 11:89, và sau đó được làm mát để sản xuất kem hàn. Kem hàn

được đánh giá dựa trên 1. Các đặc tính chu kỳ nhiệt độ, 2. Thí nghiệm va đập do rơi, 3. Sự có mặt hoặc vắng mặt lớp As được cô đặc, 4. Sự ngăn chặn quá trình làm đặc, 5. Sự đổi màu ngả vàng, và 6. Khả năng thấm ướt hàn. Trong bản mô tả này, ví dụ so sánh 2 là hợp phần hợp kim hàn theo tài liệu sáng chế 1, các ví dụ so sánh 3 và 4 là hợp phần hợp kim hàn theo tài liệu sáng chế 2, và ví dụ so sánh 5 là hợp phần hợp kim hàn theo tài liệu sáng chế 3.

Các bột hàn được sử dụng trong các ví dụ này được thu lại bằng cách làm nóng các bột hàn mà có đường kính hạt trung bình là 21 μm và tương đương với “5” trong phân loại (bảng 2) của kích cỡ bột trong JIS Z3284-1:2014 trong vòng 30 phút ở 60°C bằng máy sấy trong không khí khô. Các bột hàn mà chưa qua xử lý nhiệt được sử dụng chỉ trong các ví dụ so sánh từ 44 đến 48.

1. Các đặc tính chu kỳ nhiệt độ

1) Bộ điện trở được mạ Sn có hình dạng bên ngoài $3,2 \times 1,6$ (mm) được gắn vào nền được in thủy tinh epoxy được phủ bằng kem hàn được sản xuất như mô tả ở trên, và được làm nóng trong lò đối lưu để hàn.

2) Mỗi trong số các nền được in được hàn được đặt vào thiết bị thí nghiệm tự động hai buồng trong các điều kiện nhiệt độ thấp -40°C và nhiệt độ cao +85°C trong vòng 30 phút cho mỗi lần, các nền được in được đưa ra ngoài ở giai đoạn đầu, chu kỳ thứ 800, chu kỳ thứ 1.200, chu kỳ thứ 1.600, và chu kỳ thứ 2.000, và thí nghiệm độ bền cắt của mối nối hàn được thực hiện 150 lần để kiểm tra sự chuyển tiếp của độ bền.

3) Xem như các nền được in đã giảm độ bền tối thiểu ở mỗi chu kỳ trong giai đoạn mà tốc độ giảm độ bền là đáng kể (50% hoặc ít hơn từ trị số ban đầu) hoặc khi độ bền trở thành nhỏ hơn hoặc bằng 10 N, và số các chu kỳ được thể hiện trong các bảng.

4) Trong trường hợp mà số các chu kỳ vượt quá 1.600 lần, nó được ghi là “O”. Trong trường hợp mà số các chu kỳ không đạt đến 1.600 lần, nó được ghi là “X”.

2. Thí nghiệm va đập do rơi

1) Chất trợ dung được thể hiện trong bảng 3 được in trên CSP mạ Ni/Au điện phân có 196 bướu điện cực có hình dạng bên ngoài 12×12 (mm), và các bi hàn có đường kính là 0,3 mm và các hợp phần trong các bảng 1 và bảng 2 được đặt ở đó.

2) CSP mà các bi hàn được đặt trên đó được làm nóng trong lò đối lưu để tạo thành các bướu hàn trên các điện cực.

3) CSP mà các bướu hàn được tạo thành trên đó được gắn ở tâm của nền được in thủy tinh epoxy được phủ bằng kem hàn 30×120 (mm), và được làm nóng trong lò đối lưu để được hàn trên nền được in. Nền này được để ở nhiệt độ trong phòng trong vòng 5 ngày sau khi hành và được sử dụng.

4) Cả hai đầu của nền được in mà CSP được hàn trên đó được cố định bằng công cụ thả rơi với khoảng cách 1 cm từ công cụ.

5) Một tác động được thực hiện trên nền được in bằng cách cho phép nền được in rơi từ độ cao mà áp dụng gia tốc 1.500 G, sử dụng công cụ thả rơi. Tại thời điểm này, phần tâm của nền được in mà cả hai đầu đã được cố định trên công cụ đã rung lên, và mỗi nối hàn giữa CSP và nền được in nhận một tác động do sự rung lên này. Trong thí nghiệm thả rơi này, tình huống mà các vết nứt được phát triển trong mỗi nối hàn của CSP đã được xác nhận bằng cách kiểm tra xem liệu trị số điện trở có tăng 50% so với trị số ban đầu hay không.

6) Về việc xác định sự phát triển của các vết nứt, trong trường hợp mà trị số điện trở không tăng 50% so với trị số ban đầu sau 20 lần thả rơi, nó được ghi

là “O”, và trong trường hợp mà giá trị điện trở vượt quá 50%, nó được ghi là “×”.

3. Sự có mặt hoặc không có mặt của lớp As được cô đặc

Sự có mặt hoặc không có mặt của lớp As được cô đặc được đánh giá như sau bằng cách sử dụng phân tích hướng chiều sâu thông qua quang phổ quang điện tử tia X (X-ray photoelectron spectroscopy - XPS).

Các điều kiện phân tích

- Máy phân tích: máy phân tích quang phổ quang điện tử tia X vi vùng (Micro-region X-ray photoelectron spectroscopic analyzer) (AXIS Nova được sản xuất bởi Kratos Analytical Limited)

- Điều kiện phân tích: nguồn tia X là dòng $AlK\alpha$, điện áp súng tia X là 15 kV, trị số dòng điện súng tia X là 10 mA, và diện tích phân tích là $700\ \mu m \times 300\ \mu m$

- Các điều kiện phún xạ: loại ion là Ar^+ , điện áp gia tốc là 2 kV, tốc độ phún xạ là 0,5 nm/phút (tính theo SiO_2)

- Các mẫu: Ba mẫu thu được bằng cách trải phẳng từng bột hàn có hợp phần hợp kim được thể hiện trong các bảng 1 và bảng 2 mà không có bất kỳ khoảng trống mà dải cacbon bị dính lại được chuẩn bị làm các mẫu. Tuy nhiên, các kích cỡ của các mẫu được đặt ở $5,0\ mm \times 5,0\ mm$. Các bột hàn này là các loại được sử dụng khi sản xuất các kem hàn được mô tả ở trên.

Quy trình đánh giá

Diện tích tùy biến $700\ \mu m \times 300\ \mu m$ được chọn từ mỗi mẫu có kích cỡ $5,0\ mm \times 5,0\ mm$, và quá trình phân tích XPS được thực hiện trên mỗi nguyên tử trong số các nguyên tử Sn, O, và As trong khi thực hiện quá trình phún xạ ion để thu được đồ thị phân tích XPS. Một diện tích được chọn cho mỗi mẫu, và mỗi

trong số ba mẫu được phân tích một lần, trong tổng ba lần phân tích.

Các ví dụ về các đồ thị thu được từ quá trình phân tích XPS được thể hiện trong các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.3. Các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.3 là các đồ thị trong đó thang đo cường độ phát hiện (cps) trên trục tung được thay đổi với mẫu giống hệt nhau, và trục hoành là độ sâu (nm) tính theo SiO₂ được tính toán từ thời gian phún xạ. Trong các đồ thị phân tích XPS, trục tung là cường độ phát hiện (cps). Mặc dù trục hoành có thể được chọn từ thời gian phún xạ (phút) hoặc độ sâu (nm) tính theo SiO₂ được tính toán từ thời gian phún xạ sử dụng tốc độ ăn mòn phún xạ của mẫu chuẩn SiO₂, trục hoành trong các đồ thị phân tích trong các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.3 là độ sâu (nm) tính theo SiO₂ được tính toán từ thời gian phún xạ sử dụng tốc độ ăn mòn phún xạ của mẫu chuẩn SiO₂.

Hơn nữa, trong đồ thị phân tích XPS của mỗi mẫu, độ sâu tính theo SiO₂ mà tại đó cường độ phát hiện của nguyên tử O là tối đa được đặt là Do·max (nm) (tham khảo Fig.2). Hơn nữa, độ sâu ban đầu tính theo SiO₂ mà tại đó cường độ phát hiện của nguyên tử O bằng 1/2 cường độ phát hiện tối đa (cường độ tại Do·max) trong phần sâu hơn so với Do·max được đặt là D1 (nm).

Sau đó, trong đồ thị phân tích XPS của mỗi mẫu, trị số tích hợp (S1) của cường độ phát hiện của As trong vùng (vùng mà ở đó độ sâu tính theo SiO₂ là từ 0 đến $2 \times D1$ (nm)) từ bề mặt ngoài cùng đến $2 \times D1$ và trị số tích hợp (S2) của cường độ phát hiện của As trong vùng (vùng mà ở đó độ sâu tính theo SiO₂ là từ $2 \times D1$ đến $4 \times D1$ (nm)) từ độ sâu $2 \times D1$ đến phần sâu hơn bằng $2 \times D1$ đã thu được (tham khảo Fig.3) và được so sánh với nhau.

Sau đó, việc đánh giá được thực hiện dựa trên các tiêu chí sau đây.

- S1 > S2 ở tất cả ba thời điểm đo: lớp As được cô đặc được tạo thành: (○)
- S1 > S2 ở hai hoặc ít hơn hai lần trong số ba lần đo: không có lớp As

được cô đặc được tạo thành: (×)

4. Ngăn chặn quá trình làm đặc

Độ nhớt của các kem hàn được sử dụng như được mô tả trong phần “1. Các đặc tính chu kỳ nhiệt độ” ở trên được đo trong vòng 12 giờ ở tần số quay 10 vòng trên phút và nhiệt độ đo là 25°C bằng cách sử dụng máy đo độ nhớt quay (PCU-205 được sản xuất bởi Malcolm Co., Ltd.) theo phương pháp được mô tả trong “4.2 Test for Viscosity Characteristics” của JIS Z 3284-3:2014. Độ nhớt ban đầu (độ nhớt sau 30 phút khuấy) được so sánh với độ nhớt sau 12 giờ để đánh giá tác dụng ngăn chặn sự làm đặc dựa trên các tiêu chí sau đây.

Độ nhớt sau 12 giờ $\leq$ độ nhớt ban đầu $\times 1,2$: Thuận lợi do độ nhớt tăng ít theo thời gian: (O)

Độ nhớt sau 12 giờ $>$ độ nhớt ban đầu $\times 1,2$: Không đạt do độ nhớt tăng nhiều theo thời gian: (×)

5. Ngăn chặn sự đổi màu ngả vàng

Các bi hàn (với đường kính hình cầu là 0,3 mm) có các hợp phần hợp kim như thể hiện trong các bảng 1 và bảng 2 được làm nóng trong vòng 30 phút ở 60°C bằng cách sử dụng máy sấy trong không khí khí quyển và sau đó được làm nóng 2 giờ ở buồng nhiệt độ không đổi ở 200°C trong khí quyển không khí. Sắc độ vàng b^* của các bi hàn trong hệ màu $L^*a^*b^*$ trước và sau khi làm nóng được đo, và lượng tăng (Δb^*) thu được bằng cách trừ b^* trước khi làm nóng cho b^* sau khi làm nóng được tính toán.

Sắc độ vàng b^* thu được từ các trị số màu (L^* , a^* , và b^*) bằng cách đo hệ số truyền quang phổ theo “Methods of Color Measurement-Color of Reflecting and Transmitting Objects” của JIS Z 8722:2009 với nguồn ánh sáng D65 và phạm vi quan sát 10 độ bằng cách sử dụng máy đo màu quang phổ loại CM-3500d2600d

(được sản xuất bởi Konica Minolta, Inc.) Các trị số màu (L^* , a^* , và b^*) dựa trên tiêu chuẩn của JIS Z 8781-4:2013.

Trị số Δb^* là nhỏ hơn hoặc bằng 50% của Δb^* (tham khảo): ◎ (Rất tốt)

Trị số Δb^* là lớn hơn 50% và nhỏ hơn hoặc bằng 70% của Δb^* (tham khảo): ○ (Tốt)

Trị số Δb^* là lớn hơn 70% của Δb^* (tham khảo): × (Kém)

6. Khả năng thấm ướt hàn

Flux WF-6400 (sản xuất bởi Senju Metal Industry Co., Ltd.) được in lên tấm điện cực Bare-Cu (đồng trần/đồng không cách điện) (đường kính khe hở (khe hở điện trở hàn) của điện cực được tạo ra trên nền: 0,24 mm) sao cho có độ dày là 0,115 mm, và mỗi bi hàn được sử dụng trong phần “5. Ngăn chặn sự đổi màu ngả vàng” được gắn vào đó. Nhiệt độ của tấm điện cực mà trên đó mỗi bi hàn được gắn vào được tăng từ 25°C đến 260°C với tốc độ tăng nhiệt độ là 1°C/giây trong khí quyển N_2 để hàn đổi lưu. Sau khi hàn đổi lưu, tấm điện cực mà trên đó mỗi bi hàn được gắn vào được nhúng vào nước cất và rửa siêu âm trong vòng 1 phút. Số bướu (số bướu bị thiếu) mà đã biến mất trong bước rửa mà không được hàn sẽ được tính để tiến hành đánh giá dựa trên các tiêu chí sau đây.

Số bướu bị thiếu trong 100 bướu là 0: ◎ (Rất tốt)

Số bướu bị thiếu trong 100 bướu là từ 1 đến 5: ○ (Tốt)

Số bướu bị thiếu trong 100 bướu là 6: × (Kém)

7. Đánh giá toàn diện

Trong trường hợp mà tất cả các thí nghiệm được mô tả ở trên đều ghi là “○” hoặc “◎”, nó được đánh giá là “○”. Trong trường hợp mà có thí nghiệm bất kỳ trong số các thí nghiệm được ghi là “×”, nó được đánh giá là “×”.

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

Bảng 1

	Sn	Ag	Cu	Bi	In	Sb	As	Các đặc tính chu kỳ nhiệt độ	Thí nghiệm va đập do rơi	Sự có mặt và không có mặt của lớp As được cô đặc	Sự ngăn chặn quá trình làm đặc	Sự ngăn chặn sự đổi màu ngả vàng	Khả năng thấm ướt hàn	Đánh giá toàn diện
Ví dụ 1	Phần còn lại	0,200	0,600	1,200	0,010	0,025	0,004	○	○	○	○	○	⊗	○
Ví dụ 2	Phần còn lại	0,200	0,600	1,200	0,010	0,025	0,010	○	○	○	○	⊗	⊗	○
Ví dụ 3	Phần còn lại	0,200	0,600	1,200	0,010	0,025	0,020	○	○	○	○	⊗	⊗	○
Ví dụ 4	Phần còn lại	0,200	0,600	1,200	0,010	0,025	0,025	○	○	○	○	⊗	○	○
Ví dụ 5	Phần còn lại	0,300	0,700	1,600	0,200	0,025	0,004	○	○	○	○	○	⊗	○
Ví dụ 6	Phần còn lại	0,300	0,700	1,600	0,200	0,025	0,010	○	○	○	○	⊗	⊗	○
Ví dụ 7	Phần còn lại	0,300	0,700	1,600	0,200	0,025	0,020	○	○	○	○	⊗	⊗	○
Ví dụ 8	Phần còn lại	0,300	0,700	1,600	0,200	0,025	0,025	○	○	○	○	⊗	○	○
Ví dụ 9	Phần còn lại	0,500	0,700	1,600	0,200	0,025	0,004	○	○	○	○	○	⊗	○
Ví dụ 10	Phần còn lại	0,500	0,700	1,600	0,200	0,200	0,010	○	○	○	○	⊗	⊗	○
Ví dụ 11	Phần còn lại	0,500	0,700	1,600	0,200	0,200	0,020	○	○	○	○	⊗	⊗	○
Ví dụ 12	Phần còn lại	0,500	0,700	1,600	0,200	0,200	0,025	○	○	○	○	⊗	○	○
Ví dụ 13	Phần còn lại	1,000	0,700	1,600	0,200	0,025	0,004	○	○	○	○	○	⊗	○
Ví dụ 14	Phần còn lại	1,000	0,700	1,600	0,200	0,025	0,010	○	○	○	○	⊗	⊗	○
Ví dụ 15	Phần còn lại	1,000	0,700	1,600	0,200	0,025	0,020	○	○	○	○	⊗	⊗	○
Ví dụ 16	Phần còn lại	1,000	0,700	1,600	0,200	0,025	0,025	○	○	○	○	⊗	○	○
Ví dụ 17	Phần còn lại	1,000	0,700	1,600	2,000	0,025	0,004	○	○	○	○	○	⊗	○
Ví dụ 18	Phần còn lại	1,000	0,700	1,600	2,000	0,025	0,010	○	○	○	○	⊗	⊗	○
Ví dụ 19	Phần còn lại	1,000	0,700	1,600	2,000	0,025	0,020	○	○	○	○	⊗	⊗	○
Ví dụ 20	Phần còn lại	1,000	0,700	1,600	2,000	0,025	0,025	○	○	○	○	⊗	○	○
Ví dụ 21	Phần còn lại	1,000	0,900	2,500	0,500	0,100	0,004	○	○	○	○	○	⊗	○
Ví dụ 22	Phần còn lại	1,000	0,900	2,500	0,500	0,100	0,010	○	○	○	○	⊗	⊗	○
Ví dụ 23	Phần còn lại	1,000	0,900	2,500	0,500	0,100	0,020	○	○	○	○	⊗	⊗	○
Ví dụ 24	Phần còn lại	1,000	0,900	2,500	0,500	0,100	0,025	○	○	○	○	⊗	○	○
Ví dụ 25	Phần còn lại	1,200	0,900	2,500	1,000	1,000	0,004	○	○	○	○	○	⊗	○
Ví dụ 26	Phần còn lại	1,200	0,900	2,500	1,000	1,000	0,010	○	○	○	○	⊗	⊗	○
Ví dụ 27	Phần còn lại	1,200	0,900	2,500	1,000	1,000	0,020	○	○	○	○	⊗	⊗	○
Ví dụ 28	Phần còn lại	1,200	0,900	2,500	1,000	1,000	0,025	○	○	○	○	⊗	○	○
Ví dụ 29	Phần còn lại	0,500	0,800	1,600	0,500	0,200	0,004	○	○	○	○	○	⊗	○
Ví dụ 30	Phần còn lại	0,500	0,800	1,600	0,500	0,200	0,010	○	○	○	○	⊗	⊗	○
Ví dụ 31	Phần còn lại	0,500	0,800	1,600	0,500	0,200	0,020	○	○	○	○	⊗	⊗	○
Ví dụ 32	Phần còn lại	0,500	0,800	1,600	0,500	0,200	0,025	○	○	○	○	⊗	○	○
Ví dụ 33	Phần còn lại	1,000	0,800	1,600	0,010	0,020	0,004	○	○	○	○	○	⊗	○
Ví dụ 34	Phần còn lại	1,000	0,800	1,600	0,010	0,020	0,010	○	○	○	○	⊗	⊗	○
Ví dụ 35	Phần còn lại	1,000	0,800	1,600	0,010	0,020	0,020	○	○	○	○	⊗	⊗	○
Ví dụ 36	Phần còn lại	1,000	0,800	1,600	0,010	0,020	0,025	○	○	○	○	⊗	○	○
Ví dụ 37	Phần còn lại	0,500	0,900	2,000	0,200	0,200	0,004	○	○	○	○	○	⊗	○
Ví dụ 38	Phần còn lại	0,500	0,900	2,000	0,200	0,200	0,010	○	○	○	○	⊗	⊗	○
Ví dụ 39	Phần còn lại	0,500	0,900	2,000	0,200	0,200	0,020	○	○	○	○	⊗	⊗	○
Ví dụ 40	Phần còn lại	0,500	0,900	2,000	0,200	0,200	0,025	○	○	○	○	⊗	○	○
Ví dụ 41	Phần còn lại	0,500	0,600	2,000	0,200	0,020	0,004	○	○	○	○	○	⊗	○
Ví dụ 42	Phần còn lại	0,500	0,600	2,000	0,200	0,020	0,010	○	○	○	○	⊗	⊗	○
Ví dụ 43	Phần còn lại	0,500	0,600	2,000	0,200	0,020	0,020	○	○	○	○	⊗	⊗	○
Ví dụ 44	Phần còn lại	0,500	0,600	2,000	0,200	0,020	0,025	○	○	○	○	⊗	○	○
Ví dụ 45	Phần còn lại	0,500	0,900	2,500	0,200	0,200	0,004	○	○	○	○	○	⊗	○
Ví dụ 46	Phần còn lại	0,500	0,900	2,500	0,200	0,200	0,010	○	○	○	○	⊗	⊗	○
Ví dụ 47	Phần còn lại	0,500	0,900	2,500	0,200	0,200	0,020	○	○	○	○	⊗	⊗	○
Ví dụ 48	Phần còn lại	0,500	0,900	2,500	0,200	0,200	0,025	○	○	○	○	⊗	○	○
Ví dụ 49	Phần còn lại	0,500	0,900	3,000	0,200	0,020	0,004	○	○	○	○	○	⊗	○
Ví dụ 50	Phần còn lại	0,500	0,900	3,000	0,200	0,020	0,010	○	○	○	○	⊗	⊗	○
Ví dụ 51	Phần còn lại	0,500	0,900	3,000	0,200	0,020	0,020	○	○	○	○	⊗	⊗	○
Ví dụ 52	Phần còn lại	0,500	0,900	3,000	0,200	0,020	0,025	○	○	○	○	⊗	○	○

Bảng 2

		Sn	Ag	Cu	Bi	In	Sb	As	Các đặc tính chu kỳ nhiệt độ	Thí nghiệm va đập do rơi	Sự có mặt và không có mặt của lớp As được cô đặc	Sự ngăn chặn quá trình làm đặc	Sự ngăn chặn sự đổi màu ngả vàng	Khả năng thấm ướt hàn	Đánh giá toàn diện
Ví dụ so sánh 1	Phần còn lại	0,100	0,500	10,000	0,010	0,010	-	○	×	-	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 2	Phần còn lại	1,000	0,100	-	0,020	-	-	○	×	-	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 3	Phần còn lại	1,000	0,500	2,500	-	-	-	×	×	-	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 4	Phần còn lại	3,000	1,000	3,000	0,800	-	-	○	×	-	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 5	Phần còn lại	3,000	0,600	3,000	-	0,600	-	○	×	-	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 6	Phần còn lại	1,500	1,000	5,000	5,000	2,000	-	○	×	-	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 7	Phần còn lại	0,500	1,000	1,000	0,200	0,200	-	×	○	-	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 8	Phần còn lại	0,500	0,500	1,000	0,200	0,020	-	×	○	-	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 9	Phần còn lại	1,000	1,000	3,200	0,200	0,200	-	○	×	-	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 10	Phần còn lại	1,500	0,800	3,200	0,200	0,020	-	○	×	-	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 11	Phần còn lại	1,500	0,700	1,600	0,200	0,020	-	○	×	-	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 12	Phần còn lại	0,100	0,500	10,000	0,010	0,010	0,002	○	×	×	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 13	Phần còn lại	1,000	0,100	-	0,020	-	0,002	○	×	×	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 14	Phần còn lại	1,000	0,500	2,500	-	-	0,002	×	×	×	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 15	Phần còn lại	3,000	1,000	3,000	0,800	-	0,002	○	×	×	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 16	Phần còn lại	3,000	0,600	3,000	-	0,600	0,002	○	×	×	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 17	Phần còn lại	1,500	1,000	5,000	5,000	2,000	0,002	○	×	×	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 18	Phần còn lại	0,500	1,000	1,000	0,200	0,200	0,002	×	○	×	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 19	Phần còn lại	0,500	0,500	1,000	0,200	0,020	0,002	×	○	×	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 20	Phần còn lại	1,000	1,000	3,200	0,200	0,200	0,002	○	×	×	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 21	Phần còn lại	1,500	0,800	3,200	0,200	0,020	0,002	○	×	×	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 22	Phần còn lại	1,500	0,700	1,600	0,200	0,020	0,002	○	×	×	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 23	Phần còn lại	0,100	0,500	10,000	0,010	0,010	0,050	○	×	○	○	⊗	×	×	
Ví dụ so sánh 24	Phần còn lại	1,000	0,100	-	0,020	-	0,050	○	×	○	○	⊗	×	×	
Ví dụ so sánh 25	Phần còn lại	1,000	0,500	2,500	-	-	0,050	×	×	○	○	⊗	×	×	
Ví dụ so sánh 26	Phần còn lại	3,000	1,000	3,000	0,800	-	0,050	○	×	○	○	⊗	×	×	
Ví dụ so sánh 27	Phần còn lại	3,000	0,600	3,000	-	0,600	0,050	○	×	○	○	⊗	×	×	
Ví dụ so sánh 28	Phần còn lại	1,500	1,000	5,000	5,000	2,000	0,050	○	×	○	○	⊗	×	×	
Ví dụ so sánh 29	Phần còn lại	0,500	1,000	1,000	0,200	0,200	0,050	○	○	○	○	⊗	×	×	
Ví dụ so sánh 30	Phần còn lại	0,500	0,500	1,000	0,200	0,020	0,050	×	○	○	○	⊗	×	×	
Ví dụ so sánh 31	Phần còn lại	1,000	1,000	3,200	0,200	0,200	0,050	×	×	○	○	⊗	×	×	
Ví dụ so sánh 32	Phần còn lại	1,500	0,800	3,200	0,200	0,020	0,050	○	×	○	○	⊗	×	×	
Ví dụ so sánh 33	Phần còn lại	1,500	0,700	1,600	0,200	0,020	0,050	○	×	○	○	⊗	×	×	
Ví dụ so sánh 34	Phần còn lại	0,200	0,600	1,200	0,010	0,025	0,002	○	○	×	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 35	Phần còn lại	0,200	0,600	1,200	0,010	0,025	0,050	○	○	○	○	⊗	×	×	
Ví dụ so sánh 36	Phần còn lại	0,500	0,700	1,600	0,200	0,200	0,002	○	○	×	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 37	Phần còn lại	0,500	0,700	1,600	0,200	0,200	0,050	○	○	○	○	⊗	×	×	
Ví dụ so sánh 38	Phần còn lại	1,000	0,700	1,600	2,000	0,025	0,002	○	○	×	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 39	Phần còn lại	1,000	0,700	1,600	2,000	0,025	0,050	○	○	○	○	⊗	×	×	
Ví dụ so sánh 40	Phần còn lại	1,000	0,800	1,600	0,010	0,020	0,002	○	○	×	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 41	Phần còn lại	1,000	0,800	1,600	0,010	0,020	0,050	○	○	○	○	⊗	×	×	
Ví dụ so sánh 42	Phần còn lại	0,500	0,900	3,000	0,200	0,020	0,002	○	○	×	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 43	Phần còn lại	0,500	0,900	3,000	0,200	0,020	0,050	○	○	○	○	⊗	×	×	
Ví dụ so sánh 44	Phần còn lại	0,200	0,600	1,200	0,010	0,025	0,004	○	○	×	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 45	Phần còn lại	0,300	0,700	1,600	0,200	0,025	0,004	○	○	×	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 46	Phần còn lại	1,000	0,700	1,600	0,200	0,025	0,004	○	○	×	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 47	Phần còn lại	1,000	0,700	1,600	2,000	0,025	0,004	○	○	×	×	×	○	×	
Ví dụ so sánh 48	Phần còn lại	0,500	0,900	3,000	0,200	0,020	0,004	○	○	×	×	×	○	×	
Các phản gạc chân là chỉ các trị số bằng số nằm ngoài phạm vi của sáng chế.															

Bảng 3

Nguyên liệu trợ dung	Tỷ lệ phối chế (% khối lượng)
Colophan	42
Dung môi trên cơ sở glycol	35
Tác nhân xúc biến	8
Axit hữu cơ	10
Amin	2
Halogen	3
Tổng	100

Như thể hiện trong các bảng 1 và 2, đã phát hiện ra rằng tất cả các ví dụ đều có các đặc tính chu kỳ nhiệt độ và khả năng chống va đập do rơi và lớp As được cô đặc, ngăn chặn quá trình làm đặc hoặc sự đổi màu ngả vàng của kem hàn tốt, và hơn nữa có khả năng thấm ướt tốt. Mặt khác, do các ví dụ so sánh từ 1 đến 43 không đáp ứng ít nhất một trong các yêu cầu của sáng chế với tất cả các hợp phần hợp kim, ít nhất một các hạng mục đánh giá đã bị giảm. Ngoài ra, do các ví dụ so sánh từ 1 đến 11 không chứa As, nên sự có mặt hoặc không có mặt của lớp As được cô đặc không được đánh giá. Ngoài ra, do quá trình xử lý nhiệt không được tiến hành ở các ví dụ so sánh từ 44 đến 48, nên đã phát hiện ra rằng không thể kiểm tra nồng độ của As trên các bề mặt, nên không ngăn chặn được sự làm đặc của các kem hàn, và các hợp kim hàn chuyển sang màu vàng.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hợp kim hàn chỉ gồm, theo % khối lượng, từ 0,2% đến 1,2% là Ag, từ 0,6% đến 0,9% là Cu, từ 1,2% đến 3,0% là Bi, từ 0,01% đến 2,0% là In, từ 0,02% đến 1,0% là Sb, từ 0,0040% đến 0,025% là As, và phần còn lại là Sn, hợp kim hàn bao gồm:

lớp As được cô đặc,

trong đó sự có mặt của lớp As được cô đặc được xác nhận bằng các tiêu chí xác định dưới đây,

trong đó lớp As được cô đặc là vùng từ bề mặt ngoài cùng của hợp kim hàn đến độ sâu $2 \times D1$ (nm) tính theo SiO_2 , và

trong đó độ dày của lớp As được cô đặc tính theo SiO_2 là từ 0,5 đến 8,0 nm,

tiêu chí xác định là:

trong mẫu có kích cỡ $5,0 \text{ mm} \times 5,0 \text{ mm}$, diện tích tùy biến $700 \mu\text{m} \times 300 \mu\text{m}$ được chọn, và quá trình phân tích XPS được thực hiện kết hợp với phún xạ ion, một diện tích được chọn cho mỗi mẫu, và mỗi trong số ba mẫu được phân tích một lần, trong tổng ba lần phân tích; và

trong trường hợp mà $S1 > S2$ ở tất cả ba lần phân tích, xác định được rằng lớp As được cô đặc đã được tạo thành;

trong đó S1 là trị số tích hợp của cường độ phát hiện của As trong vùng từ độ sâu 0 đến $2 \times D1$ (nm) tính theo SiO_2 trong đồ thị của quá trình phân tích XPS;

S2 là trị số tích hợp của cường độ phát hiện của As trong vùng từ độ sâu $2 \times D1$ đến $4 \times D1$ (nm) tính theo SiO_2 trong đồ thị của quá trình phân tích XPS;

D1 là độ sâu ban đầu (nm) tính theo SiO_2 tại đó cường độ phát hiện của các

nguyên tử O là bằng 1/2 cường độ phát hiện tối đa (cường độ tại Do·max) trong phần sâu hơn so với độ sâu (Do·max (nm)) tính theo SiO₂ tại đó cường độ phát hiện của các nguyên tử O là tối đa trong đồ thị của quá trình phân tích XPS.

2. Kem hàn bao gồm:

bột hàn chỉ gồm hợp kim hàn theo điểm 1; và
chất trợ dung.

3. Bi hàn chỉ gồm hợp kim hàn theo điểm 1.

4. Phôi hàn chỉ gồm hợp kim hàn theo điểm 1.

5. Mỗi nối hàn được làm từ hợp kim hàn theo điểm 1.

1/2

FIG.1

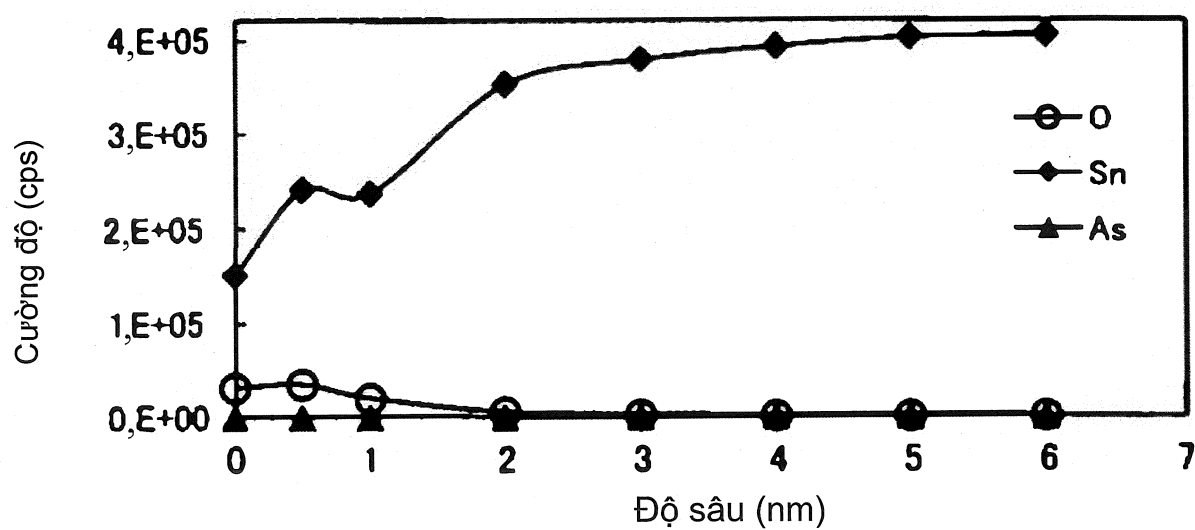
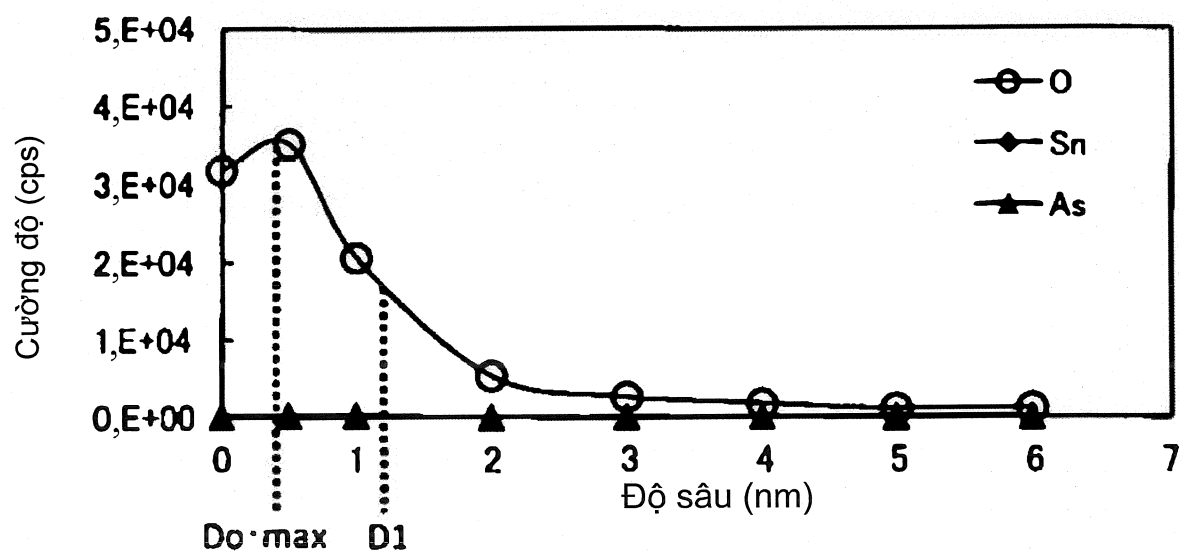


FIG.2



2/2

FIG.3

