



(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)



1-0027583

(51)⁷ **B23K 35/26; B23K 35/22; H05K 3/34; C22C 13/00; B22F 1/00** (13) **B**

(21) 1-2018-04433

(22) 08/03/2017

(86) PCT/JP2017/009169 08/03/2017

(87) WO 2017/154957 14/09/2017

(30) 2016-044779 08/03/2016 JP

(45) 25/03/2021 396

(43) 25/12/2018 369A

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

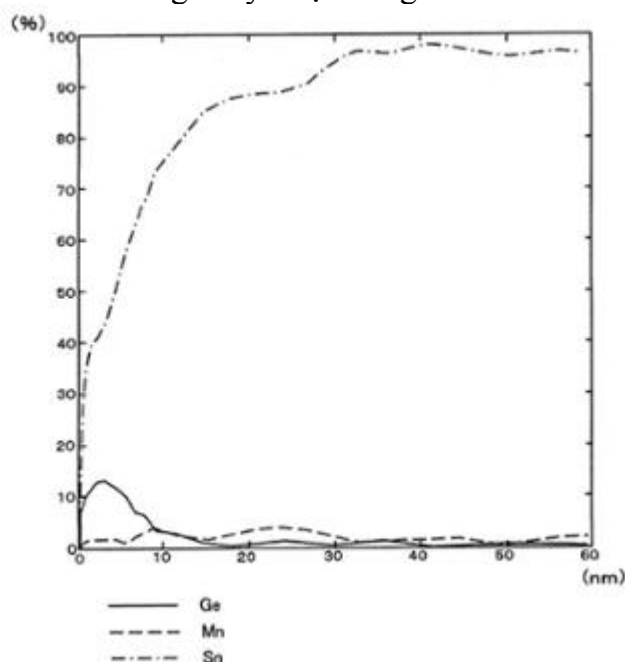
23, Senju-Hashido-cho, Adachi-ku, Tokyo 1208555, Japan

(72) TACHIBANA Ken (JP); HATTORI Takahiro (JP).

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

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

(57) Sáng chế đề cập đến hợp kim hàn, bi hàn, vảy hàn, kem hàn và mối hàn, trong đó sự chuyển màu được ngăn chặn và sự phát triển của màng oxit trong môi trường nhiệt độ và độ ẩm cao được ngăn chặn. Hợp kim hàn chứa các thành phần sau: Mn với lượng nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,1% khối lượng, Ge lượng nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,1% khối lượng và Ag lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 4% khối lượng, và thành phần chính trong phần còn lại là Sn. Nhờ hợp kim hàn có thành phần chính là Sn chứa Mn với lượng từ 0,005 đến 0,1% khối lượng và Ge với lượng nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,1% khối lượng, hầu hết các Ge oxit được phân bố ở phía bề mặt ngoài cùng của màng oxit chứa các Sn oxit, Mn oxit và Ge oxit, nhờ đó thu được tác dụng ngăn ngừa sự chuyển màu trong môi trường độ ẩm cao. Ngoài ra, Mn và O₂ phản ứng để ngăn chặn phản ứng giữa Sn và O₂ và ngăn chặn sự tạo thành các Sn oxit, do đó sự gia tăng về độ dày của màng oxit được ngăn chặn và các tính chất nóng chảy được nâng cao.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hợp kim hàn, cho phép ngăn chặn sự chuyển màu và sự hư hỏng do tính thấm ướt, bi hàn, vảy hàn, kem hàn và mối hàn, sử dụng hợp kim hàn này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Vì chất hàn được sử dụng để liên kết các linh kiện điện tử với bảng mạch in thường có thành phần chính là Sn, Sn có thể phản ứng với O_2 trong không khí để tạo ra màng oxit bởi các Sn oxit trên bề mặt của chất hàn dựa trên các điều kiện bảo quản bất kỳ trước khi sử dụng chất hàn. Do xu hướng này, khi bảo quản chất hàn trong môi trường nhiệt độ và độ ẩm cao, độ dày của màng oxit được tạo ra trên bề mặt của chất hàn có xu hướng trở nên dày hơn và có thể có trường hợp mà độ bóng bề mặt của chất hàn bị mất hoặc xảy ra hiện tượng chuyển thành màu vàng. Chất trợ dung khó loại bỏ được màng oxit này ra khỏi bề mặt chất hàn trong khi hàn và tính thấm ướt giảm đi nếu có bất kỳ màng oxit nào duy trì trên bề mặt chất hàn, do các tính chất nóng chảy của chất hàn giảm đi, nên khiến cho khuyết tật hàn bất kỳ xuất hiện.

Mặt khác, trong những năm gần đây, cùng với sự phát triển của các thiết bị thông tin nhỏ gọn, việc giảm kích cỡ các linh kiện điện tử được gắn trên thiết bị thông tin cũng nhanh chóng được tiến hành. Để đáp ứng yêu cầu giảm kích cỡ, mảng lưới bi (sau đây, gọi là “BGA”), trong đó các điện cực được tạo ra ở bề mặt sau của nó, được phủ lên linh kiện điện tử để đối phó với các đầu cực kết nối nhỏ và hẹp hoặc diện tích lắp giảm.

Đối với linh kiện điện tử mà BGA được áp dụng, ví dụ, khối bán dẫn được lấy làm ví dụ. Trên các điện cực của khối bán dẫn, các bướu hàn được tạo ra. Các bướu hàn này được tạo ra bằng cách liên kết các bi hàn trong đó hợp kim hàn được chế tạo có dạng hình cầu với các điện cực của khối bán dẫn.

Khối bán dẫn mà BGA được áp dụng, được gắn trên bảng mạch in mà kem hàn được phủ vào đó, bằng các bướu hàn được sắp thẳng hàng với các điện cực của bảng mạch và bằng cách liên kết kem hàn được làm nóng chảy bằng cách gia nhiệt với các bướu hàn và các điện cực của bảng mạch, khối bán dẫn được gắn trên bảng mạch.

Như đã mô tả ở trên, ở bi hàn có thành phần chính là Sn, Sn có thể phản ứng với O_2 trong không khí để tạo ra màng oxit bởi các Sn oxit trên bề mặt của bi. Khi tạo thành màng oxit trên bề mặt của bi hàn, có thể xảy ra hiện tượng mà độ bóng bất kỳ của bi hàn bị mất hoặc xảy ra hiện tượng chuyển thành màu vàng. Khi kiểm tra trực quan bi hàn, có

trường hợp mà bề mặt của bi hàn được sử dụng có sự chuyển màu thì trừ khi sự chuyển màu bề mặt của bi hàn có thể được ngăn chặn, còn không thì rất có khả năng để xác định rằng bi hàn này không sẵn sàng để sử dụng.

Ngoài ra, mặc dù chất trợ dung thường được sử dụng khi liên kết để loại bỏ màng oxit bất kỳ được tạo ra trong quá trình bảo quản bi hàn, nhưng tính thấm ướt giảm đi khi màng oxit được loại bỏ không hoàn toàn duy trì trên bề mặt của bi hàn, do đó khiến cho các tính chất nóng chảy của bi hàn giảm đi. Theo hiện tượng này, kết quả suy giảm các tính chất nóng chảy khiến cho khuyết tật hàn bất kỳ xuất hiện.

Mặc dù nhận thấy được là có thể ngăn chặn sự phát triển của màng oxit trên bề mặt của bi hàn bằng cách kiểm soát nghiêm ngặt các điều kiện bảo quản, nhưng có nhiều điều kiện bảo quản khác nhau và các vấn đề bất kỳ từ sự phát triển của màng oxit và sự suy giảm các tính chất nóng chảy kèm theo đó luôn là vấn đề phiền toái. Do đó, cần có các loại điều kiện bảo quản khác nhau để có thể ngăn chặn sự phát triển của màng oxit trên bề mặt của bi hàn. Mặc dù bi hàn được mô tả là một ví dụ, nhưng các vấn đề này là các vấn đề chung của toàn bộ chất hàn có thành phần chính là Sn bất chấp bi hàn.

Để giải quyết các vấn đề này, Ge thường được bổ sung vào hợp kim hàn có thành phần chính là Sn (ví dụ xem tài liệu sáng chế 1). Trong tài liệu sáng chế 1 này, công nghệ bổ sung một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ Ge, Ni, P, Mn, Au, Pd, Pt, S, Bi, Sb và In với lượng tổng cộng nằm trong khoảng từ 0,006 đến 0,1% khối lượng vào hợp kim hàn chứa Sn, Ag và Cu, để nâng cao tính chất liên kết bằng cách hàn, đã được bộc lộ. Tài liệu sáng chế 1 cũng bộc lộ rằng Ge nâng cao độ chịu oxi hóa và Ni, P, Mn, Au, Pd, Pt, S, Bi, Sb và In có các tác dụng hạ điểm nóng chảy và tăng cường độ bền liên kết.

Ngoài ra, các đặc điểm bên ngoài cũng quan trọng như chất lượng mong muốn trong việc liên kết bằng cách hàn ngoài việc đảm bảo mối liên kết. Trong hợp kim hàn có thành phần chính là Sn, Sn có thể phản ứng với O_2 trong không khí để tạo ra các Sn oxit, trở thành màng oxit che phủ trên bề mặt của hợp kim hàn. Các Sn oxit chuyển sang màu vàng và bề mặt của hợp kim hàn cũng chuyển sang màu vàng, do đó có thể có trường hợp trong đó xác định được lỗi bất kỳ bằng cách kiểm tra trực quan.

Do đó, để thay đổi các tính chất quang học trên bề mặt của màng oxit, công nghệ bổ sung một hoặc hai hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ Li, Na, K, Ca, Be, Mg, Sc, Y, lantanit, Ti, Zr, Hf, Nb, Ta, Mo, Zn, Al, Ga, In, Si, và Mn với lượng tổng cộng nằm

trong khoảng từ 1 phần triệu khối lượng đến 0,1% khối lượng vào hợp kim hàn có thành phần chính là Sn đã được đề xuất (ví dụ xem tài liệu sáng chế 2).

Tài liệu kỹ thuật đã biết

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2005-103645

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2010-247167

Các vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Như được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 1, khi bổ sung Ge vào hợp kim hàn có thành phần chính là Sn, sự chuyển màu của bề mặt chất hàn trong môi trường nhiệt độ cao được cho là có thể ngăn chặn được. Tuy nhiên, ngay cả khi bổ sung Ge vào, cũng không thể ngăn chặn được sự chuyển màu của bề mặt chất hàn trong môi trường nhiệt độ và độ ẩm cao. Ngoài ra, vì hợp kim hàn có thành phần chính là Sn, mà Mn được bổ sung vào, có tính thấm ướt kém, tài liệu sáng chế 1 không bộc lộ lượng bất kỳ của Ge và Mn tương ứng trong trường hợp kết hợp thêm của chúng, cho nên việc bổ sung đồng thời Ge và Mn không được đề xuất.

Hơn nữa, tài liệu sáng chế 2 bộc lộ rằng khi bổ sung Mn vào hợp kim hàn có thành phần chính là Sn, tính chất quang học ở bề mặt của màng oxit thay đổi và ngay cả khi bề mặt bị oxi hóa để có cùng chiều dày, tông màu của nó biến đổi, sao cho sự chuyển sang màu vàng bất kỳ không xảy ra. Tuy nhiên, hợp kim hàn có thành phần chính là Sn, mà Mn được bổ sung vào, không thể ngăn chặn được sự chuyển màu trong môi trường nhiệt độ cao cũng như trong môi trường nhiệt độ và độ ẩm cao và có tính thấm ướt giảm.

Như đã mô tả ở trên, cả hai tài liệu sáng chế 1 và 2 đều không bộc lộ bất kỳ hợp chất nào của các nguyên tố (Ge và Mn) riêng biệt có tác dụng ngăn chặn sự chuyển màu và ngăn chặn bất kỳ sự suy giảm nào về tính thấm ướt trong số các nguyên tố được bộc lộ và cụ thể, không thể đạt được các tác dụng này trong môi trường nhiệt độ và độ ẩm cao.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế khắc phục các nhược điểm nêu trên, và mục đích của sáng chế là đề xuất hợp kim hàn, cho phép ngăn chặn sự chuyển màu và suy giảm tính thấm ướt, bi hàn, vảy hàn, kem hàn và mối hàn, sử dụng hợp kim hàn này.

Cách thức giải quyết vấn đề

Sáng chế được tạo ra để có thể ngăn chặn sự suy giảm tính thấm ướt và ngăn ngừa sự chuyển màu bằng cách bổ sung cả Mn và Ge với lượng định trước dưới dạng các nguyên tố riêng biệt. Sáng chế được tạo ra nhờ sự phát hiện ra rằng Mn dễ dàng tạo ra các oxit hơn Sn và sự tạo thành các Mn oxit có thể ngăn chặn sự phát triển bất kỳ của màng oxit do các Sn oxit thay đổi theo thời gian và các Ge oxit có tác dụng ngăn ngừa sự chuyển màu bất kỳ.

Do đó, giải pháp thứ nhất của sáng chế đề cập đến hợp kim hàn, hợp kim hàn này chứa Mn với lượng nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,1% khối lượng, Ge với lượng nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,1% khối lượng, Ag với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 4% khối lượng và phần còn lại là Sn.

Giải pháp thứ hai của sáng chế đề cập đến hợp kim hàn theo giải pháp thứ nhất, trong đó lượng Mn là nhỏ hơn hoặc bằng lượng Ge.

Giải pháp thứ ba của sáng chế đề cập đến hợp kim hàn theo giải pháp thứ nhất hoặc thứ hai, trong đó hợp kim hàn này còn chứa ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm P và Ga với lượng tổng cộng nằm trong khoảng từ 0,002 đến 0,1% khối lượng.

Giải pháp thứ tư của sáng chế đề cập đến hợp kim hàn theo giải pháp bất kỳ trong số các giải pháp từ thứ nhất đến thứ ba, trong đó hợp kim hàn này còn chứa ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Ni, Co và Fe với lượng tổng cộng nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,3% khối lượng.

Giải pháp thứ năm của sáng chế đề cập đến hợp kim hàn theo giải pháp bất kỳ trong số các giải pháp từ thứ nhất đến thứ tư, trong đó hợp kim hàn này còn chứa ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Bi, In và Sb với lượng tổng cộng nằm trong khoảng từ 0,1 đến 10% khối lượng.

Giải pháp thứ sáu của sáng chế đề cập đến bi hàn thu được bằng cách sử dụng hợp kim hàn theo giải pháp bất kỳ trong số các giải pháp từ thứ nhất đến thứ năm.

Giải pháp thứ bảy của sáng chế đề cập đến vảy hàn thu được bằng cách sử dụng hợp kim hàn theo giải pháp bất kỳ trong số các giải pháp từ thứ nhất đến thứ năm.

Giải pháp thứ tám của sáng chế đề cập đến kem hàn thu được bằng cách sử dụng hợp kim hàn theo giải pháp bất kỳ trong số các giải pháp từ thứ nhất đến thứ năm.

Giải pháp thứ chín của sáng chế đề cập đến mỗi hàn thu được bằng cách sử dụng hợp kim hàn theo giải pháp bất kỳ trong số các giải pháp từ thứ nhất đến thứ năm.

Giải pháp thứ mười của sáng chế đề cập đến mỗi hàn thu được bằng cách sử dụng bi hàn theo giải pháp thứ sáu.

Giải pháp thứ mười một của sáng chế đề cập đến mỗi hàn thu được bằng cách sử dụng vảy hàn theo giải pháp thứ bảy.

Giải pháp thứ mười hai của sáng chế đề cập đến mỗi hàn thu được bằng cách sử dụng kem hàn theo giải pháp thứ tám.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, nhờ Mn với lượng nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,1% khối lượng, Ge với lượng nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,1% khối lượng, Ag với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 4% khối lượng chứa trong hợp kim hàn có thành phần chính là Sn, nên hầu hết các Ge oxit được phân bố ở phía bề mặt ngoài cùng của màng oxit chứa các Sn oxit, các Mn oxit và các Ge oxit, nhờ đó thu được tác dụng ngăn ngừa sự chuyển màu thậm chí trong môi trường nhiệt độ và độ ẩm cao. Ngoài ra, nhờ việc chứa Mn, sự tạo thành các Sn oxit được ngăn chặn do đó sự gia tăng về độ dày của màng oxit có thể được ngăn chặn, nhờ vậy nâng cao các tính chất nóng chảy.

Ngoài ra, lượng định trước của Ag chứa trong hợp kim hàn không hạn chế các tác dụng ngăn chặn chuyển màu và các tác dụng nâng cao tính chất nóng chảy nhờ lượng Mn và Ge định trước chứa trong hợp kim hàn, và lượng Mn và Ge định trước chứa trong hợp kim hàn không hạn chế bất kỳ tác dụng nào trong việc nâng cao tính chất của chu trình nhiệt độ nhờ lượng định trước của Ag chứa trong hợp kim hàn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là đồ thị thể hiện sự phân bố các oxit trong hợp kim hàn trên cơ sở Sn chứa Mn và Ge.

Fig.2 là sơ đồ kết cấu thể hiện ví dụ, mà hợp kim hàn theo sáng chế được áp dụng.

Fig.3 là sơ đồ kết cấu thể hiện ví dụ khác, mà hợp kim hàn theo sáng chế được áp dụng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong hợp kim hàn có thành phần chính là Sn, sự tạo thành các Sn oxit (SnO_x) trên bề mặt ngoài cùng của hợp kim hàn gây ra sự chuyển màu bất kỳ. Các tính chất nóng chảy của hợp kim hàn cũng suy giảm.

Mặt khác, trong hợp kim hàn có thành phần chính là Sn, mà Ge được bổ sung vào, có thể ngăn chặn sự chuyển màu trong môi trường nhiệt độ cao nhờ tác dụng ngăn ngừa sự chuyển màu của các Ge oxit (GeO_2), nhưng không thể ngăn chặn sự chuyển màu trong môi trường nhiệt độ và độ ẩm cao và các tính chất nóng chảy của hợp kim hàn này cũng suy giảm.

Cũng đã biết rằng, các Mn oxit dễ dàng được tạo ra hơn so với các Sn oxit do năng lượng tự do tiêu chuẩn của chúng để hình thành nên các oxit này là lớn. Do đó, trong hợp kim hàn có thành phần chính là Sn, mà Mn được bổ sung vào, sự tạo thành các Sn oxit được ngăn chặn. Tuy nhiên, tác dụng ngăn ngừa sự chuyển màu bất kỳ, không thể đạt được bằng cách bổ sung Mn và không thể ngăn chặn sự chuyển màu trong môi trường nhiệt độ cao hoặc trong môi trường nhiệt độ và độ ẩm cao.

Trong khi đó, trong hợp kim hàn có thành phần chính là Sn, mà Mn và Ge được bổ sung vào với lượng định trước, đã phát hiện ra rằng các Ge oxit phân bố không đều về phía ngoài cùng của màng oxit do việc bổ sung Mn. Điều này cho phép các Ge oxit (GeO_2), có tác dụng ngăn ngừa sự chuyển màu trong môi trường nhiệt độ và độ ẩm cao, duy trì ở phía ngoài cùng của màng được tạo ra bởi các oxit này. Ngoài ra, sự tạo thành các Mn oxit (Mn_2O_3) ngăn chặn sự tạo thành các Sn oxit. Do đó, có thể ngăn chặn sự chuyển màu trong môi trường nhiệt độ và độ ẩm cao và ngăn chặn sự tạo thành các Sn oxit, nhờ đó cải thiện tính chất nóng chảy của hợp kim hàn.

Mn được chứa với lượng nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,1% khối lượng là lượng mà nhờ đó có thể ngăn chặn sự tạo thành và phát triển của các Sn oxit bằng cách cho Mn và O_2 phản ứng để ngăn không cho Sn phản ứng với O_2 . Ge được chứa với lượng nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,1% khối lượng là lượng mà nhờ đó các Ge oxit có thể duy trì ở phía ngoài cùng của màng oxit. Tốt hơn là Sn được chứa với lượng lớn hơn hoặc bằng 80% khối lượng.

Trong hợp kim hàn có thành phần chính là Sn có chứa Mn và Ge trong phạm vi của sáng chế này, các Mn oxit (Mn_2O_3) ngăn chặn sự phát triển bất kỳ của các Sn oxit và các Ge oxit (GeO_2), có tác dụng ngăn ngừa sự chuyển màu, duy trì ở phía ngoài cùng. Điều này cho phép sự chuyển màu bị ngăn chặn thậm chí trong môi trường nhiệt độ và

độ ẩm cao và cho phép ngăn không cho các oxit phát triển, nhờ đó nâng cao tính chất nóng chảy của hợp kim hàn. Các tác dụng này không thể bị mất thậm chí nếu một nguyên tố khác được bổ sung khi Mn và Ge nằm trong phạm vi của sáng chế này.

Do đó, Cu hoặc Ag được chứa theo các mục đích sử dụng. Ví dụ, khi đối tượng được liên kết chứa Cu, Cu được chứa với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 1% khối lượng để ngăn chặn hiện tượng gọi là làm mỏng đồng, trong đó Cu hòa tan trong hợp kim hàn. Theo cách khác, Ag được chứa với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 4% khối lượng để nâng cao tính chất của chu trình nhiệt độ. Ag có tác dụng nhằm nâng cao thêm tính chất của chu trình nhiệt độ bằng cách lắng đọng các hợp chất bất kỳ có mạng hợp chất liên kim Ag_3Sn trong ma trận hàn để tạo ra loại hợp kim tăng cường sự lắng đọng và phân tán.

Ngoài ra, nguyên tố khác tùy ý có thể được chọn theo các mục đích sử dụng. Liên quan đến nguyên tố khác này, các nguyên tố sau đây có thể được chứa dưới dạng các thành phần tùy chọn.

(a) Ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm P và Ga:

Lượng tổng cộng của ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm P và Ga là lượng của một nguyên tố đơn lẻ khi một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm các nguyên tố này hoặc lượng tổng cộng của hai nguyên tố khi hai nguyên tố được chọn, nhưng lượng này nằm trong khoảng từ 0,002 đến 0,1% khối lượng. Tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,003 đến 0,01% khối lượng.

Các nguyên tố này có tác dụng gia tăng tính thấm ướt. Liên quan đến lượng các nguyên tố tương ứng, lượng P tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,002 đến 0,005% khối lượng và lượng Ga tốt hơn nằm trong khoảng từ 0,002 đến 0,02% khối lượng.

(b) Ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Ni, Co và Fe:

Lượng tổng cộng của ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Ni, Co và Fe là lượng của một nguyên tố khi một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm các nguyên tố này hoặc lượng tổng cộng của hai nguyên tố trở lên khi hai nguyên tố trở lên được chọn, nhưng lượng này nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,3% khối lượng. Tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,01 đến 0,05% khối lượng.

Các nguyên tố này ngăn chặn sự khuếch tán của các thành phần trong lớp mạ được mạ lên cấu kiện bán dẫn hoặc để ngoài vào hợp kim hàn trong khi hàn. Do đó, các nguyên tố này duy trì kết cấu của hợp kim hàn cấu thành mỗi hàn hoặc có tác dụng làm

mỏng độ dày của lớp hợp chất liên kim được tạo ra ở mặt liên kết. Do đó, các nguyên tố này cho phép gia tăng độ bền liên kết của mối hàn. Về lượng của các nguyên tố tương ứng, lượng Ni tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,02 đến 0,07% khối lượng, lượng Co tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,02 đến 0,04% khối lượng và lượng Fe tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,02% khối lượng. Cụ thể, Ni trong số các nguyên tố này là nguyên tố được ưu tiên để cho ra tác dụng nêu trên.

(c) Ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Bi, In và Sb:

Lượng tổng cộng của ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Bi, In và Sb là lượng của một nguyên tố khi một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm các nguyên tố này hoặc lượng tổng cộng của hai nguyên tố trở lên khi hai nguyên tố trở lên được chọn, nhưng lượng này nằm trong khoảng từ 0,1 đến 10% khối lượng. Tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 0,5 đến 5,0% khối lượng. Đặc biệt tốt nếu nằm trong khoảng từ 0,8 đến 4,5% khối lượng.

Các nguyên tố này được mong đợi để nâng cao độ bền của mối hàn và duy trì độ tin cậy của các phần liên kết. Về lượng các nguyên tố tương ứng, lượng Bi tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 0,5 đến 5,0% khối lượng, lượng In tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 0,2 đến 5,0% khối lượng và lượng Sb tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 0,1 đến 5,0% khối lượng.

Phần sau đây sẽ mô tả quá trình tạo thành các oxit dựa vào nghiên cứu ước tính hiện nay. Hợp kim hàn trên cơ sở Sn như hợp kim hàn trên cơ sở Sn-Ag, hợp kim hàn trên cơ sở Sn-Cu và hợp kim hàn tương tự sẽ được mô tả là các ví dụ về hợp kim hàn có thành phần chính là Sn.

(1) Về hợp kim hàn trên cơ sở Sn chứa Mn và Ge (các ví dụ thực hiện):

Trong hợp kim hàn trên cơ sở Sn chứa Mn và Ge, thì O_2 trong không khí phản ứng với Sn, Mn và Ge trong hợp kim hàn ở giai đoạn ban đầu của quá trình tạo thành các oxit để tạo thành màng oxit trên bề mặt của hợp kim hàn bởi Sn oxit (SnO_x), các Mn oxit (Mn_aO_y) và các Ge oxit (GeO_z).

Khi đặt hợp kim hàn, mà màng oxit được tạo ra trên đó ở giai đoạn ban đầu, trong môi trường nhiệt độ và độ ẩm cao, trong đó có H_2O và O_2 vượt quá lượng định trước của chúng, có thể hiểu rằng một phần của màng oxit được tạo ra bởi các Sn oxit, các Mn oxit và các Ge oxit ở phía bề mặt ngoài cùng của hợp kim hàn bị H_2O có năng lượng cao phá hủy.

Khi một phần của màng oxit bị phá hủy, các Mn oxit được tạo ra trong khi sự tạo thành các Sn oxit được ngăn chặn theo mối tương quan về độ lớn của năng lượng tự do tiêu chuẩn để tạo thành các Sn oxit và các Mn oxit, do đó các Mn oxit phân bố hầu như đều theo phương chiều dày của màng oxit.

Ngoài ra, trong hợp kim hàn có thành phần chính là Sn có chứa Mn và Ge với một lượng định trước trong đó, các Sn oxit ở phía bề mặt ngoài cùng của màng oxit giảm và các Ge oxit phân bố không đều ở phía bề mặt ngoài cùng của màng oxit.

Do đó, trong hợp kim hàn trên cơ sở Sn chứa Mn và Ge, sự tạo thành các Sn oxit được ngăn chặn và các Ge oxit phân bố không đều ở phía bề mặt ngoài cùng của màng oxit, nhờ đó cho phép ngăn chặn sự chuyển màu nhờ tác dụng ngăn ngừa sự chuyển màu của các Ge oxit.

(2) Về hợp kim hàn trên cơ sở Sn không chứa Mn và Ge (các ví dụ so sánh):

Trong hợp kim hàn trên cơ sở Sn không chứa Mn và Ge, thì O_2 trong không khí phản ứng với Sn trong hợp kim hàn ở giai đoạn ban đầu của quá trình tạo ra các oxit để tạo thành màng oxit trên bề mặt của hợp kim hàn tạo thành bởi các Sn oxit (SnO_x).

Khi để hợp kim hàn mà màng oxit được tạo ra trên đó ở giai đoạn ban đầu như vậy, trong môi trường nhiệt độ cao hoặc môi trường nhiệt độ và độ ẩm cao, có thể hiểu rằng, một phần của màng oxit được tạo ra trên bề mặt bị phá hủy, và Sn trong hợp kim hàn phản ứng với O_2 trong không khí để tạo ra thêm các Sn oxit.

Do đó, trong hợp kim hàn trên cơ sở Sn không chứa M và Ge, Sn oxit tạo thành sự chuyển màu.

(3) Về hợp kim hàn trên cơ sở Sn chứa Mn nhưng không chứa Ge (các ví dụ so sánh):

Trong hợp kim hàn trên cơ sở Sn chứa Mn nhưng không chứa Ge, thì O_2 trong không khí phản ứng với Sn và Mn trong hợp kim hàn ở giai đoạn ban đầu của quá trình tạo ra các oxit để tạo ra màng oxit trên bề mặt của hợp kim hàn bởi các Sn oxit (SnO_x) và các Mn oxit (Mn_aO_y).

Khi để hợp kim hàn mà màng oxit được tạo ra trên đó ở giai đoạn ban đầu như vậy, trong môi trường nhiệt độ cao hoặc môi trường nhiệt độ và độ ẩm cao, có thể hiểu rằng, một phần của màng oxit được tạo ra trên bề mặt bị phá hủy.

Các Mn oxit được tạo ra trong khi sự tạo thành các Sn oxit được ngăn chặn theo mối tương quan về độ lớn của năng lượng tự do tiêu chuẩn hình thành các Sn oxit và các Mn oxit.

Tuy nhiên, các Mn oxit không có tác dụng ngăn ngừa sự chuyển màu và trong hợp kim hàn trên cơ sở Sn chứa Mn nhưng không chứa Ge, các Mn oxit đổi màu như các Sn oxit, do vậy không thể ngăn chặn sự chuyển màu.

(4) Về hợp kim hàn trên cơ sở Sn chứa Ge nhưng không chứa Mn (các ví dụ so sánh):

Trong hợp kim hàn trên cơ sở Sn chứa Ge nhưng không chứa Mn, thì O_2 trong không khí phản ứng với Sn và Ge trong hợp kim hàn ở giai đoạn ban đầu của quá trình tạo ra các oxit để tạo ra màng oxit trên bề mặt của hợp kim hàn bởi các Sn oxit (SnO_x) và các Ge oxit (GeO_z).

Khi để hợp kim hàn mà màng oxit được tạo ra trên đó ở giai đoạn ban đầu như vậy, trong môi trường nhiệt độ cao hoặc môi trường nhiệt độ và độ ẩm cao, có thể hiểu rằng, một phần của màng oxit được tạo ra trên bề mặt bị này phá hủy.

Do đó, trong hợp kim hàn trên cơ sở Sn chứa Ge nhưng không chứa Mn, không thể ngăn chặn sự chuyển màu của màng oxit do sự phát triển của các Sn oxit.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Đánh giá tác dụng ngăn ngừa sự chuyển màu

Các hợp kim hàn trong các ví dụ thực hiện được chuẩn bị theo các hợp phần được chỉ ra trong bảng 1 sau đây, các hợp kim hàn trong các ví dụ so sánh được chuẩn bị theo các hợp phần được chỉ ra trong bảng 2, và các hợp kim hàn trong các ví dụ tham chiếu được chuẩn bị theo các hợp phần được chỉ ra trong bảng 3, sao cho chúng được kiểm tra về tác dụng ngăn ngừa sự chuyển màu. Lưu ý rằng, tỷ lệ phần trăm của hợp phần được chỉ ra trong bảng 1, 2 và 3 là tính theo % khối lượng.

Đánh giá tác dụng ngăn ngừa sự chuyển màu được thực hiện theo quy trình sau đây.

(1) Chế tạo các mẫu:

Các hợp kim hàn đã chuẩn bị được đúc và cán để tạo thành các vật liệu dạng tấm. Các vật liệu dạng tấm này được đột dập thành các mảnh nhỏ (mỗi mảnh dài 2mm, rộng 2mm và dày 0,1mm) là các mẫu được tạo ra.

(2) Phương pháp kiểm tra:

Các mẫu tương ứng đã chuẩn bị trong các ví dụ thực hiện, các ví dụ so sánh và các ví dụ tham chiếu được bảo quản trong môi trường nhiệt độ cao và môi trường nhiệt độ và độ ẩm cao và các mẫu này được quan sát xem liệu chúng có bị đổi màu hay không. Điều kiện bảo quản là các mẫu được giữ trong thời gian 24 giờ ở nhiệt độ 125°C và độ ẩm là 100%RH, trong trường hợp môi trường nhiệt độ và độ ẩm cao. Các mẫu này được cho tiếp xúc với nhiệt độ 150°C trong thời gian 7 ngày, trong trường hợp môi trường tiếp xúc nhiệt độ cao. Sự chuyển màu được xác định sử dụng DIGITAL MICROSCOPE VHX-500F do KEYENCE sản xuất. Theo kết quả xác định, trường hợp trong đó không nhìn thấy sự chuyển màu bất kỳ được đánh giá bằng hình tròn kép (©); trường hợp trong đó xác định được một số thay đổi về độ bóng được đánh giá bằng một hình tròn (O); trường hợp trong đó thấy có sự chuyển màu nhẹ được đánh giá bằng hình tam giác (Δ); và trường hợp trong đó có sự chuyển màu được đánh giá bằng hình chữ thập ($\times$).

Bảng 1

	Sn	Ag	Cu	Ge	Mn	P	Ga	Ni	Co	Fe	Bi	In	Sb	Giai đoạn ban đầu	Nhiệt độ cao và độ ẩm cao	Tiếp xúc với nhiệt độ cao	Tính thấm ướt (mm ²)		Tỷ lệ không nóng chảy (%)
																	Cu-OSP	Ni/Au	
Ví dụ thực hiện 1	Phần còn lại	0	0,5	0,05	0,05									◎	◎	◎	5,2	12,0	0
Ví dụ thực hiện 2	Phần còn lại	0	0,5	0,1	0,1									◎	◎	◎	5,2	12,1	0
Ví dụ thực hiện 3	Phần còn lại	0	1	0,05	0,05									◎	◎	◎	5,1	11,9	0
Ví dụ thực hiện 4	Phần còn lại	0	0,5	0,001	0,005									◎	○	○	5,3	12,3	0
Ví dụ thực hiện 5	Phần còn lại	2	0	0,05	0,05									◎	◎	◎	5,7	12,2	0
Ví dụ thực hiện 6	Phần còn lại	2	0	0,1	0,1									◎	◎	◎	5,6	12,2	0
Ví dụ thực hiện 7	Phần còn lại	4	0	0,05	0,05									◎	◎	◎	5,8	12,4	0
Ví dụ thực hiện 8	Phần còn lại	2	0	0,001	0,005									◎	○	○	6,0	12,4	0
Ví dụ thực hiện 9	Phần còn lại	0	0,5	0,05	0,05	0,04								◎	◎	◎	5,3	11,9	0
Ví dụ thực hiện 10	Phần còn lại	0	0,5	0,05	0,05		0,05							◎	◎	◎	5,0	11,9	0
Ví dụ thực hiện 11	Phần còn lại	0	0,5	0,05	0,05			0,11						◎	◎	◎	5,1	12,1	0
Ví dụ thực hiện 12	Phần còn lại	0	1	0,05	0,05				0,10					◎	◎	◎	5,2	11,7	0
Ví dụ thực hiện 13	Phần còn lại	0	0,5	0,05	0,05					0,13				◎	◎	◎	5,1	11,9	0
Ví dụ thực hiện 14	Phần còn lại	0	0,7	0,05	0,05						3,0			◎	◎	◎	5,8	12,5	0
Ví dụ thực hiện 15	Phần còn lại	0	0,7	0,05	0,05							3,1		◎	◎	◎	5,3	12,2	0
Ví dụ thực hiện 16	Phần còn lại	0	0,7	0,05	0,05								3,0	◎	◎	◎	5,6	12,4	0
Ví dụ thực hiện 17	Phần còn lại	2	0	0,05	0,05	0,04								◎	◎	◎	5,7	12,3	0
Ví dụ thực hiện 18	Phần còn lại	2	0	0,05	0,05		0,05							◎	◎	◎	5,6	12,3	0
Ví dụ thực hiện 19	Phần còn lại	2	0	0,05	0,05			0,10						◎	◎	◎	5,4	12,1	0
Ví dụ thực hiện 20	Phần còn lại	2	0	0,05	0,05				0,12					◎	◎	◎	5,5	12,2	0
Ví dụ thực hiện 21	Phần còn lại	2	0	0,05	0,05					0,12				◎	◎	◎	5,6	12,0	0
Ví dụ thực hiện 22	Phần còn lại	2	0	0,05	0,05						3,1			◎	◎	◎	5,9	12,5	0
Ví dụ thực hiện 23	Phần còn lại	2	0	0,05	0,05							3,0		◎	◎	◎	5,5	12,1	0
Ví dụ thực hiện 24	Phần còn lại	2	0	0,05	0,05								3,0	◎	◎	◎	5,4	12,3	0
Ví dụ thực hiện 25	Phần còn lại	0	0,5	0,05	0,05	0,04	0,05	0,11	0,1	0,11	3,1	3,2	3,0	◎	◎	◎	5,2	12,5	0
Ví dụ thực hiện 26	Phần còn lại	1	0	0,05	0,05	0,04	0,05	0,1	0,1	0,11	3,1	3,2	3,1	◎	◎	◎	5,4	12,6	0

Bảng 2

	Sn	Ag	Cu	Ge'	Mn	P	Ga	Ni	Co	Fe	Bi	In	Sb	Giai đoạn ban đầu	Nhiệt độ cao và độ ẩm cao	Tiếp xúc với nhiệt độ cao	Tinh thấm ướt (mm ²)		Tỷ lệ không nóng chảy (%)
																	Cu-OSP	Ni/Au	
Ví dụ so sánh 1	100	0	0	0	0									◎	×	×	3,9	10,1	24,4
Ví dụ so sánh 2	Phần còn lại	1,0	0,7	0	0									◎	×	×	4,2	10,8	15,6
Ví dụ so sánh 3	Phần còn lại	0	0	0	0,005									◎	×	×	4,6	10,5	20,0
Ví dụ so sánh 4	Phần còn lại	0	0	0	0,06									◎	×	×	4,5	10,5	11,1
Ví dụ so sánh 5	Phần còn lại	0	0	0	0,1									◎	×	×	4,4	10,3	13,3
Ví dụ so sánh 6	Phần còn lại	0	0	0	0,14									◎	×	×	4,1	10,0	26,7
Ví dụ so sánh 7	Phần còn lại	0	0	0	0,19									◎	×	×	4,1	10,3	31,1
Ví dụ so sánh 8	Phần còn lại	0	0	0,001	0									◎	×	△	4,3	10,4	17,8
Ví dụ so sánh 9	Phần còn lại	0	0	0,001	0,14									◎	○	○	4,7	10,2	6,67
Ví dụ so sánh 10	Phần còn lại	0	0	0,05	0									◎	×	◎	4,4	10,8	26,7
Ví dụ so sánh 11	Phần còn lại	0	0	0,05	0,15									◎	◎	◎	4,6	11,1	11,1
Ví dụ so sánh 12	Phần còn lại	0	0	0,1	0									◎	×	◎	4,5	10,9	15,6
Ví dụ so sánh 13	Phần còn lại	0	0	0,1	0,15									◎	◎	◎	4,2	10,7	6,67
Ví dụ so sánh 14	Phần còn lại	0	0	0,15	0,005									◎	◎	◎	4,2	10,8	6,67
Ví dụ so sánh 15	Phần còn lại	0	0	0,15	0,05									◎	◎	◎	4,3	10,8	11,1
Ví dụ so sánh 16	Phần còn lại	0	0	0,15	0,1									◎	◎	◎	4,3	10,3	13,3
Ví dụ so sánh 17	Phần còn lại	0	0	0,15	0,15									◎	◎	◎	4,0	10,1	17,8
Ví dụ so sánh 18	Phần còn lại	2	0,5	0,15	0,15									◎	◎	◎	4,4	10,6	20,0
Ví dụ so sánh 19	Phần còn lại	0	2	0,15	0,15									◎	◎	◎	3,9	9,9	24,4
Ví dụ so sánh 20	Phần còn lại	4,5	0	0,15	0,15									◎	◎	◎	4,3	10,1	17,8

Bảng 3

	Sn	Ag	Cu	Ge'	Mn	P	Ga	Ni	Co	Fe	Bi	In	Sb	Giai đoạn ban đầu	Nhiệt độ cao và độ ẩm cao	Tiếp xúc với nhiệt độ cao	Tinh thấm ướt (mm ²)		Tỷ lệ không nóng chảy (%)
																	Cu-OSP	Ni/Au	
Ví dụ tham chiếu 1	Phần còn lại	0	0	0,001	0,005									⊙	○	○	5,9	12,1	0
Ví dụ tham chiếu 2	Phần còn lại	0	0	0,001	0,04									⊙	○	○	5,7	11,9	0
Ví dụ tham chiếu 3	Phần còn lại	0	0	0,001	0,1									⊙	○	○	5,5	11,6	0
Ví dụ tham chiếu 4	Phần còn lại	0	0	0,05	0,005									⊙	⊙	⊙	5,8	11,9	0
Ví dụ tham chiếu 5	Phần còn lại	0	0	0,05	0,05									⊙	⊙	⊙	5,4	12,0	0
Ví dụ tham chiếu 6	Phần còn lại	0	0	0,05	0,1									⊙	○	○	5,5	11,4	0
Ví dụ tham chiếu 7	Phần còn lại	0	0	0,1	0,005									⊙	⊙	⊙	5,4	11,8	0
Ví dụ tham chiếu 8	Phần còn lại	0	0	0,1	0,05									⊙	⊙	⊙	5,5	12,0	0
Ví dụ tham chiếu 9	Phần còn lại	0	0	0,1	0,1									⊙	○	○	5,2	12,1	0
Ví dụ tham chiếu 10	Phần còn lại	2	0,5	0,001	0,005									⊙	○	○	5,8	12,6	0
Ví dụ tham chiếu 11	Phần còn lại	2	0,5	0,05	0,05									⊙	⊙	⊙	5,7	12,2	0
Ví dụ tham chiếu 12	Phần còn lại	2	0,5	0,1	0,1									⊙	⊙	⊙	5,4	12,3	0
Ví dụ tham chiếu 13	Phần còn lại	4	1	0,05	0,05									⊙	⊙	⊙	5,1	12,0	0
Ví dụ tham chiếu 14	Phần còn lại	0	0	0,05	0,05	0,05								⊙	⊙	⊙	5,4	11,8	0
Ví dụ tham chiếu 15	Phần còn lại	0	0	0,05	0,05		0,05							⊙	⊙	⊙	5,2	11,9	0
Ví dụ tham chiếu 16	Phần còn lại	0	0	0,05	0,05			0,13						⊙	⊙	⊙	5,1	12,2	0
Ví dụ tham chiếu 17	Phần còn lại	0	0	0,05	0,05				0,11					⊙	⊙	⊙	5,2	12,0	0
Ví dụ tham chiếu 18	Phần còn lại	0	0	0,05	0,05					0,13				⊙	⊙	⊙	5,1	11,7	0
Ví dụ tham chiếu 19	Phần còn lại	0	0	0,05	0,05						3,1			⊙	⊙	⊙	5,9	12,8	0
Ví dụ tham chiếu 20	Phần còn lại	0	0	0,05	0,05							3,2		⊙	⊙	⊙	5,2	12,3	0
Ví dụ tham chiếu 21	Phần còn lại	0	0	0,05	0,05								3,0	⊙	⊙	⊙	5,1	12,2	0
Ví dụ tham chiếu 22	Phần còn lại	0	0	0,05	0,05	0,05	0,05	0,12	0,09	0,11	3,3	3,1	3,0	⊙	⊙	⊙	5,3	12,8	0

Như được thể hiện trong các bảng 1, 2 và 3, không nhìn thấy được sự chuyển màu bất kỳ nào ở giai đoạn ban đầu trong tất cả các ví dụ thực hiện, các ví dụ so sánh và các ví dụ tham chiếu. Trong các ví dụ thực hiện, trong đó chứa Mn với lượng nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,1% khối lượng, Ge với lượng nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,1% khối lượng, Cu với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 1% khối lượng và Ag với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 4% khối lượng, và phần còn lại là Sn, thì không nhìn thấy được sự chuyển màu bất kỳ nào trong cả môi trường nhiệt độ cao và độ ẩm cao lẫn môi trường tiếp xúc với nhiệt độ cao trong các ví dụ thực hiện 1, 2, 5 và 6, trong đó lượng Mn và lượng Ge có cùng tỷ lệ phần trăm.

Trong ví dụ thực hiện 3, trong đó lượng Mn và lượng Ge có cùng tỷ lệ phần trăm và lượng Cu được gia tăng trong phạm vi định trước, tương tự không nhìn thấy được sự chuyển màu bất kỳ nào trong cả môi trường nhiệt độ cao và độ ẩm cao lẫn môi trường tiếp xúc với nhiệt độ cao, do đó cần hiểu rằng, tác dụng ngăn ngừa sự chuyển màu bất kỳ không bị hạn chế khi lượng Cu nhỏ hơn hoặc bằng 1% khối lượng. Ngoài ra, trong ví dụ thực hiện 7, trong đó lượng Ag được gia tăng trong phạm vi định trước, tương tự không nhìn thấy được sự chuyển màu bất kỳ nào trong cả môi trường nhiệt độ cao và độ ẩm cao lẫn môi trường tiếp xúc với nhiệt độ cao, do đó cần hiểu rằng, tác dụng ngăn ngừa sự chuyển màu không bị hạn chế khi lượng Ag nhỏ hơn hoặc bằng 4% khối lượng. Trong các ví dụ thực hiện 4 và 8, trong đó lượng Mn có tỷ lệ phần trăm lớn hơn lượng Ge ($Mn > Ge$), xác định được một số thay đổi về độ bóng trong cả môi trường nhiệt độ cao và độ ẩm cao lẫn môi trường tiếp xúc với nhiệt độ cao.

Trong các ví dụ tham chiếu, trong đó chứa Mn và Ge với lượng định trước nêu trên và phần còn lại Sn, không nhìn thấy được sự chuyển màu bất kỳ nào trong cả môi trường nhiệt độ cao và độ ẩm cao lẫn môi trường tiếp xúc với nhiệt độ cao trong các ví dụ tham chiếu 5 và 9, trong đó lượng Mn và lượng Ge có cùng tỷ lệ phần trăm. Mặt khác, trong các ví dụ tham chiếu từ 1 đến 3 và ví dụ tham chiếu 6, trong đó lượng Mn có tỷ lệ phần trăm lớn hơn lượng Ge ($Mn > Ge$), xác định được một số thay đổi về độ bóng trong cả môi trường nhiệt độ cao và độ ẩm cao lẫn môi trường tiếp xúc nhiệt độ cao. Ngược lại, trong các ví dụ tham chiếu 4, 7 và 8, trong đó lượng Ge có tỷ lệ phần trăm lớn hơn lượng Mn ($Ge > Mn$), không nhìn thấy được sự chuyển màu bất kỳ nào trong cả môi trường nhiệt độ cao và độ ẩm cao lẫn môi trường tiếp xúc với nhiệt độ cao.

Ngoài ra, trong các ví dụ tham chiếu, trong đó chứa Mn và Ge với lượng định trước, chứa thêm Cu và Ag và phần còn lại là Sn, xác định được một số thay đổi về độ bóng trong cả môi trường nhiệt độ cao và độ ẩm cao lẫn môi trường tiếp xúc nhiệt độ cao trong ví dụ tham chiếu 10, trong đó lượng Mn có tỷ lệ phần trăm lớn hơn lượng Ge ($Mn > Ge$). Mặt khác, trong các ví dụ tham chiếu 11 và 12, trong đó lượng Mn và lượng Ge có cùng tỷ lệ phần trăm, không nhìn thấy được sự chuyển màu bất kỳ nào trong cả môi trường nhiệt độ cao và độ ẩm cao lẫn môi trường tiếp xúc với nhiệt độ cao.

Ngoài ra, trong ví dụ tham chiếu 13, trong đó lượng Mn và lượng Ge có cùng tỷ lệ phần trăm và lượng Ag và Cu được gia tăng trong phạm vi định trước, tương tự không nhìn thấy được sự chuyển màu bất kỳ nào trong cả môi trường nhiệt độ cao và độ ẩm cao lẫn môi trường tiếp xúc với nhiệt độ cao, do vậy cần hiểu rằng, tác dụng ngăn ngừa sự chuyển màu bất kỳ không bị hạn chế khi lượng Ag nhỏ hơn hoặc bằng 4% khối lượng và lượng Cu nhỏ hơn hoặc bằng 1% khối lượng, ngay cả khi chứa Ag và Cu.

Do vậy, cần hiểu rằng, trong tất cả các trường hợp như trường hợp chứa Cu hoặc Ag, trường hợp không chứa Cu và Ag, và trường hợp chứa Cu và Ag, xu hướng tương tự cho thấy tác dụng ngăn ngừa sự biến màu khi hợp kim hàn có thành phần chính là Sn chứa Mn và Ge với lượng định trước. Cụ thể, khi lượng Ge có tỷ lệ phần trăm lớn hơn hoặc bằng lượng Mn ($Mn \leq Ge$), thì cần hiểu rằng, sự chuyển màu bất kỳ có thể được ngăn chặn trong cả môi trường nhiệt độ cao và độ ẩm cao lẫn môi trường tiếp xúc với nhiệt độ cao.

Trong các ví dụ thực hiện từ 9 đến 26, trong đó chứa Mn và Ge với lượng định trước, chứa thêm Cu hoặc Ag, lượng Mn và Ge có cùng tỷ lệ phần trăm, chứa một nguyên tố bất kỳ trong số các nguyên tố P, Ga, Ni, Co, Fe, Bi, In và Sb hoặc tất cả các nguyên tố này và phần còn lại là Sn, thì không nhìn thấy được sự chuyển màu bất kỳ nào trong cả môi trường nhiệt độ cao và độ ẩm cao lẫn môi trường tiếp xúc với nhiệt độ cao.

Trong các ví dụ tham chiếu từ 14 đến 22, trong đó chứa Mn và Ge với lượng định trước, lượng Mn và Ge có cùng tỷ lệ phần trăm, một nguyên tố bất kỳ trong số các nguyên tố P, Ga, Ni, Co, Fe, Bi, In và Sb hoặc tất cả các nguyên tố này và phần còn lại là Sn, thì tương tự không nhìn thấy được sự chuyển màu bất kỳ nào trong cả môi trường nhiệt độ cao và độ ẩm cao lẫn môi trường tiếp xúc với nhiệt độ cao.

Ngược lại, trong ví dụ so sánh 1, trong đó không chứa Mn và Ge nhưng chứa Sn tinh khiết, và ví dụ so sánh 2, trong đó không chứa Mn và Ge nhưng chứa Ag và Cu và phần còn lại là Sn, nhìn thấy được sự chuyển màu trong cả môi trường nhiệt độ cao và độ ẩm cao lẫn môi trường tiếp xúc với nhiệt độ cao. Trong các ví dụ so sánh từ 3 đến 7, trong đó chứa Mn, nhưng không chứa Ge, tương tự nhìn thấy được sự chuyển màu trong cả môi trường nhiệt độ cao và độ ẩm cao lẫn môi trường tiếp xúc với nhiệt độ cao. Trong các ví dụ so sánh 8, 10 và 12, trong đó chứa Ge, nhưng không chứa Mn, tác dụng ngăn ngừa sự chuyển màu khi tiếp xúc với nhiệt độ cao đạt được nhờ gia tăng lượng Ge, nhưng lại thấy được sự chuyển màu trong môi trường nhiệt độ và độ ẩm cao. Trong các ví dụ so sánh 9, 11 và từ 13 đến 20, trong đó chứa Ge và Mn, xác định được một số thay đổi về độ bóng trong ví dụ so sánh 9 ngay cả khi chứa một nguyên tố bất kỳ trong số Mn và Ge hoặc cả hai nguyên tố này với lượng vượt quá phạm vi của sáng chế này, nhưng không nhìn thấy được sự chuyển màu bất kỳ nào trong cả môi trường nhiệt độ cao và độ ẩm cao lẫn môi trường tiếp xúc với nhiệt độ cao trong các ví dụ so sánh 11 và từ 13 đến 20.

Từ các kết quả trên, cần hiểu rằng, tác dụng ngăn ngừa sự chuyển màu trong cả môi trường nhiệt độ cao và độ ẩm cao lẫn môi trường tiếp xúc với nhiệt độ cao nhờ hợp kim hàn có thành phần chính là Sn chứa Mn và Ge với lượng định trước và chứa thêm Cu hoặc Ag và cần hiểu rằng, đạt được hiệu quả ngăn ngừa sự chuyển màu tốt hơn khi lượng Ge có tỷ lệ phần trăm lớn hơn hoặc bằng lượng Mn ($Mn \leq Ge$).

Phân bố các oxit

Tiếp đến, liên quan đến các hợp kim hàn trong các ví dụ thực hiện được thể hiện trong bảng 1 nêu trên, được đánh giá về tác dụng ngăn ngừa sự chuyển màu trong môi trường nhiệt độ và độ ẩm cao và môi trường tiếp xúc với nhiệt độ cao, sự phân bố các Sn oxit, Mn oxit và Ge oxit trong màng oxit được kiểm tra.

Fig.1 thể hiện sự phân bố các nguyên tố cơ bản trong trường hợp có thành phần chính là Sn và chứa Mn và Ge. Ở đồ thị trên Fig.1, trục tung biểu diễn lượng và trục hoành biểu diễn độ sâu từ bề mặt ngoài cùng mà các nguyên tố được phân bố trong đó. Lưu ý rằng các nguyên tố thành phần khác như oxy, cacbon hoặc tương tự không được thể hiện trên hình vẽ.

Cần hiểu rằng, trong ví dụ tham chiếu 1 có thành phần chính là Sn và chứa Mn và Ge, hầu hết các Ge oxit được phân bố trong phạm vi khoảng 10 nm từ bề mặt ngoài cùng

của màng oxit và cũng cần hiểu rằng, hầu hết các Ge oxit được phân bố ở phía bề mặt ngoài cùng của màng oxit. Ngoài ra, cần hiểu rằng, Mn hầu như được phân bố đều từ bề mặt ngoài cùng. Ngược lại, cần hiểu rằng, Sn giảm đi ở bề mặt ngoài cùng. Ngoài ra, trong mỗi ví dụ thực hiện từ 1 đến 26 có thành phần chính là Sn và chứa Mn và Ge và chứa thêm Ag hoặc Cu, sự phân bố tương tự được chỉ ra.

Từ sự phân bố các nguyên tố được thể hiện trên Fig.1, cần hiểu rằng, trong hợp kim hàn có thành phần chính là Sn và chứa Mn và Ge với lượng định trước, các Ge oxit được phân bố không đều ở phía bề mặt ngoài cùng của màng oxit, nhờ đó ngăn chặn sự tạo thành các Sn oxit trên bề mặt ngoài cùng.

Bởi vậy, sự chuyển màu được ngăn chặn bằng cách cho các Ge oxit có tác dụng ngăn ngừa sự chuyển màu phân bố ở phía bề mặt ngoài cùng. Do các Mn oxit hầu hết được phân bố đều theo phương chiều dày của màng oxit, sự tạo thành các Sn oxit được ngăn chặn.

Đánh giá tính chất nóng chảy

Liên quan đến các hợp kim hàn trong mỗi ví dụ thực hiện, ví dụ so sánh và ví dụ tham chiếu được thể hiện trong các bảng 1, 2 và 3 nêu trên, đã được đánh giá về tác dụng ngăn ngừa sự chuyển màu trong môi trường nhiệt độ và độ ẩm cao lẫn môi trường tiếp xúc với nhiệt độ cao, các tính chất nóng chảy được kiểm tra. Theo phương pháp kiểm tra, các hợp kim hàn được chuẩn bị trên cơ sở các hợp phần trong các ví dụ thực hiện, các ví dụ so sánh và các ví dụ tham chiếu được đúc và cán và được đột dập thành các mảnh nhỏ (mỗi mảnh dài 2mm, rộng 2mm, dày 0,1mm). Các mảnh nhỏ này được đúc để tạo thành các tấm, mỗi tấm có kích thước định trước, được gắn trên tấm Cu, trên đó xử lý bảo quản khả năng hàn hữu cơ (Organic solderability preservative - OSP) đã được thực hiện và chất trợ dung được phủ lên đó. Các thành phần này được mạ hồi lưu và sau đó, bề mặt của chúng được rửa và được đặt trong môi trường nhiệt độ là 125°C và độ ẩm là 100 %RH trong thời gian 24 giờ. Các bi hàn (có đường kính 300µm trong ví dụ này) được sản xuất sử dụng hợp kim hàn (Sn-3,0Ag-0,5Cu), trong đó Ag chiếm 3,0 % khối lượng, Cu chiếm 0,5% khối lượng và phần còn lại là Sn, được đặt ở môi trường nhiệt độ là 125°C và độ ẩm là 100 %RH trong thời gian 24 giờ giống như các mảnh nhỏ. Tiếp theo, chất trợ dung được phủ lên mỗi mẫu được làm bằng các hợp kim hàn trong các ví dụ thực hiện, các ví dụ so sánh và các ví dụ tham chiếu và số lượng bi hàn định trước được gắn trên đó.

Trong ví dụ này, số lượng bi hàn tương ứng được đặt là 9 và 5 bi được chuẩn bị. Các thành phần này được mạ hồi lưu và sau đó, số lượng bi không nóng chảy được đếm và tỷ lệ không nóng chảy được tính toán. Bi hàn không nóng chảy liên quan đến trạng thái trong đó tấm Cu và bi hàn không được liên kết với nhau.

Trong các ví dụ thực hiện từ 1 đến 8, trong đó chứa Mn và Ge với lượng định trước, chứa thêm Cu hoặc Ag và phần còn lại là Sn, thì tỷ lệ không nóng chảy bằng không. Cụ thể, trong ví dụ thực hiện 3, trong đó lượng Cu được gia tăng trong phạm vi định trước, thì tỷ lệ không nóng chảy bằng không, do đó cần hiểu rằng, sự nóng chảy không bị hạn chế khi lượng Cu nhỏ hơn hoặc bằng 1% khối lượng. Ngoài ra, trong ví dụ thực hiện 7, trong đó lượng Ag được gia tăng trong phạm vi định trước, thì tỷ lệ không nóng chảy bằng không, do đó cần hiểu rằng, sự nóng chảy không bị hạn chế khi lượng Ag nhỏ hơn hoặc bằng 4% khối lượng.

Hơn nữa, trong các ví dụ thực hiện từ 9 đến 26, trong đó chứa Mn và Ge với lượng định trước, chứa thêm Cu hoặc Ag, chứa nguyên tố bất kỳ trong số các nguyên tố P, Ga, Ni, Co, Fe, Bi, In và Sb hoặc toàn bộ các nguyên tố này và phần còn lại là Sn, thì tỷ lệ không nóng chảy bằng không.

Ngoài ra, trong các ví dụ tham chiếu từ 1 đến 9, trong đó chứa Mn và Ge với lượng định trước và phần còn lại là Sn, và trong các ví dụ tham chiếu từ 10 đến 13, trong đó chứa Mn và Ge với lượng định trước, còn chứa thêm Cu và Ag và phần còn lại là Sn, thì tỷ lệ không nóng chảy bằng không.

Ngoài ra, trong các ví dụ tham chiếu từ 14 đến 22, trong đó chứa Mn và Ge với lượng định trước, chứa nguyên tố bất kỳ trong số các nguyên tố P, Ga, Ni, Co, Fe, Bi, In hoặc toàn bộ các nguyên tố này và Sb và phần còn lại là Sn, thì tỷ lệ không nóng chảy bằng không.

Trong tất cả các ví dụ trong số ví dụ so sánh 1, trong đó không chứa Mn và Ge nhưng chứa Sn tinh khiết, ví dụ so sánh 2, trong đó không chứa Mn và Ge nhưng chứa Ag và Cu và phần còn lại là Sn, các ví dụ so sánh 3 đến 7 có các thành phần chính là Sn và chứa Mn nhưng không chứa Ge, và các ví dụ so sánh 8, 10 và 12 có các thành phần chính là Sn và chứa Ge nhưng không chứa Mn, thì xuất hiện hiện tượng không nóng chảy. Ngoài ra, trong các ví dụ so sánh 9, 11 và từ 13 đến 18 chứa Mn và Ge, thì xuất hiện hiện tượng không nóng chảy hoặc trong các ví dụ so sánh 9, 11 và 13 chứa Mn vượt

quá phạm vi của sáng chế này hoặc trong các ví dụ so sánh 14 đến 18 chứa Ge hoặc cả Mn và Ge vượt quá phạm vi của sáng chế này. Hơn nữa, trong ví dụ so sánh 19 chứa cả Mn và Ge vượt quá phạm vi của sáng chế này và còn chứa Cu vượt quá phạm vi của sáng chế này, và ví dụ so sánh 20 chứa cả Mn và Ge vượt quá phạm vi của sáng chế này và còn chứa Ag vượt quá phạm vi của sáng chế này, thì xuất hiện hiện tượng không chảy.

Đánh giá tính thấm ướt

Liên quan đến các hợp kim hàn của mỗi một trong số ví dụ thực hiện, ví dụ so sánh và ví dụ tham chiếu được thể hiện trong các bảng 1, 2 và 3 nêu trên, đã được đánh giá về tác dụng ngăn ngừa sự chuyển màu trong môi trường nhiệt độ và độ ẩm cao lẫn môi trường tiếp xúc với nhiệt độ cao, tính thấm ướt được kiểm tra. Theo một phương pháp kiểm tra, các hợp kim hàn được chuẩn bị trên cơ sở các hợp phần trong các ví dụ thực hiện, các ví dụ so sánh và các ví dụ tham chiếu được đúc và cán và được đột dập thành các mảnh nhỏ (mỗi mảnh dài 2mm, rộng 2mm, dày 0,1mm). Các mảnh nhỏ này được đặt trong môi trường nhiệt độ là 125°C và độ ẩm là 100 %RH trong thời gian 24 giờ. Tiếp đến, các chất trợ dung được phủ lên các tấm tương ứng là tấm Cu, trên đó xử lý OSP đã được thực hiện và tấm mạ Ni/Au, trong đó việc mạ Ni được thực hiện trên tấm Cu và mạ Au được thực hiện tiếp trên tấm mạ Ni và các mảnh nhỏ được xử lý trong nhiệt độ và độ ẩm cao được gắn vào các tấm này và chúng được mạ hồi lưu. Vùng, trong đó hợp kim hàn trải rộng ra được đo và được cho là đạt khi vùng này trải rộng trên 5,0mm² trong trường hợp tấm Cu được xử lý OSP hoặc vùng này trải rộng trên 11,0mm² trong trường hợp tấm được mạ Ni/Au.

Trong các ví dụ thực hiện từ 1 đến 8 trong đó chứa Mn và Ge với lượng định trước, chứa thêm Cu hoặc Ag và phần còn lại là Sn, thì không nhìn thấy được sự suy giảm bất kỳ về tính thấm ướt với cả tấm Cu được xử lý OSP và tấm mạ Ni/Au.

Cụ thể, trong ví dụ thực hiện 3, trong đó lượng Cu được gia tăng trong phạm vi định trước, không nhìn thấy được sự suy giảm bất kỳ về tính thấm ướt với cả tấm Cu được xử lý OSP và tấm mạ Ni/Au, do đó cần hiểu rằng, tính thấm ướt không bị hạn chế khi lượng Cu nhỏ hơn hoặc bằng 1% khối lượng.

Ngoài ra, hợp phần trong ví dụ thực hiện 7, trong đó lượng Ag được gia tăng trong phạm vi định trước, không nhìn thấy được sự suy giảm bất kỳ về tính thấm ướt với cả

tấm Cu được xử lý OSP và tấm mạ Ni/Au, do đó cần hiểu rằng, tính thấm ướt không bị hạn chế khi lượng Ag nhỏ hơn hoặc bằng 4% khối lượng.

Hơn nữa, trong các ví dụ thực hiện 9 đến 26 trong đó chứa Mn và Ge với lượng định trước, chứa thêm Cu hoặc Ag, chứa nguyên tố bất kỳ trong số các nguyên tố P, Ga, Ni, Co, Fe, Bi, In và Sb hoặc tất cả các nguyên tố này và phần còn lại là Sn, không nhìn thấy được sự suy giảm bất kỳ về tính thấm ướt với cả tấm Cu được xử lý OSP và tấm mạ Ni/Au.

Ngoài ra, trong các ví dụ tham chiếu từ 1 đến 9 trong đó chứa Mn và Ge với lượng định trước và phần còn lại là Sn, và trong các ví dụ tham chiếu từ 10 đến 13, trong đó chứa Mn và Ge với lượng định trước, chứa thêm Cu và Ag và phần còn lại là Sn, không nhìn thấy được sự suy giảm bất kỳ về tính thấm ướt với cả tấm Cu được xử lý OSP và tấm mạ Ni/Au.

Ngoài ra, trong các ví dụ tham chiếu từ 14 đến 22 trong đó chứa Mn và Ge với lượng định trước, chứa thêm nguyên tố bất kỳ trong số các nguyên tố P, Ga, Ni, Co, Fe, Bi, In và Sb hoặc tất cả các nguyên tố này và phần còn lại là Sn, không nhìn thấy được sự suy giảm bất kỳ về tính thấm ướt với cả hai tấm Cu được xử lý OSP và tấm mạ Ni/Au.

Trong ví dụ so sánh 1 trong đó không chứa Mn và Ge nhưng chứa Sn tinh khiết, và ví dụ so sánh 2, trong đó không chứa Mn và Ge nhưng chứa Ag và Cu và phần còn lại là Sn, tính thấm ướt với cả tấm Cu được xử lý OSP và tấm mạ Ni/Au bị suy giảm.

Trong các ví dụ so sánh từ 3 đến 7 chứa Mn nhưng không chứa Ge, tính thấm ướt với cả tấm Cu được xử lý OSP và tấm mạ Ni/Au bị suy giảm khi lượng Mn được gia tăng. Trong các ví dụ so sánh 9, 11 và từ 13 đến 18 chứa Mn và Ge, tính thấm ướt với cả tấm Cu được xử lý OSP và tấm mạ Ni/Au bị suy giảm trong tất cả các ví dụ so sánh 9, 11 và 13 chứa Mn vượt quá phạm vi của sáng chế này và các ví dụ so sánh từ 14 đến 18 chứa Ge hoặc cả Mn và Ge vượt quá phạm vi của sáng chế này.

Hơn nữa, trong ví dụ so sánh 19 chứa cả Mn và Ge vượt quá phạm vi của sáng chế này và chứa Cu vượt quá phạm vi của sáng chế này, và ví dụ so sánh 20 chứa cả Mn và Ge vượt quá phạm vi của sáng chế này và chứa Ag vượt quá phạm vi của sáng chế này, tính thấm ướt với cả hai tấm Cu được xử lý OSP và tấm mạ Ni/Au bị suy giảm. Cần hiểu rằng, tính thấm ướt giảm đi khi chứa Mn và /hoặc Ge vượt quá phạm vi của sáng chế này.

Từ các kết quả trên, cần hiểu rằng, trong hợp kim hàn có các thành phần chính là Sn và chứa Mn với lượng nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,1% khối lượng, Ge với lượng nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,1% khối lượng và Ag với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 4% khối lượng, thì Mn và O₂ phản ứng để ngăn không cho Sn phản ứng với O₂ và sự phân bố các Sn oxit thay đổi theo thời gian ở bề mặt ngoài cùng của màng oxit được ngăn chặn, và bằng cách cho màng oxit chứa các Ge oxit, có tác dụng ngăn ngừa sự chuyển màu, duy trì ở phía bề mặt ngoài cùng, tác dụng ngăn ngừa sự chuyển màu thu được thậm chí trong môi trường nhiệt độ và độ ẩm cao. Tốt hơn là, khi lượng Ge có tỷ lệ phần trăm lớn hơn hoặc bằng lượng Mn ($Mn \leq Ge$), cần hiểu rằng, tác dụng ngăn ngừa chuyển màu cao đạt được trong cả môi trường nhiệt độ cao và độ ẩm cao lẫn môi trường tiếp xúc với nhiệt độ cao.

Ngoài ra, trong hợp kim hàn có thành phần chính là Sn và chứa Mn và Ge với lượng định trước nêu trên và chứa thêm Ag, cần hiểu rằng, do Mn và O₂ phản ứng để ngăn không cho Sn phản ứng với O₂ do đó sự phát triển của các Sn oxit được ngăn chặn, nên có thể ngăn chặn sự gia tăng về độ dày của màng oxit. Việc ngăn chặn sự gia tăng về độ dày của màng oxit cho phép chất trợ dung loại bỏ hoàn toàn các oxit trong khi hàn, nhờ đó nâng cao các tính chất nóng chảy của hợp kim hàn.

Các ví dụ ứng dụng của hợp kim hàn

Fig.2 là sơ đồ kết cấu thể hiện ví dụ mà hợp kim hàn theo sáng chế được áp dụng. Hợp kim hàn này có thành phần chính là Sn và chứa Mn với lượng nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,1% khối lượng, Ge với lượng nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,1% khối lượng và Ag với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 4% khối lượng có thể được tạo ra dưới dạng bi hàn hình cầu 10. Đường kính của bi hàn 10 tốt hơn nằm trong khoảng từ 1 đến 1000 μm . Khi đường kính nằm trong phạm vi này, thì bi hàn hình cầu có thể được sản xuất một cách ổn định và có thể ngăn chặn sự ngắn mạch kết nối giữa các đầu cực khi chúng có các bước hẹp. Ở đây, khi đường kính của bi hàn từ 1 đến 50 μm , thì nó có thể được gọi là “bột hàn”.

Fig.3 là sơ đồ kết cấu thể hiện ví dụ khác, mà hợp kim hàn theo sáng chế được áp dụng. Hợp kim hàn có thành phần chính là Sn và chứa Mn với lượng nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,1% khối lượng, Ge với lượng nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,1% khối lượng và Ag với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 4% khối lượng có thể được tạo ra dưới

dạng vảy hàn 11. ví dụ, vảy hàn 11 được tạo kết cấu dưới dạng, ví dụ là hình hộp chữ nhật.

Theo một ví dụ ứng dụng khác, hợp kim hàn có thành phần chính là Sn và chứa Mn với lượng nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,1% khối lượng, Ge với lượng nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,1% khối lượng và Ag với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 4% khối lượng có thể được tạo ra dưới dạng bột có kích cỡ định trước, được trộn với chất trợ dung để tạo ra kem hàn.

Hợp kim hàn, bi hàn, vảy hàn, kem hàn theo sáng chế này tạo ra mối hàn được sử dụng để liên kết các vi mạch bán dẫn hoặc để liên kết các linh kiện điện tử với bảng mạch in.

Theo sáng chế, liều lượng anpha có thể là nhỏ hơn hoặc bằng $0,0200 \text{ cph/cm}^2$. Khi liều lượng anpha nhỏ hơn hoặc bằng $0,0200 \text{ cph/cm}^2$, thì có thể ngăn ngừa các lỗi mềm bất kỳ trong thiết bị điện tử.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hợp kim hàn, khác biệt ở chỗ, hợp kim hàn này bao gồm các thành phần sau với lượng tính theo % khối lượng:

Mn từ 0,005 đến 0,1% khối lượng;

Ge từ 0,001 đến 0,1% khối lượng;

Ag từ 0 đến 4% khối lượng; và

phần còn lại là Sn.

2. Hợp kim hàn theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, lượng Mn nhỏ hơn hoặc bằng lượng Ge.

3. Hợp kim hàn theo điểm 1 hoặc 2, khác biệt ở chỗ, hợp kim hàn này còn bao gồm ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm P và Ga với lượng tổng cộng nằm trong khoảng từ 0,002 đến 0,1% khối lượng.

4. Hợp kim hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, khác biệt ở chỗ, hợp kim hàn này còn bao gồm ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Ni, Co và Fe với lượng tổng cộng nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,3% khối lượng.

5. Hợp kim hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, khác biệt ở chỗ, hợp kim hàn này còn bao gồm ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Bi, In và Sb với lượng tổng cộng nằm trong khoảng từ 0,1 đến 10% khối lượng.

6. Bi hàn, khác biệt ở chỗ, bi hàn này sử dụng hợp kim hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5.

7. Vảy hàn, khác biệt ở chỗ, vảy hàn này sử dụng hợp kim hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5.

8. Kem hàn, khác biệt ở chỗ, kem hàn này sử dụng hợp kim hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5.

9. Mối hàn, khác biệt ở chỗ, mối hàn này sử dụng hợp kim hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5.

10. Mối hàn, khác biệt ở chỗ, mối hàn này sử dụng bi hàn theo điểm 6.

11. Mối hàn, khác biệt ở chỗ, mối hàn này sử dụng vảy hàn theo điểm 7.

12. Mối hàn, khác biệt ở chỗ, mối hàn này sử dụng kem hàn theo điểm 8.

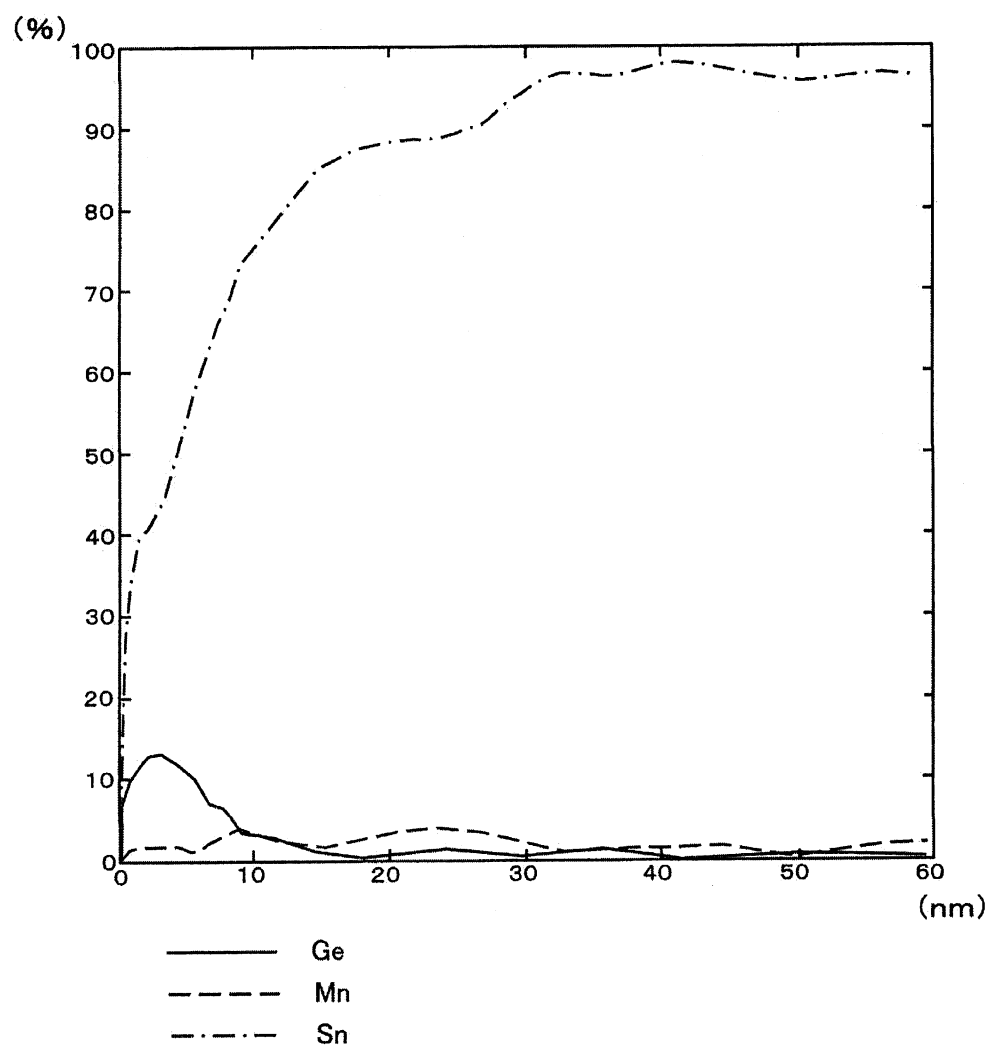
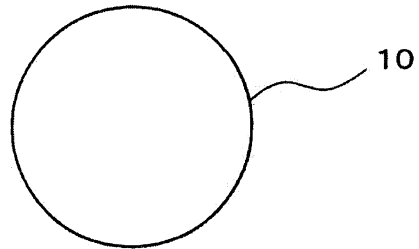
FIG. 1

FIG. 2**FIG. 3**