



(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)



1-0038573

(51)⁷ B23K 35/26; C22C 13/02; B23K 35/22 (13) B

(21) 1-2019-05082

(22) 30/03/2018

(86) PCT/JP2018/013555 30/03/2018

(87) WO 2018/181873 04/10/2018

(30) 2017-073270 31/03/2017 JP

(45) 26/02/2024 431

(43) 30/01/2020 382A

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

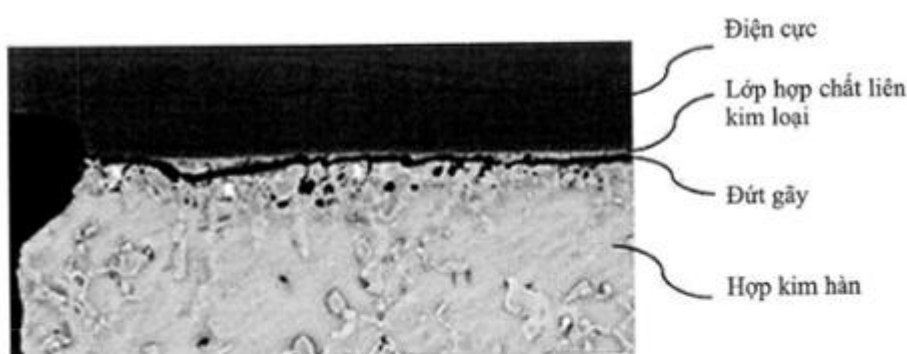
23, Senju-Hashido-cho, Adachi-ku, Tokyo 1208555, Japan

(72) IZUMITA Naoko (JP); YOSHIKAWA Shunsaku (JP); TACHIBANA Yoshie (JP).

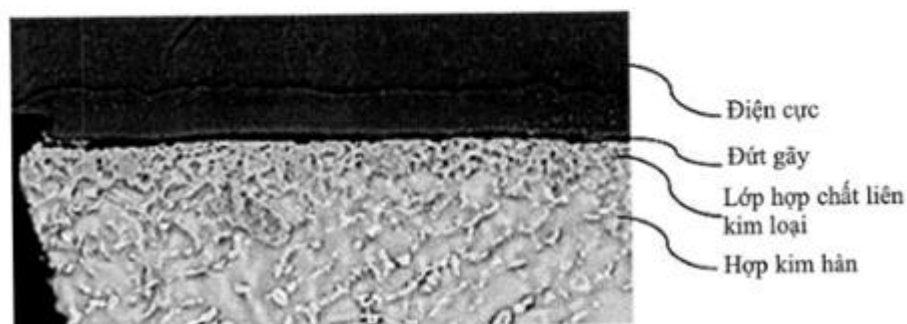
(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) HỢP KIM HÀN, KEM HÀN VÀ MÔI HÀN

(57) Sáng chế đề xuất hợp kim hàn, kem hàn, và môi hàn mà tạo ra độ tin cậy cao, theo đó hợp kim hàn này có độ bền kéo cao và đạt được độ bền chống rung rất tốt tại mối nối giữa bảng mạch in và linh kiện điện tử. Hợp kim hàn này bao gồm, tính theo % khối lượng, Ag với lượng là 1-4%, Cu với lượng là 0,5-0,8%, Bi với lượng lớn hơn 4,8% nhưng không lớn hơn 5,5%, Sb với lượng lớn hơn 1,5% nhưng không lớn hơn 5,5%, Ni với lượng không nhỏ hơn 0,01% nhưng nhỏ hơn 0,1%, và Co với lượng lớn hơn 0,001% nhưng không lớn hơn 0,1%, với phần còn lại là Sn.



(a)



(b)

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hợp kim hàn có độ bền cao và tạo ra độ bền chống rung rất tốt đối với phần ghép nối, kem hàn và mối hàn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, linh kiện điện tử dùng cho xe ô tô đang phát triển, và xe ô tô đang biến đổi từ xe chạy xăng sang xe lai (hybrid) hoặc xe điện. Trong xe lai hoặc xe điện này có gắn mạch điện tử trên xe mà các linh kiện điện tử được hàn trên bảng mạch in. Mặc dù mạch điện tử trên xe này được bố trí ở bên trong xe có môi trường với độ rung tương đối nhỏ, nhưng do việc mở rộng sử dụng, mạch điện tử trên xe được gắn trực tiếp trong khoang động cơ hoặc buồng dầu của hộp số, và trên thiết bị cơ khí.

Như đã mô tả ở trên, mạch điện tử trên xe được gắn ở nơi tiếp nhận các tải bên ngoài khác nhau như chênh lệch nhiệt độ, va đập và rung do việc mở rộng vùng gắn. Ví dụ, mạch điện tử trên xe được gắn trong khoang động cơ có thể phải tiếp xúc với nhiệt độ cao từ 125°C trở lên trong quá trình vận hành động cơ. Mặt khác, khi động cơ dừng, thì mạch điện tử này tiếp xúc với nhiệt độ thấp bằng hoặc thấp hơn -40°C, ví dụ: ở nơi lạnh. Khi mạch điện tử trên xe tiếp xúc với mức chênh lệch nhiệt độ như vậy, thì ứng suất sẽ tập trung ở phần ghép nối do chênh lệch về hệ số giãn nở nhiệt giữa thành phần điện tử và bảng mạch in. Do đó, khi hợp kim hàn Sn-3Ag-0,5Cu trong lĩnh vực kỹ thuật liên quan được sử dụng, thì phần ghép nối này có thể bị đứt gãy, và hợp kim hàn mà có thể ngăn ngừa hiện tượng đứt gãy của phần ghép nối được nghiên cứu thậm chí là trong môi trường mà trong đó có mức chênh lệch nhiệt độ khác nhiệt.

Ví dụ, các tài liệu sáng chế từ 1 đến 5 bộc lộ hợp kim hàn gốc Sn-Ag-Cu-Bi-Sb-Ni-Co. Theo sáng chế được mô tả trong tài liệu sáng chế 1, việc có hay không có vết rỗ, mức thoát Cu, và tuổi thọ mối hàn bằng thử nghiệm chu trình nhiệt được đánh giá trong trường hợp thành phần hợp kim mà trong đó hàm lượng Sb nhỏ hơn hoặc bằng 1,5% hoặc lớn hơn hoặc bằng 3,0%, và hàm lượng Bi nhỏ hơn hoặc bằng 2,7%. Theo sáng chế được mô tả trong tài liệu sáng chế 2, độ bền chống va đập trước và sau thử nghiệm chu trình nhiệt được đánh giá trong trường hợp thành phần hợp kim mà trong đó hàm lượng Ni lớn hơn hoặc bằng 0,1% hoặc bằng 0,04%, và hàm lượng Bi bằng 3,2%. Theo

sáng chế được mô tả trong tài liệu sáng chế 3, việc có hay không có vết nứt hoặc vết rỗ trên mỗi hàn sau chu trình nhiệt được đánh giá trong trường hợp thành phần hợp kim mà trong đó hàm lượng Bi bằng 3,2% hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 3,5%, và hàm lượng Co bằng 0,001%. Theo sáng chế được mô tả trong tài liệu sáng chế 4, tỷ lệ có vết nứt trong mỗi hàn sau chu trình nhiệt được đánh giá trong trường hợp thành phần hợp kim mà trong đó hàm lượng Bi nhỏ hơn hoặc bằng 3,2%. Theo sáng chế được mô tả trong tài liệu sáng chế 5, việc có hay không có vết nứt trên phần đường hàn sau chu trình nhiệt được đánh giá trong trường hợp thành phần hợp kim mà trong đó hàm lượng Bi nhỏ hơn hoặc bằng 4,8%.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Patent Nhật Bản số 5349703

Tài liệu sáng chế 2: Patent Nhật Bản số 5723056

Tài liệu sáng chế 3: Patent Nhật Bản số 6047254

Tài liệu sáng chế 4: WO 2014/163167 A1

Tài liệu sáng chế 5: Patent Nhật Bản số 6053248

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Như đã mô tả trên đây, theo các sáng chế được mô tả trong các tài liệu sáng chế từ 1 đến 5, hợp kim hàn dùng cho mạch điện tử trên xe phải tiếp xúc với môi trường mà trong đó mức chênh lệch nhiệt độ là lớn, ví dụ, khoang động cơ, chủ yếu sẽ được đánh giá. Tuy nhiên, bên cạnh các đặc điểm chu trình nhiệt, khi khu vực gắn của mạch điện tử trên xe mở rộng, thì sẽ cần phải nâng cao độ bền chống va đập và độ bền chống rung, và cũng cần có nghiên cứu về các đặc điểm này. Trong các tài liệu nêu trên, độ bền chống va đập được đánh giá theo sáng chế được mô tả trong tài liệu sáng chế 2, nhưng chỉ có đánh giá về va đập rơi bằng cách làm rơi 5 lần từ độ cao 1 m được mô tả làm phương pháp đánh giá của nó.

Ở đây, do có cơ cấu treo được lắp trên xe, nên rất khó để giả định tình huống mà trong đó va đập rơi từ 1 m chỉ được áp dụng cho xe khi xe chạy trên đường đã lát hoặc đường rải sỏi. Do đó, được cho là đánh giá về va đập rơi được mô tả trong tài liệu sáng chế 2 giả định trường hợp mà ở đó xe bị va chạm. Trong trường hợp này, khi va đập rơi được đánh giá, thì ít nhất việc rơi của bảng mạch từ bề mặt của nó, việc rơi của bảng mạch từ góc của bảng mạch, và kiểu rơi tương tự cần phải được quy định, và vật liệu của bề mặt sàn mà trên đó bảng mạch rơi xuống cũng cần phải được quy định. Tuy nhiên, trong tài liệu sáng chế 2, như đã mô tả trên đây, chỉ có độ cao rơi và số lần rơi được quy định, nên phải nói là bản thân đánh giá này có tính mơ hồ, và không rõ là giả định loại va đập nào. Ngay cả trong thành phần hợp kim được đánh giá là không có vấn đề theo đánh giá trên đây, thì các vấn đề có thể xuất hiện tùy thuộc vào việc rơi của bảng mạch từ bề mặt của nó, việc rơi của bảng mạch từ góc của bảng mạch, và kiểu tương tự, hoặc vật liệu của bề mặt sàn mà trên đó bảng mạch rơi xuống. Do đó, cần phải thiết kế hợp kim theo các tiêu chí đánh giá được xác định đến ít nhất một mức cụ thể.

Ngoài ra, trong rung động được truyền đến thân xe trong quá trình chạy thông thường, tải được áp dụng bởi một lần tác động là nhỏ và số lần áp dụng tải là nhiều, khi so sánh với trường hợp tác động tại thời điểm va chạm. Do đó, cần cải thiện thành phần hợp kim đã bộc lộ trong các tài liệu sáng chế từ 1 đến 5 trong khi đánh giá độ bền chống rung trong các điều kiện đánh giá sát với các điều kiện thực tế.

Ngoài ra, trong các tài liệu sáng chế từ 1 đến 5, như đã mô tả trên đây, thiết kế của hợp kim chủ yếu tập trung vào các đặc điểm chu trình nhiệt đã được thực hiện. Trong mạch điện tử trên xe tiếp xúc với chu trình nhiệt, ứng suất tác động lên phần ghép nối do chênh lệch về hệ số giãn nở nhiệt giữa bảng mạch in và linh kiện điện tử. Mặt khác, khi rung động tác động lên mạch điện tử trên xe, thì ứng suất được coi là ứng suất gần với lực va đập bên ngoài, không giống với ứng suất gây ra bởi việc co giãn của bảng mạch in hoặc thành phần điện tử được tạo ra trong chu trình nhiệt. Nghĩa là, do trạng thái khác nhau của tải trên phần ghép nối được thấy giữa thử nghiệm chu trình nhiệt và thử nghiệm rung, nên cần có thiết kế hợp kim phù hợp để tương ứng với việc giãn nở của khu vực gắn của bảng mạch.

Ngoài vấn đề trên, để ngăn ngừa đứt gãy trong phần ghép nối của mạch điện tử trên xe mà không quan tâm đến khu vực gắn của mạch điện tử trên xe, cũng cần phải

nâng cao độ bền của chính hợp kim hàn tạo thành phần ghép nối. Cũng từ góc độ này, cần phải nghiên cứu lại thành phần hợp kim đã biết.

Mục đích của sáng chế là tạo ra hợp kim hàn, kem hàn, và mối hàn có độ tin cậy cao do hợp kim hàn có độ bền kéo cao và tạo ra phần ghép nối có độ bền chống rung rất tốt giữa bảng mạch in và thành phần điện tử.

Giải pháp kỹ thuật

Các tác giả sáng chế đầu tiên giả định trường hợp mà trong đó tải do rung động tác động lên phần ghép nối như đã mô tả trên đây, và sau đó nghiên cứu kiểu đứt gãy của phần ghép nối được liên kết bởi hợp kim hàn Sn-3Ag-0,5Cu trong tình trạng kỹ thuật. Đã phát hiện được là, trong trường hợp sử dụng hợp kim hàn, thì đứt gãy xuất hiện tại mặt phân cách giữa điện cực và hợp kim hàn.

Do đó, để tránh kiểu đứt gãy như vậy, các tác giả sáng chế tập trung vào hàm lượng Ni và hàm lượng Co trong hợp kim hàn gốc Sn-Ag-Cu-Bi-Sb-Ni-Co và nghiên cứu chi tiết hàm lượng của các nguyên tố của hợp kim này. Kết quả là, kiểu đứt gãy này không được tìm thấy trong phạm vi định trước của chúng, nhưng việc biến đổi thành kiểu đứt gãy này đã được tìm thấy trong hợp kim hàn trong khu vực lân cận của lớp hợp chất liên kim loại. Nghĩa là, đã phát hiện được là trong thành phần hợp kim mà trong đó hàm lượng Ni và hàm lượng Co đã được điều chỉnh, thì độ bền chống rung đã được cải thiện nhờ sự biến đổi của kiểu đứt gãy này.

Ngoài ra, để ngăn ngừa sự kéo dài các vết nứt trong hợp kim hàn, các tác giả sáng chế tập trung vào thực tế là cần cải thiện độ bền của chính hợp kim hàn. Ở đây, các tài liệu sáng chế từ 1 đến 5 chỉ bộc lộ thành phần hợp kim mà trong đó hàm lượng Sb và hàm lượng Bi được giảm thấp trong các ví dụ sử dụng hợp kim hàn gốc Sn-Ag-Cu-Bi-Sb-Ni-Co. Tuy nhiên, trong những năm gần đây, do khu vực gắn của mạch điện tử trên xe được mở rộng, nên cần có độ bền kéo của hợp kim hàn cao hơn so với độ bền kéo trong tình trạng kỹ thuật.

Do đó, các tác giả sáng chế đã tinh chỉnh hàm lượng Ni và hàm lượng Co trong hợp phần mà trong đó Ag và Cu được chứa với các lượng định trước, và sau đó đã tạo ra hợp kim bằng cách tăng hàm lượng Sb và hàm lượng Bi để nâng cao độ bền của bản thân hợp kim hàn. Kết quả là, đã phát hiện được là độ bền kéo của hợp kim hàn được

cải thiện trong khi các vết nứt trong hợp kim hàn trong khu vực lân cận của lớp hợp chất liên kim loại được ngăn ngừa và độ bền chống rung được cải thiện.

Theo các nghiên cứu nêu trên, các tác giả sáng chế còn nghiên cứu thêm để nâng cao độ tin cậy, mặc dù đã thu được hợp kim hàn mà nó đủ thỏa mãn việc giãn nở của khu vực gắn của bảng mạch. Giả định là, bằng cách chỉ tăng hàm lượng của Sb và Bi để đơn thuần nâng cao độ bền kéo, hàm lượng của Ni và Co được giảm bớt một cách tương đối, và do vậy, độ bền chống rung không được cải thiện. Do đó, kết quả của nghiên cứu chi tiết sau đó có cân nhắc đến tính cân đối giữa độ bền kéo và độ bền chống rung, đã phát hiện được là độ bền kéo và độ bền chống rung của hợp kim hàn đã được cải thiện và thu được độ tin cậy cao hơn bằng cách điều chỉnh hàm lượng Ni và Co để ngăn ngừa đứt gãy tại mặt phân cách giữa điện cực của bảng mạch in và hợp kim hàn, hàm lượng của Bi và Sb mà giúp ngăn ngừa việc kéo dài vết nứt trong hợp kim hàn, và phần còn lại của nó.

Nhờ các phát hiện này nên đã thu được sáng chế dưới đây.

(1) Hợp kim hàn có thành phần hợp kim bao gồm, theo % khối lượng:

Ag: từ 1% đến 4%;

Cu: từ 0,5% đến 0,8%;

Bi: lớn hơn 4,8% và nhỏ hơn hoặc bằng 5,5%;

Sb: lớn hơn 1,5% và nhỏ hơn hoặc bằng 5,5%;

Ni: lớn hơn hoặc bằng 0,01% và nhỏ hơn 0,1%;

Co: lớn hơn 0,001% và nhỏ hơn hoặc bằng 0,1% ; và

phần còn lại là Sn.

(2) Hợp kim hàn theo mục (1) trên đây, trong đó thành phần hợp kim này thỏa mãn các mối tương quan từ (1) đến (3) dưới đây:

$$0,020\% \leq \text{Ni} + \text{Co} \leq 0,105\% \quad (1)$$

$$9,1\% \leq \text{Sb} + \text{Bi} \leq 10,4\% \quad (2)$$

$$4,05 \times 10^{-3} \leq (\text{Ni} + \text{Co})/(\text{Bi} + \text{Sb}) \leq 1,00 \times 10^{-2} \quad (3),$$

trong đó mỗi nguyên tố Ni, Co, Bi, và Sb thể hiện hàm lượng (% khối lượng) của chúng trong hợp kim hàn.

(3) Kem hàn chứa hợp kim hàn theo mục (1) hoặc (2) nêu trên.

(4) Môi hàn chứa hợp kim hàn theo mục (1) hoặc (2) nêu trên.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là ảnh chụp SEM mặt cắt ngang của môi hàn, và Fig.1(a) là ảnh chụp SEM mặt cắt ngang của môi hàn được tạo thành bởi thành phần hợp kim theo ví dụ 1, và Fig.1(b) là ảnh chụp SEM mặt cắt ngang của môi hàn được tạo thành bởi thành phần hợp kim theo ví dụ so sánh 6.

Fig.2 là biểu đồ thể hiện mối liên quan giữa môi tương quan (3) và “TS × số lượng chu kỳ rung”.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây. Trong sáng chế, "%" liên quan đến thành phần hợp kim hàn là "% khối lượng" trừ phi được qui định cụ thể.

1. Hợp kim hàn

(1) Ag: từ 1% đến 4%

Ag cải thiện tính thấm ướt của thuốc hàn và làm kết tủa hợp chất có dạng mạng lưới của hợp chất liên kim loại của Ag_3Sn trong ma trận thuốc hàn để tạo thành hợp kim tăng cường kết tủa và nâng cao độ bền kéo của hợp kim hàn. Khi hàm lượng Ag nhỏ hơn 1%, thì tính thấm ướt của thuốc hàn không được cải thiện. Là giới hạn dưới của hàm lượng Ag, tốt hơn nếu hàm lượng này lớn hơn hoặc bằng 2,0%, và tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 3,3%.

Mặt khác, khi hàm lượng Ag vượt quá 4%, thì độ bền chống rung là kém bởi vì hợp chất liên kim loại dạng hạt to Ag_3Sn mà nó kết tinh dưới dạng tinh thể ban đầu, và nhiệt độ hóa lỏng cũng tăng lên. Là giới hạn trên của hàm lượng Ag, tốt hơn nếu hàm lượng này nhỏ hơn hoặc bằng 3,7%, và tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 3,5%.

(2) Cu: từ 0,5% đến 0,8%

Cu nâng cao độ bền kéo của hợp kim hàn. Khi hàm lượng Cu nhỏ hơn 0,5%, thì độ bền kéo không được cải thiện. Là giới hạn dưới của Cu, tốt hơn nếu hàm lượng này lớn hơn hoặc bằng 0,6%, và tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 0,65%.

Mặt khác, khi hàm lượng Cu vượt quá 0,8%, thì độ bền chống rung là kém bởi vì hợp chất liên kim loại dạng hạt to Cu_6Sn_5 mà nó kết tinh dưới dạng tinh thể ban đầu, và nhiệt độ hóa lỏng cũng tăng lên. Là giới hạn trên của Cu, tốt hơn nếu hàm lượng này nhỏ hơn hoặc bằng 0,75%.

(3) Bi: lớn hơn 4,8% và nhỏ hơn hoặc bằng 5,5%

Bi là nguyên tố cần thiết để nâng cao độ bền chống rung bằng cách nâng cao độ bền kéo của hợp kim hàn. Ngoài ra, ngay cả khi nếu Bi được chứa, thì việc tạo thành hợp chất liên kim loại dạng hạt nhỏ SnSb mà sẽ được mô tả ở phần dưới đây không được ngăn ngừa, và hợp kim hàn tăng cường kết tủa được duy trì. Khi hàm lượng Bi nhỏ hơn hoặc bằng 4,8%, thì hiệu quả nêu trên không thể được bộc lộ đầy đủ. Là giới hạn dưới của hàm lượng Bi, tốt hơn nếu hàm lượng này lớn hơn hoặc bằng 4,9%.

Mặt khác, khi hàm lượng Bi vượt quá 5,5%, thì tính dễ uốn của hợp kim hàn giảm đi và hợp kim hàn trở nên cứng, và độ bền chống rung bị giảm. Là giới hạn trên của hàm lượng Bi, tốt hơn nếu hàm lượng này nhỏ hơn hoặc bằng 5,3%, và tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 5,2%.

(4) Sb: lớn hơn 1,5% và nhỏ hơn hoặc bằng 5,5%

Sb là nguyên tố tăng cường hòa tan chất rắn mà thâm nhập vào ma trận Sn, là nguyên tố tăng cường phân tán kết tủa mà nó tạo thành hợp chất liên kim loại dạng hạt nhỏ SnSb nhờ một lượng vượt quá giới hạn hòa tan đối với Sn, và là nguyên tố cần thiết để nâng cao độ bền chống rung bằng cách nâng cao độ bền kéo của hợp kim hàn. Khi hàm lượng Sb nhỏ hơn hoặc bằng 1,5%, thì việc kết tủa của hợp chất liên kim loại SnSb là không đủ, và hiệu quả này không thể được bộc lộ. Là giới hạn dưới của hàm lượng Sb, tốt hơn nếu hàm lượng này lớn hơn hoặc bằng 1,6%, tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 3,0%, và còn tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 4,8%.

Mặt khác, khi hàm lượng Sb vượt quá 5,5%, thì hợp kim hàn có thể trở nên cứng, và độ bền chống rung có thể bị giảm. Là giới hạn trên của hàm lượng Sb, tốt hơn nếu hàm lượng này nhỏ hơn hoặc bằng 5,3%, và tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 5,2%.

(5) Ni: lớn hơn hoặc bằng 0,01% và nhỏ hơn 0,1%

Ni được phân tán đều trong hợp chất liên kim loại mà nó làm kết tủa gần mặt phân cách liên kết giữa điện cực và hợp kim hàn, sẽ cải tạo lớp hợp chất liên kim loại, và ngăn ngừa đứt gãy tại mặt phân cách liên kết giữa điện cực và hợp kim hàn. Kết quả là, kiểu đứt gãy này biến đổi thành kiểu đứt gãy trong hợp kim hàn trong khu vực lân cận của lớp hợp chất liên kim loại. Khi hàm lượng Ni nhỏ hơn 0,01%, thì hiệu quả trên đây không thể được bộc lộ. Là giới hạn dưới của hàm lượng Ni, tốt hơn nếu hàm lượng này lớn hơn hoặc bằng 0,02%, và tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 0,03%.

Mặt khác, khi hàm lượng Ni lớn hơn hoặc bằng 0,1%, thì điểm nóng chảy của hợp kim hàn sẽ cao, và việc thiết đặt nhiệt độ trong quá trình liên kết thuốc hàn cần phải thay đổi. Là giới hạn trên của hàm lượng Ni, tốt hơn nếu hàm lượng này nhỏ hơn hoặc bằng 0,09%, và tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 0,05%.

(6) Co: lớn hơn 0,001% và nhỏ hơn hoặc bằng 0,1%

Co là nguyên tố cần thiết để nâng cao hiệu quả của Ni. Khi hàm lượng Co nhỏ hơn hoặc bằng 0,001%, thì hiệu quả trên đây không thể được bộc lộ. Là giới hạn dưới của hàm lượng Co, tốt hơn nếu hàm lượng này lớn hơn hoặc bằng 0,002%, và tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 0,004%.

Mặt khác, khi hàm lượng Co lớn hơn 0,1%, thì điểm nóng chảy của hợp kim hàn sẽ cao, và việc thiết đặt nhiệt độ trong quá trình liên kết thuốc hàn cần phải thay đổi. Là giới hạn trên của hàm lượng Co, tốt hơn nếu hàm lượng này nhỏ hơn hoặc bằng 0,05%, và tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 0,012%.

(7) $0,020\% \leq \text{Ni} + \text{Co} \leq 0,105\%$ (1)

Trong hợp kim hàn theo sáng chế, cần ngăn ngừa đứt gãy tại mặt phân cách liên kết với điện cực, đây không phải là phương án mong muốn đối với kiểu đứt gãy này của mối hàn. Do hiệu quả này được bộc lộ đầy đủ, là giới hạn dưới của tổng lượng Ni và Co, tốt hơn nếu tổng lượng này lớn hơn hoặc bằng 0,020%, và tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 0,042%.

Là giới hạn trên của tổng lượng này, tốt hơn nếu tổng lượng này nhỏ hơn hoặc bằng 0,105%, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 0,098%, còn tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 0,09%, và đặc biệt tốt nếu nhỏ hơn hoặc bằng 0,050% để cho mối hàn có thể

được tạo thành trong các điều kiện hồi lưu trong tình trạng kỹ thuật bằng cách ngăn ngừa việc tăng điểm nóng chảy.

Trong mỗi tương quan (1), mỗi nguyên tố Ni và Co thể hiện hàm lượng (% khối lượng) của chúng trong hợp kim hàn.

$$(8) 9,1\% \leq Sb + Bi \leq 10,4\% \quad (2)$$

Trong hợp kim hàn theo sáng chế, bằng cách tăng tổng lượng Sb và Bi, việc kéo dài vết nứt trong hợp kim hàn được ngăn ngừa, độ bền kéo của hợp kim hàn được nâng cao, và độ bền chống rung cũng được nâng cao thêm. Để bộc lộ đầy đủ hiệu quả này, là giới hạn dưới của tổng lượng Sb và Bi, tốt hơn nếu tổng lượng này lớn hơn hoặc bằng 9,1%, tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 9,6%, còn tốt hơn nữa nếu bằng 9,7% hoặc lớn hơn, và đặc biệt tốt nếu lớn hơn 9,8%.

Là giới hạn trên của tổng lượng này, tốt hơn nếu tổng lượng này nhỏ hơn hoặc bằng 10,4%, và tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 10,0% từ góc độ ngăn ngừa việc kéo dài vết nứt trong hợp kim hàn mà không làm hóa cứng quá mức hợp kim hàn.

Trong mỗi tương quan (2), mỗi nguyên tố Bi và Sb thể hiện hàm lượng (% khối lượng) của chúng trong hợp kim hàn.

$$(9) 4,05 \times 10^{-3} \leq (Ni + Co)/(Bi + Sb) \leq 1,00 \times 10^{-2} \quad (3)$$

Trong hợp kim hàn theo sáng chế, tính cân đối giữa độ bền kéo và độ bền chống rung tốt hơn nếu được duy trì xét từ góc độ thỏa mãn một cách đầy đủ hơn nữa đối với việc mở rộng của khu vực gắn của bảng mạch. Khi hàm lượng của Bi và Sb không tăng quá nhiều, thì hàm lượng của Ni và Co không giảm đi một cách tương đối so với hàm lượng của Bi và Sb, và độ bền kéo của hợp kim hàn không quá cao. Một cách tương ứng, khi hàm lượng của Ni và Co là một lượng thích hợp, thì đứt gãy tại mặt phân cách giữa điện cực và hợp kim hàn được ngăn ngừa, việc tăng điểm nóng chảy của hợp kim hàn được ngăn ngừa, có thể thực hiện bước hàn mà không gặp khó khăn, và việc giảm của độ bền chống rung được ngăn ngừa. Như đã mô tả trên đây, có cân nhắc là có thể thu được độ tin cậy cao bằng cách ngăn ngừa việc tăng điểm nóng chảy của hợp kim hàn, và điều chỉnh cân bằng giữa tổng lượng Ni và Co để ngăn ngừa đứt gãy tại mặt phân cách giữa bảng mạch in và hợp kim hàn và tổng lượng Bi và Sb để ngăn ngừa việc kéo dài vết nứt trong hợp kim hàn bằng cách nâng cao độ bền kéo.

Chính vì lý do này, mong muốn là bên cạnh các mối tương quan (1) và (2), thì mối tương quan (3) được thỏa mãn.

Để bộc lộ hiệu quả thu được bằng cách thỏa mãn mối tương quan (3), là giới hạn dưới của mối tương quan (3), tốt hơn nếu nó lớn hơn hoặc bằng $4,05 \times 10^{-3}$, và tốt hơn nữa nếu nó lớn hơn hoặc bằng $4,20 \times 10^{-3}$. Là giới hạn trên của mối tương quan (3), tốt hơn nếu nó nhỏ hơn hoặc bằng $1,00 \times 10^{-2}$, tốt hơn nữa nếu nó nhỏ hơn hoặc bằng $9,8 \times 10^{-3}$, đặc biệt tốt nếu nó nhỏ hơn hoặc bằng $9,0 \times 10^{-3}$, và tốt nhất nếu nó nhỏ hơn hoặc bằng $5,5 \times 10^{-3}$.

Trong mối tương quan (3), mỗi nguyên tố Ni, Co, Bi, và Sb thể hiện hàm lượng (% khối lượng) của chúng trong hợp kim hàn.

(10) Phần còn lại: Sn

Phần còn lại của hợp kim hàn theo sáng chế là Sn và có thể chứa các tạp chất không tránh được ngoài các nguyên tố nêu trên. Ngay cả khi có chứa các tạp chất không tránh được này, thì hiệu quả đã mô tả trên đây không bị ảnh hưởng.

2. Kem hàn

Kem hàn theo sáng chế là hỗn hợp của bột thuốc hàn chứa thành phần hợp kim trên đây và chất trợ dung. Chất trợ dung được sử dụng theo sáng chế không bị giới hạn cụ thể nếu bước hàn có thể được thực hiện bằng phương pháp thông thường. Do đó, chất trợ dung mà trong đó nhựa thông, axit vô cơ, chất hoạt tính, và dung môi, mà thường được sử dụng, được pha một cách thích hợp có thể được sử dụng. Theo sáng chế, tỷ lệ pha giữa thành phần bột kim loại và thành phần chất trợ dung không bị giới hạn cụ thể nhưng tốt hơn nếu thành phần bột kim loại: chiếm từ 80 đến 90% khối lượng và thành phần chất trợ dung: chiếm từ 10 đến 20% khối lượng.

3. Mối hàn

Mối hàn theo sáng chế phù hợp để sử dụng trong mối nối giữa chip IC và bảng mạch của nó (lớp trung gian) trong khối bán dẫn, hoặc mối nối giữa khối bán dẫn và bảng mạch in. Ở đây, "mối hàn" là phần ghép nối với điện cực.

4. Các vấn đề khác

Phương pháp chế tạo hợp kim hàn theo sáng chế có thể được thực hiện theo phương pháp thông thường.

Phương pháp ghép nối sử dụng hợp kim hàn theo sáng chế có thể được thực hiện theo phương pháp thông thường bằng cách sử dụng, ví dụ phương pháp hồi lưu. Ngoài ra, trong ghép nối sử dụng hợp kim hàn theo sáng chế, kết cấu có thể được làm kỹ hơn có xem xét đến tốc độ làm nguội trong quá trình hóa rắn. Ví dụ, mỗi hàn được làm nguội với tốc độ làm nguội từ 2 đến 3°C/giây hoặc cao hơn. Các điều kiện liên kết khác có thể được điều chỉnh một cách thích hợp tùy thuộc vào thành phần hợp kim của hợp kim hàn.

Ngoài ra, hình dạng của thuốc hàn không chứa chì theo sáng chế có thể được sử dụng dưới dạng không chỉ kem hàn, mà thuốc hàn còn có hình dạng chẳng hạn như dạng viên bi, hạt, hoặc vòng đệm, hoặc dây hàn và thuốc hàn có lõi nhựa trợ dung.

Hợp kim tia α thấp có thể được chế tạo bằng cách sử dụng que dây tia α thấp làm vật liệu thô của hợp kim hàn theo sáng chế. Hợp kim tia α thấp này có thể ngăn ngừa lỗi mềm khi hợp kim này được sử dụng để tạo thành burr hàn xung quanh bộ nhớ.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Bảng mạch in và linh kiện điện tử đã được liên kết bằng cách sử dụng hợp kim hàn có thành phần hợp kim được thể hiện trên bảng 1, và độ bền chống rung đã được đánh giá. Độ bền kéo của hợp kim hàn có thành phần hợp kim được thể hiện trên bảng 1 đã được đánh giá. Từng phương pháp đánh giá được mô tả dưới đây.

1. Độ bền chống rung

(1) Tạo ra kem hàn

Bột hợp kim hàn có đường kính hạt trung bình là 20 μ m và có thành phần hợp kim hàn được mô tả trên bảng 1 được trộn lẫn cùng với chất trợ dung gốc nhựa thông nhão thông thường, nhờ đó tạo ra kem hàn. Hàm lượng chất trợ dung đã được điều chỉnh chiếm 12% khối lượng so với khối lượng của toàn bộ kem hàn.

(2) Tạo thành mối hàn

Kem hàn đã được in trên bảng mạch dưới đây bằng cách sử dụng lớp che kim loại dưới đây, ba LGA được mô tả dưới đây được gắn trên bảng mạch in. Sau đó, bước hàn đã được thực hiện trong các điều kiện hồi lưu dưới đây, nhờ đó tạo thành mối hàn.

· LGA

Đường kính ngoài của gói: 12,90mm × 12,90mm

Xử lý bề mặt: chất điện phân Ni/Au

Tổng số điện cực: 345 chân cắm

Bước điện cực (giữa các tâm điện cực): bước bằng 0,5mm

Phần lỗ căn thuốc hàn: ϕ 0,23mm

Đường kính trong của chất điện phân Ni/Au: ϕ 0,25mm

· Bảng mạch

Bảng mạch gắn: 132mm × 77mm

Xử lý bề mặt bảng mạch: Cu-OSP

Lớp nền được sử dụng: FR-4

Kết cấu lớp: bảng mạch hai mặt

Hệ số giãn nở nhiệt: Độ dày bảng mạch: 1,0mm

Phần lỗ căn thuốc hàn: ϕ 0,40mm

Đường kính trong của chất điện phân Ni/Au: ϕ 0,28mm

· Lớp che kim loại

Độ dày lớp che: 120 μ m

Đường kính lỗ: ϕ 0,28mm

· Điều kiện hồi lưu

Nhiệt độ gia nhiệt sơ bộ: 130°C đến 170°C

Thời gian gia nhiệt sơ bộ: 100 giây

Tốc độ tăng nhiệt độ từ nhiệt độ gia nhiệt sơ bộ đến nhiệt độ nóng chảy:
1,6°C/giây

Thời gian nóng chảy (nhiệt độ cao hơn hoặc bằng 220°C): 35 giây

Nhiệt độ đỉnh: 243°C

Tốc độ làm nguội từ nhiệt độ đỉnh xuống 150°C: 2,4°C/giây

(3) Thử nghiệm rung

Máy thử nghiệm rung được sản xuất bởi công ty Emic Corporation có cấu hình sau đã được sử dụng trong thử nghiệm rung.

Bể ổn nhiệt nhiệt độ thấp: VC-082BAFX (32) P3T

Bộ gá kiểu CUBE (200mm × 200mm): JSA-150-085

Bộ cảm biến gia tốc được gắn vào bộ gá kiểu CUBE: kiểu 731-B

Bộ khuếch đại nạp sơ bộ: 504-E-2

Bộ cảm biến gia tốc được gắn vào bảng mạch: kiểu 710-D

Bảng mạch mà trên đó LGA được gắn đã được cố định vào bề mặt trên của bộ gá kiểu CUBE, và bộ cảm biến gia tốc (kiểu 710-D) đã được gắn vào bảng mạch cố định này.

Máy thử nghiệm rung này đã sử dụng bộ khuếch đại nạp sơ bộ để đo tín hiệu từ bộ cảm biến gia tốc của bảng mạch và tín hiệu được điều khiển từ bộ cảm biến gia tốc của bộ gá kiểu CUBE để chỉ báo giá trị định trước. Nhờ việc điều khiển này, có thể thu được tần số tăng tốc và cộng hưởng mong muốn.

Trong các ví dụ này, bảng mạch đã được làm rung ở gia tốc 223 G (tần số cộng hưởng: 166,32 Hz) bằng cách làm rung bộ gá kiểu CUBE ở gia tốc 20 G (tần số cộng hưởng: 166,32 Hz). Số lượng chu kỳ rung khi giá trị căn của mỗi LGA tăng 20% so với giá trị ban đầu đã được đo. Trong các ví dụ này, khi số lượng chu kỳ rung là 300000 hoặc lớn hơn, đây được xác định là mức không gây ra vấn đề hoạt động nào.

2. Độ bền kéo

Độ bền kéo được đo theo tiêu chuẩn JISZ 3198-2. Từng hợp kim hàn được mô tả trên bảng 1 được đúc thành sản phẩm đúc, và chi tiết thử nghiệm có chiều dài đo là 30mm và đường kính 8mm đã được tạo ra. Chi tiết thử nghiệm được tạo ra đã được kéo với hành trình bằng 6mm/phút ở nhiệt độ phòng bởi thiết bị Kiểu 5966 được sản xuất bởi hãng Instron, và độ bền khi chi tiết thử nghiệm bị đứt gãy được đo. Trong các ví dụ này, khi độ bền kéo lớn hơn hoặc bằng 80MPa và nhỏ hơn hoặc bằng 120MPa, thì xác

định được đây là mức không gây ra vấn đề hoạt động nào. Kết quả được thể hiện trên bảng 1.

Bảng 1

	Thành phần thuốc hàn (% khối lượng)						Sb + Bi	Ni + Co	(Ni + Co) / (Sb + Bi)	Số lượng chu kỳ rung (chu kỳ)	Độ bền kéo (@RT) (MPa)	Số lượng chu kỳ rung × Độ bền kéo (MPa * chu kỳ)
	Sn	Ag	Cu	Sb	Bi	Ni	Co					
Ví dụ 1	Phần còn lại	3,4	0,7	5,0	5,0	0,04	0,008	10,0	0,048	1,2E+06	107	1,31E+08
Ví dụ 2	Phần còn lại	3,4	0,5	5,0	5,0	0,04	0,008	10,0	0,048	1,2E+06	103	1,22E+08
Ví dụ 3	Phần còn lại	3,4	0,7	1,6	5,0	0,04	0,008	6,6	0,048	1,0E+06	93	9,62E+07
Ví dụ 4	Phần còn lại	3,4	0,7	5,5	5,0	0,04	0,008	10,5	0,048	9,2E+05	108	9,97E+07
Ví dụ 5	Phần còn lại	3,4	0,7	5,0	4,9	0,04	0,008	9,9	0,048	1,2E+06	103	1,26E+08
Ví dụ 6	Phần còn lại	3,4	0,7	5,0	5,5	0,04	0,008	10,5	0,048	3,7E+05	109	4,04E+07
Ví dụ 7	Phần còn lại	3,4	0,7	5,0	5,0	0,01	0,008	10,0	0,018	6,5E+05	114	7,36E+07
Ví dụ 8	Phần còn lại	3,4	0,7	5,0	5,0	0,09	0,008	10,0	0,098	3,8E+05	107	4,12E+07
Ví dụ 9	Phần còn lại	3,4	0,7	5,0	5,0	0,04	0,002	10,0	0,042	1,2E+06	107	1,25E+08
Ví dụ 10	Phần còn lại	3,4	0,7	5,0	5,0	0,04	0,05	10,0	0,09	7,2E+05	112	8,07E+07
Ví dụ so sánh 1	Phần còn lại	3,5	0,7	5,0	5,0	<u>0,1</u>	0,005	10,0	0,105	8,7E+04	107	9,29E+06
Ví dụ so sánh 2	Phần còn lại	3,4	0,7	2,0	<u>1,5</u>	0,04	0,008	3,5	0,048	2,9E+05	78	2,24E+07
Ví dụ so sánh 3	Phần còn lại	3,4	0,7	5,0	5,0	<u>0</u>	0,008	10,0	0,008	1,6E+05	115	1,79E+07
Ví dụ so sánh 4	Phần còn lại	3,4	0,7	5,0	5,0	0,04	<u>0</u>	10,0	0,040	2,3E+05	106	2,50E+07
Ví dụ so sánh 5	Phần còn lại	3,4	0,7	<u>7,0</u>	<u>7,0</u>	0,04	0,008	14,0	0,048	3,7E+04	123	4,54E+06
Ví dụ so sánh 6	Phần còn lại	3,0	0,5	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	0,0	0,000	7,5E+03	53	3,97E+05

Giá trị gạch chân thể hiện trường hợp nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Như được thể hiện trên bảng 1, trong ví dụ 1, độ bền kéo lớn hơn 80MPa, và số lượng chu kỳ rung cũng lớn hơn 300000.

Mặt khác, trong ví dụ so sánh 1, do hàm lượng Ni cao và điểm nóng chảy tăng, nên liên kết thuốc hàn không đủ và số lượng chu kỳ rung bị giảm trong điều kiện hồi lưu nêu trên. Trong ví dụ so sánh 2, hàm lượng Bi thấp, và độ bền kéo và số lượng chu kỳ rung bị giảm.

Trong ví dụ so sánh 3, đứt gãy đã xuất hiện tại mặt phân cách giữa hợp kim hàn và điện cực do không chứa Ni, và số lượng chu kỳ rung bị giảm. Trong ví dụ so sánh 4, đứt gãy đã xuất hiện tại mặt phân cách giữa hợp kim hàn và điện cực do không chứa Co, và số lượng chu kỳ rung bị giảm. Trong ví dụ so sánh 5, hàm lượng Sb và Bi cao và độ bền kéo cao đã được bộc lộ, và số lượng chu kỳ rung bị giảm. Trong ví dụ so sánh 6, đứt gãy đã xuất hiện tại mặt phân cách giữa hợp kim hàn và điện cực do không chứa Ni và Co, và số lượng chu kỳ rung bị giảm. Ngoài ra, do không chứa Sb và Bi, nên độ bền kéo của hợp kim hàn cũng không bị giảm.

Để làm rõ hiệu quả của sáng chế từ kết quả trên bảng 1, sáng chế còn được mô tả thêm dưới đây bằng cách sử dụng Fig.1 và Fig.2.

Fig.1 là ảnh chụp SEM mặt cắt ngang của mối hàn, và Fig.1(a) là ảnh chụp SEM mặt cắt ngang của mối hàn được tạo thành bởi thành phần hợp kim theo ví dụ 1, và Fig.1(b) là ảnh chụp SEM mặt cắt ngang của mối hàn được tạo thành bởi thành phần hợp kim theo ví dụ so sánh 6. Trên Fig.1(a), thử nghiệm rung được tiếp tục cho đến khi mặt cắt ngang bị đứt gãy, và sau đó ảnh chụp SEM của mặt cắt ngang được thực hiện. Đã phát hiện được rằng trong ví dụ 1 mà trong đó có chứa lượng nguyên tố Ni và Co định trước, đứt gãy đã xuất hiện trong hợp kim hàn trong khu vực lân cận của lớp hợp chất liên kim loại. Trái lại, trong ví dụ so sánh 6 mà trong đó không chứa Ni và Co, đứt gãy đã xuất hiện tại mặt phân cách giữa điện cực và hợp kim hàn. Theo cách này, đã phát hiện được là kiểu đứt gãy này được biến đổi bởi việc có chứa lượng nguyên tố Ni và Co định trước.

Fig.2 là biểu đồ thể hiện mối liên quan giữa mỗi tương quan (3) và “độ bền kéo $\times$ số lượng chu kỳ rung”. Trên Fig.2, các thành phần hợp kim thỏa mãn các mối tương quan (1) và (2) được trích xuất từ bảng 1. Từ Fig.2, đã phát hiện được trong các ví dụ “độ bền kéo $\times$ số lượng chu kỳ rung” thể hiện giá trị lớn hơn hoặc bằng $4,0 \times 10^7$ trong phạm vi đo của mỗi tương quan (3), theo đó tính cân đối giữa độ bền kéo và số lượng

chu kỳ rung là tốt, và độ tin cậy rất tốt đã được thể hiện. Cụ thể, trong các ví dụ 1, 2, 5, và 9 mà thỏa mãn các mối tương quan từ (1) đến (3), đã phát hiện được là “độ bền kéo $\times$ số lượng chu kỳ rung” thể hiện giá trị lớn hơn hoặc bằng $1,2 \times 10^8$, theo đó đạt được tính cân đối giữa độ bền kéo rất tốt và số lượng chu kỳ rung, và đạt được độ tin cậy cao.

Từ các phân tích trên, do hợp kim hàn theo sáng chế có độ bền kéo cao và độ bền chống rung rất tốt, nên hợp kim hàn này có thể được sử dụng phù hợp cho mạch được sử dụng ở vị trí nơi rung động được truyền, ví dụ, mạch điện tử trên xe.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hợp kim hàn có thành phần hợp kim bao gồm, theo % khối lượng:
 - Ag: từ 1% đến 4%;
 - Cu: từ 0,5% đến 0,8%;
 - Bi: lớn hơn 4,8% và nhỏ hơn hoặc bằng 5,5%;
 - Sb: lớn hơn 1,5% và nhỏ hơn hoặc bằng 5,5%;
 - Ni: lớn hơn hoặc bằng 0,01% và nhỏ hơn 0,1%;
 - Co: lớn hơn 0,001% và nhỏ hơn hoặc bằng 0,1% ; và
 - phần còn lại là Sn.
 trong đó thành phần hợp kim này thỏa mãn các mối tương quan từ (1) đến (3) sau đây:
 - $0,020\% \leq \text{Ni} + \text{Co} \leq 0,105\%$ (1)
 - $9,1\% \leq \text{Sb} + \text{Bi} \leq 10,4\%$ (2)
 - $4,05 \times 10^{-3} \leq (\text{Ni} + \text{Co})/(\text{Bi} + \text{Sb}) \leq 1,00 \times 10^{-2}$ (3),
 trong đó mỗi nguyên tố Ni, Co, Bi, và Sb thể hiện hàm lượng (% khối lượng) của chúng trong hợp kim hàn.
2. Kem hàn bao gồm hợp kim hàn theo điểm 1.
3. Mỗi hàn bao gồm hợp kim hàn theo điểm 1.

FIG. 1

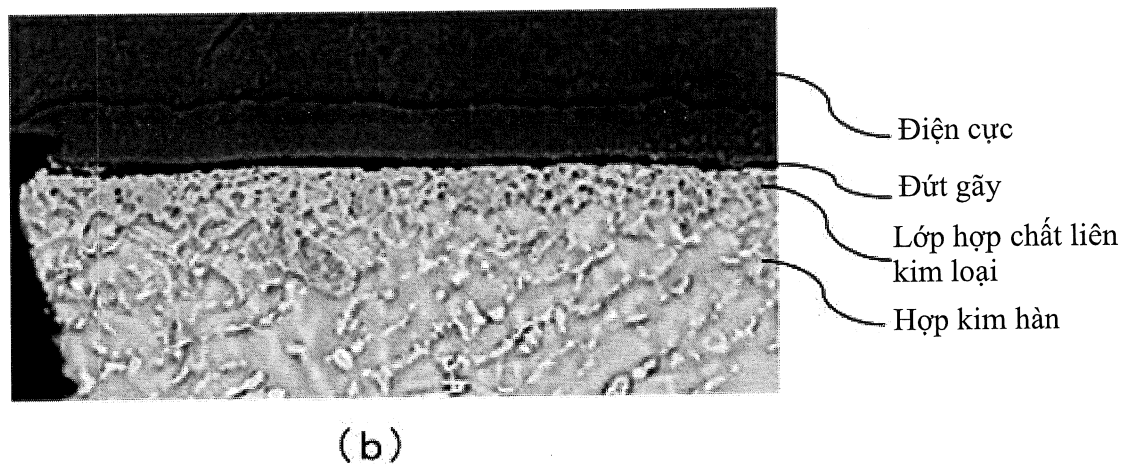
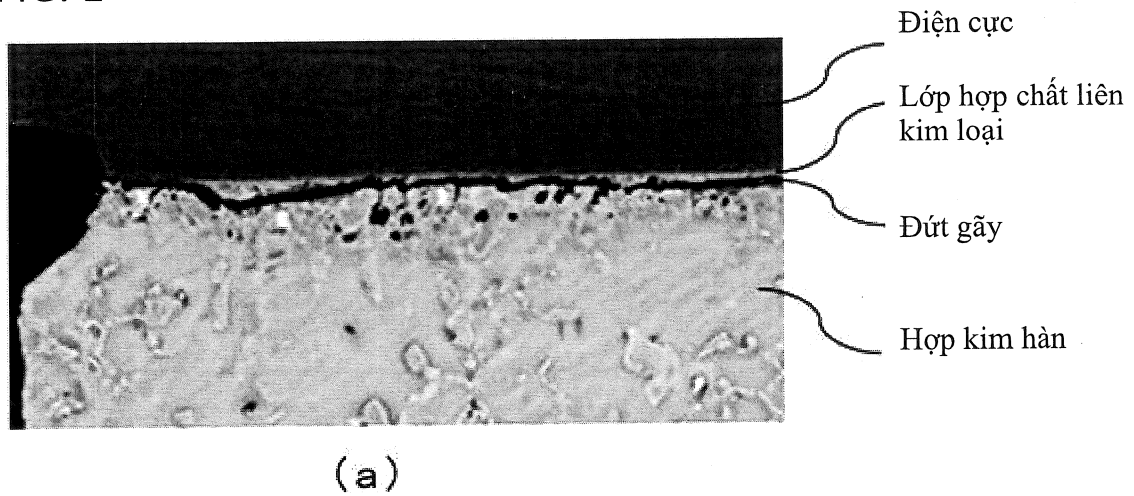


FIG. 2

