



(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) 
1-0021912

(51)⁷ **B23K 35/02, H05K 3/34, B23K 35/26,**
B32B 15/01, H01L 23/00, C22C 13/00

(13) **B**

(21)	1-2013-03364	(22)	28.03.2012		
(86)	PCT/JP2012/058271	28.03.2012	(87)	WO2012/133598A1	04.10.2012
(30)	PCT/JP2011/057532	28.03.2011	JP		
(45)	25.10.2019	379	(43)	27.01.2014	310
(73)	SENJU METAL INDUSTRY CO., LTD. (JP) 23, Senju-hashido-cho, Adachi-ku, Tokyo 120-8555, Japan				
(72)	OHNISHI Tsukasa (JP), YAMANAKA Yoshie (JP), TACHIBANA Ken (JP)				
(74)	Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)				

(54) **BI HÀN KHÔNG CHÌ**

(57) Sáng chế đề cập đến bi hàn mà loại bỏ được vấn đề bong ở mặt tiếp xúc trong mặt tiếp xúc liên kết của bi hàn, loại bỏ được các khiếm khuyết chảy xuất hiện giữa bi hàn và bột hàn, ít bị lỗi khi các bộ phận điện tử bị rơi, và có thể được sử dụng với các điện cực Ni như các loại được mạ Au và các điện cực Cu được phủ chất trợ dung sơ bộ tan được trong nước. Bi hàn không chì dùng cho các điện cực của chip dán (BGA) (Ball Grid Array - Mảng Lưới Bi) hoặc gói kích cỡ chip (CSP) (Chip Size Package - Gói Kích Cỡ Chip) theo sáng chế chứa từ 0,5 đến 1,1% khối lượng Ag, từ 0,7 đến 0,8% khối lượng Cu, từ 0,05 đến 0,08% khối lượng Ni, và phần còn lại là Sn. Ngay cả khi bảng mạch in được gắn bi hàn có các điện cực Cu hoặc các điện cực Ni được mạ Au hoặc Au/Pd, bi hàn vẫn có khả năng chịu va đập do rơi tốt. Thành phần bi hàn còn có thể chứa ít nhất một nguyên tố được lựa chọn trong số Fe, Co, và Pt với tổng lượng từ 0,003 đến 0,1% khối lượng hoặc ít nhất một nguyên tố được lựa chọn trong số Bi, In, Sb, P và Ge với tổng lượng nằm trong khoảng từ 0,003 đến 0,1% khối lượng.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến bi hàn không chỉ được sử dụng trên các điện cực của các bộ phận điện tử như các bộ phận bán dẫn. Cụ thể là sáng chế đề cập đến bi hàn không chỉ có thể được sử dụng cho cả điện cực Ni như loại được mạ Au và điện cực Cu được làm bằng Cu được phủ chất trợ dung sơ bộ tan được trong nước và có tỷ lệ lỗi thấp khi bộ phận điện tử có các điện cực này bị rơi.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, khi thiết bị điện tử trở nên nhỏ hơn và các tín hiệu điện trở nên nhanh hơn, các bộ phận điện tử được sử dụng trong thiết bị điện tử đang ngày càng trở nên nhỏ hơn và có nhiều chức năng. Một số ví dụ về các bộ phận điện tử nhỏ, có nhiều chức năng này là BGA (Ball Grid Array – Mảng Lưới Bi), CSP (Chip Size Package – Gói kích cỡ chip), và MCM (Multichip Module – Môđun đa chip), các bộ phận này được gọi chung là BGA. BGA bao gồm nền BGA có số lượng lớn điện cực được bố trí theo mẫu giống như lưới trên bề mặt sau của nó. Khi BGA được lắp trên bảng mạch in, các điện cực của nền BGA được nối vào các vùng đệm nối của bảng mạch in bằng cách sử dụng chất hàn. Khi lắp BGA trên bảng mạch in, nếu thao tác hàn được thực hiện bằng cách cấp riêng rẽ chất hàn đến từng điện cực, thì không những mất nhiều công sức, mà còn có thể không cấp được chất hàn từ bên ngoài đến các điện cực được bố trí ở phần giữa của BGA. Do đó, khi lắp BGA trên bảng mạch in, phương pháp được sử dụng là phương pháp trong đó khối chất hàn được đặt từ trước trên từng điện cực của BGA. Quy trình này được gọi là tạo bướu hàn.

Các bướu hàn được tạo ra trên BGA bằng cách sử dụng các bi hàn, bột hàn, hoặc tương tự. Khi các bướu hàn được tạo ra bằng cách sử dụng các bi hàn, chất trợ dung dính được phủ vào các điện cực BGA, và sau đó các bi hàn được đặt trên các điện cực đã được phủ chất trợ dung. Sau đó, nền BGA được

nung nóng trong thiết bị nung nóng như lò chảy ngược để làm nóng chảy các bi hàn và tạo các bướu hàn trên các điện cực. Các nền bán dẫn như các nền BGA và các nền CSP được gọi chung là các nền môđun. Khi các bướu hàn được tạo ra trên các đệm nối của lát mỏng bằng cách sử dụng bột hàn, mặt nạ kim loại có các lỗ đột có kích thước về cơ bản là bằng các đệm nối của lát mỏng ở các vị trí so khớp các đệm nối được đặt trên lát mỏng, và bột hàn được trải và lau bằng chổi cao su từ đỉnh mặt nạ kim loại để rót bột hàn trên các đệm nối của lát mỏng. Sau đó, lát mỏng được nung nóng trong lò chảy ngược để làm nóng chảy bột hàn và tạo các bướu hàn.

Trong trường hợp của các BGA thông thường, các bi hàn được làm bằng hợp kim Sn-Pb được sử dụng để tạo các bướu hàn. Các bi hàn được làm bằng hợp kim hàn Sn-Pb không những có khả năng hàn siêu việt so với các điện cực BGA, mà hợp kim Sn-Pb còn có thành phần eutecti có điểm nóng chảy mà không có tác động nhiệt lên các thành phần BGA, các nền, hoặc tương tự khi hàn. Ngoài ra, vì các bi hàn chứa Pb, là kim loại mềm, nên các bướu hàn thu được có thể hấp thụ va đập khi bộ phận điện tử hoặc thiết bị điện tử sử dụng các bi hàn này bị rơi, và khả năng này góp phần lớn vào việc làm tăng tuổi thọ của các bộ phận điện tử, thiết bị điện tử, và tương tự. Tuy nhiên, việc sử dụng Pb hiện nay đang được gia tăng điều chỉnh trên quy mô toàn cầu, do đó, hiển nhiên là thành phần eutecti Sn-Pb mà thường được sử dụng để hàn cũng đang được điều chỉnh.

Thông thường, các hợp kim hàn trên nền Sn-Ag-Cu như Sn-3,0Ag-0,5Cu và Sn-4,0Ag-0,5Cu đã được sử dụng làm các thành phần dùng cho các bi hàn không chỉ cho BGA. Các hợp kim hàn không chì này có các đặc tính tuần hoàn nhiệt mỹ mãn. Tuy nhiên, khi thiết bị điện tử di động sử dụng các bi hàn có các thành phần hợp kim hàn này bị rơi, sự bong ở mặt tiếp xúc dễ dàng xảy ra ở mặt tiếp xúc liên kết bi hàn, và vì vậy, các hợp kim này đã được coi là có khả năng chịu va đập do rơi (khả năng chịu các va đập do bị rơi) kém.

Các thành phần hợp kim hàn dùng cho các bi hàn không chì dưới đây được đề xuất để ngăn các va đập do thiết bị điện tử di động bị rơi: hợp kim

hàn không chì chứa, theo% khối lượng, (1) Ag: 0,8 đến 2,0%, (2) Cu: 0,05 đến 0,3%, và (3) một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm In: ít nhất 0,01% và nhỏ hơn 0,1%, Ni: 0,01 đến 0,04%, Co: 0,01 đến 0,05%, và Pt: 0,01 đến 0,1%, và phần còn lại là Sn (WO 2006/129713 A, tài liệu sáng chế 1); hợp kim hàn không chì khác biệt ở chỗ bao gồm Ag: 1,0 đến 2,0% khối lượng, Cu: 0,3 đến 1,5% khối lượng, và phần còn lại là Sn và các tạp chất không tránh được và còn có thể chứa một hoặc nhiều nguyên tố trong số Sb: 0,005 đến 1,5% khối lượng, Zn: 0,05 đến 1,5% khối lượng, Ni: 0,05 đến 1,5% khối lượng, và Fe: 0,005 đến 0,5% khối lượng với tổng lượng Sb, Zn, Ni, và Fe lớn nhất là 1,5% khối lượng (JP 2002-239780 A, tài liệu sáng chế 2); hợp kim hàn không chì chứa, theo% khối lượng, 0,1 đến 1,5% Ag, 0,5 đến 0,75% Cu, Ni với lượng thỏa mãn quan hệ $12,5 \leq \text{Cu/Ni} \leq 100$, và phần còn lại là Sn và các tạp chất không tránh được (WO 2007/081006 A, tài liệu sáng chế 3); và hợp kim hàn không chì chứa 1,0 đến 2,0% khối lượng Ag, 0,3 đến 1,0% khối lượng Cu, 0,005 đến 0,10% khối lượng Ni, và phần còn lại là Sn và các tạp chất không tránh được (WO 2007/102588 A, tài liệu sáng chế 4). Ngoài ra, phương pháp phủ chất trợ dung vào các điện cực của nền môđun được bộc lộ như là phương pháp giải quyết vấn đề khiếm khuyết chảy mà xuất hiện khi liên kết môđun như nền BGA vào bảng mạch in (WO 2006-134891 A, tài liệu sáng chế 5).

Tài liệu trích dẫn:

Tài liệu sáng chế:

Tài liệu sáng chế 1: WO 2006/129713 A,

Tài liệu sáng chế 2: JP 2002-239780 A,

Tài liệu sáng chế 3: WO 2007/081006 A,

Tài liệu sáng chế 4: WO 2007/102588 A,

Tài liệu sáng chế 5: WO 2006/134891 A.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề được sáng chế giải quyết

Để tăng khả năng chịu va đập do rơi của các bì hàn trên nền Sn-Ag-Cu, các tài liệu sáng chế từ 1 đến 4 bộc lộ việc giảm lượng Ag để giảm độ cứng của chất hàn và tăng năng lượng va đập mà được hấp thụ, giảm lượng Cu để giảm độ dày của lớp các hợp chất liên kim loại như Cu_6Sn_5 mà được tạo ra trong bề mặt liên kết giữa đệm nối và chất hàn để ngăn sự bong ra ở mặt tiếp xúc liên kết, và bù sự giảm độ bền của chính chất hàn do sự giảm lượng Cu và Ag bằng cách bổ sung ít nhất một nguyên tố nhóm sắt như Ni, Fe, hoặc Co.

Tuy nhiên, ngay khi các bì hàn mà sử dụng cách thức tăng khả năng chịu va đập do rơi như được bộc lộ trong các tài liệu sáng chế từ 1 đến 4 được sử dụng, thì vấn đề hoạt động lỗi do thiết bị điện tử bị rơi không giảm. Khi phân tích vấn đề này, phát hiện ra rằng, hoạt động lỗi do thiết bị điện tử bị rơi, mà tăng so với chất hàn Sn-Pb thông thường, không xảy ra chỉ ở các mặt tiếp xúc liên kết giữa các bảng mạch và các bì hàn giống như mô tả trong các tài liệu sáng chế từ 1 đến 5. Cụ thể là, khi dịch chuyển từ sử dụng chất hàn Sn-Pb sang sử dụng chất hàn không chì, các khiếm khuyết mới được gọi là các khiếm khuyết chảy xảy ra khi các nền môđun như các nền BGA được liên kết vào các bảng mạch in. Trong các khiếm khuyết chảy, các thành phần chất hàn của các bì hàn được sử dụng trên các điện cực của các BGA và các thành phần chất hàn của bột hàn được sử dụng để hàn các bảng mạch in không trộn lẫn với nhau (xem Fig.1).

Cũng phát hiện ra rằng đã xuất hiện nhiều khiếm khuyết chảy đi kèm sự dịch chuyển từ các bì hàn có thành phần Sn-3,0Ag-0,5Cu sang các bì hàn có thành phần Sn-Ag-Cu-Ni mà được phát triển làm biện pháp cung cấp khả năng chịu va đập do rơi. Nguyên nhân gây ra các khiếm khuyết chảy được cho rằng Ni mà được bổ sung để tăng khả năng chịu va đập do rơi của các bì hàn, tạo các hợp chất liên kim loại với Sn mà kết tủa trên bề mặt của các bì hàn và làm cản trở việc trộn lẫn các thành phần chất hàn của các bì hàn và các thành phần chất hàn của bột hàn.

Nguyên nhân gây ra các khiếm khuyết chảy cũng có thể như sau. Khi bảng mạch in bị uốn cong nhiều do nhiệt, các bì hàn và bột hàn tách khỏi nhau. Nếu việc nung nóng được thực hiện trong khi các bì hàn và bột hàn

được tách khỏi nhau theo cách này, các bề mặt của các bi hàn bị oxy hóa bởi nhiệt độ cao. Chất trợ dung mà rò rỉ từ bột hàn che phủ các bề mặt của các bi hàn, và khi chất trợ dung mất khả năng hoạt tính của nó, khi sự uốn cong biến mất trong quá trình làm nguội, ngay cả nếu bột hàn và các bi hàn tiếp xúc nhau, không thể loại bỏ màng oxit khỏi các bề mặt của các bi hàn, và các khiếm khuyết chảy xuất hiện. Phương pháp được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 5 có tác dụng hữu hiệu để giải quyết vấn đề này.

Các ví dụ cho thấy rằng phụ thuộc vào thành phần của các bi hàn, các khiếm khuyết chảy gây ra bởi hợp chất Cu_6Sn_5 hoặc $(\text{Cu},\text{Ni})_6\text{Sn}_5$ mà được tạo ra bên trong các bi hàn. Khi các bộ phận điện tử mà các bi hàn được liên kết vào đó được lắp trên nền lắp, việc lắp được thực hiện với các điện cực mà các bi hàn được liên kết vào đó quay mặt hướng xuống dưới đối với nền lắp mà trên đó bột hàn đã được in. Sau đó, việc nung nóng được thực hiện, và các bi hàn và bột hàn được làm nóng chảy và chảy cùng nhau. Tuy nhiên, khi lượng lớn hợp chất Cu_6Sn_5 hoặc $(\text{Cu},\text{Ni})_6\text{Sn}_5$ được tạo ra bên trong các bi hàn, xuất hiện hiện tượng mà các cặn hợp chất bên trong các bi hàn khi làm nóng chảy các bi hàn và kết tủa ở gần bề mặt ngoài cùng của bấu hàn thu được. Đã xác nhận được rằng hiện tượng này trở thành nhân tố làm cản trở sự chảy với bột hàn và gây ra các khiếm khuyết chảy (xem Fig.2 và Fig.3).

Các bi hàn được sử dụng trong các BGA và CSP cần có khả năng chịu va đập do rơi. một biện pháp hữu hiệu để cung cấp khả năng chịu va đập do rơi là cải biến các hợp chất giao diện, và như được bộc lộ trong các tài liệu sáng chế từ 1 đến 4, việc bổ sung Ni là một biện pháp để đạt được cải biến này. Tuy nhiên, vì Ni là nguyên tố tạo thành các hợp chất, từ quan điểm các khiếm khuyết chảy, lượng Ni mà có thể được bổ sung bị giới hạn. Nếu việc bổ sung Cu hoặc Ni bị loại bỏ vì tính đến các khiếm khuyết chảy, khả năng chịu va đập do rơi sẽ bị mất, và cuối cùng hợp kim hàn trở nên không thích hợp cho các bi hàn cho các BGA, CSP, hoặc tương tự mà thường được lắp trong thiết bị di động.

Sáng chế giải quyết vấn đề này bằng cách phát triển hợp kim hàn cho bi hàn mà không phát triển các khiếm khuyết chảy ngay cả với bi hàn có thành

phần Sn-Ag-Cu-Ni mà làm tăng độ bền chất hàn như khả năng chịu va đập do rơi, và thu được bi hàn cho các BGA hoặc CSP mà có tỷ lệ lỗi thấp khi các bộ phận điện tử bị rơi và có hiệu quả ngay cả khi bảng mạch in mà được liên kết có các điện cực Cu hoặc các Ni/Au điện cực được mạ điện hoặc các điện cực Ni/Pd/Au vô điện được tạo ra bằng việc mạ Ni bên dưới bằng xử lý bề mặt ở dạng mạ Au hoặc mạ Au/Pd bằng cách loại bỏ sự bong ở mặt tiếp xúc ở các mặt tiếp xúc liên kết của các bi hàn và loại bỏ các khiếm khuyết chảy mà xuất hiện giữa các bi hàn và bột hàn.

Phương tiện giải quyết vấn đề

Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng hợp kim hàn cho bi hàn mà có khả năng chịu va đập do rơi và tỷ lệ xuất hiện các khiếm khuyết chảy thấp có ít lỗi do thiết bị điện tử di động bị rơi, và phát hiện ra rằng tỷ lệ xuất hiện các khiếm khuyết chảy tăng và số lượng lỗi lớn do thiết bị điện tử di động bị rơi sẽ xuất hiện nếu kim loại nhóm sắt như Ni mà có trong hợp kim hàn có khả năng chịu va đập do rơi, kết tủa trên các bề mặt của các bi hàn, và bằng cách quy định lượng Ni mà được bổ sung vào hợp kim hàn, các khiếm khuyết chảy và do đó các vấn đề do thiết bị điện tử di động bị rơi sẽ giảm, và kết quả là, tạo ra sáng chế.

Theo sáng chế, chất hàn Sn-Ag-Cu mà tạo thành nên chất hàn có thành phần từ 0,5 đến 1,1% khối lượng Ag, từ 0,7 đến 0,8% khối lượng Cu, và phần còn lại là Sn. Ngược lại kỹ thuật đã biết bộc lộ trong các tài liệu sáng chế từ 1 đến 4 mà loại bỏ sự tạo hợp chất liên kim loại Cu_6Sn_5 ở mặt tiếp xúc các điện cực Cu bằng cách giảm lượng Cu trong thành phần hợp kim ba nguyên tố Sn-Ag-Cu, trong bi hàn theo sáng chế, Ni được bổ sung vào thành phần hợp kim ba nguyên tố Sn-Ag-Cu có lượng Cu ở gần điểm eutecti 0,75% khối lượng, để loại bỏ sự tạo hợp chất liên kim loại Cu_6Sn_5 ở mặt tiếp xúc các điện cực Cu ngay cả nếu lượng Cu của chất hàn không giảm.

Bằng cách giới hạn lượng Cu trong thành phần hợp kim ba nguyên tố Sn-Ag-Cu theo sáng chế ở gần điểm eutecti 0,75% khối lượng, sự khuếch tán Cu từ các điện cực Cu trong thành phần ba nguyên tố Sn-Ag-Cu trong đó Cu

ở trạng thái bão hòa được loại bỏ.

Đặc tính khác của các bi hàn theo sáng chế là khiến lượng Cu của hợp kim hàn có thành phần ba nguyên tố Sn-Ag-Cu gần với điểm eutecti 0,75% khối lượng, không chỉ sự khuếch tán Cu từ các điện cực Cu được loại bỏ, mà thu được hiệu quả giống như đối với Ni mà tạo thành dung dịch rắn hoàn toàn với Cu. Do đó, sự khuếch tán Ni từ các điện cực Ni được loại bỏ. Hơn thế nữa, bằng cách bổ sung trước Ni vào chất hàn, hiệu quả loại bỏ sự khuếch tán của Ni và Cu từ các điện cực của các bộ phận điện tử và các điện cực của các nền đều được tăng, và bằng cách tạo mặt tiếp xúc liên kết bằng các hợp chất liên kim loại nhỏ, khả năng chịu va đập do rơi cũng tăng đối với các điện cực Ni.

Lượng Ni được bổ sung vào thành phần chất hàn dùng cho các bi hàn theo sáng chế có thành phần chứa từ 0,5 đến 1,1% khối lượng Ag, từ 0,7 đến 0,8% khối lượng Cu, và phần còn lại là Sn nằm trong khoảng từ 0,05 đến 0,08% khối lượng. Theo sáng chế, bằng cách khiến lượng Ni mà được bổ sung vào hợp kim hàn Sn-Ag-Cu nằm trong khoảng từ 0,05 đến 0,08% khối lượng, có thể thu được bi hàn dùng cho các điện cực BGA trong đó Ni không kết tủa theo cách cô đặc trên bề mặt của các bi hàn Sn-Ag-Cu và có các đặc tính tuần hoàn nhiệt độ và khả năng chịu va đập do rơi mỹ mãn.

Theo sáng chế, bằng cách bổ sung Ni vào hợp kim hàn có thành phần ba nguyên tố Sn-Ag-Cu trong đó lượng Cu ở gần điểm eutecti 0,75% khối lượng, việc tạo hợp chất liên kim loại Cu_6Sn_5 ở mặt tiếp xúc các điện cực Cu có thể được loại bỏ mà không làm giảm lượng Cu trong chất hàn. Hơn thế nữa, do việc bổ sung lượng nhỏ Ni theo sáng chế vào hợp kim hàn có thành phần ba nguyên tố Sn-Ag-Cu, hợp chất SnCu Cu_6Sn_5 trong chất hàn được tinh chế, và các hạt hợp chất liên kim loại được tạo ra ở mặt tiếp xúc giữa các bộ phận điện tử và các điện cực nền trở nên nhỏ, dẫn đến việc tạo các mặt tiếp xúc liên kết khó vị vỡ.

Nếu lượng bổ sung Ni nhỏ hơn 0,05% khối lượng, đây là lượng quá nhỏ, thì khó thu được các hiệu quả nêu trên đây, và không tăng được khả năng chịu va đập do rơi. Nếu lượng bổ sung lớn hơn 0,08% khối lượng, đây là

lượng quá nhiều, thì lượng tập trung Ni trong các hợp chất tiếp xúc liên kết tăng, dẫn đến việc tạo các mặt tiếp xúc liên kết mà giòn và dễ gãy, do vậy giảm khả năng chịu va đập do rơi. Ngoài ra, nếu Ni được bổ sung quá nhiều, thì không tránh được việc tăng độ cứng của chất hàn, mà điều này là không thích hợp để đạt được khả năng chịu va đập do rơi. Theo cách này, khi lượng bổ sung Ni không thích hợp, khả năng chịu va đập do rơi dễ giảm.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Bằng cách sử dụng bi hàn theo sáng chế, có thể sử dụng bi hàn mà có khả năng chịu va đập do rơi đối với cả các điện cực Cu và các điện cực Ni và có lỗi xảy ra ít hơn khi các bộ phận điện tử có các điện cực được lắp trên đó bị rơi do tác động loại bỏ các khiếm khuyết chảy. Điều này có ưu điểm là có thể xử lý các thay đổi thường xuyên của thiết kế các điện cực.

Bằng cách sử dụng bi hàn theo sáng chế, có thể kết nối các điện cực của BGA hoặc CSP vào bảng mạch in với lỗi xảy ra ít nhất khi các bộ phận điện tử bị rơi ngay cả với các điện cực Cu có các đệm nối Cu được phủ chất trợ dung sơ bộ tan được trong nước (được gọi là OSP - Organic Solderability Preservative – Chất Duy Trì Khả Năng Hàn Hữu Cơ) hoặc các điện cực Ni bao gồm các loại có nền Ni được phủ lớp mạ Au hoặc Pd/Au.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 thể hiện ví dụ về hiện tượng khiếm khuyết chảy.

Fig.2 thể hiện ví dụ trong đó hợp chất được tạo ra bên trong bi hàn ngăn cản hiện tượng chảy bằng bột hàn.

Fig.3 thể hiện ảnh phóng to của ví dụ trong đó hợp chất được tạo ra bên trong bi hàn ngăn cản hiện tượng chảy bằng bột hàn.

Fig.4 thể hiện lớp hợp chất tiếp xúc liên kết trong ví dụ 2.

Fig.5 thể hiện lớp hợp chất tiếp xúc liên kết trong ví dụ so sánh 9.

Fig.6 thể hiện lớp hợp chất tiếp xúc liên kết trong ví dụ so sánh 10.

Fig.7 là sơ đồ thể hiện sự bong ở mặt tiếp xúc.

Fig.8 là sơ đồ thể hiện khiếm khuyết chảy.

Giải thích các số chỉ dẫn:

- 1 bộ phận BGA
- 2 nền lắp
- 3 bướu hàn bị chảy
- 4 bướu hàn chưa bị chảy
- 5 bi hàn sau khi nung nóng để lắp
- 6 bột hàn sau khi nung nóng để lắp
- 7 phần chưa bị chảy
- 8 hợp chất ngăn cản hiện tượng chảy
- 9 các điện cực BGA
- 10 hợp chất tiếp xúc liên kết có khả năng chịu va đập do rơi
- 11 bướu hàn
- 12 hợp chất tiếp xúc liên kết mà không có khả năng chịu va đập do rơi do lượng Cu không đủ
- 13 hợp chất tiếp xúc liên kết mà không có khả năng chịu va đập do rơi do lượng Ni không đủ
- 14 đệm nổi

Mô tả chi tiết sáng chế

Bi hàn theo sáng chế có khả năng chịu va đập do rơi đối với cả các điện cực Cu và các điện cực Ni được ưu tiên sử dụng để tạo bướu hàn trên các bộ phận đóng gói như BGA và CSP có các điện cực trên các bề mặt đáy của chúng.

Nếu lượng Ag của hợp kim hàn trên nền Sn-Ag-Cu-Ni dùng cho bi hàn theo sáng chế nhỏ hơn 0,5% khối lượng, độ bền của chất hàn giảm, và vấn đề nứt vết hàn dễ xảy ra khi bị tác động ứng suất va đập do rơi hoặc tương tự gây ra. Nếu lượng Ag lớn hơn 1,1% khối lượng, độ cứng của chất hàn trở nên cao và các đặc tính hấp thụ va đập của nó giảm, do vậy khiến xuất hiện hiện tượng bong tách ở các mặt tiếp xúc. Do đó, lượng Ag của hợp kim dùng cho bi hàn theo sáng chế phải nằm trong khoảng từ 0,5 đến 1,1% khối lượng và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,9 đến 1,1% khối lượng.

Nếu lượng Cu của hợp kim hàn trên nền Sn-Ag-Cu-Ni dùng cho bi hàn

theo sáng chế nhỏ hơn 0,7% khối lượng, thành phần hợp kim chuyển từ điểm eutecti của Sn-Ag-Cu. Kết quả là, khi sử dụng các điện cực Cu, do sự khuếch tán Cu từ các điện cực Cu vào chất hàn, lớp hợp chất liên kim loại Cu_6Sn_5 dày được tạo ra trong các mặt tiếp xúc của các điện cực Cu, nên làm giảm khả năng chịu va đập do rơi của chất hàn. Nếu lượng Cu của hợp kim hàn trên nền Sn-Ag-Cu-Ni lớn hơn 0,8% khối lượng, thành phần hợp kim chuyển từ điểm eutecti của Sn-Ag-Cu, nên các hợp chất liên kim loại Cu_6Sn_5 dễ tạo lớp phản ứng giữa hợp kim hàn và các điện cực Cu. Kết quả là, hợp chất liên kim loại Cu_6Sn_5 được tạo ra ở mặt tiếp xúc liên kết giữa các điện cực Cu và chất hàn trở nên dày. Do đó, nếu lượng Cu của hợp kim hàn trên nền Sn-Ag-Cu-Ni dùng cho bi hàn theo sáng chế phải nằm trong khoảng từ 0,7 đến 0,8% khối lượng.

Nếu lượng Ni của hợp kim hàn trên nền Sn-Ag-Cu-Ni dùng cho bi hàn theo sáng chế nhỏ hơn 0,05% khối lượng, sẽ không thu được hiệu quả bổ sung Ni, và Ni dễ khuếch tán từ các điện cực Ni, do vậy khiến hợp chất liên kim loại dễ tạo ra ở các mặt tiếp xúc. Do đó, lượng Ni của hợp kim hàn trên nền Sn-Ag-Cu-Ni phải ít nhất là 0,05% khối lượng. Mặt khác, nếu lượng Ni lớn hơn 0,08% khối lượng, lượng Ni trong hợp chất liên kim loại được tạo ra ở các mặt tiếp xúc liên kết tăng và độ bền liên kết giảm trong khi độ cứng của chất hàn tăng. Kết quả là, sự bong ở mặt tiếp xúc dễ xảy ra khi va đập. Ngoài ra, nếu lượng Ni lớn hơn 0,08% khối lượng, sự xuất hiện các khiếm khuyết chảy tăng. Do đó, lượng Ni trong hợp kim hàn trên nền Sn-Ag-Cu-Ni dùng cho bi hàn theo sáng chế cần nằm trong khoảng từ 0,05 đến 0,08% khối lượng.

Hợp kim hàn trên nền Sn-Ag-Cu-Ni dùng cho bi hàn theo sáng chế còn có thể chứa tổng số từ 0,003 đến 0,1% khối lượng của ít nhất một nguyên tố được lựa chọn trong số Fe, Co, và Pt. Việc bổ sung Fe, Co, hoặc Pt vào hợp kim dùng cho bi hàn làm tinh lớp hợp chất liên kim loại mà được tạo ra ở các mặt tiếp xúc liên kết và giảm độ dày của nó, để tạo hiệu quả tăng khả năng chịu rơi. Nếu lượng nguyên tố được lựa chọn trong số Fe, Co, và Pt nhỏ hơn 0,003% khối lượng, sẽ rất khó thu được hiệu quả mô tả trên đây, trong khi đó

nếu các nguyên tố này được bổ sung với lượng lớn hơn 0,1% khối lượng, độ cứng của các bướu hàn tăng và nảy sinh vấn đề bong ở mặt tiếp xúc do các va đập.

Cũng có thể bổ sung tổng số từ 0,003 đến 0,1% khối lượng của ít nhất một nguyên tố được lựa chọn trong số Bi, In, Sb, P, và Ge vào hợp kim hàn trên nền Sn-Ag-Cu-Ni dùng cho bi hàn theo sáng chế.

Sau khi bi hàn được lắp trên nền môđun, hoạt động nhận biết ảnh được sử dụng để xác định liệu bi hàn đã được hàn. Nếu bi hàn đã bị mất màu như hóa vàng, hoạt động nhận biết ảnh xác định khiếm khuyết đã xảy ra. Do đó, tốt hơn là bi hàn không bị mất màu trong quá trình chảy ngược.

Hiệu quả bổ sung Bi, In, Sb, P, hoặc Ge là để ngăn sự mất màu do nhiệt hoặc tương tự, và việc bổ sung này khiến có thể tránh được các lỗi trong quá trình kiểm tra chất lượng các bướu hàn. Nếu lượng nguyên tố được lựa chọn trong số Bi, In, Sb, P, và Ge nhỏ hơn 0,003% khối lượng, sẽ rất khó thu được hiệu quả mô tả trên đây, trong khi nếu chúng được bổ sung với lượng lớn hơn 0,1% khối lượng, độ cứng của các bướu hàn tăng và có thể có sự giảm hiệu quả làm giảm khả năng chịu rơi.

Các bi hàn theo sáng chế được sử dụng cho các điện cực. Đường kính của các bi hàn ít nhất là 0,1 mm, tốt hơn là ít nhất là 0,3 mm, và tốt hơn nữa là ít nhất 0,5 mm. Trong những năm gần đây, việc thu nhỏ kích thước thiết bị điện tử đang được thực hiện, và các bi hàn mà được lắp trên các bộ phận điện tử tiếp tục trở nên nhỏ hơn. Trong trường hợp liên kết chip lật, các bi hàn 0,1 mm hoặc nhỏ hơn thường được sử dụng, trong khi các bi hàn theo sáng chế là các bi hàn dùng cho các điện cực của CSP hoặc BGA mà có thể tích hợp chip lật bên trong có kích thước thường là 0,1 mm hoặc lớn hơn.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các hợp kim hàn có thành phần được thể hiện trong bảng dưới đây được tạo ra, và các bi hàn có đường kính 0,3 mm được tạo ra bằng phương pháp phun nhỏ giọt. Các bi hàn này được sử dụng để sản xuất các nền CSP bằng thủ tục dưới đây.

Bảng 1

		Thành phần chất hàn (% khối lượng)				Xuất hiện các khuyết khuyết chảy (%)	Trải (mm ²)	Khả năng chịu va đập do rơi (số lần rơi)			Nhận xét
		Sn	Ag	Cu	Ni			Ni/Au	Ni/Pd/Au	Cu- OSP	
Ví dụ	1	Rem	0,5	0,7	0,05	1,2	0,76	80	72	95	
	2	Rem	1	0,7	0,05	4,9	0,82	83	46	50	
	3	Rem	1	0,7	0,07	2,5	0,80	62	79	58	
	4	Rem	1	0,7	0,08	2,9	0,86	83	77	123	
	5	Rem	1	0,75	0,07	1,8	0,85	98	81	94	
	6	Rem	1	0,8	0,05	4,3	0,81	34	59	46	
	7	Rem	1	0,8	0,07	4,0	0,81	37	58	67	
	8	Rem	1	0,8	0,08	2,2	0,79	65	74	89	
	9	Rem	1,1	0,8	0,07	3,7	0,91	43	53	49	
	10	Rem	1,1	0,8	0,08	2,8	0,88	48	66	68	
Ví dụ So sánh	1	Rem	0	0,7		1,6	0,55	5	9	2	
	2	Rem	0,3	0,7	0,05	0,5	0,58	78	65	47	Tài liệu sáng chế 3
	3	Rem	1	0,5		1,8	0,87	1	58	54	
	4	Rem	1	0,5	0,02	3,2	0,85	4	—	33	
	5	Rem	1	0,5	0,05	0,5	0,88	1	—	50	
	6	Rem	1	0,7	0,02	0,9	0,90	10	—	36	
	7	Rem	1	0,7	0,1	10,6	0,74	12	—	1	
	8	Rem	1	0,8	0,02	4,6	0,87	5	22	15	
	9	Rem	1	0,8	0,1	12,5	0,74	8	16	1	
	10	Rem	1	1		8,6	0,86	1	1	1	
	11	Rem	1	1	0,05	15,7	0,81	1	1	1	Tài liệu sáng chế 4
	12	Rem	1,2	0,5	0,02	4,4	0,82	3	12	28	
	13	Rem	1,5	0,5	0,5	18,4	0,85	6	9	1	Tài liệu sáng chế 2
	14	Rem	1,2	0,7	0,02	3,8	0,80	7	19	17	
	15	Rem	3	0,5		1,6	0,94	1	1	7	

1. Các bi hàn được tạo ra bằng cách sử dụng từng thành phần được hàn bằng cách hàn chảy ngược sử dụng chất trợ dung WF-6400 được sản xuất bởi Senju Metal Industry Co., Ltd. vào nền môđun CSP diện tích 12 x 12 mm và

có các điện cực Ni/Au được mạ điện, các điện cực Ni/Pd/Au được mạ điện, hoặc các đệm nối Cu được xử lý bằng OSP (Cu-OSP) để sản xuất CSP trong đó từng thành phần hàn được sử dụng cho các điện cực.

2. Nền epoxy thủy tinh (FR-4) diện tích 30 x 120 mm và có độ dày 0,8 mm được rót bột hàn trong mẫu điện cực được tạo ra trên nền, và sau khi CSP được sản xuất ở bước 1 được lắp trên đó, thao tác hàn chảy ngược được thực hiện trong khoảng thời gian 40 giây ở nhiệt độ ít nhất 220°C với nhiệt độ đỉnh là 245°C.

3. Thí nghiệm va đập do rơi được thực hiện ở các điều kiện dưới đây. Phương pháp thí nghiệm sử dụng nền thủy tinh epoxy được tạo ra ở bước 2 mà trên đó CSP được lắp và cả hai đầu nền được gắn chặt vào nền để được nâng 10 mm trên nền bằng cách sử dụng giá chuyên dụng. Va đập với gia tốc 1500 G được tác động liên tục theo các đặc tả JEDEC, và số lần rơi cho đến khi lỗi xảy ra được ghi, với lỗi được xem xét ở điểm mà ở đó khả năng chịu đựng tăng đến 1,5 lần khả năng chịu đựng ban đầu.

Phát hiện ra rằng không thu được khả năng chịu va đập do rơi với các bi hàn bằng cách sử dụng hợp kim hàn trên nền Sn-Ag-Cu-Ni khi chứa lượng lớn Ni như trong tài liệu sáng chế 2 ngay cả khi việc hàn được thực hiện đối với các điện cực Ni.

Để đo tỷ lệ xảy ra các khiếm khuyết chảy, các bi hàn giống như trên đây được lắp trên nền theo cách dưới đây.

1. Các bi hàn mà được tạo ra bằng cách sử dụng từng thành phần được cho xử lý trong khoảng thời gian 24 giờ ở nhiệt độ 110°C và độ ẩm tương đối 85%.

2. Nền thủy tinh epoxy (FR-4) diện tích 36 x 50 mm và có độ dày 1,2 mm được rót bột hàn trong mẫu điện cực được tạo ra trên đó, và sau khi các bi hàn được xử lý ở bước 1 được lắp trên nền, thao tác nung nóng chảy ngược được thực hiện trong khoảng thời gian 40 giây ở nhiệt độ 220°C hoặc lớn hơn với nhiệt độ đỉnh là 245°C.

3. Số lượng xuất hiện các khiếm khuyết chảy giữa các bi hàn và bột hàn được ghi bằng cách sử dụng kính hiển vi lập thể, và tỷ lệ xuất hiện các khiếm

khuyết chảy được tính toán.

Sau đó, thí nghiệm trải được thực hiện bằng cách sử dụng các bi hàn đã được tạo ra theo cách dưới đây. Nền mà được sử dụng được làm bằng vật liệu giống như nền được sử dụng để kiểm tra tỷ lệ xuất hiện các khiếm khuyết chảy.

1. Nền thủy tinh epoxy (FR-4) có độ dày 1,2 mm trên đó có các điện cực thẳng có diện tích 0,24 x 16 mm được rót chất trợ dung WF-6400 được sản xuất bởi Senju Metal Industry Co., Ltd. để tạo đường kính 0,24 mm có độ dày 0,1 mm trên từng điện cực, và sau khi bi hàn được đặt trên chất trợ dung, thao tác nung nóng chảy ngược được thực hiện trong khoảng thời gian 40 giây ở nhiệt độ ít nhất 220°C và nhiệt độ đỉnh là 245°C.

2. Diện tích trải chất hàn được đo bằng cách sử dụng kính hiển vi lập thể.

Các ví dụ so sánh 7, 9, 10, 11, và 13 có thành phần hợp kim bi hàn trong đó lượng Cu lớn hơn 0,8% khối lượng hoặc lượng Ni lớn hơn 0,07% khối lượng, do vậy tỷ lệ xuất hiện các khiếm khuyết chảy lớn hơn 8%, và không thu được hiệu quả loại bỏ các khiếm khuyết chảy.

Cụ thể là, tỷ lệ xuất hiện các khiếm khuyết chảy đối với ví dụ so sánh 13, mà có thành phần chất hàn Sn-1,5Ag-0,5Cu-0,5Ni được mô tả trong tài liệu sáng chế 2, tăng đáng kể. Điều này là vì lượng Ni trong chất hàn quá cao, do vậy tạo quá nhiều hợp chất và các đặc tính chảy của chất hàn đối với bột hàn bị ảnh hưởng xấu. Kết quả là, tỷ lệ xuất hiện các khiếm khuyết chảy tăng.

Một cách tương tự, trong các ví dụ so sánh 10 và 11, lượng Cu là quá cao, và tạo quá nhiều hợp chất, do vậy khiến xuất hiện các khiếm khuyết chảy.

Trong các ví dụ so sánh 1 - 2, lượng Ag là thấp, do vậy quan sát thấy sự giảm trải đáng kể. So với ví dụ 1, diện tích trải trong các ví dụ so sánh 1 - 2 giảm ít nhất 20%. Khi lượng trải không đủ, không thu được liên kết tốt và có thể không duy trì được độ bền liên kết thích đáng.

Trong các ví dụ so sánh 3 - 6, 8, 12, 14, và 15, tỷ lệ xuất hiện các khiếm khuyết chảy nhỏ hơn 5%, và lượng trải thích đáng được duy trì. Tuy nhiên, vì lượng Ag, Cu, hoặc Ni không phải là tối ưu, nên không thu được hiệu quả

tăng khả năng chịu va đập do rơi.

Tác động của Ni khi Ag được cố định ở 1% khối lượng và Cu được cố định ở 0,7% khối lượng sẽ được xem xét. Khi lượng Ni được lựa chọn là 0,1% khối lượng mà lớn hơn 0,08% khối lượng, tỷ lệ xuất hiện các khiếm khuyết chảy tăng đáng kể. Ngược lại, khi lượng Ni được lựa chọn là 0,02% khối lượng, mà ở dưới mức 0,05% khối lượng, mặc dù thu được hiệu quả loại bỏ các khiếm khuyết chảy, tuy nhiên lại không thu được khả năng chịu va đập do rơi. Do vậy, thu được hợp kim hàn mà vừa loại bỏ các khiếm khuyết chảy và tăng khả năng chịu va đập do rơi bằng cách lựa chọn lượng Ni nằm trong khoảng từ 0,05 đến 0,08% khối lượng.

Tiếp theo, khoảng lượng Cu mà loại bỏ các khiếm khuyết chảy và tăng khả năng chịu va đập do rơi khi duy trì lượng Ni ở mức 0,05% khối lượng và lượng Ag ở mức 1% khối lượng sẽ được xem xét. Khi lượng Cu được lựa chọn là 1% khối lượng mà lớn hơn 0,8% khối lượng, tỷ lệ xuất hiện các khiếm khuyết chảy tăng đáng kể. Khi lượng Cu được lựa chọn là 0,5% khối lượng, mà ở dưới 0,7% khối lượng, sẽ không thu được khả năng chịu va đập do rơi. Do vậy, lượng Cu nằm trong khoảng từ 0,7 đến 0,8% khối lượng là tối ưu đối với hợp kim hàn có cả hai đặc tính.

Các kết quả trên đây cho thấy rằng thành phần chất hàn chứa từ 0,5 đến 1,1% khối lượng Ag, từ 0,7 đến 0,8% khối lượng Cu, từ 0,05 đến 0,08% khối lượng Ni, và phần còn lại là Sn có thể được sử dụng cho cả các điện cực Ni được mạ Au hoặc tương tự và các điện cực Cu được phủ chất trợ dung sơ bộ tan được trong nước. Thành phần chất hàn có cả hiệu quả loại bỏ sự bong ở mặt tiếp xúc và hiệu quả loại bỏ các khiếm khuyết chảy. Do đó, thu được hợp kim hàn có tỷ lệ lỗi hoạt động thấp khi các bộ phận điện tử có các điện cực được lắp trên đó bị rơi.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Theo sáng chế, bi hàn dùng cho các điện cực có khả năng chịu va đập do rơi cả khi được sử dụng với các điện cực Cu và khi được sử dụng với các điện cực Ni. Nếu lượng Ni được bổ sung vào hợp kim hàn có thành phần ba nguyên tố Sn-Ag-Cu lớn hơn 0,1% khối lượng, hợp chất chứa Ni dễ kết tủa

trên bề mặt bi hàn, và các khiếm khuyết chảy đối với bột hàn dễ xuất hiện. Bi hàn theo sáng chế có lượng Ni giới hạn trong khoảng từ 0,05 đến 0,08% khối lượng, điều này khiến khó xuất hiện hiện tượng hợp chất kết tủa trên bề mặt bi hàn, và cũng có hiệu quả loại bỏ hiện tượng các khiếm khuyết chảy.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Bì hàn không chì dùng cho các điện cực bằng cách lắp trên nền môđun dùng cho BGA (Ball Grid Array - Mảng Lưới Bì) hoặc CSP (Chip Size Package - Gói Kích Cỡ Chip) và có thành phần chất hàn bao gồm từ 0,5 đến 1,1% khối lượng Ag, từ 0,7 đến 0,8% khối lượng Cu, từ 0,05 đến 0,08% khối lượng Ni, tùy ý ít nhất một nguyên tố được lựa chọn từ Fe, Co, và Pt theo tổng lượng là từ 0,003 đến 0,1% khối lượng, tùy ý ít nhất một nguyên tố được lựa chọn từ Bi, In, Sb, P, và Ge theo tổng lượng là từ 0,003 đến 0,1% khối lượng, và phần còn lại là Sn.
2. Bì hàn không chì theo điểm 1, trong đó thành phần chất hàn bao gồm từ 0,9 đến 1,1% khối lượng Ag, từ 0,7 đến 0,8% khối lượng Cu, từ 0,05 đến 0,08% khối lượng Ni, và phần còn lại là Sn.
3. Bì hàn không chì theo điểm 1, trong đó thành phần chất hàn bao gồm từ 1,0% khối lượng Ag, 0,75% khối lượng Cu, 0,07% khối lượng Ni, và phần còn lại là Sn.
4. Bì hàn không chì theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó bì hàn có đường kính ít nhất là 0,1 mm.
5. Bì hàn không chì theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó bì hàn có đường kính ít nhất là 0,3mm.
6. Bì hàn không chì theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó bì hàn có đường kính ít nhất là 0,5 mm.
7. Phương pháp tạo bướt hàn trên nền môđun có các điện cực được lựa chọn từ các điện cực được mạ điện Ni/Au, các điện cực Ni/Pd/Au không mạ điện, và các điện cực Cu-OSP (Organic Solderability Preservative - Chất Duy Trì Khả Năng Hàn Hữu Cơ) sử dụng bì hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6.
8. Thiết bị điện tử bao gồm nền môđun có các điện cực được lựa chọn từ các điện cực được mạ điện Ni/Au, các điện cực Ni/Pd/Au không mạ điện, và các điện cực Cu-OSP, và ít nhất một mảng lưới bì được hàn vào điện cực sử dụng

các bi hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6.

FIG. 1

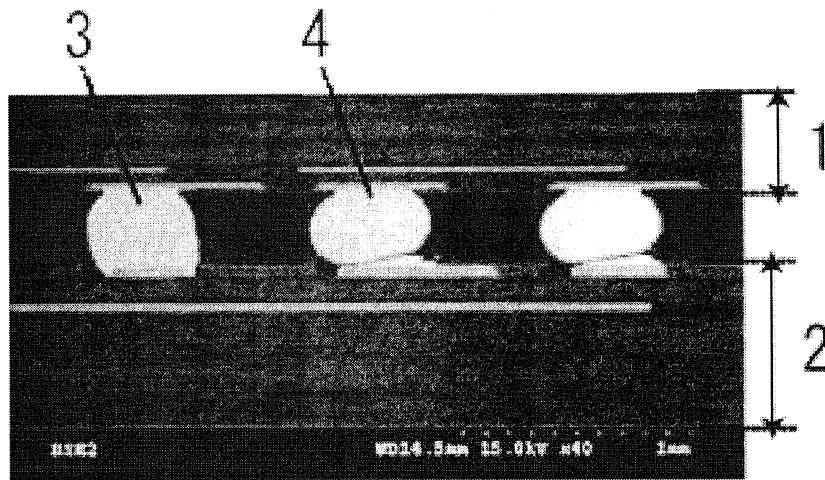


FIG. 2

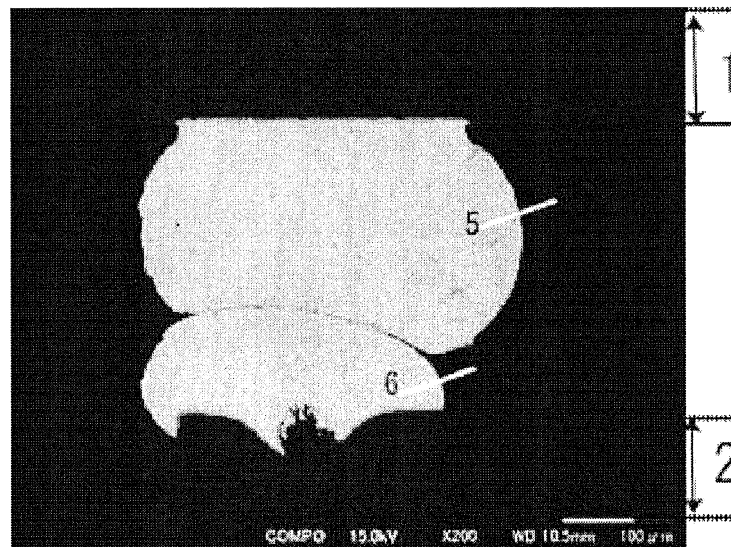


FIG. 3

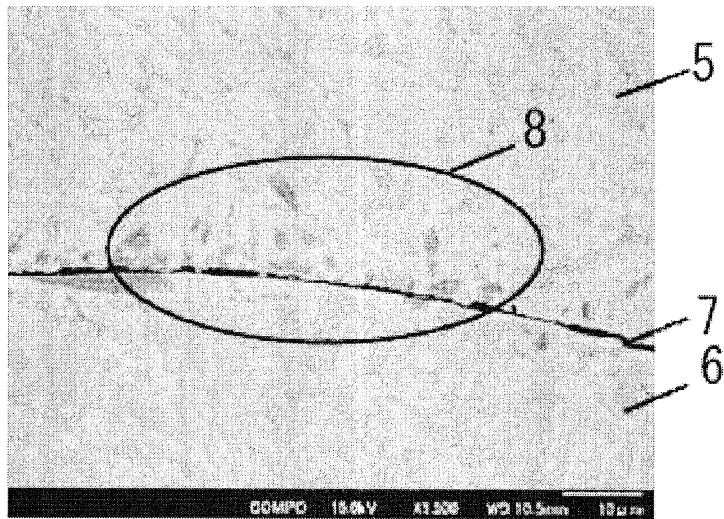


FIG. 4

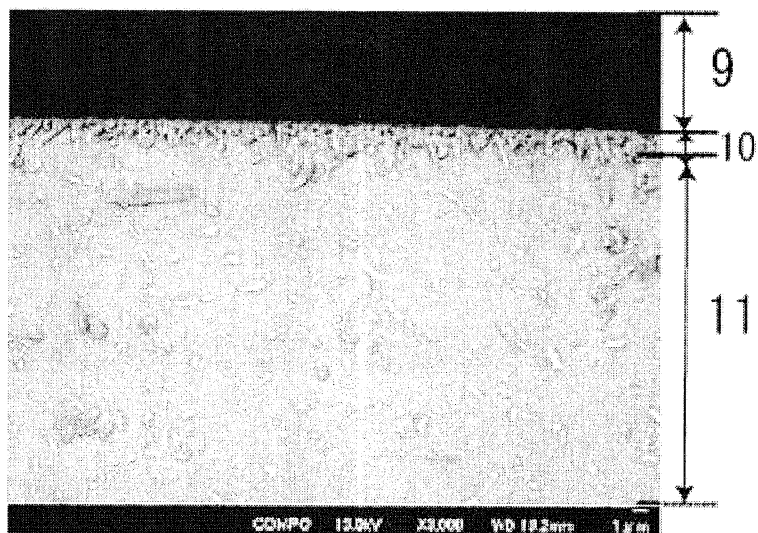


FIG. 5

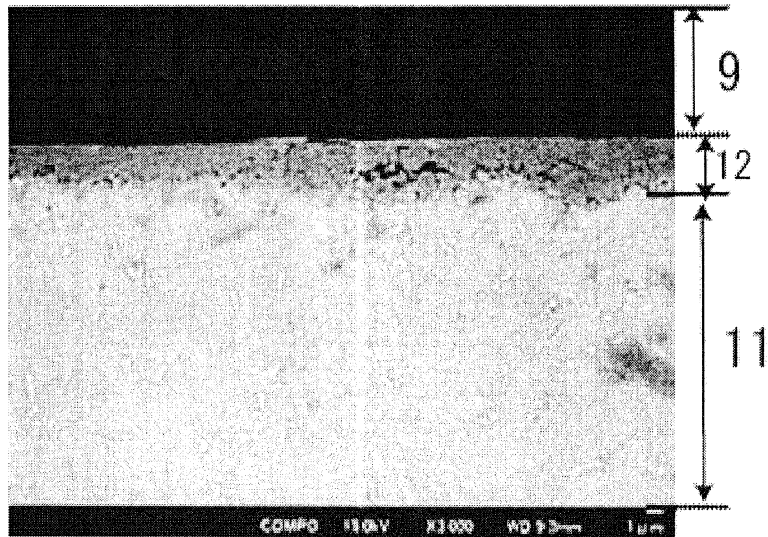


FIG. 6

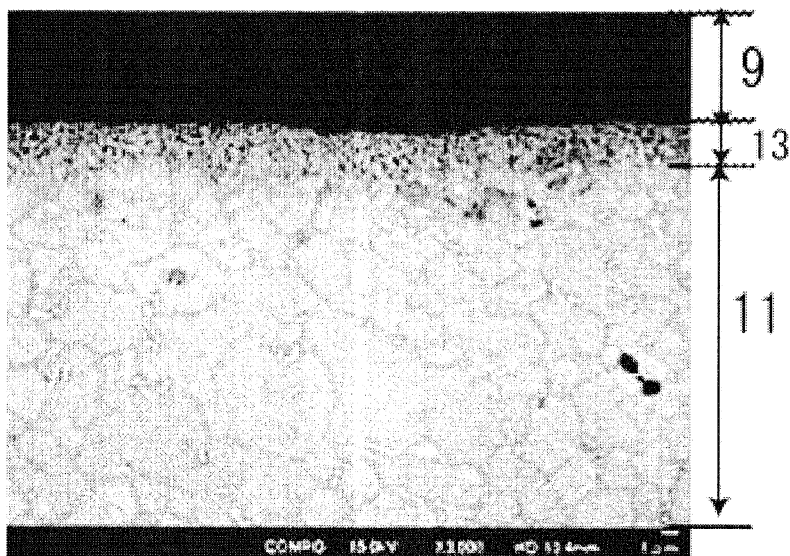


FIG. 7

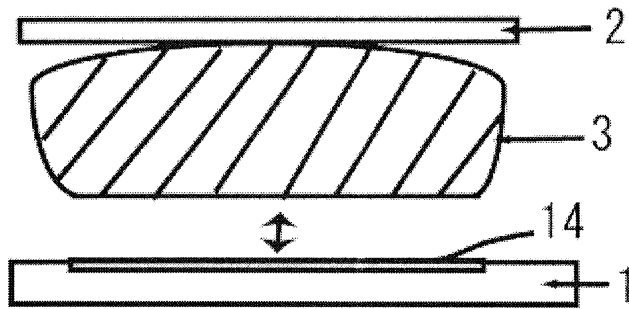


FIG. 8

