



(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)



1-0026017

(51)⁷ **B23K 35/26; H05K 3/34; H01L 21/60; (13) B**
C22C 13/00; C22C 13/02

(21) 1-2015-00319

(22) 30/06/2012

(86) PCT/JP2012/066822 30/06/2012

(87) WO 2014/002283 A1 03/01/2014

(45) 26/10/2020 391

(43) 25/03/2015 324A

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

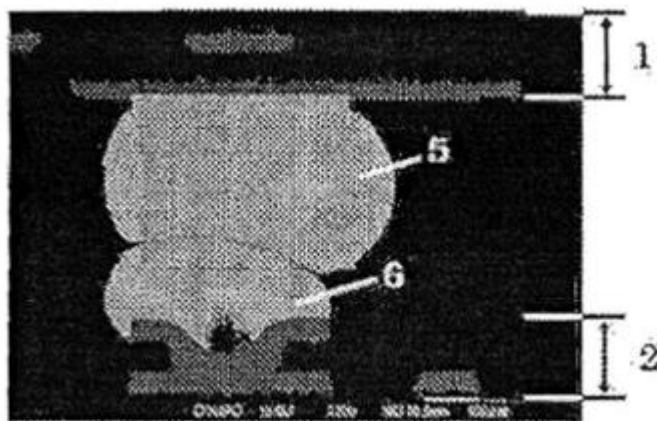
23, Senju-hashido-cho, Adachi-ku, Tokyo 120-8555, Japan

(72) YAMANAKA Yoshie (JP); TACHIBANA Ken (JP); YOSHIKAWA Shunsaku (JP);
NOMURA Hikaru (JP).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) BI HÀN KHÔNG CHỨA CHÌ VÀ PHƯƠNG PHÁP TẠO RA BUỒU HÀN

(57) Sáng chế đề cập đến bi hàn, mà ngăn chặn sự bong tróc mặt phân cách tại mặt phân cách liên kết của bi hàn, ngăn chặn các khuyết tật gây ra do nóng chảy phát triển giữa bi hàn và nhựa hàn, và bi hàn này có thể được sử dụng cả với các điện cực Ni được mạ Au hoặc tương tự và các điện cực Cu có chất trợ hàn trước hòa tan trong nước được gắn lên trên Cu. Sáng chế đề xuất bi hàn không chứa chì dùng cho các điện cực của các BGA (ball grid array - mảng lưới các bi) hoặc các CSP (chip size package - gói kích cỡ chip) chỉ chứa từ 1,6 đến 2,9% 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. Bi hàn này có tính chống mối nhiệt rất tốt và tính chống va chạm do rơi rất tốt bất luận bi hàn này được liên kết vào loại điện cực nào của bảng mạch in, loại điện cực là các điện cực Cu hoặc các điện cực Ni có lớp mạ Au hoặc lớp mạ Au/Pd. Ít nhất một phần tử được lựa chọn từ Fe, Co, và Pt với tổng lượng từ 0,003 đến 0,1% khối lượng hoặc ít nhất một phần tử được lựa chọn từ Bi, In, Sb, P, và Ge với tổng lượng từ 0,003 đến 0,1% khối lượng có thể được bổ sung vào hợp phân này. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến phương pháp tạo ra các buồu hàn.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến bi hàn không chứa chì được sử dụng cho các điện cực của các bộ phận điện tử như các dụng cụ bán dẫn chẳng hạn.

Cụ thể là, sáng chế đề cập đến bi hàn không chứa chì có ít nhược điểm do các khuyết tật gây ra do nóng chảy.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thời gian gần đây, do kích thước của thiết bị điện tử ngày càng giảm và tốc độ các tín hiệu điện ngày càng tăng, nên các bộ phận điện tử được sử dụng trong thiết bị điện tử trở nên có kích thước nhỏ hơn và có nhiều chức năng hơn. Các ví dụ về các bộ phận điện tử mà có kích thước nhỏ hơn và có nhiều chức năng hơn các BGA (ball grid arrays – mảng lưới các bi), các CSP (chip size packages – các gói kích cỡ chip), và các MCM (multichip modules – môđun đa chip) (dưới đây được gọi chung dưới đây là các BGA). Các BGA có các điện cực được bố trí theo mô hình dạng mạng trên bề mặt phía sau của nền BGA.

Để lắp BGA lên bảng mạch in, các điện cực của BGA và các vùng đệm nối của bảng mạch in được nối với nhau bởi vật liệu hàn. Tuy nhiên, việc cấp vật liệu hàn đến mỗi điện cực và việc thực hiện công đoạn hàn đòi hỏi rất nhiều công sức, và vật liệu hàn không thể được cấp từ phía bên ngoài vào các điện cực được đặt ở tâm của nền. Vì vậy, phương pháp được sử dụng trong đó vật liệu hàn được đặt từ trước lên các điện cực của BGA. Phương pháp này được gọi là tạo hình bướt hàn.

Các bi hàn, các nhựa hàn, và loại tương tự được sử dụng để tạo hình bướt hàn trên các BGA. Khi tạo ra các bước vật liệu hàn bằng cách bi hàn, chất trợ hàn dính được gắn vào các điện cực của BGA, và các bi hàn được đặt lên các điện cực mà chất trợ hàn được gắn vào. Nền BGA sau đó được gia nhiệt bởi

thiết bị gia nhiệt như lò đối lưu để làm nóng chảy các bi hàn và tạo ra các bướu hàn trên các điện cực. Các nền dùng cho các dụng cụ bán dẫn như các nền BGA sẽ được gọi chung là các nền môđun.

Khi tạo ra các bướu hàn trên các vùng đệm nối của lát bán dẫn sử dụng nhựa hàn, mạng bằng kim loại có các lỗ được khoan tại các vị trí khớp với các vùng đệm nối của lát bán dẫn và có kích thước gần giống như các vùng đệm nối được đặt lên lát bán dẫn, nhựa hàn được trải ở bề mặt trên của mạng bằng kim loại bằng bàn chải lăn sao cho nhựa hàn được gắn vào các vùng đệm nối của lát bán dẫn bằng cách in. Lát bán dẫn sau đó được gia nhiệt trong lò đối lưu để làm nóng chảy nhựa hàn và tạo ra các bướu hàn.

Với các BGA thông thường, các bi hàn được làm bằng hợp kim Sn-Pb được sử dụng để tạo hình bướu hàn. Các bi hàn Sn-Pb không chỉ có khả năng hàn rất tốt đối với các điện cực của BGA mà cụ thể hợp phần eutecti Sn-Pb có điểm nóng chảy mà không có các tác động nhiệt lên các BGA hoặc các bảng mạch in ở thời điểm hàn. Ngoài ra, các bi hàn chứa Pb mềm, nên các va chạm được hấp thu khi các bộ phận điện tử hoặc thiết bị điện tử sử dụng các bi hàn này bị rơi, và điều này góp phần rất lớn vào việc làm tăng tuổi thọ của các bộ phận điện tử và thiết bị điện tử. Việc sử dụng Pb hiện đang được điều chỉnh trên phạm vi toàn cầu, và hợp phần eutecti Sn-Pb mà đã được sử dụng thông thường làm vật liệu hàn cũng đang được điều chỉnh.

Các hợp kim hàn gốc Sn-Ag-Cu như Sn-3,0Ag-0,5Cu và Sn-4,0Ag-0,5Cu đã được sử dụng làm các hợp phần của các bi hàn không chứa chì dùng cho các BGA. Các hợp kim hàn không chứa chì này có tính chống biến dạng do nhiệt rất tốt, nhưng khi thiết bị điện tử xách tay sử dụng các bi hàn có các hợp phần hợp kim hàn như vậy bị rơi, sự bong tróc giữa hai mặt trong đó sự bong tróc diễn ra từ bề mặt liên kết của các bi hàn dễ dàng xảy ra, vì thế tính chống va chạm do rơi là kém. Để cải thiện tính chống va chạm do rơi, các hợp kim hàn gốc Sn-Ag-Cu-Ni chứa Ni đã được phát triển.

Tuy nhiên, các hợp phần hàn gốc Sn-Ag-Cu hoặc Sn-Ag-Cu-Ni này được sử dụng trong các bi hàn có khả năng thấm ẩm kém so với các bi hàn gốc Sn-Pb thông thường, và khi các BGA được lắp lên bảng mạch in nhờ sử dụng nhựa hàn, các thành phần vật liệu hàn của các bi hàn nóng chảy và các thành phần vật liệu hàn của nhựa hàn không hoàn toàn trộn lẫn với nhau, dẫn đến nhược điểm là xuất hiện hiện tượng các khuyết tật gây ra do nóng chảy trong đó lớp màng oxit của Sn phát triển giữa các bi hàn và nhựa hàn. Fig.1 thể hiện ví dụ về liên kết của BGA với bảng mạch in như là một hiện tượng của các khuyết tật gây ra do nóng chảy. Trong số các bước hàn nổi bộ phận BGA 1 và nền lắp ghép 2, bước hàn 3 bị chảy ra, nhưng khuyết tật gây ra do nóng chảy được phát triển trong bước hàn 4. Fig.2 thể hiện bước hàn được tạo ra từ bi hàn 5 và nhựa hàn 6 mà bị khuyết tật gây ra do nóng chảy sau khi gia nhiệt để lắp ghép. Như có thể được xác định từ Fig.3, đây là hình phóng to của Fig.2, chỉ có chỗ tiếp xúc ở mối nối 7, điều này phát triển khuyết tật gây ra do nóng chảy. Vì vậy, nếu bị tác động va chạm bên ngoài, mối nối dễ dàng bị gãy. Nếu khuyết tật gây ra do nóng chảy phát triển, thì dễ bị sự cố khi bị tác động bên ngoài, như khi thiết bị điện tử mà trên đó có lắp các BGA bị rơi.

Để ngăn ngừa các vấn đề do các khuyết tật gây ra do nóng chảy, các nhà sản xuất thiết bị điện tử kiểm tra trước các mối nối mà đã phát triển các khuyết tật gây ra do nóng chảy theo phương pháp như đo điện trở của thiết bị điện tử, và các bảng mạch in mà phát triển các khuyết tật gây ra do nóng chảy được sửa chữa hoặc được thay thế để phòng ngừa các sự cố.

Sáng chế đề xuất phương pháp đặt chất trợ hàn sau vào các điện cực của môđun như BGA là phương pháp ngăn ngừa các khuyết tật gây ra do nóng chảy mà phát triển khi nối môđun như BGA và bảng mạch in (WO 2006/134891 A: tài liệu sáng chế 1).

Các hợp phần dùng cho các bi hàn gốc Sn-Ag-Cu-Ni dùng cho các BGA và tương tự mà đã được bộc lộ bao gồm hợp kim hàn không chứa chì gồm có (1) Ag: 0,8 - 2,0%, (2) Cu: 0,05 – 0,3%, và (3) ít nhất một phần tử được lựa chọn từ

In: ít nhất 0,01% và nhỏ hơn 0,1%, Ni: 0,01 – 0,04%, Co: 0,01 – 0,05%, và Pt: 0,01 – 0,1%, và phần còn lại là Sn (WO 2006/129713 A: tài liệu sáng chế 2), hợp kim hàn không chứa chì khác biệt ở chỗ còn bao gồm Ag: 1,0 – 2,0% khối lượng, Cu: 0,3 – 1,5% khối lượng, và phần còn lại là Sn và các tạp chất không tránh khỏi, và hợp kim hàn không chứa chì còn chứa ít nhất một trong số Sb: 0,005 – 1,5% khối lượng, Zn: 0,05 – 1,5% khối lượng, Ni: 0,05 - 1,5% khối lượng, và Fe: 0,005 - 0,5% khối lượng, với tổng hàm lượng Sb, Zn, Ni, và Fe nhiều nhất là 1,5% khối lượng (JP 2002-239780 A: tài liệu sáng chế 3), hợp kim hàn không chứa chì gồm có, tính theo % khối lượng, 0,1 - 1,5% Ag, 0,5 - 0,75% Cu, Ni theo lượng thỏa mãn mối liên hệ $12,5 < \text{Cu/Ni} < 100$, và phần còn lại là Sn và các tạp chất không tránh khỏi (WO 2007/081006 A: tài liệu sáng chế 4), và hợp kim hàn không chứa chì gồm có Ag: 1,0 - 2,0% khối lượng, Cu: 0,3 - 1,0% khối lượng, Ni: 0,005 - 0,10% khối lượng, và phần còn lại là Sn và các tạp chất không tránh khỏi (WO 2007/102588 A: tài liệu sáng chế 5).

Tài liệu trích dẫn

Các tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: WO 2006/134891 A

Tài liệu sáng chế 2: WO 2006/129713 A

Tài liệu sáng chế 3: JP 2002-239780 A

Tài liệu sáng chế 4: WO 2007/081006 A

Tài liệu sáng chế 5: WO 2007/102588 A

Khi thực hiện việc lắp ghép BGA hoặc tương tự, điển hình là sử dụng quy trình trong đó nhựa hàn bao gồm bột hợp kim hàn như bột hợp kim Sn-Ag-Cu và chất trợ hàn được in lên nền lắp ghép, bộ phận điện tử như BGA có các bước hàn gốc Sn-Ag-Cu được tạo ra trên đó được đặt lên trên nền, và quy trình gia nhiệt và làm nóng chảy được thực hiện để thực hiện quy trình hàn. Thời gian gần đây, trong quy trình này, ngay cả nếu quy trình lắp ghép được thực hiện ở

nhiệt độ đủ cao hơn điểm nóng chảy của hợp kim hàn, nhược điểm của các khuyết tật gây ra do nóng chảy trong đó các bướu hàn trên nền môđun của BGA hoặc tương tự không chảy ra với nhựa hàn hoặc các bộ phận điện tử có chì không chảy ra với nhựa hàn, do đó gây ra các khuyết điểm về tính dẫn điện, đang là vấn đề. Các khuyết tật gây ra do nóng chảy dĩ nhiên dẫn đến các khuyết điểm về tính dẫn điện và được kết hợp vào thiết bị điện tử không thể thực hiện được chức năng của nó. Trong một số trường hợp, có khả năng là các khuyết tật gây ra do nóng chảy dẫn đến yêu cầu bồi thường đối với nhà sản xuất. Việc hàn môđun vào bảng mạch in khác với việc hàn bảng mạch in và bộ phận chip mà có ít vênh. Khác biệt ở chỗ cả môđun và bảng mạch in bị cong vênh nhiều do gia nhiệt đối với dòng đối lưu. Hiện tượng này được nhận ra trước khi các điện cực của các bộ phận điện tử trở nên không chứa chì, nhưng về bề ngoài của nó được quan sát thường xuyên hơn như là các điện cực của các bộ phận điện tử trở nên không chứa chì, và có nhu cầu phát triển các điện cực được làm bằng vật liệu hàn không chì đang là vấn đề cấp thiết.

Các nguyên nhân chính của các khuyết tật gây ra do nóng chảy là tác động ăn mòn các bề mặt bướu hàn của các môđun như các BGA và các nền và các bộ phận điện tử bị cong vênh. Cụ thể, màng oxit phát triển mạnh trên bề mặt bướu hàn mà được tẩy sạch không phù hợp của chất trợ hàn được sử dụng ở thời điểm tạo hình bướu hoặc khi bộ phận điện tử được phơi ở nhiệt độ và độ ẩm cao. Vai trò của việc làm sạch màng oxit bề mặt thường được thực hiện bởi chất trợ hàn được chứa trong nhựa hàn mà nó được in lên trên bảng mạch trong suốt quy trình lắp ghép bề mặt. Tuy nhiên, khi màng oxit bề mặt được mô tả ở trên là dày, bề mặt của nó không dễ dàng được làm giảm. Ngoài ra, khi nền hoặc bộ phận điện tử bị cong vênh do việc gia nhiệt ở thời điểm lắp ghép, nhựa hàn mà được gắn bằng cách in có thể tách khỏi các bướu hàn trên bộ phận điện tử. Kết quả là, khả năng xuất hiện các khuyết tật gây ra do nóng chảy tăng lên. Theo các báo cáo trên thị trường, tỷ lệ xuất hiện các khuyết tật gây ra do nóng chảy là trên mức ppm, nhưng nhưng trong thực nghiệm để các bi hàn tiếp xúc với môi trường nhiệt độ cao, độ ẩm cao mà gây ra sự ăn mòn bề mặt của các bi hàn, phần

trăm xuất hiện các khuyết tật gây ra do nóng chảy được xác định là tăng lên đến 50 - 70%.

Các tác giả sáng chế đã nhận ra rằng, ngoài các nguyên nhân nêu trên, việc tạo ra các hợp chất bên trong vật liệu hàn do hợp phân của các bi hàn, cụ thể là, Cu_6Sn_5 hoặc $(\text{Cu},\text{Ni})_6\text{Sn}_5$ là nguyên nhân của các khuyết tật gây ra do nóng chảy. Khi các bộ phận điện tử có các bi hàn được nối theo đó được lắp ghép trên nền lắp ghép mà trên đó nhựa hàn được in, quá trình lắp ghép được thực hiện với phía điện cực của môđun như BGA mà các bi hàn được nối với nó quay xuống phía dưới so với nền lắp ghép. Việc gia nhiệt sau đó được thực hiện để làm nóng chảy nhựa hàn và các bi hàn dẫn đến sự gắn kết. Tuy nhiên, khi một lượng lớn hợp chất Cu_6Sn_5 hoặc $(\text{Cu},\text{Ni})_6\text{Sn}_5$ được tạo ra bên trong bi hàn, hợp chất lắng cặn bên trong bi hàn ở thời điểm tan chảy của bi hàn, và hiện tượng trong đó hợp chất kết tủa tại vùng lân cận của bề mặt ngoài cùng của buống xảy ra. Nhận ra rằng, hiện tượng này hạn chế sự gắn kết của bi hàn với nhựa hàn và là nguyên nhân chính của việc xuất hiện các khuyết tật gây ra do nóng chảy (Fig.3).

Các biện pháp đáng tin cậy chống lại các khuyết tật gây ra do nóng chảy đang bỏ qua việc các nền bị cong vênh mà phát triển trong các bộ phận điện tử hoặc các nền lắp ghép hoặc sự gia tăng độ hoạt động của nhựa hàn. Tuy nhiên, với kỹ thuật hiện nay, thì không thể loại bỏ việc các nền bị cong vênh. Ngoài ra, việc gia tăng độ hoạt động của chất trợ hàn trong nhựa hàn đẩy nhanh phản ứng với bột chất liệu hàn, vì thế từ quan điểm các thay đổi theo thời gian, biện pháp này là khó thực hiện được vì nó có thể làm giảm độ ổn định của bột nhão. Theo đó, không có biện pháp hiệu quả chống lại các khuyết tật gây ra do nóng chảy. Vì vậy, để giải quyết vấn đề về các khuyết tật gây ra do nóng chảy, phương pháp tương tự phương pháp theo tài liệu sáng chế 1 là điển hình cho dù số lượng các bước tăng lên và kèm theo đó là gia tăng về chi phí.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Nhược điểm cần được giải quyết bởi sáng chế là tìm ra phương pháp khắc phục các khuyết tật gây ra do nóng chảy chỉ dựa vào hợp phần của bi hàn mà không dùng các phương pháp mà làm tăng số lượng các bước như trong tài liệu sáng chế 1.

Phương tiện giải quyết vấn đề

Các tác giả sáng chế nhận ra rằng, các khuyết tật gây ra do nóng chảy là do Ni mà được bổ sung để cải thiện tính chống va chạm khi rơi của các bi hàn. Ni tạo ra các hợp chất liên kim với Sn và Cu, và các hợp chất liên kim này kết tủa trên bề mặt bi hàn và ngăn các thành phần hàn của các bi hàn và các thành phần hàn trong nhựa hàn hòa lẫn với nhau. Ngoài ra, khả năng thấm ướt của các bi hàn làm ảnh hưởng đến các khuyết tật gây ra do nóng chảy với nhựa hàn, và việc làm giảm khả năng thấm ướt kèm theo sự giảm hàm lượng Ag cũng là nguyên nhân của các khuyết tật gây ra do nóng chảy.

Tác giả sáng chế nhận ra rằng, bằng cách thiết đặt các hàm lượng Sn, Cu, và Ni nằm trong các khoảng quy định trong hợp kim bậc bốn chứa Ni trong Sn-Ag-Cu, lượng các hợp chất liên kim của Sn, Cu, và Ni mà được tạo ra bị ngăn chặn, dẫn đến sự giảm lượng các hợp chất kết tủa trên bề mặt bi hàn, và tín thấm ướt đủ cho sự gắn kết với nhựa hàn được thể hiện, nhờ đó khiến nó có thể làm giảm các khuyết tật gây ra do nóng chảy. Kết quả là sáng chế được tạo ra.

Sáng chế đề xuất bi hàn không chứa chì mà được sử dụng làm điện cực trên bề mặt phía sau của nền môđun của BGA hoặc CSP, bi hàn này có hợp phần chủ yếu bao gồm 1,6 - 2,9% khối lượng Ag, 0,7 – 0,8% khối lượng Cu, 0,05 – 0,08% khối lượng Ni, và phần còn lại là Sn.

Để cải thiện các tính chất mối do nhiệt của bi hàn, các hợp chất liên kim của Sn và Ag, của Sn, Cu, và Ni, và hợp chất liên kim tương tự được tạo ra bằng cách bổ sung Ag, Cu, và Ni vào vật liệu hàn. Kết quả là, hợp kim hàn chắc được

tạo ra do các hợp chất liên kim tạo ra mạng lưới. Để làm tăng tính chống va chạm do rơi, phương pháp tương tự phương pháp được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 4 trong đó Ni được bổ sung thay vì việc làm giảm hàm lượng Ag rắn được dùng. Tuy nhiên, Ni mà được bổ sung để làm tăng độ bền để tạo ra các hợp chất do khả năng Ni dễ tạo ra các hợp chất liên kim với Cu, và các hợp chất này kết tủa trên bề mặt của bi hàn và làm giảm khả năng thấm ướt của bi hàn. Các phần mà có khả năng thấm ướt kém mà phát triển trên bề mặt của hàn không tương thích với nhựa hàn trong suốt chu kỳ gia nhiệt đối với việc đối lưu khi bi hàn được lắp ghép trên bảng mạch in và được gia nhiệt với nhựa hàn, và các phần này có thể hóa cứng với các đường ranh giới. Đây là hiện tượng của các khuyết tật gây ra do nóng chảy.

Để làm giảm lượng các hợp chất Ni mà kết tủa trên bề mặt của bi hàn được làm bằng hợp kim hàn có hợp phần Sn-Ag-Cu-Ni, các tác giả tập trung vào thực tế rằng các hợp chất liên kim của Sn, Cu, và Ni không kết tủa trên bề mặt bi hàn nếu hàm lượng Cu phản ứng với Ni bị giảm đi. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Cu bị giảm đi, tính chống va chạm do rơi giảm đi mỗi hàn vào các điện cực Cu được thực hiện. Các tác giả nhận ra rằng, bằng cách thiết đặt hàm lượng Cu mà được bổ sung vào hợp kim hàn tại vùng lân cận là 0,75% khối lượng mà gần đến điểm eutecti, lượng tiêu thụ Cu do tạo thành mạng và lượng tiêu thụ Cu do tạo thành các hợp chất của Cu và Ni được cân bằng, và các hợp chất của Cu và Ni không kết tủa lượng lớn trên bề mặt bi hàn, nhờ đó ngăn không cho các khuyết tật gây ra do nóng chảy phát triển.

Cụ thể là, bằng cách tạo ra hợp phần bi hàn hợp phần hợp kim bậc bốn chứa 1,6 – 2,9% khối lượng Ag, 0,7 – 0,8% khối lượng Cu, và từ 0,05 đến 0,08% khối lượng Ni, mạng các hợp chất liên kim Sn-Ag-Cu được tạo ra, và việc tạo ra các hợp chất liên kim Cu-Ni xảy ra do phản ứng của Cu, mà lượng bị giảm đi do việc tạo thành mạng, với Ni. Vì vậy, Cu không ưu tiên phản ứng với Ni, và sự kết tủa của các hợp chất liên kim của Cu và Ni lên bề mặt bi hàn được ngăn ngừa. Kết quả là, khi bi hàn được hàn vào bảng mạch in với nhựa hàn, bi

hàn thể hiện khả năng thấm ướt tốt và các khuyết tật gây ra do nóng chảy không phát triển.

Hiệu quả của sáng chế

Với bi hàn theo sáng chế, các hợp chất liên kim của Sn, Cu, và Ni mà có khả năng thấm ướt kém không kết tủa trên bề mặt bi hàn, vì thế mỗi hàn tốt có thể thực hiện được, và khi bi hàn được hàn vào bảng mạch in bằng cách sử dụng nhựa hàn, khả năng hàn tốt có thể đạt được mà không xuất hiện các khuyết tật gây ra do nóng chảy.

Ngoài ra, bi hàn theo sáng chế có thể đạt được các mối nối hàn tốt giữa điện cực của BGA hoặc tương tự và bảng mạch in, liệu được hàn vào điện cực Cu hay điện cực Ni trong khi có tính chống mối do nhiệt và tính chống va chạm do rơi.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là ví dụ về mối nối giữa BGA và bảng mạch in.

Fig.2 là hình vẽ phóng to của 4 trên Fig.1.

Fig.3 là hình vẽ thể hiện sự xuất hiện của các khuyết tật gây ra do nóng chảy tại mặt phân giới liên kết giữa bi hàn của Fig.2 và nhựa hàn.

Fig.4 là hình vẽ thể hiện điện cực của BGA của ví dụ 2 trong bảng 1.

Fig.5 là hình vẽ thể hiện điện cực của BGA theo ví dụ so sánh 6 của bảng 1.

Mô tả chi tiết sáng chế

Bi hàn theo sáng chế mà không phát triển các khuyết tật gây ra do nóng chảy và có cả tính chống mối do nhiệt rất tốt và tính chống va chạm do rơi rất tốt tốt hơn là được sử dụng để tạo bấu trên bộ phận chung như BGA có các điện cực trên bề mặt bên dưới của nó.

Nếu hàm lượng Ag của hợp kim hàn gốc Sn-Ag-Cu-Ni của bi hàn theo sáng chế nhỏ hơn 1,6% khối lượng, khả năng thấm ướt của bi hàn giảm xuống. Kết quả là, khả năng thấm ướt với nhựa hàn giảm xuống và khả năng gắn kết kém đi, và các khuyết tật gây ra do nóng chảy dễ xuất hiện. Ngoài ra, nếu hàm lượng Ag nhỏ hơn 1,6% khối lượng, độ bền của vật liệu hàn giảm đi và tính chống mỏi do nhiệt kém đi. Nếu hàm lượng Ag vượt quá 2,9% khối lượng, bi hàn trở nên cứng và tính chống va chạm do rơi kém đi. Do đó, hợp kim dùng cho bi hàn theo sáng chế tốt hơn là có hàm lượng Ag là từ 1,6 – 2,9% khối lượng. Tốt hơn là hàm lượng Ag từ 1,9 – 2,3% khối lượng.

Nếu hàm lượng Cu của hợp kim hàn gốc Sn-Ag-Cu-Ni của bi hàn theo sáng chế nhỏ hơn 0,7% khối lượng, hợp phần di chuyển cách khỏi điểm eutecti của Sn-Ag-Cu, vì thế khi bi hàn được sử dụng với điện cực Cu, Cu từ điện cực Cu khuếch tán vào trong vật liệu hàn. Kết quả là, lớp hợp chất liên kim Cu_6Sn_5 trở nên dày ở phần tiếp xúc với điện cực Cu, và tính chống va chạm do rơi kém đi.

Nếu hàm lượng Cu của hợp kim hàn gốc Sn-Ag-Cu-Ni vượt quá 0,8% khối lượng, lượng các hợp chất liên kim của Cu và Ni trong bi hàn tăng lên sao cho các hợp chất liên kim của Cu và Ni kết tủa trên bề mặt của các bi hàn, do đó làm tăng sự xuất hiện các khuyết tật gây ra do nóng chảy. Ngoài ra, nếu hàm lượng Cu vượt quá 0,8% khối lượng, các hợp phần di chuyển ra xa điểm eutecti của Sn-Ag-Cu, vì thế hợp chất liên kim Cu_6Sn_5 dễ tạo ra trong lớp phản ứng giữa hợp kim hàn và điện cực Cu. Kết quả là, hợp chất liên kim Cu_6Sn_5 mà được tạo ra tại chỗ tiếp xúc liên kết vật liệu hàn với điện cực Cu trở nên dày.

Do đó, hàm lượng Cu của hợp kim hàn gốc Sn-Ag-Cu-Ni của bi hàn theo sáng chế mà không phát triển các khuyết tật gây ra do nóng chảy và có tính chống va chạm do rơi rất tốt phải là từ 0,7 đến 0,8% khối lượng.

Nếu hàm lượng Ni của hợp kim hàn gốc Sn-Ag-Cu-Ni của bi hàn theo sáng chế nhỏ hơn 0,05% khối lượng, thì tính chống va chạm do rơi kém đi.

Ngoài ra, nếu hàm lượng Ni nhỏ hơn 0,05% khối lượng, thì tác dụng của việc bổ sung Ni không thu được. Do đó, Ni dễ dàng khuếch tán từ điện cực Ni, và các hợp chất liên kim trở nên dễ tạo ra tại chỗ tiếp xúc. Vì vậy, hàm lượng của Ni trong hợp kim hàn gốc Sn-Ag-Cu-Ni phải ít nhất 0,05% khối lượng.

Tương tự như vậy, nếu hàm lượng Ni vượt quá 0,08% khối lượng, lượng các hợp chất liên kim Sn, Cu, và Ni trong bi hàn tăng lên sao cho các hợp chất liên kim của Sn, Cu, và Ni kết tủa trên bề mặt bi hàn, và sự xuất hiện các khuyết tật gây ra do nóng chảy tăng lên. Ngoài ra, nếu hàm lượng Ni vượt quá 0,08% khối lượng, nồng độ Ni trong các hợp chất liên kim được tạo ra trong chỗ tiếp xúc liên kết gia tăng dẫn đến việc suy giảm độ bền liên kết, và độ cứng của vật liệu hàn tăng lên. Kết quả là, mỗi hàn ở chỗ tiếp xúc dễ bị bong hơn khi bị va chạm.

Vì vậy, hàm lượng Ni trong hợp kim hàn gốc Sn-Ag-Cu-Ni dùng cho bi hàn theo sáng chế phải nằm trong khoảng từ 0,05 đến 0,08% khối lượng.

Ít nhất một phần tử được lựa chọn từ Fe, Co, và Pt với tổng lượng từ 0,003 đến 0,1% khối lượng có thể được bổ sung thêm vào hợp kim hàn gốc Sn-Ag-Cu-Ni dùng cho bi hàn theo sáng chế. Việc bổ sung các phần tử Fe, Co, hay Pt vào hợp kim dùng cho bi hàn làm mịn lớp hợp chất liên kim mà được tạo ra tại chỗ tiếp xúc liên kết và ngăn chặn độ dày của lớp hợp chất liên kim này, vì thế nó có hiệu quả cải thiện tính chống rơi. Nếu hàm lượng các phần tử được lựa chọn từ Fe, Co, và Pt nhỏ hơn 0,03% khối lượng, hiệu quả được mô tả ở trên rất khó thu được, trong khi đó nếu chúng được bổ sung quá 0,1% khối lượng, độ cứng của các bướu hàn tăng lên và gây ra hậu quả xấu rằng ở bề mặt chung bị bong do các va chạm.

Ít nhất một phần tử được lựa chọn từ Bi, In, Sb, P, và Ge với tổng lượng từ 0,003 đến 0,1% khối lượng có thể được bổ sung thêm vào hợp kim hàn gốc Sn-Ag-Cu-Ni dùng cho bi hàn theo sáng chế. Sau khi bi hàn được lắp ghép trên nền môđun, thì nhờ việc nhận biết bằng ảnh sẽ xác định liệu quy trình hàn đã

diễn ra hay chưa. Nếu bi hàn bị hóa vàng, thì việc nhận biết bằng hình ảnh có thể xác định rằng có khuyết tật. Vì vậy, tốt hơn là bi hàn không bị đổi màu trong suốt quá trình đối lưu. Việc bổ sung Bi, In, Sb, P, hoặc Ge có hiệu quả ngăn ngừa sự đổi màu do nhiệt hoặc tương tự, nhờ đó các lỗi trong việc kiểm tra chất lượng của các burou có thể được ngăn chặn. Nếu hàm lượng của các phân tử được lựa chọn từ Bi, In, Sb, P, và Ge nhỏ hơn 0,003% khối lượng, thì rất khó thu được hiệu quả được mô tả ở trên, trong khi nếu chúng được bổ sung vượt quá 0,1% khối lượng, độ cứng của các burou hàn tăng lên, và có khả năng là làm giảm hiệu quả cải thiện tính chống rơi.

Bi hàn theo sáng chế được sử dụng cho các điện cực. Đường kính của bi hàn ít nhất là 0,1 mm, tốt hơn là ít nhất 0,3 mm, và tốt hơn nữa là ít nhất 0,5 mm. Trong những năm gần đây, thiết bị điện tử đang ngày càng nhỏ đi, và các bi hàn được lắp ghép trên các bộ phận điện tử trở nên nhỏ hơn. Các bi hàn để liên kết các chip lật là 0,1 mm hoặc nhỏ hơn, trong khi các bi hàn giống như bi hàn theo sáng chế mà được sử dụng cho các điện cực của các BGA và các CSP mà có chip lật được lắp ở đó có kích thước ít nhất là 0,1 mm.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các hợp kim hàn có các hợp phần được thể hiện trong bảng 1 được chuẩn bị, và chúng được tạo thành các bi hàn có đường kính 0,3 mm bằng phương pháp phun bụi dạng khí. Các bi hàn thu được được sử dụng để đánh giá đối với các khuyết tật gây ra do nóng chảy và thử nghiệm mỏi do nhiệt và thử nghiệm va chạm do rơi.

Bảng 1		Hợp phần hàn (% khối lượng)										Số lượng các khuyết tật không gây ra do nóng chảy	Số lượng các chu kỳ trong thử nghiệm môi do nhiệt	Số lần thả trong thử nghiệm va chạm do rơi	Lưu ý
		Sn	Ag	Cu	Ni	Fe	Co	Pt	Hi	In	Sb	P	Ge		
Ví dụ theo sáng chế	1	Rem	1,6	0,75	0,07									141	
	2	Rem	2,0	0,75	0,07									118	
	3	Rem	2,5	0,75	0,07									91	
	4	Rem	2,9	0,75	0,07									66	
	5	Rem	1,8	0,70	0,05									133	
	6	Rem	2,9	0,80	0,08									57	
	7	Rem	2,5	0,70	0,08									88	
	8	Rem	2,5	0,80	0,05									82	
	9	Rem	2,0	0,75	0,07	0,01								135	
	10	Rem	2,0	0,75	0,07		0,008							128	
	11	Rem	2,0	0,75	0,07			0,05						133	
	12	Rem	2,0	0,75	0,07				0,1					115	
	13	Rem	2,0	0,75	0,07					0,1				112	
	14	Rem	2,0	0,75	0,07						0,07			120	
	15	Rem	2,0	0,75	0,07							0,003		117	
	16	Rem	2,0	0,75	0,07								0,008	116	
Ví dụ so sánh	1	Rem	3,0	0,50										1	
	2	Rem	1,0	0,50										1	
	3	Rem	1,0	0,75	0,07									156	
	4	Rem	3,5	0,75	0,07									18	
	5	Rem	2,5	0,60	0,07									35	
	6	Rem	2,5	0,90	0,07									29	
	7	Rem	2,5	0,75	0,03									37	
	8	Rem	2,5	0,75	1,00									22	
	9	Rem	1,2	0,50	0,05									1	
	10	Rem	2,5	0,50	0,50									1	
	11	Rem	3,0	1,00	0,50									1	

	12	Rem	1,5	0,50	0,50													18	1244	1	Tài liệu sáng chế 3
	13	Rem	2,0	1,00	0,01													14	1890	1	
	14	Rem	1,5	0,65	0,07													10	1102	39	
	15	Rem	3,0	0,50	0,05													0	2406	1	
	16	Rem	2,0	0,70	0,15													16	1876	1	
	17	Rem	1,8	1,50	0,15													28	1650	1	

1. Số lượng các khuyết tật gây ra do nóng chảy xuất hiện được đánh giá theo thủ tục dưới đây. Các bi hàn mà được tạo ra nhờ sử dụng mỗi hợp phần được trải qua xử lý hóa già ở nhiệt độ 110°C và độ ẩm tương đối 85% trong 24 giờ. Nhựa hàn được in lên nền kính-epoxy (FR-4) kích thước $36 \times 50\text{ mm}$ và có độ dày là 1,2 mm với mẫu điện cực của nền, và các bi hàn mà đã chịu xử lý hóa già được lắp ghép trên các điện cực và chịu sự đối lưu ở nhiệt độ ít nhất 220°C trong 40 giây với nhiệt độ cao nhất là 245°C . Số lượng các khuyết tật gây ra do nóng chảy xuất hiện giữa các bi hàn và nhựa hàn được đếm nhờ sử dụng kính hiển vi nhìn nổi.

2. Tiếp theo, thử nghiệm mỏi do nhiệt và thử nghiệm va đập do rơi được thực hiện theo cách dưới đây. Các bi hàn của mỗi hợp phần mà được tạo ra được sử dụng để thực hiện hàn đối lưu với nền môđun dùng cho CSP kích thước $12 \times 12\text{ mm}$ sử dụng chất trợ hàn WF-6400 được sản xuất bởi công ty Senju Metal Industry Co., Ltd., nhờ đó sản xuất CSP sử dụng mỗi hợp phần hàn dùng cho các điện cực.

3. Nhựa hàn được in lên trên nền kính-epoxy (FR-4) kích thước $30 \times 120\text{ mm}$ và có độ dày là 0,8 mm với mẫu điện cực của nền, và CSP được chế tạo trong bước 2 được lắp ghép trên nền và được trải qua đối lưu ở nhiệt độ 220°C hoặc cao hơn trong 40 giây với nhiệt độ cao nhất là 245°C để chế tạo nền để đánh giá.

4. Thử nghiệm mỏi do nhiệt được thực hiện dưới các điều kiện dưới đây. Việc sử dụng nền để đánh giá được chế tạo trong bước 3, điện trở được đo liên tục trong mạch nối tiếp trong khi tải nhiệt bao gồm -40°C trong 10 phút và $+125^{\circ}\text{C}$ trong 10 phút được đặt lặp lại nhờ sử dụng buồng sốc nhiệt Model TSA-101LA được sản xuất bởi tập đoàn ESPEC. Được xác định rằng sự cố đã xảy ra khi điện trở vượt quá 15 ôm, và số lượng các chu kỳ mỏi do nhiệt trước sự cố được ghi.

5. Thử nghiệm va chạm do rơi được thực hiện dưới các điều kiện sau đây sử dụng nền để đánh giá giống như nền được sử dụng trong thử nghiệm mỏi do nhiệt. Phương pháp thử nghiệm bao gồm việc cố định cả hai đầu của nền dùng để

đánh giá ở vị trí 10 mm ở trên để nhờ sử dụng đồ gá lắp đặc biệt. Phù hợp với đặc điểm JEDEC, va chạm với gia tốc 1500 G được đặt vào lắp lại. Sự cố được xác định xảy ra khi điện trở tăng lên gấp 1,5 lần điện trở ban đầu, và số lượng các lần thả trước sự cố được ghi.

Trong ví dụ 2 trong bảng 1, các hàm lượng Ag, Cu, và Ni đều nằm trong các phạm vi phù hợp, vì thế các kết quả liên quan đến các khuyết tật gây ra do nóng chảy, tính chống mối do nhiệt, và tính chống va chạm do rơi đều rất tốt. Fig.4 thể hiện lớp hợp chất trong chỗ tiếp xúc liên kết trong ví dụ 2. Có thể nhận thấy rằng lớp hợp chất liên kim Cu_6Sn_5 được tạo ra tại phần liên kết giữa điện cực BGA 9 và bi hàn 5.

Trong trường hợp các hợp phần hợp kim bi hàn của các ví dụ so sánh 1, 4, và 11 có hàm lượng Ag vượt quá 2,9% khối lượng, mặc dù các hiệu quả cải thiện tính chống mối do nhiệt và các khuyết tật gây ra do nóng chảy được thể hiện, nhưng hàm lượng Ag không tối ưu để thu được tính chống va chạm do rơi. Do đó, số lượng các giọt nhỏ hơn 20, và việc cải thiện hiệu quả không thu được.

Đối với các ví dụ so sánh 2, 3, 9, và 10, hàm lượng Ag nhỏ hơn 1,6% khối lượng, vì thế chung có tính chống mối do nhiệt kém và số lượng các chu kỳ không đạt đến 1500. Do sự giảm khả năng thấm ướt bởi hàm lượng Ag không đủ, nên có nhiều hơn 10 khuyết tật gây ra do nóng chảy, và không có hiệu quả ngăn chặn các khuyết tật gây ra do nóng chảy.

Trong các ví dụ so sánh 5, 6, 7, và 8, mặc dù hàm lượng Ag thích hợp được lựa chọn, nhưng các hàm lượng Cu và Ni không được tối ưu hóa, vì thế các hiệu quả cải thiện cả các khuyết tật gây ra do nóng chảy và tính chống va chạm do rơi không thu được. Fig.5 thể hiện lớp các hợp chất trong chỗ tiếp xúc liên kết đối với ví dụ so sánh 6. Có thể thấy rằng lớp hợp chất liên kim Cu_6Sn_5 dày được tạo ra.

Có thể tóm lại rằng hợp phần hàn chủ yếu chứa 1,6 -2,9% 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 tạo ra hợp kim hàn mà ngăn chặn sự xuất hiện của các khuyết tật gây ra do

nóng chảy và có cả tính chống mối do nhiệt và các va chạm do rơi.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Theo sáng chế, bi hàn dùng cho các điện cực được đề xuất có hiệu quả ngăn chặn các khuyết tật gây ra do nóng chảy xuất hiện và có tính chống mối do nhiệt rất tốt cũng như tính chống va chạm do rơi rất tốt khi được sử dụng hoặc với các điện cực Cu (các điện cực Cu-OSP, nghĩa là, các điện cực mà được phủ với chất trợ hàn hòa tan trong nước ở trên Cu) và với các điện cực Ni (các điện cực Ni/Au điện phân hoặc các điện cực Ni/Pd/Au không điện phân). Việc ngăn chặn các khuyết tật gây ra do nóng chảy kèm theo sự giảm xuất hiện các hư hỏng ban đầu trong quy trình sản xuất. Đến đây, cần lựa chọn hợp phần phù hợp với các tính chất được yêu cầu của các sản phẩm. Tuy nhiên, vì bi hàn theo sáng chế có cả tính chống va chạm do rơi và mối do nhiệt, nên có thể áp dụng bi hàn vào phạm vi rộng trong các lĩnh vực từ các thiết bị xách tay đến các máy tính cá nhân và thiết bị được lắp trên xe và áp dụng vào lĩnh vực mới của các máy tính cá nhân di động mà hiện đang được phát triển với tốc độ nhanh.

Danh mục các số chỉ dẫn

- 1 Bộ phận BGA
- 2 Nền lắp ghép
- 3 Sự gây ra do nóng chảy của bươu hàn
- 4 Khuyết tật gây ra do nóng chảy của bươu hàn
- 5 Bi hàn sau khi gia nhiệt để lắp ghép
- 6 Nhựa hàn sau khi gia nhiệt để lắp ghép
- 7 Phần khuyết tật gây ra do nóng chảy
- 8 Hợp chất cản trở nóng chảy
- 9 Điện cực BGA
- 10 Lớp hợp chất liên kim Cu_6Sn_5

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Bì hàn không chứa chì được trang bị để sử dụng làm điện cực trên bề mặt phía sau của nền môđun dùng cho BGA (ball grid array – mảng lưới các bi) hoặc CSP (chip size package – gói kích cỡ chip) để được hàn vào bảng mạch in bằng cách sử dụng nhựa hàn, bì hàn này có hợp phần hàn chỉ chứa từ 1,6 đến 2,9% khối lượng Ag, 0,7 đến 0,8% khối lượng Cu, 0,05 đến 0,08% khối lượng Ni, tùy ý ít nhất một trong số các nguyên tố theo mục (i) và (ii) dưới đây, và phần còn lại là Sn:

(i): 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, và

(ii): ít nhất một nguyên tố được lựa chọn trong số: Bi, In, Sb, P, và Ge với tổng lượng từ 0,003 đến 0,1% khối lượng.

2. Bì hàn không chứa chì theo điểm 1, trong đó hợp phần hàn chỉ chứa từ 1,9 đến 2,3% khối lượng Ag, 0,7 đến 0,8% khối lượng Cu, 0,05 đến 0,08% khối lượng Ni, tùy ý ít nhất một trong số các nguyên tố theo mục (i) và (ii), và phần còn lại là Sn.

3. Bì hàn theo điểm 1 hoặc 2, khác biệt ở chỗ, hợp phần hàn 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.

4. Bì hàn theo điểm 1 hoặc 2, khác biệt ở chỗ, hợp phần hàn chứa ít nhất một nguyên tố được lựa chọn trong số: Bi, In, Sb, P, và Ge với tổng lượng từ 0,003 đến 0,1% khối lượng.

5. Bì hàn không chứa chì theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó bì hàn này có đường kính ít nhất là 0,1 mm.

6. Bì hàn không chứa chì theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó bì hàn này có đường kính ít nhất là 0,3 mm.

7. Bì hàn không chứa chì theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó

bi hàn này có đường kính ít nhất là 0,5 mm.

8. Phương pháp tạo ra các bướu hàn trên nền môđun có các điện cực, trong đó bước hàn được thực hiện bằng cách sử dụng bi hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7. 2

9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó bộ phận điện tử có các bi hàn được nối ghép vào đó, được lắp trên nền lắp ghép, mà trên đó nhựa hàn được in, và trong đó:

bước lắp ghép được thực hiện với phía điện cực của nền môđun mà các bi hàn được nối ghép quay mặt xuống phía dưới so với nền lắp ghép, và trong đó:

bước gia nhiệt được thực hiện sau đó để làm nóng chảy nhựa hàn và các bi hàn dẫn đến sự gắn kết.

10. Phương pháp theo điểm 8 hoặc 9, trong đó các bướu hàn được tạo ra trên nền môđun có các điện cực được lựa chọn từ các điện cực Ni/Au điện phân, các điện cực Ni/Pd/Au không điện phân, và các điện cực Cu-OSP (Cu-organic surface protection – bảo vệ bề mặt hữu cơ bằng đồng).

FIG.1

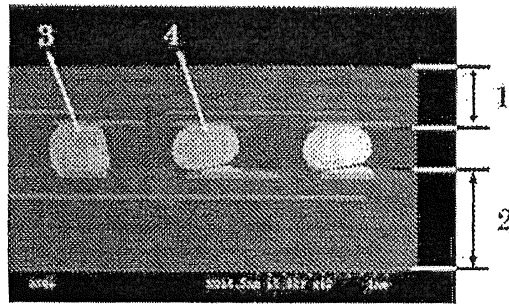


FIG.2

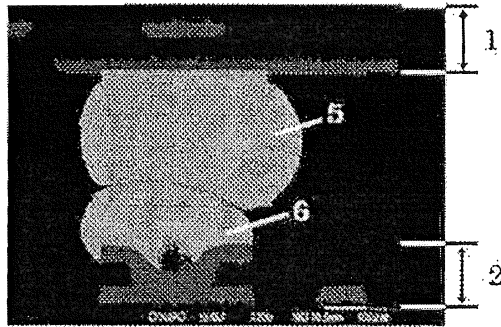


FIG.3

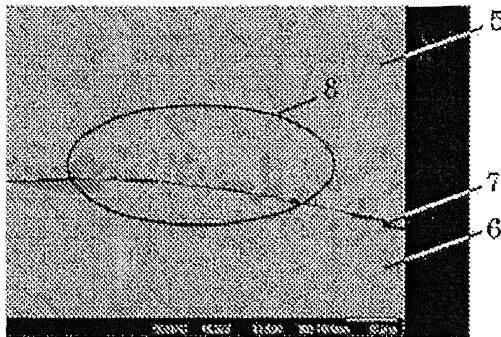


FIG.4

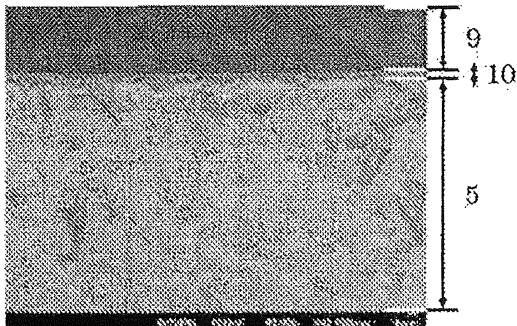


FIG.5

