



(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)



1-0043751

(51)^{2020.01} **B23K 35/14; H05K 3/34; C22C 13/02;** (13) **B**
B23K 35/26; C22C 12/00

(21) 1-2021-07082

(22) 30/09/2020

(86) PCT/JP2020/037042 30/09/2020

(87) WO 2021/079702 29/04/2021

(30) 2019-194731 25/10/2019 JP

(45) 25/03/2025 444

(43) 25/08/2022 413A

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

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

(72) KONDOH Shigeki (JP); TSUCHIYA Masato (JP); SUDO Hiroki (JP); OKADA Hiroshi (JP); SOUMA Daisuke (JP).

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

(54) VẬT LIỆU LỖI, LINH KIỆN ĐIỆN TỬ VÀ PHƯƠNG PHÁP DÙNG ĐỂ TẠO
THÀNH ĐIỆN CỰC LỖI

(21) 1-2021-07082

(57) Sáng chế đề xuất vật liệu lõi, linh kiện điện tử và phương pháp dùng để tạo thành điện cực lõi. Vật liệu lõi có lõi 12; lớp thuốc hàn 16 được làm từ hợp kim hàn gốc (Sn-Bi) được bố trí ở phía bên ngoài lõi 12; và lớp Sn 20 được bố trí ở phía bên ngoài lớp thuốc hàn 16. Lõi có chứa kim loại hoặc nhựa. Khi nồng độ tỷ đối của Bi có chứa trong lớp thuốc hàn 16 là nồng độ tỷ đối (%) = giá trị Bi đo được (% theo khối lượng)/hàm lượng Bi mục tiêu (% theo khối lượng), hoặc nồng độ tỷ đối (%) = giá trị trung bình của giá trị Bi đo được (% theo khối lượng)/hàm lượng Bi mục tiêu (% theo khối lượng), thì nồng độ tỷ đối là từ 91,4% đến 106,7%. Độ dày của lớp Sn 20 lớn hơn hoặc bằng 0,215% và nhỏ hơn hoặc bằng 36% độ dày của lớp thuốc hàn 16.

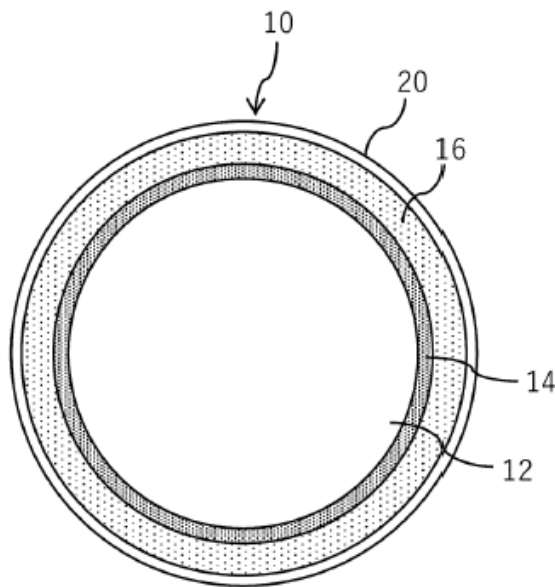


FIG.2

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến vật liệu lõi, linh kiện điện tử có phần lõi sử dụng vật liệu lõi này, và phương pháp dùng để tạo thành điện cực lõi.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, với sự phát triển của thiết bị thông tin nhỏ, kích thước của linh kiện điện tử được gắn trên thiết bị thông tin này đang giảm xuống nhanh chóng. Mạng lưới bi (ball grid array, BGA) với điện cực được bố trí trên bề mặt sau của BGA được ứng dụng làm linh kiện điện tử để phù hợp với việc thu hẹp đầu nối và làm giảm diện tích lắp đặt theo nhu cầu thu nhỏ.

Ví dụ của linh kiện điện tử mà BGA được ứng dụng bao gồm khối bán dẫn. Khối bán dẫn được tạo cấu trúc bằng cách bịt kín chip bán dẫn có điện cực bằng nhựa. Phần lõi mỗi hàn được tạo thành trên điện cực của chip bán dẫn. Phần lõi mỗi hàn này được tạo thành bằng cách gắn bi hàn lên điện cực của chip bán dẫn. Khối bán dẫn mà BGA được áp dụng được gắn trên bảng mạch in bằng cách gắn phần lõi mỗi hàn được làm nóng chảy bằng cách gia nhiệt đến vùng dẫn điện của bảng mạch in. Trong những năm gần đây, để đáp ứng nhu cầu lắp ráp mật độ cao hơn, việc lắp ráp mật độ cao ba chiều trong đó các khối bán dẫn được xếp lớp theo hướng chiều cao cũng đã được phát triển.

Khi khối bán dẫn thu được bằng việc lắp ráp mật độ cao ba chiều là BGA và bi hàn được bố trí trên điện cực của chip bán dẫn và được đối lưu, thì bi hàn có thể bị nghiền nát do khối lượng của bản thân khối bán dẫn. Khi xảy ra tình huống như vậy, sẽ có một vấn đề là các phần nhô của mỗi hàn từ các điện cực đem các điện cực tiếp xúc với nhau, và gây ra hiện tượng ngắn mạch giữa các điện cực.

Để ngăn xảy ra hiện tượng ngắn mạch như vậy, phần lõi mỗi hàn mà không bị nghiền nát do khối lượng của bản thân khối bán dẫn và không bị biến dạng khi thuộc hàn bị nóng chảy được đề xuất dưới dạng bi hàn. Cụ thể là, bi được đúc bằng kim loại hoặc

nhựa đã được đề xuất làm lõi, và sử dụng vật liệu lõi thu được bằng cách phủ lõi bằng thuốc hàn làm phần lõi mỗi hàn.

Đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế số 5367924 đề xuất phần lõi mỗi hàn trong đó bi Cu được sử dụng làm lõi và hợp kim hàn gốc Sn được tạo thành từ Sn và Bi được mạ trên bi Cu. Quá trình xử lý mạ được thực hiện ở gradient nồng độ mà trong đó hàm lượng của Bi có chứa trong lớp mạ thuốc hàn theo đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 5367924 là cao ở phía bên trong (phía chu vi bên trong) và thấp khi được hướng về phía bên ngoài (phía chu vi bên ngoài).

Như theo đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 5367924, khi thuốc hàn được gia nhiệt và được nóng chảy ở trạng thái mà trong đó nồng độ của Bi trong lớp mạ thuốc hàn cao ở phía chu vi bên trong và thấp ở phía chu vi bên ngoài, thì mật độ của Bi ở phía chu vi bên trong là cao. Do đó, mỗi hàn bắt đầu bị nóng chảy từ vùng Bi ở phía chu vi bên trong. Ngay cả khi vùng Bi ở phía chu vi bên trong bị nóng chảy, thì vùng Bi ở phía chu vi bên ngoài vẫn chưa bắt đầu bị nóng chảy. Do đó, sự dẫn nở thể tích trong vùng Bi ở phía chu vi bên trong xảy ra sớm. Do sự dẫn nở thể tích chậm ở phía chu vi bên trong và bên ngoài, nên xảy ra tình huống mà trong đó sự chênh lệch áp suất được tạo ra giữa phía chu vi bên trong và phía chu vi bên ngoài (không khí bên ngoài) của Bi, và sự chênh lệch áp suất do sự dẫn nở thể tích ở phía chu vi bên trong gây ra bởi bi Cu, mà là lõi, vỡ ra khi phía chu vi bên ngoài của Bi bắt đầu bị nóng chảy. Cần tránh việc xảy ra tình huống như vậy. Như đã được mô tả ở trên, khuyết tật đã được tạo ra trong bi có lõi Cu có lớp mạ thuốc hàn được tạo thành của hợp kim hàn gốc Sn được tạo thành từ Sn và Bi khi Bi trong lớp mạ thuốc hàn có gradient nồng độ.

Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 6217836 được đề xuất để giải quyết các vấn đề nêu trên gây ra theo đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 5367924. Theo đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 6217836, trong vật liệu lõi có lớp mạ thuốc hàn được tạo thành bằng cách mạ hợp kim hàn gốc (Sn-Bi) được tạo thành từ Sn và Bi trên bề mặt lõi, vật liệu lõi được đề xuất trong đó Bi có chứa trong lớp mạ thuốc hàn được phân bố theo nồng độ tỷ đối trong phạm vi định trước từ 91,4% đến 106,7% trong lớp mạ thuốc hàn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề được giải quyết bởi sáng chế

Khi khía cạnh sáng chế như nêu trong đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 6217836 được sử dụng, thì do lượng Bi tương đối lớn có chứa trong bề mặt của lớp mạ thuốc hàn, nên sắc độ vàng có thể tăng lên, khiến cho màu sắc của bề mặt lớp mạ thuốc hàn bị đen, và do đó, xác định được là bị khuyết tật trong kiểm tra trực quan.

Như đã được mô tả ở trên, do bề mặt của lớp mạ thuốc hàn có chứa lượng Bi tương đối lớn, nên quá trình oxy hóa có xu hướng diễn ra dễ dàng, và độ dày màng oxit có xu hướng tăng lên. Khi màng oxit trở nên dày như được mô tả ở trên, thì hiện tượng nóng chảy tại thời điểm đối lưu để suy giảm, có thể khiến cho bi hàn rơi ra khỏi miếng đệm điện cực (thiếu bi) hoặc gây ra sự lệch.

Sáng chế đề xuất vật liệu lõi và vật liệu đó khó có thể xác định được là khuyết tật trong kiểm tra trực quan và có thể ngăn làm tăng độ dày màng oxit.

Phương tiện giải quyết vấn đề

Giải pháp 1

Vật liệu lõi theo sáng chế có thể bao gồm:

lõi có độ cầu lớn hơn hoặc bằng 0,95;

lớp thuốc hàn được làm từ hợp kim hàn gốc (Sn-Bi) được bố trí ở phía bên ngoài của lõi; và

lớp Sn được bố trí ở phía bên ngoài lớp thuốc hàn, trong đó:

khí nồng độ tỷ đối của Bi có chứa trong lớp thuốc hàn là

$$\text{nồng độ tỷ đối (\%)} = \text{giá trị Bi đo được (\% theo khối lượng)} / \text{hàm lượng Bi mục tiêu (\% theo khối lượng)},$$

hoặc

nồng độ tỷ đối (%) = giá trị trung bình của giá trị Bi đo được (% theo khối lượng)/hàm lượng Bi mục tiêu (% theo khối lượng),

thì nồng độ tỷ đối có thể từ 91,4% đến 106,7%,

độ dày của lớp thuốc hàn trên một mặt lớn hơn hoặc bằng 1μm,

độ dày của lớp Sn có thể từ 0,1μm đến 12μm trên một mặt, và

độ dày của lớp Sn có thể lớn hơn hoặc bằng 0,215% và nhỏ hơn hoặc bằng 36% độ dày của lớp thuốc hàn.

Giải pháp 2

Vật liệu lõi theo sáng chế có thể bao gồm:

lõi có độ cầu lớn hơn hoặc bằng 0,95;

lớp thuốc hàn được làm từ hợp kim hàn gốc (Sn-58Bi) được bố trí ở phía bên ngoài lõi; và

lớp Sn được bố trí ở phía bên ngoài lớp thuốc hàn, trong đó:

khi nồng độ tỷ đối của Bi có chứa trong lớp thuốc hàn là

nồng độ tỷ đối (%) = giá trị Bi đo được (% theo khối lượng)/hàm lượng Bi mục tiêu (% theo khối lượng),

hoặc

nồng độ tỷ đối (%) = giá trị trung bình của giá trị Bi đo được (% theo khối lượng)/hàm lượng Bi mục tiêu (% theo khối lượng),

thì nồng độ tỷ đối có thể từ 91,4% đến 108,6%,

độ dày của lớp thuốc hàn trên một mặt có thể lớn hơn hoặc bằng 1μm,

độ dày của lớp Sn có thể từ 0,1μm đến 12μm trên một mặt, và

độ dày của lớp Sn có thể lớn hơn hoặc bằng 0,215% và nhỏ hơn hoặc bằng 36% độ dày của lớp thuốc hàn.

Giải pháp 3

Vật liệu lõi theo sáng chế có thể bao gồm:

lõi có độ cầu lớn hơn hoặc bằng 0,95;

lớp thuốc hàn được làm từ hợp kim hàn gốc (Sn-40Bi) được bố trí ở phía bên ngoài lõi; và

lớp Sn được bố trí ở phía bên ngoài lớp thuốc hàn, trong đó:

khí nồng độ tỷ đối của Bi có chứa trong lớp thuốc hàn là

nồng độ tỷ đối (%) = giá trị Bi đo được (% theo khối lượng)/hàm lượng Bi mục tiêu (% theo khối lượng),

hoặc

nồng độ tỷ đối (%) = giá trị trung bình của giá trị Bi đo được (% theo khối lượng)/hàm lượng Bi mục tiêu (% theo khối lượng),

thì nồng độ tỷ đối có thể từ 90% đến 107,5%,

độ dày của lớp thuốc hàn trên một mặt có thể lớn hơn hoặc bằng 1μm,

độ dày của lớp Sn có thể từ 0,1μm đến 12μm trên một mặt, và

độ dày của lớp Sn có thể lớn hơn hoặc bằng 0,215% và nhỏ hơn hoặc bằng 36% độ dày của lớp thuốc hàn.

Giải pháp 4

Trong vật liệu lõi theo giải pháp 3,

thành phần mục tiêu của hợp kim hàn gốc (Sn-40Bi) có thể là Sn-40Bi-0,5Cu.

Giải pháp 5

Vật liệu lõi theo sáng chế có thể bao gồm:

lõi có độ cầu lớn hơn hoặc bằng 0,95;

lớp thuốc hàn được làm từ hợp kim hàn gốc (Sn-3Bi) được bố trí ở phía bên ngoài lõi; và

lớp Sn được bố trí ở phía bên ngoài lớp thuốc hàn, trong đó:

khí nồng độ tỷ đối của Bi có chứa trong lớp thuốc hàn là

nồng độ tỷ đối (%) = giá trị Bi đo được (% theo khối lượng)/hàm lượng Bi mục tiêu (% theo khối lượng),

hoặc

nồng độ tỷ đối (%) = giá trị trung bình của giá trị Bi đo được (% theo khối lượng)/hàm lượng Bi mục tiêu (% theo khối lượng),

thì nồng độ tỷ đối có thể từ 90% đến 106,7%,

độ dày của lớp thuốc hàn trên một mặt lớn hơn hoặc bằng 1 μ m,

độ dày của lớp Sn có thể từ 0,1 μ m đến 12 μ m trên một mặt, và

độ dày của lớp Sn có thể lớn hơn hoặc bằng 0,215% và nhỏ hơn hoặc bằng 36% độ dày của lớp thuốc hàn.

Giải pháp 6

Trong vật liệu lõi theo giải pháp bất kỳ trong số các giải pháp từ 1 đến 5, lớp mạ cơ sở được làm từ một hoặc nhiều thành phần được lựa chọn từ Ni và Co có thể được bố trí ở giữa lõi và lớp thuốc hàn.

Giải pháp 7

Trong vật liệu lõi theo giải pháp bất kỳ trong số các giải pháp từ 1 đến 6, bi Cu hoặc trụ Cu có thể được sử dụng làm lõi.

Giải pháp 8

Linh kiện điện tử có thể sử dụng vật liệu lõi theo giải pháp bất kỳ trong số các giải pháp từ 1 đến 7 làm phần lõi mỗi hàn.

Giải pháp 9

Phương pháp theo sáng chế để tạo thành điện cực lõi có thể bao gồm các bước sau:

gắn vật liệu lõi theo giải pháp bất kỳ trong số các giải pháp từ 1 đến 7 trên điện cực;

tạo thành điện cực lõi bằng cách gia nhiệt vật liệu lõi được gắn.

Hiệu quả của sáng chế

Sáng chế có thể đề xuất vật liệu lõi và vật liệu đó khó có thể xác định được là khuyết tật trong kiểm tra trực quan và có thể ngăn làm tăng độ dày màng oxit.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình chiếu mặt cắt minh họa ví dụ của bi có lõi Cu theo một phương án của sáng chế.

Fig.2 là hình chiếu mặt cắt minh họa ví dụ khác của bi có lõi Cu theo một phương án của sáng chế.

Fig.3 là ảnh mặt cắt minh họa trạng thái phân bố của Sn và Bi theo một phương án của sáng chế.

Fig.4 là ảnh mặt cắt trong đó một phần của ảnh được minh họa trên Fig.3 được phóng to.

Fig.5 là ảnh bi có lõi Cu theo một phương án của sáng chế.

Fig.6 là đồ thị đường cong đặc trưng minh họa mối quan hệ giữa nồng độ trong Bi của dung dịch mạ trong quá trình xử lý mạ điện và nồng độ của Bi có chứa trong lớp mạ thuốc hàn trên cơ sở đường kính bi có lõi Cu trong hợp kim hàn gốc (Sn-58Bi) theo một phương án của sáng chế.

Fig.7 là đồ thị đường cong đặc trưng minh họa mối quan hệ giữa nồng độ của Bi trong dung dịch mạ trong quá trình xử lý mạ điện và nồng độ của Bi có chứa trong lớp mạ thuốc hàn trên cơ sở đường kính bi có lõi Cu trong hợp kim hàn gốc (Sn-40Bi) theo một phương án của sáng chế.

Fig.8 là đồ thị tương ứng với Fig.7, và là đồ thị liên quan đến bi có lõi Cu có đường kính lớn hơn đường kính của bi có lõi Cu được minh họa trên Fig.7.

Fig.9 là đồ thị tương ứng với Fig.6, và là đồ thị liên quan đến bi có lõi Cu có đường kính lớn hơn đường kính của bi có lõi Cu được minh họa trên Fig.6.

Fig.10 là sơ đồ giải thích minh họa ví dụ của phương pháp dùng để đo sự phân bố nồng độ của Bi trong vật liệu lõi theo một phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, các phương án được ưu tiên của phương án hiện tại sẽ được mô tả chi tiết. Theo phương án này, vật liệu lõi và linh kiện điện tử bao gồm khối bán dẫn sử dụng vật liệu lõi được đề xuất.

Mỗi vật liệu theo phương án này có thể bao gồm lõi, lớp thuốc hàn được tạo thành từ hợp kim hàn gốc (Sn-Bi) được bố trí ở phía bên ngoài lõi, và lớp Sn (lớp thiếc) được bố trí ở phía bên ngoài lớp thuốc hàn. Lõi có thể chứa kim loại hoặc nhựa. Nồng độ tỷ đối của Bi có chứa trong lớp thuốc hàn có thể từ 90% đến 108,6%,

khi nồng độ tỷ đối (%) = giá trị Bi đo được (% theo khối lượng)/hàm lượng Bi mục tiêu (% theo khối lượng),

hoặc

nồng độ tỷ đối (%) = giá trị trung bình của giá trị Bi đo được (% theo khối lượng)/hàm lượng Bi mục tiêu (% theo khối lượng). Khi được giới hạn hơn, nồng độ tỷ đối có thể từ 91,4% đến 106,7%.

Theo phương án hiện tại, hợp kim hàn gốc (Sn-Bi) có nghĩa là hợp kim hàn có chứa Sn và Bi. Hợp kim hàn gốc (Sn-58Bi) là hợp kim hàn có chứa Sn và Bi, và có nghĩa là hợp kim hàn mà trong đó hàm lượng Bi mục tiêu (% theo khối lượng) là 58% theo khối lượng. Hợp kim hàn gốc (Sn-40Bi) là hợp kim hàn có chứa Sn và Bi, và có nghĩa là hợp kim hàn mà trong đó hàm lượng Bi mục tiêu (% theo khối lượng) là 40% theo khối lượng. Do đó, hợp kim hàn gốc (Sn-40Bi) cũng có chứa Sn-40Bi-0,5Cu và là Sn-

40Bi-0,5Cu-0,03Ni được thể hiện trong các ví dụ mà sẽ được mô tả sau. Hợp kim hàn gốc (Sn-3Bi) là hợp kim hàn có chứa Sn và Bi, và có nghĩa là hợp kim hàn mà trong đó hàm lượng Bi mục tiêu (% theo khối lượng) là 3% theo khối lượng. Do đó, hợp kim hàn gốc (Sn-3Bi) cũng có chứa Sn-3Ag-0,8Cu-3Bi được thể hiện trong các ví dụ mà sẽ được mô tả sau.

Lớp Sn có thể được tạo thành với độ dày lớn hơn hoặc bằng 0,215% và nhỏ hơn hoặc bằng 36%, tốt hơn nếu lớn hơn hoặc bằng 0,26% và nhỏ hơn hoặc bằng 33,3% độ dày lớp thuốc hàn. Ví dụ, trong phương án này lớp thuốc hàn được mô tả bằng cách sử dụng lớp mạ thuốc hàn, và lớp Sn được mô tả bằng cách sử dụng lớp mạ Sn, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở đó. Lớp thuốc hàn có thể được tạo thành bằng phương pháp khác ngoài phương pháp mạ, và tương tự, lớp Sn có thể được tạo thành bằng phương pháp khác ngoài phương pháp mạ. Lớp Sn có thể chứa các thành phần khác ngoài Sn là các tạp chất chẳng hạn như Ag, Cu, Bi, Sb, Ni, Co, Ge, Ga, Fe, Al, In, Cd, Zn, Pb, Au, P, S và Si.

Lớp mạ Sn được tạo thành sau khi lớp mạ thuốc hàn được tạo thành. Ví dụ, lớp mạ thuốc hàn có nồng độ Bi đồng đều được tạo thành trên lõi. Sau đó, sau khi vật liệu lõi mà lớp mạ thuốc hàn được tạo thành trên đó được kéo lên khỏi dung dịch nóng chảy có chứa Sn và Bi, thì vật liệu lõi có thể được nhúng trong dung dịch nóng chảy của Sn để tạo thành lớp mạ Sn. Cả lớp mạ thuốc hàn và lớp mạ Sn có thể được tạo thành bằng cách sử dụng thùng mạ điện.

Nồng độ tỷ đối của Bi (%) được sử dụng trong phương án này là tỷ lệ (%) của giá trị Bi đo được (% theo khối lượng) với hàm lượng Bi mục tiêu (% theo khối lượng) hoặc tỷ lệ (%) giá trị trung bình của giá trị Bi đo được (% theo khối lượng) với hàm lượng Bi mục tiêu (% theo khối lượng) trong vùng định trước của lớp mạ thuốc hàn. Do hàm lượng Bi trong vùng định trước có thể được thay thế với nồng độ Bi trong vùng định trước, nên nồng độ tỷ đối của Bi (%) được sử dụng trong phương án này là tỷ lệ (%) của nồng độ Bi đo được với nồng độ Bi mục tiêu hoặc tỷ lệ (%) của giá trị trung bình của các nồng độ Bi đo được với nồng độ Bi mục tiêu trong vùng định trước của lớp mạ thuốc hàn.

Để đo hàm lượng Bi của lớp mạ thuốc hàn, lớp mạ thuốc hàn bị nóng chảy bằng axit oxo và sau đó có thể sử dụng phương pháp phân tích đã biết chẳng hạn như ICP-AES, và ICP-MS.

Thành phần của lớp mạ thuốc hàn theo phương án này có thể được tạo thành từ hợp kim gốc (Sn-Bi) có chứa Sn và Bi. Liên quan đến hàm lượng của Bi, khi lượng Bi nằm trong phạm vi từ 0,1% theo khối lượng đến 99,9% theo khối lượng so với toàn bộ hợp kim, thì nồng độ tỷ đối của Bi có thể được kiểm soát trong phạm vi từ 90% đến 108,6%, và sự phân bố của Bi trong lớp mạ thuốc hàn có thể được thực hiện đồng đều.

Bi trong lớp mạ thuốc hàn được xử lý sao cho sự phân bố nồng độ của Bi là đồng đều đối với độ dày lớp mạ khi hướng từ phía chu vi bên trong về phía chu vi bên ngoài, và trên toàn bộ vùng bao gồm phía chu vi bên trong và phía chu vi bên ngoài (tuy nhiên, khi lớp mạ cơ sở chẳng hạn như lớp mạ Ni được gắn cho lõi, thì lớp mạ cơ sở bị loại trừ).

Hợp kim hàn gốc Sn có thể chứa các thành phần bổ sung khác ngoài hợp kim hàn gốc (Sn-Bi). Có một hoặc nhiều kim loại trong số Ag, Cu, Ni, Ge, Ga, In, Zn, Fe, Pb, Sb, Au, Pd, Co, và kim loại tương tự là thành phần mà có thể được bổ sung vào hợp kim hàn gốc (Sn-Bi). Ví dụ, hợp kim hàn gốc (Sn-Bi-Cu-Ni), hợp kim hàn gốc (Sn-Ag-Cu-Bi), hoặc hợp kim hàn tương tự có thể được xem xét.

Ví dụ, trong trường hợp hợp kim hàn gốc (Sn-58Bi), thì giá trị phân bố Bi mục tiêu là 58% theo khối lượng, nhưng phạm vi cho phép là 53% theo khối lượng (nồng độ tỷ đối là 91,4%) đến 63% theo khối lượng (nồng độ tỷ đối 108,6%). Trong trường hợp hợp kim hàn gốc (Sn-40Bi), thì giá trị phân bố Bi mục tiêu là 40% theo khối lượng, nhưng phạm vi cho phép là 36% theo khối lượng (nồng độ tỷ đối 90%) đến 43% theo khối lượng (nồng độ tỷ đối 107,5%). Trong trường hợp hợp kim hàn gốc (Sn-3Bi), thì giá trị phân bố Bi mục tiêu là 3% theo khối lượng, nhưng phạm vi cho phép là 2,7% theo khối lượng (nồng độ tỷ đối 90%) đến 3,2% theo khối lượng (nồng độ tỷ đối 106,7%).

Phạm vi cho phép là phạm vi mà trong đó quá trình hàn chẳng hạn như sự tạo thành phần lõi có thể được thực hiện mà không có bất kỳ vấn đề nào khi lớp Sn có độ dày lớn hơn hoặc bằng 0,215% và nhỏ hơn hoặc bằng 36% độ dày của lớp thuốc hàn và độ dày của lớp Sn nằm trong phạm vi. Nồng độ tỷ đối (%) là tỷ lệ (%) của giá trị đo được (% theo khối lượng) so với hàm lượng mục tiêu (% theo khối lượng) hoặc tỷ lệ (%) của giá trị trung bình của các giá trị đo được (% theo khối lượng) so với hàm lượng mục tiêu (% theo khối lượng). Tức là, như được mô tả ở trên, nồng độ tỷ đối (%) được thể hiện bởi

nồng độ tỷ đối (%) = giá trị đo được (% theo khối lượng)/hàm lượng mục tiêu (% theo khối lượng),

hoặc

nồng độ tỷ đối (%) = giá trị trung bình của các giá trị đo được (% theo khối lượng)/hàm lượng mục tiêu (% theo khối lượng).

Ngay cả khi các thành phần bổ sung khác được bổ sung vào lớp mạ thuốc hàn được tạo thành từ hai thành phần Sn và Bi, thì nồng độ tỷ đối của Bi có thể được kiểm soát nằm trong phạm vi từ 90% đến 108,6%.

Một hoặc nhiều thành phần trong số Ag, Cu, Ni, Ge, Ga, In, Zn, Fe, Pb, Sb, Au, Pd, Co, và thành phần tương tự được hiểu là có thể được sử dụng làm thành phần bổ sung.

Như đã được mô tả ở trên, kim loại hoặc nhựa được hình dung là lõi, và hình dạng của lõi hình dung được là dạng cầu hoặc dạng khác (dạng trụ, dạng tấm, và dạng tương tự). Theo phương án này, trường hợp bi có lõi Cu là hình cầu và sử dụng bi mà, cụ thể là, được tạo thành từ Cu làm lõi (cũng được gọi là “bi Cu”) sẽ được mô tả. Bi có lõi Cu theo phương án này chỉ cần chứa Cu trong lõi, và các cấu tạo khác không bị giới hạn cụ thể.

Đường kính hạt (đường kính cầu) của lõi khác nhau tùy thuộc vào kích thước của BGA, nhưng theo ví dụ sau đây, lõi có dạng hình cầu vào khoảng 300μmφ và độ dày của

lớp mạ thuốc hàn trên một mặt theo hướng đường kính là từ $1\mu\text{m}$ đến $100\mu\text{m}$, và tốt hơn nếu từ $10\mu\text{m}$ đến $50\mu\text{m}$. Độ dày của lớp mạ Sn trên một mặt theo hướng đường kính có thể được xác định dựa vào độ dày của lớp mạ thuốc hàn, và độ dày của lớp mạ Sn trên một mặt theo hướng đường kính là lớn hơn hoặc bằng 0,215% và nhỏ hơn hoặc bằng 36% độ dày của lớp mạ thuốc hàn, tốt hơn nếu lớn hơn hoặc bằng 0,26% và nhỏ hơn hoặc bằng 33,3% độ dày của lớp mạ thuốc hàn. Đường kính hạt của bi có lõi Cu được lựa chọn một cách thích hợp theo mật độ và kích thước của các thành phần điện tử sẽ được sử dụng. Do đó, lõi có đường kính hạt trong phạm vi từ $1\mu\text{m}$ đến $1000\mu\text{m}$ có thể được sử dụng, và độ dày lớp mạ có thể được lựa chọn một cách thích hợp theo đường kính hạt của lõi sẽ được sử dụng. Đường kính hạt thông thường khi được sử dụng làm bi là từ $200\mu\text{m}$ đến $300\mu\text{m}$. Khi đường kính hạt còn được giảm thiểu nữa trong tương lai, thì đường kính hạt chính có thể từ $100\mu\text{m}$ đến $160\mu\text{m}$, và sáng chế có thể được sử dụng mà không có bất kỳ vấn đề nào ngay cả với đường kính hạt này. Khi các thiết bị mạ thực hiện quy trình xử lý mạ, thì có thể sử dụng thiết bị mạ điện.

Sau đó, ví dụ của bi có lõi Cu sử dụng bi Cu làm lõi sẽ được mô tả. Fig.1 và Fig.2 là các hình chiếu mặt cắt minh họa ví dụ của bi có lõi Cu 10 theo một phương án của sáng chế.

Như được minh họa trên Fig.2, trong bi có lõi Cu 10, lõi 12 có chứa Cu và lớp mạ thuốc hàn 16 được tạo thành từ hợp kim hàn gốc Sn được tạo thành nhờ lớp mạ gốc Ni 14 theo ví dụ, và lớp mạ Sn 20 được tạo thành trên lớp mạ thuốc hàn 16. Các chức năng của lớp mạ gốc Ni 14 làm lớp mạ cơ sở (chức năng làm lớp cản) để ngăn sự thay đổi thành phần của lớp mạ thuốc hàn 16 do sự khuếch tán kim loại giữa lõi 12 và lớp mạ thuốc hàn 16, và độ dày của lớp mạ gốc Ni 14 trên một mặt là khoảng từ $1\mu\text{m}$ đến $4\mu\text{m}$. Lớp mạ gốc Ni 14 không phải là yêu cầu cần thiết, và lớp mạ thuốc hàn có thể được tạo thành một cách trực tiếp lên bề mặt của lõi 12 như được minh họa trên Fig.1. Khi tạo thành lớp mạ cơ sở 14, lớp mạ cơ sở 14 có thể được cấu tạo từ lớp được tạo thành từ một hoặc nhiều thành phần được lựa chọn từ nhóm bao gồm Ni và Co.

Cu được sử dụng trong lõi 12 có thể là đồng tinh khiết hoặc hợp kim của đồng.

Khi lõi 12 có thành phần hợp kim có chứa Cu là thành phần chính được sử dụng, thì độ tinh khiết của Cu không bị giới hạn cụ thể, nhưng từ quan điểm ngăn sự suy giảm tính dẫn điện và tính dẫn nhiệt của bi có lõi Cu do sự giảm độ tinh khiết và ngăn các tia α khi cần, độ tinh khiết của Cu tốt hơn nếu lớn hơn hoặc bằng 99,9% theo khối lượng.

Lõi có thể được tạo thành từ chất liệu kim loại đơn trong số Ni, Ag, Bi, Pb, Al, Sn, Fe, Zn, In, Ge, Sb, Co, Mn, Au, Si, Pt, Cr, La, Mo, Nb, Pd, Ti, Zr, Mg, hợp kim được làm từ hai hoặc nhiều thành phần trong số các thành phần này, oxit kim loại, hoặc oxit hỗn hợp kim loại ngoài Cu, và có thể được tạo thành từ vật liệu nhựa. Khi vật liệu nhựa, như vật liệu nhựa được tạo thành từ nhựa aminô, nhựa acrylic, nhựa etylen-vinyl acetat, copolyme khối styren-butadien, nhựa polyeste, nhựa melamin, nhựa phenon, nhựa ankit, nhựa polyimit, nhựa uretan, nhựa epoxy, nhựa liên kết ngang, hoặc nhựa tương tự được minh họa làm ví dụ. Trong số này, tốt hơn nếu sử dụng nhựa dẫn điện chẳng hạn như polyacetylen, polypyrrole, polythiophen, và polyanilin. Khi lõi được tạo thành từ vật liệu nhựa, thì bi có lõi Cu có thể được tạo thành bởi lõi nhựa, lớp mạ Cu phủ phía bên ngoài lõi nhựa, lớp mạ cơ sở chẳng hạn như Ni phủ bề mặt của lớp mạ Cu, và lớp mạ thuốc hàn phủ bề mặt của lớp mạ cơ sở. Cấu trúc nhiều lớp của bi có lõi Cu không bị giới hạn ở ví dụ nêu trên.

Từ quan điểm kiểm soát độ cao cách nhau, độ cầu của lõi 12 tốt hơn nếu lớn hơn hoặc bằng 0,95, và tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 0,990. Khi độ cầu của lõi 12 nhỏ hơn 0,95, thì lõi 12 có dạng không xác định. Do đó, phần lõi có độ cao không đồng đều được tạo thành tại thời điểm tạo thành phần lõi, và khả năng gây ra liên kết khuyết tật tăng lên. Ngoài ra, khi bi có lõi Cu 10 được gắn trên điện cực và được đối lưu, và độ cầu thấp, thì bi có lõi Cu 10 bị lệch và thuộc tính tự căn chỉnh suy giảm.

Trong bản mô tả này, độ cầu thể hiện độ lệch so với hình cầu. Độ cầu thu được bằng nhiều phương pháp khác nhau chẳng hạn như phương pháp tâm bình phương tối thiểu (phương pháp LSC (least squares center, LSC)), phương pháp tâm vùng tối thiểu (phương pháp MZC (minimum zone center, MZC)), phương pháp tâm nội tiếp tối đa (phương pháp MIC (maximum inscribed center, MIC)), và phương pháp tâm ngoại tiếp

tối thiểu (phương pháp MCC (minimum circumscribed center, MCC)). Cụ thể là, độ cầu là giá trị trung bình số học được tính toán khi đường kính của mỗi trong số 500 lõi được chia cho đường kính dài, và giá trị càng giới hạn trên 1,00, thì càng gần hình cầu. Độ dài của đường kính dài là độ dài được đo bởi thiết bị đo ULTRA QV350-PRO (tầm nhìn siêu nhanh được sản xuất bởi MITUTOYO CORPORATION).

Tốt hơn nếu đường kính của toàn bộ bi có lõi Cu 10 bao gồm lớp mạ thuốc hàn 16 là từ 1 μ m đến 1000 μ m. Trong phạm vi này, bi có lõi Cu hình cầu 10 có thể được sản xuất một cách ổn định, và bằng cách lựa chọn đường kính hạt, có thể ngăn hiện tượng ngắn mạch kết nối khi có khoảng bước hẹp giữa các đầu cuối điện cực.

Lớp mạ thuốc hàn 16 là hợp kim hàn, và được tạo thành từ Sn và Bi theo ví dụ. Trong trường hợp này, như được mô tả ở trên, ở phạm vi cho phép, hàm lượng Bi trong lớp mạ thuốc hàn 16 tốt hơn nếu vào khoảng 53% theo khối lượng (nồng độ tỷ đối 91,4%) đến 63% theo khối lượng (nồng độ tỷ đối 108,6%) so với giá trị mục tiêu 58% theo khối lượng.

Độ dày của lớp mạ thuốc hàn 16 thay đổi tùy thuộc vào đường kính hạt của lõi 12, nhưng độ dày của lớp mạ thuốc hàn 16 trên một mặt theo hướng đường kính tốt hơn nếu nhỏ hơn hoặc bằng 100 μ m. Ví dụ, khi lõi 12 có đường kính hạt là 300 μ m ϕ , thì lớp mạ thuốc hàn 16 được tạo thành để có độ dày từ 1 μ m đến 100 μ m trên một mặt. Điều này là để đảm bảo đủ lượng liên kết hàn.

Dung dịch được trộn của axit hữu cơ, axit metan sulfonic Bi và chất hoạt dịch được sử dụng làm dung dịch mạ. Nồng độ của dung dịch mạ được kiểm soát sẽ không đổi trong quá trình hình thành lớp mạ thuốc hàn.

Khi lớp mạ thuốc hàn có thành phần là hợp kim hàn gốc Sn-Bi được tạo thành từ Sn và Bi được tạo thành bằng cách mạ điện, thì Bi được đưa vào trong lớp mạ thuốc hàn trước Sn. Do đó, sẽ có một vấn đề là nồng độ Bi trong dung dịch mạ điện không trùng với lượng Bi trong lớp mạ thuốc hàn, và lớp mạ hợp kim hàn có sự phân bố nồng độ Bi đồng đều không thể tạo thành được. Theo đó, nồng độ Bi trong dung dịch được điều

chỉnh để đồng đều và quy trình xử lý mạ điện được thực hiện trong khi áp dụng điện áp DC định trước giữa điện cực anốt và điện cực catốt và làm dao động lõi bằng cách sử dụng thùng mạ điện.

Quy trình tạo thành lớp mạ thuốc hàn 16 bằng quy trình xử lý mạ sẽ được mô tả với tham chiếu đến các hình vẽ từ Fig.6 đến Fig.9. Các hình vẽ từ Fig.6 đến Fig.9 là các đồ thị đường cong đặc trưng minh họa mối quan hệ giữa nồng độ Bi trong dung dịch mạ trong quy trình xử lý mạ điện (đường cong Lb và đường cong Ld) và nồng độ Bi trong lớp mạ thuốc hàn 16 (đường cong La và đường cong Lc) dựa trên đường kính bi có lõi Cu.

Fig.6 minh họa kết quả thu được bằng cách đo đường kính hạt sau khi độ dày của lớp mạ thuốc hàn 16 được theo dõi lần lượt, bi có lõi Cu khi độ dày của lớp mạ thuốc hàn 16 tăng tuần tự theo giá trị định trước được thu thập làm mẫu mỗi lần trong mẫu này, mẫu được thu thập được rửa và sau đó được sấy khô trong trường hợp mà lớp mạ thuốc hàn trong đó giá trị mục tiêu của Bi được đặt ở 58% theo khối lượng được tạo thành ở cạnh theo chu vi của lõi có đường kính hạt là 300 μ m làm giá trị ban đầu như sẽ được mô tả trong các ví dụ từ 4 đến 6 sau đây. Trong trường hợp mà hàm lượng Bi trong lớp mạ thuốc hàn khi đường kính hạt của bi có lõi Cu tại thời điểm đo là giá trị mục tiêu được đo tuần tự, thì thu được kết quả được thể hiện bởi đường cong La theo Fig.6. Có thể chỉ ra rằng ngay cả khi lớp mạ thuốc hàn 16 tăng tuần tự theo độ dày định trước thì kết quả là, hàm lượng Bi tại thời điểm đó xấp xỉ bằng hàm lượng ngay trước đó và hàm lượng Bi là xấp xỉ từ 58% theo khối lượng đến 60% theo khối lượng. Theo đó, từ đường cong La theo Fig.6, có thể hiểu rằng sự phân bố nồng độ của Bi là đồng nhất (đồng đều) so với độ dày lớp mạ, và ở đó không có gradient nồng độ.

Fig.7 và Fig.8 minh họa các kết quả thu được bằng cách đo đường kính hạt sau khi độ dày của lớp mạ thuốc hàn 16 được theo dõi lần lượt, bi có lõi Cu khi độ dày của lớp mạ thuốc hàn 16 tăng tuần tự theo giá trị định trước được thu thập làm mẫu mỗi lần trong mẫu này, mẫu được thu thập được rửa và sau đó được sấy khô trong trường hợp mà lớp mạ thuốc hàn trong đó giá trị mục tiêu của Bi được đặt ở 40% theo khối lượng

được tạo thành ở cạnh theo chu vi của lõi có đường kính hạt là $300\mu\text{m}$ làm giá trị ban đầu như sẽ được mô tả trong các ví dụ từ 7 đến 9 sau đây. Trong trường hợp mà hàm lượng Bi trong lớp mạ thuốc hàn khi đường kính hạt của bi có lõi Cu tại thời điểm đo là giá trị mục tiêu được đo tuần tự, thì thu được kết quả được thể hiện bởi đường cong Lc theo Fig.7 và Fig.8. Có thể chỉ ra rằng ngay cả khi lớp mạ thuốc hàn 16 tăng tuần tự theo độ dày định trước thì kết quả là, hàm lượng Bi tại thời điểm đó xấp xỉ bằng hàm lượng ngay trước đó và hàm lượng Bi là xấp xỉ từ 40% theo khối lượng đến 42% theo khối lượng. Theo đó, từ đường cong Lc theo Fig.7 và Fig.8, có thể hiểu rằng sự phân bố nồng độ Bi là đồng nhất (đồng đều) so với độ dày lớp mạ, và ở đó không có gradient nồng độ. Fig.7 là đồ thị cho các ví dụ từ 1 đến 3 liên quan đến bi có lõi Cu có đường kính nhỏ ($340\mu\text{m}$), và Fig.8 là đồ thị cho các ví dụ từ 7 đến 9 liên quan đến bi có lõi Cu có đường kính lớn ($380\mu\text{m}$).

Fig.9 minh họa kết quả thu được bằng cách đo đường kính hạt sau khi độ dày của lớp mạ thuốc hàn 16 được theo dõi lần lượt, bi có lõi Cu khi độ dày của lớp mạ thuốc hàn 16 tăng tuần tự theo giá trị định trước được thu thập làm mẫu mỗi lần trong mẫu này, mẫu được thu thập được rửa và sau đó được sấy khô trong trường hợp mà lớp mạ thuốc hàn trong đó giá trị mục tiêu của Bi đối với bi có lõi Cu có đường kính lớn ($380\mu\text{m}$) được đặt ở 58% theo khối lượng được tạo thành ở cạnh theo chu vi của lõi có đường kính hạt $300\mu\text{m}$ làm giá trị ban đầu.

Các hình vẽ từ Fig.3 đến Fig.5 là các hình ảnh thu được bằng cách tạo ảnh bi có lõi Cu 10 mà trong đó lớp mạ Sn 20 được tạo thành trên mặt bên ngoài của lớp mạ thuốc hàn 16 bằng cách sử dụng FE-EPMA.

Theo Fig.3 và Fig.4, có thể xác nhận rằng Bi trong lớp mạ thuốc hàn 16 được mọc (được kết tủa) ở trạng thái được phân bố gần như đồng nhất từ thực tế là nồng độ của Bi trong lớp mạ thuốc hàn 16 được duy trì xấp xỉ ở trạng thái như nhau ngay cả khi độ dày của lớp mạ thuốc hàn 16 được mọc. Quá trình xử lý mạ được thực hiện ở trạng thái mà trong đó nồng độ Bi trong dung dịch mạ được đồng nhất để nồng độ Bi nằm trong giá trị

định trước. Cũng có thể xác định được rằng bi có lõi Cu 10 có dạng cầu màu bạc (tham chiếu đến Fig.5).

Để giữ sự phân bố nồng độ của Bi trong lớp mạ thuốc hàn 16 trong giá trị định trước, quy trình xử lý mạ được thực hiện trong khi kiểm soát điện áp và dòng điện. Bằng quy trình xử lý mạ này, sự phân bố của Bi trong lớp mạ thuốc hàn 16 có thể được duy trì ở giá trị định trước.

Do Bi trong dung dịch mạ được đưa vào trong lớp mạ thuốc hàn trước Sn trong dung dịch mạ, nên nồng độ Bi trong lớp mạ thuốc hàn 16, được thể hiện bởi đường cong La, không trùng với nồng độ Bi trong dung dịch mạ, được thể hiện bởi đường cong Lb, và tương tự nồng độ Bi trong lớp mạ thuốc hàn 16, được thể hiện bởi đường cong Ld, không trùng với nồng độ Bi trong dung dịch mạ, được thể hiện bởi đường cong Lc.

Mong muốn đề cập đến nội dung được bộc lộ trong đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 6217836 liên quan đến thực tế là sự phân bố nồng độ Bi trong lớp mạ thuốc hàn 16 là giá trị tương ứng với giá trị mục tiêu.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Trong bản mô tả này, phương án sẽ được mô tả chi tiết với tham chiếu đến các ví dụ và các ví dụ so sánh. Phương án không bị giới hạn ở các ví dụ này. Trong các ví dụ từ 1 đến 27 và các ví dụ so sánh từ 1 đến 27, mà sẽ được mô tả sau, nồng độ Bi trong lớp mạ thuốc hàn là từ 90% đến 108,6% khi nồng độ tỷ đối (%) = giá trị trung bình của giá trị Bi đo được (% theo khối lượng)/hàm lượng Bi mục tiêu (% theo khối lượng).

Khi đánh giá bi có lõi có thành phần được thể hiện trên mỗi bảng mà sẽ được mô tả sau, việc đánh giá sắc độ vàng và việc đánh giá khuyết tật tại thời điểm liên kết được thực hiện dựa trên tiêu chuẩn sau.

Sắc độ vàng

Sắc độ vàng của bi có lõi đã được đo bằng cách sử dụng máy quang phổ CM-2600d được sản xuất bởi KONICA MINOLTA. Sắc độ vàng nhỏ hơn hoặc bằng 8,5 trong hệ thống màu bảng L*a*b* được đặt là “Tốt” và được chỉ báo là “○” trong từng

bảng. Sắc độ vàng lớn hơn 8,5 trong hệ thống màu bảng $L^*a^*b^*$ được xác định là “khuyết tật” và được chỉ báo là “x” trong từng bảng.

Khuyết tật tại thời điểm liên kết

Mười bi có lỗi (mẫu) có thành phần trong từng ví dụ và từng ví dụ so sánh, được sản xuất trong cùng lô sản xuất với mỗi mẫu được đo sắc độ vàng, được chuẩn bị, và từng bi có lỗi được liên kết với để bằng quy trình hồi lưu thông thường. Liên quan đến các khuyết tật tại thời điểm liên kết, trường hợp không đo được khuyết tật liên kết trong tất cả mười mẫu đã được chỉ báo là “Tốt” và được chỉ báo là “○” trong từng bảng. Mặt khác, trường hợp mà bị lệch hoặc thiếu bi gây ra tại thời điểm liên kết trong dù chỉ một mẫu hoặc trường hợp mà lỗi vỡ ra tại thời điểm liên kết trong dù chỉ một mẫu được xác định là “khuyết tật”, và được chỉ báo là “x” trong bảng.

Bảng 1 dưới đây chỉ ra các ví dụ từ 1 đến 9 trong đó đồng được sử dụng làm vật liệu lõi. Tổng độ dày của độ dày lớp mạ thuốc hàn và độ dày của lớp mạ gốc Ni 14 là 20μm trên một mặt theo các ví dụ từ 1 đến 6, và 40μm trên một mặt theo các ví dụ từ 7 đến 9. Kết cấu lớp mạ thuốc hàn là Sn-40Bi-0,5Cu theo các ví dụ từ 1 đến 3 và các ví dụ từ 7 đến 9, và là Sn-58Bi theo các ví dụ từ 4 đến 6. Độ dày của lớp mạ Sn được bố trí ở phía chu vi bên ngoài (bề mặt bên ngoài) của lớp mạ thuốc hàn là từ 0,1μm đến 12μm trên một mặt, và độ dày của lớp mạ Sn so với độ dày của lớp mạ thuốc hàn là từ 0,26% đến 33,3%. Khi sắc độ vàng và khuyết tật tại thời điểm liên kết được xác định trong mỗi ví dụ từ 1 đến 9 theo các tiêu chuẩn nêu trên, thì các kết quả mong muốn có khả năng thu được trong tất cả các ví dụ từ 1 đến 9. “Lớp mạ Sn/lớp mạ thuốc hàn (%)” được thể hiện trên từng bảng được tính toán bằng biểu thức độ dày lớp mạ Sn (một phía)/lớp mạ thuốc hàn (một phía) x 100.

Bảng 1

	Ví dụ 1	Ví dụ 2	Ví dụ 3	Ví dụ 4	Ví dụ 5	Ví dụ 6	Ví dụ 7	Ví dụ 8	Ví dụ 9
Vật liệu lõi	Đồng	Đồng	Đồng	Đồng	Đồng	Đồng	Đồng	Đồng	Đồng
Độ dày lớp mạ thuốc hàn + Độ dày lớp mạ cơ sở Ni	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 40µm	Một bên 40µm	Một bên 40µm
Thành phần của lớp mạ thuốc hàn	Sn-40Bi- 0,5Cu	Sn-40Bi- 0,5Cu	Sn-40Bi- 0,5Cu	Sn-58Bi	Sn-58Bi	Sn-58Bi	Sn-40Bi- 0,5Cu	Sn-40Bi- 0,5Cu	Sn-40Bi- 0,5Cu
Nhóm nồng độ tỷ đối Bi	A	A	A	B	B	B	C	C	C
Độ dày lớp mạ Sn (µm)	Một bên 0,1	Một bên 0,5	Một bên 6	Một bên 0,1	Một bên 0,5	Một bên 6	Một bên 0,1	Một bên 0,5	Một bên 12
Lớp mạ Sn/Lớp mạ thuốc hàn (%)	0,56	2,78	33,3	0,56	2,78	33,3	0,26	1,32	31,6
Sắc độ vàng	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Khuyết tật tại thời điểm liên kết	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Các ví dụ so sánh từ 1 đến 9 được thể hiện trên bảng 2 dưới đây đã được chuẩn bị làm các ví dụ tương ứng với các ví dụ từ 1 đến 9. Đồng được sử dụng làm vật liệu lõi ngay cả trong các ví dụ so sánh từ 1 đến 9. Tổng độ dày của độ dày lớp mạ thuốc hàn và độ dày của lớp mạ gốc Ni 14 là $20\mu\text{m}$ trên một mặt trong các ví dụ so sánh từ 1 đến 6, và $40\mu\text{m}$ trên một mặt trong các ví dụ so sánh từ 7 đến 9. Cấu tạo của lớp mạ thuốc hàn là Sn-40Bi-0,5Cu trong các ví dụ so sánh từ 1 đến 3 và các ví dụ so sánh từ 7 đến 9, và là Sn-58Bi các ví dụ so sánh từ 4 đến 6. Khía cạnh mà trong đó lớp mạ Sn được bố trí ở phía chu vi bên ngoài (bề mặt bên ngoài) của lớp mạ thuốc hàn không được đề xuất (các ví dụ so sánh 1, 4 và 7), khía cạnh mà trong đó lớp mạ Sn được bố trí ở phía chu vi bên ngoài (bề mặt bên ngoài) của lớp mạ thuốc hàn là mỏng, (các ví dụ so sánh 2, 5 và 8), và khía cạnh mà trong đó lớp mạ Sn được bố trí ở phía chu vi bên ngoài (bề mặt bên ngoài) của lớp mạ thuốc hàn là dày (các ví dụ so sánh 3, 6 và 9) được chuẩn bị. Khi sắc độ vàng và khuyết tật tại thời điểm liên kết được xác định trong từng ví dụ so sánh từ 1 đến 9 theo các tiêu chuẩn nêu trên, thì các kết quả không mong muốn thu được với bất kỳ sắc độ vàng và khuyết tật nào tại thời điểm liên kết trong tất cả các ví dụ so sánh từ 1 đến 9.

Khi lớp mạ Sn dày, thì tốc độ dẫn nở thể tích giữa lớp mạ Sn và lớp mạ thuốc hàn là khác nhau. Do đó, các khuyết tật tại thời điểm liên kết như bị lệch, thiếu bi, và vỡ ra sẽ được xem xét. Mặt khác, khi lớp mạ Sn mỏng, có thể coi rằng hiệu quả của việc áp dụng lớp mạ Sn không có khả năng thu được một cách đầy đủ và xuất hiện khuyết tật do sắc độ vàng. Khi lớp mạ Sn mỏng như được mô tả ở trên, thì màng oxit trở nên dày, hiện tượng nóng chảy tại thời điểm đối lưu để suy giảm. Điều này có thể khiến cho bi có lỗi rơi ra khỏi miếng đệm điện cực (thiếu bi) hoặc gây ra sự lệch, là điều không mong muốn. Vì xu hướng tương tự có khả năng được xác nhận trong các ví dụ so sánh từ 10 đến 27, mà sẽ được mô tả sau, nên ý tưởng nêu trên được áp dụng cho tất cả các ví dụ so sánh từ 10 đến 27.

Bảng 2

	Ví dụ so sánh 1	Ví dụ so sánh 2	Ví dụ so sánh 3	Ví dụ so sánh 4	Ví dụ so sánh 5	Ví dụ so sánh 6	Ví dụ so sánh 7	Ví dụ so sánh 8	Ví dụ so sánh 9
Vật liệu lõi	Đồng	Đồng	Đồng	Đồng	Đồng	Đồng	Đồng	Đồng	Đồng
Độ dày lớp mạ thuốc hàn + Độ dày lớp mạ cơ sở Ni	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 40µm	Một bên 40µm	Một bên 40µm
Thành phần của lớp mạ thuốc hàn	Sn-40Bi- 0,5Cu	Sn-40Bi- 0,5Cu	Sn-40Bi- 0,5Cu	Sn-58Bi	Sn-58Bi	Sn-58Bi	Sn-40Bi- 0,5Cu	Sn-40Bi- 0,5Cu	Sn-40Bi- 0,5Cu
Nhóm nồng độ tỷ đối Bi	A	A	A	B	B	B	C	C	C
Độ dày lớp mạ Sn (µm)	Một bên 0	Một bên 0,03	Một bên 10	Một bên 0	Một bên 0,03	Một bên 10	Một bên 0	Một bên 0,03	Một bên 15
Lớp mạ Sn/Lớp mạ thuốc hàn (%)	0	0,17	55,6	0	0,17	55,6	0	0,08	39,5
Sắc độ vàng	×	×	○	×	×	○	×	×	○
Khuyết tật tại thời điểm liên kết	○	○	×	○	○	×	○	○	×

Bảng 3 dưới đây chỉ ra các ví dụ từ 10 đến 18 trong đó copolyme khối styren-butadien, là nhựa, được sử dụng làm vật liệu lõi. Tổng độ dày của độ dày lớp mạ thuốc hàn và độ dày của lớp mạ gốc Ni 14 là 20 μ m trên một mặt theo các ví dụ từ 10 đến 15, và 40 μ m trên một mặt theo các ví dụ từ 16 đến 18. Kết cấu lớp mạ thuốc hàn là Sn-40Bi-0,5Cu theo các ví dụ từ 10 đến 12 và các ví dụ từ 16 đến 18, và là Sn-58Bi theo các ví dụ từ 13 đến 15. Độ dày của lớp mạ Sn được bố trí ở phía chu vi bên ngoài (bề mặt bên ngoài) của lớp mạ thuốc hàn là từ 0,1 μ m đến 12 μ m trên một mặt, và độ dày của lớp mạ Sn so với độ dày của lớp mạ thuốc hàn là từ 0,26% đến 33,3%. Khi sắc độ vàng và khuyết tật tại thời điểm liên kết được xác định trong mỗi ví dụ từ 10 đến 18 theo các tiêu chuẩn nêu trên, các kết quả mong muốn có khả năng thu được trong tất cả các ví dụ từ 10 đến 18.

Bảng 3

	Ví dụ 10	Ví dụ 11	Ví dụ 12	Ví dụ 13	Ví dụ 14	Ví dụ 15	Ví dụ 16	Ví dụ 17	Ví dụ 18
Vật liệu lõi	Nhựa	Nhựa	Nhựa	Nhựa	Nhựa	Nhựa	Nhựa	Nhựa	Nhựa
Độ dày lớp mạ thuốc hàn + Độ dày lớp mạ cơ sở Ni	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 40µm	Một bên 40µm	Một bên 40µm
Thành phần của lớp mạ thuốc hàn	Sn-40Bi-0,5Cu	Sn-40Bi-0,5Cu	Sn-40Bi-0,5Cu	Sn-58Bi	Sn-58Bi	Sn-58Bi	Sn-40Bi-0,5Cu	Sn-40Bi-0,5Cu	Sn-40Bi-0,5Cu
Nhóm nồng độ tỷ đối Bi	D	D	D	E	E	E	F	F	F
Độ dày lớp mạ Sn (µm)	Một bên 0,1	Một bên 0,5	Một bên 6	Một bên 0,1	Một bên 0,5	Một bên 6	Một bên 0,1	Một bên 0,5	Một bên 12
Lớp mạ Sn/Lớp mạ thuốc hàn (%)	0,56	2,78	33,3	0,56	2,78	33,3	0,26	1,32	31,6
Sắc độ vàng	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Khuyết tật tại thời điểm liên kết	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Các ví dụ so sánh từ 10 đến 18 được thể hiện trên bảng 4 dưới đây đã được chuẩn bị làm các ví dụ tương ứng với các ví dụ từ 10 đến 18. Nhựa được sử dụng làm vật liệu lõi ngay cả trong các ví dụ so sánh từ 10 đến 18. Tổng độ dày của độ dày lớp mạ thuốc hàn và độ dày của lớp mạ gốc Ni 14 là 20 μ m trên một mặt trong các ví dụ so sánh từ 10 đến 15, và 40 μ m trên một mặt trong các ví dụ so sánh từ 16 đến 18. Cấu tạo của lớp mạ thuốc hàn là Sn-40Bi-0,5Cu trong các ví dụ so sánh từ 10 đến 12 và các ví dụ so sánh từ 16 đến 18, và là Sn-58Bi các ví dụ so sánh từ 13 đến 15. Khía cạnh mà trong đó lớp mạ Sn được bố trí ở phía chu vi bên ngoài (bề mặt bên ngoài) của lớp mạ thuốc hàn không được đề xuất (các ví dụ so sánh 10, 13 và 16), khía cạnh mà trong đó lớp mạ Sn được bố trí ở phía chu vi bên ngoài (bề mặt bên ngoài) của lớp mạ thuốc hàn là mỏng, (các ví dụ so sánh 11, 14 và 17), và khía cạnh mà trong đó lớp mạ Sn được bố trí ở phía chu vi bên ngoài (bề mặt bên ngoài) của lớp mạ thuốc hàn là dày (các ví dụ so sánh 12, 15 và 18) được chuẩn bị. Khi sắc độ vàng và khuyết tật tại thời điểm liên kết được xác định trong mỗi trong số các ví dụ so sánh từ 10 đến 18 theo các tiêu chuẩn nêu trên, thì các kết quả không mong muốn thu được với bất kỳ sắc độ vàng và khuyết tật nào tại thời điểm liên kết.

Bảng 4

	Ví dụ so sánh 10	Ví dụ so sánh 11	Ví dụ so sánh 12	Ví dụ so sánh 13	Ví dụ so sánh 14	Ví dụ so sánh 15	Ví dụ so sánh 16	Ví dụ so sánh 17	Ví dụ so sánh 18
Vật liệu lõi	Nhựa	Nhựa	Nhựa	Nhựa	Nhựa	Nhựa	Nhựa	Nhựa	Nhựa
Độ dày lớp mạ thuốc hàn + Độ dày lớp mạ cơ sở Ni	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 40µm	Một bên 40µm	Một bên 40µm
Thành phần của lớp mạ thuốc hàn	Sn-40Bi-0,5Cu	Sn-40Bi-0,5Cu	Sn-40Bi-0,5Cu	Sn-58Bi	Sn-58Bi	Sn-58Bi	Sn-40Bi-0,5Cu	Sn-40Bi-0,5Cu	Sn-40Bi-0,5Cu
Nhóm nồng độ tỷ đối Bi	D	D	D	E	E	E	F	F	F
Độ dày lớp mạ Sn (µm)	Một bên 0	Một bên 0,03	Một bên 10	Một bên 0	Một bên 0,03	Một bên 10	Một bên 0	Một bên 0,03	Một bên 15
Lớp mạ Sn/Lớp mạ thuốc hàn (%)	0	0,17	55,6	0	0,17	55,6	0	0,08	39,5
Sắc độ vàng	×	×	○	×	×	○	×	×	○
Khuyết tật tại thời điểm liên kết	○	○	×	○	○	×	○	○	×

Bảng 5 dưới đây chỉ ra các ví dụ từ 19 đến 27 trong đó nhôm được sử dụng làm vật liệu lõi. Tổng độ dày của độ dày lớp mạ thuốc hàn và độ dày của lớp mạ gốc Ni 14 là $20\mu\text{m}$ trên một mặt theo các ví dụ từ 19 đến 24, và $40\mu\text{m}$ trên một mặt theo các ví dụ từ 25 đến 27. Kết cấu lớp mạ thuốc hàn là Sn-40Bi-0,5Cu theo các ví dụ từ 19 đến 21 và các ví dụ từ 25 đến 27, và là Sn-58Bi theo các ví dụ từ 22 đến 24. Độ dày của lớp mạ Sn được bố trí ở phía chu vi bên ngoài (bề mặt bên ngoài) của lớp mạ thuốc hàn là từ $0,1\mu\text{m}$ đến $12\mu\text{m}$ trên một mặt, và độ dày của lớp mạ Sn so với độ dày của lớp mạ thuốc hàn là từ 0,26% đến 33,3%. Khi sắc độ vàng và khuyết tật tại thời điểm liên kết được xác định trong mỗi ví dụ từ 19 đến 27 theo các tiêu chuẩn nêu trên, các kết quả mong muốn có khả năng thu được trong tất cả các ví dụ từ 19 đến 27.

Bảng 5

Vật liệu lõi	Ví dụ 19	Ví dụ 20	Ví dụ 21	Ví dụ 22	Ví dụ 23	Ví dụ 24	Ví dụ 25	Ví dụ 26	Ví dụ 27
	Nhôm	Nhôm	Nhôm	Nhôm	Nhôm	Nhôm	Nhôm	Nhôm	Nhôm
Độ dày lớp mạ thuốc hàn + Độ dày lớp mạ cơ sở Ni	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 40µm	Một bên 40µm	Một bên 40µm
Thành phần của lớp mạ thuốc hàn	Sn-40Bi- 0,5Cu	Sn-40Bi- 0,5Cu	Sn-40Bi- 0,5Cu	Sn-58Bi	Sn-58Bi	Sn-58Bi	Sn-40Bi- 0,5Cu	Sn-40Bi- 0,5Cu	Sn-40Bi- 0,5Cu
Nhóm nồng độ tỷ đối Bi	G	G	G	H	H	H	I	I	I
Độ dày lớp mạ Sn (µm)	Một bên 0,1	Một bên 0,5	Một bên 6	Một bên 0,1	Một bên 0,5	Một bên 6	Một bên 0,1	Một bên 0,5	Một bên 12
Lớp mạ Sn/Lớp mạ thuốc hàn (%)	0,56	2,78	33,3	0,56	2,78	33,3	0,26	1,32	31,6
Sắc độ vàng	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Khuyết tật tại thời điểm liên kết	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Các ví dụ so sánh từ 19 đến 27 được thể hiện trên bảng 6 dưới đây đã được chuẩn bị làm các ví dụ tương ứng với các ví dụ từ 19 đến 27. Nhôm được sử dụng làm vật liệu lõi ngay cả trong các ví dụ so sánh từ 19 đến 27. Tổng độ dày của độ dày lớp mạ thuốc hàn và độ dày của lớp mạ gốc Ni 14 là 20 μ m trên một mặt trong các ví dụ so sánh từ 19 đến 24, và 40 μ m trên một mặt trong các ví dụ so sánh từ 25 đến 27. Cấu tạo của lớp mạ thuốc hàn là Sn-40Bi-0,5Cu trong các ví dụ so sánh từ 19 đến 21 và các ví dụ so sánh từ 25 đến 27, và là Sn-58Bi các ví dụ so sánh từ 22 đến 24. Khía cạnh mà trong đó lớp mạ Sn được bố trí ở phía chu vi bên ngoài (bề mặt bên ngoài) của lớp mạ thuốc hàn không được đề xuất (các ví dụ so sánh 19, 22 và 25), khía cạnh mà trong đó lớp mạ Sn được bố trí ở phía chu vi bên ngoài (bề mặt bên ngoài) của lớp mạ thuốc hàn là mỏng, (các ví dụ so sánh 20, 23 và 26), và khía cạnh mà trong đó lớp mạ Sn được bố trí ở phía chu vi bên ngoài (bề mặt bên ngoài) của lớp mạ thuốc hàn là dày (các ví dụ so sánh 21, 24 và 27) được chuẩn bị. Khi sắc độ vàng và khuyết tật tại thời điểm liên kết được xác định trong mỗi trong số các ví dụ so sánh từ 19 đến 27 theo các tiêu chuẩn nêu trên, thì các kết quả không mong muốn không thể thu được với bất kỳ sắc độ vàng và khuyết tật nào tại thời điểm liên kết.

Bảng 6

	Ví dụ so sánh 19	Ví dụ so sánh 20	Ví dụ so sánh 21	Ví dụ so sánh 22	Ví dụ so sánh 23	Ví dụ so sánh 24	Ví dụ so sánh 25	Ví dụ so sánh 26	Ví dụ so sánh 27
Vật liệu lõi	Nhôm	Nhôm	Nhôm	Nhôm	Nhôm	Nhôm	Nhôm	Nhôm	Nhôm
Độ dày lớp mạ thuộc hàn + Độ dày lớp mạ cơ sở Ni	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 20µm	Một bên 40µm	Một bên 40µm	Một bên 40µm
Thành phần của lớp mạ thuộc hàn	Sn-40Bi- 0,5Cu	Sn-40Bi- 0,5Cu	Sn-40Bi- 0,5Cu	Sn-58Bi	Sn-58Bi	Sn-58Bi	Sn-40Bi- 0,5Cu	Sn-40Bi- 0,5Cu	Sn-40Bi- 0,5Cu
Nhóm nồng độ tỷ đối Bi	G	G	G	H	H	H	I	I	I
Độ dày lớp mạ Sn (µm)	Một bên 0	Một bên 0,03	Một bên 10	Một bên 0	Một bên 0,03	Một bên 10	Một bên 0	Một bên 0,03	Một bên 15
Lớp mạ Sn/Lớp mạ thuộc hàn (%)	0	0,17	55,6	0	0,17	55,6	0	0,08	39,5
Sắc độ vàng	×	×	O	×	×	O	×	×	O
Khuyết tật tại thời điểm liên kết	O	O	×	O	O	×	O	O	×

Bi có lõi Cu 10 mà trong đó thành phần mục tiêu của lớp mạ thuốc hàn 16 trong các ví dụ và các ví dụ so sánh là (Sn-58Bi) được chuẩn bị dưới các điều kiện sau.

- Đường kính lõi 12: 300 μ m
- Độ dày màng của lớp mạ gốc Ni 14: 2 μ m trên một mặt
- Độ dày màng của lớp mạ thuốc hàn 16: 18 μ m hoặc 38 μ m trên một mặt
- Đường kính bi có lõi Cu 10 không bao gồm lớp mạ Sn 20: 340 μ m hoặc 380 μ m

Trong phương pháp mạ dùng cho lớp mạ gốc Ni 14, phương pháp mạ điện (thùng mạ điện) đã được sử dụng cho mẫu trong các bảng 1 và 2 trong đó lõi được tạo thành từ Cu, phương pháp mạ không điện cực đã được sử dụng cho mẫu trong bảng 3 và 4 trong đó lõi được tạo thành từ nhựa, và phương pháp mạ dùng cho mẫu trong bảng 5 và 6 trong đó lõi được tạo thành từ nhôm, quy trình xử lý kẽm kép được thực hiện trên nhôm mà là lõi, Ni được mạ mỏng trên nhôm để xử lý kẽm kép bằng cách mạ không điện cực, và sau đó lõi được làm cho mọc lên để có độ dày mục tiêu là 2 μ m trên một mặt bằng phương pháp mạ điện.

Phương pháp mạ dùng cho lớp mạ thuốc hàn 16 được đặt dưới các điều kiện trên Fig.6 bằng phương pháp mạ điện (thùng mạ điện).

Khi độ dày của lớp mạ thuốc hàn 16, mỏng, bằng 18 μ m trên một mặt, thì đường kính của bi có lõi Cu 10 không bao gồm lớp mạ Sn 20 là 340 μ m. Mặt khác, khi độ dày của lớp mạ thuốc hàn 16, dày, bằng 38 μ m trên một mặt, thì đường kính của bi có lõi Cu 10 không bao gồm lớp mạ Sn 20 là 380 μ m.

Bi có lõi Cu 10 trong đó thành phần mục tiêu của lớp mạ thuốc hàn 16 theo các ví dụ và các ví dụ so sánh là (Sn-40Bi-0,5Cu) được chuẩn bị dưới các điều kiện sau.

- Đường kính lõi 12: 300 μ m
- Độ dày màng của lớp mạ gốc Ni 14: 2 μ m trên một mặt
- Độ dày màng của lớp mạ thuốc hàn 16: 18 μ m hoặc 38 μ m trên một mặt
- Đường kính bi có lõi Cu 10 không bao gồm lớp mạ Sn 20: 340 μ m hoặc 380 μ m

Trong phương pháp mạ dùng cho lớp mạ gốc Ni 14, phương pháp mạ điện (thùng mạ điện) đã được sử dụng cho mẫu trong các bảng 1 và 2 trong đó lõi được tạo thành từ Cu, phương pháp mạ không điện cực đã được sử dụng cho mẫu trong bảng 3 và 4 trong đó lõi được tạo thành từ nhựa, và phương pháp mạ dùng cho mẫu trong bảng 5 và 6 trong đó lõi được tạo thành từ nhôm, quy trình xử lý kẽm kép được thực hiện trên nhôm mà là lõi, Ni được mạ mỏng trên nhôm để xử lý kẽm kép bằng cách mạ không điện cực, và sau đó lõi được làm cho mọc lên để có độ dày mục tiêu là 2 μ m trên một mặt bằng phương pháp mạ điện.

Phương pháp mạ dùng cho lớp mạ thuốc hàn 16 được đặt dưới các điều kiện trên Fig.7 hoặc Fig.8 bằng phương pháp mạ điện (thùng mạ điện).

Khi độ dày của lớp mạ thuốc hàn 16, mỏng, bằng 18 μ m trên một mặt, thì đường kính của bi có lõi Cu 10 không bao gồm lớp mạ Sn 20 là 340 μ m. Mặt khác, khi độ dày của lớp mạ thuốc hàn 16, dày, bằng 38 μ m trên một mặt, thì đường kính của bi có lõi Cu 10 không bao gồm lớp mạ Sn 20 là 380 μ m.

Sau khi bi có lõi Cu được tạo ra với lớp mạ thuốc hàn 16 được kéo lên khỏi dung dịch nóng chảy có chứa Sn và Bi, thì lớp mạ Sn 20 đã được nhúng trong dung dịch nóng chảy của Sn sẽ được tạo thành. Cụ thể hơn là, mẫu mà trên đó lớp mạ thuốc hàn 16 được tạo thành được lấy ra khỏi dung dịch mạ có chứa Sn và Bi, được rửa, và được sấy khô.

Sau đó, mẫu được cho vào dung dịch mạ có chứa axit metan sulfonic Sn, axit hữu cơ và chất hoạt dịch, và thùng mạ điện được thực hiện cho đến khi mẫu có độ dày của lớp mạ Sn 20 được mô tả trong từng ví dụ và từng ví dụ so sánh (không bao gồm ví dụ so sánh mà trong đó lớp mạ Sn 20 không được tạo thành).

Nồng độ Bi trong các nhóm nồng độ tỷ đối Bi (từ A đến I) trong các bảng từ 1 đến 6 ở trên và đặc điểm kỹ thuật của từng vùng được thể hiện trên bảng 7 và 8 dưới đây. Như được thể hiện trên bảng 7, có khả năng xác nhận được rằng nồng độ tỷ đối của Bi nằm trong phạm vi cho phép trong tất cả các nhóm nồng độ tỷ đối Bi (từ A đến I). Mẫu mà nồng độ Bi đã được đo trên bảng 7 và 8 là các mẫu khác trong cùng nhóm nồng

độ tỷ đối Bi, mà đã được chuẩn bị trong cùng loạt sản xuất với các mẫu có sắc độ vàng hoặc khuyết tật tại thời điểm liên kết đã được đo trong các bảng từ 1 đến 6 ở trên. Tất cả các mẫu mà nồng độ Bi đã được đo trên bảng 7 và 8 đều được đo nồng độ Bi mà không tạo thành lớp mạ Sn 20.

Bảng 7

Nhóm	Sự phân bố của Bi (% theo khối lượng)						
	Phạm vi cho phép	Đo thực tế mặt bên trong	Nồng độ	Đo thực tế mặt trung gian	Nồng độ	Đo thực tế mặt bên ngoài	Nồng độ
A	90 đến 107,5	41,5	103,8	41,0	102,5	40,2	100,5
B	91,4 đến 108,6	59,8	103,1	59,0	101,7	58,2	100,3
C	90 đến 107,5	42,2	105,5	41,1	102,8	39,5	98,8
D	90 đến 107,5	42,9	107,3	42,1	105,3	41,2	103,0
E	91,4 đến 108,6	60,3	104,0	59,3	102,2	58,5	100,9
F	90 đến 107,5	41,2	103,0	39,6	99,0	40,6	101,5
G	90 đến 107,5	37,5	93,8	42,1	105,3	41,2	103,0
H	91,4 đến 108,6	60,3	104,0	59,3	102,2	58,5	100,9
I	90 đến 107,5	41,2	103,0	39,6	99,0	40,6	101,5

Bảng 8

Nhóm	Đặc tính kỹ thuật của từng vùng			
	Sự xác định mặt bên trong (μm)	Sự xác định mặt trung gian (μm)	Sự xác định mặt bên ngoài (μm)	Vùng cắt bỏ (μm)
A	Bề mặt lõi đến 7,0	7,0 đến 13,3	13,3 đến 18,0	Chiều dài $\times$ 5 μm , Chiều rộng $\times$ 40 μm
B	Bề mặt lõi đến 7,0	7,0 đến 13,3	13,3 đến 18,0	Chiều dài $\times$ 5 μm , Chiều rộng $\times$ 40 μm
C	Bề mặt lõi đến 14,9	14,9 đến 28,1	28,1 đến 38,0	Chiều dài $\times$ 7,5 μm , Chiều rộng $\times$ 60 μm
D	Bề mặt lõi đến 7,0	7,0 đến 13,3	13,3 đến 18,0	Chiều dài $\times$ 5 μm , Chiều rộng $\times$ 40 μm
E	Bề mặt lõi đến 7,0	7,0 đến 13,3	13,3 đến 18,0	Chiều dài $\times$ 5 μm , Chiều rộng $\times$ 40 μm
F	Bề mặt lõi đến 14,9	14,9 đến 28,1	28,1 đến 38,0	Chiều dài $\times$ 7,5 μm , Chiều rộng $\times$ 60 μm
G	Bề mặt lõi đến 7,0	7,0 đến 13,3	13,3 đến 18,0	Chiều dài $\times$ 5 μm , Chiều rộng $\times$ 40 μm
H	Bề mặt lõi đến 7,0	7,0 đến 13,3	13,3 đến 18,0	Chiều dài $\times$ 5 μm , Chiều rộng $\times$ 40 μm
I	Bề mặt lõi đến 14,9	14,9 đến 28,1	28,1 đến 38,0	Chiều dài $\times$ 7,5 μm , Chiều rộng $\times$ 60 μm

Các bảng 7 và 8 sẽ được mô tả với tham chiếu đến Fig.10. Lớp mạ thuốc hàn 16 được phân chia thành lớp bên trong 16a, lớp trung gian 16b, và lớp bên ngoài 16c từ phía bề mặt của lõi 12 để thuận tiện. Khi độ dày của lớp mạ thuốc hàn 16, mỏng, là $18\mu\text{m}$ trên một mặt, thì độ dày của lớp bên trong 16a được đặt là $7\mu\text{m}$ từ bề mặt của lõi 12, độ dày của lớp trung gian 16b được đặt từ $7\mu\text{m}$ đến $13,3\mu\text{m}$ và độ dày của lớp bên ngoài 16c được đặt từ $13,3\mu\text{m}$ đến $18,0\mu\text{m}$. Các vùng 17a, 17b, và 17c mà có độ dày $5\mu\text{m}$ và chiều rộng $40\mu\text{m}$ bị cắt ra khỏi lớp bên trong 16a, lớp trung gian 16b, và lớp bên ngoài 16c, tương ứng và sau đó, nồng độ Bi được đo bằng cách phân tích định lượng. Khi độ dày của lớp mạ thuốc hàn 16, dày, bằng $38\mu\text{m}$ trên một mặt, thì độ dày của lớp bên trong 16a được đặt là $14,9\mu\text{m}$ từ bề mặt của lõi 12, độ dày của lớp trung gian 16b được đặt từ $14,9\mu\text{m}$ đến $28,1\mu\text{m}$ và độ dày của lớp bên ngoài 16c được đặt từ $28,1\mu\text{m}$ đến $38,0\mu\text{m}$. Các vùng 17a, 17b, và 17c mà có độ dày $7,5\mu\text{m}$ và chiều rộng $60\mu\text{m}$ bị cắt ra khỏi lớp bên trong 16a, lớp trung gian 16b, và lớp bên ngoài 16c, tương ứng và sau đó, nồng độ Bi được đo bằng cách phân tích định lượng. Công việc trên được thực hiện trên lớp bên trong 16a, lớp trung gian 16b, và lớp bên ngoài 16c của một mẫu thuộc mỗi nhóm (từ A đến I), tương ứng. Các giá trị được thể hiện trên bảng 7. FE-EPMAJXA-8530F được sản xuất bởi JEOL Ltd. đã được sử dụng làm thiết bị quan sát.

Bảng 9 dưới đây thể hiện phạm vi cho phép của nồng độ tỷ đối của Bi trong trường hợp mà thành phần mục tiêu của lớp mạ thuốc hàn 16 là Sn-40Bi-0,5Cu-0,03Ni và trong trường hợp mà thành phần mục tiêu của lớp mạ thuốc hàn 16 là Sn-3Ag-0,8Cu-3Bi. Theo đó, có thể xác nhận rằng khi thành phần mục tiêu của lớp mạ thuốc hàn 16 là Sn-40Bi-0,5Cu-0,03Ni, thì phạm vi cho phép là từ 90% theo khối lượng đến 107,5% theo khối lượng, và khi thành phần mục tiêu của lớp mạ thuốc hàn 16 là Sn-3Ag-0,8Cu-3Bi, thì phạm vi cho phép là từ 90% theo khối lượng đến 106,7% theo khối lượng.

Bảng 9

	Giá trị mục tiêu (% theo khối lượng)	Phạm vi cho phép			
		Tối thiểu		Tối đa	
		% theo khối lượng	Nồng độ tỷ đối % [% theo khối lượng/Giá trị mục tiêu]	% theo khối lượng	Nồng độ tỷ đối % [% theo khối lượng/Giá trị mục tiêu]
Sn-58Bi	58	53	91,4	63	108,6
Sn-40Bi-0,5Cu-0,03Ni	40	36	90	43	107,5
Sn-3Ag-0,8Cu-3Bi	3	2,7	90	3,2	106,7

Phần mô tả phương án, mô tả ví dụ, và minh họa các hình vẽ, đã được mô tả ở trên, chỉ là các ví dụ để giải thích sáng chế được mô tả trong phạm vi của yêu cầu bảo hộ, và sáng chế mà được mô tả trong phạm vi của yêu cầu bảo hộ không bị giới hạn bởi phần mô tả phương án hoặc phần minh họa của các hình vẽ, được mô tả ở trên.

Hình dạng của vật liệu lõi bao gồm hình dạng khác ngoài hình cầu, và cũng bao gồm dạng hình trụ và hình tấm. Ví dụ, lớp mạ gốc Ni và lớp mạ gốc Co, mà có độ dày từ 1 μ m đến 4 μ m trên một mặt, được đề xuất trên bề mặt của trụ được tạo thành từ Cu (đường kính của bề mặt bên trên và bề mặt đáy: Từ 1 μ m đến 1000 μ m, và độ cao: Từ 1 μ m đến 3000 μ m), trụ có lõi Cu được phủ lớp mạ thuốc hàn trên cơ sở (Sn-Bi) có nồng độ tỷ đối của Bi trong lớp mạ thuốc hàn trong phạm vi định trước từ 90% đến 108,6% trong cùng điều kiện như ví dụ, và khuyết tật liên kết không được gây ra giống như bi có lõi Cu theo các ví dụ được mô tả ở trên.

Danh sách các số chỉ dẫn

- 10 bi có lõi Cu
- 12 lõi
- 14 lớp mạ cơ sở
- 16 lớp mạ thuốc hàn (lớp thuốc hàn)
- 20 lớp mạ Sn (lớp Sn)
- 16a lớp bên trong
- 16b lớp trung gian
- 16c lớp bên ngoài
- Từ 17a đến 17c đoạn (vùng đo)

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật liệu lõi bao gồm:

lõi có độ cầu lớn hơn hoặc bằng 0,95;

lớp thuốc hàn được làm từ hợp kim hàn gốc (Sn-Bi) được bố trí ở phía bên ngoài của lõi; và

lớp Sn được bố trí ở phía bên ngoài lớp thuốc hàn, trong đó:

khi nồng độ tỷ đối của Bi có chứa trong lớp thuốc hàn là

nồng độ tỷ đối (%) = giá trị Bi đo được (% theo khối lượng)/hàm lượng Bi mục tiêu (% theo khối lượng),

hoặc

nồng độ tỷ đối (%) = giá trị trung bình của giá trị Bi đo được (% theo khối lượng)/hàm lượng Bi mục tiêu (% theo khối lượng),

thì nồng độ tỷ đối là từ 91,4% đến 106,7%,

độ dày của lớp thuốc hàn trên một mặt lớn hơn hoặc bằng 1μm,

độ dày của lớp Sn là từ 0,1μm đến 12μm trên một mặt, và

độ dày của lớp Sn là lớn hơn hoặc bằng 0,215% và nhỏ hơn hoặc bằng 36% độ dày của lớp thuốc hàn.

2. Vật liệu lõi bao gồm:

lõi có độ cầu lớn hơn hoặc bằng 0,95;

lớp thuốc hàn được làm từ hợp kim hàn gốc (Sn-58Bi) được bố trí ở phía bên ngoài lõi; và

lớp Sn được bố trí ở phía bên ngoài lớp thuốc hàn, trong đó

khi nồng độ tỷ đối của Bi có chứa trong lớp thuốc hàn là

nồng độ tỷ đối (%) = giá trị Bi đo được (% theo khối lượng)/hàm lượng Bi mục tiêu (% theo khối lượng),

hoặc

nồng độ tỷ đối (%) = giá trị trung bình của giá trị Bi đo được (% theo khối lượng)/hàm lượng Bi mục tiêu (% theo khối lượng),

thì nồng độ tỷ đối là từ 91,4% đến 108,6%,

độ dày của lớp thuốc hàn trên một mặt lớn hơn hoặc bằng 1μm,

độ dày của lớp Sn là từ 0,1μm đến 12μm trên một mặt, và

độ dày của lớp Sn là lớn hơn hoặc bằng 0,215% và nhỏ hơn hoặc bằng 36% độ dày của lớp thuốc hàn.

3. Vật liệu lõi bao gồm:

lõi có độ cầu lớn hơn hoặc bằng 0,95;

lớp thuốc hàn được làm từ hợp kim hàn gốc (Sn-40Bi) được bố trí ở phía bên ngoài lõi; và

lớp Sn được bố trí ở phía bên ngoài lớp thuốc hàn, trong đó

khi nồng độ tỷ đối của Bi có chứa trong lớp thuốc hàn là

nồng độ tỷ đối (%) = giá trị Bi đo được (% theo khối lượng)/hàm lượng Bi mục tiêu (% theo khối lượng),

hoặc

nồng độ tỷ đối (%) = giá trị trung bình của giá trị Bi đo được (% theo khối lượng)/hàm lượng Bi mục tiêu (% theo khối lượng),

thì nồng độ tỷ đối là từ 90% đến 107,5%,

độ dày của lớp thuốc hàn trên một mặt lớn hơn hoặc bằng 1μm,

độ dày của lớp Sn là từ 0,1μm đến 12μm trên một mặt, và

độ dày của lớp Sn là lớn hơn hoặc bằng 0,215% và nhỏ hơn hoặc bằng 36% độ dày của lớp thuốc hàn.

4. Vật liệu lõi theo điểm 3, trong đó

thành phần mục tiêu của hợp kim hàn gốc (Sn-40Bi) là Sn-40Bi-0,5Cu.

5. Vật liệu lõi bao gồm:

lõi có độ cầu lớn hơn hoặc bằng 0,95;

lớp thuốc hàn được làm từ hợp kim hàn gốc (Sn-3Bi) được bố trí ở phía bên ngoài lõi; và

lớp Sn được bố trí ở phía bên ngoài lớp thuốc hàn, trong đó:

khi nồng độ tỷ đối của Bi có chứa trong lớp thuốc hàn là

nồng độ tỷ đối (%) = giá trị Bi đo được (% theo khối lượng)/hàm lượng Bi mục tiêu (% theo khối lượng),

hoặc

nồng độ tỷ đối (%) = giá trị trung bình của giá trị Bi đo được (% theo khối lượng)/hàm lượng Bi mục tiêu (% theo khối lượng),

thì nồng độ tỷ đối là từ 90% đến 106,7%,

độ dày của lớp thuốc hàn trên một mặt lớn hơn hoặc bằng 1 μ m,

độ dày của lớp Sn là từ 0,1 μ m đến 12 μ m trên một mặt, và

độ dày của lớp Sn là lớn hơn hoặc bằng 0,215% và nhỏ hơn hoặc bằng 36% độ dày của lớp thuốc hàn.

6. Vật liệu lõi theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó lớp mạ cơ sở được làm từ một hoặc nhiều thành phần được lựa chọn từ Ni và Co được bố trí giữa lõi và lớp thuốc hàn.

7. Vật liệu lõi theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó bi Cu hoặc trụ Cu được sử dụng làm lõi.

8. Linh kiện điện tử sử dụng vật liệu lõi theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7 làm phần lõi mỗi hàn.

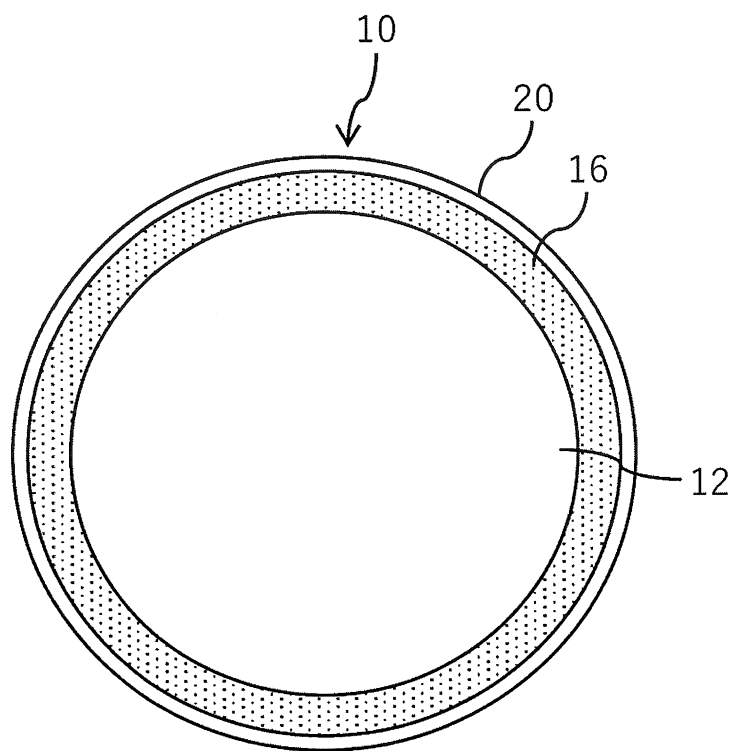
9. Phương pháp dùng để tạo thành điện cực lõi bao gồm các bước sau:

gắn vật liệu lõi theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7 lên điện cực;

tạo thành điện cực lõi bằng cách gia nhiệt vật liệu lõi được gắn.

1/10

FIG.1



2/10

FIG.2

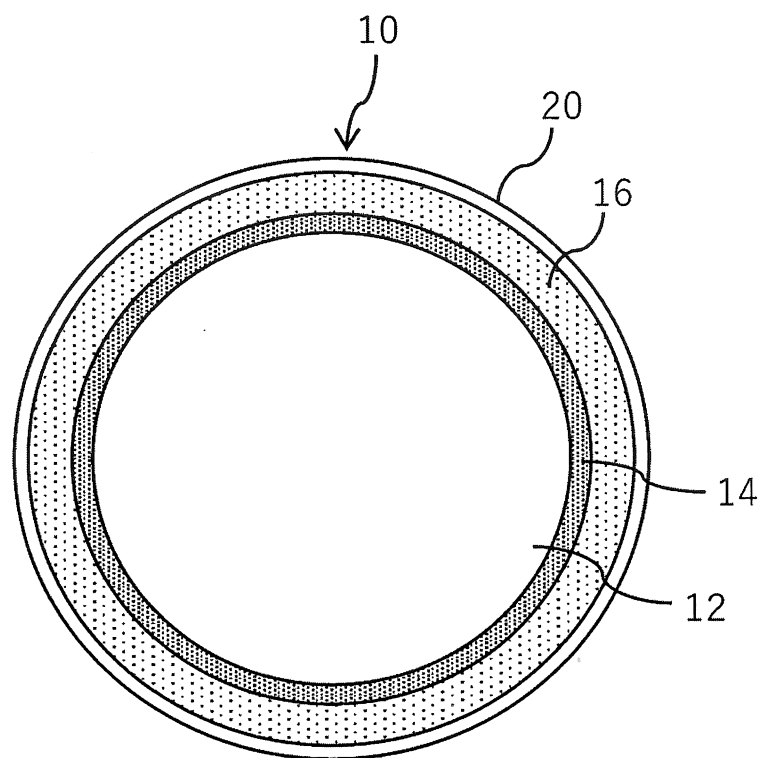
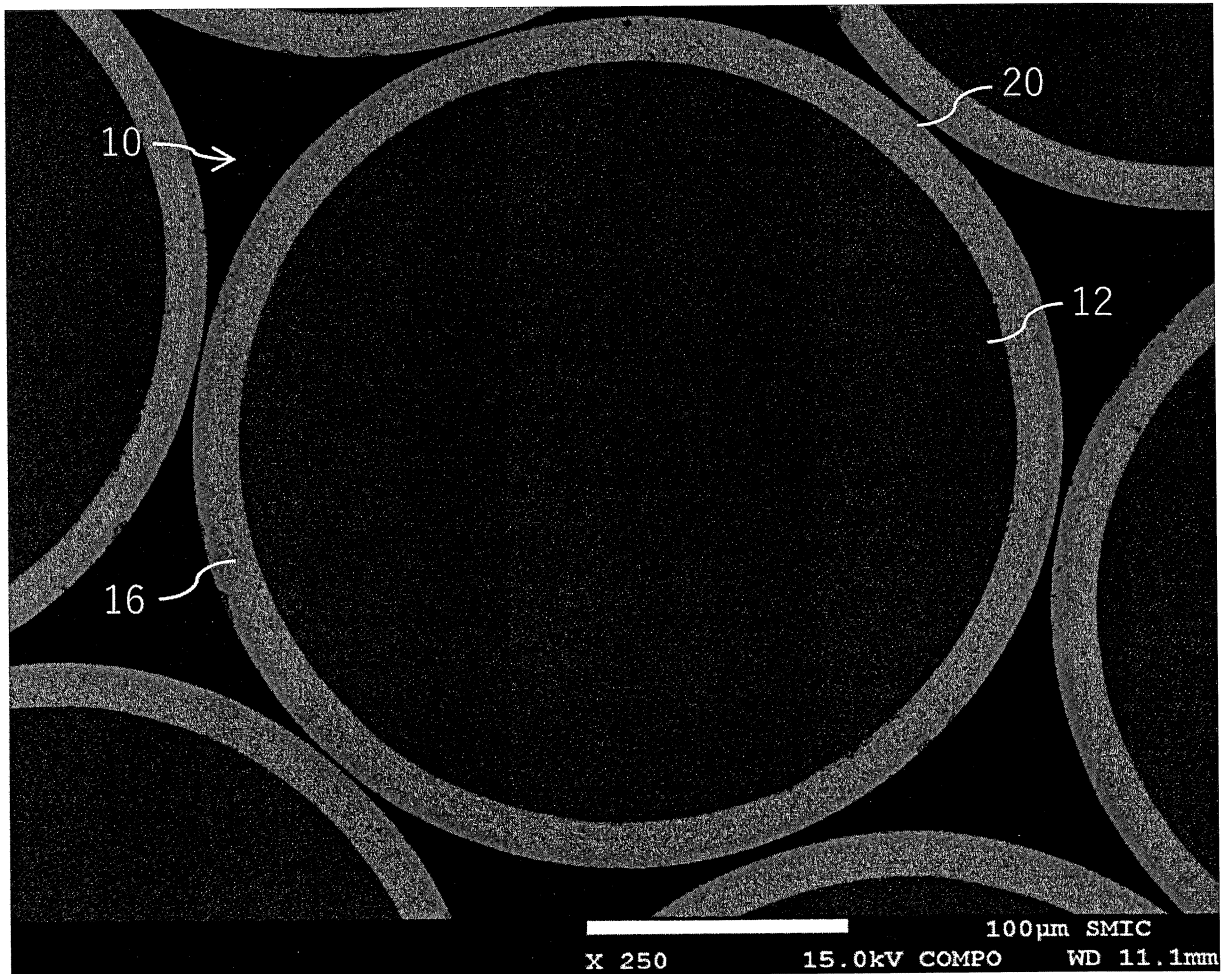
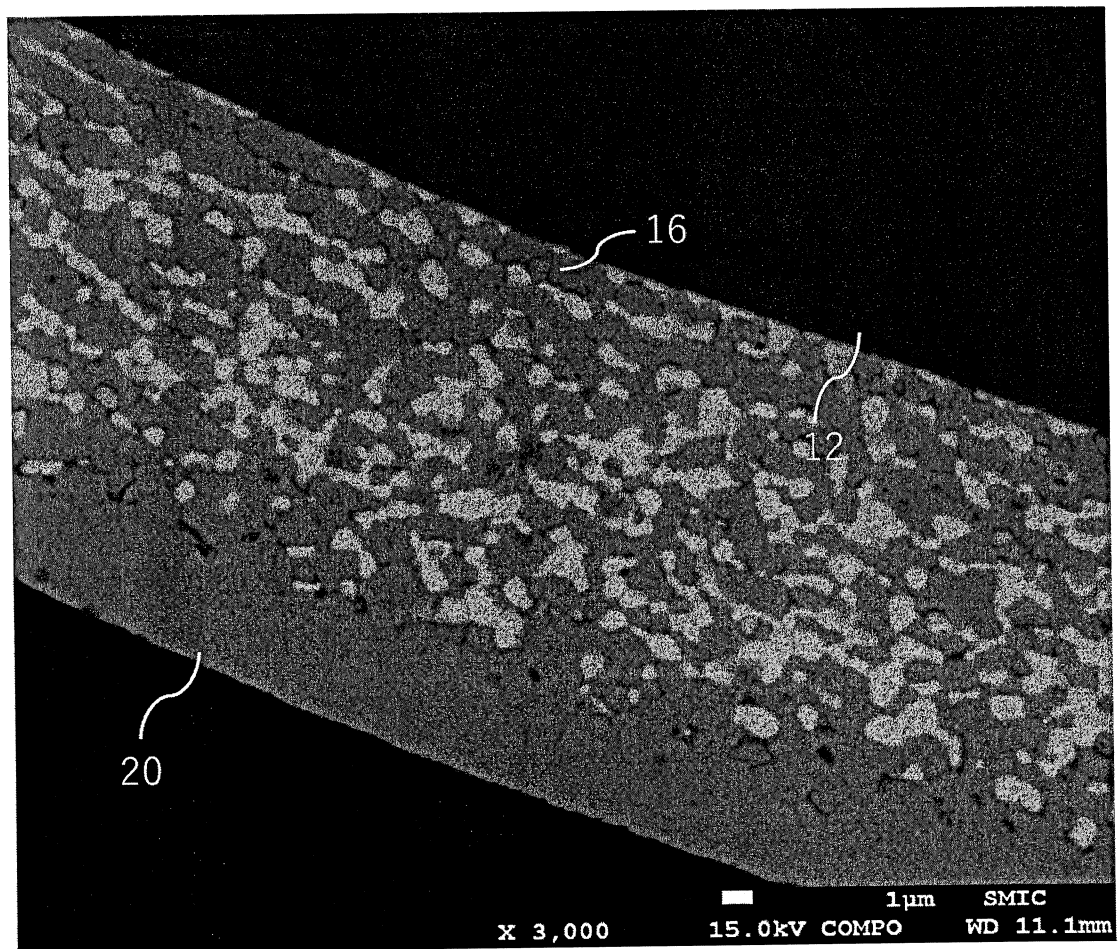


FIG.3



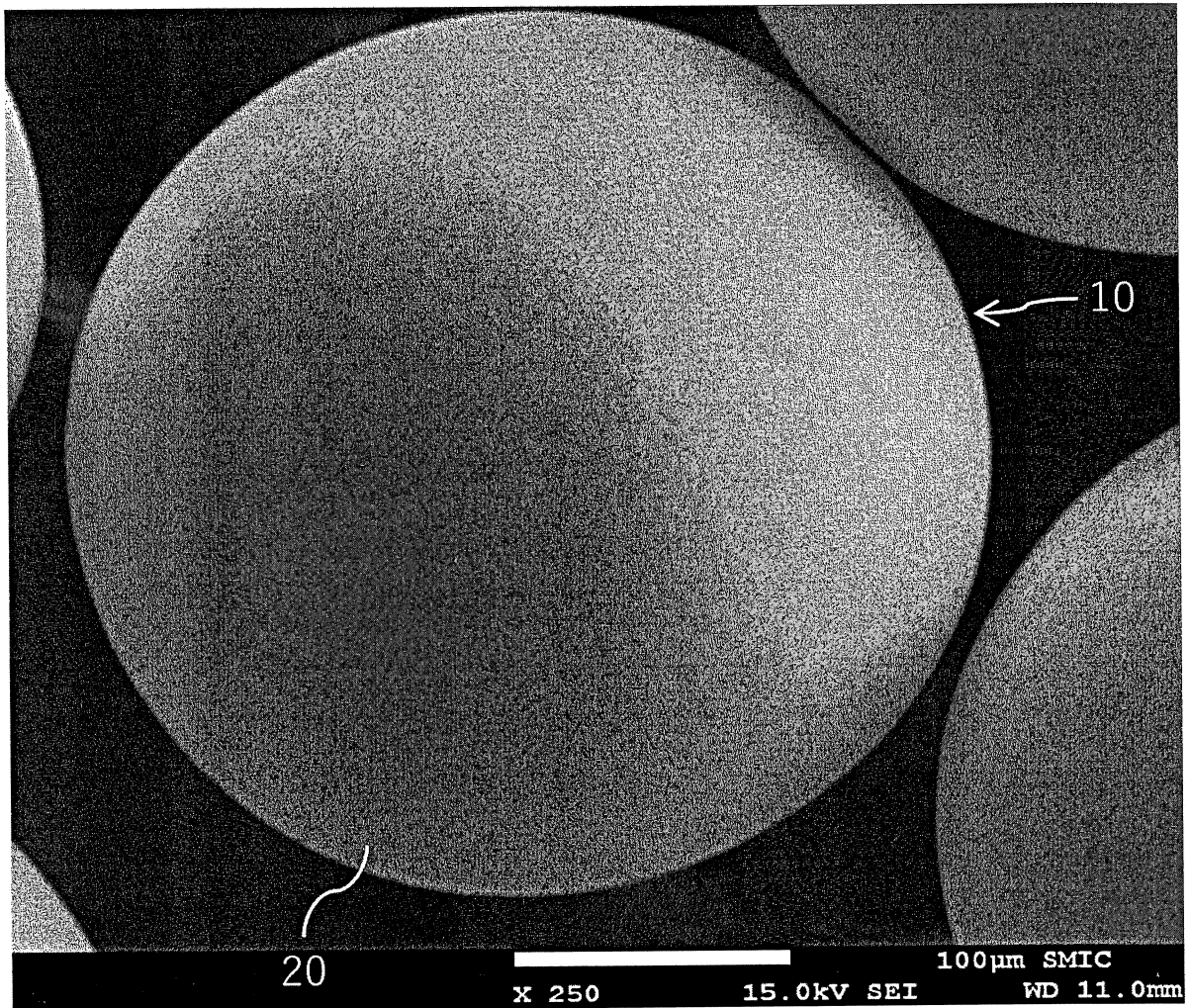
4/10

FIG.4



5/10

FIG.5



6/10

FIG.6

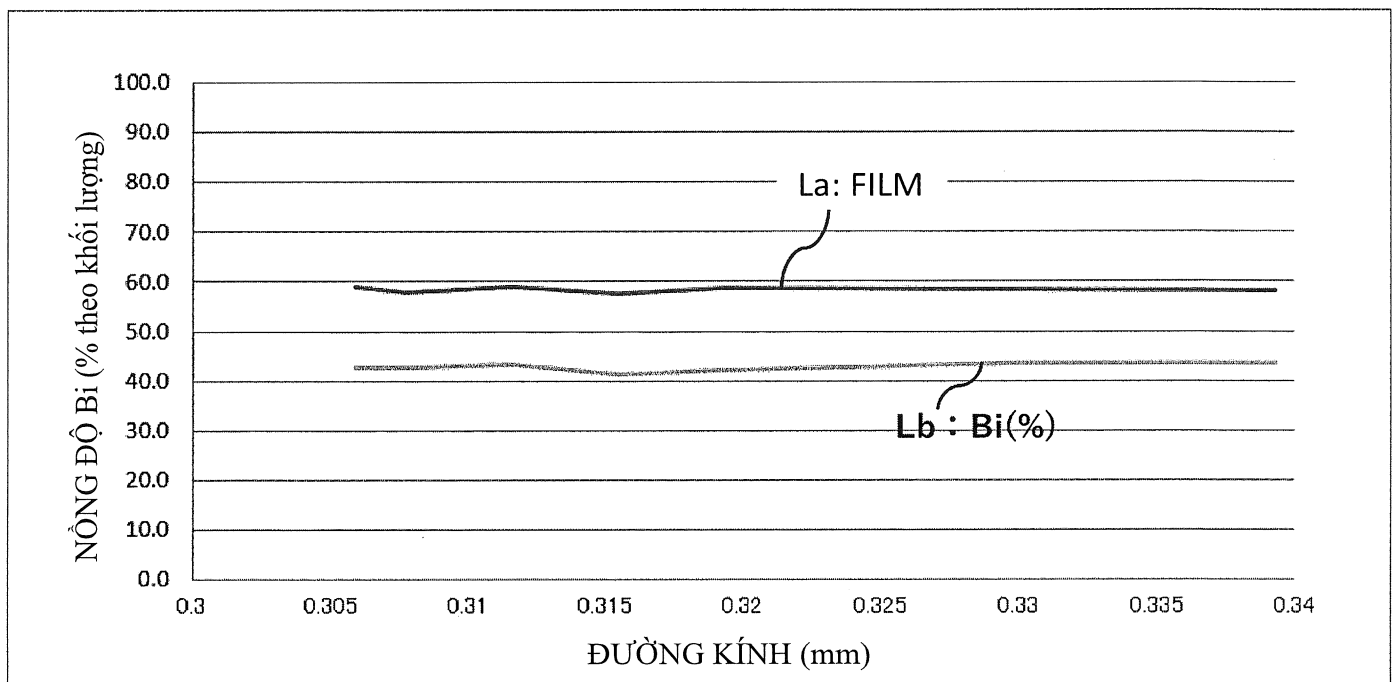


FIG.7

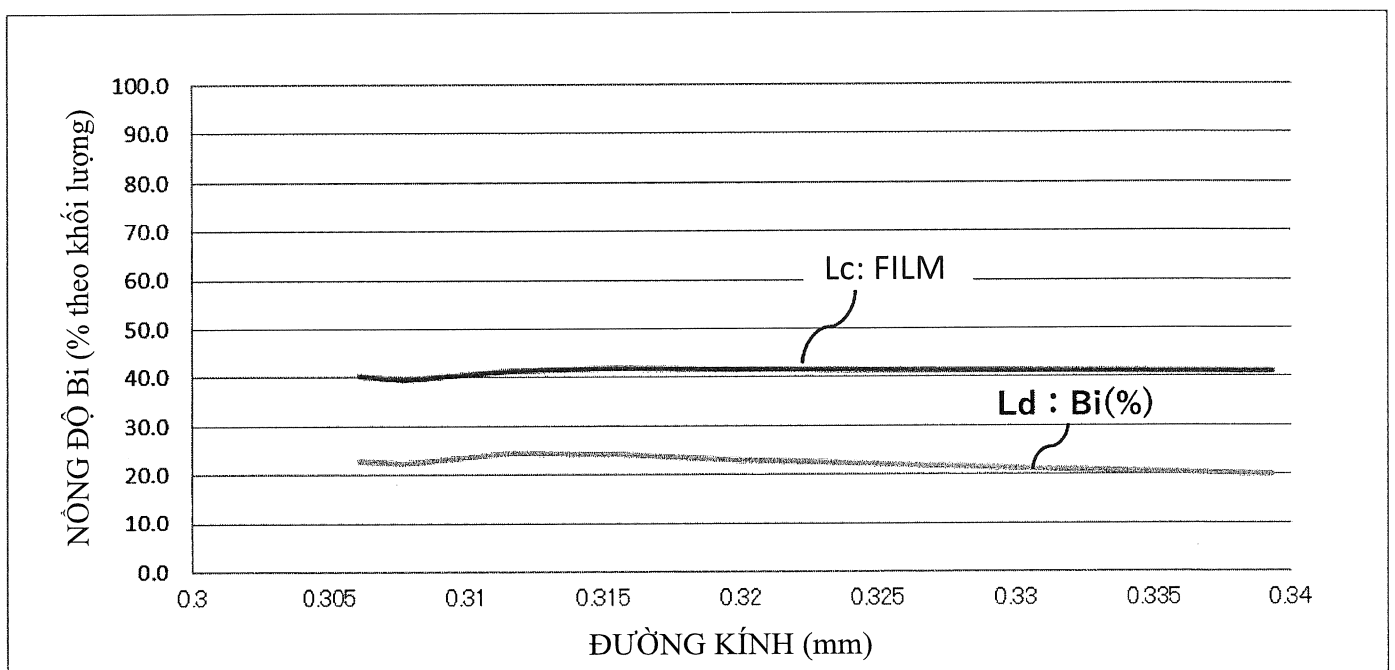
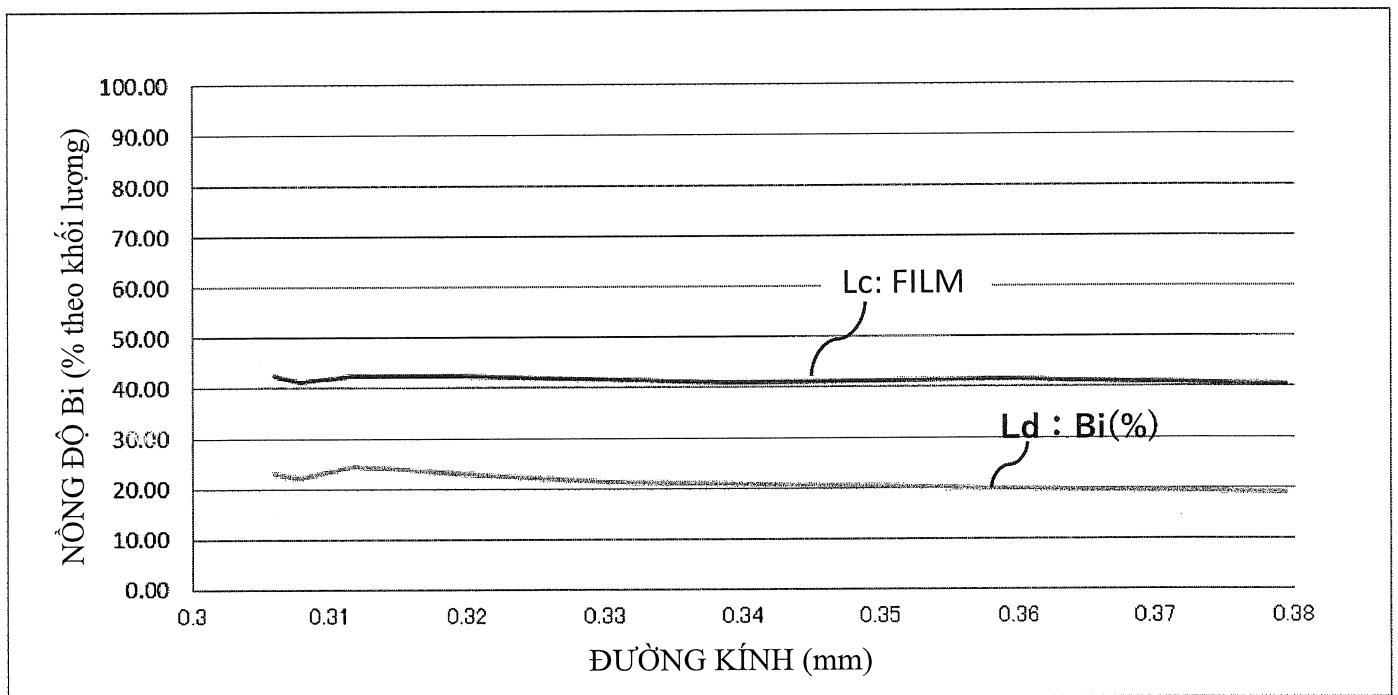
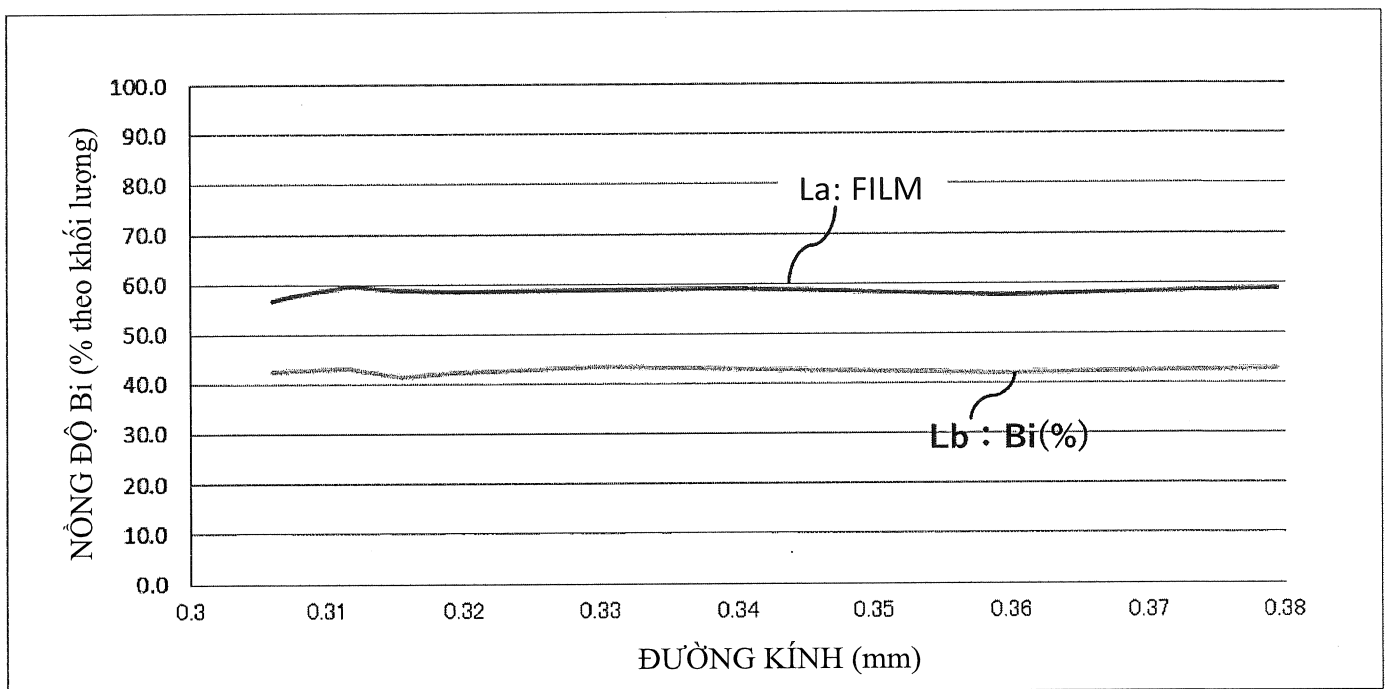


FIG.8



9/10

FIG.9



10/10

FIG.10

