



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0036924

(51)⁷ C23C 18/18; C23C 18/44; H05K 3/24; (13) B
C23C 18/18

(21) 1-2019-00946

(22) 02/08/2017

(86) PCT/JP2017/028027 02/08/2017

(87) WO 2018/066217 12/04/2018

(30) 2016-197257 05/10/2016 JP

(45) 25/09/2023 426

(43) 25/07/2019 376A

(73) KOJIMA CHEMICALS CO., LTD. (JP)

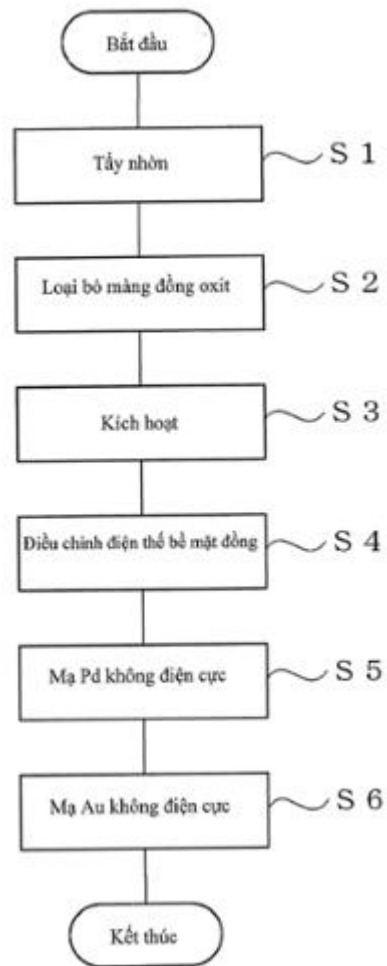
337-26 Kashiwabara, Sayama-shi, Saitama 3501335, Japan

(72) KATO, Tomohito (JP); WATANABE, Hideto (JP).

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

(54) QUY TRÌNH MẠ VÀNG/PALADI KHÔNG ĐIỆN CỰC

(57) Sáng chế đề cập đến quy trình mạ vàng/paladi không điện cực mà có thể tạo ra màng mạ paladi/vàng một cách có chọn lọc chỉ trên đồng mà không tạo ra hiện tượng kết tủa paladi bất thường thậm chí trong điện cực đơn cỡ nhỏ gọn hoặc dây có L/S hẹp. Để giải quyết vấn đề mô tả trên đây, quy trình mạ vàng/paladi không điện cực bao gồm: bước (S4) tiến hành xử lý điều chỉnh điện thế bề mặt đồng bằng cách nhúng vật liệu nền cách điện có bề mặt mà trên đó đồng đã được bố trí trong dung dịch nước chứa lưu huỳnh chứa một hoặc nhiều hợp chất lưu huỳnh được chọn từ nhóm bao gồm muối của axit thiosulfuric và thiol; bước (S5) tiến hành xử lý mạ paladi không điện cực trên vật liệu nền cách điện mà trong đó điện thế bề mặt của đồng đã được điều chỉnh để tạo ra màng mạ paladi trên đồng; và bước (S6) tiến hành xử lý mạ vàng không điện cực trên vật liệu nền cách điện mà trong đó màng mạ paladi đã được tạo ra trên đồng để tạo ra màng mạ vàng trên màng mạ paladi.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến quy trình mạ vàng/paladi không điện cực để tạo ra màng mạ paladi trên đồng và rồi sau đó tạo ra màng mạ vàng bằng kỹ thuật xử lý mạ không điện cực.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thông thường, quy trình mạ vàng/niken không điện cực được thực hiện để làm quy trình tạo ra màng mạ niken trên đồng của điện cực đồng, dây đồng và dạng dây tương tự trong lớp nền điện tử có các điện cực độc lập hoặc các dây độc lập, và tạo ra màng mạ vàng trên màng mạ niken. Trong quy trình mạ vàng/niken không điện cực này, màng mạ niken được tạo ra có độ dày là 3 μm hoặc dày hơn để ngăn chặn hiện tượng khuếch tán đồng vào bề mặt vàng, và màng mạ vàng được tạo ra có độ dày là 0,03 μm hoặc dày hơn để có được các đặc tính hoạt động ổn định.

Trong những năm gần đây, việc tăng mật độ của hệ mạch điện tử đã có tiến triển, và bắt buộc phải thu hẹp đường/khoảng cách (sau đây, gọi tắt là “L/S”) xuống vài chục micromet hoặc thấp hơn, thậm chí là 10 μm hoặc thấp hơn. Trong trường hợp L/S là vài chục micromet hoặc thấp hơn, ví dụ trong trường hợp $L/S = 30 \mu\text{m}/30 \mu\text{m}$, khi màng mạ niken bằng 3 μm được tạo ra bằng kỹ thuật xử lý mạ niken không điện cực, thì niken kết tủa một cách bất thường giữa các dây, và gây ra tình trạng mạch ngắn trong mạch điện tử. Do đó, hiện tượng kết tủa niken giữa các dây được ngăn chặn bằng cách giảm thời gian mạ bằng quy trình xử lý mạ niken không điện cực sao cho độ dày của màng mạ niken bằng 1 μm hoặc nhỏ hơn.

Tuy nhiên, trong trường hợp độ dày của màng mạ niken bằng 1 μm hoặc nhỏ hơn, khi bước xử lý mạ vàng không điện cực theo sau được tiến hành, thì một phần của màng mạ niken bị ăn mòn, và có thể xuất hiện các lỗ nhỏ chạy qua màng (hiện tượng ăn mòn niken cục bộ). Vấn đề là ở chỗ, tùy thuộc vào trạng thái của các lỗ nhỏ, đồng hoặc niken khuếch tán vào bề mặt màng mạ vàng thông qua lỗ nhỏ để tạo ra oxit của đồng hoặc oxit của niken, và dễ xảy ra sai sót khi xử lý tại thời điểm tiến hành hàn hoặc tiến hành nối dây.

Do đó, để ngăn chặn việc hình thành hiện tượng ăn mòn niken cục bộ được mô

tả trên đây, được cho rằng, bằng cách tiến hành quy trình mạ niken/paladi/vàng không điện cực được bộc lộ trong, ví dụ, tài liệu patent 1, màng mạ paladi có độ dày là 0,03 μm hoặc cao hơn được tạo ra trên màng mạ niken có độ dày là 1 μm hoặc thấp hơn, và sau đó, màng mạ vàng có độ dày là 0,03 μm hoặc cao hơn được tạo ra.

Trong quy trình mạ niken/paladi/vàng không điện cực, như được thể hiện trên Fig. 18, trước hết, bước xử lý tẩy nhòn (bước (sau đây, gọi tắt là “S”) 11) của vật liệu nền cách điện có bề mặt mà trên đó đồng đã được bố trí được tiến hành. Bước xử lý tẩy nhòn (S11) thường được tiến hành bằng cách nhúng vật liệu nền cách điện trong dung dịch axit có các thành phần chính là axit vô cơ, axit hữu cơ, và chất hoạt động bề mặt. Tiếp theo, bước xử lý khắc mòn (S12) của vật liệu nền cách điện đã trải qua bước xử lý tẩy nhòn (S11) được tiến hành để loại bỏ màng oxit trên đồng. Bước xử lý khắc mòn (S12) thường được tiến hành bằng cách nhúng vật liệu nền cách điện trong hỗn hợp dung dịch chứa muối của axit persulfuric và axit sulfuric, hỗn hợp dung dịch chứa hydro peroxit chứa nước và axit sulfuric, hoặc hỗn hợp tương tự. Sau đó, bước xử lý kích hoạt (S13) và xử lý khử muối than (S14) được tiến hành, mặc dù bước này không được mô tả trong tài liệu patent 1.

Tiếp theo, bước xử lý hấp phụ chất xúc tác paladi (S15) của vật liệu nền cách điện đã trải qua bước xử lý khử muối than (S14) được tiến hành để hấp phụ chất xúc tác paladi vào bề mặt đồng. Bước xử lý hấp phụ chất xúc tác paladi được tiến hành bằng cách nhúng vật liệu nền cách điện trong dung dịch bao gồm hợp chất paladi (sau đây, gọi tắt là “dung dịch chứa chất xúc tác paladi”). Khi quy trình mạ niken không điện cực (S16) sau đó được tiến hành, thì không xảy ra hiện tượng kết tủa niken mà paladi không tác động như chất xúc tác vào bề mặt đồng, và do đó, bước xử lý hấp phụ chất xúc tác paladi thường được coi là bước thiết yếu.

Tiếp theo, bước xử lý mạ niken không điện cực (S16), bước xử lý mạ paladi không điện cực (S17) và bước xử lý mạ vàng không điện cực (S18) của vật liệu nền cách điện đã trải qua bước xử lý hấp phụ chất xúc tác paladi được tiến hành. Do đó, màng mạ niken, màng mạ paladi và màng mạ vàng được tạo ra liên tục trên đồng của vật liệu nền cách điện.

Tuy nhiên, trong trường hợp thu hẹp hơn nữa L/S xuống 10 μm hoặc nhỏ hơn, ví

dụ trong trường hợp $L/S = 8 \mu\text{m}/8 \mu\text{m}$, khi màng mạ niken bằng $1 \mu\text{m}$ được tạo ra bằng kỹ thuật xử lý mạ niken không điện cực, thì niken kết tủa một cách bất thường giữa các dây. Trong trường hợp này, vấn đề là ở chỗ paladi và vàng cũng kết tủa trên niken đã kết tủa bất thường, và mạch điện tử trải qua tình trạng mạch ngắn.

Do đó, hình dung được việc tạo ra màng mạ paladi và màng mạ vàng một cách trực tiếp trên đồng mà không tạo ra màng mạ niken. Nói cách khác, quy trình mạ vàng/paladi không điện cực mà các quy trình trong đó bước xử lý mạ niken không điện cực (S16) không được tiến hành giữa các quy trình mạ niken/paladi/vàng không điện cực được thể hiện trên Fig. 18, điều đó có nghĩa là, hình dung được việc tiến hành các bước từ S11 đến S15 và từ S17 đến S18.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu patent

Tài liệu patent 1: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 2014-185398

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, vẫn có các nhược điểm sau đối với quy trình mạ vàng/paladi không điện cực được mô tả trên đây. (1) Trong trường hợp điện cực được bố trí trên bề mặt của vật liệu nền cách điện là điện cực đơn trong đó dây độc lập khiến cho các electron không thể chảy, và khi điện cực đơn có cỡ nhỏ gọn, khi bước xử lý hấp phụ chất xúc tác paladi (S15) được tiến hành, thì paladi có thể không bám dính vào bề mặt của điện cực đơn cỡ nhỏ gọn. Trong trường hợp này, khi bước xử lý mạ paladi không điện cực (S17) được tiến hành sau đó, phản ứng kết tủa paladi có thể không diễn ra trong điện cực đơn cỡ nhỏ gọn này, và diễn ra hiện tượng kết tủa paladi bất thường, tức là, không kết tủa paladi, tạo hạt thô các tinh thể paladi, hoặc kết tủa hỗn tạp. Do đó, trong màng phủ mạ paladi được tạo ra bởi quy trình xử lý mạ paladi không điện cực, dễ xuất hiện các lỗ nhỏ chạy qua lớp phủ. Trong trường hợp các lỗ nhỏ có trong lớp phủ mạ paladi, tùy thuộc vào trạng thái của các lỗ nhỏ, có thể xảy ra sai sót trong việc tạo ra màng mạ vàng trong bước xử lý mạ vàng không điện cực tiếp đó.

(2) Sau khi tạo ra màng mạ paladi/vàng, các thành phần điện tử được kết hợp

bằng cách tiến hành hàn, và tại thời điểm này, màng mạ paladi/vàng được gia nhiệt. Trong trường hợp các lỗ nhỏ được mô tả trên đây có trong màng mạ paladi, tùy thuộc vào trạng thái của các lỗ nhỏ, đồng sẽ khuếch tán vào bề mặt màng mạ vàng thông qua các lỗ nhỏ để tạo ra oxit của đồng, và có thể dẫn đến việc làm giảm các đặc tính kết nối dây.

Mục đích của sáng chế là đề xuất quy trình mạ vàng/paladi không điện cực mà có thể tạo ra màng mạ paladi/vàng một cách có chọn lọc chỉ trên đồng mà không hình thành hiện tượng kết tủa paladi bất thường ngay cả trong trường hợp đồng là điện cực đơn cỡ nhỏ gọn hoặc dây có L/S hẹp.

Giải quyết vấn đề

Nhờ nghiên cứu chuyên sâu, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng, bằng cách để cho hợp chất lưu huỳnh được hấp phụ trên bề mặt đồng để điều chỉnh điện thế bề mặt của đồng, màng mạ paladi/vàng có thể được tạo ra một cách có chọn lọc chỉ trên đồng.

Nói cách khác, sáng chế bao gồm quy trình mạ vàng/paladi không điện cực để tạo ra màng mạ paladi trên đồng của vật liệu nền cách điện có bề mặt mà trên đó đồng đã được bố trí và sau đó tạo ra màng mạ vàng, bằng kỹ thuật xử lý mạ không điện cực, bao gồm: bước tiến hành xử lý điều chỉnh điện thế bề mặt đồng bằng cách nhúng vật liệu nền cách điện có bề mặt mà trên đó đồng đã được bố trí trong dung dịch nước chứa lưu huỳnh chứa một hoặc nhiều hợp chất lưu huỳnh được chọn từ nhóm bao gồm muối của axit thiosulfuric và thiol; bước tiến hành xử lý mạ paladi không điện cực bằng cách nhúng vật liệu nền cách điện mà trong đó điện thế bề mặt của đồng đã được điều chỉnh trong dung dịch mạ paladi không điện cực để tạo ra màng mạ paladi trên đồng; và bước tiến hành xử lý mạ vàng không điện cực bằng cách nhúng vật liệu nền cách điện mà trong đó màng mạ paladi đã được tạo ra trên đồng trong dung dịch mạ vàng không điện cực để tạo ra màng mạ vàng trên màng mạ paladi.

Tốt hơn là muối của axit thiosulfuric là natri thiosulfat hoặc kali thiosulfat.

Tốt hơn là thiol là một hoặc nhiều hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm axit thiomalic, thiouraxil và thioure.

Tốt hơn là dung dịch nước chứa lưu huỳnh chứa hợp chất paladi ở khoảng nồng độ bằng 10 mg/L hoặc thấp hơn.

Tốt hơn là quy trình mạ vàng/paladi không điện cực bao gồm, trước bước tiến hành xử lý điều chỉnh điện thế bề mặt, bước tiến hành xử lý tẩy nhồn bằng cách nhúng vật liệu nền cách điện có bề mặt mà trên đó đồng đã được bố trí trong dung dịch tẩy nhồn trung tính, trong đó dung dịch tẩy nhồn trung tính này chứa axit thioglycolic với lượng nằm trong khoảng từ 20 đến 40 g/L, natri gluconat với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 5 g/L, và chất hoạt động bề mặt không ion với lượng nằm trong khoảng từ 0,05 đến 0,1 g/L, và độ pH của dung dịch tẩy nhồn trung tính nằm trong khoảng từ 5,0 đến 7,0.

Tốt hơn là quy trình mạ vàng/paladi không điện cực bao gồm, trước bước tiến hành xử lý điều chỉnh điện thế bề mặt, bước tiến hành xử lý loại bỏ màng đồng oxit bằng cách nhúng vật liệu nền cách điện có bề mặt mà trên đó đồng đã được bố trí trong dung dịch loại bỏ màng đồng oxit, trong đó dung dịch loại bỏ màng đồng oxit chứa thioglycol với lượng nằm trong khoảng từ 2,5 đến 12,5 g/L và chất hoạt động bề mặt không ion với lượng nằm trong khoảng từ 1,25 đến 2,5 g/L, và độ pH của dung dịch loại bỏ màng đồng oxit nằm trong khoảng từ 5,0 đến 7,0.

Trong quy trình mạ vàng/paladi không điện cực, tốt hơn là quy trình xử lý mạ paladi không điện cực được thực hiện bằng kỹ thuật mạ kiểu khử.

Trong quy trình mạ vàng/paladi không điện cực, tốt hơn là quy trình xử lý mạ vàng không điện cực được thực hiện bằng kỹ thuật mạ kiểu khử.

Hiệu quả thực hiện sáng chế

Trong quy trình mạ vàng/paladi không điện cực theo sáng chế, do thực tế là hợp chất lưu huỳnh được hấp phụ trên bề mặt đồng bằng cách xử lý điều chỉnh điện thế bề mặt đồng, nên điện thế bề mặt của đồng được điều chỉnh thành điện thế mang lại sự kết tủa dễ dàng cho paladi. Do đó, trong trường hợp bước xử lý mạ paladi không điện cực tiếp đó, có thể chỉ kết tủa nhân paladi trên đồng. Do đó, theo quy trình mạ vàng/paladi không điện cực, có thể tạo ra màng mạ paladi/vàng một cách có chọn lọc chỉ trên đồng mà không tạo ra màng mạ trên vật liệu nền cách điện.

Ngoài ra, ngay cả trong trường hợp đồng là điện cực đơn cỡ nhỏ gọn hoặc dây có L/S hẹp, do thực tế là điện thế bề mặt của đồng dễ dàng được điều chỉnh bằng cách hấp phụ hợp chất lưu huỳnh, nên màng mạ paladi/vàng có thể dễ dàng được tạo ra trên đồng

mà không xuất hiện hiện tượng kết tủa paladi bất thường trong trường hợp xử lý mạ paladi không điện cực.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig. 1 là biểu đồ tiến độ thể hiện quy trình mạ vàng/paladi không điện cực theo phương án của sáng chế.

Fig. 2 là hình ảnh SEM của bề mặt đồng trước khi trải qua bước tẩy nhòn.

Fig. 3 là hình ảnh SEM của bề mặt đồng sau khi trải qua bước tẩy nhòn sử dụng dung dịch axit.

Fig. 4 là hình ảnh SEM của bề mặt đồng sau khi trải qua bước tẩy nhòn bằng cách sử dụng dung dịch tẩy nhòn trung tính.

Fig. 5 là biểu đồ thể hiện các kết quả phân tích AFM của bề mặt đồng trước khi trải qua bước loại bỏ màng đồng oxit.

Fig. 6 là biểu đồ thể hiện các kết quả phân tích AFM của bề mặt đồng sau khi trải qua bước loại bỏ màng đồng oxit sử dụng hỗn hợp dung dịch axit sulfuric.

Fig. 7 là hình ảnh SEM của bề mặt đồng sau khi trải qua bước loại bỏ màng đồng oxit sử dụng dung dịch loại bỏ màng đồng oxit.

Fig. 8 là hình ảnh SEM của bề mặt màng mạ paladi đã trải qua bước mạ paladi không điện cực sau khi xử lý hấp phụ chất xúc tác paladi.

Fig. 9 là hình ảnh SEM của bề mặt màng mạ paladi đã trải qua bước mạ paladi không điện cực sau bước điều chỉnh điện thế bề mặt đồng.

Fig. 10 là hình ảnh SEM của mặt cắt ngang của màng mạ paladi đã trải qua bước mạ paladi không điện cực sau bước điều chỉnh điện thế bề mặt đồng.

Fig. 11 là biểu đồ thể hiện các kết quả phân tích yếu tố bề mặt của màng mạ paladi đã trải qua bước mạ paladi không điện cực sau bước điều chỉnh điện thế bề mặt đồng.

Fig. 12 là biểu đồ thể hiện các kết quả phân tích theo chiều sâu của màng mạ paladi đã trải qua bước mạ paladi không điện cực sau bước điều chỉnh điện thế bề mặt đồng.

Fig. 13 là hình ảnh SEM của bề mặt của màng mạ paladi/vàng thu được trong quy trình ở ví dụ 3.

Fig. 14 là hình ảnh SEM của bề mặt của màng mạ niken/paladi/vàng thu được trong quy trình ở ví dụ tham khảo 2.

Fig. 15 là biểu đồ thể hiện độ bền kết nối dây trong trường hợp các dây vàng được nối với màng mạ thu được bằng các quy trình ở ví dụ 3, ví dụ tham khảo 1 và ví dụ tham khảo 2.

Fig. 16 là biểu đồ thể hiện độ bền kết nối dây trong trường hợp dây bạc được nối với màng mạ thu được bằng các quy trình ở ví dụ 3, ví dụ tham khảo 1 và ví dụ tham khảo 2.

Fig. 17 là biểu đồ thể hiện độ bền kết nối dây trong trường hợp dây đồng được nối với màng mạ thu được bằng các quy trình trong ví dụ 3, ví dụ tham khảo 1 và ví dụ tham khảo 2.

Fig. 18 là biểu đồ tiến độ thể hiện các quy trình mạ niken/paladi/vàng không điện cực theo tình trạng kỹ thuật trước đó.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, các phương án về quy trình mạ vàng/paladi không điện cực theo sáng chế sẽ được mô tả. Các quy trình mạ vàng/paladi không điện cực theo phương án này là quy trình để tạo ra màng mạ paladi một cách trực tiếp trên đồng của điện cực, dây hoặc dạng tương tự được bố trí trên bề mặt của vật liệu nền cách điện làm từ nhựa cách điện, ví dụ, nhựa epoxy, và nhựa phenol, và ngoài ra, tạo ra màng mạ vàng trên màng mạ paladi.

Như được thể hiện trong biểu đồ tiến độ trên Fig. 1, quy trình mạ vàng/paladi không điện cực bao gồm bước tẩy nhòn (bước (S1)), bước loại bỏ màng đồng oxit (S2), bước kích hoạt (S3), bước điều chỉnh điện thế bề mặt đồng (S4), bước mạ paladi (Pd) không điện cực (S5), và bước mạ vàng (Au) không điện cực (S6). Sau đây, mỗi một bước trong các bước này sẽ được mô tả. Bước rửa bằng nước và sấy khô có thể được tiến hành giữa các bước này nếu cần. Ngoài ra, sau bước mạ paladi không điện cực (S5) và bước mạ vàng không điện cực (S6), bước xử lý nhiệt có thể được tiến hành nếu cần.

1. Bước tẩy nhòn (S1)

Trong bước tẩy nhòn (S1), dầu và chất béo bám dính vào bề mặt của đồng hoặc vật liệu nền cách điện được loại bỏ. Bước tẩy nhòn (S1) cũng có thể được tiến hành

bằng cách sử dụng dung dịch axit như là quy trình mạ vàng/paladi không điện cực thông thường; tuy nhiên, tốt hơn là sử dụng dung dịch tẩy nhòen trung tính để ngăn chặn tình trạng nhám xuất hiện trên bề mặt đồng. Dung dịch tẩy nhòen trung tính được mô tả trên đây là dung dịch nước chứa axit thiodiglycolic với lượng nằm trong khoảng từ 20 đến 40 g/L, natri gluconat với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 5 g/L, và chất hoạt động bề mặt không ion với lượng nằm trong khoảng từ 0,05 đến 0,1 g/L, và độ pH nằm trong khoảng từ 5,0 đến 7,0. Bước tẩy nhòen (S1) có thể được tiến hành, ví dụ, bằng cách nhúng vật liệu nền cách điện có bề mặt mà trên đó đồng đã được bố trí trong dung dịch tẩy nhòen trung tính được mô tả trên đây ở nhiệt độ từ 30 đến 50°C trong thời gian từ 1 đến 10 phút.

Fig. 2 là hình ảnh SEM (phóng đại gấp 10 nghìn lần) của bề mặt đồng trước khi trải qua bước tẩy nhòen (S1) được quan sát bởi kính hiển vi điện tử quét kiểu phát xạ trường (field-emission type scanning electron microscope: FE-SEM), và Fig. 3 là hình ảnh SEM (phóng đại gấp 10 nghìn lần) bằng cách quan sát bề mặt đồng sau khi trải qua bước tẩy nhòen (S1) bằng cách sử dụng dung dịch axit được sử dụng trong quy trình mạ theo tình trạng kỹ thuật, và Fig. 4 là hình ảnh SEM (phóng đại gấp 10 nghìn lần) bằng cách quan sát bề mặt đồng sau khi trải qua bước tẩy nhòen (S1) bằng cách sử dụng dung dịch tẩy nhòen trung tính được mô tả trên đây. Dung dịch nước chứa axit thiodiglycolic với lượng nằm trong khoảng từ 20 đến 40 g/L, axit phosphoric với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 5 g/L, và chất hoạt động bề mặt không ion với lượng nằm trong khoảng từ 0,05 đến 0,1 g/L, và độ pH nằm trong khoảng từ 0,5 đến 1,0 được sử dụng làm dung dịch axit được mô tả trên đây.

Khi so sánh với bề mặt đồng trước khi trải qua bước tẩy nhòen (S1) được thể hiện trên Fig. 1, theo Fig. 3, rõ ràng là theo bước tẩy nhòen (S1) sử dụng dung dịch axit được mô tả trên đây, xuất hiện tình trạng nhám trên bề mặt đồng. Dựa vào thực tế này, được cho rằng đồng đã được hòa tan một cách không đồng nhất trên bề mặt của màng đồng. Trong trường hợp tình trạng nhám như vậy xuất hiện trên bề mặt đồng, khả năng tạo màng của màng này trong bước mạ paladi không điện cực (S5) tiếp đó hoặc bước mạ vàng không điện cực (S6) có thể bị ảnh hưởng. Mặt khác, theo Fig. 4, rõ ràng là theo bước tẩy nhòen (S2) sử dụng dung dịch tẩy nhòen trung tính được mô tả trên đây, không

có sự thay đổi chủ yếu trên trạng thái bề mặt khi so với bề mặt đồng trước khi trải qua bước tẩy nhòn (S1) được thể hiện trên Fig. 1, và tình trạng nhám không xuất hiện trên bề mặt đồng. Do đó, trong bước tẩy nhòn (S2), rõ ràng là việc sử dụng dung dịch tẩy nhòn trung tính được mô tả trên đây được ưu tiên hơn so với việc sử dụng dung dịch axit được mô tả trên đây.

2. Bước loại bỏ màng đồng oxit (S2)

Trong bước loại bỏ màng đồng oxit (S2), màng đồng oxit bao phủ bề mặt đồng được loại bỏ. Bước loại bỏ màng đồng oxit (S2) cũng có thể được tiến hành bằng cách sử dụng hỗn hợp dung dịch chứa muối của axit persulfuric và axit sulfuric cũng như hỗn hợp dung dịch chứa hydro peroxit chứa nước và axit sulfuric như là quy trình mạ vàng/paladi không điện cực thông thường; tuy nhiên, không chỉ màng đồng oxit được loại bỏ, mà còn cả tình trạng nhám có thể xuất hiện trên bề mặt đồng bằng cách rửa giải chính bản thân đồng. Do đó, trong bước loại bỏ màng đồng oxit (S2), tốt hơn là sử dụng dung dịch loại bỏ màng đồng oxit mà có thể loại bỏ màng đồng oxit nhưng lại không rửa giải đồng. Dung dịch loại bỏ màng đồng oxit được mô tả trên đây là dung dịch nước chứa thioglycol với lượng nằm trong khoảng từ 2,5 đến 12,5 g/L và chất hoạt động bề mặt không ion với lượng nằm trong khoảng từ 1,25 đến 2,5 g/L, và độ pH nằm trong khoảng từ 5,0 đến 7,0. Bước loại bỏ màng đồng oxit (S2) có thể được tiến hành, ví dụ, bằng cách nhúng vật liệu nền cách điện đã trải qua bước tẩy nhòn trong dung dịch loại bỏ màng đồng oxit được mô tả trên đây ở khoảng nhiệt độ trong phòng trong thời gian từ 30 giây đến 5 phút.

Fig. 5 là hình ảnh AFM bằng cách quan sát bề mặt đồng trước khi trải qua bước loại bỏ màng đồng oxit (S2) với kính hiển vi lực nguyên tử (atomic force microscope-AFM), và Fig. 6 là hình ảnh AFM bằng cách quan sát bề mặt đồng sau khi trải qua bước loại bỏ màng đồng oxit (S2) sử dụng hỗn hợp dung dịch axit sulfuric được sử dụng trong quy trình mạ theo tình trạng kỹ thuật, và Fig. 7 là hình ảnh AFM bằng cách quan sát bề mặt đồng sau khi trải qua bước loại bỏ màng đồng oxit (S2) sử dụng dung dịch loại bỏ màng đồng oxit được mô tả trên đây. Dung dịch nước chứa natri persulfat với lượng là 125 g/L và axit sulfuric với lượng là 18,4 g/L, và độ pH nằm trong khoảng từ 0,5 đến 0,8 được sử dụng để làm hỗn hợp dung dịch axit sulfuric được mô tả trên đây.

Theo Fig. 6, rõ ràng theo bước loại bỏ màng đồng oxit (S2) sử dụng hỗn hợp dung dịch axit sulfuric được mô tả trên đây, khi so với bề mặt đồng trước khi trải qua bước loại bỏ màng đồng oxit (S2) được thể hiện trên Fig. 5, tình trạng không nhẵn trên bề mặt đồng trở nên lớn hơn, và tình trạng nhám xuất hiện trên bề mặt đồng. Được cho rằng đồng trên bề mặt của màng đồng đã được hòa tan một cách không đồng nhất. Trái ngược với điều này, theo Fig. 7, rõ ràng theo bước loại bỏ màng đồng oxit (S2) sử dụng dung dịch loại bỏ màng đồng oxit được mô tả trên đây, không có sự thay đổi chủ yếu ở trạng thái bề mặt khi so với bề mặt đồng trước khi trải qua bước loại bỏ màng đồng oxit (S2) được thể hiện trên Fig. 5, và tình trạng nhám không xuất hiện trên bề mặt đồng. Do đó, trong bước loại bỏ màng đồng oxit (S2), rõ ràng là việc sử dụng dung dịch loại bỏ màng đồng oxit được mô tả trên đây được ưu tiên hơn so với việc sử dụng hỗn hợp dung dịch bao gồm axit sulfuric được mô tả trên đây.

3. Bước kích hoạt (S3)

Trong bước kích hoạt (S3), muội than và dạng tương tự bám dính vào bề mặt đồng được loại bỏ bằng cách nhúng vật liệu nền cách điện mà màng đồng oxit đã được loại bỏ khỏi đó trong dung dịch axit sulfuric ở nồng độ nằm trong khoảng từ 5 đến 10% trọng lượng. Muội than là chất màu đen ở dạng bột mịn thu được từ bước loại bỏ màng đồng oxit được mô tả trên đây. Bước kích hoạt (S3) có thể được tiến hành, ví dụ, bằng cách nhúng vật liệu nền cách điện trong dung dịch axit sulfuric ở nhiệt độ trong phòng trong thời gian từ 30 giây đến 5 phút.

4. Bước điều chỉnh điện thế bề mặt đồng (S4)

Trong bước điều chỉnh điện thế bề mặt đồng (S4), hợp chất lưu huỳnh được bám dính vào bề mặt đồng bằng cách nhúng vật liệu nền cách điện đã được kích hoạt trong dung dịch nước chứa lưu huỳnh, và vì thế, điện thế bề mặt của đồng được điều chỉnh. Dung dịch nước chứa lưu huỳnh được mô tả trên đây chứa một hoặc nhiều hợp chất lưu huỳnh được chọn từ nhóm bao gồm muối của axit thiosulfuric và thiol. Muối của axit thiosulfuric là natri thiosulfat hoặc kali thiosulfat. Thiol là một hoặc nhiều hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm axit thiomalic, thiouraxil và thioure.

Bước điều chỉnh điện thế bề mặt đồng (S4) được tiến hành bằng cách nhúng vật liệu nền cách điện đã được kích hoạt được mô tả trên đây trong dung dịch nước chứa

lưu huỳnh được mô tả trên đây, ví dụ, ở nhiệt độ từ 40 đến 80°C trong thời gian từ 30 giây đến 10 phút. Khi vật liệu nền cách điện đã được kích hoạt được mô tả trên đây được nhúng trong dung dịch nước chứa lưu huỳnh được mô tả trên đây, hợp chất lưu huỳnh được chứa trong dung dịch nước chứa lưu huỳnh được mô tả trên đây được hấp phụ trên bề mặt đồng, và điện thế bề mặt đồng được điều chỉnh thành điện thế mà mang lại sự kết tủa dễ dàng cho paladi trong bước mạ paladi không điện cực (S5) tiếp đó.

Tốt hơn là dung dịch nước chứa lưu huỳnh chứa hợp chất lưu huỳnh được mô tả trên đây với lượng nằm trong khoảng từ 0,001 mol/L hoặc cao hơn đến 0,1 mol/L hoặc thấp hơn. Bằng cách thiết lập hàm lượng của hợp chất lưu huỳnh được mô tả trên đây là 0,001 mol/L hoặc cao hơn, hợp chất lưu huỳnh được mô tả trên đây có thể dễ dàng được hấp phụ trên bề mặt đồng, ngay cả trong trường hợp đích cần mạ là điện cực đơn cỡ nhỏ gọn hoặc dây có L/S hẹp. Ngoài ra, không thể có được tác dụng khác ngay cả trong trường hợp hàm lượng của hợp chất lưu huỳnh được mô tả trên đây vượt quá 0,1 mol/L. Đối với dung dịch nước chứa lưu huỳnh, tốt hơn nữa là hàm lượng của hợp chất lưu huỳnh được mô tả trên đây nằm trong khoảng từ 0,005 mol/L hoặc cao hơn đến 0,05 mol/L hoặc thấp hơn, và bằng cách thiết lập hàm lượng nằm trong khoảng này, có thể tiến hành bước điều chỉnh điện thế bề mặt được mô tả trên đây một cách dễ dàng.

Dung dịch nước chứa lưu huỳnh được mô tả trên đây có thể bao gồm các thành phần khác nhau như chất tạo phức và chất biến đổi độ pH ngoài hợp chất lưu huỳnh được mô tả trên đây.

Dưới dạng chất tạo phức, có thể sử dụng các chất tạo phức thông thường đã được biết đến khác nhau, ngoài axit etylenđiamintetraaxetic dikali và axit malonic. Trong trường hợp sử dụng axit etylenđiamintetraaxetic dikali làm chất tạo phức, tốt hơn là hàm lượng của axit etylenđiamintetraaxetic dikali trong dung dịch mạ xử lý sơ bộ nằm trong khoảng từ 0,01 mol/L hoặc cao hơn đến 1 mol/L hoặc thấp hơn. Trong trường hợp sử dụng axit malonic làm chất tạo phức, tốt hơn là hàm lượng của axit malonic trong dung dịch nước chứa lưu huỳnh nằm trong khoảng từ 0,01 mol/L hoặc cao hơn đến 0,1 mol/L hoặc thấp hơn. Trong trường hợp sử dụng axit etylenđiamintetraaxetic dikali hoặc axit malonic làm chất tạo phức, có thể cải thiện về bên ngoài hoặc tông màu của màng mạ paladi trong bước mạ paladi không điện cực (S5) tiếp đó.

Để làm chất biến đổi độ pH, có thể sử dụng các chất biến đổi độ pH thông thường đã được biết đến khác nhau. Tốt hơn là dung dịch nước chứa lưu huỳnh được điều chỉnh đến độ pH nằm trong khoảng từ 4 đến 8 bằng cách bổ sung chất biến đổi độ pH, và tốt hơn nữa là độ pH của dung dịch nước chứa lưu huỳnh nằm trong khoảng từ 6,5 đến 7,5. Bằng cách điều chỉnh độ pH của dung dịch nước chứa lưu huỳnh nằm trong khoảng được mô tả trên đây, có thể tiến hành bước điều chỉnh điện thế bề mặt được mô tả trên đây một cách dễ dàng.

5. Bước mạ paladi không điện cực (S5)

Tiếp theo, trong bước mạ paladi không điện cực, việc xử lý mạ paladi không điện cực được tiến hành bằng cách nhúng vật liệu nền cách điện mà trong đó điện thế bề mặt của đồng đã được điều chỉnh trong dung dịch mạ paladi không điện cực để tạo ra màng mạ paladi trên đồng. Khi quy trình xử lý mạ paladi không điện cực là mạ dịch chuyển, bề mặt đồng trở nên nhám do sự rửa giải của đồng, và do đó tốt hơn là quy trình xử lý mạ paladi không điện cực được thực hiện bằng kỹ thuật mạ kiểu khử (mạ kiểu tự xúc tác).

Trong trường hợp tiến hành xử lý mạ paladi không điện cực kiểu khử, có thể sử dụng dung dịch mạ paladi không điện cực bao gồm hợp chất paladi tan trong nước, etylen diamine, natri format làm chất khử, và axit etylen diamine tetraacetate dikali làm chất chelat hóa, chẳng hạn.

Bước mạ paladi không điện cực (S5) được tiến hành bằng cách nhúng vật liệu nền cách điện được mô tả trên đây trong đó điện thế bề mặt của đồng đã được điều chỉnh trong dung dịch mạ paladi không điện cực được mô tả trên đây, ví dụ, ở nhiệt độ từ 50 đến 90°C với độ pH nằm trong khoảng từ 4 đến 6, và có thể điều chỉnh độ dày màng của màng mạ paladi bởi thời gian nhúng. Trong vật liệu nền cách điện được nhúng trong dung dịch mạ paladi không điện cực được mô tả trên đây, điện thế bề mặt của đồng đã được điều chỉnh bằng bước điều chỉnh điện thế bề mặt đồng (S4) thành điện thế mang lại sự kết tủa dễ dàng cho paladi, và do đó có thể kết tủa paladi một cách có chọn lọc chỉ trên bề mặt đồng để tạo ra màng mạ paladi.

Ngoài ra, do thực tế là sự rửa giải đồng đã được ngăn chặn trong bước điều chỉnh điện thế bề mặt đồng (S4), nên khi bước mạ paladi không điện cực (S5) được tiến hành,

có thể ngăn chặn sự xuất hiện các lỗ nhỏ hoặc khoảng trống trong màng mạ paladi được tạo ra trên đồng.

Fig. 8 là hình ảnh SEM (phóng đại gấp 5000 lần) được quan sát bởi FE-SEM của bề mặt của màng mạ paladi được tạo ra trên đồng bằng cách đưa vào bước mạ paladi không điện cực (S5) sau khi xử lý hấp phụ chất xúc tác paladi (S15). Theo Fig. 8, rõ ràng là nhiều lỗ nhỏ đã xuất hiện trên màng mạ paladi, và đường kính lỗ của lỗ nhỏ này là lớn. Trái ngược với điều này, Fig. 9 là hình ảnh SEM (phóng đại gấp 5000 lần) bằng cách quan sát bề mặt của màng mạ paladi được tạo ra trên đồng bằng cách đưa vào bước mạ paladi không điện cực (S5) sau bước điều chỉnh điện thế bề mặt đồng (S4), và Fig. 10 là hình ảnh SEM (phóng đại gấp 30 nghìn lần) bằng cách quan sát mặt cắt ngang của nó. Theo Fig. 9 và Fig. 10, rõ ràng là các lỗ nhỏ xuất hiện trong màng mạ paladi 2 được tạo ra trên đồng 1 với số lượng rất nhỏ, và ngoài ra, đường kính lỗ nhỏ hơn so với đường kính lỗ của các lỗ nhỏ được quan sát trên Fig. 8.

Ngoài ra, ngay cả trong trường hợp diện tích bề mặt của đồng là hẹp, ví dụ như trong điện cực đơn cỡ nhỏ gọn hoặc dây có L/S hẹp, điện thế bề mặt của đồng được điều chỉnh bằng cách cho hợp chất lưu huỳnh bám dính vào bề mặt đồng của hợp chất lưu huỳnh thành điện thế mang lại sự kết tủa dễ dàng cho paladi, và do đó, không diễn ra hiện tượng kết tủa paladi bất thường, và có thể tạo ra màng mạ paladi trên đồng một cách dễ dàng.

6. Bước mạ vàng không điện cực (S6)

Tiếp theo, trong bước mạ vàng không điện cực, việc xử lý mạ vàng không điện cực được tiến hành bằng cách nhúng vật liệu nền cách điện mà trong đó màng mạ paladi đã được tạo ra trên đồng trong dung dịch mạ vàng không điện cực, và màng mạ vàng được tạo ra trên màng mạ paladi. Khi quy trình xử lý mạ vàng không điện cực là mạ dịch chuyển, bề mặt màng mạ paladi trở nên nhám do sự rửa giải của paladi, và do đó tốt hơn là quy trình xử lý mạ vàng không điện cực được tiến hành bằng kỹ thuật mạ kiểu khử (mạ kiểu tự xúc tác).

Trong trường hợp tiến hành bước xử lý mạ vàng không điện cực kiểu khử, có thể sử dụng dung dịch mạ vàng không điện cực bao gồm hợp chất vàng tan trong nước, axit xitric hoặc muối của nó, axit etylendiamintetraaxetic hoặc muối của nó,

hexametylentetramin làm chất khử, cũng như polyamin chuỗi có nhóm alkyl có 3 hoặc nhiều hơn 3 nguyên tử cacbon và 3 hoặc nhiều hơn 3 nhóm amino, chẳng hạn.

Bước mạ vàng không điện cực được tiến hành bằng cách nhúng vật liệu nền cách điện mà trong đó màng mạ paladi đã được tạo ra trên đồng trong dung dịch mạ vàng không điện cực được mô tả trên đây, ví dụ, ở nhiệt độ từ 40 đến 90°C với độ pH nằm trong khoảng từ 7,5 đến 9,0, và có thể điều chỉnh độ dày màng của màng mạ vàng bởi thời gian nhúng. Trong vật liệu nền cách điện được nhúng trong dung dịch mạ vàng không điện cực được mô tả trên đây, có thể kết tủa vàng một cách có chọn lọc chỉ trên bề mặt màng mạ paladi được tạo ra trên đồng để tạo ra màng mạ vàng. Tại thời điểm này, do thực tế là màng mạ paladi chưa được tạo ra trên vật liệu nền cách điện, nên màng mạ vàng không được tạo ra trên vật liệu nền cách điện.

Như được mô tả trên đây, theo quy trình mạ vàng/paladi không điện cực theo phương án của sáng chế, điện thế bề mặt của đồng được điều chỉnh bằng bước điều chỉnh điện thế bề mặt (S4) thành điện thế mang lại sự kết tủa dễ dàng cho paladi. Do đó, trong bước mạ paladi không điện cực (S5), có thể tạo ra màng mạ paladi một cách có chọn lọc chỉ trên đồng mà không tạo ra màng mạ paladi trên vật liệu nền cách điện. Sau đó, khi bước mạ vàng không điện cực (S6) được tiến hành, từ đó, có thể tạo ra màng mạ paladi/vàng một cách có chọn lọc chỉ trên đồng, và có thể ngăn chặn việc tạo ra màng mạ paladi hoặc màng mạ vàng trên vật liệu nền cách điện.

Do đó, ví dụ, bằng cách tiến hành quy trình mạ vàng/paladi không điện cực theo phương án của sáng chế trên dây đồng có $L/S = 10 \mu\text{m}/10 \mu\text{m}$ đã được bố trí trên vật liệu nền cách điện, có thể tạo ra màng mạ paladi/vàng một cách có chọn lọc chỉ trên dây đồng mà không tạo ra màng mạ paladi hoặc màng mạ vàng trên vật liệu nền cách điện, và do đó có thể ngăn chặn tình trạng mạch ngắn giữa các dây đồng. Nói cách khác, theo quy trình mạ vàng/paladi không điện cực theo phương án của sáng chế, ngay cả trong trường hợp đích cần mạ là điện cực đơn cỡ nhỏ gọn hoặc dây có L/S hẹp, có thể tạo ra màng mạ paladi/vàng một cách có chọn lọc chỉ trên đồng mà không tạo ra màng mạ trên vật liệu nền cách điện.

Ngoài ra, trong quy trình mạ vàng/paladi không điện cực theo phương án của sáng chế, điện thế bề mặt của đồng được điều chỉnh bằng bước điều chỉnh điện thế bề

mặt (S4) thành điện thế mang lại sự kết tủa dễ dàng cho paladi, và do đó ngay cả trong trường hợp đích cần mạ là điện cực đơn cỡ nhỏ gọn hoặc dây có L/S hẹp, không xảy ra hiện tượng kết tủa paladi bất thường, và có thể tạo ra màng mạ paladi/vàng một cách dễ dàng.

Ngoài ra, trong quy trình mạ vàng/paladi không điện cực theo phương án của sáng chế, do thực tế là sự rửa giải đồng được ngăn chặn trong mỗi một bước trong các bước từ S1 đến S4, nên trong bước mạ paladi không điện cực (S5) có thể thu được màng mạ paladi có số lượng các lỗ nhỏ hoặc khoảng trống rất nhỏ.

Ngoài ra, dung dịch nước chứa lưu huỳnh được sử dụng trong bước điều chỉnh điện thế bề mặt (S4) còn có thể bao gồm một chất có thể hoạt động như chất xúc tác trong bước mạ paladi không điện cực (S5) tiếp đó, và ví dụ, có thể bao gồm hợp chất paladi. Sáng chế đề cập đến hợp chất paladi như paladi clorua, paladi sulfat, paladi bromua, paladi axetat, và paladi nitrat để làm hợp chất paladi được mô tả trên đây.

Trong trường hợp sử dụng dung dịch nước chứa lưu huỳnh bao gồm hợp chất paladi trong bước điều chỉnh điện thế bề mặt, khi vật liệu nền cách điện đã được kích hoạt được mô tả trên đây được nhúng trong dung dịch nước chứa lưu huỳnh, paladi thu được từ hợp chất paladi có trong dung dịch nước chứa lưu huỳnh được mô tả trên đây bám dính một cách có chọn lọc vào bề mặt đồng. Điều này do thực tế là trong bước mạ paladi không điện cực (S5), điện thế bề mặt của đồng được điều chỉnh bằng cách hấp phụ hợp chất lưu huỳnh trên bề mặt đồng thành điện thế mang lại sự kết tủa dễ dàng cho paladi. Sau đó, khi bước mạ paladi không điện cực (S5) được tiến hành, bằng cách sử dụng chất xúc tác paladi bám dính trên bề mặt đồng làm nhân, có thể kết tủa paladi một cách có chọn lọc chỉ trên bề mặt đồng để tạo ra màng mạ paladi. Do đó, trong trường hợp hợp chất paladi được bổ sung vào dung dịch nước chứa lưu huỳnh, bằng cách xử lý mạ tiếp đó, có thể tạo ra màng mạ paladi/vàng một cách có chọn lọc chỉ trên đồng ngay cả trong trường hợp đích cần mạ là dây đồng rất lớn như $L/S=30\text{ }\mu\text{m}/30\text{ }\mu\text{m}$ hoặc điện cực đơn cỡ cực nhỏ làm từ đồng như 0,5 mm vuông.

Trong trường hợp dung dịch nước chứa lưu huỳnh chứa hợp chất paladi được mô tả trên đây, tốt hơn là hàm lượng của hợp chất paladi được mô tả trên đây là 10 mg/L hoặc thấp hơn. Mặc dù có thể thu được tác dụng của hợp chất paladi ngay cả trong

trường hợp hàm lượng của hợp chất paladi là lượng nhỏ, khi hàm lượng của hợp chất paladi vượt quá 10 mg/L, đồng có thể được rửa giải kèm theo sự bám dính của paladi trên đồng, như được mô tả trên đây.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sau đây, sáng chế được mô tả cụ thể trên cơ sở của các ví dụ và dạng tương tự.

Ví dụ 1

Trong ví dụ này, trong số các quy trình mạ vàng/paladi không điện cực theo phương án của sáng chế, bằng cách tiến hành bước tẩy nhò (S1), bước loại bỏ màng đồng oxit (S2), bước kích hoạt (S3), bước điều chỉnh điện thế bề mặt đồng (S4) và bước mạ paladi không điện cực (S5) trên vật liệu nền cách điện mà trên đó bố trí điện cực đồng (điện cực đơn) có kích cỡ khác nhau bất kỳ từ 0,5 đến 4 mm vuông, màng mạ paladi được tạo ra trên điện cực đồng. Trong bước tẩy nhò (S1), dung dịch tẩy nhò trung tính được mô tả trên đây được sử dụng. Trong bước loại bỏ màng đồng oxit (S2), dung dịch loại bỏ màng đồng oxit được mô tả trên đây được sử dụng. Trong bước điều chỉnh điện thế bề mặt (S4), dung dịch nước chứa lưu huỳnh được mô tả trên đây không chứa hợp chất paladi được sử dụng. Trong bước mạ paladi không điện cực (S5), màng mạ paladi có độ dày là 0,1 μm được tạo ra, và sau đó, trải qua bước xử lý nhiệt ở nhiệt độ 175°C trong 4 giờ.

Ví dụ 2

Trong ví dụ này, như trong ví dụ 1, mỗi một bước trong các bước từ S1 đến S5 được mô tả trên đây được tiến hành, ngoại trừ là dung dịch nước chứa lưu huỳnh chứa hợp chất paladi với lượng 10 mg/L được sử dụng trong bước điều chỉnh điện thế bề mặt (S4).

Ví dụ so sánh 1

Trong ví dụ so sánh này, trong số các quy trình mạ vàng/paladi không điện cực theo tình trạng kỹ thuật, mỗi một bước trong các bước xử lý từ S11 đến S15 và S17 được tiến hành tuần tự. Trong bước xử lý tẩy nhò (S11), dung dịch axit được mô tả trên đây được sử dụng. Trong bước xử lý khắc mòn (S12), hỗn hợp dung dịch chứa 3, 3'-dithiobis(axit 1-propansulfonic natri) và axit sulfuric được sử dụng. Trong bước xử lý hấp phụ chất xúc tác paladi (S15), dung dịch chứa chất xúc tác paladi bao gồm hợp chất

paladi với lượng 30 mg/L và các ion sulfat được sử dụng. Quy trình xử lý mạ paladi không điện cực (S17) được thực hiện như là bước mạ paladi không điện cực (S5) của ví dụ 1.

Đánh giá

Bằng cách quan sát bằng mắt thường các tính chất màng của các màng mạ paladi lần lượt thu được bằng quy trình mạ vàng/paladi không điện cực trong ví dụ 1 và 2, và ví dụ so sánh 1 với kính hiển vi kim loại, màng mạ paladi được xác định xem màng mạ paladi là tốt hay kém. Các kết quả được thể hiện trong bảng 1. Chỉ tiêu đánh giá trong bảng 1 là như sau.

Tốt... toàn bộ điện cực được bao phủ hoàn toàn.

Kém... vẫn có phần chưa được bao phủ.

Bảng 1

	Kích cỡ điện cực				
	0,5 mm vuông	1 mm vuông	2 mm vuông	3 mm vuông	4 mm vuông
Ví dụ 1	Tốt	Tốt	Tốt	Tốt	Tốt
Ví dụ 2	Tốt	Tốt	Tốt	Tốt	Tốt
Ví dụ so sánh 1	Kém	Tốt	Tốt	Tốt	Tốt

Như được thể hiện trong bảng 1, theo các quy trình trong ví dụ 1 và 2, rõ ràng là màng mạ paladi tốt có thể được tạo ra trong trường hợp bất kỳ khi kích cỡ của điện cực đồng nằm trong khoảng từ 0,5 mm vuông đến 4 mm vuông. Mặt khác, theo quy trình trong ví dụ so sánh 1, rõ ràng là màng mạ paladi không thể được tạo thành điện cực đồng ở 0,5 mm vuông tốt.

Tiếp theo, màng mạ paladi thu được theo quy trình trong ví dụ 1 được cho trải qua bước xử lý nhiệt ở nhiệt độ 175°C trong 4 giờ, và rồi sau đó, màng mạ paladi được đo bằng thiết bị phân tích phổ điện tử Auger. Các kết quả của việc phân tích yếu tố bề mặt được thể hiện trên Fig. 11, và các kết quả của phân tích theo chiều sâu được thể hiện trên Fig. 12.

Như được thể hiện trên Fig. 11, paladi (Pd) được phát hiện ra bằng việc phân tích yếu tố bề mặt trên bề mặt của màng mạ paladi, và đồng (Cu) không được phát hiện ra. Thông thường, nếu đồng có trên bề mặt của màng mạ, đỉnh của đồng xuất hiện ở khoảng

700 eV. Do đó, theo Fig. 11, rõ ràng là đồng không được khuếch tán trong màng mạ paladi.

Ngoài ra, như được thể hiện trên Fig. 12, đồng không được phát hiện ra bằng việc phân tích theo chiều sâu trong vùng có khoảng cách 0,1 μm từ bề mặt chung giữa màng mạ paladi và không khí (trên Fig. 12, vùng có số phún xạ bằng khoảng 20 lần). Do đó, theo Fig. 12, cũng rõ ràng là đồng không được khuếch tán trong màng mạ paladi có độ dày là 0,1 μm . Hơn nữa, dựa theo các kết quả trên Fig. 11 và Fig. 12, được cho rằng do thực tế là đã ngăn chặn được việc tạo thành các lỗ nhỏ, và các tinh thể đồng đều và đặc, nên màng mạ paladi thu được bằng các quy trình tiến hành các bước từ S1 đến S5 trong ví dụ 1 có thể ngăn chặn tình trạng khuếch tán đồng.

Ví dụ 3

Trong ví dụ này, bằng cách tiến hành quy trình mạ vàng/paladi không điện cực theo phương án của sáng chế, nghĩa là, các quy trình (các bước từ S1 đến S5) được tiến hành trong ví dụ 1 trên dây đồng có $L/S=30\text{ }\mu\text{m}/30\text{ }\mu\text{m}$, và rồi sau đó tiến hành bước mạ vàng không điện cực (S6), màng mạ paladi/vàng được tạo thành. Trong bước mạ paladi không điện cực (S5), màng mạ paladi có độ dày là 0,05 đến 0,1 μm được tạo thành. Trong bước mạ vàng không điện cực (S6), màng mạ paladi có độ dày là 0,05 đến 0,1 μm được tạo thành. Sau đó, màng mạ paladi được cho trải qua bước xử lý nhiệt ở nhiệt độ 175°C trong 4 giờ.

Ví dụ so sánh 2

Trong ví dụ so sánh này, bằng cách tiến hành quy trình mạ vàng/paladi không điện cực theo tình trạng kỹ thuật, nghĩa là, các quy trình (S11 đến S15 và S17) được tiến hành trong ví dụ so sánh 1 trên dây đồng giống như trong ví dụ 3, và rồi sau đó tiến hành xử lý mạ vàng không điện cực (S18), màng mạ paladi/vàng được tạo ra. Quy trình xử lý mạ vàng không điện cực (S18) được thực hiện như là bước mạ vàng không điện cực (S6) của ví dụ 3.

Ví dụ tham khảo 1

Trong ví dụ tham khảo này, bằng cách tiến hành quy trình mạ vàng/niken không điện cực theo tình trạng kỹ thuật, nghĩa là, bước S11 đến S15 được tiến hành trong ví dụ so sánh 1 trên dây đồng giống hệt như trong ví dụ 3, và rồi sau đó tiến hành quy trình

xử lý mạ niken không điện cực (S16) và quy trình xử lý mạ vàng không điện cực (S18), màng mạ niken/vàng được tạo ra trên dây đồng. Quy trình xử lý mạ vàng không điện cực (S18) được thực hiện như là quy trình xử lý mạ vàng không điện cực (S6) trong ví dụ 3. Màng mạ niken có độ dày là 5 μm được tạo ra bằng quy trình xử lý mạ niken không điện cực, và màng mạ vàng có độ dày là 0,2 μm được tạo ra bằng quy trình xử lý mạ vàng không điện cực.

Ví dụ tham khảo 2

Trong ví dụ tham khảo này, bằng cách tiến hành quy trình mạ niken/paladi/vàng không điện cực theo tình trạng kỹ thuật, nghĩa là, S11 đến S15 được tiến hành trong ví dụ so sánh 1 trên dây đồng giống hệt như trong ví dụ 3, và rồi sau đó, tiến hành quy trình xử lý mạ niken không điện cực (S16), quy trình xử lý mạ paladi không điện cực (S17) và quy trình xử lý mạ vàng không điện cực (S18), màng mạ niken/paladi/vàng được tạo ra trên dây đồng. Quy trình xử lý mạ paladi không điện cực (S17) và quy trình xử lý mạ vàng không điện cực (S18) được thực hiện như là quy trình xử lý mạ paladi không điện cực (S5) và quy trình xử lý mạ vàng không điện cực (S6) trong ví dụ 3. Màng mạ niken có độ dày là 5 μm được tạo ra bằng quy trình xử lý mạ niken không điện cực, và màng mạ paladi có độ dày là 0,1 μm được tạo ra bằng quy trình xử lý mạ paladi không điện cực, và màng mạ vàng có độ dày là 0,1 μm được tạo ra bằng quy trình xử lý mạ vàng không điện cực.

Đánh giá

Sau khi trải qua bước xử lý nhiệt thành màng mạ paladi/vàng (paladi 0,1 μm /vàng 0,1 μm) thu được bằng quy trình trong ví dụ 3 ở nhiệt độ 175°C trong 4 giờ, màng mạ paladi được đo bằng thiết bị phân tích phổ điện tử Auger, và xu hướng tương tự như xu hướng trong Fig. 11 và Fig. 12 được quan sát thấy. Nói cách khác, đối với cả việc phân tích yếu tố bề mặt và phân tích theo chiều sâu, đều không phát hiện ra đồng trong màng mạ vàng. Dựa vào thực tế này, rõ ràng là đối với màng mạ paladi/vàng thu được bằng quy trình mạ vàng/paladi không điện cực theo phương án của sáng chế, do trong màng mạ paladi, việc hình thành lỗ nhỏ được ngăn chặn và màng mạ paladi là màng đặc, nên tình trạng khuếch tán đồng có thể được ngăn chặn, và do đó, tình trạng khuếch tán đồng vào màng mạ vàng có thể được ngăn chặn.

Tiếp theo, bề mặt của màng mạ paladi/vàng thu được bằng quy trình trong ví dụ 3, và bề mặt của màng mạ niken/paladi/vàng thu được bằng quy trình trong ví dụ tham khảo 2 được quan sát bằng FE-SEM. Fig. 13 thể hiện hình ảnh SEM (phóng đại gấp 1000 lần) của màng mạ paladi/vàng (paladi 0,1 μm /vàng 0,1 μm) thu được bằng quy trình trong ví dụ 3, và Fig. 14 thể hiện hình ảnh SEM (phóng đại gấp 1000 lần) của màng mạ niken/paladi/vàng (niken 5 μm /paladi 0,1 μm /vàng 0,1 μm) thu được bằng quy trình trong ví dụ tham khảo 2. Ngoài ra, bảng 2 thể hiện việc có hoặc không có tình trạng vàng đùn lên trên vật liệu nền cách điện trong màng mạ paladi/vàng thu được bằng quy trình trong ví dụ 3.

Được xác nhận theo Fig. 13 là theo quy trình trong ví dụ 3, gần như không có tình trạng màng mạ vàng 3 tạo ra trên màng mạ paladi 2 bao phủ dây đồng 1 đùn lên theo chiều ngang từ dây đồng 1 (chiều từ trái và từ phải trên hình vẽ). Theo các kết quả này, theo quy trình trong ví dụ 3, rõ ràng là màng mạ paladi 2 và màng mạ vàng 3 được tạo ra một cách có chọn lọc chỉ trên dây đồng 1. Ngoài ra, theo quy trình trong ví dụ 3, rõ ràng là do thực tế là màng mạ vàng 3 không được tạo ra trên vật liệu nền cách điện 4 giữa các dây đồng 1, tình trạng mạch ngắn giữa các dây đồng 1 có thể được ngăn chặn. Ngoài ra, như được thể hiện trong bảng 2, thậm chí trong từng màng mạ paladi/vàng thu được bằng quy trình trong ví dụ 3 và khác nhau về độ dày màng mạ paladi của chúng và độ dày màng mạ vàng của chúng, cũng thu được các kết quả tương tự.

Bảng 2

	Độ dày màng của màng mạ paladi/vàng			
	Pd: 0,05 μm Au: 0,05 μm	Pd: 0,05 μm Au: 0,1 μm	Pd: 0,1 μm Au: 0,05 μm	Pd: 0,1 μm Au: 0,1 μm
Ví dụ 3	Không đùn Au	Không đùn Au	Không đùn Au	Không đùn Au

Mặt khác, được xác nhận theo Fig. 14 là theo quy trình trong ví dụ tham khảo 2, một phần của màng mạ vàng 3 tạo ra trên màng mạ paladi 2 bao phủ dây đồng 1 đùn ra theo chiều ngang từ dây đồng 1. Theo các kết quả này, rõ ràng là theo quy trình trong ví dụ tham khảo 2, màng mạ vàng 3 đã được tạo ra không chỉ trên dây đồng 1 mà còn trên cả vật liệu nền cách điện 4 giữa các dây đồng 1, và các dây đồng 1 này có thể trải qua tình trạng mạch ngắn.

Tiếp theo, sau khi trải qua bước xử lý nhiệt thành màng mạ paladi/vàng với các độ dày màng khác nhau thu được bằng các quy trình trong ví dụ 3 và ví dụ so sánh 2 ở nhiệt độ 175°C trong 4 giờ, dây vàng với đường kính dây bằng 25 μm được nối với bề mặt của màng mạ vàng của từng màng mạ bằng thiết bị nối dây. Rồi sau đó, độ bền nối khi mỗi dây kim loại được kéo bằng dụng cụ thử nghiệm kéo, nghĩa là, độ bền nối dây được đo. Các kết quả được thể hiện trong bảng 3. Chỉ tiêu đánh giá trong bảng 3 là như sau.

Tốt... nối tốt, và độ bền kéo tốt.

Kém... không thể thực hiện được việc nối, hoặc độ bền kéo không dễ đo được.

Bảng 3

	Độ dày màng của màng mạ paladi/vàng			
	Pd: 0,05 μm Au: 0,05 μm	Pd: 0,05 μm Au: 0,1 μm	Pd: 0,1 μm Au: 0,05 μm	Pd: 0,1 μm Au: 0,1 μm
Ví dụ 3	Tốt	Tốt	Tốt	Tốt
Ví dụ so sánh 2	Kém	Tốt	Tốt	Tốt

Như được thể hiện trong bảng 3, đối với màng mạ paladi/vàng thu được bằng quy trình trong ví dụ 3, bất kể độ dày màng của màng mạ paladi và màng mạ vàng, đều thu được các kết quả tốt trong từng trường hợp. Mặt khác, đối với màng mạ paladi/vàng thu được bằng quy trình trong ví dụ so sánh 2, không thu được các kết quả tốt khi cả màng mạ paladi và màng mạ vàng đều bằng 0,05 μm .

Tiếp theo, sau khi trải qua bước xử lý nhiệt được mô tả trên đây thành màng mạ paladi/vàng thu được bằng quy trình trong ví dụ 3 (màng paladi có độ dày là 0,1 μm , màng vàng có độ dày là 0,1 μm , tổng độ dày màng là 0,2 μm), màng mạ niken/vàng thu được bằng quy trình trong ví dụ tham khảo 1 (màng niken có độ dày là 0,5 μm , màng vàng có độ dày là 0,3 μm , tổng độ dày màng là 0,8 μm), và màng mạ niken/paladi/vàng thu được bằng quy trình trong ví dụ tham khảo 2 (màng niken có độ dày là 0,5 μm , màng paladi có độ dày là 0,1 μm , màng vàng có độ dày là 0,1 μm , tổng độ dày màng là 0,7 μm), dây kim loại được nối với bề mặt của màng mạ vàng của từng màng mạ, và độ bền nối dây được đo. Số lượng mẫu là 25. Dây vàng có đường kính dây bằng 25 μm , dây bạc có đường kính dây bằng 25 μm , và dây đồng có đường kính dây bằng 25 μm được sử dụng để làm dây kim loại. Fig. 15 thể hiện độ bền nối dây trong trường hợp sử dụng

dây vàng, Fig. 16 thể hiện độ bền nối dây trong trường hợp sử dụng dây bạc, và Fig. 17 thể hiện độ bền nối dây trong trường hợp sử dụng dây đồng.

Theo Fig. 15, rõ ràng là khi so với độ dày của màng mạ niken/vàng thu được bằng quy trình trong ví dụ tham khảo 1, mặc dù tổng độ dày màng của màng mạ paladi/vàng thu được bằng quy trình trong ví dụ 3 là một phần tư, giá trị trung bình của độ bền nối dây của màng mạ paladi/vàng trong trường hợp sử dụng dây vàng là ở mức so sánh được. Ngoài ra, rõ ràng là, khi so với màng mạ niken/paladi/vàng thu được bằng quy trình trong ví dụ tham khảo 2, đối với màng mạ paladi/vàng thu được bằng quy trình trong ví dụ 3, giá trị trung bình của độ bền nối dây trong trường hợp sử dụng dây vàng là vượt trội mặc dù màng mạ niken không có mặt.

Theo Fig. 16 và Fig. 17, rõ ràng là khi so với màng mạ niken/vàng thu được bằng quy trình trong ví dụ tham khảo 1 và màng mạ niken/paladi/vàng thu được bằng quy trình trong ví dụ tham khảo 2, đối với màng mạ paladi/vàng thu được bằng quy trình trong ví dụ 3, giá trị trung bình của độ bền nối dây trong trường hợp sử dụng dây bạc và độ bền nối dây trong trường hợp sử dụng dây đồng là vượt trội.

Theo phần mô tả trên đây, theo quy trình mạ vàng/paladi không điện cực trong ví dụ 3, rõ ràng là có thể tạo ra màng mạ paladi/vàng có độ bền nối tương đương hoặc tốt hơn so với độ bền nối của màng mạ niken/vàng và màng mạ niken/paladi/vàng. Ngoài ra, theo quy trình mạ vàng/paladi không điện cực trong ví dụ 3, rõ ràng là có thể tạo ra màng mạ paladi/vàng có khả năng đảm bảo độ bền nối ngay cả trong trường hợp độ dày màng mạ nhỏ.

Ngoài ra, từ các kết quả này, được cho rằng trong lĩnh vực mà màng mạ niken/vàng hoặc màng mạ niken/paladi/vàng theo tình trạng kỹ thuật được sử dụng, có thể thay thế màng mạ niken/vàng hoặc màng mạ niken/paladi/vàng theo tình trạng kỹ thuật bằng màng mạ paladi/vàng được tạo ra bằng quy trình mạ paladi/vàng điện phân theo phương án của sáng chế.

Khả năng ứng dụng công nghiệp

Như được mô tả trên đây, theo quy trình mạ vàng/paladi không điện cực theo sáng chế, điện thế bề mặt của đồng được điều chỉnh bằng bước xử lý điều chỉnh điện thế bề mặt thành điện thế mang lại sự kết tủa dễ dàng cho paladi, và do đó, bước xử lý hấp

phụ chất xúc tác paladi được tiến hành trong quy trình mạ vàng/paladi không điện cực được bộc lộ trong tài liệu patent 1 có thể được coi là không cần thiết. Ngoài ra, ngay cả trong trường hợp đích cần mạ là điện cực đơn cỡ nhỏ gọn hoặc dây có L/S hẹp, có thể tạo ra màng mạ paladi/vàng một cách có chọn lọc chỉ trên đồng mà không tạo ra màng mạ trên vật liệu nền cách điện. Do đó, có thể ngăn chặn được hiện tượng mạch ngắn của dây đồng.

Ngoài ra, theo quy trình mạ vàng/paladi không điện cực theo sáng chế, có thể thu được màng mạ tốt, ngay cả trong trường hợp cả độ dày màng của màng mạ paladi và màng mạ vàng được làm cho nhỏ bằng khoảng 0,5 μm . Do đó, điều này có thể góp phần làm giảm độ dày lớp của bảng mạch in mà trên đó paladi/màng mạ được tạo ra, và dạng tương tự như vậy.

Ngoài ra, màng paladi/màng mạ thu được bằng quy trình mạ vàng/paladi không điện cực theo sáng chế có độ bền nổi tương đương hoặc tốt hơn so với độ bền nổi của màng mạ niken/vàng và màng mạ niken/paladi/vàng thu được bằng quy trình mạ không điện cực theo tình trạng kỹ thuật. Dựa vào thực tế này, trong lĩnh vực mà màng mạ niken/vàng hoặc màng mạ niken/paladi/vàng theo tình trạng kỹ thuật được sử dụng, có thể thay thế màng mạ niken/vàng hoặc màng mạ niken/paladi/vàng theo tình trạng kỹ thuật bằng màng mạ paladi/vàng được tạo ra bằng quy trình mạ paladi/vàng điện phân theo phương án của sáng chế.

Danh mục số tham chiếu

1. Đồng
2. Màng mạ paladi
3. Màng mạ vàng
4. Vật liệu nền cách điện

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình mạ vàng/paladi không điện cực để tạo ra màng mạ paladi trên đồng của vật liệu nền cách điện có bề mặt mà trên đó đồng đã được bố trí và rồi sau đó tạo thành màng mạ vàng, bằng kỹ thuật xử lý mạ không điện cực, bao gồm:

bước tiến hành xử lý điều chỉnh điện thế bề mặt đồng bằng cách nhúng vật liệu nền cách điện có bề mặt mà trên đó đồng đã được bố trí trong dung dịch nước chứa lưu huỳnh chứa một hoặc nhiều hợp chất lưu huỳnh được chọn từ nhóm bao gồm muối axit thiosulfuric và thiol;

bước tiến hành xử lý mạ paladi không điện cực trên vật liệu nền cách điện mà trong đó điện thế bề mặt của đồng đã được điều chỉnh để tạo ra màng mạ paladi trực tiếp trên đồng; và

bước tiến hành xử lý mạ vàng không điện cực trên vật liệu nền cách điện mà trong đó màng mạ paladi đã được tạo ra trực tiếp trên đồng để tạo thành màng mạ vàng trên màng mạ paladi.

2. Quy trình mạ vàng/paladi không điện cực theo điểm 1, trong đó muối axit thiosulfuric là natri thiosulfat hoặc kali thiosulfat.

3. Quy trình mạ vàng/paladi không điện cực theo điểm 1 hoặc 2, trong đó thiol là một hoặc nhiều hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm axit thiomalic, thiouraxil và thioure.

4. Quy trình mạ vàng/paladi không điện cực theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó dung dịch nước chứa lưu huỳnh chứa hợp chất paladi ở khoảng nồng độ bằng 10 mg/L hoặc thấp hơn

5. Quy trình mạ vàng/paladi không điện cực theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, bao gồm, trước bước tiến hành xử lý điều chỉnh điện thế bề mặt, bước tiến hành xử lý tẩy nhòen bằng cách nhúng vật liệu nền cách điện có bề mặt mà trên đó đồng đã được bố trí trong dung dịch tẩy nhòen trung tính,

trong đó dung dịch tẩy nhòen trung tính này chứa axit thiodiglycolic với lượng nằm trong khoảng từ 20 đến 40 g/L, natri gluconat với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 5 g/L, và chất hoạt động bề mặt không ion với lượng nằm trong khoảng từ 0,05 đến 0,1 g/L và độ pH của dung dịch tẩy nhòen trung tính nằm trong khoảng từ 5,0 đến 7,0.

6. Quy trình mạ vàng/paladi không điện cực theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, bao gồm, trước bước tiến hành xử lý điều chỉnh điện thế bề mặt, bước tiến hành xử lý loại bỏ màng đồng oxit bằng cách nhúng vật liệu nền cách điện có bề mặt mà trên đó đồng đã được bố trí trong dung dịch loại bỏ màng đồng oxit,

trong đó dung dịch loại bỏ màng đồng oxit này chứa thioglycol với lượng nằm trong khoảng từ 2,5 đến 12,5 g/L và chất hoạt động bề mặt không ion với lượng nằm trong khoảng từ 1,25 đến 2,5 g/L, và độ pH của dung dịch loại bỏ màng đồng oxit nằm trong khoảng từ 5,0 đến 7,0.

7. Quy trình mạ vàng/paladi không điện cực theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó quy trình xử lý mạ paladi không điện cực được tiến hành bằng kỹ thuật mạ kiểu khử.

8. Quy trình mạ vàng/paladi không điện cực theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó quy trình xử lý mạ vàng không điện cực được tiến hành bằng kỹ thuật mạ kiểu khử.

Fig. 1

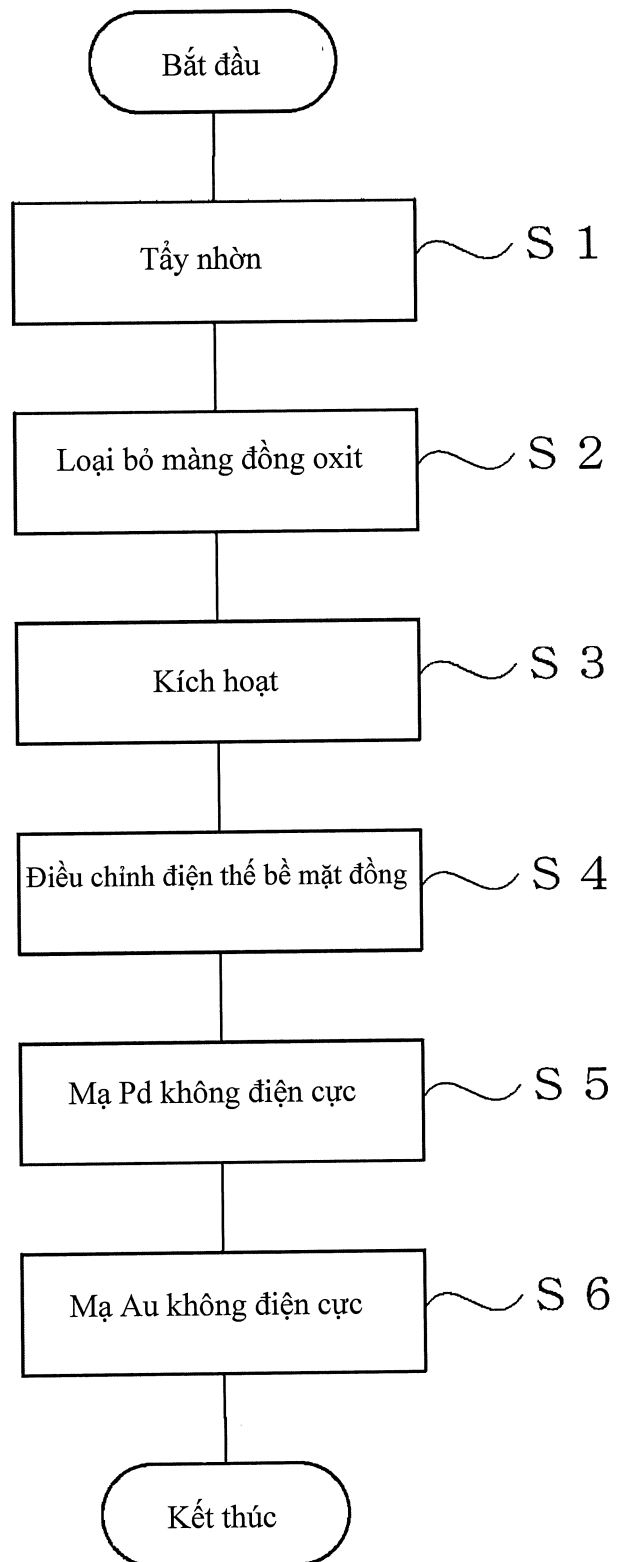


Fig. 2

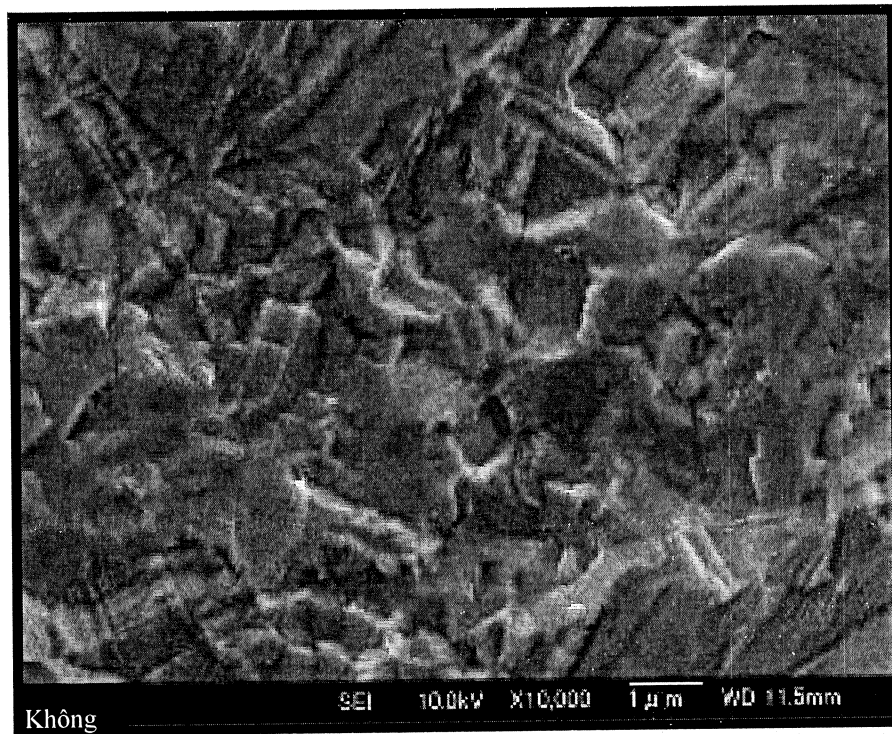


Fig. 3

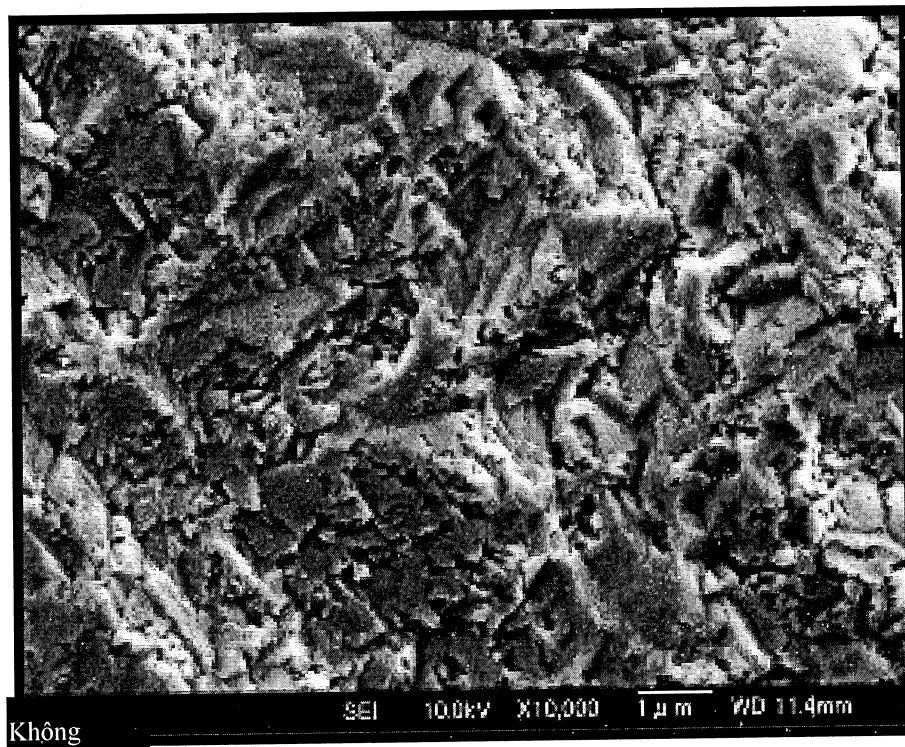


Fig. 4

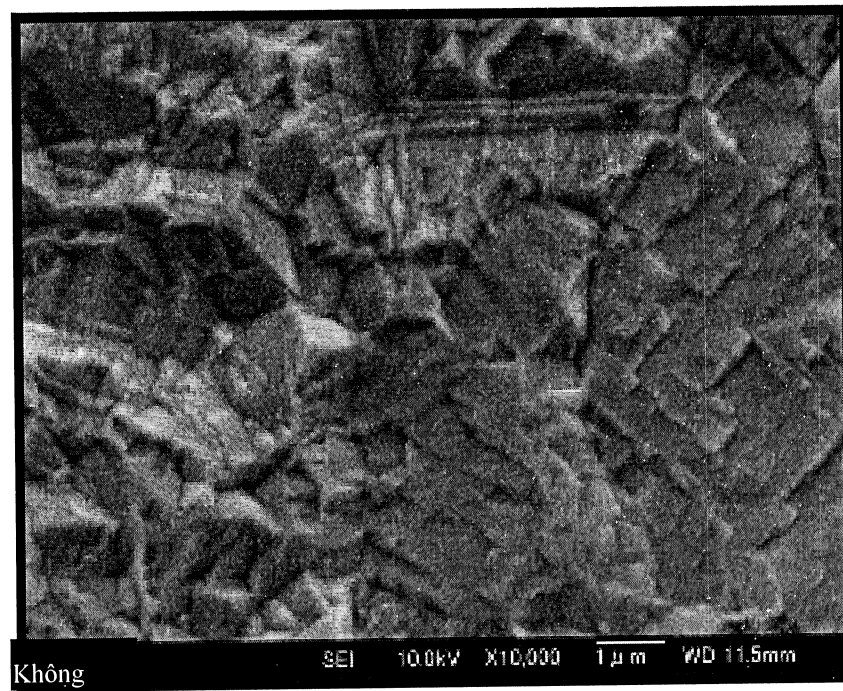


Fig. 5

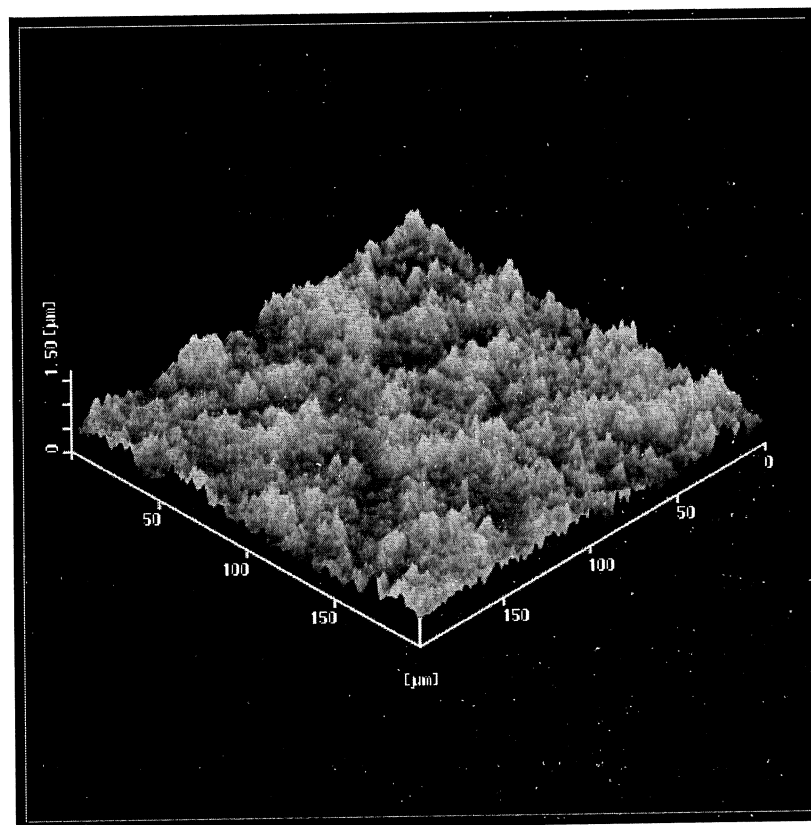


Fig. 6

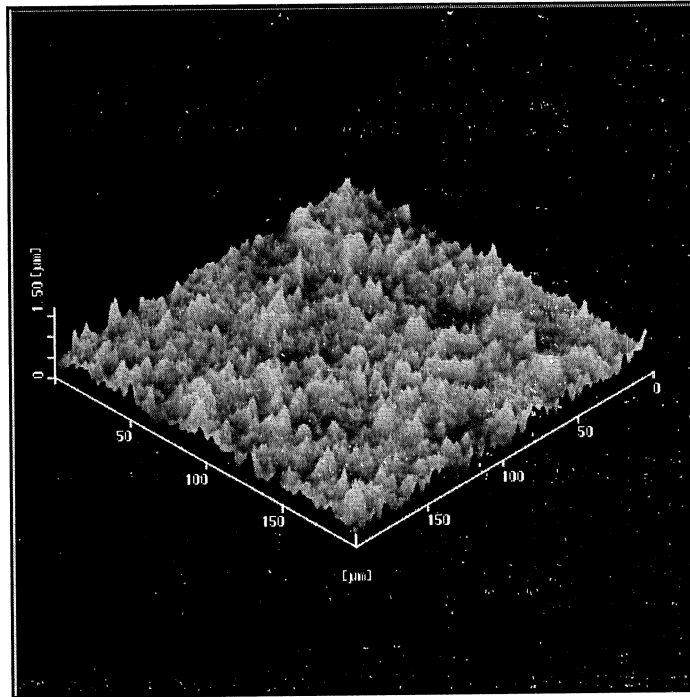


Fig. 7

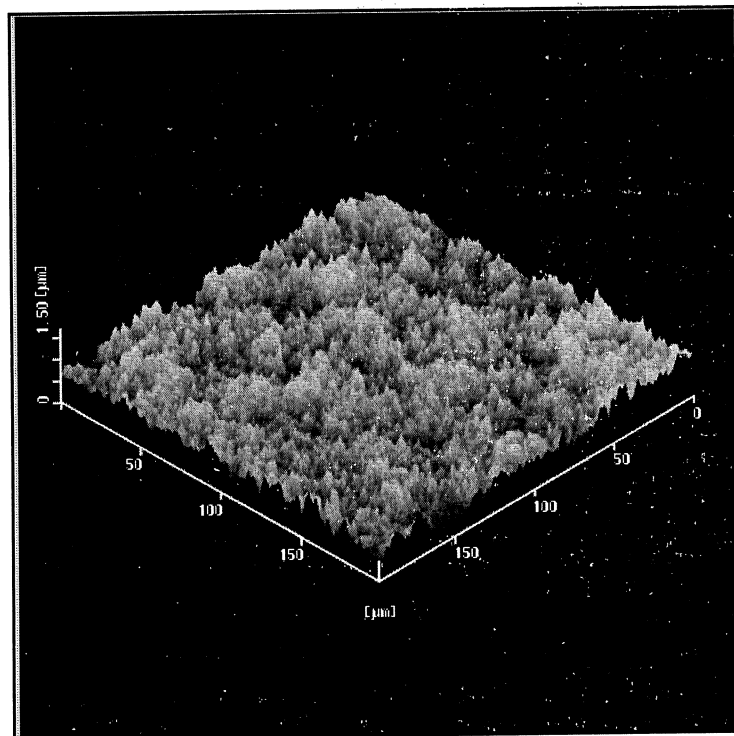


Fig. 8

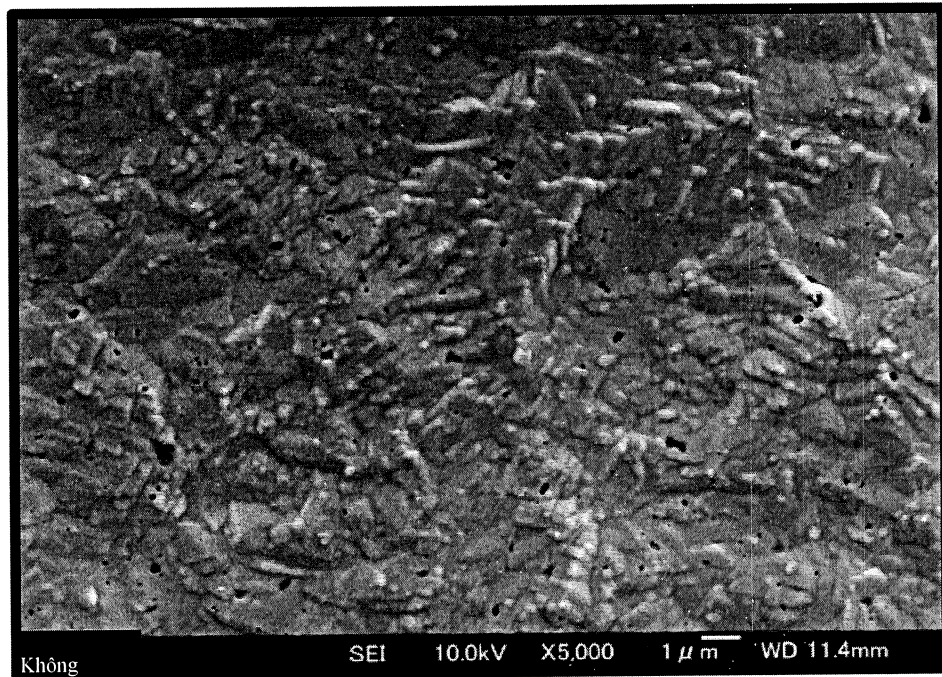


Fig. 9

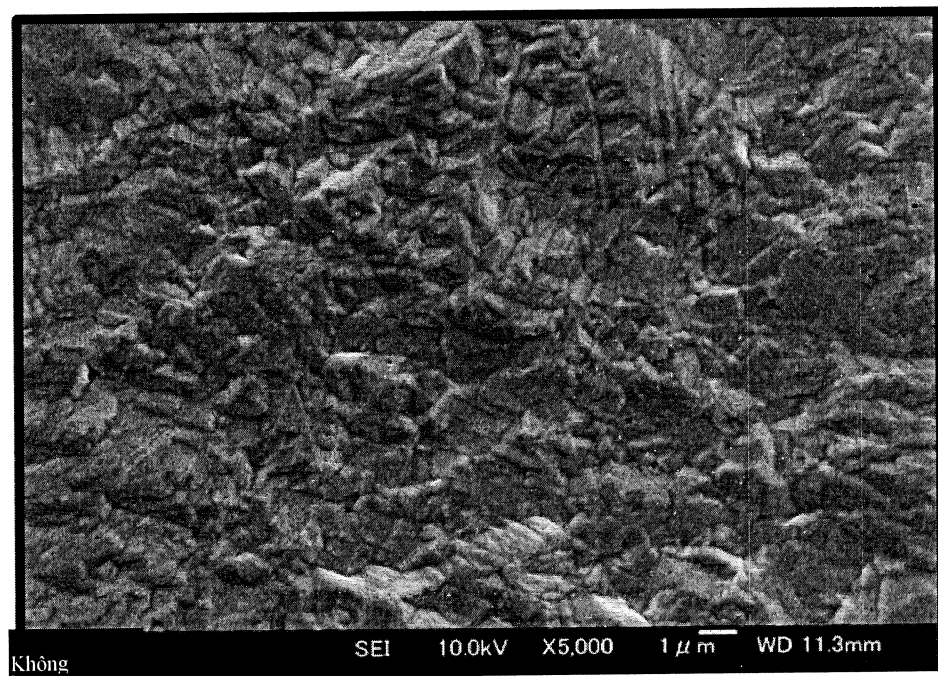


Fig. 10

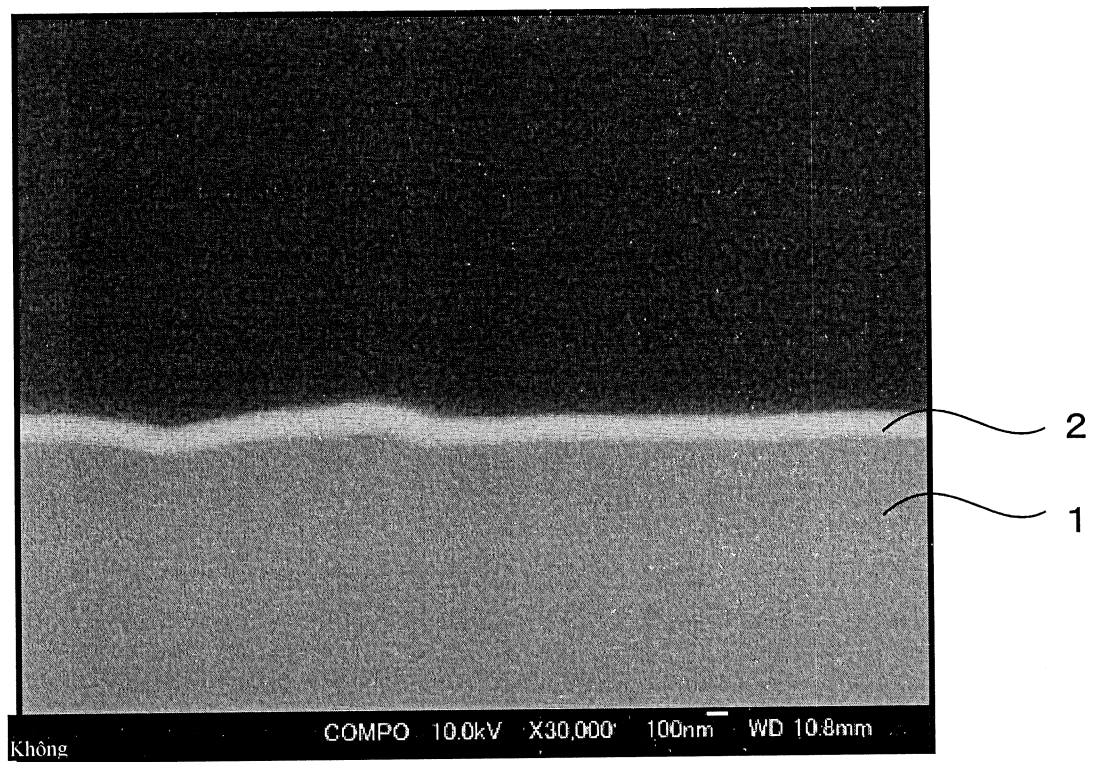


Fig. 11

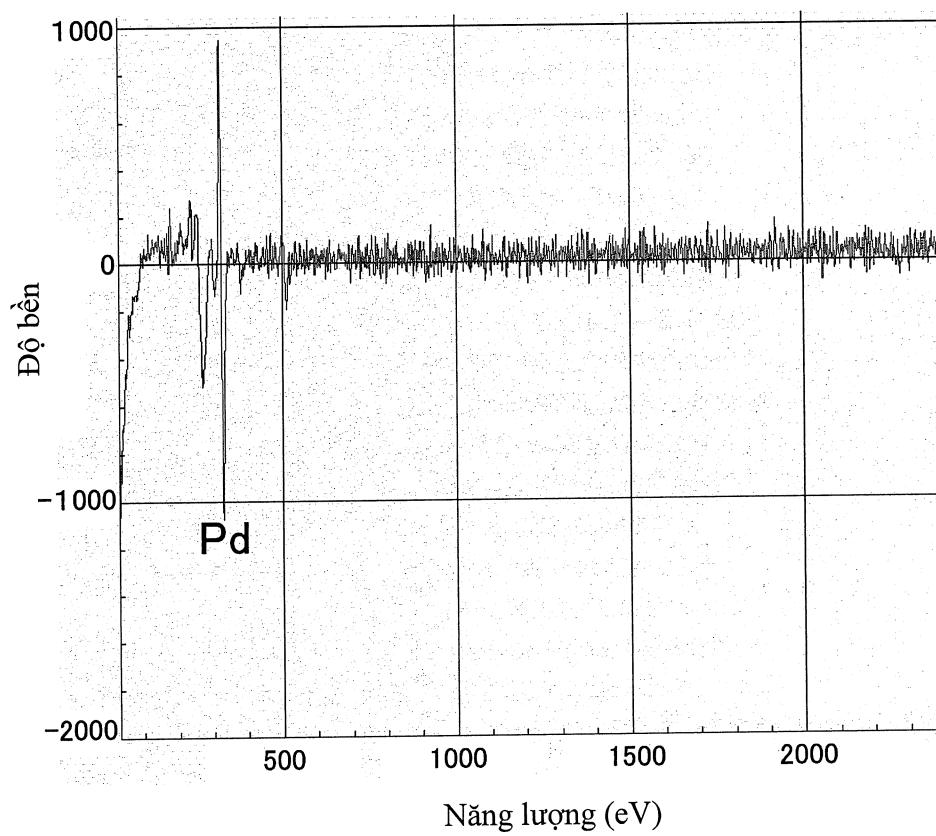


Fig. 12

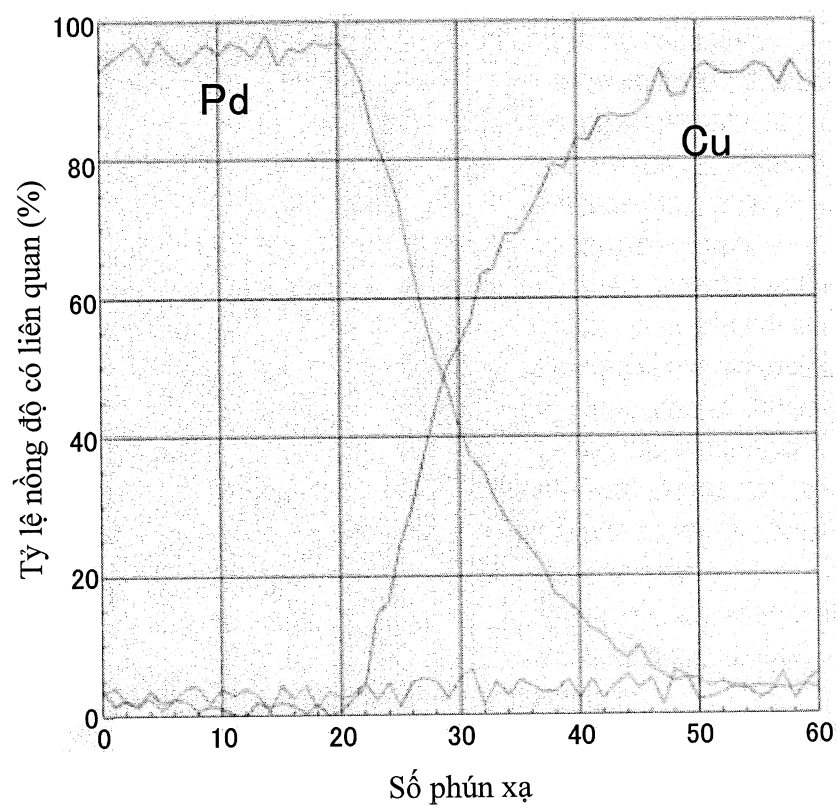


Fig. 13

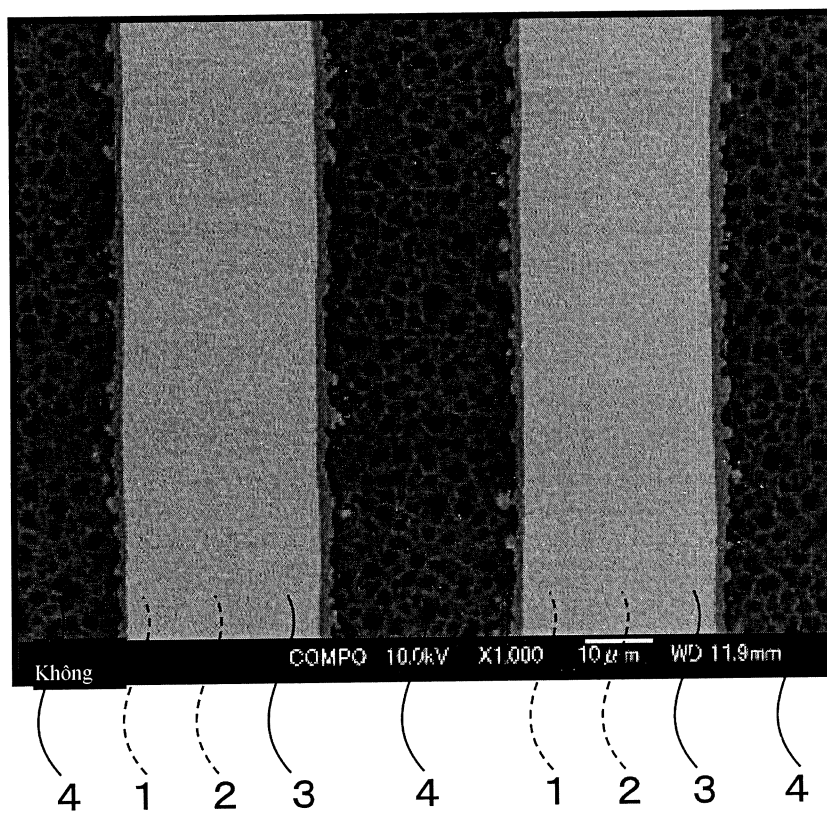


Fig. 14

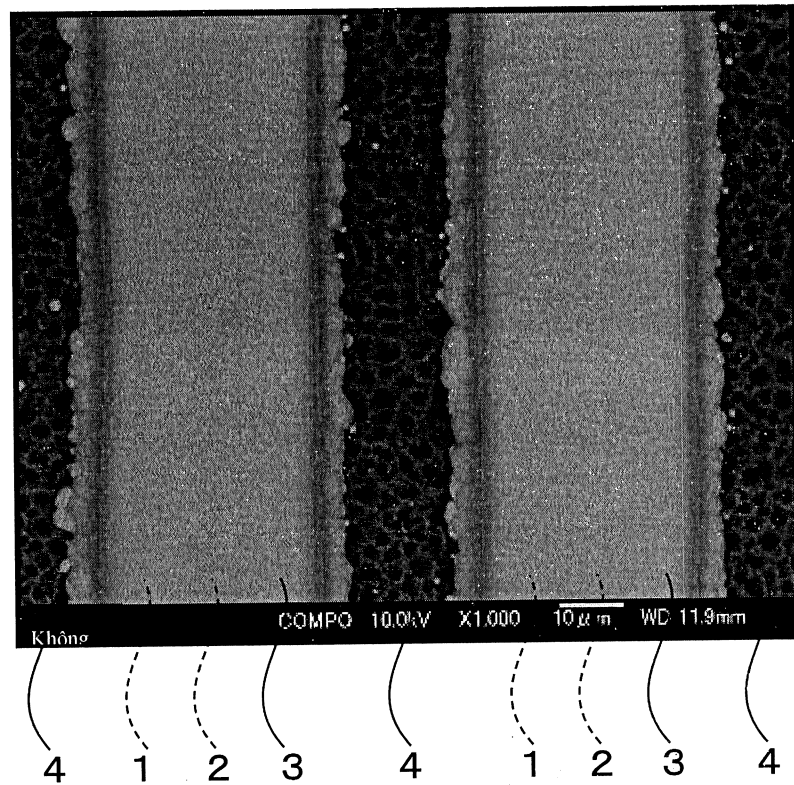


Fig. 15

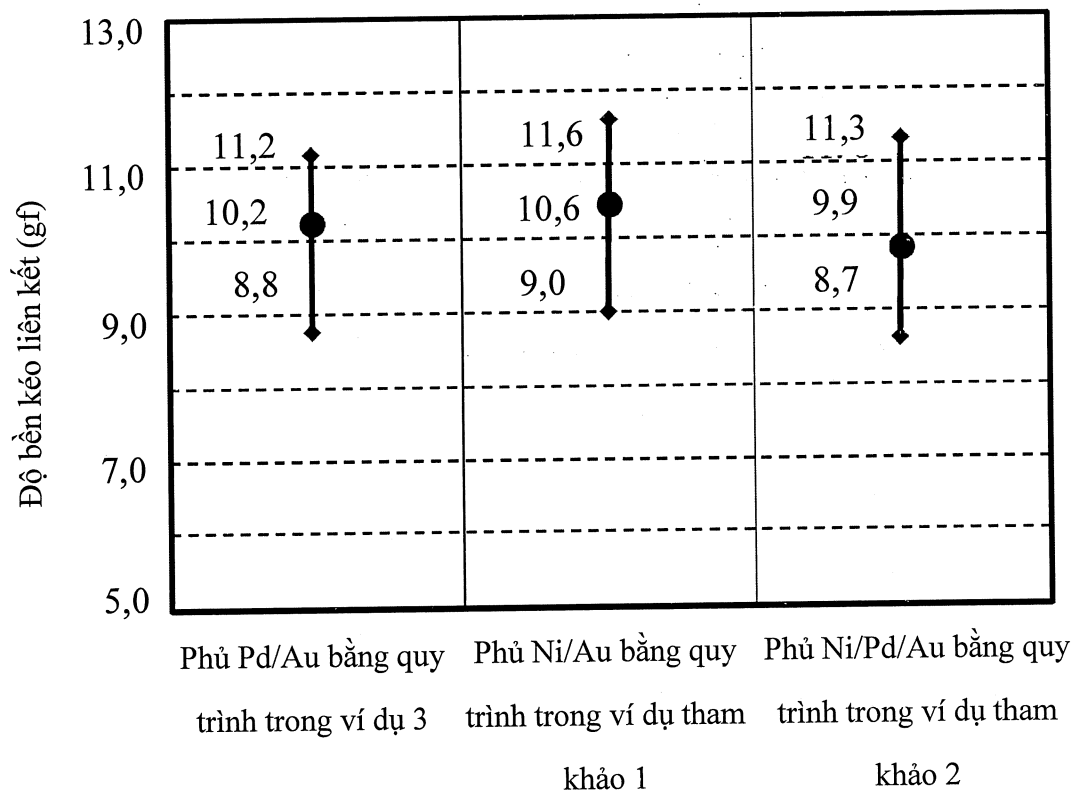


Fig. 16

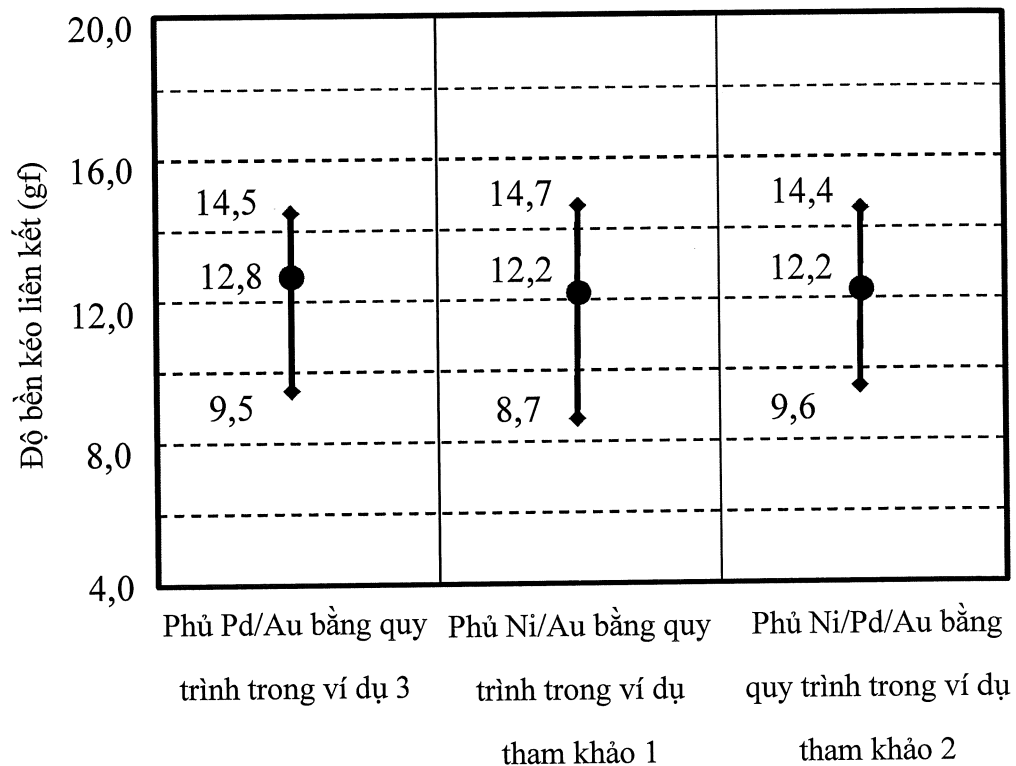


Fig. 17

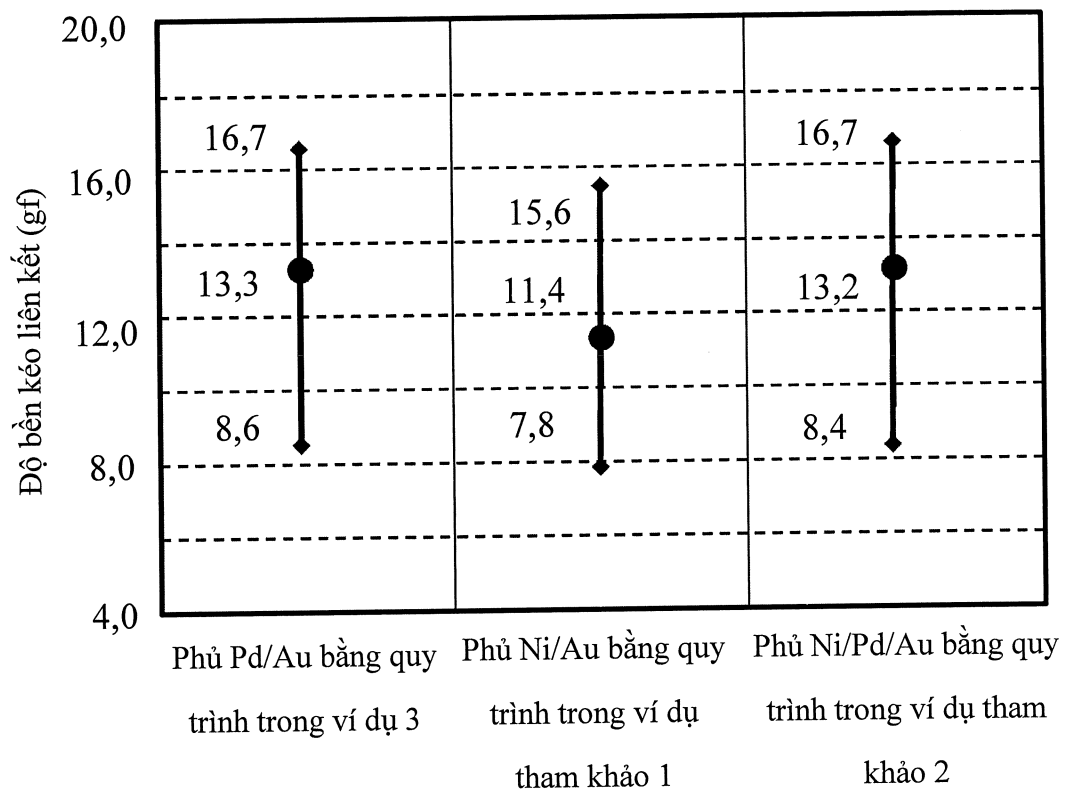


Fig. 18

