



(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)



1-0027812

(51)<sup>7</sup> C23F 17/00; C25D 7/00; C25D 5/48;  
C23F 11/00; C25D 5/10

(13) B

(21) 1-2015-03848

(22) 04/04/2014

(86) PCT/JP2014/059942 04/04/2014

(87) WO 2014/178259 06/11/2014

(30) JP2013-095416 30/04/2013 JP; JP2013-156056 26/07/2013 JP

(45) 25/03/2021 396

(43) 25/02/2016 335A

(73) DDK LTD. (JP)

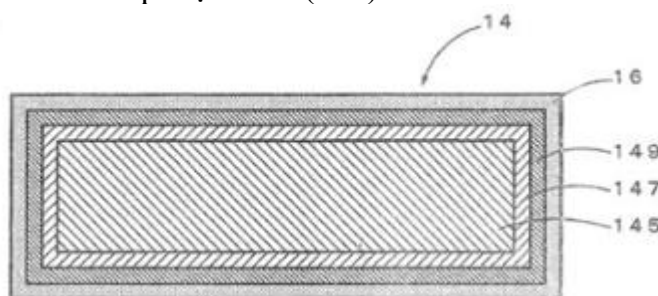
5-1, Kiba 1-chome, Koto-ku, Tokyo 1350042, Japan

(72) TADOKORO Yoshihiro (JP).

(74) Công ty TNHH Trà và cộng sự (TRA & ASSOCIATES CO.,LTD)

(54) LINH KIỆN ĐIỆN TỬ

(57) Sáng chế đề cập đến linh kiện điện tử có cấu trúc rẻ tiền và thể hiện khả năng chống ăn mòn tuyệt vời với dòng hỗn hợp bốn khí. Linh kiện điện tử (10) bao gồm ít nhất bộ phận tiếp xúc (14) có, trên bề mặt của phần tiếp xúc được điều chỉnh để tiếp xúc với bộ phận tiếp xúc khác, ít nhất lớp mạ lớp son lót (147) và lớp mạ chính (149) tạo ra trên lớp mạ lót (147). Linh kiện điện tử (10) bao gồm thêm lớp phủ (16) chứa dầu gốc flo bố trí trên lớp mạ chính (149). Lớp phủ (16) có trọng lượng lớp phủ khô trên đơn vị diện tích là lớn hơn hoặc bằng 0,011 mg/cm<sup>2</sup> trên lớp mạ chính (149).



### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến linh kiện điện tử như đầu nối, rơ le, công tắc và thiết bị đầu cuối dùng cho thiết bị điện (điện tử) như thiết bị đầu cuối di động, máy tính xách tay, thiết bị âm thanh, và máy ảnh kỹ thuật số, và cụ thể hơn sáng chế đề cập đến thiết bị nâng cao khả năng chống ăn mòn bộ phận tiếp xúc của linh kiện điện tử.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Bộ phận tiếp xúc dùng cho các linh kiện điện tử đã mô tả ở trên có thể được làm từ vật liệu nền bằng đồng hoặc hợp kim đồng như photpho đồng hoặc đồng thau và mạ vàng ứng dụng trên đó. Mạ vàng ngăn màng oxit, và có sự ổn định về giá trị điện trở tiếp xúc tốt và khả năng chống ăn mòn tốt.

Như mô tả trong tài liệu sáng chế 1 dưới đây, người nộp đơn đã đề xuất bố trí lớp mạ thích hợp giữa vật liệu nền dẫn điện và lớp mạ chính tạo ra trên vật liệu nền dẫn điện để ngăn sự ăn mòn và để nâng cao độ ổn định kết nối của bộ phận tiếp xúc, và theo đề xuất này, thu được kết quả tốt trong thí nghiệm về khả năng chống ăn mòn dùng dòng hỗn hợp ba khí ( $H_2S$ ,  $SO_2$ ,  $NO_2$ ).

Danh sách tài liệu

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: WO 2010/005088

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Gần đây, đầu nối cho ổ cứng hoặc bộ nhớ chớp, ví dụ, đòi hỏi độ ổn định rất cao. Cụ thể hơn, S-ATA (chuẩn truyền dữ liệu theo dạng nối tiếp) là tiêu chuẩn giao diện để nối ổ cứng và/hoặc ổ đĩa quang với máy tính định rõ thông số kỹ thuật thí nghiệm và phương pháp đánh giá chi tiết. Trong số đó là thí nghiệm về khả năng chống ăn mòn dùng dòng hỗn hợp bốn khí ( $H_2S$ ,  $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $Cl_2$ ) áp dụng điều kiện thí nghiệm khắc khe hơn so với các điều kiện của thí nghiệm về khả năng chống ăn mòn dùng dòng hỗn hợp ba khí như mô tả ở trên. Một vài linh kiện điện tử mô tả trong tài liệu sáng chế 1 đã đề cập ở trên không tuân theo thí nghiệm về khả năng chống ăn mòn bằng dòng hỗn hợp bốn khí, và vì vậy mong muốn nâng cao thêm khả năng chống ăn

mòn. Tăng độ dày của lớp mạ chính có thể nâng cao khả năng chống ăn mòn, nhưng cũng có nhược điểm là tăng chi phí.

Theo đó, mục đích của sáng chế là đề xuất linh kiện điện tử có khả năng chống ăn mòn tuyệt vời trong dòng hỗn hợp bốn khí và có cấu trúc rẻ.

Để tìm giải pháp cho vấn đề, tác giả sáng chế thực hiện các nghiên cứu về cơ chế ăn mòn bằng dòng hỗn hợp ba khí và ăn mòn bằng dòng hỗn hợp bốn khí, và các nghiên cứu sẽ được mô tả dưới đây.

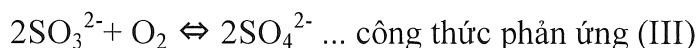
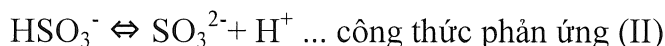
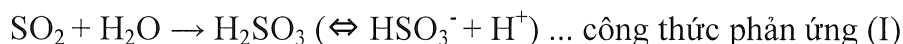
<Nghiên cứu về cơ chế diễn ra ăn mòn trong thí nghiệm hỗn hợp ba khí>

#### (1) Bước thứ nhất

Như thể hiện bằng sơ đồ trên Fig.10, ngay sau khi mạ vàng, các nguyên tử đồng trong vật liệu (Au/Ni/Cu) khuếch tán (ước tính rằng ưu thế là khuếch tán giới hạn hạt), và đến bề mặt mạ vàng. Đồng thời, nguyên tử Ni cũng khuếch tán, nhưng vẫn còn trong lớp mạ Au do có nguyên tử Cu khuếch tán nhanh và hợp chất liên kim loại nền Au-Cu. Những hiện tượng khuếch tán này diễn ra nhanh do “hiệu quả tăng tốc khuếch tán bởi sự hình thành khoảng trống dư”, đây là hiện tượng đặc trưng đối với các kim loại được mạ.

#### (2) Bước thứ hai

Như thể hiện bằng sơ đồ trên Fig.11, dung dịch điện phân axit được tạo ra nhờ sự tương tác giữa khí và nước ăn mòn đã trộn, và gắn vào bề mặt mạ Au. Bên trong buồng thí nghiệm là môi trường ẩm với độ ẩm tương đối là 70% RH (nhiệt độ 35°C), và vì vậy dung dịch điện phân axit được tạo ra nhờ sự hoà tan khí ăn mòn thành độ ẩm. Ví dụ, dùng khí SO<sub>2</sub>, ion sunfit (HSO<sub>3</sub><sup>-</sup>) được tạo ra như thể hiện theo công thức (I) và (II) minh họa dưới đây, và sau đó, phản ứng với oxy hòa tan trong nước như được thể hiện theo công thức (III) được chỉ ra dưới đây để tạo ra ion sunfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>).



#### (3) Bước thứ ba

Như thể hiện bằng sơ đồ trên Fig.12, việc mạ Au đóng vai trò là cực âm và nguyên tử Cu tách rửa bằng cơ chế tế bào cục bộ, và nguyên tử Cu khuếch tán và hòa tan mạnh ở các vị trí này.

#### (4) Bước thứ tư

Như thể hiện bằng sơ đồ trên Fig.13, Cu đã tách rửa phản ứng với các ion sunfat, các ion hydroxit, các ion hydrosunfit chứa trong dung dịch điện phân và khí quyển của buồng thí nghiệm, vì vậy tạo ra cục bộ sản phẩm ăn mòn không hòa tan chủ yếu chứa Cu, như  $\text{Cu}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$  và sunfit ( $\text{CuS}$ ).

#### (5) Bước thứ năm

Như thể hiện bằng sơ đồ trên Fig.14, giới hạn hạt mạ Au mở rộng cùng với việc sản xuất và phát triển của sản phẩm ăn mòn nền Cu, và vì vậy, bao gồm cả ngoại vi của nó, nguyên tử Cu khuếch tán dễ và tạo ra sản phẩm ăn mòn dạng điểm. Do vậy, hợp chất chủ yếu chứa các ion sunfat chứa Cu được tạo ra tại bước đầu tiên của sự ăn mòn.

#### (6) Bước thứ sáu

Như thể hiện bằng sơ đồ trên Fig.15, sự khuếch tán nguyên tử Ni có trong mạ Au cũng tăng tốc cùng với sự phát triển và mở rộng của sản phẩm ăn mòn của hợp chất Cu, và sự khuếch tán của nguyên tử Ni được tăng tốc bên trong và tại bề mặt của sản phẩm ăn mòn Cu nơi dễ khuếch tán.

#### (7) Bước thứ bảy

Như thể hiện bằng sơ đồ trên Fig.16, nguyên tử Ni là điện hóa học dưới tác động mạnh của cơ chế tế bào cục bộ, và vì vậy chúng phân hủy ở tốc độ tăng tốc. Trong bước này, giả định rằng ngừng phản ứng hòa tan nguyên tử Cu.

#### (8) Bước thứ tám

Như thể hiện bằng sơ đồ trên Fig.17, hợp chất Ni chứa các ion sunfat được tạo ra cuối cùng, và hơn nữa, sự khuếch tán nguyên tử Ni được tăng tốc (số lượng nguyên tử Ni đã ion hóa được cung cấp) và những hiện tượng này diễn ra liên tục, và khe hở được tạo ra trong lớp mạ Ni như được minh họa trên Fig.18.

Như có thể thấy trong cơ chế mô tả ở trên, sự triệt khuếch tán Ni và Cu là hiệu quả trong ngăn ngừa sự ăn mòn, và đạt được khả năng chống ăn mòn nâng cao đáng kể bằng cách ứng dụng mạ lót hợp kim Ni-P vô định hình cho mạ Au.

<Các nghiên cứu về cơ chế diễn ra ăn mòn trong thí nghiệm hỗn hợp bốn khí>

Thí nghiệm hỗn hợp bốn khí, đây là tiêu chuẩn thí nghiệm về khả năng chống ăn mòn theo S-ATA, được thực hiện dùng các đầu nối Au/Ni/đồng thau, và Au/Ni-P/đồng thau, và kết quả cho thấy mạ lót hợp kim Ni-P có khả năng chống ăn mòn cao trong thí nghiệm hỗn hợp ba khí không đáp ứng tiêu chuẩn (tiêu chuẩn S-ATA) đối với thí nghiệm hỗn hợp bốn khí, và chỉ cho thấy khả năng chống ăn mòn về cơ bản là tương tự mạ lót Ni thông thường. Do vậy, cơ chế diễn ra ăn mòn đối với thí nghiệm hỗn hợp bốn khí Au/Ni/đồng thau hoặc Au/Ni-P/đồng thau sẽ mô tả cùng với việc tham chiếu đến cơ chế diễn ra ăn mòn đối với thí nghiệm hỗn hợp ba khí.

Trong bước thứ nhất, Zn và Cu khuếch tán trong lớp mạ Au, nhưng giả định rằng lượng tuyệt đối của sự khuếch tán là nhỏ hơn so với mạ lót hợp kim Ni-P. Trong bước thứ hai, hợp chất Zn và Cu được tạo ra bằng dung dịch điện phân gắn với bề mặt mạ Au (chủ yếu là hợp chất Cu trong lớp Ni-P). Trong bước thứ ba, vì sự khuếch tán của Ni tăng tốc cùng với sự phát triển của sự ăn mòn, hợp chất Ni được tạo ra (chủ yếu là hợp chất Cu trong lớp Ni-P). Mặc dù động lực phản ứng chưa được thảo luận và vì vậy vấn đề này không phải là không chắc chắn, có thể xem xét rằng mạ Au được hòa tan bằng ion nitroxyl clorit và ion clorit cùng lúc hoặc trước bước thứ hai và bước thứ ba. Do vậy, tất cả các kim loại bao gồm Zn, Cu và Ni có trong mạ Au dễ bị ăn mòn với tốc độ tăng tốc. Trong mạ lót Ni-P, sản phẩm ăn mòn của Ni hầu như không quan sát được. Tuy nhiên, từ thảo luận trên đây, giả định rằng sản phẩm ăn mòn của Ni được tạo ra cuối cùng trong mạ lót hợp kim Ni-P phụ thuộc vào thời gian thí nghiệm.

Theo cách này, việc dùng một đầu nối thực, thực hiện thí nghiệm hỗn hợp bốn khí ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ), là tiêu chuẩn thí nghiệm về khả năng chống ăn mòn theo S-ATA và kiểm tra được đặc tính tiếp xúc điện và khả năng chống ăn mòn, nhưng thậm chí trong mạ lót Ni-P thể hiện khả năng chống ăn mòn tuyệt vời trong thí nghiệm hỗn hợp ba khí ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ), khả năng chống ăn mòn là rất kém, và rõ ràng rằng không đáp ứng tiêu chuẩn thí nghiệm. Giả định rằng yếu tố chính là, do có khí  $\text{Cl}_2$ , nitroxyl clorit gia tốc sự khuếch tán của Au được tạo ra, và tiến độ ăn mòn ở tốc độ đã gia tốc.

Hơn nữa, sự hòa tan Au cũng tạo ra bởi sự tương tác giữa các ion clorit và ion sunfat cùng tồn tại. Do vậy, để đáp ứng tiêu chuẩn thí nghiệm hỗn hợp bốn khí, giả định rằng kim loại (như Rh và Ir) có khả năng chống ăn mòn cao thậm chí trong axit đã trộn (nước cường) của axit hydrocloric và axit nitrat hóa nitrat là hiệu quả. Tuy nhiên, mặc dù có dung dịch mạ của những kim loại quý nhưng đắt và là dung dịch mạ tốc độ chậm (dùng trong khu vực cường độ dòng điện thấp: ứng dụng mạ thùng hoặc mạ khung), không phù hợp cho các sản phẩm đòi hỏi hiệu suất tốc độ cao như đầu nối. Hơn nữa, xem rằng cần thiết để đáp ứng ít nhất các đặc tính tiếp xúc điện hoặc các đặc tính hàn, việc mạ kim loại quý này là không hiệu quả.

Hơn nữa, có khả năng là những kim loại quý này hòa tan cục bộ do tác động khác so với những tác động trong các nghiên cứu mô tả ở trên và không được làm rõ. Vì vậy, tác giả sáng chế đã xem xét rằng khả năng để đáp ứng thí nghiệm hỗn hợp bốn khí là cực kỳ thấp chỉ với mạ kim loại chứa Au, và phương pháp phù hợp nhất để ngăn ăn mòn trong thí nghiệm hỗn hợp bốn khí là kỹ thuật trong đó tác nhân chống ăn mòn được ứng dụng sau quy trình mạ, và loại lớp phủ nhất định được tạo ra trên bề mặt mạ Au.

Nhiều tác nhân chống ăn mòn hiện có khác nhau (tác nhân xử lý bịt kín) dùng sau khi mạ được biết đến như là dung môi hòa tan được trong nước, dung môi rượu và dung môi hydrocacbon. Về cơ bản, trong nhiều trường hợp các dung môi là dẫn xuất nền nitơ hoặc nền thiol (hòa tan được trong nước là hợp chất muối Na hoặc K), và được xem xét để tạo ra màng tự gắn khoảng 100 Å trên bề mặt mạ Au. Vì dung môi hydrocacbon là tác nhân thường được gọi là tác nhân xử lý nền dầu, nó được hấp thụ tự nhiên trên bề mặt mạ Au. Do vậy, bề mặt mạ Au được phủ màng theo kiểu từ một đến vài µm trong một số trường hợp, và có nguy cơ rất lớn là gây hỏng tiếp xúc điện phụ thuộc vào cách dùng (chủ yếu là hàm lượng dầu), và có tác hại thực tế. Theo đó, được xem xét rằng dùng dẫn xuất nền thiol và dẫn xuất nền nitơ để xử lý chống ăn mòn. Tuy nhiên, khi thí nghiệm được thực hiện với tác nhân xử lý chống ăn mòn hòa tan được trong nước (muối kali nền benzotriazole) được ứng dụng với bề mặt mạ Au, đã thấy rằng không đạt hiệu quả. Ngoài ra, thí nghiệm được thực hiện với đầu nối trên đó tác nhân xử lý nền thiol với dung môi nền rượu (rượu kết hợp chứa etanol, 2-propanol và metanol) được ứng dụng, và tương tự với tác nhân xử lý hòa tan được

trong nước, hầu hết không đạt hiệu quả. Đối với yếu tố này, có thể được xem xét rằng các yếu tố mô tả dưới đây bởi sự đánh giá dùng đầu nối là có liên quan nhiều.

1) bổ sung nhiệt năng trong bước hàn (lắp hồi lưu)

2) bổ sung năng lượng vật lý và cơ học bằng thí nghiệm độ bền (gài vào rút ra)

Với các yếu tố trước, sau khi duy trì ở mức từ  $150^{\circ}\text{C}$  đến  $190^{\circ}\text{C}$  trong khoảng gần 90 giây (bước làm nóng trước), bổ sung thêm quá trình nhiệt  $230^{\circ}\text{C}$  hoặc cao hơn khoảng gần 30 giây đồng hồ (tối đa là từ  $245^{\circ}\text{C}$  đến  $260^{\circ}\text{C}$  cho 5 giây). Do vậy, với nhiệt năng này, tách nhóm thiol được liên kết hóa học với bề mặt mạ Au (báo cáo là từ 400K đến 450K), và cũng có khả năng là chính các phân tử chứa các nhóm thiol bay hơi. Đó là, ngụ ý rằng việc tách rời có thể xảy ra ở giai đoạn làm nóng trước trong bước hàn. Do vậy, vì màng xử lý chống ăn mòn được tạo ra trên bề mặt mạ Au, có nhu cầu áp dụng hợp chất hữu cơ (tác nhân xử lý chống ăn mòn) có thể tồn tại ổn định ở mức nhiệt độ từ  $240^{\circ}\text{C}$  đến  $260^{\circ}\text{C}$ . Hơn nữa, mặc dù bước hàn là cho giai đoạn ngắn với tổng thời gian là khoảng từ 90 đến 120 giây, vì nhiệt năng là  $150^{\circ}\text{C}$  hoặc cao hơn được bổ sung, như minh họa trong cơ chế xảy ra ăn mòn đã đề cập trước, được xem rằng sự khuếch tán nguyên tử Cu và nguyên tử Ni được tăng tốc, và, sự ăn mòn có thể xảy ra bởi bước hàn.

Đầu nối sau khi lắp hồi lưu được sử dụng cho thí nghiệm gắn và tách của đầu nối liệt kê trong yếu tố sau để kiểm tra độ bền, và một dấu vết được coi là vết chèn tách được tạo ra ngay khi quan sát được việc khớp đôi của đầu nối ổ cắm của bộ phận đối xứng, trên bề mặt tiếp xúc. Đây là hiện tượng không thể tránh khỏi từ điểm quan sát của việc giữ tiếp xúc điện giữa Au của mặt ổ cắm và mạ Au của mặt đầu nối ổ cắm. Do vậy, thậm chí nếu màng xử lý chống ăn mòn duy trì quá trình nhiệt cũ, có thể hiểu được rằng được loại bỏ tự nhiên trong bước chèn và tách của đầu nối. Vì vậy, giả định rằng hợp chất làm ướt và lan đều trên tiếp điểm của đầu nối và làm sạch tại thời điểm gắn của đầu nối ổ cắm và khôi phục lại trạng thái ban đầu tại thời điểm tách được xem là hiệu quả. Đó là, mong muốn vật liệu có sức căng bề mặt thấp và có chức năng tự khôi phục lại.

Từ các kết quả và thảo luận đã đề cập ở trên, có thể hiểu được rằng vật liệu có độ bền nhiệt và độ lỏng tuyệt vời (khả năng phân tán đều, chức năng tự phục hồi) là phù hợp cho màng xử lý chống ăn mòn được ứng dụng để đáp ứng thí nghiệm hỗn hợp bốn

khí. Hơn nữa, vì ion clorit và ion sunfat được tạo ra trong thí nghiệm hỗn hợp bốn khí, và cụ thể vì bao gồm khả năng vỡ lớp phủ xử lý chống ăn mòn do tác động trong khuôn đúc, cần xem xét sự ổn định hóa học và đặc tính trơ. Chất bôi trơn nền flo là một trong số các ứng cử của vật liệu có cả hai đặc tính này. Tuy nhiên, do các đặc tính của nó (như tính chống thấm, đặc tính cách điện và khả năng bôi trơn), nó được dùng cho phần cần tránh nước (bảng lắp) cũng như các linh kiện và sản phẩm đòi hỏi khả năng chống mài mòn (trượt lặp lại) (ví dụ ổ cứng). Vì chứa các hạt (ví dụ PTFE hoặc  $\text{MoS}_2$ ) hàm lượng rắn và cũng tạo ra màng rắn trên bề mặt, đặc tính cách điện và khả năng chống mài mòn nâng cao. Vì những lý do này, như đã được biết đến, không có ví dụ tiền lệ rằng nó được áp dụng với phần được dùng cho mục đích tiếp xúc điện, và thực tế, đã quan sát thấy rằng khi giá trị điện trở tiếp xúc ban đầu được đo, không phải là trạng thái dẫn điện. Vì vậy, được xem xét rằng dầu bôi trơn nền flo bao gồm hàm lượng rắn là không thích hợp đối với hiệu suất (điện trở tiếp xúc) và hình thức bên ngoài (bề mặt mạ có màu sắc của hạt rắn) và được xem xét rằng dầu bôi trơn hệ flo không màu và sạch (ví dụ: perflopolyete (PFPE)) không tạo ra màng rắn và chỉ chứa dầu là phù hợp nhất. Hơn nữa, được xem xét rằng dùng chất lỏng trơ nền flo (ví dụ hydrofluoroether (HFE)) làm dung môi để phân tán đều dầu bôi trơn nền flo trên bề mặt của lớp mạ là phù hợp.

Sáng chế đạt được là kết quả thực hiện các nghiên cứu chuyên cần, và linh kiện điện tử theo sáng chế bao gồm ít nhất bộ phận tiếp xúc, có bề mặt của phần tiếp xúc được thích hợp để tiếp xúc với bộ phận tiếp xúc khác, ít nhất lớp mạ lót và lớp mạ chính tạo ra trên lớp mạ lót, trong đó lớp phủ chứa dầu gốc flo được bố trí trên lớp mạ chính và lớp phủ có trọng lượng lớp phủ khô trên đơn vị diện tích lớn hơn hoặc bằng  $0,011 \text{ mg/cm}^2$  trên lớp mạ chính. Ở đây, “trọng lượng lớp phủ khô” là lớp phủ tạo ra ở nhiệt độ phòng ( $25^\circ\text{C}$ ) và dưới áp suất khí quyển. Trọng lượng lớp phủ khô có thể đạt được bằng cách, ví dụ, đo trọng lượng trước khi sử dụng dầu gốc flo và trọng lượng sau khi dầu gốc flo được sử dụng và làm khô, dùng cân vi lượng (độ chính xác đo  $\pm 0,1$ ), lấy trọng lượng sau khi ứng dụng trừ đi trọng lượng trước khi ứng dụng, và chia hiệu số về trọng lượng theo diện tích bề mặt của lớp mạ chính trên đó gắn dầu hệ flo.

Hơn nữa, đối với linh kiện điện tử của sáng chế, tốt hơn trọng lượng lớp phủ khô là lớn hơn hoặc bằng  $0,25 \text{ mg/cm}^2$ .

Ngoài ra, đối với linh kiện điện tử theo sáng chế, tốt hơn lớp mạ chính là lớp mạ chứa Au.

Ngoài ra, đối với linh kiện điện tử theo sáng chế, tốt hơn lớp mạ chính có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng  $0,4\ \mu\text{m}$ .

Ngoài ra, đối với linh kiện điện tử theo sáng chế, tốt hơn lớp mạ lót là một trong số lớp mạ Ni, lớp mạ Ni-P điện phân, lớp mạ Pd-Ni, và lớp mạ tổng hợp của lớp mạ Ni và lớp mạ Pd-Ni.

Ngoài ra, đối với linh kiện điện tử theo sáng chế, tốt hơn dầu gốc flo là dầu perflopolyete (dầu PFPE).

**Hiệu quả đạt được của sáng chế**

Với linh kiện điện tử theo sáng chế, lớp phủ chứa dầu gốc flo được bố trí trên bề mặt của bộ phận tiếp xúc, và lớp phủ có trọng lượng lớp phủ khô là lớn hơn hoặc bằng  $0,011\ \text{mg}/\text{cm}^2$ . Theo đó, thậm chí nếu độ dày của lớp mạ chính giảm, bộ phận tiếp xúc có thể được bảo vệ khỏi oxy, khí ăn mòn, độ ẩm hoặc yếu tố tương tự nhờ lớp phủ, và đạt được khả năng chống ăn mòn cao. Dầu gốc flo hợp thành lớp phủ, vì tính lỏng của nó, được đẩy vào các lỗ nhỏ trong bề mặt khi các bộ phận tiếp xúc tiếp xúc với nhau và vì vậy không ảnh hưởng đến độ dẫn điện và có thể đạt được sự ổn định của độ dẫn.

Do vậy, theo sáng chế, linh kiện điện tử cho thấy khả năng chống ăn mòn tuyệt vời có thể được tạo ra đối với dòng hỗn hợp bốn khí với cấu trúc rỗng.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Fig.1 là sơ đồ phối cảnh minh họa đầu nối từ mặt dưới theo phương án ưu tiên của sáng chế

Fig.2 là sơ đồ phối cảnh minh họa thân của đầu nối trên Fig.1.

Fig.3 là sơ đồ phối cảnh minh họa tiếp điểm của đầu nối trên Fig.1.

Fig.4 là mặt cắt ngang ở phần tiếp xúc của tiếp điểm tạo thành đầu nối trên Fig.1.

Fig.5 minh họa các hình ảnh chụp bề mặt tiếp điểm của đầu nối của các mẫu từ 1 đến 32 và các mẫu từ 39-72 sau thí nghiệm.

Fig.6 minh họa hình ảnh chụp các tiếp điểm của đầu nối của các mẫu từ 33 đến 38 và các mẫu từ 73 đến 75 sau thí nghiệm.

Fig. 7A và 7B minh họa kết quả thí nghiệm phun muối, trong đó Fig.7A là hình ảnh chụp minh họa phần kết quả quan sát điều kiện bề mặt của các tiếp điểm sau thí nghiệm phun muối, và Fig.7B là sơ đồ biểu thị giá trị điện trở tiếp xúc trước và sau thí nghiệm phun muối.

Fig.8A và 8B minh họa kết quả thí nghiệm hỗn hợp hai khí, trong đó Fig.8A là hình ảnh minh họa phần kết quả quan sát điều kiện bề mặt của tiếp điểm sau thí nghiệm hỗn hợp hai khí, và Fig.8B là sơ đồ biểu thị giá trị điện trở tiếp xúc trước thí nghiệm, giá trị điện trở tiếp xúc sau 500 lần gài vào và rút ra, và giá trị điện trở tiếp xúc sau khi tiếp xúc với dòng hỗn hợp hai khí.

Fig.9 là hình ảnh chụp minh họa phần kết quả quan sát điều kiện bề mặt sau thí nghiệm bay hơi axit nitric.

Fig.10 là giản đồ minh họa bước thứ nhất của cơ chế diễn ra ăn mòn trong thí nghiệm hỗn hợp ba khí.

Fig.11 là giản đồ minh họa bước thứ hai của cơ chế diễn ra ăn mòn trong thí nghiệm hỗn hợp ba khí.

Fig.12 là giản đồ minh họa bước thứ ba của cơ chế diễn ra ăn mòn trong thí nghiệm hỗn hợp ba khí.

Fig.13 là giản đồ minh họa bước thứ tư của cơ chế diễn ra ăn mòn trong thí nghiệm hỗn hợp ba khí.

Fig.14 là giản đồ minh họa bước thứ năm của cơ chế diễn ra ăn mòn trong thí nghiệm hỗn hợp ba khí.

Fig.15 là giản đồ minh họa bước thứ sáu của cơ chế diễn ra ăn mòn trong thí nghiệm hỗn hợp ba khí.

Fig.16 là giản đồ minh họa bước thứ bảy của cơ chế diễn ra ăn mòn trong thí nghiệm hỗn hợp ba khí.

Fig.17 là giản đồ minh họa bước thứ tám của cơ chế diễn ra ăn mòn trong thí nghiệm hỗn hợp ba khí.

Fig.18 là giản đồ minh họa cho thấy khoảng trống được tạo ra như thế nào trong lớp mạ Ni như là kết quả của thí nghiệm hỗn hợp ba khí.

## Mô tả chi tiết các phương án ưu tiên của sáng chế

Các phương án ưu tiên của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dưới đây cùng với việc tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo. Lưu ý rằng đầu nối cho một giao diện được thực hiện như là ví dụ của linh kiện điện tử trong bản mô tả, nhưng sáng chế không bị giới hạn trong ví dụ này, và có thể ứng dụng cho các loại linh kiện điện tử khác có bộ phận tiếp xúc như rơ le hoặc công tắc. Hơn nữa, sáng chế không chỉ có thể ứng dụng cho đầu nối giao diện, mà còn có thể ứng dụng cho các loại đầu nối khác nhau như đầu nối cho thẻ FPC/FFC hoặc SIM.

Như minh họa trên Fig.1, đầu nối (phích cắm) 10 của sáng chế bao gồm thân 12 và nhiều tiếp điểm 14 làm bộ phận tiếp xúc được giữ bởi thân 12.

Như minh họa trên Fig.2, thân 12 được làm bằng nhựa cách điện và có thể được tạo ra bằng kỹ thuật đúc phun ép đã biết. Vật liệu được chọn phù hợp để đáp lại tính ổn định về kích thước, khả năng hoạt động, chi phí, và yếu tố tương tự, và thường được chọn từ polybutylen terephthalat (PTB), polyamit (66PA, 46PA), polyme tinh thể lỏng (LCP), polycarbonat (PC), polytetrafloetylen (PTFE) hoặc vật liệu tổng hợp.

Thân 12 được bố trí với số lượng mong muốn lỗ gài 121 qua đó tiếp điểm 14 được gài vào và lỗ lắp trong đó FPC hoặc FFC được lắp vào. Trong phương án ưu tiên này, tiếp điểm 14 được giữ trong thân 12 bằng cách hàn, nhưng tiếp điểm 14 có thể giữ trong thân 12 bằng kỹ thuật đã biết như khớp hoặc lắp ép.

Như minh họa trên Fig.3, mỗi tiếp điểm 14 bao gồm phần tiếp xúc 141 được điều chỉnh để tiếp xúc với đầu nối (ổ cắm), đây là đối tượng được nối, không được minh họa, và phần nối 143 được điều chỉnh để nối với nền hoặc dây cáp, và các tiếp điểm 14 có thể được tạo ra bằng phương pháp gia công đã biết như ép hoặc gia công cơ khí.

Như minh họa bằng sơ đồ trên Fig.4, tiếp điểm 14, đặc biệt là ít nhất phần tiếp xúc 141 của tiếp điểm 14 bao gồm lớp mạ lót 147 chồng trên phần bề mặt của nền dẫn điện 145 và lớp mạ chính 159 trên lớp mạ lót 147.

Tốt hơn nền dẫn điện 145 được làm bằng các loại kim loại khác nhau đã biết, ví dụ làm bằng đồng hoặc hợp kim đồng. Hợp kim đồng có thể là photpho đồng, berili đồng, đồng hoặc hợp kim tương tự và tốt hơn được làm từ photpho đồng khi khả năng chống ăn mòn là quan trọng.

Tốt hơn lớp mạ chính 149 là một trong số các lớp mạ chứa Au, lớp mạ chứa Ag, lớp mạ chứa Pd, lớp mạ chứa Pd-Ni, lớp mạ Sn và lớp mạ hợp kim nền Sn. Đây là do khả năng ổn định tiếp xúc, khả năng chống ăn mòn và khả năng thấm hợp kim hàn là tốt. Hơn nữa, tốt hơn lớp mạ chính 149 là lớp mạ chứa Au khi khả năng chống ăn mòn là đặc biệt quan trọng.

Tốt hơn lớp mạ chính 149 có độ dày từ 0,03  $\mu\text{m}$  đến 6,0  $\mu\text{m}$ , mặc dù độ dày phụ thuộc vào vật liệu mạ chính. Ví dụ, trong trường hợp lớp mạ chính 149 là lớp mạ chứa Au, có thể mong muốn rằng độ dày là khoảng 0,1  $\mu\text{m}$  đến 1,0  $\mu\text{m}$  cho phần ở đó cần độ an toàn về điện (phần tiếp xúc) và khoảng 0,03  $\mu\text{m}$  đến 0,20  $\mu\text{m}$  cho phần ở đó cần độ an toàn của mối hàn. Hơn nữa, trong trường hợp, lớp mạ chính 149 là lớp mạ chứa Pd hoặc mạ Pd-Ni độ dày, mong muốn tương tự là khoảng 0,1  $\mu\text{m}$  đến 1,0  $\mu\text{m}$  cho phần ở đó cần độ an toàn về điện và khoảng 0,03  $\mu\text{m}$  đến 0,20  $\mu\text{m}$  cho phần tại đó cần sự an toàn về mối hàn. Ngoài ra, để nâng cao khả năng chống ăn mòn, lớp mạ chính 149 bao gồm lớp mạ chứa Au hoặc lớp mạ chứa Pd có thể có độ dày lớn hơn 1,0  $\mu\text{m}$ , nhưng xem xét đến chi phí, tốt hơn độ dày là nhỏ hơn hoặc bằng 1,0  $\mu\text{m}$ , và tốt hơn nữa là độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 0,4  $\mu\text{m}$ . Mặt khác, trong trường hợp lớp mạ chứa Ag, lớp mạ Sn và lớp mạ hợp kim nền Sn, tốt hơn độ dày là 2,0  $\mu\text{m}$  đến 6,0  $\mu\text{m}$  để đảm bảo độ an toàn về điện và độ an toàn về mối hàn tốt.

Tốt hơn là lớp mạ lớp son lót 147 là một trong các lớp mạ Ni-P, lớp mạ Ni, lớp mạ Pd-Ni, và lớp mạ tổng hợp của lớp mạ Ni và lớp mạ Pd-Ni. Khi khả năng chống ăn mòn là đặc biệt quan trọng, tốt hơn là lớp mạ lớp son lót 147 là lớp mạ Ni-P. Trong trường hợp này, tốt hơn mật độ P là 2,0 % đến 18% trọng lượng. Điều này là vì khi nồng độ P là thấp hơn 2,0% trọng lượng, khả năng chống ăn mòn có thể giảm, và khi nồng độ P là lớn hơn 18% trọng lượng, tính dẻo kém và có thể làm vỡ như nứt. Tốt hơn lớp mạ Ni-P có độ dày từ 0,5  $\mu\text{m}$  đến 6,0  $\mu\text{m}$ . Điều này là vì, trong trường hợp độ dày nhỏ hơn 0,5  $\mu\text{m}$ , khả năng chống ăn mòn có thể giảm do sự khuếch tán của đồng, kẽm,... có trong hợp kim đồng, và khi độ dày lớn hơn 6,0  $\mu\text{m}$ , tính dẻo là kém và có thể làm vỡ như nứt.

Lớp mạ Ni-P có thể được tạo ra, ví dụ, bằng phương pháp mạ điện dùng dung dịch mạ Watts hoặc dung dịch mạ sulfamat. Đặc biệt, tốt hơn là được tạo ra bằng phương pháp mạ điện dùng dung dịch mạ trên cơ sở axit sulfuric trong đó axit photpho được bổ sung vào dung dịch mạ Watts. Điều này là vì có thể tạo ra lớp trong đó

ting thể là đậm đặc, hoạt động bề mặt cao, và phản ứng mặt trung gian với lớp mạ chính 149 như Au của lớp trên là tốt.

Hơn nữa, để đạt được khả năng chống ăn mòn cao hơn, đầu nối 10 bao gồm lớp phủ 16 chứa dầu hệ flo trên ít nhất bề mặt của phần tiếp xúc 141 trên lớp mạ chính 149 của tiếp điểm 14. Lớp phủ 16 để nâng cao khả năng chống ăn mòn không chỉ cần bảo vệ tiếp điểm 14 khỏi oxy, độ ẩm và khí ăn mòn, mà còn không ngăn đặc tính điện. Hơn nữa, cần có khả năng chịu nhiệt sao cho việc tách hoặc phân giải không xảy ra ở nhiệt độ tăng lên (lên đến 260°C), có độ nhớt, có sức căng bề mặt nhỏ và nâng cao độ phân tán đều (khả năng tự phục hồi) và tương tác với ion clorit và ion sunfat.

Dầu gốc flo có thể chứa dầu nền perflopolyete (dầu PFPE) và trong số đó, tốt hơn là dùng dầu nền perflopolyete (PEPE) là hợp chất nền polymeric flo có khung là  $[-CF_2-O-]$ , sức căng bề mặt (25°C) thấp hơn hoặc bằng 25 mN/m, và trọng lượng phân tử trung bình là từ 500 đến 15000. Các dầu nền Perflopolyete có thể là các dầu có công thức cấu tạo được chỉ ra trong Bảng 1 dưới đây.

[Bảng 1]

| Số | CÔNG THỨC CẤU TẠO                                  | SỨC CĂNG BỀ MẶT<br>(mN/m) ở 20°C |
|----|----------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1  | $F-(CF_2CF_2CF_2O)_n-CF_2CF_3$                     | 17-20                            |
| 2  | $CF_3-(CF_2CF_2O)_n-(OCF_2)_m-OCF_3$               | 16-17                            |
| 3  | $F-(CF(CF_3)CF_2O)_n-CF_2CF_3$                     | 18-20                            |
| 4  | $CF_3-(CF(CF_3)CF_2O)_n-(OCF_2)_m-CF_3$            | 14-20                            |
| 5  | $CF_3-O-(CF_2CF_2CF_2)_n-(OCF_2)_m-CF_3$           | 19-20                            |
| 6  | $CF_3-O-(CF_2CF_2CF_2O)_n-(OCF_2)_m-CF_3$          | 18-19                            |
| 7  | $CF_3-O-(CF_2CF_2O)_n-(OCF_2)_m-CF_3$              | 25                               |
| 8  | $HOCH_2-CF_2O-(CF_2CF_2O)_n-(OCF_2)_m-CF_2-CH_2OH$ | 23                               |

Phương pháp tạo ra lớp phủ trên lớp mạ chính 149 bao gồm, ví dụ, ngâm tiếp điểm 14 trong dung dịch (chất lỏng phủ) thu được bằng cách pha loãng dầu hệ flo với dung môi trong vài giây (một hoặc vài giây) và làm bay hơi dung môi để tạo ra lớp phủ 16 trên bề mặt của tiếp điểm 14. Ví dụ, HFE như mô tả dưới đây bay hơi ngay trong vài giây đồng hồ và vì vậy chỉ PFPE có thể được giữ lại trên bề mặt của tiếp điểm 14. Công việc ứng dụng có thể được thực hiện liên tiếp bằng phương pháp cuộn sang cuộn.

Đối với dung môi, tốt hơn là dung môi nền flo có khả năng phân tán tốt với dầu gốc flo, và ví dụ, tốt hơn là dùng hydrofluoroeter (HFE). Hydrofluoroeter có thể có công thức cấu tạo chỉ ra trong Bảng 2 dưới đây.

[Bảng 2]

| SỐ | CÔNG THỨC CẤU TẠO                                  | ÁP SUẤT BAY HƠI<br>(kPA, 25°C) | SỨC CĂNG BỀ MẶT<br>(mN/m) |
|----|----------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| 1  | $\text{CF}_3-(\text{CF}_2)_3\text{OCH}_3$          | 28                             | 13-14                     |
| 2  | $\text{CF}_3-(\text{CF}_2)_3\text{OC}_2\text{H}_5$ | 16                             | 13-14                     |
| 3  | $\text{CF}_3-(\text{CF}_2)_5\text{OCH}_3$          | 6                              | 14-15                     |

Ví dụ, đối với HFE, “SANKOLCFD chất làm loãng Z” (SANKOL CFD DILUENT Z) (tên sản phẩm) là có sẵn từ Sankei Kagaku Co., Ltd. (SANKEIKAGAKU CO., LTD.) có thể là thích hợp để dùng.

Lưu ý rằng nếu đường cong phân tích nồng độ dầu gốc flo với dung môi trong chất lỏng phủ và trọng lượng lớp phủ khô trên đơn vị diện tích của lớp phủ 16 gắn trên bề mặt tiếp điểm 14 được tạo ra trước, lớp phủ 16 với trọng lượng lớp phủ khô mong muốn có thể dễ dàng tạo ra trên bề mặt của tiếp điểm 14 một cách đơn giản nhờ điều chỉnh nồng độ chất lỏng lớp phủ. Là phương pháp mẫu tạo ra lớp phủ dùng dầu PFPE và HFE, mối liên quan giữa nồng độ dầu PFPE với HFE và trọng lượng lớp phủ khô của lớp phủ được thăm tra dùng phần mẫu thí nghiệm chứa lớp mạ Ni và lớp mạ Au tạo ra trên tấm đồng nguyên chất, và kết quả được chỉ ra trong Bảng 3 dưới đây.

[Bảng 3]

| NỒNG ĐỘ PFPE (%<br>TRỌNG LƯỢNG) | TỔNG TRỌNG<br>LƯỢNG LỚP PHỦ<br>KHÔ (mg) | DIỆN TÍCH BỀ<br>MẶT MẪU THÍ<br>NGHIỆM (cm <sup>2</sup> ) | TRỌNG LƯỢNG<br>LỚP PHỦ KHÔ<br>THEO ĐƠN VỊ<br>DIỆN TÍCH<br>(mg/cm <sup>2</sup> ) |
|---------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 0,1                             | 0,20                                    | 40,5                                                     | 0,005                                                                           |
| 0,2                             | 0,35                                    | 31,5                                                     | 0,011                                                                           |
| 0,5                             | 0,51                                    | 27                                                       | 0,019                                                                           |
| 0,8                             | 0,72                                    | 22,5                                                     | 0,032                                                                           |
| 1                               | 0,8                                     | 22,5                                                     | 0,04                                                                            |
| 3                               | 2,0                                     | 18                                                       | 0,11                                                                            |
| 5                               | 3,2                                     | 18                                                       | 0,18                                                                            |
| 7                               | 3,4                                     | 13,5                                                     | 0,25                                                                            |
| 10                              | 5,0                                     | 13,5                                                     | 0,37                                                                            |
| 12                              | 5,8                                     | 13,5                                                     | 0,43                                                                            |
| 15                              | 8,9                                     | 13,5                                                     | 0,66                                                                            |
| 17                              | 10,4                                    | 13,5                                                     | 0,77                                                                            |
| 20                              | 19,0                                    | 13,5                                                     | 1,41                                                                            |
| 24                              | 29,5                                    | 13,5                                                     | 2,19                                                                            |

Bây giờ, khả năng chống ăn mòn có thể được nâng cao bằng cách tạo ra lớp phủ 16 chứa dầu gốc flo trên bề mặt của tiếp điểm 14, nhưng để đạt được khả năng chống ăn mòn với ở mức tương ứng với thí nghiệm khả năng chống ăn mòn dưới các điều kiện khắc khe bằng dòng hỗn hợp bốn khí trong khi cố gắng để giảm độ dày của lớp mạ chính 149, vấn đề cơ bản là trọng lượng lớp phủ khô trên đơn vị diện tích của lớp phủ 16 là lớn hơn hoặc bằng 0,011mg/cm<sup>2</sup>. Nếu trọng lượng lớp phủ khô trên đơn vị diện tích của lớp phủ 16 là thấp hơn 0,011mg/cm<sup>2</sup>, khó để đạt được khả năng chống ăn mòn mong muốn trong thí nghiệm khả năng chống ăn mòn dưới các điều kiện khắc khe như chỉ ra ở trên, trừ khi lớp mạ chính 149 được tạo ra với độ dày đáng kể. Vì hiệu quả của việc bảo vệ lớp mạ lót 147 bằng cách kết hợp lớp mạ chính 149 và lớp phủ 16 không thể thu được một cách đầy đủ.

Nếu trọng lượng phủ khô của lớp phủ 16 là lớn hơn hoặc bằng 0,25mg/cm<sup>2</sup>, tốt hơn vì khả năng chống ăn mòn tốt có thể đạt được trong khu vực độ dày của lớp mạ chính 149 rộng hơn. Để đạt được độ dày giảm và khả năng chống ăn mòn cùng một lúc cho lớp mạ chính 149 với kích thước cao hơn, tốt hơn là: trong trường hợp lớp mạ

chính 149 có độ dày lớn hơn hoặc bằng  $0,4\mu\text{m}$ , trọng lượng lớp phủ khô trên đơn vị diện tích của dầu gốc flo chứa lớp phủ 16 trên lớp mạ chính 149 là lớn hơn hoặc bằng  $0,011\text{mg}/\text{cm}^2$ ; trong trường hợp lớp mạ chính 149 có độ dày lớn hơn hoặc bằng  $0,2\mu\text{m}$  và thấp hơn  $0,4\mu\text{m}$ , trọng lượng phủ khô của lớp phủ 16 là lớn hơn hoặc bằng  $0,04\text{mg}/\text{cm}^2$ ; trong trường hợp lớp phủ chính 149 có độ dày lớn hơn hoặc bằng  $0,1\mu\text{m}$  và thấp hơn  $0,2\mu\text{m}$ , trọng lượng lớp phủ khô của lớp phủ 16 là lớn hơn hoặc bằng  $0,07\text{mg}/\text{cm}^2$ ; và trong trường hợp lớp phủ chính 149 có độ dày thấp hơn  $0,1\mu\text{m}$ , trọng lượng lớp phủ khô của lớp phủ 16 là lớn hơn hoặc bằng  $0,25\text{mg}/\text{cm}^2$ .

Theo tiếp điểm 10 của phương án ưu tiên mô tả ở trên, lớp phủ 16 lắng bởi một lượng thích hợp có thể bảo vệ tiếp điểm 10 khỏi oxy, khí ăn mòn, độ ẩm,... bằng cách kết hợp lớp mạ chính 149, có thể đạt được khả năng chống ăn mòn cao. Dầu gốc flo chứa lớp phủ 16, vì tính lỏng của nó, được đẩy vào các lỗ nhỏ trong bề mặt khi các tiếp điểm đi vào tiếp xúc với nhau, và vì vậy không ảnh hưởng đến độ dẫn điện và vì vậy có thể thu được độ dẫn ổn định. Đặc biệt, với lớp mạ chính 149 có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng  $0,4\mu\text{m}$ , và có thể giảm lượng dùng vật liệu đắt (mạ vàng) và có thể cắt chi phí lớn.

Các thí nghiệm được thực hiện để xác minh sự ảnh hưởng của sáng chế sẽ được mô tả dưới đây.

### **Các ví dụ thực hiện sáng chế**

<Ví dụ thứ nhất>

(Các ví dụ)

Như ví dụ 1, tạo ra nền dẫn điện bởi đồng photpho (Cu: khối lượng còn lại %, Sn: 6% trọng lượng, P: 0,3% trọng lượng đến 0,35% trọng lượng và tạp chất ngẫu nhiên) gia công thành hình dạng tiếp điểm định trước, và đưa nền dẫn điện vào điện phân cực âm kiềm khử dưới điều kiện: nồng độ orthosilicat natri là  $50\text{g}/\text{l}$ ; nhiệt độ dung dịch mạ là  $55^\circ\text{C}$ ; cường độ dòng điện cực âm là  $10\text{A}/\text{dm}^2$ ; và khoảng thời gian điện phân là 30 giây đồng hồ, tráng bằng nước, và sau đó làm sạch axit dưới điều kiện: nồng độ axit hydrocloric là 10 vol%; nhiệt độ dung dịch mạ là  $20^\circ\text{C}$ , và khoảng thời gian nhúng là 10 giây đồng hồ. Sau khi tráng bằng nước, lớp mạ Ni được tạo ra trên phần bề mặt của photpho đồng dưới điều kiện: hợp chất dung dịch mạ của dung dịch mạ sunphat (dung dịch mạ Watts); PH là 4,0; nhiệt độ dung dịch mạ là  $50^\circ\text{C}$ ; và cường

độ dòng điện là  $10\text{A}/\text{dm}^2$ , và, hơn nữa, trên lớp mạ Ni này, lớp mạ Au được tạo ra dưới điều kiện: hợp chất dung dịch mạ vàng (I) kali xyanua ( $\text{KAu}(\text{CN})_2$ )  $12,5\text{ g/l}$ ; coban sunfat ( $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )  $400\text{ ppm}$ ; chất phụ gia là  $12,5\text{ ml/l}$ ; nhiệt độ dung dịch mạ  $50^\circ\text{C}$ ; và cường độ dòng điện  $3\text{A}/\text{dm}^2$ . Sau đó, trên lớp mạ Au, chất lỏng phủ trong đó dầu PFPE được pha loãng với HFE đến nồng độ định trước được ứng dụng để tạo ra lớp phủ chứa PFPE. Sau đó, tiếp điểm được gắn vào thân được minh họa trên Fig.1 để tạo ra đầu nối của mẫu 1. Độ dày của lớp mạ Ni, độ dày của lớp mạ Au, và trọng lượng lớp phủ khô của lớp phủ chứa PFPE được chỉ ra trong Bảng 3. Lưu ý rằng, "Sankol ZZS-202" (SANKOL ZZS-202) (tên sản phẩm) có sẵn từ Sankei Kagaku Co., Ltd. (SANKEIKAGAKU CO., LTD.) được dùng làm PFPE. Hơn nữa, "SANKOLCFD chất pha loãng Z" (SANKOL CFD DILUENT Z) (tên sản phẩm) là có sẵn ở Sankei Kagaku Co., Ltd. (SANKEIKAGAKU CO., LTD.) được dùng làm dung môi.

Tương tự, đầu nối của mẫu 2 đến 33 là khác với mẫu 1 chỉ về độ dày của lớp mạ Ni, độ dày của lớp mạ Au và trọng lượng lớp phủ khô của lớp phủ chứa PFPE được tạo ra. Độ dày của lớp mạ Ni, độ dày của lớp mạ Au và trọng lượng lớp phủ khô của lớp phủ chứa PFPE được chỉ ra trong Bảng 4.

Đầu nối của mẫu 34 được tạo ra theo phương pháp tương tự với phương pháp cho mẫu 1 ngoại trừ lớp mạ Ni được thay thế bằng lớp mạ Ni-P điện phân tạo ra ở điều kiện: hợp chất dung dịch mạ của dung dịch mạ sunphat (hợp chất axit phospho); PH là 2,5, nhiệt độ dung dịch mạ là  $60^\circ\text{C}$ ; và cường độ dòng điện là  $10\text{A}/\text{dm}^2$ . Độ dày của lớp mạ Ni, độ dày của lớp mạ Au và trọng lượng lớp phủ khô của lớp phủ chứa PFPE như được minh họa ở Bảng 4.

Đầu nối của mẫu 35 đến 37 được tạo ra theo phương pháp tương tự với phương pháp ở mẫu 1 ngoại trừ lớp mạ Pd-Ni được tạo ra giữa lớp mạ Ni và lớp mạ Au ở điều kiện: hợp chất dung dịch mạ của dung dịch mạ amonia thấp; PH là 7,5, nhiệt độ dung dịch mạ là  $45^\circ\text{C}$ ; và cường độ dòng điện là  $10\text{A}/\text{dm}^2$ . Độ dày của mạ Pd-Ni/Ni, độ dày của mạ Au và trọng lượng lớp phủ khô của lớp phủ chứa PFPE như được minh họa ở Bảng 4.

Đầu nối của mẫu 38 được tạo ra theo phương pháp tương tự với phương pháp cho mẫu 1 ngoại trừ lớp mạ Au được thay thế bằng lớp mạ Ag ở điều kiện: hợp chất dung dịch mạ của dung dịch mạ xyanna hóa; PH là 12, nhiệt độ dung dịch mạ là  $15^\circ\text{C}$  đến

25°C; và cường độ dòng điện là 2A/dm<sup>2</sup>. Độ dày của lớp mạ Ni, độ dày của lớp mạ Ag và trọng lượng lớp phủ khô của lớp phủ chứa PFPE như được minh họa ở Bảng 4.

(Các ví dụ so sánh)

Các đầu nổi của mẫu 39 đến 72 được tạo ra theo phương pháp tương tự với phương pháp ở mẫu 1 ngoại trừ độ dày của lớp mạ Au và trọng lượng lớp phủ khô của lớp phủ chứa PFPE là ngoài phạm vi của sáng chế.

Đầu nổi của mẫu 73 được tạo ra theo phương pháp tương tự với phương pháp cho mẫu 1 ngoại trừ lớp phủ chứa PFPE được thay thế bằng tác nhân ngăn ăn mòn hòa tan được trong nước nền benzothiazole áp dụng trên lớp mạ Au.

Đầu nổi của mẫu 74 được tạo ra theo phương pháp tương tự với phương pháp cho mẫu 73 ngoại trừ lớp mạ Ni-P điện phân được tạo ra ở vị trí của lớp mạ Ni.

Đầu nổi của mẫu 75 được tạo ra theo phương pháp tương tự với phương pháp của mẫu 73 ngoại trừ tác nhân ngăn ăn mòn nền dung môi thiol được ứng dụng trên lớp mạ Au ở vị trí của tác nhân ngăn ăn mòn hòa tan được trong nước nền benzothiazole.

(Thí nghiệm khả năng chống ăn mòn bằng dòng hỗn hợp bốn khí)

Thí nghiệm khả năng chống ăn mòn được thực hiện theo bước (a) đến (e) dưới đây.

(a) đo giá trị điện trở tiếp xúc ban đầu (được đo bằng phương pháp bốn đầu dò dòng trực tiếp);

(b) 50 lần gài và rút;

(c) đo giá trị điện trở tiếp xúc;

(d) hướng vào dòng hỗn hợp bốn khí (169 tiếng, không đối tiếp);

(e) đo giá trị điện trở tiếp xúc.

Lưu ý rằng, thí nghiệm hỗn hợp bốn khí theo tiêu chuẩn EIA (EIA-364-65A), và loại và mật độ của các khí là: H<sub>2</sub>S 10 ± 5 ppb; SO<sub>2</sub> 100 ± 20 ppb; NO<sub>2</sub> 200 ± 50 ppb; Cl<sub>2</sub> 10 ± 3 ppb; nhiệt độ 30 °C; và độ ẩm 75% RH.

(Phương pháp đánh giá)

Khi giá trị điện trở tiếp xúc sau khi hướng vào dòng hỗn hợp bốn khí là thấp hơn  $25\text{ m}\Omega$ , giá trị này là gần bằng giá trị điện trở tiếp xúc ban đầu, được đánh giá là có khả năng chống ăn mòn tuyệt vời và đáp ứng tiêu chuẩn S-ATA, được ký hiệu bằng "◎". Khi giá trị điện trở tiếp xúc là lớn hơn hoặc bằng  $25\text{ m}\Omega$  và nhỏ hơn  $45\text{ }\Omega$ , giá trị đó được đánh giá như là có khả năng chống ăn mòn tốt, nhưng không tốt như là "◎" và đáp ứng tiêu chuẩn S-ATA, được ký hiệu bằng "○". Hơn nữa, khi giá trị điện trở tiếp xúc là lớn hơn hoặc bằng  $45\text{ m}\Omega$  và nhỏ hơn  $200\text{ m}\Omega$ , được đánh giá rằng điện trở tiếp xúc là không đầy đủ và không đáp ứng tiêu chuẩn S-ATA được ký hiệu bằng "△". Ngoài ra, khi giá trị điện trở tiếp xúc lớn hơn hoặc bằng  $200\text{ m}\Omega$ , được đánh giá có giá trị điện trở thấp, được ký hiệu là "×". Kết quả đánh giá được chỉ ra trong Bảng 4-1 đến 4-4.

[Bảng 4-1]

| MẪU SỐ | LỚP MẠ LÓT |             | LỚP MẠ CHÍNH |             | TRỌNG LƯỢNG LỚP PHỦ KHÔ CỦA LỚP PHỦ CHỨA PFPE (mg/cm <sup>2</sup> ) | XỬ LÝ CHỐNG ẮN MÒN | ĐÁNH GIÁ |
|--------|------------|-------------|--------------|-------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|----------|
|        | LOẠI       | ĐỘ DÀY (µm) | LOẠI         | ĐỘ DÀY (µm) |                                                                     |                    |          |
| 1      | Ni         | 2,5         | Au           | 0,4         | 0,011                                                               | KHÔNG SẴN CÓ       | ○        |
| 2      | Ni         | 2,5         | Au           | 0,4         | 0,019                                                               | KHÔNG SẴN CÓ       | ◎        |
| 3      | Ni         | 2,5         | Au           | 0,4         | 0,032                                                               | KHÔNG SẴN CÓ       | ◎        |
| 4      | Ni         | 2,5         | Au           | 0,4         | 0,04                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ◎        |
| 5      | Ni         | 2,5         | Au           | 0,4         | 0,07                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ◎        |
| 6      | Ni         | 2,5         | Au           | 0,4         | 0,11                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ◎        |
| 7      | Ni         | 2,5         | Au           | 0,4         | 0,18                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ◎        |
| 8      | Ni         | 2,5         | Au           | 0,4         | 0,25                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ◎        |
| 9      | Ni         | 2,5         | Au           | 0,4         | 0,37                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ◎        |
| 10     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,4         | 0,43                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ◎        |
| 11     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,2         | 0,04                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ○        |
| 12     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,2         | 0,07                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ○        |
| 13     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,2         | 0,11                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ○        |
| 14     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,2         | 0,18                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ◎        |
| 15     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,2         | 0,25                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ◎        |
| 16     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,2         | 0,37                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ◎        |
| 17     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,2         | 0,43                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ◎        |

[Bảng 4-2]

| MẪU SỐ | LỚP MẠ LÓT |             | LỚP MẠ CHÍNH |             | TRỌNG LƯỢNG LỚP PHỦ KHÔ CỦA LỚP PHỦ CHỨA PFPE (mg/cm <sup>2</sup> ) | XỬ LÝ CHỐNG Ăn MÒN | ĐÁNH GIÁ |
|--------|------------|-------------|--------------|-------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|----------|
|        | LOẠI       | ĐỘ DÀY (µm) | LOẠI         | ĐỘ DÀY (µm) |                                                                     |                    |          |
| 18     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,1         | 0,07                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ○        |
| 19     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,1         | 0,11                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ○        |
| 20     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,1         | 0,18                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ○        |
| 21     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,1         | 0,25                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ○        |
| 22     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,1         | 0,37                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ○        |
| 23     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,1         | 0,43                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ◎        |
| 24     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,05        | 0,25                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ○        |
| 25     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,05        | 0,37                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ○        |
| 26     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,05        | 0,43                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ○        |
| 27     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,03        | 0,25                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ○        |
| 28     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,03        | 0,37                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ○        |
| 29     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,03        | 0,43                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ○        |
| 30     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,01        | 0,25                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ○        |
| 31     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,01        | 0,37                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ○        |
| 32     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,01        | 0,43                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ○        |
| 33     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,005       | 0,25                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ○        |
| 34     | Ni-P       | 2,5         | Au           | 0,1         | 0,25                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ◎        |
| 35     | Pd-Ni/Ni   | 0,5/2,5     | Au           | 0,1         | 0,04                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ◎        |
| 36     | Pd-Ni/Ni   | 0,5/2,5     | Au           | 0,1         | 0,18                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ◎        |
| 37     | Pd-Ni/Ni   | 0,5/2,5     | Au           | 0,1         | 0,25                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ◎        |
| 38     | Ni         | 2,5         | Au           | 2           | 0,25                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ○        |

[Bảng 4-3]

| MẪU SỐ | LỚP MẠ LÓT |             | LỚP MẠ CHÍNH |             | TRỌNG LƯỢNG LỚP PHỦ KHÔ CỦA LỚP PHỦ CHỨA PFPE (mg/cm <sup>2</sup> ) | XỬ LÝ CHỐNG ẮN MÒN | ĐÁNH GIÁ |
|--------|------------|-------------|--------------|-------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|----------|
|        | LOẠI       | ĐỘ DÀY (µm) | LOẠI         | ĐỘ DÀY (µm) |                                                                     |                    |          |
| 39     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,4         | 0,005                                                               | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 40     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,2         | 0,005                                                               | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 41     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,2         | 0,011                                                               | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 42     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,2         | 0,019                                                               | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 43     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,2         | 0,032                                                               | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 44     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,1         | 0,005                                                               | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 45     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,1         | 0,011                                                               | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 46     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,1         | 0,019                                                               | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 47     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,1         | 0,032                                                               | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 48     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,1         | 0,04                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | △        |
| 49     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,05        | 0,005                                                               | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 50     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,05        | 0,011                                                               | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 51     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,05        | 0,019                                                               | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 52     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,05        | 0,032                                                               | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 53     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,05        | 0,04                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 54     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,05        | 0,07                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 55     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,05        | 0,11                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 56     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,05        | 0,18                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | △        |

[Bảng 4-4]

| MẪU SỐ | LỚP MẠ LÓT |             | LỚP MẠ CHÍNH |             | TRỌNG LƯỢNG LỚP PHỦ KHÔ CỦA LỚP PHỦ CHỨA PFPE (mg/cm <sup>2</sup> ) | XỬ LÝ CHỐNG ẨM MÒN | ĐÁNH GIÁ |
|--------|------------|-------------|--------------|-------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|----------|
|        | LOẠI       | ĐỘ DÀY (µm) | LOẠI         | ĐỘ DÀY (µm) |                                                                     |                    |          |
| 57     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,03        | 0,005                                                               | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 58     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,03        | 0,011                                                               | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 59     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,03        | 0,019                                                               | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 60     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,03        | 0,032                                                               | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 61     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,03        | 0,04                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 62     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,03        | 0,07                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 63     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,03        | 0,11                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 64     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,03        | 0,18                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 65     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,01        | 0,005                                                               | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 66     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,01        | 0,011                                                               | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 67     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,01        | 0,019                                                               | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 68     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,01        | 0,032                                                               | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 69     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,01        | 0,04                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 70     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,01        | 0,07                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 71     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,01        | 0,11                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 72     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,01        | 0,18                                                                | KHÔNG SẴN CÓ       | ×        |
| 73     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,8         | KHÔNG SẴN CÓ                                                        | BENZOTHIAZOL       | ×        |
| 74     | Ni-P       | 2,5         | Au           | 0,8         | KHÔNG SẴN CÓ                                                        | BENZOTHIAZOL       | ×        |
| 75     | Ni         | 2,5         | Au           | 0,8         | KHÔNG SẴN CÓ                                                        | THIOL              | ×        |

Bảng 5 thể hiện kết quả đánh giá ở trên được tổng hợp dựa vào mối quan hệ giữa độ dày của lớp mạ chính và trọng lượng lớp phủ khô của lớp phủ chứa PFPE.

[Bảng 5]

| ĐỘ DÀY LỚP<br>MẠ CHÍNH (μm) | TRỌNG LƯỢNG LỚP PHỦ KHÔNG CỦA LỚP PHỦ CHỨA PFPE (mg/cm <sup>2</sup> ) |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                             | 0,005                                                                 | 0,011         | 0,019         | 0,032         | 0,04          | 0,07          | 0,11          | 0,18          | 0,25          | 0,37          | 0,43          |
| 0,01                        | X<br>(MẪU 65)                                                         | X<br>(MẪU 66) | X<br>(MẪU 67) | X<br>(MẪU 68) | X<br>(MẪU 69) | X<br>(MẪU 70) | X<br>(MẪU 71) | X<br>(MẪU 72) | ○<br>(MẪU 30) | ○<br>(MẪU 31) | ○<br>(MẪU 32) |
| 0,03                        | X<br>(MẪU 57)                                                         | X<br>(MẪU 58) | X<br>(MẪU 59) | X<br>(MẪU 60) | X<br>(MẪU 61) | X<br>(MẪU 62) | X<br>(MẪU 63) | X<br>(MẪU 64) | ○<br>(MẪU 27) | ○<br>(MẪU 28) | ○<br>(MẪU 29) |
| 0,05                        | X<br>(MẪU 49)                                                         | X<br>(MẪU 50) | X<br>(MẪU 51) | X<br>(MẪU 52) | X<br>(MẪU 53) | X<br>(MẪU 54) | X<br>(MẪU 55) | △<br>(MẪU 56) | ○<br>(MẪU 24) | ○<br>(MẪU 25) | ○<br>(MẪU 26) |
| 0,10                        | X<br>(MẪU 44)                                                         | X<br>(MẪU 45) | X<br>(MẪU 46) | X<br>(MẪU 47) | △<br>(MẪU 48) | ○<br>(MẪU 18) | ○<br>(MẪU 19) | ○<br>(MẪU 20) | ○<br>(MẪU 21) | ○<br>(MẪU 22) | ◎<br>(MẪU 23) |
| 0,20                        | X<br>(MẪU 40)                                                         | X<br>(MẪU 41) | X<br>(MẪU 42) | X<br>(MẪU 43) | ○<br>(MẪU 11) | ○<br>(MẪU 12) | ○<br>(MẪU 13) | ◎<br>(MẪU 14) | ◎<br>(MẪU 15) | ◎<br>(MẪU 16) | ◎<br>(MẪU 17) |
| 0,40                        | X<br>(MẪU 39)                                                         | ○<br>(MẪU 1)  | ◎<br>(MẪU 2)  | ◎<br>(MẪU 3)  | ◎<br>(MẪU 4)  | ◎<br>(MẪU 5)  | ◎<br>(MẪU 6)  | ◎<br>(MẪU 7)  | ◎<br>(MẪU 8)  | ◎<br>(MẪU 9)  | ◎<br>(MẪU 10) |

Ngoài ra, hình ảnh chụp các bề mặt của tiếp điểm của các đầu nối của mẫu 1 đến 32 và mẫu 39 đến 72 sau thí nghiệm được thể hiện trên Fig.5. Ngoài ra, hình ảnh chụp các tiếp điểm của các đầu nối của mẫu từ 33 đến 38 và mẫu từ 73 đến 75 sau thí nghiệm được thể hiện trên Fig.6.

Như có thể thấy trong Bảng 4 và Bảng 5, đã xác minh được rằng, với trọng lượng lớp phủ khô của lớp phủ chứa PFPE lớn hơn hoặc bằng  $0,011 \text{ mg/cm}^2$ , có thể đạt được khả năng chống ăn mòn tốt thậm chí nếu độ dày của lớp mạ chính giảm xuống  $0,4 \mu\text{m}$ . Hơn nữa, đã xác định được rằng, với trọng lượng lớp phủ khô của lớp phủ chứa PFPE là lớn hơn hoặc bằng  $0,25 \text{ mg/cm}^2$ , đạt được khả năng chống ăn mòn tốt trong khoảng dày rộng hơn của lớp mạ chính.

Mặt khác, đối với các mẫu của các ví dụ so sánh, có thể thấy trong Bảng 4 và Bảng 5, đã xác minh được rằng giá trị điện trở tiếp xúc không đáp ứng tiêu chuẩn, và không đạt được khả năng chống ăn mòn đầy đủ đối với các thí nghiệm chống ăn mòn khắt khe.

Từ những kết quả này, đã xác minh được rằng cả độ dày giảm của lớp mạ chính và khả năng chống ăn mòn đạt được đồng thời bằng cách ứng dụng sáng chế

#### < Ví dụ thứ hai >

Thực hiện các thí nghiệm khác với thí nghiệm chống ăn mòn bằng hỗn hợp bốn khí theo sáng chế được thẩm tra và sẽ được mô tả dưới đây. Lưu ý rằng, với mỗi thí nghiệm dưới đây, đầu nối (mẫu 76) có cấu hình giống như cấu hình của đầu nối của mẫu 8 dùng trong phương án ưu tiên thứ nhất được dùng. Đó là, với đầu nối của mẫu 76, độ dày của lớp mạ Au tạo ra trên tiếp điểm là  $0,4 \mu\text{m}$  và trọng lượng lớp phủ khô của lớp phủ chứa PFPE là  $0,25 \text{ mg/cm}^2$ . Hơn nữa, đối với mỗi thí nghiệm, điều kiện bề mặt của tiếp điểm trước và sau thí nghiệm được quan sát và đo giá trị điện trở tiếp xúc dùng thiết bị đo milli-ohm (sản xuất bởi HIOKI: 3560 AC  $\text{m}\Omega$  HiTESTER).

#### (Thí nghiệm phun muối)

Thí nghiệm phun muối tuân theo JIS H8502 được thực hiện với mẫu ghép đôi với đầu nối đối xứng (đầu nối ổ cắm) và ở điều kiện: nhiệt độ  $35^\circ\text{C}$ ; nồng độ nước muối 5%; khoảng thời gian thí nghiệm là 48 tiếng đồng hồ. Fig.7A minh họa ví dụ về kết quả quan sát điều kiện bề mặt của các tiếp điểm sau thí nghiệm phun muối, và tạo ra

sản phẩm ăn mòn do thí nghiệm phun muối không được quan sát rõ. Fig.7B minh họa giá trị điện trở tiếp xúc trước và sau thí nghiệm, và có thể quan sát rằng hầu như không tăng điện trở tiếp xúc do thí nghiệm phun muối và là trong tiêu chuẩn (gấp đôi giá trị điện trở tiếp xúc ban đầu hoặc thấp hơn). Do vậy, trở nên rõ ràng rằng đầu nối ứng dụng theo sáng chế có khả năng chống ăn mòn cao với thí nghiệm phun muối.

(Thí nghiệm hỗn hợp hai khí)

Thí nghiệm hỗn hợp hai khí được thực hiện theo bước (a) đến (e) dưới đây:

(a) đo giá trị điện trở tiếp xúc ban đầu (được đo bằng phương pháp bốn đầu dò dòng trực tiếp);

(b) 500 lần gài và rút;

(c) đo giá trị điện trở tiếp xúc;

(d) hướng vào dòng hỗn hợp hai khí (96 tiếng đồng hồ, ghép đôi với đầu nối đối xứng);

(e) đo giá trị điện trở tiếp xúc.

Lưu ý rằng, thí nghiệm hỗn hợp hai khí đáp ứng các điều kiện đã chuẩn hóa trong số các nhà sản xuất bộ thiết bị điện tử, và loại và mật độ các khí là:  $\text{H}_2\text{S}$  3 ppm;  $\text{SO}_2$  10 ppm; nhiệt độ 40 °C; và độ ẩm 75% RH. Fig. 8A minh họa kết quả quan sát điều kiện bề mặt để làm thí dụ của tiếp điểm sau thí nghiệm hỗn hợp hai khí, và mặc dù thí nghiệm hỗn hợp hai khí là một phần khí quyền khắt khe hơn so với thí nghiệm hỗn hợp ba khí và thí nghiệm hỗn hợp bốn khí (nồng độ khí của thứ tự từ một vài đến vài ppm, và 500 lần gài và rút), sản phẩm ăn mòn không được tạo ra rõ ràng. Fig.8B thể hiện giá trị điện trở tiếp xúc trước thí nghiệm, sau 500 lần gài và rút, và sau khi hướng vào dòng hỗn hợp hai khí, nhưng hầu như không tăng điện trở tiếp xúc, và là trong tiêu chuẩn (gấp đôi giá trị điện trở tiếp xúc ban đầu hoặc thấp hơn). Do vậy, trở nên rõ ràng rằng bộ nối theo sáng chế cũng có khả năng chống ăn mòn cao với thí nghiệm hỗn hợp hai khí.

(Thí nghiệm bay hơi axit nitric)

Thí nghiệm bay hơi axit nitric tuân theo tiêu chuẩn EIA (EIA-364-53B) được thực hiện không ghép đôi với đầu nối đối xứng và ở điều kiện: nhiệt độ 23°C; axit nitric 300 ml (trọng lượng riêng 1,42), thể tích bình khử là 6 L; và khoảng thời gian thí

thí nghiệm là 75 phút. Lưu ý rằng, với thí nghiệm bay hơi axit nitric, không có tiêu chuẩn để đo giá trị điện trở tiếp xúc và vì vậy chỉ thực hiện quan sát bề mặt. Phương pháp đếm sản phẩm ăn mòn được minh họa ở Bảng 6 dưới đây. Ví dụ, trong trường hợp kích thước của sản phẩm ăn mòn là 0,05mm hoặc nhỏ hơn, sản phẩm ăn mòn được tính là không. Fig.9 minh họa kết quả đánh giá bề mặt, và rõ ràng rằng sản phẩm ăn mòn được tạo ra trong thí nghiệm bay hơi axit nitric, và tổng số là thấp hơn hoặc bằng 1. Do vậy, trở trên rõ ràng rằng đầu nối theo sáng chế có khả năng chống ăn mòn cao với thí nghiệm bay hơi axit nitric.

[Bảng 6]

| KÍCH THƯỚC SẢN PHẨM ĂN MÒN (ĐƯỜNG KÍNH)                                      | SỐ PHÂN BỐ | TIÊU CHÍ ĐÁNH GIÁ |
|------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------|
| $\leq 0,05\text{mm}$                                                         | 0          | Đạt               |
| $> 0,05\text{mm}, < 0,51\text{mm}$                                           | 1          |                   |
| $\geq 0,51\text{mm}$                                                         | 2          | Không đạt         |
| KHÔNG QUAN TÂM ĐẾN KÍCH THƯỚC, VIỆC ĂN MÒN XẢY RA Ở MỨC VƯỢT QUÁ 50% VÙNG ĐO | 20         |                   |

Từ kết quả thí nghiệm đã đề cập ở trên, đã xác minh được rằng linh kiện điện tử ứng dụng theo sáng chế có hiệu suất có thể đáp ứng tất cả các tiêu chuẩn và thí nghiệm về khả năng chống ăn mòn hiện có.

Cuối cùng, các kỹ thuật khác nhau để xác minh dầu bôi trơn nền dầu PFPE ứng dụng trên bề mặt của kim loại mạ bằng phân tích sẽ được mô tả. Ví dụ về kỹ thuật được minh họa dưới đây. Về cơ bản, vì đây là phương pháp phát hiện C (cacbon), F (flo), và O (oxy) tạo thành dầu PFPE để nhận dạng chất, sự nhận dạng hoàn hảo (sự nhận dạng chất) là khó ngoại trừ một số kỹ thuật. Tuy nhiên, nếu F cụ thể (flo) được phát hiện tại vị trí tiếp xúc điện, có thể xác định được rằng ít nhất hợp chất nền flo được ứng dụng. Hơn nữa, việc nhận dạng chất là có thể bằng các phương pháp phân tích mô tả dưới đây hoặc bằng sự kết hợp với các phương pháp khác.

(1) trường hợp trong đó nồng độ PFPE là lớn hơn hoặc bằng 0,5% trọng lượng.

(i) phân tích bề mặt bằng EPMA (thiết bị vi phân tích tia điện tử).

Vì dầu PFPE chủ yếu bao gồm C (cacbon) và F (flo), các nguyên tố được phát hiện chắc chắn bằng cách dùng thiết bị phân tích vi tia điện tử. Hơn nữa, mặc dù độ phân giải là thấp hơn, có thể phát hiện bằng EDX (loại phân tán năng lượng).

(ii) Phân tích bề mặt bằng FT/IR (phổ quang kế hồng ngoại biến đổi ôm nhiệt)

Vì dầu PFPE chủ yếu bao gồm C (cacbon), F (flo) và O (oxy), và nó là hợp chất polyme có khung "-CF<sub>2</sub>-O-", các đỉnh hấp thụ hồng ngoại có nguồn gốc từ liên kết giữa chúng xuất hiện. Đó là, đỉnh hấp thụ của cường độ cao sẽ xuất hiện tại 1300 to 1000 cm<sup>-1</sup> đối với hợp chất nền flo. Hơn nữa, dầu PFPE bao gồm sự liên kết ête (C-O-C), và vì vậy đỉnh hấp thụ có nguồn gốc từ liên kết này cũng xuất hiện (không xuất hiện đối với polytetrafluoroetylen hoặc chất tương tự). Ngoài ra, trong trường hợp nhóm CH bao gồm, đỉnh hấp thụ xuất hiện quanh khoảng từ 3000 đến 2800cm<sup>-1</sup>

(2) Trong trường hợp nồng độ PFPE là thấp hơn 0,5% trọng lượng.

Phân tích bề mặt bằng XPS (quang phổ kế quang điện tử tia X)

Trong trường hợp dầu PFPE có nồng độ thấp, việc tạo ra lớp phủ bề mặt giảm và vì vậy độ dày màng của dầu PFPE trở lên nhỏ, và việc phát hiện là khó theo phương pháp phân tích mô tả trong phần (1) (đây là vì cường độ nền trở nên cao). Do vậy, đối với việc phân tích trạng thái màng mỏng như thế, XPS có thể phân tích lớp bề mặt đỉnh (ví dụ, một vài đến vài nm) là hiệu quả. Tương tự với EPMA, về cơ bản, nguyên tố được phát hiện là C (cacbon), F (flo) và O (oxy). Tuy nhiên, năng lượng liên kết (trục dọc) so với đỉnh quang điện của từng trục nguyên tố (trục dọc) phụ thuộc vào trạng thái liên kết (trục hóa học). Ví dụ, khi tập trung vào đỉnh của C, có thể xác định được liệu hợp chất ở trạng thái chứa liên kết "C-F" hoặc "C-HH". Mặt khác, AES (quang phổ điện tử Auger) cũng hiệu quả để phân tích lớp bề mặt đỉnh.

(3) Phương pháp phân tích khác

(i) GC/MS (phép sắc ký khí/quang phổ kế khối);

(ii) TOF-SIMS (quang phổ kế khối ion thứ cấp thời gian bay);

(iii) RBS (quang phổ học tán xạ ngược Ruthorford);

(iv) LRS (Quang phổ học Raman laze, quang phổ học Raman laze bằng kính hiển vi).

(v) NMR (thiết bị phân tích cộng hưởng từ tính hạt nhân)

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Vì vậy, theo sáng chế, có thể tạo ra linh kiện điện tử thể hiện khả năng chống ăn mòn tuyệt vời với dòng hỗn hợp bốn khí có cấu trúc rỗng.

Danh sách các ký hiệu tham khảo

10 đầu nối (linh kiện điện tử)

12 thân

14 tiếp điểm (bộ phận tiếp xúc)

141 phần tiếp xúc

143 phần nối

145 nền dẫn điện

147 lớp mạ lót

149 lớp mạ chính

16 lớp phủ

## **Yêu cầu bảo hộ**

### **1. Linh kiện điện tử bao gồm:**

ít nhất bộ phận tiếp xúc có, trên bề mặt phần tiếp xúc được điều chỉnh để tiếp xúc với bộ phận tiếp xúc khác, ít nhất một lớp mạ lót và lớp mạ chính tạo ra trên lớp mạ lót,

trong đó lớp mạ chính là lớp mạ chứa Au,

lớp phủ không bao gồm hàm lượng rắn và chỉ gồm có dầu gốc flo không tạo thành màng rắn được bố trí trên lớp mạ chính,

giá trị giới hạn dưới của trọng lượng lớp phủ khô trên diện tích đơn vị của lớp phủ với lớp mạ chính được xác định tương quan với độ dày của lớp mạ chính,

trong trường hợp lớp mạ chính có độ dày lớn hơn hoặc bằng  $0,4\ \mu\text{m}$ , trọng lượng lớp phủ khô là lớn hơn hoặc bằng  $0,011\ \text{mg}/\text{cm}^2$ ;

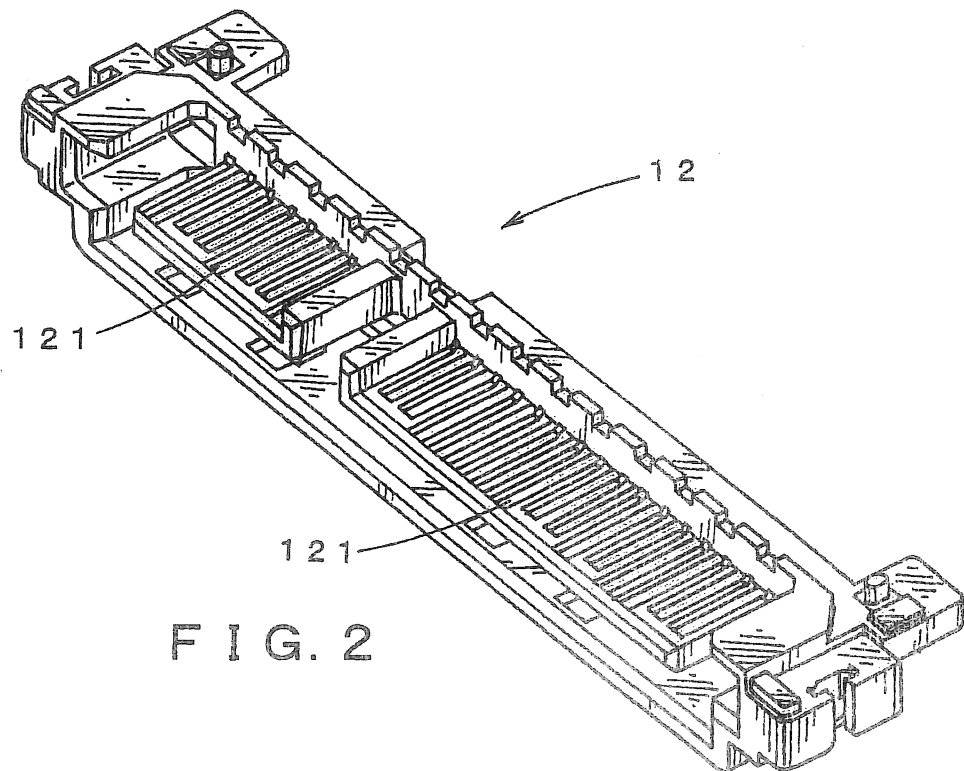
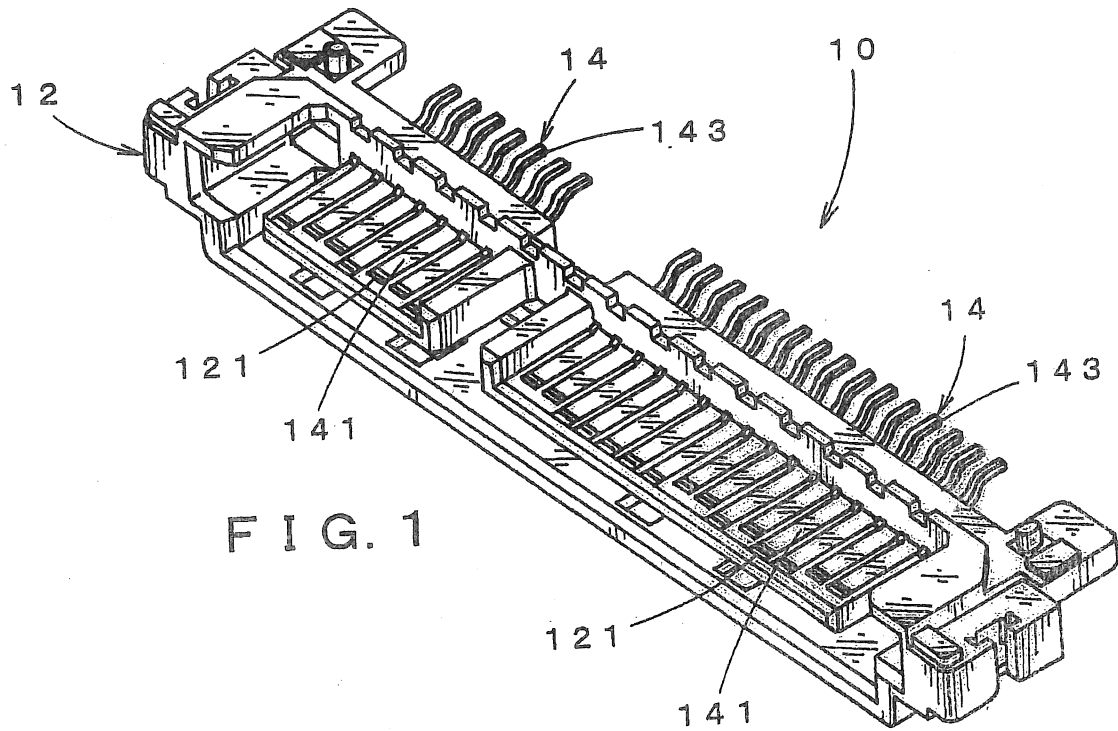
trong trường hợp lớp mạ chính có độ dày lớn hơn hoặc bằng  $0,2\ \mu\text{m}$  và nhỏ hơn  $0,4\ \mu\text{m}$ , trọng lượng lớp phủ khô là lớn hơn hoặc bằng  $0,04\ \text{mg}/\text{cm}^2$ ;

trong trường hợp lớp mạ chính có độ dày lớn hơn hoặc bằng  $0,1\ \mu\text{m}$  và nhỏ hơn  $0,2\ \mu\text{m}$ , trọng lượng lớp phủ khô là lớn hơn hoặc bằng  $0,07\ \text{mg}/\text{cm}^2$ ; và

trong trường hợp lớp mạ chính có độ dày nhỏ hơn  $0,1\ \mu\text{m}$ , trọng lượng lớp phủ khô là lớn hơn hoặc bằng  $0,25\ \text{mg}/\text{cm}^2$ .

2. Linh kiện điện tử theo điểm 1, trong đó lớp mạ lót là một trong số lớp mạ Ni, lớp mạ Ni-P, lớp mạ Pd-Ni, và lớp mạ tổng hợp của lớp mạ Ni và lớp mạ Pd-Ni.

3. Linh kiện điện tử theo điểm 1 hoặc 2, trong đó dầu gốc flo là dầu perfluoropolyete (dầu PFPE).



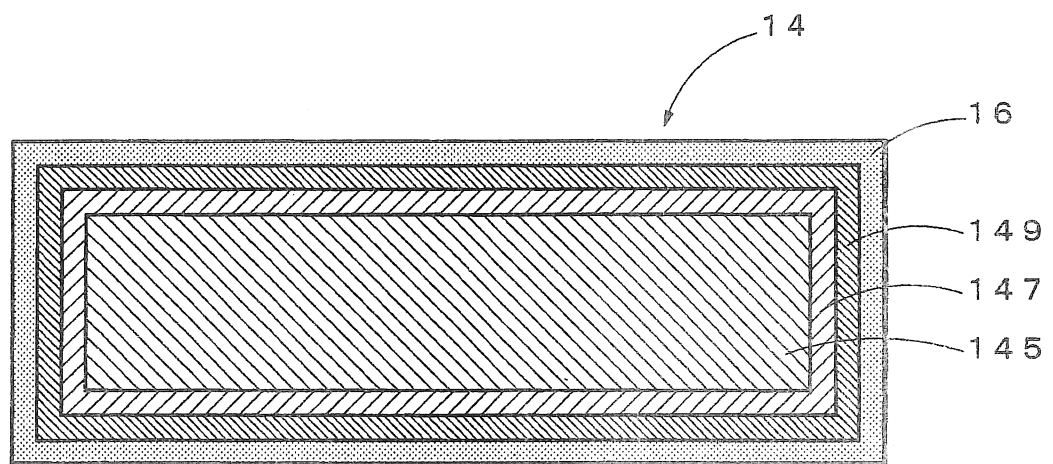
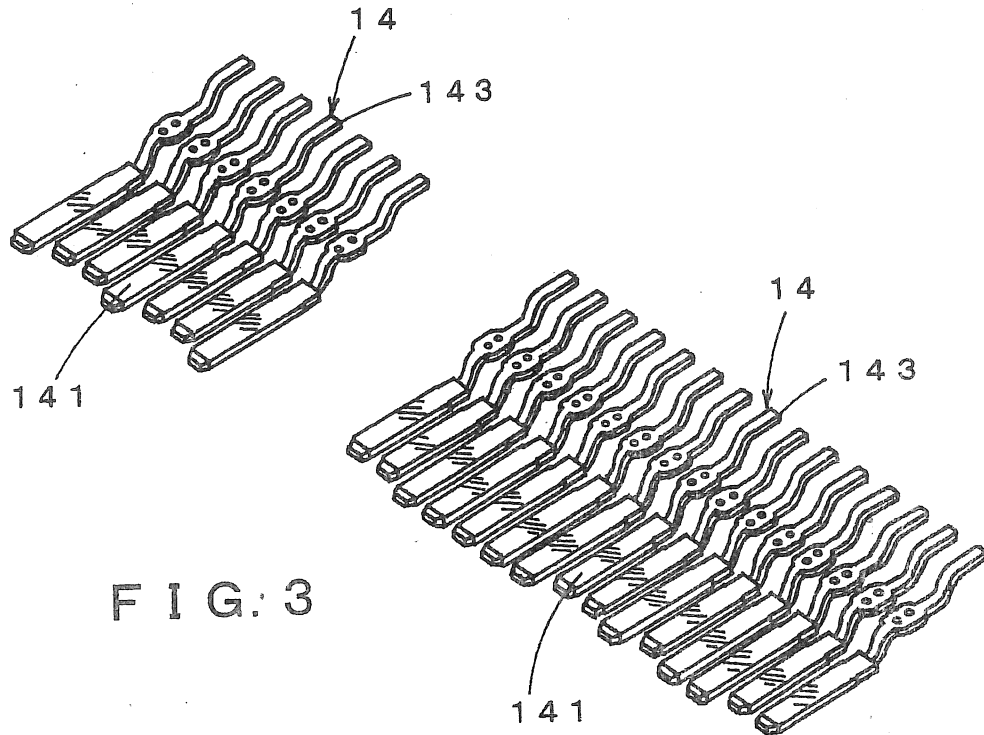
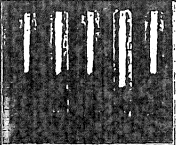
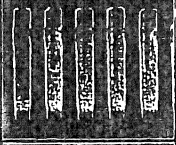
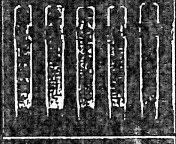
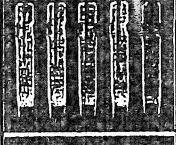
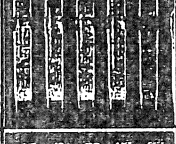
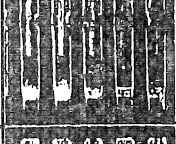


FIG. 4

| Lượng lắng khô của lớp phủ chứa PFPE (mg/cm <sup>2</sup> ) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |
|------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Độ dày của lớp mạ chính (μm)                               | 0,005  | 0,011  | 0,019  | 0,032  | 0,04   | 0,07   | 0,11   | 0,18   | 0,25   | 0,37   | 0,43   |  |
| 0,01                                                       | Mẫu 65 | Mẫu 66 | Mẫu 67 | Mẫu 68 | Mẫu 69 | Mẫu 70 | Mẫu 71 | Mẫu 72 | Mẫu 30 | Mẫu 31 | Mẫu 32 |  |
| 0,03                                                       | Mẫu 57 | Mẫu 58 | Mẫu 59 | Mẫu 60 | Mẫu 61 | Mẫu 62 | Mẫu 63 | Mẫu 64 | Mẫu 27 | Mẫu 28 | Mẫu 29 |  |
| 0,05                                                       | Mẫu 49 | Mẫu 50 | Mẫu 51 | Mẫu 52 | Mẫu 53 | Mẫu 54 | Mẫu 55 | Mẫu 56 | Mẫu 24 | Mẫu 25 | Mẫu 26 |  |
| 0,10                                                       | Mẫu 44 | Mẫu 45 | Mẫu 46 | Mẫu 47 | Mẫu 48 | Mẫu 18 | Mẫu 19 | Mẫu 20 | Mẫu 21 | Mẫu 22 | Mẫu 23 |  |
| 0,20                                                       | Mẫu 40 | Mẫu 41 | Mẫu 42 | Mẫu 43 | Mẫu 11 | Mẫu 12 | Mẫu 13 | Mẫu 14 | Mẫu 15 | Mẫu 16 | Mẫu 17 |  |
| 0,40                                                       | Mẫu 39 | Mẫu 1  | Mẫu 2  | Mẫu 3  | Mẫu 4  | Mẫu 5  | Mẫu 6  | Mẫu 7  | Mẫu 8  | Mẫu 9  | Mẫu 10 |  |

FIG. 5

| Mẫu số | Lớp mạ lót | Lớp mạ chính |             | Lượng lắng của lớp phủ chứa PFPE<br>(mg/cm <sup>2</sup> ) | Xử lý chống ăn mòn | Hình ảnh chụp của bề mặt tiếp xúc                                                     |
|--------|------------|--------------|-------------|-----------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|        | Loại       | Loại         | Độ dày (μm) |                                                           |                    |                                                                                       |
| 33     | Ni         | Au           | 0,005       | 0,25                                                      | N/A                |    |
| 34     | Ni-P       | Au           | 0,1         | 0,25                                                      | N/A                |    |
| 35     | Pd-Ni/Ni   | Au           | 0,1         | 0,04                                                      | N/A                |   |
| 36     | Pd-Ni/Ni   | Au           | 0,1         | 0,18                                                      | N/A                |  |
| 37     | Pd-Ni/Ni   | Au           | 0,1         | 0,25                                                      | N/A                |  |
| 38     | Ni         | Ag           | 2           | 0,25                                                      | N/A                |  |
| 73     | Ni         | Au           | 0,8         | N/A                                                       | BENZOTHAZOL        |  |
| 74     | Ni-P       | Au           | 0,8         | N/A                                                       | BENZOTHAZOL        |  |
| 75     | Ni         | Au           | 0,8         | N/A                                                       | THIOL              |  |

F I G. 6

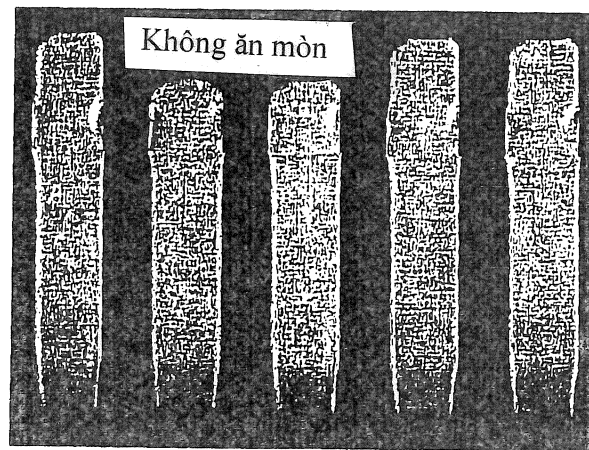


FIG. 7A

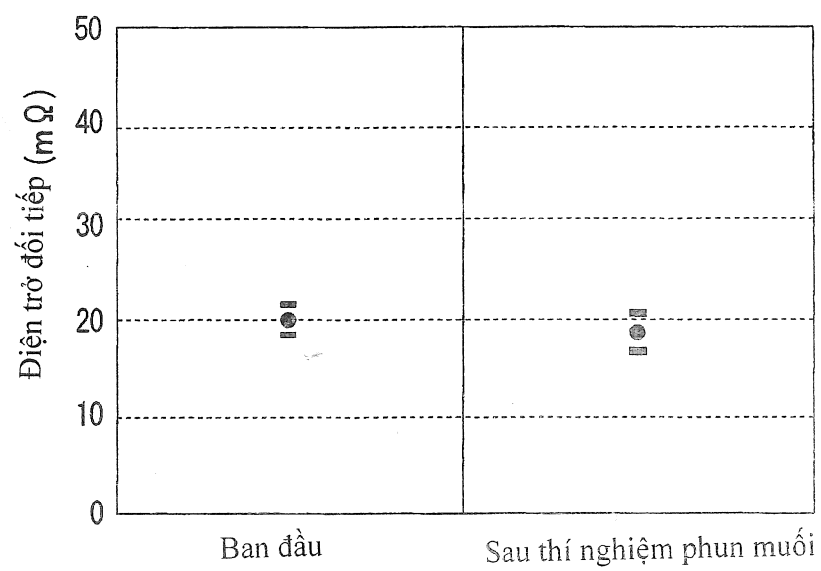


FIG. 7B

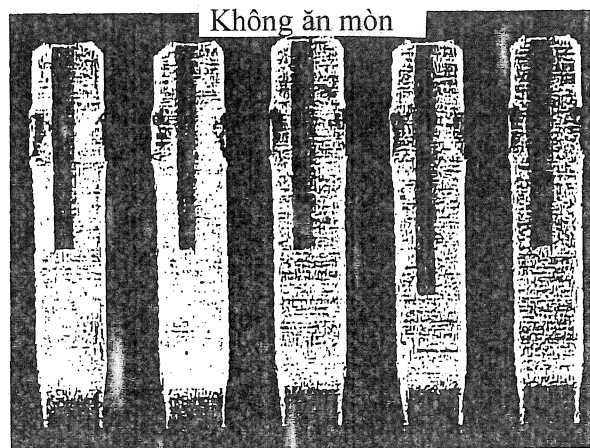


FIG. 8 A

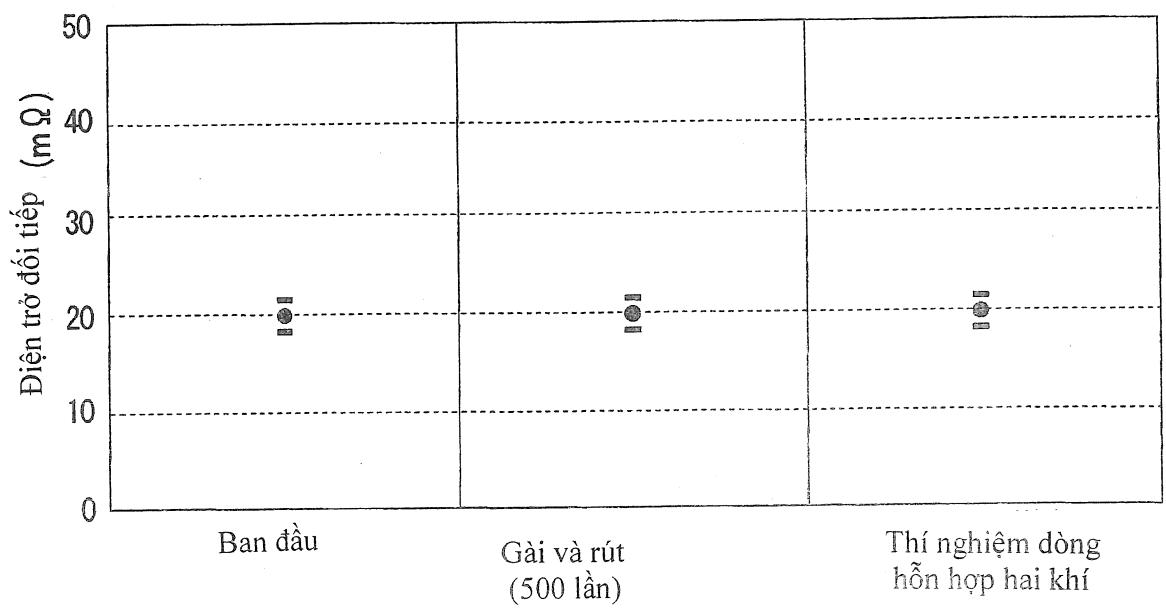


FIG. 8 B

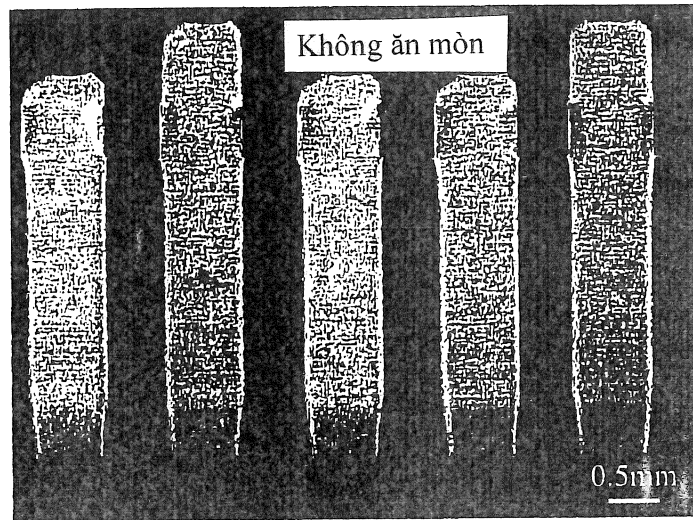


FIG. 9

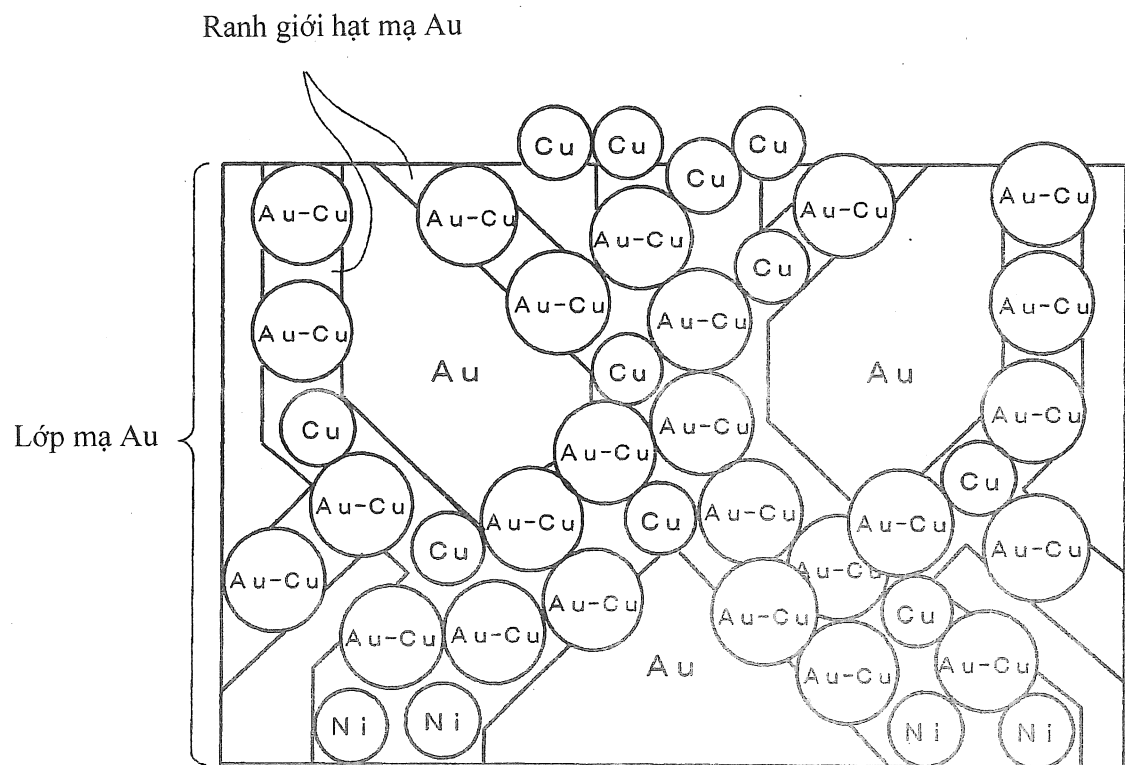


FIG. 10

Dung dịch điện phân Axit ( $\text{pH}=2.0 \sim 2.5$ )

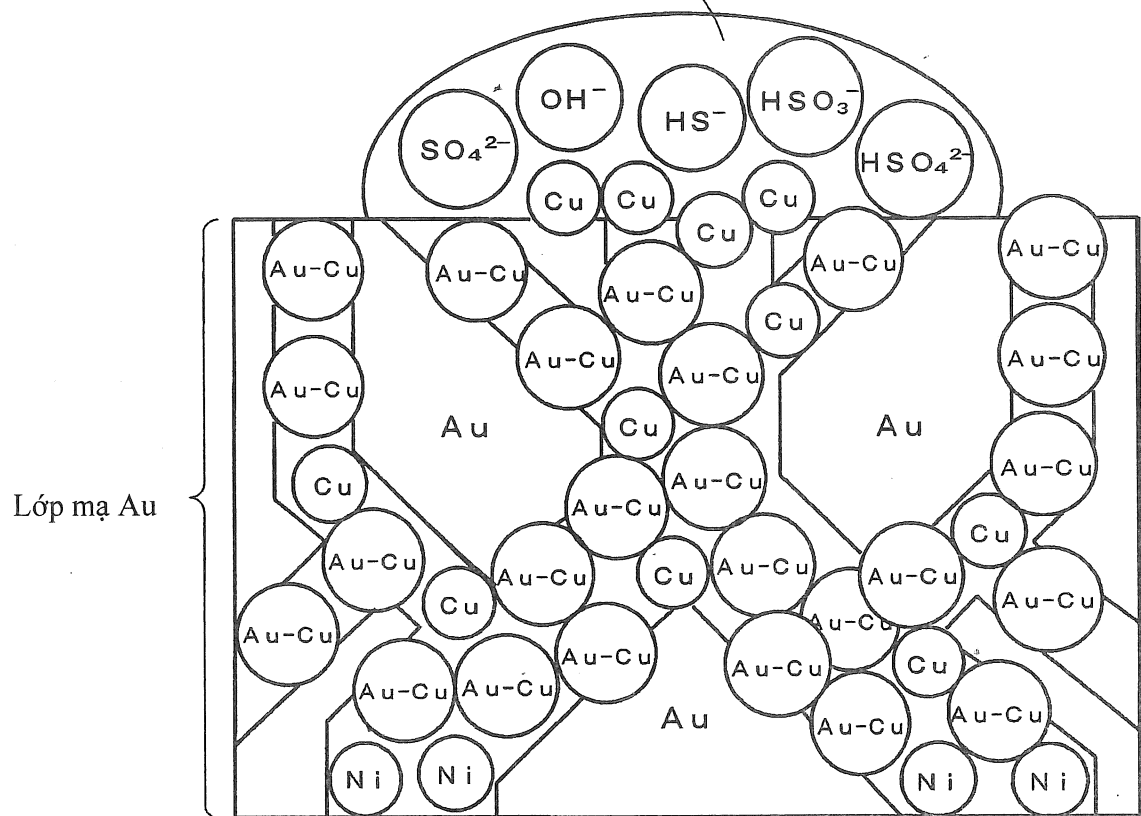


FIG. 11

Dung dịch điện phân  
Axit ( $\text{pH}=2.0 \sim 2.5$ )

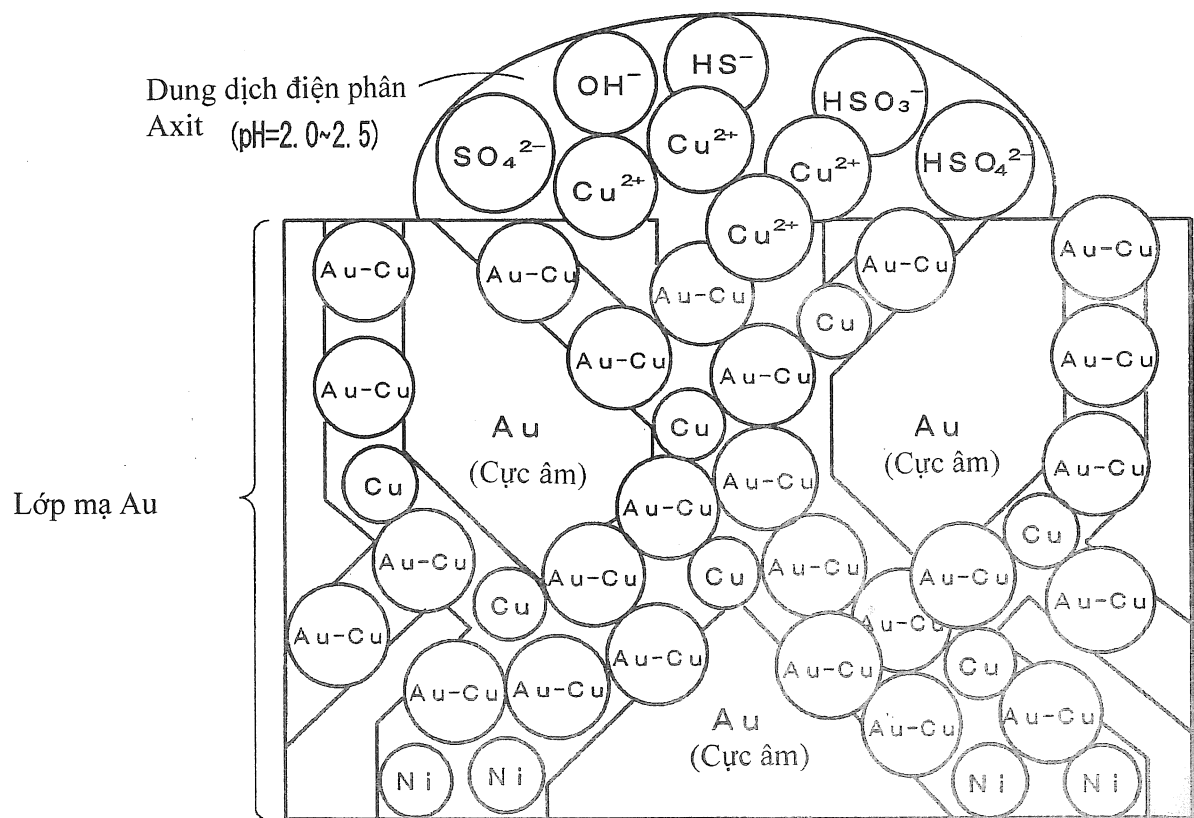


FIG. 12

Sản phẩm ăn mòn ( $\text{Cu}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$ ,  $\text{CuS}$  etc.)

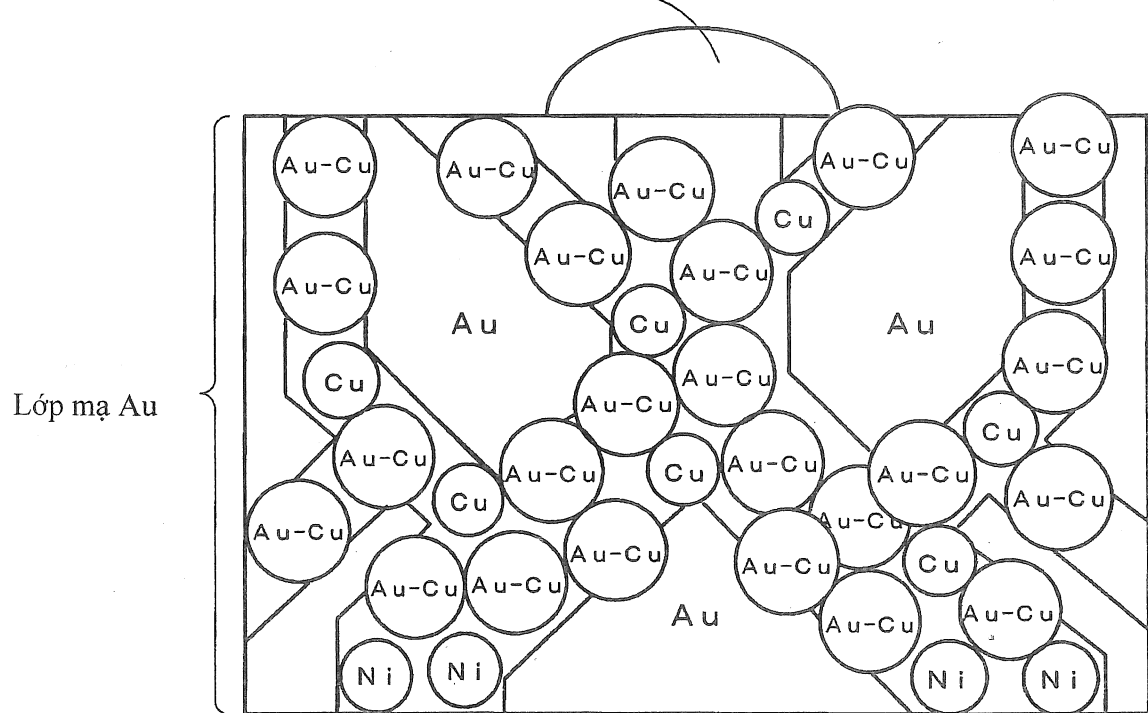


FIG. 13

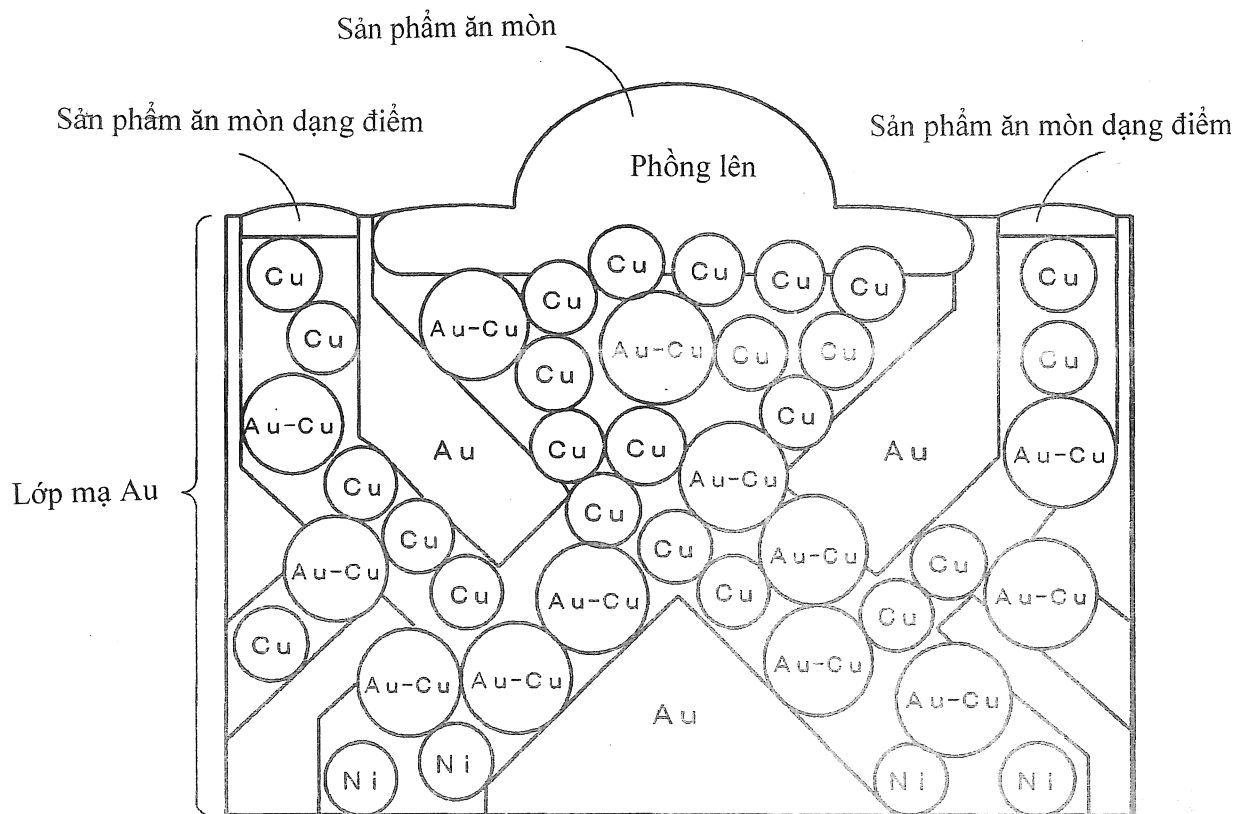


FIG. 14

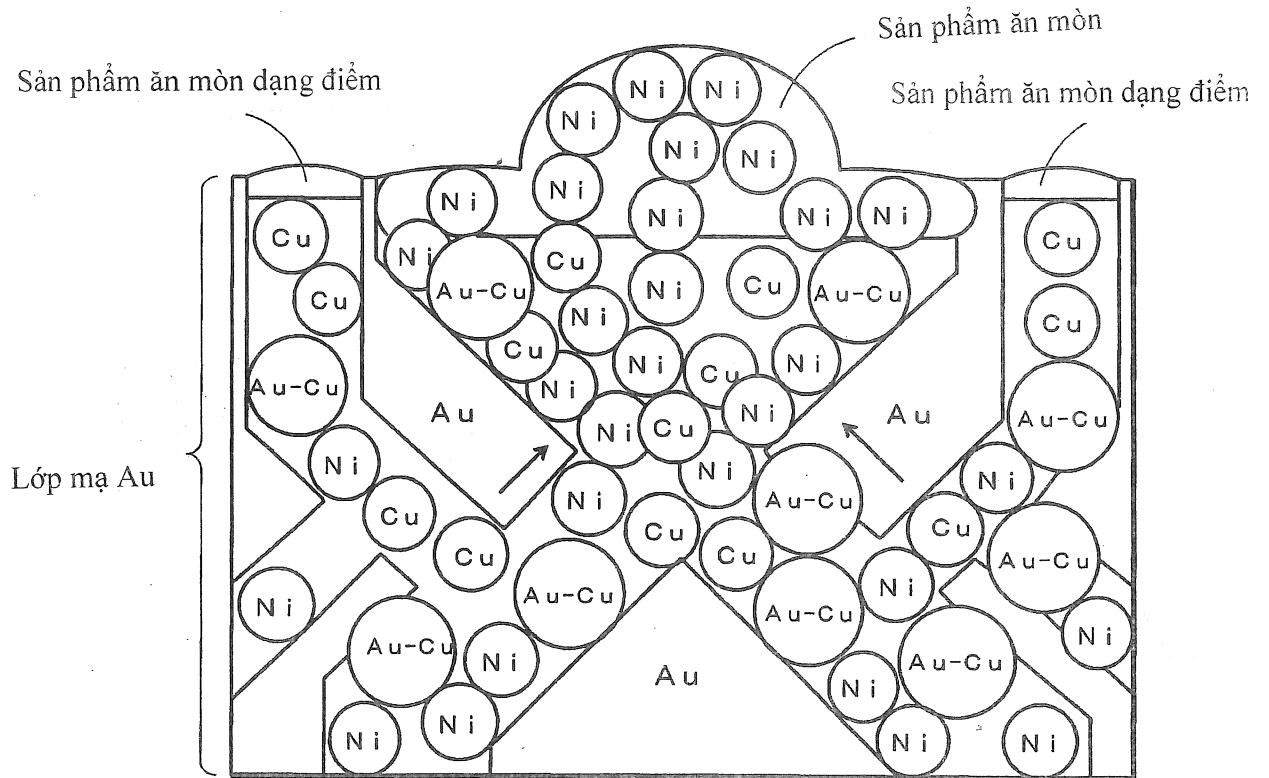


FIG. 15

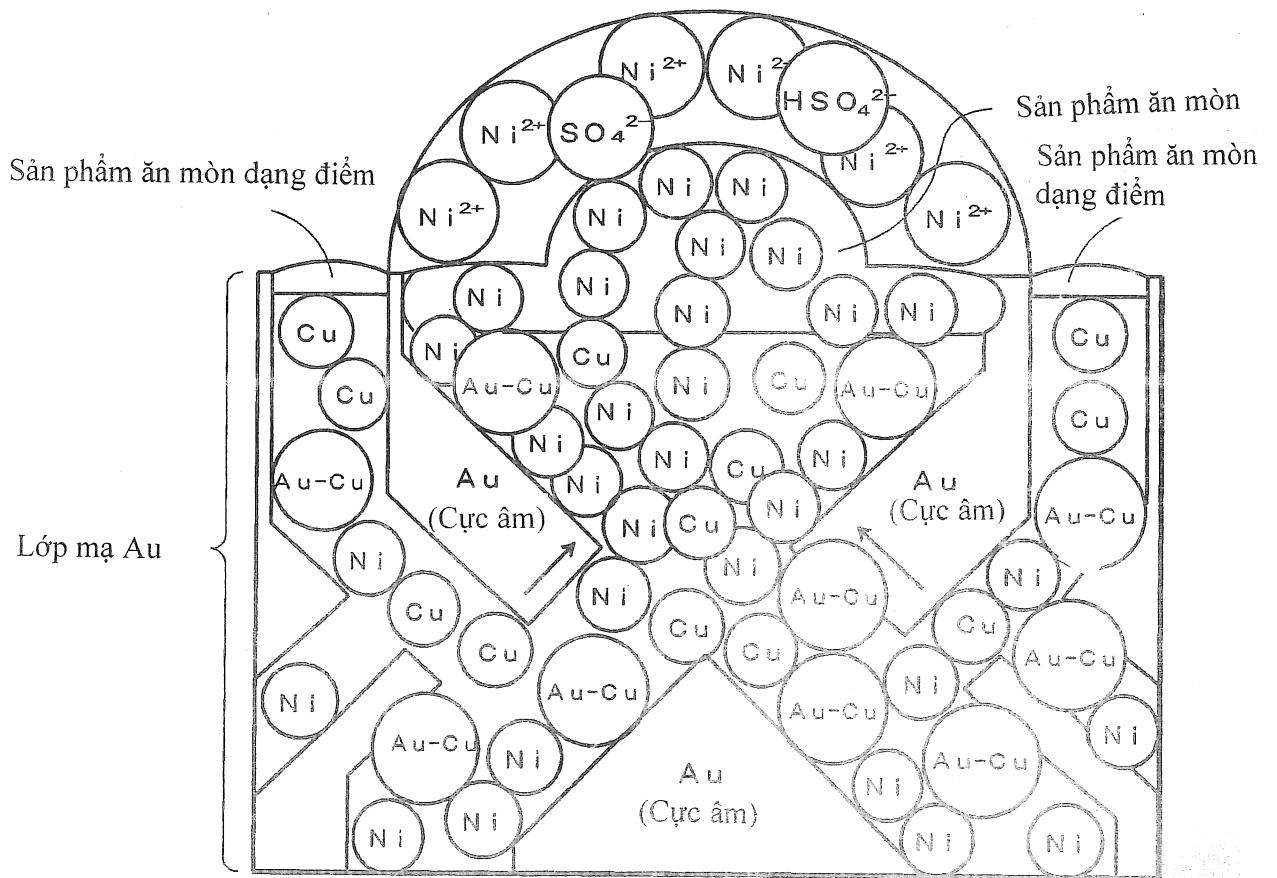


FIG. 16

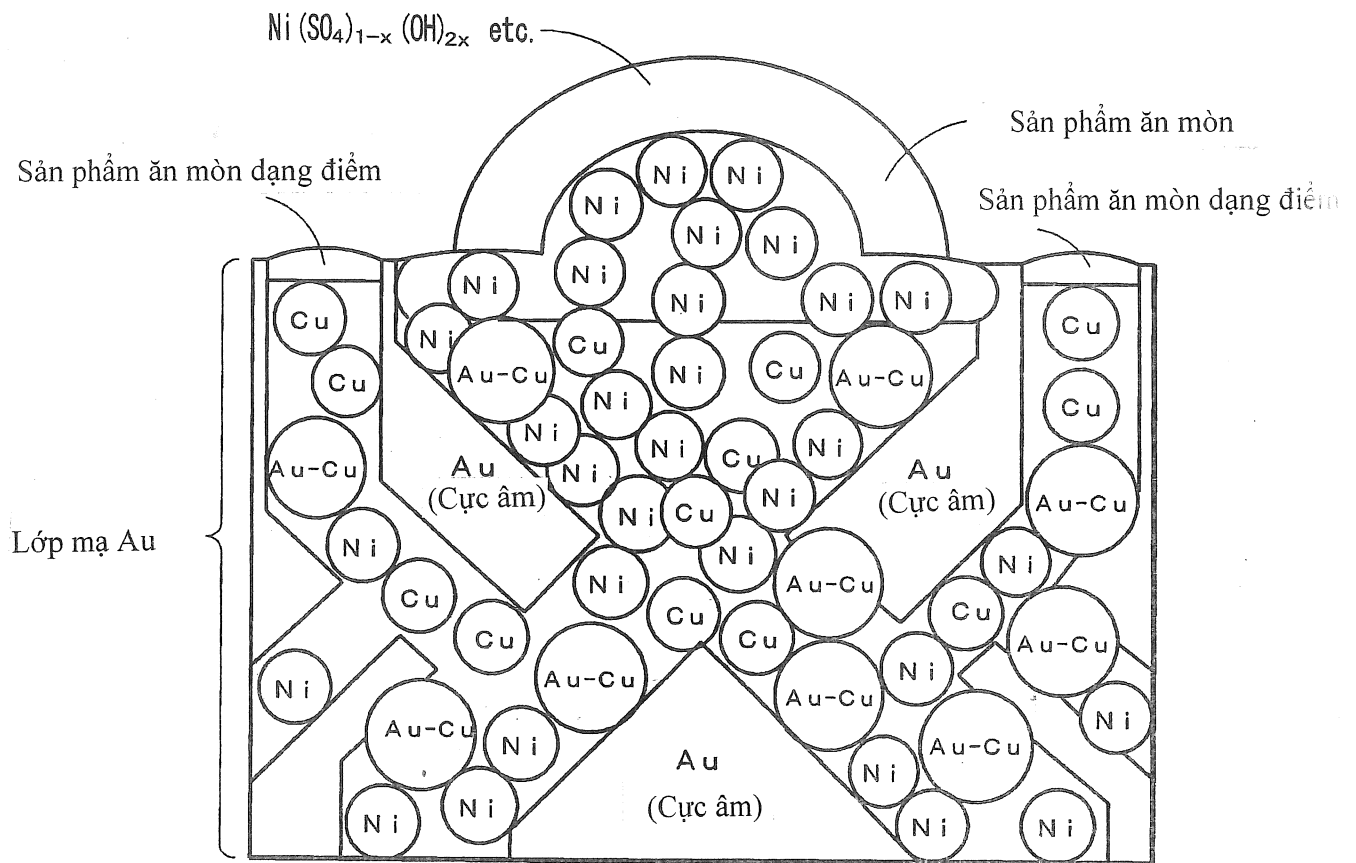


FIG. 17

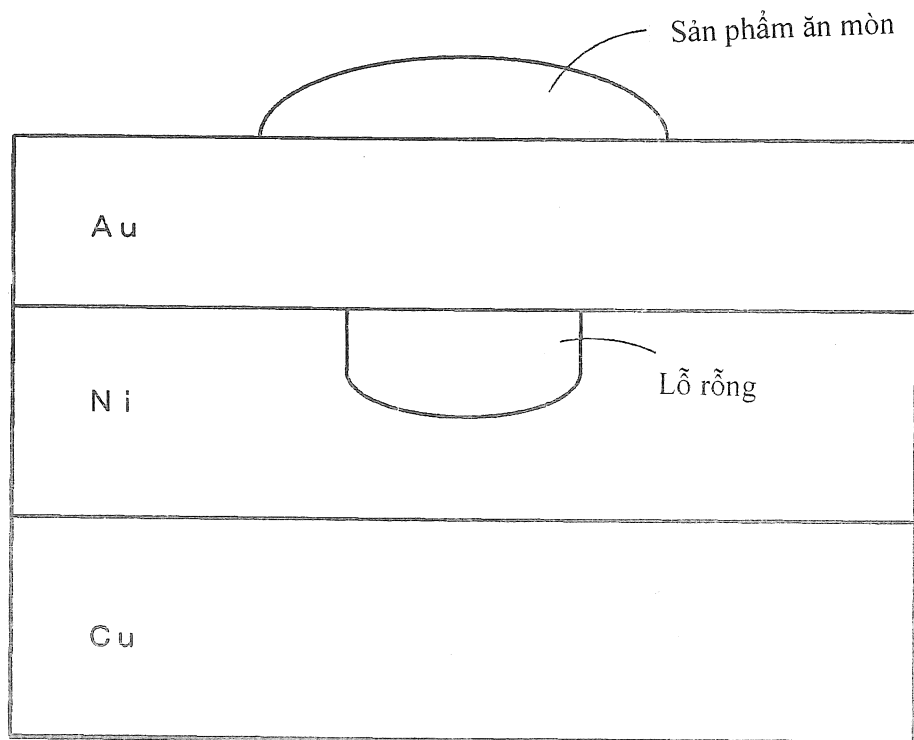


FIG. 18