



(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)



1-0031653

(51)⁷ C25D 7/00; C25D 21/12; C25D 3/38

(13) B

(21) 1-2016-04161

(22) 25/04/2014

(86) PCT/JP2014/061669 25/04/2014

(87) WO 2015/162775 A1 29/10/2015

(45) 25/04/2022 409

(43) 27/02/2017 347A

(73) JCU CORPORATION (JP)

TIXTOWER UENO 16th floor, 8-1, Higashiueno 4-chome, Taito-ku, Tokyo 110-0015, Japan

(72) OMORI Takafumi (JP); YASUDA Hiroki (JP); Ando Syunsuke (JP).

(74) Công ty TNHH Sở hữu trí tuệ WINCO (WINCO CO., LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP NẠP ĐẦY LỖ HOẶC RÃNH ĐƯỢC TẠO RA TRÊN ĐỂ MẠCH BẰNG CÁCH MẠ ĐỒNG Ở TỐC ĐỘ CAO

(57) Sáng chế đề cập tới kỹ thuật làm tăng tốc độ nạp đầy lỗ hoặc rãnh được tạo ra trên đế mạch bằng cách thay đổi nhiệt độ, nồng độ, mật độ dòng điện, và các điều kiện khác của quy trình mạ đồng thông thường. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập tới phương pháp nạp đầy lỗ hoặc rãnh được tạo ra trên đế mạch bằng cách mạ đồng ở tốc độ cao, phương pháp này bao gồm các công đoạn: ngâm đế mạch có lỗ hoặc rãnh trong dung dịch mạ đồng axit chứa ion đồng, ion sulfat, và ion halogenua ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 30 tới 70°C; và mạ đế mạch ở mật độ dòng điện lớn hơn hoặc bằng 3 A/dm² bằng cách sử dụng một điện cực không hòa tan làm anot.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới phương pháp nạp đầy lỗ, chẳng hạn lỗ liên kết và lỗ xuyên, hoặc rãnh, chẳng hạn khe, được tạo ra trên đế mạch, bằng cách mạ đồng ở tốc độ cao hơn kỹ thuật thông thường.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Cấu trúc đế mạch của điện thoại di động là một ví dụ đại diện về thiết bị điện tử có kết cấu gọn và mật độ linh kiện cao, và quy trình lắp ráp linh kiện là yêu cầu cần thiết để sản xuất đế mạch. Trong quy trình lắp ráp linh kiện, một yếu tố càng ngày càng trở nên quan trọng là kỹ thuật nạp đầy lỗ, chẳng hạn lỗ liên kết và lỗ xuyên, hoặc rãnh, chẳng hạn khe, được tạo ra trên đế mạch có nhiều lớp được dát mỏng bằng cách mạ đồng. Hơn nữa, kỹ thuật nạp đầy lỗ liên kết qua lát silic (là một loại lỗ liên kết) bằng cách mạ đồng được xem là một trong số các kỹ thuật đóng gói ba chiều trong lĩnh vực bán dẫn.

Việc nạp đầy lỗ hoặc rãnh được tạo ra trên đế mạch, ví dụ lỗ liên kết có đường kính lỗ xấp xỉ bằng 120 μm và độ sâu xấp xỉ bằng 70 μm , bằng cách mạ đồng axit đòi hỏi khoảng thời gian xấp xỉ một giờ và sử dụng anot đồng chứa phospho hoặc anot không hòa tan ở mật độ dòng điện lớn hơn hoặc bằng 2 A/dm^2 , trong đó sử dụng dung dịch mạ đồng axit chứa ion đồng với nồng độ xấp xỉ 56 g/L (đồng (II) sulfat pentahydrat với nồng độ xấp xỉ 220 g/L), ion sulfat với nồng độ xấp xỉ 135 g/L (axit sulfuric với nồng độ xấp xỉ 50 g/L), ion clorua với nồng độ xấp xỉ 40 mg/L, và các phụ gia và tác nhân tương tự.

Nói chung, để tăng tốc độ mạ đồng, có thể xem xét việc gia tăng nhiệt độ và nồng độ ion đồng, và tăng mật độ dòng điện, nhưng trong trường hợp các yếu tố này được tăng khi nạp đầy lỗ hoặc rãnh bằng cách mạ đồng, đã biết rằng đặc tính làm phẳng và khả năng nạp đầy có thể bị hạ thấp, về ngoài vết mạ có thể bị

suy giảm chất lượng, các đặc tính của màng mạ cũng có thể bị suy giảm, cũng như gây ra các nhược điểm tương tự.

Trong trường hợp việc mạ đồng được thực hiện với anot đồng chứa phospho, màng đen bị giải hấp khi gia tăng nhiệt độ, và ion đồng ở dạng đồng hóa trị một bị giải hấp vào dung dịch từ màng đen hoặc bề mặt của anot không được phủ màng đen, và làm thay đổi các phụ gia, vì thế làm giảm các đặc tính liên quan kể cả đặc tính làm phẳng, đặc tính mạ điện đồng đều, đặc tính nạp đầy, và tính chất tương tự. Để ngăn chặn sự thay đổi của các phụ gia, cần phải duy trì nồng độ oxy hòa tan cao trong dung dịch. Tuy nhiên, đã thấy rằng khả năng hòa tan bão hòa của oxy hòa tan sẽ suy giảm khi gia tăng nhiệt độ của dung dịch, điều này dẫn đến một vòng luẩn quẩn.

Do đó, đã biết nỗ lực làm gia tăng tốc độ mạ đồng để nạp đầy lỗ hoặc rãnh được tạo ra trên đế mạch bằng cách thay đổi nhiệt độ, nồng độ ion, các điều kiện khác, và yếu tố tương tự, và làm tăng mật độ dòng điện.

Liên quan tới kỹ thuật làm tăng tốc độ mạ đồng, đã biết kỹ thuật sử dụng một phụ gia đặc biệt có khả năng được sử dụng ở nhiệt độ dung dịch cao (xem tài liệu sáng chế 1). Tuy nhiên, kỹ thuật này thực hiện việc mạ tương ứng trong lỗ được tạo ra trên đế mạch, chẳng hạn lỗ liên kết và lỗ xuyên. Theo kỹ thuật mạ tương ứng này, nói chung, cần phải định vị đế mạch cần được dát mỏng theo cách sao cho các lỗ, chẳng hạn lỗ liên kết và lỗ xuyên, được tạo ra trên các đế mạch không nằm thẳng hàng với nhau. Mặt khác, trong quá trình mạ nạp đầy, các lỗ có thể được định vị thẳng hàng với nhau khi dát mỏng các đế mạch vì các lỗ này có thể được nạp đầy bằng đồng, vì thế làm giảm kích thước và diện tích của đế mạch. Như vậy, kỹ thuật đã biết nêu trên không thể được áp dụng cho kỹ thuật mạ nạp đầy thông thường.

Tài liệu sáng chế 1: JP-A-2011-84779.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất kỹ thuật làm tăng tốc độ nạp đầy lỗ hoặc rãnh được tạo ra trên đế mạch bằng cách thay đổi nhiệt độ, nồng độ, mật

độ dòng điện khi mạ, và các điều kiện khác của dung dịch mạ đồng axit thông thường, mà không cần phải sử dụng một phụ gia đặc biệt.

Nhờ các nghiên cứu nghiêm cẩn được tác giả sáng chế tiến hành để giải quyết vấn đề này, đã bất ngờ thấy rằng trong trường hợp tạo ra lỗ hoặc rãnh trên đế mạch được nạp đầy bằng cách mạ đồng, lỗ, chẳng hạn lỗ liên kết và lỗ xuyên, hoặc rãnh, chẳng hạn khe, có thể được nạp đầy bằng cách mạ đồng ở tốc độ cao bằng cách thực hiện thay đổi của nhiệt độ, nồng độ, mật độ dòng điện, và các điều kiện khác vốn chưa được thực hiện do các lý do như đã mô tả trên đây, và sử dụng một điện cực không hòa tan làm anot, và vì thế giải pháp theo sáng chế đã được hoàn thành.

Cụ thể hơn, sáng chế đề xuất phương pháp nạp đầy lỗ hoặc rãnh được tạo ra trên đế mạch bằng cách mạ đồng ở tốc độ cao, phương pháp này bao gồm các công đoạn: ngâm đế mạch có lỗ hoặc rãnh trong dung dịch mạ đồng axit chứa ion đồng, ion sulfat, và ion halogenua, ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 30 tới 70°C; và mạ đế mạch ở mật độ dòng điện lớn hơn hoặc bằng 3 A/dm² bằng cách sử dụng một điện cực không hòa tan làm anot.

Các hiệu quả có lợi của sáng chế

Phương pháp của sáng chế có thể nạp đầy lỗ, chẳng hạn lỗ liên kết và lỗ xuyên, hoặc rãnh, chẳng hạn khe, được tạo ra trên đế mạch, bằng cách mạ đồng ở tốc độ cao hơn kỹ thuật thông thường.

Trong khi dung dịch mạ đồng axit dùng trong quy trình nạp đầy thông thường cần phải được bổ sung nguồn đồng chủ yếu tạo bởi oxit đồng trong trường hợp điện cực không hòa tan được sử dụng làm anot, xảy ra các trường hợp trong đó việc bổ sung ion đồng là không đủ khi mật độ dòng điện gia tăng do khả năng hòa tan thấp của oxit đồng ở nhiệt độ thấp. Tuy nhiên, dung dịch mạ đồng axit được sử dụng theo phương pháp của sáng chế có khả năng hòa tan cao đối với oxit đồng do nhiệt độ dung dịch cao hơn nhiệt độ thông thường. Do đó, theo phương pháp của sáng chế, việc bổ sung nguồn đồng vào dung dịch mạ đồng axit có thể đáp ứng yêu cầu, và vì thế quy trình nạp đầy có thể được thực hiện một cách liên tục.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là ảnh chụp tiết diện ngang của đế mạch thử nghiệm sau khi nạp đầy lỗ liên kết bằng cách mạ đồng theo phương pháp 18 theo Ví dụ 1;

Fig.2 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện vị trí đo của vết lõm trong trường hợp vết lõm được định vị quanh tâm của lỗ liên kết theo phương pháp đánh giá đặc tính nạp đầy theo Ví dụ 1;

Fig.3 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện vị trí đo của vết lõm trong trường hợp vết lõm được định vị quanh chu vi của lỗ liên kết theo phương pháp đánh giá đặc tính nạp đầy theo Ví dụ 1;

Fig.4 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện kích thước của mẫu thử nghiệm dùng trong thử nghiệm kéo và thử nghiệm đo độ cứng theo Ví dụ 2;

Fig.5 là ảnh chụp tiết diện ngang của đế mạch thử nghiệm sau khi nạp đầy lỗ xuyên bằng cách mạ đồng theo phương pháp 27 theo Ví dụ 3;

Fig.6 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện vị trí đo của vết lõm trong trường hợp vết lõm được định vị quanh tâm của lỗ xuyên theo phương pháp đánh giá đặc tính nạp đầy theo Ví dụ 3; và

Fig.7 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện vị trí đo của vết lõm trong trường hợp vết lõm được định vị quanh chu vi của lỗ xuyên theo phương pháp đánh giá đặc tính nạp đầy theo Ví dụ 3.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dung dịch mạ đồng axit được sử dụng theo phương pháp nạp đầy lỗ hoặc rãnh được tạo ra trên đế mạch ở tốc độ cao theo sáng chế (sau đây được gọi tắt là phương pháp theo sáng chế) chứa ion đồng, ion sulfat, và ion halogenua.

Ion đồng có trong dung dịch mạ đồng axit là ion hóa trị 2, và nguồn sử dụng của nó có thể là một hợp chất đồng dùng trong dung dịch mạ đồng axit thông thường mà không có giới hạn cụ thể. Các ví dụ cụ thể về hợp chất đồng bao gồm đồng sulfat, oxit đồng, đồng clorua, đồng carbonat, đồng pyrophosphat, đồng alkanesulfonat, chẳng hạn đồng metansulfonat và đồng propansulfonat, đồng isethionat, đồng alkanolsulfonat, chẳng hạn đồng propanolsulfonat, và

đồng axit hữu cơ, chẳng hạn đồng axetat, đồng citrat, và đồng tartrat, và muối của chúng. Trong số các hợp chất đồng này, oxit đồng (II) và đồng sulfat được ưu tiên, và đồng sulfat được ưu tiên hơn. Các hợp chất đồng có thể được sử dụng đơn lẻ hoặc ở dạng kết hợp của hai hoặc nhiều loại hơn của chúng. Lượng ion đồng có trong dung dịch mạ đồng axit không bị giới hạn cụ thể, và có thể, ví dụ, có nồng độ lớn hơn hoặc bằng 25 g/L, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 40 g/L, và tốt hơn nữa là, lớn hơn hoặc bằng 50 g/L.

Nguồn ion sulfat có trong dung dịch mạ đồng axit không bị giới hạn cụ thể, miễn là tạo ra ion sulfat trong dung dịch mạ đồng axit, và các ví dụ về nó bao gồm axit sulfuric, và bao gồm cả muối sulfat, chẳng hạn đồng sulfat. Nguồn ion sulfat có thể được sử dụng đơn lẻ hoặc ở dạng kết hợp của hai hoặc nhiều loại hơn của nó. Lượng ion sulfat có trong dung dịch mạ đồng axit không bị giới hạn cụ thể, và có thể, ví dụ, lớn hơn hoặc bằng 50 g/L, tốt hơn là, từ 75 tới 350 g/L, và tốt hơn nữa là, từ 125 tới 250 g/L.

Ion halogenua có trong dung dịch mạ đồng axit không bị giới hạn cụ thể, các ví dụ về nó bao gồm ion clorua, ion bromua, và ion iotua, và ion clorua được ưu tiên. Nguồn ion halogenua không bị giới hạn cụ thể, và có thể được bổ sung ở dạng axit vô cơ, chẳng hạn axit clohydric, axit bromhydric, và axit iodic. Trong số các ion halogenua, ion clorua được ưu tiên. Ion halogenua có thể được sử dụng đơn lẻ hoặc ở dạng kết hợp của hai hoặc nhiều loại hơn của nó. Lượng ion halogenua có trong dung dịch mạ đồng axit không bị giới hạn cụ thể, và có thể có nồng độ nằm trong khoảng từ 5 tới 300 mg/L, tốt hơn là, từ 20 tới 200 mg/L, và tốt hơn nữa là, từ 30 tới 150 mg/L.

Dung dịch mạ đồng axit được sử dụng ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 30 tới 70°C, tốt hơn là, từ 35 tới 65°C, và đặc biệt tốt hơn là, từ 35 tới 55°C, như sẽ được mô tả sau đây, và do vậy nồng độ ion đồng có thể được gia tăng khi so sánh với dung dịch mạ đồng axit thông thường. Do đó, ion đồng có trong dung dịch mạ đồng axit có thể có nồng độ lớn hơn hoặc bằng 25 g/L và nhỏ hơn hoặc bằng nồng độ ion đồng bão hòa ở nhiệt độ trong khoảng nhiệt độ nêu trên của nhiệt độ dung dịch của dung dịch mạ đồng axit, và tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng

nồng độ ion đồng bão hòa ở nhiệt độ dung dịch bằng 20°C của dung dịch mạ đồng axit và nhỏ hơn hoặc bằng nồng độ ion đồng bão hòa ở nhiệt độ trong khoảng nhiệt độ nêu trên của nhiệt độ dung dịch của dung dịch mạ đồng axit. Trong trường hợp nồng độ ion đồng là nồng độ ion đồng bão hòa ở nhiệt độ lớn hơn hoặc bằng 20°C , có thể xảy ra các trường hợp trong đó đồng không được hòa tan ở dạng muối đồng mà duy trì không hòa tan ở nhiệt độ thấp hơn khoảng nhiệt độ nêu trên, khả năng nạp đầy và vẽ ngoài vết mạ không thể đạt được đồng thời, và quá trình mạ không thể được thực hiện liên tục, và do vậy nhiệt độ dung dịch và nồng độ ion đồng tốt hơn là được duy trì trong quá trình mạ.

Có thể xác nhận theo cách sau đây xem nồng độ đồng của dung dịch mạ đồng axit ở nhiệt độ nhất định lớn hơn hoặc bằng nồng độ bão hòa hay nhỏ hơn hoặc bằng nồng độ bão hòa. Ví dụ, đối với dung dịch mạ đồng chứa axit sulfuric làm nguồn ion sulfat, axit clohydric là nguồn ion halogenua (nghĩa là, nguồn ion clorua), và đồng (II) sulfat pentahydrat làm nguồn ion đồng và nguồn ion sulfat, có nhiệt độ dung dịch bằng 20°C , đồng (II) sulfat pentahydrat, axit sulfuric, và axit clohydric được bổ sung vào nước tinh khiết để tạo ra các nồng độ tùy ý, và được hòa tan bằng cách gia nhiệt đến nhiệt độ lớn hơn hoặc bằng 20°C để ngăn không cho đồng (II) sulfat pentahydrat duy trì không hoà tan để tạo ra dung dịch mạ đồng axit. Sau đó, dung dịch mạ đồng axit được bịt kín để ngăn không cho dung dịch mạ bị bay hơi, và được để trong tủ ấm ở nhiệt độ 20°C trong hai tuần, và sau đó có thể xác nhận rằng nồng độ lớn hơn hoặc bằng nồng độ bão hòa khi đồng (II) sulfat pentahydrat được tái kết tinh, trong khi nồng độ nhỏ hơn hoặc bằng nồng độ bão hòa khi đồng (II) sulfat pentahydrat không được tái kết tinh. Lượng muối đồng tạo ra nồng độ bão hòa của ion đồng ở nhiệt độ dung dịch bằng 20°C có thể thu được theo cách này.

Nồng độ ion đồng bão hòa trong trường hợp nhiệt độ dung dịch của dung dịch mạ đồng axit bằng 20°C có thể thu được theo công thức sau đây từ lượng muối đồng thu được nêu trên.

Công thức 1

nồng độ ion đồng (g/L) = nồng độ của đồng (II) sulfat pentahydrat (g/L) $\times$ 63,54 (nguyên tử lượng của Cu) / 249,51 (phân tử lượng của $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

Theo phương pháp để xác nhận nồng độ ion đồng bão hòa như nêu trên, nồng độ ion đồng bão hòa của các dung dịch mạ đồng axit ở các nhiệt độ khác nhau có thể thu được bằng cách thay đổi phù hợp nguồn ion sulfat, nguồn ion halogenua, nguồn ion đồng, nhiệt độ, và công thức.

Dung dịch mạ đồng axit có thể còn chứa một chất phụ gia đã được bổ sung vào dung dịch mạ đồng axit thường được dùng để nạp đầy lỗ, chẳng hạn lỗ liên kết, như chất làm tăng độ bóng, chất san bằng, và polyme. Dung dịch mạ đồng axit tốt hơn là chứa, trong số chất làm tăng độ bóng, chất san bằng, và polyme, hai chất gồm chất làm tăng độ bóng và chất san bằng, và tốt hơn nữa là, chứa ba chất gồm chất làm tăng độ bóng, chất san bằng, và polyme.

Chất làm tăng độ bóng không bị giới hạn cụ thể. Các ví dụ ưu tiên về nó bao gồm hợp chất hữu cơ chứa lưu huỳnh, chẳng hạn axit 3-mercapto-1-propansulfonic và muối natri của nó, bis-3-(sulfopropyl) đisunfua và muối đिनatri của nó, và 3-sulfopropyl N,N-dimetyldithiocarbamat và muối natri của nó, và các ví dụ ưu tiên về nó bao gồm bis-3-(sulfopropyl) đisunfua và muối đिनatri của nó. Chất làm tăng độ bóng có thể được sử dụng đơn lẻ hoặc ở dạng kết hợp của hai hoặc nhiều loại hơn của nó. Lượng chất làm tăng độ bóng có trong dung dịch mạ đồng axit không bị giới hạn cụ thể, và có thể có nồng độ nằm trong khoảng từ 0,01 tới 50 mg/L, và tốt hơn là, từ 0,1 tới 10 mg/L.

Chất san bằng không bị giới hạn cụ thể, các ví dụ về nó bao gồm một chất nhuộm hữu cơ, chẳng hạn polyalkyleneimin, hợp chất alkylimidazolin, auramin và dẫn xuất của chúng, hợp chất phthalocyanin, và chất nhuộm màu lục Janus, sản phẩm phản ứng của hợp chất có ba hoặc nhiều hơn nhóm glycidyl ete và hợp chất dị vòng được mô tả trong WO2011/135716, sản phẩm phản ứng của diglycidyl ete và hợp chất chứa nitơ được mô tả trong JP-A-2011-207878, và nhựa tan trong nước thu được nhờ phản ứng của polyamin, hợp chất axit đicarboxylic, và chất tạo liên kết ngang, chẳng hạn epihalohydrin, được mô tả

trong JP-A-2007-107074, và các ví dụ ưu tiên về nó bao gồm sản phẩm phản ứng của hợp chất có ba hoặc nhiều hơn nhóm glycidyl ete và hợp chất dị vòng được mô tả trong WO2011/135716, sản phẩm phản ứng của diglycidyl ete và hợp chất chứa nitơ được mô tả trong JP-A-2011-207878, và nhựa tan trong nước thu được nhờ phản ứng của polyamin, hợp chất axit đicarboxylic, và chất tạo liên kết ngang, chẳng hạn epihalohydrin, được mô tả trong JP-A-2007-107074. Chất san bằng có thể được sử dụng đơn lẻ hoặc ở dạng kết hợp của hai hoặc nhiều loại hơn của nó. Lượng chất san bằng có trong dung dịch mạ đồng axit có thể có nồng độ nằm trong khoảng từ 0,1 tới 10000 mg/L, và tốt hơn là, từ 10 tới 1000 mg/L.

Polyme không bị giới hạn cụ thể, và các ví dụ về nó bao gồm hợp chất polyete, chẳng hạn polyetylen glycol, polypropylen glycol, chất phản ứng bề mặt kiểu Pluronic, chất phản ứng bề mặt kiểu Tetronic, polyetylen glycol glyceryl ete, và polyetylen glycol dialkyl ete. Polyme có thể được sử dụng đơn lẻ hoặc ở dạng kết hợp của hai hoặc nhiều loại hơn của nó. Lượng polyme có trong dung dịch mạ đồng axit có thể có nồng độ nằm trong khoảng từ 0,1 tới 10000 mg/L, và tốt hơn là, từ 10 tới 1000 mg/L.

Dung dịch mạ đồng axit có thể còn chứa ion của một axit khác với axit sulfuric, ion của một kim loại khác với đồng, và một thành phần kể cả formaldehyt hoặc thành phần tương tự, bổ sung vào chất làm tăng độ bóng, polyme, và chất san bằng. Hàm lượng của các thành phần này không bị giới hạn cụ thể, và có thể có các trị số được áp dụng cho dung dịch mạ đồng axit thông thường.

Các ví dụ về axit khác với axit sulfuric bao gồm axit alkanesulfonic, chẳng hạn axit metansulfonic, axit alkanolsulfonic, chẳng hạn axit isethionic, và một axit hữu cơ, chẳng hạn axit citric và axit formic. Axit có thể được sử dụng đơn lẻ hoặc ở dạng kết hợp của hai hoặc nhiều loại hơn của nó.

Các ví dụ về ion kim loại khác với đồng bao gồm ion của một kim loại, chẳng hạn gecmani, sắt, indi, mangan, molybden, nikel, coban, chì, paladi, platin, reni, lưu huỳnh, titan, vonfram, cadimi, crom, kẽm, thiếc, bạc, vàng,

bitmut, rodi, ruteni, và iriđi. Ion kim loại có thể được sử dụng đơn lẻ hoặc ở dạng kết hợp của hai hoặc nhiều loại hơn của nó.

Các phương án ưu tiên của dung dịch mạ đồng axit là dung dịch mạ đồng axit chứa đồng sulfat pentahydrat với lượng từ 150 tới 350 g/L, axit sulfuric với lượng từ 5 tới 150 g/L, và axit clohydric với lượng từ 5 tới 300 mg/L, và chứa thích hợp chất làm tăng độ bóng, polyme, và chất san bằng.

Phương pháp theo sáng chế có thể được thực hiện bằng cách ngâm đế mạch có một lỗ, chẳng hạn lỗ liên kết hoặc lỗ xuyên hoặc rãnh của một khe trong dung dịch mạ đồng axit được gia nhiệt và được duy trì ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 30 tới 70°C, và thực hiện mạ đồng ở mật độ dòng điện lớn hơn hoặc bằng 3 A/dm² bằng cách sử dụng một điện cực không hòa tan làm anot. Phương pháp tạo ra dung dịch mạ đồng axit sao cho có nhiệt độ như nêu trên không bị giới hạn cụ thể, và nhiệt độ nêu trên có thể đạt được bằng cách sử dụng thiết bị gia nhiệt, chẳng hạn một bộ gia nhiệt nhúng, hoặc một buồng ôn nhiệt.

Theo phương pháp của sáng chế, đế mạch có tạo ra trên đó lỗ, chẳng hạn lỗ liên kết và lỗ xuyên, hoặc rãnh, chẳng hạn khe, bao gồm bản mạch in và đế mạch bán dẫn, chẳng hạn lát silic. Kích thước của lỗ liên kết, lỗ xuyên, hoặc khe cần nạp đầy nhờ phương pháp của sáng chế không bị giới hạn cụ thể, và có thể có đường kính lỗ nằm trong khoảng từ 50 tới 150 µm và độ sâu từ 20 tới 100 µm đối với lỗ liên kết, đường kính lỗ nằm trong khoảng từ 50 tới 100 µm và độ dày nằm trong khoảng từ 50 tới 250 µm đối với lỗ xuyên, hoặc độ rộng nằm trong khoảng từ 1 tới 50 µm và độ sâu từ 1 tới 50 µm đối với khe.

Đế mạch có thể được đưa vào xử lý đã được thực hiện thông thường, chẳng hạn khử dầu và làm hoạt hóa bằng axit, trước khi mạ đồng.

Điện cực không hòa tan được sử dụng theo phương pháp của sáng chế không bị giới hạn cụ thể, miễn là điện cực không hòa tan đã được sử dụng để mạ, và các ví dụ về nó bao gồm điện cực làm bằng titan phủ bằng oxit iriđi, platin, hoặc chất tương tự.

Mặt ngoài của điện cực không hòa tan có thể được phủ một màng trung tính. Màng trung tính được sử dụng có thể là sản phẩm có trên thị trường. Các ví

dụ về sản phẩm có trên thị trường của màng trung tính bao gồm sản phẩm Yumicron Filter Y9205TA (được sản xuất bởi Yuasa Membrane Systems Co., Ltd.).

Theo phương pháp của sáng chế, tốt hơn là, mật độ dòng điện lớn hơn hoặc bằng 3 A/dm^2 , tốt hơn là, từ 3 tới 20 A/dm^2 , và tốt hơn nữa là, từ 3 tới 10 A/dm^2 . Khi mật độ dòng điện nhỏ hơn 3 A/dm^2 , khả năng nạp đầy tốt và về ngoài vết mạ bóng có thể không thu được phụ thuộc vào điều kiện nhiệt độ.

Khi thực hiện phương pháp của sáng chế, dung dịch mạ đồng axit tốt hơn là được khuấy trộn. Phương pháp khuấy trộn không bị giới hạn cụ thể, và các ví dụ về phương pháp khuấy trộn bao gồm khuấy trộn không khí, khuấy trộn phun, và khuấy trộn ép.

Theo phương pháp của sáng chế, hơn nữa, sau khi nạp đầy lỗ, chẳng hạn lỗ liên kết và lỗ xuyên, hoặc rãnh, chẳng hạn khe, bằng cách mạ đồng, công đoạn xử lý sấy, xử lý nhiệt, xử lý ngăn chặn phai màu, xử lý chống rỉ, và công đoạn tương tự có thể được thực hiện theo các phương pháp thông thường.

Theo phương pháp của sáng chế, lỗ, chẳng hạn lỗ liên kết và lỗ xuyên, hoặc rãnh, chẳng hạn khe, được tạo ra trên đế mạch có thể được nạp đầy ở tốc độ cao hơn kỹ thuật thông thường, ví dụ, một lỗ liên kết có đường kính lỗ xấp xỉ bằng $120 \mu\text{m}$ và độ sâu xấp xỉ $70 \mu\text{m}$ có thể được nạp đầy trong khoảng thời gian từ 10 tới 30 phút (khoảng thời gian này có thể xấp xỉ 1 giờ đối với dung dịch mạ đồng axit thông thường). Phương pháp của sáng chế còn tạo ra về ngoài đẹp và khả năng nạp đầy cao, và các đặc tính của màng mạ (ví dụ, độ bền kéo, độ giãn dài, và độ cứng) có thể tương đương với các đặc tính của màng thu được nhờ kỹ thuật thông thường.

Theo phương pháp của sáng chế, các lỗ, chẳng hạn các lỗ liên kết và các lỗ xuyên, hoặc các rãnh, chẳng hạn các khe, được tạo ra trên các đế mạch có thể được nạp đầy lặp lại. Trong trường hợp không có đủ ion đồng trong dung dịch mạ đồng axit, tốt hơn là, dung dịch mạ đồng axit được bổ sung oxit đồng làm nguồn ion đồng. Phương pháp bổ sung oxit đồng không bị giới hạn cụ thể, và một phương pháp thông thường có thể được áp dụng.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sáng chế sẽ được mô tả chi tiết liên quan tới các ví dụ thực hiện sau đây nhưng sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ này.

Ví dụ 1

Nạp đầy lỗ liên kết

Bảng mạch in có lá đồng để mạch có tạo ra trên đó nhiều lỗ liên kết, từng lỗ liên kết này có đường kính lỗ bằng 120 μm và độ sâu bằng 70 μm được đưa vào quy trình mạ đồng không dùng điện cực theo phương pháp thông thường để tạo ra đế mạch thử nghiệm. Theo cách riêng biệt, dung dịch mạ đồng axit chứa các thành phần được thể hiện trên Bảng 1 được chuẩn bị bằng cách trộn và hòa tan các thành phần này trong nước tinh khiết. Các lỗ liên kết của đế mạch thử nghiệm được nạp đầy bằng cách mạ đồng bằng cách sử dụng dung dịch mạ đồng axit ở điều kiện được thể hiện trên Bảng 2. Việc mạ đồng được thực hiện trong khi khuấy trộn không khí dung dịch mạ đồng axit. Việc mạ đồng được chấm dứt ở thời điểm mà độ dày của lớp đồng mạ bề mặt đạt tới 20 μm .

Việc mạ đồng được thực hiện nhờ các công đoạn xử lý sau theo thứ tự này.

- Khử dầu axit (sản phẩm PB-242D, được sản xuất bởi JCU Corporation): 45°C, 3 phút;
- Rửa bằng nước: 1 phút;
- Làm hoạt hóa bằng axit (50 g/L dung dịch axit sulfuric): nhiệt độ trong phòng, 1 phút;
- Mạ đồng.

Các đế mạch thử nghiệm sau khi xử lý mạ đồng được đánh giá về vẻ ngoài và đặc tính nạp đầy theo các phương pháp như sẽ được mô tả sau đây. Đánh giá chung được thực hiện từ các kết quả đánh giá. Các kết quả đánh giá được thể hiện trên Bảng 2. Ảnh chụp tiết diện ngang của đế mạch thử nghiệm sau khi nạp đầy lỗ liên kết bằng cách mạ đồng theo phương pháp 18 được thể hiện trên Fig.1.

Bảng 1

Dung dịch mạ đồng	Ion đồng (g/L)	Nhờ đồng (II) sulfat pentahydrat (g/L)	Ion sulfat (g/L)	Nhờ axit sulfuric (g/L)	Ion clorua (mg/L)	Nhờ axit clohydric 36% (mL/L)	Chất làm tăng độ bóng (mg/L)	Chất san bằng		Polyme (mg/L)
								Loại	Lượng (mg/L)	
1	50,9	200	106,3	30	60	0,15	1	B	80	100
2	50,9	200	125,9	50	40	0,10	2	C	40	100
3	50,9	200	153,3	80	40	0,10	1	A	100	500
4	50,9	200	153,3	80	60	0,15	1	A	100	500
5	50,9	200	153,3	80	80	0,20	1	A	100	500
6	63,6	250	145,2	50	60	0,15	1	A	100	500
7	76,3	300	193,8	80	60	0,15	1	A	100	500
8	76,3	300	144,8	30	60	0,15	1	B	80	500
9	76,3	300	193,8	80	60	0,15	2	C	300	500
10	76,3	300	193,8	80	80	0,20	1	A	100	500
11	76,3	300	193,8	80	100	0,25	1	A	100	500

Chất san bằng A: sản phẩm phản ứng của hợp chất có ba hoặc nhiều hơn nhóm glyxidyl ete và hợp chất dị vòng (hợp chất được biểu diễn bằng công thức [Chem 10] của tài liệu WO2011/135716, theo phương pháp được mô tả trong tài liệu liên quan)

Chất san bằng B: sản phẩm phản ứng của diglyxidyl ete và hợp chất chứa nitơ (sản phẩm phản ứng của CAS 2224-15-9 và CAS 110-95-2, theo phương pháp được mô tả trong JP-A-2011-207878)

Chất san bằng C: nhựa tan trong nước thu được nhờ phản ứng của polyamin, hợp chất axit dicarboxylic, và chất tạo liên kết ngang, chẳng hạn epihalohydrin (theo Ví dụ tổng hợp 1 của JP-A-2007-107074)

Polyme: polyetylen glycol (phân tử lượng trung bình: 6000)

Chất làm tăng độ bóng: disodium bis-3-(sulfopropyl) disulfua

Bảng 2

	Dung dịch mạ đồng	Nhiệt độ (°C)	Anot	Mật độ dòng điện (A/dm ²)	Thời gian (phút)	Đánh giá		
						Về ngoại	Đặc tính nạp đầy	Đánh giá chung
Phương pháp 1	1	23	điện cực không hòa tan	2	50	A	A	A+
Phương pháp 2	2	23	điện cực không hòa tan	2	50	A	A	A+
Phương pháp 3	3	23	điện cực không hòa tan	2	50	A	A	A+
Phương pháp 4	3	23	điện cực không hòa tan	3,5	28,6	B	B	B
Phương pháp 5	3	23	điện cực không hòa tan	5	20	C	C	C
Phương pháp 6	3	23	điện cực không hòa tan	7,5	13,3	C	C	C
Phương pháp 7	3	23	điện cực không hòa tan	10	10	C	C	C
Phương pháp 8	4	23	điện cực không hòa tan	10	10	B	C	C
Phương pháp 9	5	23	điện cực không hòa tan	10	10	C-	C	C
Phương pháp 10	1	23	điện cực không hòa tan	7,5	13,3	C	C	C
Phương pháp 11	2	23	điện cực không hòa tan	7,5	13,3	C	C	C
Phương pháp 12	6	35	điện cực không hòa tan	3,5	28,6	A	A	A+
Phương pháp 13	7	50	điện cực không hòa tan	5	20	A	A	A+
Phương pháp 14	8	50	điện cực không hòa tan	7,5	13,3	A	A	A+
Phương pháp 15	9	50	điện cực không hòa tan	7,5	13,3	A	A	A+
Phương pháp 16	10	40	điện cực không hòa tan	5	20	A	A	A+
Phương pháp 17	10	50	điện cực không hòa tan	7,5	13,3	A	A	A+
Phương pháp 18	11	50	điện cực không hòa tan	10	10	A	A	A+
Phương pháp 19	11	50	điện cực đồng chứa phospho	10	10	B	C	C

Điện cực không hòa tan: điện cực titan phủ oxit iridi được phủ bằng màng trung tính (Yumicron Filter Y9205TA, được sản xuất bởi Yuasa Membrane Systems Co., Ltd.)

Phương pháp đánh giá vẻ ngoài

Vẻ ngoài sau khi mạ đồng được đánh giá bằng mắt theo tiêu chuẩn đánh giá như sau.

Đánh giá: nội dung

A: vẻ ngoài bóng được thấy trên toàn bộ bề mặt

B: vẻ ngoài bóng được thấy với bề mặt nhám ít hơn 10%

C: vẻ ngoài bóng được thấy với bề mặt nhám lớn hơn hoặc bằng 10%

C-: không thấy vẻ ngoài bóng trên toàn bộ bề mặt

Phương pháp đánh giá đặc tính nạp đầy

Lỗ liên kết sau khi mạ đồng được đo độ dày vết lõm bằng cách quan sát tiết diện ngang. Vị trí đo của độ dày vết lõm được thể hiện trên Fig.2 và Fig.3.

Đánh giá: nội dung

A: độ dày vết lõm nhỏ hơn 15 μm

B: độ dày vết lõm nằm trong khoảng từ 15 tới 30 μm

C: độ dày vết lõm lớn hơn hoặc bằng 30 μm

*Tiêu chuẩn đánh giá chung**Đánh giá: nội dung*

A+: Cả vẻ ngoài lẫn đặc tính nạp đầy là A.

A: Vẻ ngoài và đặc tính nạp đầy cao hơn hoặc bằng B, nhưng cả hai đặc tính này không đạt A.

B: Cả vẻ ngoài lẫn đặc tính nạp đầy là B.

C: Một trong vẻ ngoài và đặc tính nạp đầy là C hoặc C-.

Từ các kết quả, đã thấy rằng thời gian xấp xỉ 50 phút được yêu cầu (nghĩa là, khoảng thời gian cần thiết để tạo ra màng có độ dày xấp xỉ 20 μm ở mật độ dòng điện 2 A/dm²) để nạp đầy lỗ liên kết bằng các phương pháp từ 1 tới 3, nghĩa là, các phương pháp thông thường, trong khi các phương pháp từ 12 tới 18, nghĩa là, các phương pháp theo sáng chế, đã rút ngắn thời gian mạ, và khoảng thời gian cần thiết để nạp đầy lỗ liên kết nhỏ hơn hoặc bằng một nửa của kỹ thuật thông thường. Ngoài ra, đã thấy rằng khi nhiệt độ dung dịch cao hơn, cả đặc tính nạp đầy lẫn vẻ ngoài vết mạ đều đạt được thậm chí ở điều kiện có mật

độ dòng điện cao hơn. Hơn nữa, đã thấy rằng trong trường hợp nhiệt độ dung dịch của dung dịch mạ đồng axit và mật độ dòng điện cần phải được gia tăng, cần phải sử dụng một điện cực không hòa tan làm anot.

Đã biết rằng: khi nồng độ ion đồng cao hơn, thu được đặc tính nạp đầy tốt nhưng về ngoài bị suy giảm; khi nồng độ axit sulfuric cao hơn, về ngoài và đặc tính mạ điện đồng đều được cải thiện, nhưng đặc tính nạp đầy bị suy giảm; và halogen (clo) góp phần vào sự cải thiện về ngoài (ví dụ, bề mặt nhám), và khi nồng độ của nó cao hơn, hiệu quả được gia tăng, nhưng đặc tính nạp đầy bị suy giảm, với nồng độ quá cao, kết quả là không đạt được về ngoài bóng. Theo phương pháp của sáng chế, tuy nhiên, có thể dự kiến rằng nồng độ đồng có thể được thiết lập cao hơn dung dịch mạ thông thường do nhiệt độ dung dịch cao hơn, và nồng độ axit sulfuric cũng có thể được duy trì, điều này góp phần đáng kể vào kết quả thu được cả đặc tính nạp đầy lẫn về ngoài thậm chí ở điều kiện có mật độ dòng điện cao hơn.

Ví dụ 2

Đánh giá đặc tính của màng

Tấm thép không gỉ nhẵn được khử dầu bằng chất khử dầu (sản phẩm SK-144, được sản xuất bởi JCU Corporation), được cọ nhẹ bằng xốp polyuretan (sản phẩm Scotch Brite, được sản xuất bởi 3M Company), sau đó được rửa bằng nước, được hoạt hóa axit bằng dung dịch axit sulfuric 10%, và được đưa vào mạ đồng ở điều kiện được thể hiện trên Bảng 3 để tạo ra màng mạ đồng có độ dày xấp xỉ 50 μm . Màng mạ đồng thu được được làm bong ra khỏi nền, và được đưa vào xử lý nhiệt ở nhiệt độ 120°C trong 1 giờ.

Từng màng mạ đồng thu được như nêu trên được tạo hình thành mẫu thử nghiệm có dạng quả tạ với kích thước như được thể hiện trên Fig.4, được đo độ dày của màng mạ nhờ một trắc vi kế số, và sau đó được đưa vào thử nghiệm kéo và thử nghiệm đo độ cứng ở các điều kiện sau đây, nhờ đó độ giãn dài và độ bền kéo (thử nghiệm kéo) và độ cứng của màng mạ (thử nghiệm đo độ cứng) được đo. Các kết quả đo được thể hiện trên Bảng 3.

Bảng 3

	Dung dịch mạ đồng	Nhiệt độ (°C)	Anot	Mật độ dòng điện (A/dm ²)	Thời gian (phút)	Đánh giá các đặc tính		
						Độ bền kéo (kgf/mm ²)	Độ giãn (%)	Độ cứng Vickers (Hv)
Phương pháp 20	3	23	Điện cực không hòa tan	2	135	32,2	31,0	112
Phương pháp 21	6	35	Điện cực không hòa tan	3,5	77	33,0	32,2	110
Phương pháp 22	10	40	Điện cực không hòa tan	5	54	31,5	32,4	107
Phương pháp 23	10	50	Điện cực không hòa tan	7,5	36	32,6	31,7	108
Phương pháp 24	11	50	Điện cực không hòa tan	10	27	31,1	33,6	108

Điện cực không hòa tan: điện cực titan phủ oxit iridi được phủ bằng màng trung tính (Yumicon Filter

Y9205TA, được sản xuất bởi Yuasa Membrane Systems Co., Ltd.)

Điều kiện thử nghiệm kéo

Phương pháp đo: JIS Z2241 (1980)

Thiết bị đo: Shimadzu Autograph AGS-H 500N (được sản xuất bởi Shimadzu Corporation)

Điều kiện đo:

Tốc độ kéo: 10 mm/phút

Tải kéo: 50 kgf đối với tải thực tế

Điều kiện đo độ cứng

Thiết bị đo: Thiết bị đo độ cứng Vickers (được sản xuất bởi Akashi Seisakusho Co., Ltd.)

Điều kiện đo:

Tải: 10 gf/cm²

Thời gian duy trì: 15 giây

Từ các kết quả, đã thấy rằng màng mạ đồng thu được nhờ phương pháp của sáng chế có các đặc tính tương đương với màng mạ đồng thu được nhờ phương pháp thông thường.

*Ví dụ 3**Nạp đầy lỗ xuyên*

Bảng mạch in có lá đồng để mạch có tạo ra trên đó nhiều lỗ xuyên, từng lỗ xuyên này có đường kính lỗ bằng 100 μm và độ dày (kể cả lá đồng) bằng 120 μm được đưa vào quy trình mạ đồng không dùng điện cực theo phương pháp thông thường để tạo ra đế mạch thử nghiệm. Theo cách riêng biệt, dung dịch mạ đồng axit chứa các thành phần được thể hiện trên Bảng 4 được chuẩn bị bằng cách trộn và hòa tan các thành phần này trong nước tinh khiết. Các lỗ xuyên của đế mạch thử nghiệm được nạp đầy bằng cách mạ đồng bằng cách sử dụng dung dịch mạ đồng axit ở điều kiện được thể hiện trên Bảng 5. Việc mạ đồng được thực hiện trong khi khuấy trộn phun dung dịch mạ đồng axit. Việc mạ đồng được chấm dứt ở thời điểm mà độ dày của lớp đồng mạ bề mặt đạt tới 20 μm .

Việc mạ đồng được thực hiện nhờ các công đoạn xử lý sau theo thứ tự này.

- Khử dầu axit (sản phẩm PB-242D, được sản xuất bởi JCU Corporation):
45°C, 3 phút;
- Rửa bằng nước: 1 phút;
- Làm hoạt hóa bằng axit (50 g/L dung dịch axit sulfuric): nhiệt độ trong phòng, 1 phút;
- Mạ đồng.

Các đế mạch thử nghiệm sau khi xử lý mạ đồng được đánh giá về đặc tính nạp đầy theo các phương pháp như sẽ được mô tả sau đây. Các kết quả đánh giá được thể hiện trên Bảng 4. Ảnh chụp tiết diện ngang của đế mạch thử nghiệm sau khi nạp đầy lỗ xuyên bằng cách mạ đồng theo phương pháp 27 được thể hiện trên Fig.5.

Bảng 4

Dung dịch mạ đồng	Ion đồng (g/L)	Nhờ đồng (II) sulfat pentahydrat (g/L)	Ion sulfat (g/L)	Nhờ axit sulfuric (g/L)	Ion clorua (mg/L)	Nhờ axit clohydric 36% (mL/L)	Chất làm tăng độ bóng (mg/L)	Chất san bằng		Polyme (mg/L)
								Loại	Lượng (mg/L)	
12	56,0	220	133,6	50	60	0,15	1	A	100	500
13	76,3	250	145,2	50	60	0,15	1	A	100	500
14	76,3	300	184,0	70	80	0,20	1	A	100	500

Chất san bằng A: sản phẩm phản ứng của hợp chất có ba hoặc nhiều hơn nhóm glycidyl ete và hợp chất dị vòng (hợp chất được biểu diễn bằng công thức [Chem 10] của WO2011/135716, theo phương pháp được mô tả trong tài liệu liên quan)

Bảng 5

	Dung dịch mạ đồng	Nhiệt độ (°C)	Anot	Mật độ dòng điện (A/dm ²)	Thời gian (phút)	Đặc tính nạp đầy
Phương pháp 25	12	23	điện cực không hòa tan	2	50	A
Phương pháp 26	12	23	điện cực không hòa tan	3,5	23,6	B
Phương pháp 27	13	35	điện cực không hòa tan	3,5	23,6	A
Phương pháp 28	14	50	điện cực không hòa tan	7,0	14,3	A

Điện cực không hòa tan: điện cực titan phủ oxit iridi được phủ bằng màng trung tính (Yumicon Filter Y9205TA, được sản xuất bởi Yuasa Membrane Systems Co., Ltd.)

Phương pháp đánh giá đặc tính nạp đầy

Lỗ xuyên sau khi mạ đồng được đo độ dày vết lõm bằng cách quan sát tiết diện ngang. Vị trí đo của độ dày vết lõm được thể hiện trên Fig.6 và Fig.7. độ dày vết lõm được đo trên bề mặt có vết lõm lớn hơn.

Đánh giá: nội dung

A: độ dày vết lõm nhỏ hơn 15 μm

B: độ dày vết lõm nằm trong khoảng từ 15 tới 30 μm

C: độ dày vết lõm lớn hơn hoặc bằng 30 μm

Từ các kết quả, đã thấy rằng cùng xu hướng như khi nạp đầy lỗ liên kết được quan sát thấy khi nạp đầy lỗ xuyên, và khoảng thời gian cần thiết để nạp đầy lỗ xuyên nhỏ hơn hoặc bằng một nửa của kỹ thuật thông thường, tương tự với việc nạp đầy lỗ liên kết.

Khả năng áp dụng công nghiệp

Phương pháp theo sáng chế có thể được áp dụng cho việc sản xuất đế mạch dùng cho điện thoại di động, điện thoại thông minh, máy tính bảng, máy tính cá nhân, và thiết bị tương tự.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp nạp đầy lỗ hoặc rãnh được tạo ra trên đế mạch bằng cách mạ đồng ở tốc độ cao, phương pháp này bao gồm các công đoạn:

ngâm đế mạch có lỗ hoặc rãnh trong dung dịch mạ đồng axit (từ dung dịch chứa ruteni) ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 35 tới 50°C, dung dịch này chứa ion đồng, ion sulfat, ion halogenua, chất làm tăng độ bóng và chất san bằng, chất san bằng này là một hoặc nhiều loại được chọn từ sản phẩm phản ứng của hợp chất có ba hoặc nhiều hơn nhóm glycidyl ete và hợp chất dị vòng, sản phẩm phản ứng của diglycidyl ete và hợp chất chứa nitơ, và nhựa tan trong nước thu được nhờ phản ứng của polyamin, hợp chất axit dicarboxylic, và chất tạo liên kết ngang, chẳng hạn epihalohydrin, trong đó dung dịch có ion sulfat với nồng độ từ 125 tới 150 g/L, ion halogenua với nồng độ từ 5 tới 500 mg/L, và ion đồng với nồng độ lớn hơn hoặc bằng 63,6 g/L và không lớn hơn nồng độ ion đồng bão hòa ở nhiệt độ dung dịch từ 35 tới 50°C của dung dịch mạ đồng; và

mạ đế mạch ở mật độ dòng điện từ 3,5 tới 10 A/dm² bằng cách sử dụng một điện cực không hòa tan làm anot.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó dung dịch mạ đồng axit còn chứa một polyme.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó ion halogenua là ion clorua.

Fig.1

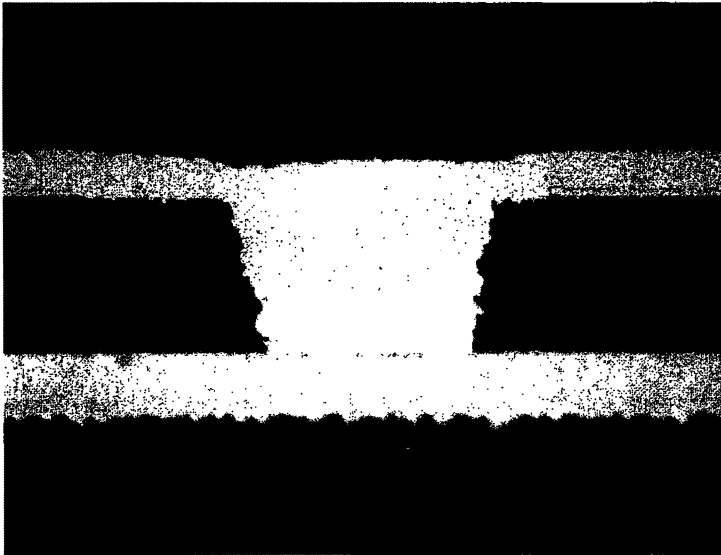


Fig.2

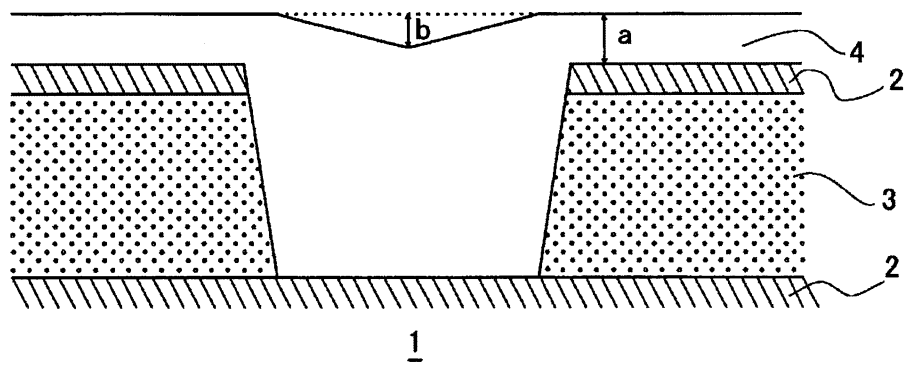


Fig.3

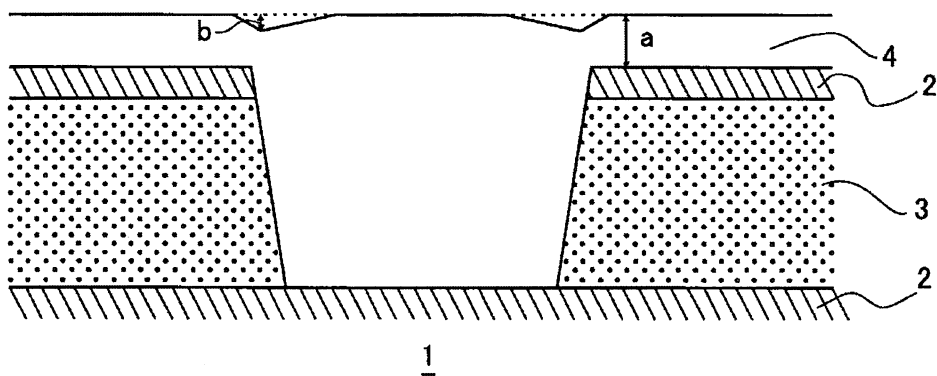


Fig. 4

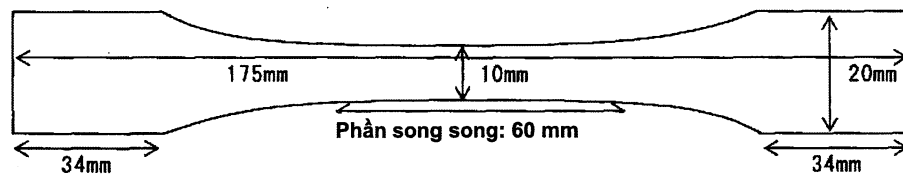


Fig. 5

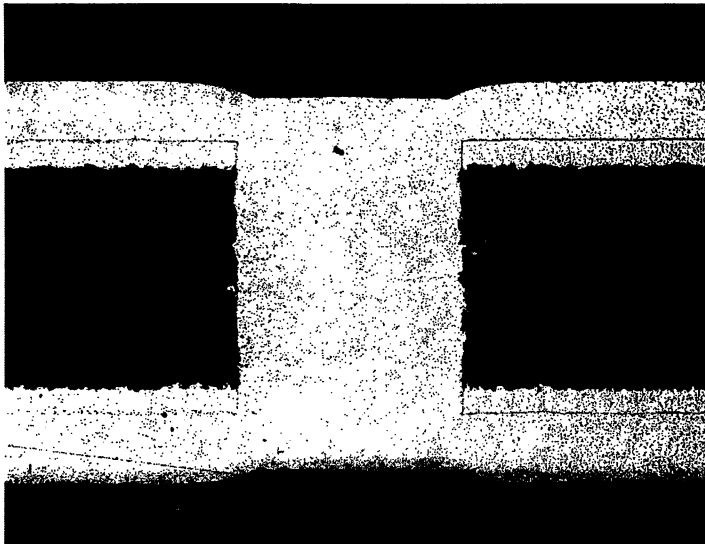


Fig. 6

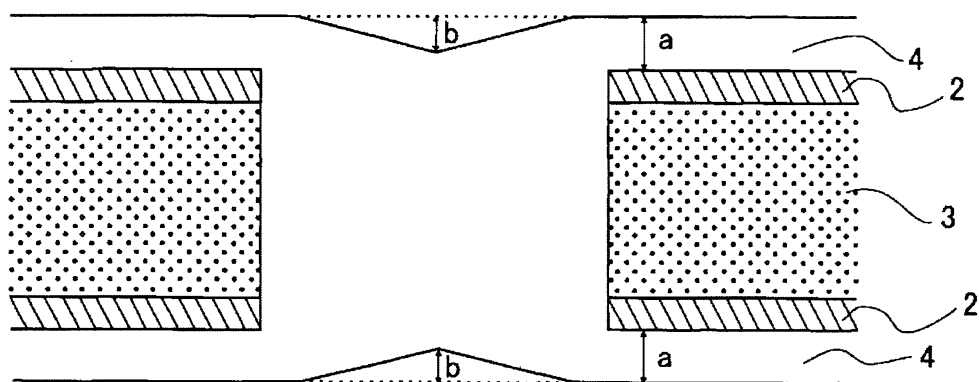
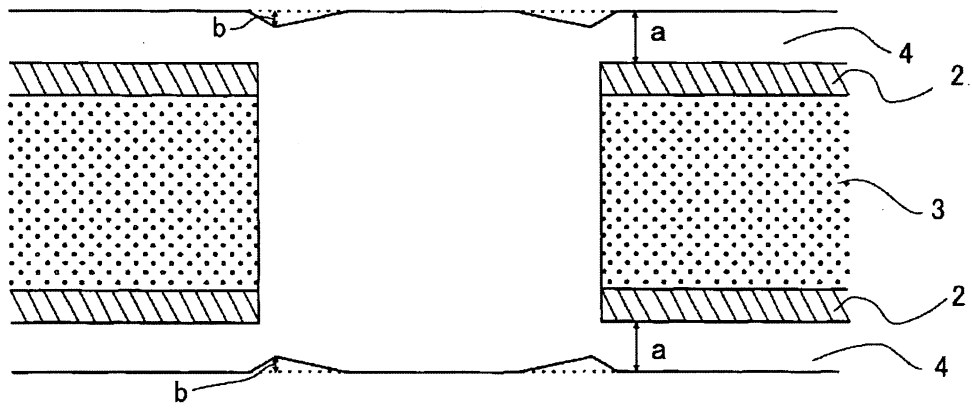


Fig. 7



10