



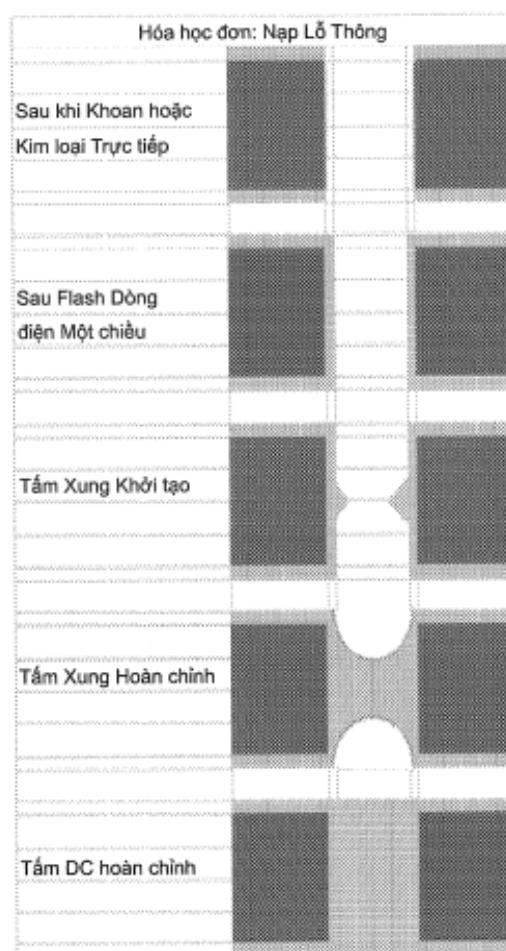
- (12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ  
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)   
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ 1-0050629  
(51)<sup>2021.01</sup> C25D 7/00; C25D 5/18; H05K 3/00; (13) B  
C25D 3/38; C25D 5/34
- 

- (21) 1-2022-03293 (22) 28/10/2020  
(86) PCT/US2020/057733 28/10/2020 (87) WO 2021/091743 14/05/2021  
(30) 16/674,052 05/11/2019 US  
(45) 25/08/2025 449 (43) 25/11/2022 416A  
(73) MacDermid Enthone Inc. (US)  
245 Freight Street, Waterbury, Connecticut 06702, United States of America  
(72) DESALVO, Donald (US); BLAKE, Ron (US); GUGLIOTTI, Carmichael (US);  
DECESARE, William J. (US); BELLEMARE, Richard (US).  
(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)
- 

- (54) PHƯƠNG PHÁP MẠ ĐIỆN ĐỒNG TRONG SẢN XUẤT BẢNG MẠCH IN

(21) 1-2022-03293

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp mạ điện đồng trong sản xuất bảng mạch in. Phương pháp này được sử dụng để nạp các lỗ thông và các micro-via bằng đồng. Phương pháp này bao gồm các bước: (1) chuẩn bị nền điện tử để nhận lớp mạ điện đồng trên đó; (2) tạo thành ít nhất một trong số một hoặc nhiều lỗ thông và/hoặc một hoặc nhiều micro-via trong nền điện tử; và (3) mạ điện đồng trong một hoặc nhiều lỗ thông và/hoặc một hoặc nhiều micro-via bằng cách cho nền điện tử tiếp xúc với dung dịch mạ điện đồng axit. Dung dịch mạ đồng axit bao gồm nguồn ion đồng; axit sulfuric; nguồn ion clorua; chất làm sáng; chất làm ẩm; và chất làm phẳng. Dung dịch mạ điện đồng axit mạ một hoặc nhiều lỗ thông và/hoặc một hoặc nhiều micro-via cho đến khi quá trình kim loại hóa hoàn tất.



Hình 1

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế nói chung đề cập đến phương pháp kết nối điện phân một bước đối với đồng, đặc biệt là để nạp lỗ thông và các micro-via (lỗ siêu nhỏ) trong bảng mạch in và các nền khác.

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

Dung dịch đồng mạ điện được sử dụng trong nhiều ứng dụng công nghiệp, bao gồm ứng dụng chống ăn mòn và phủ trang trí, và trong ngành công nghiệp điện tử để sản xuất các thiết bị điện tử. Bể đồng axit sulfuric chứa nước được sử dụng để chế tạo bảng mạch in (PCB) và chất bán dẫn. Đồng có tính dẫn điện tốt hơn hầu hết các kim loại khác và cho phép áp dụng các phần tử nhỏ hơn.

Các phần tử kết nối là các phần tử như micro-via (BMV), rãnh và lỗ thông mà được tạo thành trong nền điện môi. Những phần tử này được kim loại hóa, tốt hơn là bằng đồng, để làm cho kết nối có tính dẫn điện. Trong quá trình chế tạo mạch, đồng được mạ điện trên các phần chọn lọc của bề mặt bảng mạch in, thành via (lỗ siêu nhỏ) và rãnh cắt và lên thành của lỗ thông đi qua giữa các bề mặt của vật liệu nền của bảng mạch. Các thành của lỗ thông được kim loại hóa để cung cấp tính dẫn điện giữa các lớp mạch của bảng mạch in.

Ngoài ra, khi các thiết bị điện tử co lại và được nén lại gần nhau hơn trên bảng mạch, sự quản lý nhiệt của thiết bị điện tử trở thành một vấn đề. Nhiều thiết bị điện tử nhạy cảm với nhiệt, có thể làm cho chúng hoạt động kém hiệu quả và giảm tuổi thọ. Do đó, cần phải quản lý tản nhiệt và cung cấp cách để hút nhiệt ra khỏi các linh kiện sinh nhiệt và hướng nhiệt đến các vùng khác của bảng điều khiển hoặc nền khác để tản nhiệt.

Trong mô-đun bảng mạch và thiết bị điện tử, các linh kiện điện tử gắn trên bảng mạch bao gồm các linh kiện điện tử kiểu gắn trên bề mặt và linh kiện điện tử kiểu gắn chèn. Linh kiện điện tử kiểu gắn trên bề mặt thường được gắn trên bảng bằng cách hàn một cực vào lá đồng được cung cấp trên bề mặt trước của bảng mạch. Các linh kiện điện tử kiểu gắn chèn thường được gắn trên bảng bằng cách chèn một cực chì vào lỗ xuyên được cung cấp trong bảng mạch và hàn cực chì.

Các linh kiện điện tử gắn trên bảng mạch tỏa nhiệt khi dòng điện chạy qua

chúng. Ngoài ra, lượng lớn nhiệt có thể được sinh ra trong các linh kiện điện tử có dòng điện lớn chạy qua. Khi nhiệt độ của linh kiện điện tử hoặc bảng mạch tăng quá mức do nhiệt tỏa ra từ linh kiện điện tử, có thể lo ngại rằng linh kiện điện tử hoặc mạch điện được tạo thành trên bảng mạch có thể bị trục trặc.

Nhiều phương pháp khác nhau đã được phát triển để quản lý sự tản nhiệt trong các thiết bị điện tử, bao gồm chẳng hạn như nạp các lỗ thông bằng vật liệu nút kín epoxy được nạp kim loại dẫn điện, chèn xu đồng dưới thiết bị, chèn bom nhiệt vào bảng mạch, sử dụng chất kết dính dẫn nhiệt, gắn kèm hồ nhiệt vào các thiết bị sinh nhiệt và mạ điện đồng.

Bằng sáng chế Hoa Kỳ số 9,924,589 của Kasashima và cộng sự, mà đối tượng của nó được kết hợp đầy đủ vào trong tài liệu này bằng cách viện dẫn, mô tả một linh kiện điện tử kiểu gắn trên bề mặt được gắn trên bề mặt trước của bảng mạch với phần thân truyền nhiệt bằng kim loại được chôn trong bảng mạch sao cho gờ chôn lên linh kiện điện tử theo hướng độ dày bảng của bảng mạch. Nhiệt sinh ra trong linh kiện điện tử được phần thân truyền nhiệt truyền ra mặt sau của bảng mạch và nhiệt được tản ra bên ngoài. Phần thân bức xạ nhiệt được cung cấp trên mặt sau của bảng mạch, và nhiệt sinh ra trong các linh kiện điện tử sẽ được phần thân truyền nhiệt truyền đến phần thân bức xạ nhiệt để tản nhiệt ra bên ngoài.

JP2010-141279 mô tả quá trình tạo thành lỗ xuyên trên bảng mạch và gắn linh kiện điện tử kiểu gắn trên bề mặt lên bề mặt trước của bảng mạch để che lỗ xuyên. Phần lõi được tạo thành trên bề mặt trên của phần thân tản nhiệt được cung cấp trên bề mặt sau của bảng mạch và phần thân truyền nhiệt được cung cấp trên phần lõi ra này. Phần lõi ra của phần thân tản nhiệt và phần thân truyền nhiệt được chèn vào lỗ xuyên từ phía bề mặt sau của bảng mạch để phần thân truyền nhiệt được kết nối nhiệt với linh kiện điện tử. Sau đó nhiệt sinh ra trong linh kiện điện tử có thể được phần thân truyền nhiệt truyền đến phần thân tản nhiệt để tản nhiệt ra bên ngoài.

Trong hình 4 của JP2010-141279, nhiều lỗ thông được tạo thành trong bảng mạch và nhiều dây dẫn xuyên được cung cấp trong bảng mạch bằng cách nhúng chất hàn vào nhiều lỗ thông. Các linh kiện điện tử kiểu gắn trên bề mặt được gắn trên bề mặt của bảng mạch để kết nối nhiệt với nhiều dây dẫn xuyên. Nhiệt sinh ra trong linh kiện điện tử được truyền đến phần thân tản nhiệt được cung cấp bên dưới bảng mạch

bởi phần thân truyền xuyên và được tản từ phần thân tản nhiệt ra bên ngoài.

Trong JP2015-104182, phần thân chính của linh kiện điện tử kiểu gắn trên bề mặt được gắn trên bề mặt sau của bảng mạch sẽ được lắp vào phần lõm của hố nhiệt được cung cấp trên phía bề mặt sau của bảng mạch để được kết nối nhiệt đến bề mặt dưới cùng của phần lõm. Nhiệt sinh ra trong linh kiện điện tử được bức xạ từ hố nhiệt ra bên ngoài.

Bằng sáng chế Hoa Kỳ số 9,345,176 của Sanae và cộng sự, mà đối tượng của nó được kết hợp đầy đủ vào trong tài liệu này bằng cách viện dẫn, mô tả một thiết bị cung cấp điện mà tản nhiệt bằng một số lượng nhỏ bộ phận. Một linh kiện điện tử như bộ biến áp, cuộn cảm kháng hoặc cuộn cảm ứng được gắn sao cho xuyên qua lỗ hình chữ nhật được tạo thành trong bảng mạch và bề mặt trên hoặc bề mặt dưới của linh kiện điện tử được đưa vào tiếp xúc nhiệt với khung kim loại hoặc tấm tản nhiệt để nhiệt sinh ra trong linh kiện điện tử được tản từ khung kim loại hoặc tấm bức xạ nhiệt ra bên ngoài.

JP2007-312502 mô tả quá trình gắn linh kiện điện tử như bộ biến áp hoặc cuộn điện kháng trên bề mặt trên của bảng mạch và lắp lõi của linh kiện điện tử vào hố nhiệt được cung cấp trên phía bề mặt trên của bảng mạch để được kết nối nhiệt với bảng mạch. Sau đó, nhiệt sinh ra trong linh kiện điện tử có thể được tản từ hố nhiệt ra bên ngoài.

JP2015-106956 mô tả việc sử dụng các cánh tản nhiệt để cải thiện khả năng tản nhiệt. Trong trường hợp này, linh kiện điện tử được lắp đặt trên bề mặt dưới cùng bên trong của vỏ, và các cánh tản nhiệt được cung cấp liền mạch trong phần dưới của vỏ, và nhiệt sinh ra trong linh kiện điện tử được tản từ cánh tản nhiệt ra bên ngoài. Quạt thổi có thể được lắp đặt ở phần mặt bên của vỏ để thổi không khí làm mát tại các cánh tản nhiệt để cải thiện hiệu suất tản nhiệt.

JP2014-045529 mô tả lỗ mở để làm mát bằng không khí tự nhiên trên bề mặt bên của vỏ chứa bảng mạch. Cánh làm mát và quạt làm mát để làm mát bằng không khí cưỡng bức được cung cấp ở phần dưới của vỏ để có thể tản nhiệt sinh ra trong linh kiện điện tử gắn trên bảng mạch.

Bằng sáng chế Hoa Kỳ số 9,445,510 của Reents và cộng sự, mà đối tượng của nó được kết hợp đầy đủ vào trong tài liệu này bằng cách viện dẫn, mô tả quy trình điện hóa để nạp lỗ thông của bảng mạch in bằng đồng. Quy trình của Reents là một quy

trình hai bước, trong đó các phôi chứa lỗ thông (i) được đưa vào tiếp xúc với chất điện phân kết tủa kim loại và điện áp được đặt giữa phôi và ít nhất một cực dương để sự kết tủa xảy ra ưu tiên ở tâm của các lỗ thông và các lỗ thông hoàn toàn hoặc gần như hoàn toàn phát triển cùng nhau, và sau đó, (ii) phôi được đưa vào tiếp xúc với chất điện phân kết tủa kim loại và điện áp được đặt giữa phôi và ít nhất một cực dương sao cho dòng điện được cung cấp đến phôi và các lỗ thông thu được ở bước (i) được chia hoàn toàn hoặc gần như hoàn toàn thành các nửa được nạp bởi kim loại lên đến mức độ mong muốn. Các bước này được minh họa ở Hình 1 và Hình 2 của Reents và cộng sự.

Phương pháp nạp lỗ thông bằng đồng, theo mô tả trong bằng sáng chế của Reents và cộng sự, là phương pháp khả thi để hút nhiệt từ thiết bị được gắn lên trên lỗ thông và truyền nó ở các mức khác của bảng điều khiển. Tuy nhiên, mong muốn là phát triển một quy trình để nạp lỗ thông và/hoặc micro-via, chẳng hạn như để tản nhiệt, mà có thể được tích hợp vào quy trình sản xuất bảng mạch in theo cách hiệu quả hơn.

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

Mục tiêu của sáng chế là cung cấp một phương pháp cải tiến để tản nhiệt từ thiết bị điện tử.

Một mục tiêu khác của sáng chế là cung cấp phương pháp tản nhiệt trong thiết bị điện tử mà có thể được tích hợp trong hoặc đã là một phần của quy trình sản xuất bảng mạch in (printed circuit board - PCB) có khả năng nạp lỗ thông và loại bỏ nhu cầu cần đến các quy trình khác như nút kín và chà nhám, chèn xu đồng và các quy trình tương tự khác.

Một mục tiêu khác của sáng chế là cung cấp quy trình tạo độ dẫn nhiệt cao hơn so với nút và chất kết dính dẫn nhiệt.

Một mục tiêu khác nữa của sáng chế là cung cấp quy trình đạt được lợi ích dẫn điện.

Một mục tiêu khác nữa của sáng chế là cung cấp phương pháp kim loại hóa lỗ thông đáng tin cậy với tỷ số hướng cao và không có bất kỳ khe rỗng hoặc khiếm khuyết nào.

Một mục tiêu khác nữa của sáng chế là cung cấp phương pháp cải tiến để tản nhiệt trong bảng mạch bằng cách kim loại hóa lỗ thông bằng đồng và trong đó các cấu trúc đồng rắn tạo thành, khi đặt nằm bên dưới các thiết bị sinh nhiệt, có khả năng cung

cấp phương tiện hiệu quả để vận chuyển nhiệt hoặc năng lượng nhiệt từ những thiết bị này đến các vùng của bảng mạch, bảng điều khiển hoặc nền điện tử khác mà ở đó nhiệt có thể được tản ra một cách vô hại

Một mục tiêu khác nữa của sáng chế là cung cấp quy trình một bước để nạp lỗ thông chứa đồng trong bề mặt đồng, giúp giảm số lượng bình chứa trong dây chuyền, giảm chi phí thiết bị, giảm số lượng bình chứa cần phân tích và bảo trì, và giảm số lượng bộ chỉnh lưu cần thiết để mạ.

Một mục tiêu khác nữa của sáng chế là loại bỏ các vấn đề phân tách tiềm ẩn giữa lớp mạ nạp via và lớp mạ cầu được thực hiện bằng các quy trình khác.

Sáng chế đề xuất phương pháp để nạp đồng kiểu điện phân cho lỗ thông trong nền điện tử, chẳng hạn như bảng mạch in hoặc bảng dây in, trong quy trình mạ một bước một dung dịch. Phương pháp được mô tả ở đây cung cấp cho các chuyên gia thiết kế mạch phương pháp để quản lý nhiệt của các hệ thống điện tử trong đó cần quy trình đóng gói cao hơn cho các thiết bị sinh nhiệt công suất lớn hơn. Các cấu trúc đồng rắn tạo thành, khi đặt nằm bên dưới các thiết bị sinh nhiệt, cung cấp phương tiện hiệu quả để vận chuyển năng lượng nhiệt từ những thiết bị này đến các vùng khác của bảng điều khiển mà ở đó nhiệt có thể được tản ra một cách vô hại. Kết quả là các thiết bị hoạt động hiệu quả hơn và có tuổi thọ cao hơn.

Vì vậy, theo một phương án, sáng chế nói chung đề cập đến phương pháp mạ điện đồng trong sản xuất bảng mạch in, phương pháp này bao gồm các bước:

- a) chuẩn bị nền điện tử để nhận lớp mạ điện đồng trên đó;
- b) tạo thành ít nhất một trong số một hoặc nhiều lỗ thông và/hoặc một hoặc nhiều micro-via trong nền điện tử; và
- c) mạ điện đồng trong một hoặc nhiều lỗ thông và/hoặc một hoặc nhiều micro-via bằng cách cho nền điện tử tiếp xúc với dung dịch mạ điện đồng axit bao gồm:
  - a. nguồn ion đồng;
  - b. axit sulfuric;
  - c. nguồn ion clorua;
  - d. chất làm sáng;

e. chất làm ẩm; và

f. chất làm phẳng;

trong đó dung dịch mạ điện đồng axit được tạo cấu hình cho quy trình một bước, trong đó cùng một dung dịch mạ điện đồng axit mạ cho một hoặc nhiều lỗ thông và/hoặc một hoặc nhiều micro-via cho đến khi quá trình kim loại hóa hoàn tất.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Hình 1 mô tả các bước của quá trình mạ đồng lỗ thông hóa học đơn theo sáng chế.

Hình 2 mô tả hình chiếu cắt ngang lỗ thông của bảng thử nghiệm được mạ theo ví dụ so sánh 1.

Hình 3 mô tả hình chiếu cắt ngang lỗ thông của bảng thử nghiệm được mạ theo ví dụ 1.

Hình 4 mô tả hình chiếu cắt ngang lỗ thông của bảng thử nghiệm được mạ theo ví dụ so sánh 2.

Hình 5 mô tả hình chiếu cắt ngang lỗ thông của bảng thử nghiệm được mạ theo ví dụ 2.

Hình 6 mô tả hình chiếu cắt ngang lỗ thông của bảng thử nghiệm được mạ theo ví dụ 3.

Hình 7 mô tả hình chiếu cắt ngang lỗ thông của bảng thử nghiệm được mạ theo ví dụ so sánh 3.

Hình 8 mô tả hình chiếu cắt ngang lỗ thông của bảng thử nghiệm được mạ theo ví dụ 4.

Hình 9 mô tả hình ảnh thể hiện bề ngoài lớp mạ của mặt thứ nhất và mặt thứ hai của bảng thử nghiệm được mạ theo ví dụ 5.

Hình 10 mô tả các mặt cắt ngang của lớp mạ nạp lỗ thông theo ví dụ 5.

Hình 11 mô tả hình ảnh thể hiện bề ngoài lớp mạ của mặt thứ nhất và mặt thứ hai của bảng thử nghiệm được mạ theo ví dụ 6.

Hình 12 mô tả các mặt cắt ngang của lớp mạ nạp lỗ thông theo ví dụ 6.

Hình 13 mô tả các mặt cắt ngang của độ mở lỗ thông theo ví dụ 7.

Hình 14 cũng mô tả các mặt cắt ngang của độ mở lỗ thông lỗ theo ví dụ 7.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Như được sử dụng trong tài liệu này, “một (không xác định)” và “một (xác định)” đứng trước danh từ đề cập đến cả dạng số ít và số nhiều trừ khi ngữ cảnh thể hiện rõ ràng.

Như được sử dụng trong tài liệu này, thuật ngữ “khoảng” đề cập đến giá trị có thể đo lường như tham số, số lượng, khoảng thời gian, v.v. và có nghĩa là bao gồm các biến thể từ  $\pm 15\%$  trở xuống, tốt hơn là các biến thể của  $\pm 10\%$  trở xuống, tốt hơn là các biến thể từ  $\pm 5\%$  trở xuống, thậm chí tốt hơn là các biến thể  $\pm 1\%$  trở xuống, và tốt hơn nữa là các biến thể  $\pm 0,1\%$  trở xuống và từ giá trị được thuật lại cụ thể, cho đến nay các biến thể này là thích hợp để thực hiện theo sáng chế được mô tả trong tài liệu này. Hơn nữa, cũng cần phải hiểu rằng giá trị mà bỏ ngữ “khoảng” đề cập đến bản thân nó được đề xuất cụ thể trong tài liệu này.

Như được sử dụng trong tài liệu này, các thuật ngữ tương đối về mặt không gian, như “bên dưới”, “ở dưới”, “phía dưới”, “phía trên”, “bên trên”, và các thuật ngữ tương tự, được sử dụng để dễ mô tả mối quan hệ của một linh kiện hoặc phần tử này với linh kiện hoặc phần tử khác như được minh họa trong các hình. Cần hiểu thêm rằng các thuật ngữ “phía trước” và “phía sau” không nhằm hạn chế và có thể thay thế cho nhau khi phù hợp.

Như được sử dụng trong tài liệu này, các thuật ngữ “bao gồm” và/hoặc “gồm có” chỉ rõ sự hiện diện của các phần tử, số nguyên, bước, công đoạn, linh kiện và/ hoặc thành phần đã nêu, nhưng không loại trừ sự hiện diện hoặc bổ sung của một hoặc nhiều phần tử, số nguyên, bước, công đoạn, linh kiện, thành phần khác và/hoặc các nhóm của chúng.

Như được sử dụng trong tài liệu này, thuật ngữ “về cơ bản là không có” hoặc “chủ yếu là không có” nếu không được định nghĩa khác trong tài liệu này dành cho một nguyên tố hoặc hợp chất cụ thể thì sẽ có nghĩa là một nguyên tố hoặc hợp chất nhất định không thể phát hiện được bằng các phương tiện phân tích thông thường mà người có trình độ trung bình trong lĩnh vực mạ kim loại đã biết dùng cho phân tích bề. Các phương pháp này thường bao gồm phương pháp đo phổ hấp thụ nguyên tử, chuẩn độ, phân tích UV-Vis, khối phổ ion thứ cấp và các phương pháp phân tích thông dụng

khác.

Như được sử dụng trong tài liệu này, thuật ngữ "vết lõm" dùng để chỉ chỗ lõm trong cầu hoặc lớp mạ đồng bảo giác trên các lỗ thông và/hoặc micro-via đã nạp.

Một trong những lợi ích của sáng chế được mô tả trong tài liệu này là việc mạ, đặc biệt là mạ đồng, đã là một phần của quy trình sản xuất PCB, do đó, có thể sử dụng mạ đồng để nạp lỗ thông sẽ giúp loại bỏ nhu cầu cần các quy trình khác như nút kín và chà nhám, chà xu đồng, v.v.

Hơn nữa, sử dụng đồng nguyên chất sẽ mang lại khả năng dẫn nhiệt cao hơn nhiều so với nút và chất kết dính dẫn nhiệt. Do đó, có lợi ích bổ sung của tính dẫn điện, nếu cần thiết.

Cuối cùng, quy trình theo sáng chế cho phép hoàn toàn nạp lỗ thông trong một bước trong một bể mạ đồng duy nhất, giảm số lượng bình chứa trong dây chuyền, do đó giảm chi phí thiết bị và giảm số lượng bình chứa cần bảo trì, và số lượng bộ chính lưu cần thiết cho quá trình mạ. Ngoài ra, quy trình theo sáng chế cũng loại bỏ các vấn đề phân tách tiềm ẩn giữa lớp mạ nạp và lớp mạ cầu được cung cấp trong các quy trình khác.

Các bước chung của quy trình theo sáng chế tức thời để sản xuất bảng mạch in cung cấp khả năng tản nhiệt được cải thiện sẽ bao gồm những bước sau:

Bước đầu tiên là cung cấp cho PCB các dây lỗ thông được khoan khác nhau để quản lý nhiệt. Do đó, bảng mạch in bao gồm một bảng kim loại hóa với một dãy hoặc tổ hợp lỗ thông khoan. Các lỗ thông, các micro via, v.v. có thể được tạo thành bằng nhiều phương pháp khác nhau, bao gồm chẳng hạn như khoan cơ học, khoan laze, khắc plasma, bắn một hoặc hai lần và ăn mòn tia lửa điện.

Tiếp theo, các lỗ thông được tạo khả năng dẫn điện bằng kỹ thuật kim loại hóa như thường được biết đến trong lĩnh vực này. Các kỹ thuật kim loại hóa khác nhau có thể được sử dụng, bao gồm chẳng hạn như phủ phún xạ, kim loại hóa trực tiếp dựa trên cacbon, đồng không điện, kim loại hóa trực tiếp dựa trên graphit, polyme dẫn điện, kim loại hóa trực tiếp dựa trên paladi, trong số những kỹ thuật khác. Những kỹ thuật kim loại hóa khác sẽ được những chuyên gia trong ngành biết đến và sẽ có thể sử dụng được trong quy trình theo sáng chế. Lớp kim loại hóa chính có thể là lớp đồng không điện, lớp phủ nhanh (flashing) đồng điện phân hoặc lớp kim loại hóa trực tiếp được tạo thành

bằng cách kim loại hóa trực tiếp dựa trên cacbon, graphit hoặc polyme dẫn điện.

Bề mặt tấm bảng điều khiển tốt hơn là nền bằng đồng hoặc phủ đồng.

Tiếp theo, các bảng kim loại hóa được làm sạch và kích hoạt bằng cách sử dụng các kỹ thuật tiền xử lý thông thường như làm sạch bằng axit hoặc kiềm và nhúng axit hoặc vi khắc cùng với việc rửa sạch giữa các bước.

Theo một phương án, lớp hạt dẫn điện, chẳng hạn như bằng kết tủa không điện của đồng, được tạo thành trên bề mặt không dẫn điện và là yếu tố bắt buộc để bắt đầu quá trình mạ điện đồng. Lớp kim loại hạt có tính dẫn điện, tạo độ bám dính và cho phép các phân lớp ra trên bề mặt trên được mạ điện.

Sau đó, các bảng được tiếp xúc với bể mạ đồng axit theo sáng chế bao gồm nguồn ion đồng, axit sulfuric, ion halogenua và các chất phụ gia hữu cơ chuyên dụng bao gồm chất làm ẩm, chất làm sáng và chất làm phẳng. Bể mạ đồng axit theo sáng chế, kết hợp với quy trình chính lưu chuyên dụng, có khả năng nạp các lỗ thông trong bảng điều khiển theo quy trình một dung dịch một bước có hiệu quả cao. Ngược lại, quy trình mạ điện đồng trong ngành trước đây để mạ lỗ thông có thể yêu cầu phải có quy trình hai bước, bao gồm dung dịch mạ đồng thứ nhất và điều kiện mạ để đóng lỗ và dung dịch mạ đồng thứ hai và điều kiện mạ để nạp hai via được tạo thành sau đó.

Theo một phương án, chu kỳ mạ bao gồm (a) mạ xung trong khoảng thời gian thứ nhất, trong đó quá trình mạ xung sử dụng hai dạng xung trên các mặt đối diện bằng nền điện tử, trong đó các dạng xung thể hiện độ lệch pha; và sau đó (b) mạ dòng điện một chiều sử dụng dòng điện thuận trong khoảng thời gian thứ hai.

Nguồn ion đồng trong bể mạ đồng axit tốt hơn là đồng sulfat. Điện trở suất của dung dịch mạ đồng càng lớn khi nồng độ tăng. Độ hòa tan của đồng sulfat giảm khi nồng độ axit sulfuric tăng. Nồng độ đồng sulfat trong bể mạ đồng axit thường được duy trì trong phạm vi từ khoảng 100 đến khoảng 300 g/L, tốt hơn là từ khoảng 180 đến khoảng 280 g/L, tốt nhất là trong phạm vi từ khoảng 200 đến khoảng 250 g/L.

Chức năng chính của axit sulfuric là cung cấp độ dẫn điện tối đa cho dung dịch. Do độ dẫn điện cao của dung dịch, độ phân cực cực dương và cực âm ở mức nhỏ cũng như điện áp cần thiết cho kết tủa đồng. Ngoài ra, khi sử dụng mật độ dòng điện cực âm rất cao, cần phải có nồng độ đồng sulfat cao hơn nằm trong giới hạn khuyến nghị.

Thay đổi nồng độ axit sulfuric sẽ có nhiều ảnh hưởng hơn thay đổi nồng độ đồng sulfat đối với độ phân cực cực dương và cực âm và độ dẫn điện của dung dịch. Nồng độ axit sulfuric trong bể mạ đồng axit thường được duy trì trong phạm vi từ khoảng từ 10 đến khoảng 150 g/L, tốt hơn là từ khoảng 70 đến khoảng 100 g/L.

Bể mạ đồng axit cũng chứa các ion halogenua, tốt nhất là các ion clorua. Các ion clorua tăng khả năng hấp phụ và ức chế của chất làm ẩm. Một lượng nhỏ ion clorua đóng vai trò là vị trí gắn kết các polyglycol với bề mặt điện cực. Clorua được tạo ra sẽ được thêm dưới dạng natri clorua hoặc dưới dạng axit clohydric loãng. Các ion clorua trong bể mạ đồng axit hoạt động để loại bỏ kết tủa có vẩn ở những vùng có mật độ dòng điện cao. Các ion clorua cũng ảnh hưởng đến bề ngoài bề mặt, cấu trúc, độ cứng vi mô, định hướng tinh thể học và ứng suất bên trong của kết tủa. Các ion clorua được tiêu hao do thay đổi điện hóa/hóa học trong quá trình điện phân, đưa một phần vào kết tủa, tổn thất kéo dài, pha loãng bể và bảo trì cực dương. Nồng độ các ion clorua trong bể mạ điện đồng axit thường được duy trì trong phạm vi từ khoảng 20 đến khoảng 200 ppm, tốt hơn là từ khoảng 60 đến khoảng 150 ppm, tốt nhất là trong phạm vi từ khoảng 70 đến khoảng 100 ppm.

Các đặc tính của kết tủa đồng bị ảnh hưởng bởi nồng độ đồng sulfat, axit tự do, chất phụ gia, nhiệt độ, mật độ dòng điện cực âm và bản chất và mức độ trộn.

Thao tác nạp trong lỗ thông bị ảnh hưởng ít nhất một phần bằng cách kiểm soát động học kết tủa bên trong lỗ thông và trên các phần và mép nằm ngang. Điều này có thể đạt được bằng cách đưa một số chất phụ gia hữu cơ nhất định vào bể mạ điện đồng axit để ảnh hưởng đến tỷ lệ ion đồng kết tủa trên các vị trí tương ứng. Như đã thảo luận ở trên, các chất phụ gia hữu cơ bao gồm một hoặc nhiều chất làm sáng, chất làm ẩm và chất làm phẳng.

Chất làm sáng kết hợp các hợp chất hữu cơ có chứa lưu huỳnh và các nhóm chức khác và chịu trách nhiệm tạo thành kết tủa tinh thể hạt nhỏ. Chất làm sáng cũng hoạt động như một chất làm phẳng. Chất làm sáng được tiêu hao bằng cách kết hợp vào kết tủa điện phân ở cực âm hoặc bằng quá trình oxy hóa trên bề mặt cực dương, đặc biệt nếu sử dụng cực dương không hòa tan. Chất làm sáng cũng có thể được tiêu hao bằng cách khử ghép khi có đồng kim loại, tạo ra các sản phẩm phụ, hoặc bằng quá trình oxy hóa trong không khí, bảo trì cực dương hoặc bằng cách tổn thất kéo dài/pha loãng bể.

Ví dụ về chất làm sáng thích hợp bao gồm một hoặc nhiều trong số muối natri của axit 3-(benzothiazolyl-2-thio)-propyl sulfonic; muối natri của axit 3-mercaptopropan-1-

sulfonic; muối natri của axit etylen dithiodipropyl sulfonic; muối dinatri bis-(p-sulfophenyl)-disulfua; muối dinatri bis-( $\omega$ -sulfobutyl)-disulfua; muối dinatri bis-( $\omega$ -sulfohydroxypropyl)-disulfua; muối dinatri bis-( $\omega$ -sulfopropyl)-disulfua; muối dinatri bis-( $\omega$ -sulfopropyl)-sulfua; muối dinatri methyl-( $\omega$ -sulfopropyl)-disulfua; muối dinatri methyl-( $\omega$ -sulfopropyl)-trisulfua; muối kali của axit O-etyldithio-carbonic-S-( $\omega$ -sulfopropyl)-este; axit thioglycolic; muối dinatri của axit thiophosphoric-O-etyl-bis-( $\omega$ -sulfopropyl)-este; và muối trinatri của axit thiophosphoric-( $\omega$ -sulfopropyl)-este. Những hợp chất thích hợp khác có chứa lưu huỳnh và muối của chúng cũng sẽ được những chuyên gia trong ngành biết đến và sẽ có thể sử dụng được trong bề mặt điện đồng axit được mô tả trong tài liệu này. Theo phương án ưu tiên, chất làm sáng bao gồm bis-( $\omega$ -sulfopropyl)-sulfua hoặc axit 3-mercaptopropan-1-sulfonic hoặc muối của chúng.

Nồng độ chất làm sáng trong bề mặt điện đồng axit thường được duy trì trong phạm vi từ khoảng từ 0,1 đến khoảng 30 ppm, tốt hơn là khoảng 0,5 đến khoảng 20 ppm, tốt nhất là trong phạm vi từ khoảng 4 đến 10 ppm.

Chất làm ẩm bao gồm hợp chất hữu cơ có khối lượng phân tử cao, chẳng hạn như polyglycol, có độ hòa tan thấp trong dung dịch và hệ số khuếch tán thấp. Chất triệt được hấp phụ trên bề mặt cực âm, đồng nhất tạo thành một lớp khuếch tán hạn chế truyền chất làm sáng và chất làm phẳng. Khi có mặt các ion clorua, mức độ hấp phụ và ức chế càng được tăng lên. Theo một phương án, khối lượng phân tử của chất làm ẩm ít nhất là khoảng 300. Tốt hơn là khối lượng phân tử của chất làm ẩm từ khoảng 500 đến khoảng 5.000.

Chất làm ẩm có thể được tiêu hao trong quá trình điện phân, trong đó xảy ra quá trình giảm khối lượng phân tử, hoặc có thể được tiêu hao một phần khi đưa vào kết tủa. Ngoài ra, màng màu đen có thể được tạo thành trên các cực dương, màng này chứa đầy dung dịch chứa chất làm ẩm. Cũng như chất làm sáng, chất làm ẩm có thể được tiêu hao do bảo trì cực dương hoặc do tổn thất kéo dài/pha loãng bề.

Ví dụ về chất làm ẩm thích hợp bao gồm một hoặc nhiều trong số carboxymethylxenuloza, nonylphenolpolyglycolete, octandiol-bis-(polyalkylen glycol ete), octanol polyalkylen glycol ete, este polyglycol của axit oleic, polyetylen glycol polypropylen glycol copolymerisat, polyetylen glycol, polyetylen glycol dimetylete, polypropylen glycol, rượu polyvinyl,  $\beta$ -naphthyl polyglycol ete, este polyglycol của axit stearic, axit stearic còn polyglycolete, và các chất đồng trùng hợp của propylen glycol và

etylen glycol. Các polyglycol thích hợp khác và các hợp chất tương tự cũng sẽ được người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này biết đến và sẽ có thể được sử dụng làm chất làm ẩm trong bề mặt điện đồng axit theo sáng chế. Theo một phương án ưu tiên, chất làm ẩm bao gồm các chất đồng trùng hợp của propylen glycol và etylen glycol.

Nồng độ chất làm ẩm trong bề mặt điện đồng axit thường được duy trì trong phạm vi từ khoảng từ 0,1 đến khoảng 50 g/L, tốt hơn là từ khoảng 1 đến khoảng 10 g/L.

Chất làm phẳng thường là hợp chất hữu cơ có khối lượng phân tử trung bình có chứa các nhóm chức chính. Theo một phương án, chất làm phẳng có khối lượng phân tử nằm trong khoảng từ 300 đến khoảng 10.000, tốt hơn là nằm trong khoảng 500 đến khoảng 5.000. Chất làm phẳng có độ hòa tan thấp trong dung dịch và hệ số khuếch tán thấp và hoạt động thông qua hấp phụ chọn lọc trên bề mặt dễ tiếp cận (tức là bề mặt phẳng và các điểm cao nhô ra). Tạo phẳng thực sự là kết quả của quá trình kiểm soát khuếch tán của các loại tạo phẳng. Chất làm phẳng được tiêu hao do thay đổi điện hóa/hóa học trong quá trình điện phân, đưa một phần vào kết tủa, bảo trì cực dương, và tổn thất kéo dài/pha loãng bề.

Ví dụ về các chất làm phẳng thích hợp bao gồm polyamin, polyamin etoxyl hóa, polypyridin, polyimidazol, polyvinyl pyridin, polyvinyl imidazol, polyvinyl pyridin etoxyl hóa và polyvinyl imidazol etoxyl hóa. Theo một phương án ưu tiên, chất làm phẳng bao gồm polyamin etoxyl hóa và/hoặc polyvinyl pyridin.

Nồng độ chất làm phẳng trong bề mặt điện đồng axit thường được duy trì trong phạm vi từ khoảng 0,001 đến khoảng 200 ppm, tốt hơn là từ khoảng 0,001 đến khoảng 100 ppm, tốt nhất là từ khoảng 0,001 đến khoảng 50 ppm.

Bảng 1 tóm tắt các thành phần của bề mặt đồng phù hợp với sáng chế:

Bảng 1. Thành phần và nồng độ thông thường của bề mặt đồng

| <u>Thành phần</u> | <u>Phạm vi Nồng độ</u> |
|-------------------|------------------------|
| Đồng sulfat       | 100-300 g/L            |
| Axit sulfuric     | 10-150 g/L             |
| Ion clorua        | 40-200 ppm             |
| Chất làm sáng     | 4-10 ppm               |
| Chất làm ẩm       | 1-10 g/L               |
| Chất làm phẳng    | 0,001-50 ppm           |

Nền được tiếp xúc với dung dịch trong bể mạ đồng axit chứa nước bằng nhiều cách khác nhau được biết trong ngành, bao gồm chẳng hạn như ngâm nền vào bể hoặc sử dụng thiết bị mạ khác. Khi sử dụng kỹ thuật chỉnh lưu xung chuyên dụng, các dạng sóng xung được sử dụng ban đầu dẫn đến tăng tốc độ nạp phần giữa lỗ thông, đồng thời giảm thiểu lượng đồng được mạ trên bề mặt. Khi tâm lỗ thông đóng lại, dạng sóng được chuyển sang dòng điện một chiều liên tục trong cùng một dung dịch mạ đồng axit. Kết quả là mạ lỗ thông liên tục cho đến khi lỗ thông được nạp hoàn toàn.

Bể mạ đồng axit chứa nước có thể được sử dụng trong các thiết bị mạ dọc hoặc ngang thông thường. Hệ thống mạ có thể được thiết kế dưới dạng tời thẳng đứng, VCP, hoặc hệ thống nằm ngang với các cực dương treo hoặc có thể hòa tan.

Ví dụ về vật liệu cực dương thích hợp bao gồm lớp phủ oxit iridi trên lưới titan hoặc các cực dương được phủ oxit kim loại hỗn hợp. Những vật liệu cực dương phù hợp khác cũng sẽ được người có trình độ trung bình trong lĩnh vực biết đến. Cực dương cũng mang tính tùy chọn, nhưng tốt hơn là được che chắn để tối ưu hóa phân phối vĩ mô.

Theo một phương án, vật liệu cực dương là titan được phủ iridi oxit/tantali oxit. Một cực dương thích hợp có sẵn từ De Nora S.p.A với tên thương mại là De Nora DT. Những vật liệu cực dương thích hợp khác sẽ được những chuyên gia trong ngành biết đến và cũng có thể sử dụng được trong thực tiễn theo sáng chế.

Nền hoặc ít nhất một phần bề mặt nền có thể được tiếp xúc với dung dịch mạ đồng axit chứa nước bằng nhiều phương pháp khác nhau, bao gồm phun, lau, nhúng, ngâm hoặc bằng các phương pháp thích hợp khác.

Tốt hơn là dung dịch mạ đồng chứa nước được trộn trong quá trình mạ. Trộn có thể được thực hiện, ví dụ như bằng chuyển động cơ học của bể như lắc, khuấy hoặc bơm liên tục dung dịch bể mạ, hoặc bằng xử lý siêu âm, tăng nhiệt độ, hoặc cấp khí, chẳng hạn như thanh lọc bằng không khí trên khí trơ (ví dụ: argon hoặc nitơ).

Quá trình được mô tả trong tài liệu này tốt hơn là cũng nên bao gồm các bước làm sạch, khắc, khử, rửa sạch và/hoặc sấy khô như thường được biết đến trong ngành.

Bể mạ điện đồng axit được mô tả trong tài liệu này được trang bị hệ thống ống góp

dung dịch bao gồm một dây lỗ phun để giúp dung dịch va đập trực tiếp vào bảng điều khiển. Các lỗ phun ở một trong hai bên của bảng điều khiển được căn chỉnh trực tiếp với nhau và, cùng với bơm, có khả năng tạo dòng dung dịch từ 0 đến 3,0 L/phút/lỗ phun.

Mạ có thể được thực hiện ở chế độ mạ băng, mô hình hoặc nút như thường được người có trình độ trung bình trong lĩnh vực biết đến.

Sau khi mạ, các bảng điều khiển có thể được sử dụng ở nguyên trạng hoặc các bảng điều khiển có thể được chạy qua các quy trình thông thường như làm phẳng hoặc khử đồng hoặc các lớp tiếp theo có thể được tạo ra có các micro-via bổ sung có thể được xếp chồng lên các lỗ thông được nạp đồng.

Hình 1 mô tả các bước của quá trình mạ đồng lỗ thông hóa học đơn theo sáng chế.

Như được trình bày ở Hình 1, các lỗ thông được khoan hoặc tạo thành theo cách khác trong bảng mạch. Bước kim loại hóa chính như kim loại hóa đồng không điện hoặc kim loại hóa trực tiếp được thực hiện sau khi khoan để tạo khả năng dẫn điện cho bề mặt phân lớp bên trong lỗ thông và/hoặc micro-via. Theo tùy chọn, lớp kim loại hóa chính có thể được mạ phủ nhanh (flash) bằng một lớp đồng mỏng để tăng tính dẫn điện và tăng độ bền vững. Tiếp theo, mạ xung được bắt đầu để tăng tốc độ nạp phân giữa lỗ thông, đồng thời giảm thiểu lượng đồng mạ trên bề mặt. Tiếp theo, khi quá trình mạ xung hoàn thành, tâm của lỗ thông sẽ đóng lại. Cuối cùng, dạng sóng được chuyển sang dòng điện một chiều trong cùng một dung dịch mạ đồng axit để mạ lỗ thông cho đến khi lỗ thông được kim loại hóa hoàn toàn.

Quy trình được mô tả trong tài liệu này được sử dụng để kim loại hóa nền có độ dày từ 0,005 đến khoảng 3 mm, tốt hơn là từ khoảng 0,01 đến khoảng 1,0 mm, tốt nhất là từ khoảng 0,05 đến 0,5 mm. Đường kính lỗ thông thường nằm trong phạm vi từ khoảng 0,005 đến khoảng 1 mm, tốt hơn là từ khoảng 0,01 đến khoảng 0,8 mm, tốt nhất là từ khoảng 0,075 đến khoảng 0,25 mm. Do đó, quy trình được mô tả trong tài liệu này thích hợp để kim loại hóa lỗ thông có tỷ số hướng nằm từ khoảng 0,5:1 đến khoảng 6:1, tốt hơn là từ khoảng 0,5:1 đến khoảng 4:1, tốt nhất là từ khoảng 0,5:1 đến khoảng 3:1.

Mạ điện phân lỗ thông được mô tả trong tài liệu này kết hợp mạ xung và mạ dòng điện một chiều theo cách quy định để đạt được nạp hoàn toàn lỗ thông theo quy trình mạ một bước một bề.

Bảng 2 mô tả các thông số của quy trình đối với mạ dòng điện một chiều và mạ xung phù hợp với sáng chế.

Bảng 2. Các thông số của quy trình đối với mạ dòng điện một chiều và mạ xung

| Loại dòng điện      | Thông số                    | Phạm vi                           |
|---------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| Dòng điện một chiều | Dòng điện thuận             | 0,5 đến 5,0 ASD                   |
| Mạ xung             | Dòng điện thuận             | 0,5 đến 5,0 ASD                   |
|                     | Một hoặc nhiều bước         | 50% đến 300% dòng điện thuận      |
|                     | Dòng điện nghịch            | Mật độ dòng điện thuận lên đến 4x |
|                     | Lệch pha                    | 10 đến 280 độ                     |
|                     | Tần số                      | 0,5 đến 5,0 Hz                    |
|                     | Tỷ lệ thời gian thuận/ngược | 5:1 đến 9:1                       |
|                     | Thời gian thuận             | Lên đến 760 mili giây             |
|                     | Thời gian ngược             | Lên đến 120 mili giây             |
|                     | Thời gian chết              | Lên đến 120 mili giây             |

Bảng 3 mô tả ví dụ về các bước trong quy trình theo sáng chế, bao gồm mật độ dòng điện và thời gian chu trình đã được xác định để tạo ra kết quả tốt. Cần lưu ý rằng Bước 1 là bước tùy chọn trong quy trình và sáng chế này có thể được thực hiện chỉ với Bước 2 và 3.

Bảng 3. Các bước trong quy trình mạ

| Số Bước | Chế độ Dòng điện    | Mật độ Dòng điện (ASD) | Thời gian chu trình (phút) |
|---------|---------------------|------------------------|----------------------------|
| 1       | Dòng điện một chiều | 2,5                    | 5                          |
| 2       | Dòng điện xung      | 2,5                    | 45                         |
| 3       | Dòng điện một chiều | 2,0                    | 30                         |

Bảng 4 dưới đây trình bày ví dụ về chu trình mạ xung phù hợp với sáng chế. Như đã nêu ở Bảng 4, chu trình mạ có thể khác nhau ở các mặt đối diện của PCB đang được xử lý.

Bảng 4. Chu trình mạ xung.

| (4 ASD)                  | Bước 1 | Bước 2 | Bước 3 | Bước 4 | Bước 5 | Bước 6 | Bước 7 | Bước 8 |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Mặt 1<br>(Amps)          | 2      | 4      | 2      | -12    | 2      | 8      | 2      | 0      |
| Mặt 2<br>(Amps)          | 2      | 0      | 2      | 8      | 2      | -12    | 2      | 4      |
| Thời gian<br>(mili giây) | 120    | 120    | 140    | 120    | 120    | 120    | 140    | 120    |

Như được mô tả trong tài liệu này, quy trình theo sáng chế sử dụng kiểu kim loại hóa đặc biệt bằng dòng điện nghịch xung. Kỹ thuật đặc biệt này có đặc trưng là độ lệch pha  $10-280^\circ$  giữa hai dạng xung được sinh ra bởi hai bộ chỉnh lưu xung riêng biệt. Bằng hai bộ chỉnh lưu, hai mặt của bảng mạch in có thể được kim loại hóa riêng lẻ. Một đặc tính khác bao gồm sử dụng một khoảng dừng xung lặp lại định kỳ cho cả hai bộ chỉnh lưu.

Tỷ lệ giữa thời lượng của ít nhất một xung dòng điện thuận và thời lượng của ít nhất một xung dòng điện nghịch được điều chỉnh thành ít nhất là 4:1, tốt hơn là 4:1 đến 10:1, tốt hơn nữa là 5:1 đến 9:1.

Thời lượng của ít nhất một xung dòng điện thuận có thể được điều chỉnh tốt nhất là ít nhất từ 5 ms đến 250 ms, tốt hơn là từ 100 đến 150 ms.

Thời lượng của ít nhất một xung dòng điện nghịch được điều chỉnh tốt nhất là từ 5 đến 250 ms, tốt hơn là từ 100 đến 150 ms.

Theo một phương án, thời lượng của xung dòng điện thuận và thời lượng của xung dòng điện nghịch là giống nhau hoặc về cơ bản là giống nhau.

Mật độ dòng điện đỉnh của ít nhất một xung dòng điện thuận tại phôi tốt hơn là được điều chỉnh tối đa  $15 \text{ A/dm}^2$ . Đặc biệt thích hợp hơn là mật độ dòng điện đỉnh của ít nhất một xung dòng điện thuận tại phôi là khoảng  $5 \text{ A/dm}^2$ .

Mật độ dòng điện đỉnh của ít nhất một xung dòng điện nghịch tại phôi sẽ được điều chỉnh tốt hơn là đến giá trị không quá  $60 \text{ A/dm}^2$ . Đặc biệt ưu tiên là mật độ dòng điện đỉnh của ít nhất một xung dòng điện nghịch tại phôi là khoảng  $20 \text{ A/dm}^2$ .

Trong tiến trình tiếp theo của quá trình kim loại hóa, ít nhất một thông số của

dòng điện nghịch xung có thể thay đổi, trong đó thông số này được chọn từ nhóm bao gồm tỷ lệ giữa thời lượng của xung dòng điện thuận và thời lượng của xung dòng điện nghịch và tỷ lệ giữa mật độ dòng điện đỉnh của xung dòng điện thuận và mật độ dòng điện đỉnh của xung dòng điện nghịch. Điều này đã được chứng minh là đặc biệt thuận lợi để tăng tỷ lệ giữa mật độ dòng điện đỉnh của xung dòng điện thuận và mật độ dòng điện đỉnh của xung dòng điện nghịch khi kim loại hóa phôi và/hoặc giảm tỷ lệ thời lượng của xung dòng điện thuận và thời lượng của xung dòng điện nghịch.

Theo một phương án, thiết bị được sử dụng trong thực tiễn theo sáng chế bao gồm:

- A) bình mạ trong đó bể mạ điện đồng axit được duy trì;
- B) hệ thống phân phối dung dịch bao gồm một ống góp ngắn kép hoặc một ống góp lòng đứng;
- C) một dãy lỗ phun trộn hoặc lỗ phun hình nón được bố trí để đồng thời va đập cả hai mặt của bảng mạch được ngâm trong bình mạ;
- D) giá mạ để cố định PCB; và
- E) bộ chỉnh lưu nguồn điện mạ điện có khả năng mạ dòng điện một chiều và mạ ngược xung.

Theo một phương án, thiết bị này có thể bao gồm tời thắng đứng tiêu chuẩn hoặc thiết bị mạ tự động. Theo một phương án khác, thiết bị này có thể bao gồm thiết bị mạ nằm ngang. Tuy nhiên, thiết bị mạ thẳng đứng được ưu tiên hơn.

Tốt nhất là bình mạ bao gồm bộ điều khiển nhiệt độ để điều chỉnh quá trình gia nhiệt và làm mát, được kết nối với hệ thống gia nhiệt và làm mát có khả năng duy trì bể mạ điện đồng axit ở nhiệt độ bể mong muốn  $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ . Theo một phương án ưu tiên, bể mạ được duy trì ở nhiệt độ từ khoảng 10 đến khoảng  $50^{\circ}\text{C}$ , tốt hơn là từ khoảng 20 đến khoảng  $30^{\circ}\text{C}$ , tốt nhất là ở nhiệt độ từ khoảng 22 đến  $25^{\circ}\text{C}$ .

Bể mạ điện đồng axit mang tính tùy chọn, nhưng tốt hơn là nên được trộn. Theo một phương án, thao tác trộn được tiến hành bằng cách sử dụng phương pháp trộn bằng đường ray cực âm có tốc độ điều chỉnh được kéo dài tối đa đến khoảng cách từ 12 đến 15 cm từ bên này sang bên kia. Đường ống phun kép phun trộn không khí sạch có thể được căn chỉnh bên dưới cực âm. Các phương pháp trộn khác cũng sẽ được người có trình độ trung bình trong lĩnh vực biết đến và có thể sử dụng được theo sáng

chế.

Tỷ lệ giữa cực dương và cực âm tốt hơn nên được nhắm mục tiêu ở mức lớn hơn 1:0,75 đến 1:1. Điều quan trọng là phải có đủ diện tích bề mặt để phân bố đều dòng điện trên toàn bộ PCB.

Bình mạ cũng được ưu tiên trang bị hệ thống bổ sung đồng ôxít tự động để duy trì nồng độ đồng sulfat đến mức mong muốn. Ngoài ra, tốt hơn là thiết bị cũng nên bao gồm một bình trộn đồng oxit và một bộ nạp đồng oxit để đưa đồng oxit vào hệ thống bổ sung. Bình mạ cũng bao gồm các phương tiện bổ sung các thành phần khác của bể mạ đồng axit và để theo dõi nồng độ của các thành phần.

Giá mạ điện có thể được phủ thép không gỉ, hoặc có thể là giá mạ một phần hoặc không phủ. Theo tùy chọn, giá mạ điện có thể bao gồm một lõi đồng được phủ.

Bình mạ điện đồng cũng được ưu tiên trang bị hệ thống lọc dung dịch liên tục có khả năng lọc các hạt từ khoảng 1 micron trở lên và được thiết kế để xử lý ít nhất 3 lượt quay dung dịch mỗi giờ, tốt hơn là ít nhất 4 lượt quay dung dịch mỗi giờ và tốt hơn nữa là ít nhất 5 lượt quay dung dịch mỗi giờ.

Tốt hơn là thiết bị cũng nên bao gồm một bộ điều khiển có khả năng quản lý quá trình gia nhiệt, làm mát và bổ sung hóa chất với bình mạ.

Cuối cùng, cũng rất mong muốn thiết bị mạ điện đồng sẽ được trang bị hệ thống thông gió như những chuyên gia trong ngành thường biết đến.

Bộ chỉnh lưu nguồn điện mạ điện được tạo cấu hình để xử lý cả dòng điện một chiều và dòng điện nghịch xung. Bộ chỉnh lưu có thể được làm mát bằng nước hoặc không khí. Bộ chỉnh lưu có thể lập trình với dung lượng nhiều bước. Theo một phương án, bộ chỉnh lưu có thể lập trình được với nhiều bước, bao gồm ít nhất 4 bước hoặc ít nhất 6 bước. Theo một phương án ưu tiên, bộ chỉnh lưu có thể lập trình được với 8 bước.

Bộ chỉnh lưu cũng có khả năng chỉnh lưu đầu ra dòng điện kép từ bên này sang bên kia. Ngoài ra, bộ chỉnh lưu có thể được tạo cấu hình cho các chu trình xung không đồng bộ với độ lệch pha từ 0 đến 180 độ. Tốt hơn là ở chế độ dòng điện một chiều, độ gợn sóng nhỏ hơn 5% ở đầu ra 100%.

Ống góp ngăn/ống đứng được thiết kế để bao gồm một dãy lỗ phun trộn hoặc lỗ phun hình nón. Các lỗ phun đối diện được thiết kế từ trước ra sau. Tốt nhất là các

lỗ phun được bố trí theo mô hình so le và có thể được bố trí cách nhau khoảng 2 đến 8 cm, tốt hơn nữa là cách nhau khoảng 3 đến 6 cm, tốt nhất là cách nhau khoảng 4 đến 5 cm theo cả chiều ngang và chiều dọc.

Sáng chế được giải thích thêm bằng các ví dụ sau:

#### Ví dụ thực hiện sáng chế

Bể mạ đồng axit được tạo thành theo các thông số sau:

| <u>Thành phần</u> | <u>Hàm lượng</u> | <u>Phạm vi Kiểm soát</u> |
|-------------------|------------------|--------------------------|
| Đồng sulfat       | 240 g/L          | 230 – 245 g/L            |
| Axit sulfuric     | 90 g/L           | 85 – 90 g/L              |
| Ion clorua        | 75 ppm           | 70 – 100 ppm             |
| Chất làm sáng     | 7 ppm            | 4-10 ppm                 |
| Chất làm ẩm       | 5 g/L            | 1-10 g/L                 |
| Chất làm phẳng    | 10 ppm           | 0,001-50 ppm             |
| Nhiệt độ bể       | 23°C             | 22 – 25°C                |

Nồng độ đồng sulfat được duy trì khi bổ sung đồng oxit, trên cơ sở thủ công hoặc tự động, dựa trên số giờ hoạt động theo Amp và/hoặc với phân tích chuẩn độ hóa học.

Nồng độ axit sulfuric và các ion clorua được bổ sung dựa trên phân tích chuẩn độ hóa học.

Bổ sung chất làm sáng, chất làm ẩm và chất làm phẳng sẽ được thực hiện bằng hệ thống định lượng tự động, dựa trên số giờ hoạt động theo Amp và/hoặc phân tích von-ampe hòa tan theo chu trình (CVS).

Ví dụ so sánh 1:

Bể mạ đồng axit được mô tả ở trên được sử dụng để mạ bảng thử nghiệm bằng quy trình nạp DC tiêu chuẩn.

Thời gian chu trình dài 85 phút được sử dụng để mạ bảng thử nghiệm có độ dày 0,075 mm và lỗ thông được khoan laze 0,12 mm.

Mật độ dòng điện là 3 A/dm<sup>2</sup> và quá trình mạ được thực hiện trong 85 phút.

Hình 2 mô tả mặt cắt ngang của bảng mạch được mạ và cho thấy kết tủa mạ 28-40 micron và thể hiện vết lõm 6-12 micron.

Ví dụ 1:

Bể mạ đồng axit được mô tả ở trên được sử dụng để mạ bảng thử nghiệm bằng chu trình mạ phù hợp với sáng chế và thông số mạ được nêu ở Bảng 4.

Thời gian chu trình dài 80 phút được sử dụng để mạ bảng thử nghiệm có độ dày 0,075 mm và lỗ thông được khoan laze 0,12 mm.

Mật độ dòng điện là 2,2 A/dm<sup>2</sup> và quá trình mạ được thực hiện trong 80 phút.

Hình 3 mô tả mặt cắt ngang của bảng mạch được mạ và cho thấy kết tủa mạ 23-25 micron và không có vết lõm.

Ví dụ so sánh 2:

Bể mạ đồng axit được mô tả ở trên được sử dụng để mạ bảng thử nghiệm bằng quy trình nạp DC tiêu chuẩn.

Thời gian chu trình dài 70 phút được sử dụng để mạ bảng thử nghiệm có độ dày 0,07 mm và trong đó có các lỗ thông 0,1 mm, và trong đó các lỗ thông được tạo thành bằng các phương tiện cơ học.

Mật độ dòng điện là 3 A/dm<sup>2</sup> và quá trình mạ được thực hiện trong 70 phút.

Hình 4 mô tả mặt cắt ngang của bảng mạch được mạ và cho thấy kết tủa mạ 40 micron và thể hiện vết lõm 20 micron.

Ví dụ 2:

Bể mạ đồng axit được mô tả ở trên được sử dụng để mạ bảng thử nghiệm bằng chu trình mạ phù hợp với sáng chế và thông số mạ được nêu ở Bảng 4.

Thời gian chu trình dài 60 phút được sử dụng để mạ bảng thử nghiệm có độ dày 0,07 mm và lỗ thông 0,1 mm trong đó, và trong đó các lỗ thông được tạo thành bằng các phương tiện cơ học.

Mật độ dòng điện là  $2,2 \text{ A/dm}^2$  và quá trình mạ được thực hiện trong 60 phút.

Hình 5 mô tả mặt cắt ngang của bảng mạch được mạ và cho thấy kết tủa mạ 18-20 micron và không có vết lõm.

Ví dụ 3:

Bể mạ đồng axit được mô tả ở trên được sử dụng để mạ bảng thử nghiệm bằng chu trình mạ phù hợp với sáng chế và thông số mạ được nêu ở Bảng 4.

Thời gian chu trình dài 85 phút được sử dụng để mạ bảng thử nghiệm có độ dày 0,24 mm và lỗ thông 0,1 mm trong đó, và trong đó các lỗ thông được khoan bằng các phương tiện cơ học.

Mật độ dòng điện là  $2,8 \text{ A/dm}^2$  và quá trình mạ được thực hiện trong 85 phút.

Hình 6 mô tả mặt cắt ngang của bảng mạch được mạ và cho thấy kết tủa mạ 23-25 micron và không có vết lõm.

Ví dụ so sánh 3:

Bể mạ đồng axit được mô tả ở trên được sử dụng để mạ bảng thử nghiệm bằng quy trình nạp DC tiêu chuẩn.

Thời gian chu trình dài 50 phút được sử dụng để mạ bảng thử nghiệm có độ dày 0,075 mm và lỗ thông 0,1 mm trong đó, và trong đó các lỗ thông được tạo thành bằng cách khoan laze.

Mật độ dòng điện là  $2,8 \text{ A/dm}^2$  và quá trình mạ được thực hiện trong 50 phút.

Hình 7 mô tả mặt cắt ngang của bảng mạch được mạ và cho thấy kết tủa mạ 25-27 micron và thể hiện vết lõm 6-8 micron.

Ví dụ 4:

Bể mạ đồng axit được mô tả ở trên được sử dụng để mạ bảng thử nghiệm bằng chu trình mạ phù hợp với sáng chế và thông số mạ được nêu ở Bảng 4.

Thời gian chu trình dài 38 phút được sử dụng để mạ bảng thử nghiệm có độ dày

0,075 mm và lỗ thông 0,1 mm trong đó, và trong đó các lỗ thông được tạo thành bằng cách khoan laze.

Mật độ dòng điện là 2,5 A/dm<sup>2</sup> và quá trình mạ được thực hiện trong 38 phút.

Hình 8 mô tả SEM của bảng mạch được mạ và cho thấy kết tủa mạ 10-12 micron và không có vết lõm.

Ví dụ 5:

Bảng thử nghiệm đã được chuẩn bị để đánh giá lớp mạ nạp lỗ thông.

Bảng thử nghiệm có độ dày 74 µm và độ mở lỗ thông với đường kính 50, 75 và 100 µm.

Bề mạ đồng axit được tạo thành theo các thông số sau:

| <u>Thành phần</u> | <u>Hàm lượng</u> |
|-------------------|------------------|
| Đồng sulfat       | 220 g/L          |
| Axit sulfuric     | 80 g/L           |
| Ion clorua        | 60 ppm           |
| Chất làm sáng     | 7 ppm            |
| Chất làm ẩm       | 5 g/L            |
| Chất làm phẳng    | 0,6 ppm          |
| Nhiệt độ bể       | 22-23°C          |

Bảng thử nghiệm đã được làm sạch trước tiên. Dung dịch vệ sinh/bảo dưỡng bao gồm dung dịch AKTIPUR AS 5% thể tích/thể tích (có sẵn từ MacDermid Enthone) và bảng thử nghiệm được tiếp xúc với dung dịch vệ sinh/bảo dưỡng trong khoảng 3 phút ở nhiệt độ phòng (tức là 25°C). Bảng thử nghiệm được tiếp xúc với dung dịch vệ sinh/bảo dưỡng bằng cách ngâm bảng thử nghiệm vào dung dịch.

Sau đó, bảng thử nghiệm được tiếp xúc với dung dịch xử lý axit bao gồm axit sulfuric 3% thể tích/thể tích trong 1 phút ở nhiệt độ phòng. Bảng thử nghiệm được tiếp xúc với dung dịch xử lý axit bằng cách ngâm bảng thử nghiệm vào dung dịch.

Bảng thử nghiệm được rửa sạch bằng nước sau khi tiếp xúc với cả dung dịch vệ

sinh/bảo dưỡng và dung dịch xử lý axit.

Tiếp theo, bảng thử nghiệm được tiếp xúc với dung dịch mạ đồng axit bằng cách ngâm bảng thử nghiệm vào dung dịch mạ đồng axit. Mạ điện phân được thực hiện ở mật độ dòng điện 22 ASF trong thời gian 60 phút. Các điều kiện mạ được nêu ở Bảng 4.

Hình 9 mô tả bề ngoài lớp mạ sau khi mạ nạp lỗ thông. Như được mô tả ở Hình 9, bảng thử nghiệm có lớp mạ đồng đồng nhất và sáng trên cả hai mặt của bảng thử nghiệm.

Hình 10 mô tả các mặt cắt ngang của lớp mạ nạp lỗ thông ở độ mở 100  $\mu\text{m}$  được thực hiện tại các điểm khác nhau trên bảng thử nghiệm.

Như được thể hiện ở Hình 10, cả hai bề mặt của bảng thử nghiệm đều thể hiện lớp mạ đồng nhất ở độ dày 17-18  $\mu\text{m}$  và không quan sát thấy vết lõm của các via được nạp trong lỗ thông và lớp mạ không có lỗ hổng.

Ví dụ 6:

Một bảng thử nghiệm đã được chuẩn bị để đánh giá lớp mạ nạp lỗ thông.

Bảng thử nghiệm được chuẩn bị với một lớp đồng không điện và một lớp đồng phủ nhanh (flash). Bảng thử nghiệm có kích thước 460x610 mm và có độ dày 250  $\mu\text{m}$ . Các lỗ thông có đường kính 100  $\mu\text{m}$ .

Bể mạ đồng axit được tạo thành theo các thông số sau:

| <u>Thành phần</u> | <u>Hàm lượng</u> |
|-------------------|------------------|
| Đồng sulfat       | 220 g/L          |
| Axit sulfuric     | 80 g/L           |
| Ion clorua        | 60 ppm           |
| Chất làm sáng     | 7 ppm            |
| Chất làm ẩm       | 5 g/L            |
| Chất làm phẳng    | 0,6 ppm          |
| Nhiệt độ bể       | 22-23°C          |

Bảng thử nghiệm đã được làm sạch trước tiên. Dung dịch vệ sinh/bảo dưỡng bao gồm dung dịch AKTIPUR AS 5% thể tích/thể tích (có sẵn từ MacDermid Enthone)

và bảng thử nghiệm được tiếp xúc với dung dịch vệ sinh/bảo dưỡng trong khoảng 3 phút ở nhiệt độ phòng (tức là 25°C). Bảng thử nghiệm được tiếp xúc với dung dịch vệ sinh/bảo dưỡng bằng cách ngâm bảng thử nghiệm vào dung dịch.

Sau đó, bảng thử nghiệm được tiếp xúc trước tiên với dung dịch vi khắc, sau đó là dung dịch xử lý axit. Dung dịch vi khắc bao gồm 60 g/L SPS và axit sulfuric 4% thể tích/thể tích và thời gian tiếp xúc là khoảng 1 phút ở nhiệt độ phòng. Dung dịch xử lý axit chứa axit sulfuric 3% thể tích/thể tích trong 1 phút ở nhiệt độ phòng. Bảng thử nghiệm được tiếp xúc với dung dịch xử lý axit bằng cách ngâm bảng thử nghiệm vào dung dịch.

Bảng thử nghiệm được rửa sạch bằng nước sau khi tiếp xúc với cả dung dịch vệ sinh/bảo dưỡng và dung dịch vi khắc.

Tiếp theo, bảng thử nghiệm được tiếp xúc với dung dịch mạ đồng axit bằng cách ngâm bảng thử nghiệm trong dung dịch mạ đồng axit. Mạ điện phân được thực hiện ở mật độ dòng điện 22 ASF trong thời gian 85 phút. Các điều kiện mạ được nêu ở Bảng 4.

Hình 11 mô tả bề ngoài lớp mạ sau khi mạ nạp lỗ thông. Như được mô tả ở Hình 11, bảng thử nghiệm có lớp mạ đồng đồng nhất và sáng trên cả hai mặt của bảng thử nghiệm.

Hình 12 mô tả các mặt cắt ngang của lớp mạ nạp lỗ thông ở độ mở 100  $\mu\text{m}$  được thực hiện tại các điểm khác nhau trên bảng thử nghiệm.

Như được trình bày ở Hình 12, cả hai bề mặt của bảng thử nghiệm đều thể hiện lớp mạ đồng nhất ở độ dày 22-24  $\mu\text{m}$  và vết lõm bất kỳ có độ dày nhỏ hơn 5  $\mu\text{m}$ . Lớp mạ không có lỗ hổng.

#### Ví dụ 7:

Bảng thử nghiệm đã được chuẩn bị để đánh giá lớp mạ nạp X via bằng lớp mạ nạp lỗ thông.

Bảng thử nghiệm được chuẩn bị với một lớp đồng không điện và một lớp đồng phủ nhanh (flash) có độ dày từ 0,02 đến 0,3 mil (1 mil = 25,4  $\mu\text{m}$ ). Bảng thử nghiệm có kích thước 510x610 mm và độ dày từ 2,4 đến 3 mil. Độ mở lỗ lần lượt là 2,5 và 2,8 mil.

Bề mạ đồng axit được tạo thành theo các thông số sau:

| <u>Thành phần</u> | <u>Hàm lượng</u> |
|-------------------|------------------|
| Đồng sulfat       | 220 g/L          |
| Axit sulfuric     | 80 g/L           |
| Ion clorua        | 60 ppm           |
| Chất làm sáng     | 7 ppm            |
| Chất làm ẩm       | 5 g/L            |
| Chất làm phẳng    | 0,6 ppm          |
| Nhiệt độ bể       | 22-23°C          |

Bảng thử nghiệm đã được làm sạch trước tiên. Dung dịch vệ sinh/bảo dưỡng bao gồm dung dịch AKTIPUR AS 5% thể tích/thể tích (có sẵn từ MacDermid Enthone) và bảng thử nghiệm được tiếp xúc với dung dịch vệ sinh/bảo dưỡng trong khoảng 3 phút ở nhiệt độ phòng (tức là 25°C). Bảng thử nghiệm được tiếp xúc với dung dịch vệ sinh/bảo dưỡng bằng cách ngâm bảng thử nghiệm vào dung dịch.

Sau đó, bảng thử nghiệm được tiếp xúc trước tiên với dung dịch vi khắc, sau đó là dung dịch xử lý axit. Dung dịch vi khắc bao gồm 60 g/L SPS và axit sulfuric 4% thể tích/thể tích và thời gian tiếp xúc là khoảng 1 phút ở nhiệt độ phòng. Dung dịch xử lý axit chứa axit sulfuric 3% thể tích/thể tích trong 1 phút ở nhiệt độ phòng. Bảng thử nghiệm được tiếp xúc với dung dịch xử lý axit bằng cách ngâm bảng thử nghiệm vào dung dịch.

Bảng thử nghiệm được rửa sạch bằng nước sau khi tiếp xúc với cả dung dịch vệ sinh/bảo dưỡng và dung dịch vi khắc.

Tiếp theo, bảng thử nghiệm được tiếp xúc với dung dịch mạ đồng axit bằng cách ngâm bảng thử nghiệm trong dung dịch mạ đồng axit. Mạ điện phân được thực hiện ở mật độ dòng điện 21 ASF trong thời gian 37 phút. Các điều kiện mạ được nêu ở Bảng 4.

Hình 13 mô tả mặt cắt ngang của độ mở của lỗ có độ mở từ 2,4 đến 2,5 mil và cổ từ 2,0 đến 2,2 mil. Như đã thấy trong các hình, bảng thử nghiệm có lớp mạ đồng đồng nhất và sáng từ 9,3 đến 10,7  $\mu\text{m}$  trên cả hai mặt của bảng thử nghiệm và không quan sát thấy vết lõm hoặc khe rỗng nào trong lớp mạ nạp lỗ thông.

Hình 14 mô tả mặt cắt ngang của độ mở của lỗ có độ mở 2,8 mil và cổ từ 2,5 đến 2,8 mil. Như đã thấy trong các hình, bảng thử nghiệm có lớp mạ đồng đồng nhất và sáng từ 10,8 đến 11,8  $\mu\text{m}$  trên cả hai mặt của bảng thử nghiệm và không quan sát thấy vết lõm hoặc khe rỗng nào trong lớp mạ nạp lỗ thông.

Do đó, có thể thấy rằng sáng chế được mô tả trong tài liệu này cho phép hoàn toàn nạp lỗ thông theo một bước trong một bể mạ đồng duy nhất, giảm số lượng bình chứa trong một dây chuyền, do đó giảm chi phí thiết bị và giảm số lượng bình chứa cần bảo trì, và số lượng bộ chỉnh lưu cần thiết cho quá trình mạ. Ngoài ra, quy trình theo sáng chế cũng loại bỏ các vấn đề phân tách tiềm ẩn giữa lớp mạ nạp và lớp mạ cầu được cung cấp trong các quy trình khác. Cuối cùng, quy trình theo sáng chế cho phép kim loại hóa các lỗ thông và/hoặc micro-via không biểu hiện bất kỳ khiếm khuyết nào, chẳng hạn như khe rỗng không thể chấp nhận được, lỗ hồng, hoặc vết lõm quá mức.

Cuối cùng là, cần hiểu rằng các điểm yêu cầu bảo hộ dưới đây nhằm mục đích bao hàm tất cả các đặc điểm chung và riêng theo sáng chế được mô tả ở đây và tất cả các tuyên bố về phạm vi của sáng chế mà về mặt ngôn ngữ có thể được nằm trong đó.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp mạ điện đồng trong sản xuất bảng mạch in, phương pháp này bao gồm các bước:

a) chuẩn bị nền điện tử để nhận lớp mạ điện đồng trên đó, trong đó nền điện tử này bao gồm một hoặc nhiều phần tử, trong đó một hoặc nhiều phần tử này bao gồm một hoặc nhiều lỗ thông trong nền điện tử; và

b) mạ điện đồng trong một hoặc nhiều phần tử này bằng cách cho nền điện tử tiếp xúc với dung dịch mạ điện đồng axit bao gồm:

- a. nguồn ion đồng;
- b. axit sulfuric;
- c. nguồn ion clorua;
- d. chất làm sáng;
- e. chất làm ẩm hoặc chất triệt; và
- f. chất làm phẳng;

trong đó dung dịch mạ điện đồng axit được tạo cấu hình cho quy trình một bước, trong đó cùng một dung dịch mạ điện đồng axit mạ cho một hoặc nhiều lỗ thông bằng chu trình mạ cho đến khi quá trình kim loại hóa hoàn tất;

trong đó chu trình mạ bao gồm các bước:

- i) mạ xung trong khoảng thời gian thứ nhất bằng chu trình mạ để tăng tốc việc mạ đồng ở phần giữa của các lỗ thông trong khi giảm thiểu lượng đồng được mạ trên bề mặt, và sau đó
- ii) mạ dòng điện một chiều bằng cách sử dụng dòng điện thuận liên tục trong cùng một dung dịch mạ điện đồng axit trong khoảng thời gian thứ hai sau bước mạ xung trong khoảng thời gian thứ nhất;

trong đó việc mạ xung trong khoảng thời gian thứ nhất được thực hiện cho đến khi phần giữa của các lỗ thông bắt đầu đóng lại và tạo ra cầu đồng ở phần giữa của các lỗ thông và sau đó bước mạ dòng điện một chiều bằng cách sử dụng dòng điện thuận liên tục được thực hiện trong khoảng thời gian thứ hai để mạ một hoặc nhiều lỗ thông cho đến khi một hoặc nhiều lỗ thông được kim loại hóa hoàn toàn.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước chuẩn bị bảng mạch in để chấp nhận mạ điện trên đó bao gồm bước làm sạch bảng mạch in trước khi kim loại hóa một hoặc nhiều lỗ thông.
3. Phương pháp theo điểm 2, còn bao gồm bước vi khắc bảng mạch in đã được làm sạch.
4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó một hoặc nhiều lỗ thông được kim loại hóa không thể hiện bất kỳ khiếm khuyết nào.
5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó kết tủa đồng được mạ điện kim loại hóa nạp hoàn toàn một hoặc nhiều lỗ thông và lắng đọng kết tủa đồng bảo giác trên nền điện tử.
6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nền điện tử có độ dày từ 0,005 đến 3 mm.
7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó một hoặc nhiều lỗ thông có đường kính từ 0,005 đến 1 mm.
8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó một hoặc nhiều lỗ thông có đường kính từ 0,01 đến 0,25 mm.
9. Phương pháp theo điểm 6, trong đó một hoặc nhiều lỗ thông có tỷ số hướng từ 0,5:1 đến 6:1.
10. Phương pháp theo điểm 5, trong đó kết tủa đồng bảo giác có độ dày từ 5 đến 100  $\mu\text{m}$ .
11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bề mạ điện đồng axit được duy trì ở nhiệt độ từ 10°C đến 50°C.
12. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bề mạ điện đồng axit bao gồm:
  - a) đồng sulfat 100-300 g/L
  - b) axit sulfuric 10-150 g/L;
  - c) các ion clorua 20-200 ppm;
  - d) chất làm sáng 0,1-30 ppm;
  - e) chất làm ẩm hoặc chất triệt 0,1-50 g/L; và
  - f) chất làm phẳng 0,001-200 ppm.

13. Phương pháp theo điểm 1, còn bao gồm bước mạ dòng điện một chiều bằng cách sử dụng dòng điện thuận liên tục trong một khoảng thời gian trước bước mạ xung trong khoảng thời gian thứ nhất.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó việc mạ dòng điện một chiều trong khoảng thời gian trước bước mạ xung trong khoảng thời gian thứ nhất làm lắng đọng lớp đồng phủ nhanh (flash) trên bề mặt của một hoặc nhiều lỗ thông.

15. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc mạ xung trong khoảng thời gian thứ nhất làm tăng tốc việc nạp phần giữa của một hoặc nhiều lỗ thông trong khi giảm thiểu lượng đồng được mạ trên bề mặt.

16. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nền điện tử được tiếp xúc với dung dịch mạ điện đồng axit bằng phương pháp được chọn từ nhóm bao gồm phun, lau, nhúng và ngâm.

17. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nền điện tử được tiếp xúc với dung dịch mạ điện đồng axit bằng cách ngâm nền điện tử trong bể mạ đồng axit.

18. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chu trình mạ bao gồm chu trình mạ xung thứ nhất với dạng sóng mạ xung thứ nhất trên mặt thứ nhất của nền điện tử và chu trình mạ xung thứ hai với dạng sóng mạ xung thứ hai trên mặt thứ hai của nền điện tử.

19. Phương pháp theo điểm 18, trong đó dạng sóng mạ xung thứ nhất và dạng sóng mạ xung thứ hai thể hiện độ lệch pha.

20. Phương pháp theo điểm 18, trong đó mỗi chu trình mạ xung thứ nhất và chu trình mạ xung thứ hai bao gồm một chuỗi lặp lại của một hoặc nhiều xung dòng điện thuận, một hoặc nhiều xung dòng điện nghịch, và một hoặc nhiều khoảng thời gian nghỉ.

21. Phương pháp theo điểm 20, trong đó thời lượng của một hoặc nhiều xung dòng điện nghịch là nằm trong phạm vi từ 100 đến 150 ms.

22. Phương pháp theo điểm 20, trong đó thời lượng của một hoặc nhiều xung dòng điện thuận là nằm trong phạm vi từ 120 đến 150 ms và thời lượng của một hoặc nhiều xung dòng điện nghịch là nằm trong phạm vi từ 120 đến 150 ms và thời lượng của một hoặc

nhiều xung dòng điện thuận là giống như thời lượng của một hoặc nhiều xung dòng điện nghịch.

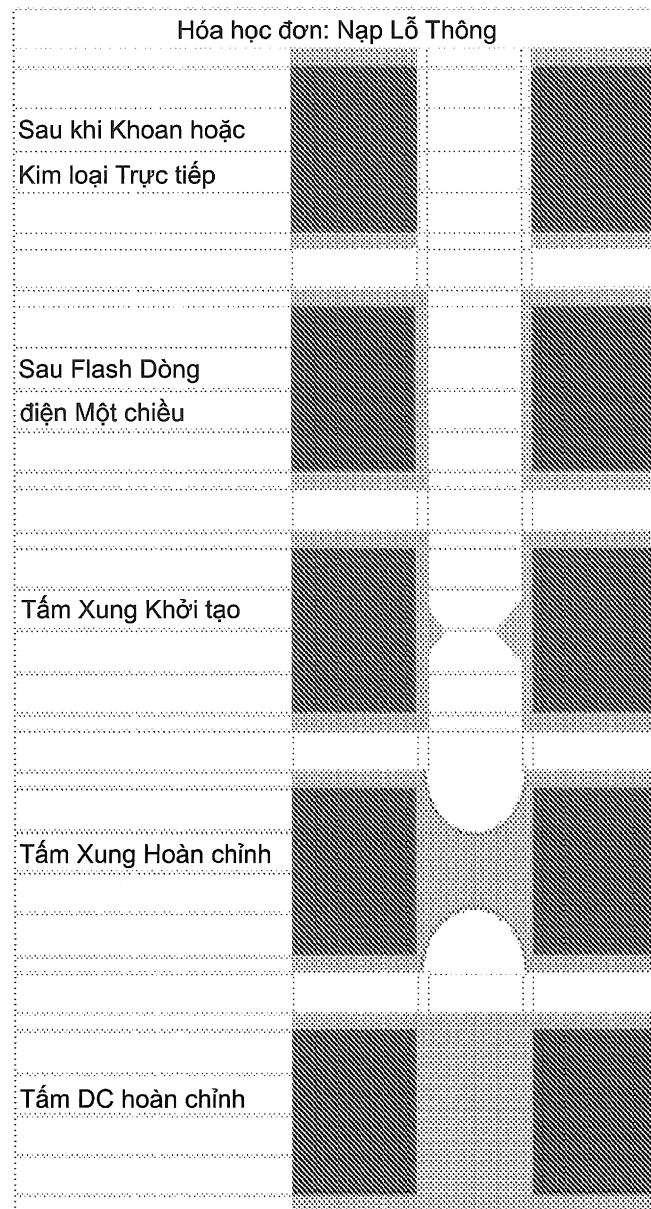
23. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bề mặt điện đồng axit bao gồm:

- a. nguồn ion đồng: 100-300 g/L;
- b. axit: 10-150 g/L ;
- c. nguồn ion clorua: 20 đến 200 ppm;

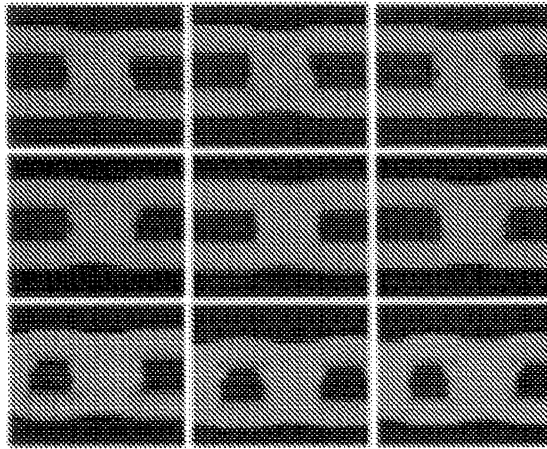
d. chất làm sáng: 0,1-30 ppm, trong đó chất làm sáng này được chọn từ nhóm bao gồm muối natri của axit 3-(benzothiazolyl-2-thio)-propyl sulfonic; muối natri của axit 3-mercaptopropan-1-sulfonic; muối dinatri bis-(p-sulfophenyl)-disulfua; muối dinatri bis-( $\omega$ -sulfobutyl)-disulfua; muối dinatri bis-( $\omega$ -sulfohydroxypropyl)-disulfua; muối dinatri bis-( $\omega$ -sulfopropyl)-disulfua; muối dinatri bis-( $\omega$ -sulfopropyl)-sulfua; muối kali của axit O-etyldithio-carbonic-S-( $\omega$ -sulfopropyl)-este; axit thioglycolic; muối dinatri của axit thiophosphoric-O-etyl-bis-( $\omega$ -sulfopropyl)-este; và muối trinatri của axit thiophosphoric-( $\omega$ -sulfopropyl)-este.

e. chất làm ẩm hoặc chất triệt: 0,1-50 g/L, trong đó chất làm ẩm hoặc chất triệt này được chọn từ nhóm bao gồm carboxymetylxenluloza, nonylphenolpolyglycolete, octandiol-bis-(polyalkylen glycol ete), octanol polyalkylen glycol ete, este polyglycol của axit oleic, polyetylen glycol polypropylen glycol copolymerisat, polyetylen glycol, polyetylen glycol dimetylete, polypropylen glycol, rượu polyvinyl,  $\beta$ -naphtyl polyglycol ete, este polyglycol của axit stearic, axit stearic còn polyglycolete, và các chất đồng trùng hợp của propylen glycol và etylen glycol; và

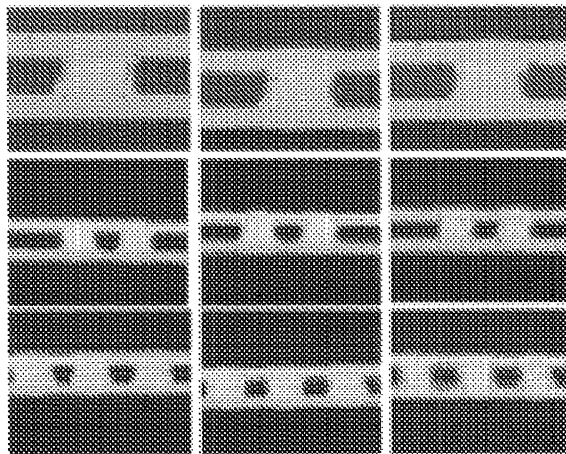
f. chất làm phẳng: 0,001-200 ppm, trong đó chất làm phẳng này được chọn từ nhóm bao gồm các polyamin, polyamin etoxyl hóa, polypyridin, polyimidazol, polyvinyl pyridin, polyvinyl imidazol, polyvinyl pyridin etoxyl hóa và polyvinyl imidazol etoxyl hóa.



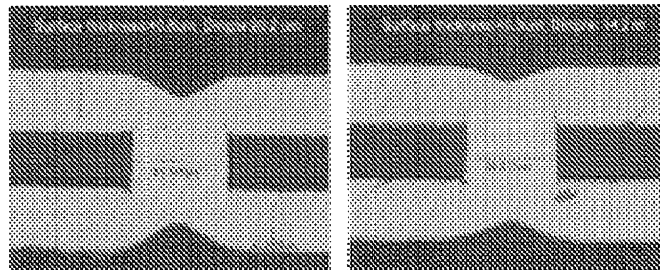
Hình 1



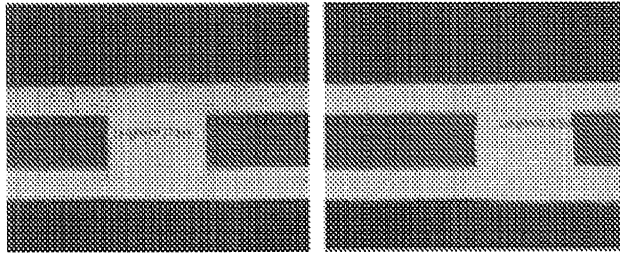
Hình 2



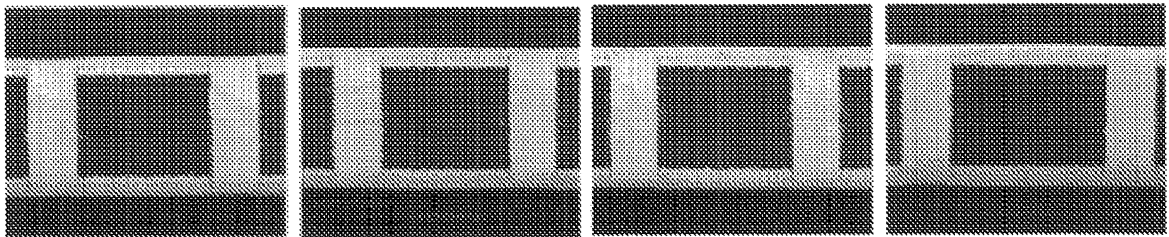
Hình 3



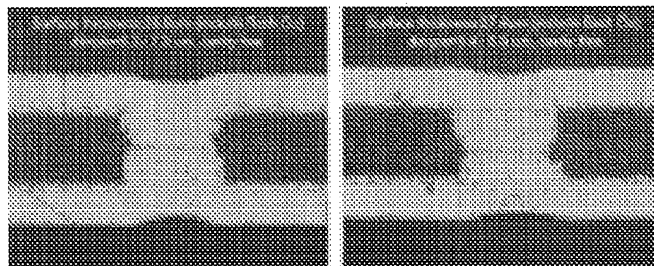
Hình 4



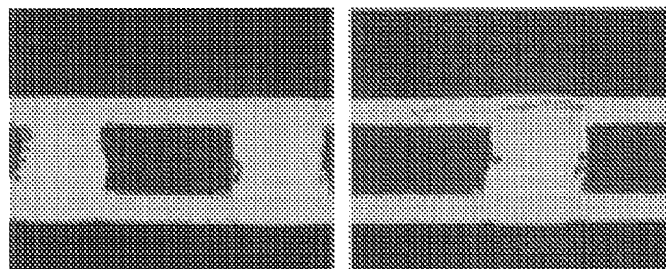
Hình 5



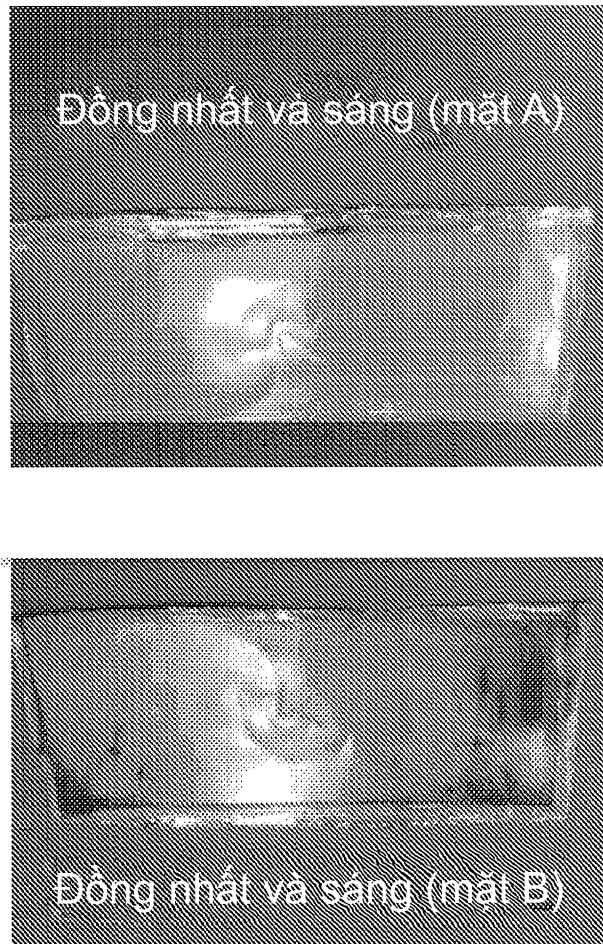
Hình 6



Hình 7

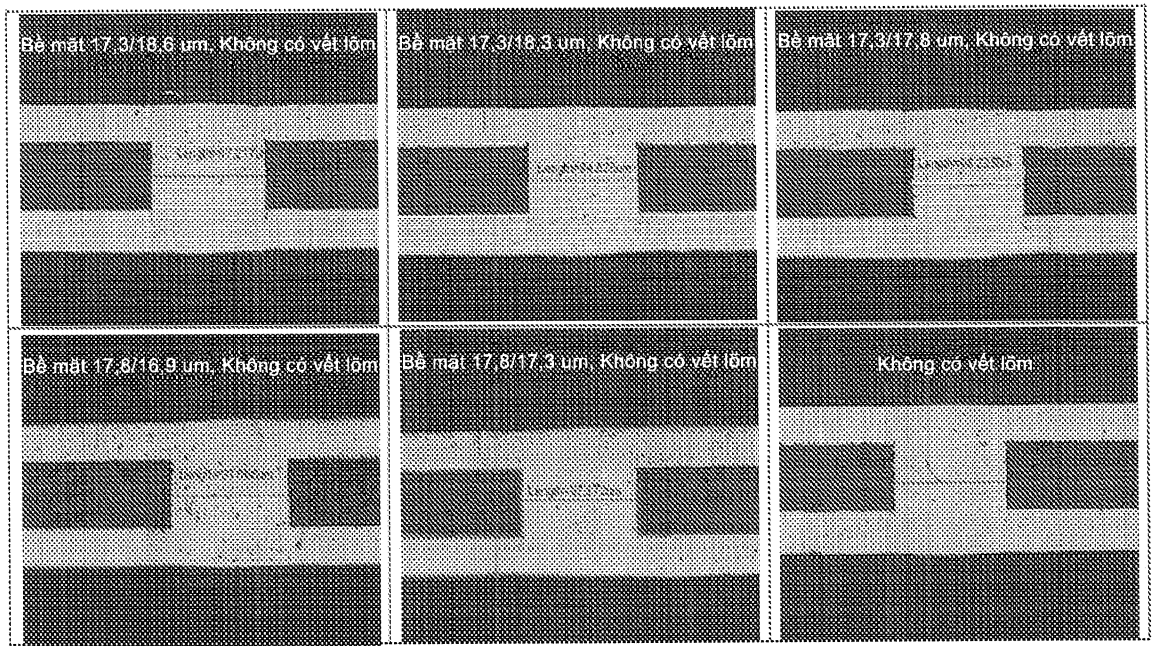


Hình 8



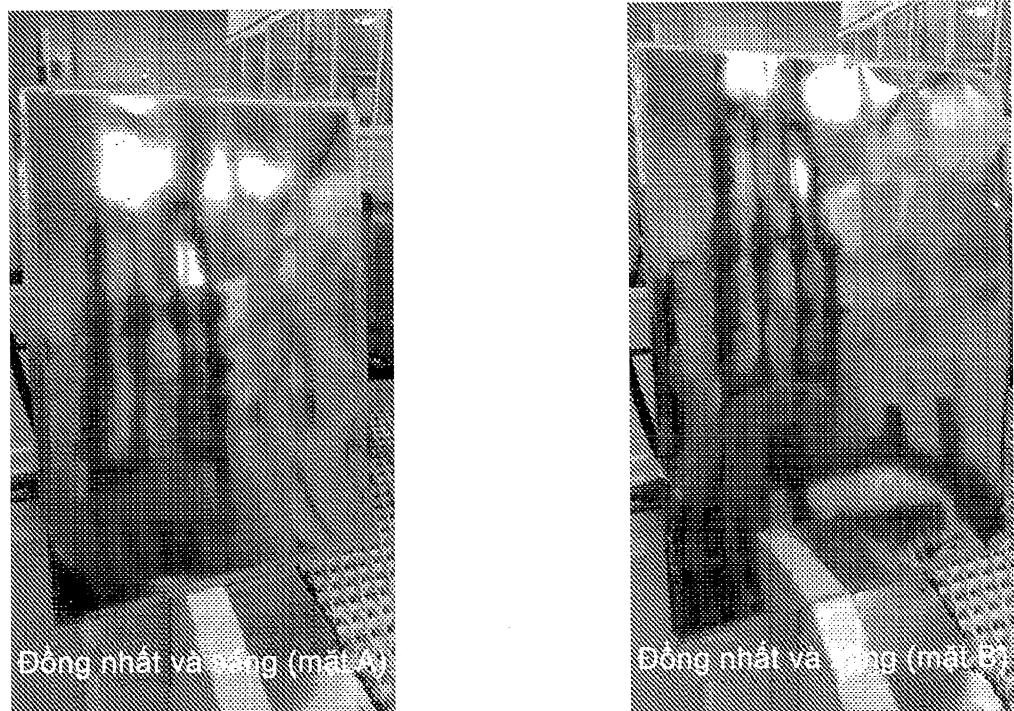
Hình 9

## 22ASF, 60 phút / độ mở lỗ 100 $\mu\text{m}$



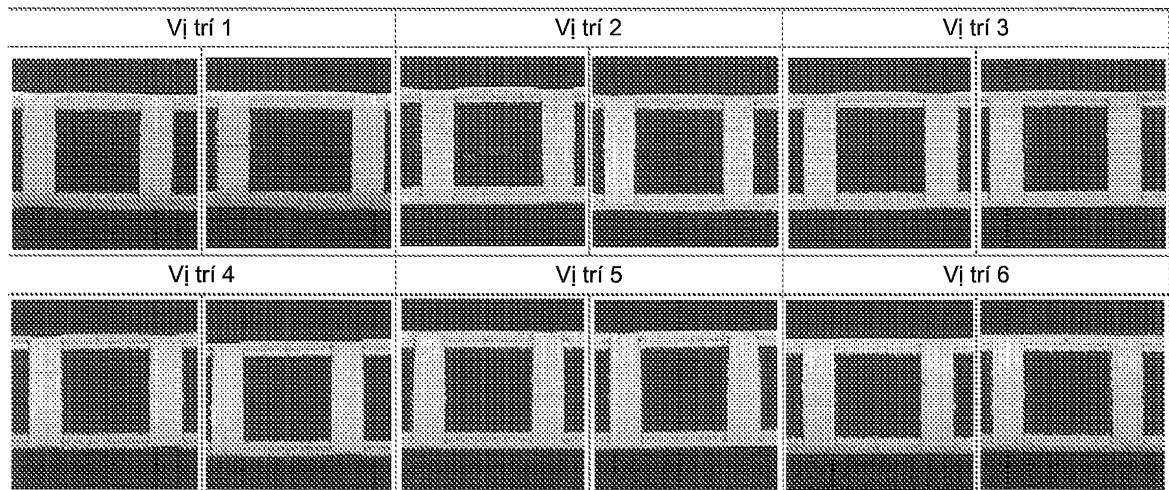
Hình 10

## Bề ngoài lớp mạ sau quá trình nạp THF



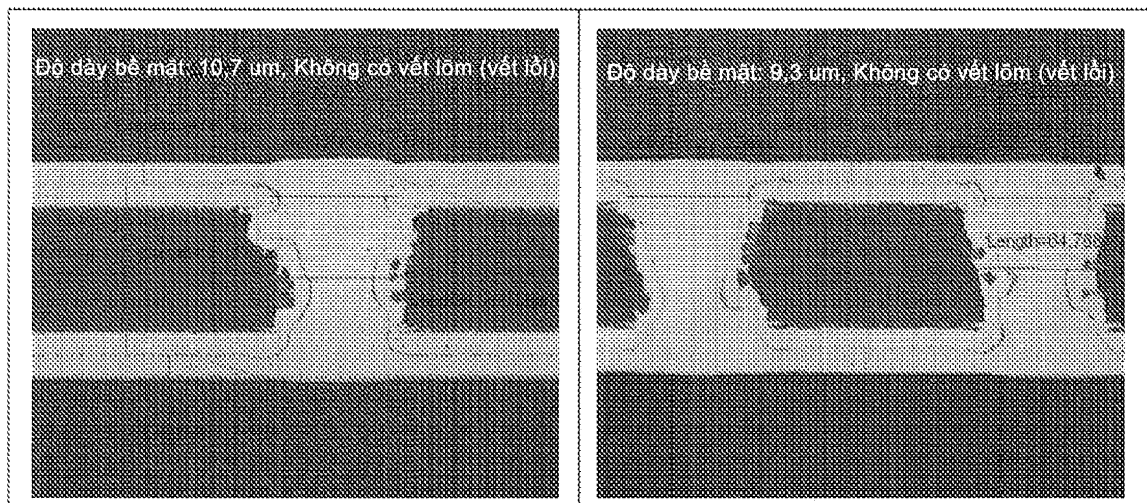
Hình 11

**Kích thước lỗ: 100  $\mu\text{m}$  x 250  $\mu\text{m}$ , bằng quy trình 22ASF, 85 phút**



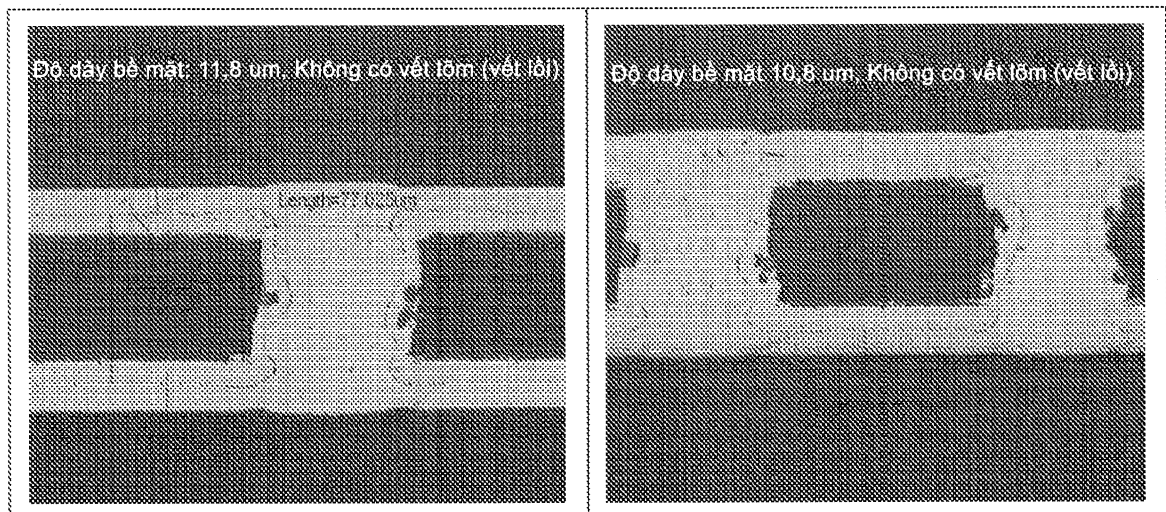
Hình 12

**Độ mở lỗ 2,4-2,5 mil / cổ 2,0-2,2 mil, bằng quy trình 21ASF/37 phút**



Hình 13

**Độ mở lỗ 2,8 mil / cỡ 2,5-2,8 mil, bằng quy trình 21ASF/37 phút**



Hình 14