



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

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

(11)



1-0048082

(51)^{2020.01} B05D 3/06; H05K 3/42; C25D 5/56

(13) B

(21) 1-2020-06800

(22) 07/05/2019

(86) PCT/US2019/031073 07/05/2019

(87) WO 2019/217388 14/11/2019

(30) 15/973,814 08/05/2018 US

(45) 25/06/2025 447

(43) 26/07/2021 400A

(73) MACDERMID ENTHONE INC. (US)

245 Freight Street, Waterbury, CT 06702, United States of America

(72) BERNARDS, Roger (US); MARTIN, James (US); CARVER, Jason, J. (US).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO NỀN ĐỂ MẠ KIM LOẠI TRÊN ĐÓ

(21) 1-2020-06800

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp chế tạo nền không dẫn điện để cho phép mạ kim loại trên đó. Phương pháp này bao gồm các bước a) cho nền không dẫn điện tiếp xúc với chất điều hòa bao gồm tác nhân điều hòa; b) phủ thể phân tán trên cơ sở cacbon lên nền đã được điều hòa, trong đó thể phân tán trên cơ sở cacbon này bao gồm các hạt cacbon hoặc than chì được phân tán trong dung dịch lỏng; và c) ăn mòn nền không dẫn điện. Bước ăn mòn này được thực hiện trước khi thể phân tán trên cơ sở cacbon lỏng khô trên nền không dẫn điện.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế nói chung đề cập đến quy trình mạ trực tiếp trên cơ sở cacbon để sản xuất bảng mạch in.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Bảng dây mạch in (còn được gọi là bảng mạch in hoặc PWB) thường là loại vật liệu nhiều lớp bao gồm hai hoặc nhiều tấm lá đồng, được tách khỏi nhau bởi lớp vật liệu không dẫn điện. Mặc dù đồng thường được sử dụng làm kim loại mạ điện trong bảng mạch in, các kim loại khác như niken, vàng, paladi, bạc và các loại kim loại tương tự cũng có thể được mạ điện. Tốt hơn là các lớp không dẫn điện bao gồm vật liệu hữu cơ như nhựa epoxy được thấm sợi thủy tinh, nhưng cũng có thể bao gồm nhựa rắn nhiệt, nhựa dẻo nhiệt, và hỗn hợp của chúng, một mình hoặc kết hợp với các vật liệu gia cường như sợi thủy tinh và chất độn.

Trong nhiều thiết kế bảng mạch in, đường dẫn điện hoặc kiểu dẫn điện cần sự kết nối giữa các tấm đồng tách biệt tại các điểm nhất định trong kiểu dẫn điện. Điều này thường đạt được bằng cách khoan lỗ tại các vị trí mong muốn xuyên qua các lớp của tấm đồng và các lớp không dẫn điện và kết nối các tấm kim loại riêng rẽ. Sau đó, các thành lỗ thông của bảng mạch in được chuẩn bị cho quá trình mạ điện. Các thành lỗ thông được mạ này là cần thiết để đạt được sự kết nối giữa hai kiểu mạch kim loại trên mỗi mặt của bảng mạch in và/hoặc giữa các kiểu mạch lớp bên trong của bảng mạch nhiều lớp.

Mặc dù mạ điện là phương pháp mong muốn để lắng đọng đồng và các kim loại dẫn điện khác trên bề mặt, nhưng không thể sử dụng phương pháp mạ điện để phủ lên bề mặt không dẫn điện, như lỗ thông chưa được xử lý. Do đó, cần phải xử lý lỗ thông bằng vật liệu dẫn điện để có thể thực hiện mạ điện.

Một quy trình để làm cho các lỗ thông dẫn điện bao gồm bước phủ vật lý các lỗ thông bằng màng dẫn điện. Các lỗ thông được phủ này dẫn điện đủ để mạ điện, nhưng thường không đủ dẫn điện và không đủ chắc chắn để tạo thành sự kết nối điện lâu dài giữa các lớp mạch tại mỗi đầu của lỗ thông. Các lỗ thông được phủ sau đó được mạ

điện để tạo sự kết nối bền vững. Việc mạ điện làm giảm điện trở của lỗ thông ở mức không đáng kể, điều này sẽ không tiêu thụ nhiều lượng điện hoặc làm thay đổi các đặc tính của mạch.

Một phương pháp tạo ra các thành lỗ thông để mạ điện là quy trình trên cơ sở cacbon sử dụng thể phân tán cacbon lỏng. Các bước điển hình của quy trình này như sau:

- 1) Bề mặt của các lỗ thông được khoan và mài nhẵn. Trong trường hợp bảng mạch in có nhiều lớp, bảng này cũng có thể trải qua quá trình làm sạch desmear (quá trình hóa học loại bỏ các lớp phủ mỏng) hoặc ăn mòn ngược để làm sạch bề mặt tiếp xúc bằng đồng bên trong của lỗ thông;
- 2) Bảng mạch in tốt hơn là nên trải qua quá trình làm sạch trước để chuẩn bị cho bảng mạch in tiếp nhận thể phân tán muối than lỏng trên đó;
- 3) Sau khi sử dụng chất làm sạch, PWB được rửa lại trong nước để loại bỏ chất làm sạch dư thừa trên bảng mạch và sau đó cho tiếp xúc với dung dịch chất điều hòa. Dung dịch chất điều hòa bảo đảm rằng về cơ bản tất cả các bề mặt của thành lỗ thông được chuẩn bị để tiếp nhận lớp liên tục của thể phân tán trên cơ sở cacbon được phủ sau đó;
- 4) Thể phân tán trên cơ sở cacbon lỏng được phủ hoặc cho tiếp xúc với PWB được điều hòa. Thể phân tán cacbon lỏng chứa ba thành phần quan trọng, đó là muối than, một hoặc nhiều chất hoạt động bề mặt có khả năng phân tán cacbon và môi trường phân tán chất lỏng như nước. Phương pháp phủ thể phân tán lên PCB được ưu tiên bao gồm bước nhúng chìm, phun hoặc các phương pháp phủ hóa chất khác mà thường được sử dụng trong ngành công nghiệp bảng mạch in. Một bể làm việc duy nhất thường là đủ để phủ thể phân tán cacbon; tuy nhiên, có thể sử dụng nhiều hơn một bể để thực hiện gia công lại hoặc dành cho các mục đích khác; và
- 5) Bảng mạch in phủ cacbon trải qua bước trong đó về cơ bản tất cả (tức là hơn 95% khối lượng) nước trong thể phân tán được sử dụng được loại bỏ và cặn khô chứa cacbon được để lại trong các lỗ và trên bề mặt tiếp xúc khác của lớp không dẫn điện. Có thể thực hiện bước làm khô này bằng nhiều phương pháp khác nhau, bao gồm, ví dụ, làm bay hơi ở nhiệt độ phòng, làm nóng PWB trong một khoảng thời gian ở nhiệt độ cao, sử dụng lưới dao có thổi khí hoặc các phương pháp tương tự khác mà đã biết

đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực. Để đảm bảo độ phủ hoàn toàn của các thành lỗ thông, có thể lặp lại quy trình nhúng chìm bảng mạch vào thể phân tán cacbon lỏng và sau đó lặp lại quy trình làm khô.

Sau đó, làm ăn mòn mạnh các phần kim loại của nền bằng áp suất phun cao và thực hiện tổng lượng ăn mòn cao để loại bỏ đủ lớp phủ cacbon đã khô khỏi các phần kim loại của nền.

Quy trình vi ăn mòn (microetch) thực hiện hai công việc mong muốn ngay lập tức: (1) bước vi ăn mòn về cơ bản loại bỏ tất cả vật liệu muối than hoặc than chì dư thừa bám trên các tấm hoặc lá đồng bên ngoài và bề mặt tiếp xúc của các tấm hoặc lá bên trong bằng đồng trong PWB nhiều lớp; và (2) bước vi ăn mòn làm sạch về mặt hóa học và vi ăn mòn nhẹ bề mặt đồng bên ngoài, do đó làm cho các bề mặt này trở thành nền vững chắc để phủ màng khô hoặc lắng đọng điện phân đồng khi được tiếp tục thực hiện chà PWB bằng phương pháp cơ học.

Cơ chế hoạt động của bước vi ăn mòn này không phải bằng cách ăn mòn trực tiếp vật liệu muối than hoặc vật liệu than chì lắng đọng trên lá đồng, mà chỉ ăn mòn riêng một vài lớp nguyên tử đồng đầu tiên ngay bên dưới để tạo độ bám dính cho lớp phủ. Sau đó, bảng mạch được phủ hoàn toàn được nhúng chìm trong dung dịch vi ăn mòn để “làm bong” muối than hoặc than chì ra khỏi bề mặt đồng ở dạng vi mảnh. Sau đó, các vi mảnh này có thể được loại bỏ khỏi bề vi ăn mòn bằng cách lọc qua máy bơm hoặc thông qua hệ thống lọc kiểu đập thường được sử dụng trong ngành công nghiệp PWB.

Tốt hơn là thể phân tán cacbon lỏng hoặc thể phân tán than chì, xử lý vi ăn mòn và rửa nước ngắt quãng nên được thực hiện bằng cách nhúng chìm PWB trong các bể cấu thành từ polypropylen hoặc polyvinyl clorua (PVC) và được khuấy bằng bơm tuần hoàn hoặc được bơm trong không khí hoặc bằng máy phun hoặc máy có băng tải tuần xả. PWB được phủ than chì hoặc muối than được nhúng chìm trong hoặc tiếp xúc với dung dịch vi ăn mòn để làm “bong” than chì hoặc muối than ra khỏi bề mặt đồng, sau đó được loại bỏ khỏi bề vi ăn mòn bằng cách lọc hoặc bằng các phương pháp tương tự khác.

Các bước của quy trình này được mô tả chi tiết hơn, ví dụ, trong Bằng sáng chế Hoa Kỳ số 4,619,741, đối tượng của bằng được kết hợp toàn bộ ở đây bằng cách viện dẫn. Các cải biến và điều chỉnh quy trình này được nêu trong Bằng sáng chế Hoa Kỳ số

4,622,107, 4,622,108, 4,631,117, 4,684,560, 4,718,993, 4,724,005, 4,874,477, 4,897,164, 4,964,959, 4,994,153, 5,015,339, 5,106,537, 5,110,355, 5,139,642, 5,143,592, và 7,128,820, đối tượng của mỗi bằng được kết hợp toàn bộ ở đây bằng cách viện dẫn.

Bằng sáng chế Hoa Kỳ số 4,897,164 của Piano và cộng sự mô tả quy trình trong đó sau bước làm khô, cặn muối than khô trong các lỗ thông được cho tiếp xúc với dung dịch chứa nước của borat kim loại kiềm trước khi thực hiện xử lý vi ăn mòn để loại bỏ các hạt muối than lỏng lẻo hoặc dễ loại bỏ khỏi các vùng của các lỗ thông.

Bằng sáng chế Hoa Kỳ số 4,964,959 của Piano và cộng sự mô tả việc bổ sung polyme dẫn điện hoặc tổ hợp của chúng vào thể phân tán ngược cacbon.

Bằng sáng chế Hoa Kỳ số 4,994,153 của Piano và cộng sự mô tả quy trình xử lý các lỗ hoặc khe của bảng mạch đã được phủ thể phân tán muối than trong vật liệu không dẫn điện bao gồm bước loại bỏ muối than này bằng dung dịch chứa nước chứa; (a) ankanolamin; (b) chất hoạt động bề mặt anion mà là sản phẩm cộng trung hòa của axit maleic và/hoặc fumaric và rượu được poly(oxy hóa); (c) chất hoạt động bề mặt không ion là este mono béo và/hoặc este diphosphat; và (d) hydroxit kim loại kiềm hoặc kiềm thổ.

Bằng sáng chế Hoa Kỳ Số 5,015,339 của Pendleton mô tả quá trình tiền xử lý mạ điện, trong đó vật liệu không dẫn điện đầu tiên được cho tiếp xúc với dung dịch pemanganat kiềm, sau đó là dung dịch chất trung hòa/chất điều hòa và sau đó là thể phân tán muối than.

Tất cả các quy trình được mô tả trong các tài liệu tham khảo này đều có bước trong đó bảng mạch in được phủ cacbon trải qua bước trong đó về cơ bản tất cả (tức là hơn 95% khối lượng) nước trong thể phân tán đã sử dụng được loại bỏ và cặn khô chứa cacbon được để lại trong các lỗ và trên bề mặt tiếp xúc khác của lớp không dẫn điện trước khi thực hiện bước vi ăn mòn.

Theo biến thể của quy trình cơ bản này, bảng mạch được phủ cacbon có thể được trải qua bước cố định trước khi sấy khô để loại bỏ thể phân tán cacbon dư thừa khỏi bề mặt của bảng mạch in và làm cho thể phân tán cacbon hoạt động tốt hơn như đã mô tả, ví dụ, trong Công bố đơn yêu cầu cấp bằng sáng chế Hoa Kỳ số 2010/0034965 của Retallick và cộng sự, đối tượng của tài liệu này được kết hợp toàn bộ ở đây bằng cách

viện dẫn. Có thể thực hiện bước cố định bằng phương pháp cố định hóa học hoặc bằng phương pháp cố định cơ học.

Theo phương pháp cố định hóa học, dung dịch cố định được phủ lên bề mặt đã được làm ướt bằng thể phân tán cacbon và dung dịch cố định loại bỏ cặn thành phần cacbon dư thừa, làm mịn lớp phủ cacbon trên bề mặt lõm bằng cách loại bỏ các cục và làm cho lớp phủ đồng đều hơn. Theo phương pháp cố định vật lý, các vùng lõm hoặc các bề mặt khác của nền đã được làm ướt bằng thể phân tán cacbon sẽ phải chịu một lực cơ học để loại bỏ cặn dư thừa của lớp phủ cacbon trước khi nó được làm khô. Ví dụ, có thể sử dụng máy phun chất lỏng để tiếp xúc với các bề mặt đã được phủ thể phân tán cacbon. Máy phun thổi bay sự tích tụ cặn cacbon dư thừa bất kỳ và làm mịn lớp phủ cacbon trên bề mặt lõm bằng cách loại bỏ các cục và làm cho lớp phủ đồng đều hơn. Phương pháp cố định khác liên quan đến việc sử dụng máy phun hơi dưới dạng lưỡi dao khí.

Một khi bảng mạch in phủ cacbon đã được xử lý vi ăn mòn, bảng mạch in có thể được mạ điện bằng kim loại dẫn điện thích hợp.

Vi ăn mòn thường gây ra các vấn đề, đặc biệt là khi mạ ở vùng giao diện điện môi đồng. Cụ thể là, việc ăn mòn đồng thường xuyên cũng loại bỏ lớp phủ cacbon khỏi vùng điện môi trực tiếp tiếp giáp với đồng, do đó tạo ra rào cản ngăn cách đối với tính liên tục về điện trong bước mạ điện tiếp theo. Sau đó, rào cản ngăn cách này có thể khiến cho tình trạng mạ kém và có các lỗi như lỗ rỗng, đường đan và nếp gấp mạ. Để tránh các loại lỗi này, cần thực hiện bước vi ăn mòn thấp hơn.

Để loại bỏ hoàn toàn muối than hoặc than chì ra khỏi bề mặt đồng, phải sử dụng máy bơm lớn, áp suất cao, buồng ăn mòn lớn và/hoặc hóa chất ăn mòn mạnh để mang lại kết quả mong muốn. Ngoài ra, cũng cần phải vệ sinh thường xuyên thiết bị để giảm hiện tượng tạo nút trong bước mạ kim loại đối với muối than hoặc than chì đã bị bong ra khỏi bề mặt đồng.

Do đó, sáng chế đề xuất quy trình mạ trực tiếp cải tiến giúp giảm sự tạo nút và cũng không yêu cầu các bước xử lý hoặc điều kiện xử lý bổ sung để mang lại kết quả mong đợi.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất quy trình mạ trực tiếp được cải tiến để chuẩn bị PWB để tiếp nhận bước mạ điện trên đó.

Mục đích khác của sáng chế là đề xuất quy trình mạ trực tiếp được cải tiến giúp giảm sự tạo nốt.

Mục đích khác nữa của sáng chế là đề xuất quy trình mạ trực tiếp giúp cải tiến điều kiện mạ điện.

Vì vậy, theo một phương án, sáng chế nói chung đề cập đến phương pháp chế tạo nền không dẫn điện cho phép mạ kim loại trên đó, phương pháp này bao gồm các bước:

- a) điều hòa nền không dẫn điện bằng tác nhân điều hòa;
- b) phủ thể phân tán trên cơ sở cacbon lỏng lên nền không dẫn điện đã điều hòa để tạo thành lớp phủ cacbon trên nền không dẫn điện đã điều hòa, trong đó thể phân tán trên cơ sở cacbon bao gồm hạt cacbon hoặc than chì phân tán trong dung dịch lỏng; và

- c) ăn mòn nền,

trong đó bước ăn mòn được thực hiện trước khi thể phân tán trên cơ sở cacbon lỏng khô trên nền không dẫn điện.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế nói chung đề cập đến quy trình mạ trực tiếp trên cơ sở cacbon để sản xuất bảng mạch in.

Như được sử dụng trong tài liệu này, các từ chỉ số ít “một,” để chỉ cả dạng số ít và số nhiều trừ khi ngữ cảnh thể hiện rõ ràng là khác.

Như được sử dụng trong tài liệu này, thuật ngữ “khoảng” để chỉ giá trị có thể đo lường được như thông số, số lượng, khoảng thời gian, v.v.. và có nghĩa là bao gồm các biến thiên $\pm 15\%$ hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là các biến thiên $\pm 10\%$ hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là các biến thiên là $\pm 5\%$ hoặc nhỏ hơn, thậm chí tốt hơn là các biến thiên $\pm 1\%$ hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là các biến thiên $\pm 0,1\%$ hoặc nhỏ hơn và từ các giá trị được trích dẫn cụ thể, cho đến nay các biến thiên này là thích hợp để thực hiện trong 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 bộc lộ 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”, “phía trước”, “phía sau”, và các thuật ngữ tương tự, được sử dụng để dễ mô tả mối quan hệ của một phần tử hoặc mối quan hệ của đặc tính này với phần tử hoặc đặc tính khác. Cần hiểu thêm rằng các thuật ngữ “phía trước” và “phía sau” không nhằm làm 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 đặc tính, số nguyên, bước, phép toán, phần tử và/ hoặc thành phần đã nêu, nhưng không loại trừ sự hiện diện hoặc bổ sung của một hoặc nhiều đặc tính, số nguyên, bước, phép toán, phần tử, thành phần và/hoặc nhóm khác của chúng.

Theo một phương án, sáng chế nói chung đề cập đến phương pháp chế tạo nền không dẫn điện để cho phép mạ kim loại trên đó, phương pháp này bao gồm các bước:

- a) điều hòa nền không dẫn điện bằng tác nhân điều hòa;
- b) phủ thể phân tán trên cơ sở cacbon lỏng lên nền không dẫn điện đã điều hòa để tạo thành lớp phủ cacbon trên nền không dẫn điện đã điều hòa, trong đó thể phân tán trên cơ sở cacbon bao gồm hạt cacbon hoặc than chì phân tán trong dung dịch lỏng; và
- c) ăn mòn nền,

trong đó bước ăn mòn được thực hiện trước khi thể phân tán trên cơ sở cacbon lỏng khô trên nền không dẫn điện.

Theo một phương án, nền không dẫn điện là nền bảng mạch in.

Một khi bước ăn mòn được thực hiện, nền không dẫn điện và thể phân tán cacbon có thể được làm khô để tạo thành lớp phủ dẫn điện trên nền PWB và nền PWB có thể được mạ bằng kim loại mạ điện.

Bất ngờ phát hiện ra rằng có thể thu được kết quả cải thiện nếu bước ăn mòn được thực hiện trước khi lớp phủ trên cơ sở cacbon khô trên nền. Trước đây, như đã nêu trên trên, đã tin rằng trước tiên cần phải làm khô lớp phủ trên cơ sở cacbon trên bề mặt trước khi cho nền tiếp xúc với dung dịch ăn mòn. Do đó, trước đây đã hiểu rằng bước làm khô thể phân tán trên cơ sở cacbon trên bề mặt là cần thiết trước khi thực hiện bước ăn mòn

nền để cho phép hạt cacbon bám vào các phần không dẫn điện của nền đủ để tạo điều kiện cho quá trình mạ điện kim loại lên trên các phần không dẫn điện của nền.

Ngược lại, theo sáng chế này, bước ăn mòn được thực hiện trước bước làm khô và không cần làm khô trước tiên dung dịch huyền phù cacbon trên bề mặt.

Nói cách khác, bước làm khô chỉ được thực hiện cho đến khi bước ăn mòn đã hoàn tất.

Các lợi ích của quy trình được mô tả trong tài liệu này bao gồm những lợi ích sau:

- 1) Dễ dàng ăn mòn các phần kim loại của nền hơn nhiều nếu bước ăn mòn được thực hiện trước khi làm khô lớp phủ cacbon. Trong khi lớp phủ cacbon khô đóng vai trò là rào cản đối với việc ăn mòn kim loại bên dưới, thì lớp phủ cacbon ướt không cần phải đóng vai trò là rào cản đối với việc ăn mòn;
- 2) Tổng lượng ăn mòn và áp suất phun cần thiết để có được các phần kim loại sạch của nền sẽ giảm đáng kể nếu nền được ăn mòn trước khi lớp phủ cacbon được làm khô so với việc sau khi lớp phủ cacbon được làm khô; và
- 3) Độ sạch của quy trình và thiết bị được sử dụng để phủ lớp phủ cacbon được cải thiện đáng kể vì hạt cacbon được ăn mòn khỏi các phần kim loại của nền trong buồng hoặc bể ngay lập tức sau khi buồng hoặc bể chứa huyền phù cacbon/chất keo. Thông thường, điều này có nghĩa là bề mặt bên ngoài của nền hoàn toàn không có cacbon sao cho con lăn và máy sấy, mà thường được sử dụng sau khi áp dụng dung dịch huyền phù cacbon, duy trì ít nhất về cơ bản là không có các hạt cacbon.

Trước đây, lớp phủ cacbon khô được làm khô trước khi thực hiện bước ăn mòn và buồng sấy và con lăn của bộ chuyển đổi thiết bị bị dính các hạt cacbon. Ngược lại, theo sáng chế này, máy sấy và con lăn của thiết bị vẫn sạch và không dính các hạt cacbon.

Nói chung, các lợi ích của quy trình được mô tả trong tài liệu này cũng làm giảm lượng tạo nốt xảy ra ở bước mạ kim loại. Trước đây, quy trình kỹ thuật đã biết làm cho nhiều hạt cacbon còn lại trên các phần kim loại của nền vì khó loại bỏ các hạt ở bước ăn mòn và do sự nhiễm cacbon từ cacbon khô còn lại trên thiết bị có thể bám lại vào bề mặt của nền.

Theo sáng chế này, có sự giảm tạo nốt ở bước mạ kim loại vì huyền phù cacbon ướt bao phủ nền bị ăn mòn khỏi phần kim loại của nền trước khi làm khô lớp phủ sao cho cacbon được loại bỏ hoàn toàn khỏi phần kim loại của nền. Do đó, thiết bị có ít cơ hội mang các hạt cacbon đã khô trở lại bám trên nền. Điều này giúp giảm đáng kể bước hình thành nốt trong bước mạ kim loại.

Trong quy trình được mô tả trong tài liệu này, PWB có thể trải qua bước làm sạch trước trong đó PWB được chuẩn bị để đặt PWB trong điều kiện tiếp nhận được thể phân tán trên cơ sở cacbon lỏng.

Tiếp theo, PWB trải qua bước điều hòa trong đó nền được cho tiếp xúc với chất điều hòa. Theo một phương án, cho PWB tiếp xúc với chất điều hòa bằng cách nhúng chìm PWB trong chất điều hòa.

Chất điều hòa có chứa tác nhân điều hòa có khối lượng phân tử cao. Theo một phương án, khối lượng phân tử của tác nhân điều hòa lớn hơn khoảng 100.000 g/mol, tốt hơn là lớn hơn khoảng 500.000 g/mol, và tốt hơn nữa là lớn hơn khoảng 1.000.000 g/mol. Khối lượng phân tử lớn của chất điều hòa làm cho chất điều hòa có mặt ở dạng gel, cho phép hạt cacbon bám chặt hơn vào thành lỗ thông và chịu được bước ăn mòn phun, ngay cả trước khi lớp phủ được làm khô.

Nền PWB được cho tiếp xúc với chất điều hòa ít nhất 20 giây. Theo một phương án, nền PWB có thể tiếp xúc với chất điều hòa trong khoảng từ 20 giây đến khoảng 5 phút. Ngoài ra, độ pH của chất điều hòa không quan trọng và nói chung độ pH nào cũng phù hợp. Theo một phương án, chất điều hòa thường có tính kiềm và độ pH khoảng 9 là phù hợp. Tuy nhiên, các giá trị pH khác nằm trong khoảng từ 1 đến 14, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 7 đến 14, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ khoảng 8 đến khoảng 10 cũng có thể được sử dụng trong thực hành sáng chế.

Nhiệt độ của chất điều hòa cũng không quan trọng và có thể cao hơn nhiệt độ phòng hoặc nằm trong khoảng từ nhiệt độ phòng đến khoảng 150 °F (65,56 °C), tốt hơn là nằm trong khoảng từ khoảng 80 °F (26,67 °C) đến khoảng 130 °F (54,44 °C), tốt hơn là nằm trong khoảng từ khoảng 85 °F (29,44 °C) đến khoảng 110 °F (43,33 °C), hoặc khoảng 95 °F (35 °C).

Sau đó, PWB được tiếp xúc với thể phân tán trên cơ sở cacbon.

Theo một phương án, quá trình lắng đọng cacbon bao gồm bước phủ thể phân tán cacbon lỏng lên PWB đã được làm sạch và được điều hòa. Thể phân tán trên cơ sở cacbon chứa ba thành phần quan trọng, đó là cacbon, một hoặc nhiều chất hoạt động bề mặt có khả năng phân tán cacbon và môi trường phân tán chất lỏng như nước. Các phương pháp phủ thể phân tán lên PCB được ưu tiên bao gồm bước nhúng chìm, phun hoặc các phương pháp phủ hóa chất khác thường được sử dụng trong ngành công nghiệp bảng mạch in. Một bể làm việc duy nhất là đủ để phủ chất phân tán muối than này. Tuy nhiên có thể sử dụng nhiều hơn một bể để gia công lại hoặc thực hiện các mục đích khác.

Khi chuẩn bị thể phân tán cacbon lỏng, ba thành phần chính và bất kỳ thành phần ưu tiên nào khác được trộn với nhau để tạo thành thể phân tán ổn định. Điều này có thể được thực hiện bằng cách đưa dạng cô đặc của thể phân tán vào quá trình nghiền bi, nghiền keo, phay cắt cao, kỹ thuật siêu âm hoặc các quy trình tương tự khác để trộn kỹ các thành phần. Sau đó, thể phân tán có thể được pha loãng với nhiều nước hơn đạt đến nồng độ mong muốn cho bể làm việc.

Một phương pháp trộn được ưu tiên là nghiền bi, dạng cô đặc của thể phân tán trong thùng chứa có khoáng thủy tinh hoặc hạt nhựa trong đó, trong ít nhất khoảng 1 giờ và quá trình trộn có thể tiếp tục trong khoảng 24 giờ. Sự trộn kỹ lưỡng này cho phép hạt cacbon được phủ kín hoặc được làm ướt bằng chất hoạt động bề mặt. Sau đó, hỗn hợp cô đặc được trộn với nước hoặc môi trường phân tán chất lỏng khác đến khi đạt được nồng độ mong muốn. Theo một phương án ưu tiên, bể làm việc được khuấy trong cả hai bước pha loãng và phủ để duy trì sự ổn định của thể phân tán.

Ngoài ra, thể phân tán cacbon cũng phải thể hiện những đặc điểm mong muốn, chứa vật liệu kết dính mà cho phép hạt cacbon kết tụ trên bề mặt thành đã được điều hòa và tạo thành lớp phủ cacbon/chất điều hòa dạng gel.

Theo một phương án, đường kính hạt của các hạt cacbon trung bình không lớn hơn khoảng 3 micromet khi đang trong thể phân tán. Mong muốn là có đường kính hạt trung bình của cacbon càng nhỏ càng tốt để có được các đặc tính mạ mong muốn, bao gồm cả lớp mạ về cơ bản đồng đều và không xảy ra tình trạng mạ bị lỗi (pullaway). Đường kính hạt trung bình của các hạt cacbon tốt hơn là nằm trong khoảng từ khoảng 0,05 micromet đến khoảng 3,0 micromet, tốt hơn là nằm trong khoảng từ khoảng 0,08 micromet đến

khoảng 1,0 micromet khi đang trong thể phân tán. Như được sử dụng trong tài liệu này, thuật ngữ "đường kính hạt trung bình" để chỉ đường kính giá trị trung bình số của các hạt (trung bình theo số). Có thể xác định đường kính trung bình khi phân tán thông qua việc sử dụng thiết bị xác định kích thước hạt dưới mức micromet NiComp Model 370 (Phiên bản 3.0) hoặc thiết bị phân tích kích thước hạt tự động HIAC PA-720 (cả hai thiết bị đều được HIAC/ROYCO Instrument Division of Pacific Scientific of Menlo Park, CA cung cấp). Điều quan trọng nữa là duy trì sự phân bố kích thước hạt cacbon đến sự phân bố tương đối hẹp.

Có thể sử dụng nhiều loại cacbon, bao gồm, ví dụ, muội than, muội lò và than chì hạt nhỏ thích hợp thường được cung cấp trên thị trường. Tuy nhiên, ưu tiên là sử dụng muội than mà ban đầu có tính axit hoặc trung tính, nghĩa là những chất có độ pH nằm trong khoảng từ khoảng 1 đến khoảng 7,5, tốt hơn là nằm trong khoảng từ khoảng 2 đến khoảng 4 khi được trộn với nước. Các hạt muội than được ưu tiên cũng rất xốp và thường có diện tích bề mặt từ khoảng 45 đến khoảng 1100, và tốt hơn là khoảng 300 đến khoảng 600, mét vuông trên mỗi gram, được đo bằng phương pháp BET (phương pháp Brunauer-Emmert-Teller).

Các ví dụ về muội than phù hợp để sử dụng theo sáng chế đang được bán trên thị trường bao gồm Cabot XC-72R Conductive, Cabot Monarch 800, Cabot Monarch 1300 (tất cả do Cabot Corporation of Boston, Massachusetts cung cấp). Loại muội than phù hợp khác bao gồm Columbian T-10189, Columbian Conductiex 975 Conductive, Columbian CC-40,220, và Columbian Raven 3500 (tất cả được Columbian Carbon Company of New York, New York cung cấp). Than chì phù hợp bao gồm Showa-Denko UFG (do Showa-Denko K.K., 13-9 Shiba Daimon 1-Chrome, Minato-Ku, Tokyo, 105 Japan cung cấp), Nippon Graphite AUP (do Nippon Graphite Industries, Ishiyama, Japan cung cấp), và Asbury Micro 850 (do Asbury Graphite Mills of Asbury, New Jersey cung cấp).

Ngoài nước và cacbon, chất hoạt động bề mặt có khả năng phân tán cacbon trong môi trường phân tán chất lỏng được sử dụng trong thể phân tán. Một hoặc nhiều chất hoạt động bề mặt được thêm vào thể phân tán để tăng cường khả năng thấm ướt và tính ổn định của cacbon và cho phép cacbon xâm nhập tối đa trong các lỗ và sợi của lớp không dẫn điện của PCB. Chất hoạt động bề mặt thích hợp bao gồm chất hoạt động bề mặt anion, không

ion và cation (hoặc kết hợp của chúng như chất hoạt động bề mặt lưỡng tính). Chất hoạt động bề mặt phải có tính hòa tan, ổn định và tốt nhất là không tạo bọt trong thể phân tán cacbon lỏng. Nói chung, đối với pha liên tục phân cực như trong nước, chất hoạt động bề mặt tốt hơn là nên có số HLB cao (8-18).

Loại chất hoạt động bề mặt được ưu tiên sẽ phụ thuộc chủ yếu vào độ pH của thể phân tán. Theo một phương án được ưu tiên, thể phân tán toàn bộ có tính kiềm (nghĩa là có độ pH tổng thể trong khoảng có tính bazơ). Trong trường hợp này, ưu tiên sử dụng chất hoạt động bề mặt anion hoặc không ion.

Ví dụ về chất hoạt động bề mặt anion được chấp nhận bao gồm muối natri hoặc kali của axit naphthalen sulfonic như DARVAN số 1 (do Eastern Color and Chemical bán trên thị trường), PETRO AA và PETRO ULE (do Petro Chemical Co., Inc. bán trên thị trường) và AEROSOL OT (do American Cyanamid bán trên thị trường). Chất hoạt động bề mặt anion ưu tiên bao gồm chất hoạt động bề mặt dạng este photphat trung hòa như MAPHOS 55,56,8135, 60A và L6 (được BASF Chemical Co. bán trên thị trường). Ví dụ về chất hoạt động bề mặt không ion phù hợp bao gồm phenol nonyl được etoxyl hóa như POLY-TERGENT B-series (được Olin Corporation bán trên thị trường) hoặc rượu mạch thẳng được alkoxyl hóa như POLY-TERGENT SL-series (cũng được Olin Corporation bán trên thị trường).

Một điều thuận lợi là, cacbon có mặt trong thể phân tán với lượng nhỏ hơn khoảng 15 % khối lượng thể phân tán, tốt hơn là nhỏ hơn khoảng 5 % khối lượng, tốt nhất là nhỏ hơn 2 % khối lượng, đặc biệt khi dạng cacbon là muội than. Nhận thấy rằng việc sử dụng nồng độ muội than cao hơn có thể tạo ra các đặc điểm mà không mong muốn. Tương tự, hàm lượng chất rắn (nghĩa là tất cả các thành phần không phải là môi trường phân tán chất lỏng) tốt hơn là nhỏ hơn khoảng 10 % khối lượng thể phân tán, tốt hơn nữa là nhỏ hơn khoảng 6 % khối lượng.

Thể phân tán cacbon lỏng thường được đặt trong một bình và bảng mạch in được nhúng vào, được phun hoặc tiếp xúc với thể phân tán cacbon lỏng. Nhiệt độ của thể phân tán lỏng trong bể nhúng chìm phải được duy trì trong khoảng từ 60°F (15,56 °C) đến 95°F (35 °C) và tốt hơn là từ khoảng 70°F (21,11 °C) đến khoảng 80°F (26,67 °C) trong quá trình nhúng chìm.

Thời gian nhúng chìm có lợi là từ khoảng 15 giây đến khoảng 10 phút, tốt hơn là từ khoảng 30 giây đến 5 phút. Độ pH không quan trọng đối với việc thực hành sáng chế, nhưng thể phân tán cacbon và keo điển hình có tính kiềm.

Độ dày mong muốn của lớp phủ cacbon là độ dày đủ cho phép màng đồng hoặc màng kim loại khác được mạ điện lên bảng mạch in trong quy trình mạ trực tiếp. Giới hạn trên của độ dày được xác định bởi khả năng loại bỏ lớp phủ cacbon khỏi bề mặt đồng. Nếu cacbon không bong ra khỏi bề mặt đồng, thì có thể xảy ra lỗi trong bảng mạch, bao gồm sự tiếp xúc đồng với đồng kém ở các lớp bên trong của bảng mạch. Lỗi này còn được gọi là “lỗi liên kết.” Theo một phương án, độ dày này có thể nằm trong khoảng từ 0,05 đến khoảng 0,25 micromet.

Tuy nhiên, như đã đề cập ở trên điều quan trọng là độ dày đủ cho phép mạ kim loại trong quá trình mạ trực tiếp mà không xảy ra bất kỳ lỗi nào.

Theo một phương án, PWB được cho tiếp xúc với khí nén để làm tháo nút lỗ thông mà có thể giữ nút chặn thể phân tán.

Sự phân tán muối than hoặc than chì trên PWB không chỉ phủ lên bề mặt có lỗ thông, mà là điều mong muốn, mà còn phủ hoàn toàn lên bề mặt tấm hoặc lá kim loại (nghĩa là đồng), mà là điều không mong muốn. Do đó, trước khi thực hiện các thao tác tiếp theo, phải loại bỏ tất cả muối than hoặc than chì khỏi bề mặt tấm và/hoặc lá đồng (hoặc kim loại khác).

Việc loại bỏ muối than hoặc than chì, cụ thể là khỏi bề mặt đồng (hoặc kim loại khác), bao gồm, đặc biệt là mép của lỗ thông trong khi vẫn giữ nguyên lớp phủ trên sợi thủy tinh và bề mặt epoxy của thành lỗ thông được thực hiện bằng cách sử dụng bước vi ăn mòn

Sau bước vi ăn mòn và rửa nước tiếp theo, PWB có thể được xử lý chụp ảnh và sau đó được mạ điện hoặc mạ điện tấm trực tiếp. Có thể làm sạch thêm PWB, ví dụ, bằng axit xitric hoặc dung dịch chống xỉn màu benzotriazol hoặc dung dịch làm sạch axit khác, hoặc cả hai, sau bước vi ăn mòn được mô tả ở trên. Sau đó, bảng mạch in đã xử lý này sẵn sàng cho hoạt động mạ điện bao gồm bước nhúng chìm PWB vào bể mạ điện thích hợp để phủ lớp phủ đồng (hoặc kim loại khác) lên thành lỗ thông của lớp không dẫn điện.

Dung dịch vi ăn mòn được sử dụng để loại bỏ than chì và/hoặc muối than dư thừa thông thường dựa trên cơ sở chất oxy hóa như hydro peroxit hoặc persulfat, như

natri persulfat. Ví dụ, dung dịch vi ăn mòn trên cơ sở natri persulfat có thể được kết hợp với axit sulfuric vừa đủ để tạo thành bể vi ăn mòn chứa 100 đến 300 gram natri persulfat trên một lít nước đã khử ion và axit sulfuric với khoảng 1 đến 10 % khối lượng.

Có thể sử dụng chất ăn mòn bất kỳ phù hợp đối với kim loại được mạ trong thực hành sáng chế. Ví dụ, để mạ đồng, chất ăn mòn trên cơ sở natri persulfat, chất ăn mòn trên cơ sở axit peroxit sulfuric, chất ăn mòn trên cơ sở đồng clorua, chất ăn mòn trên cơ sở sắt đều thích hợp để sử dụng. Tuy nhiên, bất kỳ chất oxy hóa nào có khả năng oxy hóa kim loại đồng thành ion đồng là đủ và có thể sử dụng được trong quy trình được mô tả trong tài liệu này.

Như mô tả trong tài liệu này, bước phủ cacbon không được làm khô trước bước ăn mòn. Ngoài ra, cũng có thể thực hiện bước mạ kim loại mà không cần làm khô lớp phủ cacbon trước. Tuy nhiên, điều duy nhất cần thiết là lớp phủ cacbon không được làm khô trước bước ăn mòn. Do đó, theo một phương án được ưu tiên, lớp phủ cacbon không được làm khô trước khi thực hiện bước ăn mòn. Theo một phương án ưu tiên khác, lớp phủ cacbon không được làm khô trước bước ăn mòn hoặc bước mạ.

Sau bước ăn mòn (hoặc các bước ăn mòn và mạ), bảng mạch in được làm khô trong một thời gian để loại bỏ nước. Theo một phương án, bảng mạch in được làm khô trong khoảng 20 giây đến khoảng 90 giây, tốt hơn là khoảng 30 giây đến khoảng 60 giây ở nhiệt độ cao. Nhiệt độ cao có thể là nằm trong khoảng từ khoảng 125 °F (51,67 °C) đến khoảng 200 °F (93,33 °C), tốt hơn là nằm trong khoảng từ khoảng 150 °F (65,56 °C) đến 175 °F (79,44 °C).

Kim loại được mạ thường là đồng. Tuy nhiên, sáng chế không giới hạn ở việc mạ đồng và kim loại được mạ có thể là bất kỳ kim loại nào có khả năng được khử trên màng cacbon, bao gồm, ví dụ, niken, rođi, bạch kim, coban, vàng, thiếc, chì, và hợp kim của bất kỳ kim loại nào nêu trên. Các kim loại khác cũng đã biết đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực và có thể được mạ sử dụng quy trình được mô tả trong tài liệu này.

Sáng chế đề cập đến các ví dụ không giới hạn sau đây.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1.

Bảng mạch chứa các lỗ thông được xử lý như sau:

- 1) Bảng mạch được nhúng chìm vào chất điều hòa (Shadow Cleaner Conditioner V, do MacDermid Enthone Inc., Waterbury, CT cung cấp) trong bể điều hòa có 10 % thể tích thành phần A và 10 % thể tích thành phần B trong 30 giây ở 95 °F (35 °C). Thành phần A chứa tác nhân điều hòa và thành phần B chứa chất hoạt động bề mặt và chất đệm.
- 2) Bảng mạch được rửa bằng nước máy trong 30 giây.
- 3) Bảng mạch được nhúng chìm vào 40 % thể tích keo Shadow Conductive Colloid 5 (do MacDermid Enthone Inc., Waterbury, CT cung cấp). Bể chứa 40 g/L keo than chì.
- 4) Bảng mạch được ăn mòn phun ở 20 psi (137,9 kPa) sử dụng chất ăn mòn natri persulfat 80 g/L.
- 5) Bảng được phun rửa tại 20 psi (137,9 kPa) bằng nước máy.
- 6) Bảng mạch được mạ điện trực tiếp bằng đồng trong một giờ ở 20 A/ft² sử dụng bể chứa 80 g/L đồng sulfat pentahydrat, 200 g/L axit sulfuric, 60 ppm ion clorua, và 1% chất phụ gia PC606 (do MacDermid Enthone Inc, Waterbury, CT cung cấp).

Khi kiểm tra bảng mạch in mạ đồng, không có lỗ chốt nào trong lớp lắng đọng đồng được mạ.

Ví dụ 2.

Bảng mạch in có các lỗ thông được xử lý như sau:

- 1) Bảng mạch được nhúng chìm vào chất điều hòa (Shadow Cleaner Conditioner V, do MacDermid Enthone Inc., Waterbury, CT cung cấp) trong bể điều hòa có 10 % thể tích thành phần B trong 30 giây ở 95 °F (35 °C).
- 2) Bảng mạch in được rửa bằng nước máy trong 30 giây.
- 3) Bảng mạch in được nhúng chìm vào 40 % thể tích keo Shadow Conductive Colloid 5 (do MacDermid Enthone Inc., Waterbury, CT cung cấp). Bể chứa 40 g/L keo than chì.

- 4) Bảng mạch in được ăn mòn phun tại 20 psi (137,9 kPa) sử dụng chất ăn mòn natri persulfat 80 g/L.
- 5) Bảng mạch in được phun rửa tại 20 psi (137,9 kPa) bằng nước máy.
- 6) Bảng mạch in được làm khô bằng không khí cưỡng bức ở 150 °F (65,56 °C) trong 30 giây để làm khô lớp phủ.
- 7) Bảng mạch in được bảo quản trong một tuần.
- 8) Bảng mạch được mạ điện bằng đồng trong một giờ tại 20 A/ft² bằng cách sử dụng bể chứa 80 g/L đồng sulfat pentahydrat, 200 g/L axit sulfuric, 60 ppm ion clorua, và chất phụ gia PC606 1% (do MacDermid Enthone Inc, Waterbury, CT cung cấp).

Khi kiểm tra bảng mạch in mạ đồng, không có lỗ ghim nào trong lớp lắng đọng đồng được mạ.

Ví dụ 1 và 2 chứng minh rằng có thể sử dụng quy trình được mô tả trong tài liệu này để mạ trực tiếp, hoặc là trực tiếp hoặc là sau khi bảo quản trong một khoảng thời gian, và vẫn tạo ra kết quả mong muốn là bảng mạch in không có lỗ chốt hoặc các lỗi khác trong lớp lắng đọng đồng được mạ.

Ví dụ so sánh 1:

Mẫu bảng mạch in có các lỗ thông được xử lý như sau:

- 1) Các mẫu bảng mạch in được nhúng chìm trong bể điều hòa được điều chế bằng cách trộn 1 g/L polyme Cyastat SP (một loại polyme có khối lượng phân tử tương đối thấp có khối lượng phân tử nhỏ hơn 10.000 g/mol, được Cytec Solvay Group, Bruxelles, Bỉ cung cấp) và 1 g/L monoetanolamin (để điều chỉnh độ pH).
- 2) Các mẫu bảng mạch được rửa trong nước khử ion.
- 3) Các mẫu bảng mạch được nhúng vào thể phân tán than chì được điều chế bằng hạt than chì 4 % khối lượng và chất hoạt động bề mặt phân tán khối lượng phân tử thấp 4 % khối lượng (Zetasperse 3800, do Air Products and Chemicals, Inc., Allentown, PA cung cấp).

4) Các mẫu bảng mạch in được tách ra - một mẫu được làm khô sau bước 3) và một mẫu được ăn mòn phun tại 10 psi (68,95 kPa) trong bể ăn mòn có natri persulfat 80 g/L.

5) Các mẫu được mạ điện trong bể mạ điện đồng axit tiêu chuẩn (MacDermid PC 606, được MacDermid Enthone Inc, Waterbury, CT cung cấp).

Mẫu mà đã được làm khô ngay sau bước dùng thể phân tán than chì đã nhúng chìm đồng được mạ trong các lỗ thông. Tuy nhiên, mẫu mà được ăn mòn phun không mạ đồng đáng kể trong lỗ thông vì thể phân tán than chì đã bị rửa trôi khỏi bề mặt thành lỗ thông của bảng mạch do bước ăn mòn phun.

Sau cùng, cần hiểu rằng các điểm yêu cầu bảo hộ sau đây nhằm mục đích bao hàm tất cả các dấu hiệu chung và riêng theo sáng chế được mô tả trong tài liệu này và tất cả các tuyên bố về phạm vi của sáng chế mà về mặt ngôn ngữ có thể nằm trong đó.

YÊU CẦU BẢO HỘ:

1. Phương pháp chế tạo nền để cho phép mạ kim loại trên đó,

trong đó nền này là bảng mạch in bao gồm tám nhiều lớp gồm hai hoặc nhiều lớp kim loại dẫn điện được tách khỏi nhau bằng các lớp vật liệu không dẫn điện,

trong đó tám nhiều lớp này bao gồm một hoặc nhiều lỗ thông trong đó, phương pháp này bao gồm các bước:

- a) điều hòa nền bằng tác nhân điều hòa, trong đó tác nhân điều hòa này bao gồm chất điều hòa có khối lượng phân tử ít nhất là 1.000.000 g/mol;
- b) phủ thể phân tán trên cơ sở cacbon lỏng lên nền được điều hòa để tạo thành lớp phủ gel cacbon/chất điều hòa trên nền được điều hòa, trong đó thể phân tán trên cơ sở cacbon bao gồm hạt cacbon hoặc than chì được phân tán trong dung dịch lỏng; trong đó hạt cacbon kết tụ bên trên nền được điều hòa để tạo thành lớp phủ gel cacbon/chất điều hòa; và
- c) ăn mòn nền được phủ gel cacbon/chất điều hòa.

2. Phương pháp theo điểm 1, còn bao gồm bước mạ điện kim loại dẫn điện trên nền được ăn mòn sau bước c).

3. Phương pháp theo điểm 2, còn bao gồm bước làm khô nền được ăn mòn hoặc nền được mạ điện và thể phân tán trên cơ sở cacbon sau bước c) để tạo thành lớp phủ cacbon dẫn điện trên nền được ăn mòn hoặc nền được mạ điện.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ở bước a), nền được tiếp xúc với chất điều hòa bằng cách nhúng chìm nền vào chất điều hòa trong ít nhất khoảng 20 giây.

5. Phương pháp theo điểm 3, trong đó thể phân tán trên cơ sở cacbon được làm khô sau bước ăn mòn và trước bước mạ điện.

6. Phương pháp theo điểm 3, trong đó thể phân tán trên cơ sở cacbon không được làm khô trước bước ăn mòn hoặc bước mạ điện.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thể phân tán trên cơ sở cacbon bao gồm một hoặc nhiều chất hoạt động bề mặt có khả năng phân tán hạt cacbon hoặc than chì.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó đường kính hạt trung bình của các hạt cacbon hoặc than chì là nằm trong khoảng từ 0,05 đến 3,0 micromet.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nồng độ của hạt cacbon hoặc than chì trong thể phân tán trên cơ sở cacbon là nhỏ hơn 15 % khối lượng.

10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nền đã được ăn mòn được làm khô trong khoảng thời gian từ 20 đến 90 giây ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 125 °F (51,67 °C) đến 200 °F (93,33 °C).

11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước c) bao gồm bước ăn mòn các phần kim loại dẫn điện của nền được phủ gel cacbon/chất điều hòa bằng chất ăn mòn, chất ăn mòn này được chọn từ nhóm bao gồm chất ăn mòn trên cơ sở natri persulfat, chất ăn mòn trên cơ sở axit hydro peroxit sulfuric, chất ăn mòn trên cơ sở đồng clorua và chất ăn mòn trên cơ sở sắt.