



(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)



1-0049044

(51)⁷ H05K 1/11; H05K 3/46; H05K 1/09

(13) B

(21) 1-2019-01358

(22) 16/08/2017

(86) PCT/US2017/047062 16/08/2017

(87) WO 2018/035184 A1 22/02/2018

(30) 15/240,133 18/08/2016 US; 15/645,957 10/07/2017 US

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/06/2019 375A

(73) CATLAM, LLC (US)

1108 W. Evelyn Ave., Sunnyvale, CA 94086, United States of America

(72) BAHL, Kenneth S. (US); KARAVAKIS, Konstantine (US).

(74) Công ty TNHH Quốc tế D & N (D&N INTERNATIONAL CO.,LTD.)

(54) QUY TRÌNH TẠO RA CÁC ĐƯỜNG MẠCH DẪN ĐIỆN TRÊN TẤM MỎNG
NHIỀU LỚP XÚC TÁC

(21) 1-2019-01358

(57) Sáng chế đề cập đến quy trình tạo ra các đường mạch dẫn điện trên tấm mỏng nhiều lớp xúc tác. Bảng mạch được tạo ra từ tấm mỏng nhiều lớp xúc tác có bề mặt giàu nhựa với các hạt xúc tác phân tán bên dưới độ sâu loại bỏ bề mặt. Tấm mỏng nhiều lớp xúc tác được đưa vào hoạt động khoan và khắc ăn mòn bằng plasma bề mặt phủ để lộ ra các hạt xúc tác, tiếp theo là hoạt động mạ không điện để lắng phủ lớp vật liệu dẫn điện mỏng trên bề mặt. Tiếp theo là bước phủ mặt nạ quang để xác định các đường mạch, sau đó việc lắng phủ mạ điện diễn ra, tiếp theo là hoạt động tách bỏ lớp bảo vệ và khắc ăn mòn nhanh để loại bỏ đồng không điện đã được che phủ trước đó bởi lớp cản quang.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm mỏng nhiều lớp xúc tác và việc sử dụng nó trong chế tạo bảng mạch. Cụ thể, tấm mỏng nhiều lớp có các đặc tính tạo ra liên kết mạch bước nhỏ mà có thể được tạo ra trên bề mặt của tấm mỏng nhiều lớp xúc tác hoặc trong các rãnh để tạo thành các lớp bảng mạch có các bề mặt phẳng với các vật dẫn điện được nhúng trong hoặc ở trên bề mặt.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các bảng mạch in (PCB - printed circuit board) theo giải pháp kỹ thuật đã biết được tạo ra bằng cách sử dụng các liên kết kim loại dẫn điện (gọi là các “đường mạch”) được tạo ra trên lớp nền điện môi, trong đó mỗi bề mặt mang các dây dẫn được gọi là “lớp”. Mỗi lõi điện môi có các đường mạch được tạo ra trên một bề mặt hoặc trên cả hai bề mặt, và bằng cách xếp chồng một số lõi điện môi như vậy có các đường mạch được tạo ra trong chúng xen kẽ với các lớp điện môi trần, và ép chúng lại với nhau dưới nhiệt độ và áp suất, mạch in nhiều lớp có thể được tạo ra. Lớp nền điện môi bao gồm nhựa epoxy được nhúng vào nền sợi như sợi thủy tinh được dệt thành vải. Theo một phương pháp chế tạo theo giải pháp kỹ thuật đã biết, đồng được dát mỏng lên các bề mặt ngoài của lớp điện môi, các bề mặt đồng được tạo mẫu chẳng hạn như có màng cản quang hoặc màng nhạy quang để tạo ra các vùng được phủ mặt nạ và không được phủ mặt nạ, và sau đó được khắc ăn mòn để tạo ra lớp đường mạch dẫn điện trên một hoặc cả hai mặt của điện môi lõi. Chồng các lõi điện môi có các đường mạch dẫn điện sau đó có thể được ép lại với nhau để tạo thành các bảng nhiều lớp, và các liên kết lớp bất kỳ được tạo ra với các via, là các lỗ được khoan được mạ đồng để tạo ra các vòng hình khuyên cung cấp sự kết nối từ lớp này đến lớp khác.

Bảng mạch in (PCB) thường được dùng để cung cấp các đường mạch dẫn điện giữa các linh kiện điện tử khác nhau được gắn trên PCB. Một loại linh kiện điện tử là thiết bị xuyên lỗ được gắn trên PCB nhờ có các chân được đặt qua một hoặc nhiều lỗ trên PCB, trong đó lỗ trên PCB bao gồm chân dán vòng hình khuyên dẫn điện trên mỗi lớp kết nối đường mạch, và chân linh kiện được hàn vào chân dán vòng hình khuyên của lỗ PCB. Các thành phần xuyên lỗ có các chân có xu hướng khó thẳng hàng với lỗ gắn PCB liên quan, nhưng công nghệ gắn trên bề mặt (SMT - surface mount technology) cung cấp hệ thống

gắn thích hợp hơn, trong đó các chân linh kiện được đặt một cách đơn giản lên bề mặt của chân dán PCB và được hàn, được ưu tiên hơn trong việc lắp ráp PCB vì mật độ cao hơn và dễ lắp ráp về mặt cơ khí hóa. Các linh kiện gắn trên bề mặt chỉ cần chân dán gắn trên bề mặt trên một lớp PCB hoàn thiện bên ngoài. Trong PCB hai lớp hoặc nhiều lớp, các liên kết của các đường mạch dẫn điện từ lớp này đến lớp khác được thực hiện bằng cách sử dụng các via xuyên lỗ, trong đó đường mạch dẫn điện trên một lớp đường mạch dẫn đến một lỗ thường được khoan qua một hoặc nhiều lớp điện môi của PCB và được mạ bằng đồng hoặc kim loại dẫn điện khác để hoàn thành kết nối lớp đường mạch. Lỗ được khoan xuyên qua tất cả các lớp điện môi được gọi là via xuyên, lỗ chỉ được khoan qua lớp ngoài (thường là một phần của việc chế tạo lớp riêng lẻ) được gọi là via siêu nhỏ, và lỗ được khoan qua một hoặc nhiều lớp bên trong được gọi là via mù. Đối với loại bất kỳ trong số các loại via này, via được tạo mẫu để bao gồm vùng dẫn điện vòng hình khuyên trên các lớp có đường mạch đối diện của PCB, với lỗ khoan được phủ bằng vật liệu dẫn điện kết nối vật dẫn điện vòng hình khuyên ở hai mặt của tấm mỏng nhiều lớp hoặc PCB.

Độ dày của đồng được tạo mẫu trước hoặc tạo mẫu sau trên tấm mỏng nhiều lớp bảng mạch in có thể được tăng lên bằng cách sử dụng kỹ thuật mạ điện, trong đó PCB hoặc lớp điện môi có các đường mạch được đặt trong bể điện phân, và nguồn DC được kết nối giữa vật dẫn điện anốt hy sinh (như thanh đồng) với lớp dẫn điện sẵn có của PCB. Trong trường hợp lớp đồng dẫn điện có trước không có trên PCB để hỗ trợ việc mạ điện, như trường hợp vật liệu điện môi trần hoặc các lỗ via được khoan, lớp hạt nhân đồng phải được lắng trước tiên.

Việc này được thực hiện bằng cách sử dụng quy trình không điện có sự hỗ trợ của vật liệu xúc tác “hạt nhân” (tăng cường sự lắng phủ của vật liệu dẫn điện cụ thể) mà được lắng trên bề mặt của chất điện môi, và sau đó bảng được đặt trong bể không điện. Đối với chất xúc tác như paladi và bể không điện có đồng, các ion đồng trong dung dịch lắng phủ trên paladi cho đến khi bề mặt được phủ đủ để cung cấp độ dẫn điện đồng nhất, sau đó đồng được lắng phủ bằng cách sử dụng quy trình không điện cung cấp kết cấu dẫn điện cho lần bổ sung vật liệu tiếp theo bằng cách sử dụng quy trình mạ điện. Mạ điện được ưu tiên để hoàn thành hoạt động mạ, vì nó có tốc độ lắng phủ nhanh hơn so với quy trình mạ không điện.

Vì các bộ lắp ráp điện tử tăng độ phức tạp, cần phải tăng mật độ linh kiện trên các bộ lắp ráp PCB, như bằng cách sử dụng chiều rộng của đường mạch nhỏ hơn (được gọi là

các đường mạch bước nhỏ) cùng với các mẫu chân của mạch tích hợp (IC - integrated circuit) ngày càng dày đặc. Một vấn đề của phương pháp chế tạo và lắp ráp PCB gắn trên bề mặt theo giải pháp kỹ thuật đã biết là do các đường mạch được tạo ra trên bề mặt của chất điện môi, nên độ kết dính giữa đường mạch đồng và tấm mỏng nhiều lớp bên dưới với chiều rộng của dây dẫn hẹp hơn (được gọi là các đường mạch bước nhỏ) bị giảm bớt, khiến cho các đường mạch bước nhỏ và các chân dán linh kiện tách ra (nhô lên) trong hoạt động thay thế linh kiện, làm hỏng toàn bộ lắp ráp bảng mạch và các linh kiện đắt tiền trên đó. Một vấn đề khác của các đường mạch bề mặt bước nhỏ là khi chế tạo bảng mạch nhiều lớp, các lớp có đường mạch riêng được ép với nhau dưới áp suất trong môi trường nhiệt độ cao. Trong khi ép, các đường mạch bước nhỏ có xu hướng di chuyển ngang qua bề mặt của chất điện môi. Trong thiết kế mạch tốc độ cao, cần phải duy trì trở kháng cố định giữa các đường mạch, cụ thể là đối với các đường truyền cặp vi sai (ghép nối cạnh). Sự di chuyển ngang của các đường mạch này khi ép khiến cho trở kháng đường truyền của cặp vi sai PCB hoàn thiện thay đổi theo chiều dài của đường mạch, gây ra sự phản xạ và tổn hao trong đường truyền so với trường hợp với các đặc tính trở kháng cố định do khoảng cách không đổi.

Cần phải sử dụng vật liệu pre-preg xúc tác cung cấp bề mặt được khắc ăn mòn tổng thể để lộ các hạt xúc tác, sau đó tạo ra các đường mạch bằng cách sử dụng kết hợp mạ không điện để tạo ra lớp lắng phủ dẫn điện, sau đó mạ không điện để tạo ra các đường mạch có độ dày mong muốn cho độ rộng đường mạch và khoảng cách đường mạch nhỏ. Cũng mong muốn là tạo ra vật liệu pre-preg xúc tác dùng trong xử lý mạch in, trong đó vật liệu pre-preg xúc tác có bề mặt không có chất xúc tác và trong đó việc loại bỏ bề mặt của vật liệu pre-preg xúc tác làm lộ ra các hạt xúc tác để tạo ra các đường mạch trong các khu vực ở đó vật liệu bề mặt đã được bỏ.

Mục đích của sáng chế

ĐMục đích thứ nhất của sáng chế là đề xuất vật liệu pre-preg xúc tác chứa các hạt xúc tác, trong đó vật liệu pre-preg xúc tác che các hạt xúc tác dưới bề mặt ngoài giàu nhựa mà không để lộ các hạt xúc tác trừ khi bề mặt ngoài của vật liệu pre-preg xúc tác bị loại bỏ, trong đó việc loại bỏ bề mặt có thể được thực hiện bằng cách sử dụng bất kỳ trong số các phương pháp cắt bằng laze, mài mòn cơ học, cắt cơ học, khắc ăn mòn hóa học hoặc plasma, hoặc phương pháp khác bất kỳ để loại bỏ bề mặt ngoài của vật liệu pre-preg và để lộ các hạt xúc tác bên dưới bề mặt của vật liệu pre-preg, sau đó tạo ra các đường mạch bằng cách khoan lỗ và thực hiện khắc ăn mòn tổng thể trên bề mặt, mạ điện toàn bộ bề mặt,

tạo mẫu bề mặt với lớp cản quang, mạ điện các bề mặt mà không có lớp cản quang, tách bỏ lớp cản quang và khắc ăn mòn nhanh đủ lâu để loại bỏ đồng được mạ không điện lộ ra.

Mục đích thứ hai của sáng chế là đề xuất phương pháp sản xuất vật liệu pre-preg xúc tác có bề mặt ngoài giàu nhựa không chứa các hạt xúc tác lộ ra và lớp giàu chất xúc tác bên dưới bề mặt ngoài giàu nhựa, trong đó vật liệu pre-preg xúc tác được tạo ra bằng cách sử dụng quy trình có các bước:

bước ngâm sợi trong đó vải sợi được ngâm nhựa xúc tác được tạo ra từ quá trình trộn nhựa với các hạt xúc tác;

bước nén chân không được thực hiện ở nhiệt độ cao, nhờ đó các bề mặt ngoài của vải sợi được ngâm nhựa xúc tác được đưa vào áp suất được áp dụng bên ngoài trong điều kiện chân không xung quanh trong thời gian tăng nhiệt độ;

bước điểm gel nhờ đó áp suất được áp dụng vẫn còn trên các bề mặt ngoài của vải sợi ngâm nhựa xúc tác để duy trì sự cân bằng chất lỏng/chất rắn trong khoảng thời gian đủ cho các hạt xúc tác được lấy ra khỏi các bề mặt ngoài;

nhiệt độ ngâm nhờ đó nhiệt độ tăng được áp dụng cho tấm mỏng nhiều lớp trong khoảng thời gian ngâm ở nhiệt độ điểm gel;

bước làm nguội, nhờ đó vải sợi được ngâm với nhựa xúc tác được làm nguội thành các tấm về cơ bản là phẳng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo phương án thứ nhất của sáng chế, vật liệu pre-preg xúc tác được tạo ra bằng cách trộn nhựa, dung môi dễ bay hơi và các hạt xúc tác để tạo thành hỗn hợp nhựa xúc tác, ngâm nhựa xúc tác vào vải sợi như sợi thủy tinh được dệt hoặc vải khác để tạo ra vật liệu pre-preg xúc tác “Giai đoạn-A”, nung sợi và nhựa với nhau ở nhiệt độ cao để loại bỏ hầu hết dung môi dễ bay hơi và tạo thành vật liệu pre-preg xúc tác “Giai đoạn-B” được đóng rắn một phần ở dạng tấm, sau đó đặt vật liệu pre-preg giai đoạn B vào máy ép cán mỏng, nung vật liệu pre-preg giai đoạn B ở điểm gel sao cho vật liệu pre-preg ở trạng thái cân bằng chất lỏng/chất rắn, sau đó đóng rắn vật liệu pre-preg ở nhiệt độ và áp suất cao trong một khoảng thời gian ngâm đủ để các hạt xúc tác dịch chuyển khỏi bề mặt ngoài của vật liệu pre-preg và tạo thành vật liệu pre-preg “giai đoạn C” hoàn thiện có bề mặt giàu nhựa không có các hạt xúc tác lộ ra trên bề mặt. Do đó việc loại bỏ về mặt cơ học bề mặt giàu

nhựa này làm lộ ra các hạt xúc tác bên dưới, tạo ra bề mặt phù hợp cho việc mạ không điện sử dụng các ion đồng trong dung dịch, hoặc bất kỳ việc mạ không điện thích hợp nào các ion kim loại trong dung dịch.

Theo phương án thứ hai của sáng chế, PCB một lớp hoặc nhiều lớp được tạo ra bằng cách tạo mẫu bề mặt lộ ra lên vật liệu pre-preg xúc tác có bề mặt giàu nhựa ngoại trừ các hạt xúc tác từ bề mặt, trong đó các hạt xúc tác được phân phối bên dưới bề mặt giàu nhựa và không được lộ ra. Trong bước thứ nhất, các hạt xúc tác được lộ ra bằng cách loại bỏ bề mặt của vật liệu bằng cách sử dụng phương pháp loại bỏ bất kỳ, bao gồm cắt bằng laze, khắc ăn mòn bằng plasma, khắc ăn mòn hóa học, mài mòn hoặc cắt cơ học, sử dụng kỹ thuật bất kỳ trong số các kỹ thuật này có hoặc không có mặt nạ mẫu. Trong bước thứ hai, tấm mỏng nhiều lớp xúc tác được đặt trong bể mạ không điện, trong đó kim loại của quy trình mạ không điện (như Cu) được hút vào, và gắn với, các hạt xúc tác lộ ra (như Pt) trong các vùng được tạo mẫu mà ở đó bề mặt giàu nhựa đã được loại bỏ. Bước thứ hai tiếp tục đến khi quy trình mạ không điện lấp đầy các mặt bên và đáy của rãnh được tạo mẫu bằng kim loại mạ đến cùng mức bề mặt tự nhiên xung quanh của tấm mỏng nhiều lớp xúc tác. Trong bước thứ ba tùy chọn, bề mặt của rãnh được tạo mẫu được làm phẳng, chẳng hạn bằng cách đánh bóng, mài, gia công, hoặc khắc ăn mòn, để làm cho phù hợp mức của mức mạ không điện với bề mặt tự nhiên xung quanh của tấm mỏng nhiều lớp xúc tác. Trong bước thứ ba hoặc thứ tư tùy chọn, mặt nạ hàn được dùng để che phủ các vùng của tấm mỏng nhiều lớp xúc tác và các vùng có các đường mạch được tạo mẫu.

Theo phương án thứ ba của sáng chế, vật liệu pre-preg xúc tác của phương án thứ nhất có các lỗ được tạo ra nhờ khoan hoặc khắc mòn hoặc phương pháp loại bỏ vật liệu khác để tạo ra kẽ hở trong vật liệu pre-preg xúc tác, kẽ hở liền kề với khu vực chân dán nơi mà bề mặt của vật liệu pre-preg xúc tác được loại bỏ liền kề với kẽ hở, do đó để lộ các hạt xúc tác bên dưới của vật liệu pre-preg xúc tác ở các bề mặt bên trong của kẽ hở và cả các bề mặt ngoài của vật liệu pre-preg xúc tác, tiếp theo được mạ trong bể mạ không điện. Sau đó vật liệu pre-preg xúc tác cuối cùng tạo ra đường mạch bề mặt dẫn điện được kết nối điện với via dẫn điện, mà có thể tùy ý tạo ra chân dán gắn linh kiện. Via cũng có thể bao gồm đường mạch bề mặt dẫn điện ở phía đối diện của vật liệu pre-preg xúc tác, trong đó đường mạch bề mặt thứ nhất, via, và đường mạch bề mặt thứ hai đều được tạo ra trong một bước mạ không điện. Sau khi mạ không điện, các bề mặt ngoài của tấm mỏng nhiều lớp xúc tác có thể được làm phẳng sao cho các đường mạch dẫn điện phẳng với bề mặt tự nhiên

của tấm mỏng nhiều lớp xúc tác, sao cho các lớp riêng của tấm mỏng nhiều lớp xúc tác có các đường mạch được tạo ra có thể được xếp chồng và được ép mỏng thành PCB nhiều lớp.

Theo phương án thứ tư của sáng chế, bằng cách sử dụng vật liệu pre-preg không xúc tác thông thường, PCB một lớp hoặc nhiều lớp được tạo ra bởi quy trình có bước thứ nhất là phủ chất kết dính xúc tác lên một hoặc cả hai mặt của vật liệu pre-preg không xúc tác, trong đó chất kết dính xúc tác bao gồm nhựa trộn với các hạt xúc tác và tạo ra lớp chất kết dính xúc tác trên vật liệu pre-preg không xúc tác. Trong bước thứ hai, lớp bề mặt pre-preg xúc tác được loại bỏ một phần một cách có chọn lọc chẳng hạn như bằng cách sử dụng quy trình làm sạch bằng plasma hoặc quy trình khắc ăn mòn bằng plasma trong một khoảng thời gian đủ để lộ ra các hạt xúc tác trong khi để lại nhựa dính bên dưới giữ lại các hạt xúc tác cho vật liệu pre-preg không xúc tác này. Trong bước thứ ba, chất kết dính xúc tác được loại bỏ hoặc khắc ăn mòn một phần được lộ ra để mạ không điện bằng cách sử dụng các ion kim loại trong dung dịch liên kết với các hạt xúc tác, bước này được thực hiện đến khi lớp kim loại dẫn điện gần như liên tục được lắng. Trong bước thứ tư, mặt nạ mẫu được phủ để tạo ra các khu vực mở cho các đường mạch mong muốn. Trong bước thứ năm, lớp dẫn điện liên tục được dùng làm điện cực để mạ điện trong bể kim loại sao cho các ion kim loại trong dung dịch lắng phủ điện trên các lớp dẫn điện lộ ra được tạo mẫu tạo ra trong quy trình lắng phủ không điện ở bước thứ ba. Ở bước thứ sáu, mặt nạ mẫu được tách bỏ, và ở bước thứ bảy, quy trình khắc ăn mòn nhanh được thực hiện trong khoảng thời gian đủ để loại bỏ lớp mạ không điện trong các khu vực không lộ ra trước đó dưới mặt nạ mẫu.

Theo phương án thứ năm của sáng chế, via dẫn điện được tạo ra trong tấm mỏng nhiều lớp không xúc tác bằng cách tạo ra kẽ hở thứ nhất trong tấm mỏng nhiều lớp không xúc tác, tùy chọn liền kề với chân dán thứ nhất hoặc chân dán thứ hai được tạo thành từ vật dẫn điện trên bề mặt thứ nhất hoặc bề mặt thứ hai mặt của tấm mỏng nhiều lớp không xúc tác, lấp đầy kẽ hở thứ nhất bằng nhựa xúc tác hoặc chất kết dính xúc tác, cho phép đóng rắn nhựa hoặc chất kết dính xúc tác, khoan lỗ thứ hai trong kẽ hở thứ nhất có đường kính nhỏ hơn kẽ hở, và mạ không điện lỗ thứ hai và chân dán xung quanh, do đó tạo ra kết nối từ bề mặt bên trong của lỗ thứ hai đến chân dán thứ nhất hoặc chân dán thứ hai.

Theo phương án thứ sáu của sáng chế, tấm mỏng nhiều lớp không xúc tác có chất kết dính xúc tác được phủ, chất kết dính xúc tác bao gồm nhựa và các hạt xúc tác, chất kết dính xúc tác có độ dày lớn hơn ít nhất hai lần so với các hạt xúc tác lớn nhất trong chất kết

dính, chất kết dính xúc tác đóng rắn và phát triển trên bề mặt giàu nhựa và vùng loại trừ bên dưới bề mặt giàu nhựa trong đó các hạt xúc tác bị loại trừ, việc loại bỏ bề mặt giàu nhựa cung cấp các hạt xúc tác lộ ra thích hợp để mạ không điện, tấm mỏng nhiều lớp không xúc tác cũng tùy chọn có các lỗ có thể được lấp đầy bằng chất kết dính xúc tác và được khoan để cung cấp các hạt xúc tác lộ ra để mạ không điện các lỗ khoan cùng với các đường mạch dẫn điện được tạo ra bởi quy trình lắng phủ đồng không điện.

Theo phương án thứ bảy của sáng chế, tấm mỏng nhiều lớp xúc tác có chất kết dính xúc tác được phủ lên ít nhất một bề mặt, tấm mỏng nhiều lớp xúc tác bao gồm vật liệu pre-preg có các hạt xúc tác, chất dính bao gồm nhựa và các hạt xúc tác, chất kết dính xúc tác và tấm mỏng nhiều lớp xúc tác được khoan để tạo ra các lỗ xuyên, các đường mạch được tạo mẫu trên bề mặt chất kết dính xúc tác bằng cách loại bỏ lớp bề mặt của chất kết dính xúc tác, sau đó tạo ra các đường mạch bằng cách mạ không điện trên các đường mạch được tạo mẫu, sau đó làm phẳng ít nhất một bề mặt.

Theo phương án thứ tám của sáng chế, bảng mạch được tạo ra bằng cách khắc ăn mòn tổng thể vật liệu pre-preg xúc tác để lộ ra các hạt xúc tác dưới độ sâu loại bỏ, khoan các lỗ via, mạ không điện bảng mạch, tạo mẫu bảng mạch với lớp cản quang, mạ điện bảng mạch để tạo ra các đường mạch trên các vùng không được phủ lớp cản quang, sau đó loại bỏ lớp cản quang, và khắc ăn mòn nhanh đồng được mạ không điện lộ ra để tạo ra bảng mạch có các đường mạch.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1A là sơ đồ thể hiện quy trình tạo ra vật liệu pre-preg xúc tác thô.

Fig.1B thể hiện máy ép cán mỏng chân không để tạo ra vật liệu pre-preg xúc tác hoàn chỉnh từ vật liệu pre-preg xúc tác thô.

Fig.1C thể hiện giai đoạn ép cán mỏng chân không để tạo ra nhiều lớp vật liệu pre-preg xúc tác trong quá trình ép.

Fig.2 thể hiện thời gian xử lý cho bước ép cán mỏng chân không trên Fig.1.

Fig.3 thể hiện các bước xử lý để tạo ra vật liệu pre-preg xúc tác.

Fig.4 là sơ đồ thể hiện việc phân bố hạt xúc tác trong vật liệu pre-preg qua mặt cắt của vật liệu pre-preg.

Fig.5A là mặt cắt thể hiện vật liệu pre-preg xúc tác tự nhiên.

Fig.5B là mặt cắt thể hiện vật liệu pre-preg xúc tác sau bước loại bỏ bề mặt.

Fig.5C là mặt cắt thể hiện vật liệu pre-preg xúc tác trong bước mạ không điện trong chuỗi thời gian.

Fig.5D là mặt cắt thể hiện vật liệu pre-preg xúc tác sau bước làm mịn bề mặt.

Fig.5E là mặt cắt thể hiện vật liệu pre-preg xúc tác sau bước phủ mặt nạ hàn.

Fig.5F là mặt cắt thể hiện đường mạch đồng được khắc ăn mòn theo giải pháp kỹ thuật đã biết trên vật liệu pre-preg không xúc tác.

Fig.6A là mặt cắt thể hiện chất kết dính xúc tác được phủ lên vật liệu pre-preg không xúc tác.

Fig.6B là mặt cắt trên Fig.6A sau bước khắc ăn mòn bằng plasma.

Fig.6C là mặt cắt thể hiện quy trình mạ không điện trên lớp nền bằng vật liệu pre-preg.

Fig.6D là mặt cắt thể hiện quy trình phủ mặt nạ vật liệu được tạo mẫu trên lớp nền bằng vật liệu pre-preg.

Fig.6E là mặt cắt thể hiện quy trình mạ điện đồng trên lớp nền bằng vật liệu pre-preg.

Fig.6F là mặt cắt thể hiện quy trình mạ điện đồng sau khi tách mặt nạ.

Fig.6G là mặt cắt thể hiện lớp nền bằng vật liệu pre-preg sau khi khắc ăn mòn nhanh để loại bỏ đồng trên bề mặt.

Fig.7A là mặt cắt thể hiện vật liệu pre-preg không xúc tác có tấm mỏng nhiều lớp dạng lá.

Fig.7B là mặt cắt thể hiện vật liệu pre-preg không xúc tác được khắc ăn mòn sau khi được tạo mẫu.

Fig.7C là mặt cắt thể hiện vật liệu pre-preg không xúc tác sau khi lỗ được khoan.

Fig.7D là mặt cắt thể hiện vật liệu pre-preg không xúc tác sau khi lấp đầy lỗ bằng chất độn xúc tác.

Fig.7E là mặt cắt thể hiện vật liệu pre-preg không xúc tác sau khi khoan lỗ hình khuyên thứ hai.

Fig.7F là mặt cắt thể hiện vật liệu pre-preg không xúc tác sau khi mạ không điện lỗ hình khuyên.

Fig.7G thể hiện hình phối cảnh trong suốt của via được tạo ra bằng cách sử dụng quy trình trên các hình vẽ từ Fig.7A đến Fig.7F.

Fig.8A là mặt cắt thể hiện tám mỏng nhiều lớp pre-preg không xúc tác.

Fig.8B thể hiện Fig.8A sau khi phủ chất kết dính xúc tác.

Fig.8C thể hiện Fig.8B sau thao tác khoan/đục lỗ.

Fig.8D thể hiện Fig.8C sau thao tác loại bỏ bề mặt.

Fig.8E thể hiện Fig.8D sau thao tác mạ không điện.

Các hình vẽ trên Fig.9A, Fig.9B, Fig.9C, Fig.9D và Fig.9E là các mặt cắt thể hiện các giai đoạn khác nhau khi chất kết dính xúc tác được phủ trên tám mỏng nhiều lớp xúc tác, được khoan, khắc ăn mòn, mạ không điện, và làm phẳng.

Các hình vẽ trên Fig.10A, Fig.10B, Fig.10C, Fig.10D, Fig.10E, Fig.10F, Fig.10G, Fig.10H và Fig.10I là các mặt cắt thể hiện các giai đoạn khác nhau của tám mỏng nhiều lớp xúc tác có các đường mạch được tạo ra trên các mặt xúc tác lộ ra.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1A thể hiện quy trình làm ví dụ để chế tạo vật liệu pre-preg (nền gồm các sợi được tám trước liên kết trong nhựa). Nhiều loại vật liệu khác nhau có thể được dùng cho các sợi pre-preg, bao gồm vải sợi thủy tinh được dệt, sợi carbon, hoặc các sợi khác, và nhiều vật liệu khác nhau có thể được dùng cho nhựa, bao gồm nhựa epoxy, nhựa polyimide, nhựa este xianat, nhựa trộn PTFE (Teflon) hoặc các loại nhựa khác. Theo một khía cạnh của sáng chế, tám mỏng nhiều lớp bằng mạch in có khả năng hỗ trợ các đường mạch dẫn điện bước nhỏ khoảng 1 mil (25 μ m), và sáng chế mô tả quá trình tạo ra các đường mạch đồng bằng cách sử dụng chất xúc tác để tạo thành đồng không điện, cần phải hiểu rằng phạm vi của sáng chế có thể được mở rộng sang các kim loại khác thích hợp để mạ không điện và mạ điện. Để lắng phủ không điện các kênh đồng (Cu), nguyên tố paladi (Pd - palladium) được ưu tiên làm chất xúc tác, mặc dù các nguyên tố kim loại chuyển tiếp bằng tuần hoàn được chọn, như nhóm 9 đến 11 bạch kim (Pt - platinum), rođi (Rh - rhodium), iriđi (Ir - iridium), niken (Ni - nickel), vàng (Au), bạc (Ag), coban (Co - cobalt) hoặc đồng (Cu - copper) hoặc các hợp chất khác trong số này, bao gồm các kim loại khác như sắt (Fe),

mangan (Mn - manganese), crôm (Cr - chromium), molybden (Mo - molybdenum), vonfram (W), titan (Ti - titanium), thiếc (Sn) hoặc hỗn hợp hoặc muối của các loại trên, bất kỳ trong số các chất này có thể được dùng làm hạt xúc tác. Danh sách ứng viên hiện tại được dự định làm ví dụ chứ không phải bao hàm toàn diện, theo giải pháp kỹ thuật đã biết cần phải hiểu rằng các chất xúc tác khác để hút các ion đồng cũng có thể được sử dụng. Theo một ví dụ của sáng chế, các hạt xúc tác là các hạt xúc tác đồng nhất. Theo một ví dụ khác của sáng chế, các hạt xúc tác là các hạt vô cơ hoặc các hạt nhựa chịu nhiệt độ cao được phủ kim loại xúc tác có độ dày một vài ăngstrom, do đó tạo thành các hạt xúc tác không đồng nhất có bề mặt ngoài xúc tác mỏng bao bọc hạt không xúc tác bên trong. Chế phẩm này có thể được yêu cầu cho các hạt xúc tác lớn hơn, chẳng hạn như các hạt dài nhất khoảng 25µm. Hạt xúc tác không đồng nhất của chế phẩm này có thể bao gồm chất độn vô cơ, hữu cơ hoặc trơ như silic đioxit (SiO₂), đất sét vô cơ như Cao lanh, hoặc chất độn nhựa chịu nhiệt độ cao được phủ trên bề mặt chất xúc tác như paladi bám trên bề mặt của chất độn, như bằng cách lắng phủ hơi hoặc lắng phủ hóa học. Chỉ cần một vài lớp xúc tác nguyên tử cho hạt xúc tác để có các đặc tính mong muốn có lợi cho quy trình mạ không điện.

Theo một ví dụ về việc tạo ra các hạt xúc tác không đồng nhất, bề chất độn (hữu cơ hoặc vô cơ) được lựa chọn theo kích thước để bao gồm các hạt có kích thước nhỏ hơn 25µm, các hạt vô cơ được lựa chọn này được trộn vào bể nước trong bồn chứa, được khuấy, và sau đó muối paladi như PdCl₂ (hoặc chất xúc tác khác bất kỳ như muối bạc của chất xúc tác khác) được đưa vào với axit như HCl, và với chất khử như hydrat hydrazin, do đó hỗn hợp giảm Pd kim loại bao phủ các hạt vô cơ tạo ra độ dày một vài ăngstrom Pd được phủ lên chất độn, do đó tạo ra hạt xúc tác không đồng nhất có đặc tính xúc tác của hạt Pd đồng nhất với yêu cầu khối lượng Pd giảm rất nhiều so với việc sử dụng các hạt kim loại Pd đồng nhất. Tuy nhiên, đối với các hạt xúc tác cực nhỏ khoảng vài nm, các hạt xúc tác đồng nhất (như Pd nguyên chất) có thể được ưu tiên.

Ví dụ chất độn vô cơ bao gồm khoáng chất đất sét như nhôm phyllosilicat ngâm nước, có thể chứa lượng có thể thay đổi được của sắt, magiê, kim loại kiềm, kiềm thổ, và các cation khác. Họ chất độn vô cơ làm ví dụ này bao gồm silic đioxit, nhôm silicat, caolinit (Al₂Si₂O₅(OH)), polysilicat hoặc các khoáng chất đất sét khác thuộc họ cao lanh hoặc đất sét. Ví dụ chất độn hữu cơ bao gồm PTFE (Teflon) và các polyme khác có khả năng chịu nhiệt độ cao.

Ví dụ về muối paladi là: BrPd, Cl₂Pd, Pd(CN)₂, I₂Pd, Pd(NO₃)₂·2H₂O, Pd(NO₃)₂,

PdSO_4 , $\text{Pd}(\text{NH}_3)_4\text{Br}_2$, $\text{Pd}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2\text{H}_2\text{O}$. Bột xúc tác theo sáng chế cũng có thể bao gồm hỗn hợp các hạt xúc tác không đồng nhất (ví dụ, vật liệu xúc tác được phủ trên các hạt chất độn vô cơ), các hạt xúc tác đồng nhất (như paladi nguyên tố), cũng như các hạt không xúc tác (được chọn từ họ chất độn vô cơ).

Trong số các chất xúc tác, paladi là chất xúc tác được ưu tiên vì có tính kinh tế tương đối, tính sẵn có và các đặc tính cơ học, nhưng các chất xúc tác khác có thể được sử dụng.

Fig.1A thể hiện cuộn vải sợi 102 chẳng hạn sợi thủy tinh được dệt được cấp qua tập hợp các trục lăn dẫn vải hướng vào bể chứa 108, được nạp đầy nhựa epoxy được trộn với các hạt xúc tác và trộn với chất lỏng bay hơi để giảm độ nhớt, nhờ đó tạo thành vật liệu pre-preg (lông) giai đoạn A.

Nhựa này có thể là nhựa polyimide, hỗn hợp epoxy và este xyanua (có khả năng đóng rắn ở nhiệt độ cao), hoặc chế phẩm nhựa phù hợp khác bất kỳ có độ nhớt chọn lọc được trong khi phủ và các đặc tính nhiệt rắn sau khi làm nguội. Các chất làm chậm cháy có thể được bổ sung, ví dụ, để đáp ứng tiêu chuẩn về tính dễ cháy, hoặc để tương thích với một trong số hàng loạt FR chuẩn của vật liệu pre-preg như FR-4 hoặc FR-10. Yêu cầu bổ sung về các mạch điện tốc độ cao là hằng số điện môi ϵ (độ thấm), thường xấp xỉ bằng 4 và điều chỉnh trở kháng đặc trưng của đường truyền tạo ra trên điện môi, và tang số tổn hao δ , là số đo mức độ hấp thụ năng lượng phụ thuộc vào tần số trên một khoảng cách, theo đó tang số tổn hao là số đo về cách thức điện môi tương tác với các trường điện tần số cao để làm giảm biên độ tín hiệu một cách không mong muốn xuống một lượng dB có thể tính được trên mỗi cm độ dài đường truyền. Nhựa này được trộn với các hạt xúc tác đã được phân loại theo kích thước. Trong một chế phẩm ví dụ, các hạt xúc tác bao gồm ít nhất một trong số: các hạt xúc tác đồng nhất (paladi kim loại), hoặc các hạt xúc tác không đồng nhất (paladi được phủ lên hạt vô cơ hoặc chất dẻo nhiệt độ cao), và đối với cả hai chế phẩm, các hạt xúc tác tốt hơn là có mức tối đa nhỏ hơn $25\mu\text{m}$ và với 50% số hạt có kích thước nằm trong khoảng từ $12\mu\text{m}$ đến $25\mu\text{m}$, hoặc trong khoảng từ 1 đến $25\mu\text{m}$, hoặc nhỏ hơn. Đây là các phương án kích thước hạt xúc tác ví dụ không được hiểu là để giới hạn phạm vi của sáng chế. Theo một phương án ví dụ, các hạt xúc tác (hoặc đồng nhất hoặc không đồng nhất) có kích thước nằm trong khoảng từ $1\mu\text{m}$ đến $25\mu\text{m}$. Trong một ví dụ khác của sáng chế, các hạt xúc tác đồng nhất được tạo ra bằng cách nghiền paladi kim loại thành các hạt và cho các hạt thu được qua sàng với lưới có các lỗ hình chữ nhật $25\mu\text{m}$. Trong một ví dụ khác, hỗn hợp nhựa xúc tác 106 được tạo ra bằng cách trộn các hạt xúc tác đồng nhất hoặc không

đồng nhất vào nhựa pre-preg theo tỷ lệ trọng lượng, chẳng hạn tỷ lệ trọng lượng của các hạt xúc tác gần bằng 12% so với trọng lượng của nhựa. Theo cách khác, tỷ lệ trọng lượng của các hạt xúc tác trong hỗn hợp nhựa có thể nằm trong khoảng từ 8 đến 16% trọng lượng hạt xúc tác so với tổng trọng lượng nhựa. Các tỷ lệ trộn khác được hiểu là cũng có thể được sử dụng, và có thể tốt hơn nếu sử dụng các hạt nhỏ hơn. Trong một ví dụ của sáng chế, mật độ hạt xúc tác được chọn để cung cấp khoảng cách trung bình giữa các hạt xúc tác nằm trong khoảng từ 3 μ m đến 5 μ m.

Sau khi vải được ngâm vào bể nhựa xúc tác 106 với các trục lăn 104, vải đã tẩm nhựa xúc tác được dẫn vào các trục lăn 110, xác lập độ dày của vật liệu pre-preg giai đoạn A lỏng chưa đóng rắn 105 mà cũng xác lập tỷ lệ phần trăm của nhựa theo tỷ lệ nhựa/thủy tinh+nhựa. Sau đó vật liệu pre-preg giai đoạn A 105 được đưa qua lò nung 103 đẩy ra các chất hữu cơ và các hợp chất dễ bay hơi khác của vật liệu pre-preg giai đoạn A và giảm mạnh hàm lượng chất lỏng, tạo ra vật liệu pre-preg giai đoạn B không có chất dính 107 do các trục lăn 111 vận chuyển. Trong một phương án ví dụ, lò 103 sấy khô các hợp chất dễ bay hơi từ tỷ lệ dung môi khoảng 80% của vật liệu pre-preg giai đoạn A đến nhỏ hơn tỷ lệ dung môi khoảng 0,1% cho vật liệu pre-preg giai đoạn B. Vật liệu pre-preg giai đoạn B thu được 107 được đưa sang bước xử lý vật liệu 111 và có thể được cắt thành các tấm để dễ dàng xử lý và bảo quản, và sau đó được cho vào máy ép cán mỏng 126 trên Fig.1B tác dụng áp suất lên toàn bộ bề mặt của các tấm trong điều kiện chân không, thay đổi biên dạng nhiệt độ trong khi đó lõi vật liệu pre-preg là ở trong máy ép cán mỏng, theo sơ đồ nhiệt độ 202 được thể hiện trên Fig.2. Theo một ví dụ của sáng chế, để tạo ra bề mặt giàu nhựa, các tấm vật liệu pre-preg đặt gần với các bề mặt ngoài (mà sau đó bề mặt sẽ bị loại bỏ để lộ ra với các hạt xúc tác nằm bên dưới) được lựa chọn có nhựa nhiều hơn 65%, như Thủy tinh 106 (71% nhựa), Thủy tinh 1067, hoặc Thủy tinh 1035 (65% nhựa), và các tấm vật liệu pre-preg bên trong (mà không bị loại bỏ bề mặt) được lựa chọn có nhựa ít hơn 65%. Ngoài ra, để giảm khả năng sợi thủy tinh có mặt ở gần bề mặt của vật liệu pre-preg xúc tác, sợi thủy tinh được dệt có thể được sử dụng với các lớp vật liệu pre-preg bên trong và sợi thủy tinh không dệt phẳng có thể được sử dụng trong lớp vật liệu pre-preg giàu nhựa bên ngoài. Sự kết hợp của vật liệu pre-preg giàu nhựa và sợi thủy tinh không dệt phẳng trên lớp bề mặt ngoài tạo ra vùng loại trừ nằm trong khoảng từ 0,7mil (17 μ m) đến 0,9 mil (23 μ m) giữa bề mặt ngoài và sợi thủy tinh được bao bọc. Các loại thủy tinh 106, 1035, và 1067 được ưu tiên để sử dụng trên bề mặt ngoài giàu nhựa vì độ dày sợi thủy tinh là nhỏ

hơn (1,3-1,4 mil / 33-35 μ m) so với độ dày sợi thủy tinh trong các tấm vật liệu pre-preg thông thường với nhiều hơn 65% nhựa dùng trong các vùng trung tâm của tấm mỏng nhiều lớp, như loại thủy tinh 2116, có sợi 3,7 mil (94 μ m). Các giá trị được đưa ra làm ví dụ, các sợi thủy tinh nhỏ nhất có bán trên thị trường được mong đợi tiếp tục giảm về đường kính. Sơ đồ nhiệt độ theo thời gian 202 được làm phù hợp theo sáng chế để khiến cho các hạt xúc tác và sợi thủy tinh di chuyển ra khỏi bề mặt ngoài của tấm mỏng nhiều lớp, bị đẩy bởi sức căng bề mặt của epoxy trong trạng thái chất lỏng của nhiệt độ điểm gel. Sau chu kỳ làm nguội của sơ đồ 202, các tấm vật liệu pre-preg giai đoạn C đã đóng rắn được dỡ xuống 114. Quy trình tạo ra các tấm vật liệu pre-preg giai đoạn C được đóng rắn có thể sử dụng một hoặc nhiều tấm vải sợi để thay đổi độ dày thành phẩm, có thể thay đổi từ 2 mil (51 μ m) đến 60 mil (1,5mm).

Fig.3 thể hiện lưu đồ của quy trình sản xuất tấm mỏng nhiều lớp vật liệu pre-preg với các hạt xúc tác được ngâm nhưng bị loại bỏ khỏi bề mặt ngoài của vật liệu pre-preg. Bước 302 là bước trộn các hạt xúc tác vào nhựa, thường thêm chất hữu cơ dễ bay hơi để làm giảm độ nhớt hỗn hợp, tạo ra nhựa xúc tác 106 trong bể chứa 108. Bước 304 là bước đổ nhựa xúc tác vào vải như các trục lăn 104 trên Fig.1 có thể tạo ra vật liệu pre-preg giai đoạn A, và bước 306 là cán lần đầu vải đã được ngâm nhựa xúc tác thành vật liệu pre-preg giai đoạn B chẳng hạn bằng các trục lăn 110, bước 307 là bước sấy để loại bỏ các dung môi hữu cơ để tạo ra vật liệu pre-preg giai đoạn B, và bước 308 là ép vải đã được đổ nhựa xúc tác 130 thành các tấm vật liệu pre-preg giai đoạn C xúc tác trong máy ép cán mỏng 126, phù hợp theo chu kỳ nhiệt độ của sơ đồ 202, có khoang hút chân không 124 bằng bơm chân không 128 trong suốt quy trình cán mỏng nhằm loại bỏ các bọt khí ra khỏi epoxy và giảm các khoảng trống không khí mà có thể tạo thành trong epoxy. Các tấm vật liệu pre-preg giai đoạn C xúc tác thành phẩm nguội được cắt và bảo quản cho việc sử dụng về sau.

Sơ đồ 202 trên Fig.2 về nhiệt độ theo thời gian thể hiện biên dạng nhiệt độ của vật liệu pre-preg trong máy ép cán mỏng 112, biên dạng này là quan trọng để tạo ra vật liệu pre-preg xúc tác có đặc tính bề mặt của các hạt xúc tác bị loại ra khỏi bề mặt ngoài giàu nhựa, nhưng có mặt ngay bên dưới bề mặt ngoài giàu nhựa. Nhựa là ở trạng thái lỏng trong bể chứa 108, và vật liệu pre-preg là ở giai đoạn A sau khi nhựa được ngâm vào sợi thủy tinh và đi qua các trục lăn 110. Vật liệu pre-preg là ở giai đoạn B sau bước sấy 103 trong đó các chất hữu cơ dễ bay hơi được sấy đi kèm với việc đóng rắn nhựa ban đầu, việc này biến đổi vật liệu pre-preg giai đoạn B thành vật liệu pre-preg giai đoạn C ở cuối chu kỳ cán

mỏng, như pha làm nguội trên Fig.2. Vật liệu pre-preg giai đoạn B được đưa vào máy ép cán mỏng và hút chân không để ngăn ngừa không khí bị kẹt hình thành giữa các lớp cán mỏng. Nhiệt được áp dụng trong thời gian tăng nhiệt độ 204 để đạt được điểm gel vật liệu pre-preg xác định nhiệt độ và áp suất 205 trong một khoảng thời gian từ 10 đến 15 giây (điểm gel được xác định là trạng thái ở đó các trạng thái lỏng và rắn là gần cân bằng với nhau), điều này là quan trọng cho quy trình di chuyển các hạt xúc tác ra khỏi bề mặt, sau đó nhiệt độ của vật liệu pre-preg được duy trì ở nhiệt độ ngậm và thời gian ngậm 206 mà có thể nằm trong khoảng từ 60 đến 90 phút, tiếp đó là chu trình làm nguội 208. Nhiệt độ ngậm và nhiệt độ điểm gel là phụ thuộc vào áp suất và nhựa, trong phạm vi ví dụ từ 120 độ C (đối với epoxy) đến 350 độ C (đối với nhựa Teflon/polyimide). Việc duy trì vật liệu pre-preg ở điểm gel 205 trong khoảng thời gian quá ngắn sẽ tạo ra các hạt xúc tác hoặc sợi thủy tinh không mong muốn có ở bề mặt của vật liệu pre-preg thành phẩm.

Fig.4 thể hiện vật liệu pre-preg xúc tác thu được 402 được tạo ra bởi quy trình trên Fig.1, Fig.2, và Fig.3, trong đó các hạt xúc tác 414 được phân bố đều trong vùng trung tâm của vật liệu pre-preg 402, nhưng không có mặt ở dưới vùng ranh giới 408 ở dưới bề mặt thứ nhất 404, hoặc dưới vùng ranh giới 410 ở dưới bề mặt thứ hai 406. Để phân bố hạt ví dụ đối với các hạt nhỏ hơn $25\mu\text{m}$, ranh giới hạt xúc tác thường nằm trong khoảng từ 10 đến $12\mu\text{m}$ dưới bề mặt (vào khoảng một nửa kích thước hạt), do đó độ sâu này hoặc độ sâu lớn hơn của vật liệu bề mặt phải được loại bỏ đối với các hạt xúc tác được nhúng để có thể mạ không điện.

Các tấm mỏng nhiều lớp xúc tác theo giải pháp kỹ thuật đã biết có các bề mặt kích hoạt phải được phủ mặt nạ để ngăn ngừa việc mạ không điện không mong muốn trên bề mặt kích hoạt của tấm mỏng nhiều lớp xúc tác. Trái lại, tấm mỏng nhiều lớp xúc tác theo sáng chế loại bỏ các hạt xúc tác theo mức độ dày từ bề mặt thứ nhất 404 đến ranh giới thứ nhất 408, và từ bề mặt thứ hai 406 đến ranh giới thứ hai 410, tạo ra lợi ích ở chỗ lớp mặt nạ riêng biệt ngăn sự tiếp xúc với các hạt xúc tác là không cần thiết đối với mạ không điện như trong giải pháp kỹ thuật đã biết. Do vậy, việc loại bỏ vật liệu bề mặt khỏi bề mặt thứ nhất 404 đến độ sâu của lớp ranh giới 408 hoặc sâu hơn, hoặc việc loại bỏ vật liệu bề mặt khỏi bề mặt thứ hai 406 đến ranh giới thứ hai 410, dẫn đến việc lộ ra vật liệu xúc tác mà có thể được sử dụng để mạ không điện. Cũng cần phải có quy trình cung cấp bề mặt giàu nhựa để loại trừ không chỉ chất xúc tác mà còn vài sợi, khi việc loại bỏ lớp bề mặt ở các bước tiếp theo dẫn đến việc lộ ra các sợi cần thêm các bước làm sạch, do vậy ưu tiên loại

bỏ bề mặt chỉ làm bằng nhựa, để lộ ra các hạt xúc tác nằm bên dưới. Việc này được thực hiện bằng cách sử dụng tổ hợp của lớp vật liệu pre-preg bên ngoài giàu nhựa và lớp sợi thủy tinh không dệt phẳng có các sợi đường kính nhỏ hơn ở lớp bên ngoài. Ưu điểm bổ sung của việc tạo ra các đường mạch trên các kênh sử dụng mạ không điện là ở chỗ các đường mạch được đỡ về mặt cơ học ở ba phía, cung cấp độ kết dính đường mạch được cải thiện mạnh mẽ cho tấm mỏng nhiều lớp điện môi.

Trình tự trên các hình vẽ từ Fig.5A đến Fig.5E thể hiện các bước của quy trình, nhận dạng các cấu trúc khác nhau, nhưng không định tỷ lệ, và cung cấp hình vẽ đơn giản về bước quy trình để hiểu sáng chế. Fig.5A thể hiện mặt cắt ngang phóng to của vật liệu pre-preg xúc tác 508 tạo ra bởi quy trình trên các Fig.1, Fig.2, và Fig.3. Các hạt xúc tác 502 có thể ở trong phạm vi kích thước $25\mu\text{m}$ và nhỏ hơn, trong ví dụ theo sáng chế chúng được thể hiện trong phạm vi từ $12\mu\text{m}$ đến $25\mu\text{m}$ để cho rõ ràng. Các hạt xúc tác có thể bao gồm các hạt xúc tác không đồng nhất (các hạt hữu cơ hoặc vô cơ có lớp phủ bề mặt xúc tác) hoặc các hạt đồng nhất (các hạt kim loại xúc tác), như được mô tả trên đây. Ranh giới thứ nhất 504 là xấp xỉ $25\mu\text{m}$ dưới bề mặt thứ nhất 506. Bề mặt thứ hai 505 và ranh giới bề mặt thứ hai 503 ở bề mặt đối diện được thể hiện để tham khảo, nhưng có thể được tạo ra theo cách thức như được mô tả đối với trình tự của các hình vẽ từ Fig.5A đến Fig.5E. Lỗ khoan 511 sẽ cung cấp khả năng kết nối giữa các đường mạch trên lớp thứ nhất 506 và các đường mạch trên lớp thứ hai 505 cũng được thể hiện.

Fig.5B thể hiện tấm mỏng nhiều lớp trên Fig.5A với kênh 510 được tạo ra bởi việc loại bỏ lớp bề mặt 506 trong vùng mong muốn có đường mạch. Vật liệu pre-preg cũng được loại bỏ ở vòng hình khuyên 513 bao quanh via, ở độ sâu giống hoặc khác với kênh đường mạch 510. Việc loại bỏ vật liệu bề mặt có thể là bằng cách cắt bằng laze, trong đó nhiệt độ của vật liệu pre-preg xúc tác nhanh chóng được tăng cao cho đến khi vật liệu pre-preg xúc tác được làm bay hơi, trong khi đó giữ cho vật liệu pre-preg bao quanh không thay đổi về mặt cấu trúc, để các hạt xúc tác được lộ ra. Có thể ưu tiên sử dụng laze có bước sóng với độ phản xạ thấp và mức độ hấp thụ cao của bước sóng quang này cho vật liệu pre-preg được cắt bỏ, như các bước sóng tia cực tím (ultraviolet - UV). Các ví dụ về các laze UV như vậy là các laze excimer UV hoặc laze ytri-nhôm-garnet (yttrium-aluminum-garnet - YAG), cũng là các lựa chọn tốt vì chùm tia hẹp và công suất sẵn có cao để tạo ra các kênh có độ sâu cơ học chính xác và có các vách bên được xác định rõ ràng. Laze ví dụ có thể loại bỏ vật liệu có độ rộng đường kính nằm trong khoảng từ 0,9 đến 1,1 mil (từ $23\mu\text{m}$ đến

28 μ m) với độ sâu được điều chỉnh bởi công suất laze và tốc độ di chuyển trên bề mặt. Một kỹ thuật loại bỏ bề mặt khác để tạo ra kênh 510 và vòng hình khuyên 513 là khắc ăn mòn bằng plasma, có thể được thực hiện cục bộ hoặc bằng cách chuẩn bị bề mặt với mặt nạ được tạo mẫu để loại bỏ plasma ra khỏi các lớp bề mặt 506 hoặc 505, như lớp cản quang màng khô hoặc vật liệu mặt nạ khác có tốc độ khắc ăn mòn chậm so với tốc độ khắc ăn mòn của vật liệu pre-preg xúc tác. Thông thường, độ dày lớp cản quang được lựa chọn dựa trên khả năng lựa chọn khắc ăn mòn epoxy/lớp cản quang (sao cho việc khắc ăn mòn bằng plasma ở độ sâu loại bỏ mong muốn của epoxy được đóng rắn để lại lớp cản quang vừa đủ ở cuối giai đoạn khắc ăn mòn), hoặc trong trường hợp lớp cản quang được dùng làm mặt nạ mạ điện, độ dày được chọn theo độ dày lắng phủ mong muốn. Độ dày màng khô thông thường nằm trong phạm vi từ 0,8 đến 2,5 mil (20-64 μ m). Các plasma phù hợp với việc khắc ăn mòn bề mặt giàu nhựa bao gồm các hỗn hợp plasma oxy (O) và CF, được trộn với các khí trơ như nitơ (N), hoặc argon (Ar) có thể được bổ sung dưới dạng các khí mang cho các khí phản ứng. Mẫu mặt nạ cũng có thể được tạo ra với mặt nạ dạng màng khô, mặt nạ kim loại, hoặc loại mặt nạ khác bất kỳ có lỗ. Nếu mặt nạ cơ học được sử dụng, lớp bảo vệ chống khắc ăn mòn có thể được phủ bằng cách sử dụng kỹ thuật in litô, in lụa, in bằng khuôn tô, công cụ quét, hoặc phương pháp phủ lớp bảo vệ chống khắc ăn mòn khác bất kỳ. Một phương pháp khác để loại bỏ lớp bề mặt của vật liệu pre-preg là phương pháp nghiền cơ học, như dụng cụ cắt tuyến tính hoặc cắt xoay. Trong ví dụ này, vật liệu pre-preg có thể được cố định trong bàn đĩa hút chân không, và máy cắt xoay (hoặc máy cắt cố định với đĩa chân không chuyển động) có thể di chuyển mẫu xác định các đường mạch như được xác định bởi các cặp tọa độ x, y của tệp ảnh định dạng Gerber. Trong một ví dụ khác để loại bỏ vật liệu bề mặt, dụng cụ cắt bằng tia nước có thể được sử dụng, trong đó tia nước với các hạt mài mòn được dẫn vào dòng có thể tác động lên bề mặt, nhờ đó loại bỏ vật liệu ở dưới ranh giới thứ nhất 504. Phương pháp bất kỳ trong số các phương pháp này có thể được sử dụng riêng rẽ hoặc kết hợp để loại bỏ vật liệu bề mặt và tạo ra kênh 510 từ vật liệu pre-preg 508, tốt hơn là với kênh mở rộng xuống dưới ranh giới thứ nhất 504. Do vậy, độ sâu tối thiểu của kênh là độ sâu cần thiết để lộ ra các hạt xúc tác nằm bên dưới, là đặc trưng của vật liệu pre-preg đã đóng rắn. Vì vật liệu xúc tác được phân tán đều trên toàn bộ vật liệu pre-preg đã đóng rắn ở dưới ranh giới loại trừ 504, nên độ sâu tối đa của kênh bị giới hạn bởi độ sâu của vải sợi dệt (như sợi thủy tinh), điều này có xu hướng phức tạp hóa việc làm sạch kênh, vì các sợi có thể gãy đứt và lắng lại ở các kênh dùng cho mạ không điện,

hoặc theo cách khác gây trở ngại cho các bước tiếp theo của quy trình. Các độ sâu thông thường của kênh nằm trong khoảng từ 1 mil (25 μ m) đến 2 mil (70 μ m). Bước cuối cùng sau khi loại bỏ vật liệu bề mặt để tạo ra kênh 510 là làm sạch các hạt vật liệu bất kỳ đã được loại bỏ, việc này có thể được thực hiện bằng cách sử dụng kỹ thuật làm sạch siêu âm, các tia nước được hòa trộn với chất hoạt động bề mặt, hoặc các phương tiện làm sạch khác bất kỳ mà không khiến cho vật liệu bề mặt 506 bao quanh kênh bị loại bỏ.

Fig.5C thể hiện các biểu đồ đường viền về sự tiến triển của quy trình mạ không điện theo thời gian, trong đó vật liệu pre-preg xúc tác trên Fig.5B được cho vào bể không điện nhờ sử dụng tác nhân khử đã hòa tan để khử các ion kim loại về trạng thái kim loại trên vật liệu pre-preg xúc tác. Một chế phẩm bể không điện có đồng làm ví dụ sử dụng hỗn hợp muối Rochelle làm tác nhân tạo phức, đồng sunfat làm nguồn kim loại đồng, formaldehyt làm tác nhân khử, và natri hydroxit làm chất phản ứng. Trong ví dụ này, bể tartrat (muối Rochelle) được ưu tiên để dễ dàng xử lý phế thải; muối Rochelle không tạo chelat mạnh bằng các chất thay thế như EDTA hoặc quadrol. Trong ví dụ này, tartrat (muối Rochelle) là tác nhân hoàn thành, đồng sunfat là nguồn kim loại, formaldehyt là tác nhân khử, và natri hydroxit là chất phản ứng. Có thể có các chế phẩm mạ không điện khác, ví dụ này được đưa ra để tham khảo. Mạ không điện ban đầu tạo ra trên các bề mặt của các hạt xúc tác được lộ ra, như được thể hiện bằng vùng gạch chéo 520 ở thời gian t1 và các vùng gạch chéo tương ứng trong via 535. Sự lắng phủ đồng tiến triển khi mạ không điện tiếp tục đến các vùng gạch chéo được thể hiện cho các thời gian tiếp theo t2 522, t3 524, và t4 526, vào thời gian đó lớp lắng phủ 526 có thể mở rộng vượt lên trên bề mặt 506 và via 535 cũng được lấp đầy bằng đồng.

Một ưu điểm quan trọng của kỹ thuật mạ không điện với các kênh được khắc ăn mòn trên vật liệu xúc tác là ở chỗ mạ không điện tiến triển ngay lập tức trên tất cả ba phía, so với kỹ thuật mạ điện chỉ tiến triển từ lớp đáy (được mạ ban đầu).

Fig.5D thể hiện kết quả của hoạt động làm mịn bề mặt, trong đó đường mạch được mạ không điện hoàn chỉnh 534 và via 535 là cùng mặt phẳng với bề mặt 532. Quy trình làm mịn bề mặt có thể được thực hiện theo nhiều cách khác nhau, ví dụ sử dụng chất mài mòn từ 420 đến 1200 grit áp dụng lên bề mặt phẳng với áp lực vừa phải và khuấy tuyến tính hoặc xoay giữa bề mặt bằng và bề mặt phẳng để thực hiện hoạt động mài. Có thể sử dụng các phương pháp khác để làm phẳng bề mặt, bao gồm phương pháp cán hoặc gia công sử dụng quy trình hóa học, quy trình cơ học, hoặc các phương pháp khác để tạo ra bề mặt

phẳng. Fig.5E thể hiện lớp mặt nạ hàn 536 mà có thể được in lụa trên đường mạch 534 để cách ly và bảo vệ, như lớp ngoài hoàn thiện của bảng nhiều lớp.

Fig.5F thể hiện đường mạch đồng được khắc ăn mòn theo giải pháp kỹ thuật đã biết nhằm mục đích so sánh. Đường mạch 554 được tạo ra bằng cách sử dụng quy trình khắc ăn mòn trừ theo giải pháp kỹ thuật đã biết, trong đó đường mạch 554 là những gì còn lại sau khi khắc ăn mòn phần còn lại của đồng có trên lớp bề mặt trên vật liệu pre-preg không xúc tác 550. Lớp ngoài bằng đồng được tạo mẫu với lớp cản quang như màng khô và sau đó khắc ăn mòn bề mặt, tạo ra biên dạng mặt cắt hình thang của đường mạch 554 vì mặt trên của đường mạch được khắc ăn mòn chiều ngang lớn hơn mặt dưới của đường mạch liền kề với vật liệu pre-preg không xúc tác 550. Một ưu điểm khác của quy trình cộng thêm theo sáng chế là ở chỗ đối với các đường mạch được tạo ra bằng cách sử dụng quy trình theo giải pháp kỹ thuật đã biết để khắc ăn mòn tất cả đồng ngoại trừ đồng ở đường mạch mong muốn, các tạp nhiễm trên bề mặt gây ra hiện tượng ngắn mạch đường mạch liền kề vì cầu nối đồng vẫn còn ở chỗ tạp nhiễm có trên bề mặt của đồng, điều này không xảy ra trong kỹ thuật mạ không điện cộng thêm theo sáng chế. Để so sánh với hình vẽ của sáng chế, mặt nạ hàn 552 cũng được thể hiện. Như được nhìn thấy trên hình vẽ, đường mạch 554 chỉ được đỡ bằng cách kết dính với lớp nền 550, trái lại đường mạch 534 trên Fig.5E được đỡ ở ba mặt, và được khóa vào kênh liên kết của nó trong vật liệu pre-preg xúc tác 508.

Các hình vẽ Fig.6A đến Fig.6G thể hiện một phương án khác của sáng chế sử dụng vật liệu pre-preg không xúc tác 602, mà có thể là vật liệu pre-preg thông thường không chứa các hạt xúc tác. Trong ví dụ này của Fig.6A, lỗ via 603 đầu tiên được đục hoặc khoan vào vật liệu pre-preg không xúc tác 602. Chất kết dính xúc tác được điều chế bằng cách trộn nhựa và các hạt xúc tác, mà có thể theo cùng tỷ lệ và cách thức với nhựa xúc tác được mô tả trên đây (mặc dù nó có thể có độ nhớt cao hơn đối với các ứng dụng phủ bề mặt nhất định như bằng công cụ quét), với sự khác biệt cơ bản ở chỗ chất kết dính xúc tác được phủ lên lớp nền không xúc tác (thông thường), cho dù cũng có thể được phủ lên lớp nền có xúc tác. Để dùng trong chất kết dính xúc tác, các hạt xúc tác được khuấy cho đến khi được tạo ẩm vừa đủ sao cho chất kết dính xúc tác 604 bảo đảm rằng các hạt xúc tác 606 không bị lộ ra cho đến công đoạn loại bỏ lớp phủ bề mặt tiếp theo 604 như làm sạch bằng plasma trên Fig.6B. Trong ví dụ theo sáng chế, nhựa xúc tác được phun hoặc dùng công cụ quét lên trên bề mặt của vật liệu pre-preg không xúc tác 602 và vào lỗ via 603, như được thể hiện

trên Fig.6A. Chất kết dính xúc tác bao gồm nhựa 604 chứa các hạt xúc tác 604 được phân bố, như các hạt paladi nhỏ hơn $25\mu\text{m}$, hoặc, trong một ví dụ của sáng chế, với 50% trong tổng số hạt nằm trong phạm vi từ 12 đến $25\mu\text{m}$ theo kích thước hạt dài nhất, hoặc với phạm vi của các hạt từ 1 đến $25\mu\text{m}$ làm các ví dụ có thể. Chất kết dính xúc tác có thể được tạo ra như được mô tả trên đây cho nhựa xúc tác nhờ sử dụng tỷ lệ trọng lượng chất xúc tác so với trọng lượng nhựa là 8 đến 16%, với giá trị được ưu tiên là 12%. Chất kết dính xúc tác thu được có thể được phủ lên lớp nền không xúc tác và cả hai đều được sấy để đóng rắn chất kết dính xúc tác vào lớp nền vật liệu pre-preg không xúc tác 602. Theo một phương pháp phủ, chất kết dính xúc tác được phủ lên mép trước của công cụ quét cơ khí hóa có lưỡi dero mang chất kết dính xúc tác và đi qua bề mặt của tấm mỏng nhiều lớp không xúc tác, với áp suất và khoảng cách giữa lưỡi dero và tấm mỏng nhiều lớp không xúc tác được điều chỉnh sao cho các lỗ khoan bất kỳ được nạp đầy tấm mỏng nhiều lớp xúc tác và độ dày mong muốn của tấm mỏng nhiều lớp xúc tác được bố trí đều trên bề mặt của tấm mỏng nhiều lớp không xúc tác trong một rãnh cán của công cụ quét. Độ dày của chất kết dính xúc tác thông thường nằm trong khoảng từ 12 đến $75\mu\text{m}$. Độ dày của chất kết dính xúc tác cần dày hơn ít nhất 2 lần so với các hạt xúc tác lớn nhất, để bảo đảm rằng hạt xúc tác vẫn ở dưới bề mặt của chất kết dính xúc tác.

Tiếp theo, bề mặt của Fig.6A được đưa vào bước làm sạch bằng plasma, bước này tách nhựa ra khỏi các vùng phía trên các hạt xúc tác và bề mặt của nhựa không xúc tác, để lại các hạt xúc tác 606 dính vào bề mặt của vật liệu pre-preg không xúc tác 602 như được thể hiện trên Fig.6B. Fig.6C thể hiện kết quả của việc đặt bề mặt được làm sạch bằng plasma trên Fig.6B vào bề mặt không điện, bước này được thực hiện trong khoảng thời gian vừa đủ để tạo ra một lớp phủ mỏng nhưng liên tục của lớp lắng phủ đồng không điện 608, mà ban đầu tạo ra ở trên các hạt xúc tác 606 và trải rộng lên toàn bộ bề mặt trên. Fig.6D thể hiện việc bổ sung mặt nạ mẫu 610 lên trên lớp không điện 608. Vì lớp không điện bây giờ che phủ bề mặt của vật liệu pre-preg không xúc tác 602, nên công đoạn mạ điện có thể xảy ra tiếp theo để mạ đồng bổ sung lên trên các vùng được tạo mẫu lộ ra, được thể hiện là đường mạch 612 trên Fig.6E, có thể lắng phủ đồng 612 đến mức thấp hơn hoặc cao hơn mặt nạ 610. Công đoạn tách mặt nạ được thể hiện trên Fig.6F, công đoạn này loại bỏ mặt nạ mẫu 610, để lại đường mạch đồng 612 và lớp đồng không điện 608. Fig.6G thể hiện các kết quả khắc ăn mòn nhanh, việc khắc ăn mòn nhanh loại bỏ lớp mỏng đồng không điện 608 và lượng tương đương bề mặt của đường mạch 612, để lại đường mạch bao gồm đường

mạch đồng nhất có đồng được mạ điện 612 và lớp lắng phủ đồng không điện 608 bên dưới, nhờ đó tạo ra các đường mạch dẫn điện.

Các Fig.10A, 10B, 10C, 10D, 10E, 10F, 10G, 10H và 10I thể hiện một loạt các bước có thể được thực hiện trên tấm mỏng nhiều lớp xúc tác mô tả trên đây trên Fig.4, có các hạt xúc tác 414 được phân bố trên toàn bộ tấm mỏng nhiều lớp xúc tác và có độ sâu loại bỏ hạt xúc tác 418 ở dưới các bề mặt 404 và 406 sao cho việc mạ không điện không xảy ra trừ phi các bề mặt 406 hoặc 404 được loại bỏ xuống dưới độ sâu loại bỏ 418, nhờ đó lộ ra các hạt xúc tác.

Fig.10A thể hiện vật liệu pre-preg tương ứng liên quan 1006 với các bề mặt ngoài 1004 và 1008 không có các hạt xúc tác cho đến khi các bề mặt ngoài lần lượt được loại bỏ đến độ sâu 1002 và 1010, vừa đủ để lộ ra các hạt xúc tác bên dưới ở dưới độ sâu loại bỏ.

Fig.10B thể hiện via hoặc lỗ xuyên ví dụ 1012, mà, khi được khoan, làm lộ ra các hạt xúc tác trên các bề mặt bên trong 1014 của lỗ khoan 1012.

Fig.10C thể hiện tấm mỏng nhiều lớp xúc tác 1006 sau khi khắc ăn mòn tổng thể toàn bộ bề mặt ngoài của tấm mỏng nhiều lớp xúc tác 1006 xuống dưới độ sâu loại bỏ, nhờ đó tạo ra các bề mặt ngoài 1018 có các hạt xúc tác được lộ ra. Các bề mặt tấm mỏng nhiều lớp xúc tác được khắc ăn mòn trước ban đầu 1016 được thể hiện để tham khảo. Thứ tự của công đoạn khoan các lỗ/via 1012 trên Fig.10B và khắc ăn mòn tổng thể bề mặt ngoài trên Fig.10C có thể được thực hiện theo thứ tự bất kỳ. Tốt hơn nếu khắc ăn mòn tổng thể có thể được thực hiện bằng cách sử dụng plasma phản ứng, chất khắc ăn mòn ăn mòn hóa học, cho dù có thể sử dụng các kỹ thuật cắt bằng laze, cắt bằng tia nước, mài cơ học, cắt cơ học, hoặc phương tiện khác bất kỳ để khắc ăn mòn đồng đều bề mặt ngoài của vật liệu pre-preg và lộ ra các hạt xúc tác bên dưới ở dưới bề mặt và đến độ sâu loại bỏ. Bước trên Fig.10C được thực hiện mà không cần mất nạ mẫu của các công đoạn khắc ăn mòn tấm mỏng nhiều lớp xúc tác nêu trên, vì mục đích là nhằm loại bỏ bề mặt giàu nhựa xuống dưới độ sâu loại bỏ để lộ ra các hạt xúc tác trên toàn bộ bề mặt của tấm mỏng nhiều lớp xúc tác 1006.

Việc lắng phủ các chất dẫn điện bề mặt như đồng có thể được thực hiện trên bề mặt bằng cách sử dụng hai kỹ thuật mạ khác nhau. Trong kỹ thuật mạ không điện thứ nhất, lớp điện môi 1006 với các hạt xúc tác lộ ra như paladi được nhúng vào bể chứa các ion kim loại như đồng. Tốc độ lắng phủ không điện của đồng kim loại lên trên bề mặt xúc tác là chậm hơn tốc độ lắng phủ mạ điện của đồng kim loại, nhưng mạ không điện xảy ra trên tất

cả các bề mặt có các hạt xúc tác được lộ ra, và cả trên các bề mặt có đồng. Kỹ thuật mạ điện cần bề mặt dẫn điện đồng đều, vì vậy mạ không điện được dùng như quy trình trước cho mạ điện. Kỹ thuật mạ điện cũng cần một nguồn điện áp bên ngoài, dẫn đến tốc độ lắng phủ đồng nhanh hơn lắng phủ không điện. Anốt đồng hy sinh có điện áp dương được đặt vào bể chất điện phân, với bề mặt dẫn điện cần được mạ được kết nối với điện áp âm. Đồng anốt di chuyển dưới dạng các ion kim loại từ anốt và đi qua chất điện phân đến bề mặt catốt, nơi các ion kim loại lắng phủ. Trong ví dụ theo sáng chế, bề mặt catốt là PCB cần mạ đồng. Mạ điện đòi hỏi tất cả các bề mặt có điện áp chung, mạ điện thường được thực hiện bằng cách sử dụng lá đồng hoặc bước mạ không điện trên bề mặt điện môi có các hạt xúc tác lộ ra cho đến khi khả năng dẫn điện liên tục trên toàn bộ bảng cho phép bảng được sử dụng làm catốt, theo yêu cầu đối với nguồn đồng anốt.

Fig.10D thể hiện sự hoàn thành của bước mạ không điện, trong đó tám mỏng nhiều lớp xúc tác được khắc ăn mòn bề mặt-bề mặt và được khoan 1006 được đặt vào trong bể không điện chứa các ion kim loại (thường là đồng), lắng phủ trên các bề mặt ngoài của tám mỏng nhiều lớp 1018 cũng như bên trong của các lỗ khoan 1014 trên Fig.10C để tạo thành bề mặt dẫn điện liên tục 1020, cần thiết cho công đoạn mạ điện tiếp theo. Độ dày của đồng không điện 1020 nên là độ dày tối thiểu cần thiết để bảo đảm việc che phủ liên tục cho việc mạ điện thành công, và thường là vào khoảng 0,15 mil.

Fig.10E thể hiện bước tiếp theo là phủ lớp cản quang được tạo mẫu 1024 lên trên đồng không điện đã được phủ trước đó 1020, với lớp cản quang 1024 che phủ lên toàn bộ các khu vực ngoài các khu vực cần các đường mạch hoặc dây dẫn hình khuyên quanh các lỗ khoan hoặc các via 1012. Lớp cản quang được tạo mẫu 1024 có tác dụng cách ly các khu vực được tạo mẫu khỏi quy trình mạ điện tiếp theo.

Fig.10F thể hiện bước tiếp theo là mạ điện đồng 1022 lên trên đồng không điện 1020, được dùng làm điện cực trong công đoạn mạ điện. Độ dày mạ điện 1022 có thể là độ dày bất kỳ, tốt hơn là nhỏ hơn độ dày của lớp cản quang 1024, và lớn hơn 1 lần, hoặc tốt hơn là 2 lần hoặc nhiều hơn độ dày lớp lắng phủ kim loại không điện 1020.

Fig.10G thể hiện bước tiếp theo là tách bỏ lớp cản quang 1024 trên Fig.10F, nhờ đó làm lộ ra các vùng đồng không điện mỏng đã được phủ ban đầu 1026. Tốt hơn là độ dày của đồng được mạ điện 1022 lớn hơn độ dày của đồng không điện 1020, sao cho bước khắc ăn mòn nhanh trên Fig.10H ưu tiên loại bỏ các vùng đồng không điện bị lộ ra 1026, và để

lại gần như tất cả đồng được mạ điện 1022.

Fig.10I thể hiện quy trình hoàn chỉnh. Các ranh giới giữa đồng không điện 1020 và đồng được mạ điện 1022 được trình bày trên đây để hiểu rõ sáng chế và các bước xử lý. Vì đồng được mạ điện 1022 lắng phủ trên đồng không điện bị lộ ra 1020 trong bước trên Fig.10F, nên lớp mạ lỗ xuyên thu được quanh lỗ 1012 và các đường mạch 1020/1022 trên Fig.10I là đồng liên tục, như được thể hiện.

Một loạt các hình vẽ từ Fig.7A đến Fig.7G thể hiện các hình vẽ một loạt các bước tạo ra via trong vật liệu pre-preg không xúc tác thông thường 702 với tám mỏng nhiều lớp lá trên 704 và tám mỏng nhiều lớp lá dưới 706. Fig.7G thể hiện hình phối cảnh của via hoàn thiện, trong khi các hình vẽ từ Fig.7A đến Fig.7F là mặt cắt A-A của Fig.7G ở cuối các bước xử lý trung gian khác nhau.

Fig.7B thể hiện mặt cắt của lớp trên 704 và lớp dưới 706 sau khi tạo mẫu, trong đó đường mạch 704 sẽ được kết nối với đường mạch 706 trên bề mặt đối diện của điện môi không xúc tác 702. Fig.7B thể hiện lỗ via 708, có thể được tạo ra bằng cách đục lỗ hoặc khoan, lỗ 708 nằm ở trung tâm của vòng hình khuyên của chân dán 716 được tạo ra bởi đường mạch trên 704 và chân dán 718 tạo ra bởi đường mạch dưới 706. Fig.7D thể hiện chất độn xúc tác 710 như chế phẩm để bịt các via bằng các hạt xúc tác. Chất độn xúc tác 710 thường là chất lỏng đậm đặc, có độ nhớt nằm trong khoảng từ 70.000 đến 80.000 xentipoasơ (centipoise - cP), được đặt vào lỗ via 708 trên Fig.7C, và Fig.7E thể hiện lỗ thứ hai 712 được khoan trong chất độn xúc tác 710, làm lộ ra các hạt chất độn xúc tác có trong chất độn xúc tác 710, nhờ đó khiến cho chất xúc tác sẵn sàng cho các công đoạn mạ không điện. Bước lắng phủ đồng không điện tiếp theo sau, và đồng không điện Cu^{++} tạo ra lớp lắng phủ dẫn điện 714 trên đường mạch trên 704, chân dán vòng hình khuyên ở trên 716, lỗ xuyên thứ hai 712 với các hạt xúc tác bị lộ ra, trên chân dán dưới 718, và trên đường mạch dưới 706, hoàn thành mạch điện từ đường mạch trên 704 đến đường mạch dưới 706 thông qua cấu trúc via 710/714. Như hiển nhiên đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này, mặc dù vật dẫn điện vòng hình khuyên được thể hiện trên từng bề mặt kết nối, nhưng đường mạch có thể kết nối trực tiếp vào via có hoặc không có vòng hình khuyên.

Fig.8A thể hiện một phương pháp khác để mạ không điện các đường mạch trên tám mỏng nhiều lớp, sử dụng lớp nền không xúc tác hoặc vật liệu pre-preg 802, với lỗ tùy chọn

804 được khoan hoặc đục để có thể kết nối lớp với lớp. Fig.8B thể hiện việc phủ chất kết dính xúc tác 806, chẳng hạn bằng công cụ quét, in lụa, khuôn tô, hoặc phương pháp khác bất kỳ như được mô tả trên đây đối với Fig.6A. Lỗ 804 cũng được làm đầy bằng chất kết dính xúc tác 806 trong công đoạn phủ. Fig.8C thể hiện việc khoan lỗ thứ hai 808 trong vòng hình khuyên của lỗ 804, kích hoạt chất kết dính xúc tác 806 ở lỗ khoan 808 bằng cách làm lộ ra các hạt xúc tác. Fig.8D thể hiện việc loại bỏ 814 lớp bề mặt 806 vừa đủ để làm lộ ra các hạt xúc tác để tạo ra các đường mạch, chân dán và via dẫn điện được mạ không điện. Fig.8E thể hiện việc hoàn thành mạ không điện, với đồng 816 được mạ lên trên chất kết dính xúc tác đã được khoan, khắc ăn mòn, hoặc theo cách khác được loại bỏ. Việc làm phẳng có thể được thực hiện tùy chọn, hoặc sử dụng mặt nạ hàn, như được mô tả đối với Fig.5D. Trong một số ứng dụng nhất định như các ứng dụng tần số cao trong đó tang số tổn hao điện môi là quan trọng, có thể mong muốn sử dụng các hỗn hợp không đồng nhất của tấm mỏng nhiều lớp không xúc tác 802, như PTFE, với tấm mỏng nhiều lớp xúc tác dựa trên nhựa. Trong trường hợp này, có thể cần phải làm thô ráp bề mặt của tấm mỏng nhiều lớp không xúc tác 802 như PTFE nhờ sử dụng kỹ thuật khắc ăn mòn bằng plasma, khắc ăn mòn hóa học, hoặc các phương pháp khác được biết trong giải pháp kỹ thuật đã biết để bẻ gãy các phân tử polyme chuỗi dài, nhờ đó cung cấp độ dính tốt hơn cho chất kết dính xúc tác ở ranh giới chất kết dính xúc tác/PTFE. Trong một ví dụ của sáng chế, lớp nền không xúc tác PTFE 802 là PTFE đồng nhất, trong một ví dụ khác nó là một tấm mỏng nhiều lớp, và trong từng trường hợp, lớp nền 802 có thể có hoặc có thể không bao gồm gia cường sợi (như sợi thủy tinh).

Một biến thể của cấu trúc tấm mỏng nhiều lớp trên các hình vẽ từ Fig.8A đến Fig.8E được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.9A đến Fig.9E, với việc sử dụng chất kết dính xúc tác 906 trên tấm mỏng nhiều lớp xúc tác 902. Có một số ưu điểm đối với phương pháp này. Một ưu điểm là ở chỗ việc phủ chất kết dính xúc tác 906 không đòi hỏi các lỗ xuyên 908 được khoan sẵn trước khi phủ chất kết dính xúc tác như trong 804 trên Fig.8A. Một ưu điểm khác là ở chỗ bề mặt giàu nhựa có thể được tạo ra bởi chất kết dính xúc tác 906 chứ không phải lớp nền xúc tác 904, vì vậy các hạt xúc tác của lớp nền 902 không cần có vùng loại bỏ gần với bề mặt như được thể hiện trên Fig.4, vì điều này bây giờ được cung cấp bởi chất kết dính xúc tác 906 được phủ lên một hoặc cả hai mặt của lớp nền 902. Fig.9C thể hiện mặt cắt sau khi lỗ 908 được khoan, bước 9D thể hiện việc loại bỏ bề mặt 914, và Fig.9E thể hiện mạ không điện 916 bằng cách sử dụng các phương pháp mô tả trên đây.

Phần mô tả trên đây là chỉ cung cấp các ví dụ về sáng chế để hiểu các cơ chế và cấu trúc cơ bản được sử dụng, chứ không dự định để giới hạn phạm vi của sáng chế chỉ ở các phương án hoặc cấu trúc cụ thể được thể hiện. Ví dụ, các trình tự của các hình vẽ từ Fig.5A đến Fig.5E và Fig.6A đến Fig.6G thể hiện cấu trúc một mặt với các kênh đường mạch được cắt chỉ ở bề mặt thứ nhất, trái lại các cấu trúc và phương pháp tương tự có thể được áp dụng cho bề mặt thứ hai 505 mà không mất tính tổng quát, vì bước mạ không điện có thể được áp dụng cho các kênh hoặc chất xúc tác lộ ra ở cả hai mặt của bảng trong một bước duy nhất. Ngoài ra, các lớp tạo ra như trên các hình vẽ từ Fig.5A đến Fig.5E, Fig.6A đến Fig.6G, Fig.8A đến Fig.8E, Fig.9A đến Fig.9E, Fig.10A đến Fig.10I, và các via trên các hình vẽ từ Fig.7A đến Fig.7F có thể được tạo ra trên các lớp riêng lẻ mà sau đó được cán mỏng cùng nhau thành một bảng với các lớp trộn hỗn hợp của vật liệu pre-preg xúc tác và vật liệu pre-preg không xúc tác, và phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ liên quan tới "PCB nhiều lớp" cần được hiểu là bao gồm cả các cấu trúc như vậy. Tương tự, mặc dù cấu trúc đường mạch và các cấu trúc via của các hình vẽ từ Fig.5A đến Fig.5E, Fig.6A đến Fig.6G, Fig.8A đến Fig.8E, và Fig.7A đến Fig.7F được thể hiện kết hợp vì chúng thường sẽ xảy ra trên PCB, nhưng các ví dụ này chỉ là để minh họa, và không được hiểu là để giới hạn sáng chế ở các cấu trúc này. Ví dụ, lỗ gắn một linh kiện xuyên lỗ không có kết nối điện có thể được tạo ra mà không có đường mạch kết nối hoặc vòng hình khuyên theo các khía cạnh mới của quy trình.

Trong bản mô tả này, "xấp xỉ" được hiểu là có nghĩa nhỏ hơn một hệ số lớn hơn hoặc nhỏ hơn 4, "hầu như" được hiểu là có nghĩa nhỏ hơn một hệ số lớn hơn hoặc nhỏ hơn 2. "Khoảng độ lớn" của một giá trị bao gồm phạm vi nằm trong khoảng từ 0,1 lần giá trị đến 10 lần giá trị.

Một số công đoạn sau khi xử lý không được thể hiện, các công đoạn này là chung đối với quy trình sản xuất bảng mạch in, và có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các phương pháp theo giải pháp kỹ thuật đã biết trên các bảng được sản xuất theo quy trình mới. Các công đoạn như vậy bao gồm mạ thiếc để cải thiện dòng chảy hàn, mạ vàng mỏng để cải thiện khả năng dẫn điện và giảm ăn mòn, các công đoạn mặt nạ hàn, các thông tin in lụa trên bảng (số phần, chỉ dẫn tham chiếu, v.v.), khắc ăn mòn bảng thành phẩm hoặc cung cấp các tab tháo rời, v.v.. Một số trong số các công đoạn này có thể tạo ra các kết quả cải thiện khi được thực hiện trên các bảng được làm phẳng theo một số khía cạnh nhất định của sáng chế. Ví dụ, việc khắc ăn mòn chữ in lụa lên trên các đường mạch hoặc các via

thường gãy đứt vì độ dày của đường mạch và via trên bề mặt bảng, trái lại các công đoạn này sẽ cung cấp các kết quả vượt trội trên bề mặt được làm phẳng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình tạo ra các đường mạch dẫn điện trên tấm mỏng nhiều lớp xúc tác, quy trình này bao gồm các bước:

tạo tấm mỏng nhiều lớp xúc tác có bề mặt giàu nhựa với mật độ các hạt xúc tác không đủ để mạ không điện bề mặt, tấm mỏng nhiều lớp xúc tác có các hạt xúc tác phân tán bên dưới độ sâu loại bỏ hạt xúc tác đủ để mạ không điện khi bị lộ ra;

khoan các lỗ trong tấm mỏng nhiều lớp xúc tác;

khắc ăn mòn các bề mặt ngoài của tấm mỏng nhiều lớp xúc tác đến khi các hạt xúc tác lộ ra;

mạ không điện tấm mỏng nhiều lớp xúc tác đến khi kim loại dẫn điện được mạ trên các bề mặt ngoài và cả bên trong các lỗ khoan;

phủ mặt nạ mẫu lên các bề mặt ngoài của tấm mỏng nhiều lớp xúc tác, từ đó tạo ra các vùng được phủ mặt nạ và các vùng không được phủ mặt nạ;

mạ điện các vùng không được phủ mặt nạ của tấm mỏng nhiều lớp xúc tác từ đó lắng phủ kim loại trên các vùng không được phủ mặt nạ;

tách mặt nạ mẫu ra khỏi các bề mặt ngoài của tấm mỏng nhiều lớp xúc tác;

khắc ăn mòn tấm mỏng nhiều lớp xúc tác đủ để loại bỏ kim loại được mạ không điện khỏi các vùng được phủ mặt nạ;

từ đó tạo ra các đường mạch dẫn điện trên tấm mỏng nhiều lớp xúc tác.

2. Quy trình theo điểm 1, trong đó việc mạ không điện tạo ra các lớp lắng phủ đồng trên các bề mặt ngoài của tấm mỏng nhiều lớp xúc tác, và việc mạ điện tạo ra các lớp lắng phủ đồng trên các vùng không được phủ mặt nạ.

3. Quy trình theo điểm 1, trong đó độ dày lớp lắng phủ do mạ điện lớn hơn độ dày lớp lắng phủ do lắng phủ không điện.

4. Quy trình theo điểm 1, trong đó mặt nạ mẫu còn bao gồm màng khô.

5. Quy trình theo điểm 1, trong đó mặt nạ mẫu còn bao gồm lớp cản quang lỏng.

6. Quy trình theo điểm 1, trong đó việc khắc ăn mòn các bề mặt ngoài bao gồm ít nhất một trong số: plasma phản ứng, chất khắc ăn mòn hóa học, cắt bằng laze, cắt bằng tia nước,

mài mòn cơ học, hoặc cắt cơ học.

7. Quy trình theo điểm 1, trong đó độ sâu loại bỏ hạt xúc tác nhỏ hơn 25 μ m.
8. Quy trình theo điểm 1, trong đó các hạt xúc tác đã nêu là các hạt xúc tác không đồng nhất.
9. Quy trình theo điểm 8, trong đó các hạt xúc tác đã nêu bao gồm chất độn được phủ chất xúc tác.
10. Quy trình theo điểm 9, trong đó chất độn đã nêu còn bao gồm ít nhất một trong số: khoáng chất đất sét, nhôm phyllosilicat ngậm nước, silic đioxit, caonilit, polysilicat, thành viên của họ cao lanh hoặc đất sét sứ, hoặc nhựa chịu nhiệt độ cao.
11. Quy trình theo điểm 9, trong đó kích thước hạt đã nêu nằm trong khoảng 3 μ m hoặc nhỏ hơn 3 μ m.
12. Quy trình theo điểm 9, trong đó tỷ lệ về trọng lượng của các hạt xúc tác đã nêu so với nhựa đã nêu nằm trong khoảng từ 8% đến 16%.
13. Quy trình theo điểm 9, trong đó hạt xúc tác đã nêu còn bao gồm silic đioxit hoặc cao lanh được phủ vật liệu xúc tác.
14. Quy trình theo điểm 9, trong đó chất xúc tác đã nêu còn bao gồm paladi.
15. Quy trình theo điểm 9, trong đó chất xúc tác đã nêu còn bao gồm ít nhất một trong số: paladi (Pd), bạch kim (Pt), rođi (Rh), iriđi (Ir), niken (Ni), vàng (Au), bạc (Ag), coban (Co), hoặc đồng (Cu), hoặc các hợp chất khác hoặc muối của chúng.
16. Quy trình theo điểm 1, trong đó các hạt xúc tác đã nêu là đồng nhất.
17. Quy trình theo điểm 16, trong đó chất xúc tác đã nêu còn bao gồm paladi.
18. Quy trình theo điểm 16, trong đó chất xúc tác đã nêu là ít nhất một trong số: paladi (Pd), bạch kim (Pt), rođi (Rh), iriđi (Ir), niken (Ni), vàng (Au), bạc (Ag), coban (Co), hoặc đồng (Cu), hoặc các hợp chất khác hoặc muối của chúng.
19. Quy trình theo điểm 16, trong đó phần lớn các hạt xúc tác đã nêu có kích thước nhỏ hơn 25 μ m.
20. Quy trình tạo ra các đường mạch, quy trình này bao gồm các bước:

khoan các lỗ trong tấm mỏng nhiều lớp xúc tác, tấm mỏng nhiều lớp xúc tác có các hạt xúc tác trên các bề mặt lộ ra đủ để hỗ trợ việc mạ không điện;

thực hiện việc lắng phủ không điện kim loại trên bề mặt lộ ra và các lỗ khoan trong tấm mỏng nhiều lớp xúc tác;

phủ lớp mẫu bảo vệ để tạo ra các vùng được tạo mẫu có lớp phủ bảo vệ và các vùng không được tạo mẫu không có lớp phủ bảo vệ;

thực hiện việc lắng phủ mạ điện kim loại nhờ đó việc lắng phủ mạ điện xảy ra ở các vùng không được tạo mẫu;

tách bỏ lớp mẫu bảo vệ;

khắc ăn mòn tấm mỏng nhiều lớp xúc tác đến khi lớp lắng phủ không điện được loại bỏ khỏi các vùng được tạo mẫu;

từ đó tạo ra các đường mạch trong tấm mỏng nhiều lớp xúc tác.

21. Quy trình theo điểm 20, trong đó kim loại là đồng.

22. Quy trình theo điểm 20, trong đó các hạt xúc tác còn bao gồm silic đioxit hoặc cao lanh được phủ paladi.

1/14

Fig.1A

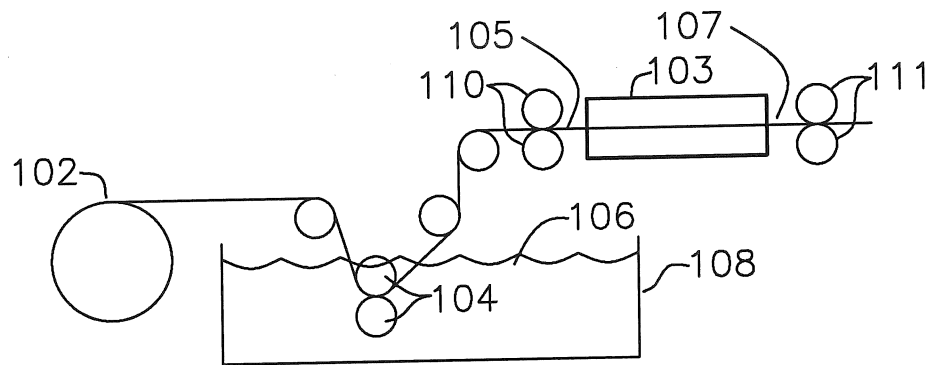


Fig.1B

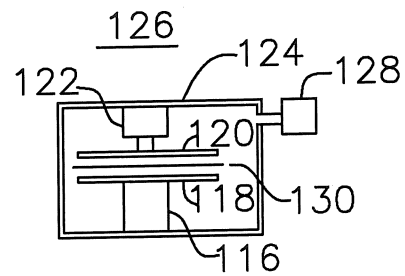
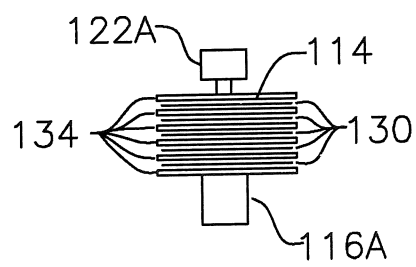


Fig.1C



2/14

Fig.2

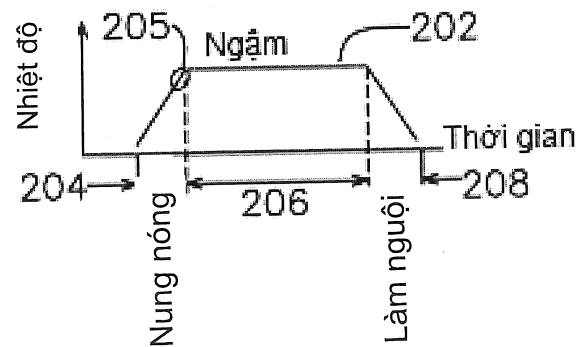
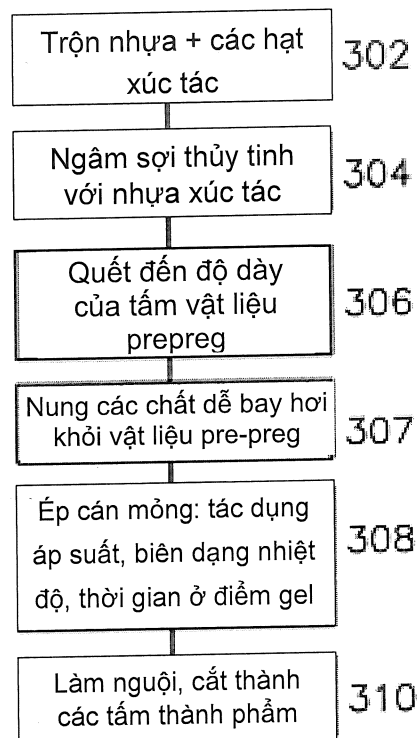


Fig.3



3/14

Fig.4

Phân tán hạt xúc tác qua vật liệu pre-preg

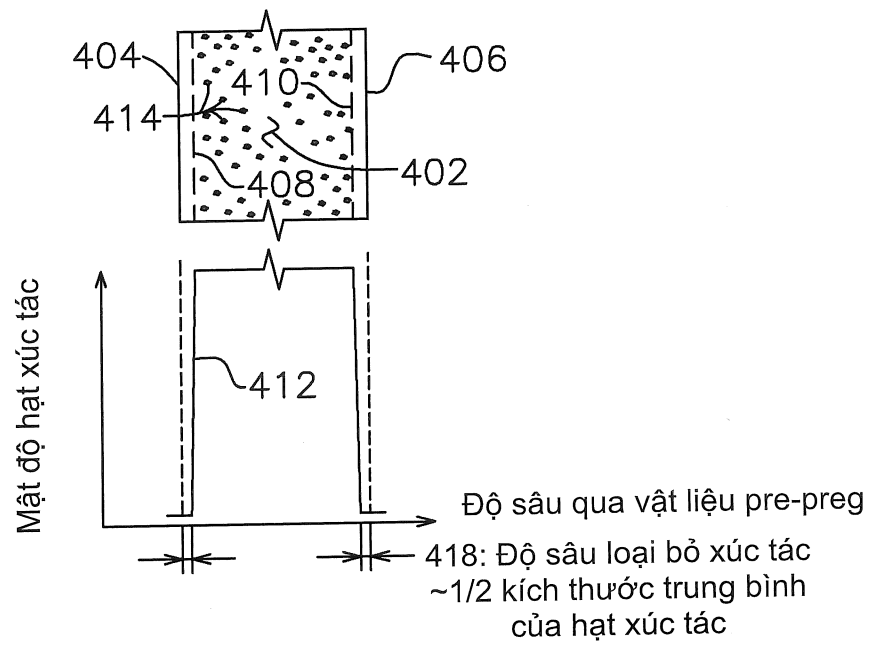


Fig.5A

Vật liệu pre-preg xúc tác tự nhiên

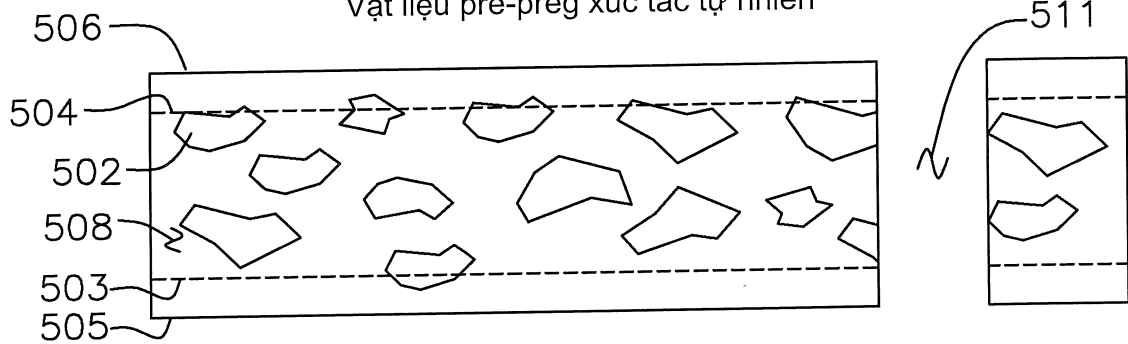
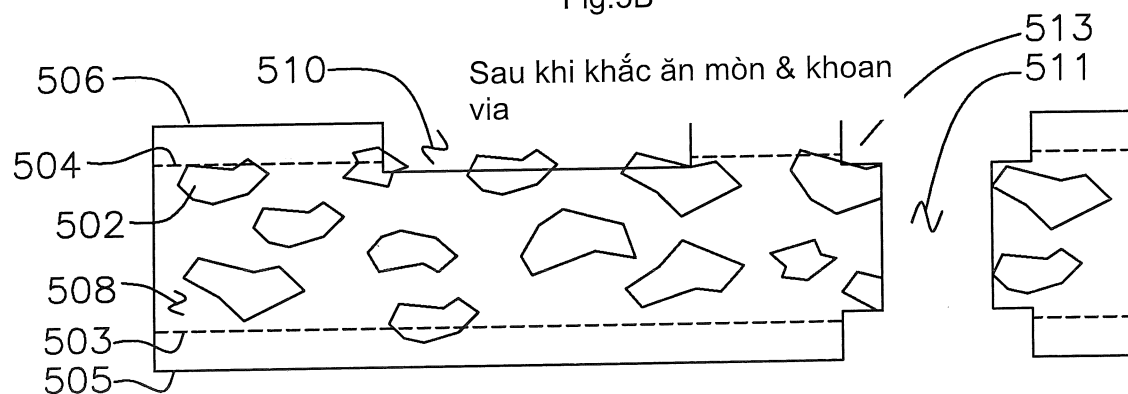
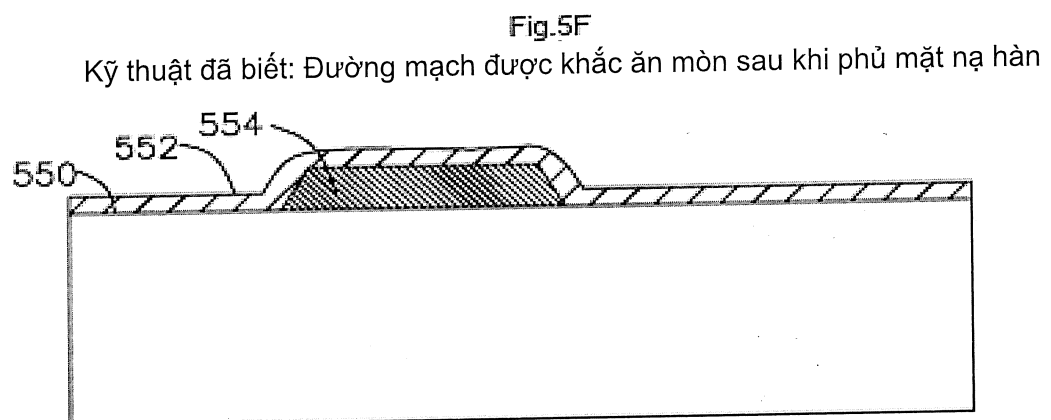
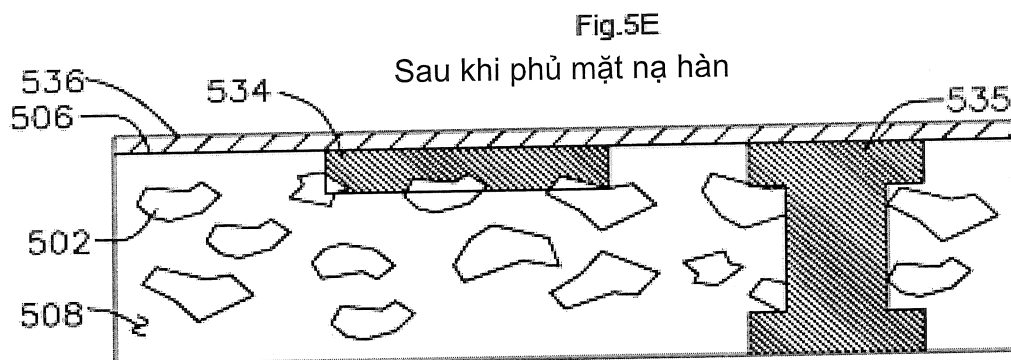
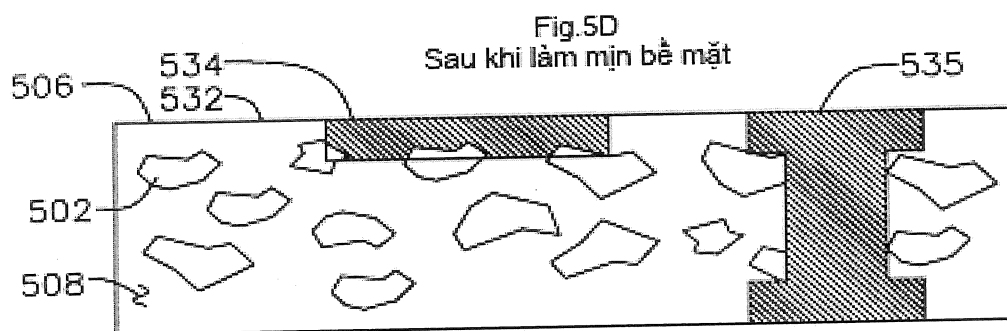
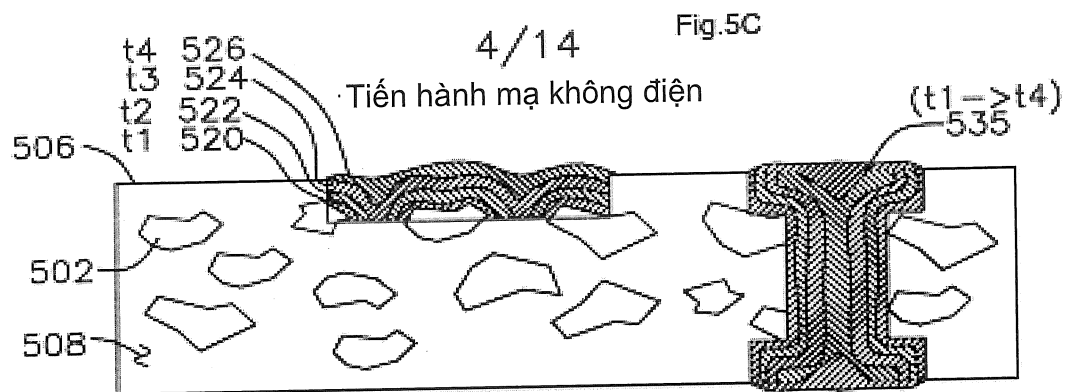


Fig.5B





5/14

Fig.6A

Vật liệu pre-preg giai đoạn B không xúc tác sau khi phủ chất kết dính xúc tác

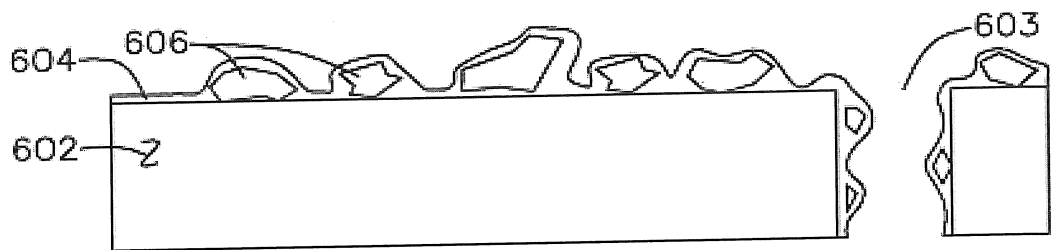


Fig.6B

Sau khi làm sạch bằng plasma

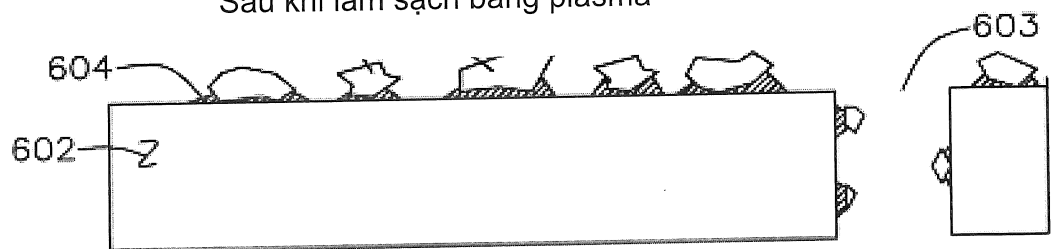


Fig.6C

Sau khi mạ không điện lớp phủ mỏng

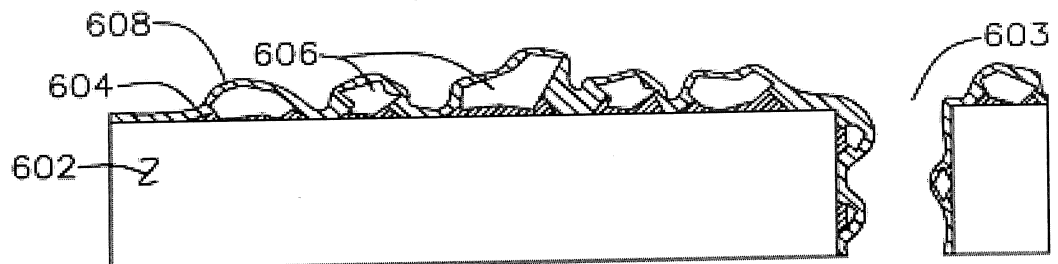
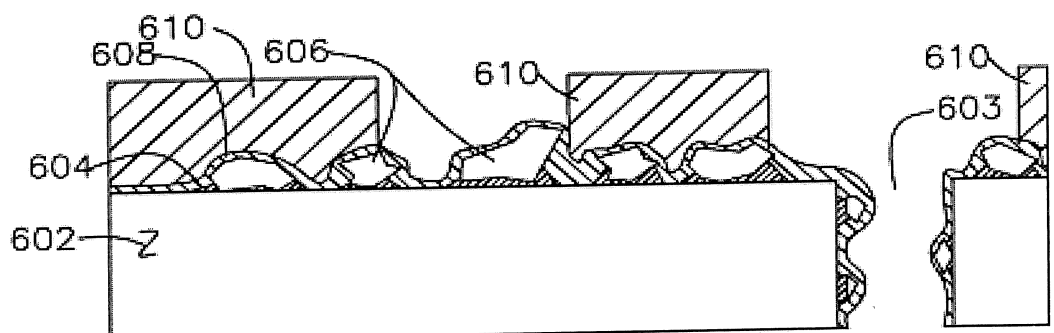


Fig.6D

Sau bước mạ mặt nạ



6/14

Fig.6E

Sau khi mạ điện đồng

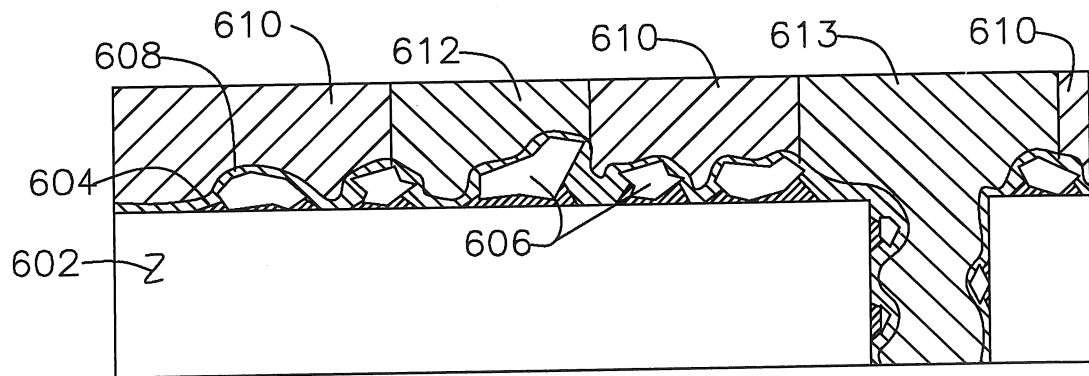


Fig.6F

Sau khi tách bỏ mặt nạ

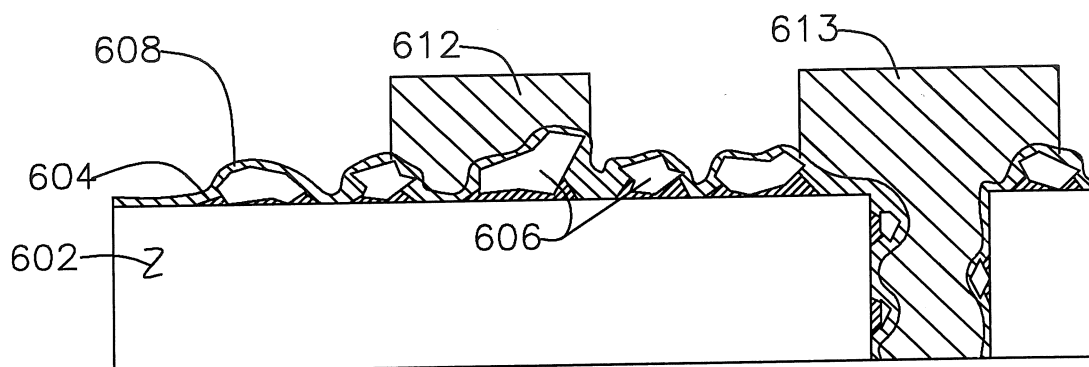
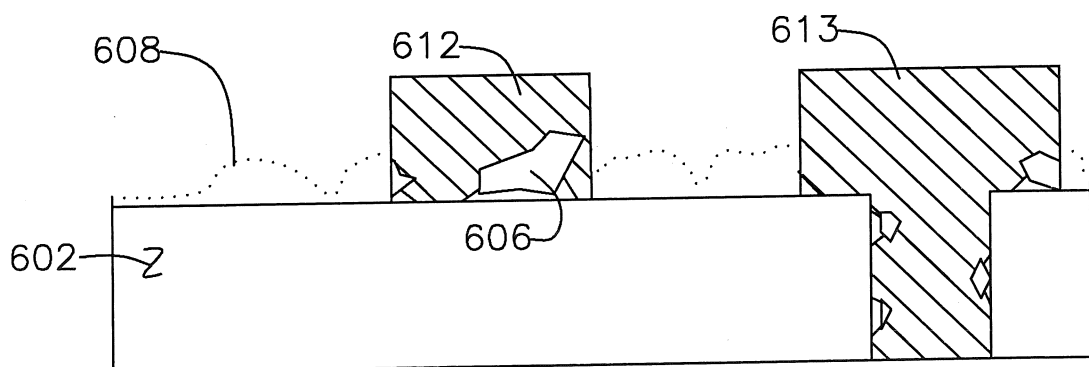


Fig.6G

Sau khi khắc ăn mòn nhanh



7/14

Fig.7A

Vật liệu pre-preg giai đoạn C không xúc tác có dát mỏng lá đồng

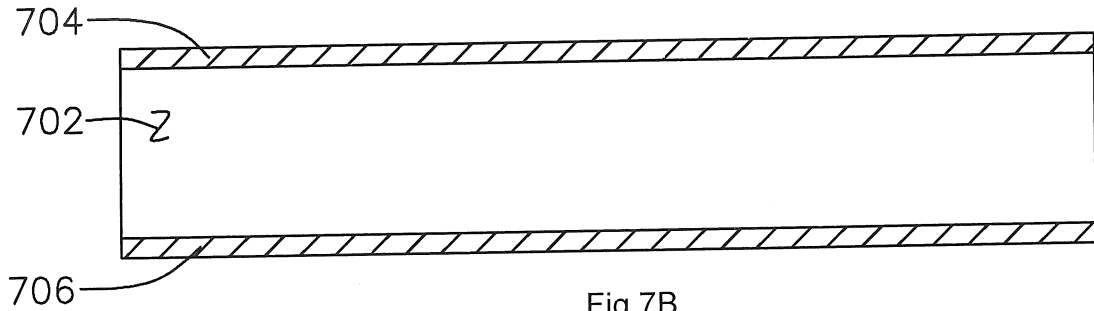


Fig.7B

Sau khi tạo mẫu và khắc ăn mòn lá

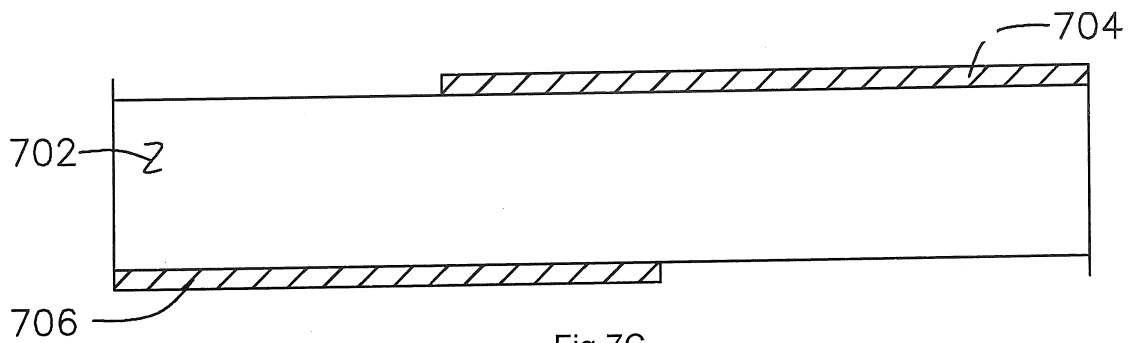


Fig.7C

Sau khi khoan/đục lỗ

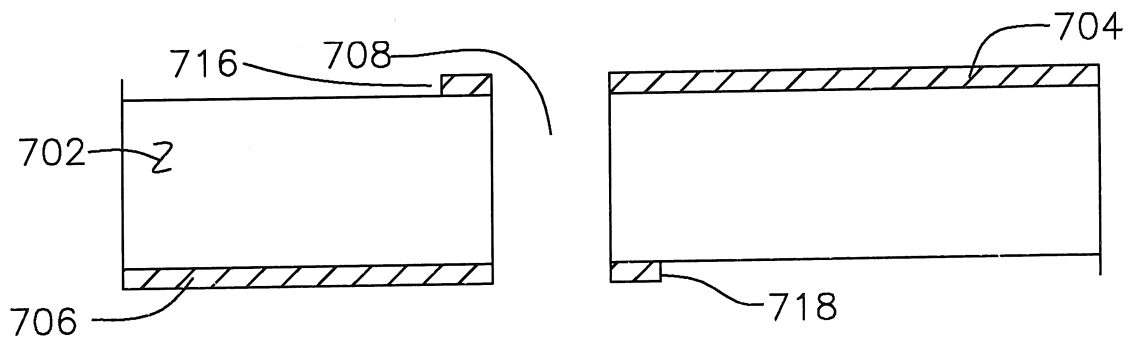
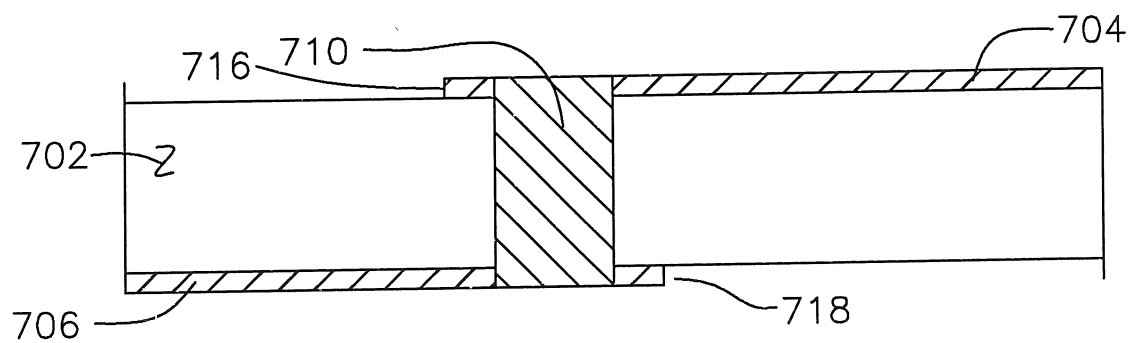


Fig.7D

Sau khi lấp đầy chất kết dính xúc tác



8/14

Fig.7E
Sau khi khoan lỗ thứ hai

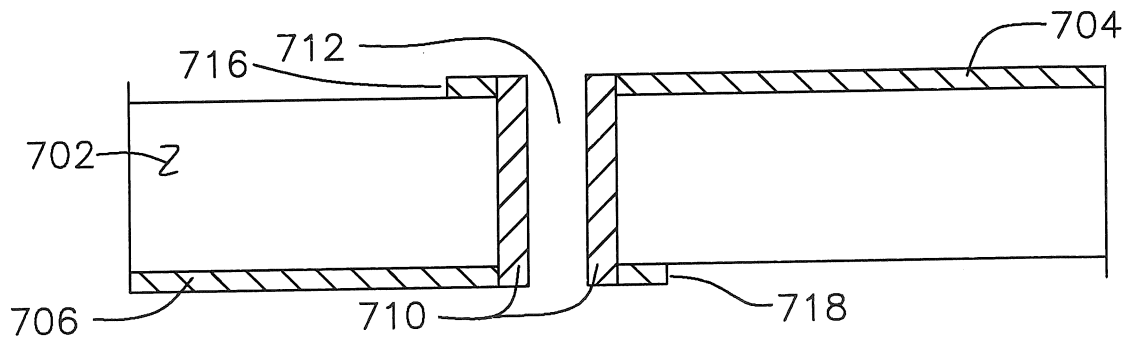


Fig.7F
Sau khi mạ Cu không điện

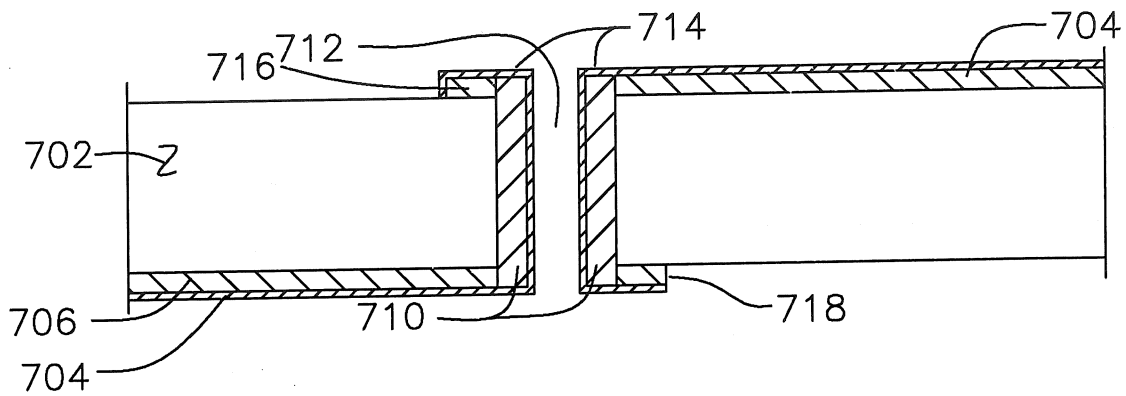
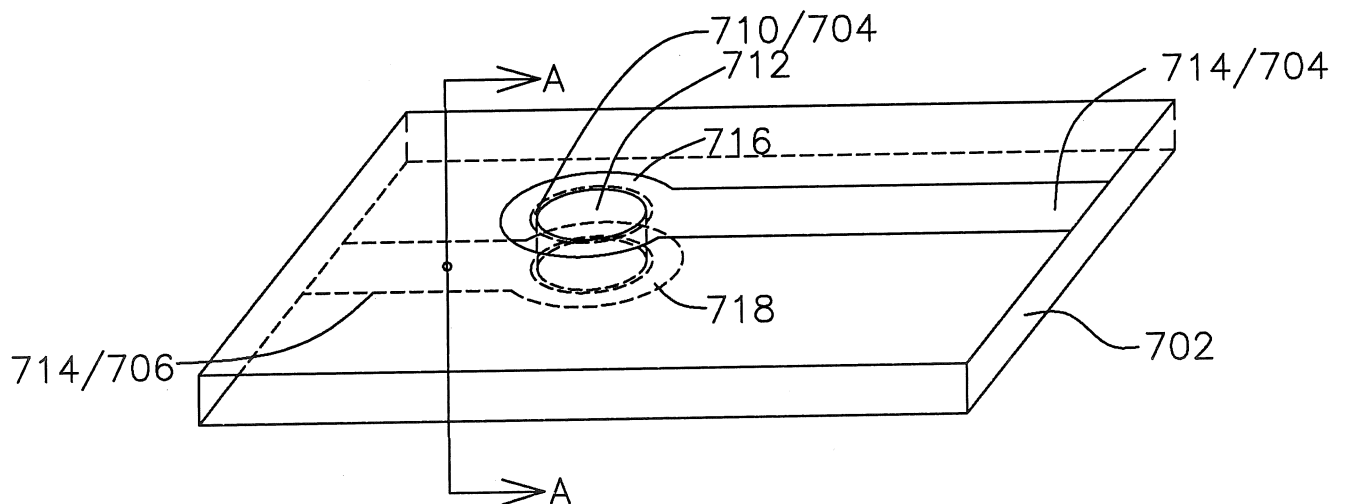


Fig.7G
Hình phối cảnh trong suốt



9/14

Fig.8A

Vật liệu pre-preg không xúc tác với lỗ được khoan

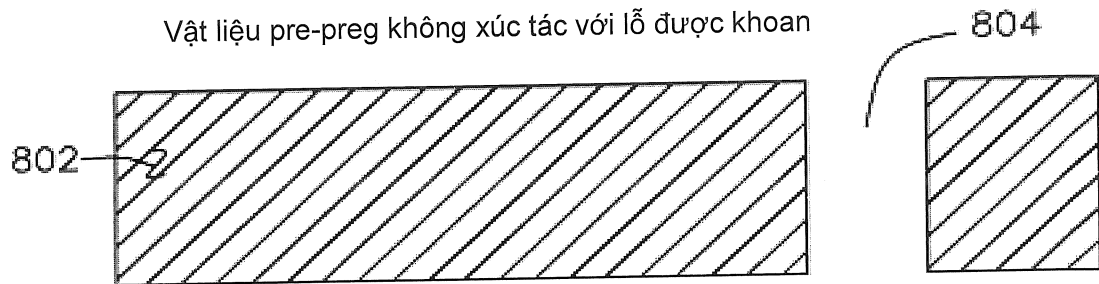


Fig.8B

Sau khi phủ chất kết dính xúc tác

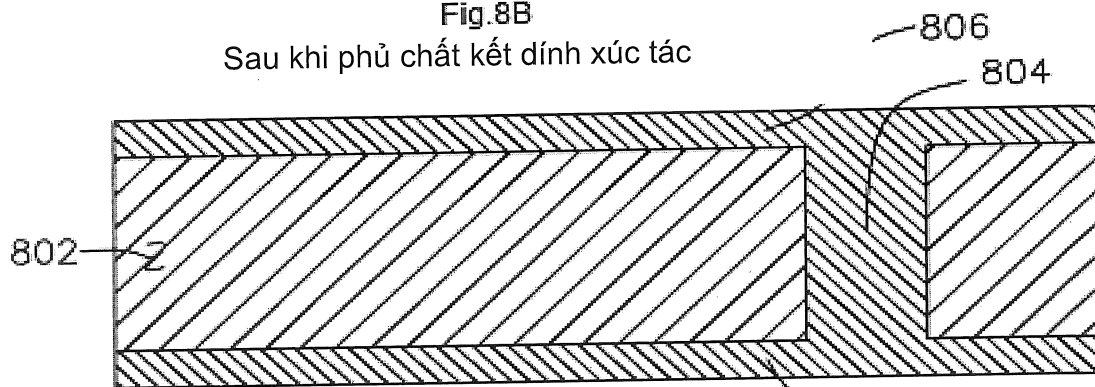


Fig.8C

Sau khi khoan/đục lỗ thứ hai

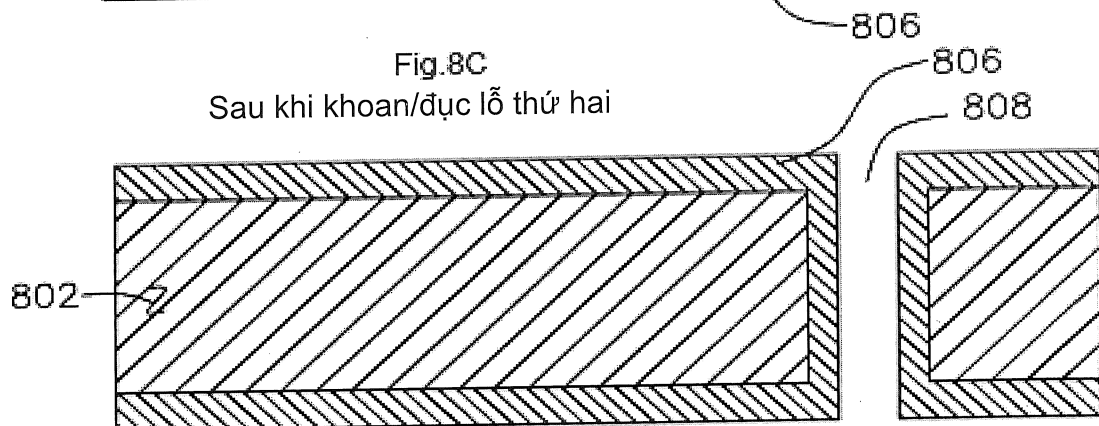
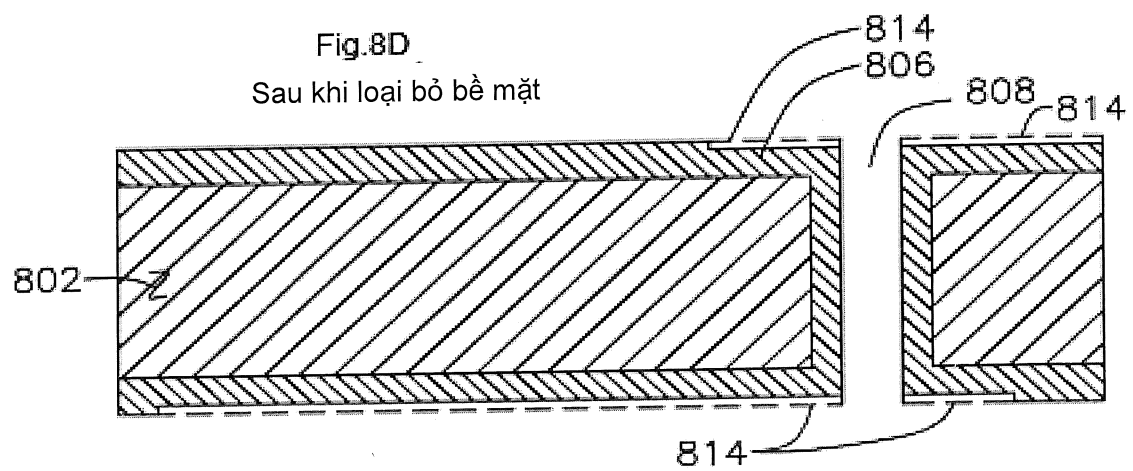
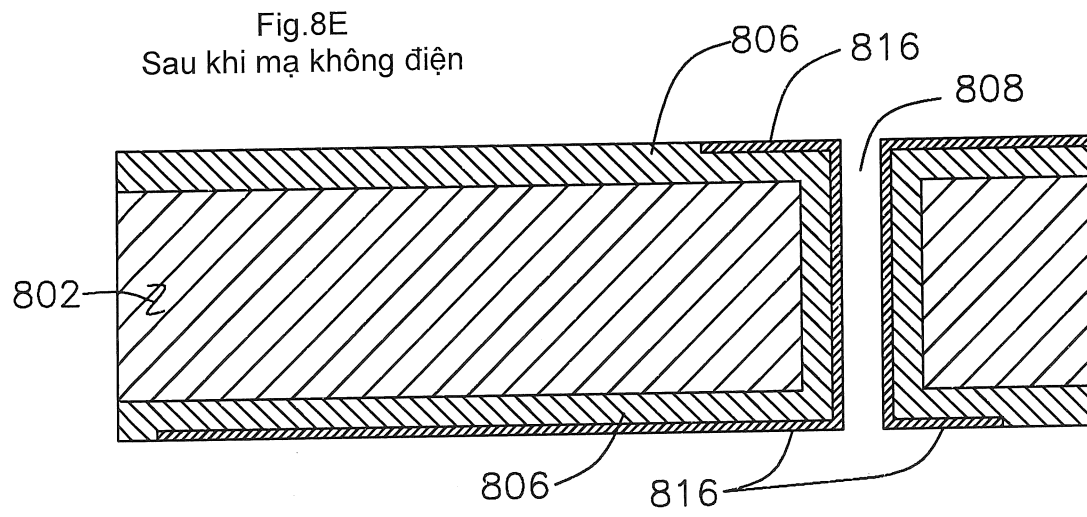


Fig.8D

Sau khi loại bỏ bề mặt



10/14



11/14

Fig.9A

Vật liệu pre-preg xúc tác

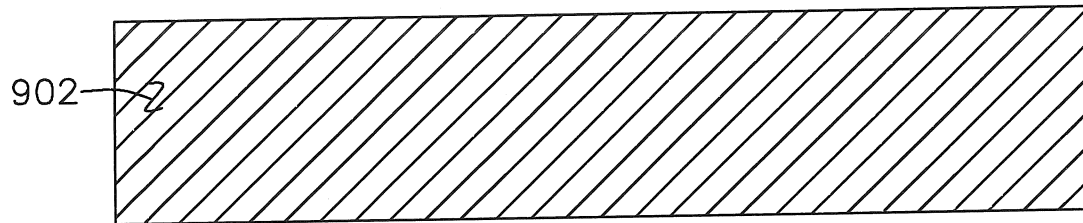


Fig.9B

Sau khi phủ chất kết dính xúc tác

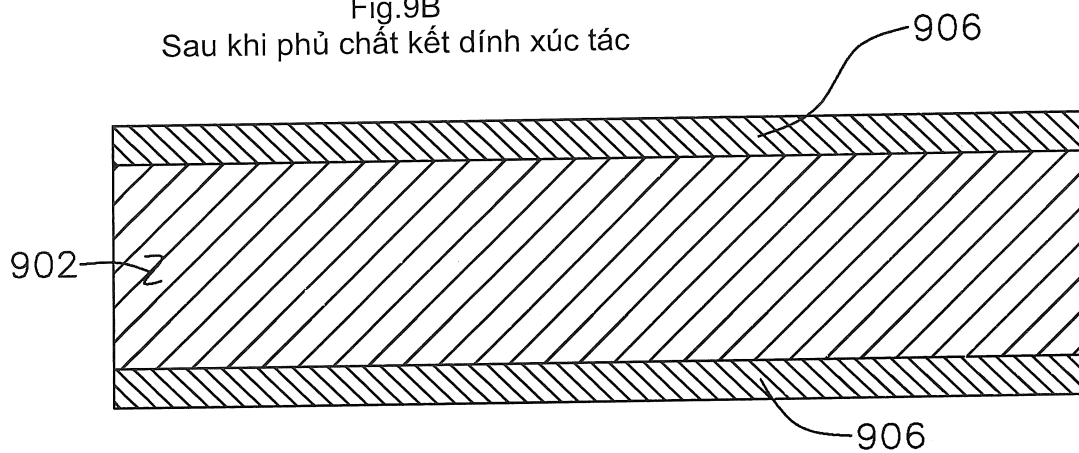


Fig.9C

Sau khi khoan/đục lỗ

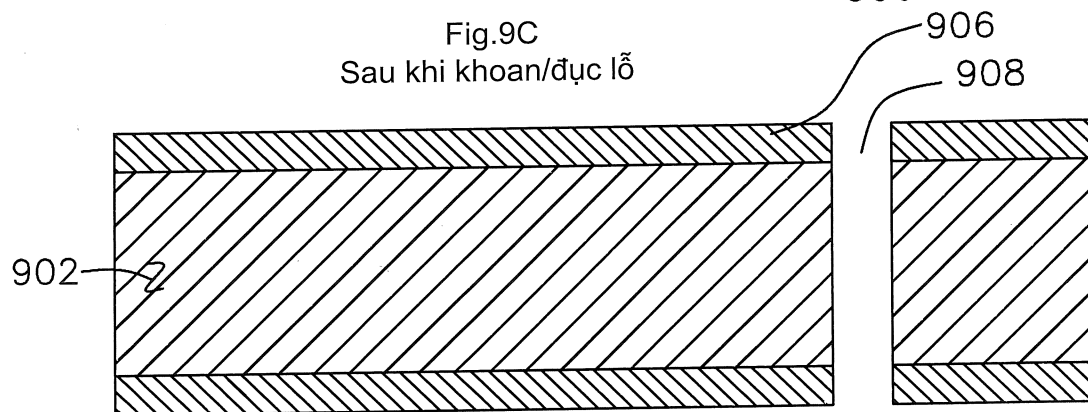
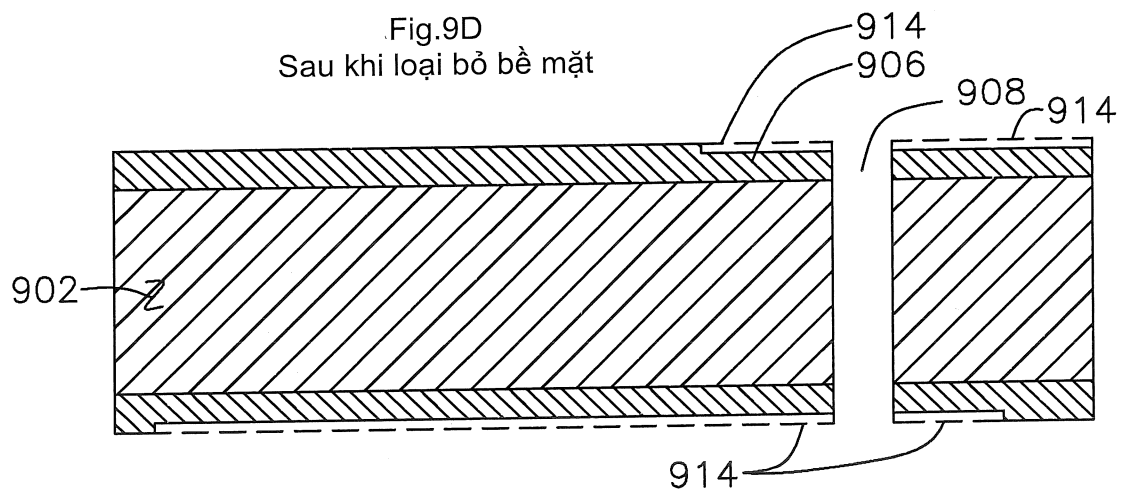
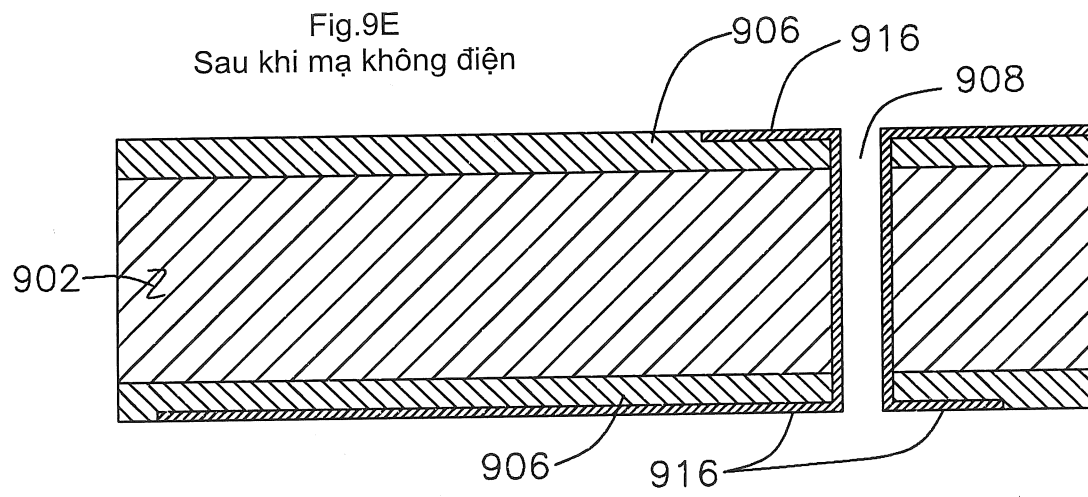


Fig.9D

Sau khi loại bỏ bề mặt



12/14



13/14

Fig.10A

Vật liệu pre-preg xúc tác với độ sâu loại bỏ

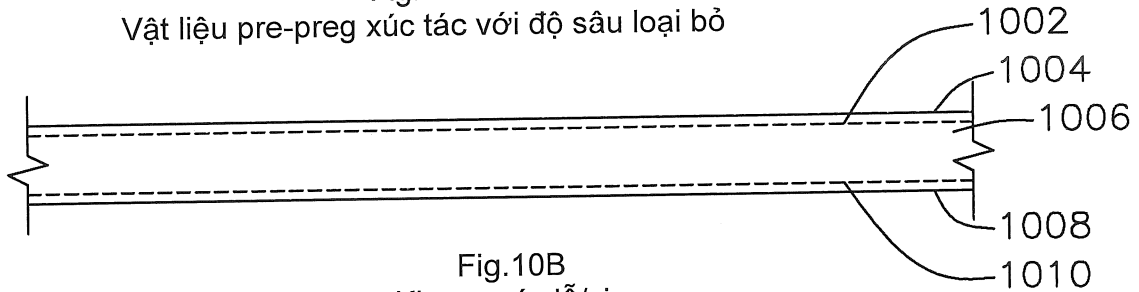


Fig.10B

Khoan các lỗ/via

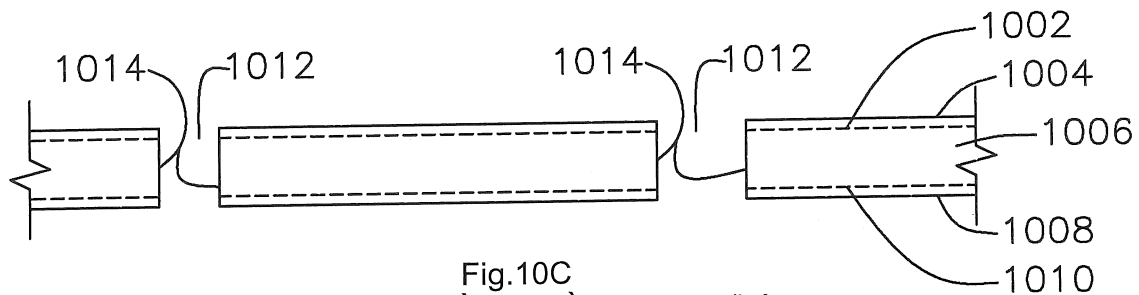


Fig.10C

Khắc ăn mòn bề mặt bằng plasma/hóa chất

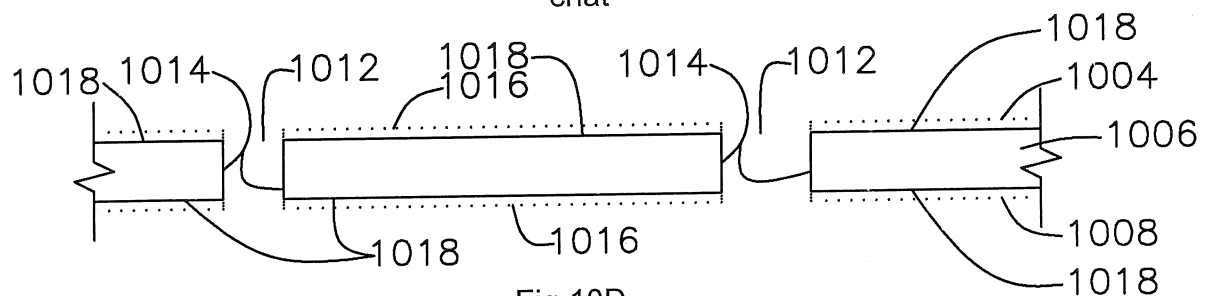


Fig.10D

Mạ không điện

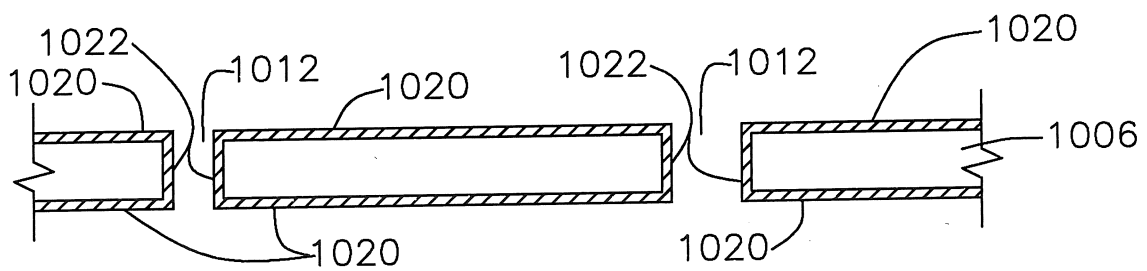
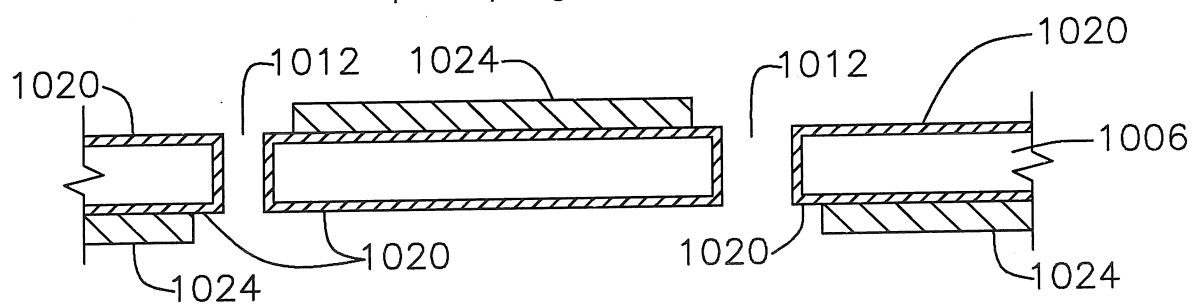


Fig.10E

Lớp cản quang được tạo mẫu



14/14

Fig.10F
Mạ điện

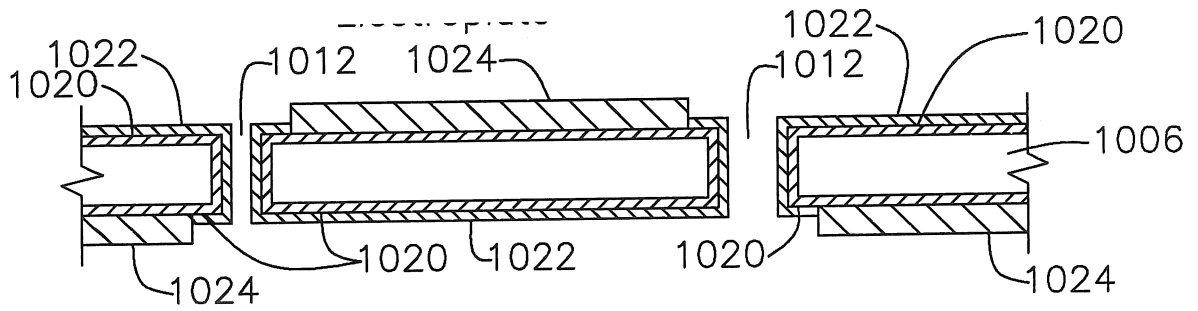


Fig.10G
Tách bỏ lớp cần

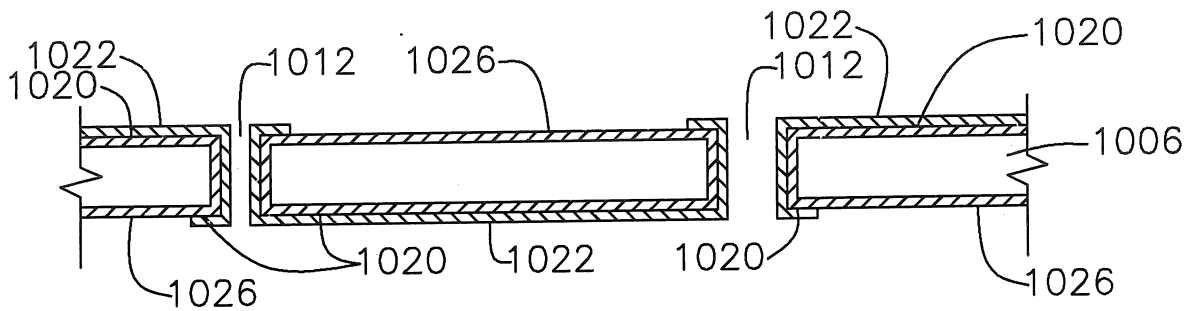


Fig.10H
Khắc ăn mòn nhanh

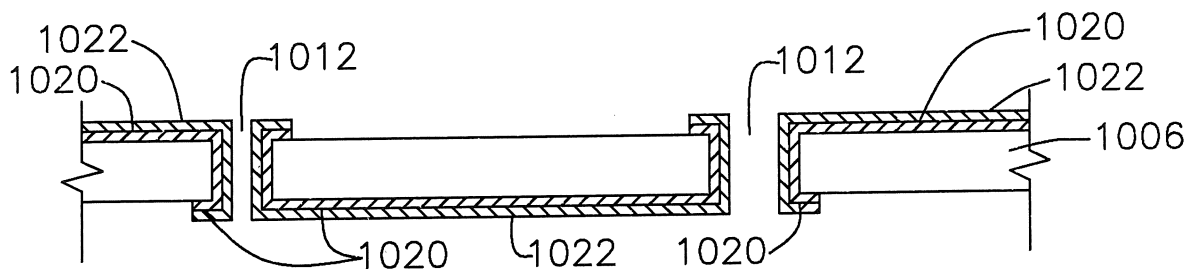


Fig.10I

