



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

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

(11)



1-0034776

(51)^{2020.01} H05K 3/46; H05K 3/00; H05K 3/42;
H05K 1/09; H05K 3/38

(13) B

(21) 1-2020-05823

(22) 22/03/2019

(86) PCT/JP2019/012233 22/03/2019

(87) WO 2019/188836 03/10/2019

(30) 2018-063193 28/03/2018 JP; 2018-183881 28/09/2018 JP

(45) 25/01/2023 418

(43) 25/02/2021 395

(73) MITSUI MINING & SMELTING CO., LTD. (JP)

1-11-1 Osaki, Shinagawa-Ku, Tokyo 1418584, Japan

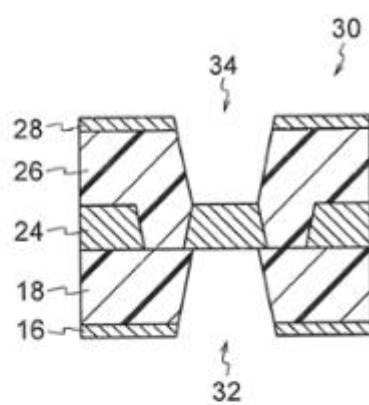
(72) MIZOGUCHI Misato (JP); YOSHIKAWA Kazuhiro (JP).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

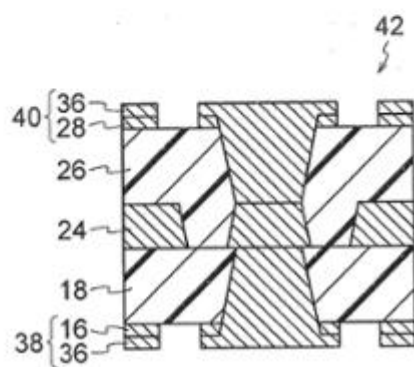
(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT BẢNG MẠCH ĐA LỚP

(57) Phương pháp sản xuất bảng mạch đa lớp được đề xuất có thể ngăn chặn khá hiệu quả sự đục thủng mạch lớp trong bằng cách khoan laze, trong khi đạt được độ bám dính mạch tốt hơn. Phương pháp sản xuất bảng mạch đa lớp bao gồm các bước: (a) xếp chồng, theo thứ tự, lớp cách điện thứ nhất và lá kim loại thứ hai lên lá kim loại thứ nhất để tạo thành tấm nhiều lớp thứ nhất; (b) tạo hình lớp dây dẫn thứ hai; (c) xếp chồng, theo thứ tự, lớp cách điện thứ hai và lá kim loại thứ ba để tạo thành tấm nhiều lớp thứ hai; (d) tạo hình lỗ thông thứ nhất và lỗ thông thứ hai; và (e) tạo thành bảng mạch đa lớp bao gồm lớp dây dẫn thứ nhất, lớp dây dẫn thứ hai, và lớp dây dẫn thứ ba. Ít nhất một mặt liền kề với lớp cách điện thứ nhất, của lá kim loại thứ hai có hệ số phản xạ laze lớn hơn hoặc bằng 80% ở bước sóng 10,6 μ m được đo bởi thiết bị quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (Fourier-transform infrared spectrometer, FT-IR) và mật độ đỉnh Spd là trong khoảng từ 7000 đến 15000/mm² được đo theo tiêu chuẩn ISO 25178.

(vi)



(vii)



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất bảng mạch đa lớp.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Bảng mạch in đa lớp đã được phổ biến rộng rãi để làm tăng mật độ gắn kết của bảng mạch in và thu nhỏ các bảng mạch này. Các bảng mạch in đa lớp như vậy đã được sử dụng rộng rãi trong các thiết bị điện tử cầm tay với mục đích làm giảm trọng lượng và thu nhỏ kích thước. Bảng mạch in đa lớp còn cần được làm giảm độ dày của các lớp cách điện bên trong và làm giảm thêm khối lượng của các bảng mạch.

Công nghệ sử dụng phương pháp sản xuất bảng mạch in đa lớp bằng quy trình đắp nổi không lõi là công nghệ thỏa mãn các yêu cầu như vậy. Theo quy trình đắp nổi không lõi này, các lớp cách điện và các lớp dây dẫn được xếp chồng xen kẽ (được đắp nổi) thành cấu trúc đa lớp mà không sử dụng cái gọi là đế lõi. Đã có đề xuất sử dụng lá kim loại gắn vào vật mang để cho phép sản xuất bảng mạch in đa lớp khỏi giá đỡ trong quy trình đắp nổi không lõi. Ví dụ, tài liệu sáng chế 1 (JP4460013B) đề cập đến phương pháp sản xuất bảng mạch, bao gồm các bước: tạo hình, theo thứ tự, lớp cách điện và lớp kim loại có độ dày 18 μ m lên lá kim loại phía lá kim loại gắn vào vật mang; xử lý lớp kim loại để tạo thành mạch lớp trong (mẫu dây dẫn thứ nhất); tạo hình, theo thứ tự, lớp cách điện khác và lớp kim loại khác lên mạch lớp trong; nhả vật mang để tạo thành đế bao gồm các lớp kim loại trên hai mặt của mạch lớp trung gian; và kết nối điện các lá kim loại trên hai mặt của đế và mạch lớp trong qua các lỗ thông. Tài liệu sáng chế 1 cũng đề cập đến các bước: khoan laze các lá kim loại và các lớp cách điện từ hai mặt của đế để tạo thành các lỗ thông kéo dài thông qua đó đến mạch lớp trong; tạo mẫu các lá kim loại trên hai mặt của đế bằng lớp màng khô; và lấp đầy các lỗ thông bằng lớp kim loại mạ bằng kỹ thuật mạ điện và tạo hình các mạch lớp ngoài (các mẫu dây dẫn) trên hai mặt của đế.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP4460013B

Các yêu cầu làm giảm thêm độ dày của bảng mạch in đa lớp đi kèm với giảm độ dày của các lá kim loại (ở đây được gọi là "các lá kim loại lớp trong") được sử dụng trong các mạch lớp trong của các bảng mạch đa lớp. Về mặt này, với mong muốn sử dụng lá kim loại lớp trong siêu mỏng trong quá trình sản xuất bảng mạch được đề cập trong tài liệu sáng chế 1. Không may là, không chỉ các lá kim loại và các lớp cách điện (các lớp ngoài) liền kề với các mặt ngoài mà còn có mạch lớp trong được đục lỗ bằng cách khoan laze trong bước tạo hình các lỗ thông để kết nối lớp trong, trong trường hợp mà lá đồng siêu mỏng hiện tại có độ dày, ví dụ, trong khoảng từ 6 đến 12 μ m được sử dụng là lá kim loại lớp trong.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các tác giả sáng chế đã khám phá ra rằng, bằng cách sử dụng lá kim loại lớp trong với mặt định trước thỏa mãn các điều kiện định trước như hệ số phản xạ laze ở bước sóng 10,6 μ m và mật độ đỉnh Spd trong quá trình sản xuất bảng mạch đa lớp, có thể ngăn chặn khá hiệu quả việc đục thủng mạch lớp trong bằng cách khoan laze, trong khi đạt được độ bám dính mạch tốt hơn.

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp sản xuất bảng mạch đa lớp mà có thể ngăn chặn khá hiệu quả sự đục thủng mạch lớp trong bằng cách khoan laze, trong khi đạt được độ bám dính mạch tốt hơn.

Theo một khía cạnh của sáng chế, phương pháp sản xuất bảng mạch đa lớp được đề xuất, phương pháp này bao gồm các bước:

- (a) xếp chồng, theo thứ tự, lớp cách điện thứ nhất và lá kim loại thứ hai lên trên lá kim loại thứ nhất để tạo thành tấm nhiều lớp thứ nhất;
- (b) tạo mẫu lá kim loại thứ hai để tạo thành lớp dây dẫn thứ hai;
- (c) xếp chồng, theo thứ tự, lớp cách điện thứ hai và lá kim loại thứ ba lên trên tấm nhiều lớp thứ nhất được chế tạo với lớp dây dẫn thứ hai để tạo thành tấm nhiều lớp thứ hai;
- (d) khoan laze tấm nhiều lớp thứ hai từ mỗi lá kim loại thứ nhất và lá kim loại thứ ba để tạo thành lỗ thông thứ nhất kéo dài qua lá kim loại thứ nhất và lớp cách điện thứ nhất đến lớp dây dẫn thứ hai và lỗ thông thứ hai kéo dài qua lá kim loại thứ ba và lớp cách điện thứ hai đến lớp dây dẫn thứ hai; và

(e) mạ và tạo mẫu hai mặt của tấm nhiều lớp thứ hai để thiết lập kết nối điện thông qua lỗ thông thứ nhất, lớp dây dẫn thứ hai, và lỗ thông thứ hai, để tạo thành bảng mạch đa lớp bao gồm lớp dây dẫn thứ nhất tiếp giáp với lớp cách điện thứ nhất, lớp dây dẫn thứ hai được tạo ra từ lá kim loại thứ hai, và lớp dây dẫn thứ ba tiếp giáp với lớp cách điện thứ hai,

trong đó, ít nhất một mặt liền kề với lớp cách điện thứ nhất, của lá kim loại thứ hai có hệ số phản xạ laze lớn hơn hoặc bằng 80% ở bước sóng 10,6 μm được đo bởi thiết bị quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (Fourier-transform infrared spectrometer, FT-IR) và mật độ đỉnh Spd là trong khoảng từ 7000 đến 15000/mm² được đo theo tiêu chuẩn ISO 25178.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là lưu đồ của các bước khởi đầu (Các bước từ (i) đến (iii)) theo phương pháp sản xuất làm ví dụ theo sáng chế.

Fig.2 là lưu đồ các bước (Các bước từ (iv) đến (v)) tiếp theo các bước trên Fig.1 theo phương pháp sản xuất làm ví dụ theo sáng chế.

Fig.3 là lưu đồ các bước (Các bước từ (vi) đến (vii)) tiếp theo các bước trên Fig.2 theo phương pháp sản xuất làm ví dụ theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các định nghĩa

Các thông số được sử dụng để chỉ rõ sáng chế được xác định như dưới đây:

Trong toàn bộ bản mô tả, thuật ngữ "hệ số phản xạ laze ở bước sóng 10,6 μm " để chỉ tỷ số của lượng ánh sáng được phản xạ ở mẫu (lá kim loại) chia lượng ánh sáng được phản xạ ở tấm chuẩn (ví dụ, gương mạ vàng (Au)) được đo bởi thiết bị quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (Fourier-transform infrared spectrometer, FT-IR) khi bề mặt mẫu được chiếu xạ bằng chùm tia laze ở bước sóng 10,6 μm . Hệ số phản xạ laze ở bước sóng 10,6 μm có thể được đo bằng thiết bị quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier có sẵn dưới các điều kiện được mô tả trong các ví dụ trong bản mô tả này. Do chùm tia laze cacbon đioxit thường được sử dụng trong khoan laze có bước sóng 10,6 μm , nên bước sóng của

chùm tia laze của thiết bị quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier được thiết lập trước ở 10,6 μ m.

Trong toàn bộ bản mô tả này, thuật ngữ "mật độ đỉnh Spd" để chỉ thông số biểu thị số lượng các đỉnh trên mỗi đơn vị diện tích được đo theo tiêu chuẩn ISO 25178. Mật độ đỉnh Spd cao chỉ ra rằng một đối tượng có số lượng lớn điểm tiếp xúc với đối tượng khác. Mật độ đỉnh Spd có thể được tính toán bằng cách đo biên dạng bề mặt trong diện tích định trước (ví dụ, diện tích có kích thước 107x143 μ m) của lá kim loại để quan sát bằng kính hiển vi laze.

Trong toàn bộ bản mô tả này, thuật ngữ "độ nhám trung bình trên mười điểm Rz" để chỉ thông số mà có thể được xác định theo tiêu chuẩn JIS B 0601-1994, cụ thể là, tổng của giá trị trung bình của các đỉnh cao nhất từ thứ nhất đến thứ năm và giá trị trung bình của các chỗ lõm thấp nhất từ thứ nhất đến thứ năm trên đường cong độ nhám dọc theo độ dài chuẩn.

Phương pháp sản xuất bảng mạch đa lớp

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất bảng mạch đa lớp. Phương pháp theo sáng chế bao gồm các bước: (1) tạo hình tấm nhiều lớp thứ nhất, (2) tạo hình lớp dây dẫn thứ hai, (3) tạo hình tấm nhiều lớp thứ hai, (4) nhả vật mang theo mong muốn, (5) tạo hình lỗ thông thứ nhất và lỗ thông thứ hai, và (6) tạo hình lớp dây dẫn thứ nhất và lớp dây dẫn thứ ba.

Bây giờ, các bước từ (1) đến (6) sẽ được mô tả với tham chiếu đến các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.3.

(1) Tạo hình tấm nhiều lớp thứ nhất

Như được minh họa trong các bước (i) và (ii) trên Fig.1, lá kim loại thứ nhất 16 được cung cấp. Lớp cách điện thứ nhất 18 và lá kim loại thứ hai 20 được xếp chồng trên lá kim loại thứ nhất 16 theo thứ tự để tạo thành tấm nhiều lớp thứ nhất 22. Lá kim loại thứ nhất 16 có thể được cung cấp dưới dạng lá kim loại gắn vào vật mang 10. Lá kim loại gắn vào vật mang 10 thường bao gồm, theo thứ tự, vật mang thứ nhất 12, lớp nhả thứ nhất 14, và lá kim loại thứ nhất 16. Vật mang thứ nhất 12, lớp nhả thứ nhất 14, và lá kim loại thứ nhất 16 có thể được chế tạo trên hai mặt của vật mang thứ nhất 12 để được đối xứng qua vật mang thứ nhất 12. Theo cách khác, một mặt liền kề với vật mang thứ

nhất 12, của lá kim loại 10 có thể được ghép lớp thành giá đỡ tạm thời (không được thể hiện trên hình vẽ), ví dụ, tấm ngấm tấm trước để tạo độ cứng. Trong trường hợp này, tốt hơn nếu các lá kim loại 10 gắn trên vật mang được ghép lớp thành hai mặt, tương ứng, của giá đỡ tạm thời để được đối xứng qua giá đỡ, mà các lớp bổ sung (được mô tả dưới đây) được tạo hình trên hai mặt ngoài của tấm nhiều lớp thu được để được đối xứng qua tấm nhiều lớp, và giá đỡ tạm thời và các vật mang thứ nhất 12 sau đó được loại bỏ. Nên lưu ý rằng tấm ngấm tấm trước là cách gọi chung của các vật liệu composit được sản xuất bằng cách ngấm tấm các vật liệu cơ bản, như các tấm nhựa tổng hợp, các tấm thủy tinh, vải thủy tinh dệt, vải thủy tinh không dệt, và giấy bằng nhựa tổng hợp.

Vật mang thứ nhất 12 là lá hoặc lớp mà hỗ trợ lá kim loại thứ nhất 16 để cải thiện việc xử lý lá kim loại thứ nhất 16. Các ví dụ ưu tiên của vật mang thứ nhất 12 bao gồm các lá nhôm, lá đồng, lá thép không gỉ (stainless-steel, SUS), các màng nhựa, màng nhựa được phủ kim loại, ví dụ như đồng, các tấm nhựa, tấm thủy tinh, và kết hợp của chúng. Vật mang thứ nhất 12 thường có độ dày trong khoảng từ 5 đến 250 μm , tốt hơn nếu trong khoảng từ 9 đến 200 μm .

Lớp nhả thứ nhất 14 có thể được làm từ vật liệu bất kỳ mà cho phép nhả vật mang thứ nhất 12. Ví dụ, lớp nhả thứ nhất 14 có thể bao gồm vật liệu đã biết bất kỳ được sử dụng trong lớp nhả của lá kim loại gắn vào vật mang. Lớp nhả thứ nhất 14 có thể là vô cơ hoặc hữu cơ. Lớp nhả thứ nhất 14 có thể là hợp chất của lớp phụ hữu cơ và lớp phụ vô cơ. Lớp nhả thường có độ dày trong khoảng từ 1nm đến 1 μm , tốt hơn nếu trong khoảng từ 5 đến 500nm, tốt hơn nữa nếu trong khoảng từ 6 đến 100nm.

Lá kim loại thứ nhất 16 có thể có cấu trúc đã biết bất kỳ được sử dụng cho lớp dây dẫn được chế tạo trong quy trình đắp nổi không lỗi. Ví dụ, lá kim loại thứ nhất 16 có thể được tạo hình bằng quy trình ướt, như kỹ thuật mạ không điện hoặc kỹ thuật mạ điện; quy trình khô, như phún xạ hoặc lắng đọng hơi hóa học; hoặc kết hợp các kỹ thuật này. Các ví dụ của lá kim loại thứ nhất 16 bao gồm các lá nhôm, lá đồng, lá thép không gỉ (stainless-steel, SUS), và các lá niken. Trong đó lá đồng được ưu tiên. Lá đồng có thể là lá đồng cuộn hoặc lá đồng mạ điện. Lá kim loại thứ nhất 16 tốt hơn nếu có độ dày trong khoảng từ 0,1 đến 12 μm , tốt hơn nữa nếu trong khoảng từ 0,5 đến 9 μm , còn tốt hơn nữa nếu trong khoảng từ 1 đến 7 μm , đặc biệt tốt hơn nếu trong khoảng từ 1,5 đến 5 μm . Độ dày nằm trong phạm vi như vậy tạo điều kiện thuận lợi cho việc tạo hình các lỗ thông

bằng cách khoan laze trực tiếp lá kim loại thứ nhất 16 trong bước tạo hình các lỗ thông, mà sẽ được mô tả dưới đây. Trong trường hợp lớp dây dẫn được tạo hình từ lá kim loại thứ nhất 16, lá kim loại thứ nhất 16 với độ dày nằm trong phạm vi được mô tả ở trên tạo điều kiện thuận lợi cho việc hình thành mẫu mạch hoàn thiện.

Lớp cách điện thứ nhất 18 có thể có cấu trúc đã biết bất kỳ được sử dụng cho lớp cách điện được chế tạo trong quy trình đắp nổi không lõi. Ví dụ, lớp cách điện thứ nhất 18 có thể tốt hơn nếu được tạo thành bằng cách xếp chồng vật liệu nhựa cách điện, như tấm ngậm tấm trước hoặc tấm nhựa, lên lá kim loại thứ nhất 16 và ép nóng vật liệu nhựa cách điện. Các ví dụ ưu tiên của nhựa cách điện được sử dụng trong tấm ngậm tấm trước bao gồm các nhựa epoxy, nhựa xyanat, nhựa bismaleimide triazin (bismaleimide triazine, BT), nhựa polyphenylen ete, và các nhựa phenol. Các ví dụ ưu tiên của nhựa cách điện tạo thành tấm nhựa bao gồm các nhựa epoxy, nhựa polyimide, và nhựa polyester. Để cải thiện các đặc tính cách điện, lớp cách điện thứ nhất 18 có thể chứa, ví dụ, chất độn dạng hạt bao gồm các hạt vô cơ, như silic oxit hoặc alumin. Lớp cách điện thứ nhất 18 có thể có độ dày bất kỳ tốt hơn nếu trong khoảng từ 1 đến 100 μm , tốt hơn nữa nếu trong khoảng từ 5 đến 40 μm , còn tốt hơn nữa nếu trong khoảng từ 10 đến 30 μm . Lớp cách điện thứ nhất 18 có thể bao gồm hai hoặc nhiều lớp phụ.

Ít nhất một mặt liền kề với lớp cách điện thứ nhất 18, của lá kim loại thứ hai 20 có hệ số phản xạ laze lớn hơn hoặc bằng 80% ở bước sóng 10,6 μm được đo bởi thiết bị quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (Fourier-transform infrared spectrometer, FT-IR) và mật độ đỉnh Spd là trong khoảng từ 7000 đến 15000/ mm^2 được đo theo tiêu chuẩn ISO 25178. Bằng cách sử dụng lá kim loại lớp trong (nói cách khác, lá kim loại thứ hai 20) mà thỏa mãn các điều kiện như vậy trong quá trình sản xuất bảng mạch đa lớp, có thể ngăn một cách có hiệu quả sự đục thủng mạch lớp trong (nói cách khác, lớp dây dẫn thứ hai 24) bằng cách khoan laze, trong khi đạt được độ bám dính mạch tốt hơn.

Nói cách khác, mặt liền kề với lớp cách điện thứ nhất 18, của lá kim loại thứ hai 20 có hệ số phản xạ laze cao, lớn hơn hoặc bằng 80% ở bước sóng 10,6 μm được đo bởi thiết bị quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier. Nhờ đó có thể được giảm một cách hiệu quả sự hấp thụ các chùm tia laze để tạo hình các lỗ thông. Kết quả là, có thể ngăn chặn khá hiệu quả sự đục thủng lớp dây dẫn thứ hai 24 (được tạo ra từ lá kim loại thứ hai 20) bằng cách khoan laze. Hệ số phản xạ laze ở bước sóng 10,6 μm tăng lên khi mặt của lá

kim loại thứ hai 20 được làm nhẵn. Tuy nhiên, chỉ làm nhẵn mặt của lá kim loại thứ hai 20 để làm tăng hệ số phản xạ laze có thể làm giảm khả năng bám dính giữa lá kim loại thứ hai 20 và lớp cách điện thứ nhất 18 và gây ra sự tách mạch điện. Do đó, không dễ để cân bằng giữa việc ngăn sự đục thủng mạch lớp trong bằng cách khoan laze và khả năng bám dính của mạch. Theo sáng chế, mặt liền kề với lớp cách điện thứ nhất 18, của lá kim loại thứ hai 20 duy trì độ nhẵn cao, mà góp phần vào việc cải thiện hệ số phản xạ laze ở bước sóng $10,6\mu\text{m}$, và cũng có mật độ đỉnh Spd cao trong khoảng từ 7000 đến $15000/\text{mm}^2$. Việc kẹp lá kim loại thứ hai 20 vào trong lớp cách điện thứ nhất 18 nhờ đó có thể đạt được với số lượng điểm tiếp xúc lớn. Kết quả là, có thể ngăn chặn khá hiệu quả sự đục thủng mạch lớp trong bằng cách khoan laze, trong khi có thể đảm bảo khả năng bám dính của mạch cao.

Từ quan điểm được mô tả ở trên, mặt liền kề với lớp cách điện thứ nhất 18, của lá kim loại thứ hai 20 có hệ số phản xạ laze lớn hơn hoặc bằng 80%, tốt hơn nếu lớn hơn hoặc bằng 85%, tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 90%, còn tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 95%, ở bước sóng $10,6\mu\text{m}$ được đo bởi thiết bị quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (Fourier-transform infrared spectrometer, FT-IR). Hệ số phản xạ laze có thể có giới hạn trên bất kỳ, ví dụ, 100% và thông thường nhỏ hơn hoặc bằng 98%. Mặt liền kề với lớp cách điện thứ nhất 18, của lá kim loại thứ hai 20 có mật độ đỉnh Spd trong khoảng từ 7000 đến $15000/\text{mm}^2$, tốt hơn nếu trong khoảng từ 10000 đến $15000/\text{mm}^2$, tốt hơn nữa nếu trong khoảng từ 13000 đến $15000/\text{mm}^2$, được đo theo tiêu chuẩn ISO 25178. Mật độ đỉnh Spd nằm trong phạm vi như vậy có thể đảm bảo khả năng bám dính của mạch cao hơn trong khi ngăn sự đục thủng lớp dây dẫn thứ hai 24 một cách hiệu quả hơn trong suốt quá trình khoan laze.

Mặt liền kề với lớp cách điện thứ nhất 18, của lá kim loại thứ hai 20 có độ nhám trung bình trên mười điểm Rz tốt hơn nếu trong khoảng từ 0,2 đến $2,0\mu\text{m}$, tốt hơn nữa nếu trong khoảng từ 0,5 đến $1,8\mu\text{m}$, còn tốt hơn nữa nếu trong khoảng từ 0,8 đến $1,5\mu\text{m}$. Độ nhám trung bình trên mười điểm Rz nằm trong phạm vi như vậy còn có thể tạo điều kiện thuận lợi cho việc hình thành mẫu mạch hoàn thiện.

Mặt liền kề với lớp cách điện thứ nhất 18, của lá kim loại thứ hai 20 có thể có hệ số phản xạ laze ở bước sóng $10,6\mu\text{m}$, mật độ đỉnh Spd, và độ nhám trung bình trên mười điểm Rz nằm trong các phạm vi nêu trên bằng cách làm nhám mặt lá đồng dưới các điều

kiện đã biết hoặc mong muốn. Do đó, mặt liền kề với lớp cách điện thứ nhất 18, của lá kim loại thứ hai 20 tốt hơn nếu được làm nhám. Có thể lựa chọn sử dụng lá đồng có bán trên thị trường có một mặt thỏa mãn các điều kiện nêu trên.

Lá kim loại thứ hai 20 có thể được tạo hình bằng quy trình ướt, như kỹ thuật mạ không điện hoặc kỹ thuật mạ điện; quy trình khô, như phún xạ hoặc lắng đọng hơi hóa học; hoặc kết hợp các kỹ thuật này. Các ví dụ của lá kim loại thứ hai 20 bao gồm các lá nhôm, lá đồng, và lá thép không gỉ (stainless-steel, SUS). Trong đó lá đồng được ưu tiên. Lá đồng có thể là lá đồng cuộn hoặc lá đồng mạ điện. Lá kim loại thứ hai 20 tốt hơn nếu có độ dày trong khoảng từ 0,1 đến 12 μ m, tốt hơn nữa nếu trong khoảng từ 1 đến 9 μ m, còn tốt hơn nữa nếu trong khoảng từ 5 đến 7 μ m. Độ dày nằm trong phạm vi như vậy khá phù hợp cho việc tạo hình mẫu mạch hoàn thiện. Lá kim loại thứ hai 20 có thể được cung cấp dưới dạng lá kim loại gắn vào vật mang, bao gồm, theo thứ tự, vật mang thứ hai (không được thể hiện trên hình vẽ), lớp nhả thứ hai (không được thể hiện trên hình vẽ), và lá kim loại thứ hai 20. Trong trường hợp này, lá kim loại thứ hai 20 được xếp chồng trên lớp cách điện thứ nhất 18. Vật mang thứ hai sau đó có thể được nhả ra khỏi tấm nhiều lớp thứ nhất 22 trước khi tạo hình lớp dây dẫn thứ hai 24. Vật mang thứ hai có thể có cấu trúc bất kỳ tương ứng với cấu trúc của vật mang thứ nhất 12 và lớp nhả thứ hai có thể có cấu trúc bất kỳ tương ứng với cấu trúc của lớp nhả thứ nhất 14.

(2) Tạo hình lớp dây dẫn thứ hai

Như được minh họa trong bước (iii) trên Fig. 1, lá kim loại thứ hai 20 được tạo mẫu để tạo thành lớp dây dẫn thứ hai 24. Quy trình tạo mẫu có thể được thực hiện bởi bất kỳ công nghệ đã biết nào. Công nghệ ưu tiên để tạo hình mẫu mạch của lớp dây dẫn thứ hai 24 là sử dụng lá kim loại thứ hai 20 là nguyên trạng hoặc một phần. Công nghệ được ưu tiên hơn để tạo hình lớp dây dẫn thứ hai 24 sử dụng lá kim loại thứ hai 20 là nguyên trạng, nói cách khác, không mạ hoặc phủ lên lá kim loại thứ hai 20. Ví dụ ưu tiên của công nghệ mà có thể tạo thành mẫu mạch là quy trình loại bỏ. Để tạo hình mẫu mạch bằng quy trình loại bỏ, lá kim loại thứ hai 20 được ghép lớp với màng khô và được phơi sáng và hiện hình mẫu mạch định trước để tạo thành lớp chống ăn mòn (không được thể hiện trên hình vẽ). Lá kim loại thứ hai 20 sau đó được xử lý bằng dung dịch ăn mòn mà có thể hòa tan kim loại tạo thành lá kim loại thứ hai 20. Kim loại được lộ ra giữa các

đoạn mà lớp chống ăn mòn đã được ăn mòn đi. Chất chống ăn mòn sau đó bị loại bỏ, tạo ra lớp dây dẫn thứ hai 24.

Tốt hơn nếu bước tạo hình lớp dây dẫn thứ hai 24 còn bao gồm bước thực hiện quy trình lớp trong. Quy trình lớp trong tốt hơn nếu bao gồm bước xử lý tạo nhám, ví dụ, bước xử lý tạo nhám CZ, mà có thể được thực hiện bằng cách làm nhám mặt được lộ ra của lớp dây dẫn thứ hai 24 bằng chất ăn mòn vi mô gốc axit hữu cơ (ví dụ, sản phẩm số: CZ-8101 được cung cấp bởi MEC Company LTD.). Do vậy, có thể tạo thành các phần nhám mịn trên lớp dây dẫn thứ hai 24 để cải thiện độ bám dính giữa lớp dây dẫn thứ hai 24 và lớp cách điện thứ hai 26 trong bước tạo hình tấm nhiều lớp thứ hai, mà sẽ được mô tả dưới đây.

Tốt hơn nếu lớp dây dẫn thứ hai 24 có độ dày trong khoảng từ 3 đến 12 μ m, tốt hơn nữa nếu trong khoảng từ 5 đến 10 μ m, còn tốt hơn nữa nếu trong khoảng từ 5 đến 8 μ m. Độ dày nằm trong phạm vi như vậy có lợi đáng kể để làm giảm đáng kể độ dày cần thiết của bảng mạch đa lớp. Phương pháp theo sáng chế có thể ngăn chặn hiệu quả sự đục thủng lớp dây dẫn thứ hai 24 trong quá trình khoan laze ngay cả khi lớp dây dẫn thứ hai 24 có độ dày nhỏ như được mô tả ở trên. Trong trường hợp lớp dây dẫn thứ hai 24 trải qua quy trình lớp trong, thì tốt hơn nếu lớp dây dẫn thứ hai 24 sau khi thực hiện quy trình lớp trong có độ dày nằm trong phạm vi nêu trên.

(3) Tạo hình tấm nhiều lớp thứ hai

Như được minh họa trong bước (iv) trên Fig.2, lớp cách điện thứ hai 26 và lá kim loại thứ ba 28 được xếp chồng trên tấm nhiều lớp thứ nhất 22 mà được chế tạo thành lớp dây dẫn thứ hai 24 để tạo thành tấm nhiều lớp thứ hai 30. Do đó, lớp dây dẫn thứ hai 24 đóng vai trò là mạch lớp trong được gắn giữa lớp cách điện thứ nhất 18 và lớp cách điện thứ hai 26. Lớp cách điện thứ hai 26 và lá kim loại thứ ba 28 có thể có cấu trúc tương ứng với cấu trúc của lớp cách điện thứ nhất 18 và lá kim loại thứ nhất 16. Do đó, các phương án ưu tiên của lá kim loại thứ nhất 16 và lớp cách điện thứ nhất 18 lần lượt áp dụng cho lá kim loại thứ ba 28 và lớp cách điện thứ hai 26. Lá kim loại thứ ba 28 có thể được cung cấp dưới dạng lá kim loại gắn vào vật mang bao gồm, theo thứ tự, vật mang thứ ba (không được thể hiện trên hình vẽ), lớp nhả thứ ba (không được thể hiện trên hình vẽ), và lá kim loại thứ ba 28. Vật mang thứ ba có thể có cấu trúc bất kỳ tương ứng với

cấu trúc của vật mang thứ nhất 12 và lớp nhả thứ ba có thể có cấu trúc bất kỳ tương ứng với cấu trúc của lớp nhả thứ nhất 14.

Tốt hơn nếu một mặt liền kề với lớp cách điện thứ hai 26, của lớp dây dẫn thứ hai 24 có hệ số phản xạ laze lớn hơn hoặc bằng 80%, tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 85%, còn tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 90%, đặc biệt tốt hơn nếu lớn hơn hoặc bằng 95%, ở bước sóng 10,6 μ m được đo bởi thiết bị quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (Fourier-transform infrared spectrometer, FT-IR). Hệ số phản xạ laze có thể có giới hạn trên bất kỳ, ví dụ, 100% và thông thường nhỏ hơn hoặc bằng 98%. Mặt liền kề với lớp cách điện thứ hai 26, của lớp dây dẫn thứ hai 24 có mật độ đỉnh Spd tốt hơn nếu trong khoảng từ 7000 đến 15000/mm², tốt hơn nữa nếu trong khoảng từ 10000 đến 15000/mm², còn tốt hơn nữa nếu trong khoảng từ 13000 đến 15000/mm² được đo theo tiêu chuẩn ISO 25178. Mật độ đỉnh Spd nằm trong phạm vi như vậy có thể đảm bảo độ bám dính cao giữa lớp dây dẫn thứ hai 24 và lớp cách điện thứ hai 26 trong khi ngăn sự đục thủng lớp dây dẫn thứ hai 24 trong quá trình khoan laze lá kim loại thứ ba 28. Mặt liền kề với lớp cách điện thứ hai 26, của lá kim loại thứ hai 20 về cơ bản có thể có hệ số phản xạ laze ở bước sóng 10,6 μ m và mật độ đỉnh Spd nằm trong các phạm vi nêu trên. Theo cách khác, mặt liền kề với lớp cách điện thứ hai 26, của lá kim loại thứ hai 20 có thể tạo ra hệ số phản xạ laze và mật độ của đỉnh như vậy bởi quy trình lớp trong (ví dụ, bằng cách xử lý tạo nhám, như xử lý tạo nhám CZ). Do đó, tốt hơn nếu mặt liền kề với lớp cách điện thứ hai 26, của lớp dây dẫn thứ hai 24 được làm nhám.

Tốt hơn nếu tỷ số T_1/T_2 của độ dày T_1 của lá kim loại thứ nhất 16 chia độ dày T_2 của lớp dây dẫn thứ hai 24 lớn hơn hoặc bằng 0,23 và/hoặc tỷ số T_3/T_2 của độ dày T_3 của lá kim loại thứ ba 28 chia độ dày T_2 của lớp dây dẫn thứ hai 24 lớn hơn hoặc bằng 0,23. Cả hai tỷ số T_1/T_2 và T_3/T_2 tốt hơn nếu lớn hơn hoặc bằng 0,23. Do lớp dây dẫn thứ hai 24 có nguồn gốc từ lá kim loại thứ hai 20 có một mặt không có khả năng hấp thụ các chùm tia laze theo sáng chế, gây hư hỏng lớp dây dẫn thứ hai 24 đóng vai trò là mạch lớp trong bằng cách khoan laze có thể bị triệt tiêu ngay cả khi lá kim loại thứ hai 20 được làm cực mỏng để đáp ứng phạm vi độ dày nêu trên. Tốt hơn nếu tỷ số T_1/T_2 và/hoặc tỷ số T_3/T_2 nhỏ hơn hoặc bằng 1,0, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 0,50, còn tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 0,33. Nếu lá kim loại hoặc lớp dây dẫn được xử lý bề mặt (nói cách khác, độ dày của lá kim loại hoặc lớp dây dẫn được thay đổi) trước

khi khoan laze, thì độ dày T_1 , T_2 , và T_3 lần lượt để chỉ độ dày của lá kim loại thứ nhất 16, lớp dây dẫn thứ hai 24, và lá kim loại thứ ba 28, sau quá trình xử lý bề mặt. Ví dụ, độ dày T_2 để chỉ độ dày lớp dây dẫn thứ hai 24 sau quy trình lớp trong nếu lớp dây dẫn thứ hai 24 trải qua quy trình lớp trong.

(4) Nhả vật mang (bước tùy chọn)

Trong trường hợp lá kim loại thứ nhất 16 và/hoặc lá kim loại thứ ba 28 được cung cấp dưới dạng các lá kim loại gắn trên vật mang, vật mang thứ nhất 12 và/hoặc vật mang thứ ba (không được thể hiện trên hình vẽ) được nhả khỏi tấm nhiều lớp thứ hai 30 như được minh họa trong bước (v) trên Fig.2. Điều này cho phép khoan laze từ mỗi lá kim loại thứ nhất 16 và lá kim loại thứ ba 28 trong bước tạo hình các lỗ thông thứ nhất và thứ hai, mà sẽ được mô tả dưới đây. Do độ cứng của tấm nhiều lớp thứ hai 30 được tăng lên bởi lớp cách điện thứ nhất 18 và lớp cách điện thứ hai 26, nên khả năng xử lý vừa đủ của tấm nhiều lớp thứ hai có thể được đảm bảo ngay cả sau khi nhả các vật mang. Trong trường hợp các giá đỡ dự kiến (không được thể hiện trên hình vẽ), ví dụ, các tấm ngâm tấm trước được ghép lớp với các lá kim loại gắn trên vật mang như được mô tả ở trên, các giá đỡ như vậy được nhả khỏi tấm nhiều lớp thứ hai 30 cùng với vật mang thứ nhất 12 và/hoặc vật mang thứ ba (không được thể hiện trên hình vẽ).

(5) Tạo thành các lỗ thông thứ nhất và thứ hai

Như được minh họa trong bước (vi) trên Fig.3, việc khoan laze được thực hiện với lá kim loại thứ nhất 16 và lá kim loại thứ ba 28 của tấm nhiều lớp thứ hai 30 để tạo thành lỗ thông thứ nhất 32 kéo dài qua lá kim loại thứ nhất 16 và lớp cách điện thứ nhất 18 đến lớp dây dẫn thứ hai 24 và lỗ thông thứ hai 34 kéo dài qua lá kim loại thứ ba 28 và lớp cách điện thứ hai 26 đến lớp dây dẫn thứ hai 24. Mặc dù có thể sử dụng các chùm tia laze khác nhau để khoan laze, ví dụ, các chùm tia laze cacbon đioxit, chùm tia laze excimer, chùm tia laze cực tím (ultraviolet-UV), và chùm tia laze ytri-nhôm-granat (yttrium-aluminum-garnet, YAG), trong đó các chùm tia laze cacbon đioxit được đặc biệt ưu tiên. Bằng cách khoan laze trong bước tạo hình các lỗ thông, phương pháp theo sáng chế có thể ngăn chặn khá hiệu quả việc đục thủng lớp dây dẫn thứ hai 24.

Tốt hơn nếu bước tạo hình các lỗ thông thứ nhất và thứ hai bao gồm bước phụ làm sạch cạnh nhựa (vết bắn) được tạo ra ở đáy của lỗ thông trong khi lỗ thông được tạo ra

bằng cách khoan laze, các căn này ở trong ít nhất một trong số dung dịch cromat và dung dịch permanganat. Bước phụ làm sạch căn bao gồm các bước, theo thứ tự, xử lý rộp, xử lý cromat hoặc pemanganat, và xử lý khử, và có thể sử dụng quy trình ướt bất kỳ đã biết. Một ví dụ của cromat là kali cromat. Các ví dụ của pemanganat bao gồm natri pemanganat và kali pemanganat. Cụ thể là, từ quan điểm khử các chất mong muốn trong dung dịch làm sạch căn và phục hồi điện phân, người ta ưu tiên sử dụng pemanganat.

Tốt hơn nếu mỗi lỗ thông thứ nhất 32 và lỗ thông thứ hai 34 có đường kính trong khoảng từ 30 đến 80 μ m, tốt hơn nữa nếu trong khoảng từ 30 đến 60 μ m, còn tốt hơn nữa nếu trong khoảng từ 30 đến 40 μ m. Đường kính trong phạm vi như vậy có lợi đáng kể cho việc nén băng mạch in đa lớp. Để tạo thành lỗ thông có đường kính nhỏ như vậy, với mong muốn làm giảm đường kính của chùm tia laze (đường kính vết). Trong trường hợp này, năng lượng của chùm tia laze thường tập trung vào một điểm, được chiếu xạ bằng chùm tia laze, của lớp dây dẫn thứ hai 24. Do đó, lớp dây dẫn thứ hai 24 thực chất thường được đục lỗ. Về mặt này, phương pháp theo sáng chế có thể ngăn chặn hiệu quả sự đục thủng lớp dây dẫn thứ hai 24 ngay cả khi năng lượng của chùm tia laze tập trung lên điểm được chiếu xạ: Lớp dây dẫn thứ hai 24 được tạo ra từ lá kim loại thứ hai 20 có một mặt mà không có khả năng hấp thụ chùm tia laze.

(6) Tạo hình các lớp dây dẫn thứ nhất và thứ ba

Như được minh họa trong bước (vii) trên Fig.3, hai mặt của tấm nhiều lớp thứ hai 30 được mạ và được tạo mẫu để kết nối điện qua lỗ thông thứ nhất 32, lớp dây dẫn thứ hai 24, và lỗ thông thứ hai 34 được hình thành, để tạo thành băng mạch đa lớp 42 bao gồm lớp dây dẫn thứ nhất 38 tiếp giáp với lớp cách điện thứ nhất 18, lớp dây dẫn thứ hai 24 được tạo ra từ lá kim loại thứ hai 20, và lớp dây dẫn thứ ba 40 tiếp giáp với lớp cách điện thứ hai 26. Lớp dây dẫn thứ nhất 38 thường được tạo ra từ lá kim loại thứ nhất 16 và thường có chứa kim loại có nguồn gốc từ lá kim loại thứ nhất 16. Ngoài ra, lớp dây dẫn thứ nhất 38 có thể được tạo hình là lớp dây dẫn khác chỉ phản ánh biên dạng bề mặt của lá kim loại thứ nhất 16 và không chứa kim loại có nguồn gốc từ lá kim loại thứ nhất 16. Cũng như vậy, lớp dây dẫn thứ ba 40 thường được tạo ra từ lá kim loại thứ ba 28 và thường có chứa kim loại có nguồn gốc từ lá kim loại thứ ba 28. Theo cách khác, lớp dây dẫn thứ ba 40 có thể được tạo hình là lớp dây dẫn khác mà chỉ phản ánh biên dạng bề mặt của lá kim loại thứ ba 28 và do đó, không chứa kim loại có nguồn gốc từ lá

kim loại thứ ba 28. Lớp dây dẫn thứ nhất 38 và lớp dây dẫn thứ ba 40 có thể được tạo hình bằng bất kỳ công nghệ đã biết nào, ví dụ, quy trình loại bỏ, quy trình bán bổ sung biến đổi (modified semi-additive process, MSAP), quy trình bán bổ sung (semi-additive process, SAP). Trong bước (vii) trên Fig.3, các mẫu mạch được tạo hình bằng quy trình MSAP. Việc tạo hình mẫu mạch để làm mẫu bằng quy trình MSAP bao gồm bước tạo hình các lớp cảm quang (không được thể hiện trên hình vẽ) với các mẫu định trước trên lá kim loại thứ nhất 16 và lá kim loại thứ ba 28. Tốt hơn nếu các lớp cảm quang là các màng nhạy quang. Trong trường hợp này, các mẫu dây dẫn định trước có thể được cung cấp cho các lớp cảm quang bằng quá trình phơi sáng và quá trình hiện hình. Các lớp mạ điện 36 sau đó được tạo thành trên các phần được lộ ra (nói cách khác, không được chắn bởi các lớp cảm quang) của các mặt của lá kim loại thứ nhất 16 và lá kim loại thứ ba 28 và trong lỗ thông thứ nhất 32 và lỗ thông thứ hai 34. Do lỗ thông thứ nhất 32 và lỗ thông thứ hai 34 được lấp đầy bởi kim loại mạ, hai mặt của tấm nhiều lớp thứ hai 30 được kết nối điện qua lỗ thông thứ nhất 32, lớp dây dẫn thứ hai 24, và lỗ thông thứ hai 34. Việc mạ điện có thể được thực hiện bởi bất kỳ công nghệ đã biết nào. Sau khi các lớp cảm quang đã được loại bỏ, lá kim loại thứ nhất 16, lá kim loại thứ ba 28, và lớp mạ điện 36 được ăn mòn để tạo ra bảng mạch đa lớp 42 được chế tạo với lớp dây dẫn thứ nhất 38 và lớp dây dẫn thứ ba 40 trên đó.

Có thể hình thành thêm một lớp dây dẫn tích hợp trên bảng mạch đa lớp 42. Cụ thể là, các lớp cách điện bổ sung và các lớp dây dẫn theo các mẫu dây dẫn có thể được xếp chồng xen kẽ trên bảng mạch đa lớp 42 để tạo ra bảng mạch đa lớp được chế tạo với n lớp dây dẫn trong đó n là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 4, tốt hơn nếu là số nguyên lẻ, ví dụ, như 5, 7, hoặc 9. Bước này có thể được lặp lại cho đến khi tạo hình được số lượng lớp dây dẫn tích hợp mong muốn. Vật liệu bảo vệ mỗi hàn và các mô lắp ráp, ví dụ, các trụ có thể được tạo hình trên lớp bên ngoài theo yêu cầu.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn bằng các ví dụ sau:

Ví dụ từ 1 đến 6

Sáu lá đồng được cung cấp và trải qua một số đánh giá để sử dụng cho các lá kim loại lớp trong của các bảng mạch đa lớp. Quy trình chi tiết như sau:

(1) Cung cấp lá đồng

Sáu lá đồng được mạ điện được cung cấp, mỗi lá có ít nhất một mặt với các thông số được thể hiện trên bảng 1 và độ dày $12\mu\text{m}$. Một vài trong số các lá đồng này có bán trên thị trường và các lá đồng khác được sản xuất bằng các công nghệ đã biết. Các thông số của các lá đồng này được tính toán hoặc được đo bằng các cách tiếp cận sau đây:

Hệ số phản xạ laser ở bước sóng $10,6\mu\text{m}$ được đo bởi thiết bị FT-IR

Dữ liệu phổ IR của một bề mặt của mỗi lá đồng được quan sát dưới các điều kiện sau đây bằng thiết bị đo phổ hồng ngoại (Thiết bị quang phổ Nicolet Nexus 640 FT-IR được cung cấp bởi Thermo Fisher SCIENTIFIC): Dữ liệu phổ IR sau đó được phân tích để tính toán hệ số phản xạ laser ở bước sóng $10,6\mu\text{m}$.

Các điều kiện thực hiện phép đo:

- Chế độ: hệ số phản xạ gương
- Để sau: gương mạ vàng (Au)
- Độ phân giải: 4 cm^{-1}
- Số lần quét: 64
- Đầu thu: đầu thu đơteri triglyxin sunfat (deuterium tri-glycine sulfate, DTGS)

Mật độ đỉnh Spd

Mật độ đỉnh Spd được đo trên mặt của mỗi lá đồng thông qua bộ lọc S bằng kính hiển vi laser (VK-X100 được cung cấp bởi KEYENCE CORPORATION) theo tiêu chuẩn ISO 25178 dưới các điều kiện bước sóng giới hạn $0,8\mu\text{m}$ và độ phóng đại 2000 lần (diện tích quan sát: $107\mu\text{m} \times 143\mu\text{m}$).

Độ nhám trung bình trên mười điểm Rz

Độ nhám trung bình trên mười điểm Rz được đo trên mặt của mỗi lá đồng bằng kính hiển vi laser (VK-X100 được cung cấp bởi KEYENCE CORPORATION) theo tiêu chuẩn JIS B 0601-1994 dưới các điều kiện độ phóng đại 2000 lần, giá trị giới hạn $0,8\mu\text{m}$, và bước sóng được quan sát $100\mu\text{m}$.

(2) Đánh giá lá đồng

Các đặc tính khác nhau của các lá đồng được cung cấp được đánh giá như sau:

Hiệu suất khoan laze

Một tấm nhiều lớp để đánh giá hiệu suất khoan laze được chế tạo với mỗi lá đồng là lá kim loại lớp trong được chế tạo trong bước (1) như dưới đây: cung cấp lá đồng có độ dày $2\mu\text{m}$ là lá kim loại thứ nhất 16. Tấm ngâm tấm trước (GHPL-830NSF được cung cấp bởi MITSUBISHI GAS CHEMICAL COMPANY, INC.) có độ dày $0,02\text{mm}$ hoặc lớp cách điện thứ nhất 18 được xếp chồng lên trên lá kim loại thứ nhất 16. Lá đồng khác được chế tạo trong bước (1) là lá kim loại thứ hai 20 được xếp chồng lên trên lớp cách điện thứ nhất 18 sao cho một mặt có các thông số được thể hiện trên bảng 1 của lá kim loại thứ hai 20 tiếp xúc với lớp cách điện thứ nhất 18. Tấm nhiều lớp được ép nóng dưới điều kiện áp suất $4,0\text{MPa}$ ở 220°C trong vòng 90 phút để tạo ra tấm nhiều lớp thứ nhất 22. Mặt còn lại của lá kim loại thứ hai 20 được ăn mòn $1\mu\text{m}$ bằng dung dịch ăn mòn vi mô. Mặt của lá kim loại thứ hai 20 sau đó được ghép lớp với màng khô và chịu sự phơi sáng và hiện hình mẫu định trước để tạo thành lớp chống ăn mòn. Mặt của lá kim loại thứ hai được xử lý bằng dung dịch ăn mòn đồng clorua để ăn mòn phần đồng được lộ ra giữa các đoạn của lớp chống ăn mòn. Chất chống ăn mòn sau đó bị loại bỏ để tạo thành lớp dây dẫn thứ hai 24. Mặt của lớp dây dẫn thứ hai 24 được xử lý tạo nhám (xử lý tạo nhám CZ). Lớp dây dẫn thứ hai 24 sau quy trình xử lý tạo nhám có độ dày $9\mu\text{m}$. Do đó, tỷ số T_1/T_2 của độ dày T_1 ($2\mu\text{m}$) của lá kim loại thứ nhất chia độ dày T_2 ($9\mu\text{m}$) của lớp dây dẫn thứ hai là $2/9 =$ xấp xỉ $0,22$. Tiếp theo, tấm ngâm tấm trước khác (tấm ngâm tấm trước GHPL-830NSF được cung cấp bởi MITSUBISHI GAS CHEMICAL COMPANY, INC.) có độ dày $0,02\text{mm}$ là lớp cách điện thứ hai 26 và lá đồng khác có độ dày $2\mu\text{m}$ là lá kim loại thứ ba 28 được xếp chồng theo thứ tự lên trên tấm nhiều lớp thứ nhất 22 được cung cấp với lớp dây dẫn thứ hai 24. Tấm nhiều lớp được ép nóng dưới điều kiện áp suất $4,0\text{MPa}$ ở 220°C trong 90 phút để tạo ra tấm nhiều lớp để đánh giá hiệu suất khoan laze. Lá kim loại thứ nhất 16 của tấm nhiều lớp thu được để đánh giá hiệu suất khoan laze được khoan bằng chùm tia laze cacbon đioxit với mật độ công suất $9,5\text{MW}/\text{cm}^2$ để tạo thành các lỗ thông (có đường kính $65\mu\text{m}$) kéo dài qua lá kim loại thứ nhất 16 và lớp cách điện thứ nhất 18 đến lớp dây dẫn thứ hai 24. Các lỗ thông được quan sát từ lá kim loại thứ nhất 16 bằng kính hiển vi lumen kim để xác định liệu lớp dây dẫn thứ hai 24 đã được đục lỗ hay chưa. Trong mỗi ví dụ, 88 lỗ thông được tạo thành và số lượng lỗ thủng của lớp dây dẫn thứ hai 24 được xác định. Tỷ lệ đục lỗ sau khi khoan

laze được tính toán từ số lượng các lỗ thông đã được tạo thành và số lượng lỗ thủng của lớp dây dẫn thứ hai 24.

Độ bám dính của mạch

Ba tấm ngậm tấm trước (GHPL-830NSF được cung cấp bởi MITSUBISHI GAS CHEMICAL COMPANY, INC.) mỗi tấm có độ dày 0,1 mm được ghép lớp. Lá đồng được chế tạo trong bước (1) được xếp chồng lên trên từng mặt của tấm nhiều lớp của các tấm ngậm tấm trước sao cho mặt của lá đồng tiếp xúc với tấm nhiều lớp, mặt này có các thông số được thể hiện trên bảng 1. Tấm nhiều lớp được ép nóng ở điều kiện áp suất 4,0MPa ở 220°C trong 90 phút để tạo thành mẫu tấm nhiều lớp được phủ đồng. Các màng khô được ghép lớp lên trên hai mặt của mẫu tấm nhiều lớp được phủ đồng để tạo thành các lớp chống ăn mòn. Các lớp chống ăn mòn trên hai mặt được phơi sáng và được hiện hình để tạo thành các mẫu ăn mòn (mỗi mẫu có độ rộng 0,8mm) để đo độ bền bám dính. Các mẫu sau đó được ăn mòn bằng dung dịch ăn mòn đồng và sau đó các lớp chống ăn mòn được loại bỏ để tạo thành các mạch. Mỗi mạch được tạo thành theo cách này (có độ dày 12µm và chiều rộng 0,8mm) được lật khỏi tấm ngậm tấm trước theo hướng 90° theo tiêu chuẩn JIS C 6481-1996 để đo độ bền bám dính (kgf/cm).

Đánh giá khả năng tạo hình của mạch

Một mặt của từng mẫu tấm nhiều lớp được phủ đồng được mạ điện để tạo chiều cao mạch là 20µm. Lớp mạ điện thu được được tạo lớp với màng khô và được phơi sáng và được hiện hình để tạo thành lớp chống ăn mòn. Đồng ở giữa các đoạn của lớp chống ăn mòn được ăn mòn bởi quy trình sử dụng dung dịch ăn mòn đồng clorua để tạo thành mẫu dây dẫn tuyến tính có chiều cao mạch là 20µm, đường thẳng là 25µm, và khoảng cách là 25µm. Mẫu dây dẫn tuyến tính thu được được quan sát từ phía trên trực tiếp bằng kính hiển vi điện tử quét (scanning electron microscopy, SEM) (ở góc quan sát 0°) với điều kiện độ phóng đại 1000 lần. Hình ảnh SEM đã được chụp được tải vào kính hiển vi kỹ thuật số (kính hiển vi kỹ thuật số VHX500 được cung cấp bởi KEYENCE CORPORATION) để đo chiều rộng đáy của mạch ở 100 điểm. Giá trị trung bình của các giá trị quan sát được được sử dụng thay cho giá trị trung bình để tính toán độ lệch chuẩn σ (µm). Giá trị của độ tuyến tính của mạch được sử dụng là 3σ -(-3σ), tức là 6σ .

Ví dụ từ 7 đến 12

Các mẫu được đánh giá như trong các ví dụ từ 1 đến 6 ngoại trừ các lá đồng có lớp mạ điện mà mỗi lá có độ dày 12 μ m được thay thế bởi các lá đồng có lớp mạ điện mà mỗi lá có độ dày 9 μ m và ít nhất một mặt có các thông số được thể hiện trên bảng 1. Lớp dây dẫn thứ hai 24 của từng tấm nhiều lớp để đánh giá hiệu suất khoan laze sau khi xử lý tạo nhám (xử lý tạo nhám CZ) có độ dày 7 μ m và tỷ số T_1/T_2 là $2/7 =$ xấp xỉ 0,29.

Ví dụ từ 13 đến 16

Các mẫu được đánh giá như trong các ví dụ từ 1 đến 6 ngoại trừ các lá đồng có lớp mạ điện mỗi lá có độ dày 12 μ m được thay thế bởi các lá đồng có lớp mạ điện mỗi lá có độ dày 7 μ m và ít nhất một mặt có các thông số được thể hiện trên bảng 1. Lớp dây dẫn thứ hai 24 của từng tấm nhiều lớp để đánh giá hiệu suất khoan laze sau khi xử lý tạo nhám (xử lý tạo nhám CZ) có độ dày 5 μ m và tỷ số T_1/T_2 là $2/5 = 0,40$.

Các kết quả

Bảng 1 thể hiện các kết quả đánh giá trong các ví dụ từ 1 đến 16.

Bảng 1

	Các thông số của bề mặt lá đồng			Đánh giá			
	Hệ số phản xạ laze (%)	Mật độ đỉnh Spd (/mm ²)	Độ nhám trung bình trên mười điểm Rz (μ m)	Hiệu suất khoan laze		Độ bám dính của mạch	Khả năng tạo hình của mạch
				T_1/T_2 (T_3/T_2)	Tỷ lệ xuyên qua sau khi khoan laze (%)	Độ bền bong tróc (kgf/cm)	Độ tuyến tính của mạch (μ m)
Ví dụ 1	91	13224	1,1	0,22	0	0,71	2,0
Ví dụ 2	81	12535	1,9		5	0,65	2,4
Ví dụ 3	85	11256	1,5		0	0,59	2,2
Ví dụ 4	95	7616	0,2		0	0,44	1,0
Ví dụ 5*	39	14634	3,2		61	0,78	3,5
Ví dụ 6*	96	5783	1,0		0	0,31	2,0
Ví dụ 7	92	13219	1,1	0,29	0	0,66	2,0
Ví dụ 8	80	13670	1,8		20	0,58	2,2
Ví dụ 9	84	11248	1,4		15	0,54	2,2
Ví dụ 10	96	7635	0,3		0	0,34	1,0

Ví dụ 11*	42	14880	2,9		82	0,73	3,3
Ví dụ 12*	94	5770	0,9		0	0,25	2,0
Ví dụ 13	90	13279	1,1	0,40	1	0,61	2,0
Ví dụ 14	84	11236	1,5		30	0,52	2,2
Ví dụ 15	94	7598	0,2		3	0,32	1,0
Ví dụ 16	95	10003	1,3		2	0,50	2,1

* chỉ ra ví dụ so sánh.

Ví dụ 17

Hiệu suất khoan laze được đánh giá như trong ví dụ 11 ngoại trừ: 1) các lá đồng được sử dụng làm lá kim loại thứ nhất 16 và lá kim loại thứ ba 28 và mỗi lá có độ dày 2µm được thay thế bởi các lá đồng mà mỗi lá có độ dày 3µm, 2) độ sâu ăn mòn được điều chỉnh sao cho lớp dây dẫn thứ hai 24 sau khi xử lý tạo nhám (xử lý tạo nhám CZ) có độ dày 5µm (nói cách khác, tỷ số T_1/T_2 là $3/5 = 0,60$), và 3) mật độ công suất của chùm tia laze cacbon đioxit được thay đổi trong khoảng từ 9,5MW/cm² đến 9,75MW/cm².

Ví dụ 18

Hiệu suất khoan laze được đánh giá như trong ví dụ 16 ngoại trừ: 1) các lá đồng được sử dụng làm lá kim loại thứ nhất 16 và lá kim loại thứ ba 28 và mỗi lá có độ dày 2µm được thay thế bởi các lá đồng mà mỗi lá có độ dày 3µm và 2) mật độ công suất của chùm tia laze cacbon đioxit được thay đổi trong khoảng từ 9,5MW/cm² đến 9,75MW/cm². Lớp dây dẫn thứ hai 24 của tám nhiều lớp để đánh giá hiệu suất khoan laze sau khi xử lý tạo nhám (xử lý tạo nhám CZ) có độ dày 5µm và tỷ số T_1/T_2 là $3/5 = 0,60$.

Ví dụ 19

Hiệu suất khoan laze được đánh giá như trong ví dụ 14 ngoại trừ: 1) các lá đồng được sử dụng làm lá kim loại thứ nhất 16 và lá kim loại thứ ba 28 và mỗi lá có độ dày 2µm được thay thế bởi các lá đồng mà mỗi lá có độ dày 3µm và 2) mật độ công suất của chùm tia laze cacbon đioxit được thay đổi trong khoảng từ 9,5MW/cm² đến 9,75MW/cm². Lớp dây dẫn thứ hai 24 của tám nhiều lớp để đánh giá hiệu suất khoan laze sau khi xử lý tạo nhám (xử lý tạo nhám CZ) có độ dày 5µm và tỷ số T_1/T_2 là $3/5 = 0,60$.

Ví dụ 20

Hiệu suất khoan laze được đánh giá như trong ví dụ 17 ngoại trừ: 1) các lá đồng được sử dụng làm lá kim loại thứ nhất 16 và lá kim loại thứ ba 28 và mỗi lá có độ dày $3\mu\text{m}$ được thay thế bởi các lá đồng mà mỗi lá có độ dày $5\mu\text{m}$ và 2) mật độ công suất của chùm tia laze cacbon đioxit được thay đổi trong khoảng từ $9,75\text{MW}/\text{cm}^2$ đến $10,25\text{MW}/\text{cm}^2$. Lớp dây dẫn thứ hai 24 của tấm nhiều lớp để đánh giá hiệu suất khoan laze sau khi xử lý tạo nhám (xử lý tạo nhám CZ) có độ dày $5\mu\text{m}$ và tỷ số T_1/T_2 là $5/5 = 1,0$.

Ví dụ 21

Hiệu suất khoan laze được đánh giá như trong ví dụ 18 ngoại trừ: 1) các lá đồng được sử dụng làm lá kim loại thứ nhất 16 và lá kim loại thứ ba 28 và mỗi lá có độ dày $3\mu\text{m}$ được thay thế bởi các lá đồng mà mỗi lá có độ dày $5\mu\text{m}$ và 2) mật độ công suất của tia laze cacbon đioxit được thay đổi trong khoảng từ $9,75\text{MW}/\text{cm}^2$ đến $10,25\text{MW}/\text{cm}^2$. Lớp dây dẫn thứ hai 24 của tấm nhiều lớp để đánh giá hiệu suất khoan laze sau khi xử lý tạo nhám (xử lý tạo nhám CZ) có độ dày $5\mu\text{m}$ và tỷ số T_1/T_2 là $5/5 = 1,0$.

Ví dụ 22

Hiệu suất khoan laze được đánh giá như trong ví dụ 19 ngoại trừ: 1) các lá đồng mỗi lá có độ dày $3\mu\text{m}$ được sử dụng làm lá kim loại thứ nhất 16 và lá kim loại thứ ba 28 được thay thế bởi các lá đồng mà mỗi lá có độ dày $5\mu\text{m}$ và 2) mật độ công suất của chùm tia laze cacbon đioxit được thay đổi trong khoảng từ $9,75\text{MW}/\text{cm}^2$ đến $10,25\text{MW}/\text{cm}^2$. Lớp dây dẫn thứ hai 24 của tấm nhiều lớp để đánh giá hiệu suất khoan laze sau khi xử lý tạo nhám (xử lý tạo nhám CZ) có độ dày $5\mu\text{m}$ và tỷ số T_1/T_2 là $5/5 = 1,0$.

Các kết quả

Bảng 2 thể hiện các kết quả đánh giá theo các ví dụ từ 17 đến 22.

Bảng 2

	Các thông số của bề mặt lá đồng			Đánh giá	
	Hệ số phản xạ laze (%)	Mật độ đỉnh Spd (/mm ²)	Độ nhám trung bình trên mười điểm Rz (μm)	Hiệu suất khoan laze	
				T ₁ /T ₂ (T ₃ /T ₂)	Tỷ lệ xuyên qua sau khi khoan laze (%)
Ví dụ 17*	42	14880	2,9	0,60	99
Ví dụ 18	95	10003	1,3		0
Ví dụ 19	84	11236	1,5		35
Ví dụ 20*	42	14880	2,9	1,00	100
Ví dụ 21	95	10003	1,3		0
Ví dụ 22	84	11236	1,5		37

* chỉ ra ví dụ so sánh.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất bảng mạch đa lớp, phương pháp này bao gồm các bước:

(a) xếp chồng, theo thứ tự, lớp cách điện thứ nhất và lá kim loại thứ hai lên lá kim loại thứ nhất để tạo thành tấm nhiều lớp thứ nhất;

(b) tạo mẫu lá kim loại thứ hai để tạo thành lớp dây dẫn thứ hai;

(c) xếp chồng, theo thứ tự, lớp cách điện thứ hai và lá kim loại thứ ba lên trên tấm nhiều lớp thứ nhất được chế tạo với lớp dây dẫn thứ hai để tạo thành tấm nhiều lớp thứ hai;

(d) khoan laze tấm nhiều lớp thứ hai từ mỗi lá kim loại thứ nhất và lá kim loại thứ ba để tạo thành lỗ thông thứ nhất kéo dài qua lá kim loại thứ nhất và lớp cách điện thứ nhất đến lớp dây dẫn thứ hai và lỗ thông thứ hai kéo dài qua lá kim loại thứ ba và lớp cách điện thứ hai đến lớp dây dẫn thứ hai; và

(e) mạ và tạo mẫu hai mặt của tấm nhiều lớp thứ hai để thiết lập kết nối điện thông qua lỗ thông thứ nhất, lớp dây dẫn thứ hai, và lỗ thông thứ hai, để tạo thành bảng mạch đa lớp bao gồm lớp dây dẫn thứ nhất tiếp giáp với lớp cách điện thứ nhất, lớp dây dẫn thứ hai được tạo ra từ lá kim loại thứ hai, và lớp dây dẫn thứ ba tiếp giáp với lớp cách điện thứ hai,

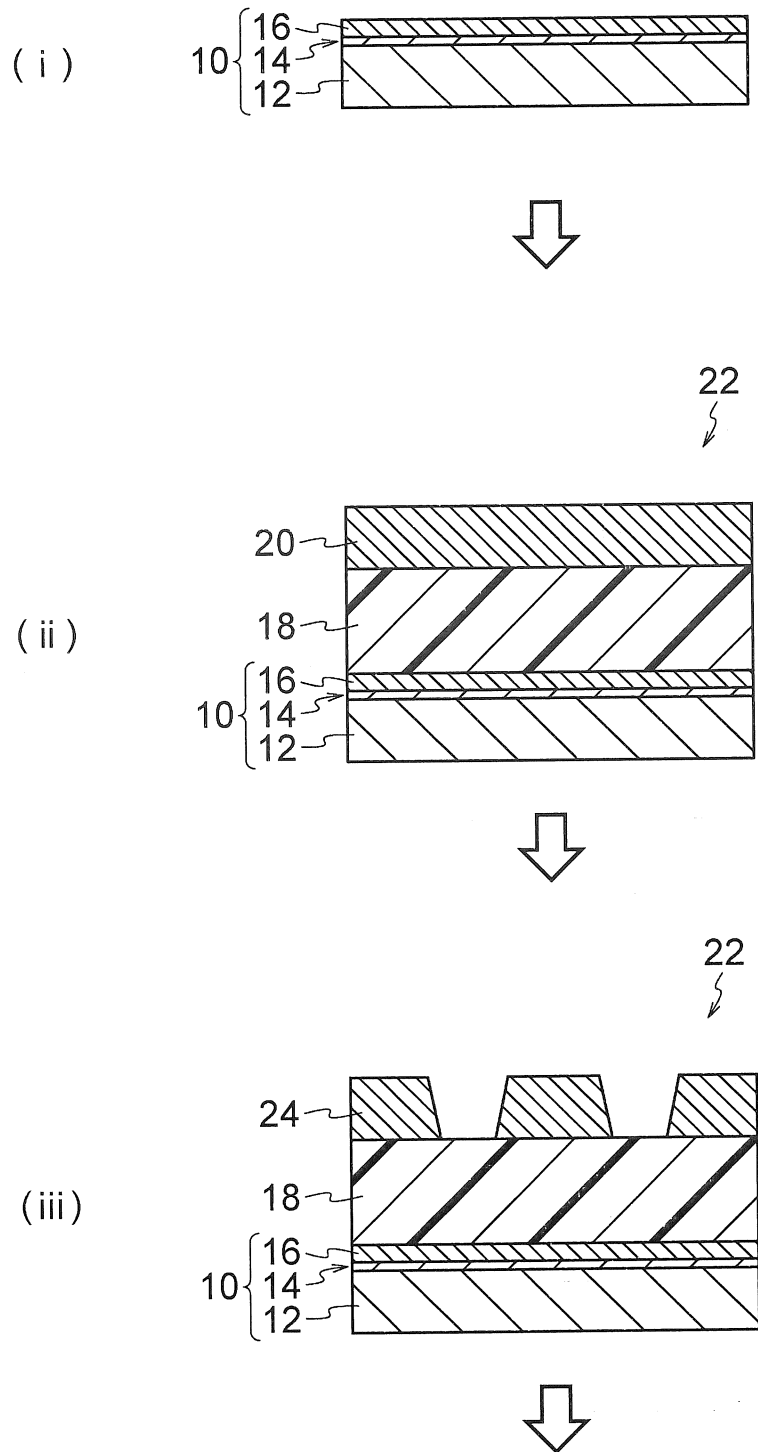
trong đó ít nhất một mặt liền kề với lớp cách điện thứ nhất, của lá kim loại thứ hai có hệ số phản xạ laze lớn hơn hoặc bằng 80% ở bước sóng 10,6 μ m được đo bởi thiết bị quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (Fourier-transform infrared spectrometer, FT-IR) và mật độ đỉnh Spd là trong khoảng từ 7000 đến 15000/mm² được đo theo tiêu chuẩn ISO 25178.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mặt liền kề với lớp cách điện thứ nhất của lá kim loại thứ hai có độ nhám trung bình trên mười điểm Rz trong khoảng từ 0,2 đến 2,0 μ m.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó mặt liền kề với lớp cách điện thứ hai của lớp dây dẫn thứ hai có hệ số phản xạ laze lớn hơn hoặc bằng 80% ở bước sóng 10,6 μ m được đo bởi thiết bị quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (Fourier-transform infrared spectrometer, FT-IR) và mật độ đỉnh Spd trong khoảng từ 7000 đến 15000/mm² được đo theo tiêu chuẩn ISO 25178.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó lớp dây dẫn thứ hai có độ dày trong khoảng từ 3 đến 12 μ m.
5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó lá kim loại thứ nhất, lá kim loại thứ hai, và lá kim loại thứ ba là các lá đồng.
6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó mỗi lá kim loại thứ nhất và lá kim loại thứ ba có độ dày trong khoảng từ 0,1 đến 12 μ m.
7. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó tỷ số T_1/T_2 của độ dày T_1 của lá kim loại thứ nhất chia độ dày T_2 của lớp dây dẫn thứ hai lớn hơn hoặc bằng 0,23 và/hoặc tỷ số T_3/T_2 của độ dày T_3 của lá kim loại thứ ba chia độ dày T_2 của lớp dây dẫn thứ hai lớn hơn hoặc bằng 0,23.
8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó tỷ số T_1/T_2 nhỏ hơn hoặc bằng 1,0 và/hoặc tỷ số T_3/T_2 nhỏ hơn hoặc bằng 1,0.
9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, trong đó mỗi lỗ thông thứ nhất và lỗ thông thứ hai có đường kính trong khoảng từ 30 đến 80 μ m.
10. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó lá kim loại thứ nhất được chế tạo dưới dạng lá kim loại gắn vào vật mang bao gồm, theo thứ tự, vật mang thứ nhất, lớp nhả thứ nhất, và lá kim loại thứ nhất, và vật mang thứ nhất được nhả khỏi tấm nhiều lớp thứ hai sau khi tạo thành tấm nhiều lớp thứ hai và trước khi khoan laze lá kim loại thứ nhất; và/hoặc

trong đó lá kim loại thứ ba được chế tạo dưới dạng lá kim loại gắn vào vật mang bao gồm, theo thứ tự, vật mang thứ ba, lớp nhả thứ ba, và lá kim loại thứ ba, và vật mang thứ ba được nhả khỏi tấm nhiều lớp thứ hai sau khi tạo thành tấm nhiều lớp thứ hai và trước khi khoan laze lá kim loại thứ ba.



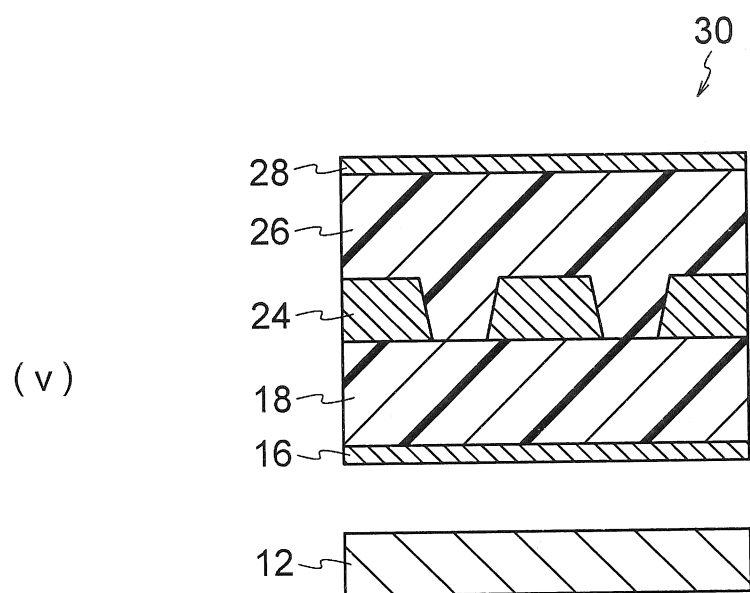
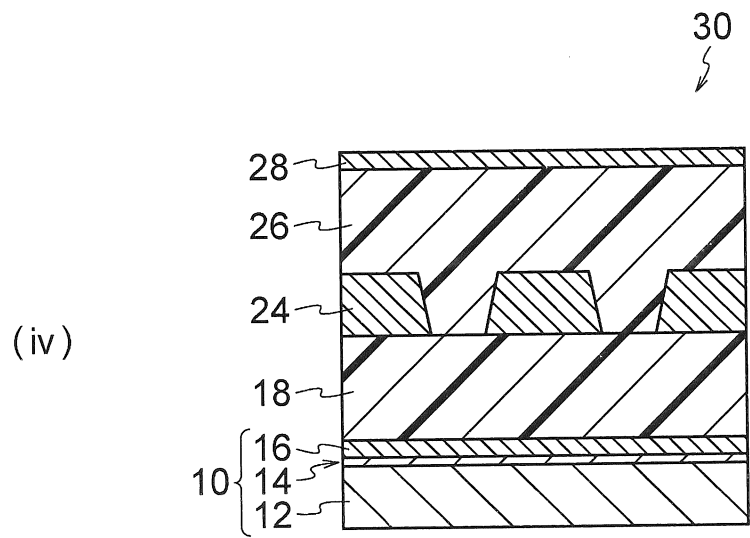


FIG. 2

