



(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)



1-0033443

(51)⁷ H01L 23/48; H01L 23/12

(13) B

(21) 1-2016-00573

(22) 17/09/2014

(86) PCT/US2014/056126 17/09/2014

(87) WO 2015/047830 02/04/2015

(30) 14/039,140 27/09/2013 US

(45) 26/09/2022 414

(43) 26/12/2016 345A

(73) Intel Corporation (US)

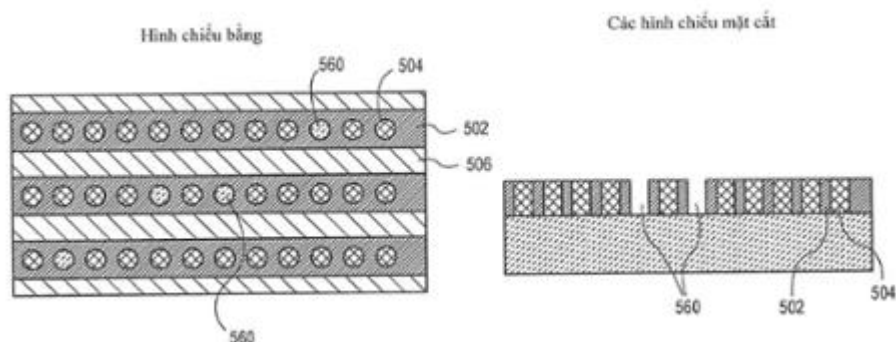
2200 Mission College Boulevard, M/S: RNB-4-150, Santa Clara, California 95054, United States of America

(72) NYHUS, Paul A. (US); HAN, Eungnak (KR); SIVAKUMAR, Swaminathan (US); PUTNA, Ernisse S. (US).

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

(54) CẤU TRÚC TỰ GHÉP ĐỊNH HƯỚNG VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT CẤU TRÚC LIÊN KẾT CỦA KHUÔN BÁN DẪN

(57) Sáng chế đề xuất cấu trúc tự ghép định hướng và phương pháp sản xuất cấu trúc liên kết của khuôn bán dẫn. Sáng chế đề cập đến việc tạo mẫu lỗ dẫn điện và ổ cắm tự căn chỉnh cho liên kết của đoạn cuối của đường dây (back end of line, BEOL). Cấu trúc tự ghép định hướng bao gồm lớp nền và cấu trúc copolyme khối được bố trí bên trên lớp nền. Cấu trúc copolyme khối này có thành phần polystyren (polystyrene, PS) và thành phần polymetyl metacrylat (polymethyl methacrylate, PMMA). Một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA là nhạy quang.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực cấu trúc tự ghép định hướng và phương pháp sản xuất cấu trúc liên kết của khuôn bán dẫn, cụ thể là đề cập đến việc tạo mẫu lỗ dẫn điện và ổ cắm tự căn chỉnh cho liên kết đoạn cuối của đường dây (Back End Of Line, BEOL).

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong nhiều thập kỷ, việc thay đổi kích thước của mạch tích hợp đã là một động lực đằng sau sự phát triển mạnh mẽ của ngành công nghiệp bán dẫn. Việc thu nhỏ kích thước cho phép tăng mật độ của các đơn vị chức năng trên diện tích giới hạn của chip bán dẫn. Ví dụ, việc thu nhỏ kích thước tranzito cho phép tích hợp nhiều bộ nhớ hoặc cơ linh kiện logic hơn trên chip, giúp tạo ra các sản phẩm với dung lượng tăng lên. Tuy nhiên khi dung lượng ngày càng tăng lên thì sẽ phát sinh vấn đề cần giải quyết. Sự cần thiết phải tối ưu hóa hiệu năng của mỗi thiết bị ngày càng trở nên có ý nghĩa.

Các mạch tích hợp thường bao gồm các cấu trúc vi điện tử dẫn điện được biết trong lĩnh vực kỹ thuật là các lỗ dẫn điện để đấu nối điện các đường dây kim loại hoặc các liên kết khác phía trên các lỗ dẫn điện đến các đường dây kim loại hoặc các liên kết khác phía dưới các lỗ dẫn điện. Các lỗ dẫn điện thường được tạo ra nhờ quy trình in litô. Tiêu biểu là, lớp cản quang có thể được quay phủ lên lớp điện môi, lớp cản quang có thể được lộ ra với bức xạ quang hóa được tạo mẫu qua mặt nạ được tạo mẫu và sau đó lớp được lộ ra có thể được hoàn thiện nhằm tạo lỗ trên lớp cản quang. Tiếp theo, lỗ mở dành cho lỗ dẫn điện có thể được khắc trên lớp điện môi bằng cách sử dụng lỗ trên lớp cản quang dưới dạng mặt nạ khắc. Lỗ mở này được gọi là lỗ mở dẫn điện. Cuối cùng, lỗ mở dẫn điện có thể được điền đầy bằng một hoặc nhiều kim loại hoặc các vật liệu dẫn điện khác để tạo thành lỗ dẫn điện.

Trước đây, các kích cỡ và khoảng cách của các lỗ dẫn điện được làm nhỏ dần, và người ta mong đợi trong tương lai các kích cỡ và khoảng cách của các lỗ dẫn điện sẽ tiếp tục từng bước thu nhỏ lại, đối với ít nhất là một số loại mạch tích hợp (ví dụ, các bộ vi xử lý tiên tiến, các thành phần bộ chip, các chip đồ họa, v.v.). Số đo kích cỡ các lỗ dẫn điện là số đo tới hạn của lỗ dẫn điện. Số đo của khoảng cách các lỗ dẫn điện là bước lỗ của lỗ

dẫn điện. Bước lỗ của lỗ dẫn điện thể hiện khoảng cách từ tâm đến tâm ở giữa các lỗ dẫn điện lân cận gần nhất.

Khi tạo mẫu lỗ dẫn điện cực kỳ nhỏ với các bước lỗ cực kỳ nhỏ bởi các quy trình in litô này, thì xuất hiện một số thách thức, đặc biệt là khi các bước lỗ có kích thước khoảng 70nm (nanomet) hoặc nhỏ hơn và/hoặc khi các kích thước tới hạn của các lỗ dẫn điện là khoảng 35nm hoặc nhỏ hơn. Một thách thức như vậy là việc phủ lên giữa các lỗ dẫn điện và việc phủ lên các liên kết và việc phủ lên giữa các lỗ dẫn điện và các liên kết bên dưới, thường cần phải được căn chỉnh với dung sai lớn hơn ở mức một phần tư bước lỗ của lỗ dẫn điện. Khi phạm vi các bước lỗ của lỗ dẫn điện nhỏ đi theo thời gian, thì các dung sai phủ lên có xu hướng tỷ lệ với chúng ở mức thậm chí là lớn hơn so với mức mà thiết bị in litô có khả năng duy trì.

Một thách thức khác là các kích thước tới hạn của các lỗ dẫn điện thường có xu hướng thay đổi nhanh hơn so với khả năng phân giải của các thiết bị quét lớp in litô. Các công nghệ có tác động làm thu nhỏ các kích thước tới hạn của các lỗ dẫn điện. Tuy nhiên, mức độ thu nhỏ có xu hướng bị giới hạn bởi bước lỗ của lỗ dẫn điện tối thiểu cũng như bởi khả năng của quá trình thu nhỏ là đủ điều chỉnh khoảng cách quang học (Optical Proximity Correction, OPC) và không làm ảnh hưởng đáng kể độ nhám theo chiều rộng đường dây (Line Width Roughness, LWR) và/hoặc độ đồng đều kích thước tới hạn (Critical Dimension Uniformity, CDU).

Một thách thức khác nữa là các đặc tính LWR và/hoặc CDU của các lớp cản quang thường cần phải cải thiện khi các kích thước tới hạn của các lỗ dẫn điện giảm xuống nhằm duy trì cùng phần tổng thể của nguồn kích thước tới hạn. Tuy nhiên, hiện thời, các đặc tính LWR và/hoặc CDU của hầu hết các lớp cản quang không được cải tiến đủ nhanh so với sự giảm các kích thước tới hạn của các lỗ dẫn điện.

Thách thức tiếp theo nữa là các bước lỗ của lỗ dẫn điện cực nhỏ thường có xu hướng thấp hơn khả năng phân giải của thậm chí là các bộ quét lớp in litô tia tử ngoại cực ngắn (Extreme Ultraviolet, EUV). Kết quả là, thường có hai, ba hoặc hơn số lớp phủ in litô khác nhau có thể được sử dụng, điều này có xu hướng làm tăng các chi phí. Ở một số điểm, nếu các bước lỗ tiếp tục giảm xuống, không có khả năng, thậm chí là với nhiều mặt nạ, để in các lỗ dẫn điện đối với các bước lỗ cực nhỏ này khi sử dụng các bộ quét lớp EUV.

Như vậy, các cải tiến là cần thiết trong lĩnh vực công nghệ tạo lỗ dẫn điện.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các phương án theo sáng chế của sáng chế đề cập đến việc tạo mẫu lỗ dẫn điện và ổ cắm tự căn chỉnh cho các liên kết của đoạn cuối của đường dây (back end of line, BEOL).

Theo một phương án, cấu trúc tự ghép định hướng bao gồm lớp nền và cấu trúc copolyme khối được bố trí bên trên lớp nền. Cấu trúc copolyme khối này có thành phần polystyren (polystyrene, PS) và thành phần polymetyl metacrylat (polymethyl methacrylate, PMMA). Một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA là nhạy quang.

Theo một phương án, một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA là nhạy quang bao gồm thành phần bổ sung như, nhưng không bị giới hạn ở, chất tạo axit quang học (photo acid generator, PAG), chất tạo axit nhiệt học (thermal acid generator, TAG), nhóm bảo vệ, hoặc chất tạo liên kết ngang.

Theo một phương án, thành phần bổ sung được liên kết với một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA mà nhạy quang.

Theo một phương án, thành phần bổ sung được pha trộn với một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA mà nhạy quang.

Theo một phương án, một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA là nhạy quang và có thành phần bổ sung cắt được vi sai, tạo liên kết ngang được hoặc hòa tan trong axit hoặc bazơ khi chiếu xạ.

Theo một phương án, bước chiếu xạ bao gồm bước làm lộ sáng trước nguồn tia tử ngoại cực ngắn (extreme ultra-violet, EUV) hoặc nguồn chùm tia điện tử.

Theo một phương án, tỷ lệ của thành phần PS trên thành phần PMMA trong cấu trúc copolyme khối là xấp xỉ 1:1.

Theo một phương án, cấu trúc copolyme khối được bố trí bên trên mẫu của các đường dây kim loại và đường dây điện môi được bố trí xen kẽ bên trên lớp nền.

Theo một phương án, phương pháp sản xuất cấu trúc liên kết của khuôn bán dẫn bao gồm bước tạo thành mức thứ nhất của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ trên lớp nền. Phương pháp còn bao gồm bước tạo thành cấu trúc copolyme khối bên trên, và có mẫu được định hướng bởi, mức thứ nhất của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ, cấu trúc copolyme khối có thành phần polystyren (polystyrene, PS) và thành phần polymetyl metacrylat (polymethyl methacrylate, PMMA). Một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA được liên kết hoặc được

pha trộn với gốc chất tạo axit quang học (photo acid generator, PAG) và được liên kết với nhóm bảo vệ. Phương pháp còn bao gồm bước chiếu xạ một phần của cấu trúc copolyme khối. Nhóm bảo vệ liên kết cắt một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA, mà không phải là thành phần kia, khi chiếu xạ. Phương pháp còn bao gồm bước hoàn thiện cấu trúc copolyme khối để tạo ra cấu trúc copolyme khối được tạo mẫu.

Theo một phương án, bước chiếu xạ và bước hoàn thiện cắt và loại bỏ các phần được chiếu xạ của một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA.

Theo một phương án, gốc PAG hoặc nhóm bảo vệ liên kết định vị quá trình cắt ở một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA.

Theo một phương án, bước chiếu xạ một phần của cấu trúc copolyme khối liên quan đến việc làm lộ sáng trước nguồn tia tử ngoại cực ngắn (extreme ultra-violet, EUV) hoặc nguồn chùm tia điện tử.

Theo một phương án, cấu trúc copolyme khối được tạo mẫu được sử dụng làm giá đỡ để tạo mức thứ hai của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ ở trên và được ghép nối với mức thứ nhất của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ.

Theo một phương án, phương pháp sản xuất cấu trúc liên kết của khuôn bán dẫn bao gồm bước tạo thành mức thứ nhất của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ trên lớp nền. Phương pháp này còn bao gồm bước tạo thành cấu trúc copolyme khối bên trên, và có mẫu được định hướng bởi, mức thứ nhất của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ, cấu trúc copolyme khối có thành phần polystyren (polystyrene, PS) và thành phần polymethyl metacrylat (polymethyl methacrylate, PMMA). Một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA được liên kết với gốc chất tạo axit quang học (photo acid generator, PAG), và thành phần còn lại là thành phần PS hoặc thành phần PMMA được liên kết với chất tạo liên kết ngang. Phương pháp này còn bao gồm bước chiếu xạ một phần của cấu trúc copolyme khối. Gốc PGA cắt một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA, và chất tạo liên kết ngang liên kết ngang với thành phần còn lại là thành phần PS hoặc thành phần PMMA, khi chiếu xạ. Phương pháp còn bao gồm bước hoàn thiện cấu trúc copolyme khối để tạo ra cấu trúc copolyme khối được tạo mẫu.

Theo một phương án, bước chiếu xạ và bước hoàn thiện cắt và loại bỏ các phần được chiếu xạ của một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA, mà không phải là thành phần còn lại trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA.

Theo một phương án, gốc PAG định vị quá trình cắt ở một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA.

Theo một phương án, bước chiếu xạ một phần của cấu trúc copolyme khối liên quan đến bước làm lộ sáng trước nguồn tia tử ngoại cực ngắn (extreme ultra-violet, EUV) hoặc nguồn chùm tia điện tử.

Theo một phương án, cấu trúc copolyme khối được tạo mẫu được sử dụng làm giá đỡ để tạo mức thứ hai của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ trên và được ghép nối với mức thứ nhất của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ.

Theo một phương án, phương pháp sản xuất cấu trúc liên kết của khuôn bán dẫn bao gồm bước tạo thành mức thứ nhất của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ trên lớp nền. Phương pháp này còn bao gồm bước tạo thành cấu trúc copolyme khối bên trên, và có mẫu được định hướng bởi, mức thứ nhất của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ, cấu trúc copolyme khối có thành phần polystyren (polystyrene, PS) và thành phần polymetyl metacrylat (polymethyl methacrylate, PMMA) và được pha trộn với một tác nhân. Phương pháp còn bao gồm bước chiếu xạ một phần của cấu trúc copolyme khối. Tác nhân này cắt một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA và liên kết ngang với thành phần còn lại là thành phần PS hoặc thành phần PMMA khi chiếu xạ. Phương pháp còn bao gồm bước hoàn thiện cấu trúc copolyme khối để tạo ra cấu trúc copolyme khối được tạo mẫu.

Theo một phương án, thành phần PS và thành phần PMMA được pha trộn với chất phản ứng như, nhưng không bị giới hạn ở, chất tạo axit quang học (photo acid generator, PAG) hoặc nhóm bảo vệ.

Theo một phương án, bước chiếu xạ và bước hoàn thiện cắt và loại bỏ các phần được chiếu xạ của một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA mà không phải là thành phần còn lại của thành phần PS hoặc thành phần PMMA.

Theo một phương án, bước chiếu xạ một phần của cấu trúc copolyme khối liên quan đến bước làm lộ sáng trước nguồn tia tử ngoại cực ngắn (extreme ultra-violet, EUV) hoặc nguồn chùm tia điện tử.

Theo một phương án, cấu trúc copolyme khối được tạo mẫu được sử dụng làm giá đỡ để tạo mức thứ hai của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ ở trên và được ghép nối với mức thứ nhất của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 minh họa hình chiếu bằng và các hình chiếu mặt cắt tương ứng của các tùy chọn đối với cấu trúc kim loại hóa lớp trước theo một phương án của sáng chế;

Fig.2 minh họa hình chiếu bằng và các hình chiếu mặt cắt tương ứng của cấu trúc theo Fig.1 sau khi tạo thành các đường dây điện môi liên lớp dẫn điện (Interlayer Dielectric, ILD) phía trên cấu trúc theo Fig.1 theo một phương án của sáng chế;

Fig.3 minh họa hình chiếu bằng và các hình chiếu mặt cắt tương ứng của cấu trúc theo Fig.2 sau khi phân biệt chọn lọc tùy ý tất cả vị trí của lỗ dẫn điện tiềm năng từ tất cả các vị trí cấm theo một phương án của sáng chế;

Fig.4 minh họa hình chiếu bằng và các hình chiếu mặt cắt tương ứng của cấu trúc theo Fig.3 sau khi bổ sung polyme khác nhau vào các phần lộ ra của kim loại và các đường dây ILD phía dưới theo Fig.3 theo một phương án của sáng chế;

Fig.5 minh họa các hình chiếu bằng thể hiện cấu trúc DSA nhạy quang chưa lộ ra và cấu trúc DSA nhạy quang lộ ra theo một phương án của sáng chế;

Fig.6 minh họa các hình chiếu bằng thể hiện ba khả năng để tạo mẫu cấu trúc DSA nhạy quang theo một phương án của sáng chế;

Fig.7 minh họa hình chiếu bằng và hình mặt cắt tương ứng khi hoàn thiện tất cả các phương án có thể có theo Fig.6 theo một phương án của sáng chế;

Fig.8 minh họa lược đồ thể hiện liên kết PS/PMMA liên quan tới PAG tách ra khi lộ ra với ánh sáng ($h\nu$) để tạo một cặp tách ra theo một phương án của sáng chế;

Fig.9 minh họa lược đồ và hình ảnh copolyme khối tương ứng đối với từng liên kết trên cơ sở axetan và liên kết trityl ete theo một phương án của sáng chế;

Fig.10 minh họa hình chiếu bằng và các hình chiếu mặt cắt tương ứng cấu trúc trên cơ sở DSA theo đường dây kim loại, lỗ dẫn điện và tạo ổ cấm theo một phương án của sáng chế; và

Fig.11 minh họa thiết bị tính toán theo một phương án của sáng chế sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế đề cập đến việc tạo mẫu lỗ dẫn điện và ổ cấm tự căn chỉnh cho liên kết đoạn cuối của đường dây (back end of line, BEOL). Trong phần mô tả sau đây, các chi tiết cụ thể được xác định, dưới dạng tích hợp cụ thể và các chế độ xử lý vật liệu giúp hiểu biết rõ ràng các phương án theo sáng chế. Điều này sẽ trở nên rõ ràng đối với người có

trình độ hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật liên quan rằng các phương án theo sáng chế có thể được thực hiện mà không cần các chi tiết cụ thể này. Theo các phương án khác, các đặc trưng được biết rõ như là sơ đồ thiết kế mạch tích hợp không được mô tả chi tiết nhằm không làm tối nghĩa các phương án theo sáng chế một cách không cần thiết. Ngoài ra, cần phải hiểu rằng, các phương án khác nhau được thể hiện trên các hình vẽ là các hình vẽ thể hiện nguyên lý và không nhất thiết phải vẽ theo đúng tỷ lệ.

Một hoặc nhiều phương án đề cập đến cơ cấu tự định hướng (directed self-assembly, DSA) khuếch đại được kích hoạt hóa học để tạo mẫu cắt và cắm cho BEOL. Một hoặc nhiều phương án ít nhất giải quyết một phần hai vấn đề quan trọng mà ngành sản xuất bán dẫn phải đối mặt. Vấn đề thứ nhất liên quan đến độ nhám theo chiều rộng đường dây (line width roughness, LWR) và độ đồng đều kích thước tới hạn (critical dimension uniformity, CDU) so với sự cân bằng liều lượng đối với các kỹ thuật tạo mẫu bước sóng rất ngắn như là in litô chùm tia điện tử hoặc in litô tia tử ngoại cực ngắn (extreme ultra-violet, EUV). Vấn đề thứ hai liên quan đến các tập hợp con lựa chọn của các cấu trúc DSA cho các lỗ. Tóm lại, một hoặc nhiều phương án được mô tả ở đây đề xuất các giải pháp đối với các vấn đề được nêu trên bằng cách đề xuất các tiếp cận DSA nhạy quang.

Tiếp theo, đối với việc lựa chọn cấu trúc DSA cho lỗ, cần phải hiểu rằng, việc sử dụng các vật liệu DSA có thể tạo ra giải pháp có giá thành hợp lý để tạo thành các kích cỡ thường là nhỏ và các bước lỗ bé so với khả năng của các công nghệ in litô truyền thống (ví dụ, là in litô trên 193nm và in litô EUV). Tuy nhiên, các thách thức đáng kể để ứng dụng DSA trong sản xuất là vẫn còn. Chẳng hạn, theo một số sơ đồ lỗ dẫn điện được đề xuất trên cơ sở DSA, nhiều vị trí lỗ dẫn điện được tạo ra so với tổng lượng lỗ dẫn điện thực tế cần thiết. Theo một trường hợp cụ thể, nội dung chi tiết hơn của nó sẽ được mô tả dưới đây, tất cả các trụ polymethyl metacrylat (polymethyl methacrylate, PMMA) cần thiết được tạo ra ở nơi các lỗ dẫn điện được tạo ra, nhưng cũng có nhiều trụ được tạo ra ở nơi các lỗ dẫn điện sẽ không được tạo thành.

Không có quá trình xử lý nào phân biệt giữa các vị trí lỗ dẫn điện này, tất cả các lỗ dẫn điện sẽ được khắc theo cách khác vào lớp nền dẫn đến mạch điện không thực hiện chức năng. Các phương tiện truyền thống để chọn các lỗ dẫn điện sẽ được mở để tạo mẫu bảo vệ ArF, bảo vệ EUV hoặc bảo vệ chùm tia điện tử phía trên DSA. Tuy nhiên, cách tiếp cận này yêu cầu bọc một mặt nạ cứng khác và các thao tác khắc tiếp theo để khắc và làm sạch các vật liệu này từ phiên bán dẫn. Các thao tác bổ sung làm gia tăng chi phí của quy trình, thời gian cần thiết để xử lý cũng như tạo ra một số cơ hội để phát hiện các

khuyết tật được đưa vào, ảnh hưởng đến hiệu suất quy trình. Theo một hoặc nhiều phương án được mô tả ở đây, số lượng các thao tác của quy trình giảm xuống bằng cách cải biến về mặt hóa học DSA theo cách mà PMMA (hoặc các trụ polystyren (polystyrene, PS)) có thể được tạo hình ảnh hoặc nhạy với chùm tia điện tử và có thể được xử lý riêng theo một trong các kỹ thuật in litô bất kỳ mà không áp dụng bảo vệ hoặc lớp nền bổ sung.

Tiếp theo, liên quan đến việc điều chỉnh LWR, CDU và lượng để tạo mẫu EUV và tạo mẫu chùm tia điện tử, cần phải hiểu rằng, việc in litô EUV đối mặt với vài thiếu sót nghiêm trọng với công nghệ hiện có, ví dụ, thách thức về sản lượng và thách thức về LWR/CDU. Các nguồn EUV là không đủ công suất để cho phép các dụng cụ xử lý các phiến bán dẫn ở tốc độ để làm cho giá thành EUV hợp lý. Ngoài ra, độ nhám theo chiều rộng đường dây và độ đồng đều CD lỗ dưới dạng một phần của CD đích của các đặc trưng là cao hơn nhiều đối với EUV so với trong trường hợp in litô 193nm hoàn thiện. Trong khi lớp bảo vệ có thể được điều chỉnh để nhạy hơn và do đó yêu cầu lượng nhỏ hơn để tạo thành các đặc trưng, điều này có thể gây bất lợi đối với LWR và CDU. Đường như không thể đạt được mục tiêu CDU và mục tiêu liều lượng cùng một lúc và không rõ liệu có thể đạt được sự cân bằng với công nghệ hiện tại hay không. Như vậy, theo một hoặc nhiều phương án được mô tả ở đây, DSA nhạy được sử dụng một cách hữu hiệu như là lớp bảo vệ để cho phép việc in các lỗ dẫn điện và các nhánh với LWR và CDU thấp hơn đáng kể liên quan đến DSA và cần lượng thấp hơn nhiều bằng cách tách LWR/CDU và tương quan lượng với các lớp bảo vệ EUV tiêu chuẩn.

Nói một cách tổng quát hơn, một hoặc nhiều phương án được mô tả ở đây hướng đến mẫu lỗ dẫn điện và ô cấm tự căn chỉnh của lớp trước đó. Khía cạnh tự căn chỉnh của các quy trình được mô tả ở đây có thể dựa trên cấu trúc tự ghép định hướng (directed self-assembly, DSA), như được mô tả chi tiết hơn bên dưới. Theo một phương án, các quy trình được mô tả ở đây cho phép việc nhận biết việc thực hiện quy trình kim loại hóa tự căn chỉnh để tạo ra tính năng cho đoạn cuối của đường dây. Trong phạm vi này, sự tạo mẫu và sự căn chỉnh các đặc trưng ở bước lỗ nhỏ hơn xấp xỉ 50nm (nanomet) cần nhiều đường dây chữ thập và chiến lược căn chỉnh tới hạn mà vốn cực kỳ tốn kém đối với quá trình sản xuất vật liệu bán dẫn.

Các phương án được mô tả ở đây bao gồm quá trình sản xuất kim loại và các mẫu lỗ dẫn điện trên cơ sở các vị trí của lớp nằm phía dưới. Tức là, quá trình liên kết kim loại được đảo ngược một cách hiệu quả và được tạo ra từ lớp trước phía trên. Trong khi đó, đối với cách tiếp cận thông thường, trong đó chất điện môi liên lớp (interlayer dielectric, ILD) trước hết được phủ, bằng mẫu đối với kim loại và lớp lỗ dẫn điện được tạo mẫu.

Theo cách tiếp cận thông thường, việc căn chỉnh lớp trước được thực hiện sử dụng hệ thống căn chỉnh bộ quét lớp in litô. ILD sau đó được khắc.

Cụ thể hơn, một hoặc nhiều phương án được hướng đến cách tiếp cận áp dụng kim loại phía dưới như là để để tạo ra lỗ dẫn điện và các khoảng cách không dẫn điện hoặc các phần gián đoạn ở giữa các kim loại (được gọi là "các ổ cắm"). Các lỗ dẫn điện, theo định nghĩa, được sử dụng để bố trí trên mẫu kim loại lớp trước. Trong mạch này, các phương án được mô tả ở đây cho phép tạo ra liên kết mạnh hơn do việc căn chỉnh bởi thiết bị in litô không còn tác động đến vị trí của lỗ dẫn điện hoặc ổ cắm. Quy trình sản xuất liên kết này có thể được áp dụng để tiết kiệm số lần căn chỉnh/số lần để lộ sáng, có thể được sử dụng để cải thiện tiếp xúc điện (ví dụ, bằng cách giảm điện trở) và có thể được sử dụng làm giảm toàn bộ các thao tác quy trình và thời gian xử lý cần thiết khác để tạo mẫu các đặc trưng này sử dụng cách tiếp cận thông thường.

Các hình vẽ sau đây thể hiện các phần của các lớp mạch điện tích hợp thể hiện các thao tác khác nhau theo phương pháp tạo mẫu lỗ dẫn điện và kim loại tự căn chỉnh, theo một phương án của sáng chế.

Fig.1 minh họa hình chiếu bằng và các hình chiếu mặt cắt tương ứng các tùy chọn đối với cấu trúc kim loại hóa lớp trước theo một phương án của sáng chế. Liên quan đến hình chiếu bằng và các tùy chọn hình chiếu mặt cắt tương ứng (a), cấu trúc ban đầu 100 bao gồm mẫu đường dây kim loại 102 và các đường dây điện môi liên lớp (interlayer dielectric, ILD) 104. Cấu trúc ban đầu 100 có thể được tạo mẫu theo mẫu dạng lưới với các đường dây kim loại được bố trí theo bước lỗ không đổi và có chiều rộng không đổi như được thể hiện trên Fig.1 nếu các vật liệu tự ghép được sử dụng. Một số đường dây có thể được kết hợp với lỗ dẫn điện bên dưới như là đường dây 102' được thể hiện dưới dạng ví dụ trên các hình chiếu mặt cắt.

Tiếp tục đề cập đến Fig.1, các tùy chọn khác từ (b) đến (f) đề cập đến các tình huống trong đó màng bổ sung được tạo ra (ví dụ, được phủ, được mọc hoặc còn lại như dưới dạng vật liệu thừa được tạo ra từ quá trình tạo mẫu trước) trên bề mặt của một trong số hoặc hai trong số các đường dây kim loại 102 và các đường dây điện môi liên lớp 104. Theo ví dụ (b), màng bổ sung 106 được phủ trên các đường dây điện môi liên lớp 104. Theo ví dụ, (c), màng bổ sung 108 được bố trí trên các đường dây kim loại 102. Theo ví dụ, (d) màng bổ sung 106 được bố trí trên các đường dây điện môi liên lớp 104 và màng bổ sung 108 được bố trí trên các đường dây kim loại 102. Ngoài ra, mặc dù các đường dây kim loại 102 và các đường dây điện môi liên lớp 104 được thể hiện như là cùng trên

một mặt phẳng theo (a), theo các phương án khác, chúng không cùng trên một mặt phẳng. Chẳng hạn, theo (e), các đường dây kim loại 102 nhô ra trên các đường dây điện môi liên lớp 104. Theo ví dụ, (f), các đường dây kim loại 102 được tạo rãnh phía dưới các đường dây điện môi liên lớp 104.

Đề cập trở lại các ví dụ (b)-(d), lớp bổ sung (ví dụ, lớp 106 hoặc lớp 108) có thể được sử dụng như là mặt nạ cứng (Hardmask, HM) hoặc lớp bảo vệ hoặc được sử dụng tạo khả năng tự ghép như sẽ được mô tả dưới đây liên quan đến các thao tác xử lý tiếp theo. Các lớp bổ sung này có thể cũng được sử dụng để bảo vệ các đường dây ILD khỏi tiếp tục được xử lý. Ngoài ra, bước phủ chọn lọc vật liệu khác trên các đường dây kim loại có thể là có lợi vì các lý do tương tự. Đề cập một lần nữa đến các ví dụ (e) và (f), có thể tạo rãnh các đường dây ILD hoặc các đường dây kim loại nhờ kết hợp bất kỳ của các vật liệu bảo vệ/HM trên một mặt hoặc trên cả hai mặt. Tóm lại, có nhiều tùy chọn ở giai đoạn này để tạo các bề mặt bên dưới cuối cùng cho quy trình tự ghép định hướng.

Theo một phương án của sáng chế, được sử dụng trong phần mô tả, vật liệu điện môi liên lớp (interlayer dielectric, ILD) như vật liệu của các đường dây điện môi liên lớp 104, được cấu tạo từ hoặc bao gồm lớp vật liệu chất điện môi hoặc vật liệu cách điện. Các ví dụ của các vật liệu điện môi thích hợp bao gồm, nhưng không bị giới hạn bởi, các oxit silicon (ví dụ, đioxit silicon (SiO_2)), các oxit silicon pha tạp, các oxit silicon được flo hóa, các oxit silicon được pha tạp cacbon, các vật liệu điện môi k thấp khác nhau được biết trong các lĩnh vực kỹ thuật và các kết hợp của chúng. Vật liệu điện môi liên lớp có thể được tạo ra bởi các kỹ thuật thông thường chẳng hạn như lắng đọng hơi hóa học (Chemical Vapor Deposition, CVD), lắng đọng hơi vật lý (Physical Vapor Deposition, PVD) hoặc theo các phương pháp lắng đọng khác.

Theo một phương án của sáng chế, được sử dụng trong toàn bộ phần mô tả, vật liệu của liên kết, như là vật liệu của các đường dây kim loại 102 được tạo ra từ một hoặc nhiều cấu trúc kim loại hoặc các cấu trúc dẫn điện khác. Một ví dụ phổ biến là việc sử dụng các đường dây và các cấu trúc đồng có thể bao gồm hoặc có thể không bao gồm các lớp chắn ở giữa đồng và vật liệu ILD bao quanh. Khi được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ kim loại bao gồm các hợp kim, các chồng kim loại và các kết hợp khác của một số kim loại. Chẳng hạn, các đường dây liên kết bằng kim loại có thể bao gồm các lớp chắn, các chồng bằng các kim loại khác nhau hoặc các hợp kim khác nhau, v.v. Các đường dây liên kết bằng kim loại đôi khi còn được gọi trong lĩnh vực kỹ thuật này là như là các vạch, các dây dẫn, các đường dây dẫn, kim loại hoặc đơn giản là liên kết. Như

được mô tả thêm dưới đây, các bề mặt phía trên của các đường dây liên kết phía dưới có thể được sử dụng để tạo ra lỗ dẫn điện và ổ cắm tự căn chỉnh.

Theo một phương án, cũng được sử dụng trong toàn bộ bản mô tả này, các vật liệu của mặt nạ cứng như các lớp 106 hoặc 108 nếu được bao gồm làm mặt nạ cứng được tạo ra từ các vật liệu điện môi khác với vật liệu điện môi liên lớp. Theo một phương án, các vật liệu mặt nạ cứng khác nhau có thể được sử dụng trong các vùng khác nhau sao cho tạo ra khả năng mọc hoặc khắc chọn lọc khác nhau và đối với các lớp điện môi và kim loại phía dưới. Theo một số phương án, mặt nạ cứng bao gồm lớp nitrit silic (ví dụ, silic nitrit) hoặc lớp oxit silic hoặc cả hai hoặc kết hợp của chúng. Các vật liệu thích hợp khác có thể bao gồm các vật liệu trên cơ sở cacbon. Theo một phương án khác, vật liệu của mặt nạ cứng bao gồm các mẫu kim loại. Chẳng hạn, vật liệu của mặt nạ cứng hoặc vật liệu nằm phía trên khác có thể bao gồm lớp nitrit titan hoặc kim loại khác (ví dụ, titan nitrit). Các loại vật liệu khác có ít tiềm năng hơn như là oxy, có thể nằm trong một hoặc nhiều lớp này. Theo cách khác, các mặt nạ cứng khác trong các lĩnh vực kỹ thuật có thể được sử dụng phụ thuộc vào ứng dụng cụ thể. Các mặt nạ cứng có thể được tạo ra bởi phương pháp CVD, PVD hoặc bởi các phương pháp lắng đọng khác.

Cần phải hiểu rằng, các lớp và các vật liệu được mô tả liên quan tới Fig.1 thường được tạo thành tại hoặc phía trên lớp nền hoặc cấu trúc bán dẫn phía dưới như các lớp thiết bị phía dưới của mạch tích hợp. Theo một phương án của sáng chế, lớp nền bán dẫn phía dưới là đối tượng phối gia công thông thường được sử dụng để sản xuất các mạch tích hợp. Lớp nền bán dẫn thường bao gồm mảnh hoặc mẫu khác của silicon hoặc vật liệu bán dẫn khác. Lớp nền bán dẫn thích hợp bao gồm, nhưng không bị giới hạn bởi, tinh thể silic đơn, silic đa tinh thể và silic trên nền bằng cách cách điện (Silicon On Insulator – SOI), cũng như các nền tương tự được tạo ra trên vật liệu bán dẫn khác. Lớp nền bán dẫn, phụ thuộc vào giai đoạn sản xuất, thường bao gồm các tranzito, mạch điện tích hợp và dạng tương tự. Lớp nền có thể cũng bao gồm các vật liệu bán dẫn, kim loại, chất điện môi, chất pha tạp và các vật liệu khác thường được tìm thấy trên các nền bán dẫn. Ngoài ra, cấu trúc theo Fig.1 có thể được tạo ra trên các lớp liên kết mức thấp hơn phía dưới.

Fig.2 minh họa hình chiếu bằng và các hình chiếu mặt cắt tương ứng của cấu trúc theo Fig.1 sau khi tạo thành các đường dây điện môi liên lớp (interlayer dielectric, ILD) 110 phía trên cấu trúc theo Fig.1, theo một phương án của sáng chế. Đề cập đến hình chiếu bằng và các hình chiếu mặt cắt tương ứng (a) và (c) được cắt lần lượt theo các đường a-a' và c-c', các đường dây ILD 110 được tạo thành trên cấu trúc dạng lưới vuông góc với hướng các đường dây phía dưới 104. Theo một phương án, màng phủ của vật liệu

của các đường dây 110 được phủ nhờ phương pháp lắng đọng hơi hóa học hoặc các kỹ thuật tương tự. Theo một phương án, màng phủ sau đó được tạo mẫu bằng cách sử dụng in litô và quá trình khắc có thể liên quan đến, ví dụ, tạo mẫu bốn phần trên cơ sở vòng cách (Spacer-Based-Quadruple-Partttering, SBQP) hoặc lấy phần tư khoảng rộng. Cần phải hiểu rằng, mẫu dạng lưới của các đường dây 110 có thể được tạo ra theo nhiều cách khác nhau, bao gồm in litô EUV và/hoặc EBDW, tự ghép định hướng, v.v. Như được mô tả chi tiết hơn dưới đây, lớp kim loại tiếp theo sẽ được tạo mẫu theo hướng vuông góc với cấu trúc kim loại trước vì các đường dây dạng lưới 110 vuông góc với hướng của cấu trúc bên dưới. Theo một phương án, mặt nạ in litô 193nm đơn được sử dụng với việc căn chỉnh/đăng ký cho lớp kim loại trước đó 102 (ví dụ dạng lưới của đường dây 110 căn chỉnh mẫu “ổ cắm” lớp trước đó tại X và lưới kim loại trước đó tại Y). Theo các cấu trúc mặt cắt ngang (b) và (d), mặt nạ cứng 112 có thể được tạo thành trên, hoặc duy trì sau khi tạo mẫu, các đường dây điện môi 110. Mặt nạ cứng 112 có thể được sử dụng để bảo vệ các đường dây 110 trong các bước tạo mẫu tiếp theo. Như được mô tả chi tiết hơn sau đây, việc tạo thành các đường dây 110 tại mẫu dạng lưới tạo ra lớp cố định hoặc tạm thời và có thể được sử dụng làm lớp dẫn DSA tiếp theo.

Fig.3 minh họa hình chiếu bằng và các hình chiếu mặt cắt tương ứng của cấu trúc theo Fig.2 sau khi phân biệt chọn lọc tùy chọn tất cả các vị trí lỗ dẫn điện tiềm năng từ tất cả các vị trí của ổ cắm, theo một phương án của sáng chế. Tham chiếu đến hình chiếu bằng và các hình chiếu mặt cắt tương ứng (a)-(d) được lấy lần lượt theo các trục, a-a', b-b', c-c' và d-d', sau khi tạo thành các đường dây ILD 110, lớp biến đổi bề mặt 114 được tạo thành trên các vùng lộ ra của các đường dây ILD nằm dưới 104. Theo một phương án, lớp biến đổi bề mặt 114 là lớp điện môi. Theo một phương án, lớp biến đổi bề mặt 114 được tạo thành nhờ phương pháp tiếp cận mọc lên từ đáy một cách chọn lọc. Theo một phương án như vậy, phương pháp tiếp cận mọc lên từ đáy bao gồm lớp quét tự ghép định hướng (directed self-assembly - DSA) mà ưu tiên mọc trên các đường dây ILD 104 nằm dưới hoặc, theo cách khác, trên các đường dây kim loại 102 (hoặc trên các lớp tạm thời được phủ hoặc được mọc trên vật liệu ILD hoặc kim loại nằm dưới).

Fig.4 minh họa hình chiếu bằng và các hình chiếu mặt cắt tương ứng của cấu trúc theo Fig.3 sau khi bổ sung polyme khác nhau vào các phần lộ ra của kim loại và các đường dây ILD phía dưới trên Fig.3, theo một phương án của sáng chế. Theo hình chiếu bằng và các hình chiếu mặt cắt tương ứng (a)-(d) được lấy lần lượt theo các trục, a-a', b-b', c-c' và d-d', cấu trúc tự ghép định hướng (directed self-assembly, DSA) hoặc việc mọc có lựa chọn trên các phần lộ ra của lưới kim loại/ILD 102/104 nằm dưới được sử dụng để

tạo thành các đường dây xen giữa 116 có các polime xen kẽ hoặc các thành phần polime xen kẽ ở giữa các đường dây ILD 110. Chẳng hạn, như được thể hiện, polime 116A (hoặc thành phần polime 116 A) được tạo thành tại hoặc ở trên các phần lộ ra của các đường dây điện môi (interlayer dielectric, ILD) liên lớp 104 trên Fig.3, trong khi polime 116B (hoặc thành phần polime 116B) được tạo thành tại hoặc ở trên các phần lộ ra của các đường dây kim loại 102 theo Fig.3. Mặc dù polime 116A được tạo thành tại hoặc trên lớp biến đổi bề mặt 114 được mô tả liên quan đến Fig.3 (xem các hình chiếu mặt cắt (b) và (d) trên Fig.4), cần phải hiểu rằng, theo các phương án khác, lớp biến đổi bề mặt 114 có thể được loại bỏ và các polime xen kẽ hoặc các thành phần polime xen kẽ thay thế có thể được tạo thành một cách trực tiếp trong kết cấu được mô tả liên quan đến Fig.2.

Tiếp tục tham chiếu đến Fig.4, theo một phương án, một khi bề mặt của kết cấu nằm dưới (ví dụ, cấu trúc 100 theo Fig.1) đã được tạo ra (ví dụ, chẳng hạn cấu trúc theo Fig.2 hoặc cấu trúc theo Fig.3) hoặc được sử dụng một cách trực tiếp, thì copolime hai khối 50-50, chẳng hạn như polystyren-polymetyl metacrylat (polystyrene-polymethyl methacrylate, PS-PMMA), được phủ trên lớp nền và được ủ để dẫn đến tự ghép, tạo thành lớp 116 polime 116A/polime 116B trên Fig.4. Theo một phương án như vậy, với các điều kiện năng lượng bề mặt phù hợp, các copolime khối cô lập trên cơ sở vật liệu nằm dưới của cấu trúc 100. Chẳng hạn, theo phương án cụ thể, polystyren cần chỉnh chọn lọc với các đường dây kim loại nằm dưới 102 (hoặc mặt nạ hoặc lớp phủ ngoài của đường dây kim loại tương ứng). Trong khi đó, polymetyl metacrylat cần chỉnh một cách có chọn lọc đối với các đường dây ILD 104 (hoặc mặt nạ hoặc lớp phủ ngoài của đường dây kim loại tương ứng).

Do đó, theo một phương án, lưới ILD và kim loại nằm dưới được tái tạo trong copolime khối (BCP, cụ thể là, polime 116A/polime 116B). Điều này có thể giúp kiểm tra xem bước lỗ BCP có tương ứng với bước lỗ dạng lưới nằm dưới không. Lưới polime (polime 116A/polime 116B), theo một phương án, là bền đối với các sai lệch nhỏ nhất định so với lưới hoàn hảo. Chẳng hạn, nếu các ổ cắm nhỏ chứa oxit hoặc vật liệu tương tự trong đó lưới hoàn hảo có kim loại, thì lưới polime 116 A/polime 116B hoàn hảo vẫn có thể đạt được. Tuy nhiên, do mạng lưới các đường dây ILD, theo một phương án, là kết cấu mạng lưới lý tưởng hóa, nên không có sự đứt gãy kim loại của khung ILD, nên có thể cần phải tạo ra bề mặt ILD trung tính do cả hai loại polime (A và B) sẽ, theo ví dụ này, bị lộ ra đối với vật liệu giống ILD trong khi chỉ một loại lộ ra đối với kim loại.

Theo một phương án, độ dày của polime được phủ (Polime A/B) là gần bằng với, hoặc hơi dày hơn, độ dày cuối cùng của ILD được tạo thành cuối cùng tại vị trí của nó.

Theo một phương án, như được mô tả chi tiết hơn sau đây, lưới polime được tạo thành không phải là kháng khắc mòn, mà là giá đỡ cuối cùng mọc lên lớp ILD cố định quanh đó. Như thế, độ dày của polime (A/B) có thể là quan trọng do nó có thể được sử dụng để xác định độ dày cuối cùng của lớp ILD vĩnh cửu được tạo thành tiếp theo. Tức là, theo một phương án, mạng lưới polime được thể hiện trên Fig.4 cuối cùng được thay thế bởi mạng lưới ILD có độ dày xấp xỉ nhau.

Theo một phương án, như được đề cập ở trên, lưới polime 116A/polime 116B theo Fig.4 là copolime khối. Theo một phương án như vậy, phân tử copolime khối là phân tử polime được tạo thành từ chuỗi của các monome liên kết cộng hóa trị. Trong copolime khối, có ít nhất hai loại monome khác nhau, và các loại monome khác nhau này chủ yếu được bao gồm trong các khối khác nhau hoặc các trình tự kề nhau của các monome. Phân tử copolime khối được minh họa bao gồm khối polime 116A và khối polime 116B. Theo một phương án, khối polime 116A chủ yếu bao gồm chuỗi monome liên kết cộng hóa trị A (ví dụ, A-A-A-A-A...), trong đó khối polime 116B chủ yếu bao gồm chuỗi monome liên kết cộng hóa trị B (ví dụ, B-B-B-B-B...). Các monome A và B có thể biểu diễn loại bất kỳ trong các loại monome khác nhau được sử dụng trong các copolime khối đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật. Bằng cách ví dụ, monome A có thể thể hiện các monome để tạo thành polystyren, và monome B có thể thể hiện các monome để tạo thành poly(methyl metacrylat) (polymethyl methacrylate, PMMA), mặc dù phạm vi của sáng chế không bị giới hạn ở đó. Theo các phương án khác, có thể có nhiều hơn hai khối. Ngoài ra, theo các phương án khác, mỗi khối có thể bao gồm các loại monome khác nhau (ví dụ, bản thân mỗi khối có thể là copolime). Theo một phương án, khối polime 116A và khối polime 116B được liên kết cộng hóa trị với nhau. Khối polime 116A và khối polime 116B có thể có độ dài gần bằng nhau, hoặc một khối có thể dài hơn khối còn lại một cách đáng kể.

Thông thường, mỗi trong số các khối của các copolime khối (ví dụ, khối polime 116A và khối polime 116B) có thể có các tính chất hóa học khác nhau. Một ví dụ là, một trong số các khối có thể tương đối kỵ nước hơn (ví dụ, đẩy nước) và khối còn lại có thể tương đối ưa nước hơn (hút nước). Ít nhất về mặt nguyên tắc, một trong số các khối có thể tương đối tương tự như dầu và khối còn lại có thể tương đối tương tự với nước. Các khác biệt về thuộc tính hóa học như vậy giữa các khối polime khác nhau, liệu khác biệt ưa nước-kỵ nước hoặc khác biệt khác, có thể khiến cho các phân tử copolime khối tự ghép hay không. Chẳng hạn, việc tự ghép có thể dựa trên cơ sở phân tách vi pha của các khối polime. Về mặt nguyên tắc, điều này có thể tương tự với phân tách pha của dầu và nước mà thường không thể trộn lẫn được. Tương tự, các khác biệt về tính ưa nước giữa các

khối polime (ví dụ, một khối tương đối kỵ nước và khối còn lại tương đối ưa nước), có thể gây ra phân tách vi pha gần như tương tự trong đó các khối polime khác nhau có "phân tách" khỏi nhau do không tương thích về mặt hóa học với nhau.

Tuy nhiên, theo một phương án, do các khối polime được liên kết cộng hóa trị với nhau, nên chúng không thể phân tách hoàn toàn ở mức độ vĩ mô. Đúng hơn là, các khối polime thuộc loại cho trước có thể có xu hướng cô lập hoặc kết khối với các khối polime thuộc cùng loại của các phân tử khác trong các vùng hoặc pha cực nhỏ (ví dụ, có kích thước nano). Hình dạng và kích thước cụ thể của các vùng hoặc các vi pha thường phụ thuộc ít nhất một phần vào các chiều dài tương đối của các khối polime. Theo một phương án, bằng ví dụ thứ nhất (như được thể hiện trên Fig.4), trong hai copolime khối, nếu các khối gần như có cùng độ dài, thì mẫu dạng lưới của các vùng polime 116A và các vùng polime 116B xen kẽ được tạo ra. Theo phương án khác, bằng ví dụ thứ hai (được mô tả có dựa vào Fig.5), trong hai copolime khối, nếu một trong các khối dài hơn khối còn lại, nhưng không quá dài hơn khối còn lại, thì các cấu trúc cột thẳng đứng có thể được tạo thành. Trong các cấu trúc cột này, các phân tử copolime khối có thể căn chỉnh với vi pha của các khối polime ngắn hơn của chúng được phân tách với thành phần trong của các cột và các khối polime dài hơn của chúng mà mở rộng từ các cột này và bao quanh các cột này. Chẳng hạn, nếu khối polime 116A dài hơn khối polime 116B, nhưng không quá dài hơn, thì các kết cấu cột có thể được tạo thành trong đó các phân tử copolime khối căn chỉnh với các khối polime 116B ngắn hơn của chúng mà tạo thành các cấu trúc cột được bao quanh bởi pha có các khối polime 116A dài hơn. Ví dụ này còn được thể hiện trên Fig.5, được mô tả dưới đây.

Theo một phương án, mạng lưới polime 116A/polime 116B đầu tiên được áp dụng làm phần lớp phủ copolime khối chưa ghép bao gồm vật liệu copolime khối được phủ, ví dụ, bằng cách quét lớp hoặc quy trình phủ khác. Khía cạnh chưa ghép đề cập đến các trường hợp trong đó, tại thời điểm lắng đọng, copolime khối gần như chưa được phân tách pha và/hoặc được tự ghép để tạo thành các cấu trúc nano. Trong dạng chưa ghép này, các phân tử polime khối được ngẫu nhiên hóa tương đối cao, với các khối polime khác nhau được định hướng và bố trí ngẫu nhiên tương đối cao, ngược lại với phần lớp copolime khối được ghép được thảo luận có dựa vào kết cấu thu được trên Fig.4. Phần lớp copolime khối chưa ghép có thể áp dụng theo cách khác nhau. Ví dụ, copolime khối có thể được hòa tan trong dung môi và sau đó được phủ quay trên bề mặt.

Theo cách khác, copolime khối chưa ghép có thể được phun phủ, được nhúng phủ, được ngâm phủ, hoặc được phủ theo cách khác hoặc được gắn trên bề mặt. Cách khác để

phủ các copolime khối, cũng như cách khác đã được biết trong tình trạng kỹ thuật để phủ các lớp phủ hữu cơ tương tự, có thể có khả năng được sử dụng. Sau đó, lớp chưa được ghép có thể tạo thành phần lớp copolime khối được ghép, ví dụ, bằng cách phân tách vi pha và/hoặc tự ghép của phần lớp copolime khối chưa ghép. Phân tách vi pha và/hoặc tự ghép xảy ra thông qua sự tái sắp xếp và/hoặc tái định vị của các phân tử copolime khối, và cụ thể là tái sắp xếp và/hoặc tái định vị của các khối polime khác nhau của các phân tử copolime khối.

Theo phương án này, quy trình xử lý ủ có thể được áp dụng cho copolime khối chưa ghép để khởi tạo, tăng tốc, gia tăng chất lượng của, hoặc theo cách khác thúc đẩy phân tách vi pha và/hoặc tự ghép. Theo một số phương án, quy trình xử lý ủ có thể bao gồm việc xử lý có thể hoạt động để gia tăng nhiệt độ của copolime khối. Một ví dụ của việc xử lý này là quá trình thiêu kết lớp, quá trình nung lớp trong lò hoặc dưới đèn nhiệt, chiếu bức xạ hồng ngoại vào lớp, hoặc theo cách khác tác dụng nhiệt vào lớp hoặc gia tăng nhiệt độ của lớp. Sự gia tăng nhiệt độ mong muốn thông thường sẽ đủ để thúc đẩy một cách đáng kể tốc độ phân tách vi pha và/hoặc tự ghép của khối polime mà không làm hư hại copolime khối hoặc các vật liệu hoặc các kết cấu quan trọng bất kỳ khác của nền mạch tích hợp. Thông thường, việc gia nhiệt có thể nằm trong khoảng từ 50°C đến khoảng 300°C, hoặc nằm trong khoảng từ 75°C đến khoảng 250°C, nhưng không vượt quá các giới hạn thoái giáng nhiệt của copolime khối hoặc nền mạch tích hợp. Việc gia nhiệt hoặc ủ có thể giúp cung cấp năng lượng cho các phân tử copolime khối để khiến chúng linh động/linh hoạt hơn để gia tăng tốc độ phân tách vi pha và/hoặc cải thiện chất lượng của quá trình phân tách vi pha. Quá trình phân tách vi pha hoặc tái sắp xếp/tái định vị này của các phân tử copolime khối có thể dẫn đến tự ghép để tạo thành các kết cấu cực nhỏ (ví dụ, cỡ nano). Quy trình tự ghép có thể xảy ra dưới tác động của các lực chẳng hạn như sức căng bề mặt, các lực hút và lực đẩy phân tử, và các lực liên quan đến bề mặt và liên quan đến hóa học khác.

Trong trường hợp bất kỳ, theo một số phương án, việc tự ghép các copolime khối, trên cơ sở các khác biệt kỵ nước-ưa nước hoặc các khác biệt khác, có thể được sử dụng để tạo thành các kết cấu tuần hoàn cực nhỏ (ví dụ, các kết cấu hoặc các đường dây cỡ nano cách quãng đều nhau). Theo một số phương án, chúng có thể được sử dụng để tạo thành các đường dây cỡ nano hoặc các kết cấu cỡ nano khác mà cuối cùng có thể được sử dụng để tạo thành lỗ dẫn điện và các lỗ. Theo một số phương án, tự ghép định hướng của các copolime khối có thể được sử dụng để tạo thành lỗ dẫn điện mà được tự căn chỉnh với các liên kết, như được mô tả chi tiết hơn dưới đây.

Xem lại Fig.4, theo phương án thực hiện, các thành phần được bổ sung vào việc bố trí copolime được mô tả ở trên để tạo ra một hoặc nhiều phần của bố trí copolime là nhạy quang. Theo một phương án như vậy, thành phần được bổ sung là thành phần chẳng hạn như, nhưng không bị giới hạn ở, chất tạo axit quang học (photo acid generator, PAG), chất tạo axit nhiệt học (thermal acid generator, TAG), một hoặc nhiều nhóm bảo vệ, hoặc một hoặc nhiều liên kết ngang. Các thành phần được bổ sung, theo một phương án, được liên kết vào một hoặc cả hai đoạn copolime khối DSA (hoặc, theo cách khác, được trộn chứ k phải là được liên kết trong hệ thống) theo cách mà các khối trở nên phân hóa vì sai được, liên kết ngang được, có thể tan trong axit hoặc bazơ nhờ làm lộ sáng EUV hoặc chùm tia điện tử, phụ thuộc vào dụng cụ làm lộ sáng nào được sử dụng, và khuếch đại hóa học kế tiếp của ảnh trên không. Theo phương án này, cách tiếp cận được dựa trên nguyên tắc là cả hai polime được sử dụng trong vật liệu BCP, polystyren và PMMA thông thường nhất, cũng được sử dụng làm các polime bazơ cho nhiều chất chống EUV. Ngoài ra, PMMA được sử dụng làm chất cản chùm tia điện tử được khuếch đại phi hóa học. Theo một phương án, hiệu quả là BCP quang hoạt vẫn là copolyme hai khối mà có thể phân tách khi nó được ủ để tạo ra mẫu hữu dụng ngay trước khi lộ sáng, như được mô tả ở trên dựa vào việc căn chỉnh đối với cấu trúc kim loại hóa bên dưới trước đó.

Theo một khía cạnh, các mẫu riêng biệt DSA có vùng polyme nhạy quang để kết thúc in litô bị phân tách vật lý hoàn toàn bởi polyme khác hoặc hàng rào vật lý khác như mẫu định hướng cho DSA. Như một ví dụ, Fig.5 minh họa hình chiếu bằng của cấu trúc DSA nhạy quang chưa lộ sáng và cấu trúc DSA nhạy quang được lộ sáng, theo một phương án của sáng chế. Cần hiểu là, ngược với Fig.4 trong đó cách bố trí 1:1 của PS và PMMA được sử dụng để phân tách pha trong mẫu dạng lưới, Fig.5 thể hiện một ví dụ về cấu trúc cột được mô tả ở trên có thể được tạo thành khi nhiều phân tử copolyme khối sắp thẳng với các khối ngắn hơn của chúng của một trong số polyme 116A/116B tạo thành cấu trúc cột được bao quanh bởi pha có các khối dài hơn của polyme còn lại trong số các polyme 116A/116B.

Dựa vào phần (a) trên Fig.5, cấu trúc DSA nhạy quang chưa lộ sáng bao gồm PS chưa lộ sáng 502 và PMMA chưa lộ sáng 504. Các mũi tên được dán nhãn A (không cắt qua PMMA chưa lộ sáng) chỉ hướng của kim loại bên dưới hoặc đường dây ILD trên Fig.1. Trong khi đó, các mũi tên được dán nhãn B (cắt qua PMMA chưa lộ sáng) chỉ hướng của kim loại bên dưới khác hoặc đường dây ILD trên Fig.1. Cấu trúc hoặc lưới định hướng DSA 506 (như đường dây ILD cố định hoặc tạm thời, như các đường dây

110 trên các hình vẽ nêu trên) có thể được bao gồm, như được mô tả ở trên. Theo một phương án, cách bố trí được biểu thị trên Fig.5 bảo đảm là chất lượng tạo mẫu sau khi loại bỏ polyme được lộ sáng không được xác định bởi chất lượng của ảnh trên không mà là ranh giới vật lý giữa cả hai polyme hoặc ranh giới giữa polyme dẫn hướng và bị loại bỏ. Cần hiểu là sự khác biệt trong biểu đồ pha nhiệt động học giữa PMMA bị chặn so với không bị chặn có thể phải được xem xét.

Theo một phương án của sáng chế, tính chất quang hoạt của cấu trúc DSA tạo ra khả năng “cắm” hoặc “cắt” có hiệu quả một kiểu trong số các vùng polyme DSA bằng chùm tia điện tử hoặc việc lộ sáng EUV. Dựa vào phần (b) trên Fig.5, tiếp sau thao tác “cắt” lộ sáng EUV hoặc chùm tia điện tử 550, vùng PMMA được lộ sáng 505 và, có thể là, vùng PS được lộ sáng bao quanh 503 được tạo thành. Có một số cách thực hiện việc tạo mẫu này. Fig.6 minh họa hình chiếu bằng thể hiện ba khả năng tạo mẫu cấu trúc DSA nhảy quang, theo một phương án của sáng chế.

Dựa vào phần (a) trên Fig.6, trong kịch bản thứ nhất, phần PMMA của copolyme khối có gốc PAG liên kết với polyme PMMA hoặc được pha trộn trong dung dịch cùng với nhóm bảo vệ liên kết PMMA mà cắt PMMA khi được kích hoạt nhưng không cắt PS. PS này không có PAG liên kết hoặc các chất bổ sung khác. Tác dụng của PAG và/hoặc nhóm bảo vệ được liên kết với PMMA là chỉ định vị quá trình chỉ cắt các vùng gần PMMA. Trong kịch bản thứ nhất này, phương pháp tiếp cận là “cắt” có hiệu quả các dấu hiệu của PMMA để loại bỏ bằng cách phơi sáng PMMA. Quá trình này loại bỏ PMMA được lộ sáng và để lại PS được lộ sáng PS và PS và PMMA chưa lộ sáng. Theo một phương án như vậy, năng lượng kích hoạt quang của PAG và nhóm bảo vệ của PMMA được căn chỉnh theo cách để nó thấp hơn đáng kể so với năng lượng kích hoạt quang cần để cắt mạch PMMA. Theo một phương án cụ thể như vậy, giả sử rằng lượng cần để cắt PMMA tinh khiết không chọn lọc xấp xỉ là $0,5\text{J}/\text{cm}^2$, thì có thể lựa chọn một cách thông minh nhiều PAG và nhóm bảo vệ mà sẽ có tính chất hóa học cần thiết thấp hơn giới hạn này. Nếu được thực hiện theo cách mà ranh giới PS-PMMA hoàn toàn xác định dấu hiệu cần thiết sau khi cách ly, thì sau đó phần cản quang PMMA của copolyme khối có thể được thiết kế mà không cần chất dập tắt hoặc các chất bổ sung khác thường được sử dụng làm chất cản quang để kiểm soát sự khuếch tán của PAG và sự tương phản của ảnh ản. Sau đó, theo một phương án, hoạt động của PAG và nhóm bảo vệ bị giới hạn có hiệu quả ở đảo PMMA mong muốn trong PS bao quanh và thực tế là nhóm bảo vệ được liên kết với PMMA. Kết quả là giải phóng các thiết kế vật liệu khỏi các ràng buộc về lượng

thường liên quan đến chất cản quang EUV và chùm tia điện tử tiêu chuẩn và cho phép thiết lập lượng thấp nhất có thể được.

Dựa vào phần (b) trên Fig.6, trong kịch bản thứ hai, phần PMMA của copolyme khối có gốc PAG và/hoặc gốc nhóm bảo vệ liên kết với copolyme PMMA như trong kịch bản thứ nhất, và PS có chất tạo liên kết ngang hoặc gốc khác được liên kết với nó để liên kết ngang với PS mà không phải là PMMA. Khi ánh sáng bất kỳ vô tình chiếu, thì PS sẽ liên kết ngang với PS vẫn duy trì sau khi hình thành. Theo một phương án, do các phần tử này được liên kết với PMMA, quy trình cắt được định vị ở các vùng gần PMMA. Trong kịch bản thứ hai này, phương pháp tiếp cận là “cắt” có hiệu quả các dấu hiệu của PMMA để loại trừ bằng cách phơi sáng PMMA. Phần dư của ảnh bất kỳ rò rỉ vào trong các vùng PS liền kề sẽ liên kết ngang PS và làm cho PS thậm chí ít hòa tan hơn trong chất hiện ảnh, cho phép thậm chí sự tương phản hòa tan tốt hơn ở ranh giới dấu hiệu. Quá trình hiện ảnh loại bỏ PMMA được lộ sáng và để lại PS liên kết ngang được lộ sáng và PS và PMMA chưa lộ sáng. Nếu được thực hiện theo cách này để ranh giới PS-PMMA hoàn toàn xác định dấu hiệu cần thiết sau phân tách, sau đó phần cản quang của PMMA của copolyme khối có thể được thiết kế mà không cần chất dập tắt hoặc các chất bổ sung bất kỳ khác thường được sử dụng làm chất cản quang để kiểm soát sự khuếch tán của PAG và sự tương phản của ảnh ản. Theo một phương án, sau đó, hoạt động của PAG và/hoặc nhóm bảo vệ bị giới hạn có hiệu quả ở đảo PMMA mong muốn trong PS bao quanh và do PAG và/hoặc nhóm bảo vệ được liên kết với PMMA. Kết quả là giải phóng các thiết kế vật liệu khỏi các ràng buộc về lượng thường liên quan đến chất cản quang EUV và chùm tia điện tử tiêu chuẩn và cho phép thiết lập lượng thấp nhất có thể được.

Dựa vào phần (c) trên Fig.6, trong kịch bản thứ ba, PAG và/hoặc nhóm bảo vệ/chất tạo liên kết ngang được sử dụng để cắt PMMA và các liên kết ngang với PS. Theo một phương án như vậy, PAG được bổ sung vào dung dịch copolyme khối và không được liên kết với copolyme. Sau khi phơi sáng PMMA, theo một phương án, khi sấy khô sau lộ sáng (post exposure bake, PEB) PAG sẽ di cư từ PMMA được kích hoạt vào trong PS liền kề và liên kết ngang với PS gần nhất với PMMA dẫn đến ranh giới dấu hiệu được xác định tốt hơn sau khi hiện ảnh. Trong kịch bản thứ ba này, phương pháp tiếp cận là “cắt” có hiệu quả các dấu hiệu của PMMA để loại trừ bằng cách phơi sáng PMMA. Phần dư của ảnh bất kỳ rò rỉ vào trong các vùng PS liền kề liên kết ngang được với PS và làm cho PS thậm chí ít hòa tan hơn trong chất hiện ảnh cho phép thậm chí sự tương phản hòa tan tốt hơn ở ranh giới dấu hiệu. Quá trình hiện ảnh loại bỏ PMMA được lộ sáng và để lại PS liên kết ngang được lộ sáng và PS và PMMA chưa lộ sáng. Nếu được

thực hiện theo cách mà các ranh giới PS-PMMA hoàn toàn xác định dấu hiệu cần thiết sau phân tách, thì thiết kế vật liệu có thể có phạm vi lớn hơn để thích ứng với lượng rất thấp. Theo một phương án như vậy, ảnh ẩn bị mờ nhiều hơn bình thường. Điều này có thể được duy trì miễn là ảnh không mờ quá nhiều để PAG linh hoạt được kích hoạt từ một vùng PMMA bắt đầu cắt vùng PMMA tiếp theo trong mảng. Trong trường hợp hiệu quả này, theo một phương án, quá trình mờ này được giảm bằng cách bổ sung chất dập tắt được liên kết với PS và cho phép thậm chí các lượng thấp hơn. Cần hiểu là việc mô tả ở trên của kịch bản 1 đến 3 liên quan đến PMMA và PS có thể được đảo ngược; theo các phương án bổ sung của sáng chế.

Fig.7 minh họa hình chiếu bằng và hình chiếu mặt cắt ngang tương ứng sau khi thực hiện tất cả các kịch bản có thể trên Fig.6, theo một phương án của sáng chế. Theo Fig.7, lỗ 560 được tạo ra trong quá trình hiện ảnh của các vùng được lộ sáng trên Fig.6. Các lỗ này có thể được sử dụng làm các vị trí lỗ dẫn điện cuối cùng hoặc theo cách khác, làm các vị trí nút cách điện cuối cùng của cấu trúc liên kết của đoạn cuối của đường dây.

Tiếp tục tham chiếu đến các hình vẽ từ Fig.5 đến Fig.7, theo một phương án, để tạo mẫu bố trí copolyme được mô tả ở trên bằng cách loại bỏ hoàn toàn một polyme khỏi lớp nền phân tách, thì liên kết cộng hóa trị giữa hai polyme trong mỗi phân tử bị phá vỡ. Để làm ví dụ, Fig.8 minh họa sơ đồ thể hiện liên kết PS/PMMA 800 liên quan đến PAG phân giải khi lộ sáng ($h\nu$) để tạo ra cặp phân giải 802, theo một phương án của sáng chế. Để thực hiện việc phân giải này, có thể phải kết hợp chất liên kết phân giải được bằng axit giữa khối PS và PMMA để phá vỡ có hiệu quả liên kết. Để làm ví dụ, Fig.9 minh họa sơ đồ và ảnh của copolyme khối tương ứng của mỗi trong số mỗi liên kết gốc axetal 900 và mỗi liên kết trityl ete 902, theo một phương án của sáng chế.

Một hoặc nhiều trong số các phương án được mô tả ở trên đề xuất cách tiếp cận được cải tiến đáng kể đối với “việc cắt” hoặc “việc cấm” DSA được tạo mẫu. Một hoặc nhiều phương án còn đề xuất chất cản quang cho EUV và chùm tia điện tử cần lượng thấp hơn nhiều. Khi thực hiện cách tiếp cận được mô tả trong bản mô tả này, công suất có thể được tăng đủ để làm cho cách tiếp cận này trở nên khả thi trong khi thực tế vẫn đầy LWR và CDU xuống giới hạn vật lý thấp hơn của chúng không bị giới hạn bởi chất lượng của ảnh trên không liên quan. Một hoặc nhiều khía cạnh mới bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, (1) việc sử dụng phơi sáng EUV hoặc chùm tia điện tử để giải quyết các miền polyme riêng rẽ (cách tiếp cận khác định sử dụng kỹ thuật in litô làm phương pháp loại bỏ tất cả các miền cùng một kiểu và vì vậy không cần khả năng phân giải vốn có của EUV hoặc chùm tia điện tử), (2) được thiết kế với cách tiếp cận chuyển “bật” hoặc

“tất” với các miền riêng rẽ (không cạnh nào trong số các cạnh chức năng sau khi tạo mẫu sẽ được xác định bởi ảnh trên không liên quan đến CDU/LWR có bước tạo mẫu bước sóng nhỏ được làm giảm phức tạp đáng kể), (3) độ linh hoạt lớn hơn nhiều được tạo ra để theo các đường dẫn quang hóa polyme rất linh hoạt mà có thể làm giảm lượng in và vì vậy có thể cho phép sử dụng công nghệ EUV và chùm tia điện tử trong khi vẫn duy trì được hiệu năng CD nhỏ tất tốt, bước lỗ nhỏ, và CDU và LWR thấp được kết hợp với DSA. Như vậy, theo một phương án, kỹ thuật in litô bằng EUV/chùm tia điện tử và DSA cho phép lẫn nhau khi sản xuất.

Nhìn chung, theo một phương án của sáng chế, cách tiếp cận DSA được cho là nhạy quang. Theo một quan điểm, dạng “ngăn quang học” đạt được trong đó các ràng buộc của in litô có thể được giảm bớt và dung sai chính sai có thể cao do ngăn quang học này (ví dụ, vùng 504) được bao quanh bởi vật liệu không thể quang phân. Hơn nữa, theo một phương án, thay cho việc lộ sáng ở, ví dụ $30\text{mJ}/\text{cm}^2$, ngăn quang học này có thể được lộ sáng ở, ví dụ, $3\text{mJ}/\text{cm}^2$. Thường thì điều này có thể dẫn đến độ nhám và khả năng kiểm soát CD rất kém. Nhưng trong trường hợp này, độ nhám và khả năng kiểm soát CD sẽ được xác định bởi dạng hình học của ngăn quang học, mà có thể được kiểm soát và xác định rất tốt. Như vậy, cách tiếp cận ngăn quang học này có thể được sử dụng để tránh sự cân bằng tạo ảnh/lượng để giới hạn công suất của các quy trình in litô của thế hệ tiếp theo.

Vật liệu DSA được tạo mẫu thu được được mô tả trên các hình vẽ từ Fig.5 đến Fig.7 cuối cùng có thể được sử dụng làm giá đỡ mà từ đó lớp cố định được tạo thành sau cùng. Nghĩa là, trong trường hợp mà không vật liệu nào trong số các vật liệu DSA có thể có trong cấu trúc sau cùng, nhưng tốt hơn là được sử dụng để sản xuất định hướng cấu trúc liên kết sau cùng. Theo một phương án như vậy, ILD cố định thay thế một hoặc nhiều vùng vật liệu DSA và quy trình xử lý tiếp theo (như là sản xuất đường dây kim loại) được hoàn thành. Nghĩa là, có thể tất cả các thành phần DSA cuối cùng đều được loại bỏ để tạo thành lỗ dẫn điện và ổ cắm tự căn chỉnh sau cùng.

Chỉ được cung cấp như một ví dụ về cấu trúc sau cùng có thể thu được. Fig.10 minh họa hình chiếu bằng và các hình chiếu mặt cắt ngang tương ứng của cấu trúc gốc DSA sau khi tạo thành đường dây kim loại, lỗ dẫn điện và ổ cắm, theo một phương án của sáng chế. Dựa vào hình chiếu bằng và các hình chiếu mặt cắt ngang tương ứng (a) và (b) lần lượt lấy theo các trục, a-a' và b-b', mức trên của các đường dây kim loại 140 được tạo ra trong khung điện môi 12071287134. Các đường dây kim loại 140 được kết hợp với các đường dây kim loại bên dưới 102 thông qua các vị trí lỗ dẫn điện định trước (một ví

dụ về điều này được thể hiện trên hình chiếu mặt cắt ngang (a)), và được cách ly bởi các ổ cắm (các ví dụ về điều này bao gồm các ổ cắm 142 và 144). Đường dây bên dưới 102 và 104 là các đường dây được mô tả trên Fig.1, được tạo thành theo hướng vuông góc với các đường dây kim loại 140. Cần hiểu là, trong các công đoạn sản xuất tiếp theo, các đường dây của lớp vật liệu 134 có thể được loại bỏ để tạo thành các khe không khí giữa các đường dây kim loại 140 thu được.

Cấu trúc thu được như cấu trúc được mô tả trên Fig.10 tiếp theo có thể được sử dụng làm cơ sở cho việc tạo đường dây kim loại/lỗ dẫn điện tiếp theo và các lớp ILD. Theo cách khác, cấu trúc theo Fig.10 có thể là lớp liên kết kim loại sau cùng trong mạch tích hợp. Cần hiểu là các công đoạn xử lý nêu trên có thể được thực hiện theo các trình tự thay thế cho nhau, từng công đoạn không cần được thực hiện và/hoặc các công đoạn xử lý phụ có thể được thực hiện. Hơn nữa, mặc dù tiến trình công nghệ nêu trên tập trung vào các ứng dụng tự ghép định hướng (directed self-assembly, DSA), nhưng các quy trình hoàn thiện có lựa chọn có thể được sử dụng thay thế ở một hoặc nhiều vị trí của tiến trình công nghệ. Trong trường hợp bất kỳ, các cấu trúc thu được cho phép sản xuất các lỗ dẫn điện được định tâm trực tiếp trên các đường dây kim loại bên dưới. Nghĩa là, các lỗ dẫn điện này có thể lớn hơn, nhỏ hơn, hoặc có cùng chiều dày như các đường dây kim loại bên dưới, ví dụ, do quy trình khắc có chọn lọc không hoàn hảo. Tuy nhiên, theo một phương án, các tâm của các lỗ dẫn điện được căn chỉnh trực tiếp (khớp với) với các tâm của các đường dây kim loại. Như vậy, theo một phương án, độ lệch do việc tạo mẫu bằng in litô/nạp kép thông thường theo cách khác phải được cho phép, không là hệ số của các cấu trúc thu được được mô tả trong bản mô tả này.

Các phương án được bộc lộ trong bản mô tả này có thể được sử dụng để sản xuất nhiều loại mạch tích hợp và/hoặc thiết bị vi điện tử khác nhau. Ví dụ về mạch tích hợp này bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, bộ xử lý, thành phần bộ chip, bộ xử lý đồ họa, bộ xử lý tín hiệu số, bộ vi điều khiển, và các bộ tương tự. Theo các phương án khác, bộ nhớ bán dẫn có thể được sản xuất. Hơn nữa, mạch tích hợp hoặc thiết bị vi điện tử khác có thể được sử dụng trong nhiều thiết bị điện tử đã biết trong các lĩnh vực kỹ thuật. Ví dụ, trong các hệ thống máy tính (ví dụ, máy tính để bàn, máy tính xách tay, máy chủ), điện thoại di động, thiết bị điện tử cá nhân, v.v.. Mạch tích hợp có thể được kết hợp với bus và các thành phần khác trong các hệ thống này. Ví dụ, bộ xử lý có thể được kết hợp bởi một hoặc nhiều bus với bộ nhớ, bộ vi mạch, v.v.. Mỗi trong số bộ xử lý, bộ nhớ, và bộ vi mạch, có thể được sản xuất bằng cách sử dụng cách tiếp cận được bộc lộ trong bản mô tả này.

Fig.11 minh họa thiết bị tính toán 1100 theo một phương án của sáng chế. Thiết bị tính toán 1100 chứa bảng mạch 1102. Bảng mạch 1102 có thể bao gồm nhiều thành phần, bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, bộ xử lý 1104 và ít nhất một chip truyền thông 1106. Bộ xử lý 1104 được ghép nối điện và vật lý với bảng mạch 1102. Trong một số phương án ít nhất một chip truyền thông 1106 cũng được ghép nối điện và vật lý với bảng mạch 1102. Theo các phương án khác, mạch truyền thông 1106 là một phần của bộ xử lý 1104.

Tùy thuộc vào ứng dụng của nó, thiết bị tính toán 1100 có thể bao gồm các thành phần khác có thể hoặc không thể được ghép nối điện và vật lý với bảng mạch 1102. Các thành phần khác này bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, bộ nhớ khả biến (ví dụ, DRAM), bộ nhớ không khả biến (ví dụ, ROM), bộ nhớ chớp, bộ xử lý đồ họa, bộ xử lý tín hiệu số, bộ xử lý mã hóa, bộ vi mạch, anten, màn hình, màn hình cảm ứng, bộ điều khiển màn hình cảm ứng, ắc quy, bộ mã hóa-giải mã audio, bộ mã hóa-giải mã video, bộ khuếch đại công suất, thiết bị hệ thống định vị toàn cầu (global positioning system, GPS), la bàn, gia tốc kế, con quay hồi chuyển, loa, camera, và thiết bị lưu trữ khối (như ổ đĩa cứng, đĩa compac (compact disk, CD), đĩa kỹ thuật số vạn năng (digital versatile disk, DVD), và v.v.).

Chip truyền thông 1106 cho phép truyền thông không dây để truyền dữ liệu đến và từ thiết bị tính toán 1100. Thuật ngữ “không dây” và các dạng khác của nó có thể được sử dụng để mô tả mạch, thiết bị, hệ thống, phương pháp, kỹ thuật, kênh truyền thông, v.v., có thể truyền thông dữ liệu bằng cách sử dụng phát xạ điện từ được điều biến thông qua môi trường không rắn. Thuật ngữ này không có nghĩa là các thiết bị liên quan không có dây, mặc dù theo một số phương án chúng có thể không có dây. Chip truyền thông 1106 có thể thực hiện bất kỳ trong số các tiêu chuẩn hoặc giao thức không dây, bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, Wi-Fi (Họ IEEE 802.11), WiMAX (Họ IEEE 802.16), IEEE 802.20, mạng cải tiến dài hạn (long term evolution, LTE), Ev-DO, HSPA+, HSDPA+, HSUPA+, EDGE, GSM, GPRS, CDMA, TDMA, DECT, Bluetooth, và các dạng khác của chúng, cũng như bất kỳ giao thức không dây nào khác được thiết kế dưới dạng 3G, 4G, 5G, và dạng khác nữa. Thiết bị tính toán 1100 có thể bao gồm nhiều chip truyền thông 1106. Ví dụ, chip truyền thông 1106 thứ nhất có thể được dành riêng cho truyền thông không dây tầm ngắn hơn như Wi-Fi và Bluetooth và chip truyền thông 1106 thứ hai có thể được dành riêng cho truyền thông không dây tầm dài hơn như GPS, EDGE, GPRS, CDMA, WiMAX, LTE, Ev-DO, và các loại khác nữa.

Bộ xử lý 1104 của thiết bị tính toán 1100 bao gồm khuôn mạch tích hợp được đóng gói trong bộ xử lý 1104. Theo một số phương án thực hiện của sáng chế, khuôn mạch tích hợp của bộ xử lý bao gồm một hoặc nhiều cấu trúc, như các lỗ dẫn điện và ổ cắm tự căn chỉnh, được sản xuất theo các phương án theo sáng chế. Thuật ngữ “bộ xử lý” có thể để chỉ thiết bị hoặc phần bất kỳ của thiết bị để xử lý dữ liệu điện tử từ thanh ghi và/hoặc bộ nhớ để biến đổi dữ liệu điện tử này thành dữ liệu điện tử khác khác có thể được lưu trữ trong bộ ghi và/hoặc bộ nhớ.

Chip truyền thông 1106 còn bao gồm khuôn mạch tích hợp được lắp trong chip truyền thông 1106. Theo một phương án khác của sáng chế, khuôn mạch tích hợp của chip truyền thông bao gồm một hoặc nhiều cấu trúc, như các lỗ dẫn điện và ổ cắm tự căn chỉnh, được sản xuất theo các phương án theo sáng chế.

Theo các phương án khác, một thành phần khác nằm trong thiết bị tính toán 1100 có thể chứa khuôn mạch tích hợp bao gồm một hoặc nhiều cấu trúc, như các lỗ dẫn điện và ổ cắm tự căn chỉnh, được sản xuất theo các phương án theo sáng chế.

Theo các phương án khác nhau, thiết bị tính toán 1100 có thể là máy tính xách tay, netbook, notebook, ultrabook, điện thoại thông minh, máy tính bảng, thiết bị hỗ trợ kỹ thuật số cá nhân (personal digital assistant, PDA), PC di động, điện thoại di động, máy tính để bàn, máy chủ, máy in, máy quét, màn hình, bộ giải mã tín hiệu truyền hình, bộ điều khiển giải trí, camera kỹ thuật số, máy nghe nhạc cầm tay, hoặc máy ghi video kỹ thuật số. Theo các phương án khác, thiết bị tính toán 1100 có thể là bộ điện tử khác bất kỳ để xử lý dữ liệu.

Như vậy, các phương án theo sáng chế bao gồm việc tạo mẫu lỗ dẫn điện và ổ cắm tự căn chỉnh cho liên kết của đoạn cuối của đường dây (back end of line, BEOL).

Theo một phương án, cấu trúc tự ghép định hướng bao gồm lớp nền và cấu trúc copolyme khối được bố trí bên trên lớp nền. Cấu trúc copolyme khối này có thành phần polystyren (polystyrene, PS) và thành phần polymetyl metacrylat (polymethyl methacrylate, PMMA). Một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA là nhạy quang.

Theo một phương án, một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA là nhạy quang bao gồm thành phần bổ sung như, nhưng không bị giới hạn ở, chất tạo axit quang học (photo acid generator, PAG), chất tạo axit nhiệt học (thermal acid generator, TAG), nhóm bảo vệ, hoặc chất tạo liên kết ngang.

Theo một phương án, thành phần bổ sung được liên kết với một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA mà nhạy quang.

Theo một phương án, thành phần bổ sung được pha trộn với một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA mà nhạy quang.

Theo một phương án, một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA là nhạy quang và có thành phần bổ sung cắt được vi sai, tạo liên kết ngang được hoặc hòa tan trong axit hoặc bazơ khi chiếu xạ.

Theo một phương án, bước chiếu xạ bao gồm bước làm lộ sáng trước nguồn tia tử ngoại cực ngắn (extreme ultra-violet, EUV) hoặc nguồn chùm tia điện tử.

Theo một phương án, tỷ lệ của thành phần PS trên thành phần PMMA trong cấu trúc copolyme khối gần bằng 1:1.

Theo một phương án, cấu trúc copolyme khối được bố trí bên trên mẫu của các đường dây kim loại và đường dây điện môi được bố trí xen kẽ bên trên lớp nền.

Theo một phương án, phương pháp sản xuất cấu trúc liên kết của khuôn bán dẫn bao gồm bước tạo thành mức thứ nhất của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ trên lớp nền.

Phương pháp cũng bao gồm bước tạo thành cấu trúc copolyme khối bên trên, và có mẫu được định hướng bởi, mức thứ nhất của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ, cấu trúc copolyme khối có thành phần polystyren (polystyrene, PS) và thành phần polymetyl metacrylat (polymethyl methacrylate, PMMA). Một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA được liên kết hoặc được pha trộn với gốc chất tạo axit quang học (photo acid generator, PAG) và được liên kết với nhóm bảo vệ. Phương pháp còn bao gồm bước chiếu xạ một phần của cấu trúc copolyme khối. Nhóm bảo vệ liên kết cắt một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA, mà không phải là thành phần kia, khi chiếu xạ. Phương pháp cũng bao gồm bước hoàn thiện cấu trúc copolyme khối để tạo ra cấu trúc copolyme khối được tạo mẫu.

Theo một phương án, bước chiếu xạ và bước hoàn thiện cắt và loại bỏ các phần được chiếu xạ của một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA.

Theo một phương án, gốc PAG hoặc nhóm bảo vệ liên kết định vị quá trình cắt ở một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA.

Theo một phương án, bước chiếu xạ một phần của cấu trúc copolyme khối liên quan đến việc làm lộ sáng trước nguồn tia tử ngoại cực ngắn (extreme ultra-violet, EUV) hoặc nguồn chùm tia điện tử.

Theo một phương án, cấu trúc copolyme khối được tạo mẫu được sử dụng làm giá đỡ để tạo mức thứ hai của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ ở trên và được ghép nối với mức thứ nhất của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ.

Theo một phương án, phương pháp sản xuất cấu trúc liên kết của khuôn bán dẫn bao gồm bước tạo thành mức thứ nhất của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ trên lớp nền. Phương pháp này còn bao gồm bước tạo thành cấu trúc copolyme khối bên trên, và có mẫu được định hướng bởi, mức thứ nhất của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ, cấu trúc copolyme khối có thành phần polystyren (polystyrene, PS) và thành phần polymethyl methacrylat (polymethyl methacrylate, PMMA). Một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA được liên kết với gốc chất tạo axit quang học (photo acid generator, PAG), và thành phần còn lại là thành phần PS hoặc thành phần PMMA được liên kết với chất tạo liên kết ngang. Phương pháp này còn bao gồm bước chiếu xạ một phần của cấu trúc copolyme khối. Gốc PGA cắt một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA, và chất tạo liên kết ngang liên kết ngang với thành phần còn lại là thành phần PS hoặc thành phần PMMA, khi chiếu xạ. Phương pháp còn bao gồm bước hoàn thiện cấu trúc copolyme khối để tạo ra cấu trúc copolyme khối được tạo mẫu.

Theo một phương án, bước chiếu xạ và bước hoàn thiện cắt và loại bỏ các phần được chiếu xạ của một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA, mà không phải là thành phần còn lại của thành phần PS hoặc thành phần PMMA.

Theo một phương án, gốc PAG định vị quá trình cắt ở một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA.

Theo một phương án, chiếu xạ một phần của cấu trúc copolyme khối liên quan đến bước làm lộ sáng trước nguồn tia tử ngoại cực ngắn (extreme ultra-violet, EUV) hoặc nguồn chùm tia điện tử.

Theo một phương án, cấu trúc copolyme khối được tạo mẫu được sử dụng làm giá đỡ để tạo mức thứ hai của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ trên và được ghép nối với mức thứ nhất của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ.

Theo một phương án, phương pháp sản xuất cấu trúc liên kết của khuôn bán dẫn bao gồm bước tạo thành mức thứ nhất của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ trên lớp nền. Phương pháp còn bao gồm bước tạo thành cấu trúc copolyme khối bên trên, và có mẫu được định hướng bởi, mức thứ nhất của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ, cấu trúc copolyme khối có thành phần polystyren (polystyrene, PS) và thành phần polymetyl metacrylat (polymethyl methacrylate, PMMA) và được pha trộn với một tác nhân. Phương pháp còn bao gồm bước chiếu xạ một phần của cấu trúc copolyme khối. Tác nhân này cắt một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA và liên kết ngang với thành phần còn lại là thành phần PS hoặc thành phần PMMA khi chiếu xạ. Phương pháp còn bao gồm bước hoàn thiện cấu trúc copolyme khối để tạo ra cấu trúc copolyme khối được tạo mẫu.

Theo một phương án, thành phần PS và thành phần PMMA được pha trộn với chất phản ứng như, nhưng không bị giới hạn ở, chất tạo axit quang học (photo acid generator, PAG) hoặc nhóm bảo vệ.

Theo một phương án, bước chiếu xạ và bước hoàn thiện cắt và loại bỏ các phần được chiếu xạ của một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA mà không phải là thành phần còn lại của thành phần PS hoặc thành phần PMMA.

Theo một phương án, bước chiếu xạ một phần của cấu trúc copolyme khối liên quan đến bước làm lộ sáng trước nguồn tia tử ngoại cực ngắn (extreme ultra-violet, EUV) hoặc nguồn chùm tia điện tử.

Theo một phương án, cấu trúc copolyme khối được tạo mẫu được sử dụng làm giá đỡ để tạo mức thứ hai của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ trên và được ghép nối với mức thứ nhất của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Cấu trúc tự ghép định hướng, cấu trúc này bao gồm:

lớp nền; và

cấu trúc copolyme khối được bố trí bên trên lớp nền và bao gồm thành phần polystyren (polystyrene, PS) và thành phần polymethyl metacrylat (polymethyl methacrylate, PMMA), trong đó một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA là nhạy quang,

trong đó một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA là nhạy quang bao gồm chất tạo axit quang học, được cấu tạo để tách copolyme khi tiếp xúc với ánh sáng để tạo ra sự kết cặp của PS và PMMA được phân tách, và

trong đó mối liên kết phân tách được bằng axit được bao gồm giữa thành phần PS và thành phần PMMA.

2. Cấu trúc theo điểm 1, trong đó chất tạo axit quang học được liên kết với một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA là nhạy quang.

3. Cấu trúc theo điểm 1, trong đó chất tạo axit quang học được pha trộn với một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA là nhạy quang.

4. Cấu trúc theo điểm 1, trong đó một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA là nhạy quang và có chất tạo axit quang học cắt được vi sai, liên kết ngang được hoặc hòa tan trong axit hoặc bazơ khi chiếu xạ.

5. Cấu trúc theo điểm 4, trong đó việc chiếu xạ bao gồm bước làm lộ sáng trước nguồn tia tử ngoại cực ngắn (extreme ultra-violet, EUV) hoặc nguồn chùm tia điện tử.

6. Cấu trúc theo điểm 1, trong đó tỷ lệ của thành phần PS trên thành phần PMMA trong cấu trúc copolyme khối là xấp xỉ 1:1.

7. Cấu trúc theo điểm 1, trong đó cấu trúc copolyme khối được bố trí bên trên mẫu của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ được bố trí bên trên lớp nền.

8. Phương pháp sản xuất cấu trúc liên kết cho khuôn bán dẫn, phương pháp này bao gồm các bước:

tạo thành mức thứ nhất của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ bên trên lớp nền;

tạo thành cấu trúc copolyme khối bên trên, và có mẫu được định hướng bởi, mức thứ nhất của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ, cấu trúc copolyme khối

bao gồm thành phần polystyren (polystyrene, PS) và thành phần polymetyl metacrylat (polymethyl methacrylate, PMMA), trong đó một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA được liên kết hoặc được pha trộn với gốc chất tạo axit quang học (photo acid generator, PAG) và được liên kết với nhóm bảo vệ, trong đó chất tạo axit quang học được cấu tạo để tách copolyme khi tiếp xúc với ánh sáng để tạo ra sự kết cặp PS và PMMA được phân tách, và trong đó mỗi liên kết phân tách được bằng axit được bao gồm giữa thành phần PS và thành phần PMMA;

chiếu xạ một phần của cấu trúc copolyme khối, trong đó nhóm bảo vệ được liên kết cắt một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA, mà không phải thành phần khác, khi chiếu xạ; và

hoàn thiện cấu trúc copolyme khối để tạo ra cấu trúc copolyme khối được tạo mẫu.

9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó bước chiếu xạ và bước hoàn thiện cắt và loại bỏ các phần được chiếu xạ của một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA.

10. Phương pháp theo điểm 8, trong đó gốc PAG hoặc nhóm bảo vệ được liên kết định vị quá trình cắt ở một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA.

11. Phương pháp theo điểm 8, trong đó bước chiếu xạ một phần của cấu trúc copolyme khối bao gồm bước làm lộ sáng trước nguồn tia tử ngoại cực ngắn (extreme ultra-violet, EUV) hoặc nguồn chùm tia điện tử.

12. Phương pháp theo điểm 8, trong đó cấu trúc copolyme khối được tạo mẫu được sử dụng làm giá để tạo thành mức thứ hai của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ bên trên và được ghép nối với mức thứ nhất của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ.

13. Phương pháp sản xuất cấu trúc liên kết cho khuôn bán dẫn, phương pháp này bao gồm các bước:

tạo thành mức thứ nhất của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ bên trên lớp nền;

tạo thành cấu trúc copolyme khối bên trên, và có mẫu được định hướng bởi, mức thứ nhất của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ, cấu trúc copolyme khối bao gồm thành phần polystyren (polystyrene, PS) và thành phần polymetyl metacrylat (polymethyl methacrylate, PMMA), trong đó một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA được liên kết với gốc chất tạo axit quang học (photo acid generator, PAG),

và thành phần còn lại trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA được liên kết với chất tạo liên kết ngang;

chiếu xạ một phần của cấu trúc copolyme khối, trong đó gốc PGA cắt một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA, và chất tạo liên kết ngang liên kết ngang với thành phần còn lại trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA, khi chiếu xạ; và

hoàn thiện cấu trúc copolyme khối để tạo ra cấu trúc copolyme khối được tạo mẫu.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó bước chiếu xạ và bước hoàn thiện cắt và loại bỏ các phần được chiếu xạ của một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA, mà không phải là thành phần còn lại trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA.

15. Phương pháp theo điểm 13, trong đó gốc PAG định vị quá trình cắt ở một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA.

16. Phương pháp theo điểm 13, trong đó bước chiếu xạ một phần của cấu trúc copolyme khối bao gồm bước làm lộ sáng trước nguồn tia tử ngoại cực ngắn (extreme ultra-violet, EUV) hoặc nguồn chùm tia điện tử.

17. Phương pháp theo điểm 13, trong đó cấu trúc copolyme khối được tạo mẫu được sử dụng làm giá đỡ tạo thành mức thứ hai của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ bên trên và được ghép nối với mức thứ nhất của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ.

18. Phương pháp sản xuất cấu trúc liên kết cho khuôn bán dẫn, phương pháp này bao gồm các bước:

tạo thành mức thứ nhất của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ bên trên lớp nền;

tạo thành cấu trúc copolyme khối bên trên, và có mẫu được định hướng bởi, mức thứ nhất của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ, cấu trúc copolyme khối bao gồm thành phần polystyren (polystyrene, PS) và thành phần polymethyl metacrylat (polymethyl methacrylate, PMMA) và được pha trộn với chất phản ứng;

chiếu xạ một phần của cấu trúc copolyme khối, trong đó chất phản ứng cắt một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA và liên kết ngang với thành phần còn lại trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA khi chiếu xạ; và

hoàn thiện cấu trúc copolyme khối để tạo ra cấu trúc copolyme khối được tạo mẫu.

19. Phương pháp theo điểm 18, trong đó thành phần PS và thành phần PMMA được pha trộn với chất phản ứng được lựa chọn từ nhóm bao gồm chất tạo axit quang học (photo acid generator, PAG) và nhóm bảo vệ.
20. Phương pháp theo điểm 18, trong đó bước chiếu xạ và bước hoàn thiện cắt và loại bỏ các phần được chiếu xạ của một trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA nhưng không phải là thành phần còn lại trong số thành phần PS hoặc thành phần PMMA.
21. Phương pháp theo điểm 18, trong đó bước chiếu xạ một phần của cấu trúc copolyme khối bao gồm bước làm lộ sáng trước nguồn tia tử ngoại cực ngắn (extreme ultra-violet, EUV) hoặc nguồn chùm tia điện tử.
22. Phương pháp theo điểm 18, trong đó cấu trúc copolyme khối được tạo mẫu được sử dụng làm giá để tạo thành mức thứ hai của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ bên trên và được ghép nối với mức thứ nhất của các đường dây kim loại và đường dây điện môi xen kẽ.

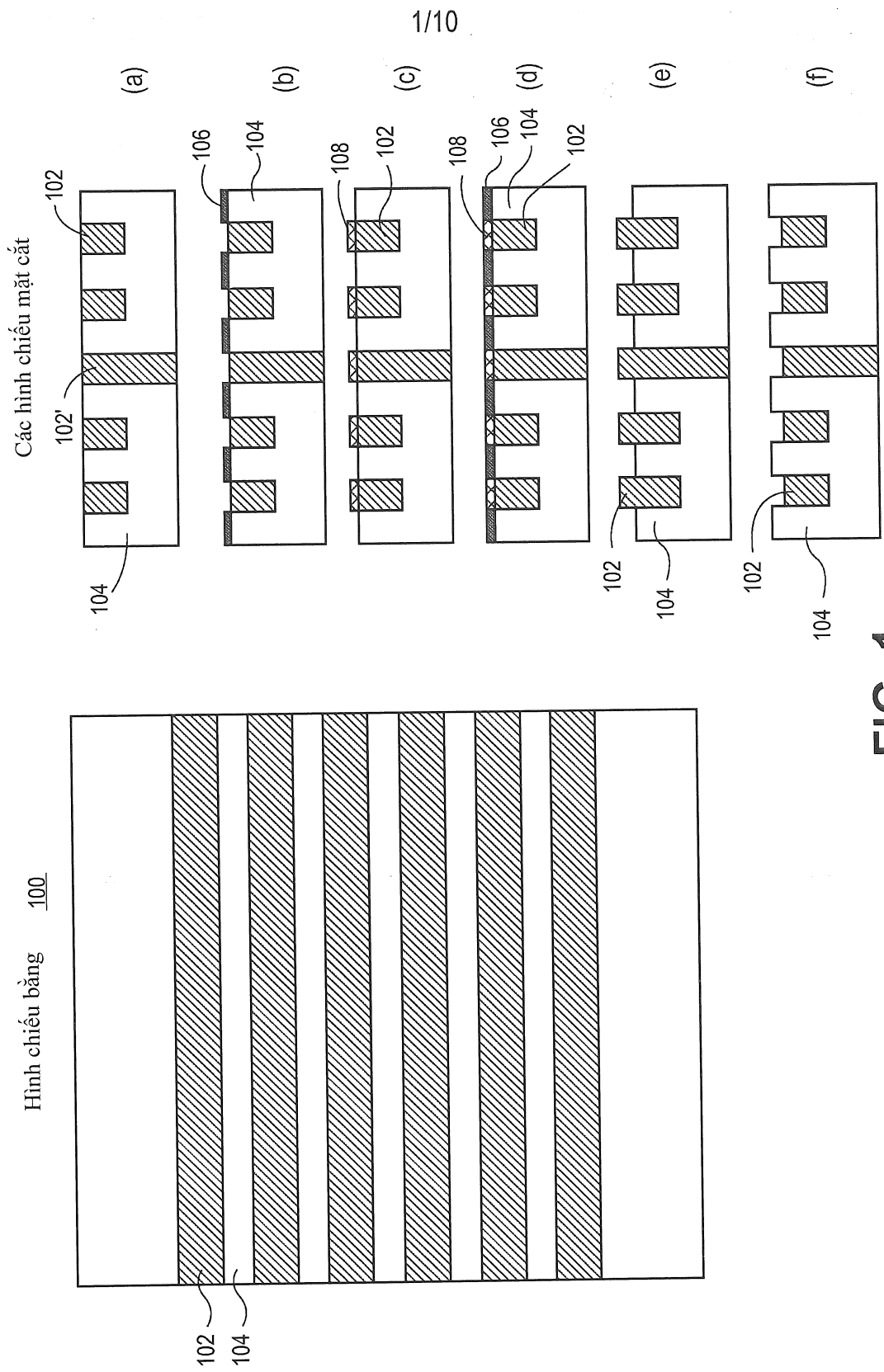


FIG. 1

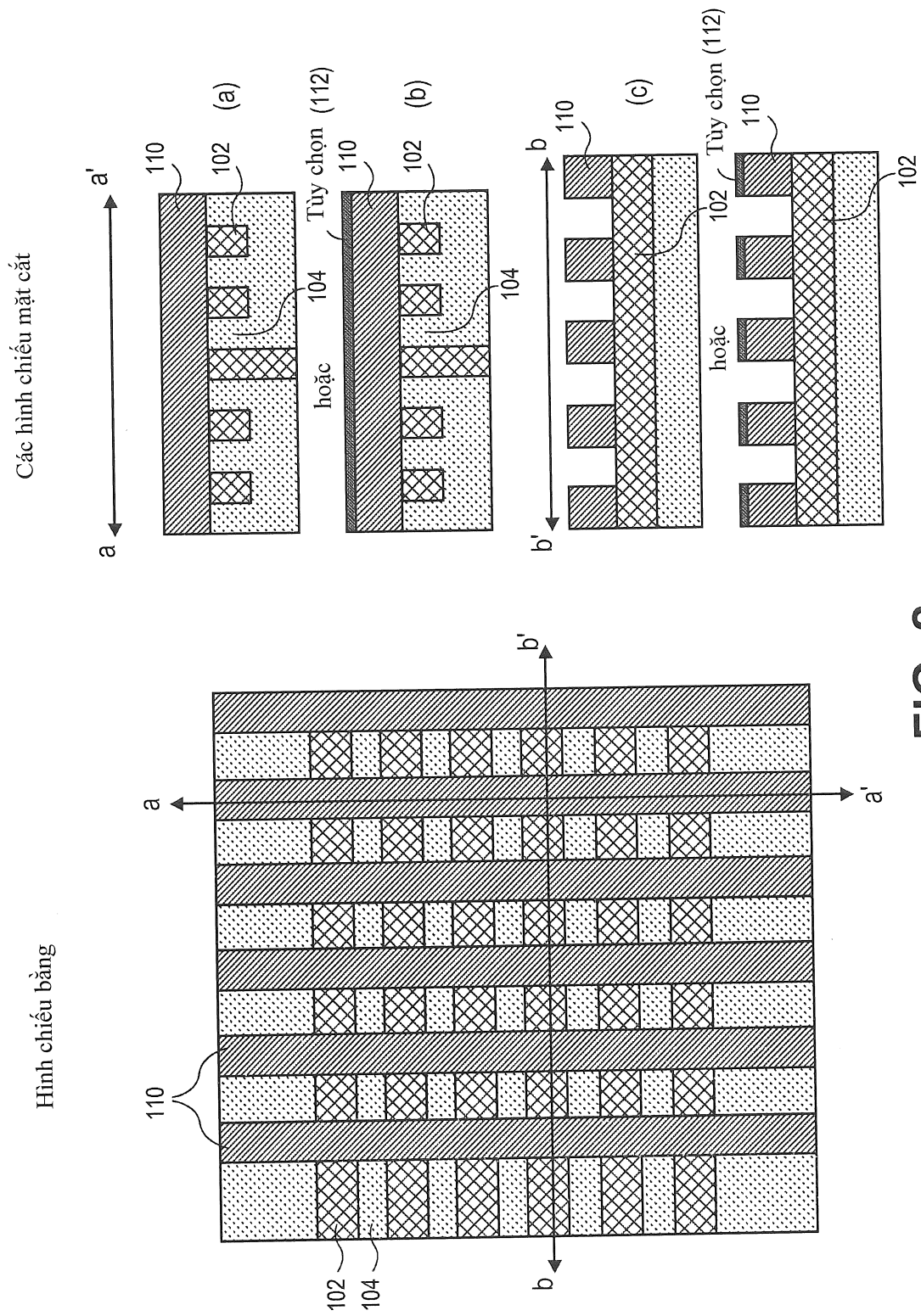


FIG. 2

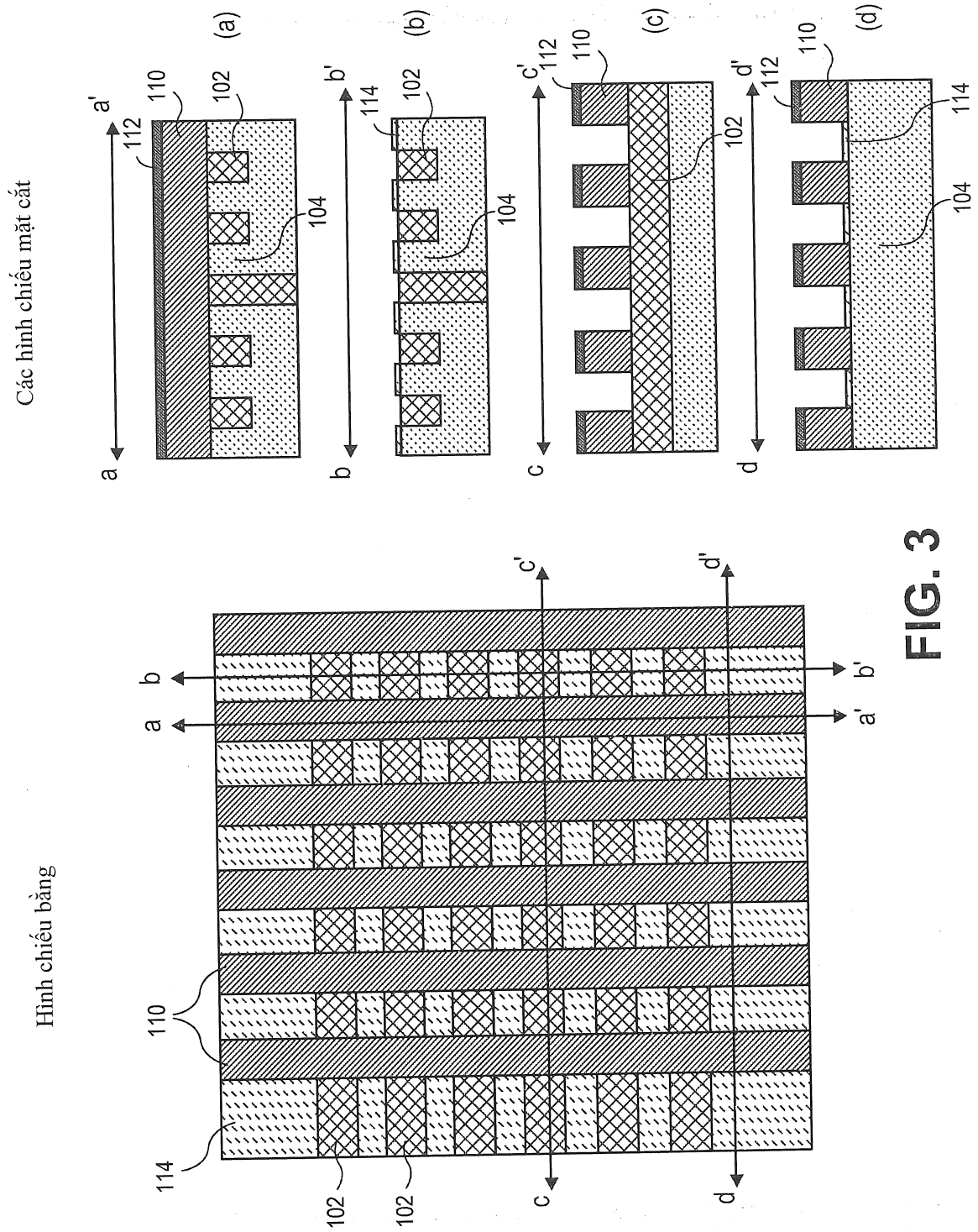
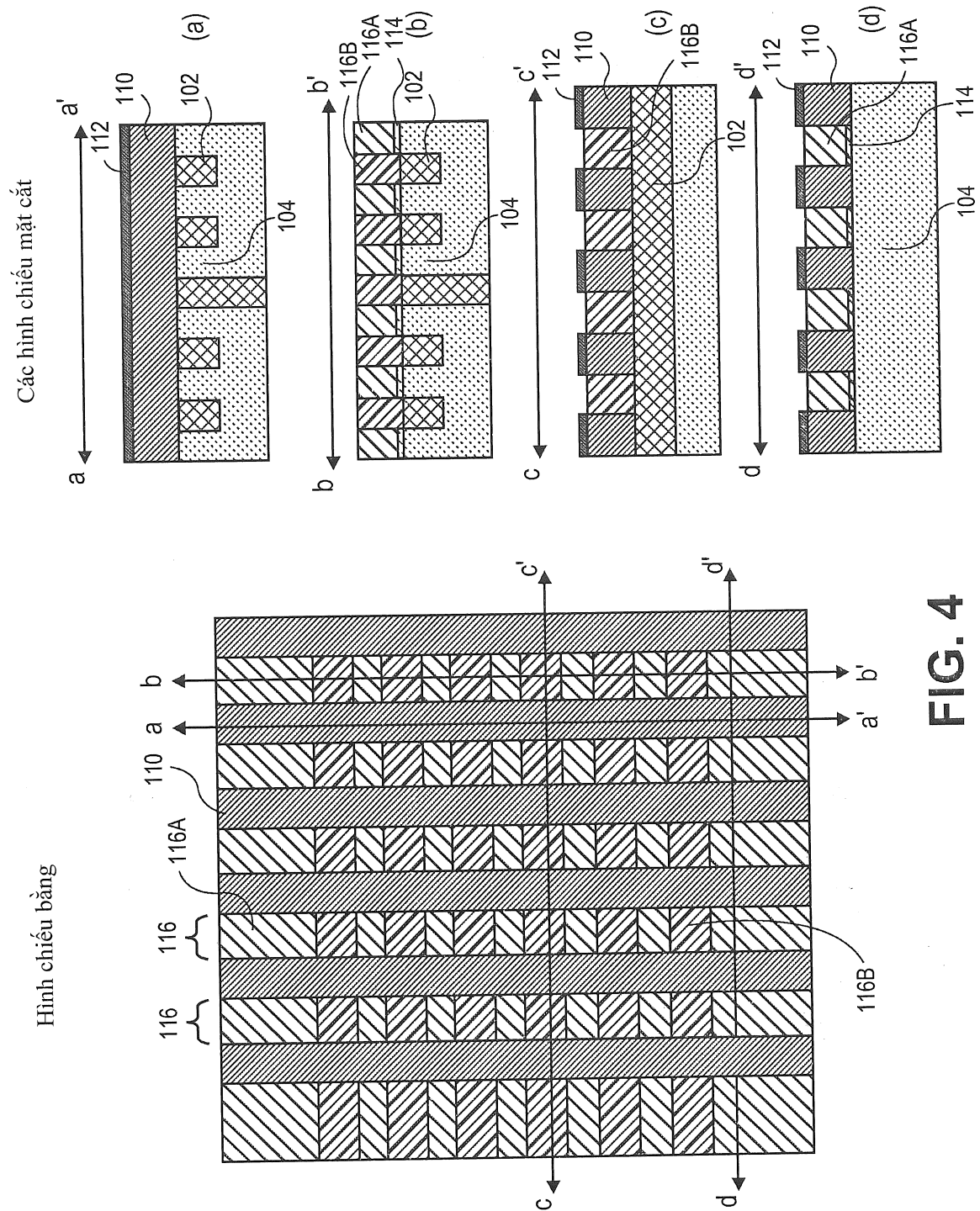
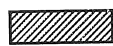
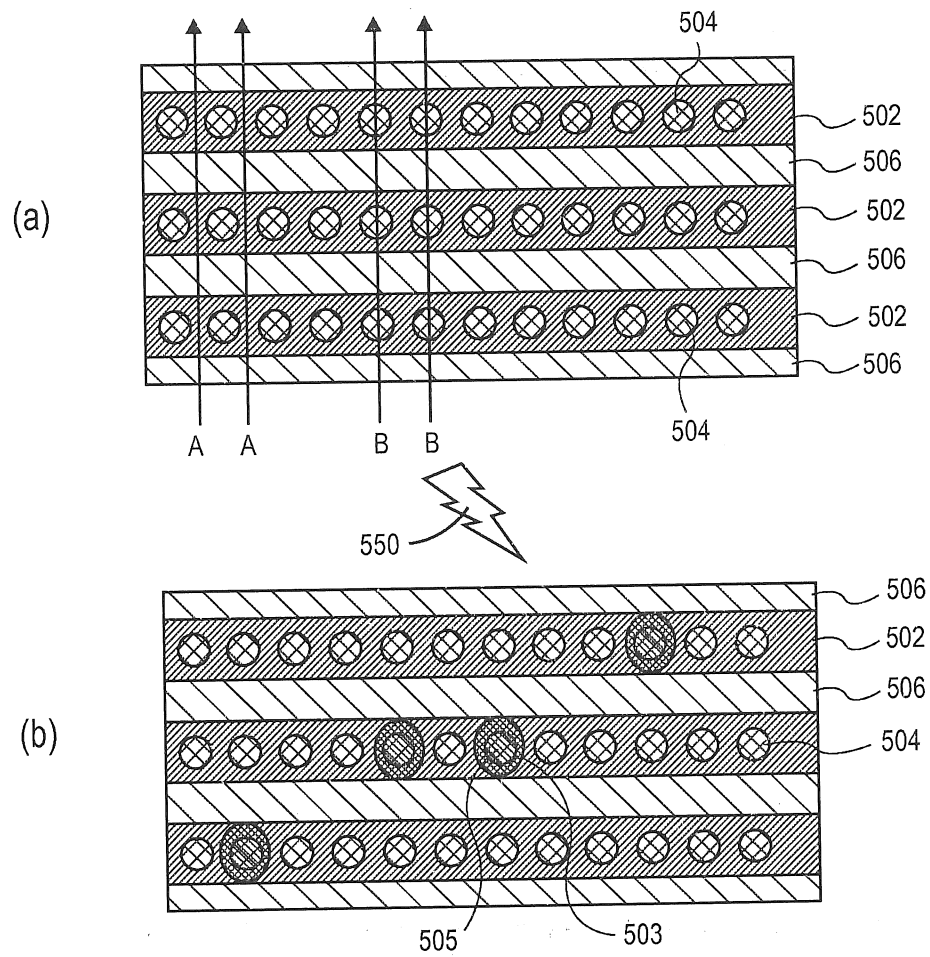


FIG. 3



5/10

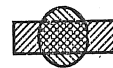
Hình chiếu bằng



PS chưa lộ sáng



PMMA chưa lộ sáng



PS lộ sáng



PMMA lộ sáng

FIG. 5

6/10

Hình chiếu bằng

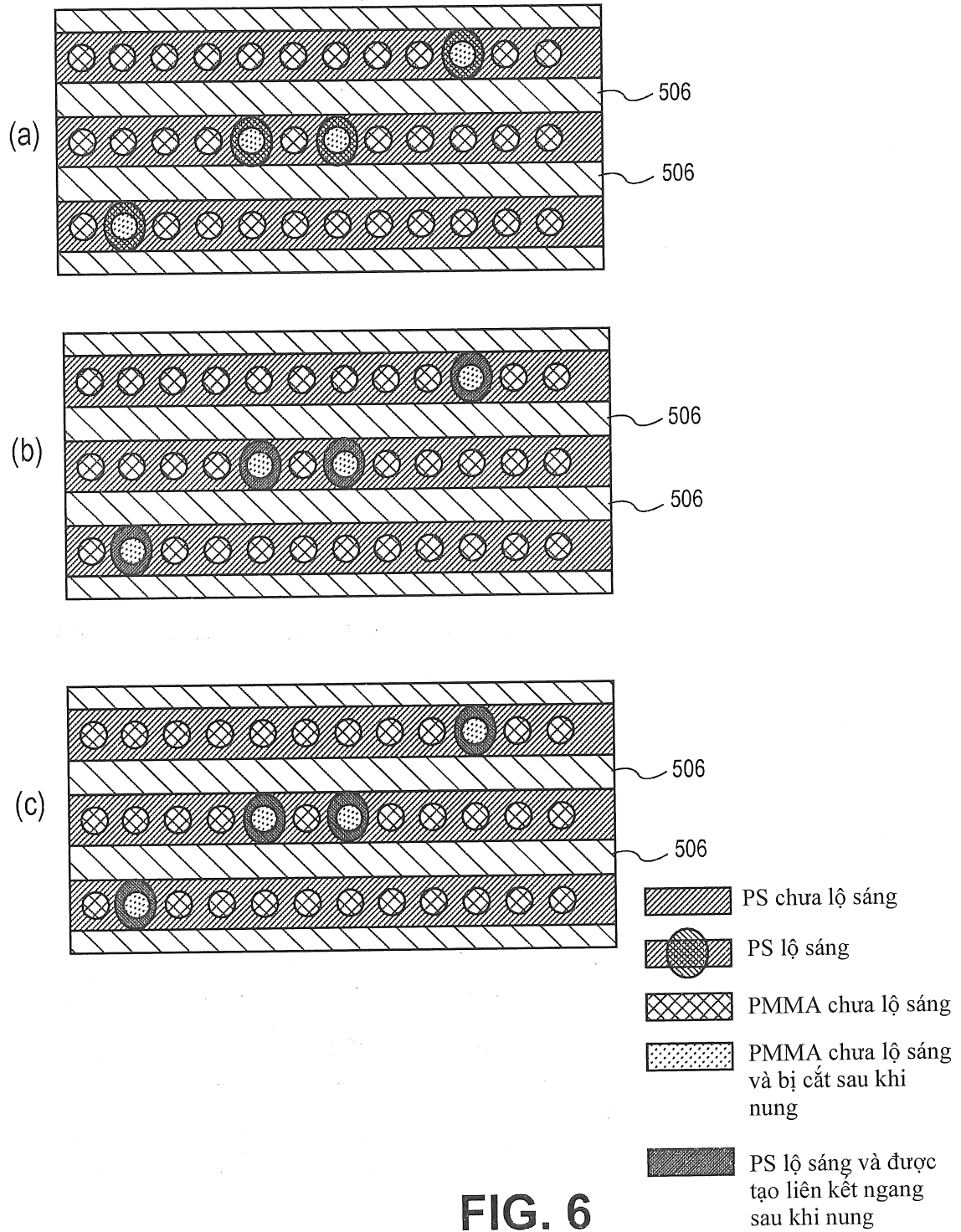


FIG. 6

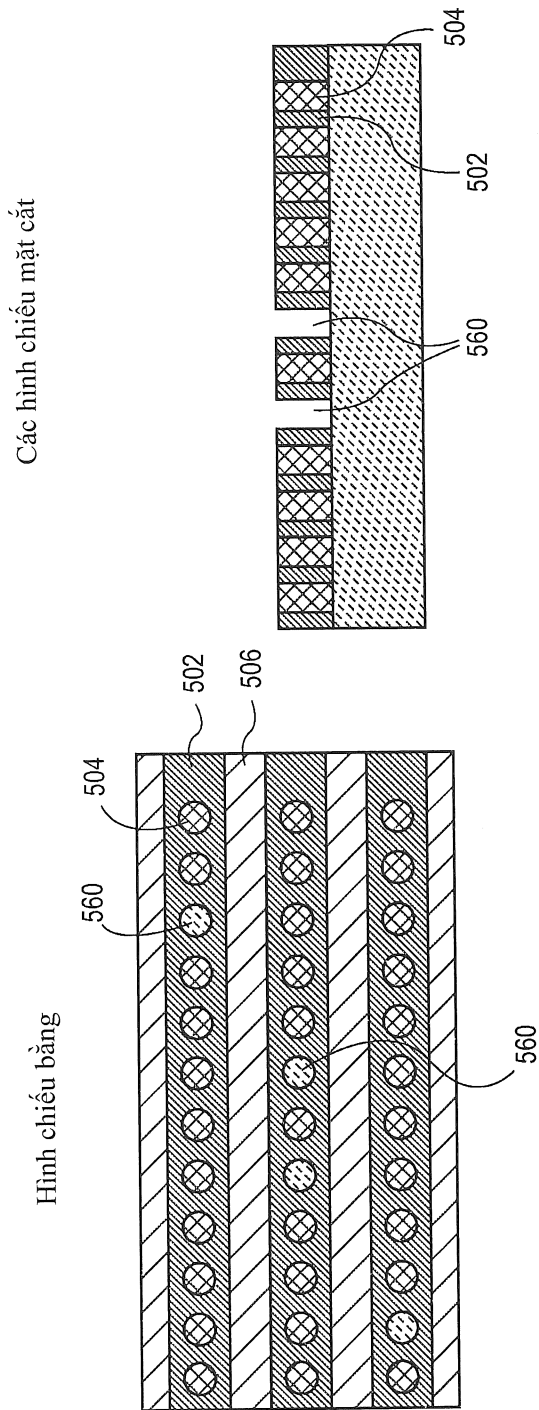


FIG. 7

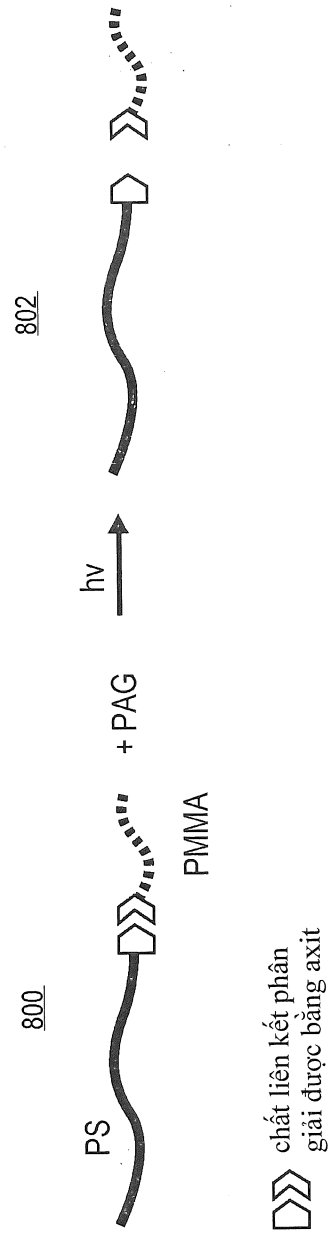
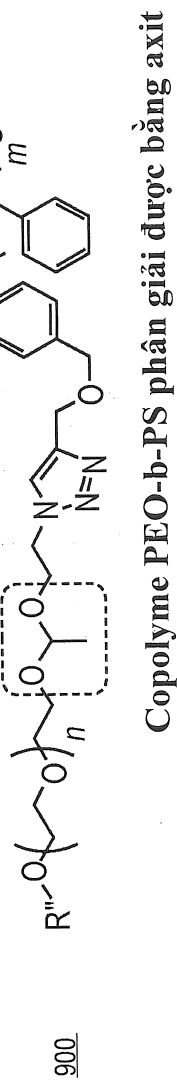


FIG. 8

PS-b-PEO phân giải được bằng axit

Liên kết trên cơ sở Axetal



Liên kết tritylete

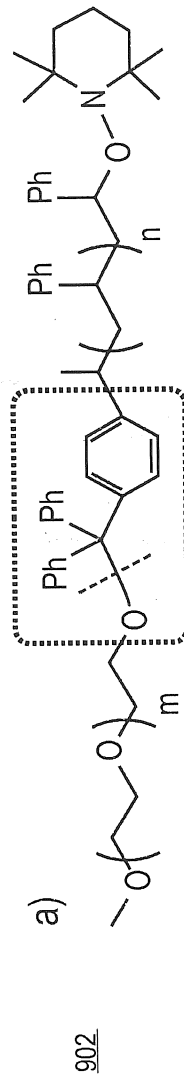
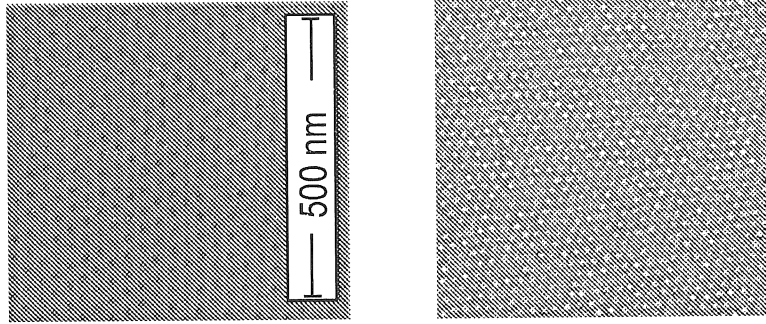


FIG. 9



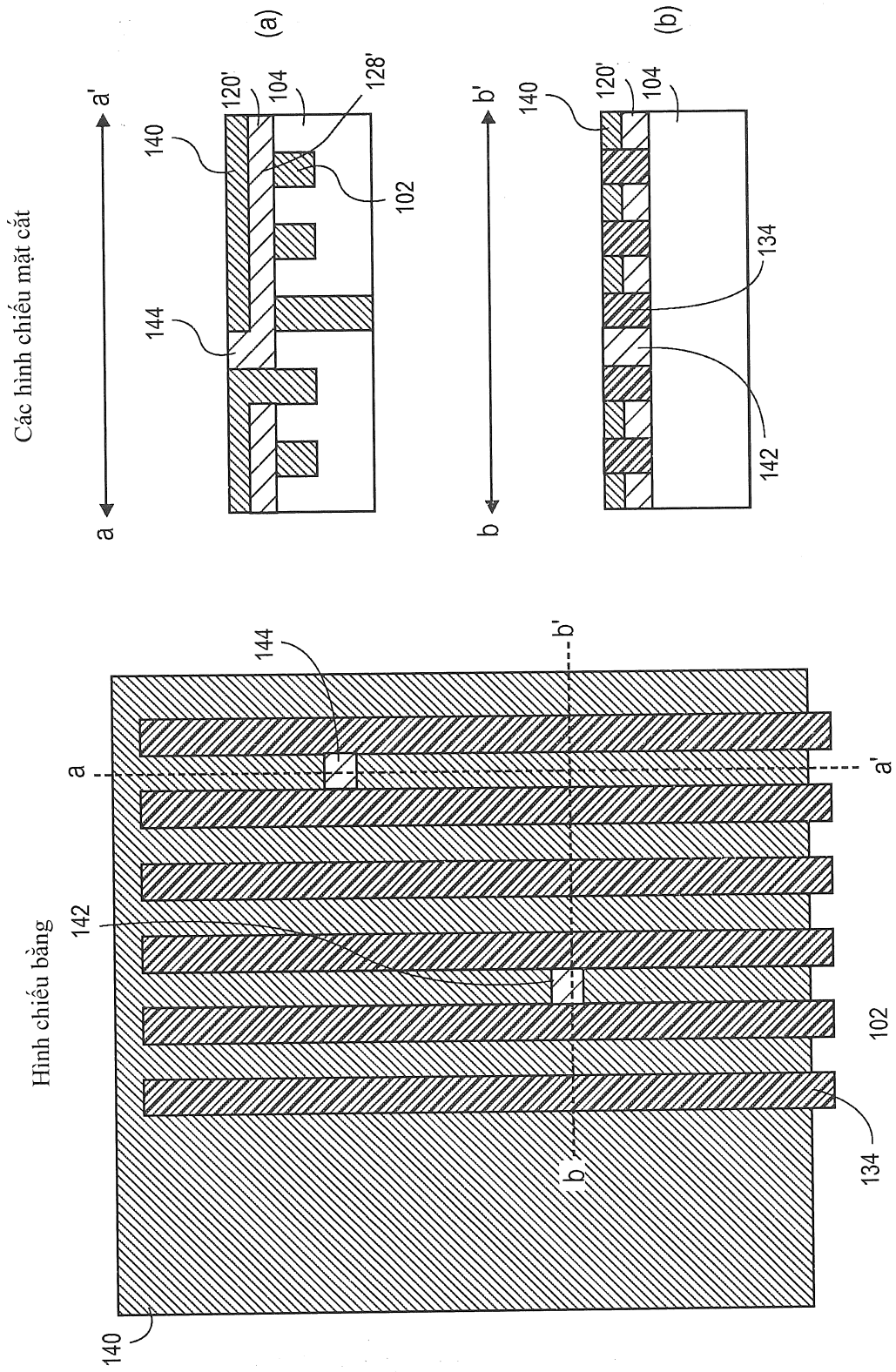
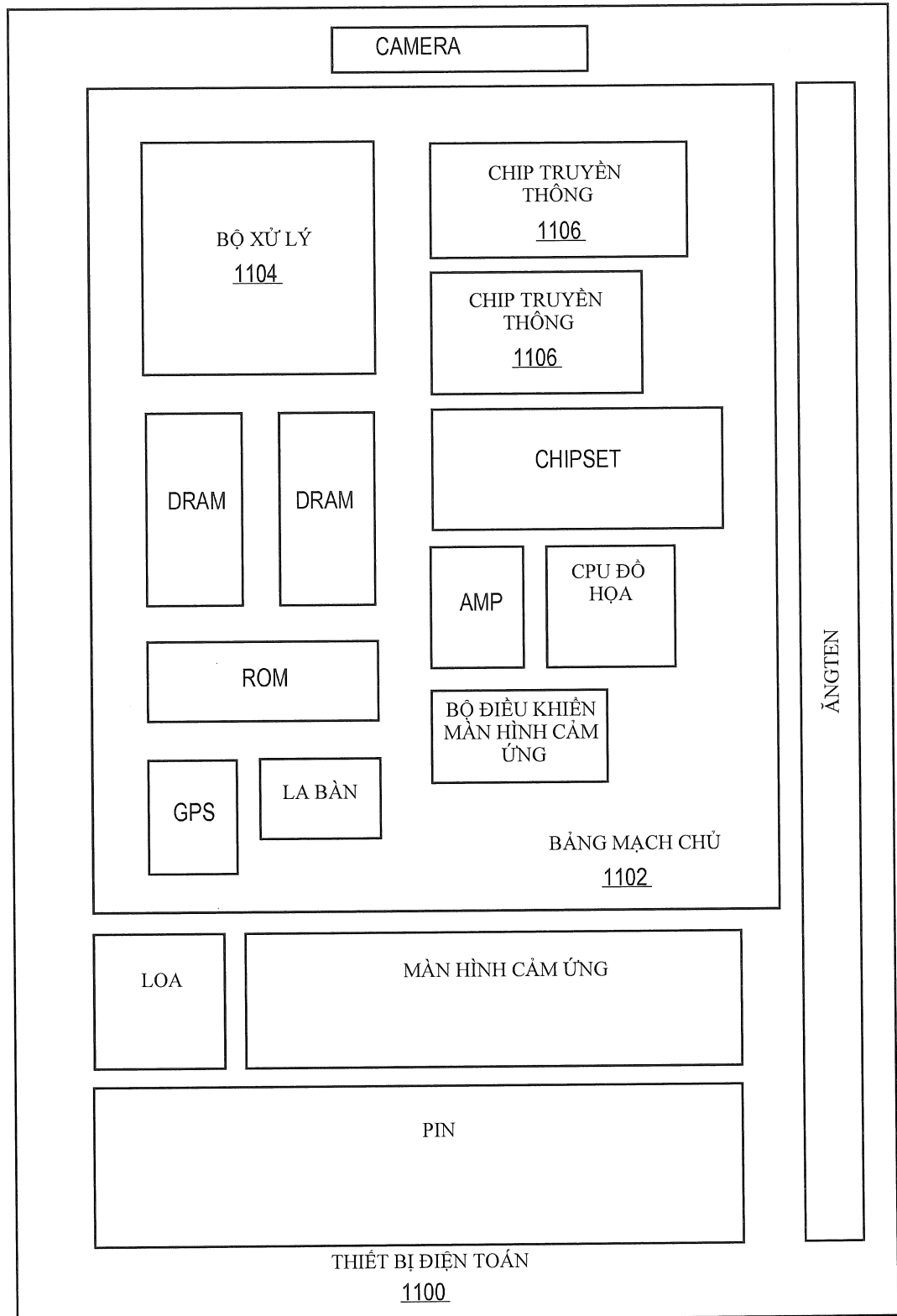


FIG. 10

10/10

**FIG. 11**