

(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



1-0019543

(51)⁷ H01L 29/786, 21/336

(13) **B**

(21) 1-2014-00986

(22) 20.09.2012

(86) PCT/JP2012/074814 20.09.2012

(87) WO2013/047629 04.04.2013

(30) 2011-215682 29.09.2011 JP

(45) 27.08.2018 365

(43) 25.07.2014 316

(73) Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd. (JP)

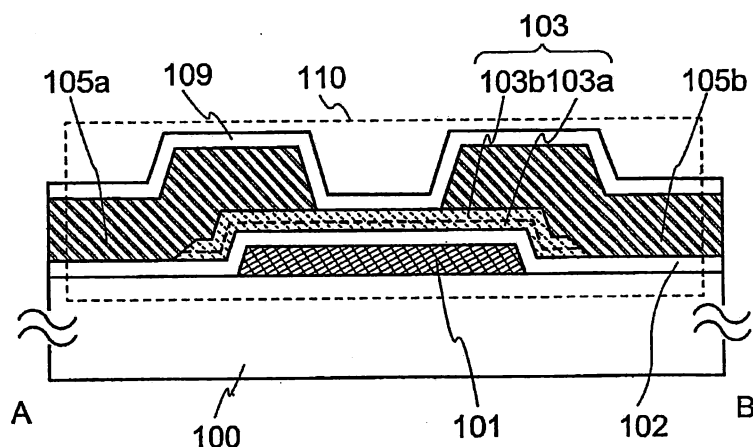
398, Hase, Atsugi-shi, Kanagawa, 2430036 JAPAN

(72) HONDA, Tatsuya (JP), TSUBUKU, Masashi (JP), NONAKA, Yusuke (JP), SHIMAZU, Takashi (JP), YAMAZAKI, Shunpei (JP)

(74) Công ty TNHH T&T INVENMARK Sở hữu trí tuệ Quốc tế (T&T INVENMARK CO., LTD.)

(54) THIẾT BI BÁN DẪN

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị bán dẫn bao gồm điện cực cổng, màng cách điện cổng bao gồm vật liệu oxy hóa chứa silic và che phủ điện cực cổng, màng bán dẫn oxit được bố trí để tiếp xúc với màng cách điện cổng và chồng lên ít nhất là điện cực cổng, và điện cực nguồn và điện cực máng nối điện với màng bán dẫn oxit. Trong màng bán dẫn oxit, vùng thứ nhất được bố trí để tiếp xúc với màng cách điện cổng và có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 5nm, có nồng độ silic nhỏ hơn hoặc bằng 1,0% nguyên tử, và một vùng trong màng bán dẫn oxit khác với vùng thứ nhất có nồng độ silic nhỏ hơn so với vùng thứ nhất. Ít nhất vùng thứ nhất bao gồm một phần tinh thể.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị bán dẫn và phương pháp sản xuất thiết bị bán dẫn này. Trong bản mô tả này, thiết bị bán dẫn thường có nghĩa là thiết bị có thể hoạt động bằng cách sử dụng các đặc tính bán dẫn, và thiết bị điện quang, mạch bán dẫn và trang thiết bị điện tử đều là thiết bị bán dẫn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Kỹ thuật mà theo đó tranzito được tạo ra bằng cách sử dụng màng mỏng bán dẫn được tạo ra trên nền có bề mặt cách điện đã thu hút được sự chú ý. Tranzito được áp dụng cho các thiết bị điện tử như mạch tích hợp (IC) hoặc thiết bị hiển thị hình ảnh (thiết bị hiển thị). Vật liệu bán dẫn trên cơ sở silic được biết đến rộng rãi dưới dạng vật liệu dùng cho màng bán dẫn mỏng có thể sử dụng cho tranzito. Dưới dạng vật liệu khác, chất bán dẫn oxit đã thu hút được sự chú ý.

Ví dụ, tranzito có lớp hoạt động bao gồm lớp oxit vô định hình bao gồm Indi (In), Gali (Ga), và kẽm (Zn) được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 1.

Tranzito bao gồm chất bán dẫn oxit có các đặc tính trạng thái hoạt động (ví dụ, dòng điện trạng thái hoạt động) tốt hơn so với các tranzito bao gồm silic vô định hình. Để áp dụng tranzito bao gồm chất bán dẫn oxit cho các thiết bị hiệu suất cao, tranzito này cần có các đặc tính cải tiến hơn nữa, và do đó phương pháp kết tinh chất bán dẫn oxit đã được phát triển (xem tài liệu sáng chế 2). Tài liệu sáng chế 2 mô tả phương pháp trong đó chất bán dẫn oxit được kết tinh bằng cách xử lý nhiệt.

Tài liệu sáng chế tham khảo:

Tài liệu sáng chế 1: Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2006-165.528;

Tài liệu sáng chế 2: Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2008-311.342.

Màng bán dẫn oxit được sử dụng trong tranzito được tạo ra bởi phương pháp phun xạ trong nhiều trường hợp. Tuy nhiên, khi màng bán dẫn oxit được tạo ra bằng cách phun xạ, trong một số trường hợp, nguyên tố khí hiếm ion hóa hoặc hạt được đẩy ra từ bề mặt của đích đập nhẹ vào hạt của màng, như màng cách điện cổng, mà trên đó màng bán dẫn oxit được tạo ra (màng cũng được gọi là "màng tạo ra"). Các hạt bắn ra từ màng tạo ra đi vào màng bán dẫn oxit và hoạt động như nguyên tố tạp chất trong đó. Cụ thể, màng bán dẫn oxit trong vùng lân cận bề mặt của màng tạo ra (bề mặt cũng được gọi là "bề mặt màng tạo ra") có thể có nồng độ nguyên tố tạp chất cao. Ngoài ra, khi các nguyên tố tạp chất còn lại trên màng bán dẫn oxit trong vùng lân cận của bề mặt màng tạo ra, các nguyên tố tạp chất này gây ảnh hưởng xấu đến đặc tính của tranzito.

Ngoài ra, nguyên tố tạp chất đưa vào màng bán dẫn oxit trong vùng lân cận của bề mặt màng tạo ra ngăn cản sự kết tinh của màng bán dẫn oxit. Kết quả là vùng vô định hình được để lại trên màng bán dẫn oxit trong vùng lân cận của bề mặt màng tạo ra.

Do đó, biện pháp xử lý sau đây có thể được xem xét: màng bán dẫn oxit được làm dày, và vùng tinh thể được tạo ra trong lớp bề mặt được sử dụng. Tuy nhiên, để giảm điện dung ký sinh và vận hành tranzito với công suất nhỏ hơn, tốt hơn nếu màng bán dẫn oxit được tạo ra mỏng. Trong trường hợp đó, vùng tạo ra kênh được tạo ra trên màng bán dẫn oxit trong vùng lân cận của bề mặt màng tạo ra, và tốt hơn nếu sự kết tinh của màng bán dẫn oxit được phát triển trong vùng lân cận của bề mặt màng tạo ra.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để giải quyết các vấn đề nêu trên, mục đích của sáng chế là làm giảm nồng độ các tạp chất có trên màng bán dẫn oxit trong vùng lân cận của bề mặt màng tạo ra. Hơn nữa, mục đích khác là nâng cao độ kết tinh của màng bán dẫn oxit. Hơn nữa, mục đích khác nữa là đề xuất thiết bị bán dẫn có đặc tính điện ổn định với việc sử dụng màng bán dẫn oxit nêu trên.

Theo một phương án, sáng chế đề xuất thiết bị bán dẫn bao gồm màng cách điện bao gồm vật liệu oxy hóa chứa silic, màng bán dẫn oxit được bố trí để tiếp xúc với màng cách điện, điện cực nguồn và điện cực máng nối điện với màng bán dẫn oxit, và điện cực cổng liền kề với màng bán dẫn oxit. Màng bán dẫn oxit bao gồm vùng thứ nhất trong đó nồng độ silic phân bố từ mặt phân cách với màng cách điện cổng về phía bên trên màng bán dẫn oxit nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%, và ít nhất là vùng thứ nhất bao gồm một phần tinh thể. Điện cực cổng có thể nằm bên dưới màng bán dẫn oxit với màng cách điện xen giữa.

Theo một phương án khác, sáng chế đề xuất thiết bị bán dẫn bao gồm điện cực cổng, màng cách điện cổng bao gồm vật liệu oxy hóa chứa silic và che phủ điện cực cổng, màng bán dẫn oxit được bố trí để tiếp xúc với màng cách điện cổng và chồng lên ít nhất là điện cực cổng, màng bảo vệ kênh được bố trí để tiếp xúc với màng bán dẫn oxit, và điện cực nguồn và điện cực máng được bố trí trên màng bảo vệ kênh và được nối điện với màng bán dẫn oxit. Màng bán dẫn oxit bao gồm vùng thứ nhất trong đó nồng độ silic phân bố từ mặt phân cách với màng cách điện cổng hướng tới bên trên màng bán dẫn oxit nhỏ hơn hoặc bằng 1,0 % nguyên tử, và ít nhất là vùng thứ nhất bao gồm một phần tinh thể.

Trong mỗi cấu trúc nêu trên, tốt hơn là vùng thứ nhất được bố trí để tiếp xúc với màng cách điện cổng hoặc màng cách điện và có độ dày nhỏ

hơn hoặc bằng 5nm, và tốt hơn là nồng độ silic chứa trong vùng khác với vùng thứ nhất nhỏ hơn so với nồng độ silic chứa trong vùng thứ nhất.

Trong mỗi cấu trúc nêu trên, tốt hơn là vùng trong màng bán dẫn oxit khác với vùng thứ nhất bao gồm một phần tinh thể.

Theo một phương án khác, sáng chế đề xuất thiết bị bán dẫn bao gồm điện cực cổng, màng cách điện cổng bao gồm vật liệu oxy hóa chứa silic và che phủ điện cực cổng, màng bán dẫn oxit được bố trí để tiếp xúc với màng cách điện cổng và chồng lên ít nhất là điện cực cổng, điện cực nguồn và điện cực máng được nối điện với màng bán dẫn oxit, và màng cách điện bảo vệ bao gồm vật liệu oxy hóa chứa silic và phủ trên màng bán dẫn oxit và điện cực nguồn và điện cực máng. Màng bán dẫn oxit bao gồm vùng thứ nhất có nồng độ silic phân bố từ mặt phân cách với màng cách điện cổng hướng tới bên trên màng bán dẫn oxit nhỏ hơn hoặc bằng 1,0% nguyên tử. Màng bán dẫn oxit bao gồm vùng thứ hai, trong đó nồng độ silic phân bố từ mặt phân cách với màng cách điện bảo vệ về phía bên trong của màng bán dẫn oxit nhỏ hơn hoặc bằng 1,0% nguyên tử. Ít nhất là vùng thứ nhất và vùng thứ hai bao gồm một phần tinh thể.

Trong mỗi cấu trúc nêu trên, tốt hơn là vùng thứ nhất được bố trí để tiếp xúc với màng cách điện cổng và có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 5nm, tốt hơn là vùng thứ hai được bố trí để tiếp xúc với màng cách điện bảo vệ và có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 5nm, và nồng độ silic chứa trong vùng khác với vùng thứ nhất và vùng thứ hai, tốt hơn là nhỏ hơn nồng độ silic chứa trong vùng thứ nhất và vùng thứ hai.

Ngoài ra, trong mỗi cấu trúc nêu trên, tốt hơn là phần tinh thể chứa trong vùng trong màng bán dẫn oxit khác với vùng thứ nhất và vùng thứ hai.

Ngoài ra, trong mỗi cấu trúc nêu trên, tốt hơn là trục c của phần tinh thể được bố trí hướng theo hướng vuông góc với mặt phân cách giữa màng bán dẫn oxit và màng cách điện cổng hay màng cách điện.

Ngoài ra, trong mỗi cấu trúc nêu trên, tốt hơn là nồng độ silic chứa trong vùng thứ nhất nhỏ hơn hoặc bằng 0,1% nguyên tử.

Ngoài ra, trong mỗi cấu trúc nêu trên, màng cách điện cổng hay màng cách điện bao gồm cacbon, và tốt hơn là nồng độ cacbon trong vùng thứ nhất nhỏ hơn hoặc bằng $1,0 \times 10^{20}$ nguyên tử/cm³.

Theo một phương án của sáng chế, nồng độ tạp chất đưa vào màng bán dẫn oxit trong vùng lân cận của bề mặt màng tạo ra có thể được giảm. Ngoài ra, độ kết tinh của màng bán dẫn oxit có thể được cải thiện. Do đó, với việc sử dụng màng bán dẫn oxit, thiết bị bán dẫn có đặc tính điện ổn định có thể được tạo ra.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1A và Fig.1B là hình chiếu bằng và hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện thiết bị bán dẫn theo một phương án;

Fig.2A và Fig.2B là hình chiếu bằng và hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện thiết bị bán dẫn theo một phương án;

Fig.3A và Fig.3B là hình chiếu bằng và hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện thiết bị bán dẫn theo một phương án;

Fig.4A đến Fig.4E là các hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện ví dụ về quy trình sản xuất thiết bị bán dẫn;

Fig.5A đến Fig.5E là các hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện ví dụ về quy trình sản xuất thiết bị bán dẫn;

Fig.6 là sơ đồ mô hình được sử dụng để tính toán;

Fig.7A đến Fig.7C là các hình vẽ thể hiện kết quả tính toán;

Fig.8A đến Fig.8C là các hình vẽ thể hiện kết quả tính toán;

Fig.9A đến Fig.9C là các hình vẽ thể hiện thiết bị bán dẫn theo một phương án;

Fig.10 là hình vẽ thể hiện thiết bị bán dẫn theo một phương án;

Fig.11 là hình vẽ thể hiện thiết bị bán dẫn theo một phương án;

Fig.12 là hình vẽ thể hiện thiết bị bán dẫn theo một phương án;

Fig.13A đến Fig.13F là các hình vẽ thể hiện thiết bị điện tử;

Fig.14 là đồ thị thể hiện kết quả đo theo ví dụ của sáng chế;

Fig.15 là hình vẽ thể hiện cấu trúc của mẫu thử theo một ví dụ của sáng chế;

Fig.16 là đồ thị thể hiện kết quả đo theo ví dụ của sáng chế;

Fig.17 là hình vẽ thể hiện cấu trúc của mẫu thử theo một ví dụ của sáng chế;

Fig.18A và Fig.18B là các đồ thị thể hiện kết quả đo theo một ví dụ của sáng chế;

Fig.19A và Fig.19B là các hình vẽ thể hiện cấu trúc của mẫu thử theo một ví dụ của sáng chế;

Fig.20A và Fig.20B là các đồ thị thể hiện kết quả đo theo ví dụ của sáng chế;

Fig.21A và Fig.21B là các sơ đồ mô hình được sử dụng để tính toán;

Fig.22A và Fig.22B là các sơ đồ mô hình được sử dụng để tính toán;

Fig.23 là đồ thị thể hiện kết quả tính toán;

Fig.24A và Fig.24B là các sơ đồ mô hình được sử dụng để tính toán;

Fig.25 là đồ thị thể hiện các kết quả tính toán.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, các phương án được ưu tiên của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dựa vào các hình vẽ kèm theo. Lưu ý rằng sáng chế không chỉ giới hạn ở phần mô tả sau đây và cần phải hiểu rằng các mô hình và chi tiết có thể

được thay đổi theo các cách khác nhau mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Vì vậy, sáng chế không được hiểu là chỉ giới hạn ở phần mô tả cụ thể các phương án được ưu tiên sau đây.

Lưu ý rằng vị trí, kích thước, phạm vi, hoặc các yếu tố tương tự của mỗi cấu trúc được thể hiện trên các hình vẽ không đại diện cách chính xác trong số trường hợp để dễ hiểu. Vì vậy, sáng chế không nhất thiết là chỉ giới hạn ở các vị trí, kích thước, phạm vi, hoặc các yếu tố tương tự được thể hiện trên các hình vẽ.

Trong phần mô tả này, các số thứ tự như "thứ nhất", "thứ hai", và "thứ ba" được sử dụng để tránh nhầm lẫn giữa các bộ phận, và các thuật ngữ này không có nghĩa là hạn chế số lượng các bộ phận.

Lưu ý rằng trong phần mô tả này, thuật ngữ như "trên" hay "dưới" không nhất thiết có nghĩa là bộ phận được đặt "trực tiếp trên" hoặc "trực tiếp dưới" bộ phận khác. Ví dụ, khái niệm "điện cực công trên lớp cách điện công" có thể nghĩa là trường hợp trong đó có bộ phận bổ sung ở giữa lớp cách điện công và điện cực công.

Ngoài ra, trong phần mô tả này, thuật ngữ như "điện cực" hoặc "dây dẫn" không giới hạn chức năng của bộ phận. Ví dụ, "điện cực" đôi khi được dùng như phần của "dây dẫn" và ngược lại. Hơn nữa, thuật ngữ "điện cực" hoặc "dây dẫn" có thể bao gồm trường hợp các "điện cực" hoặc "dây dẫn" được tạo ra tích hợp với nhau.

Chức năng của "nguồn" và "máng" đôi khi được thay thế cho nhau khi tranzito có phân cực ngược lại được sử dụng hoặc khi hướng dòng điện bị thay đổi về hoạt động của mạch. Do đó, thuật ngữ "nguồn" và "máng" có thể được thay thế cho nhau trong bản mô tả này.

Lưu ý rằng trong bản mô tả này, thuật ngữ "nối điện với" bao gồm trường hợp trong đó các bộ phận được nối thông qua đối tượng có chức năng điện bất kỳ. Không có giới hạn cụ thể nào về đối tượng có chức năng

điện bất kỳ miễn là tín hiệu điện có thể được truyền và nhận giữa các bộ phận được nối thông qua đối tượng đó. Ví dụ về "đối tượng có chức năng điện bất kỳ" là chuyển mạch như tranzito, điện trở, điện dẫn, tụ điện, và bộ phận có nhiều chức năng khác nhau cũng như điện cực và dây dẫn.

(Phương án 1)

Phương án này mô tả thiết bị bán dẫn và phương pháp sản xuất dựa trên Fig.1A và Fig.1B, Fig.2A và Fig.2B, Fig.3A và Fig.3B, Fig.4A đến Fig.4E, và Fig.5A đến Fig.5E.

<Ví dụ về cấu trúc của thiết bị bán dẫn>

Fig.1A và Fig.1B thể hiện hình chiếu bằng và hình vẽ mặt cắt ngang của tranzito loại khác kênh, có cấu trúc cổng dưới, được thể hiện dưới dạng ví dụ về thiết bị bán dẫn. Fig.1A là hình chiếu bằng và Fig.1B là hình vẽ mặt cắt ngang theo đường AB trên Fig.1A. Trên Fig.1A, số bộ phận (ví dụ, màng cách điện bảo vệ 109 hoặc bộ phận tương tự) của tranzito 110 được bỏ qua để tránh phức tạp.

Tranzito 110 được thể hiện trên Fig.1A và Fig.1B bao gồm, trên nền 100 có bề mặt cách điện, điện cực cổng 101, màng cách điện cổng 102 che phủ điện cực cổng 101, màng bán dẫn oxit 103 được bố trí để tiếp xúc với màng cách điện cổng 102 và chồng lên ít nhất là điện cực cổng 101, điện cực nguồn 105a và điện cực máng 105b nối điện đến màng bán dẫn oxit 103, và màng cách điện bảo vệ 109 phủ trên màng bán dẫn oxit 103 và điện cực nguồn 105a và điện cực máng 105b.

Độ dày của màng bán dẫn oxit 103 lớn hơn 5nm và nhỏ hơn hoặc bằng 200nm, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 10nm và nhỏ hơn hoặc bằng 30nm. Ngoài ra, tốt hơn là màng bán dẫn oxit 103 có cấu trúc có tinh thể (ví dụ, cấu trúc đơn tinh thể, cấu trúc vi tinh thể, hoặc cấu trúc tương tự).

Theo phương án này, tốt hơn là màng bán dẫn oxit 103 là màng bán dẫn oxit tinh thể trực bố trí theo trục c (CAAC-OS).

Màng CAAC-OS không phải là đơn tinh thể hoàn toàn hoặc vô định hình hoàn toàn. Màng CAAC-OS là màng bán dẫn oxit với cấu trúc pha trộn lẫn tinh thể và vô định hình trong đó phần tinh thể có trong pha vô định hình. Lưu ý rằng trong nhiều trường hợp, phần tinh thể nằm trong khối lập phương mà một cạnh của nó nhỏ hơn 100nm. Từ hình ảnh quan sát được bằng kính hiển vi điện tử truyền qua (transmission electron microscope - TEM), ranh giới giữa vùng vô định hình và vùng tinh thể trên màng CAAC-OS là không rõ ràng. Hơn nữa, với TEM, ranh giới hạt trên màng CAAC-OS có thể không được thấy. Như vậy, trong màng CAAC-OS, sự giảm tính di động điện tử, do ranh giới hạt, bị ngăn cản.

Trong mỗi phần tinh thể chứa trong màng CAAC-OS, trục c được định hướng theo hướng vuông góc với bề mặt ở đó màng CAAC-OS được tạo ra hoặc bề mặt của màng CAAC-OS, sự bố trí nguyên tử hình tam giác hoặc lục giác được thấy từ hướng vuông góc với mặt phẳng a-b được tạo ra, và các nguyên tử kim loại được bố trí theo cách phân lớp hay các nguyên tử kim loại và các nguyên tử oxy được bố trí theo cách phân lớp khi nhìn từ hướng vuông góc với trục c. Lưu ý rằng, trong số các phần tinh thể, các hướng của trục a và trục b của phần tinh thể này có thể khác với phần tinh thể khác. Trong phần mô tả này, thuật ngữ đơn giản "vuông góc" bao gồm khoảng từ 85° đến 95° .

Trên màng CAAC-OS, sự phân bố các phần tinh thể không nhất thiết phải đồng đều. Ví dụ, trong quá trình tạo ra màng CAAC-OS, trong trường hợp sự phát triển tinh thể diễn ra từ phía bề mặt của màng bán dẫn oxit, tỷ lệ phần tinh thể trong vùng lân cận của bề mặt của màng bán dẫn oxit lớn hơn so với vùng lân cận của bề mặt ở đó màng bán dẫn oxit được tạo ra trong số trường hợp.

Do trục c của phần tinh thể chứa trong màng CAAC-OS được liên kết theo hướng vuông góc với bề mặt ở đó màng CAAC-OS được tạo ra

hoặc bề mặt của màng CAAC-OS, hướng của trục c có thể khác nhau tùy thuộc vào hình dạng của màng CAAC-OS (hình dạng mặt cắt ngang của bề mặt ở đó màng CAAC-OS được tạo ra hoặc hình dạng mặt cắt ngang của bề mặt màng CAAC-OS). Lưu ý rằng khi màng CAAC-OS được tạo ra, hướng của trục c của phần tinh thể là hướng vuông góc với bề mặt ở đó màng CAAC-OS được tạo ra hoặc bề mặt của màng CAAC-OS. Phần tinh thể được tạo ra bởi sự tạo màng hoặc bằng cách xử lý kết tinh như xử lý nhiệt sau khi tạo màng.

Với việc sử dụng màng CAAC-OS trong tranzito, sự thay đổi đặc tính điện của tranzito do chiếu bằng ánh sáng nhìn thấy và ánh sáng cực tím có thể được giảm. Sự biến đổi và sự thay đổi về điện áp ngưỡng có thể được ngăn chặn. Vì vậy, tranzito có độ tin cậy cao.

Trong chất bán dẫn oxit có tinh thể (chất bán dẫn oxit tinh thể), khuyết tật trong khối có thể được giảm thêm. Ngoài ra, khi độ phẳng của bề mặt của màng tinh thể bán dẫn oxit được tăng cường, tranzito chứa chất bán dẫn oxit như vậy có thể thu được tính linh động hiệu ứng trường cao hơn so với tranzito chứa chất bán dẫn oxit vô định hình. Để tăng cường độ phẳng bề mặt của màng bán dẫn oxit, tốt hơn là chất bán dẫn oxit được tạo ra trên bề mặt phẳng. Cụ thể, tốt hơn là chất bán dẫn oxit được tạo ra trên bề mặt với độ thô bề mặt trung bình (R_a) nhỏ hơn hoặc bằng 0,15nm, tốt hơn nữa là, nhỏ hơn hoặc bằng 0,1nm.

Lưu ý rằng độ thô bề mặt trung bình (R_a) thu được bằng cách khai triển, theo ba chiều, độ thô bề mặt trung bình số học mà được xác định theo tiêu chuẩn JIS B 0601: 2001 (ISO4287: 1997) để có thể áp dụng cho bề mặt cong. R_a có thể được biểu thị dưới dạng "giá trị trung bình của các giá trị tuyệt đối của độ lệch từ bề mặt tham chiếu đến bề mặt cụ thể" và được xác định theo công thức 1 sau đây.

Công thức 1:

$$Ra = \frac{1}{S_0} \int_{y_1}^{y_2} \int_{x_1}^{x_2} |f(x, y) - Z_0| dx dy$$

Ở đây, bề mặt cụ thể là bề mặt mà là đích đo độ thô, và là vùng tứ giác được xác định bởi bốn điểm có các tọa độ $(x_1, y_1, f(x_1, y_1))$, $(x_1, y_2, f(x_1, y_2))$, $(x_2, y_1, f(x_2, y_1))$, và $(x_2, y_2, f(x_2, y_2))$. Hơn nữa, S_0 là vùng hình chữ nhật thu được bằng cách chiếu bề mặt cụ thể trên mặt phẳng xy , và Z_0 là chiều cao của bề tham chiếu (chiều cao trung bình của bề mặt cụ thể). Ra có thể được đo bằng cách sử dụng kính hiển vi lực nguyên tử (atomic force microscope - AFM).

Như được thể hiện trên Fig.1B, tốt hơn là phần đầu của màng bán dẫn oxit 103 được làm côn ở góc nằm trong khoảng từ 20° đến 50° . Khi màng bán dẫn oxit 103 có phần đầu vuông góc, oxy có nhiều khả năng sẽ được tách ra khỏi màng bán dẫn oxit 103, và do đó, chỗ trống oxy có thể được tạo ra. Khi màng bán dẫn oxit 103 có phần đầu côn, việc tạo ra chỗ trống oxy được ngăn chặn, và do đó việc tạo ra dòng điện rò rỉ của tranzito 110 có thể được giảm.

Tốt hơn là chất bán dẫn oxit được sử dụng cho màng bán dẫn oxit 103 chứa ít nhất là Indi (In) hoặc kẽm (Zn). Đặc biệt, tốt hơn là chứa In và Zn. Ngoài ra, dưới dạng chất ổn định để giảm sự thay đổi về đặc tính điện của tranzito bằng cách sử dụng chất bán dẫn oxit, một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ Gali (Ga), thiếc (Sn), hafni (Hf), ziriconi (Zr), titan (Ti), scandi (Sc), ytri (Y), và nguyên tố lanthanoit (như ceri (Ce), neodim (Nd), hoặc gadolini (Gd), được chứa.

Dưới dạng chất bán dẫn oxit, ví dụ, chất bất kỳ trong số các chất sau đây có thể được sử dụng: Indi oxit; thiếc oxit, kẽm oxit, oxit kim loại hai thành phần như oxit trên cơ sở In-Zn, oxit trên cơ sở Sn-Zn, oxit trên cơ sở Al-Zn, oxit trên cơ sở Zn-Mg, oxit trên cơ sở Sn-Mg, oxit trên cơ sở In-Mg, hoặc oxit trên cơ sở In-Ga, oxit kim loại ba thành phần như oxit trên cơ sở

In-Ga-Zn (còn gọi là IGZO), oxit trên cơ sở In-Al-Zn, oxit trên cơ sở In-Sn-Zn, oxit trên cơ sở Sn-Ga-Zn, oxit trên cơ sở Al-Ga-Zn, oxit trên cơ sở Sn-Al-Zn, oxit trên cơ sở In-Hf-Zn, oxit trên cơ sở In-Zr-Zn, oxit trên cơ sở In-Ti-Zn, oxit trên cơ sở In-Sc-Zn, oxit trên cơ sở In-Y-Zn, oxit trên cơ sở In-La-Zn, oxit trên cơ sở In-Ce-Zn, oxit trên cơ sở In-Pr-Zn, oxit trên cơ sở In-Nd-Zn, oxit trên cơ sở In-Sm-Zn, oxit trên cơ sở In-Eu-Zn, oxit trên cơ sở In-Gd-Zn, oxit trên cơ sở In-Tb-Zn, oxit trên cơ sở In-Dy-Zn, oxit trên cơ sở In-Ho-Zn, oxit trên cơ sở In-Er-Zn, oxit trên cơ sở In-Tm-Zn, oxit trên cơ sở In-Yb-Zn, hoặc oxit trên cơ sở In-Lu-Zn và oxit kim loại bốn thành phần như, oxit trên cơ sở In-Sn-Ga-Zn, oxit trên cơ sở In-Hf-Ga-Zn, oxit trên cơ sở In-Al-Ga-Zn, oxit trên cơ sở In-Sn-Al-Zn, oxit trên cơ sở In-Sn-Hf-Zn, hoặc oxit trên cơ sở In-Hf-Al-Zn.

Ở đây, "oxit trên cơ sở In-Ga-Zn" có nghĩa là oxit chứa In, Ga, và Zn dưới dạng thành phần chính của nó và không có giới hạn cụ thể về tỷ lệ In:Ga:Zn. Oxit trên cơ sở In-Ga-Zn có thể chứa nguyên tố kim loại với In, Ga, và Zn.

Theo cách khác, vật liệu được thể hiện bởi công thức $\text{InMO}_3(\text{ZnO})_m$ ($m > 0$ và m không phải là số nguyên) có thể được sử dụng làm chất bán dẫn oxit. Lưu ý rằng M là một hoặc nhiều nguyên tố kim loại được chọn từ Ga, Fe, Mn, và Co, hoặc các nguyên tố được mô tả dưới dạng chất ổn định. Ngoài ra, dưới dạng chất bán dẫn oxit, vật liệu được thể hiện bởi công thức hóa học, $\text{In}_2\text{SnO}_5(\text{ZnO})_n$ ($n > 0$, n là số tự nhiên) có thể được sử dụng.

Ví dụ, oxit trên cơ sở In-Ga-Zn với tỷ lệ nguyên tử In:Ga:Zn = 1:1:1, In:Ga:Zn = 3:1:2, hoặc In:Ga:Zn = 2:1:3, hoặc bất kỳ oxit nào có thành phần gần với các thành phần nêu trên có thể được sử dụng.

Với màng cách điện công 102, màng oxit cách điện có đủ khả năng chịu được điện áp và đủ đặc tính cách điện nên được sử dụng. Trong trường

hợp màng cách điện cổng 102 có cấu trúc đơn lớp, màng cách điện bao gồm vật liệu oxy hóa chứa silic, như silic oxit, có thể được sử dụng.

Theo phương án khác, màng cách điện cổng 102 có thể có cấu trúc xếp chồng. Trong trường hợp mà màng cách điện cổng 102 có cấu trúc xếp chồng, silic oxit có thể được xếp chồng lên trên gali oxit, nhôm oxit, silic nitrua, silic oxynitrua, nhôm oxynitrua, ytri oxit, lantan oxit, silic nitrua oxit hoặc các chất tương tự. Theo cách khác, silic oxit có thể được xếp chồng lên vật liệu có hằng số k cao, như hafni oxit, hafni silicat (HfSi_xO_y ($x > 0, y > 0$)), hafni silicat mà nitơ được bổ sung (HfSiO_xN_y ($x > 0, y > 0$)), hoặc hafni aluminat (HfAl_xO_y ($x > 0, y > 0$)). Việc sử dụng vật liệu có hằng số k cao cho phép giảm dòng rò cổng.

Trong trường hợp sử dụng màng cách điện oxit làm màng cách điện cổng 102, phần oxy chứa có thể được giải phóng ra khỏi màng cách điện oxit khi màng cách điện oxit được gia nhiệt, bởi vậy oxy có thể được cấp cho màng bán dẫn oxit 103, và chỗ trống oxy trên màng bán dẫn oxit 103 có thể được lấp đầy. Đặc biệt, tốt hơn là màng cách điện cổng 102 chứa lượng lớn oxy vượt quá ít nhất là lượng cân bằng hóa học trong (khối) màng. Ví dụ, tốt hơn là màng silic oxit có công thức $\text{SiO}_{2+\alpha}$ ($\alpha > 0$) nên sử dụng làm màng cách điện cổng 102. Khi đó màng silic oxit được sử dụng làm màng cách điện cổng 102, oxy có thể được cấp cho màng bán dẫn oxit 103, vì vậy tranzito 110 sử dụng màng bán dẫn oxit 103 có thể có các đặc tính tranzito ưa thích.

Tuy nhiên, trong trường hợp sử dụng màng silic oxit làm màng cách điện cổng 102, silic trên màng cách điện cổng 102 có thể được xem là tạp chất trong màng bán dẫn oxit 103. Silic hoặc chất tương tự đi vào màng bán dẫn oxit 103 và dùng làm tạp chất, ảnh hưởng tới đặc tính của tranzito. Ngoài ra, khi nguyên tố tạp chất đi vào màng bán dẫn oxit 103 trong vùng

lân cận của bề mặt ở đó màng bán dẫn oxit 103 được tạo ra (bề mặt màng tạo ra), sự kết tinh của màng bán dẫn oxit bị ngăn cản bởi các nguyên tố tạp chất. Do đó, vùng vô định hình được để lại trên màng bán dẫn oxit trong vùng lân cận của bề mặt màng tạo ra. Ngoài ra, trong trường hợp mà màng bán dẫn oxit 103 là màng CAAC-OS, rất khó tạo ra phần tinh thể trong vùng lân cận của bề mặt màng tạo ra.

Đặc biệt, các tạp chất như silic có khả năng xâm nhập màng bán dẫn oxit 103 trong vùng lân cận của bề mặt màng tạo ra nơi mà màng bán dẫn oxit 103 và màng cách điện 102 tiếp xúc với nhau. Vùng tạo ra kênh của tranzito 110 được tạo ra trên màng bán dẫn oxit 103 trong vùng lân cận của bề mặt màng tạo ra, bởi vậy khi các tạp chất như silic đi vào vùng lân cận của bề mặt màng tạo ra, các đặc tính của tranzito 110 có thể bị thay đổi.

Sự thay đổi về cấu trúc của màng bán dẫn oxit 103 khi SiO_2 , vật liệu oxy hóa chứa silic, được bổ sung dưới dạng tạp chất được kiểm tra bằng cách tính động học phân tử cổ điển. Kết quả của nó được thể hiện trên Fig.21A và Fig.21B, Fig.22A và Fig.22B, Fig.23, Fig.24A và 24B, và Fig.25. Lưu ý rằng phần mềm mô phỏng "SCIGRESS ME" của công ty Fujitsu Limited được sử dụng để tính động học phân tử cổ điển. Điện thế thực nghiệm mà biểu thị tương tác giữa các nguyên tử được xác định trong phương pháp tính động học phân tử cổ điển, do đó lực tác động trên mỗi nguyên tử được đánh giá. Phương trình chuyển động Newton được giải theo phương pháp số, theo đó chuyển động (thay đổi theo thời gian) của mỗi nguyên tử có thể được theo dõi tất định.

Sau đây, mô hình tính và điều kiện tính toán được mô tả. Lưu ý rằng trong tính toán này, điện thế Born-Mayer-Huggins được sử dụng.

Cấu trúc đơn tinh thể của InGaZnO_4 bao gồm 1680 nguyên tử (xem Fig.21A) và cấu trúc của InGaZnO_4 bao gồm 1680 nguyên tử trong đó có 20 nguyên tử của mỗi nguyên tố In, Ga, và Zn được thay thế bằng nguyên

tử silic (Si) (xem Fig.21B) được tạo ra dưới dạng mô hình tính. Trong mô hình thay thế Si được thể hiện trên Fig.21B, nguyên tử silic được đưa vào ở nồng độ 3,57% nguyên tử (2,34% theo khối lượng). Hơn nữa, mật độ mô hình của đơn tinh thể thể hiện trên Fig.21A là $6,36\text{g/cm}^3$, và mật độ mô hình thay thế Si thể hiện trên Fig.21B là $6,08\text{g/cm}^3$.

Ở nhiệt độ 1727°C , nhỏ hơn so với nhiệt độ nóng chảy của đơn tinh thể InGaZnO_4 (khoảng 2000°C theo ước tính bởi mô hình tính động lực phân tử cổ điển), việc giãn cấu trúc được thực hiện trên mô hình tính được thể hiện trên Fig.21A và Fig.21B của mô hình tính động học phân tử cổ điển ở áp suất cố định (1at) cho 150psec (chiều rộng bước thời gian $0,2\text{fsec} \times 750000$ bước). Hàm phân bố xuyên tâm $g(r)$ của hai cấu trúc này được tính. Lưu ý rằng hàm phân bố xuyên tâm $g(r)$ là hàm đại diện cho mật độ xác suất của dòng điện nguyên tử ở khoảng cách r tính từ nguyên tử. Dưới dạng tương quan giữa các nguyên tử biến mất, $g(r)$ trở nên gần hơn với 1.

Fig.22A và Fig.22B thể hiện các cấu trúc cuối thu được bằng cách thực hiện việc tính động lực phân tử cổ điển cho 150 psec trên hai mô hình tính ở trên. Ngoài ra, Fig.23 cho thấy hàm phân bố xuyên tâm $g(r)$ trong mỗi cấu trúc.

Mô hình đơn tinh thể được thể hiện trên Fig.22A là ổn định và duy trì cấu trúc tinh thể ngay cả trong cấu trúc cuối, trong khi mô hình thay thế Si thể hiện trên Fig.22B là không ổn định, và có thể thấy rằng cấu trúc tinh thể bị biến dạng theo thời gian và thay đổi thành cấu trúc vô định hình. Khi hàm phân bố xuyên tâm $g(r)$ của các mô hình cấu trúc được so sánh với nhau trên Fig.23, đã thấy rằng mô hình đơn tinh thể có đỉnh ngay cả ở khoảng cách dài và có bậc khoảng xa. Mặt khác, thấy rằng trong các mô hình thay thế Si, đỉnh biến mất ở khoảng cách khoảng $0,6\text{nm}$, và mô hình thay thế Si không có bậc khoảng xa.

Các kết quả tính toán ở trên cho thấy rằng khi silic (Si) được chứa trong InGaZnO_4 , InGaZnO_4 có thể trở thành vô định hình. Ngoài ra, theo kết quả trên, ngay cả khi InGaZnO_4 chứa silic (Si) được gia nhiệt ở nhiệt độ cao, InGaZnO_4 như vậy không được kết tinh.

Tiếp theo, sự thay đổi về cấu trúc của màng bán dẫn oxit 103 khi các nguyên tử cacbon (C) được bổ sung đã được kiểm tra bởi mô hình tính động học phân tử cổ điển. Các kết quả được mô tả trên Fig.21A, Fig.24A và Fig.24 B, và Fig.25. Lưu ý rằng phần mềm mô phỏng "SCIGRESS ME" của công ty Fujitsu Limited được sử dụng cho mô hình tính động học phân tử cổ điển này.

Mô hình tính và kết quả tính toán là như sau. Lưu ý rằng trong tính toán này, điện thế Born-Mayer-Huggins được sử dụng. Ngoài ra, cho sự tương tác giữa các nguyên tử cacbon (C), điện thế Lennard-Jones được sử dụng.

Cấu trúc đơn tinh thể của InGaZnO_4 bao gồm 1680 nguyên tử (xem Fig.21A) và cấu trúc của InGaZnO_4 bao gồm 1680 nguyên tử trong đó có 20 nguyên tử của mỗi nguyên tố In, Ga, và Zn được thay thế bằng các nguyên tử cacbon (C) và 80 nguyên tử oxy (O) được thay thế bằng các nguyên tử cacbon (C) (xem Fig.24A) được tạo ra là mô hình tính. Trong mô hình thay thế C thể hiện trên Fig.24A, các nguyên tử cacbon (C) được chứa ở mật độ 8,33% nguyên tử. Hơn nữa, mật độ của mô hình đơn tinh thể thể hiện trên Fig.21A là $6,36 \text{ g/cm}^3$, và mật độ của mô hình thay thế C thể hiện trên Fig.24A là $5,89 \text{ g/cm}^3$.

Ở nhiệt độ 1727°C , thấp hơn so với điểm nóng chảy của đơn tinh thể InGaZnO_4 (khoảng 2000°C theo ước tính bởi việc tính động lực phân tử cổ điển), sự giãn cấu trúc được thực hiện trên các mô hình tính thể hiện trên Fig.21A và Fig.24A bởi việc tính động lực phân tử cổ điển ở áp suất cố

định (1at) cho 140psec (chiều rộng bước thời gian $0,2\text{fsec} \times 750000$ bước). Hàm phân bố xuyên tâm $g(r)$ của hai cấu trúc được tính. Lưu ý rằng hàm phân bố xuyên tâm $g(r)$ là hàm đại diện cho mật độ xác suất của dòng điện nguyên tử ở khoảng cách r từ nguyên tử. Khi tương quan giữa các nguyên tử biến mất, $g(r)$ trở nên gần hơn với 1.

Fig.22A và Fig.24B thể hiện cấu trúc cuối thu được bằng cách thực hiện việc tính động lực phân tử cổ điển cho 150psec trên hai mô hình tính ở trên. Hàm phân bố xuyên tâm $g(r)$ trong mỗi cấu trúc điện tử được thể hiện trên Fig.25.

Mô hình đơn tinh thể được thể hiện trên Fig.22A là ổn định và duy trì cấu trúc tinh thể ngay cả trong cấu trúc cuối, trong khi mô hình thay thế C thể hiện trên Fig.24B là không ổn định, và có thể thấy rằng cấu trúc tinh thể bị biến dạng theo thời gian và thay đổi thành cấu trúc vô định hình. Như được thấy trên Fig.25, bằng cách so sánh hàm phân bố xuyên tâm $g(r)$ của các mô hình cấu trúc với nhau, đã thấy rằng mô hình của đơn tinh thể có đỉnh ngay cả ở khoảng cách dài và bậc khoảng xa. Mặt khác, đã thấy rằng trong mô hình thay thế C, đỉnh biến mất ở khoảng cách khoảng 0,6nm, và mô hình thay thế C không có bậc khoảng xa.

Các kết quả tính toán trên cho thấy khi cacbon (C) được đưa vào InGaZnO_4 , InGaZnO_4 có thể trở thành vô định hình. Ngoài ra, theo kết quả trên, ngay cả khi InGaZnO_4 chứa cacbon (C) được gia nhiệt ở nhiệt độ cao, InGaZnO_4 không được kết tinh.

Như đã mô tả ở trên, việc đưa các tạp chất vào màng bán dẫn oxit làm giảm độ kết tinh của màng bán dẫn oxit. Do đó, trong thiết bị bán dẫn thể hiện trong phương án này, việc đưa các tạp chất như silic vào màng bán dẫn oxit trong vùng lân cận của bề mặt màng tạo ra được ngăn chặn. Kết quả là, trong màng bán dẫn oxit 103, vùng trong đó nồng độ silic phân bố từ mặt phân cách với màng cách điện công 102 về phía bên trong màng bán

dẫn oxit 103 là nhỏ hơn hoặc bằng 1,0% nguyên tử được tạo ra. Vùng này được gọi là vùng 103a. Tốt hơn là nồng độ silic có trong vùng 103a nhỏ hơn hoặc bằng 0,1% nguyên tử. Ngoài ra, vùng 103a được bố trí để tiếp xúc với màng cách điện cổng 102 và có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 5nm.

Lưu ý rằng vùng trên màng bán dẫn oxit 103 khác với vùng 103a được gọi là vùng 103b. Nồng độ silic chứa trong vùng 103b nhỏ hơn so với nồng độ silic chứa trong vùng 103a.

Ngoài ra, trong trường hợp mà các tạp chất như cacbon được chứa trong màng cách điện cổng 102, các tạp chất này có thể cũng đi vào màng bán dẫn oxit 103 và dùng làm các tạp chất, như trong trường hợp của silic. Trong trường hợp đó, nồng độ cacbon đưa vào vùng 103a nhỏ hơn hoặc bằng $1,0 \times 10^{20}$ nguyên tử/cm³, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng $1,0 \times 10^{19}$ nguyên tử/cm³.

Như đã mô tả ở trên, nồng độ của tạp chất như silic đi vào vùng 103a trong màng bán dẫn oxit 103 giảm, do đó sự thay đổi đặc tính của tranzito 110 có thể được ngăn chặn. Ngoài ra, sự kết tinh của màng bán dẫn oxit 103 có thể được phát triển trong vùng lân cận của bề mặt màng tạo ra. Ngoài ra, trong trường hợp mà màng bán dẫn oxit 103 là màng CAAC-OS, phần tinh thể có thể được tạo ra ngay cả trong vùng lân cận của bề mặt màng tạo ra. Khi tranzito sử dụng màng bán dẫn oxit này được sản xuất, thiết bị bán dẫn có đặc tính điện ổn định có thể thu được.

Lưu ý rằng các chi tiết về các thành phần khác của tranzito được mô tả trong phần mô tả phương pháp sản xuất tranzito 110 dưới đây, có dựa trên Fig.4A đến Fig.4E.

Trên tranzito 110, màng cách điện tạo phẳng có thể được tạo ra. Hơn nữa, các lỗ có thể được tạo ra trên màng cách điện cổng 102, màng cách điện bảo vệ 109, và v.v. Để điện cực nguồn 105a và điện cực máng

105b được nối điện với dây dẫn. Ngoài ra, điện cực cổng thứ hai có thể còn được bố trí trên màng bán dẫn oxit 103 chồng lên điện cực cổng 101.

Fig.2A và Fig.2B thể hiện tranzito 120 có cấu trúc khác với tranzito 110 được thể hiện trên Fig.1A và Fig.1B. Fig.2A là hình chiếu bằng, và Fig.2B là hình vẽ mặt cắt ngang theo đường CD trên Fig.2A. Lưu ý rằng phần của các bộ phận của tranzito 120 (ví dụ, màng cách điện bảo vệ 109 và v.v.) không được thể hiện trên Fig.2A để đơn giản.

Tranzito 120 được thể hiện trên Fig.2A và Fig.2B bao gồm, trên nền 100 có bề mặt cách điện, điện cực cổng 101, màng cách điện cổng 102 bao gồm điện cực cổng 101, màng bán dẫn oxit 103 được bố trí để tiếp xúc với màng cách điện cổng 102 và chồng lên ít nhất là điện cực cổng 101, điện cực nguồn 105a nguồn và điện cực máng 105b nối điện với màng bán dẫn oxit 103, và màng cách điện bảo vệ 109 bao gồm màng bán dẫn oxit 103 và điện cực nguồn 105a và điện cực máng 105b. Sự khác biệt giữa tranzito 120 và tranzito 110 là giống như màng cách điện cổng 102, một màng cách điện bao gồm vật liệu oxy hóa chứa silic được sử dụng làm màng cách điện bảo vệ 109 và vùng 103c được bố trí trong vùng lân cận của mặt phân cách giữa màng bán dẫn oxit 103 và màng cách điện bảo vệ 109.

Màng bán dẫn oxit 103 trong tranzito 120 bao gồm vùng 103a, vùng 103b, và vùng 103c. Vùng 103a trong màng bán dẫn oxit 103 là vùng có nồng độ silic phân bố từ mặt phân cách với màng cách điện cổng 102 về phía bên trong của màng bán dẫn oxit 103 là nhỏ hơn hoặc bằng 1,0% nguyên tử. Tốt hơn là vùng 103a được bố trí để tiếp xúc với màng cách điện cổng 102 và có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 5nm. Vùng 103c trên màng bán dẫn oxit 103 là vùng nơi có nồng độ silic phân bố từ mặt phân cách với màng cách điện bảo vệ 109 về phía bên trong của màng bán dẫn oxit 103 nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%. Tốt hơn là vùng 103c được bố trí để tiếp xúc với

màng cách điện bảo vệ 109 và có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 5nm. Trên màng bán dẫn oxit 103, vùng giữa vùng 103a và vùng 103c là vùng 103b.

Lưu ý rằng nồng độ silic có trong vùng 103b nhỏ hơn so với nồng độ silic có trong vùng 103a. Tốt hơn là nồng độ silic có trong vùng 103a nhỏ hơn hoặc bằng 0,1% nguyên tử.

Ở đây, nồng độ silic chứa trong vùng 103a là nhỏ hơn hoặc bằng 1,0% nguyên tử, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,1% nguyên tử, và nồng độ silic có trong vùng 103c cũng nhỏ hơn hoặc bằng 1,0% nguyên tử, tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,1% nguyên tử. Tại đây, nồng độ silic chứa trong vùng 103b nhỏ hơn nồng độ silic chứa trong vùng 103a và 103c vùng.

Như đã mô tả ở trên, cũng trong vùng 103c tương ứng với kênh sau của màng bán dẫn oxit 103, nồng độ của các tạp chất như silic được giảm, vì vậy sự thay đổi về đặc tính điện của tranzito 120 có thể được ngăn chặn.

Các bộ phận khác là giống như của thiết bị bán dẫn được thể hiện trên Fig.1A và Fig.1B, do đó không cần mô tả thêm nữa.

Mặc dù tranzito được thể hiện trên Fig.1A, Fig.1B và Fig.2A và Fig.2B được gọi là tranzito kiểu khắc kênh, các thiết bị bán dẫn thể hiện trong phương án này không chỉ giới hạn ở đó. Fig.3A và Fig.3B thể hiện tranzito dùng kênh 130, khác với tranzito được thể hiện trên Fig.1A, Fig.1B và Fig.2A, Fig.2B. Fig.3A là hình chiếu bằng và Fig.3B là hình vẽ mặt cắt ngang theo đường EF trên Fig.3A. Lưu ý rằng phần của các bộ phận của tranzito 130 (ví dụ, màng cách điện bảo vệ 109 và v.v.) không được thể hiện trên Fig.3A để tránh phức tạp. Ngoài ra, trên Fig.3A, màng bảo vệ kênh 108 được thể hiện ba chiều cho dễ hiểu.

Tranzito 130 được thể hiện trên Fig.3A và Fig.3B bao gồm, trên nền 100 có bề mặt cách điện, điện cực cổng 101, màng cách điện cổng 102 bao gồm điện cực cổng 101, màng bán dẫn oxit 103 được bố trí để tiếp xúc với

màng cách điện cổng 102 và chồng lên ít nhất là điện cực cổng 101, màng bảo vệ kênh 108 được bố trí trên và tiếp xúc với màng bán dẫn oxit 103, điện cực nguồn 105a và điện cực máng 105b được bố trí trên màng bảo vệ kênh 108 và nối điện với màng bán dẫn oxit 103 và màng cách điện bảo vệ 109 bao gồm màng bán dẫn oxit 103 và điện cực 105a nguồn và điện cực máng 105b. Ngoài ra, như trong trường hợp của tranzito 110, màng bán dẫn oxit 103 bao gồm vùng 103a và vùng 103b. Nói cách khác, khác biệt với tranzito 110 là ở chỗ tranzito 130 bao gồm màng bảo vệ kênh 108.

Giống như màng bảo vệ kênh 108, tốt hơn là màng cách điện vô cơ chứa oxy được sử dụng. Ví dụ, màng cách điện, như, màng silic oxit, màng silic oxynitrua, màng nhôm oxit, màng nhôm oxynitrua, màng gali oxit, hoặc màng hafni oxit có thể được sử dụng. Độ dày ưu tiên của màng bảo vệ kênh 108 lớn hơn hoặc bằng 5nm và nhỏ hơn hoặc bằng 300nm.

Màng bảo vệ kênh 108 được bố trí trên và tiếp xúc với màng bán dẫn oxit 103 như đã mô tả, nhờ đó hư hại trên màng bán dẫn oxit 103 ở phía kênh sau, do việc khắc điện cực nguồn 105a và điện cực máng 105b (ví dụ như, hư hại gây ra bởi plasma hoặc chất khắc trong quá trình xử lý khắc), có thể được ngăn chặn. Như vậy, tranzito 130 có thể có các đặc tính điện ổn định.

Ngoài ra, như được thể hiện trên Fig.3B, phần đầu của màng bảo vệ kênh 108 có góc côn lớn hơn hoặc bằng 10° và nhỏ hơn hoặc bằng 60° . Màng bảo vệ kênh 108 được tạo ra để có hình dạng như vậy, nhờ đó sự tập trung điện trường trong vùng lân cận của phần đầu dưới của màng bảo vệ kênh 108 có thể được giảm ra.

Các bộ phận khác là giống như của các thiết bị bán dẫn được thể hiện trên Fig.1A và Fig.1B, do đó không cần mô tả thêm nữa.

<Ví dụ về quy trình sản xuất tranzito>

Ví dụ về quy trình sản xuất tranzito trên Fig.1A, Fig.1B, Fig.2A và 2B, và Fig.3A và Fig.3B sẽ được mô tả dưới đây dựa trên Fig.4A đến Fig.4E và Fig.5A đến Fig.5E.

<Quy trình sản xuất tranzito 110>

Ví dụ về quy trình sản xuất tranzito 110 trên Fig.1A và Fig.1B sẽ được mô tả dựa trên các Fig.4A đến Fig.4E.

Đầu tiên, nền 100 có bề mặt cách điện được chuẩn bị. Không có giới hạn cụ thể nào về nền có thể được sử dụng làm nền 100 có bề mặt cách điện miễn là nền này có ít nhất là khả năng chịu nhiệt để chịu được việc xử lý nhiệt được thực hiện sau đó. Ví dụ, nền thủy tinh loại thủy tinh bari bosilicat, thủy tinh aluminobosilicat, hoặc tương tự, nền gốm sứ, nền thạch anh, hoặc nền saphia có thể được sử dụng. Miễn là nền 100 có bề mặt cách điện, nền bán dẫn đơn tinh thể hoặc bán dẫn đa tinh thể silic, silic cacbua, hoặc tương tự; nền chất bán dẫn chất hợp chất của germani silic hoặc tương tự; nền SOI; hoặc nền tương tự có thể được sử dụng.

Nền mềm có thể được sử dụng làm nền 100. Khi nền mềm được sử dụng, tranzito bao gồm màng bán dẫn oxit 103 có thể được tạo trực tiếp trên nền mềm. Ngoài ra, tranzito bao gồm màng bán dẫn oxit 103 có thể tạo ra trên nền sản xuất, và sau đó, tranzito có thể được tách ra và chuyển đến nền mềm. Lưu ý rằng để tách tranzito ra khỏi nền sản xuất và chuyển nó đến nền mềm, lớp tách có thể được bố trí giữa nền sản xuất và tranzito có màng bán dẫn oxit 103.

Màng cách điện có chức năng như màng cơ sở có thể được bố trí giữa nền 100 và điện cực cổng 101. Màng cơ sở có chức năng ngăn chặn sự khuếch tán của các tạp chất như hydro hoặc độ ẩm từ nền 100, và có thể được tạo ra có cấu trúc lớp đơn hoặc cấu trúc xếp chồng bằng cách sử dụng một hoặc nhiều màng được chọn từ màng silic nitrua, màng silic oxit, màng silic nitrua oxit, và màng silic oxynitrua.

Tiếp theo, màng dẫn được sử dụng để tạo ra điện cực cổng (cũng như dây dẫn được tạo ra trong cùng lớp với điện cực cổng) được tạo ra trên nền 100. Màng dẫn được sử dụng cho điện cực cổng có thể được tạo ra bằng cách sử dụng, ví dụ, vật liệu kim loại như molipden, titan, tantan, vonfram, nhôm, đồng, neodim, hoặc scandi, hoặc vật liệu hợp kim bao gồm một vật liệu bất kỳ trong số các vật liệu này dưới dạng thành phần chính. Ngoài ra, màng dẫn sử dụng cho điện cực cổng có thể được tạo ra bằng cách sử dụng oxit kim loại dẫn điện. Dưới dạng oxit kim loại dẫn điện, indi oxit (In_2O_3), thiếc oxit (SnO_2), kẽm oxit (ZnO), indi thiếc oxit ($\text{In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$, được viết tắt là ITO trong một số trường hợp), indi kẽm oxit ($\text{In}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$), hoặc vật liệu bất kỳ trong số các vật liệu oxit kim loại này trong đó có chứa silic hoặc silic oxit có thể được sử dụng. Điện cực cổng có thể được tạo ra để có cấu trúc lớp đơn hoặc cấu trúc xếp chồng bằng cách sử dụng vật liệu bất kỳ trong số các vật liệu nêu trên. Không có giới hạn cụ thể về phương pháp tạo ra màng dẫn, và các phương pháp tạo ra màng khác nhau như phương pháp bay hơi, phương pháp lắng phủ hơi hóa học (chemical vapor deposition - CVD), phương pháp phun xạ, hoặc phương pháp phủ quay có thể được sử dụng.

Tiếp theo, mặt nạ cản được tạo ra trên màng dẫn thông qua bước in ảnh litô và khắc chọn lọc, vì vậy điện cực cổng 101 được tạo ra. Sau đó, mặt nạ cản được loại bỏ. Các mặt nạ cản được sử dụng để tạo ra điện cực cổng 101 có thể được tạo ra bởi phương pháp in phun. Việc tạo ra mặt nạ cản bằng phương pháp in phun không cần mặt nạ quang, do đó, chi phí sản xuất có thể được giảm. Để khắc điện cực cổng 101, việc khắc ướt, khắc khô, hoặc cả hai có thể được sử dụng.

Tiếp theo, màng cách điện cổng 102 được tạo ra để che phủ điện cực cổng 101 (xem Fig.4A). Màng cách điện cổng 102 có thể có độ dày lớn hơn hoặc bằng 1nm và nhỏ hơn hoặc bằng 500nm. Không có giới hạn cụ thể về

phương pháp tạo ra màng cách điện cổng 102, ví dụ, phương pháp MBE, phương pháp CVD, phương pháp lắng phủ xung laze, phương pháp ALD, hoặc các phương pháp tương tự có thể được sử dụng để tạo ra màng cách điện cổng 102.

Đối với màng cách điện cổng 102, tốt hơn là màng cách điện oxit có đủ khả năng chịu được điện áp và có khả năng cách điện đầy đủ được sử dụng. Trong trường hợp mà màng cách điện cổng 102 có cấu trúc đơn lớp, màng cách điện bao gồm vật liệu oxy hóa chứa silic, như màng silic oxit, có thể được sử dụng.

Theo phương án khác, màng cách điện cổng 102 có thể có cấu trúc xếp chồng. Trong trường hợp mà màng cách điện cổng 102 có cấu trúc xếp chồng, silic oxit có thể được xếp chồng lên trên gali oxit, nhôm oxit, silic nitrua, silic oxynitrua, nhôm oxynitrua, ytri oxit, lantan oxit, silic nitrua oxit, hoặc các oxit tương tự. Cách khác, silic oxit có thể được xếp chồng lên trên vật liệu có hằng số k cao như oxit hafni, hafni silicat (HfSi_xO_y ($x > 0, y > 0$)), hafni silicat mà nitơ được bổ sung (HfSiO_xN_y ($x > 0, y > 0$)), hoặc hafni aluminat (HfAl_xO_y ($x > 0, y > 0$)). Việc sử dụng vật liệu có hằng số k cao cho phép giảm dòng rò cổng.

Khi màng oxit cách điện được sử dụng làm màng cách điện cổng 102, phần của oxy có trên màng cách điện oxit có thể được phát ra bằng cách thực hiện xử lý nhiệt mô tả sau đây, bởi vậy oxy có thể được bố trí cho màng bán dẫn oxit 103, và chỗ trống oxy trên màng bán dẫn oxit 103 có thể được lấp đầy. Cụ thể, tốt hơn là màng cách điện cổng 102 chứa lượng lớn oxy vượt quá ít nhất là lượng cân bằng hóa học trong (khối) màng cách điện cổng 102. Ví dụ, tốt hơn là màng silic oxit có công thức $\text{SiO}_{2+\alpha}$ ($\alpha > 0$) được sử dụng làm màng cách điện cổng 102. Khi màng silic oxit được sử dụng làm màng cách điện cổng 102, oxy có thể được bố trí

cho màng bán dẫn oxit 103, vì vậy tranzito 110 sử dụng màng bán dẫn oxit 103 có thể có các đặc tính bán dẫn ưa thích.

Ngoài ra, trước khi màng bán dẫn oxit 103 được tạo ra, việc xử lý tạo phẳng có thể được thực hiện trên màng cách điện cổng 102. Mặc dù không có hạn chế cụ thể nào, việc xử lý tạo phẳng có thể là quá trình khắc khô, xử lý plasma, đánh bóng (ví dụ, đánh bóng cơ hóa (CMP)), hoặc phương pháp tương tự.

Dưới dạng xử lý plasma, quá trình phún xạ ngược trong đó khí argon được đưa vào và plasma được tạo ra có thể được thực hiện. Phương pháp phún xạ ngược là phương pháp trong đó điện áp được đặt lên nền với việc sử dụng nguồn năng lượng tần số vô tuyến (RF) trong môi trường khí argon và plasma được tạo ra trong vùng lân cận của nền để bề mặt được thay đổi. Lưu ý rằng thay vì môi trường khí argon, môi trường khí nitơ, môi trường khí heli, môi trường khí oxy, hoặc môi trường tương tự có thể được sử dụng. Phương pháp phún xạ ngược có thể loại bỏ các chất hạt (còn được gọi là hạt hoặc bụi) gắn vào bề mặt mà màng bán dẫn oxit 103 được tạo ra.

Để xử lý tạo phẳng, việc xử lý đánh bóng, xử lý khắc khô, hoặc xử lý plasma có thể được thực hiện nhiều lần và/hoặc kết hợp. Trong trường hợp mà các phương pháp xử lý được kết hợp, thứ tự của các bước không bị hạn chế cụ thể và có thể được thiết lập phù hợp với độ thô của bề mặt mà màng bán dẫn oxit 103 được tạo ra.

Hơn nữa, để hydro hoặc nước có thể được chứa trong màng bán dẫn oxit 103 càng ít càng tốt trong bước tạo ra màng bán dẫn oxit 103, tốt hơn là nền 100 trên đó màng cách điện cổng 102 đã được tạo ra được gia nhiệt sơ bộ trong buồng sấy sơ bộ của thiết bị phún xạ để tiền xử lý cho sự tạo ra màng bán dẫn oxit 103 để các tạp chất như hydro và hơi ẩm hấp phụ lên nền 100 và màng cách điện cổng 102 được loại bỏ và hút ra. Dưới dạng bộ

phận rút ra được bố trí trong buồng sấy sơ bộ, bơm cryo có thể được sử dụng.

Tiếp theo, trên màng cách điện cổng 102, màng bán dẫn oxit 103 có độ dày lớn hơn 5nm và nhỏ hơn hoặc bằng 200nm, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 10nm và nhỏ hơn hoặc bằng 130nm được tạo ra (xem Fig.4B). Tốt hơn là màng bán dẫn oxit 103 có cấu trúc với sự kết tinh của đơn tinh thể hoặc đa tinh thể. Hơn nữa, tốt hơn là màng bán dẫn oxit 103 là màng CAAC-OS. Lưu ý rằng, tốt hơn là màng cách điện cổng 102 và màng bán dẫn oxit 103 được tạo ra liên tục mà không được tiếp xúc với không khí.

Trong phương án này, dưới dạng màng bán dẫn oxit 103, màng chất bán dẫn được tạo ra bằng cách sử dụng đích oxit trên cơ sở In-Ga-Zn bằng phương pháp phún xạ. Ngoài ra, màng bán dẫn oxit 103 có thể được tạo ra bởi phương pháp phún xạ trong môi trường khí khí hiếm (thường là argon), môi trường khí oxy, hoặc môi trường khí hỗn hợp của khí hiếm và oxy.

Dưới dạng đích được sử dụng để tạo ra màng In-Ga-Zn-O làm màng bán dẫn oxit 103 bằng phương pháp phún xạ, ví dụ, đích oxit với tỷ lệ nguyên tử In:Ga:Zn = 1:1:1, đích oxit với tỷ lệ nguyên tử In:Ga:Zn = 3:1:2, hoặc đích oxit với tỷ lệ nguyên tử In:Ga:Zn = 2:1:3 có thể được sử dụng. Tuy nhiên, vật liệu và thành phần của đích được sử dụng để tạo ra màng bán dẫn oxit 103 không chỉ giới hạn ở các phương án trên.

Mật độ tương đối của đích oxit lớn hơn hoặc bằng 90% và nhỏ hơn hoặc bằng 100%, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 95% và nhỏ hơn hoặc bằng 99,9%. Bằng cách sử dụng đích oxit với mật độ tương đối cao, màng bán dẫn oxit 103 có thể là màng dày đặc.

Tốt hơn là chất khí có độ tinh khiết cao từ đó các tạp chất như hydro, nước, nhóm hydroxyl, hoặc hydrua được lấy ra được sử dụng làm khí phún xạ để tạo ra màng bán dẫn oxit 103.

Có ba phương pháp gia nhiệt để tạo ra màng CAAC-OS khi màng CAAC-OS được sử dụng làm màng bán dẫn oxit 103. Một trong số các phương pháp (phương pháp thứ nhất) là tạo ra màng bán dẫn oxit ở nhiệt độ lớn hơn hoặc bằng 200°C và nhỏ hơn hoặc bằng 450°C để tạo ra, trên màng bán dẫn oxit, các phần tinh thể trong đó các trục c được định hướng theo hướng vuông góc với bề mặt ở đó màng bán dẫn oxit được tạo ra hoặc bề mặt của màng bán dẫn oxit. Phương pháp khác (phương pháp thứ hai) là tạo ra màng bán dẫn oxit với độ dày nhỏ và sau đó gia nhiệt ở nhiệt độ lớn hơn hoặc bằng 200°C và nhỏ hơn hoặc bằng 700°C , để tạo ra, trong màng bán dẫn oxit, các phần tinh thể trong đó các trục c được định hướng theo hướng vuông góc với bề mặt ở đó màng bán dẫn oxit được tạo ra hoặc bề mặt của màng bán dẫn oxit. Phương pháp khác (phương pháp thứ ba) là tạo ra màng bán dẫn oxit thứ nhất với độ dày nhỏ, sau đó gia nhiệt ở nhiệt độ lớn hơn hoặc bằng 200°C và nhỏ hơn hoặc bằng 700°C , và tạo ra màng bán dẫn oxit thứ hai, để tạo ra, trong màng bán dẫn oxit, các phần tinh thể trong đó các trục c được định hướng theo hướng vuông góc với bề mặt ở đó màng bán dẫn oxit được tạo ra hoặc bề mặt của màng bán dẫn oxit.

Bằng cách gia nhiệt nền 100 trong quá trình tạo ra màng, nồng độ tạp chất như hydro hoặc nước trong màng bán dẫn oxit 103 có thể được giảm. Ngoài ra, hư hại do phương pháp phun xạ có thể được giảm, mà là được ưu tiên.

Lưu ý rằng khi màng bán dẫn oxit có độ kết tinh (đơn tinh thể hoặc vi tinh thể) khác với màng CAAC-OS được tạo ra dưới dạng màng bán dẫn oxit 103, nhiệt độ tạo ra màng không chỉ giới hạn cụ thể.

Trong trường hợp màng CAAC-OS được sử dụng làm màng bán dẫn oxit 103, ví dụ, màng CAAC-OS được lắng phủ bằng phương pháp phun xạ với đích bán dẫn oxit đa tinh thể. Khi ion va chạm với đích phun xạ, vùng

tinh thể chứa trong đích phún xạ có thể được tách ra khỏi đích dọc theo mặt phẳng a-b, nói cách khác, hạt phún xạ có mặt phẳng song song với mặt phẳng a-b (hạt phún xạ dạng phiến dẹt hoặc hạt phún xạ dạng viên) có thể bong ra khỏi đích phún xạ. Trong trường hợp đó, các hạt phún xạ dạng phiến dẹt đến nền trong khi vẫn giữ trạng thái tinh thể của chúng, nhờ đó màng CAAC-OS có thể được tạo ra.

Để lắng phủ màng CAAC-OS, các điều kiện sau đây được ưu tiên sử dụng.

Bằng cách giảm lượng tạp chất đi vào màng CAAC-OS trong thời gian lắng phủ, trạng thái tinh thể có thể được ngăn không cho bị phá vỡ bởi các tạp chất. Ví dụ, nồng độ tạp chất (ví dụ như hydro, nước, cacbon dioxit, hoặc nito) tồn tại trong buồng lắng phủ có thể được giảm. Hơn nữa, nồng độ tạp chất trong khí lắng phủ có thể được giảm. Cụ thể, khí lắng phủ có sương điểm là -80°C hoặc thấp hơn, tốt hơn là -100°C hoặc thấp hơn được sử dụng.

Bằng cách tăng nhiệt độ gia nhiệt nền trong quá trình lắng phủ, sự di chuyển của hạt phún xạ có thể diễn ra sau khi các hạt phún xạ đến bề mặt nền. Cụ thể, nhiệt độ gia nhiệt nền trong quá trình lắng phủ là lớn hơn hoặc bằng 100°C và nhỏ hơn hoặc bằng 740°C , tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 200°C và nhỏ hơn hoặc bằng 500°C . Bằng cách tăng nhiệt độ gia nhiệt nền khi lắng phủ, khi các hạt phún xạ dạng phiến dẹt đến nền, sự di chuyển diễn ra trên bề mặt nền, do đó mặt phẳng của hạt phún xạ dạng phiến dẹt được gắn vào bề mặt.

Hơn nữa, tốt hơn là tỷ lệ oxy trong khí lắng phủ được tăng và công suất được tối ưu hóa để giảm bớt hư hại plasma khi lắng phủ. Tỷ lệ oxy trong khí lắng phủ là 30% thể tích, hoặc cao hơn, tốt hơn là 100% thể tích.

Dưới dạng ví dụ về đích phún xạ, đích oxit đa tinh thể trên cơ sở In-Ga-Zn sẽ được mô tả dưới đây.

Đích oxit trên cơ sở In-Ga-Zn, mà là đa tinh thể, được tạo ra bằng cách trộn bột InO_x , bột GaO_Y , và bột ZnO_Z theo tỷ lệ mol định trước, tác dụng áp lực, và thực hiện xử lý nhiệt ở nhiệt độ lớn hơn hoặc bằng 1000°C và nhỏ hơn hoặc bằng 1500°C . Lưu ý rằng X , Y , và Z là các số dương nhất định. Ở đây, tỷ lệ mol định trước của bột InO_x , bột GaO_Y , bột ZnO_Z là 2:2:1, 8:4:3, 3:1:1, 1:1:1, 4:2:3, hoặc 3:1:2 chẳng hạn. Các loại bột và tỷ lệ mol để trộn bột có thể được xác định phù hợp tùy thuộc vào đích phún xạ mong muốn.

Sau đó, khí phún xạ từ đó hydro và hơi ẩm đã được loại bỏ được đưa vào buồng lắng phủ trong khi hơi ẩm còn lại trong đó được lấy ra, và màng bán dẫn oxit 103 được lắng phủ trên nền 100 với việc sử dụng đích nêu trên. Để loại bỏ hơi ẩm còn lại trong buồng lắng phủ, tốt hơn là máy bơm chân không, như bơm cryo, bơm ion, hoặc bơm thăng hoa titan được sử dụng. Hơn nữa, bộ phận rút ra có thể là bơm tăng áp được bố trí với bẫy lạnh. Từ buồng lắng phủ mà đã rút ra bằng bơm cryo, nguyên tử hydro, hợp chất chứa nguyên tử hydro như nước (H_2O) (tốt hơn nữa là cả hợp chất chứa nguyên tử cacbon), và chất tương tự được loại bỏ, nhờ đó nồng độ của các chất pha tạp như hydro hoặc hơi ẩm trong màng bán dẫn oxit 103 được tạo ra trong buồng lắng phủ có thể được giảm.

Lưu ý rằng trong trường hợp màng bán dẫn oxit 103 được tạo ra bởi phương pháp phún xạ, khi hạt tạo ra màng bán dẫn oxit 103 va chạm với màng cách điện cổng 102, nguyên tố mà là nguyên tố cấu thành màng cách điện cổng 102 đi vào màng bán dẫn oxit 103 (hiện tượng này được gọi là hiệu ứng pha trộn hoặc trộn). Hiện tượng pha trộn này diễn ra chủ yếu trên màng bán dẫn oxit 103 trong vùng lân cận của mặt phân cách với màng cách điện cổng 102, cụ thể là diễn ra trong vùng 103a nêu trên. Do trong

tranzito được mô tả trong phương án này, vùng kênh được tạo ra trên màng bán dẫn oxit 103 trong vùng lân cận của màng cách điện cổng 102, nguyên tố cấu thành màng cách điện cổng 102, mà đi vào vùng này và dùng làm tạp chất trong đó, có thể là nguyên nhân của việc giảm các đặc tính ở trạng thái đang hoạt động (ví dụ, dòng điện trạng thái hoạt động) của tranzito.

Khả năng trộn diễn ra trong vùng lân cận của mặt phân cách giữa màng cách điện cổng 102 và màng bán dẫn oxit 103 khi màng bán dẫn oxit 103 được tạo ra trên màng cách điện cổng 102 được kiểm tra bởi mô hình tính động học phân tử cổ điển. Ở đây, kết quả của nó sẽ được mô tả. Lưu ý rằng phần mềm mô phỏng "SCIGRESS ME" được sản xuất bởi Fujitsu Limited được sử dụng để tính toán.

Mô hình được thể hiện trên Fig.6 được tạo ra bằng cách sử dụng màng silic oxit vô định hình (sau đây, được gọi là màng SiO_2) làm màng cách điện cổng. Kích thước của ô đơn vị (ô đơn vị tính toán) được sử dụng trong tính toán được thiết lập là 3nm theo hướng trục x, 3nm theo hướng trục y, và 7,5nm theo hướng trục z. Trục x và trục y là các hướng song song với màng SiO_2 , và trục z là hướng độ dày của màng SiO_2 . Lưu ý rằng trong việc tính toán, các điều kiện biên chu kỳ được áp dụng theo hướng trục x và hướng trục y để màng đủ lớn theo hướng trục x và hướng trục y có thể được giả định.

Tiếp theo, các nguyên tử indi, nguyên tử gali, các nguyên tử kẽm và nguyên tử oxy nguyên tử có tỷ lệ là 1:1:1:4 (tổng số nguyên tử là 840) được phun ra từ phần trên (trên Fig.6, phần tạo nguyên tử) trên màng SiO_2 về phía phần dưới, và việc tính động lực phân tử cổ điển được thực hiện ở nhiệt độ 300°C trong 2nsec (bước thời gian: 0,2fs, số lượng bước: mười triệu). Lưu ý rằng nguyên tử có năng lượng 1eV.

Các Fig.7A đến Fig.7C và Fig.8A đến Fig.8C hiển thị các kết quả tính toán. Fig.7A thể hiện sự bố trí của các nguyên tử oxy và các nguyên tử

silic ở 0 giây; Fig.7B thể hiện sự bố trí của các nguyên tử oxy, nguyên tử silic, các nguyên tử gali, và các nguyên tử kẽm sau 1 nsec và Fig.7C thể hiện sự bố trí của các nguyên tử oxy, nguyên tử silic, các nguyên tử gali, và các nguyên tử kẽm sau 2 nsec. Fig.8A thể hiện sự bố trí của các nguyên tử oxy, nguyên tử silic, các nguyên tử gali, và các nguyên tử kẽm sau khi 2 nsec; Fig.8B thể hiện sự bố trí các nguyên tử silic chỉ sau 2 nsec và Fig.8C thể hiện sự bố trí của các nguyên tử indi, gali nguyên tử, và các nguyên tử kẽm sau 2 nsec.

Bằng cách so sánh sự bố trí của các nguyên tử silic được thể hiện trên Fig.8B và sự bố trí của các nguyên tử indi, nguyên tử gali, và các nguyên tử kẽm thể hiện trên Fig.8C, xác nhận rằng các nguyên tử indi, gali, và các nguyên tử kẽm đã đi vào lớp nguyên tử silic.

Kết quả tính toán nêu trên thể hiện rằng bằng cách phun các nguyên tử indi, gali, các nguyên tử kẽm và oxy nguyên tử vào màng SiO_2 , lớp trong đó các nguyên tử silic, các nguyên tử indi, các nguyên tử gali, nguyên tử kẽm, và các nguyên tử oxy được trộn lẫn được tạo ra giữa màng SiO_2 và màng IGZO. Lưu ý rằng một nguyên tử có năng lượng 1eV.

Theo các kết quả nêu trên, để ngăn chặn sự tạo ra lớp trong đó màng bán dẫn oxit 103 và màng cách điện công 102 được trộn lẫn, thì hiệu quả nếu giảm tác động gây ra bởi va chạm của hạt tạo ra màng bán dẫn oxit 103 với màng cách điện công 102. Để đạt được điều này, phương pháp trong đó công suất lắng phủ màng bán dẫn oxit 103 thấp hoặc phương pháp trong đó công suất lắng phủ là cao có thể được sử dụng. Theo cách khác, khoảng cách giữa đích và nền trên đó màng được lắng phủ (sau đây, được gọi là khoảng cách TS) có thể được gia tăng.

Lưu ý rằng việc trộn gây ra bởi phương pháp phun xạ có thể được tạo ra trên màng bán dẫn oxit 103 trong vùng lân cận của mặt phân cách với màng cách điện công 102 như đã mô tả ở trên. Bởi vậy, phần màng bán

dẫn oxit trong vùng lân cận của mặt phân cách được lắng phủ bằng phương pháp phun xạ trong điều kiện tác động gây ra bởi hạt tạo ra màng bán dẫn oxit 103, mà va chạm với màng cách điện công 102 là thấp, và do đó hiệu ứng pha trộn được giảm; sau đó, khi thực hiện phần còn lại của quá trình lắng phủ, tác động của va chạm có thể được gia tăng. Ví dụ, phần màng bán dẫn oxit 103 trong vùng lân cận của mặt phân cách có thể được lắng phủ với điều kiện công suất lắng phủ màng bán dẫn oxit 103 là thấp, và sau đó việc lắng phủ màng bán dẫn oxit có thể được thực hiện trong điều kiện áp suất lắng phủ tăng. Theo cách khác, phần màng bán dẫn oxit 103 trong vùng lân cận của mặt phân cách có thể được lắng phủ trong điều kiện áp suất lắng phủ màng bán dẫn oxit 103 là cao, và tiếp đó việc lắng phủ màng bán dẫn oxit có thể được thực hiện trong điều kiện mà áp suất lắng phủ giảm. Ngoài ra theo cách khác, phần màng bán dẫn oxit 103 trong vùng lân cận của mặt phân cách có thể được lắng phủ trong điều kiện khoảng cách TS là lớn, và tiếp đó việc lắng phủ màng bán dẫn oxit có thể được thực hiện trong điều kiện là khoảng cách TS giảm.

Giá trị cụ thể của công suất lắng phủ là 5kW hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 1kW hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 500W hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 200W hoặc nhỏ hơn. Tuy nhiên, khi công suất lắng phủ giảm, tốc độ lắng phủ của màng bán dẫn oxit 103 giảm. Ngoài ra, trong trường hợp công suất lắng phủ khá thấp, plasma ít có thể được tạo ra trong thiết bị phun xạ, và khả năng mà việc xử lý lắng phủ bình thường không thể được thực hiện được gia tăng. Như vậy, tốt hơn là công suất lắng phủ là 5% (hoặc cao hơn) công suất tối đa mà có thể được sử dụng trong thiết bị phun xạ. Khi xem xét việc giảm công suất lắng phủ, có thể chọn các giá trị công suất tối ưu phù hợp với tính năng của thiết bị phun xạ hoặc độ dày của màng bán dẫn oxit 103 để việc lắng phủ có thể được thực hiện bình thường, miễn là quy

trình sản xuất tranzito 110 (thời gian chu kỳ) không bị ảnh hưởng đáng kể bởi thời gian lắng phủ.

Giá trị cụ thể của áp suất lắng phủ là 0,4Pa hoặc cao hơn, tốt hơn là 1,0Pa hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 2,0Pa hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 5,0Pa hoặc lớn hơn. Tuy nhiên, khi áp suất lắng phủ tăng, chất lượng của màng được lắng phủ có xu hướng kém đi (ví dụ, màng bị thưa). Như vậy, tốt hơn nếu áp suất lắng phủ là 100Pa hoặc nhỏ hơn. Khi xem xét sự tăng áp suất lắng phủ, có thể chọn giá trị áp suất tối ưu phù hợp với các đặc trưng cần thiết cho màng bán dẫn oxit 103 (ví dụ, độ linh động hiệu ứng trường hoặc thứ tương tự).

Giá trị cụ thể của khoảng cách TS là 30mm hoặc lớn hơn, tốt hơn là 50mm hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 100mm hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 300mm hoặc lớn hơn. Lưu ý rằng khi khoảng cách TS tăng rất nhiều, tốc độ lắng phủ màng bán dẫn oxit 103 bị giảm. Vì vậy, tốt hơn là khoảng cách TS là 500mm hoặc nhỏ hơn. Khi xem xét sự gia tăng khoảng cách TS, có thể chọn khoảng cách TS tối ưu phù hợp miễn là quy trình sản xuất tranzito 110 (thời gian chu kỳ) không bị ảnh hưởng đáng kể bởi thời gian lắng phủ.

Lưu ý rằng để giảm tác động của hạt tạo ra màng bán dẫn oxit 103, hạt này va chạm với màng cách điện cổng 102, màng bán dẫn oxit 103 có thể được lắng phủ trong trạng thái mà một hoặc nhiều điều kiện trong số công suất lắng phủ, áp suất lắng phủ, và khoảng cách TS được thiết lập trong khoảng nêu trên.

Trong trường hợp mà dưới dạng thiết bị phún xạ, thiết bị phún xạ dạng manhetron trong đó đích và nền trên đó màng được lắng phủ được thiết lập gần như song song với nhau (thiết bị cũng được gọi đơn giản là thiết bị phún xạ manhetron) được sử dụng, bên cạnh hạt tạo ra màng bán dẫn oxit 103, plasma, electron thứ cấp, hoặc các hạt tương tự va chạm với màng cách điện cổng 102; bởi vậy, nguyên tố trong màng cách điện cổng

102 có nhiều khả năng đi vào màng bán dẫn oxit 103. Do đó, dưới dạng thiết bị phún xạ được sử dụng để lắng phủ màng bán dẫn oxit 103, thiết bị phún xạ dạng đích đối diện (còn gọi là thiết bị phún xạ đối gương) có thể được sử dụng. Trong thiết bị này, hai đích được thiết lập đối diện với nhau, nên mà trên đó màng được lắng phủ được đặt trong phần khác với không gian ở giữa hai đích để có hướng gần như vuông góc với các đích. Sau đó, plasma mật độ cao được tạo ra giữa hai đích đối diện nhau, và các bề mặt của các đích (mà được sử dụng để lắng phủ màng bán dẫn oxit 103) được phún xạ bởi plasma, nhờ đó màng bán dẫn oxit 103 được lắng phủ trên nền này. Do đó, nền ở đó màng cần được lắng phủ là không (hoặc khó) tiếp xúc với plasma hay electron thứ cấp một cách trực tiếp.

Ngoài ra, trong trường hợp mà màng bán dẫn oxit 103 được lắng phủ bằng cách phún xạ trong môi trường khí hiếm, heli có thể được sử dụng thay vì argon. Khi heli có trọng lượng nguyên tử nhỏ hơn argon được sử dụng, tác động của hạt tạo ra màng bán dẫn oxit 103, mà va chạm với màng cách điện cổng 102, có thể được giảm. Ngoài ra, sau khi phần màng bán dẫn oxit 103 trong vùng lân cận của mặt phân cách với màng cách điện cổng 102 được lắng phủ trong môi trường khí heli, không khí trong buồng lắng phủ được chuyển thành môi trường khí argon, nhờ đó tốc độ lắng phủ của oxit màng bán dẫn 103 có thể được gia tăng.

Theo cách khác, màng bán dẫn oxit 103 có thể được lắng phủ bằng phương pháp mà theo đó tác động lên màng cách điện cổng 102 là nhỏ, như phương pháp lắng phủ lớp nguyên tử (ALD), phương pháp bay hơi, hoặc phương pháp phủ.

Như đã mô tả ở trên, màng bán dẫn oxit 103 được lắng phủ trong điều kiện là tác động của hạt tạo ra màng bán dẫn oxit 103, va chạm với màng cách điện cổng 102 được giảm, vì vậy trong màng bán dẫn oxit 103, vùng 103a nơi mà nồng độ silic phân bố từ mặt phân cách với màng cách

điện công 102 về phía bên trong của màng bán dẫn oxit 103 nhỏ hơn hoặc bằng 1,0% nguyên tử và vùng 103b nơi mà nồng độ silic nhỏ hơn so với vùng 103a được tạo ra. Ở đây, vùng 103b là vùng trên màng bán dẫn oxit 103 khác với vùng 103a. Hơn nữa, tốt hơn là nồng độ silic chứa trong vùng 103a là nhỏ hơn hoặc bằng 0,1%.

Ngoài ra, khi màng bán dẫn oxit 103 được lắng phủ theo cách này, sự xâm nhập của các tạp chất như cacbon có trên màng cách điện công 102 vào màng bán dẫn oxit 103 cũng có thể được giảm. Như vậy, nồng độ cacbon trong vùng 103a nhỏ hơn hoặc bằng $1,0 \times 10^{20}$ nguyên tử/cm³, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng $1,0 \times 10^{19}$ nguyên tử/cm³.

Trong trường hợp mà màng CAAC-OS được tạo ra là màng bán dẫn oxit 103 trong khi được gia nhiệt (phương pháp thứ nhất), lượng tạp chất như silic đi vào vùng 103a giảm, do đó các phần tinh thể trong đó trực tiếp được định hướng theo hướng vuông góc với bề mặt màng tạo ra hoặc bề mặt của màng bán dẫn oxit có thể được tạo ra ngay cả trong vùng lân cận của bề mặt màng tạo ra của màng CAAC-OS.

Ngoài ra, khi màng bán dẫn oxit 103 được lắng phủ dưới điều kiện là tác động của hạt tạo ra màng bán dẫn oxit 103, mà va chạm với màng cách điện công 102 được giảm, sự xâm nhập của các nguyên tố cấu thành màng bán dẫn oxit 103 vào trong màng cách điện công 102 có thể được ngăn chặn. Như vậy, sự xâm nhập của các nguyên tố cấu thành có độ dẫn cao, như nguyên tố kim loại, của màng bán dẫn oxit 103 vào màng cách điện công 102 có thể được ngăn chặn, và do vậy sự giảm điện trở suất của màng cách điện công 102 có thể được ngăn ngừa.

Sau khi màng bán dẫn oxit 103 được lắng phủ, việc xử lý nhiệt có thể được thực hiện trên màng bán dẫn oxit 103. Nhiệt độ của quá trình xử lý nhiệt lớn hơn hoặc bằng 200°C và nhỏ hơn hoặc bằng 700°C, hoặc nhỏ

hơn điểm biến dạng của bề mặt. Khi việc xử lý nhiệt được thực hiện, hydro dư (bao gồm cả nước và nhóm hydroxyl) có thể được loại ra.

Trong trường hợp mà màng CAAC-OS được tạo ra theo phương pháp thứ hai hoặc phương pháp thứ ba, việc xử lý nhiệt nêu trên được thực hiện, do đó phần tinh thể trong đó trực tiếp được định hướng theo hướng vuông góc với bề mặt màng tạo ra hoặc bề mặt của màng bán dẫn oxit có thể được tạo ra. Ngoài ra, nồng độ tạp chất như silic được giảm trong vùng 103a trong màng bán dẫn oxit 103; bởi vậy, phần tinh thể có thể được tạo ra ngay cả trong vùng lân cận của bề mặt màng tạo ra của màng bán dẫn oxit 103.

Việc xử lý nhiệt có thể được thực hiện theo cách dễ dàng, ví dụ, đối tượng cần được xử lý được đưa vào lò điện trong đó bộ gia nhiệt điện trở hoặc bộ phận tương tự được sử dụng và được gia nhiệt ở 450°C trong môi trường khí nitơ trong một giờ. Trong quá trình xử lý nhiệt, màng bán dẫn oxit 103 không tiếp xúc với không khí để ngăn chặn sự xâm nhập của nước và hydro.

Thiết bị xử lý nhiệt không chỉ giới hạn ở lò điện và có thể là thiết bị dùng để gia nhiệt đối tượng bằng bức xạ nhiệt hoặc dẫn nhiệt từ môi trường như khí nóng. Ví dụ, thiết bị ủ nhiệt nhanh (rapid thermal anneal - RTA) như thiết bị ủ nhiệt nhanh bằng khí (gas rapid thermal anneal - GRTA) hoặc thiết bị ủ nhiệt nhanh bằng đèn (lamp rapid thermal anneal - LRTA) có thể được sử dụng. Thiết bị LRTA là thiết bị để gia nhiệt đối tượng cần xử lý bằng bức xạ của ánh sáng (sóng điện từ) phát ra từ đèn như đèn halogen, đèn halogen kim loại, đèn hồ quang xenon, đèn hồ quang cacbon, đèn natri cao áp, hoặc đèn thủy ngân cao áp. Thiết bị GRTA là thiết bị để thực hiện xử lý nhiệt bằng cách sử dụng khí có nhiệt độ cao. Dưới dạng chất khí, khí trơ không phản ứng với đối tượng cần được xử lý bằng cách xử lý nhiệt, như nitơ hoặc khí hiếm như argon có thể được sử dụng.

Ví dụ, dưới dạng xử lý nhiệt, quy trình GRTA có thể được thực hiện như sau. Đối tượng được đặt trong môi trường khí trơ nóng, được gia nhiệt trong vài phút, và được đưa ra khỏi môi trường khí trơ. Quy trình GRTA cho phép xử lý nhiệt ở nhiệt độ cao trong thời gian ngắn. Hơn nữa, quy trình GRTA có thể được sử dụng ngay cả khi nhiệt độ vượt quá giới hạn nhiệt độ trên của đối tượng. Lưu ý rằng khí trơ có thể được chuyển sang khí chứa oxy trong quy trình này.

Lưu ý rằng dưới dạng môi trường khí trơ, tốt hơn nếu môi trường khí chứa nitơ hoặc khí hiếm (ví dụ, heli, neon, hoặc argon) dưới dạng thành phần chính và không chứa nước, hydro, hoặc các nguyên tố tương tự được sử dụng. Ví dụ, độ tinh khiết của nitơ hoặc khí hiếm như heli, neon, argon được đưa vào thiết bị xử lý nhiệt là lớn hơn hoặc bằng 6N (99,9999%), tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 7N (99,99999%) (có nghĩa là, nồng độ các tạp chất nhỏ hơn hoặc bằng 1 ppm, tốt nhất là nhỏ hơn hoặc bằng 0,1 ppm).

Ngoài ra, sau khi màng bán dẫn oxit 103 được gia nhiệt bằng cách xử lý nhiệt, khí oxy có độ tinh khiết cao, khí dinitơ monoxit, khí dinitơ monoxit có độ tinh khiết cao, hoặc không khí cực kỳ khô (lượng độ ẩm nhỏ hơn hoặc bằng 20ppm (-55°C bằng cách chuyển đổi thành điểm sương), tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 1 ppm, hoặc tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 10ppb, trong trường hợp mà việc đo được thực hiện bằng cách sử dụng máy đo điểm sương của hệ thống đo phổ laze khoang vòng xuống (cavity ring down laser spectroscopy - CRDS) có thể được đưa vào cùng một lò. Tốt hơn là nước, hydro, hoặc các vật liệu tương tự không có trong khí oxy hoặc khí dinitơ monoxit. Theo cách khác, độ tinh khiết của khí oxy hoặc monoxit khí dinitơ được đưa vào thiết bị xử lý nhiệt, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 6N, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 7N (tức là, nồng độ tạp chất trong khí oxy hoặc khí dinitơ monoxit, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 1 ppm, tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,1ppm). Do ảnh hưởng của khí

oxy hoặc khí dinitơ monoxit, oxy mà là thành phần chính của chất bán dẫn oxit và đã được khử đồng thời khi việc xử lý nhiệt được thực hiện, vì vậy màng bán dẫn oxit có thể có độ tinh khiết cao và là màng bán dẫn oxit (bản chất) loại i.

Trong trường hợp màng CAAC-OS được tạo ra theo phương pháp thứ ba, màng bán dẫn oxit có thể được tạo ra thêm. Như vậy, màng bán dẫn oxit tạo ra thêm cũng có thể có phần tinh thể với việc sử dụng phần tinh thể như là hạt giống trong đó trục c thẳng theo phương vuông góc với bề mặt màng tạo ra hoặc các bề mặt của màng bán dẫn oxit.

Lưu ý rằng trong trường hợp mà màng bán dẫn oxit có độ kết tinh (đơn tinh thể hoặc vi tinh thể) khác với màng CAAC-OS được tạo ra, bằng cách thực hiện quá trình xử lý nhiệt, màng bán dẫn oxit có thể được kết tinh. Ngoài ra, do nồng độ của các tạp chất như silic được giảm trong vùng 103a trong màng bán dẫn oxit 103, màng bán dẫn oxit ngay cả trong vùng lân cận của bề mặt màng tạo ra có thể được kết tinh.

Lưu ý rằng các trường hợp được mô tả ở đây, trong đó trước khi màng bán dẫn oxit được xử lý để có hình dạng đảo, thì việc xử lý nhiệt được thực hiện; phạm vi của sáng chế không chỉ giới hạn ở đây. Việc xử lý nhiệt có thể được thực hiện sau khi màng bán dẫn oxit được xử lý để có hình dạng đảo.

Tiếp theo, tốt hơn là màng bán dẫn oxit 103 được xử lý thành dạng đảo thành màng bán dẫn oxit 103 bởi bước in litô (xem Fig.4C). Mặt nạ cản được sử dụng trong quá trình tạo ra màng bán dẫn oxit dạng đảo 103 có thể được tạo ra bởi phương pháp in phun. Việc tạo ra mặt nạ cản bằng phương pháp in phun không cần mặt nạ quang, do đó chi phí sản xuất có thể được giảm. Lưu ý rằng việc khắc màng bán dẫn oxit 103 có thể là khắc khô, khắc ướt, hoặc cả khắc khô lẫn khắc ướt.

Ở đây, như được thể hiện trên Fig.4C, tốt hơn là phần đầu của màng bán dẫn oxit 103 có góc côn nằm trong khoảng từ 20° đến 50° . Khi màng bán dẫn oxit 103 có phần đầu vuông góc, oxy có thể được giải phóng dễ dàng ra khỏi màng bán dẫn oxit 103. Khi màng bán dẫn oxit 103 có phần đầu dạng côn, việc tạo ra chỗ trống oxy được ngăn chặn, và bởi vậy việc tạo ra dòng rò của tranzito 110 có thể được giảm.

Tiếp theo, màng dẫn sử dụng cho điện cực nguồn và điện cực máng (cũng như dây dẫn được tạo ra trong cùng lớp với điện cực cổng) được tạo ra trên màng bán dẫn oxit 103. Dưới dạng màng dẫn sử dụng cho điện cực nguồn và điện cực máng, ví dụ, màng kim loại chứa nguyên tố được chọn từ nhôm, crom, đồng, tantan, titan, molipden, hoặc vonfram, hoặc màng nitrua kim loại chứa kim loại bất kỳ ở trên dưới dạng nguyên tố thành phần của nó (ví dụ, màng titan nitrua, màng molipden nitrua, hoặc màng vonfram nitrua) có thể được sử dụng. Ngoài ra, màng dẫn có thể có cấu trúc trong đó màng kim loại có điểm nóng chảy cao như titan, molipden, hoặc vonfram, hoặc màng nitrua của kim loại bất kỳ trong số các kim loại này (màng titan nitrua, màng molipden nitrua, hoặc màng vonfram nitrua) được xếp chồng lên một hoặc cả hai mặt đáy và mặt trên của bề mặt trên của màng kim loại nhôm, đồng, hoặc tương tự. Hơn nữa, màng dẫn sử dụng làm điện cực nguồn và điện cực máng có thể được tạo ra bằng cách sử dụng oxit kim loại dẫn điện. Để sử dụng làm oxit kim loại dẫn điện, indi oxit (In_2O_3), thiếc oxit (SnO_2), kẽm oxit (ZnO), indi thiếc oxit ($\text{In}_2\text{O}_3 - \text{SnO}_2$, được viết tắt là ITO trong một số trường hợp), hoặc indi kẽm oxit ($\text{In}_2\text{O}_3 - \text{ZnO}$) có thể được sử dụng. Màng dẫn sử dụng cho điện cực nguồn và điện cực máng có thể được tạo ra bằng cách sử dụng vật liệu bất kỳ trong số các vật liệu nêu trên để có cấu trúc một lớp hoặc cấu trúc xếp chồng. Không có giới hạn cụ thể về phương pháp tạo ra màng dẫn, và các phương pháp tạo ra

màng như phương pháp bay hơi, phương pháp CVD, phương pháp phun xạ, hoặc phương pháp phủ quay có thể được sử dụng.

Mặt nạ cản được tạo ra trên màng dẫn bởi bước in ảnh litô, việc khắc chọn lọc được thực hiện để điện cực nguồn 105a và điện cực máng 105b được tạo ra, và sau đó, mặt nạ cản được loại bỏ (xem Fig.4D). Đối với sự phơi ánh sáng nhằm tạo ra mặt nạ cản ở bước in ảnh litô, tia cực tím, tia laze KRF, hoặc laze ARF nên được sử dụng. Trong bước này, chiều dài kênh L của tranzito mà sẽ được hoàn thành trong bước sau được xác định bởi khoảng cách giữa đầu dưới của điện cực nguồn 105a và đầu dưới của điện cực máng 105b nằm kề nhau trên màng bán dẫn oxit 103. Khi sự phơi sáng được thực hiện cho chiều dài kênh L nhỏ hơn 25nm, sự phơi sáng để tạo ra mặt nạ cản ở bước in ảnh litô có thể được thực hiện bằng cách sử dụng ánh sáng cực tím có bước sóng cực ngắn cỡ vài nano mét đến vài chục nanomet. Trong sự phơi sáng bởi ánh sáng cực tím, độ phân giải là cao và độ sâu tập trung là lớn. Do đó, chiều dài kênh L của tranzito được tạo ra sau này có thể được giảm, nhờ đó mà tốc độ hoạt động của mạch có thể được gia tăng.

Để giảm số lượng mặt nạ quang được sử dụng trong bước in ảnh litô và giảm số lượng bước in ảnh litô, bước khắc có thể được thực hiện với việc sử dụng mặt nạ đa tông mà là mặt nạ phơi ánh sáng qua đó ánh sáng được truyền có nhiều cường độ. Mặt nạ cản được tạo ra với việc sử dụng mặt nạ đa tông có nhiều độ dày và hơn nữa có thể được thay đổi về hình dạng bằng cách khắc, vì vậy, mặt nạ cản có thể được sử dụng trong các bước khắc để xử lý thành các mẫu khác nhau. Vì vậy, mặt nạ cản tương ứng với ít nhất hai loại hoặc nhiều mẫu khác nhau có thể được tạo ra bởi mặt nạ đa tông. Vì vậy, số lượng mặt nạ phơi ánh sáng có thể được giảm và số lượng bước in ảnh litô tương ứng cũng có thể được giảm, theo đó việc đơn giản hóa quy trình có thể đạt được.

Lưu ý rằng, tốt hơn là điều kiện khắc được tối ưu hóa để không khắc và chia màng bán dẫn oxit 103 khi màng dẫn được khắc. Tuy nhiên, rất khó thu được điều kiện khắc trong đó chỉ có màng dẫn được khắc và màng bán dẫn oxit 103 không bị khắc chút nào. Trong một số trường hợp, chỉ một phần màng bán dẫn oxit 103, ví dụ như, 5% đến 50% độ dày của màng bán dẫn oxit 103, được khắc, vì vậy màng bán dẫn oxit 103 có phần rãnh (phần lõm) khi màng được dẫn khắc.

Tiếp theo, màng cách điện bảo vệ 109 che phủ điện cực nguồn 105a nguồn và điện cực máng 105b và tiếp xúc với phần màng bán dẫn oxit 103 được tạo ra (xem Fig.4E). Màng cách điện bảo vệ 109 có thể được tạo ra bằng cách sử dụng màng cách điện vô cơ dưới dạng lớp đơn hoặc lớp xếp chồng của màng oxit cách điện bất kỳ như màng silic oxit, màng silic oxynitrua, màng nhôm oxit, màng nhôm oxynitrua, màng gali oxit, và màng hafni oxit. Hơn nữa, trên màng oxit cách điện nêu trên, lớp đơn hoặc lớp xếp chồng của các màng cách điện nitrua bất kỳ như màng silic nitrua, màng silic nitrua oxit, màng nhôm nitrua, và màng nhôm oxit nitrua có thể được tạo ra. Ví dụ, màng silic oxit và màng nhôm oxit được tạo ra liên tiếp để được xếp chồng trên điện cực nguồn 105a và điện cực máng 105b bằng phương pháp phún xạ.

Lưu ý rằng trong bước này, trong trường hợp mà màng cách điện bảo vệ 109 được tạo ra bởi phương pháp phún xạ, hiệu quả nếu giảm tác động của hạt tạo ra màng cách điện bảo vệ 109, mà va chạm với màng bán dẫn oxit 103, khi tạo ra màng bán dẫn oxit 103. Như vậy, vùng 103c được tạo ra trong vùng lân cận của mặt phân cách giữa màng bán dẫn oxit 103 và màng cách điện bảo vệ 109. Nhờ bước này, tranzito 120 được thể hiện trên Fig.2A và 2B có thể được tạo ra. Vùng 103c trong màng bán dẫn oxit 103 là vùng mà nồng độ silic phân bố từ mặt phân cách với màng cách điện bảo vệ 109 về phía bên trong của màng bán dẫn oxit 103 nhỏ hơn hoặc bằng

1,0% nguyên tử. Tốt hơn là vùng 103c được bố trí để tiếp xúc với màng cách điện bảo vệ 109 và có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 5nm.

Ở đây, dưới dạng màng cách điện bảo vệ 109, màng cách điện tương tự với màng cách điện cổng 102 có thể được sử dụng. Để ngăn chặn các tạp chất như silic xâm nhập vào màng bán dẫn oxit 103, việc trộn có thể được ngăn chặn trong vùng lân cận của mặt phân cách giữa màng bán dẫn oxit 103 và màng cách điện bảo vệ 109; bởi vậy, tác động của silic chứa trong màng cách điện bảo vệ 109 va chạm với màng bán dẫn oxit 103 có thể được giảm. Ví dụ, dưới dạng phương pháp có thể được áp dụng, công suất để lắng phủ màng cách điện bảo vệ 109 giảm, áp suất để lắng phủ màng cách điện bảo vệ 109 tăng, hoặc khoảng cách TS tăng.

Như đã mô tả ở trên, nồng độ tạp chất như silic cũng có thể được giảm trong vùng 103c tương ứng với kênh sau của màng bán dẫn oxit 103.

Sau các bước trên, phương pháp sản xuất tranzito 110 và tranzito 120 là tương tự nhau.

Sau khi màng cách điện bảo vệ 109 được tạo ra, tốt hơn là việc xử lý nhiệt được thực hiện trên màng bán dẫn oxit 103. Nhiệt độ của quá trình xử lý nhiệt lớn hơn hoặc bằng 300°C và nhỏ hơn hoặc bằng 700°C, hoặc nhỏ hơn điểm biến dạng của bề mặt.

Việc xử lý nhiệt có thể được thực hiện trong môi trường khí nitơ, oxy, không khí cực kỳ khô (độ ẩm nhỏ hơn hoặc bằng 20ppm, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 1ppm, tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 10ppb), hoặc khí hiếm (như argon hoặc heli). Lưu ý rằng, tốt hơn là nước, hydro, và các nguyên tố tương tự không có trong môi trường khí của nitơ, oxy, không khí cực kỳ khô, khí hiếm, hoặc khí tương tự. Có lợi nếu độ tinh khiết của nitơ, oxy, hoặc khí hiếm được đưa vào thiết bị xử lý nhiệt được thiết lập lớn hơn hoặc bằng 6N (99,9999%), tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 7N (99,99999%)

(tức là, nồng độ tạp chất nhỏ hơn hoặc bằng 1 ppm, tốt nhất là nhỏ hơn hoặc bằng 0,1ppm).

Trong trường hợp thực hiện xử lý nhiệt sau khi tạo ra màng bán dẫn oxit, oxy mà là một trong số các chất cấu thành chính chứa trong chất bán dẫn oxit có thể được giảm. Tuy nhiên, trong quá trình xử lý nhiệt ở bước này, oxy có thể được cấp cho màng bán dẫn oxit 103 từ màng cách điện công 102 mà được tạo ra bằng cách sử dụng vật liệu oxy hóa chứa silic; bởi vậy, chỗ trống oxy trong màng bán dẫn oxit 103 có thể được lấp.

Bằng cách thực hiện quá trình xử lý nhiệt như mô tả ở trên, màng bán dẫn oxit 103 có thể được có độ tinh khiết cao để không chứa các tạp chất khác với các thành phần chính càng ít càng tốt. Ngoài ra, màng bán dẫn oxit có độ tinh khiết cao 103 bao gồm rất ít (gần như bằng không) chất mang có nguồn gốc từ chất cho, và nồng độ chất mang nhỏ hơn $1 \times 10^{14}/\text{cm}^3$, tốt hơn là nhỏ hơn $1 \times 10^{12}/\text{cm}^3$, tốt hơn nữa là, nhỏ hơn $1 \times 10^{11}/\text{cm}^3$. Theo cách như vậy, màng bán dẫn oxit 103 mà sẽ trở thành chất bán dẫn oxit (bản chất) loại i có thể được tạo ra.

Nhờ các bước nêu trên, tranzito 110 được tạo ra (xem Fig.4E). Trong tranzito 110, nồng độ tạp chất như silic có trong vùng 103a của màng bán dẫn oxit 103 là nhỏ. Bởi vậy, tranzito 110 có thể có các đặc tính điện ổn định.

Màng cách điện tạo phẳng có thể được tạo ra trên tranzito 110. Đối với màng cách điện tạo phẳng, vật liệu hữu cơ chịu nhiệt như nhựa trên cơ sở acrylic, nhựa trên cơ sở polyimide, nhựa trên cơ sở benzoxyclobuten, nhựa trên cơ sở polyamit, hoặc nhựa trên cơ sở epoxy có thể được sử dụng. Khác với vật liệu hữu cơ như vậy, cũng có thể sử dụng vật liệu có hằng số điện môi thấp (vật liệu có hằng số k thấp), nhựa trên cơ sở siloxan, PSG (phosphosilicat thủy tinh), BPSG (bophosphosilicat thủy tinh), hoặc các vật

liệu tương tự. Lưu ý rằng màng cách điện tạo phẳng có thể được tạo ra bằng cách xếp chồng nhiều màng cách điện được làm bằng vật liệu bất kỳ trong số các vật liệu này.

<Quy trình sản xuất tranzito 130>

Tiếp theo, ví dụ về quy trình sản xuất tranzito 130 trên Fig.3A và Fig. 3B sẽ được mô tả dựa trên Fig.5A đến Fig.5E.

Đầu tiên, trên nền 100, điện cực cổng 101, màng cách điện cổng 102, và màng bán dẫn oxit 103 bao gồm vùng 103a và vùng 103b được tạo ra bởi các bước tương tự như các bước tạo ra (cho đến bước được thể hiện trên Fig.4C) tranzito 110 (xem Fig.5A). Đối với các chi tiết của nền 100, điện cực cổng 101, màng cách điện cổng 102, và màng bán dẫn oxit 103, phần mô tả dựa vào các Fig.4A đến Fig.4C có thể được tham khảo.

Tiếp theo, màng cách điện 107 được sử dụng cho màng bảo vệ kênh được tạo ra có độ dày lớn hơn hoặc bằng 5nm và nhỏ hơn hoặc bằng 300nm (xem Fig.5B). Dưới dạng màng cách điện 107, tốt hơn là màng cách điện vô cơ chứa oxy được sử dụng. Ví dụ, màng cách điện, như, màng silic oxit, màng silic oxynitrua, màng nhôm oxit, màng nhôm oxynitrua, màng gali oxit, hoặc màng hafni oxit có thể được sử dụng. Ở đây, không có giới hạn cụ thể về phương pháp tạo ra màng cách điện 107, ví dụ, phương pháp phun xạ, phương pháp MBE, phương pháp CVD, phương pháp lắng phủ xung laser, phương pháp ALD, hoặc các phương pháp tương tự có thể được sử dụng nếu thích hợp.

Tiếp theo, mặt nạ cản được tạo ra trên màng cách điện 107 bằng bước in ảnh litô, màng bảo vệ kênh 108 được tạo ra bằng cách khắc, và sau đó, mặt nạ cản được loại bỏ (xem Fig.5C). Lưu ý rằng mặt nạ cản được sử dụng để tạo ra màng bảo vệ kênh 108 có thể được tạo ra bởi phương pháp in phun. Việc tạo ra mặt nạ cản bằng phương pháp in phun không cần mặt nạ quang, do đó chi phí sản xuất có thể được giảm. Lưu ý rằng việc khắc

màng bảo vệ kênh 108 có thể được thực hiện bằng cách sử dụng phương pháp khắc khô hoặc khắc ướt, hoặc sử dụng cả phương pháp khắc khô và khắc ướt.

Như được thể hiện trên Fig.5C, tốt hơn là phần đầu của màng bảo vệ kênh 108 có góc côn lớn hơn hoặc bằng 10° và nhỏ hơn hoặc bằng 60° . Màng bảo vệ kênh 108 được tạo ra có hình dạng để sự tập trung trường trong vùng lân cận của phần đầu dưới của màng bảo vệ kênh 108 có thể được giải phóng.

Như đã mô tả ở trên, màng bảo vệ kênh 108 được bố trí trên và tiếp xúc với màng bán dẫn oxit 103, do đó hư hại trên phía kênh sau của màng bán dẫn oxit 103, mà được tạo ra bởi bước khắc điện cực nguồn 105a và điện cực máng 105b (ví dụ, hư hại gây ra bởi plasma hoặc chất khắc trong bước khắc), có thể được ngăn ngừa. Nhờ đó, thiết bị bán dẫn bao gồm chất bán dẫn oxit và có đặc tính điện ổn định có thể được tạo ra.

Tiếp theo, màng dẫn dùng cho điện cực nguồn và điện cực máng (cũng như dây dẫn được tạo ra trong cùng một lớp với điện cực cổng) được tạo ra trên màng bảo vệ kênh 108 và màng bán dẫn oxit 103. Sau đó, màng dẫn được khắc chọn lọc bởi bước in ảnh litô, để điện cực nguồn 105a và điện cực máng 105b được tạo ra (xem Fig.D). Bước này có thể được thực hiện theo cách tương tự như các bước được thể hiện trên Fig.4D, do đó với các chi tiết của điện cực nguồn 105a và điện cực máng 105b, phần mô tả dựa vào Fig.4D có thể được tham khảo.

Tiếp theo, màng cách điện bảo vệ 109 được tạo ra để che phủ điện cực nguồn 105a, điện cực máng 105b và màng bảo vệ kênh 108 (xem Fig.5E). Bước này có thể được thực hiện theo cách tương tự như các bước được thể hiện trên Fig.4E, do đó đối với các chi tiết của màng cách điện bảo vệ 109, phần mô tả dựa vào Fig.4E có thể được tham khảo.

Như đã mô tả ở trên, màng bán dẫn oxit được tạo ra, theo đó nồng độ của tạp chất chứa trong màng bán dẫn oxit trong vùng lân cận của bề mặt màng tạo ra có thể được giảm. Ngoài ra, sự kết tinh của màng bán dẫn oxit 103 có thể được tiến triển trong vùng lân cận của bề mặt màng tạo ra; do đó, sự kết tinh của màng bán dẫn oxit 103 có thể được cải thiện. Trong trường hợp mà màng bán dẫn oxit 103 là màng CAAC-OS, phần tinh thể có thể được tạo ra ngay cả trong vùng lân cận của bề mặt màng tạo ra. Lưu ý rằng trong phần tinh thể này, các trục c được định hướng theo hướng vuông góc với mặt phân cách giữa màng bán dẫn oxit 103 và màng cách điện cổng 102 hoặc mặt phân cách giữa màng bán dẫn oxit 103 và màng cách điện bảo vệ 109. Bằng cách sử dụng màng bán dẫn oxit này, thiết bị bán dẫn có độ tin cậy cao có đặc tính điện ổn định có thể được tạo ra.

Các phương pháp và cấu trúc được mô tả trong phương án này có thể được kết hợp nếu thích hợp với phương pháp và cấu trúc bất kỳ được mô tả trong các phương án khác của sáng chế.

(Phương án 2)

Thiết bị bán dẫn (còn được gọi là thiết bị hiển thị) có chức năng hiển thị có thể được sản xuất bằng cách sử dụng tranzito được mô tả trong phương án 1. Hơn nữa, một số hoặc tất cả các mạch điều khiển chứa tranzito có thể được tạo ra trên nền mà phần điểm ảnh được tạo ra, nhờ đó có thể thu được hệ thống trên panen.

Như được thể hiện trên Fig.9A, chất bịt kín 4005 được bố trí để bao quanh phần điểm ảnh 4002 bố trí trên nền thứ nhất 4001, và phần điểm ảnh 4002 được bịt kín bằng cách sử dụng nền thứ hai 4006. Trên Fig.9A, mỗi mạch điều khiển đường tín hiệu 4003 và mạch điều khiển đường quét 4004 được tạo ra bằng cách sử dụng màng bán dẫn đơn tinh thể hoặc màng bán dẫn đa tinh thể trên nền được chuẩn bị riêng biệt được gắn trong vùng khác với các vùng bao quanh bởi chất bịt kín 4005 trên nền thứ nhất 4001. Hơn

nữa, các tín hiệu và điện thế khác nhau được cấp cho các mạch điều khiển đường tín hiệu 4003 và mạch điều khiển đường quét 4004, mà được tạo ra riêng biệt, hoặc phần điểm ảnh 4002 từ mạch in mềm (FPC) 4018a và 4018b.

Trên Fig.9B và Fig.9C, chất bịt kín 4005 được bố trí để bao quanh phần điểm ảnh 4002 và mạch điều khiển đường quét 4004 được bố trí trên nền thứ nhất 4001. Nền thứ hai 4006 được bố trí trong phần điểm ảnh 4002 và mạch điều khiển đường quét 4004. Do đó, phần điểm ảnh 4002 và mạch điều khiển đường quét 4004 được bịt kín cùng với bộ phận hiển thị, bởi nền thứ nhất 4001, chất bịt kín 4005, và nền thứ hai 4006. Trên Fig.9B và Fig.9C, mạch điều khiển đường tín hiệu 4003 được tạo ra bằng cách sử dụng màng bán dẫn đơn tinh thể hoặc màng đa tinh thể bán dẫn trên nền được chuẩn bị riêng biệt được gắn trong vùng khác với vùng bao quanh bởi chất bịt kín 4005 trên nền thứ nhất 4001. Trên Fig.9B và Fig.9C, các tín hiệu và điện thế khác nhau được cấp cho các mạch điều khiển đường tín hiệu 4003 được tạo ra riêng biệt, mạch điều khiển đường quét 4004, và phần điểm ảnh 4002 từ FPC 4018.

Mặc dù Fig.9B và Fig.9C thể hiện ví dụ trong đó mạch điều khiển đường tín hiệu 4003 được tạo ra riêng biệt và gắn trên nền thứ nhất 4001, phương án của sáng chế không chỉ giới hạn ở cấu trúc này. Mạch điều khiển đường quét có thể được tạo ra riêng biệt và sau đó được gắn, hoặc chỉ một phần của mạch điều khiển đường tín hiệu hoặc một phần của mạch điều khiển đường quét có thể được tạo ra riêng biệt và sau đó được gắn.

Lưu ý rằng phương pháp nối mạch điều khiển được tạo ra riêng biệt không bị giới hạn cụ thể, và phương pháp chip trên thủy tinh (chip on glass - COG), phương pháp liên kết dây, phương pháp liên kết tự động băng (tape automated bonding - TAB) hoặc các phương pháp tương tự có thể được sử dụng. Fig.9A thể hiện ví dụ trong đó mạch điều khiển đường tín

hiệu 4003 và mạch điều khiển đường quét 4004 được gắn bởi phương pháp COG. Fig.9B thể hiện ví dụ trong đó mạch điều khiển đường tín hiệu 4003 được gắn bằng phương pháp COG. Fig.9C thể hiện ví dụ trong đó mạch điều khiển đường tín hiệu 4003 được gắn bằng phương pháp TAB.

Ngoài ra, thiết bị hiển thị bao gồm panen trong đó các bộ phận hiển thị được bịt kín, và môđun trong đó vi mạch (IC) hoặc mạch tương tự bao gồm bộ điều khiển được gắn trên panen.

Lưu ý rằng thiết bị hiển thị trong bản mô tả này nghĩa là thiết bị hiển thị hình ảnh, thiết bị hiển thị, hoặc nguồn ánh sáng (bao gồm thiết bị chiếu sáng).

Hơn nữa, thiết bị hiển thị cũng bao gồm các môđun sau trong hạng mục của nó: môđun mà bộ nối như FPC, băng TAB, hoặc TCP được gắn vào đó, môđun có băng TAB hoặc TCP ở mũi của nó bản dây in được bố trí, và môđun trong đó mạch tích hợp (IC) được gắn trực tiếp trên bộ phận hiển thị bằng phương pháp COG.

Phần điểm ảnh và mạch điều khiển đường quét được bố trí trên nền thứ nhất bao gồm nhiều tranzito, và các tranzito được mô tả trong phương án 1 có thể được áp dụng với đó.

Dưới dạng bộ phận hiển thị được bố trí trong thiết bị hiển thị, bộ phận tinh thể lỏng (còn được gọi là bộ phận hiển thị tinh thể lỏng) hoặc bộ phận phát sáng (còn được gọi là bộ phận hiển thị phát sáng) có thể được sử dụng. Bộ phận phát sáng bao gồm, trong hạng mục của nó, bộ phận có độ sáng được điều khiển bởi dòng điện hoặc điện áp, và cụ thể bao gồm, trong hạng mục của nó, bộ phận phát sáng điện quang vô cơ (EL), bộ phận EL hữu cơ, và v.v.. Hơn nữa, màn hình hiển thị có độ tương phản được thay đổi bởi hiệu ứng điện, như mực điện tử, có thể được sử dụng.

Phương án về các thiết bị bán dẫn sẽ được mô tả dưới đây dựa trên Fig.10, Fig.11, và Fig.12. Fig.10, Fig.11, và Fig.12 là các hình vẽ mặt cắt ngang theo đường M-N trên Fig.9B.

Như được thể hiện trên Fig.10, Fig.11, và Fig.12, thiết bị bán dẫn bao gồm điện cực đầu cuối nối 4015 và điện cực đầu cuối 4016. Điện cực đầu cuối nối 4015 và điện cực đầu cuối 4016 được nối điện với đầu cuối chứa trong FPC 4018 thông qua màng dẫn đẳng hướng 4019.

Điện cực đầu cuối nối 4015 được tạo ra từ cùng màng dẫn giống như lớp điện cực thứ nhất 4030. Điện cực đầu cuối nối 4016 được tạo ra từ cùng màng dẫn giống như điện cực nguồn và điện cực máng của các tranzito 4010 và 4011.

Hơn nữa, mỗi phần điểm ảnh 4002 và mạch điều khiển đường quét 4004 được bố trí trên nền thứ nhất 4001 bao gồm nhiều tranzito. Fig.10, Fig.11, và Fig.12 thể hiện tranzito 4010 chứa trong phần điểm ảnh 4002 và tranzito 4011 chứa trong mạch điều khiển đường quét 4004.

Theo phương án này, tranzito bất kỳ trong số các tranzito được mô tả trong phương án 1 có thể được sử dụng cho tranzito 4010 và 4011. Sự thay đổi các đặc tính điện của tranzito 4010 và 4011 bị ngăn chặn và các tranzito 4010 và 4011 ổn định về mặt điện. Bởi vậy, dưới dạng thiết bị bán dẫn trong phương án được thể hiện trên Fig.10, Fig.11 và Fig.12, thiết bị bán dẫn có độ tin cậy cao có thể được bố trí.

Tranzito 4011 chứa trong mạch điều khiển đường quét 4004 có cấu trúc trong đó điện cực cổng thứ hai được tạo ra trên màng cách điện 4034. Điện áp đặt lên điện cực cổng thứ hai được kiểm soát, trong đó điện áp ngưỡng của tranzito 4011 có thể được kiểm soát.

Tranzito 4010 chứa trong phần điểm ảnh 4002 được nối điện với bộ phận hiển thị để tạo ra màn hình hiển thị. Các bộ phận hiển thị khác nhau

có thể được sử dụng làm bộ phận hiển thị miễn là việc hiển thị có thể được thực hiện.

Ví dụ về thiết bị hiển thị tinh thể lỏng sử dụng bộ phận tinh thể lỏng làm bộ phận hiển thị được thể hiện trên Fig.10. Như được thể hiện trên Fig.10, bộ phận tinh thể lỏng 4013 là bộ phận hiển thị bao gồm lớp điện cực thứ nhất 4030, lớp điện cực thứ hai 4031, và lớp tinh thể lỏng 4008. Lưu ý rằng các màng cách điện 4032 và 4033 có chức năng như màng định hướng được bố trí để lớp tinh thể lỏng 4008 được đặt xen giữa. Lớp điện cực thứ hai 4031 được bố trí trên nền thứ hai 4006, và lớp điện cực thứ nhất 4030 và lớp điện cực thứ hai 4031 được xếp chồng, với các lớp tinh thể lỏng 4008 xen giữa đó.

Bộ phận đệm 4035 là bộ phận đệm dạng cột thu được bằng cách khắc chọn lọc màng cách điện và được bố trí để điều chỉnh độ dày (khoảng cách tế bào) của lớp tinh thể lỏng 4008. Ngoài ra, bộ phận đệm hình cầu có thể được sử dụng.

Trong trường hợp bộ phận tinh thể lỏng được sử dụng làm bộ phận hiển thị, tinh thể lỏng nhiệt địa, tinh thể lỏng phân tử thấp, tinh thể lỏng cao phân tử, tinh thể lỏng phân tán polyme, tinh thể lỏng sắt điện, tinh thể lỏng chống sắt điện, hoặc tinh thể lỏng tương tự có thể được sử dụng. Vật liệu tinh thể lỏng này có pha colesteric, pha smectic, pha khối, pha nematic không đối xứng, pha đẳng hướng, hoặc pha tương tự tùy thuộc vào điều kiện.

Theo cách khác, tinh thể lỏng có pha màu xanh mà màng định hướng không cần thiết với nó được sử dụng. Pha màu xanh là một trong những pha tinh thể lỏng, được tạo ra ngay trước khi pha colesteric thay đổi sang pha đẳng hướng trong khi nhiệt độ của tinh thể lỏng được gia tăng. Do pha màu xanh chỉ xuất hiện trong phạm vi nhiệt độ hẹp, nên thành phần tinh thể lỏng trong đó vài phần trăm trọng lượng hoặc nhiều hơn vật liệu không đối

xúng được trộn được dùng cho lớp tinh thể lỏng để cải thiện khoảng nhiệt độ. Thành phần tinh thể lỏng mà bao gồm tinh thể lỏng có pha màu xanh và vật liệu không đối xứng có thời gian đáp ứng ngắn 1ms hoặc ít hơn và có tính đẳng hướng quang, mà góp phần loại trừ quá trình định hướng và giảm sự phụ thuộc góc nhìn. Ngoài ra, do màng định hướng không cần được bố trí và việc xử lý đánh bóng cũng không cần thiết, nên hư hại phóng tĩnh điện gây ra bởi xử lý đánh bóng có thể được ngăn ngừa và khuyết tật và hư hại của thiết bị hiển thị tinh thể lỏng trong quy trình sản xuất có thể được giảm. Do đó, năng suất sản xuất thiết bị màn hình tinh thể lỏng có thể được tăng.

Điện trở suất riêng của vật liệu tinh thể lỏng là $1 \times 10^9 \Omega\text{cm}$ hoặc lớn hơn, tốt hơn là $1 \times 10^{11} \Omega\text{cm}$ hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là $1 \times 10^{12} \Omega\text{cm}$ hoặc lớn hơn. Giá trị của điện trở suất riêng trong bản mô tả này được đo ở nhiệt độ 20°C .

Kích thước của tụ điện lưu trữ được tạo ra trong thiết bị hiển thị tinh thể lỏng được thiết lập có xét đến dòng rò của tranzito được bố trí trong phần điểm ảnh hoặc tương tự vì vậy điện tích được duy trì trong thời gian định trước. Bằng cách sử dụng tranzito bao gồm màng bán dẫn oxit có độ tinh khiết, việc bố trí tụ điện lưu trữ có điện dung bằng 1/3 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 1/5 hoặc nhỏ hơn điện dung tinh thể lỏng của mỗi điểm ảnh là đủ.

Trong tranzito được sử dụng trong phương án này, bao gồm màng bán dẫn oxit có độ tinh khiết cao, dòng điện trạng thái tắt có thể được tạo ra nhỏ. Theo đó, tín hiệu điện như tín hiệu hình ảnh có thể được giữ trong khoảng thời gian dài hơn trong các điểm ảnh, và khoảng thời gian ghi có thể được thiết lập dài hơn ở trạng thái bật. Do đó, tần số hoạt động làm mới có thể được giảm, dẫn đến tác dụng ngăn chặn tiêu thụ điện.

Ngoài ra, tranzito bao gồm màng bán dẫn oxit có độ tinh khiết cao được sử dụng trong phương án này có thể có tính linh động hiệu ứng trường tương đối cao và do đó có thể hoạt động ở tốc độ cao. Vì vậy, bằng cách sử dụng tranzito trong phần điểm ảnh của thiết bị hiển thị tinh thể lỏng, hình ảnh chất lượng cao có thể được tạo ra. Ngoài ra, do tranzito có thể được bố trí riêng biệt trong phần mạch điều khiển và phần điểm ảnh trên nền, nên số lượng bộ phận của thiết bị hiển thị tinh thể lỏng có thể được giảm.

Đối với thiết bị hiển thị tinh thể lỏng, chế độ nematic xoắn (twisted nematic - TN), chế độ chuyển mạch trong mặt phẳng (in-plane-switching - IPS), chế độ chuyển mạch trường giao thoa (fringe field switching - FFS), chế độ vi ô định hướng đối xứng dọc trục (axially symmetric aligned micro-cell - ASM), chế độ lưỡng chiết bù quang (optical compensated birefringence - OCB), chế độ tinh thể lỏng sắt điện (ferroelectric liquid crystal - FLC), chế độ tinh thể lỏng chống sắt điện (antiferroelectric liquid crystal - AFLC), hoặc các chế độ tương tự có thể được sử dụng.

Tốt hơn là sử dụng thiết bị hiển thị tinh thể lỏng màu đen bình thường như thiết bị hiển thị tinh thể lỏng truyền qua sử dụng chế độ định hướng thẳng đứng (vertical alignment - VA). Chế độ định hướng thẳng đứng là phương pháp kiểm soát sự định hướng của các phân tử tinh thể lỏng của màn hình hiển thị tinh thể lỏng, trong đó các phân tử tinh thể lỏng được định hướng theo phương thẳng đứng với bề mặt panen khi không có điện áp được đặt. Một số ví dụ được đưa ra dưới dạng chế độ định hướng thẳng đứng, ví dụ, chế độ định hướng thẳng đứng đa miền (multi-domain vertical alignment - MVA), chế độ định hướng thẳng đứng khuôn mẫu (patterned vertical alignment - PVA), chế độ siêu cảnh (advanced super-view - ASV), hoặc các chế độ tương tự có thể được sử dụng. Hơn nữa, có thể sử dụng phương pháp được gọi là thiết kế nhân miền hoặc thiết kế đa

miền, trong đó điểm ảnh được chia thành một số vùng (điểm ảnh phụ) và các phân tử được định hướng theo các hướng khác nhau trong các vùng tương ứng.

Trong thiết bị hiển thị, lớp nền màu đen (lớp chặn ánh sáng), bộ phận quang (nền quang học) như bộ phận phân cực, bộ phận làm chậm, hoặc bộ phận chống phản chiếu, và các bộ phận tương tự được bố trí nếu thích hợp. Ví dụ, sự phân cực tròn có thể thu được bằng cách sử dụng nền phân cực và nền làm chậm. Ngoài ra, ánh sáng ngược, ánh sáng bên, hoặc cấu trúc tương tự có thể được sử dụng làm nguồn ánh sáng.

Ngoài ra, có thể sử dụng phương pháp hiển thị phân chia thời gian (còn được gọi là phương pháp điều khiển trường tuần tự (field-sequential driving method)) với việc sử dụng nhiều diot phát sáng (LED) dưới dạng ánh sáng ngược. Bằng cách sử dụng phương pháp điều khiển trường tuần tự, sự hiển thị màu có thể được thực hiện mà không cần sử dụng bộ lọc màu.

Dưới dạng phương pháp hiển thị trong phần điểm ảnh, phương pháp phát triển, phương pháp đan xen hoặc các phương pháp tương tự có thể được sử dụng. Hơn nữa, phân tử màu được điều khiển trong điểm ảnh tại thời điểm hiển thị màu không chỉ giới hạn ở ba màu: R, G, và B (R, G, và B tương ứng với màu đỏ, màu xanh lá cây và màu xanh dương). Ví dụ, R, G, B, và W (W tương ứng với màu trắng); R, G, B, và một hoặc nhiều màu vàng, màu lục lam, màu đỏ tươi, và màu tương tự có thể được sử dụng. Hơn nữa, kích thước của các vùng hiển thị có thể khác nhau giữa các điểm tương ứng của các phân tử màu. Tuy nhiên, phương án của sáng chế không chỉ giới hạn trong thiết bị hiển thị màu và có thể được áp dụng cho thiết bị màn hình hiển thị đơn sắc.

Ngoài ra, dưới dạng bộ phận hiển thị trong thiết bị hiển thị, bộ phận phát sáng sử dụng điện phát quang có thể được sử dụng. Các bộ phận phát

sáng sử dụng điện phát quang được phân loại theo liệu vật liệu phát sáng là hợp chất hữu cơ hay hợp chất vô cơ. Nói chung, bộ phận trước được gọi là bộ phận EP hữu cơ, và bộ phận sau được gọi là bộ phận EL vô cơ.

Trong bộ phận EL hữu cơ, bằng cách đặt điện áp lên bộ phận phát sáng, electron và các lỗ được phóng riêng biệt ra khỏi cặp điện cực vào lớp chứa hợp chất hữu cơ phát sáng, và dòng điện chạy. Các chất mang (electron và lỗ) được kết hợp, và do đó các hợp chất hữu cơ phát sáng được kích thích. Hợp chất hữu cơ phát sáng trở về trạng thái cơ bản từ trạng thái kích thích, do đó phát ra ánh sáng. Do cơ chế như vậy, bộ phận phát sáng này được gọi là bộ phận phát sáng kích thích bởi dòng điện.

Các bộ phận EL vô cơ được phân loại theo cấu trúc nguyên tử của chúng thành bộ phận EL vô cơ loại phân tán và bộ phận EL vô cơ màng mỏng. Tranzito và bộ phận phát sáng được tạo ra trên nền. Bộ phận EL vô cơ loại phân tán có lớp phát sáng trong đó các hạt của vật liệu phát sáng được phân tán trong chất kết dính, và cơ chế phát sáng của nó là phát sáng loại tái tổ hợp chất cho-chất nhận mà sử dụng mức chất cho và mức chất nhận. Bộ phận EL vô cơ màng mỏng có cấu trúc trong đó lớp phát sáng nằm giữa các lớp điện môi, mà nằm giữa các điện cực, và cơ chế phát sáng của nó là phát sáng cục bộ hóa sử dụng quá trình chuyển đổi điện tử bên trong vỏ của các ion kim loại. Lưu ý rằng ví dụ về bộ phận EL hữu cơ dưới dạng bộ phận phát sáng được mô tả ở đây.

Để tách ánh sáng phát ra từ các bộ phận phát sáng, thông thường chấp nhận ít nhất một điện cực trong cặp điện cực là trong suốt. Các bộ phận phát sáng có thể có cấu trúc phát xạ bên trên, trong đó sự phát sáng được tách qua bề mặt đối diện với nền, cấu trúc phát xạ dưới, trong đó sự phát sáng được tách qua bề mặt ở phía nền, hoặc cấu trúc phát sáng kẹp trong đó sự phát sáng được tách qua bề mặt đối diện với nền và ở phía bề

mặt nền, và bộ phận phát sáng có cấu trúc bất kỳ trong số các cấu trúc phát xạ có thể được sử dụng.

Ví dụ về thiết bị phát sáng sử dụng bộ phận phát sáng làm bộ phận hiển thị được thể hiện trên Fig.11. Bộ phận phát sáng 4513 là bộ phận hiển thị được nối điện với tranzito 4010 được bố trí trong phần điểm ảnh 4002. Cấu trúc của bộ phận phát sáng 4513 không giới hạn ở cấu trúc lớp xếp chồng được thể hiện bao gồm lớp điện cực thứ nhất 4030, lớp quang điện 4511, và lớp điện cực thứ hai 4031. Cấu trúc của bộ phận phát sáng 4513 có thể được thay đổi nếu thích hợp tùy thuộc vào hướng theo đó ánh sáng được tách ra từ bộ phận phát sáng 4513, hoặc bộ phận tương tự.

Thành phần chia 4510 có thể được tạo ra bằng cách sử dụng vật liệu cách điện hữu cơ hoặc vật liệu cách điện vô cơ. Tốt hơn là thành phần chia 4510 được tạo ra bằng cách sử dụng vật liệu nhựa nhạy quang để có lỗ hở trên lớp điện cực thứ nhất 4030 để thành bên của lỗ hở được tạo ra dưới dạng bề mặt nghiêng với độ cong liên tục.

Lớp quang điện 4511 có thể được tạo ra bằng cách sử dụng một lớp hoặc nhiều lớp xếp chồng.

Màng bảo vệ có thể được tạo ra trên lớp điện cực thứ hai 4031 và thành phần chia 4510 để ngăn chặn sự xâm nhập của oxy, hydro, độ ẩm, cacbon dioxit, hoặc các chất tương tự vào bộ phận phát sáng 4513. Dưới dạng màng bảo vệ, màng silic nitrua, màng silic nitrua oxit, màng DLC, hoặc màng tương tự có thể được tạo ra. Ngoài ra, trong không gian được tạo ra với nền thứ nhất 4001, nền thứ hai 4006, và chất bịt kín 4005, chất độn 4514 được bố trí để bịt kín. Tốt hơn là panen được bao gói (bịt kín) bằng màng bảo vệ (như màng mỏng hoặc màng nhựa hóa cứng bằng tia cực tím) hoặc vật liệu che phủ có độ kín khí cao và ít bị thoái biến để panen không tiếp xúc với không khí bên ngoài theo cách này.

Dưới dạng chất độn 4514, nhựa hóa cứng bằng tia cực tím hoặc nhựa rắn nhiệt có thể được sử dụng cũng như khí trơ, như nitơ hoặc argon. Các ví dụ về nhựa như vậy bao gồm polyvinyl clorua (PVC), nhựa acrylic, nhựa polyimit, nhựa epoxy, nhựa silicon, polyvinyl butyral (PVB), và etylen vinyl axetat (EVA). Ví dụ, nitơ được sử dụng làm chất độn.

Ngoài ra, nếu cần, màng quang học như tấm phân cực, tấm phân cực tròn (bao gồm cả tấm phân cực dạng elip), tấm làm chậm (tấm một phần tư sóng hoặc tấm nửa sóng), hoặc bộ lọc màu có thể được bố trí nếu thích hợp trên bề mặt phát sáng của các bộ phận phát sáng. Hơn nữa, tấm phân cực hoặc tấm phân cực tròn có thể được bố trí với màng chống phản chiếu. Ví dụ, xử lý chống chói nhờ đó ánh sáng phản xạ có thể khuếch tán bởi các phần lồi và phần lõm trên bề mặt để giảm độ chói có thể được thực hiện.

Hơn nữa, giấy điện tử trong đó mực điện tử được điều khiển có thể được bố trí dưới dạng thiết bị hiển thị. Giấy điện tử cũng được gọi là thiết bị hiển thị điện di (màn hình hiển thị điện di) và thuận lợi bởi vì giấy này có cùng mức độ dễ đọc như giấy thường, có mức tiêu thụ điện năng nhỏ hơn so với các thiết bị hiển thị khác, và có thể được chế tạo mỏng và nhẹ.

Thiết bị màn hình hiển thị điện di có thể có các chế độ khác nhau. Thiết bị hiển thị điện di có nhiều vi nang phân tán trong dung môi hoặc chất hòa tan, và mỗi vi nang này chứa hạt thứ nhất tích điện dương và hạt thứ hai tích điện âm. Bằng cách đặt điện trường lên vi nang này, các hạt trong các vi nang di chuyển theo hướng ngược với nhau và chỉ có màu sắc của các hạt tập trung trên một phía được hiển thị. Lưu ý rằng các hạt thứ nhất và các hạt thứ hai mỗi loại hạt chứa sắc tố và không di chuyển khi không có điện trường. Hơn nữa, các hạt thứ nhất và hạt thứ hai có màu sắc khác nhau (có thể là không màu).

Do đó, thiết bị hiển thị điện di là thiết bị hiển thị sử dụng hiệu ứng điện di nhờ đó chất có hằng số điện môi cao di chuyển đến vùng điện trường cao.

Dung dịch trong đó vi nang nêu trên được phân tán trong dung môi được gọi là mực điện tử. Mực điện tử này có thể được in trên bề mặt thủy tinh, nhựa, vải, giấy, hoặc vật liệu tương tự. Hơn nữa, bằng cách sử dụng bộ lọc màu hoặc hạt có sắc tố, việc hiển thị màu cũng có thể đạt được.

Lưu ý rằng các hạt thứ nhất và các hạt thứ hai trong vi nang có thể được tạo ra từ vật liệu duy nhất được chọn từ vật liệu dẫn điện, vật liệu cách điện, vật liệu bán dẫn, vật liệu từ tính, vật liệu tinh thể lỏng, vật liệu sắt điện, vật liệu quang điện, vật liệu điện sắc, và vật liệu quang từ, hoặc được tạo ra từ vật liệu tổng hợp của các vật liệu bất kỳ nêu trên.

Dưới dạng giấy điện tử, thiết bị hiển thị sử dụng hệ thống hiển thị bóng xoắn có thể được sử dụng. Hệ thống hiển thị bóng xoắn đề cập đến phương pháp trong đó các hạt hình cầu mỗi hạt có màu đen và trắng được bố trí giữa lớp điện cực thứ nhất và lớp điện cực thứ hai là lớp điện cực được sử dụng cho bộ phận hiển thị, và hiệu điện thế được tạo ra giữa lớp điện cực thứ nhất và lớp điện cực thứ hai để điều khiển định hướng các hạt hình cầu, do đó màn hình hiển thị được thực hiện.

Fig.12 thể hiện giấy điện tử ma trận hoạt động là một trong số các phương án của thiết bị bán dẫn. Giấy điện tử trên Fig.12 là ví dụ về thiết bị hiển thị sử dụng hệ thống hiển thị bóng xoắn.

Giữa lớp điện cực thứ nhất 4030 nối với tranzito 4010 và lớp điện cực thứ hai 4031 được bố trí trên nền thứ hai 4006, các hạt hình cầu 4613 mà mỗi trong số đó bao gồm vùng đen 4615a, vùng trắng 4615b, và khoang 4612 chứa đầy chất lỏng xung quanh vùng đen 4615a và vùng trắng 4615b, được bố trí. Khoảng trống quanh hạt hình cầu 4613 được lấp bằng chất độn 4614 như nhựa. Lớp điện cực thứ hai 4031 tương ứng với điện cực thông

chung (điện cực đối). Lớp điện cực thứ hai 4031 được nối điện với đường điện thể chung.

Lưu ý rằng trên Fig.10, Fig.11, và Fig.12, nền mềm cũng như nền thủy tinh có thể được sử dụng làm nền thứ nhất 4001 và nền thứ hai 4006. Ví dụ, nền nhựa truyền ánh sáng hoặc tương tự có thể được sử dụng. Dưới dạng nhựa, tấm nhựa gia cố sợi thủy tinh (FRP), màng florua polyvinyl (PVF), màng polyeste, hoặc màng nhựa acrylic có thể được sử dụng. Ngoài ra, tấm với cấu trúc trong đó lá nhôm nằm giữa màng nhựa PVF, màng polyeste có thể được sử dụng.

Lớp cách điện 4021 có thể được tạo ra bằng cách sử dụng vật liệu cách điện vô cơ hoặc vật liệu cách điện hữu cơ. Lưu ý rằng lớp cách điện 4021 được tạo ra bằng cách sử dụng vật liệu cách điện hữu cơ chịu nhiệt, tốt hơn là nhựa acrylic, nhựa polyimit, nhựa benzoxyclobuten, nhựa polyamit, hoặc nhựa epoxy được sử dụng làm màng cách điện tạo phẳng. Khác với vật liệu cách điện hữu cơ, có thể sử dụng vật liệu có hằng số điện môi thấp (loại vật liệu có hằng số k thấp), nhựa trên cơ sở siloxan, thủy tinh phosphosilicat (PSG), thủy tinh borophosphosilicat (BPSG), hoặc loại tương tự. Lớp cách điện có thể được tạo ra bằng cách xếp chồng các màng cách điện được làm bằng các vật liệu này.

Không có giới hạn cụ thể về phương pháp tạo ra lớp cách điện 4021, và lớp cách điện có thể được tạo ra, tùy thuộc vào vật liệu, bằng phương pháp phun xạ, phương pháp phủ quay, phương pháp ngâm, phương pháp phun, phương pháp xả nhỏ giọt (ví dụ, phương pháp in phun hoặc tương tự), phương pháp in (ví dụ, in lưới, in ôpzet, hoặc tương tự), phương pháp phủ lăn, phương pháp phủ màn, phương pháp phủ dao, hoặc phương pháp tương tự.

Thiết bị hiển thị hiển thị hình ảnh bằng cách truyền ánh sáng từ nguồn sáng hoặc bộ phận hiển thị. Do đó, nền và màng mỏng làm màng

cách điện và màng dẫn được bố trí trong phần điểm ảnh nơi ánh sáng được truyền qua có đặc tính truyền ánh sáng đối với ánh sáng trong dải bước sóng ánh sáng nhìn thấy.

Lớp điện cực thứ nhất 4030 và lớp điện cực thứ hai 4031 (mỗi lớp trong đó có thể được gọi là lớp điện cực điểm ảnh, lớp điện cực chung, lớp điện cực đối, hoặc tương tự) để đặt điện áp lên các bộ phận hiển thị có thể có các thuộc tính truyền ánh sáng hoặc phản chiếu ánh sáng, phụ thuộc vào hướng mà ánh sáng được tách ra, vị trí của lớp điện cực được bố trí, cấu trúc mẫu của lớp điện cực, và v.v..

Lớp điện cực thứ nhất 4030 và lớp điện cực thứ hai 4031 có thể được tạo ra bằng cách sử dụng vật liệu dẫn truyền ánh sáng như indi oxit chứa vonfram oxit, kẽm indi oxit chứa vonfram oxit, indi oxit chứa titan oxit, indi oxit thiếc chứa titan oxit, indi thiếc oxit (sau đây gọi là ITO), indi kẽm oxit, hoặc indi thiếc oxit mà silic oxit được bổ sung vào đó.

Lớp điện cực thứ nhất 4030 và lớp điện cực thứ hai 4031 có thể được tạo ra từ một hoặc nhiều loại vật liệu được chọn từ các kim loại như vonfram (W), molipden (Mo), ziriconi (Zr), hafni (HF), vanadi (V), niobi (Nb), tantan (Ta), crom (Cr), coban (Co), niken (Ni), titan (Ti), platin (Pt), nhôm (Al), đồng (Cu), bạc (Ag), hợp kim của các kim loại này và nitrua của các kim loại này.

Chế phẩm dẫn điện chứa hợp chất cao phân tử dẫn điện (còn gọi là polyme dẫn điện) có thể được sử dụng cho lớp điện cực thứ nhất 4030 và lớp điện cực thứ hai 4031. Dưới dạng hợp chất cao phân tử dẫn điện, hợp chất có tên gọi polyme dẫn điện liên hợp π -electron có thể được sử dụng. Ví dụ, polyanilin hoặc dẫn xuất của chúng, polypyrrol hoặc dẫn xuất của chúng, polythiophen hoặc dẫn xuất của chúng, và copolyme của hai hoặc nhiều anilin, pyrrol, và thiophen hoặc dẫn xuất của chúng có thể được sử dụng.

Do tranzito có thể bị vỡ dễ dàng do tĩnh điện hoặc yếu tố tương tự, tốt hơn là mạch bảo vệ để bảo vệ mạch điều khiển được bố trí. Tốt hơn là mạch bảo vệ được tạo ra bằng cách sử dụng bộ phận phi tuyến.

Như đã mô tả ở trên, bằng cách sử dụng tranzito bất kỳ trong số các tranzito được mô tả trong phương án 1, thiết bị bán dẫn có độ tin cậy cao có thể được tạo ra. Lưu ý rằng tranzito được mô tả trong phương án 1 có thể được áp dụng cho không chỉ thiết bị bán dẫn có chức năng hiển thị mô tả ở trên mà còn cho thiết bị bán dẫn có các chức năng khác như thiết bị điện được gắn trên mạch cấp điện, mạch tích hợp bán dẫn như LSI, và thiết bị bán dẫn có chức năng cảm biến hình ảnh đọc thông tin của đối tượng.

Các phương pháp và cấu trúc được mô tả trong phương án này có thể được kết hợp nếu thích hợp với phương pháp và cấu trúc bất kỳ được mô tả trong các phương án khác.

(Phương án 3)

Thiết bị bán dẫn theo phương án này có thể được áp dụng cho nhiều loại thiết bị điện tử (bao gồm cả máy chơi game). Ví dụ về các thiết bị điện tử là máy thu hình (còn gọi là tivi hoặc máy thu truyền hình), màn hình của máy tính hoặc tương tự, máy ảnh như máy ảnh kỹ thuật số hoặc máy quay video kỹ thuật số, khung ảnh kỹ thuật số, điện thoại di động (còn gọi là điện thoại di động hoặc thiết bị điện thoại di động), máy chơi game cầm tay, thiết bị đầu cuối thông tin di động, thiết bị tái tạo âm thanh, máy chơi game cỡ lớn như máy đánh bạc, và v.v.. Ví dụ về các thiết bị điện tử bao gồm thiết bị hiển thị tinh thể lỏng được mô tả trong phương án trên sẽ được mô tả ở đây.

Fig.13A thể hiện máy tính cá nhân xách tay, bao gồm thân chính 3001, vỏ 3002, phần hiển thị 3003, bàn phím 3004, và v.v.. Bằng cách sử dụng các thiết bị bán dẫn được mô tả trong phương án 1 hoặc phương án 2, máy tính cá nhân xách tay có thể có độ tin cậy cao.

Fig.13B thể hiện thiết bị trợ lý cá nhân kỹ thuật số (personal digital assistant - PDA), bao gồm phần hiển thị 3023, giao diện bên ngoài 3025, nút hoạt động 3024, và bộ phận tương tự trong thân chính 3021. Bút 3022 được kẻ đến dưới dạng phụ kiện để thao tác. Bằng cách sử dụng thiết bị bán dẫn được mô tả trong phương án 1 hoặc phương án 2, thiết bị trợ lý kỹ thuật số cầm tay (PDA) có thể có độ tin cậy cao hơn.

Fig.13C thể hiện ví dụ về thiết bị đọc sách điện tử. Ví dụ, thiết bị đọc sách điện tử 2700 bao gồm hai vỏ, vỏ 2701 và vỏ 2703. Vỏ 2701 và vỏ 2703 được kết hợp bằng bản lề 2711 để thiết bị đọc sách điện tử 2700 có thể được mở và đóng với bản lề 2711 dưới dạng trục. Với cấu trúc này, thiết bị đọc sách điện tử 2700 có thể hoạt động giống như sách giấy.

Phần hiển thị 2705 và phần hiển thị 2707 được kết hợp lần lượt trong vỏ 2701 và vỏ 2703. Phần hiển thị 2705 và phần hiển thị 2707 có thể hiển thị hình ảnh hoặc các hình ảnh khác nhau. Trong trường hợp mà phần hiển thị 2705 và phần hiển thị 2707 hiển thị các hình ảnh khác nhau, ví dụ, phần hiển thị ở phía bên phải (phần hiển thị 2705 trên Fig.13C) có thể hiển thị văn bản và phần hiển thị ở phía bên trái (phần hiển thị 2707 trên Fig.13C) có thể hiển thị hình ảnh. Bằng cách sử dụng các thiết bị bán dẫn được mô tả trong phương án 1 hoặc 2, thiết bị đọc sách điện tử 2700 có thể có độ tin cậy cao.

Trên Fig.13C, vỏ 2701 bao gồm phần thao tác và tương tự. Ví dụ, vỏ 2701 được bố trí với công tắc nguồn 2721, phím thao tác 2723, loa 2725, và v.v.. Với phím thao tác 2723, các trang có thể được lật. Lưu ý rằng bàn phím, thiết bị trỏ, hoặc bộ phận tương tự cũng có thể được bố trí trên bề mặt của vỏ trên đó các phần hiển thị được bố trí. Hơn nữa, thiết bị đầu cuối nối bên ngoài (thiết bị đầu cuối tai nghe, thiết bị đầu cuối USB, hoặc thiết bị tương tự), phần chèn phương tiện ghi âm, và dạng tương tự có thể được

bố trí trên mặt sau hoặc mặt bên của vỏ. Hơn nữa, thiết bị đọc sách điện tử 2700 có thể có chức năng của từ điển điện tử.

Thiết bị đọc sách điện tử 2700 có thể có cấu hình có khả năng truyền và nhận dữ liệu không dây. Thông qua giao tiếp không dây, dữ liệu cuốn sách mong muốn hoặc tương tự có thể được mua và tải về từ máy chủ sách điện tử.

Fig.13D thể hiện điện thoại thông minh bao gồm vỏ 2800, nút 2801, microphon 2802, phần hiển thị 2803 được bố trí với màn hình cảm ứng, loa 2804, và ống kính máy ảnh 2805 và các chức năng như điện thoại di động. Bằng cách sử dụng thiết bị bán dẫn được mô tả trong phương án 1 hoặc phương án 2, điện thoại thông minh có thể có độ tin cậy cao.

Hướng hiển thị của phần hiển thị 2803 có thể được thay đổi tùy thuộc vào mô hình sử dụng. Do ống kính máy ảnh 2805 được bố trí trên cùng mặt phẳng với phần hiển thị 2803, điện thoại truyền hình có thể được tạo ra. Loa 2804 và micro 2802 có thể được sử dụng cho các hoạt động như cuộc gọi video, ghi âm, và phát lại mà không chỉ giới hạn ở chức năng gọi thoại.

Thiết bị đầu cuối nối bên ngoài 2806 có thể được nối với bộ đổi điện (bộ chuyển đổi) AC và các loại cáp như cáp USB, và việc sạc điện và truyền dữ liệu với máy tính cá nhân có thể được thực hiện. Hơn nữa, lượng lớn dữ liệu có thể được lưu trữ và vận chuyển bằng cách lắp phương tiện lưu trữ vào khe cắm bộ nhớ ngoài (không được thể hiện).

Hơn nữa, ngoài các chức năng trên, chức năng giao tiếp hồng ngoại, chức năng tiếp nhận truyền hình, hoặc chức năng tương tự có thể được thực hiện.

Fig.13E thể hiện máy quay video kỹ thuật số bao gồm thân chính 3051, phần hiển thị 3057, thị kính 3053, chuyển mạch hoạt động 3054, phần hiển thị B 3055, pin 3056, và v.v.. Bằng cách sử dụng thiết bị bán dẫn

được mô tả trong phương án 1 hoặc phương án 2, máy quay video kỹ thuật số có thể có độ tin cậy cao.

Fig.13F thể hiện ví dụ về máy thu hình. Trong máy thu hình 9600, phần hiển thị 9603 được tích hợp trong vỏ 9601. Phần hiển thị 9603 có thể hiển thị hình ảnh. Ở đây, vỏ 9601 được đỡ bởi chân 9605. Bằng cách sử dụng thiết bị bán dẫn được mô tả trong phương án 1 hoặc phương án 2, máy thu hình 9600 có thể có độ tin cậy cao.

Máy thu hình 9600 có thể được vận hành bởi công tắc hoạt động của vỏ 9601 hoặc bộ điều khiển từ xa riêng biệt. Hơn nữa, bộ điều khiển từ xa có thể được bố trí với phần hiển thị để hiển thị dữ liệu xuất ra từ bộ điều khiển từ xa.

Lưu ý rằng máy thu hình 9600 được bố trí với bộ thu nhận, modem, và v.v.. Với việc sử dụng bộ thu nhận, các chương trình phát sóng truyền hình nói chung có thể được thu nhận. Hơn nữa, khi thiết bị hiển thị được nối với mạng truyền thông có dây hoặc không dây thông qua modem, việc truyền thông thông tin một chiều (từ bộ gửi đến bộ thu nhận) hoặc hai chiều (giữa bộ gửi và bộ thu nhận hoặc giữa các bộ thu nhận) có thể được thực hiện.

Các phương pháp và cấu trúc được mô tả trong phương án này có thể được kết hợp nếu thích hợp với phương pháp và cấu trúc bất kỳ được mô tả trong các phương án khác.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Trong ví dụ này, kết quả đo SIMS đối với nồng độ silic trong đích oxit sẽ được mô tả.

Đầu tiên, đích oxit được sử dụng trong ví dụ này được mô tả.

Dưới dạng mẫu A, đích oxit trên cơ sở In-Ga-Zn (tỷ lệ nguyên tử: In:Ga:Zn = 2:1:3) được sử dụng. Mẫu B, đích oxit trên cơ sở In-Ga-Zn (tỷ lệ

nguyên tử: In:Ga:Zn = 3:1:2) được sử dụng. Mẫu C, đích oxit trên cơ sở In-Sn-Zn (tỷ lệ nguyên tử: In:Sn:Zn = 2:1:3) được sử dụng. Ngoài ra, mẫu chuẩn D, đích oxit trên cơ sở In-Ga (tỷ lệ nguyên tử: In:Ga:Zn = 1:1:1) với silic được bổ sung vào đó được sử dụng.

Việc đo SIMS được thực hiện trên mẫu A, mẫu B, mẫu C, và mẫu chuẩn D, và nồng độ silic chứa trong mỗi mẫu được đo.

Fig.14 thể hiện kết quả đo SIMS đối với các mẫu từ A đến C và mẫu tiêu chuẩn D.

Như có thể thấy trên Fig.14, nồng độ silic trong mẫu A là 4×10^{18} nguyên tử/cm³, nồng độ silic trong mẫu B là 3×10^{17} nguyên tử/cm³, nồng độ silic trong mẫu C là 2×10^{17} nguyên tử/cm³, và nồng độ của silic trong mẫu tiêu chuẩn D là 2×10^{18} nguyên tử/cm³. Lưu ý rằng các kết quả đo SIMS đối với các mẫu từ A đến C được định lượng bằng cách sử dụng mẫu tiêu chuẩn D.

Trong trường hợp mà màng bán dẫn oxit được lắng phủ sử dụng mẫu bất kỳ trong số các mẫu từ A đến C và mẫu tiêu chuẩn D, dữ liệu trên có thể được sử dụng để ước lượng xem silic khác với silic trong đích (ví dụ silic đi vào màng bán dẫn oxit từ màng cách điện bằng cách trộn) được chứa trong màng bán dẫn oxit hoặc không.

Ví dụ, trong trường hợp mà màng bán dẫn oxit lắng phủ sử dụng mẫu A (đích oxit có tỷ lệ In:Ga:Zn = 2:1:3 (tỷ lệ nguyên tử)) là đích, nồng độ silic trong màng cao hơn 4×10^{18} nguyên tử/cm³, thấy rằng silic đi vào màng bán dẫn oxit từ phần khác so với đích.

Ví dụ 2

Phương án trên mô tả rằng sự xâm nhập của nguyên tố mà là nguyên tố cấu thành màng cách điện vào màng bán dẫn oxit do việc trộn diễn ra trong khi lắng phủ màng bán dẫn oxit. Tuy nhiên, dưới dạng nguyên nhân

khác, có thể coi như là nguyên tố mà là nguyên tố cấu thành màng cách điện khuếch tán vào màng bán dẫn oxit bằng cách gia nhiệt nền sau khi lắng phủ màng bán dẫn oxit. Như vậy, trong ví dụ này, thử nghiệm để kiểm tra xem liệu sự xâm nhập của nguyên tố mà là nguyên tố cấu thành màng cách điện vào màng bán dẫn oxit có phải do khuếch tán nhiệt hay không sẽ được mô tả.

Để thí nghiệm, đầu tiên, ba nền (trên mỗi nền, màng cách điện và màng bán dẫn oxit được tạo ra) đã được chuẩn bị. Sau đó, mẫu mà không được xử lý nhiệt (sau đây gọi là mẫu E), mẫu được xử lý nhiệt ở 450°C (sau đây gọi là mẫu F), và mẫu được xử lý nhiệt tại nhiệt độ 650°C (sau đây gọi là mẫu G) được sản xuất. Sau đó, trong mỗi mẫu, nồng độ silic trong màng bán dẫn oxit trong vùng lân cận của mặt phân cách với màng cách điện cổng được đo bằng cách sử dụng thiết bị đo phổ khối ion thứ cấp trong thời gian hoạt động (time-of-flight secondary ion mass spectrometer – ToF-SIMS).

Cấu trúc của mẫu sử dụng cho ToF-SIMS được thể hiện trên Fig.15.

Mẫu được thể hiện trên Fig.15 thu được bằng cách lắng phủ màng silic oxit 202 trên nền silic 200, cải thiện độ phẳng của bề mặt bằng cách sử dụng thiết bị đánh bóng cơ khí hóa học (CMP), lắng phủ màng IGZO 204, và thực hiện xử lý nhiệt.

Màng silic oxit 202 đã lắng phủ bằng thiết bị phún xạ. Điều kiện để lắng phủ màng silic oxit 202 như sau: nhiệt độ bề mặt, 100° C; tốc độ dòng khí, Ar/O₂ = 25 sccm/25sccm; công suất lắng phủ, 1,5 kW (nguồn cấp điện RF); áp suất lắng phủ, 0,4Pa và độ dày, 300nm. Dưới dạng đích phún xạ, đích silic oxit được sử dụng. Lưu ý rằng trước khi màng silic oxit 202 được tạo ra, màng oxit được tạo ra trên bề mặt của nền silic 200 được loại bỏ bằng cách sử dụng axit flohydric pha loãng.

Màng IGZO 204 được lắng phủ bằng thiết bị phún xạ. Điều kiện lắng phủ màng IGZO 204 như sau: nhiệt độ bề mặt, 200°C; tốc độ dòng khí, $\text{Ar/O}_2 = 30 \text{ sccm}/15\text{sccm}$; công suất lắng phủ, 0,5 kW (nguồn cấp điện DC); áp suất lắng phủ, 0,4Pa và độ dày, 15nm. Lưu ý rằng dưới dạng đích phún xạ, đích oxit ($\text{In:Ga:Zn} = 3:1:2$ (tỷ lệ nguyên tử)) được sử dụng.

Nền được đưa vào lò điện sử dụng bộ gia nhiệt điện trở hoặc tương tự, và sau đó việc xử lý nhiệt được thực hiện. Điều kiện xử lý mẫu F là: nhiệt độ gia nhiệt, 450°C và thời gian gia nhiệt, 1 giờ. Điều kiện xử lý của mẫu G như sau: nhiệt độ gia nhiệt, 650°C và thời gian gia nhiệt, một giờ. Lưu ý rằng môi trường khí gia nhiệt của cả hai mẫu là môi trường khí hỗn hợp nitơ và oxy. Mẫu E không được xử lý nhiệt.

Tiếp theo, các mẫu từ E đến G được đo ToF-SIMS từ phía bề mặt nền (trên phía màng IGZO 204), do đó nồng độ silic trên màng IGZO trong vùng lân cận của mặt phân cách với màng silic oxit được đo. Fig.16 thể hiện kết quả đo.

Kết quả được thể hiện trên Fig.16 cho thấy rằng trong tất cả các mẫu, nồng độ silic trên màng bán dẫn oxit trong vùng lân cận của mặt phân cách với màng silic oxit cao hơn 3×10^{17} nguyên tử/cm³, giá trị của nó là nồng độ silic chứa trong đích oxit trên cơ sở In-Ga-Zn ($\text{In : Ga : Zn} = 3 : 1 : 2$ (tỷ lệ nguyên tử)) được mô tả trong ví dụ 1. Như vậy, thấy rằng silic đo trên màng bán dẫn oxit trong vùng lân cận của mặt phân cách với màng silic oxit không xuất phát từ đích oxit trên cơ sở In-Ga-Zn.

Ngoài ra, như có thể thấy trên Fig.16, sự khác biệt lớn về độ nghiêng của nồng độ silic (còn được gọi là gradient nồng độ silic) trong màng IGZO trong vùng lân cận của mặt phân cách không được thấy, giữa mẫu mà không được xử lý gia nhiệt (mẫu E) và mẫu được xử lý nhiệt (F mẫu và mẫu G). Như vậy, sự xâm nhập của nguyên tố cấu thành màng cách điện

vào màng bán dẫn oxit gây ra không phải do khuếch tán nhiệt mà do việc trộn lẫn.

Ví dụ 3

Thí nghiệm được tiến hành để kiểm tra xem sự xâm nhập của nguyên tố cấu thành màng cách điện vào màng bán dẫn oxit, do sự trộn lẫn, có thể được ngăn chặn hay không bằng cách giảm công suất lắng phủ màng bán dẫn oxit. Trong ví dụ này, thử nghiệm sẽ được mô tả.

Trong thử nghiệm này, bốn mẫu được sản xuất theo cách sau đây: đầu tiên, màng cách điện được tạo ra trên nền; bốn màng bán dẫn oxit được lắng phủ trên các màng cách điện tương ứng với điều kiện công suất khác nhau (1kW, 5kW, 9kW, và (1kW + 5kW)); và xử lý nhiệt được thực hiện trên mỗi nền. Sau đó, nồng độ silic trên màng bán dẫn oxit trong vùng lân cận của mặt phân cách với màng cách điện cổng của mỗi mẫu được đo bằng phương pháp ToF-SIMS.

Fig.17 thể hiện cấu trúc của mẫu được sử dụng cho việc đo ToF-SIMS.

Mẫu được thể hiện trên Fig.17 thu được bằng cách lắng phủ màng silic oxynitrua 302 trên nền 300, lắng phủ màng IGZO 304, và thực hiện xử lý nhiệt.

Màng silic oxynitrua 302 được lắng phủ sử dụng thiết bị CVD plasma mật độ cao. Điều kiện lắng phủ màng silic oxynitrua 302 như sau: nhiệt độ bề mặt, 325°C; tốc độ dòng khí, $\text{SiH}_4/\text{N}_2\text{O}/\text{Ar} = 250\text{sccm}/2500\text{sccm}/2500\text{sccm}$; công suất lắng phủ, 5kW (bốn nguồn công suất lò vi sóng được sử dụng cho các mẫu tương ứng); áp suất lắng phủ, 30Pa và độ dày, 100nm. Lưu ý rằng bề mặt của nền thủy tinh 300 đã được làm sạch để loại bỏ hạt và thứ tương tự trước khi tạo ra màng silic oxynitrua 302.

Màng IGZO 304 được lắng phủ sử dụng thiết bị phún xạ. Điều kiện lắng phủ màng IGZO 304 như sau: nhiệt độ bề mặt, 170°C; tốc độ dòng khí, $\text{Ar/O}_2 = 100\text{sccm}/100\text{ sccm}$; áp suất lắng phủ, 0,6Pa; độ dày, 35nm và bốn công suất lắng phủ, 1kW, 5kW, 9kW, và (1kW + 5kW) (nguồn điện AC được sử dụng cho mỗi mẫu). Lưu ý rằng dưới dạng đích phún xạ, đích oxit ($\text{In:Ga:Zn} = 1:1:1$ [tỷ lệ nguyên tử]) được sử dụng.

Lưu ý rằng công suất lắng phủ trên đây "1 kW + 5kW" có nghĩa là công suất 1kW được sử dụng cho màng lắng phủ dày 5nm và sau đó là công suất 5kW được sử dụng để lắng phủ màng dày 30nm. Ở đây, mẫu trong đó màng bán dẫn oxit được lắng phủ với công suất 9kW được gọi là mẫu H, mẫu trong đó màng bán dẫn oxit được lắng phủ với công suất 5kW được gọi là mẫu I, mẫu trong đó màng bán dẫn oxit được lắng phủ với công suất 1kW được gọi là mẫu J, và mẫu trong đó màng bán dẫn oxit lắng phủ với công suất (1kW + 5kW) được gọi là mẫu K.

Nền được đưa vào lò điện sử dụng bộ gia nhiệt điện trở hoặc bộ phận tương tự, và việc xử lý nhiệt được thực hiện. Đầu tiên, việc xử lý nhiệt được thực hiện trong một giờ ở nhiệt độ 450°C trong môi trường khí N_2 , và sau đó thực hiện trong một giờ ở nhiệt độ 650°C trong môi trường khí $\text{N}_2 + \text{O}_2$.

Tiếp theo, các mẫu H đến K được đo ToF-SIMS từ phía bề mặt nền (màng IGZO 304) để đo nồng độ silic trong màng IGZO trong vùng lân cận của mặt phân cách với màng silic oxynitrua. Các kết quả được thể hiện trên Fig.18A và Fig.18B. Lưu ý Fig.18B thể hiện một phần của Fig.18A và được phóng to.

Từ Fig.18A và Fig.18B, có thể thấy rằng trong tất cả các mẫu, nồng độ silic trong màng IGZO trong vùng lân cận của mặt phân cách với màng silic oxynitrua lớn hơn 2×10^{18} nguyên tử/ cm^3 , giá trị của nó là nồng độ

silic trong đích oxit trên cơ sở In-Ga-Zn ($\text{In:Ga:Zn} = 1:1:1$ [tỷ lệ nguyên tử]) được mô tả trong ví dụ 1. Bởi vậy, silic được đo trong màng IGZO trong vùng lân cận của mặt phân cách với màng silic oxynitrua không bắt nguồn từ đích oxit trên cơ sở In-Ga-Zn.

Ngoài ra, như có thể thấy từ Fig.18A và Fig.18B, nồng độ silic trong màng IGZO trong vùng lân cận với mặt phân cách với màng silic oxynitrua có xu hướng giảm khi công suất lắng phủ giảm. Do đó, sự xâm nhập của nguyên tố cấu thành màng cách điện vào màng bán dẫn oxit, do việc trộn, có thể được ngăn chặn bằng cách giảm công suất lắng phủ màng bán dẫn oxit.

Ngoài ra, nồng độ silic của mẫu J và mẫu K gần giống nhau, cho thấy rằng sự xâm nhập của nguyên tố cấu thành màng cách điện vào màng bán dẫn oxit, do việc trộn, có thể được ngăn chặn ngay cả khi việc lắng phủ màng bán dẫn oxit được thực hiện với công suất thấp trong giai đoạn ban đầu và sau đó phần còn lại của quá trình lắng phủ được thực hiện với công suất tăng lên.

Ví dụ 4

Trong ví dụ này, các kết quả đo của trạng thái tinh thể trong màng bán dẫn oxit sẽ được mô tả. Trạng thái tinh thể được tạo ra bằng cách đưa nguyên tố mà là nguyên tố cấu thành của màng cách điện vào màng bán dẫn oxit.

Đầu tiên, hai nền mà trên đó màng bán dẫn oxit đã được tạo ra với việc sử dụng đích các thành phần khác nhau đã được chuẩn bị, và sau đó mỗi nền được chia thành ba. Sau đó, các nền mà mỗi nền trong số đó đã được chia thành ba được xử lý nhiệt trong các điều kiện khác nhau. Kết quả là, sáu mẫu được sản xuất, trong các điều kiện khác nhau. Sau đó, trạng thái tinh thể của màng bán dẫn oxit trong mỗi mẫu được đo bằng nhiễu xạ tia X (XRD).

Đầu tiên, cấu trúc của các mẫu được sử dụng để đo nhiễu xạ tia X được thể hiện trên Fig.19A.

Mẫu thể hiện trên Fig.19A thu được bằng cách lắng phủ màng IGZO 402 với việc sử dụng đích IGZO ($\text{In:Ga:Zn} = 1:1:1$ (tỷ lệ nguyên tử)) mà SiO_2 được bổ sung vào đó trên nền 400 và thực hiện xử lý nhiệt.

Màng IGZO 402 được lắng phủ bằng thiết bị phún xạ. Điều kiện lắng phủ màng IGZO 402 như sau: nhiệt độ bề mặt, 200°C ; công suất lắng phủ, 100W; áp suất lắng phủ, 0,4Pa; tốc độ dòng khí, $\text{O}_2 = 10\text{sccm}$ và độ dày, 100nm. Lưu ý rằng dưới dạng đích phún xạ, đích ($\text{In:Ga:Zn} = 1:1:1$ (tỷ lệ nguyên tử)) mà SiO_2 được bổ sung vào đó ở 2% khối lượng và đích ($\text{In:Ga:Zn} = 1:1:1$ (tỷ lệ nguyên tử)) mà SiO_2 được bổ sung vào đó ở 5% khối lượng được sử dụng. Lưu ý rằng trước khi màng IGZO 402 được lắng phủ, bề mặt của nền thủy tinh 400 đã được làm sạch, vì vậy các hạt và thứ tương tự đã được loại bỏ.

Mỗi nền được đưa vào lò điện sử dụng bộ gia nhiệt điện trở hoặc bộ phận tương tự, và sau đó việc xử lý nhiệt được thực hiện. Một trong số ba nền thu được bằng cách chia sau khi lắng phủ màng IGZO đã xử lý nhiệt ở nhiệt độ 650°C trong một giờ trong khí N_2 , và sau đó được gia nhiệt ở nhiệt độ 650°C trong một giờ trong khí O_2 . Một nền khác trong số ba nền thu được bằng cách chia được xử lý nhiệt ở nhiệt độ 450°C trong một giờ trong khí N_2 , và sau đó được xử lý nhiệt ở nhiệt độ 450°C trong một giờ trong khí O_2 . Hơn nữa, nền còn lại trong số ba nền thu được bằng cách chia không được xử lý nhiệt.

Với việc sử dụng các đích nêu trên, việc xử lý nhiệt được thực hiện trong các điều kiện trên, do đó sáu loại mẫu (mẫu L đến Q trong bảng 1) đã được thực hiện.

Bảng 1

Mẫu	Đích	Điều kiện xử lý nhiệt
L	In : Ga : Zn = 1 : 1 : 1 + SiO ₂ (2% khối lượng)	< < 650°C, khí N ₂ , 1 giờ > > + < < 650°C, khí O ₂ , một giờ > >
M	In : Ga : Zn = 1 : 1 : 1 + SiO ₂ (2% khối lượng)	< < 450°C, khí N ₂ , 1 giờ > > + < < 450°C, khí O ₂ , 1 giờ > >
N	In : Ga : Zn = 1 : 1 : 1 + SiO ₂ (2% khối lượng)	Không xử lý nhiệt
O	In : Ga : Zn = 1 : 1 : 1 + SiO ₂ (5% khối lượng)	< < 650°C, khí N ₂ , 1 giờ > > + < < 650°C, khí O ₂ , 1 giờ > >
P	In : Ga : Zn = 1 : 1 : 1 + SiO ₂ (5% khối lượng)	< < 450°C, khí N ₂ , 1 giờ > > + < < 450°C, khí O ₂ , 1 giờ > >
Q	In : Ga : Zn = 1 : 1 : 1 + SiO ₂ (5% khối lượng)	Không xử lý nhiệt

Tiếp theo, việc đo XRD được thực hiện trên màng IGZO trong các mẫu từ L đến Q, vì vậy trạng thái tinh thể của mỗi màng được đo. Các kết quả được thể hiện trên Fig.20A và Fig.20B. Fig.20A thể hiện kết quả đo XRD của các mẫu từ L đến N, và Fig.20B thể hiện kết quả đo XRD của các mẫu O đến Q.

Như có thể thấy từ Fig.20A, mẫu L được xử lý nhiệt ở nhiệt độ 650°C trong khoảng nhiệt độ được mô tả ở trên có đỉnh cho tinh thể ở khoảng $31^\circ (= 2\theta)$. Mặt khác, tất cả các mẫu được thể hiện trên Fig.20B không có đỉnh do tinh thể. Theo các kết quả nêu trên, trong màng IGZO, sự kết tinh do xử lý nhiệt bị ngăn cản khi silic dư được chứa dưới dạng tạp chất.

Tiếp theo, để đo tỷ lệ của silic trong màng IGZO được lắng phủ sử dụng đích mà silic được bổ sung vào đó ở 2% trọng lượng, thành phần của các nguyên tố chứa trong màng IGZO được đo bằng phổ tia X quang điện tử (XPS).

Mỗi mẫu được sử dụng cho phép đo XPS có cấu trúc trong đó màng IGZO 502 được lắng phủ trên nền silic 500 như được thể hiện trên Fig.19B.

Màng IGZO 502 được lắng phủ bởi thiết bị phún xạ. Điều kiện lắng phủ màng IGZO 502 như sau: nhiệt độ nền, 200°C; công suất lắng phủ, 100W; áp suất lắng phủ, 0,4Pa; tốc độ dòng khí, $O_2 = 10\text{sccm}$ và độ dày, 15nm. Lưu ý rằng dưới dạng đích phún xạ, đích (In:Ga:Zn = 1:1:1 (tỷ lệ nguyên tử)) mà SiO_2 được bổ sung vào đó ở 2% khối lượng được sử dụng. Lưu ý rằng trước khi màng IGZO 502 được lắng phủ, màng oxit được tạo ra trên bề mặt của nền silic 500 đã được loại bỏ bằng cách sử dụng axit flohydric pha loãng.

Bằng cách đo XPS, thấy rằng silic được chứa ở mức 1,1% nguyên tử trong màng IGZO được lắng phủ sử dụng đích mà SiO_2 được bổ sung vào đó ở 2% khối lượng.

Do đó, khi các tạp chất như silic đi vào, bằng cách trộn hoặc tương tự, màng bán dẫn oxit trong vùng lân cận của mặt phân cách với màng cách điện cổng, sự kết tinh của vùng tạo ra kênh trên màng bán dẫn oxit có khả năng được ngăn chặn. Kết quả là, ví dụ này thể hiện rằng quan trọng là giảm nồng độ silic trong màng bán dẫn oxit trong vùng lân cận của mặt phân cách với màng cách điện cổng.

Đơn này được dựa trên đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2011-215682 nộp vào Cơ quan Sáng chế Nhật Bản ngày 29.09.2011, tài liệu này được viện dẫn ở đây để tham khảo.

Yêu cầu bảo hộ**1. Thiết bị bán dẫn bao gồm:**

điện cực cổng;
 màng cách điện cổng che phủ điện cực cổng;
 màng bán dẫn oxit được bố trí để tiếp xúc với màng cách điện cổng và chồng lên ít nhất là điện cực cổng;
 màng bảo vệ kênh được bố trí để tiếp xúc với màng bán dẫn oxit; và
 điện cực nguồn và điện cực máng được bố trí trên màng bảo vệ kênh và được nối điện với màng bán dẫn oxit,
 trong đó màng cách điện cổng chứa silic và oxy,
 trong đó màng bán dẫn oxit bao gồm vùng thứ nhất tiếp xúc với màng cách điện cổng,
 trong đó nồng độ silic chứa trong vùng thứ nhất nhỏ hơn hoặc bằng 1,0% nguyên tử,
 trong đó ít nhất là vùng thứ nhất bao gồm một phần tinh thể, và
 trong đó nồng độ silic chứa trong một vùng của màng bán dẫn oxit khác với vùng thứ nhất nhỏ hơn so với nồng độ silic chứa trong vùng thứ nhất.

2. Thiết bị bán dẫn bao gồm:

điện cực cổng;
 màng cách điện cổng che phủ điện cực cổng;
 màng bán dẫn oxit được bố trí để tiếp xúc với màng cách điện cổng và chồng lên ít nhất là điện cực cổng;
 điện cực nguồn và điện cực máng được nối điện với màng bán dẫn oxit; và
 màng cách điện bảo vệ che phủ màng bán dẫn oxit, điện cực nguồn và điện cực máng,

trong đó mỗi màng trong số màng cách điện cổng và màng cách điện bảo vệ chứa silic và oxy,

trong đó màng bán dẫn oxit bao gồm vùng thứ nhất tiếp xúc với màng cách điện cổng,

trong đó màng bán dẫn oxit bao gồm vùng thứ hai tiếp xúc với màng cách điện bảo vệ,

trong đó nồng độ silic trong vùng thứ nhất nhỏ hơn hoặc bằng 1,0% nguyên tử,

trong đó nồng độ silic trong vùng thứ hai nhỏ hơn hoặc bằng 1,0% nguyên tử,

trong đó ít nhất là vùng thứ nhất và vùng thứ hai bao gồm một phần tinh thể, và

trong đó nồng độ silic chứa trong một vùng của màng bán dẫn oxit khác với vùng thứ nhất và vùng thứ hai nhỏ hơn so với nồng độ silic chứa trong vùng thứ nhất và vùng thứ hai.

3. Thiết bị bán dẫn theo điểm 2, trong đó vùng thứ nhất có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 5nm, vùng thứ hai có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 5nm.

4. Thiết bị bán dẫn theo điểm 2, trong đó một vùng trong màng bán dẫn oxit khác với vùng thứ nhất và vùng thứ hai bao gồm một phần tinh thể.

5. Thiết bị bán dẫn theo điểm 2, trong đó nồng độ silic chứa trong vùng thứ nhất và vùng thứ hai nhỏ hơn hoặc bằng 0,1%.

6. Thiết bị bán dẫn bao gồm:

điện cực cổng;

màng cách điện cổng che phủ điện cực cổng;

màng bán dẫn oxit được bố trí để tiếp xúc với màng cách điện cổng và chồng lên ít nhất là điện cực cổng; và

điện cực nguồn và điện cực máng được bố trí trên màng bán dẫn oxit và được nối điện với màng bán dẫn oxit này,

trong đó màng cách điện cổng chứa silic và oxy,

trong đó màng bán dẫn oxit bao gồm vùng thứ nhất tiếp xúc với màng cách điện cổng,

trong đó nồng độ silic chứa trong vùng thứ nhất nhỏ hơn hoặc bằng 1,0% nguyên tử,

trong đó ít nhất vùng thứ nhất bao gồm một phần tinh thể, và

trong đó nồng độ silic chứa trong một vùng của màng bán dẫn oxit khác với vùng thứ nhất nhỏ hơn nồng độ silic chứa trong vùng thứ nhất.

7. Thiết bị bán dẫn theo điểm 1 hoặc 6, trong đó vùng thứ nhất có độ dày nhỏ hơn 5nm.

8. Thiết bị bán dẫn theo điểm 1 hoặc 6, phần tinh thể được chứa trong một vùng của màng bán dẫn oxit khác với vùng thứ nhất.

9. Thiết bị bán dẫn theo điểm 1 hoặc 6, trong đó nồng độ silic chứa trong vùng thứ nhất nhỏ hơn hoặc bằng 0,1% nguyên tử.

10. Thiết bị bán dẫn theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1, 2 và 6, trong đó trục c trong phần tinh thể được định hướng theo hướng vuông góc với mặt phân cách giữa màng bán dẫn oxit và màng cách điện cổng.

11. Thiết bị bán dẫn theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1, 2 và 6, trong đó màng cách điện cổng chứa cacbon và trong đó nồng độ cacbon trong vùng thứ nhất nhỏ hơn hoặc bằng $1,0 \times 10^{20}$ nguyên tử/cm³.

12. Thiết bị bán dẫn theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1, 2 và 6, trong đó phần tinh thể bao gồm vi tinh thể.

13. Thiết bị bán dẫn theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1, 2 và 6, trong đó màng bán dẫn oxit chứa indi và kẽm.

FIG. 1A

1/25

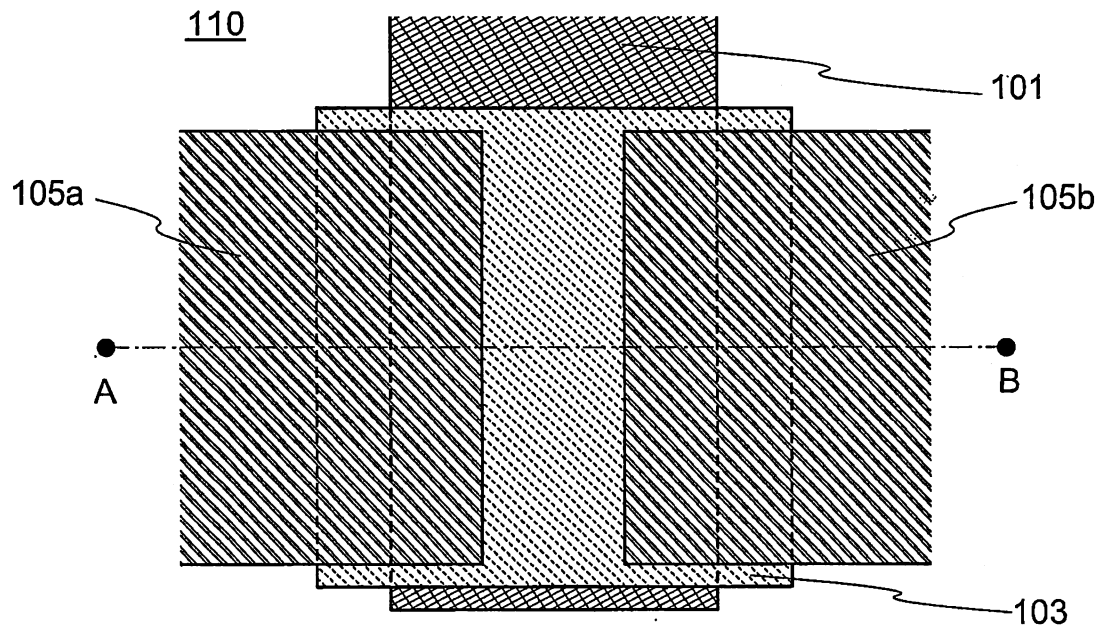


FIG. 1B

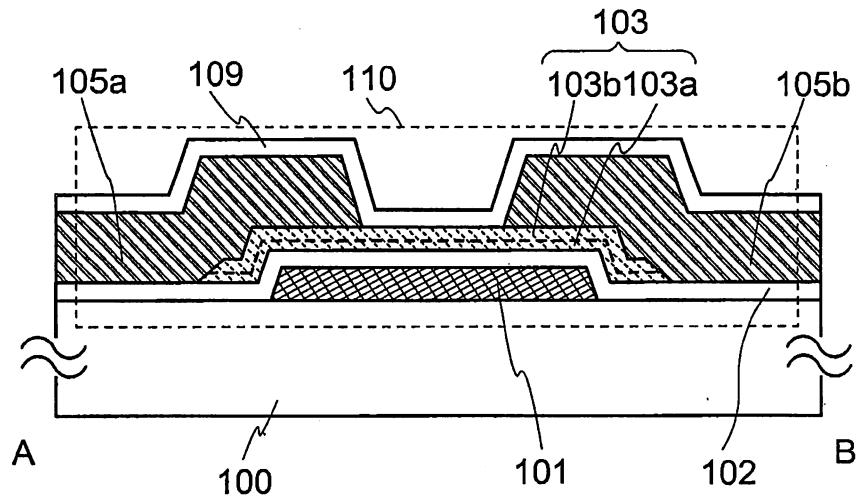


FIG. 2A

2/25

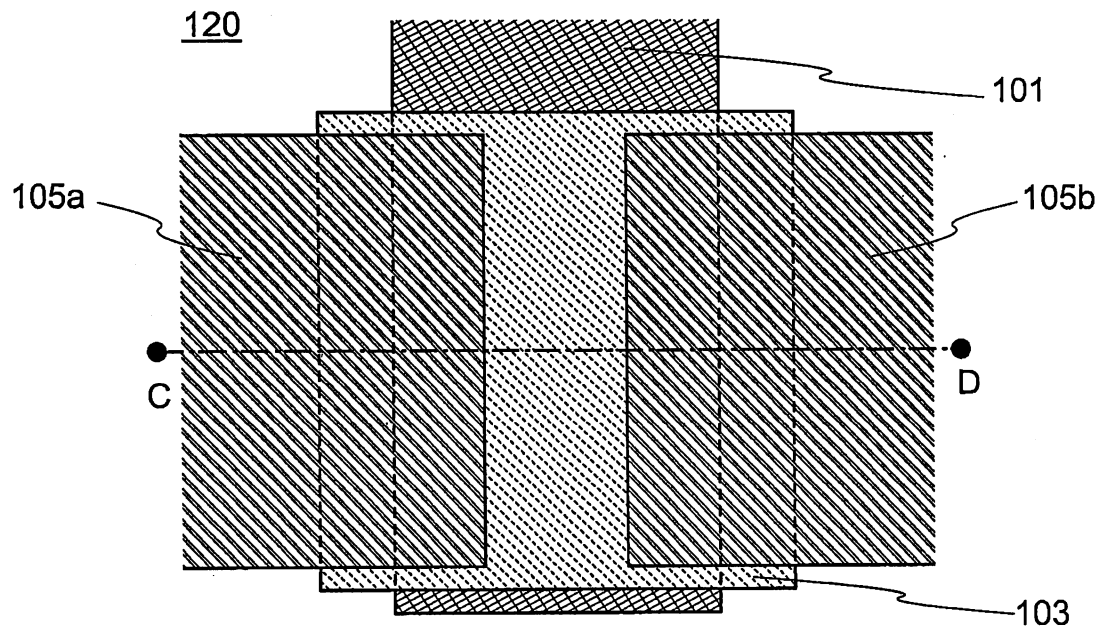


FIG. 2B

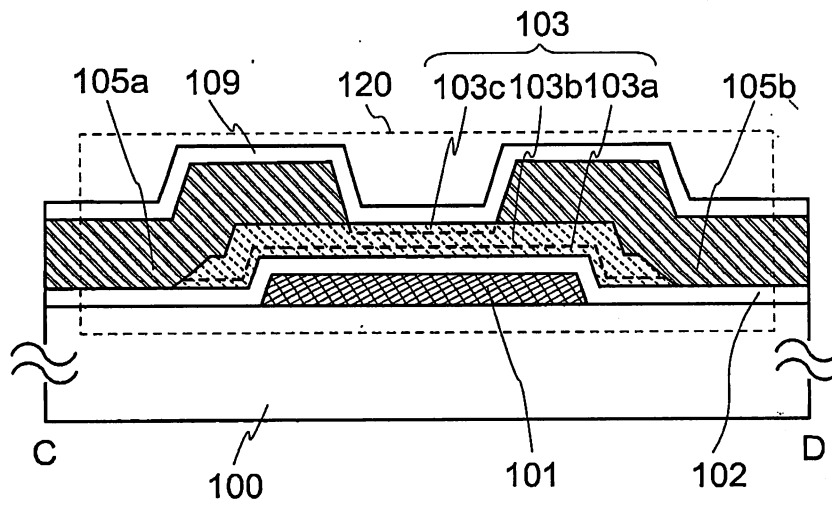


FIG. 3A

3/25

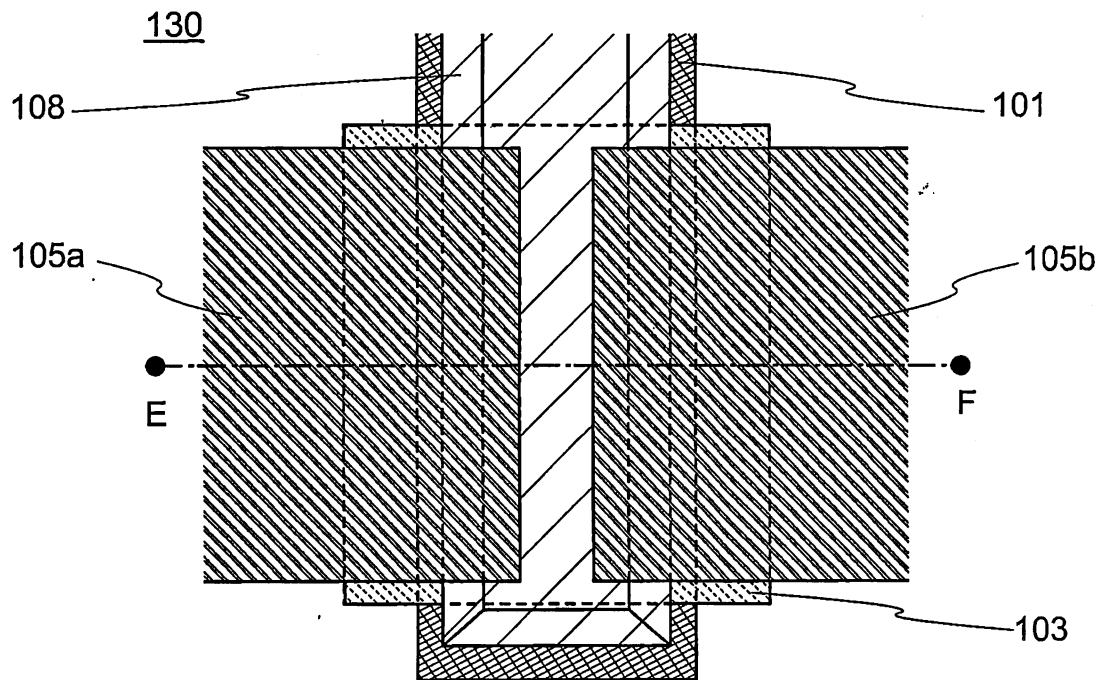
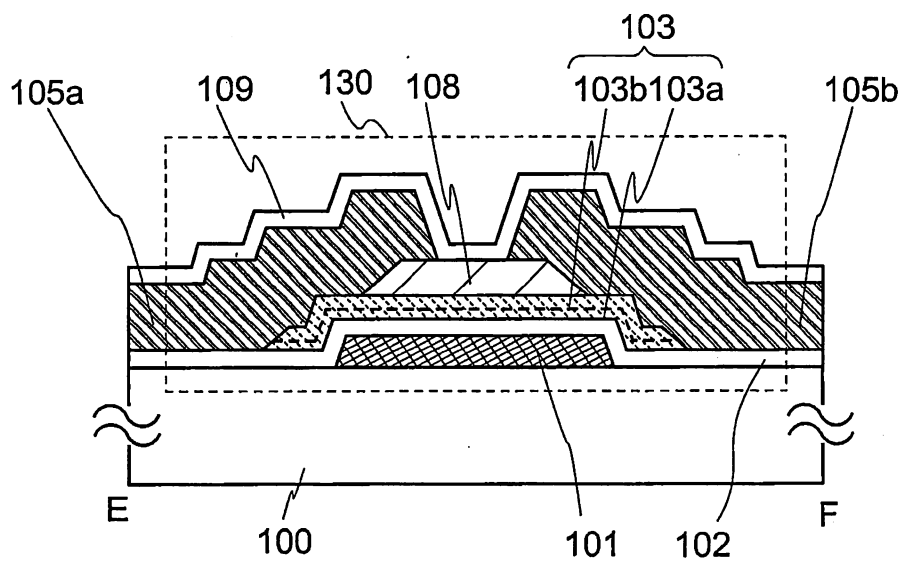


FIG. 3B



4/25

FIG. 4A

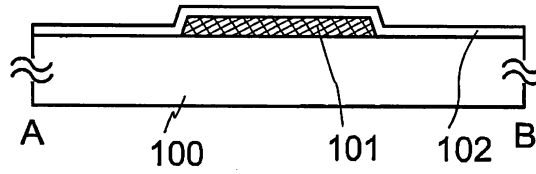


FIG. 4B

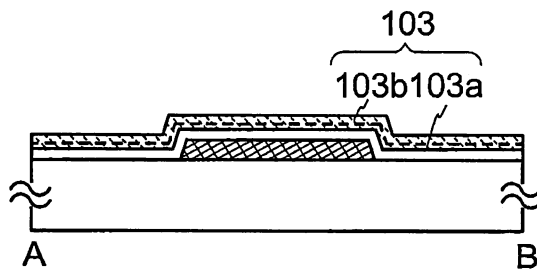


FIG. 4C

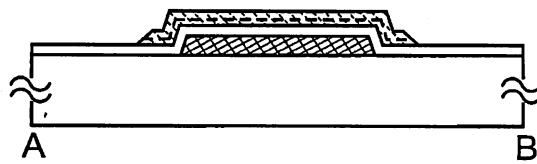


FIG. 4D

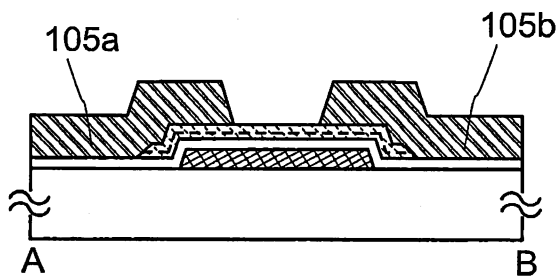
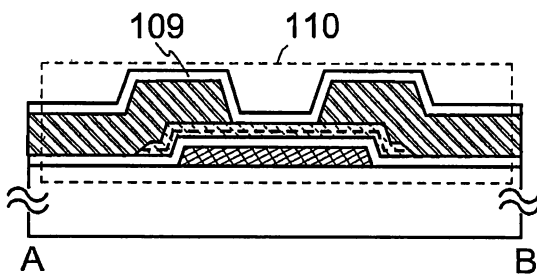


FIG. 4E



5/25

FIG. 5A

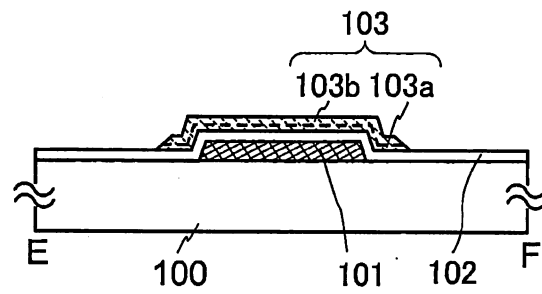


FIG. 5B

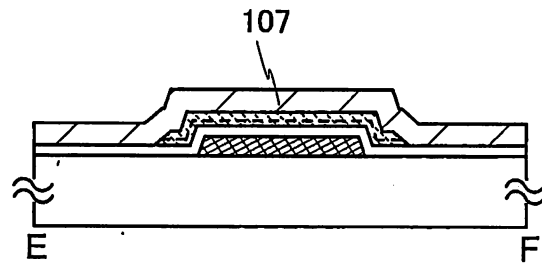


FIG. 5C

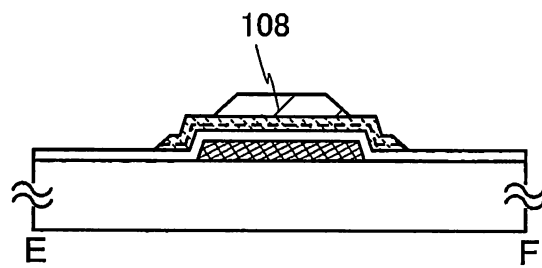


FIG. 5D

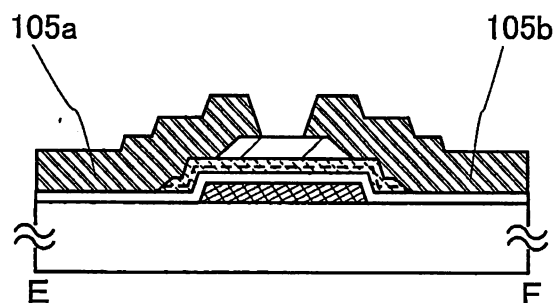


FIG. 5E

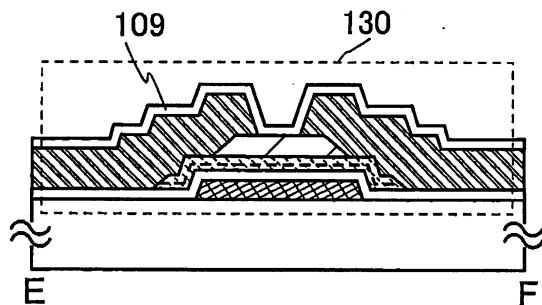
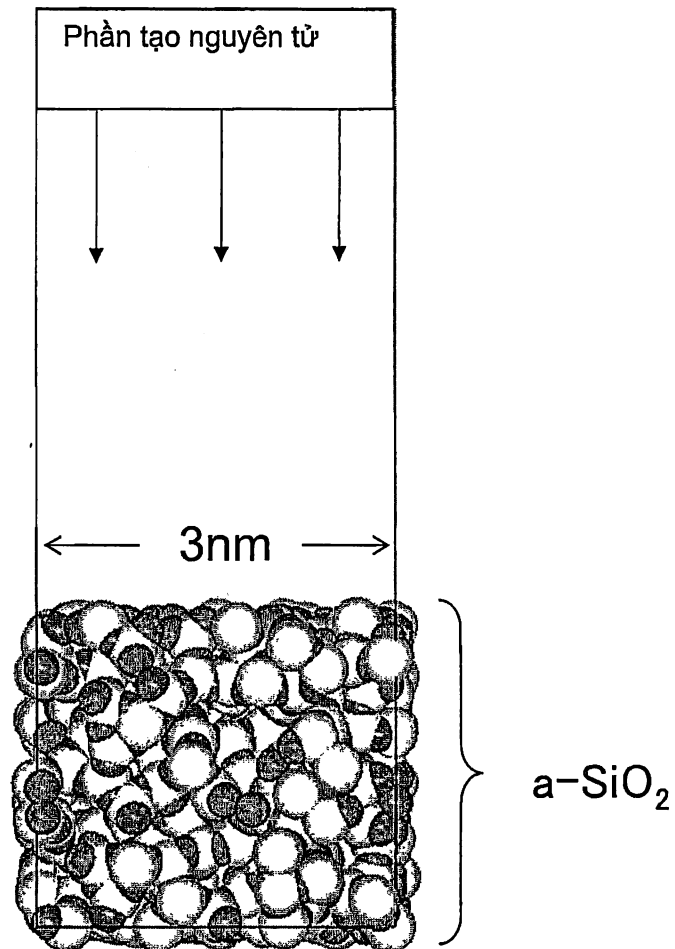


FIG. 6

6/25



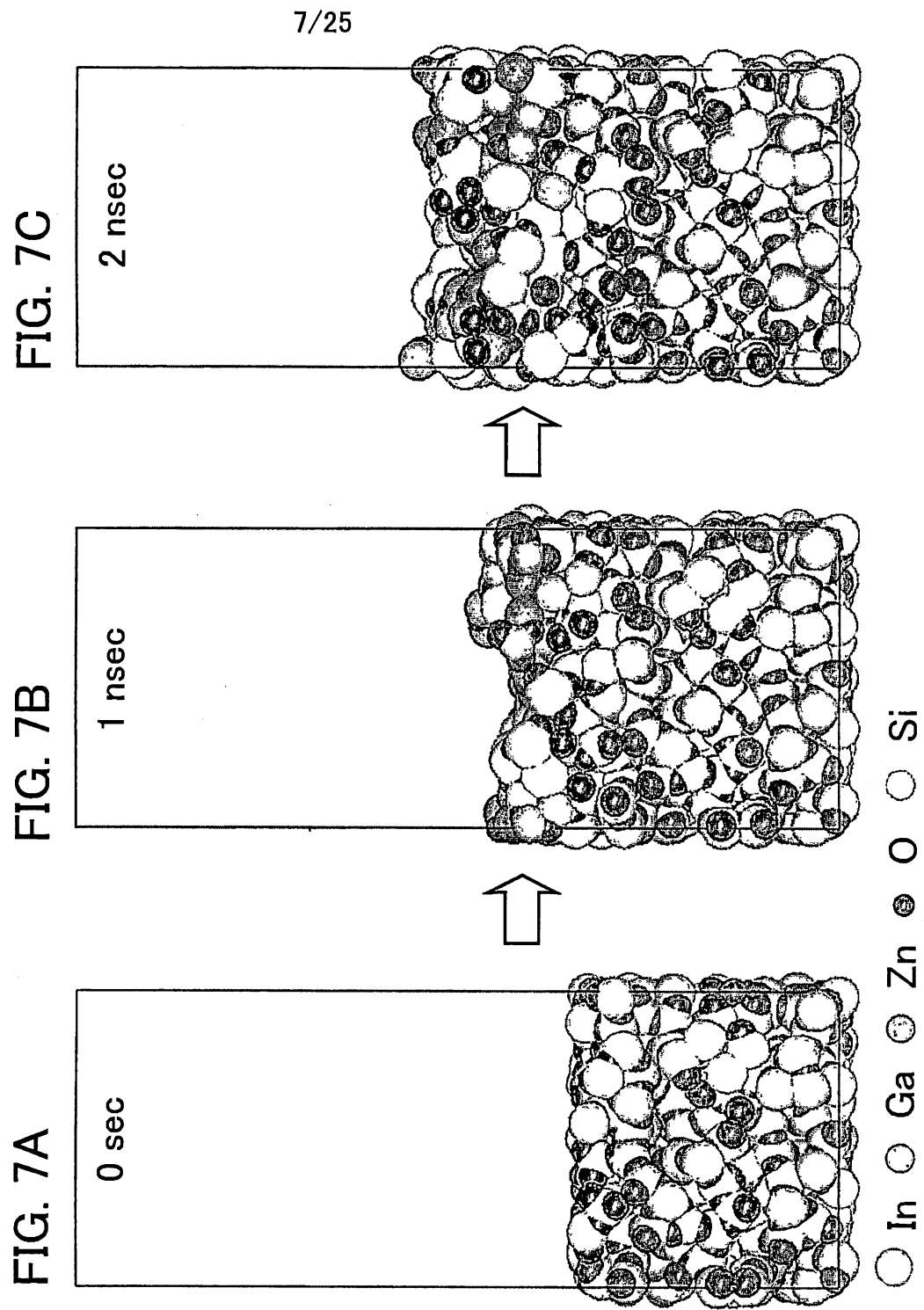


FIG. 8A

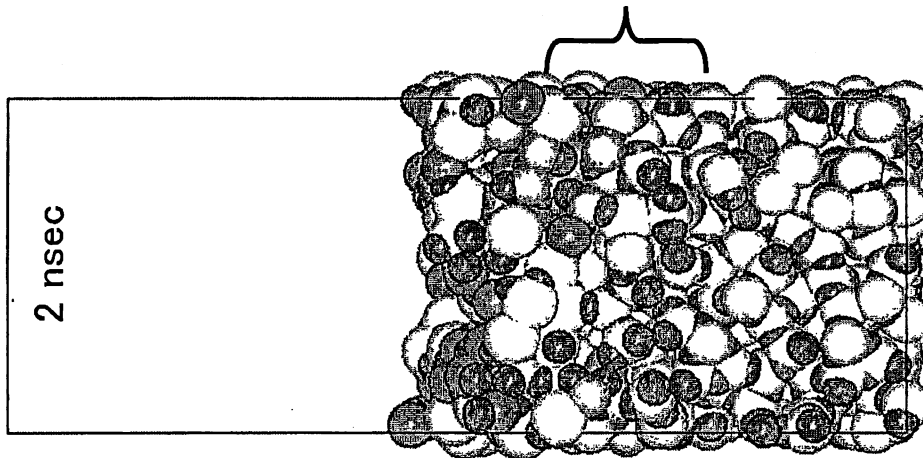


FIG. 8B

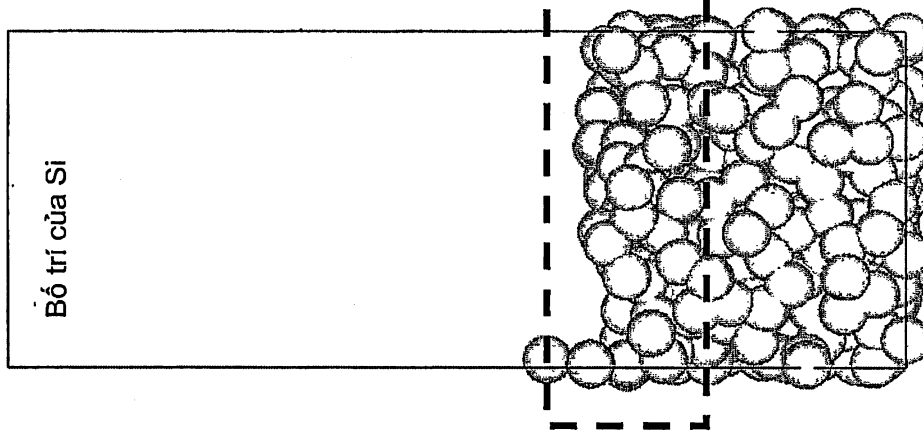
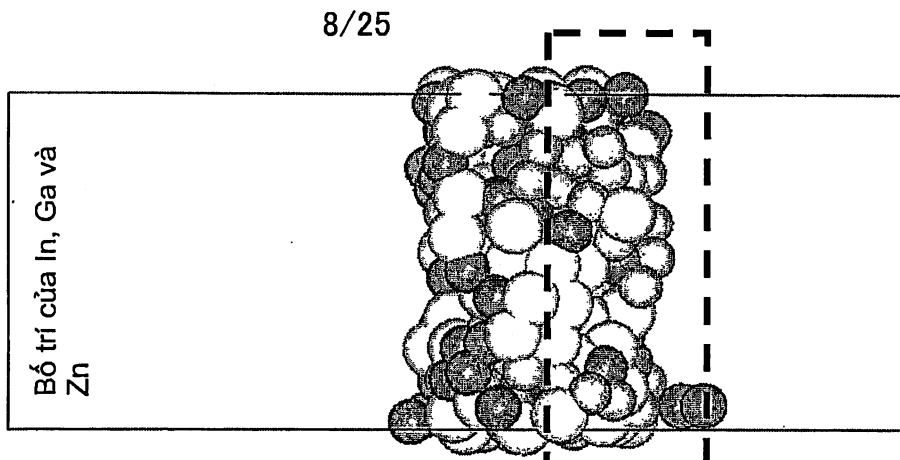


FIG. 8C



○ In ○ Ga ● Zn ● Si

9/25

FIG. 9A

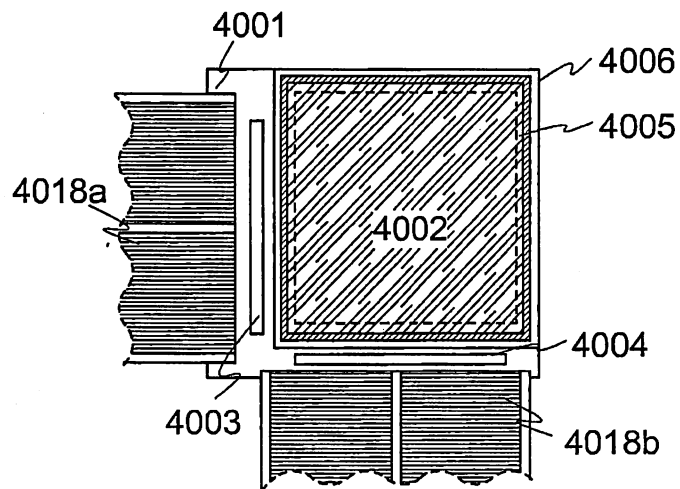


FIG. 9B

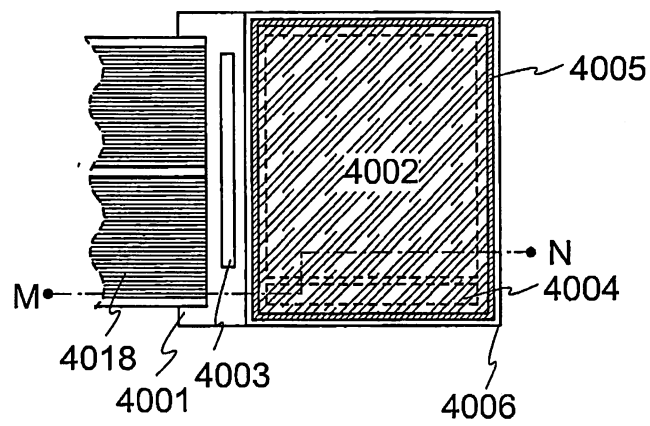


FIG. 9C

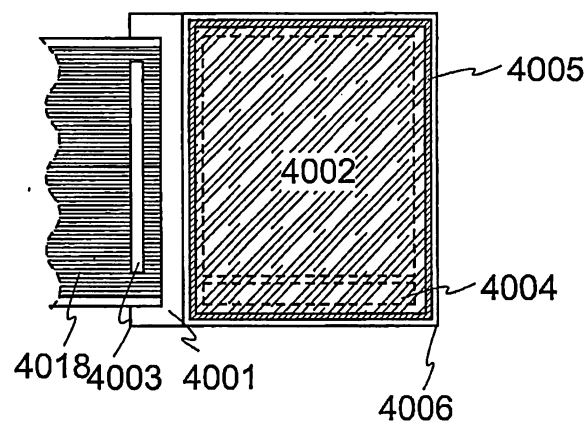


FIG. 10

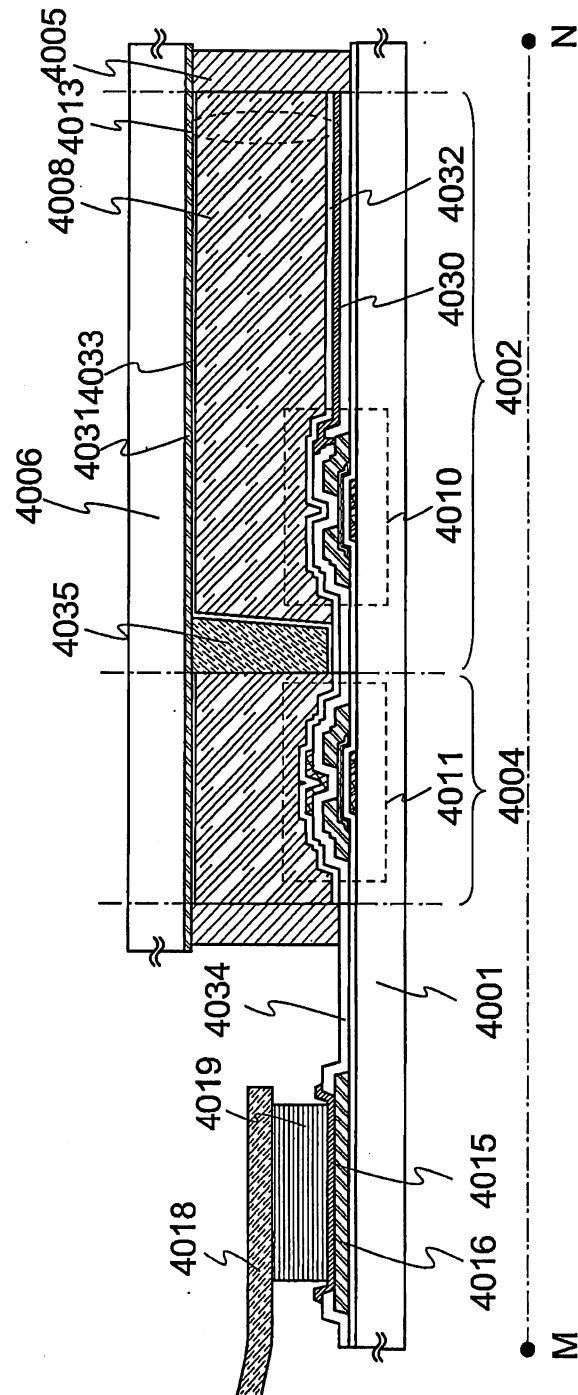


FIG. 11

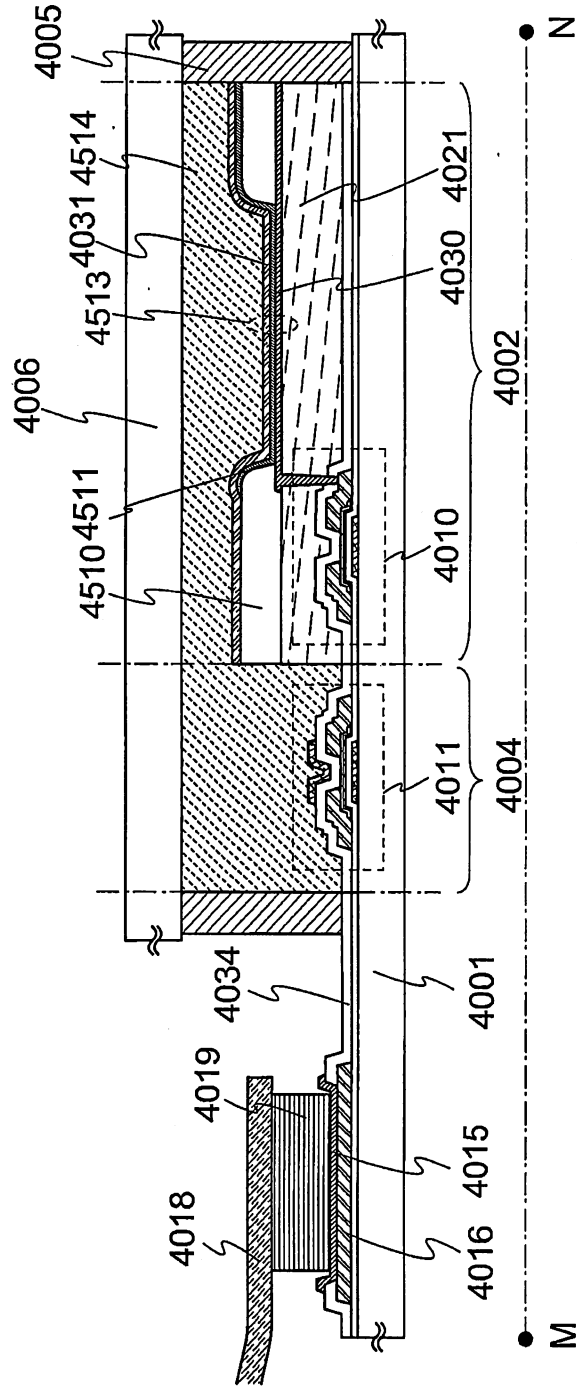
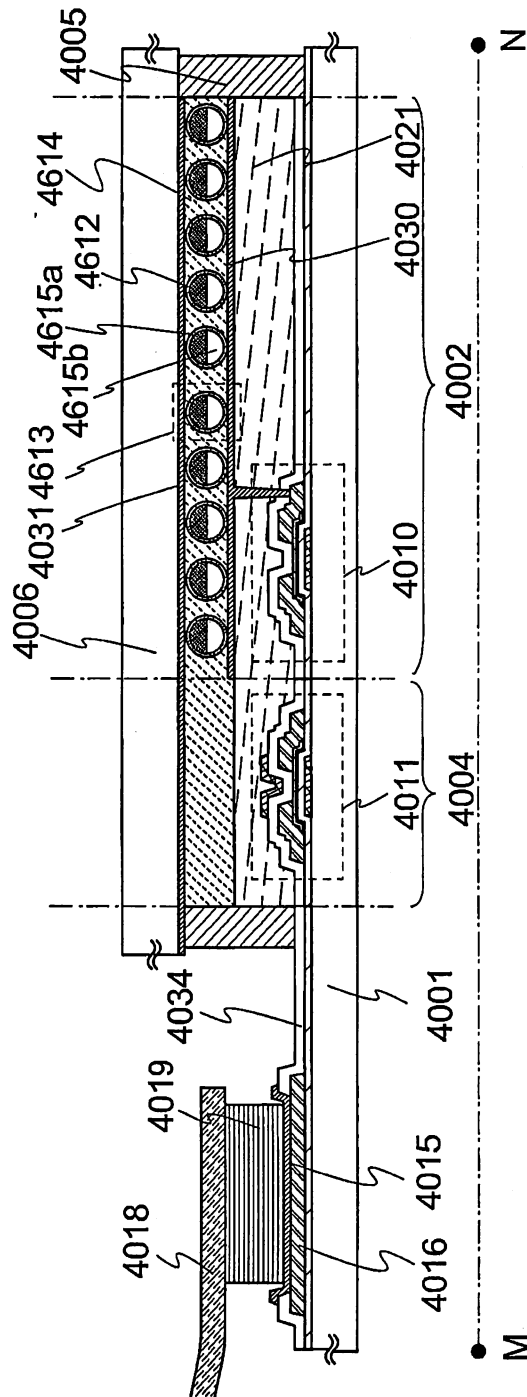


FIG. 12



13/25

FIG. 13A

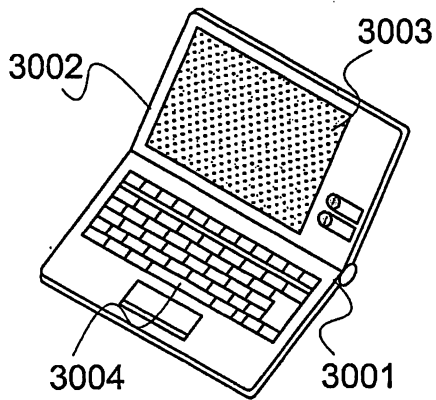


FIG. 13B

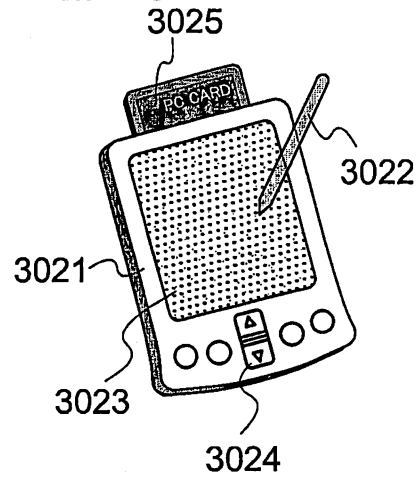


FIG. 13C

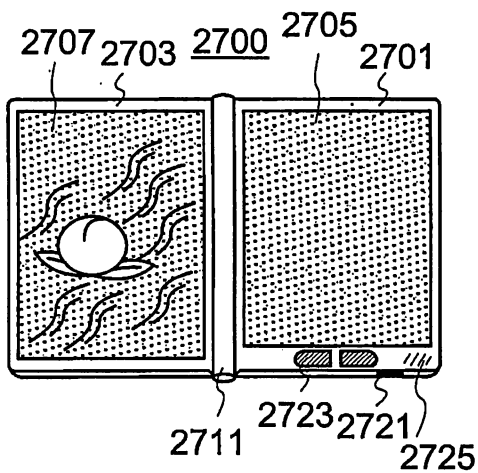


FIG. 13D

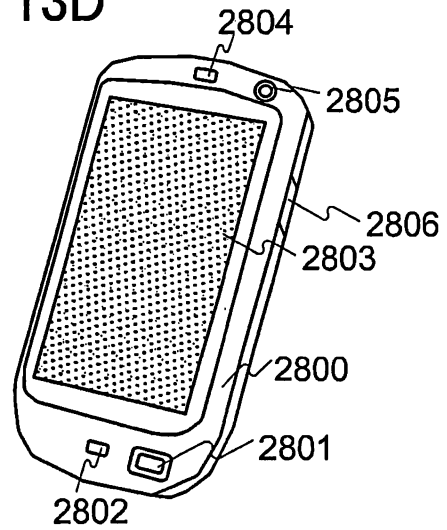


FIG. 13E

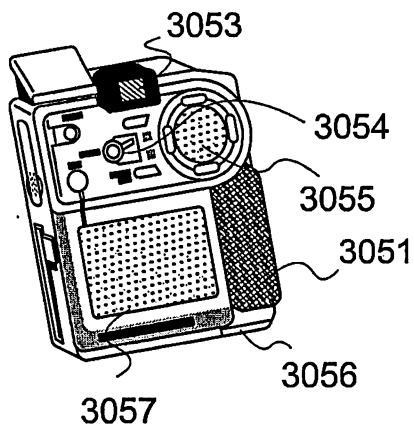


FIG. 13F

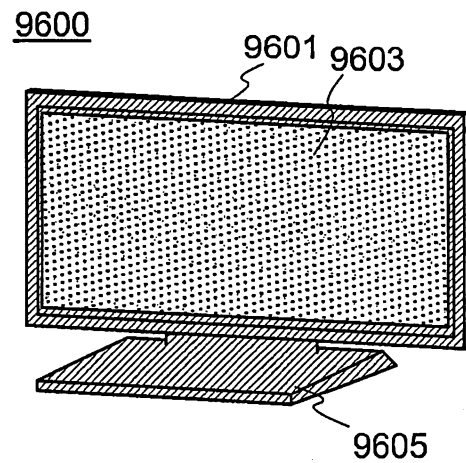


FIG. 14

14/25

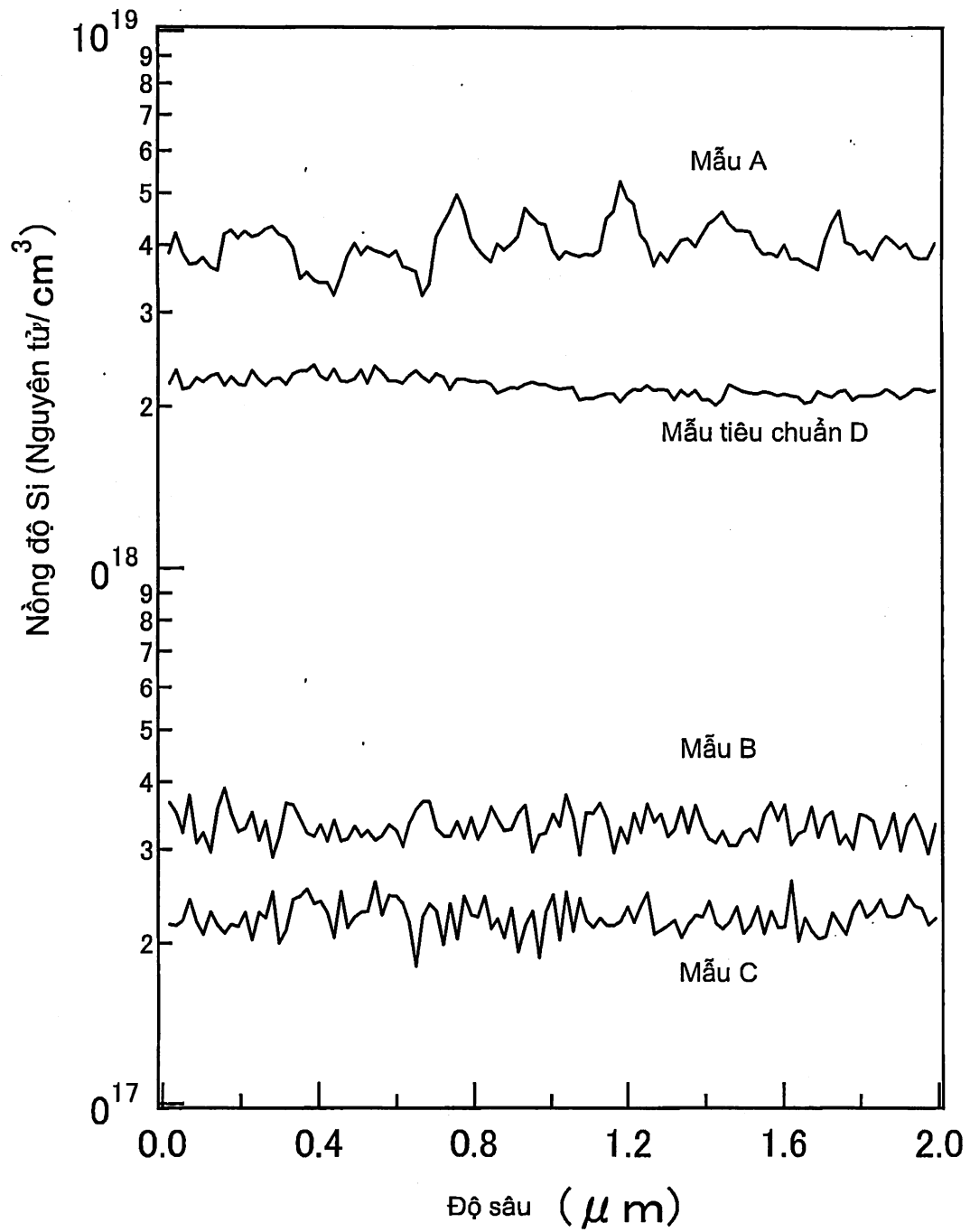


FIG. 15

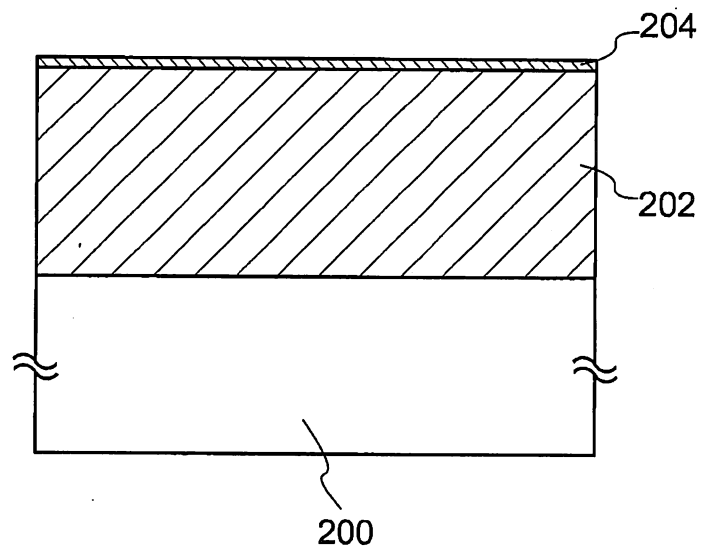


FIG. 16

16/25

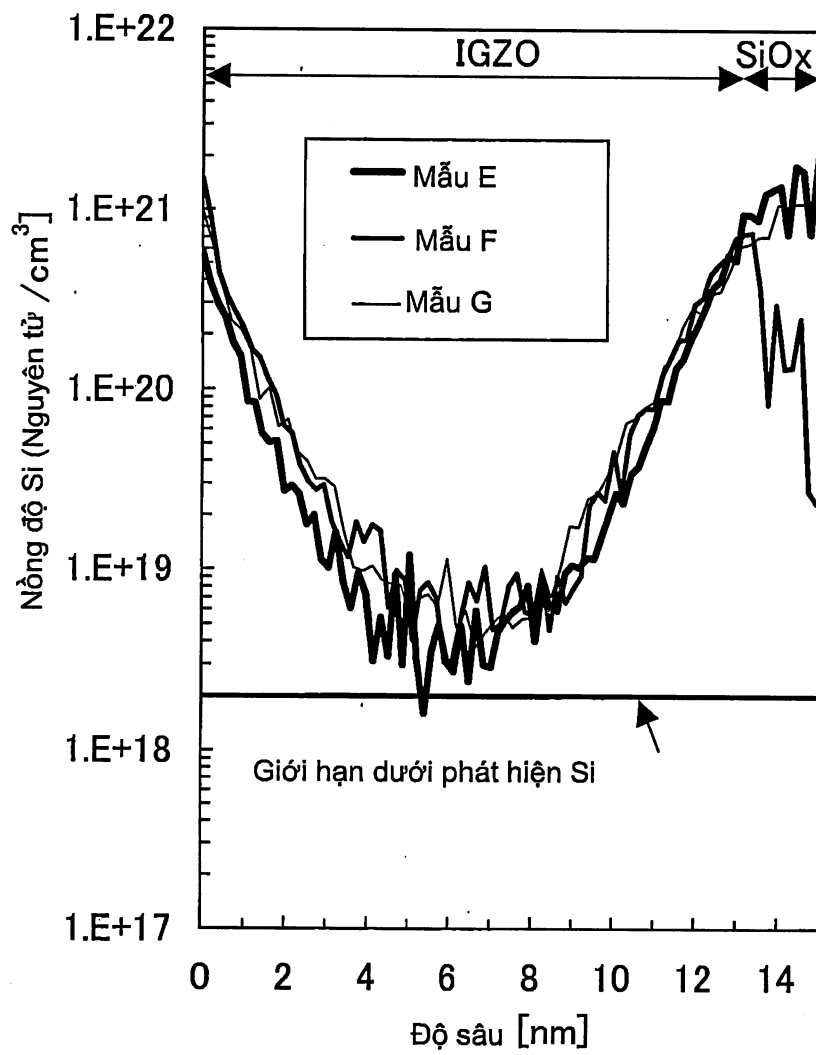


FIG. 17

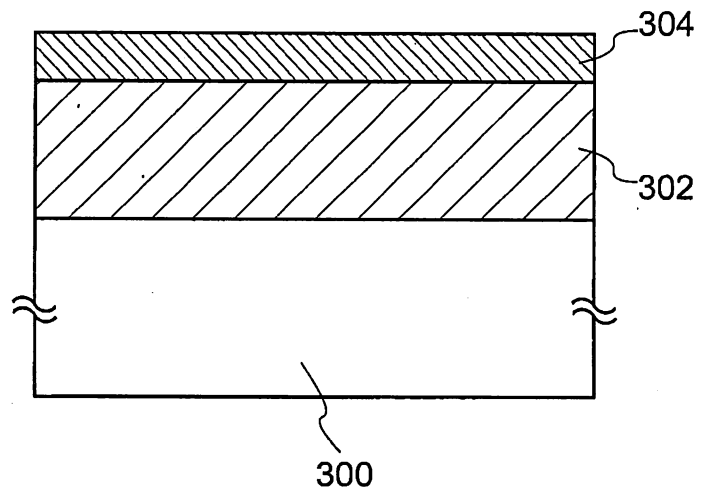


FIG. 18B

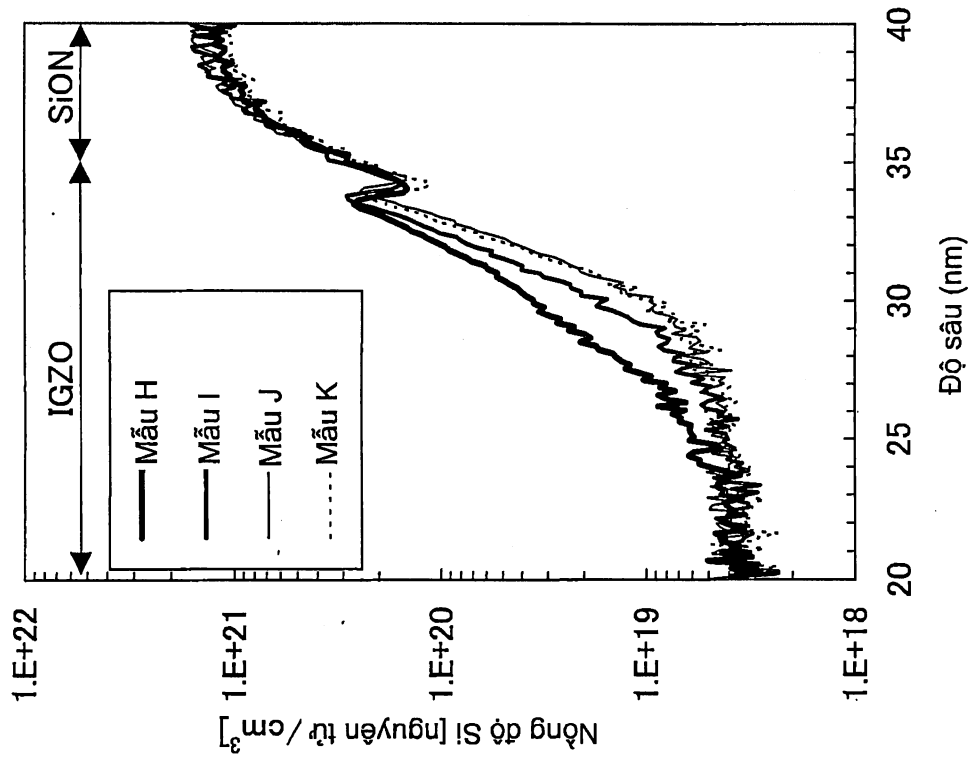
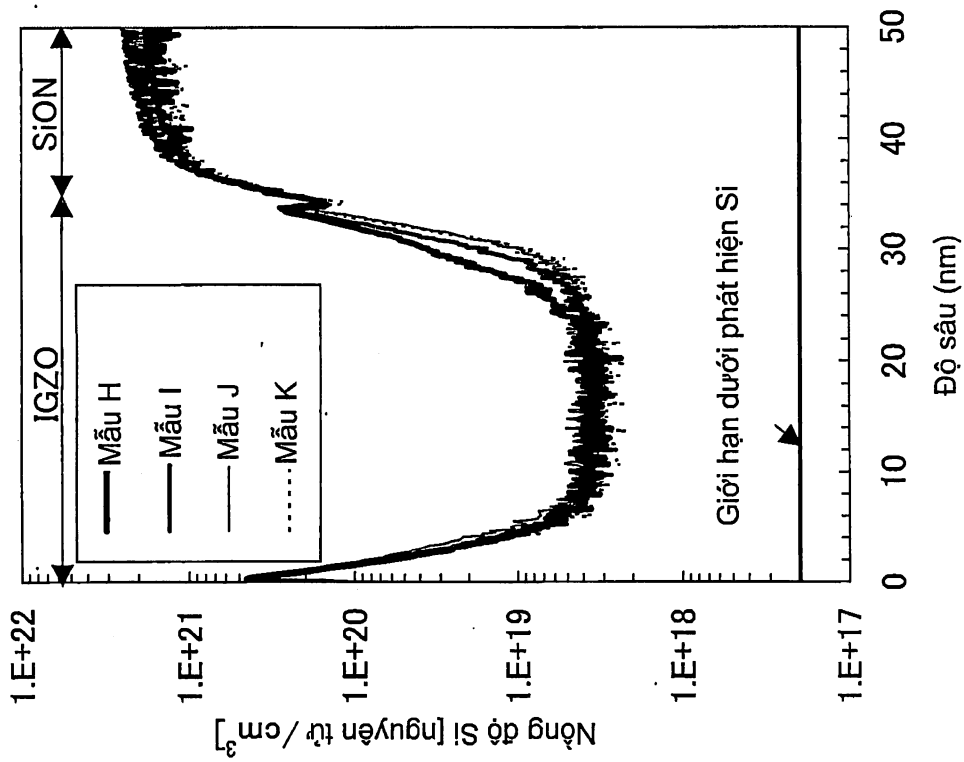


FIG. 18A



19/25

FIG. 19A

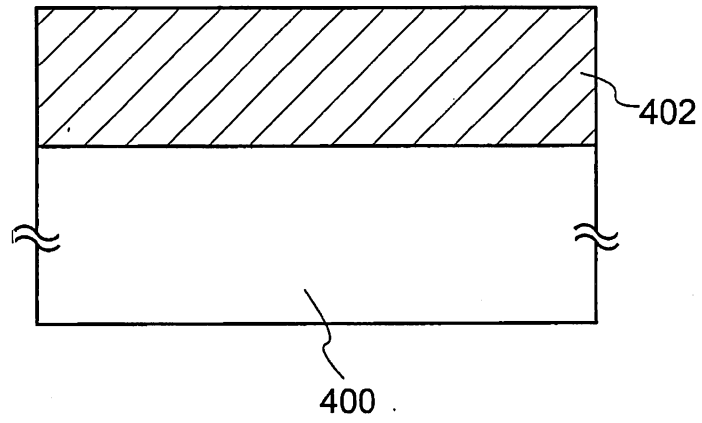
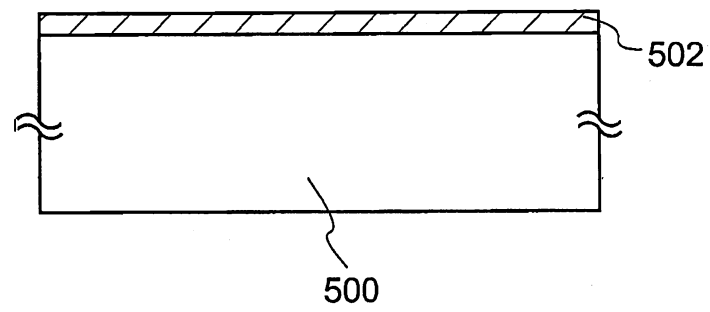


FIG. 19B



20/25

FIG. 20B

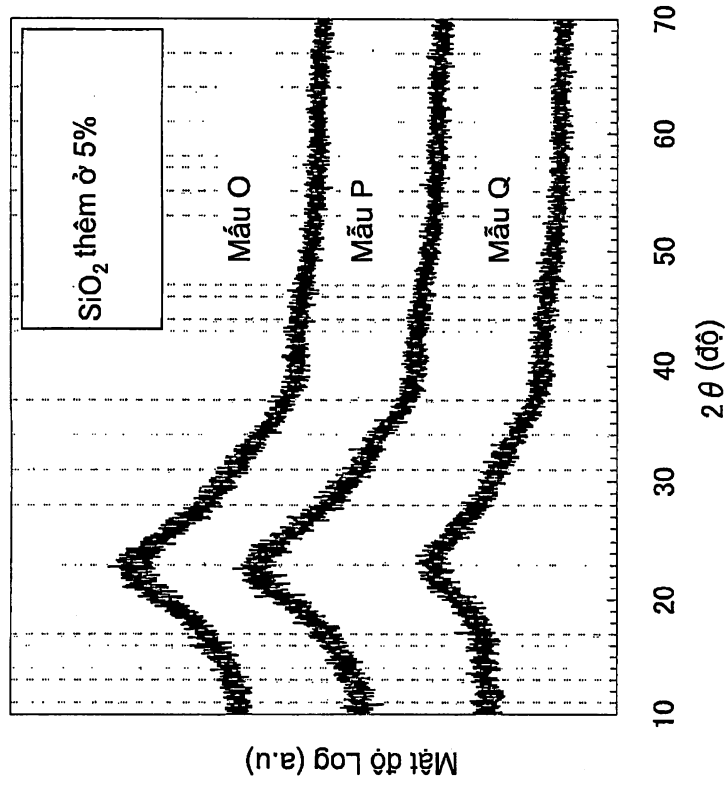
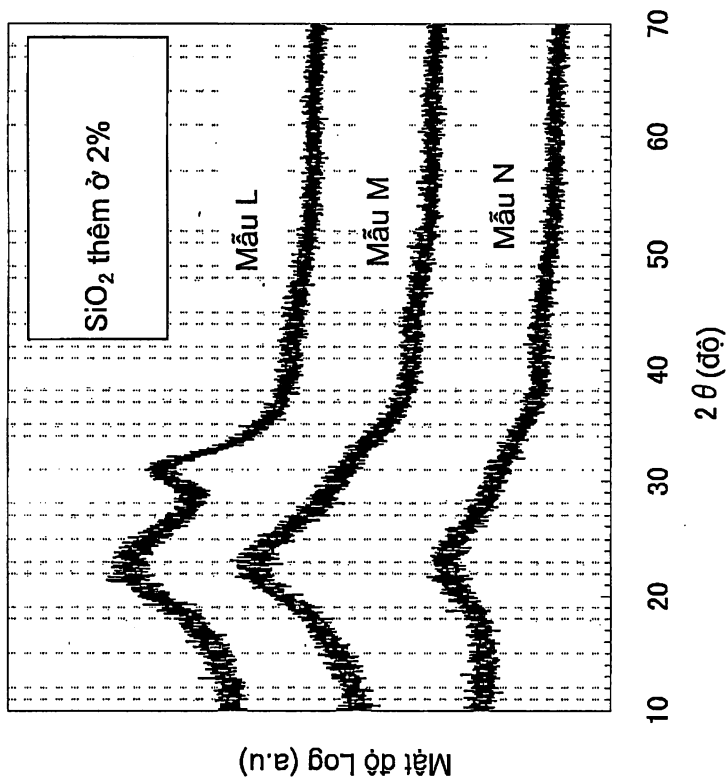


FIG. 20A



21/25

FIG. 21A

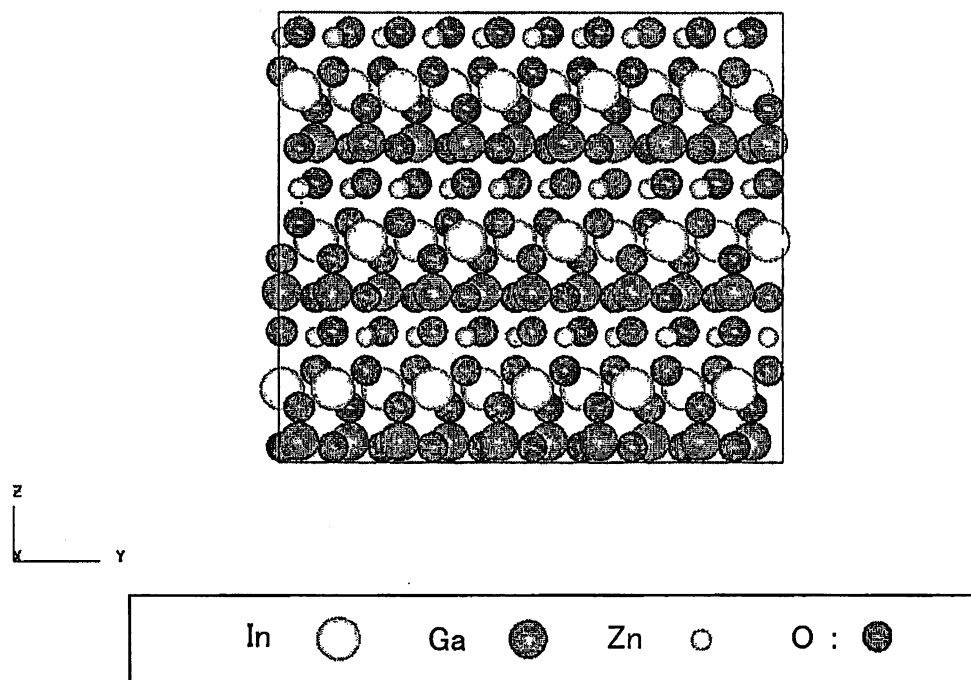


FIG. 21B

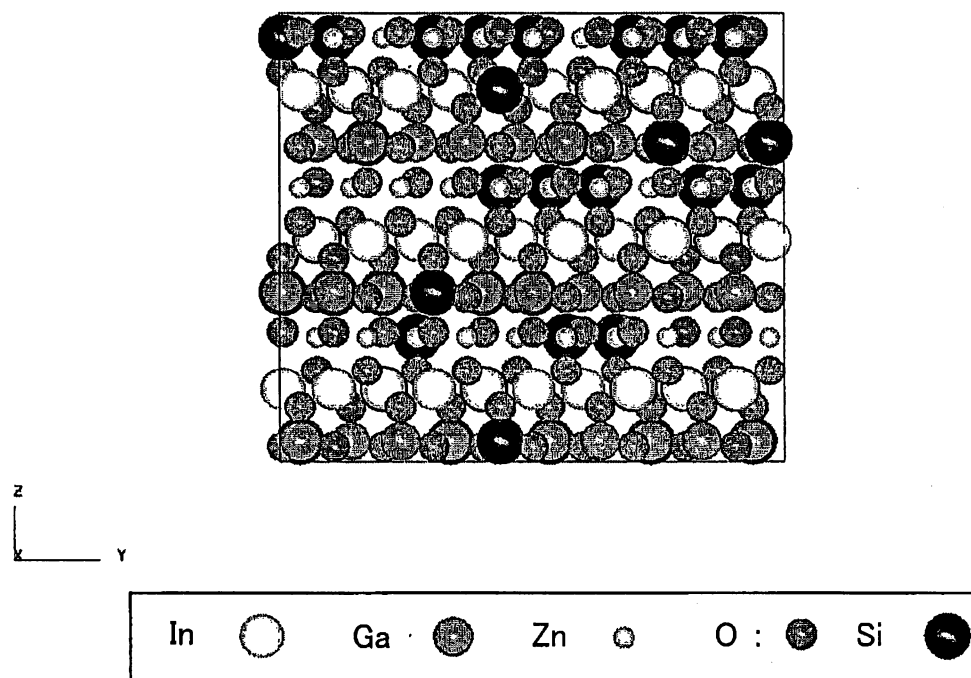


FIG. 22A

22 / 25

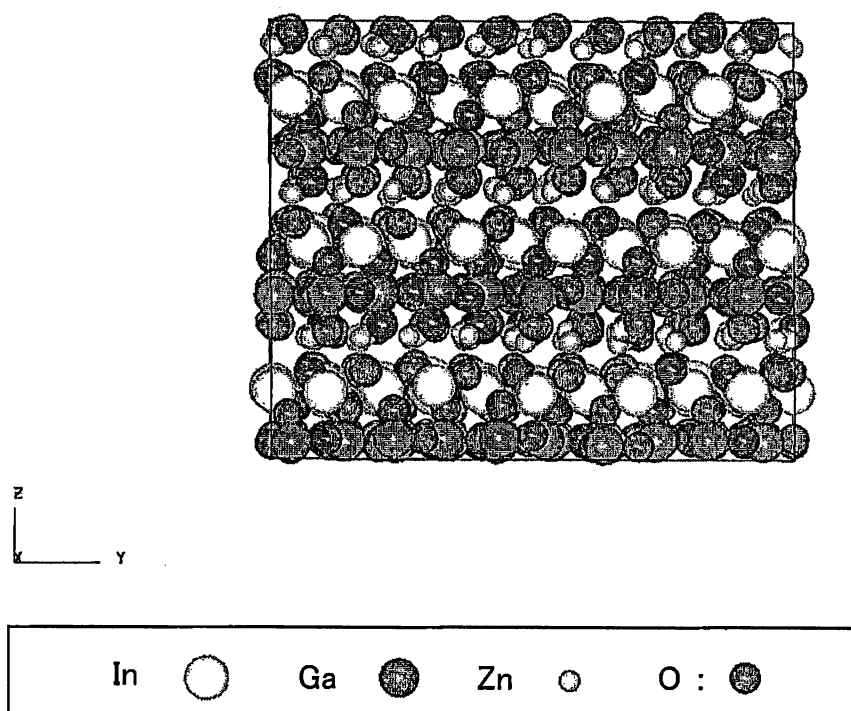


FIG. 22B

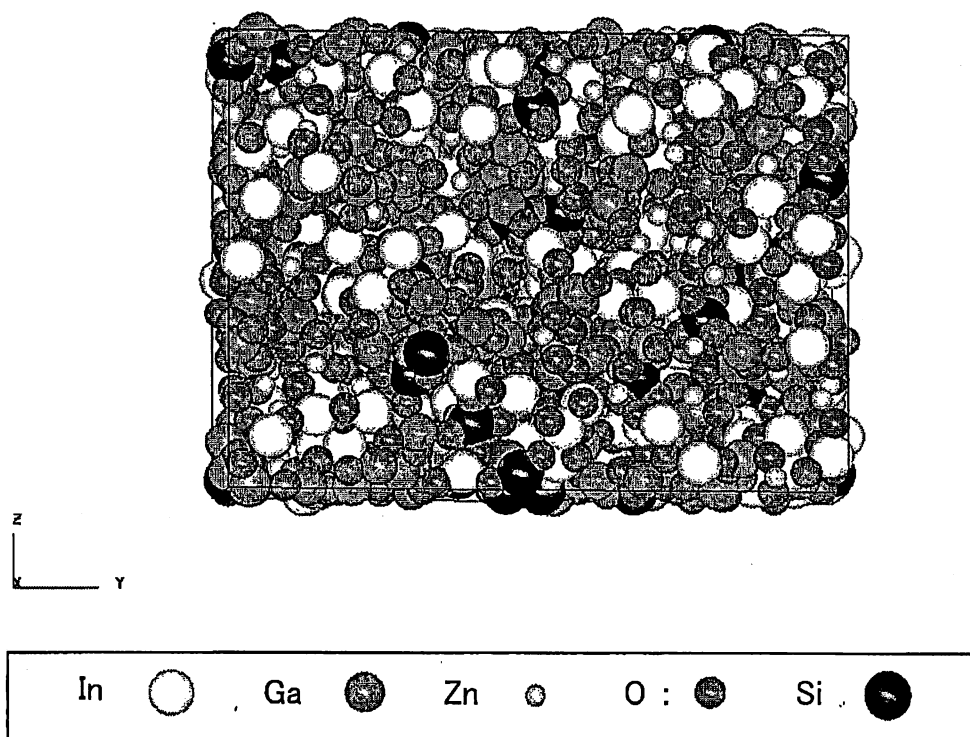


FIG. 23

23 /25

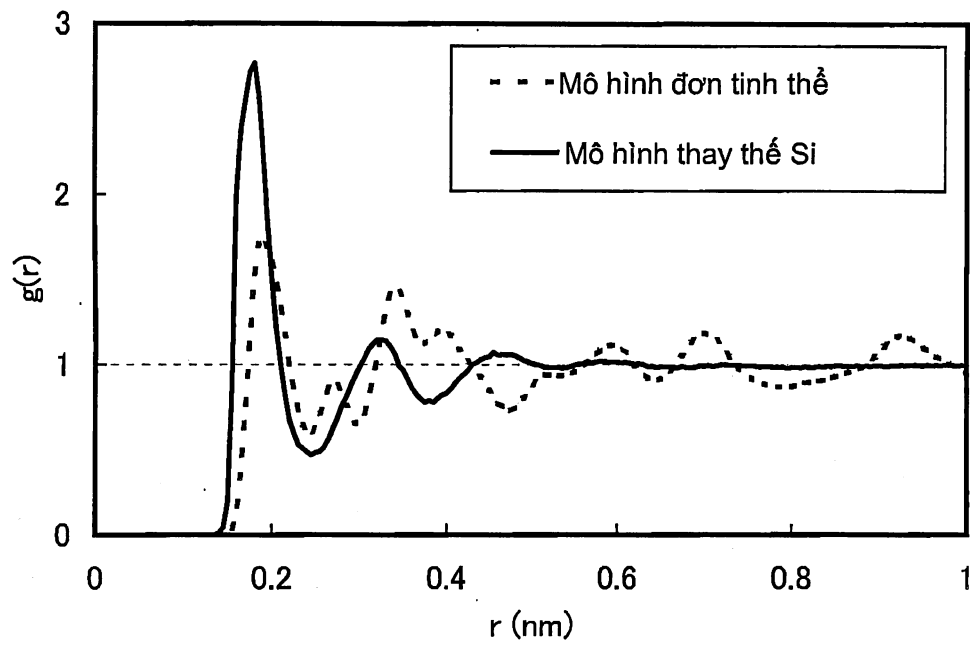


FIG. 24A

24 / 25

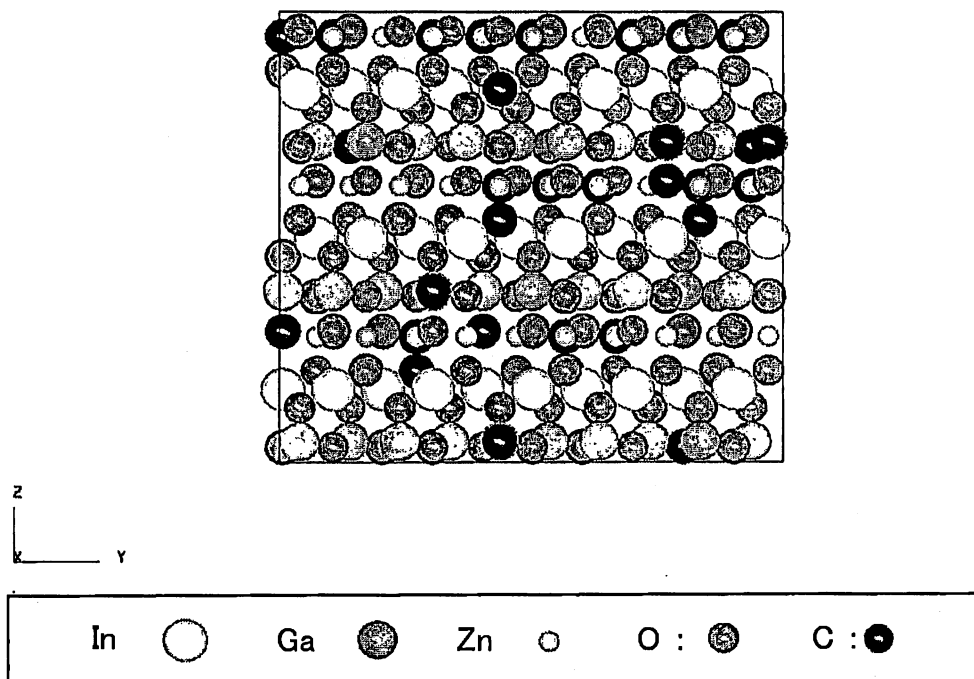


FIG. 24B

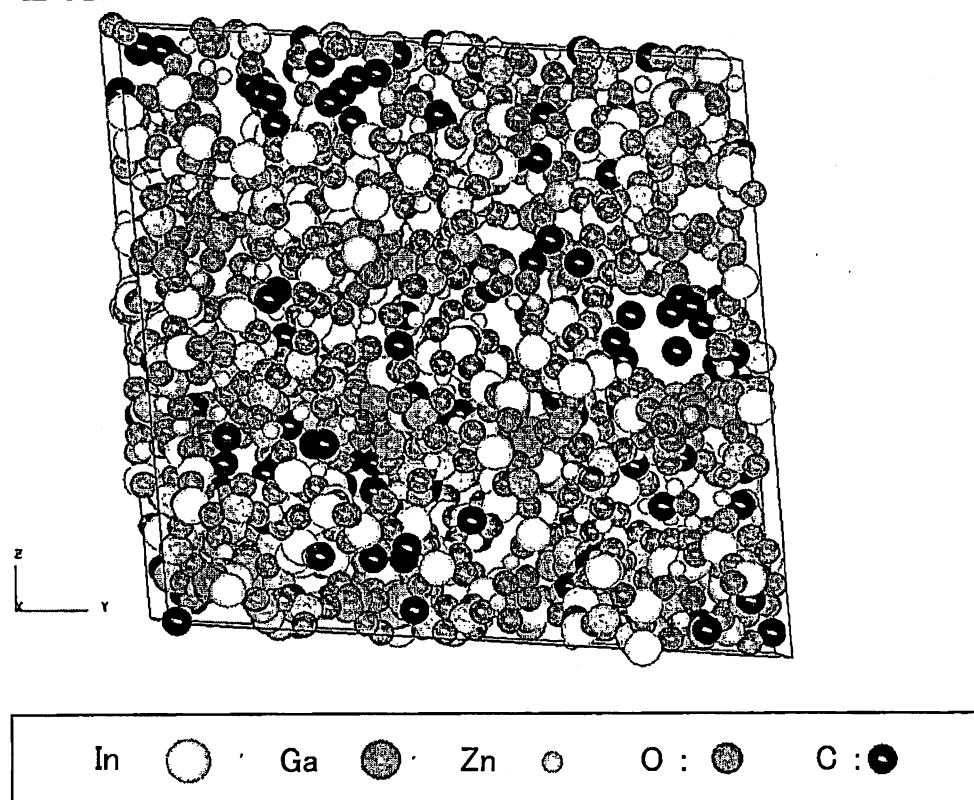


FIG. 25

25 /25

