



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

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

(11) 
1-0021541

(51)⁷ **C23C 14/08, H01L 21/363, 51/50, 29/786** (13) **B**

-
- | | | | |
|------|---|---------------|---------------------|
| (21) | 1-2016-02107 | (22) | 30.10.2013 |
| (62) | 1-2015-02030 | | |
| (86) | PCT/JP2013/080062 | 30.10.2013 | (87) WO2014/073585 |
| (30) | 2012-245992 | 08.11.2012 JP | 15.05.2014 |
| | 2013-016242 | 30.01.2013 JP | |
| | 2013-056768 | 19.03.2013 JP | |
| (45) | 26.08.2019 | 377 | (43) 26.09.2016 342 |
| (73) | Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd. (JP)
398, Hase, Atsugi-shi, Kanagawa, 2430036 JAPAN | | |
| (72) | TAKAHASHI, Masahiro (JP), HIROHASHI, Takuya (JP), TSUBUKU, Masashi (JP),
ISHIHARA, Noritaka (JP), OOTA, Masashi (JP) | | |
| (74) | Công ty TNHH T&T INVENMARK Sở hữu trí tuệ Quốc tế (T&T INVENMARK
CO., LTD.) | | |
-

(54) **MÀNG OXIT KIM LOẠI**

(57) Sáng chế đề cập đến màng oxit kim loại, trong đó màng này bao gồm một phần ở dạng tinh thể và có tính chất vật lý rất ổn định. Kích thước của phần ở dạng tinh thể này nhỏ hơn hoặc bằng 10nm cho phép quan sát các điểm được bố trí theo chu vi trong mẫu nhiễu xạ electron chùm nano của mặt cắt ngang của màng oxit kim loại này khi diện tích đo bằng hoặc lớn hơn 5nm² và nhỏ hơn hoặc bằng 10nm².

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị bán dẫn, thiết bị hiển thị, thiết bị phát sáng, phương pháp điều khiển chúng và phương pháp sản xuất chúng. Cụ thể, sáng chế đề cập đến màng oxit kim loại và phương pháp tạo thành màng oxit kim loại. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến thiết bị bán dẫn bao gồm màng oxit kim loại này.

Thiết bị bán dẫn nêu trong bản mô tả này và các tài liệu tương tự là thiết bị bất kỳ có thể hoạt động bằng cách sử dụng các đặc tính bán dẫn, chẳng hạn như, các thiết bị quang điện tử, mạch bán dẫn và các thiết bị điện tử đều là các thiết bị bán dẫn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Công nghệ tạo ra bóng bán dẫn bằng cách sử dụng màng mỏng bán dẫn được tạo thành trên nền có một bề mặt cách điện đã và đang thu hút sự chú ý. Bóng bán dẫn được sử dụng cho các thiết bị điện tử, chẳng hạn như, mạch tích hợp (IC) và thiết bị hiển thị hình ảnh (còn gọi đơn giản là thiết bị hiển thị). Đối với màng bán dẫn có thể áp dụng được cho bóng bán dẫn, vật liệu bán dẫn silic đã được biết đến rộng rãi. Hơn nữa, vật liệu khác như oxit kim loại có đặc điểm của chất bán dẫn (oxit bán dẫn) ngày càng được chú ý.

Ví dụ, tài liệu sáng chế 1 bộc lộ kỹ thuật mà bóng bán dẫn được sản xuất bằng cách sử dụng oxit vô định hình chứa In, Zn, Ga, Sn và các chất tương tự là oxit bán dẫn.

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2006-165529.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất màng oxit kim loại bao gồm một phần ở dạng tinh thể.

Sáng chế đề xuất màng oxit kim loại có tính chất vật lý rất ổn định.

Sáng chế đề xuất thiết bị bán dẫn có độ tin cậy bao gồm màng oxit kim loại nêu trên.

Sáng chế đề xuất thiết bị bán dẫn mới. Lưu ý rằng, phần mô tả của các đối tượng này không làm xáo trộn các đối tượng khác. Lưu ý rằng, theo sáng chế, không cần phải đạt được tất cả các đối tượng theo một phương án của sáng chế. Lưu ý rằng, các đối tượng khác sẽ được minh họa dựa trên phần mô tả đặc điểm kỹ thuật, hình vẽ, v.v., và các đối tượng khác nữa có thể được tạo ra từ phần mô tả đặc điểm kỹ thuật, hình vẽ và các điểm yêu cầu bảo hộ, v.v..

Theo một phương án, sáng chế đề xuất màng oxit kim loại bao gồm một phần nhỏ ở dạng tinh thể, trong đó sự sắp xếp nguyên tử tuần hoàn không quan sát được vĩ mô hoặc thứ tự dài dài trong sự sắp xếp nguyên tử không quan sát được ở mức vĩ mô. Màng oxit kim loại theo một phương án của sáng chế bao gồm vùng trong đó mẫu quầng (halo pattern) chỉ ra trạng thái vô định hình được quan sát trong mẫu nhiễu xạ electron vùng lựa chọn của mặt phẳng. Mặt khác, trong mẫu nhiễu xạ electron chùm nano của mặt cắt ngang, mẫu quầng không được quan sát, và các điểm mà không có tính định hướng, mà khác với những điểm có tính quy tắc mà đại diện cho phần ở dạng tinh thể thẳng hàng với một mặt phẳng cụ thể, quan sát được. Cụ thể, phương án theo sáng chế được bộc lộ là, ví dụ, màng oxit kim loại có cấu trúc bất kỳ dưới đây.

Theo một phương án khác, sáng chế đề xuất màng oxit kim loại bao gồm vùng trong đó các điểm được phân bố theo chu vi được quan sát trong mẫu nhiễu xạ electron chùm nano của mặt cắt ngang.

Theo một phương án khác, sáng chế đề xuất màng oxit kim loại bao gồm vùng trong đó các điểm được phân bố theo chu vi được quan sát trong mẫu nhiễu xạ electron chùm nano của mặt cắt ngang, và mẫu quầng được quan sát trong mẫu nhiễu xạ electron vùng lựa chọn của mặt phẳng.

Theo phương án nêu trên, tốt hơn là vùng đo của mẫu nhiễu xạ electron vùng lựa chọn bằng hoặc lớn hơn 300nmφ.

Theo phương án nêu trên, tốt hơn là vùng đo của mẫu nhiễu xạ electron chùm nano bằng hoặc lớn hơn 5nmφ và nhỏ hơn hoặc bằng 10nmφ. Lưu ý rằng,

việc chiếu bằng chùm tia electron có đường kính chùm tia hội tụ ở 1nm ϕ có thể tạo ra mẫu nhiễu xạ electron chùm nano với diện tích đo bằng hoặc lớn hơn 5nm ϕ và nhỏ hơn hoặc bằng 10nm ϕ .

Theo phương án được ưu tiên, mẫu nhiễu xạ electron chùm nano là mẫu có mặt cắt ngang của mẫu thử được làm mỏng đến lớn hơn 10nm và nhỏ hơn hoặc bằng 50nm.

Theo phương án nêu trên, tốt hơn là màng oxit kim loại bao gồm một phần ở dạng tinh thể và kích thước của phần ở dạng tinh thể này nhỏ hơn hoặc bằng 10nm. Theo cách khác, tốt hơn là kích thước của phần ở dạng tinh thể này bằng hoặc lớn hơn 1nm và nhỏ hơn hoặc bằng 10nm.

Theo một phương án khác, sáng chế đề xuất màng oxit kim loại có một phần ở dạng tinh thể bao gồm vùng có các tính năng sau: nhiễu xạ electron chùm nano với vùng đo bằng hoặc lớn hơn 5nm ϕ và nhỏ hơn hoặc bằng 10nm ϕ cho phép quan sát nhiều điểm được phân bố theo chu vi từ mặt cắt ngang của màng oxit kim loại mỏng đến lớn hơn 10nm và nhỏ hơn hoặc bằng 50nm, trong khi các điểm có quy luật đại diện cho các phần ở dạng tinh thể thẳng hàng với một mặt phẳng cụ thể được quan sát từ mặt cắt ngang của màng oxit kim loại được làm mỏng đến kích thước nhỏ hơn hoặc bằng 10nm.

Tốt hơn là, màng oxit kim loại bất kỳ trong số các màng oxit kim loại nêu trên chứa ít nhất là indi, gali hoặc kẽm.

Theo một phương án khác, sáng chế đề xuất phương pháp tạo thành màng oxit kim loại bao gồm vùng mà các điểm được phân bố theo chu vi được quan sát trong mẫu nhiễu xạ electron chùm nano của mặt cắt ngang. Màng oxit kim loại được tạo thành bởi phương pháp phun phủ ở nhiệt độ trong phòng trong môi trường khí chứa oxy sử dụng đích oxit.

Tốt hơn là, trong phương pháp tạo thành màng oxit kim loại nêu trên, áp suất riêng phần của oxy trong khí quyển bằng hoặc lớn hơn 33%.

Theo một phương án khác nữa, sáng chế đề xuất màng oxit kim loại bao gồm một phần ở dạng tinh thể.

Hơn nữa, theo một phương án, sáng chế đề xuất màng oxit kim loại có tính chất vật lý rất ổn định. Hơn nữa, với việc sử dụng màng oxit kim loại trong thiết bị bán dẫn, các thiết bị bán dẫn này có thể có tính ổn định cao.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1A là hình ảnh mặt cắt ngang TEM (kính hiển vi điện tử truyền qua) thể hiện màng oxit kim loại theo một phương án của sáng chế và Fig.1B đến Fig.1D là mẫu nhiễu xạ electron chùm nano của chúng;

Fig.2A là hình ảnh phẳng TEM của màng oxit kim loại theo một phương án của sáng chế và Fig.2B là mẫu nhiễu xạ electron của vùng được chọn;

Fig.3 A đến Fig.3C là các sơ đồ khái niệm thể hiện phân bố cường độ mẫu nhiễu xạ electron;

Fig.4 là mẫu nhiễu xạ electron chùm nano của nền thủy tinh thạch anh;

Fig.5A và Fig.5B là các hình ảnh mặt cắt ngang TEM của màng oxit kim loại theo một phương án của sáng chế;

Fig.6 là sơ đồ thể hiện kết quả phân tích nhiễu xạ tia X của màng oxit kim loại theo một phương án của sáng chế;

Fig.7 là mẫu nhiễu xạ electron chùm nano của màng oxit kim loại theo một phương án của sáng chế;

Fig.8 là mẫu nhiễu xạ electron chùm nano của màng oxit kim loại theo một phương án của sáng chế;

Fig.9A đến Fig.9C mỗi hình vẽ thể hiện một ví dụ về cấu trúc của bóng bán dẫn theo một phương án của sáng chế;

Fig.10A đến Fig.10D là các sơ đồ thể hiện ví dụ về phương pháp tạo thành bóng bán dẫn theo một phương án của sáng chế;

Fig.11A đến Fig.11C mỗi hình vẽ thể hiện một ví dụ về cấu trúc của bóng bán dẫn theo một phương án của sáng chế;

Fig.12A đến Fig.12C mỗi hình vẽ thể hiện cấu trúc của màn hiển thị theo một phương án của sáng chế;

Fig.13 là sơ đồ khối thể hiện thiết bị điện tử theo một phương án của sáng chế;

Fig.14A đến Fig.14D hình chiếu nhìn bên ngoài của thiết bị điện tử theo một phương án của sáng chế;

Fig.15A là hình ảnh mặt cắt ngang TEM của màng oxit kim loại theo một phương án của sáng chế và Fig.15B đến Fig.15E là mẫu nhiễu xạ electron chùm nano;

Fig.16 là sơ đồ khái niệm thể hiện phương pháp làm mỏng mẫu bằng phương pháp cán ion;

Fig.17A đến Fig.17D mỗi hình vẽ thể hiện mẫu nhiễu xạ electron chùm nano của màng oxit kim loại theo một phương án của sáng chế;

Fig.18A và Fig.18B là các sơ đồ thể hiện kết quả phân tích màng oxit kim loại trong ví dụ so sánh và một phương án của sáng chế;

Fig.19A đến Fig.19D mỗi sơ đồ thể hiện kết quả phân tích mẫu nhiễu xạ tia X của mẫu đã chuẩn bị bằng phương pháp pha lỏng;

Fig.20A đến Fig.20C là các hình ảnh mặt cắt ngang TEM thể hiện mẫu trong ví dụ so sánh;

Fig.21A đến Fig.21C là mẫu nhiễu xạ electron chùm nano của mẫu trong ví dụ so sánh và Fig.21D là mẫu nhiễu xạ electron chùm nano của màng oxit kim loại theo một phương án của sáng chế;

Fig.22 là sơ đồ thể hiện cấu trúc tinh thể của lớp oxit bán dẫn được sử dụng để tính toán;

Fig.23A đến Fig.23D là các sơ đồ thể hiện kết quả tính toán cho ảnh hưởng của việc bổ sung hydro trong trạng thái tinh thể;

Fig.24A đến Fig.24D là các sơ đồ thể hiện kết quả đo năng lượng liên kết trong màng oxit kim loại theo một phương án của sáng chế và mẫu trong ví dụ so sánh bởi XPS.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, các phương án của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dựa trên các hình vẽ kèm theo. Lưu ý rằng sáng chế không bị giới hạn ở phần mô tả dưới đây và cần phải hiểu rằng các khía cạnh của sáng chế có thể được thay đổi theo

hiều cách khác nhau. Do đó, sáng chế không được hiểu là chỉ giới hạn ở phần mô tả các phương án sau.

Phương án 1

Theo phương án này, màng oxit kim loại theo một phương án của sáng chế được mô tả dựa trên Fig.1A đến Fig.1D, Fig.2A và Fig.2B, Fig.3A đến Fig.3C, Fig.4, Fig.5A và Fig.5B, Fig.6, Fig.7, Fig.15A đến Fig.15E, Fig.16, Fig.17A đến Fig.17D, Fig.18A và Fig.18B, Fig.19A đến Fig.19D, Fig.20A đến Fig.20C, và Fig.21A đến Fig.21D.

Phần ở dạng tinh thể trong màng oxit kim loại

Màng oxit kim loại theo phương án này bao gồm phần ở dạng tinh thể nhỏ trong đó sự sắp xếp nguyên tử tuần hoàn không quan sát được vĩ mô hoặc thứ tự dài dài trong sắp xếp nguyên tử không quan sát được vĩ mô. Vì vậy, những điểm có tính quy tắc đại diện cho trạng thái tinh thể không được quan sát trong một số trường hợp bởi nhiễu xạ electron khi vùng đo lớn hơn (rộng hơn) phần ở dạng tinh thể được bao gồm trong đó.

Hình ảnh mặt cắt ngang TEM và mẫu nhiễu xạ electron chùm nano

Fig.1A là hình ảnh mặt cắt ngang TEM của màng oxit kim loại theo phương án này. Fig.1B, Fig.1C, và Fig.1D là mẫu nhiễu xạ electron được quan sát bởi mẫu nhiễu xạ electron chùm nano tại các điểm 1, 2, và 3 trên Fig.1A, tương ứng.

Một ví dụ về màng oxit kim loại, màng oxit dựa trên In-Ga-Zn dày 50nm được tạo thành trên nền thủy tinh thạch anh. Màng oxit kim loại được tạo thành theo các điều kiện sau đây: đích oxit chứa In, Ga, và Zn với tỷ số nguyên tử là 1: 1: 1 được sử dụng; môi trường khí oxy (Tỷ lệ 45 sccm) được sử dụng; áp lực 0,4Pa; dòng điện một chiều (DC) cung cấp công suất 0,5kW; và nhiệt độ bề mặt là nhiệt độ trong phòng. Sau đó, màng oxit kim loại tạo thành được làm mỏng đến khoảng 50nm (Ví dụ: $40\text{nm} \pm 10\text{nm}$) và hình ảnh mặt cắt ngang TEM và mẫu nhiễu xạ electron chùm nano được quan sát.

Hình ảnh mặt cắt ngang TEM của màng oxit kim loại được quan sát bằng kính hiển vi điện tử truyền qua ("H-9000NAR" được sản xuất bởi công ty cổ

phần công nghệ cao Hitachi) tại điện áp tăng tốc 300kV và ở độ phóng đại 2000000 lần. Mẫu nhiễu xạ electron chùm nano được thực hiện bởi kính hiển vi điện tử truyền qua ("HF-2000" được sản xuất bởi công ty cổ phần công nghệ cao Hitachi) tại điện áp tăng tốc 200kV và đường kính chùm tia khoảng 1nmφ. Lưu ý rằng vùng đo nhiễu xạ electron chùm nano bằng hoặc lớn hơn 5nmφ và nhỏ hơn hoặc bằng 10nmφ.

Như được thể hiện trên Fig.1B, trong mẫu nhiễu xạ electron chùm nano của màng oxit kim loại theo phương án này, các điểm được bố trí theo chu vi (điểm sáng) được quan sát. Điều này có nghĩa rằng, trong trường hợp của màng oxit kim loại theo phương án này, nhiều điểm được phân bố theo chu vi được quan sát. Cũng có thể nói rằng các vòng tròn đồng tâm được tạo thành bởi nhiều điểm được phân bố theo chu vi.

Hơn nữa, cũng được thể hiện trên Fig.1C mà thể hiện phần trung tâm của màng oxit kim loại theo hướng dày và trên Fig.1D mà thể hiện vùng lân cận của giao diện với nền thủy tinh thạch anh, nhiều điểm được phân phối theo chu vi được quan sát tương tự với Fig.1B. Trên Fig.1C, bán kính của vòng tròn thứ nhất (khoảng cách từ điểm chính đến chu vi) nằm trong khoảng từ 3,88/nm đến 4,93/nm, hoặc nằm trong khoảng từ 0,203nm đến 0,257nm khi được chuyển đổi thành khoảng cách giữa các mặt phẳng.

Ngoài mẫu quang cho thấy trạng thái vô định hình, nhiều điểm được quan sát trong mẫu nhiễu xạ electron chùm nano được thể hiện trên Fig.1B đến Fig. 1D. Điều này khẳng định rằng màng oxit kim loại theo phương án này bao gồm một phần ở dạng tinh thể. Tuy nhiên, các điểm mà không có tính định hướng, mà không cần phải đều đặn đại diện các phần ở dạng tinh thể được liên kết với một mặt phẳng cụ thể, được quan sát trong mẫu nhiễu xạ electron chùm nano được thể hiện trên Fig.1B đến Fig.1D. Theo đó, giả sử rằng màng oxit kim loại theo phương án này bao gồm nhiều tinh thể phần có định hướng bề mặt ngẫu nhiên và có kích thước khác với nhau.

Fig.5A và Fig.5B là các hình vẽ mở rộng một phần thể hiện hình ảnh mặt cắt ngang TEM của Fig.1A. Fig.5A là hình ảnh mặt cắt ngang TEM của các

vùng lân cận của điểm 1 (bề mặt của màng oxit kim loại) trên Fig.1A, được quan sát ở độ phóng đại quan sát 8000000 lần. Fig.5B là hình ảnh mặt cắt ngang TEM của vùng lân cận của điểm 2 (phần trung tâm của màng oxit kim loại theo hướng dày) trên Fig.1A, được quan sát ở độ phóng đại quan sát 8000000 lần.

Trong các hình ảnh mặt cắt ngang TEM của màng oxit kim loại theo phương án được thể hiện trên Fig.5A và Fig.5B, cấu trúc tinh thể không thể được quan sát rõ ràng.

Hình ảnh phẳng TEM và mẫu nhiễu xạ electron vùng được chọn

Fig.2A là hình ảnh phẳng TEM của màng oxit kim loại theo phương án này. Fig.2B cho thấy mẫu nhiễu xạ electron của vùng được bao quanh bởi vòng tròn trên Fig.2A, được quan sát bởi nhiễu xạ electron vùng được chọn.

Một ví dụ về màng oxit kim loại, màng oxit kim loại dựa trên In-Ga-Zn dày 50nm được tạo thành trên nền thủy tinh thạch anh. Màng oxit kim loại được tạo thành theo các điều kiện sau đây: đích oxit chứa In, Ga, và Zn ở tỷ số nguyên tử là 1: 1: 1 được sử dụng; môi trường khí oxy (tốc độ dòng chảy 45 sccm) được sử dụng; áp lực là 0,4Pa; dòng điện DC cấp điện trực tiếp là 0,5kW; và nhiệt độ bề mặt là nhiệt độ trong phòng. Sau đó, màng oxit kim loại tạo thành được làm mỏng đến khoảng 50nm (ví dụ, $40\text{nm} \pm 10\text{nm}$) và hình ảnh phẳng TEM và mẫu nhiễu xạ electron vùng được chọn được quan sát.

Các hình ảnh được thể hiện trên Fig.2A và Fig.2B được thu nhận bằng kính hiển vi điện tử truyền qua ("H-9000NAR" được sản xuất bởi công ty cổ phần công nghệ cao Hitachi) tại điện áp tăng tốc 300 kV. Để thu được hình ảnh trên Fig.2A, mặt phẳng của màng oxit kim loại được quan sát ở độ phóng đại quan sát 500000 lần. Fig.2B thể hiện kết quả nhiễu xạ của vùng trong vòng tròn trên Fig.2A thu được bằng nhiễu xạ electron vùng được chọn. Mẫu trên Fig.2B thu được được bằng nhiễu xạ electron với diện tích lựa chọn 300nm^2 . Khi xem xét mở rộng chùm tia electron (khoảng vài nano mét), vùng đo bằng hoặc lớn hơn 300nm^2 .

Như được thể hiện trên Fig.2B, trong trường hợp của màng oxit kim loại này, các điểm được quan sát bởi nhiễu xạ electron chùm nano không được quan

sát và mẫu quang được quan sát trong mẫu nhiễu xạ electron được quan sát bởi nhiễu xạ electron vùng được chọn, vùng đo của nó rộng hơn của mẫu nhiễu xạ electron chùm nano. Như vậy, màng oxit kim loại theo phương án này có thể được coi là màng oxit kim loại bao gồm phần ở dạng tinh thể nhỏ trong đó sự sắp xếp nguyên tử tuần hoàn không quan sát được vĩ mô (trong trường hợp vùng đo bằng hoặc lớn hơn 300nm) hoặc thứ tự dài dài trong sắp xếp nguyên tử không quan sát được vĩ mô.

Sơ đồ khái niệm của phân bố mật độ nhiễu xạ electron

Fig.3A đến Fig.3C là các sơ đồ thể hiện phân bố cường độ nhiễu xạ trong mẫu nhiễu xạ electron trên Fig.1B đến Fig.1D và Fig.2A và Fig.2B. Fig.3A là sơ đồ khái niệm thể hiện phân bố cường độ nhiễu xạ trong mẫu nhiễu xạ electron chùm nano trên Fig.1B đến Fig.1D. Fig.3B là sơ đồ khái niệm thể hiện phân bố cường độ nhiễu xạ trong mẫu nhiễu xạ electron vùng được chọn trên Fig.2B. Fig.3C là sơ đồ khái niệm thể hiện phân bố cường độ nhiễu xạ trong mẫu nhiễu xạ electron của cấu trúc đa tinh thể lý tưởng.

Trong mỗi hình vẽ trong sơ đồ Fig.3A đến Fig.3C, trục dọc thể hiện cường độ nhiễu xạ electron (đơn vị tùy ý) và trục hoành thể hiện khoảng cách tính từ điểm chính.

Fig.3C thể hiện cấu trúc đa tinh thể lý tưởng, đỉnh được quan sát ở khoảng cách cụ thể từ điểm chính dựa trên khoảng cách giữa các mặt phẳng (giá trị D) của mặt phẳng mà các phần ở dạng tinh thể thẳng hàng với nó. Trong trường hợp này, trong mẫu nhiễu xạ electron, vòng với chiều rộng đường nhỏ được quan sát rõ ràng ở khoảng cách cụ thể từ điểm chính.

Mặt khác, như được thể hiện trên Fig.1B đến Fig.1D, vùng chu vi, mà được tạo thành với các điểm được quan sát trong hình ảnh mẫu nhiễu xạ electron chùm nano của màng oxit kim loại theo phương án này, có chiều rộng đường tương đối lớn. Do đó, mật độ nhiễu xạ chùm tia electron được phân bố rời rạc và bao gồm nhiều vùng (các vùng đỉnh) trong đó các đỉnh được phân bố, như được thể hiện trên Fig.3A. Lưu ý rằng số lượng nhỏ điểm được quan sát giữa các vùng được bố trí theo chu vi trong mẫu nhiễu xạ electron chùm nano. Điều

này có nghĩa là, như được thể hiện trên Fig.3A, các đỉnh nhiễu xạ tồn tại giữa hai vùng đỉnh.

Mặt khác, phân bố cường độ nhiễu xạ chùm tia electron trong mẫu nhiễu xạ electron vùng được chọn của màng oxit kim loại theo phương án này liên tục như được thể hiện trên Fig.3B. Do Fig.3B có thể gần đúng với kết quả thu được bằng cách quan sát phân bố cường độ nhiễu xạ chùm tia electron trên Fig.3A trong vùng rộng vùng, có thể coi là vùng đỉnh trên Fig.3A được tích hợp và phân bố cường độ liên tục thu được.

Fig.3A đến Fig.3C thể hiện rằng màng oxit kim loại theo phương án này bao gồm nhiều phần ở dạng tinh thể có bề mặt định hướng ngẫu nhiên và có kích thước khác với nhau, và các tinh thể nhỏ đến mức không được quan sát trong mẫu nhiễu xạ electron vùng được chọn.

Màng oxit kim loại mà có nhiều điểm trong hình ảnh mẫu nhiễu xạ electron chùm nano như được thể hiện trên Fig.1B đến Fig.1D được làm mỏng đến khoảng 50nm. Hơn nữa, do đường kính chùm tia electron hội tụ ở 1nm ϕ , diện tích đo bằng hoặc lớn hơn 5nm và nhỏ hơn hoặc bằng 10nm. Theo đó, có thể cho rằng kích thước của phần ở dạng tinh thể được chứa trong màng oxit kim loại theo phương án này ít nhất nhỏ hơn hoặc bằng 50nm, ví dụ, nhỏ hơn hoặc bằng 10nm hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 5nm.

Mẫu nhiễu xạ electron chùm nano của các ví dụ màng rất mỏng

Trong trường hợp kích thước của phần ở dạng tinh thể được được bao gồm trong màng oxit kim loại theo phương án này nhỏ hơn hoặc bằng 10nm hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 5nm, vùng đo theo hướng chiều sâu lớn hơn so với kích thước của phần tinh trong mẫu trong đó màng oxit kim loại được làm mỏng đến 50nm; kết quả là, các phần ở dạng tinh thể được quan sát trong vùng đo, trong một số trường hợp. Vì vậy, màng oxit kim loại mỏng hơn hoặc bằng 10nm được tạo thành, và mặt cắt ngang của nó được quan sát bởi mẫu nhiễu xạ electron chùm nano.

Phương pháp tạo thành mẫu như sau. Màng oxit kim loại dựa trên In-Ga-Zn dày 50nm được tạo thành trên nền thủy tinh thạch anh. Màng được tạo thành

theo các điều kiện sau đây: đích oxit chứa In, Ga, và Zn ở tỷ số nguyên tử là 1: 1: 1 được sử dụng; môi trường khí oxy (tốc độ dòng chảy 45 sccm) được sử dụng; áp lực là 0,4Pa; dòng điện DC cung cấp công suất trực tiếp là 0,5kW; và nhiệt độ bề mặt là nhiệt độ trong phòng. Sau khi màng oxit kim loại được tạo thành, xử lý nhiệt đầu tiên được thực hiện ở 450°C trong môi trường khí nitơ trong một giờ và xử lý nhiệt thứ hai được thực hiện ở 450°C trong môi trường khí chứa nitơ và oxy trong một giờ.

Màng oxit kim loại trên đó xử lý nhiệt thứ hai được thực hiện được làm mỏng thêm bằng phương pháp cán ion sử dụng ion Ar. Đầu tiên, nền thủy tinh thạch anh trên đó màng oxit kim loại được tạo thành được gắn với nền giả để gia cố. Sau đó, màng được làm mỏng đến khoảng 50µm bằng cách cắt và đánh bóng. Sau đó, như được minh họa trên Fig.16, màng oxit kim loại 204 được cung cấp cho nền thủy tinh thạch anh 200 và nền giả 202 được chiếu bằng ion Ar ở góc (khoảng 3° để việc cán ion được thực hiện để tạo thành vùng 210a mà được làm mỏng đến khoảng 50nm ($40\text{nm} \pm 10\text{nm}$) và vùng 210b được làm mỏng đến độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 10nm, ví dụ, từ 5nm đến 10nm. Sau đó, mặt cắt ngang của từng vùng được quan sát.

Fig.15A là hình ảnh mặt cắt ngang TEM của mẫu đã được làm mỏng đến khoảng 50nm, tương ứng với vùng 210a. Fig.15B đến Fig.15E thể hiện mẫu nhiễu xạ electron được quan sát bởi nhiễu xạ electron chùm nano có mặt cắt ngang trên Fig.15A. Fig.15B cho thấy mẫu nhiễu xạ electron được quan sát với việc sử dụng chùm tia electron có đường kính chùm tia hội tụ về 1nmφ. Fig.15C thể hiện mẫu nhiễu xạ electron được quan sát với việc sử dụng chùm tia electron có đường kính chùm tia hội tụ ở 10nmφ. Fig.15D thể hiện mẫu nhiễu xạ electron được quan sát với việc sử dụng chùm tia electron có đường kính chùm tia hội tụ ở 20nmφ. Fig.15E thể hiện mẫu nhiễu xạ electron được quan sát với việc sử dụng chùm tia electron có đường kính chùm tia hội tụ tới 30nmφ.

Như được thể hiện trên Fig.15B, các điểm được phân bố theo chu vi (điểm sáng), mà là tương tự như trên Fig.1B đến Fig.1D, được quan sát cũng ở trong màng oxit kim loại mà trên đó xử lý nhiệt được thực hiện. Hơn nữa, như

được thể hiện trên Fig.15C đến Fig.15E, khi đường kính chùm tia electron được tăng lên để vùng đo rộng hơn, các điểm mở dần.

Fig.17A đến Fig.17D thể hiện mẫu nhiễu xạ electron chùm nano tại bốn điểm cho trước trong mẫu được làm mỏng đến nhỏ hơn hoặc bằng 10nm, tương ứng với các vùng 210b. Mẫu nhiễu xạ electron chùm nano được quan sát với việc sử dụng các chùm tia electron có đường kính chùm tia hội tụ ở 1nm ϕ .

Như được thể hiện trên Fig.17A và Fig.17B, các điểm có quy luật đều đại diện cho các phần ở dạng tinh thể thẳng với một mặt phẳng cụ thể được quan sát. Điều này cho thấy rằng màng oxit kim loại theo phương án này chắc chắn bao gồm một phần ở dạng tinh thể. Mặt khác, như được thể hiện trên Fig.17C và Fig.17D, các điểm được phân bố theo chu vi (điểm sáng) được quan sát.

Như đã mô tả ở trên, kích thước của phần ở dạng tinh thể được bao gồm trong màng oxit kim loại theo phương án này nhỏ và ít nhất là nhỏ hơn hoặc bằng 50nm, ví dụ, ít hơn hoặc bằng 10nm hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 5nm. Như vậy, trong trường hợp mẫu được làm mỏng đến mức nhỏ hơn hoặc bằng 10nm và đường kính của chùm tia electron được hội tụ về 1nm ϕ để làm cho vùng đo nhỏ hơn so với kích thước của một phần ở dạng tinh thể, ví dụ, các điểm có quy luật đại diện cho các phần ở dạng tinh thể thẳng với một mặt phẳng cụ thể có thể được quan sát, tùy thuộc vào vùng đo. Trong trường hợp các tinh thể được bao gồm trong vùng quan sát, chùm tia electron truyền qua một phần ở dạng tinh thể tiếp tục chiếu một phần ở dạng tinh thể khác nằm trong hướng chiều sâu, điều này sẽ dẫn đến việc quan sát nhiều mẫu nhiễu xạ electron chùm nano.

Mẫu nhiễu xạ electron chùm nano của nền thạch anh

Fig.4 thể hiện mẫu nhiễu xạ electron chùm nano của nền thủy tinh thạch anh. Các điều kiện đo giống như đối với các màng oxit bán dẫn trên Fig1B đến Fig.1D.

Như được thể hiện trên Fig. 4, mẫu quang trong đó một vị trí cụ thể không được đưa ra bởi nhiễu xạ và có độ sáng đang dần thay đổi thành điểm chính được quan sát trong trường hợp của nền thủy tinh thạch anh có cấu trúc vô định hình. Vì vậy, các điểm phân bố theo chu vi như các điểm được quan sát trong

màng oxit kim loại theo phương án này không quan sát được trong màng có cấu trúc vô định hình ngay cả khi nhiễu xạ electron được thực hiện trên vùng nhỏ. Điều này khẳng định rằng các điểm được phân bố theo chu vi được quan sát trên Fig.1B đến Fig.1D là một đặc thù của màng oxit kim loại theo phương án này.

Mẫu nhiễu xạ electron sau khi chiếu liên tục bằng chùm nano

Fig.8 thể hiện mẫu nhiễu xạ electron được quan sát sau điểm 2 trên Fig.1A được chiếu bởi chùm tia electron có đường kính chùm tia hội tụ ở khoảng 1nm ϕ trong 1 phút.

Tương tự như mẫu nhiễu xạ electron trên Fig.1C, nhiễu điểm được phân phối theo chu vi được quan sát trong mẫu nhiễu xạ electron trên Fig.8, và không có sự khác biệt đáng kể giữa mẫu nhiễu xạ electron trên Fig.1C và Fig.8. Điều này có nghĩa rằng phần ở dạng tinh thể xác định bởi Fig.1C được tạo thành khi màng oxit kim loại theo phương án này được tạo thành và không dẫn đến từ sự chiếu chùm tia electron hội tụ.

Phân tích bằng nhiễu xạ tia X

Mẫu của màng oxit kim loại theo phương án này được tạo thành trên nền thủy tinh thạch anh, được sử dụng cho Fig.1A đến Fig.1D và Fig.2A và Fig.2B, được phân tích bởi nhiễu xạ tia X (XRD). Fig.6 thể hiện phổ XRD được đo bằng phương pháp ngoài mặt phẳng.

Trên Fig.6, trục thẳng đứng thể hiện cường độ nhiễu xạ tia X (đơn vị tùy ý) và trục hoành là góc nhiễu xạ 2θ (độ). Lưu ý rằng phổ nhiễu xạ tia X được đo bằng mẫu nhiễu xạ tia X, D8 ADVANCE sản xuất bởi Bruker AXS.

Như được thể hiện trên Fig. 6, đỉnh tương ứng với thạch anh xuất hiện ở gần $2\theta = 20^\circ$ đến 23° . Tuy nhiên, đỉnh tương ứng với một phần ở dạng tinh thể được bao gồm trong màng oxit kim loại không thể được tìm thấy.

Kết quả trên Fig.6 đã chỉ ra rằng phần ở dạng tinh thể được bao gồm trong màng oxit kim loại theo phương án này rất nhỏ.

Theo kết quả trên, có thể giả định rằng màng oxit kim loại theo phương án này là màng mà trong đó phần ở dạng tinh thể có bề mặt định hướng ngẫu nhiên kết lại với nhau.

Ngoài ra, giả sử rằng kích thước của phần ở dạng tinh thể được bao gồm trong màng oxit kim loại theo phương án này nhỏ hơn hoặc bằng 10nm hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 5nm. Màng oxit kim loại theo phương án này bao gồm một phần ở dạng tinh thể (tinh thể nano (nc)) kích thước bằng hoặc lớn hơn 1nm và nhỏ hơn hoặc bằng 10nm.

Phương pháp tạo ra màng oxit kim loại

Phương pháp tạo thành màng oxit kim loại theo phương án này được mô tả dưới đây. Như đã được mô tả ở trên, màng oxit kim loại theo phương án này được tạo thành bởi phương pháp phun phủ ở nhiệt độ trong phòng trong môi trường khí chứa oxy. Với việc sử dụng môi trường khí chứa oxy, chỗ trống oxy trong màng oxit kim loại có thể được giảm và màng bao gồm một phần ở dạng tinh thể có thể được tạo thành.

Giảm chỗ trống oxy

Sự giảm chỗ trống oxy trong màng oxit kim loại theo phương án này cho phép tạo thành của màng có tính chất vật lý ổn định. Đặc biệt, trong trường hợp thiết bị bán dẫn được tạo thành bằng cách sử dụng màng oxit bán dẫn như màng oxit kim loại theo phương án này, chỗ trống oxy trong màng oxit bán dẫn làm cho các chất mang được tạo ra; kết quả là, đặc điểm điện của thiết bị bán dẫn thiết này thay đổi. Như vậy, thiết bị bán dẫn được tạo thành bằng cách sử dụng màng oxit bán dẫn trong đó chỗ trống oxy được giảm có thể có độ tin cậy cao.

Lưu ý rằng, tốt hơn là, tăng áp suất riêng phần oxy trong môi trường khí lắng đọng vì chỗ trống oxy trong màng oxit kim loại theo phương án này có thể giảm thêm. Ví dụ, tốt hơn là, áp suất riêng phần oxy trong môi trường khí lắng đọng bằng hoặc lớn hơn 33%.

Fig.7 thể hiện mẫu mẫu nhiễu xạ electron chùm nano của màng oxit kim loại theo phương án này được tạo thành ở áp suất riêng phần oxy 33%. Màng oxit kim loại theo phương án này được thể hiện trên Fig.7 được tạo thành trong điều kiện tương tự như của màng oxit kim loại được thể hiện trên Fig.1A đến Fig.1D ngoại trừ việc hỗn hợp khí Ar và oxy (tốc độ dòng của Ar và O₂ tương ứng 30sccm và 15sccm) được sử dụng như là môi trường khí lắng đọng. Mẫu

nhiều xạ electron chùm nano được thực hiện theo cách tương tự như đã giải thích cho Fig.1B đến Fig.1D.

Màng oxit kim loại theo phương án này được tạo thành ở áp suất riêng phần oxy là 33%, các điểm phân bố theo chu vi cũng được quan sát trong mẫu nhiều xạ electron chùm nano trên Fig.7. Điều này xác nhận rằng màng oxit kim loại bao gồm một phần ở dạng tinh thể được tạo thành.

Lắng đọng bởi phương pháp phun phủ

Đích oxit mà có thể được sử dụng để tạo thành màng oxit kim loại theo phương án này không chỉ giới hạn ở màng oxit kim loại dựa trên In-Ga-Zn; ví dụ, màng oxit kim loại dựa trên In-M-Zn (M là Al, Ti, Ga, Y, Zr, La, Ce, Nd, hoặc Hf) có thể được sử dụng.

Tốt hơn là, màng oxit kim loại theo phương án này, bao gồm một phần ở dạng tinh thể, được tạo thành bằng cách sử dụng mục tiêu phun xạ bao gồm oxit đa tinh thể chứa nhiều hạt tinh thể. Lý do là trong trường hợp mục tiêu phun xạ chứa nhiều hạt tinh thể và có giao diện mà có khả năng gây ra sự phân tách các hạt tinh thể vì liên kết yếu giữa các hạt tinh thể, các hạt tinh thể bị tách dọc theo giao diện khi các ion va chạm với mục tiêu phun xạ, theo đó các hạt phun xạ giống như tấm phẳng có thể thu được trong một số trường hợp. Các hạt phun xạ giống như tấm phẳng thu được được lắng đọng trên bề mặt; theo đó, màng oxit kim loại bao gồm vùng nano tinh thể được tạo thành trong một số trường hợp. Lưu ý rằng các cơ chế trên đây để tạo thành màng oxit kim loại theo phương án này cũng là một khả năng xem xét.

Màng oxit kim loại theo phương án được mô tả trên đây bao gồm nhiều phần ở dạng tinh thể có định hướng bề mặt ngẫu nhiên và có kích thước khác nhau, và các phần tinh nhỏ đến mức các điểm không quan sát được trong mẫu nhiều xạ electron vùng được chọn.

Hơn nữa, màng oxit kim loại theo phương án này bao gồm vùng có một phần ở dạng tinh thể và có các tính chất vật lý ổn định. Theo đó, với việc sử dụng màng oxit kim loại này trong thiết bị bán dẫn, thiết bị bán dẫn có thể có độ tin cậy cao.

Ví dụ so sánh

Trong ví dụ so sánh này, tính kết tinh của màng oxit kim loại được tạo thành bởi phương pháp pha lỏng sẽ được mô tả dựa trên các hình vẽ.

Phần dưới đây mô tả phương pháp tạo thành màng oxit kim loại của ví dụ so sánh.

Đầu tiên, In_2O_3 (5% theo trọng lượng) Ga_2O_3 (3% theo trọng lượng), ZnO (5% theo trọng lượng) và chất phủ được trộn lẫn để hỗn hợp chứa In, Ga, và Zn ở tỷ thành phần của 1: 1: 1, và hỗn hợp này được đưa lên nền thủy tinh bằng phương pháp phủ quay. Các điều kiện cho việc phủ quay như sau: máy quay được sử dụng; và tốc độ quay được thay đổi theo từng bước từ 900rpm (vòng/phút) đến 2000rpm.

Sau đó, xử lý nhiệt đầu tiên được thực dòng điện nhiệt độ 150°C trong môi trường không khí trong hai phút, sử dụng một tấm nóng.

Sau đó, xử lý nhiệt thứ hai được thực dòng điện nhiệt độ 450°C trong môi trường không khí trong một giờ. Trạng thái liên kết của màng oxit kim loại (được tạo thành bởi phương pháp pha lỏng) của ví dụ so sánh này được qua xử lý nhiệt thứ hai, và trạng thái liên kết của màng oxit kim loại (được tạo thành bởi phương pháp phun phủ) theo phương án được tạo thành trong điều kiện tương tự như của màng oxit kim loại trên Fig.7 được phân tích bởi quang phổ quang điện tử tia X (XPS). Fig.24A đến Fig.24D thể hiện các kết quả phân tích.

Phân tích XPS được thực hiện bằng Quantera SXM được sản xuất bởi Physical Electronics, Inc - là thiết bị phân tích. Fig.24A đến Fig.24D thể hiện phổ trong vùng tương ứng với 3d (5/2) quỹ đạo của In (xem Fig.24A), quỹ đạo 3d của Ga (xem Fig.24B), quỹ đạo 3p của Zn (xem Fig.24C), và quỹ đạo 1s của O (xem Fig.24D) của mỗi màng oxit kim loại. Đường liền nét trên Fig.24A đến Fig.24D tương ứng với kết quả phân tích của màng oxit dựa trên In-Ga-Zn của ví dụ so sánh này, được tạo thành bởi phương pháp pha lỏng. Đường nét đứt trên Fig.24A đến Fig.24D tương ứng với kết quả phân tích màng oxit kim loại In-Ga-Zn theo phương án này, được tạo thành theo phương pháp phun phủ (phún xạ).

Như được thể hiện trên Fig.24A đến Fig.24D, mặc dù có một sự khác biệt nhỏ giữa năng lượng liên kết, màng oxit kim loại của ví dụ so sánh này, được tạo thành bởi phương pháp pha lỏng, và màng oxit kim loại theo phương án được tạo thành bởi phương pháp phun phủ, có hình dạng quang phổ gần như tương tự. Như vậy, màng oxit kim loại của ví dụ so sánh được tạo thành bởi phương pháp pha lỏng, được xác định là màng oxit In-Ga-Zn.

Tiếp theo, mẫu được tạo thành của ví dụ so sánh được phân tích XRD. Fig.19A đến Fig.19D thể hiện các kết quả phân tích theo phương pháp ngoài mặt phẳng.

Trong phân tích XRD, sử dụng mẫu của màng oxit In-Ga-Zn đã chịu xử lý nhiệt thứ hai tại nhiệt độ 350°C, 450°C, hoặc 550°C trong môi trường không khí trong một giờ sau khi xử lý nhiệt đầu tiên.

Trên Fig.19A đến Fig.19D, trục thẳng đứng thể hiện cường độ nhiễu xạ tia X (đơn vị tùy ý) và trục hoành là góc nhiễu xạ 2θ (độ). Các phép đo XRD được thực hiện bằng máy đo nhiễu xạ tia X, D8 ADVANCE được sản xuất bởi Bruker AXS.

Fig.19A thể hiện các kết quả đo của mẫu so sánh này được tạo thành bởi phương pháp pha lỏng. Mẫu XRD của mẫu thử mà không chịu xử lý nhiệt là mẫu được ký hiệu là "như lắng phủ". Lưu ý rằng Fig.19B đến Fig.19D thể hiện các kết quả đo màng indioxit, màng gali oxit, và màng kẽm oxit mà được tạo thành bởi phương pháp pha lỏng và chịu xử lý nhiệt ở nhiệt độ 350°C, 450°C, hoặc 550°C trong môi trường không khí trong một giờ.

Như được thể hiện trên Fig.19A đến Fig.19D, các đỉnh tương ứng với đỉnh của tinh thể In_2O_3 được tìm thấy trong mẫu XRD của màng indioxit sau xử lý nhiệt. Ngoài ra, các đỉnh tương ứng với đỉnh tinh thể ZnO được tìm thấy trong mẫu XRD của màng kẽm oxit sau khi xử lý nhiệt. Trong mẫu so sánh này chịu xử lý nhiệt ở nhiệt độ bất kỳ, mặt khác, đỉnh tinh thể không được tìm thấy không giống như trong màng indioxit và màng kẽm oxit.

Sau đó, mật độ màng của mỗi mẫu mà đã chịu sự xử lý nhiệt lần thứ hai ở nhiệt độ 450°C trong môi trường không khí trong một giờ được đo bằng phản xạ kế tia X (XRR).

Lưu ý rằng XRR là phương pháp đo để đo mật độ của màng mỏng lắng đọng, trong đó tia X chiếu trên mẫu đo để đo các góc tới hạn và các thay đổi về dạng sóng biên độ của tia X tới và phân tích lý thuyết được thực hiện bằng cách sử dụng góc tới hạn và các dạng sóng biên độ.

Bảng 1 thể hiện mật độ màng đo được.

Bảng 1

Mẫu	Mức tinh thể	Mật độ màng (g/cm ³)	
		Quan sát được	Lý thuyết
Màng oxit kim loại dựa trên In-Ga-Zn (In: Ga: Zn = 1: 1: 1)	Không có đỉnh	3,27	6,35
Màng indioxit	Đỉnh gán được cho In ₂ O ₃	4,26	7,12
Màng gali oxit	Không có đỉnh	3,61	5,94
Màng kẽm oxit	Đỉnh gán được cho ZnO	4,06	5,67

Như được thể hiện trong bảng 1, màng được tạo thành bởi phương pháp pha lỏng có mật độ quá thấp so với giá trị lý thuyết được tính toán trên cơ sở cấu trúc tinh thể duy nhất của chúng. Lưu ý rằng rất khó đo mật độ màng với độ chính xác cao vì màng được tạo thành bởi phương pháp pha lỏng có độ nhám lớn.

Tiếp theo, nồng độ của các tạp chất trong màng oxit kim loại của các ví dụ so sánh này và màng oxit kim loại theo phương án này được đo bởi SIMS.

Fig.18A thể hiện profin nồng độ hydro (¹H) trong các màng oxit kim loại của các ví dụ so sánh và màng oxit kim loại theo phương án này. Fig.18B thể hiện profin nồng độ cacbon (¹²C) trong các màng oxit kim loại của các ví dụ so

sánh và màng oxit kim loại theo phương án này. Trên Fig.18A và Fig.18B, trục ngang thể hiện chiều sâu (nm) và trục thẳng đứng đại diện cho nồng độ hydro và oxy (nguyên tử/cm³).

Các ví dụ được tạo thành bởi phương pháp pha lỏng theo các điều kiện tương tự như đã được mô tả ở trên được sử dụng như là màng oxit kim loại trong các ví dụ so sánh trên Fig.18A và Fig.18B. Lưu ý rằng bằng cách sử dụng việc lọc bởi màng lọc (0,2µm) được thực hiện trên vật liệu trước khi phủ quay. Ngoài ra, xử lý nhiệt thứ hai được thực hiện ở nhiệt độ 450°C, 500°C, hoặc 550°C trong môi trường không khí trong một giờ. Các điều kiện khác cũng tương tự như của màng oxit kim loại được tạo thành bởi phương pháp pha lỏng. Mẫu tạo thành bởi phương pháp phun phủ trong cùng điều kiện như của màng oxit kim loại được thể hiện trên Fig.7 được sử dụng cho các màng oxit kim loại theo phương án này.

Như được thể hiện trên Fig.18A và Fig.18B, một lượng lớn hydro và cacbon tồn tại đồng nhất trong các màng oxit kim loại của các ví dụ so sánh so với trong màng oxit kim loại theo phương án này.

Nồng độ cacbon của màng oxit kim loại theo phương án này được thể hiện trên Fig.18B giảm dần từ bề mặt của nó vào bên trong màng. Điều này cho thấy rằng cacbon trong màng oxit kim loại theo phương án này chủ yếu là do sự nhiễm bẩn bề mặt.

Ngược lại, màng oxit kim loại được tạo thành trong bất kỳ điều kiện của ví dụ so sánh chứa đồng nhất hydro ở mật độ cao, chẳng hạn như, 1×10^{22} (nguyên tử/cm³) hoặc hơn và cacbon ở mật độ cao, chẳng hạn như, 4×10^{21} (nguyên tử/cm³) hoặc hơn. Có thể cho rằng cacbon trong màng oxit kim loại của các ví dụ so sánh là do muối axit hữu cơ là vật liệu thô của vật liệu phủ quay.

Tiếp theo, hình ảnh mặt cắt ngang TEM của mẫu so sánh này, đã qua xử lý nhiệt thứ hai ở nhiệt độ 450°C trong môi trường không khí trong một giờ, được thể hiện trên Fig.20A đến Fig.20C. Mặt cắt ngang được quan sát bằng kính hiển vi điện tử truyền qua ("H-9000NAR" được sản xuất bởi công ty cổ phần

công nghệ cao Hitachi) tại điện áp tăng tốc 300kV. Fig.20A là hình ảnh cắt ngang ở độ phóng đại 500000. Fig.20B là hình ảnh cắt ngang ở độ phóng đại 2000000. Fig.20C là hình ảnh quan sát mặt cắt ngang tại độ phóng đại 8000000.

Như được thể hiện trên Fig.20A và Fig.20B, phần lớn của mẫu so sánh này được tạo thành bởi phương pháp pha lỏng bị chiếm đóng bởi vùng vô định hình. Ngoài ra, bóng xám (biến đổi về độ sáng) do sự khác biệt về mật độ màng có thể được nhìn thấy.

Trong vùng a trong hình ảnh mặt cắt ngang TEM trên Fig.20C, độ sáng cao, có nghĩa là vùng a có mật độ màng thấp. Trong vùng b trong hình ảnh mặt cắt ngang TEM trên Fig.20 C, độ sáng thấp, có nghĩa là vùng b có mật độ cao.

Các vùng a và b trên Fig.20C được quan sát bởi mẫu nhiễu xạ electron chùm nano. Fig.21A đến Fig.21C thể hiện mẫu nhiễu xạ electron chùm nano.

Mẫu nhiễu xạ electron chùm nano được thực hiện bằng kính hiển vi điện tử truyền qua ("HF-2000" được sản xuất bởi công ty cổ phần công nghệ cao Hitachi) tại điện áp tăng tốc 200kV và đường kính chùm khoảng 1nmφ. Fig.21A thể hiện mẫu nhiễu xạ electron chùm nano của vùng a trên Fig.20C. Fig.21B và Fig.21C thể hiện hình ảnh mẫu nhiễu xạ electron chùm nano của hai phần khác nhau (ký hiệu là b1 và b2) tại vùng b trên Fig.20C.

Fig.21D thể hiện mẫu nhiễu xạ electron chùm nano của màng oxit kim loại theo một phương án của sáng chế, được tạo thành và quan sát trong các điều kiện tương tự như của màng oxit kim loại được thể hiện trên Fig.7.

Như được thể hiện trên Fig.21 A đến Fig.21C, mẫu, mà khác với các điểm được bố trí theo chu vi (các điểm sáng) được quan sát trong màng oxit kim loại theo một phương án của sáng chế trên Fig.21D, được quan sát ở từng vùng trong màng oxit kim loại của ví dụ so sánh được tạo thành bởi phương pháp pha lỏng.

Mẫu nhiễu xạ electron chùm nano của vùng a trên Fig.21A tương tự như mẫu quang chỉ rõ trạng thái vô định. Sự có mặt của vùng có độ kết tinh thấp như vậy có thể do mật độ thấp và nồng độ tạp chất cao của màng.

Như được thể hiện trên Fig.21B và Fig.21C, các điểm (được ký hiệu từ 1 đến 3 trên Fig.21B và Fig.21C) có quy luật đại diện cho các phần ở dạng tinh thể

thẳng với một mặt phẳng cụ thể được quan sát trong mẫu nhiễu xạ electron chùm nano của vùng b. Các kết quả phân tích mẫu nhiễu xạ của các điểm này được trình bày trong bảng 2 dưới đây.

Bảng 2

Vùng	Nơi	h	k	l	giá trị d (mm)	
					Lý thuyết	Quan sát được
b 1	1	1	0	4	0,261	0,263
	2	2	2	4	0,139	0,138
	3	1	2	0	0,165	0,165
b2	1	0	0	9	0,290	0,288
	2	1	0	14	0,156	0,155
	3	1	0	5	0,250	0,250

Theo bảng 2, giá trị d quan sát được được ước tính từ các điểm trên Fig.21B hoặc Fig.21C gần như giống như các giá trị lý thuyết d của các định hướng mặt phẳng trong InGaZnO_4 , có nghĩa là màng oxit In-Ga-Zn của các ví dụ so sánh được tạo thành bởi phương pháp pha lỏng bao gồm vùng tinh thể do InZnGaO_4 .

Do đó, vùng trong đó bao gồm sự sắp xếp nguyên tử tuần hoàn do InZnGaO_4 và vùng trong đó có độ kết tinh cực kỳ thấp và gần trạng thái vô định cùng tồn tại trong màng InZnGaO_4 được tạo thành bởi phương pháp pha lỏng bất chấp sự hiện diện của tạp chất.

Tiếp theo, ảnh hưởng của các tạp chất như hydro và cacbon trong màng oxit kim loại của các ví dụ so sánh đến độ kết tinh của màng oxit kim loại được đánh giá bằng cách tính toán.

Trong tính toán dưới đây, ảnh hưởng của hydro lên sự kết tinh của màng oxit kim loại được kiểm tra bởi các tính toán nguyên tắc thứ nhất. Cụ thể, sự khác biệt về năng lượng giữa trạng thái vô định hình và trạng thái tinh thể được đo ở cả hai trường hợp InGaZnO_4 không chứa hydro và trường hợp InGaZnO_4 chứa hydro ở 6,67% nguyên tử. Mật độ nguyên tử của tinh thể In-Ga-Zn-O

$8,54 \times 10^{22}$ nguyên tử/cm³ và kết quả phân tích SIMS được thể hiện trên Fig.18A và Fig.18B chỉ ra rằng nồng độ hydro này giống như nồng độ hydro của màng oxit kim loại của ví dụ so sánh. Lưu ý rằng màng oxit In-Ga-Zn chứa In, Ga, và Zn với tỷ số nguyên tử 1:1:1 được sử dụng như là một ví dụ về màng oxit kim loại để tính toán.

Fig.22 minh họa cấu trúc mạng mắt cáo của tinh thể In-Ga-Zn-O trong đó có 112 nguyên tử được sử dụng cho việc tính toán.

Để tính toán, cấu trúc trong đó không có nguyên tử H được thêm vào cấu trúc trên Fig.22 và cấu trúc trong đó tám nguyên tử H được thêm vào cấu trúc trên Fig.22 được thực hiện, và các cấu trúc được tối ưu hóa. Sau đó, năng lượng được tính toán. Ngoài ra, cấu trúc vô định hình được tạo thành trên cơ sở của cấu trúc tối ưu hóa thông qua các bước dưới đây.

- (1) Tính toán độ lực học phân tử NVT tại gần 3000 K.
- (2) Tính toán động lực học phân tử với NVT ở 1000 K cho 2 psec.
- (3) Tối ưu hóa các cấu trúc.

Lưu ý rằng ba của cấu trúc được thu nhận bằng các tính toán ở trên (1) cho 5psec, 5,5psec hoặc 6psec, và sau đó tính toán (2) và tối ưu hóa (3) để tạo thành cấu trúc vô định hình cho mỗi trong ba cấu trúc. Sau đó, giá trị trung bình của năng lượng được thu nhận. Trong tính toán, phần mềm tính toán nguyên tắc thứ nhất "Vienna Ab initio Simulation package (VASP)" được sử dụng. Các điều kiện tính toán được thể hiện trong bảng 3.

Bảng 3

Các bước	Chức năng	Năng lượng cắt (eV)	Điểm K
(1)	GGA-PBE	500	$1 \times 1 \times 1$
(2)	GGA-PBE	300	$1 \times 1 \times 1$
(3)	GGA-PBE	500	$2 \times 2 \times 3$

Fig.23A đến Fig.23D minh họa một phần của mỗi cấu trúc thu được bằng cách tính toán. Bảng 4 cho thấy các kết quả tính toán của các chênh lệch năng lượng. Fig.23A minh họa cấu trúc trong đó không có nguyên tử H (0% nguyên tử) được thêm vào màng oxit đơn tinh thể In-Ga-Zn. Fig.23B minh họa cấu trúc trong đó tám nguyên tử H (6,67% nguyên tử) được thêm vào màng oxit đơn tinh thể In-Ga-Zn. Fig.23C thể hiện cấu trúc trong đó không có nguyên tử H (0%) được thêm vào màng oxit vô định hình In-Ga-Zn. Fig.23D thể hiện cấu trúc trong đó tám nguyên tử H (6,67% nguyên tử) được thêm vào màng oxit vô định hình In-Ga-Zn.

Bảng 4

Nồng độ hydro (% nguyên tử)	Tỉ trọng (g/cm ³)	Chênh lệch năng lượng (vô định hình - đơn tinh thể)
0	6,12	1,23
6,67	5,82	0,54

Theo bảng 4, năng lượng của màng oxit In-Ga-Zn giảm đáng kể khi màng được kết tinh. Hơn nữa, năng lượng ổn định hóa do độ kết tinh giảm khi nguyên tử H được thêm vào màng. Theo đó, có thể cho rằng quan sát về mẫu nhiễu xạ electron chùm nano tương tự như mẫu quang ngoài mẫu chứa các điểm chỉ rõ sự sắp xếp nguyên tử tuần hoàn trong màng oxit kim loại của các ví dụ so sánh được tạo thành bởi phương pháp pha lỏng được tạo thành từ việc làm mất ổn định cấu trúc tinh thể bằng hydro.

Như đã mô tả ở trên, khi màng oxit kim loại chứa hydro như một tạp chất, sự ổn định của tinh thể bị giảm. Các kết quả tính toán này giống với nồng độ cao của tạp chất như hydro và cacbon trong màng oxit kim loại của các ví dụ so sánh, chỉ rõ mẫu nhiễu xạ electron chùm nano tương tự như mẫu quang, khi so sánh với màng oxit kim loại theo phương án này.

Phương án này có thể được thực hiện kết hợp với phương án khác được mô tả ở đây khi thích hợp.

Phương án 2

Theo phương án này, ví dụ về cấu trúc của bóng bán dẫn bao gồm màng oxit kim loại được mô tả trong phương án 1 và có các đặc tính bán dẫn (màng oxit bán dẫn) sẽ được mô tả dựa trên các hình vẽ.

Cấu trúc ví dụ của bóng bán dẫn

Fig.9A là mặt cắt ngang của bóng bán dẫn 100. Bóng bán dẫn 100 là bóng bán dẫn cổng đáy.

Bóng bán dẫn 100 bao gồm điện cực cổng 102 được bố trí trên nền 101, lớp cách ly 103 được bố trí trên nền 101 và điện cực cổng 102, lớp oxit bán dẫn 104 được cung cấp trên lớp cách ly 103 chồng lên điện cực cổng 102, và một cặp điện cực 105a và 105b tiếp xúc với bề mặt trên của lớp oxit bán dẫn 104. Hơn nữa, lớp cách ly 106 được cung cấp để phủ trên lớp cách ly 103, lớp oxit bán dẫn 104, và cặp điện cực 105a và 105b, và lớp cách ly 107 được cung cấp trên lớp cách ly 106.

Màng oxit bán dẫn theo một phương án của sáng chế có thể được sử dụng cho lớp oxit bán dẫn 104 trong bóng bán dẫn 100.

Nền 101

Không có giới hạn cụ thể về đặc tính của vật liệu của nền 101 miễn là vật liệu này có khả năng chịu nhiệt, đủ để chịu được ít nhất là xử lý nhiệt được thực hiện sau đó. Ví dụ, nền thủy tinh, nền gốm, nền thạch anh, nền saphia, hoặc nền ziricon oxit được ổn định bằng ytri oxit (YSZ) có thể được sử dụng làm nền 101. Ngoài ra, nền bán dẫn đơn tinh thể hoặc nền bán dẫn đa tinh thể làm bằng silic, silic cacbua, hoặc chất tương tự, nền bán dẫn hỗn hợp làm từ germani silic hoặc chất tương tự, nền SOI, hoặc nền tương tự có thể được sử dụng làm nền 101. Theo cách khác, nền bất kỳ có nguyên tố bán dẫn có thể được sử dụng làm nền 101.

Theo cách khác, nền mềm như nền nhựa có thể được sử dụng làm nền 101, và bóng bán dẫn 100 có thể được bố trí trực tiếp trên nền mềm này. Hơn

nữa, lớp tách có thể được bố trí giữa nền và bóng bán dẫn 100. Lớp tách này có thể được sử dụng khi một phần hoặc toàn bộ bóng bán dẫn được tạo thành trên lớp tách được tạo thành và được tách ra khỏi nền 101 và được chuyển sang nền khác. Do đó, bóng bán dẫn 100 có thể được chuyển cho nền có khả năng chịu nhiệt thấp hoặc nền mềm.

Điện cực cổng 102

Điện cực cổng 102 có thể được tạo thành bằng cách sử dụng kim loại được lựa chọn từ nhôm, crom, đồng, tantan, titan, molipđen, và vonfram; hợp kim chứa kim loại bất kỳ làm thành phần; hợp kim chứa kim loại bất kỳ trong số các kết hợp kim loại này; v.v.. Hơn nữa, một hoặc nhiều kim loại được lựa chọn từ mangan và zirconi có thể được sử dụng. Hơn nữa, điện cực cổng 102 có thể có cấu trúc đơn lớp hoặc cấu trúc lớp xếp chồng lên nhau gồm hai hay nhiều lớp. Ví dụ, cấu trúc đơn lớp của màng nhôm chứa silic, cấu trúc hai lớp, trong đó màng titan được xếp chồng lên trên màng nhôm, cấu trúc hai lớp, trong đó màng titan được xếp chồng lên màng titan nitrua, cấu trúc hai lớp, trong đó màng vonfram xếp chồng lên màng titan nitrua, cấu trúc hai lớp, trong đó màng vonfram xếp chồng lên màng tantan nitrua hoặc màng vonfram nitrua, cấu trúc ba lớp, trong đó màng titan, màng nhôm, và màng titan xếp chồng lên nhau theo thứ tự này, và v.v. có thể được sử dụng. Ngoài ra, màng hợp kim chứa nhôm và một hoặc nhiều kim loại được lựa chọn từ titan, tantan, vonfram, molipđen, crom, neodimi, và scandi; hoặc màng nitrua của màng hợp kim có thể được sử dụng.

Điện cực cổng 102 cũng có thể được tạo thành bằng cách sử dụng vật liệu dẫn truyền ánh sáng như indi thiếc oxit, oxit indi chứa oxit vonfram, indi kẽm oxit chứa oxit vonfram, indioxit chứa titan oxit, indi thiếc oxit chứa titan oxit, indi kẽm oxit, hoặc indi thiếc oxit mà silic oxit được thêm vào. Cũng có thể có cấu trúc lớp xếp chồng được tạo thành bằng cách sử dụng vật liệu dẫn truyền ánh sáng và các kim loại nêu trên.

Hơn nữa, màng bán dẫn oxy nitrua dựa trên In-Ga-Zn, màng bán dẫn oxy nitrua dựa trên In-Sn, màng bán dẫn oxy nitrua dựa trên In-Ga, màng bán dẫn

oxy nitrua dựa trên In-Zn, màng bán dẫn oxy nitrua dựa trên Sn, màng bán dẫn oxy nitrua dựa trên In, màng nitrua kim loại (như InN hoặc ZnN), hoặc tương tự có thể được cung cấp giữa điện cực cổng 102 và lớp cách ly 103. Các màng này mỗi có hàm công bằng hoặc lớn hơn 5eV hoặc bằng hoặc lớn hơn 5,5eV, lớn hơn so với ái lực electron của oxit bán dẫn. Do đó, điện áp ngưỡng của bóng bán dẫn có oxit bán dẫn này có thể được chuyển dịch theo hướng dương, và cái được gọi là phần tử chuyển mạch bình thường ngắt có thể đạt được. Ví dụ, màng bán dẫn oxy nitrua dựa trên In-Ga-Zn có nồng độ nitơ lớn hơn ít nhất là lớp oxit bán dẫn 104, cụ thể, màng bán dẫn oxy nitrua dựa trên In-Ga-Zn có nồng độ nitơ 7% hoặc lớn hơn được sử dụng.

Lớp cách ly 103

Lớp cách ly 103 hoạt động như là một màng cách ly cổng. Tốt hơn là, lớp cách ly 103 tiếp xúc với mặt đáy của lớp oxit bán dẫn 104 là màng vô định hình.

Lớp cách ly 103 có thể được tạo thành có cấu trúc đơn lớp hoặc cấu trúc lớp xếp chồng sử dụng, ví dụ, một hoặc nhiều oxit silic, ôxinitrua silic, silic nitrua oxit, silic nitrua, oxit nhôm, oxit hafni, gali oxit, oxit kim loại dựa trên Ga-Zn, silic nitrua, và v.v..

Lớp cách ly 103 có thể được tạo thành bằng cách sử dụng vật liệu k cao (hằng số điện môi) như hafnium silicat (HfSiO_x), hafni silicat có nitơ được thêm vào ($\text{HfSi}_x\text{O}_y\text{N}_z$), hafni aluminat có nitơ được thêm vào ($\text{HfAl}_x\text{O}_y\text{N}_z$), hafni oxit, hoặc oxit yttrium, để rò rỉ dòng điện qua điện cực cổng của bóng bán dẫn có thể được giảm bớt.

Cặp điện cực 105a và 105b

Cặp điện cực 05a và 105b hoạt động như là điện cực nguồn và điện cực máng của bóng bán dẫn.

Cặp điện cực 105a và 105b có thể được tạo thành có cấu trúc đơn lớp hoặc cấu trúc lớp xếp chồng lên nhau bằng cách sử dụng, là vật liệu dẫn điện, bất cứ kim loại nào trong số nhôm, titan, crom, niken, đồng, yttrium, zirconium, molipden, bạc, tantan, và vonfram, hoặc hợp kim chứa kim loại bất kỳ trong số các kim loại này. Ví dụ, cấu trúc đơn lớp của màng nhôm chứa silic, cấu trúc hai

lớp, trong đó màng titan được xếp chồng lên trên màng nhôm, cấu trúc hai lớp, trong đó màng titan được xếp chồng lên trên màng vonfram, cấu trúc hai lớp, trong đó màng đồng được xếp chồng lên trên màng hợp kim đồng-nhôm-magie, cấu trúc ba lớp, trong đó màng titan hoặc màng titan nitrua, màng nhôm hoặc màng đồng, và màng titan hoặc màng titan nitrua được xếp chồng lên nhau theo thứ tự này, cấu trúc ba lớp, trong đó màng molipđen hoặc màng molipđen nitrua, màng nhôm hoặc màng đồng, và màng molipđen hoặc màng molipđen nitrua được xếp chồng lên nhau theo thứ tự này, và v.v. có thể được sử dụng. Lưu ý rằng vật liệu dẫn điện trong suốt chứa oxit indi, thiếc oxit, hoặc kẽm oxit có thể được sử dụng.

Lớp cách ly 106, 107

Tốt hơn là, lớp cách ly 106 được tạo thành bằng cách sử dụng màng oxit cách ly chứa oxy ở tỷ lệ lớn hơn so với oxy trong thành phần cân bằng hóa học. Màng oxit cách ly này giải phóng oxy khi được gia nhiệt. Ví dụ, khi màng oxit cách ly được gia nhiệt ở nhiệt độ bằng hoặc lớn hơn so với nhiệt độ xử lý nhiệt trong quá trình sản xuất bóng bán dẫn, lượng oxy được giải phóng chuyển đổi thành nguyên tử oxy bằng hoặc lớn hơn $1,0 \times 10^{18}$ nguyên tử/cm³, tốt hơn là, bằng hoặc lớn hơn $3,0 \times 10^{20}$ nguyên tử/cm³ trong phân tích phổ hấp nhiệt (TDS).

Là lớp cách ly 106, màng oxit silic, màng silic oxy nitrua, hoặc tương tự có thể được tạo thành.

Lưu ý rằng lớp cách ly 106 cũng có chức năng như màng làm giảm hư hại cho lớp oxit bán dẫn 104 tại thời điểm tạo thành lớp cách ly 107 sau đó.

Màng oxit truyền oxy có thể được cung cấp giữa lớp cách ly 106 và lớp oxit bán dẫn 104.

Khi được sử dụng là màng oxit truyền oxy, màng oxit silic, màng silic oxy nitrua, hoặc tương tự có thể được tạo thành. Lưu ý rằng trong phần mô tả này "màng silic oxy nitrua" là màng chứa oxy ở tỷ lệ lớn hơn so với nitơ, và "màng oxit silic nitrua" là màng chứa nitơ ở tỷ lệ lớn hơn so với oxy.

Lớp cách ly 107 có thể được tạo thành bằng cách sử dụng màng cách ly có tác động ngăn chặn oxy, hydro, nước, và v.v.. Nó có thể ngăn chặn sự khuếch tán ra bên ngoài của oxy từ lớp oxit bán dẫn 104, sự thâm nhập của hydro, nước, hoặc các chất tương tự vào lớp oxit bán dẫn 104 từ bên ngoài bằng cách cung cấp lớp cách ly 107 trên lớp cách ly 106. Như vậy với màng cách ly, màng silic nitrua, màng oxit silic nitrua, màng nhôm oxit, màng nhôm oxy nitrua, màng gali oxit, màng gali oxy nitrua, màng ytri oxit, màng ytri oxy nitrua, màng oxit hafini và màng hafini oxy nitrua có thể được sử dụng.

Ví dụ về phương pháp sản xuất bóng bán dẫn

Tiếp theo, ví dụ về phương pháp chế tạo bóng bán dẫn 100 trên Fig.9A đến Fig.9C sẽ được mô tả.

Đầu tiên, như được thể hiện trên Fig.10A, điện cực cổng 102 được tạo thành trên nền 101, và lớp cách ly 103 được tạo thành trên điện cực cổng 102.

Ở đây, nền thủy tinh được sử dụng làm nền 101.

Tạo thành điện cực cổng

Phương pháp tạo thành điện cực cổng 102 được mô tả dưới đây. Đầu tiên, màng dẫn điện được tạo thành bởi phương pháp phun phủ, phương pháp CVD, phương pháp bay hơi, hoặc các phương pháp tương tự và sau đó mặt nạ cản được tạo thành trên màng dẫn sử dụng mặt nạ quang thứ nhất bởi quá trình in ảnh litô. Sau đó, một phần của màng dẫn điện được khắc bằng cách sử dụng mặt nạ cản để tạo thành điện cực cổng 102. Sau đó, mặt nạ cản được loại bỏ.

Lưu ý rằng thay vì sử dụng phương pháp tạo thành ở trên, điện cực cổng 102 có thể được tạo thành bởi phương pháp mạ điện phân, phương pháp in, phương pháp in phun mực, hoặc các phương pháp tương tự.

Tạo thành lớp cách ly cổng

Lớp cách ly 103 được tạo thành bởi phương pháp phun phủ, phương pháp CVD, phương pháp bay hơi, hoặc các phương pháp tương tự.

Trong trường hợp lớp cách ly 103 được tạo thành bằng cách sử dụng màng oxit silic, màng silic oxy nitrua, hoặc màng silic nitrua oxit, tốt hơn là, khí lắng đọng chứa silic và chất khí oxy hóa được sử dụng như nguồn khí. Ví dụ

điển hình của khí lắng đọng chứa silic gồm silan, disilan, trisilan, và silan flurua. Khi làm khí oxy hóa, oxy, ozon, đinitơ monoxit, nitro đioxit có thể được sử dụng.

Trong trường hợp tạo thành màng nitrua silic là lớp cách ly 103, tốt hơn là, sử dụng phương pháp tạo thành hai bước. Đầu tiên, màng nitrua silic thứ nhất với lượng nhỏ khuyết tật được tạo thành bởi phương pháp CVD plasma trong đó khí hỗn hợp của silan, nitơ và amoniac được sử dụng như là nguồn khí. Sau đó, màng silic nitrua thứ hai, trong đó nồng độ hydro thấp và hydro có thể được chặn được tạo thành bằng cách chuyển nguồn khí đến khí hỗn hợp của silan và nitơ. Với phương pháp này, màng nitrua silic với lượng nhỏ khuyết tật và đặc tính chặn hydro có thể được tạo thành như là lớp cách ly 103.

Hơn nữa, trong trường hợp tạo thành màng gali oxit là lớp cách ly 103, phương pháp lắng đọng hơi hóa chất hữu cơ kim loại (MOCVD) có thể được sử dụng.

Tạo thành lớp oxit bán dẫn

Tiếp theo, như được thể hiện trên Fig.10B, lớp oxit bán dẫn 104 được tạo thành trên lớp cách ly 103.

Phương pháp tạo thành lớp oxit bán dẫn 104 được mô tả dưới đây. Đầu tiên, màng oxit bán dẫn được tạo thành bằng cách sử dụng phương pháp được mô tả trong phương án 1. Sau đó, mặt nạ cản được tạo thành trên màng oxit bán dẫn bằng cách sử dụng mặt nạ quang thứ hai bằng quy trình in ảnh litô. Sau đó, một phần của màng oxit bán dẫn được khắc bằng cách sử dụng mặt nạ cản để tạo thành lớp oxit bán dẫn 104. Sau đó, mặt nạ cản được loại bỏ.

Sau đó, xử lý nhiệt có thể được thực hiện. Trong trường hợp này, tốt hơn là, việc xử lý nhiệt nên thực hiện trong môi trường khí chứa oxy.

Tạo thành cặp điện cực

Tiếp theo, như được thể hiện trên Fig.10C, cặp điện cực 105a và 105b được tạo thành.

Phương pháp tạo thành cặp điện cực 105a và 105b được mô tả dưới đây. Đầu tiên, màng dẫn điện được tạo thành bởi phương pháp phun phủ, phương

pháp CVD, phương pháp bay hơi, hoặc các phương pháp tương tự. Sau đó, mặt nạ cản được tạo thành trên màng dẫn điện sử dụng mặt nạ quang thứ ba của quá trình in ảnh litô. Sau đó, một phần của màng dẫn điện được khắc bằng cách sử dụng mặt nạ cản để tạo thành cặp điện cực 105a và 105b. Sau đó, mặt nạ cản được loại bỏ.

Lưu ý rằng như được thể hiện trên Fig.10B, phần trên của lớp oxit bán dẫn 104 trong một số trường hợp một phần bị khắc và bị mỏng đi do việc khắc màng dẫn điện. Vì lý do này, tốt hơn là, lớp oxit bán dẫn 104 ban đầu được tạo thành dày.

Tạo thành màng cách ly

Tiếp theo, như được thể hiện trên Fig.10D, lớp cách ly 106 được tạo thành trên lớp oxit bán dẫn 104 và cặp điện cực 105a và 105b, và lớp cách ly 107 được tạo thành tiếp trên lớp cách ly 106.

Trong trường hợp lớp cách ly 106 được tạo thành bằng cách sử dụng màng oxit silic hoặc màng silic oxy nitrua, tốt hơn là, khí lắng đọng chứa silic và chất khí oxy hóa được sử dụng như là nguồn khí. Ví dụ điển hình của khí lắng đọng chứa silic gồm silan, disilan, trisilan, và silan florua. Để làm khí oxy hóa, có thể sử dụng oxy, ozon, đinitơ monoxit, nitơ đioxit.

Ví dụ, màng oxit silic hoặc màng silic oxy nitrua được tạo thành theo các điều kiện như sau: nên được đặt trong buồng chân không của thiết bị CVD plasma được giữ ở nhiệt độ bằng hoặc lớn hơn 180°C và nhỏ hơn hoặc bằng 260°C , tốt hơn là, bằng hoặc lớn hơn 200°C và nhỏ hơn hoặc bằng 240°C , buồng xử lý nạp nguồn khí ở áp suất bằng hoặc lớn hơn 100Pa và nhỏ hơn hoặc bằng 250Pa, tốt hơn là, bằng hoặc lớn hơn 100Pa và nhỏ hơn hoặc bằng 200Pa, và công suất cao tần bằng hoặc lớn hơn $0,17\text{W}/\text{cm}^2$ và nhỏ hơn hoặc bằng $0,5\text{W}/\text{cm}^2$, tốt hơn là, bằng hoặc lớn hơn $0,25\text{W}/\text{cm}^2$ và nhỏ hơn hoặc bằng $0,35\text{W}/\text{cm}^2$ được cung cấp để cung cấp cho điện cực trong buồng xử lý.

Với việc sử dụng điện cao tần, mức suy biến của nguồn khí trong plasma tăng lên, các gốc oxy tăng, và quá trình oxy hóa nguồn khí được đẩy mạnh; do đó, oxy trong màng cách ly oxit ở tỷ lớn hơn so với oxy trong thành phần cân

bằng hóa học. Tuy nhiên, các màng đã chuẩn bị ở nhiệt độ nền nêu trên nhả ra một phần oxy khi được gia nhiệt trong các quá trình sau. Vì vậy, có thể tạo thành màng cách ly oxit chứa oxy ở tỷ lớn hơn so với oxy trong thành phần cân bằng hóa học và từ đó một phần của oxy được giải phóng bởi hệ thống gia nhiệt.

Hơn nữa, trong trường hợp cung cấp màng cách ly oxit giữa lớp oxit bán dẫn 104 và lớp cách ly 106, màng cách ly oxit phục vụ như màng bảo vệ của lớp oxit bán dẫn 104 trong bước tạo thành lớp cách ly 106. Như vậy, lớp cách ly 106 có thể được tạo thành bằng cách sử dụng điện cao tần có mật độ năng lượng cao, trong khi hư hại cho lớp oxit bán dẫn 104 được giảm.

Ví dụ, màng oxit silic hoặc màng silic oxy nitrua có thể được tạo thành như là màng cách ly oxit theo các điều kiện như sau: nền được đặt trong buồng xử lý chân không của thiết bị CVD plasma được giữ ở nhiệt độ bằng hoặc lớn hơn 180°C và nhỏ hơn hoặc bằng 400°C , tốt hơn là, bằng hoặc lớn hơn 200°C và nhỏ hơn hoặc bằng 370°C , buồng xử lý được nạp nguồn khí ở áp suất bằng hoặc lớn hơn 20 Pa và nhỏ hơn hoặc bằng 250Pa, tốt hơn là, bằng hoặc lớn hơn 100Pa và nhỏ hơn hoặc bằng 250 Pa, và điện cao tần được cung cấp cho điện cực trong buồng xử lý. Hơn nữa, khi áp suất trong buồng xử lý bằng hoặc lớn hơn 100Pa và nhỏ hơn hoặc bằng 250Pa, hư hại cho lớp oxit bán dẫn 104 có thể được giảm bớt.

Tốt hơn là, khí lắng đọng chứa silic và chất khí oxy hóa được sử dụng như là nguồn khí của màng cách ly oxit. Ví dụ điển hình của khí lắng đọng chứa silic gồm silan, disilan, trisilan, và silan florua. Khí oxy hóa, oxy, ozon, đinitơ monoxit, nitơ đioxit và có thể được sử dụng.

Lớp cách ly 107 có thể được tạo thành bởi phương pháp phun phủ, phương pháp CVD, hoặc các phương pháp tương tự.

Trong trường hợp lớp cách ly 107 được tạo thành bằng cách sử dụng màng nitrua silic hoặc màng silic nitrua oxit, tốt hơn là, khí lắng đọng chứa silic, khí oxy hóa, và khí chứa nitơ được sử dụng như là nguồn khí. Ví dụ điển hình của khí lắng đọng chứa silic gồm silan, disilan, trisilan, và silan florua. Khi làm

khí oxy hóa, oxy, ozon, đinitơ monoxit, nitơ đioxit có thể được sử dụng. Khi khí chứa nitơ, nitơ và amoniac có thể được sử dụng.

Thông qua quá trình trên, bóng bán dẫn 100 có thể được tạo thành.

Ví dụ biến thể bóng bán dẫn 100

Một ví dụ về cấu trúc của bóng bán dẫn, trong đó một phần khác với bóng bán dẫn 100, sẽ được mô tả dưới đây.

Ví dụ biến thể 1

Fig.9B là hình ảnh mặt cắt thể hiện dạng sơ đồ của bóng bán dẫn 110 được mô tả trên đây. Bóng bán dẫn 110 khác với bóng bán dẫn 100 về cấu trúc của lớp oxit bán dẫn. Lưu ý rằng phần mô tả các thành phần có cấu trúc hoặc chức năng tương tự như các cấu trúc khác, mà được chỉ định bởi cùng số chỉ dẫn, được bỏ qua trong phần mô tả dưới đây.

Trong lớp oxit bán dẫn 114 được bao gồm trong bóng bán dẫn 110, lớp oxit bán dẫn 114a và lớp oxit bán dẫn 114b được xếp chồng lên nhau.

Do biên giữa lớp oxit bán dẫn 114a và lớp oxit bán dẫn 114b không rõ ràng trong một số trường hợp, biên này được thể hiện bằng đường nét đứt trên Fig.9B và các hình vẽ tương tự.

Màng oxit bán dẫn theo một phương án của sáng chế có thể được áp dụng cho một hoặc cả hai lớp oxit bán dẫn 114a và 114b.

Ví dụ điển hình của vật liệu có thể được sử dụng cho lớp oxit bán dẫn 114a là oxit In-Ga, oxit In-Zn, và oxit In- M -Zn (M là Al, Ti, Ga, Y, Zr, La , Ce, Nd, hoặc Hf). Trong trường hợp sử dụng oxit In- M -Zn cho lớp oxit bán dẫn 114a, khi tổng của In và M được giả định là 100% nguyên tử và Zn và oxy không được xét đến, tốt hơn là, tỷ lệ In và M hơn hơn hoặc bằng 25% nguyên tử và ít hơn 75% nguyên tử, tương ứng, và tốt hơn nữa bằng hoặc lớn hơn 34% nguyên tử và ít hơn 66% nguyên tử tương ứng. Hơn nữa, vật liệu có khoảng cách năng lượng 2eV hay hơn, tốt hơn là 2,5eV hay hơn, và còn tốt hơn nữa là 3eV hay hơn được sử dụng cho lớp oxit bán dẫn 114a.

Ví dụ, lớp oxit bán dẫn 114b chứa hoặc Ga và thường chứa oxit In-Ga, oxit In-Zn, hoặc oxit In- M -Zn (M là Al, Ti, Ga, Y, Zr, La, Ce , Nd, hoặc Hf).

Ngoài ra, mức năng lượng của dải dẫn tối thiểu của lớp oxit bán dẫn 114b gần mức chân không hơn so với lớp oxit bán dẫn 114a. Tốt hơn là, hiệu số giữa mức năng lượng của mức tối thiểu của dải dẫn của lớp oxit bán dẫn 114b và mức năng lượng tối thiểu của dải dẫn của lớp oxit bán dẫn 114a là 0,05 eV hoặc lớn hơn, 0,07eV hoặc lớn hơn, 0,1eV hoặc lớn hơn, hay 0,15eV hoặc lớn hơn và 2eV hoặc nhỏ hơn, 1eV hoặc nhỏ hơn, 0,5eV hoặc nhỏ hơn, hoặc 0,4 eV hoặc nhỏ hơn.

Khi oxit In- M -Zn được sử dụng như là lớp oxit bán dẫn 114b, ví dụ, tốt hơn là, tỷ lệ nguyên tử giữa In và M là như sau: tỷ lệ phần trăm nguyên tử In ít hơn 50% nguyên tử và tỷ lệ phần trăm nguyên tử của M bằng hoặc lớn hơn 50% nguyên tử; tiếp tốt, tỷ lệ phần trăm nguyên tử của In là ít hơn 25% nguyên tử và tỷ lệ nguyên tử của M bằng hoặc lớn hơn 75% nguyên tử, trong đó tổng của In và M được giả định là 100% nguyên tử và Zn và oxy được loại bỏ không xem xét.

Đối với lớp oxit bán dẫn 114a, oxit In-Ga-Zn chứa In, Ga, và Zn ở tỷ số nguyên tử 1: 1: 1 hoặc 3: 1: 2 có thể được sử dụng. Hơn nữa, đối với lớp oxit bán dẫn 114b, oxit In-Ga-Zn chứa In, Ga, và Zn ở tỷ số nguyên tử là 1: 3: 2, 1: 6: 4, hoặc 1: 9: 6 có thể được sử dụng. Lưu ý rằng tỷ số nguyên tử của lớp oxit bán dẫn 114a và 114b có thể khác với tỷ lệ của các mục tiêu trong một số trường hợp và có thể có sự khác biệt $\pm 20\%$ giữa chúng.

Khi oxit chứa lượng lớn Ga phục vụ như là chất ổn định được sử dụng cho lớp oxit bán dẫn 114b được cung cấp trên lớp oxit bán dẫn 114 a, oxy có thể được ngăn chặn không bị giải phóng khỏi lớp oxit bán dẫn 114a và 114b.

Lưu ý rằng, không có giới hạn gì đối với thành phần và vật liệu được mô tả ở trên, vật liệu với thành phần thích hợp có thể được sử dụng tùy thuộc vào đặc điểm của chất bán dẫn cần thiết và đặc tính điện (ví dụ, tính di động hiệu ứng trường và điện áp ngưỡng) của bóng bán dẫn. Hơn nữa, để có được các đặc tính bán dẫn cần thiết của bóng bán dẫn, tốt hơn là, mật độ chất mang, nồng độ tạp chất, mật độ khuyết tật, tỷ số nguyên tử của nguyên tố kim loại với oxy,

khoảng cách giữa các nguyên tử, mật độ, và v.v. của các lớp oxit bán dẫn 114a và 114b được thiết lập cho phù hợp.

Mặc dù cấu trúc trong đó hai lớp oxit bán dẫn được xếp chồng lên nhau được mô tả ở trên là một ví dụ cho lớp oxit bán dẫn 114, cấu trúc trong đó có ba hoặc nhiều lớp oxit bán dẫn chồng lên nhau cũng có thể được sử dụng.

Ví dụ biến thể 2

Fig.9C là hình ảnh mặt cắt dạng sơ đồ của bóng bán dẫn 120. Bóng bán dẫn 120 khác về cấu trúc của lớp oxit bán dẫn so với bóng bán dẫn 100 và bóng bán dẫn 110.

Trong lớp oxit bán dẫn 124 trong bóng bán dẫn 120, lớp oxit bán dẫn 124a, lớp oxit bán dẫn 124b, và lớp oxit bán dẫn 124c được xếp chồng lên nhau theo thứ tự này.

Các lớp oxit bán dẫn 124a và 124b được xếp chồng lên lớp cách ly 103. Lớp ôxít bán dẫn 124c được cung cấp tiếp xúc với bề mặt trên của lớp ôxít bán dẫn 124b và các bề mặt trên và mặt bên của cặp điện cực 105a và 105b.

Màng bán dẫn oxit theo một phương án của sáng chế có thể được áp dụng cho ít nhất một trong số lớp oxit bán dẫn 124a, 4b 1 2, và 124c.

Lớp ôxít bán dẫn 124b có thể có cấu trúc tương tự như cấu trúc của lớp oxit bán dẫn 114a được mô tả trong ví dụ biến thể 1. Hơn nữa, lớp ôxít bán dẫn 124a và 124c có thể đều có cấu trúc tương tự như cấu trúc của lớp oxit bán dẫn 114b được mô tả trong ví dụ biến thể 1.

Khi oxit chứa lượng lớn Ga phục vụ như là chất ổn định được sử dụng cho lớp oxit bán dẫn 124a và lớp oxit bán dẫn 124c, ví dụ, oxy có thể được ngăn chặn không bị nhả ra từ lớp ôxít bán dẫn 124a, lớp oxit bán dẫn 124b, và lớp ôxít bán dẫn 124c.

Trong trường hợp kênh chủ yếu được tạo thành trong lớp ôxít bán dẫn 124b, ví dụ, oxit chứa lượng lớn In được sử dụng cho lớp ôxít bán dẫn 124b và cặp điện cực 105a và 105b được cung cấp tiếp xúc với lớp ôxít bán dẫn 124b; do đó, dòng điện trạng thái bật của bóng bán dẫn 120 có thể được tăng lên.

Ví dụ về cấu trúc của bóng bán dẫn

Một ví dụ về cấu trúc của bóng bán dẫn công trên mà màng bán dẫn điện oxit theo một phương án của sáng chế có thể được áp dụng sẽ được mô tả dưới đây.

Ví dụ về cấu trúc

Fig.11A là mặt cắt ngang dạng sơ đồ của bóng bán dẫn công trên 150 sẽ được mô tả dưới đây làm một ví dụ.

Bóng bán dẫn 150 bao gồm lớp oxit bán dẫn 104 được cung cấp trên nền 101 mà trên đó lớp cách ly 151 được cung cấp, cặp điện cực 105a và 105b tiếp xúc với bề mặt trên của lớp oxit bán dẫn 104, lớp cách ly 103 được cung cấp trên lớp oxit bán dẫn 104 và cặp điện cực 105a và 105b, và điện cực cổng 102 được cung cấp trên lớp cách ly 103 chồng lên lớp oxit bán dẫn 104. Hơn nữa, lớp cách ly 152 được cung cấp để phủ trên lớp cách ly 103 và điện cực cổng 102.

Màng oxit bán dẫn theo một phương án của sáng chế có thể được áp dụng cho lớp oxit bán dẫn 104 trong bóng bán dẫn 150.

Lớp cách ly 151 có chức năng ức chế sự khuếch tán của các tạp chất từ nền 101 đến lớp oxit bán dẫn 104. Ví dụ, cấu trúc tương tự như cấu trúc của lớp cách ly 107 có thể được sử dụng. Lưu ý rằng lớp cách ly 151 không nhất thiết phải được cung cấp.

Lớp cách ly 152 có thể được tạo thành bằng cách sử dụng màng cách ly có tác động ngăn oxy, hydro, nước, và v.v. theo cách tương tự như của lớp cách ly 107. Lưu ý rằng lớp cách ly 107 không nhất thiết phải được cung cấp.

Ví dụ biến thể

Một ví dụ về cấu trúc của bóng bán dẫn khác một phần với bóng bán dẫn 150 sẽ được mô tả dưới đây.

Fig.11B là hình ảnh mặt cắt ngang dạng sơ đồ của bóng bán dẫn 160. Cấu trúc của lớp oxit bán dẫn trong bóng bán dẫn 160 khác so với cấu trúc của bóng bán dẫn 150.

Trong lớp oxit bán dẫn 164 trong bóng bán dẫn 160, lớp oxit bán dẫn 164a, lớp oxit bán dẫn 164b, và lớp oxit bán dẫn 164c được xếp chồng lên nhau theo thứ tự này.

Màng bán dẫn oxit theo một phương án của sáng chế có thể được áp dụng cho ít nhất một trong số lớp oxit bán dẫn 164a, lớp oxit bán dẫn 164b, và lớp oxit bán dẫn 164c.

Lớp ôxít bán dẫn 164b có thể có cấu trúc tương tự như cấu trúc của lớp oxit bán dẫn 114a được mô tả trong ví dụ biến thể 1. Hơn nữa, mỗi lớp ôxít bán dẫn 164a và 164c có thể có cấu trúc tương tự như của lớp oxit bán dẫn 114b được mô tả trong ví dụ biến thể 1.

Oxit chứa lượng lớn Ga phục vụ như là chất ổn định được sử dụng cho lớp oxit bán dẫn 164a và lớp oxit bán dẫn 164c; do đó, oxy có thể được ngăn chặn không bị nhả khỏi lớp oxit bán dẫn 164a, lớp oxit bán dẫn 164b, và lớp oxit bán dẫn 164c.

Lớp oxit bán dẫn 164 có thể được tạo thành theo cách sau đây: lớp ôxít bán dẫn 164c và lớp oxit bán dẫn 164b thu được bằng cách ăn mòn, do đó, màng oxit bán dẫn là lớp oxit bán dẫn 164a được phơi ra; và màng oxit bán dẫn được xử lý thành lớp oxit bán dẫn 164a bằng phương pháp khắc khô. Trong trường hợp đó, sản phẩm phản ứng của màng oxit bán dẫn được gắn vào mặt bên của lớp ôxít bán dẫn 164b 164c để tạo thành lớp bảo vệ thành bên (cũng được gọi là tai thỏ) trong một số trường hợp. Lưu ý rằng sản phẩm phản ứng được gắn do hiện tượng phún xạ hoặc tại thời điểm khắc khô.

Fig.11C là hình ảnh mặt cắt ngang dạng sơ đồ của bóng bán dẫn 161 trong đó lớp bảo vệ thành bên 164d được tạo thành như bề mặt bên của lớp oxit bán dẫn 164 theo cách trên đây. Lưu ý rằng các thành phần khác của bóng bán dẫn 161 cũng giống như của bóng bán dẫn 160.

Lớp bảo vệ thành bên 164d chủ yếu chứa cùng vật liệu như của lớp ôxít bán dẫn 164a. Trong một số trường hợp, lớp bảo vệ 164d chứa các thành phần (ví dụ, silic) của lớp được cung cấp bên dưới lớp oxit bán dẫn 164a (lớp cách ly 151).

Với cấu trúc trong đó mặt bên của lớp ôxít bán dẫn 164b được bao phủ bởi lớp bảo vệ thành bên 164d để không tiếp xúc với cặp điện cực 105a và 105b như được minh họa trên Fig.11C, dòng điện rò rỉ không lường trước của bóng bán dẫn ở trạng thái tắt có thể được giảm đặc biệt khi kênh chủ yếu được tạo thành trong lớp oxit bán dẫn 164b; do đó, bóng bán dẫn có đặc tính dòng điện trạng thái tắt thuận lợi có thể được chế tạo. Hơn nữa, khi vật liệu chứa lượng lớn các Ga phục vụ như là chất ổn định được sử dụng cho lớp bảo vệ thành bên 164d, oxy có thể được ngăn chặn có hiệu quả không thoát khỏi bề mặt của lớp ôxít bán dẫn 164b; do đó, bóng bán dẫn có sự ổn định đặc tính điện rất cao có thể được chế tạo.

Phương án này có thể kết hợp các phương án được mô tả ở đây khi thích hợp.

Phương án 3

Theo phương án này, cấu trúc của màn hình thị theo một phương án của sáng chế sẽ được mô tả dựa trên Fig.12A đến Fig.12C.

Fig.12A là hình chiếu bằng thể hiện màn hình hiển thị theo một phương án của sáng chế. Fig.12B thể hiện mạch điểm ảnh có thể được sử dụng trong trường hợp phân tử tinh thể lỏng được sử dụng cho một điểm ảnh trong màn hình hiển thị theo một phương án của sáng chế. Fig.12C thể hiện mạch điểm ảnh có thể được sử dụng trong trường hợp phân tử EL hữu cơ được sử dụng cho một điểm ảnh trong màn hình hiển thị theo một phương án của sáng chế.

Bóng bán dẫn trong phần điểm ảnh có thể được tạo thành theo phương án 2. Hơn nữa, bóng bán dẫn có thể dễ dàng được tạo thành như là bóng bán dẫn kênh n, và do đó một phần của mạch điều khiển có thể được tạo thành bằng cách sử dụng bóng bán dẫn kênh n có thể được tạo thành trên cùng bề mặt giống như của bóng bán dẫn của phần điểm ảnh. Với việc sử dụng bóng bán dẫn được mô tả trong phương án 2 cho phần điểm ảnh hoặc mạch điều khiển theo cách này, thiết bị hiển thị có độ tin cậy cao có thể được cung cấp.

Fig.12A thể hiện một ví dụ về sơ đồ khối của thiết bị hiển thị ma trận chủ động. Phần điểm ảnh 501, mạch điều khiển dòng quét thứ nhất 502, mạch điều

khiển dòng quét thứ hai 503, và mạch điều khiển dòng tín hiệu 504 được cung cấp trên nền 500 trong thiết bị hiển thị. Trong phần điểm ảnh 501, nhiều đường tín hiệu kéo dài từ mạch điều khiển đường tín hiệu 504 được bố trí và các dòng quét kéo dài từ mạch điều khiển dòng quét thứ nhất 502 và mạch điều khiển dòng quét thứ hai 503 được bố trí. Lưu ý rằng các điểm ảnh bao gồm các phần tử hiển thị được cung cấp trong một ma trận trong vùng của chúng mà thực hiện quét đường và các đường tín hiệu giao nhau với nhau. Nền 500 của thiết bị hiển thị được nối với mạch điều khiển định thời (cũng được gọi là bộ điều khiển hay IC bộ điều khiển) thông qua phần kết nối như mạch in linh hoạt (FPC).

Như được thể hiện trên Fig.12A, mạch điều khiển dòng quét thứ nhất 502, mạch điều khiển dòng quét thứ hai 503, và mạch điều khiển dòng tín hiệu 504 được tạo thành trên cùng bề mặt 500 như với phần điểm ảnh 501. Do đó, số lượng thành phần được cung cấp bên ngoài, chẳng hạn như, mạch lái, có thể giảm, do đó giảm được chi phí. Hơn nữa, trong trường hợp mạch điều khiển được cung cấp bên ngoài nền 500, dây dẫn điện sẽ cần phải được mở rộng và lượng kết nối của dây dẫn điện sẽ tăng lên, nhưng khi mạch điều khiển được cung cấp trên nền 500, số lượng kết nối của dây dẫn điện có thể được giảm. Do đó, sự cải tiến về độ tin cậy hoặc năng suất có thể đạt được.

Màn tinh thể lỏng

Fig.12B minh họa một ví dụ về cấu hình mạch điểm ảnh. Ở đây, mạch điểm ảnh có thể được áp dụng cho một điểm ảnh của màn hình hiển thị tinh thể lỏng VA được thể hiện.

Mạch điểm ảnh này có thể được áp dụng cho cấu trúc trong đó một điểm ảnh bao gồm nhiều lớp điện cực điểm ảnh. Các lớp điện cực điểm ảnh được nối với các bóng bán dẫn khác nhau, và các bóng bán dẫn có thể được điều khiển bằng các tín hiệu cổng khác nhau. Do đó, tín hiệu áp dụng cho điểm ảnh các lớp điện cực điểm ảnh riêng biệt trong điểm ảnh đa miền có thể được điều khiển độc lập.

Dây nối cổng 512 của bóng bán dẫn 516 và dây nối cổng 513 của bóng bán dẫn 517 được tách ra để tín hiệu cổng khác nhau có thể được cung cấp kèm

theo. Ngược lại, điện cực nguồn hoặc điện cực máng 514 có chức năng như đường dữ liệu được chia sẻ bởi bóng bán dẫn 516 và 517. Bóng bán dẫn được mô tả trong phương án 2 có thể được sử dụng thích hợp là mỗi bóng bán dẫn 516 và 517. Như vậy, màn hình tinh thể lỏng có độ tin cậy cao có thể được tạo ra.

Các hình dạng của lớp điện cực điểm ảnh thứ nhất nối điện với bóng bán dẫn 516 và lớp điện cực điểm ảnh thứ hai nối điện với bóng bán dẫn 517 được mô tả dưới đây. Lớp điện cực điểm ảnh thứ nhất và lớp điện cực điểm ảnh thứ hai được ngăn cách bởi một khe. Lớp điện cực điểm ảnh thứ nhất có dạng hình chữ V và lớp điện cực điểm ảnh thứ hai được cung cấp bao quanh lớp điện cực điểm ảnh thứ nhất.

Điện cực cổng của bóng bán dẫn 516 được nối với dây nối cổng 512, và điện cực cổng của bóng bán dẫn 517 được nối với dây nối cổng 513. Khi tín hiệu cổng khác nhau được cung cấp cho các dây nối cổng 512 và dây nối cổng 513, định thời gian hoạt động của bóng bán dẫn 516 và bóng bán dẫn 517 có thể khác nhau. Kết quả là, liên kết của các tinh thể lỏng có thể được kiểm soát.

Hơn nữa, tụ điện lưu trữ có thể được tạo thành bằng cách sử dụng dây nối tụ 510, màng cách ly cổng hoạt động như chất điện môi, và điện cực tụ điện nối điện với lớp điện cực điểm ảnh thứ nhất hoặc lớp điện cực điểm ảnh thứ hai.

Các điểm ảnh đa miền bao gồm phần tử tinh thể lỏng thứ nhất 518 và phần tử tinh thể lỏng thứ hai 519. Phần tử tinh thể lỏng thứ nhất 518 bao gồm lớp điện cực điểm ảnh thứ nhất, lớp điện cực đối, và lớp tinh thể lỏng ở giữa. Phần tử tinh thể lỏng thứ hai 519 bao gồm hai lớp điện cực điểm ảnh, lớp điện cực đối, và lớp tinh thể lỏng ở giữa.

Lưu ý rằng mạch điểm ảnh theo sáng chế không bị giới hạn ở các khía cạnh được thể hiện trên Fig.12B. Ví dụ, chuyển mạch, điện trở, tụ điện, bóng bán dẫn, cảm biến, mạch logic, hoặc các phần tử tương tự có thể được thêm vào các điểm ảnh trên Fig.12B.

Màn hiển thị EL (điện quang) hữu cơ

Fig.12C thể hiện một ví dụ khác của cấu hình mạch của phần điểm ảnh. Ở đây, cấu trúc điểm ảnh của màn hình hiển thị sử dụng phân tử EL hữu cơ được thể hiện.

Trong phân tử EL hữu cơ, bằng cách đặt điện áp lên phân tử phát sáng, các electron được bơm từ một trong cặp điện cực và các lỗ trống được bơm từ điện cực kia của cặp điện cực, vào lớp chứa hợp chất hữu cơ phát sáng; do đó, dòng điện xuất hiện. Các electron và lỗ được kết hợp lại, 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, phân tử phát sáng này được gọi là phân tử phát sáng kích thích dòng điện.

Fig.12C thể hiện một ví dụ áp dụng mạch điểm ảnh. Ở đây, một điểm ảnh bao gồm hai bóng bán dẫn kênh n. Lưu ý rằng màng oxit kim loại theo một phương án của sáng chế có thể được sử dụng cho vùng tạo thành kênh của bóng bán dẫn kênh n. Hơn nữa, việc lái độ xám thời gian kỹ thuật số có thể được sử dụng cho mạch điểm ảnh này.

Cấu hình của mạch điểm ảnh áp dụng được và hoạt động của điểm ảnh sử dụng việc lái độ xám thời gian kỹ thuật số được mô tả dưới đây.

Điểm ảnh 520 bao gồm bóng bán dẫn chuyển mạch 521, bóng bán dẫn mạch lái 522, phân tử phát sáng 524, và tụ điện 523. Lớp điện cực cổng của bóng bán dẫn chuyển mạch 521 được nối với đường quét 526, điện cực thứ nhất (một trong số lớp điện cực nguồn và lớp điện cực máng) của bóng bán dẫn chuyển mạch 521 được nối với đường tín hiệu 525, và điện cực thứ hai (điện cực kia của lớp điện cực nguồn và lớp điện cực máng) của bóng bán dẫn chuyển mạch 521 được nối với lớp điện cực cổng của bóng bán dẫn mạch lái 522. Lớp điện cực cổng của bóng bán dẫn mạch lái 522 được nối với đường cấp điện 527 thông qua tụ điện 523, điện cực thứ nhất của bóng bán dẫn mạch lái 522 được nối với đường cấp điện 527, và điện cực thứ hai của bóng bán dẫn mạch lái 522 được nối với điện cực thứ nhất (điện cực điểm ảnh) của phân tử phát sáng 524. Điện cực thứ hai của phân tử phát sáng 524 tương ứng với điện cực chung 528.

Điện cực chung 528 được nối điện với đường dây thể chung được cung cấp trên cùng nền.

Khi làm bóng bán dẫn chuyển mạch 521 và bóng bán dẫn mạch lái 522, bóng bán dẫn được mô tả trong phương án 2 có thể được sử dụng phù hợp. Theo cách này, màn hình hiển thị EL hữu cơ có độ tin cậy cao có thể được cung cấp.

Điện thế của điện cực thứ hai (điện cực chung 528) của phần tử phát sáng 524 được thiết lập để có điện thế cấp điện thấp. Lưu ý rằng điện thế cấp điện thấp thấp hơn so với điện thế cấp điện cao cấp cho đường dây cấp điện 527. Ví dụ, điện thế cấp điện thấp có thể là GND, 0V hoặc tương tự. Điện thế cấp điện cao và điện thế cấp điện thấp được thiết lập bằng hoặc lớn hơn với ngưỡng điện áp chuyển tiếp của phần tử phát sáng 524, và hiệu số giữa điện thế đặt lên phần tử phát sáng 524, nhờ đó mà dòng điện được cấp cho phần tử phát sáng 524, dẫn đến phát xạ ánh sáng. Điện áp chuyển tiếp của phần tử phát sáng 524 là điện áp mà tại đó độ sáng mong muốn thu được, và ít nhất là lớn hơn điện áp ngưỡng chuyển tiếp.

Lưu ý rằng điện dung cổng của bóng bán dẫn mạch lái 522 có thể được sử dụng thay thế cho tụ điện 523, do đó tụ 523 có thể được bỏ qua. Điện dung cổng của bóng bán dẫn mạch lái 522 có thể được tạo thành giữa vùng tạo thành kênh và lớp điện cực cổng.

Tiếp theo, đầu vào tín hiệu đến bóng bán dẫn mạch lái 522 sẽ được mô tả. Trong trường hợp phương pháp lái điện áp đầu vào điện áp, tín hiệu video để bật hoặc tắt bóng bán dẫn mạch lái 522 mà không bị thất bại là đầu vào cho bóng bán dẫn mạch lái 522. Bóng bán dẫn mạch lái 522 hoạt động trong vùng tuyến tính, điện áp lớn hơn điện áp của đường dây cấp điện 527 được đặt lên lớp điện cực cổng của bóng bán dẫn mạch lái 522. Lưu ý rằng điện áp bằng hoặc lớn hơn điện áp mà là tổng điện áp đường cấp và điện áp ngưỡng V_{th} của bóng bán dẫn mạch lái 522 được đặt lên đường tín hiệu 525.

Trong trường hợp lái độ xám tương tự, điện áp bằng hoặc lớn hơn điện áp mà là tổng của điện áp chuyển tiếp của phần tử phát sáng 524 và điện áp ngưỡng V_{th} của bóng bán dẫn mạch lái 522 được đặt lên lớp điện cực cổng của bóng bán

dẫn mạch lái 522. Tín hiệu video nhờ đó bóng bán dẫn mạch lái 522 được hoạt động trong vùng bão hòa là đầu vào, do đó dòng điện được cấp cho phần tử phát sáng 524. Để cho bóng bán dẫn mạch lái 522 hoạt động trong vùng bão hòa, điện thế của đường dây cấp điện 527 được đặt lớn hơn so với điện thế cổng của bóng bán dẫn mạch lái 522. Khi tín hiệu video tương tự được sử dụng, có thể cấp dòng điện cho phần tử phát sáng 524 theo tín hiệu video và thực hiện lái độ xám tương tự.

Lưu ý rằng cấu hình của mạch điểm ảnh theo sáng chế không bị giới hạn ở các khía cạnh được thể hiện trên Fig.12C. Ví dụ, chuyển mạch, điện trở, tụ điện, cảm biến, bóng bán dẫn, mạch logic, hoặc các phần tử tương tự có thể được thêm vào mạch điểm ảnh được thể hiện trên Fig.12C.

Phương án

Theo phương án này, cấu trúc của thiết bị bán dẫn bao gồm màng oxit kim loại theo một phương án của sáng chế và các thiết bị điện tử sẽ được mô tả dựa trên Fig.13 và Fig.14A đến Fig.14D.

Fig.13 là sơ đồ khối của thiết bị điện tử bao gồm các thiết bị bán dẫn mà màng oxit kim loại theo một phương án của sáng chế được áp dụng.

Fig.14A đến Fig.14D là các hình vẽ bên ngoài thể hiện thiết bị điện tử mà mỗi thiết bị bao gồm thiết bị bán dẫn mà màng oxit kim loại theo một phương án của sáng chế được áp dụng.

Thiết bị điện tử được thể hiện trên Fig.13 bao gồm mạch RF 901, mạch băng cơ sở tương tự 902, mạch băng cơ sở kỹ thuật số 903, pin 904, mạch cấp điện 905, bộ xử lý ứng dụng 906, bộ nhớ flash 910, bộ điều khiển màn hình hiển thị 911, mạch bộ nhớ 912, màn hình 913, cảm biến cảm ứng 919, mạch âm thanh 917, bàn phím 918, v.v..

Bộ xử lý ứng dụng 906 bao gồm CPU 907, DSP (bộ xử lý tín hiệu số) 908, và giao diện (IF) 909. Hơn nữa, mạch bộ nhớ 912 có thể bao gồm SRAM hoặc DRAM.

Bóng bán dẫn được mô tả trong phương án 2 được áp dụng cho mạch bộ nhớ 912, theo đó thiết bị điện tử có độ tin cậy mà có thể ghi và đọc dữ liệu có thể được cung cấp.

Bóng bán dẫn được mô tả trong phương án 2 được áp dụng cho thanh ghi hoặc các phần tử tương tự có trong CPU 907 hoặc DSP 908, theo đó thiết bị điện tử có độ tin cậy mà có thể ghi và đọc dữ liệu có thể được cung cấp.

Lưu ý rằng trong trường hợp dòng điện rò rỉ trạng thái tắt của bóng bán dẫn được mô tả trong phương án 2 cực kỳ nhỏ, mạch bộ nhớ 912 có thể lưu trữ dữ liệu trong thời gian dài và có thể giảm nhiều điện năng tiêu thụ. Hơn nữa, CPU 907 hoặc DSP 908 có thể lưu trữ trạng thái trước khi công suất qua cổng thanh ghi hoặc các phần tử tương tự trong khoảng thời gian công suất qua cổng được thực hiện.

Hơn nữa, màn hình hiển thị 913 bao gồm phần hiển thị 914, mạch lái nguồn 915, và mạch lái cổng 916.

Phần hiển thị 914 bao gồm nhiều điểm ảnh được sắp xếp trong một ma trận. Các điểm ảnh này bao gồm mạch điểm ảnh, và mạch điểm ảnh được nối điện với mạch lái cổng 916.

Bóng bán dẫn được mô tả trong phương án 2 có thể được sử dụng thích hợp trong mạch điểm ảnh hoặc mạch lái cổng 916. Do đó, màn hình hiển thị có độ tin cậy cao có thể được cung cấp.

Ví dụ về thiết bị điện tử là ti vi (cũng được gọi là bộ thu truyền hình), màn hình máy tính hoặc các loại 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 (cũng được gọi là điện thoại di động hoặc thiết bị điện thoại di động), máy chơi game cầm tay, thiết bị đầu cuối di động, thiết bị tái tạo âm thanh, máy chơi game có kích thước lớn như máy chơi cờ bạc, v.v..

Fig.14A thể hiện thiết bị đầu cuối truyền thông di động bao gồm thân 1001, khoang 1002, phần hiển thị 1003a, phần hiển thị 1003b, và v.v.. Phần hiển thị 1003b bao gồm panen tiếp xúc. Bằng cách chạm vào một nút bàn phím 1004 hiển thị trên phần hiển thị 1003b, hoạt động màn hình có thể được thực hiện, và

văn bản có thể được nhập vào. Không cần phải nói, phần hiển thị 1003a có thể có chức năng như panen cảm ứng. Màn hình hiển thị tinh thể lỏng hoặc màn hình hiển thị phát sáng hữu cơ được chế tạo bằng cách sử dụng bóng bán dẫn được mô tả trong phương án 2 làm phần tử chuyển mạch và được áp dụng cho phần hiển thị 1003a hoặc 1003b, theo đó thiết bị đầu cuối truyền thông di động có độ tin cậy có thể được cung cấp.

Thiết bị đầu cuối truyền thông di động được thể hiện trên Fig.14A có thể có chức năng hiển thị các loại dữ liệu (ví dụ, hình ảnh, hình ảnh chuyển động, và hình ảnh văn bản), chức năng hiển thị lịch, ngày, giờ, hoặc các loại tương tự trên phần hiển thị, chức năng vận hành hoặc chỉnh sửa dữ liệu hiển thị trên phần hiển thị, chức năng xử lý điều khiển bởi các loại phần mềm (chương trình), và v.v.. Hơn nữa, thiết bị đầu cuối kết nối bên ngoài (thiết bị đầu cuối tai nghe, thiết bị đầu cuối USB, hoặc thiết bị tương tự), phân chèn phương tiện ghi âm, hoặc các loại tương tự có thể được cung cấp trên mặt sau hoặc mặt bên của khoang.

Thiết bị đầu cuối truyền thông di động được minh họa trên Fig.14A có thể 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.14B thể hiện máy nghe nhạc di động bao gồm, trong thân chính 1021, phần màn hình hiển thị 1023, phần cố định 1022 mà máy nghe nhạc cầm tay có thể được đeo trên tai, loa, nút vận hành 1024, khe cắm thẻ nhớ ngoài 1025, và v.v.. Màn hình hiển thị tinh thể lỏng hoặc Màn hình hiển thị phát sáng hữu cơ được chế tạo bằng cách sử dụng bóng bán dẫn được mô tả trong phương án 2 như phần tử chuyển mạch và được áp dụng cho phần hiển thị 1023, theo đó máy nghe nhạc cầm tay có độ tin cậy có thể được cung cấp.

Hơn nữa, khi máy nghe nhạc di động được minh họa trên Fig.14B có ăng-ten, chức năng microphon, hoặc chức năng truyền thông không dây và được sử dụng với điện thoại di động, người dùng có thể nói chuyện trên điện thoại không dây rảnh tay trong khi lái xe hoặc tương tự.

Fig.14C thể hiện điện thoại di động bao gồm hai khoang, khoang 1030 và khoang 1031. Khoang 1031 bao gồm màn hình hiển thị 1032, loa 1033, microphon 1034, thiết bị trở 1036, ống kính máy ảnh 1037, thiết bị đầu cuối kết nối bên ngoài 1038, và v.v.. Khoang 1030 được cung cấp pin năng lượng mặt trời 1040 để sạc điện, khe cắm thẻ nhớ ngoài 1041, và v.v.. Ngoài ra, ăng-ten được tích hợp trong khoang 1031. Bóng bán dẫn được mô tả trong phương án 2 được áp dụng cho màn hình hiển thị 1032, theo đó điện thoại di động có độ tin cậy cao có thể được cung cấp.

Hơn nữa, màn hình hiển thị 1032 bao gồm màn hình cảm ứng. Nhiều phím vận hành 1035 được hiển thị như là hình ảnh được chỉ định bởi các đường chấm chấm trên Fig.14C. Lưu ý rằng mạch tăng điện theo đó điện áp đầu ra từ pin năng lượng mặt trời 1040 được tăng lên để đủ cao cho mỗi mạch cũng được đưa vào.

Ví dụ, bóng bán dẫn công suất được sử dụng cho mạch cấp điện làm mạch tăng điện cũng có thể được tạo thành khi màng oxit kim loại của bóng bán dẫn được mô tả trong phương án 2 có độ dày bằng hoặc lớn hơn $2\mu\text{m}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $50\mu\text{m}$.

Trong màn hình hiển thị 1032, hướng của màn hình được thay đổi tùy thuộc vào chế độ ứng dụng. Hơn nữa, điện thoại di động được cung cấp ống kính máy ảnh 1037 trên cùng bề mặt như màn hình hiển thị 1032, và do đó có thể được sử dụng như điện thoại video. Loa 1033 và microphon 1034 có thể được sử dụng cho cuộc gọi điện thoại video, ghi âm, và phát âm thanh, và v.v. cũng như các cuộc gọi thoại. Hơn nữa, vỏ 1030 và 1031 trong trạng thái mở như được minh họa trên Fig.14C có thể thay đổi được, bằng cách trượt, đến trạng thái chồng lên phần khác. Do đó, kích thước của điện thoại di động có thể được giảm bớt, điều này làm cho điện thoại di động dễ mang.

Thiết bị đầu cuối kết nối bên ngoài 1038 có thể được nối với bộ chuyển đổi AC và các cáp như cáp USB, nhờ đó mà việc sạc và truyền dữ liệu với máy tính cá nhân hoặc các thiết bị tương tự có thể xảy ra. Hơn nữa, bằng cách chèn

phương tiện ghi âm vào khe cắm thẻ nhớ ngoài 1041, dữ liệu lớn có thể được lưu trữ và di chuyển.

Hơn nữa, ngoài các chức năng trên, chức năng hồng ngoại truyền thông, chức năng nhận truyền hình, hoặc tương tự có thể được cung cấp.

Fig.14D minh họa một ví dụ về ti vi truyền hình. Trong ti vi truyền hình 1050, phần màn hình 1053 được kết hợp trong khoang 1051. Hình ảnh có thể được hiển thị trên phần hiển thị 1053. Hơn nữa, CPU được tích hợp trong phần ứng 1055 để đỡ khoang 1051. Bóng bán dẫn được mô tả trong phương án 2 được áp dụng cho phần hiển thị 1053 và CPU, nhờ đó mà tivi 1050 có thể có độ tin cậy cao.

Ti vi 1050 có thể được vận hành bằng công tắc vận hành của khoang 1051 hoặc bộ điều khiển từ xa riêng biệt. Ngoài ra, bộ điều khiển từ xa có thể được cung cấp phần màn hình để hiển thị dữ liệu đầu ra từ bộ điều khiển từ xa.

Lưu ý rằng ti vi 1050 được cung cấp với bộ thu, môđem, và v.v.. Với việc sử dụng bộ thu, ti vi 1050 có thể nhận được chương trình phát sóng truyền hình nói chung. Hơn nữa, khi ti vi 1050 được nối với mạng truyền thông hoặc mạng không dây thông qua môđem, truyền thông một chiều (từ người gửi đến người nhận) hoặc hai chiều (giữa người gửi và người nhận) có thể được thực hiện.

Hơn nữa, tivi 1050 được cung cấp thiết bị đầu cuối kết nối bên ngoài 1054, phương tiện ghi lưu trữ và phân tái tạo 1052, và khe cắm thẻ nhớ ngoài. Thiết bị đầu cuối kết nối bên ngoài 1054 có thể được nối với các loại cáp khác nhau, như cáp USB, nhờ đó mà việc truyền dữ liệu với máy tính cá nhân hoặc các thiết bị tương tự có thể được thực hiện. Phương tiện lưu trữ đĩa được đưa vào phương tiện lưu trữ và phân tái tạo 1052, và việc đọc dữ liệu lưu trữ trên phương tiện lưu trữ và ghi dữ liệu trên phương tiện lưu trữ có thể được thực hiện. Ngoài ra, hình ảnh, video, hoặc các phương tiện tương tự được lưu trữ là dữ liệu trong bộ nhớ bên ngoài 1056 lắp vào khe cắm bộ nhớ bên ngoài có thể được hiển thị trên phần hiển thị 1053.

Hơn nữa, trong trường hợp dòng điện rò rỉ trạng thái tắt của bóng bán dẫn được mô tả trong phương án 2 cực kỳ nhỏ, khi bóng bán dẫn được áp dụng cho

bộ nhớ ngoài 1056 hoặc CPU, ti vi 1050 có thể có độ tin cậy cao và giảm tiêu thụ điện năng đủ nhiều.

Cần phải hiểu rằng, mặc dù phần mô tả trên đây đã mô tả chi tiết các phương án được ưu tiên của sáng chế, rất nhiều thay đổi và biến thể có thể được thực hiện trên các phương án này và tất cả các thay đổi và biến thể đó đều thuộc phạm vi của sáng chế.

Giải pháp của sáng chế dựa trên các giải pháp được mô tả trong Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2012-245992 nộp vào Cơ quan Sáng chế Nhật Bản tháng 8 năm 2012, Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2013-016242 nộp vào Cơ quan Sáng chế Nhật Bản ngày 30 tháng 1 năm 2013, và Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2013-056768 nộp vào Cơ quan Sáng chế Nhật Bản ngày 19 tháng 3 năm 2013, toàn bộ nội dung của các đơn này được viện dẫn ở đây để tham chiếu.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Màng oxit kim loại chứa indi, gali và kẽm, trong đó:

màng oxit kim loại này bao gồm một phần ở dạng tinh thể,
kích thước của phần ở dạng tinh thể này nhỏ hơn hoặc bằng 10nm,
màng oxit kim loại này bao gồm vùng trong đó đỉnh tương ứng với phần ở dạng tinh thể không được quan sát thấy bằng phương pháp đo nhiễu xạ tia X (XRD),

mẫu nhiễu xạ electron chùm nano thứ nhất được quan sát thấy trước khi màng oxit kim loại được chiếu bằng chùm tia electron có đường kính chùm tia được hội tụ ở 1nmφ,

mẫu nhiễu xạ electron chùm nano thứ hai được quan sát thấy sau khi màng oxit kim loại được chiếu bằng chùm tia electron trong 1 phút, và

mẫu nhiễu xạ electron chùm nano thứ nhất là tương tự với mẫu nhiễu xạ electron chùm nano thứ hai.

2. Màng oxit kim loại chứa indi, gali và kẽm, trong đó:

màng oxit kim loại này bao gồm một phần ở dạng tinh thể,
kích thước của phần ở dạng tinh thể này nhỏ hơn hoặc bằng 10nm,
màng oxit kim loại này bao gồm vùng trong đó đỉnh tương ứng với phần ở dạng tinh thể không được quan sát thấy bằng phương pháp đo nhiễu xạ tia X (XRD),

màng oxit kim loại này bao gồm vùng trong đó nhiều điểm được phân bố theo chu vi được quan sát thấy trong mẫu nhiễu xạ electron chùm nano,

mẫu nhiễu xạ electron chùm nano thứ nhất được quan sát thấy trước khi màng oxit kim loại được chiếu bằng chùm tia electron có đường kính chùm tia được hội tụ ở 1nmφ,

mẫu nhiễu xạ electron chùm nano thứ hai được quan sát thấy sau khi màng oxit kim loại được chiếu bằng chùm tia electron trong 1 phút, và

mẫu nhiễu xạ electron chùm nano thứ nhất là tương tự với mẫu nhiễu xạ electron chùm nano thứ hai.

3. Màng oxit kim loại chứa indi, gali và kẽm, trong đó:

màng oxit kim loại này bao gồm một phần ở dạng tinh thể,

kích thước của phần ở dạng tinh thể này nhỏ hơn hoặc bằng 10nm,

màng oxit kim loại này bao gồm vùng trong đó đỉnh tương ứng với phần ở dạng tinh thể không được quan sát thấy bằng phương pháp đo nhiễu xạ tia X (XRD),

màng oxit kim loại này bao gồm vùng trong đó nhiều điểm được phân bố theo chu vi được quan sát thấy trong mẫu nhiễu xạ electron chùm nano,

màng oxit kim loại này bao gồm vùng trong đó mẫu quầng (halo pattern) được quan sát thấy trong mẫu nhiễu xạ electron vùng lựa chọn,

mẫu nhiễu xạ electron chùm nano thứ nhất được quan sát thấy trước khi màng oxit kim loại được chiếu bằng chùm tia electron có đường kính chùm tia được hội tụ ở 1nmφ,

mẫu nhiễu xạ electron chùm nano thứ hai được quan sát thấy sau khi màng oxit kim loại được chiếu bằng chùm tia electron trong 1 phút, và

mẫu nhiễu xạ electron chùm nano thứ nhất là tương tự với mẫu nhiễu xạ electron chùm nano thứ hai.

4. Màng oxit kim loại theo điểm 2 hoặc 3, trong đó vùng đo của mẫu nhiễu xạ electron chùm nano nhỏ hơn hoặc bằng 10nmφ.

5. Màng oxit kim loại theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó kích thước của phần ở dạng tinh thể này nhỏ hơn hoặc bằng 5nm.

6. Màng oxit kim loại theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó kích thước của phần ở dạng tinh thể này bằng hoặc lớn hơn 1nm.

7. Màng oxit kim loại theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó phương pháp ngoài mặt phẳng được sử dụng để đo nhiễu xạ tia X (XRD).

1/24

FIG. 1A

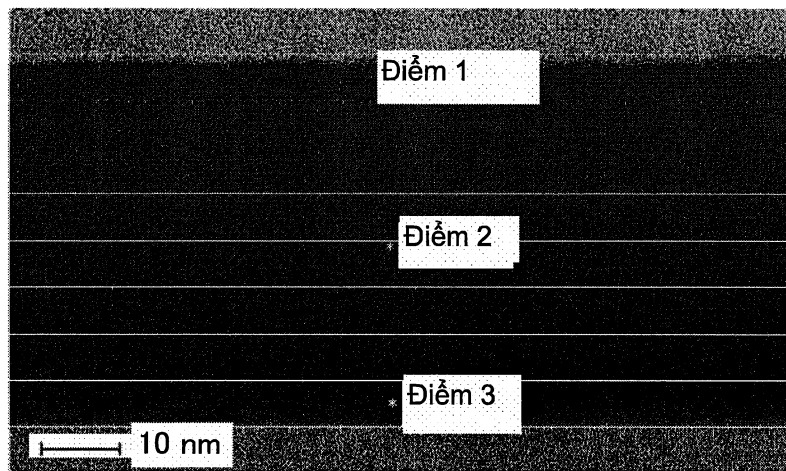


FIG. 1B

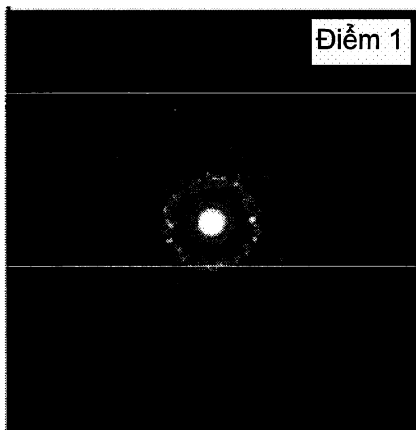


FIG. 1C

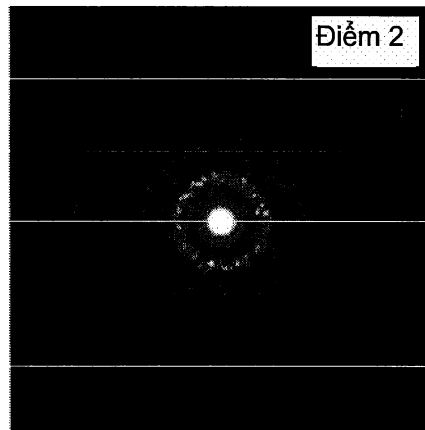
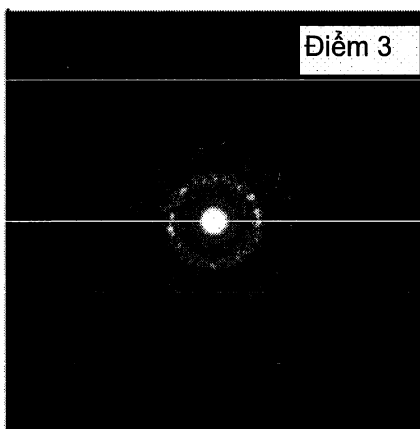


FIG. 1D



2/24

FIG. 2A

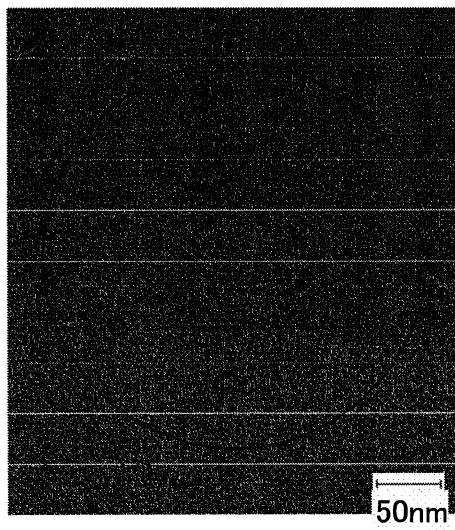
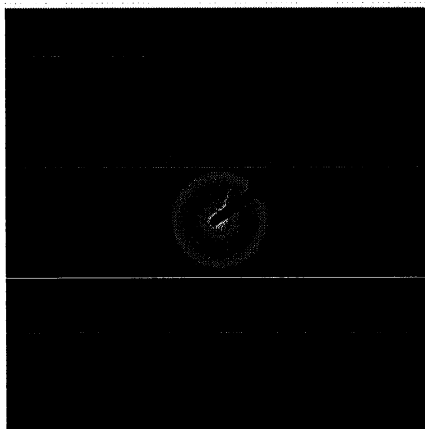


FIG. 2B



3/24

FIG. 3A

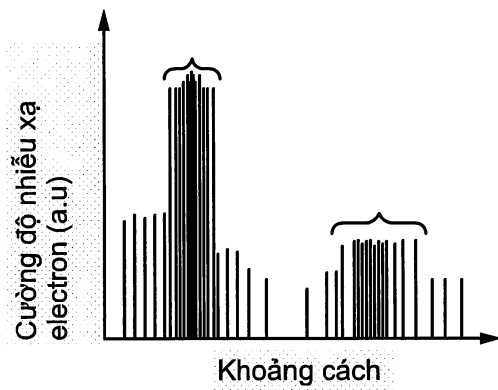


FIG. 3B

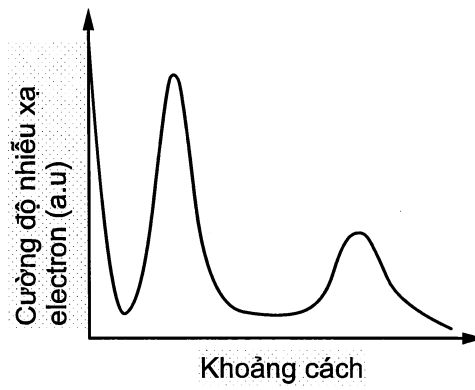
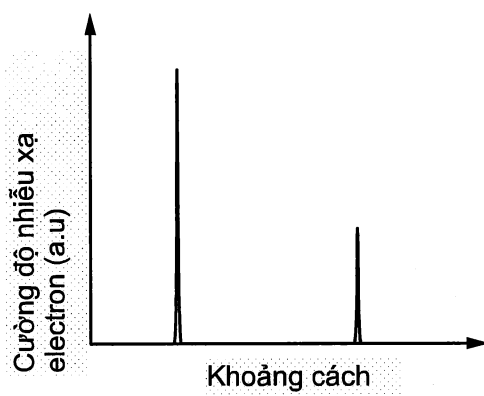
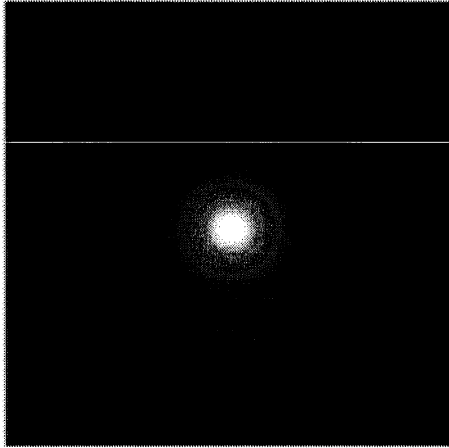


FIG. 3C



4/24

FIG. 4



5/24

FIG. 5A

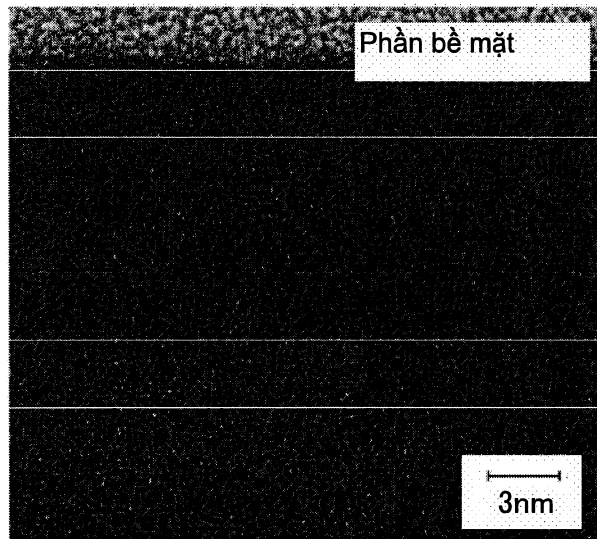


FIG. 5B

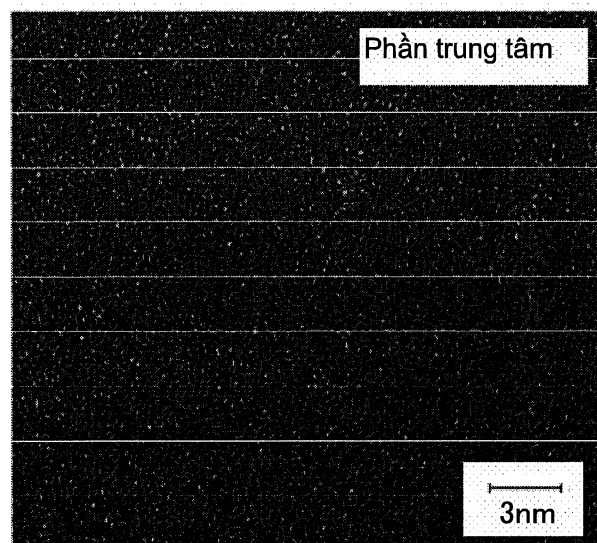
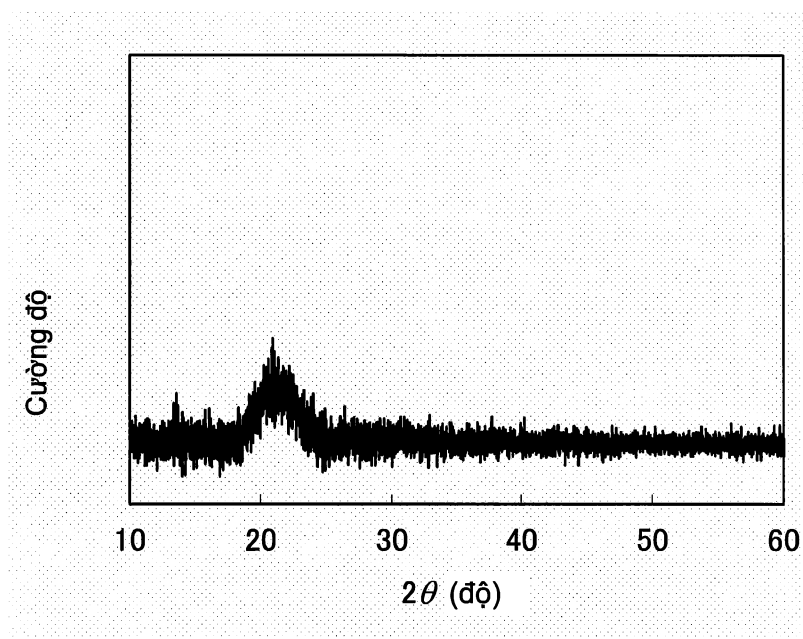


FIG. 6



7/24

FIG. 7

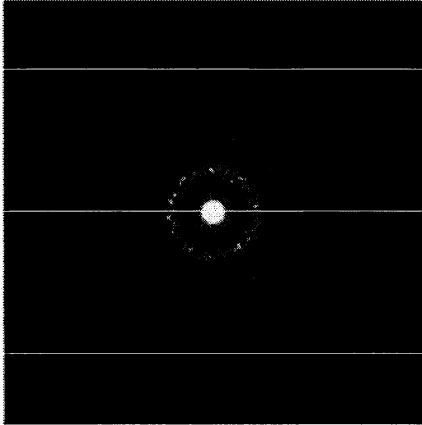
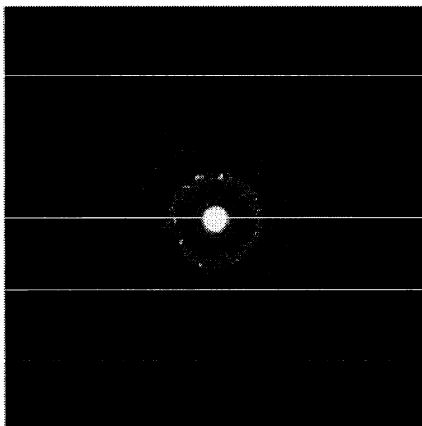


FIG. 8



8/24

FIG. 9A

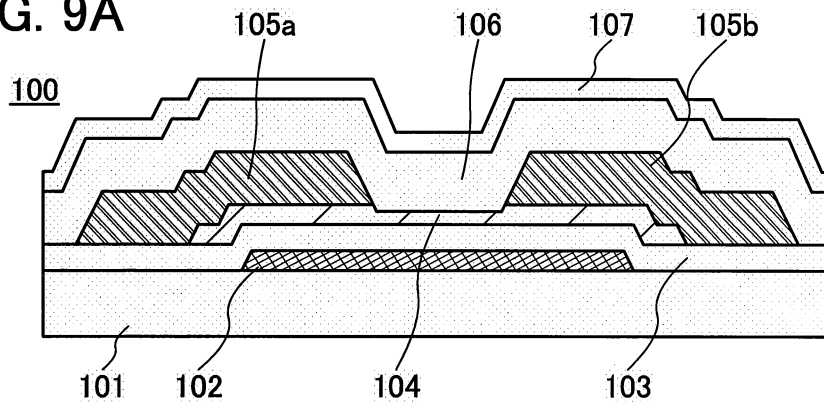


FIG. 9B

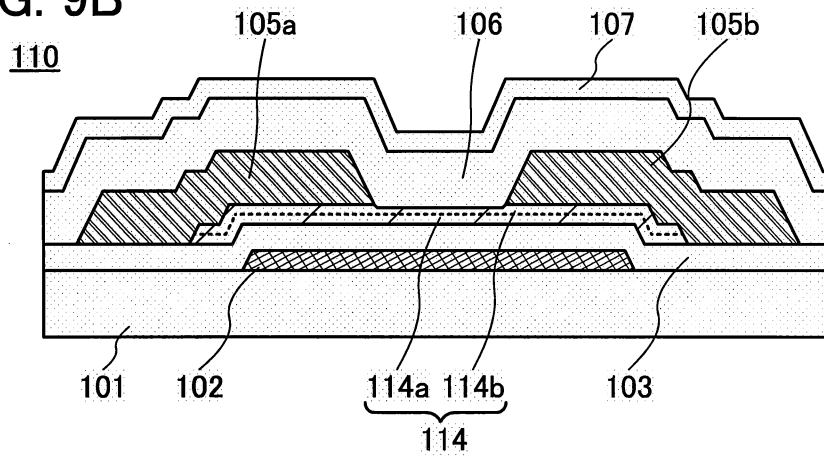
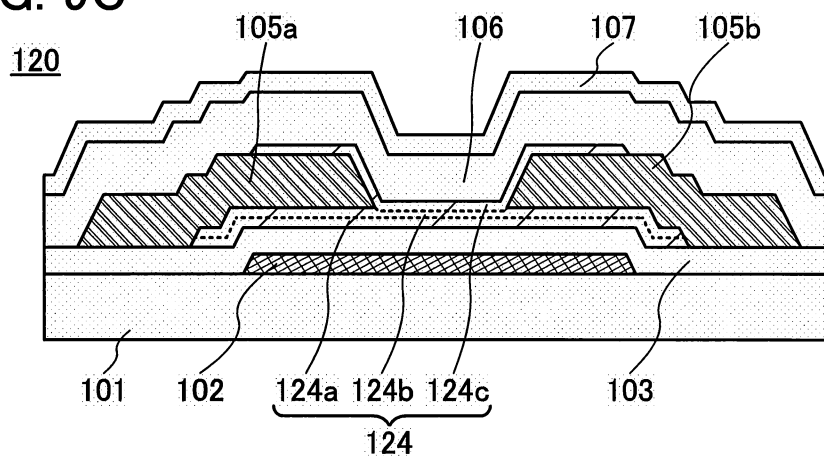


FIG. 9C



9/24

FIG. 10A

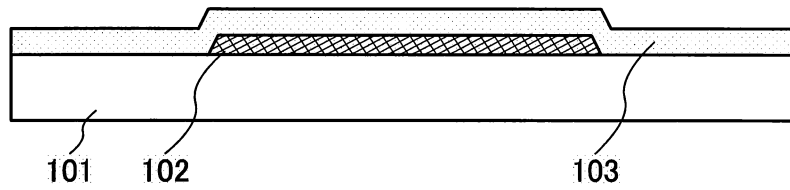


FIG. 10B

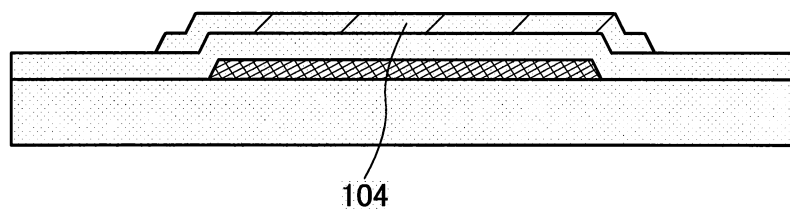


FIG. 10C

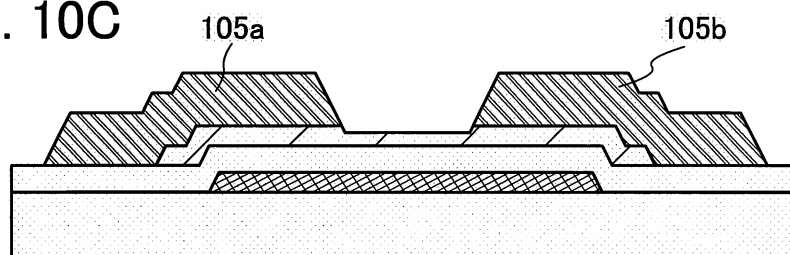
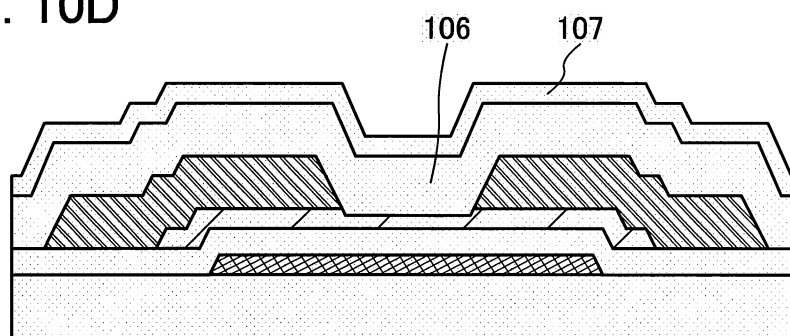


FIG. 10D

100



10/24

FIG. 11A

150

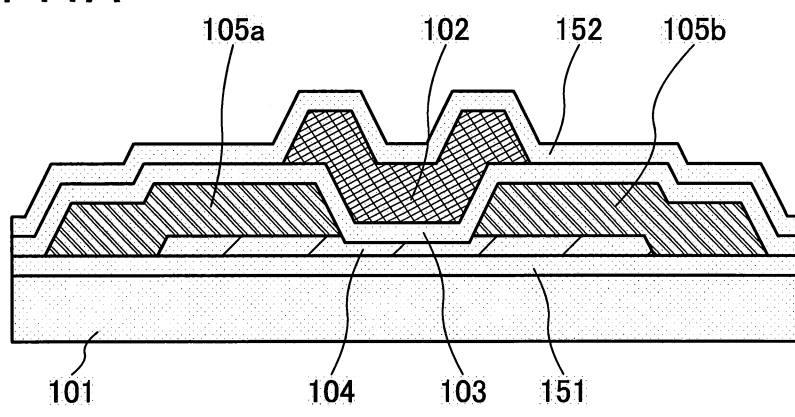


FIG. 11B

160

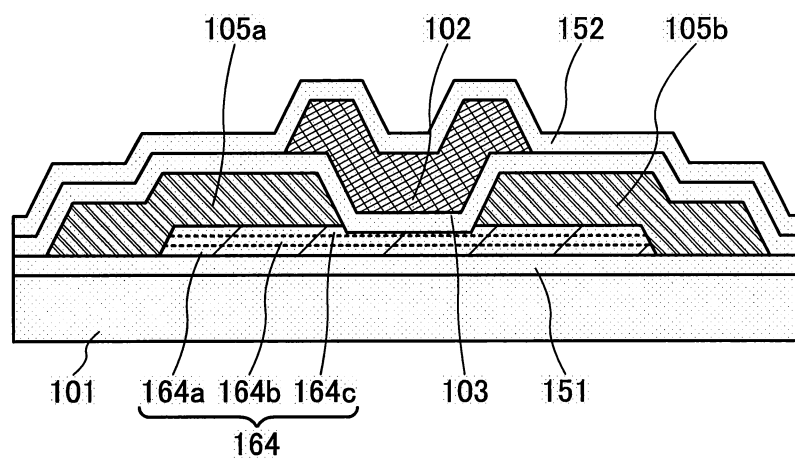
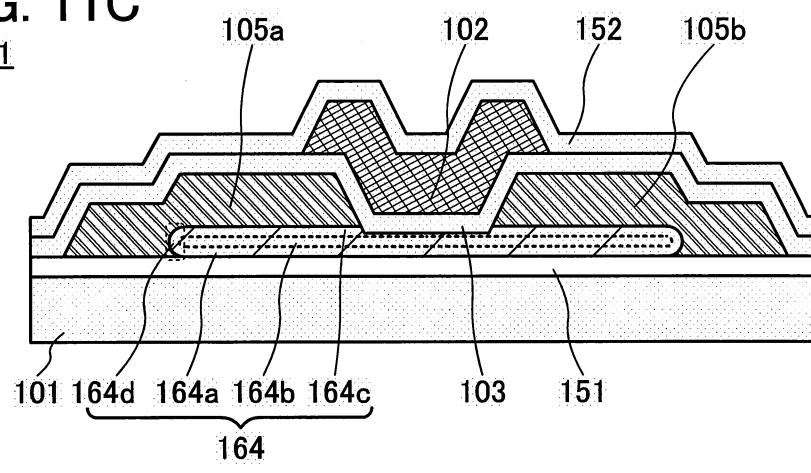


FIG. 11C

161



11/24

FIG. 12A

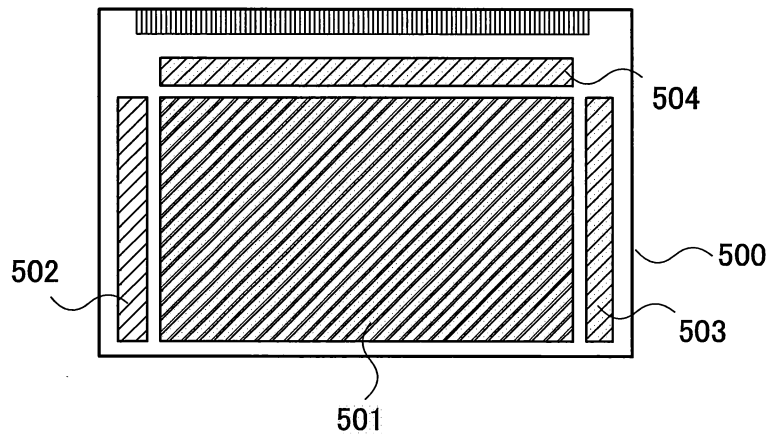


FIG. 12B

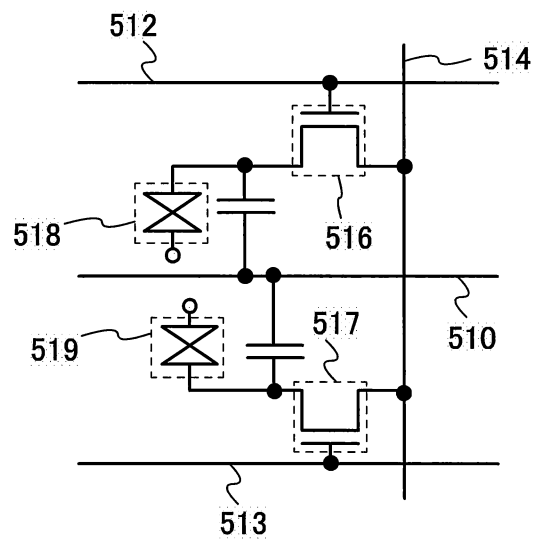
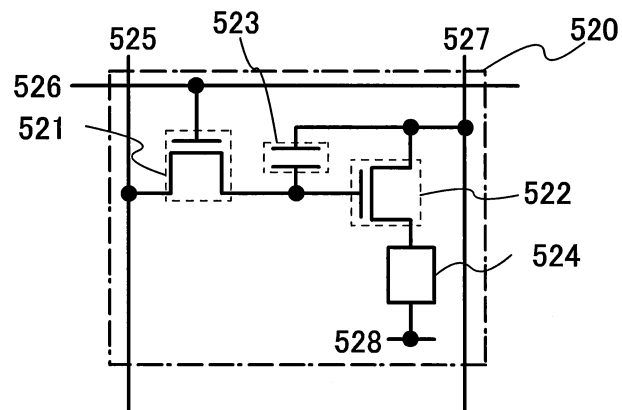
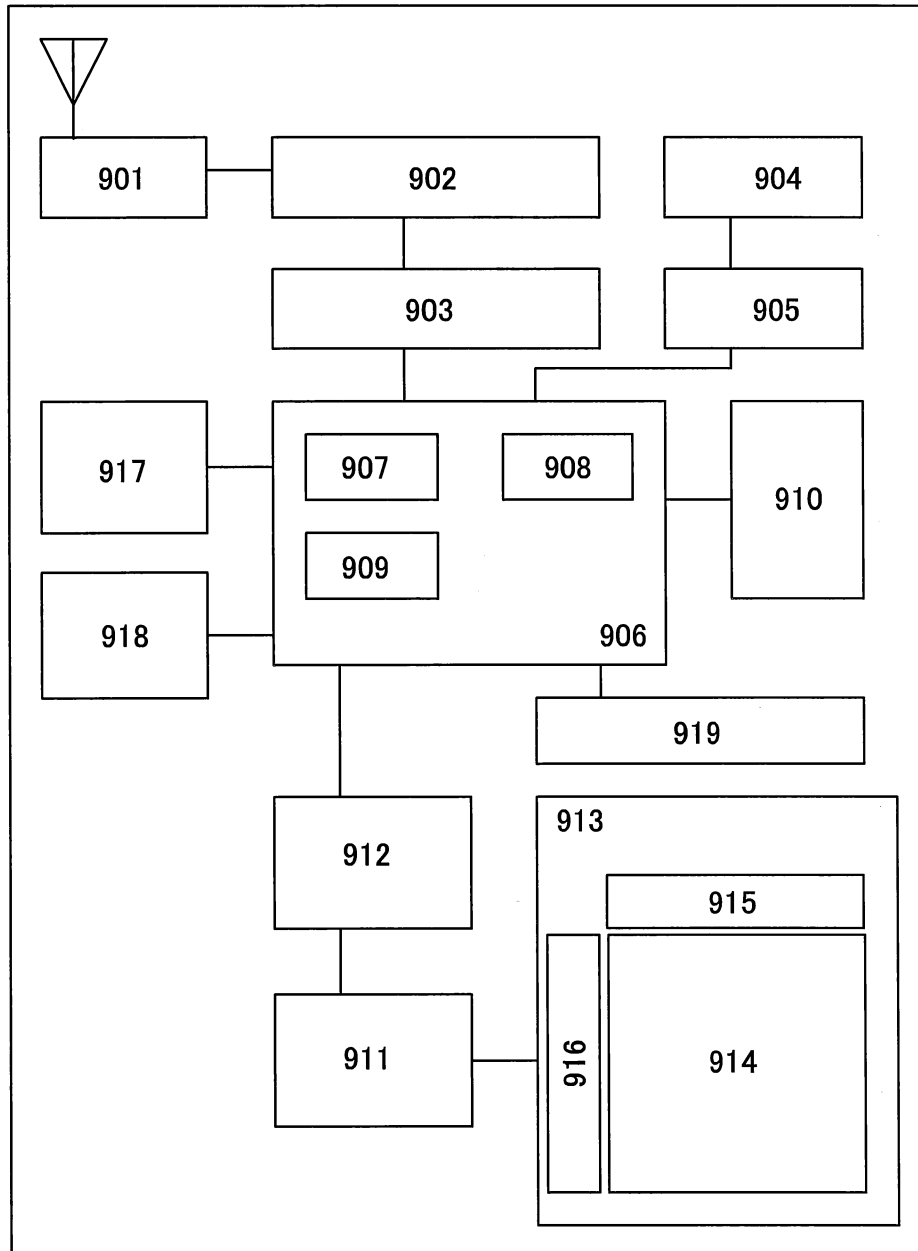


FIG. 12C



12/24

FIG. 13



13/24

FIG. 14A

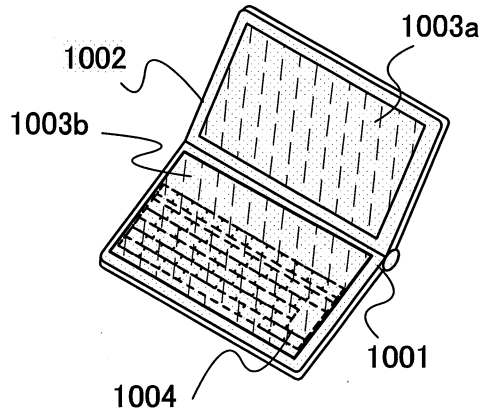


FIG. 14B

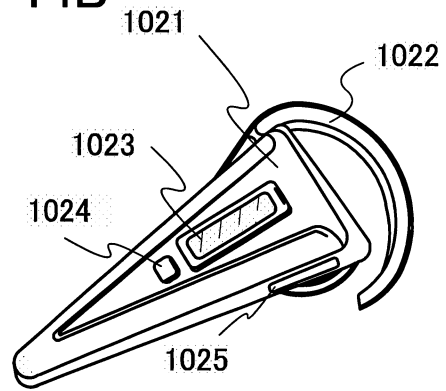


FIG. 14C

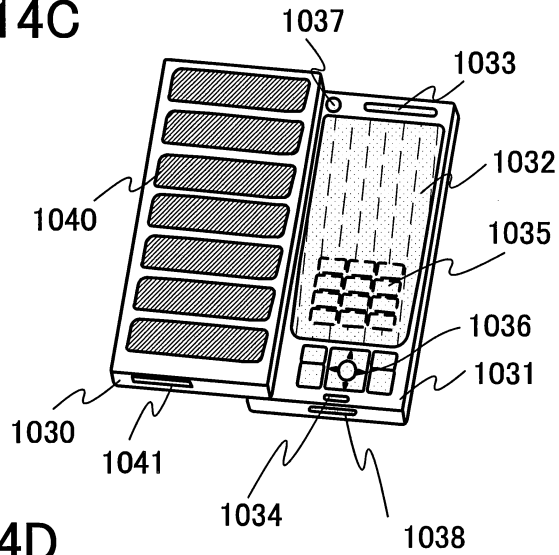
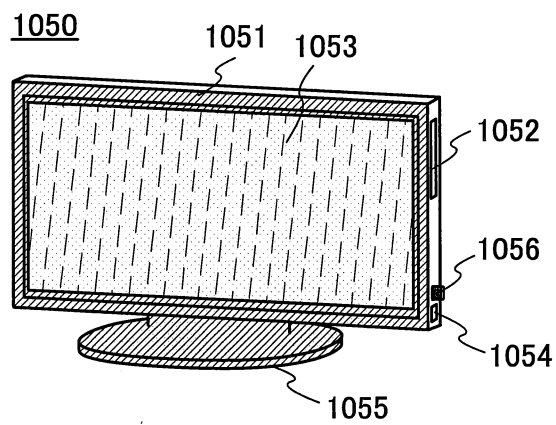


FIG. 14D



14/24

FIG. 15A

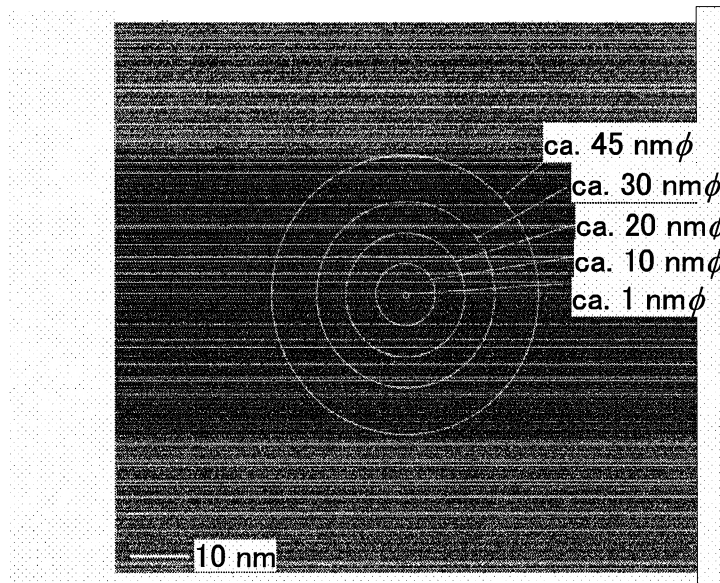


FIG. 15B

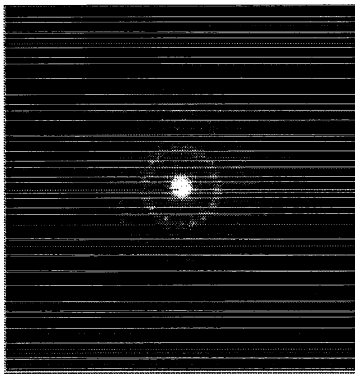


FIG. 15C

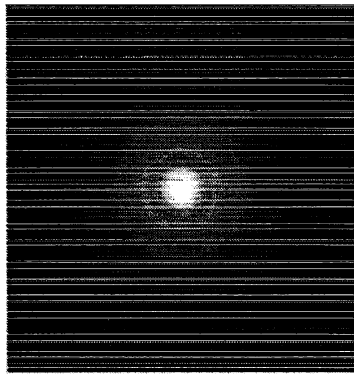


FIG. 15D

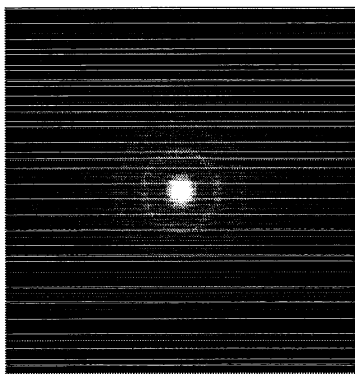


FIG. 15E

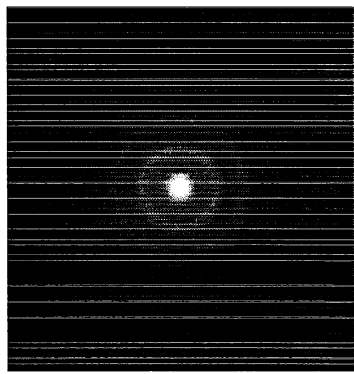
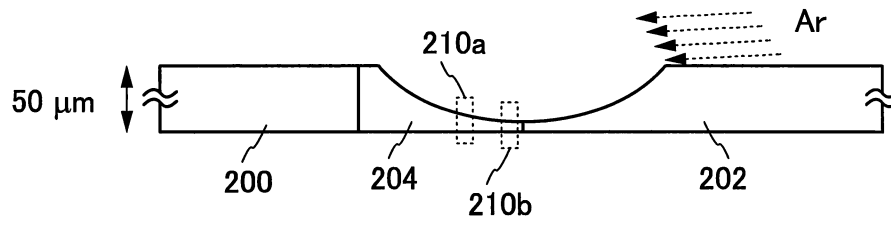


FIG. 16



16/24

FIG. 17A

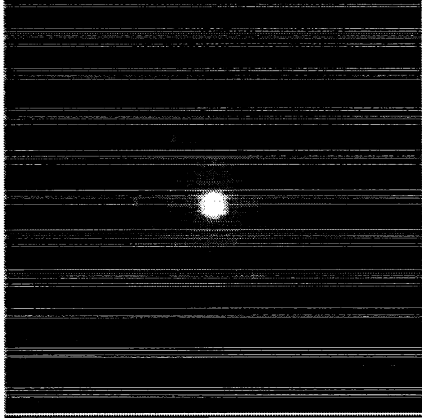


FIG. 17B

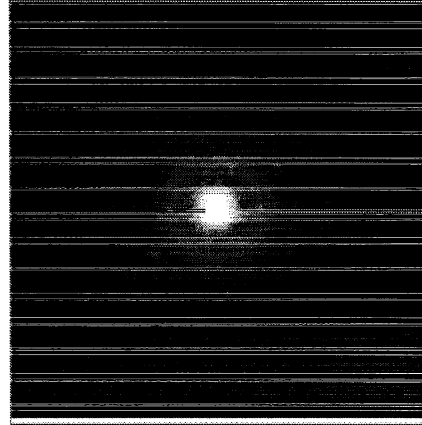


FIG. 17C

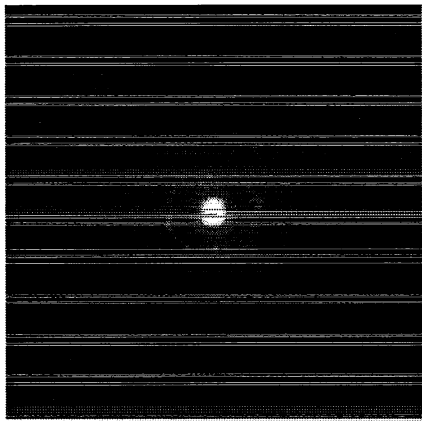


FIG. 17D

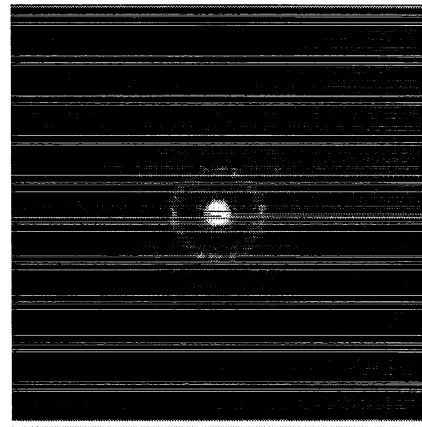


FIG. 18A

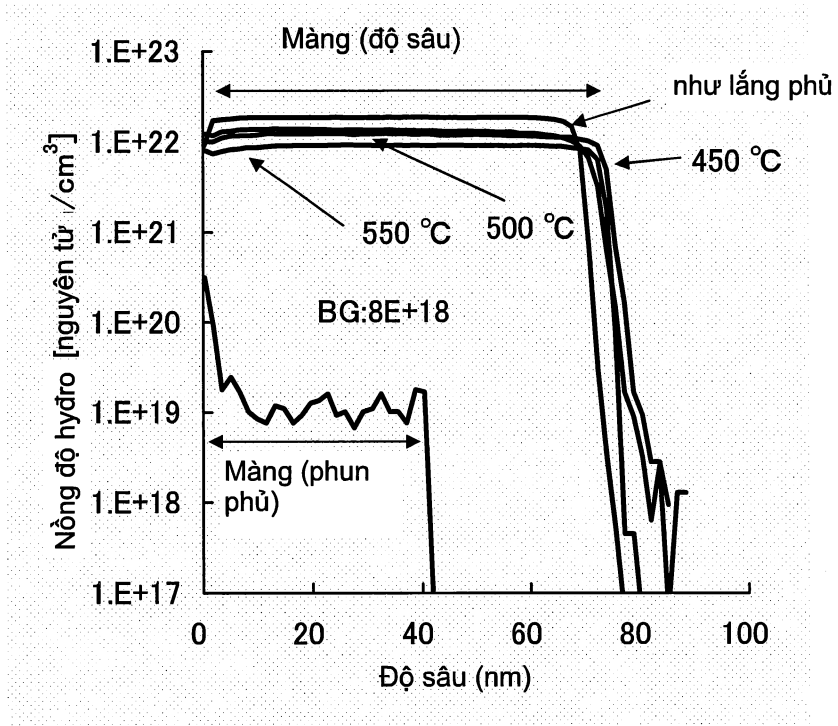


FIG. 18B

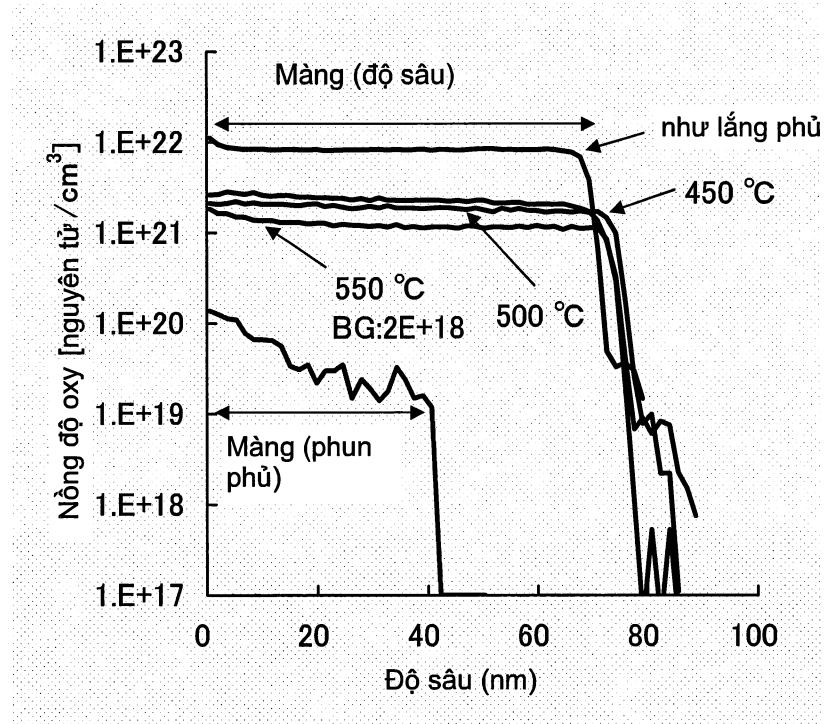


FIG. 19A

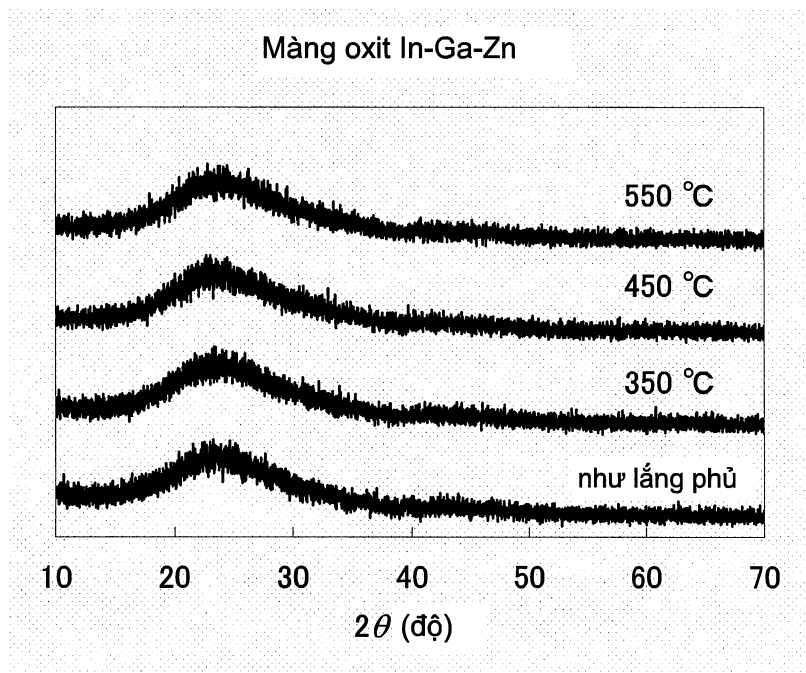
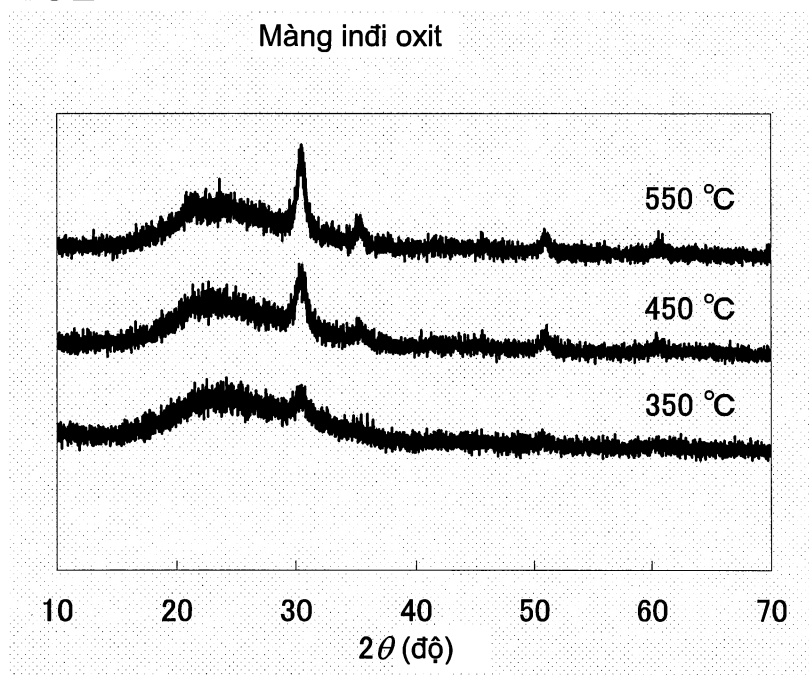


FIG. 19B



19/24

FIG. 19C

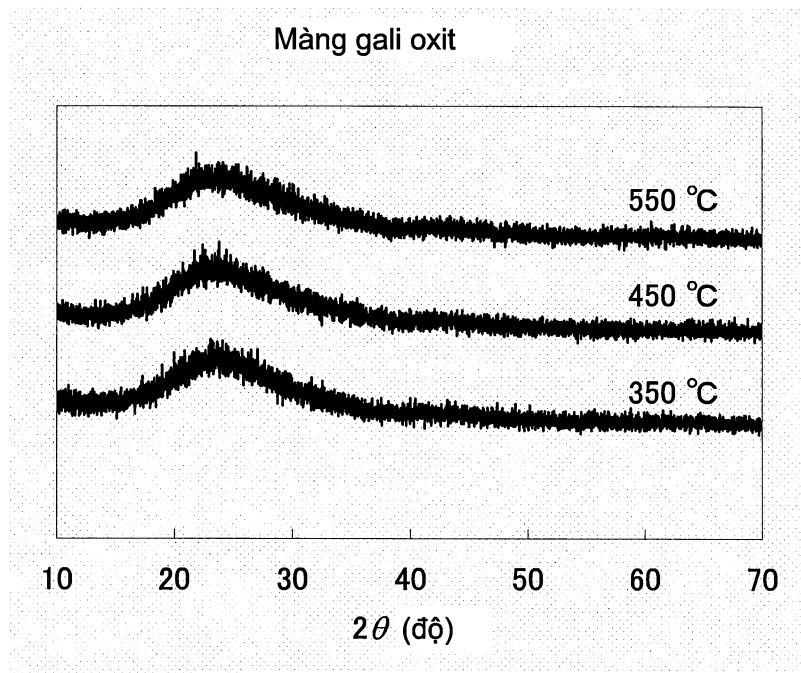


FIG. 19D

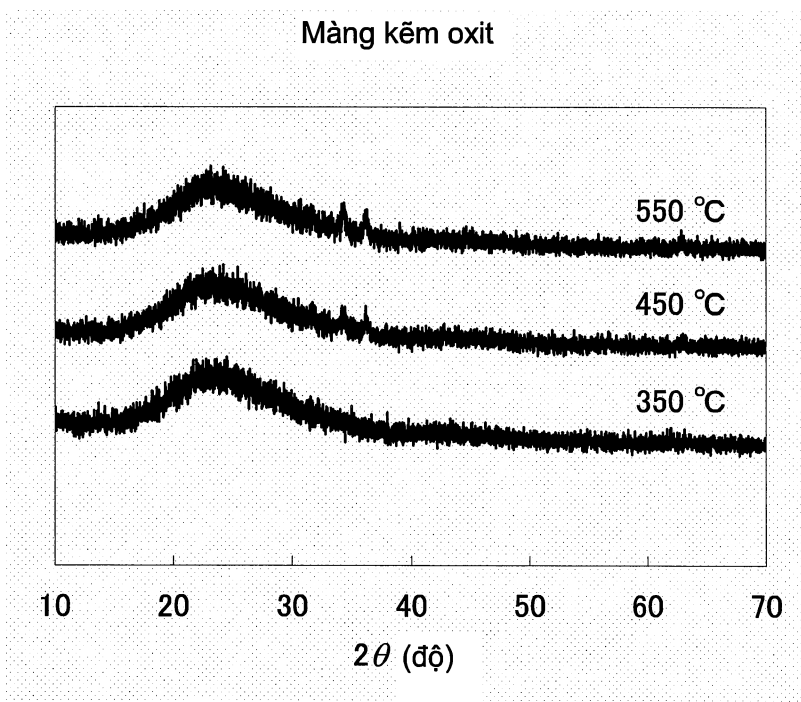


FIG. 20A

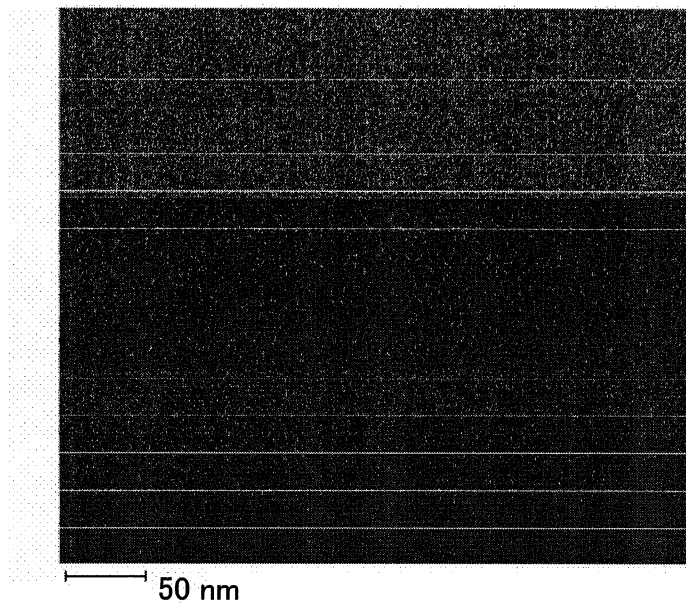


FIG. 20B

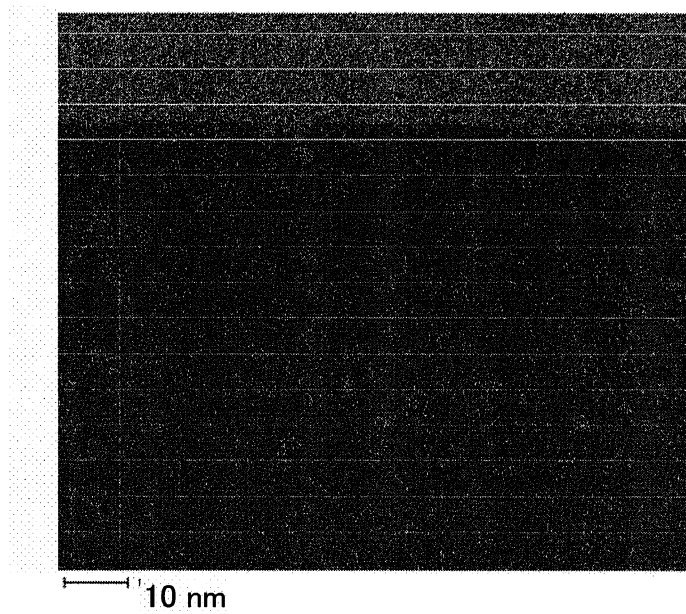
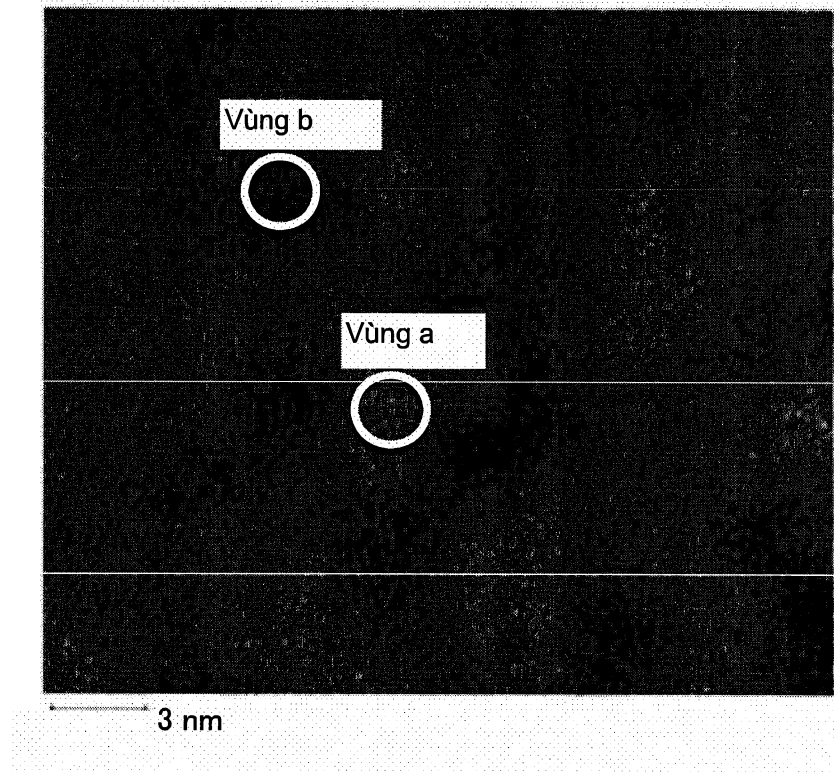


FIG. 20C



22/24

FIG. 21A

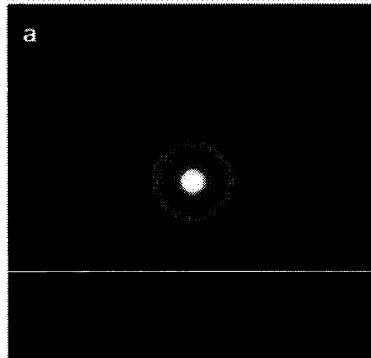


FIG. 21B

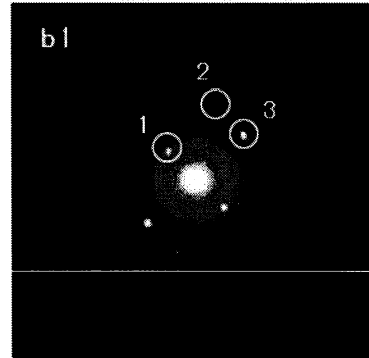


FIG. 21C

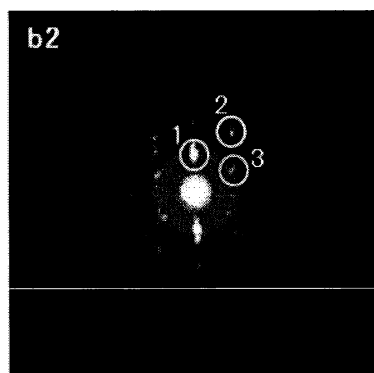
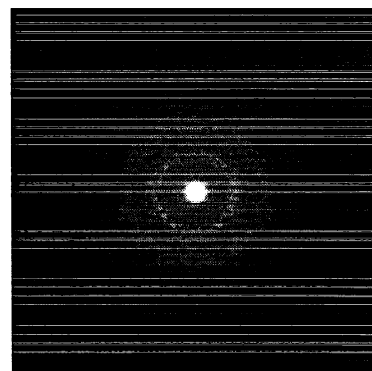


FIG. 21D



23/24

FIG. 22

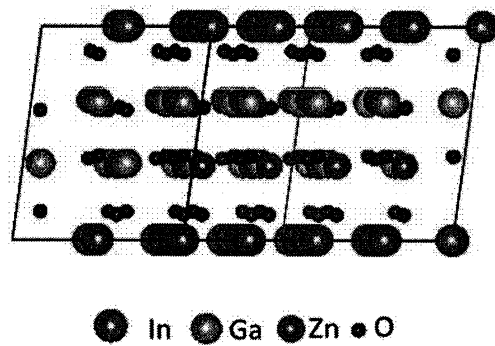


FIG. 23A

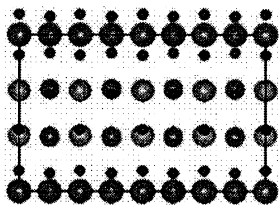


FIG. 23B

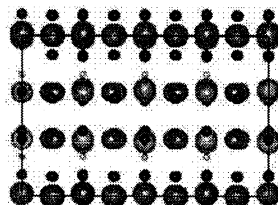


FIG. 23C

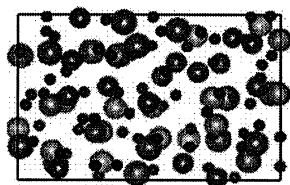


FIG. 23D

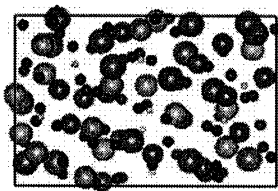


FIG. 24A

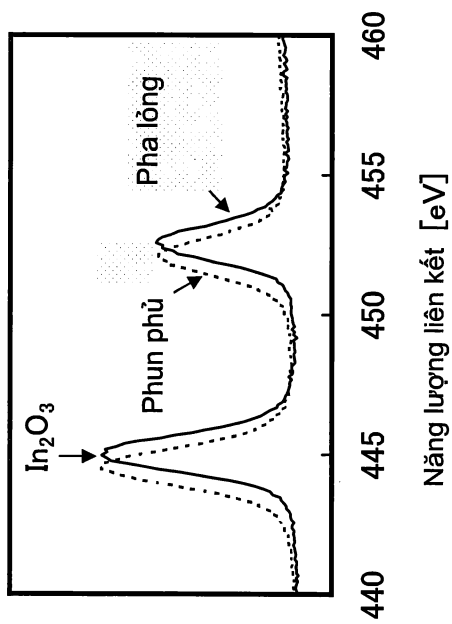


FIG. 24B

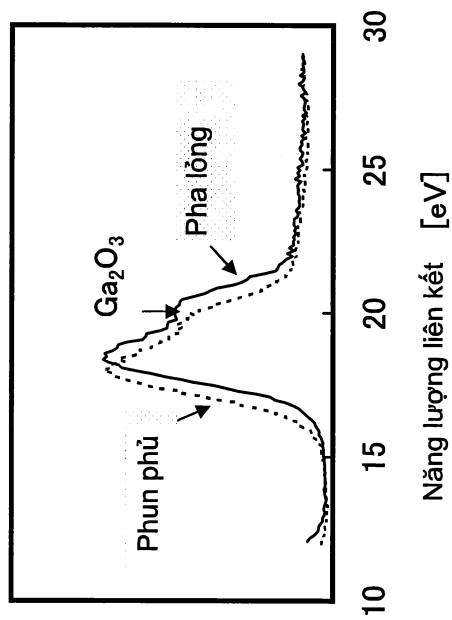


FIG. 24C

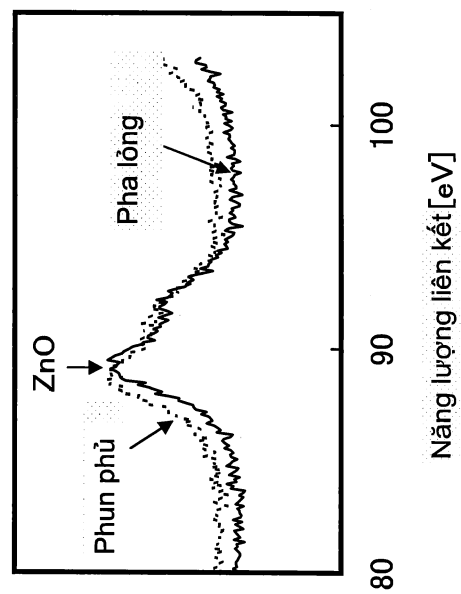


FIG. 24D

