



(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)



1-0051157

(51)^{2020.01} H01L 31/0224; H01L 31/18; H01L
31/073

(13) B

(21) 1-2020-02988

(22) 15/11/2018

(86) PCT/US2018/061188 15/11/2018

(87) WO2019/099607A1 23/05/2019

(30) 62/586,955 16/11/2017 US

(45) 25/09/2025 450

(43) 25/08/2020 389A

(73) FIRST SOLAR, INC. (US)

350 West Washington Street, 6th Floor, Tempe, AZ 85281, United States of America

(72) CHEN, Le (CN); GUO, Jing (US); WEISS, Dirk (US).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) CẤU TRÚC LỚP CHO THIẾT BỊ QUANG ĐIỆN VÀ THIẾT BỊ QUANG ĐIỆN

(21) 1-2020-02988

(57) Sáng chế này đề cập tới cấu trúc lớp cho thiết bị quang điện và đề cập tới thiết bị quang điện. Cấu trúc lớp có thể chứa lớp oxit dẫn trong suốt (transparent conductive oxide - TCO), lớp thiếc đioxit được bố trí trên lớp TCO, và lớp kẽm magiê oxit được bố trí trên lớp thiếc đioxit, vốn phối hợp để cải thiện hiệu quả hoạt động của thiết bị quang điện.

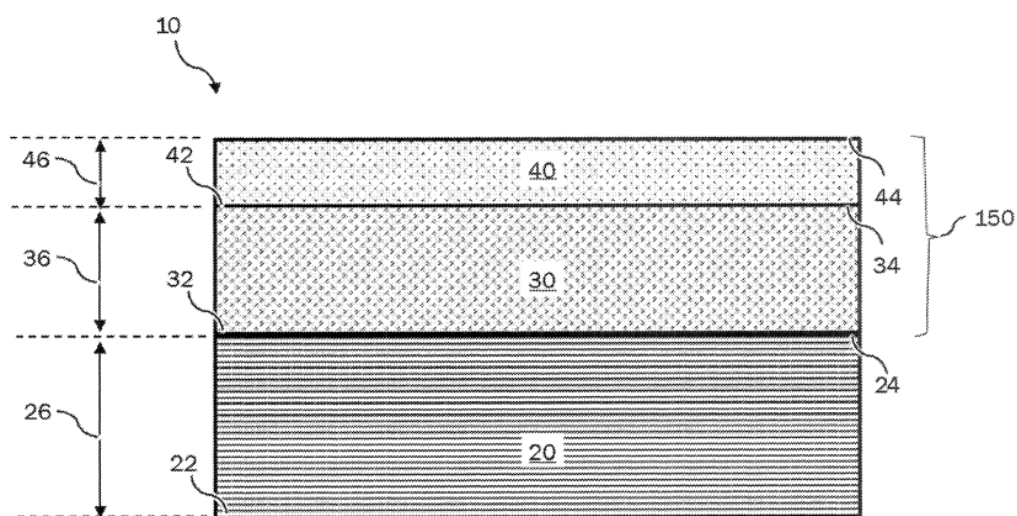


FIG. 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế này đề cập chung tới các cấu trúc lớp cho các thiết bị quang điện và, cụ thể hơn, là tới việc sử dụng của các tổ hợp cụ thể của các vật liệu và các thông số lớp để cải thiện hiệu suất của các thiết bị quang điện.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thiết bị quang điện tạo ra năng lượng điện bằng cách biến đổi ánh sáng thành dòng điện nhờ việc sử dụng các vật liệu bán dẫn có hiệu ứng quang điện. Các loại cụ thể của vật liệu bán dẫn có thể khó sản xuất. Ví dụ, một số lớp vật liệu được tạo ra trên vật liệu bán dẫn có thể có cả các tính chất mong muốn và các tính chất không mong muốn. Không may là, quy trình sản xuất cần thiết để tạo ra vật liệu bán dẫn theo cách hiệu quả có thể tăng cường cả các tính chất không mong muốn của các lớp vật liệu. Theo đó, các lớp vật liệu được thêm vào thiết bị quang điện với mục đích cải thiện hiệu suất, cuối cùng lại có thể làm giảm hiệu suất.

Theo đó, có nhu cầu về các cấu trúc lớp thay thế để sử dụng các thiết bị quang điện.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các cấu trúc lớp để sử dụng các thiết bị quang điện được đề xuất ở đây. Các đặc điểm được tạo ra bởi các phương án thực hiện được mô tả ở đây sẽ được hiểu rõ hơn khi xem phần mô tả chi tiết dưới đây, cùng với các hình vẽ.

Theo một phương án thực hiện, sáng chế đề xuất cấu trúc lớp cho thiết bị quang điện bao gồm:

lớp oxit dẫn trong suốt bao gồm indi thiếc oxit;

lớp thiếc đioxit liền kề với indi thiếc oxit của lớp oxit dẫn trong suốt; và

lớp kẽm magiê oxit liền kề với lớp thiếc đioxit, trong đó lớp kẽm magiê oxit là hợp kim của kẽm oxit và magiê oxit.

Theo phương án thực hiện khác, sáng chế còn đề xuất thiết bị quang điện chứa:

lớp oxit dẫn trong suốt bao gồm indi thiếc oxit;

lớp thiếc đioxit được bố trí trên indi thiếc oxit của lớp oxit dẫn trong suốt;

lớp kẽm magiê oxit liền kề với lớp thiếc đioxit, trong đó lớp kẽm magiê oxit là hợp kim của kẽm oxit và magiê oxit; và

lớp hấp thụ được bố trí trên lớp kẽm magiê oxit, trong đó lớp hấp thụ bao gồm cadimi, telua, selen, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các phương án thực hiện được chỉ ra trong các hình vẽ chỉ nhằm minh họa và làm ví dụ cho bản chất của sáng chế và không nhằm làm hạn chế đối tượng được xác định bởi các yêu cầu bảo hộ. Phần mô tả chi tiết sau đây của các phương án thực hiện minh họa có thể được hiểu khi đọc cùng với các hình vẽ kèm theo, trong đó, cấu trúc giống nhau được chỉ thị bởi các số chỉ dẫn giống nhau, trong đó:

Fig.1 mô tả một cách sơ lược cấu trúc lớp theo một hoặc nhiều phương án thực hiện được thể hiện và được mô tả ở đây;

Fig.2 mô tả một cách sơ lược thiết bị quang điện tích hợp cấu trúc lớp trên Fig.1 theo một hoặc nhiều phương án thực hiện được thể hiện và được mô tả ở đây;

Fig.3 mô tả một cách sơ lược để theo một hoặc nhiều phương án thực hiện được thể hiện và được mô tả ở đây;

Fig.4 mô tả một cách sơ lược thiết bị quang điện tích hợp cấu trúc lớp trên Fig.1 theo một hoặc nhiều phương án thực hiện được thể hiện và được mô tả ở đây; và

Fig.5 mô tả một cách sơ lược các lớp bán dẫn để tạo thành các lớp hấp thụ của các thiết bị quang điện theo một hoặc nhiều phương án thực hiện được thể hiện và được mô tả ở đây; và

Fig.6 mô tả đồ thị việc phân tán của indi vào trong các lớp hấp thụ của các thiết bị quang điện theo một hoặc nhiều phương án thực hiện được thể hiện và được mô tả ở đây.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1 mô tả chung về phương án thực hiện của cấu trúc lớp cho các thiết bị quang điện. Cấu trúc lớp có thể chứa lớp oxit dẫn trong suốt (transparent conductive oxide - TCO), lớp thiếc đioxit được bố trí trên lớp TCO, và lớp kẽm magiê oxit được bố trí trên lớp thiếc đioxit, vốn phối hợp để cải thiện hiệu quả hoạt động của thiết bị quang điện. Các phương án thực hiện khác nhau của cấu trúc lớp và các thiết bị quang điện tích hợp chúng sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây.

Đề cập tới Fig.1, phương án thực hiện của cấu trúc lớp 10 sẽ được mô tả sơ lược. Cấu trúc lớp 10 có thể được đặt cấu hình để làm giảm việc khuếch tán của các chất hóa học có hại qua cấu trúc lớp 10. Cấu trúc lớp 10 có thể chứa lớp TCO 20 được đặt cấu hình để tạo ra tiếp xúc điện để vận chuyển các bộ phận mang điện tích được sinh ra bởi các lớp khác được bố trí trên lớp TCO 20. Cần chú ý rằng, thuật ngữ “được bố trí trên” đề cập tới các lớp được bố trí một cách trực tiếp tiếp xúc với nhau hoặc một cách gián tiếp bởi các lớp xen kẽ ở giữa đó, trừ khi được chỉ ra cụ thể theo cách khác. Cụm từ "liền kề với" như được sử dụng ở đây có nghĩa là hai lớp được bố trí tiếp giáp mà không có bất kỳ vật liệu xen kẽ nào giữa ít nhất một phần của các lớp.

Lớp TCO 20 có thể có bề mặt thứ nhất 22 và bề mặt thứ hai 24 về cơ bản là quay mặt về hướng đối diện của bề mặt thứ nhất 22. Lớp TCO 20 có thể có độ dày 26 được xác định giữa bề mặt thứ nhất 22 và bề mặt thứ hai 24. Độ dày 26 của lớp TCO 20 có thể nhỏ hơn khoảng 700 nm như, ví dụ, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 600 nm theo một phương án thực hiện, giữa khoảng 500 nm và khoảng 30 nm theo phương án thực hiện khác, hoặc giữa khoảng 400 nm và khoảng 50 nm theo phương án thực hiện khác.

Nói chung là, lớp TCO 20 có thể được tạo thành từ một hoặc nhiều lớp vật liệu bán dẫn loại n mà về cơ bản là trong suốt và có độ rộng vùng cấm lớn. Cụ thể là, độ rộng vùng cấm lớn có thể có trị số năng lượng lớn hơn khi so với năng lượng của các photon của ánh sáng, vốn có thể làm giảm việc hấp thụ không mong muốn của ánh sáng. Theo một số phương án thực hiện, lớp TCO 20 có thể chứa indi thiếc oxit. Indi thiếc oxit có thể chứa nhiều indi hơn thiếc. Theo một số phương án thực hiện, tỉ lệ của indi so với thiếc, vốn được biểu diễn bởi tỉ lệ nguyên tử, có thể lớn hơn khoảng 3:2 như, ví dụ, lớn hơn khoảng 65:35 theo một phương án thực hiện, lớn hơn khoảng 7:3 theo một phương

án thực hiện khác, hoặc giữa khoảng 4:1 và khoảng 99:1 theo phương án thực hiện khác nữa.

Như được mô tả chi tiết hơn bên dưới, một số phương án thực hiện của sáng chế có lợi một cách cụ thể khi lớp TCO 20 bao gồm indi thiếc oxit. Tuy nhiên, sáng chế này không bị hạn chế vào các phương án thực hiện indi thiếc oxit. Ví dụ, lớp TCO 20 có thể theo cách hoặc hoặc thêm vào, chứa một hoặc nhiều lớp vật liệu thích hợp, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, thiếc đioxit, được pha tạp thiếc đioxit (ví dụ, F-SnO₂), hoặc cadimi stanat. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “lớp” có thể đề cập tới độ dày của vật liệu được tạo ra bên trên bề mặt. Ngoài ra, mỗi lớp có thể che phủ tất cả hoặc một phần bất kỳ của bề mặt.

Cấu trúc lớp 10 có thể chứa lớp 30 và lớp 40 phối hợp để cách ly lớp TCO 20 khỏi các lớp được bố trí trên lớp 40. Lớp 30 có thể có bề mặt thứ nhất 32 về cơ bản là quay mặt về lớp TCO 20 và bề mặt thứ hai 34 về cơ bản là quay mặt về hướng đối diện của bề mặt thứ nhất 32. Lớp 30 có thể là liền kề với lớp TCO 20, tức là, bề mặt thứ hai 24 của lớp TCO 20 có thể tiếp xúc với bề mặt thứ nhất 32 của lớp 30. Theo các phương án thực hiện được tạo ra ở đây, lớp 30 có thể bao gồm thiếc đioxit (SnO₂) như, ví dụ, thiếc đioxit nội tại. Thực sự là, theo một số phương án thực hiện, lớp 30 có thể được tạo thành từ thiếc đioxit nội tại. Theo đó, lớp 30 của thiếc đioxit có thể liền kề với indi thiếc oxit của lớp TCO 20.

Lớp 30 của thiếc đioxit có thể có độ dày 36 được xác định giữa bề mặt thứ nhất 32 và bề mặt thứ hai 34. Độ dày 36 của lớp 30 của thiếc đioxit có thể là nhỏ hơn khoảng 150 nm như, ví dụ, nhỏ hơn khoảng 100 nm theo một phương án thực hiện, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 80 nm theo phương án thực hiện khác, giữa khoảng 20 nm và khoảng 60 nm theo phương án thực hiện khác nữa, hoặc giữa khoảng 30 nm và khoảng 50 nm theo phương án thực hiện khác nữa.

Vấn đề cập tới Fig.1, lớp 40 có thể có bề mặt thứ nhất 42 về cơ bản là quay mặt về lớp 30 của thiếc oxit và bề mặt thứ hai 44 về cơ bản là quay mặt về hướng đối diện của bề mặt thứ nhất 42. Lớp 40 có thể là liền kề với lớp 30 của thiếc oxit, tức là, bề mặt thứ hai 34 của lớp TCO 30 có thể tiếp xúc với bề mặt thứ nhất 42 của lớp 40. Theo các phương án thực hiện được tạo ra ở đây, lớp 40 có thể bao gồm kẽm magiê oxit (ví dụ,

$Zn_{1-x}Mg_xO$). Theo một số phương án thực hiện, lớp 40 có thể chứa kẽm magiê oxit. Kẽm magiê oxit có thể được tạo ra như là hợp kim của magiê oxit và kẽm oxit. Hợp phần của hợp kim có thể thay đổi sao cho độ rộng vùng cấm của lớp 30 của kẽm magiê oxit về cơ bản là tương đương với độ rộng vùng cấm của lớp TCO 20. Nói chung, lớp 30 của kẽm magiê oxit chứa nhiều kẽm oxit hơn magiê oxit. Theo một số phương án thực hiện, tỉ lệ của kẽm oxit so với magiê oxit, vốn được biểu diễn như là tỉ lệ nguyên tử, có thể lớn hơn khoảng 3:2 như, ví dụ, lớn hơn khoảng 2:1 theo một phương án thực hiện, lớn hơn khoảng 7:3 theo phương án thực hiện khác, hoặc giữa khoảng 7:3 và khoảng 1.000:1 theo phương án thực hiện khác nữa. Hợp phần của kẽm magiê oxit có thể được biểu diễn theo công thức $Zn_{1-x}Mg_xO$. Theo một số phương án thực hiện, x có thể nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,4 như, ví dụ, lớn hơn 0,0001 và nhỏ hơn khoảng 0,35 theo một phương án thực hiện, giữa khoảng 0,005 và khoảng 0,33 theo phương án thực hiện khác, hoặc giữa khoảng 0,005 và khoảng 0,25 theo phương án thực hiện khác nữa.

Lớp 40 của kẽm magiê oxit có thể có độ dày 46 được xác định giữa bề mặt thứ nhất 42 và bề mặt thứ hai 44. Độ dày 46 của lớp 40 của kẽm magiê oxit có thể nhỏ hơn khoảng 100 nm như, ví dụ, giữa khoảng 5 nm và khoảng 25 nm theo một phương án thực hiện, hoặc lớn hơn hoặc bằng khoảng 15 nm và nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 20 nm theo phương án thực hiện khác.

Theo một số phương án thực hiện, độ dày 36 của lớp 30 của thiếc đioxit có thể lớn hơn hoặc bằng độ dày 46 của lớp 40 của kẽm magiê oxit. Ví dụ, tỉ lệ của độ dày 36 của lớp 30 của thiếc đioxit so với độ dày 46 của lớp 40 của kẽm magiê oxit có thể lớn hơn hoặc bằng khoảng 1 như, ví dụ, giữa khoảng 1 và khoảng 15 theo một phương án thực hiện, hoặc giữa khoảng 1,5 và khoảng 12 theo phương án thực hiện khác. Theo cách khác hoặc thêm vào, tổng của độ dày 36 của lớp 30 của thiếc đioxit và độ dày 46 của lớp 40 của kẽm magiê oxit có thể là nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 200 nm như, ví dụ, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 100 nm theo một phương án thực hiện, hoặc giữa khoảng 45 nm và khoảng 85 nm theo phương án thực hiện khác.

Đề cập tới Fig.1, phương án thực hiện của thiết bị quang điện 100 được mô tả một cách sơ lược. Thiết bị quang điện 100 có thể được định cấu hình để nhận ánh sáng và biến đổi ánh sáng thành các tín hiệu điện, ví dụ, các photon có thể được hấp thụ từ ánh

sáng và được biến đổi thành các tín hiệu điện thông qua hiệu ứng quang điện. Do đó, thiết bị quang điện 100 có thể xác định phía năng lượng 102 được định cấu hình để được phơi ra trước nguồn sáng, ví dụ, mặt trời. Thiết bị quang điện 102 cũng có thể xác định phía đối diện 104 tách khỏi phía năng lượng 102. Cần chú ý rằng thuật ngữ “ánh sáng” có thể đề cập tới các bước sóng khác nhau của phổ điện từ như, nhưng không giới hạn ở, các bước sóng trong các vùng cực tím (ultraviolet - UV), hồng ngoại (infrared - IR), và các vùng ánh sáng nhìn thấy của phổ điện từ. Thiết bị quang điện 100 có thể chứa nhiều lớp được bố trí giữa phía năng lượng 102 và phía đối diện 104.

Thiết bị quang điện 100 có thể chứa đế 110 được định cấu hình để tạo thuận tiện cho việc truyền ánh sáng vào trong thiết bị quang điện 100. Đế 110 có thể được bố trí tại phía năng lượng 102 của thiết bị quang điện 100. Đề cập chung tới các hình Fig.2 và Fig.3, đế 110 có thể có bề mặt thứ nhất 112 về cơ bản là quay mặt về phía năng lượng 102 của thiết bị quang điện 100 và bề mặt thứ hai 114 về cơ bản là quay mặt về phía đối diện 104 của thiết bị quang điện 100. Một hoặc nhiều lớp của vật liệu có thể được bố trí giữa bề mặt thứ nhất 112 và bề mặt thứ hai 114 của đế 110.

Đế 110 có thể chứa lớp trong suốt 120 có bề mặt thứ nhất 122 về cơ bản là quay mặt về phía năng lượng 102 của thiết bị quang điện 100 và bề mặt thứ hai 124 về cơ bản là quay mặt về phía đối diện 104 của thiết bị quang điện 100. Lớp trong suốt 120 có thể được tạo thành từ vật liệu về cơ bản là trong suốt như, ví dụ, từ thủy tinh. Thủy tinh thích hợp có thể bao gồm thủy tinh vôi natri, hoặc thủy tinh bất kỳ với thành phần sắt được làm giảm. Lớp trong suốt 120 có thể có độ truyền qua thích hợp bất kỳ, bao gồm khoảng 450 nm tới khoảng 800 nm, theo một số phương án thực hiện. Lớp trong suốt 120 cũng có thể có phần trăm truyền qua thích hợp bất kỳ, bao gồm, ví dụ, lớn hơn khoảng 50% theo một phương án thực hiện, lớn hơn khoảng 60% theo phương án thực hiện khác, lớn hơn khoảng 70% theo phương án thực hiện khác nữa, lớn hơn khoảng 80% theo phương án thực hiện khác, hoặc lớn hơn khoảng 85% theo phương án thực hiện khác nữa. Theo một phương án thực hiện, lớp trong suốt 120 có thể được tạo thành từ thủy tinh với độ truyền qua khoảng 90%. Tùy chọn là, đế 110 có thể chứa lớp phủ 126 được áp dụng cho bề mặt thứ nhất 122 của lớp trong suốt 120. Lớp phủ 126 có thể được định cấu hình để tương tác với ánh sáng hoặc để cải thiện độ bền của đế 110 như,

nhưng không giới hạn ở, lớp phủ chống phản xạ, lớp phủ chống bám bụi, hoặc tổ hợp của chúng.

Đề cập lại tới Fig.2, thiết bị quang điện 100 có thể chứa lớp ngăn 130 được định cấu hình để ngăn việc phân tán của các tạp chất (ví dụ natri) từ đế 110, vốn có thể gây ra sự suy giảm chất lượng hoặc việc tách lớp. Lớp ngăn 130 có thể có bề mặt thứ nhất 132 về cơ bản là quay mặt về phía năng lượng 102 của thiết bị quang điện 100 và bề mặt thứ hai 134 về cơ bản là quay mặt về phía đối diện 104 của thiết bị quang điện 100. Theo một số phương án thực hiện, lớp ngăn 130 có thể được tạo ra liền kề với đế 110. Ví dụ, bề mặt thứ nhất 132 của lớp ngăn 130 có thể được tạo ra bên trên bề mặt thứ hai 114 của đế 100.

Nói chung, lớp ngăn 130 có thể về cơ bản là trong suốt, ổn định về nhiệt, với số các lỗ kim được giảm và có khả năng chặn natri cao, và các tính chất kết dính tốt. Theo cách khác hoặc theo cách bổ sung, lớp ngăn 130 có thể được định cấu hình để áp dụng phần ngăn màu sắc cho ánh sáng. Lớp ngăn 130 có thể chứa một hoặc nhiều lớp vật liệu thích hợp, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, thiếc oxit, silic đioxit, silic oxit được pha tạp nhôm, silic oxit, silic nitrit, hoặc nhôm oxit. Lớp ngăn 130 có thể có thích hợp bất kỳ độ dày được bó buộc bởi bề mặt thứ nhất 132 và bề mặt thứ hai 134, bao gồm, ví dụ, lớn hơn khoảng 500 Å theo một phương án thực hiện, lớn hơn khoảng 750 Å theo phương án thực hiện khác, hoặc nhỏ hơn khoảng 1200 Å theo phương án thực hiện khác.

Đề cập chung tới các hình Fig.1 và Fig.2, thiết bị quang điện 100 có thể chứa lớp TCO 20, vốn có thể được định cấu hình để tạo ra tiếp điểm điện để vận chuyển các bộ phận mang điện tích được sinh ra bởi thiết bị quang điện 100. Bề mặt thứ nhất 22 của lớp TCO 20 về cơ bản có thể quay mặt vào phía năng lượng 102 của thiết bị quang điện 100 và bề mặt thứ hai 24 về cơ bản có thể quay mặt vào phía đối diện 104 của thiết bị quang điện 100. Theo một số phương án thực hiện, lớp TCO 20 có thể được tạo ra liền kề với lớp ngăn 130. Ví dụ, bề mặt thứ nhất 22 của TCO 20 có thể được tạo ra bên trên bề mặt thứ hai 134 của lớp ngăn 130.

Thiết bị quang điện 100 có thể chứa lớp bộ đệm 150 được định cấu hình để tạo ra lớp cách ly giữa lớp TCO 20 và các lớp bán dẫn bất kỳ được bố trí trên lớp bộ đệm 150. Theo một số phương án thực hiện, lớp bộ đệm 150 có thể được tạo thành từ lớp 30 của

thiếc đioxit và lớp 40 của kẽm magiê oxit. Lớp bộ đệm 150 có thể được tạo ra liền kề với lớp TCO 20 sao cho bề mặt thứ nhất 22 về cơ bản là quay mặt vào phía năng lượng 102 của thiết bị quang điện 100 và bề mặt thứ hai 44 về cơ bản là quay mặt về phía đối diện 104 của thiết bị quang điện 100. Theo đó, thiết bị quang điện 100 có thể chứa cấu trúc lớp 10.

Đề cập lại tới Fig.1, thiết bị quang điện 100 có thể chứa lớp hấp thụ 160 được đặt cấu hình để tạo thành tiếp giáp p-n nằm trong thiết bị quang điện 100. Do đó, các photon được hấp thụ của ánh sáng có thể là các cặp điện tử-lỗ trống tự do và sinh ra dòng bộ mang, vốn có thể tạo ra năng lượng điện. Lớp hấp thụ 160 có thể có bề mặt thứ nhất 162 về cơ bản là quay mặt về phía năng lượng 102 của thiết bị quang điện 100 và bề mặt thứ hai 164 về cơ bản là quay mặt về phía đối diện 104 của thiết bị quang điện 100. Độ dày của lớp hấp thụ 160 có thể được xác định giữa bề mặt thứ nhất 162 và bề mặt thứ hai 164. Độ dày của lớp hấp thụ 160 có thể giữa khoảng 0,5 μm tới khoảng 10 μm như, ví dụ, giữa khoảng 1 μm tới khoảng 7 μm theo một phương án thực hiện, hoặc giữa khoảng 2 μm tới khoảng 5 μm theo phương án thực hiện khác.

Theo các phương án thực hiện được mô tả ở đây, lớp hấp thụ 160 có thể được tạo thành từ vật liệu bán dẫn loại p có thừa các bộ phận mang điện tích dương, tức là, các lỗ trống. Lớp hấp thụ 160 có thể chứa vật liệu bán dẫn loại p thích hợp bất kỳ như các chất bán dẫn nhóm II-VI. Các ví dụ cụ thể bao gồm, nhưng không giới hạn ở, các vật liệu bán dẫn được tạo thành từ cadimi, telua, selen, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng. Các ví dụ thích hợp bao gồm, nhưng không giới hạn ở, cadimi telurit, các tam nguyên của cadimi, selen và telua (ví dụ, $\text{CdSe}_x\text{Te}_{1-x}$), các tam nguyên của cadimi, lưu huỳnh, và telua (ví dụ, $\text{CdS}_x\text{Te}_{1-x}$), và các tứ nguyên chứa cadimi, selen, và telua. Theo các phương án thực hiện mà trong đó lớp hấp thụ 160 chứa selen và cadimi, phần trăm nguyên tử của selen có thể lớn hơn khoảng 0 phần trăm nguyên tử và nhỏ hơn khoảng 20 phần trăm nguyên tử khi so với cadimi. Cần chú ý rằng phần trăm nguyên tử được mô tả ở đây là thể hiện của toàn bộ lớp hấp thụ 160, phần trăm nguyên tử của vật liệu tại vị trí cụ thể nằm trong lớp hấp thụ 160 có thể thay đổi với độ dày khi so với thành phần tổng thể của lớp hấp thụ 160. Theo các phương án thực hiện mà trong đó lớp hấp thụ 160 chứa lưu huỳnh và cadimi, phần trăm nguyên tử của lưu huỳnh có thể lớn hơn khoảng 0 phần trăm nguyên

tử và nhỏ hơn khoảng 20 phần trăm nguyên tử khi so với cadimi. Cần chú ý rằng nồng độ của telua có thể thay đổi qua suốt độ dày của lớp hấp thụ 160. Ví dụ, khi lớp hấp thụ 160 chứa tam nguyên của cadimi, selen, và telua ($\text{CdSe}_x\text{Te}_{1-x}$), x có thể thay đổi trong lớp hấp thụ 160 với khoảng cách tính từ bề mặt thứ nhất 162 của lớp hấp thụ 160. Một cách tương tự, khi lớp hấp thụ 160 chứa tam nguyên của cadimi, lưu huỳnh, và telua ($\text{CdS}_x\text{Te}_{1-x}$), x có thể thay đổi trong lớp hấp thụ 160 với khoảng cách tính từ bề mặt thứ nhất 162 của lớp hấp thụ 160.

Theo các phương án thực hiện được tạo ra ở đây, lớp hấp thụ 160 có thể được pha tạp với chất pha tạp được định cấu hình để điều chỉnh nồng độ bộ mang điện tích. Theo một số phương án thực hiện, lớp hấp thụ có thể được pha tạp với chất pha tạp nhóm I hoặc V như, ví dụ, đồng, asen, photphorơ, antimon, hoặc tổ hợp của chúng. Liều lượng tổng cộng của chất pha tạp nằm trong lớp hấp thụ 160 có thể được điều khiển. Theo cách khác hoặc thêm vào, lượng của chất pha tạp có thể thay đổi với khoảng cách tính từ bề mặt thứ nhất 162 của lớp hấp thụ 160.

Vấn đề cập tới Fig.2, tiếp giáp p-n có thể được tạo thành bằng cách tạo ra lớp hấp thụ 160 đủ gần với phần của thiết bị quang điện 100 có dư các bộ mang điện tích âm, tức là, các điện tử. Theo một số phương án thực hiện, lớp hấp thụ 160 có thể được tạo ra liền kề với vật liệu bán dẫn loại n. Theo cách khác, một hoặc nhiều lớp xen kẽ có thể được tạo ra giữa lớp hấp thụ 160 và vật liệu bán dẫn loại n. Theo một số phương án thực hiện, lớp hấp thụ 160 có thể được tạo ra liền kề với lớp bộ đệm 150. Ví dụ, bề mặt thứ nhất 162 của lớp hấp thụ 160 có thể được tạo ra bên trên bề mặt thứ hai 44 của lớp 40 của kẽm magiê oxit của lớp bộ đệm 150.

Đề cập tới Fig.4, theo một số phương án thực hiện, thiết bị quang điện 200 có thể chứa lớp cửa sổ 170 chứa vật liệu bán dẫn loại n. Lớp hấp thụ 160 có thể được tạo thành liền kề với lớp cửa sổ 170. Lớp cửa sổ 170 có thể có bề mặt thứ nhất 172 về cơ bản là quay mặt về phía năng lượng 102 của thiết bị quang điện 100 và bề mặt thứ hai 174 về cơ bản là quay mặt về phía đối diện 104 của thiết bị quang điện 100. Theo một số phương án thực hiện, lớp cửa sổ 170 có thể được định vị giữa lớp hấp thụ 160 và lớp TCO 20. Theo một phương án thực hiện, lớp cửa sổ 170 có thể được định vị giữa lớp hấp thụ 160 và lớp bộ đệm 150. Lớp cửa sổ 170 có thể chứa vật liệu thích hợp bất kỳ, bao gồm, ví

dụ, cadimi sulfít, kẽm sulfít, cadimi kẽm sulfít, kẽm magiê oxít, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.

Đề cập chung tới các hình Fig.2 và Fig.4, thiết bị quang điện 100 có thể chứa lớp tiếp xúc sau 180 được định cấu hình để làm giảm việc thay đổi không mong muốn của chất pha tạp và để tạo ra tiếp điểm điện cho lớp hấp thụ 160. Lớp tiếp xúc sau 180 có thể có bề mặt thứ nhất 182 về cơ bản là quay mặt về phía năng lượng 102 của thiết bị quang điện 100 và bề mặt thứ hai 184 về cơ bản là quay mặt về phía đối diện 104 của thiết bị quang điện 100. Độ dày của lớp tiếp xúc sau 180 có thể được xác định giữa bề mặt thứ nhất 182 và bề mặt thứ hai 184. Độ dày của lớp tiếp xúc sau 180 có thể giữa khoảng 5 nm tới khoảng 200 nm như, ví dụ, giữa khoảng 10 nm tới khoảng 50 nm theo một phương án thực hiện.

Theo một số phương án thực hiện, lớp tiếp xúc sau 180 có thể được tạo ra liền kề với lớp hấp thụ 160. Ví dụ, bề mặt thứ nhất 182 của lớp tiếp xúc sau 180 có thể được tạo ra bên trên bề mặt thứ hai 164 của lớp hấp thụ 160. Theo một số phương án thực hiện, lớp tiếp xúc sau 180 có thể chứa các tổ hợp nhị nguyên hoặc tam nguyên của các vật liệu từ các nhóm I, II, VI, như ví dụ, một hoặc nhiều lớp chứa kẽm, đồng, cadimi và telur trong các hợp phần khác nhau. Các vật liệu làm ví dụ khác chứa, nhưng không giới hạn ở, kẽm telurít được pha tạp với đồng telurít, hoặc kẽm telurít được tạo hợp kim với đồng telurít.

Thiết bị quang điện 100 có thể chứa lớp dẫn 190 được định cấu hình để tạo ra tiếp điểm điện với lớp hấp thụ 160. Lớp dẫn 190 có thể có bề mặt thứ nhất 192 về cơ bản là quay mặt về phía năng lượng 102 của thiết bị quang điện 100 và bề mặt thứ hai 194 về cơ bản là quay mặt về phía đối diện 104 của thiết bị quang điện 100. Theo một số phương án thực hiện, lớp dẫn 190 có thể được tạo ra liền kề với lớp tiếp xúc sau 180. Ví dụ, bề mặt thứ nhất 192 của lớp dẫn 190 có thể được tạo ra bên trên bề mặt thứ hai 184 của lớp tiếp xúc sau 180. Lớp dẫn 190 có thể chứa vật liệu dẫn thích hợp bất kỳ như, ví dụ, một hoặc nhiều lớp của kim loại chứa nitơ, bạc, đồng, nhôm, titan, paladi. Crôm, molypden, vàng, hoặc dạng tương tự. Các ví dụ thích hợp của lớp kim loại chứa nitơ có thể chứa nhôm nitrua, niken nitrua, titan nitrua, vonfram nitrua, selen nitrua, tantali nitrua, hoặc vanadi nitrua.

Thiết bị quang điện 100 có thể chứa phần đỡ sau 196 được định cấu hình để phối hợp với đế 110 để tạo thành vỏ cho thiết bị quang điện 100. Phần đỡ sau 196 có thể được bố trí tại phía đối diện 102 của thiết bị quang điện 100. Ví dụ, phần đỡ sau 196 có thể được tạo thành liền kề với lớp dẫn 190. Phần đỡ sau 196 có thể chứa các vật liệu thích hợp bất kỳ, bao gồm, ví dụ, thủy tinh (ví dụ, thủy tinh vôi natri).

Đề cập chung tới các hình Fig.3, Fig.4 và Fig.5, lớp hấp thụ 160 có thể được tạo thành từ nhiều lớp bán dẫn 202. Ví dụ, các lớp bán dẫn 202 có thể được tạo ra như là chồng của các màng mỏng được lắng đọng bên trên phần khác sử dụng kỹ thuật lắng đọng đã biết, bao gồm lắng đọng vận chuyển hơi. Mỗi lớp trong các lớp bán dẫn 202 có thể chứa vật liệu bán dẫn loại p thích hợp bất kỳ, bao gồm, ví dụ, các vật liệu bán dẫn được tạo thành từ các vật liệu nhóm II-VI. Theo một số phương án thực hiện, thành phần vật liệu của các lớp bán dẫn 202 có thể thay đổi. Sau khi lắng đọng, các lớp bán dẫn 202 có thể được ủ, ví dụ, được đưa vào nhiệt độ giữa khoảng 400° C và khoảng 500° C trong khoảng 10 đến khoảng 20 phút. Việc ủ có thể làm cho các lớp bán dẫn 202 phân tán vào trong phần khác để tạo thành hợp phần vật liệu được phối trộn có các đặc tính được mô tả liên quan tới lớp hấp thụ 160. Theo một số phương án thực hiện, các lớp bán dẫn 202 có thể được ủ trong khí quyển chứa clo và oxi, tức là, việc xử lý nhiệt clorua (chloride heat treatment - CHT).

Trong suốt quá trình ủ, thành phần của lớp TCO 20 có thể có ảnh hưởng có hại lên lớp hấp thụ 160. Ví dụ, khi lớp TCO 20 bao gồm indi thiếc oxit, indi có thể phân tán qua một hoặc nhiều lớp vào trong lớp hấp thụ 160. Việc phân tán của indi có thể chống pha tạp cho lớp hấp thụ 160, vốn có thể làm giảm hiệu suất của thiết bị quang điện 100, 200. Người nộp đơn đã phát hiện rằng việc sử dụng của kẽm magiê oxit trong lớp bộ đệm 150 có thể chặn việc phân tán của indi vào trong lớp hấp thụ 160.

Đề cập tới Fig.6, sự phù hợp hai chiều của việc phân tán của indi qua độ dày 166 của lớp hấp thụ 160 được mô tả theo đồ thị. Cụ thể là, đồ thị chứa đường 210 tương ứng với ví dụ so sánh thứ nhất, và đường 212 tương ứng với ví dụ so sánh thứ hai, đường 214 tương ứng với ví dụ thứ nhất, và đường 216 tương ứng với ví dụ thứ hai. Mỗi đường trong các đường 210, 212, 214, 216 chứa: lớp hấp thụ 160, vốn bao gồm CdTe; vùng đệm 220 nói chung là tương ứng với lớp bộ đệm 150, vốn chứa vùng được làm nghiêng

tuyến tính; và vùng indi 222 nói chung là tương ứng với lớp TCO 20 bao gồm indi thiếc oxit.

Ví dụ so sánh thứ nhất, đường 210, được tạo thành mà không có bất kỳ kẽm magiê oxit nào trong vùng bộ đệm 220 và được đưa vào CHT. Ví dụ so sánh thứ hai, đường 212, được tạo thành mà không có bất kỳ kẽm magiê oxit nào trong vùng bộ đệm 220 và được đưa vào nhiệt độ được nâng lên khoảng 200° C. Đường 210 của ví dụ so sánh thứ nhất thể hiện việc xâm nhập mạnh mẽ của indi qua độ dày 166 của lớp hấp thụ 160. Đường 212 của ví dụ so sánh thứ hai nói chung là đi theo đường 210 trong vùng bộ đệm 220 và trong phần ban đầu của lớp hấp thụ 160. Đường 212 giảm dần tới mức thích hợp của indi, tức là, tại phần giao cắt với đường 214. Ví dụ thứ nhất, đường 214, được tạo thành với lớp kẽm magiê oxit dày 20 nm trong vùng bộ đệm 220 và được đưa vào CHT. Ví dụ thứ hai, đường 216, được tạo thành với lớp kẽm magiê oxit dày 80 nm trong vùng bộ đệm 220 và được đưa vào CHT. Đường 212 minh họa việc giảm trong việc phân tán của indi so sánh với cả đường 210 của ví dụ so sánh thứ nhất và đường 212 của ví dụ so sánh thứ hai. Đường 216 của ví dụ thứ hai minh họa việc giảm tiếp của việc phân tán của indi khi so sánh với đường 214 của ví dụ thứ nhất. Nói chung, lớp hấp thụ 160 có thể chứa lượng được khuếch tán của indi với nồng độ nguyên tử trung bình nhỏ hơn khoảng 6×10^{17} nguyên tử/cm³ như, ví dụ, nồng độ nguyên tử trung bình của indi được phân tán có thể nhỏ hơn khoảng 4×10^{17} nguyên tử/cm³ theo một phương án thực hiện, hoặc theo một phương án thực hiện, hoặc nồng độ nguyên tử trung bình của indi được phân tán có thể giữa khoảng 1×10^{14} nguyên tử/cm³ và khoảng 5×10^{17} nguyên tử/cm³ theo phương án thực hiện khác.

Đề cập lại tới các hình vẽ Fig.1, Fig.2, và Fig.4, việc chứa lớp 30 làm từ thiếc đioxit có thể còn cải thiện việc hoạt động của thiết bị quang điện 100, 200. Người nộp đơn đã phát hiện ra rằng lớp 40 của kẽm magiê oxit có thể không đủ để bảo vệ lớp TCO 20 trong suốt CHT. Không bị bó buộc vào lý thuyết, tin rằng Cl⁻ có thể khuếch tán vào trong lớp TCO 20 trong suốt quá trình CHT. Việc khuếch tán này có thể gây ra việc tăng không mong muốn trong điện trở tấm của lớp TCO 20.

Các ví dụ so sánh 3-6 và các ví dụ 3 và 4 được chuẩn bị bằng cách tạo thành rào cản 50 nm SiAlON, và lắng đọng TCO 100 nm của indi thiếc oxit liền kề với rào cản.

Các bộ đệm khác nhau được lắng đọng liền kề với TCO để tạo thành các ví dụ. Mỗi ví dụ được đưa vào CHT. Sau khi CHT, điện trở tấm của từng TCO được đo sử dụng thiết bị Delcom. Các kết quả của thử nghiệm được đưa vào trong bảng 1 bên dưới, vốn tổng hợp phần trăm cải thiện của các thiết bị khi so sánh với ví dụ so sánh 3. Như được tạo ra trong bảng 1, các ví dụ 3 và 4 chứa bộ đệm được tạo thành từ cả thiếc đioxit và kẽm magiê oxit đã thể hiện sự cải thiện khi so sánh với ví dụ bất kỳ trong các ví dụ so sánh có các bộ đệm của riêng kẽm magiê oxit. Thực sự là, cải thiện đạt được thậm chí với các bộ đệm có độ dày tổng cộng nhỏ hơn.

Bảng 1

	Đệm	Cải thiện điện trở tấm (%)
Ví dụ so sánh 3	40 nm (kẽm magiê oxit)	0
Ví dụ so sánh 4	40 nm (kẽm magiê oxit)	4
Ví dụ so sánh 5	60 nm (kẽm magiê oxit)	8
Ví dụ so sánh 6	60 nm (kẽm magiê oxit)	0
Ví dụ 3	20 nm (thiếc đioxit) / 20 nm (kẽm magiê oxit)	27
Ví dụ 4	20 nm (thiếc đioxit) / 20 nm (kẽm magiê oxit)	26

Thử nghiệm tiếp theo được thực hiện để so sánh các thiết bị quang điện với bộ đệm của thiếc đioxit và không có kẽm magiê oxit so với các thiết bị quang điện với bộ đệm của cả thiếc đioxit và kẽm magiê oxit. Các thiết bị quang điện với bộ đệm của cả thiếc đioxit và kẽm magiê oxit được minh họa với độ cải thiện khoảng 10% đến khoảng 25% trong hiệu suất thiết bị không có kẽm magiê oxit. Không bị bó buộc vào lý thuyết, tin rằng kẽm magiê oxit, khi được sử dụng kết hợp với thiếc đioxit, có thể cải thiện việc sắp thẳng bằng, làm giảm các khuyết tật tiếp giáp, và cải thiện sự kết dính.

Theo các phương án thực hiện được mô tả ở đây, cấu trúc lớp cho thiết bị quang điện có thể chứa lớp oxit dẫn trong suốt, lớp thiếc đioxit, và lớp kẽm magiê oxit. Lớp oxit dẫn trong suốt có thể chứa indi thiếc oxit. Lớp thiếc đioxit có thể được bố trí trên indi thiếc oxit của lớp oxit dẫn trong suốt. Lớp kẽm magiê oxit có thể liền kề với lớp thiếc đioxit. Lớp kẽm magiê oxit có thể là hợp kim của kẽm oxit và magiê oxit.

Theo các phương án thực hiện được tạo ra ở đây, thiết bị quang điện có thể chứa lớp oxit dẫn trong suốt, lớp thiếc dioxit, lớp kẽm magiê oxit, và lớp hấp thụ. Lớp oxit dẫn trong suốt có thể chứa indi thiếc oxit. Lớp thiếc dioxit có thể được bố trí trên indi thiếc oxit của lớp oxit dẫn trong suốt. Lớp kẽm magiê oxit có thể liền kề với lớp thiếc dioxit. Lớp kẽm magiê oxit có thể là hợp kim của kẽm oxit và magiê oxit. Lớp hấp thụ có thể được bố trí trên lớp kẽm magiê oxit. Lớp hấp thụ có thể chứa cadimi, telua, selen, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.

Cần chú ý rằng các thuật ngữ "về cơ bản là" và "khoảng" có thể được sử dụng ở đây để biểu thị mức độ không chắc chắn vốn có, mà có thể được tác động vào sự so sánh định lượng, trị số, số đo, hoặc sự biểu thị bất kỳ khác. Các thuật ngữ này cũng được sử dụng ở đây để biểu thị mức độ mà qua đó sự biểu thị định lượng có thể thay đổi so với tham chiếu được nêu mà không dẫn đến sự thay đổi về chức năng cơ sở của đối tượng tại vấn đề đó.

Trong khi các phương án thực hiện cụ thể đã được minh họa và được mô tả ở đây, cần hiểu rằng các thay đổi và điều chỉnh khác cũng có thể được tạo ra mà không tách khỏi tinh thần và phạm vi bảo hộ của đối tượng được yêu cầu bảo hộ ở đây. Hơn nữa, mặc dù các khía cạnh khác nhau của đối tượng được yêu cầu bảo hộ ở đây đã được mô tả, nhưng các khía cạnh này không nhất thiết phải được sử dụng trong tổ hợp. Nó nhằm mục đích để các yêu cầu bảo hộ kèm theo bao hàm tất cả các thay đổi và biến đổi nằm trong phạm vi bảo hộ của các đối tượng được yêu cầu bảo hộ này.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Cấu trúc lớp cho thiết bị quang điện, cấu trúc này bao gồm:
 - lớp oxit dẫn trong suốt bao gồm indi thiếc oxit;
 - lớp thiếc đioxit liền kề với indi thiếc oxit của lớp oxit dẫn trong suốt; và
 - lớp kẽm magiê oxit liền kề với lớp thiếc đioxit, trong đó lớp kẽm magiê oxit là hợp kim của kẽm oxit và magiê oxit.
2. Cấu trúc lớp theo điểm 1, trong đó hợp kim bao gồm nhiều kẽm oxit hơn magiê oxit.
3. Cấu trúc lớp theo điểm 2, trong đó tỉ lệ của kẽm oxit so với magiê oxit trong hợp kim là lớn hơn 2:1.
4. Cấu trúc lớp theo điểm 1, trong đó thiếc đioxit là thiếc đioxit nội tại.
5. Cấu trúc lớp theo điểm 1, trong đó độ dày của lớp thiếc đioxit là nhỏ hơn khoảng 150 nm.
6. Cấu trúc lớp theo điểm 1, trong đó độ dày của lớp kẽm magiê oxit là nhỏ hơn khoảng 100 nm.
7. Cấu trúc lớp theo điểm 6, trong đó độ dày của lớp thiếc đioxit là lớn hơn hoặc bằng với độ dày của lớp kẽm magiê oxit.
8. Cấu trúc lớp theo điểm 7, trong đó tỉ lệ của độ dày của lớp thiếc đioxit so với độ dày của lớp kẽm magiê oxit là giữa khoảng 1 và khoảng 15.
9. Cấu trúc lớp theo điểm 7, trong đó tổng của độ dày của lớp thiếc đioxit và độ dày của lớp kẽm magiê oxit là nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 200 nm.
10. Cấu trúc lớp theo điểm 1, trong đó tỉ lệ của indi so với thiếc trong lớp oxit dẫn trong suốt là lớn hơn khoảng 3:2.
11. Thiết bị quang điện chứa:
 - lớp oxit dẫn trong suốt bao gồm indi thiếc oxit;
 - lớp thiếc đioxit được bố trí trên indi thiếc oxit của lớp oxit dẫn trong suốt;
 - lớp kẽm magiê oxit liền kề với lớp thiếc đioxit, trong đó lớp kẽm magiê oxit là hợp kim của kẽm oxit và magiê oxit, và
 - lớp hấp thụ được bố trí trên lớp kẽm magiê oxit, trong đó lớp hấp thụ bao gồm cadimi, telua, selen, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.
12. Thiết bị quang điện theo điểm 11, trong đó lớp hấp thụ chứa tam nguyên của cadimi, selen, và telua.

13. Thiết bị quang điện theo điểm 11, trong đó lớp hấp thụ bao gồm lượng được khuếch tán của indi với nồng độ nguyên tử trung bình trong lớp hấp thụ nhỏ hơn khoảng 6×10^{17} nguyên tử/cm³.
14. Thiết bị quang điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 11 đến 13, trong đó hợp kim bao gồm nhiều kẽm oxit hơn magiê oxit.
15. Thiết bị quang điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 11 đến 14, trong đó tỉ lệ của kẽm oxit so với magiê oxit trong hợp kim là lớn hơn 2:1.
16. Thiết bị quang điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 11 đến 15, trong đó thiếc đioxit là thiếc đioxit nội tại.
17. Thiết bị quang điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 11 đến 16, trong đó độ dày của lớp thiếc đioxit là nhỏ hơn khoảng 150 nm.
18. Thiết bị quang điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 11 đến 17, trong đó độ dày của lớp kẽm magiê oxit là nhỏ hơn khoảng 100 nm.
19. Thiết bị quang điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 11 đến 18, trong đó độ dày của lớp thiếc đioxit là lớn hơn hoặc bằng độ dày của lớp kẽm magiê oxit.
20. Thiết bị quang điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 11 đến 19, trong đó tỉ lệ của độ dày của lớp thiếc đioxit so với độ dày của lớp kẽm magiê oxit là giữa khoảng 1 và khoảng 15.
21. Thiết bị quang điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 11 đến 20, trong đó tổng của độ dày của lớp thiếc đioxit và độ dày của lớp kẽm magiê oxit là nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 200 nm.
22. Thiết bị quang điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 11 đến 21, trong đó lớp thiếc đioxit là liền kề với indi thiếc oxit của lớp oxit dẫn trong suốt.
23. Thiết bị quang điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 11 đến 22, trong đó tỉ lệ của indi so với thiếc trong lớp oxit dẫn trong suốt là lớn hơn khoảng 3:2.

1/4

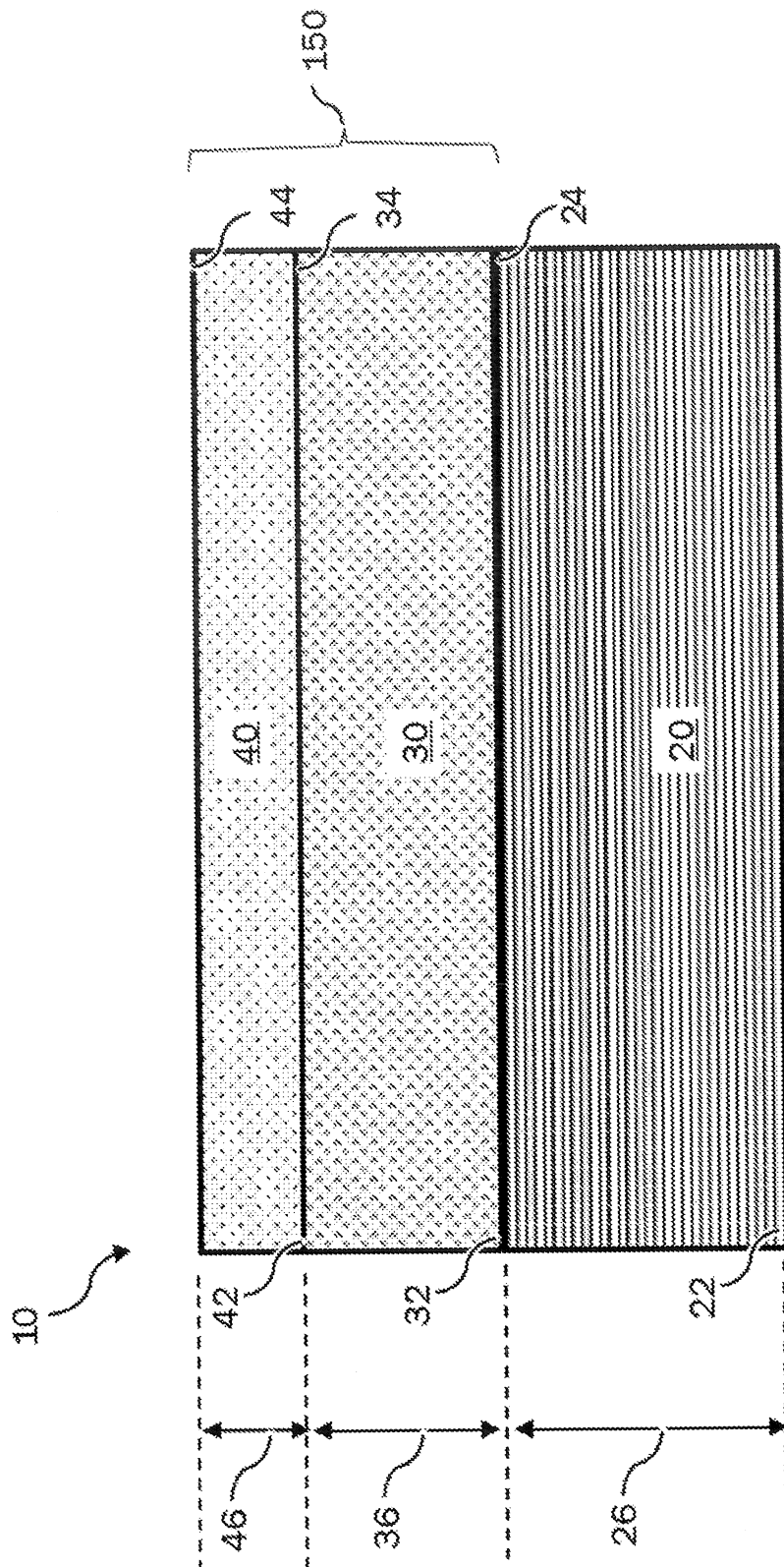


FIG. 1

2/4

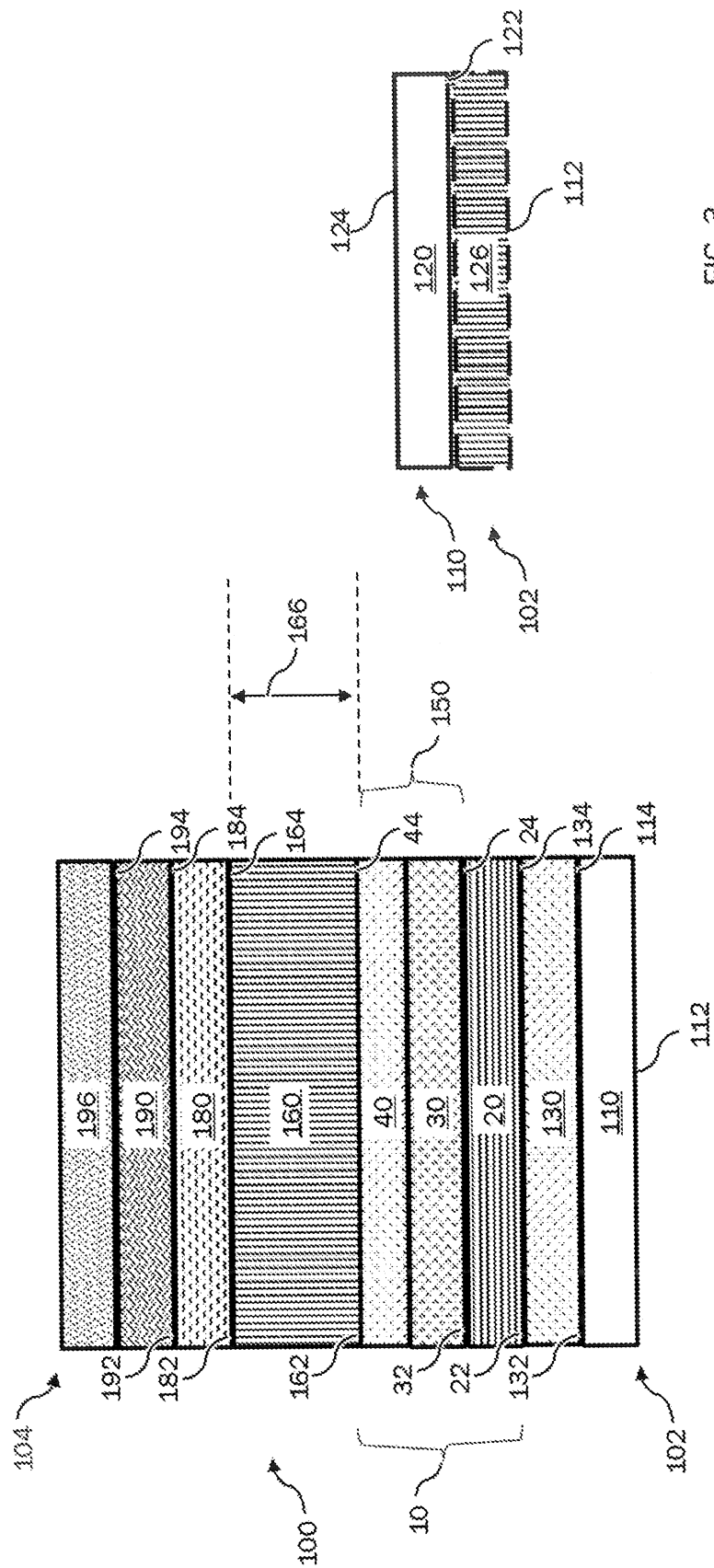
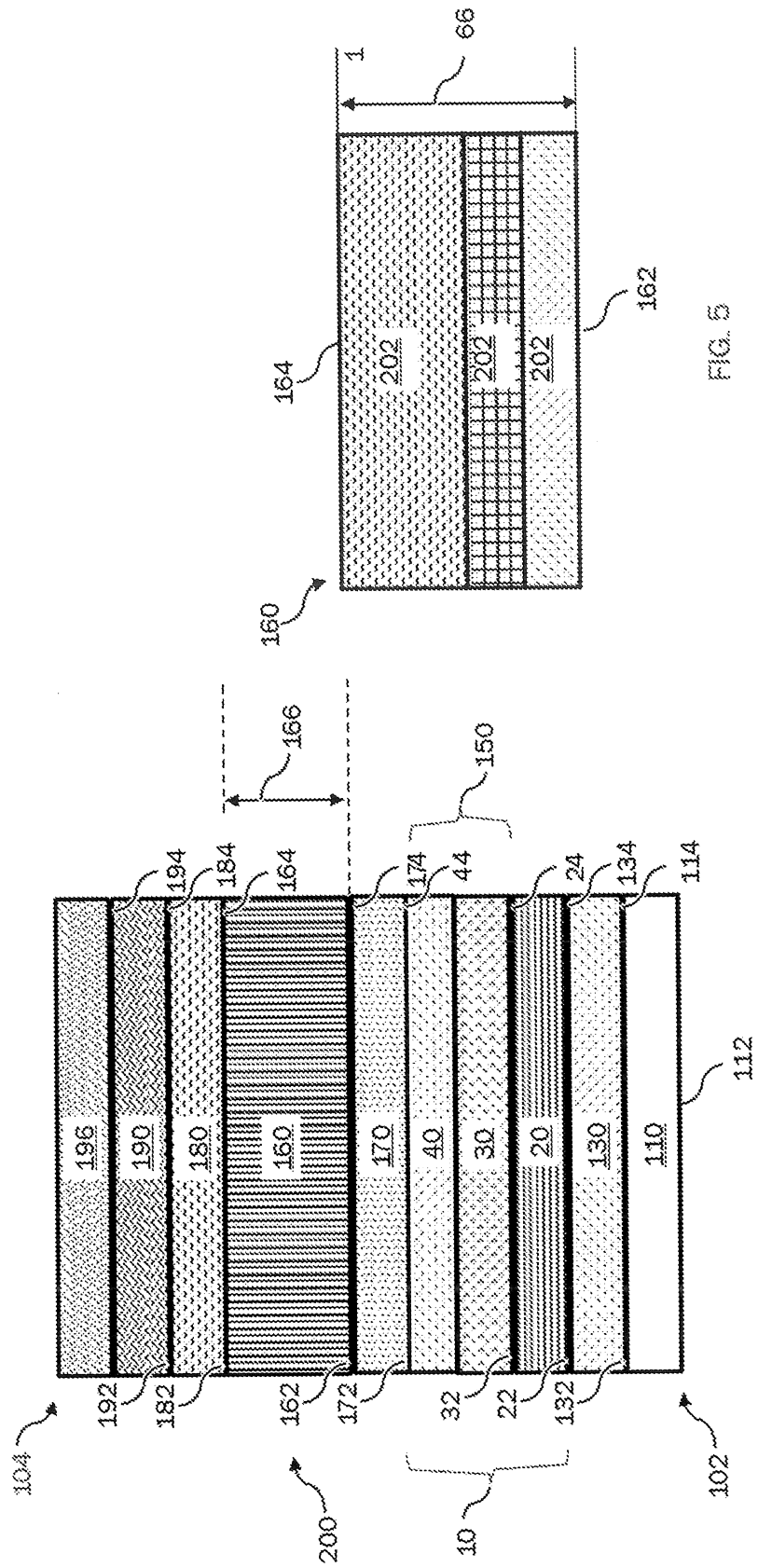


FIG. 3

FIG. 2

3/4



4/4

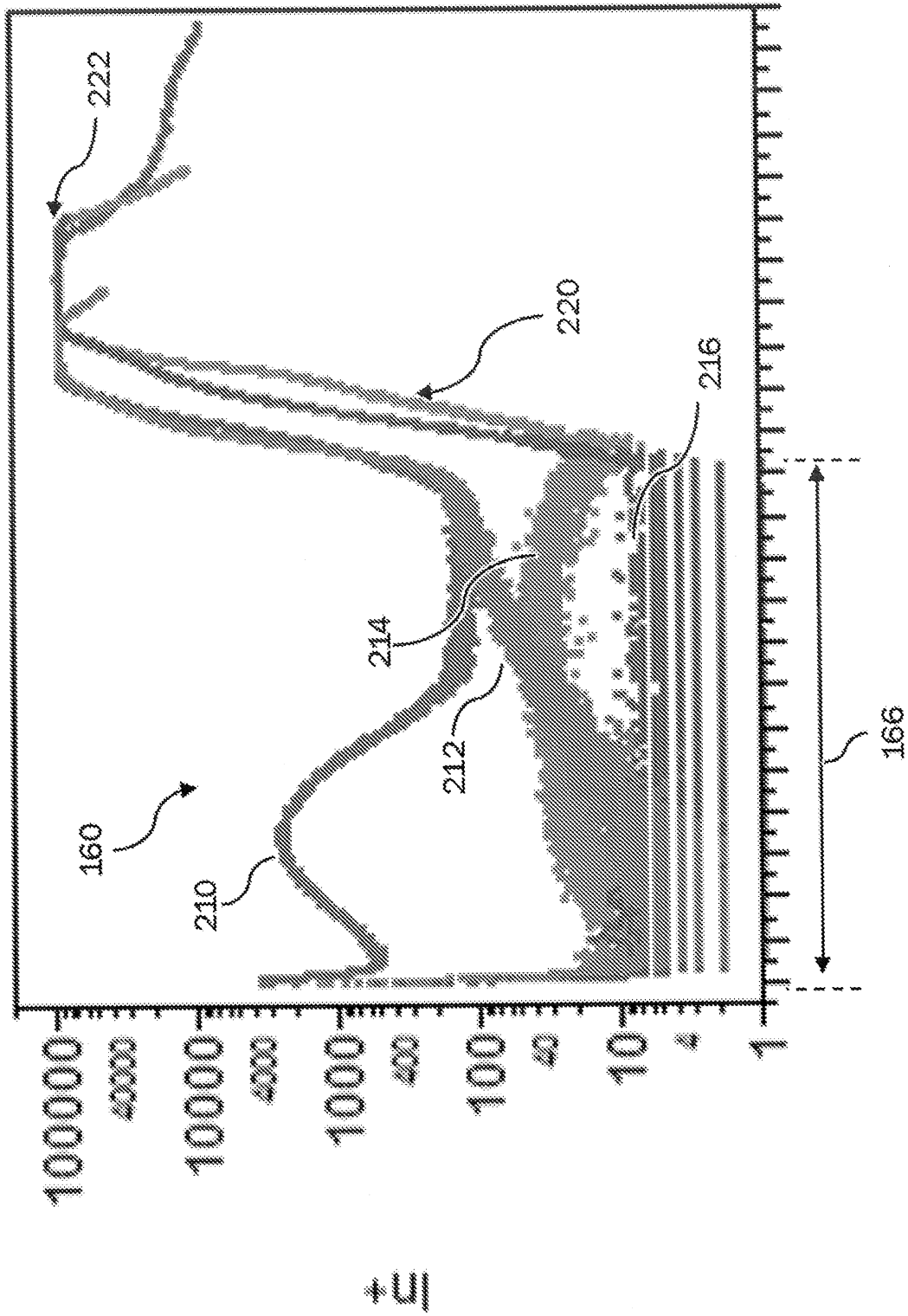


FIG. 6