



(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)



1-0034002

(51)⁷ H01L 31/00

(13) B

(21) 1-2010-01344

(22) 30/10/2008

(86) PCT/US2008/081763 30/10/2008

(87) WO2009/058985 07/05/2009

(30) 60/985,019 02/11/2007 US

(45) 25/11/2022 416

(43) 25/08/2011 281A

(73) FIRST SOLAR, INC. (US)

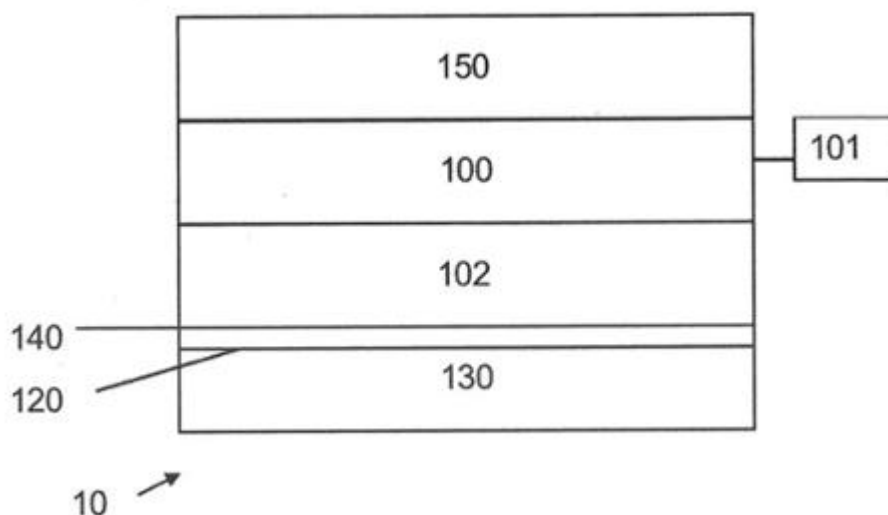
28101 Cedar Park Boulevard Perrysburg, OH 43551, United States of America

(72) POWELL, Rick, C. (US); JAYAMAHA, Upali (US); ABKEN, Anke (DE);
GLOECKLER, Markus (DE); GUPTA, Akhlesh (IN); GREEN, Roger, T. (US);
MEYERS, Peter (US).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) TẾ BÀO QUANG ĐIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT LỚP HẤP THỤ CỦA
TẾ BÀO QUANG ĐIỆN

(57) Sáng chế đề xuất tế bào quang điện có thể bao gồm tạp chất tiếp xúc với lớp bán dẫn; và phương pháp sản xuất lớp hấp thụ của tế bào quang điện. Tế bào quang điện bao gồm lớp dẫn điện trong suốt và lớp bán dẫn thứ nhất tiếp xúc với lớp dẫn điện trong suốt này. Trong một số trường hợp, tế bào quang điện có thể bao gồm lớp nằm giữa lớp dẫn điện trong suốt với lớp bán dẫn thứ nhất, trong đó lớp này có chứa tạp chất. Tế bào quang điện có thể còn bao gồm lớp bán dẫn thứ hai tiếp xúc với lớp bán dẫn thứ nhất; lớp bán dẫn thứ hai này có thể bao gồm CdTe. Phương pháp sản xuất tế bào quang điện có thể bao gồm bước lắng lớp bán dẫn thứ nhất với sự có mặt của chất oxy hoá và xử lý lớp bán dẫn thứ nhất này bằng tạp chất.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tế bào quang điện; và phương pháp sản xuất lớp hấp thụ của tế bào quang điện.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong quá trình sản xuất các thiết bị quang điện, các lớp chất bán dẫn có thể được phủ lên để với một lớp có tác dụng như lớp cửa sổ và lớp thứ hai có tác dụng như lớp hấp thụ. Lớp cửa sổ có thể cho phép năng lượng mặt trời thâm nhập vào lớp hấp thụ, ở đó năng lượng quang học được chuyển hoá thành năng lượng điện. Một số thiết bị quang điện có thể sử dụng các màng mỏng trong suốt vốn cũng là các chất dẫn điện tích. Các màng mỏng dẫn điện này có thể là oxit dẫn điện trong suốt (TCO - Transparent Conductive Oxide), ví dụ oxit thiếc pha flo, oxit kẽm pha nhôm, hoặc oxit thiếc indi. TCO có thể cho phép ánh sáng đi qua cửa sổ để vào chất hấp thụ ánh sáng tích cực và cũng có tác dụng như lớp tiếp xúc thuận trở để vận chuyển các phần tử mang điện tích quang điện khỏi chất hấp thụ ánh sáng. Điện cực hậu có thể được tạo ra ở mặt sau của lớp bán dẫn. Điện cực hậu này có thể bao gồm chất dẫn điện, ví dụ bạc kim loại, kền, đồng, nhôm, titan, paladi, hoặc sự kết hợp thực tế bất kỳ giữa chúng, để tạo ra sự kết nối điện với lớp bán dẫn. Điện cực hậu này có thể là chất bán dẫn. Việc pha tạp lớp bán dẫn có thể cải thiện hiệu quả của thiết bị quang điện.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề cập đến tế bào quang điện bao gồm lớp dẫn điện trong suốt và lớp bán dẫn thứ nhất tiếp xúc với lớp dẫn điện trong suốt này. Lớp bán dẫn thứ nhất nêu trên có thể bao gồm chất oxi hoá. Lớp dẫn điện trong suốt có thể được bố trí trên đế. Trong các trường hợp khác, lớp dẫn điện trong suốt nêu trên có

thể được bố trí trên lớp bán dẫn thứ nhất. Chất oxi hoá nêu trên có thể là, ví dụ, flo hoặc oxi.

Trong một số trường hợp, tế bào quang điện có thể bao gồm lớp nằm giữa lớp dẫn điện trong suốt với lớp bán dẫn thứ nhất, trong đó lớp này có chứa tạp chất. Tạp chất này có thể bao gồm tạp chất loại n. Lớp chứa tạp chất có thể tiếp xúc với lớp bán dẫn thứ nhất. Lớp chứa tạp chất có thể tiếp xúc với lớp dẫn điện trong suốt.

Tế bào quang điện có thể còn bao gồm lớp bán dẫn thứ hai tiếp xúc với lớp bán dẫn thứ nhất. Lớp bán dẫn thứ hai này có thể bao gồm CdTe. Lớp bán dẫn thứ nhất nêu trên có thể bao gồm CdS. Chi tiết để nêu trên có thể được làm bằng thủy tinh.

Trong một số trường hợp, tế bào quang điện có thể còn bao gồm thêm lớp bán dẫn thứ nhất giữa lớp chứa tạp chất với lớp dẫn điện trong suốt. Lớp chứa tạp chất này có thể có độ dày lớn hơn 4 Ångstrom. Lớp chứa tạp chất này có thể có độ dày lớn hơn 8 Ångstrom. Lớp chứa tạp chất này có thể có độ dày lớn hơn 12 Ångstrom.

Theo khía cạnh khác, tế bào quang điện có thể bao gồm lớp dẫn điện trong suốt, lớp bán dẫn thứ nhất tiếp xúc với lớp dẫn điện trong suốt này, và lớp bán dẫn thứ hai nằm sát lớp bán dẫn thứ nhất, trong đó lớp bán dẫn thứ nhất hoặc lớp bán dẫn thứ hai có chứa tạp chất.

Trong một số trường hợp, cả lớp bán dẫn thứ nhất lẫn lớp bán dẫn thứ hai có thể có chứa tạp chất. Tạp chất trong lớp bán dẫn thứ nhất có thể khác với tạp chất trong lớp bán dẫn thứ hai. Lớp dẫn điện trong suốt có thể được bố trí trên đế. Lớp dẫn điện trong suốt có thể được bố trí trên lớp bán dẫn thứ nhất. Lớp bán dẫn thứ nhất có thể bao gồm CdS. Lớp bán dẫn thứ hai có thể bao gồm CdTe.

Tạp chất có thể là chất thuộc Nhóm III. Tạp chất có thể là chất thuộc Nhóm I. Tạp chất có thể là Cu, Ag, hoặc Au. Tạp chất có thể là chất thuộc

Nhóm V. Tạp chất có thể có nồng độ lớn hơn 0,5 ppma. Tạp chất có thể có nồng độ lớn hơn 100 ppma. Tạp chất có thể có nồng độ lớn hơn 500 ppma.

Phương pháp sản xuất tế bào quang điện có thể bao gồm bước lắng lớp bán dẫn thứ nhất cho tiếp xúc với lớp dẫn điện trong suốt, lắng lớp bán dẫn thứ hai cho liền kề lớp bán dẫn thứ nhất, và đưa tạp chất vào lớp bán dẫn thứ nhất hoặc lớp bán dẫn thứ hai.

Trong một số trường hợp, tạp chất có thể được đưa vào cả lớp bán dẫn thứ nhất lẫn lớp bán dẫn thứ hai. Trong một số trường hợp, tạp chất được đưa vào lớp bán dẫn thứ nhất có thể khác với tạp chất được đưa vào lớp bán dẫn thứ hai.

Tạp chất có thể được pha vào bằng phương pháp khuếch tán. Tạp chất có thể được pha vào bằng máy bốc hơi. Tạp chất có thể được pha vào dưới dạng bột trộn. Tạp chất có thể được pha vào dưới dạng bột rắn. Tạp chất có thể được pha vào toàn bộ lớp bán dẫn. Tạp chất có thể được đưa vào một phần của lớp. Tạp chất có thể là tạp chất loại n. Tạp chất có thể là tạp chất loại p. Tạp chất có thể là indi và bột trộn có thể là CdS và In_2S_3 .

Tạp chất có thể được pha vào trong quá trình xử lý nhiệt. Nhiệt độ của quá trình xử lý nhiệt có thể vào khoảng 400 độ C. Tạp chất có thể được đưa vào bề mặt của lớp bán dẫn thứ hai trước khi xử lý nhiệt.

Theo phương án khác, phương pháp sản xuất tế bào quang điện có thể bao gồm bước lắng lớp bán dẫn thứ nhất với sự có mặt của chất oxi hoá và xử lý lớp bán dẫn thứ nhất này bằng tạp chất.

Lớp bán dẫn thứ nhất có thể được bố trí trên đế. Trong các trường hợp khác, lớp bán dẫn thứ nhất có thể được bố trí trên lớp kim loại. Lớp dẫn điện trong suốt có thể được bố trí trên lớp bán dẫn thứ nhất.

Chất oxi hoá có thể là flo hoặc oxi. Tạp chất có thể bao gồm tạp chất loại n. Tạp chất có thể bao gồm nhôm hoặc indi. Tạp chất có thể được rải thành lớp trong lớp bán dẫn thứ nhất.

Theo phương án khác, hệ thống để tạo ra năng lượng điện có thể bao gồm tế bào quang điện đa lớp, tế bào quang điện này bao gồm lớp dẫn điện trong suốt, lớp bán dẫn thứ nhất tiếp xúc với lớp dẫn điện trong suốt nêu trên, và lớp bán dẫn thứ hai nằm trên lớp bán dẫn thứ nhất, trong đó lớp bán dẫn thứ nhất hoặc lớp bán dẫn thứ hai bao gồm tạp chất, được kết nối điện với lớp dẫn điện trong suốt bằng mối nối thứ nhất, và được kết nối điện với lớp kim loại bằng mối nối thứ hai.

Trong một số trường hợp, cả lớp bán dẫn thứ nhất lẫn lớp bán dẫn thứ hai có thể có chứa tạp chất. Trong một số trường hợp, tạp chất trong lớp bán dẫn thứ nhất có thể khác với tạp chất trong lớp bán dẫn thứ hai.

Lớp dẫn điện trong suốt nêu trên có thể được bố trí trên đế. Lớp bán dẫn thứ nhất có thể được bố trí trên lớp kim loại. Lớp dẫn điện trong suốt có thể được bố trí trên lớp bán dẫn thứ nhất.

Chi tiết về một hoặc nhiều phương án thực hiện sẽ được mô tả dưới đây có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Các dấu hiệu, mục đích và các ưu điểm khác sẽ được làm rõ dựa vào phần mô tả, các hình vẽ và các điểm YCBH.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là lược đồ của đế với nhiều lớp.

Fig.2 là lược đồ của đế với nhiều lớp.

Fig.3 là lược đồ của đế với nhiều lớp.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện sáng chế

Tế bào quang điện có thể bao gồm lớp dẫn điện trong suốt nằm trên mặt đế, lớp bán dẫn thứ nhất, đế đỡ lớp bán dẫn này, và lớp kim loại tiếp xúc với lớp bán dẫn này. Lớp dẫn điện trong suốt nêu trên có thể được bố trí trên đế. Trong các trường hợp khác, lớp dẫn điện trong suốt nêu trên có thể được bố trí trên lớp bán dẫn thứ nhất.

Tế bào quang điện có thể bao gồm một hoặc nhiều chất oxi hoá hoặc tạp chất. Tế bào quang điện có thể bao gồm lớp bán dẫn thứ nhất có chứa tạp chất hoặc chất oxi hoá, chẳng hạn oxi hoặc flo. Tế bào quang điện cũng có thể bao gồm lớp có chứa tạp chất, chẳng hạn tạp chất loại n. Tạp chất có thể bao gồm chất thuộc Nhóm III, chẳng hạn nhôm hoặc indii.

Lớp chứa tạp chất có thể được bố trí giữa lớp dẫn điện trong suốt và lớp bán dẫn thứ nhất. Lớp chứa tạp chất thứ hai nêu trên có thể tiếp xúc với lớp dẫn điện trong suốt. Theo các phương án khác, lớp chứa tạp chất nêu trên có thể tiếp xúc với lớp bán dẫn thứ nhất. Lớp chứa tạp chất thứ hai nêu trên, chẳng hạn tạp chất loại n, có thể có độ dày vào khoảng, ví dụ, 5-15 Ångstrom.

Các ví dụ về các tạp chất loại n bao gồm nhôm và indii. Thông thường, các khiếm khuyết khác nhau trong các màng đa tinh thể làm thấp đi hiệu quả pha tạp của các lớp bán dẫn. Để cải thiện hiệu quả pha tạp, thì lớp bán dẫn có thể được xử lý bằng chất oxi hoá, chẳng hạn oxi hoặc flo. Sau khi các khiếm khuyết của lớp bán dẫn đã được làm thụ động hoá bằng chất oxi hoá, thì hiệu quả pha tạp có thể được cải thiện. Nếu không có bước thụ động hoá, thì việc bổ sung các tạp chất, chẳng hạn In hoặc Al, có thể có ảnh hưởng tiêu cực. Do đó, việc pha tạp các lớp bán dẫn trong một số giai đoạn có thể làm tăng hiệu quả của tế bào quang điện.

Tạp chất có thể được bổ sung một cách có chủ ý dưới dạng tạp chất ngoại lai. Các tế bào quang điện thường được xử lý mà không có các tạp chất ngoại lai định trước trong lớp bán dẫn thứ nhất, chẳng hạn lớp chứa CdS, hoặc không có các tạp chất ngoại lai trong lớp bán dẫn thứ hai, chẳng hạn lớp CdTe, hoặc cả hai lớp. Việc pha tạp lớp bán dẫn thứ nhất, hoặc lớp bán dẫn thứ hai, hoặc cả hai lớp, ở một vài giai đoạn, có thể giảm tính không ổn định và tăng hiệu quả của tế bào quang điện.

Như được thể hiện trên Fig.1, tế bào quang điện có thể bao gồm các lớp bán dẫn được pha tạp trong ít nhất hai giai đoạn. Ví dụ, lớp bán dẫn thứ nhất 100 có thể bao gồm, ví dụ, CdS. Lớp bán dẫn thứ nhất, chẳng hạn lớp CdS, có

thể được xử lý bằng chất oxi hoá 101, chẳng hạn oxi hoặc flo, để thụ động hoá các khiếm khuyết trong lớp CdS. Ở giai đoạn này, chất oxi hoá có thể được đưa vào giao diện giữa lớp dẫn điện trong suốt với lớp CdS. Lớp dẫn điện trong suốt này có thể bao gồm oxit dẫn điện trong suốt (TCO - Transparent Conductive Oxide). Sau đó, tạp chất 102, chẳng hạn tạp chất loại n, có thể được pha vào. Tạp chất này có thể là, ví dụ, nhôm hoặc indi. Tạp chất này có thể được đưa vào lớp CdS. Tạp chất này có thể được cung cấp từ nguồn, chẳng hạn khí mang hoặc bằng cách khuếch tán, từ đế 130, từ chính TCO 120, hoặc từ lớp bề mặt 140 trên TCO. Lớp bán dẫn thứ hai 150 có thể được làm lắng trên lớp bán dẫn thứ nhất. Lớp bán dẫn thứ hai có thể bao gồm, ví dụ, CdTe. Lớp chứa tạp chất có thể có độ dày lớn hơn, ví dụ, 4 Ångstrom, lớn hơn 8 Ångstrom, lớn hơn 12 Ångstrom, hoặc xấp xỉ 15 Ångstrom. Cấu trúc của thiết bị quang điện cũng có thể, ví dụ, được đảo ngược lại, tức là lớp dẫn điện trong suốt nằm trên lớp bán dẫn thứ nhất, lớp bán dẫn thứ nhất nằm trên lớp bán dẫn thứ hai, và lớp bán dẫn thứ hai nằm trên lớp kim loại.

Như được thể hiện trên Fig.2, lớp bán dẫn thứ nhất, chẳng hạn lớp CdS, có thể được xử lý bằng chất oxi hoá 210, chẳng hạn oxi hoặc flo, để thụ động hoá các khiếm khuyết trong lớp CdS này. Sau đó, tạp chất 202, chẳng hạn nhôm hoặc indi, có thể được đưa vào lớp CdS này. Tạp chất này có thể được cung cấp từ nguồn, chẳng hạn khí mang hoặc bằng cách khuếch tán, từ đế 230, từ chính TCO 220, hoặc từ lớp bề mặt trên TCO. Tạp chất này có thể tạo ra lớp nằm giữa lớp bán dẫn thứ nhất 200a và lớp bán dẫn thứ nhất bổ sung 200b. Lớp bán dẫn thứ nhất 200a có thể có độ dày lớn hơn độ dày của lớp bán dẫn thứ nhất bổ sung 200b. Ví dụ, độ dày của lớp bán dẫn thứ nhất có thể lớn hơn 200 Ångstrom, lớn hơn 400 Ångstrom, và lớn hơn 800 Ångstrom, hoặc xấp xỉ 900 Ångstrom. Độ dày của lớp bán dẫn thứ nhất bổ sung có thể lớn hơn 50 Ångstrom, lớn hơn 75 Ångstrom, hoặc xấp xỉ 100 Ångstrom. Lớp bán dẫn thứ hai 250 có thể được làm lắng trên lớp bán dẫn thứ nhất. Lớp bán dẫn thứ hai có thể được xử lý bằng tạp chất thứ hai. Lớp bán dẫn thứ hai có thể bao gồm, ví dụ, CdTe. Lớp tạp chất có

thể có độ dày, ví dụ, lớn hơn 4 Ångstrom, lớn hơn 8 Ångstrom, lớn hơn 12 Ångstrom, hoặc xấp xỉ 15 Ångstrom.

Như được thể hiện trên Fig.3, thiết bị quang điện có thể bao gồm lớp bán dẫn thứ nhất và lớp bán dẫn thứ hai. Lớp bán dẫn thứ nhất hoặc lớp bán dẫn thứ hai có thể có chứa tạp chất. Theo cách khác, cả lớp bán dẫn thứ nhất lẫn lớp bán dẫn thứ hai đều có thể có chứa tạp chất. Lớp bán dẫn thứ nhất 300 có thể bao gồm tạp chất 301. Một cách tùy chọn, lớp bán dẫn thứ hai 350 có thể bao gồm tạp chất 302. Lớp bán dẫn thứ nhất có thể được đỡ bởi đế 330.

Việc pha tạp lớp bán dẫn có thể được thực hiện theo một vài cách. Ví dụ, tạp chất có thể được cung cấp từ nguồn bột pha vào, chẳng hạn bột trộn (ví dụ, $\text{CdS} + \text{In}_2\text{S}_3$), khí mang, hoặc bột pha trực tiếp, chẳng hạn bột CdS . Chất bột nêu trên có thể là chất liệu đơn pha hoặc chất liệu đa pha. Theo các phương án khác, tạp chất có thể được cung cấp bằng cách khuếch tán từ lớp, chẳng hạn lớp đế, lớp dẫn điện trong suốt, hoặc lớp bán dẫn. Tạp chất có thể được đưa vào toàn bộ lớp bán dẫn, hoặc được đưa vào một phần của lớp.

Tạp chất cho lớp bán dẫn thứ nhất có thể được bổ sung vào bằng cách khuếch tán từ lớp dẫn điện trong suốt hoặc từ lớp bề mặt trên lớp dẫn điện trong suốt này. Theo cách khác, tạp chất cho lớp bán dẫn thứ nhất có thể được bổ sung vào từ nguồn bột pha vào hoặc khí mang được cấp vào hệ thống lắng vận chuyển bằng hơi. Tạp chất cho lớp bán dẫn thứ nhất có thể được làm bay hơi cùng với chất bán dẫn thứ nhất ở các nhiệt độ, ví dụ, nhỏ hơn 1500°C , nhỏ hơn 1400°C , nhỏ hơn 1200°C , nhỏ hơn 1000°C , hoặc nhỏ hơn 800°C . Chất bay hơi có thể là nguyên tử hoặc phân tử sunphua, chẳng hạn In_2S . Indi có thể là tạp chất hiệu quả vì nó có áp suất hơi vừa phải ở các nhiệt độ phân phối CdS thông thường (xấp xỉ 1100°C).

Việc pha tạp lớp bán dẫn thứ hai, chẳng hạn CdTe , có thể được thực hiện theo vài cách. Ví dụ, tạp chất có thể được cung cấp cùng với bột nguồn CdTe vào hệ thống phân phối lắng đọng vận chuyển bằng hơi (VTD - Vapor Transport Deposition). Tạp chất cho lớp bán dẫn thứ hai có thể được đưa vào dưới dạng

bột (tức là chất liệu đơn pha hoặc đa pha) hoặc trong khí mang. Theo cách khác, tạp chất cho lớp bán dẫn thứ hai có thể được đưa vào bằng cách làm lắng lớp ngoài lên lớp bán dẫn thứ hai. Ví dụ, lớp ngoài có thể chứa tạp chất, mà có thể khuếch tán vào lớp CdTe.

Tạp chất loại p có thể có hiệu quả đối với lớp bán dẫn thứ hai, chẳng hạn CdTe. Các nguyên tố Nhóm V (ví dụ, N, P, As, Sb, hoặc Bi) và các nguyên tố Nhóm I (ví dụ, Li, Na, K, Rb, Cs, Cu, Ag, hoặc Au) có thể là các tạp chất hiệu quả đối với lớp bán dẫn thứ hai. Photpho (P), asen (As), antimon (Sb), natri (Na), kali (K), rubiđi (Rb) không gặp phải vấn đề bốc hơi khi được đưa vào hệ thống VTD hoạt động ở các nhiệt độ phân phối CdTe thông thường (xấp xỉ 900-1100°C).

Tạp chất cho lớp bán dẫn thứ hai có thể được đưa vào trong quy trình xử lý nhiệt. Quy trình xử lý nhiệt có thể được thực hiện bằng chất gây chảy CdCl_2 . Các chất thuộc Nhóm I và Nhóm V, chẳng hạn các hợp chất clorua, có thể được đưa vào dung dịch gây chảy vốn được phủ lên mặt ngoài của lớp bán dẫn thứ hai trước khi xử lý nhiệt. Trong quy trình xử lý nhiệt, hiện tượng tái kết tinh có thể xảy ra, nhờ đó có thể phân phối tạp chất trong màng.

Việc kết hợp tạp chất có thể bị ảnh hưởng bởi nồng độ lỗ trống. Nồng độ lỗ trống có thể được kiểm soát bằng phương pháp quá áp pha hơi. Ví dụ, Cd hoặc Te dư có thể được đưa vào để điều chỉnh các lỗi điện tử ở thiết bị hoàn chỉnh. Có thể đạt được trạng thái quá áp Cd hoặc Te bằng cách đưa Cd hoặc Te dư vào bột nguồn CdTe. Điều này có thể được thực hiện nhờ hỗn hợp bột hai pha hoặc chất liệu nguồn bất tỷ lệ. Chất liệu có thể là không tỷ lệ với lượng lớn hơn 5%, lớn hơn 10%, hoặc lớn hơn 15%, chẳng hạn xấp xỉ 20%.

Tạp chất có thể được đưa vào với nồng độ bất kỳ, ví dụ, lớn hơn 0,5 ppma, lớn hơn 50 ppma, lớn hơn 500 ppma, hoặc từ 1 đến 1000 ppma. Các tạp chất nguồn khí nhất định, chẳng hạn các tạp chất có chứa nitơ, có thể, ví dụ, phân huỷ rất dễ dàng trong chất phân tán CdTe được nung nóng, và do đó, có thể được đưa vào hệ thống phân phối nhiệt độ thứ cấp thấp hơn. Các tạp chất có

thể được đưa vào toàn bộ lớp bán dẫn, hoặc chỉ một phần của lớp, bằng cách sử dụng, ví dụ, cấu hình VTD đa lớp.

Lớp CdS có thể được xử lý bằng tạp chất, chẳng hạn indi, theo một vài cách. Theo một ví dụ, sự kết hợp indi vào trong lớp CdS thông qua In_2S_3 và bột nguồn làm cho sự phát quang được cải thiện. Theo ví dụ khác, lớp CdS được pha tạp trực tiếp với indi, và lượng lưu huỳnh dư làm gia tăng sự kết hợp indi.

Lớp CdTe cũng có thể được xử lý bằng tạp chất, chẳng hạn natri, theo vài cách. Theo một ví dụ, lớp CdTe được pha tạp với natri nhờ sử dụng bột Na_2S . Việc bổ sung Na gây ra các thay đổi trong quá trình tái kết tinh trong quy trình xử lý nhiệt clorua sau đó, cho thấy rằng việc pha tạp Na đã làm cho chất gây chảy tái kết tinh CdCl_2 trở nên tích cực hơn. Cũng thu được các kết quả tương tự đối với quy trình pha tạp RbCl.

Lớp CdTe cũng có thể được pha tạp với P, As, Sb, Na, Rb, hoặc Cu. Theo ví dụ khác nữa, lớp CdTe được pha tạp với Cu đã cho thấy các tín hiệu điện được cải thiện. Việc bổ sung lượng Te dư vào bột CdTe làm cho khả năng pha tạp các màng được cải thiện. Ngoài ra, các trạng thái giàu Cd dẫn đến sự thay đổi trong cấu trúc màng hạt cho thấy khả năng pha tạp màng được cải thiện.

Tế bào quang điện thông thường có thể có nhiều lớp. Các lớp này có thể bao gồm lớp đáy là lớp dẫn điện trong suốt, lớp phủ, lớp cửa sổ, lớp hấp thụ và lớp đỉnh. Từng lớp có thể được làm lắng ở các trạm lắng khác nhau của dây chuyền sản xuất bằng nguồn khí lắng riêng biệt và buồng lắng chân không kín ở từng trạm nếu cần. Chi tiết để có thể được chuyển từ trạm lắng này đến trạm lắng kia thông qua băng tải cuộn cho đến khi tất cả các lớp mong muốn đã được lắng. Các lớp bổ sung có thể được thêm vào nhờ sử dụng các kỹ thuật khác, chẳng hạn kỹ thuật phun. Các dây dẫn điện có thể được nối lần lượt với lớp đỉnh và lớp đáy để thu năng lượng điện được tạo ra khi năng lượng mặt trời tới lớp hấp thụ. Lớp đế đỉnh có thể được đặt trên cùng của lớp đỉnh để tạo thành kết cấu nhiều lớp và hoàn thiện tế bào quang điện.

Lớp đáy có thể là lớp dẫn điện trong suốt, và có thể là, ví dụ, oxit dẫn điện trong suốt như oxit thiếc hoặc oxit thiếc được pha tạp flo. Việc làm lắng lớp bán dẫn ở nhiệt độ cao trực tiếp trên lớp oxit dẫn điện trong suốt có thể gây ra các phản ứng có ảnh hưởng tiêu cực đến hiệu suất và độ ổn định của thiết bị quang điện. Việc làm lắng lớp phủ bằng chất liệu có tính ổn định về hoá học cao (chẳng hạn silic đioxit SiO_2 , dialumin trioxit Al_2O_3 , titan đioxit TiO_2 , điboron trioxit B_2O_3 và các thực thể tương tự khác) có thể làm giảm đáng kể ảnh hưởng của các phản ứng này lên hiệu suất và tính ổn định của thiết bị. Độ dày của lớp phủ cần được giảm thiểu do điện trở suất cao của chất liệu được sử dụng. Nếu không, suất điện trở phản chặn có thể xảy ra đối với dòng điện mong muốn. Lớp phủ có thể làm giảm độ nhám bề mặt của lớp oxit dẫn điện trong suốt bằng cách lấp đầy những chỗ không đều trên bề mặt đó, điều này có thể giúp ích trong việc làm lắng lớp cửa sổ và có thể cho phép lớp cửa sổ có tiết diện mỏng hơn. Độ nhám bề mặt được giảm bớt có thể giúp cải thiện tính đồng nhất của lớp cửa sổ. Các ưu điểm khác của việc bao gồm lớp phủ trong các tế bào quang điện có thể bao gồm tính trong suốt quang học được cải thiện, tính đồng nhất trong khe hẹp được cải thiện, vốn tạo ra cường độ trường tốt hơn ở mỗi nối và làm hiệu quả thiết bị tốt hơn khi đo bằng điện áp mạch hở. Các lớp phủ đã được mô tả, ví dụ, trong Công bố Patent Mỹ số 20050257824, được kết hợp toàn bộ vào đây bằng cách viện dẫn.

Lớp cửa sổ và lớp hấp thụ có thể bao gồm, ví dụ, chất bán dẫn đôi, chẳng hạn bán dẫn Nhóm II-VI, III-V hoặc IV, ví dụ, ZnO , ZnS , ZnSe , ZnTe , CdO , CdS , CdSe , CdTe , MgO , MgS , MgSe , MgTe , HgO , HgS , HgSe , HgTe , MnO , MnS , MnTe , AlN , AlP , AlAs , AlSb , GaN , GaP , GaAs , GaSb , InN , InP , InAs , InSb , TiN , TiP , TiAs , TiSb , hoặc hỗn hợp các chất này. Ví dụ về lớp cửa sổ và lớp hấp thụ là lớp CdS được phủ bằng lớp CdTe . Lớp đỉnh có thể bao phủ các lớp bán dẫn. Lớp đỉnh có thể bao gồm kim loại, chẳng hạn nhôm, molybden, crom, coban, kền, titan, vonfram, hoặc các hợp kim của chúng. Lớp đỉnh cũng

có thể bao gồm các oxit kim loại hoặc nitrat kim loại hoặc các hợp kim của chúng.

Quá trình làm lắng các lớp bán dẫn trong sản xuất các thiết bị quang điện được mô tả, ví dụ, trong các Patent Mỹ số 5,248,349, 5,372,646, 5,470,397, 5,536,333, 5,945,163, 6,037,241, và 6,444,043, tất cả được kết hợp toàn bộ vào đây bằng cách cách viện dẫn. Quá trình làm lắng có thể bao gồm việc vận chuyển hơi từ nguồn đến đế, hoặc làm thăng hoa chất rắn trong hệ thống kín. Thiết bị để sản xuất các tế bào quang điện có thể bao gồm băng tải, ví dụ, băng tải cuốn có các trục cuốn. Có thể có các loại băng tải khác. Băng tải sẽ vận chuyển chi tiết đế vào một chuỗi một hoặc nhiều trạm lắng để làm lắng các lớp chất liệu trên mặt hở của chi tiết đế. Các băng tải được mô tả trong Đơn Mỹ số 11/692,667, và được kết hợp vào đây bằng cách viện dẫn.

Buồng lắng có thể được nung nóng đến nhiệt độ xử lý không dưới khoảng 450°C và không quá khoảng 700°C , ví dụ, nhiệt độ này có thể nằm trong khoảng từ $450\text{-}550^{\circ}\text{C}$, $550\text{-}650^{\circ}\text{C}$, $570\text{-}600^{\circ}\text{C}$, $600\text{-}640^{\circ}\text{C}$ hoặc khoảng bất kỳ khác lớn hơn 450°C và nhỏ hơn khoảng 700°C . Buồng lắng bao gồm bộ phân phối lắng được nối với nguồn hơi lắng. Bộ phân phối này có thể được nối với nhiều nguồn hơi để làm lắng các lớp khác nhau hoặc chi tiết đế có thể được di chuyển qua nhiều trạm lắng khác nhau với nguồn hơi và bộ phân phối hơi riêng của chúng. Bộ phân phối này có thể có dạng vòi phun với nhiều hình dạng vòi khác nhau để giúp nguồn hơi phân phối được đều.

Lớp đáy của tế bào quang điện có thể là lớp dẫn điện trong suốt. Lớp phủ mỏng có thể nằm trên cùng và bao phủ ít nhất một phần lớp dẫn điện trong suốt. Lớp tiếp theo được làm lắng là lớp bán dẫn thứ nhất, vốn có thể có tác dụng như lớp cửa sổ và có thể mỏng hơn dựa vào việc sử dụng lớp dẫn điện trong suốt và lớp phủ. Lớp tiếp theo được làm lắng là lớp bán dẫn thứ hai, có tác dụng như lớp hấp thụ. Các lớp khác, chẳng hạn các lớp có chứa tạp chất, có thể được làm lắng hoặc được đặt theo cách khác trên chi tiết đế trong suốt quá trình sản xuất, nếu cần.

Lớp dẫn điện trong suốt có thể là oxit dẫn điện trong suốt, chẳng hạn oxit kim loại như oxit thiếc, vốn có thể được pha tạp với, ví dụ, flo. Lớp này có thể được làm lắng giữa lớp tiếp xúc mặt trước với lớp bán dẫn thứ nhất, và có thể có điện trở suất đủ cao để làm giảm ảnh hưởng của các lỗ nhỏ trong lớp bán dẫn thứ nhất. Các lỗ nhỏ trong lớp bán dẫn thứ nhất có thể tạo ra mạch rẽ giữa lớp bán dẫn thứ hai với lớp tiếp xúc thứ nhất, tạo thành máng đối với trường cục bộ xung quanh các lỗ nhỏ này. Việc tăng điện trở của mạch rẽ này lên một lượng nhỏ có thể làm giảm đột ngột khu vực bị ảnh hưởng bởi mạch rẽ này.

Lớp phủ có thể được tạo ra để làm tăng điện trở nêu trên. Lớp phủ có thể là lớp chất liệu rất mỏng có tính ổn định hoá học cao. Lớp phủ này có thể có tính trong suốt cao hơn so với độ dày so sánh của chất bán dẫn có cùng độ dày. Các ví dụ về các chất liệu phù hợp để sử dụng làm lớp phủ bao gồm silic đioxit SiO_2 , đialumin trioxit Al_2O_3 , titan đioxit TiO_2 , điboron trioxit B_2O_3 và các thực thể tương tự khác. Lớp phủ cũng có thể có tác dụng cách điện và cách ly về mặt hoá học lớp dẫn điện trong suốt khỏi lớp bán dẫn thứ nhất để ngăn chặn các phản ứng vốn xảy ra ở nhiệt độ cao mà có thể ảnh hưởng xấu đến hiệu suất và tính ổn định. Lớp phủ cũng có thể tạo ra mặt dẫn điện vốn có thể phù hợp hơn để tiếp nhận quy trình làm lắng lớp bán dẫn thứ nhất. Ví dụ, lớp phủ có thể tạo ra bề mặt với độ nhám bề mặt được giảm bớt.

Lớp bán dẫn thứ nhất có thể có tác dụng như lớp cửa sổ đối với lớp bán dẫn thứ hai. Lớp bán dẫn thứ nhất có thể mỏng hơn lớp bán dẫn thứ hai. Nhờ mỏng hơn mà lớp bán dẫn thứ nhất có thể cho phép ánh sáng tới có bước sóng ngắn hơn xuyên qua nhiều hơn để đến lớp bán dẫn thứ hai.

Lớp bán dẫn thứ nhất có thể là chất bán dẫn thuộc Nhóm II-VI, III-V hoặc IV, ví dụ, ZnO , ZnS , ZnSe , ZnTe , CdO , CdS , CdSe , CdTe , MgO , MgS , MgSe , MgTe , HgO , HgS , HgSe , HgTe , MnO , MnS , MnTe , AlN , AlP , AlAs , AlSb , GaN , GaP , GaAs , GaSb , InN , InP , InAs , InSb , TiN , TiP , TiAs , TiSb , hoặc các hỗn hợp hay hợp kim của chúng. Nó có thể là chất bán dẫn đôi, ví dụ, có thể là CdS . Lớp bán dẫn thứ hai có thể được làm lắng lên lớp bán dẫn thứ nhất.

Chất bán dẫn thứ hai có thể có tác dụng như lớp hấp thụ đối với ánh sáng đến khi lớp bán dẫn thứ nhất có tác dụng như lớp cửa sổ. Tương tự như lớp bán dẫn thứ nhất, lớp bán dẫn thứ hai cũng có thể là chất bán dẫn thuộc Nhóm II-VI, III-V hoặc IV, ví dụ, ZnO, ZnS, ZnSe, ZnTe, CdO, CdS, CdSe, CdTe, MgO, MgS, MgSe, MgTe, HgO, HgS, HgSe, HgTe, MnO, MnS, MnTe, AlN, AlP, AlAs, AlSb, GaN, GaP, GaAs, GaSb, InN, InP, InAs, InSb, TiN, TiP, TiAs, TiSb, hoặc hỗn hợp các chất này.

Lớp bán dẫn thứ hai có thể được làm lắng lên lớp bán dẫn thứ nhất. Lớp phủ có thể có tác dụng cách điện và cách ly về mặt hoá học lớp dẫn điện trong suốt khỏi lớp bán dẫn thứ nhất để ngăn chặn các phản ứng vốn xảy ra ở nhiệt độ cao mà có thể ảnh hưởng xấu đến hiệu suất và tính ổn định. Lớp dẫn điện trong suốt nêu trên có thể được làm lắng trên đế.

Một số phương án thực hiện đã được mô tả. Tuy nhiên, cần hiểu rằng có thể có những cải biến khác nhau mà không vượt quá ý tưởng và phạm vi của sáng chế. Ví dụ, các lớp bán dẫn nêu trên có thể bao gồm nhiều loại chất liệu khác, như các chất liệu được sử dụng cho lớp đệm và lớp phủ. Theo đó, các phương án thực hiện khác cũng nằm trong phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ sau đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tế bào quang điện bao gồm:

lớp dẫn điện trong suốt;

lớp cửa sổ bán dẫn thứ nhất trên lớp dẫn điện trong suốt;

lớp tạp chất bao gồm tạp chất thứ nhất trên lớp cửa sổ bán dẫn thứ nhất;

lớp cửa sổ bán dẫn thứ hai trên và tiếp xúc trực tiếp với lớp tạp chất; trong đó,

lớp cửa sổ bán dẫn thứ hai bao gồm tạp chất thứ nhất;

các lớp cửa sổ bán dẫn thứ nhất và thứ hai bao gồm ít nhất một trong số MgO hoặc ZnO; và

lớp tạp chất bao gồm tạp chất thứ nhất có chiều dài giữa 4 và 15 Ångstrom; và

lớp hấp thụ bán dẫn trên lớp cửa sổ bán dẫn thứ hai, trong đó lớp hấp thụ bán dẫn bao gồm hỗn hợp của CdTe và CdSe, pha tạp loại p với chất thuộc nhóm I và chất thuộc nhóm V, trong đó nồng độ của chất thuộc nhóm V trong lớp hấp thụ bán dẫn nằm giữa 0,5ppma và 500ppma.

2. Tế bào quang điện theo điểm 1, trong đó lớp dẫn điện trong suốt được bố trí trên đế.

3. Tế bào quang điện theo điểm 1, trong đó chất thuộc nhóm I bao gồm ít nhất một trong số: lithi (Li), natri (Na), kali (K), rubiđi (Rb), xeri (Cs), đồng (Cu), bạc (Ag), hoặc vàng (Au).

4. Tế bào quang điện theo điểm 1, trong đó tạp chất thứ nhất bao gồm tạp chất loại n.

5. Tế bào quang điện theo điểm 1, trong đó lớp tạp chất bao gồm tạp chất thứ nhất tiếp xúc với lớp cửa sổ bán dẫn thứ nhất.

6. Tế bào quang điện theo điểm 1, trong đó lớp hấp thụ bán dẫn bao gồm CdTe.

7. Tế bào quang điện theo điểm 1, trong đó chất thuộc nhóm V bao gồm ít nhất một trong số photphor (P), asen (As), antimon (Sb), hoặc bitmut (Bi).

8. Tế bào quang điện theo điểm 1, trong đó còn bao gồm lớp đỉnh trên lớp hấp thụ bán dẫn, trong đó lớp đỉnh bao gồm nitride kim loại, và trong đó nitride kim loại, bao gồm ít nhất một trong số: nhôm, molipđen, crôm, coban, niken, titan, hoặc vonfam.

9. Tế bào quang điện theo điểm 1, trong đó lớp cửa sổ bán dẫn thứ hai còn bao gồm tạp chất thứ nhất ở nồng độ lớn hơn khoảng 100ppma.

10. Tế bào quang điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó chất thuộc nhóm V bao gồm As.

11. Tế bào quang điện theo điểm 9, trong đó lớp tạp chất bao gồm tạp chất thứ nhất có chiều dài lớn hơn 8 Ångstrom.

12. Tế bào quang điện theo điểm 9, trong đó lớp tạp chất bao gồm tạp chất thứ nhất có chiều dài lớn hơn 12 Ångstrom.

13. Tế bào quang điện bao gồm:

lớp dẫn điện trong suốt;

lớp hấp thụ bán dẫn trên lớp dẫn điện trong suốt, trong đó lớp hấp thụ bán dẫn được pha tạp loại p, và trong đó lớp hấp thụ bán dẫn bao gồm:

CdTe;

chất thuộc nhóm V;

chất thuộc nhóm I; và

Cl.

14. Tế bào quang điện theo điểm 13, trong đó lớp dẫn điện trong suốt được bố trí trên đế.

15. Tế bào quang điện theo điểm 13, trong đó còn bao gồm lớp đỉnh trên lớp hấp thụ bán dẫn, trong đó lớp đỉnh bao gồm nitride kim loại, và trong đó nitride kim loại, bao gồm ít nhất một trong số: nhôm, molipđen, crôm, coban, niken, titan, hoặc vonfam.

16. Tế bào quang điện theo điểm 13, trong đó lớp hấp thụ bán dẫn còn bao gồm CdSe.

17. Tế bào quang điện theo điểm 13, còn bao gồm lớp cửa sổ giữa lớp hấp thụ bán dẫn và lớp oxit dẫn điện trong suốt, trong đó lớp cửa sổ được pha tạp với các chất thuộc nhóm III.

18. Tế bào quang điện theo điểm 13, trong đó chất thuộc nhóm I bao gồm ít nhất một trong số: lithi (Li), natri (Na), kali (K), rubiđi (Rb), xeri (Cs), đồng (Cu), bạc (Ag), hoặc vàng (Au).

19. Tế bào quang điện theo điểm 13, trong đó chất thuộc nhóm I bao gồm ít nhất một trong số Cu, Ag, hoặc Au.

20. Tế bào quang điện theo điểm 13, trong đó chất thuộc nhóm V bao gồm ít nhất một trong số photphor (P), asen (As), antimon (Sb), hoặc bitmut (Bi).

21. Tế bào quang điện theo điểm 13, trong đó nồng độ của chất thuộc nhóm V trong lớp hấp thụ bán dẫn lớn hơn 0,5ppma.

22. Tế bào quang điện theo điểm 13, trong đó nồng độ của chất thuộc nhóm V trong lớp hấp thụ bán dẫn lớn hơn 100ppma.

23. Tế bào quang điện theo điểm 13, trong đó nồng độ của chất thuộc nhóm V trong lớp hấp thụ bán dẫn lớn hơn 500ppma.

24. Phương pháp sản xuất lớp hấp thụ của tế bào quang điện bao gồm:

làm bay hơi vật liệu nguồn để tạo hơi bán dẫn bằng hệ thống lắng vắn chuyển bằng hơi có bộ phân phối;

phân phối hơi bán dẫn qua bộ phân phối đến buồng lắng, trong đó hơi bán dẫn bao gồm Cd và Te;

tác dụng Cd hoặc Te dư vào hơi bán dẫn, nhờ đó:

hơi nêu trên trở nên không tỷ lệ so với CdTe, và

áp suất dư pha hơi của Cd hoặc Te được đưa vào hơi bán dẫn;

điều khiển nồng độ lỗ trống trong lớp hấp thụ sử dụng áp suất dư pha hơi; và

đưa tạp chất loại P vào trong lớp hấp thụ ở nồng độ lớn hơn 0,5ppma.

25. Phương pháp theo điểm 24, trong đó tạp chất loại P được đưa vào bằng cách khuếch tán.

26. Phương pháp theo điểm 24, trong đó tạp chất loại P được đưa vào bằng cách làm bốc hơi.

27. Phương pháp theo điểm 24, trong đó vật liệu nguồn bao gồm hỗn hợp bột hai pha.

28. Phương pháp theo điểm 24, trong đó tạp chất loại P được phủ lên bề mặt của lớp hấp thụ trước khi xử lý nhiệt.

29. Phương pháp theo điểm 24, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước đưa tạp chất loại P vào toàn bộ lớp hấp thụ.

30. Phương pháp theo điểm 24, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước đưa tạp chất loại P vào một phần lớp hấp thụ.

31. Phương pháp theo điểm 24, trong đó lớp hấp thụ bao gồm hỗn hợp của CdTe và CdSe.

32. Phương pháp theo điểm 24, trong đó lớp hấp thụ bao gồm hỗn hợp của CdTe và ZnTe.

33. Phương pháp theo điểm 24, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước lắng lớp đỉnh trên lớp hấp thụ bán dẫn, trong đó lớp đỉnh bao gồm nitride kim loại, và trong đó nitride kim loại, bao gồm ít nhất một trong số: nhôm, molipđen, crôm, coban, niken, titan, hoặc vonfam.

34. Phương pháp theo điểm 24, trong đó tạp chất loại P được đưa vào trong quá trình xử lý nhiệt.

35. Phương pháp theo điểm 34, trong đó nhiệt độ xử lý nhiệt bằng khoảng 400 độ C.

36. Phương pháp sản xuất lớp hấp thụ của tế bào quang điện bao gồm các bước:

lắng lớp hấp thụ, trong đó lớp hấp thụ bao gồm hỗn hợp của CdTe và ít nhất một chất bán dẫn chọn từ nhóm gồm có ZnO, ZnS, ZnSe, ZnTe, CdO, CdS, CdSe, MgO, MgS, MgSe, MgTe, HgO, HgS, HgSe, HgTe, MnO, MnS, MnTe, AlN, AlP, AlAs, AlSb, GaN, GaP, GaAs, GaSb, InN, InP, InAs, InSb, TiN, TiP, TiAs, và TiSb;

phủ dung dịch gây chảy vào bề mặt của lớp hấp thụ, trong đó dung dịch gây chảy bao gồm CdCl_2 và hợp chất clorua, và trong đó hợp chất clorua bao gồm chất thuộc nhóm I, chất thuộc nhóm V, hoặc cả hai;

xử lý nhiệt lớp hấp thụ với dung dịch gây chảy; và

đưa tạp chất loại P vào trong lớp hấp thụ bán dẫn ở nồng độ lớn hơn 0,5ppma.

37. Phương pháp theo điểm 36, trong đó tạp chất loại P bao gồm N, P, As, Sb, hoặc Bi.

38. Phương pháp theo điểm 36, trong đó tạp chất loại P bao gồm Li, Na, K, Rb, Cs, Cu, Ag, hoặc Au.

39. Phương pháp theo điểm 36, trong đó tạp chất loại P bao gồm P, As, Sb, Na, K, hoặc Rb.

40. Phương pháp theo điểm 36, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước bổ sung các chất thuộc nhóm I và nhóm V vào dung dịch gây chảy.

41. Phương pháp theo điểm 36, trong đó dung dịch gây chảy bao gồm chất thuộc nhóm V, và nhờ đó nồng độ của chất thuộc nhóm V trong lớp hấp thụ bán dẫn nằm trong khoảng từ 0,5ppma đến 500ppma.

Fig. 1

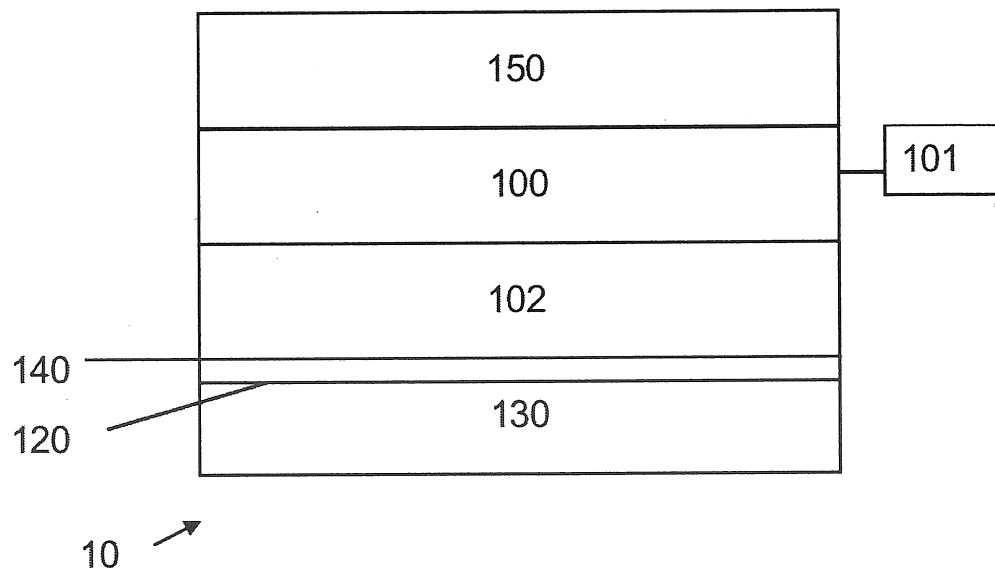


Fig. 2

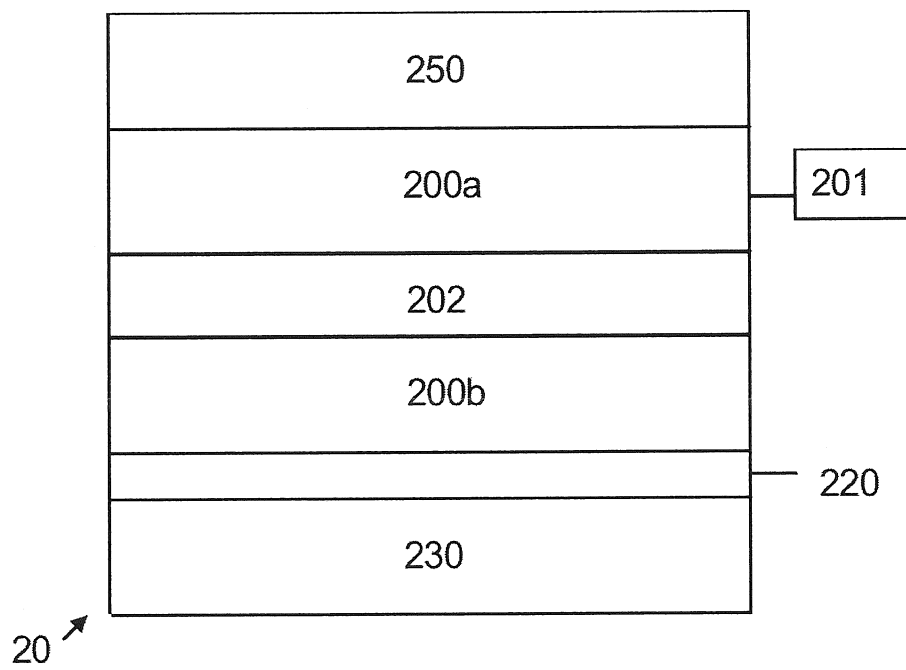


Fig. 3