



(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)



1-0030266

(51)⁸ H01L 31/0296

(13) B

(21) 1-2017-01967

(22) 11/02/2015

(86) PCT/US2015/015387 11/02/2015

(87) WO2016/073022 12/05/2016

(30) 14/531,425 03/11/2014 US; 14/602,340 22/01/2015 US

(45) 25/12/2021 405

(43) 25/08/2017 353A

(73) FIRST SOLAR, INC. (US)

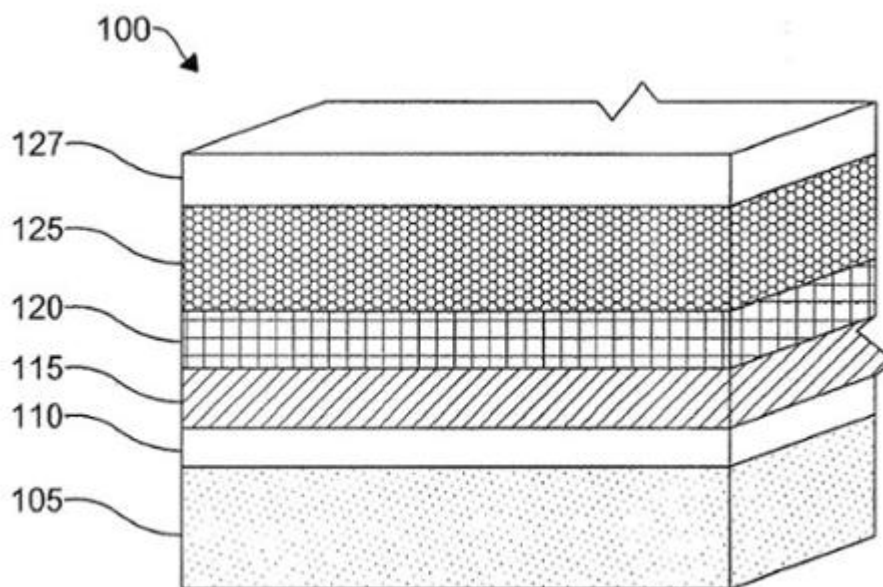
28101 Cedar Park Boulevard, Perrysburg, Ohio 43551, United States of America

(72) DAMJANOVIC, Dan (DE); GLOECKLER, Markus (DE); LIAO, Feng (CN); LOS, Andrei (US); MAO, Dan (CN); MILLIRON, Benjamin (US); MOR, Gopal (IN); POWELL, Rick (US); RING, Kenneth (US); ROGGIN, Aaron (US); TRIVEDI, Jigish (US); ZHAO, Zhibo (US).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) THIẾT BỊ QUANG ĐIỆN

(57) Sáng chế đề cập tới thiết bị quang điện chứa cấu trúc đế và ít nhất một lớp chứa Se, như lớp CdSeTe. Quy trình chế tạo thiết bị quang điện chứa bước tạo thành lớp CdSeTe trên đế bởi ít nhất một trong số quy trình phun xạ, lắng đọng hơi, CVD, lắng đọng bề mặt hóa học, và quy trình lắng đọng vận chuyển hơi. Quy trình cũng chứa bước điều khiển giới hạn độ dày của lớp chứa Se.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế này đề cập tới các thiết bị quang điện.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Cấu trúc quang điện tạo ra năng lượng điện bằng cách biến đổi ánh sáng thành dòng điện một chiều, nhờ việc sử dụng các vật liệu bán dẫn có hiệu ứng quang điện. Hiệu ứng quang điện sinh ra năng lượng điện khi được phơi ra trước ánh sáng, như các photon; các gói năng lượng sẽ được hấp thụ trong thiết bị bán dẫn, để kích thích các điện tử tới trạng thái năng lượng cao hơn, để lại trạng thái trống ("lỗ trống"). Do đó, các điện tử được kích thích và các lỗ trống có khả năng dẫn và dịch chuyển một cách tự do trong vật liệu.

Đơn vị cơ bản của cấu trúc quang điện, được gọi chung là tế bào, chỉ có thể sinh ra một lượng năng lượng điện ở quy mô nhỏ. Do đó, nhiều tế bào có thể được kết nối điện để tích tụ năng lượng tổng cộng, được sinh ra giữa nhiều tế bào, nằm trong một thiết bị tích hợp lớn hơn, được gọi là môđun, hoặc tấm. Môđun quang điện còn có thể chứa lớp sau để bảo vệ, và các vật liệu bao để bảo vệ các tế bào, được chứa ở trong đó, khỏi các yếu tố tác động của môi trường. Nhiều môđun hoặc tấm quang điện có thể được lắp ghép với nhau để tạo ra hệ thống quang điện, hoặc mảng, có khả năng sinh ra năng lượng điện lên tới các mức, có thể so sánh được với các loại khác của các nhà máy điện, có quy mô có thể sử dụng được. Bên cạnh các môđun quang điện, mảng ở quy mô có thể sử dụng được có thể còn chứa các cấu trúc gắn, thiết bị điện chứa các bộ biến đổi, các bộ biến thế, và các hệ thống điều khiển khác. Khi xem xét các mức khác nhau của thiết bị, từ tế bào riêng rẽ tới các mảng kích cỡ, có thể sử dụng được, chứa nhiều môđun, tất cả các ứng dụng này của hiệu ứng quang điện có thể chứa một hoặc nhiều cấu trúc quang điện, để hoàn thành việc chuyển đổi năng lượng.

Để sinh ra năng lượng từ ánh sáng mặt trời, vùng hoạt động của cấu trúc quang điện hoặc thiết bị thường chứa lớp kẹp từ hai vùng riêng biệt, một vùng trên vùng khác, và mỗi

vùng chứa một hoặc nhiều vật liệu, trong đó, mỗi vật liệu có thể còn chứa các tạp chất được bổ sung. Kết quả là một vùng trong thiết bị quang điện là loại n, có dư các điện tử mang điện âm, trong khi vùng khác là loại p, có dư các lỗ trống mang điện dương. Các vùng này nói chung được đặt tên là lớp cửa sổ, với vùng loại n, và lớp hấp thụ, với vùng loại p. Trong đó, hai vùng này chỗ tiếp giáp nhau và chỗ tiếp giáp p-n sẽ được hình thành. Sẽ tốt hơn nếu lớp cửa sổ là mỏng nhất có thể, để cho phép lượng ánh sáng tối đa đi tới được lớp hấp thụ, nhưng nó cũng cần phải đủ dày để duy trì chỗ tiếp giáp p-n mạnh mẽ với lớp hấp thụ.

Khi các photon tạo ra các điện tử tự do và các lỗ trống, chúng được gọi chung là các phân tử mang điện tích, ở gần chỗ tiếp giáp p-n, thì điện trường bên trong của chỗ tiếp giáp sẽ làm cho các điện tử dịch chuyển về phía n của chỗ tiếp giáp và các lỗ trống về phía p, nhờ đó tạo ra điện thế. Tiếp điểm trước, được kết nối điện tới lớp cửa sổ, và tiếp điểm sau, được kết nối điện tới lớp hấp thụ, có thể tạo thành các đường dẫn mà điện thế có thể chạy qua đó, để trở thành dòng điện. Các điện tử có thể quay ngược lại phía p, thông qua đường dẫn dòng điện ở bên ngoài, hoặc thông qua mạch điện.

Trong khi dịch chuyển trong vật liệu, các điện tử di động và các lỗ trống được sinh ra có thể tái tổ hợp, do sự có mặt của các trung tâm tái tổ hợp, như các khuyết tật điểm hoặc các khuyết tật cấu trúc, chứa các biên hạt và các giao diện vật liệu. Việc này làm giảm tổng số các phân tử mang điện tích có sẵn, để sinh ra dòng điện trong thiết bị, và giảm hiệu suất biến đổi tổng thể. Hiệu suất, trong trường hợp này, đề cập tới năng lượng điện hoặc năng lượng được sinh ra bởi thiết bị quang điện (Photovoltaic – PV) khi so với năng lượng tương đương của các photon đi tới thiết bị.

Quá trình sản xuất của cấu trúc quang điện thường chứa bước tạo thành liên tiếp của các lớp chức năng, qua quá trình xử lý, có thể bao gồm việc lắng đọng vận chuyển hơi, lắng đọng lớp nguyên tử, lắng đọng bề hóa học, phun xạ, thăng hoa không gian đóng, hoặc việc xử lý thích hợp khác, có thể tạo ra vật liệu mong muốn. Khi lớp được tạo thành, mong muốn là có thể biến đổi các tính chất vật lý của lớp, qua các quy trình xử lý kích hoạt sau đó. Ví dụ, bước kích hoạt có thể chứa việc thụ động hóa, vốn là việc sửa chữa các khuyết tật của cấu trúc hạt tinh thể, và còn có thể bao gồm cả việc ủ. Các phần không hoàn thiện

hoặc các khuyết tật trong hạt tinh thể làm gián đoạn cấu trúc tuần hoàn trong lớp và có thể tạo ra các vùng có điện trở cao, hoặc tạo ra tổn thất dòng.

Quy trình xử lý kích hoạt có thể hoàn thiện việc thụ động hóa của các khuyết tật cấu trúc hoặc khuyết tật điểm, nhờ việc đưa vào các chất pha tạp hóa học vào trong lớp kẹp bán dẫn, nhờ việc ngâm dung dịch, ở dạng phun hoặc dạng hơi. Việc ủ của lớp sau đó, trong sự có mặt của chất pha tạp hóa học, tại nhiệt độ tăng lên, tạo ra việc phát triển hạt và việc tích hợp của chất pha tạp vào trong lớp. Kích cỡ hạt lớn hơn làm giảm điện trở của lớp, cho phép các phân tử mang điện tích di chuyển một cách hiệu quả hơn. Việc tích hợp của chất pha tạp hóa học cũng có thể tạo ra các vùng của lớp kẹp, thiên về loại n hoặc thiên về loại p hơn, và có thể sinh ra lượng phân tử mang điện tích di động lớn hơn. Mỗi phần trong số chúng đều cải thiện hiệu quả hoạt động, bằng cách tăng điện thế tối đa của thiết bị, có thể tạo ra và làm giảm việc tái tổ hợp không mong muốn.

Trong việc xử lý kích hoạt ở trên, các thuộc tính tổng hợp là nhiệt độ ủ, thành phần bề hóa chất, và thời gian nhúng ngập cho lớp cụ thể, phụ thuộc vào vật liệu của lớp này và có thể có các tác dụng ngược trên các lớp khác có mặt trong cấu trúc quang điện. Ví dụ, trong suốt bước kích hoạt của lớp hấp thụ, việc ủ nhiệt độ cao có thể làm cho lớp cửa sổ di chuyển vào trong và trộn lẫn với lớp hấp thụ, vốn có thể dẫn tới việc lớp cửa sổ sẽ có độ dày không đồng đều hoặc trở nên không liên tục, và làm giảm hiệu quả hoạt động của thiết bị. Sẽ tốt hơn nếu có thể sử dụng nhiều dung dịch pha tạp có hiệu quả hóa học, các nhiệt độ ủ cao hơn, hoặc thời gian ủ dài hơn, trong bước kích hoạt, để xử lý một cách mạnh mẽ hơn lớp hấp thụ, do việc này sẽ làm tăng các hiệu quả được tạo ra cho lớp hấp thụ, nhờ bước kích hoạt. Tuy nhiên, việc sử dụng nhiều điều kiện xử lý mạnh mẽ trong suốt bước kích hoạt có thể tạo ra nhiều việc di chuyển hơn, do đó nó còn làm giảm chất lượng hoặc phá hủy lớp cửa sổ, làm giảm hiệu quả hoạt động của thiết bị. Theo cách khác, TCO có thể thực hiện chức năng của lớp loại n. Trong trường hợp này, các ràng buộc của việc ủ bị ảnh hưởng bởi các khuyết tật của màng tại giao diện của TCO và bộ phận hấp thụ có thể tăng sự tái hợp.

Vấn đề này không thể được giải quyết bằng cách tăng một cách đơn giản độ dày ban đầu của lớp cửa sổ, sao cho nếu có một số vật liệu được chảy ra trong suốt bước kích hoạt, thì phần còn lại vẫn đủ để duy trì chỗ tiếp giáp tốt. Cách thức giải quyết rõ ràng này gây ra các vấn đề khác, khi lớp cửa sổ sẽ hấp thụ một số photon và sẽ có lớp cửa sổ dày hơn sau bước kích hoạt làm giảm ánh sáng sẵn có cho việc thu hoạch các photon tại lớp hấp thụ. Nói chung, mong muốn để có lớp cửa sổ rất mỏng, để tạo ra việc truyền ánh sáng tốt hơn tới lớp hấp thụ. Một phương pháp để tạo thành các cửa sổ rất mỏng nhưng vẫn cho phép ủ một cách mạnh mẽ, là xen kẽ lớp hợp kim, để làm chậm việc phân tán vào nhau. Một ví dụ khả thi là việc sử dụng cấu trúc $\text{CdS}/\text{CdS}_x\text{Te}_{1-x}/\text{CdTe}$. Trong trường hợp này, lớp hợp kim ba thành phần làm giảm gradient nồng độ trong S và do đó làm chậm thông lượng phân tán vào nhau.

Các chồng chất bán dẫn hai lớp, như các chồng có các lớp CdSe/CdTe , yêu cầu việc phân tán lẫn nhau để tạo thành hợp kim thành phần mong muốn cho việc hấp thụ photon hồng ngoại tăng. Có thể không đạt được profin Se cuối cùng, tối ưu tốt nhất từ việc phân tán lẫn nhau từ cấu trúc lớp kép ban đầu. Trong trường hợp này, việc phân tán lẫn nhau từ cấu trúc bắt đầu ba lớp $\text{CdS}/\text{CdS}_x\text{Te}_{1-x}/\text{CdTe}$ có thể được sử dụng để tạo profin SE mong muốn cuối cùng. Với các lớp đôi và các lớp ba, lớp hạt CdSe bắt đầu thường không có mặt trong cấu trúc cuối cùng mà có tác dụng như là nguồn Se, dẫn tới thành phần Se được phân loại nằm trong lớp $\text{CdSe}_x\text{Te}_{1-x}$.

Các thiết bị với $\text{CdSe}_x\text{Te}_{1-x}$ như là bộ phận hấp thụ hợp kim, thường được tạo ra bằng cách lắng đọng lớp CdSe hoặc CdSe_xTe bậc ba với x phần mol Se cao, tiếp theo bởi lớp CdTe và/hoặc $\text{CdSe}_x\text{Te}_{1-x}$ với phần mol Se thấp. Trong suốt quá trình xử lý clo catmi sau đó, các lớp được trộn lẫn tạo thành profin Se liên tục, trộn tru trong thiết bị. Nồng độ Se đỉnh trong các thiết bị này được định vị tại giao diện giữa bộ phận hấp thụ thiết bị và TCO.

Do đó, mong muốn để tạo ra chỗ tiếp giáp p-n hiệu quả giữa các lớp các vật liệu bán dẫn, việc tích hợp lớp hấp thụ có thể được kích hoạt với bước kích hoạt mạnh mẽ.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất thiết bị quang điện. Thiết bị quang điện bao gồm: lớp oxit dẫn trong suốt (transparent conductive oxide - TCO), tiếp điểm sau; và lớp hấp thụ được tạo thành giữa lớp TCO và tiếp điểm sau, trong đó: lớp hấp thụ được tạo thành từ hợp chất $\text{CdSe}_x\text{Te}_{1-x}$, x là từ khoảng 0,01 tới khoảng 0,40, tỉ lệ của các nguyên tử Se so với tổng của các nguyên tử Se và các nguyên tử Te trong suốt hợp chất $\text{CdSe}_x\text{Te}_{1-x}$ là giữa 1 tới 100 và 4 tới 10, Se ở trong khắp lớp hấp thụ, lớp hấp thụ có gradien nồng độ Se được tạo thành ở đó, và nồng độ của Se liền kề lớp TCO là cao hơn nồng độ của Se liền kề tiếp điểm sau.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất thiết bị quang điện khác. Thiết bị quang điện này bao gồm: lớp oxit dẫn trong suốt (transparent conductive oxide - TCO), lớp tiếp điểm sau; chất hấp thụ loại p giữa lớp TCO và lớp tiếp điểm sau, trong đó: chất hấp thụ loại p bao gồm bề mặt liền kề lớp TCO và bề mặt liền kề tiếp điểm sau, chất hấp thụ loại p được tạo thành từ hợp chất $\text{CdSe}_x\text{Te}_{1-x}$, trong đó tỉ lệ của các nguyên tử Se so với tổng của các nguyên tử Se và các nguyên tử Te trong hợp chất $\text{CdSe}_x\text{Te}_{1-x}$ là giữa 1 đến 100 và 4 đến 10, chất hấp thụ loại p có gradien nồng độ của Se được tạo thành ở đó, và nồng độ đỉnh của Se của gradien nồng độ của Se là nằm trong chất hấp thụ loại p và giữa bề mặt liền kề lớp TCO và bề mặt liền kề tiếp điểm sau.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Phần nêu trên cũng như các ưu điểm khác của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật nhờ phần mô tả chi tiết dưới đây và các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 minh họa giản đồ của các lớp chức năng trong thiết bị quang điện theo một phương án thực hiện của sáng chế;

Fig.2 minh họa quy trình sản xuất thiết bị quang điện theo một phương án thực hiện của sáng chế;

Fig.3 minh họa giản đồ của các lớp chức năng theo một phương án thực hiện của thiết bị quang điện;

Fig.4 minh họa giản đồ của các lớp chức năng theo một phương án thực hiện của thiết bị quang điện;

Fig.5 minh họa giản đồ của các lớp chức năng của thiết bị quang điện trên Fig.3 theo phương án thực hiện khác;

Fig.6 minh họa giản đồ của các lớp chức năng theo một phương án thực hiện của thiết bị quang điện;

Fig.7 minh họa giản đồ của các lớp chức năng theo một phương án thực hiện của thiết bị quang điện;

Fig.8 minh họa giản đồ chức năng theo một phương án thực hiện của thiết bị quang điện;

Fig.8a minh họa giản đồ của các lớp chức năng trong thiết bị quang điện trên Fig.7 trước bước ủ;

Fig.8b minh họa giản đồ của các lớp chức năng trong thiết bị quang điện trên Fig.7 trước bước ủ theo phương án thực hiện khác của sáng chế;

Fig.9 minh họa giản đồ chức năng theo một phương án thực hiện của thiết bị quang điện;

Fig.10 minh họa giản đồ của các lớp chức năng theo phương án thực hiện thứ mười ba của thiết bị quang điện;

Fig.11 minh họa giản đồ của các lớp chức năng theo một phương án thực hiện của thiết bị quang điện;

Fig.12 thể hiện tỉ lệ selen so với telurua theo phần trăm nguyên tử theo một số phương án thực hiện của sáng chế; và

Fig.13 thể hiện hiệu suất lượng tử (quantum efficiency - QE) đo được cho các thiết bị quang điện theo một số phương án thực hiện của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần mô tả dưới đây và các hình vẽ kèm theo mô tả và minh họa các phương án thực hiện làm ví dụ của sáng chế. Phần mô tả và các hình vẽ có tác dụng nhằm cho phép người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực tạo ra và sử dụng sáng chế, và không nhằm mục đích hạn chế phạm vi bảo hộ của sáng chế theo bất kỳ cách nào. Liên quan tới các phương pháp được bộc lộ, các bước được thể hiện chỉ là ví dụ, và do đó thứ tự của các bước có thể trở nên không cần thiết hoặc không phải là thiết yếu.

Các thiết bị quang điện nói chung bao gồm nhiều lớp vật liệu. Fig.1 minh họa thiết bị quang điện 100 theo sáng chế, trong đó, số lớp sẽ được thể hiện chung và được mô tả ở đây. Các lớp được mô tả ở đây, các vật liệu được sử dụng để tạo thành các lớp, và/hoặc các phương pháp tạo thành các lớp thiết bị quang điện 100 có thể được thay thế, được chứa, bên cạnh các lớp đã được mô tả, hoặc không có mặt trong các phương án thực hiện của sáng chế được mô tả bên dưới và được minh họa trong các hình vẽ kèm theo. Nhiều phương án thực hiện cụ thể của thiết bị quang điện mới sẽ được mô tả với tham khảo tới các hình vẽ. Cần hiểu rằng mỗi lớp trong các lớp có thể được lắng đọng từ việc lắng đọng lớp đơn từ vật liệu đơn, từ việc lắng đọng nhiều lớp từ vật liệu đơn, hoặc từ việc lắng đọng nhiều lớp từ nhiều vật liệu, nếu muốn.

Thiết bị quang điện 100 có thể chứa lớp đế 105, lớp oxit dẫn trong suốt (transparent conductive oxide - TCO) 110, lớp cửa sổ 115, lớp hấp thụ 120, tiếp điểm sau 125, và điện cực kim loại sau 127. Thiết bị quang điện 100 còn có thể chứa lớp phân giới, như lớp đệm, ví dụ, giữa các lớp khác nhau của thiết bị. Các thiết bị quang điện có thể còn chứa các kết nối điện, không được thể hiện, tạo ra đường dẫn dòng để liên lạc các luồng dòng điện được sinh ra, như từ một tế bào quang điện tới các tế bào liên kề trong môđun hoặc từ một môđun quang điện tới các môđun liên kề trong mảng. Theo cách khác, các kết nối điện có thể kết nối luồng dòng điện tới thiết bị tải bên ngoài, trong đó dòng được sinh ra nhờ quang học sẽ tạo ra năng lượng.

Mỗi lớp trong các lớp được mô tả trong các phương án thực hiện dưới đây có thể được tạo thành từ nhiều hơn một lớp hoặc màng. Ngoài ra, mỗi lớp có thể che phủ tất cả hoặc một phần của thiết bị và/hoặc tất cả hoặc một phần của lớp hoặc vật liệu nằm bên

dưới lớp. Ví dụ, "lớp" có thể có nghĩa là lượng bất kỳ của vật liệu, tiếp xúc với tất cả hoặc một phần bề mặt. Trong suốt quy trình tạo thành một lớp trong số các lớp, lớp được tạo thành, tạo thành trên bề mặt bên ngoài, thường là bề mặt trên, của đế hoặc cấu trúc đế. Cấu trúc đế có thể chứa lớp đế được đưa vào trong quy trình lắng đọng, và lớp khác hoặc các lớp bổ sung bất kỳ có thể được lắng đọng lên trên lớp đế, trong quy trình lắng đọng trước đó. Các lớp có thể được lắng đọng qua toàn bộ đế với các phần cụ thể của vật liệu được loại bỏ sau đó nhờ việc cắt bỏ, khắc laze hoặc nhờ quy trình loại bỏ vật liệu khác.

Lớp đế 105 có thể được tạo thành từ thủy tinh, ví dụ, thủy tinh vôi natri cacbonat hoặc thủy tinh nổi. Theo cách khác, lớp đế 105 có thể được tạo thành từ các vật liệu polyme, gốm, hoặc các vật liệu khác tạo cấu trúc bền vững để tạo thành đế của tế bào quang điện. Lớp đế 105 có thể có các lớp bổ sung được sử dụng (không được thể hiện) thúc đẩy việc truyền của các photon qua độ dày của nó, có thể chứa các lớp phủ chống phản xạ hoặc các lớp phủ chống làm bẩn. Lớp đế 105 có lớp TCO 110 được lắng đọng trên đó. Lớp TCO 110 có thể được tạo thành từ oxit dẫn trong suốt, thích hợp bất kỳ, bao gồm nhưng không giới hạn ở, oxit indium gali, stannat catmi, oxit catmi thiếc, oxit silic, oxit thiếc, oxit catmi indium, oxit thiếc được pha tạp flo, oxit kẽm được pha tạp nhôm, oxit thiếc indium, hoặc các tổ hợp khác nhau của chúng.

Lớp cửa sổ 115 được tạo thành trên lớp TCO 110 và có thể được tạo thành từ vật liệu bán dẫn loại n như, ví dụ, CdS, CdSSe, CdSe, thiếc kẽm sunfua (ZnS), hợp kim ZnS/CdS, ZnSO, oxit magiê kẽm, catmi magiê sunfua, oxit catmi thiếc, oxit thiếc indium, oxit catmi pha tạp indium, oxit kẽm pha tạp nhôm, oxit indium kẽm, oxit kẽm thiếc, oxit catmi, oxit kẽm nhôm, oxit kẽm silic, oxit kẽm zirconi, oxit thiếc nhôm, oxit thiếc silic, oxit thiếc zirconi, hoặc vật liệu có công thoát rộng và ổn định thích hợp khác. Cần hiểu rằng lớp đệm (không được thể hiện) có thể được tạo thành giữa lớp cửa sổ 115 và lớp TCO 110. Cần hiểu rằng thiết bị quang điện 100 có thể bỏ qua lớp cửa sổ 115, nếu muốn.

Lớp hấp thụ 120 được tạo thành trên lớp cửa sổ 115 (nếu có mặt) và có thể được tạo thành từ catmi telurit, catmi kẽm telurit, CdSe, catmi selen telurit, Cd(S, Se, Te), CdSTe, đồng indium gali selenit, silic vô định hình, các tổ hợp của các chất nêu trên, các hợp

kim của các chất nêu trên, hoặc vật liệu bán dẫn loại p thích hợp bất kỳ khác. Lớp hấp thụ 120 có thể được tạo thành bởi lớp vật liệu được lắng đọng trên thiết bị 100, hoặc lớp hấp thụ 120 có thể được tạo thành bởi nhiều lớp vật liệu được lắng đọng trên thiết bị 100 là lớp được xử lý (tức là, ủ) để tạo thành hợp kim là lớp hấp thụ 120. Lớp hấp thụ 120 cũng có thể được tạo thành từ nhiều lớp vật liệu, tạo thành gradien qua lớp hấp thụ 120 khi nhiều lớp được ủ, hoặc lớp hấp thụ 120 có thể được tạo thành từ lớp vật liệu đơn có gradien của vật liệu được tạo thành qua đó.

Tiếp điểm sau 125 là lớp phân giới giữa lớp hấp thụ 120 và điện cực kim loại sau 127. Tổ hợp của tiếp điểm sau 125 và điện cực kim loại sau 127 có thể cùng nhau được đề cập chung như là tiếp điểm sau, mà không có sự phân biệt nào được vẽ ra giữa các lớp. Tiếp điểm sau 125 có thể được tạo thành từ vật liệu bất kỳ chứa telur, selen, vàng, vonfram, tantalum, titan, paladi, nickel, bạc, canxi, chì, thủy ngân, graphit, và dạng tương tự. Tiếp điểm sau 125 cũng có thể chứa ZnTe, hợp kim CdTe-ZnTe (tức là, CdZnTe), ZnTe:Cu, inditrit, HgTe, Te, và PbTe, hoặc vật liệu thích hợp bất kỳ khác. Điện cực kim loại sau 127 tạo ra việc dẫn phụ của dòng điện tới mạch bên ngoài. Điện cực kim loại sau 127 có thể được tạo thành từ nhôm, đồng, nickel, vàng, bạc, molipden nitrit, molipden, crôm, các kim loại được oxi hóa, các nitrit kim loại, các tổ hợp của các chất nêu trên, các hợp kim của các chất nêu trên, hoặc kim loại bất kỳ khác đã biết là hữu dụng để làm bộ phận dẫn trong thiết bị quang điện. Tiếp điểm sau thích hợp 125 và điện cực 127 được mô tả trong đơn sáng chế đồng sở hữu WO2014/151610 cho “thiết bị quang điện có điện cực sau được cải tiến và phương pháp tạo thành chúng - Photovoltaic Device Having Improved Back Electrode and Method of Formation”, được kết hợp ở đây bằng cách viện dẫn, phần bộc lộ của nó có thể được tham khảo để cho phép thực hiện phần tiếp điểm sau 125 và điện cực 127 của sáng chế.

Nếu lớp phân giới có mặt trong thiết bị quang điện 100, thì lớp phân giới có thể được tạo thành từ số bất kỳ các vật liệu, và có thể được bố trí giữa lớp bất kỳ trong các lớp khác nhau của thiết bị quang điện, nếu muốn. Lớp phân giới có thể là lớp đệm hoặc lớp bộ mang ngăn cản sự phân tán của các ion hóa học từ, vào trong, hoặc đi qua đế 105 hoặc lớp khác

của thiết bị 100. Ví dụ, một lớp phân giới được chứa trong thiết bị quang điện 100 có thể là lớp chắn được tạo thành giữa lớp đế 105 và lớp TCO 110. Lớp chắn có thể được tạo thành từ vật liệu thích hợp bất kỳ, bao gồm, nhưng không giới hạn silic oxit, nhôm, oxit thiếc, hoặc oxit silic nhôm. Một ví dụ khác của lớp phân giới có thể là lớp đệm được tạo thành giữa lớp TCO 110 và lớp cửa sổ 115 để làm giảm sự tái kết hợp của các lỗ trống và các điện tử, tại giao diện của lớp TCO 110 và lớp cửa sổ 115. Lớp đệm có thể được tạo thành từ vật liệu thích hợp bất kỳ nào, bao gồm nhưng không giới hạn ở, ví dụ, oxit thiếc, oxit kẽm, oxit thiếc kẽm, oxit thiếc được pha tạo kẽm, oxit indi, hỗn hợp của các oxit thiếc và kẽm, zinc stannat, oxit magiê kẽm, kẽm oxysulfua, catmi magan sunfua, hoặc catmi magiê sunfua, hoặc các tổ hợp của các chất nêu trên.

Thiết bị quang điện 100 có thể chứa các thành phần khác (không được thể hiện) như, các thanh bus, dây nối bên ngoài, các vết khắc laze, v.v., ví dụ, khi thiết bị 100 tạo thành tế bào quang điện của môđun quang điện, nhiều tế bào quang điện có thể được kết nối nối tiếp để thu được điện thế mong muốn, như qua kết nối nối dây điện. Mỗi đầu cuối của các chuỗi kết nối các tế bào có thể được gắn vào điện trở thích hợp như dây hoặc thanh bus, để dẫn dòng được sinh ra tới các vị trí thuận tiện cho việc kết nối tới thiết bị hoặc hệ thống khác, sử dụng dòng được sinh ra. Theo một số phương án thực hiện, laze có thể được sử dụng để khắc các lớp được lắng đọng của thiết bị quang điện 100 để chia thiết bị thành nhiều chuỗi tế bào được kết nối.

Các lớp của thiết bị quang điện 100 và các thiết bị được mô tả ở đây có thể được lắng đọng nhờ quy trình phún xạ. Nói chung, việc phún xạ bao gồm việc bắn ra của các nguyên tử từ bề mặt của vật liệu đích thông qua việc bắn phá năng lượng của các ion trên bề mặt của đích. Theo cách khác, các lớp có thể được tạo thành bởi quy trình lắng đọng thích hợp bất kỳ khác đã biết tới trong tình trạng kỹ thuật của sáng chế, bao gồm nhưng không giới hạn ở, lắng đọng xung laze (pulse laser deposition - PLD), lắng đọng hơi hóa học (chemical vapor deposition - CVD), lắng đọng điện hóa (electrochemical deposition - ECD), lắng đọng lớp nguyên tử (atomic layer deposition - ALD), việc bay hơi, hoặc lắng đọng vận chuyển hơi (vapor transport deposition - VTD).

Phương pháp sản xuất cấu trúc quang điện, thiết bị quang điện 100, ví dụ, sẽ được minh họa trên Fig.2, có thể chứa việc tạo thành các lớp liên tiếp trên đế. Trong bước thứ nhất 802, lớp TCO có thể được tạo thành trên lớp đế, như thủy tinh. Trong bước thứ hai 804, lớp cửa sổ có thể được lắng đọng qua đế chứa lớp TCO và lớp đế đã được tạo thành ở đó từ trước trước. Lớp cửa sổ có thể chứa thành phần bán dẫn loại n, ví dụ, hoặc lớp cửa sổ có thể bị bỏ qua. Theo bước tùy chọn thứ ba 806, lớp phân giới có thể được lắng đọng qua đế chứa lớp cửa sổ loại n, lớp TCO, và lớp đế đã được tạo thành ở đó từ trước.

Trong bước thứ tư 808, lớp hấp thụ có thể được lắng đọng qua đế chứa lớp (các lớp) phân giới tùy chọn, lớp cửa sổ loại n, lớp TCO, và đế. Việc lắng đọng lớp hấp thụ của bước thứ tư 808 có thể chứa việc lắng đọng của một hoặc nhiều lớp tiền chất, yêu cầu bước ủ hoặc bước gia nhiệt (như được mô tả bên dưới) sau việc lắng đọng của chúng, để tạo thành lớp hấp thụ. Theo các phương án thực hiện, trong đó, lớp hấp thụ được tạo thành từ một hoặc nhiều lớp tiền chất, lớp tiền chất thứ nhất, ví dụ CdSe, được lắng đọng qua cấu trúc đế được tiếp theo bởi việc lắng đọng của lớp tiền chất thứ hai, ví dụ CdTe, qua lớp tiền chất thứ nhất. Các lớp tiền chất được lắng đọng sau đó được ủ (xem bước 810) để tạo thành dạng lớp cuối cùng được mong muốn, ví dụ CdSeTe. Bước (các bước) ủ gây ra việc phân tán liên thông của Se qua suốt lớp CdSeTe.

Trong bước thứ năm 810, quy trình kích hoạt có thể được thực hiện trên các lớp được lắng đọng. Bước kích hoạt 810 có thể bao gồm việc đưa vật liệu chứa clo vào các lớp vật liệu bán dẫn, ví dụ catmi clorua (CdCl_2) khi ngâm dung dịch, phun hoặc bay hơi, và việc ủ được kết hợp của lớp hấp thụ ở nhiệt độ được tăng cao. Ví dụ, nếu CdCl_2 được sử dụng thì CdCl_2 có thể được tạo thành ở đó trên lớp hấp thụ như là dung dịch nước. Theo cách khác, lớp hấp thụ có thể được ủ với CdCl_2 bằng cách cho việc chảy liên tục của hơi CdCl_2 qua bề mặt của lớp hấp thụ lớp suốt bước ủ. Theo cách khác, các vật liệu pha tạp clo cũng có thể được sử dụng như là MnCl_2 , MgCl_2 , NH_4Cl , ZnCl_2 , hoặc TeCl_4 . Việc ủ thông thường có thể được thực hiện tại nhiệt độ khoảng 350°C - 475°C trong khoảng thời gian tổng cộng là 90 phút hoặc ít hơn, với thời gian thấm ướt bằng hoặc nhỏ hơn khoảng 60 phút.

Bước kích hoạt gồm nhiều bước 810 có thể được sử dụng cho mỗi phương án trong các phương án thực hiện được mô tả ở đây. Với mỗi cơ chế kích hoạt mong muốn trong bước kích hoạt nhiều bước 810, như việc phát triển bán dẫn, việc phân tán clo, việc phân tán liên thông lưu huỳnh và/hoặc selen vào trong các lớp, có thể thu được năng lượng kích hoạt nhiệt khác. Việc sử dụng việc xử lý nhiều bước cho phép mỗi cơ chế kích hoạt được tối ưu hóa. Lấy ví dụ về việc xử lý kích hoạt nhiều bước, CdCl_2 có thể được áp dụng trong bước đơn được theo sau bởi việc ủ sử dụng profin nhiệt độ nhiều bước. Ví dụ, nhiệt độ ủ có thể tăng lên tới 425°C đầu tiên, được giữ ở đó trong khoảng thời gian (ví dụ, từ 1 đến 10 phút) và sau đó được tăng tiếp tới 450°C - 460°C và được giữ tại đó một khoảng thời gian bổ sung (ví dụ là từ 1 đến 10 phút) trước khi làm giảm nhiệt độ ủ ngược trở lại. Profin nhiệt độ này cho việc ủ ở trên tạo thành các đặc điểm tinh thể học khác nhau cho vật liệu CdTe khác với các đặc điểm của thiết bị được kích hoạt trong bước ủ đơn tại nhiệt độ 425°C hoặc theo cách khác tại nhiệt độ 450°C - 460°C . Như là một mở rộng hoặc một phương án thay thế cho cách tiếp cận này, các ứng dụng đa CdCl_2 , mà mỗi ứng dụng được ghép cặp với việc ủ tại các thời gian được thay đổi và các nhiệt độ có thể cũng được sử dụng để thu được các đặc điểm lớp mong muốn. Trong bước thứ sáu 812, tiếp điểm sau có thể được tạo thành qua lớp hấp thụ loại p đã được kích hoạt.

Fig.3 minh họa thiết bị quang điện 200 theo một phương án thực hiện của sáng chế. Các lớp của thiết bị quang điện 200 là tương tự như như thiết bị quang điện 100 trừ phần được mô tả bên dưới. Thiết bị quang điện 200 chứa lớp cửa sổ loại n 230 bao gồm catmi sulphoselenit (CdSSe) được lắng đọng qua lớp đế 205 và lớp TCO 210. Lớp hấp thụ loại p 220 được lắng đọng qua lớp CdSSe 230. Lớp CdSSe 230 và lớp hấp thụ loại p 220 tạo thành chỗ tiếp giáp p-n trong thiết bị quang điện 200. Tiếp điểm sau 225 được tạo thành bên trên lớp hấp thụ loại p 220. Lớp TCO 210 cho phép ánh sáng đi qua đó tới lớp cửa sổ bán dẫn 215 trong khi có tác dụng như điện cực ômic để vận chuyển các phân tử mang điện tích, được sinh ra nhờ ánh sáng, ra khỏi vật hấp thụ ánh sáng. Tiếp điểm sau 225 có tác dụng như là điện cực ômic thứ hai để vận chuyển các phân tử mang điện tích được sinh ra nhờ ánh sáng.

Lớp TCO 210 có thể tạo thành hoặc có thể được kết nối điện để tạo thành tiếp điểm. Tiếp điểm sau 225 có thể tạo thành hoặc có thể được kết nối điện để tạo thành tiếp điểm sau. Tiếp điểm trước tạo thành đường dẫn hiện thời mà dòng điện được sinh ra bởi các lớp chủ động của thiết bị quang điện có thể chạy qua đó. Tiếp điểm sau tạo thành đường dẫn thứ hai mà dòng điện được sinh ra có thể chạy qua đó. Tiếp điểm trước có thể kết nối một tế bào quang điện tới tế bào liên kề theo một hướng, mà môđun quang điện nằm trong đó hoặc, theo cách khác, tới đầu cuối của môđun quang điện. Một cách tương tự, tiếp điểm sau có thể kết nối tế bào quang điện tới đầu cuối của môđun quang điện hoặc, theo cách khác, tới tế bào liên kề trong hướng thứ hai, nằm trong môđun quang điện, tạo thành cấu hình chuỗi. Tiếp điểm trước hoặc tiếp điểm sau có thể kết nối tế bào quang điện tới đầu cuối bên ngoài của môđun quang điện mà nó nằm trong đó.

Lớp CdSSe loại n 230 tạo thành lớp cửa sổ, nghĩa là, vùng loại n của chỗ tiếp giáp p-n nằm trong thiết bị quang điện 200. Độ dày của lớp CdSSe 230 có thể có độ dày nằm giữa 10nm tới 100nm hoặc theo cách khác có độ dày nằm giữa 30nm và 75nm. Lớp CdSSe 230 có thể được tạo thành từ catmi, lưu huỳnh và selen với các lượng thay đổi để tạo thành hợp chất $\text{CdS}_{1-x}\text{Se}_x$, trong đó, x là nằm trong khoảng giới hạn khoảng từ 1 đến 25at%, hoặc theo cách khác giữa khoảng từ 5 đến 10at%. Tỷ lệ thành phần hoặc phần trăm nguyên tử (atomic percentage - at%) của hợp chất, ví dụ $\text{CdS}_{1-x}\text{Se}_x$, được xác định bằng cách so sánh số nguyên tử lưu huỳnh và số nguyên tử selen trong lượng đã cho của hợp chất với tổng số các nguyên tử lưu huỳnh và selen trong lượng đã cho. Ví dụ, trong đó, $x = 10\text{at\%}$, có 9 nguyên tử lưu huỳnh cho mọi lượng 1 nguyên tử selen trong lượng đã cho của hợp chất $\text{CdS}_{90\%}\text{Se}_{10\%}$.

Lớp CdSSe 230 có thể được sản xuất bằng quy trình lắng đọng, như lắng đọng vận chuyển hơi, lắng đọng lớp phân tử, lắng đọng bề hóa học, phún xạ, thăng hoa không gian đóng, hoặc quy trình thích hợp bất kỳ khác được ghi chú ở đây. Trong việc tạo thành lớp CdSSe 230 sử dụng quy trình yêu cầu việc bay hơi của bột, như lắng đọng vận chuyển hơi, lớp CdSSe 230 có thể được tạo thành từ việc đồng bay hơi của hỗn hợp được phối trộn của bột CdS và catmi selenit (CdSe), hoặc việc bay hơi của bột CdSSe trước khi tạo hợp kim.

Thành phần của các bột được phối trộn cho việc đồng bay hơi hoặc thành phần của bột trước khi tạo hợp kim có thể được tùy chỉnh sao cho màng như được lắng đọng sẽ đạt được tỉ lệ thành phần $\text{CdS}_{1-x}\text{Se}_x$ mong muốn. Theo cách khác, lớp CdSSe có thể được tạo thành bằng cách lắng đọng liên tiếp lớp CdS tiếp theo bởi việc lắng đọng lớp CdSe với quy trình ủ hoặc xử lý nhiệt sau đó để cho phép tạo hợp kim của hai lớp để đạt được tỉ lệ thành phần $\text{CdS}_{1-x}\text{Se}_x$ mong muốn. Quy trình ủ hoặc xử lý nhiệt có thể là bước tách biệt trong quy trình sản xuất hoặc có thể xuất hiện đồng thời với việc lắng đọng sau đó của còn lớp thiết bị quang điện, ví dụ là việc lắng đọng của lớp hấp thụ loại p 220.

Mặc dù các phương án thực hiện được bộc lộ ở đây có thể mô tả lớp CdSSe như là lớp đơn nằm trong thiết bị, nhưng trong mỗi trường hợp, lớp CdSSe có thể chứa nhiều lớp CdSSe có thành phần thay đổi để tạo thành gradien, liên tục hoặc thay đổi theo bậc, của tỉ lệ lưu huỳnh so với selen. Ví dụ, lớp CdSSe 230 có thể được tạo thành như là lớp $\text{CdS}_{1-x}\text{Se}_x$ đơn, trong đó, x được giữ không đổi trong suốt quá trình tạo thành. Theo cách khác, lớp CdSSe 230 có thể được tạo thành liên tiếp như là nhiều lớp $\text{CdS}_{1-x}\text{Se}_x$ trong đó, x có trị số thay đổi cho mỗi lớp trong các lớp được tạo thành liên tiếp. Ví dụ, lớp $\text{CdS}_{1-x}\text{Se}_x$ thứ nhất có thể được lắng đọng trong đó, $x = 5\text{at}\%$, và lớp $\text{CdS}_{1-x}\text{Se}_x$ thứ hai có thể được lắng đọng trong đó, $x = 10\text{at}\%$. Hai lớp liên kế có thể cùng nhau tạo thành lớp CdSSe 230. Theo cách khác nữa, tỉ lệ của lưu huỳnh so với selen có thể được thay đổi liên tục trong suốt quá trình tạo thành sao cho, ví dụ, thành phần của lớp $\text{CdS}_{1-x}\text{Se}_x$ được tạo thành tại đầu cuối thứ nhất là $x = 5\text{at}\%$ và tại đầu cuối thứ hai là $x = 10\text{at}\%$, và trong đó, x thay đổi liên tục từ 5at% đến 10% giữa các đầu cuối thứ nhất và thứ hai. Toàn bộ lớp được tạo thành có gradien liên tục có thể tạo thành lớp CdSSe 230.

Lớp hấp thụ loại p 220 có thể chứa vật liệu bán dẫn loại p để tạo thành vùng loại p của chỗ tiếp giáp p-n nằm trong thiết bị quang điện 200. Lớp hấp thụ 220 tốt hơn nếu hấp thụ các photon đi qua từ lớp cửa sổ CdSSe 230 để huy động các phân tử mang điện tích. Lớp hấp thụ 220 có thể được tạo thành từ, ví dụ là CdTe. Lớp hấp thụ 220 được tạo thành từ CdTe còn có thể chứa các tạp chất hoặc các chất pha tạp trong vật liệu khối CdTe. Lớp hấp thụ 220 có thể có độ dày giữa 200nm đến 8000nm, hoặc theo cách khác có độ dày

giữa 1000nm đến 3500nm. Lớp hấp thụ 220 có thể được tạo thành qua lớp cửa sổ CdSSe 230 nhờ quy trình lắng đọng, như lắng đọng vận chuyển hơi, lắng đọng lớp nguyên tử, lắng đọng bề hóa học, phún xạ, thăng hoa không gian đóng, hoặc quy trình thích hợp bất kỳ khác. Theo các phương án thực hiện dưới đây, các lớp tương tự trong phương án thực hiện thứ nhất được chứa và được đánh số một cách tương tự (được tăng thêm 100).

Theo một phương án thực hiện khác của sáng chế (không được thể hiện) tương tự như phần được thể hiện trên Fig.3, lớp CdS (không được thể hiện) được lắng đọng giữa lớp CdSSe 230 và lớp TCO 210. Trong suốt bước kích hoạt, lớp CdSSe 230 có thể phân tán vào trong lớp hấp thụ CdTe, nhờ đó tạo thành lớp $CdS_xTe_ySe_z$ được phân loại tại giao diện giữa lớp CdSSe 230 và lớp hấp thụ 220, trong đó, $0 < x < 1$, $0 < y < 1$, $0 < z < 1$ at% và $x+y+z = 1$.

Ví dụ, theo phương án thực hiện chứa lớp CdSSe như là lớp cửa sổ hoặc như là lớp phân giới giữa lớp CdS và lớp hấp thụ CdTe, trong suốt bước kích hoạt, lớp CdSSe có thể phân tán vào trong lớp hấp thụ CdTe, nhờ đó tạo thành lớp $CdS_xTe_ySe_z$ được phân loại tại giao diện giữa lớp phân giới và lớp hấp thụ, trong đó, $0 < x < 1$, $0 < y < 1$, $0 < z < 1$ at% và $x+y+z = 1$.

Theo phương án thực hiện khác của thiết bị quang điện 1000, như được mô tả trên Fig.4, lớp TCO 1010 được tạo thành trên lớp đế 1005. Các lớp của thiết bị quang điện 1000 là tương tự như các lớp của thiết bị quang điện 100 trừ phần được mô tả bên dưới. Lớp catmi selenit tellurit ($CdSeTe$) loại p 1040 được tạo thành bên trên lớp TCO 1010. Lớp TCO 1010 có thể chứa vật liệu được pha tạp để trở thành loại n để tạo thành chỗ tiếp giáp p-n với lớp $CdSeTe$ loại p 1040. Tiếp điểm sau 1025 được tạo thành bên trên lớp $CdSeTe$ loại p 1040. Thiết bị quang điện 1000 cũng có thể chứa lớp cửa sổ (không được thể hiện) được bố trí giữa lớp TCO 1010 và lớp $CdSeTe$ 1040. Lớp cửa sổ có thể được tạo thành từ $ZnMgO$, $ZnSO$, $CdMgS$, hoặc các vật liệu có công thoát rộng và ổn định thích hợp khác như các vật liệu đã được bộc lộ ở trên liên quan tới thiết bị quang điện 100.

Lớp $CdSeTe$ 1040, như là lớp hấp thụ loại p, sẽ tốt hơn nếu hấp thụ các photon đi qua từ lớp đế 1005 và lớp TCO 1010 để huy động các phân tử mang điện tích. Độ dày của lớp

CdSeTe 1040 có thể giữa khoảng 200nm tới 5000nm hoặc theo cách khác là giữa khoảng 500nm và 3500nm. Lớp CdSeTe 1040 có thể được tạo thành từ catmi, selen, và telua theo các lượng thay đổi để tạo thành hợp chất $\text{CdSe}_x\text{Te}_{1-x}$, trong đó, x là nằm trong khoảng giới hạn khoảng 1 tới khoảng 40at%, hoặc theo cách khác là giữa khoảng 10 tới khoảng 25at%. Tỷ lệ thành phần (at%) của hợp chất, ví dụ $\text{CdSe}_x\text{Te}_{1-x}$, được xác định bằng cách so sánh số các nguyên tử selen và số các nguyên tử telua ở lượng đã cho của hợp chất với tổng số các nguyên tử selen và telua trong lượng đã cho. Ví dụ, trong đó, $x = 10\text{at\%}$, tức là có 9 nguyên tử telua cho mọi lượng 1 nguyên tử selen trong lượng đã cho của hợp chất $\text{CdSe}_{10\%}\text{Te}_{90\%}$.

Lớp CdSeTe 1040 có thể được sản xuất bằng quy trình lắng đọng, như lắng đọng vận chuyển hơi, lắng đọng lớp phân tử, lắng đọng bề mặt hóa học, phún xạ, thăng hoa không gian đóng, hoặc quy trình thích hợp bất kỳ khác được ghi chú ở đây. Trong việc tạo thành lớp CdSeTe 1040 sử dụng quy trình yêu cầu việc bay hơi của bột, như lắng đọng vận chuyển hơi, lớp CdSeTe 1040 có thể được tạo thành từ việc đồng bay hơi của hỗn hợp được phối trộn của bột CdSe và CdTe, hoặc việc bay hơi của bột CdSeTe trước khi tạo hợp kim. Thành phần của các bột được phối trộn cho việc đồng bay hơi hoặc thành phần của bột trước khi tạo hợp kim có thể được tùy chỉnh sao cho màng như được lắng đọng sẽ đạt được tỉ lệ thành phần $\text{CdSe}_x\text{Te}_{1-x}$ mong muốn. Theo cách khác, lớp CdSeTe có thể được tạo thành bằng cách lắng đọng liên tiếp lớp CdSe tiếp theo bởi việc lắng đọng lớp CdTe với quy trình ủ hoặc xử lý nhiệt sau đó để cho phép tạo hợp kim của hai lớp để đạt được phân thành phần $\text{CdSe}_x\text{Te}_{1-x}$ mong muốn (tức là, gradient của Se qua lớp CdSeTe 1040). Quy trình ủ hoặc xử lý nhiệt có thể là bước tách biệt trong quy trình sản xuất hoặc có thể xuất hiện đồng thời với việc lắng đọng sau đó hoặc việc ủ của lớp thiết bị quang điện khác, ví dụ việc lắng đọng của tiếp điểm sau 1025 hoặc việc ủ của lớp hấp thụ CdTe.

Lớp CdSeTe 1040 cũng có thể được tạo ra bằng quy trình lắng đọng tạo thành gradient của Se trong lớp CdSeTe 1040. Gradient có thể tạo thành ở trong nồng độ của Se liên kết lớp TCO 1010 và nồng độ thấp hơn của Se liên kết tiếp điểm sau 1052. Cần hiểu rằng nồng độ của Se liên kết tiếp điểm sau 1025 có thể bằng không, nếu muốn. Nồng độ của Se liên kết lớp TCO 1010 có thể thấp hơn nồng độ của Se liên kết tiếp điểm sau 1025, nếu muốn.

Fig.12 là minh họa làm ví dụ của at% của Se trong lớp CdSeTe 1040 trong đó, nồng độ của Se liền kề lớp TCO 1010 là cao hơn nồng độ của Se liền kề tiếp điểm sau 1052. Fig.12 minh họa at% Se theo độ sâu của lớp CdSeTe 1040. Nồng độ cao hơn của Se gần lớp TCO 1010 so với tiếp điểm sau 1025 có thể cho phép tăng phần bức xạ tới, cần được hấp thụ, trong lớp CdSeTe 1040, như được thể hiện trên Fig.13. Trong thiết bị có gradien này, công thoát của lớp hấp thụ CdSeTe 1040 xuất hiện để dịch chuyển tới các năng lượng thấp hơn lớp hấp thụ của thiết bị trong tình trạng kỹ thuật của sáng chế (tức là, bộ phận hấp thụ CdTe, bộ phận hấp thụ CdSTe, hoặc các bộ phận hấp thụ CdSTe), như được chứng minh bởi cạnh hấp thụ bị dịch chuyển đỏ, khi được đo sử dụng sự phụ thuộc của bước sóng của hiệu suất lượng tử (quantum efficiency - QE) của các tế bào pin mặt trời nó thống nhất với việc trộn lẫn rộng rãi của Te và Se và/hoặc gradien của Se nằm trong lớp hấp thụ CdSeTe 1040, nhờ đó tạo ra hợp kim có công thoát thấp hơn. Ngoài ra, Se có thể cải thiện sự thụ động hóa của các biên hạt và các chỗ tiếp giáp, có thể được quan sát qua thời gian sống của khối cao hơn và việc tái kết hợp bề mặt bị giảm.

Gradien được tạo thành nằm trong lớp CdSeTe 1040 có thể có nồng độ tăng liên tục (xem Fig.12), nồng độ thay đổi theo bậc, hoặc dạng tương tự. Gradien được tạo thành có thể được hình thành bởi hoặc là việc lắng đọng vật liệu (các vật liệu) trên phần có gradien và profin vật liệu mong muốn, hoặc gradien được tạo thành, có thể được tạo thành, bằng cách lắng đọng các lớp rời rạc của vật liệu, mà sau đó sẽ được ủ để tạo thành profin gradien nồng độ mong muốn. Ví dụ, đã thu được các kết quả có lợi trong thiết bị quang điện 1000 có gradien mong muốn trong lớp CdSeTe 1040 với nồng độ của Se cao hơn liền kề lớp TCO 1010 và nồng độ của Se thấp hơn liền kề tiếp điểm sau 1025 bằng cách ủ chồng các lớp chứa CdSe (liền kề lớp TCO 1010)/CdSeTe/CdSe/CdTe (liền kề với tiếp điểm sau 1025). Cũng thu được các kết quả có lợi trong thiết bị quang điện 1000 có gradien mong muốn trong lớp CdSeTe 1040 bằng cách ủ chồng chứa CdSe/CdTe. Hơn nữa, đã thu được các kết quả có lợi trong thiết bị quang điện 1000 có gradien mong muốn trong lớp CdSeTe 1040 bằng cách ủ và chồng chứa chồng dưới đây của các lớp CdSe/CdSeTe/CdTe.

Theo một số phương án thực hiện, như được thể hiện trên Fig.5, nồng độ của Se trong lớp 1040 có thể thay đổi giữa nhiều vùng, như vùng thứ nhất 1040a và vùng thứ hai 1040b, và các vùng có thể thay đổi một cách liên tục qua độ dày của các vùng tương ứng. Theo một số trường hợp, tỉ lệ thay đổi nồng độ trong các vùng tự bản thân nó có thể thay đổi qua một hoặc nhiều hơn một vùng trong các vùng, ví dụ, việc tăng trong một số vùng và giảm trong các vùng khác. Một cách tương tự, theo một số phương án thực hiện, vùng thứ nhất 1040a có thể có công thoát là thấp hơn công thoát của vùng thứ hai 1040b. Trong các trường hợp này, nồng độ của selen trong vùng thứ nhất 1040a so với vùng thứ hai 1040b có thể trong khoảng giới hạn sao cho công thoát của vùng thứ nhất 1040a là thấp hơn công thoát của vùng thứ hai 1040b.

Mặc dù các phương án thực hiện được bộc lộ trong các hình vẽ Fig.4 và Fig.5 có thể minh họa lớp CdSeTe như là lớp đơn của lớp hấp thụ 1040 nằm trong thiết bị, nhưng trong mỗi trường hợp mà lớp CdSeTe có thể bao gồm nhiều lớp Cd, Se, CdSe, Cd(S, Se, Te) và/hoặc CdSeTe có thành phần thay đổi để tạo thành gradien (liên tục hoặc theo bậc) của tỉ lệ selen so với telua. Ví dụ, lớp CdSeTe 1040 có thể được tạo thành như là lớp $\text{CdSe}_x\text{Te}_{1-x}$ đơn trong đó, x được giữ không đổi trong suốt quá trình tạo thành. Theo cách khác, lớp CdSeTe 1040 có thể được tạo thành liên tiếp như là nhiều lớp $\text{CdSe}_x\text{Te}_{1-x}$ trong đó, x thay đổi trong trị số cho mỗi lớp trong các lớp được tạo thành liên tiếp. Ví dụ, lớp $\text{CdSe}_x\text{Te}_{1-x}$ thứ nhất có thể được lắng đọng trong đó, $x = 10\text{at}\%$, và lớp $\text{CdSe}_x\text{Te}_{1-x}$ thứ hai có thể được lắng đọng trong đó, $x = 5\text{at}\%$. Có hai lớp liên kế có thể cùng nhau tạo thành lớp CdSeTe 1040. Theo phương án khác nữa, tỉ lệ của selen so với telua có thể được thay đổi liên tục trong suốt quá trình hình thành sao cho, ví dụ, thành phần của lớp $\text{CdSe}_x\text{Te}_{1-x}$ được tạo thành tại đầu cuối thứ nhất là $x = 10\text{at}\%$ và tại đầu cuối thứ hai là $x = 5\text{at}\%$, và trong đó, x thay đổi liên tục từ 10at% đến 5% giữa các đầu cuối thứ nhất và đầu cuối thứ hai. Toàn bộ lớp được tạo thành có gradien liên tục có thể tạo thành lớp CdSeTe 1040. Theo cách khác, lớp CdSeTe 1040 được phân loại có thể được tạo thành từ quy trình lắng đọng nhiều lớp trong đó, mỗi lớp trong nhiều lớp chứa Se (tức là, Se, CdSe, CdSeTe, Cd(S, Se, Te), và dạng tương tự) và mỗi lớp trong các lớp có nồng độ của Se khác nhau. Ví dụ, lớp

vật liệu thứ nhất để tạo thành lớp CdSeTe 1040 liền kề lớp TCO 1010 có thể có độ dày nhỏ hơn độ dày của các lớp tiếp theo nhưng có nồng độ của Se cao hơn. Ví dụ khác của việc lắng đọng nhiều lớp của các vật liệu chứa S trong lớp vật liệu thứ nhất được lắng đọng liền kề lớp TCO 1010. Khi nhiều lớp được ủ để tạo thành lớp CdSeTe 1040, thì vật liệu của lớp thứ nhất và S có mặt trong đó có thể về cơ bản thể hiện chỉ liền kề lớp TCO 1010 hoặc S có thể được cho phép để phân tán trong suốt lớp 1040. Theo ví dụ khác nữa, việc lắng đọng nhiều lớp của các vật liệu để tạo thành lớp CdSeTe 1040 có nồng độ của Se giảm qua độ dày của chúng, và chứa S liền kề lớp TCO 1010.

Trong các quy trình bao gồm việc lắng đọng nhiều lớp, lớp CdSeTe 1040 chứa nhiều hạt được tách biệt bởi các biên hạt. Theo một số phương án thực hiện, nồng độ nguyên tử của selen trong các biên hạt là cao hơn nồng độ nguyên tử của selen trong các hạt. Theo một số phương án thực hiện, tỉ lệ của nồng độ nguyên tử trung bình của selen trong các biên hạt so với nồng độ nguyên tử trung bình của selen trong các hạt là lớn hơn khoảng 2. Theo một số phương án thực hiện, tỉ lệ của nồng độ nguyên tử trung bình của selen trong các biên hạt so với nồng độ nguyên tử trung bình của selen trong các hạt là lớn hơn khoảng 5. Theo một số phương án thực hiện, tỉ lệ của nồng độ nguyên tử trung bình của selen trong các biên hạt so với nồng độ nguyên tử trung bình của selen trong các hạt là lớn hơn khoảng 10.

Theo phương án thực hiện khác của thiết bị quang điện 1100, như được mô tả trên Fig.6, lớp cửa sổ 1115 được tạo thành bên trên lớp TCO 1110 qua lớp đế 1105. Các lớp của thiết bị quang điện 1100 là tương tự như các lớp của thiết bị quang điện 1000 trừ phần được mô tả dưới đây. Lớp CdSeTe loại p 1140 được tạo thành bên trên lớp cửa sổ 1115. Lớp cửa sổ 1115 tạo thành chỗ tiếp giáp p-n với lớp CdSeTe loại p 1140. Tiếp điểm sau 1125 được tạo thành bên trên lớp CdSeTe loại p 1140.

Theo một phương án thực hiện của sáng chế được minh họa trên Fig.7, thiết bị quang điện 1200 chứa lớp TCO 1210 được tạo thành qua lớp đế 1205. Các lớp của thiết bị quang điện 1200 là tương tự như các lớp của thiết bị quang điện 100 trừ phần được mô tả bên dưới. Lớp catmi sulfua selenit telurit ($\text{Cd}(\text{S}, \text{Se}, \text{Te})$) 1242 được tạo thành bên trên lớp TCO

1210. Tiếp điểm sau 1225 được tạo thành bên trên lớp Cd(S,Se,Te) loại p 1242. Lớp Cd(S,Se,Te) 1242 được tạo thành từ hợp chất của catmi, lưu huỳnh, selen, và telua, $\text{CdSySe}_x\text{Te}_{1-(x+y)}$ trong đó, $0 < x < 1$, và $0 < y < 1$, và $0 < (x+y) < 1$, hoặc theo cách khác trong đó, $0,02 < x < 0,25$ và $0,02 < y < 0,25$, hoặc theo cách khác nữa, trong đó, $0,05 < x < 0,20$ và $0,02 < y < 0,05$. Lớp Cd(S,Se,Te) 1242 có độ dày giữa khoảng 200nm tới khoảng 5000nm, hoặc theo cách khác là có độ dày giữa khoảng 500nm tới khoảng 3500nm.

Theo một phương án thực hiện, lớp Cd(S,Se,Te) 1242 chứa nhiều lớp trong đó, x và y thay đổi để tạo ra các nồng độ mong muốn tại các điểm khác nhau qua suốt độ dày của lớp. Ví dụ, theo một phương án thực hiện, cả x và y có thể thay đổi để tạo ra nồng độ lưu huỳnh và selen cao hơn liền kề lớp TCO 1210, và giảm trong suốt độ dày của lớp dịch chuyển xa khỏi lớp TCO 1210. Theo các phương án thực hiện khác, trị số của x hoặc y hoặc cả hai có thể được giữ không đổi qua suốt lớp Cd(S,Se,Te) 1242 giữa lớp TCO 1210 và tiếp điểm sau 1225.

Lớp Cd(S,Se,Te) 1242 có thể được sản xuất bằng quy trình lắng đọng, như lắng đọng vận chuyển hơi, lắng đọng lớp phân tử, lắng đọng bề hóa học, phún xạ, thăng hoa không gian đóng, hoặc quy trình thích hợp bất kỳ khác được ghi chú ở đây. Tuy nhiên, trong việc tạo thành lớp Cd(S,Se,Te) 1242 sử dụng quy trình yêu cầu việc bay hơi của bột, như lắng đọng vận chuyển hơi, lớp Cd(S,Se,Te) 1242 có thể được tạo thành từ việc đồng bay hơi của hỗn hợp được phối trộn của các bột CdS, CdSe và CdTe, hoặc việc bay hơi của bột Cd(S,Se,Te) trước khi tạo hợp kim. Thành phần của các bột được phối trộn cho việc đồng bay hơi hoặc thành phần của bột trước khi tạo hợp kim có thể được tùy chỉnh sao cho màng như được lắng đọng sẽ đạt được tỉ lệ thành phần $\text{CdSySe}_x\text{Te}_{1-(x+y)}$ mong muốn. Theo cách khác, lớp Cd(S,Se,Te) có thể được tạo thành bằng cách lắng đọng liên tiếp lớp CdS tiếp theo bởi việc lắng đọng lớp CdSeTe, hoặc các tổ hợp khác nhau của các hợp chất chứa catmi, lưu huỳnh, selen và telua, với quy trình ủ hoặc xử lý nhiệt sau đó để cho phép tạo thành hợp kim của hai lớp để đạt được tỉ lệ thành phần $\text{CdSySe}_x\text{Te}_{1-(x+y)}$ mong muốn. Quy trình ủ hoặc xử lý nhiệt có thể là bước tách biệt trong quy trình sản xuất hoặc có thể xuất

hiện đồng thời với việc lắng đọng sau đó của lớp thiết bị quang điện khác nữa, ví dụ là việc lắng đọng của tiếp điểm sau 1225.

Theo một phương án thực hiện khác của sáng chế được thể hiện trên Fig.8, thiết bị quang điện 1400 chứa lớp TCO 1410 được tạo thành qua lớp đế 1405. Lớp hấp thụ 1421 được tạo thành liền kề lớp TCO 1410. Lớp hấp thụ 1421 có thể được tạo thành thông qua việc ủ của lớp CdTe 1420 và lớp CdSe 1411, như được mô tả ở đây. Tiếp điểm sau 1425 được tạo thành bên trên lớp CdTe 1420, và điện cực kim loại sau 1427 được tạo thành bên trên tiếp điểm sau 1425. Lớp TCO 1410 có thể có độ dày mong muốn bất kỳ, như giữa khoảng 300Å và khoảng 4500Å, hoặc cụ thể hơn là giữa khoảng 300Å và khoảng 800Å, hoặc cụ thể hơn nữa là giữa khoảng 3500Å và khoảng 4500Å. Theo phương án thực hiện này, lớp TCO 1410 được tạo thành từ nhiều lớp vật liệu bao gồm SnO_2 và $\text{SnO}_2\text{:F}$. Nếu nhiều hơn một lớp mà mỗi lớp SnO_2 và $\text{SnO}_2\text{:F}$ có mặt thì các vật liệu có thể khác. Lớp CdSe 1411 được tạo thành trên lớp SnO_2 có độ dày vào khoảng 900-1500Å. Lớp CdTe 1420 có độ dày vào khoảng 1,7-2,5 micron. Lớp CdTe 1420 có thể được tạo thành từ việc lắng đọng của lớp vật liệu đơn, hoặc lớp CdTe 1420 có thể được tạo thành từ việc lắng đọng của hai hoặc hơn hai lớp CdTe, Cd, và/hoặc Te. Tổ hợp của lớp CdSe 1411 và lớp CdTe 1420 lớp có thể có độ dày vào khoảng 0,5-3,5 micron, nếu muốn. Tiếp điểm sau 1425 được tạo thành từ ZnTe. Theo cách khác, tiếp điểm sau 1425 có thể được tạo thành từ lớp ZnTe và lớp hợp kim CdZnTe. Tiếp điểm sau 1425 cũng có thể chứa lớp Cu được bố trí trên đó với nồng độ của khoảng 0,01 -1% Cu theo khối lượng nguyên tử. Điện cực kim loại sau 1427 được tạo thành từ lớp MoN_x liền kề tiếp điểm sau 1425, lớp crôm, và lớp nhôm được bố trí ở giữa đó. Lớp crôm có thể có độ dày từ khoảng 0-200Å, như khoảng 200Å, lớp nhôm có thể có độ dày 700-1000Å, như khoảng 750Å, và lớp MoN_x có thể có độ dày từ khoảng 50-170Å, như khoảng 170Å.

Phương pháp sản xuất cấu trúc quang điện 1400 chứa các bước tương tự như các bước đã được mô tả ở trên và được thể hiện trên Fig.2 trừ việc lớp CdSe 1411 được lắng đọng trên lớp TCO 1410. Lớp CdSe 1411 có thể được lắng đọng sử dụng quy trình lắng đọng phún xạ. Lớp CdTe 1420a thứ nhất (lớp tiền chất) sau đó được lắng đọng trên lớp CdSe

1411. Lớp CdTe thứ hai 1420b (lớp tiền chất khác) sau đó được lắng đọng trên lớp CdTe thứ nhất 1420a. Khi lớp CdTe thứ hai 1420b đã được tạo ra ở đó, thì lớp CdTe 1420 được tạo thành, như được thể hiện trên Fig.8a. CdSe 1411 và lớp CdTe 1420 sau đó được ủ để tạo thành hợp kim của chúng, CdSeTe, như là lớp hấp thụ 1421 như được thể hiện trên Fig.8. Các lớp nằm dưới, khi được ủ có thể tạo thành lớp hấp thụ 1421 có độ dày vào khoảng 0,5-3,5 micron, vào khoảng 1-3 micron, độ dày vào khoảng 1 micron, độ dày vào khoảng 3,0 micron, như được mong muốn. Quy trình ủ có thể tiêu thụ, về cơ bản là tất cả lớp CdSe 1411, hoặc một phần của lớp CdSe 1411 có thể nằm giữa lớp TCO 1410 và lớp hấp thụ CdSeTe 1421. Một cách tương tự, quy trình ủ có thể tiêu thụ về cơ bản là tất cả lớp CdTe 1420, hoặc một phần của lớp CdTe 1420 có thể nằm giữa lớp hấp thụ CdSeTe 1421 và tiếp điểm sau 1425.

Phương án thực hiện được thể hiện trên Fig.8b là tương tự như phương án thực hiện được minh họa liên quan tới Fig.8a với các phương pháp tạo thành từng lớp về cơ bản là giống nhau trừ việc lớp CdSeTe 1413 được lắng đọng trên lớp CdSe 1411 trước việc lắng đọng của lớp CdTe 1420 trong hoặc là việc lắng đọng lớp đơn của CdTe hoặc trong nhiều lớp CdTe. Lớp CdSe 1411, lớp CdSeTe 1413, và lớp CdTe 1420 sau đó được ủ để tạo thành lớp hấp thụ 1421 như được thể hiện trên Fig.8. Quy trình ủ có thể tiêu thụ về cơ bản là tất cả lớp CdSe 1411 hoặc một phần của lớp CdSe 1411 có thể nằm trong liên kết lớp TCO 1410. Một cách tương tự, quy trình ủ có thể tiêu thụ, về cơ bản là tất cả lớp CdTe 1420, hoặc một phần của lớp CdTe 1420 có thể nằm giữa lớp hấp thụ CdSeTe 1421 và tiếp điểm sau 1425.

Khi lớp hấp thụ 1421 được tạo thành (hoặc là từ cấu trúc được minh họa ở trên và được thể hiện trên Fig.8b), thì lớp hấp thụ 1421 sau đó được làm sạch để loại bỏ các tạp chất, các mảnh vụn, các oxit, và dạng tương tự đã được tạo thành trên đó. Lớp hấp thụ 1421 có thể được làm sạch với axit oxalic, axit clohydric, hoặc axit bất kỳ hoặc vật liệu làm sạch thích hợp khác. Lớp hấp thụ 1421 sau đó có thể được pha tạp với Cu. Ví dụ, nếu axit clohydric được sử dụng để làm sạch lớp hấp thụ 1421, thì lớp hấp thụ 1421 sau đó có thể

được pha tạp với Cu trong nồng độ của khoảng 0,5-1,0ppm. Bước làm sạch axit clohydric có thể được kết hợp với bước pha tạp Cu, nếu muốn.

Tiếp điểm sau 1425 sau đó được lắng đọng trên lớp hấp thụ 1421 đã được làm sạch. Tiếp điểm sau 1425 có thể được tạo thành thông qua việc lắng đọng của lớp ZnTe đơn hoặc từ việc lắng đọng của lớp ZnTe liền kề lớp hấp thụ 1421 và lớp CdZnTe liền kề lớp ZnTe. Lớp CdZnTe có thể được tạo thành bằng cách lắng đọng lớp CdTe trên lớp ZnTe và sau đó ủ chúng để tạo thành hợp kim ở đó. Tiếp điểm sau 1425 cũng có thể chứa lớp Cu được bố trí ở đó với nồng độ của 0,01-1% Cu theo khối lượng nguyên tử. Lớp Cu có thể được bố trí giữa lớp hấp thụ 1421 và tiếp điểm sau 1425, giữa các lớp tiếp điểm sau 1425, hoặc giữa tiếp điểm sau 1425 và điện cực kim loại sau 1427, nếu muốn. Điện cực kim loại sau 1427 sau đó được lắng đọng trên tiếp điểm sau 1425. Điện cực kim loại sau 1427 được tạo thành từ lớp MoN_x được tạo thành liền kề tiếp điểm sau 1425, sau đó là lớp nhôm, và sau đó là lớp crôm.

Fig.9 thể hiện thiết bị quang điện 1500 theo phương án thực hiện khác của sáng chế. Thiết bị quang điện 1500 là tương tự như thiết bị quang điện 1400 trên các hình vẽ Fig.8 trừ việc thiết bị 1500 chứa lớp cửa sổ 1515 giữa lớp TCO 1510 và lớp hấp thụ 1521. Giống như thiết bị quang điện 1400, thiết bị quang điện 1500 chứa lớp đế 1505 với lớp TCO 1510 được tạo thành trên đó, lớp hấp thụ 1521, và tiếp điểm sau 1525 được bố trí giữa điện cực kim loại sau 1527 và lớp hấp thụ 1521. Lớp cửa sổ 1515 được tạo thành từ CdS.

Fig.10 thể hiện thiết bị quang điện 1600 tương tự như phương án thực hiện của các Fig.8 trừ việc như được mô tả dưới đây. Lớp đế 1605 có lớp TCO 1610 được tạo thành từ $\text{SnO}_2\text{:F}$. Lớp đệm điện trở cao, không bị pha tạp 1612 được tạo thành từ SnO_2 được tạo thành qua lớp TCO 1610. Lớp đệm có độ dày vào khoảng 20nm-60nm với nồng độ bộ mang là 1×10^{17} tới $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$. Thiết bị quang điện 1600 không chứa lớp cửa sổ. Lớp hấp thụ 1620 được tạo thành từ thành phần được phân loại là $\text{CdSe}_x\text{Te}_{1-x}$. Công thoát của lớp hấp thụ 1620 được làm giảm nhờ sự có mặt của Se ở đó. Biến "x" nằm trong khoảng giới hạn giữa $0,05 < x < 0,30$ xấp xỉ với lớp TCO 1610; và $x < 0,01$ tại khoảng cách từ khoảng 800nm tới khoảng 2000nm xa khỏi lớp TCO 1610. Cấu trúc tinh thể là kẽm được trộn lẫn

có cấu trúc vutzit lục giác dư <5% thể tích (nhỏ hơn khoảng 5 hạt cho mỗi 100). Độ dày tổng cộng của lớp hấp thụ 1620 nằm trong khoảng giới hạn từ khoảng 1500nm tới khoảng 4500nm. Lớp hấp thụ 1620 có thể được tạo thành bằng cách lắng đọng các chồng màng CdSe/CdTe, CdSe/CdSe_xTe_{1-x}/CdTe, CdTe/CdSe/CdTe, CdS_ySe_{1-y}/CdTe hoặc CdSe_xTe_{1-x}/CdTe tiếp theo bởi quy trình ủ tương tự như quy trình đã được mô tả ở trên liên quan tới Fig.8. Tiếp điểm sau 1625 được tạo thành từ ZnTe hoặc kết hợp của CdZnTe-ZnTe được tạo thành trên đó, với điện cực kim loại sau 1627 được tạo thành qua tiếp điểm sau 1625.

Theo phương án thực hiện trên Fig.10, việc xử lý ủ CdCl₂ được tạo ra. Cấu trúc được ủ trong sự có mặt của dòng CdCl₂ tại nhiệt độ đủ cao và trong thời gian đủ dài để thu được kích cỡ hạt màng ở giữa >2μm và với việc cấp phối nồng độ Se liên tục. Các điều kiện thông thường để ủ có thể là tại nhiệt độ từ khoảng 420°C tới khoảng 460°C trong thời gian giữa khoảng 5 phút tới khoảng 60 phút. Việc bổ sung hóa chất của CdCl₂ để làm giảm nhiệt độ cùng tinh của hệ CdCl₂-CdTe có thể được sử dụng. Ví dụ, từ khoảng 20mg/l tới khoảng 200mg/l NaCl trong từ khoảng 50 gm/l tới khoảng 300 gm/l dung dịch CdCl₂ trong nước, có thể được thêm vào.

Thiết bị quang điện 1700 khác theo phương án thực hiện khác của sáng chế sẽ được thể hiện trên Fig.11. Phương án thực hiện của Fig.11 là tương tự như phương án thực hiện của Fig.10 trừ phần được mô tả ở dưới. Thiết bị quang điện 1700 chứa lớp đế 1705 có lớp TCO 1710 được tạo thành trên đó. Lớp đệm 1712 được tạo thành trên lớp TCO 1710. Để loại bỏ việc trộn lẫn của các vật liệu tạo thành lớp hấp thụ 1720 sẽ tạo thành profin Se liên tục với nồng độ Se đỉnh nằm tại giao diện giữa lớp đệm thiết bị 1712 và lớp hấp thụ 1720, trình tự lắng đọng được thay đổi sao cho bộ phận hấp thụ được tạo thành với nhiều lớp vật liệu chứa Se (tức là, Se, CdSe, và dạng tương tự). Lớp với nồng độ Se cao nhất được lắng đọng sau lớp có nồng độ Se thấp nhất. Theo phương án thực hiện trên Fig.11, lớp 1720a là CdTe hoặc CdSe_xTe_{1-x} phân mol Se thấp sẽ được lắng đọng đầu tiên, tiếp theo là việc lắng đọng của CdSe hoặc lớp CdSe_xTe_{1-x} phân mol Se lớn 1720b. Lớp khác 1720c là CdTe và/hoặc CdSe_xTe_{1-x} là phân mol Se thấp sẽ được lắng đọng cuối cùng. Lớp khác 1720c có thể là giống như lớp 1720a hoặc khác với nó miễn là lớp 1720c có nồng độ Se thấp hơn

lớp 1720b. Việc xử lý CdCl_2 sau đó sẽ trộn lẫn các lớp 1720a, 1720b, 1720c nhờ đó tạo ra profin Se liên tục trong lớp hấp thụ 1720. Trong suốt việc xử lý CdCl_2 , Se phân tán vào giao diện giữa lớp đệm 1712 và lớp hấp thụ 1720, sẽ tạo thuận lợi cho việc thụ động hóa giao diện. Tuy nhiên, nồng độ Se tại giao diện là vẫn thấp hơn trong thiết bị, trong đó, CdSe hoặc $\text{CdSe}_x\text{Te}_{1-x}$ phân mol Se cao như của phần của trong 1720b, sẽ được lắng đọng đầu tiên. Trình tự lắng đọng này sẽ cải thiện việc sắp xếp của các băng dẫn bộ đệm và bộ hấp thụ trong khi không tác động tới việc thu thập hiện tại. Các tổn thất thu thập do CBO dịch chuyển băng dẫn bộ đệm/bộ hấp thụ quá mức sẽ được loại bỏ, trong khi profin nồng độ Se sẽ được tối ưu hóa để tối đa hóa việc hấp thụ ánh sáng và hiệu quả hoạt động của thiết bị.

Theo các phương án thực hiện bổ sung của sáng chế, lớp hấp thụ của các thiết bị quang điện được bộc lộ ở đây, ví dụ thiết bị quang điện 1400, 1500, 1600, và/hoặc 1700 có thể chứa lớp hấp thụ 1421, 1520, 1620, và/hoặc 1720 có thể có một trong số các thành phần sau để giải quyết vấn đề liên quan tới việc phân tán Se vào trong lớp CdTe của chúng trong suốt quá trình xử lý ủ để thu được profin Se mong muốn:

a) Cấu trúc thứ nhất tạo ra ba lớp chứa lớp CdSe có độ dày $0,15\mu\text{m}$ tới khoảng $0,25\mu\text{m}$ / từ khoảng $0,25\mu\text{m}$ tới khoảng $0,5\mu\text{m}$ CdSeTe / từ khoảng $2,75\mu\text{m}$ tới khoảng $3,25\mu\text{m}$. Lớp CdSeTe có thể là $\text{CdSe}_x\text{Te}_{1-x}$ trong đó, x là từ khoảng 10at% tới khoảng 30at% Se.

b) Cấu trúc khác tạo ra bốn lớp chứa độ dày từ khoảng $0,15\mu\text{m}$ tới khoảng $0,35\mu\text{m}$ là CdSe / độ dày từ khoảng $0,75\mu\text{m}$ tới khoảng $1,5\mu\text{m}$ là CdTe / độ dày từ khoảng $0,1\mu\text{m}$ tới khoảng $0,25\mu\text{m}$) là CdSe / khoảng $1,5\mu\text{m}$ tới khoảng $3\mu\text{m}$ là CdTe .

c) Cấu trúc khác tạo ra bốn lớp chứa độ dày từ khoảng $0,15\mu\text{m}$ tới khoảng $0,35\mu\text{m}$ là CdSe / độ dày từ khoảng $0,75\mu\text{m}$ tới khoảng $1,5\mu\text{m}$ là CdTe / độ dày từ khoảng $0,1\mu\text{m}$ tới khoảng $0,5\mu\text{m}$ là CdSeTe / từ khoảng 10% tới khoảng 30% là Se)/ độ dày khoảng $1,5\mu\text{m}$ tới khoảng $3\mu\text{m}$ là CdTe .

d) Cấu trúc khác tạo ra năm lớp chứa độ dày từ khoảng $0,1\mu\text{m}$ tới khoảng $0,5\mu\text{m}$ là CdSeTe và có từ khoảng 10at% tới khoảng 30at% là Se/ độ dày từ khoảng $0,15\mu\text{m}$ tới

khoảng $0,35\mu\text{m}$ là CdSe/độ dày từ khoảng $0,75\mu\text{m}$ tới khoảng $1,5\mu\text{m}$ là CdTe/độ dày từ khoảng $0,1\mu\text{m}$ tới khoảng $0,25\mu\text{m}$ là CdSe/độ dày khoảng $1,5\mu\text{m}$ tới khoảng $3\mu\text{m}$ là CdTe.

e) Cấu trúc khác tạo ra năm lớp chứa độ dày từ khoảng $0,1\mu\text{m}$ tới khoảng $0,5\mu\text{m}$ là CdSeTe và có từ khoảng 10at% tới khoảng 30at% là Se/độ dày từ khoảng $0,15\mu\text{m}$ tới khoảng $0,35\mu\text{m}$ là CdSe/độ dày từ khoảng $0,75\mu\text{m}$ tới khoảng $1,5\mu\text{m}$ là CdTe/ độ dày từ khoảng $0,1\mu\text{m}$ tới khoảng $0,5\mu\text{m}$ là CdSeTe và có từ khoảng 10at% tới khoảng 30at% là Se/độ dày khoảng $1,5\mu\text{m}$ tới khoảng $3\mu\text{m}$ là CdTe.

Trong mỗi cấu trúc từ a) đến e), sự có mặt của các CdSe, cụ thể là sự có mặt của CdSe như là lớp thứ ba hoặc thứ tư, làm giảm dòng chạy Se từ lớp CdSe thứ nhất do gradien nồng độ Se thấp. Lớp CdSe được cho phép trộn với lớp CdTe để tạo thành lớp hợp kim CdSeTe có độ dày đồng đều.

Với mỗi cấu trúc các trong cấu trúc từ a) đến e), quy trình kích hoạt thiết bị có thể được thực hiện (tức là việc phát triển của hạt bán dẫn, phân tán clo, lưu huỳnh và/hoặc phân tán liên lớp selen vào trong các lớp, và dạng tương tự). Theo một số phương án thực hiện của sáng chế, bước kích hoạt còn chứa quy trình trong đó, bề mặt CdTe được xử lý với dung dịch đậm đặc CdCl_2 cho khoảng thời gian từ khoảng 25 phút tới khoảng 40 phút. Quy trình kích hoạt thiết bị có thể được tiếp theo sau bởi quy trình nạp lại thứ nhất trong khoảng thời gian thứ nhất, vốn có thể được thực hiện trong một hoặc hai bước. Quy trình nạp lại sau đó sẽ được tiếp theo bởi bước nạp lại thứ hai có thời gian thứ hai nhỏ hơn thời gian thứ nhất để bù tại tổn thất CI bất kỳ nào.

Từ phần mô tả nêu trên, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực sẽ dễ dàng hiểu các đặc điểm thiết yếu của sáng chế này, có thể tạo ra các thay đổi khác nhau và biến đổi sáng chế để làm thích ứng nó với các việc sử dụng và các điều kiện khác nhau.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị quang điện bao gồm:

lớp oxit dẫn trong suốt (transparent conductive oxide - TCO),

tiếp điểm sau; và

lớp hấp thụ được tạo thành giữa lớp TCO và tiếp điểm sau, trong đó:

lớp hấp thụ được tạo thành từ hợp chất $\text{CdSe}_x\text{Te}_{1-x}$,

x là từ khoảng 0,01 tới khoảng 0,40,

tỉ lệ của các nguyên tử Se so với tổng của các nguyên tử Se và các nguyên tử Te trong suốt hợp chất $\text{CdSe}_x\text{Te}_{1-x}$ là giữa 1 tới 100 và 4 tới 10,

Se ở trong khắp lớp hấp thụ, lớp hấp thụ có gradien nồng độ Se được tạo thành ở đó, và nồng độ của Se liền kề lớp TCO là cao hơn nồng độ của Se liền kề tiếp điểm sau.

2. Thiết bị quang điện theo điểm 1, trong đó tiếp điểm sau được tạo thành từ một thành phần trong số ZnTe, CdZnTe, ZnTe:Cu, và lớp kép chứa lớp ZnTe và lớp CdZnTe.

3. Thiết bị quang điện theo điểm 1, trong đó thiết bị này còn bao gồm điện cực kim loại sau được tạo thành trên tiếp điểm sau.

4. Thiết bị quang điện theo điểm 3, trong đó điện cực kim loại sau chứa lớp MoN_x .

5. Thiết bị quang điện theo điểm 4, trong đó điện cực kim loại sau còn chứa lớp nhôm được tạo thành giữa lớp crôm và lớp MoN_x .

6. Thiết bị quang điện theo điểm 3, trong đó thiết bị này còn bao gồm lớp phân giới được tạo thành từ đồng, được tạo thành giữa điện cực kim loại sau và tiếp điểm sau.

7. Thiết bị quang điện theo điểm 1, trong đó x là từ khoảng 0,01 tới khoảng 0,25.

8. Thiết bị quang điện theo điểm 1, trong đó lớp TCO được tạo thành từ SnO_x .

9. Thiết bị quang điện theo điểm 1, trong đó lớp TCO được tạo thành từ lớp SnO_x liền kề

để, lớp SiO_2 được tạo thành trên lớp SnO_x , lớp $\text{SnO}_2\cdot\text{F}$ được tạo thành trên lớp SiO_2 , và lớp SnO_2 được tạo thành giữa lớp $\text{SnO}_2\cdot\text{F}$ và lớp hấp thụ chứa Se.

10. Thiết bị quang điện theo điểm 1, trong đó lớp hấp thụ được pha tạp với đồng.

11. Thiết bị quang điện theo điểm 1, trong đó lớp TCO bao gồm oxit thiếc indium.

12. Thiết bị quang điện theo điểm 1, trong đó lớp TCO bao gồm stanat catmi.

13. Thiết bị quang điện bao gồm:

lớp oxit dẫn trong suốt (transparent conductive oxide - TCO),

lớp tiếp điểm sau;

chất hấp thụ loại p giữa lớp TCO và lớp tiếp điểm sau, trong đó:

chất hấp thụ loại p bao gồm bề mặt liền kề lớp TCO và bề mặt liền kề tiếp điểm sau,

chất hấp thụ loại p được tạo thành từ hợp chất $\text{CdSe}_x\text{Te}_{1-x}$, trong đó tỉ lệ của các nguyên tử Se so với tổng của các nguyên tử Se và các nguyên tử Te trong hợp chất $\text{CdSe}_x\text{Te}_{1-x}$ là giữa 1 đến 100 và 4 đến 10,

chất hấp thụ loại p có gradien nồng độ của Se được tạo thành ở đó, và nồng độ đỉnh của Se của gradien nồng độ của Se là nằm trong chất hấp thụ loại p và giữa bề mặt liền kề lớp TCO và bề mặt liền kề tiếp điểm sau.

14. Thiết bị quang điện theo điểm 13, trong đó thiết bị này còn bao gồm lớp đệm giữa lớp TCO và chất hấp thụ loại p.

15. Thiết bị quang điện theo điểm 14, trong đó thiết bị quang điện không có lớp cửa sổ.

16. Thiết bị quang điện theo điểm 14, trong đó lớp đệm bao gồm oxit magiê kẽm.

17. Thiết bị quang điện theo điểm 13, trong đó lớp TCO bao gồm oxit thiếc indium.

18. Thiết bị quang điện theo điểm 13, trong đó lớp TCO bao gồm stanat catmi.

19. Thiết bị quang điện theo điểm 13, trong đó tiếp điểm sau được tạo thành từ lớp kép chứa lớp ZnTe và lớp CdZnTe.

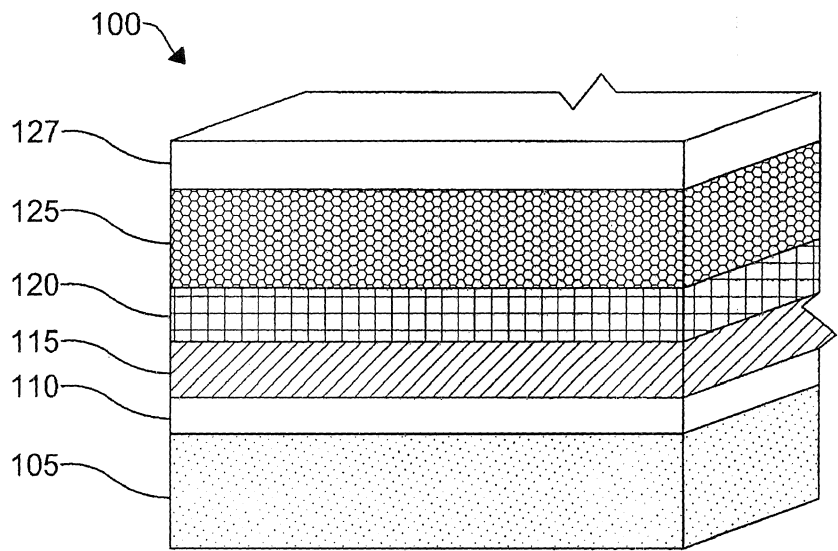


FIG. 1

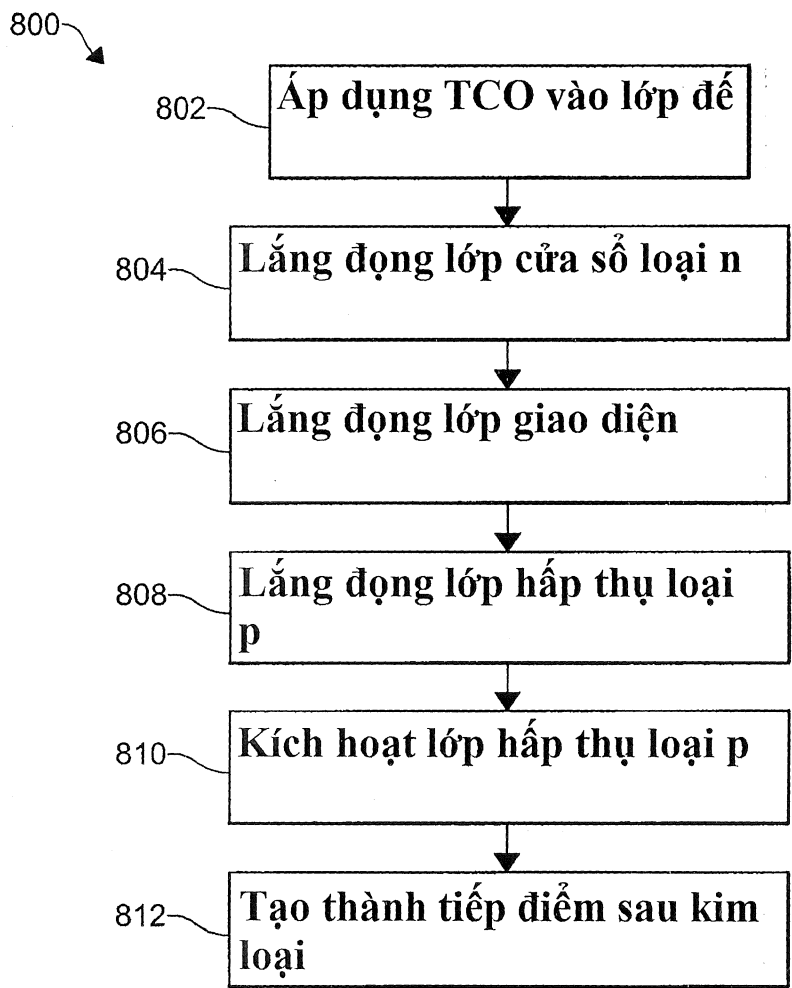


FIG. 2

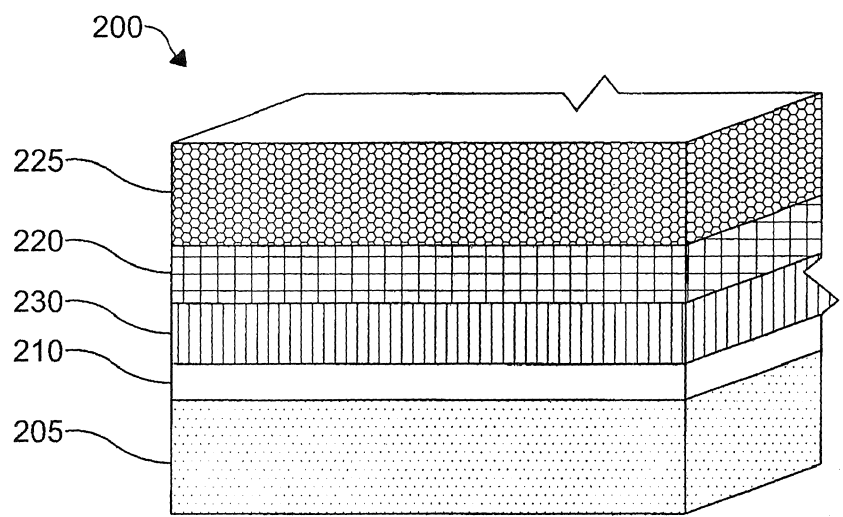


FIG. 3

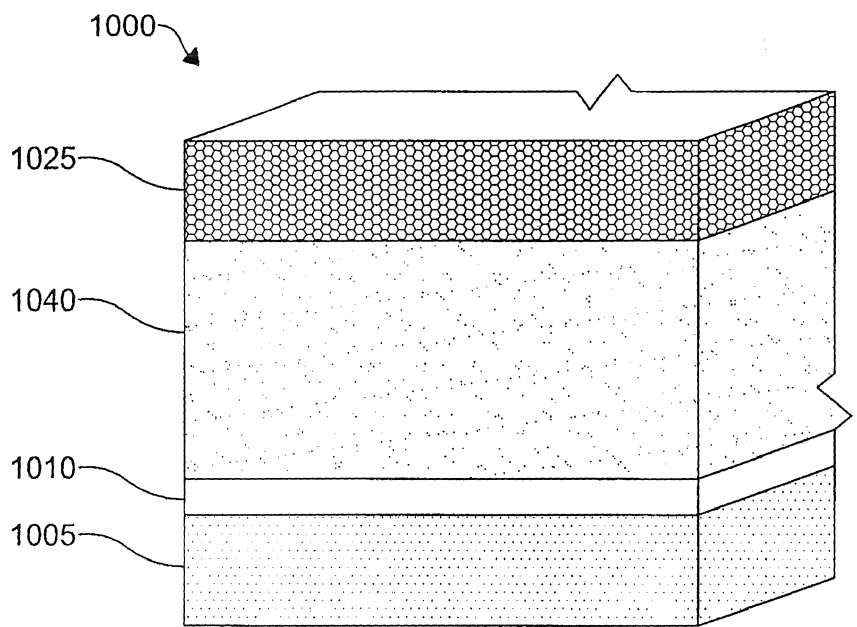


FIG. 4

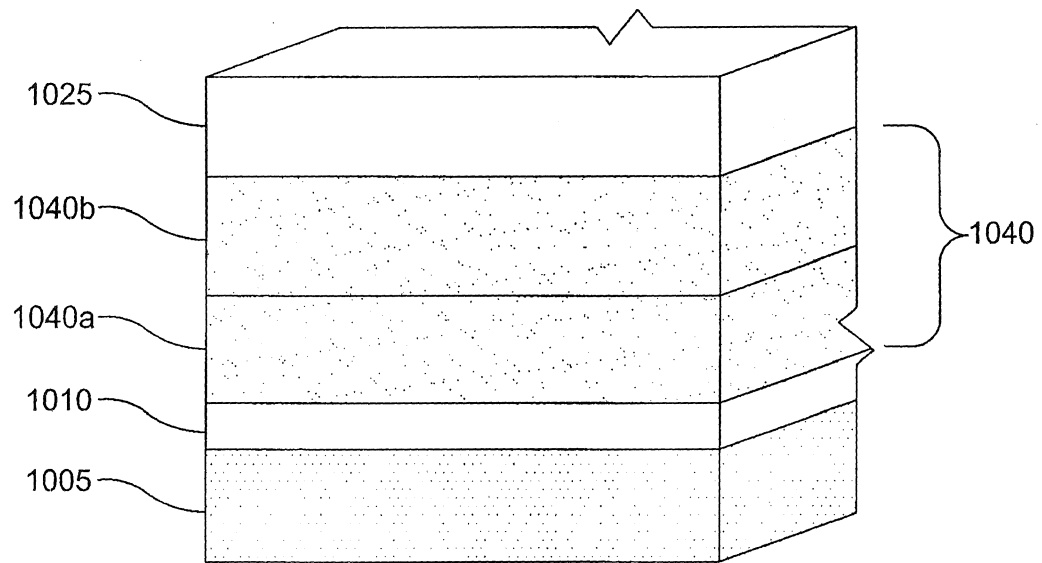


FIG. 5

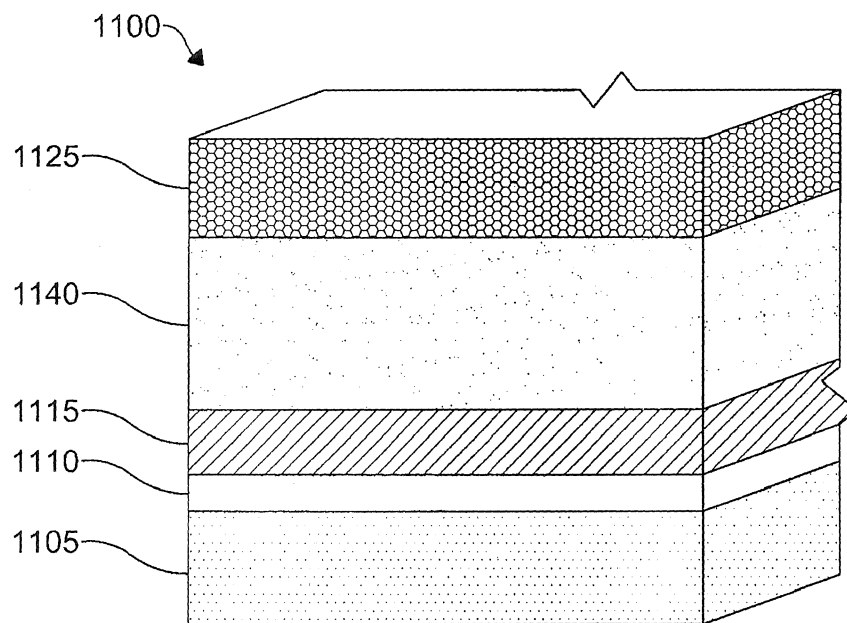


FIG. 6

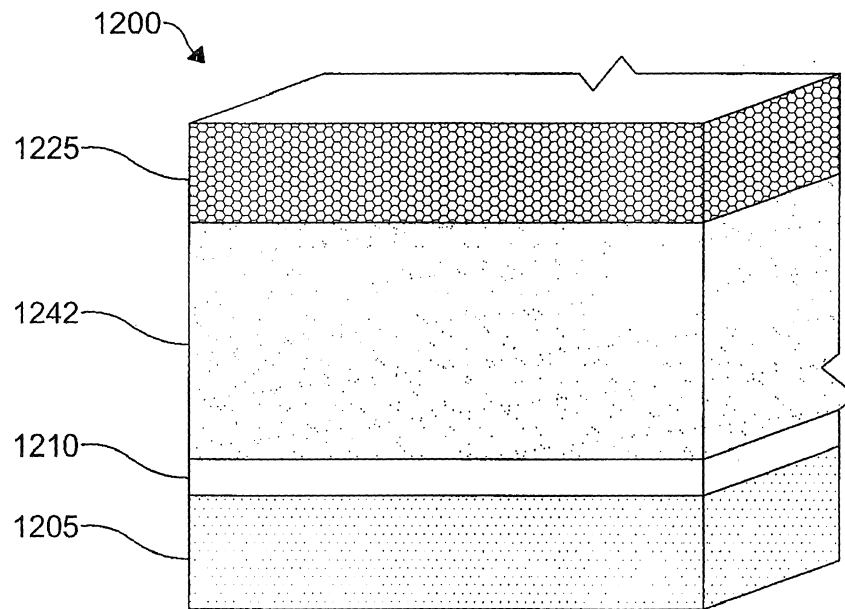


FIG. 7

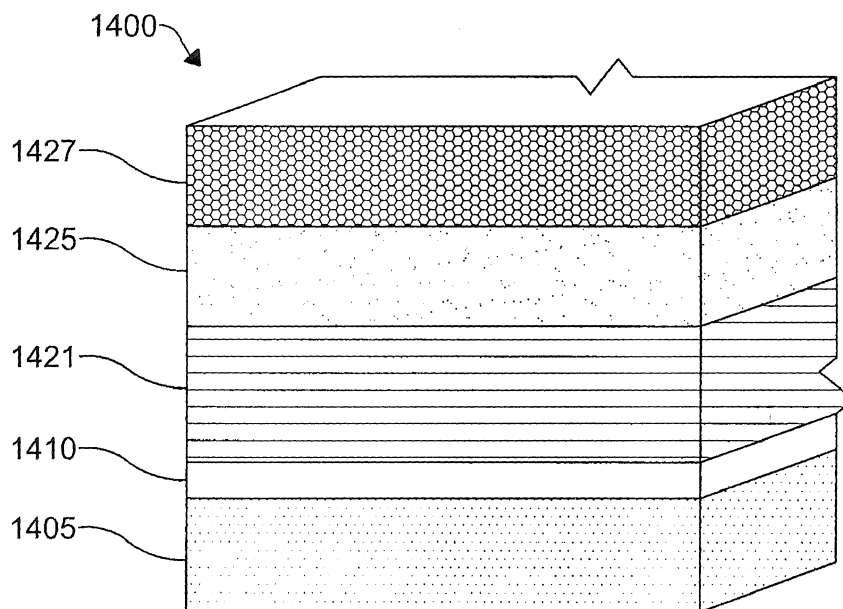


FIG. 8

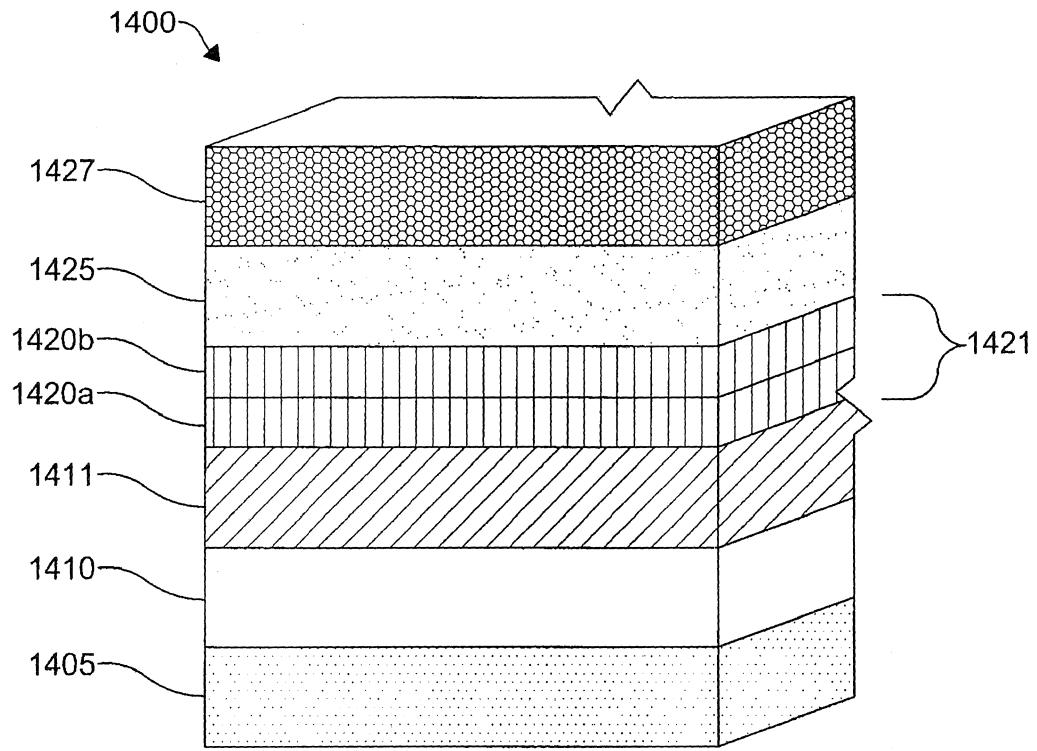


FIG. 8a

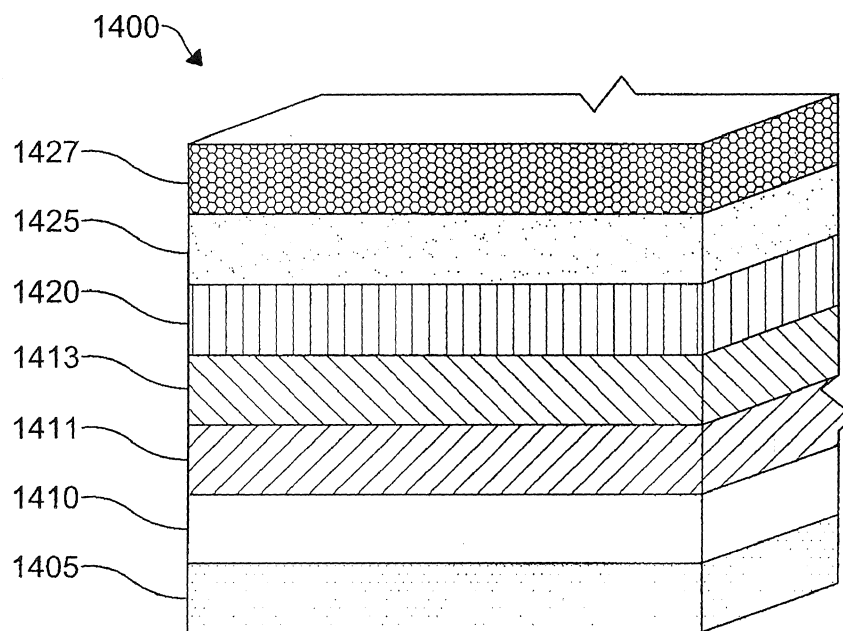


FIG. 8b

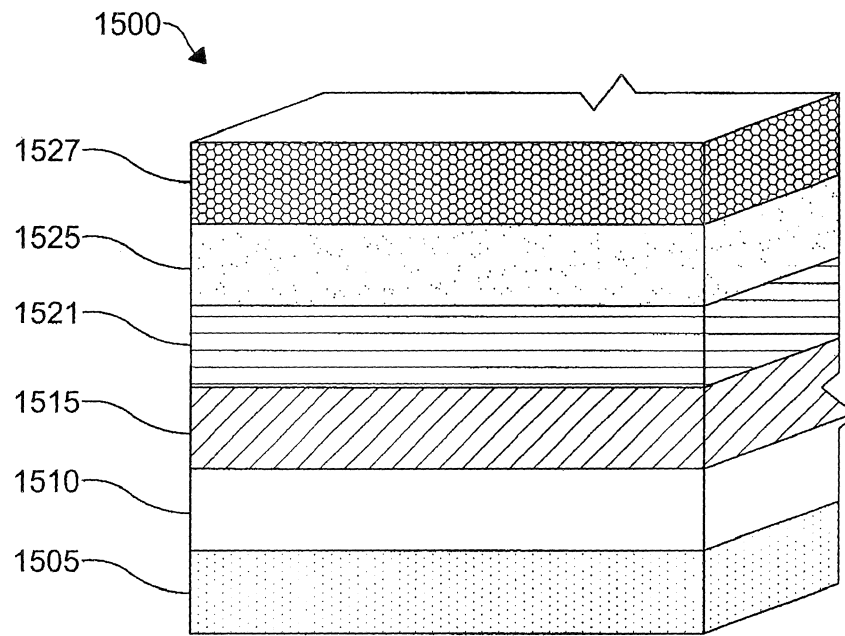


FIG. 9

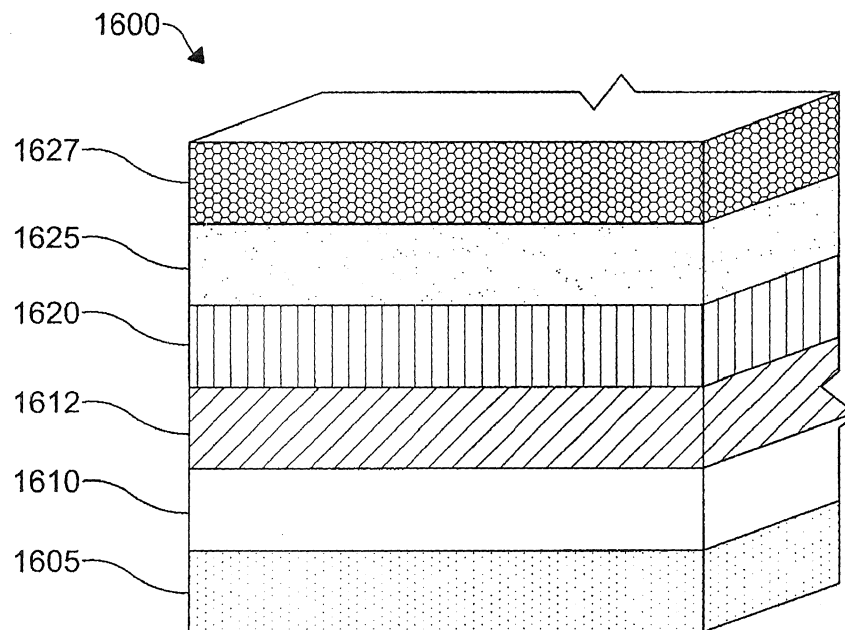


FIG. 10

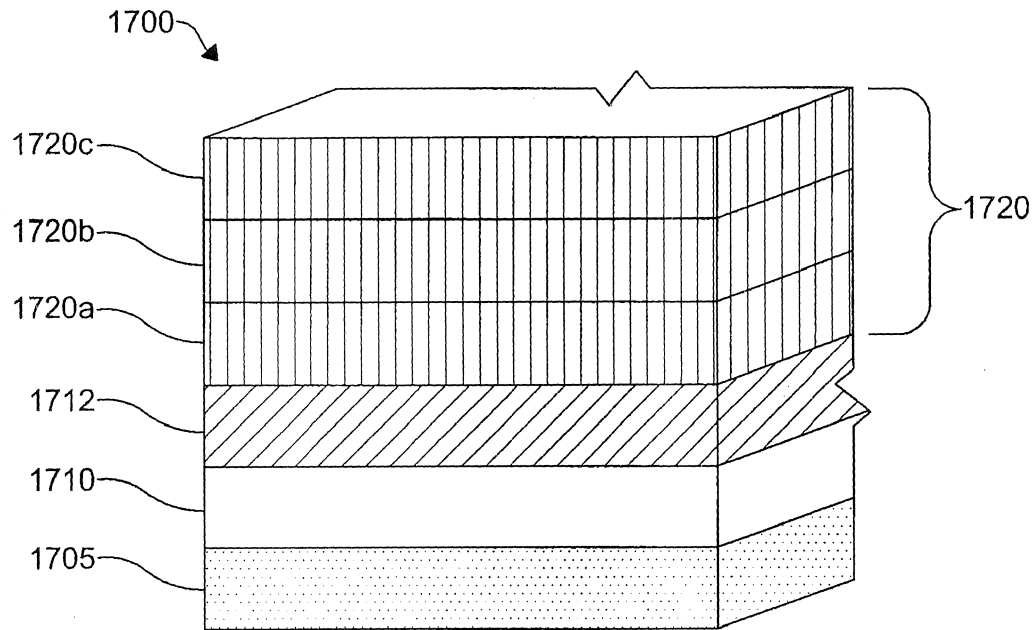


FIG. 11

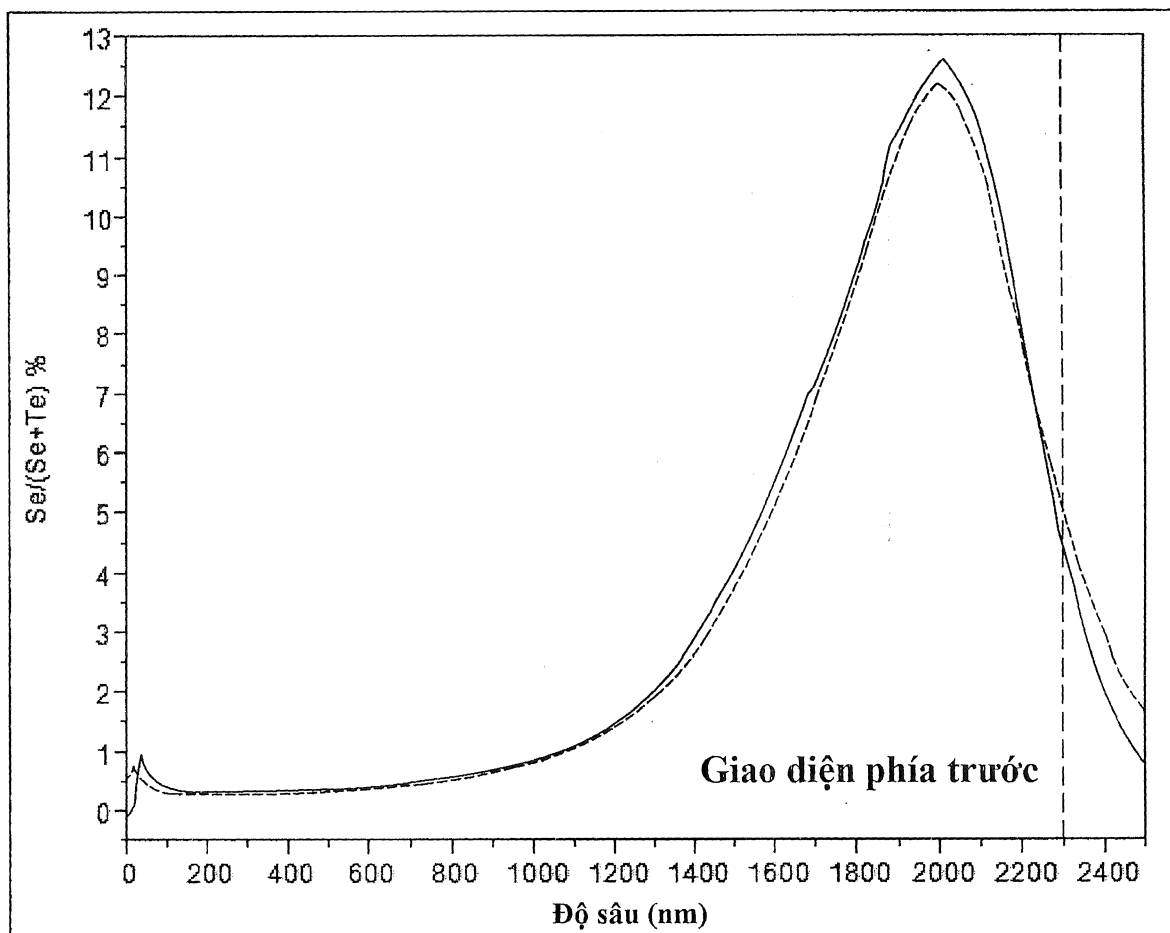


FIG. 12

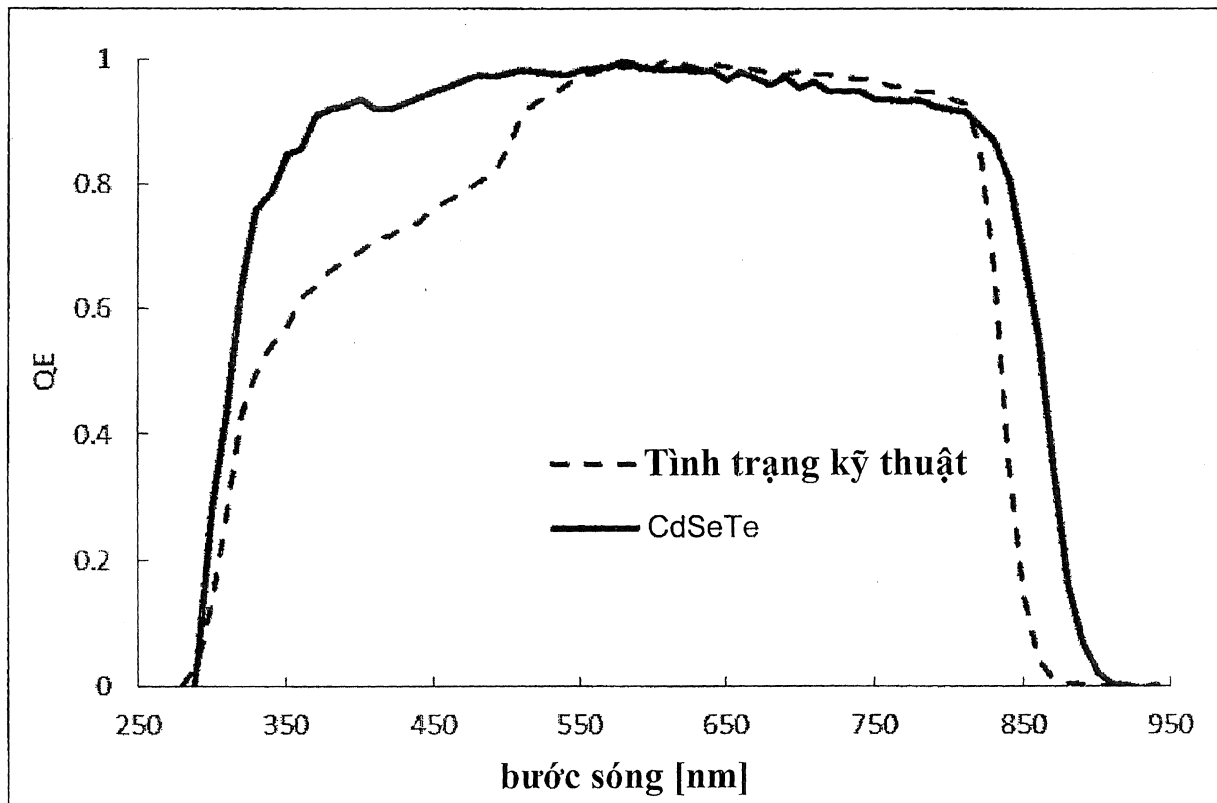


FIG. 13