



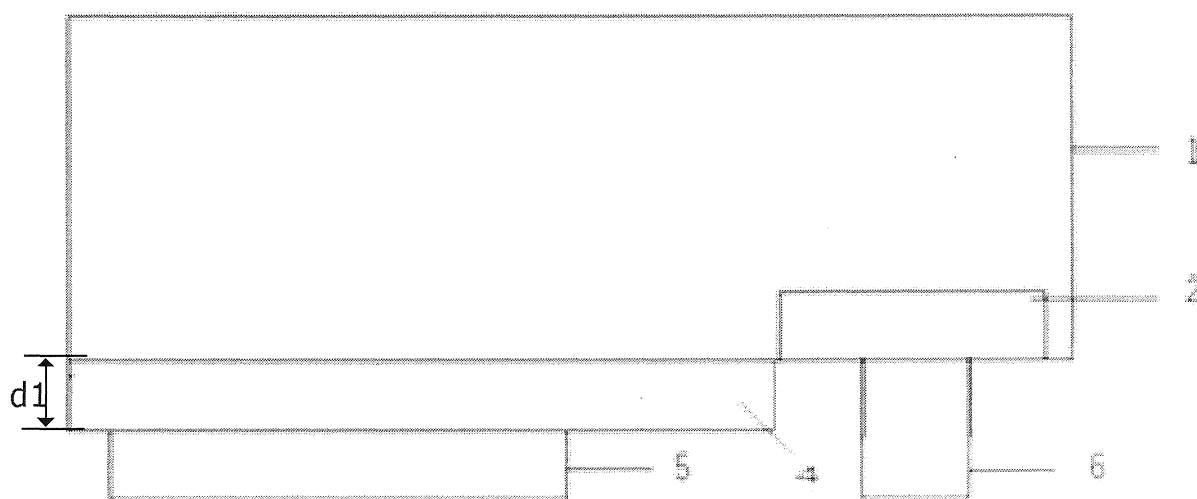
(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) 
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
1-0052298
(51)^{2022.01} H01L 31/072; H01L 31/18; H01L 31/0224 (13) B

(21) 1-2023-00039 (22) 10/12/2020
(86) PCT/CN2020/135400 10/12/2020 (87) WO2021/253751 23/12/2021
(30) 202010544465.9 15/06/2020 CN; 202021108338.6 15/06/2020 CN; 202021106709.7
15/06/2020 CN; 202021101871.X 15/06/2020 CN
(45) 27/10/2025 451 (43) 25/05/2023 422A
(73) LONGI GREEN ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD. (CN)
No. 388 Middle Aerospace Road Chang'an District Xi'an, Shaanxi 710100, China
(72) WU, Zhao (CN); XU, Chen (CN); LI, Zifeng (CN).
(74) CÔNG TY TRÁCH NHIỆM HỮU HẠN TƯ VẤN ĐẦU TƯ VÀ SỞ HỮU TRÍ TUỆ
INTERFIVE (INTERFIVE CO., LTD)

(54) PIN MẶT TRỜI TIẾP XÚC NGƯỢC, HỆ PIN TIẾP XÚC NGƯỢC VÀ PHƯƠNG
PHÁP SẢN XUẤT

(21) 1-2023-00039

(57) Sáng chế đề cập đến pin mặt trời tiếp xúc ngược và phương pháp sản xuất cũng như hệ pin tiếp xúc ngược, liên quan đến lĩnh vực kỹ thuật quang điện. Pin mặt trời tiếp xúc ngược bao gồm: đế silic (1), trong đó mặt bóng của đế silic (1) được phân định thành vùng thứ nhất và vùng thứ hai (2), và vùng thứ hai (2) được pha tạp để tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai; lớp hợp chất kim loại-chalcogen (4), trong đó lớp hợp chất kim loại-chalcogen (4) được kết tủa trong ít nhất vùng thứ nhất của đế silic (1), và vùng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen (4) tương ứng với vùng thứ nhất tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất; điện cực thứ nhất (5), trong đó điện cực thứ nhất (5) được cung cấp tương ứng ở đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất; và điện cực thứ hai (6), trong đó điện cực thứ hai (6) được cung cấp tương ứng trong vùng tương ứng với vùng thứ hai (2). Việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ nhất được thực hiện bằng cách sử dụng đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất. Lớp hợp chất kim loại-chalcogen (4) có khả năng điều chỉnh tốt về cấu trúc và hiệu suất, độ ổn định nhiệt tốt và cửa sổ lựa chọn xử lý rộng, đồng thời có thể thực hiện khả năng dẫn ngang thấp hơn và khả năng dẫn dọc cao hơn.



[FIG.1]

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực kỹ thuật quang điện, và cụ thể đề cập đến pin mặt trời tiếp xúc ngược và phương pháp sản xuất, cũng như hệ pin tiếp xúc ngược.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Pin mặt trời tiếp xúc ngược, do mặt tiếp xúc với ánh sáng hoàn toàn không bị chặn bởi các điện cực, có thể thực hiện hiệu suất chuyển đổi quang điện cao và do đó có nhiều ứng dụng.

Hiện nay, trong pin mặt trời tiếp xúc ngược, người ta thường yêu cầu chế tạo, ở mặt bóng của đế silic, các vùng của các loại dẫn điện khác nhau được căn chỉnh chính xác và được cách điện với nhau.

Tuy nhiên, việc chế tạo các vùng của các loại dẫn điện khác nhau được căn chỉnh chính xác và được cách điện với nhau dẫn đến độ ổn định xử lý kém.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất pin mặt trời tiếp xúc ngược và phương pháp sản xuất, cũng như hệ pin tiếp xúc ngược, nhằm mục đích giải quyết vấn đề về độ ổn định xử lý kém.

Theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, sáng chế đề xuất pin mặt trời tiếp xúc ngược, trong đó pin mặt trời tiếp xúc ngược bao gồm:

đế silic, trong đó mặt bóng của đế silic được phân định thành vùng thứ nhất và vùng thứ hai;

lớp hợp chất kim loại-nhóm oxy (chalcogen), trong đó lớp hợp chất kim loại-chalcogen được kết tủa trong ít nhất vùng thứ nhất của đế silic, và vùng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen tương ứng với vùng thứ nhất tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất;

điện cực thứ nhất, trong đó điện cực thứ nhất được cung cấp tương ứng trên đầu thu hạt tải tích điện thứ nhất; và

điện cực thứ hai, trong đó điện cực thứ hai được cung cấp tương ứng trong vùng tương ứng với vùng thứ hai.

Mức năng lượng dải dẫn của lớp hợp chất kim loại-chalcogen ở giao diện gần vùng thứ nhất gần với mức năng lượng dẫn của hạt tải điện tích điện thứ nhất trong vùng thứ nhất, mà có thể đảm nhiệm việc hấp thụ hạt tải điện tích điện thứ nhất và loại bỏ hạt tải điện tích điện thứ hai, và do đó, vùng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen tương ứng với vùng thứ nhất tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất, đầu này thực hiện việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ nhất bằng cách sử dụng đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất. Lớp hợp chất kim loại-chalcogen có khả năng điều chỉnh tốt trong cấu trúc và hiệu suất, độ ổn định nhiệt tốt và cửa sổ lựa chọn xử lý rộng, đồng thời có thể thực hiện khả năng dẫn theo chiều ngang thấp hơn và khả năng dẫn theo chiều dọc cao hơn.

Tùy chọn, để silic trong vùng thứ hai được pha tạp để tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai;

lớp hợp chất kim loại-chalcogen được kết tủa trên toàn bộ mặt bóng của đế silic;

vùng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen tương ứng với vùng thứ hai tạo thành vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai; và

điện cực thứ hai được cung cấp tương ứng trong vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai.

Theo phương án của sáng chế, đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai được tạo thành bằng cách pha tạp vùng thứ hai của mặt bóng của đế silic, và có thể hấp thụ hạt tải điện tích điện thứ hai và loại bỏ hạt tải điện tích điện thứ nhất, để đảm nhiệm việc chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai, theo đó, ở đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai, hạt tải điện tích điện thứ hai có mật độ lớn hơn và hạt tải điện tích điện thứ nhất có mật độ thấp hơn. Hơn nữa, mức năng lượng dẫn hạt tải điện tích điện của lớp hợp chất kim loại-chalcogen toàn lớp liên tục ở giao diện gần vùng thứ nhất gần với mức năng lượng dẫn hạt tải điện tích điện thứ nhất trong vùng thứ nhất, có thể đảm nhiệm việc hấp thụ hạt tải điện tích điện thứ nhất và loại bỏ hạt tải điện tích điện thứ hai, và do đó, vùng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen tương ứng với vùng thứ nhất tạo thành đầu

thu hạt tải điện tích điện thứ nhất, mà thực hiện việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ nhất bằng cách sử dụng đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất. Ở đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai, do hạt tải điện tích điện thứ hai có mật độ cao hơn và hạt tải điện tích điện thứ nhất có mật độ thấp hơn nên mức năng lượng dẫn hạt tải điện tích điện của lớp hợp chất kim loại-chalcogen gần với mức năng lượng dẫn của hạt tải điện tích điện thứ hai tương ứng với vùng thứ hai. Do đó, hạt tải điện tích điện thứ hai của đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai có thể trực tiếp đi vào vùng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen tương ứng với vùng thứ hai, và theo đó, vùng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen tương ứng với vùng thứ hai đóng vai trò là vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai, thực hiện việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ hai. Nói cách khác, trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen, vùng tương ứng với vùng thứ nhất thực hiện việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ nhất và vùng tương ứng với vùng thứ hai thực hiện việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ hai. Nói cách khác, các vùng khác nhau của lớp hợp chất kim loại-chalcogen thực hiện riêng lẻ việc truyền hạt tải điện tích điện thứ hai và thu hạt tải điện tích điện thứ nhất. Ngoài ra, lớp hợp chất kim loại-chalcogen có khả năng truyền theo chiều ngang thấp hơn và tất cả các loại hạt tải điện khác nhau sau khi được thu sẽ được truyền theo chiều dọc để đi vào các điện cực tương ứng và không lưu thông với nhau do truyền theo chiều ngang gây rò điện, đoản mạch. Do đó, không cần căn chỉnh bổ sung và cách điện, dẫn đến quy trình đơn giản, giảm tái tổ hợp và tăng hiệu suất chuyển đổi quang điện. Ngoài ra, đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai, đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất và lớp hợp chất kim loại-chalcogen không tiếp xúc với nhau để tạo ra lớp chuyển tiếp PN ngược.

Tùy chọn, đế silic trong vùng thứ hai được pha tạp để tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai; lớp hợp chất kim loại-chalcogen chỉ kết tủa trong vùng thứ nhất; và điện cực thứ hai được cung cấp tương ứng trên đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai;

hoặc

lớp hợp chất kim loại-chalcogen được kết tủa trên toàn bộ mặt bóng của đế silic; ít nhất một phần của lớp hợp chất kim loại-chalcogen tương ứng với vùng thứ hai có lỗ hổng để phân đoạn về điện lớp hợp chất kim loại-chalcogen; lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai được hình thành tại một phần của lớp hợp chất kim loại-chalcogen

trương ứng với vùng thứ hai và lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai lấp đầy lỗ hổng; và điện cực thứ hai được cung cấp tương ứng trên lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai.

Theo phương án của sáng chế, đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai được tạo thành bằng cách pha tạp vùng thứ hai của mặt bóng của đế silic, và có thể hấp thụ hạt tải điện tích điện thứ hai và loại bỏ hạt tải điện tích điện thứ nhất, để đảm nhiệm việc chọn lọc của hạt tải điện tích điện thứ hai, theo đó, ở đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai, hạt tải điện tích điện thứ hai có mật độ lớn hơn và hạt tải điện tích điện thứ nhất có mật độ thấp hơn. Lớp hợp chất kim loại-chalcogen, với tư cách là đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất, chỉ được kết tủa trong vùng thứ nhất của mặt bóng của đế silic và mức năng lượng dẫn hạt tải điện tích điện của nó gần với mức năng lượng dẫn hạt tải điện tích điện thứ nhất trong vùng thứ nhất, mà có thể đảm nhiệm việc hấp thụ hạt tải điện tích điện thứ nhất và loại bỏ hạt tải điện tích điện thứ hai, thực hiện việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ nhất bằng cách sử dụng đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất. Điện cực thứ nhất được cung cấp tương ứng ở đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất và điện cực thứ hai được cung cấp tương ứng ở đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai. Nói cách khác, vùng thứ hai của mặt bóng của đế silic được pha tạp thực hiện việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ hai, và lớp hợp chất kim loại-chalcogen chỉ kết tủa trong vùng thứ nhất của mặt bóng của đế silic thực hiện việc thu và truyền của hạt tải điện tích điện thứ nhất. Các chất khác nhau nằm ở các vị trí khác nhau thực hiện riêng lẻ việc thu và truyền các hạt tải điện tích điện khác nhau và không cần căn chỉnh bổ sung và cách điện, dẫn đến quy trình đơn giản, giảm diện tích của vùng không thu và tăng hiệu suất chuyển đổi quang điện. Ngoài ra, các mức năng lượng dẫn hạt tải điện tích điện của các vật liệu thu hoặc dẫn điện của các vùng thu hạt tải điện tích điện gần với các mức năng lượng truyền các hạt tải điện tích điện tương ứng trong vật liệu silic và giao diện truyền không có hoặc có rào cản thấp tiềm năng, làm giảm điện trở tiếp xúc dọc. Ngoài ra, trên cơ sở đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai hấp thụ hạt tải điện tích điện thứ hai và loại bỏ hạt tải điện tích điện thứ nhất, để đảm nhiệm việc chọn lọc của hạt tải điện tích điện thứ hai, mức năng lượng dẫn hạt tải điện tích điện của lớp hợp chất kim loại-chalcogen toàn lớp liên tục ở giao diện gần vùng thứ nhất gần với mức năng lượng dẫn hạt tải điện tích điện thứ nhất trong vùng thứ nhất, lớp

này có thể đảm nhiệm việc hấp thụ hạt tải điện tích điện thứ nhất và loại bỏ hạt tải điện tích điện thứ hai, và theo đó, một phần của lớp hợp chất kim loại-chalcogen tương ứng với vùng thứ nhất tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất, đầu thu này thực hiện việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ nhất bằng cách sử dụng đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất. Ngoài ra, ít nhất một phần của lớp hợp chất kim loại-chalcogen toàn lớp liên tục tương ứng với vùng thứ hai có lỗ hổng phân đoạn về điện lớp hợp chất kim loại-chalcogen, lỗ hổng được lấp đầy bởi lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai và điện cực thứ hai được cung cấp trên lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai. Điều đó tương đương với việc hạt tải điện tích điện thứ hai chỉ được truyền bởi lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai và hạt tải điện tích điện thứ nhất được truyền chủ yếu bởi một phần của lớp hợp chất kim loại-chalcogen không có lỗ hổng. Điều đó thực hiện rằng các chất khác nhau truyền riêng lẻ các hạt tải điện tích điện khác nhau và không cần căn chỉnh bổ sung và cách điện, dẫn đến quy trình đơn giản, giảm diện tích của vùng không thu và tăng hiệu suất chuyển đổi quang điện. Ngoài ra, hạt tải điện tích điện thứ nhất và hạt tải điện tích điện thứ hai được truyền bởi các chất khác nhau và lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai tạo điều kiện thuận lợi hơn cho việc truyền hạt tải điện tích điện thứ hai, điều này có thể làm giảm điện trở tiếp xúc dọc. Ngoài ra, đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai, đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất và lớp hợp chất kim loại-chalcogen không tiếp xúc với nhau để tạo ra lớp chuyển tiếp PN ngược.

Tùy chọn, đế silic trong vùng thứ hai được pha tạp để tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai;

lớp hợp chất kim loại-chalcogen được kết tủa trên toàn bộ mặt bóng của đế silic;

lớp hợp chất kim loại-chalcogen có bộ phận chặn giúp phân đoạn về điện lớp hợp chất kim loại-chalcogen thành vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai và đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất;

vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai tương ứng với vùng thứ hai; và

điện cực thứ hai được cung cấp tương ứng trong vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai.

Theo phương án của sáng chế, đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai được tạo thành bằng cách pha tạp vùng thứ hai của mặt bóng của đế silic, và có thể hấp thụ hạt tải điện tích điện thứ hai và loại bỏ hạt tải điện tích điện thứ nhất, để đảm nhiệm việc chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai, theo đó, ở đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai, hạt tải điện tích điện thứ hai có mật độ lớn hơn và hạt tải điện tích điện thứ nhất có mật độ thấp hơn. Bộ phận chặn phân đoạn về điện lớp hợp chất kim loại-chalcogen thành vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai và đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất, và mức năng lượng dẫn hạt tải điện tích điện của đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất tại giao diện gần vùng thứ nhất gần với mức năng lượng dẫn hạt tải điện tích điện thứ nhất trong vùng thứ nhất, có thể đảm nhiệm việc hấp thụ hạt tải điện tích điện thứ nhất và loại bỏ hạt tải điện tích điện thứ hai. Ở đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai, do hạt tải điện tích điện thứ hai có mật độ cao hơn và hạt tải điện tích điện thứ nhất có mật độ thấp hơn nên mức năng lượng dẫn hạt tải điện tích điện của vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai gần với mức năng lượng dẫn của hạt tải điện tích điện thứ hai tương ứng với vùng thứ hai. Do đó, hạt tải điện tích điện thứ hai của đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai có thể trực tiếp vào vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai, nơi thực hiện việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ hai. Ngoài ra, bằng cách phân đoạn vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai và đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất bằng cách sử dụng bộ phận chặn, khả năng truyền theo chiều ngang của lớp hợp chất kim loại-chalcogen toàn lớp có thể rất thấp, có thể tăng lên khả năng dẫn dọc của lớp hợp chất kim loại-chalcogen và ngăn ngừa rò rỉ điện ngang, và do đó có thể làm giảm đáng kể điện trở của chuỗi dọc. Hơn nữa, bằng cách phân đoạn vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai và đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất bằng cách sử dụng bộ phận chặn, tất cả các loại hạt tải điện khác nhau, sau khi được thu, được truyền theo chiều dọc để đi vào các điện cực tương ứng và không được thông với nhau do truyền theo chiều ngang gây rò điện, đoản mạch. Do đó, không cần căn chỉnh pha tạp chính xác, điều này dẫn đến quy trình đơn giản, giảm khả năng tái tổ hợp và tăng hiệu suất chuyển đổi quang điện. Ngoài ra, đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai, đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất và lớp hợp chất kim loại-chalcogen không tiếp xúc với nhau để tạo ra lớp chuyển tiếp PN ngược.

Tùy chọn, pin mặt trời tiếp xúc ngược còn bao gồm: lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai;

lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai được kết tủa trong vùng thứ hai của đế silic;

lớp hợp chất kim loại-chalcogen được kết tủa trong vùng thứ nhất và trên mặt bóng của lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai;

phần của lớp hợp chất kim loại-chalcogen tương ứng với lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai tạo thành vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai; và

điện cực thứ hai được cung cấp tương ứng trong vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai.

Theo phương án của sáng chế, lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai được kết tủa trong vùng thứ hai của mặt bóng của đế silic, không yêu cầu khuếch tán ở nhiệt độ cao và có nhiệt độ xử lý thấp. Mức năng lượng dẫn hạt tải điện tích điện của lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai gần với mức năng lượng dẫn của hạt tải điện tích điện thứ hai của đế silic và có thể hấp thụ hạt tải điện tích điện thứ hai và loại bỏ hạt tải điện tích điện thứ nhất, để đảm nhiệm việc chọn lọc của hạt tải điện tích điện thứ hai. Mức năng lượng dẫn hạt tải điện tích điện của lớp hợp chất kim loại-chalcogen tại giao diện của vùng bên ngoài lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai gần với mức năng lượng dẫn hạt tải điện tích điện thứ nhất trong vùng thứ nhất của mặt bóng của đế silic, có thể đảm nhiệm việc hấp thụ hạt tải điện tích điện thứ nhất và loại bỏ hạt tải điện tích điện thứ hai, và do đó, vùng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen nằm bên ngoài vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất, mà thực hiện việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ nhất bằng cách sử dụng đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất. Nói cách khác, vùng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen tương ứng với lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai thực hiện sự truyền hạt tải điện tích điện thứ hai và vùng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen nằm bên ngoài nó thực hiện việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ nhất. Nói cách khác, các vùng khác nhau của lớp hợp chất kim loại-chalcogen thực hiện riêng lẻ việc truyền hạt tải điện tích điện thứ hai và thu hạt tải điện tích điện thứ nhất. Ngoài ra, trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen, giao diện

giữa vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai và đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất có khiếm khuyết điện trở cao, có thể tạo ra lớp cách điện, để không có rò rỉ hoặc đoản mạch. Do đó, không cần căn chỉnh bổ sung và cách điện, dẫn đến quy trình đơn giản, giảm tái tổ hợp và tăng hiệu suất chuyển đổi quang điện. Lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai sử dụng cấu trúc tiếp xúc chọn lọc kết tủa và lớp hợp chất kim loại-chalcogen cũng sử dụng cấu trúc tiếp xúc chọn lọc kết tủa, có ưu điểm là tái tổ hợp vùng khối thấp và không giới hạn bởi giới hạn của sự tái tổ hợp khoan. Ngoài ra, lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai và đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất không tiếp xúc với nhau để tạo ra lớp chuyển tiếp PN ngược.

Theo khía cạnh thứ hai của sáng chế, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất pin mặt trời tiếp xúc ngược, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

cung cấp đế silic, trong đó mặt bóng của đế silic được phân định thành vùng thứ nhất và vùng thứ hai;

kết tủa trong ít nhất vùng thứ nhất của đế silic để thu được lớp hợp chất kim loại-chalcogen, trong đó vùng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen tương ứng với vùng thứ nhất tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất;

cung cấp tương ứng điện cực thứ nhất ở đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất; và

cung cấp tương ứng điện cực thứ hai trong vùng tương ứng với vùng thứ hai.

Theo khía cạnh thứ ba của sáng chế, sáng chế đề xuất hệ pin tiếp xúc ngược, trong đó hệ pin tiếp xúc ngược bao gồm: pin mặt trời tiếp xúc ngược theo một phương án bất kỳ trong số các phương án được mô tả ở trên.

Mô tả ở trên chỉ là tóm tắt các giải pháp kỹ thuật của sáng chế. Để biết rõ hơn các yếu tố của sáng chế để cho phép triển khai theo nội dung của nội dung mô tả, và để làm cho các mục đích, dấu hiệu và ưu điểm nêu trên và các mục đích khác của sáng chế trở nên rõ ràng và dễ hiểu hơn, các phương án cụ thể của sáng chế tại được cung cấp dưới đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để minh họa rõ ràng hơn các giải pháp kỹ thuật theo các phương án của sáng chế hoặc giải pháp kỹ thuật đã biết, các hình vẽ được yêu cầu để mô tả các phương án hoặc

giải pháp kỹ thuật đã biết sẽ được mô tả ngắn gọn dưới đây. Rõ ràng, những hình vẽ được mô tả dưới đây là các phương án của sáng chế và người có hiểu biết trong lĩnh vực này có thể có được những hình vẽ khác theo những hình vẽ này mà không cần đến sự sáng tạo.

Fig. 1 đến Fig. 23 thể hiện sơ đồ cấu trúc của loại thứ nhất đến loại thứ hai mươi ba của pin mặt trời tiếp xúc ngược theo các phương án của sáng chế.

Mô tả các số tham chiếu:

1 - đế silic, 2 - vùng thứ hai, 3 - lớp cách ly dạng đường hầm, 4 - lớp hợp chất kim loại-chalcogen, 22 - lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai, 23 - lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai, 5 - điện cực thứ nhất, 6 - điện cực thứ hai, 52 - màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất, 53 - lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất, 63 - màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ hai, 62 - lớp điều chỉnh hàm công thứ hai, 64 - lớp điều chỉnh hàm công thứ ba, 65 - màng dẫn điện trong suốt thứ ba, 66 - lớp điều chỉnh hàm công thứ tư, 67 - màng dẫn điện trong suốt thứ tư, 68 - lớp điều chỉnh hàm công thứ năm, 69 - màng dẫn điện trong suốt thứ năm, 7 - lớp màng chống phản xạ mặt trước, 8 - màng thụ động mặt sau hoặc màng chống phản xạ mặt bóng và 9 - bộ phận chặn.

Mô tả chi tiết sáng chế

Để làm cho các đối tượng, giải pháp kỹ thuật và ưu điểm của các phương án của sáng chế rõ ràng hơn, các giải pháp kỹ thuật của các phương án của sáng chế sẽ được mô tả rõ ràng và đầy đủ dưới đây có tham chiếu đến các hình vẽ của các phương án của sáng chế. Rõ ràng, các phương án được mô tả chỉ là một số phương án nhất định theo sáng chế, chứ không phải là tất cả các phương án. Tất cả các phương án khác mà người có hiểu biết trong lĩnh vực này có được trên cơ sở các phương án của sáng chế mà không cần đến sự sáng tạo đều nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Theo phương án của sáng chế, đề cập đến Fig. 1, Fig. 1 thể hiện sơ đồ cấu trúc của loại pin mặt trời tiếp xúc ngược thứ nhất theo một phương án của sáng chế. Pin mặt trời tiếp xúc ngược bao gồm: đế silic 1, trong đó mặt bóng của đế silic 1 được

phân định thành vùng thứ nhất và vùng thứ hai 2. Trên Fig. 1, vùng của mặt bóng của đế silic 1 khác với vùng thứ hai 2 là vùng thứ nhất.

Lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 được kết tủa trong ít nhất vùng thứ nhất của đế silic 1. Cần lưu ý rằng việc lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 được kết tủa trong vùng thứ hai 2 của đế silic 1 đặc biệt bị hạn chế. Ví dụ, trong pin mặt trời tiếp xúc ngược được thể hiện trên Fig. 1, trong vùng thứ hai 2 của đế silic 1 không phải lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 được kết tủa.

Vùng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 tương ứng với vùng thứ nhất của mặt bóng của đế silic 1 tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất. Đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất có thể thực hiện việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ nhất.

Có thể hiểu rằng, trong pin mặt trời tiếp xúc ngược chỉ có hai hạt tải điện tích điện. Do đó, hạt tải điện tích điện thứ nhất được chọn từ một trong số hạt tải điện cơ bản và hạt tải điện không cơ bản, và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện còn lại trong số hạt tải điện cơ bản và hạt tải điện không cơ bản. Nói cách khác, khi hạt tải điện tích điện thứ nhất là hạt tải điện cơ bản thì hạt tải điện tích điện thứ hai chắc chắn là hạt tải điện không cơ bản và khi hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện cơ bản thì hạt tải điện tích điện thứ nhất chắc chắn là hạt tải điện không cơ bản. Cần lưu ý rằng, theo sáng chế, xem xét hạt tải điện cơ bản và hạt tải điện không cơ bản là điện tử hay lỗ được quyết định chủ yếu bởi loại pha tạp của đế silic 1. Nếu loại pha tạp của đế silic 1 là loại N, thì trong pin mặt trời tiếp xúc ngược theo sáng chế, hạt tải điện cơ bản là điện tử và hạt tải điện không cơ bản là lỗ. Nếu loại pha tạp của đế silic 1 là loại P, thì trong pin mặt trời tiếp xúc ngược theo sáng chế, hạt tải điện cơ bản là các lỗ và hạt tải điện không cơ bản là các điện tử.

Trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4, đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất được cung cấp tương ứng điện cực thứ nhất 5 và điện cực thứ nhất 5 được sử dụng để dẫn hạt tải điện tích điện thứ nhất. Điện cực thứ hai 6 được cung cấp tương ứng trong vùng tương ứng với vùng thứ hai 2 và điện cực thứ hai 6 được sử dụng để dẫn hạt tải điện tích điện thứ hai. Cần lưu ý rằng cần phải để lại khe cách điện giữa điện cực thứ nhất 5 và điện cực thứ hai 6, trong đó khe cách điện không nhỏ hơn khoảng cách đánh

thùng dưới điện áp làm việc bình thường. Điện cực thứ nhất 5 và điện cực thứ hai 6 có thể được chế tạo bằng cách in, kết tủa, v.v. Điện cực thứ hai 6 và điện cực thứ nhất 5 có thể là điện cực kim loại.

Mức năng lượng dải dẫn của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 ở giao diện gần vùng thứ nhất gần với mức năng lượng dẫn của hạt tải điện tích điện thứ nhất trong vùng thứ nhất, có thể đảm nhiệm việc hấp thụ hạt tải điện tích điện thứ nhất và loại bỏ hạt tải điện tích điện thứ hai và theo đó, vùng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 tương ứng với vùng thứ nhất tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất, mà này thực hiện việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ nhất bằng cách sử dụng đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất. Lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 có khả năng điều chỉnh tốt trong cấu trúc và hiệu suất, độ ổn định nhiệt tốt và cửa sổ lựa chọn xử lý rộng, đồng thời có thể thực hiện khả năng dẫn ngang thấp hơn và khả năng dẫn dọc cao hơn.

Tùy chọn, tham khảo Fig. 2, Fig. 2 thể hiện sơ đồ cấu trúc của loại pin mặt trời tiếp xúc ngược thứ hai theo một phương án của sáng chế. Lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 được kết tủa trên toàn bộ mặt bóng của đế silic 1. Lớp đó, so với các lớp vật liệu khác được kết tủa trên toàn bộ mặt bóng của đế silic 1, có khả năng điều chỉnh tốt trong cấu trúc và hiệu suất, có thể thực hiện khả năng dẫn ngang thấp hơn và khả năng dẫn dọc cao hơn, đồng thời có độ ổn định nhiệt tốt và cửa sổ lựa chọn xử lý rộng.

Trên Fig. 2, vùng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 tương ứng với vùng thứ hai của mặt bóng của đế silic 1 tạo thành vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai. Vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai có thể thực hiện việc truyền hạt tải điện tích điện thứ hai. Điện cực thứ hai 6 được cung cấp tương ứng trong vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4, và điện cực thứ hai 6 được sử dụng để dẫn hạt tải điện tích điện thứ hai.

Tùy chọn, vùng thứ hai 2 được pha tạp để tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai. Đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai có thể thực hiện việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ hai. Cần lưu ý rằng các loại pha tạp của vùng thứ hai 2 và chính vùng thứ hai của đế silic 1 là giống hoặc khác nhau, và nếu các loại pha tạp giống nhau

thì các nguyên tố pha tạp có thể giống hoặc khác nhau, mà không bị giới hạn cụ thể trong các phương án của sáng chế.

Tùy chọn, diện tích chiều của đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai trên mặt bóng của đế silic 1 chiếm từ 5% đến 45% tổng diện tích của mặt bóng của đế silic. Tỷ lệ diện tích đó có tác dụng tốt cho việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ hai, đồng thời không ảnh hưởng đến việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ nhất.

Tùy chọn, hình chiếu từ trên xuống của đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai có thể là biên dạng đốm nhỏ hoặc biên dạng tuyến tính. Ví dụ, biên dạng đốm nhỏ là hình tròn hoặc hình elip. Ví dụ, biên dạng tuyến tính là hình chữ nhật, đa giác, v.v. Hình chiếu từ trên xuống của đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai là biên dạng đốm nhỏ hoặc biên dạng tuyến tính, dẫn đến quy trình đơn giản để thực hiện sự pha tạp của vùng thứ hai.

Tùy chọn, nồng độ pha tạp của đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai lớn hơn hoặc bằng 10^{15} cm^{-3} và lớn hơn nồng độ pha tạp của đế silic 1 trong vùng thứ nhất, dẫn đến hiệu quả thu và truyền hạt tải điện thứ hai tốt hơn.

Đề cập đến Fig. 2, trường hợp đế silic 1 là đế silic loại N, hạt tải điện tích điện thứ hai là điện tử và hạt tải điện tích điện thứ nhất là lỗ sẽ được lấy làm ví dụ bên dưới để mô tả. Đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai có cấu trúc pha tạp, có thể khiến dải năng lượng của đế silic loại N uốn cong xuống trong vùng thứ hai 2, để thu hút các điện tử và loại bỏ lỗ, đảm nhiệm việc thu thập chọn lọc các điện tử. Vùng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 tương ứng với vùng thứ nhất tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất và đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất là đầu thu lỗ. Hợp chất kim loại-chalcogen trong vùng thứ nhất (nghĩa là đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất) hoạt động như một vật liệu tiếp xúc có chọn lọc với lỗ. Mức năng lượng dải dẫn của vật liệu đó gần với mức năng lượng dải hóa trị của đế silic loại N và vật liệu có thể có khiếm khuyết giao diện của điện tích âm hoặc cố định âm, điều này có thể gây ra dải năng lượng tại giao diện uốn cong lên trên, để tạo thành lớp giao diện loại P, dùng để hút các lỗ và loại bỏ các điện tử. Ở đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất, vật liệu có độ chọn lọc cao gây ra sự uốn cong dải giao diện mạnh và đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất có mức năng lượng đáy của dải dẫn thấp, theo đó các lỗ có thể đi vào vật liệu

chọn lọc lỗ bằng cơ chế tái tổ hợp dạng đường hầm, để thực hiện việc thu thập và truyền các lỗ. Trong vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai, do vùng này có mật độ điện tử cao hơn và mật độ lỗ thấp hơn nên mức năng lượng đáy dải dẫn của vùng thấp và gần với năng lượng đáy dải dẫn của đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai. Do đó, các điện tử có thể trực tiếp đi vào vùng truyền của hạt tải điện tích điện thứ hai trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen tương ứng với đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai, do đó thực hiện sự truyền các điện tử.

Cần lưu ý rằng mức năng lượng dải dẫn và mức năng lượng dải hóa trị theo sáng chế thường đề cập đến các mức năng lượng của chính vật liệu, tức là, các mức năng lượng khi vật liệu chỉ tồn tại và không đề cập đến mức năng lượng thực tế trong pin.

Trên Fig. 2, lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 có thể thực hiện cả việc thu lỗ và truyền điện tử. Ngoài ra, vật liệu có thể có khả năng dẫn điện ngang thấp bằng cách điều chỉnh hiệu suất kết tinh, pha tinh thể và phần tử pha tạp. Đối với các lỗ ở đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất và các điện tử ở vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai, tất cả các loại hạt tải điện khác nhau sau khi được thu đều được truyền theo chiều dọc để đi vào các điện cực tương ứng và không được thông với nhau do truyền theo chiều ngang gây rò điện, đoản mạch. Do đó, các loại đầu thu hạt tải điện tích điện khác nhau không yêu cầu cách điện bổ sung và không tiếp xúc với nhau để tạo ra lớp chuyển tiếp PN ngược.

Trên Fig. 2, đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai sử dụng cấu trúc tiếp xúc chọn lọc pha tạp cục bộ và lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 sử dụng cấu trúc tiếp xúc chọn lọc kết tủa, so với cấu trúc tiếp xúc ngược khuếch tán hoàn toàn truyền thống, có ưu điểm là khả năng tái tổ hợp vùng khối thấp tại vùng thu hạt tải điện không cơ bản và có ít bước khuếch tán hơn và quy trình đơn giản hơn. So với cấu trúc sử dụng silic vô định hình làm lớp tiếp xúc ngược, lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 có độ chọn lọc cao hơn và độ ổn định nhiệt cao hơn, đồng thời quá trình kết tủa vật liệu có yêu cầu thấp hơn đối với thiết bị và độ an toàn cao hơn. Lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 có thể bao phủ hoàn toàn mặt sau của pin, để đơn giản hóa hơn nữa quy trình.

Bằng cách hình thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất bằng cách sử dụng vùng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 tương ứng với vùng thứ nhất, so với vật

liệu silic vô định hình, đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất có độ chọn lọc cao hơn và khả năng truyền theo chiều dọc và khả năng thu và truyền theo chiều dọc của hạt tải điện tích điện thứ nhất cao hơn. Ngoài ra, ở đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai, hợp tác với cấu trúc pha tạp cục bộ, hạt tải điện tích điện thứ hai được truyền qua mép dải của vật liệu hợp chất chalcogen, không liên quan đến cơ chế dạng đường hầm mức năng lượng truyền, và do đó việc truyền hạt tải điện tích điện thứ hai ít bị cản trở, điều này có thể thực hiện điện trở tiếp xúc thấp hơn.

Tùy chọn, lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 có thể là một hoặc nhiều lớp. Đề cập đến các Fig. 1 và Fig. 2, độ dày d_1 của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 có thể là 1 đến 600 nm. Tốt hơn nữa, d_1 là 2 đến 100 nm. Phạm vi độ dày như vậy có lợi cho việc truyền và thu hạt tải điện tích điện thứ hai và hạt tải điện tích điện thứ nhất.

Các trường hợp khác, ví dụ, trong đó đế silic 1 là đế silic loại P và hạt tải điện tích điện thứ hai là các lỗ, có thể được hiểu bằng cách tham khảo phần trên.

Tùy chọn, nếu đế silic là đế silic loại N và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện cơ bản, hoặc nếu đế silic là đế silic loại P và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện không cơ bản, thì vật liệu của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 được chọn từ ít nhất một trong số các vật liệu thứ nhất, trong đó các vật liệu thứ nhất là oxit kim loại loại N có hàm công lớn hơn hoặc bằng 5 eV hoặc oxit kim loại loại P có hàm công nhỏ hơn hoặc bằng 6 eV. Liên quan đến hai trường hợp trên, vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 của các vật liệu đó có lợi cho việc truyền hạt tải điện tích điện thứ hai và kết thúc thu hạt tải điện tích điện thứ nhất trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 của các vật liệu như vậy có lợi cho việc truyền và thu hạt tải điện tích điện thứ nhất.

Cụ thể, nếu đế silic là đế silic loại N và hạt tải điện tích điện thứ hai là điện tử hoặc nếu đế silic là đế silic loại P và hạt tải điện tích điện thứ hai là điện tử, thì vật liệu của hợp chất kim loại-chalcogen lớp 4 được chọn từ ít nhất một trong các vật liệu thứ nhất được mô tả ở trên.

Tùy ý, các vật liệu thứ nhất được chọn từ ít nhất một trong số các molybden oxit, vonfram oxit, vanadi oxit, niobi oxit, niken oxit, niobi oxit pha tạp thủy ngân (ví dụ: $\text{Hg}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$) và tantali oxit pha tạp thủy ngân (ví dụ: $\text{Hg}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$). Nếu đế silic là đế silic

loại N và hạt tải điện tích điện thứ hai là các điện tử hoặc nếu đế silic là đế silic loại P và hạt tải điện tích điện thứ hai là các điện tử, thì đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 của các vật liệu như vậy có lợi cho việc truyền và thu hạt tải điện tích điện thứ nhất, và vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 của các vật liệu đó có lợi cho việc truyền hạt tải điện tích điện thứ hai.

Tùy chọn, nếu đế silic là đế silic loại P và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện cơ bản, hoặc nếu đế silic là đế silic loại N và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện không cơ bản, thì vật liệu của lớp hợp chất kim loại-chalcogen được chọn từ ít nhất một trong số các vật liệu thứ hai, trong đó vật liệu thứ hai là các hợp chất kim loại-chalcogen có hàm công lớn hơn hoặc bằng 3 eV. Vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 của các vật liệu như vậy có lợi cho việc truyền hạt tải điện tích điện thứ hai và đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 của những vật liệu như vậy có lợi cho việc truyền và thu hạt tải điện tích điện thứ nhất.

Cụ thể, nếu đế silic là đế silic loại P và hạt tải điện tích điện thứ hai là các lỗ hoặc nếu đế silic là đế silic loại N và hạt tải điện tích điện thứ hai là các lỗ, thì vật liệu của lớp hợp chất kim loại-chalcogen lớp 4 được chọn từ ít nhất một trong các vật liệu thứ hai được mô tả ở trên.

Tùy ý, các vật liệu thứ hai được chọn từ ít nhất một trong số các kẽm oxit, thiếc oxit, titan oxit, đồng oxit, tali oxit, cadmi sunfua, molybden sunfua, kẽm sulfua, molybden selenua, đồng selenua, oxit đồng pha tạp niobi (ví dụ: CuNb_3O_8), cadmi gecmani oxit (ví dụ: $\text{Ce}_{0.8}\text{Gd}_{0.2}\text{O}_2$), kẽm oxit iridi (ví dụ: ZnIr_2O_4) và canxi oxit coban (ví dụ: $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$). Nếu đế silic là đế silic loại P và hạt tải điện tích điện thứ hai là các lỗ hoặc nếu đế silic là đế silic loại N và hạt tải điện tích điện thứ hai là các lỗ, thì vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 của các vật liệu như vậy có lợi cho việc truyền hạt tải điện tích điện thứ hai và đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 của các vật liệu đó có lợi cho việc truyền và thu hạt tải điện tích điện thứ nhất.

Tùy ý, các hợp chất kim loại-chalcogen chứa nguyên tố pha tạp, và nguyên tố pha tạp này được chọn từ ít nhất một trong số các nguyên tố halogen, nguyên tố kim loại chuyển tiếp, nguyên tố kim loại kiềm, nguyên tố đất hiếm, nguyên tố nhóm III, một nguyên tố nhóm IV và nguyên tố nhóm V. Vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 của các vật liệu như vậy có lợi cho việc truyền hạt tải điện tích điện thứ hai và đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 của những vật liệu như vậy có lợi cho việc truyền và thu hạt tải điện tích điện thứ nhất.

Tùy ý, khả năng dẫn điện ngang của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 nhỏ hơn hoặc bằng $1,0 \times 10^{-3}$ S/cm và điện trở ngang lớn hơn hoặc bằng $1,0 \times 10^3$ Ω /cm, theo đó nó có thể chặn tốt dòng điện ngang. Khả năng dẫn điện ngang có thể giảm bằng cách điều chỉnh cấu trúc vật liệu, ví dụ, hiệu suất kết tinh và pha tinh thể, hoặc bằng các quá trình như pha tạp.

Tùy chọn, trên Fig. 2, nếu đế silic là đế silic loại P và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện cơ bản hoặc nếu đế silic là đế silic loại N và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện không cơ bản, thì vùng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 tương ứng với vùng thứ nhất tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất, để thu và truyền các điện tử làm hạt tải điện tích điện thứ nhất và vùng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 tương ứng với vùng thứ hai tạo thành vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai, để truyền các lỗ như là hạt tải điện tích điện thứ hai. Mật độ điện tích dương cố định tại giao diện hoặc phần bên trong của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 lớn hơn hoặc bằng 10^{11} cm^{-2} và/hoặc mật độ khiếm khuyết chất nhận tại giao diện hoặc phần bên trong của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 lớn hơn hoặc bằng 10^{11} cm^{-2} và/hoặc mật độ điện tích giới hạn tại giao diện hoặc bên trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 lớn hơn hoặc bằng 10^{11} cm^{-2} . Vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 của các vật liệu như vậy có lợi cho việc truyền hạt tải điện tích điện thứ hai và đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 của những vật liệu như vậy có lợi cho việc truyền và thu hạt tải điện tích điện thứ nhất.

Tùy chọn, trên Fig. 2, nếu đế silic là đế silic loại N và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện cơ bản hoặc nếu đế silic là đế silic loại P và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện không cơ bản, vùng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 tương ứng với vùng thứ nhất tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất, để thu và truyền các lỗ như là hạt tải điện tích điện thứ nhất và vùng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 tương ứng với vùng thứ hai tạo thành vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai, để truyền các điện tử làm hạt tải điện tích điện thứ hai. Mật độ điện tích âm cố định tại giao diện hoặc bên trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 lớn hơn hoặc bằng 10^{12} cm^{-2} và/hoặc mật độ khiếm khuyết của bên nhận ánh sáng mặt trời tại giao diện hoặc bên trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 lớn hơn hoặc bằng 10^{12} cm^{-2} và/hoặc mật độ điện tích giới hạn tại giao diện hoặc bên trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 lớn hơn hoặc bằng 10^{12} cm^{-2} . Vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 của các vật liệu như vậy có lợi cho việc truyền hạt tải điện tích điện thứ hai và đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 của những vật liệu như vậy có lợi cho việc truyền và thu hạt tải điện tích điện thứ nhất.

Tùy ý, độ truyền ánh sáng trung bình của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 trong dải sóng ánh sáng nhìn thấy lớn hơn hoặc bằng 70 %. Theo đó, lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 chặn ánh sáng khả kiến ở mức độ thấp, tạo điều kiện tăng hiệu suất chuyển đổi quang điện.

Tùy ý, mặt bóng của đế silic 1 có cấu trúc phẳng hoặc cấu trúc bẫy ánh sáng, và mặt tiếp xúc với ánh sáng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 phù hợp với mặt bóng của đế silic 1. Ngoài ra hoặc theo cách khác, mặt tiếp xúc với ánh sáng của đế silic 1 có cấu trúc phẳng hoặc cấu trúc bẫy ánh sáng. Cấu trúc bẫy ánh sáng có thể tăng đường quang, để tăng hiệu suất chuyển đổi quang điện. Cấu trúc bẫy ánh sáng có thể là đa lộn, kim tự tháp ngược, cấu trúc bẫy ánh sáng có kích thước nano, v.v.

Tùy chọn, mặt tiếp xúc với ánh sáng của đế silic cũng có thể được cung cấp ít nhất một trong số các lớp thụ động hoá, lớp hiệu ứng trường ở mặt trước, lớp màng mỏng chống phản xạ ở mặt trước, lớp cấu trúc tán xạ và lớp cấu trúc hội tụ ánh sáng. Ngoài ra hoặc theo cách khác, ở mặt bóng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen, màng

thụ động hoá ở mặt sau được cung cấp trong vùng bên ngoài điện cực thứ hai và điện cực thứ nhất, để thực hiện quá trình thụ động hóa, cải thiện quang học, v.v..

Ví dụ, tham khảo Fig. 3, Fig. 3 thể hiện sơ đồ cấu trúc của loại pin mặt trời tiếp xúc ngược thứ ba theo một phương án của sáng chế. Trên Fig. 3, 7 có thể là lớp màng mỏng chống phản xạ ở mặt trước và 8 có thể là màng thụ động hoá ở mặt sau.

Tùy chọn, tham khảo Fig. 4. Fig. 4 thể hiện sơ đồ cấu trúc của loại pin mặt trời tiếp xúc ngược thứ tư theo phương án của sáng chế. Lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22 được đặt ở mặt bóng của vùng thứ hai 2 và lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai lớp 22 có thể cải thiện hơn nữa khả năng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai của vùng 2 thứ hai. Hình chiếu của vùng thứ hai 2 và hình chiếu của lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22 ít nhất trùng khớp một phần, để thuận tiện cho quá trình gia công. Ví dụ, như thể hiện trên Fig. 4, hình chiếu của vùng thứ hai 2 và hình chiếu của lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22 có mức độ trùng khớp cao.

Lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22 nằm ở mặt bóng hoặc mặt tiếp xúc với ánh sáng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4. Ví dụ, tham khảo Fig. 4, lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22 nằm ở mặt tiếp xúc với ánh sáng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4. Một ví dụ khác, tham khảo Fig. 5, Fig. 5 thể hiện sơ đồ cấu trúc của loại pin mặt trời tiếp xúc ngược thứ năm theo một phương án của sáng chế. Lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22 nằm ở mặt bóng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4.

Tùy chọn, tham khảo Fig. 4 hoặc Fig. 5, lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22 là một hoặc nhiều lớp. Độ dày d_2 của lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22 là 1 đến 500 nm. Tốt hơn nữa, d_2 là 2 đến 60 nm. Lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22 có độ dày như vậy có lợi cho việc truyền hạt tải điện tích điện thứ hai.

Tùy ý, diện tích hình chiếu của lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22 trên mặt bóng của đế silic 1 chiếm từ 5 % đến 45 % tổng diện tích của mặt bóng của đế silic 1. Tỷ lệ diện tích đó mang lại hiệu quả tốt cho việc truyền hạt tải điện tích điện thứ hai, đồng thời không ảnh hưởng đến việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ nhất. Cần lưu ý rằng các vùng của lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22 và

vùng thứ hai 2 bằng nhau hoặc không bằng nhau, điều này không bị giới hạn cụ thể trong các phương án của sáng chế.

Tùy chọn, nếu đế silic là đế silic loại N và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện cơ bản, hoặc nếu đế silic là đế silic loại P và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện không cơ bản, thì vật liệu lớp chọn lọc hạt tải điện thứ hai được chọn từ vật liệu silic tinh thể có hàm công lớn hơn hoặc bằng 3 eV, vật liệu silic vô định hình có hàm công lớn hơn hoặc bằng 3 eV và ít nhất một trong số các vật liệu thứ hai, trong đó vật liệu thứ hai là các hợp chất kim loại-chalcogen có hàm công lớn hơn hoặc bằng 3 eV. Lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai của các vật liệu như vậy có tác dụng tốt trong việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ hai.

Tùy chọn, nếu đế silic là đế silic loại P và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện cơ bản hoặc nếu đế silic là đế silic loại N và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện không cơ bản, thì vật liệu của lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai có thể được chọn từ ít nhất một trong số các vật liệu thứ nhất, trong đó các vật liệu thứ nhất là hợp chất kim loại-chalcogen loại N có hàm công lớn hơn hoặc bằng 5 eV hoặc hợp chất kim loại-chalcogen loại P có hàm công nhỏ hơn hoặc bằng 6 eV. Lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai của các vật liệu như vậy có tác dụng tốt trong việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ hai.

Việc lựa chọn cụ thể các vật liệu thứ hai và vật liệu thứ nhất có thể đề cập đến mô tả có liên quan trong các phương án nêu trên, để thu được các hiệu quả có lợi giống hoặc tương tự, mà, để tránh sao chép, không được thảo luận thêm ở đây.

Tùy chọn, lớp cách ly dạng đường hầm được cung cấp giữa mặt bóng của đế silic và lớp hợp chất kim loại-chalcogen. Lớp cách ly dạng đường hầm có thể là một hoặc nhiều lớp và độ dày của lớp cách ly dạng đường hầm là 0,1nm-5nm. Lớp cách ly dạng đường hầm đảm nhiệm tốt cho quá trình thụ động hoá bề mặt, có thể làm giảm sự tái tổ hợp của các dòng điện tại giao diện.

Ví dụ, tham khảo Fig. 6, Fig. 6 thể hiện sơ đồ cấu trúc của loại pin mặt trời tiếp xúc ngược thứ sáu theo một phương án của sáng chế. Trên cơ sở của Fig. 2, lớp cách ly dạng đường hầm 3 được cung cấp giữa mặt bóng của đế silic 1 và lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 và độ dày d_3 của lớp cách ly dạng đường hầm 3 là 0,1 nm đến 5 nm.

Đề cập đến Fig. 7, Fig. 7 thể hiện sơ đồ cấu trúc của loại pin mặt trời tiếp xúc ngược thứ bảy theo một phương án của sáng chế. Trên cơ sở của Fig. 4, lớp cách ly dạng đường hầm 3 nằm giữa mặt bóng của đế silic 1 và mặt tiếp xúc với ánh sáng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 và mặt tiếp xúc với ánh sáng của lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22. Một ví dụ khác, đề cập đến Fig. 8, Fig. 8 thể hiện sơ đồ cấu trúc của loại pin mặt trời tiếp xúc ngược thứ tám theo một phương án của sáng chế. Lớp cách ly dạng đường hầm 3 nằm giữa mặt bóng của đế silic 1 và mặt tiếp xúc với ánh sáng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 và mặt tiếp xúc với ánh sáng của lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22.

Tùy ý, vật liệu của lớp cách ly dạng đường hầm được chọn từ ít nhất một trong số oxit silic, nitrua của silic, oxynitrit của silic và halogenua của silic. Lớp cách ly dạng đường hầm của các vật liệu như vậy có tác dụng thụ động hoá bề mặt hóa học tốt hơn. Ví dụ, lớp cách ly dạng đường hầm có thể được hình thành riêng biệt bằng các quá trình phản ứng tại chỗ như oxy hóa nhiệt ướt và oxy hóa nhiệt khô, hoặc bằng cách kết tủa như kết tủa hơi hóa học và kết tủa hơi vật lý. Ngoài ra, lớp cách ly dạng đường hầm có thể được tích hợp với lớp hợp chất kim loại-chalcogen; ví dụ, lớp giao diện silic-oxit được hình thành trong quá trình phát triển của hợp chất kim loại-chalcogen hoặc trong quá trình ủ sau được sử dụng làm lớp cách ly dạng đường hầm. Cần lưu ý rằng, nếu lớp cách ly dạng đường hầm là vật liệu không chứa silic, thì nó có thể bao gồm lớp chuyển tiếp hóa học giữa nó và vật liệu silic.

Tùy chọn, vật liệu của lớp cách ly dạng đường hầm có thể là vật liệu điện môi và hằng số điện môi của lớp cách ly dạng đường hầm lớn hơn 2. Vật liệu điện môi đề cập đến vật liệu có thể được phân cực thành vật liệu cách điện. Vật liệu của lớp cách ly dạng đường hầm có thể là vật liệu điện môi và có hằng số điện môi lớn hơn 2, không chỉ có tác dụng thụ động hóa bề mặt hóa học tốt mà còn có tác dụng thụ động hóa trường tốt, có thể chặn dẫn điện ngang tốt.

Tùy chọn, điện áp đánh thủng của lớp cách ly dạng đường hầm lớn hơn hoặc bằng 3 MV/cm, dẫn đến hiệu quả tốt của quá trình thụ động hóa bề mặt và chặn tốt sự dẫn điện ngang.

Tùy ý, vật liệu của lớp cách ly dạng đường hầm được chọn từ ít nhất một trong số các oxit silic (ví dụ, SiO_x), silic nitrit (ví dụ, SiN_x), silic florua (ví dụ, SiF_4), silic florua oxit (ví dụ, SiOF), silic carbon oxit (ví dụ: SiOC), nhôm oxit (ví dụ: Al_2O_3), nhôm florua (ví dụ: AlF_x) và nhôm oxynitrua (ví dụ: AlON). Lớp cách ly dạng đường hầm của các vật liệu như vậy có tác dụng thụ động hoá bề mặt tốt và ngăn chặn tốt sự dẫn điện ngang. Cần lưu ý rằng người có hiểu biết trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể chọn giá trị thích hợp của x trong công thức hóa học tùy theo tình huống thực tế.

Tuỳ chọn, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ hai và/hoặc lớp điều chỉnh hàm công thứ hai được cung cấp giữa đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai và điện cực thứ hai. Nói cách khác, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ hai, hoặc lớp điều chỉnh hàm công thứ hai, hoặc cả hai, có thể được cung cấp giữa đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai và điện cực thứ hai. Cả màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ hai và/hoặc lớp điều chỉnh hàm công thứ hai đều nằm trong vùng chiếu của đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai. Cần lưu ý rằng, nếu cả hai đều được cung cấp, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ hai có thể nằm trên mặt bóng hoặc mặt tiếp xúc với ánh sáng của lớp điều chỉnh hàm công thứ hai. Hình chiếu của điện cực thứ hai có thể nằm trong hình chiếu của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ hai và/hoặc lớp điều chỉnh hàm công thứ hai.

Ngoài ra hoặc theo cách khác, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất và/hoặc lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất được cung cấp giữa đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất và điện cực thứ nhất. Nói cách khác, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất, hoặc lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất, hoặc cả hai, có thể được cung cấp giữa đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất và điện cực thứ nhất. Cả màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất và/hoặc lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất đều nằm trong vùng chiếu của đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất. Cần lưu ý rằng, nếu cả hai đều được cung cấp, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất có thể nằm trên mặt bóng hoặc mặt tiếp xúc với ánh sáng của lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất. Hình chiếu của điện cực thứ nhất có thể nằm trong hình chiếu của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất và/hoặc lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất.

Màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất và màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ hai có thể đảm nhiệm việc hỗ trợ truyền các hạt tải điện tích điện và truyền ánh sáng,

có thể làm tăng thêm hiệu suất chuyển đổi quang điện. Lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất và lớp điều chỉnh hàm công thứ hai dùng để giảm điện trở tiếp xúc.

Fig. 9 thể hiện sơ đồ cấu trúc của loại pin mặt trời tiếp xúc ngược thứ chín theo một phương án của sáng chế. Ví dụ, tham khảo Fig. 5, Fig. 8 hoặc Fig. 9, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ hai 63 và lớp điều chỉnh hàm công thứ hai 62 được cung cấp giữa đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai và điện cực thứ hai 6. Màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ hai 63 được đặt ở mặt tiếp xúc với ánh sáng của lớp điều chỉnh hàm công thứ hai 62. Màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất 52 và lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất 53 được cung cấp giữa đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất và điện cực thứ nhất 5. Màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất 52 nằm ở mặt bóng của lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất 53.

Tùy chọn, tham khảo Fig. 9, cả độ dày d_4 của lớp điều chỉnh hàm công thứ hai 62 và độ dày d_5 của lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất 53 đều là 0,1 đến 5 nm. Phạm vi độ dày như vậy có thể làm giảm điện trở tiếp xúc ở mức độ lớn hơn.

Tùy ý, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ hai được tạo thành bằng cách kết hợp hoặc trộn vật liệu dẫn điện trong suốt và vật liệu điều chỉnh hàm công. Ngoài ra hoặc theo cách khác, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất được tạo thành bằng cách kết hợp hoặc trộn vật liệu dẫn điện trong suốt và vật liệu điều chỉnh hàm công. Nói cách khác, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất và màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ hai không chỉ hỗ trợ truyền các hạt tải điện tích điện mà còn truyền ánh sáng, có thể tăng thêm hiệu suất chuyển đổi quang điện và có thể giảm điện trở tiếp xúc hoặc điện trở dọc.

Tùy ý, nếu màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ hai được cung cấp giữa đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai và điện cực thứ hai, thì điện cực thứ hai được cung cấp ở mặt bóng của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ hai ở dạng các đường lưới, để sử dụng đầy đủ khả năng truyền ánh sáng của mặt sau, điều này có thể làm tăng hơn nữa hiệu suất chuyển đổi quang điện.

Ngoài ra hoặc theo cách khác, nếu màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất được cung cấp giữa đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất và điện cực thứ nhất, thì điện cực thứ nhất được cung cấp ở mặt bóng của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất ở

dạng các đường lưới, để sử dụng đầy đủ khả năng truyền ánh sáng của mặt sau, điều này có thể làm tăng thêm hiệu suất chuyển đổi quang điện.

Tùy ý, mỗi vật liệu của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất và màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ hai được chọn độc lập từ ít nhất một trong số các oxit kẽm, oxit kẽm pha tạp nhôm, oxit thiếc, oxit thiếc pha tạp indi và oxit thiếc pha tạp gali indi. Màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất và màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ hai của các vật liệu như vậy có hiệu suất chuyển các hạt tải điện tích điện tốt hơn, điều này có thể làm tăng thêm hiệu suất chuyển đổi quang điện.

Tùy chọn, cả hai hàm công của lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất và lớp điều chỉnh hàm công thứ hai là 1 eV đến 5,5 eV, có thể làm giảm thêm điện trở tiếp xúc.

Tùy ý, tất cả các vật liệu của lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất và lớp điều chỉnh hàm công thứ hai và các vật liệu điều chỉnh hàm công của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất và/hoặc màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ hai có thể độc lập được chọn từ ít nhất một trong số các kim loại kiềm, kim loại chuyển tiếp, halogenua kim loại kiềm và halogenua kim loại chuyển tiếp, có thể làm giảm thêm điện trở tiếp xúc.

Tùy ý, tất cả các vật liệu của lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất và lớp điều chỉnh hàm công thứ hai và các vật liệu điều chỉnh hàm công của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất và/hoặc màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ hai có thể độc lập được chọn từ Ca, Mg, Ba, LiFx, KFx, MgFx, BaClx, v.v. Ở đây, người có hiểu biết trong lĩnh vực này có thể chọn giá trị phù hợp của x trong công thức hóa học tùy theo tình huống thực tế.

Tùy chọn, các hàm công của các vật liệu điều chỉnh hàm công của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất và/hoặc màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ hai là 1 eV đến 5,5 eV, có thể làm giảm thêm điện trở tiếp xúc.

Tùy chọn, tham khảo Fig. 1, vùng thứ hai 2 được pha tạp để tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai. Đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai có thể thực hiện việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ hai. Cần lưu ý rằng các loại pha tạp của vùng thứ hai 2 và chính vùng thứ hai của đế silic 1 là giống nhau, nhưng các nguyên tố pha

tạp có thể giống hoặc khác nhau, điều này không bị giới hạn cụ thể trong các phương án của sáng chế.

Nồng độ pha tạp, v.v. của đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai có thể đề cập đến mô tả có liên quan ở trên, để tránh sao chép, không được thảo luận thêm ở đây.

Đề cập đến Fig. 1, lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4, với tư cách là đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất, chỉ được kết tủa trong vùng thứ nhất của mặt bóng của đế silic 1. Đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất có thể thực hiện sự thu và truyền của hạt tải điện thứ nhất.

Đề cập đến Fig. 1, điện cực thứ hai 6 được cung cấp tương ứng ở đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai và điện cực thứ hai 6 được sử dụng để dẫn hạt tải điện tích điện thứ hai. Điện cực thứ nhất 5 được cung cấp tương ứng ở đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất và điện cực thứ nhất 5 được sử dụng để dẫn hạt tải điện tích điện thứ nhất. Cần lưu ý rằng cần phải để lại khe hở cách điện giữa điện cực thứ hai 6 và điện cực thứ nhất 5, trong đó khe hở cách điện không nhỏ hơn khoảng cách đánh thủng dưới điện áp làm việc bình thường. Điện cực thứ hai 6 và điện cực thứ nhất 5 có thể được chế tạo bằng cách in, kết tủa, v.v. Điện cực thứ nhất 5 và điện cực thứ hai 6 có thể là điện cực kim loại.

Trên Fig. 1, vùng thứ hai 2 của mặt bóng của đế silic pha tạp 1 thực hiện việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ hai, và lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 chỉ kết tủa trong vùng thứ nhất của mặt bóng của đế silic 1 thực hiện việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ nhất. Các chất khác nhau nằm ở các vị trí khác nhau thực hiện riêng lẻ việc thu và truyền các hạt tải điện tích điện khác nhau và không cần căn chỉnh và cách ly điện bổ sung, dẫn đến quy trình đơn giản, giảm diện tích của vùng không thu và tăng hiệu suất chuyển đổi quang điện. Ngoài ra, đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai được nối trực tiếp với điện cực thứ hai 6 và đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất được nối trực tiếp với điện cực thứ nhất 5. Các mức năng lượng dẫn hạt tải điện tích điện của chúng gần nhau, và không có điện thế rào cản tiếp xúc hoặc chỉ tồn tại rất ít điện thế rào cản tiếp xúc giữa chúng, điều này làm giảm điện trở tiếp xúc dọc. Ngoài ra, đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai, đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất và lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 không tiếp xúc với nhau để tạo ra lớp chuyển tiếp PN

ngược. Ngoài ra, lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 có khả năng điều chỉnh tốt trong cấu trúc và hiệu suất, có thể thực hiện khả năng dẫn ngang thấp hơn và khả năng dẫn dọc cao hơn, đồng thời có độ ổn định nhiệt tốt và cửa sổ chọn lọc xử lý rộng.

Ngoài ra, đề cập đến Fig. 10, Fig. 10 thể hiện sơ đồ cấu trúc của loại pin mặt trời tiếp xúc ngược thứ mười theo một phương án của sáng chế. Pin mặt trời tiếp xúc ngược cũng có thể bao gồm: đế silic 1, trong đó mặt bóng của đế silic 1 được phân định thành vùng thứ nhất và vùng thứ hai 2. Vùng thứ hai 2 của đế silic 1 được pha tạp để tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai và phần này có thể đề cập đến mô tả có liên quan ở trên, để tránh sao chép, không được thảo luận thêm ở đây. Đề cập đến Fig. 10, lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 được kết tủa trên toàn bộ mặt bóng của đế silic 1, so với các lớp vật liệu khác được kết tủa trên toàn bộ mặt bóng của đế silic 1, có khả năng điều chỉnh tốt trong cấu trúc và hiệu suất, có thể thực hiện khả năng dẫn ngang thấp hơn và khả năng dẫn dọc cao hơn, đồng thời có độ ổn định nhiệt tốt và cửa sổ lựa chọn xử lý rộng.

Đề cập đến Fig. 10, phần của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 tương ứng với vùng thứ nhất của mặt bóng của đế silic 1 tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất. Đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất có thể thực hiện việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ nhất. Điện cực thứ nhất 5 được cung cấp tương ứng ở đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất, để gây ra điện trở tiếp xúc dọc thấp.

Đề cập đến Fig. 10, ít nhất một phần của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 tương ứng với vùng thứ hai của mặt bóng của đế silic 1 có một lỗ hổng để phân đoạn về điện lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4. Lỗ hổng có thể cắt hoàn toàn lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 hoặc cắt một phần lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4. Lỗ hổng được lấp đầy bằng lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22 và lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22 được sử dụng để truyền hạt tải điện thứ hai. Điện cực thứ hai 6 được cung cấp tương ứng trên lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22. Theo đó, hạt tải điện tích điện thứ hai đi qua lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22 và được điện cực thứ hai 6 thu lại. Cần lưu ý rằng lỗ hổng về cơ bản bằng với vùng thứ hai và có thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn vùng thứ hai. Vùng ngoại vi của lớp chọn lọc hạt tải điện tích

điện thứ hai 22 có thể lớn hơn vùng mở. Lỗ hờ có thể phân chia hoàn toàn hoặc một phần lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4.

Điện cực thứ hai 6 và điện cực thứ nhất 5 cũng có thể đề cập đến mô tả có liên quan ở trên, để tránh sao chép, không được thảo luận thêm ở đây.

Đề cập đến Fig. 1 hoặc Fig. 10, nếu đế silic 1 là đế silic loại N, nếu hạt tải điện tích điện thứ nhất là lỗ thì hạt tải điện tích điện thứ hai là điện tử. Đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai là vùng tích lũy điện tử. Đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai có cấu trúc pha tạp, có thể khiến dải năng lượng của đế silic loại N uốn cong xuống trong vùng thứ hai 2, để thu hút các điện tử và loại bỏ lỗ, đảm nhiệm việc thu có chọn lọc điện tử. Đề cập đến Fig. 1, lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất và đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất là vùng tích lũy lỗ. Đầu thu hạt tải điện thứ nhất hoạt động như vật liệu tiếp xúc có chọn lọc với lỗ. Mức năng lượng dải dẫn của vật liệu đó gần với mức năng lượng dải hóa trị của đế silic loại N và vật liệu có thể có khiếm khuyết giao diện của điện tích âm hoặc cố định âm, điều này có thể gây ra dải năng lượng tại giao diện uốn cong lên trên, để tạo thành lớp giao diện loại P, dùng để hút các lỗ và loại bỏ các điện tử. Ngoài ra, tham khảo Fig. 10, phần của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 tương ứng với vùng thứ nhất tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất và đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất là vùng tích lũy lỗ. Phần của đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen tương ứng với vùng thứ nhất hoạt động như vật liệu tiếp xúc có chọn lọc với lỗ. Mức năng lượng dải dẫn của vật liệu đó gần với mức năng lượng dải hóa trị của đế silic loại N và vật liệu có thể có khiếm khuyết giao diện của điện tích âm hoặc cố định âm, điều này có thể gây ra dải năng lượng tại giao diện uốn cong lên trên, để tạo thành lớp giao diện loại P, dùng để hút các lỗ và loại bỏ các điện tử. Đề cập đến Fig. 10, liên quan đến lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22, do phần này có mật độ điện tử cao hơn và mật độ lỗ thấp hơn nên mức năng lượng đáy của dải dẫn của phần này thấp và gần với mức năng lượng đáy dải dẫn của đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai, tạo điều kiện thuận lợi cho việc chuyển các điện tử.

Cần lưu ý rằng mức năng lượng dải dẫn và mức năng lượng của dải hóa trị được mô tả ở trên thường đề cập đến các mức năng lượng của chính vật liệu, tức là các mức năng lượng khi vật liệu chỉ tồn tại và không đề cập đến năng lượng thực tế trong pin.

Trên Fig. 1 hoặc Fig. 10, đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai sử dụng cấu trúc tiếp xúc chọn lọc được pha tạp cục bộ và lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 sử dụng cấu trúc tiếp xúc chọn lọc kết tủa, so với cấu trúc tiếp xúc ngược khuếch tán hoàn toàn truyền thống, có ưu điểm là tái tổ hợp vùng khối thấp ở phần thu hạt tải điện không cơ bản, và có ít bước khuếch tán hơn và quy trình đơn giản hơn. So với cấu trúc sử dụng silic vô định hình làm lớp tiếp xúc ngược, lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 có độ chọn lọc cao hơn và độ ổn định nhiệt cao hơn, đồng thời quá trình kết tủa vật liệu có yêu cầu thấp hơn đối với thiết bị và độ an toàn cao hơn.

Bằng cách hình thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất bằng cách sử dụng phần của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 tương ứng với vùng thứ nhất, so với vật liệu silic vô định hình, đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất có độ chọn lọc cao hơn và khả năng truyền theo chiều dọc và khả năng thu và truyền theo chiều dọc của hạt tải điện tích điện thứ nhất cao hơn.

Trên Fig. 10, ít nhất một phần của lớp hợp chất kim loại-chalcogen toàn lớp liên tục 4 tương ứng với vùng thứ hai 2 có lỗ hở phân đoạn về điện lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4, lỗ hở được lấp đầy lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22 và điện cực thứ hai 6 được cung cấp trên lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22. Điều đó tương đương với việc hạt tải điện tích điện thứ hai chỉ được truyền bởi lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai và lớp hạt tải điện tích điện thứ nhất được truyền chủ yếu nhờ lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 không có lỗ hở. Điều đó thực hiện rằng các chất khác nhau truyền riêng lẻ các hạt tải điện tích điện khác nhau và không cần căn chỉnh bổ sung và cách ly điện, dẫn đến quy trình đơn giản, giảm điện tích của vùng không thu và tăng hiệu suất chuyển đổi quang điện. Ngoài ra, hạt tải điện tích điện thứ nhất và hạt tải điện tích điện thứ hai được truyền bởi các chất khác nhau và lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22 tạo điều kiện thuận lợi hơn cho việc truyền hạt tải điện tích điện thứ hai và có mức năng lượng dải điện gần hơn với mức năng lượng dải điện của vùng thứ hai 2, theo đó sự tiếp xúc giữa chúng không có hoặc

có điện thế rào cản rất thấp, điều này có thể làm giảm điện trở tiếp xúc dọc. Ngoài ra, đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai, đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất và lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 không tiếp xúc với nhau để tạo ra lớp chuyển tiếp PN ngược. Ngoài ra, lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 có khả năng điều chỉnh tốt trong cấu trúc và hiệu suất, có thể thực hiện khả năng dẫn ngang thấp hơn và khả năng dẫn dọc cao hơn, đồng thời có độ ổn định nhiệt tốt và cửa sổ lựa chọn xử lý rộng.

Tùy chọn, hình chiếu của vùng thứ hai 2 và hình chiếu của lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22 ít nhất trùng khớp một phần, để tạo thuận lợi cho quá trình xử lý. Lớp chọn lọc mang điện tích thứ hai 22 nằm ở mặt bóng hoặc mặt tiếp xúc với ánh sáng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4. Ví dụ, như thể hiện trong Fig. 10, hình chiếu của vùng thứ hai 2 và hình chiếu của lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22 có độ trùng khớp cao. Trên Fig. 10, có thể coi lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22 nằm ở mặt bóng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4.

Tùy ý, lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 có thể là một hoặc nhiều lớp. Đề cập đến Fig. 1, độ dày d_1 của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 đề cập đến mô tả có liên quan ở trên.

Tùy ý, diện tích hình chiếu của lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22 trên mặt bóng của đế silic 1 chiếm từ 5 % đến 45 % tổng diện tích của mặt bóng của đế silic 1. Tỷ lệ diện tích đó mang lại hiệu quả tốt cho việc truyền hạt tải điện tích điện thứ hai, đồng thời không ảnh hưởng đến việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ nhất. Cần lưu ý rằng các diện tích của lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22 và vùng thứ hai 2 bằng nhau hoặc không bằng nhau, điều này không bị giới hạn cụ thể.

Đề cập đến Fig. 11, Fig. 11 thể hiện sơ đồ cấu trúc của loại pin mặt trời tiếp xúc ngược thứ mười một theo một phương án của sáng chế. Trên cơ sở của Fig. 10, lớp cách ly dạng đường hầm 3 được tạo ra giữa mặt bóng của đế silic 1 và lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4, và độ dày d_2 của lớp cách ly dạng đường hầm 3 là 0,1 nm đến 5 nm. Lỗ hổng, khi phân chia hoàn toàn lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4, có thể phân chia hoàn toàn hoặc một phần lớp cách ly dạng đường hầm 3. Vật liệu, và những thứ tương tự của lớp cách ly dạng đường hầm 3 đề cập đến mô tả có liên quan ở trên.

Tùy chọn, nếu điện cực thứ hai được cung cấp tương ứng trên lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai, thì màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ ba và/hoặc lớp điều chỉnh hàm công thứ ba được cung cấp giữa lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai và điện cực thứ hai. Nói cách khác, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ ba, hoặc lớp điều chỉnh hàm công thứ ba, hoặc cả hai, có thể được cung cấp giữa lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai và điện cực thứ hai. Cả màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ ba và/hoặc lớp điều chỉnh hàm công thứ ba đều nằm trong phần hình chiếu của lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai. Cần lưu ý rằng, nếu cả hai đều được cung cấp, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ ba có thể nằm trên mặt bóng hoặc mặt tiếp xúc với ánh sáng của lớp điều chỉnh hàm công thứ ba.

Màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ ba có thể đảm nhiệm việc hỗ trợ truyền các hạt tải điện tích điện và truyền ánh sáng, điều này có thể làm tăng thêm hiệu suất chuyển đổi quang điện. Lớp điều chỉnh hàm công thứ ba có thể đảm nhiệm việc giảm điện trở tiếp xúc.

Fig. 12 thể hiện sơ đồ cấu trúc của loại pin mặt trời tiếp xúc ngược thứ mười hai theo phương án của sáng chế. Một ví dụ khác, đề cập đến Fig. 13, Fig. 13 thể hiện sơ đồ cấu trúc của loại pin mặt trời tiếp xúc ngược thứ mười ba theo một phương án của sáng chế. Fig. 12 và Fig. 13 khác nhau ở chỗ, trên Fig. 13, lớp cách ly dạng đường hầm 3 được cung cấp giữa mặt bóng của đế silic 1 và lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4. Tham khảo Fig. 12 hoặc Fig. 13, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất 52 và lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất 53 được cung cấp giữa đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất và điện cực thứ nhất 5. Màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất 52 nằm ở mặt tiếp xúc với ánh sáng của lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất 53. Tham khảo Fig. 12 hoặc Fig. 13, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ ba 65 và lớp điều chỉnh hàm công thứ ba 64 được cung cấp giữa lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22 và điện cực thứ hai 6. Màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ ba 65 nằm ở mặt bóng của lớp điều chỉnh hàm công thứ ba 64.

Tùy chọn, tham khảo Fig. 12, độ dày d6 của lớp điều chỉnh hàm công thứ ba 64 là 0,1 đến 2 nm. Phạm vi độ dày như vậy có thể làm giảm điện trở tiếp xúc ở mức độ lớn hơn. Phạm vi độ dày như vậy có thể làm giảm điện trở tiếp xúc ở mức độ lớn hơn.

Tùy ý, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ ba được tạo thành bằng cách kết hợp hoặc trộn vật liệu dẫn điện trong suốt và vật liệu điều chỉnh hàm công. Màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ ba không chỉ có tác dụng hỗ trợ truyền các hạt tải điện tích điện mà còn truyền ánh sáng, có thể làm tăng thêm hiệu suất chuyển đổi quang điện và có thể giảm điện trở tiếp xúc hoặc điện trở dọc.

Tùy ý, nếu màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ ba được cung cấp giữa lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai và điện cực thứ hai, thì điện cực thứ hai được cung cấp ở mặt bóng của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ ba ở dạng các đường lưới, để sử dụng đầy đủ khả năng truyền ánh sáng của mặt bóng, điều này có thể làm tăng hơn nữa hiệu suất chuyển đổi quang điện.

Tùy ý, vật liệu của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ ba được chọn từ ít nhất một trong số các oxit kẽm, oxit kẽm pha tạp nhôm, oxit thiếc, oxit thiếc pha tạp indi và oxit thiếc pha tạp indi-gali. Màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ ba của các vật liệu như vậy có hiệu suất chuyển các hạt tải điện tích điện tốt hơn, điều này có thể làm tăng thêm hiệu suất chuyển đổi quang điện.

Tùy chọn, hàm công của lớp điều chỉnh hàm công thứ ba là 1 eV đến 5,5 eV, có thể làm giảm thêm điện trở tiếp xúc.

Tùy chọn, mỗi vật liệu của lớp điều chỉnh hàm công thứ ba và/hoặc vật liệu điều chỉnh hàm công của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ ba có thể được chọn độc lập từ ít nhất một trong số các kim loại kiềm, kim loại chuyển tiếp, kim loại-kiềm halogenua và kim loại chuyển tiếp halogenua, có thể làm giảm thêm điện trở tiếp xúc.

Tùy chọn, mỗi vật liệu của lớp điều chỉnh hàm công thứ ba và/hoặc vật liệu điều chỉnh hàm công của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ ba có thể được chọn độc lập từ Ca, Mg, Ba, LiF_x , KF_x , MgF_x , BaCl_x và loại tương tự. Người có hiểu biết trong lĩnh vực này có thể chọn giá trị thích hợp của x trong công thức hóa học tùy theo tình huống thực tế.

Tùy chọn, hàm công của vật liệu điều chỉnh hàm công của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ ba là 1 eV đến 5,5 eV, có thể làm giảm thêm điện trở tiếp xúc.

Tùy chọn, mặt tiếp xúc với ánh sáng của đế silic cũng có thể được cung cấp ít nhất một trong số các lớp thụ động hoá, lớp hiệu ứng trường ở mặt trước, lớp màng mỏng chống phản xạ ở mặt trước, lớp cấu trúc khuếch tán và lớp cấu trúc hội tụ ánh sáng. Ngoài ra hoặc theo cách khác, nếu điện cực thứ hai được cung cấp tương ứng ở đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai, ở mặt bóng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen, cả phần bên ngoài điện cực thứ nhất và phần bên ngoài điện cực thứ hai bên trong vùng thứ hai được cung cấp màng chống phản xạ ở mặt bóng. Ngoài ra hoặc theo cách khác, nếu điện cực thứ hai được cung cấp tương ứng trên lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai, ở mặt bóng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen và mặt bóng của lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai, phần bên ngoài điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai được cung cấp màng chống phản xạ ở mặt bóng, để thực hiện sự thụ động hoá, cải thiện quang học, v.v..

Ví dụ, tham khảo Fig. 10 đến Fig. 13, 7 có thể là lớp màng mỏng chống phản xạ ở mặt trước và 8 có thể là màng chống phản xạ ở mặt bóng.

Tùy chọn, lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai là một hoặc nhiều lớp. Độ dày của lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai không liên quan đến độ dày của lớp hợp chất kim loại-chalcogen. Độ dày của lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22 có thể lớn hơn một chút so với chiều cao của lỗ hờ. Ví dụ, độ dày của lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai là 1 đến 500 nm. Tốt hơn nữa, độ dày của lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai là 2 đến 60 nm. Lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 22 có độ dày như vậy có lợi cho việc truyền hạt tải điện tích điện thứ nhất.

Tùy chọn, nếu đế silic là đế silic loại N và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện cơ bản, hoặc nếu đế silic là đế silic loại P và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện không cơ bản, thì vật liệu của lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai có thể được chọn từ vật liệu silic tinh thể có hàm công lớn hơn hoặc bằng 3 eV, vật liệu silic vô định hình có hàm công lớn hơn hoặc bằng 3 eV và ít nhất một trong số các vật liệu thứ hai, trong đó vật liệu thứ hai là lớp hợp chất kim loại-chalcogen có hàm công lớn hơn hoặc bằng 3 eV. Lớp lựa chọn hạt tải điện tích điện thứ hai của các vật liệu như vậy có tác dụng tốt trong việc thu thập và truyền hạt tải điện tích điện thứ hai.

Tùy chọn, nếu đế silic là đế silic loại P và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện cơ bản, hoặc nếu đế silic là đế silic loại N và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện không cơ bản, thì vật liệu của lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai có thể được chọn từ ít nhất một trong số các vật liệu thứ nhất, trong đó các vật liệu thứ nhất là lớp hợp chất kim loại-chalcogen loại N có hàm công lớn hơn hoặc bằng 5 eV hoặc lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 có hàm công nhỏ hơn hoặc bằng 6 eV. Lớp lựa chọn hạt tải điện tích điện thứ hai của các vật liệu như vậy có tác dụng tốt trong việc thu thập và truyền hạt tải điện tích điện thứ hai.

Việc lựa chọn cụ thể các vật liệu thứ hai và vật liệu thứ nhất có thể đề cập đến mô tả có liên quan trong các phương án nêu trên, để thu được các hiệu quả có lợi giống hoặc tương tự, mà, để tránh sao chép, không được thảo luận thêm ở đây.

Tùy chọn, tham khảo Fig. 14, Fig. 14 thể hiện sơ đồ cấu trúc của loại pin mặt trời tiếp xúc ngược thứ mười bốn theo một phương án của sáng chế. Vùng thứ hai 2 được pha tạp để tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai. Đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai có thể thực hiện việc thu và chuyển của hạt tải điện tích điện thứ hai. Cần lưu ý rằng các loại pha tạp của vùng thứ hai 2 và chính vùng thứ hai của đế silic 1 là giống nhau, nhưng các nguyên tố pha tạp có thể giống hoặc khác nhau, điều này không bị giới hạn cụ thể trong các phương án của sáng chế.

Trên Fig. 14, lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 được kết tủa trên toàn bộ mặt bóng của đế silic 1, so với các lớp vật liệu khác được kết tủa trên toàn bộ mặt bóng của đế silic 1, có khả năng điều chỉnh tốt trong cấu trúc và hiệu suất, có thể thực hiện khả năng dẫn ngang thấp hơn và khả năng dẫn dọc cao hơn, đồng thời có độ ổn định nhiệt tốt và cửa sổ lựa chọn quy trình rộng.

Trên Fig. 14, lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 có bộ phận chặn 9 mà phân đoạn về điện lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 thành vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai và đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất. Số lượng của bộ phận chặn 9 không bị giới hạn cụ thể. Đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất nằm ở phần tương ứng với vùng thứ nhất của mặt bóng của đế silic 1. Đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất có thể thực hiện việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ nhất. Vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai nằm ở phần tương ứng với vùng thứ hai của mặt bóng của đế silic 1. Vùng

truyền hạt tải điện tích điện thứ hai có thể thực hiện việc truyền hạt tải điện tích điện thứ hai.

Đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất được cung cấp tương ứng điện cực thứ nhất 5 và điện cực thứ nhất 5 được sử dụng để dẫn hạt tải điện tích điện thứ nhất. Vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai được cung cấp tương ứng điện cực thứ hai 6 và điện cực thứ hai 6 được sử dụng để dẫn hạt tải điện tích điện thứ hai. Cần lưu ý rằng cần phải để lại khe hở cách điện giữa điện cực thứ nhất 5 và điện cực thứ hai 6, trong đó khe hở cách điện không nhỏ hơn khoảng cách đánh thủng dưới điện áp làm việc bình thường. Điện cực thứ nhất 5 và điện cực thứ hai 6 có thể được chế tạo bằng cách in, kết tủa, v.v. Điện cực thứ hai 6 và điện cực thứ nhất 5 có thể là điện cực kim loại.

Đề cập đến Fig. 14, nếu đế silic 1 là đế silic loại N, nếu hạt tải điện tích điện thứ nhất là lỗ thì hạt tải điện tích điện thứ hai là điện tử. Đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai là vùng thu điện tử. Đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai có cấu trúc pha tạp, có thể khiến dải năng lượng của đế silic loại N uốn cong xuống trong vùng thứ hai 2, để hút các điện tử và loại bỏ lỗ, đảm nhiệm việc thu có chọn lọc điện tử. Đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất là vùng thu lỗ. Đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất hoạt động như vật liệu tiếp xúc có chọn lọc với lỗ. Mức năng lượng dải dẫn của vật liệu đó gần với mức năng lượng dải hóa trị của đế silic loại N và vật liệu có thể có khiếm khuyết giao diện của điện tích âm hoặc cố định âm, điều này có thể gây ra dải năng lượng tại giao diện uốn cong lên trên, để tạo thành lớp giao diện loại P, để đảm nhiệm việc hút các lỗ trống và loại bỏ các điện tử.

Cần lưu ý rằng mức năng lượng của dải dẫn và mức năng lượng của vùng hóa trị được mô tả ở trên thường đề cập đến các mức năng lượng của chính vật liệu, tức là các mức năng lượng khi vật liệu chỉ tồn tại và không đề cập đến năng lượng thực tế trong pin.

Trên Fig. 14, trong vùng truyền điện tích thứ hai, vì phần này có mật độ điện tử cao hơn và mật độ lỗ thấp hơn, nên mức năng lượng đáy dải dẫn của phần này thấp và gần với mức năng lượng đáy dải dẫn của đầu thu hạt tải điện tích thứ hai. Do đó, các điện tử có thể trực tiếp đi vào vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai trong lớp hợp chất

kim loại-chalcogen tương ứng với đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai, do đó thực hiện sự truyền các điện tử.

Trên Fig. 14, nếu đế silic 1 là đế silic loại N, nếu hạt tải điện tích điện thứ nhất là lỗ thì hạt tải điện tích điện thứ hai là điện tử. Trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4, hai phần được phân đoạn về điện bởi bộ phận chặn 9 có thể thực hiện riêng lẻ việc thu các lỗ và truyền các điện tử. Ngoài ra, vật liệu có thể có khả năng dẫn điện ngang thấp bằng cách điều chỉnh hiệu suất kết tinh, pha tinh thể và phân tử pha tạp. Liên quan đến các lỗ ở đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất và các điện tử ở vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai, do có sự phân đoạn về điện bởi bộ phận chặn 9, tất cả các loại hạt tải điện tích điện khác nhau, sau khi được thu thập đều được truyền theo chiều dọc để đi vào các điện cực tương ứng và không được thông với nhau do truyền theo chiều ngang gây rò rỉ điện hoặc đoản mạch. Do đó, các loại đầu thu hạt tải điện khác nhau không yêu cầu cách ly điện bổ sung và không tiếp xúc với nhau để tạo ra lớp chuyển tiếp PN ngược.

Trên Fig. 14, đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai sử dụng cấu trúc tiếp xúc chọn lọc pha tạp cục bộ và lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 sử dụng cấu trúc tiếp xúc chọn lọc kết tủa, so với cấu trúc tiếp xúc ngược khuếch tán hoàn toàn truyền thông, có ưu điểm là khả năng tái tổ hợp vùng khối thấp, có ít bước khuếch tán hơn và quy trình đơn giản hơn. So với cấu trúc sử dụng silic vô định hình làm lớp tiếp xúc phía sau, lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 có độ chọn lọc cao hơn và độ ổn định nhiệt cao hơn, đồng thời quá trình kết tủa vật liệu có yêu cầu thấp hơn đối với thiết bị và độ an toàn cao hơn. Lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 có thể bao phủ hoàn toàn mặt sau của pin, để đơn giản hóa hơn nữa quy trình.

Trên Fig. 14, bằng cách hình thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất bằng cách sử dụng một phần của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 tương ứng với vùng thứ nhất, so với các vật liệu silic vô định hình, đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất có khả năng chọn lọc và truyền theo chiều dọc cao hơn, và khả năng thu và truyền theo chiều dọc của hạt tải điện tích điện thứ nhất cao hơn, có thể thực hiện điện trở tiếp xúc thấp hơn. Ngoài ra, ở đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai, hợp tác với cấu trúc pha tạp cục bộ, hạt tải điện tích điện thứ hai được truyền qua mép dải của vật liệu oxit, không

liên quan đến cơ chế dạng đường hầm mức năng lượng truyền, và do đó việc truyền hạt tải điện thứ hai ít bị cản trở, có thể thực hiện điện trở tiếp xúc thấp hơn.

Tùy chọn, bộ phận chặn là rãnh; và/hoặc bộ phận chặn là chất cách điện. Bộ phận chặn ở dạng như vậy không chỉ có tác dụng chặn tốt mà còn đơn giản để chế tạo. Ví dụ, chất cách điện có thể được cung cấp bằng phương pháp cấy ghép ion.

Tùy chọn, độ dày của bộ phận chặn lớn hơn hoặc bằng độ dày của lớp hợp chất kim loại-chalcogen, do đó có hiệu quả chặn điện tốt. Ví dụ, tham khảo Fig. 14, theo đó, độ dày của bộ phận chặn 9 bằng độ dày của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4. Nếu độ dày của bộ phận chặn lớn hơn độ dày của lớp hợp chất kim loại-chalcogen, thì bộ phận chặn nhô về phía mặt bóng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen.

Ví dụ, tham khảo Fig. 15, trên cơ sở của Fig. 14, độ dày của bộ phận chặn 9 lớn hơn độ dày của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 và bộ phận chặn 9 nhô về phía mặt bóng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4.

Đề cập đến Fig. 16, Fig. 16 thể hiện sơ đồ cấu trúc của loại pin mặt trời tiếp xúc ngược thứ mười sáu theo một phương án của sáng chế. Trên cơ sở của Fig. 14, trên Fig. 16, 7 có thể là lớp màng mỏng chống phản xạ ở mặt trước và 8 có thể là màng chống phản xạ ở mặt sau.

Đề cập đến Fig. 17, Fig. 17 thể hiện sơ đồ cấu trúc của loại pin mặt trời tiếp xúc ngược thứ mười bảy theo một phương án của sáng chế. Trên cơ sở của Fig. 16, lớp cách ly dạng đường hầm 3 được tạo ra giữa mặt bóng của đế silic 1 và lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4, và độ dày của lớp cách ly dạng đường hầm 3 là 0,1 nm đến 5 nm. Vật liệu, và những thứ tương tự của lớp cách ly dạng đường hầm 3 đề cập đến mô tả có liên quan ở trên.

Tùy chọn, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ tư và/hoặc lớp điều chỉnh hàm công thứ tư được cung cấp giữa vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai và điện cực thứ hai. Nói cách khác, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ tư, hoặc lớp điều chỉnh hàm công thứ tư, hoặc cả hai, có thể được cung cấp giữa vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai và điện cực thứ hai. Cả màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ tư và/hoặc lớp điều chỉnh hàm công thứ tư đều nằm trong vùng chiếu của vùng truyền hạt tải điện tích

điện thứ hai. Cần lưu ý rằng, nếu cả hai đều được cung cấp, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ tư có thể nằm trên mặt bóng hoặc mặt tiếp xúc với ánh sáng của lớp điều chỉnh hàm công thứ tư. Hình chiếu của điện cực thứ hai có thể nằm trong hình chiếu của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ tư và/hoặc lớp điều chỉnh hàm công thứ tư.

Màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ tư có thể đảm nhiệm việc hỗ trợ truyền các hạt tải điện tích điện và truyền ánh sáng, điều này có thể làm tăng thêm hiệu suất chuyển đổi quang điện. Lớp điều chỉnh hàm công thứ tư đảm nhiệm việc giảm điện trở tiếp xúc.

Màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ tư có thể đảm nhiệm việc hỗ trợ truyền các hạt tải điện tích điện và truyền ánh sáng, điều này có thể làm tăng thêm hiệu suất chuyển đổi quang điện. Lớp điều chỉnh hàm công thứ tư đảm nhiệm việc giảm điện trở tiếp xúc.

Fig. 18 thể hiện sơ đồ cấu trúc của loại pin mặt trời tiếp xúc ngược thứ mười tám theo một phương án của sáng chế. Ví dụ, tham khảo Fig. 18, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ tư 67 và lớp điều chỉnh hàm công thứ tư 66 được cung cấp giữa vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai và điện cực thứ hai 6. Màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ tư 67 nằm ở mặt bóng của lớp điều chỉnh hàm công thứ tư 66. Màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất 52 và lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất 53 được cung cấp giữa đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất và điện cực thứ nhất 5. Màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất 52 nằm ở mặt bóng của lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất 53.

Tùy chọn, tham khảo Fig. 18, độ dày d_7 của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ tư 67 là 0,1 đến 2nm. Phạm vi độ dày như vậy có thể làm giảm điện trở tiếp xúc ở mức độ lớn hơn.

Tùy ý, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ tư được tạo thành bằng cách kết hợp hoặc trộn vật liệu dẫn điện trong suốt và vật liệu điều chỉnh hàm công. Ngoài ra hoặc theo cách khác, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất được tạo thành bằng cách kết hợp hoặc trộn vật liệu dẫn điện trong suốt và vật liệu điều chỉnh hàm công. Nói cách khác, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất và màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ tư không chỉ hỗ trợ truyền hạt tải điện tích điện mà còn truyền ánh sáng, có thể tăng

thêm hiệu suất chuyển đổi quang điện và có thể giảm điện trở tiếp xúc hoặc điện trở dọc.

Tùy ý, nếu màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ tư được cung cấp giữa vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai và điện cực thứ hai, thì điện cực thứ hai được cung cấp ở mặt bóng của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ tư ở dạng các đường lưới, để sử dụng đầy đủ khả năng truyền ánh sáng của mặt sau, điều này có thể làm tăng hơn nữa hiệu suất chuyển đổi quang điện.

Ngoài ra hoặc theo cách khác, nếu màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất được cung cấp giữa đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất và điện cực thứ nhất, thì điện cực thứ nhất được cung cấp ở mặt bóng của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất ở dạng các đường lưới, để sử dụng đầy đủ khả năng truyền ánh sáng của mặt sau, điều này có thể làm tăng thêm hiệu suất chuyển đổi quang điện.

Tùy ý, vật liệu của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ tư được chọn từ ít nhất một trong số các oxit kẽm, oxit kẽm pha tạp nhôm, oxit thiếc, oxit thiếc pha tạp indi và oxit thiếc pha tạp indi-gali. Màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ tư của các vật liệu như vậy có hiệu suất truyền hạt tải điện tích điện tốt hơn, điều này có thể làm tăng thêm hiệu suất chuyển đổi quang điện.

Tùy chọn, hàm công của lớp điều chỉnh hàm công thứ tư là 1 eV đến 5,5 eV, có thể làm giảm thêm điện trở tiếp xúc.

Tùy chọn, mỗi vật liệu của lớp điều chỉnh hàm công thứ tư và vật liệu điều chỉnh hàm công của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ tư có thể được chọn độc lập từ ít nhất một trong số các kim loại kiềm, kim loại chuyển tiếp, kim loại kiềm halogen và halogen kim loại chuyển tiếp, có thể làm giảm hơn nữa điện trở tiếp xúc.

Tùy chọn, mỗi vật liệu của lớp điều chỉnh hàm công thứ tư và vật liệu điều chỉnh hàm công của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ tư có thể được chọn độc lập từ Ca, Mg, Ba, LiFx, KFx, MgFx, BaClx, v.v.. Người có hiểu biết trong lĩnh vực này có thể chọn giá trị thích hợp của x trong công thức hóa học tùy theo tình huống thực tế.

Tùy chọn, hàm công của vật liệu của lớp điều chỉnh hàm công thứ tư và/hoặc vật liệu điều chỉnh hàm công của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ tư là 1 eV đến 5,5 eV, có thể làm giảm thêm điện trở tiếp xúc.

Tùy chọn, tham khảo Fig. 19, Fig. 19 thể hiện sơ đồ cấu trúc của loại pin mặt trời tiếp xúc ngược thứ mười chín theo một phương án của sáng chế. Lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 23 được kết tủa trong vùng thứ hai của mặt bóng của đế silic 1. Lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 23 có thể thực hiện việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ hai. Lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 được kết tủa trên mặt bóng được chia sẻ bởi đế silic 1 và lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 23. Lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 có khả năng điều chỉnh tốt trong cấu trúc và hiệu suất, có thể thực hiện khả năng dẫn ngang thấp hơn và khả năng dẫn dọc cao hơn, đồng thời có độ ổn định nhiệt tốt và cửa sổ lựa chọn xử lý rộng.

Phần của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 tương ứng với lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 23 tạo thành vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai, vùng này có thể thực hiện việc truyền hạt tải điện tích điện thứ hai. Phần của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 tương ứng với vùng thứ nhất của đế silic 1 tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất, có thể thực hiện việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ nhất.

Tùy ý, diện tích hình chiếu của lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 23 trên mặt bóng của đế silic 1 chiếm từ 5 % đến 45 % tổng diện tích của mặt bóng của đế silic. Tỷ lệ diện tích đó có tác dụng tốt cho việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ hai, đồng thời không ảnh hưởng đến việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ nhất.

Tùy chọn, hình chiếu từ trên xuống của lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 23 có thể là biên dạng đốm nhỏ hoặc biên dạng tuyến tính. Ví dụ, biên dạng đốm nhỏ là hình tròn hoặc hình elip. Ví dụ, biên dạng tuyến tính là hình chữ nhật, đa giác, v.v.. Hình chiếu từ trên xuống của lớp thu thập có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 23 là biên dạng đốm nhỏ hoặc biên dạng tuyến tính, dẫn đến quy trình đơn giản để thực hiện sự kết tủa của lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 23.

Trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4, mặt bóng của đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất được cung cấp tương ứng điện cực thứ nhất 5 và điện cực thứ nhất 5 được sử dụng để dẫn hạt tải điện tích điện thứ nhất. Vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai được cung cấp tương ứng điện cực thứ hai 6 và điện cực thứ hai 6 được sử dụng để dẫn hạt tải điện tích điện thứ nhất. Cần lưu ý rằng cần phải để lại một khe hở cách điện giữa điện cực thứ nhất 5 và điện cực thứ hai 6, trong đó khe hở cách điện không nhỏ hơn khoảng cách đánh thủng dưới điện áp làm việc bình thường. Điện cực thứ nhất 5 và điện cực thứ hai 6 có thể được chế tạo bằng cách in, kết tủa, v.v. Điện cực thứ hai 6 và điện cực thứ nhất 5 có thể là điện cực kim loại.

Đề cập đến Fig. 19, nếu đế silic 1 là đế silic loại N, nếu hạt tải điện tích điện thứ hai là điện tử thì hạt tải điện tích điện thứ nhất là lỗ. Lớp thu có chọn lọc mang điện tích thứ hai 23 là đầu thu điện tử. Lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai có cấu trúc kết tủa và mức năng lượng dải dẫn của nó gần với mức năng lượng dải dẫn của vật liệu silic, điều này có thể gây ra dải năng lượng của đế silic loại N uốn cong xuống dưới trong lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 23, để thu các điện tử và loại bỏ các lỗ, để đảm nhiệm việc thu có chọn lọc các điện tử. Phần của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 tương ứng với vùng thứ nhất của đế silic 1 tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất và đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất là đầu thu lỗ. Đầu thu hạt tải điện thứ nhất hoạt động như vật liệu tiếp xúc có chọn lọc với lỗ. Mức năng lượng dải dẫn của vật liệu đó gần với mức năng lượng dải hóa trị của đế silic loại N và vật liệu có thể có khiếm khuyết giao diện của điện tích âm hoặc cố định âm, điều này có thể gây ra dải năng lượng tại giao diện uốn cong lên trên, để tạo thành lớp giao diện loại P, dùng để hút các lỗ và loại bỏ các điện tử.

Cần lưu ý rằng mức năng lượng dải dẫn và mức năng lượng dải hóa trị theo sáng chế thường đề cập đến các mức năng lượng của chính vật liệu, tức là, các mức năng lượng khi vật liệu chỉ tồn tại và không đề cập đến mức năng lượng thực tế trong pin.

Trên Fig. 19, trong vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai, mức năng lượng đáy của dải dẫn của lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 23 nằm giữa mức năng lượng dải dẫn của đế silic 1 và mức năng lượng dải dẫn của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4. Do đó, các điện tử trong đế silic 1 có thể trực tiếp tuần tự đi vào lớp

thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 23, sau đó đi vào vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 tương ứng với lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 23, do đó thực hiện sự truyền của các điện tử.

Trên Fig. 19, lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 có thể thực hiện cả việc thu lỗ và truyền điện tử. Ngoài ra, trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4, giao diện giữa vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai và đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất có khiếm khuyết điện trở cao, có thể tạo ra lớp cách điện và tất cả các loại khác nhau của các loại hạt tải điện tích điện sau khi thu được truyền theo chiều dọc để đi vào các điện cực tương ứng, không dễ xảy ra hiện tượng rò điện, đoản mạch. Do đó, các loại đầu thu hạt tải điện khác nhau không yêu cầu cách ly điện bổ sung và không tiếp xúc với nhau để tạo ra lớp chuyển tiếp PN ngược.

Trên Fig. 19, lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai sử dụng cấu trúc tiếp xúc chọn lọc kết tủa, và lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 cũng sử dụng cấu trúc tiếp xúc chọn lọc kết tủa, so với cấu trúc khuếch tán hoàn toàn truyền thống, có ưu điểm là khả năng tái tổ hợp vùng khối thấp, không bị giới hạn bởi giới hạn tái tổ hợp khoan, và có ít bước khuếch tán hơn và quy trình đơn giản hơn. Ngoài ra, cả lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai và lớp hợp chất kim loại-chalcogen đều được hình thành bằng cách kết tủa, không yêu cầu nhiệt độ cao. So với cấu trúc sử dụng silic vô định hình làm lớp tiếp xúc phía sau, lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 có độ chọn lọc cao hơn và độ ổn định nhiệt cao hơn, đồng thời quá trình kết tủa vật liệu có yêu cầu thấp hơn đối với thiết bị và độ an toàn cao hơn. Lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 có thể bao phủ hoàn toàn mặt sau của tế bào, để đơn giản hóa hơn nữa quy trình.

Bằng cách hình thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất bằng cách sử dụng một phần của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 tương ứng với vùng thứ nhất của đế silic 1, so với vật liệu silic vô định hình, đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất có tính chọn lọc và khả năng truyền theo chiều dọc cao hơn, đồng thời khả năng thu và truyền theo chiều dọc của hạt tải điện tích điện thứ nhất cũng cao hơn.

Tùy chọn, tham khảo Fig. 20, Fig. 20 thể hiện sơ đồ cấu trúc của loại pin mặt trời tiếp xúc ngược thứ hai mươi theo một phương án của sáng chế. Trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4, bộ phận chặn 9 được cung cấp giữa vùng truyền hạt tải điện tích

điện thứ hai và đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất. Bộ phận chặn 9 phân đoạn về điện vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai và đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất trong lớp hợp chất kim loại-chalcogen, có thể làm tăng tính dẫn điện của hợp chất kim loại-chalcogen trong vùng không phân đoạn, có thể làm giảm điện trở chuỗi theo chiều dọc ở một mức độ lớn. Ngoài ra, bằng cách phân đoạn về điện vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai và đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất bằng cách sử dụng bộ phận chặn, tất cả các loại hạt tải điện khác nhau, sau khi được thu thập, được truyền theo chiều dọc để đi vào các điện cực tương ứng, và không thông với nhau do truyền theo chiều ngang gây rò điện, đoản mạch. Do đó, không cần căn chỉnh bổ sung và cách ly điện, dẫn đến quy trình đơn giản, giảm tái tổ hợp và tăng hiệu suất chuyển đổi quang điện.

Tùy chọn, bộ phận chặn là rãnh; và/hoặc bộ phận chặn là vật thể có điện trở cao, trong đó điện trở suất của vật thể có điện trở cao không nhỏ hơn 100 lần điện trở suất của lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4. Điều đó, theo một khía cạnh nào đó, có tác dụng cách nhiệt tốt, và ở một khía cạnh khác, có thể chế tạo đơn giản.

Tùy chọn, mặt tiếp xúc với ánh sáng của đế silic cũng có thể được cung cấp ít nhất một trong số các lớp thụ động, lớp hiệu ứng trường ở mặt trước, lớp màng mỏng chống phản xạ ở mặt trước, lớp cấu trúc khuếch tán và lớp cấu trúc hội tụ ánh sáng. Ngoài ra hoặc theo cách khác, ở các mặt bóng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen và vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai, màng chống phản xạ mặt sau được cung cấp trong vùng bên ngoài điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai, để thực hiện sự thụ động hoá, cải tiến quang học và tương tự.

Đề cập đến Fig. 21, Fig. 21 thể hiện sơ đồ cấu trúc của loại pin mặt trời tiếp xúc ngược thứ hai mươi một theo một phương án của sáng chế. Trên Fig. 21, 7 có thể là lớp màng mỏng chống phản xạ ở mặt trước và 8 có thể là màng chống phản xạ ở mặt sau.

Tùy chọn, tham khảo Fig. 19, độ dày d8 của lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 23 là 1 đến 500 nm. Tốt hơn nữa, d8 là 2 đến 60 nm. Lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 23 có độ dày như vậy có lợi cho việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ hai.

Tùy chọn, nếu đế silic là đế silic loại N và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện cơ bản, hoặc nếu đế silic là đế silic loại P và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện không cơ bản, thì lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai được chọn từ vật liệu silic tinh thể có hàm công lớn hơn hoặc bằng 3 eV, vật liệu silic vô định hình có hàm công lớn hơn hoặc bằng 3 eV và ít nhất một trong số các vật liệu thứ hai, trong đó các vật liệu thứ hai là các hợp chất kim loại-chalcogen có hàm công lớn hơn hoặc bằng 3 eV. Lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai của các vật liệu như vậy có tác dụng tốt trong việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ hai.

Tùy chọn, nếu đế silic là đế silic loại P và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện cơ bản, hoặc nếu đế silic là đế silic loại N và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện không cơ bản, thì vật liệu của lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai có thể được chọn từ ít nhất một trong số các vật liệu thứ nhất, trong đó các vật liệu thứ nhất là các hợp chất kim loại-chalcogen loại N có hàm công lớn hơn hoặc bằng 5 eV, hoặc các hợp chất kim loại-chalcogen loại P có hàm công nhỏ hơn hoặc bằng 6 eV. Lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai của các vật liệu như vậy có tác dụng tốt trong việc thu và truyền hạt tải điện tích điện thứ hai.

Việc lựa chọn cụ thể các vật liệu thứ hai và vật liệu thứ nhất có thể đề cập đến mô tả có liên quan trong các phương án nêu trên, để thu được các hiệu quả có lợi giống hoặc tương tự, mà, để tránh sao chép, không được thảo luận thêm ở đây.

Tùy chọn, lớp cách ly dạng đường hầm được cung cấp giữa mặt bóng của đế silic và mặt tiếp xúc với ánh sáng được chia sẻ bởi lớp hợp chất kim loại-chalcogen và lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai. Vật liệu, độ dày, chức năng, v.v. của lớp cách ly dạng đường hầm có thể đề cập đến mô tả ở trên.

Đề cập đến Fig. 22, Fig. 22 thể hiện sơ đồ cấu trúc của loại pin mặt trời tiếp xúc ngược thứ hai mươi hai theo một phương án của sáng chế. Lớp cách ly dạng đường hầm 3 được tạo ra giữa mặt bóng của đế silic 1 và mặt tiếp xúc với ánh sáng được chia sẻ bởi lớp hợp chất kim loại-chalcogen 4 và lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 23.

Tùy chọn, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ năm và/hoặc lớp điều chỉnh hàm công thứ năm được cung cấp giữa điện cực thứ hai và lớp thu có chọn lọc hạt tải điện

tích điện thứ hai. Nói cách khác, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ năm, hoặc lớp điều chỉnh hàm công thứ năm, hoặc cả hai, có thể được cung cấp giữa điện cực thứ hai và lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai. Cả màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ năm và/hoặc lớp điều chỉnh hàm công thứ năm đều nằm trong vùng chiếu của lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai. Cần lưu ý rằng, nếu cả hai đều được cung cấp, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ năm có thể nằm trên mặt bóng hoặc mặt tiếp xúc với ánh sáng của lớp điều chỉnh hàm công thứ năm. Hình chiếu của điện cực thứ hai có thể nằm trong hình chiếu của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ năm và/hoặc lớp điều chỉnh hàm công thứ năm.

Ngoài ra hoặc theo cách khác, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất và/hoặc lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất được cung cấp giữa đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất và điện cực thứ nhất. Nói cách khác, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất, hoặc lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất, hoặc cả hai, có thể được cung cấp giữa đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất và điện cực thứ nhất. Cả màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất và/hoặc lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất đều nằm trong vùng chiếu của đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất và điện cực thứ nhất. Cần lưu ý rằng, nếu cả hai đều được cung cấp, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất có thể nằm trên mặt bóng hoặc mặt tiếp xúc với ánh sáng của lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất. Hình chiếu của điện cực thứ nhất có thể nằm trong hình chiếu của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất và/hoặc lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất.

Màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ năm và màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất có thể đảm nhiệm việc hỗ trợ truyền các hạt tải điện tích điện và truyền ánh sáng, có thể làm tăng thêm hiệu suất chuyển đổi quang điện. Lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất và lớp điều chỉnh hàm công thứ năm đảm nhiệm việc giảm điện trở tiếp xúc.

Fig. 23 thể hiện sơ đồ cấu trúc của loại pin mặt trời tiếp xúc ngược thứ hai mươi ba theo một phương án của sáng chế. Ví dụ, tham khảo Fig. 23, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ năm 69 và lớp điều chỉnh hàm công thứ năm 68 được cung cấp giữa lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai 23 và điện cực thứ hai 6. Màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ năm 69 nằm ở mặt tiếp xúc với ánh sáng của lớp điều chỉnh hàm công thứ năm 68. Màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất 52 và lớp điều chỉnh hàm

công thứ nhất 53 được cung cấp giữa đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất và điện cực thứ nhất 5. Màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất 52 nằm ở mặt bóng của lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất 53.

Tùy chọn, tham khảo Fig. 23, độ dày d_9 của lớp điều chỉnh hàm công thứ năm 68 là 0,1 đến 2 nm. Phạm vi độ dày như vậy có thể làm giảm điện trở tiếp xúc ở mức độ lớn hơn.

Tùy ý, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ năm được tạo thành bằng cách kết hợp hoặc trộn vật liệu dẫn điện trong suốt và vật liệu điều chỉnh hàm công. Ngoài ra hoặc theo cách khác, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất được tạo thành bằng cách kết hợp hoặc trộn vật liệu dẫn điện trong suốt và vật liệu điều chỉnh hàm công. Nói cách khác, màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ năm và màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất không chỉ hỗ trợ truyền các hạt tải điện tích điện mà còn truyền ánh sáng, có thể tăng thêm hiệu suất chuyển đổi quang điện và có thể giảm điện trở tiếp xúc hoặc điện trở dọc.

Tùy chọn, nếu màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ năm được cung cấp giữa lớp thu có chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai và điện cực thứ hai, thì điện cực thứ hai được cung cấp ở mặt bóng của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ năm ở dạng các đường lưới, để sử dụng đầy đủ khả năng truyền ánh sáng của mặt sau, điều này có thể làm tăng thêm hiệu suất chuyển đổi quang điện.

Ngoài ra hoặc theo cách khác, nếu màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất được cung cấp giữa điện cực thứ nhất và đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất, thì điện cực thứ nhất được cung cấp ở mặt bóng của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất ở dạng các đường lưới, để sử dụng đầy đủ khả năng truyền ánh sáng của mặt sau, điều này có thể làm tăng thêm hiệu suất chuyển đổi quang điện.

Tùy ý, vật liệu của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ năm được chọn từ ít nhất một trong số các oxit kẽm, oxit kẽm pha tạp nhôm, oxit thiếc, oxit thiếc pha tạp indi và oxit thiếc pha tạp indi-gali. Màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ năm của các vật liệu như vậy có hiệu suất truyền các hạt tải điện tích điện tốt hơn, điều này có thể làm tăng thêm hiệu suất chuyển đổi quang điện.

Tùy chọn, hàm công của lớp điều chỉnh hàm công thứ năm là 1 eV-5,5 eV, có thể làm giảm thêm điện trở tiếp xúc.

Tùy chọn, mỗi vật liệu của lớp điều chỉnh hàm công thứ năm và vật liệu điều chỉnh hàm công của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ năm có thể được chọn độc lập từ ít nhất một trong số các kim loại kiềm, kim loại chuyển tiếp, kim loại kiềm halogen và kim loại chuyển tiếp halogen, có thể làm giảm hơn nữa điện trở tiếp xúc.

Tùy chọn, mỗi vật liệu của lớp điều chỉnh hàm công thứ năm và vật liệu điều chỉnh hàm công của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ năm có thể được chọn độc lập từ Ca, Mg, Ba, LiFx, KFx, MgFx, BaClx, v.v.. Người có hiểu biết trong lĩnh vực này có thể chọn giá trị thích hợp của x trong công thức hóa học tùy theo tình huống thực tế.

Tùy chọn, hàm công của vật liệu điều chỉnh hàm công của màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ năm là 1 eV đến 5,5 eV, có thể làm giảm thêm điện trở tiếp xúc.

Một phương án của sáng chế còn đề xuất phương pháp sản xuất pin mặt trời tiếp xúc ngược, trong đó phương pháp này bao gồm các bước sau:

Bước S1: cung cấp đế silic, trong đó mặt bóng của đế silic được phân định thành vùng thứ nhất và vùng thứ hai.

Bước S2: kết tủa trong ít nhất vùng thứ nhất của đế silic để thu được lớp hợp chất kim loại-chalcogen, trong đó vùng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen tương ứng với vùng thứ nhất tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất.

Bước S3: cung cấp tương ứng điện cực thứ nhất ở đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất, trong đó vùng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen tương ứng với vùng thứ hai tạo thành vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai.

Bước S4: cung cấp tương ứng điện cực thứ hai trong vùng tương ứng với vùng thứ hai.

Tùy ý, trước bước S2, phương pháp này có thể bao gồm thêm: pha tạp đế silic trong vùng thứ hai, để tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai. Bước S2 có thể bao gồm: kết tủa trên toàn bộ mặt bóng của đế silic để thu được lớp hợp chất kim loại-chalcogen, trong đó vùng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen tương ứng với

vùng thứ hai tạo thành vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai. Bước S4 bao gồm: cung cấp tương ứng điện cực thứ hai trong vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai.

Để silic, đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai, đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất, vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai, điện cực thứ hai và điện cực thứ nhất trong các bước của phương pháp có thể đề cập cụ thể đến các vật liệu liên quan đã mô tả trong các phương án trên, để thu được các hiệu quả có lợi giống hoặc tương tự, mà, để tránh sao chép, không được thảo luận thêm ở đây.

Phương án của sáng chế còn đề xuất hệ pin tiếp xúc ngược, trong đó hệ pin tiếp xúc ngược bao gồm: pin mặt trời tiếp xúc ngược theo phương án bất kỳ trong số các phương án được mô tả ở trên. Để silic, đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai, đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất, vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai, điện cực thứ hai và điện cực thứ nhất trong hệ có thể đề cập cụ thể đến mô tả liên quan trong các phương án nêu trên, để thu được các hiệu quả có lợi giống hoặc tương tự, mà, để tránh sao chép, không được thảo luận thêm ở đây.

Các phương án của sáng chế được mô tả ở trên với việc tham chiếu đến các hình vẽ. Tuy nhiên, sáng chế không chỉ giới hạn ở các phương án cụ thể nêu trên. Các phương án cụ thể ở trên chỉ mang tính minh họa chứ không phải là giới hạn. Người có hiểu biết trong lĩnh vực này, dưới hướng dẫn của sáng chế, có thể tạo ra nhiều biến thể mà không rời khỏi nguyên lý của sáng chế và phạm vi bảo hộ của yêu cầu bảo hộ, và tất cả các biến thể nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

"Một phương án", "phương án" hoặc "một hoặc nhiều phương án" như được sử dụng ở đây có nghĩa là các dấu hiệu, cấu trúc hoặc đặc điểm cụ thể được mô tả có liên quan đến phương án được bao gồm trong ít nhất một phương án của sáng chế này. Hơn nữa, cần lưu ý rằng ở đây ví dụ sử dụng từ ngữ "trong một phương án" không nhất thiết đề cập đến cùng một phương án.

Phần mô tả được cung cấp ở đây mô tả nhiều chi tiết cụ thể. Tuy nhiên, có thể hiểu rằng các phương án của sáng chế có thể được triển khai mà không cần các chi tiết cụ thể đó. Trong một số phương án, các quy trình, cấu trúc và kỹ thuật đã biết không được mô tả chi tiết để không ảnh hưởng đến việc hiểu mô tả.

Cuối cùng, cần lưu ý rằng các phương án trên chỉ nhằm mục đích giải thích các giải pháp kỹ thuật của sáng chế, và không giới hạn chúng. Mặc dù sáng chế được giải thích chi tiết có liên quan đến các phương án trên, nhưng người có hiểu biết trong lĩnh vực này nên hiểu rằng vẫn có thể sửa đổi các giải pháp kỹ thuật được đưa ra bởi các phương án trên hoặc thay thế tương đương cho phần dấu hiệu kỹ thuật của chúng. Tuy nhiên, những sửa đổi hoặc thay thế đó không làm cho bản chất của các giải pháp kỹ thuật tương ứng khác với nguyên lý và phạm vi của các giải pháp kỹ thuật của các phương án của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Pin mặt trời tiếp xúc ngược, trong đó pin mặt trời tiếp xúc ngược này bao gồm:

 đế silic, trong đó mặt bóng của đế silic được phân định thành vùng thứ nhất và vùng thứ hai; đế silic trong vùng thứ hai được pha tạp để tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai; và đế silic là đế silic loại P hoặc đế silic loại N;

 lớp hợp chất kim loại-chalcogen (nhóm gồm các nguyên tố phi kim), trong đó lớp hợp chất kim loại-chalcogen được kết tủa trên mặt bóng của đế silic, vùng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen và vùng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen tương ứng với vùng thứ hai tạo thành vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai;

 điện cực thứ nhất, trong đó điện cực thứ nhất được cung cấp tương ứng ở đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất; và

 điện cực thứ hai, trong đó điện cực thứ hai được cung cấp tương ứng trong vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai.

2. Pin mặt trời tiếp xúc ngược theo điểm 1, trong đó:

 nếu đế silic là đế silic loại N và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện cơ bản, hoặc nếu đế silic là đế silic loại P và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện không cơ bản, thì vật liệu của lớp hợp chất kim loại-chalcogen được chọn từ ít nhất một trong số các vật liệu thứ nhất, trong đó các vật liệu thứ nhất là các hợp chất kim loại-chalcogen loại N có hàm công lớn hơn hoặc bằng 5 eV, hoặc các hợp chất kim loại-chalcogen loại P có hàm công nhỏ hơn hoặc bằng 6 eV; và

 nếu đế silic là đế silic loại P và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện cơ bản, hoặc nếu đế silic là đế silic loại N và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện không cơ bản, thì vật liệu của lớp hợp chất kim loại-chalcogen được chọn từ ít nhất một trong số các vật liệu thứ hai, trong đó các vật liệu thứ hai là các hợp chất kim loại-chalcogen có hàm công lớn hơn hoặc bằng 3 eV.

3. Pin mặt trời tiếp xúc ngược theo một điểm 1 hoặc 2, trong đó nồng độ pha tạp của đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai lớn hơn hoặc bằng 10^{15} cm^{-3} và lớn hơn nồng độ pha tạp của đế silic trong vùng thứ nhất; và

diện tích hình chiếu của đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai trên mặt bóng của đế silic chiếm từ 5 % đến 45 % tổng diện tích của mặt bóng của đế silic.

4. Pin mặt trời tiếp xúc ngược theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai có độ dày từ 1 đến 500 nm được kết tủa trên mặt bóng trong vùng thứ hai;

lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai nằm trên mặt bóng hoặc mặt đối diện ánh sáng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen; và

diện tích hình chiếu của lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai trên mặt bóng của đế silic chiếm từ 5 % đến 45 % tổng diện tích của mặt bóng của đế silic.

5. Pin mặt trời tiếp xúc ngược theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó:

nếu đế silic là đế silic loại N và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện cơ bản, hoặc nếu đế silic là đế silic loại P và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện không cơ bản, thì vật liệu của lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai được chọn từ vật liệu silic tinh thể có hàm công lớn hơn hoặc bằng 3 eV, vật liệu silic vô định hình có hàm công lớn hơn hoặc bằng 3 eV và ít nhất một trong số các vật liệu thứ hai, trong đó các vật liệu thứ hai là hợp chất kim loại-chalcogen có hàm công lớn hơn hoặc bằng 3 eV; và

nếu đế silic là đế silic loại P và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện cơ bản, hoặc nếu đế silic là đế silic loại N và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện không cơ bản, thì vật liệu của lớp chọn lọc hạt tải điện tích điện thứ hai được chọn từ ít nhất một trong số các vật liệu thứ nhất, trong đó các vật liệu thứ nhất là các hợp chất kim loại-chalcogen loại N có hàm công lớn hơn hoặc bằng 5 eV, hoặc các hợp chất kim loại-chalcogen loại P có hàm công nhỏ hơn hoặc bằng 6 eV.

6. Pin mặt trời tiếp xúc ngược theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 đến 5, trong đó:

các hợp chất kim loại-chalcogen chứa nguyên tố pha tạp và nguyên tố pha tạp này được chọn từ ít nhất một trong số các nguyên tố halogen, nguyên tố kim loại chuyển tiếp, nguyên tố kim loại kiềm, nguyên tố nhóm III, nguyên tố nhóm IV và nguyên tố nhóm V.

7. Pin mặt trời tiếp xúc ngược theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 đến 5, trong đó:

các vật liệu thứ hai được chọn từ ít nhất một trong số các chất: oxit kẽm, oxit thiếc, oxit titan, oxit đồng, oxit tali, cadmi sunfua, molybden sunfua, kẽm sunfua, molybden selenua, đồng selenua, oxit đồng pha tạp niobi, oxit cadmi germani, oxit kẽm iridi và oxit canxi coban; và

các vật liệu thứ nhất được chọn từ ít nhất một trong số các chất: oxit molybden, oxit vonfram, oxit vanadi, oxit niobi, oxit niken, oxit niobi pha tạp thủy ngân và oxit tantali pha tạp thủy ngân.

8. Pin mặt trời tiếp xúc ngược theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó khả năng dẫn ngang của lớp hợp chất kim loại-chalcogen nhỏ hơn hoặc bằng $1,0 \times 10^{-3}$ S/cm.

9. Pin mặt trời tiếp xúc ngược theo theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, trong đó nếu đế silic là đế silic loại P và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện cơ bản, hoặc nếu đế silic là đế silic loại N và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện không cơ bản,

thì mật độ điện tích dương cố định của lớp hợp chất kim loại-chalcogen lớn hơn hoặc bằng 10^{11} cm^{-2} ; và/hoặc

mật độ khiếm khuyết chất nhận của lớp hợp chất kim loại-chalcogen lớn hơn hoặc bằng 10^{11} cm^{-2} ; và/hoặc

mật độ điện tích giới hạn của lớp hợp chất kim loại-chalcogen lớn hơn hoặc bằng 10^{11} cm^{-2} ; và

nếu đế silic là đế silic loại N và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện cơ bản, hoặc nếu đế silic là đế silic loại P và hạt tải điện tích điện thứ hai là hạt tải điện không cơ bản,

thì mật độ điện tích âm cố định của lớp hợp chất kim loại-chalcogen lớn hơn hoặc bằng 10^{12} cm^{-2} ; và/hoặc

mật độ khiếm khuyết bên nhận ánh sáng mặt trời của lớp hợp chất kim loại-chalcogen lớn hơn hoặc bằng 10^{12} cm^{-2} ; và/hoặc

mật độ điện tích giới hạn của lớp hợp chất kim loại-chalcogen lớn hơn hoặc bằng 10^{12} cm^{-2} .

10. Pin mặt trời tiếp xúc ngược theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó độ truyền ánh sáng trung bình của lớp hợp chất kim loại-chalcogen trong dải sóng ánh sáng khả kiến lớn hơn hoặc bằng 70 %; và

độ dày của lớp hợp chất kim loại-chalcogen là từ 1 đến 600 nm.

11. Pin mặt trời tiếp xúc ngược theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10, trong đó lớp cách ly dạng đường hầm được tạo ra giữa mặt bóng của đế silic và lớp hợp chất kim loại-chalcogen; và

độ dày của lớp cách ly dạng đường hầm là từ 0,1 nm đến 5 nm và lớp cách ly dạng đường hầm là một hoặc nhiều lớp.

12. Pin mặt trời tiếp xúc ngược theo theo điểm 11, trong đó vật liệu của lớp cách ly dạng đường hầm được chọn từ ít nhất một trong số các silic oxit, silic nitrit, silic florua, oxit silic florua, oxit carbon silic, oxit nhôm, florua nhôm và nhôm oxynitrua.

13. Pin mặt trời tiếp xúc ngược theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 12, trong đó màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ hai và/hoặc lớp điều chỉnh hàm công thứ hai được cung cấp giữa đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai và điện cực thứ hai; và cả màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ hai và/hoặc lớp điều chỉnh hàm công thứ hai đều nằm trong vùng chiếu của đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai; và/hoặc

màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất và/hoặc lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất được cung cấp giữa đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất và điện cực thứ nhất; và cả màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất và/hoặc lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất đều nằm trong vùng chiếu của đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất.

14. Pin mặt trời tiếp xúc ngược theo điểm 13, trong đó cả hai độ dày của lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất và lớp điều chỉnh hàm công thứ hai là từ 0,1 đến 5 nm;

cả hai hàm công của lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất và lớp điều chỉnh hàm công thứ hai là 1 eV đến 5,5 eV; và

màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ nhất được hình thành bằng cách kết hợp hoặc trộn vật liệu dẫn điện trong suốt và vật liệu điều chỉnh hàm công; và/hoặc màng mỏng dẫn điện trong suốt thứ hai được tạo thành bằng cách kết hợp hoặc trộn vật liệu dẫn điện trong suốt và vật liệu điều chỉnh hàm công.

15. Pin mặt trời tiếp xúc ngược theo điểm 13 hoặc 14, trong đó mỗi lớp trong số lớp điều chỉnh hàm công thứ nhất và lớp điều chỉnh hàm công thứ hai được chọn độc lập từ ít nhất một trong số các kim loại kiềm, kim loại chuyển tiếp, kim loại kiềm halogen và kim loại chuyển tiếp halogen.

16. Phương pháp sản xuất pin mặt trời tiếp xúc ngược, trong đó phương pháp này bao gồm:

cung cấp đế silic, trong đó mặt bóng của đế silic được phân định thành vùng thứ nhất và vùng thứ hai; đế silic trong vùng thứ hai được pha tạp để tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai; và đế silicon là loại silicon loại P hoặc đế silicon loại N;

pha tạp đế silic trong vùng thứ hai, để tạo thành đầu thu hạt tải điện tích điện thứ hai;

kết tủa trên toàn bộ mặt bóng của đế silic để thu được lớp hợp chất kim loại-chalcogen, trong đó vùng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen tương ứng với vùng thứ nhất tạo thành vùng đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất, và vùng của lớp hợp chất kim loại-chalcogen tương ứng với vùng thứ hai tạo thành vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai;

cung cấp tương ứng điện cực thứ nhất ở đầu thu hạt tải điện tích điện thứ nhất; và

cung cấp tương ứng điện cực thứ hai trong vùng truyền hạt tải điện tích điện thứ hai.

17. Hệ pin tiếp xúc ngược, trong đó hệ pin tiếp xúc ngược bao gồm: pin mặt trời tiếp xúc ngược theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 15.

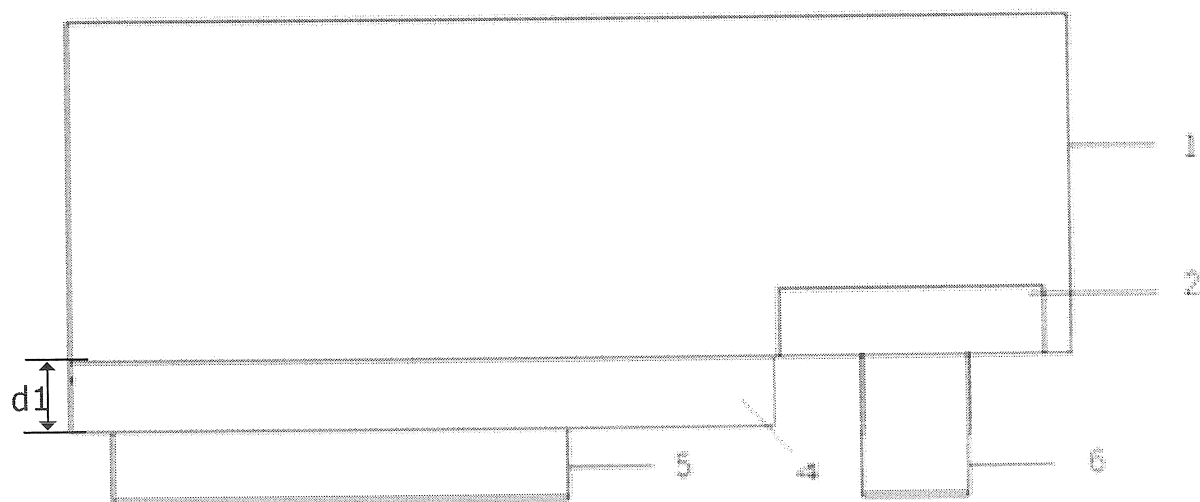


FIG. 1

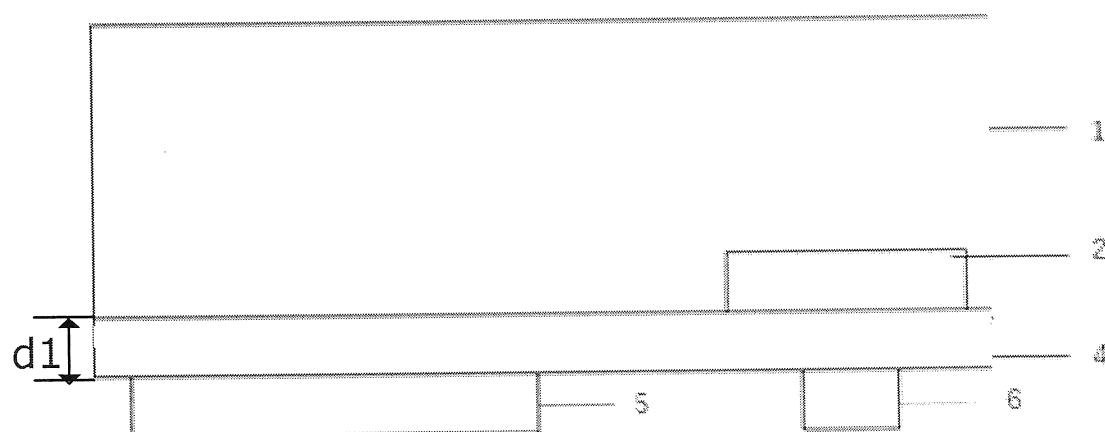


FIG. 2

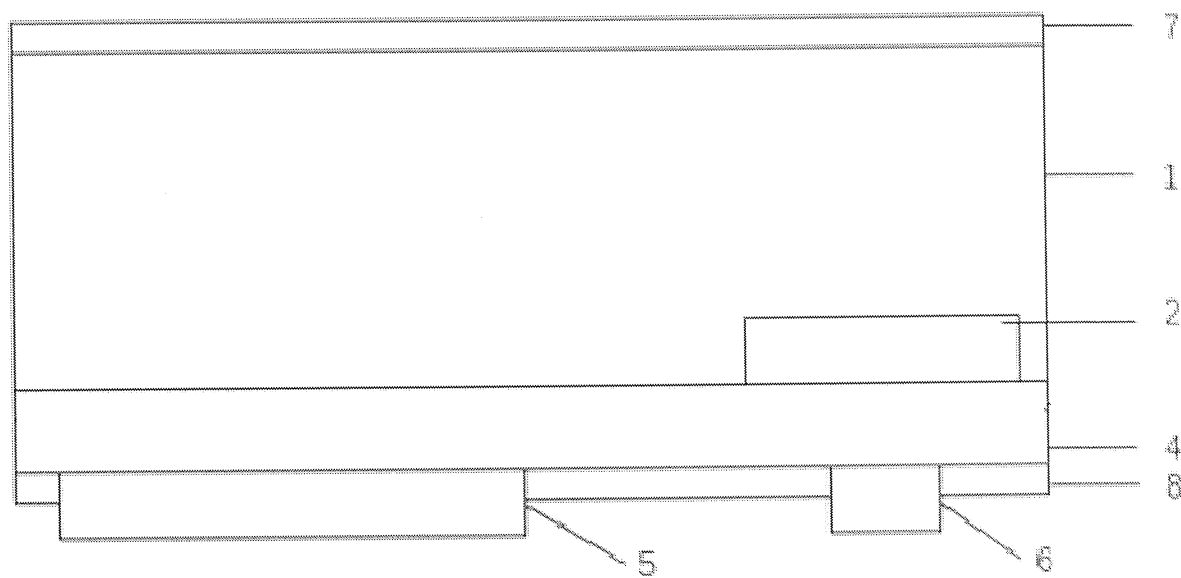


FIG. 3

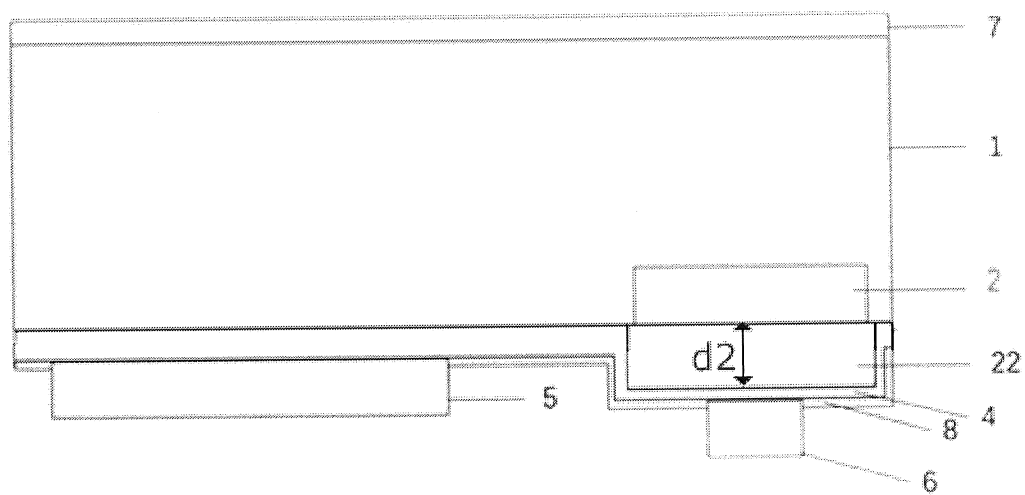


FIG. 4

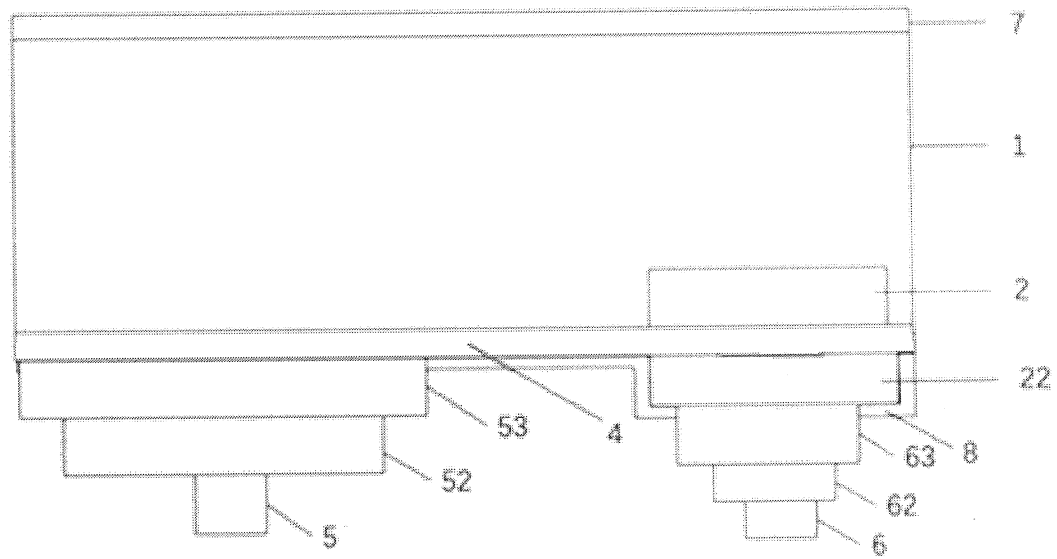


FIG. 5

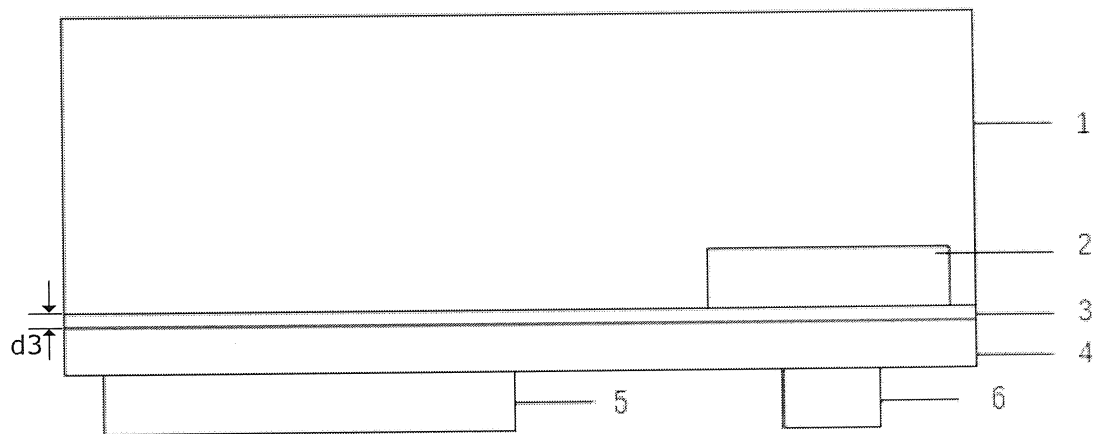


FIG. 6

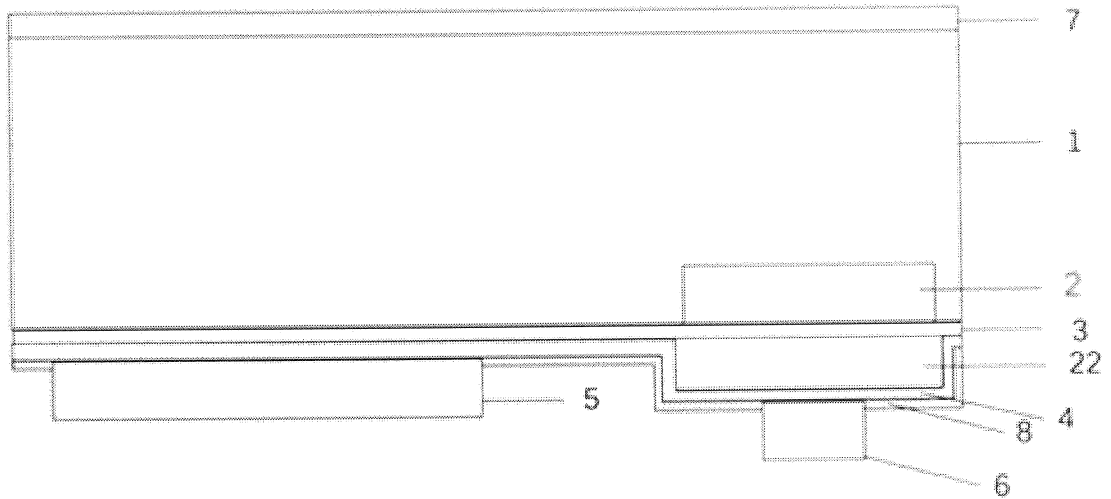


FIG. 7

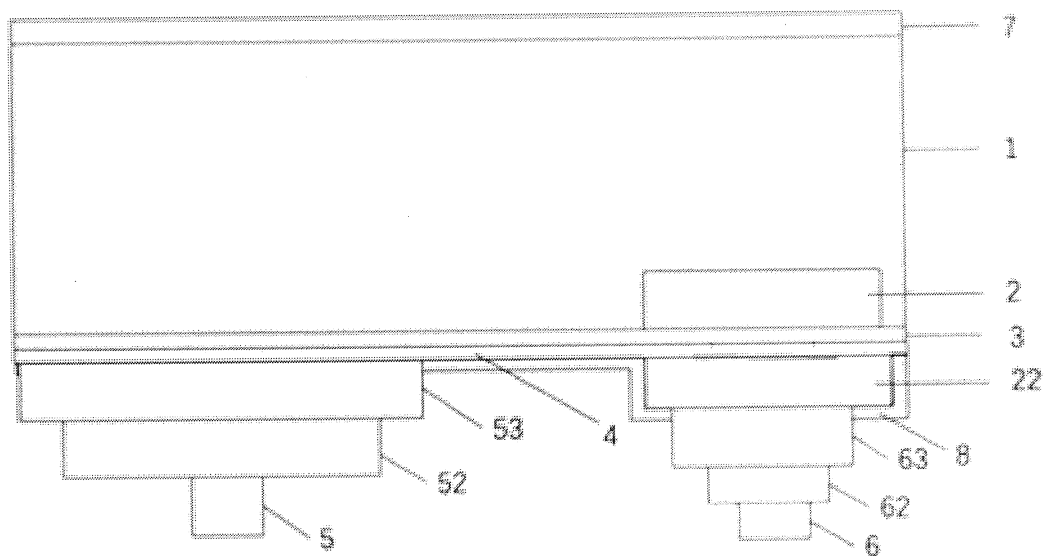


FIG. 8

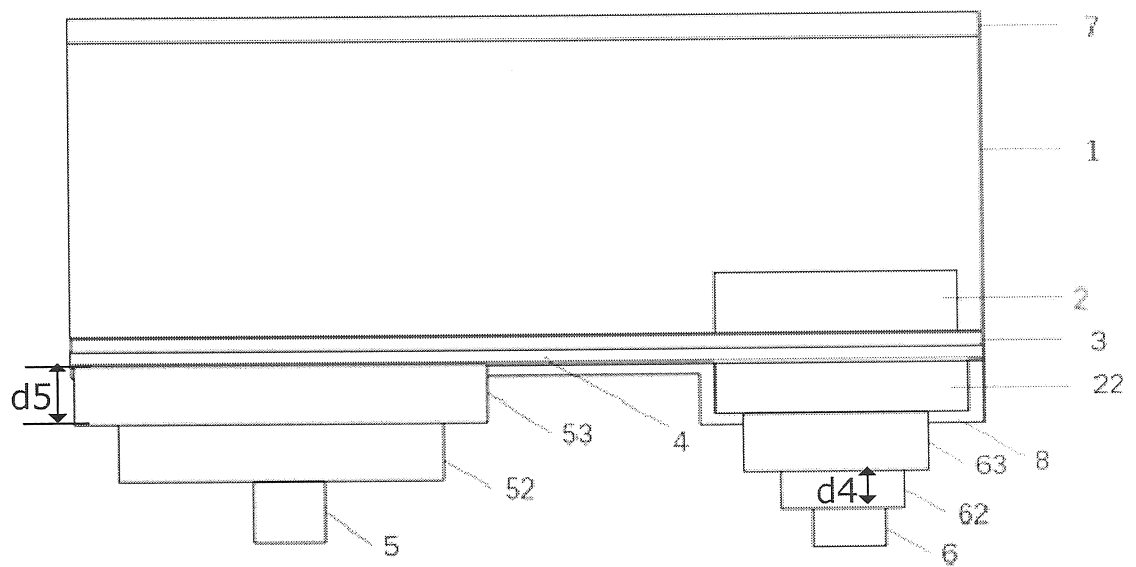


FIG. 9

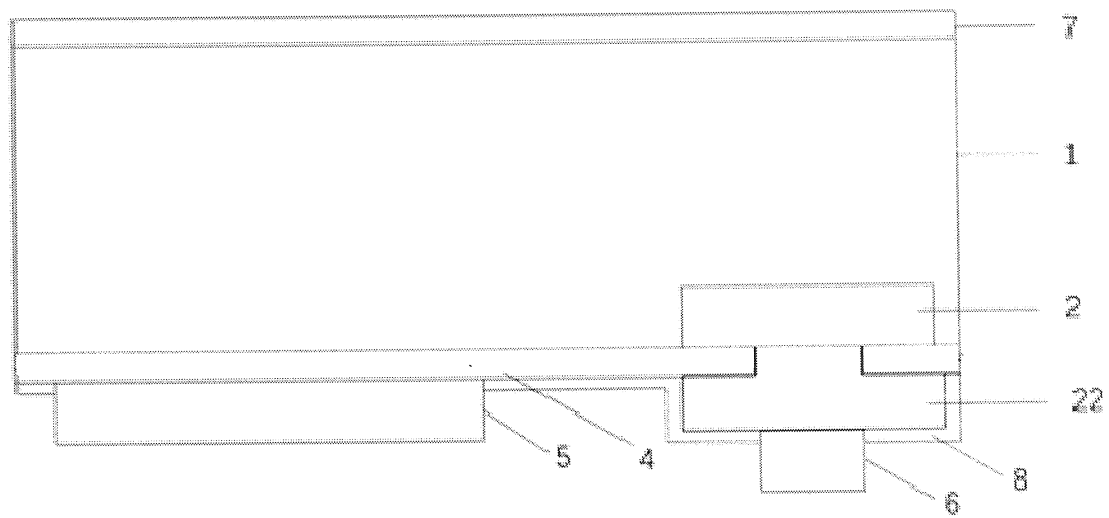


FIG. 10

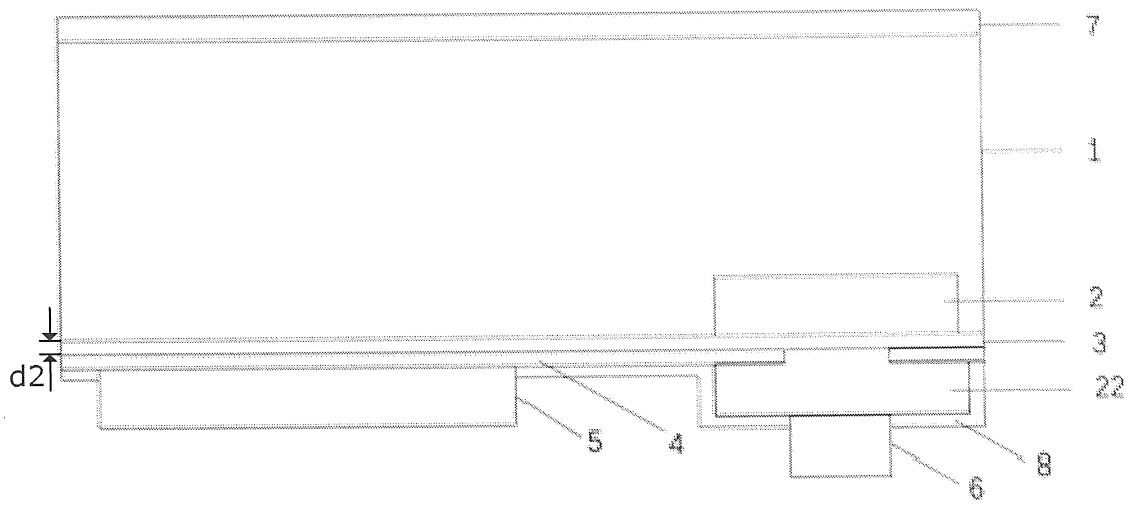


FIG. 11

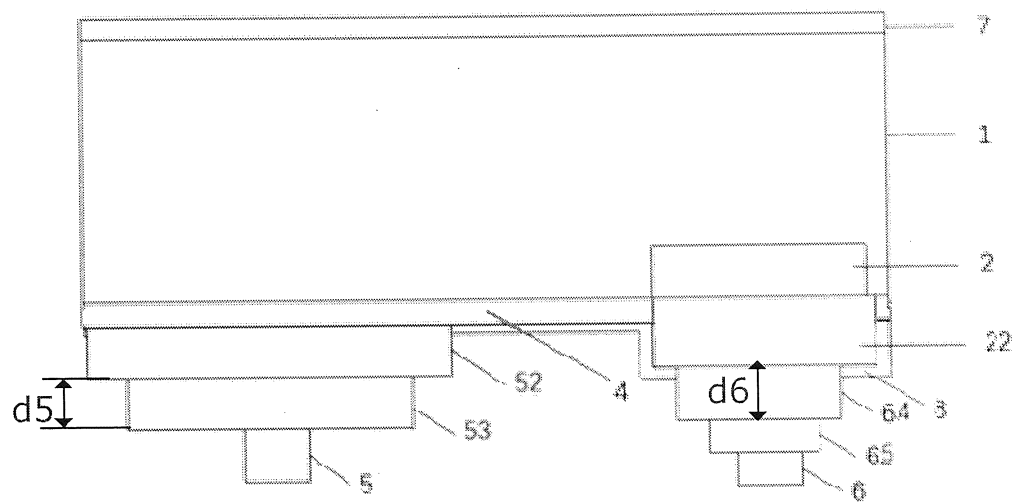


FIG. 12

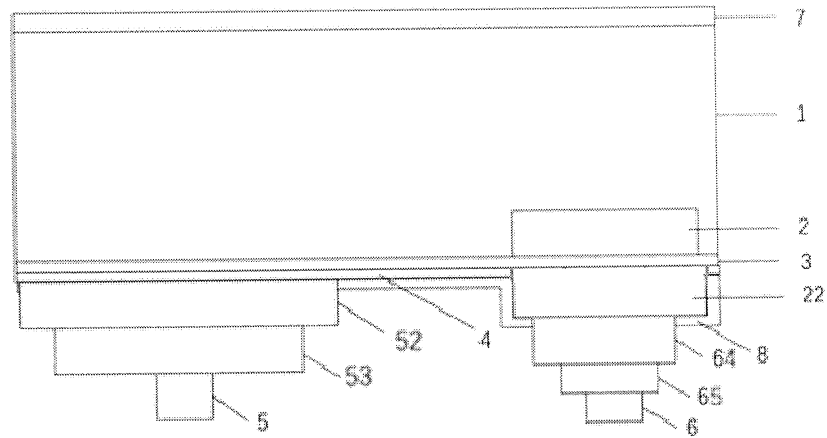


FIG. 13

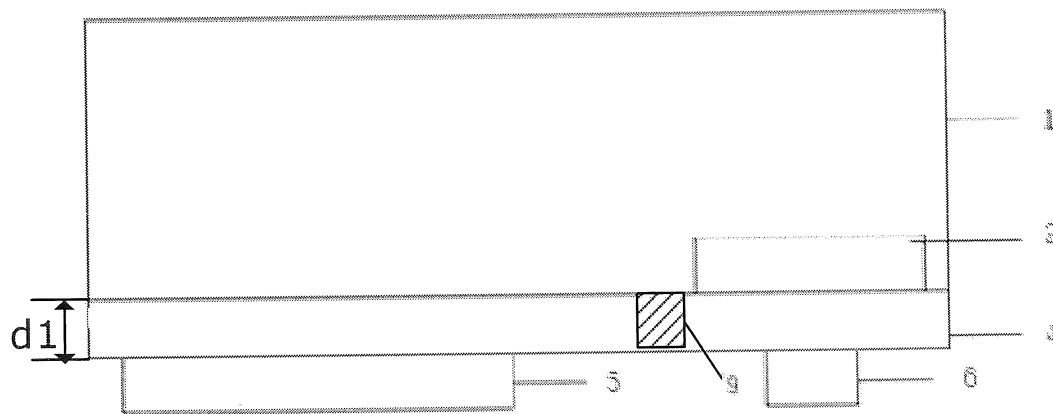


FIG. 14

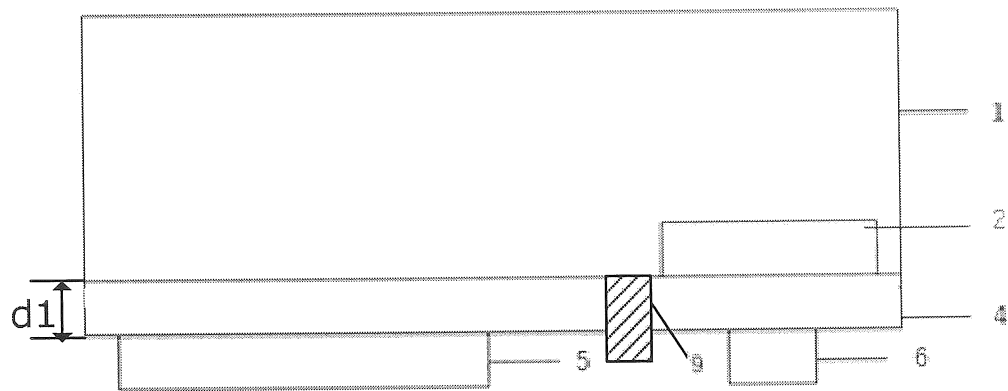


FIG. 15

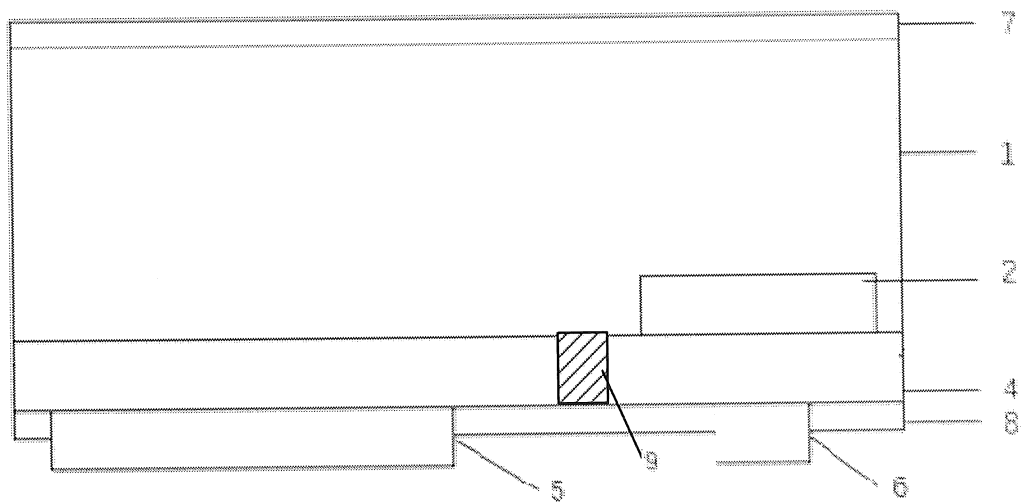


FIG. 16

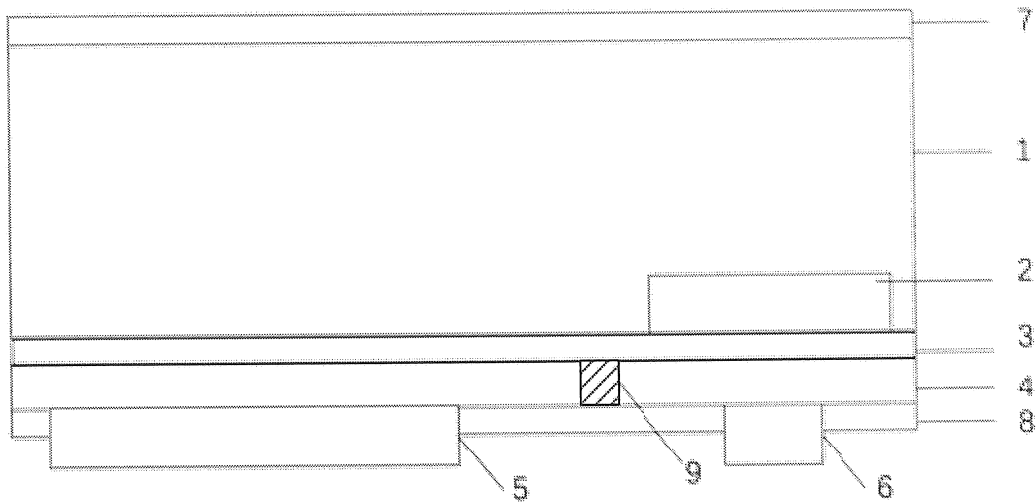


FIG. 17

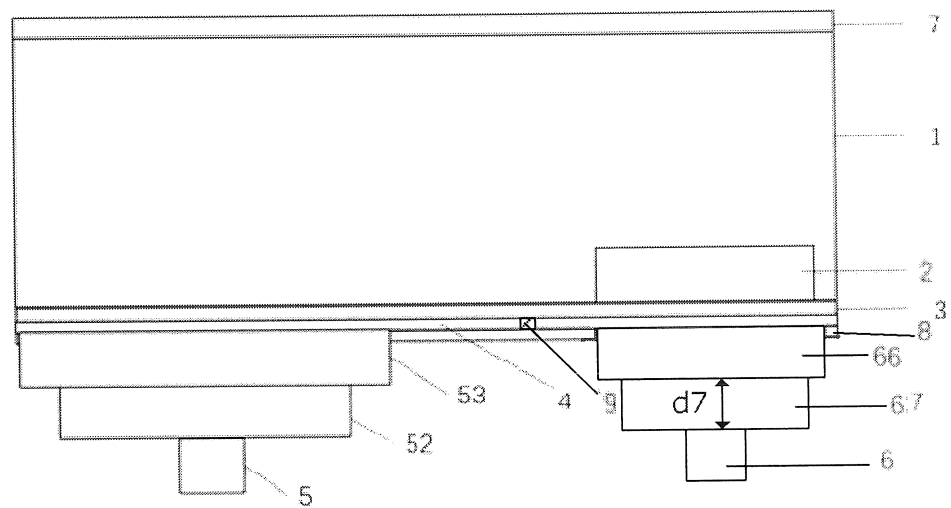


FIG. 18

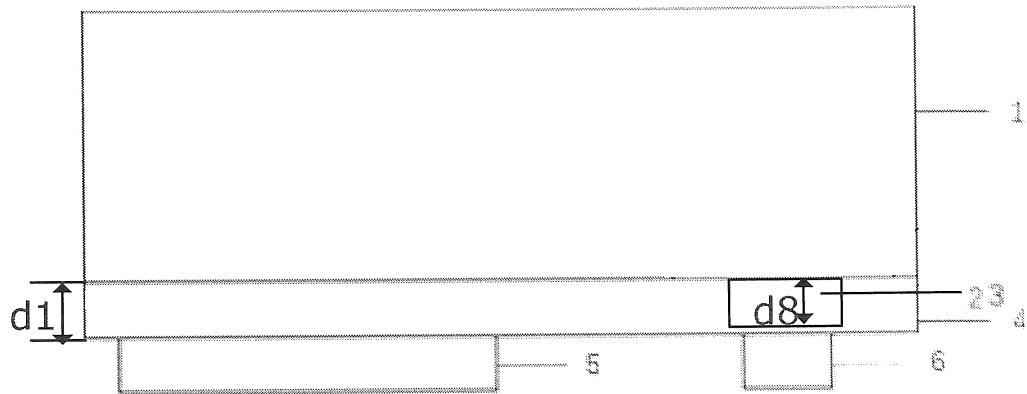


FIG. 19

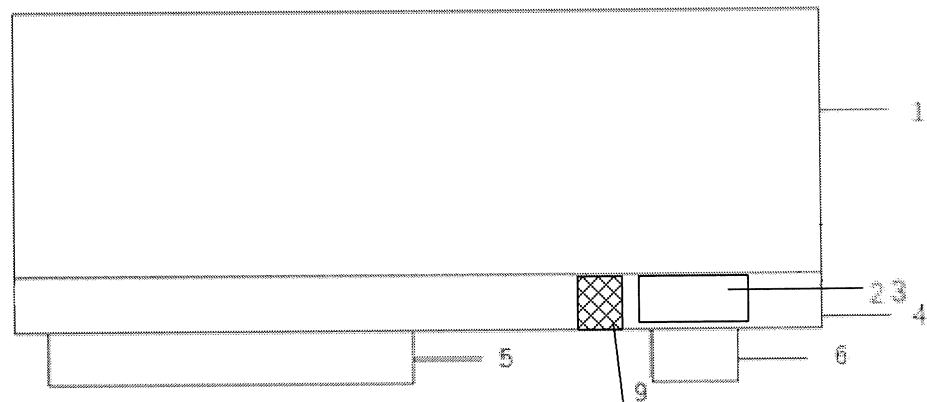


FIG. 20

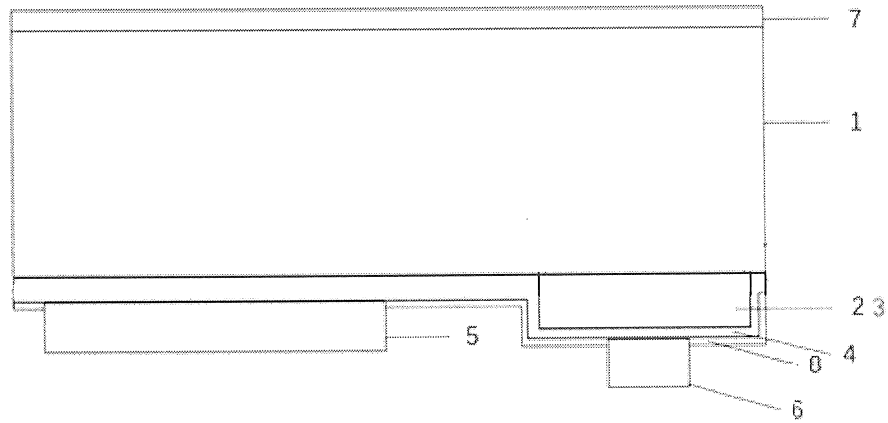


FIG. 21

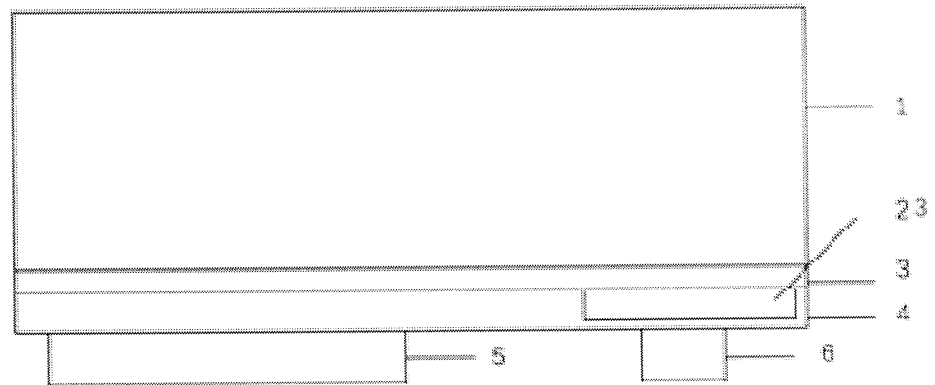


FIG. 22

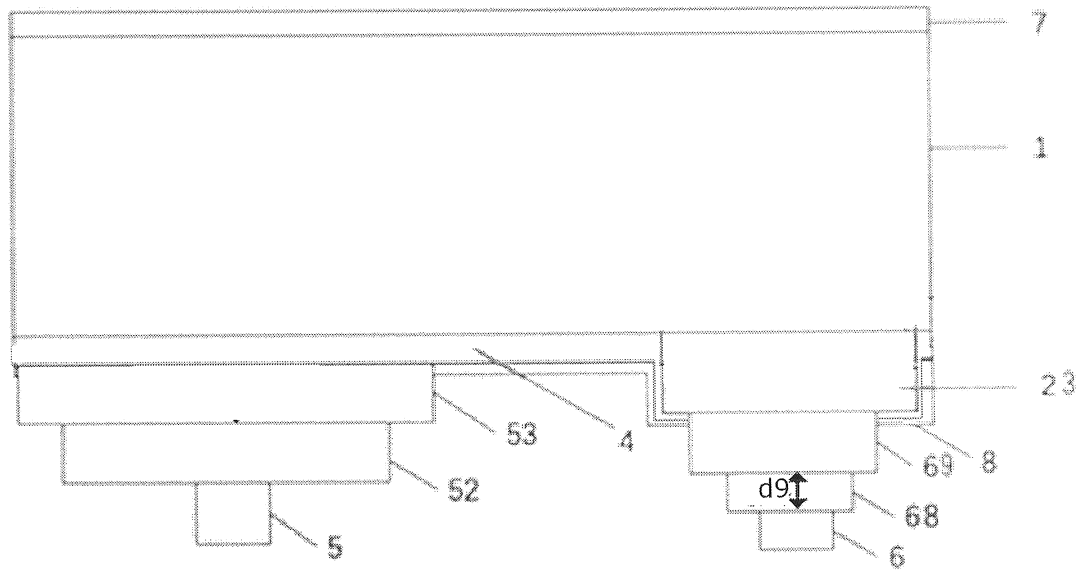


FIG. 23