



(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
1-0049547
(51)^{2022.01} H01L 31/0687; H01L 31/0216; H01L 31/0224 (13) B

(21) 1-2023-01373 (22) 16/09/2021
(86) PCT/CN2021/118782 16/09/2021 (87) WO 2022/057860 24/03/2022
(30) 202010988035.6 18/09/2020 CN
(45) 25/08/2025 449 (43) 26/06/2023 423A
(73) LONGI GREEN ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD. (CN)
No.388 Middle Aerospace Road, Chang'an Dist Xi'an, Shaanxi 710100, China
(72) LI, Zifeng (CN); WU, Zhao (CN); XU, Chen (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 SONG SONG

(21) 1-2023-01373

(57) Sáng chế đề cập đến pin mặt trời song song, liên quan đến lĩnh vực kỹ thuật quang điện và nhằm mục đích cải thiện tỷ lệ sử dụng của pin mặt trời song song thành năng lượng ánh sáng để cải thiện hiệu suất chuyển đổi quang điện của pin mặt trời song song. Pin mặt trời song song bao gồm pin dưới cùng và pin trên cùng nằm trên pin dưới cùng, trong đó pin dưới cùng bao gồm phần pha tạp thứ nhất và phần pha tạp thứ hai, phần pha tạp thứ nhất và phần pha tạp thứ hai hình thành ít nhất một lớp chuyển tiếp PN, hạt tải điện cơ bản trong phần pha tạp thứ nhất là hạt tải điện loại thứ nhất, và hạt tải điện cơ bản trong phần pha tạp thứ hai là hạt tải điện loại thứ hai; pin dưới cùng được cung cấp lỗ điện cực thứ nhất và lỗ điện cực thứ hai xuyên qua pin dưới cùng, điện cực thứ nhất được hình thành trong lỗ điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai được hình thành trong lỗ điện cực thứ hai; điện cực thứ nhất tiếp xúc với phần pha tạp thứ nhất để dẫn ra hạt tải điện loại thứ nhất của pin dưới cùng và pin trên cùng; và điện cực thứ hai tiếp xúc với phần pha tạp thứ hai để dẫn ra hạt tải điện loại thứ hai của pin dưới cùng và pin trên cùng.

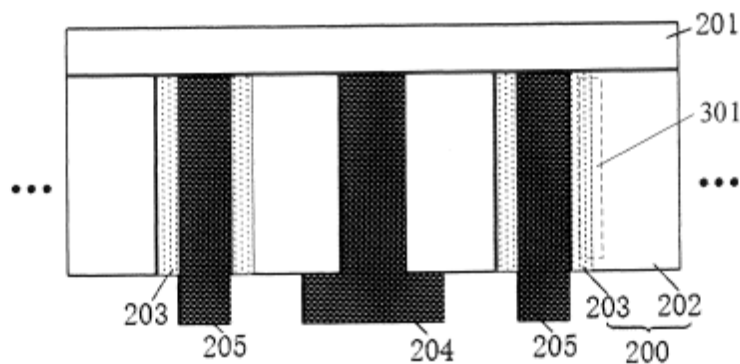


FIG. 2A

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực kỹ thuật quang điện, đặc biệt là pin mặt trời song song.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Pin mặt trời song song là cấu trúc pin bao gồm pin trên cùng và pin dưới cùng. Pin trên cùng được làm bằng vật liệu truyền ánh sáng với khoảng cách dải rộng. Pin dưới cùng được làm bằng vật liệu truyền ánh sáng với khoảng cách dải hẹp. Trên cơ sở này, ánh sáng mặt trời có bước sóng ngắn có thể được sử dụng bởi pin trên cùng nằm ở phía trên và ánh sáng mặt trời có bước sóng dài có thể được truyền qua pin trên cùng vào pin dưới cùng và được sử dụng bởi pin dưới cùng. Do đó, pin mặt trời song song có thể sử dụng ánh sáng mặt trời với khoảng bước sóng rộng và có mức sử dụng năng lượng ánh sáng cao.

Trong lĩnh vực kỹ thuật liên quan, công nghệ pin liên hệ trở lại được kỹ thuật số hóa xen kẽ (interdigitated back contact - IBC) có thể được sử dụng làm pin dưới cùng để hấp thụ các hạt tải điện do pin trên cùng tạo ra và các hạt tải điện có thể được trích xuất từ bộ phát và trường phía sau ở dưới cùng của pin IBC. Tuy nhiên, các hạt tải điện do pin trên cùng tạo ra có thể được tái tổ hợp trong pin IBC ở một mức độ nhất định, điều này dẫn đến hiệu quả thấp của pin song song. Lấy pin IBC làm pin dưới cùng và pin perovskite làm pin trên cùng làm ví dụ, quy trình hoạt động của pin mặt trời song song hiện có được mô tả ngắn gọn.

Fig. 1 minh họa sơ đồ cấu trúc của pin mặt trời song song trong tình trạng kỹ thuật. Như thể hiện trên Fig. 1, lớp vận chuyển lỗ 102 được chứa trong pin trên cùng 101 của pin mặt trời song song có thể nằm phía trên lớp hấp thụ 103, và lớp vận chuyển điện tử 104 có thể nằm bên dưới lớp hấp thụ 103. Lớp hấp thụ 103 được chứa trong pin trên cùng 101 có thể tạo ra các cặp điện tử-lỗ sau khi hấp thụ ánh sáng mặt trời. Các lỗ được tạo ra trong pin trên cùng 101 có thể được dẫn đến điện cực dương 106 qua lớp vận chuyển lỗ 102 ở phía trên lớp hấp thụ 103, và do đó được điện cực dương 106 thu lại. Ngoài ra, các điện tử được tạo ra trong pin trên cùng 101 có thể được dẫn đến pin dưới cùng 100 qua lớp vận chuyển điện tử 104 bên dưới lớp hấp thụ 103, và được thu bởi điện cực âm 107 nằm ở bề mặt dưới cùng của pin dưới cùng thông qua pin dưới cùng 100. Trong quy trình trên, để 105 được đưa vào pin dưới cùng 100 cũng hấp thụ ánh sáng mặt trời để tạo ra các cặp điện tử-lỗ. Trên cơ sở này, khi các điện tử được tạo ra trong pin trên cùng 101 đi qua pin dưới cùng 100, sự tái tổ hợp số lượng lớn, tái tổ hợp giao diện hoặc tái tổ hợp khiếm khuyết có thể dễ dàng xảy ra giữa các điện tử có lỗ được tạo ra trong pin dưới cùng 100, dẫn đến giảm số lượng lỗ và các điện tử có thể được thu

bởi điện cực dương 106 và điện cực âm 107 trên bề mặt dưới cùng của pin dưới cùng, tương ứng, điều này làm giảm đáng kể hiệu suất chuyển đổi quang điện của pin mặt trời song song.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất pin mặt trời song song, để cải thiện việc sử dụng năng lượng ánh sáng của pin mặt trời song song, do đó cải thiện hiệu suất chuyển đổi quang điện của pin mặt trời song song.

Pin mặt trời song song được đề xuất theo sáng chế. Pin mặt trời song song bao gồm pin dưới cùng và pin trên cùng nằm phía trên pin dưới cùng. Pin dưới cùng bao gồm phần pha tạp thứ nhất và phần pha tạp thứ hai. Phần pha tạp thứ nhất và phần pha tạp thứ hai hình thành ít nhất một lớp chuyển tiếp PN. Hạt tải điện cơ bản của phần pha tạp thứ nhất là hạt tải điện loại thứ nhất. Hạt tải điện cơ bản của phần pha tạp thứ hai là hạt tải điện loại thứ hai.

Pin dưới cùng có lỗ điện cực thứ nhất và lỗ điện cực thứ hai xuyên qua pin dưới cùng. Điện cực thứ nhất được bố trí ít nhất một phần trong lỗ điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai được bố trí ít nhất một phần trong lỗ điện cực thứ hai.

Điện cực thứ nhất tiếp xúc với phần pha tạp thứ nhất và được tạo kết cấu để xuất hạt tải điện loại thứ nhất của pin dưới cùng và pin trên cùng. Điện cực thứ hai tiếp xúc với phần pha tạp thứ hai và được tạo kết cấu để xuất hạt tải điện thứ hai của pin dưới cùng và pin trên cùng.

Với giải pháp kỹ thuật trên, trong pin mặt trời song song theo sáng chế, phần pha tạp thứ nhất và phần pha tạp thứ hai của pin dưới cùng có thể hình thành ít nhất lớp chuyển tiếp PN. Hơn nữa, điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai xuyên qua pin dưới cùng được hình thành bên trong pin dưới cùng, do đó trong quá trình hoạt động của pin mặt trời song song, điện cực thứ nhất có thể xuất ra các hạt tải điện loại thứ nhất được tạo ra trong pin trên cùng và pin dưới cùng và điện cực thứ hai có thể xuất các hạt tải điện loại thứ hai được tạo ra trong pin trên cùng và pin dưới cùng. Nói cách khác, hạt tải điện loại thứ nhất và hạt tải điện loại thứ hai được tạo ra sau khi lớp bán dẫn của pin trên cùng hấp thụ ánh sáng mặt trời có thể di chuyển trong pin trên cùng theo hướng gần với bề mặt chiếu sáng ngược của pin trên cùng và được điện cực thứ nhất thu lại và điện cực thứ hai lần lượt xuyên qua pin dưới cùng. Dựa trên những lý do trên, pin mặt trời song song theo sáng chế có thể làm giảm xác suất tái tổ hợp của hạt tải điện loại thứ nhất hoặc hạt tải điện loại thứ hai được tạo ra trong pin trên cùng với hạt tải điện loại hai hoặc hạt tải điện loại thứ nhất được tạo ra trong pin dưới cùng khi đi qua pin dưới cùng, do đó tăng cường điện trường quang điện do pin dưới cùng tạo ra dưới ánh sáng,

cải thiện việc sử dụng năng lượng ánh sáng của pin mặt trời song song và cuối cùng là cải thiện hiệu suất chuyển đổi quang điện của pin mặt trời song song.

Theo cách triển khai khả thi, mỗi trong số ít nhất một lớp chuyển tiếp PN bao gồm vùng chuyển tiếp thứ nhất vuông góc với pin trên cùng.

Với giải pháp kỹ thuật trên, khi lớp chuyển tiếp PN được hình thành trong pin dưới cùng bao gồm vùng chuyển tiếp thứ nhất vuông góc với pin trên cùng, hướng kéo dài theo chiều dài của phần pha tạp thứ nhất và phần pha tạp thứ hai hình thành lớp chuyển tiếp PN vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng. Trong trường hợp này, khi các hướng trục của lỗ điện cực thứ nhất và lỗ điện cực thứ hai xuyên qua pin dưới cùng cũng vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng, các hướng kéo dài theo chiều dài của điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai giống như các hướng của phần pha tạp thứ nhất và phần pha tạp thứ hai, sao cho diện tích tiếp xúc của điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai tương ứng với phần pha tạp thứ nhất và phần pha tạp thứ hai là lớn. Tại thời điểm này, các hạt tải điện loại thứ nhất do phần pha tạp thứ nhất tạo ra dễ dàng được xuất ra bởi điện cực thứ nhất dưới tác động của điện trường tích hợp, làm giảm xác suất tái tổ hợp của các hạt tải điện loại thứ nhất trong pin dưới cùng. Trong khi đó, các hạt tải điện loại thứ hai được tạo ra bởi phần pha tạp thứ hai dễ dàng được xuất ra bởi điện cực thứ hai dưới tác động của điện trường tích hợp, làm giảm xác suất tái tổ hợp của các hạt tải điện loại thứ hai trong pin dưới cùng, do đó cải thiện hiệu suất chuyển đổi quang điện của pin mặt trời song song.

Theo cách triển khai khả thi, mỗi trong số ít nhất một lớp chuyển tiếp PN bao gồm vùng chuyển tiếp thứ hai song song với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng.

Với giải pháp kỹ thuật trên, khi lớp chuyển tiếp PN được hình thành ở pin dưới cùng bao gồm vùng chuyển tiếp thứ hai song song với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng, phần pha tạp thứ nhất và phần pha tạp thứ hai nằm trong pin dưới cùng nằm trong cấu trúc song song xếp chồng lên nhau dọc theo hướng độ dày của pin dưới cùng. Do đó, khi pin dưới cùng được sản xuất, phần pha tạp thứ nhất và phần pha tạp thứ hai có thể được sản xuất bằng quy trình lắng đọng trưởng thành, giúp giảm độ khó sản xuất của pin mặt trời song song. Ngoài ra, khi lớp chuyển tiếp PN được hình thành trong pin dưới cùng bao gồm vùng chuyển tiếp thứ hai song song với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng, giao diện chuyển tiếp PN được hình thành trong pin dưới cùng song song với bề mặt nhận ánh sáng của pin dưới cùng và các tia sáng có thể được chiếu xạ đồng đều trên toàn bộ giao diện chuyển tiếp PN sau khi được truyền vào pin dưới cùng từ bề mặt nhận ánh sáng của pin dưới cùng, do đó số lượng cân bằng của hạt tải điện loại thứ nhất và hạt tải điện loại thứ hai cân bằng được tạo ra ở các khu

vực tương ứng của pin dưới cùng và xác suất tái tổ hợp gây ra bởi sự phân bố không đều của hai loại hạt tải điện khi hạt tải điện loại thứ nhất di chuyển về phía phần pha tạp thứ nhất và hạt tải điện loại thứ hai di chuyển về phía phần pha tạp thứ hai có thể giảm, và do đó dòng điện lớn hơn có thể được hình thành khi mạch bên ngoài được nối và hiệu suất hoạt động của pin mặt trời song song có thể được cải thiện.

Theo cách triển khai khả thi, lớp chuyển tiếp PN bao gồm vùng chuyển tiếp thứ nhất vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng và điện cực thứ nhất có thể được làm bằng vật liệu kim loại và/hoặc vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất.

Trong các ứng dụng thực tế, với điều kiện là lớp chuyển tiếp PN được hình thành trong pin dưới cùng chỉ bao gồm vùng chuyển tiếp thứ nhất vuông góc với pin trên cùng, một phần của điện cực thứ nhất nằm trong pin dưới cùng có thể tiếp xúc với phần pha tạp thứ nhất được chứa trong pin dưới cùng, nhưng không phải với phần pha tạp thứ hai. Lúc này, bất kể điện cực thứ nhất được làm bằng vật liệu kim loại hay vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất, dưới tác dụng của điện trường tích hợp của lớp chuyển tiếp PN được hình thành ở pin dưới cùng, điện cực thứ nhất chỉ dẫn điện hạt tải điện loại thứ nhất được tạo ra ở pin dưới cùng và pin trên cùng, nhưng không dẫn hạt tải điện loại thứ hai, do đó mở rộng phạm vi lựa chọn vật liệu của điện cực thứ nhất.

Theo cách triển khai khả thi, lớp chuyển tiếp PN chỉ bao gồm vùng chuyển tiếp thứ nhất vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng và điện cực thứ hai có thể được làm bằng vật liệu kim loại và/hoặc vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai.

Trong các ứng dụng thực tế, với điều kiện là lớp chuyển tiếp PN được hình thành trong pin dưới cùng chỉ bao gồm vùng chuyển tiếp thứ nhất vuông góc với pin trên cùng, một phần của điện cực thứ hai nằm trong pin dưới cùng có thể tiếp xúc với phần pha tạp thứ hai được bao gồm trong pin dưới cùng, nhưng không phải với phần pha tạp thứ nhất. Tại thời điểm này, bất kể điện cực thứ hai được làm bằng vật liệu kim loại hay vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai, dưới tác động của điện trường tích hợp của lớp chuyển tiếp PN được hình thành trong pin phía dưới, điện cực thứ hai chỉ dẫn điện hạt tải điện loại thứ hai được tạo ra trong pin dưới cùng và pin trên cùng, nhưng không dẫn hạt tải điện loại thứ nhất, do đó mở rộng phạm vi lựa chọn vật liệu của điện cực thứ hai.

Theo cách triển khai khả thi, điện cực thứ nhất bao gồm phần dẫn điện thứ nhất và phần kim loại thứ nhất được phân bố theo hướng ra khỏi pin trên cùng. Ít nhất một phần của phần dẫn điện thứ nhất nằm trong lỗ điện cực thứ nhất tương ứng. Phần dẫn điện thứ nhất có thể

được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất. Điện cực thứ hai bao gồm phần dẫn điện thứ hai và phần kim loại thứ hai được phân bố theo hướng ra khỏi pin trên cùng. Ít nhất một phần của phần dẫn điện thứ hai nằm trong lỗ điện cực thứ hai tương ứng. Phần dẫn điện thứ hai được làm bằng vật liệu dẫn điện hạt mang điện loại thứ hai.

Với giải pháp kỹ thuật trên, mỗi điện cực thứ nhất bao gồm phần dẫn điện thứ nhất ít nhất một phần nằm trong lỗ điện cực thứ nhất tương ứng và được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất, do đó mỗi điện cực thứ nhất có độ chọn lọc dẫn điện hạt tải điện tốt. Tại thời điểm này, mỗi điện cực thứ nhất chỉ có thể truyền các hạt tải điện loại thứ nhất, ngăn không cho lớp chuyển tiếp PN bị đoản mạch. Hơn nữa, do vật liệu kim loại có đặc tính dẫn điện tốt hơn vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất, nên khi điện cực thứ nhất bao gồm thêm phần kim loại thứ nhất nằm trên bề mặt của phần dẫn điện thứ nhất cách xa pin trên cùng, thì độ dẫn điện của điện cực thứ nhất có thể được cải thiện. Tương tự như vậy, vì mỗi điện cực thứ hai bao gồm phần dẫn điện thứ hai và phần kim loại thứ hai nằm trên bề mặt của phần dẫn điện thứ hai cách xa pin trên cùng, nên mỗi điện cực thứ hai có độ chọn lọc dẫn điện hạt tải điện tốt và độ dẫn điện tốt.

Theo cách triển khai khả thi, vị trí của phần kim loại thứ nhất so với lỗ điện cực thứ nhất cũng khác nhau do sự tiếp xúc khác nhau giữa điện cực thứ nhất và phần pha tạp thứ hai. Tương tự, vị trí của phần kim loại thứ hai so với lỗ điện cực thứ hai là khác nhau do sự tiếp xúc khác nhau giữa điện cực thứ hai và phần pha tạp thứ nhất.

Ví dụ, ít nhất một phần của phần kim loại thứ nhất nằm trong lỗ điện cực thứ nhất tương ứng. Ít nhất một phần của phần kim loại thứ hai nằm trong lỗ điện cực thứ hai tương ứng. Tại thời điểm này, trong trường hợp ít nhất đảm bảo rằng một phần của điện cực thứ nhất tiếp xúc với phần pha tạp thứ hai là phần dẫn điện thứ nhất, chiều dài của phần kim loại thứ nhất trong lỗ điện cực thứ nhất có thể được tăng lên một cách thích hợp, do đó như để cải thiện tốc độ dẫn điện của các hạt tải điện loại thứ nhất trong điện cực thứ nhất. Tương tự, trong trường hợp ít nhất đảm bảo rằng một phần của điện cực thứ hai tiếp xúc với phần pha tạp thứ nhất là phần dẫn điện thứ hai, chiều dài của phần kim loại thứ hai trong lỗ điện cực thứ hai có thể được tăng lên một cách thích hợp, để cải thiện tốc độ dẫn điện của các hạt tải điện loại thứ hai trong điện cực thứ hai, do đó cải thiện hiệu suất chuyển đổi quang điện của pin mặt trời song song.

Ví dụ, phần kim loại thứ nhất nằm bên ngoài lỗ điện cực thứ nhất. Phần kim loại thứ hai nằm bên ngoài lỗ điện cực thứ hai. Tại thời điểm này, phần dẫn điện thứ nhất chỉ truyền hạt tải điện loại thứ nhất ít nhất sẽ lấp đầy lỗ điện cực thứ nhất, ngăn không cho phần kim loại thứ nhất tiếp xúc với phần pha tạp thứ hai trong lỗ điện cực thứ nhất. Ngoài ra, phần dẫn điện thứ

hai chỉ truyền hạt tải điện loại thứ hai ít nhất sẽ lấp đầy lỗ điện cực thứ hai, ngăn phần kim loại thứ hai tiếp xúc với phần pha tạp thứ nhất trong lỗ điện cực thứ hai, do đó tránh được hiện tượng đoản mạch của lớp chuyển tiếp PN và cải thiện sự ổn định hoạt động của pin mặt trời song song.

Theo cách triển khai khả thi, lớp chuyển tiếp PN bao gồm vùng chuyển tiếp thứ hai song song với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng và một phần của điện cực thứ nhất tiếp xúc với phần pha tạp thứ hai được đặt làm phần dẫn điện thứ ba. Phần dẫn điện thứ ba được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất. Một phần của điện cực thứ hai tiếp xúc với phần pha tạp thứ nhất được đặt làm phần dẫn điện thứ tư. Phần dẫn điện thứ tư được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai.

Với giải pháp kỹ thuật trên, khi lớp chuyển tiếp PN chỉ bao gồm vùng chuyển tiếp thứ hai song song với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng thì cả điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai xuyên qua pin dưới cùng đều tiếp xúc với phần pha tạp thứ nhất và phần pha tạp thứ hai. Trên cơ sở này, khi một phần của điện cực thứ nhất tiếp xúc với phần pha tạp thứ hai được đặt thành phần dẫn điện thứ ba được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất và phần của điện cực thứ hai tiếp xúc với phần pha tạp thứ nhất được đặt thành phần dẫn điện thứ tư được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai, có thể ngăn ngừa đoản mạch lớp chuyển tiếp PN được tạo bởi phần pha tạp thứ nhất và phần pha tạp thứ hai. Khi lớp chuyển tiếp PN bao gồm cả vùng chuyển tiếp thứ nhất và vùng chuyển tiếp thứ hai, điện cực thứ nhất tiếp xúc với phần pha tạp thứ nhất và phần pha tạp thứ hai, trong khi điện cực thứ hai chỉ tiếp xúc với phần pha tạp thứ hai. Do đó, phần của điện cực thứ nhất tiếp xúc với phần pha tạp thứ hai được đặt làm phần dẫn điện thứ ba được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất, sự đoản mạch của lớp chuyển tiếp PN được tạo bởi phần pha tạp thứ nhất và phần pha tạp thứ hai có thể được ngăn ngừa.

Theo cách triển khai khả thi, pin dưới cùng bao gồm vùng chuyển tiếp thứ nhất vuông góc với pin trên cùng và mặt cách xa bề mặt dưới cùng của pin trên cùng không được cung cấp vùng chuyển tiếp thứ hai song song với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng. Điện cực thứ nhất có phần mép ngoài thứ nhất kéo dài ra khỏi lỗ điện cực thứ nhất tương ứng ở mặt của điện cực thứ nhất cách xa pin trên cùng. Pin mặt trời song song còn bao gồm lớp phụ trợ điện cực thứ nhất nằm giữa phần mép ngoài thứ nhất và phần pha tạp thứ hai. Và/hoặc, điện cực thứ hai có phần mép ngoài thứ hai kéo dài ra khỏi lỗ điện cực thứ hai tương ứng trên mặt của điện cực thứ hai cách xa pin trên cùng. Pin mặt trời song song cũng bao gồm lớp phụ trợ điện

cực thứ hai nằm giữa phần mép ngoài thứ hai và phần pha tạp thứ nhất. Lớp phụ trợ điện cực thứ nhất và lớp phụ trợ điện cực thứ hai ít nhất có chức năng cách điện.

Với giải pháp kỹ thuật trên, điện cực thứ nhất là điện cực được tạo kết cấu để xuất hạt tải điện loại thứ nhất của pin trên cùng và pin dưới cùng. Hạt tải điện cơ bản của phần pha tạp thứ hai là hạt tải điện loại thứ hai. Khi điện cực thứ nhất có phần mép ngoài thứ nhất kéo dài ra khỏi lỗ điện cực thứ nhất tương ứng trên mặt của điện cực thứ nhất cách xa pin trên cùng, lớp phụ trợ điện cực thứ nhất có thể tách phần mép ngoài thứ nhất khỏi phần pha tạp thứ hai. Cụ thể, khi lớp phụ trợ điện cực thứ nhất có chức năng cách điện, sự tồn tại của lớp phụ trợ điện cực thứ nhất có thể ngăn không cho phần mép ngoài thứ nhất được nối điện với phần pha tạp thứ hai, do đó ngăn không cho lớp chuyển tiếp PN bị đoản mạch. Tương tự như vậy, các tác dụng có lợi của lớp phụ trợ điện cực thứ hai có thể được tham chiếu theo các tác dụng của lớp phụ trợ điện cực thứ nhất, sẽ không được mô tả lặp lại ở đây nữa.

Theo cách triển khai khả thi, lớp phụ trợ điện cực thứ nhất kéo dài vào lỗ điện cực thứ nhất. Một phần của lớp phụ trợ điện cực thứ nhất kéo dài vào lỗ điện cực thứ nhất được hình thành giữa điện cực thứ nhất và phần pha tạp thứ nhất. Lớp phụ trợ điện cực thứ hai kéo dài vào lỗ điện cực thứ hai. Một phần của lớp phụ trợ điện cực thứ hai kéo dài vào lỗ điện cực thứ hai được hình thành giữa điện cực thứ hai và phần pha tạp thứ hai. Một phần của lớp phụ trợ điện cực thứ nhất giữa điện cực thứ nhất và phần pha tạp thứ nhất và một phần của lớp phụ trợ điện cực thứ hai giữa điện cực thứ hai và phần pha tạp thứ hai có ít nhất một chức năng khớp mạng, chức năng khớp dải năng lượng và chức năng thụ động.

Với giải pháp kỹ thuật trên, khi lớp phụ trợ điện cực thứ nhất có chức năng khớp mạng, sự tồn tại của lớp phụ trợ điện cực thứ nhất có thể làm giảm sự không khớp mạng giữa điện cực thứ nhất và phần pha tạp thứ nhất, ngăn ngừa sự hình thành trung tâm tái tổ hợp khiếm khuyết giữa phần mép ngoài thứ nhất và phần pha tạp thứ hai, đồng thời giảm thêm xác suất tái tổ hợp của hạt tải điện loại thứ nhất với hạt tải điện loại thứ hai tại điểm tiếp xúc giữa điện cực thứ nhất và phần pha tạp thứ nhất. Khi lớp phụ trợ điện cực thứ nhất có chức năng khớp dải năng lượng, lớp phụ trợ điện cực thứ nhất cũng có thể giảm chênh lệch mức năng lượng giữa điện cực thứ nhất và phần pha tạp thứ nhất, cải thiện tốc độ dẫn điện của hạt tải điện loại thứ nhất so với phần pha tạp thứ nhất vào điện cực thứ nhất, tăng khả năng sử dụng năng lượng ánh sáng của pin dưới cùng và cuối cùng là cải thiện hiệu suất chuyển đổi quang điện của pin mặt trời song song. Khi lớp phụ trợ điện cực thứ nhất có chức năng thụ động hóa, lớp phụ trợ điện cực thứ nhất có thể làm giảm mật độ trạng thái bề mặt của điện cực thứ nhất và phần pha tạp thứ nhất, đồng thời giảm tốc độ tái tổ hợp khiếm khuyết của các hạt tải điện loại

thứ nhất được tạo ra trong pin dưới cùng với hạt tải điện loại thứ hai ở vị trí tiếp xúc giữa điện cực thứ nhất và phần pha tạp thứ nhất. Tương tự như vậy, các tác dụng có lợi của lớp phụ trợ điện cực thứ hai có thể được tham chiếm các tác dụng của lớp phụ trợ điện cực thứ nhất, sẽ không được mô tả lặp lại ở đây nữa.

Theo cách triển khai khả thi, khi pin mặt trời song song bao gồm phần mép ngoài thứ nhất và phần mép ngoài thứ hai, phần mép ngoài thứ nhất và phần mép ngoài thứ hai được làm bằng vật liệu kim loại. Lớp phụ trợ điện cực thứ nhất và/hoặc lớp phụ trợ điện cực thứ hai được sử dụng để tránh tiếp xúc giữa phần mép ngoài thứ nhất và phần mép ngoài thứ hai.

Với giải pháp kỹ thuật trên, khi các vật liệu được chứa trong cả phần mép ngoài thứ nhất và phần mép ngoài thứ hai đều là vật liệu kim loại thì phần mép ngoài thứ nhất và phần mép ngoài thứ hai đều có khả năng dẫn điện hạt tải điện loại thứ nhất và hạt tải điện loại thứ hai. Trên cơ sở này, khi lớp phụ trợ điện cực thứ nhất bao gồm thêm phần giữa phần mép ngoài thứ nhất và phần mép ngoài thứ hai, và lớp phụ trợ điện cực thứ nhất có đặc tính cách điện, thì sự tồn tại của lớp phụ trợ điện cực thứ nhất có thể ngăn phần mép ngoài thứ nhất tiếp xúc với phần mép ngoài thứ hai, ngăn không cho hai điện cực đối diện nối điện với nhau và cải thiện độ ổn định hoạt động của pin mặt trời song song. Khi cấu trúc giữa phần mép ngoài thứ nhất và phần mép ngoài thứ hai là lớp phụ trợ điện cực thứ hai và lớp phụ trợ điện cực thứ hai có đặc tính cách điện, thì sự tồn tại của lớp phụ trợ điện cực thứ hai cũng có thể ngăn phần mép ngoài thứ nhất khỏi tiếp xúc với phần mép ngoài thứ hai, ngăn không cho hai điện cực đối diện nối điện với nhau.

Theo cách triển khai khả thi, pin mặt trời song song còn bao gồm ít nhất hai điện cực phụ trợ. Ít nhất một trong hai điện cực phụ trợ được phủ lên bề mặt của điện cực thứ nhất tương ứng đối diện với pin trên cùng. Ít nhất một trong số hai điện cực phụ trợ được phủ lên bề mặt của điện cực thứ hai tương ứng đối diện với pin trên cùng. Điện cực phụ trợ tương ứng với mỗi điện cực thứ nhất có thể được làm bằng vật liệu kim loại và/hoặc vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất; và/hoặc, điện cực phụ trợ tương ứng với mỗi điện cực thứ hai được làm bằng vật liệu kim loại và/hoặc vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai.

Với giải pháp kỹ thuật trên, điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai được hình thành lần lượt ở lỗ điện cực thứ nhất và lỗ điện cực thứ hai xuyên qua pin dưới cùng, nên diện tích tiếp xúc hiệu dụng của điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai với pin trên cùng lần lượt bị chịu tác dụng của vùng tiết diện xuyên tâm của lỗ điện cực thứ nhất và lỗ điện cực thứ hai. Khi ít nhất một điện cực phụ trợ được phủ tương ứng trên các bề mặt của điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai đối diện với pin trên cùng, sự tồn tại của điện cực phụ trợ có thể làm tăng diện tích

tiếp xúc hiệu dụng của điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai với pin trên cùng. Ngoài ra, độ dẫn điện của vật liệu kim loại, vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất và vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai đối với các hạt tải điện cao hơn nhiều so với vật liệu bán dẫn, vì vậy sự tồn tại của điện cực phụ trợ có thể nâng cao khả năng của điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai để thu các loại hạt tải điện tương ứng, do đó cải thiện hiệu suất chuyển đổi quang điện của pin mặt trời song song.

Theo cách triển khai khả thi, mỗi điện cực phụ trợ bao gồm các điện cực chính và ít nhất một đường lưới mảnh. Các điện cực chính được nối điện với nhau bằng đường lưới mảnh. Điện cực chính nằm ở một phần của điện cực thứ nhất hoặc điện cực thứ hai tương ứng tiếp xúc với pin trên cùng.

Với giải pháp kỹ thuật trên, đường lưới mảnh có trong mỗi điện cực phụ trợ có thể hỗ trợ thu các hạt tải điện loại thứ nhất hoặc hạt tải điện loại thứ hai. Ngoài ra, các điện cực chính bao gồm trong mỗi điện cực phụ trợ được che phủ tại một phần của điện cực thứ nhất hoặc điện cực thứ hai tương ứng tiếp xúc với pin trên cùng, do đó hỗ trợ điện cực thứ nhất hoặc điện cực thứ hai thu hạt tải điện loại thứ nhất hoặc hạt tải điện loại thứ hai trong pin trên cùng, giảm xác suất tái tổ hợp của hai loại hạt tải điện trong pin trên cùng tại giao diện giữa pin trên cùng và pin dưới cùng, đồng thời cải thiện việc sử dụng năng lượng ánh sáng của pin mặt trời song song.

Theo cách triển khai khả thi, pin mặt trời song song còn bao gồm lớp phụ trợ thứ nhất. Lớp phụ trợ thứ nhất được hình thành trên bề mặt của pin dưới cùng gần với pin trên cùng. Khả năng dẫn điện theo chiều dọc của lớp phụ trợ thứ nhất lớn hơn khả năng dẫn điện theo chiều ngang của lớp phụ trợ. Vật liệu chứa trong lớp phụ trợ thứ nhất có ít nhất một chức năng thụ động hóa, chức năng điều chỉnh quang học, chức năng khớp mạng và chức năng khớp dải năng lượng.

Với giải pháp kỹ thuật trên, lớp phụ trợ thứ nhất được bố trí giữa pin dưới cùng và pin trên cùng nhằm nâng cao hiệu suất hoạt động của pin mặt trời song song. Cụ thể, khi lớp phụ trợ thứ nhất có chức năng thụ động hóa và/hoặc chức năng khớp mạng, lớp phụ trợ thứ nhất có thể làm giảm xác suất tái tổ hợp của hai loại hạt tải điện tại giao diện giữa pin trên cùng và pin dưới cùng. Khi lớp phụ trợ thứ nhất có chức năng điều chỉnh quang học, lớp phụ trợ thứ nhất có thể có hiệu ứng bẫy ánh sáng tốt, do đó có thể truyền nhiều ánh sáng hơn vào pin dưới cùng. Khi lớp phụ trợ thứ nhất có chức năng khớp dải năng lượng, lớp phụ trợ thứ nhất có thể giảm chênh lệch mức năng lượng giữa pin trên cùng và điện cực thứ nhất cũng như điện cực thứ hai, tương ứng và cải thiện tốc độ dẫn điện của hai loại hạt tải điện từ pin trên cùng đến

điện cực thứ nhất hoặc điện cực thứ hai, để tạo điều kiện thuận lợi cho điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai thu các hạt tải điện tương ứng. Ngoài ra, do lớp phụ trợ thứ nhất nằm giữa pin dưới cùng và pin trên cùng, và điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai xuyên qua pin dưới cùng, bề mặt của điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai gần pin trên cùng có thể ở tiếp xúc với lớp phụ trợ thứ nhất. Trên cơ sở này, nếu lớp phụ trợ thứ nhất có khả năng dẫn điện và khả năng dẫn điện theo chiều dọc của lớp phụ trợ thứ nhất lớn hơn khả năng dẫn điện theo chiều ngang, điều đó có nghĩa là tốc độ dẫn điện theo chiều dọc của hạt tải điện loại thứ nhất và hạt tải điện loại thứ hai trong lớp phụ trợ thứ nhất lớn hơn tốc độ dẫn điện theo chiều ngang của nó, điều này có thể ngăn điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai bị đoản mạch thông qua nối điện của lớp phụ trợ thứ nhất và cải thiện độ ổn định hoạt động của pin mặt trời song song.

Theo cách triển khai khả thi, ít nhất một điện cực thứ nhất và/hoặc ít nhất một điện cực thứ hai xuyên qua lớp phụ trợ thứ nhất. Tại thời điểm này, điện cực thứ nhất và/hoặc điện cực thứ hai xuyên qua lớp phụ trợ thứ nhất có thể tiếp xúc trực tiếp với bề mặt chiếu sáng ngược của pin trên cùng, điều này tạo điều kiện cho điện cực thứ nhất và/hoặc điện cực thứ hai thu các hạt tải điện tương ứng trong pin trên cùng và cải thiện hiệu suất hoạt động của pin năng lượng mặt trời song song.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ được minh họa ở đây nhằm cung cấp thêm hiểu biết về sáng chế và tạo thành một phần của sáng chế. Các phương án minh họa của sáng chế trong bản mô tả này và mô tả của chúng được sử dụng để giải thích sáng chế, nhưng không cấu thành các giới hạn đối với sáng chế. Trong các hình vẽ:

Fig. 1 là sơ đồ cấu trúc của pin mặt trời song song trong lĩnh vực kỹ thuật liên quan;

Fig. 2A là sơ đồ cấu trúc của pin mặt trời song song thứ nhất theo phương án của sáng chế;

Fig. 2B đến Fig. 2D là sơ đồ của các cấu trúc thay thế của điện cực thứ nhất trong cấu trúc được thể hiện trên Fig. 2A;

Fig. 2E đến Fig. 2G là sơ đồ của các cấu trúc thay thế của điện cực thứ hai trong cấu trúc được thể hiện trên Fig. 2A;

Fig. 3A là sơ đồ cấu trúc của pin mặt trời song song thứ hai theo phương án của sáng chế;

Các Fig. 3B đến Fig.3D là sơ đồ của các cấu trúc thay thế của điện cực thứ nhất trong cấu trúc được thể hiện trên Fig. 3A;

Fig. 3E là sơ đồ cấu trúc thay thế của điện cực thứ hai trong cấu trúc được thể hiện trên Fig. 3A;

Fig. 4A là sơ đồ cấu trúc của pin mặt trời song song thứ ba theo phương án của sáng chế;

Fig. 4B đến Fig. 4D là sơ đồ của các cấu trúc thay thế của điện cực thứ nhất trong cấu trúc được thể hiện trên Fig. 4A;

Fig. 4E đến Fig. 4G là sơ đồ của các cấu trúc thay thế của điện cực thứ hai trong cấu trúc được thể hiện trên Fig. 4A;

Fig. 5A là sơ đồ cấu trúc của pin mặt trời song song thứ tư theo phương án của sáng chế;

Các Fig. 5B đến Fig. 5D là sơ đồ của các cấu trúc thay thế của điện cực thứ nhất trong cấu trúc được thể hiện trên Fig. 5A;

Fig. 5E đến Fig. 5G là sơ đồ của các cấu trúc thay thế của điện cực thứ hai trong cấu trúc được thể hiện trên Fig. 5A;

Fig. 6A là sơ đồ cấu trúc của pin mặt trời song song thứ năm theo phương án của sáng chế;

Các Fig. 6B đến Fig. 6D là sơ đồ của các cấu trúc thay thế của điện cực thứ nhất trong cấu trúc được thể hiện trên Fig. 6A;

Các Fig. 6E đến Fig. 6G là sơ đồ của các cấu trúc thay thế của điện cực thứ hai trong cấu trúc được thể hiện trên Fig. 6A;

Fig. 7A là sơ đồ của cấu trúc thứ nhất của pin mặt trời song song bao gồm lớp phụ trợ điện cực thứ nhất và lớp phụ trợ điện cực thứ hai theo phương án của sáng chế;

Các Fig. 7B đến Fig. 7D là sơ đồ của các cấu trúc thay thế của lớp phụ trợ điện cực thứ hai trong cấu trúc được thể hiện trên Fig. 7A;

Fig. 7E là sơ đồ cấu trúc thay thế của lớp điện cực phụ trợ thứ nhất trong cấu trúc được thể hiện trên Fig. 7A;

Fig. 7F là sơ đồ của cấu trúc thay thế của lớp phụ trợ điện cực thứ hai trong cấu trúc được thể hiện trên Fig. 7A;

Fig. 7G là sơ đồ của cấu trúc thứ hai của pin mặt trời song song bao gồm lớp phụ trợ điện cực thứ nhất và lớp phụ trợ điện cực thứ hai theo phương án của sáng chế;

Fig. 7H là sơ đồ cấu trúc thứ ba của pin mặt trời song song bao gồm lớp phụ trợ điện cực thứ nhất và lớp phụ trợ điện cực thứ hai theo phương án của sáng chế;

Fig. 8A là sơ đồ cấu trúc của pin mặt trời song song bao gồm điện cực phụ trợ theo phương án của sáng chế;

Fig. 8B là hình chiếu mặt cắt dọc của cấu trúc được thể hiện trên Fig. 8A;

Fig. 8C và Fig. 8D là sơ đồ cấu trúc của pin mặt trời song song bao gồm lớp rào cản khuếch tán và điện cực phụ trợ;

Fig. 9A là sơ đồ cấu trúc của pin mặt trời song song bao gồm lớp phụ trợ thứ nhất và lớp phụ trợ thứ hai.

Fig. 9B và Fig. 9C là sơ đồ cấu trúc của điện cực thứ nhất xuyên qua lớp phụ trợ thứ nhất;

Fig. 9D và Fig. 9E là sơ đồ cấu trúc của điện cực thứ hai xuyên qua lớp phụ trợ thứ nhất; và

Fig. 10 là sơ đồ cấu trúc của pin mặt trời song song thứ sáu theo phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, các phương án của sáng chế sẽ được mô tả có tham chiếu đến các hình vẽ. Tuy nhiên, cần hiểu rằng những mô tả này chỉ mang tính chất minh họa và không nhằm mục đích giới hạn phạm vi của sáng chế này. Ngoài ra, trong mô tả sau đây, các mô tả về cấu trúc và công nghệ đã biết được bỏ qua để tránh làm lu mờ các nguyên lý của sáng chế một cách không cần thiết.

Các sơ đồ cấu trúc khác nhau theo các phương án của sáng chế được thể hiện trong các hình vẽ. Những hình vẽ này không được vẽ theo đúng tỷ lệ, trong đó một số chi tiết được phóng đại và có thể được bỏ qua để rõ ràng. Hình dạng của các vùng và lớp khác nhau được thể hiện trong hình, cũng như kích thước tương đối và mối quan hệ vị trí của chúng, chỉ mang tính chất minh họa. Trong thực tế, có thể có sai lệch do dung sai sản xuất hoặc giới hạn kỹ thuật và những người có hiểu biết trong lĩnh vực này có thể thiết kế thêm các vùng/lớp có hình dạng, kích thước và vị trí tương đối khác nhau theo nhu cầu thực tế.

Trong ngữ cảnh của sáng chế, khi một lớp/phần tử được gọi là "trên" một lớp/phần tử khác, thì lớp/phần tử đó có thể nằm trực tiếp trên lớp/phần tử kia hoặc có thể có lớp/phần tử trung gian giữa chúng. Ngoài ra, nếu một lớp/phần tử "phía trên" một lớp/phần tử khác theo một hướng, thì lớp/phần tử đó có thể "phía dưới" lớp/phần tử kia khi hướng bị đảo ngược.

Ngoài ra, thuật ngữ "thứ nhất" và "thứ hai" chỉ được sử dụng cho mục đích mô tả và có thể không được hiểu là biểu thị hoặc ngụ ý tầm quan trọng tương đối. Do đó, các dấu hiệu được xác định bằng "thứ nhất" hoặc "thứ hai" có thể bao gồm một hoặc nhiều dấu hiệu này một cách rõ ràng hoặc ngầm định. Trong phần mô tả của sáng chế, "nhiều" có nghĩa là từ hai trở lên, trừ khi được định nghĩa cụ thể khác. Nghĩa của "một vài" là một hoặc nhiều hơn một, trừ khi được định nghĩa cụ thể.

Pin mặt trời song song là cấu trúc pin bao gồm pin trên cùng và pin dưới cùng. Pin trên cùng được làm bằng vật liệu truyền ánh sáng với khoảng dải rộng. Pin dưới cùng được làm bằng vật liệu truyền ánh sáng với khoảng dải hẹp. Trên cơ sở này, ánh sáng mặt trời có bước sóng ngắn có thể được sử dụng bởi pin trên cùng nằm ở phía trên và ánh sáng mặt trời có bước sóng dài có thể được truyền qua pin trên cùng vào pin dưới cùng và được sử dụng bởi pin dưới cùng. Do đó, pin mặt trời song song có thể sử dụng ánh sáng mặt trời với nhiều bước sóng và có mức sử dụng năng lượng ánh sáng cao.

Để giải quyết các vấn đề kỹ thuật gặp phải trong tình trạng kỹ thuật có liên quan, pin mặt trời song song được đề xuất theo phương án của sáng chế. Như thể hiện trên Fig. 2A đến Fig. 10, pin mặt trời song song bao gồm pin dưới cùng 200 và pin trên cùng 201 nằm phía trên pin dưới cùng 200.

Cụ thể, như thể hiện trên Fig. 2A đến Fig. 10, độ rộng khoảng dải của vật liệu của pin trên cùng 201 lớn hơn độ rộng khoảng dải của pin dưới cùng 200. Pin trên cùng 201 có thể là bất kỳ pin mặt trời tiếp xúc ngược nào, nghĩa là, cả điện cực dương và điện cực âm của pin trên cùng 201 nằm trên bề mặt chiếu sáng ngược của pin trên cùng 201. Ví dụ, pin trên cùng 201 có thể là pin IBC hoặc pin dị chuyển tiếp có cả điện cực dương và điện cực âm ở một mặt. Một ví dụ khác, lớp hấp thụ có trong pin trên cùng 201 được làm bằng vật liệu exciton như vật liệu perovskite, vật liệu hữu cơ hoặc vật liệu chấm lượng tử, và lớp vận chuyển hạt tải điện loại thứ nhất và lớp vận chuyển hạt tải điện loại thứ hai có trong pin trên cùng 201 được sắp xếp trên bề mặt chiếu sáng ngược của lớp hấp thụ, sao cho cả hạt tải điện loại thứ nhất và hạt tải điện loại thứ hai trong pin trên cùng 201 có thể di chuyển theo hướng về phía bề mặt chiếu sáng ngược của pin trên cùng 201.

Như thể hiện trên Fig. 2A đến Fig. 10, pin dưới cùng 200 bao gồm phần pha tạp thứ nhất 202 và phần pha tạp thứ hai 203. Phần pha tạp thứ nhất 202 và phần pha tạp thứ hai 203 tạo thành ít nhất một lớp chuyển tiếp PN. Hạt tải điện cơ bản của phần pha tạp thứ nhất 202 là hạt tải điện loại thứ nhất. Hạt tải điện cơ bản của phần pha tạp thứ hai 203 là hạt tải điện loại thứ hai. Pin dưới cùng 200 có lỗ điện cực thứ nhất và lỗ điện cực thứ hai xuyên qua pin dưới cùng 200. Điện cực thứ nhất 204 được bố trí ít nhất một phần trong lỗ điện cực thứ nhất. Điện cực thứ hai 205 được bố trí ít nhất một phần trong lỗ điện cực thứ hai. Điện cực thứ nhất 204 tiếp xúc với phần pha tạp thứ nhất 202 và được tạo kết cấu để xuất hạt tải điện loại thứ nhất của pin dưới cùng 200 và pin trên cùng 201. Điện cực thứ hai 205 tiếp xúc với phần pha tạp thứ hai 203 và được tạo kết cấu để xuất các hạt tải điện loại thứ hai của pin dưới cùng 200 và pin trên cùng 201.

Ví dụ, như thể hiện trên Fig. 2A đến Fig. 10, loại tạp chất pha tạp trong phần pha tạp thứ nhất 202 có trong pin dưới cùng 200 đối lập với loại tạp chất trong phần pha tạp thứ hai 203 có trong pin dưới cùng 200.

Ví dụ, như thể hiện trên Fig. 2A đến Fig. 10, phần pha tạp thứ nhất 202 có thể là phần vật liệu bán dẫn được pha tạp chất loại N (chẳng hạn như photpho). Tại thời điểm này, hạt tải điện cơ bản của phần pha tạp thứ nhất 202 là điện tử. Phần pha tạp thứ hai 203 có thể là phần vật liệu bán dẫn được pha tạp chất loại P (chẳng hạn như bo). Tại thời điểm này, hạt tải điện cơ bản của phần pha tạp thứ hai 203 là lỗ. Tương ứng, tại thời điểm này, hạt tải điện loại thứ nhất là điện tử và điện cực thứ nhất 204 được tạo kết cấu để thu các điện tử và điện cực thứ nhất 204 là điện cực âm. Hạt tải điện loại thứ hai là lỗ và điện cực thứ hai 205 được tạo kết cấu để thu các lỗ và điện cực thứ hai 205 là điện cực dương.

Một ví dụ khác, như thể hiện trên Fig. 2A đến Fig. 10, phần pha tạp thứ nhất 202 có thể là phần vật liệu bán dẫn được pha tạp chất loại P và tại thời điểm này, hạt tải điện cơ bản của phần pha tạp thứ nhất 202 là lỗ. Phần pha tạp thứ hai 203 có thể là phần vật liệu bán dẫn được pha tạp với vật liệu loại N và hạt tải điện cơ bản của phần pha tạp thứ hai 203 là điện tử. Tương ứng, tại thời điểm này, hạt tải điện loại thứ nhất là lỗ và điện cực thứ nhất 204 được tạo kết cấu để thu lỗ và điện cực thứ nhất 204 là điện cực dương. Hạt tải điện loại thứ hai là điện tử, điện cực thứ hai 205 được tạo kết cấu để thu các điện tử và điện cực thứ hai 205 là điện cực âm. Phần vật liệu bán dẫn có thể được làm bằng vật liệu bán dẫn như silic đa tinh thể.

Như thể hiện trên Fig. 2A đến Fig. 10, cấu trúc cụ thể của lớp chuyển tiếp PN được hình thành trong pin dưới cùng 200 được xác định bởi các cấu trúc cụ thể của phần pha tạp thứ

nhất 202 và phần pha tạp thứ hai 203 và mối quan hệ vị trí tương đối của chúng, và do đó, phần pha tạp thứ nhất 202 và phần pha tạp thứ hai 203 có thể được đặt theo cấu trúc cụ thể của lớp chuyển tiếp PN. Chắc chắn, nó cũng có thể được đặt theo các tình huống ứng dụng thực tế, miễn là nó có thể được áp dụng cho pin mặt trời song song theo các phương án của sáng chế. Đối với điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205, các cấu trúc và vật liệu cụ thể của điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 có thể được thiết lập theo các cấu trúc cụ thể của phần pha tạp thứ nhất 202 và phần pha tạp thứ hai 203, miễn là điện cực thứ nhất 204 có thể xuất các hạt tải điện loại thứ nhất trong pin trên cùng 201 và pin dưới cùng 200 và điện cực thứ hai 205 có thể xuất các hạt tải điện loại thứ hai trong pin trên cùng 201 và pin dưới cùng 200. Ngoài ra, chế độ sắp xếp và số của điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 có thể được thiết lập theo các tình huống ứng dụng thực tế, điều này không bị giới hạn ở đây. Ví dụ, điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 có thể được bố trí trong ma trận. Một ví dụ khác, khi pin trên cùng 201 là pin IBC, sự phân bố của điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 có thể được thiết lập theo sự phân bố của hai điện cực có trong pin trên cùng 201.

Trong một số trường hợp, như thể hiện trên Fig 10, để cải thiện hiệu ứng bẫy ánh sáng của pin mặt trời song song, các bề mặt của pin trên cùng 201, phần pha tạp thứ nhất 202, phần pha tạp thứ hai 203, điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 đều có thể được tạo vân.

Trong quy trình ứng dụng thực tế, như thể hiện trên Fig. 2A đến Fig. 10, hạt tải điện loại thứ nhất và hạt tải điện loại thứ hai được tạo ra sau khi lớp bán dẫn của pin trên cùng 201 hấp thụ ánh sáng mặt trời có bước sóng ngắn có thể được di chuyển trong pin trên cùng 201 dọc theo hướng gần với bề mặt chiếu sáng ngược của pin trên cùng 201 và được thu bởi điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 xuyên qua pin dưới cùng 200 một cách tương ứng. Tuy nhiên, ánh sáng mặt trời có bước sóng dài sẽ được pin dưới cùng 200 hấp thụ sau khi đi qua pin trên cùng 201, và các hạt tải điện loại thứ nhất và hạt tải điện loại thứ hai có thể được tạo ra trong pin dưới cùng 200 theo cặp. Sau đó, các cặp hạt tải điện loại thứ nhất và hạt tải điện loại thứ hai được tách ra dưới tác động của điện trường tích hợp trong lớp chuyển tiếp PN. Sau đó, các hạt tải điện loại thứ nhất được di chuyển theo hướng về phía điện cực thứ nhất 204 dưới tác dụng của điện trường tích hợp, và các hạt tải điện loại thứ hai được di chuyển theo hướng về phía điện cực thứ hai 205 dưới tác dụng của điện trường tích hợp, để được thu bởi điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 một cách tương ứng, và do đó dòng điện được tạo ra. Ngoài ra, do điện cực thứ nhất 204 xuyên qua pin dưới cùng 200 có thể thu các hạt tải điện loại thứ nhất trong cả pin trên cùng 201 và pin dưới cùng 200 cùng một lúc, và

điện cực thứ hai 205 có thể thu thập các hạt tải điện loại thứ hai trong cả pin trên cùng 201 và pin dưới cùng 200 cùng một lúc, sự nối giữa pin trên cùng 201 và pin dưới cùng 200 được bao gồm trong pin mặt trời song song là nối song song.

Từ phần trên có thể thấy rằng, các hạt tải điện loại thứ nhất và hạt tải điện loại thứ hai được tạo ra bởi pin trên cùng 201 có trong pin mặt trời song song theo phương án của sáng chế trong quá trình vận hành có thể được thu trực tiếp bởi điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 lần lượt xuyên qua pin dưới cùng 200. Do đó, xác suất tái tổ hợp của các hạt tải điện loại thứ nhất hoặc các hạt tải điện loại thứ hai được tạo ra trong pin trên cùng 201 với các hạt tải điện loại thứ hai hoặc các hạt tải điện loại thứ nhất được tạo ra trong pin dưới cùng 200 khi đi qua pin dưới cùng 200 có thể là giảm, do đó tăng cường trường quang điện do pin dưới cùng 200 tạo ra dưới ánh sáng, cải thiện việc sử dụng năng lượng ánh sáng của pin mặt trời song song, và cuối cùng cải thiện hiệu suất chuyển đổi quang điện của pin mặt trời song song.

Theo cách triển khai khả thi, như thể hiện trên các Fig. 2A đến Fig. 2G, mỗi trong số ít nhất một lớp chuyển tiếp PN bao gồm vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với pin trên cùng 201. Cần hiểu rằng khi hướng cường độ trường của điện trường tích hợp của lớp chuyển tiếp PN song song với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, lớp chuyển tiếp PN bao gồm vùng chuyển tiếp thứ nhất 301. Tại thời điểm này, hướng kéo dài theo chiều dài của phần pha tạp thứ nhất 202 và phần pha tạp thứ hai 203 tạo thành lớp chuyển tiếp PN vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201. Trong trường hợp này, khi các hướng trục của lỗ điện cực thứ nhất và lỗ điện cực thứ hai xuyên qua pin dưới cùng 200 cũng vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, hướng kéo dài theo chiều dài của điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 giống với điện cực của phần pha tạp thứ nhất 202 và phần pha tạp thứ hai 203, tương ứng, sao cho các vùng tiếp xúc của điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 tương ứng với phần pha tạp thứ nhất 202 và phần pha tạp thứ hai 203 là lớn. Tại thời điểm này, các hạt tải điện loại thứ nhất được tạo ra bởi phần pha tạp thứ nhất 202 dễ dàng được xuất ra bởi điện cực thứ nhất 204 dưới tác dụng của điện trường tích hợp, điều này làm giảm xác suất tái tổ hợp của các hạt tải điện loại thứ nhất trong pin dưới cùng 200. Trong khi đó, hạt tải điện loại thứ hai được tạo ra bởi phần pha tạp thứ hai 203 có thể dễ dàng được xuất ra bởi điện cực thứ hai 205 dưới tác dụng của điện trường tích hợp, điều này làm giảm xác suất tái tổ hợp của hạt tải điện loại thứ hai trong pin dưới cùng 200, do đó cải thiện khả năng hiệu suất chuyển đổi quang điện của pin mặt trời song song.

Trong ví dụ, như thể hiện trên Fig. 2A đến Fig. 2D, khi lớp chuyển tiếp PN chỉ bao gồm vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, điện

cực thứ nhất 204 có thể được làm bằng vật liệu kim loại, hoặc được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất, và chắc chắn, cũng có thể được làm bằng cả vật liệu kim loại và vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất. Cần hiểu rằng vật liệu kim loại có thể là nhôm, vàng, bạc, đồng, v.v. Khi hạt tải điện loại thứ nhất là điện tử, vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất có thể là nhôm 8-hydroxyquinoline, oxit titan, v.v.. Khi hạt tải điện loại thứ nhất là lỗ, hạt tải điện loại thứ nhất có thể là aromat diamin, aromat triamin hoặc polysilan.

Như được thể hiện trên Fig. 2A đến Fig. 2D, khi lớp chuyển tiếp PN được hình thành trong pin dưới cùng 200 chỉ liên quan đến trường hợp vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với pin trên cùng 201, một phần của điện cực thứ nhất 204 nằm trong pin dưới cùng 200 có thể tiếp xúc với phần pha tạp thứ nhất 202 được chứa trong pin dưới cùng 200, nhưng không có phần pha tạp thứ hai 203. Tại thời điểm này, bất kể điện cực thứ nhất 204 được làm bằng vật liệu kim loại hay vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất, dưới tác động của điện trường tích hợp của lớp chuyển tiếp PN được tạo thành trong pin dưới cùng 200, điện cực thứ nhất 204 chỉ dẫn điện hạt tải điện loại thứ nhất được tạo ra trong pin dưới cùng 200 và pin trên cùng 201, nhưng không dẫn điện hạt tải điện loại thứ hai, do đó mở rộng phạm vi lựa chọn vật liệu của điện cực thứ nhất 204. Hơn nữa, khi điện cực thứ nhất 204 được làm bằng cả vật liệu kim loại và vật liệu hạt tải điện loại thứ nhất, thì phần nào của điện cực thứ nhất 204 được làm bằng vật liệu kim loại và phần nào của điện cực thứ nhất được làm bằng vật liệu hạt tải điện loại thứ nhất có thể được đặt theo các tình huống tiếp xúc giữa điện cực thứ nhất 204 và phần pha tạp thứ hai 203 hoặc theo các tình huống ứng dụng thực tế, không bị giới hạn cụ thể ở đây.

Mình họa, như thể hiện trên Fig. 2A và Fig. 2C, trong trường hợp mà lớp chuyển tiếp PN chỉ bao gồm vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, điện cực thứ nhất 204 có thể là điện cực dương hoặc điện cực âm. Khi phần pha tạp thứ nhất 202 được pha tạp chất loại N và điện cực thứ nhất 204 là điện cực âm, vật liệu chứa trong điện cực thứ nhất 204 có thể là vật liệu kim loại như vàng, bạc và nhôm, hoặc vật liệu dẫn điện tử như nhôm 8- hydroxyquinoline. Khi phần pha tạp thứ nhất 202 được pha tạp chất loại P và điện cực thứ nhất 204 là điện cực dương, vật liệu chứa trong điện cực thứ nhất 204 có thể là vật liệu kim loại như vàng, bạc và nhôm hoặc vật liệu dẫn lỗ như vậy như diamin thơm.

Ví dụ, như thể hiện trên Fig. 2B và Fig. 2D, trong trường hợp lớp chuyển tiếp PN chỉ bao gồm vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, khi điện cực thứ nhất 204 được làm bằng vật liệu kim loại và vật liệu dẫn hạt tải điện loại

thứ nhất, mỗi điện cực thứ nhất 204 có thể bao gồm phần dẫn điện thứ nhất 207 và phần kim loại thứ nhất 208 được phân bố theo hướng ra khỏi pin trên cùng 201. Ít nhất một phần của phần dẫn điện thứ nhất 207 nằm trong lỗ điện cực thứ nhất tương ứng. Phần dẫn điện thứ nhất 207 có thể được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất. Phần kim loại thứ nhất 208 có thể được làm bằng vật liệu kim loại. Cụ thể, thông số kỹ thuật của phần dẫn điện thứ nhất 207 và phần kim loại thứ nhất 208 có trong điện cực thứ nhất 204 có thể được đặt theo tình hình thực tế, không bị giới hạn cụ thể ở đây.

Ví dụ, như được thể hiện trên FIG. 2B, ít nhất một phần của phần kim loại thứ nhất 208 nằm trong lỗ điện cực thứ nhất tương ứng. Vào thời điểm này, thông số kỹ thuật của phần kim loại thứ nhất 208 nằm trong lỗ điện cực thứ nhất có thể được tăng lên một cách thích hợp để tăng tốc độ dẫn của hạt tải điện loại thứ nhất trong điện cực thứ nhất 204, và do đó cải thiện hiệu suất chuyển đổi quang điện của pin mặt trời song song. Ngoài ra, khi ít nhất một phần của phần kim loại thứ nhất 208 nằm trong lỗ điện cực thứ nhất tương ứng, phần kim loại thứ nhất 208 cũng có thể kéo dài ra khỏi lỗ điện cực thứ nhất theo hướng ra khỏi pin trên cùng 201. Thông số kỹ thuật của một phần của phần kim loại thứ nhất 208 kéo dài ra khỏi lỗ điện cực thứ nhất có thể được thiết lập theo các ứng dụng thực tế, điều này không bị giới hạn cụ thể ở đây.

Ví dụ, như thể hiện trên FIG. 2D, phần kim loại thứ nhất 208 nằm bên ngoài lỗ điện cực thứ nhất. Tại thời điểm này, phần dẫn điện thứ nhất 207 chỉ truyền các hạt tải điện loại thứ nhất ít nhất sẽ lấp đầy lỗ điện cực thứ nhất. Ngoài ra, dọc theo hướng ra khỏi pin trên cùng 201, phần dẫn điện thứ nhất 207 cũng có thể kéo dài ra khỏi lỗ điện cực thứ nhất. Một phần của phần dẫn điện thứ nhất 207 nằm bên ngoài lỗ điện cực thứ nhất và cấu trúc cụ thể của phần kim loại thứ nhất 208 có thể được thiết lập theo các tình huống ứng dụng thực tế.

Có thể thấy từ phần trên rằng mỗi điện cực thứ nhất 204 bao gồm phần dẫn điện thứ nhất 207 ít nhất nằm một phần trong lỗ điện cực thứ nhất tương ứng và được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất, để mỗi điện cực thứ nhất 204 có tính chọn lọc dẫn điện hạt tải điện tốt. Hơn nữa, do vật liệu kim loại có các đặc tính dẫn điện tốt hơn vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất, nên khi điện cực thứ nhất 204 bao gồm thêm phần kim loại thứ nhất 208 nằm trên bề mặt của phần dẫn điện thứ nhất 207 cách xa pin trên cùng 201, độ dẫn điện của điện cực thứ nhất 204 có thể được cải thiện.

Trong một ví dụ, như thể hiện trên Fig. 2A và Fig. 2E đến Fig. 2G, khi lớp chuyển tiếp PN chỉ bao gồm vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, điện cực thứ hai 205 có thể được làm bằng vật liệu kim loại hoặc vật liệu dẫn hạt

tải điện loại thứ hai, và chắc chắn, cũng có thể là được làm bằng cả vật liệu kim loại và vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai. Vật liệu kim loại và vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai được sử dụng để sản xuất điện cực thứ hai 205 có thể được chọn dựa trên vật liệu của điện cực thứ nhất 204 được mô tả ở trên.

Như thể hiện trên Fig. 2A và Fig. 2E đến Fig. 2G, trong điều kiện là lớp chuyển tiếp PN được hình thành trong pin dưới cùng 200 chỉ bao gồm vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với pin trên cùng 201, một phần của điện cực thứ hai 205 nằm trong pin dưới cùng 200 có thể tiếp xúc với phần pha tạp thứ hai 203 được chứa trong pin dưới cùng 200, nhưng không có phần pha tạp thứ nhất 202. Tại thời điểm này, bất kể điện cực thứ hai 205 được làm bằng vật liệu kim loại hay vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai, dưới tác động của điện trường tích hợp của lớp chuyển tiếp PN được tạo thành trong pin dưới cùng 200, điện cực thứ hai 205 chỉ dẫn điện hạt tải điện loại thứ hai được tạo ra trong pin dưới cùng 200 và pin trên cùng 201, nhưng không dẫn điện hạt tải điện loại thứ nhất, do đó mở rộng phạm vi lựa chọn vật liệu của điện cực thứ hai 205. Hơn nữa, khi điện cực thứ hai 205 được làm bằng cả vật liệu kim loại và vật liệu hạt tải điện loại thứ hai, phần nào của điện cực thứ hai 205 được làm bằng vật liệu kim loại và phần nào của điện cực thứ hai được làm bằng vật liệu hạt tải điện loại thứ hai có thể được đặt theo các tình huống tiếp xúc giữa điện cực thứ hai 205 và phần pha tạp thứ nhất 202 hoặc theo các tình huống ứng dụng thực tế, không bị giới hạn cụ thể ở đây.

Ví dụ, như thể hiện trên Fig. 2A và Fig. 2F, trong trường hợp mà lớp chuyển tiếp PN chỉ bao gồm vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201 và khi điện cực thứ nhất 204 là điện cực dương, thì điện cực thứ hai 205 là điện cực âm. Lúc này, vật liệu chứa trong điện cực thứ hai 205 có thể là vật liệu kim loại như vàng, bạc và nhôm hoặc vật liệu dẫn điện tử như nhôm 8-hydroxyquinoline. Khi điện cực thứ nhất 204 là điện cực âm, điện cực thứ hai 205 là điện cực dương. Tại thời điểm này, vật liệu chứa trong điện cực thứ hai 205 có thể là vật liệu kim loại như vàng, bạc và nhôm hoặc vật liệu dẫn lỗ như diamine thom.

Ví dụ, như thể hiện trên Fig. 2E và Fig. 2G, trong trường hợp lớp chuyển tiếp PN chỉ bao gồm vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, khi điện cực thứ hai 205 được làm bằng vật liệu kim loại và vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai, điện cực thứ hai 205 có thể bao gồm phần dẫn điện thứ hai 209 và phần kim loại thứ hai 210 được phân bố theo hướng ra khỏi pin trên cùng 201. Ít nhất một phần của phần dẫn điện thứ hai 209 nằm trong lỗ điện cực thứ hai tương ứng. Phần dẫn điện thứ hai 209 có thể được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai. Phần kim loại thứ hai 210 có thể được

làm bằng các vật liệu kim loại trên. Cụ thể, thông số kỹ thuật của phần dẫn điện thứ hai 209 và phần kim loại thứ hai 210 có trong điện cực thứ hai 205 có thể được đặt theo tình hình thực tế, không bị giới hạn cụ thể ở đây.

Ví dụ, như thể hiện trên Fig. 2E, ít nhất một phần của phần kim loại thứ hai 210 nằm trong lỗ điện cực thứ hai tương ứng. Vào thời điểm này, thông số kỹ thuật của phần kim loại thứ hai 210 nằm trong lỗ điện cực thứ hai có thể được tăng lên một cách thích hợp để tăng tốc độ dẫn của hạt tải điện loại thứ hai trong điện cực thứ hai 205, và do đó cải thiện hiệu suất chuyển đổi quang điện của pin mặt trời song song. Ngoài ra, khi ít nhất một phần của phần kim loại thứ hai 210 nằm trong lỗ điện cực thứ hai tương ứng, phần kim loại thứ hai 210 cũng có thể kéo dài ra khỏi lỗ điện cực thứ hai theo hướng ra khỏi pin trên cùng 201. Thông số kỹ thuật của một phần của phần kim loại thứ hai 210 kéo dài ra khỏi lỗ điện cực thứ hai có thể được thiết lập theo các ứng dụng thực tế, điều này không bị giới hạn cụ thể ở đây.

Một ví dụ khác, phần kim loại thứ hai 210 nằm bên ngoài lỗ điện cực thứ hai. Lúc này, phần dẫn điện thứ hai 209 chỉ truyền các hạt tải điện loại thứ hai ít nhất sẽ lấp đầy lỗ điện cực thứ hai. Cụ thể, dọc theo hướng ra khỏi pin trên cùng 201, phần dẫn điện thứ hai 209 cũng có thể kéo dài ra khỏi lỗ điện cực thứ hai. Một phần của phần dẫn điện thứ hai 209 nằm bên ngoài lỗ điện cực thứ hai và cấu trúc cụ thể của phần kim loại thứ hai 210 có thể được thiết lập theo các kịch bản ứng dụng thực tế.

Có thể thấy ở trên rằng mỗi điện cực thứ hai 205 bao gồm phần dẫn điện thứ hai 209 ít nhất một phần nằm trong lỗ điện cực thứ hai tương ứng và được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai, để mỗi điện cực thứ hai 205 có tính chọn lọc độ dẫn điện hạt tải điện tốt. Hơn nữa, do vật liệu kim loại có các đặc tính dẫn điện tốt so với vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai, nên khi điện cực thứ hai 205 bao gồm thêm phần kim loại thứ hai 210 nằm trên bề mặt của phần dẫn điện thứ hai 209 cách xa pin trên cùng 201, thì độ dẫn điện của điện cực thứ hai 205 có thể được cải thiện.

Cần lưu ý rằng trong trường hợp lớp chuyển tiếp PN chỉ bao gồm vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 có cấu trúc khác nhau được thể hiện trên Fig. 2A đến Fig. 2G có thể được kết hợp tùy ý. Ví dụ, khi lớp chuyển tiếp PN chỉ bao gồm vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, điện cực thứ nhất 204 xuyên qua pin dưới cùng 200 có thể là điện cực thứ nhất 204 được thể hiện trên Fig. 2B. Điện cực thứ hai 205 xuyên qua pin dưới cùng 200 có thể là điện cực thứ hai 205 được thể hiện trên Fig. 2E.

Trong cách triển khai khả thi, như thể hiện trên Fig. 3A đến Fig. 3E, mỗi lớp chuyển tiếp PN bao gồm vùng chuyển tiếp thứ hai song song với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201. Cần hiểu rằng phần pha tạp thứ hai 203 có thể nằm ít nhất một phần trên bề mặt của phần pha tạp thứ nhất 202 về phía pin trên cùng 201. Tại thời điểm này, vùng chuyển tiếp thứ hai bao gồm lớp chuyển tiếp PN song song và gần với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201. Ngoài ra, phần pha tạp thứ hai 203 có thể nằm ít nhất một phần trên bề mặt của phần pha tạp thứ nhất 202 cách xa pin trên cùng 201. Tại thời điểm này, vùng chuyển tiếp thứ hai bao gồm lớp chuyển tiếp PN song song và gần với bề mặt dưới cùng của pin dưới cùng 200. Vị trí cụ thể của vùng chuyển tiếp thứ hai có thể được đặt theo tình hình thực tế, mà không được giới hạn cụ thể ở đây.

Ví dụ, như thể hiện trên Fig. 3A đến Fig. 3E, phần pha tạp thứ hai 203 có thể nằm giữa phần pha tạp thứ nhất 202 và pin trên cùng 201. Theo đó, lớp chuyển tiếp PN được tạo bởi phần pha tạp thứ nhất 202 và phần pha tạp thứ hai 203 chỉ bao gồm vùng chuyển tiếp thứ hai song song và gần với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201. Ngoài ra, cả điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 xuyên qua phần pha tạp thứ nhất 202 và phần pha tạp thứ hai 203. Tại thời điểm này, phần pha tạp thứ nhất 202 và phần pha tạp thứ hai 203 được bao gồm trong pin dưới cùng 200 nằm trong cấu trúc song song được xếp chồng lên nhau dọc theo hướng độ dày của pin dưới cùng 200. Do đó, khi pin dưới cùng 200 được sản xuất, phần pha tạp thứ nhất 202 và phần pha tạp thứ hai 203 có thể được sản xuất bằng quá trình lắng đọng giả hoá, làm giảm độ khó sản xuất của pin mặt trời song song. Hơn nữa, khi lớp chuyển tiếp PN bao gồm vùng chuyển tiếp thứ hai song song và gần với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, giao diện lớp chuyển tiếp PN song song với bề mặt nhận ánh sáng của pin dưới cùng 200, và ánh sáng mặt trời có thể được chiếu đồng đều trên toàn bộ giao diện chuyển tiếp PN sau khi được truyền vào pin dưới cùng 200 từ bề mặt nhận ánh sáng của pin dưới cùng 200, sao cho số lượng cân bằng của hạt tải điện loại thứ nhất và hạt tải điện loại thứ hai được tạo ra trong các khu vực tương ứng của pin dưới cùng 200, và xác suất tái tổ hợp gây ra bởi sự phân bố không đồng đều của hai loại hạt tải điện khi hạt tải điện loại thứ nhất được di chuyển sang phần pha tạp thứ nhất 202 và hạt tải điện loại thứ hai được di chuyển sang phần pha tạp thứ hai 203 có thể bị giảm và do đó có thể hình thành dòng điện lớn hơn khi mạch bên ngoài được nối, và hiệu suất hoạt động của pin mặt trời song song có thể được cải thiện.

Theo một cách khác, như thể hiện trên Fig. 3A đến Fig. 3D, khi mỗi lớp chuyển tiếp PN chỉ bao gồm vùng chuyển tiếp thứ hai song song với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, điện cực thứ nhất 204 có thể được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất, hoặc cũng

có thể được làm bằng cả vật liệu kim loại và vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất. Cụ thể, các loại vật liệu kim loại và vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất có thể được đề cập ở trên, sẽ không được mô tả lặp lại ở đây nữa.

Ví dụ, như thể hiện trên Fig. 3A, khi mỗi lớp chuyển tiếp PN chỉ bao gồm vùng chuyển tiếp thứ hai song song với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, điện cực thứ nhất 204 có thể chỉ được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất. Tại thời điểm này, các phản ứng của điện cực thứ nhất 204 có tính chọn lọc dẫn điện hạt tải điện tốt. Ví dụ, khi phản ứng pha tạp thứ nhất 202 được pha tạp chất loại N và điện cực thứ nhất 204 là điện cực âm, vật liệu chứa trong điện cực thứ nhất 204 có thể là vật liệu dẫn điện tử như nhôm 8-hydroxyquinoline. Trong trường hợp này, các phản ứng của điện cực thứ nhất 204 có tính chọn lọc dẫn điện tử tốt. Ví dụ, khi phản ứng pha tạp thứ nhất 202 được pha tạp chất loại P và điện cực thứ nhất 204 là điện cực dương, vật liệu chứa trong điện cực thứ nhất 204 có thể là vật liệu dẫn lỗ như diamin thơm. Trong trường hợp này, các phản ứng của điện cực thứ nhất 204 có tính chọn lọc dẫn điện lỗ tốt.

Ví dụ, như thể hiện trên Fig. 3B đến Fig. 3D, trong trường hợp mỗi lớp chuyển tiếp PN chỉ bao gồm vùng chuyển tiếp thứ hai song song với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, khi điện cực thứ nhất 204 được làm bằng vật liệu kim loại và vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất, mỗi điện cực thứ nhất 204 có thể bao gồm phần dẫn điện thứ ba 211 và phần kim loại thứ ba 212 được phân bố theo hướng ra khỏi pin trên cùng 201. Một phần của điện cực thứ nhất 204 tiếp xúc với phần pha tạp thứ hai 203 được đặt làm phần dẫn điện thứ ba 211. Phần dẫn điện thứ ba 211 có thể được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất. Ít nhất một phần của phần dẫn điện thứ ba 211 nằm trong lỗ điện cực thứ nhất tương ứng. Phần kim loại thứ ba 212 có thể được làm bằng vật liệu kim loại. Vật liệu của phần dẫn điện thứ ba 211 và phần kim loại thứ ba 212 có thể được gọi là vật liệu của phần dẫn điện thứ nhất 207 và phần kim loại thứ nhất 208.

Như thể hiện trên Fig. 3B đến Fig. 3D, khi mỗi lớp chuyển tiếp PN chỉ bao gồm vùng chuyển tiếp thứ hai song song với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, một phần của điện cực thứ nhất 204 nằm trong lỗ điện cực thứ nhất tiếp xúc với cả phần pha tạp thứ nhất 202 và phần pha tạp thứ hai 203. Tại thời điểm này, dọc theo hướng trục của lỗ điện cực thứ nhất, chiều dài của phần dẫn điện thứ ba 211 bao gồm trong điện cực thứ nhất 204 trong lỗ điện cực thứ nhất có thể được đặt theo các tình huống tiếp xúc giữa điện cực thứ nhất 204 và phần pha tạp thứ hai 203 để ngăn chặn sự đoản mạch của lớp chuyển tiếp PN.

Ví dụ, như thể hiện trên Fig. 3B và Fig. 3C, ít nhất một phần của phần kim loại thứ ba 212 nằm trong lỗ điện cực thứ nhất tương ứng. Tại thời điểm này, trong trường hợp đảm bảo rằng một phần của điện cực thứ nhất 204 tiếp xúc với phần pha tạp thứ hai 203 là phần dẫn điện thứ ba 211, thì thông số kỹ thuật của phần kim loại thứ ba 212 nằm trong lỗ điện cực thứ nhất có thể tăng lên phù hợp để tăng tốc độ dẫn của hạt tải điện loại thứ nhất trong điện cực thứ nhất 204, và do đó cải thiện hiệu suất chuyển đổi quang điện của pin mặt trời song song.

Một ví dụ khác, như thể hiện trên Fig. 3D, phần kim loại thứ ba 212 nằm bên ngoài lỗ điện cực thứ nhất. Cụ thể, khi điện cực thứ nhất 204 ở trong cấu trúc được thể hiện trên Fig. 3D, mô tả liên quan của điện cực thứ nhất 204 có thể được đề cập đến mô tả trước đó của điện cực thứ nhất 204 được thể hiện trên Fig. 2D, sẽ không được mô tả lặp lại ở đây nữa.

Theo một cách khác, như thể hiện trên Fig. 3A và Fig. 3E, khi mỗi lớp chuyển tiếp PN chỉ bao gồm vùng chuyển tiếp thứ hai song song với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, điện cực thứ hai 205 có thể được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai, hoặc cũng có thể được làm bằng cả vật liệu kim loại và vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai. Các loại vật liệu kim loại và vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai có thể được đề cập ở trên, sẽ không được mô tả lặp lại ở đây nữa.

Ví dụ, như thể hiện trên Fig. 3A, khi mỗi lớp chuyển tiếp PN chỉ bao gồm vùng chuyển tiếp thứ hai song song với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, điện cực thứ nhất 205 chỉ có thể được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai. Tại thời điểm này, các phản tương ứng của điện cực thứ hai 205 có tính chọn lọc dẫn điện hạt tải điện tốt. Cụ thể, khi điện cực thứ nhất 204 là điện cực dương, điện cực thứ hai 205 là điện cực âm và vật liệu chứa trong điện cực thứ hai 205 có thể là vật liệu dẫn điện tử như nhôm 8-hydroxyquinoline. Trong trường hợp này, điện cực thứ hai 205 có tính chọn lọc dẫn điện tử tốt. Khi điện cực thứ nhất 204 là điện cực âm, thì điện cực thứ hai 205 chứa vật liệu dẫn lỗ như diamine thơm. Trong trường hợp này, các phản tương ứng của điện cực thứ hai 205 có tính chọn lọc dẫn điện lỗ tốt.

Ví dụ, như thể hiện trên Fig. 3E, trong trường hợp mỗi lớp chuyển tiếp PN chỉ bao gồm vùng chuyển tiếp thứ hai song song với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, khi điện cực thứ hai 205 được làm bằng vật liệu kim loại và vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai, mỗi điện cực thứ hai 205 có thể bao gồm phần dẫn điện thứ tư 213 và phần kim loại thứ tư 214 được phân bố theo hướng ra khỏi pin trên cùng 201. Một phần của điện cực thứ hai 205 tiếp xúc với phần pha tạp thứ nhất 202 được đặt thành phần dẫn điện thứ tư 213. Phần dẫn điện thứ tư 213 có thể được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai. Ít nhất một phần của phần dẫn điện thứ tư 213 nằm trong lỗ điện cực thứ hai tương ứng. Phần kim loại thứ tư 214 có thể được làm

bằng vật liệu kim loại. Phần kim loại thứ tư 214 nằm bên ngoài lỗ điện cực thứ hai. Tại thời điểm này, phần dẫn điện thứ tư 213 ít nhất có thể lấp đầy lỗ điện cực thứ hai, để ngăn phần kim loại thứ tư 214 tiếp xúc với phần pha tạp thứ nhất 202 và tránh đoản mạch lớp chuyển tiếp PN.

Cần lưu ý rằng trong trường hợp lớp chuyển tiếp PN chỉ bao gồm vùng chuyển tiếp thứ hai song song với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 có cấu trúc khác nhau được thể hiện trên Fig. 3A đến Fig. 3E có thể được kết hợp tùy ý. Ví dụ, khi lớp chuyển tiếp PN ở trên chỉ bao gồm vùng chuyển tiếp thứ hai song song với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, điện cực thứ nhất 204 xuyên qua pin dưới cùng 200 có thể là điện cực thứ nhất 204 được thể hiện trên Fig. 3D. Điện cực thứ hai 205 xuyên qua pin dưới cùng 200 có thể là điện cực thứ hai 205 được thể hiện trên Fig. 3E.

Theo cách triển khai khả thi, như thể hiện trên Fig. 4A, Fig. 5A và Fig. 6A, mỗi lớp chuyển tiếp PN bao gồm vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với pin trên cùng 201 và vùng chuyển tiếp thứ hai song song với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201. Mỗi quan hệ vị trí tương đối giữa vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 và vùng chuyển tiếp thứ hai có thể là được đặt theo các kịch bản ứng dụng thực tế, không giới hạn cụ thể ở đây.

Theo một cách khác, như thể hiện trên Fig. 4A đến Fig. 4G, lớp chuyển tiếp PN được tạo bởi phần pha tạp thứ nhất 202 và phần pha tạp thứ hai 203 bao gồm cả vùng chuyển tiếp thứ hai gần với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201 và vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201.

Theo một ví dụ, như thể hiện trên Fig. 4A đến Fig. 4D, khi lớp chuyển tiếp PN bao gồm cả vùng chuyển tiếp thứ hai gần với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201 và vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, điện cực thứ nhất 204 có thể được tạo thành từ vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất, hoặc có thể được làm bằng vật liệu kim loại và vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất. Ví dụ, như thể hiện trên Fig. 4A, phần của điện cực thứ nhất 204 tiếp xúc với phần pha tạp thứ hai 203 được đặt làm phần dẫn điện thứ ba 211. Ngoài ra, phần dẫn điện thứ ba 211 ít nhất sẽ lấp đầy lỗ điện cực thứ nhất và phần dẫn thứ ba 211 có thể được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất.

Cụ thể, để mô tả cấu trúc cụ thể của điện cực thứ nhất 204 được thể hiện trên Fig. 4A đến Fig. 4D, có thể đề cập đến mô tả trước đó về cấu trúc cụ thể của điện cực thứ nhất 204 được thể hiện trên Fig. 3A đến Fig. 3D, sẽ không được mô tả lặp lại ở đây nữa.

Theo một ví dụ, như thể hiện trên Fig. 4A và Fig. 4E đến Fig. 4G, khi lớp chuyển tiếp PN bao gồm cả vùng chuyển tiếp thứ hai gần với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201 và vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, điện cực thứ hai 205 có thể được làm bằng vật liệu kim loại hoặc có thể được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai. Chắc chắn, điện cực thứ hai 205 cũng có thể được làm bằng vật liệu kim loại và vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai. Ví dụ, như thể hiện trên Fig. 4A, phần của điện cực thứ hai 205 tiếp xúc với phần pha tạp thứ nhất 202 được đặt làm phần dẫn điện thứ tư 213. Ngoài ra, phần dẫn điện thứ tư 213 ít nhất sẽ lấp đầy lỗ điện cực thứ hai và phần dẫn điện thứ tư 213 có thể được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai.

Cụ thể, đối với phần mô tả cấu trúc cụ thể của điện cực thứ hai 205 được thể hiện trên Fig. 4A và Fig. 4E đến Fig. 4G, có thể tham khảo mô tả trước đó về cấu trúc cụ thể của điện cực thứ hai 205 được thể hiện trên Fig. 2A và Fig. 2E đến Fig. 2G, sẽ không được mô tả lặp lại ở đây nữa.

Cần lưu ý rằng trong trường hợp lớp chuyển tiếp PN bao gồm cả vùng chuyển tiếp thứ hai gần với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201 và vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 với các cấu trúc khác nhau được thể hiện trên Fig. 4A đến Fig. 4G có thể được kết hợp tùy ý. Ví dụ, khi lớp chuyển tiếp PN bao gồm cả vùng chuyển tiếp thứ hai gần với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201 và vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, điện cực thứ nhất 204 xuyên qua pin dưới cùng 200 có thể là điện cực thứ nhất 204 được thể hiện trên Fig. 4D. Điện cực thứ hai 205 xuyên qua pin dưới cùng 200 có thể là điện cực thứ hai 205 được thể hiện trên Fig. 4E.

Theo cách khác, như thể hiện trên Fig. 5A đến Fig. 5G, lớp chuyển tiếp PN được tạo thành bởi phần pha tạp thứ nhất 202 và phần pha tạp thứ hai 203 bao gồm cả vùng chuyển tiếp thứ hai gần với bề mặt dưới cùng của pin dưới cùng 200 và vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201.

Trong một ví dụ, như thể hiện trên Fig. 5A đến Fig. 5D, khi lớp chuyển tiếp PN bao gồm cả vùng chuyển tiếp thứ hai gần với bề mặt dưới cùng của pin dưới cùng 200 và vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, điện cực thứ nhất 204 có thể được làm bằng vật liệu kim loại hoặc có thể được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất. Chắc chắn, vật liệu của điện cực thứ nhất 204 cũng có thể bao gồm vật liệu kim loại và vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất. Ví dụ, như thể hiện trên Fig. 5A, phần của điện cực thứ nhất 204 tiếp xúc với phần pha tạp thứ hai 203 được đặt làm phần dẫn điện thứ

ba 211. Ngoài ra, phần dẫn điện thứ ba 211 ít nhất sẽ lấp đầy toàn bộ lỗ điện cực thứ nhất và phần dẫn điện thứ ba 211 có thể được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất.

Cụ thể, để mô tả cấu trúc cụ thể của điện cực thứ nhất 204 được thể hiện trên Fig. 5A đến Fig. 5D, có thể tham khảo mô tả trước đó về cấu trúc cụ thể của điện cực thứ nhất 204 được thể hiện trên Fig. 2A đến Fig. 2D, sẽ không được mô tả lặp lại ở đây nữa.

Trong một ví dụ, như thể hiện trên Fig. 5A và Fig. 5E đến Fig. 5G, khi lớp chuyển tiếp PN bao gồm cả vùng chuyển tiếp thứ hai gần với bề mặt dưới cùng của pin dưới cùng 200 và vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, điện cực thứ hai 205 có thể được làm bằng vật liệu kim loại hoặc có thể được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai. Chắc chắn, điện cực thứ hai 205 cũng có thể được làm bằng cả vật liệu kim loại và vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai. Ví dụ, như thể hiện trên Fig. 5A, phần của điện cực thứ hai 205 tiếp xúc với phần pha tạp thứ nhất 202 được đặt làm phần dẫn điện thứ tư 213. Ngoài ra, phần dẫn điện thứ tư 213 ít nhất sẽ lấp đầy lỗ điện cực thứ hai và phần dẫn điện thứ tư 213 có thể được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai.

Cụ thể, đối với phần mô tả cấu trúc cụ thể của điện cực thứ hai 205 được thể hiện trên Fig. 5A và Fig. 5E đến Fig. 5G, có thể tham khảo mô tả trước đó về cấu trúc cụ thể của điện cực thứ hai 205 được thể hiện trên Fig. 2A và Fig. 2E đến Fig. 2G, sẽ không được mô tả lặp lại ở đây nữa. Khác biệt, so với lớp chuyển tiếp PN thể hiện trên Fig. 2A, lớp chuyển tiếp PN được thể hiện trên Fig. 5A còn bao gồm vùng chuyển tiếp thứ hai gần với bề mặt dưới cùng của pin dưới cùng 200, và tại thời điểm này, ít nhất một phần của phần pha tạp thứ hai 203 nằm trên bề mặt của phần pha tạp thứ nhất 202 cách xa pin trên cùng 201. Trong trường hợp này, khi vật liệu của điện cực thứ hai 205 là vật liệu kim loại, thì điện cực thứ hai 205 được thể hiện trên Fig. 5E có thể kéo dài ra khỏi lỗ điện cực thứ hai theo hướng ra khỏi pin trên cùng 201. Ngoài ra, phần của điện cực thứ hai 205 kéo dài ra khỏi lỗ điện cực thứ hai có thể kéo dài theo hướng song song với bề mặt dưới cùng của pin dưới cùng 200, và chiều dài kéo dài của chúng có thể được thiết lập theo thông số kỹ thuật của phần của phần pha tạp thứ hai 203 nằm trên bề mặt dưới cùng của pin dưới cùng 200. Tương tự, phần kim loại thứ tư 214 được bao gồm trong điện cực thứ hai 205 được thể hiện trên Fig. 5F có thể kéo dài ra khỏi lỗ điện cực thứ hai theo hướng ra khỏi pin trên cùng 201. Ngoài ra, một phần của phần kim loại thứ tư 214 kéo dài ra khỏi lỗ điện cực thứ hai cũng có thể kéo dài theo hướng song song với bề mặt dưới cùng của pin dưới cùng 200.

Cần lưu ý rằng trong trường hợp lớp chuyển tiếp PN bao gồm cả vùng chuyển tiếp thứ hai gần với bề mặt dưới cùng của pin dưới cùng 200 và vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông

góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 với các cấu trúc khác nhau được thể hiện trên Fig. 5A đến Fig. 5G có thể được kết hợp tùy ý. Ví dụ, khi lớp chuyển tiếp PN bao gồm cả vùng chuyển tiếp thứ hai gần với bề mặt dưới cùng của pin dưới cùng 200 và vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, điện cực thứ nhất 204 xuyên qua pin dưới cùng 200 có thể là điện cực thứ nhất 204 được thể hiện trên Fig. 5D. Điện cực thứ hai 205 xuyên qua pin dưới cùng 200 có thể là điện cực thứ hai 205 được thể hiện trên Fig. 5E.

Theo một cách khác, như thể hiện trên Fig. 6A đến Fig. 6G, vùng chuyển tiếp PN bao gồm vùng chuyển tiếp thứ hai gần với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201 và bề mặt dưới cùng của pin dưới cùng 200, và vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, nó tạo thành vùng chuyển tiếp thứ hai ở cả hai mặt gần và xa pin trên cùng 201, và giao diện của lớp chuyển tiếp PN được tạo bởi phần pha tạp thứ nhất 202 và phần pha tạp thứ hai 203 là lớn nhất.

Theo một ví dụ, như thể hiện trên Fig. 6A đến Fig. 6D, khi lớp chuyển tiếp PN bao gồm vùng chuyển tiếp thứ hai gần với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201 và bề mặt dưới cùng của pin dưới cùng 200, và vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, điện cực thứ nhất 204 có thể được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất hoặc có thể được làm bằng cả vật liệu kim loại và vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất. Ví dụ, như thể hiện trên Fig. 6A, phần của điện cực thứ nhất 204 tiếp xúc với phần pha tạp thứ hai 203 được đặt làm phần dẫn điện thứ ba 211. Ngoài ra, phần dẫn điện thứ ba 211 ít nhất sẽ lấp đầy lỗ điện cực thứ nhất và phần dẫn điện thứ ba 211 có thể được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất.

Cụ thể, để mô tả cấu trúc cụ thể của điện cực thứ nhất 204 được thể hiện trên Fig. 6A đến Fig. 6D, có thể được đề cập đến mô tả trước đó về cấu trúc cụ thể của điện cực thứ nhất 204 được thể hiện trên Fig. 3A đến Fig. 3D, sẽ không được mô tả lặp lại ở đây nữa.

Theo một ví dụ, như thể hiện trên Fig. 6A và Fig. 6E đến Fig. 6G, khi lớp chuyển tiếp PN bao gồm vùng chuyển tiếp thứ hai gần với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201 và bề mặt dưới cùng của pin dưới cùng 200, và vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, điện cực thứ hai 205 có thể được làm bằng vật liệu kim loại hoặc vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai. Chắc chắn, điện cực thứ hai 205 cũng có thể được làm bằng cả vật liệu kim loại và vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai. Ví dụ, như thể hiện trên Fig. 6A, phần của điện cực thứ hai 205 tiếp xúc với phần pha tạp thứ nhất 202 được đặt làm phần dẫn điện thứ tư 213. Ngoài ra, phần dẫn điện thứ tư 213 ít nhất sẽ lấp đầy lỗ điện

cực thứ hai và phần dẫn điện thứ tư 213 có thể được tạo ra từ vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai.

Cụ thể, đối với phần mô tả cấu trúc cụ thể của điện cực thứ hai 205 được thể hiện trên Fig. 6A và Fig. 6E đến Fig. 6G, có thể tham khảo mô tả trước đây về cấu trúc cụ thể của điện cực thứ hai 205 được thể hiện trên Fig. 5A và Fig. 5E đến Fig. 5G, sẽ không được mô tả lặp lại ở đây nữa.

Cần lưu ý rằng, trong trường hợp lớp chuyển tiếp PN bao gồm vùng chuyển tiếp thứ hai gần với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201 và bề mặt dưới cùng của pin dưới cùng 200, và vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 với các cấu trúc khác nhau được thể hiện trên Fig. 6A đến Fig. 6G có thể được kết hợp tùy ý. Ví dụ, khi lớp chuyển tiếp PN bao gồm vùng chuyển tiếp thứ hai gần với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201 và bề mặt dưới cùng của pin dưới cùng 200, và vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, thì điện cực thứ nhất 204 xuyên qua pin dưới cùng 200 có thể là điện cực thứ nhất 204 được thể hiện trên Fig. 6C. Điện cực thứ hai 205 xuyên qua pin dưới cùng 200 có thể là điện cực thứ hai 205 được thể hiện trên Fig. 6E.

Theo cách triển khai khả thi, như thể hiện trên Fig. 7A, pin dưới cùng 200 bao gồm vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với pin trên cùng 201, và mặt cách xa phần dưới cùng của pin trên cùng 201 không có vùng chuyển tiếp thứ hai song song với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201. Điện cực thứ nhất 204 có phần mép ngoài thứ nhất 215 kéo dài ra khỏi lỗ điện cực thứ nhất tương ứng ở mặt của điện cực thứ nhất cách xa pin trên cùng 201. Pin mặt trời song song còn bao gồm lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 nằm giữa phần mép ngoài thứ nhất 215 và phần pha tạp thứ hai 203. Và/hoặc, điện cực thứ hai 205 có phần mép ngoài thứ hai 217 kéo dài ra khỏi lỗ điện cực thứ hai tương ứng ở mặt của điện cực thứ hai cách xa pin trên cùng 201. Pin mặt trời song song còn bao gồm lớp phụ trợ điện cực thứ hai 218 nằm giữa phần mép ngoài thứ hai 217 và phần pha tạp thứ nhất 202. Lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 và lớp phụ trợ điện cực thứ hai 218 có ít nhất là chức năng cách điện. Cần hiểu rằng điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 có thể kéo dài ra khỏi lỗ điện cực thứ nhất hoặc lỗ điện cực thứ hai theo hướng ra khỏi pin trên cùng 201, một cách tương ứng, và phần mép ngoài thứ nhất 215 của điện cực thứ nhất 204 và phần mép ngoài thứ hai 217 của điện cực thứ hai 205 đều có thể kéo dài theo hướng song song với bề mặt dưới cùng của pin dưới cùng 200. Thông số kỹ thuật và vật liệu của phần mép ngoài thứ nhất 215 và phần mép ngoài thứ hai 217 có thể là thiết lập theo kịch bản ứng dụng thực tế. Cụ thể, điện cực thứ nhất 204 là

điện cực để xuất hạt tải điện loại thứ nhất của pin trên cùng 201 và pin dưới cùng 200. Hạt tải điện cơ bản của phần pha tạp thứ hai 203 là hạt tải điện loại thứ hai. Khi điện cực thứ nhất 204 có phần mép ngoài thứ nhất 215 nằm trong lỗ điện cực thứ nhất tương ứng cách xa bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 có thể tách phần mép ngoài thứ nhất 215 khỏi phần pha tạp thứ hai 203, do đó làm giảm xác suất tái tổ hợp của hạt tải điện loại thứ nhất với hạt tải điện loại thứ hai.

Cụ thể, như thể hiện trên Fig. 7A, khi lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 có chức năng cách ly điện, sự tồn tại của lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 có thể ngăn không cho phần mép ngoài thứ nhất 215 được nối điện với phần pha tạp thứ hai 203, do đó ngăn không cho lớp chuyển tiếp PN bị đoản mạch. Lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 với chức năng cách điện có thể được làm bằng vật liệu cách điện như silic dioxit và silic nitrit. Tương tự, trong trường hợp trên, các tác dụng có lợi của lớp phụ trợ điện cực thứ hai 218 có thể được đề cập đến những tác dụng có lợi của lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216, mà sẽ không được mô tả lặp lại ở đây nữa. Khi lớp phụ trợ điện cực thứ hai 218 có chức năng cách điện, vật liệu chứa trong đó có thể được đặt tham chiếu đến vật liệu của lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 được mô tả ở trên.

Theo cách khác, như thể hiện trên Fig. 7E và Fig. 7F, lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 kéo dài vào lỗ điện cực thứ nhất. Một phần của lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 mở rộng vào lỗ điện cực thứ nhất được tạo thành giữa điện cực thứ nhất 204 và phần pha tạp thứ nhất 202. Lớp phụ trợ điện cực thứ hai 218 kéo dài vào lỗ điện cực thứ hai. Một phần của lớp phụ trợ điện cực thứ hai 218 kéo dài vào lỗ điện cực thứ hai được tạo thành giữa điện cực thứ hai 205 và phần pha tạp thứ hai 203. Một phần của lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 giữa điện cực thứ nhất 204 và phần pha tạp thứ nhất 202 và một phần của lớp phụ trợ điện cực thứ hai 218 giữa điện cực thứ hai 205 và phần pha tạp thứ hai 203 có ít nhất một trong số các chức năng khớp mạng, chức năng khớp dải năng lượng và chức năng thụ động hóa.

Cụ thể, như thể hiện trên Fig. 7E và Fig. 7F, khi lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 có chức năng khớp mạng, sự tồn tại của lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 có thể làm giảm sự không khớp mạng giữa điện cực thứ nhất 204 và phần pha tạp thứ nhất 202, ngăn cản sự hình thành trung tâm tái tổ hợp khiếm khuyết giữa điện cực thứ nhất 204 và phần pha tạp thứ nhất 202, và giảm thêm xác suất tái tổ hợp của hạt tải điện loại thứ nhất với hạt tải điện loại thứ hai tại điểm tiếp xúc giữa điện cực thứ nhất 204 và phần pha tạp thứ nhất 202. Lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 với chức năng khớp mạng có thể được đặt theo hằng số mạng của vật liệu của điện cực thứ nhất 204 và phần pha tạp thứ nhất 202. Nói chung, khi lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 có chức năng khớp mạng, hằng số mạng của lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 được

yêu cầu phải nằm giữa các hằng số mạng của điện cực thứ nhất 204 và phần pha tạp thứ nhất 202. Ví dụ, khi phần pha tạp thứ nhất 202 được làm bằng Si và điện cực thứ nhất 204 được làm bằng Ge, lớp điện cực phụ trợ thứ nhất 216 có thể được làm bằng SixGe_{1-x} ($0 < x < 1$).

Như thể hiện trên Fig. 7E và Fig. 7F, khi lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 có chức năng khớp dải năng lượng, thì lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 cũng có thể giảm chênh lệch mức năng lượng giữa điện cực thứ nhất 204 và phần pha tạp thứ nhất 202, cải thiện tốc độ dẫn điện của hạt tải điện loại thứ nhất từ phần pha tạp thứ nhất 202 vào điện cực thứ nhất 204, tăng khả năng sử dụng năng lượng ánh sáng của pin dưới cùng 200, và cuối cùng cải thiện hiệu suất chuyển đổi quang điện của pin năng lượng mặt trời song song. Vật liệu của lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 có chức năng khớp dải năng lượng có thể được đặt theo mức năng lượng của vật liệu của điện cực thứ nhất 204 và phần pha tạp thứ nhất 202. Nói chung, khi lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 có chức năng khớp dải năng lượng, mức năng lượng của vật liệu của lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 được yêu cầu phải nằm giữa các mức năng lượng của điện cực thứ nhất 204 và phần pha tạp thứ nhất 202. Ví dụ, khi phần pha tạp thứ nhất 202 được làm bằng Si loại N và điện cực thứ nhất 204 được làm bằng vật liệu kim loại, lớp điện cực phụ trợ thứ nhất 216 có thể được làm bằng i-a-Si: H/BZO hoặc có thể được làm bằng i-a-Si: H/n⁺-a-Si: H

Như thể hiện trên Fig. 7E và Fig. 7F, khi lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 có chức năng thụ động hóa, lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 có thể làm giảm mật độ trạng thái bề mặt của điện cực thứ nhất 204 và phần pha tạp thứ nhất 202, đồng thời giảm tỷ lệ tái tổ hợp khiếm khuyết của hạt tải điện loại thứ nhất được tạo ra trong pin dưới cùng 200 với hạt tải điện loại thứ hai ở vị trí tiếp xúc giữa điện cực thứ nhất 204 và phần pha tạp thứ nhất 202. Lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 với chức năng thụ động hóa có thể là lớp silic nitrit, lớp silic vô định hình, lớp silic dioxit hoặc lớp oxit nhôm. Cụ thể, lớp silic nitrit và lớp silic vô định hình có thể lần lượt là lớp silic nitrit và lớp silic vô định hình được hình thành bởi quá trình lắng đọng hơi hóa chất được tăng cường bằng plasma. Lớp silic dioxit có thể là lớp silic dioxit bị oxy hóa nhiệt. Lớp oxit nhôm có thể là lớp oxit nhôm được hình thành do lắng đọng lớp nguyên tử. Chắc chắn, lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 cũng có thể là các lớp màng khác có chức năng thụ động hóa.

Tương tự, trong trường hợp trên, các tác dụng có lợi của lớp phụ trợ điện cực thứ hai 218 có thể được đề cập đến những tác dụng có lợi của lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216, mà sẽ không được mô tả lặp lại ở đây nữa. Khi lớp phụ trợ điện cực thứ hai 218 có chức năng khớp mạng, chức năng khớp dải năng lượng và chức năng thụ động hóa tương ứng, vật liệu

chứa trong đó có thể được đặt tham chiếu đến vật liệu của lớp phụ điện cực thứ nhất 216 được mô tả ở trên.

Cần lưu ý rằng vì phần của lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 kéo dài vào lỗ điện cực thứ nhất nằm giữa điện cực thứ nhất 204 và phần pha tạp thứ nhất 202, và phần của lớp phụ trợ điện cực thứ hai 218 kéo dài vào lỗ điện cực thứ hai nằm giữa điện cực thứ hai 205 và phần pha tạp thứ hai 203, thông số kỹ thuật cụ thể của lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 trong lỗ điện cực thứ nhất có thể được đặt theo các tình huống tiếp xúc giữa điện cực thứ nhất 204 và phần pha tạp thứ nhất 202. Trong khi đó, thông số kỹ thuật cụ thể của lớp phụ trợ điện cực thứ hai 218 trong lỗ điện cực thứ hai có thể được thiết lập theo các tình huống tiếp xúc giữa điện cực thứ hai 205 và phần pha tạp thứ hai 203.

Ví dụ, như thể hiện trên Fig. 7G, lớp chuyển tiếp PN bao gồm vùng chuyển tiếp thứ hai gần với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201 và vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, và phần cuối của điện cực thứ nhất 204 gần với pin trên cùng 201 có thể tiếp xúc với phần pha tạp thứ hai 203. Tại thời điểm này, lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 có thể kéo dài vào trong theo hướng từ dưới lên từ lỗ của lỗ điện cực thứ nhất cách xa pin trên cùng 201 đến vị trí mà điện cực thứ nhất 204 tiếp xúc với phần pha tạp thứ hai 203. Trong khi đó, phần tương ứng của điện cực thứ hai 205 nằm trong lỗ điện cực thứ hai tiếp xúc với phần pha tạp thứ hai 203, vì vậy lớp phụ trợ điện cực thứ hai 218 có thể bao phủ bề mặt của phần pha tạp thứ hai 203 cách xa phần pha tạp thứ nhất 202.

Ví dụ, như thể hiện trên Fig. 7H, khi lớp chuyển tiếp PN chỉ bao gồm vùng chuyển tiếp thứ nhất 301 vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng 201, phần tương ứng của điện cực thứ nhất 204 nằm trong lỗ điện cực thứ nhất tiếp xúc với phần pha tạp thứ nhất 202, do đó, lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 có thể bao phủ thành bên trong của lỗ điện cực thứ nhất. Trong khi đó, phần tương ứng của điện cực thứ hai 205 nằm trong lỗ điện cực thứ hai tiếp xúc với phần pha tạp thứ hai 203, do đó, lớp phụ trợ điện cực thứ hai 218 có thể bao phủ bề mặt của phần pha tạp thứ hai 203 cách xa phần pha tạp thứ nhất 202.

Theo cách khác, như thể hiện trên Fig. 7A đến Fig. 7D, khi pin mặt trời song song bao gồm phần mép ngoài thứ nhất 215 và phần mép ngoài thứ hai 217, và phần mép ngoài thứ nhất 215 và phần mép ngoài thứ hai 217 được làm bằng vật liệu kim loại, lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 và/hoặc lớp điện cực phụ trợ điện cực thứ hai 218 được tạo kết cấu để ngăn phần mép ngoài thứ nhất 215 và phần mép ngoài thứ hai 217 tiếp xúc với nhau. Cần hiểu rằng khi vật liệu chứa trong cả phần mép ngoài thứ nhất 215 và phần mép ngoài thứ hai 217 đều là vật liệu kim loại, thì phần mép ngoài thứ nhất 215 và phần mép ngoài thứ hai 217 đều có khả

năng dẫn các hạt tải điện loại thứ nhất và các hạt tải điện loại thứ hai. Trên cơ sở này, khi lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 bao gồm thêm phần giữa phần mép ngoài thứ nhất 215 và phần mép ngoài thứ hai 217, và lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 có đặc tính cách điện, thì sự tồn tại của lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 có thể ngăn phần mép ngoài thứ nhất 215 tiếp xúc với phần mép ngoài thứ hai 217, ngăn hai điện cực đối diện được nối điện với nhau và cải thiện độ ổn định hoạt động của pin mặt trời song song. Khi cấu trúc giữa phần mép ngoài thứ nhất 215 và phần mép ngoài thứ hai 217 là lớp phụ trợ điện cực thứ hai 218 và lớp phụ trợ điện cực thứ hai 218 có đặc tính cách điện, thì sự tồn tại của lớp phụ trợ điện cực thứ hai 218 cũng có thể ngăn phần mép ngoài thứ nhất 215 tiếp xúc với phần mép ngoài thứ hai 217, ngăn không cho hai điện cực đối diện được nối điện với nhau.

Cụ thể, vật liệu kim loại chứa trong phần mép ngoài thứ nhất 215 và phần mép ngoài thứ hai 217 có thể là vàng, bạc, nhôm, đồng hoặc tương tự. Lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 và lớp phụ trợ điện cực thứ hai 218 có thể là các lớp thụ động hóa có đặc tính cách điện. Chẳng hạn như silic dioxit, silic nitrit, v.v..

Theo cách triển khai khả thi, như thể hiện trên Fig. 8A đến Fig. 8D, pin mặt trời song song còn bao gồm ít nhất hai điện cực phụ trợ 219. Ít nhất một trong số hai điện cực phụ trợ 219 bao phủ bề mặt của điện cực thứ nhất tương ứng 204 đối diện với pin trên cùng 201. Ít nhất một trong số hai điện cực phụ trợ 219 bao phủ bề mặt của điện cực thứ hai tương ứng 205 đối diện với pin trên cùng 201. Điện cực phụ trợ tương ứng 219 của mỗi điện cực thứ nhất 204 được làm bằng vật liệu kim loại và/hoặc vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất. Và/hoặc, điện cực phụ trợ tương ứng 219 của mỗi điện cực thứ hai 205 được làm bằng vật liệu kim loại và/hoặc vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai. Cần hiểu rằng điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 được tạo thành tương ứng trong lỗ điện cực thứ nhất và lỗ điện cực thứ hai xuyên qua pin dưới cùng 200, do đó, các vùng tiếp xúc hiệu quả của điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 với pin trên cùng 201 lần lượt bị ảnh hưởng bởi diện tích mặt cắt hướng tâm của lỗ điện cực thứ nhất và lỗ điện cực thứ hai. Khi ít nhất một điện cực phụ trợ 219 được bao phủ tương ứng trên các bề mặt của điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 đối diện với pin trên cùng 201, sự tồn tại của điện cực phụ trợ 219 có thể làm tăng diện tích tiếp xúc hiệu quả của điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 với pin trên cùng 201. Ngoài ra, độ dẫn điện của vật liệu kim loại, vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất và vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai đối với hạt tải điện cao hơn nhiều so với vật liệu bán dẫn, do đó sự tồn tại của điện cực phụ trợ 219 có thể tăng cường khả năng của điện cực thứ nhất

204 và điện cực thứ hai 205 để thu các loại hạt tải điện tương ứng, do đó cải thiện hiệu suất chuyển đổi quang điện của pin mặt trời song song.

Cụ thể, các điện cực phụ trợ 219 bao phủ điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 có thể được làm từ cùng một vật liệu hoặc các vật liệu khác nhau. Các điện cực phụ trợ tương ứng 219 bao phủ điện cực thứ nhất 204 hoặc điện cực thứ hai 205 có thể được làm bằng cùng một vật liệu hoặc các vật liệu khác nhau. Ngoài ra, cấu trúc và hình dạng cụ thể của điện cực phụ trợ 219 có thể được đặt theo tình hình thực tế, miễn là đảm bảo rằng diện tích tiếp xúc hiệu quả giữa điện cực thứ nhất 204 cũng như điện cực thứ hai 205 và pin trên cùng 201 có thể được tăng lên.

Theo một ví dụ, như thể hiện trên Fig. 8A đến Fig. 8D, khi các điện cực phụ trợ 219 bao phủ điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 được làm bằng cùng một vật liệu, thì các điện cực phụ trợ 219 đều được làm bằng vật liệu kim loại. Tại thời điểm này, để ngăn điện cực thứ nhất 204 được nối điện với điện cực thứ hai 205 liền kề, điện cực phụ trợ 219 nằm phía trên điện cực thứ nhất 204 và điện cực phụ trợ 219 nằm phía trên điện cực thứ hai 205 không tiếp xúc với nhau.

Theo ví dụ khác, như thể hiện trên Fig. 8A đến Fig. 8D, khi các điện cực phụ trợ 219 bao phủ điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 được làm bằng các vật liệu khác nhau, thì điện cực phụ trợ 219 bao phủ điện cực thứ nhất 204 có thể được làm bằng vật liệu kim loại, và điện cực phụ trợ 219 nằm trên điện cực thứ hai 205 có thể được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai.

Ngoài ra, như thể hiện trên Fig. 8A đến Fig. 8D, điện cực phụ trợ 219 bao phủ điện cực thứ nhất 204 có thể được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất, và điện cực phụ trợ 219 nằm trên điện cực thứ hai 205 có thể được làm bằng vật liệu kim loại.

Ngoài ra, như thể hiện trên Fig. 8A đến Fig. 8D, điện cực phụ trợ 219 bao phủ điện cực thứ nhất 204 có thể được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất, và điện cực phụ trợ 219 nằm trên điện cực thứ hai 205 có thể được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai.

Cần lưu ý rằng như thể hiện trên Fig. 8A đến Fig. 8D, khi các điện cực phụ trợ 219 bao phủ điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 được làm bằng các vật liệu khác nhau, để tăng diện tích tiếp xúc hiệu quả giữa điện cực phụ trợ 219 và pin trên cùng 201, các điện cực phụ trợ 219 nằm trên điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 có thể tiếp xúc với nhau.

Các loại vật liệu kim loại, vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất và vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai có trong điện cực phụ trợ 219 có thể được thiết lập bằng cách tham khảo các

loại vật liệu kim loại, vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất và vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai chứa trong điện cực thứ nhất 204 và/hoặc điện cực thứ hai 205, sẽ không được mô tả lặp lại ở đây nữa.

Theo cách khác, như thể hiện trên Fig. 8A và Fig. 8B, mỗi điện cực phụ trợ 219 bao gồm các điện cực chính 220 và ít nhất một đường lưới mảnh 221. Các điện cực chính 220 được nối điện bằng đường lưới mảnh 221. Điện cực chính 220 nằm ở một phần điện cực thứ nhất 204 hoặc điện cực thứ hai 205 tương ứng tiếp xúc với pin trên cùng 201. Cần hiểu rằng đường lưới mảnh 221 có trong mỗi điện cực phụ trợ 219 có thể tạo điều kiện thuận lợi cho việc thu hạt tải điện loại thứ nhất hoặc hạt tải điện loại thứ hai. Ngoài ra, các điện cực chính 220 có trong mỗi điện cực phụ trợ 219 được bao phủ tại một phần của điện cực thứ nhất 204 hoặc điện cực thứ hai 205 tương ứng tiếp xúc với pin trên cùng 201, do đó tạo điều kiện thuận lợi cho điện cực thứ nhất 204 hoặc điện cực thứ hai 205 thu hạt tải điện loại thứ nhất hoặc hạt tải điện loại thứ hai trong pin trên cùng 201, làm giảm xác suất tái tổ hợp của hai loại hạt tải điện trong pin trên cùng 201 tại giao diện giữa pin trên cùng 201 và pin dưới cùng 200, và cải thiện việc sử dụng năng lượng ánh sáng của pin mặt trời song song.

Cụ thể, như thể hiện trên Fig. 8A và Fig. 8B, hình dạng của điện cực chính 220 có thể là hình chữ nhật, hình vuông, đa giác, elip hoặc ở các hình dạng khác, không bị giới hạn cụ thể ở đây, miễn là diện tích tiếp xúc của điện cực chính 220 với pin trên cùng 201 lớn hơn diện tích mặt cắt ngang toả tròn của điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205, và điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 có thể được tạo điều kiện thuận lợi để thu loại hạt tải điện tương ứng. Ngoài ra, việc bố trí các điện cực phụ trợ 219 tương ứng và bố trí các điện cực chính 220 có trong mỗi điện cực phụ trợ 219 có thể được thiết lập theo sự bố trí của điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205. Hướng mở rộng của đường lưới mảnh 221 có trong mỗi điện cực phụ trợ 219 có thể được thiết lập theo mối quan hệ vị trí giữa các điện cực thứ nhất 204 liền kề hoặc điện cực thứ hai 205 liền kề.

Ví dụ, như thể hiện trên Fig. 8A và Fig. 8B, điện cực chính 220 có thể có cấu trúc hình bán cầu. Bề mặt của điện cực chính 220 tiếp xúc với điện cực thứ nhất 204 hoặc điện cực thứ hai 205 là mặt phẳng hình tròn, và bề mặt của điện cực chính 220 tiếp xúc với pin trên cùng 201 là bề mặt cong hình cung. Khi điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 được sắp xếp trong ma trận, các điện cực chính tương ứng 220 có trong mỗi điện cực phụ trợ 219 có thể được sắp xếp trong ma trận. Hơn nữa, tâm hình học của bề mặt dưới cùng của điện cực chính 220 tương ứng được bao gồm trong mỗi điện cực phụ trợ 219 có thể trùng với trục của đường lưới mảnh 221. Ngoài ra, để tăng số lượng điện tử và lỗ tương ứng được thu bởi điện cực thứ

nhất 204 và điện cực thứ hai 205, số lượng điện cực chính 220 có trong mỗi điện cực phụ trợ 219 có thể được tăng lên một cách thích hợp. Điện cực chính 220 được thêm vào trong mỗi điện cực phụ trợ 219 được nối điện với đường lưới mảnh 221 và được phân bố dọc theo hướng trục của đường lưới mảnh 221.

Đường lưới mảnh 221 có thể được làm bằng vật liệu kim loại. Điện cực chính 220 trên điện cực thứ nhất 204 có thể được làm bằng vật liệu kim loại và/hoặc vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất. Điện cực chính 220 trên điện cực thứ hai 205 có thể được làm bằng vật liệu kim loại và/hoặc vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai.

Cần lưu ý rằng như thể hiện trên Fig. 8C và Fig. 8D, khi pin mặt trời song song được mô tả ở trên còn bao gồm điện cực phụ trợ 219, lớp rào cản khuếch tán 223 có thể được cung cấp giữa điện cực phụ trợ 219 và điện cực thứ nhất 204, và giữa điện cực phụ trợ 219 và điện cực thứ hai 205. Trong quá trình vận hành của pin mặt trời song song, sự tồn tại của lớp rào cản khuếch tán 223 có thể ngăn các ion hoạt động trong điện cực phụ trợ 219 khuếch tán vào phần pha tạp thứ nhất 202 và/hoặc phần pha tạp thứ hai 203, điều này sẽ ảnh hưởng đến hiệu suất hoạt động của pin mặt trời song song. Cụ thể, như thể hiện trên Fig. 8C, lớp rào cản khuếch tán 223 có thể được bố trí trên bề mặt của pin dưới cùng 200 gần với toàn bộ điện cực phụ trợ 219. Hơn nữa, điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 xuyên qua lớp rào cản khuếch tán 223. Ngoài ra, như được thể hiện trên Fig. 8D, điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 lần lượt kéo dài ra khỏi lỗ điện cực thứ nhất và lỗ điện cực thứ hai, dọc theo hướng gần với pin trên cùng 201. Lớp rào cản khuếch tán 223 bao quanh ngoại vi bên ngoài của một phần của điện cực thứ nhất 204 kéo dài ra khỏi lỗ điện cực thứ nhất, và lớp rào cản khuếch tán 223 bao quanh ngoại vi bên ngoài của một phần của điện cực thứ hai 205 kéo dài ra khỏi lỗ điện cực thứ hai. Lớp rào cản khuếch tán 223 có thể được làm bằng tantali nitrit hoặc các vật liệu khác đáp ứng yêu cầu.

Theo cách triển khai khả thi, như thể hiện trên Fig. 9A đến Fig. 9E, pin mặt trời song song còn bao gồm lớp phụ trợ thứ nhất 222. Khả năng dẫn điện theo chiều dọc của lớp phụ trợ thứ nhất 222 lớn hơn khả năng dẫn điện theo phương ngang của nó. Lớp phụ trợ thứ nhất 222 được hình thành trên bề mặt của pin dưới cùng 200 gần với pin trên cùng 201. Vật liệu chứa trong lớp phụ trợ thứ nhất 222 có ít nhất một trong số các chức năng thụ động hóa, chức năng điều chỉnh quang học, chức năng khớp mạng và chức năng khớp dải năng lượng.

Cụ thể, như thể hiện trên Fig. 9A, khả năng dẫn điện theo chiều dọc của lớp phụ trợ thứ nhất 222 lớn hơn khả năng dẫn điện theo chiều ngang. Cần hiểu rằng lớp phụ trợ thứ nhất 222 nằm giữa pin dưới cùng 200 và pin trên cùng 201, và điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ

hai 205 xuyên qua pin dưới cùng 200, sao cho các bề mặt của điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 gần pin trên cùng 201 có thể tiếp xúc với lớp phụ trợ thứ nhất 222. Trên cơ sở này, nếu lớp phụ trợ thứ nhất 222 có khả năng dẫn điện và khả năng dẫn điện theo chiều dọc của lớp phụ trợ thứ nhất 222 lớn hơn khả năng dẫn điện theo phương ngang, điều đó có nghĩa là tốc độ dẫn điện theo chiều dọc của hạt tải điện loại thứ nhất và hạt tải điện loại thứ hai trong lớp phụ trợ thứ nhất 222 lớn hơn tốc độ dẫn theo chiều ngang của chúng, điều này có thể ngăn không cho điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 đoản mạch thông qua nối điện của lớp phụ trợ thứ nhất 222 và cải thiện độ ổn định hoạt động của pin mặt trời song song. Trong trường hợp này, lớp phụ trợ thứ nhất 222 có thể là lớp tiếp giáp đường hầm. Lúc này, lớp phụ trợ thứ nhất 222 có thể tạo ra đường di chuyển của các hạt tải điện và tạo điều kiện cho việc dẫn các hạt tải điện giữa các lớp. Ví dụ, lớp phụ trợ thứ nhất 222 có thể được làm từ silic vô định hình hydro hóa nội tại. Chắc chắn, lớp phụ trợ thứ nhất 222 cũng có thể là các lớp phụ trợ khác có khả năng dẫn điện lớn hơn khả năng dẫn điện theo chiều ngang.

Đối với lớp phụ trợ thứ nhất 222 có chức năng thụ động hóa, chức năng khớp mạng và chức năng khớp dải năng lượng, vật liệu của lớp phụ trợ thứ nhất 222 có thể được thiết lập bằng cách tham khảo vật liệu của lớp phụ trợ điện cực thứ nhất 216 có chức năng thụ động hóa, chức năng khớp mạng và chức năng khớp dải năng lượng, sẽ không được mô tả lặp lại ở đây nữa. Khi lớp phụ trợ thứ nhất 222 có chức năng điều chỉnh quang học, lớp phụ trợ thứ nhất 222 có thể được làm bằng oxit silic hoặc nitrua, hoặc có thể được làm bằng nhôm oxit hoặc nitrua. Ví dụ, lớp phụ trợ thứ nhất 222 có thể được làm bằng SiO_y , Al_2O_3 , SiN_z , SiON , SiCN , v.v. Cấu trúc cụ thể và độ dày lớp của lớp phụ trợ thứ nhất 222 có thể được đặt theo các tình huống ứng dụng thực tế, miễn là nó có thể được áp dụng cho pin mặt trời song song theo một phương án của sáng chế.

Ví dụ, như thể hiện trên Fig. 9A, Fig. 9C, và Fig. 9E, lớp phụ trợ thứ nhất 222 có thể là lớp màng được bố trí toàn bộ giữa pin dưới cùng 200 và pin trên cùng 201. Tại thời điểm này, các khu vực tương ứng của lớp phụ trợ thứ nhất 222 có thể được làm bằng cùng một loại vật liệu hoặc các vật liệu khác nhau. Ví dụ, như thể hiện trên Fig. 9C, một phần của lớp phụ trợ thứ nhất 222 nằm trên điện cực thứ nhất 204 có thể được làm bằng các vật liệu khác với các phần khác của lớp phụ trợ thứ nhất 222. Cụ thể, phần của lớp phụ trợ thứ nhất 222 nằm trên điện cực thứ nhất 204 có thể là làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất. Như thể hiện trên Fig. 9D, một phần của lớp phụ trợ thứ nhất nằm trên điện cực thứ hai 205 có thể được làm bằng các vật liệu khác với các phần khác của lớp phụ trợ thứ nhất 222. Cụ thể, một phần

của lớp phụ trợ thứ nhất 222 nằm trên điện cực thứ hai 205 có thể được làm từ vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai.

Cần lưu ý rằng, bất kể chức năng thụ động, chức năng điều chỉnh quang học, chức năng khớp mạng và chức năng khớp dải năng lượng nào mà lớp phụ trợ thứ nhất 222 có, hiệu suất hoạt động của pin mặt trời song song có thể được cải thiện bằng cách sắp xếp lớp phụ trợ thứ nhất 222 giữa pin dưới cùng 200 và pin trên cùng 201. Cụ thể, khi lớp phụ trợ thứ nhất 222 có chức năng thụ động hóa và/hoặc chức năng khớp mạng, lớp phụ trợ thứ nhất 222 có thể làm giảm xác suất tái tổ hợp của hai loại của hạt tải điện tại giao diện giữa pin trên cùng 201 và pin dưới cùng 200. Khi lớp phụ trợ thứ nhất 222 có chức năng điều chỉnh quang học, lớp phụ trợ thứ nhất 222 có thể có hiệu ứng bẫy ánh sáng tốt, để có thể truyền nhiều ánh sáng hơn vào pin dưới cùng 200. Khi lớp phụ trợ thứ nhất 222 có chức năng khớp dải năng lượng, lớp phụ trợ thứ nhất 222 có thể làm giảm chênh lệch mức năng lượng giữa pin trên cùng 201 và điện cực thứ nhất 204 cũng như điện cực thứ hai 205 một cách tương ứng, và cải thiện tốc độ dẫn điện của hai loại hạt tải điện từ pin trên cùng 201 đến điện cực thứ nhất 204 hoặc điện cực thứ hai 205, để tạo điều kiện thuận lợi cho điện cực thứ nhất 204 và điện cực thứ hai 205 để thu các hạt tải điện tương ứng.

Theo cách khác, như thể hiện trên Fig. 9B và Fig. 9D, ít nhất một điện cực thứ nhất 204 hoặc ít nhất một điện cực thứ hai 205 xuyên qua lớp phụ trợ thứ nhất 222. Chắc chắn, ít nhất một điện cực thứ nhất 204 và ít nhất một điện cực thứ hai 205 có thể xuyên qua lớp phụ trợ thứ nhất 222 cùng một lúc. Tại thời điểm này, điện cực thứ nhất 204 và/hoặc điện cực thứ hai 205 xuyên qua lớp phụ trợ thứ nhất 222 có thể tiếp xúc trực tiếp với bề mặt chiếu sáng ngược của pin trên cùng 201, điều này tạo điều kiện thuận lợi cho điện cực thứ nhất 204 và/hoặc điện cực thứ hai 205 để thu các hạt tải điện tương ứng trong pin trên cùng 201 và cải thiện hiệu suất hoạt động của pin mặt trời song song.

Theo cách triển khai khả thi, như thể hiện trên Fig. 9A, pin mặt trời song song có thể còn bao gồm lớp phụ trợ thứ hai 206. Lớp phụ trợ thứ hai 206 nằm trên bề mặt của pin trên cùng 201 cách xa pin dưới cùng 200. Lớp phụ trợ thứ hai 206 có chức năng chống phản xạ hoặc chức năng thụ động. Độ dày lớp của lớp phụ trợ thứ hai 206 có thể được đặt theo các tính hướng ứng dụng thực tế, không bị giới hạn cụ thể ở đây. Ví dụ, lớp phụ trợ thứ hai 206 có chức năng chống phản xạ có thể được làm bằng silic nitrit. Lớp phụ trợ thứ hai 206 có chức năng thụ động hóa có thể được làm bằng silic vô định hình hoặc tương tự.

Trong phần mô tả các phương án trên, các dấu hiệu, cấu trúc, vật liệu hoặc đặc điểm cụ thể có thể được kết hợp trong bất kỳ một hoặc nhiều phương án hoặc ví dụ nào theo cách phù hợp.

Trên đây chỉ là các phương án cụ thể của sáng chế, nhưng phạm vi bảo hộ của sáng chế không giới hạn ở điều này và bất kỳ thay đổi hoặc thay thế nào xảy ra với bất kỳ người có hiểu biết lĩnh vực kỹ thuật này trong phạm vi kỹ thuật của sáng chế nên được bao gồm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế. Do đó, phạm vi bảo hộ của sáng chế phải tuân theo phạm vi bảo hộ của yêu cầu bảo hộ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Pin mặt trời song song, bao gồm: pin dưới cùng và pin trên cùng nằm phía trên pin dưới cùng, trong đó pin dưới cùng bao gồm phần pha tạp thứ nhất và phần pha tạp thứ hai, phần pha tạp thứ nhất và phần pha tạp thứ hai hình thành ít nhất một lớp chuyển tiếp PN, hạt tải điện cơ bản của phần pha tạp thứ nhất là hạt tải điện loại thứ nhất và hạt tải điện cơ bản của phần pha tạp thứ hai là hạt tải điện loại thứ hai;

pin dưới cùng có lỗ điện cực thứ nhất và lỗ điện cực thứ hai xuyên qua pin dưới cùng, điện cực thứ nhất được bố trí ít nhất một phần trong lỗ điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai được bố trí ít nhất một phần trong lỗ điện cực thứ hai; và

điện cực thứ nhất tiếp xúc với phần pha tạp thứ nhất và được tạo kết cấu để xuất các hạt tải điện loại thứ nhất của pin dưới cùng và pin trên cùng, và điện cực thứ hai tiếp xúc với phần pha tạp thứ hai và được tạo kết cấu để xuất các hạt tải điện loại thứ hai của pin dưới cùng và pin trên cùng.

2. Pin mặt trời song song theo điểm 1, trong đó mỗi trong số ít nhất một lớp chuyển tiếp PN bao gồm:

vùng chuyển tiếp thứ nhất vuông góc với pin trên cùng; và/hoặc,

vùng chuyển tiếp thứ hai song song với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng.

3. Pin mặt trời song song theo điểm 1, trong đó lớp chuyển tiếp PN bao gồm vùng chuyển tiếp thứ nhất vuông góc với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng và điện cực thứ nhất được làm bằng vật liệu kim loại và/hoặc vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất; và/hoặc, điện cực thứ hai được làm bằng vật liệu kim loại và/hoặc vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai.

4. Pin mặt trời song song theo điểm 3, trong đó điện cực thứ nhất bao gồm phần dẫn điện thứ nhất và phần kim loại thứ nhất được phân bố theo hướng ra khỏi pin trên cùng; và ít nhất một phần của phần dẫn điện thứ nhất nằm trong lỗ điện cực thứ nhất tương ứng, và phần dẫn điện thứ nhất được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất; và

điện cực thứ hai bao gồm phần dẫn điện thứ hai và phần kim loại thứ hai được phân bố theo hướng ra khỏi pin trên cùng; và ít nhất một phần của phần dẫn điện thứ hai được đặt trong lỗ điện cực thứ hai tương ứng và phần dẫn thứ hai được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai.

5. Pin mặt trời song song theo điểm 4, trong đó ít nhất một phần của phần kim loại thứ nhất nằm trong lỗ điện cực thứ nhất tương ứng và ít nhất một phần của phần kim loại thứ hai nằm trong lỗ điện cực thứ hai tương ứng; hoặc,

phần kim loại thứ nhất nằm bên ngoài lỗ điện cực thứ nhất và phần kim loại thứ hai nằm bên ngoài lỗ điện cực thứ hai.

6. Pin mặt trời song song theo điểm 2, trong đó lớp chuyển tiếp PN bao gồm vùng chuyển tiếp thứ hai song song với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng;

một phần của điện cực thứ nhất tiếp xúc với phần pha tạp thứ hai được đặt làm phần dẫn điện thứ ba và phần dẫn điện thứ ba được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất; và

một phần của điện cực thứ hai tiếp xúc với phần pha tạp thứ nhất được đặt làm phần dẫn điện thứ tư và phần dẫn điện thứ tư được làm bằng vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai.

7. Pin mặt trời song song theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó pin dưới cùng bao gồm vùng chuyển tiếp thứ nhất vuông góc với pin trên cùng và mặt cách xa bề mặt dưới cùng của pin trên cùng không có vùng chuyển tiếp thứ hai song song với bề mặt dưới cùng của pin trên cùng;

điện cực thứ nhất có phần mép ngoài thứ nhất kéo dài ra khỏi lỗ điện cực thứ nhất tương ứng trên mặt của điện cực thứ nhất cách xa pin trên cùng và pin mặt trời song song còn bao gồm lớp phụ trợ điện cực thứ nhất nằm giữa phần mép ngoài thứ nhất và phần pha tạp thứ hai; và/hoặc,

điện cực thứ hai có phần mép ngoài thứ hai kéo dài ra khỏi lỗ điện cực thứ hai tương ứng trên mặt của điện cực thứ hai cách xa pin trên cùng và pin mặt trời song song còn bao gồm lớp phụ trợ điện cực thứ hai nằm giữa phần mép ngoài thứ hai và phần pha tạp thứ nhất; và

lớp phụ trợ điện cực thứ nhất và lớp phụ trợ điện cực thứ hai ít nhất có chức năng cách điện.

8. Pin mặt trời song song theo điểm 7, trong đó lớp phụ trợ điện cực thứ nhất kéo dài vào lỗ điện cực thứ nhất, và phần của lớp phụ trợ điện cực thứ nhất kéo dài vào lỗ điện cực thứ nhất được hình thành giữa điện cực thứ nhất và phần pha tạp thứ nhất;

lớp phụ trợ điện cực thứ hai kéo dài vào lỗ điện cực thứ hai, và phần của lớp phụ trợ điện cực thứ hai kéo dài vào lỗ điện cực thứ hai được hình thành giữa điện cực thứ hai và phần pha tạp thứ hai; và

phần của lớp phụ trợ điện cực thứ nhất giữa điện cực thứ nhất và phần pha tạp thứ nhất và phần của lớp phụ trợ điện cực thứ hai giữa điện cực thứ hai và phần pha tạp thứ hai có ít nhất một trong số chức năng khớp mạng, chức năng khớp dải năng lượng và chức năng thụ động hoá.

9. Pin mặt trời song song theo điểm 7, trong đó pin mặt trời song song bao gồm phần mép ngoài thứ nhất và phần mép ngoài thứ hai, và phần mép ngoài thứ nhất và phần mép ngoài thứ hai được làm bằng vật liệu kim loại; và

lớp phụ trợ điện cực thứ nhất và/hoặc lớp phụ trợ điện cực thứ hai được sử dụng để tránh tiếp xúc giữa phần mép ngoài thứ nhất và phần mép ngoài thứ hai.

10. Pin mặt trời song song theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó pin mặt trời song song còn bao gồm ít nhất hai điện cực phụ trợ, ít nhất một trong số các điện cực phụ trợ được bao phủ trên bề mặt của điện cực thứ nhất tương ứng đối diện với pin trên cùng và ít nhất một trong các điện cực phụ trợ được bao phủ trên bề mặt của điện cực thứ hai tương ứng đối diện với pin trên cùng; và

điện cực phụ trợ tương ứng với điện cực thứ nhất được làm bằng vật liệu kim loại và/hoặc vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ nhất; và/hoặc, điện cực phụ trợ tương ứng với điện cực thứ hai được làm bằng vật liệu kim loại và/hoặc vật liệu dẫn hạt tải điện loại thứ hai.

11. Pin mặt trời song song theo điểm 10, trong đó mỗi điện cực trong số ít nhất hai điện cực phụ trợ bao gồm các điện cực chính và ít nhất một đường lưới mảnh, các điện cực chính được nối điện bằng một đường lưới mảnh; và

mỗi trong số các điện cực chính được đặt tại một phần của điện cực thứ nhất hoặc điện cực thứ hai tương ứng tiếp xúc với pin trên cùng.

12. Pin mặt trời song song theo điểm 10, trong đó pin mặt trời song song còn bao gồm lớp phụ trợ thứ nhất, lớp phụ trợ thứ nhất được hình thành trên bề mặt của pin dưới cùng gần với pin trên cùng; khả năng dẫn điện theo chiều dọc của lớp phụ trợ thứ nhất lớn hơn khả năng dẫn điện theo chiều ngang của nó; và

vật liệu chứa trong lớp phụ trợ thứ nhất có ít nhất một trong các chức năng thụ động hóa, chức năng điều chỉnh quang học, chức năng khớp mạng và chức năng khớp dải năng lượng.

13. Pin mặt trời song song theo điểm 12, trong đó ít nhất một điện cực thứ nhất và/hoặc ít nhất một điện cực thứ hai xuyên qua lớp phụ trợ thứ nhất.

1/18

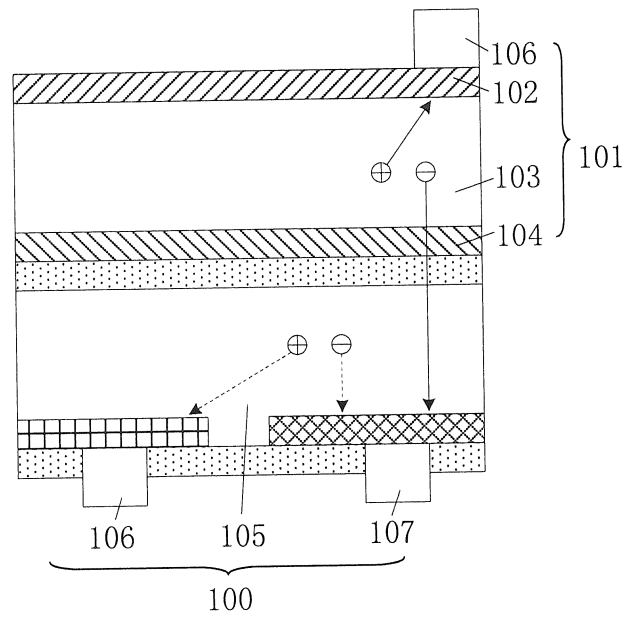


FIG. 1

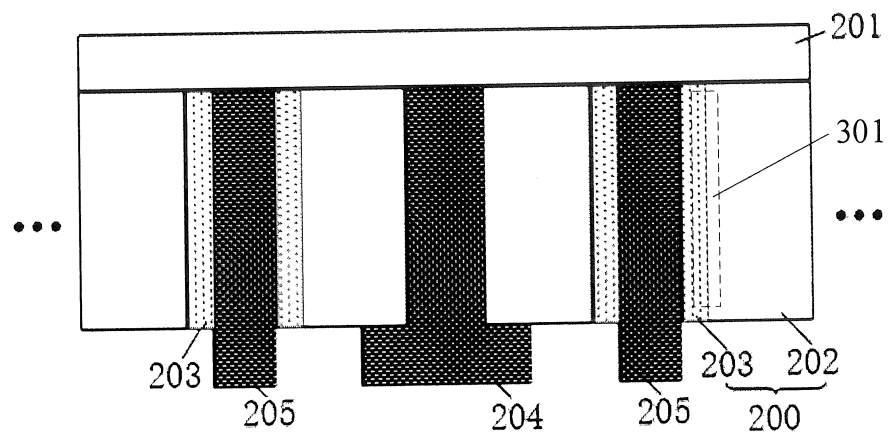


FIG. 2A

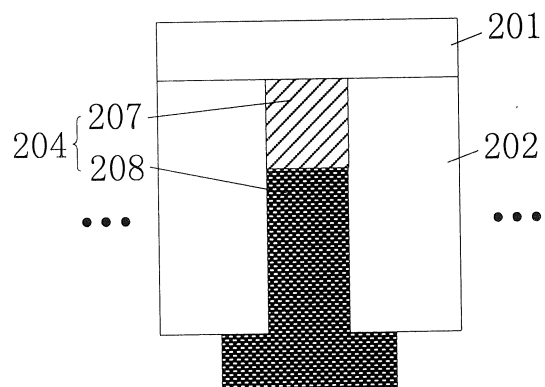


FIG. 2B

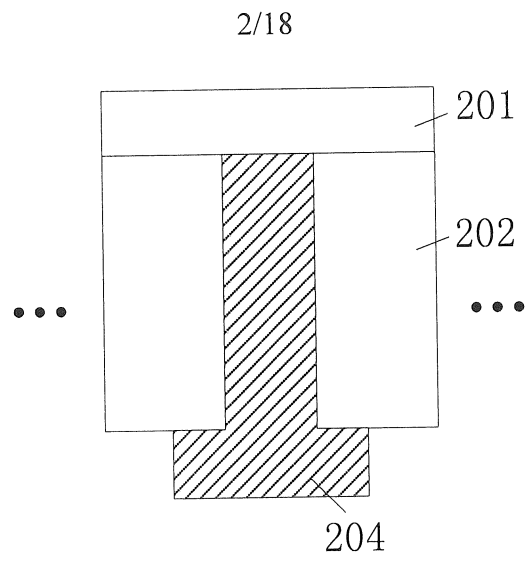


FIG. 2C

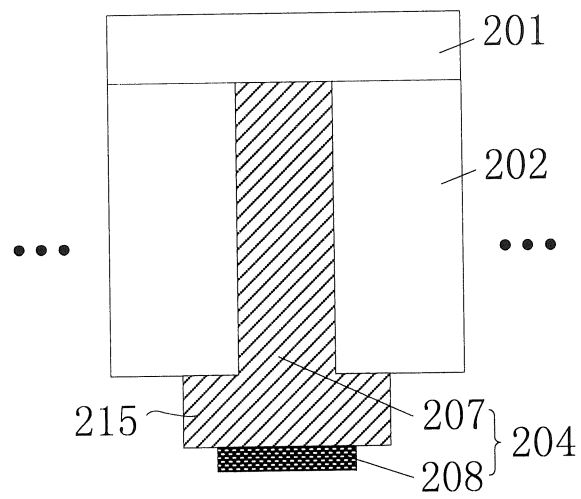


FIG. 2D

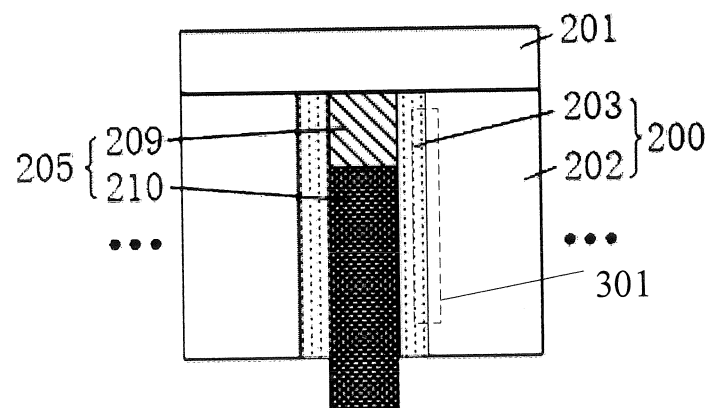


FIG. 2E

3/18

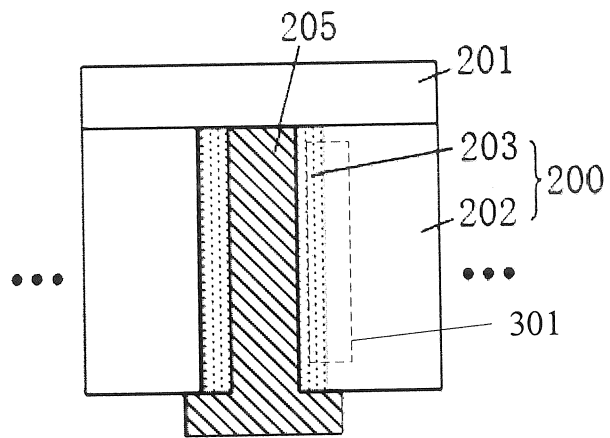


FIG. 2F

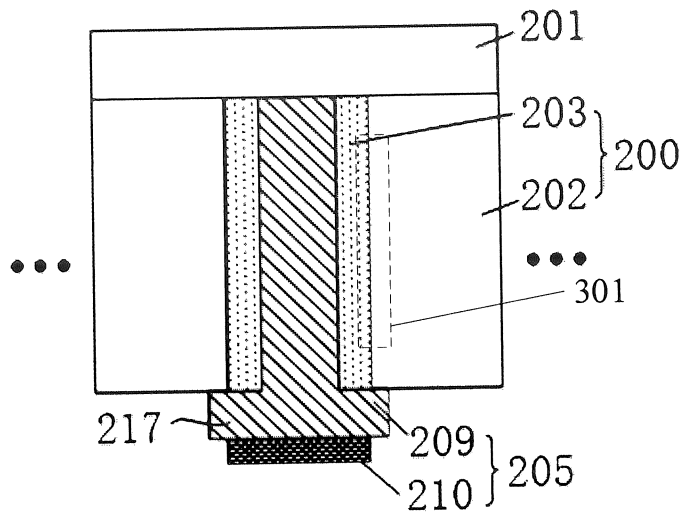


FIG. 2G

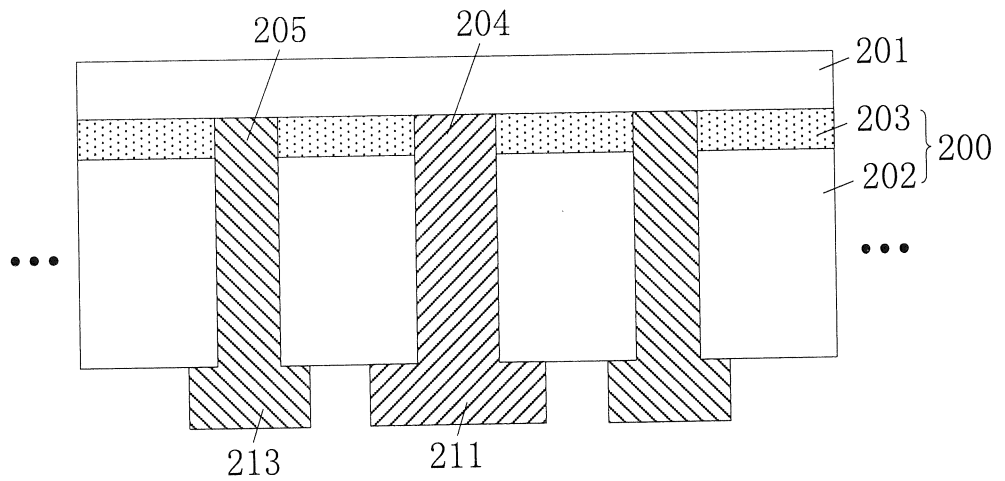


FIG. 3A

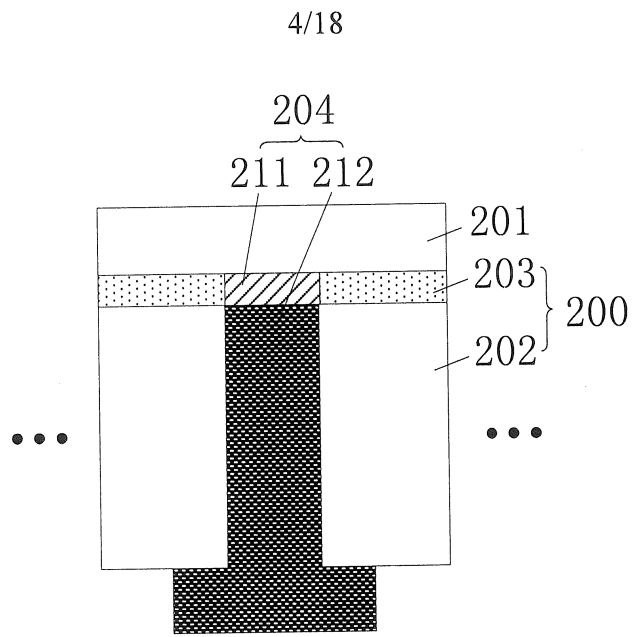


FIG. 3B

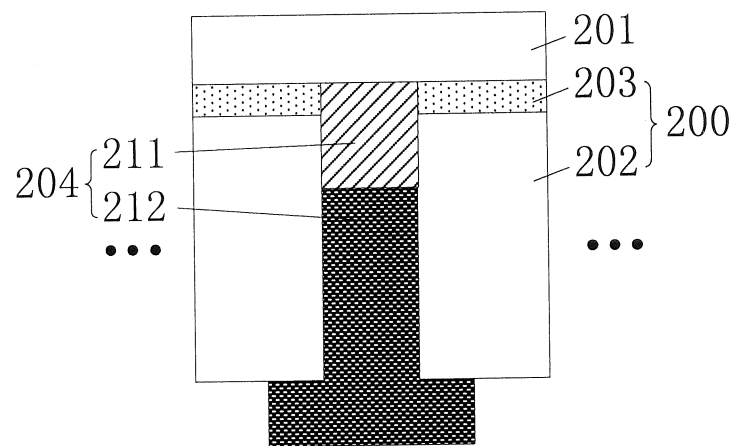


FIG. 3C

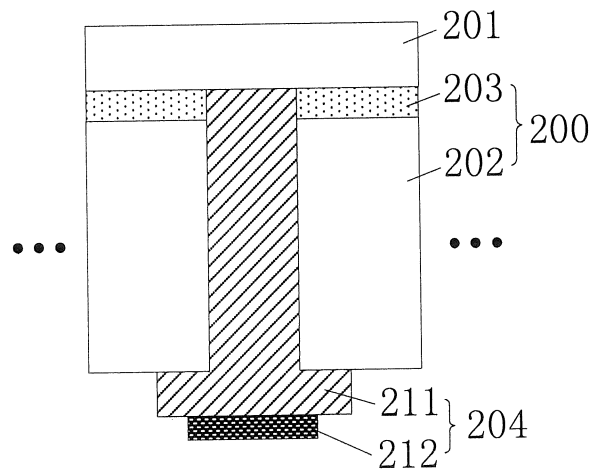


FIG. 3D

5/18

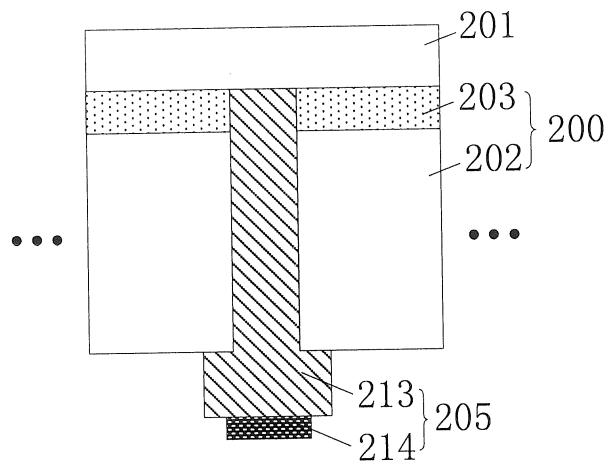


FIG. 3E

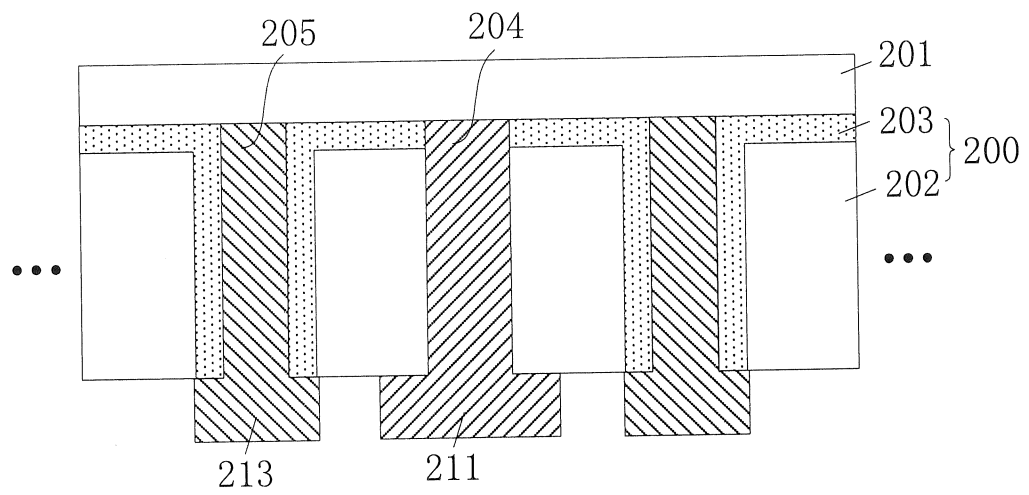


FIG. 4A

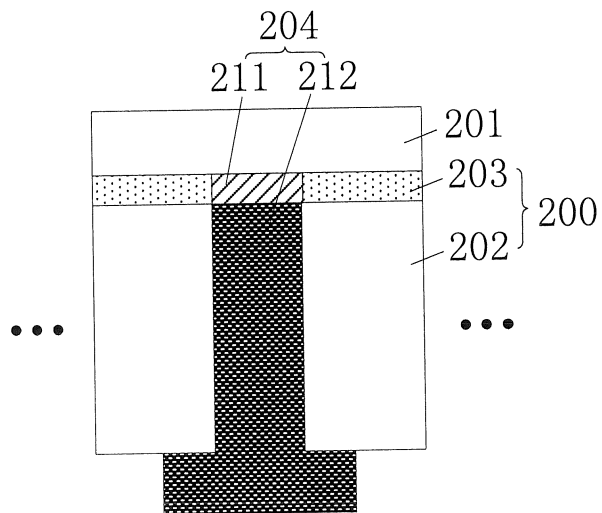


FIG. 4B

6/18

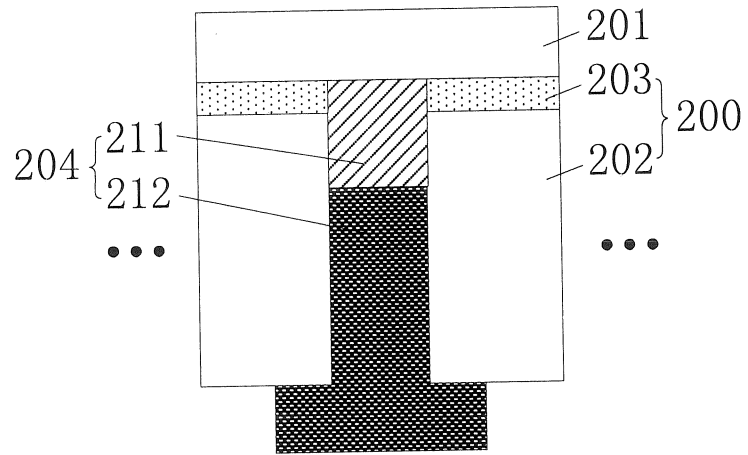


FIG. 4C

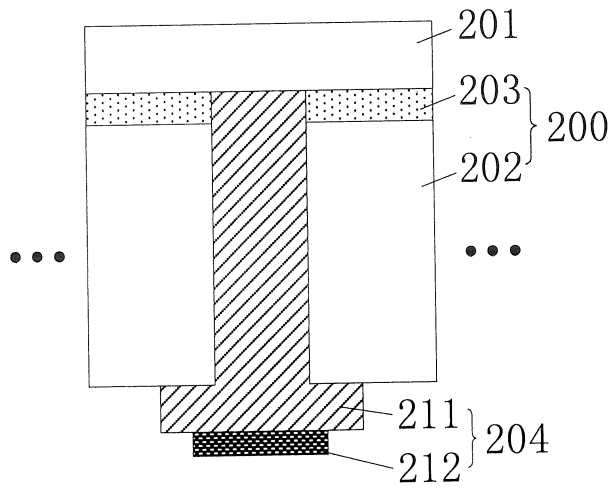


FIG. 4D

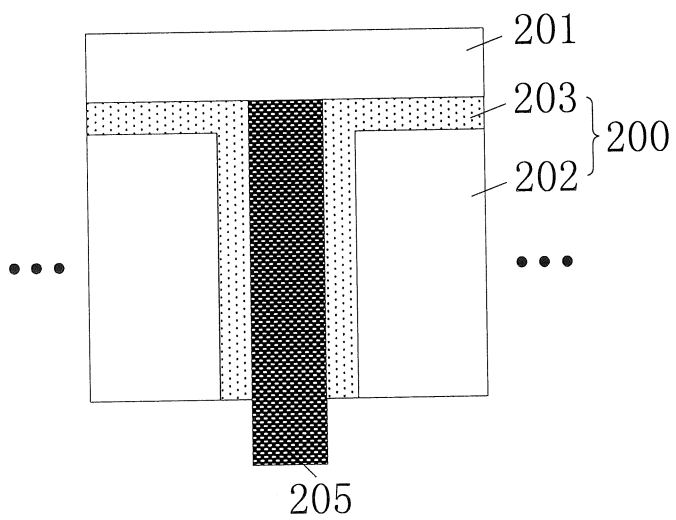


FIG. 4E

7/18

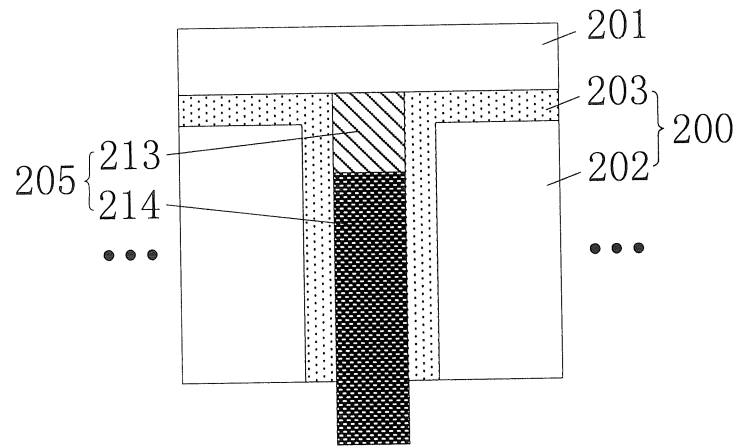


FIG. 4F

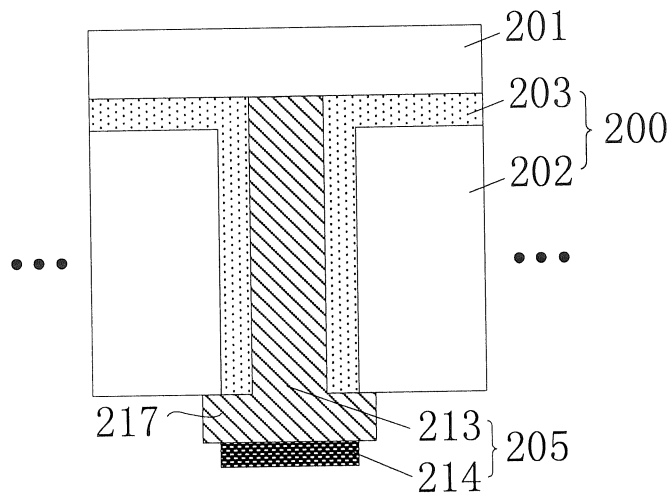


FIG. 4G

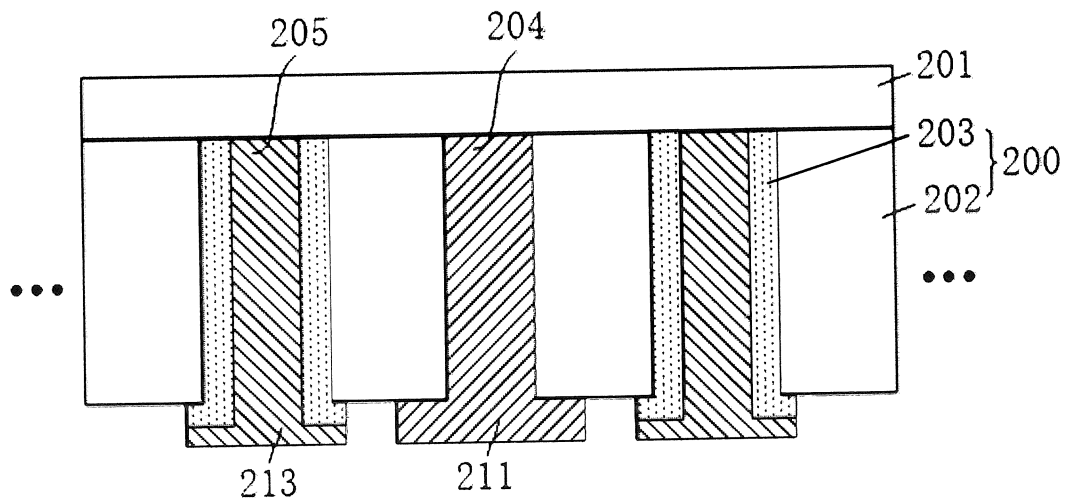


FIG. 5A

8/18

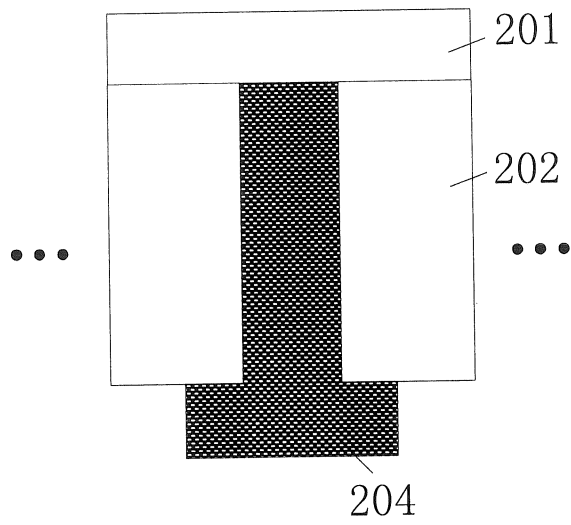


FIG. 5B

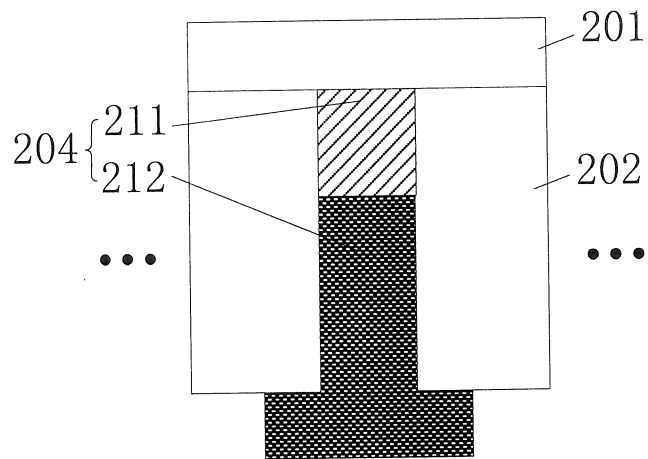


FIG. 5C

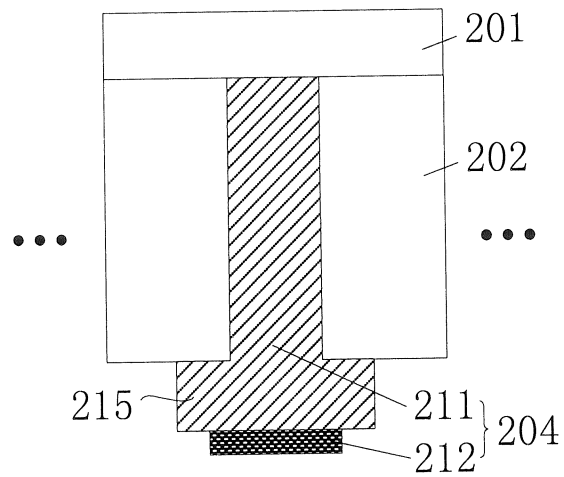


FIG. 5D

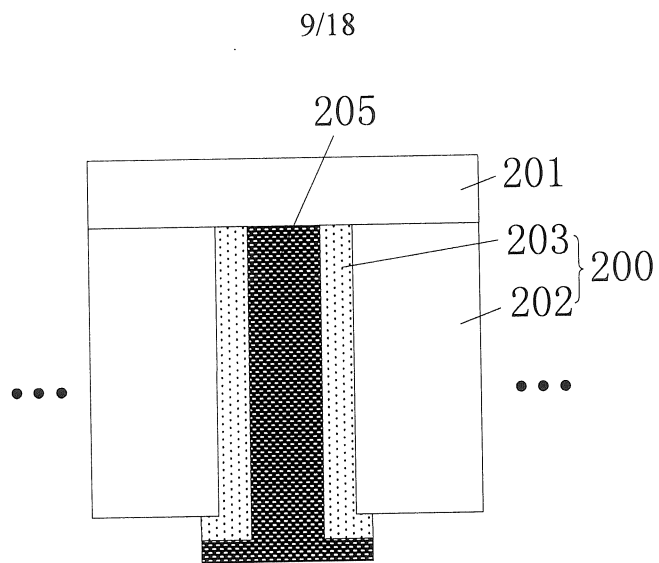


FIG. 5E

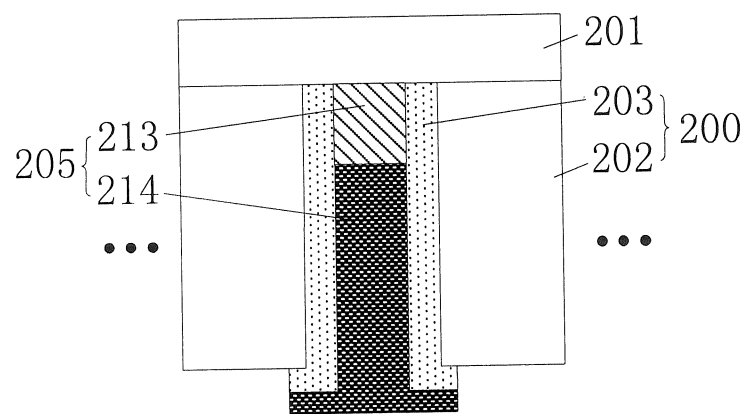


FIG. 5F

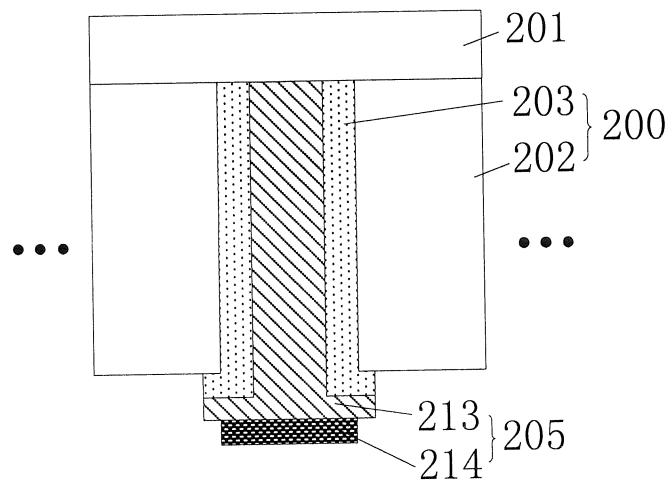


FIG. 5G

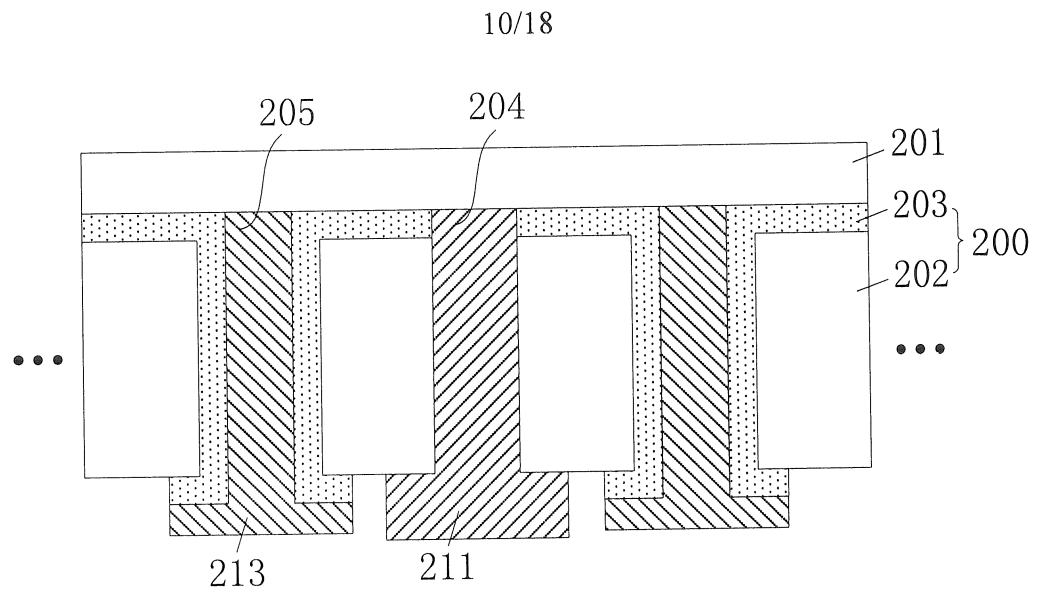


FIG. 6A

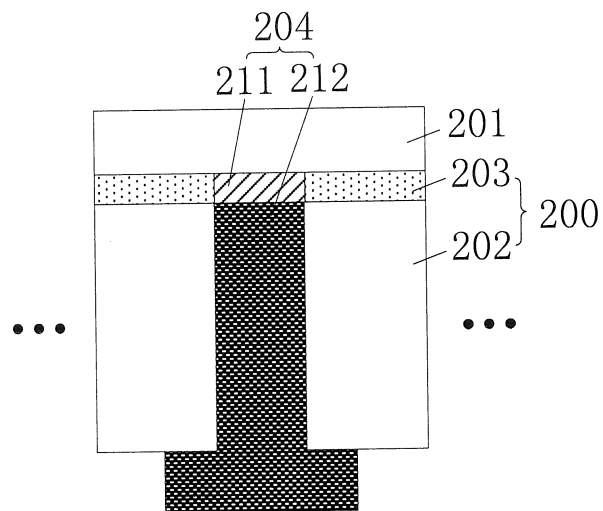


FIG. 6B

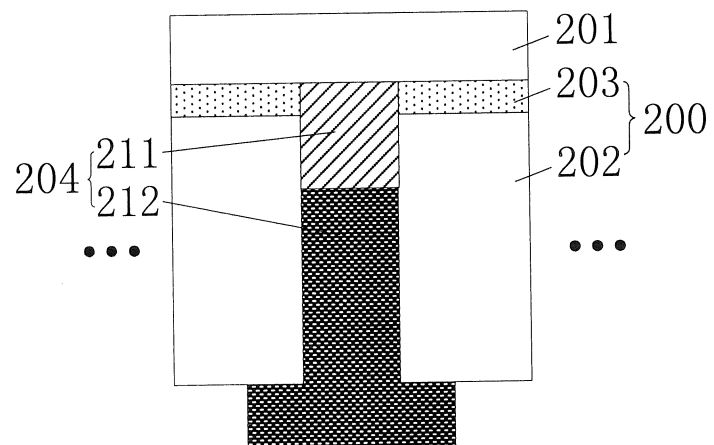


FIG. 6C

11/18

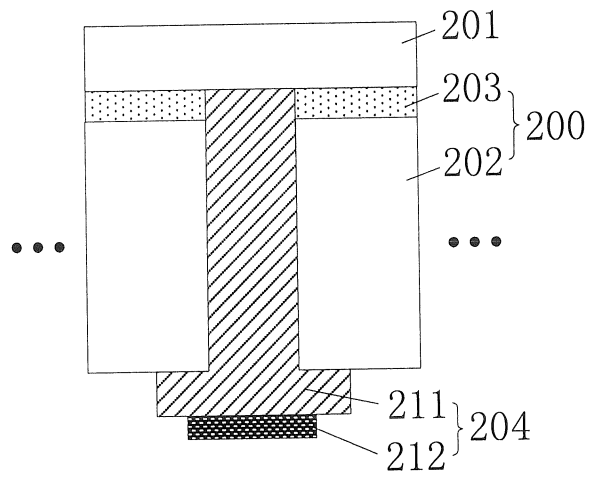


FIG. 6D

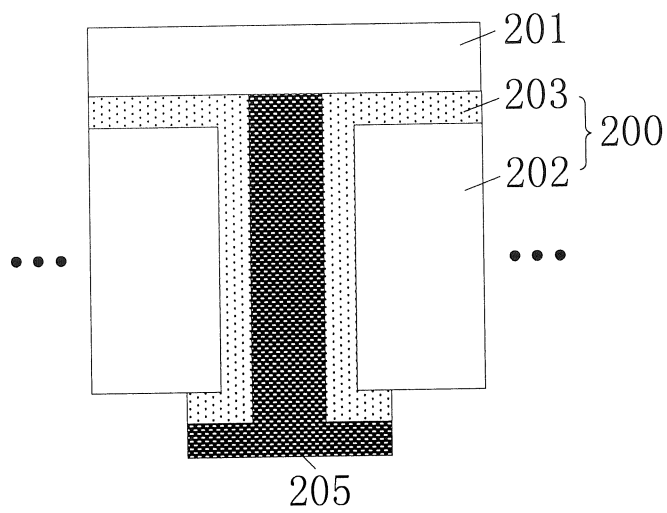


FIG. 6E

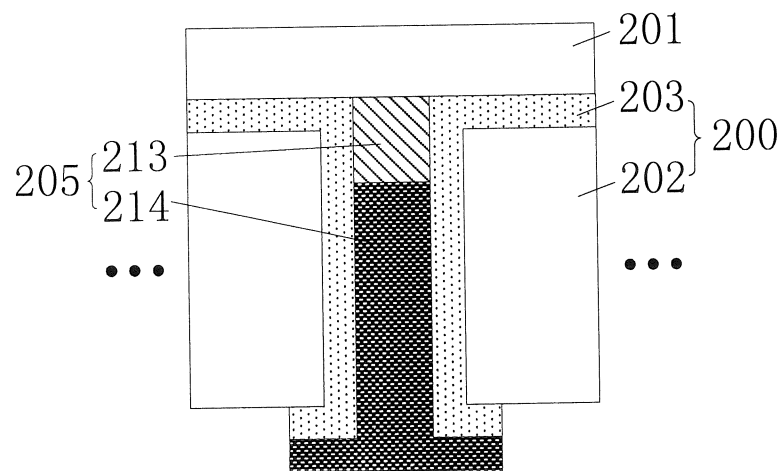


FIG. 6F

12/18

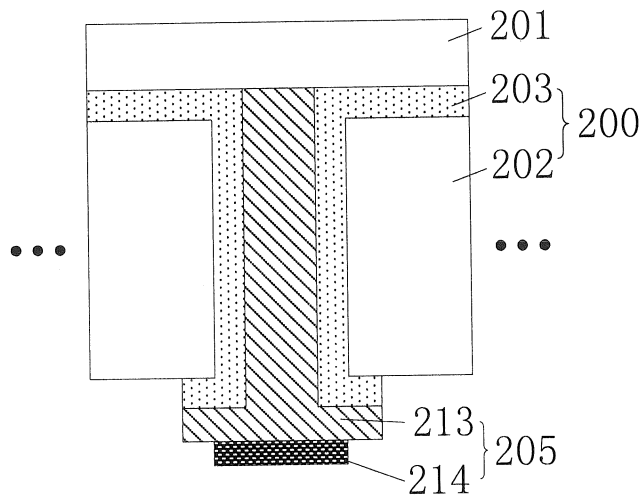


FIG. 6G

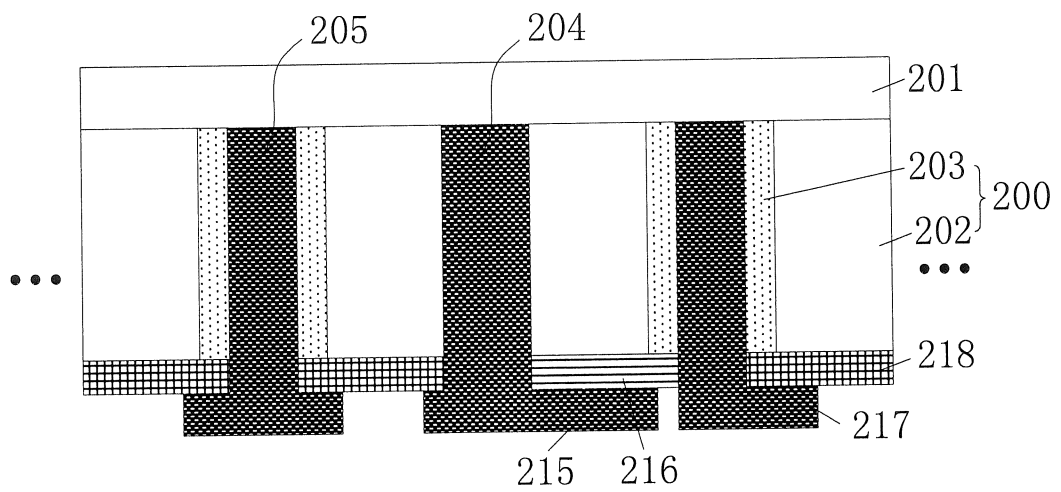


FIG. 7A

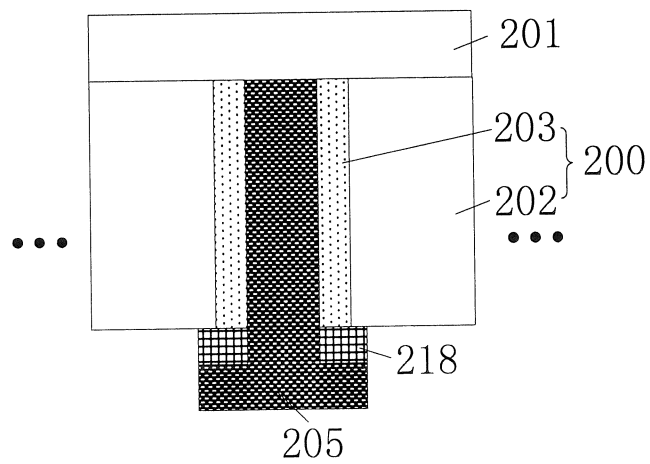


FIG. 7B

13/18

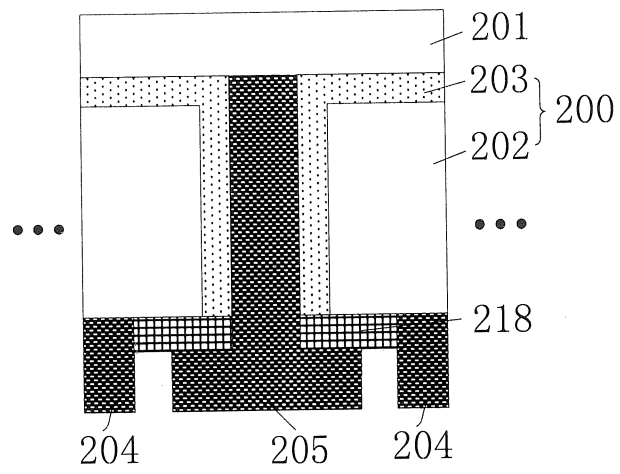


FIG. 7C

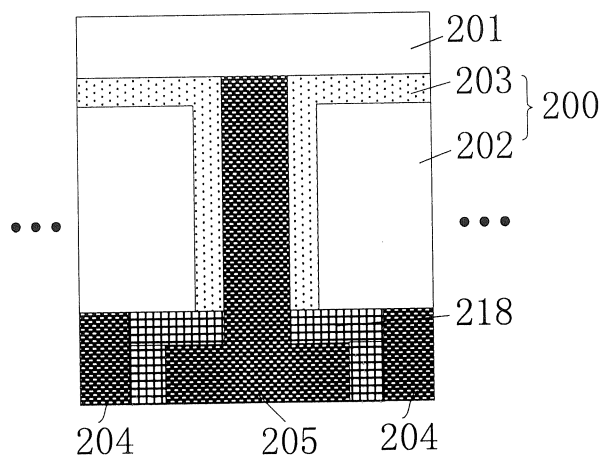


FIG. 7D

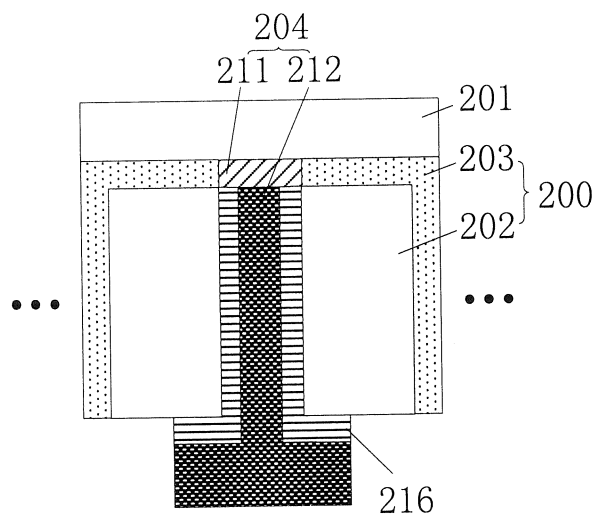


FIG. 7E

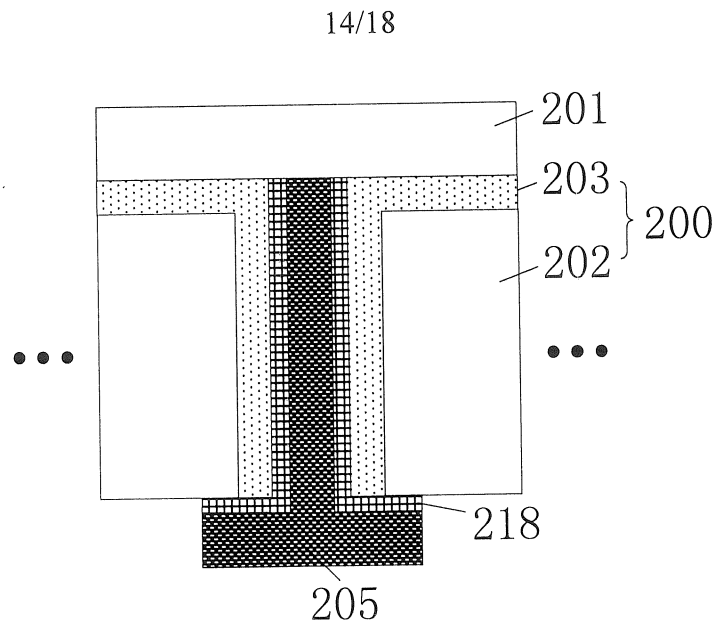


FIG. 7F

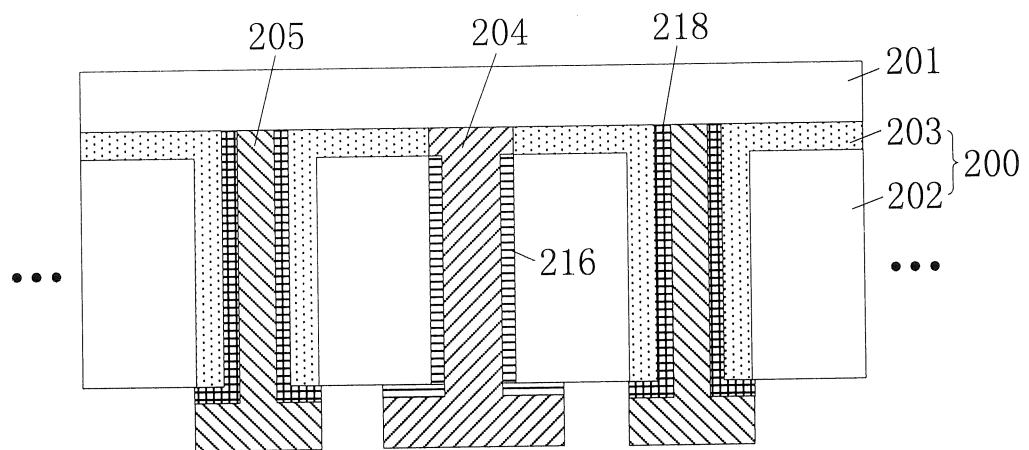


FIG. 7G

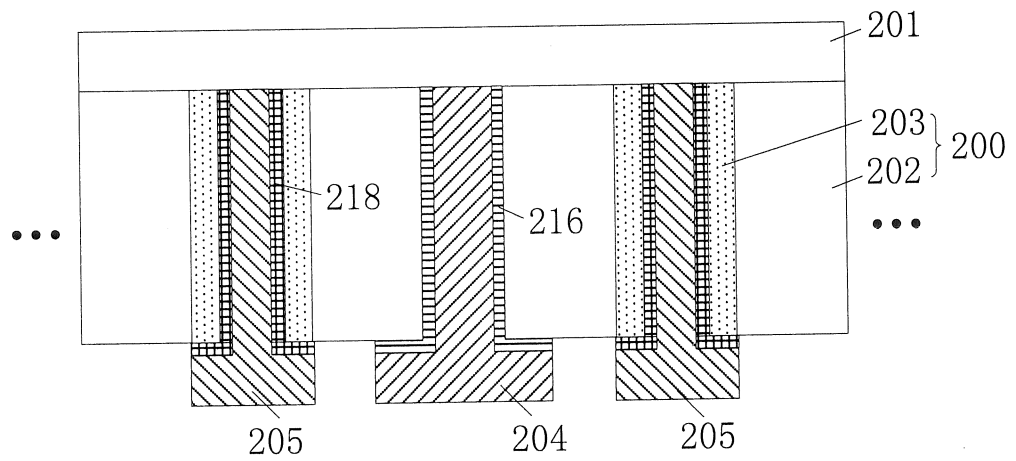


FIG. 7H

15/18

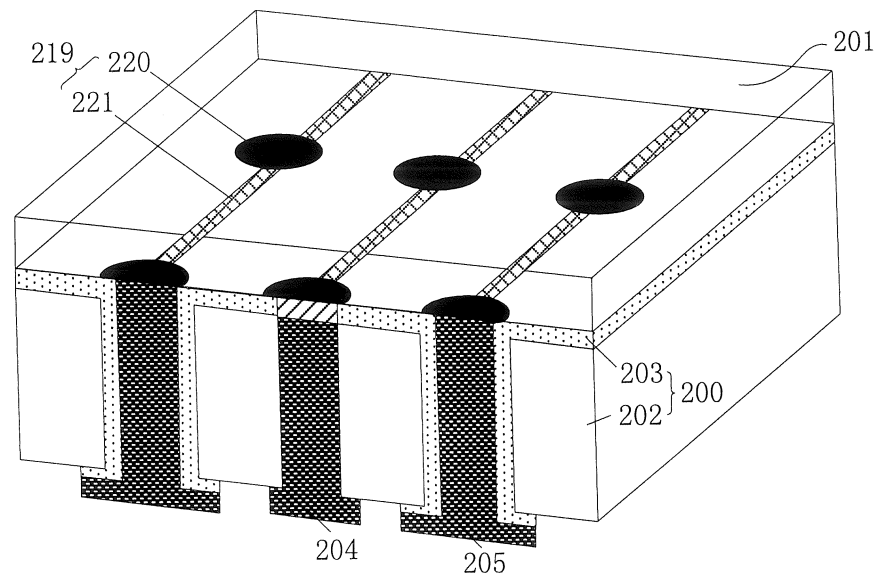


FIG. 8A

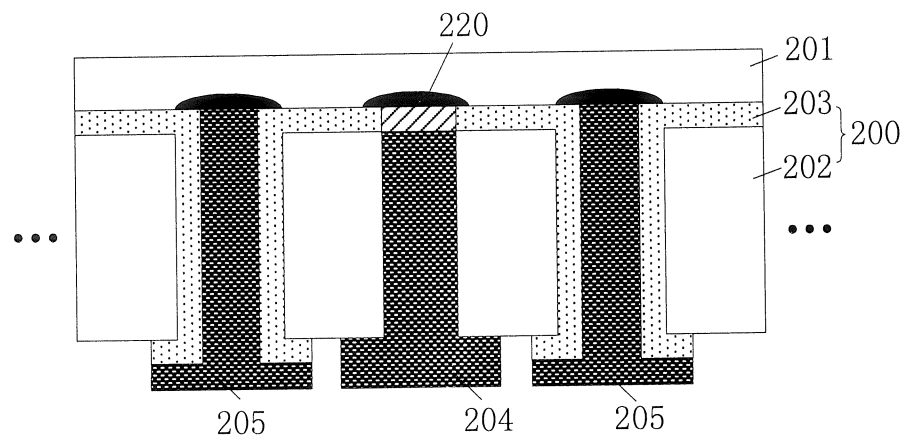


FIG. 8B

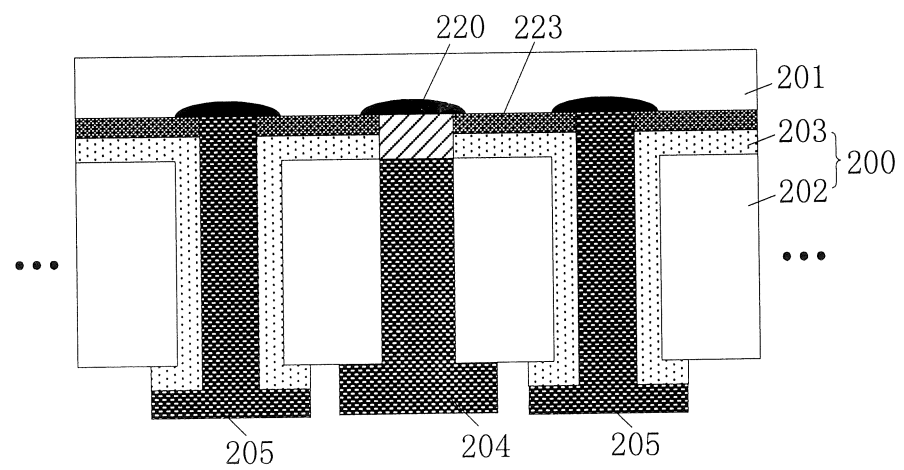


FIG. 8C

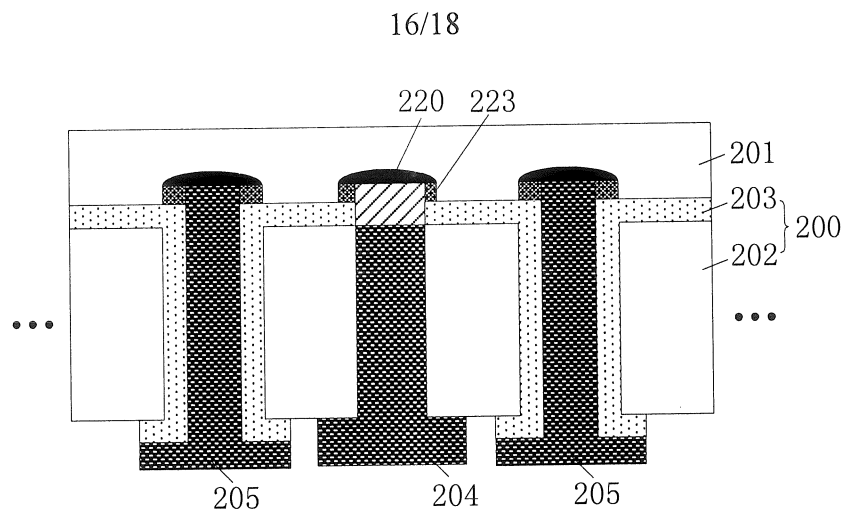


FIG. 8D

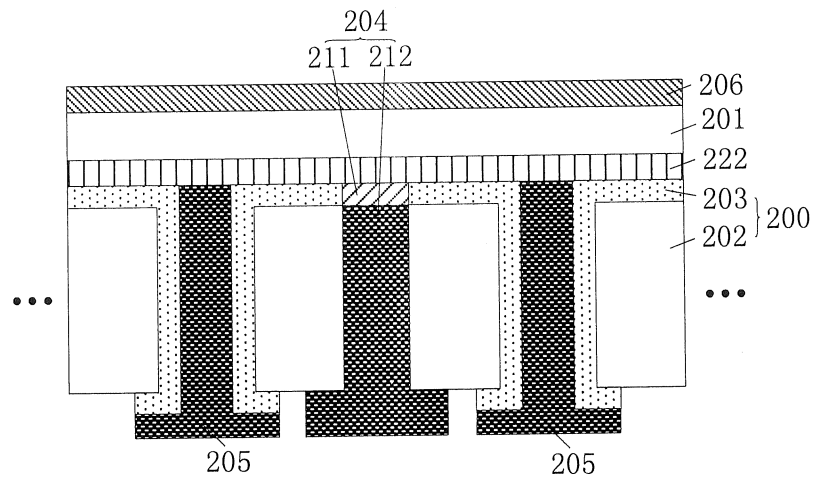


FIG. 9A

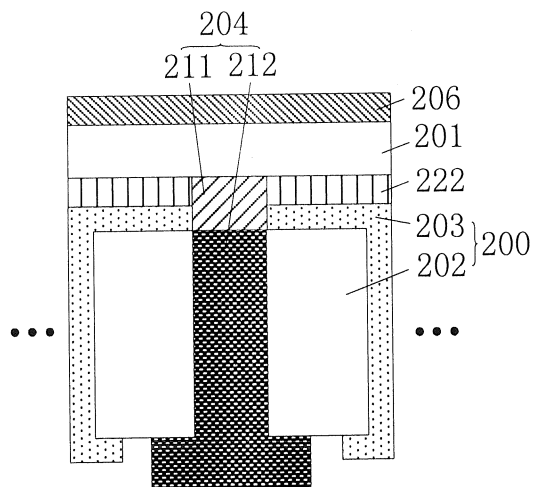


FIG. 9B

17/18

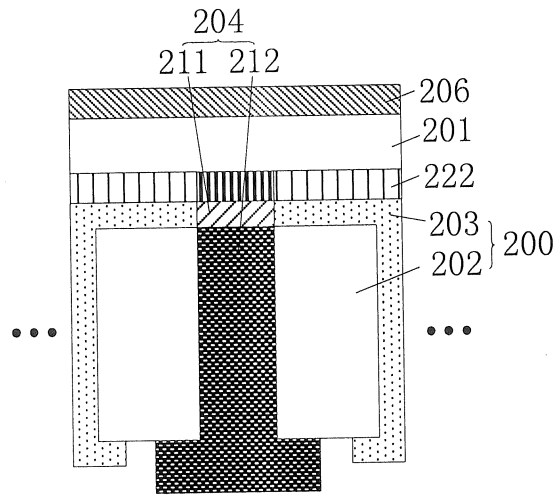


FIG. 9C

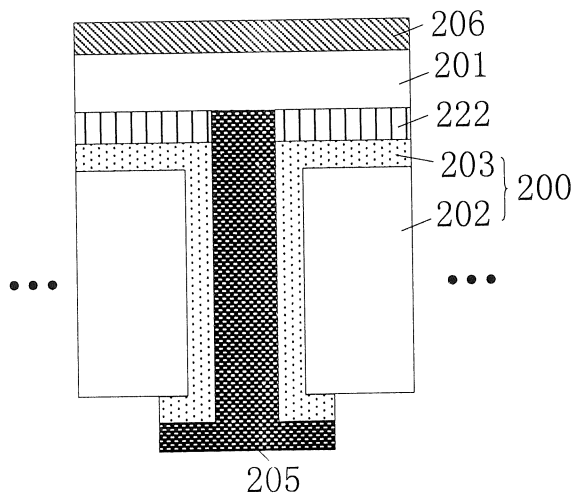


FIG. 9D

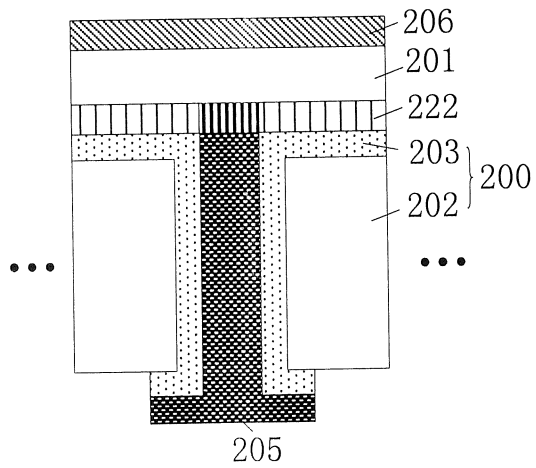


FIG. 9E

