(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0023301
(43) 공개일자 2020년03월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/0224 (2006.01) *H01L 31/0216* (2014.01)
H01L 31/0304 (2006.01) *H01L 31/18* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 31/022441 (2013.01)
H01L 31/02167 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-7038090
(22) 출원일자(국제) 2018년05월07일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2019년12월24일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2018/017615
(87) 국제공개번호 WO 2019/003638
국제공개일자 2019년01월03일
(30) 우선권주장
JP-P-2017-124479 2017년06월26일 일본(JP)

(71) 출원인
신에쓰 가가꾸 고교 가부시끼가이샤
일본 도쿄도 지요다꾸 오떼마치 2쪼메 6방 1고
(72) 발명자
하시가미, 히로시
일본, 군마 3790195, 안나카-시, 이소베 2-쵸메, 13-1, 신에쓰 가가꾸 고교 가부시키가이샤, 정밀기능재료연구소내
와타베, 타케노리
일본, 군마 3790195, 안나카-시, 이소베 2-쵸메, 13-1, 신에쓰 가가꾸 고교 가부시키가이샤, 정밀기능재료연구소내
오츠카, 히로유키
일본, 군마 3790195, 안나카-시, 이소베 2-쵸메, 13-1, 신에쓰 가가꾸 고교 가부시키가이샤, 정밀기능재료연구소내
(74) 대리인
특허법인씨엔에스

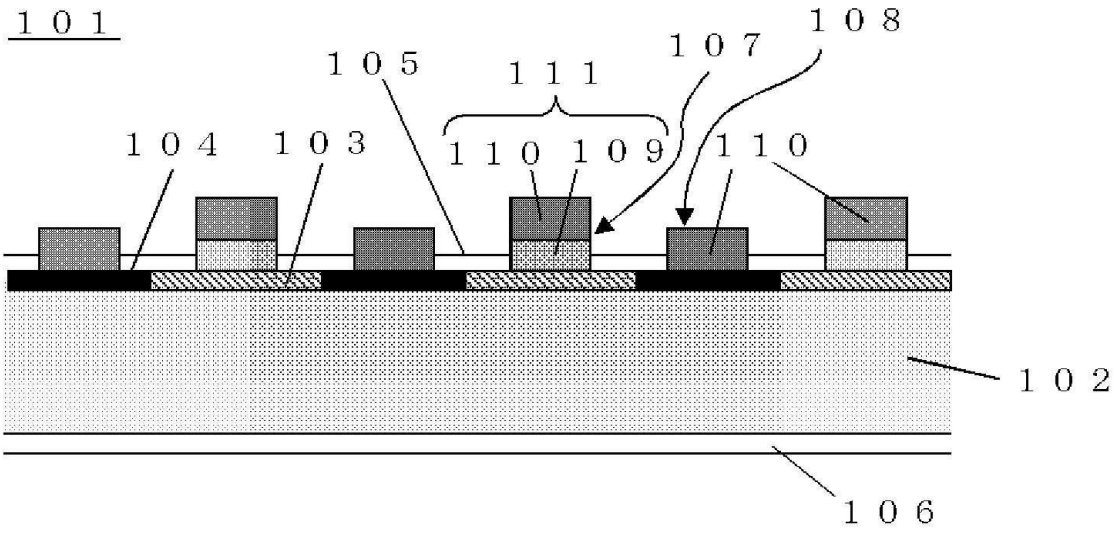
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **고효율 이면전극형 태양전지 및 그 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은, 결정 실리콘기판의 제1 주표면에, p형의 도전형을 갖는 p형 영역과, n형의 도전형을 갖는 n형 영역을 가지며, p형 영역 상에 형성된 양전극과, n형 영역 상에 형성된 음전극을 구비하는 이면전극형 태양전지로서, 양전극이, p형 영역 상에 형성되고, III족원소를 포함하는 제1 도전체와, 제1 도전체 상에 적층되고, 제1 도전체보다 III족원소의 함유비율이 낮은 제2 도전체와의 적층도전체로 이루어지는 것이며, 음전극이, n형 영역 상에 형성된 제2 도전체로 이루어지는 것을 특징으로 하는 태양전지이다. 이에 따라, 광전변환효율이 높으면서 저가의 이면전극형 태양전지가 제공된다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01L 31/03046 (2013.01)
H01L 31/1868 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

결정 실리콘기판의 제1 주표면에, p형의 도전형을 갖는 p형 영역과, n형의 도전형을 갖는 n형 영역을 가지며, 상기 p형 영역 상에 형성된 양전극과, 상기 n형 영역 상에 형성된 음전극을 구비하는 이면전극형 태양전지로서,

상기 양전극이, 상기 p형 영역 상에 형성되고, III족원소를 포함하는 제1 도전체와, 이 제1 도전체 상에 적층되고, 상기 제1 도전체보다 III족원소의 함유비율이 낮은 제2 도전체와의 적층도전체로 이루어지는 것이며,

상기 음전극이, 상기 n형 영역 상에 형성된 상기 제2 도전체로 이루어지는 것을 특징으로 하는 태양전지.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 도전체가, 은을 주성분으로 하는 것을 특징으로 하는 태양전지.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 도전체가, 알루미늄을 주성분으로 하는 것을 특징으로 하는 태양전지.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

추가로, 상기 p형 영역과 상기 n형 영역의 상기 양전극 및 상기 음전극이 형성되어 있지 않은 표면에 형성된 패시베이션막을 구비하는 것을 특징으로 하는 태양전지.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 기재된 태양전지를 전기적으로 접속하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 태양전지 모듈.

청구항 6

제5항에 기재된 태양전지 모듈을 전기적으로 복수개 접속하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 태양전지 발전시스템.

청구항 7

결정 실리콘기판의 제1 주표면에 p형의 도전형을 갖는 p형 영역 및 n형의 도전형을 갖는 n형 영역을 형성하는 공정과,

상기 p형 영역 상에 III족원소를 포함하는 제1 도전체를 형성하는 공정과,

이 제1 도전체 상과 상기 n형 영역 상의 양방에 상기 제1 도전체보다 III족원소의 함유비율이 낮은 제2 도전체를 형성하는 공정

을 포함하고,

상기 제1 도전체를 형성하는 공정과 상기 제2 도전체를 형성하는 공정에 의해, 상기 제1 도전체와 상기 제2 도전체의 적층도전체로 이루어지는 양전극과, 상기 제2 도전체로 이루어지는 음전극을 형성하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 제조방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제1 도전체를 형성하는 공정과 상기 제2 도전체를 형성하는 공정은, 전극제를 스크린 인쇄 또는 디스펜싱 형성하는 스텝을 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 제조방법.

청구항 9

제7항 또는 제8항에 있어서,

추가로, 상기 제1 도전체를 형성하는 공정과 상기 제2 도전체를 형성하는 공정보다 전에, 상기 p형 영역과 상기 n형 영역의 표면에 패시베이션막을 형성하는 공정을 포함하고,

상기 제1 도전체를 형성하는 공정에 있어서, 상기 패시베이션막을 개재하여 상기 p형 영역 상에 III족원소를 포함하는 상기 제1 전극제를 도포하고,

상기 제2 도전체를 형성하는 공정에 있어서, 이 제1 전극제 상과 상기 패시베이션막을 개재한 상기 n형 영역 상의 양방에 상기 제1 전극제보다 III족원소의 함유비율이 낮은 제2 전극제를 도포하고,

상기 제2 도전체를 형성하는 공정의 후에, 상기 제1 전극제와 상기 제2 전극제를 소결함으로써, 상기 양전극과 상기 음전극을 형성하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 제조방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 고효율 이면전극형 태양전지 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 결정 실리콘 태양전지의 광전변환효율을 향상시키는 수법으로서, 최근에는 수광면의 전극을 폐하여 전극의 그림자에 의한 광학적 손실을 없앤, 소위, 이면전극형 태양전지가 널리 검토되게 되었다.

[0003] 도 6은, 일반적인 이면전극형 태양전지의 기본구조를 나타내는 모식도이다. 한편, 수광면은 동일도면중 하향으로 나타내고 있다. 도 6에 나타나는 바와 같이, 이면전극형 태양전지(601)는, 기판(602)의 비수광면에, 붕소나 알루미늄 등의 III족원소가 고농도확산된 p형 영역(603)이 형성되고, 이것에 인접하도록 인이나 안티몬 등의 V족원소가 고농도확산된 n형 영역(604)이 형성되어 있다.

[0004] p형 영역(603)과 n형 영역(604)은, 광여기된 캐리어의 재결합에 의한 손실을 저감하기 위해, 주로 산화실리콘이나 질화실리콘, 산화알루미늄 또는 탄화실리콘 등의 단층막 또는 적층막으로 이루어지는 패시베이션막(605)에 덮여 있으며, 또한 반대면(수광면)은 질화실리콘, 산화티탄, 산화주석, 산화아연, 산화실리콘 또는 산화알루미늄 등의 단층막 또는 적층막으로 이루어지는 반사방지막(606)으로 덮여 있다.

[0005] 또한, 양전극(607)과 음전극(608)이 패시베이션막(605)을 관통하여 형성되어 있다. 이들 전극은, 비용의 면에서, 은 등의 금속미립자를 유기바인더에 섞은 도전성 페이스트를 스크린판 인쇄나 디스펜싱으로 소정 개소에 도포하고, 그 후 수백~850℃ 정도에서 열처리를 행해 형성하는 것이 일반적이다.

[0006] 그러나, 실제로는 p형 실리콘과 n형 실리콘에 상기와 같은 일반적인 은페이스트를 똑같이 적용하면, p형 실리콘과 전극의 접촉저항이 커지는 경우가 많다. 이는 실리콘의 도전형에 따라, 도전성 페이스트 중의 금속과의 일함수차가 상이한 것에 기인하고 있다.

[0007] 이 문제에 대해, 예를 들어 특허문헌 1에서는, 은을 주성분으로 한 도전성 페이스트의 고형분으로서 알루미늄분말을 6~30중량% 첨가함으로써, 양호한 전기적 접촉이 얻어진다고 기술되어 있다.

[0008] 또한, 특허문헌 2에서는, 갈륨 또는 인듐을 첨가한 은페이스트를 사용하고, 열처리에 의해 p형 실리콘에 해당 불순물을 도입함으로써 전기접촉을 얻는 방법이 기술되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 일본특허공고 S61-59546호 공보

(특허문헌 0002) 일본특허공표 2002-511190호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 그러나 한편으로, III족원소로 이루어지는 첨가물은, 그 자체의 전기도전율이 낮기 때문에, 이것을 전극제에 배합하면 배선저항이 증대한다는 문제가 있었다. 또한 양음의 양 전극을 기판의 비수광면에 배치한 이면전극형 태양전지는, 기판 양면에 전극이 있는 종래형의 태양전지에 비해 광전류밀도가 높기 때문에, 배선저항이 높음에 따른 출력특성의 저하가 특별히 현저해진다는 문제가 있었다.

[0011] 본 발명은, 상기 문제점을 감안하여 이루어진 것으로서, 제조가 간편하고, 광전변환효율이 높으면서 저가의 이면전극형 태양전지를 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 본 발명은, 광전변환효율이 높으면서 저가의 태양전지 모듈 및 태양전지 발전시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 본 발명은, 간편한 방법으로 전극에서의 저항손이 적고, 광전변환효율이 높은 이면전극형 태양전지의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명은, 결정 실리콘기판의 제1 주표면에, p형의 도전형을 갖는 p형 영역과, n형의 도전형을 갖는 n형 영역을 가지며, 상기 p형 영역 상에 형성된 양전극과, 상기 n형 영역 상에 형성된 음전극을 구비하는 이면전극형 태양전지로서, 상기 양전극이, 상기 p형 영역 상에 형성되고, III족원소를 포함하는 제1 도전체와, 이 제1 도전체 상에 적층되고, 상기 제1 도전체보다 III족원소의 함유비율이 낮은 제2 도전체와의 적층도전체로 이루어지는 것이며, 상기 음전극이, 상기 n형 영역 상에 형성된 상기 제2 도전체로 이루어지는 것을 특징으로 하는 태양전지를 제공한다.

[0013] 이러한 태양전지의 양전극은, 실리콘기판과 접하는 제1 도전체가 III족원소를 포함함으로써 접촉저항이 낮고, 배선에 접속되는 제2 도전체가 제1 도전체보다 III족원소의 함유비율이 낮음으로써 배선저항이 낮은 것이 된다. 즉, 양전극이 실리콘기판과 전극의 전기접촉이 양호하며, 또한, 배선저항이 저감된 것이 된다. 그 결과, 본 발명의 태양전지는 저항손이 적은 고효율의 이면전극형 태양전지가 된다.

[0014] 이때, 상기 제1 도전체가, 은을 주성분으로 하는 것으로 할 수 있다. 또는, 상기 제1 도전체가, 알루미늄을 주성분으로 하는 것으로 할 수 있다.

[0015] 제1 도전체의 주성분을 은으로 하면, 은페이스트를 이용할 수 있다. 또한, 제1 도전체의 주성분을 비교적 저가의 알루미늄으로 하면, 태양전지의 비용을 저감할 수 있다.

[0016] 나아가, 본 발명의 태양전지는, 상기 p형 영역과 상기 n형 영역의 상기 양전극 및 상기 음전극이 형성되어 있지 않은 표면에 형성된 패시베이션막을 구비하는 것이 바람직하다.

[0017] 이러한 것은, 패시베이션막에 의해 실리콘기판의 표면에서의 전자와 정공의 재결합을 억제할 수 있으므로, 보다 고효율의 태양전지가 된다.

[0018] 또한, 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명은, 상기의 태양전지를 전기적으로 접속하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 태양전지 모듈을 제공한다.

[0019] 이와 같이, 본 발명의 태양전지를 전기적으로 접속한 태양전지 모듈이면, 저항손이 적은 것이 된다.

[0020] 또한, 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명은, 상기의 태양전지 모듈을 전기적으로 복수개 접속하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 태양전지 발전시스템을 제공한다.

[0021] 본 발명의 태양전지를 전기적으로 접속한 태양전지 모듈은, 복수개 접속하여 태양전지 발전시스템으로 할 수 있고, 이러한 태양전지 발전시스템은 저항손이 적은 것이 된다.

[0022] 또한, 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명은, 결정 실리콘기판의 제1 주표면에 p형의 도전형을 갖는 p형 영역 및 n형의 도전형을 갖는 n형 영역을 형성하는 공정과, 상기 p형 영역 상에 III족원소를 포함하는 제1 도전체를 형성하는 공정과, 이 제1 도전체 상과 상기 n형 영역 상의 양방에 상기 제1 도전체보다 III족원소의 함유비율이

낮은 제2 도전체를 형성하는 공정을 포함하고, 상기 제1 도전체를 형성하는 공정과 상기 제2 도전체를 형성하는 공정에 의해, 상기 제1 도전체와 상기 제2 도전체의 적층도전체로 이루어지는 양전극과, 상기 제2 도전체로 이루어지는 음전극을 형성하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 제조방법을 제공한다.

[0023] 이렇게 한다면, 전극에서의 저항손이 적고 광전변환효율이 높은 이면전극형 태양전지를 간편한 방법으로 제조할 수 있다. 특히, 이러한 방법이면, 새로운 공정을 마련하지 않고서 양전극 형성의 일부와 음전극 형성을 동시에 행할 수 있고, 고효율의 태양전지를 저가로 제조하는 것이 가능해진다.

[0024] 이때, 상기 제1 도전체를 형성하는 공정과 상기 제2 도전체를 형성하는 공정은, 전극제를 스크린 인쇄 또는 디스펜싱 형성하는 스텝을 포함하는 것이 바람직하다.

[0025] 이와 같은 방법들을 이용함으로써, 저가로 생산성 좋게 태양전지를 제조할 수 있다.

[0026] 또한, 본 발명의 태양전지의 제조방법은, 추가로, 상기 제1 도전체를 형성하는 공정과 상기 제2 도전체를 형성하는 공정보다 전에, 상기 p형 영역과 상기 n형 영역의 표면에 패시베이션막을 형성하는 공정을 포함하고, 상기 제1 도전체를 형성하는 공정에 있어서, 상기 패시베이션막을 개재하여 상기 p형 영역 상에 III족원소를 포함하는 상기 제1 전극제를 도포하고, 상기 제2 도전체를 형성하는 공정에 있어서, 이 제1 전극제 상과 상기 패시베이션막을 개재한 상기 n형 영역 상의 양방에 상기 제1 전극제보다 III족원소의 함유비율이 낮은 제2 전극제를 도포하고, 상기 제2 도전체를 형성하는 공정의 후에, 상기 제1 전극제와 상기 제2 전극제를 소결함으로써, 상기 양전극과 상기 음전극을 형성하는 것이 바람직하다.

[0027] 이와 같이, 패시베이션막을 형성함으로써, 보다 고효율의 태양전지를 제조하는 것이 가능해진다. 또한, 상기 방법은 간편한 방법이다.

발명의 효과

[0028] 본 발명의 태양전지이면, 양호한 전기접촉과 낮은 배선저항을 양립한 양전극을 구비하므로, 태양전지 출력의 저항손이 저감된 것이 된다. 또한, 본 발명의 태양전지의 제조방법에 따르면, 이러한 저항손이 저감된 고효율의 태양전지를 저가로 간편하게 제조할 수 있다. 특히, 본 발명의 태양전지의 제조방법에서는, 스크린 인쇄법이나 디스펜싱법을 이용할 수 있으며, 나아가, 양전극 형성의 일부와 음전극 형성을 동시에 행할 수 있으므로, 광전변환효율이 높은 태양전지를 보다 저가로 보다 높은 생산성으로 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명에 따른 태양전지의 구조의 일 형태를 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명에 따른 태양전지의 제조방법의 일 예를 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명에 따른 태양전지의 이면구조의 일 형태를 나타내는 도면이다.

도 4는 본 발명에 따른 태양전지 모듈의 일 형태를 나타내는 도면이다.

도 5는 본 발명에 따른 태양광발전시스템의 일 형태를 나타내는 도면이다.

도 6은 종래의 이면전극형 태양전지의 기본구조를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 이하, 본 발명에 대하여 실시의 형태를 설명하나, 본 발명은 이것으로 한정되는 것은 아니다.

[0031] 우선, 본 발명의 태양전지의 구조의 일 예를, 도 1을 이용하여 구체적으로 설명한다. 한편, 수광면은 도 1 중에서는 하향으로 나타내고 있다.

[0032] 도 1에 나타내는 바와 같이, 본 발명의 이면전극형 태양전지(101)(이하, 간단히 태양전지라 호칭하는 경우도 있다)는, 결정 실리콘기판(102)의 제1 주표면(태양전지로 했을 때에, 비수광면이 되는 면)에, p형의 도전형을 갖는 p형 영역(103)과, n형의 도전형을 갖는 n형 영역(104)을 가지며, p형 영역(103) 상에 형성된 양전극(107)과, n형 영역(104) 상에 형성된 음전극(108)을 구비한다.

[0033] 보다 구체적으로는 이하와 같은 것으로 할 수 있다. 본 발명의 이면전극형 태양전지(101)는, p형 또는 n형의 도전형을 갖는 결정 실리콘기판(102)의 제1 주표면(태양전지로 했을 때에, 비수광면이 되는 면)에, p형의 도전형을 부여하는 도판트가 결정 실리콘기판(102)의 도판트농도보다 고농도로 첨가된 p형의 도전형을 갖는 p형 영

역(103)이 국소적으로 형성되어 있는 것으로 할 수 있다. 나아가, 동일 제1 주표면에 있어서 n형의 도전형을 부여하는 도판트가 실리콘기판(102)의 도판트농도보다 고농도로 첨가된 n형의 도전형을 갖는 n형 영역(104)이 p형 영역(103)과 이웃하도록 형성되어 있는 것으로 할 수 있다.

[0034] p형 영역(103) 상에는, 제1 도전체(109)와 제2 도전체(110)의 적층도전체(111)로 이루어지는 양전극(107)이 형성되어 있다. 한편, n형 영역(104) 위에는, 제2 도전체(110)로 이루어지는 음전극(108)이 형성되어 있다. p형 영역(103) 상에 형성되어 양전극(107)의 일부를 구성하는 제1 도전체(109)는, III족원소를 포함하는 것이다.

[0035] 제1 도전체(109)는 p형 영역(103)과의 접촉저항을 저감할 목적으로부터, 유리프릿이 첨가된 알루미늄페이스트의 소결체나, 또는, III족원소와 유리프릿이 첨가된 은페이스트의 소결체가 호적하게 이용된다. III족원소는 붕소나 갈륨 또는 인듐의 단체 또는 화합물을 이용해도 되는데, 비용의 점으로부터 알루미늄을 이용하는 것이 바람직하다. III족원소의 화합물로는, 보다 구체적으로는, 질화붕소, 산화붕소, 염화알루미늄, 및 브롬화알루미늄 중 1종 이상을 포함하는 것이 바람직하다. 제1 도전체(109) 중의 III족원소의 함유비율은, 첨가원소나 그 형태에 따라 적당히 조정할 필요가 있는데, 예를 들어 알루미늄을 이용하는 경우의 함유비율은 대체로 3중량% 이상으로 하면 된다. 또한, 제1 도전체는, 은 또는 알루미늄을 주성분으로 하는 것이 바람직하다. 은을 주성분으로 하는 경우, 은의 함유비율은 50질량% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 알루미늄을 주성분으로 하는 경우, 알루미늄의 함유비율은 50질량% 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0036] 또한, 제2 도전체(110)는, 제1 도전체(109)보다 III족원소의 함유비율이 낮다. 특히, 제2 도전체(110)에는, 유리프릿이 첨가되고, 또한, III족원소가 첨가되어 있지 않은 일반적인 은페이스트의 소결체로 형성되는 것이 바람직하다. 음전극(108)이 되는 제2 도전체(110)에 III족원소가 첨가되어 있으면, 배선저항이 높아질 뿐만 아니라, n형 영역(104)의 표면에 에너지장벽이 형성됨으로써 접촉저항이 증가하고, 태양전지특성이 저하된다.

[0037] 이와 같이, 양전극(107)을 p형 영역(103)과 양호한 전기적 접촉을 얻는 제1 도전체(109)와 배선저항이 낮은 제2 도전체(110)의 적층구조로 함으로써 전기저항손실이 저감되고, 태양전지의 광전변환효율을 향상시키는 것이 가능해진다.

[0038] 또한, p형 영역(103)의 양전극비형성부와 n형 영역(104)의 음전극비형성부에는 패시베이션막(105)이 형성되어 있는 것이 바람직하다. 이 경우, 즉, 본 발명의 이면전극형 태양전지(101)는, p형 영역(103)과 n형 영역(104)의 양전극(107) 및 음전극(108)이 형성되어 있지 않은 표면에 형성된 패시베이션막(105)을 구비한다. 이러한 패시베이션막(105)에 의해, 결정 실리콘기판(102)의 표면에 있어서의 정공과 전자의 재결합을 억제할 수 있으므로, 보다 고효율의 태양전지가 된다. 패시베이션막(105)에는, 산화실리콘, 질화실리콘, 산화알루미늄, 또는 탄화실리콘 등을 사용할 수 있다. 이들은 단층으로 사용해도 되고, 조합하여 적층막으로 해도 된다. 패시베이션막(105)의 막두께는, 충분한 패시베이션효과를 얻기 위해, 수 nm 내지 100nm로 하는 것이 좋다. 또한, p형 영역(103)의 표면과 n형 영역(104)의 표면에 각각 구성이 상이한 막을 적용해도 된다.

[0039] 또한, 결정 실리콘기판(102)의 수광면에는 반사방지막(106)이 형성되어 있는 것이 바람직하다. 반사방지막(106)은 광구속(光とじこめ)효과를 얻는 필요로부터, 굴절률이 1.8 내지 2.2의 유전체를 이용하는 것이 좋고, 이에 따라 질화실리콘, 탄화실리콘, 산화티탄, 산화주석, 산화아연 등을 사용할 수 있다. 이들 유전체는, 최적의 광구속효과를 얻기 위해, 막두께를 70nm 내지 120nm로 하여 이용하는 것이 좋다. 또한, 이들은 단층으로 이용해도 되며, 도면에는 나타내고 있지 않으나, 상기의 유전체와 결정 실리콘기판(102) 사이에 막두께 40nm 이하의 산화실리콘이나 산화알루미늄의 중간층을 형성해도 된다. 이에 따라, 수광면 표면의 패시베이션효과를 높일 수 있다.

[0040] 다음에, 도 2를 참조하여, 본 발명의 태양전지의 제조방법을 설명하나, 본 발명은 이것으로 한정되는 것은 아니다.

[0041] 결정 실리콘기판(202)은 저항률이 0.1~10Ω·cm인 p형 또는 n형의 도전형을 갖는 결정 실리콘으로 할 수 있으며, 도면에는 나타내고 있지 않으나, 기판 표면에는 광구속효과를 위한 요철구조를 형성할 수 있다. 요철구조는, 결정 실리콘기판(202)을 산성 또는 알칼리용액에 일정시간 침지함으로써 얻어진다. 산성용액에는 일반적으로 불질산에 아세트산, 인산, 황산, 물 등의 혼합산용액이 이용되며, 이것에 결정 실리콘기판(202)을 침지하면, 기판가공시에 거칠어진 표면의 미세한 홈이 우선적으로 에칭되거나 하여, 요철구조가 형성된다. 또한 알칼리용액은, 수산화칼륨이나 수산화나트륨수용액, 혹은 수산화테트라메틸암모늄수용액이 이용된다. 알칼리에칭은 Si-OH결합을 형성함으로써 에칭을 진행시키기 위해 에칭속도가 결정면방위에 의존하므로, 에칭속도가 느린 결정면이 노출된 요철구조가 얻어진다.

[0042] 결정 실리콘기판(202)의 비수광면에서는 반드시 요철구조가 필요하지는 않다. 오히려, 평탄화함으로써 표면적을 줄여 캐리어 재결합손실을 저감하는 효과를 기대할 수 있다. 그 경우에는, 불질산을 포함한 약액을 사용한 스핀에칭이나 인라인형의 편면세정기를 이용할 수 있다.

[0043] 요철구조 형성 후에는, 염산, 황산, 질산, 불산 등, 혹은, 이들의 혼합액의 산성 수용액 중에서 결정 실리콘기판(202)을 세정하는 것이 바람직하다. 비용적 및 특성적 관점으로부터, 염산 중에서의 세정이 바람직하다. 청정도를 향상하기 위해, 염산용액 중에, 0.5~5%의 과산화수소를 혼합시키고, 60~90℃로 가온하여 세정해도 된다.

[0044] 다음에, 결정 실리콘기판의 제1 주표면에 p형의 도전형을 갖는 p형 영역 및 n형의 도전형을 갖는 n형 영역을 형성한다. 이는 이하에 설명하는 바와 같이, 도 2(a)~(c)에 나타낸 공정에 의해 형성할 수 있는데, 이것으로 한정되지 않는다. 우선, 도 2(a)에 나타내는 바와 같이, 결정 실리콘기판(202)의 편면에 p형 영역(203)을 형성한다. III족원소를 포함한 확산원을 이용한다면, p형 영역(203)을 형성할 수 있고, 전기적 특성과 장치의 간이성으로부터, 예를 들어, 브롬화붕소를 이용하여 900~1000℃에서 기상확산하는 것이 좋다. 본 발명의 태양전지는 p형 영역(203)을 이면(태양전지로 했을 때에 비수광면이 되는 면)에만 형성할 필요가 있고, 이것을 달성하기 위해 기판끼리를 2매 중첩한 상태에서 확산하거나, 수광면측에 질화실리콘 등의 확산배리어를 형성하거나 하여, 수광면에 붕소가 확산되지 않도록 궁리할 필요가 있다. 또한, 기상확산 외에, 붕소 화합물을 기판에 도포하여 건조한 후, 900~1000℃에서 열확산하여 p형 영역(203)을 형성해도 된다. 이 방법에 따르면, 비교적 용이하게 비도포면에의 붕소확산을 억제할 수 있다. 또한 이 밖에도, 확산제에 의한 스핀코트법, 스프레이법 등에 의해 편면확산을 행할 수 있다.

[0045] 또한, p형 영역(203) 상에는, 확산배리어(212)를 형성할 수 있다. 이것에는, 화학기상 체적법이나 물리증착법으로 얻어지는 질화실리콘이나 산화실리콘이 호적하게 이용된다. 이 경우, 막의 제조방법에 따라서도 다른데, 대체로 두께 50~200nm의 막을 형성한다. 이것들 외에, 열처리로 얻어지는 산화실리콘막을 이용해도 된다. 이 경우, 기판을 800~1100℃의 산소 또는 수증기분위기 중에서 열처리하고, 20~200nm의 산화실리콘을 성장시킨다. 한편, 이 열산화는, 붕소 등의 III족원소의 확산과 연속적으로 행해도 된다.

[0046] 이어서, 도 2(b)와 같이 n형 영역을 형성하는 개소의 확산배리어(212)를 부분적으로 제거하여, p형 영역(203)을 노출시킨다. 확산배리어(212)의 제거는, 예를 들어 에칭페이스트를 원하는 개소에 스크린 인쇄하고, 100~400℃에서의 열처리를 행함으로써 실현할 수 있다. 또한 공정이 보다 간소한 레이저 어블레이션을 행해도 된다.

[0047] 다음에, 도 2(c)에 나타내는 바와 같이, 확산배리어의 개구부에 n형 영역(204)을 형성할 수 있다. V족원소를 포함한 확산원을 이용한다면, n형 영역(204)을 형성할 수 있고, 전기적 특성과 장치의 간이성으로부터, 예를 들어 옥시염화인을 이용하여 800~980℃에서 기상확산하는 것이 좋다. 본 발명의 태양전지는 n형 영역(204)을 이면(비수광면)에만 형성할 필요가 있고, 이것을 달성하기 위해 기판끼리를 2매 중첩한 상태에서 확산하거나, 수광면측에 질화실리콘 등의 확산배리어를 형성하거나 하여, 수광면에 인이 확산되지 않도록 궁리할 필요가 있다. 또한, 기상확산 외에, 인 화합물을 기판에 도포하여 건조한 후, 800~980℃에서 열확산하여 n형 영역(204)을 형성해도 된다. 이 방법에 따르면, 비교적 용이하게 비도포면에의 인확산을 억제할 수 있다.

[0048] 인 등의 V족원소확산은, 상기의 방법 이외에, 확산배리어(212)의 개구부로 노출한 p형 영역(203)을 에칭제거하고 나서 행해도 된다. 이 경우, 예를 들어 결정 실리콘기판(202)을 수산화나트륨수용액이나 수산화칼륨수용액에 침지함으로써, 확산배리어(212)가 마스크로서 작용하며, 개구부의 p형 영역(203)을 선택적으로 제거할 수 있다.

[0049] p형 영역과 n형 영역의 형성패턴은, 예를 들어, 도 3(a)와 같이, 결정 실리콘기판(302)에 있어서, p형 영역(303)과 n형 영역(304)이 직선상으로 인접하는 형식이어도 되고, 도 3(b) 및 도 3(c)와 같이 p형 영역(303) 또는 n형 영역(304) 중 어느 쪽이 도(島)상으로 형성되어도 된다.

[0050] 인 등의 V족원소확산 후, 확산면에 형성된 보론유리, 확산배리어(212), 인유리를 불산 등으로 제거한다. 기판 표면의 청정성을 유지하기 위해, 보다 바람직하게는, 암모니아수나 수산화테트라메틸암모늄수용액과 0.5~5%의 과산화수소를 혼합시키고, 60~90℃로 가온하여 세정해도 된다. 이에 더하여, 추가로 염산, 황산, 질산, 혹은 이들의 혼합액, 혹은 이들과 0.5~5%의 과산화수소를 혼합시키고, 60~90℃로 가온하여 세정해도 된다. 또한 바람직하게는 최후단에서 불산수용액에 의해 기판 표면의 산화막을 제거하는 것이 좋다.

[0051] 다음에, 도 2(d)에 나타내는 바와 같이, p형 영역과 n형 영역 상에 패시베이션막(205)을 형성할 수 있다. 패시베이션막(205)에는 질화실리콘이 호적하게 이용된다. 이 경우, 플라즈마CVD를 이용하고, 실란, 암모니아 및 수소의 혼합비를 적당히 조정함으로써 패시베이션효과가 높은 막이 얻어진다. 이 밖에, 산화실리콘이나 산화알루

미늄 또는 탄화실리콘 등을 열처리, CVD법, 스퍼터법 혹은 원자층퇴적법 등의 방법으로 형성해도 된다. 또한, 이들 막을 단층 혹은 상기 중 어느 하나와 조합하여 적층형성해도 된다. 또한, 패시베이션막(205)의 막두께는, 충분한 패시베이션효과를 얻기 위해, 수nm 내지 100nm 형성하는 것이 좋다.

[0052] 이어서, 결정 실리콘기판(202)의 수광면에 반사방지막(206)을 형성한다. 반사방지막(206)은 광구속효과를 얻는 필요로부터, 굴절률이 1.8 내지 2.2인 유전체를 이용하는 것이 좋고, 이를 위해 질화실리콘, 탄화실리콘, 산화티탄, 산화주석, 산화아연 등을 사용할 수 있다. 이들 막은, 최적의 광구속효과를 얻기 위해, 막두께를 70nm 내지 120nm로 하여 이용하는 것이 좋다. 또한, 이들은 단층으로 이용해도 되고, 도면에는 나타내고 있지 않으나, 상기의 막과 결정 실리콘기판(202) 사이에 막두께 40nm 이하의 산화실리콘이나 산화알루미늄의 중간층을 형성해도 된다. 이에 따라, 수광면 표면의 패시베이션효과를 높일 수 있다.

[0053] 다음에, 도 2(e)에 나타내는 바와 같이 p형 영역2 상에 제1 전극제(209a)를 도포한다. 제1 전극제(209a)는 p형 영역(203)과 양호한 전기적 접촉을 얻기 위해, 알루미늄분말과 유리프릿을 유기바인더에 혼합한 알루미늄페이스트나, 또는, 은분말과 유리프릿과 III족원소의 단체 또는 화합물을 유기바인더에 혼합한 은페이스트가 호적하게 이용된다. 후자의 경우, III족원소의 함유비율은, 첨가하는 원소 및 그 형태에 따라 적당히 조정할 필요가 있는데, 비용의 면에서 알루미늄분말을 고형분비율로서 3중량% 이상 첨가한 은페이스트를 이용하는 것이 바람직하다.

[0054] 제1 전극제(209a)의 형성방법에 특별히 제한은 없으나, 생산성의 관점으로부터, 도전성 페이스트를 p형 영역(203) 상에 스크린 인쇄 또는 디스펜싱 형성 도포하는 것이 바람직하다.

[0055] 이 후, 결정 실리콘기판(202)을 100~300℃의 대기 중에서 건조시킨다.

[0056] 이어서, 도 2(f)에 나타내는 바와 같이 제1 전극제(209a)와 n형 영역(204) 상에 제2 전극제(210a)를 도포에 의해 형성한다. 제2 전극제(210a)에는, III족원소를 포함하지 않고, 은분말과 유리프릿을 유기바인더와 혼합한 은페이스트가 호적하게 이용된다.

[0057] 이 후, 기판을 100~300℃의 대기 중에서 건조시킨다.

[0058] 이어서, 기판을 예를 들어 700~890℃ 정도의 대기 중에서 1초~10분간 소성한다. 이 열처리에 의해 제1 전극제(209a)와 제2 전극제(210b)를 소결하면, 도 2(g)에 나타내는 바와 같이, 양전극(207)과 음전극(208)이 형성되고, 다시 패시베이션막(205)이 전극제에 침식되어 양 전극과 결정 실리콘기판(202)이 전기적으로 접촉된다. 이상과 같이 하여, 본 발명의 이면전극형 태양전지(201)를 제조할 수 있다.

[0059] 또한, 이상의 공정에 의해 얻어진 복수의 본 발명의 태양전지를 전기적으로 직렬접속함으로써, 태양전지 모듈이 얻어진다. 도 4는, 본 발명의 태양전지 모듈(420)의 비수광면측에 있어서의 구성의 일 예이다. 태양전지(401)의 양전극(407)이 인접하는 태양전지의 음전극(408)에 태브(421)에 의해 전기적으로 접속되고, 소정의 출력에 필요한 매수의 태양전지가 연결되어 있다. 한편, 1개의 태양전지의 양전극(407)은 태양전지 모듈(420)의 양극단자(422)에 접속되고, 다른 1개의 태양전지의 음전극(408)은 태양전지 모듈(420)의 음극단자(423)에 접속되어 있다. 접속된 태양전지는, 도 4에는 나타내지 않았으나, 커버유리와 충전제, 나아가 백시트에 의해 봉지된다. 커버유리에는 소다라임유리가 널리 사용된다. 또한 충전제에는 에틸렌비닐아세테이트나 폴리올레핀 또는 실리콘 등이 사용된다. 백시트에는 폴리에틸렌테레프탈레이트를 사용한 기능성 필름이 일반적으로 이용되고 있다.

[0060] 또한, 도 5는, 상기의 태양전지 모듈을 전기적으로 복수개 접속하여 이루어지는 태양전지 발전시스템의 기본구성을 나타낸 것이다. 태양전지 발전시스템(530)은, 복수의 태양전모듈(520)이 배선(531)으로 직렬로 연결되며, 인버터(532)를 경유하여 외부부하회로(533)에 발전전력을 공급한다. 도 5에는 나타내고 있지 않으나, 해당 시스템은 발전한 전력을 축전하는 2차전지를 추가로 구비하고 있어도 된다.

[0061] **실시예**

[0062] 이하, 본 발명의 실시예 및 비교예를 나타내어 본 발명을 보다 구체적으로 설명하나, 본 발명은 이들 실시예로 한정되는 것은 아니다. 이하의 실시예에서는, 본 발명의 태양전지의 제조방법을 이용하여, 이면전극형 태양전지를 제조하였다.

[0063] (실시예 1)

[0064] 최초로, 가로세로 150㎜, 두께 200㎛ 및 비저항 1Ω·cm의 인도프n형 애즈컷 실리콘기판에 있어서, 열농수산화칼륨수용액에 의해 데미지층을 제거 후, 80℃의 5%수산화칼륨수용액 중에 20분간 침지하고, 랜덤피라미드상의

텍스쳐를 형성하고, 계속해서 염산/과산화수소혼합용액 중에서 세정을 행하였다.

[0065] 이어서, 기판 이면에 붕소 화합물과 바인더의 혼합물을 스핀코트하고, 1000℃에서, 30분간의 열처리로 보론확산하여, p형 영역을 형성하였다. 그 후 계속해서 1000℃, 2시간의 산화열처리를 행하였다.

[0066] 열처리 후, 기판 이면의 n형 영역을 형성하는 개소의 산화막을, 파장 532nm의 레이저광조사에 의해 라인상으로 제거하였다.

[0067] 다음에, 수광면을 마주보고 2매 1조로 한 기판을 석영보트에 장전하고, 옥시염화인을 이용하여 820℃에서 30분간의 열처리를 행하여, n형 영역을 형성하였다.

[0068] 다음에, 기판을 10%의 HF수용액에 침지하여 유리층을 제거한 후, 다시 80℃의 염산수와 과산화수소수의 혼합액과 2%의 HF수용액에 순차침지하여 세정 후하고, 순수로의 린스 후 건조하였다.

[0069] 다음에, 세정 후의 기판의 수광면에 반사방지막으로서 막두께 90nm의 질화실리콘을 플라즈마CVD법에 의해 형성하고, 비수광면측에는 패시베이션막으로서 막두께 10nm의 산화알루미늄을 원자층퇴적법에 의해 형성한 후, 다시 막두께 90nm의 질화실리콘을 적층하였다.

[0070] 이 후, p형 영역에, 은분말과 유리프릿의 혼합물에 알루미늄분말을 10중량% 배합하고, 유기바인더와 혼합시켜 얻은 은페이스트를 스크린 인쇄에 의해 도포하고, 200℃에서 1분간 건조하였다.

[0071] 다음에, n형 영역과, p형 영역에 형성된 은페이스트의 건조체 상에, 스크린 인쇄에 의해 III족원소 무첨가의 은페이스트를 도포하고, 200℃에서 1분간 건조한 후, 다시 800℃, 3초간의 열처리를 행하여 은페이스트를 소결시키고, 태양전지를 얻었다.

[0072] 마지막으로, 크세논램프광원식의 의사태양광을 사용하여, 태양전지의 출력특성을 측정하였다.

[0073] (실시예 2)

[0074] 실시예 1과 동일한 수순으로 패시베이션막과 반사방지막의 형성까지 행한 결정 실리콘기판에 있어서, p형 영역에 알루미늄분말과 유리프릿의 혼합물을 유기바인더와 혼합시켜 얻은 알루미늄페이스트를 스크린 인쇄에 의해 도포하고, 200℃에서 1분간 건조하였다.

[0075] 다음에, n형 영역과, p형 영역에 형성된 알루미늄페이스트의 건조체 상에, 스크린 인쇄에 의해 III족원소 무첨가의 은페이스트를 도포하여 다시 200℃에서 1분간 건조한 후, 800℃, 3초간의 열처리를 행하여 은페이스트를 소결시키고, 태양전지를 얻었다.

[0076] 최후에, 크세논램프광원식의 의사태양광을 사용하여, 태양전지의 출력특성을 측정하였다.

[0077] (비교예 1)

[0078] 실시예 1과 동일한 수순으로 패시베이션막과 반사방지막의 형성까지 행한 결정 실리콘기판에 있어서, p형 영역에, 은분말과 유리프릿의 혼합물에 알루미늄분말을 10중량% 배합하고, 유기바인더와 혼합시켜 얻은 은페이스트를 스크린 인쇄에 의해 도포하여, 200℃에서 1분간 건조하였다.

[0079] 다음에, n형 영역에 스크린 인쇄에 의해 III족원소 무첨가의 은페이스트를 도포하여 다시 200℃에서 1분간 건조한 후, 800℃, 3초간의 열처리를 행하여 은페이스트를 소결시키고, 태양전지를 얻었다.

[0080] 최후에, 크세논램프광원식의 의사태양광을 사용하여, 태양전지의 출력특성을 측정하였다.

[0081] 상기 실시예 1, 2 및 비교예 1의 태양전지의 특성을 정리하여 이하의 표 1에 나타낸다. 표 1에 있어서, Jsc는 단락전류, Voc는 개방전압, FF는 곡선인자, Eff.는 변환효율이다. 본 발명의 태양전지에서는 양전극에 있어서의 저항손이 저감되어 곡선인자(FF)가 개선되었으며, 비교예보다 높은 변환효율을 나타내었다.

[0082] 표 1에, 실시예, 비교예에 있어서의 실시 결과를 정리한 것을 나타낸다.

표 1

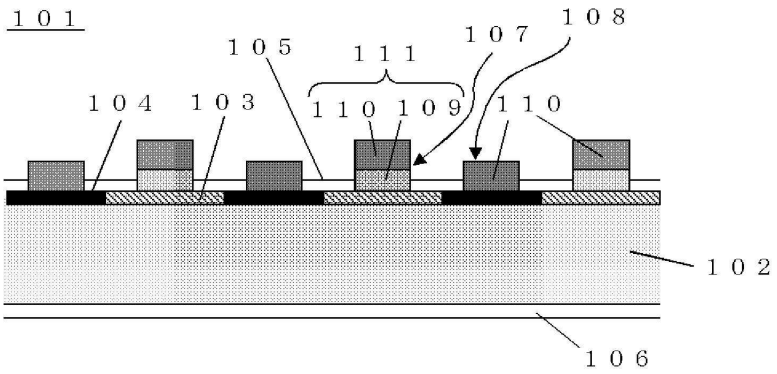
[0083]

	Jsc [mA/cm^2]	Voc [mV]	FF	Eff. [%]
실시예 1	40.2	0.688	0.805	22.3
실시예 2	40.3	0.689	0.803	22.3
비교예 1	40.2	0.688	0.780	21.6

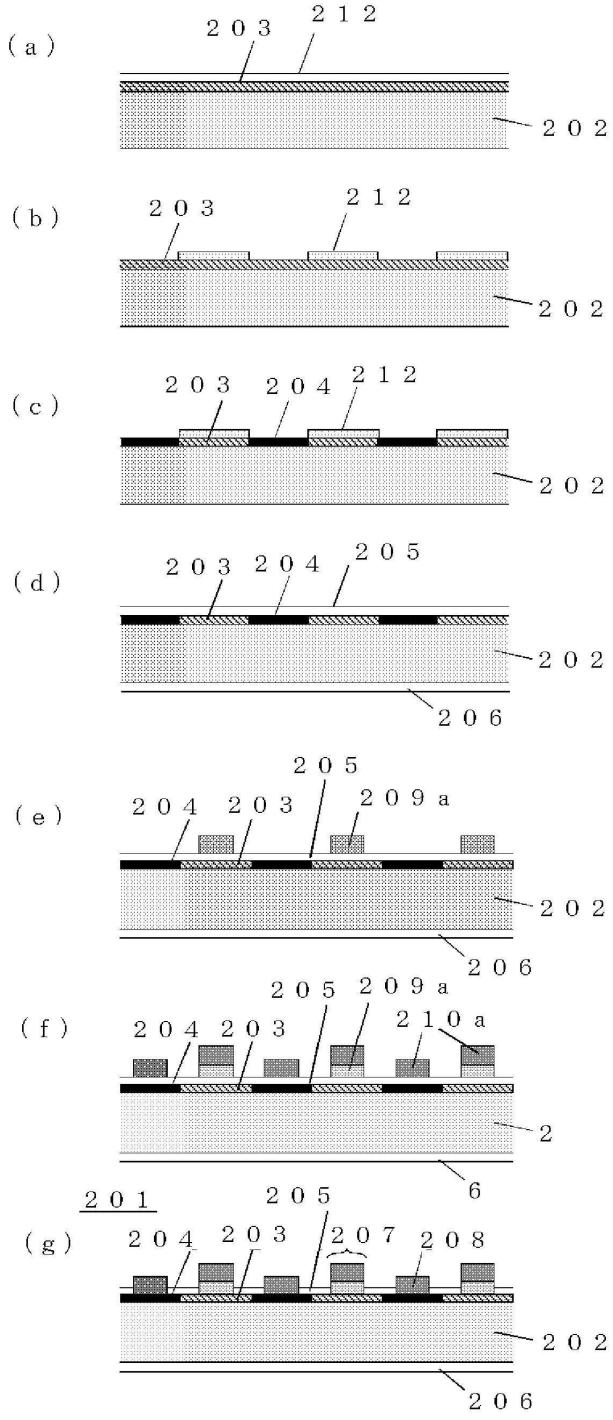
[0084] 한편, 본 발명은, 상기 실시형태로 한정되는 것은 아니다. 상기 실시형태는 예시이며, 본 발명의 특허청구의 범위에 기재된 기술적 사상과 실질적으로 동일한 구성을 갖고, 동일한 작용효과를 나타내는 것은, 어떠한 것이어도 본 발명의 기술적 범위에 포함된다.

도면

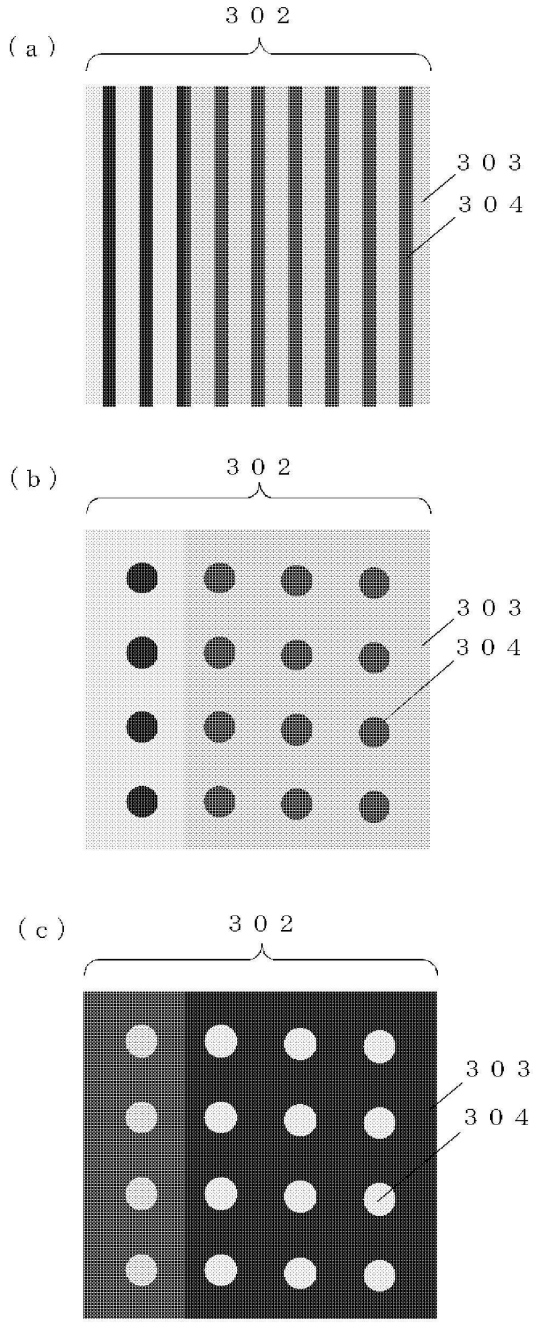
도면1



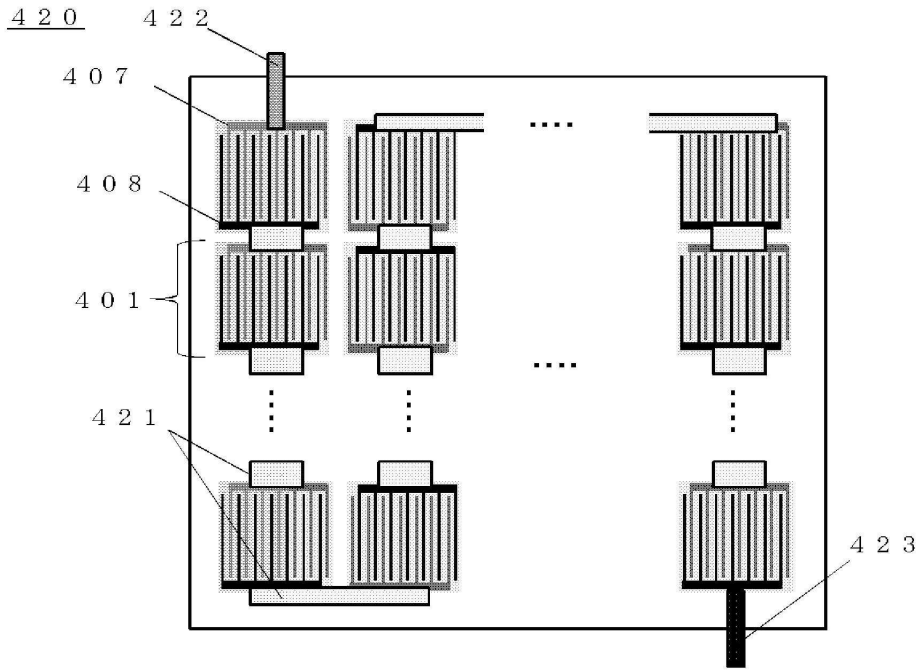
도면2


(a)
203
212
202
(b)
203
212
202
(c)
203
204
212
202
(d)
203
204
205
202
206
(e)
205
204
203
209a
202
206
(f)
205
209a
204
203
210a
2
6
(g)
201
205
204
203
207
208
202
206

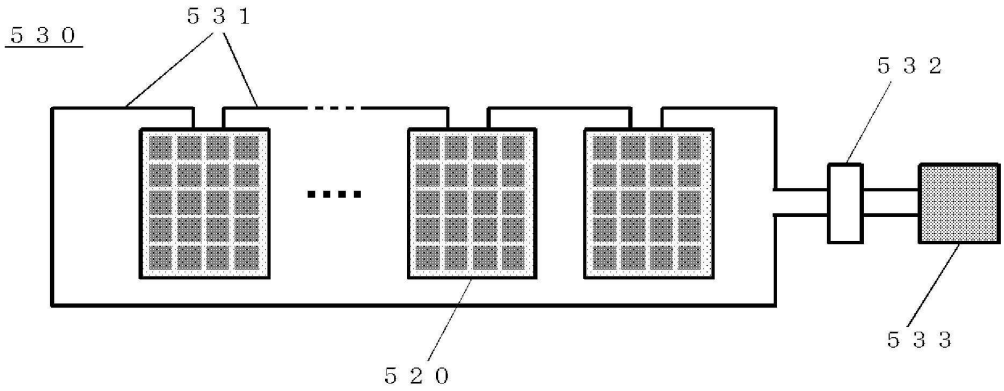
도면3



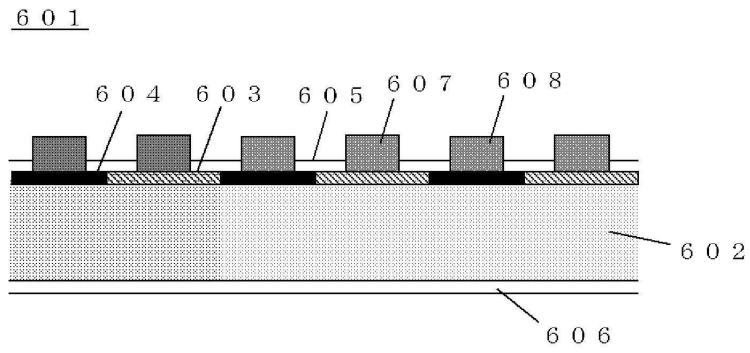
도면4


420
422
407
408
401
421
423

도면5


530
531
532
533
520

도면6


601
604
603
605
607
608
602
606