



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년04월20일
 (11) 등록번호 10-1614186
 (24) 등록일자 2016년04월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01L 31/04 (2014.01) H01L 31/0224 (2006.01)
 H01L 31/18 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2013-0056314
 (22) 출원일자 2013년05월20일
 심사청구일자 2014년10월27일
 (65) 공개번호 10-2014-0136562
 (43) 공개일자 2014년12월01일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2008192921 A*
 KR1020100031727 A*
 KR1020120079591 A*
 JP2012043789 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 엘지전자 주식회사
 서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
 (72) 발명자
 남정범
 서울 서초구 바우피로 38, 전자기술원 (우면동, LG종합기술원)
 허미희
 서울 서초구 바우피로 38, 전자기술원 (우면동, LG종합기술원)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 특허법인로얄

전체 청구항 수 : 총 15 항

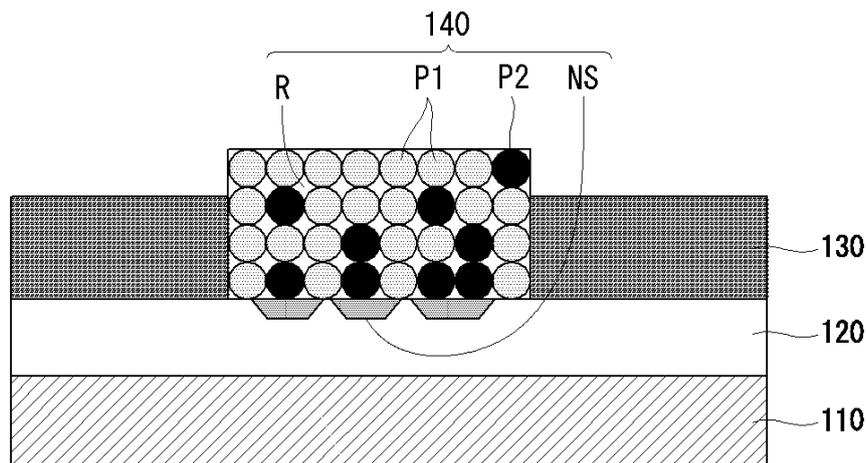
심사관 : 고재현

(54) 발명의 명칭 **태양전지 및 이의 제조 방법**

(57) 요약

본 발명의 한 측면에 따른 태양전지는 제1 도전성 타입의 기판; 기판의 제1 면(first surface)에 위치하며, 제1 도전성 타입의 반대인 제2 도전성 타입의 불순물을 함유하는 제1 도핑부; 및 제1 도핑부와 전기적으로 연결된 제1 전극부를 포함하며, 제1 전극부는 열 경화성 수지 및 이 수지 내에 분산된 제1 도전성 입자와 제2 도전성 입자를 포함하고, 제2 도전성 입자는 제1 도전성 입자에 비해 높은 일함수를 가지며 제1 도핑부와 접촉하는 계면에 실리사이드를 형성한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

이은주

서울 서초구 바우피로 38, 전자기술원 (우면동, L
G종합기술원)

정일형

서울 서초구 바우피로 38, 전자기술원 (우면동, L
G종합기술원)

명세서

청구범위

청구항 1

제1 도전성 타입의 기관;

상기 기관의 제1 면(first surface)에 위치하며, 제1 도전성 타입의 반대인 제2 도전성 타입의 불순물을 함유하는 제1 도핑부; 및

상기 제1 도핑부와 전기적으로 연결된 제1 전극부

를 포함하며,

상기 제1 전극부는 열 경화성 수지, 상기 열 경화성 수지 내에 분산된 제1 도전성 입자, 상기 열 경화성 수지 내에 분산되고 상기 제1 도전성 입자에 비해 높은 일함수를 갖는 제2 도전성 입자, 및 상기 제2 도전성 입자와 상기 제1 도핑부가 접촉하는 계면에 위치하는 실리사이드를 포함하며,

상기 제1 도전성 입자는 은(Ag)으로 구성되고, 상기 제2 도전성 입자는 니켈로 구성되며,

상기 니켈은 은과 니켈을 합한 전체 중량에 대해 15 중량% 내지 25 중량%의 비율로 함유되고,

상기 실리사이드는 상기 제1 도핑부의 표면 상에 부분적으로 위치하는 태양전지.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에서,

상기 실리사이드가 니켈 실리사이드로 구성되는 태양전지.

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에서,

상기 니켈은 2 μ m 내지 10 μ m의 크기를 갖는 태양전지.

청구항 6

제1항에서,

상기 열 경화성 수지는 모노머(monomer) 계열의 에폭시(epoxy) 수지 또는 아크릴(acrylic) 수지를 포함하는 태양전지.

청구항 7

제1항에서,

상기 제1 도핑부는 에미터부로 형성되는 태양전지.

청구항 8

제7항에서,

상기 제1 전극부가 위치하지 않는 영역의 상기 에미터부에는 유전층이 형성되는 태양전지.

청구항 9

제8항에서,

상기 제1 전극부는 제1 방향으로 연장된 복수의 제1 핑거 전극 및 상기 제1 핑거 전극과 교차하는 제2 방향으로 연장된 복수의 제2 버스바 전극을 포함하는 태양전지.

청구항 10

제1항, 제3항, 및 제5항 내지 제9항 중 어느 한 항에서,

상기 기관의 제1 면의 반대쪽에 위치하는 제2 면(second surface)에 위치하며 상기 제1 도전성 타입의 불순물을 상기 기관에 비해 고농도로 함유하는 제2 도핑부; 및

상기 제2 도핑부와 전기적으로 연결된 제2 전극부

를 더 포함하며,

상기 제2 전극부는 상기 제1 도전성 입자, 상기 제2 도전성 입자, 상기 실리사이드 및 상기 열 경화성 수지를 포함하는 태양전지.

청구항 11

제10항에서,

상기 제2 도핑부는 후면 전계부로 형성되는 태양전지.

청구항 12

제11항에서,

상기 제2 전극부가 위치하지 않는 영역의 상기 후면 전계부에는 유전층이 형성되는 태양전지.

청구항 13

제12항에서,

상기 제2 전극부는 상기 제1 방향으로 연장된 복수의 제2 핑거 전극 및 상기 제2 핑거 전극과 교차하는 제2 방향으로 연장된 복수의 제2 버스바 전극을 포함하는 태양전지.

청구항 14

제1 도전성 타입을 갖는 기관의 제1 면에 상기 제1 도전성 타입의 반대인 제2 도전성 타입의 불순물을 함유하는 제1 도핑부를 형성하는 단계;

상기 제1 도핑부의 일부를 노출하는 개구부를 구비하는 유전층을 상기 제1 도핑부 위에 형성하는 단계;

열 경화성 수지, 상기 수지 내에 분산된 제1 도전성 입자, 그리고 상기 수지 내에 분산되고 상기 제1 도전성 입자에 비해 높은 일함수를 가지며 상기 제1 도핑부와 접촉하는 계면에 실리사이드를 형성하는 제2 도전성 입자를 포함하는 전극 페이스트를 상기 개구부를 통해 노출된 상기 제1 도핑부에 인쇄하는 단계;

상기 전극 페이스트를 저온 공정으로 열처리하여 경화하는 단계; 및

상기 제2 도전성 입자와 상기 제1 도핑부가 접촉하는 계면에 실리사이드를 형성하는 단계

를 포함하며,

상기 제1 도전성 입자는 은(Ag)으로 구성되고, 상기 제2 도전성 입자는 니켈로 구성되며,

상기 니켈은 은과 니켈을 합한 전체 중량에 대해 15 중량% 내지 25 중량%의 비율로 함유되고,

상기 실리사이드는 상기 제1 도핑부의 표면 상에 부분적으로 위치하는 태양전지의 제조 방법.

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

제14항에서,

230℃ ~ 260℃의 온도에서 상기 전극 페이스트를 열처리하여 경화하는 태양전지의 제조 방법.

청구항 18

제17항에서,

350℃ ~ 400℃의 온도로 상기 기판을 가열하여 상기 실리사이드를 형성하는 태양전지의 제조 방법.

청구항 19

제14항, 제17항 및 제18항 중 어느 한 항에서,

상기 제1 도핑부를 에미터부로 형성하는 태양전지의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 태양전지 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 광전 변환 효과를 이용하여 광 에너지를 전기 에너지로 변환하는 태양광 발전은 무공해 에너지를 얻는 수단으로서 널리 이용되고 있다. 그리고 태양전지의 광전 변환 효율의 향상에 수반하여, 개인 주택에서도 다수의 태양 전지 모듈을 이용하는 태양광 발전 시스템이 설치되고 있다.

[0003] 통상의 태양전지는 기판 및 기판과 p-n 접합을 형성하는 에미터부를 포함하며, 기판의 한쪽 면을 통해 입사된 빛을 이용하여 전류를 발생시킨다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 도핑부와의 접촉 저항이 감소되고 벌크 수명(bulk lifetime)이 개선된 태양전지 및 이의 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 한 측면에 따른 태양전지는, 제1 도전성 타입의 기판; 기판의 제1 면(first surface)에 위치하며, 제 1 도전성 타입의 반대인 제2 도전성 타입의 불순물을 함유하는 제1 도핑부; 및 제1 도핑부와 전기적으로 연결된 제1 전극부를 포함하며, 제1 전극부는 제1 도전성 입자, 그리고 상기 제1 도전성 입자에 비해 높은 일함수를 가지며 제1 도핑부와 접촉하는 계면에 실리사이드를 형성하는 제2 도전성 입자를 포함한다.

[0006] 한 예로, 제1 도전성 입자는 은(Ag)으로 구성되고, 제2 도전성 입자는 니켈(Ni)로 구성될 수 있다. 이 경우, p+ 도핑부와 접촉하는 계면에 형성된 실리사이드는 니켈 실리사이드일 수 있다.

[0007] 제1 전극부는 열 경화성 수지를 더 포함할 수 있으며, 열 경화성 수지는 모노머(monomer) 계열의 에폭시(epoxy) 수지 또는 아크릴(acrylic) 수지일 수 있다.

[0008] 제1 도핑부는 에미터부로 형성될 수 있으며, 제1 전극부가 위치하지 않는 영역의 에미터부에는 유전층이 형성될 수 있다.

- [0009] 제1 전극부는 제1 방향으로 연장된 복수의 핑거 전극 및 핑거 전극과 교차하는 복수의 버스바 전극을 포함할 수 있다.
- [0010] 본 발명의 실시예에 따른 태양전지의 제조 방법은, 제1 도전성 타입을 갖는 기판의 제1 면에 제1 도전성 타입의 반대인 제2 도전성 타입의 불순물을 함유하는 제1 도핑부를 형성하는 단계; 제1 도핑부의 일부를 노출하는 개구부를 구비하는 유전층을 제1 도핑부 위에 형성하는 단계; 수지, 수지 내에 분산된 제1 도전성 입자, 그리고 수지 내에 분산되고 제1 도전성 입자에 비해 높은 일함수를 가지며 제1 도핑부와 접촉하는 계면에 실리사이드를 형성하는 제2 도전성 입자를 포함하는 전극 페이스트를 개구부를 통해 노출된 제1 도핑부에 인쇄하는 단계; 전극 페이스트를 저온 공정으로 열처리하여 경화하는 단계; 및 제2 도전성 입자와 제1 도핑부가 접촉하는 계면에 실리사이드를 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0011] 여기에서, 제1 도전성 입자로는 은(Ag)을 사용하고, 제2 도전성 입자로는 니켈(Ni)을 사용할 수 있다.
- [0012] 제2 도전성 입자가 제1 도핑부와 접촉하는 계면에는 니켈 실리사이드를 형성할 수 있다.
- [0013] 제1 도핑부를 에미터부로 형성할 수 있다.

발명의 효과

- [0014] 일반적으로, 태양전지에서는 알루미늄(Al)이 함유된 은 페이스트(Ag paste)를 인쇄, 건조 및 경화하여 전극부를 형성하고 있으며, 은 페이스트를 경화할 때 발생하는 글라스 프리트(glass frit)의 식각 작용에 의해 도전성 입자(은 및 알루미늄)를 기판과 반대 도전성 타입을 갖는 도핑부와 접촉시키고 있다.
- [0015] 하지만, 알루미늄이 함유된 은 페이스트를 이용하여 전극부를 형성할 때에는 대략 800℃ 내지 900℃의 온도에서 열처리를 실시하는 고온 공정을 사용해야 한다.
- [0016] 따라서, 기판을 구성하는 실리콘 벌크(silicon bulk) 내부의 결함(defect)이 증가하여 수명(life time)이 감소하고, 개방전압 및 단락 전류 밀도가 감소하는 문제가 있다.
- [0017] 이러한 문제를 개선하기 위해 최근에는 수지(resin)를 바인더(binder)로 사용한 저온 경화형 은 페이스트(curing Ag paste)를 이용하여 전극부를 형성하는 방법이 개발되었다.
- [0018] 그런데 저온 경화형 은 페이스트를 사용하는 경우에는 은(Ag)의 일함수(work function)에 기인한 쇼트키 장벽(schottky barrier)이 높아 접촉 저항이 증가하고, 이에 따라 필 팩터(fill factor)가 증가하는 문제점이 있다.
- [0019] 그러나, 본 발명의 특징에 따르면, 전극부가 제1 도전성 입자(은, Ag) 및 제1 도전성 입자에 비해 높은 일함수를 갖는 제2 도전성 입자(니켈, Ni)를 모두 함유하므로, 전극부의 쇼트키 장벽이 낮아지게 되어 접촉 저항이 감소한다.
- [0020] 또한, 제2 도전성 입자와 도핑부가 접촉하는 계면에 실리사이드가 형성되므로, 전극부의 접촉 저항이 더욱 감소한다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 태양전지의 주요부 사시도이다.
- 도 2는 도 1에 도시한 태양전지의 주요부 단면도이다.
- 도 3은 여러 종류의 금속의 일함수와 쇼트키 장벽을 나타내는 표이다.
- 도 4는 종래의 태양전지와 본 발명의 태양전지의 쇼트키 장벽의 차이를 나타내는 도면이다.
- 도 5는 도 1에 도시한 태양전지의 제조 방법을 나타내는 공정 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해될 수 있다.
- [0023] 본 발명을 설명함에 있어서 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지 않을 수 있다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부

터 구별하는 목적으로만 사용될 수 있다.

- [0024] 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [0025] "및/또는"이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함할 수 있다.
- [0026] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "결합되어" 있다고 언급되는 경우는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 결합되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해될 수 있다.
- [0027] 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 결합되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해될 수 있다.
- [0028] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다.
- [0029] 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것으로서, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해될 수 있다.
- [0030] 도면에서 여러 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 두께를 확대하여 나타내었다. 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "위에" 있다고 할 때, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우뿐 아니라 그 중간에 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 반대로 어떤 부분이 다른 부분 "바로 위에" 있다고 할 때에는 중간에 다른 부분이 없는 것을 뜻한다.
- [0031] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가질 수 있다.
- [0032] 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석될 수 있으며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않을 수 있다.
- [0033] 아울러, 이하의 실시예는 당 업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것으로서, 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있다.
- [0034] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 따른 태양전지 대하여 설명한다.
- [0035] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 태양전지의 주요부 사시도를 도시한 것으로, 양면 수광형 태양전지의 주요부 사시도를 도시한 것이다. 그러나, 본 발명은 상기 실시예로 제한되지 않으며, 다양한 구조의 태양전지에 적용이 가능하다.
- [0036] 양면 수광형 태양전지(100)를 갖는 양면 수광형 태양전지 모듈은 인접한 양면 수광형 태양전지(100)들을 전기적으로 연결하는 인터커넥터, 양면 수광형 태양전지(100)들을 보호하는 보호막(EVA: Ethylene Vinyl Acetate), 양면 수광형 태양전지(100)들의 전면(front surface) 쪽으로 보호막 위에 배치되는 광 투과성 전면 기판, 및 양면 수광형 태양전지(100)들의 후면(back surface) 쪽으로 보호막의 후면에 배치되는 광 투과성 후면 기판을 포함한다.
- [0037] 광 투과성 전면 기판 및 광 투과성 후면 기판은 양면 수광형 태양전지 모듈의 외부에서 습기가 침투하는 것을 방지하여 양면 수광형 태양전지(100)를 외부 환경으로부터 보호한다.
- [0038] 이러한 광 투과성 전면 기판 및 광 투과성 후면 기판은 투과율이 높고 파손 방지 기능이 우수한 강화 유리 등으로 이루어져 있다. 이때, 강화 유리는 철 성분 함량이 낮은 저 철분 강화 유리(low iron tempered glass)일 수 있다.
- [0039] 이러한 광 투과성 전면 기판 및 광 투과성 후면 기판은 빛의 산란 효과를 높이기 위해서 내측면이 엠보싱(embossing) 처리될 수 있다.
- [0040] 광 투과성 전면 기판 및 광 투과성 후면 기판은 저철분 강화 유리(low iron tempered glass) 또는 고분자 수지

로 이루어질 수 있다. 여기에서, 고분자 수지로는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(Poly Ethylene Terephthalate, PET)가 사용될 수 있다.

- [0041] 보호막은 양면 수광형 태양전지(100)들의 전면 및 후면에 각각 배치된 상태에서 라미네이션 공정에 의해 양면 수광형 태양전지(100)들과 일체화 되는 것으로, 습기 침투로 인한 부식을 방지하고 양면 수광형 태양전지(100)를 충격으로부터 보호한다.
- [0042] 이러한 보호막은 에틸렌 비닐 아세테이트(EVA, ethylene vinyl acetate) 또는 실리콘 수지(silicone resin)으로 이루어질 수 있다.
- [0043] 본 실시예의 양면 수광형 태양전지(100)는 도 1에 도시한 바와 같이, 제1 도전성 타입을 갖는 기판(110), 기판(110)의 제1 면, 예를 들면 전면(front surface)에 위치하며 제1 도전성 타입의 반대인 제2 도전성 타입의 불순물을 함유하는 제1 도핑부(120), 제1 도핑부(120) 위에 위치하며 제1 도핑부(120)와 전기적 및 물리적으로 연결된 제1 전극부(140), 기판(110)의 제2 면, 예를 들면 후면(back surface)에 위치하며 제1 도전성 타입의 불순물을 기판(110)에 비해 고농도로 함유하는 제2 도핑부(150), 제2 도핑부(150)의 후면에 위치하며 제2 도핑부(150)와 전기적 및 물리적으로 연결된 제2 전극부(170)를 포함한다.
- [0044] 기판(110)은 n형 도전성 타입의 실리콘 웨이퍼로 이루어질 수 있다. 이때, 실리콘은 단결정 실리콘, 다결정 실리콘 기판 또는 비정질 실리콘일 수 있다.
- [0045] 기판(110)이 n형의 도전성 타입을 가질 경우, 기판(110)은 인(P), 비소(As), 안티몬(Sb) 등과 같이 5가 원소의 불순물을 함유한다.
- [0046] 이와는 달리, 기판(110)은 p형 도전성 타입의 실리콘 웨이퍼로 이루어질 수 있으며, 이 경우 기판(110)은 붕소(B), 갈륨(Ga), 인듐(In) 등과 같은 3가 원소의 불순물을 함유한다.
- [0047] 이와 같이, 기판(110)은 n형 또는 p형의 도전성 타입일 수 있지만, 이하에서는 기판(110)이 n형의 도전성 타입을 갖는 N형 기판인 경우에 대해 설명한다.
- [0048] 기판(110)의 전면(front surface)에 위치하는 제1 도핑부(120)는 기판(110)의 도전성 타입과 반대인 p형의 도전성 타입을 갖는 불순물부로서, 기판(110)과 p-n 접합을 이룬다. 따라서, 본 실시예에서 제1 도핑부(120)는 에미터부를 형성한다.
- [0049] 기판(110)이 N형 기판인 경우, 제1 도핑부(120)는 p형 도전성 타입을 갖는 불순물, 예를 들어 붕소(B), 갈륨(Ga), 인듐(In) 등과 같은 3가 원소의 불순물을 기판(110)의 제1 면에 균일한 도핑 농도로 도핑하는 것에 따라 형성될 수 있다. 따라서, 본 실시예에서 제1 도핑부(120)의 불순물 도핑 농도는 균일하게 형성된다.
- [0050] 이와는 달리, 기판(110)이 P형 기판인 경우, 제1 도핑부(120)는 n형 도전성 타입을 갖는 불순물을 기판(110)의 제1 면에 균일한 도핑 농도로 도핑하는 것에 따라 형성될 수 있다.
- [0051] 하지만, 제1 도핑부(120)는 위치에 따라 불순물 도핑 농도가 다른 선택적 에미터부로 구성될 수 있다.
- [0052] 이 경우, 제1 도핑부(120)는 제1 면에 위치하는 제1 전극부가 형성될 위치의 불순물 도핑 농도가 제1 전극부가 형성되지 않는 위치의 불순물 도핑 농도가 서로 다르게 형성될 수 있다. 일례로, 제1 도핑부(120)에 있어서, 제1 전극부가 형성될 위치의 불순물 도핑 농도는 제1 전극부가 형성되지 않는 위치의 불순물 도핑 농도보다 높거나 낮게 형성될 수 있다.
- [0053] p-n 접합으로 인한 내부 전위차(built-in potential difference)에 의해, 기판(110)에 입사된 빛에 의해 생성된 전하인 전자-정공 쌍은 전자와 정공으로 분리되어 전자는 n형 쪽으로 이동하고 정공은 p형 쪽으로 이동한다.
- [0054] 따라서, 분리된 전자는 N형 기판(110) 쪽으로 이동하고 분리된 정공은 제1 도핑부(120) 쪽으로 이동한다. 따라서, N형 기판(110)에서는 전자가 다수 캐리어가 되며, 제1 도핑부(120)에서는 정공이 다수 캐리어가 된다.
- [0055] 제1 도핑부(120) 위에는 전면 유전층(130)이 형성될 수 있다. 전면 유전층(130)은 금속 산화물(metal oxide) 계열의 물질, 예를 들어 실리콘 질화막(SiNx), 실리콘 산화막(SiOx), 산화 알루미늄막(AlOx) 및 이산화티탄막(TiO₂) 중에서 선택된 적어도 하나의 막으로 형성될 수 있으며, 기판(110)의 전면(front surface)을 통해 입사되는 빛의 반사도를 줄이고 특정한 파장 영역의 선택성을 증가시키는 반사방지막으로 기능할 수 있다. 또한 전면 유전층(130)은 패시베이션 막으로도 기능할 수도 있다. 하지만, 전면 유전층(130)은 기판(110)의 제1 면에

형성되지 않을 수도 있다.

- [0056] 기판(110)의 전면(front surface)에 위치하는 경우, 전면 유전층(130)은 제1 도핑부(120)의 일부를 노출하는 개구부를 포함할 수 있으며, 개구부에 의해 노출된 제1 도핑부(120) 위에는 제1 전극부(140)가 형성된다.
- [0057] 제1 전극부(140)는 제1 방향(X-X')으로 연장된 복수의 핑거 전극(140a) 및 제1 방향과 직교하는 제2 방향(Y-Y')으로 연장된 복수의 버스바 전극(140b)을 포함할 수 있다.
- [0058] 이러한 구성의 제1 전극부(140)는 전기 전도도를 확보하기 위한 제1 도전성 입자(P1), 및 제1 도전성 입자(P1)에 비해 높은 일함수를 갖는 제2 도전성 입자(P2)를 포함한다.
- [0059] 제1 도전성 입자(P1)는 전기 전도도가 우수한 금속, 예컨대 은(Ag)으로 구성될 수 있으며, 제2 도전성 입자(P2)는 제1 도핑부(120)와 접촉하는 계면에 실리사이드를 형성할 수 있는 금속, 예컨대 니켈(Ni)로 구성될 수 있다.
- [0060] 제2 도전성 입자(P2)가 니켈로 구성될 경우, 제2 도전성 입자(P2)와 제1 도핑부(120)의 계면에는 니켈 실리사이드(Ni silicide)(NS)가 형성된다. 제1 전극부(140)는 기판(110)에 대한 제1 도전성 입자(P1)와 제2 도전성 입자(P2)의 접촉력을 확보하기 위한 수지(resin)(R)를 더 포함한다.
- [0061] 제1 전극부(140)의 수지(R)는 모노머(monomer) 계열의 에폭시(epoxy) 수지 또는 아크릴(acrylic) 수지를 포함하는 열 경화성 수지로 형성될 수 있다. 이러한 구성의 제1 전극부(140)는 수지(R), 수지(R) 내에 분산된 제1 도전성 입자(P1) 및 제2 도전성 입자(P2)를 포함하는 전극 페이스트를 인쇄, 건조, 경화 및 실리사이드화(silicidation)하는 것에 따라 형성된다.
- [0062] 위에서 설명한 바와 같이, 제1 전극부(140)는 은(Ag)으로 형성된 제1 도전성 입자(P1)와 니켈(Ni)로 형성된 제2 도전성 입자(P2)를 포함하며, 제2 도전성 입자(P2)와 제1 도핑부(120)의 계면에는 니켈 실리사이드(NS)가 위치한다.
- [0063] 그런데, 도 3에 도시한 바와 같이, 제2 도전성 입자(P2)를 구성하는 니켈(Ni)은 제1 도전성 입자(P1)를 구성하는 은(Ag)에 비해 높은 일함수를 갖는다.
- [0064] 도 3을 참조하면, 은(Ag)은 대략 4.26eV의 일함수를 갖지만, 니켈(Ni)은 은(Ag)에 비해 높은 대략 5.10 eV의 일함수를 갖는 것을 알 수 있다. 또한, 도 3을 참조하면, N형 기판(110)이 다결정 실리콘으로 형성된 경우, 은(Ag)의 쇼트키 장벽은 대략 0.89이지만, 니켈(Ni)의 쇼트키 장벽은 은(Ag)에 비해 매우 낮은 대략 0.05인 것을 알 수 있다.
- [0065] 따라서, 제1 도전성 입자(P1)에 비해 높은 일함수를 갖는 제2 도전성 입자(P2)를 포함하는 제1 전극부(140)는 제1 도전성 입자(P1)와 제2 도전성 입자(P2) 중 제1 도전성 입자(P1)만 포함하는 경우에 비해 제1 전극부(140)와 제1 도핑부(120)의 접촉 저항이 감소한다.
- [0066] 또한, 제2 도전성 입자(P2)와 제1 도핑부(120)의 계면에 위치하는 니켈 실리사이드(NS)는 대략 4.82eV의 일함수를 가지며 대략 0.33의 쇼트키 장벽을 가지므로, 니켈 실리사이드(NS)는 니켈(Ni)에 비해서는 일함수가 낮고 쇼트키 장벽이 높지만, 니켈(Ni)에 비해 낮은 비저항(specific resistance)을 갖는다.
- [0067] 따라서, 제2 도전성 입자(P2)와 제1 도핑부(120)의 계면에 위치하는 니켈 실리사이드(NS)에 의해 제1 전극부(140)와 제1 도핑부(120)의 접촉 저항이 더욱 감소한다.
- [0068] 도 4를 참조하면, 제1 도전성 입자와 제2 도전성 입자 중 제1 도전성 입자만 포함하는 종래의 경우 쇼트키 장벽은 제1 높이(Φ_{b1})를 갖지만, 제1 도전성 입자와 제2 도전성 입자 및 니켈 실리사이드를 갖는 본 발명의 경우 쇼트키 장벽은 제1 높이(Φ_{b1})에 비해 일정한 높이($\Delta\Phi_b$)만큼 감소한 제2 높이(Φ_{b2})를 갖는 것을 알 수 있다.
- [0069] 본 발명의 실시예에 있어서, 제1 도전성 입자(P1)가 은(Ag)으로 구성되고 제2 도전성 입자(P2)가 니켈로 구성된 경우, 니켈(P2)은 은(P1)과 니켈(P2)을 합한 전체 중량에 대해 15 중량% 내지 25 중량% 정도 함유되는 것이 바람직하다.
- [0070] 니켈(P2)은 은(P1)에 비해 대략 5배 정도 높은 비저항을 가지므로, 열 경화성 수지 내에 분산되는 도전성 입자로 은(P1) 및 니켈(P2)을 함께 사용하지 않고 니켈(P2)만 사용하는 경우에는 제1 전극부(140)의 라인(line) 저항이 매우 커서 태양전지의 전기적 특성이 낮은 문제점이 있다.
- [0071] 또한, 은(P1)과 니켈(P2)을 함께 사용하더라도 니켈(P2)의 함유량이 증가할수록 제1 전극부(140)의 라인 저항이

증가한다.

- [0072] 따라서, 은(P1)과 니켈(P2)을 합한 전체 중량에 대한 니켈(P2)의 함유량은 제1 전극부(140)의 라인 저항 및 제1 전극부(140)와 제1 도핑부(120)의 접촉 저항을 함께 고려하여 설정하는 것이 바람직하다.
- [0073] 본 발명인의 실험에 의하면, 은(P1)과 니켈(P2)을 합한 전체 중량에 대해 니켈(P2)의 함유량이 25 중량% 이상인 경우에는 니켈 함유량이 더 증가하더라도 태양전지의 전기적 특성이 더 이상은 개선되지 않는 것을 알 수 있었다.
- [0074] 또한, 니켈 함유량이 15 중량% 미만인 경우에는 쇼트키 장벽의 높이를 효과적으로 낮출 수 없으며, 니켈 실리사이드(NS)의 생성량이 미미하여 제1 도핑부와 제1 전극부간의 접촉 저항 개선 효과도 미미한 것을 알 수 있었다.
- [0075] 따라서, 은(P1)과 니켈(P2)을 합한 전체 중량에 대해 니켈(P2)의 함유량은 15 중량% 내지 25 중량%인 것이 바람직하다.
- [0076] 한편, 니켈(P2)의 크기(size)가 너무 작을 경우, 예컨대 니켈(P2)이 나노(nano) 단위의 크기를 가질 경우에는 니켈(P2)을 수지(R) 내에 효과적으로 분산시키는 것이 어려워 분산 안정제와 같은 첨가물을 사용해야 하는데, 상기 첨가물은 라인 저항을 증가시킨다.
- [0077] 여기에서, 니켈(P2)의 크기는 입경(diameter)일 수 있다.
- [0078] 따라서, 본 발명의 실시예에서는 분산 안정제와 같은 첨가물을 사용하지 않더라도 니켈(P2)을 수지(R) 내에 효과적으로 분산시키기 위해 마이크로(micro) 단위의 크기를 갖는 니켈(P2)을 사용한다.
- [0079] 한 예로, 니켈(P2)은 2 μ m 내지 10 μ m의 크기를 갖는 것이 바람직하다.
- [0080] 이러한 구성의 제1 전극부(140)는 제1 도핑부(120) 쪽으로 이동한 전하, 예를 들면 정공을 수집한다.
- [0081] 기관(110)의 후면에 위치하는 제2 전극부(170)는 기관(110) 쪽으로 이동하는 전하, 예를 들어 전자를 수집하여 외부 장치로 출력한다.
- [0082] 본 실시예에서, 제2 전극부(170)는 제1 전극부(140)의 버스바 전극(140b)에 대응하는 위치에 형성되는 버스바 전극(170b)과, 제1 전극부(140)의 핑거 전극(140a)에 대응하는 위치에 형성되는 핑거 전극(170a)을 포함한다.
- [0083] 이때, 제2 전극부(170)의 핑거 전극(170a)은 제1 전극부(140)의 핑거 전극(140a)에 비해 많은 개수로 형성되는 것이 바람직하다.
- [0084] 제2 전극부(170)는 제1 전극부(140)를 형성하는 전극 페이스트에 의해 구성될 수 있다. 이 경우, 제2 전극부는 제1 도전성 입자(P1)과 제2 도전성 입자(P2)가 수지(R) 내에 분산된 전극 페이스트를 인쇄, 건조 및 경화하는 것에 따라 형성할 수 있다.
- [0085] 제2 전극부(170)가 전기적 및 물리적으로 연결되는 제2 도핑부(150)는 기관(110)의 후면 전체에 위치하며, 기관(110)과의 불순물 농도 차이로 인해 전위 장벽을 형성함으로써 기관(110) 후면쪽으로는 정공 이동을 방해하는 후면 전계부로 작용한다. 따라서 기관(110)의 표면 근처에서 전자와 정공이 재결합하여 소멸되는 것이 감소된다.
- [0086] 이와는 달리, 제2 도핑부(150)는 제2 전극부(170)가 위치하는 영역의 기관 후면에 국부적으로(locally) 위치할 수 있으며, 선택적 에미터부와 마찬가지로 불순물 도핑 농도가 서로 다른 선택적 구조로 형성될 수 있다.
- [0087] 선택적 구조를 갖는 후면 전계부의 경우, 제2 전극부(170)가 위치하는 영역의 불순물 도핑 농도는 제2 전극부(170)가 위치하지 않는 영역의 불순물 도핑 농도보다 높거나 낮을 수 있다.
- [0088] 제2 전극부(170)가 제1 전극부(140)를 형성하는 전극 페이스트와 동일한 구성의 전극 페이스트에 의해 형성되는 경우에는 제1 전극부(140)와 마찬가지로 제2 도핑부(150)와 제2 도전성 입자(P2)의 계면에 실리사이드가 형성된다.
- [0089] 이 경우, 도 2에 도시한 제1 도핑부(120)는 제2 도핑부(150)일 수 있고, 전면 유전층(130)은 제2 전극부(170)가 위치하지 않는 제2 도핑부(150)의 후면에 위치한 후면 유전층(160)일 수 있다.
- [0090] 후면 유전층(160)은 전면 유전층(130)과 같이 실리콘 질화막(SiNx), 실리콘 산화막(SiOx), 산화 알루미늄막(AlOx) 및 이산화티탄막(TiO₂) 중에서 선택된 적어도 하나의 막으로 형성될 수 있으며, 전면 유전층(130)과 마

참가지로 필요에 따라 제거될 수 있다.

- [0091] 이러한 구성의 양면 수광형 태양전지에서, 태양전지로 조사된 빛이 제1 도핑부(120) 및 제2 도핑부(150)를 통해 기관(110)으로 입사되면, 기관(110)으로 입사된 빛 에너지에 의해 전자-정공 쌍이 발생한다.
- [0092] 기관의 전면(front surface)에 전면 유전층(130)이 위치하고 기관의 후면(back surface)에 후면 유전층(160)이 위치할 경우, 전면 유전층(130) 및 후면 유전층(160)에 의해 기관(110)으로 입사되는 빛의 반사 손실이 줄어들어 기관(110)으로 입사되는 빛의 양은 더욱 증가한다.
- [0093] 이들 전자-정공 쌍은 기관(110)과 제1 도핑부(120)의 p-n접합에 의해 서로 분리되며, 전자는 n형의 도전성 타입을 갖는 기관(110) 쪽으로 이동하고, 정공은 p형의 도전성 타입을 갖는 제1 도핑부(120) 쪽으로 이동한다.
- [0094] 이처럼, 기관(110)쪽으로 이동한 전자는 제2 도핑부(150)를 통해 제2 전극부(170)로 이동하고, 제1 도핑부(120) 쪽으로 이동한 정공은 제1 전극부(140)로 이동한다.
- [0095] 따라서, 어느 한 태양전지의 제1 전극부(140)와 인접한 태양전지의 제2 전극부(170)를 인터커넥터 등의 도선으로 연결하면 전류가 흐르게 되고, 이를 외부에서 전력으로 이용하게 된다.
- [0096] 이하, 태양전지의 제조 방법에 대해 설명한다. 도 5는 도 1에 도시한 태양전지의 제조 방법을 나타내는 공정 블록도이다.
- [0097] 본 발명의 실시예에 따른 태양전지를 제조하기 위해, 먼저 제1 도전성 타입의 기관, 예컨대 N형 기관(110)의 제1 면에 제1 도전성 타입과 반대인 제2 도전성 타입의 불순물을 함유하는 제1 도핑부(120)를 형성한다.
- [0098] 제1 도핑부(120)를 형성하기 전에, 기관(110)의 제1 면은 텍스처링 처리될 수 있으며, 텍스처링 처리된 기관(110)의 제1 면에는 복수의 요철이 형성될 수 있다.
- [0099] 이어서, 제1 도핑부(120) 위에 전면 유전층(130)을 형성한다. 전면 유전층(130)은 CVD 또는 PECVD 공정으로 형성할 수 있으며, 단층 또는 복수의 층으로 형성할 수 있다.
- [0100] 전면 유전층(130)을 형성한 다음, 전면 유전층(130)을 부분적으로 식각하여 제1 전극부(140)가 형성될 영역의 제1 도핑부(120)를 노출시킨다. 전면 유전층(130)을 부분적으로 식각하면, 전면 유전층(130)은 제1 도핑부(120)의 일부를 노출하는 개구부를 포함하며, 개구부는 제1 전극부(140)와 동일한 패턴, 예를 들어 그리드(grid) 패턴으로 형성될 수 있다.
- [0101] 전면 유전층(130)에 개구부를 형성할 때에는 레이저를 사용할 수 있지만, 이는 제한적이지 않으며, 통상의 사진공정(photolithography)을 사용할 수도 있다.
- [0102] 다음, 개구부를 통해 노출된 제1 도핑부(120) 위에 저온 경화형 전극 페이스트를 인쇄 및 건조한다.
- [0103] 이상에서는 전면 유전층(130)을 형성한 후 전극 페이스트를 인쇄 및 건조하는 경우에 대해 설명하였지만, 제1 도핑부(120) 위에 전면 유전층(130)을 형성하지 않고 전극 페이스트를 인쇄 및 건조하는 것도 가능하다.
- [0104] 저온 경화형 전극 페이스트는 열 경화성 수지(R), 열 경화성 수지 내에 분산된 제1 도전성 입자(P1), 그리고 열 경화성 수지(R) 내에 분산되고 제1 도전성 입자(P1)에 비해 높은 일함수를 가지며 제1 도핑부(120)와 접촉하는 계면에 실리사이드(NS)를 형성하는 제2 도전성 입자(P2)를 포함한다.
- [0105] 여기에서, 열 경화성 수지(R)는 저온(예를 들어, 230℃ ~ 260℃)에서 열처리되어 경화되는 특성을 갖는 모노머 계열의 에폭시(epoxy) 수지 또는 아크릴(acrylic) 수지를 포함할 수 있다. 그리고 제1 도전성 입자(P1)는 은(Ag)일 수 있고, 제2 도전성 입자(P2)는 니켈(Ni)일 수 있다.
- [0106] 저온 경화형 전극 페이스트를 건조한 후, 대략 240℃의 저온에서 열처리를 실시하여 전극 페이스트를 경화시킨다.
- [0107] 글라스 프리트 및 글라스 프리트 내에 분산된 제1 도전성 입자(Ag)를 포함하는 종래의 전극 페이스트를 경화시키기 위해서는 본 발명의 실시예에 따른 저온 경화형 전극 페이스트에 비해 높은 온도(예를 들어, 800℃ ~ 900℃)에서 열처리를 실시해야 한다.
- [0108] 하지만, 본 발명의 전극 페이스트는 식각 성분을 포함하는 글라스 프리트를 구비하지 않으며, 글라스 프리트 대신에 저온(예를 들어, 230℃ ~ 260℃)에서 경화되는 열 경화성 수지(R)를 포함하기 때문에, 제1 도핑부(120) 및 기관(110)에 가해지는 열 손상을 최소화할 수 있어, 기관(110)을 구성하는 실리콘 벌크의 수명이 증가하고, 개방전

압 및 단락 전류 밀도가 개선되므로, 태양 전지의 효율을 개선할 수 있다.

[0109] 230℃ ~ 260℃의 저온 공정으로 저온 경화형 전극 페이스트를 경화한 후, 불활성 가스 분위기에서 대략 350℃ ~ 400℃의 온도로 기판(110)을 가열하여 제2 도전성 입자와 제1 도핑부(120)가 접하는 계면에 실리사이드(NS)를 형성한다.

[0110] 본 발명의 실시예에서는 제2 도전성 입자(P2)가 니켈인 경우를 예로 들어 설명하였으므로, 제1 도핑부(120)와 접하는 계면에는 니켈 실리사이드(NS)가 형성된다.

[0111] 한편, 양면 수광형 태양전지의 경우, 기판의 제1 면에는 제1 도핑부를 형성하는 기판의 제2 면에는 제2 도핑부를 형성하는 단계, 기판의 제1 면에는 전면 유전층을 형성하고 기판의 제2 면에는 후면 유전층을 형성하는 단계, 전면 유전층과 후면 유전층에 각각 개구부를 형성하는 단계, 전면 유전층에 형성된 개구부를 통해 노출된 제1 도핑부에는 전면 전극부를 형성하기 위한 전극 페이스트를 도포하고 후면 유전층에 형성된 개구부를 통해 노출된 제2 도핑부에는 후면 전극부를 형성하기 위한 전극 페이스트를 도포하는 단계; 각각의 전극 페이스트를 저온 공정으로 열처리하여 경화하는 단계, 및 실리사이드를 형성하는 단계에 따라 태양전지를 제조할 수 있다.

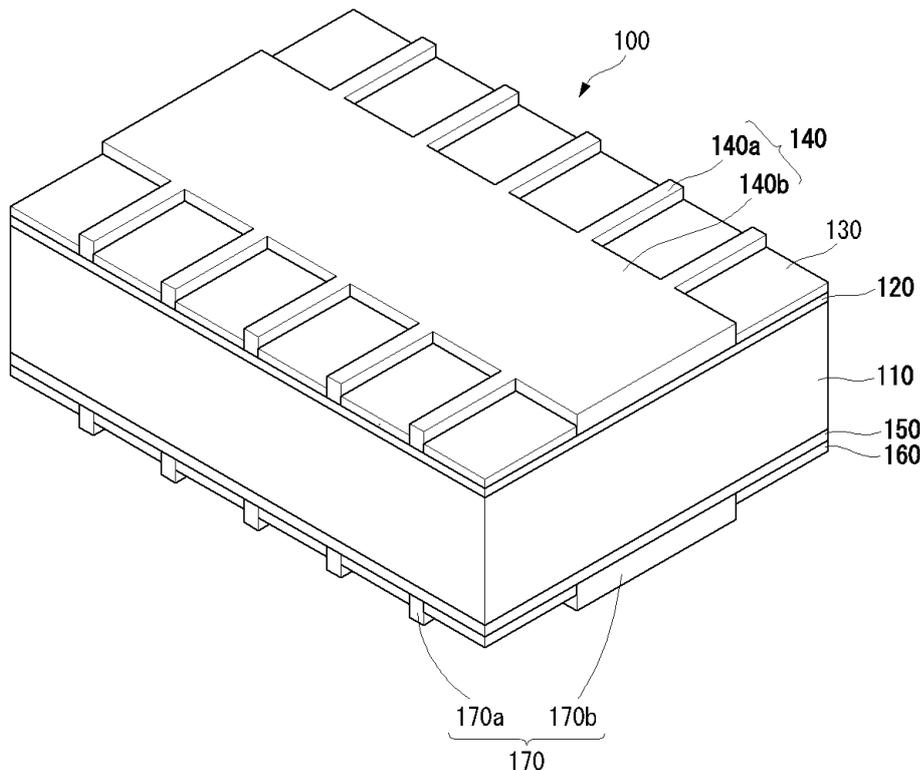
[0112] 이상에서는 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

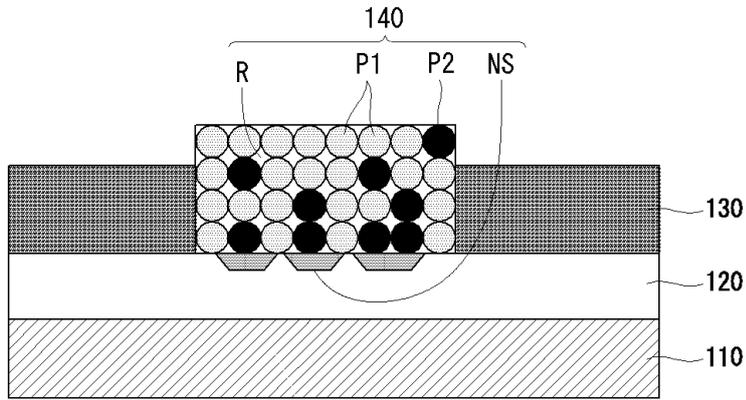
- | | | |
|--------|------------------|-------------|
| [0113] | 100: 양면 수광형 태양전지 | 110: 기판 |
| | 120: 제1 도핑부 | 130: 전면 유전층 |
| | 140: 제1 전극부 | 150: 제2 도핑부 |
| | 160: 후면 유전층 | 170: 제2 전극부 |

도면

도면1



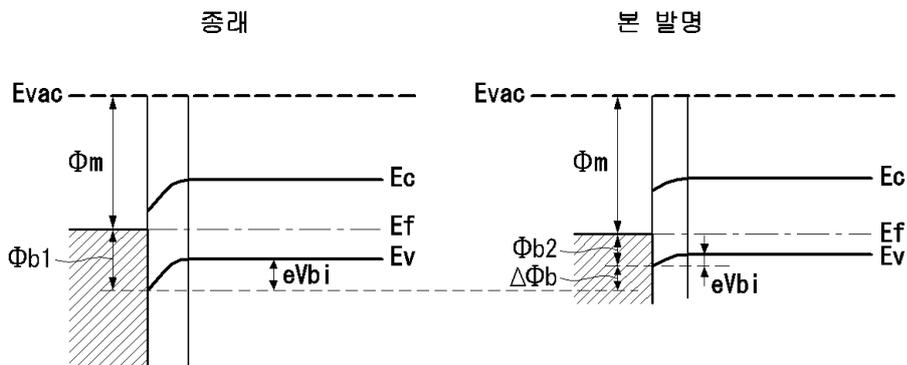
도면2



도면3

금속	일 함수 (eV)	쇼트키 장벽 (Φ_b)
알루미늄 (Al)	4.28	0.87
은 (Ag)	4.26	0.89
니켈 (Ni)	5.10	0.05
니켈 실리사이드 (NiSi)	4.82	0.33

도면4



도면5

