



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0010485  
(43) 공개일자 2009년01월30일

(51) Int. Cl.<sup>9</sup>

H01L 31/042 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0073610

(22) 출원일자 2007년07월23일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

엘지전자 주식회사

서울특별시 영등포구 여의도동 20번지

(72) 발명자

김종환

경기 성남시 분당구 서현동 시범단지현대아파트 406동 204호

윤주환

경기 부천시 원미구 상1동 한아름아파트 1533동 401호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

황이남

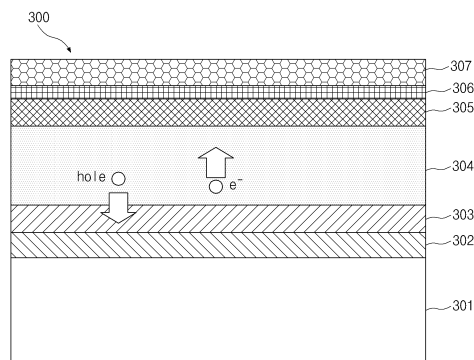
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 자계를 이용한 태양전지 및 그 제조 방법

(57) 요약

본 발명은, 순차적으로 형성되는 투명 기관, 투명 전극, p형 비정질 실리콘층, i형 비정질 실리콘층, n형 비정질 실리콘층, 및 이면 전극을 포함하는 비정질 실리콘 태양전지로서, 상기 이면 전극 상에 형성되며 수평 방향의 자기를 갖는 자기층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 비정질 실리콘 태양전지를 제공한다.

대표도 - 도3a



(72) 발명자

**정일형**

경기 안양시 동안구 평촌동 34번지 삼성래미안아파트 103동1701호

**이헌민**

경기 성남시 분당구 야탑동 목련마을 화성빌리지 710-106

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

순차적으로 형성되는 투명 기관, 투명 전극, p형 비정질 실리콘층, i형 비정질 실리콘층, n형 비정질 실리콘층, 및 이면 전극을 포함하는 비정질 실리콘 태양전지로서,

상기 이면 전극 상에 형성되며 수평 방향의 자기를 갖는 자기층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 비정질 실리콘 태양전지.

**청구항 2**

순차적으로 형성되는 투명 기관, 투명 전극, p형 비정질 실리콘층, i형 비정질 실리콘층, 및 n형 비정질 실리콘층을 포함하는 비정질 실리콘 태양전지로서,

상기 n형 비정질 실리콘층 상에 형성되며 수평 방향의 자기(magnetism)를 갖는 자기층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 비정질 실리콘 태양전지.

**청구항 3**

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 자기층의 재질은, NiFe, Fe-Si, Tb계 합금, Nd계 합금인 것을 특징으로 하는 비정질 실리콘 태양전지.

**청구항 4**

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 자기층은, 스퍼터링(sputtering), e-빔 증착(e-beam evaporation), 물리적 기상 증착(PVD; Physical Vapor Deposition), 또는 화학적 기상 증착(CVD; Chemical Vapor Deposition)에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는 비정질 실리콘 태양전지.

**청구항 5**

투명 기관, 투명 전극, p형 비정질 실리콘층, i형 비정질 실리콘층, n형 비정질 실리콘층, 및 이면 전극을 순차적으로 형성시키는 단계를 포함하는 비정질 실리콘 태양전지의 제조 방법으로서,

상기 이면 전극 상에 수평 방향의 자기(magnetism)를 갖는 자기층을 형성시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 비정질 실리콘 태양전지의 제조 방법.

**청구항 6**

투명 기관, 투명 전극, p형 비정질 실리콘층, i형 비정질 실리콘층, 및 n형 비정질 실리콘층을 순차적으로 형성시키는 단계를 포함하는 비정질 실리콘 태양전지의 제조 방법으로서,

상기 n형 비정질 실리콘층 상에 수평 방향의 자기(magnetism)를 갖는 자기층을 형성시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 비정질 실리콘 태양전지의 제조 방법.

**청구항 7**

제5항 또는 제6항에 있어서,

상기 자기층의 재질은, NiFe, Fe-Si, Tb계 합금, Nd계 합금으로 하는 것을 특징으로 하는 비정질 실리콘 태양전지의 제조 방법.

**청구항 8**

제5항 또는 제6항에 있어서,

상기 자기층을 형성시키는 단계는, 스퍼터링(sputtering), e-빔 증착(e-beam evaporation), 물리적 기상 증착(PVD; Physical Vapor Deposition), 또는 화학적 기상 증착(CVD; Chemical Vapor Deposition)에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 비정질 실리콘 태양전지의 제조 방법.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 기술분야

- <1> 본 발명은 비정질 실리콘 태양전지에 관한 것으로, 구체적으로는, 이면 전극 상에 또는 이면 전극을 대신하여 자기층을 형성시킴으로서, i형 비정질 실리콘층 내 전자의 n형 비정질 실리콘층 방향의 이동도가 증가 및 가속되어 정공과의 재결합이 최소화되고, 이로 인해 태양전지의 성능 열화가 방지되는 비정질 실리콘 태양전지 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

#### 배경기술

- <2> 태양전지란 광기전력 효과(Photovoltaic Effect)를 이용하여 빛 에너지를 전기 에너지로 변환시키는 장치로서, 그 구성 물질에 따라서 실리콘 태양전지, 박막 태양전지, 염료감응 태양전지 및 유기고분자 태양전지 등으로 구분된다. 이러한 태양전지는 독립적으로는 전자시계, 라디오, 무인등대, 인공위성, 로켓 등의 주전력원으로 이용되고, 상용교류전원의 계통과 연계되어 보조전력원으로도 이용되며, 최근 대체 에너지에 대한 필요성이 증가하면서 태양전지에 대한 관심이 높아지고 있다.
- <3> 이러한 태양전지 중, 비정질 실리콘 태양전지는, 결정구조가 아니므로 박막 형태로의 제작이 쉽고, 실리콘 사용량이 적으며, 다른 형태의 태양전지에 비해 대량, 연속 생산 및 저가화가 가능한 장점이 있어, 차세대 태양전지로 각광받고 있다.
- <4> 도 1은 종래 비정질 실리콘 태양전지의 단면도이다. 도 1에 도시되는 바와 같이, 통상적인 비정질 실리콘 태양전지(100)는, 유리(glass) 기판(101), 투명 전극(102), p형 비정질 실리콘( $\alpha$ -Si)층(103), i형 비정질 실리콘층(104), n형 비정질 실리콘층(105), 및 이면전극(106)이 순차적으로 증착되는 구조이다.
- <5> 태양 광이 유리 기판(101)측에서 입사되고 투명전극(102), p형 비정질 실리콘층(103)을 투과한 후, i형 비정질 실리콘층(104)에 도달하게 되면, i형 비정질 실리콘층(104)에는 자유전자가 생기게 되며, 이러한 자유전자들은 내부 전기장 등에 의해서 n형 실리콘층(105) 쪽으로 끌려가게 된다. 이러한 방식으로 n형 실리콘층(104)쪽에 전자가 계속 쌓이게 되면서 전지의 기능을 할 수 있는 것이다.
- <6> 그러나, i형 비정질 실리콘층(104)에서 발생하는 자유전자들은 그 이동방향 및 속도가 매우 다양하여 내부 전기장에 의해서 모든 자유전자들이 n형 비정질 실리콘층(105)으로 이동할 수 있는 것이 아니며 자유전자가 n형 비정질 실리콘층(105)으로 이동하는 동안 i형 비정질 실리콘층(104)에 존재하는 정공(hole)과 재결합을 함으로써 n형 비정질 실리콘층(105)에 도달하지 못하는 등의 문제 때문에, 전지의 효율이 열화되는 문제가 있다.
- <7> 따라서, 태양 광에 의해 i형 비정질 실리콘층(104)에서 발생하는 자유전자의 이동도를 증가시켜 n형 비정질 실리콘층으로의 이동을 도와줌으로써, 정공과의 재결합을 감소시키고, 전지의 효율을 높일 수 있는 방법에 대한 개발이 요구된다.

#### 발명의 내용

##### 해결하고자하는 과제

- <8> 본 발명은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출한 것으로, 이면 전극 상의 또는 이면 전극을 대신하는 자기층을 포함하는 비정질 실리콘 태양전지로서, 상기 자기층에 의해, i형 비정질 실리콘층 내 전자의 n형 비정질 실리콘층 방향의 이동도가 증가 및 가속되어 정공과의 재결합이 최소화되고, 이로 인해 태양전지의 성능 열화가 방지되는 비정질 실리콘 태양전지를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.
- <9> 본 발명의 다른 목적은, 이면 전극 상에 또는 이면 전극을 대신하여 자기층을 형성시킴으로서, i형 비정질 실리콘층 내 전자의 n형 비정질 실리콘층 방향의 이동도가 증가 및 가속되어 정공과의 재결합이 최소화되고, 이로 인해 태양전지의 성능 열화가 방지되는 비정질 실리콘 태양전지의 제조 방법을 제공하는 것에 있다.

##### 과제 해결수단

- <10> 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시형태에 따르면, 순차적으로 형성되는 투명 기판, 투명 전극, p

형 비정질 실리콘층, i형 비정질 실리콘층, n형 비정질 실리콘층, 및 이면 전극을 포함하는 비정질 실리콘 태양 전지로서, 상기 이면 전극 상에 형성되며 수평 방향의 자기를 갖는 자기층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 비정질 실리콘 태양전지가 제공된다.

- <11> 한편, 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시형태에 따르면, 순차적으로 형성되는 투명 기관, 투명 전극, p형 비정질 실리콘층, i형 비정질 실리콘층, 및 n형 비정질 실리콘층을 포함하는 비정질 실리콘 태양전지로서, 상기 n형 비정질 실리콘층 상에 형성되며 수평 방향의 자기(magnetism)를 갖는 자기층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 비정질 실리콘 태양전지가 제공된다.
- <12> 상기 자기층의 재질은, NiFe, Fe-Si, Tb계 합금, Nd계 합금으로 하는 것이 바람직하다.
- <13> 상기 자기층은, 스퍼터링(sputtering), e-빔 증착(e-beam evaporation), 물리적 기상 증착(PVD; Physical Vapor Deposition), 또는 화학적 기상 증착(CVD; Chemical Vapor Deposition)에 의해 형성되는 것이 바람직하다.
- <14> 한편, 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 실시형태에 따르면, 투명 기관, 투명 전극, p형 비정질 실리콘층, i형 비정질 실리콘층, n형 비정질 실리콘층, 및 이면 전극을 순차적으로 형성시키는 단계를 포함하는 비정질 실리콘 태양전지의 제조 방법으로서, 상기 이면 전극 상에 수평 방향의 자기(magnetism)를 갖는 자기층을 형성시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 비정질 실리콘 태양전지의 제조 방법이 제공된다.
- <15> 또한, 한편, 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 실시형태에 따르면, 투명 기관, 투명 전극, p형 비정질 실리콘층, i형 비정질 실리콘층, 및 n형 비정질 실리콘층을 순차적으로 형성시키는 단계를 포함하는 비정질 실리콘 태양전지의 제조 방법으로서, 상기 n형 비정질 실리콘층 상에 수평 방향의 자기(magnetism)를 갖는 자기층을 형성시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 비정질 실리콘 태양전지의 제조 방법이 제공된다.
- <16> 상기 자기층의 재질은, NiFe, Fe-Si, Tb계 합금, Nd계 합금으로 하는 것이 바람직하다.
- <17> 상기 자기층을 형성시키는 단계는, 스퍼터링(sputtering), e-빔 증착(e-beam evaporation), 물리적 기상 증착(PVD; Physical Vapor Deposition), 또는 화학적 기상 증착(CVD; Chemical Vapor Deposition)에 의해 수행되는 것이 바람직하다.

**효 과**

- <18> 본 발명의 비정질 실리콘 태양전지에 따르면, 이면 전극 상의 또는 이면 전극을 대신하는 자기층에 의해, i형 비정질 실리콘층 내 전자의 n형 비정질 실리콘층 방향의 이동도가 증가 및 가속되어 정공과의 재결합이 최소화되고, 이로 인해 태양전지의 성능 열화가 방지된다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

- <19> 이하, 첨부되는 도면을 참조하여 본 발명의 다양한 실시형태들을 상세히 설명한다.
- <20> 도 2는 본 발명의 이론적 배경이 되는 홀 효과(Hall Effect)의 원리를 설명한다.
- <21> 도 2에 도시되는 바와 같이, 반도체(201)가 일정 자속 속에 놓여져 자기장에 영향을 받을 때, 반도체(201) 내에서 움직이는 전하를 띤 입자는 이동 방향에 수직인 방향을 갖는 로렌츠 힘(Lorentz Force)을 받게 된다. 상기 전하가 전자(202)이고, 이 전자(202)의 속도 방향은 우측을 향하고 있으며, 인가되는 자기장의 방향이 면을 뚫고 들어가는 방향일 경우, 로렌츠 힘은 전자(202)의 이동 방향과 수직인 방향, 즉, 하측 방향이 된다. 만약 전류가 흐르는 도체에 자기장이 가해지면 위의 원리에 따라 그 내부의 전하는 이동 방향과 수직한 방향으로 로렌츠 힘을 받게 되며, 전하들은 한쪽으로 치우치게 된다. 이렇게 전하가 한쪽으로 치우침에 따라 도체 내에는 전하가 몰려있는 곳과 그렇지 않은 곳이 생기게 되며, 둘 사이에는 전위차가 발생하게 되는데 이러한 현상을 홀 효과라고 한다. 도 1에서는, 로렌츠 힘에 의해 이동하는 전자(202)가 모두 아랫쪽으로 치우치게 되어, 윗면과 아랫면 사이의 일정 전위차가 발생하는 홀 효과가 나타난다. 이러한 홀 효과에 의해 한쪽은 음극, 한쪽은 상대적으로 양극이 형성되어, 전류가 흐르는 수직 방향으로 아주 미세한 전류가 흐르게 되는데, 이를 측정함으로써 반도체가 n형(n-type)인지 p-형(p-type)인지 판단할 수 있다.
- <22> 도 3a는 본 발명의 일 실시형태에 따른 비정질 실리콘 태양전지의 단면도이다.
- <23> 도 3a에 도시되는 바와 같이, 본 발명의 비정질 실리콘 태양전지(300)는, 투명(glass) 기관(301), 투명 전극(302), p형 비정질 실리콘층(303), i형 비정질 실리콘층(304), n형 비정질 실리콘층(305), 이면 전극(306), 및

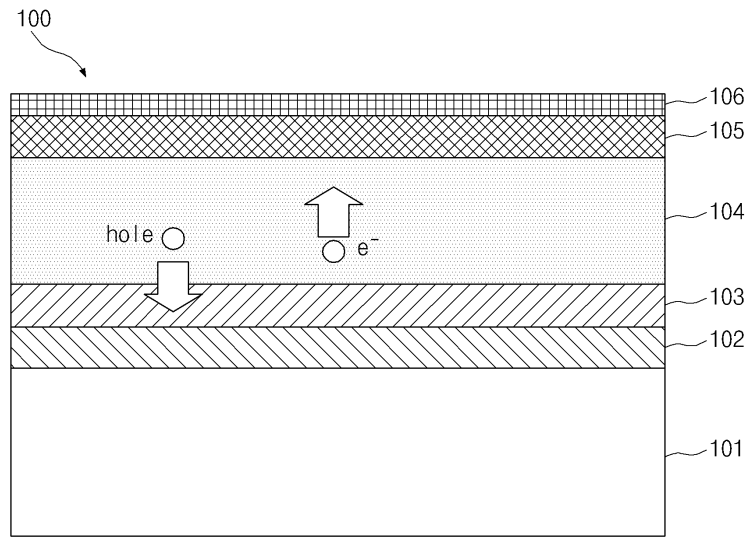
자기층(Magnetic Layer; 307)이 순차적으로 형성되는 구조이다.

- <24> 투명(glass) 기판(301), 투명 전극(302), p형 비정질 실리콘층(303), i형 비정질 실리콘층(304), n형 비정질 실리콘층(305), 이면 전극(306)이 순차적으로 형성되는 구조는 통상적인 비정질 실리콘 태양전지와 동일하며, 여기서 이면 전극(306)의 재질은 은(Ag) 또는 알루미늄(Al) 등으로 하는 것이 바람직하다.
- <25> 자기층(307)은 이면 전극(306) 상에 형성되며, i형 비정질 실리콘층(304)에 자기장을 발생시킨다. 자기층(307)은 수평 방향의 자기를 갖는 박막층일 수 있다. 이러한 자기층(307)의 재질로는 비정질 실리콘층(303, 304, 305) 및 투명 전극(302) 등과 접촉 저항이 작고, 비정질 실리콘층(303, 304, 305)으로의 확산이 일어나지 않는 재질로 하는 것이 좋다. 또한, 비정질 실리콘 태양전지는 박막화하여 제작하는 것이 일반적이므로 두께가 얇아도 높은 자기를 발생시킬 수 있는 재질이 바람직하나, 태양전지의 양산과정을 고려하여 보자력(자화된 자성체에 역자기장을 걸어 그 자성체의 자화가 0이 되게 하는 자기장의 세기)이 너무 큰 재질은 피하는 것이 바람직하다. 이러한 조건을 만족시키는 재질로서, NiFe, Fe-Si, Tb계 합금 또는 Nd 계 합금 등을 예로 들 수 있으며, 가장 적절한 재질로는 높은 자속을 갖는 Ni<sub>80</sub>Fe<sub>20</sub> 등을 들 수 있다. 이러한 자기층(307)이 발생시키는 수평 방향의 자기장에 의해 i형 비정질 실리콘층(304)에서 발생하는 자유전자가 로렌즈 힘을 받게 되고, 이로 인해 자유 전자의 n형 비정질 실리콘층(305)으로의 이동도가 증가됨으로써, 정공과의 재결합이 최소화되어 비정질 실리콘 태양전지의 성능 열화가 방지된다.
- <26> 도 3b는 본 발명의 다른 실시형태에 따른 비정질 실리콘 태양전지(400)의 단면도이다.
- <27> 도 3b에 도시되는 바와 같이, 본 발명의 비정질 실리콘 태양전지(300)는, 투명(glass) 기판(301), 투명 전극(302), p형 비정질 실리콘층(303), i형 비정질 실리콘층(304), n형 비정질 실리콘층(305), 및 자기층(Magnetic Layer; 307)이 순차적으로 형성되는 구조이다.
- <28> 즉, 자기층(307)은 은(Ag) 등의 재질인 이면 전극의 역할을 대신할 수도 있으며, 이러한 실시형태에 따르면, 비정질 실리콘 태양전지(300)를 자기층(307)이 없는 태양전지와 동일한 두께로 제조할 수 있음과 동시에, i형 비정질 실리콘층(304)에서 발생된 자유 전자의 재결합을 막아 비정질 실리콘 태양전지의 성능 열화를 또한 방지할 수 있게 된다.
- <29> 도 4는 본 발명의 일 실시형태에 따른 비정질 실리콘 태양전지(300)의 단면도로서, 그 동작 원리를 설명한다. 도 4에서는 도시의 간략화를 위해, 그 구조가 상대적으로 간단한 도 3b에 도시된 비정질 실리콘 태양전지(300)를 예로 든다.
- <30> 도 3b 및 도 4를 참조하여 설명하면, 태양 광이 비정질 실리콘 태양전지(300)의 투명 기판(301)측에서 입사되어, 투명 전극(302) 및 p형 비정질 실리콘층(303)을 투과한 후, i형 비정질 실리콘층(304)에 입사하면, i형 비정질 실리콘층(304)에서는 자유 전자 및 정공(hole)이 발생된다. 이러한 자유전자 및 정공의 운동은 기본적으로 랜덤(random)한 특성을 지니나, p형 비정질 실리콘층(303) 및 n형 비정질 실리콘층(305)에 의한 내부 전계, 즉, n형 비정질 실리콘층(305)에서 p형 비정질 실리콘층(303)으로 향하는 전기장에 의해 자유전자는 n형 비정질 실리콘층(305) 방향으로 이동성을 갖는다.
- <31> 또한, 무수히 많은 자유전자 중에는 p형 비정질 실리콘층(303)과 n형 비정질 실리콘층(305) 중 어느 쪽으로도 이동도를 갖지 않고 수평 방향의 이동도를 갖는 전자가 존재할 수 있는데, 이러한 이동도를 갖는 전자들은 자기층(307)에 의한 자기장에 의해 p형 비정질 실리콘층(303)을 향하는 방향 또는 n형 비정질 실리콘층(305)을 향하는 방향으로의 이동성을 갖게 된다. 즉, 전자가 도면상에서 지면을 뚫고 들어가는 방향으로 이동하고 있다고 가정하면, 도면상 우측 방향의 자기장을 발생시키는 자기층(307)에 의해 상기 전자는 이동 방향과 수직 방향의 로렌즈 힘을 받게 되고 이 힘에 의해 전자는 n형 비정질 실리콘층(305) 방향의 이동성을 갖게 된다. 한편, 반대로 전자가 지면을 뚫고 나오는 방향으로 이동하고 있다면, 동일한 원리에 의해 전자는 p형 비정질 실리콘층(303) 방향의 이동성을 갖게 된다.
- <32> 이렇게 하여 자기층(307)에 의한 자기장에 의해 n형 비정질 실리콘층(305)을 향하는 방향으로의 이동성이 증가된 전자는 n형 비정질 실리콘층(305)으로 빠져나가는 것이 용이해지며, 이로 인해 i형 비정질 실리콘층(304) 내부에는 전자 결핍 현상이 증대되게 된다. 이렇게 되면, i형 비정질 실리콘층(304) 전체의 중성도를 유지하고자 하는 특성에 의해 정공의 생존 시간이 늘어날 수 밖에 없게 되며, 이에 따라 자유전자와 정공 사이의 재결합이 최소화될 수 있다.
- <33> 이러한 방식으로, 수평자기를 발생시키는 자기층(307)이, i형 비정질 실리콘층(304)에서 발생하는 자유 전자에

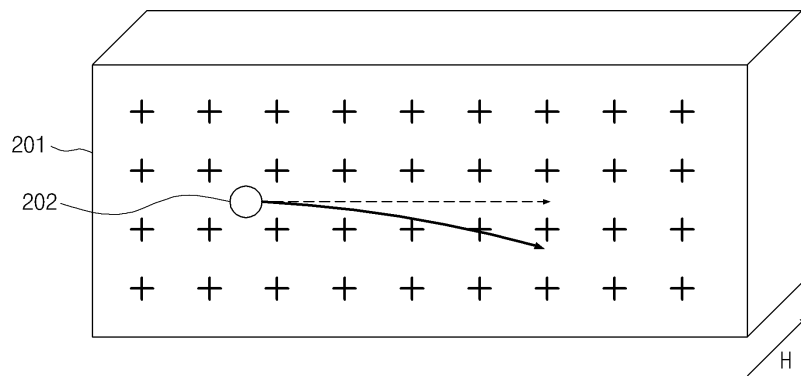


도면

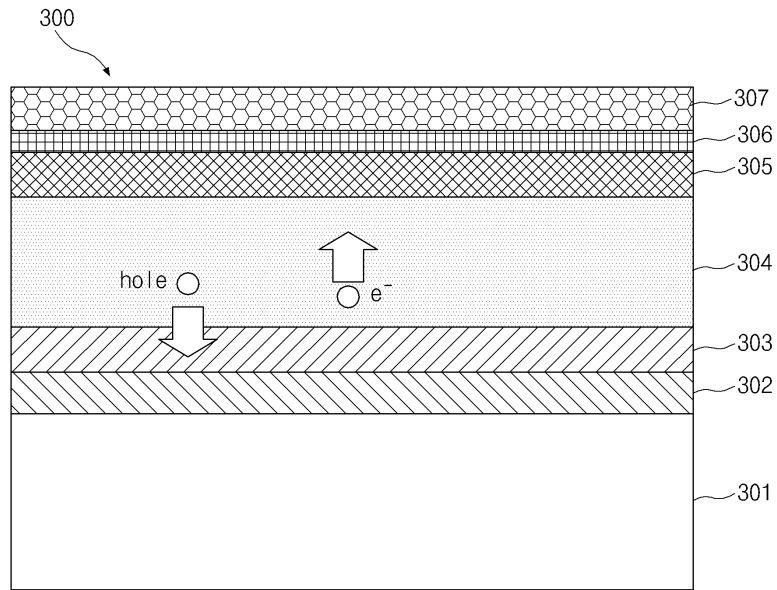
도면1



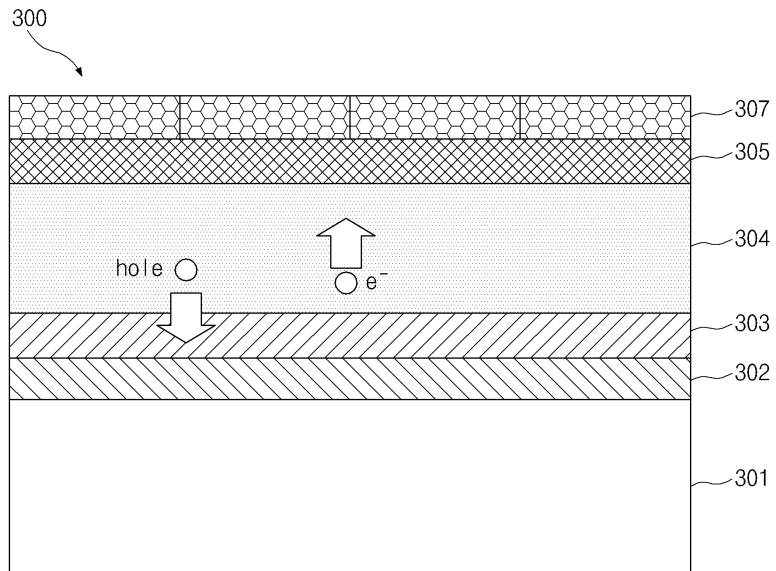
도면2



도면3a



도면3b



도면4

