

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 (43) 공개일자	10-2012-0006179 2012년01월18일
(51) Int. Cl.	(71) 출원인 고려대학교 산학협력단 서울 성북구 안암동5가 1	(72) 발명자 이현 서울특별시 서초구 동광로22길 23, 302호 (방배동, 그랑씨엘방배)	(74) 대리인 김한
(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	H01L 31/042 (2006.01) H01L 31/052 (2006.01) 10-2010-0066767 2010년07월12일 2010년07월12일		

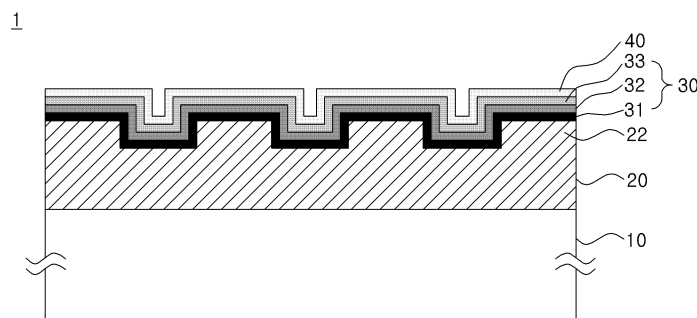
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 태양전지 및 그 제조방법

(57) 요약

태양전지 및 그 제조방법이 개시된다. 본 발명에 일 실시예에 따른 태양전지(1)의 제조방법은 (a) 기판(10)을 준비하는 단계; (b) 기판(10) 상에 금속 반사층(20)을 형성하는 단계; (c) 소정의 패턴(52)을 가지는 몰드(50)로 금속 반사층(20)을 나노 임프린팅 하여 금속 반사층(20) 상부에 요철 패턴(22)을 형성하는 단계; (d) 금속 반사층(20) 상에 반도체층(30)을 형성하는 단계; 및 (e) 반도체층(30) 상에 상부 전극(40)을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도10



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2008-A01-002

부처명 한국산업기술재단

연구관리전문기관 한국산업기술재단

연구사업명 전략기술인력양성사업

연구과제명 고효율 초박형 저가 태양광 소자기술 인력양성 사업

기여율 1/1

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2009.01.01 ~ 2010.08.31

특허청구의 범위

청구항 1

- (a) 기판을 준비하는 단계;
- (b) 상기 기판 상에 금속 반사층을 형성하는 단계;
- (c) 소정의 패턴을 가지는 몰드로 상기 금속 반사층을 나노 임프린팅 하여 상기 금속 반사층 상부에 요철 패턴을 형성하는 단계;
- (d) 상기 금속 반사층 상에 반도체층을 형성하는 단계; 및
- (e) 상기 반도체층 상에 상부 전극을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 금속 반사층의 재질은 알루미늄을 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 몰드의 재질은 니켈을 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 금속 반사층은 하부 전극의 역할을 수행하는 것을 특징으로 하는 태양전지의 제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 반도체층 및 상기 상부 전극은 상기 금속 반사층의 상기 요철 패턴의 형상을 유지하면서 형성되는 것을 특징으로 하는 태양전지의 제조방법.

청구항 6

기판;
상기 기판 상에 형성되고, 소정의 패턴을 가지는 몰드로 나노 임프린팅 하여 상부에 요철 패턴이 형성된 금속 반사층;
상기 금속 반사층 상에 형성된 반도체층; 및
상기 반도체층 상에 형성된 상부 전극
을 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지.

청구항 7

제6항에 있어서,
상기 금속 반사층의 재질은 알루미늄을 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 몰드의 재질은 니켈을 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 금속 반사층은 하부 전극의 역할을 수행하는 것을 특징으로 하는 태양전지.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 반도체층 및 상기 상부 전극은 상기 금속 반사층의 상기 요철 패턴의 형상을 유지하면서 형성되는 것을 특징으로 하는 태양전지.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 태양전지 및 그 제조방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 태양전지에 입사되는 광의 손실을 최소화하고 태양전지에 입사된 광의 경로를 증대시킴으로써 태양전지의 광전 변환 효율을 향상시킬 수 있는 태양전지 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 태양전지는 태양광을 직접 전기로 변환시키는 태양광 발전의 핵심 소자로 현재 우주에서부터 가정에 이르기까지 그 응용 범위가 매우 넓다.

[0003] 1980년대 이후 태양전지 제조에 가장 먼저 사용된 반도체 재료가 단결정 실리콘이다. 현재 태양전지 시장에서 차지하는 비중이 이후 많이 떨어지긴 하였지만 현재로서도 시장, 특히 대규모 발전 시스템 분야에서 가장 널리 이용되고 있다. 이는 단결정 실리콘으로 만든 태양전지의 광전 변환 효율이 기타 재료로 만든 태양전지에 비해 높기 때문이다. 반면에 가격이 아직 높은데, 그 해결 방안으로 보다 저급의 실리콘을 이용하는 방법 또는 대량 생산 및 공정 개선에 의한 방법 등이 시도 또는 계획되고 있다. 다결정 실리콘 태양전지는 원재료로 비교적 저급의 실리콘 기판을 사용하기 때문에 광전 변환 효율은 단결정 실리콘에 비해 낮은 반면 가격은 저렴하다. 그리고 그 이용 분야도 주택용 시스템 등이 주 대상이 되고 있다.

[0004] 단결정 및 다결정 실리콘은 벌크 상태의 원재료로부터 태양전지를 만들기 때문에 원재료비가 비싸고 공정 자체가 복잡하여 가격의 절감측면에서는 한계가 있을 수밖에 없다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 방안으로 기판의 두께를 혁신적으로 줄이는 기술, 또는 유리와 같이 저렴한 기판 위에 박막 형태로 태양전지를 제조하는 기술이 주목을 받고 있다. 기존의 박막 제조 공정을 이용할 경우보다 비교적 저렴하게 태양전지의 대량 생산이 가능하기 때문이다. 그러나 이러한 박막형 태양전지는 광전 변환 효율이 낮은 문제점이 있기 때문에 이를 개선시키기 위한 많은 노력들이 시도되고 있다. 이러한 노력의 하나로써 기판 상에 반사층을 형성하는 방법을 들 수 있다.

[0005] 도 1은 반사층(4)을 채용한 일반적인 태양전지(2)의 구성을 나타내는 도면이다.

[0006] 도 1을 참조하면, 박막형 태양전지(2)는 기본적으로 기판(3), 하부 전극(미도시), 광을 수광하여 전력을 생산하는 반도체층(5), 상부 전극(6)이 순차적으로 적층되어 형성된다. 이때에, 하부 전극과 반도체층(5) 사이에는 광을 반사하는 반사층(4)이 위치될 수 있다. 이러한 반사층(4)은 반도체층(5)을 투과한 광을 다시 반도체층(5)으로 반사시켜 광의 경로를 길게 만드는 역할을 수행할 수 있으며 경우에 따라서는 반도체층(5)에서 생성된 전자를 모으는 역할도 수행할 수 있다. 따라서, 태양전지의 광전 변환 효율을 상당히 향상시킬 수 있는 장점이 있으며, 이러한 장점을 적극적으로 활용하고자 근래에는 위와 같은 반사층(5)을 채용한 태양전지(2)가 널리 이용되고 있다.

[0007] 그러나, 태양전지의 구조적인 특성상 태양전지의 각 구성요소에서 광의 손실이 발생하는 것을 피할 수는 없다. 다시 말하여, 태양전지에 입사된 광이 태양전지를 구성하는 각 구성요소들로부터 외부로 빠져나가 손실되는 것을 피할 수는 없다. 이를 개선시키기 위한 여러 가지 기술들이 소개되고는 있으나, 아직까지 태양전지의 광전 변환 효율은 만족할 만한 수준에 이르지 못하고 있으며, 태양전지의 광전 변환 효율을 보다 효과적으로 개선할

수 있는 기술이 요구되고 있는 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 이에 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 제반 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 태양전지에 입사되는 광의 손실을 최소화하고 태양전지에 입사된 광의 경로를 증대시킴으로써 태양전지의 광전 변환 효율을 향상시킬 수 있는 태양전지 및 그 제조 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0009] 본 발명은 나노 임프린팅을 이용한 간단한 공정만으로 태양전지의 광전 변환 효율을 효과적으로 향상시킬 수 있는 태양전지 및 그 제조 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지의 제조방법은 (a) 기관을 준비하는 단계; (b) 상기 기관 상에 금속 반사층을 형성하는 단계; (c) 소정의 패턴을 가지는 몰드로 상기 금속 반사층을 나노 임프린팅 하여 상기 금속 반사층 상부에 요철 패턴을 형성하는 단계; (d) 상기 금속 반사층 상에 반도체층을 형성하는 단계; 및 (e) 상기 반도체층 상에 상부 전극을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 금속 반사층의 재질은 알루미늄을 포함할 수 있다.

[0012] 상기 몰드의 재질은 니켈을 포함할 수 있다.

[0013] 상기 금속 반사층은 하부 전극의 역할을 수행할 수 있다.

[0014] 상기 반도체층 및 상기 상부 전극은 상기 금속 반사층의 상기 요철 패턴의 형상을 유지하면서 형성될 수 있다.

[0015] 상기의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 태양전지는 기관; 상기 기관 상에 형성되고, 소정의 패턴을 가지는 몰드로 나노 임프린팅 하여 상부에 요철 패턴이 형성된 금속 반사층; 상기 금속 반사층 상에 형성된 반도체층; 및 상기 반도체층 상에 형성된 상부 전극을 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0016] 본 발명에 의하면, 태양전지에 입사되는 광의 손실을 최소화하고 태양전지에 입사된 광의 경로를 증대시킴으로써 태양전지의 광전 변환 효율을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0017] 본 발명에 의하면, 나노 임프린팅을 이용한 간단한 공정만으로 태양전지의 광전 변환 효율을 효과적으로 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 종래의 태양전지의 구성을 나타내는 도면이다.

도 2 내지 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지의 제조 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 11은 본 발명의 태양전지가 가지는 광 경로 증대 효과를 설명하기 위한 도면이다.

도 12는 본 발명의 태양전지가 가지는 입사되는 광의 증대 효과를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예에 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭하며, 길이 및 면적, 두께 등과 그 형태는 편의를 위하여 과장되어 표현될 수도

있다.

- [0020] 이하에서는, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 하기 위하여, 본 발명의 바람직한 실시예들에 관하여 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0021] 도 2 내지 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지(1)의 제조 과정을 나타내는 도면이다.
- [0022] 먼저, 도 2를 참조하면, 기판(10)을 준비한다.
- [0023] 여기서 기판(10)은 이하에서 설명되는 태양전지(1)의 각 구성요소들을 형성하기 위한 기초 부재로서의 역할을 수행할 수 있다. 기판(10)의 종류는 특별하게 제한되지 아니하나 바람직하게는 전도성 금속(알루미늄, 은, 구리, 스테인리스 스틸 등) 기판이 이용될 수 있다. 이러한 전도성 금속 기판은 소정의 유연성을 가지고 있기 때문에, 전도성 금속 기판을 이용하여 태양전지(1)를 제조하는 경우 유연 박막 태양전지(1)를 제조하기에 매우 유리하다는 장점이 있다.
- [0024] 다음으로, 도 2를 더 참조하면, 기판(10) 상에 금속 반사층(20)을 형성한다.
- [0025] 금속 반사층(20)은 기본적으로 태양전지(1) 내부로 입사한 광을 반사하는 기능을 수행할 수 있다. 다시 말하여, 후술하는 상부 전극(40)과 반도체층(30)을 통과한 광을 다시 반도체층(30)으로 반사시키는 기능을 수행할 수 있다. 이에 따라, 태양전지(1) 내부에서 광이 보다 긴 경로를 가지게 되므로, 태양전지(1)의 광전 변환 효율이 향상될 수 있게 된다.
- [0026] 또한, 금속 반사층(20)은 BSF(Back Surface Field)라는 전기적인 특성을 나타낼 수 있는데, 이러한 전기적인 특성에 의하여 반도체층(30)에서 발생한 전하들이 손실되지 아니하고 효과적으로 모이게 될 수 있다. 결과적으로, 금속 반사층(20)은 반도체층(30)에서 발생한 전하의 손실을 최소화하여 태양전지(1)의 광전 변환 효율을 향상시키는 기능도 수행할 수 있다.
- [0027] 이러한 기능을 원활하게 수행하기 위하여, 금속 반사층(20)의 재질은 알루미늄인 것이 바람직하나 반드시 이에 한정되지는 아니한다. 이를 테면, 본 발명이 이용되는 목적에 따라 금속 반사층(20)의 재질로는 은과 같은 다른 금속이 이용될 수도 있다.
- [0028] 금속 반사층(20)의 재질로 알루미늄을 이용하는 경우, 상술한 효과 외에도 후술하는 반도체층(30)과 접합을 용이하게 수행할 수 있는 장점이 있다. 보다 구체적으로, 후술하는 바와 같이 반도체층(30)은 실리콘으로 이루어질 수 있는데 알루미늄은 실리콘과의 친화성이 높기 때문에 금속 반사층(20)의 재질로 알루미늄을 이용하는 경우 금속 반사층(20) 상에 반도체층(30)을 용이하게 형성할 수 있는 장점이 있다.
- [0029] 한편, 일반적으로 태양전지는 반도체층에서 발생한 전력을 외부로 전달하기 위하여 상부 전극과 하부 전극을 포함하여 구성된다. 본 발명의 태양전지(1) 역시 후술하는 바와 같이 상부 전극(40)을 포함하여 구성되나, 하부 전극은 별도로 포함하지 아니할 수 있다. 이는, 금속 반사층(20)이 전기적 특성이 비교적 우수한 금속 물질로 이루어지는 까닭에 금속 반사층(20)이 하부 전극으로서의 역할을 수행할 수 있기 때문이다.
- [0030] 그러나, 본 발명의 태양전지(1)에 하부 전극이 반드시 포함되지 않는 것은 아니다. 경우에 따라서는 본 발명의 태양전지(1)에는 별도의 하부 전극(미도시)이 포함될 수도 있다. 이를 테면, 도 2 내지 도 10에 도시되지는 않았지만, 기판(10) 상에 금속 반사층(20)을 형성하기에 앞서서 기판(10) 상에 하부 전극을 형성하고 이러한 하부 전극 상에 금속 반사층(20)을 형성하는 구성 역시 본 발명의 범주에 포함되는 것으로 이해하여야 한다.
- [0031] 금속 반사층(20)을 형성하는 방법은 특별하게 제한되지 아니하며, 공지의 금속 반사층(20)을 형성하기 위한 여러 가지 방법들이 본 발명에서도 이용될 수 있다. 이를 테면, 스크린 프린팅법을 이용하여 준비된 금속 페이스트를 기판(10) 상에 도포하고 상기 금속 페이스트를 소정의 온도에서 열처리하여 금속 반사층(20)을 형성할 수 있다. 이때에 바람직하게는 금속 반사층(20)을 약 200 내지 300 nm의 두께로 형성할 수 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0032] 다음으로, 도 3을 참조하면, 금속 반사층(20)의 상부에 요철 패턴(22)이 형성된다.
- [0033] 여기서 금속 반사층(20) 상부에 요철 패턴(22)이 형성된다 함은 금속 반사층(20)과 동일한 금속 물질로 구성되고 실질적으로 동일한 형상을 가지는 복수개의 돌출된 패턴(pattern)이 금속 반사층(20)의 상부에 형성되는 것을 의미할 수 있다.
- [0034] 본 발명에서는 금속 반사층(20)의 상부에 요철 패턴(22)을 형성하기 위하여 나노 임프린팅(nano-imprinting) 방

법을 이용하는 것을 구성상의 특징으로 한다. 나노 임프린팅 방법은 나노 크기의 소자를 대량으로 찍어낼 수 있는 나노 소자 생산 방법으로서, 근래에 들어 나노 소자의 중요성이 부각됨에 따라 크게 각광받고 있는 기술 중에 하나이다. 이하에서는, 도 4 내지 도 7을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따라 나노 임프린팅 방법을 이용하여 금속 반사층(20) 상부에 요철 패턴(22)을 형성하는 과정에 대해서 살펴보기로 한다.

- [0035] 도 4 내지 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 금속 반사층(20) 상부에 요철 패턴(22)을 형성하는 과정을 나타내는 도면이다.
- [0036] 도 4를 참조하면, 소정의 패턴(52)이 형성되어 있는 몰드(50)를 준비한다.
- [0037] 몰드(50)의 제조 과정은 다음과 같은 통상적인 방법을 따르면 된다. 이를 테면, 소정의 기관(10) 상에 금속 페이스트를 도포한 후 전자빔 리소그래피나 레이저 간섭 리소그래피 공정 및 식각 공정을 수행하여 소정의 패턴(52)을 형성함으로써 몰드(50)를 제조할 수 있다.
- [0038] 몰드(50)의 재질은 니켈인 것이 바람직하나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 경우에 따라서는 PDMS, h-PDMS, PVC 등과 같은 고분자일 수도 있다. 또한, 몰드(50)의 패턴(52)의 직경은 금속 반사층(20)의 두께를 고려하여 200 내지 400 nm인 것이 바람직하나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며 본 발명이 이용되는 목적에 따라 다양하게 변경될 수 있다. 또한, 몰드(50)의 패턴(52)의 형상은 원형, 사각형 등일 수 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0039] 도 5를 참조하면, 금속 반사층(20)이 형성된 기관(10)과 소정의 패턴(52)이 형성된 몰드(50)를 서로 대응시킨다. 이때에, 나노 임프린팅 방법에 의해 정확한 패턴의 전사가 이루어지기 위해서는 소정의 정렬(alignment) 과정이 수행될 수 있다.
- [0040] 도 6을 참조하면, 몰드(50)의 상부에서 압력을 가하여 몰드(50)를 금속 반사층(20)과 밀착시킨다. 이때에 정확한 패턴의 전사를 위하여 소정의 열이 몰드(50) 부근에 가해지는 것이 바람직하다. 이러한 의미에서, 나노 임프린팅 과정은 상온 내지 400℃의 범위 내에서 이루어지는 것이 바람직하다. 또한, 몰드(50)에 가해지는 압력은 특별하게 제한되지 아니하나 1 내지 5 ton/cm²인 것이 바람직하다. 위와 같은 과정에 의하여 금속 반사층(20)에는 몰드(50)의 패턴이 그대로 전사될 수 있게 된다.
- [0041] 도 7을 참조하면, 몰드(50)를 금속 반사층(20)과 분리한 결과 금속 반사층(20)에 소정의 요철 패턴(22)이 형성된 것을 확인할 수 있다. 결과적으로 나노 임프린팅 방법으로 금속 반사층(20)에 요철 패턴(22)이 형성되었다.
- [0042] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 몰드(50)의 패턴과 상기 몰드(50)의 패턴이 전사되어 형성된 금속 반사층(20)의 요철 패턴(22)을 광학 현미경으로 촬영한 사진이다. 세부적으로는, 도 8의 (a)는 몰드(50)의 패턴(52)을 나타내고 있으며, 도 8의 (b)는 금속 반사층(20)의 요철 패턴(22)을 나타내고 있다.
- [0043] 도 8의 (a) 및 (b)를 참조하면, 몰드(50)의 패턴(52)이 금속 반사층(20)에 그대로 전사된 것을 확인할 수 있다. 다시 말하여, 도 8의 (a)를 참조하면 몰드(50)의 (복수개의) 패턴의 직경이 300 nm인 것을 확인할 수 있으며, 도 8의 (b)를 참조하면 금속 반사층(20)에 직경이 300 nm인 홀이 복수개로 형성된 것을 확인할 수 있다. 결과적으로 나노 임프린팅 방법으로 금속 반사층(20) 상부에 요철 패턴(22)이 형성되었다.
- [0044] 한편, 도 8에서는 요철 패턴(22)의 형상이 원기둥(pillar)인 것으로 설명되고 있으나, 본 발명에서 요철 패턴(22)의 형상은 반드시 이에 한정되지 않으며, 정육면체, 직육면체, 원뿔, 사다리꼴 등 다양한 형상으로 제조될 수 있음은 물론이다.
- [0045] 다음으로, 도 9를 참조하면, 요철 패턴(22)이 형성된 금속 반사층(20) 상에 반도체층(30)을 형성한다. 여기서 반도체층(30)은 광을 수광하여 전력을 발생시키는 광전소자를 의미할 수 있다. 이러한 반도체층(30)은 세 개의 비정질 실리콘층을 적층하여 형성할 수 있다. 보다 상세하게 설명하면, 금속 반사층(20) 상에 제1 비정질 실리콘층(31)을 형성하고, 이어서 제1 비정질 실리콘층(31) 상에 제2 비정질 실리콘층(32)을 형성하고, 이어서 제2 비정질 실리콘층(32) 상에 제3 비정질 실리콘층(33)을 형성하여 하나의 반도체층(30)을 형성할 수 있다. 이때, 제1 내지 제3 비정질 실리콘층(31, 32, 33)은 PECVD 또는 LPCVD와 같은 화학기상 증착법을 이용하여 형성하는 것이 바람직하다.
- [0046] 이때에, 제1 비정질 실리콘층(31)은 p 형의 도전형을, 제2 비정질 실리콘층(32)은 i 형의 도전형을, 제3 비정질 실리콘층(33)은 n 형의 도전형을 나타낼 수 있다. 다시 말하여, 반도체층(30)은 p 형, i 형, n 형의 비정질 실리콘층(31, 32, 33)이 순서대로 적층된 p-i-n 다이오드의 구조일 수 있다.

- [0047] 제1 비정질 실리콘층(31)이 p 형의 도전형을 가지도록 하기 위하여 소정의 불순물, 이를테면 보론(B)이 이용될 수 있다. 또한, 제3 비정질 실리콘층(33)이 n 형의 도전형을 가지도록 하기 위하여 소정의 불순물, 이를테면 인(P) 또는 비소(As)가 이용될 수 있다. 이러한 불순물은 제1 및 제3 비정질 실리콘층(31, 33)의 형성 시에 인시츄(in situ) 방식으로 도핑될 수 있을 것이다.
- [0048] 도 9를 더 참조하면, 반도체층(30)을 구성하는 제1 내지 제3 비정질 실리콘층(31, 32, 33)이 금속 반사층(20)의 요철 패턴(22)의 형상을 유지시키면서 형성되는 것을 확인할 수 있다. 다시 말하여, 제1 내지 제3 비정질 실리콘층(31, 32, 33)이 금속 반사층(20)의 요철 패턴(22)과 유사한 형상의 요철 패턴을 가지면서 형성되는 것을 확인할 수 있다. 이처럼 본 발명에서는 공정의 순서상 선행하여 형성되는 금속 반사층(20)에 요철 패턴(22)을 형성함에 따라 공정의 순서상 후행 하여 형성되는 제1 내지 제3 비정질 실리콘층(31, 32, 33)에도 요철 패턴을 형성할 수 있게 된다. 이러한 요철 패턴은 태양전지(1)로 입사된 광이 전반사되지 아니하고 제1 내지 제3 비정질 실리콘층 내부(31, 32, 33)로 투과될 수 있도록 하는데 도움을 줄 수 있는데, 이에 대해서는 이후에 더 후술하도록 하겠다.
- [0049] 또한, 도 9를 더 참조하면, 제1 비정질 실리콘층(31)이 금속 반사층(20)의 요철 패턴(22)의 형상을 유지시키면서 형성됨에 따라, 제1 비정질 실리콘층(31)과 금속 반사층(20)이 접촉하는 면적이 확대되는 효과도 구현할 수 있음을 확인할 수 있다. 이러한 접촉 면적의 확대는 금속 반사층(20)과 제1 비정질 실리콘층(31) 간의 접촉 저항을 감소시켜 금속 반사층(20) 상에 제1 비정질 실리콘층(31)이 보다 용이하게 형성될 수 있도록 하는데 도움을 줄 수 있다.
- [0050] 다음으로, 도 10을 더 참조하면, 반도체층(30) 상에 상부 전극(40)을 형성한다.
- [0051] 여기서 상부 전극(40)은 반도체층(30)에서 생성된 전류를 외부로 흐르게 하는 역할뿐만 아니라 태양전지(1)로 입사된 광이 반도체층(30) 내부로 투과되도록 하는 경로의 역할도 수행할 수 있다. 따라서, 상부 전극(40)은 전도성과 투명성을 모두 가지고 있는 투명 전도성 물질[이를 테면, ITO, ZnO, IZO 등]로 구성되는 것이 바람직하다. 상부 전극(40)의 형성 방법으로는 스퍼터링과 같은 물리기상 증착법 및 LPCVD, PECVD, MOCVD와 같은 화학기상 증착법 등이 두루 이용될 수 있을 것이다.
- [0052] 도 10을 더 참조하면, 반도체층(30)과 유사하게, 상부 전극(40)이 금속 반사층(20)의 요철 패턴(22)의 형상을 유지시키면서 형성되는 것을 확인할 수 있다. 즉, 상부 전극(40)이 금속 반사층(20)의 요철 패턴(22)과 유사한 형상의 요철 패턴을 가지면서 형성되는 것을 확인할 수 있다. 또한, 반도체층(30)과 유사하게, 상부 전극(40)이 금속 반사층(20)의 요철 패턴(22)의 형상을 유지시키면서 형성됨에 따라, 제3 비정질 실리콘층(33)과 상부 전극(40)이 접촉하는 면적이 확대될 수 있게 된다. 이러한 접촉 면적의 확대가 제3 비정질 실리콘층(33)과 상부 전극(40) 간의 접촉 저항을 감소시켜 제3 비정질 실리콘층(33) 상에 상부 전극(40)을 보다 용이하게 형성될 수 있도록 함은 앞서 설명한 바와 같다.
- [0053] 이와 같이 제조된 본 발명의 태양전지(1)는 다음과 같이 구동될 수 있다. 먼저, 태양전지(1)로 입사된 광이 상부 전극(40)을 투과하여 반도체층(30) 내부에 유입되며, 반도체층(30)으로 유입된 광 중에서 에너지 밴드 갭보다 큰 에너지를 가진 광에 의하여 전자와 정공의 쌍이 생성된다. 다음으로, 전자는 n층으로 정공은 p층으로 이동함에 따라 반도체층(30) 내부에 광기전력이 발생하게 되고, 이어서 전극의 역할을 하는 금속 반사층(20)과 상부 전극(40)에 의하여 전류가 흐르게 된다. 이때에, 금속 반사층(20)은 전극으로서의 역할 뿐만 아니라 반도체층(30)을 투과한 광을 다시 반도체층(30) 내부로 반사시키는 기능도 수행할 수 있다.
- [0054] 위와 같은 태양전지(1)의 구동 원리에서도 알 수 있듯이, 태양전지(1)에 입사된 광의 경로가 길면 길수록 또한 태양전지(1)에 입사되는 광이 많으면 많을 수록 반도체층(30) 내부에서 광기전력이 발생할 확률이 높게 된다. 즉, 태양전지(1)의 광전 변환 효율을 높이기 위해서는 태양전지(1)에 입사된 광의 경로를 길게 만들거나 태양전지(1)에 입사되는 광의 양을 증대시킬 필요가 있다. 본 발명에서는, 요철 패턴(22)이 형성된 금속 반사층(20)을 채용함으로써 광의 경로를 증대시킬 수 있으며, 반도체층(30) 및 상부 전극(40)이 금속 반사층(20)의 요철 패턴(22)을 유지하면서 형성됨에 따라 태양전지(1)에 입사되는 광의 양을 증대시킬 수 있다.
- [0055] 먼저, 도 11은 본 발명이 가지는 광 경로 증대 효과를 설명하기 위한 도면이다. 보다 구체적으로, 도 11의 (a)는 요철 패턴이 형성되지 아니한 금속 반사층[4; 도 1에 도시된 금속 반사층]에서 광(R_1)이 반사되는 모습을 나타내는 도면이고, 도 11의 (b)는 요철 패턴(22)이 형성된 본 발명의 금속 반사층(20)에서 광(R_1)이 반사되는 모습을 나타내는 도면이다.

- [0056] 도 11의 (a)와 (b)를 비교하여 보면, 태양전지 내부로 유입된 광(R_1)이 금속 반사층(4, 20)에서 반사됨에 있어서, (a)의 금속 반사층(4) 보다 (b)의 금속 반사층(20)에서 반사될 때에 더 긴 경로를 가지게 됨을 알 수 있다. 즉, 본 발명의 금속 반사층(20)에 형성된 요철 패턴(22)은 반도체층(30)으로 유입된 광(R_1)의 경로를 증대시킴으로써 태양전지(1)의 광전 변환 효율을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0057] 다음으로, 도 12는 본 발명이 가지는 입사되는 광의 증대 효과를 설명하기 위한 도면이다. 보다 구체적으로, 도 12의 (a)는 일반적인 태양전지[2; 도 1에 도시된 태양전지]의 상부 전극(6)에 광이 입사되는 모습을 나타내고 있으며, 도 12의 (b)는 본 발명의 태양전지(1)의 상부 전극(40)에 광이 입사되는 모습을 나타내는 도면이다. 참고로, 도 12의 (a) 및 (b)에서는 설명의 편의를 위하여 상부 전극(6, 40)과 대기가 접촉하는 면만을 도시하였다.
- [0058] 먼저, 일반적인 태양전지(2)의 상부 전극(6)을 나타내고 있는 도 12의 (a)를 참조하여 광이 대기 접촉면에서 전 반사되어 광전 변환 효율이 저하되는 메커니즘에 대해서 살펴보기로 한다.
- [0059] 전반사는 광학적으로 밀한(with high index of refraction) 매질(medium)에서 소한(with low index of refraction) 매질로 빛이 진행할 때, 특정 임계각(critical angle)(θ)보다 큰 입사각으로 입사한 빛이 굴절하지 않고 100% 반사되는 현상이다. 도 12의 (a)에서, 광(R_2, R_3)의 진행 경로는 대기 접촉면에서 입사각(incidence angle)(θ_1, θ_2 ; $\theta_1 < \theta < \theta_2$)에 의해 결정될 수 있다. 도 12의 (a)에서 광(R_2)은 임계각(θ)보다 작은 각(θ_1)을 가지고 대기 접촉면에 입사하기 때문에 굴절되어 상부 전극(40)을 통과할 수 있다. 그러나, 광(R_3)은 임계각(θ)보다 큰 각(θ_2)을 가지고 대기 접촉면에 입사하기 때문에 전반사될 수 있다. 대기 접촉면에서 전반사되는 광(R_3)이 많아지게 되는 경우 반도체층(5) 내부로 유입되지 못하는 광이 많아지기 때문에 태양전지(2)의 광전 변환 효율이 저하되게 된다.
- [0060] 다음으로, 본 발명의 태양전지(1)를 나타내고 있는 도 12의 (b)를 참조하여 본 발명의 효과에 대해서 설명하기로 한다.
- [0061] 도 12의 (b)를 도 12의 (a)와 비교하여 봤을 때, 광(R_2)의 경로는 변하지 않았지만, 광(R_3)은 전반사되지 않고 바깥으로 빠져나간다. 이는 상부 전극(40)의 요철 패턴 때문에 광(R_3)에 대한 전반사 조건이 깨졌기 때문이다. 즉, 도 12의 (a)에서는 광(R_3)의 입사각(θ_2)이 임계각(θ)보다 크지만, 도 12의 (b)에서는 광(R_3)의 입사각(θ_3)이 임계각(θ)보다 작기 때문이다. 이와 같이, 상부 전극(40)에 형성된 요철 패턴에 의해 상부 전극을 통과하는 광이 증가함에 따라, 태양전지(1)의 광전 변환 효율이 향상될 수 있게 된다.
- [0062] 물론 종래에도 태양전지의 구성요소에 요철 패턴을 형성하는 방법이 소개된 예가 있으나, 이러한 방법은 식각 마스크를 이용하여 태양전지의 구성요소를 식각함으로써 요철 패턴을 형성하는 기술이 대다수를 차지하였다. 이러한 방법은 식각 마스크를 형성하는 공정과 식각 마스크를 이용하여 식각하는 공정이 필수적으로 요구되기 때문에 공정 시간이 복잡하여 지고 공정 비용이 많이 소요되는 등의 문제점이 있었다. 그러나, 본 발명에 의하면, 나노 임프린팅 방법을 이용하여 금속 반사층(20)에 요철 패턴(22)을 형성하고 이러한 금속 반사층(20)의 요철 패턴(22)을 기초로 금속 반사층(20) 상에 형성되는 구성요소에 자연스럽게 요철 패턴을 형성할 수 있게 되므로, 별 다른 추가적인 공정이 없이도 반도체층(30) 및 상부 전극(40)에 요철 패턴을 형성할 수 있게 된다.
- [0063] 이상의 상세한 설명에서 본 발명은 구체적인 구성요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나, 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명이 상기 실시예들에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형을 꾀할 수 있다. 따라서, 본 발명의 사상은 상기 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등하게 또는 등가적으로 변형된 모든 것들은 본 발명의 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

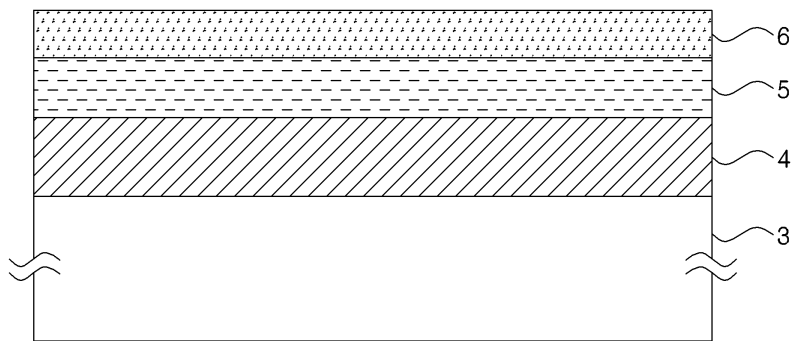
- [0064] 1: 태양전지
2: 종래의 태양전지

- 10: 기판
- 20: 금속 반사층
- 22: 요철 패턴
- 30: 반도체층
- 31: 제1 비정질 실리콘층
- 32: 제2 비정질 실리콘층
- 33: 제3 비정질 실리콘층
- 40: 상부 전극
- 50: 몰드
- 52: 몰드의 패턴

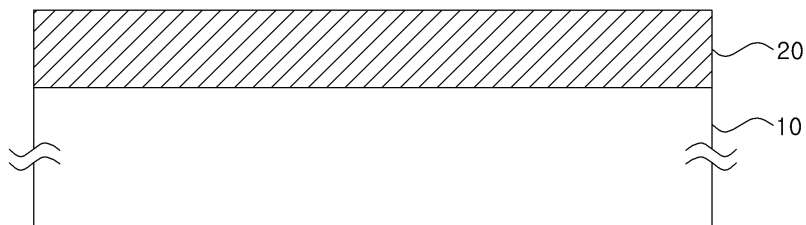
도면

도면1

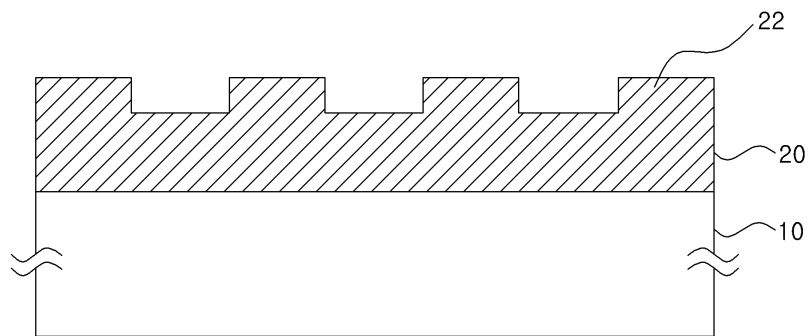
2



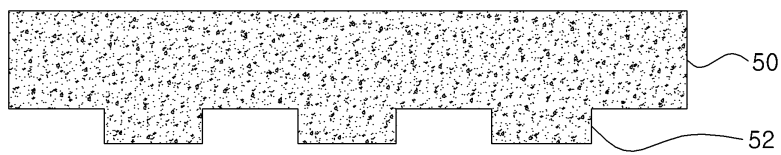
도면2



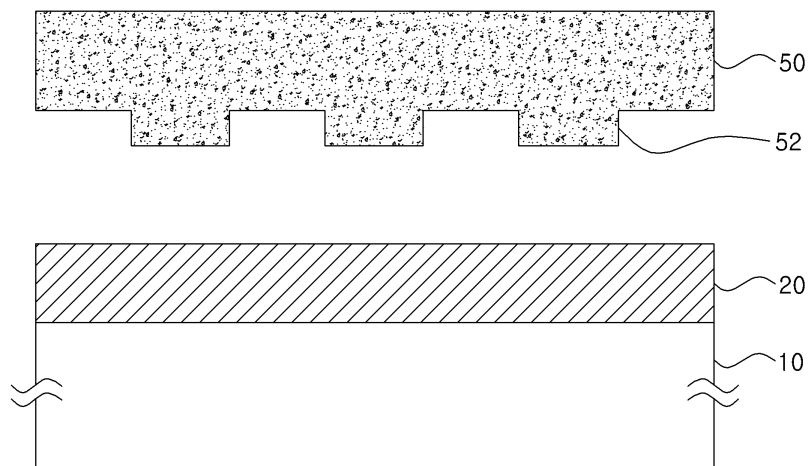
도면3



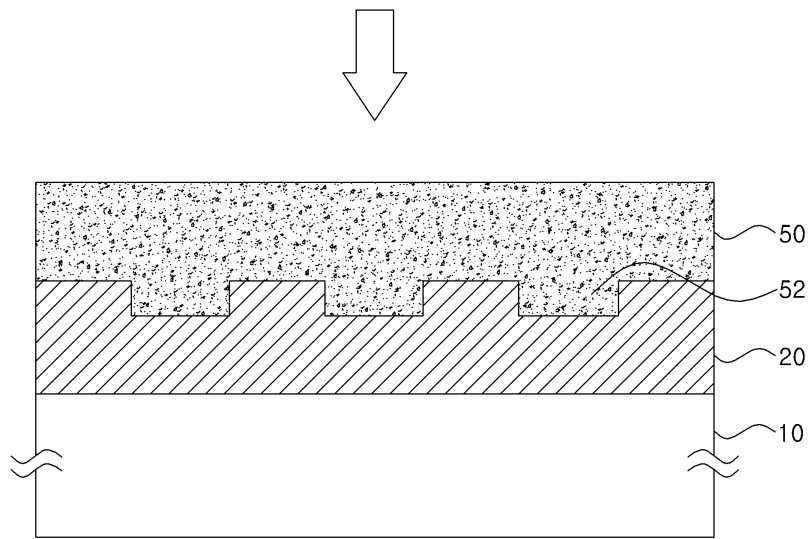
도면4



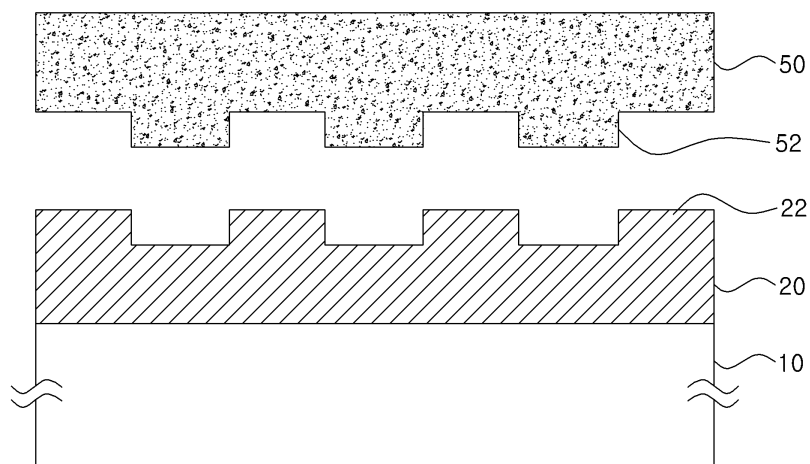
도면5



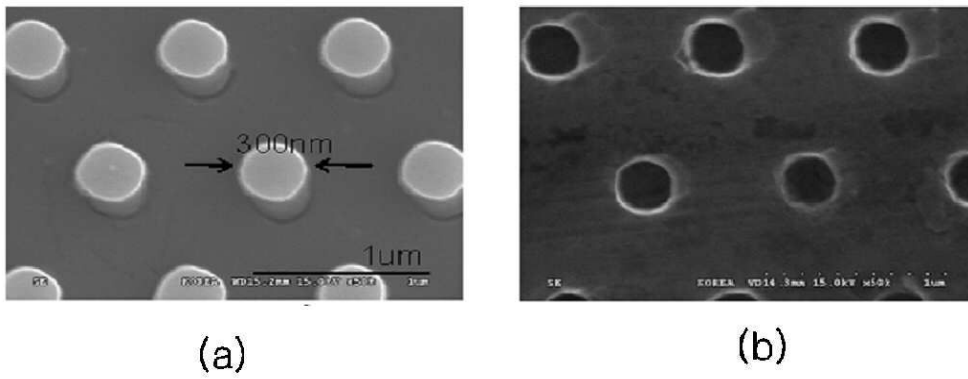
도면6



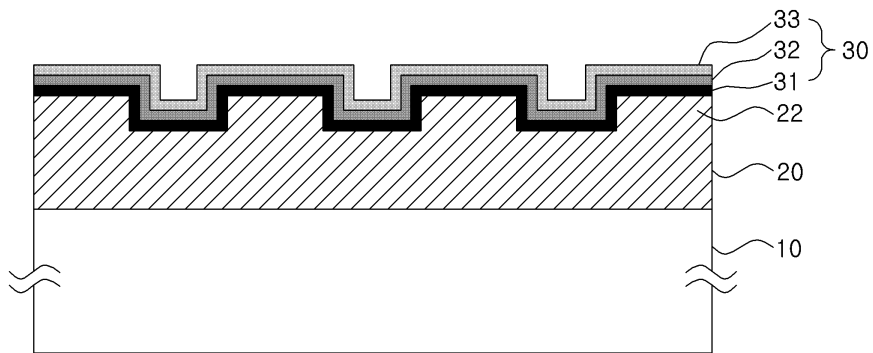
도면7



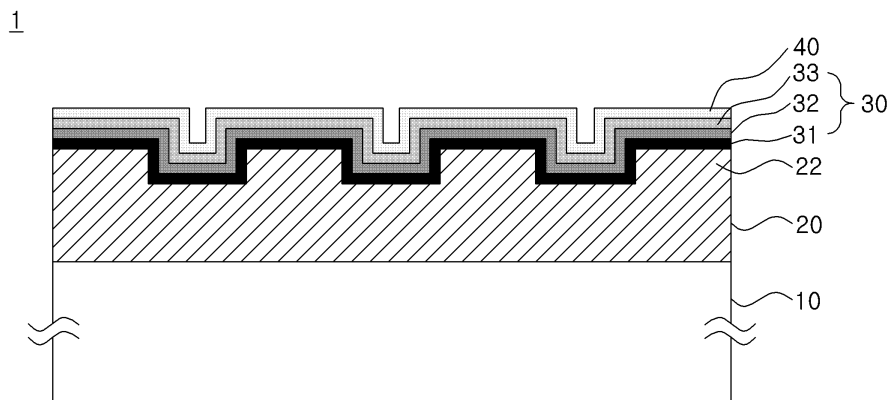
도면8



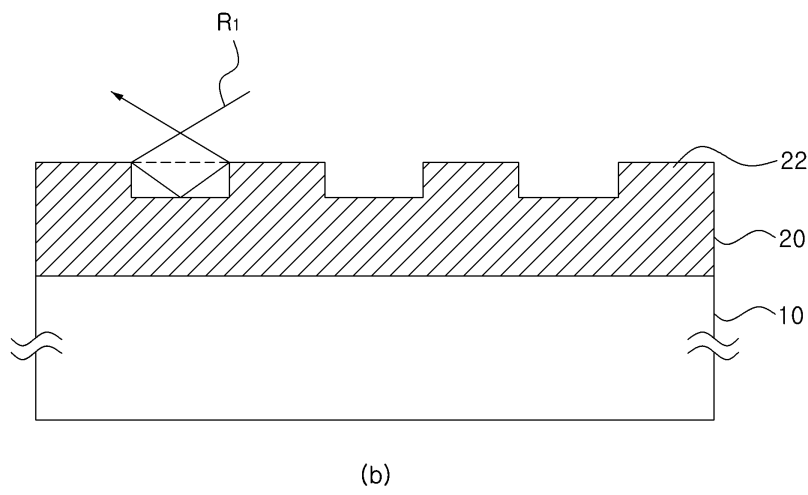
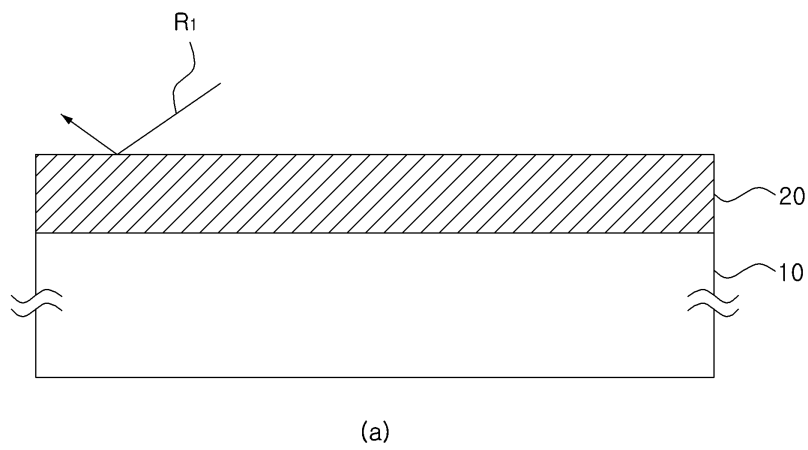
도면9



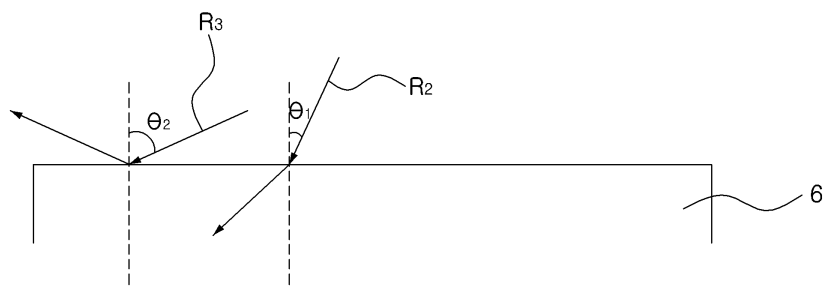
도면10



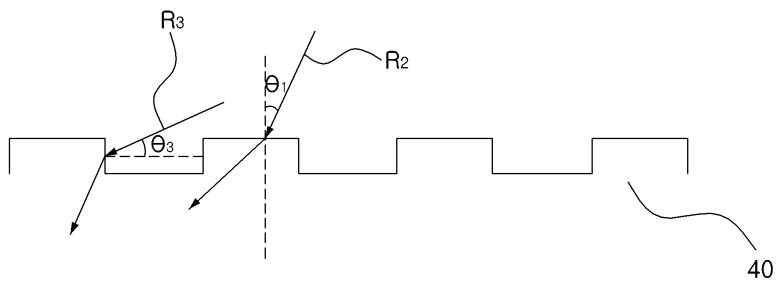
도면11



도면12



(a)



(b)