(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0114935
(43) 공개일자 2024년07월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H10K 71/10 (2023.01) *H10K 30/10* (2023.01)
H10K 30/50 (2023.01) *H10K 30/81* (2023.01)
H10K 30/84 (2023.01)
(52) CPC특허분류
H10K 71/10 (2023.02)
H10K 30/10 (2023.02)
(21) 출원번호 10-2023-0007227
(22) 출원일자 2023년01월18일
심사청구일자 2023년01월18일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
전용석
서울특별시 은평구 진관4로 78-38 은평지웰테라스, 1508동 403호
김동환
경기도 양평군 서종면 당목뿌리길 54
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인시공

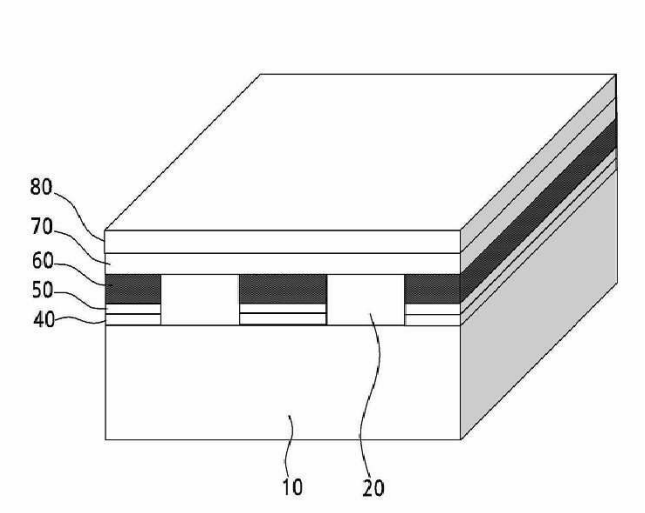
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **반투명 태양전지 및 그 제조방법**

(57) 요 약

본 발명의 실시예에 따른 반투명 태양전지 제조방법은 기판 상에, 기 설정된 패턴으로 투명한 절연층과 포토레지스트층을 형성하는 단계; 상기 기판과 상기 포토레지스트층 상에 제1전극, 제1전하수송층 및 전구체 물질을 순차적으로 증착하는 단계; 상기 포토레지스트층을 제거하는 단계; 상기 전구체 물질을 광흡수층으로 변환시키는 단계; 및 상기 광흡수층 상에, 제2전하수송층 및 제2전극을 증착하는 단계;를 포함한다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
H10K 30/50 (2023.02)
H10K 30/81 (2023.02)
H10K 30/84 (2023.02)
(72) 발명자
강윤묵
서울특별시 성북구 보문사길 111, 103동 505호
이해석
서울특별시 송파구 위례광장로 170, 101동 1202호
편도원
서울특별시 관악구 관악로30길 27, 111동 503호
이찬용
서울특별시 성북구
장홍준
서울특별시 서대문구 신촌로1길 42-5, 502호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1415180700
과제번호 20213091010020
부처명 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명 한국에너지기술평가원
연구사업명 신재생에너지핵심기술개발(전력)
연구과제명 확장이 용이한 투명태양전지 플랫폼 개발
기 여 율 1/2
과제수행기관명 고려대학교산학협력단
연구기간 2022.04.01 ~ 2022.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711170851
과제번호 2022M3J7A1066428
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 기후기술인재양성 시범사업
연구과제명 에너지 · 환경 기후기술인재양성 센터
기 여 율 1/2
과제수행기관명 고려대학교
연구기간 2022.05.01 ~ 2023.01.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

기판 상에, 기 설정된 패턴으로 투명한 절연층과 포토레지스트층을 형성하는 단계;

상기 기판과 상기 포토레지스트층 상에 제1전극, 제1전하수송층 및 전구체 물질을 순차적으로 증착하는 단계;

상기 포토레지스트층을 제거하는 단계;

상기 전구체 물질을 광흡수층으로 변환시키는 단계; 및

상기 광흡수층 상에, 제2전하수송층 및 제2전극을 증착하는 단계;를 포함하는 반투명 태양전지 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 기판 상에, 기 설정된 패턴이 형성된 투명한 절연층과 포토레지스트층을 형성하는 단계는,

상기 기판 상에 투명한 절연층을 증착하는 단계;

상기 절연층 상에 포토리소그래피 공정으로 기 설정된 패턴으로 포토레지스트층을 형성하는 단계; 및

상기 포토레지스트층이 형성되지 않은 절연층을 건식 에칭하는 단계;를 포함하는 반투명 태양전지 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 전구체 물질은, PbI_2, PbO_X, $PbBr_2$, SnI_2 및 $SnBr_2$ 중 어느 하나 이상의 무기물을 포함하는 반투명 태양전지 제조방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 광흡수층은, 상기 포토레지스트층이 제거된 후에, 상기 무기물에 유기물의 코팅을 통한 건식공정으로 페로브스카이트 박막층으로 변환된 반투명 태양전지 제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 기 설정된 패턴의 간격은, 입사광의 파장폭보다 작은 반투명 태양전지 제조방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1전극, 상기 제1전하수송층 및 상기 광흡수층은, 상기 절연층 상에 증착되지 않고, 상기 절연층의 기 설정된 패턴 사이에 순차적으로 증착되는 반투명 태양전지 제조방법.

청구항 7

기판;

기 설정된 패턴으로 상기 기판 상면에 직접 증착된 투명한 절연층;

상기 절연층이 증착되지 않은 영역에서, 상기 기판 상면에 직접 증착된 제1전극;

상기 절연층이 증착되지 않은 영역에서, 상기 제1전극 상면에 직접 증착된 제1전하수송층;

상기 절연층이 증착되지 않은 영역에서, 상기 제1전하수송층 상면에 직접 증착된 광흡수층;

상기 광흡수층과 상기 절연층 상에 증착된 제2전하수송층; 및

상기 제2전하수송층 상에 증착된 제2전극;을 포함하는 반투명 태양전지.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 광흡수층과 절연층의 상측은 동일 평면이고,

상기 제2전하수송층은 상기 광흡수층과 절연층의 상에 증착되는 반투명 태양전지.

청구항 9

제7항에 있어서,

기 설정된 패턴으로 증착된 투명한 절연층은,

상기 기판 상에 투명한 절연층을 증착하고, 상기 절연층 상에 포토리소그래피 공정으로 기 설정된 패턴의 포토레지스트층을 형성한 다음, 상기 포토레지스트층이 형성되지 않은 절연층을 건식 에칭하여 형성하는 반투명 태양전지.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 포토레지스트층은, 상기 제1전극, 상기 제1전하수송층 및 상기 광흡수층이 증착된 후, 리프트-오프 공정으로 제거되고,

상기 제1전극, 상기 제1전하수송층 및 상기 광흡수층은, 상기 기 설정된 패턴의 절연층의 사이에 증착되는 반투명 태양전지.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 반투명 태양전지 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 세계적으로 지구온난화 문제가 심화되고 있다. 이를 극복하기 위해 2015년 세계는 지구의 평균 기온 상승을 2℃ 이내보다 낮은 수준으로 유지하기로 하는 파리기후변화협약을 체결하였다. 따라서, 지구온난화를 막기 위해 기존의 화석에너지의 사용을 줄이고 이를 대체할 수 있는 신재생에너지 개발이 필수적이다.

[0004] 신재생에너지는 기존의 화석 연료를 재활용하거나 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지로 태양에너지, 지열 에너지, 해양 에너지, 바이오 에너지 등이 있다.

[0005] 이 중 태양에너지, 태양광은 오염이 없고, 무한하며 지구 어느 곳에서도 이용이 가능하다는 장점이 있다. 태양전지는 이를 활용하기 위해 개발되었으며, 광기전력 효과를 이용하여 태양으로부터 생성된 빛 에너지를 전기 에너지로 변환하는 소자이다.

[0006] 유기, 무기, 유무기 하이브리드를 이용한 다양한 태양전지가 개발되었으나, 아직까지 전체 전력 생산량 중 태양전지를 이용하여 발전된 전력의 사용은 낮은 수준이다. 이는 태양전지의 발전단가가 화석 연료를 사용해 생산한 일반 전력비용에 비해 높기 때문이다. 태양전지 효율은 태양전지의 발전단가를 결정하는 중요인자로, 가격 경쟁력을 높이기 위해서는 태양전지 효율 향상이 중요하다.

[0007] 최근 26% 이상의 실리콘 태양전지 개발에 성공하며 꾸준한 성장을 보이고 있으나, 현재 구조의 실리콘 태양전지를 이용하여 구현 가능한 이론적 효율은 29.4%로 효율 향상의 한계가 있다.

[0008] 현재 상용화 되어 있는 태양전지 구조는 단일 접합 구조로 되어 있어, 태양으로부터 오는 빛을 전체적으로 이용하는 것에 한계가 있다. 이를 극복하기 위해서 특정 파장대를 흡수할 수 있는 밴드갭으로 이루어진 태양전지를 적층하여 태양광 스펙트럼을 보다 효율적으로 이용하는 다중접합 태양전지 구현이 필요하다. 이때 이론적 효율 한계는 최대 87%까지 증가된다.

[0009] 한편, 페로브스카이트 태양전지는 2009년 일본의 미야사카 교수팀이 기존의 염료 감응 태양전지에 유무기 복합 소재인 메틸암모늄납요오드화물을 적용하면서 연구가 시작되었으며, 당시 3.8%에 불과하였던 효율이 빠른 속도로 성장하며 최근 25%이상의 효율을 기록하였다.

[0010] 페로브스카이트 태양전지의 핵심층인 페로브스카이트층 제조 방법에는 1-step 코팅 방법과 2-step 코팅 방법이 있다. 1-step 코팅 방법은 단일 페로브스카이트 전구체 용액을 사용하여 코팅하는 방법이고, 2-step 코팅 방법은 PbI_2를 먼저 코팅하여 페로브스카이트 전구체 층을 형성한 후, MAI, FAI 또는 혼합 양이온 및 음이온 조성의 용액을 페로브스카이트 전구체 층 위에 코팅하여 건식공정 등을 통해 페로브스카이트층을 형성하는 방법이다.

[0011] 상술한 바와 같이, 페로브스카이트층이 형성된 종래의 페로브스카이트 태양전지는 도 1의 (a)와 같은 구조로 제조되었다. 또한, 종래의 페로브스카이트 태양전지는 도 1의 (b)와 같이, 광흡수층의 두께를 얇게 하여 반투명 페로브스카이트 태양전지가 제조되었다. 그러나, 도 1의 (b)와 같은 구조는 광흡수층의 얇은 두께로 인해 투과도가 증가하는 대신 충분한 양의 빛을 흡수하지 못하여 발전효율이 감소한다는 문제점이 있었다.

[0012] 한편, 최근 들어 '제로에너지 빌딩 활성화' 및 '에너지 신산업 확산전략' 등 에너지 환경정책이 시행됨에 따라 건물 일체형 발전에 용이한 BIPV(building integrated photovoltaics)용 (반)투명 태양전지에 대한 관심이 높아지고 있다.

[0013] 하지만 실리콘 태양전지의 경우, 실리콘 재료의 낮은 흡수계수 특성으로 인하여 얇은 박막 형태로 태양전지를 제작하기가 어렵기 때문에 투과도 확보가 어려워 BIPV에 적용하기에는 어렵다는 단점이 있다.

[0014] 따라서 CIGS, 유기태양전지, 페로브스카이트 태양전지 등의 박막 태양전지를 활용한 BIPV용 반투명 태양전지에 대한 연구가 활발하고 보고되고 있다.

[0015] 그러나, 대부분의 박막 기반 반투명 태양전지는 광흡수층의 두께를 매우 얇게 만듦으로써 투과도를 확보하고 있으나, 이러한 경우 광흡수층에서 충분하게 빛을 흡수하지 못하여 소자가 충분하게 발전할 수 없다. 이는, 박막 기반의 반투명 태양전지에서 투과도와 발전효율은 서로 상충하는 결과로 볼 수 있다.

[0016] 따라서 반투명 태양전지의 투과도와 발전효율을 동시에 확보할 수 있는 기술 개발이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0018] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 10-2300346

(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허 10-2022-0022596

발명의 내용

해결하려는 과제

[0019] 본 발명은 페로브스카이트 태양전지의 낮은 투과도를 향상시켜 BIPV 혹은 VIPV 등에 적용할 수 있는 반투명 페로브스카이트 태양전지를 제작함으로써 투과도와 발전효율을 동시에 확보 가능한 반투명 태양전지 및 그 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0020] 또한, 본 발명은 원하는 형태 및 크기로 광흡수층을 선택적으로 형성할 수 있어 대면적화뿐만 아니라 사용 및 설치 목적에 따라 다양하게 활용이 가능한 반투명 태양전지 및 그 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0021] 한편, 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0023] 본 발명의 실시예에 따른 반투명 태양전지 제조방법은 기판 상에, 기 설정된 패턴으로 투명한 절연층과 포토레지스트층을 형성하는 단계; 상기 기판과 상기 포토레지스트층 상에 제1전극, 제1전하수송층 및 전구체 물질을 순차적으로 증착하는 단계; 상기 포토레지스트층을 제거하는 단계; 상기 전구체 물질을 광흡수층으로 변환시키는 단계; 및 상기 광흡수층 상에, 제2전하수송층 및 제2전극을 증착하는 단계;를 포함한다.

[0024] 또한, 상기 기판 상에, 기 설정된 패턴이 형성된 투명한 절연층과 포토레지스트층을 형성하는 단계는, 상기 기판 상에 투명한 절연층을 증착하는 단계; 상기 절연층 상에 포토리소그래피 공정으로 기 설정된 패턴으로 포토레지스트층을 형성하는 단계; 및 상기 포토레지스트층이 형성되지 않은 절연층을 건식 에칭하는 단계;를 포함한다.

[0025] 또한, 상기 전구체 물질은, PbI_2, PbO_X, $PbBr_2$, SnI_2 및 $SnBr_2$ 중 어느 하나 이상의 무기물을 포함한다.

[0026] 또한, 상기 광흡수층은, 상기 포토레지스트층이 제거된 후에, 상기 무기물에 유기물의 코팅을 통한 건식공정으로 페로브스카이트 박막층으로 변환된다.

[0027] 또한, 상기 기 설정된 패턴의 간격은, 입사광의 파장폭보다 작을 수 있다.

[0028] 또한, 상기 제1전극, 상기 제1전하수송층 및 상기 광흡수층은, 상기 절연층 상에 증착되지 않고, 상기 절연층의 기 설정된 패턴 사이에 순차적으로 증착된다.

[0029] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 반투명 태양전지는, 기판; 기 설정된 패턴으로 상기 기판 상면에 직접 증착된 투명한 절연층; 상기 절연층이 증착되지 않은 영역에서, 상기 기판 상면에 직접 증착된 제1전극; 상기 절연층이 증착되지 않은 영역에서, 상기 제1전극 상면에 직접 증착된 제1전하수송층; 상기 절연층이 증착되지 않은 영역에서, 상기 제1전하수송층 상면에 직접 증착된 광흡수층; 상기 광흡수층과 상기 절연층 상에 증착된 제2전하수송층; 및 상기 제2전하수송층 상에 증착된 제2전극;을 포함한다.

[0030] 또한, 상기 광흡수층과 절연층의 상측은 동일 평면이고, 상기 제2전하수송층은 상기 광흡수층과 절연층의 상에 증착된다.

[0031] 또한, 기 설정된 패턴으로 증착된 투명한 절연층은, 상기 기판 상에 투명한 절연층을 증착하고, 상기 절연층 상에 포토리소그래피 공정으로 기 설정된 패턴의 포토레지스트층을 형성한 다음, 상기 포토레지스트층이 형성되지 않은 절연층을 건식 에칭하여 형성한다.

[0032] 또한, 상기 포토레지스트층은, 상기 제1전극, 상기 제1전하수송층 및 상기 광흡수층이 증착된 후, 리프트-오프 공정으로 제거되고, 상기 제1전극, 상기 제1전하수송층 및 상기 광흡수층은, 상기 기 설정된 패턴의 절연층의 사이에 증착된다.

발명의 효과

[0034] 본 발명의 실시예에 따르면, 페로브스카이트 전구체 용액을 선택적으로 증착하여 투과도를 확보함과 동시에, 페로브스카이트 전구체 물질을 건식공정 등을 통해 페로브스카이트층으로 변환해줌에 따라 반투명의 페로브스카이트 태양전지 제조함으로써, BIPV 혹은 VIPV 등에 적용할 수 있는 동시에 투과도와 발전효율을 동시에 확보 가능하다.

[0035] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 원하는 형태 및 크기로 광흡수층을 선택적으로 형성할 수 있어 대면적화뿐만 아니라 사용 및 설치 목적에 따라 다양하게 활용이 가능하다.

[0036] 한편, 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0038] 도 1은 종래의 페로브스카이트 태양전지의 구조를 나타내되, 광흡수층의 두께를 다르게 나타낸 단면도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 반투명 태양전지를 나타낸 사시도이고,

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 반투명 태양전지 제조방법을 나타낸 순서도이고,

도 4는 기 설정된 패턴이 선형인 상태를 나타낸 평면도이고,

도 5의 (a)와 (b)는 도 4의 A-A'를 확대하여 나타낸 단면도이며, 도 5의 (c)는 도 4를 확대하여 나타낸 평면도이다.

도 6은 기 설정된 패턴이 닷(dot) 또는 원형인 상태를 나타낸 평면도이고,

도 7은 도 6의 B-B'를 확대하여 나타낸 사시도이다.

도 8은 기 설정된 패턴의 면적이 중심부, 중간부 및 테두리부로 갈수록 작아지는 예시를 나타낸 평면도이다 .

도 9는 도 3의 (f)를 나타낸 사시도이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 반투명 태양전지 제조방법으로 제조된 반투명 태양전지로 입사광을 나타낸 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0039] 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면들을 참조하여 더욱 상세하게 설명한다. 본 발명의 실시 예는 여러 가지 형태로 변형할 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래의 실시 예들로 한정되는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 실시 예는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해 제공되는 것이다. 따라서 도면에서의 요소의 형상은 보다 명확한 설명을 강조하기 위해 과장되었다.

[0040] 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안을 명확하게 하기 위한 발명의 구성을 본 발명의 바람직한 실시 예에 근거하여 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하되, 도면의 구성요소들에 참조번호를 부여함에 있어서 동일 구성요소에 대해서는 비록 다른 도면상에 있더라도 동일 참조번호를 부여하였으며 당해 도면에 대한 설명 시 필요한 경우 다른 도면의 구성요소를 인용할 수 있음을 미리 밝혀둔다.

[0042] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 반투명 태양전지는 기판(10), 절연층(20), 제1전극(40), 제1전하수송층(50), 광흡수층(60), 제2전하수송층(70) 및 제2전극(80)이 순차적으로 증착될 수 있다.

[0043] 먼저, 기판(10)은, 금속, 고분자 등 박막 태양전지 구조를 지지할 수 있는 물성을 갖는 소재이면 제한되지 않고 사용할 수 있으며, 태양광이 투과할 수 있도록 투명한 재질로 형성되는 것이 바람직하다.

[0044] 구체적으로, 기판(10)은 용도에 따라 유리, 석영(quartz), 웨이퍼, 사파이어, SiC, PET(polyethylene

terephthalate), PEN(polyethylenenaphthelate), PP(polypropylene), PI(polyamide), TAC(tri acetyl cellulose), PES(polyethersulfone) 등의 투명 폴리머 등일 수 있다.

[0045] 절연층(20)은, 기판(10) 상에 기 설정된 패턴으로 증착되며, 투명하게 이루어진다.

[0046] 또한, 절연층(20)은 실리콘산화물(SiOx), 실리콘질화물(SiNx)과 같은 무기 절연 물질로 이루어질 수 있다.

[0047] 제1전극(40)은, 절연층(20)이 증착되지 않은 기판(10) 상에 증착된다. 즉, 제1전극(40)은 기 설정된 패턴 사이의 기판(10) 상에만 증착될 수 있다.

[0048] 제1전하수송층(50)은 제1전극(40) 상에 증착된다. 이때, 제1전하수송층(50)은 기 설정된 패턴 사이의 기판(10) 상에 증착된 제1전극(40) 상에만 증착될 수 있다.

[0049] 광흡수층(60)은, 제1전하수송층(50) 상에 증착된다. 그리고, 광흡수층(60)은 기 설정된 패턴 사이에 증착된 제1전하수송층(50) 상에만 증착된다. 이때, 광흡수층(60)의 상측과 절연층(20)의 상측이 일치할 수 있다.

[0050] 이때, 기 설정된 패턴으로 증착된 투명한 절연층(20)은, 기판(10) 상에 투명한 절연층(20)을 증착하고, 절연층(20) 상에 포토리소그래피(Photolithography) 공정으로 기 설정된 패턴으로 포토레지스트층(30)을 형성한 다음, 포토레지스트층(30)이 형성되지 않은 절연층(20)을 제거하여 형성될 수 있다.

[0051] 또한, 포토레지스트층(30)은, 후술할 제1전극(40), 제1전하수송층(50) 및 광흡수층(60)이 증착된 후, 리프트-오프(lift-off) 공정으로 제거될 수 있다.

[0052] 즉, 제1전극(40), 제1전하수송층(50) 및 광흡수층(60)은, 기 설정된 패턴의 절연층(20)의 사이에만 증착될 수 있다.

[0053] 이에 따라, 광흡수층(60)이 기 설정된 패턴으로 증착된 투명한 절연층(20) 사이에 증착됨으로써, 반투명 태양정지가 제조될 수 있으며, 투과도와 발전효율을 동시에 확보 가능하다.

[0054] 또한, 포토리스트 층의 패턴에 따라, 원하는 형태 및 크기로 광흡수층(60)을 선택적으로 형성할 수 있어 대면적화뿐만 아니라 사용 및 설치 목적에 따라 다양하게 활용이 가능한 반투명 태양전지 제조방법을 제공할 수 있다.

[0055] 그리고, 제2전하수송층(70)은, 광흡수층(60) 상에 증착된다.

[0056] 이때, 광흡수층(60)과 절연층(20)의 상측은 동일 평면임에 따라, 제2전하수송층(70)은, 광흡수층(60)과 절연층(20)의 상에 증착될 수 있다.

[0057] 제2전극(80)은, 제2전하수송층(70) 상에 증착된다.

[0059] 이하, 상술한 반투명 태양전지의 제조방법에 관하여 상세하게 설명한다.

[0060] 먼저, 도 3의 (a)를 참조하면, 기판(10) 상에, 기 설정된 패턴으로 투명한 절연층(20)과 포토레지스트층(30)을 형성한다.

[0061] 여기서, 기판(10) 상에, 기 설정된 패턴이 형성된 투명한 절연층(20)과 포토레지스트층(30)을 형성하는 단계는, 구체적으로 먼저, 기판(10) 상에 투명한 절연층(20)을 증착할 수 있다.

[0062] 다음으로, 도 3의 (b)와 같이, 절연층(20) 상에 포토리소그래피(Photolithography) 공정으로 기 설정된 패턴으로 포토레지스트층(30)을 형성할 수 있다.

[0063] 그리고, 포토레지스트층(30)이 형성되지 않은 절연층(20)을 건식 에칭할 수 있다. 구체적으로, 건식 에칭에는 반응성 이온 식각 장비를 이용할 수 있으며, 플라즈마에칭 (Plasma Etching), 스퍼터에칭 (Sputter Etching), 반응이온에칭 (Reactive Ion Etching) 또는 DRIE (Deep Reactive Ion Etching) 등을 할 수 있다.

[0064] 여기서, 기 설정된 패턴은, 선형, 원형, 타원형, 다각형 중 어느 하나 또는 어느 하나 이상의 조합일 수 있다.

[0065] 예를 들어, 도 4와 같이, 기 설정된 패턴이 선형으로 이루어질 때, 도 5의 (a) 내지 (c)과 같이 선형의 패턴을 확인할 수 있다.

[0066] 또한, 도 6과 같이, 기 설정된 패턴이 닷(dot) 또는 원형으로 이루어질 때, 도 7과 같이 닷 또는 원형의 패턴을 확인할 수 있다.

[0067] 또한, 기 설정된 패턴은, 반투명 태양전지의 투과성과 발전효율에 직접적인 요인이 되므로, 기 설정된 패턴에 따라 투과성과 발전효율을 조절할 수 있다. 즉, 기 설정된 패턴은 반투명 태양전지의 투과성을 제공할 수 있고, 패턴 사이에 증착되는 광흡수층(60)은 태양광 발전을 할 수 있다. 다시 말해, 기 설정된 패턴의 간격, 크기 등을 활용하여 면적을 조절함에 따라 투과성과 태양광발전을 최적으로 제공할 수 있다.

[0068] 특히, 반투명 태양전지는, BIPV(building integrated photovoltaics)용 태양전지로 활용됨에 따라, 투과성 즉, 시인성이 필요한 특정부분에는 기 설정된 패턴의 투명한 절연층(20) 간격이 제1간격으로 이격되어 다수 증착되고, 그 외 부분에는 발전효율을 극대화할 수 있도록 기 설정된 패턴의 간격이 제1간격보다 넓은 제2간격으로 이격되어 증착될 수 있다.

[0069] 또한, 기 설정된 패턴의 면적을 다르게 할 수 있다. 예를 들어, 도 8과 같이, 기판(10)의 중심부, 중심부의 주변인 중간부, 중간부의 주변인 테두리부로 구분한다면, 절연층(20)의 중심을 기준으로 이격된 간격은 동일하나, 면적이 중심부, 중간부 및 테두리부로 갈수록 좁아질 수 있다. 이는 반투명 태양전지의 중심부는 투과성이 높게 나타나고, 테두리부로 갈수록 발전효율은 높게 나타날 수 있다. 이에 한정하지 않고, 기 설정된 패턴의 간격으로도 투과성과 발전효율을 다르게 할 수 있다.

[0070] 또 다른 예로, 기판(10)을 상하방향으로, 상부, 중간부, 하부로 구분할 수 있고, 좌우방향으로, 좌측, 중간부, 우측으로 구분할 수 있으며, 대각방향으로 다수영역으로 구분할 수 있는 등 다양하게 구분할 수 있으므로, 상술한 구분에 한정하지 않는다.

[0071] 정리하면, 절연층(20) 또는 절연층(20) 사이에 증착되는 광흡수층(60)의 면적은, 기 설정된 패턴 방식에 따라 구역 별로 다르게 형성될 수 있다.

[0072] 더불어, 본 발명의 반투명 태양전지 제조방법에 제조된 반투명 태양전지는, 전체적으로 동일 평면 상에서 절연층(20)과 광흡수층(60)이 0.5:1 내지 1.5:1의 면적 비율로 증착 형성될 수 있고, 이 비율에 따라 투과도와 태양광효율이 설정될 수 있다.

[0073] 여기서, 절연층(20)과 광흡수층(60)의 면적 비율이 0.5:1 미만인 경우 낮은 투과도로 인하여 반투명 태양전지로서의 역할을 수행하지 못하는 문제가 있을 수 있고, 절연층(20)과 광흡수층(60)의 면적 비율이 1.5:1 초과인 경우 발전량의 저하로 인해 발전효율이 급격하게 낮아지는 문제가 있을 수 있다.

[0074] 한편, 기 설정된 패턴의 간격은, 입사광의 파장폭보다 작을 수 있다.

[0075] 이에 따라, 편광자(polarizer) 기능도 추가로 제공할 수 있다.

[0076] 다음으로, 도 3의 (c)를 참조하면, 기판(10)과 포토레지스트층(30) 상에 제1전극(40), 제1전하수송층(50) 및 전구체 물질(61)을 순차적으로 증착할 수 있다.

[0077] 이때, 제1전극(40), 제1전하수송층(50) 및 전구체 물질(61)은, 절연층(20)과 포토레지스트층(30)의 패턴이 없는 기판(10) 상에 증착되고, 절연층(20)과 포토레지스트층(30)의 패턴 상에도 증착될 수 있다.

[0078] 즉, 기판(10)에 기 설정된 패턴에 따라 절연층(20)과 포토레지스트층(30)이 증착된 상태에서 기판(10)과 포토레지스트층(30) 상에는 각각 제1전극(40)과 제1전하수송층(50) 및 전구체 물질(61)이 순차적으로 증착될 수 있다.

[0079] 또한, 전구체 물질(61)은, PbI_2, PbO_X, $PbBr_2$, SnI_2 및 $SnBr_2$ 중 어느 하나 이상의 무기물인 것이 바람직하나, 이에 한정하지 않는다.

[0080] 여기서, 전구체 물질(61)은, 제1전하수송층(50) 상에 증착된다. 그리고, 광흡수층(60)은 기 설정된 패턴 사이에 증착된 제1전하수송층(50) 상에만 증착된다. 이때, 광흡수층(60)의 상측과 절연층(20)의 상측이 일치할 수 있다.

[0081] 다음으로, 도 3의 (d)를 참조하면, 포토레지스트층(30)을 제거할 수 있다.

[0082] 이때, 포토레지스트층(30)은, 리프트-오프 공정으로 제거될 수 있다. 또한, 리프트-오프 공정에는 에탄올 용매가 이용할 수 있다.

[0083] 여기서, 포토레지스트층(30)을 제거할 때 사용하는 에탄올 용매는 유기물을 용해시킬 수 있기 때문에, 무기물을 먼저 제1전하수송층(50)의 상에 증착하는 것은, 포토레지스트층(30)이 제거시켜 입사광의 투과를 확보한 다음, 유기물을 무기물과의 반응을 통해 전구체 물질(61)의 변환으로 페로브스카이트층 즉, 광흡수층(60)을 증착시키

기 위함이다.

[0084] 다음으로, 도 3의 (e) 및 도 9를 참조하면, 전구체 물질(61)을 광흡수층(60)으로 변환시킬 수 있다.

[0085] 이와 관련하여, 페로브스카이트 태양전지의 핵심층인 페로브스카이트층 제조 방법에는 1-step 코팅 방법과 2-step 코팅 방법이 있다. 1-step 코팅 방법은 단일 페로브스카이트 전구체 용액을 사용하여 코팅하는 방법이고, 2-step 코팅 방법은 PbI_2를 먼저 코팅하여 페로브스카이트 전구체 층을 형성한 후, 유기물인 MAI, FAI 또는 혼합 양이온 및 음이온 조성의 용액을 페로브스카이트 전구체 층 위에 코팅하여 건식공정 등을 통해 페로브스카이트층을 형성하는 방법이다.

[0086] 본 발명에서는, 상술한 2-step 코팅 방법을 활용할 수 있으나, 이에 한정하지 않는다.

[0087] 즉, 본 발명의 페로브스카이트층은, 리프트-오프 공정으로 절연층(20) 상에 증착된 포토레지스트층(30), 제1전극(40), 제1전하수송층(50) 및 전구체 물질(61)이 제거되고, 기판(10) 상에 기 설정된 패턴으로 증착된 절연층(20)과, 절연층(20) 사이의 기판(10) 상에 순차적으로 제1전극, 전하수소층 및 전구체 물질(61)이 증착된 상태에서, 무기물에 유기물의 코팅을 통한 건식공정으로 전구체 물질(61)의 변환에 의한 페로브스카이트 박막층이 형성된다. 이에 따라, 페로브스카이트층은, 기 설정된 패턴으로 증착된 절연층(20)의 사이마다 증착형성되는 것이다.

[0088] 여기서, 전구체 물질의 변환은, 화학적 기상 증측법(CVD, Chemical Vapor Deposition)을 이용할 수 있으나, 이에 한정하지 않는다.

[0089] 마지막으로, 도 3의 (f)를 참조하면, 광흡수층(60) 상에, 제2전하수송층(70) 및 제2전극(80)을 증착할 수 있다.

[0090] 상술한 바와 같이 제조된 반투명 태양전지의 입사광의 투과를 살펴보면, 도 10과 같이, 광흡수층(60)에서는 태양광발전이 이루어지고, 절연층(20)에서는 투과됨을 살펴볼 수 있다.

[0091] 여기서, 반투명 태양전지의 광흡수층(60)에 입사광이 입사되면, 광흡수층(60)에서 안정 상태를 유지하던 전자가 여기(excitation)되고, 여기된 전자와 여기된 전자로 인해 형성된 정공 각각은 인접한 전하수송층으로 이동하게 된다. 이때, 전자는 전자수송의 기능을 가지는 전자수송층 또는 제1전하수송층(50)으로, 정공은 정공수송의 기능을 가지는 정공수송층 또는 제2전하수송층(70)으로 이동한다.

[0092] 또한, 제1전하수송층(50) 및 제2전하수송층(70)은 적어도 하나 이상의 층으로 구성될 수 있으며, 전자수송, 정공수송, 전자차단, 및 정공차단 기능을 갖는 물질 중 어느 하나로 구비될 수 있다. 이때, 전자수송, 전자차단, 정공수송, 및 정공차단의 기능을 갖는 물질은 물질이 가지는 에너지 준위(Energy level)에 따른 역할로써 정의하며, 제1전하수송층(50)과 제2전하수송층(70)은 서로 상반되는 기능의 물질로 구비될 수 있다.

[0093] 또한, 제1전극(40) 및 제2전극(80)은, 캐소드 또는 애노드 전극일 수 있고, 예를 들어, 투명 전도성, 반투명 전도성 물질 등을 포함할 수 있다. 예를 들어, Co, Ir, Ta, Cr, Mn, Mo, Tc, W, Re, Fe, Sc, Ti, Ge, Sb, Al, Pt, Ni, Cu, Rh, Au, V, Nb, Ag, Pd, Zn, Ni, Si, Sn 및 Ru; 이들의 합금 및 이들의 산화물로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나를 포함할 수 있으며, 산화물은, ITO, ZITO, ZIO, GIO, ZTO, FTO, AZO, GZO 등의 투명성 전도성 산화물(TCO) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 또한, 탄소나노튜브(CNT), 그래핀, 흑연 등의 탄소동소체, 및 폴리아세틸렌(polyacetylene), 폴리아닐린(polyaniline), 폴리티오펜(polythiophene), 폴리피롤(polypyrrole) 등과 같은 전도성 고분자 물질을 더 포함할 수 있다.

[0094] 상술한 바에 따르면, 제1전극(40), 제1전하수송층(50) 및 페로브스카이트 전구체 물질(61)이 절연층(20) 상에 증착되지 않고, 절연층(20)의 기 설정된 패턴 사이에 증착되고, 선택적으로 증착된 페로브스카이트 전구체 물질(61)을 페로브스카이트 박막으로 변환함으로써, 페로브스카이트 광흡수층(60)이 존재하는 영역에서 발전효율을 확보하고, 페로브스카이트 광흡수층(60)이 존재하지 않는 영역에서 시인성을 확보할 수 있으며, 이는, 투과도 및 발전효율을 동시에 확보할 수 있다. 이에 따라, 반투명 태양전지 제조방법으로 제조된 반투명 태양전지는 BIPV 혹은 VIPV 등에 유용하게 적용될 수 있다.

[0096] 이상의 상세한 설명은 본 발명을 예시하는 것이다. 또한 전술한 내용은 본 발명의 바람직한 실시 형태를 나타내어 설명하는 것이며, 본 발명은 다양한 다른 조합, 변경 및 환경에서 사용할 수 있다. 즉 본 명세서에 개시된 발명의 개념의 범위, 저술한 개시 내용과 균등한 범위 및/또는 당업계의 기술 또는 지식의 범위내에서 변경 또는 수정이 가능하다. 저술한 실시예는 본 발명의 기술적 사상을 구현하기 위한 최선의 상태를 설명하는 것이며,

본 발명의 구체적인 적용 분야 및 용도에서 요구되는 다양한 변경도 가능하다. 따라서 이상의 발명의 상세한 설명은 개시된 실시 상태로 본 발명을 제한하려는 의도가 아니다. 또한 첨부된 청구범위는 다른 실시 상태도 포함하는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0098] 10 : 기판 20 : 절연층

30 : 포토레지스트층 40 : 제1전극

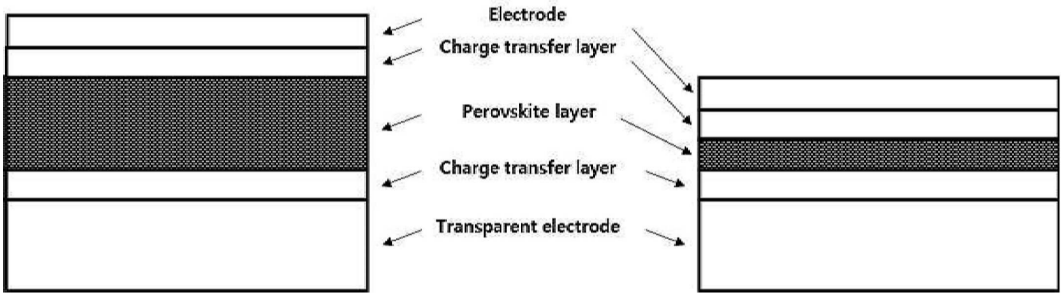
50 : 제1전하수송층 60 : 광흡수층

61 : 전구체 물질 70 : 제2전하수송층

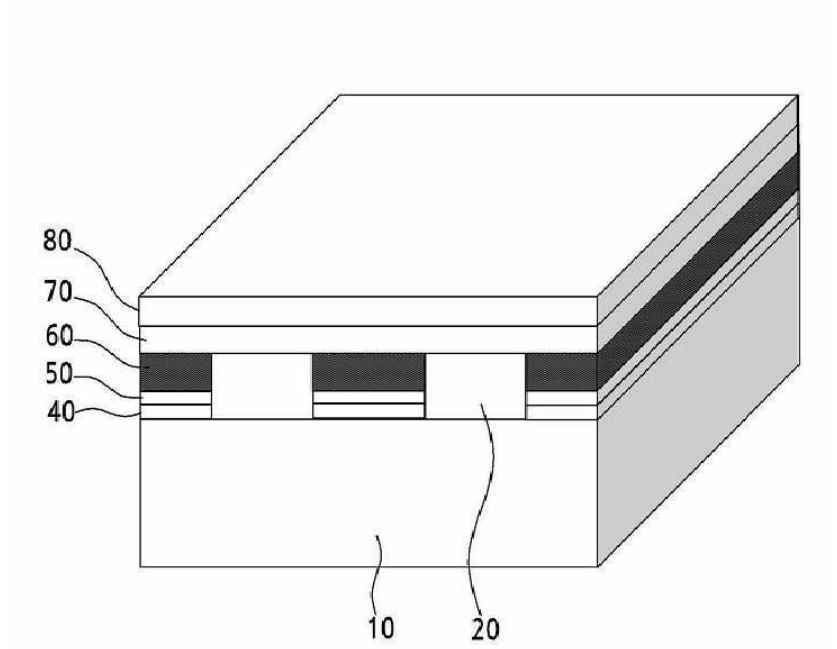
80 : 제2전극

도면

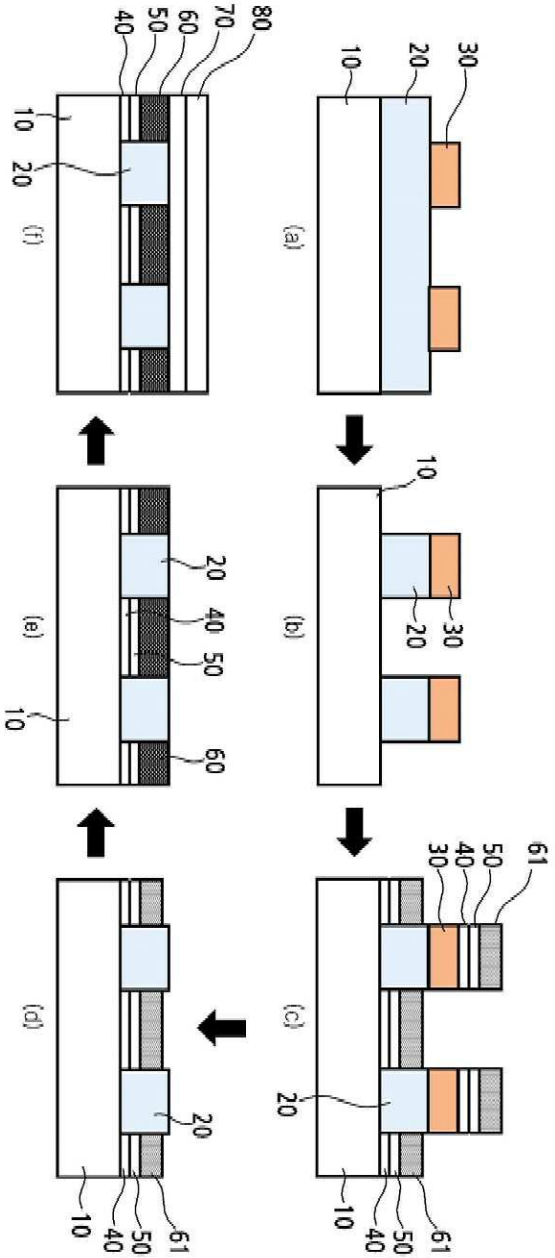
도면1



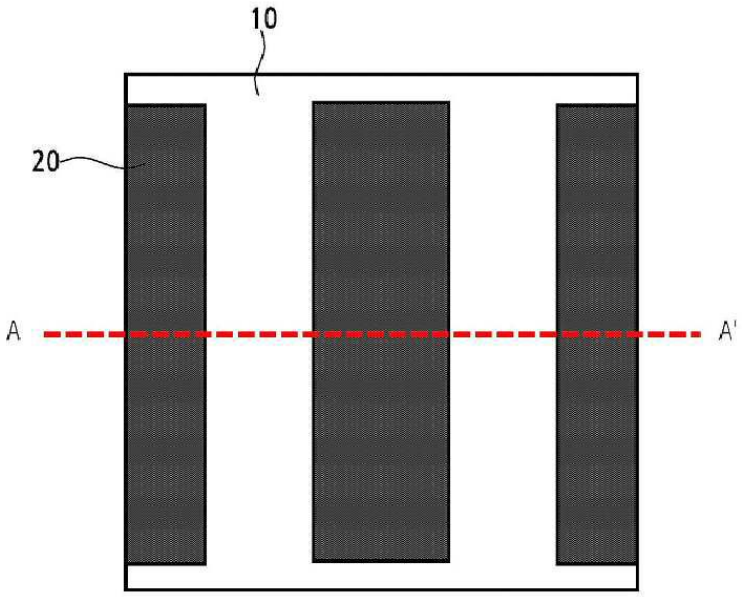
도면2



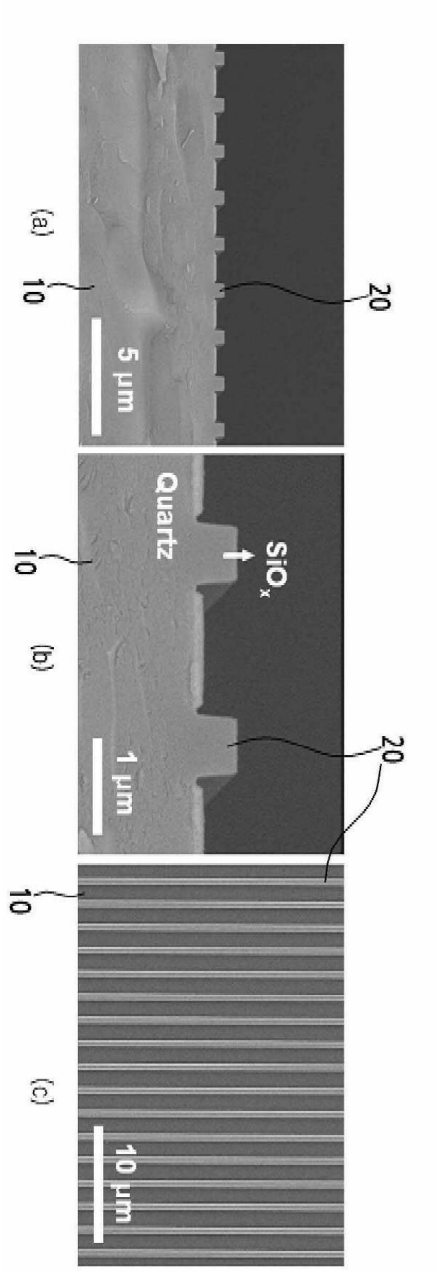
도면3


(a)
10
20
30
(b)
10
20
30
(c)
10
20
30
40
50
61
(d)
10
20
40
50
61
(e)
10
20
40
50
60
(f)
10
20
40
50
60
70
80

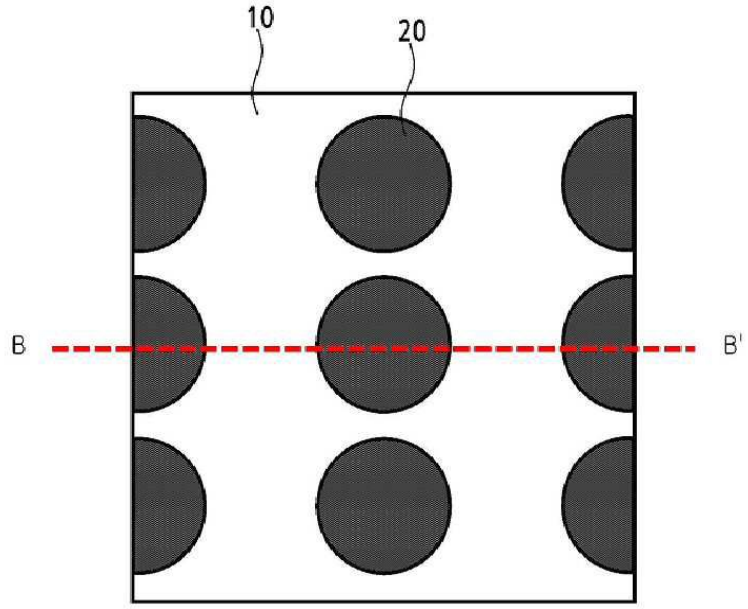
도면4



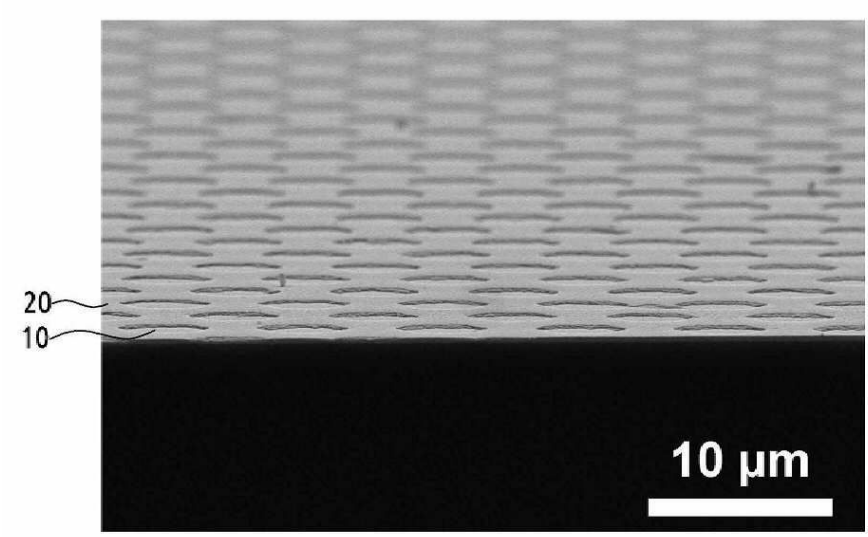
도면5



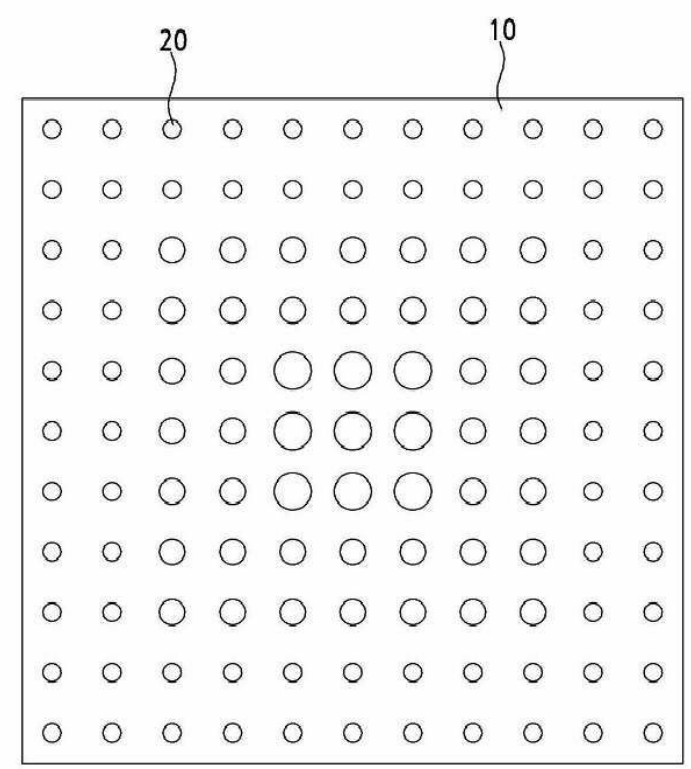
도면6



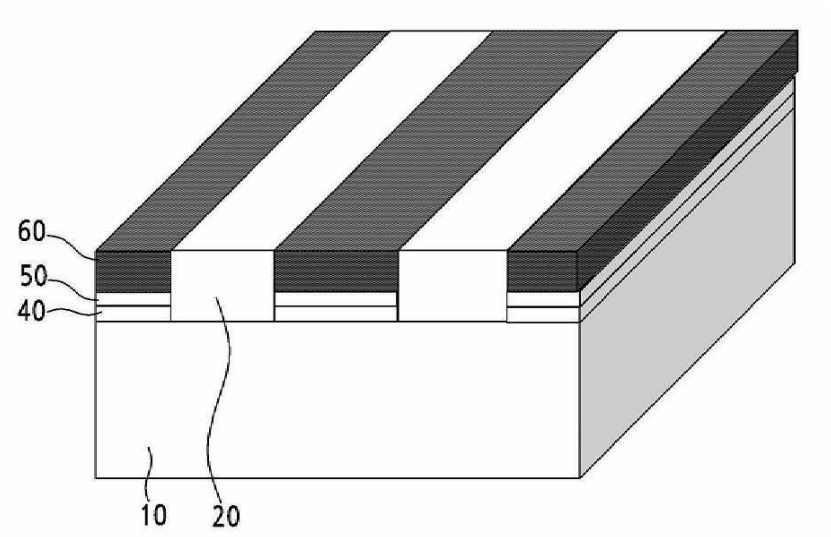
도면7



도면8



도면9



도면10

