(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0036132
(43) 공개일자 2025년03월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H10F 77/14 (2025.01) *H10F 10/17* (2025.01)
(52) CPC특허분류
H10F 77/146 (2025.01)
H10F 10/17 (2025.01)
(21) 출원번호 10-2025-7000969
(22) 출원일자(국제) 2023년07월12일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2025년01월10일
(86) 국제출원번호 PCT/IL2023/050727
(87) 국제공개번호 WO 2024/013746
국제공개일자 2024년01월18일
(30) 우선권주장
63/388,401 2022년07월12일 미국(US)

(71) 출원인
아르벨 에너지 엘티디
이스라엘 4700310 라마트-하샤론 하타박 5
(72) 발명자
아르벨, 마탄
이스라엘 4700310 라마트-하샤론 하타박 5
(74) 대리인
특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **개선된 초격자 필름**

(57) 요 약

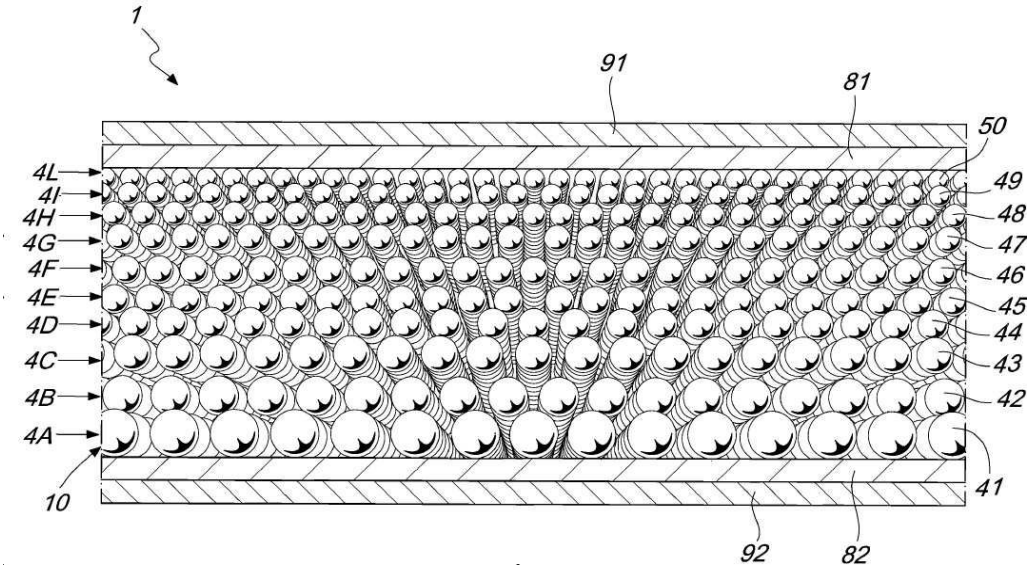
제1 도체와 제2 도체 사이에 배치되고, 복수의 나노결정 층이 중첩된 초격자 구조를 포함하는, 초격자 필름으로서, 상기 각 층들은 동일한 에너지 갭을 갖는 나노결정의 배열을 포함하고, 상기 층들은 상기 제1 도체에서 상기 제2 도체 방향으로 나노결정의 에너지 갭에 따라 오름차순으로 정렬되어, 최대 에너지 갭 층이 상기 제1 도체에 인접하고 최소 에너지 갭 층이 상기 제2 도체에 인접하고,

상기 초격자 필름은,

- 상기 최대 에너지 갭 층과 제1 도체 사이에 삽입된 전자 차단층, 및

- 상기 최소 에너지 갭 층과 제2 도체 사이에 삽입된 전자 전달층 중 적어도 하나를 더 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H10F 77/1433 (2025.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

제1 도체와 제2 도체 사이에 배치되고, 복수의 나노결정 층이 중첩된 초격자 구조를 포함하는, 초격자 필름으로서,

상기 각 층들은 동일한 에너지 갭을 갖는 나노결정의 배열을 포함하고, 상기 층들은 상기 제1 도체에서 상기 제2 도체 방향으로 나노결정의 에너지 갭에 따라 오름차순으로 정렬되어, 최대 에너지 갭 층이 상기 제1 도체에 인접하고 최소 에너지 갭 층이 상기 제2 도체에 인접하고,

상기 초격자 필름은,

- 상기 최대 에너지 갭 층과 제1 도체 사이에 삽입된 전자 차단층, 및

- 상기 최소 에너지 갭 층과 제2 도체 사이에 삽입된 전자 전달층 중 적어도 하나를 더 포함하는 것인, 초격자 필름.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 전자 전달층과 상기 전자 차단층을 모두 포함하는, 초격자 필름.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 전자 전달층은, SnO, SnO_2, CdSe, WO_3, $ZnSnO_4$, ZnO, ZnO_2, Pbl_2, TiO_2, $SrTiO_3$, $CH_3NH_3Bbl_3$와 같은 물질 중 하나로 구성되는 것인, 초격자 필름.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 전자 차단층은, 스피로-OMeTAD, PEDOT:PSS, PTAA, P_3HT, DM, TAT-tBuSty, FDT, SCZF-5, TTE, PTEG, Cu_2O, CuO, CuSCN, CuI, NiO_x, MoS_2, WS_2, SANs, Cu (Tu)I, MnS, CuS, CIGS 나노결정과 같은 물질 중 하나로 구성되는 것인, 초격자 필름.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 도체는 적어도 부분적으로 빛에 투명하며, 바람직하게는 가시광선에 투명한 것인, 초격자 필름.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 층들은 상기 제1 도체에서 상기 제2 도체까지 나노결정의 크기에 따라 오름차순으로 정렬되는 것인, 초격자 필름.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 층들은,

- 제1 모양을 갖는 나노결정을 포함하는 제1 유형의 층, 및

- 상기 제1 모양과 다른 제2 모양을 갖는 나노결정을 포함하는 제2 유형의 층을 포함하고,

상기 제1 유형의 층은 상기 제2 유형의 층과 번갈아 배치되는 것인, 초격자 필름.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 나노결정은 에너지적 정렬과 기계적 정렬을 모두 갖도록 상기 층 내의 미리 정해진 위치에 고정되는 것인, 초격자 필름.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 나노결정은, CdS, CdSe, CdTe, InP, InAs, ZnS, ZnSe, HgTe, GaN, GaP, GaAs, GaSb, InSb, Si, Ge, AlAs, AlSb, PbSe, PbS, PbTe, InGaAs, InGaN, AlInGaP와 같은 물질 중 하나 이상으로 구성되는 것인, 초격자 필름.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 나노결정은, PbSe, PbS, PbTe, CdS, CdSe, CdTe와 같은 물질 중 하나 이상으로 구성되는 것인, 초격자 필름.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 기재된 적어도 두 개의 초격자 필름인, 제1 초격자 필름 및 제2 초격자 필름을 포함하는, 모듈식 장치로서,

상기 제1 초격자 필름의 최소 에너지 갭 층이 상기 제2 초격자 필름의 최소 에너지 갭 층과 마주보도록 적층되고,

단일 전도층이 상기 제1 초격자 필름 및 제2 초격자 필름 모두의 제2 도체를 구성하는 것인, 모듈식 장치.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 제2 초격자 필름 위에 적층되는 적어도 제3 초격자 필름을 더 포함하고, 이때, 상기 제3 초격자 필름의 최대 에너지 갭 층이 상기 제2 초격자 필름의 최대 에너지 갭 층과 마주 보게 하고,

단일 전도층이 상기 제2 초격자 필름 및 상기 제3 초격자 필름 모두의 제1 도체를 구성하는 것인, 모듈식 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 초격자 필름에 관한 것으로, 특히 박막 태양 전지와 같은 광전지 장치에 한정되지 않고 복수의 초격자 필름을 포함하는 모듈식 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 알려진 바와 같이 태양 전지 또는 광전지(photovoltaic cell)는 광전 효과(photovoltaic effect)를 이용하여 빛 에너지를 직접 전기로 변환하는 장치이다.

[0003] 태양 전지의 가장 중요한 특징은 효율성이다.

[0004] 1세대 태양 전지(기존, 전통 또는 웨이퍼 기반 전지라고도 함)는 일반적으로 결정질 실리콘으로 만들어지며, 더 정확하게는 폴리실리콘 및 단결정 실리콘과 같은 물질을 포함한다. 각각의 전통적인 태양 전지는 일반적으로 결합되어 모듈을 형성하는데, 이를 태양 전지 패널이라고도 한다.

[0005] 시간이 흐르면서, 박막 태양 전지라고 흔히 알려진 2세대 태양 전지가 개발되었다.

[0006] 알려진 박막 태양 전지는 일반적으로 유리, 플라스틱 또는 금속과 같은 기판에 하나 이상의 얇은 층이나 박막(TF)의 광전지 재료를 적층하여 만들어진다. 박막은 일반적으로 텔루르화 카드뮴(cadmium telluride; CdTe), 구리 인듐 갈륨 디셀레나이드(copper indium gallium diselenide; CIGS), 비정질 박막 실리콘(a-Si, TF-Si)과 같은 물질을 포함한다.

[0007] 필름 두께는 수 나노미터(nm)에서 수십 마이크로미터(μm)까지 다양하므로 박막 태양 전지는 기존의 실리콘 기반 태양 전지에 비해 훨씬 얇다. 이로 인해 박막 태양 전지는 더 유연해지고, 무게도 가벼워져 결정질 실리콘 태양 전지보다 더 다용도일 수 있다. 더욱이, 이러한 알려진 박막 태양 전지는 기존의 결정질 실리콘 태양 전지보다 저렴하다.

[0008] 예를 들어, 오늘날 박막 태양전지는 건물 일체형 광전지에 일반적으로 사용되며, 창문에 적층할 수 있는 반투명 광전지 유리 소재로 사용된다.

[0009] 그러나 종래 기술에서는 박막 태양 전지는 기존의 결정질 실리콘 태양 전지보다 효율성이 떨어진다.

[0010] 실제로, 알려진 박막 태양 전지의 최대 효율은 약 10%이다.

[0011] 최근, 박막 태양 전지에서 흡수성 광전지 물질로 사용될 수 있는 새로운 물질이 연구되었는데, 그 중 하나가 초격자 구조이다.

[0012] 알려진 바와 같이, 언급된 초격자는 나노결정 배열을 포함하는 주기적 구조로서, 이 나노결정은 "양자점" 또는 "양자선"이라고도 하며, 크기가 수 나노미터인 반도체 입자이다. 더 정확하게 말하면, 이러한 나노결정은 그것을 구성하는 물질의 보어 반경(Bohr radius)보다 작은 크기를 갖기 때문에 양자 효과로 인해 독특한 광학적, 전자적 특성을 갖게 된다.

[0013] 일반적으로 광전지 초격자는 나노결정이 실제로 섞여 있는 등방성 구조이다.

[0014] 이론적으로는 매우 유망하지만, 지금까지 개발된 광전지 초격자는 상업적 응용 분야에서 유용할 만큼 충분한 효율성에 도달하지 못했다.

[0015] 실제로, 현재 사용되는 초격자를 흡수 광전지 물질로 사용하는 박막 태양 전지는 효율이 약 8% 내지 12%이다.

[0016] WO 2021/070169는 나노결정의 중첩된 복수의 층을 포함하고 방사선에 의해 조사될 때 상기 층을 가로질러 전자 흐름을 생성하도록 구성된 박막 태양 전지를 위한 개선된 초격자 구조를 개시한다. 각 층은 실질적으로 동일한 크기와 모양을 갖는 나노결정 배열을 포함하며, 각 층의 나노결정은 다른 층의 나노결정과 비교하여 크기 및/또는 모양이 다르다. 실제로, WO 2021/070169에서 층들은 전기 전도도가 필요한 교차 방향을 따라 초격자 구조가 이방성을 갖도록 순서가 정렬된다. 이러한 특징의 효과로, WO 2021/070169의 초격자 구조에서는 전자 e-가 흐르는 데 우선적인 방향(즉, 교차 방향)이 존재한다.

[0017] WO 2021/070169에 공개된 초격자 구조는 박막 태양 전지의 효율을 크게 향상시키지만, 특히 효율성과 다용성 측면에서 추가적인 개선이 여전히 가능하고 바람직하다.

발명의 내용

[0018] 본 발명의 목적은 상기 설명한 기술적 문제를 해결하고, 배경 기술의 단점을 없애고 한계를 극복하여, 기존 기술에 비해 효율이 향상된 초격자 필름을 제공하는 것이다.

[0019] 이러한 목적의 범위 내에서, 본 발명의 목적은 제조가 용이하고 경쟁력 있는 비용으로 초격자 필름을 제공하는 것이다.

[0020] 또한, 본 발명의 목적은 다용도로 활용이 가능한 초격자 필름을 제공하는 것이다.

[0021] 본 발명의 또 다른 목적은 알려진 해결책에 대한 대안을 제공하는 것이다.

[0022] 이러한 목적과 이후 더 잘 드러나게 될 이러한 목적 및 기타 목적은 제1 도체와 제2 도체 사이에 배치되고, 복수의 나노결정 층이 중첩된 초격자 구조를 포함하는 초격자 필름에 의해 달성되고,

[0023] 여기서 상기 각 층들은 동일한 에너지 갭을 갖는 나노결정의 배열을 포함하고, 상기 층들은 상기 제1 도체에서 상기 제2 도체 방향으로 나노결정의 에너지 갭에 따라 오름차순으로 정렬되어, 최대 에너지 갭 층이 상기 제1 도체에 인접하고 최소 에너지 갭 층이 상기 제2 도체에 인접하고,

[0024] 상기 초격자 필름은 다음 중 적어도 하나를 더 포함한다:

[0025] - 최대 에너지 갭 층과 제1 도체 사이에 삽입된 전자 차단 층, 및

[0026] - 최소 에너지 갭 층과 제2 도체 사이에 삽입된 전자 전달 층.

[0027] 이러한 목적과 상기 목적은 청구항 11에 따른 모듈식 장치에 의해서도 달성된다.

도면의 간단한 설명

[0028] 전술한 내용과 본 발명의 추가적 특징 및 이점은 본 발명에 따른 초격자 필름의 바람직한 구현예(배타적이지는 않음)와 첨부 도면에서 비제한적 예로 설명된 초격자 필름을 포함하는 모듈식 장치에 대한 다음 설명에서 더 잘 알 수 있을 것이다. 여기서:

도 1은 본 발명에 따른 초격자 필름의 개략도이고,

도 2는 본 발명에 따른 초격자 필름에 포함된 초격자 구조의 개략도이고,

도 3은 대안적인 초격자 구조의 개략도이고,

도 4는 본 발명에 따른 광전지 장치에 사용되는 초격자 필름의 개략도이고,

도 5는 본 발명에 따른, 두 개의 초격자 필름을 포함하는 모듈식 장치의 개략도이다.

위에 언급된 도면은 발명의 기본 구조를 더 잘 보여주기 위해 정확한 비율을 반영하지 않으므로 개략적으로만 의도해야 한다는 점에 유의해야한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 언급된 도면을 참조하면, 일반적으로 참조 번호 1로 지정되는 초격자 필름은 제1 도체(91)와 제2 도체(92)(즉, 전기 전도성 원소) 사이에 배치된 초격자 구조(10)를 포함한다.

[0030] 도체(91, 92)는 바람직하게는 전도층이다.

[0031] 초격자 구조(10, 100)는 나노결정(41-50)(또는 도 3의 21-25 및 31-34)의 중첩된 복수의 층(4A-4L)(또는 도 3의 2A-2E 및 3A-3D)을 포함한다.

[0032] 각 층(4A-4L; 2A-2E; 3A-3D)은 동일한 에너지 갭을 갖는 나노결정(41-50, 21-25, 31-34)의 배열을 포함한다(알려진 바와 같이, 나노결정의 에너지 갭은 전자의 전도대(conduction band) 하단과 원자가전자대(valence band) 상단의 에너지 차이이다).

[0033] 실제로, 동일한 에너지 갭을 갖기 위해, 동일 층(4A-4L; 2A-2E; 3A-3D)의 모든 나노결정은 동일한 크기와 모양을 갖는다. 본 설명 및 첨부된 청구항에서 "모양"이라는 용어는 크기에 관계없이 나노결정의 단순한 기하학(즉, 기하학적 구조)을 지칭하는 것으로 이해되는 것이 유용하다.

[0034] 초격자 구조(10, 100)에서, 층(2A-2L; 3A-3L; 4A-4L)은 나노결정(41-50, 21-25, 31-34)의 에너지 갭에 따라 제1 도체(91)에서 제2 도체(92) 방향으로 오름차순으로 정렬된다. 즉, 층(2A-2L, 3A-3L, 4A-4L)은 나노결정(41-50, 21-25, 31-34)의 에너지 갭이 제1 도체(91)에서 제2 도체(92)로 감소하도록 정렬된다.

[0035] 일반적으로 모든 층(4A-4L; 2A-2E, 3A-3E)은 나노결정(21-25, 31-34)의 크기에 따라 오름차순(전기 전도도가 필요한 교차 방향 Y를 따라)으로 제1 도체(91)에서 제2 도체(92)로 정렬된다.

[0036] 실제로 나노결정의 에너지 갭은 나노결정의 크기에 반비례한다.

[0037] 따라서 도 1에서 볼 수 있듯이 최대 에너지 갭 층(4L, 2E)(즉, 최대 에너지 갭을 갖는 나노결정(50)을 포함하는 층)이 제1 도체(91)에 인접해 있고 최소 에너지 갭 층(4A, 2A)(즉, 최소 에너지 갭을 갖는 나노결정을 포함하는 층)이 제2 도체(92)에 인접해 있다.

[0038] 이러한 방식으로, 초격자 구조(10, 100)에서 전자 e^-는 최대 에너지 갭층(4L)에서 최소 에너지 갭층(4A) 방향으로 교차 방향 Y를 따라 흐르도록 유도되며, 그 반대는 아니다.

[0039] 도 1과 2에서 나노결정은 가능한 모든 모양을 나타내기 위해 단순성을 위해 구형으로만 묘사되었는데, 나노결정(41-50)은 육면체, 오면체, 팔면체, 육팔면체, 육각형 등 모든 적합한 모양을 가질 수 있다.

[0040] 바람직한 구현예에서, 동일한 층(4A-4L)에 있는 모든 나노결정(41-50)은 동일한 크기를 가지며, 따라서 각 층(4A-4L)은 나노결정(41-50)의 크기만 다른 층과 상이하다.

[0041] 그러나 도 3에 도시된 바와 같은 일부 대안적인 구현예에서는 초격자 구조(100)가 제1 모양을 갖는 나노결정을 포함하는 제1 유형(2A-2E) 층과, 상기 제1 모양과 다른 제2 모양을 갖는 나노결정을 포함하는 제2 유형(3A-3D) 층을 포함하고, 이 경우, 제1 유형(2A-2E) 층은 제2 유형(3A-3D) 층과 번갈아 배치된다.

[0042] 나노결정(21-25, 31-34)의 조성에 관해서는 다음과 같은 반도체 물질로 만들어진다: CdS, CdSe, CdTe, InP, InAs, ZnS, ZnSe, HgTe, GaN, GaP, GaAs, GaSb, InSb, Si, Ge, AlAs, AlSb, PbSe, PbS, PbTe, InGaAs, InGaN, AlInGaP.

[0043] 바람직한 구현예에서, 나노결정(21-25, 31-34)은 다음 물질 중 하나 이상으로 만들어진다: PbSe, PbS, PbTe,

CdS, CdSe, CdTe.

[0044] 바람직하게는, 모든 나노결정(21-25, 31-34)은 동일한 물질로 만들어진다.

[0045] 실제로, 초격자 구조(10, 100)는 WO 2021/070169에 기재된 모든 초격자 구조일 수 있다.

[0046] 유리하게는, 나노결정(41-50)은 에너지적 정렬과 기계적 정렬을 모두 갖도록 층(4A-4L) 내의 미리 정해진 위치에 고정된다.

[0047] 특히, 초격자 구조(10, 100) 내에서 나노결정은 에너지적 정렬을 갖도록 미리 정해진 위치에 고정되어 있다는 점에 주목해야 한다. 실제로, 나노결정의 에너지 갭은 전자 e^-(방사선 S 흡수에 의해 여기됨)가 전체 초격자 구조(10, 100)를 횡단할 수 있도록 정렬된다.

[0048] 또한, 초격자 구조(10, 100) 내에서 나노결정(41-50, 21-25, 31-34)이 모양 방향 정렬을 갖도록 미리 정해진 위치에 고정되어 있다는 점도 주목해야 한다.

[0049] 더 자세히 설명하면, 나노결정(41-50, 21-25, 31-34)의 모양과 방향은 나노결정이 에너지적 정렬뿐만 아니라 기계적 정렬도 갖도록 제공된다.

[0050] 궁극적으로, 바람직한 구현예에서 나노결정(41-50, 21-25, 31-34)은 상기 층(4A-4L, 2A-2E, 3A-3E) 내의 미리 정해진 위치에 고정되어, 에너지적 정렬과 기계적 정렬을 모두 갖도록 한다.

[0051] 유리하게는, 나노결정(21-25, 31-34) 사이의 갭과 연결은 나노결정(21-25, 31-34)에 연결된 리간드 분자에 의해 제어된다.

[0052] 이러한 에너지적 및 기계적 정렬의 상승적 조합의 결과로, 초격자 구조(10, 100) 내에서 광자 흡수의 결과로 나노결정(41-50, 21-25, 31-34)에서 여기된 전자 e^-가 교차 방향 Y내에서 제2 도체 접촉부(92)를 향해 인접한 나노결정(41-50, 21-25, 31-34)으로 "점프"(이동)할 확률이 매우 높고, 이러한 전자 e^-가 다른 방향으로 인접한 다른 나노결정(41-50, 21-25, 31-34)으로 "점프"(이동)할 확률은 매우 낮다.

[0053] 본 발명에 따르면, 초격자 필름(1)은 다음 중 적어도 하나를 더 포함한다.

[0054] - 최대 에너지 갭 층(4L)과 제1 도체(91) 사이에 삽입된 전자 차단 층(electron blocking layer; EBL)(81)(또한 정공 전달 층(hole transport layer; HTL)이라고도 함), 및

[0055] - 최소 에너지 갭 층(4A)과 제2 도체(92) 사이에 삽입된 전자 전달층(electron transport layer; ETL)(82)(정공 차단층(hole blocking layer: HBL)이라고도 함).

[0056] 바람직하게는, 도시된 구현예에서와 같이, 초격자 필름(1)은 상기 전자 전달층(82)과 상기 전자 차단층(81)을 모두 포함한다.

[0057] 알려진 바와 같이, 전자 전달층(82)은 전하 이동도, 에너지 레벨 정렬, 결함 상태, 형태 및 관련 계면 특성과 같은 물리적 특성을 갖는 층으로, 여기된 전자 캐리어를 추출하고 전달하는 데 유용하며, 전하 재결합을 억제하여 정공 차단층으로 작용한다.

[0058] 예를 들어, 전자 전달층(82)은 다음 물질 중 하나로 만들어질 수 있다: SnO_2, CdSe, WO_3, $ZnSnO_4$, ZnO, PbI_2, TiO_2, $SrTiO_3$, $CH_3NH_3BbI_3$, ZnO_2, SnO.

[0059] 알려진 바와 같이, 전자 차단층(81)은 전자 전달층과 실질적으로 반대 효과를 가지며 제1 도체(91) 쪽으로 전자가 누출되는 것을 줄여준다.

[0060] 예를 들어, 전자 차단층(81)은 다음 물질 중 하나로 만들어질 수 있다: 스피로-OMeTAD, PEDOT:PSS, PTAA(폴리[비스(4-페닐)(2,4,6-트리메틸페닐)아민]), P_3HT, DM, TAT-tBuSty, X26, X36, FDT, SCZF-5, TTE, PTEG, 산화제일구리(Cu_2O), 산화구리(CuO), 티오시아네이트구리(I)(CuSCN), 요오드화구리(I)(CuI), 산화니켈(NiO_x), MoS_2, WS_2, SANs, Cu(Tu)I, MnS, CuS, $Cu(In_{0.75}Ga_{0.25})S_2$ 및 $Cu(In_{0.5}Ga_{0.5})S_2$와 같은 구리 인듐 갈륨 디설파이드(CIGS) 나노결정.

[0061] 전자 전달층(82) 및/또는 전자 차단층(81)의 존재는 도체(91, 92)와 나노결정 사이의 일함수(work function)를

확장하고, 특히 광전지 장치로 사용할 때 초격자 필름(1)의 효율을 증가시킨다.

[0062] 초격자 구조(10)에 의한 흡수를 허용하기 위해, 적어도 하나의 도체(즉, 제1 도체(91))는 빛에 대해 적어도 부분적으로 투명해야 하며, 바람직하게는 가시광선에 대해 투명해야 하고, 훨씬 더 바람직하게는 빛에 대해 완전히 투명해야 한다.

[0063] 도 4는 광전지 장치(태양 전지)로 사용되는 초격자 필름(1)을 보여준다: 제1 도체(91)와 제2 도체(92)는 전기 회로를 통해 연결되어 있으므로 태양 복사선(S)의 결과로 전자 e^-가 제1 도체(91)에서 제2 도체(92)로 교차 방향 Y를 따라 흐른다(결과적으로 전류 c가 회로에서 반대 방향으로 흐른다).

[0064] 위에 설명한 바와 같이 두 개 이상의 초격자 필름(10)을 결합하여 도 5에 도시된 것과 같은 모듈식 장치(110)를 형성할 수 있다.

[0065] 더 자세히 설명하면, 모듈식 장치(110)는 적어도 두 개의 초격자 필름(1, 1'), 제1 초격자 필름(1) 및 제2 초격자 필름(1')을 포함하며, 이는 교차 방향 Y를 따라 서로 위에 적층되어, 제1 초격자 필름(1)의 최소 에너지 갭 층(4A)이 제2 초격자 필름(1')의 최소 에너지 갭 층(4A')과 마주보게 된다.

[0066] 제1 초격자 필름(1)의 최소 에너지 갭 층(4A)과 제2 초격자 필름(1')의 최소 에너지 갭 층(4A') 사이에 전도층(92)이 삽입되어, 이 단일 전도층(92)이 제1 초격자 필름(1)과 제2 초격자 필름(1') 모두의 제2 도체(92)를 구성한다.

[0067] 제1 초격자 필름(1) 및 제2 초격자 필름(1') 외에도 모듈식 장치(110)는 동일한 방식으로 적층된 추가 초격자 필름을 포함할 수 있는데, 예를 들어, 적어도 제3 초격자 필름(도시되지 않음)이 제2 초격자 필름(1') 위에 적층되어 제3 초격자 필름의 최대 에너지 갭 층이 제2 초격자 필름(1')의 최대 에너지 갭 층(4L')과 마주보게 하고, 이 경우, 단일 전도층이 상기 제2 초격자 필름(1') 및 제3 초격자 필름 모두의 제1 도체(91')를 구성한다.

[0068] 제4 초격자 필름을 제3 초격자 필름 위에 적층하여 제4 초격자 필름의 최소 에너지 갭 층이 제3 초격자 필름(1')의 최소 에너지 갭 층과 마주보게 할 수 있다.

[0069] 다시 말해, 모듈식 장치(110)는 전도층(91, 92)과 번갈아 배치된 일련의 초격자 구조(10, 100)를 포함한다.

[0070] 모듈식 장치(110)의 작동 구성에서 도체(91, 92, 91')는 모듈식 장치(110)에 빛이 조사될 때 회로에 전류를 생성하도록 전기적으로 연결된다.

[0071] 초격자 구조(10) 내부에는 전기 전도 방향(교차 방향 Y)으로 "초전도체"를 생성하는 구배가 제공되므로 초격자 필름(1)(모듈식 장치(110)와 마찬가지로)은 이러한 작동이 필요한 모든 응용분야(예를 들어, 슈퍼커패시터 제작)에 사용할 수 있다.

[0072] 대안적이고 더 간단한 해결책에 따르면, 유일한 초격자 구조(10)는 슈퍼커패시터와 같이 "초전도체" 작동이 필요한 응용분야에 사용될 수 있다.

[0073] 초격자 필름의 작동은 위에서 설명한 내용에서 명확하고 명백하게 드러난다.

[0074] 실제로, 본 발명에 따른 초격자 필름은 종래 기술에 비해 효율성을 개선할 수 있기 때문에 의도한 목적과 목표를 달성하는 것으로 밝혀졌다.

[0075] 본 발명에 따르면, 초격자 필름의 또 다른 장점은 매우 다용도인 박막 태양 전지를 제공할 수 있다는 것이다.

[0076] 본 발명에 따르면, 초격자 필름의 또 다른 장점은 신뢰성이 높고 제조가 비교적 쉬우며 가격이 경쟁력이 있다는 점이다.

[0077] 더욱이, 본 발명에 따르면 초격자 필름은 알려진 해결책에 대한 대안을 제공한다.

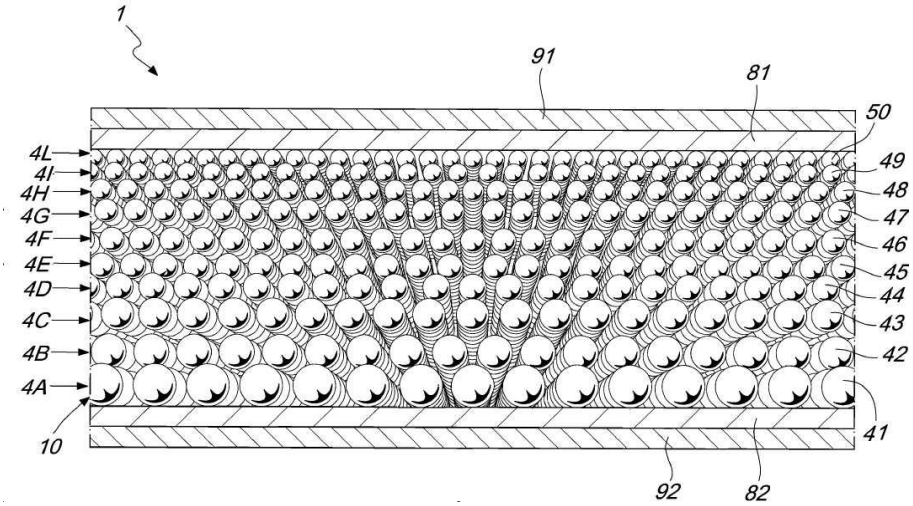
[0078] 이렇게 고안된 발명은 수많은 수정 및 변형이 가능하며, 이 모든 수정 및 변형은 발명 개념의 범위 내에 있고, 또한 모든 세부 사항은 다른 기술적으로 동등한 요소로 대체될 수도 있다.

[0079] 실제로, 사용되는 재료와 치수들은 해당 요건과 그 시점의 기술 수준에 따라 달라질 수도 있다.

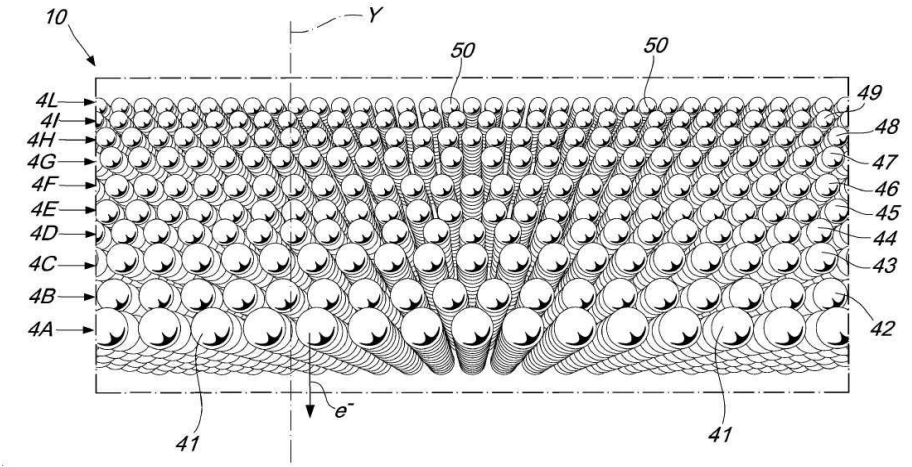
[0080] 따라서, 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아닌 첨부된 청구범위에 의해 나타나며, 청구항의 의미와 균등 범위 내에 속하는 모든 변형들도 본원에 포함시키고자 한다.

도면

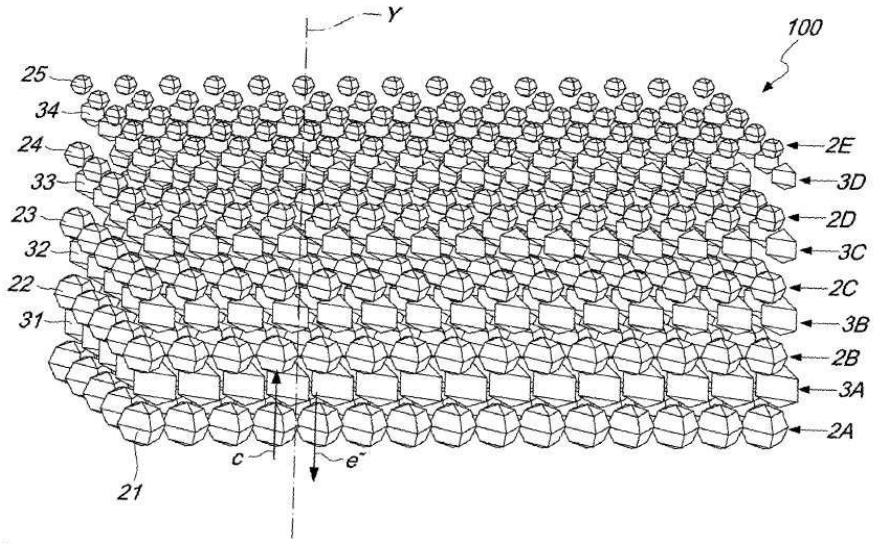
도면1


1
91
81
50
49
48
47
46
45
44
43
42
41
4L
4I
4H
4G
4F
4E
4D
4C
4B
4A
10
92
82

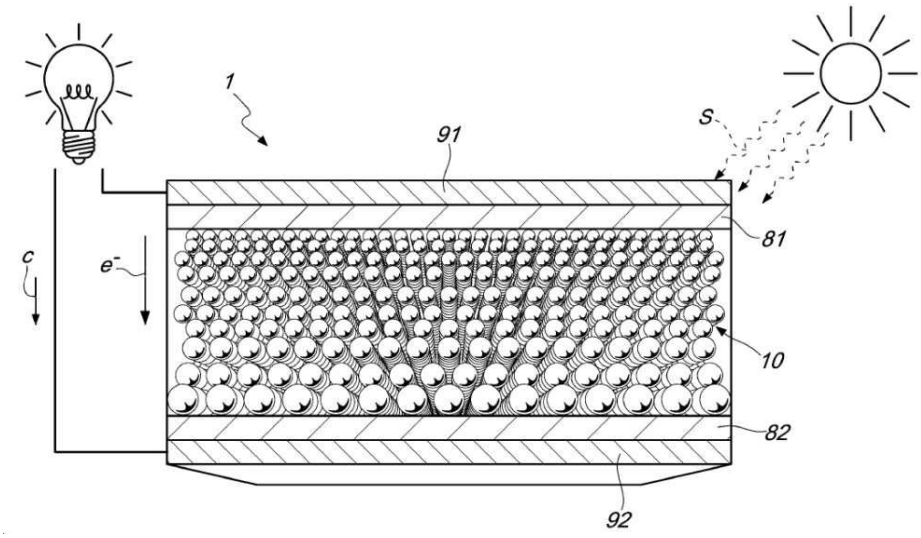
도면2


10
Y
50
50
49
48
47
46
45
44
43
42
41
41
4L
4I
4H
4G
4F
4E
4D
4C
4B
4A
e⁻

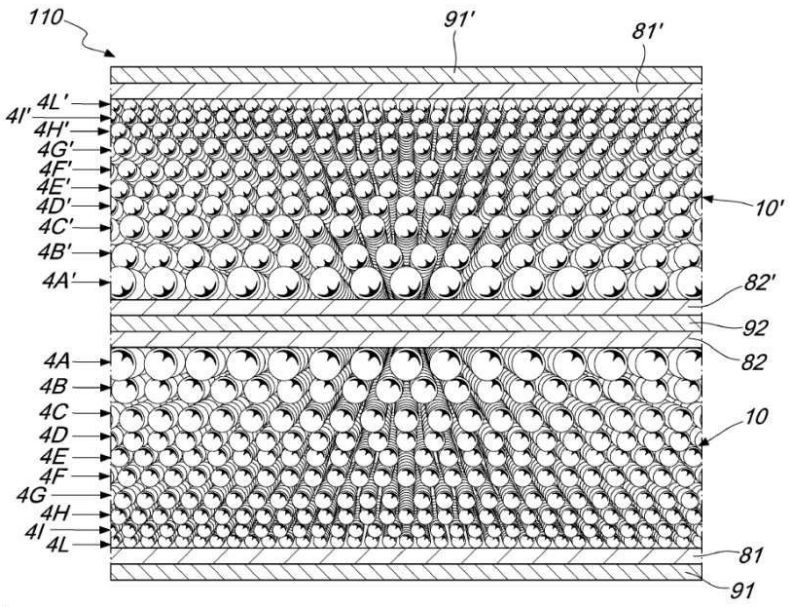
도면3


Y
100
25
34
24
33
23
32
22
31
2E
3D
2D
3C
2C
3B
2B
3A
2A
c
e⁻
21

도면4


1
91
S
81
c
e⁻
10
82
92

도면5


110
91'
81'
4L'
4I'
4H'
4G'
4F'
4E'
4D'
4C'
4B'
4A'
10'
82'
92
82
4A
4B
4C
4D
4E
4F
4G
4H
4I
4L
10
81
91