(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0125674
(43) 공개일자 2024년08월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/05 (2014.01) *H01L 31/0224* (2006.01)
H01L 31/072 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 31/0508 (2013.01)
H01L 31/022425 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7025292
(22) 출원일자(국제) 2022년12월09일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년07월25일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2022/085154
(87) 국제공개번호 WO 2023/126150
국제공개일자 2023년07월06일
(30) 우선권주장
2119064.0 2021년12월29일 영국(GB)

(71) 출원인
알이씨 솔라르 피티이. 엘티디.
싱가포르 싱가포르 사우스 애비뉴 14 투아스 20 (우: 637312)
(72) 발명자
스리다라, 샹카르 가우리
싱가포르 싱가포르 637312 사우스 애비뉴 14 투아스 20 알이씨 솔라르 피티이. 엘티디. 내
앤더슨, 비요른
싱가포르 싱가포르 637312 사우스 애비뉴 14 투아스 20 알이씨 솔라르 피티이. 엘티디. 내
유, 정훈
싱가포르 싱가포르 637312 사우스 애비뉴 14 투아스 20 알이씨 솔라르 피티이. 엘티디. 내
(74) 대리인
오종한, 문용호

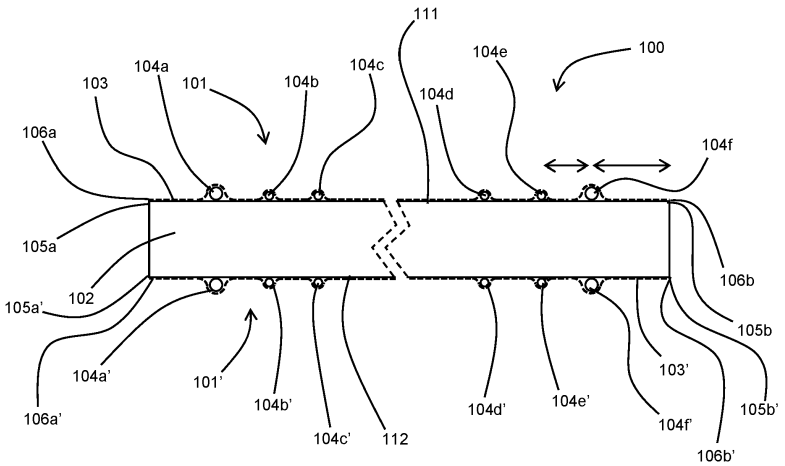
전체 청구항 수 : 총 23 항

(54) 발명의 명칭 **태양 전지 조립체**

(57) 요 약

태양 전지 조립체(100)는 광기전 요소 및 전도성 표면(111)을 포함하는 층상 구조(102); 및 나란히 배열되고, 종방향으로 연장되고 측방향으로 이격된 복수의 전도성 요소들(104a-104f)을 포함하는 전극 조립체(101)를 포함하고, 복수의 전도성 요소들은 제1 단면적을 갖는 제1 전도성 요소(104b) 및 제1 단면적보다 큰 제2 단면적을 갖는 제2 전도성 요소(104a)를 포함하고, 전극 조립체는 전도성 요소가 전도성 표면과 오믹 컨택하도록 층상 구조의 전도성 표면 상에 배열된다.

대 표 도 - 도1b



(52) CPC특허분류
H01L 31/072 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

태양 전지 조립체로서,

광기전 요소(photovoltaic element) 및 전도성 표면을 포함하는 층상 구조(layered structure); 및

나란히 배열되고, 종방향으로 연장되고 측방향으로 이격된 복수의 전도성 요소들을 포함하는 전극 조립체를 포함하고, 상기 복수의 전도성 요소들은 제1 단면적을 갖는 제1 전도성 요소 및 상기 제1 단면적보다 큰 제2 단면적을 갖는 제2 전도성 요소를 포함하고, 상기 전극 조립체는 상기 전도성 요소가 상기 전도성 표면과 오믹 컨택하도록 상기 층상 구조의 상기 전도성 표면 상에 배열된, 태양 전지 조립체.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 복수의 전도성 요소들은 2개의 최외측 전도성 요소 및 상기 2개의 최외측 전도성 요소 사이에 배치된 복수의 중간 전도성 요소들을 포함하는, 태양 전지 조립체.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 제2 전도성 요소는 상기 복수의 전도성 요소들 중 최외측 전도성 요소인, 태양 전지 조립체.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서, 상기 제1 전도성 요소는 중간 전도성 요소인, 태양 전지 조립체.

청구항 5

제2항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 단면적보다 큰 제3 단면적을 갖는 제3 전도성 요소를 포함하는, 태양 전지 조립체.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 제3 전도성 요소는 상기 복수의 전도성 요소들 중 최외측 전도성 요소인, 태양 전지 조립체.

청구항 7

제2항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 2개의 최외측 전도성 요소 각각은 상기 중간 전도성 요소 각각의 단면적보다 큰 단면적을 갖는, 태양 전지 조립체.

청구항 8

제2항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 복수의 전도성 요소들 중 최외측 전도성 요소와 상기 층상 구조의 인접한 에지 사이의 거리는 상기 복수의 전도성 요소들 중 인접한 두 전도성 요소 사이의 거리와 같거나 더 큰, 태양 전지 조립체.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 복수의 전도성 요소들은 균등하게 이격된, 태양 전지 조립체.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 단면적은 0.03 ㎟ 내지 0.07 ㎟인, 태양 전지 조립체.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2 단면적은 0.05 ㎟ 내지 0.1 ㎟인, 태양 전지 조립체.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2 단면적은 상기 제1 단면적보다 0.01 ㎟ 내지 0.03 ㎟ 더 큰, 태양 전지 조립체.

청구항 13

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 각각의 전도성 요소는 원형 횡단면 형상을 갖는, 태양 전지 조립체.

청구항 14

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 전극 조립체는 상기 층상 구조의 전도성 표면 상에 상기 복수의 전도성 요소들을 보유하기 위한 절연성의 광학적으로 투명한 필름을 포함하는, 태양 전지 조립체.

청구항 15

제2항에 종속하는 제3항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제2 전도성 요소는 상기 제1 전도성 요소보다 더 큰 유효 서빙 면적(served area)을 갖고, 상기 유효 서빙 면적은,

중간 전도성 요소에 대하여 제1 면적의 절반과 제2 면적의 절반을 합산하여 결정되고 - 상기 제1 면적은 상기 중간 전도성 요소와 제1 인접 전도성 요소 사이의 면적으로 정의됨 -, 및 상기 제2 면적은 상기 중간 전도성 요소와 제2 인접 전도성 요소 사이의 면적으로 정의됨 -; 및

최외측 전도성 요소에 대하여 제3 면적의 절반을 제4 면적과 합산하여 결정되고, 상기 제3 면적은 상기 최외측 전도성 요소와 인접한 전도성 요소 사이의 면적으로 정의되고, 상기 제4 면적은 상기 최외측 전도성 요소와 상기 층상 구조의 인접한 에지 사이의 면적으로 정의되는, 태양 전지 조립체.

청구항 16

태양 전지용 전극 조립체로서, 상기 전극 조립체는,

절연성의 광학적으로 투명한 필름; 및

상기 필름의 표면 상에 나란히 배열되고, 종방향으로 연장되고, 측방향으로 이격된 복수의 전도성 요소를 포함하고, 상기 복수의 전도성 요소들은 제1 단면적을 갖는 제1 전도성 요소 및 상기 제1 단면적보다 큰 제2 단면적을 갖는 제2 전도성 요소를 포함하는, 전극 조립체.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 복수의 전도성 요소들은 2개의 최외측 전도성 요소 및 상기 2개의 최외측 전도성 요소 사이에 배치된 복수의 중간 전도성 요소들을 포함하는, 전극 조립체.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 제2 전도성 요소는 최외측 전도성 요소인, 태양 전지 조립체.

청구항 19

제17항 또는 제18항에 있어서, 상기 제1 전도성 요소는 중간 전도성 요소인, 태양 전지 조립체.

청구항 20

제17항 내지 제19항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 복수의 전도성 요소들 중 최외측 전도성 요소와 상기 필름의 인접한 에지 사이의 거리는 상기 복수의 전도성 요소들 중 인접한 두 전도성 요소 사이의 거리와 같거나 더 큰,

태양 전지 조립체.

청구항 21

제16항 내지 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 전도성 요소는 균등하게 이격된, 태양 전지 조립체.

청구항 22

제16항 내지 제21항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제2 단면적은 상기 제1 단면적보다 0.01 ㎟ 내지 0.03 ㎟ 더 큰, 태양 전지 조립체.

청구항 23

제16항 내지 제22항 중 어느 한 항에 있어서, 각각의 전도성 요소는 원형 횡방향 단면 형상을 갖는, 태양 전지 조립체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시는 태양 전지용 전극 조립체 및 이를 포함하는 태양 전지에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 태양광으로부터 전기 에너지를 제공하기 위한 태양광 모듈들은 전형적으로 반도체 기판을 각각 포함하는 태양 전지들의 어레이를 포함한다. 태양 전지들은 전통적으로 각각의 전지의 전방 표면 및 후방 표면 상의 복수의 핑거 전극들을 통해 전지의 전방 및 후방 측들 상에 인쇄되는 일련의 더 넓고 수직인 버스바 전극들로 전류가 라우팅되도록 연결된다. 버스바 전극들로부터, 전류는 일련의 구리 리본들을 따라 정션 박스(junction box)로 흐르고, 각각은 각각의 버스바 전극에 납땜된다.

[0003] 태양 전지 개발의 일반적인 목적은 생산 비용의 감소에 대한 요구에 의해 균형 잡힌 높은 변환 효율을 달성하는 것이다. 이를 달성하기 위한 노력은 태양 전지 모듈 내 태양 전지 셀들 간의 전극 연결과 반도체 기판의 속성에 집중되어 있다.

[0004] 예를 들어, 하나의 공지된 배열은 버스바가 필름(또는 포일) 상에 배열된 복수의 와이어에 의해 대체되는 포일 와이어(전극) 조립체를 포함한다. 버스바는 전형적으로 횡단면이 직사각형이다(태양 전지의 전방 표면에 평행한 더 긴 치수를 가짐). 한편, 포일 와이어 전극 조립체의 와이어는 전형적으로 단면이 원형이다. 동일한 단면적에 대해, 원형 형상은 직사각형 형상보다 광에 대한 차단이 덜 나타난다. 추가적으로, 원형 기하학은 더 적은 입사광이 태양 전지로부터 직접 멀리 반사된다는 것을 의미한다. 따라서, 버스바를 복수의 와이어로 대체하는 것은 버스바의 존재에 의해 달리 야기될 광 쉐이딩(light shading)으로부터 발생하는 광 손실의 감소를 제공할 수 있다. 이는 전환 효율(conversion efficiency)을 증가시킬 수 있지만, 태양 전지의 효율을 더욱 개선하고, 태양 전지의 동작 수명에 걸쳐 개선된 효율을 유지하고자 하는 요구가 계속되고 있다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0005] 제1 양태에 따르면, 태양 전지 조립체가 제공되고, 상기 태양 전지 조립체는,

[0006] 광기전(photovoltaic) 요소 및 전도성 표면(예를 들어, 전도성 외부 표면)을 포함하는 층상 구조; 및

[0007] 나란히 배열되고, 종방향으로 연장되고 측방향으로 이격된 복수의 전도성 요소들을 포함하는 전극 조립체를 포함하고, 상기 복수의 전도성 요소들은 제1 단면적을 갖는 제1 전도성 요소 및 상기 제1 단면적보다 큰 제2 단면적을 갖는 제2 전도성 요소를 포함하고, 상기 전극 조립체는 상기 전도성 요소가 상기 전도성 표면과 오믹 컨택하도록 상기 층상 구조의 상기 전도성 표면 상에 배열된다.

[0008] 전도성 요소는 층상 구조로부터 전류를 수집한다(예를 들어, 층상 구조 상에 배열된 핑거 전극을 통해). 일반적으로, 각각의 전도성 요소는 전도성 요소의 양 측면을 따라 연장되는 전도성 표면의 영역으로부터 전류를 수집할 것이다. 전도성 요소에 의해 추출되는 전류는 이 영역의 크기 및 이 영역이 또한 다른 전도성 요소에 의해

서빙되는지 여부에 의존한다. 따라서, 예를 들어, 2개의 전도성 요소 사이에 정의된 영역에서, 전류의 대략 절반이 각각의 전도성 요소에 의해 추출될 것이다. 반면, 전도성 요소 및 전도성 표면의 에지에 의해 정의된 영역에서, 모든 전류는 단일의 최외측 전도성 요소에 의해 추출될 것이다. 동일한 이유로, 전도성 요소의 간격은 또한 각각의 전도성 요소의 필요한 전류 추출에 영향을 미칠 것이다. 예를 들어, 전도성 요소들의 더 큰 간격은 각각의 전도성 요소가 각각의 전도성 요소에 의해 추출될 필요가 있는 전류의 양을 증가시키기 위해 더 큰 면적을 제공하는 것을 의미할 것이다.

[0009] 상이한 단면적의 적어도 2개의 전도성 요소의 제공은 전류 추출에서의 이들 차이가 수용될 수 있게 한다. 따라서, 예를 들어, 더 큰(제2) 전도성 요소는 더 많은 전류가 추출될 위치에 위치될 수 있다. 더 작은(제1) 전도성 요소는 전도성 요소에 의한 더 적은 전류 추출이 요구되는 곳에 위치될 수 있다. 이러한 방식으로(즉, 전류 추출 요건들에 대해 전도성 요소의 크기를 매칭시키도록) 전도성 요소들을 배열함으로써, 전력 손실들이 최소화될 수 있는 한편, 전도성 요소들에 의한 쉐이딩(shading)을 또한 최소화할 수 있다. 즉, 서로 다른 단면적의 전도성 요소들의 제공은 전극 조립체의 광전자 속성을 최적화하는 방식으로 전도성 요소들의 배열을 용이하게 할 수 있다.

[0010] 의혹을 피하기 위해, 용어 "단면적"은 전도성 요소의 (종방향) 연장에 수직인 평면에서의 전도성 요소의 섹션의 면적을 기술하는 데 사용된다.

[0011] 본 명세서에서 사용되는 용어 "상에(on)"는 예를 들어, "표면 상에" 이라는 문구에서, 층, 필름, 또는 영역과 같은 요소 상의 직접 및 간접 배열 둘 모두를 포함하는 것으로 의도된다. 따라서, "표면 상에"이라는 문구는 하나 이상의 개재 층들이 제공되는 배열 또는 대안적으로, 개재 층들이 제공되지 않는 배열을 포함한다. 이와 달리, 요소가 다른 요소 위에 "직접" 있는 것으로 언급되는 경우(예를 들어, "표면 상에 직접"), 개재 요소가 존재하지 않는다. 이에 따라, 제1 양태에서, 전극 조립체는 전도성 표면 상에 직접 또는 간접적으로 배치될 수 있다.

[0012] 용어 "종방향으로(longitudinally)"(전도성 요소들의 방향에 의해 정의됨) 및 "횡방향으로(laterally)"는 서로 실질적으로 수직인 방향을 지칭한다.

[0013] 본 명세서에서 사용되는 '전도성' 및 '절연'은 각각 전기 전도성 및 전기 절연을 의미하는 것으로 명시적으로 의도된다. 이러한 용어들의 의미는 본 발명의 기술적 맥락, 광기전 태양 전지 디바이스의 기술을 고려하여 특히 명백할 것이다.

[0014] 이제 제1 양태의 선택적 특징이 제시될 것이다. 이들은 단독으로 적용가능하거나 또는 임의의 양태와 임의의 조합하여 적용가능하다.

[0015] 전술한 바와 같이, 복수의 전도성 요소들은 제2 전도성 요소가 층상 구조의 전도성 표면으로부터 제1 전도성 요소보다 더 많은 전류를 추출하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 제2 전도성 요소는 복수의 전도성 요소들 중 최외측 전도성 요소일 수 있다. 복수의 전도성 요소들은 2개의 최외측 전도성 요소 및 2개의 최외측 전도성 요소 사이에 배치된 복수의 중간 전도성 요소들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 제2 전도성 요소는 중간 전도성 요소일 수 있다.

[0016] 전술한 바와 같이, 복수의 전도성 요소들의 최외측 전도성 요소는 일부 경우에 중간 전도성 요소보다 더 큰 면적을 제공(즉, 전류를 추출)할 수 있다(즉, 최외측 전도성 요소가 전도성 표면의 에지로부터 복수의 전도성 요소들 사이의 간격의 절반보다 큰 거리만큼 이격되어 있는 경우). 왜냐하면, 최외측 전도성 요소와 전도성 표면의 인접한 에지 사이의 영역에서 추출된 전류는 모두 최외측 전도성 요소를 통과해야 하기 때문이다(반면, 2개의 인접한 전도성 요소 사이의 영역에서는 전류의 절반만이 각각의 전도성 요소를 통과함). 최외측 전도성 요소의 단면적을 증가시키는 것은 이러한 더 큰 전류를 더 잘 수용할 수 있다는 것을 의미하며, 이는 전력 손실을 최소화하는 데 도움이 될 수 있다(그렇지 않으면 전도성 요소의 언더사이징(under-sizing)으로부터 기인할 수 있음).

[0017] 제2 전도성 요소는 제1 전도성 요소보다 더 큰 유효 서빙 면적(served area)을 가질 수 있다. 중간 전도성 요소에 대해, 유효 서빙 면적은 제1 면적의 절반과 제2 면적의 절반을 합산함으로써 결정될 수 있다. 제1 면적은 중간 전도성 요소와 제1 인접 전도성 요소 사이의 면적으로 정의될 수 있고, 제2 면적은 중간 전도성 요소와 제2 인접 전도성 요소 사이의 면적으로 정의될 수 있다. 최외측 전도성 요소에 대해, 유효 서빙 면적은 제3 면적의 절반을 제4 면적과 합산함으로써 결정될 수 있다. 제3 면적은 최외측 전도성 요소와 인접한 전도성 요소 사이의 면적으로 정의되고, 제4 면적은 최외측 전도성 요소와 층상 구조의 인접한 에지 사이의 면적으로 정의될 수 있

다.

[0018] 의혹의 여지를 없애기 위해, 제1, 제2, 제3 및 제4 면적은 전극 조립체가 배열되는(즉, 전도성 표면) 층상 구조의 표면적이다. 또한, 와이어에 의해 적어도 부분적으로 정의되는 면적(예를 들어, 2개의 와이어 사이, 또는 와이어와 에지 사이)에 대한 언급은 와이어의 중심 축까지 연장되는 면적이다.

[0019] 의혹의 여지를 없애기 위해, 본 명세서에서 사용되는 용어 "인접"은 "직접 인접" 또는 "접촉"을 의미하지 않는다. 예를 들어, "인접한 전도성 요소"라는 용어는 측방 방향에서 가장 가까운 전도성 요소(또는 2개의 가장 가까운 전도성 요소 중 하나)를 설명하기 위해 본 명세서에서 사용된다. 유사하게, 용어 "인접 에지"는 본 명세서에서 가장 가까운 종방향으로 연장되는 에지(즉, 측방 방향에서 가장 가까운)를 설명하기 위해 사용된다.

[0020] 더 큰 최외측 전도성 요소를 제공하는 추가적인 이점은, 전도성 요소가 층상 구조의 에지(예를 들어, 전도성 표면의 에지)로부터 더 큰 거리로 이격될 수 있는 한편, (증가된 간격으로 인해) 더 큰 영역으로부터 증가된 전류 수집을 계속 수용할 수 있다는 것이다. 층상 구조(예를 들어, 전도성 표면)의 에지로부터 이러한 증가된 간격을 제공함으로써, 전도성 요소가 없는 층상 구조의 에지(예를 들어, 전도성 표면)에서 더 큰 영역이 존재한다. 이러한 더 큰 전도성 요소 없는 영역은 예를 들어, 필름(존재하는 경우)과 태양 전지 사이에 더 나은 접착을 제공할 수 있다(이는 이 영역의 증가된 크기가 필름과 태양 전지 사이에 더 큰 접촉 면적을 제공하기 때문이다). 따라서, 존재할 때, 필름(및 결과적으로 전도성 요소들)은 태양 전지 상에 보다 견고하게 유지될 수 있다.

[0021] 보다 일반적으로, (최외측 와이어인지 여부에 관계없이) 더 큰 전도성 요소의 사용은 전도성 요소와 전도성 표면 사이에 개선된 접촉(및 더 양호한 접착)을 제공하기 위해 전도성 요소와 전도성 표면 사이에 더 큰 접촉 면적을 제공할 수 있다.

[0022] 제1 전도성 요소는 중간 전도성 요소일 수 있다. 대안적으로, 제1 전도성 요소는 최외측 전도성 요소일 수 있다. 이는, 예를 들어, 최외측 전도성 요소들은 중간 전도성 요소들보다 더 작은 면적을 서빙하기 위해 전도성 표면의 에지에 또는 그에 가깝게 배치되는 경우에 바람직할 수 있다. 제1 전도성 요소는 제2 전도성 요소에 인접할 수 있다.

[0023] 복수의 전도성 요소들은 제3 단면적을 가질 수 있는 제3 전도성 요소를 포함할 수 있다. 제3 단면적은 제1 단면적보다 클 수 있다. 제3 단면적은 제2 단면적과 동일할 수 있다. 따라서, 제2 전도성 요소 및 제3 전도성 요소는 동일한 단면적을 가질 수 있다. 제3 전도성 요소는 복수의 전도성 요소들 중 최외측 전도성 요소일 수 있다(즉, 제2 및 제3 전도성 요소는 복수의 전도성 요소들 중 2개의 최외측 전도성 요소를 정의할 수 있다).

[0024] 따라서, 복수의 전도성 요소들 중 2개의 최외측 전도성 요소(예를 들어, 제2 및 제3 전도성 요소)는 각각 적어도 하나의 중간 전도성 요소(예를 들어, 제1 전도성 요소)보다 큰 단면적을 가질 수 있다. 복수의 전도성 요소들 중 2개의 최외측 전도성 요소는 각각 복수의 중간 전도성 요소보다 큰 단면적을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 복수의 전도성 요소들 중 2개의 최외측 전도성 요소들은 각각 중간 전도성 요소들 각각의 단면적보다 더 큰 단면적을 가질 수 있다(즉, 최외측 전도성 요소들은 중간 전도성 요소들 모두보다 더 클 수 있다).

[0025] 일부 실시예들에서, 중간 전도성 요소들의 모두(또는 실질적으로 모두)는 동일한 단면적(예를 들어, 제1 단면적)을 가질 수 있다.

[0026] 복수의 전도성 요소들은 균등하게 이격될 수 있다(즉, 등간격으로 이격될 수 있다). 즉, 복수의 전도성 요소들에서 각각의 인접한 전도성 요소의 쌍 사이에 일정한 간격이 있을 수 있다. 복수의 전도성 요소들은 대안적으로 불균일하게 이격될 수 있다. 즉, 인접한 적어도 한 쌍의 전도성 요소 사이의 측방 간격은 인접한 다른전도성 요소의 쌍 사이의 측방 간격보다 클 수 있다. 제1 쌍의 전도성 요소들이 (복수의 전도성 요소들 중) 제2 쌍의 전도성 요소들보다 더 큰 간격을 갖는 경우, 제1 쌍의 전도성 요소들은 제2 전도성 요소를 포함할 수 있고, 제2 쌍의 전도성 요소들은 제1 전도성 요소를 포함할 수 있다.

[0027] 복수의 전도성 요소들은 서로 실질적으로 평행할 수 있다.

[0028] 전도성 요소의 형상(위에서 논의된 바와 같이, 단면적에 추가하여)은 전극 조립체의 광전자 속성을 최적화하도록, 즉 전류 수집 및 쉐이딩 특성을 통해 선택될 수 있다.

[0029] 각각의 전도성 요소는 원형 단면 형상, 즉 축방향 길이를 횡단하는 형상을 가질 수 있다. 대안적으로, 각각의 전도성 요소는 예를 들어, 직사각형 또는 삼각형 형상을 포함하는 상이한 횡단면 형상을 가질 수 있다. 대안적으로, 각각의 전도성 요소는 타원형, 장방형(obround)(즉, 경주장 형상) 또는 불규칙적인 횡단면 형상을 가질

수 있다.

[0030] 각각의 전도성 요소는 전도성 금속, 또는 금속 합금을 포함할 수 있다. 각각의 전도성 요소는 낮은 융점, 즉 전도성 요소의 코어를 형성하는 전도성 금속/금속 합금의 융점보다 낮은 융점을 갖는 합금을 포함하는 합금 코팅으로 코팅될 수 있다. 각각의 전도성 요소는 합금 코팅에서 완전히 코팅될 수 있거나, 또는 (그 위에 배열될 때) 태양 전지의 층상 구조를 마주하는 측면 또는 측면들 상에 적어도 부분적으로 코팅될 수 있다.

[0031] 각각의 전도성 요소는 그 길이를 따라 실질적으로 일정한 단면적을 가질 수 있다. 각각의 전도성 요소는 그 길이를 따라 실질적으로 일정한 단면 형상을 가질 수 있다.

[0032] 제1 전도성 요소 및/또는 각각의 중간 전도성 요소는 제1 직경을 가질 수 있다. 제1 직경은 200 ㎛ 내지 300 ㎛, 또는 예를 들어, 225 ㎛ 내지 275 ㎛, 또는 약 250 ㎛일 수 있다. 제1 단면적은 0.03 ㎟ 내지 0.07 ㎟, 또는 예를 들어, 0.04 ㎟ 내지 0.06 ㎟, 또는 약 0.05 ㎟일 수 있다.

[0033] 제2 전도성 요소 및/또는 제3 전도성 요소는 제2 직경을 가질 수 있다. 제2 직경은 250 ㎛ 내지 350 ㎛, 또는 예를 들어, 275 ㎛ 내지 325 ㎛, 또는 약 300 ㎛일 수 있다. 제2 단면적은 0.05 ㎟ 내지 0.10 ㎟, 또는 예를 들어, 0.06 ㎟ 내지 0.08 ㎟, 또는 약 0.07 ㎟일 수 있다.

[0034] 제2 직경은 제1 직경보다 30㎛ 내지 70㎛ 더 클 수 있다. 제2 직경은 제1 직경보다 약 50㎛ 더 클 수 있다.

[0035] 제2 단면적은 제1 단면적보다 0.01㎟ 내지 0.03㎟ 더 클 수 있다. 제2 단면적은 제1 단면적보다 약 0.02㎟ 더 클 수 있다.

[0036] 제2 단면적은 제1 단면적보다 30% 내지 60% 더 클 수 있다. 제2 단면적은 제1 단면적보다 약 45% 더 클 수 있다.

[0037] 제1 거리는 복수의 전도성 요소들 중 2개의 인접한 전도성 요소(예를 들어, 제1 전도성 요소와 인접한 전도성 요소) 사이에 정의될 수 있다. 전도성 요소들이 균일하게 이격될 때, 제1 거리는 전도성 요소들 각각 사이의 (균일한) 간격을 나타낼 수 있다(즉, 각각의 전도성 요소는 인접한 전도성 요소들로부터 제1 거리만큼 이격될 수 있다).

[0038] 제1 거리는 8 ㎜ 내지 10 ㎜, 또는 8.5 ㎜ 내지 10 ㎜, 또는 9 ㎜ 내지 9.5 ㎜, 또는 약 9.3 ㎜일 수 있다.

[0039] 의혹의 여지를 없애기 위해, 본 명세서에서 전도성 요소 및/또는 에지 사이의 거리 및/또는 간격에 대한 언급은 측방향 거리/간격(즉, 전도성 요소의 축방향 연장에 수직인 방향으로 취해짐)으로서 취해져야 한다. 또한, 하나 이상의 전도성 요소를 포함하는 (측방향) 거리는 전도성 요소의 중심축으로부터 취해져야 한다. 일 예로서, 2개의 인접한 전도성 요소 사이의 거리에 대한 언급은 하나의 전도성 요소의 중심축과 다른 인접한 전도성 요소의 중심축 사이의 거리이다. 제2 예로서, 전도성 요소와 (필름 또는 층상 구조의) 에지 사이의 거리에 대한 언급은 전도성 요소의 중심축과 에지 사이의 측방향 거리에 대한 언급이다. 이해될 수 있는 바와 같이, 이 제2 예에서, 전도성 요소의 중심 축은 에지가 일부를 형성하는 컴포넌트(예를 들어, 필름 또는 층상 구조)의 표면으로부터 이격될 수 있다(예를 들어, 위로). 이러한 경우에, 그러한 거리에 대한 언급은 중심 축과 에지 사이의 거리의 측방향 성분에 대한 언급임을 강조한다(즉, 거리는 표면에 평행하게 취해져야 한다).

[0040] 복수의 전도성 요소들 중 최외측 전도성 요소와 층상 구조의 인접 에지(예를 들어, 전도성 표면의 에지) 사이의 거리는 복수의 전도성 요소들 중 인접한 두 전도성 요소 사이의 거리와 같거나 클 수 있다. 즉, 전극 조립체는 복수의 전도성 요소들 중 최외측 전도성 요소(예를 들어, 제2 전도성 요소)와 전극 조립체가 배열되는 층상 구조의 전도성 표면의 인접한(종방향) 에지 사이에 제2(측방향) 거리가 정의되도록 전도성 표면 상에 배열될 수 있다. 제2 거리는 제1 거리와 같거나 더 길 수 있다. 즉, 최외측 전도성 요소는 복수의 전도성 요소들 중 인접한 두 전도성 요소들 사이의 거리보다 더 큰 거리만큼 층상 구조의 인접한 에지로부터 이격될 수 있다.

[0041] 제1 거리는 제2 거리를 부분적으로 정의하는 최외측 전도성 요소(예를 들어, 제2 전도성 요소)와 이 최외측 전도성 요소에 인접한 전도성 요소(예를 들어, 제1 전도성 요소) 사이에서 정의될 수 있다.

[0042] 이미 위에서 논의된 바와 같이, 태양 전지 조립체의 에지로부터의 전도성 요소들의 거리를 최대화하는 것은 전도성 요소들을 태양 전지 조립체(예컨대, 필름)에 고정하기 위한 수단과의 접착을 위한 더 큰 전도성 요소가 없는 면적을 제공한다는 점에서 유리할 수 있다. 더 큰 최외측 전도성 요소는 이러한 거리 두기(distancing)로 인한 더 큰 면적으로부터 전하를 (최소 전력 손실을 갖는) 추출하기에 충분한 용량이 있음을 보장함으로써 이러한 거리 두기를 허용할 수 있다.

[0043] 다른 실시예들에서, 제2 거리는 제1 거리보다 작을 수 있다(예를 들어, 제1 거리의 대략 절반일 수 있다).

[0044] 2개의 최외측 전도성 요소 중 다른 하나(예를 들어, 제3 전도성 요소)와 층상 구조의 인접 에지(예를 들어, 전도성 표면의 인접 에지) 사이에 제3(측방향) 거리가 정의될 수 있다. 제3 거리는 제2 거리와 동일할 수 있다. 이와 관련하여, 복수의 전도성 요소들은 층상 구조의 대향하는(종방향으로 연장되는) 에지와 인접한 최외측 전도성 요소 사이의 간격이 전도성 요소 자체 사이의 간격보다 크도록 층상 구조 상에 배열될 수 있다.

[0045] 제2 및/또는 제3 거리는 10 ㎜ 내지 13 ㎜, 또는 11 ㎜ 내지 12 ㎜, 또는 11 ㎜ 내지 11.5 ㎜, 또는 약 11.25 ㎜일 수 있다.

[0046] 전극 조립체는 절연성의 광학적으로 투명한 필름을 포함할 수 있다. 필름은 전도성 요소에 오버라이될 수 있다(즉, 전도성 요소는 필름과 전도성 표면 사이에 제공될 수 있다). 필름(또한 포일로 지칭됨)은 전도성 표면 상에 실장하는 동안 전도성 요소들을 그들의 이격된 배열로 유지하기 위한 수단을 제공할 수 있다. 필름은 층상 구조의 표면 상에 전극 조립체를 보유(이에 의해 전도성 요소와 전도성 표면 사이의 오믹 컨택을 유지)하도록 구성될 수 있다. 전극 조립체는 그러한 필름을 포함할 때(그리고 전도성 요소들이 와이어 형태일 때) 포일(또는 필름) 및 와이어 조립체로 지칭될 수 있다.

[0047] 복수의 전도성 요소들 중 최외측 전도성 요소와 필름의 인접 에지 사이의 거리는 복수의 전도성 요소들 중 인접한 두 전도성 요소들 사이의 거리와 같거나 더 클 수 있다. 즉, 복수의 전도성 요소들은 복수의 전도성 요소들 중 최외측 전도성 요소(예를 들어, 제2 전도성 요소)와 필름의 인접한(종방향) 에지 사이에 제1 거리 이상의 제4(횡방향) 거리가 정의되도록 배열될 수 있다.

[0048] 2개의 최외측 전도성 요소들 중 다른 하나(예를 들어, 제3 전도성 요소)와 필름의 인접한 에지 사이에 제1 거리와 같거나 큰 제5(측면) 거리가 정의될 수 있다. 제5 거리는 제4 거리와 동일할 수 있다.

[0049] 이와 관련하여, 복수의 전도성 요소들은 필름의 대향하는 종방향 에지와 인접한 최외측 전도성 요소 사이의 간격이 전도성 요소들 사이의 간격보다 크도록 배열될 수 있다.

[0050] 제4 및/또는 제5 거리는 10 ㎜ 내지 13 ㎜, 또는 11 ㎜ 내지 12 ㎜, 또는 11 ㎜ 내지 11.5 ㎜, 또는 약 11.25 ㎜일 수 있다.

[0051] 제1, 제2, 제3, 제4 및 제5 거리들 각각은 동일한 측방향으로 연장되는 축을 따라 취해질 수 있다.

[0052] 이미 전술한 바와 같이, 필름의 에지로부터의 전도성 요소의 거리를 최대화하는 것은 필름의 에지와 태양 전지의 접착을 위한 더 큰 전도성 요소가 없는 면적을 제공한다는 점에서 유리할 수 있다(그리고 이는 전도성 요소의 크기를 변화시킴으로써 달성될 수 있다).

[0053] 전술한 바와 같이, 필름은 태양 전지의 층상 구조 상에 전도성 요소를 보유하도록 구성될 수 있다. 전도성 요소는 필름에 부착(예를 들어, 접착)될 수 있다. 전도성 요소는 각각의 전도성 요소의 표면이 필름의 표면으로부터 돌출하도록 필름 내에 부분적으로 매립될 수 있다. 대안적으로, 전도성 요소는 필름 내에 완전히 매립될 수 있다.

[0054] 전도성 요소들 각각은 와이어 또는 와이어 부분(wire portion)과 같은 세장형 형태를 포함할 수 있다(그러나 다른 실시예들에서 전도성 요소들은 예를 들어, 버스바들일 수 있다). 각각의 전도성 요소는 연속적일 수 있고(즉, 단절되지 않고) 필름의 실질적인 부분을 가로질러(예를 들어, 실질적으로 완전히 가로질러) 연장될 수 있다. 각각의 전도성 요소는 실질적으로 필름의 일 에지로부터 필름의 대향 에지까지 불연속 없이 연장될 수 있다. 각각의 전도성 요소는 필름의 에지들 중 적어도 하나를 넘어 연장될 수 있다. 일부 실시예들에서, 본 명세서에서의 전도성 요소들에 대한 언급들은 층상 구조의 표면 상에 배열되는 이들 전도성 요소들의 부분들에 대한 언급일 수 있다.

[0055] 필름은 직사각형일 수 있다. 필름은 긴 치수(long dimension) 및 짧은 치수(short dimension)를 가질 수 있다. 전도성 요소는 짧은 치수의 방향으로 연장될 수 있다(즉, 종방향은 짧은 치수의 방향일 수 있다). 그러한 실시예들에서, 따라서 측방 방향은 긴 치수의 방향일 수 있다. 대안적으로, 전도성 요소는 긴 방향의 방향으로 연장될 수 있고, 측방 방향은 짧은 치수의 방향일 수 있다.

[0056] 필름은 높은 연성(ductility), 양호한 절연 특성, 광학 투명성 및 열적 안정성, 수축성에 대한 내성을 갖는 중합체 재료를 포함할 수 있다. 예시적인 중합체 재료는 아세테이트, 에폭시 수지, 플루오로수지, 폴리아미드 수지, 폴리설폰, 레이온, 폴리올레핀, 플라스틱, 레이오넥스트, 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리비닐 플루

오라이드 필름 및 개질된 에틸렌 테트라플루오로에틸렌 등을 포함할 수 있다.

[0057] 필름의 표면(즉, 전도성 요소와 마주하는)은 투명한 밀봉 층(예를 들어, 접착제 층)으로 코팅될 수 있다. 밀봉 층은 실온에서 비접착 상태에 있도록 구성될 수 있고, 가열될 때(즉, 실온보다 높은 온도로) 접착 상태에 진입하도록 구성될 수 있다. 따라서, 태양 전지의 제조 시, 밀봉 층이 연화되어 힘의 인가에 의해 필름이 전도성 요소에 부착되도록 필름이 가열될 수 있다. 이러한 방식으로, 전도성 요소는 밀봉 층 내에 적어도 부분적으로 매립될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 필름(예를 들어, 태양 전지와 접촉하도록 구성된 필름의 부분 또는 표면)은 실온에서 비접착 상태에 있도록 구성될 수 있고, 가열될 때(즉, 실온보다 높은 온도로) 접착 상태에 진입하도록 구성될 수 있다. 따라서, 태양 전지의 제조 시 필름이 가열되고 연화되어 힘의 인가에 의해 전도성 요소에 부착될 수 있다. 이러한 방식으로, 전도성 요소는 필름에 적어도 부분적으로 매립될 수 있다. 이 실시예에서, 밀봉 층이 존재하지 않을 수 있다.

[0058] 전도성 표면은 복수의 핑거 전극(예를 들어, 전도성 요소/부재)을 포함할 수 있다. 각각의 핑거 전극은 세장형일 수 있고, 실질적으로 측방 방향으로 연장될 수 있다. (전극 조립체의) 전도성 요소는 복수의 핑거 전극을 종방향으로 가로질러 연장될 수 있다. 이러한 점에서, 핑거 전극들은 전도성 요소들에 실질적으로 수직일 수 있다.

[0059] 핑거 전극들은 인쇄된 전도성 재료를 포함할 수 있다. 인쇄된 전도성 재료는 층상 구조의 표면 상에 미세한(즉, 좁은 폭 및 작은 깊이) 핑거 전극의 형성을 가능하게 할 수 있다.

[0060] 핑거 전극들은 전도성 표면에 걸쳐 실질적으로 균일하게 분포될 수 있다. 따라서, 예를 들어, 최외측 전도성 요소와 전도성 표면의 에지 사이의 영역은 인접한 두 전도성 요소 사이의 영역과 동일한 수의 핑거 전극을 가질 수 있다. 다시 말해서, 전도성 표면은 (전도성 요소들에 평행한 전도성 표면의 대향하는 종방향 에지들 중 하나 또는 둘 모두로부터 연장되는) 리던던시 라인들(redundancy lines)이 없을 수 있다.

[0061] 하나 이상의 더 큰 최외측 전도성 요소의 존재는 이러한 배열의 제공을 용이하게 할 수 있다. 리던던시 라인들은 통상적으로 에지들의 영역들이 각각 하나의 전도성 요소에 의해서만 서빙되기 때문에 발생하는 손실들을 감소시키기 위해 태양 전지의 에지들에 제공된다. 더 큰 최외측 전도성 요소들을 더 낮은 저항으로 제공하는 것은, 일부 경우들에서 리던던시 라인들이 태양 전지 조립체의 효율에 대한 손상 없이 제거될 수 있다는 것을 의미할 수 있다. 이는 더 큰 최외측 전도성 요소들의 더 낮은 전력 손실들 및 최외측 영역들에서의 더 높은 전류(그렇지 않으면 리던던시 라인들에 의해 야기될 감소된 쉐이딩으로 인한)가 리던던시 라인들의 제거의 임의의 부정적인 영향을 상쇄할 수 있기 때문이다.

[0062] 층상 구조는 사용 중에 광이 입사되는 전방 표면(예를 들어, 최전방 표면), 및 전방 표면 대향하는 후방 표면(예를 들어, 최후방 표면)을 포함할 수 있다.

[0063] 전도성 표면은 층상 구조의 전방 표면(광 입사 표면)일 수 있다. 따라서, 전극 조립체는 층상 구조의 전방 표면 상에(즉, 전도성 표면의 핑거 전극들 상에) 배열될 수 있고, 전도성 요소들은 층상 구조의 전방 표면을 가로질러(즉, 핑거 전극들을 가로질러) 연장될 수 있다. 이러한 전극 조립체를 전방 전극 조립체라 할 수 있다.

[0064] 다른 실시예들에서, 전도성 표면은 층상 구조의 후방 표면일 수 있다. 따라서, 전극 조립체는 층상 구조의 후방 표면 상에 배열될 수 있고, 전도성 요소들은 층상 구조의 후방 표면(즉, 전도성 표면의 핑거 전극들)을 가로질러 연장될 수 있다. 이러한 전극 조립체를 후방 전극 조립체라고 할 수 있다.

[0065] 태양 전지 조립체는 전방 전극 조립체 및 후방 전극 조립체 둘 모두를 포함할 수 있다(그리고 층상 구조는 전방 및 후방 전도성 표면들을 모두 포함할 수 있다).

[0066] 층상 구조는 광기전 요소를 포함하는 다중 층을 포함할 수 있다. 광기전 요소는 반도체 재료를 포함할 수 있다. 따라서, 광기전 요소는 반도체 기판일 수 있다. 반도체 기판은 결정질 실리콘(예를 들어, 단결정 실리콘 웨이퍼)으로 형성될 수 있다. 기판은 제1 전도성 유형(예를 들어, n-형)으로 구성될 수 있고, 층상 구조는 제1 전도성 유형과 반대인 제2 전도성 유형(예를 들어, p-형)으로 구성된 콜렉터 층을 포함할 수 있고, 따라서 기판과 p-n 접합을 형성한다. 이러한 배열에 따르면, 콜렉터 층은 태양 전지의 소수 전하 캐리어 콜렉터 층(예를 들어, 정공-콜렉터 층)을 정의할 수 있다.

[0067] 태양 전지의 동작 동안, 복수의 전자-정공 쌍들은 기판 상에 입사하는 광에 의해 생성된다. 기판이 n-형이고 소수 전하 캐리어 콜렉터 층이 p-형인 경우(예를 들어, 정공-콜렉터 층), 분리된 정공과 전자는 각각 p-형 정공-콜렉터 층 및 n-형 기판으로 이동한다. 따라서, 정공은 p-형 정공-콜렉터 층에서 다수 전하 캐리어(majority

charge carrier)로서 동작하고, 전자는 n-형 기판에서 다수 전하 캐리어로서 동작한다.

[0068] 대안적인 배열에 따르면, 기판은 p-형일 수 있고 소수 전하 캐리어 콜렉터 층은 n-형(예를 들어, 전자-콜렉터 층)일 수 있으며, 따라서 기판과 p-n 접합을 형성한다. 이때, 분리된 전자와 정공은 각각 n-형 전자-콜렉터 층 및 p-형 기판으로 이동한다.

[0069] 콜렉터 층은 기판과 동일한 제1 전도성 유형(예를 들어, n-형)으로 구성된 다수 전하 캐리어 콜렉터 층을 정의할 수 있다. 예를 들어, 기판 및 다수 전하 캐리어 콜렉터 층 둘 모두는 n-형일 수 있어서, 다수 전하 캐리어 콜렉터 층은 전자-콜렉터 층을 정의한다. 이와 같이, 다수 전하 캐리어 콜렉터 층은 기판으로부터 전하 캐리어를 선택적으로 스크리닝하거나 추출하도록 구성될 수 있다. 따라서, 태양 전지를 사용할 때, 기판에 입사된 빛에 의해 생성된 전자는 전자-콜렉터 층에 수집될 수 있으며, 이는 다수 전하 캐리어로서 동작한다.

[0070] 콜렉터 층은 기판의 제1 표면 상에 배열될 수 있다. 태양 전지의 층상 구조는 기판의 제1 표면에 대향하는 제2 표면 상에 배열된 제2 콜렉터 층(예를 들어, 후방-필드 층)을 더 포함할 수 있다. 제1 표면 및 제2 표면은 각각 기판의 전방 후면 및 후방 표면(또는 배면)을 정의할 수 있다. 태양 전지의 층상 구조는 기판과 개개의 제1 및 제2 콜렉터 층 사이에 배열된 패시베이션 층(passivation layer)을 더 포함할 수 있다.

[0071] 예시적인 배열에 따르면, 기판은 p-형 단결정 실리콘 웨이퍼에 비해 더 긴 수명 특성을 나타내는 n-형 단결정 실리콘 웨이퍼로 형성될 수 있다. 전방 콜렉터 층은 적어도 부분적으로 n-형으로 도핑된 비정질 재료(예를 들어, 비정질 실리콘)를 포함할 수 있다. 후방 콜렉터 층은 적어도 부분적으로 p-형으로 도핑된 비정질 재료(예를 들어, 비정질 실리콘)를 포함할 수 있다. 다른 실시예들에서, 후방 콜렉터 층은 n-형으로 적어도 부분적으로 도핑될 수 있고 전방 콜렉터 층은 p-형으로 적어도 부분적으로 도핑될 수 있다.

[0072] 이러한 배열은 이종 접합 기술(HJT) 유형 태양 전지의 형성에 기여할 수 있는데, 이는 2개의 상이한 재료를 결합하여 전하 분리 p-n 접합을 생성하기 때문에 그렇게 정의된다. 대안적으로, 태양 전지는 다중 접합(예를 들어, 탠덤(tandem)) 태양 전지를 포함할 수 있으며, 이는 2개 이상의 전하 분리 접합들 및 2개 이상의 전하-생성 광자 흡수층들을 포함하기 때문에 그렇게 정의된다. 물론, 층상 구조는 다른 형태를 취할 수 있다(예를 들어, 태양 전지 조립체는 이종 접합 태양 전지가 아닐 수 있다).

[0073] 전극 조립체는 콜렉터 층이 전극 조립체와 기판 사이에 개재되도록 배열될 수 있다.

[0074] 기판의 후방(예를 들어, 최후방) 표면 상에 콜렉터 층이 배열되는 경우, 전극 조립체는 층상 구조의 후방 표면 상에 배열되어 태양 전지의 후방 전극을 정의할 수 있다. 기판의 전방(예를 들어, 최전방) 표면 상에 콜렉터 층이 배열되는 경우, 전극 조립체는 적층 구조의 전방 표면에 배열되어 태양 전지의 전방 전극을 정의할 수 있다. 태양 전지는 전방 층상 구조의 전방 표면 상에 배열된 전방 전극 조립체와 후방 층상 구조의 후방 표면 상에 배열된 후방 전극 조립체를 포함할 수 있다.

[0075] 반도체 기판은 결정질 실리콘(c-Si)을 포함할 수 있다. 반도체 기판이 n-형 반도체인 경우, 반도체 재료는 인(P), 비소(As), 안티몬(Sb) 등과 같은 V족 원소의 불순물을 함유하도록 구성될 수 있다. 반도체 재료가 p-형 반도체 재료인 경우, 붕소(B), 갈륨(Ga) 및 인듐(In)과 같은 3족 원소의 불순물을 함유할 수 있다. 대안적으로, 반도체 재료는 실리콘 이외의 재료로 형성될 수 있다.

[0076] 층상 구조의 표면, 예를 들어, 전방 표면은 텍스처링되어 불균일 표면을 형성하거나 불균일 특성을 갖는 표면을 형성할 수 있다. 이 경우, 층상 구조의 텍스처링 표면(textured surface)로 인해 층상 구조로 입사되는 광의 양이 증가하여 태양 전지 조립체의 효율을 개선시킬 수 있다.

[0077] 층상 구조는 층상 구조의 전방 및/또는 후방 표면에 배열된 반사 방지 층 또는 코팅을 더 포함할 수 있다. 반사 방지 층은 단일 층상 구조 또는 다중 층상 구조를 가질 수 있다. 반사 방지 층은 실리콘 질화물(SiNx) 및/또는 실리콘 산화물(SiOx)로 형성될 수 있다. 대안적으로, 반사 방지 층은 ITO(Indium Tin Oxide)와 같은 투명 전도성 산화물(TCO)로 형성될 수 있으며, 이러한 투명 전도성 산화물은 텍스처링되어 반사 방지 표면을 제공할 수 있다. 반사 방지 층은 태양 전지 조립체에 입사되는 광의 반사율을 줄이고, 특정 파장 대역의 선택성을 높임으로써 태양 전지 조립체의 효율을 높일 수 있다.

[0078] 제2 양태에서, 각각 제1 양태에 따른 복수의 태양 전지 조립체를 포함하는 태양광 모듈이 제공된다. 태양 전지 조립체는 서로 전기적으로 결합될 수 있다.

[0079] 복수의 태양 전지 조립체는 제1 및 제2 태양 전지 조립체를 포함할 수 있고, 제1 태양 전지 조립체의 전도성 와이어는 제2 태양 전지 조립체의 전도성 요소에 전기적으로 결합된다. 따라서, 복수의 전도성 요소들은 태양 전

지 모듈 내에서 둘 이상의 태양 전지 조립체 사이의 전기적 연결을 형성할 수 있다.

[0080] 복수의 전도성 요소들은 전기적으로 결합된 전도성 요소의 쌍을 포함할 수 있고, 각각의 쌍은 제1 태양 전지 조립체의 제1 전도성 요소 형성 부분 및 제2 태양 전지 조립체의 제2 전도성 요소 형성 부분을 포함한다. 제1 및 제2 전도성 요소는 제1 및 제2 전도성 요소 사이에 전류가 흐를 수 있도록 제3 전도성 요소(예를 들어, 구리 리본)에 의해 함께 전기적으로 결합될 수 있다. 제3 전도성 요소는 제1 및 제2 전도성 요소에 실질적으로 평행하거나 실질적으로 수직일 수 있다.

[0081] 제1, 제2 및 제3 전도성 요소는 일체로 형성되어 단일의 일체로 형성된 요소(예를 들어, 와이어)를 형성할 수 있다. 이러한 방식으로 전도성 요소를 구성하는 것은 이웃하는 태양 전지들 사이에 (구리 리본과 같은) 별개의 연결부를 제공할 필요성을 제거하고, 이에 의해 태양 전지 조립체를 제조하는 데 필요한 제조 단계의 수 및 복잡성을 감소시킨다.

[0082] 대안적으로, 제1 및 제2 전도성 요소(및 존재할 때 제3 전도성 요소)는 별도로 형성되지만 함께 전기적으로 결합될 수 있다.

[0083] 제1 전도성 요소는 제1 태양 전지 조립체의 층상 구조의 전방 전도성 표면과 접촉하고, 제2 전도성 요소는 제2 태양 전지 조립체의 후방 전도성 표면과 접촉할 수 있다. 따라서, 제3 전도성 요소는, 존재한다면, 제1 태양 전지 조립체의 층상 구조의 전방 표면으로부터 제2 태양 전지 조립체의 층상 구조의 후방 표면까지 연장될 수 있다.

[0084] 앞서 논의된 바와 같이, 각각의 태양 전지 조립체의 전극 조립체는 필름을 포함한다. 전도성 요소들은 이러한 필름들과 대응하는 태양광 조립체들의 각각의 전도성 표면들 사이에 수용된다. 하나의 태양 전지 조립체의 필름들은 다른 태양 전지 조립체의 필름들로부터 분리될 수 있다. 따라서, 각각의 제1 전도성 요소는 제1 필름과 제1 태양 전지 조립체의 층상 구조의 전방 표면 사이에 수용될 수 있고, 각각의 제2 전도성 요소는 제2 필름과 제2 태양 전지 조립체의 층상 구조의 후방 표면 사이에 수용될 수 있다. 각각의 제3 전도성 요소는 제1 필름 과 제2 필름 사이에서 연장될 수 있다(즉, 제1 필름 및 제2 필름 중 어느 하나에 부착/수용되지 않을 수 있다).

[0085] 이해될 수 있는 바와 같이, 제2 태양 전지 조립체는 유사한 방식으로 제3 태양 전지 조립체(즉, 전도성 요소가 제2 태양 전지 조립체의 층상 구조의 전방 전도성 표면으로부터 제3 태양 전지 조립체의 층상 구조의 후방 전도성 표면으로 연장됨)에 결합될 수 있다. 이러한 방식으로, 결합된 태양 전지 조립체의 행(row) 또는 스트링(string)이 형성될 수 있다.

[0086] 제3 양태에서, 태양 전지용 전극 조립체가 제공되고, 전극 조립체는,

[0087] 절연성의 광학적으로 투명한 필름; 및

[0088] 필름의 표면 상에 나란히 배열되고, 종방향으로 연장되고 측방향으로 이격된 복수의 전도성 요소를 포함하고, 복수의 전도성 요소들은 제1 단면적을 갖는 제1 전도성 요소 및 제1 단면적보다 큰 제2 단면적을 갖는 제2 전도성 요소를 포함한다.

[0089] 제3 양태의 전극 조립체는 제1 양태에 대해 전술한 전극 조립체와 동일할 수 있다(그리고 제1 양태의 선택적인 특징부 중 하나 이상을 포함할 수 있다). 따라서, 필름은 제1 양태에 관하여 전술한 바와 같을 수 있고, 마찬가지로, 복수의 전도성 요소들(이들의 배열을 포함함)은 제1 양태에 관하여 전술한 바와 같을 수 있다.

[0090] 당업자는 상호 배타적인 경우를 제외하고, 상기 양태들 중 어느 하나와 관련하여 설명된 특징 또는 파라미터가 임의의 다른 양태에 적용될 수 있다는 것을 인식할 것이다. 또한, 상호 배타적인 경우를 제외하고, 본 명세서에 기술된 임의의 특징 또는 파라미터는 임의의 양태에 적용되고/적용되거나 본 명세서에 기술된 임의의 다른 특징 또는 파라미터와 결합될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0091] 실시예들은 이제 도면들을 참조하여 단지 예로서 설명될 것이다.

도 1a는 태양 전지의 평면도이다.

도 1b는 도 1a의 태양 전지의 측 단면도이다.

도 2는 도 1a의 태양 전지의 층상 구조를 도시하는 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0092] 본 개시의 양태 및 실시예는 이제 첨부된 도면을 참조하여 논의될 것이다. 추가의 양태들 및 실시예들은 본 기술분야의 숙련자들에게 명백할 것이다.

[0093] 도 1a 및 도 1b는 광기전 요소(도시되지 않음) 및 전방(111) 전도성 표면 및 후방 전도성 표면을 포함하는 층상 구조(102)의 개개의 전방 및 후방 측면 상에 배열된 전방(101) 및 후방(101)의 전극 조립체를 포함하는 태양 전지 조립체(100)를 도시한다. 간결성을 위해, 전방 전극 조립체(101)만이 이하에 논의되지만, 설명은 후방 전극 조립체(101')에 동일하게 적용된다는 것이 이해되어야 한다(그리고 그 때문에 유사한 참조 번호가 후방 전극 조립체(101')를 라벨링하기 위해 사용되었다).

[0094] 전방 전극 조립체(101)는 전기 절연성의 광학적으로 투명한 필름(103) 및 필름(103)의 표면 상에 나란히 배열되고, 와이어(104a-104f) 형태의 복수의 측방향으로 이격된 전도성 요소를 포함한다. 이하에서 더 설명되는 바와 같이, 전극 조립체(101)는 층상 구조(102)의 광기전 요소에 의해 생성된 전류를 추출하기 위해(태양 전지 조립체(100) 상에 입사하는 광에 응답하여) 태양 전지 조립체(100)의 층상 구조(102)의 전방 전도성 표면(111) 상에 배열되도록 구성된다.

[0095] 복수의 와이어들(104a-104f) 각각은 원형 단면 형상을 갖는다(도 1b에서 볼 수 있음). 복수의 와이어들(104a-104f)는 또한 균일하게 이격되고, 서로 평행하며, 종방향(도 1에서 수직 방향)으로 연장된다. 단지 6개의 와이어(104a-104f)가 도시되어 있지만, 명확성을 위해 도면으로부터 다수의 (중간) 와이어가 생략된다는 것이 이해되어야 한다. 복수의 와이어들(104a-104f) 중 제1 와이어(104b)는 제1 단면적을 갖고, 복수의 와이어들(104a-104f) 중 제2 와이어(104a)는 제1 단면적보다 큰 제2 단면적을 갖는다(즉, 제2 와이어(104a)는 제1 와이어(104b)보다 큰 직경을 갖는다). 다시, 이는 도 1b에서 특히 분명하게 확인할 수 있다. 제1 와이어(104b)는 250㎛의 직경을 갖고, 제2 와이어(104a)는 300㎛의 직경을 갖는다.

[0096] 더 큰 단면적을 갖는 제2 와이어(104a)는 복수의 와이어들(104a-104f) 중 2개의 최외측 와이어(다른 것은 제3 와이어(104f)임) 중 하나이다. 도시되지는 않았지만, 이들 와이어들(104a-104f)은 층상 구조의 전방 전도성 표면(111)의 복수의 핑거 전극 상에 배열되고, 이는 와이어들(104a-104f)에 대해 수직으로 연장된다. 핑거 전극들은 표면을 가로질러 균일하게 분포되고, 와이어들(104a-104f)에 의한 태양 전지 조립체(100)로부터의 전류의 추출을 위해 층상 구조(102)로부터 와이어들(104a-104f)로 전류를 전달한다. 일반적으로, 복수의 와이어들(104a-104f) 중 특정 와이어에 의해 추출되는 전류의 양은 층상 구조(102)의 인접한 에지 및/또는 임의의 인접한 와이어에 대한 와이어의 근접도에 의존한다.

[0097] 따라서, 그리고 도면으로부터 명백한 바와 같이, 제2 와이어(104a)는 제1 와이어(104b)보다 더 많은 전류를 추출하도록 요구된다. 이는 제2 와이어(104a)가 복수의 와이어들(104a-104f) 중 최외측 와이어이기 때문이며, 이는 제2 와이어(104a)와 층상 구조의 인접한 종방향 에지(105a) 사이의 영역에서 생성된 전류 모두가 제2 와이어(104a)에 의해서만 추출된다는 것을 의미한다. 이는 제1 와이어(104b)와 대조되는데, 이는 2개의 다른 인접한 와이어들(제2 와이어(104a) 및 제4 와이어(104c)) 사이에 있어서, 제1 와이어(104b)의 양 측 중 일 영역으로부터의 전류의 추출이 인접한 와이어들(104a, 104c)과 공유된다.

[0098] 특히, 제2 와이어(104a)는 제1 와이어(104b)보다 더 큰 유효 서빙 면적을 갖는다. 제1 와이어(104b)에 대한 유효 서빙 면적은 제1 면적(117a)의 절반과 제2 면적(117b)의 절반을 합산함으로써 결정된다. 제1 면적(117a)은 제1 와이어(104b)와 제2 와이어(104a) 사이에 정의되고, 제2 면적(117b)은 제1 와이어(104b)와 제4 와이어(104c) 사이에 정의된다. 제2 와이어(104b)에 대한 유효 서빙 영역은 제1 면적(117a)의 절반을 제3 면적(117c)과 합산함으로써 결정된다. 제3 면적(117c)은 제2 와이어(104a)와 층상 구조(102)의 인접한 에지(105a) 사이에 정의된다. 예시적인 목적을 위해, 제1 면적(117a), 제2 면적(117b), 및 제3 면적(117c)을 나타내는 점선이 와이어/에지(104a, 104b, 104c)로부터 삽입되지만, 이들 면적(117a, 117b, 117c)은 와이어/에지(104a, 104b, 105a) 사이의 전체 면적을 가로질러 연장된다는 것이 이해되어야 한다.

[0099] 제2 와이어(104a)의 더 큰 단면적은, 예를 들어, 제2 와이어가 서빙하는 면적에 대해 언더사이징되었다면 (예를 들어, 제1 와이어(104b)와 동일한 단면적을 가짐), 그렇지 않으면 발생할 전력 손실을 최소화하는 데 도움이 된다.

[0100] 전술한 바와 같이, 복수의 와이어들(104a-104f)는 또한 복수의 와이어들(104a-104f) 중 제2 최외측 와이어이며 따라서 복수의 와이어들(104a-104f)의 제2 와이어(104a)에 대한 대향 측면에 배치되는 제3 와이어(104f)를 포함

한다. 제3 와이어(104f)는 제2 와이어(104a)와 동일한 직경(300㎛), 따라서 단면적을 갖는다.

[0101] 복수의 와이어들(104a-104f)는 최외측 와이어(104a, 104f) 사이에 배치된 복수의 중간 와이어들(104b-104e)을 포함한다. 제1 와이어(104b)는 이들 중간 와이어(104b-104e) 중 하나이다. 도 1b로부터 명백한 바와 같이, 각각의 중간 와이어(104b-104e)는 (각각의 중간 와이어(104b-104e)가 제1 단면적을 갖도록) 제1 와이어(104b)와 동일한 직경을 갖는다. 중간 와이어들(104b-104e) 각각은 2개의 최외측 와이어들(104a, 104f) 각각보다 (전류 추출과 관련하여) 더 작은 면적을 제공한다. 이와 관련하여, 와이어들(104a-104f)의 직경들(및 따라서 단면적들)은 이들이 서빙하는 데 필요한 개개의 면적들(및 따라서 이들이 추출하는데 필요한 전류의 크기)에 대응한다. 이는 (와이어의 언더사이징(under-sizing)로 인한) 전력 손실과 (와이어의 오버사이징(over-sizing)로 인한) 쉐이딩(shading) 둘 모두가 최소화되는 것을 보장한다.

[0102] 전력 손실을 최소화하는 것에 추가하여, 더 큰 제2 와이어(104a) 및 제3 와이어(104f)는 필름(103)과 층상 구조(102)의 표면 사이의 더 나은 접착을 가능하게 한다. 이것은 이제 좀 더 상세히 설명될 것이다.

[0103] 도면으로부터 명백한 바와 같이, 와이어들(104a-104f) 사이의 간격을 나타내는 제1 거리(A)는 제2 와이어(104a)와 층상 구조(102)의 인접한 에지(105a) 사이에 정의된 제2 거리(B)보다 짧다. 마찬가지로, 제1 거리(A)는 또한 제3 와이어(104f) 및 층상 구조(102)의 인접한 에지(105b)에 의해 정의된 제3 거리(C)보다 짧다. 예시된 실시예에서, 필름(103)은 층상 구조(102)와 동일한 폭 및 길이 치수를 갖는다. 따라서, 제2 거리(B)는 제2 와이어(104a)와 필름(103)의 인접한 에지(106a) 사이에 정의된 제4 거리(D)와 동일하다. 유사하게, 제3 거리(C)는 제3 와이어(104f)와 필름(103)의 인접한 에지(106b) 사이에 정의된 제5 거리(E)와 동일하다.

[0104] 제2, 제3, 제4 및 제5 거리는 제2 와이어(104a) 및 제3 와이어(104f)의 더 큰 단면적 때문에(즉, 이들 와이어(104a, 104f)가 더 큰 전류 추출이 가능하기 때문에) 제1 거리보다 더 길 수 있다. 이러한 더 긴 거리에 의해 제공되는 이점은 제2 와이어(104a)와 제3 와이어(104f) 사이의 2개의 공간 및 층상 구조(102)의 각각의 인접한 에지(105a, 105b)가 와이어가 없는 영역(107a, 107b)을 정의한다는 사실로부터 기인한다. 이들 와이어가 없는 영역은 필름(103)이 층상 구조(102)의 전방 표면과 직접 접촉하는(즉, 와이어의 존재에 의해 중단되지 않는) 영역을 제공한다. 이렇게 하는 것이 필름(103)과 층상 구조(102) 사이의 접착을 증가시킬 수 있기 때문에(따라서, 와이어들(104a-104f)이 층상 구조(102) 상에 견고하게 유지되는 것을 보장하도록 도울 수 있기 때문에) 이러한 직접 접촉을 최대화하는 것이 바람직하다.

[0105] 도 2는 전술한 태양 전지 조립체(100)의 층상 구조(102)의 단면도이다. 이 도면에서, 층상 구조(102)는 전방(101) 및 후방(101)의 전극 조립체로부터 절연된 것으로 도시되어 있다. 층상 구조(102)는 전방 콜렉터 층(109)과 후방 콜렉터 층(110) 사이에 샌드위치된 반도체 기판(108) 형태의 광기전 요소를 포함하는 다층 반도체 조립체를 포함한다. 이와 같이, 전방 콜렉터 층(109) 및 후방 콜렉터 층(110)은 기판(108)의 대향 측면에 배열된다.

[0106] 전방 콜렉터 층(109)은 층상 구조(102)의 전방 표면(111)을 향해 배열되고 후방 콜렉터 층(110)은 후방 표면(112)을 향해 배열된다. 조립시 전방 전극 조립체(101)는 전방 콜렉터 층(109)과 전기적으로 연결되고 후방 전극 조립체(101')는 후방 콜렉터 층(110)과 전기적으로 연결된다. 이러한 배열은 이종접합 기술(HJT) 유형 태양 전지를 정의한다. 다른 실시예들에서, 층상 구조는 다른 형태들을 취할 수 있다(예를 들어, 태양 전지 조립체는 HJT 유형 태양 전지의 형태가 아닐 수 있다). 예를 들어, 일부 다른 실시예들에서, 층상 구조(102)가 입사 방사선(예를 들어, 광)으로부터 전기를 생성하는 기능을 계속 수행할 수 있다면, 하나 이상의 층들이 부재할 수 있고, 하나 이상의 층들이 함께 결합될 수 있고, 및/또는 추가 층들이 추가될 수 있다.

[0107] 기판(108)은 V족 원소의 불순물, 예컨대 인(P), 비소(As) 및 안티몬(Sb)이 음이온으로 도핑된 결정질 실리콘(c-Si)(즉, n-형 재료)으로 형성된다. 전방 콜렉터 층(109) 및 후방 콜렉터 층(110)은 각각 비정질 실리콘(a-Si:H)으로 형성된다. 비정질 실리콘은 PECVD를 이용하여 실리콘 웨이퍼의 전방 표면 및 후방 표면 상에 증착된다.

[0108] 후방 콜렉터 층(110)은 양으로 도핑된 반도체 재료(즉, p-형 재료)를 포함하고, 전방 콜렉터 층(109)은 n-형 재료를 포함한다. p-형 재료는 붕소(B), 갈륨(Ga) 및 인듐(In)과 같은 III족 원소의 불순물을 포함한다.

[0109] 층상 구조(102)의 이러한 예시적인 배열에서, 후방 콜렉터 층(110)은 기판(108)의 전도성 유형과 반대 전도성 유형을 갖는 층상 구조(102)의 불순물 영역을 정의하고, 따라서 기판(108)과 함께 p-n 접합을 형성한다.

[0110] 다층 반도체 조립체는 제1 진성층(113) 및 제2 진성층(114)을 더 포함한다. 진성 층들(113, 114) 둘 모두는 본질적으로 도핑된 비정질 실리콘으로 형성된다. 제1 진성 층(113)은 전방 콜렉터 층(109)과 기판(108) 사이에 배

열되어 전방 패시베이션 층을 형성한다. 또한, 제2 진성 층(114)은 기판(108)과 후방 콜렉터 층(110) 사이에 배치되어 후방 패시베이션 층을 형성한다.

[0111] 마지막으로, 층상 구조(102)의 전방 표면(111)은 인듐 주석 산화물(ITO)로 형성된 투명 전도성 코팅(115)으로 덮인다. ITO 층의 상단 표면은 반사 방지 특성을 제공하도록 텍스처링된다. 반사 방지 층은 태양 전지 조립체(100)로 입사되는 광의 반사율을 줄이고, 특정 파장 대역의 선택성을 높임으로써 태양 전지 조립체(100)의 효율을 증가시킬 수 있다.

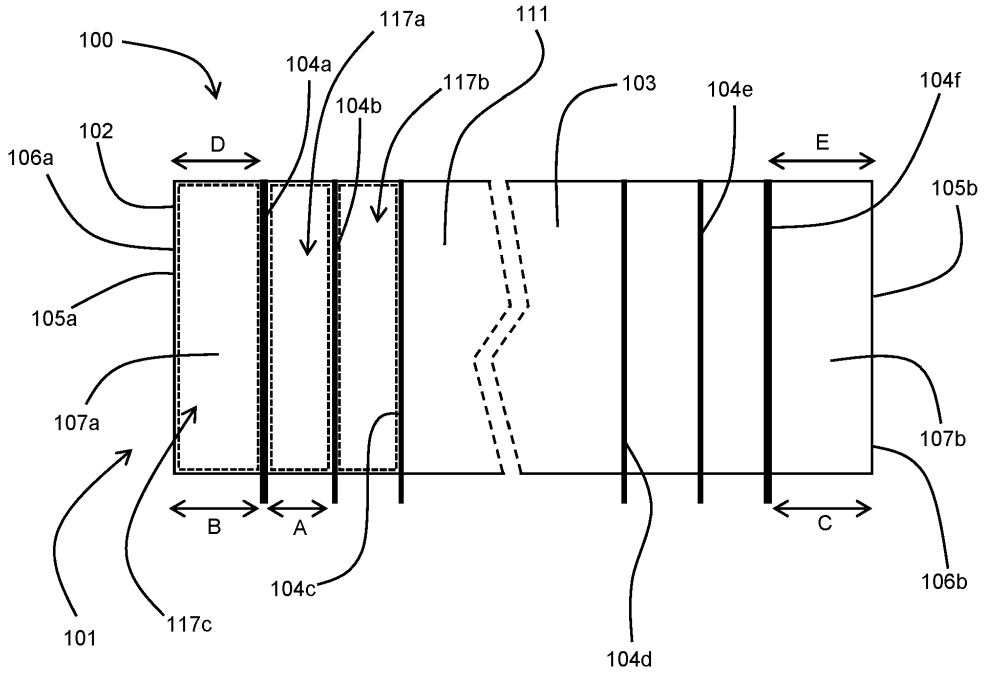
[0112] 층상 구조(102)의 후방 표면(112)은 또한 인듐 주석 산화물(ITO)로 형성된 투명 전도성 코팅(116)으로 덮인다. 투명 전도성 코팅(115, 116)은 층상 구조(102)의 개개의 표면 상에 배열된 핑거 전극으로의 측방향 캐리어 수송을 증가시키도록 구성된다. 투명 전도성 코팅(115, 116)은 불량한 캐리어 이동도를 나타내는 비정질 실리콘으로 형성된 층을 포함하는 이종 접합 유형 디바이스에서 특히 유리하다.

[0113] 태양 전지 조립체(100)의 동작 동안에, 광은 도 2의 상단에 화살표로 도시된 바와 같이 층상 구조(102)에 입사된다. 복수의 전자-정공 쌍은 입사 광자의 흡수를 통해 생성된다. 전자-정공 쌍들은 그런 다음 p-n 접합으로부터 기인하는 빌트인(built-in) 전위차에 의해 전자와 정공으로 분리된다. 분리된 전자는 기판(108) 내의 n-형 반도체로 이동하고, 분리된 정공은 후방 콜렉터 층(110) 내의 p-형 반도체로 이동한다. 이에 따라 전자는 기판(108) 내의 다수 캐리어가 되고, 정공은 후방 콜렉터 층(110) 내의 다수 캐리어가 된다. 이러한 다수의 캐리어 각각은 각각의 전극 조립체(101, 101')에 의해 층상 구조(102)로부터 추출된다.

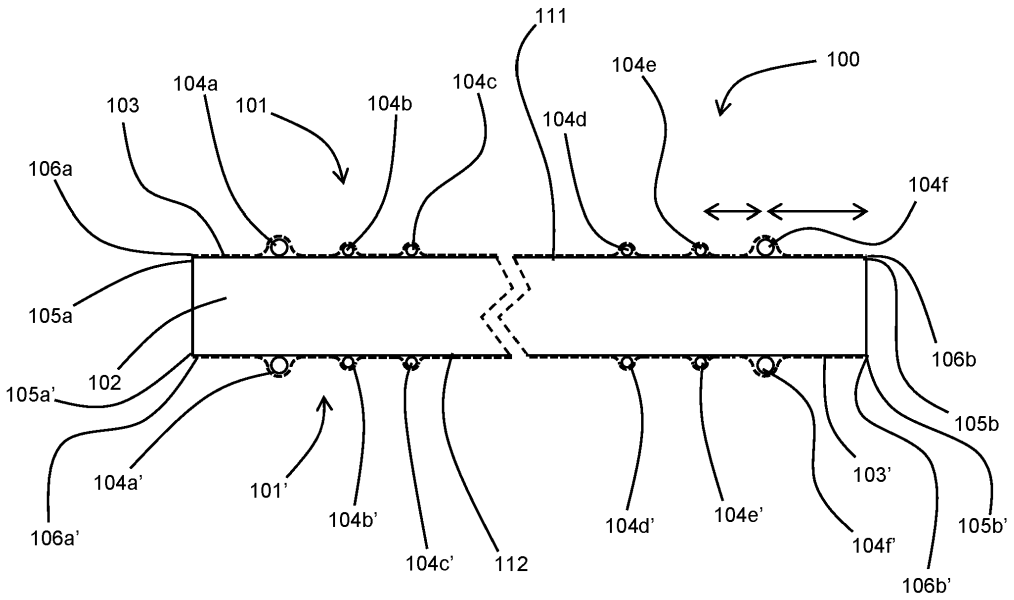
[0114] 본 발명은 전술한 실시예에 한정되지 않으며, 본 명세서에 기재된 개념을 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정예 및 개선이 이루어질 수 있음을 이해할 것이다. 상호 배타적인 경우를 제외하고, 특징들 중 임의의 것은 개별적으로 또는 임의의 다른 특징들과 조합하여 채용될 수 있고, 본 개시는 본 명세서에 설명된 하나 이상의 특징들의 모든 조합들 및 서브 조합들로 연장되고 이들을 포함한다.

도면

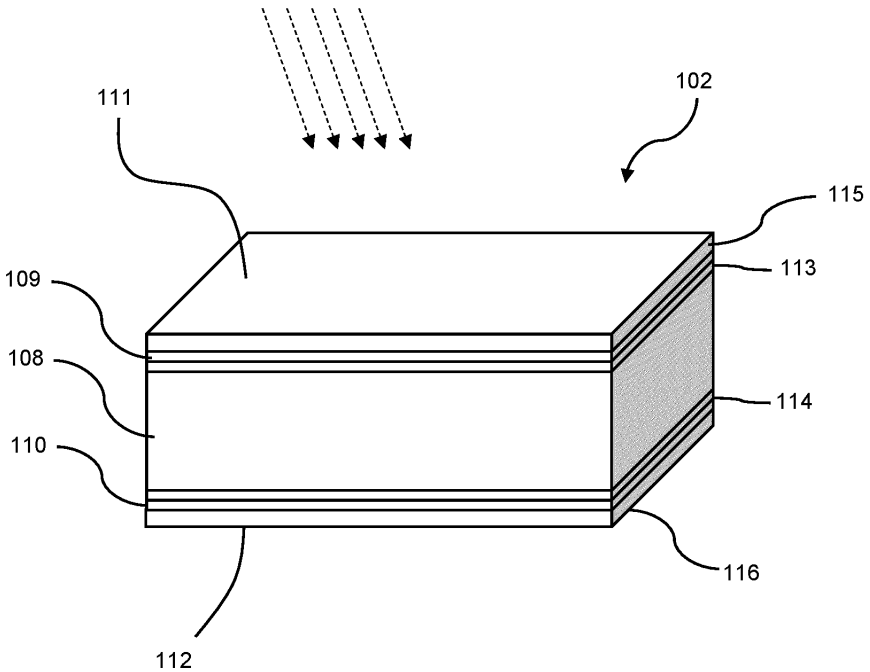
도면1a



도면1b


111
104e
100
104a
103
101
104b
104c
104d
106a
104f
105a
106b
105a'
102
105b
103'
104a'
101'
104b'
104d'
104e'
105b'
106a'
104c'
112
104f'
106b'

도면2


111
102
115
113
109
108
114
110
116
112