



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년10월29일
(11) 등록번호 10-0990110
(24) 등록일자 2010년10월20일

(51) Int. Cl.

H01L 31/042 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0076226
(22) 출원일자 2009년08월18일
심사청구일자 2009년08월18일

(56) 선행기술조사문헌
KR1020050035734 A
KR1020040017183 A
JP08191152 A
JP2001345461 A

(73) 특허권자

엘지전자 주식회사

서울특별시 영등포구 여의도동 20번지

(72) 발명자

장대회

서울 서초구 우면동 16번지 LG전자 전자기술원
고지훈

서울 서초구 우면동 16번지 LG전자 전자기술원
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인로알

전체 청구항 수 : 총 16 항

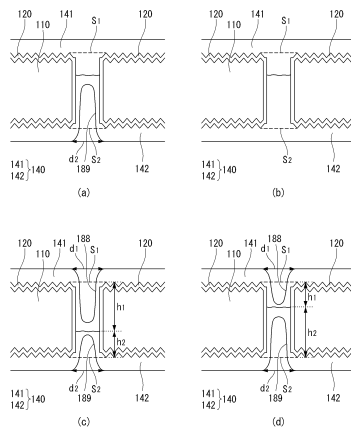
심사관 : 오제욱

(54) 태양 전지

(57) 요약

본 발명은 태양 전지에 관한 것으로서, 상기 태양 전지는 복수의 비아홀을 구비하는 기판, 상기 기판에 위치하는 에미터부, 상기 복수의 비아홀을 통과하여 상기 기판의 제1 면에서 상기 기판의 제2 면까지 위치하고, 상기 에미터부와 전기적으로 연결되어 있는 제1 전하 전송부, 그리고 상기 기판에 전기적으로 연결되어 있는 제2 전극을 포함하고, 상기 복수의 비아홀 각각에 위치하는 상기 제1 전하 전송부는 약 $300\mu\text{m}^2$ 이상의 단면적을 갖는다. 이로 인해, 태양 전지의 효율이 향상된다.

대표도 - 도3



(72) 발명자
강주완
서울 서초구 우면동 16번지 LG전자 전자기술원

김중환
서울 서초구 우면동 16번지 LG전자 전자기술원

특허청구의 범위

청구항 1

제1 도전성 타입을 갖고, 복수의 비아홀을 구비하는 기관,

상기 1 도전성 타입과 반대인 제2 도전성 타입의 에미터부,

상기 복수의 비아홀을 통과하여 상기 기관의 제1 면에서 상기 제1 면과 마주하고 있는 상기 기관의 제2 면까지 위치하고, 상기 에미터부와 전기적으로 연결되어 있는 제1 전하 전송부, 그리고

상기 기관에 전기적으로 연결되어 있는 제2 전극

을 포함하고,

상기 복수의 비아홀 각각에 위치하는 상기 제1 전하 전송부는 $300\mu\text{m}^2$ 이상의 단면적을 갖는

태양 전지.

청구항 2

제1항에서,

상기 제1 전하 전송부는 상기 기관의 상기 제1 면에 위치하고 상기 에미터부와 전기적으로 연결되어 있는 복수의 제1 전극과 상기 기관의 상기 제2 면에 위치하고 상기 복수의 제1 전극에 전기적으로 연결되어 있는 복수의 제1 전극용 집전부를 포함하는 태양 전지.

청구항 3

제2항에서,

상기 복수의 비아홀 각각에 존재하는 상기 제1 전하 전송부는 상기 제1 전극과 상기 제1 전극용 집전부 중 적어도 하나이고,

상기 복수의 제1 전극과 상기 복수의 제1 전극용 집전부는 상기 복수의 비아홀 각각에 위치하는 상기 제1 전극과 상기 제1 전극용 집전부 중 적어도 하나에 의해 서로 전기적으로 연결되어 있는 태양 전지.

청구항 4

제3항에서,

상기 복수의 제1 전극과 상기 복수의 제1 전극용 집전부 중 적어도 하나는 적어도 하나의 홈을 포함하는 태양 전지.

청구항 5

제4항에서,

상기 적어도 하나의 홈은 상기 복수의 비아홀이 형성되어 있는 상기 기관의 부분에 위치하는 태양 전지.

청구항 6

제4항에서,

상기 복수의 제1 전극과 상기 복수의 제1 전극용 집전부는 각각 두 개의 홈을 포함하고, 상기 두 개의 홈은 서로 다른 지름을 갖는 태양 전지.

청구항 7

제4항에서,

상기 복수의 제1 전극과 상기 복수의 제1 전극용 집전부는 각각 하나의 홈을 구비하고, 상기 두 개의 홈은 서로 다른 지름을 갖는 태양 전지.

청구항 8

제2항에서,

상기 복수의 비아홀은 상기 복수의 제1 전극과 상기 복수의 제2 전극용 집전부가 교차하는 상기 기관의 부분에 위치하는 태양 전지.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에서,

상기 복수의 비아홀 각각은 10 μ m 이상의 반지름을 갖는 태양 전지.

청구항 10

제1항에서,

상기 기관의 상기 제1 면은 입사면이고, 상기 기관의 상기 제2 면은 상기 기관의 상기 제1 면의 반대쪽에 위치하는 태양 전지.

청구항 11

제1 도전성 타입을 갖고, 복수의 비아홀을 구비하는 기관,

상기 1 도전성 타입과 반대인 제2 도전성 타입의 에미터부,

상기 기관의 전면에 위치하고, 상기 에미터부와 전기적으로 연결되어 있는 복수의 제1 전극,

상기 기관의 후면에 위치하고, 상기 복수의 비아홀을 이용하여 상기 복수의 제1 전극에 전기적으로 연결되어 있는 복수의 제1 전극용 집전부, 그리고

상기 기관에 전기적으로 연결되어 있는 제2 전극

을 포함하고,

상기 복수의 제1 전극 중 하나의 제1 전극과 상기 복수의 제1 전극용 집전부 중 하나의 제1 전극용 집전부 중 적어도 하나가 상기 복수의 비아홀 중 하나의 비아홀 내부로 연장하여, 상기 하나의 비아홀 내에서 상기 하나의 제1 전극과 상기 하나의 제1 전극용 집전부는 전기적으로 연결되어 있고,

상기 하나의 비아홀에 위치하는 상기 하나의 제1 전극과 상기 하나의 제1 전극용 집전부 중 적어도 하나는 300 μ m² 이상의 단면적을 갖는

태양 전지.

청구항 12

제11항에서,

상기 복수의 비아홀 각각은 10 μ m 이상의 반지름을 갖는 태양 전지.

청구항 13

제11항에서,

상기 복수의 제1 전극과 상기 복수의 제1 전극용 집전부 중 적어도 하나는 적어도 하나의 홈을 포함하는 태양 전지.

청구항 14

제13항에서,

상기 적어도 하나의 홈은 상기 복수의 비아홀이 형성되어 있는 상기 기관의 부분에 위치하는 태양 전지.

청구항 15

제13항 또는 제14항에서,

상기 복수의 제1 전극과 상기 복수의 제1 전극용 집전부는 각각 두 개의 홈을 포함하고, 상기 두 개의 홈은 서로 다른 지름을 갖는 태양 전지.

청구항 16

제13항 또는 제14항에서,

상기 복수의 제1 전극과 상기 복수의 제1 전극용 집전부는 각각 하나의 홈을 구비하고, 상기 두 개의 홈은 서로 다른 지름을 갖는 태양 전지.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 태양 전지에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 석유나 석탄과 같은 기존 에너지 자원의 고갈이 예측되면서 이들을 대체할 대체 에너지에 대한 관심이 높아지고 있다. 그 중에서도 태양 전지는 태양 에너지로부터 전기 에너지를 생산하는 전지로서, 에너지 자원이 풍부하고 환경오염에 대한 문제점이 없어 주목 받고 있다.

[0003] 일반적인 태양 전지는 p형과 n형처럼 서로 다른 도전성 타입(conductive type)의 반도체로 이루어진 기판(substrate) 및 에미터부(emitter layer), 그리고 기판과 에미터부에 각각 연결된 전극을 구비한다. 이때, 기판과 에미터부의 계면에는 p-n 접합이 형성되어 있다.

[0004] 이러한 태양 전지에 빛이 입사되면 반도체에서 복수의 전자-정공 쌍이 생성되고, 생성된 전자-정공 쌍은 광기전력 효과(photovoltaic effect)에 의해 전하인 전자와 정공으로 각각 분리되어 전자와 정공은 n형의 반도체와 p형 반도체쪽으로, 예를 들어 에미터부와 기판쪽으로 이동하고, 기판과 에미터부와 전기적으로 연결된 전극에 의해 수집되며, 이 전극들을 전선으로 연결하여 전력을 얻는다.

[0005] 이때, 에미터부와 기판 위에는, 에미터부와 기판에 전기적으로 연결된 전극과 각각 연결되는 적어도 하나의 집전부를 위치시켜, 해당 전극에서 수집된 전하가 인접한 집전부를 통해 외부에 연결된 부하로 이동할 수 있도록 한다.

[0006] 하지만, 이 경우, 빛이 입사되지 않은 기판의 면뿐만 아니라 빛이 입사되는 면, 즉, 입사면에 형성된 에미터부 위에도 집전부가 위치하므로, 집전부로 인해 빛의 입사 면적이 감소하여 태양 전지의 효율이 떨어진다.

[0007] 따라서 집전부로 인한 태양 전지의 효율 감소를 줄이기 위해, 에미터부와 연결되는 집전부를 입사면의 반대편에 위치한 기판의 후면에 위치시킨 금속 포장 투과형(metal wrap through, MWT) 태양 전지나 전자와 정공을 수집하는 전극을 모두 기판의 후면에 위치시킨 후면 접촉(back contact) 태양 전지 등이 개발되어 있다.

발명의 내용

해결하고자하는 과제

[0008] 따라서 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 태양 전지의 효율을 향상시키는 것이다.

과제 해결수단

[0009] 본 발명의 한 특징에 따른 태양 전지는 제1 도전성 타입을 갖고, 복수의 비아홀을 구비하는 기판, 상기 1 도전성 타입과 반대인 제2 도전성 타입의 에미터부, 상기 복수의 비아홀을 통과하여 상기 기판의 제1 면에서 상기 기판의 제2 면까지 위치하고, 상기 에미터부와 전기적으로 연결되어 있는 제1 전하 전송부, 그리고 상기 기판에 전기적으로 연결되어 있는 제2 전극을 포함하고, 상기 복수의 비아홀 각각에 위치하는 상기 제1 전하 전송부는 약 $300\mu\text{m}^2$ 이상의 단면적을 갖는다.

- [0010] 상기 제1 전하 전송부는 상기 기관의 제1 면에 위치하고 상기 에미터부와 전기적으로 연결되어 있는 복수의 제1 전극과 상기 기관의 제2 면에 위치하고 상기 복수의 제1 전극에 전기적으로 연결되어 있는 복수의 제1 전극용 집전부를 포함하는 것이 좋다.
- [0011] 상기 복수의 비아홀 각각에 존재하는 상기 제1 전하 전송부는 상기 제1 전극과 상기 제1 전극용 집전부 중 적어 하나이고, 상기 복수의 제1 전극과 상기 복수의 제1 전극용 집전부는 상기 복수의 비아홀 각각에 위치하는 상기 제1 전극과 상기 제1 전극용 집전부 중 적어 하나에 의해 서로 전기적으로 연결되어 있는 것이 바람직하다.
- [0012] 상기 복수의 비아홀은 상기 복수의 제1 전극과 상기 복수의 제2 전극용 집전부가 교차하는 상기 기관의 부분에 위치하는 것이 좋다.
- [0013] 상기 기관의 제1 면은 입사면이고, 상기 기관의 제2 면은 상기 기관의 제1 면의 반대쪽에 위치할 수 있다.
- [0014] 본 발명의 다른 특징에 따른 태양 전지는, 제1 도전성 타입을 갖고, 복수의 비아홀을 구비하는 기관, 상기 1 도전성 타입과 반대인 제2 도전성 타입의 에미터부, 상기 기관의 전면에 위치하고, 상기 에미터부와 전기적으로 연결되어 있는 복수의 제1 전극, 상기 기관의 후면에 위치하고, 상기 복수의 비아홀을 이용하여 상기 복수의 제1 전극에 전기적으로 연결되어 있는 복수의 제1 전극용 집전부, 그리고 상기 기관에 전기적으로 연결되어 있는 제2 전극을 포함하고, 상기 하나의 제1 전극과 상기 하나의 제1 전극용 집전부 중 적어도 하나가 상기 하나의 비아홀 내부로 연장하여, 상기 하나의 비아홀 내에서 상기 하나의 제1 전극과 상기 하나의 제1 전극용 집전부는 전기적으로 연결되어 있고, 상기 각 비아홀에 위치하는 상기 하나의 제1 전극과 상기 하나의 제1 전극용 집전부 중 적어도 하나는 약 $300\mu\text{m}^2$ 이상의 단면적을 갖는다.
- [0015] 상기 복수의 비아홀 각각은 약 $10\mu\text{m}$ 이상의 반지름을 갖는 태양 전지.
- [0016] 상기 복수의 제1 전극과 상기 복수의 제1 전극용 집전부 중 적어도 하나는 적어도 하나의 홈을 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 적어도 하나의 홈은 상기 복수의 비아홀이 형성되어 있는 상기 기관의 부분에 위치할 수 있다.
- [0018] 상기 복수의 제1 전극과 상기 복수의 제1 전극용 집전부는 각각 두 개의 홈을 포함하고, 상기 두 개의 홈은 서로 다른 지름을 가질 수 있다.
- [0019] 상기 복수의 제1 전극과 상기 복수의 제1 전극용 집전부는 각각 하나의 홈을 구비하고, 상기 두 개의 홈은 서로 다른 지름을 가질 수 있다.

효 과

- [0020] 이러한 특징에 따라, 태양 전지의 효율이 향상된다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0021] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0022] 도면에서 여러 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 두께를 확대하여 나타내었다. 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 붙였다. 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "위에" 있다고 할 때, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우뿐 아니라 그 중간에 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 반대로 어떤 부분이 다른 부분 "바로 위에" 있다고 할 때에는 중간에 다른 부분이 없는 것을 뜻한다. 또한 어떤 부분이 다른 부분 위에 "전체적"으로 형성되어 있다고 할 때에는 다른 부분의 전체 면(또는 전면)에 형성되어 있는 것뿐만 아니라 가장 자리 일부에는 형성되지 않은 것을 뜻한다.
- [0023] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지 및 태양 전지 모듈에 대하여 설명한다.
- [0024] 먼저, 도 1 내지 도 3을 참고로 하여 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지에 대하여 상세하게 설명한다.
- [0025] 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지의 일부 사시도이고, 도 2는 도 1에 도시한 태양 전지를 II-II선

을 따라 잘라 도시한 단면도이다. 또한, 도 3은 본 발명의 한 실시예에 따른 비아홀의 내부 공간에 존재하는 제1 전하 전송부의 다양한 형상의 예를 도시한 도면이다.

- [0026] 도 1 및 도 2를 참고로 하면, 본 발명의 한 실시예에 따른 태양 전지(1)는 복수의 비아홀(via hole)(181)을 구비하고 있는 기판(110), 기판(110)에 위치한 에미터부(120), 빛이 입사되는 기판(110)의 면[이하, '전면(front surface)']라 함]의 에미터부(120) 위에 위치하는 반사 방지막(130), 에미터부(120)에 전기적으로 연결되어 있는 제1 전하 전송부(140), 빛이 입사되지 않고 전면과 마주보고 있는 기판(110)의 면[이하, '후면(rear surface)']라 함]에 위치하고 기판(110)과 전기적으로 연결되어 있는 제2 전하 전송부(150), 그리고 기판(110)의 후면에 위치하는 후면 전계(back surface field, BSF)부(171)를 구비한다.
- [0027] 기판(110)은 제1 도전성 타입, 예를 들어 p형 도전성 타입의 실리콘으로 이루어진 반도체 기판이다. 이때, 실리콘은 단결정 실리콘, 다결정 실리콘 또는 비정질 실리콘일 수 있다. 기판(110)이 p형의 도전성 타입을 가질 경우, 붕소(B), 갈륨(Ga), 인듐(In) 등과 같은 3가 원소의 불순물을 함유한다. 하지만, 이와는 달리, 기판(110)은 n형 도전성 타입일 수 있고, 실리콘 이외의 다른 반도체 물질로 이루어질 수도 있다. 기판(110)이 n형의 도전성 타입을 가질 경우, 기판(110)은 인(P), 비소(As), 안티몬(Sb) 등과 같이 5가 원소의 불순물을 함유할 수 있다.
- [0028] 이러한 기판(110)은 자신을 관통하는 복수의 비아홀(181)을 구비하고 있고, 표면이 텍스처링(texturing)되어 요철면인 텍스처링 표면(textured surface)을 갖는다. 본 실시예에서, 비아홀(181)의 반지름은 약 10 μ m 이상이다.
- [0029] 기판(110)에 형성된 에미터부(120)는 기판(110)의 도전성 타입과 반대인 제2 도전성 타입, 예를 들어, n형의 도전성 타입을 구비하고 있는 불순물부로서, 기판(110)과 p-n 접합을 이룬다.
- [0030] 이러한 p-n 접합에 인한 내부 전위차(built-in potential difference)에 의해, 기판(110)에 입사된 빛에 의해 생성된 전하인 전자-정공 쌍은 전자와 정공으로 분리되어 전자는 n형 쪽으로 이동하고 정공은 p형 쪽으로 이동한다. 따라서, 기판(110)이 p형이고 에미터부(120)가 n형일 경우, 분리된 정공은 기판(110)쪽으로 이동하고 분리된 전자는 에미터부(120)쪽으로 이동하여, 기판(110)에서 정공은 다수 캐리어가 되며, 에미터부(120)에서 전자는 다수 캐리어가 된다.
- [0031] 에미터부(120)는 기판(110)과 p-n접합을 형성하므로, 본 실시예와 달리, 기판(110)이 n형의 도전성 타입을 가질 경우, 에미터부(120)는 p형의 도전성 타입을 가진다. 이 경우, 분리된 전자는 기판(110)쪽으로 이동하고 분리된 정공은 에미터부(120)쪽으로 이동한다.
- [0032] 에미터부(120)가 n형의 도전성 타입을 가질 경우, 에미터부(120)는 인(P), 비소(As), 안티몬(Sb) 등과 같이 5가 원소의 불순물을 기판(110)에 도핑하여 형성될 수 있고, 반대로 에미터부(120)가 p형의 도전성 타입을 가질 경우, 붕소(B), 갈륨(Ga), 인듐(In) 등과 같은 3가 원소의 불순물을 기판(110)에 도핑하여 형성될 수 있다.
- [0033] 기판(110) 전면의 에미터부(120) 위에 실리콘 질화막(SiNx)이나 실리콘 산화막(SiOx) 등으로 이루어진 반사 방지막(130)이 형성되어 있다. 반사 방지막(130)은 태양 전지(1)로 입사되는 빛의 반사도를 줄이고 특정한 파장 영역의 선택성을 증가시켜, 태양 전지(1)의 효율을 높인다. 반사 방지막(130)은 단일막 구조 또는 이중막과 같은 다층막 구조를 가질 수 있고, 필요에 따라 생략될 수 있다.
- [0034] 반사 방지막(130)과 그 하부의 에미터부(120)에는 기판(110) 전면의 가장자리 일부를 드러내는 노출부(도시하지 않음)가 형성되어 있다. 따라서, 노출부에 의해 기판(110)의 전면에 형성된 에미터부(120)와 기판(110)의 후면에 형성된 에미터부(120)가 전기적으로 분리된다.
- [0035] 제1 전하 전송부(140)는 기판(110)의 전면에 위치하는 복수의 전면 전극(front electrode)(141)과 기판(110)의 후면에 위치하는 복수의 전면전극용 집전부(142)를 구비한다.
- [0036] 복수의 전면 전극(141)은 주로 기판(110) 전면에 형성된 에미터부(120) 위에 위치하여 에미터부(120)와 전기적으로 연결되어 있다. 이때, 에미터부(120)와 복수의 전면 전극(141) 사이에 반사 방지막(130)은 존재하지 않는다.
- [0037] 복수의 전면 전극(141)은 서로 이격되어 있고, 서로 평행하게 정해진 방향으로 뻗어 있다.
- [0038] 각 전면 전극(141)은 에미터부(120)쪽으로 이동한 전하, 예를 들면 전자를 수집한다.
- [0039] 복수의 전면 전극(141)은 적어도 하나의 도전성 물질로 이루어져 있고, 이들 도전성 물질의 예는 니켈(Ni), 구리(Cu), 은(Ag), 알루미늄(Al), 주석(Sn), 아연(Zn), 인듐(In), 티타늄(Ti), 금(Au) 및 이들의 조합으로 이루어

어진 균으로부터 선택된 적어도 하나일 수 있지만, 이외의 다른 도전성 금속 물질로 이루어질 수 있다.

- [0040] 복수의 전면전극용 집전부(142)는 주로 비아홀(181) 주변에 위치한 기관(110) 후면의 에미터부(120)에 위치하고 복수의 비아홀(181)을 통해 복수의 전면 전극(141)과 전기적으로 연결되어 있다. 복수의 전면전극용 집전부(142)는 버스 바(bus bar)라고도 불리며 서로 이격되어 있고, 기관(110)의 전면에 위치한 복수의 전면 전극(141)과 교차하는 방향으로 서로 평행하게 뻗어 있다. 따라서 복수의 비아홀(181)은 복수의 전면 전극(141)과 복수의 전면전극용 집전부(142)가 교차하는 부분의 기관(110)에 형성되어 있다.
- [0041] 이러한 복수의 전면전극용 집전부(142)는 전기적으로 연결된 복수의 전면 전극(141)에 의해 수집된 전하, 예를 들어 전자를 외부 장치로 출력한다.
- [0042] 복수의 전면전극용 집전부(142)는 적어도 하나의 도전성 물질로 이루어져 있고, 이들 도전성 물질의 예는 니켈(Ni), 구리(Cu), 은(Ag), 알루미늄(Al), 주석(Sn), 아연(Zn), 인듐(In), 티타늄(Ti), 금(Au) 및 이들의 조합으로 이루어진 균으로부터 선택된 적어도 하나일 수 있지만, 이외의 다른 도전성 금속 물질로 이루어질 수 있다.
- [0043] 제2 전하 전송부(150)는 기관(110)의 후면에 위치하는 후면 전극(151)과 기관(110)의 후면에 위치하며 후면 전극(151)과 전기적으로 연결되어 있는 복수의 후면전극용 집전부(152)를 구비한다.
- [0044] 후면 전극(151)은 기관(110)과 전기적으로 연결되어 있고, 인접한 전면전극용 집전부(142)와 이격되어 있다. 이러한 후면 전극(151)은 기관(110)쪽으로 이동하는 전하, 예를 들어 정공을 수집한다.
- [0045] 복수의 후면전극(151)은 적어도 하나의 도전성 물질로 이루어져 있다. 도전성 물질은 니켈(Ni), 구리(Cu), 은(Ag), 알루미늄(Al), 주석(Sn), 아연(Zn), 인듐(In), 티타늄(Ti), 금(Au) 및 이들의 조합으로 이루어진 균으로부터 선택된 적어도 하나일 수 있지만, 이외의 다른 도전성 물질로 이루어질 수 있다.
- [0046] 후면 전극(151)과 복수의 전면전극용 집전부(142) 사이에 형성된 에미터부(120)는 기관(110)의 후면 일부를 노출하는 복수의 노출부(182)를 구비하고 있다.
- [0047] 이러한 노출부(182)에 의해 전자 또는 정공을 전달하는 전면전극용 집전부(142)와 정공 또는 전자를 수집하는 후면 전극(151) 간의 전기적인 연결이 끊어져 전자와 정공의 이동이 원활해진다. 복수의 후면전극용 집전부(152)는 후면 전극(151)과 전기적으로 연결되어 있다.
- [0048] 복수의 후면전극용 집전부(152) 각각은 복수의 전면전극용 집전부(142)와 평행하게 일정 간격으로 배치되어 있는 복수의 도전체를 포함할 수 있다. 이때, 각 도전체는 원형, 타원형 또는 다각형 형상을 가질 수 있다. 또한 대안적인 실시예에서, 복수의 후면전극용 집전부(152)는 서로 이격되어 있고, 복수의 전면전극용 집전부(142)와 평행하게 뻗어 있는 스트라이프(stripe) 형상을 가질 수 있다.
- [0049] 이러한 복수의 후면전극용 집전부(152)는 후면 전극(151)으로부터 전달되는 전하, 예를 들어 정공을 외부 장치로 출력한다.
- [0050] 도 1 및 도 2와는 달리, 대안적인 실시예에서, 복수의 후면전극용 집전부(152)는 후면 전극(151)의 일부와 중첩되어, 후면 전극(151)과 복수의 후면전극용 집전부(152)간의 접촉 면적을 증가시킬 수 있다. 이로 인해, 후면 전극(151)과 복수의 후면전극용 집전부(152)간의 전하 전송 효율이 향상된다.
- [0051] 복수의 후면전극용 집전부(152)는 니켈(Ni), 구리(Cu), 은(Ag), 알루미늄(Al), 주석(Sn), 아연(Zn), 인듐(In), 티타늄(Ti), 금(Au) 및 이들의 조합으로 이루어진 균으로부터 선택된 적어도 하나의 도전성 물질로 이루어질 수 있지만, 이외의 다른 도전성 금속 물질로 이루어질 수 있다.
- [0052] 도 1 및 도 2에서, 후면전극용 집전부(152) 위에는 에미터부(120)의 일부가 존재하지만 이에 한정되지 않는다.
- [0053] 본 실시예에서, 전면전극용 집전부(142)와 후면전극용 집전부(152)의 개수는 2개 이상일 수 있으며, 이들의 개수는 필요에 따라 변경 가능하다.
- [0054] 이와 같이, 복수의 비아홀(181)을 통해 기관(110)의 전면에 위치하는 복수의 전면 전극(141)과 기관(110)의 후면에 위치하는 전면전극용 집전부(142)를 연결할 때, 도 2 및 도 3에 도시한 것처럼, 각 비아홀(181)의 내부 공간의 적어도 일부는 전면 전극(141)과 전면전극용 집전부(142) 중 적어도 하나인 제1 전하 전송부(140)에 의해 다양한 형태로 채워져 있다. 본 명세서에서, 비아홀(181)의 내부 공간은 기관(110) 전면에 위치하는 비아홀(181)의 입구부에 대한 가상의 면을 지칭하는 가상 상부면(S1)과 기관(110) 후면에 위치하는 비아홀(181)의 입구부에 대한 가상의 면을 지칭하는 가상 하부면(S2) 사이에 형성되는 공간을 의미하지만, 이에 한정되지 않고,

비아홀(181)의 내부 공간의 정의는 변경 가능하다. 예를 들어, 비아홀(181)로부터 전면 전극(141)과 전면전극용 집전부(142)를 각각 관통한 후 만나는 전면 전극(141)과 전면전극용 집전부(142)의 면까지 각각 연장되는 연장선에 의해 형성되는 공간을 내부 공간으로 정의할 수 있다.

- [0055] 비아홀(181)의 내부 공간에 존재하는 제1 전하 전송부(140)의 형태의 예는 다음과 같다.
- [0056] 예를 들어, 도 2에 도시한 것처럼, 비아홀(181) 내부 공간의 일부는 전면전극용 집전부(142)로 거의 채워져 있고, 나머지 내부 공간에는 전면 전극(141)이 비아홀(181)의 측벽 위에 소정 두께로 도포되어 전면전극용 집전부(142)와 연결되어 있거나, 또는 비아홀(181)의 내부 공간 대부분이 전면 전극(141)으로 거의 채워지고, 나머지 내부 공간은 전면전극용 집전부(142)로 거의 채워져 있다.
- [0057] 도 2에 도시한 것 이외에, 도 3에 도시한 것처럼, 다양한 형태로 비아홀(181)의 내부 공간에 전면 전극(141)과 전면전극용 집전부(142) 중 적어도 하나가 적어도 일부에 존재하여, 전면 전극(141)과 전면전극용 집전부(142)는 서로 전기적·물리적으로 연결되어 있다.
- [0058] 즉, 도 3의 (a)에 도시한 것처럼, 도 2의 한 경우와는 반대로, 비아홀(181) 내부 공간의 일부는 전면 전극(141)으로 거의 채워져 있고, 나머지 내부 공간에는 전면전극용 집전부(142)가 비아홀(181)의 측벽 위에 소정 두께로 도포되어 전면 전극(141)과 연결될 수 있다.
- [0059] 또한, 도 3의 (b)에 도시한 것처럼, 도 2의 다른 경우와 반대로, 비아홀(181)의 내부 공간 대부분이 전면전극용 집전부(142)로 거의 채워지고, 나머지 내부 공간은 전면 전극(141)으로 거의 채워질 수 있다.
- [0060] 또한, 도 3의 (c)와 (d)에 도시한 것처럼, 비아홀(181)의 측벽 부분에만 소정 두께로 제1 전하 전송부(140)가 도포되어 있을 수 있다. 이 때, 비아홀(181)의 내부 공간 내에서, 전면 전극(141)의 높이(h1)가 전면전극용 집전부(142)의 높이(h2)보다 클 수 있고[도 3의 (c)], 반대로 전면전극용 집전부(142)의 높이(h2)가 전면 전극(141)의 높이(h1)보다 클 수 있다[도 3의 (d)]. 도시되지 않았지만, 비아홀(181)의 내부 공간 내에서, 전면 전극(141)의 높이(h1)와 전면전극용 집전부(142)의 높이(h2)는 동일할 수 있다. 본 실시예에서, 전면 전극(141)의 높이(h1)와 전면전극용 집전부(142)의 높이(h2)는 각각 가상 상부면(S1)과 가상 하부면(S2)에서부터 전면 전극(141)과 전면전극용 집전부(142)가 비아홀(181) 내에서 접촉하는 부분까지의 거리를 칭하지만, 이에 한정되지 않는다.
- [0061] 도 2 및 도 3에 도시한 예들은 비아홀(181)의 내부 공간에 존재하는 제1 전하 전송부(140)의 일부 형태를 도시한 것이므로, 다른 다양한 형태로 전면 전극(141)과 전면전극용 집전부(142) 중 적어도 하나가 비아홀(181)의 내부 공간에 존재할 수 있다.
- [0062] 이처럼, 다양한 형태로 비아홀(181) 내부 공간에 제1 전하 전송부(140)가 존재하므로, 각 비아홀(181)이 형성되어 있는 부분에 위치하는 전면 전극(141)과 전면전극용 집전부(142) 중 적어도 하나는 평탄면이 아니라 움푹 파인 홈(188, 189)을 적어도 하나 갖고 있을 수 있다.
- [0063] 이때, 각 홈(188, 189)의 지름(d1, d2)의 크기는 비아홀(181)의 측벽에 도포되는 전면 전극(141)과 전면전극용 집전부(142)의 각 두께에 따라 달라진다. 본 실시예에서, 홈(188, 189)의 지름(d1, d2)은 홈(188, 189)의 입구부의 지름이지만 이에 한정되지 않는다. 도 3에 도시한 것처럼, 각 홈(188, 189)의 지름(d1, d2)은 일정하지 않고, 각 홈(188, 189) 내에서의 위치에 따라 값이 달라진다.
- [0064] 또한, 각 홈(188, 189)의 깊이 역시 비아홀(181) 내부 공간에 존재하는 제1 전하 전송부(140)의 형태에 따라 달라지므로, 홈(188, 189)은 서로 다른 값을 갖는 적어도 두 개의 깊이를 갖고 있다.
- [0065] 이처럼, 다양한 형태로 비아홀(181)의 내부 공간에서, 전면 전극(141)과 전면전극용 집전부(142)가 물리적·전기적으로 연결될 때, 각 비아홀(181)에서의 전면전극(141)과 전면전극용 집전부(142)의 연결 상태는 전면 전극(141)에서 전면전극용 집전부(142)으로 전달되는 전하의 흐름에 영향을 미치고, 이로 인해, 전면 전극(141)과 전면전극용 집전부(142) 사이에 형성되는 직렬 저항의 값에 영향을 미치게 된다.
- [0066] 태양 전지(1)에서, 직렬 저항의 값에 따라 태양 전지(1)의 최대 출력 전류가 정해져, 직렬 저항의 값이 증가할수록 최대 출력 전류의 값이 감소한다. 이로 인해, 직렬 저항의 값이 증가하면, 태양 전지(1)의 효율에 중요한 변수로 작용하는 곡선 인자(fill factor, FF)의 값이 줄어들어 태양 전지(1)의 효율이 감소한다. 곡선 인자(FF)는 0 내지 1의 값의 가진다.
- [0067] 전면 전극(141)과 전면전극용 집전부(142) 사이에 발생하는 직렬 저항의 크기는 비아홀(181)의 내부 공간에 존

재하는 전면 전극(141)과 전면전극용 집전부(142)의 각 두께, 즉, 비아홀(181)의 측벽에 도포되는 두께(양)와 전면 전극(141)과 전면전극용 집전부(142)의 접촉 면적 등에 따라 달라진다. 즉, 내부 공간에 존재하는 전면 전극(141)과 전면전극용 집전부(142)의 각 두께에 비례하는 단면적이 증가할수록 그리고 전면 전극(141)과 전면 전극용 집전부(142)의 접촉 면적이 증가할 수록 직렬 저항은 감소한다. 이때, 전면 전극(141)과 전면전극용 집전부(142)의 접촉 면적은 전면 전극(141)과 전면전극용 집전부(142)의 각 두께가 클수록 증가한다.

- [0068] 결국, 비아홀(181)의 내부 공간에 존재하는 제1 전하 전송부(140)의 단면적이 증가할수록 직렬 저항이 감소하므로, 직렬 저항의 증가로 인한 곡선 인자(FF)의 감소폭이 줄어들을 알 수 있다.
- [0069] 다음, 도 4 내지 도 6을 참고로 하여, 비아홀(181)의 내부 공간에 존재하는 제1 전하 전송부(140)의 단면적과 곡선 인자(FF)의 변화량의 관계를 살펴본다.
- [0070] 도 4는 본 발명의 한 실시예에 따라 비아홀의 반지름에 대한 곡선 인자의 감소량을 도시한 그래프이고, 도 5는 도 4에 도시한 그래프를 일부 수치들로 나타낸 표이다. 도 6은 본 발명의 한 실시예에 따라 비아홀의 내부 공간에 존재하는 제1 전하 전송부의 단면적을 산출하기 위한 방법을 예시적으로 도시한 도면이다.
- [0071] 도 4는 다양한 반지름을 갖는 비아홀(181)의 내부 공간이 제1 전하 전송부(140)로 거의 채워져 있을 때, 각 반지름에 따른 곡선 인자(FF)의 감소량을 도시하고 있고, 도 5는 도 4에 도시되어 있는 비아홀(181)의 반지름과 곡선 인자(FF)의 감소량뿐만 아니라 각 반지름에 따른 비아홀(181) 내부 공간에 존재하는 제1 전하 전송부(140)의 단면적 크기를 도시하고 있다.
- [0072] 도 6에 도시한 것처럼, 내부 공간에 존재하는 제1 전하 전송부(140)의 단면적은 비아홀(181)의 반지름(r_1)과 제1 전하 전송부(140)에 의해 채워지지 않아 형성된 홈(188)의 반지름(r_2)을 이용하여 산출된다.
- [0073] 예를 들어, 도 6에서, 비아홀(181)의 내부 공간에 존재하는 제1 전하 전송부(140)의 전면 전극(141)의 단면적(A1)은 $(\pi r_1^2 - \pi r_2^2)$ 이 된다.
- [0074] 비아홀(181)의 내부 공간에 존재하는 제1 전하 전송부(140)의 전면전극용 집전부(141)의 단면적(A2) 또한 전면 전극(141)의 단면적(A1)과 동일한 방법으로 산출된다. 하지만, 도 5의 경우, 제1 전하 전송부(140)의 전면전극용 집전부(142)에 의해 채워지지 않아 형성된 홈(189)의 반지름(r_3)이 전면 전극(141)에 의해 형성된 홈(188)의 반지름(r_2)과 다르므로, 비아홀(181)의 내부 공간에 존재하는 제1 전하 전송부(140)의 전면전극용 집전부(142)의 단면적(A2) 역시 전면 전극(141)의 단면적(A1)과 다르다.
- [0075] 이미 설명한 것처럼, 비아홀(181)의 내부 공간에서 전면 전극(141)과 전면전극용 집전부(142)의 형상이 다르므로, 동일한 비아홀(181)의 내부 공간에서 전면전극(141)의 단면적(A1)과 전면전극용 단면적(A2)의 크기는 위치에 따라 달라질 수 있다.
- [0076] 이처럼, 비아홀(181)의 내부 공간에서의 제1 전하 전송부(140), 즉, 전면 전극(141)의 단면적(A1) 또는 전면전극용 집전부(142)의 단면적(A2)의 크기가 산출될 때, 다시 도 5를 참고로 하여, 제1 전하 전송부(140)의 단면적 크기에 따른 곡선 인자(FF)의 변화량을 살펴본다.
- [0077] 도 5에 도시한 것처럼, 제1 전하 전송부(140)의 단면적 크기가 약 $314.2\mu\text{m}^2$ 일 경우, 곡선 인자(FF)의 감소량이 약 0.02194%로서, 제1 전하 전송부(140)의 단면적 크기가 약 $300\mu\text{m}^2$ 이상일 경우, 곡선 인자(FF)의 감소량이 약 0%임을 알 수 있었다.
- [0078] 즉, 제1 전하 전송부(140)의 단면적 크기가 약 $300\mu\text{m}^2$ 이상일 경우, 비아홀(181)의 내부 공간에 존재하는 제1 전하 전송부(140)로 인한 곡선 인자(FF)의 감소량이 약 0%이었고, 이로 인해, 비아홀(181) 내부 공간에서 제1 전하 전송부(140)의 단면적 크기가 약 $300\mu\text{m}^2$ 이상일 경우, 비아홀(181) 내부 공간의 전면 전극(141)과 전면전극용 집전부(142) 사이에 존재하는 직렬 저항은 곡선 인자(FF)의 감소를 유발할 정도의 값을 갖지 않는다는 것을 알 수 있었다.
- [0079] 따라서, 본 실시예에서, 비아홀(181) 내부 공간의 전면 전극(141)과 전면전극용 집전부(142) 사이의 직렬 저항으로 인한 곡선 인자(FF)의 감소를 방지하기 위해, 비아홀(181)의 내부 공간에 존재하는 제1 전하 전송부(140), 즉, 전면 전극(141)과 전면전극용 집전부(142) 중 적어도 하나의 단면적은 약 $300\mu\text{m}^2$ 이상의 크기를 갖는다.

[0100] 152: 후면전극용 집전부

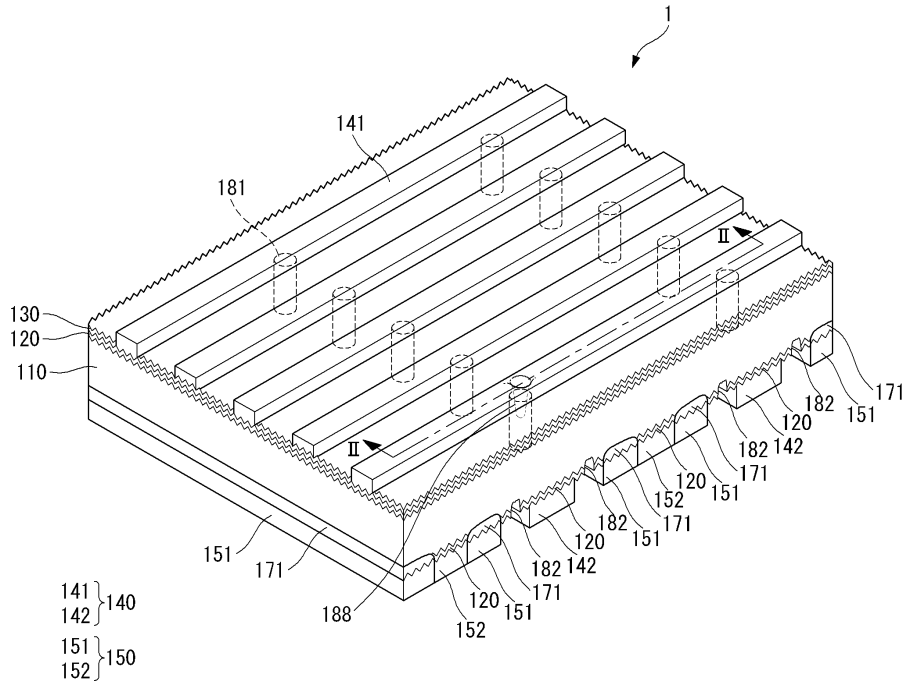
171: 후면 전계부

[0101] 181: 비아홀

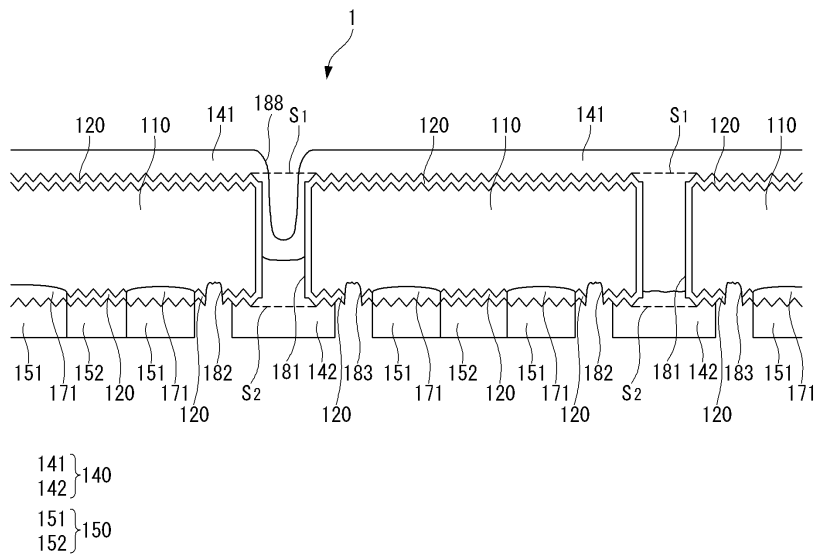
188, 189: 홈

도면

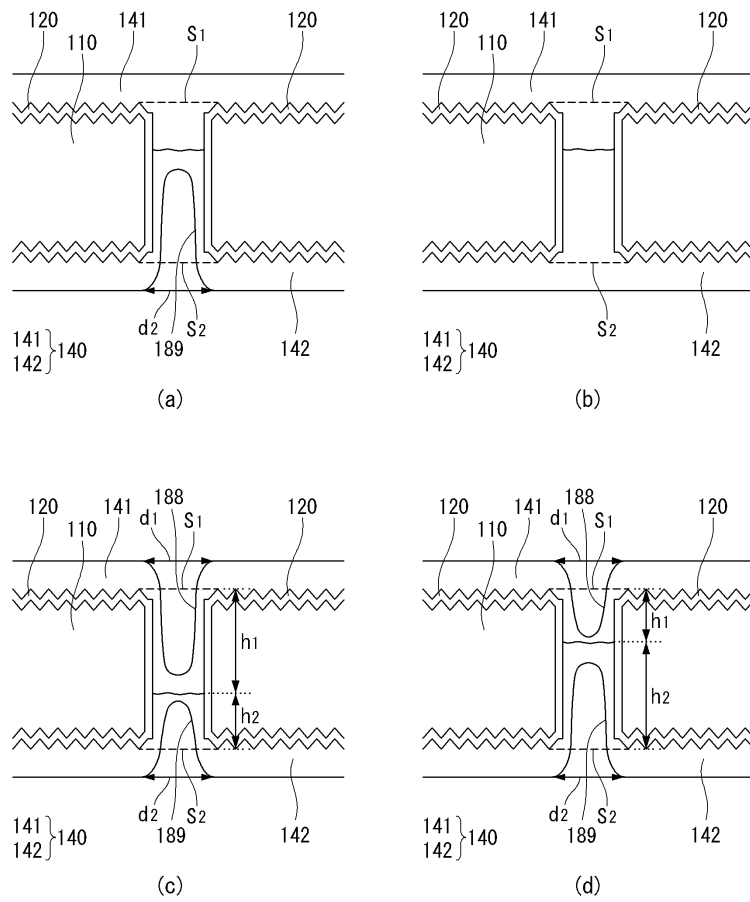
도면1



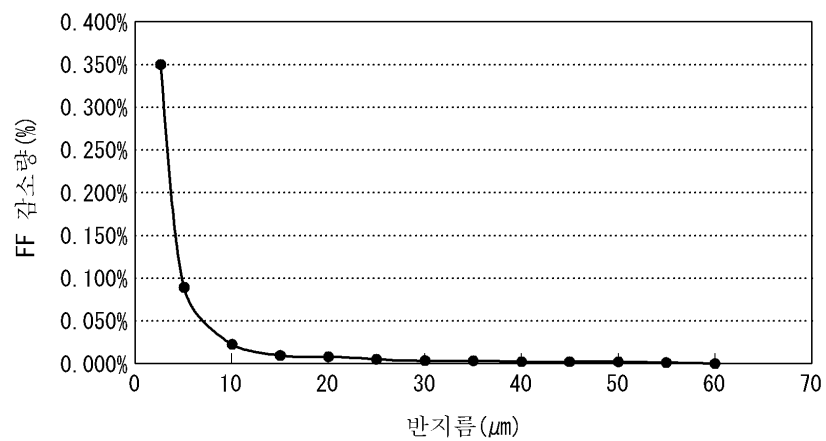
도면2



도면3



도면4



도면5

비아홀의 반지름 (μm)	FF 감소량 (%)	제1 전하 전송부의 단면적 (μm^2)
2	0.54750%	12.6
2.5	0.35061%	19.6
5	0.08772%	78.5
10	0.02194%	314.2
15	0.00975%	706.9
20	0.00548%	1256.6
25	0.00351%	1963.5
30	0.00244%	2827.4
35	0.00179%	3848.5
40	0.00137%	5026.5
45	0.00108%	6361.7
50	0.00088%	7854.0
55	0.00073%	9503.3
60	0.00061%	11309.7

도면6

