



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0010398
(43) 공개일자 2023년01월19일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/05 (2014.01) H01L 31/02 (2006.01)
H01L 31/0224 (2006.01) H01L 31/068 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
H01L 31/0512 (2013.01)
H01L 31/0201 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2021-0090893
(22) 출원일자 2021년07월12일
심사청구일자 2021년07월12일</p> | <p>(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50</p> <p>(72) 발명자
서관용
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
이강민
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
박정환
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50</p> <p>(74) 대리인
특허법인태백</p> |
|---|--|

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 옛지 버스바 전극을 이용한 투명 태양 전지 모듈

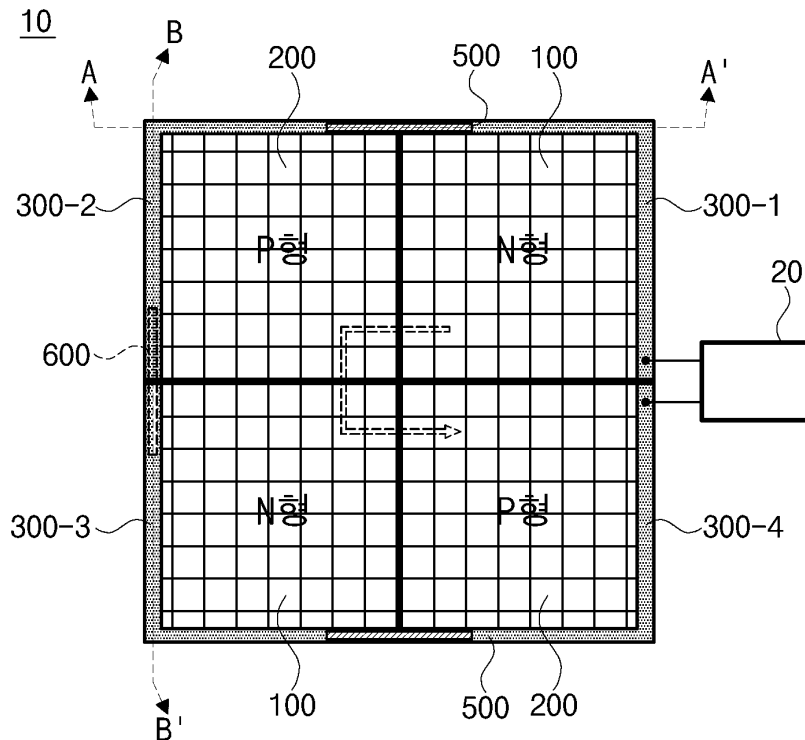
(57) 요약

본 발명은 옛지 버스바 전극을 이용한 투명 태양 전지 모듈에 관한 것이다.

본 발명에 따르면, 복수의 제1 투명 태양 전지, 상기 제1 투명 태양 전지와 서로 번갈아 배치되고 상기 제1 투명 태양 전지와 상이한 전도형을 갖는 복수의 제2 투명 태양 전지, 상기 제1 및 제2 투명 태양 전지의 각 측면 중

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



선택된 적어도 한 측면의 상면 및 하면 엣지를 따라 배치되어 상기 상부 그리드 전극 및 상기 하부 전극과 각각 접속되며 상기 엣지 버스바 전극을 형성하기 위한 복수의 상부 및 하부 사이드 버스바, 인접하는 상기 제1 및 제2 투명 태양 전지의 상부 사이드 버스바를 서로 연결하는 하나 이상의 상부 연결 전극, 그리고 인접하는 상기 제1 및 제2 투명 태양 전지의 상기 하부 사이드 버스바를 서로 연결하는 하나 이상의 하부 연결 전극을 포함하는 투명 태양 전지 모듈을 제공한다.

본 발명에 따르면, 마이크로 그리드 패턴과 엣지 버스바 전극 구조를 사용하여 제조되는 투명 태양 전지 모듈의 비가시성을 극대화하고 심미성을 향상시킬 수 있다.

(52) CPC특허분류

H01L 31/022433 (2013.01)

H01L 31/068 (2013.01)

Y02E 10/50 (2020.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415166604
과제번호	20183010013900
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	신재생에너지핵심기술개발(R&D)
연구과제명	다양한 색 구현이 가능한 반투명 결정질 실리콘 태양전지 요소기술 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2018.06.01 ~ 2021.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711147739
과제번호	2019R1A2C2086602
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	원자층 증착 기반의 산화막 형성을 통한 비도핑 결정질 실리콘 접합 형성 연구 및
이를 활용한 차세대 태양전지 응용 연구	
기 여 율	1/2
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2019.09.01 ~ 2024.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

엣지 버스바 전극을 이용한 투명 태양 전지 모듈에 있어서,

N형 반도체 기관, 상기 N형 반도체 기관의 상면에 P-N접합을 이루는 P형층, 상기 P형층의 상면에 접속되고 마이크로 그리드 패턴으로 이루어진 상부 그리드 전극, 및 상기 N형 반도체 기관의 하면에 접속된 하부 전극을 포함하는 복수의 제1 투명 태양 전지;

상기 제1 투명 태양 전지와 서로 번갈아 배치되며, P형 반도체 기관, 상기 P형 반도체 기관의 상면에 P-N접합을 이루는 N형층, 상기 N형층의 상면에 접속되며 마이크로 그리드 패턴으로 이루어진 상부 그리드 전극, 및 상기 P형 반도체 기관의 하면에 접속된 하부 전극을 포함하는 복수의 제2 투명 태양 전지;

상기 제1 및 제2 투명 태양 전지의 각 측면 중 선택된 적어도 한 측면의 상면 및 하면 엣지를 따라 페어로 배치되어 상기 상부 그리드 전극 및 상기 하부 전극과 각각 접속되며 상기 태양 전지 모듈의 엣지 부분을 따라 상기 엣지 버스바 전극을 형성하기 위한 복수의 상부 및 하부 사이드 버스바;

인접하는 상기 제1 및 제2 투명 태양 전지의 상부 사이드 버스바를 서로 연결하는 하나 이상의 상부 연결 전극; 및

인접하는 상기 제1 및 제2 투명 태양 전지의 상기 하부 사이드 버스바를 서로 연결하는 하나 이상의 하부 연결 전극을 포함하는 투명 태양 전지 모듈.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 투명 태양 전지와 상기 제2 투명 태양 전지는 번갈아 인접하여 배치되며,

상기 상부 연결 전극과 상기 하부 연결 전극은,

인접하는 복수의 제1 투명 태양 전지와 복수의 제2 투명 태양 전지의 상부와 하부에 교대로 위치하여 제1 투명 태양 전지 및 제2 투명 태양 전지가 연결되도록 하는 투명 태양 전지 모듈.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 투명 태양 전지의 일측에 배치되는 제2 투명 태양 전지는 상부에 배치된 상부 연결 전극에 의해 상기 제1 투명 태양 전지와 연결되며,

상기 제1 투명 태양 전지의 타측에 배치되는 제2 투명 태양 전지는 하부에 배치된 하부 연결 전극에 의해 상기 제1 투명 태양 전지와 연결되는 투명 태양 전지 모듈

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 및 제2 투명 태양 전지 각각의 하부 전극은,

하면 전체를 덮는 판상형의 전극 형태로 구현되는 투명 태양 전지 모듈.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 및 제2 투명 태양 전지의 각 하부 전극은,

마이크로 그리드 패턴으로 이루어진 그리드 전극 형태를 가지는 투명 태양 전지 모듈.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 투명 태양 전지 모듈은,

상기 엿지 부분이 정사각형 또는 직사각형 형태를 가지도록, N개(N은 2 이상)의 제1 태양 전지 모듈과 N개의 제2 태양 전지 모듈이 하나씩 서로 번갈아 가며 지그재그 형태로 배열된 구조를 가지는 투명 태양 전지 모듈.

청구항 7

제6항에 있어서,

전체 2N개의 투명 태양 전지 중 가장 앞단의 제1 투명 태양 전지와 가장 뒷단의 제2 투명 태양 전지는 서로 동일한 열에 위치하되, 각각의 상부 사이드 버스가 외부 디바이스의 전원 단자 사이에 접속되는 투명 태양 전지 모듈.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 연결 전극은 비가시성을 가진 금속 필름으로 형성된 투명 태양 전지 모듈.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제1 투명 태양 전지 및 상기 제2 투명 태양 전지는 소정의 간격으로 이격되어 갭 영역을 형성하고,

상기 연결 전극은 상기 갭 영역 상에 배치되는 투명 태양 전지 모듈.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 갭 영역의 폭은 1 내지 1,000 μ m인 투명 태양 전지 모듈.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 엿지 버스바 전극을 이용한 투명 태양 전지 모듈에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 집적도를 높이는 동시에 심미성을 향상시킬 수 있는 엿지 버스바 전극을 이용한 투명 태양 전지 모듈에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 석유나 석탄과 같은 기존 에너지 자원의 고갈이 예상되면서 이들을 대체할 대체 에너지에 대한 관심이 높아지고 있다. 그 중에서도 태양전지는 반도체 소자를 이용하여 태양광 에너지를 직접 전기 에너지로 변화시키는 차세대 전지로서 각광받고 있다.

[0003] 한편, 태양 전지 모듈은 복수개의 태양 전지가 일정하게 배열된 후 서로 전기적으로 연결되어 형성되며, 복수의 태양 전지가 배치된 형태에 따라, 발전 효율이 달라질 수 있으므로, 발전 효율을 향상시키기 위한 많은 연구가 이루어지고 있다. 현재까지 개발된 태양 전지 모듈은 동일한 전도성을 갖는 태양 전지가 연속적으로 배치된 형태였다.

[0004] 그러나, 동일한 전도성을 갖는 태양 전지가 연속적으로 배치된 태양 전지 모듈은 인접한 태양 전지 유닛들을 전기적으로 연결시키기 위해 태양 전지의 하부 전극과 이와 인접한 태양 전지의 상부 전극이 연결 전극에 의해 서로 전기적으로 연결되어야 하므로, 복수의 태양 전지가 서로 일정한 너비 이상으로 이격되어야 하며 이로 인해 전체 모듈의 면적 손실이 발생한다.

[0005] 도 1은 종래의 상하부 교차 연결 전극을 이용한 태양 전지 모듈의 구조를 설명한 도면이다. 도 1과 같이, 종래

의 경우 인접한 태양 전지 간을 구리 와이어 등과 같은 연결 전극을 통하여 상하 교차 방식으로 연결해야 한다. 이 경우 서로 인접한 태양 전지 사이에 불필요한 이격 공간이 발생하게 되어 전체 모듈의 면적 손실을 야기하고 결과적으로 동일 면적 대비 전력 효율을 감소시킨다.

- [0006] 이러한 점은 투명 태양 전지를 연속 배열하여 구현한 투명 태양 전지 모듈에서도 동일하게 적용되는데, 투명 태양 전지 모듈에서 인접한 투명 태양 전지 유닛들을 전기적으로 연결하기 위해 복수의 투명 태양 전지 간에 서로 일정 너비 이상 이격되어야 하므로 그 만큼의 면적 손실이 발생하게 되고 모듈의 집적도 상승에도 한계가 따른다.
- [0007] 아울러, 투명 태양 전지 모듈의 경우 비가시성과 심미성이 중시되나, 인접한 태양 전지 유닛들의 버스바 전극 간을 밀리미터 단위의 연결 전극을 이용하여 서로 연결하게 되는 경우 연결 전극이 육안으로 식별되면서 투명 태양 전지 모듈의 심미성을 해치는 문제점이 있다.
- [0008] 본 발명의 배경이 되는 기술은 대한민국 공개특허 제10-2020-0064868호(2020.06.08. 공개)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은, 투명 태양 전지 모듈의 집적도를 높이는 동시에 비가시성을 극대화하고 심미성을 향상시킬 수 있는 엷지 버스바 전극을 이용한 투명 태양 전지 모듈을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명은, 엷지 버스바 전극을 이용한 투명 태양 전지 모듈에 있어서, N형 반도체 기판, 상기 N형 반도체 기판의 상면에 P-N접합을 이루는 P형층, 상기 P형층의 상면에 접속되고 마이크로 그리드 패턴으로 이루어진 상부 그리드 전극, 및 상기 N형 반도체 기판의 하면에 접속된 하부 전극을 포함한 복수의 제1 투명 태양 전지와, 상기 제1 투명 태양 전지와 서로 번갈아 배치되며, P형 반도체 기판, 상기 P형 반도체 기판의 상면에 P-N접합을 이루는 N형층, 상기 N형층의 상면에 접속되며 마이크로 그리드 패턴으로 이루어진 상부 그리드 전극, 및 상기 P형 반도체 기판의 하면에 접속된 하부 전극을 포함한 복수의 제2 투명 태양 전지와, 상기 제1 및 제2 투명 태양 전지의 각 측면 중 선택된 적어도 한 측면의 상면 및 하면 엷지를 따라 페어로 배치되고 상기 상부 그리드 전극 및 상기 하부 전극과 각각 접속되며 상기 태양 전지 모듈의 엷지 부분을 따라 상기 엷지 버스바 전극을 형성하기 위한 복수의 상부 및 하부 사이드 버스바와, 인접하는 상기 제1 및 제2 투명 태양 전지의 상부 사이드 버스바를 서로 연결하는 하나 이상의 상부 연결 전극, 및 인접하는 상기 제1 및 제2 투명 태양 전지의 상기 하부 사이드 버스바를 서로 연결하는 하나 이상의 하부 연결 전극을 포함하는 투명 태양 전지 모듈을 제공한다.
- [0011] 또한, 상기 제1 투명 태양 전지와 상기 제2 투명 태양 전지는 번갈아 인접하여 배치되며, 상기 상부 연결 전극과 상기 하부 연결 전극은, 인접하는 복수의 제1 투명 태양 전지와 복수의 제2 투명 태양 전지의 상부와 하부에 교대로 위치하여 제1 투명 태양 전지 및 제2 투명 태양 전지가 연결되도록 할 수 있다.
- [0012] 또한, 상기 제1 투명 태양 전지의 일측에 배치되는 제2 투명 태양 전지는 상부에 배치된 상부 연결 전극에 의해 상기 제1 투명 태양 전지와 연결되며, 상기 제1 투명 태양 전지의 타측에 배치되는 제2 투명 태양 전지는 하부에 배치된 하부 연결 전극에 의해 상기 제1 투명 태양 전지와 연결될 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 제1 및 제2 투명 태양 전지 각각의 하부 전극은, 하면 전체를 덮는 판상형의 전극 형태로 구현될 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 제1 및 제2 투명 태양 전지의 각 하부 전극은, 마이크로 그리드 패턴으로 이루어진 그리드 전극 형태를 가질 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 투명 태양 전지 모듈은, 상기 엷지 부분이 정사각형 또는 직사각형 형태를 가지도록, N개(N은 2 이상)의 제1 태양 전지 모듈과 N개의 제2 태양 전지 모듈이 하나씩 서로 번갈아 가며 지그재그 형태로 배열된 구조를 가질 수 있다.
- [0016] 또한, 전체 2N개의 투명 태양 전지 중 가장 앞단의 제1 투명 태양 전지와 가장 뒷단의 제2 투명 태양 전지는 서로 동일한 열에 위치하되, 각각의 상부 사이드 버스바가 외부 디바이스의 전원 단자 사이에 접속될 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 연결 전극은 비가시성을 가진 금속 필름으로 형성될 수 있다.

[0018] 또한, 상기 제1 투명 태양 전지 및 상기 제2 투명 태양 전지는 소정의 간격으로 이격되어 갭 영역을 형성하고, 상기 연결 전극은 상기 갭 영역 상에 배치될 수 있다.

[0019] 또한, 상기 갭 영역의 폭은 1 내지 1,000 μm 일 수 있다.

발명의 효과

[0020] 본 발명에 따르면, 서로 다른 전도형을 가지는 두 타입의 투명 태양 전지를 교대로 배치하여 높은 집적도의 투명 태양 전지 모듈을 제작할 수 있고, 각 태양 전지의 표면에 형성된 마이크로 그리드 패턴과 전체 태양 전지 모듈의 가장자리를 따라 설계된 버스바 전극 구조를 활용하여 투명 태양 전지 모듈의 비가시성 및 심미성을 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 종래의 상하부 교차 연결 전극을 이용한 태양 전지 모듈의 구조를 설명한 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 엣지 버스바 전극을 이용한 투명 태양 전지 모듈을 도시한 평면도이다.

도 3은 도 2의 A-A' 단면을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 4는 도 2의 B-B' 단면을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 5는 도 2의 배면을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 6은 도 2에서 인접한 투명 태양 전지 간을 상부 연결 전극과 하부 연결 전극으로 연결하는 원리를 설명하는 도면이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 투명 태양 전지 모듈을 예시한 도면이다.

도 8은 버스-핑거바 전극을 이용한 모듈화 방식을 설명한 도면이다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 투명 태양 전지 모듈의 구현 모습을 예시적으로 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 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 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0023] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0024] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 엣지 버스바 전극을 이용한 투명 태양 전지 모듈을 도시한 평면도이고, 도 3 및 도 4는 도 2의 A-A' 및 B-B' 단면을 개략적으로 도시한 도면이고, 도 5는 도 2의 배면을 개략적으로 도시한 도면이다.

[0025] 도 2 내지 도 5에 나타낸 것과 같이, 본 발명의 실시예에 따른 엣지 버스바 전극을 이용한 투명 태양 전지 모듈(10)은 복수의 제1 투명 태양 전지(100), 복수의 제2 투명 태양 전지(200), 복수의 상부 사이드 버스바(300), 복수의 하부 사이드 버스바(400), 그리고 하나 이상의 상부 연결 전극(500) 및 하나 이상의 하부 연결 전극(600)을 포함한다.

[0026] 복수의 제1 투명 태양 전지(100) 및 복수의 제2 투명 태양 전지(200)는 서로 번갈아 교대로 배치될 수 있다. 여기서 도 2는 2개의 제1 투명 태양 전지(100)와 2개의 제2 투명 태양 전지(200)가 하나씩 번갈아 배치된 구조의 투명 태양 전지 모듈(10)로서 전체적으로 정사각형 형태를 갖는다.

[0027] 제1 투명 태양 전지(100)는 N형 전도형을 가지는 N형 반도체 기판(110)과, N형 반도체 기판(110)의 상면 상에 위치하여 N형 반도체 기판(110)과 P-N접합을 이루며 P형 전도형을 가지는 P형층(120)과, P형층(120)의 상면에

위치하고 P형층(120)과 전기적으로 접속되며 마이크로 그리드 패턴으로 이루어진 상부 그리드 전극(130), 그리고 N형 반도체 기관(110)의 하면 상에 위치하여 N형 반도체 기관(110)과 접속된 하부 전극(140)을 포함할 수 있다.

- [0028] 제2 투명 태양 전지(200)는 P형 도전형을 가지는 P형 반도체 기관(210)과, P형 반도체 기관(210)의 상면 상에 위치하여 P형 반도체 기관(210)과 P-N접합을 이루며 N형 도전형을 가지는 N형층(220)과, N형층(220)의 상면에 위치하고 N형층(220)과 전기적으로 접속되며 마이크로 그리드 패턴으로 이루어진 제2 상부 그리드 전극(230), 그리고 P형 반도체 기관(210)의 하면 상에 위치하여 P형 반도체 기관(210)과 접속된 하부 전극(240)을 포함할 수 있다.
- [0029] 여기서, 제1 및 제2 투명 태양 전지(100,200) 각각의 하부 전극(140,240)은 도 3 및 도 4와 같이, 하면 전체를 덮는 판상형의 전극 형태로 구현될 수 있다. 물론, 각각의 하부 전극(140,240)은 상부 그리드 전극(130,230)과 같은 마이크로 그리드 패턴으로 이루어질 수도 있다.
- [0030] 본 발명의 실시예에서, 마이크로 그리드 패턴의 선폭은 1 μ m 내지 1mm일 수 있다. 본 발명의 실시예에서 투명 태양 전지의 상부 전극에 해당하는 상부 그리드 전극 또는 하부 전극에 해당하는 하부 그리드 전극은 마이크로 단위의 선폭으로 설계되어 육안 식별이 어렵고 전극의 비가시성을 높일 수 있다.
- [0031] P형층(120)은 N형 반도체 기관(110)과 P-N접합을 형성할 수 있다. N형층(220)은 P형 반도체 기관(210)과 P-N접합을 형성할 수 있다.
- [0032] P형층(120)은 N형 반도체 기관(110)에 P형 도전형을 가지는 불순물이 도핑되어 형성된 에미터층일 수 있다. 따라서, N형 반도체 기관(110)의 상면은 명확하게 구분되는 영역이 아니며, P-N접합이 이루어지는 영역으로 이해될 수 있다.
- [0033] N형층(220)은 P형 반도체 기관(210)에 N형 도전형을 가지는 불순물이 도핑되어 형성된 에미터층일 수 있다. 따라서, P형 반도체 기관(210)의 상면은 명확하게 구분되는 영역이 아니며, P-N접합이 이루어지는 영역으로 이해될 수 있다.
- [0034] 이와 같이, 에미터층인 P형층(120)과 N형 반도체 기관(110)이 서로 반대의 도전형을 가지면, N형 반도체 기관(110)과 P형층(120)의 계면에 P-N접합(junction)이 형성될 수 있다. 또한 에미터층인 N형층(220)과 P형 반도체 기관(210)이 서로 반대의 도전형을 가지면, P형 반도체 기관(210)과 N형층(220)의 계면에 P-N접합(junction)이 형성될 수 있다. 이 경우, P-N접합에 광이 조사되면 광전효과에 의해 광기전력이 발생할 수 있다.
- [0035] 각각의 상부 그리드 전극(130,230)과 하부 전극(140,240)은 광의 조사에 의해 생성된 캐리어를 수집하며, 투명 태양 전지 모듈(10)과 전기적으로 연결된 외부의 전자장치, 배터리 등의 외부 디바이스(20)로 캐리어가 이동하는 이동 경로가 될 수 있다.
- [0036] 모듈 제작 시 원활한 캐리어 수집 및 모듈끼리의 연결을 위해 버스바 전극이 필요한데, 본 발명의 실시예의 경우 버스바를 모듈 가장자리 부분에만 설계하여 기존과 달리 버스바로 인한 심미성 저하 문제를 해결한다. 이를 보다 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0037] 복수의 상부 사이드 버스바(300) 및 복수의 하부 사이드 버스바(400)는 투명 태양 전지 모듈(10)의 상면 및 하면 엣지 부분을 따라 엣지 버스바 전극을 형성한다. 이러한 복수의 상부 사이드 버스바(300) 및 복수의 하부 사이드 버스바(400)는 서로 상하로 이격되어 있으며 투명 태양 전지(100,200)의 상면 및 하면 엣지를 따라 페어로 배치된다. 도 2 및 도 5의 경우 투명 태양 전지 모듈(10)의 상면 및 하면 엣지(테두리)를 따라 사각형 모양의 엣지 버스바 전극(음영 영역 참조)을 형성한 것을 예시한다.
- [0038] 이를 위해, 복수의 상부 사이드 버스바(300)는 제1 및 제2 투명 태양 전지(100,200)의 각 측면 중 선택된 적어도 한 측면의 상면 엣지를 따라 배치된 상태에서 상부 그리드 전극(130,230)과 접속된다. 그리고, 복수의 하부 사이드 버스바(400)는 제1 및 제2 투명 태양 전지(100,200)의 각 측면 중 선택된 적어도 한 측면의 하면 엣지를 따라 배치된 상태에서 하부 전극(140,240)과 접속된다.
- [0039] 도 2에 도시된 2 $\times$ 2 배열의 투명 태양 전지 모듈(10)은 각 투명 태양 전지(100,200)의 네 측면 중 선택된 두 측면에 각각 상부 및 하부 사이드 버스바(300,400)가 배치되어 있다. 이에 따라, 투명 태양 전지 모듈(10)의 상면 및 하면 테두리를 따라 전체적으로 사각형 모양을 가지는 엣지 버스바 전극이 나란히 형성되게 된다.
- [0040] 상부 연결 전극(500) 및 하부 연결 전극(600)은 서로 이웃하는 제1 및 제2 투명 태양 전지(100,200)의 상부 사

이드 버스바(300) 간을 연결하거나, 서로 이웃하는 제1 및 제2 투명 태양 전지(100,200)의 하부 사이드 버스바(400) 간을 연결할 수 있다.

- [0041] 도 6은 도 2에서 인접한 투명 태양 전지 간을 상부 연결 전극과 하부 연결 전극으로 연결하는 원리를 설명하는 도면이다.
- [0042] 도 6의 (a)는 2개의 제1 투명 태양 전지(100)와 2개의 제2 투명 태양 전지(200)를 서로 번갈아 배열한 모습이고 (b)는 각 투명 태양 전지(100,200)의 상면 외곽 일부에 상부 사이드 버스바(300)를 형성한 모습을 나타낸다. 여기서 물론, 하면에도 동일한 형태로 사이드 버스바 전극이 형성된다.
- [0043] 이러한 상태에서 4개의 투명 태양 전지는 서로 마이크로미터 단위의 미세 간극으로 밀착 배치된 후에, 도면에서 a와 b 지점 간은 상부 연결 전극(500)에 의해 연결되고, c와 d 지점 간은 하부 연결 전극(600)에 의해 연결된다. 이때 미세 간극은 갭 영역(50)을 의미한다.
- [0044] 구체적으로, 도 2 및 도 3과 같이, 상부 연결 전극(500)은 인접하는 제1 및 제2 투명 태양 전지(100,200)의 상부 사이드 버스바(300)를 서로 연결한다. 또한 도 2 및 도 4와 같이, 하부 연결 전극(600)은 인접하는 제1 및 제2 투명 태양 전지(100,200)의 하부 사이드 버스바(400)를 서로 연결한다.
- [0045] 또한, 제1 투명 태양 전지(100)와 제2 투명 태양 전지(200)는 번갈아 인접하여 배치되므로, 상부 연결 전극(500)과 하부 연결 전극(600)은 인접하는 복수의 제1 투명 태양 전지(100)와 복수의 제2 투명 태양 전지(200)의 상부와 하부에 교대로 위치하여 제1 투명 태양 전지(100) 및 제2 투명 태양 전지(200)가 연결되도록 한다.
- [0046] 이에 따라, 제1 투명 태양 전지(100)의 일측에 배치되는 제2 투명 태양 전지(200)는 상부에 배치된 상부 연결 전극(500)에 의해 제1 투명 태양 전지(100)와 연결되며, 아울러 제1 투명 태양 전지(100)의 타측에 배치되는 제2 투명 태양 전지(200)는 하부에 배치된 하부 연결 전극(600)에 의해 제1 투명 태양 전지(100)와 연결된다.
- [0047] 이와 같이, 상부 연결 전극(500)과 하부 연결 전극(600)은 서로 번갈아 배치된 제1 및 제2 투명 태양 전지(100,200) 간을 상부와 하부에서 각각 번갈아 연결한다.
- [0048] 제조되는 투명 태양 전지 모듈(10)의 비가시성 및 심미성이 보장되기 위해서는 연결 전극 또한 투명성 또는 비가시성을 가지는 소재로 구성될 수 있다. 따라서 상부 연결 전극(500)과 하부 연결 전극(600)은 광 투과성과 전도성이 있는 소재로 형성될 수 있으며, 비가시성을 가진 금속 필름으로 형성될 수 있다. 이를 통해, 투명 태양 전지 모듈의 비가시성 및 심미성을 극대화할 수 있다.
- [0049] 제1 및 제2 투명 태양 전지(100,200)는 반도체 기판 등을 포함한 각 요소들이 투광성이 있는 투명한 소재로 구현될 수 있고, 결정질 실리콘 등과 같이 불투명한 소재로 구성되는 경우 기판을 통과하는 복수의 관통홀에 의해 투명성을 가지도록 구현될 수 있다.
- [0050] 본 발명의 실시예에 따른 투명 태양 전지 모듈(10)은 건물 일체형 태양전지(Building Integrated Photovoltaic, BIPV)로 활용될 수 있다.
- [0051] 본 발명의 실시예에서 제1 투명 태양 전지(100) 및 제2 투명 태양 전지(200)는 도 3 및 도 4에 나타난 것과 같이 소정의 간격으로 이격되어 갭 영역(50)을 형성하고, 상부 연결 전극(500)과 하부 연결 전극(600)은 갭 영역(50) 상에 배치될 수 있다.
- [0052] 갭 영역(50)은 서로 다른 전도형을 갖는 제1 투명 태양 전지(100) 및 제2 투명 태양 전지(200) 사이에서 광전 효과에 의해 발생한 캐리어가 이동하여 투명 태양 전지 모듈(10)의 발전 효율이 저하되는 문제를 방지할 수 있다.
- [0053] 또한, 갭 영역(50) 상에 상부 연결 전극(500) 및 하부 연결 전극(600)이 배치됨에 따라, 갭 영역(50)에 의해 형성된 그리드 패턴이 시인되는 문제를 효과적으로 방지할 수 있다. 이에 따라, 투명 태양 전지 모듈(10)의 심미성이 향상될 수 있다.
- [0054] 여기서, 갭 영역(50)의 폭은 약 1 내지 1,000 μm 일 수 있다. 예를 들면, 갭 영역(50)의 폭은 약 1 내지 500 μm , 약 1 내지 300 μm , 약 1 내지 100 μm , 약 1 내지 50 μm , 약 5 내지 1,000 μm , 약 10 내지 1,000 μm 또는 약 20 내지 1,000 μm 일 수 있다.
- [0055] 예를 들어, 갭 영역(50)이 상기 폭 범위를 만족하는 경우, 단위 면적당 배치되는 투명 태양 전지의 갯수가 증가하여, 투명 태양 전지 모듈(10)의 집적도를 높이고 광발전 효율이 향상될 수 있다. 또한, 투명 태양 전지 사이

의 간격이 좁아 심미성이 보다 향상될 수 있다.

- [0056] 상부 연결 전극(500) 및 하부 연결 전극(600)의 폭은 갭 영역(50)의 폭보다 클 수 있다. 예를 들면, 상부 연결 전극(500) 및 하부 연결 전극(600)의 폭은 각각 약 10 내지 1,500 μ m일 수 있다. 바람직하게는 상부 연결 전극(500) 및 하부 연결 전극(600)의 폭은 각각 약 10 내지 1,400 μ m, 약 10 내지 1,300 μ m, 약 10 내지 1,200 μ m, 약 10 내지 1,100 μ m, 약 10 내지 1,000 μ m, 약 20 내지 1,500 μ m, 약 30 내지 1,500 μ m, 약 40 내지 1,500 μ m, 약 50 내지 1,500 μ m일 수 있다.
- [0057] 상부 연결 전극(500) 및 하부 연결 전극(600)의 폭이 상기 범위를 만족하는 경우 상부 연결 전극(500) 및 하부 연결 전극(600)이 갭 영역(50)을 효과적으로 덮을 수 있다. 또한, 상부 연결 전극(500) 및 하부 연결 전극(600)에 의해 반사되는 빛의 양이 감소되어, 투명 태양 전지 모듈(10)의 발전 효율이 보다 향상될 수 있다.
- [0058] 상부 연결 전극(500) 및 하부 연결 전극(600)에 의해 갭 영역(50)의 전체 또는 일부가 덮일 수 있다. 이 경우, 투명 태양 전지 모듈(10)의 심미성이 보다 향상될 수 있다.
- [0059] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 투명 태양 전지 모듈을 예시한 도면이다.
- [0060] 본 발명의 실시예에서 투명 태양 전지 모듈(10)은 엣지 부분이 정사각형 또는 직사각형 형태를 가지도록, N개(N은 2 이상)의 제1 투명 태양 전지(100)와 N개의 제2 투명 태양 전지(200)가 하나씩 서로 번갈아 가며 지그재그 형태로 배열된 구조를 가진다.
- [0061] 도 7의 (a)는 2 $\times$ 2 배열의 정사각형 모양의 투명 태양 전지 모듈이고, (b)는 2 $\times$ 3 배열의 직사각형 모양의 투명 태양 전지 모듈의 구조를 예시한 것이다.
- [0062] 본 발명의 실시예의 경우 투명 태양 전지 모듈(10)의 가장자리 부분에만 버스바 전극이 형성된다. 도 7의 (a)에 도시된 2 $\times$ 2 배열의 투명 태양 전지 모듈의 경우 각각의 투명 태양 전지 모두 자신의 네 측면 중 두 측면에 사이드 버스바가 배치된다. 다만 도 7의 (b)에 도시된 2 $\times$ 3 배열의 투명 태양 전지 모듈의 경우 각 행에서 중간에 위치한 투명 태양 전지의 경우 300-2 및 300-5와 같이 네 측면 중 일 측면에만 사이드 버스바가 배치된다. 이와 같이, 각각의 투명 태양 전지가 모듈의 어떤 섹터에 위치하느냐에 따라 사이드 버스바가 설계되는 측면 부위가 달리 결정되는 것을 알 수 있다.
- [0063] 또한 두 가지 케이스 모두, 전체 2N개의 투명 태양 전지 중에서 가장 앞단의 제1 투명 태양 전지와 가장 뒷단의 제2 투명 태양 전지가 서로 동일한 열에 위치하면서, 각각의 상부 사이드 버스바가 외부 디바이스(20)의 전원 단자 사이에 접속된 것을 알 수 있다. 도 7의 (a)의 경우 300-1과 300-4에 해당하는 상부 사이드 버스바가 디바이스(20)의 전원 단자 사이에 접속되고, (b)에서는 300-1과 300-6에 해당하는 상부 사이드 버스바가 디바이스(20)의 전원 단자 사이에 접속된다.
- [0064] 도 8은 버스-핑거바 전극을 이용한 모듈화 방식을 설명한 도면이다. 도 8과 같이 복수의 핑거바에 대해 복수의 버스바를 교차 연결하는 일반적인 버스-핑거바 방식을 적용하는 경우 표면을 가로지르는 여러 열의 버스바 및 이들 사이를 연결하는 연결 전극으로 인하여 투명 태양 전지 모듈의 심미성을 해치게 된다.
- [0065] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 투명 태양 전지 모듈의 구현 모습을 예시적으로 나타낸 도면이다. 도 9에 나타낸 것과 같이, 본 발명의 실시예의 경우 마이크로 그리드 전극 패턴을 이용하여 투명 태양 전지 모듈의 비가시성을 극대화함과 동시에 모듈의 가장자리(edge)에 설계된 엣지 버스바 전극을 통하여 기존의 버스-핑거바 전극 구조보다 심미성을 높일 수 있다.
- [0066] 이상과 같은 본 발명에 의하면 서로 다른 전도형을 가지는 두 타입의 투명 태양 전지를 교대로 배치하여 높은 집적도의 투명 태양 전지 모듈을 제작할 수 있다. 아울러, 각 태양 전지의 표면에 형성된 마이크로 그리드 패턴과 전체 태양 전지 모듈의 가장자리를 따라 설계된 버스바 전극 구조를 활용하여 투명 태양 전지 모듈의 비가시성 및 심미성을 동시에 높일 수 있다.
- [0067] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

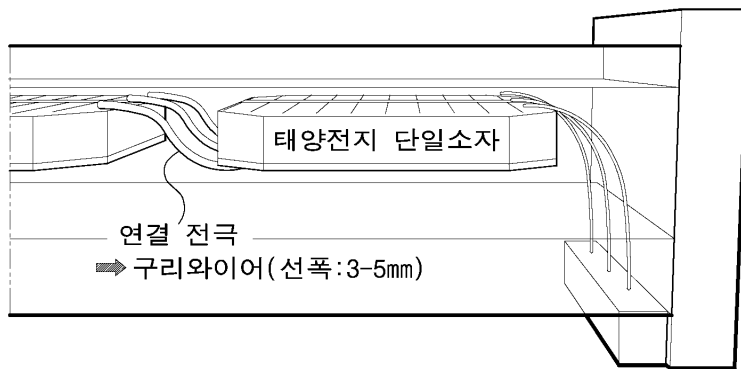
- [0068] 10: 투명 태양 전지 모듈 20: 디바이스

50: 껍 영역 100: 제1 투명 태양 전지
 200: 제2 투명 태양 전지 300: 상부 사이드 버스바
 400: 하부 사이드 버스바 500: 상부 연결 전극
 600: 하부 연결 전극 110: N형 반도체 기판
 210: P형 반도체 기판 120: P형층
 220: N형 층 130,230: 상부 그리드 전극
 140,240: 하부 전극

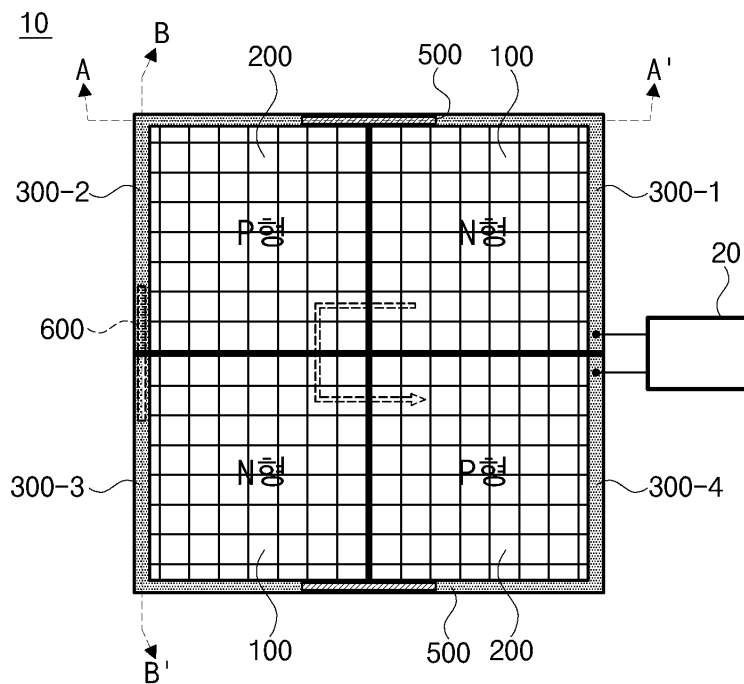
도면

도면1

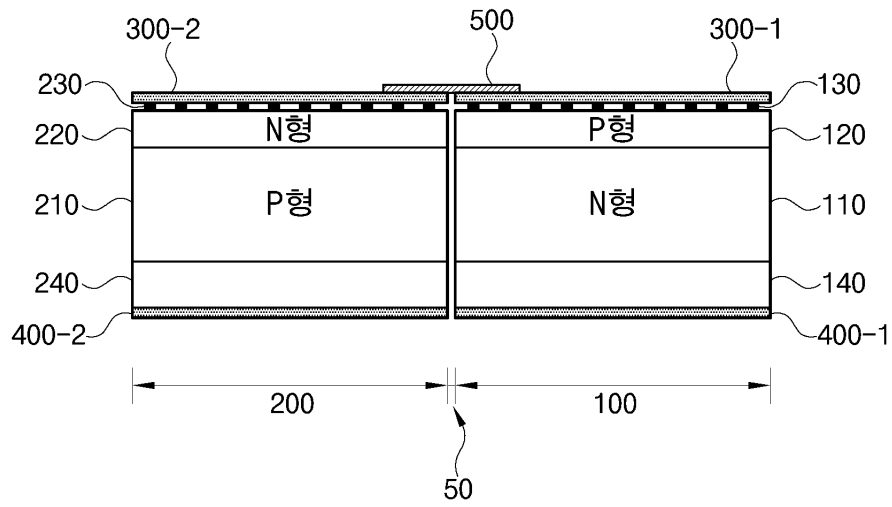
태양전지 모듈 구조



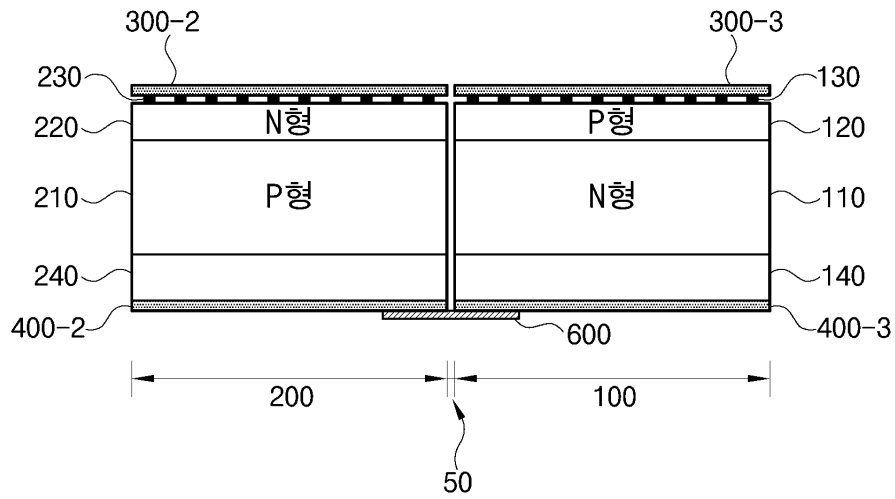
도면2



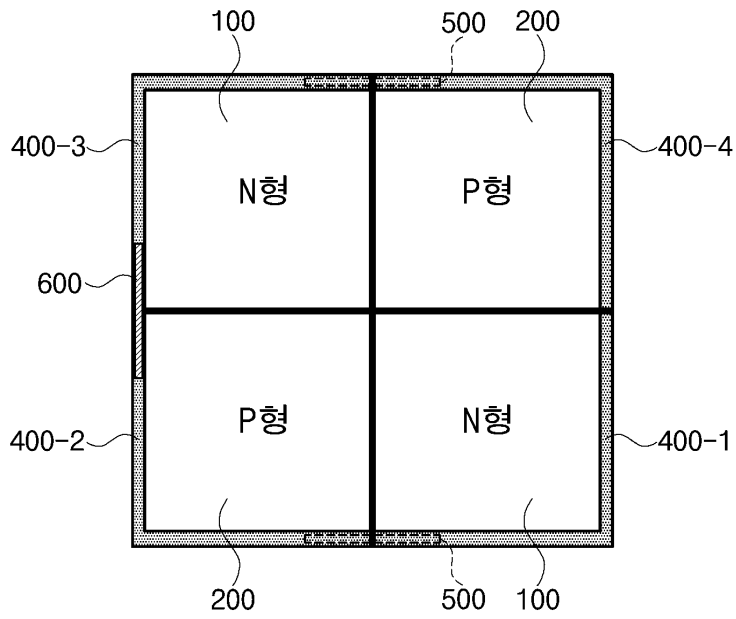
도면3



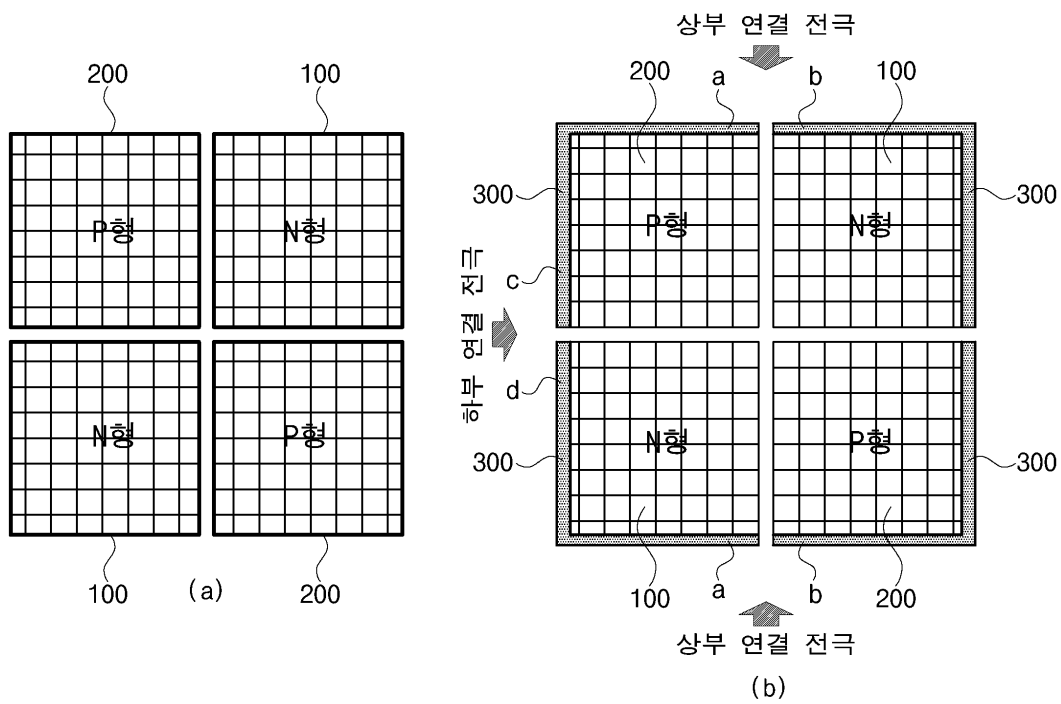
도면4



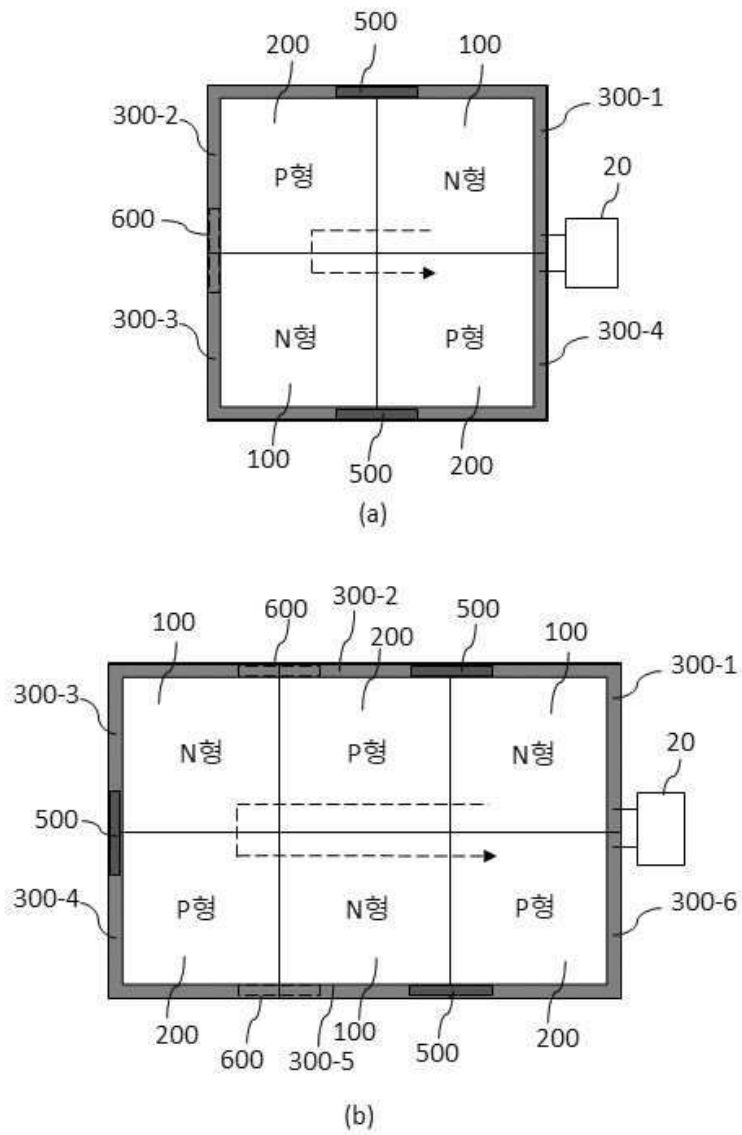
도면5



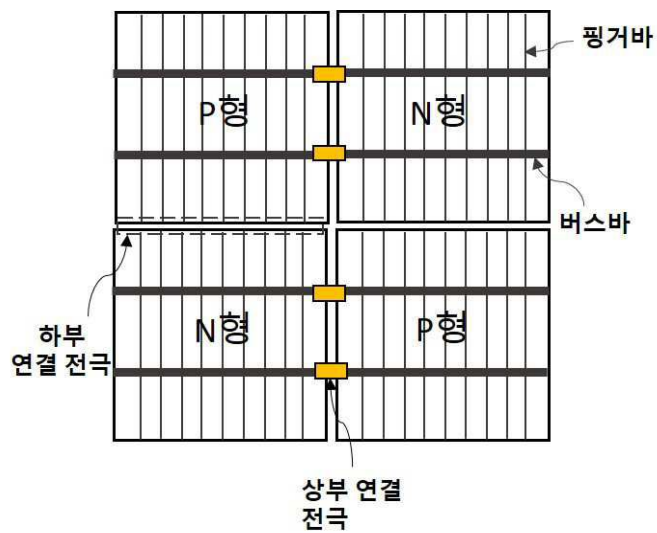
도면6



도면7



도면8



도면9

