



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년01월19일
(11) 등록번호 10-2204500
(24) 등록일자 2021년01월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02S 40/22 (2014.01) B60L 8/00 (2019.01)
G02B 3/00 (2006.01) H01L 31/054 (2014.01)
H02S 10/40 (2014.01) H02S 20/30 (2014.01)
(52) CPC특허분류
H02S 40/22 (2015.01)
B60L 53/51 (2019.02)
(21) 출원번호 10-2018-0108381
(22) 출원일자 2018년09월11일
심사청구일자 2018년09월11일
(65) 공개번호 10-2020-0029851
(43) 공개일자 2020년03월19일
(56) 선행기술조사문헌
JP2016071311 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
명지대학교 산학협력단
경기도 용인시 처인구 명지로 116 (남동, 명지대학교)
(72) 발명자
신서용
경기도 성남시 분당구 수내로 181, 셋별우방아파트 310동 203호
부녹하이
경기도 용인시 처인구 금학로253번길 16-18, 103호
(74) 대리인
특허법인명, 이철희

전체 청구항 수 : 총 5 항

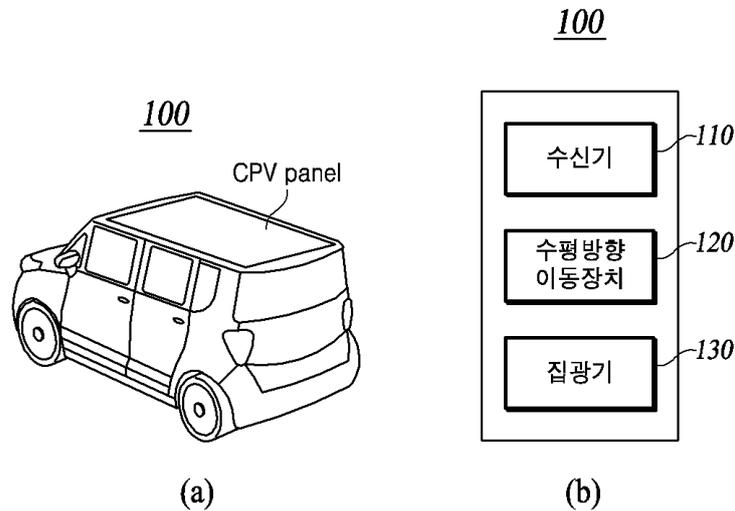
심사관 : 오규환

(54) 발명의 명칭 자동차용 평면 집광형 태양광 발전장치

(57) 요약

본 실시예는 회전 움직임 없이 수평 방향으로의 평행한 움직임만으로도 높은 광효율을 달성할 수 있도록 하면서도, 단순하고, 얇고, 가볍고, 제조비용이 낮아 자동차 지붕 내 설치가 가능한 평면 집광형 태양광 발전 장치에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B60L 8/003 (2013.01)
G02B 3/00 (2013.01)
H01L 31/0543 (2015.01)
H02S 10/40 (2015.01)
H02S 20/30 (2015.01)
B60Y 2200/91 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020090118133 A*
US20170104444 A1*
KR100961214 B1*
KR1020120037081 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

입사광을 수신하는 제1 면 및 상기 제1 면의 반대쪽 면에서 상기 입사광을 상기 제1 면의 방향으로 반사시키고 반사광의 초점의 수직 높이가 상기 제1 면 상에 위치하도록 곡률 반경이 설정되는 제2 면을 갖는 단위 렌즈의 배열을 포함하며, 소정의 위치에 고정되어 설치되는 집광기;

상기 단위 렌즈의 각 초점 상에 배치되어 상기 제2면의 반사된 입사광을 파장에 따라 분광시키는 분광수단 및 상기 분광수단에 의해 분광된 광선들을 입사받아 광전 변환하는 제1 태양전지 셀과 제2 태양전지 셀을 포함하며, 상기 집광기의 상부에 수평 방향으로 이동할 수 있도록 설치되는 수신기; 및

상기 수신기와 연결되도록 설치되어, 상기 수신기를 태양광의 입사 각도에 따라 상기 제1 면과 평행한 방향으로 이동시키는 수평방향 이동장치를 포함하되,

상기 분광수단은 기 설정된 에너지 이하의 저에너지 파장대역의 광은 통과시키고, 상기 기 설정된 에너지 이상의 중간 에너지 파장대역의 광은 상기 수신기의 내부로 반사시키고,

상기 제1 태양전지 셀은 상기 분광수단의 상부에 배치되며 상기 저에너지 파장대역의 스펙트럼 범위와 일치하는 밴드 갭을 가지고, 상기 제2 태양전지 셀은 상기 수신기의 일측면에 형성된 출구 포트 상에 배치되며 중간 에너지 파장대역의 스펙트럼 범위와 일치하는 밴드 갭을 가지고,

상기 수평방향 이동장치는 상기 단위 렌즈의 제1 면상의 초점이 상기 분광수단에 위치하지 않을 경우, 상기 단위 렌즈의 초점이 상기 분광수단에 위치하도록 상기 제1 면과 평행한 방향으로 상기 수신기를 이동시키는 것을 특징으로 하는 평면 집광형 태양광 발전장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 상기 단위 렌즈는,

상기 제2 면이, 상기 제2 면으로 입사되는 빛을 반사시킬 수 있도록 표면이 코팅 처리된 것을 특징으로 하는 평면 집광형 태양광 발전장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 단위 렌즈는, 상기 제1 면은 평면이고, 상기 제2 면은 곡면인 평면 볼록 렌즈(plano-convex lens)이며,

상기 단위 렌즈의 배열은 정사각형의 단위 면적을 갖는 2차원 형태의 배열인 것을 특징으로 하는 평면 집광형 태양광 발전 장치.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

제 1항에 있어서,
상기 분광수단은,

다이크로익 미러(Dichroic Mirror)로 이루어진 원뿔형상의 프리즘이며, 상기 중간 에너지 파장대역의 광의 적어도 일부가 전반사(TIR)를 통하여 상기 수신기의 내부로 들어가 전과되도록 구현되는 것을 특징으로 하는 평면 집광형 태양광 발전장치.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 집광기 및 상기 수신기의 사이에, 상기 집광기와 상기 수신기 사이의 굴절률 차이를 줄여 프레넬 반사 손실을 줄이기 위한 굴절을 정합물질을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 평면 집광형 태양광 발전 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 실시예는 자동차용 평면 집광형 태양광 발전장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이하에 기술되는 내용은 단순히 본 발명에 따른 실시예들과 관련되는 배경 정보만을 제공할 뿐 종래기술을 구성하는 것이 아니다.

[0003] 과도한 화석연료의 사용으로 인해 지구온난화, 기후변화 등의 심각한 문제가 대두되고 있으며, 이에 대한 대책으로 대체 에너지의 개발이 활발하게 진행되고 있다. 태양광 에너지는 지속적으로 증가하는 에너지 수요를 만족시킬 수 있는 대안 중 하나이다. 덧붙여, 태양광 발전은 신재생 에너지 보급 정책 및 태양전지 셀의 가격 하락 등의 영향으로 경쟁력을 확보하고 있으며, 태양광 발전 장치의 보급 또한 지속적으로 확대되고 있다.

[0004] 오늘날 태양광 발전 장치에 가장 널리 이용되고 있는 패널은 고정형 태양전지 패널과 집광형 태양전지 패널이다. 고정형 태양 전지 패널은 그 패널을 활용한 장치의 단순함, 설치의 편의성, 낮은 설치 비용 등으로 인해, 현재 태양광 발전과 관련하여 설치되고 있는 대부분의 패널을 차지한다. 그러나 고정형 태양광 발전 패널은 평면형으로 고정되도록 설치되기 때문에, 낮과 밤의 변화 또는 계절의 변화 등에 의해 발전 효율이 크게 변화할 수 있다. 이러한 문제점을 해결하고자 고안된 방법이 집광형 태양광 발전 패널이다.

[0005] 집광형 태양광 발전 패널을 포함하는 태양광 발전 장치는 통상적으로 태양광을 집광하기 위한 집광기, 태양의 위치를 추적하기 위한 태양 추적 장치 및 빛 에너지를 전기 에너지로 변환하기 위한 태양전지 셀의 세 가지 기본 구성요소를 포함한다. 태양의 위치에 따라 집광기의 위치를 정밀하게 회전시키는 태양 추적 장치는 일반적으로 거대한 축을 필요로 하기 때문에 부피가 크다. 또한, 이러한 장치는 통상적으로 지표면에 맞닿도록 설치되지 않기 때문에 풍력에 대해 기계적으로 안정적이어야 한다. 이러한 집광기 및 태양 추적 장치의 문제점들이 집광형 태양광 발전 패널의 설치를 막는 장애 요인들 중 하나이다.

[0006] 최근, 경형차 Co₂ 배출가스 기준이 미국, 유럽, 일본, 한국 등 여러국가에서 채택된 이후 전기차나 하이브리드차와 같은 환경 친화적 차량이 빠르게 개발되고 있다. 마찬가지로, 이러한, 환경 친화적 차량에도 태양광 발전 장치가 적용되고 있는 추세이다. 하지만, 현재로서는 고정형 태양전지 패널을 활용하는 태양광 발전 장치를 전기차에 적용하기에는 발전 효율이 낮다는 단점이 존재하며, 집광형 태양광 발전 패널을 포함하는 태양광 발전 장치를 전기차에 적용하기에는 시스템이 복잡하고 부피가 커지기 때문에 지붕 등에 장착이 불가하다는 단점이 존재한다.

[0007] 따라서, 평면형 태양광 발전 패널과 같이 단순하고, 얇고, 가볍고, 제조비용이 낮으면서도 발전 효율이 높으며, 자동차 지붕에 설치할 수 있어 실용적인 집광형 태양광 발전 장치가 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 실시예는 회전 움직임 없이 수평 방향으로의 평행한 움직임만으로도 높은 광효율을 달성할 수 있도록 하면서도, 단순하고, 얇고, 가볍고, 제조비용이 낮아 자동차 지붕 내 설치가 가능한 평면 집광형 태양광 발전 장치를 제공하는 데에 주된 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 실시예는, 입사광을 수신하는 제1 면 및 상기 제1 면의 반대쪽 면인 제2 면을 갖는 단위 렌즈의 배열을 포함하며, 소정의 위치에 고정되어 설치되는 집광기; 상기 단위 렌즈의 각 초점 상에 배치되어 상기 입사광을 파장에 따라 분광시키는 분광수단 및 상기 분광수단에 의해 분광된 광선들을 입사받아 광전 변환하는 적어도 하나의 태양전지 셀을 포함하며, 상기 집광기의 상부에 수평 방향으로 이동할 수 있도록 설치되는 수신기; 및 상기 수신기와 연결되도록 설치되어, 상기 수신기를 태양광의 입사 각도에 따라 수평 방향으로 이동시키는 수평방향 이동장치를 포함하는 것을 특징으로 하는 평면 집광형 태양광 발전장치를 제공한다.

발명의 효과

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 두께가 얇고, 무게가 가벼워 자동차 지붕에 설치할 수 있는 평면 집광형 태양광 발전 장치를 제공할 수 있는 효과가 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예의 다른 측면에 의하면, 태양광 발전 패널을 회전시킬 필요없이, 수평 방향으로 움직이는 것만으로도 높은 집광 효율을 달성할 수 있도록 하는 평면 집광형 태양광 발전 장치를 제공할 수 있는 효과가 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예의 또 다른 측면에 의하면, 주파수 분할 기술을 활용하여, 높은 태양광 집광 효율을 유지하면서도 대면적으로 제작할 수 있는 평면 집광형 태양광 발전 장치를 제공할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치의 개념도이다.
 도 2는 본 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치에 적용되는 수신기를 설명하기 위한 도면이다.
 도 3 및 도 4는 본 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치에 적용되는 집광기를 설명하기 위한 도면이다.
 도 5는 본 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치의 광확산 메커니즘에 따른 광선 추적 분석결과를 도시한 도면이다.
 도 6 내지 도 7은 본 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치에 대한 성능 효율을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하, 본 발명의 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 실시예들의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.

[0015] 본 발명에 따른 실시예들의 구성요소를 설명하는 데 있어서 제 1, 제 2, i), ii), a), b) 등의 부호를 사용할 수 있다. 이러한 부호는 그 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 부호에 의해 해당 구성요소의 본질 또는 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 또한, 명세서에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 '포함' 또는 '구비'한다고 할 때, 이는 명시적으로 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

- [0016] 도 1은 본 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치의 개념도이다. 한편, 도 1의 (a)는 본 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치가 자동차에 적용된 형상을 도시한 도면이며, 도 5의 (b)는 본 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치를 개략적으로 나타낸 블록 구성도이다.
- [0017] 도 1의 (a)에 도시하듯이, 본 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치(100)는 바람직하게는 전기차에 적용될 수 있다. 즉, 본 실시예에 따른, 평면 집광형 태양광 발전장치(100)는 종래의 집광형 태양광 발전장치의 장점은 그대로 유지하면서도, 그 부피 및 비용 등으로 인해 자동차 지붕 등과 같은 좁은 공간에 적용될 수 없었던 단점을 보완 가능한 새로운 매커니즘을 제공한다.
- [0018] 이러한, 본 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치(100)에 의하는 경우 회전 움직임 없이 수평 방향으로의 평행한 움직임만으로도 높은 광효율을 달성할 수 있도록 하면서도, 단순하고, 얇고, 가볍고, 제조비용이 낮아 자동차 지붕 상에 효율적으로 적용할 수 있는 효과가 있다.
- [0019] 도 1의 (b)에 도시하듯이, 본 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치(100)는 수신기(110), 수평방향 이동장치(120) 및 집광기(130)를 포함한다. 본 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전 장치(100)는 수신기(110)로 입사된 태양광을 집광기(130)에서 집광한 후, 반사시켜 수신기(110)에서 빛 에너지를 전기 에너지로 변환한다.
- [0020] 이하, 도 2 내지 도 4를 함께 참고하여, 본 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치(100)의 각 구성요소에 대하여 보다 자세하게 설명하도록 한다.
- [0021] 도 2에 도시하듯이, 본 실시예에 따른 수신기(110)는 바람직하게는 평면 도파관(Planar Waveguide)으로 구현될 수 있다. 이러한, 수신기(110)는 집광기(130)의 상부 보다 자세하게는, 집광기(130) 상에 포함되는 단위 렌즈 배열의 초점 면에 배치될 수 있다.
- [0022] 본 실시예에 따른 수신기(110)는 소정의 면적을 갖는 투명 시트(Transparent Sheet)와 이 투명 시트 상에 배치되는 분광수단(200)을 포함한다. 분광수단(200)은 투명 시트 상에 균일하게 분포하도록 배치될 수 있다. 보다 자세하게는, 분광수단(200)은 집광기(130) 상에 포함되는 각 단위 렌즈(300)의 초점 상에 배치될 수 있다.
- [0023] 분광수단(200)은 집광기(130)로부터 반사된 입사광을 파장에 따라 분광시키는 역할을 수행한다. 이를 위해, 본 실시예에 있어서, 분광수단(200)은 이색성(Dichroic)의 특성을 갖도록 구현될 수 있다.
- [0024] 본 실시예에 따른 분광수단(200)은 기 설정된 에너지 이하의 저에너지 파장대역의 광($\lambda > 980\text{nm}$)은 통과시키고, 기 설정된 에너지 이상의 중간 에너지 파장대역의 광($\lambda < 980\text{nm}$)은 수신기(110)의 내부로 반사시키도록 구현된다.
- [0025] 이러한, 분광수단(200)은 다이크로익 미러(Dichroic Mirror)로 이루어진 원뿔형상의 프리즘으로 구현될 수 있으며, 특히, 반사된 중간 에너지 파장대역의 광의 적어도 일부가 전반사(TIR)를 통하여 수신기(110)의 내부로 들어가 전파되도록 구현될 수 있다.
- [0026] 분광수단(200)의 크기는 입사광의 초점 크기에 따라 결정될 수 있다. 예컨대, 분광수단(200)이 원뿔형상의 프리즘으로 구현되는 경우, 원뿔 직경은 입사광의 초점 면적 크기보다 큰 값을 갖도록 구현되어야 한다.
- [0027] 한편, 도 6의 (a)는 본 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치(100)의 집광기(130) 상에 포함된 단위 렌즈 배열의 초점 면에 집중된 햇빛의 분포를 도시하며, 도 6의 (b)는 본 실시예에 따른 태양 입사 각도와 초점 영역 사이의 상관성을 설명하기 위한 도면이며, 도 6의 (c)는 본 실시예에 따른 단위 렌즈에 입사되는 태양광의 입사 각도에 따른 초점 영역의 변위를 도시한다.
- [0028] 도 6을 참고하여 설명하자면, 일조 편차가 0° 에서 45° 로 변할 때 초점 크기가 4mm에서 7.1mm로 증가하는 것을 확인할 수 있다. 이를 근거로 하여 본 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치(100)는 장치의 수광각을 45° 로 제한하였으며, 이에, 분광수단(200)의 직경을 7.1mm를 기준으로 구현하였다. 이는 분광수단(200)의 크기를 늘리면 일조 방향의 허용 각도가 넓어지지만 장치의 디커플링 손실도 증가하기 때문이다.
- [0029] 한편, 수신기(110)는 수평방향 이동장치(120)에 의해 수평 방향으로 이동될 수 있으며, 이를 통해, 항시 분광수단(200)으로 단위 렌즈 배열의 초점이 포커싱 되도록 구현될 수 있다.
- [0030] 분광수단(200)은 실시예에 따라 입사광을 더 작은 스펙트럼 범위로 세분화하여 제공할 수도 있다.
- [0031] 수신기(110)는 분광수단(200)에 의해 분광된 광선들을 입사받아 광전 변환하는 적어도 하나의 태양전지 셀을 포함한다. 한편, 본 실시예에 따른 수신기(110)는 태양전지 셀의 전기 변환 효율을 최적화하기 위해 넓은 태양 스

펙트럼을 더 작은 스펙트럼 범위로 세분화되고, 세분화된 스펙트럼 범위와 일치하는 밴드 갭을 갖는 적절한 태양 전지 셀을 통해 각 범위를 변환한다.

- [0032] 이를 위해, 본 실시예에 따른 수신기(110)는 저에너지 파장대역의 스펙트럼 범위와 일치하는 밴드 갭을 갖는 제 1 태양전지 셀(210) 및 중간 에너지 파장대역의 스펙트럼 범위와 일치하는 밴드 갭을 갖는 제2 태양전지 셀(220)을 포함하는 형태로 구현된다.
- [0033] 본 실시예에 있어서, 제1 태양전지 셀(210)은 분광수단(200)의 상부 바닥면에 배치될 수 있으며, 밴드 갭 에너지가 0.98eV(1265nm)인 GaInAsP 상단 접합부와 밴드 갭 에너지가 0.74eV(1675nm)인 GaInAs 하단 접합부로 구성되는 이중 접합형 태양전지가 사용될 수 있다.
- [0034] 제2 태양전지 셀(220)은 수신기(110)의 일측면 상에 배치될 수 있다. 즉, 제2 태양전지 셀(220)은 전반사(TIR)를 통하여 수신기(110)의 내부로 전파되는 중간 에너지 파장대역의 광의 적어도 일부를 입사 가능한 위치에 구현될 수 있다. 이때, 수신기(110)의 일측면은 수신기(110)가 평면 도파관인 경우 슬래브 가장자리에 있는 출구 포트일 수 있다. 제2 태양전지 셀(220)로는 밴드 갭 에너지가 1.91eV(649nm)인 GaInAsP 상단 접합부와 밴드 갭 에너지가 1.42eV(873nm)인 GaAs 하단 접합부로 구성되는 이중 접합형 태양전지가 사용될 수 있다.
- [0035] 한편, 본 실시예에서는 태양전지 셀의 종류 및 해당 태양전지 셀이 배치되는 위치에 대해서 특정 위치로 한정하지는 않는다. 예컨대, 본 실시예에 따른 태양전지 셀은 수신기(110)의 분광수단(200)에 의해 분광된 광선의 갯수에 따라 다양한 종류의 태양전지 셀에 적용될 수 있으며, 해당 광선들이 전파되는 경로에 따라 수신기(110) 내 다양한 위치에 배치될 수 있다.
- [0036] 또한, 수신기(110)는 적어도 하나의 태양전지 셀 각각으로부터의 전기 에너지를 외부로 전달하기 위한 배선 구조를 포함하며, 배선 구조 중 일부는 수평방향 이동장치(120)와 전기적으로 연결되어 수평방향 이동장치(120)를 구동시키도록 설정될 수 있다.
- [0037] 수평방향 이동장치(120)는 수신기(110)의 일부와 연결되어, 수신기(110)를 수평 방향으로 움직이도록 하는 역할을 한다. 수평방향 이동장치(120)는 수신기(110)의 평행 이동을 위해, 모터 등의 구동장치를 포함할 수 있다. 여기서, 수평 방향이란, 수신기(110) 즉, 투명 시트가 배치된 평면과 평행한 방향을 의미한다. 수평방향 이동장치(120)는 태양광의 입사 각도에 대응하여 수신기(110)의 위치를 이동시킨다.
- [0038] 본 실시예에 따른 수평방향 이동장치(120)가 수신기(110)를 수평 방향으로 움직이는 것만으로도 높은 집광 효율을 달성할 수 있도록 하는 원리에 대해서는 이하에서 집광기(130)의 특성을 설명하는 과정에서 후술하도록 한다.
- [0039] 집광기(130)는 수신기(110)의 아래쪽에 고정되어 설치되어, 수신기(110)를 지지하며, 태양광을 수신하여 집광하는 역할을 한다. 여기서, 집광기(130) 및 수신기(110)의 사이에 집광기(130)와 수신기(110) 사이의 굴절률 차이를 줄여 프레넬 반사 손실(Fresnel reflection loss)을 줄이기 위한 굴절률 정합물질을 더 포함할 수 있다.
- [0040] 한편, 집광기(130) 및 수신기(110) 각각은 PMMA(polymethyl metacrylate)를 포함하는 물질(굴절률: 약 1.5)을 이용하여 제작될 수 있다. 이에, 집광기(130) 및 수신기(110) 사이에 굴절률 집광기(130) 또는 수신기(110)와 굴절률 차이가 큰 층, 예컨대, 공기층(굴절률: 1)이 존재하지 않도록 굴절률 정합물질을 삽입할 수 있다.
- [0041] 본 실시예에 따른 집광기(130)는 입사광을 수신하는 제 1 면, 제 1 면의 반대쪽 면인 제 2 면을 갖는 단위 렌즈(lenslet)의 배열(array)을 포함한다.
- [0042] 이하, 도 3 및 도 4를 함께 참조하여, 본 실시예에 따른 집광기(130)의 구조에 대해 보다 자세하게 설명하도록 한다.
- [0043] 도 3의 (a)는 본 발명의 일 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치(100)의 3차원도이며, 도 3의 (b)는 도 3의 (a)에 도시한 평면 집광형 태양광 발전장치(100)에 포함된 단위 렌즈(300)의 3차원도이다.
- [0044] 도 3에 도시하듯이, 본 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치(100)의 집광기(130)에 포함된 단위 렌즈(300)는 평면 볼록 렌즈(plano-convex lens)일 수 있다. 단위 렌즈는 정사각형, 정삼각형 또는 정육각형의 면적을 차지하도록 설계될 수 있다. 정사각형, 정삼각형 또는 정육각형의 형상으로 형성된 단위 렌즈의 경우, 소정의 면적을 빈틈없이 메우도록 배치될 수 있기 때문이다. 여기서, 단위 렌즈를 형성하는 제 1 면은 평면이며, 제 2 면은 기 설정된 곡률을 갖도록 형성된 곡면일 수 있다. 이 경우, 제 2 면의 곡률을 변경함으로써, 단위 렌즈의 초점 거리를 조절할 수 있다. 단위 렌즈의 제 2 면은 제 1 면을 통해 입사한 빛을 반사할 수 있도록 코팅될 수 있다. 제 2 면은 금, 알루미늄 등의 금속 물질을 이용하여 코팅될 수도 있고, 산화물 등을 이용하여 코팅될

수도 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전 장치(100)에 포함되는 수신기(110)가 한 변의 길이가 L인 정사각형의 형상을 갖는다면, 한 변의 길이가 d인 정사각형 형상의 단위 렌즈는 $(L/d)^2$ 개만큼 형성될 수 있다.

- [0045] 여기서, 본 발명의 일 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치(100)의 집광기(130)에 포함된 단위 렌즈(300)의 제 1 면의 곡률, 제 2 면의 곡률 및 제 2 면의 중심으로부터 제 1 면까지의 거리는 제 1 면을 통과하여 제 2 면에서 반사된 빛의 초점이 제 1 면 상에 위치하도록 설정될 수 있다.
- [0046] 이를 위해, 수평방향 이동장치(320)는 제 1 면을 통과하여 제 2 면에서 반사된 빛의 초점이 제 1 면 상에 존재하지 않을 경우, 제 1 면 상에 존재하도록 제 1 면과 평행한 방향으로 이동시킬 수 있다.
- [0047] 도 4의 (a)는 종래의 집광기를 도시하며, 도 4의 (b)는 본 발명의 일 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치(100)에 적용되는 집광기를 도시한다.
- [0048] 도 4의 (a)에 도시한 집광기는 비구면 렌즈 배열을 포함하여 입사되는 태양광을 초점 거리만큼 떨어진 곳에 집광한다. 비구면 렌즈 배열은 복수의 단위 렌즈를 포함하며, 각 단위 렌즈는 태양광이 입사하는 제 1 면 및 비구면 렌즈 배열로 입사한 빛이 방출되는 제 2 면을 포함한다. 단위 렌즈에 포함된 제 2 면의 곡률 반경(radius of curvature)은 초점 거리에 따라 달라질 수 있다. 이렇게 설계된 비구면 렌즈 배열에 태양광이 수직으로 입사하는 경우, 각 단위 렌즈로부터 각 단위 렌즈의 초점 거리만큼 떨어진 곳에 빛이 집광된다. 태양광의 입사 각도가 변경되면, 초점의 위치 또한 변경되며, 지구가 자전하는 경우를 가정하여 태양광의 입사 각도를 소정의 범위 내에서 변경시키면, 초점의 위치는 호를 그리며 변화한다. 즉, 이러한 비구면 렌즈 배열을 이용한 경우, 집광 효율이 최고가 되는 지점의 수직 높이가 태양광의 입사 각도에 따라 변한다.
- [0049] 도 4의 (b)에 도시한 본 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치에 적용되는 집광기(130) 또한 비구면 렌즈 배열을 포함한다. 비구면 렌즈 배열은 복수의 단위 렌즈(300)를 포함하며, 각 단위 렌즈는 태양광이 입사하는 제 1 면 및 비구면 렌즈 배열로 입사한 빛이 방출되는 제 2 면을 포함한다. 제 2 면의 반대쪽 면에 거울 코팅을 하고, 제 2 면의 곡률 반경을 적절히 조절하면, 제 1 면을 통해 입사한 태양광은 제 2 면에서 반사되고, 초점 거리만큼 떨어진 곳에 집광된다. 이 비구면 렌즈 배열에 입사하는 태양광의 입사 각도가 변경되면, 초점의 위치 또한 변경되며, 지구가 자전하는 경우를 가정하여 태양광의 입사 각도를 소정의 범위 내에서 변경시키면, 초점의 위치는 선을 그리며 변화한다. 즉, 집광 효율이 최고가 되는 지점의 수직 높이가 태양광의 입사 각도와 무관하다. 본 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치(100)는 이러한 사실을 이용하여 구현된다.
- [0050] 본 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치(100)는 수신기(110)와 전기적으로 연결되어 수신기(110)에서 생성된 전기 에너지를 변환, 처리 또는 저장하기 위한 전기 에너지 조절장치(미도시)를 추가적으로 포함할 수 있다.
- [0051] 또한, 전기 에너지 조절장치는 수신기(110)로부터 수신한 전기 에너지 중 일부의 상태를 변환하여, 교류 전기 에너지로 변환할 수 있다.
- [0052] 또한, 본 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치(100)는 수신기(110)로부터 수신한 전기 에너지 중 일부를 저장하기 위한 에너지 저장부(미도시)를 포함할 수 있다. 본 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치(100)는 에너지 저장부에 저장된 전기 에너지를 이용하여 수평방향 이동장치(120)를 구동시킬 수 있다.
- [0053] 도 5는 본 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치의 광확산 메커니즘에 따른 광선 추적 분석결과를 도시한 도면이다. 한편, 도 5는 본 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치(100)의 단면을 도시하였다.
- [0054] 도 5를 참고하면, 본 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치(100)에 의하는 경우 햇빛이 수신기(110) 즉, 평면 도파관을 통과하면, 거울로 코팅된 렌즈 배열에 의해 다시 도파관까지 반사된다. 도파관으로 반사된 광은 분광수단(200)에 집광되어 파장에 따라 분광되며, 이 중, 저에너지 파장대역의 광은 분광수단(200)을 통과하여 제1 태양전지 셀(210)로 입사된다. 중간 에너지 파장 대역의 광은 분광수단(200)에 의해 반사된 후 도파관에 결합되며, 전반사를 통해 도파관의 출구 포트 상에 위치한 제2 태양전지 셀(220)로 전파된다.
- [0055] 도 7은 $\pm 45^\circ$ 범위 내의 태양광 입사각에 따른 초점 변위의 상관성을 도시한 도면이다.
- [0056] 본 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치(100)의 광효율을 극대화시키기 위해서는 평면 집광형 태양광 발전장치(100)로 입사되는 태양광이 항상 태양전지 셀의 중심에 집광되어야 한다. 지구의 자전 및 공전에 따라 변화하는 태양광의 입사 각도에 맞춰 평면 집광형 태양광 발전장치(100)의 광효율을 극대화시키도록 운영하는 것

은 쉽지 않은 일이다. 지구의 자전 및 공전에 따라 변화하는 태양광의 입사 각도에 맞춰 평면 집광형 태양광 발전장치(100)의 광효율을 극대화시키려면, 평면 집광형 태양광 발전장치(100)를 태양의 궤도에 따라 회전시켜야 하며, 거대한 장치를 회전시키기 위해서는 상대적으로 고가의 장치들이 필요하다.

[0057] 본 실시예에 따른 평면 집광형 태양광 발전장치(100)는 태양광 발전 패널을 회전시킬 필요없이, 수평 방향으로 움직이는 것만으로도 높은 집광 효율을 달성할 수 있도록 한다.

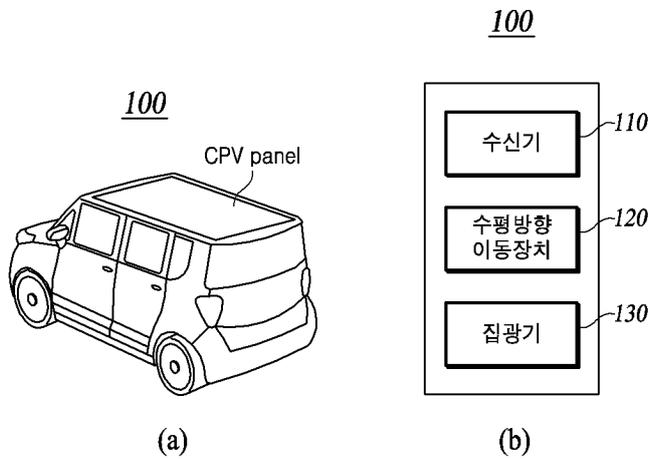
[0058] 이상의 설명은 본 발명에 따른 실시예들의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명에 따른 실시예들이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예들의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 따른 실시예들은 본 실시예들의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예들에 의하여 본 실시예들의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명에 따른 실시예들의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명에 따른 실시예들의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

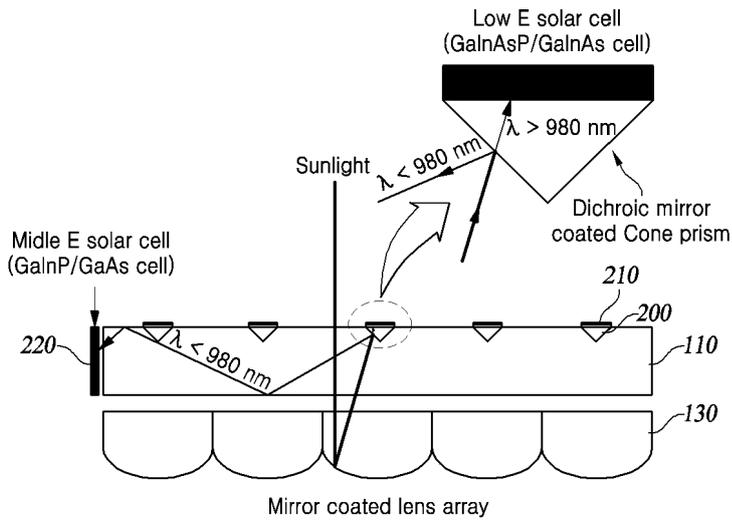
- | | | |
|--------|----------------------|----------------|
| [0059] | 100: 평면 집광형 태양광 발전장치 | 110: 수신기 |
| | 120: 수평방향 이동장치 | 130: 집광기 |
| | 200: 분광수단 | 210: 제1 태양전지 셀 |
| | 220: 제2 태양전지 셀 | |

도면

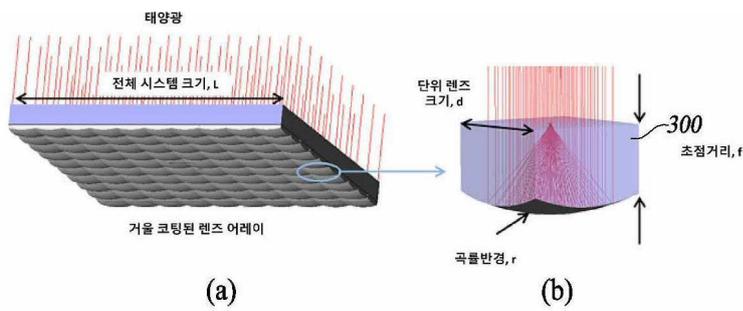
도면1



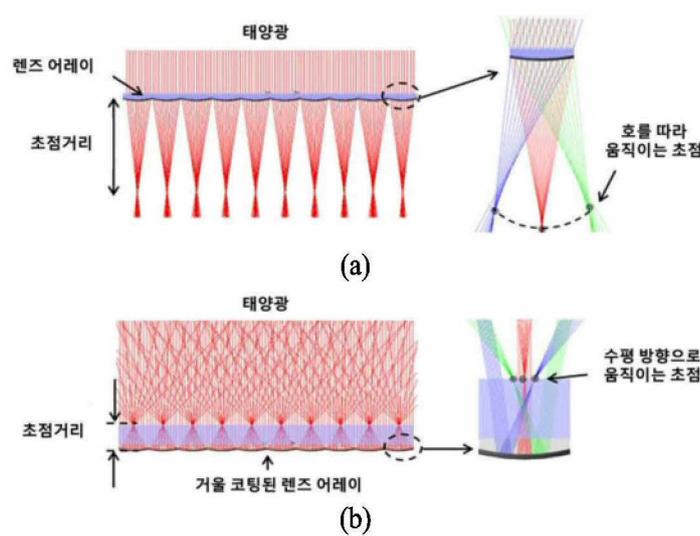
도면2



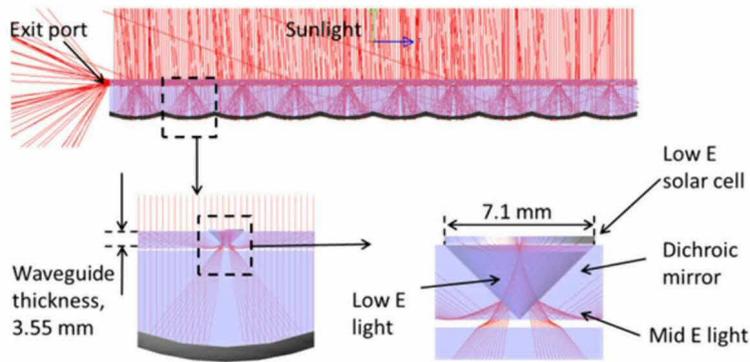
도면3



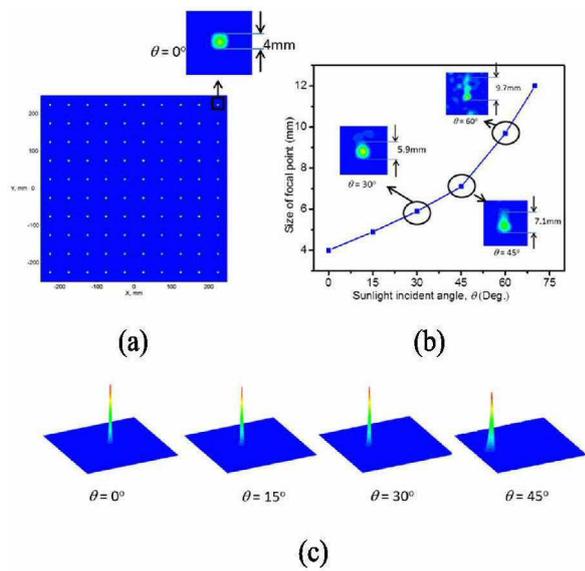
도면4



도면5



도면6



도면7

