(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0012311
(43) 공개일자 2021년02월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C25B 9/70 (2021.01) *C25B 1/04* (2021.01)
C25B 11/04 (2021.01) *C25B 15/00* (2021.01)
H01G 9/20 (2006.01) *H01L 31/032* (2006.01)
H01L 31/05 (2014.01) *H02S 10/00* (2014.01)
(52) CPC특허분류
C25B 9/70 (2021.01)
C25B 1/04 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2019-0089801
(22) 출원일자 2019년07월24일
심사청구일자 2019년07월24일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
서관용
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
이강민
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
리앤목특허법인

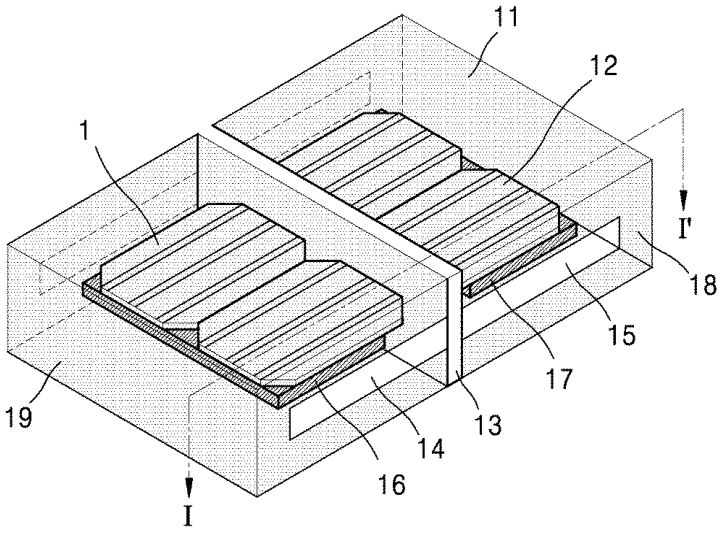
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **수전해 시스템 및 이를 포함하는 수소 생산 장치**

(57) 요 약

본 발명은 제1 용기 내에 수용되고, 전기적으로 연결된 복수의 태양전지를 포함하는 제1 태양전지 모듈; 및 제2 용기 내에 수용되고, 전기적으로 연결된 복수의 태양전지를 포함하는 제2 태양전지 모듈;을 포함하고; 상기 제1 용기는 제1 수소 생성 영역 및 제1 산소 생성 영역을 정의하는 제1 분리막을 포함하고, 상기 제2 용기는 제2 수소 생성 영역 및 제2 산소 생성 영역을 정의하는 제2 분리막을 포함하고, 상기 제1 용기 및 제2 용기는 탈착 가능하게 결합되고, 상기 제1 태양전지 모듈 및 상기 제2 태양전지 모듈은 전기적으로 분리된 수전해 시스템, 및 상기 수전해 시스템을 포함하는 수소 생산 장치에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C25B 11/073 (2021.01)
C25B 15/00 (2021.01)
H01G 9/20 (2013.01)
H01L 31/032 (2013.01)
H01L 31/05 (2013.01)
H02S 10/00 (2013.01)
Y02E 10/50 (2020.08)

명 세 서

청구범위

청구항 1

제1 용기 내에 수용되고, 전기적으로 연결된 복수의 태양전지를 포함하는 제1 태양전지 모듈; 및

제2 용기 내에 수용되고, 전기적으로 연결된 복수의 태양전지를 포함하는 제2 태양전지 모듈;

을 포함하고;

상기 제1 용기는 제1 수소 생성 영역 및 제1 산소 생성 영역을 정의하는 제1 분리막을 포함하고,

상기 제2 용기는 제2 수소 생성 영역 및 제2 산소 생성 영역을 정의하는 제2 분리막을 포함하고,

상기 제1 용기 및 제2 용기는 탈착 가능하게 결합되고,

상기 제1 태양전지 모듈 및 상기 제2 태양전지 모듈은 전기적으로 분리된, 수전해 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 용기 및 상기 제2 용기는 투광성 및 기체 불투과성인, 수전해 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 용기 및 상기 제2 용기는 직렬 또는 병렬로 배열되는, 수전해 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 용기 및 상기 제2 용기는 직렬로 배열되고,

상기 제1 용기의 제1 수소 생성 영역으로부터 상기 제2 용기의 제2 수소 생성 영역으로 연장하는 제1 통로; 및

상기 제1 용기의 제1 산소 생성 영역으로부터 상기 제2 용기의 제2 산소 생성 영역으로 연장하는 제2 통로;

를 포함하는, 수전해 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 통로로부터 수소를 수집하는 하나 이상의 수소 수집 챔버; 및

상기 제2 통로로부터 산소를 수집하는 하나 이상의 산소 수집 챔버;

를 더 포함하는, 수전해 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1 용기 및 상기 제2 용기는 병렬로 배열되고,

제1 수소 생성 영역 및 제2 수소 생성 영역 사이에 제1 산소 생성 영역이 위치하고,

제1 산소 생성 영역 및 제2 산소 생성 영역 사이에 상기 제2 수소 생성 영역이 위치하는, 수전해 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1 수소 생성 영역 및 제2 수소 생성 영역으로부터 수소를 수집하는 하나 이상의 수소 수집 챔버; 및

상기 제1 산소 생성 영역 및 제2 산소 생성 영역으로부터 산소를 수집하는 하나 이상의 산소 수집 챔버;

를 더 포함하는, 수전해 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제1 용기 및 상기 제2 용기는 슬라이딩 결합, 억지끼움 맞춤, 자석 결합, 나사결합 또는 이들의 조합에 의해 결합된, 수전해 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제1 태양전지 모듈은 상기 제1 분리막을 관통하도록 배치되고,

상기 제2 태양전지 모듈은 상기 제2 분리막을 관통하도록 배치되는, 수전해 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 태양전지는 실리콘 태양전지, 유기 태양전지, 페로브스카이트 태양전지, 염료감응형 태양전지, 화합물 반도체 태양전지, 또는 이들의 조합을 포함하는, 수전해 시스템.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 복수의 태양전지 각각은 수광면의 반대측에 제1 전극 및 제2 전극을 포함하고,

상기 제1 전극은 제1 수전해 촉매를 포함하고,

상기 제2 전극은 제2 수전해 촉매를 포함하는, 수전해 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제1 전극은 표면을 완전히 덮는 제1 수전해 촉매를 포함하는 제1 수전해 촉매층을 포함하고,

상기 제2 전극은 표면을 완전히 덮는 제2 수전해 촉매를 포함하는 제2 수전해 촉매층을 포함하는, 수전해 시스템.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 제1 수전해 촉매는 수소-생성 촉매를 포함하고,

상기 제2 수전해 촉매는 산소-생성 촉매를 포함하는, 수전해 시스템.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 제1 수전해 촉매 및 제2 수전해 촉매는 서로 독립적으로 전이금속 기반 촉매, 전이금속과 탄소의 복합 촉매, 전이금속 산화물 촉매, 전이금속과 비금속의 복합 촉매, 또는 이들의 조합을 포함하는, 수전해 단위 시스템.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 제1 분리막 및 상기 제2 분리막은 기체 차단성인, 수전해 시스템.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 제1 분리막 및 상기 제2 분리막은 서로 독립적으로 투광성 재료를 포함하는, 수전해 시스템.

청구항 17

제1항에 있어서,

상기 제1 용기 및 상기 제2 용기는 동일한 크기 및 구조를 갖는, 수전해 시스템.

청구항 18

제1항에 있어서,

상기 제1 태양전지 모듈 및 상기 제2 태양전지 모듈은 각각 독립적으로 수전해가 가능한 전력을 생산하도록 구성된, 수전해 시스템.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 수전해가 가능한 전력은 1.23V 이상인, 수전해 시스템.

청구항 20

제1항 내지 제19항 중 어느 한 항에 따른 수전해 시스템을 포함하는 수소 생산 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 수전해 시스템 및 이를 포함하는 수소 생산 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 화석 연료의 고갈 문제 및 지구 온난화 문제를 해결하기 위한 대체 에너지에 대한 관심이 높아지고 있다. 최근의 연구는 태양, 풍력, 및 조력 등의 자연 형상에 기인한 에너지의 개발, 바이오 매스 또는 수소 등의 신재생 에너지의 개발 등이 있다.

[0003] 이 중에서도, 지구상에 가장 풍부한 원소인 수소를 에너지원으로 활용하기 위한 연구가 이루어지고 있다. 수소는 화석 연료, 바이오 매스 또는 태양광에 의한 물 분해에 의해 얻어질 수 있다. 태양광에 의한 물분해에 의해 수소를 생산하는 방법은 대기오염 물질의 방출이 없다는 점에서 친환경 대체에너지로서 많은 관심을 받고 있다.

[0004] 태양광을 이용한 일반적인 수소 생성 장치로는 태양전지를 전력으로 이용하고, 전선을 통해 전극에 물을 분해하기에 충분한 전압을 인가하여 물을 분해하고, 이로부터 수소를 얻는 장치가 알려져 있다. 이러한 장치는 전극에 전력을 공급하기 위하여 태양전지와 전극 사이에 전선이 반드시 필요한 구조로서, 저항에 의한 전력 손실이 불가피하다. 뿐만 아니라, 태양전지와 전극이 근접한 곳에 위치해야 하는 공간적 제약이 있다. 또한, 많은 양의 수소를 생산하기 위한 충분한 전력을 공급하기 위해서는 복수의 태양전지 모듈을 직렬 및/또는 병렬로 연결하는 것이 필요하지만, 기존의 태양전지 모듈이 연결된 태양전지 어레이는 하나의 태양전지 모듈이 훼손된 경우 해당 태양전지 모듈을 찾아내기가 쉽지 않으며, 만일 직렬로 모두 연결된 경우 전체 태양전지 어레이의 작동이 멈추게 된다. 또한, 작동하지 않는 태양전지 모듈을 찾아내어 교체하는 데에도 어려움이 따른다.

[0005] 한편, 최근 태양광을 이용한 수소 생성 장치로서, CIS($CuInS_2$) 기반 태양전지와 물분해 촉매 전극을 결합한 시

스템이 개발되어 보고 되었다. 하지만, 이러한 수소 생성 장치도 태양전지와 물분해 촉매를 외부 도선을 통해 연결한 시스템으로서, 저항에 의한 전력 손실이 불가피하다.

[0006] 따라서, 전술한 문제점을 해결하는 고효율, 대면적화 및 보수가 용이한 수전해 시스템이 여전히 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 일 구현예는 고효율을 갖고, 대면적화가 용이할 뿐만 아니라, 보수가 용이한 수전해 시스템을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0008] 일 측면에 따르면, 제1 용기 내에 수용되고, 전기적으로 연결된 복수의 태양전지를 포함하는 제1 태양전지 모듈; 및 제2 용기 내에 수용되고, 전기적으로 연결된 복수의 태양전지를 포함하는 제2 태양전지 모듈;을 포함하고; 상기 제1 용기는 제1 수소 생성 영역 및 제1 산소 생성 영역을 정의하는 제1 분리막을 포함하고, 상기 제2 용기는 제2 수소 생성 영역 및 제2 산소 생성 영역을 정의하는 제2 분리막을 포함하고, 상기 제1 용기 및 제2 용기는 탈착 가능하게 결합되고, 상기 제1 태양전지 모듈 및 상기 제2 태양전지 모듈은 전기적으로 분리된, 수전해 시스템이 제공된다.

[0009] 일 구현예에 따르면, 상기 제1 용기 및 상기 제2 용기는 투광성 및 기체 불투과성이다.

[0010] 일 구현예에 따르면, 상기 제1 용기 및 상기 제2 용기는 직렬 또는 병렬로 결합된다.

[0011] 일 구현예에 따르면, 상기 제1 용기 및 상기 제2 용기는 직렬로 배열되고, 상기 제1 용기의 제1 수소 생성 영역으로부터 상기 제2 용기의 제2 수소 생성 영역으로 연장하는 제1 통로; 및 상기 제1 용기의 제1 산소 생성 영역으로부터 상기 제2 용기의 제2 산소 생성 영역으로 연장하는 제2 통로;를 포함한다.

[0012] 일 구현예에 따르면, 상기 제1 통로로부터 수소를 수집하는 하나 이상의 수소 수집 챔버; 및 상기 제2 통로로부터 산소를 수집하는 하나 이상의 산소 수집 챔버;를 더 포함한다.

[0013] 일 구현예에 따르면, 상기 제1 용기 및 상기 제2 용기는 병렬로 배열되고, 제1 수소 생성 영역 및 제2 수소 생성 영역 사이에 제1 산소 생성 영역이 위치하고, 제1 산소 생성 영역 및 제2 산소 생성 영역 사이에 상기 제2 수소 생성 영역이 위치된다.

[0014] 일 구현예에 따르면, 상기 제1 수소 생성 영역 및 제2 수소 생성 영역으로부터 수소를 수집하는 하나 이상의 수소 수집 챔버; 및 상기 제1 산소 생성 영역 및 제2 산소 생성 영역으로부터 산소를 수집하는 하나 이상의 산소 수집 챔버;를 더 포함한다.

[0015] 일 구현예에 따르면, 상기 제1 용기 및 상기 제2 용기는 슬라이딩 결합, 억지끼움 맞춤, 자석 결합, 나사결합 또는 이들의 조합에 의해 결합된다.

[0016] 일 구현예에 따르면, 상기 제1 태양전지 모듈은 상기 제1 분리막을 관통하도록 배치되고, 상기 제2 태양전지 모듈은 상기 제2 분리막을 관통하도록 배치된다.

[0017] 일 구현예에 따르면, 상기 태양전지는 실리콘 태양전지, 유기 태양전지, 페로브스카이트 태양전지, 염료감응형 태양전지, 화합물 반도체 태양전지, 또는 이들의 조합을 포함한다.

[0018] 일 구현예에 따르면, 상기 복수의 태양전지 각각은 수광면의 반대측에 제1 전극 및 제2 전극을 포함하고, 상기 제1 전극은 제1 수전해 촉매를 포함하고, 상기 제2 전극은 제2 수전해 촉매를 포함한다.

[0019] 일 구현예에 따르면, 상기 제1 전극은 표면을 완전히 덮는 제1 수전해 촉매를 포함하고, 상기 제2 전극은 표면을 완전히 덮는 제2 수전해 촉매를 포함한다.

[0020] 일 구현예에 따르면, 상기 제1 수전해 촉매는 수소-생성 촉매를 포함하고, 상기 제2 수전해 촉매는 산소-생성 촉매를 포함한다.

[0021] 일 구현예에 따르면, 상기 제1 수전해 촉매 및 제2 수전해 촉매는 서로 독립적으로 전이금속 기반 촉매, 전이금속과 탄소의 복합 촉매, 전이금속 산화물 촉매, 전이금속과 비금속의 복합 촉매, 또는 이들의 조합을 포함할 수

있다.

[0022] 일 구현예에 따르면, 상기 제1 분리막 및 상기 제2 분리막은 서로 독립적으로 기체 차단성 분리막을 포함한다. 예를 들어, 상기 제1 분리막 및 제2 분리막은 수소 및 산소 불투과성이다.

[0023] 일 구현예에 따르면, 상기 제1 분리막 및 상기 제2 분리막은 투광성 재료를 포함한다. 예를 들어, 상기 투광성 재료는 유리, 폴리머, 알칼리 수소화물, 단결정 세라믹, 다결정 세라믹, 또는 이들의 조합을 포함한다.

[0024] 분리막이 투광성 재료를 포함함에 따라 태양전지의 광흡수율을 높일 수 있다.

[0025] 일 구현예에 따르면, 상기 제1 용기 및 상기 제2 용기는 동일한 크기 및 구조를 갖는다.

[0026] 일 구현예에 따르면, 상기 제1 태양전지 모듈 및 상기 제2 태양전지 모듈은 각각 독립적으로 수전해가 가능한 전력을 생산하도록 구성된다.

[0027] 일 구현예에 따르면, 상기 수전해가 가능한 전력은 1.23V 이상이다.

[0028] 다른 측면에 따르면, 전술한 수전해 시스템을 포함하는 수소 생산 장치가 제공된다.

발명의 효과

[0029] 일 측면에 따른 수전해 시스템은 제1 태양전지 모듈 및 제2 태양전지 모듈이 독립된 태양광 시스템으로 존재하고, 제1 태양전지 모듈을 수용하는 제1 용기 및 제2 태양전지 모듈을 수용하는 제2 용기가 탈착 가능하게 결합됨으로써 대면적화가 용이하고, 제1 태양전지 모듈 및 제2 태양전지 모듈이 전기적으로 분리되도록 구성되는 것에 의하여, 제1 태양전지 모듈 및 제2 태양전지 모듈 중 어느 하나가 훼손되더라도 전체 시스템의 작동에 영향을 미치지 않고, 해당 태양전지 모듈을 포함하는 용기만 탈거하여 새로운 태양전지 모듈을 포함하는 용기로 교체하는 방식으로 수리가 용이하다. 또한, 태양전지 모듈을 포함하는 용기를 원하는 모양으로 배열하는 방식으로 손쉽게 대면적화를 이룰 수 있고, 이로부터 다량의 수소 및 산소의 수집이 용이하다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 본 발명의 일 구현예에 따른 용기 내에 수용된 태양전지 모듈을 개략적으로 도시하는 사시도이다.

도 2는 도 1에 도시된 태양전지 모듈을 I-I'를 따라 절단한 단면을 개략적으로 나타낸 단면도이다.

도 3은 본 발명의 일 구현예에 따른 수전해 시스템 중 태양전지 모듈의 직렬 배열을 나타낸 개략도이다.

도 4는 본 발명의 일 구현예에 따른 수전해 시스템 중 태양전지 모듈의 병렬 배열을 나타낸 개략도이다.

도 5 및 6은 본 발명의 일 구현예에 따른 수전해 시스템을 나타낸 개략도이다.

도 7은 태양전지의 온도에 따른 발전량을 나타내는 그래프이다.

도 8은 육상 및 해상 태양전지의 1월 내지 7월의 발전량 변화를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 이하에서 설명되는 본 창의적 사상(present inventive concept)은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고, 상세한 설명에 상세하게 설명한다. 그러나, 이는 본 창의적 사상을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 창의적 사상의 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0032] 이하에서 사용되는 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 창의적 사상을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 이하에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품, 성분, 재료 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 나타내려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품, 성분, 재료 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 이하에서 사용되는 "/"는 상황에 따라 "및"으로 해석될 수도 있고 "또는"으로 해석될 수도 있다.

[0033] 도면에서 여러 구성요소, 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 직경, 길이, 두께를 확대하거나 축소하여 나타내었다. 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 붙였다. 명세서 전체에서 층,

막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "상에" 또는 "위에" 있다고 할 때, 이는 다른 부분의 바로 위에 있는 경우뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 명세서 전체에서 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성 요소들은 용어들에 의하여 한정되어서는 안 된다. 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 도면에서 구성요소의 일부가 생략될 수 있으나, 이는 발명의 특징에 대한 이해를 돕기 위한 것으로서 생략된 구성요소를 배제하려는 의도가 아니다.

[0034] 명세서 전체에서 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분과 "직접 접촉되는" 것이라고 할 때, 이는 일 부분이 다른 부분 사이에 다른 중간층이 없이 물리적으로 접촉되어 있는 것을 의미한다.

[0035] 도 1은 본 발명의 일 구현예에 따른 태양전지 모듈을 개략적으로 도시한 사시도이다. 도 2는 도 1의 I-I'를 따라 절단한 단면을 개략적으로 도시한 단면도이다.

[0036] 본 발명의 일 구현예에 따른 수전해 시스템은 제1 용기 내에 수용되고, 전기적으로 연결된 복수의 태양전지를 포함하는 제1 태양전지 모듈; 및 제2 용기 내에 수용되고, 전기적으로 연결된 복수의 태양전지를 포함하는 제2 태양전지 모듈;을 포함한다.

[0037] 우선, 하기에서는 제1 태양전지 모듈 자체에 대하여 설명한 후, 수전해 시스템에 대하여 구체적으로 설명한다. 제2 태양전지 모듈에 대한 설명은 제1 태양전지 모듈에 관한 설명을 참고한다.

[0038] 도 1을 참고하면, 제1 태양전지 모듈(1)은 용기(11) 내에 수용된 복수의 태양전지(12)를 포함하고, 상기 용기(11)는 분리막(13)에 의하여 좌측의 제1 영역(14) 및 우측의 제2 영역(15)으로 공간적으로 분리되고, 상기 태양전지(12)의 하부에는 수전해 촉매를 각각 포함하는 제1 전극(16) 및 제2 전극(17)이 배치된다.

[0039] 제1 전극 및 제2 전극이 모두 태양전지 하부에 배치됨으로써, 태양전지 하부에서는 제1 전극 및 제2 전극에 의해 물의 수전해 반응이 진행되고, 태양전지 상부는 수광면으로서 태양광을 직접 흡수할 수 있다. 따라서, 수광면과 수전해 반응면이 공간적으로 분리됨으로써, 태양광 흡수 효율 및 수전해 반응의 효율의 극대화를 꾀할 수 있다.

[0040] 상기 용기(11)는 태양전지 모듈의 양 측면부를 폐쇄하도록 구비되는 좌, 우 한쌍의 측벽부와, 상기 측벽부를 상호 연결하고 태양전지 모듈의 상/하면을 폐쇄하도록 구비되는 상면부 및 하면부, 그리고 상기 측벽부를 상호 연결하며 기체 유동 채널의 출구가 되는 개구가 형성된 전면부(18) 및 배면부(19)를 포함하도록 구성될 수 있다. 이러한 구조를 통하여 제1 영역(14) 및 제2 영역(15)에서 생성된 기체가 일 방향의 흐름을 가질 수 있다.

[0041] 다른 구현예에 따르면, 상기 용기는 하면부를 제거하여 전극과 물의 접촉 유량을 늘릴 수 있다. 이에 의하여, 더 많은 양의 수소 및 산소가 지속적으로 생성될 수 있다.

[0042] 상기 용기(11)는 투광성 및 기체 불투과성일 수 있다. 이에 의하여 태양전지의 광흡수가 용이하고, 제1 영역(14) 및 제2 영역(15)에 수집되는 기체가 외부로 유출되는 것을 막을 수 있다.

[0043] 상기 용기(11)는 유리, 폴리머, 알칼리 수소화물, 단결정 세라믹, 다결정 세라믹, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0044] 상기 용기(11)는 전면(18) 및 후면(19)에 각각 다른 용기와의 탈착 가능한 결합을 위한 결합부를 포함한다. 예를 들어, 상기 용기(11)는 다른 용기와 슬라이딩 결합, 억지끼움 맞춤, 자석 결합, 또는 이들의 조합에 의해 결합될 수 있다. 상기 용기(11)에 구비된 결합부는 다른 용기와 밀폐 결합되도록 구성될 수 있다.

[0045] 일 구현예에 따르면, 상기 용기(11)는 전면(18) 및 후면(19) 중 어느 한 면에 슬라이딩 레일부를 포함하고, 다른 한 면에 슬라이등 홈부를 포함할 수 있다.

[0046] 다른 구현예에 따르면, 상기 용기(11)는 전면(18) 및 후면(19) 중 어느 한 면에 홈부를 포함하고, 다른 한 면에 홈에 대응되는 돌출부를 포함할 수 있다.

[0047] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 용기(11)는 전면(18) 및 후면(19)에 매립된 서로 상이한 극을 갖는 자석을 포함할 수 있다.

[0048] 상기 태양전지(12)는 실리콘계 태양전지, 유기 태양전지, 페로브스카이트 태양전지, 염료감응형 태양전지, 화합물 반도체 태양전지, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 상기 태양전지는 광 흡수로부터 전자 및 정공을 전극에 전달할 수 있는 시스템이라면, 제한 없이 사용할 수 있다.

[0049] 예를 들어, 실리콘계 태양전지는 결정질, 비정질, 또는 다결정 실리콘계 태양전지를 포함할 수 있다.

[0050] 예를 들어, 유기 태양전지는 텐덤형 유기 태양전지를 포함할 수 있다.

[0051] 예를 들어, 페로브스카이트 태양전지는 $APbX_3$를 포함할 수 있으며, 이때 A는 유기 양이온 및/또는 무기 양이온이고, X는 할로겐 이온이다.

[0052] 예를 들어, 상기 염료감응형 태양전지는 광흡수성 재료, 예를 들어 TiO_2, SnO_2 등을 포함할 수 있다.

[0053] 예를 들어, 상기 화합물 반도체 태양전지는 I-III-VI족 화합물, II-VI족 화합물, III-V족 화합물, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0054] 예를 들어, I-III-VI족 화합물은 $CuInS_2$(CIS), $CuGaS_2$(CGS), $CuInSe_2$(CISe), $CuGaSe_2$(CGSe), $CuAlSe_2$(CASe), $CuInTe_2$(CITe), $CuGaTe_2$(CGTe), Cu(In,Ga)S_2(CIGS), Cu(In, Ga)Se_2(CIGSe), Cu_2ZnSnS_4(CZTS) 등을 포함할 수 있다.

[0055] 예를 들어, II-VI족 화합물은 CdO, CdS, CdSe, CdTe, ZnO, ZnS, ZnSe, ZnTe, CdZnTe, HgCdTe, HgZnTe 등을 포함할 수 있다.

[0056] 예를 들어, III-V족 화합물은 GaN, GaP, GaAs, InP, AlGaN, AlGaP, AlInGaN, InGaAs, GaAs 등을 포함할 수 있다.

[0057] 상기 태양전지 모듈(1)은 복수의 태양전지(12)를 포함하되, 상기 복수의 태양전지(12)는 수전해가 가능한 전력을 생산하기에 충분한 개수이다. 상기 수전해가 가능한 전력은 1.23V 이상이다.

[0058] 상기 태양전지(12)는 수광면의 반대측에 수전해 촉매를 각각 포함하는 제1 전극(16) 및 제2 전극(17)을 포함하고, 상기 제1 전극(16)은 제1 수전해 촉매를 포함하고, 상기 제2 전극(17)은 제2 수전해 촉매를 포함한다.

[0059] 일 구현예에 따르면, 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극은 서로 반대극을 가지며, 예를 들어 상기 제1 전극은 양극이고, 제2 전극은 음극이다.

[0060] 일 구현예에 따르면, 상기 제1 전극(16)은 표면의 일부 또는 전부를 덮는 제1 수전해 촉매를 포함하는 제1 수전해 촉매층을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 전극(16)은 표면을 완전히 덮는 제1 수전해 촉매층을 포함할 수 있다.

[0061] 일 구현예에 따르면, 상기 제2 전극(17)은 표면의 일부 또는 전부를 덮는 제2 수전해 촉매를 포함하는 제2 수전해 촉매층을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 제2 전극(17)은 표면을 완전히 덮는 제2 수전해 촉매층을 포함할 수 있다.

[0062] 상기 제1 수전해 촉매층 및 상기 제2 수전해 촉매층은 각각 제1 수전해 촉매 및 제2 수전해 촉매를 진공 증착하여 형성하기 때문에, 제1 전극(16) 및 제2 전극(17)은 각각 제1 수전해 촉매층 및 제2 수전해 촉매층과 일체를 이룰 수 있다. 따라서, 태양전지로부터 생성된 전자 및 홀이 제1 전극(16) 및 제2 전극(17)으로 전달됨과 동시에 수소 및 산소의 생성이 가능하다.

[0063] 기존의 수전해 시스템은 수전해 촉매층과 전력을 제공하는 전력 공급원이 전선으로 연결되어 있었다. 이 경우 전원으로부터 수전해 촉매층으로 전력이 전달되는 과정에서 전선에 의한 저항 손실이 불가피하고, 물 분해에 필요한 전력과 함께 저항 손실분을 고려한 추가 전력의 공급이 필요하다. 따라서, 물 분해에 필요한 전력보다 높은 수준의 전력을 공급할 수 있는 전력 공급원이 필요했다.

[0064] 하지만, 본 발명의 일 측면에 따른 수전해 시스템은 태양전지의 전극을 모두 후면에 배치하고, 상기 전극 상에 수전해 촉매를 증착하여 일체화된 전극을 형성함으로써, 태양전지로부터 발생된 전자 및 홀이 전극 주변의 물과 반응하여 수소 및 산소를 생성하였다. 본 발명의 일 측면에 따른 수전해 시스템은 수전해 촉매층과 전력 공급원 간에 도선을 사용하지 않으므로, 기존의 수전해 시스템에서 발생하는 도선에 의한 저항 손실을 제거하였고, 그 결과 수소 및 산소 생성 효율이 향상되었다.

[0065] 상기 제1 수전해 촉매 및 제2 수전해 촉매는 서로 동일하거나 상이할 수 있다.

[0066] 일 구현예에 따르면, 상기 제1 수전해 촉매 및 제2 수전해 촉매는 각각 독립적으로 수소-생성 촉매, 산소-생성 촉매, 및 수소-생성 및 산소-생성의 양쪽성 촉매 중에서 선택될 수 있다.

[0067] 예를 들어, 상기 제1 수전해 촉매는 수소-생성 촉매를 포함하고, 상기 제2 수전해 촉매는 산소-생성 촉매를 포

함할 수 있다.

[0068] 일 구현예에 따르면, 상기 제1 수전해 촉매 및 제2 수전해 촉매는 서로 독립적으로 전이금속 기반 촉매, 전이금속과 탄소의 복합 촉매, 전이금속 산화물 촉매, 전이금속과 비금속의 복합 촉매, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0069] 예를 들어, 상기 전이금속 기반 촉매로는 Pt, Ir, Ru, Ni, Ni/Fe 등이 있다.

[0070] 예를 들어, 상기 전이금속과 탄소의 복합 촉매로는 Pt/C, Co-Mo_2C, 그래핀 또는 탄소나노튜브 내에 소량의 Pt 또는 Ru와 같은 전이금속이 도핑된 복합 촉매 등이 있다.

[0071] 예를 들어, 상기 전이금속 산화물 촉매로는 RuO_2, $Ru_xNb_{1-x}O_2$, Ti_4O_7, IrO_2, $IrRuO_x$ 등이 있다.

[0072] 예를 들어, 전이금속과 비금속의 복합 촉매로는 코발트-황 기반의 촉매(CoS_2)가 있다.

[0073] 상기 분리막(13)은 기체 차단성일 수 있다. 예를 들어, 상기 분리막(13)은 수소 및 산소 불투과성일 수 있다. 이에 의하여, 상기 제1 영역(14) 및 제2 영역(15)에 수집되는 수소 및 산소가 서로 혼합되는 것을 막을 수 있다.

[0074] 상기 분리막(13)은 투광성일 수 있다. 이에 의하여, 태양전지에 대하여 사선 방향으로 입사하는 광을 투과시킴으로써, 태양전지의 광흡수율을 향상시킬 수 있다.

[0075] 상기 분리막(13)은 기체 차단성이고 투광성일 수 있다. 이에 의하여, 태양전지의 효율을 높이면서도 생성된 수소 및 산소의 혼합을 방지할 수 있다.

[0076] 일 구현예에 따르면, 상기 분리막(13)은 유리, 폴리머, 알칼리 수소화물, 단결정 세라믹, 다결정 세라믹, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0077] 일 구현예에 따르면, 상기 분리막(13)과 용기(11)는 동일한 재료를 포함할 수 있다. 분리막(13)과 용기(11)가 동일한 재료로 형성되는 경우, 태양전지 모듈의 제작시에 분리막과 용기가 일체형으로 제작될 수 있으며, 그 결과 제1 영역(14)으로부터 제2 영역(15)으로의 기체의 이동을 확실하게 막을 수 있다.

[0078] 상기 제1 영역(14)은 수소 이온이 환원되어 수소 기체가 생성되고 수집되는 수소 생성 영역이다. 상기 제2 영역(15)는 물 분자가 산화되어 산소 기체가 생성되고 수집되는 산소 생성 영역이다.

[0079] 다시, 도 2를 참고하면, 수전해 시스템은 수중에 배치된다.

[0080] 일 구현예에 따르면, 제1 전극(16) 및 제2 전극(17)은 수중에 배치되고, 태양전지 모듈의 일부도 수중에 배치된다. 태양전지 모듈은 수온에 의한 태양전지의 냉각 효과로부터 더 많은 양의 전력의 생산이 가능하다.

[0081] 수온에 의한 태양전지의 효율 증가 여부를 확인하기 위하여, 동일한 태양전지 모듈을 제작하여 온도에 따른 태양전지의 발전량을 확인하였고, 그 결과는 도 7에 나타내었다. 도 7에서 보는 바와 같이, 온도가 0℃에서 75℃로 증가함에 따라 전압이 현저히 감소하고 그 결과 전체 발전량이 감소하는 것을 알 수 있다. 또한, 도 8을 참고하면 수상 태양광 발전 장치가 육상 태양광 발전 장치에 비해 더 높은 발전량을 보이는 것을 알 수 있다. 이는 수상 태양전지에서 수온에 의한 냉각 효과에 따른 발전량 증가를 보여주는 것으로 이해된다.

[0082] 태양전지 모듈(1)은 분리막을 관통하도록 배치되고, 제1 영역(14) 측의 태양전지 모듈 하면에 배치된 제1 전극(16)에 의하여 수소를 선택적으로 생성하고, 제2 영역(15) 측의 태양전지 모듈 하면에 배치된 제2 전극(17)에 의하여 산소를 선택적으로 생성할 수 있다. 이러한 구조에 의하여, 수소 및 산소를 선택적으로 수집할 수 있다.

[0083] 다음으로, 도 3 및 도 4를 참고하여, 일 구현예에 따른 수전해 시스템에 대하여 구체적으로 설명한다.

[0084] 제1 용기(31) 및 제2 용기(41)는 탈착 가능하게 결합되지만, 상기 제1 용기 내에 수용된 제1 태양전지 모듈(32) 및 상기 제2 용기 내에 수용된 제2 태양전지 모듈(42)은 전기적으로 분리된다.

[0085] 제1 태양전지 모듈(32) 및 제2 태양전지 모듈(42)은 상호 영향을 미치지 않고, 어느 하나가 작동하지 않는 경우에도, 전체 수전해 시스템에 미치는 영향이 미미하다.

[0086] 상기 제1 용기 및 상기 제2 용기는 직렬 또는 병렬로 배열될 수 있다.

[0087] 도 3을 참고하면, 상기 제1 용기(31) 및 상기 제2 용기(41)는 직렬로 배열될 수 있다. 여기서, 직렬 연결은 제1 용기의 제1 수소 생성 영역(34)과 제2 용기의 제2 수소 생성 영역(44)이 서로 연통되고, 제1 용기의 제1 산소

생성 영역(35)과 제2 용기의 제2 산소 생성 영역(45)이 서로 연통되는 경우를 의미한다. 다시 말하면, 제1 용기의 배면(39)에 제2 용기의 전면(48)이 직접 접하도록 배치되는 배열을 갖지만, 이에 한정되지 않고, 제1 용기의 전면(38)과 제2 용기의 배면(49)이 직접 접하도록 배치될 수도 있다.

[0088] 일 구현예에 따르면, 상기 제1 용기(31)의 후면에는 슬라이딩 레일부(미도시)가 구비되고, 상기 제2 용기(41)의 전면에는 슬라이딩 홈부(미도시)가 구비된다. 상기 슬라이딩 레일부 및 상기 슬라이딩 홈부는 슬라이딩 방식으로 결합될 수 있다. 이에 의하여, 제1 용기(31) 및 제2 용기(41)는 밀폐되도록 결합될 수 있다.

[0089] 일 구현예에 따르면, 제1 용기(31) 및 제2 용기(41)는 동일한 크기 및 구조를 갖는다. 따라서, 제1 용기 및 제2 용기가 밀폐되도록 결합되는 경우에 제1 및 제2 산소 생성 영역(35, 45) 과 제1 및 제2 수소 생성 영역(34, 44)이 서로 연통될 수 있다.

[0090] 상기 수전해 시스템은 제1 용기 및 제2 용기가 직렬로 배열됨으로써, 상기 제1 용기의 제1 수소 생성 영역으로부터 상기 제2 용기의 제2 수소 생성 영역으로 연장하는 제1 통로; 및 상기 제1 용기의 제1 산소 생성 영역으로부터 상기 제2 용기의 제2 산소 생성 영역으로 연장하는 제2 통로가 형성된다.

[0091] 상기 제1 통로의 양단에는 수소를 수집하는 수소 수집 챔버(미도시)가 구비되고, 상기 제2 통로의 양단에는 산소를 수집하는 산소 수집 챔버(미도시)가 구비될 수 있다.

[0092] 도 4를 참고하면, 상기 제1 용기(31) 및 상기 제2 용기(41)는 병렬로 배치될 수 있다. 여기서, 병렬 연결은 제1 용기의 제1 수소 생성 영역(34)과 제2 용기의 제1 수소 생성 영역(44)이 제1 용기의 제1 산소 생성 영역(35)에 의하여 분리되고, 제1 용기의 제1 산소 생성 영역(35)과 제2 용기의 제2 산소 생성 영역(45)이 제2 용기의 제2 수소 생성 영역(44)에 의해 서로 분리되도록 배치되는 경우를 의미한다. 다시 말하면, 제1 용기의 좌, 우 측벽부에 접하여 제2 용기가 배치되는 배열을 의미한다.

[0093] 이 경우에, 상기 수전해 시스템은 상기 제1 수소 생성 영역 및 제2 수소 생성 영역으로부터 수소를 수집하는 수소 수집 챔버; 및 상기 제1 산소 생성 영역 및 제2 산소 생성 영역으로부터 산소를 수집하는 산소 수집 챔버를 포함할 수 있다.

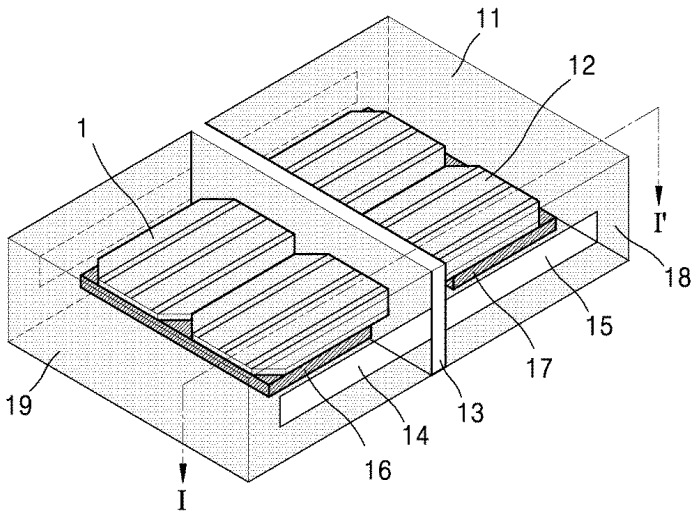
[0094] 도 5 내지 6은 복수의 태양전지 모듈이 다양한 모양으로 배열된 수전해 시스템을 도시한다.

[0095] 본 발명의 일 구현예에 따른 태양전지 모듈은 독립적으로 구동되고, 탈착 가능하기 때문에, 각각의 태양전지 모듈로부터 다양한 모양의 수전해 시스템을 제작할 수 있다. 따라서, 공간의 제약 없이 복수의 태양전지 모듈을 사용하여 다량의 수소 및 산소를 생성할 수 있다는 장점이 있다. 뿐만 아니라, 태양전지 모듈 중 어느 하나의 미작동에도 전체 시스템이 개별적으로 작동함에 따라, 전체 시스템의 작동에 미치는 영향이 매우 작고, 태양전지 모듈의 탈착이 자유로워 교체 및 보수가 매우 용이하다는 장점이 있다.

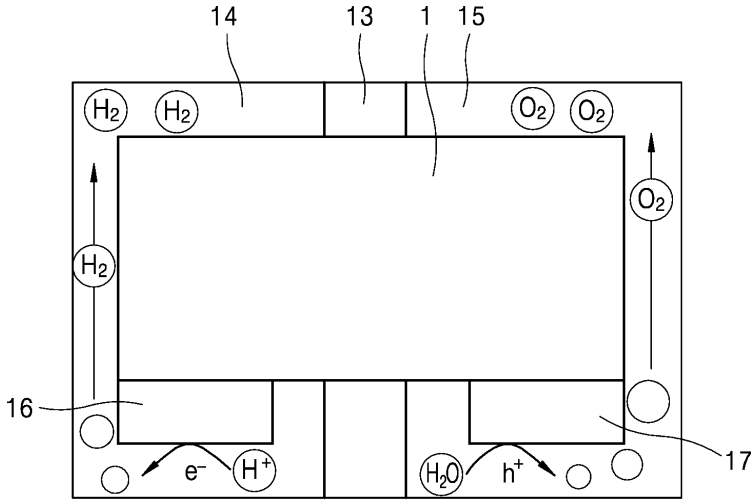
[0096] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 전술한 수전해 시스템을 포함하는 수소 생산 장치가 개시된다. 상기 수소 생산 장치는 수소를 에너지원으로 사용하는 예를 들어, 발전소, 수소 자동차, 연료 전지 등에서 사용될 수 있다.

도면

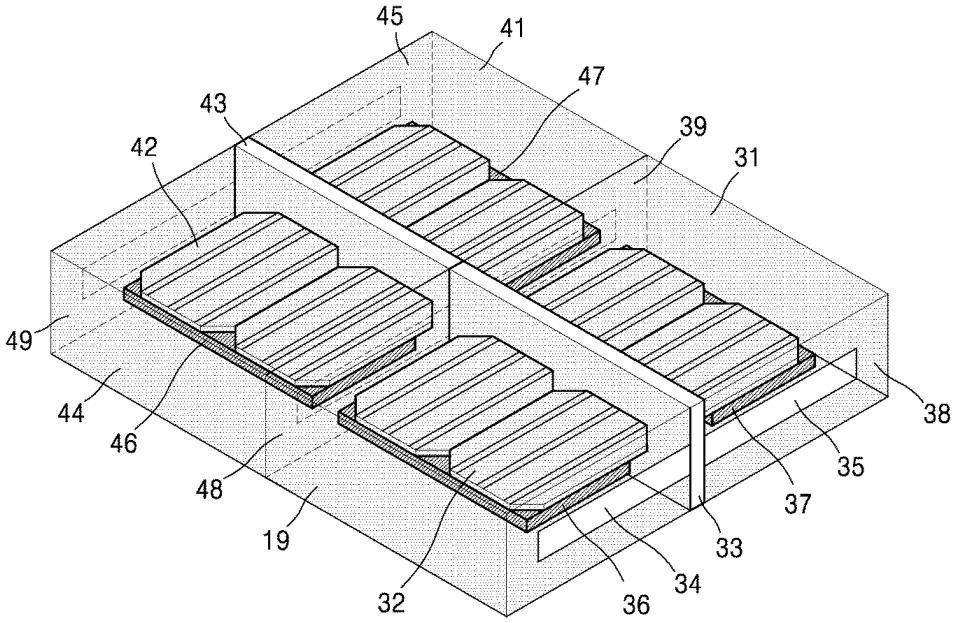
도면1


11
12
1
I'
18
15
17
19
13
14
16
I

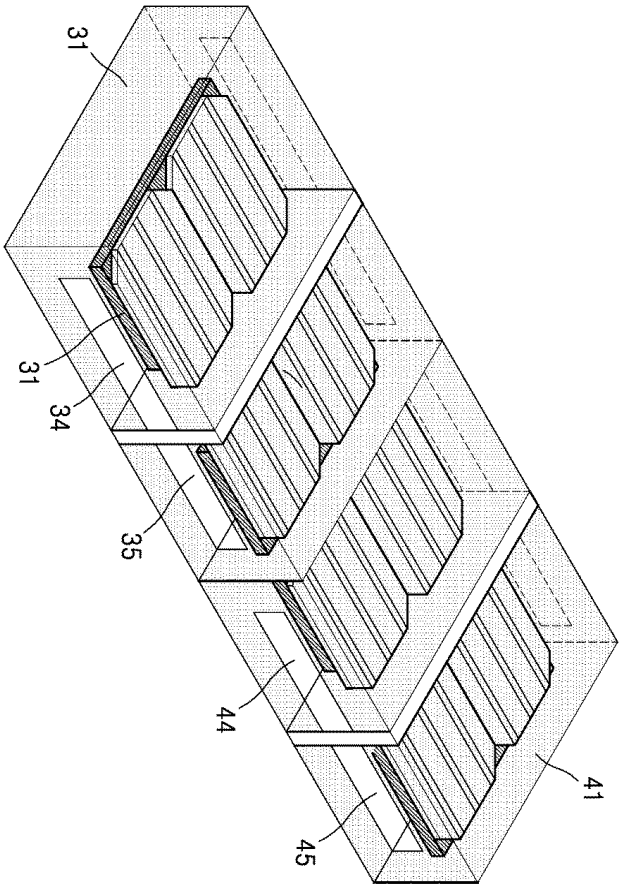
도면2


14
13
1
15
H2
H2
O2
O2
O2
H2
16
17
e-
H+
H2O
h+

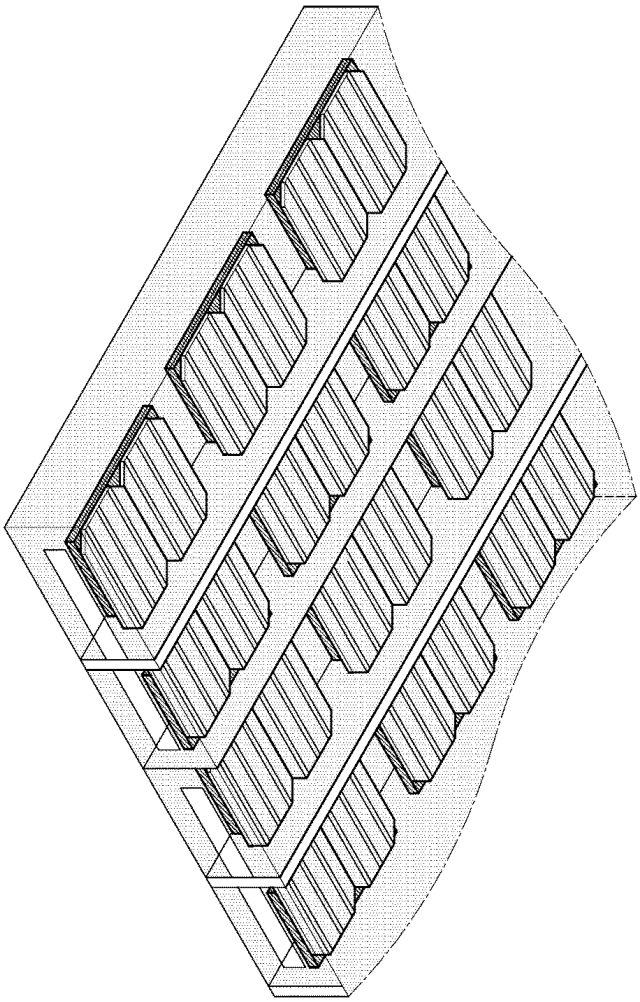
도면3


45
41
47
43
39
42
31
49
44
46
48
19
32
36
34
33
37
35
38

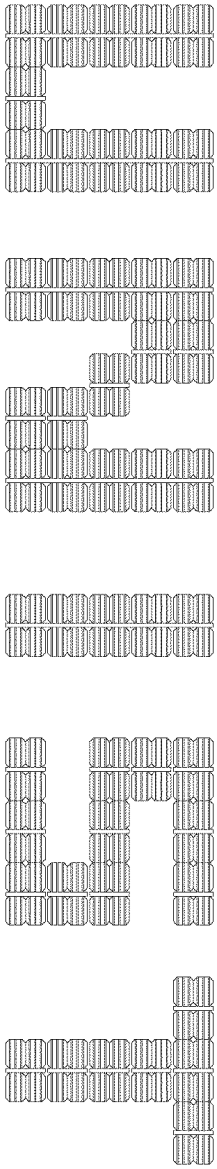
도면4


31
31
34
35
44
45
41

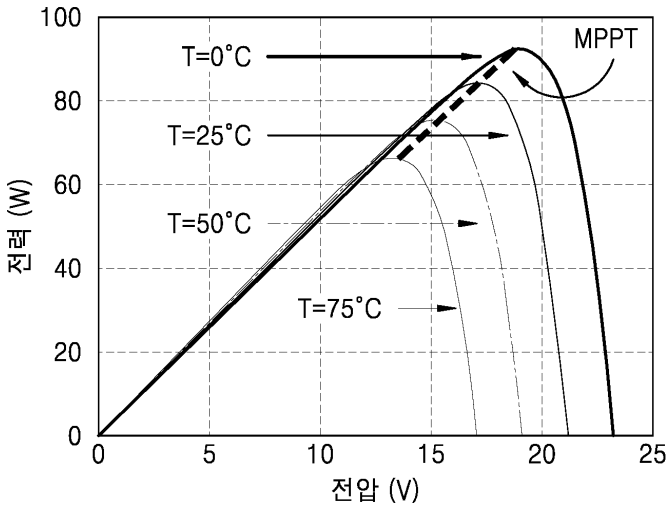
도면5



도면6



도면7



도면8

