



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0097071
(43) 공개일자 2025년06월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C25B 1/04 (2022.01) C25B 11/02 (2021.01)

C25B 11/04 (2021.01) H02S 10/00 (2014.01)

(52) CPC특허분류

C25B 1/04 (2022.01)

C25B 11/02 (2021.01)

(21) 출원번호 10-2023-0187948

(22) 출원일자 2023년12월21일

심사청구일자 2023년12월21일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

전용석

서울특별시 은평구 진관4로 78-38, 1508동 403호

정무영

서울특별시 성북구 개운사길 60-8, 404호

안정현

인천광역시 남동구 용천로17번길 51, 1동 403호

(74) 대리인

특허법인시공

전체 청구항 수 : 총 16 항

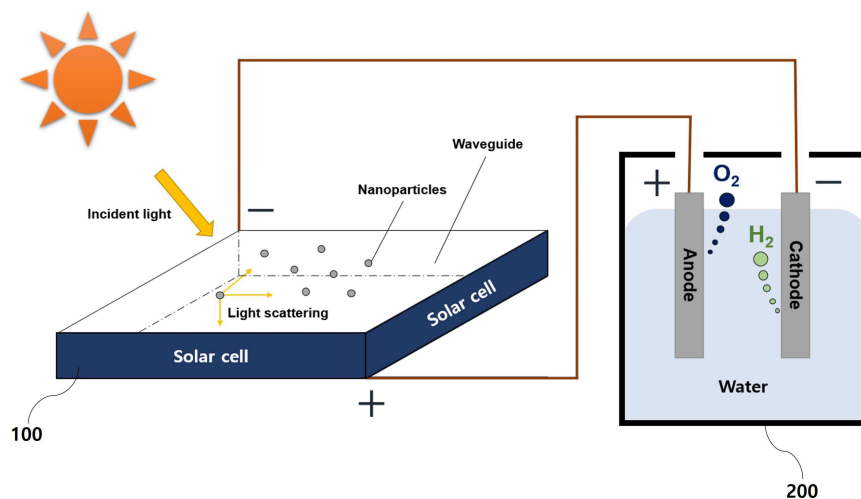
(54) 발명의 명칭 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템

(57) 요약

본 발명은 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템에 관한 것이다.

일 실시예에 따르면, 수상에 설치되는 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템에 있어서, 무기 나노입자를 포함하는 광 가이드 부재와 상기 광 가이드 부재의 전면측, 후면측, 좌면측 및 우면측 중 적어도 하나의 측면에 배치된 태양전지로 이루어진 광 가이드 투명 태양전지;를 포함하는 태양전지 모듈부; 및 상기 태양전지 모듈부와 전기적으로 연결되고, 태양광 에너지를 제공받아 수소 및 산소를 생산하는 수전해 모듈부;를 포함하는, 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템이 제공될 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C25B 11/04 (2022.01)
H02S 10/00 (2013.01)
H10F 77/42 (2025.01)
H10F 77/90 (2025.01)
Y02E 10/50 (2020.08)
Y02E 60/36 (2020.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415186643
과제번호	20213091010020
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	신재생에너지핵심기술개발(전력)
연구과제명	확장이 용이한 투명태양전지 플랫폼 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	고려대학교산학협력단
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711194183
과제번호	2022M3J7A1066428
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	과학기술혁신인재양성
연구과제명	에너지·환경 기후기술인재양성 센터
기 여 율	1/2
과제수행기관명	고려대학교 산학협력단
연구기간	2023.02.01 ~ 2024.01.31

명세서

청구범위

청구항 1

수상에 설치되는 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템에 있어서,
무기 나노입자를 포함하는 광 가이드 부재;와 상기 광 가이드 부재의 전면측, 후면측, 좌면측 및 우면측 중 적어도 하나의 측면에 배치된 태양전지로 이루어진 광 가이드 투명 태양전지;를 포함하는 태양전지 모듈부; 및
상기 태양전지 모듈부와 전기적으로 연결되고, 태양광 에너지를 제공받아 수소 및 산소를 생산하는 수전해 모듈부;를 포함하는,
광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템.

청구항 2

제1 항에 있어서,
상기 태양전지 모듈부는,
상기 광 가이드 투명 태양전지의 상면측에 배치되는 투명 슈퍼캐패시터; 및
상기 광 가이드 투명 태양전지의 하면측에 배치되는 스마트 윈도우;를 더 포함하는,
광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템.

청구항 3

제2 항에 있어서,
상기 광 가이드 부재는,
상기 무기 나노입자에 의한 광 산란을 유도하여 입사광이 상기 태양전지로 전달되도록 하고,
상기 태양전지는,
전달된 입사광으로부터 태양광 에너지를 생성하는,
광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템.

청구항 4

제3 항에 있어서,
상기 투명 슈퍼캐패시터는,
상기 태양전지로부터 생성된 태양광 에너지를 저장하여 자가 충전되는,
광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템.

청구항 5

제4 항에 있어서,
상기 스마트 윈도우는,

태양광 에너지가 미인가되면 입사광을 차단하고, 태양광 에너지가 인가되면 입사광을 투과시키는,
광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템.

청구항 6

제5 항에 있어서,
상기 투명 수퍼캐패시터는,
어노드 전극층;
상기 어노드 전극층 상에 기 설정된 이격 거리를 가지며 배치되는 복수개의 비전도성 스페이서들;
서로 인접한 비전도성 스페이서들 사이에 형성된 이격공간에 배치되는 복수개의 전해층들; 및
상기 비전도성 스페이서들 및 상기 전해층들을 덮도록 배치되는 캐소드 전극층;을 포함하는,
광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템.

청구항 7

제6 항에 있어서,
상기 어노드 전극층과 상기 캐소드 전극층은,
인듐 주석 산화물(ITO), 불소 도핑된 주석 산화물(FTO) 및 아연 산화물(ZnO) 중 선택되는 어느 하나의 전극물질
이 코팅된 투명기판; 및
니켈 코발트층 이중 수산화물($\text{NiCo}(\text{OH})_2$)로 이루어진 전극 활물질층;을 포함하는,
광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템.

청구항 8

제7 항에 있어서,
상기 투명기판은,
유리, 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리아미드(PI) 및 폴리디메틸실록산(PDMS)로 이루어진 군에서 선택되
는 어느 하나의 물질로 이루어진 기판인,
광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템.

청구항 9

제8 항에 있어서,
상기 비전도성 스페이서들은,
상단이 상기 캐소드 전극층의 하측면을 지지하고, 하단이 상기 어노드 전극층의 상측면을 지지하여 전극층간 이
격을 유지하도록 배치되는,
광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템.

청구항 10

제9 항에 있어서,
 상기 비전도성 스페이서들은,
 상기 어노드 전극층 상에 일측부터 타측까지 장벽기둥 형태로 서로 평행하게 배열된 제1 패턴으로 배치되는,
 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템.

청구항 11

제10 항에 있어서,
 상기 비전도성 스페이서들은,
 상기 어노드 전극층 상에 일측부터 타측까지 장벽기둥 형태가 복수개로 분할된 형상인 비드 형태로 배열된 제2 패턴으로 배치되는,
 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템.

청구항 12

제11 항에 있어서,
 상기 비전도성 스페이서들은,
 유리 스페이서, 나일론 스페이서, 폴리카보네이트 스페이서 및 폴리프로필렌 스페이서 중 선택되는 어느 하나의 스페이서인,
 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템.

청구항 13

제12 항에 있어서,
 상기 비전도성 스페이서들은,
 5~100 μ m의 높이(h)를 가지도록 배치되는,
 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템.

청구항 14

수상에 설치되는 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템 제조방법에 있어서,
 무기 나노입자를 포함하는 광 가이드 부재와 상기 광 가이드 부재의 전면측, 후면측, 좌면측 및 우면측 중 적어도 하나의 측면에 배치된 태양전지로 이루어진 광 가이드 투명 태양전지;를 포함하는 태양전지 모듈부를 준비하는 제1 단계; 및
 준비된 태양전지 모듈부에 태양광 에너지를 제공받아 수소 및 산소를 생산하는 수전해 모듈부를 전기적으로 연결하는 제2 단계;를 포함하는,
 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템 제조방법.

청구항 15

제14 항에 있어서,

상기 제1 단계는,
투명 슈퍼캐패시터를 준비하는 단계;와,
스마트 윈도우를 준비하는 단계;와,
상기 광 가이드 투명 태양전지의 상면측에 준비된 투명 슈퍼캐패시터를 배치하는 단계;와,
상기 광 가이드 투명 태양전지의 하면측에 스마트 윈도우를 배치하는 단계;를 더 포함하는,
광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템 제조방법.

청구항 16

제15 항에 있어서,
상기 투명 슈퍼캐패시터를 준비하는 단계는,
어노드 전극층과 캐소드 전극층을 각각 준비하는 준비단계;
준비된 어노드 전극층 상에 기 설정된 이격 거리를 가지도록 복수개의 비전도성 스페이서들을 배치하는 제1 배치단계;
서로 인접한 비전도성 스페이서들 사이에 형성된 이격공간에 복수개의 전해질층들을 배치하는 제2 배치단계; 및
상기 비전도성 스페이서들 및 전해질층들을 덮도록 준비된 캐소드 전극층을 배치하는 제3 배치단계;를 포함하는,
광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 신재생에너지는 지구 온난화, 환경 보호, 화석 연료의 한정성 등의 이슈를 해결하기 위한 핵심적인 대안으로 부상하였다. 이러한 맥락에서 태양광 발전은 그 중요성이 지속적으로 높아지고 있으며, 특히, 실리콘 태양전지는 높은 효율성, 성숙한 기술, 장기 안정성, 대량 생산 용이성 및 환경 친화성 등의 이유로 그 핵심 기술 중 하나로서 많은 주목을 받고 있다.

[0003] 이러한, 태양광 발전은 지속 가능한 에너지 소스로서 그 중요성이 높아지고 있으나 육지의 공간 한계와 다양한 이용 목적을 고려할 때, 수상 태양광 발전은 효과적인 대안이 될 수 있다.

[0004] 그러나, 기존의 태양광 모듈, 특히 불투명한 실리콘 태양광 모듈은 수면 아래의 광량을 줄이는 문제가 있으므로, 수중 생태계에 미치는 영향이 우려되며, 특히 광량이 감소하면 일부 수생 생물의 번식 및 성장에 교란이 발생할 수 있는 문제점이 지적되었다.

[0005] 이에 따라, 본 발명에서는 수상 태양광 발전의 문제점을 극복하기 위한 하나의 대안으로 Luminescent Solar Concentrator(LSC)의 활용을 제안하고자 하며, 이러한 LSC는 형광 물질을 사용하여 태양광을 효과적으로 흡수하고, 이를 내부에서 재방출하여 특정 위치에서 집중된 빛을 태양전지로 전달할 수 있다.

[0006] 그러나 형광 물질을 사용하는 LSC는 여전히 자가 흡수(Self-absorption), 효율의 한계, 재료의 안정성, 색균형의 문제, 방출 스펙트럼과 태양전지의 일치성, 두께와 크기의 제한 등의 문제점이 남아있다.

[0007] 본 발명에서는 LSC 구조의 한계를 극복하기 위해 무기 나노입자를 활용하며 무기 나노입자를 광가이드 내에 적절한 농도로 분산시켜 광 산란 기반의 광 가이드를 개발하였으며, 이러한 방식은 투과율과 광 산란 사이의 균형

을 잡아 효율적인 태양광 발전을 가능하게 하면서도 수중 생태계에 미치는 영향을 최소화할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따른 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템은 상기와 같은 문제를 해결하기 위해 제안된 것으로서, 광 가이드 부재를 통한 빛의 산란을 이용하여 입사광을 태양전지까지 전달하는 동시에 수상 또는 수면 아래에 도달하는 투과 광량을 충분히 확보할 수 있다.

[0009] 또한, 투과 광량을 조절하여 무더운 여름에는 물의 증발을 방지하거나 일반적인 환경에서는 입사광을 투과시켜 수면 아래의 생태계 영향을 낮출 수 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 일 실시예에 따르면, 수상에 설치되는 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템에 있어서, 무기 나노입자를 포함하는 광 가이드 부재와 상기 광 가이드 부재의 전면측, 후면측, 좌면측 및 우면측 중 적어도 하나의 측면에 배치된 태양전지로 이루어진 광 가이드 투명 태양전지;를 포함하는 태양전지 모듈부; 및 상기 태양전지 모듈부와 전기적으로 연결되고, 태양광 에너지를 제공받아 수소 및 산소를 생산하는 수전해 모듈부;를 포함하는, 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템이 제공될 수 있다.

[0011] 또한, 상기 태양전지 모듈부는, 상기 광 가이드 투명 태양전지의 상면측에 배치되는 투명 슈퍼캐패시터; 및 상기 광 가이드 투명 태양전지의 하면측에 배치되는 스마트 윈도우;를 더 포함하는, 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템이 제공될 수 있다.

[0012] 또한, 상기 광 가이드 부재는, 상기 무기 나노입자에 의한 광 산란을 유도하여 입사광이 상기 태양전지로 전달되도록 하고, 상기 태양전지는, 전달된 입사광으로부터 태양광 에너지를 생성하는, 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템이 제공될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 투명 슈퍼캐패시터는, 상기 태양전지로부터 생성된 태양광 에너지를 저장하여 자가 충전되는, 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템이 제공될 수 있다.

[0014] 또한, 상기 스마트 윈도우는, 태양광 에너지가 미인가되면 입사광을 차단하고, 태양광 에너지가 인가되면 입사광을 투과시키는, 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템이 제공될 수 있다.

[0015] 또한, 상기 투명 슈퍼캐패시터는, 어노드 전극층; 상기 어노드 전극층 상에 기 설정된 이격 거리를 가지며 배치되는 복수개의 비전도성 스페이서들; 서로 인접한 비전도성 스페이서들 사이에 형성된 이격공간에 배치되는 복수개의 전해질층; 및 상기 비전도성 스페이서들 및 상기 전해질층들을 덮도록 배치되는 캐소드 전극층;을 포함하는, 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템이 제공될 수 있다.

[0016] 또한, 상기 어노드 전극층과 상기 캐소드 전극층은, 인듐 주석 산화물(ITO), 불소 도핑된 주석 산화물(FTO) 및 아연 산화물(ZnO) 중 선택되는 어느 하나의 전극물질이 코팅된 투명기관; 및 니켈 코발트층 이중 수산화물($\text{NiCo}(\text{OH})_2$)로 이루어진 전극 활물질층;을 포함하는, 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템이 제공될 수 있다.

[0017] 또한, 상기 투명기관은, 유리, 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리아미드(PI) 및 폴리디메틸실록산(PDMS)로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나의 물질로 이루어진 기관인, 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템이 제공될 수 있다.

[0018] 또한, 상기 비전도성 스페이서들은, 상단이 상기 캐소드 전극층의 하측면을 지지하고, 하단이 상기 어노드 전극층의 상측면을 지지하여 전극층간 이격을 유지하도록 배치되는, 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템이 제공될 수 있다.

[0019] 또한, 상기 비전도성 스페이서들은, 상기 어노드 전극층 상에 일측부터 타측까지 장벽기둥 형태로 서로 평행하게 배열된 제1 패턴으로 배치되는, 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템이 제공될 수 있다.

[0020] 또한, 상기 비전도성 스페이서들은, 상기 어노드 전극층 상에 일측부터 타측까지 장벽기둥 형태가 복수개로 분할된 형상인 비드 형태로 배열된 제2 패턴으로 배치되는, 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템이 제공될 수

있다.

- [0021] 또한, 상기 비전도성 스페이서들은, 유리 스페이서, 나일론 스페이서, 폴리카보네이트 스페이서 및 폴리프로필렌 스페이서 중 선택되는 어느 하나의 스페이서인, 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템이 제공될 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 비전도성 스페이서들은, 5~100 μ m의 높이(h)를 가지도록 배치되는, 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템이 제공될 수 있다.
- [0023] 일 실시예에 따르면, 수상에 설치되는 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템 제조방법에 있어서, 무기 나노 입자를 포함하는 광 가이드 부재와 상기 광 가이드 부재의 전면측, 후면측, 좌면측 및 우면측 중 적어도 하나의 측면에 배치된 태양전지로 이루어진 광 가이드 투명 태양전지;를 포함하는 태양전지 모듈부를 준비하는 제1 단계; 및 준비된 태양전지 모듈부에 태양광 에너지를 제공받아 수소 및 산소를 생산하는 수전해 모듈부를 전기적으로 연결하는 제2 단계;를 포함하는, 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템 제조방법이 제공될 수 있다.
- [0024] 또한, 상기 제1 단계는, 투명 슈퍼캐패시터를 준비하는 단계;와, 스마트 윈도우를 준비하는 단계;와, 상기 광 가이드 투명 태양전지의 상면측에 준비된 투명 슈퍼캐패시터를 배치하는 단계;와, 상기 광 가이드 투명 태양전지의 하면측에 스마트 윈도우를 배치하는 단계;를 더 포함하는, 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템 제조방법이 제공될 수 있다.
- [0025] 또한, 상기 투명 슈퍼캐패시터를 준비하는 단계는, 어노드 전극층과 캐소드 전극층을 각각 준비하는 준비단계; 준비된 어노드 전극층 상에 기 설정된 이격 거리를 가지도록 복수개의 비전도성 스페이서들을 배치하는 제1 배치단계; 서로 인접한 비전도성 스페이서들 사이에 형성된 이격공간에 복수개의 전해질층들을 배치하는 제2 배치단계; 및 상기 비전도성 스페이서들 및 전해질층들을 덮도록 준비된 캐소드 전극층을 배치하는 제3 배치단계;를 포함하는, 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템 제조방법이 제공될 수 있다.

발명의 효과

- [0026] 본 발명의 일 실시예에 따른 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템은 광 가이드 부재를 통한 빛의 산란을 이용하여 입사광을 태양전지까지 전달하는 동시에 수상 또는 수면 아래에 도달하는 투과 광량을 충분히 확보할 수 있는 효과가 있다.
- [0027] 또한, 투과 광량을 조절하여 무더운 여름에는 물의 증발을 방지하거나 일반적인 환경에서는 입사광을 투과시켜 수면 아래의 생태계 영향을 낮출 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템을 간략하게 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2 및 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지 모듈부를 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 있어서 투명 슈퍼캐패시터를 개략적으로 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 있어서 스페이서들의 배열 패턴을 나타낸 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 있어서 스페이서들의 배열 패턴을 나타낸 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 광 산란 기반 수상 태양광 수전해의 제조방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 투명 슈퍼캐패시터의 제조공정을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 9는 본 발명의 실시예들에 따른 전해도금된 전극 활물질층의 미세조직 평가 결과를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 본 발명의 구성 및 효과를 충분히 이해하기 위하여, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다.
- [0030] 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라, 여러 가지 형태로 구현될 수 있고 다양한 수정 및 변형을 가할 수 있다. 단지, 본 실시예의 설명을 통해 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위하여 제공되는 것이다. 첨부된 도

면에서 구성 요소들은 설명의 편의를 위하여 그 크기를 실제보다 확대하여 도시한 것이며, 각 구성 요소의 비율은 과장되거나 축소될 수 있다.

- [0031] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예를 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 또한 본 명세서에서 사용되는 용어들은 다르게 정의되지 않는 한, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 통상적으로 알려진 의미로 해석될 수 있다.
- [0032] 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다(comprises)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0033] 본 명세서에서 어떤 층이 다른 층 '상(上)에' 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 층 상면에 직접 형성되거나 그들 사이에 제 3의 층이 개재될 수도 있다. 본 명세서에서 제1, 제2 등의 용어가 다양한 영역, 층 등을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 영역, 층이 이같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 소정 영역 또는 층을 다른 영역 또는 층과 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 따라서, 어느 한 실시예에서 제1 부분으로 언급된 부분이 다른 실시예에서는 제2 부분으로 언급될 수도 있다. 여기에 설명되고 예시되는 실시예는 그것의 상보적인 실시예도 포함한다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호로 표시된 부분들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [0034] 본 발명에서는 LSC 구조가 포함된 투명 태양전지를 활용함으로써, 입사광이 수상 또는 수면 아래에 도달할 수 있으면서, 외부환경 조건에 따라 투과 광량을 조절할 수 있는 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템을 확보하였다.
- [0035] 구체적으로, 본 발명은 광 가이드 투명 태양전지, 투명 슈퍼캐패시터, 스마트 윈도우를 활용함으로써, 수상 생태계의 악영향을 최소화하면서 태양광 에너지를 이용하여 수소 및 산소를 생산할 수 있도록 설계되었다.
- [0036] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템을 간략하게 설명하기 위한 도면이고, 도 2 및 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지 모듈부를 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.
- [0037] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템은 무기 나노입자를 포함하는 광 가이드 부재(111)와 상기 광 가이드 부재(111)의 전면측, 후면측, 좌면측 및 우면측 중 적어도 하나의 측면에 배치된 태양전지(112)로 이루어진 광 가이드 투명 태양전지(110)를 포함하는 태양전지 모듈부(100); 및 상기 태양전지 모듈부(100)와 전기적으로 연결되고, 태양광 에너지를 제공받아 수소 및 산소를 생산하는 수전해 모듈부(200)를 포함할 수 있다.
- [0038] 먼저, 광 가이드 부재(111)는 무기 나노입자에 의한 광 산란을 유도하여 입사광이 상기 태양전지(112)로 전달되도록 할 수 있다.
- [0039] 광 가이드 부재(111)는 무기 나노입자 및 고분자로 이루어진 부재로, 상기 광 가이드 부재(111)로 입사하는 입사광은 상기 광 가이드 부재(111)를 투과하는 광을 제외하고는 광 가이드 부재(111) 내에서 내부 광 산란 또는 내부 광 반사를 통해 태양전지(112)로 전달된다.
- [0040] 구체적으로, 입사광은 광 가이드 부재(111) 내에 있는 무기 나노입자에 의해 여러 방향으로 방사가 이루어질 수 있으며, 이러한 입사광은 고분자 내 무기 나노입자에 의한 표면플라즈몬 공명으로 증폭됨으로써 태양전지(112)로 더욱 강하게 전달될 수 있다.
- [0041] 여기서, 광 가이드 부재(111) 내에 있는 무기 나노입자는 금속 산화물 나노입자일 수 있으며, 상기 광 가이드 부재(111)에서 금속 산화물 나노입자는 상기 고분자 100 wt% 대비 0.001~0.0025wt%의 범위로 포함되는 것이 바람직하다.
- [0042] 더 구체적으로, 상기 광 가이드 부재(111) 내에 무기 나노입자의 함량은 상기 광 가이드 부재(111)의 가시광 평균 투과도(AVT, Average Visible Transmittance)가 70% 이상을 만족하는 범위로 포함되는 것이 바람직하다.
- [0043] 또한, 상기 금속 산화물 나노입자는 티타늄 산화물, 아연 산화물, 바륨 티타늄 산화물, 주석 산화물로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나의 물질일 수 있다.
- [0044] 더하여, 상기 금속 산화물 나노입자는 크기가 10~100nm인 것이 바람직하다.
- [0045] 아울러, 상기 고분자는 폴리디메틸실록산(PDMS), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리카보네이트(PC) 및 Acryl

resin 중 적어도 하나 이상의 물질을 포함하는 것이 바람직하며, 광 가이드 부재(111)의 구조를 이루면서 입사광이 입사할 때 무기 나노입자가 광 가이드 부재(111)의 전영역에 걸쳐 균일하게 분포할 수 있도록 하는 역할을 한다.

- [0046] 다음으로, 태양전지(112)는 전달된 입사광으로부터 태양광 에너지를 생성할 수 있다.
- [0047] 여기서, 태양전지(112)는 단결정 및 다결정 실리콘 태양전지, 화합물 태양전지 및 염료감응형 태양전지 중 어느 하나의 태양전지일 수 있으며, 입사광을 태양광 에너지, 즉, 전기 에너지로 변환하는 것이면 이에 제한되지 않는다.
- [0048] 다음으로, 수전해 모듈부(200)는 수전해 장치를 의미하며, 더 구체적으로 양성자 교환막 수전해 기술(PEM), 알칼라인 수전해 기술(AE) 및 고온 수증기 수전 기술(HTE) 중 적어도 하나의 기술이 활용되는 수전해 장치일 수 있다.
- [0049] 양성자 교환막 수전해 기술(PEM)은 백금촉매와 양성자 교환막 장치를 이용해 물에서 수소를 추출하는 기술이다. 양성자 교환막은 열에너지를 만들기 위해 전기 에너지를 가해 수소와 산소가 전자 화학반응을 통해 얻은 화학 에너지를 변형시킬 수 있는 장치로 수소와 산소를 직접 연소시킬 필요가 없다. 양성자 교환막 장치에 직류 전압이 인가되면 물은 양극 또는 산소 전극으로 공급된다. 이때 공급된 물은 산소와 양성자로 산화되며 전자는 방출된다. 이후 양성자 (H^+ 이온)는 PEM을 통과해 수소 전극으로 이동해 회로의 다른 쪽에서 전자를 만나고 우리가 사용하는 수소로 환원된다.
- [0050] 알칼라인 수전해 기술(AE)은 전해액을 이용해 물을 전기분해하는 방식이다. 알칼라인 수전해 장치는 20~40% 농도의 수산화칼륨(KOH), 수산화나트륨(NaOH) 전해액과 수산화이온(OH^-)만을 선택적으로 통과시킬 수 있는 분리막, 촉매로 구성된다. 초기 설치 비용이 상대적으로 저렴하고 대용량에 적합하며, 신뢰도가 높다는 장점이 있다.
- [0051] 고온 수증기 수전해 기술(HTE)은 물을 분해하기 위해 필요한 전기에너지가 고온에서 더 낮아지는 현상을 이용하는 방법으로 적은 전기에너지로 고효율의 물 분해가 가능하다. 또한 고체산화물전해질(Solid Oxide Electrolyte)을 사용하기 때문에 부식에 대한 내구성이 뛰어나고, 전해액(전기분해할 때 전해조에 넣어 이온 전도의 매체 역할을 하는 용액)을 보충할 필요가 없어 유지 및 보수가 용이하다는 장점이 있다.
- [0052] 즉, 수전해 모듈부(200)는 상기 태양전지 모듈부(100)로부터 태양광 에너지를 제공받아 물을 분리하여 산소와 수소를 과정인 수전해 과정을 수행한다.
- [0053] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템에 있어서, 상기 태양전지 모듈부(100)는 상기 광 가이드 투명 태양전지(110)의 상면측에 배치되는 투명 슈퍼캐패시터(120) 및 상기 광 가이드 투명 태양전지(110)의 하면측에 배치되는 스마트 윈도우(130)를 더 포함할 수 있다.
- [0054] 먼저, 투명 슈퍼캐패시터(120)는 상기 광 가이드 투명 태양전지(110)로부터 생성된 태양광 에너지를 저장하여 자가 충전될 수 있다.
- [0055] 즉, 투명 슈퍼캐패시터(120)는 광 가이드 투명 태양전지(110)로부터 생성된 태양광 에너지, 즉 전기 에너지를 저장하고, 급속 충전 및 고출력이 요구되는 전자기기들에 연결되어 저장된 전원을 출력할 수 있다.
- [0056] 다음으로, 스마트 윈도우(130)는 태양광 에너지가 미인가되면 입사광을 차단하고, 태양광 에너지가 인가되면 입사광을 투과시킬 수 있다.
- [0057] 스마트 윈도우(130)는 입사광의 투과를 제어하기 위해 고분자 액정층을 포함할 수 있다. 고분자 액정층은 태양전지(112)로부터 생성된 태양광 에너지의 인가 상태에 따라 입사광을 차단하거나, 투과시킨다.
- [0058] 구체적으로, 스마트 윈도우(130)는 투명 슈퍼캐패시터(120)로부터 태양광 에너지를 인가받아 동작할 수 있으며, 더 구체적으로, 본 발명에서는 별도의 제어부(미도시)가 구비됨에 따라 상기 제어부를 통해 동작이 제어될 수 있다.
- [0059] 예를 들어, 상기 제어부는 사용자입력에 따라 상기 고분자 액정층에 대한 태양광 에너지의 인가를 제어한다. 즉, 사용자입력에 전원을 미인가하라는 명령이 포함되면 제어부는 아무런 제어를 수행하지 않는다. 또한, 사용자입력에 전원을 인가하라는 명령이 포함되면 제어부는 투명 슈퍼캐패시터(120)에 전원이 고분자 액정층에 출력되도록 제어한다.

- [0060] 또한, 본 발명에서는 별도의 센서부(미도시)가 구비됨에 따라 상기 제어부는 별도의 광센서부(미도시)가 제공하는 광량 정보를 이용하여 상기 고분자 액정층에 대한 태양광 에너지의 인가를 제어할 수 있다. 즉, 광량 정보를 기반으로 입사광이 강한 날에는 더 많은 입사광을 차단하고, 입사광이 약한 날에는 더 많은 입사광이 투과되도록 제어한다.
- [0061] 즉, 스마트 윈도우(130)는 태양광 에너지를 사용하여 투과도를 조절할 수 있으며, 이를 통해 자연광을 최대한 투과시키면서도 외부 열이나 입사광의 강도를 조절할 수 있다.
- [0062] 한편, 투명 수퍼커패시터(120)는 어노드 전극층(121), 비전도성 스페이서들(122), 전해질층들(123) 및 캐소드 전극층(124)을 포함할 수 있다.
- [0063] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 있어서 투명 수퍼커패시터를 개략적으로 설명하기 위한 도면이다.
- [0064] 도 4를 참조하면, 상기 어노드 전극층(121)과 상기 캐소드 전극층(124)은 투명 재질로 이루어진 도전층이며, 투명전극을 포함하는 투명기관(10)과 전극 활물질층(20)으로 이루어진다.
- [0065] 여기서, 상기 투명기관(10)은 유리, 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리아미드(PI) 및 폴리디메틸실록산(PDMS)로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나의 물질로 이루어진 기관일 수 있다.
- [0066] 또한, 상기 투명기관(10)은 인듐 주석 산화물(ITO), 불소 도핑된 주석 산화물(FTO) 및 아연 산화물(ZnO) 중 선택되는 어느 하나의 전극물질이 코팅될 수 있으며, 구체적으로, 상기 투명기관(10)의 일측면 상에 상기 전극물질이 코팅되어 투명전극을 형성하고, 형성된 투명전극 상에 상기 전극 활물질층(20)이 배치될 수 있다.
- [0067] 여기서, 상기 전극 활물질층(20)은 니켈 코발트층 이중 산산화물($\text{NiCo}(\text{OH})_2$)로 이루어질 수 있다.
- [0068] 또한, 전극 활물질층(20)은 그 자체로는 불투명하지만 나노 와이어 또는 나노 입자를 포함하는 나노 물질을 활용하거나 화학 기상 증착(CVD), 전해도금(electrodeposition), 스핀 코팅을 포함하는 증착 방식을 활용하여 상기 전극 활물질층(20)의 두께를 얇게 조절함으로써 투명하게 제작할 수 있다.
- [0069] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 전극 활물질층(20)은 전해도금을 활용하되, 상기 전해도금은 40~400초동안 수행되는 것이 바람직하다.
- [0070] 이 때, 상기 전극 활물질층(20)의 두께는 5~200nm일 수 있다.
- [0071] 다음으로, 비전도성 스페이서들(122)은 상기 어노드 전극층(121) 상에 기 설정된 이격 거리를 가지며 배치될 수 있다.
- [0072] 여기서, 상기 기 설정된 이격 거리는 5~30 μm 인 것이 바람직하다.
- [0073] 구체적으로, 상기 비전도성 스페이서들(122)은 상기 어노드 전극층(121)과 상기 캐소드 전극층(124)의 측면을 지지하도록 전극층들의 사이에 배치된다. 이에 따라, 상기 어노드 전극층(121)과 캐소드 전극층(124)은 서로 일정한 간격을 가지도록 배치될 수 있다.
- [0074] 아울러, 상기 비전도성 스페이서들(122)은 상단이 상기 캐소드 전극층(124)의 하측면을 지지하고, 하단이 상기 어노드 전극층(121)의 상측면을 지지하여 전극층간 이격을 유지하도록 배치된다.
- [0075] 이 때, 상기 비전도성 스페이서들(122)은 5~100 μm 의 높이(h)를 가지도록 배치되는 것이 바람직하며, 상기 비전도성 스페이서들(122)의 높이에 따라 상기 전극층간 이격이 실질적으로 동일할 수 있다.
- [0076] 본 발명에서의 비전도성 스페이서들(122)은 투명 재질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 상기 비전도성 스페이서들(122)은 유리 스페이서, 나일론 스페이서, 폴리카보네이트 스페이서 및 폴리프로필렌 스페이서 중 선택되는 어느 하나의 스페이서일 수 있다.
- [0077] 이에 따라, 상기 비전도성 스페이서들(122)은 양쪽 전극 간의 단락을 방지하고 빛의 투과가 가능한 구조를 제공할 수 있는 것이다.
- [0078] 또한, 상기 비전도성 스페이서들(122)은 장벽기둥 형태 또는 비드 형태로 형성이 가능하다.
- [0079] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 있어서 스페이서들의 배열 패턴을 나타낸 도면이고, 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 있어서 스페이서들의 배열 패턴을 나타낸 도면이다.
- [0080] 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 비전도성 스페이서들(122)은 상기 어노드

전극층(121) 상에 일측부터 타측까지 장벽기둥 형태로 서로 평행하게 배열된 제1패턴으로 배치될 수 있다.

- [0081] 이에 따라, 상기 비전도성 스페이서들(122)은 상단이 상기 캐소드 전극층(124)의 전극 활물질층(20)의 하측면을 지지하고, 하단이 상기 어노드 전극층(121)의 전극 활물질층(20)의 상측면을 지지하여 어노드 전극층(121)과 캐소드 전극층(124)이 물리적으로 접촉하여 단락되는 것을 방지할 수 있다.
- [0082] 또한, 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명의 다른 실시예에 있어서, 상기 비전도성 스페이서들(122)은 상기 어노드 전극층(121) 상에 일측부터 타측까지 장벽기둥 형태가 복수개로 분할된 형상인 비드 형태로 배열된 제2패턴으로 배치될 수 있다.
- [0083] 이에 따라, 상기 비전도성 스페이서들(122)은 어노드 전극층(121)과 캐소드 전극층(124)이 물리적으로 접촉하여 단락되는 것을 방지하면서, 높은 유연성과 향상된 투과율을 제공할 수 있다.
- [0084] 다음으로, 복수개의 전해질층들(123)은 서로 인접한 비전도성 스페이서들(122) 사이에 형성된 이격공간에 배치된다.
- [0085] 여기서, 상기 전해질층들(123)은 1 내지 6M의 수산화칼륨 전해질을 포함하는 것이 바람직하며, 그 자체로 투명하다.
- [0086] 구체적으로, 상기 어노드 전극층(121) 상에 상기 비전도성 스페이서들(122)들이 포토레지스트 공정을 통해 패터닝됨에 따라, 서로 인접한 비전도성 스페이서들(122) 사이에는 일정한 폭을 가지는 이격공간을 형성되고, 상기 이격공간에 1 내지 6M의 수산화칼륨 전해질이 채워져 상기 전해질층들(123)이 배치되는 것이며, 이에 따라, 상기 전해질층들(123)은 상기 어노드 전극층(121)과 캐소드 전극층(124) 사이에 개재된다.
- [0087] 다음으로, 캐소드 전극층(124)은 상기 비전도성 스페이서들(122) 및 상기 전해질층들(123)을 덮도록 배치될 수 있다.
- [0088] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 광 산란 기반 수상 태양광 수전해의 제조방법을 설명하기 위한 흐름도이고, 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 투명 수퍼캐패시터의 제조공정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0089] 본 제조방법에서는 앞서 설명한 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템의 구조를 참고하여 설명한다. 본 제조방법에 대한 설명에 앞선 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템에 관한 설명은 본질적으로 결합될 수 있다.
- [0090] 도 8a)는 캐소드 전극층을 도식한 도면이고, 도 8b)는 어노드 전극층을 도식한 도면이고, 도 8c)는 어노드 전극층 상에 스페이서를 증착시킨 도면이고, 도 8d)는 스페이서 상에 포토레지스트를 증착시킨 도면이고, 도 8e)는 포토레지스트 상에 마스크를 패터닝하여 스페이서를 식각하는 공정을 설명하기 위한 도면이고, 도 8f)는 식각된 스페이서를 설명하기 위한 도면이다.
- [0091] 도 7 내지 도 8을 참조하면, 본 발명의 실시예들에 따른 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템 제조방법(S10)은 수상에 설치되는 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템 제조방법에 관한 것으로, 무기 나노입자를 포함하는 광 가이드 부재와 상기 광 가이드 부재의 전면측, 후면측, 좌면측 및 우면측 중 적어도 하나의 측면에 배치된 태양전지로 이루어진 광 가이드 투명 태양전지를 포함하는 태양전지 모듈부를 준비하는 제1 단계(S100); 및 준비된 태양전지 모듈부에 태양광 에너지를 제공받아 수소 및 산소를 생산하는 수전해 모듈부를 전기적으로 연결하는 제2 단계(S200)를 포함한다.
- [0092] S100 단계는, 광 가이드 부재(111)와 태양전지(112)를 준비하고, 준비된 광 가이드 부재(111)의 측면에 준비된 태양전지(112)를 배치하여 광 가이드 투명 태양전지(110)를 제조하고, 이를 포함하는 태양전지 모듈부(100)를 준비하는 단계이다.
- [0093] 광 가이드 부재(111)는 무기 나노입자 및 고분자를 포함하도록 제조하되, 무기 나노입자는 금속 산화물 나노입자를 사용한다.
- [0094] 여기서, 금속 산화물 나노입자는 크기가 10~100nm인 티타늄 산화물 나노입자인 것이 바람직하다.
- [0095] 상기 고분자는 폴리디메틸실록산(PDMS), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리카보네이트(PC) 및 Acryl resin 중 적어도 하나 이상의 물질을 포함하는 것이 바람직하다.
- [0096] 더하여, 광 가이드 부재(111)는 상기 고분자 100wt% 대비 0.001~0.0025wt%의 범위를 만족하는 금속 산화물 나노입자를 포함하고, 나머지 질량비율은 고분자인 PDMS를 포함하도록 하여 100wt%를 맞추어 준비될 수 있다.
- [0097] 태양전지(112)는 단결정 및 다결정 실리콘 태양전지, 화합물 태양전지 및 염료감응형 태양전지 중 어느 하나의

태양전지를 포함할 수 있으며, 상기 광 가이드 부재(111)의 크기와 형태에 맞추어 재단하여 준비될 수 있다.

[0098] S100 단계는, 본 발명의 실시예들에 있어서, 투명 슈퍼캐패시터를 준비하는 단계(S110)와 스마트 윈도우를 준비하는 단계(S120)와 상기 광 가이드 투명 태양전지의 상면측에 준비된 투명 슈퍼캐패시터를 배치하는 단계(S130)와 상기 광 가이드 투명 태양전지의 하면측에 스마트 윈도우를 배치하는 단계(S140)를 더 포함할 수 있다.

[0099] 더 구체적으로, 상기 투명 슈퍼캐패시터를 준비하는 단계(S110)는 어노드 전극층과 캐소드 전극층을 각각 준비하는 준비단계(S111), 준비된 어노드 전극층 상에 기 설정된 이격 거리를 가지도록 복수개의 비전도성 스페이서들을 배치하는 제1 배치단계(S112), 서로 인접한 비전도성 스페이서들 사이에 형성된 이격공간에 복수개의 전해질층들을 배치하는 제2 배치단계(S113), 및 상기 비전도성 스페이서들 및 전해질층들을 덮도록 준비된 캐소드 전극층을 배치하는 제3 배치단계(S114)를 포함할 수 있다.

[0100] S111 단계에서는, 도 8a)와 도 8b)에 도시된 바와 같이, 전극물질이 코팅된 투명기판(10) 상에 니켈 코발트층 이중 수산화물($\text{NiCo}(\text{OH})_2$)로 이루어진 전극 활물질층(20)이 증착되어, 한 쌍의 전극층이 형성될 수 있으며, 하나의 전극층은 어노드 전극층(121)으로 활용하고, 다른 하나의 전극층은 캐소드 전극층(124)으로 활용한다.

[0101] 여기서, 상기 전극물질은 인듐 주석 산화물(ITO), 불소 도핑된 주석 산화물(FTO) 및 아연 산화물(ZnO) 중 선택되는 어느 하나의 전극물질이다.

[0102] 또한, 상기 전극 활물질층(20)의 증착은 나노 와이어 또는 나노 입자를 포함하는 나노 물질을 활용하거나 화학 기상 증착(CVD), 전해도금(electrodeposition), 스핀 코팅을 포함하는 증착 방식을 활용하여 수행될 수 있다.

[0103] 더하여, 증착 방식으로 전해도금을 활용하는 경우에 있어서, 상기 전해도금은 40~400초동안 수행되는 것이 바람직하다.

[0104] S112 단계에서는, 도 8c)에 도시된 바와 같이, 준비된 어노드 전극층(121) 상에 유리 및 플라스틱 중 선택되는 어느 하나의 물질을 증착시켜 비전도성 스페이서를 형성한다. 이후, 도 8d)와 같이 형성된 비전도성 스페이서 상에 포토레지스트를 스핀 코팅 방식을 이용하여 일정한 두께로 도포하고, 도포된 포토레지스트를 열처리하여 코팅시킨다.

[0105] 다음으로, 도 8e)와 같이 코팅된 포토레지스트 상에 패터닝된 마스크를 증착시킨 후 빛을 조사하여 빛에 노출된 포토레지스트를 제거함으로써 패턴을 형성하도록 한다.

[0106] 이후, 도 8f)와 같이 식각 공정을 이용하여 형성된 비전도성 스페이서를 식각한다. 여기서, 상기 비전도성 스페이서들(122)이 어노드 전극층(121) 상에 배치될 수 있는 것이며, 더 구체적으로, 도 8e)에서 형성된 패턴에 따라 상기 비전도성 스페이서들(122)이 상기 어노드 전극층(121) 상에 일측부터 타측까지 장벽 기둥 형태로 서로 평행하게 배열되는 제1 패턴으로 배치되거나, 상기 비전도성 스페이서들(122)이 상기 어노드 전극층(121) 상에 일측부터 타측까지 장벽기둥 형태가 복수개로 분할된 형상인 비드 형태로 배열된 제2 패턴으로 배치될 수 있는 것이다.

[0107] S113 단계에서는, 도 8f)와 같이 비전도성 스페이서가 식각된 후, 식각된 비전도성 스페이서의 영역에 1 내지 6M의 수산화칼륨 전해질을 채워넣는다.

[0108] 이후, S114 단계에서는, 준비된 캐소드 전극층(124)과 상기 S113단계에서 비전도성 스페이서들(122)과 전해질층들(123)이 배치된 어노드 전극층(121)을 조립하여 투명 슈퍼캐패시터(120)를 제조한다.

[0110] 실시예 1: 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템의 제작

[0111] S100: 광 가이드 부재 제작을 위해 무기 나노입자로 티타늄 산화물 나노입자, 고분자로는 PDMS를 준비하였다. 여기서, 광 가이드 부재는 상기 PDMS 100wt% 대비 0.0015wt%의 티타늄 산화물 나노입자를 포함하도록 하고, 나머지 질량비율은 PDMS를 포함하도록 하여 100wt%를 맞추어 제작하였다. 더하여, 광 가이드 부재는 가로 5cm, 세로 5cm, 높이 1cm를 가진 직육면체 형태로 재단하여 제작하였다.

[0112] 태양전지는 다결정 실리콘 태양전지를 준비하였으며, 가로 5cm, 높이 1cm를 가진 직사각형 형태로 재단하여 4개로 제작하였다. 이후, 제작된 광 가이드 부재의 전면측, 후면측, 좌면측 및 우면측에 제작된 태양전지를 배치하

여 광 가이드 투명 태양전지를 제작하였다.

[0113] 다음으로, 인듐 주석 산화물(ITO)이 코팅된 유리기관 상에 니켈 코발트층 이중 산화물($\text{NiCo}(\text{OH})_2$)을 100초동안 전해도금하여 한 쌍의 전극층을 준비한다.

[0114] 이 때, 하나의 전극층은 어노드 전극층으로 사용하고, 다른 하나의 전극층은 캐소드 전극층으로 사용한다.

[0115] 준비된 어노드 전극층 상에 유리를 증착시켜 유리 스페이서를 형성하고, 유리 스페이서 상에 포토레지스트를 코팅시킨 후 코팅된 포토레지스트 상에 패터닝된 마스크를 증착시켜 빛을 조사한다. 이후, 식각 공정을 이용하여 유리 스페이서를 식각함으로써 준비된 어노드 전극층 상에 복수개의 유리 스페이서들을 배치한다.

[0116] 서로 인접한 유리 스페이서들 사이에 형성된 이격공간에 6M의 수산화칼륨 전해질을 채워넣어 준비된 어노드 전극층 상에 복수개의 유리 스페이서들과 복수개의 수산화칼륨 전해질층이 배치되도록 한다.

[0117] 이후, 준비된 캐소드 전극층을 유리 스페이서들과 수산화 칼륨 전해질층을 덮도록 배치하여 조립함으로써, 투명 슈퍼캐패시터를 준비한다.

[0118] 다음으로, 고분자 액정층을 포함하는 스마트 윈도우를 준비한 후, 제작된 광 가이드 투명 태양전지의 상면측에 준비된 투명 슈퍼캐패시터를 배치하고, 제작된 광 가이드 투명 태양전지의 하면측에 준비된 스마트 윈도우를 배치하여 태양전지 모듈부를 준비한다.

[0119] S200: 준비된 태양전지 모듈부에 양성자 교환막 수전해 기술(PEM) 기반 수전해 장치를 포함하는 수전해 모듈부를 전기적으로 연결하여 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템을 제작한다(실시에 1).

[0121] 실시에 2: 어노드 전극층 및 캐소드 전극층의 제작 1

[0122] 인듐 주석 산화물(ITO)이 코팅된 유리기관 상에 니켈 코발트층 이중 산화물($\text{NiCo}(\text{OH})_2$)을 40초, 100초, 200초, 400초동안 전해도금하여 한 쌍의 전극층(실시에 1의 샘플 A 내지 D)를 준비한다.

[0123] 이 때, 40초간 전해도금된 전극층은 샘플 A이고, 100초간 전해도금된 전극층은 샘플 B이고, 200초간 전해도금된 전극층은 샘플 C이고, 400초간 전해도금된 전극층은 샘플 D이다.

[0125] 비교예 1: 어노드 전극층 및 캐소드 전극층의 제작

[0126] 상기 실시에 2에서, 인듐 주석 산화물(ITO)이 코팅된 유리기관 상에 니켈 코발트층 이중 산화물을 전해도금하는 것을 제외하고, 실시에 2와 동일하게 수행하여 한 쌍의 전극층을 준비하였다(비교예 1).

[0128] 실험예 1: 전해도금 시간에 따른 전극층의 미세조직 평가

[0129] 본 발명의 실시예들에 따른 투명 슈퍼캐패시터에 있어서, 어노드 전극층과 캐소드 전극층에 전해도금된 전극 활물질층의 미세조직을 평가하기 위하여, 상기 실시에 2의 샘플 A 내지 D와 비교예 1에 대한 미세조직을 주사 전자 현미경(SEM)으로 관찰하고 이를 도 9에 나타내었다.

[0130] 도 9는 본 발명의 실시예들에 따른 전해도금된 전극 활물질층의 미세조직 평가 결과를 나타낸 도면이다.

[0131] 도 9a)는 비교예 1의 육안사진과 SEM사진이고, 도 9b)는 실시에 2에 따른 샘플 A의 육안사진과 SEM사진이고, 도 9c)는 실시에 2에 따른 샘플 B의 육안사진과 SEM사진이고, 도 9d)는 실시에 2에 따른 샘플 C의 육안사진과 SEM사진이고, 도 9e)는 실시에 2에 따른 샘플 D의 육안사진과 SEM사진이다.

[0132] 도 9를 참조하면, 실시에 2에 따른 샘플 A의 경우 투명도는 확보되었으나, 니켈 코발트층 이중 수산화물($\text{NiCo}(\text{OH})_2$)이 불균일하게 도금된 것이 확인되었으며, 실시에 2에 따른 샘플 D의 경우 균일하게 도금된 니켈 코발트층 이중 수산화물($\text{NiCo}(\text{OH})_2$)이 확인되었으나 육안상으로 투명도가 많이 떨어지는 것을 확인하였다. 실시에 2에 따른 샘플 B의 경우 투명도가 확보되는 동시에 니켈 코발트층 이중 수산화물($\text{NiCo}(\text{OH})_2$)이 균일하게 전해도금된 것을 확인하였다.

[0133] 이상 본 발명의 실시예에 따른 광 산란 기반 수상 태양광 수전해 시스템을 구체적인 실시 형태로서 설명하였으

나, 이는 예시에 불과한 것으로서 본 발명은 이에 한정되지 않는 것이며, 본 명세서에 개시된 기초 사상에 따르는 최광의 범위를 갖는 것으로 해석되어야 한다. 당업자는 개시된 실시 형태들을 조합, 치환하여 적시되지 않은 실시 형태를 실시할 수 있으나, 이 역시 본 발명의 권리범위를 벗어나지 않는 것이다. 이외에도 당업자는 본 명세서에 기초하여 개시된 실시형태를 용이하게 변경 또는 변형할 수 있으며, 이러한 변경 또는 변형도 본 발명의 권리범위에 속함은 명백하다.

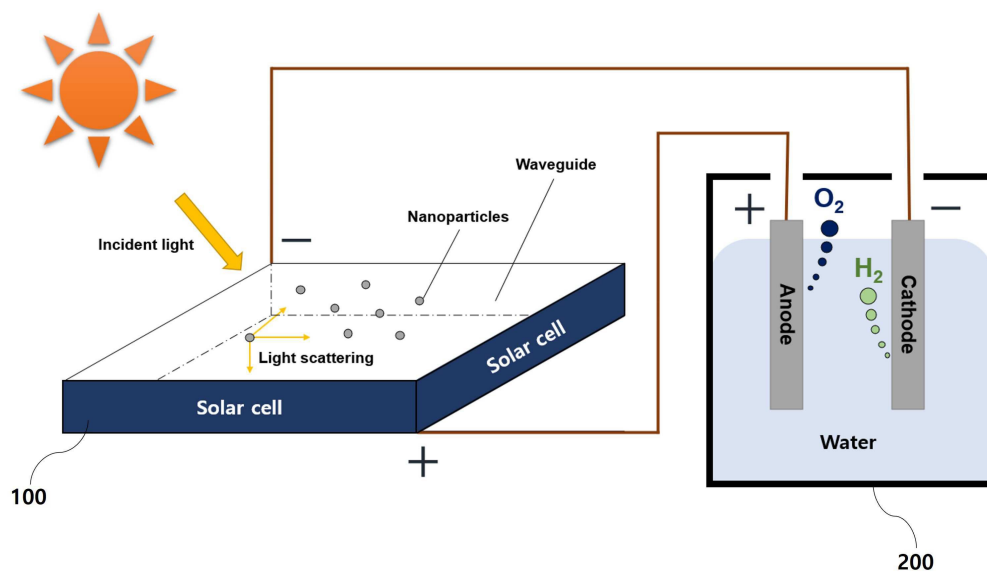
부호의 설명

[0134]

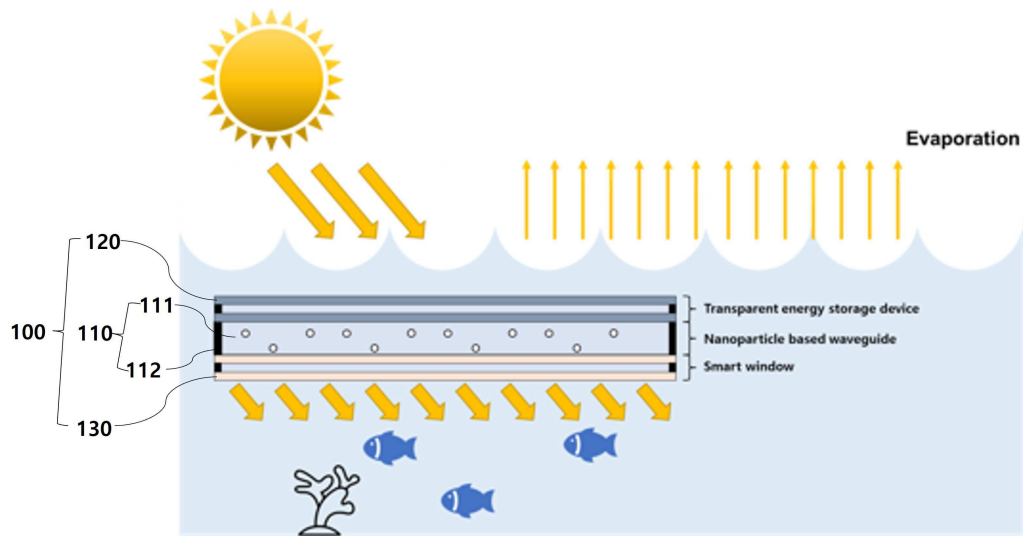
- 10 : 투명기판
- 100 : 태양전지 모듈부
- 110 : 광 가이드 투명 태양전지
- 111 : 광 가이드 부재
- 112 : 태양전지
- 120 : 투명 슈퍼캐패시터
- 121 : 어노드 전극층
- 122 : 비전도성 스페이서들
- 123 : 전해질층들
- 124 : 캐소드 전극층
- 130 : 스마트 윈도우
- 20 : 전극 활물질층
- 200 : 수전해 모듈부

도면

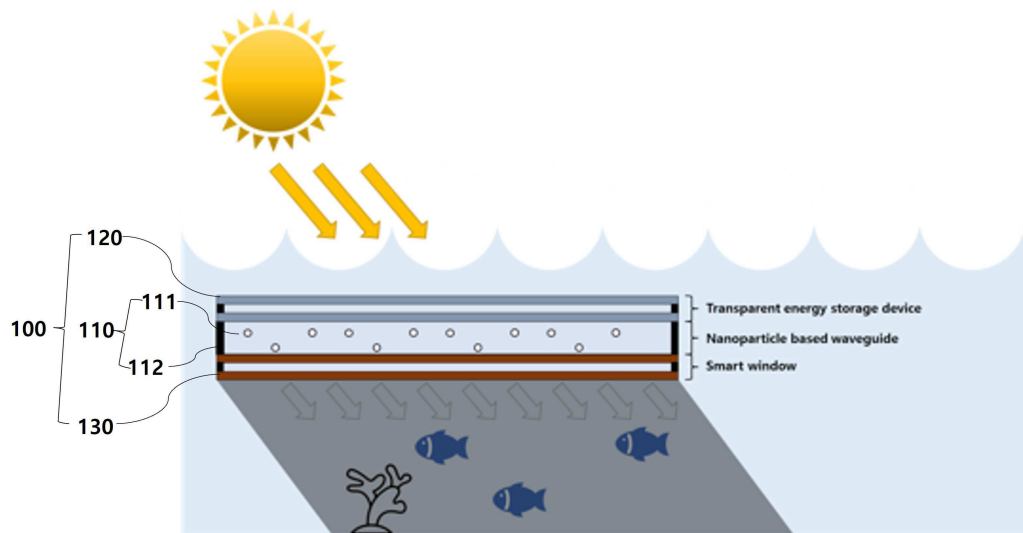
도면1



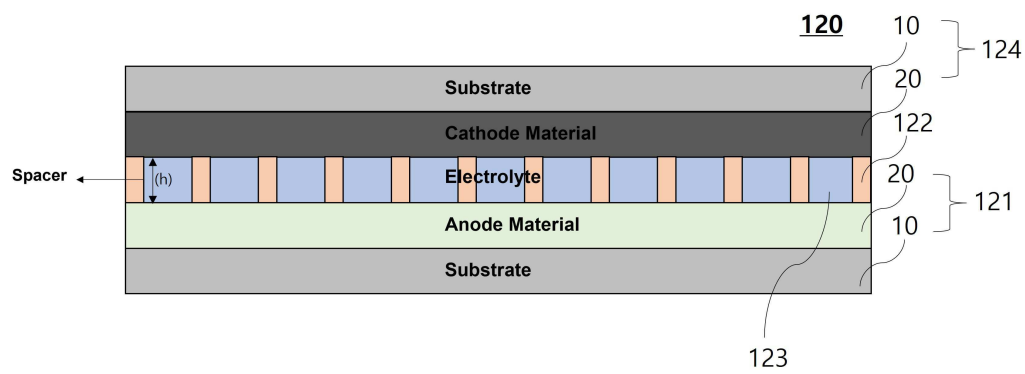
도면2



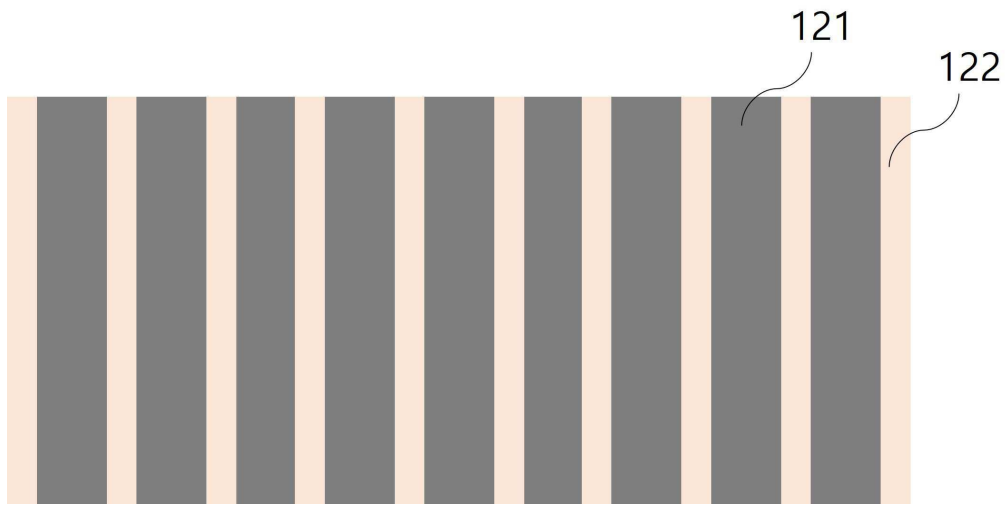
도면3



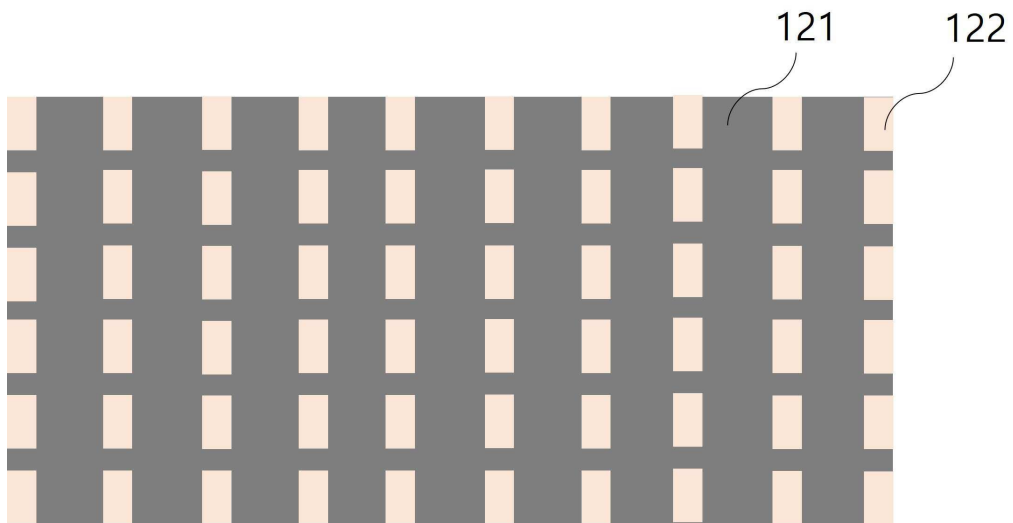
도면4



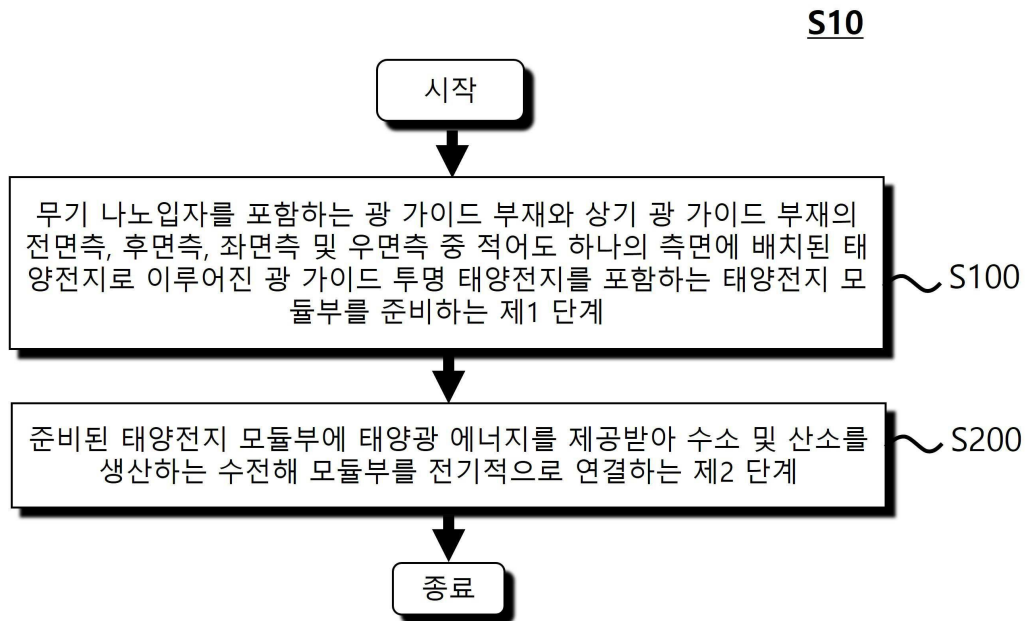
도면5



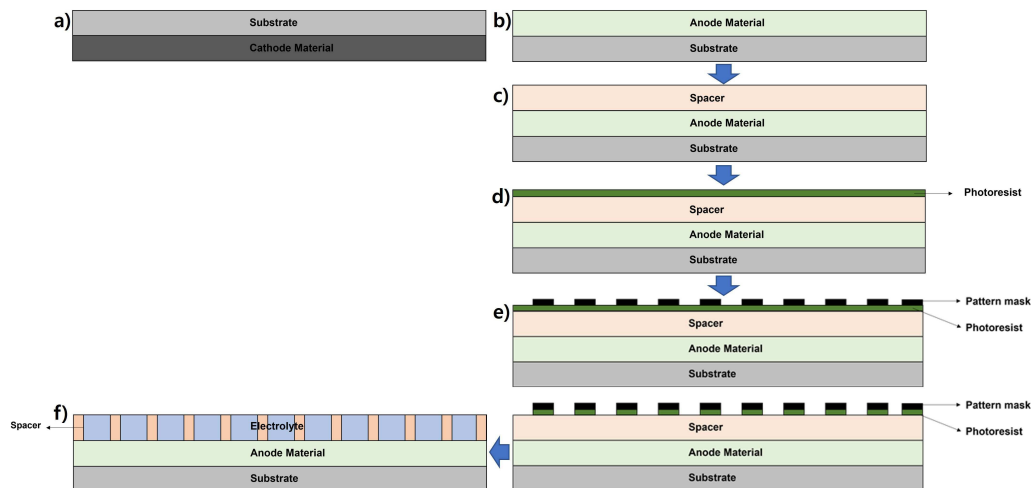
도면6



도면7



도면8



도면9

