

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2023-0133572  
(43) 공개일자 2023년09월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01G 9/20 (2006.01) H01M 10/42 (2014.01)  
(52) CPC특허분류  
H01G 9/2068 (2013.01)  
H01G 9/2013 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2022-0030729  
(22) 출원일자 2022년03월11일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
한국전력공사  
전라남도 나주시 전력로 55(빛가람동)  
울산과학기술원  
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50  
(72) 발명자  
권태혁  
울산광역시 울주군 범서읍 구영로 101-7, 503동  
1503호(구영2차푸르지오)  
윤소연  
대구광역시 동구 효신로6길 53(효목동)  
한현규  
경기도 군포시 오금로 43, 333동 1006호(금정동,  
울곡아파트)  
(74) 대리인  
특허법인 정안

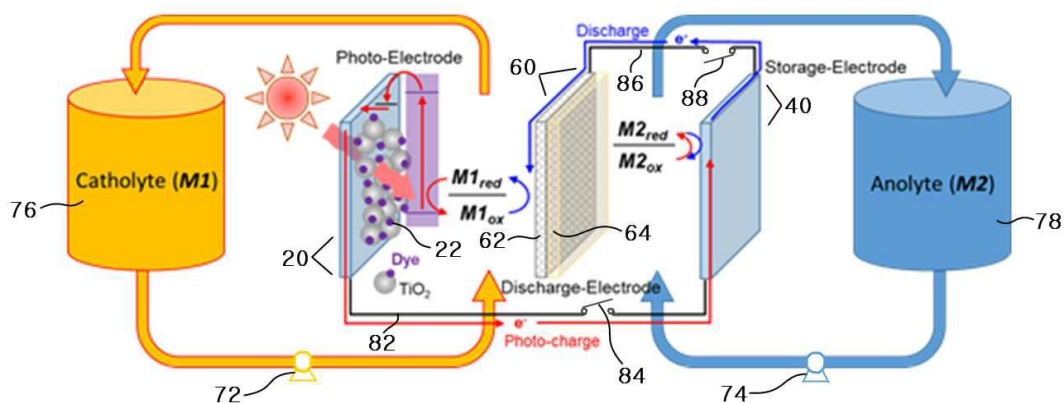
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 일체형 광 발전 전지 장치

## (57) 요약

본 발명의 일체형 광 발전 흐름 전지 장치는, 외부 빛에 의한 염료의 산화 반응을 통해 전자를 형성하는 광 전극; 방전 과정에서 환원시키는 역할을 수행하는 방전 전극; 2차 전지 기능으로서 전기 에너지 저장에 관련된 산화-환원을 수행하는 촉매가 존재하는 저장 전극; 상기 광 전극과 상기 방전 전극 사이에 음극액이 채워진 형태로 형성된 음극액 챔버; 및 상기 방전 전극과 상기 저장 전극 사이에 양극액이 채워진 형태로 형성된 양극액 챔버를 포함할 수 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

*H01G 9/2031* (2013.01)

*H01M 10/4264* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

외부 빛에 의한 염료의 산화 반응을 통해 전자를 형성하는 광 전극;  
방전 과정에서 환원시키는 역할을 수행하는 방전 전극;  
2차 전지 기능으로서 전기 에너지 저장에 관련된 산화-환원을 수행하는 촉매가 존재하는 저장 전극;  
상기 광 전극과 상기 방전 전극 사이에 음극액이 채워진 형태로 형성된 음극액 챔버; 및  
상기 방전 전극과 상기 저장 전극 사이에 양극액이 채워진 형태로 형성된 양극액 챔버  
를 포함하는 일체형 광 발전 전지 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,  
상기 방전 전극과 상기 저장 전극 사이로 상기 양극액을 순환시키는 양극액 순환 펌프  
를 더 포함하는 일체형 광 발전 전지 장치.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,  
상기 광 전극과 상기 방전 전극 사이로 상기 음극액을 순환시키는 음극액 순환 펌프  
를 더 포함하는 일체형 광 발전 전지 장치.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,  
상기 양극액에 저장된 전기 에너지는,  
상기 방전 전극과 상기 저장 전극의 경로를 따라서 방전되는 일체형 광 발전 전지 장치.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,  
상기 광 전극과 상기 저장 전극 사이의 선로를 개폐할 수 있는 발전 경로 스위치; 및  
상기 저장 전극과 상기 방전 전극 사이의 선로를 개폐할 수 있는 방전 경로 스위치  
를 더 포함하는 일체형 광 발전 전지 장치.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 발전 경로 스위치 및 상기 방전 경로 스위치가 동시에 on 되지 않도록 제어하는 충방전 제어부를 더 포함하는 일체형 광 발전 전지 장치.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,  
상기 음극액은,  
코발트 화합물을 산화-환원 물질로 함유하는 일체형 광 발전 전지 장치.

#### 청구항 8

제7항에 있어서,  
상기 광 전극은,  
이산화티탄 염료 입자들이 코팅된 일체형 광 발전 전지 장치.

#### 청구항 9

제1항에 있어서,  
상기 양극액은,  
p-벤조퀴논(benzoquinone) 계열 산화-환원 물질을 함유하는 일체형 광 발전 전지 장치.

#### 청구항 10

제1항에 있어서,  
상기 방전 전극은,  
리튬이온이 이동할 수 있는 다공성 모재를 포함하되,  
상기 다공성 모재의 상기 음극액 챔버 면은 도전재질로 코팅되고, 상기 다공성 모재의 상기 양극액 챔버 면은 활물질로 코팅된 일체형 광 발전 전지 장치.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 광 발전과 저장을 수행하는 일체형 광 발전 전지 장치로서, 특히, 전해질 순환형 염료 감응 광 발전 흐름 전지 장치로서, 실내 조명에서 발전-저장이 가능한 염료 감응 광 발전 흐름 전지 장치로서, 염료 감응 광 발전 흐름 전지 장치에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0003] 탄소 중립에 대한 중요성이 대두되면서 신재생 에너지에 대한 관심이 증가하고 있으며, 그중에서도, 태양광 에너지의 경우 대량의 에너지 생산이 가능하여 고효율의 광 화학전지의 발전으로 꾸준히 연구가 이루어지고 있

다.

- [0004] 하지만, 대용량 태양광발전의 경우, 태양광의 세기, 입사각에 의한 발전 효율이 민감하며, 대면적 모듈 및 이를 위한 공간 및 관리가 필요함. 도심지역의 경우 고층 건물로 인한 태양광의 세기 및 입사각이 제한되며, 발전에 요구하는 면적이 부족하여 실질적으로 원거리 설치 및 송신 과정이 필수적임. 따라서, 도심지역 환경에 맞춘 새로운 기술의 필요성이 대두되고 있다.
- [0005] 도 1은 다양한 센서 및 기기들의 소비전력을 표현한 도식이다.
- [0006] 이와 함께, 최근 사물인터넷(IoT) 산업이 발달함에 따라, 에너지 발전원과 사용처와의 밀접성이 더욱 중요한 요소로 떠오르고 있으며, IoT 산업요소의 핵심인 센서들은 (초)저전력 소비전력을 요구한다.
- [0007] 따라서, 기존 태양광발전과는 다른 방식의 에너지 발전-전송-사용에 대한 시각이 필요하다.
- [0009] 도 2a는 도심지역의 에너지 소비를 나타낸 그래프이고, 도 2b는 저조도 조건에서의 태양전지 효율을 나타낸 그래프이다.
- [0010] 도심지역에서는 에너지 소비의 약 40 %가 건물에서 소비되고 있으며, 그 중 약 10 % 정도가 실내조명을 통해 빛의 형태로 버려지고 있다. 이 실내조명을 활용하면 10%의 새로운 에너지를 재활용할 수 있어, 도심 환경에 적합한 실내조명 재활용 연구가 최근 들어 꾸준히 증가하고 있으며, 이는 차세대 사물인터넷 산업과 잘 부합하는 에너지원으로도 유망하다.
- [0011] 기존의 사용하는 실리콘 태양전지의 경우 넓은 에너지 밴드갭을 가지고 있어 조명을 이용한 에너지 생산이 어렵지만, 염료 감응형 태양전지의 경우, 외부 빛을 통해 전자를 생성하는 유기 염료의 에너지 밴드갭을 조절할 수 있어, 실내조명에서의 발전이 유리하다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

- [0013] (특허문헌 0001) 대한민국 등록공보 10-1220452호

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0014] 본 발명은 광 발전 및 2차 전지 충전 기능을 함께 수행할 수 있는 일체형 광 발전 전지 장치를 제공하고자 한다.

### 과제의 해결 수단

- [0016] 본 발명의 일 측면에 따른 일체형 광 발전 전지 장치는, 외부 빛에 의한 염료의 산화 반응을 통해 전자를 형성하는 광 전극; 방전 과정에서 환원시키는 역할을 수행하는 방전 전극; 2차 전지 기능으로서 전기 에너지 저장에 관련된 산화-환원을 수행하는 촉매가 존재하는 저장 전극; 상기 광 전극과 상기 방전 전극 사이에 음극액이 채워진 형태로 형성된 음극액 챔버; 및 상기 방전 전극과 상기 저장 전극 사이에 양극액이 채워진 형태로 형성된 양극액 챔버를 포함할 수 있다.
- [0017] 여기서, 상기 방전 전극과 상기 저장 전극 사이로 상기 양극액을 순환시키는 양극액 순환 펌프를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 여기서, 상기 광 전극과 상기 방전 전극 사이로 상기 음극액을 순환시키는 음극액 순환 펌프를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 여기서, 상기 양극액에 저장된 전기 에너지는, 상기 방전 전극과 상기 저장 전극의 경로를 따라서 방전될 수 있

다.

- [0020] 여기서, 상기 광 전극과 상기 저장 전극 사이의 선로를 개폐할 수 있는 발전 경로 스위치; 및 상기 저장 전극과 상기 방전 전극 사이의 선로를 개폐할 수 있는 방전 경로 스위치를 더 포함할 수 있다.
- [0021] 여기서, 상기 발전 경로 스위치 및 상기 방전 경로 스위치가 동시에 on 되지 않도록 제어하는 충방전 제어부를 더 포함할 수 있다.
- [0022] 여기서, 상기 음극액은, 코발트 화합물을 산화-환원 물질로 함유할 수 있다.
- [0023] 여기서, 상기 광 전극은, 이산화티탄 염료 입자들이 코팅될 수 있다.
- [0024] 여기서, 상기 양극액은, p-벤조퀴논(benzoquinone) 계열 산화-환원 물질을 함유할 수 있다.
- [0025] 여기서, 상기 방전 전극은, 리튬이온이 이동할 수 있는 다공성 모재를 포함하되, 상기 다공성 모재의 상기 음극액 챔버 면은 도전체질로 코팅되고, 상기 다공성 모재의 상기 양극액 챔버 면은 활물질로 코팅될 수 있다.

### 발명의 효과

- [0027] 상술한 구성의 본 발명의 사상에 따른 일체형 광 발전 전지 장치를 실시하면, 일체형 장치에서 외부 광에 의한 발전 및 2차 전지 충전 기능을 함께 수행할 수 있는 이점이 있다.
- [0028] 본 발명의 일체형 광 발전 전지 장치는, 실내 발전이 가능한 광 충전 전극을 사용하는 경우 흐름 전지의 활용성을 실외 태양광에서 건물 내 조명 발전용으로 확장할 수 있는 이점이 있다. 이는 실내조명 발전에서는 태양광 발전에 대비하여 태양광 전극에 대한 전자 특성이 변하는 특징이 존재하며, 이 부분을 고려하여 효율적인 발전이 가능하게 함에 기인한다.

### 도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1은 다양한 센서 및 기기들의 소비전력을 표현한 도식.
- 도 2a는 도심지역의 에너지 소비를 나타낸 그래프.
- 도 2b는 저조도 조건에서의 태양전지 효율을 나타낸 그래프.
- 도 3은 실내 조명에서 구동 가능한 일체형 장치의 구조 및 구동 과정을 나타내는 모식도.
- 도 4는 실내 조명 발전에 사용된 저장 물질 후보군으로서 p-BQ (가능), t-BQ(불가능)에 대한 구동 메커니즘의 차이를 나타내는 도식.
- 도 5a는 1SUN 태양광에서의 일체형 발전 장치 방전량을 도시한 그래프.
- 도 5b는 1000 lux 실내조명 발전에서의 일체형 발전 장치 방전량을 도시한 그래프.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 본 발명을 설명함에 있어서 제 1, 제 2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성요소들은 용어들에 의해 한정되지 않을 수 있다. 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제 1 구성요소는 제 2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성요소도 제 1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [0032] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 연결되어 있거나 접속되어 있다고 언급되는 경우는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해될 수 있다.
- [0033] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다.
- [0034] 본 명세서에서, 포함하다 또는 구비하다 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것으로서, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계,

동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해될 수 있다.

- [0035] 또한, 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있다.
- [0037] 도 3은 실내 조명에서 구동 가능한 일체형 장치의 구조 및 구동 과정을 나타내는 모식도이다.
- [0038] 본 발명의 태양전지 - 2차전지 일체형 장치의 스택 구조는 도 3에 도시한 바와 같이 Photo-electrode(광 전극), Discharging electrode(방전 전극), Storage electrode(저장 전극)의 3전극 구조의 수밀 프레임을 구비하며, 2종의 전해질은 각 전극 사이에 위치하며, 각 펌프를 통해 각 전해질이 순환하게 된다.
- [0039] 도시한 일체형 광 발전 흐름 전지 장치는, 외부 빛에 의한 염료의 산화 반응을 통해 전자를 형성하는 광 전극(20); 방전 과정에서 환원시키는 역할을 수행하는 방전 전극(60); 2차 전지 기능으로서 전기 에너지 저장에 관련된 산화-환원을 수행하는 촉매가 존재하는 저장 전극(40); 상기 광 전극(20)과 상기 방전 전극(60) 사이에 형성된 음극액 챔버; 및 상기 방전 전극(60)과 상기 저장 전극(40) 사이에 형성된 양극액 챔버를 포함할 수 있다.
- [0040] 또한, 도시한 일체형 광 발전 흐름 전지 장치는, 상기 방전 전극(60)과 상기 저장(40) 전극 사이로 양극액(anolyte)을 순환시키는 양극액 순환 펌프(74); 및 상기 광 전극(20)과 상기 방전 전극(60) 사이로 염료 음극액(catholyte)을 순환시키는 음극액 순환 펌프(72)를 더 포함할 수 있다.
- [0041] 상기 음극액 순환 펌프(72)를 가동하는 방안(알고리즘)으로는, 발전 흐름에 따라 펌프를 가동하되, 예컨대, 가장 단순하게는 광센서로 판단한 광량에 비례하도록 펌핑량을 제어할 수 있다.
- [0042] 상기 양극액 순환 펌프(74)를 가동하는 방안(알고리즘)으로는, 방전량 및/또는 부하량에 따라 펌프를 가동하되, 예컨대, 가장 단순하게는 출력 스위치 on/off에 따라 상기 양극액 순환 펌프를 on/off 시킬 수 있다. 또는, 공지된 레독스 흐름 전지의 펌프 구동 알고리즘(기술)들 중 하나를 적용할 수 있다.
- [0043] 상기 광 전극(20)과 방전 전극(60) 사이에 형성되는 상기 음극액 챔버에는, 음극액(catholyte)이 흐르는데, 상기 음극액은 염료 감응형 태양전지에 사용되는 코발트 화합물을 산화-환원 물질(염료)로 사용하였으며, 예컨대, 아세토니트릴(acetonitrile)에 용해하여 사용될 수 있다.
- [0044] 상기 방전 전극(60)과 저장 전극(40) 사이에 형성되는 상기 양극액 챔버에는, 양극액(anolyte)이 흐르는데, 상기 양극액은 시스템의 에너지 준위에 적합한 벤조퀴논(benzoquinone) 계열 산화-환원 물질로 사용하였으며, 예컨대, 프로필렌카보네이트(propylene carbonate)에 용해하여 사용될 수 있다.
- [0045] 상기 음극액은 음극액 저장소(76)에 상기 음극액 챔버 대비 대용량으로 저장될 수 있으며, 상기 양극액은 양극액 저장소(78)에 상기 양극액 챔버 대비 대용량으로 저장될 수 있다.
- [0046] 상기 광 전극(20)은 공지된 염료 감응형 태양전지에 적용된 기술들 중 하나를 채택하여 적용될 수 있으며, 앞서 서술한 바와 같은 구조를 가지며, 외부 빛이 존재하면 염료의 산화 반응을 통해 전자를 형성하는 역할을 수행한다. 예컨대, 상기 광 전극(20)은, 이산화티탄 염료 입자들(22)이 코팅될 수 있다.
- [0047] 상기 저장 전극(40)은 2차 전지 기능을 위한 충/방전 과정에서 양극액의 벤조퀴논(benzoquinone)을 산화-환원시킬 수 있는 촉매가 존재하는데, 예컨대, 상기 촉매의 종류는 카본(carbon) 물질이며 이를 FTO 위에 필름 형태로 제작하여 사용할 수 있다.
- [0048] 상기 방전 전극(60)은 상기 음극액 챔버에 대해서는 2차 전지 방전 과정에 음극액을 환원시키는 역할을 하는 동시에 일체형 장치 내에서 양전하 전달 입자(리튬이온)를 제외하고는 두 전해질(즉, catholyte와 anolyte)이 섞이지 않도록 멤브레인 역할을 수행한다.
- [0049] 예컨대, 상기 방전 전극(60)은 공지된 레독스 흐름전지용 세퍼레이터 재질(가급적 전하전달 입자용 홀의 직경이 큰 것이 바람직함)을 다공성 소재로 하여, 상기 다공성 소재의 상기 음극액 챔버 면을 도전재질(62)로 코팅하여 전극을 형성하고, 상기 다공성 소재의 상기 양극액 챔버 면을 활물질(공지된 레독스 흐름전지용 세퍼레이터 활물질)(64)을 코팅하는 방식으로 제작될 수 있다.
- [0051] 충전 과정에서는 외부 빛 아래에 광 전극(20)과 저장 전극(40)을 연결하였을 때, 진행된다. 광 전극(20)에서 빛

을 받아 유기 염료가 전자를 생성하며,  $TiO_2$  반도체를 통해 광 전극(20)의 도체 전극 부분으로 이동하며, 연결된 외부 도선을 통해 저장 전극(20)으로 이동한다. 이동된 전자는 촉매 반응을 통해 양극액의 벤조퀴논(benzoquinone)을 환원시켜  $2Li$ -Benzoquinone 형태로 전기 에너지 저장이 일어나게 된다.

[0052] 충전이 진행됨에 따라 양극액은  $2Li$ -Benzoquinone의 형태가 증가하게 되고, 이와 동시에, 광 전극(20)에서 산화된 염료가 환원되며, 음극액에서는  $Co(II)(bpy)_3(PF_6)_2$  전해질의 산화 반응이 일어나  $Co(III)(bpy)_3(PF_6)_2(TFSI)$ 의 형태가 된다. 따라서, 음극액은  $Co(III)(bpy)_3(PF_6)_2(TFSI)$  형태가 증가하게 된다. 이때, 양쪽의 전하 균형을 맞추기 위해 리튬이온( $Li^+$ -ion)이 멤브레인을 통해 이동한다.

[0054] 방전 과정은 저장 전극(40)과 방전 전극(60)을 연결하고 전력을 소모할 때, 진행된다. 먼저, 전력을 생성하기 위해 저장 전극(40)에서  $2Li$ -Benzoquinone이 산화되어 벤조퀴논(benzoquinone)으로 바뀌게 되며, 생성된 전자는 방전 전극(60)으로 이동하여 상기 과정에서 산화된  $Co(III)(bpy)_3(PF_6)_2(TFSI)$  전해질을 환원시켜  $Co(II)(bpy)_3(PF_6)_2$ 로 바뀌어 방전이 진행된다. 이 과정에서 리튬이온은 충전과 반대 방향으로 멤브레인을 통해 이동한다.

[0055] 충/방전 모든 과정은 외부 탱크에 존재하는 전해질이 모두 반응할 때까지 진행된다. 충전 과정은, 상기 음극액 챔버 쪽에서의 광 발전 과정 및 상기 양극액 챔버에서의 2차 전지 충전 과정으로 구분할 수 있다.

[0056] 상기 음극액 챔버 쪽에서의 광 발전 과정 및 상기 양극액 챔버에서의 2차 전지 방전 과정의 전기적 회로는 시간적으로 분리되어 형성되는 것이 바람직하다. 즉, 본 발명의 사상에 따른 일체형 광 발전 흐름 전지 장치에 대한 부하 연결 또는 다른 2차 전지 충전을 위한 회로와, 상기 광 발전 - 충전을 위한 회로는 동시에 형성되지 않도록 제어하는 것이 유리하다. 이를 위해, 발전을 위한 상기 광 전극(20)과 상기 저장 전극(40) 사이의 선로(82) 및 2차 전지 충전을 위한 상기 저장 전극(40)과 상기 방전 전극(60) 사이의 선로(86)에는 각각 해당 선로를 개폐할 수 있는 스위치(84, 88)를 구비하고, 2 스위치(84, 88)가 동시에 on되지 않도록 제어하는 충방전 제어부를 구비할 수 있다. 상술한 동시 on 방지 기능을 제외하고는 상기 충방전 제어부는 일반적인 2차 전지 충방전 제어부와 거의 동일한 기능 및 구조를 가질 수 있다.

[0057] 만약, 광 발전 시간대에 충전 전력을 외부 부하로 공급하여야 하는 상황인 경우, 상기 충방전 제어부는, 상기 광 전극(20)과 상기 저장 전극(40) 사이의 선로 스위치(발전 경로 스위치)(84)와 상기 저장 전극(40)과 상기 방전 전극(60) 사이의 선로 스위치(방전 경로 스위치)(88)에 대하여, 짧은 단위 시간들로 구분된 시간대들에 대하여 상기 발전 경로 스위치(84)와 상기 방전 경로 스위치(88)를 교번하여 on 대역 시간대를 할당하는 방식으로 제어할 수 있다. 그러면, 전체 시간대에서는 발전과 방전이 동시에 수행되는 것으로 체감될 수 있다.

[0058] 한편, 상기 양극액 순환 펌프(74) 및 상기 음극액 순환 펌프(72)도 소정의 다른 단위 시간으로 구분하여 제어할 수 있다.

[0059] 예컨대, 외부 빛에 의한 발전을 개시한 후 소정의 제2 단위 시간이 경과하면 상기 양극액 순환 펌프(74)가 소정의 제1 가동 시간 동안 가동되고, 외부 빛에 의한 발전을 개시한 후 소정의 제3 단위 시간이 경과하면 상기 음극액 순환 펌프(72)가 소정 제2 가동 시간 동안 가동될 수 있다. 상기 제2 단위 시간 및 상기 제3 단위 시간은 동일할 수도 있으며, 또는, 서로 독립적일 수 있다.

[0061] 도 4는 실내 조명 발전에 사용된 저장 물질 후보군으로서 p-BQ (가능), t-BQ(불가능)에 대한 구동 메커니즘의 차이를 나타내는 도식이다.

[0062] 충전 과정에서의 핵심은, 양극액의 환원 준위가 태양광 전극의  $TiO_2$  반도체의 Fermi level보다 낮은 상태여야 진행이 된다. 이는 기존의 일체형 시스템과는 다른 메커니즘을 가지게 한다.

[0063]  $TiO_2$  반도체의 Fermi level의 경우 입사하는 광량에 따라 변화하기에 실내조명과 태양광에서의 조건이 매우 달라지며, 본 발명에서는 이러한 구동 원리를 토대로 소자 구동에 적용하여 실제 작동되는 과정을 보여준다. 이에 따라 실내 조도의 환경에서의 발전의 용도로는 p-벤조퀴논이 저장물질(즉, 양극액에 구비되는 전기에너지 저장 물질)로서 유용함을 알 수 있다. 이와 같이, 실내 발전이 가능한 광 충전 전극을 사용함으로써 흐름 전지의 활용성을 실외 태양광에서 건물 내 조명 발전용으로 확장할 수 있다.

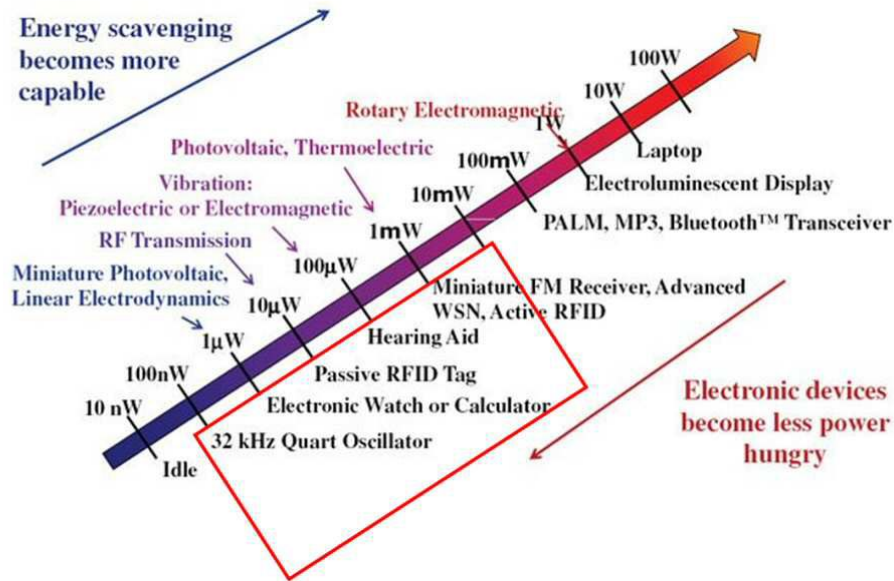
- [0065] 실내조명 발전에서는 태양광발전에 대비하여 태양광 전극에 대한 전자 특성이 변하는 특징이 존재하며, 본 발명의 일체형 발전 장치는 이 부분을 고려하여 효율적인 발전이 가능하게 한다.
- [0066] 도 5a는 1SUN 태양광에서의 일체형 발전 장치 방전량을 도시한 그래프이며, 도 5b는 1000 lux 실내조명 발전에서의 일체형 발전 장치 방전량을 도시한 그래프이다. 즉, 도 5a 및 도 5b는 1SUN 태양광 조건과 1000 lux 실내조명 조건에서 발전에서의 일체형 발전 장치의 방전량 차이를 나타낸다.
- [0067] 도 5a/5b에서처럼 태양광 환경에서는 작동이 가능한 물질이 실내조명에서는 정상적으로 작동하지 않는 결과를 볼 수 있으며, 이 결과는, 본 발명에서 제시하는 메커니즘에 의한 것으로 판단되며, p-BQ의 경우, 실내조명에서도 원활하게 작동하는 것을 확인할 수 있다.
- [0068] 이러한 결과는, 실내조명을 활용하는 경우에는, 기존 태양광 연구결과는 다른 새로운 발전 분야로 받아들여야 하는 부분임을 시사하고 있으며, 본 발명의 사상에 따른 p-BQ를 활용한 일체형 광 발전 흐름 전지 장치는, 이러한 실내조명 활용 분야에 있어서 더욱 유용하다.
- [0069] 이러한 실내용 일체형 광 발전 흐름 전지 장치의 실질적 활용 측면으로는, 최근 사물인터넷(IoT) 기반 무선 센서, 스마트 폰 및 태블릿 PC를 포함한 저전력 구동 실내 전자 장치의 사용이 급격히 증가함에 따라, 실내에서 반영구적으로 사용 가능한 에너지원에 대한 수요를 충족시킬 수 있다.
- [0070] 예컨대, IoT 스마트 건축물의 경우, 현 발전 수준을 통해 예측하면 향후 센서 운영 개수가 조 단위로 기하급수적으로 늘어날 것으로 예상하며, 이에 따라 외부에서 주택으로 전력을 공급하는 전력망도 중요하지만, 주택 내에서의 수많은 센서를 어떻게 운영해야 하는지도 매우 중요하다고 할 수 있다. 이러한 상황에서 배선연결을 통한 운영은 매우 복잡하고, 비효율적이며, 2차 배터리를 사용할 경우 물리적인 개수에 따른 환경문제 및 관리 측면에서의 어려움을 유발할 수 있다.
- [0071] 반면, 본 발명에서 제시하는 실내용 일체형 광 발전 흐름 전지 장치를 활용하여, 대부분 버려지는 “실내조명”이라는 에너지를 활용하여 신재생-자가발전 시스템을 구축한다면, 차세대 신산업 구성에 유연하게 대처할 수 있다. 또한, 일체형 시스템의 장점을 살려, 충전 후 필요에 따른 사용은, 다양하거나, 불균일한 센서 운영 시간 대에 대해 유연하게 대처할 수 있어, 차세대 사물인터넷(IoT) 산업에 매우 적합하다.
- [0073] 본 발명이 속하는 기술 분야의 당업자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있으므로, 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

## 부호의 설명

- [0075] 20 : 광 전극  
40 : 저장 전극  
60 : 방전 전극  
72 : 음극액 순환 펌프  
74 : 양극액 순환 펌프

도면

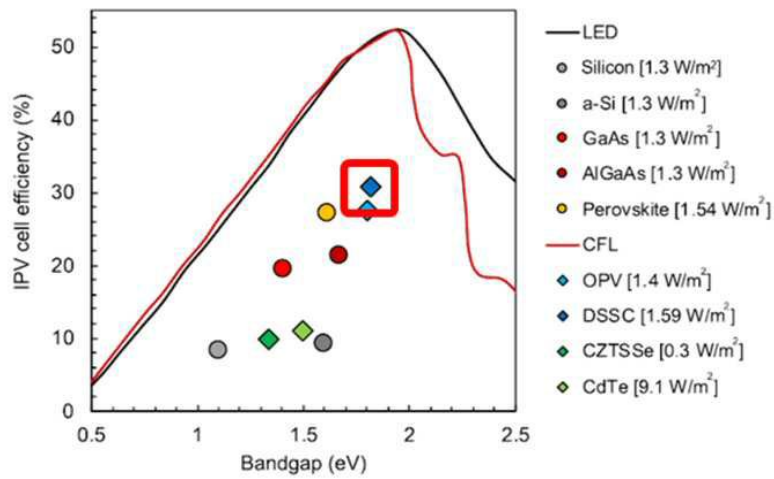
도면1



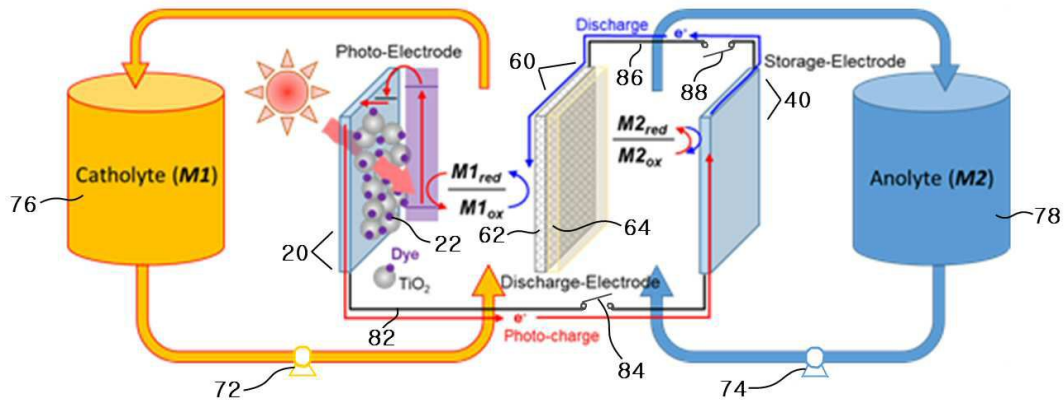
도면2a



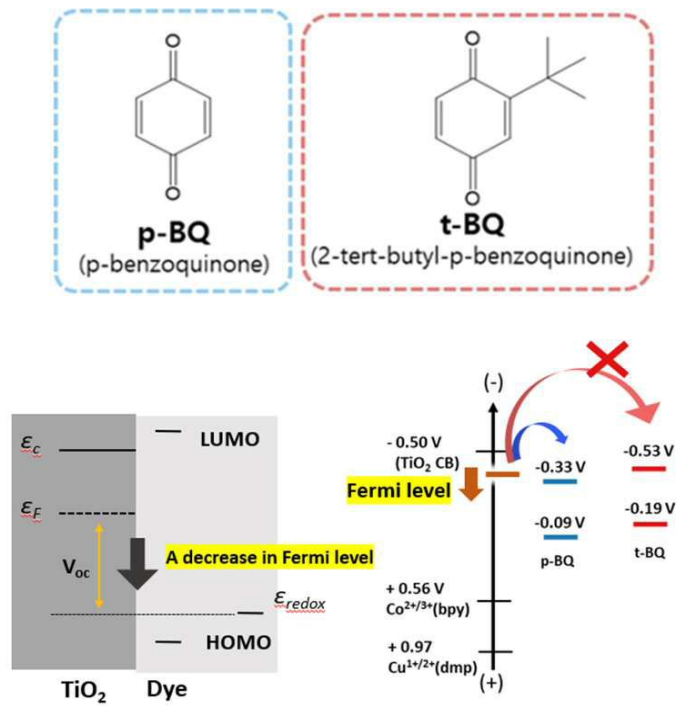
도면2b



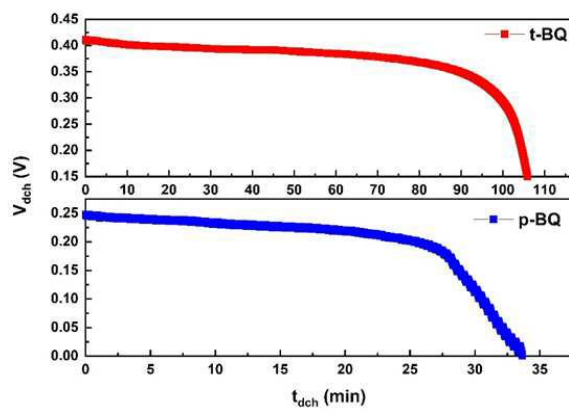
도면3



도면4



도면5a



도면5b

