



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.
H01L 31/042 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2007-0048527
(43) 공개일자 2007년05월09일

(21) 출원번호 10-2005-0105701
(22) 출원일자 2005년11월04일
심사청구일자 없음

(71) 출원인 고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자 김동환
서울 성북구 안암동5가 1번지 고려대학교 신소재공학과
강운목
서울 성북구 안암동5가 1번지 고려대학교 신소재공학과
김우영
서울 성북구 안암동5가 1번지 고려대학교 신소재공학과
강민구
서울 성북구 안암동5가 1번지 고려대학교 신소재공학과

(74) 대리인 현종철

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 염료감응태양전지 및 그 제조방법

(57) 요약

염료감응태양전지 및 그 제조방법이 개시된다.

본 발명에 따르는 염료감응태양전지는 서로 대향되게 배치되는 제1기판과 제2기판과, 상기 제1기판과 제2기판과의 사이에 구비되고, 광화학적 반응을 위한 비표면적이 큰 복수개의 돌출부를 갖는 적어도 하나의 나노튜브산화물층을 포함하고, 상기 나노튜브산화물층에 화학적으로 흡착되어, 여기된 전자를 공급할 수 있는 염료층을 포함하는 반도체전극과, 상기 반도체전극과 대향되고 상기 제1기판과 제2기판과의 사이에 마련되어 통전되도록 하는 대향전극 및 상기 반도체전극과 대향전극 사이에 개재되어 산화-환원반응에 의하여 상기 염료층에 전자를 공급해줄 수 있는 전해질용액을 포함하는 것을 특징으로 하는데, 염료층에서 여기된 전자의 이동에 있어서, 전극의 형태(morphology)에 영향을 받게 된다. 양극산화로 얻어진 나노튜브 모양의 표면 형태는 전자의 이동 경로가 직선 형태로 최소화되어 전자의 손실을 줄일 수 있으며, 복수개의 나노튜브의 표면 염료 흡착이 가능하여 넓은 표면적에서 광흡수를 할 수 있으며, 또한 양면의 나노튜브에 흡수 파장대가 다른 염료를 흡착하여 광흡수도를 증가시킬 수 있다.

대표도

도 3

특허청구의 범위

청구항 1.

서로 대향되게 배치되는 제1기판과 제2기판;

상기 제1기판과 제2기판과의 사이에 구비되고, 광화학적 반응을 위한 비표면적이 큰 복수개의 돌출부를 갖는 적어도 하나의 나노튜브산화물층을 포함하고, 상기 나노튜브산화물층에 화학적으로 흡착되어, 여기된 전자를 공급할 수 있는 염료층을 포함하는 반도체전극;

상기 반도체전극과 대향되고 상기 제1기판과 제2기판과의 사이에 마련되어 통전되도록 하는 대향전극; 및

상기 반도체전극과 대향전극 사이에 개재되어 산화-환원반응에 의하여 상기 염료층에 전자를 공급해줄 수 있는 전해질용액;을 포함하는 것을 특징으로 하는 염료감응 태양전지.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 나노튜브산화물층은 이산화티탄(TiO_2)인 것을 특징으로 하는 염료감응태양전지.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 반도체전극의 대향전극을 향한 반대면에 배치하되, 상기 반도체전극과 대향되도록 제2대향전극을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 염료감응태양전지.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 대향전극은 제1기판과의 사이에 제1기판과의 부착력과 전기적 특성의 향상을 위하여 전도성버퍼층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 염료감응태양전지.

청구항 5.

제 1 항에 있어서,

상기 나노튜브산화물층은 이산화티탄(TiO_2)인 것을 특징으로 하는 염료감응 태양전지의 제조방법.

청구항 6.

제 1 항에 있어서,

상기 돌출부는 그 폭이 60nm 이상이고, 그 높이가 200nm 이상으로 형성되는 것을 특징으로 하는 염료감응 태양전지의 제조방법.

청구항 7.

제 3 항에 있어서,

상기 제2대향전극은 제2기판과의 사이에 제2기판과의 부착력과 전기적 특성의 향상을 위하여 전도성버퍼층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 염료감응태양전지.

청구항 8.

제 3 항에 있어서,

상기 반도체전극의 제2대향전극을 향한 면에 형성된 나노튜브산화물층의 표면에는 다양한 파장의 태양광을 흡수하여 전자전이를 일으킬 수 있는 제2염료층이 흡착되어 있는 것을 특징으로 하는 염료감응태양전지.

청구항 9.

제 1 항에 있어서,

상기 제1기판 또는 제2기판 중 적어도 하나는 투광성인 것을 특징으로 하는 염료감응태양전지.

청구항 10.

제 4 항에 있어서,

상기 전도성버퍼층은 이산화주석(SnO_2)인 것을 특징으로 하는 염료감응 태양전지.

청구항 11.

서로 대향하는 제1기판의 제2기판을 향한 면에 염료감응태양전지의 양극으로 사용될 대향전극을 형성하는 단계;

상기 제2기판의 제1기판을 향한 면에, 플루오로화수소(HF)수용액에 티타늄기판을 함침시켜 복수개의 돌출부를 갖는 나노튜브산화물층을 형성하여 염료감응태양전지의 음극인 반도체전극을 형성하는 단계;

상기 나노튜브산화물층에 흡착되어, 태양광을 조사받아 반도체전극에 여기된 전자를 전달하는 염료층을 형성하는 단계;
및

상기 대향전극과 반도체전극을 조립하고, 상기 대향전극상에 형성된 미세구멍을 통하여 산화-환원 반응으로 염료층에 전자를 공급하는 전해액을 주입하는 단계;를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 염료감응태양전지의 제조방법.

청구항 12.

제 11 항에 있어서,

상기 티타늄기판을 양극으로 하고, 양극산화법을 이용하여 나노튜브산화물층을 형성하는 것을 특징으로 하는 염료감응태양전지의 제조방법.

청구항 13.

제 11 항에 있어서,

상기 플루오로화수소(HF)수용액에 티타늄기판을 함침시키는 시간은 900초 이상인 것을 특징으로 하는 염료감응태양전지의 제조방법.

청구항 14.

제 11 항에 있어서,

상기 대향전극과 대향하도록 배치하되, 그 사이에 상기 반도체전극을 위치하도록 하여 제2대향전극을 더 구비하여 상기 반도체전극과 조립하고, 상기 제2대향전극상에 형성된 제2미세구멍을 통하여 산화-환원 반응으로 제2염료층에 전자를 공급하는 전해액을 주입하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 염료감응태양전지의 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 염료감응태양전지에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 비표면적이 넓고 전자의 이동도가 우수하며 양면으로 태양광을 흡수할 수 있는 염료감응태양전지에 관한 것이다.

1991년도 스위스 국립 로잔 고등기술원(EPFL)의 마이클 그라첼(Michael Gratzel) 연구팀에 의해 염료감응 나노입자 이산화티타늄(아나타제 구조) 태양전지가 개발된 이후 이 분야에 관한 많은 연구가 진행되고 있다. 염료감응태양전지는 기존의 p-n형 태양전지에 비해 제조단가가 낮으면서 에너지 변환 효율이 높기 때문에 기존의 비정질 실리콘 태양전지를 대체할 수 있는 가능성을 가지고 있다. 실리콘 태양전지와 달리, 염료감응태양전지는 가시광선을 흡수하여 전자-홀 쌍을 생성할 수 있는 염료분자와, 생성된 전자를 전달하는 전이금속 산화물을 주 구성재료로 하는 광전기화학적 태양전지이다.

도 1은 종래의 통상적인 염료감응 태양전지의 작동원리를 보여주는 설명도로서, 표면에 염료분자(도시하지않음)가 화학적으로 흡착된 전이금속산화물전극(110)에 태양광(hν)이 흡수되면 염료분자는 바닥상태에서 들뜬상태로 전자가 전이하여 전자-홀 쌍을 이루며, 들뜬상태의 전자(e⁻)는 반도체산화물의 전도띠(conduction band, E_{cb})로 주입된다. 반도체산화물전극(110)으로 주입된 전자는 입자간 계면을 통하여 반도체산화물전극에 접하고 있는 투명전도성막(100)으로 전달되고, 투명전도성막(100)에 연결된 외부의 회로나 부하(140)를 통하여 대향전극(counter electrode, 130)과 폐회로를 구성하게 된다. 상기 대향전극(130)과 반도체산화물전극(110) 사이에는 산화-환원 전해질(120)이 주입되어 그로부터 전자를 받아 원래의 상태로 환원된다.

이러한 태양전지의 에너지 변환 효율은 광흡수에 의해 생성된 전자의 양에 비례하기 때문에 많은 양의 전자를 생성하기 위해서는 염료분자의 흡착량을 증가시켜야 한다. 따라서, 단위면적당 흡착된 염료분자의 농도를 증가시키기 위해서는 전이금속 산화물 입자를 나노 크기로 제조할 것이 요구되며, 이러한 나노입자 제조기술은 염료감응태양전지를 제조하는데 있어 매우 중요한 핵심기술 중의 하나이다.

종래의 염료감응태양전지에는 사이소프라판올티타늄(Ti(iOC₃H₇)₄)을 전구체로 하여 고압 수열반응에 의하여 얻어진 아나타제(anatase) 구조의 이산화티타늄이 주로 사용되어 왔으며, 일본 공개특허공보 제2003-249277호 등에 개시되어 있으나, 표면상태가 불균일하고, 이산화티타늄에 균열이 있어서 전자이동경로가 길어지는 문제가 있었다.

또한, 아나타제와 유사한 결정구조 및 전도띠에너지(conduction band energy)를 갖는 루타일 이산화티타늄은 염료감응 태양전지에 전극으로 사용될 수 있는데, 루타일 이산화티타늄을 전극으로 이용하기 위해서는 나노입자 루타일 이산화티타늄 분말을 제조하고, 이를 400℃ 내지 500℃ 온도에서 열처리하여 10 μm 내지 12 μm 두께의 나노입자 후막필름을 형성하여야 하는데, 균열이 없는 나노입자 루타일 이산화티타늄 후막 필름을 제조하기 어려운 문제가 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명이 이루고자 하는 첫번째 기술적 과제는 균열이 없고, 동시에 비표면적이 큰 이산화티타늄막을 형성하여 많은 태양광을 흡수하도록 하는 한편, 발생된 전자의 이동경로를 줄여 전자-홀 쌍의 재결합을 방지하는 염료감응태양전지를 제공하는 것이다.

또한, 본 발명이 이루고자 하는 두번째 기술적 과제는 균열이 없고, 동시에 비표면적이 큰 이산화티타늄막을 형성하여 많은 태양광을 흡수하도록 하는 한편, 발생된 전자의 이동경로를 줄여 전자-홀 쌍의 재결합을 방지하는 염료감응태양전지의 제조방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성

본 발명은 상술한 목적을 달성하기 위하여,

서로 대향되게 배치되는 제1기판과 제2기판과, 상기 제1기판과 제2기판과의 사이에 구비되고, 광화학적 반응을 위한 비표면적이 큰 복수개의 돌출부를 갖는 적어도 하나의 나노튜브산화물층을 포함하고, 상기 나노튜브산화물층에 화학적으로 흡착되어, 여기된 전자를 공급할 수 있는 염료층을 포함하는 반도체전극과, 상기 반도체전극과 대향되고 상기 제1기판과 제2기판과의 사이에 마련되어 통전되도록 하는 대향전극 및 상기 반도체전극과 대향전극 사이에 개재되어 산화-환원반응에 의하여 상기 염료층에 전자를 공급해줄 수 있는 전해질용액을 포함하는 것을 특징으로 하는 염료감응 태양전지를 제공한다. 여기서, 상기 나노튜브산화물층은 이산화티탄(TiO_2)인 것을 특징으로 할 수 있다. 또한, 상기 반도체전극의 대향전극을 향한 반대면에 배치하되, 상기 반도체전극과 대향되도록 제2대향전극을 더 구비하는 것을 특징으로 할 수 있다. 아울러, 상기 대향전극은 제1기판과의 사이에 제1기판과의 부착력과 전기적 특성의 향상을 위하여 전도성버퍼층을 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다. 또한, 상기 나노튜브산화물층은 이산화티탄(TiO_2)인 것을 특징으로 할 수 있다. 또한, 상기 돌출부는 그 폭이 60nm 이상이고, 그 높이가 200nm 이상으로 형성되는 것을 특징으로 할 수 있다.

한편, 상기 제2대향전극은 제2기판과의 사이에 제2기판과의 부착력과 전기적 특성의 향상을 위하여 전도성버퍼층을 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다. 여기서, 상기 반도체전극의 제2대향전극을 향한 면에 형성된 나노튜브산화물층의 표면에는 다양한 파장의 태양광을 흡수하여 전자전이를 일으킬 수 있는 제2염료층이 흡착되어 있는 것을 특징으로 할 수 있다.

또한, 상기 제1기판 또는 제2기판 중 적어도 하나는 투광성인 것을 특징으로 할 수 있다. 아울러, 상기 전도성버퍼층은 이산화주석(SnO_2)인 것을 특징으로 할 수 있다.

한편 본 발명의 또 다른 특징은, 서로 대향하는 제1기판의 제2기판을 향한 면에 염료감응태양전지의 양극으로 사용될 대향전극을 형성하는 단계와, 상기 제2기판의 제1기판을 향한 면에, 플루오로화수소(HF)수용액에 티타늄기판을 함침시켜 복수개의 돌출부를 갖는 나노튜브산화물층을 형성하여 염료감응태양전지의 음극인 반도체전극을 형성하는 단계와, 상기 나노튜브산화물층에 흡착되어, 태양광을 조사받아 반도체전극에 여기된 전자를 전달하는 염료층을 형성하는 단계 및 상기 대향전극과 반도체전극을 조립하고, 상기 대향전극상에 형성된 미세구멍을 통하여 산화-환원 반응으로 염료층에 전자를 공급하는 전해액을 주입하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 염료감응태양전지의 제조방법을 제공한다. 여기서, 상기 티타늄기판을 양극으로 하고, 양극산화법을 이용하여 나노튜브산화물층을 형성하는 것을 특징으로 할 수 있다. 아울러, 상기 플루오로화수소(HF)수용액에 티타늄기판을 함침시키는 시간은 900초 이상인 것을 특징으로 할 수 있다. 한편, 상기 대향전극과 대향하도록 배치하되, 그 사이에 상기 반도체전극을 위치하도록 하여 제2대향전극을 더 구비하여 상기 반도체전극과 조립하고, 상기 제2대향전극상에 형성된 제2미세구멍을 통하여 산화-환원 반응으로 제2염료층에 전자를 공급하는 전해액을 주입하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

이하, 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다.

본 발명에 따르는 염료감응태양전지 및 그 제조방법은 균열이 없고, 동시에 비표면적이 큰 이산화티타늄막을 형성하여 많은 태양광을 흡수하도록 하는 한편, 발생된 전자의 이동경로를 줄여 전자-홀 쌍의 재결합을 방지할 수 있는 특징이 있다.

본 발명은 첨부된 도면을 통하여 설명하게 되나, 다음에 예시하는 본 발명의 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 다음에 상술하는 실시예에 한정되는 것은 아니다.

본 발명의 실시예는 당 업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위하여 제공되어지는 것이다. 도면에서 막 또는 영역들의 크기 또는 두께는 명세서의 명확성을 위하여 과장되어진 것이다.

먼저, 염료감응 태양전지의 원리를 간단히 살펴보면, 이는 광합성의 원리를 응용한 것으로, 가시광선이 조사되면 포톤(photon)은 먼저 염료에 흡수되고, 여기상태로 된 염료가 전자를 전자 전도대(conduction band)로 보낸다.

여기서 전자는 전극으로 이동한 후 외부 회로로 이동한다. 염료는 전자 전도대에 전자를 전이한 후 산화되나 전해질 용액으로부터 전자를 받아 원래의 상태로 환원된다.

도 2는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 염료감응태양전지를 나타내는 단면도이다.

도면을 참조하면, 본 발명에 따르는 염료감응태양전지는 서로 대향된 제1기판(200)과 제2기판(210)이 있고, 상기 제1기판의 제2기판을 향한 면에는 순차적으로, 전도성버퍼층(220)과 그 하부에는 대향전극(230)이 구비된다. 또한, 제2기판(210)의 제1기판(200)을 향한 면에는 순서대로, 반도체전극(240)과 그 상부에 나노튜브산화물층(250)이 구비되어 있다. 한편, 상기 나노튜브산화물층(250)은 그 비표면적을 크게 하여 태양광의 흡수를 많이 하도록 복수개의 돌출부(255)를 구비한다.

또한, 상기 대향전극(230)과 돌출부(255)과의 사이에는 산화-환원반응이 일어나는 전해질용액을 매립하도록 내부공간(260)이 마련된다. 또한, 상기 제1,2기판(200,210)은 밀봉될 필요가 있는데, 이를 위하여 제1,2기판(200,210)의 외각 단부를 따라 밀봉부(미도시)가 구비된다. 이러한 밀봉부는 열가소성 고분자 필름으로 형성할 수 있다.

한편, 제1기판(200)은 폴리에테르술폰(PES, polyethersulphone), 폴리아크릴레이트(PAR, polyacrylate), 폴리에테르이미드(PEI, polyetherimide), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN, polyethylenenapthalate), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET, polyethyleneterephthalate), 폴리페닐렌 설파이드(polyphenylene sulfide: PPS), 폴리아릴레이트(polyallylate), 폴리이미드(polyimide), 폴리카보네이트(PC), 셀룰로오스 트리 아세테이트(TAC), 셀룰로오스 아세테이트 프로피오네이트(cellulose acetate propionate: CAP) 중 적어도 하나를 포함하는 플라스틱재 또는 유리재로 구성될 수 있는데, 태양광을 투과시켜 광전환 효율을 높이기 위하여 투광도가 높아질 수 있는 범위내에서 특별히 제한할 필요는 없다. 또한, 제2기판(210)도 역시 제1기판(200)을 구성하는 플라스틱재 또는 유리재로 구성될 수 있다.

한편, 제1기판(200)의 제2기판을 향한 면에는 전도성버퍼층(220)이 구비될 수 있다. 후술한 대향전극이 태양광을 투과시켜야 하는 특성상, 박막(thin film)으로 형성될 수 있고 또한, 제1기판(200)과 대향전극(230)과의 부착력 향상 및 전기적 특성을 고려하여 전도성버퍼층(220)을 구비한다. 상기 전도성버퍼층(220)으로 사용되는 소재로는 인듐틴옥사이드(ITO), 인듐진크옥사이드(IZO), 산화인듐(In_2O_3), 이산화주석, 플로린 도핑된 인듐틴옥사이드(FTO) 등을 들 수 있는데, 특히 이산화주석(SnO_2)가 바람직하다. 이러한 전도성버퍼층(220)은 스퍼터링(sputtering), 화학기상증착(CVD), 증기증착(evaporation), 열산화(thermal oxidation), 전기화학적 증착(electrochemical anodization(deposition)) 중의 어느 한 방법에 의해 형성할 수 있으며, 일 예로는 스퍼터링 방법에 의해 상온 내지 400°C 의 온도에서 1 내지 400 nm의 두께로 형성할 수 있다.

아울러, 전도성버퍼층(220)의 제2기판(210)을 향한 면에는 대향전극(230)이 적층된다. 상기 대향전극(230)은 백금(Pt) 또는 귀금속 물질을 이용할 수 있는데, 백금(Pt)은 반사도가 높을수록 내부공간(260)으로 투과된 태양광의 광경로가 길어져 효율이 우수하므로 반사율이 높은 막이 선호된다.

한편, 제2기판(210)의 제1기판을 향한 면에는 순차적으로 반도체전극(240), 나노튜브산화물층(250) 및 돌출부(255)가 형성되어 있다. 제1기판을 통과한 태양광은 돌출부(255)의 표면에 도포된 염료층(270)에 조사된다. 여기서, 염료층(270)은 조사된 태양광에 의하여 화학적으로 기저상태에서 여기상태로 전자전이가 일어나게 되며, 여기상태의 전자는 돌출부(255)를 통하여 나노튜브산화물층(250)으로 주입된다. 또한, 전자가 이동하는 경로가 돌출부(255)를 따라 나노튜브산화

물층(250)으로 직선적 최단거리를 이동하므로 전자 손실을 줄일 수 있다. 이러한 돌출부(255)는 그 폭이 60nm 이상이고, 그 높이가 200nm 이상인 것이 바람직하데, 그 폭이 60nm 미만이고, 높이가 200nm 미만 경우에는 양극산화를 시키는 경우에 침식되는 정도를 조절하기 어려우며 표면적 효과가 저감된다.

한편, 염료층(270)은 다양한 염료로 구성될 수 있는데, 루테늄(Ru) 복합체를 포함하여 가시광을 흡수할 수 있는 물질로 이루어질 수 있는데, 바람직하게는 루테늄(Ruthenium) 535-bisTBA(solaronix)일 수 있다. 루테늄(Ru)은 백금족에 속하는 원소로서 많은 유기 금속 복합체를 만들 수 있는 원소이다.

이 외에도, 가시광내의 장파장 흡수를 개선하여 효율을 향상시키는 특성 및 전자 방출이 효율적으로 할 수 있는 염료인 한 어떤 것이든 사용할 수 있음은 물론이다. 또한, 염료층(270)은 다양한 색을 갖고, 재료가 풍부하며, 가격이 싼 유기 색소로 구비될 수 있다. 예컨대, 큐마린(Cuemarine), 포피린(porphyrin)의 일종인 페오포바이드 에이(pheophorbide a) 등을 단독 또는 Ru 복합체와 혼합 사용할 수 있다.

한편, 돌출부(255)와 나노튜브산화물층(250)은 그 구성소재가 동일한데, 태양전지의 에너지 변환효율은 광흡수에 의해 생성된 전자의 양에 비례하기 때문에 많은 양의 전자를 생성하기 위해서는 염료층이 넓어야 한다. 다시 말하면, 염료층(270)의 비표면적이 커야하는데, 이를 위하여 돌출부(255)를 두어서 비표면적을 크게 하고 있다. 여기서, 복수개의 돌출부(255)를 형성하는 방법으로는 특별히 제한은 없으나, 바람직하게는 양극산화법을 이용할 수 있는데, 상세하게는 후술한다.

다음으로, 나노튜브산화물층(250)이 돌출부(255)와 동일한 구성소재로 구비되어 있는데, 바람직하게는 전이금속산화물로 구비될 수 있고, 특히 이산화티탄(TiO_2)이 바람직하다. 이 역시 양극산화법을 이용하여 형성한다.

한편, 돌출부(255)를 통하여 나노튜브산화물층(250)으로 전달된 전자는 반도체전극(240)을 통하여 외부의 회로나 부하에 인가되는데, 반도체전극으로는 티타늄(Ti), 지르코늄(Zr), 스트론튬(Sr), 아연(Zn), 인듐(In), 이리듐(Yr), 란타늄(La), 바나듐(V), 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 주석(Sn), 니오비움(Nb), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 스칸듐(Sc), 갈륨(Ga), 인듐(In) 및 SrTi 중에서 하나 또는 둘 이상의 복합물로 이루어질 수 있는데, 티탄(Ti)을 이용하는 것이 바람직하다.

한편, 대향전극(230)과 돌출부(255)상의 염료층(270)과의 사이에는 내부공간(260)이라는 빈 공간이 마련되어서, 여기에는 전해질이 충전된다. 전해질에서는 산화-환원 반응이 일어나므로 염료층(270)은 전해질용액로부터 다시 전자를 공급받게 된다.

또한, 내부공간(260)에 충전되는 전해질용액은 테트라프로필암모늄 아이오다이드(tetrapropylammonium iodide), 요오드(I_2), 에틸렌카보네이트(ethylene carbonate), 아세토나이트릴(acetonitrile) 등으로 구성된 혼합물을 이용할 수 있는데, 바람직하게는 Iodolyte PMI-50(solaronix)일 수 있다. 이 외에도, 염료층(270)에 산화-환원반응에 의해 전자를 공급할 수 있는 범위 내에서 다양한 재료를 이용할 수 있음은 물론이다.

도 3은 본 발명의 또 다른 실시예에 따르는 염료감응태양전지의 일부단면도이다.

도면을 참조하면, 서로 대향된 제1기판(300)과 제2기판(310)이 마련된다. 제1기판(300)의 제2기판을 향한 면에는 순차적으로 전도성버퍼층(320), 대향전극(330), 염료층(370), 돌출부(355), 나노튜브산화물층(350), 반도체전극(340), 제2나노튜브산화물층(352), 제2돌출부(357), 제2염료층(372), 제2전도성버퍼층(322), 제2대향전극(332)이 구비되는데, 이는 반도체전극(340)에 대하여 그 양면으로 대칭되는 구조와 유사하다. 즉, 태양광의 입사되는 방향과는 무관하게 양면으로 수광할 수 있도록 하여 에너지 변환효율을 증가시킬 수 있다. 도 2를 통하여 설명된 구성요소와 동일한 점에 대하여는 간략히 설명하고, 상기 반도체전극(340)에 대하여 그 양면으로 대칭되는 구조와 유사한 범위 내에서는 대칭되는 구성에 대하여 함께 설명한다.

한편, 제1기판(300)은 상술한 플라스틱재 또는 유리재로 구성될 수 있는데, 태양광을 투과시켜 광전환 효율을 높이기 위하여 투광도가 높아질 수 있는 범위내에서 특별히 제한할 필요는 없다. 또한, 제2기판(310)도 역시 제1기판(300)을 구성하는 플라스틱재 또는 유리재로 구성될 수 있다.

또한, 제1기판(300)의 제2기판을 향한 면에는 전도성버퍼층(320)이 구비된다. 이는 제1기판(300)과 대향전극(330)과의 부착력 향상 및 전기적 특성을 고려하여 전도성버퍼층(320)을 구비한다. 여기서, 전기적 특성이란 특별히 저항 성분을 의미하는 것인데, 대향전극이 박막으로 형성되기 때문에 표면저항값이 높게 나오게되어 전도성버퍼층(320)을 적층하여 저

항값을 보상하기 위함이다. 상기 전도성버퍼층(320)으로 사용되는 소재로는 인듐틴옥사이드(ITO), 인듐진크옥사이드(IZO), 산화인듐(In_2O_3), 이산화주석, 플로린 도핑된 인듐틴옥사이드(FTO) 등을 들 수 있는데, 특히 이산화주석이 바람직하다.

아울러, 전도성버퍼층(320)의 제2기판(310)을 향한 면에는 대향전극(330)이 적층된다. 상기 대향전극(330)은 백금(Pt) 또는 귀금속 물질을 이용할 수 있는데, 전기전도성이 우수하고 반사특성이 뛰어난 다양한 재료가 이용될 수 있음은 물론이다.

한편, 제2기판(310)의 제1기판을 향한 면에는 순차적으로 제2도전성버퍼층(322), 제2대향전극(332)이 구비된다. 이 역시 제1기판(300)의 제2기판(310)을 향한 면에 구비되는 도전성버퍼층(320), 대향전극(330)과 동일한 재료로 구성될 수 있음은 물론이거니와 이에 제한되지 아니하고, 입사되는 태양광의 다양한 파장에 전자전이를 일으킬 수 있도록, 동일하지 아니한 소재를 이용할 수 있다.

또한, 상기 제1기판과 제2기판의 사이에는 태양광이 입사되어 전자전이를 일으킬 수 있는 염료층(370,372)으로부터 전자를 외부의 회로나 부하에 인가할 수 있는 반도체전극(340)이 배치된다. 상기 반도체전극은 티타늄(Ti), 지르코늄(Zr), 스트론튬(Sr), 아연(Zn), 인듐(In), 이리듐(Yr), 란타늄(La), 바나듐(V), 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 주석(Sn), 니오비움(Nb), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 스칸듐(Sc), 갈륨(Ga), 인듐(In) 및 SrTi 중에서 하나 또는 둘 이상의 복합물로 이루어질 수 있는데, 티타늄(Ti)을 이용하는 것이 바람직하다. 이러한 티타늄을 기판의 형태로 양극산화법을 이용하여 나노튜브산화물층(350,352)과 돌출부(355,357)를 형성한다. 양극산화법에 대하여는 후술한다.

상기 양극산화법을 이용하여 전해액중에 티타늄을 양극으로 하여 통전하면 티타늄산화층이 생기는데, 이는 티타늄이 전류에 의해 용융산화되어 형성되는 것으로 판단된다. 여기서, 티타늄산화층이 나노튜브산화물층(350,352)을 이루는 것이다. 또한, 상기 티타늄산화층의 외면에는 전해액에 의하여 침식되는 것으로 판단되는 돌출부(355,357)가 형성된다. 상기 돌출부에 대한 SEM 이미지는 도 4 및 도 5에 정면도와 단면도의 형태로 잘 나타나 있다. 또한, 상기 돌출부(255)는 그 폭이 60nm 이상이고, 그 높이가 200nm 이상인 것이 바람직한데, 그 폭이 60nm 미만이고, 높이가 200nm 미만 경우에는 양극산화를 시키는 경우에 침식되는 정도를 조절하기 어려우며 표면적 효과가 저감된다. 이러한 돌출부(355,357)에 의하여 보다 많은 태양광을 흡수할 수 있는 비표면적이 증가하여 에너지 변환 효율이 증가된다.

또한, 돌출부(355,357) 상에는 염료층(370,372)이 흡착된다. 여기서, 염료층(370,372)은 조사된 태양광에 의하여 화학적으로 기저상태에서 여기상태로 전자전이가 일어나게 되며, 여기상태의 전자는 돌출부(355,357)를 통하여 나노튜브산화물층(350,352)으로 주입된다.

상기 염료층은 다양한 염료로 구성될 수 있는데, 루테늄(Ru) 복합체를 포함하여 가시광을 흡수할 수 있는 물질로 이루어질 수 있는데, 바람직하게는 루테늄(Ruthenium) 535-bisTBA(solaronix)일 수 있다. 루테늄(Ru)은 백금족에 속하는 원소로서 많은 유기 금속 복합체를 만들 수 있는 원소이다. 또한, 다양한 색소를 사용할 수 있음은 상술한 바와 같다. 여기서, 상기 염료층(370,372)은 태양광의 입사각도에 따라 다양한 파장의 태양광이 조사되어 염료층에 흡수될 수 있으므로, 다른 흡수 파장대의 염료나 색소를 이용하는 것이 바람직하다.

한편, 대향전극(330,332)과 돌출부(355,357)상의 염료층(370,372)과의 사이에는 내부공간(360,362)이라는 빈 공간이 마련되어서, 여기에는 전해질이 충전된다. 여타의 전해질에 대한 설명은 상술한 바와 같아 생략한다. 다만, 서로 다른 파장의 태양광이 입사될 수 있으므로, 다른 흡수파장대의 전해질을 이용하는 것이 바람직하다.

또한, 내부공간(360,362)에 충전되는 전해질용액은 테트라프로필암모늄 아이오다이드(tetrapropylammonium iodide), 요오드(I_2), 에틸렌카보네이트(ethylene carbonate), 아세토나이트릴(acetonitrile) 등으로 구성된 혼합물을 이용할 수 있는데, 바람직하게는 Iodolyte PMI-50(solaronix)일 수 있다. 이 외에도, 염료층(370,372)에 산화-환원반응에 의해 전자를 공급할 수 있는 범위 내에서 다양한 재료를 이용할 수 있음은 물론이다.

다음으로, 본 발명에 따르는 염료감응태양전지의 제조방법을 살펴본다.

본 발명에 따르는 염료감응태양전지의 제조방법은 서로 대향하는 제1기판의 제2기판을 향한 면에 염료감응태양전지의 양극으로 사용될 대향전극을 형성하는 단계(S1단계)와, 상기 제2기판의 제1기판을 향한 면에, 플루오로화수소(HF)수용액에 티타늄기판을 함침시켜 복수개의 돌출부를 갖는 나노튜브산화물층을 형성하여 염료감응태양전지의 음극인 반도체전극을

형성하는 단계(S2단계)와, 상기 나노튜브산화물층에 흡착되어, 태양광을 조사받아 반도체전극에 여기된 전자를 전달하는 염료층을 형성하는 단계(S3단계) 및 상기 대향전극과 반도체전극을 조립하고, 상기 대향전극상에 형성된 미세구멍을 통하여 산화-환원 반응으로 염료층에 전자를 공급하는 전해액을 주입하는 단계(S4단계)를 포함하여 이루어진다.

도 7a는 본 발명의 일실시예에 따르는 염료감응태양전지의 제조방법에 의하여 제조된 태양전지의 단면도이다. ,

먼저, S1단계를 보면, 서로 대향하는 제1기판의 제2기판을 향한 면에 염료감응태양전지의 양극으로 사용될 대향전극을 형성하는 하는 과정인데, 대향전극(610)을 제조하는데 있어서, 제1기판(600)과의 부착력 및 전기적 특성을 고려하여 이산화주석(SnO_2)이나 ITO(Indium Tin Oxide) 등으로 도전성버퍼층(미도시)을 형성할 수 있고, 그 상부에 대향전극(610)으로서 백금(Pt)막을 적층한다. 상기 백금막을 적층하는 방법으로는 스퍼터링을 사용할 수 있는데, 이 외에도 화학기상증착(CVD), 증기증착(evaporation), 열산화(thermal oxidation), 전기화학적 증착(electrochemical anodization(deposition)) 등의 어느 한 방법에 의할 수 있음은 물론이다.

이어서, S2단계를 보면, 상기 제2기판의 제1기판을 향한 면에, 플루오르화수소(HF)수용액에 티타늄기판을 함침시켜 복수개의 돌출부를 갖는 나노튜브산화물층을 형성하여 염료감응태양전지의 음극인 반도체전극을 형성하는 과정에서, 반도체전극(620)을 형성하는데, 티타늄(Ti)을 기판의 형태로 준비한다. 상기 티타늄기판은 통상 시판되는 티타늄을 사용할 수 있고, 이 외에도 지르코늄(Zr), 스트론튬(Sr), 아연(Zn), 인듐(In), 이리듐(Yr), 란타늄(La), 바나듐(V), 몰리브덴(Mo), 텅스텨(W), 주석(Sn), 니오비움(Nb), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 스칸듐(Sc), 갈륨(Ga), 인듐(In) 및 SrTi 중에서 하나 또는 둘 이상의 복합물을 이용할 수 있음은 물론이다.

이어서, 티타늄기판을 플루오르화수소(HF)수용액에 함침시키고, 티타늄기판을 양극으로 하여 900초 동안에 20V의 전압을 인가하여 티타늄기판상에 복수개의 돌출부를 형성한다. 이는 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이 형성됨을 알 수 있다.

한편, 도 6a 내지 도 6e는 각각 양극산화를 30, 100, 200, 300, 600초 동안 실시한 티타늄기판의 SEM사진인데, 여기서, 900초 미만으로 함침시킨 경우에는 도 6a 내지 도 6e에서 볼 수 있는 바와 같이 양극산화된 티타늄기판의 표면에 돌출상태가 불균일해져 광변환효율이 떨어진다.

상기 양극에서 플루오르화수소수용액에 의하여 티타늄기판을 산화하는데, 전해질용액중에 티타늄을 양극으로 하여 통전하면 티타늄산화층이 생기는데, 이는 티타늄이 전류에 의해 용융산화되어 형성되는 것으로 판단된다. 여기서, 티타늄산화층이 나노튜브산화물층(660)을 이루는 것이다.

또한, 상기 티타늄산화층의 외면에는 플루오르화수소수용액에 의하여 침식되는 것으로 판단되는 돌출부(630)가 형성된다. 상기 돌출부에 대한 표면 주사 현미경 이미지는 도 4 및 도 5에 정면도와 단면도의 형태로 잘 나타나 있다.

다음으로 S3단계를 보면, 상기 나노튜브산화물층에 흡착되어, 태양광을 조사받아 반도체전극에 여기된 전자를 전달하는 염료층을 형성하는 과정인데, 돌출부(630) 및 나노튜브산화물층(660)이 형성된 반도체전극(620)을 상술한 루테튬계 염료용액 또는 색소 용액에 담지하여 24시간 동안 방치한다. 반도체전극을 상기 용액으로 부터 꺼내어 에탄올로 세정하고 상온에서 건조시킨다.

마지막으로 S4단계를 보면, 상기 대향전극과 반도체전극을 조립하고, 상기 대향전극상에 형성된 미세구멍을 통하여 산화-환원 반응으로 염료층에 전자를 공급하는 전해액을 주입하는 과정으로서, 양극인 대향전극(610)과 음극인 반도체전극(620)을 조립한다. 대향전극과 반도체전극을 조립할 때에는 두 전극에서 전도성 표면이 안쪽으로 오도록 하여 서로 대향되도록 배치하되, 제1기판(600)이 제2기판(670)의 한쪽 방향으로 치우치게 한다.

이 때, 대향전극과 반도체전극과의 사이에, 예를 들면 SURLYN (Du Pont사제의 상품명)으로 이루어지는 약 30 ~ 50 μm 두께의 고분자층(690) 놓고 약 100 ~ 140 $^{\circ}\text{C}$ 의 가열판상에서 약 1~3기압으로 상기 두 전극을 밀착시킨다. 열 및 압력에 의하여 상기 고분자층(690)이 상기 두 전극의 표면에 강하게 부착된다.

다음에, 상기 대향전극에 형성된 미세구멍(650)을 통하여 상기 두 전극 사이의 내부공간(640)에 전해액을 채워 넣는다. 여기서, 상기 미세구멍(650)은, 통상적으로 0.75 mm 직경의 드릴을 이용하여 형성된 것을 사용한다.

또한, 상기 전해액으로서 상기 설명한 바와 같은 물질을 사용할 수 있다. 상기 전해액이 다 채워진 후, SURLYN과 같이 얇은 유리를 순간적으로 가열함으로써 상기 미세 구멍(650)을 막는다.

한편, 대향전극의 일단에는 연결부(A)가 있어서, 외부의 회로나 부하에 전기적 통전이 가능하고, 반도체전극의 대향전극과 대향하는 타단에는 제2연결부(B)와 함께 폐회로를 형성한다. 연결방법으로는 접착 테이프, 접착 페이스트, 금속선 도금, 금속선 증착 중 어느 하나에 의할 수 있다.

한편, 도 7b는 본 발명의 일실시예에 따르는 염료감응태양전지의 제조방법에 의하여 제조된 태양전지의 단면도이다. 한편, 도 7a를 통하여 설명한 염료감응태양전지의 제조방법과 유사한 부분에 대한 설명은 간략히 한다.

먼저, 상기 S1단계에서 서로 대향하는 제1기판의 제2기판을 향한 면에 염료감응태양전지의 양극으로 사용될 대향전극을 형성하는 과정에서 상기 제1대향전극(610')을 형성하고, 제2기판상에 제2대향전극(612)을 형성하는데, 상기 S1단계와 동일한 공정을 거친다.

다음으로 S2단계에서는, 상기 제2기판의 제1기판을 향한 면에, 플루오르화수소(HF)수용액에 티타늄기판을 함침시켜 복수개의 돌출부를 갖는 나노튜브산화물층을 형성하여 염료감응태양전지의 음극인 반도체전극을 형성하는 과정인데, 티타늄(Ti)을 기판의 형태로 준비하여, 플루오르화수소(HF)수용액에 함침시키고, 티타늄기판을 양극으로 하여 산화시키면, 도 7b에서와 같이 복수개의 돌출부(630)가 반도체전극(620)의 양면에 생기게 된다. 다만, 도 7a에서 일면에만 돌출부(630)을 나타낸 것은 돌출부의 크기가 육안으로 식별할 정도가 아니어서, 과장된 것에 불과하다. 다시 말하면, 티타늄기판을 양극으로 하여 전압을 인가하면, 플루오르화수소수용액에 침식을 당하여 티타늄기판 전면에 산화가 시작되므로 양면 전체에 돌출부가 형성되는 것이고, 또한 산화되는 계면에서부터 반도체전극(620)이 있는 방향으로 티타늄산화막이 형성되어 나노튜브산화물층(660)이 구비된다..

다음으로 S3단계를 보면, 상기 나노튜브산화물층에 흡착되어, 태양광을 조사받아 반도체전극에 여기된 전자를 전달하는 염료층을 형성하는 과정인데, 돌출부(630) 및 나노튜브산화물층(660)이 형성된 반도체전극(620)을 상술한 테뉴계 염료 용액 또는 색소 용액에 담지하여 24시간 동안 방치한다. 이 과정에서 상술한 반도체전극의 양면에 형성된 돌출부(630)의 표면에 염료층이 흡착된다. 이후, 에탄올로 세정하고 상온에서 건조시킨다.

마지막으로 S4단계에서, 상기 대향전극과 반도체전극을 조립하고, 상기 대향전극상에 형성된 미세구멍을 통하여 산화-환원 반응으로 염료층에 전자를 공급하는 전해액을 주입하는 외에, 상기 대향전극과 대향하도록 배치하되, 그 사이에 상기 반도체전극을 위치하도록 하여 제2대향전극을 더 구비하여 상기 반도체전극과 조립하고, 상기 제2대향전극상에 형성된 제2미세구멍을 통하여 산화-환원 반응으로 제2염료층에 전자를 공급하는 전해액을 주입하는 단계를 더 구비한다.

즉, 제1대향전극(610')이 형성된 제1기판(600)과 돌출부(630) 및 나노튜브산화물층(660)이 형성된 반도체전극(620)을 부착,고정하는 외에, 제2대향전극(612)이 구비된 제2기판(670)과 제1기판과 부착,고정된 반도체전극과 부착,고정을 한다. 도 7b에서 보이는 바와 같이, 대향전극과 반도체전극에서 전도성 표면이 안쪽으로 오도록 하여 서로 대향되도록 배치하되, 제1기판(600)이 반도체전극의 일방향으로 치우치게 하여 고정하고, 또한, 제2대향전극이 구비된 제2기판도 제1기판과 동일한 방향으로 치우치게 하여 부착,고정한다. 여기서 부착,고정하는 수단으로서 상술한 고분자층(690)을 이용할 수 있으나, 이에 한정할 것은 아니고 부착,고정할 수 있는 수단인한 채용할 수 있다.

다음에, 상기 제1대향전극(610') 및 제2대향전극(612)에 형성된 미세구멍(650)을 통하여 상기 두 전극(610,612)과 반도체전극 사이의 내부공간(640,642)에 전해액을 채워 넣는다.

한편, 상기 제1대향전극(610') 및 제2대향전극(612)의 일단에는 연결부(A)가 있어서, 외부의 회로나 부하에 전기적 통전이 가능하고, 반도체전극의 대향전극과 대향하는 타단에는 제2연결부(B)와 함께 폐회로를 형성한다. 연결방법으로는 접착 테이프, 접착 페이스트, 금속선 도금, 금속선 증착 중 어느 하나에 의할 수 있다.

실시예 1

먼저, 티타늄기판을 마련하는 단계에서 통상 사용되는 티타늄으로서 크기가 1cm×1cm이고 두께가 500 μ m인 기판의 형상으로 준비하였다. 다음으로, 상기 티타늄기판을 플루오르화수소수용액에 함침시켜 티타늄기판상에 복수개의 돌출부를 형성하였다. 이는 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이 형성됨을 알 수 있었다. 플루오르화수소수용액은 농도를 0.5 중량%로 하였다. 티타늄기판을 양극으로 하여 900초 동안 20V의 전압을 인가하였다. 이어서, 복수개의 돌출부를 갖는 티타늄기판을 루테늄 535-bisTBA(solaronix)에 24시간 동안 담지시켰다. 이어서, 에탄올을 이용하여 세척한후에 상온에서 건조하여 반도체전극을 완성하였다. 다음으로, 대향전극은 양극으로서, 백금을 적층하였는데, 스퍼터방법을 이용하였다. 백금을 스퍼터링하기 전에 1cm×1cm 크기의 유리기판을 마련하는데 유리기판의 백금이 적층되는 면에는 이산화주석을 스퍼터링하였

다. 여기서 백금은 표면저항은 0.5옴 미만이었다. 이어서, 대향전극이 형성된 제1기판과 반도체전극과의 사이에 열가소성 고분자 필름인 약 60um 두께의 SURLYN (Du Pont사제의 상품)을 얼라인하여 약 100도에서 9초 정도 열압착하였다. 한편, 열가소성 고분자 필름에 의해 부착된 제1기판에 전해질 용액의 주입을 위해 미세구멍을 형성하였는데, 약 0.75mm직경의 드릴을 이용하였다. 제1기판에 형성된 미세구멍을 통하여 내부공간에 전해질용액이 주입하였는데, 전해질용액으로는 Iodolyte PMI-50(solaronix)을 사용하였다. 이어서, 미세구멍을 통하여 전해질을 주입시키고, 상술한 열가소성 고분자 필름을 이용하여 미세 구멍을 막았다. 마지막으로, 연결부(A,B)에 접착테이프를 이용하여 단자를 완성하였다.

실시에 2

실시에 1과 유사하게, 티타늄기판을 마련하는 단계에서 통상 사용되는 티타늄으로서 크기가 1cm×1cm이고 두께가 500 μ m인 기판의 형상으로 준비하였다. 다음으로, 상기 티타늄기판을 플루오르화수소수용액에 침시켜 티타늄기판상에 복수개의 돌출부를 형성하였다. 이는 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이 형성됨을 알 수 있었다. 플루오르화수소수용액은 농도를 0.5 중량%로 하였다. 티타늄기판을 양극으로 하여 900초 동안 20V의 전압을 인가하였다. 이어서, 복수개의 돌출부를 갖는 티타늄기판을 루테튬 535-bisTBA(solaronix)에 24시간 동안 담지시켰다. 이어서, 에탄올을 이용하여 세척한후에 상온에서 건조하여 반도체전극을 완성하였다. 다음으로, 대향전극은 양극으로서, 백금을 적층하였는데, 스퍼터방법을 이용하였다. 백금을 스퍼터링하기 전에 1cm×1cm 크기의 유리기판을 마련하는데 유리기판의 백금이 적층되는 면에는 이산화주석을 스퍼터링하였다. 여기서 백금은 표면저항은 0.5옴 미만이었다. 이러한 유리기판을 2개 마련하여, 제1,2기판(도 7의 610',670)으로 사용하였다. 이어서, 제1대향전극(610')이 형성된 제1기판과 반도체전극과의 사이에 열가소성 고분자 필름인 약 60um 두께의 SURLYN (Du Pont사제의 상품)을 얼라인하여 약 100도에서 9초 정도 열압착하였고, 제1대향전극(610')과 대향하도록 배치하되, 그 사이에 반도체전극을 위치하도록 하여 제2대향전극(612)이 형성된 제2기판(670)과의 사이에 상기 SURLYN (Du Pont사제의 상품)을 얼라인하여 약 100도에서 9초 정도 열압착하였다. 한편, 제1,2기판(610',670)에 전해질 용액의 주입을 위해 미세구멍을 형성하였는데, 약 0.75mm직경의 드릴을 이용하였다. 제1기판에 형성된 미세구멍을 통하여 내부공간에 전해질용액이 주입하였는데, 전해질용액으로는 Iodolyte PMI-50(solaronix)을 사용하였다. 이어서, 미세구멍을 통하여 전해질을 주입시키고, 상술한 열가소성 고분자 필름을 이용하여 미세 구멍을 막았다. 마지막으로, 연결부(A,B)에 접착테이프를 이용하여 단자를 완성하였다.

시험예 1

염료감응태양전지에 대해 100mW/cm² 제논램프 광원 및 AM 1.5 필터를 이용하여 전류-전압 특성을 분석하였다. 하기 <표 1>와 도 8은 이에 대한 정량값을 보여주고 있다. 실시예 1과 실시예 2는 태양광을 흡수하는 염료층의 큰 비표면적을 가지고 있어서, 높은 광전환 효율값을 가짐을 보여주고 있다. 또한, 도 4 및 도 5는 반도체전극의 돌출부가 균열없이 균일한 구조임을 보여주고 있다.

[표 1]

시	편	단락전류/mAcm ⁻²	개방전압/V	효율
실시예 1		0.880	0.54	0.11
실시예 2		1.220	0.61	0.24

발명의 효과

본 발명에 따르는 염료감응태양전지는 균열이 없고, 동시에 비표면적이 큰 이산화티타늄막을 형성하여 많은 태양광을 흡수하도록 하는 한편, 발생된 전자의 이동경로를 줄여 전자-홀 쌍의 재결합을 방지할 수 있다.

또한, 본 발명에 따르는 염료감응태양전지의 제조방법은 균열이 없고, 동시에 비표면적이 큰 이산화티타늄막을 형성하여 많은 태양광을 흡수하도록 하는 한편, 발생된 전자의 이동경로를 줄여 전자-홀 쌍의 재결합을 방지할 수 있다.

본 발명에 대해 상기 실시예를 참고하여 설명하였으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 발명에 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

도 1은 종래의 통상적인 염료감응 태양전지의 작동원리를 보여주는 설명도이다.

도 2는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 염료감응태양전지를 나타내는 단면도이다.

도 3는 본 발명의 또 다른 실시예에 따르는 염료감응태양전지의 일부단면도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따르는 염료감응태양전지의 일부에 대한 SEM사진으로서 정면도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따르는 염료감응태양전지의 일부에 대한 SEM사진으로서 단면도이다.

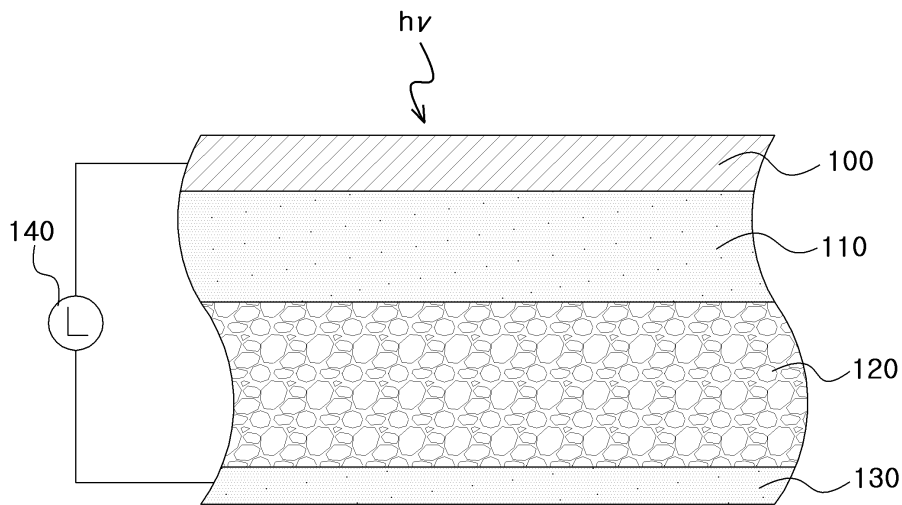
도 6a 내지 도 6e는 각각 양극산화를 30, 100, 200, 300, 600초 동안 실시한 티타늄기판의 SEM사진이다.

도 7a 및 7b는 본 발명의 일실시예에 따르는 염료감응태양전지의 제조방법에 의하여 제조된 태양전지의 단면도이다.

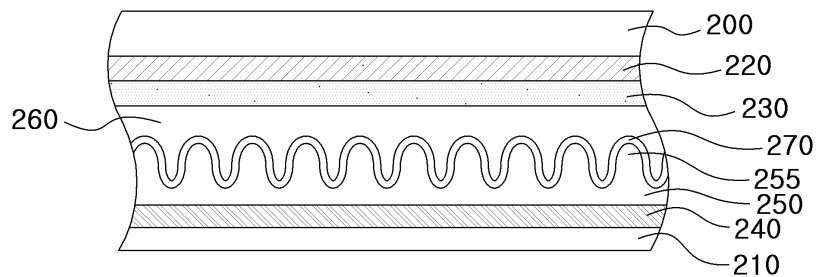
도 8은 본 발명의 일실시예에 따르는 염료감응태양전지의 단락전류, 개방전압, 효율을 나타내는 그래프이다.

도면

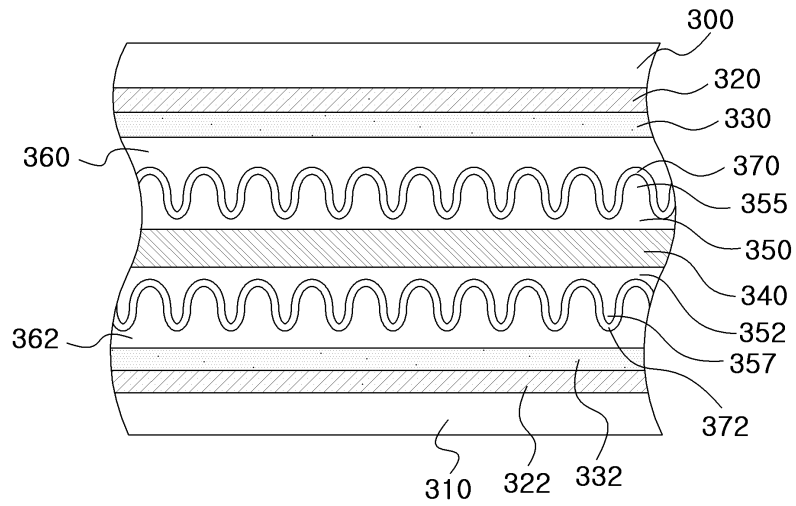
도면1



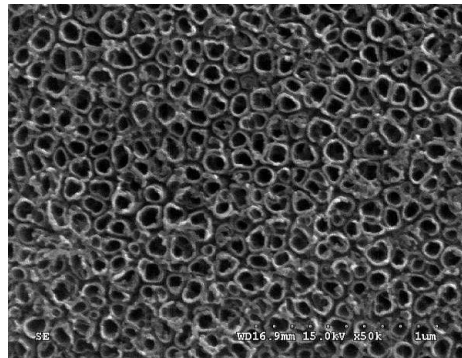
도면2



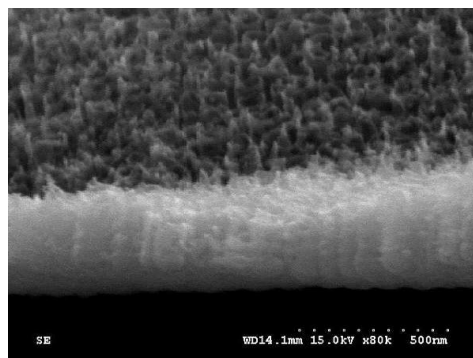
도면3



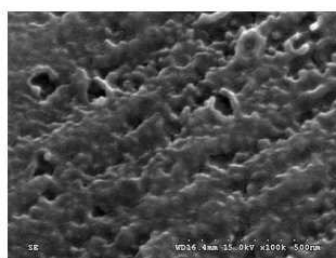
도면4



도면5

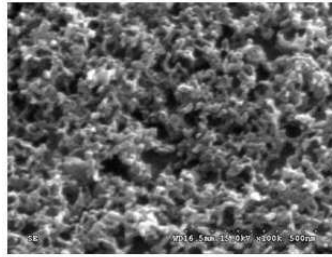


도면6a



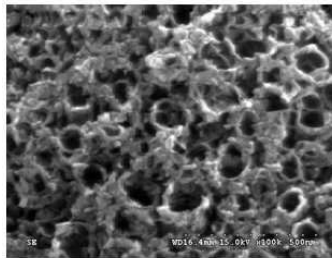
30sec.

도면6b



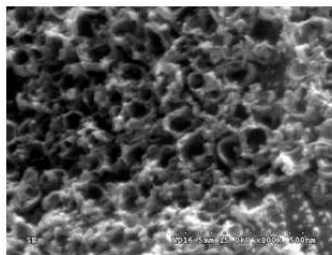
100sec.

도면6c



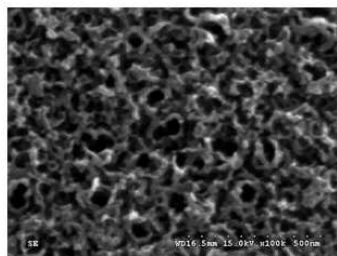
200sec.

도면6d



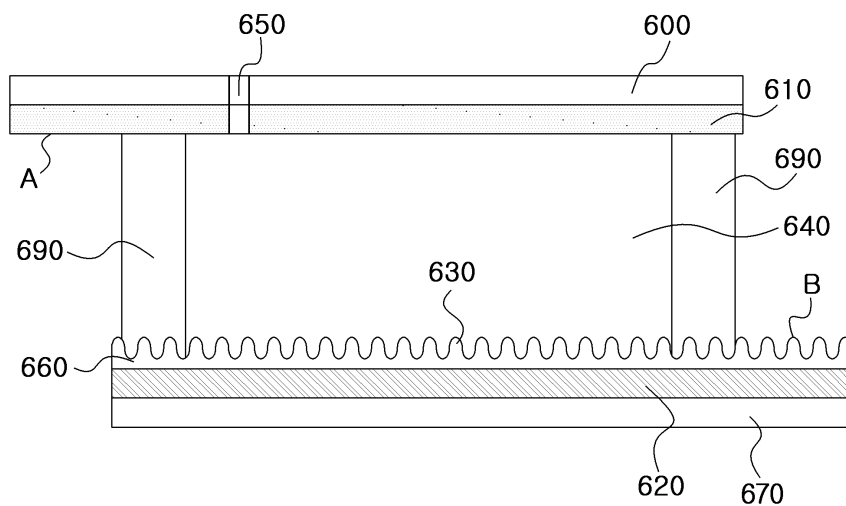
300sec.

도면6e

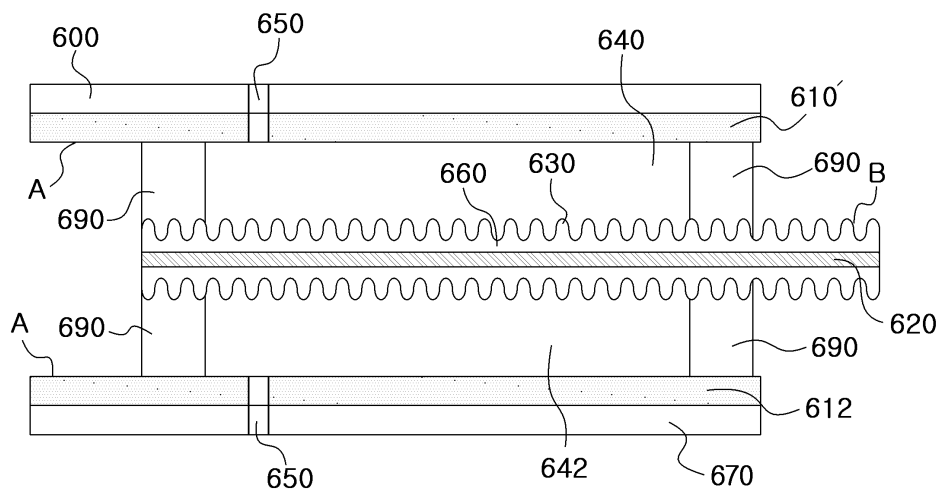


600sec.

도면7a



도면7b



도면8

