



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년03월19일
 (11) 등록번호 10-1375344
 (24) 등록일자 2014년03월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 B01J 21/06 (2006.01) B01J 35/04 (2006.01)
 H01B 1/00 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2011-0121438
 (22) 출원일자 2011년11월21일
 심사청구일자 2011년11월21일
 (65) 공개번호 10-2013-0055816
 (43) 공개일자 2013년05월29일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2009507752 A*
 KR100849220 B1*
 KR1020100002443 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 한국전기연구원
 경상남도 창원시 성산구 불모산로10번길 12 (성주동)
 (72) 발명자
 이원재
 경상남도 김해시 장유면 삼문리
 젤미마을부영그린7차아파트 405-1102
 최해영
 경남 창원시 성산구 대암로 256, 106동 105호 (대방동, 대방그린빌아파트)
 (74) 대리인
 특허법인부경

전체 청구항 수 : 총 8 항

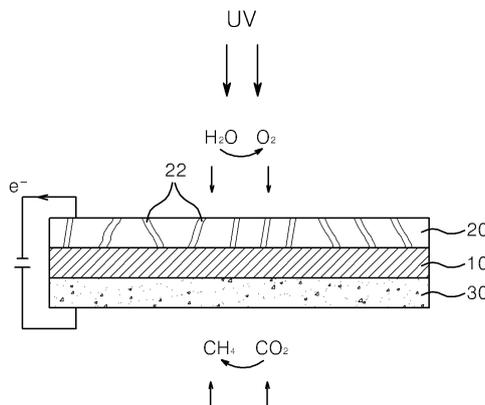
심사관 : 박함용

(54) 발명의 명칭 스폰지 폼 형태의 이산화티탄 광촉매 및 그 제작방법

(57) 요약

본 발명은 스폰지 폼 형태의 이산화티탄 광촉매 및 그 제작방법에 관한 것으로, 내부 직경이 나노사이클을 가지고 상호 연결된 이산화티탄 홀들이 구비되어 스폰지 폼 형태로 이루어진 이산화티탄 광촉매층이 전도성막 지지체에 결합되어 이루어진 것을 특징으로 한다. 그리고 바람직 하기로는 상기 스폰지폼 형태의 이산화티탄 광촉매층은 1이하의 두께를 가지고, 내부홀 직경은 5 내지 100의 크기로 이루어지도록 하고, 상기 전도성 막은 폴리테트라플루오르에틸렌(PTFE)으로 이루어지도록 한다. 그리고, 상기 전도성막 지지체의 타면에는 음극(-) 전원으로 사용되도록 물리적 코팅으로 결합된 금속전극이 더 형성되도록 할 수 있으며, 상기 금속전극은 코발트 또는 백금 금속을 스퍼터로 결합시킨 것을 이용한다. 본 발명에 따르면, 이산화티탄 광촉매가 스폰지 폼 형태로 이루어져 대용량 크기로 제작이 가능해짐에 따라 제작비용이 보다 저렴해지고, 생성되는 이산화티탄 광촉매 홀들이 서로 연결되어 있어 광촉매 효율이 보다 향상되는 효과도 있다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

이산화티탄 광촉매에 있어서,

내부 직경이 나노사이즈를 가지고 상호 연결된 이산화티탄 홀들이 구비되어 스폰지 폼 형태로 이루어진 이산화티탄 광촉매층이 전도성막 지지체에 결합되어 이루어진 것을 특징으로 하는 스폰지 폼 형태의 이산화티탄 광촉매.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 스폰지폼 형태의 이산화티탄 광촉매층은 1 μ m이하의 두께를 가지고, 내부홀 직경은 5 내지 100nm의 크기로 이루어지는 것을 특징으로 하는 스폰지 폼 형태의 이산화티탄 광촉매.

청구항 3

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 전도성 막은 폴리테트라플루오르에틸렌(PTFE)으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 스폰지 폼 형태의 이산화티탄 광촉매.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 전도성막 지지체의 타면에는 음극(-) 전원으로 사용되도록 물리적 코팅으로 결합된 금속전극이 더 형성되도록 하는 것을 특징으로 하는 스폰지 폼 형태의 이산화티탄 광촉매.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 금속전극은 코발트 또는 백금 금속을 스퍼터로 결합시킨 것을 특징으로 하는 스폰지 폼 형태의 이산화티탄 광촉매.

청구항 6

전도성막 지지체 일면에 금속티탄을 스퍼팅의 방법으로 50마이크로미터의 두께로 도포 후, 150 내지 200 $^{\circ}$ C의 온도에서 통상의 아노다이징 전압보다 1 내지 2V 낮은 전압을 가하여 아노다이징이 이루어 지도록 하여 금속티탄 상에 산화물 에칭에 의한 상호 연결된 이산화티탄 나노기공이 형성되면서 부피 팽창에 의한 스폰지 폼 형태의 광촉매층이 형성되도록 하는 것을 특징으로 하는 스폰지 폼 형태의 이산화티탄 광촉매 제조방법.

청구항 7

삭제

청구항 8

제 6항에 있어서,

전도성막 지지체 타면에 음극(-) 전극을 이루도록 물리적 코팅으로 결합시킨 금속전극이 더 형성되도록 하는 것을 특징으로 하는 스폰지 폼 형태의 이산화티탄 광촉매 제조방법.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 금속전극은 코발트 또는 백금 금속을 스퍼터로 결합시킨 것을 특징으로 하는 스폰지 폼 형태의 이산화티탄

광촉매 제조방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 산화티탄 광촉매에 관한 것으로, 보다 상세하게는 광촉매 효율을 향상시키는 나노튜브가 구비된 금속 산화막 형태로 이루어지되 대면적 및 견고성이 이루어지도록 한 나노튜브가 성장된 스폰지 폼 형태의 이산화티탄 광촉매 및 그 제작방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 광촉매는 태양광 또는 형광등에 포함된 자외선광에 의해 강력한 산화, 환원 능력을 갖는 물질이다. 후지시마와 혼다에 의해 이산화티탄 전극에 광을 조사하여 물을 분해하여 수소연료를 제조하는 연구가 보고된 이래 이산화티탄 광촉매에 관한 많은 연구가 이루어졌으며, 인체에 무해하고 안정적인 구조를 가지는 이산화티탄 광촉매를 이용한 많은 응용분야가 개발되고 있는 실정이다. 이산화티탄 광촉매가 자외선광 조사하에서 이루어지는 강력한 산화, 환원반응을 이용한 유기물의 오염물 분해 제거, 물분해에 의한 수소원료 생성, 그리고 온실 효과의 주범이 되는 이산화탄소를 유용한 메탄 또는 메탄올 생성 등 많은 응용분야가 개발되고 있다. 또한 이산화티탄 광촉매가 가지는 초친수성 기능을 응용한 외장재의 개발, 외벽유리 등 미래의 청정기술 개발을 위한 중요한 자리를 차지하고 있다.

[0003] 이러한 다양한 응용분야를 가지는 이산화티탄 광촉매의 기능을 실 산업에서 유용하게 사용되기 위해서는 무엇보다도 광촉매 효율의 향상이 이루어져야 하나, 아직까지 물분해에 의한 수소원료 생성 및 이산화탄소의 메탄 또는 메탄올로 전환 등의 효율은 산업화에 응용되기에는 많은 제약이 뒤따른다. 광촉매의 효율을 높이기 위한 다양한 방법들이 시도되고 있으며, 그 중 가장 효과적인 방법은 이산화티탄 광촉매의 나노화이다. 즉, 이산화티탄 결정이 수 내지 수십 나노미터의 나노크기를 가지면 전하운반체들은 양자역학적인 거동이 나타난다고 알려져 있다. 그 결과로 밴드 갭 에너지가 증가하게 되며, 상세하게는 밴드 갭 에너지의 위치가 보다 큰 에너지 준위의 차이와 함께 산화, 환원력이 증가하게 된다고 알려져 있다. 따라서 이러한 나노크기를 이용한 가장 일반적인 방법은 광촉매 활성을 가지는 이산화티탄의 비표면적 증가를 들 수 있으며, 이산화티탄 나노분말을 졸-겔법에 의한 코팅 후, 표면에 나노다공성을 부여하여 비표면적을 증대시키는 방법 등이 있다.

[0004] 상기와 같은 이산화티탄 광촉매의 결정성 나노크기를 이용하여 지지체의 표면에 코팅하는 방법에서는 단순한 비표면적의 증대효과만 있으나, 이와는 또 다른 양단이 개방된 나노튜브 구조를 가진 이산화티탄 광촉매는 또 다른 특징들이 나타난다고 보고되고 있다. 그 중 하나로 튜브화하면 광촉매 반응시 전자와 정공의 수명이 입자상 산화티탄의 경우보다 약 5배정도 길어져 광촉매 반응효율이 향상된다고 알려져 있으며, 또한 환경오염 물질인 할로겐화합물의 산화분해 반응에도 높은 효율을 보이는 것으로 밝혀졌다. 따라서 최근에는 나노튜브 구조를 가지는 이산화티탄 광촉매를 이용하여 다양한 연구 및 실험들이 행해지고 있다. 대표적인 연구로는 이산화탄소로부터 광환원반응에 의해 메탄 또는 메탄올 생성을 위한 것이다. 나노튜브 구조를 가지는 이산화티탄 광촉매를 이용하여 이산화탄소의 메탄전환 효율은 현재 최고 수준이 약 0.1%로 알려져 있다. 이러한 낮은 효율은 여러 가지 원인에 기인하지만 그 중 하나는 나노튜브 이산화티탄 막의 크기가 너무 소형이기 때문이다. 즉, 나노튜브 구조를 가지는 막 자체는 조그마한 외력에 의해 쉽게 바스러지기 때문에 구조적으로 크기를 크게 만들 수 없어 한 번에 처리할 수 있는 양이 적어지는 문제점이 있다. 이유는 나노튜브 구조를 만들기 위하여 아노다이징시 상측 표면 방향에서 하측방향으로 티탄 금속막의 표면에 산화반응에 의한 튜브가 형성되면서 부피팽창이 이루어지거나 미처 아노다이징되지 못한 밀바닥 사이의 반응 전후의 부피팽창으로 인한 텐션이 Z축 방향으로 작용하기 때문에 아노다이징하고자 하는 기관의 두께가 얇을 경우 쉽게 바스러지는 문제가 발생하므로 기관의 두께 및 너비를 바스러지지 않은 정도의 두께와 너비로 만들 수밖에 없다. 따라서 이러한 문제점을 극복하기 위해서는 많은 수의 나노튜브 구조를 가지는 막들이 필요하게 되나, 이는 광촉매 제조비용이 비싸지는 약점으로 산업화에 걸림돌이 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 따라서, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명은 나노튜브 구조를 가지는 이산화티탄 광촉매 막의 크기를 보다 대형화하여 처리효율을 향상시킬 수 있는 스폰지 폼 형태의 이산화티탄 광

촉매를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0006] 본 발명의 또 다른 목적은 보다 견고한 구조를 가져 취급이 용이한 스폰지 폼 형태의 이산화티탄 광촉매를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 스폰지 폼 형태의 이산화티탄 광촉매는, 내부 직경이 나노사이즈를 가지고 상호 연결된 이산화티탄 홀들이 구비되어 스폰지 폼 형태로 이루어진 이산화티탄 광촉매층이 전도성막 지지체에 결합되어 이루어진 것을 특징으로 한다. 그리고 바람직 하기로는 상기 스폰지 폼 형태의 이산화티탄 광촉매층은 1 μ m이하의 두께를 가지고, 내부홀 직경은 5 내지 100nm의 크기로 이루어지도록 하고, 상기 전도성 막은 폴리테트라플루오르에틸렌(PTFE)으로 이루어지도록 한다. 그리고, 상기 전도성막 지지체의 타면에는 음극(-) 전원으로 사용되도록 물리적 코팅으로 결합된 금속전극이 더 형성되도록 할 수 있으며, 상기 금속전극은 코발트 또는 백금 금속을 스퍼터로 결합시킨 것을 이용한다.

[0008] 한편, 본 발명은, 전도성막 지지체 일면에 금속티탄을 스퍼팅의 방법으로 도포 후, 아노다이징을 통해 금속티탄 상에 산화물 에칭에 의한 상호 연결된 이산화티탄 나노기공이 형성되면서 부피 팽창에 의한 스폰지 폼 형태의 광촉매층이 형성되도록 하는 스폰지 폼 형태의 이산화티탄 광촉매 제조방법을 제공하는 것을 또 다른 특징으로 한다.

[0009] 바람직 하기로는 상기 도포되는 금속티탄의 두께는 50마이크로미터 이하이고, 50 에서 60V의 전압으로 150 에서 200 $^{\circ}$ C의 온도에서 아노다이징이 이루어 지도록 하고, 전도성막 지지체 타면에 음극(-) 전극을 이루도록 물리적 코팅으로 코발트 또는 백금 금속을 스퍼터로 결합시킨 금속전극을 더 포함하도록 한다.

발명의 효과

[0010] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따르면, 이산화티탄 광촉매가 스폰지 폼 형태로 이루어져 대용량 크기로 제작이 가능해짐에 따라 제작비용이 보다 저렴해지는 효과가 있다.

[0011] 또한, 생성되는 이산화티탄 광촉매 홀들이 서로 연결되어 있어 광촉매 효율이 보다 향상되는 효과도 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 전도성막 지지체에 광촉매 층이 구비된 본 발명에 의한 스폰지 폼 형태의 이산화티탄 광촉매의 모습을 보인 도.

도 2는 본 발명에 의한 스폰지 폼 형태의 이산화티탄 광촉매의 작용기작을 나타낸 도.

도 3은 본 발명에 의한 스폰지 폼 형태의 이산화티탄 광촉매의 제작을 위한 아노다이징의 모습을 보인 도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하에서는 본 발명에 의한 스폰지 폼 형태의 이산화티탄 광촉매를 도시한 도면을 참조하여 보다 상세하게 설명하기로 한다.

[0014] 도 1은 본 발명에 의한 스폰지 폼 형태의 이산화티탄 광촉매의 개념을 도시한 도면이다.

[0015] 도시된 바와 같이, 나노튜브가 구비된 스폰지폼 형태의 이산화티탄 광촉매(100)가 지지체(10)에 결합되어 있다. 상기 광촉매(20)의 두께는 약 1마이크로미터(μ m)의 이하가 되도록 한다. 이는 광촉매 반응의 효율성을 달성하기 위해서이다. 즉, 상술한 바와같이, 나노튜브화시 나노튜브를 통한 전자와 정공의 이동으로 광촉매 효율이 향상된다고 알려져 있으며, 이 경우 나노튜브의 길이가 수백나노미터(nm)의 크기일 경우가 가장 효율적이라고 알려져 있으므로 그 크기에 적합하도록 하기 위함이다. 그리고, 생성되는 이산화티탄 광촉매의 내부홀(22) 직경은 수 내지 수십나노미터(nm)의 크기를 갖도록 하고 바람직하기로는 약 5 내지 20 나노미터(nm)의 크기를 갖도록 한다. 이때, 상기 홀(22)의 방향은 상측에서 하측방향의 정방향 배열이 아닌 임의의 방향으로 무작위 형성된 구조를 취하고 있다. 따라서 상기와 같이 티탄금속막에 티탄의 산화에 의한 홀(22) 형성이 무방향으로 이루어짐에 따라 금속막 자체에 텐션이 분산될 수 있어 스폰지폼 형태의 대용량의 이산화티탄 광촉매(20)가 제작될 수 있게 된다.

[0016] 한편, 상기 무방향으로 배열된 홀(22)들이 구비된 스폰지폼 형태의 이산화티탄 광촉매(20)는 지지체(10)와 결합

되어 있으며, 이러한 지지체(10)는 용도에 따라 다양한 종류가 사용가능하다.

[0017] 일예를 들어 선택적 투과성을 가지는 막과 함께 사용할 수 있을 것이다. 물 분자를 투과시킨 후 이산화 티탄 광촉매를 통과하도록 사용할 경우 정수기와 같은 용도에서 수질정화필터로 사용가능할 것이다. 즉, 물을 통과시킨 후, 이산화 티탄 표면에서 유기물 또는 세균 등은 광촉매 반응에 의해 분해 또는 사멸되므로 필터로 유용하게 사용가능하다. 현재 시중에서 시판되어 사용되는 정밀여과막, 한외여과막, 역삼투막뿐만 아니라 다양한 형태의 막 사용이 가능할 것이다. 그리고 현재 대개의 경우 도 1의 도면상에 나타난 바와 같이 폴리테트라플루오르에틸렌(PTFE) 막을 지지체(10)로 많이 사용하는데, 상기 폴리테트라플루오르에틸렌(PTFE, 이하 본 설명에서는 '피티에프이'라 칭하기로 한다)은 양성자 전도성막으로 널리 사용되는 것으로써 이러한 양성자 전도성막을 사용하여 이산화티탄의 메탄 전환을 위한 반응에 이용할 수도 있다. 이러한 광화학반응을 위한 장치 구성을 간략히 살펴보기로 한다.

[0018] 도 2는 지지체로써 피티에프이(PTFE)를 사용하여 이산화탄소를 메탄으로 전환시키는 광화학 반응 원리를 나타낸 도이다. 도시된 바와 같이, 상층에 이산화티탄 광촉매(20)가 구비되고, 그 하층에 피티에프이(PTFE)막(10)이 구비되도록 한다. 그리고 그 하층에 전극층(electro catalyst)(30)이 구비된다. 이 경우 이산화티탄 광촉매층(20)은 상술한 바와 같이 그 두께는 1마이크로미터 이하로 이루어지도록 하고, 각 홀(22)의 직경은 수 내지 수십나노미터 크기로 이루어진 스폰지 폼 형태이며, 양극(+) 전원으로 사용된다. 그리고 피티에프이(PTFE) 막(10)은 양성자 전도성 막으로 이루어져 광화학 반응시 양성자 및 전자의 이동통로로 이용된다. 하층의 전극층(30)은 음극(-)으로 사용되어 지므로 음극으로 이용할 수 있는 금속막이면 어느 것이나 사용가능하며, 일 예를 들어 백금(Pt) 또는 코발트(Co) 등의 금속막을 사용하면 족할 것이다.

[0019] 상기와 같이 구성된 장치에서, 이산화탄소를 메탄으로 변환시키는 광화학반응을 간략히 설명하면 다음과 같다. 전력을 공급하고 이와 동시에 이산화티탄 광촉매(20)가 구비된 측면에서 물과 광조사가 이루어지도록 하고, 반대측에서 이산화탄소가 공급되도록 한다. 이 경우 광촉매(20)가 구비된 측면에서는 외부에서 조사되는 광원에 의해 물(H₂O)이 광촉매와 반응하여 산소(O₂)를 생성함과 동시에 프로톤(H⁺이온)과 전자(e⁻)를 생성하게 된다. 상기 생성된 프로톤은 전도성막(PTFE)(10)를 통해 전달되어 막의 반대편인 전극층으로 전달된다. 이때 전극을 통하여 전달된 전자에 의해 H₂로 변환되고 이산화탄소(CO₂)와 반응하여 메탄(CH₄)을 생성하게 된다.

[0020] 상기와 같이, 전도성막(10)을 지지체로 사용할 경우 스폰지폼 형태의 광촉매 (20)자체가 양극으로 이용될 수 있어 단순히 전도성막의 반대편에 음극을 형성할 수 있는 금속막 코팅만으로도 광화학반응을 위한 장치로 구성할 수 있어 간단한 구조로 적용 가능한 이점이 있다. 그리고, 실제 스폰지 폼형태로 광촉매를 제조할 경우 기존의 나노튜브구조의 광화학 반응장치에 사용하는 광촉매 금속막의 경우보다 수십배 이상의 대면적 크기를 가지는 광촉매 막의 형성이 가능하고, 외부 충격에 부스러짐 등이 적어 실 응용에 매우 유용한 이점이 있다. 그리고 이상에서는 전도성 막으로 피티에프이(PTFE)를 예를 들어 설명하고 있으나, 이 이외에 나피온 막, 다우 막 또는 아씨플렉스 막 등 다양한 전도성 막이 사용될 수 있음은 물론이다.

[0021] 다음, 상기와 같은 나노튜브가 구비된 스폰지폼 형태의 이산화티탄 광촉매의 제작방법을 설명하기로 한다.

[0022] 재료준비

[0023] 지지체(20)를 준비한다. 상기 지지체는 상술한 바와 같이 광촉매의 용도에 따라 다양한 막의 사용이 가능하다. 정수기 등의 수질정화를 위한 물투과성을 가지는 선택적 투과성 막, 공기오염을 정화하기 위한 투과성 막, 광화학 반응인 메탄화를 위한 양성자 전도성 막 등 어느 것이나 사용 가능하다. 상기 지지체 막(10)의 두께는 통상적으로 10~30 μ m 정도로 되면 족할 것이다. 그 이유는 유기물(오염물 등)을 분해하기 위해서는 이산화 티탄 광촉매에 이산화 탄소 또는 물이 이산화 티탄의 표면에 최대한 많이 접촉해야 분해 속도가 증가하므로 이산화 티탄의 두께가 길수록 결과가 좋은 것이 맞겠으나, 너무 길 경우 이산화 티탄 나노튜브 내경이 작으므로 반응물들이 통과하는 속도가 오히려 늦어져 실용성에 있어서 떨어지게 된다. 따라서 실지 광촉매에 접촉되고, 적당한 속도로 변환 효율이 달성되도록 하기 위해서는 지지되는 지지체 막의 두께는 10~30 μ m 정도가 되는 것이 가장 안정적이라는 것을 본 발명자들은 알 수 있었다. 즉, 10 μ m 이하의 두께에서는 투과되는 물의 양이 광촉매 전환효율보다 많아지게 되어 미반응되는 물분자들이 많아지는 현상이 두드러졌으며, 30 μ m 이상의 두께에서는 이와 반대로 막투과되어 전달되는 물분자량이 적어져 광촉매 전환효율이 떨어지는 문제점이 있었다.

[0024] 다음, 상기와 같이 지지체 막이 준비된 상태에서 상기 지지체 막의 일면에 티탄(Ti)을 스퍼팅(sputtering) 등의 방법으로 코팅시킨다. 이때 도포되는 티탄의 두께는 최종적으로 생성되는 나노튜브 스폰지폼의 두께를 고려하여 적당한 두께로 도포하되, 통상적으로 50 μ m이하의 두께로 이루어지는 메조스폰지 폼 형태의 광촉매 막이 필요하

므로 실지 도포되는 티탄은 수 내지 수십 나노미터의 두께로 도포되면 족할것이다. 이 이상의 두께로 도포하게 되면, 생성되는 스폰지폼의 두께가 두꺼워져 오히려 광촉매 전환효율이 떨어짐을 알 수 있었다.

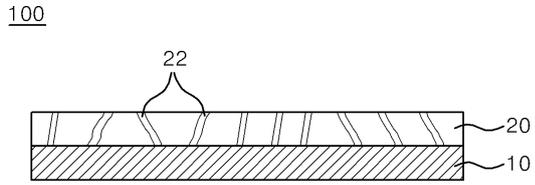
- [0025] 아노다이징
- [0026] 상기와 같이, 재료가 준비된 상태에서 양극산화법으로 아노다이징을 실행한다. 도 3에 도시된 바와 같이 전기 화학 전해조에 알루미늄이 코팅된 금속막이 니켈메쉬에 부착된 원재료를 양극으로 하고, 음극으로는 백금(Pt) 탄탈륨(Ta)와 같은 내산성 금속전극을 사용한다. 양극은 음극과 일정한 간격을 유지하여 전해액 속에 잠길 수 있도록 설치한다. 전기분해 또는 화학반응을 용이하게 하기 위해 광원이 전해조 상부에 설치되도록 할 수 있으며, 양극과 음극은 전력공급수단에 연결되도록 한다. 전해액으로는 일반적인 양극산화를 위한 아노다이징에 사용되는 전해액을 사용하면 족할 것이다. 일 예를들어 불산(HF), 황산(H₂SO₄), 인산(H₃PO₄) 등의 산성용액 또는 이들의 혼합용액을 사용하거나, 에틸렌글리콜과 불산 혼합액을 사용할 수 있다. 또는 에틸렌글리콜 과산화수소(H₂O₂) 그리고 불화암모늄(NH₄F)의 혼합액을 사용할 수도 있다. 이러한 전해액은 기본적으로 전하를 띤 전자나 이온의 이동을 원활히 해주어 금속막 표면에 금속산화막을 형성하도록 하면 족할 것이다.
- [0027] 한편, 전력공급수단에 의해 아노다이징시 전류는 인가되지 않고, 전압만 인가하게 되는데, 전압만 인가하면 전해질 용액이 전기장(electric field)을 따라 양이온과 음이온으로 나뉘어 이동을 하게 되면서 반응이 일어나게 된다. 그리고 본 발명에서는 티탄이 산화되면서 형성되는 이산화티탄 광촉매가 메조 스폰지 폼 형태를 이루어져야 하므로 이에 적합한 아노다이징 방법을 이용하게 된다.
- [0028] 통상적으로 티탄의 산화에 의해 생성되는 이산화티탄 광촉매의 형상에 따라아노다이징의 조건을 달리 가져가야 한다. 본 발명에 의한 아노다이징 처럼 이산화티탄 광촉매가 메조스폰지(meso-sponge)형태로 이루어지도록 하거나, 또는 일반 아노다이징에서 처럼 나노튜브 형태로 이루어 지도록 할 수 있다. 일반적으로 일방향으로 배열되는 나노튜브 형태의 이산화티탄 광촉매에서는 나노튜브형태가 표면적을 증가시켜 반응효율을 향상시키는 것에는 좋긴 하나 제작 특성상 나노튜브들이 만들어 지면서 각각의 개별적인 나노튜브들로 분리되는 특성을 가진다. 따라서 실제 사용 시 컨트롤하기가 쉽지 않게 되는 문제점이 있으나, 이에 반하여 메조 스폰지 형태의 광촉매 형성시에는 이산화티탄 광촉매의 기능을 수행하는 모든 홀(hole)들이 연결되어 있어 나노튜브 정도의 표면적을 가지면서 자체분리 현상이 없기 때문에 훨씬 더 사용하기가 수월한 장점이 있다.
- [0029] 따라서 본 발명에 의한 메조스폰지 형태의 이산화티탄 광촉매를 형성하기 위한 아노다이징 방법은 일반 아노다이징 조건과 거의 대동소이하나 온도와 전압이 달라지게 된다. 통상적으로 아노다이징은 실온에서 이루어지는 반면 본 발명에서는 150 내지 200℃의 온도를 유지하고 인가전압은 통상의 아노다이징 보다 1 내지 2V정도로 낮추게 되고, 반응 시간을 보다 장시간 가져가도록 한다.
- [0030] 상기와 같은 장치를 구비한 후, 온도를 유지한 채, 전력공급수단에 의해 전압을 적정시간동안 걸어주어 반응시키면 양극의 티탄 금속막에 산화반응이 일어나 티nm타늄의 산화가 발생되어 산화물에칭이 발생하게 되어 나노크기의 기공이 형성되어 메조스폰지 형태의 이산화티탄 광촉매가 형성되게 된다. 이때, 산화되는 티탄은 무방향성으로 이루어지면서 부피팽창이 이루어져 전체적으로 광촉매는 메조스폰지폼 형태로 이루어진다. 반응시간이 길어질수록 나노기공의 길이는 길어지며 이에 따라 상하가 완전히 개방된 형태를 유지하도록 장시간 반응시키거나, 혹은 적절한 길이를 가지도록 하는 것은 반응시간을 조절하면 족할 것이다. 각 이산화티탄 광촉매 홀의 내부 직경은 약 10 내지 50nm 정도로 형성되며, 이러한 홀직경의 크기는 나노튜브 형태와 비슷하게 되나, 각 홀들은 서로 연결되어 있으며, 무방향성을 가지게 되는데, 이는 일방향 나노튜브 광촉매막보다 컨트롤이 쉬워 활용면에 있어서 큰 우위점을 가질 수 있다.
- [0031] 그리고, 이러한 산화물 에칭에 의한 나노튜브의 형성시 지지체막은 산화에 아무런 영향을 받지 않으므로 아무런 변화를 일으키지 않은채 전체 티탄 금속막 지지체로써의 역할을 수행할 뿐만 아니라 지지체 막의 고유한 기능을 수행할 수 있게 된다.
- [0032] 이상에서 살펴본 바와 같이 본 발명에 따른 나노튜브가 구비된 스폰지폼 형태의 이산화티탄 광촉매의 구성 및 작용을 상기한 설명 및 도면에 따라 도시하였지만 이는 예를 들어 설명한 것에 불과하며 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 변화 및 변경이 가능함은 물론이다.

부호의 설명

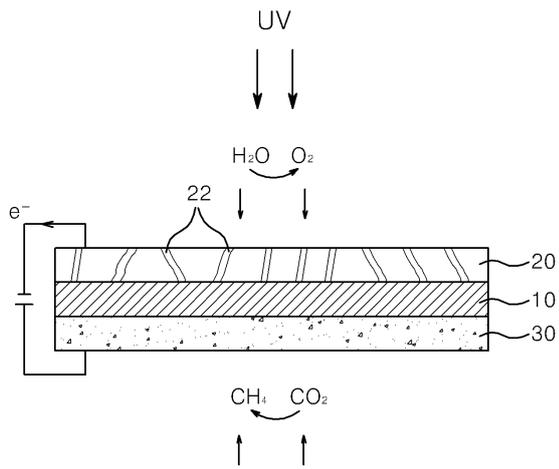
- [0033] 10 : 전도성 막 지지체 20: 스폰지 폼 광촉매층
 22 : 이산화티탄 광촉매 홀 30: 음극전원

도면

도면1



도면2



도면3

