



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년07월31일
(11) 등록번호 10-1292080
(24) 등록일자 2013년07월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/07 (2006.01) H01L 31/04 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0047377
(22) 출원일자 2011년05월19일
심사청구일자 2011년05월19일
(65) 공개번호 10-2012-0129242
(43) 공개일자 2012년11월28일
(56) 선행기술조사문헌
US20100175745 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국과학기술원
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
(72) 발명자
박정영
대전광역시 유성구 노은서로210번길 32, 404동
1502호 (지족동, 열매마을4단지)
정찬호
대전광역시 유성구 대학로 291, 한국과학기술원
N5 2151호 (구성동)
이영근
대전광역시 유성구 대학로 291, 한국과학기술원
N5 scale lab 2151호 (구성동)
(74) 대리인
황이남

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 김태근

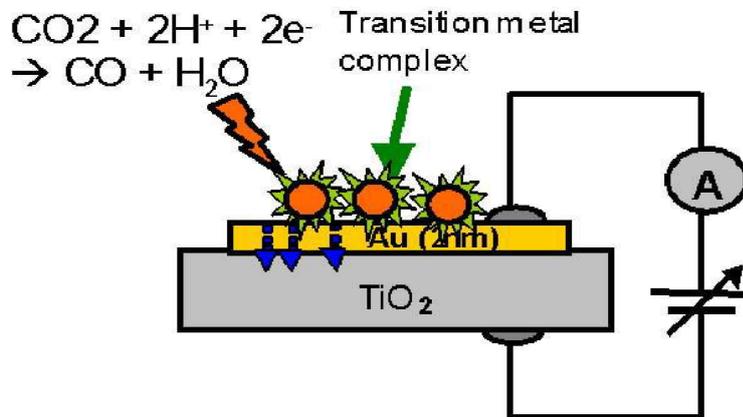
(54) 발명의 명칭 **햇 전자 기반의 금속-반도체 나노다이오드 광촉매소자**

(57) 요약

본 발명은 광촉매 활성층, 쇼트키(Schottky) 접합 전극, 옴(Ohmic) 접합 전극 및 전하 수송층을 포함하는 핫전자 기반의 금속-반도체 나노다이오드 광촉매소자에 관한 것으로, 보다 상세하게는 상기 광촉매 활성층은 백금(Pt) 박막층 또는 금(Au) 박막층인 것을 특징으로 할 수 있고, 상기 광촉매 활성층은 광촉매 반응을 활성화하기 위해 전이금속(transition metal), 유기금속(organometal) 화합물 및 전이금속 착화합물로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나로 도포되어 있는 구조를 갖는 것을 특징으로 할 수 있다.

그리고 상기 쇼트키 접합 전극은 산화티타늄(TiO₂), 갈륨 나이트라이드(GaN) 및 실리콘(Si)으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 할 수 있고, 나아가 상기 광촉매 활성층은 상기 전하 수송층과 쇼트키 다이오드(Schottky Diode)를 형성하고, 상기 쇼트키 접합 전극은 상기 전하 수송층과 접하며, 상기 옴 접합 전극은 상기 광촉매 활성층과 접하는 것을 특징으로 할 수 있다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

백금(Pt) 박막층의 광촉매 활성층, 쇼트키(Schottky) 접합 전극, 옴(Ohmic) 접합 전극 및 전하 수송층을 포함하
 되, 상기 쇼트키 접합 전극 위에 전하 수송층, 옴 접합 전극 및 상기 전하 수송층과 옴 접합 전극의 사이에 형
 성되어 전하 수송층의 일측과 결합되고 옴 접합 전극과 접하는 백금(Pt) 박막층의 광촉매 활성층이 형성되고,
 상기 광촉매 활성층은 광촉매 반응을 활성화하기 위해 전이금속(transition metal), 유기금속(organometal) 화
 합물 및 전이금속 착화합물로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나로 도포되어 있는 구조를 포함하는 것을 특징으
 로 하는 핫전자 기반의 금속-반도체 나노다이오드 광촉매소자.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 전이금속은 Sc(스칸듐; scandium), Ti(티타늄; titanium), V(바나듐; vanadium), Cr(크
 롬; chromium), Mg(마그네슘; magnesium), Fe(철; iron), Co(코발트; cobalt), Ni(니켈; nickel), Cu(구리;
 copper), Zn(아연; zinc), Y(이트륨; yttrium), Zr(지르코늄; zirconium), Nb(니오븀; niobium), Mo(몰리브덴;
 molybdenum), Tc(테크네튬; technetium), Ru(루테튬; ruthenium), Rh(로듐; rhodium), Pd(팔라듐; palladium),
 Ag(은; silver), Cd(카드뮴; cadmium), Lu(루테튬; lutetium), Hf(하프늄; hafnium), Ta(탄탈; tantalum), W
 (텅스텐; tungsten), Re(레늄; rhenium), Os(오스뮴; osmium), Ir(이리듐; iridium), Pt(백금; platinum), Au
 (금; gold), Hg(수은; mercury), Lr(로렌슘; lawrencium), Rf(러더포듐; rutherfordium), Db(더브늄;
 dubnium), Sg(seaborgium), Bh(보륨; bohrium), Hs(하슘; hassium), Mt(마이트너늄; meitnerium), Ds(다름스타
 튼; darmstadtium), Rg(뢴트게늄; roentgenium) 및 Cn(코페르니슘; Copernicium)으로 이루어진 군에서 선택된
 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는 핫전자 기반의 금속-반도체 나노다이오드 광촉매소자.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 유기금속 화합물은 Pt, Pd, Ni, Co, Fe 및 Mn 으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나인
 전이금속 기반의 유기금속 화합물인 것을 특징으로 하는 핫전자 기반의 금속-반도체 나노다이오드 광촉매소자.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 전이금속 착화합물은 Fe, Co, Zn 및 Mn으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나인 원자와
 리간드가 결합된 형태인 것을 특징으로 하는 핫전자 기반의 금속-반도체 나노다이오드 광촉매소자.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 쇼트키 접합 전극은 산화티타늄(TiO₂), 갈륨 나이트라이드(GaN) 및 실리콘(Si)으로 이루
 어진 군에서 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 하는 핫전자 기반의 금속-반도체 나노다이오드 광촉매소자.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 광촉매 활성층은 상기 전하 수송층과 쇼트키 다이오드(Schottky Diode)를 형성하는 것을
 특징으로 하는 핫전자 기반의 금속-반도체 나노다이오드 광촉매소자.

청구항 9

삭제

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 핫 전자는 상기 금속의 박막 표면에 발생한 후, 쇼트키(Schottky) 에너지 장벽을 넘어 검출되는 것을 특징으로 하는 핫전자 기반의 금속-반도체 나노다이오드 광촉매소자.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 금속-반도체 나노다이오드 광촉매소자에 관한 기술로서, 보다 상세하게는 핫전자를 기반으로 한다. 보다 상세하게 본 발명은 광촉매 활성층, 쇼트키(Schottky) 접합 전극, 옴(Ohmic) 접합 전극 및 전하 수송층을 포함한다.

배경기술

[0002] 본 발명과 관련된 특허문헌으로서, 광촉매 활성을 이용한 반도체 소자의 산화막 형성 방법(출원번호 : 10-2005-0093289)이 있다. 상기 특허문헌은 내용은 “광촉매 활성을 이용한 반도체 소자의 산화막 형성 방법이 제공된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 광촉매 활성을 이용한 반도체 소자의 산화막 형성 방법은, 광 투과가 가능한 제 1 기판 상에 광촉매층을 증착하는 단계, 광촉매층이 증착된 기판을 제 2 기판 상에 위치시키는 단계 및 소정의 온도 분위기에서 광촉매층이 증착된 기판에 자외선을 포함하는 광(光)을 조사(助射)함으로써 제 2 기판 상에 산화막을 형성하는 단계를 포함한다.”의 내용을 포함하고 있다.

[0003] 본 발명과 관련된 또 다른 특허문헌으로서, 이중블록 공중합체를 이용한 은/산화티탄 하이브리드 나노입자 어레이의 제조방법 및 이에 따라 제조된 광촉매 활성이 향상된 은/산화티탄 하이브리드 나노입자 어레이(출원번호 : 10-2009-0021121)가 있다. 상기 특허문헌은 이중블록 공중합체를 이용한 은/산화티탄 하이브리드 나노입자 어레이의 제조방법 및 이에 따라 제조된 광촉매 활성이 향상된 은/산화티탄 하이브리드 나노입자 어레이에 관한 것이다.

[0004] 반면 본 발명의 기술적 핵심은 핫전자와 촉매가 분자적 규모에서 상관관계를 가짐을 이용해 태양에너지의 화학 에너지로의 저장 및 광촉매과정의 제어하는 것이므로, 상기의 특허문헌은 모두와 상이하다고 할 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 광촉매 활성층, 쇼트키(Schottky) 접합 전극, 옴(Ohmic) 접합 전극 및 전하 수송층을 포함하는 핫전자 기반의 금속-반도체 나노다이오드 광촉매소자를 제공함을 목적으로 한다. 핫전자는 광촉매과정에서도 생성이 가능하다는 점에 착안하여, 상기 핫전자를 이용하여 태양에너지의 화학에너지로의 저장 및 광촉매과정의 제어하는 것이 본 발명이 해결하고자 하는 과제라 할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 종래의 문제점을 해결하기 위해 본 발명에서는 광촉매 활성층, 쇼트키(Schottky) 접합 전극, 옴(Ohmic) 접합 전극 및 전하 수송층을 포함하는 핫전자 기반의 금속-반도체 나노다이오드 광촉매소자를 제공한다.

[0007] 바람직하게는 상기 광촉매 활성층은 백금(Pt) 박막층 또는 금(Au) 박막층인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0008] 나아가 상기 광촉매 활성층은 광촉매 반응을 활성화하기 위해 전이금속(transition metal), 유기금속(organometallic compound) 화합물 및 전이금속 착화합물(transition metal complex)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나로 도포되어 있는 구조를 갖는 것을 특징으로 할 수 있다. 바람직하게는 상기 전이금속은 Sc(스칸듐; scandium), Ti(티타늄; titanium), V(바나듐; vanadium), Cr(크롬; chromium), Mg(마그네슘; magnesium), Fe(철; iron), Co(코발트; cobalt), Ni(니켈; nickel), Cu(구리; copper), Zn(아연; zinc), Y(이트륨; yttrium), Zr(지르코늄; zirconium), Nb(니오븀; niobium), Mo(몰리브덴; molybdenum), Tc(테크네튬; technetium), Ru(루테튬; ruthenium), Rh(로듐; rhodium), Pd(팔라듐; palladium), Ag(은; silver), Cd(카드뮴; cadmium), Lu(루테튬; lutetium), Hf(하프늄; hafnium), Ta(탄탈; tantalum), W(텅스텐; tungsten), Re(레늄; rhenium), Os(오스뮴; osmium), Ir(이리듐; iridium), Pt(백금; platinum), Au(금; gold), Hg(수은; mercury), Lr(로렌슘; lawrencium), Rf(러더포듐; rutherfordium), Db(더브늄; dubnium),

Sg(seaborgium), Bh(보륨; bohrium), Hs(하슘; hassium), Mt(마이트너늄; meitnerium), Ds(다름스타튬; darmstadtium), Rg(뢴트게늄; roentgenium) 및 Cn(코페르니슘; Copernicium)으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상인 것을 특징으로 할 수 있다. 또한 두가지 금속이상의 합금 (alloy) 박막 또한 나노입자의 형태를 포함한다.

[0009] 상기 유기금속 화합물(organometallic compound)은 Pt, Pd, Ni, Co, Fe 및 Mn 으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나인 전이금속 기반의 유기금속 화합물, 이를테면 (bis(dithiobenzil) nickel complex derivatives 등)을 포함한다. 이 경우 박막위의 나노입자 혹은 유기금속 화합물은 광촉매의 활성도를 증가시키는 역할을 한다. 이 경우 나노입자는 Pt, Au, Pd, Ni, Co, Ru, Rh, Ag, Cu 등의 금속 단일 나노입자와 합금 나노입자, TiO₂, CeO₂, NbO, TaO, CuO, NiO, FeO, MgO 등의 금속산화물 나노입자, 금속입자-산화물 다기능 (multifunctional) 나노입자 들을 포함한다.

[0010] 상기 전이금속 착화합물(transition metal complex)은 Fe, Co, Zn 및 Mn으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나인 원자와 리간드가 결합된 형태인 것을 포함한다. 전이금속 착화합물은 하나의 원자가 다른 종류의 원자나 리간드 등으로 둘러싸여 있는 형태로 존재하며 태양광의 많은 부분을 흡수하고 여기상태로 존재하는 시간이 길어서 multielectron transfer를 가능하게 하여 광촉매로 광범위하게 쓰인다. 도 4는 Au/TiO₂ 다이오드 위에 전이금속 complex가 증착되어있는 하이브리드 나노다이오드 광촉매시스템을 개략적으로 나타낸 것이다.

[0011] 바람직하게는 상기 쇼트키 접합 전극은 산화티타늄(TiO₂), 갈륨 나이트라이드(GaN) 및 실리콘(Si)으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0012] 상세하게는 상기 광촉매 활성층은 상기 전하 수송층과 쇼트키 다이오드(Schottky Diode)를 형성하는 것을 특징으로 할 수 있다. 또한 상기 쇼트키 접합 전극은 상기 전하 수송층과 접하고, 상기 옴 접합 전극은 상기 광촉매 활성층과 접하는 것을 특징으로 할 수 있다. 그리고 상기 핫 전자는 상기 금속의 박막 표면에 발생한 후, 쇼트키(Schottky) 에너지 장벽을 넘어 검출되는 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

[0013] 핫전자를 이용한 표면 화학과 촉매과정의 제어를 목표로 하고 이를 통해 태양에너지의 화학에너지로의 전환 역시 본 발명의 주요 사안이다. 전이금속 착화합물은 하나의 원자가 다른 종류의 원자나 리간드 등으로 둘러싸여 있는 형태로 존재하며 태양광의 많은 부분을 흡수하고 여기상태로 존재하는 시간이 길어서 multielectron transfer를 가능하게 하여 광촉매로 많이 쓰인다.

[0014] 전이금속 착화합물이 증착된 Au/TiO₂ 나노다이오드를 이용하여 광촉매반응을 수행하게 되면 전이금속 complex에 의한 광촉매반응으로 인해 생성된 핫전자가 금 박막층으로 흐를 수 있다. 이러한 실험적인 방향이 도 4에서 보여진다. 광촉매반응 도중에 핫전자의 생성을 Au/TiO₂를 이용하여 검출하게 된다. 또한 나노다이오드에 전압을 걸어서 핫전자를 표면위에 생성하게 한다. 핫전자의 에너지는 나노다이오드에 걸어주는 전압에 관계를 하고 나노다이오드의 전압을 이용한 핫전자의 에너지의 제어를 통해서 전기화학적 퍼텐셜과의 에너지 차이에 따라 반응의 활성도를 제어하는 효과를 얻게된다. 또한 나노다이오드의 전압을 바꿈으로써 다방향성 화학반응의 경우 선택도를 바꾸는 결과가 가능할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 나노다이오드의 구조를 나타낸 것이다. Pt 금속 박막과 결합되는 반도체 타이타늄 산화물(Ti-oxide) 또는 갈륨 나이트라이드(Ga-nitride)이다.

도 2는 Pt/TiO₂, Pt/GaN, Pt/Si의 나노다이오드의 구조를 나타낸 것이다.

도 3은 나노다이오드-Pt 나노입자 하이브리드 소자에서의 핫전자의 검출과 CO oxidation에서의 화학 활성도와의 상관관계를 나타낸 것이다.

도 4은 나노다이오드를 이용한 CO₂ reduction 광촉매 제어 개념도에 관한 것이다.

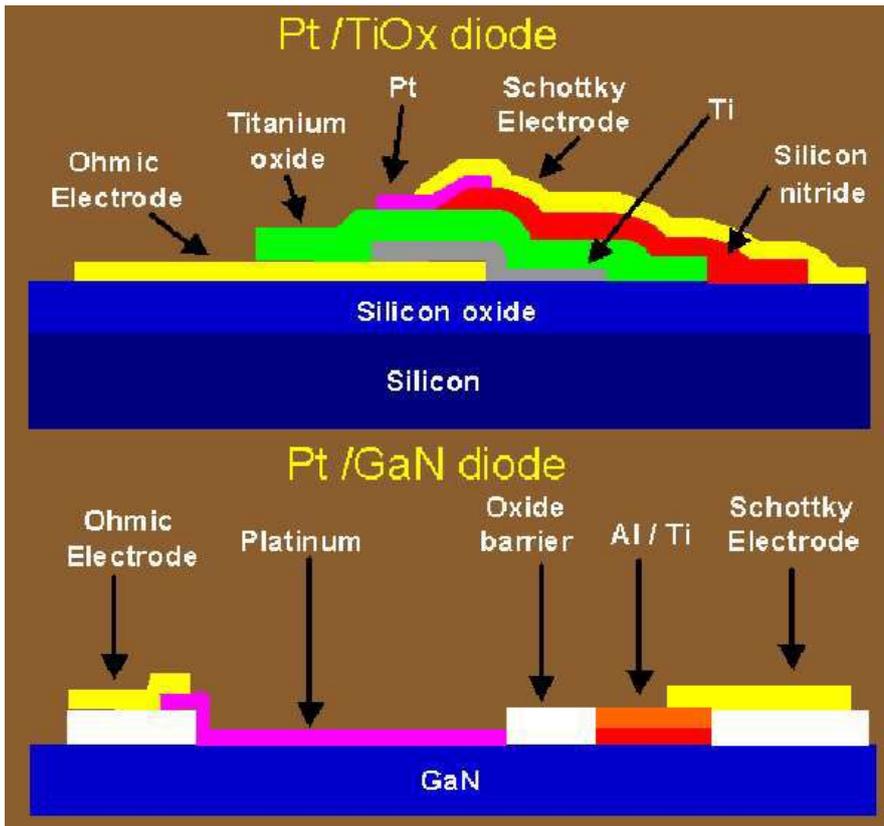
발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 본 발명은 광촉매 활성층, 쇼트키(Schottky) 접합 전극, 옴(Ohmic) 접합 전극 및 전하 수송층을 포함하는 핫전자 기반의 금속-반도체 나노다이오드 광촉매소자에 관한 것이다.
- [0017] 상기 광촉매 활성층은 백금(Pt) 박막층 또는 금(Au) 박막층인 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0018] 상기 광촉매 활성층은 광촉매 반응을 활성화하기 위해 전이금속(transition metal), 유기금속(organometal) 화합물 및 전이금속 착화합물로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나로 도포되어 있는 구조를 갖는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0019] 상기 전이금속은 Sc(스칸듐; scandium), Ti(티타늄; titanium), V(바나듐; vanadium), Cr(크롬; chromium), Mg(마그네슘; magnesium), Fe(철; iron), Co(코발트; cobalt), Ni(니켈; nickel), Cu(구리; copper), Zn(아연; zinc), Y(이트륨; yttrium), Zr(지르코늄; zirconium), Nb(니오븀; niobium), Mo(몰리브덴; molybdenum), Tc(테크네튬; technetium), Ru(루테튬; ruthenium), Rh(로듐; rhodium), Pd(팔라듐; palladium), Ag(은; silver), Cd(카드뮴; cadmium), Lu(루테튬; lutetium), Hf(하프늄; hafnium), Ta(탄탈; tantalum), W(텅스텐; tungsten), Re(레늄; rhenium), Os(오스뮴; osmium), Ir(이리듐; iridium), Pt(백금; platinum), Au(금; gold), Hg(수은; mercury), Lr(로렌슘; lawrencium), Rf(러더포듐; rutherfordium), Db(더브늄; dubnium), Sg(seaborgium), Bh(보륨; bohrium), Hs(하슘; hassium), Mt(마이트너늄; meitnerium), Ds(다름스타튬; darmstadtium), Rg(뢴트게늄; roentgenium) 및 Cn(코페르니슘; Copernicium)으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상인 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0020] 상기 유기금속 화합물은 Pt, Pd, Ni, Co, Fe 및 Mn 으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나인 전이금속 기반의 유기금속 화합물인 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0021] 상기 전이금속 착화합물은 Fe, Co, Zn 및 Mn으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나인 원자와 리간드가 결합된 형태인 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0022] 상기 쇼트키 접합 전극은 산화티타늄(TiO₂), 갈륨 나이트라이드(GaN) 및 실리콘(Si)으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0023] 상기 광촉매 활성층은 상기 전하 수송층과 쇼트키 다이오드(Schottky Diode)를 형성하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0024] 상기 쇼트키 접합 전극은 상기 전하 수송층과 접하고, 상기 옴 접합 전극은 상기 광촉매 활성층과 접하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0025] 상기 핫 전자는 상기 금속의 박막 표면에 발생한 후, 쇼트키(Schottky) 에너지 장벽을 넘어 검출되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0026] 보다 상세하게 본 발명에 대해 도면을 참조하여 설명하면 하기와 같다.
- [0027] 본 특허는 핫전자의 생성과 제어를 이용한 광촉매소자 제작을 주요 내용으로 하고 있다. 화학적 반응 (촉매, 흡착 등) 도중 에너지의 전달에 의해서 1-3 eV의 에너지를 가지는 핫전자가 촉매금속표면에서 생성된다. 금속-산화물 박막으로 이루어진 촉매 나노다이오드를 이용하여 이러한 핫전자의 검출이 가능하다. 촉매 나노다이오드에서 검출된 핫전자의 흐름 (화학전류)는 촉매의 활성도는 같은 활성화에너지 (activation energy)를 가지고 이는 핫전자와 촉매가 분자적 규모에서 상관관계를 가짐을 나타낸다.
- [0028] 핫전자는 광촉매과정에서도 생성이 가능하고 이러한 핫전자를 이용하여 태양에너지의 화학에너지로의 저장 및 광촉매과정의 제어가 본 특허의 주요내용이다. 이러한 핫전자의 이해와 측정은 에너지 손실과정의 원자적 규모에서의 이해를 바탕으로한 광촉매소자의 개발이라는 점에서 중요성을 지닌다. 표면 플라즈몬 등을 이용한 에너지 전환율을 높이는 나노 복합체 하이브리드 광촉매소자의 개발도 포함한다.

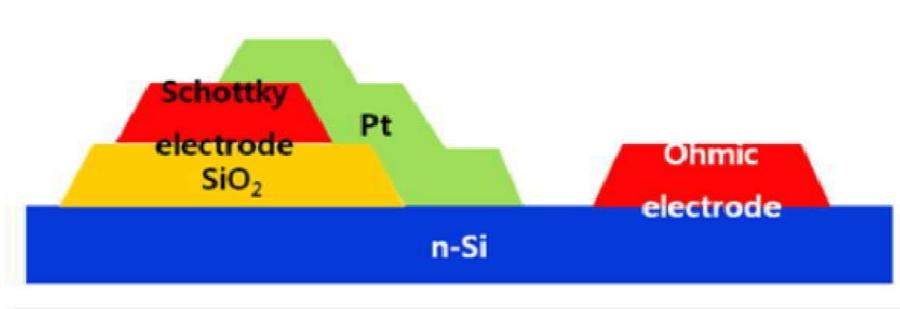
- [0029] 도 1에서 보는 것과 같이 본 발명의 나노다이오드는 얇은 Pt 금속 박막과 반도체 (산화티타늄, 갈륨 나이트라이드, 또는 실리콘)로 이루어지며 핫전자가 표면에 발생한 후 Schottky 에너지 장벽을 넘고 검출되어진다는 개념이다.
- [0030] 금속-반도체 나노다이오드 광촉매소자는 광촉매 활성층, Schottky 접합 전극, Ohmic 접합 전극 및 전하 수송층을 포함한다. 상기 광촉매 활성층은 백금 박막층으로 이루어져 산화티타늄, 갈륨 나이트라이드, 또는 실리콘층으로 이루어진 전하 수송층과 Schottky 다이오드를 형성한다. Schottky 접합 전극은 전하 수송층과 접하고, Ohmic 접합 전극은 광촉매 활성층과 접한다. 상기 광촉매 활성층은 백금 또는 금 박막층 위에 광촉매 반응을 활성화하기 위한 유기금속 화합물 또는 전이금속 착화합물이 도포되어 있는 구조를 가질 수 있다(도 2 참조).
- [0031] 산업체의 화학적인 많은 공정들이 나노규모에서 이루어진다. 산업체에서 이용하는 촉매제는 크기가 균일하지 않은 나노입자들을 사용하고 있다. 이는 나노규모에서 화학적인 많은 특성들이 정성적으로 달라진다는 점을 보여준다. 또한 분자적 혹은 원자적 규모에서의 화학작용의 이해가 과거에는 순수과학적인 연구였지만 현재에는 산업체의 응용과 가깝다고 하겠다.
- [0032] 근본적인 메커니즘의 발견이나 활용이 테크놀로지의 응용으로 이어질 수 있다. 본 특허의 주된 내용인 핫전자의 연구도 그러한 측면을 보여준다. 핫전자의 측정과 제어를 통해서 촉매의 원자적인 메커니즘을 규명하고 핫전자의 조작을 통해서 촉매를 제어하는 목표를 가지고 있다. 화학적 반응 (촉매, 흡착 등)도중 에너지의 전달에 의해서 1-3 eV의 에너지를 가지는 핫전자가 생성된다. 이러한 핫전자는 거꾸로 많은 표면의 현상(분자의 탈착, 분자의 활성 증가, 표면 부식 등)을 야기시킨다고 알려져 있다. 이러한 핫전자의 이해와 측정은 에너지 손실과정의 근본적인 이해를 가져다 준다는 점에서 중요성을 지니며 또한 이러한 과정의 이해를 통해 획기적으로 에너지 손실을 줄이고 에너지 전환율을 높이는 나노 복합체 소자의 개발을 줄 수 있다는 가능성을 제시한다.
- [0033] 나노다이오드는 얇은 Pt 금속 박막과 반도체 (산화티타늄, 갈륨 나이트라이드, 또는 실리콘)로 이루어지며 열전자가 표면에 발생한 후 Schottky 에너지 장벽을 넘고 검출되어진다는 개념이다. 도 3은 나노다이오드 (Au/TiO₂)위에 백금 나노입자를 증착할 때 얻어진 핫전자의 수와 활성도의 상관관계를 보여준다. 본 특허에서 제시되는 부분은 이러한 핫전자의 개념을 이용하여 광촉매반응의 활성도를 제어하고 이를 통해 재생에너지 소자를 개발하는 것이다.
- [0034] 이상 본 발명의 구체적 실시형태와 관련하여 본 발명을 설명하였으나 이는 예시에 불과하며 본 발명은 이에 제한되지 않는다. 당업자는 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 설명된 실시형태를 변경 또는 변형할 수 있으며, 이러한 변경 또는 변형도 본 발명의 범위에 속한다. 또한, 본 명세서에서 설명한 각 구성요소의 물질은 당업자가 공지된 다양한 물질로부터 용이하게 선택하여 대체할 수 있다. 또한 당업자는 본 명세서에서 설명된 구성요소 중 일부를 성능의 열화 없이 생략하거나 성능을 개선하기 위해 구성요소를 추가할 수 있다. 뿐만 아니라, 당업자는 공정 환경이나 장비에 따라 본 명세서에서 설명한 방법 단계의 순서를 변경할 수도 있다. 따라서 본 발명의 범위는 설명된 실시형태가 아니라 특허청구범위 및 그 균등물에 의해 결정되어야 한다.

도면

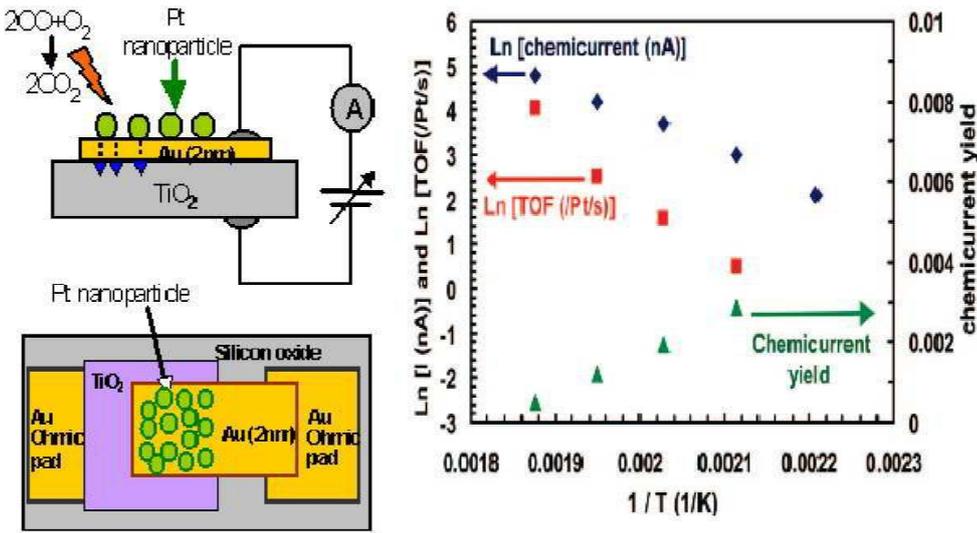
도면1



도면2



도면3



도면4

