

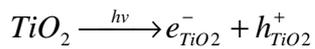
# TiO<sub>2</sub>

가 TiO<sub>2</sub> .  
 , Ni “A review and recent developments in photocatalytic water-splitting using TiO<sub>2</sub> for hydrogen production”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (2005)

TiO<sub>2</sub> 가  
 ,  
 , 가 TiO<sub>2</sub> 가  
 , sacrificial agent  
 가 TiO<sub>2</sub> ,  
 , doping, dye sensitization, composite semiconductor, anion doping, implantation

1.

가  
 VB (valence band) CB (conduction band)  
 가 band gap (E<sub>g</sub>) , (excitation) 가 ,  
 VB . band gap  
 가 가 , 가 band  
 gap VB CB . TiO<sub>2</sub>



가

VB (E<sub>O2/H2O</sub>) CB (E<sub>H2/H2O</sub>)  
 CdS SiC photo corrosion  
 TiO<sub>2</sub> 가 TiO<sub>2</sub>가  
 (i) / : CB VB 가  
 (ii) : 가 가 가  
 가 가 : TiO<sub>2</sub> band gap 3.2 eV UV UV 4%  
 가 50% 가  
 가  
 (electron donor) (hole scavenger) 가,  
 가, doping, anion doping, dye sensitization,  
 composite semiconductor, implantation  
 가  
 2. 가  
 2.1 가 CB VB , VB  
 TiO<sub>2</sub> 가 , /  
 가가  
 VB  
 CB  
 EDTA, , CN<sup>-</sup>, lactic acid,

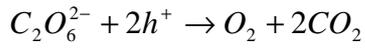
, EDTA > > > lactic acid  
 가 가 가 . Oxalic acid, formic acid,

$S^{2-}/SO_3^{2-}$ ,  $Ce^{4+}/Ce^{3+}$ ,  $IO_3^-/I^-$  sacrificial reagent  
 . CdS가 photo corrosion .  
 $CdS + 2h^+ \rightarrow Cd^{2+} + S$   
 $S^{2-}$  sacrificial reagent가 가 , S  
 가  $SO_3^{2-}$  S  $S_2O_3^{2-}$  S가 CdS .  
 CdS photo corrosion .  $I^-$  ( )  $IO_3^-$   
 ( )가 / 가  $I^-$   $IO_3^-$   
 . CB 가  
 $I^-$  , CB 가 . VB  
 가  $IO_3^-$ 가 CB  $I^-$   
 VB  
 sacrificial reagent . Rutile  $TiO_2$   
 가 , anatase  $IO_3^-$   
 rutile anatase  $I^-/IO_3^-$   
 $Ce^{4+}/Ce^{3+}$   $Fe^{3+}/Fe^{2+}$

2.2 가  
 Pt/ $TiO_2$   $Na_2CO_3$  가  
 $TiO_2$ ,  $Ta_2O_5$ ,  $ZrO_2$   
 $Na_2CO_3$ 가 . Pt/ $TiO_2$  IR  
 $HCO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $HCO_3$ ,  $C_2O_6^{2-}$

$CO_3^{2-} + H^+ \rightleftharpoons HCO_3^-$   
 $HCO_3^- + h^+ \rightarrow HCO_3^\bullet$   
 $HCO_3^\bullet \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{\bullet-}$   
 $CO_3^{\bullet-} \rightarrow C_2O_6^{2-}$

peroxycarbonate . /



$HCO_3^-$   
 $CO_3^{2-}$ 가  
 $Na_2CO_3$   $K_2CO_3$  가  
 $Pt/TiO_2$   $Na_2CO_3$  가  $K_2CO_3$  가  
 $I$   $Pt$   
 가

3.

3.1

$Pt, Au, Pd, Rh, Ni, Cu, Ag$   $TiO_2$   
 $Fermi$   $TiO_2$   
 $CB$   $TiO_2$   $VB$   
 $TiO_2$   $Pt/TiO_2$  Electron Spin Resonance (ESR)  
 $Ti^{3+}$  가  $Pt$   $Ti^{3+}$   
 $TiO_2$   $Pt$   
 $Fermi$   $TiO_2$   $CB$  가  
 $negative$  가  $negative$   
 $Fermi$   
 $proton$  가  
 $TiO_2$   $proton$  /  
 $Pt, Au$  가  $Pd$   
 /

(i)

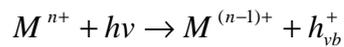
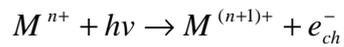
(ii)

Pt가 Cu/TiO<sub>2</sub> Pt가 TiO<sub>2</sub> 가  
 , Ni, Ag  
 가

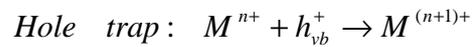
### 3.2 Ion doping

#### 3.2.1 Metal ion doping

TiO<sub>2</sub> TiO<sub>2</sub> TiO<sub>2</sub> band gap  
 가



M M<sup>n+</sup> TiO<sub>2</sub>  
 ( )



M<sup>n+</sup>/M<sup>(n-1)+</sup> TiO<sub>2</sub> CB 가 negative  
 , M<sup>n+</sup>/M<sup>(n+1)+</sup> TiO<sub>2</sub> VB 가 positive  
 (carrier) trapping Trap

TiO<sub>2</sub>  
 /  
 , 가  
 , Fe, Mo, Ru, Os, Re, V, Rh 가  
 Co, Al  
 / trap , Cu, Fe  
 trap , 가 TiO<sub>2</sub> CB, VB 가  
 Cu, Fe  
 , Cu, Mn, Fe

trap , trap Cr, Co, Ni  
 Gd  
 가  
 WO<sub>3</sub> proton , Fe, Co, Ni, Cu, Zn  
 , proton  
 . FeO, CoO, NiO, Cu<sub>2</sub>O E<sub>H<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O</sub> CB 가  
 negative , CB 가 proton . ZnO WO<sub>3</sub> CB  
 . Be  
 TiO<sub>2</sub> , TiO<sub>2</sub>  
 75%가 가 .  
 TiO<sub>2</sub>  
 가 .

### 3.2.2 Anion doping

가  
 . TiO<sub>2</sub> N, F, C, S 가  
 ,  
 . Anatase TiO<sub>2</sub> O  
 C, N, F, P, S . N TiO<sub>2</sub>  
 band gap , S S TiO<sub>2</sub>  
 가 . C, P  
 . N  
 CB가 가 negative  
 , proton ,  
 . 가 , N band gap  
 CB . N TiO<sub>2</sub> TiO<sub>2</sub>  
 - ,  
 가 .

### 3.3 Sensitization

#### 3.3.1 Dye Sensitization

가 가 가  
 . / 가 가  
 . 가 ,  
 CB , 가



$WO_3$ , proton  
 SiC, SiC, CB,  $TiO_2$   
 CB 가  $E_{H_2/H_2O}$  negative 가 , UV  
 RuS/ $TiO_2$ - $SiO_2$  proton  
 가  
 $SnO_2$  (10-15 nm)가 ZnO ( 600 nm)  
 가  $SnO_2$  CB  
 ,  $SnO_2$  ZnO Pt 가  
 $SnO_2$   
 Pt  
 N ZnO  $WO_3$ ,  $V_2O_5$ ,  $Fe_2O_3$  , 가  
 acetaldehyde  
 SiC- $TiO_2$   $E_{H_2/H_2O}$  negative CB 가  
 N 가

### 3.4 Metal ion-implantation

가  
 implantation 가  
 $TiO_2$  가 ,  $TiO_2$  가 600 nm 가  
 가  
 implantation  
 Ionized cluster beam (ICB)  $TiO_2$  Cr implantation  
 가 NO 가 가 가  
 , Cr 가 가 가  
 NO 가 UV 가  
 implantation  
 Cr 450 nm 가 가  
 NO Cr implantation  $TiO_2$   
 V, Mn, Ni, Fe  
 implantation ,  
 $V > Cr > Mn > Fe > Ni$  implantation  
 723-823 K  
 implantation

sacrificial agent  
implantation