

金属担持可視光応答型光触媒の開発

日大生産工(院) ○伊藤 ヒカル 日大生産工(院) 江頭 雅之
日大生産工 矢澤 翔大 日大生産工 工藤 祐輔 日大生産工 中西 哲也

1. まえがき

光触媒は光が当たることで大気浄化、浄水、抗菌、脱臭、防汚、防曇といった効果を発揮する機能材料である⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾。光触媒としては金属イオンや金属錯体なども用いられるが、半導体が最も多く用いられている。代表的な半導体光触媒である酸化チタン(TiO_2)は紫外光照射下でのみ強力な酸化分解作用を示し、室内照明等の可視光では酸化分解作用を示さない。そこで、可視光でも酸化分解作用を示す可視光応答型光触媒に着目した。近年、可視光応答型光触媒の研究が盛んに行われており、その中でも窒素ドープ TiO_2 が最も効率の良いものとして知られている⁽⁴⁾。

本研究では TiO_2 に物理的に金属を付着させる金属担持と呼ばれる手法により簡易的に可視光応答型光触媒を作製し、その性能を向上させることを目的とする。先行研究では TiO_2 とエタノールの混濁液をマイクロピペットで銅基板上に滴下し、銅担持酸化チタン基板を作製していたが、 TiO_2 はエタノールに溶けないため、銅基板上に TiO_2 を分散させることが難しかった。そこで、本実験では TiO_2 とエタノール、ポリエチレングリコールの混濁液をドクターブレード法によって銅基板上に塗布する方法へと変更した。その後、光触媒酸化法と自然酸化法によりCuを酸化させ $\text{TiO}_2/\text{Cu}_2\text{O}/\text{Cu}$ 光触媒を作製した。この $\text{TiO}_2/\text{Cu}_2\text{O}/\text{Cu}$ 光触媒は可視光活性光触媒となることがわかっている⁽²⁾。さらに、基板表面の反射率を測定し可視光吸収性能を評価した。

2. 実験方法および測定方法

2.1. 基板上への酸化チタン膜の作製

Fig.1に銅基板上への酸化チタン膜の作製方法の概要図を示す。25mm×25mm×1.0mmの銅基板上に、 TiO_2 粉末 (ST-01、石原産業) とエタノール (鹿1級、関東化学株式会社)、ポリエチレングリコール (PEG2000、和光純薬

工業株式会社) を重量比2:2:1で混濁した溶液をドクターブレード法により塗布した。この時、塗布する溶液が0.03mmの厚さになるよう塗布を行った。

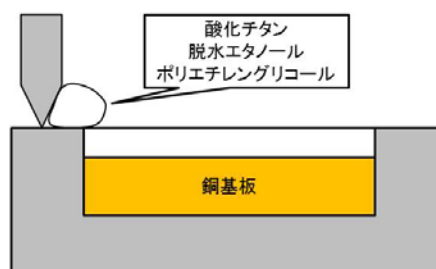


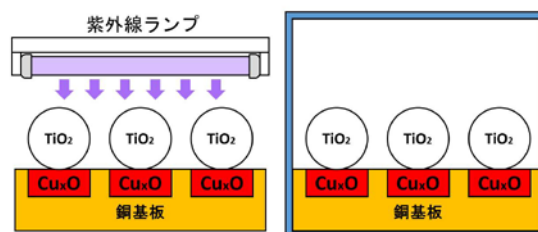
Fig.1 酸化チタン膜の作製方法

2.2. $\text{TiO}_2/\text{Cu}_2\text{O}/\text{Cu}$ 構造を持つ基板の作製

Fig.2に銅基板を酸化する方法の概要図を示す。2.1節に示す方法で作製した光触媒基板に対し、光触媒酸化法と自然酸化法という2種類の方法により銅を酸化させ、 $\text{TiO}_2/\text{Cu}_2\text{O}/\text{Cu}$ 構造を作製した。

光触媒酸化法とは銅基板上に塗布した酸化チタンに紫外光を照射することで酸化チタンの酸化作用により銅を酸化し、 $\text{TiO}_2/\text{Cu}_2\text{O}/\text{Cu}$ 構造の光触媒を形成する方法である⁽¹⁾。一方、自然酸化法とは2.1節で作製した光触媒基板を自然に酸化させ、 $\text{TiO}_2/\text{Cu}_2\text{O}/\text{Cu}$ 構造の光触媒を形成する方法である。

光触媒酸化法では、作製した光触媒に紫外線ランプ (GL-10、NEC) を用いて10、20、30日間紫外光を照射した。その際、紫外線ランプ



(a) 光触媒酸化法 (b) 自然酸化法

Fig.2 銅板を酸化する方法

Development of metal supported Visible-light Responsive Photocatalyst

Hikaru ITO, Masayuki EGASHIRA,
Syouta YAZAWA, Yusuke KUDO, Tetsuya NAKANISHI

と光触媒基板との距離は10mmとした。一方、自然酸化法では、作製した基板をデシケーター内に10、20、30日間保管した。なお、デシケーター内の温度は23℃程度、湿度は26%程度である。

さらに、光触媒酸化法と自然酸化法で作製したTiO₂/Cu_xO/Cu光触媒について、作製当日、10、20、30日経過後の反射率について、紫外可視分光光度計（UV-2600、SHIMADZU）を用いて測定した。

3. 実験結果

光触媒酸化法及び自然酸化法で作製したTiO₂/Cu_xO/Cu 光触媒基板の反射率測定結果を Fig.1 及び Fig.2 に示す。ここで、反射率とはある物質に対して入射した光がどれくらい反射しているかについて割合で表したものである。反射率は小さい程その物質がその波長の光を吸収していることを示す。

Fig.1 より、光触媒作製当日から 10 日で反射率は大きく低下し、10 日から 30 日の間では大きな変化はない。また、反射率が最大で 25%程度低下している。一方、Fig.2 では作製当日から 10 日では波長が 400-550 nm の間で反射率が低下しているが、それ以外の部分では大きな変化はない。10 日から 20 日では反射率が大きく低下している。また、反射率が最大で 5%程度低下している。

Fig.1 及び Fig.2 より、光触媒酸化法と自然酸化法で作製した両方の光触媒において、時間経過にともない反射率が低下していることがわかる。ただし、Fig.1 の光触媒酸化法で作製した光触媒基板の方が、反射率が低下するまでの期間が短く、また 600-800 nm の波長領域における反射率が低いことがわかる。

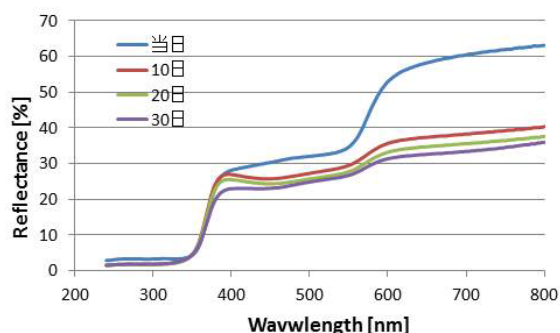


Fig.3 光触媒酸化法で作製した基板の反射率

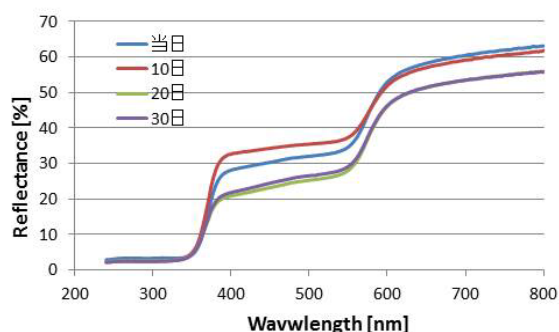


Fig.4 自然酸化法で作製した基板の反射率

4. まとめ

本研究では、銅担持による高性能な可視光応答型光触媒の開発及びその性能調査を行った。今回は TiO₂ を銅板に塗布し光触媒酸化法及び自然酸化法によって銅担持を行った。その結果、自然に酸化させるよりも光触媒の作用により酸化させる方が可視光応答型光触媒としての性能が高いと考えられる。また、TiO₂/Cu_xO/Cu 光触媒をより形成しやすいと考えられる。

今後の方針として、今回作製した基板の再現性を取る実験を行い、さらに可視光応答型光触媒がより高性能となる作成条件も検討する。また、光触媒の新たな性能評価方法についても検討する。

「参考文献」

- 1) 山田圭祐, 銅担持による可視光応答型光触媒の開発に関する研究, 日本大学大学院 生産工学研究科 電気電子工学専攻, 平成27年度修士論文
- 2) 小越澄雄, 加藤直, 勝井優, 片山昇, 矢澤翔大, 工藤祐輔, 新妻清純, 高性能可視光活性TiO₂/Cu_xO/Cu光触媒, 電気学会論文誌A (基礎・材料・共通部門誌) Vol.136 No.8 pp551-552
- 3) 峠田博史, 今日からモノ知りシリーズ トコトンやさしい光触媒の本, 日本工業新聞社, p12-13.
- 4) S. kogoshi, S. Araki, S. Yazawa, T. Nakano, T. takeuchi, N. Katayama, Y. Kudo, and T. Nakanishi, Visible-light-responsive photocatalyst prepared by sintering a TiO₂/Cuplate, Japanese Journal of Applied Physics 53, 098001 (2014)