

焼成温度と酸化銅担持光触媒の可視光応答化性能の関係

日大生産工(院) ○谷口 宗春

日大生産工 矢澤 翔大 工藤 祐輔 新妻 清純

1 まえがき

光触媒とは、光が当たることで大気浄化、浄水、抗菌、防汚等の機能を発揮する材料である。代表的な光触媒である二酸化チタン(TiO_2)は、紫外線下でなければ強力な酸化分解作用を示さない。そのため、 TiO_2 の可視光応答化の研究が進められている。

先行研究では、 TiO_2 に金属を付着させる金属担持と呼ばれる手法により、銅に光触媒を塗布し、さらに光触媒の酸化分解作用によって銅基板を酸化させることにより $\text{TiO}_2/\text{Cu}_x\text{O}/\text{Cu}$ 光触媒⁽¹⁾⁽²⁾を作製していた。しかし、可視光応答化の要因が不明確なままであった。また、酸化処理方法も可視光応答化までに期間を要する手法のため改良できないかと考えた。そこで本研究では、 TiO_2 を塗布する銅をあらかじめ電気炉により酸化処理を施し、酸化銅へと加工しておくことで酸化処理を短縮できないかと考えた。また、焼成温度のよって酸化の進行度合いを変えた各酸化銅をXRDによる成分解析、後にスピコート法によって TiO_2 を塗布し光触媒基板とし、紫外線可視分光光度計による光吸収特性、ホルムアルデヒド除去性能評価試験し、結果を比較することで酸化銅担持光触媒の可視光応答化のメカニズムの解明を図った。

2 実験方法及び測定方法

2.1 銅板の酸化処理

銅板(HC0516,Hikari)を25mm×25mmに切断し、電気炉(NHK-170型,日陶科学株式会社)により焼成時間を2時間と固定して、焼成温度を変化させて酸化させた。

2.2 酸化銅板への酸化チタン担持

スピコート方によって酸化銅基板上への二酸化チタン膜作製を行った。 TiO_2 (ST-01, 石原産業) とエタノール (鹿1級, 関東化学株式会社)、重量比1:2で混濁した溶液作製する。酸化銅基板をスピコート装置に固定し、作製した溶液を0.20ml滴下し、1800rpmで30秒間回転させ、乾燥させたものを TiO_2 薄膜試料とした。

2.3 作製した光触媒基板の性能評価

2.3.1 光反射率特性測定

焼成温度ごとの光触媒基板を紫外線可視分光光度計(UV-2600,SHIMADZU)により測定した。

2.3.2 XRDによる表面成分解析

焼成温度ごとの光触媒基板の表面成分について、にXRD(MinFlex600, Rigaku)により表面解析を行った。

2.3.3 HCHO除去性能評価試験

HCHO除去性能評価試験概要図をFig.1に、試験条件をTable1に示す。JIS R 1701-4の光触媒材料の空気浄化性能試験方法を基に光触媒基板のHCHO除去性能評価試験を行った。

光触媒に可視光を照射する前後のHCHO濃度を測定し、その変化からHCHO除去率を計算して評価指標とした。HCHO濃度測定にはホルムアルデヒド検知器(C-XP-308B, 新コスモス電機)、光源には9個のパワーLEDランプ(OSB5XNE1C1E)を用い光触媒基板全面に光が当たるように調整をした。

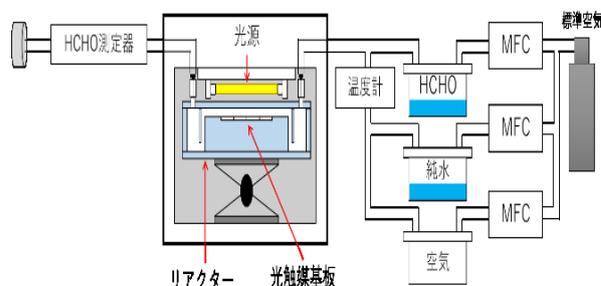


Fig.1 HCHO除去性能評価試験装置概要図

Table1 HCHO除去性能評価試験

HCHO concentration[ppm]	1.00±0.1
Sample area[mm ²]	25×100
Temperature[°C]	24.5±0.5
Relative Humidity of HCHO gas[%]	49±0.5
Flow rate of HCHO gas[L/min]	0.5

Relationship between Firing Temperature and Visible-Light-Responsive Performance of Copper Oxide Supported Photocatalysts

Muneharu Taniguchi, Shota Yazawa, Yusuke Kudo, Kiyozumi Niiduma

3 実験結果

3.1 XRDによる表面成分解析の結果

Fig.2に焼成温度0°C~400°C、Fig.3に焼成温度500°C~900°Cの各銅基板のXRDによる表面成分解析結果を示す。Fig.2では、焼成温度が高いほどCu₂Oのピークが現れている。Fig.3では、焼成温度が高いほどFig.2と同様にCu₂Oも増加しているが、Fig.2と異なりCuOのピークが現れてきていることがわかる。

3.2 光反射率特性測定の結果

Fig.4に光反射率特性測定の結果を示す。Fig.4を見ると、0°C~500°Cの場合、焼成温度が高いほど光反射率が低下している。また、600°Cでは光反射率が500°Cに比べ高くなり、特性の特徴も変わっていることから大きな変化があったと見て取れる。そして、600°C~900°Cの場合、焼成温度が高いほど再度光反射率が低下していくことが確認できる。

3.3 HCHO除去性能評価

Fig.5にHCHO除去性能評価試験の結果を示す。Fig.5を見ると、0°C~500°Cにかけて焼成温度の上昇に伴い、HCHO除去率が高くなっており可視光応答化性能の向上している。しかし、500°C~900°Cでは焼成温度の上昇に伴い、HCHO除去率が低下しているため可視光応答化性能が低下している。

4 まとめ

本研究では、酸化銅担持によるTiO₂の可視光応答化について酸化させた銅にTiO₂を塗布することで、光触媒基板の作製し、各測定することで可視光応答化のメカニズムの解明を図った。XRDによる表面成分解析結果より、0°C~400°CではCu₂Oの増加が顕著であるが、500°C~900°CではCuOの増加が顕著だった。光反射率特性測定より、0°C~500°Cにかけ光反射率が低下し、600°Cで500°Cから大きく上昇した光反射率が600°C~900°Cにかけて再度低下している。HCHO除去性能評価試験より、0°C~500°Cにかけて可視光応答化性能が向上し、500°C~900°Cにかけて可視光応答化性能の低下していた。このことから、Cu₂O・CuOともにTiO₂の光反射率の低下を補助しているが、Cu₂Oは可視光応答化性能の向上に、CuOは可視光応答化性能の低下に寄与しているのではないかと考えられる。

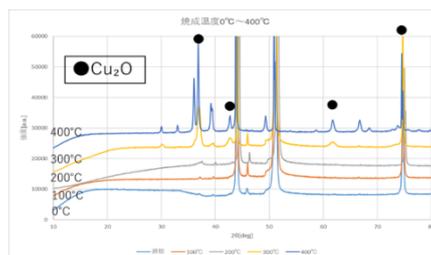


Fig.2 XRDによる表面成分解析結果

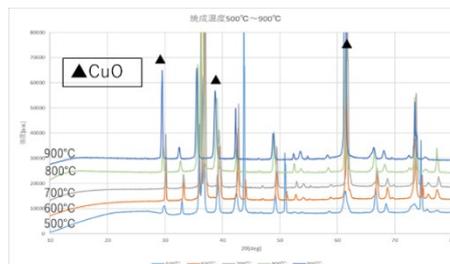


Fig.3 XRDによる表面成分解析結果

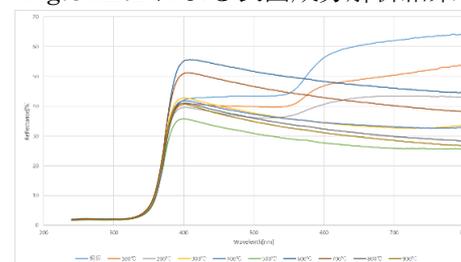


Fig.4 光反射率特性測定結果

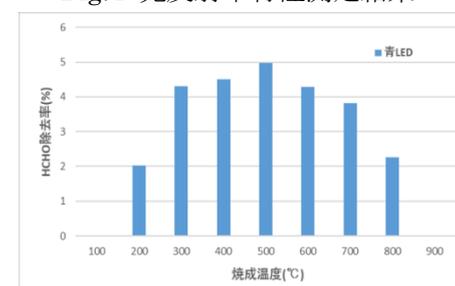


Fig.5 HCHO除去性能評価試験結果

参考文献

- (1) 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
- (2) 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/Cu plate, Japanese Journal of Applied Physics 53, 098001 (2014)