

銅担持型光触媒の可視光応答化に関する研究

日大生産工(院) ○桑野 峻

日大生産工 江頭 雅之 矢澤 翔大 工藤 祐輔

1. まえがき

近年,人々の快適な暮らしを支えるものとして光触媒が活躍している.光触媒とは光が当たると,抗菌・抗ウイルス,防汚,防曇,大気浄化,脱臭,浄水などの機能を発揮する.光触媒である酸化チタン(TiO_2)は紫外光に反応するが,紫外光の不足した室内等では光触媒機能を十分に発揮することができない.そこで,可視光でも光触媒の機能を発揮する可視光応答型光触媒の開発が進められている.光触媒の可視光応答化の手法として一般的に,異種金属やアニオンのドーピング,酸素欠損処理,金属担持などがある.これらの中で金属担持は,金属と光触媒を物理的に付着させることから,比較的簡単に光触媒を可視光応答化することができ,高い光触媒効果を発揮することが報告されている.

本研究では,光触媒である TiO_2 とエタノール,ポリエチレングリコールの混合液, TiO_2 とエタノールの混合液の2種類を銅板にスピンコート法により塗布し,担持させた.その後,基板を酸化し,可視光応答型光触媒基板を作製した.光触媒基板の性能は,光反射率特性およびホルムアルデヒド除去性能を評価することで確認した.

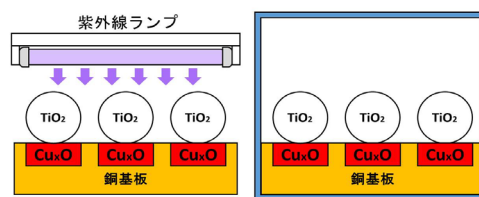
2. 実験方法および測定方法

2.1 銅基板上への酸化チタン担持

25mm×25mm×1.0mmのテンパックスガラス上に,銅テープを張り付けた. 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,以下PEG)を重量比2:4:1で混濁した溶液(条件1)と 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)を重量比1:2で混濁した溶液(条件2)の2種類の溶液を0.2ml滴下し,スピンコート法により塗布した.

2.2 光触媒基板の酸化処理

Fig.1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, $\text{TiO}_2/\text{Cu}_x\text{O}/\text{Cu}$ 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, $\text{TiO}_2/\text{Cu}_x\text{O}/\text{Cu}$ 構造の光触媒を形成する方法である.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, $\text{TiO}_2/\text{Cu}_x\text{O}/\text{Cu}$ 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-10,三菱電機)を用いて90日間紫外光を照射した.その際,紫外線ランプ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90日間保管した.



(a) 光触媒酸化法 (b) 自然酸化法

Fig.1 銅板を酸化する方法

2.3 光触媒の性能評価

2.3.1 光反射率測定

光触媒基板の光反射率測定について,基板作製当日及び酸化処理0~90日後のものを紫外可視分光光度計(UV-2600, SHIMADZU)により測定した.

2.3.2 HCHO 除去性能評価試験

Fig.2にHCHO除去性能試験法の概要図を示す. 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

Study on visible light response of copper supported photocatalyst

Ryo KUWANO

Masayuki EGASHIRA, Shota YAZAWA, Yusuke KUDO

にはLED直管ランプ(LDG20T・N・5/9, IRIS OHYAMA)を用いた。

3. 実験結果および検討

3.1 光反射率測定

Fig.3に条件1=PEG有の基板に対して光触媒酸化法と自然酸化法を施したものの反射率測定結果を, Fig.4に条件2=PEG無の基板に光触媒酸化法と自然酸化法を施したものの反射率測定結果を示す. 二つの図より酸化処理期間とともに可視光の反射率が小さくなることわかる. 条件2に比べ条件1の方が反射率が小さい原因としてTiO₂がPEGを分解し, 銅が露呈したことでより多くの光を吸収したと考えられる。

3.2 HCHO除去性能評価

Fig.5にHCHO除去性能評価の結果を示す. 図より, 条件1について, 光触媒酸化法を施した基板は45日目まで可視光応答化し, 自然酸化法を施した基板は60日目まで可視光応答化した. 条件2について, 両基板とも酸化処理0日目から可視光応答化した。

4. まとめ

本研究では, 銅に, 条件1(TiO₂とエタノール, PEGの混合液)と条件2(TiO₂とエタノールの混合液)の触媒を担持し, 光触媒酸化法と自然酸化法の2種類の酸化法を施すことでTiO₂/Cu_xO/Cu構造を持つ4つの光触媒を作製した. 光反射率測定の結果より, 酸化処理期間とともに可視光の反射率が小さくなり吸収率が増加することがわかった. 条件2に比べ条件1の方が反射率が小さい原因としてTiO₂がPEGを分解し, 銅が露呈したことで多くの光を吸収したと考えられる。

HCHO除去性能評価試験結果より, 今回作製した光触媒基板はどの条件のものも可視光応答性を示した. 条件1の光触媒酸化法を施した基板は酸化処理45日目に, 自然酸化法を施した基板は60日目に, 条件2の光触媒酸化法と自然酸化法を施した基板はともに酸化処理0日目から可視光応答化したが, PEGが含有されていない分, TiO₂が多く塗布され0日目から可視光応答化したことが考えられる。

今後は酸化チタン, エタノール, PEGの塗布量の検討と測定および酸化処理による表面構造の変化の確認を行う。

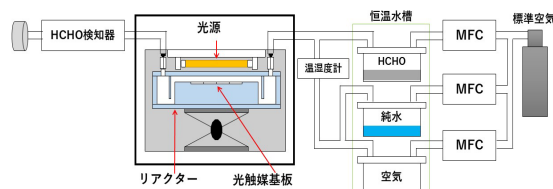


Fig.2 HCHO 除去性能試験法

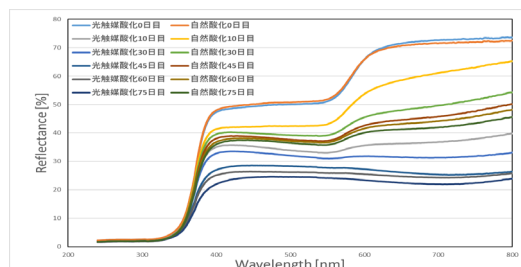


Fig.3 酸化処理を施した基板の反射率(条件 1)

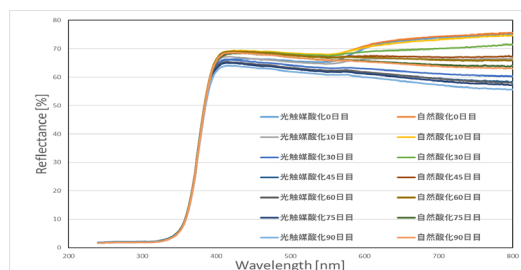


Fig.4 酸化処理を施した基板の反射率(条件 2)

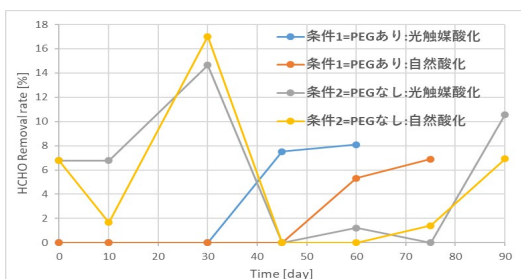


Fig.5 HCHO除去性能結果

参考文献

- 1) 小越澄雄ほか, 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 pp551-552S.
- 2) 伊藤ヒカルほか, 銅担持による二酸化チタンの可視光応答化に関する研究, 日本大学大学院修士卒業論文 (2019) pp. 17-33.
- 3) kogoshi, S. et al. Visible-light-responsive photocatalyst prepared by sintering a TiO₂/Cuplate, Japanese Journal of Applied Physics 53, 098001 (2014).