

静電噴霧沈着法を用いて作成した光触媒基板の評価

日大生産工(院) ○矢澤翔大 日大生産工 工藤祐輔

日大生産工 大塚哲郎 日大生産工 中根偕夫

1. はじめに

現在、我々が避けることの出来ない大きな問題の一つに環境問題がある。その対応策の中に、光のみを必要とし、大気浄化、浄水、抗菌、防汚、脱臭等の様々な機能を発揮する光触媒がある。

光触媒には酸化分解作用と超親水性作用の二つの作用が備わっており、これらの作用を用いることによって、光触媒は多様な機能を発揮することができる。しかし、使用用途によって最適とされている光触媒層の表面構造は異なる^[1]。光触媒を製作する際には、使用用途に合わせて表面構造を作り分けることが必要となる。

本研究では静電噴霧沈着法^[2]による光触媒層の表面構造の作り分けに着目し、噴霧状態や液滴の粒径等の条件を変化させた場合の光触媒層の製作及び性能評価を行った。また、製作した光触媒層の酸化分解作用及び、超親水性作用の測定を行った。

2. 光触媒層製作

2.1 光触媒層製作装置

静電噴霧を発生させ光触媒層を製作するための装置を図1に示す。無水エタノールを溶媒、チタニウムテトライソプロポキシドを溶質として混合し、0.036 mol/l の溶液を調合する。その溶液を注射器の中に入れ、シリンジポンプを用いて注射器のシリンダーを押し、単位時間当たり一定流量の溶液を流れさせた。内径 30mm の注射針を鉛直上向きに取り付け、注射針の真上に内径 30 mm、外径 50 mm の接地リング電極を配置した。また、針電極先端から 50 mm の距離に接地板を配置し、基板温度はセラミックヒーターで 140℃一定に保った。注射針に正極性直流高電圧を印加することによりリング電極との間に直流電界を形成し、静電噴霧を発生させ、超微細液滴を基板に堆積させた。一定時間堆積させた基板を室温にて冷却し、その後 600℃に熱した電気炉の中で 120 分の焼成を行い、光触媒層を完成させた。

2.2 光触媒層の製作と表面構造の解析

溶液の流量を 1.0 ml/h、堆積時間を 120 分とし、印加電圧を 4.5~8.5 kV の範囲で 1.0 kV 刻みで上

昇させ、噴霧状態のみを変化させて光触媒層をそれぞれ製作した。

図2は 4.5 kV を印加して作製した光触媒層の表面構造を走査型電子顕微鏡（SEM）を用いて 500 倍に拡大して観測したものである。このとき光触媒層の表面構造は緻密で平滑なものであった。印加電圧を 7.5kV 以上にして光触媒層を製作すると、基板表面に繊維状の二酸化チタンが形成されていき、基板表面に凸凹が増え始めた。また、8.5 kV を印加して製作したとき、基板表面にあった繊維状の酸化チタンはさらに大きくなり、表面構造は最も多孔質なものとなった。

3. 光触媒基板の性能評価

3.1 酸化分解作用の測定

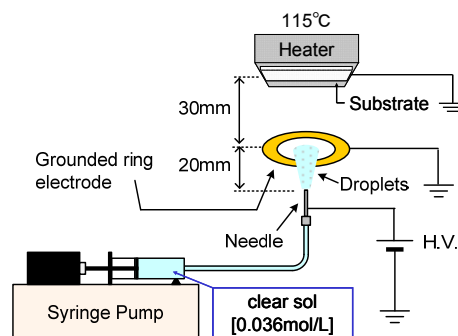


図1 光触媒層製作装置

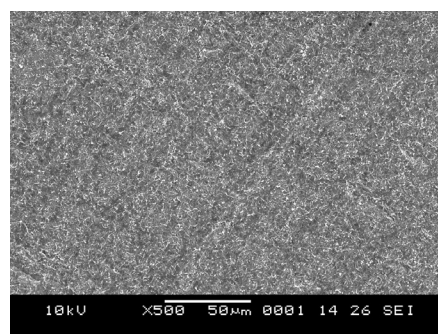


図2 4.5 kV を印加して製作した光触媒層の表面構造

Evaluation of Photocatalyst Substrate Produced by Electrostatic Atomization

Syota YAZAWA, Yusuke KUDO, Tetsuro OTSUKA, Tomoo NAKANE

メチレンブルーを用いて光触媒層の酸化分解作用を測定した。製作した光触媒層を入れたシャーレを用意し、その中に精製水で 10 ppm に希釈したメチレンブルー溶液を 4 ml ずつ入れて蓋をし、その上からブラックライトの光を照射した。24 時間の酸化分解を行った後、シャーレ内のメチレンブルー溶液の透過率を分光光度計 (UV-2450, 島津製作所) にて測定した。

図 3 に印加電圧を変化させて作製した光触媒層を入れて酸化分解を行ったメチレンブルー溶液の透過率を示す。ここではメチレンブルーの吸光ピーク波長である 664nm の場合の結果のみを抜きだしている。このグラフでは透過率が大きくなるほど、酸化分解が進んでいることを示している。アルミ板を入れてブラックライトの光を照射したメチレンブルー溶液の透過率はほとんど上昇していなかった。この結果から基板となるアルミ板だけでは酸化分解作用は起きていないことがわかった。光触媒層ごとの酸化分解作用は、製作条件の印加電圧を 4.5 kV よりも上昇させていくと、噴霧状態が変わり、一旦酸化分解作用は下がるが、6.5 kV を超えた辺りから酸化分解作用は再び上がり始め、8.5 kV 印加したとき、最も高くなった。これはコロナ放電が発生したことにより噴霧の不均一性が増し、光触媒層の表面構造が多孔質になり、表面積が増加した為、吸着率が上がり、酸化分解作用が高まったと考えられる。

3.2 超親水性作用の測定

光触媒層の上にマイクロピペットを使用して精製水を 2 μ l 滴下し、ブラックライトの光を照射したときの液滴の広がりを見ながらデジタルカメラで撮影し、液滴の広がり面積を解析して超親水性作用の評価を行った。

図 4 に印加電圧を変化させた時の液滴の広がりの変化を示す。どの印加電圧でも、光触媒無しの状態に比べ、著しく親水性作用が高まることを確認できた。その中でも 4.5 kV を印加して、コーンジェットモードを起こして製作した光触媒層は親水性作用が特に高くなった。これはこの光触媒層の表面構造が最も平滑になっていた為、超親水性作用も最も高くなったと考えられる。

4. まとめ

静電噴霧沈着法を用いることで、光触媒の表面構造を容易に作り分けることが可能だとわかった。また、酸化分解作用を高める為に光触媒の表面積を大きくしたい場合には、印加電圧 8.5 kV、溶液の流量 1.0 ml/h、堆積時間 120 分という条件で製作すれば良いことがわかった。また、超親水

性作用を高める為に光触媒の表面構造を平滑にしたい場合には、印加電圧 4.5 kV、溶液の流量 1.0 ml/h、堆積時間 120 分という条件で製作すれば良いことがわかった。

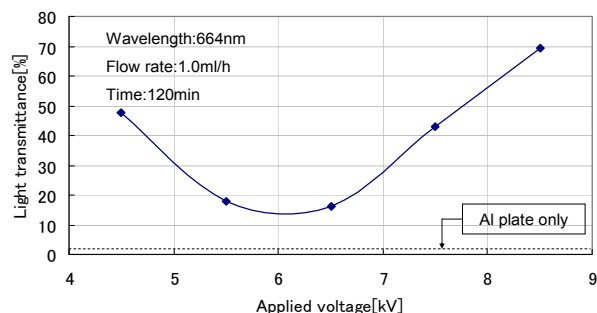


図 3 酸化分解処理後の光透過率の印加電圧依存性

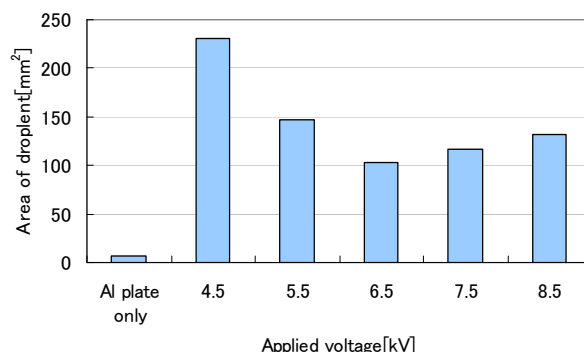


図 4 光触媒層ごとの超親水性作用の変化

「参考文献」

- [1] 藤島昭, 橋本和仁, 渡部俊也; “入門ビジュアルサイエンス 光触媒のしくみ”, 日本実業出版社 (2000)
- [2] C. H. Chen, E. M. Kelder, J. Schoonman; “Electrostatic sol-spray deposition (ESSD) and characterization of nanostructured TiO₂ thin films”, Thin Solid Films 342, pp35-41 (1999)
- [3] M. Cloupeau, B. Prunet-Foch; “Electrostatic spraying of liquids : Main functioning modes”, Journal of Electrostatics 25, 165-184 (1999)