

(続紙 1)

京都大学	博士 (エネルギー科学)	氏名	宋徳鉉 (ソン ドックヒョン)
論文題目	Studies of synthesis and photocatalytic properties of TiO ₂ films with various morphologies (多様な構造の TiO ₂ 膜の作製および光触媒特性に関する研究)		
<p>(論文内容の要旨)</p> <p>半導体光触媒は、環境中の有機汚染物質の処理に関して、完全な分解無機化、新たな廃棄物を生じない、低コスト、常温常圧で利用できるなどの利点があり、その利用が進んでいる。なかでも TiO₂ は最も広く研究されている材料である。しかしながら、TiO₂ 粉末の使用においては、粉末の凝集による機能低下、反応後の懸濁液からの TiO₂ 粉末の分離の困難さ、またそれによる連続プロセスへの適用の困難さなどの問題がある。</p> <p>本論文は、環境中の有機汚染物質の分解無機化への半導体光触媒である TiO₂ の適用を目指し、グリコサーマル法を基本とする手法を用いて、多様な形態・構造を持つ TiO₂ 膜をガラス基板上に成膜し、その光触媒特性を評価し、その結果を検討し、論じた結果をまとめたもので、全 5 章からなっている。</p> <p>第 1 章は序論で、現在の環境問題の観点から、特に水質汚濁と水利用に関する問題を述べている。その問題の解決法として、半導体光触媒による有機汚染物質の分解無機化の利用の有用性について検討し、特に TiO₂ による有機汚染物質の分解メカニズムについて述べている。さらに本研究の目的および各章の内容について述べている。</p> <p>第 2 章では、ガラス基板上に TiO₂ ロッドを作製し、その光触媒特性を評価している。ガラス基板上にアナターゼ型 TiO₂ 単結晶ロッドを垂直方向に成長させる新しい方法を提案している。あらかじめグリコール酸チタンロッドをガラスプレート上に形成し、焼成により、アナターゼ型 TiO₂ (焼成温度 500°C)、ルチル型 TiO₂ (焼成温度 900°C) ロッドを形成することに成功している。グリコール酸チタンロッドの形状は反応物濃度で制御でき、焼成後もその形状をほぼ維持している。得られたアナターゼ型 TiO₂ ロッドからなる皮膜の光触媒特性を、紫外線照射下のローダミン B の分解により評価し、良好な光触媒特性を示すことおよびその耐久性を確認している。</p> <p>第 3 章では、Ag をコアとし TiO₂ をシェルとするコアシェル構造を持つナノワイヤからなる薄膜を作製し、その光触媒特性を評価している。光化学反応を利用して、あらかじめ Ag 十面体ナノ粒子を作製した。グリコサーマルプロセスにおいて、溶媒もしくは Ti 源がテンプレートとして作用し、銀が 1 次元成長しその周囲を TiO₂ が覆うように成長させることで、Ag をコアとし TiO₂ をシェルとするコアシェル構造を持つナノワイヤの形成に成功した。ナノワイヤの直径、長さなどの形態は、初期に添加する Ag 源/Ti 源のモル比で制御できた。モル比 Ti/Ag=1 で合成した皮膜は良好な光触媒特性を示した。作製した Ag コア/TiO₂ シェル構造を</p>			

持つナノワイヤからなる皮膜の光触媒特性を、紫外線照射下のローダミン B の分解により評価し、良好な光触媒特性を示すことおよびその耐久性を確認している。ローダミン B の分解速度は市販の TiO_2 光触媒粒子である P-25 で作製した皮膜と比較し 1.7 倍であった。

第 4 章では、あらかじめ作製した単分散グリコール酸チタン球形微粒子を用いて、多様な 3 次元構造を持つ TiO_2 皮膜をガラス基板上に作製し、その光触媒特性を評価している。アセトンを経媒とするグリコール酸チタン溶液を用い、界面活性剤を用いる均一核生成成長法により、単分散グリコール酸チタン球形微粒子の合成に成功している。界面活性剤として、ポリ(オキシエチレン)ノニルフェニルエーテルが有効であることを示している。得られた単分散グリコール酸チタン球形微粒子と、チタニアナノ粒子あるいはポリスチレン粒子を混合し成膜し、その後焼成することにより、多様な 3 次元構造を持つ TiO_2 皮膜を作製している。得られた皮膜の光触媒特性を、紫外線照射下のローダミン B の分解により評価し、良好な光触媒特性を示すことおよびその耐久性を確認している。

第 5 章は結論であり、第 1 章から第 4 章までの要約である。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、環境中の有機汚染物質の分解無機化への半導体光触媒である TiO_2 の適用を目指し、グリコサーマル法を基本とする手法を用いて、多様な形態・構造を持つ TiO_2 膜をガラス基板上に成膜し、その光触媒特性を評価し、その結果を検討し研究した結果をまとめたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

1. ガラス基板上にアナターゼ型 TiO_2 単結晶ロッドを垂直方向に成長させる新しい方法を開発した。この方法では、あらかじめグリコール酸チタンロッドをガラスプレート上に形成し、焼成により、アナターゼ型 TiO_2 (焼成温度 500°C)、ルチル型 TiO_2 (焼成温度 900°C) ロッドを形成する。グリコール酸チタンロッドの形状は反応物濃度で制御でき、焼成後もその形状をほぼ維持すること示した。得られたアナターゼ型 TiO_2 ロッドからなる皮膜は良好な光触媒特性及び耐久性を示した。

2. 光化学反応を利用してあらかじめ作製した Ag 十面体ナノ粒子を、グリコサーマルプロセスに供することで、Ag が 1 次元成長しその周囲を TiO_2 が覆うように成長させることで、Ag をコアとし TiO_2 をシェルとするコアシェル構造を持つナノワイアの形成に成功した。作製した Ag コア/ TiO_2 シェル構造を持つナノワイアからなる皮膜は良好な光触媒特性を示した。

3. 単分散グリコール酸チタン球形微粒子を均一核生成成長法により作製した。得られた単分散グリコール酸チタン球形微粒子と、チタニアナノ粒子あるいはポリスチレン粒子を混合し成膜し、その後焼成することにより、多様な 3 次元構造を持つ TiO_2 皮膜を作製することに成功した。得られた 3 次元構造を持つ TiO_2 皮膜は良好な光触媒特性を示した。

以上、本研究は環境中の有機汚染物質の分解無機化へ適用可能な多様な形態の TiO_2 皮膜の作製の可能性を検討し、その光触媒特性を評価したもので、エネルギー科学の分野に大きく貢献するものである。

よって、本論文は博士 (エネルギー科学) の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 26 年 8 月 21 日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。

なお、本論文は、京都大学学位規程第 14 条第 2 項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文の全文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 2015 年 1 月 1 日以降