

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	姜 殿平
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目 Gas-phase preparation and characterization of photocatalytic Ag-TiO ₂ nanoparticulate thin films (Ag-TiO ₂ 光触媒ナノ粒子薄膜の気相作製と特性評価)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	島田 学	印
審査委員	教 授	福井 国博	印
審査委員	教 授	大山 陽介	印
審査委員	准教授	木原 伸一	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>本研究は、光触媒機能を有する銀 (Ag)・チタニア (TiO₂) 系薄膜の気相合成・堆積プロセスによる作製法と、作製された薄膜の特性評価に関するものである。TiO₂は、安定性、安全性、価格などにおける優位性から光触媒材料として広く用いられてきたが、近年は、Agなどの金属を添加することで光触媒機能を向上させ、さらに紫外領域の光 (UV 光) だけでなく可視光も利用可能とすることが盛んに研究されている。Ag を添加した TiO₂ 光触媒 (Ag-TiO₂ 光触媒) は、主として固相や液相ベースの方法で作製されてきたが、純度、副生成物、操作性などに課題が残っており、気相ベースの方法が注目されている。本研究では、Ag と TiO₂ のナノ粒子を気相で合成し堆積させることで Ag-TiO₂ 光触媒ナノ粒子薄膜を作製するプロセスの構築が目指されている。さらに、薄膜の作製・処理条件が構造、結晶性、光触媒活性などに及ぼす影響も検討されている。</p> <p>第1章では、本研究に関わる工学・産業面の背景、既往の研究の動機と成果を紹介し、本研究の目的と構成について述べている。</p> <p>第2章ではまず、プラズマ化学気相析出 (PECVD) 法と物理的気相析出 (PVD) 法を組み合わせ、異種ナノ粒子の気相同時堆積プロセスの構築が説明されている。このプロセスでは、TiO₂ ナノ粒子を高周波プラズマを用いた PECVD 装置で、Ag ナノ粒子を PVD にもとづいた固体 Ag の蒸発-凝縮装置でそれぞれ気相合成し、それらの粒子を静電気力と拡散で基板上に同時に堆積させることで薄膜を形成する。次いで、Ag を含有した TiO₂ 薄膜が作製できたことに加え、Ag の存在により TiO₂ 粒子の粒子径、結晶性が影響されること、および、作製された Ag 含有 TiO₂ 薄膜の UV 光照射下での光触媒活性が TiO₂ のみの薄膜より 35%高いことが述べられている。さらにこれらの結果より、構築したプロセスが Ag-TiO₂ 光触媒ナノ粒子薄膜の作製に有用であると結論づけられている。</p> <p>第3章では、TiO₂ の光触媒性能が結晶性と粒子径に依存するとの既往の知見を動機とし</p>			

て、Ag-TiO₂ 光触媒ナノ粒子薄膜の熱処理の影響を検討している。前章の方法で作製された薄膜が 300～1000°Cの温度範囲で焼成されると、焼成温度の上昇とともに TiO₂ ナノ粒子の粒子径と結晶子サイズが増大することが示された。700°C で焼成した薄膜で最も高い活性が得られているが、この薄膜中の TiO₂ は 77%アナターゼ相と 23%ルチル相の混合晶である。他の焼成温度の結果を含めた判断によると、TiO₂ 結晶相を基準とした光触媒活性の大小関係は、アナターゼとルチルの混合>アナターゼ>ルチルであると述べられている。

第 4 章では、Ag-TiO₂ 光触媒ナノ粒子薄膜中の Ag 含有率が膜の形態、結晶性、吸光度、光触媒活性に及ぼす影響が調べられている。Ag 含有率は、上述の蒸発-凝縮装置での Ag 粒子の合成量を変化させることで制御された。Ag ナノ粒子が TiO₂ ナノ粒子の表面に良好に分散していることが観察され、また Ag 含有率によって薄膜の形態と TiO₂ ナノ粒子の粒子径が変化する様子も示されている。UV 光照射時の光触媒活性は、Ag 含有率が 2.2% のとき最大で、TiO₂ のみのナノ粒子薄膜と比べて 5.5 倍の値となっている。可視光照射時では、Ag 含有率が 0.24wt% のとき TiO₂ ナノ粒子薄膜の 2.4 倍に達している。さらに、光触媒活性がピークとなる Ag 含有率が存在する理由も考察されている。

第 5 章では、以上の研究成果をまとめることで、本研究で構築されたプロセスによる Ag-TiO₂ 光触媒ナノ粒子薄膜の作製と光触媒性能に影響を及ぼす因子を整理して示している。また、このプロセスをより有用にするために今後検討されるべき課題にも言及がなされている。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与されるに十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500 字以内とする。