

Title	ハイブリッドエアロゾルビーム法の開発とその高機能光触媒複合膜形成への応用に関する研究
Author(s)	藤原, 俊明
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/46914
DOI	
rights	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名	藤原俊明
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 20302 号
学位授与年月日	平成 18 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科知能・機能創成工学専攻
学位論文名	ハイブリッドエアロゾルビーム法の開発とその高機能光触媒複合膜形成への応用に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 黄地 尚義 (副査) 教授 南埜 宜俊 教授 平田 好則 助教授 平田 勝弘 助教授 阿部 信行

論文内容の要旨

本研究では、新しい複合膜形成プロセスである、ハイブリッドエアロゾルビーム法を開発した。そして、この成膜法の適用例として、高機能光触媒複合膜の形成を試みた。ハイブリッドエアロゾルビーム法における成膜条件が、複合膜の膜特性に与える影響を明らかにした。

第 1 章は緒論であり、研究の背景および指針について述べた。

第 2 章では、従来の複合膜形成法の特徴について述べた。従来法においては、高い密着性と良質な結晶性を同時に満たす複合膜の形成は困難であり、さらに、複雑な組成をもつ化合物を複合化するのも困難であることを示した。光触媒複合膜の現状についても述べた。吸着剤と光触媒を組み合わせ得られる光触媒複合膜は、光触媒膜で不可能である紫外線照射が無い環境下においても、有機物の低減を可能とする。本研究では、成膜対象にアナターゼ型酸化チタンと、吸着剤にはハイドロキシアパタイトを選んだ。

第 3 章では、ハイブリッドエアロゾルビーム成膜装置を開発した。成膜に必要な運動エネルギーを達成するために、必要な粒子速度を算出し、その速度を達成可能な装置を作製した。また、ハイブリッドエアロゾルビーム内における粒子の混合比は、ガス流量比で調整可能なことを明らかにした。

第 4 章では、はじめに、開発した装置により、光触媒である酸化チタン単膜を形成した。原料粉末はサブミクロンサイズの粒径を用いた場合、ビーム入射角度を増加させて成膜すると、高い密着性を有する膜が得られることを明らかにした。しかしながら、原料粉末を粒径 20 nm の超微粒子としたとき、高角度ビーム入射でも、十分な密着性をもつ膜は得られなかった。次に、ハイブリッドエアロゾルビームにより酸化チタンとハイドロキシアパタイトの複合膜を形成した。この結果、ハイブリッドエアロゾルビーム法を用いることで、成膜困難だった 20 nm の超微粒子よりもさらに微細な 7 nm の超微粒子を成膜することが可能であることを示した。

第 5 章では、第 4 章で形成した複合膜の光触媒特性を調べた。粒径 7 nm の酸化チタン超微粒子とハイドロキシアパタイトの複合膜は、サブミクロンサイズの酸化チタンとアパタイトの複合膜および市販複合粉末の光触媒特性を大きく上回る結果を示すことを明らかにした。このハイブリッドエアロゾルビーム法による超微粒子の成膜メカニズムについて考察した。

第6章では、本研究で得られた知見を統括した。

論文審査の結果の要旨

工業材料に要求される機械的、機能的特性は、年々高くなってきており、単一素材に様々な方法で高い機能性を付与することが求められている。機能性付与の手段のひとつとして、複合膜形成が注目されているが、従来法では、良好な密着性と機能性を同時に満たす複合膜形成は困難であり、新しい複合膜形成法が要望されている。

本論文は、上記の課題を克服するため、新しい複合膜形成プロセス“ハイブリッドエアロゾルビーム (HAB) 法”を提案・開発するとともに、この HAB 法の特性について詳細に検討したものである。また、光触媒として知られている酸化チタン膜の高機能化を目的に、HAB 法による水酸化チタンと複合化を試み、新しい機能付与が可能であることを示している。

本論文で明らかにされている主な点は以下のとおりである。

- (1) 複数の粒子を別々にエアロゾル化した上でミキシングするハイブリッドエアロゾルビーム (HAB) 成膜装置を開発し、そのビーム特性、例えば、粒子速度や粒子の混合比率に及ぼす各種パラメータの影響を明らかにしている。
- (2) 開発した HAB 法では、ガス流量比によって、ビーム中の粒子混合比、さらには複合膜の組成比を自由に調整することができる。このため、従来の複合膜形成法よりも制御性に優れていることを示している。
- (3) 従来法では、粒径が数 nm の比表面積の大きい超微粒子を単独で成膜しても密着性の高い膜を得ることは困難であったのに対し、HAB 法では、超微粒子を粒径 20 nm 程度程度の粒子とミキシングして成膜することにより、高い密着性を持つ複合膜形成が可能であることを明らかにしている。
- (4) HAB 法を高機能光触媒複合膜形成へ適用し、有害物質に対して吸着能がある水酸化チタンと、分解能がある酸化チタンの複合膜を形成している。結果として、水酸化チタン粒子と粒径 7 nm の酸化チタン超微粒子を用いて得られた複合膜は、従来の複合膜と比較して、優れた吸着分解特性を示すことを明らかにしている。

以上のように、本論文は、新しい複合膜形成プロセスである HAB 法を提案・開発し、ビーム特性と原料粉末の粒径が、膜特性に与える影響について検討したものである。とくに、HAB 法では、従来、成膜が困難であった粒径 7 nm 程度の超微粒子の成膜を室温で可能とし、高い比表面積をもつ複合膜を実現できることを明らかにしている。

これらの成果は、複合膜形成技術の発展のみならず、新機能材料創成に応用され、接合工学、材料工学の発展に寄与することが大である。

よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。