



Title	樹脂溶媒に分散した微粒子材料を用いたガスフレーム溶射法による皮膜形成の開発と応用に関する研究
Author(s)	鷹井, 一登
Citation	大阪大学, 2016, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/55977">https://doi.org/10.18910/55977</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

## 論文内容の要旨

氏 名 ( 鷹 井 一 登 )

## 論文題名

樹脂溶媒に分散した微粒子材料を用いたガスフレイム溶射法による  
皮膜形成の開発と応用に関する研究

## 論文内容の要旨

本論文は、表面処理技術の一つである溶射法を用いて微細な粒子材料を成膜する手法を考案した。通常の溶射では困難であった微粉末材料を既存の溶射装置で供給・成膜が可能になることを示し、微粒子材料皮膜が従来の溶射皮膜にはない新たな皮膜特性を有していることを示した。本論文は、以下の7章から構成されている。

第1章では、表面処理技術の一つである溶射法の特徴について述べた。溶射の利点を説明すると共に、欠点として皮膜中に様々な欠陥が生じることを述べ、問題解決のために微細な粒子材料を用いることが最適であることを述べた。

第2章では、微細な粒子材料を用いた皮膜の特性について述べ、従来の溶射法では材料の導入方法の問題点から微細な粒子があまり用いられてなかったことについて概説した。本研究では、微粒子を導入する新たな手法として微粒子を樹脂溶媒に高濃度に分散させたスラリーを棒状に成型することで、ローカイド溶射装置で効率よく成膜できる手法を提案した。微粒子材料を本手法で成膜した皮膜と、従来の溶射法である粗大粒子材料を使った皮膜の特性の違いを比較することで新たなコーティング皮膜の創製を目的とした。

第3章では、ローカイド溶射装置に材料を供給するためのロッド材料の作製方法を概説した。本研究では遠心脱泡装置の混合時間により、アルミナ微粒子が樹脂溶媒中に均一に分散されたチクソ特性を有するスラリーの状態であるかを粘弾性測定によって明らかにした。作製したスラリーを電気炉で熱硬化させることによって、ローカイド溶射装置で供給できるロッド材料に成型することができた。

第4章では、作製したロッド材料を用いて健全な皮膜を成膜させるためのローカイド溶射装置の最適な運転条件を求めた。ローカイド溶射装置の可変可能な運転条件はロッド供給速度、圧縮空気圧、酸素圧力、アセチレン圧力があり、それぞれの働きについて概説した。また、ロッド材料に含まれる樹脂成分がフレーム中で燃焼・気化する温度を検証するために、ロッド材料を電気炉を用いて熱処理することで明らかにした。

第5章では、アルミナの粒子径を大きくすることでより高濃度に分散できることを粘弾性測定によって明らかにした。さらに粒径の違う粒子を混合することで高濃度に分散できることを示した。前章で明らかにした最適運転条件のもと、それぞれの材料の成膜した皮膜を観察することで、アルミナの混合条件を最適化した。

第6章では、ロッド材料をガスフレイムへ供給した際の粒子の挙動を観察することで成膜のメカニズムを解明した。アルミナ粒子を含むガスフレイム温度および速度の解析には溶射監視装置を、ガスフレイム内での粒子の存在状態は粒子を捕集し、粒子の表面微細構造の観察および結晶構造の解析を行うことで明らかにした。本研究の粒子は、従来の溶射のような溶融過程を経ずに未溶融の状態を保ったまま焼結現象が進行していることが明らかとなった。

第7章では、微粒子材料を用いた溶射皮膜の応用について酸化アルミニウム、酸化チタン、ハイドロキシアパタイトを例に述べた。酸化アルミニウムは、結晶構造が $\alpha$ のアルミナは耐食性や機械的特性に優位である。本研究の皮膜は溶射では困難であった $\alpha$ アルミナの皮膜の作製が可能であり、機械部品の長寿命化や半導体製造装置用部品での活躍が見込まれることを述べた。アナターゼ型酸化チタンの光触媒作用について概説し、通常の溶射では成膜プロセスよりルチル型に転移することを述べた。本研究の皮膜はアナターゼ型とルチル型の混合した皮膜であり、光触媒作用を有した皮膜であることを明らかにした。ハイドロキシアパタイトのコーティングに溶射法が用いられているが、高温で材料を溶融させるため材料本来の特性に比べ劣っている。本研究のコーティングが材料そのものの特性に近い皮膜の形成が可能になったことを示した。

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( 鷹 井 一 登 )			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	准教授	桐原 聡秀
	副 査	教 授	近藤 明
	副 査	教 授	下田 吉之
	副 査	准教授	西川 宏
<b>論文審査の結果の要旨</b>			
<p>本論文では、ナノ微粒子を用いた新しい溶射コーティング手法を提案し、従来法では困難であった緻密なセラミック皮膜の施工プロセスとして完成させるべく、成膜メカニズムを材料工学的に明らかにすることを目的とした。</p> <p>第1章では、表面処理技術の一つである溶射法の特徴について述べた。溶射の利点を説明すると共に、欠点として皮膜中に様々な欠陥が生じることを述べ、問題解決のために微細な粒子材料を用いることが最適であることを述べた。</p> <p>第2章では、微細な粒子材料を用いた皮膜の特性について述べ、従来の溶射で微細な粒子が用いられていなかったことを述べた。本研究で新たな溶射法として、微粒子を樹脂溶媒に分散させたスラリーを成膜材料にすることを提案した。スラリーをフレームに対して垂直方向から投入する手法の問題点を説明し、ローカイド溶射装置を使うことでフレームに対して同軸方向から投入できることを示した。</p> <p>第3章では、ローカイド溶射装置に成膜材料を供給するためのロッド材料の作製方法を概説した。アルミナ微粒子を熱硬化性樹脂溶媒に遠心脱泡装置で混合することによって、チクソ特性を有するスラリーを作製する混合条件を求めた。スラリーを電気炉で熱硬化させ、ローカイド溶射装置に供給できるロッド材料に成型することに成功した。</p> <p>第4章では、作製したロッド材料を用いて健全な皮膜を成膜させるために、ローカイド溶射装置の最適な運転条件を求め、従来の粗大粒を用いた溶射製膜との違いを断面組織の観察により比較した。溶射装置の運転条件はロッド供給速度・圧縮空気圧・酸素圧力・アセチレン圧力の4種類あり、それぞれの働きについて検討した。</p> <p>第5章では、ローカイド溶射装置の最適運転条件のもと、ロッド材料のアルミナの混合条件の最適化について述べた。アルミナ粒子を大きくするとともに、粒径の違うアルミナ粒子を混ぜ合わせることで、高分散できることを示した。皮膜観察により最適なロッド材料の混合条件を明らかにした。</p> <p>第6章では、ロッド材料をガスフレームへ供給した際の粒子の挙動を観察することで、成膜のメカニズムを解明した。ガスフレーム内での粒子の存在状態を明らかにするために水中に向けて吹き付けて粒子を捕集し、走査型電子顕微鏡により組織を観察しX線回折により結晶構造を解析した。当該プロセスでは、従来の溶射のような熔融過程を経ずに、未熔融の状態を保ったまま焼結現象が進行していることが明らかとなった。</p> <p>第7章では、微粒子溶射法の応用展開として、酸化アルミニウム・酸化チタン・ハイドロキシアパタイトを素材として検討した。酸化アルミニウムは機械的強度、耐摩耗性、耐食性、電気絶縁性、透過性など様々な特性を有しており、機械部品の長寿命化や半導体製造装置用部品での活躍が見込まれることを述べた。酸化チタン皮膜はアナターゼ型の結晶構造を有しており、光触媒作用を示す皮膜として応用できることを明らかにした。ハイドロキシアパタイトは生体親和性に優れた材料であり、医療分野で幅広く活用されていることについて述べた。</p> <p>本研究により、従来のコーティングプロセスでは実現が困難であった微粒子材料の溶射が可能であることが新たに示され、緻密な組織を有するセラミック皮膜の成膜メカニズムも明らかとなった。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。</p>			