



Title	Mn系金属融体の浸透処理法によるジルコニア溶射皮膜のち密化焼結に関する研究
Author(s)	周, 展
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/45981">https://hdl.handle.net/11094/45981</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏 名	周 展
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 18998 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 16 年 9 月 8 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	Mn 系金属融体の浸透処理法によるジルコニア溶射皮膜のち密化焼結に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 大 森 明 (副査) 教 授 宮 本 欽 生    教 授 中 田 一 博    教 授 高 橋 康 夫

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は Mn 系金属融体の浸透処理法によるジルコニア溶射皮膜のち密化焼結技術の開発に関するものであり、Mn 系金属融体の浸透処理によるジルコニア溶射皮膜のち密化挙動、浸透金属融体による液相焼結機構及びち密化高機能皮膜の特性について述べた。

第 1 章は緒論であり、本論文の背景、目的及び論文の構成について述べた。

第 2 章では、鋼基材表面にプラズマ溶射法により作製したジルコニア皮膜の基本構造及び皮膜気孔の分布形態を解明し、皮膜構造パラメータに及ぼす溶射条件の影響を明らかにした。

第 3 章では、ジルコニア酸化物溶射皮膜に対する金属融体の浸透挙動を検討し、皮膜気孔に高密度で速やかに浸透できる Mn 及び Mn 系金属融体を見出した。更に、その浸透機構及び浸透性と融体、皮膜の物性との相関を明らかにし、浸透深さに及ぼす浸透時間、温度及び処理雰囲気等の影響を明確にした。

第 4 章では、Mn 金属融体の浸透処理によるジルコニア溶射皮膜のち密化現象を明らかにし、扁平粒子積層構造の溶射皮膜における Mn 金属融体の液相焼結によるち密化の三段階機構を解明した。また、皮膜の液相焼結過程における Mn イオンの固溶によるジルコニア溶射皮膜結晶構造の安定化の機構を明らかにした。

第 5 章では、Mn-Cu 合金融体の浸透処理によるジルコニア溶射皮膜のち密化について検討し、合金融体の浸透・焼結によるち密化の機構及び皮膜微構造に及ぼす浸透合金の組成、温度、雰囲気等の影響を明らかにした。

第 6 章では、Mn 及び Mn-Cu 融体の浸透処理によりち密化されたジルコニア溶射皮膜の硬さ、破壊靱性、破壊強度等の機械的特性及び高温イオン電気伝導性を評価し、特性の向上と皮膜の微構造、力学的特性及び結晶構造との関係を明らかにした。

第 7 章では、浸透処理におけるジルコニア溶射皮膜界面での接合挙動について検討し、浸透金属を介した皮膜と基材との界面での拡散反応及び等温凝固反応による界面接合機構、皮膜密着強度の向上要因及び支配因子を明らかにした。また、皮膜密着強度に及ぼす浸透合金組成とプロセス条件の影響を明確にした。

以上の結果によって、Mn 系金属融体の浸透処理によるち密化法はジルコニア溶射皮膜の耐食性、機械的特性、高温電気伝導性等の向上による高機能化に有効な技術であることが示された。

第 8 章では、本研究で得られた知見を総括し、本論文の結論とした。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は高速成膜により大面積施工に適すプラズマ溶射法によって成膜するジルコニア ( $\text{ZrO}_2$ ) 皮膜を Mn 系金属融体の浸透処理法によりち密化する方法を開発し、浸透特性、皮膜組織、結晶構造、皮膜の機械的特性、電気的特性等を評価した。更に皮膜の組織と高機能化の相関性、浸透処理によるち密化機構を明らかにしている。本研究の主な知見と成果は以下のとおり要約される。

- (1)  $\text{ZrO}_2$  溶射皮膜の基本構造、気孔分布とプラズマ溶射条件との関係が明らかにされる。
- (2) Mn 系金属融体による多孔質  $\text{ZrO}_2$  溶射皮膜の浸透処理法を開発し、浸透性と金属、皮膜物性との相関性、浸透のメカニズム及び浸透に及ぼす温度、時間、真空とガス雰囲気等の処理条件及び皮膜構造の影響が明らかにされる。
- (3) Mn 金属融体の浸透処理により  $\text{ZrO}_2$  溶射皮膜の気孔が消失し、固相体積分率が 99.3%に達するち密皮膜が得られる。Mn 金属融体の浸透に伴う液相焼結による皮膜のち密化機構及び Mn イオンの固溶による皮膜結晶構造の安定化機構を解明し、扁平粒子積層状構造の溶射皮膜における Mn 金属融体の液相焼結及び金属融体-酸化物系のようにこれまで殆ど研究されていない系での焼結挙動が示され、重要な知見が得られる。
- (4) 20~40%Cu 組成の Mn-Cu 合金融体の浸透処理によって  $\text{ZrO}_2$  固相体積分率が 97.6%~99.5%に達するち密皮膜が得られ、合金融体組成によるち密化生成プロセスの影響及び  $\text{ZrO}_2$  固相、合金相の体積分率、両面角、固相接触率等の皮膜微構造の影響が明かにされる。
- (5) 溶射したままの皮膜に比べ、Mn と Mn-Cu 金属融体の浸透処理を施す皮膜の硬さ、破壊靱性と破壊強度はそれぞれ 1.6~1.8 倍、2.3~2.9 倍と 2.5~3.3 倍の向上を示し、また 763 K と 1563 K での皮膜の酸素イオン電気伝導率は 3.4 倍と 2.0 倍の向上を示す。これら機械的特性及び高温電気伝導性は皮膜の微構造、結晶構造に依存していることが示される。
- (6) Mn と Mn-Cu 金属融体の浸透処理により  $\text{ZrO}_2$  溶射皮膜の密着強度は As-coat 皮膜のそれより 4~8 倍向上し、強度増加の要因、支配因子と皮膜界面での拡散、等温凝固による形成機構が明らかにされる。

以上のように、本論文はこれまで研究事例がない Mn 系金属融体の浸透処理法を用いて高機能のジルコニア溶射皮膜を創製し、金属融体の浸透処理による皮膜ち密化の生成機構、結晶構造の安定化機構、界面接合機構及びプロセス条件の影響を明らかにし、皮膜の微構造と機能性向上との関係を明らかにしている。これらの成果はジルコニア等の酸化物溶射皮膜高機能化技術として有効であり、溶射分野における技術革新に重要な示唆を与えるとともに、生産科学特に溶射工学の発展に寄与するところが大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。