

Title	電磁加速プラズマ成膜法の研究
Author(s)	柴田, 哲司
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42414
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。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏 名 柴 田 哲 司

博士の専攻分野の名称 博士(工学)

学位記番号 第 16321 号

学位授与年月日 平成13年3月23日

学位授与の要件 学位規則第4条第1項該当

基礎工学研究科システム人間系専攻

学位論文名 電磁加速プラズマ成膜法の研究

論文審査委員 (主査)
教授 吉川 孝雄

(副査)
教授 小倉 敬二 教授 辻本 良信 助教授 田原 弘一

論文内容の要旨

材料表面処理技術の一つである溶射法は、高い皮膜形成速度を特徴とするが、皮膜内部には多数の気孔が存在するため、皮膜の緻密性は低下する。また、緻密質皮膜の形成技術として物理蒸着法（PVD法）が工業的に広く用いられているが、その皮膜形成速度は溶射法に比べ非常に低い。このような状況を踏まえ、本研究はPVD法並の緻密質皮膜を、溶射法に近い形成速度で成膜可能なプロセスの開発を目的とした。そのためのプラズマ源として、電磁加速プラズマ装置に着目した。電磁加速プラズマ装置はプラズマを電磁的に加速し、従来のプラズマ溶射装置に比べ、高速、高温、高密度のプラズマ流の形成が可能である。また、高速なプラズマ流では装置下流部においても活性の高いプラズマ状態を維持することができ、基材表面とプラズマとの化学反応を利用した反応性成膜への応用も期待できる。

そこで本研究では、チタン製陰極と作動ガスに窒素を用いる電磁加速プラズマ装置を試作し、鉄鋼基板上に窒化チタン（TiN）の反応性成膜を試みた。生成した皮膜は電子顕微鏡とX線回折法を用いて評価し、さらに皮膜表面のビッカース硬度を測定した。その結果、一様で緻密なTiN皮膜が高速に形成され、その膜質は陰極直径と放電電流値に大きく依存することが明らかとなった。さらに、成膜実験時における電磁加速プラズマ装置における流れ場の状態を明らかにするため、ノズル内外のプラズマ流の発光分光分析とノズル内部の流れ場の数値計算を行った。陰極直径や放電電流値によって流れ場の速度や温度、イオンや原子等の粒子分布が変化し、このような流れ場の変化が皮膜の窒化反応に影響を与えることが示唆された。また、電磁加速プラズマ装置を酸化物セラミックスの成膜にも応用した結果、鉄鋼基板上に緻密かつ密着性の高い皮膜を形成することが可能であった。

論文審査の結果の要旨

材料表面処理技術の一つである溶射法は、高い皮膜形成速度を特徴とするが、皮膜内部の気孔により、皮膜の緻密性は低下する。また、緻密質皮膜の形成技術として物理蒸着法（PVD法）が工業的に広く用いられているが、その成膜速度は溶射法に比べ非常に低い。このような状況を踏まえ、本論文はPVD法による皮膜と同水準の緻密質皮膜を、溶射法に近い成膜速度で成膜できるプロセスの開発を目的としている。そのためプラズマ源として従来のプラズ

マ溶射装置に比べ高速、高温かつ高密度のプラズマ流を形成できる電磁加速プラズマ装置に着目し、成膜用のプラズマ源としての応用を試みている。この電磁加速プラズマ装置はこれまで宇宙用推進機として開発が進められてきたが、これを成膜用のプラズマ源として用いる試みは他に類を見ないものである。

本論文では、チタン製陰極と作動ガスに窒素を用いる成膜用電磁加速プラズマ装置を試作し、鉄鋼基板上に窒化チタン (TiN) の反応性成膜を試みている。生成した皮膜は電子顕微鏡とX線回折法を用いて評価され、さらに皮膜表面のビッカース硬度を測定された。その結果、緻密な TiN 皮膜が高速に形成され、その膜質は陰極直径と放電電流値に大きく依存することが明らかとなった。さらに、成膜実験時における電磁加速プラズマ装置における流れ場の状態を明らかにするため、ノズル内外のプラズマ流の発光分光分析とノズル内部の流れ場の数値シミュレーションが行われた。これらの分析と数値計算から、陰極直径や放電電流値によって電磁加速プラズマ装置の流れ場の速度や温度、イオンや原子等の粒子分布が変化し、このような流れ場の変化が皮膜の組成に影響を与えることが示された。また、電磁加速プラズマ装置が酸化物セラミックスの成膜にも応用された。その結果、鉄鋼基板上に緻密かつ密着性の高い酸化物セラミックス皮膜を形成することが可能であることが確認された。

以上のように、本論文によって電磁加速プラズマ装置が成膜用プラズマ源として応用され、生成された皮膜の性質とプラズマ流の状態が詳細に調べられた。この成果はプラズマ成膜法に新たな知見を与えるものであり、博士 (工学) の学位論文として価値のあるものと認める。