

平成 19年 11月 12日

豊橋技術科学大学長 殿

審査委員長 福本 昌宏



論文審査及び学力の確認の結果報告書

このことについて、下記の結果を得ましたので報告いたします。

記

学位申請者	北村 順也	報告番号	第 205 号
申請学位	博士(工学)	専攻名	機械・構造システム工学
論文題目	炭化物及び酸化物セラミック材料の プラズマ溶射皮膜形成と皮膜諸特性に関する研究		
公開審査会の日	平成19年11月9日		
論文審査の期間	平成19年10月15日～平成19年11月30日	論文審査の結果	合格
学力の確認の日	平成19年7月25日	学力の確認の結果	合格

論文内容の要旨

本研究では、溶射成膜技術進展への寄与を目的に、溶射皮膜の特性や機能に対し与える影響の最も大きい成膜手法と溶射用粉末材料の双方に着目し、新規溶射法ならびに新規用途に適したセラミック溶射粉末材料を開発した。

新規溶射法として、プラズマ溶射に匹敵する高温ジェットと、高速フレーム溶射を凌駕する超高速粒子ジェットが形成可能なパルス大電流アーク放電を用いる、電磁加速プラズマ溶射装置を開発した(第2章)。同装置では、速度約2.5 km/sのプラズマジェットが形成され、投入された粉末速度は、小粒径(5 μm)低密度材料の炭化ホウ素B₄Cにおいてプラズマと同等の、一方、大粒径(20 μm)高密度材料のWC/12wt%Coにおいて1 km/sが達成された。本法により、従来法では緻密な皮膜の形成が困難なB₄Cと代表的セラミック材料アルミナの成膜試験を行い(第3, 4章)、B₄Cでは2000~2600Hvの緻密高硬度皮膜を、またアルミナでも従来法では得られない緻密皮膜を得た。作製皮膜は、ともにバルク体以上の耐摩耗特性を示した。圧縮性流体力学による数値解析を用い、本法での加速・加熱機構の解明を試みた(第5章)。解析において、粒子速度は実測値を適正に推定したが、粒子温度の推定値に乖離が認められた。新たに、経時変化及び不均一空間分布を考慮したモデルを提案し、粒子加熱挙動推定の精度向上を果たした。

以上の基礎的知見を基に、新規用途として市場が急拡大している半導体・液晶製造装置用高純度セラミック皮膜の開発を行った(第6章)。特性評価の結果、ドライエッチング用腐食性CF系ガスプラズマに対する耐エロージョン損傷特性は、イットリア焼結体、イットリア溶射皮膜、アルミナ焼結体、アルミナ溶射皮膜、アルマイト膜(従来技術)の順に優れていた。また、低出力条件では焼結体と皮膜との差は大きい、実プロセスに近い高出力条件ではその差は縮まり、皮膜の損傷速度は焼結体の高々1.4~1.6倍程度であること、造粒焼結粉末の顆粒を構成する一次粒子の粗い方がエロージョン試験後の損傷面の平滑性維持に効果的であり、平滑性維持はデバイス保護性向上に寄与すること、などの諸点を明らかにし、同用途への溶射皮膜適用の可能性を樹立した。

審査結果の要旨

溶射技術においては、適用材料の拡大ならびに皮膜緻密化のために、粒子ジェットの高温化ならびに高速化が行われてきた歴史的経緯がある。本研究では、従来技術を凌駕する2 km/s以上の超高速粒子ジェットの形成が可能な電磁加速プラズマ溶射法を開発し、同法で作製したセラミック皮膜の組織構造及び機械的特性を系統調査した。作製皮膜では、耐摩耗性において、従来のセラミック溶射皮膜では達成が困難であったバルク材料に匹敵する特性を得ており、粒子速度の高速化が皮膜特性を高めることに効果的であることを実証した。また本研究では、溶射法の新規用途である半導体製造装置用の高純度セラミック溶射材料の開発も行い、この用途における最適な材料選定ならびに粉末特性の最適化について系統調査した。その結果、プラズマ損傷による耐エロージョン性において、既存技術を遙かに上回る性能を達成するのみならず、膜面平滑性維持によるデバイス保護性向上を同時に達成する成果を得ており、本用途への溶射技術適用拡大の可能性を樹立した。

これらの成果は14編の学術雑誌・国際会議論文に掲載され、また3件(国内:1件、海外:2件)の学術賞を授与されており、国内外においてその学術的価値が認められている。本研究で得た、溶射成膜プロセスにおける粒子高加速化が皮膜特性向上に効果的であるとの知見は、溶射技術の今後の進展に対し有効な指針を与えるものであり、学術上および産業技術上寄与するところが大きい。また、溶射の新規用途への適用拡大に貢献する高純度セラミック溶射材料の開発は産業技術上寄与するところが大きい。以上により、本論文は博士(工学)の学位論文に相当するものと判定した。

審査委員

福本 昌宏 (印) 森 謙一郎 (印) 柴田 隆行 (印)
 滝川 浩史 (印) 印 印

(注) 論文審査の結果及び学力の確認の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。