

機械・構造システム工学専攻	学籍番号	015218
申請者氏名	山田 基宏	

指導教員氏名	福本 昌宏 安井 利明
--------	----------------

論文要旨(博士)

論文題目	Fabrication of Nitride Ceramic Coatings by Reactive Plasma Spraying (反応性プラズマ溶射法による窒化物セラミックス皮膜作製に関する研究)
------	---

(要旨 1, 200字程度)

窒化物セラミックスの多くは安定した熔融相を形成せず、高温では分解・昇華してしまう。そのため、熔融液滴の堆積を前提とする通常の溶射法ではこれらの難溶解性窒化物セラミックス皮膜の作製は極めて困難である。そこで、金属元素粉末とプラズマ中の活性種とを反応させることにより反応生成物を皮膜として堆積させる反応性プラズマ溶射法による窒化物皮膜作製の適用が期待されている。そこで、本研究では反応性RF（高周波）プラズマ溶射装置を用い、優れた特性を有する窒化珪素（Si₃N₄）、窒化アルミニウム（AlN）および窒化鉄（Fe₄N）皮膜作製の可能性を調査した。また、本法で作製した皮膜は窒化物生成量によって大きく特性が異なるため、窒化反応を能動的に制御する必要がある。そのため、反応性プラズマ溶射法における窒化反応過程に関する調査も行った。

皮膜作製実験を行った結果、窒化珪素、窒化アルミニウムおよび窒化鉄のいずれにおいても窒化物を主相とする皮膜の作製が可能であった。ただし、各材料において窒化物皮膜作製に有効な因子および窒化反応過程が異なっていた。窒化珪素皮膜作製においてはプラズマガス中への水素添加が不可欠であった。また、窒化反応は溶射粒子が基材堆積後に再度熔融した液相状態において起こることが明らかになった。これに対し、窒化アルミニウム皮膜作製においては原料粉末として微粉末を使用することが有効であった。また、窒化アルミニウム皮膜の多くが極めて脆い凝集体を含んでいたが、凝集体形成過程を調査し、その対策として原料粉末にAl/AlN混合粉末を用いることによって凝集体の形成を抑制することが可能であった。また、窒化反応は溶射粒子のプラズマ内飛行中および基材堆積後に起こることが明らかになった。窒化鉄皮膜作製においては水冷式の基材冷却代の使用が不可欠であり、原料粉末に微粉末を使用することが効果的であった。窒化反応は基材堆積後の固相状態において起こることが明らかになった。これらの結果から、溶射粉末として微粉末の使用が有効であることが示された。また、プラズマガス中への水素添加はプラズマの発光分光測定を行った結果から、プラズマ温度の過度の上昇をもたらす場合があることが明らかとなった。それと共に、窒化反応に大きく影響を与えられられるNHラジカルの生成が確認できた。そのため、温度を制御することにより、水素添加が窒化物皮膜作製において極めて有効である可能性が示された。

各材料の窒化反応過程を調査した結果、液相状態での反応、固相状態での反応、プラズマ内飛行中または基材堆積後の反応という過程が存在することが明らかになった。これらの結果と、チタンおよびモリブデンの窒化反応過程も考察に加えることにより、反応性プラズマ溶射法における窒化反応の支配因子として窒化物の結合形態および原料である元素の融点が大きな影響を与えていることが明らかになった。