

(12) プラズマ溶射による異種母材接合用傾斜機能材料の創製に関する研究

研究代表者 工学部 大崎 堅

研究目的

新エネルギーシステムの開発やエネルギー機器の高効率化には、材料が極めて重要な役割を担うことになり、新素材の創製なくしては達成し得ないと考えられている。このため、種々の手法により新素材の創製が盛んに試みられており、特に、新素材の一種である傾斜機能材料の製作にはプラズマ溶射法が最適である。それは、他の手法に比べて高融点材料の溶射が可能であり、また複雑な形状の物体にも溶射が可能である等の特長を有しているためである。しかし、溶射装置の熱源であるプラズマジェット発生器の安定性、プラズマ流の汚染度、溶射材料粒子の過熱度等が成膜の性能に大きく影響する。このため、研究代表者は、従来のプラズマジェット発生器の電極構造および配置とは全く異なった方式のプラズマ電極型プラズマジェット発生器を開発した。この発生器の特長は、ノズル内に拘束安定化されたU字状アークの主アーク柱を溶射材料加熱に活用でき、しかもクリーンなプラズマ流を長時間安定に生成しうることである。

本研究では、この発生器による傾斜機能皮膜や異種母材接合の中間層とする傾斜組成継手の高精度、高効率作製を目標とし、本年度は、この発生器の更なる特性改善と Ti-Al 傾斜構造皮膜の作製を行い、この発生器の溶射ガンへの適応性について検討した。

研究成果

① プラズマ電極型プラズマジェット発生器の特性改善

図1に示すように、局所集束リング（内径6mm、軸長5mm、入口テーパー2/1）を陰極側のノズル（内径8mm）内に装着し、主アーク柱の一部に局所圧縮を加えた。アーク電流60~140A、作動ガス（アルゴン）流量50 l/minの動作条件下で、主アーク柱はノズル

軸線付近に拘束安定化され、U字状アークのゆらぎも減少し、安定動作範囲が拡大するとともに正味アーク入力も効果的に増強できた。

② Ti-Al 傾斜構造膜の作製と評価

Ti 粉末 (at.100% ; 0.5g/min) と Al (at.100% ; 0.3g/min) 粉末をそれぞれ個別に流量10 l/min の搬送ガス（アルゴン）中に混入し、図1の装置の左端に示されている Feed pipe から主アーク柱に送給し、アーク電流100A、作動ガス流量50 l/min、溶射距離40mmの条件下で傾斜構造膜を作製した。

図2はステンレス基板上にアンダーコートとして Al を溶射後、Ti を25%ずつ増量し、トップコートが Ti100%になるように粉末送給比率を制御した傾斜構造膜断面のSEM写真およびX線回折パターンを示している。膜は所定の送給比率設定値とほぼ同等の比率で成膜されており、5層の傾斜構造を呈している。また膜中には直径8 μm以下の気孔が存在しているが、気孔率は各層において多少異なるものの1.1±0.6%と低く緻密な膜が形成されていると推察される。またX線回折パターンより、各層にはわずかな TiN および TiO₂が存在していること、中間層には Ti と Al の金属間化合物は生成されていないことが分かる。

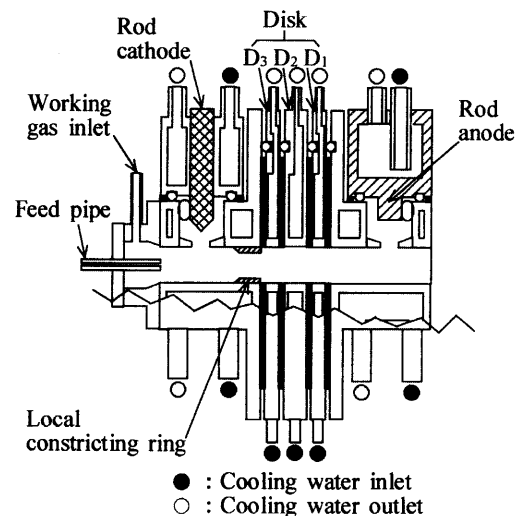


図1 プラズマ電極型プラズマ溶射ガン

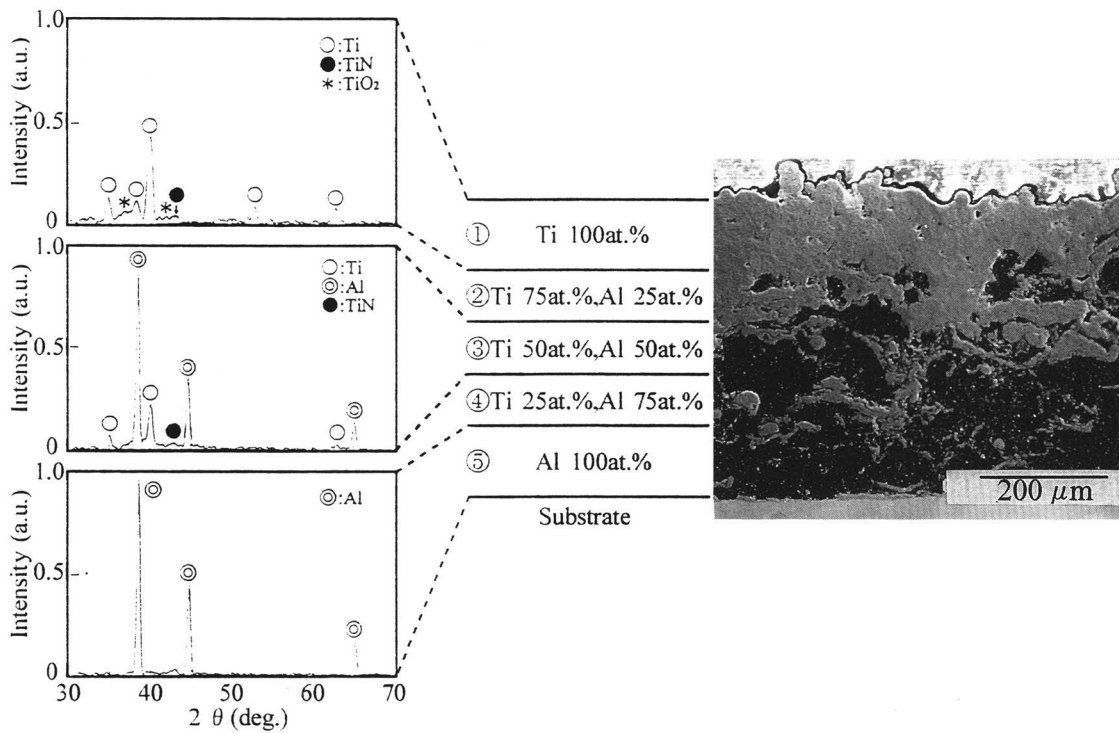


図2 Ti-Al 傾斜構造膜、SEM写真とXRDパターン（アーク電流100A）

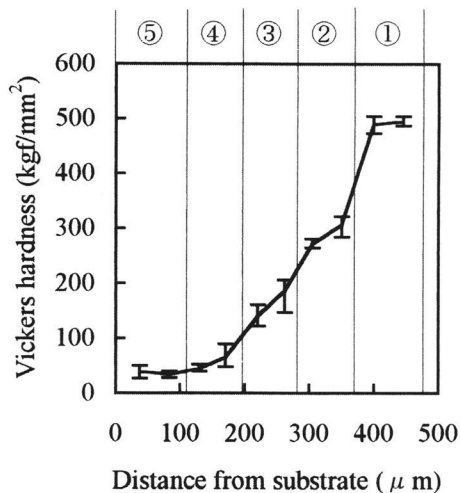


図3 Ti-Al 傾斜構造膜のビッカース硬度（アーク電流100A）

図3は図2に示した傾斜構造断面のビッカース硬度を示す。硬度は、アンダーコートでは27~50kg f/mm²であるが、中間層ではトップコートに向けて傾斜的に増し、トップコートでは最大505kg f/mm²に達する。トップコートにおいて硬度が純Tiの硬度に比べて約400kg f/mm²増加しているのは、X線回折パターンに示されているようにわずかに存在するTiNおよびTiO₂によるものと考えられる。

産業技術への貢献

以上のように、プラズマ電極型プラズマ溶射ガンは、

低電力で高品質な傾斜構造膜の高効率作製が可能であり、航空宇宙分野やエネルギー分野で望まれる新機能材料の創製に大きく貢献するものと思われる。

研究発表

- 1) K. Osaki et al. : "Application Feasibility of Plasma Electrode Type Plasma Spray Gun." Proc.ISAPS'97 "Advances in Applied Plasma", 61-66,1997
- 2) 大崎 堅：“プラズマ電極型プラズマ溶射ガン” 溶射技術、Vol.16, No.4, 29-33,1997

グループメンバー

氏名	所属	職(学年)
大崎 堅	工・電気電子	助教授
多田 直文	工・電気電子	教授
原田 直幸	工・電気電子	助手
芦田 英樹	理工・電気電子	M2
本村 理	理工・電気電子	M1

連絡先

TEL : 0836-35-9467 FAX : 0836-35-9449