



レーザーを援用した化学気相析出による アルミナコート層の開発

SATテクノロジー・ショーケース2022

■ はじめに

近年、材料に要求される特性は、さらに高性能かつ多 機能化している。コーティングは基材表面に高度な機能を 付与することで、部材の特性を向上できるため工業的にも 種々のコーティング技術開発が進められている。一般に、 セラミックスは金属と比較して、軽量で、耐熱性や耐腐食 性に優れる。中でも、炭化ケイ素やその繊維強化複合材 料は、機械的特性に優れ、航空機エンジンの運転温度の 高温化や原子炉および地熱発電部材の高信頼性化など、 エネルギーの高効率利用によりカーボンニュートラルの実 現に資する次世代の構造材料として有望である。これらは 耐熱性だけでなく、放射線照射、高温高圧水など過酷な 環境下での耐久性が求められ、部素材開発と同時に、 種々の耐環境性コーティング技術の開発が進められてい る。我々は、気相法の一つである化学気相析出(CVD)に 高強度レーザーを援用することにより、緻密で密着性に優 れる防食性セラミックス層のコーティング技術開発を進め ている。

■ 活動内容

1. 炭化ケイ素基材へのアルミナコーティング技術開発 アルミナはセラミックスの中でも、高温高圧水に対する 高い耐食性が報告されている。結晶性や純度が高いαア ルミナは腐食性に優れるため、緻密な構造でαアルミナ をコーティングできれば、炭化ケイ素基材の実用化が見込 まれる。しかしながら、炭化ケイ素とαアルミナでは線熱膨 張係数に差があるため、コーティング過程や実環境での 熱サイクルで生じる熱応力により、剥離や亀裂が生じる。 そこで、炭化ケイ素とαアルミナ間で生じる熱応力を緩和 するため、両者の中間の線熱膨張係数を持ちケイ素とア ルミニウムの複酸化物であるムライトを中間層(応力緩和 層)として導入した。レーザーCVDはαアルミナを緻密に 被覆できる。また、高速な気相成長により短時間で成膜が 可能なため、組成および組織の最適化を短期間でできる。 本研究は、成膜時の温度や圧力などの各成膜条件を変え て、炭化ケイ素基材に、炭化ケイ素(下地層)、ムライト(中 間層)およびαアルミナ(トップ層)を連続で被膜した。

2. アルミナコーティング層の微細組織

レーザーCVDにより1150 °Cで成膜した時、X線回折図形の結果からαアルミナに指数付けられる回折線ピークが認められた。中間層としてムライトを導入しなかった場合

(Fig.1-a)、αアルミナと炭化ケイ素の界面で亀裂と剥離が認められた。これは、αアルミナと炭化ケイ素の線熱膨張係数の差により、成膜プロセスにおいてαアルミナー炭化ケイ素界面で熱応力が生じたためと考えられる。ムライトを導入して連続合成した場合(Fig.1-b)、αアルミナームライト界面およびムライトー炭化ケイ素界面ともに亀裂や剥離のない緻密な被覆組織が観察された。中間層の厚さや組成構造の健全性に与える影響はポスターにて発表する。

3. まとめと今後の展望

中間層として導入したムライトが、αアルミナと炭化ケイ素との間で生じる応力を緩和したため、これまで困難であった炭化ケイ素表面へのαアルミナ層をコーティングすることに成功した。異種材料のコーティングには応力緩和層の組成および構造の最適化が有用であった。将来的には、セラミックス材料以外にも、金属基材上にセラミックスをコーティングする技術開発に取り組む予定である。局所的に成膜できるレーザーCVDの特徴を利用すれば、半導体装置や機械部品などの損傷した部位のみを修復または性能向上する技術への応用が考えられる。これは、低炭素社会の実現に貢献する新たな資源循環型ものづくりに繋がる技術と期待される。

■ 関連情報等(特許関係、施設)

本研究は、文部科学省原子カシステム研究開発事業 JPMXD0220354314の助成を受けて実施したものである。



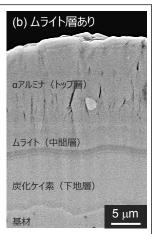


Fig.1 ムライト層の有無による破断面の組織の違い

代表発表者 薄川 隆太郎(うすかわ りゅうたろう)

所 属 **產業技術総合研究所**

マルチマテリアル研究部門セラミック機構部材グループ

問合せ先 〒463-8560 愛知県名古屋市守山区下志段味

穴ケ洞 2266-98

TEL:052-736-7687

ryutaro-usukawa@aist.go.jp

■キーワード: (1) 化学気相析出

- (2) 積層構造
- (3)結晶構造
- (4)微細組織

■共同研究者: 且井宏和(産業技術総合研究所)

近藤創介 (東北大学)

下田一哉(物質・材料研究機構) 堀田幹則(産業技術総合研究所)