

研究論文

溶融-凝固法による ZrO_2 系共晶皮膜の作製と超高温域における SiC 基材と ZrO_2 の反応性

古川裕貴*, 箭内哲也*, 瀬谷恭佑*, 張 炳國**, †上野俊吉*

Chemical Reactions between SiC and ZrO_2 at Ultra-high Temperatures and Formation of EBC Layer by Solidification Process

by

Yuki FURUKAWA*, Tetsuya YANAI*, Kyosuke SEYA*, Byung-Koog JANG**
and †Shunkichi UENO*

(Received Jul. 5, 2016; Accepted Aug. 24, 2016)

Abstract

The environmental barrier coatings (EBC) that include $CaZrO_3$ - ZrO_2 eutectic structure layer and/or Al_2O_3 - ZrO_2 eutectic structure layer were prepared by solidification process using optical floating zone apparatus on SiC substrate. For the preparation of $CaZrO_3$ - ZrO_2 eutectic structure layer, a high density intermediate layer which consisted with Zr component was formed due to the vaporization of CaO component during the solidification process. For the preparation of Al_2O_3 - ZrO_2 eutectic structure layer, a high density intermediate layer which consisted with Zr component was also formed due to the vaporization of Al_2O_3 component during the solidification process. The eutectic structure layer was peeled off from the top of the intermediate layer. The intermediate layer was consisted with $ZrSi_2$ phase and ZrC phase. The former was dominant phase in the intermediate layer.

Keywords: environmental barrier coating, $CaZrO_3$ - ZrO_2 eutectic structure, Al_2O_3 - ZrO_2 eutectic structure, $ZrSi_2$

1. 緒言

セラミックス基複合材料(CMC)は、耐熱性に優れ、比強度をはじめとする機械特性および熱伝導性にも優れることから、ガスタービン部材への適応が検討されている¹⁾。しかし、SiC セラミックスは高温で酸化するとともに、酸化により生じるシリカ層は、高温の水蒸気雰囲気下では容易に腐食・除去される。よって、基材の酸化および水蒸気腐食を有効に防止する耐環境皮膜(EBC)が求められる。ジルコ

ニア(ZrO_2)あるいはハフニア(HfO_2)は、高温の燃焼場でも耐食性に優れることから、耐環境皮膜として期待されるが、基材との熱膨張係数差が大きく、また、 1000°C 程で大きな体積変化を伴う相変態を示すため、そのままでは皮膜として用いることができない。

これまで検討が進められている酸化物系の EBC や遮熱コーティングは多結晶の皮膜である²⁻⁴⁾。酸化物では一般に、結晶粒界に粒界ガラス相が存在する。水蒸気が存在する環境下においては、粒界ガラス相の選択腐食が生じ、皮膜が多孔質化するため、基材の酸化および腐食を防止することができない。したがって、EBC 材料として求められる性能としては、結晶相そのものの耐水蒸気腐食性に優れるとともに、粒界ガラス相を含まないことが要求される。

一般に、酸化物共晶は凝固の際の偏析により粒界に粒界ガラス相が形成されない⁵⁾。よって、 ZrO_2 相や HfO_2 相をエッジメンバーとする、共晶構造層は、CMC の耐水蒸気腐食

平成 28 年 7 月 5 日受付

* 日本大学工学部：福島県郡山市田村町徳定字中河原 1
TEL 024-956-8806 FAX 024-956-8862
ueno@chem.ce.nihon-u.ac.jp

College of Engineering, Nihon University: Tokusada,
Nakagawahara 1, Tamura-machi, Koriyama 963-8642, Japan

** 物質・材料研究機構：茨城県つくば市千現 1-2-1
National Institute for Materials Science, Tsukuba, Ibaraki
305-0047, Japan

†:連絡先/Corresponding author