

投稿総説

粒界ガラス相を含まない酸化物共晶系耐環境皮膜の創製プロセス

† 上野俊吉*, 瀬谷恭佑*, 古川裕貴*, 西村聡之**, 張 炳國**

Fabrication of Oxide Eutectic Environmental Barrier Coating without Boundary Glassy Phase

by

† Shunkichi UENO*, Kyosuke SEYA*, Yuki FURUKAWA*, Toshiyuki NISHIMURA
and Byung-Koog JANG**

(Received Feb. 17, 2016; Accepted Mar. 26, 2016)

Abstract

In this review, the fabrication process and the formation mechanism of $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-HfO}_2$ eutectic environmental barrier coating (EBC) is focused. The solidification process by light focusing was used for the fabrication method of this EBC layer. A multi-layered EBC layer with $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-HfO}_2$ eutectic structure and HfC-HfO₂ functionally graded layer was formed on the SiC substrate. The composition of the liquid phase gradually becomes HfO₂ rich composition during the solidification process due to vaporization of Al_2O_3 component and HfO₂ primary phase solidified on SiC substrate when the composition of the liquid phase reached to the liquid line. The solidified HfO₂ primary phase also reacts with the residual carbon and HfC phase is formed on the SiC substrate. When the solidification process will be finished before all of the HfO₂ primary phase reduced into HfC phase, HfC-HfO₂ functionally graded layer is formed on the SiC substrate. And $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-HfO}_2$ eutectic structure growth from the top of the first layer.

Keywords: Environmental Barrier Coating, $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-HfO}_2$ Eutectic, HfC-HfO₂ Functionally Graded Layer

1. 緒言

近年の SiC セラミックスおよびその複合材料(CMC)は、高温で十分な強度と信頼性を有し、耐酸化性にも優れることから、ガスタービン部材への応用が約束されている¹⁾。これらの材料をガスタービン部材として用いる際は、高温における基材の酸化と酸化により生じるシリカ層の水蒸気による腐食および減肉が問題となる。SiC セラミックスは、1250°Cのガスタービン条件下における 10,000 時間の暴露で、

3 mm 減肉すると報告されている²⁾。したがって、水蒸気による基材の減肉を有効に防止するための耐環境皮膜(EBC)が必要となる。著者らは、酸化物の耐水蒸気腐食性を調べた結果、希土類シリケート相($\text{Ln}_2\text{Si}_2\text{O}_7$)、ジルコニア相(ZrO_2)およびハフニア相(HfO_2)の耐水蒸気腐食性が、高温のガスタービン条件下で優れることを報告した^{3),4)}。しかし、たとえ結晶相の耐水蒸気腐食性が優れていても、粒界に粒界ガラス相が存在すると、粒界ガラス相が選択的に水蒸気により腐食され、皮膜が多孔質構造となるため、基材の酸化および腐食を完全に防止することができない^{5),6)}。したがって、粒界ガラス相を含まない EBC 皮膜の開発が求められる。

一般に、酸化物共晶は、凝固の際に不純物が偏析により排除されるため、粒界に粒界ガラス相を形成しない⁷⁾。よって、酸化物共晶、特に、 ZrO_2 相、 HfO_2 相あるいは $\text{Ln}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ (Ln=希土類) 相をエッジメンバーとする共晶系は EBC 材料

平成 28 年 2 月 17 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.jpCollege 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