

研究論文

Yb₂Si₂O₇-Al₆Si₂O₁₃ 共晶組成ガラスの結晶化と組織形成

菅野直登*, 張 炳國**, †上野俊吉*

Crystallization of a Glass with Yb₂Si₂O₇-Al₆Si₂O₁₃ Eutectic Composition and Eutectic Microstructure Formation

by

Naoto KANNO*, Byung-Koog JANG ** and †Shunkichi UENO*

(Received Mar. 3, 2017; Accepted Apr. 20, 2017)

Abstract

The crystallization of the glass with Yb₂Si₂O₇-Al₆Si₂O₁₃ eutectic composition was examined and compared with the crystallization of the glass with Y₂Si₂O₇-Al₆Si₂O₁₃ eutectic composition. In the case of Ln=Yb, both Yb₂Si₂O₇ and Al₆Si₂O₁₃ phases were crystallized on the first step of the crystallization at 1000°C. An aluminosilicate phase with ZSM5 structure was also crystallized at 1000°C. The activation energy of the crystallization at 1000°C for Ln=Yb sample was smaller than that of Ln=Y sample. By the heat treatment at 1200°C and/or 1450°C for Ln=Yb sample, the sample was melted down and eutectic microstructure was formed. The film with Yb₂Si₂O₇-Al₆Si₂O₁₃ eutectic microstructure can be obtained by the heat treatment at 1450°C using the glass powder with Yb₂Si₂O₇-Al₆Si₂O₁₃ eutectic composition.

Keywords: Yb₂Si₂O₇-Al₆Si₂O₁₃ eutectic, EBC film, activation energy

1. 緒言

セラミックス基複合材料(SiC 繊維強化 SiC セラミックス)は、軽量で耐熱性に優れ、また、比強度も高いため、高温構造材料としての応用が期待されている^{1,2)}。しかし、ガスタービン部材としての適応を考えた場合、SiC セラミックスは、1300°C程の温度で容易に酸化し、酸化により生じるシリカ層は水蒸気により腐食・除去されるため、基材の減肉が生じる³⁾。例えば、百合らの報告によると、SiC セラミックスは、1350°Cのガスタービン条件下では、1年間で3 mm 減肉することが予測されている³⁾。よって、腐食・減肉を防止する皮膜(耐環境皮膜)の付与が求められる。

耐環境皮膜の材料としては、高温において耐水蒸気腐食性に優れることが知られている Ln₂Si₂O₇相(Ln=希土類)が有望であるものの、皮膜が多結晶で構成されている場合は、粒界に存在する粒界ガラス相が水蒸気により選択的に腐食・除去されて表面および皮膜内部が多孔質化するため、基材の酸化・腐食を完全には防止できない^{4,5)}。

一般に共晶組織は、凝固の際、偏析反応により不純物が除去されるため、粒界に粒界ガラス相が形成されない^{6,7)}。したがって、Ln₂Si₂O₇(Ln=希土類)相をエッジメンバーとする共晶構造は耐環境皮膜材料として有望である。Ln₂Si₂O₇相(Ln=希土類)と Al₆Si₂O₁₃相の間には共晶が存在する^{8,9)}。

著者らは、Y₂Si₂O₇-Al₆Si₂O₁₃ 共晶組成を有するガラスの結晶化と組織形成に関して調べた結果、報告されている共晶温度よりも低い温度での熱処理で共晶組織が得られることを実験的に明らかにした^{10,11)}。

Ln₂Si₂O₇相の耐水蒸気腐食性は、重希土類の Ln=Yb あるいは Lu が優れると報告されていることから、本研究では Ln=Yb の共晶系に着目し、共晶組成ガラスの結晶化および組織形成メカニズムを考察した。

平成 29 年 3 月 3 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