

## 研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		新規自己修復能を有する耐環境皮膜のナノ構造制御			
研究テーマ (欧文) AZ		Nano structure control of an environmental barrier coating with a new self-healing system			
研究氏 代 表 名 者	カナ CC	姓)ウエノ	名)シュンキチ	研究期間 B	2010～ 2011年
	漢字 CB	上野	俊吉	報告年度 YR	2012年
	ローマ字 CZ	Ueno	Shunkichi	研究機関名	日本大学工学部
研究代表者 CD 所属機関・職名		上野 俊吉・日本大学工学部・准教授			
<p>概要 EA (600字～800字程度にまとめてください。)</p> <p>ガスタービン部材は、1300℃以上の超高温で水蒸気を含む高速の燃焼排ガス中で長時間、少なくとも、10000 時間以上耐える必要がある。高温部材としては、1300℃以上の高温において比強度が高い窒化ケイ素が有望であると考えられるが、窒化ケイ素は、上記ガスタービン条件下では表面が酸化され、水蒸気を含む高速燃焼排ガスで酸化層が腐食・除去されるため、激しい減肉現象が出現する。上に示した 10000 時間におよぶ暴露試験では、6mm 減肉することが報告されている。このことから、耐水蒸気食・耐エロージョンに優れた耐環境皮膜の付与が必須となる。</p> <p>これまで申請者らは、皮膜材料の候補として、基材の窒化ケイ素とほぼ同じ熱膨張係数を示す酸化物で静的な水蒸気試験を実施し、候補材料の水蒸気腐食メカニズムを調べてきた。結果、静的な水蒸気腐食試験で大きな腐食を示さず、かつ、熱膨張係数が窒化ケイ素のそれとほぼ等しくなる候補材料として、ムライト、希土類シリケート、ジルコンおよびハフノンの有用性が確認された。</p> <p>これらの結果をもとに、本助成研究では、以下の 2 点に着目し、研究を進めた。①候補材料の動的な腐食試験の実施、②仮に皮膜ヘクラックが進展しても皮膜の自己修復がなされる皮膜コンセプトの提案と作製。</p> <p>①については、Yb<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub> のバルクを作製し、1300～1500℃において 50m/s の高速スチームを試料に 100 時間照射する暴露試験を実施した。希土類シリケートの中では Lu<sub>2</sub>SiO<sub>7</sub> が最も静的な腐食環境下での耐食性に優れるが、Lu 酸化物が高価なこと、ダイシリケートは、水蒸気環境中でモノシリケートへ分解することが以前の申請者らによる研究で明らかになっていたため、今回は Yb<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub> に着目した。結果、この試料の減肉特性は、Lu<sub>2</sub>SiO<sub>7</sub> と同じメカニズムで起こっていることが確かめられ、相変化やエロージョンに伴い表面に発生するクラックは他の酸化物と比較して優れることが分かり、結果を『Recession Behavior of Lu<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub> under High Speed Steam Jet at High temperatures』と題して Ceramics International 誌で論文発表した。</p> <p>②については、ゾルゲル法を用いてジルコン+ジルコニアソースとしての ZrB<sub>2</sub>、シリカソースとしての SiO<sub>2</sub> ナノ粒子を添加した皮膜の作製を試みた。結果、皮膜はできるものの、熱処理により目視でクラックの発生が多数確認された。クラックが発生しない皮膜の作製研究に関しては今現在も取り組んでいるところである。新しい皮膜のコンセプトに関しては、2011 年に行われた『The 9<sup>th</sup> International Meeting of Pacific Rim Ceramics Societies』において、招待講演を行った。</p>					
キーワード FA	耐環境皮膜	水蒸気腐食			

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	Recession Behavior of Lu <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub> under High Speed Steam Jet at High temperatures							
	著者名 <sup>GA</sup>	S. Ueno, T. Ohji and H.T. Lin	雑誌名 <sup>GC</sup>	Ceramics International					
	ページ <sup>GF</sup>	1185~1189	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	1	巻号 <sup>GD</sup>	3 7
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	~	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	~	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	

#### 欧文概要<sup>EZ</sup>

Water vapor corrosion of ZrSiO<sub>4</sub> (zircon) bulk and silicon nitride with ZrSiO<sub>4</sub> EBC were examined under high speed steam jet at high temperatures between 1300 and 1500°C. The zircon EBC layers were coated on the silicon nitride by a reaction sintering of amorphous silica and zirconia powder. No TGO phase was generated during the corrosion test. Since a TGO was generated between EBC and substrate in the case of rare earth silicates EBC samples during the corrosion test at high temperatures, the oxygen permeable in zircon is smaller than that of rare earth silicate. The surface of zircon bulk was decomposed into zirconia by a corrosion of silica component. However, no cracks due to the formation of zirconia phase on the surface of zircon bulk were observed. ("Development of Environmental Barrier Coating for Non-oxide Ceramics", The 9<sup>th</sup> International Meeting of Pacific Rim Ceramics Societies, July 10-14, 2011, Queensland, Australia.)

Study of recession behavior of Lu<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub> bulk was performed in high speed steam jet with a velocity of ~50 m/s temperature range between 1300° and 1500°C for 100 hours. X-ray results showed that no phase change was observed for all samples after steam exposure. Detailed scanning electron microscopy examinations showed some cracks formation was observed on the bulk surface for the samples of 1400 and 1500°C. Also, porous structure was formed on the bulk surface for the samples of 1300 and 1400°C. As for 1500°C sample, the porous structure disappeared after exposure test. The high magnification images of 1300°C sample showed the depletion of grain boundary glassy phase. However, for 1400°C sample, boundary phase was formed again, and the grain growth can be identified for the sample of 1500°C. The recession mechanism can be explained by a mass transfer of evaporated species from the bulk surface and the weight loss rate measured can be expressed by Arrhenius plot. ("Recession Behavior of Lu<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub> under High Speed Steam Jet at High temperatures", *Ceramics International*, **37**[4], 1185-1189 (2011).)