

論文審査の結果の要旨

学位申請者 丸岡 大佑

本論文は、「ナノ金属粒子分散 Al_2O_3 ハイブリッドにおける高温酸化によるき裂治癒効果」と題し、8章より構成されている。第1章「諸言」では、構造用セラミックスの問題点やき裂治癒機能を有するセラミックス研究動向について述べるとともに、本研究の目的と範囲を述べている。

第2章「セラミックス材料におけるき裂治癒効果の定義・分類」では、本論文で取り扱うき裂治癒効果を定義し、セラミックスにおけるき裂治癒効果を分類している。

第3章「 $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ のき裂治癒効果：機械的強度とき裂消滅割合の関係」では、き裂消滅が報告されている $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ に、機械的強度の回復が起き、亀裂治癒が起きていることを報告している。ここで Ni の酸化により NiAl_2O_4 が形成し、これがき裂を充填することでき裂治癒をもたらすことを明らかにしている。また、表面でのき裂と機械的強度の関係を整理し、表面のき裂が完全に消滅せずとも機械的強度が回復しうることを示している。

第4章「 $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ のき裂治癒効果：機械的強度と分散材の体積割合の関係」では、 $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ のき裂治癒効果における Ni の体積分率の影響を検討している。 Ni 量が5%以下では Ni の外方拡散により NiAl_2O_4 が形成することを報告している。 Ni 量が増すとき裂表面に暴露される Ni 粒子が多くなるため、その酸化のみでき裂が充填されるようになると述べている。

第5章「 $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ のき裂治癒効果における NiAl_2O_4 の成長モデル」では、 NiAl_2O_4 がき裂に充填される速度を検討するため、 Ni の外方拡散による NiAl_2O_4 の成長に関する速度論モデルを提案している。ここでは、酸素の内方拡散を酸化の律速過程と考え、その内部酸化層を Ni が外方拡散するというモデルを検討し、定式化に成功している。そのモデルと表面に形成する NiAl_2O_4 の成長がよく一致することを示している。

第6章「機能元素添加による $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ の高温耐酸化性向上とき裂治癒効果」では、 Y や Si を添加することで、き裂治癒効果を損なうことなしに $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ の高温耐酸化性を向上しうることを示している。この結果は、耐酸化性とき裂治癒効果を独立して材料設計できる可能性を示しており、極めて重要な成果である。

第7章「他金属材料を分散したアルミナハイブリッドにおけるき裂治癒効果への適用」では、 $\text{Co}/\text{Al}_2\text{O}_3$ におけるき裂治癒効果を述べており、他の材料系への適用が可能である可能性を示している。

第8章「結論」では、これまでの成果をまとめ、ナノ金属粒子分散 Al_2O_3 ハイブリッドにおける高温酸化によるき裂治癒効果の可能性を示すとともに、今後の展望を述べている。

本論文は、き裂治癒効果の解明から定量的なモデル化、他材料系への検討など、広範囲にわたって検討されている。よって、本論文は工学上及び工業上貢献するところが大きく、博士（工学）の学位論文として十分な価値を有するものと認める。

審査委員主査 南 口 誠