


 ひらお きよし
 平尾 喜代司
 k-hirao@aist.go.jp
 シナジー材料研究センター

窒化ケイ素セラミックスで世界一の熱伝導率を達成

- 新規な焼結助剤を発見 -

窒化ケイ素は高い強度とねばり強さを合わせ持つ優れた構造用セラミックスとして知られており、自動車部品、転がり軸受けなどの構造部材として用途が広がっている。これらの用途は窒化ケイ素セラミックスの持つ優れた機械的特性に着目したものである。一方、純粋な窒化ケイ素結晶は200W/(mK)を越える高い熱伝導率(金属アルミニウムに匹敵)を持つと予測されており、放熱材料としても高い期待が寄せられている。

シナジー材料研究センターでは、国家プロジェクト「シナジーセラミックスの研究開発」において、窒化ケイ素粒子を一方に配向させることにより配向方向で120W/(mK)を越える材料をすでに開発している¹⁾。しかし、この配向材料は強度、靱性に優れたものの粒子の配向方向に垂直な方向での熱伝導率は60W/(mK)程度と低く、またプロセスが煩雑でコストが高いなど放熱材料としての量産化を考えた場合大きな課題を残していた。このため、当研究センター摺動材料チームでは等方的に高熱伝導を発現す

る窒化ケイ素の開発に取り組み、最近、上智大学板谷研究グループの協力のもと窒化ケイ素マグネシウム(MgSiN₂)を焼結助剤として用いることにより高熱伝導化が可能であることを見いだした²⁾。

従来の窒化ケイ素は、焼結助剤として酸化物を用いるため結晶粒子内部に溶けこむ酸素量が多くなり、このことが熱伝導率を低下させていた(図1³⁾)。窒化物(MgSiN₂)を焼結助剤の一部として用いることにより、結晶粒子内部の不純物酸素を極めて低い水準まで低下させることが可能であり、この結果、約150W/(mK)の高い熱伝導率の発現が可能となった(図2)。この値は、窒化ケイ素の熱伝導として報告されている世界最高の数値であり、従来からICパッケージ用の放熱材料として用いられていた高熱伝導窒化アルミニウムに匹敵する。一方、窒化ケイ素は窒化アルミニウムと比べて約2倍以上の強度と靱性を持つ。このため、今回開発した窒化ケイ素材料は優れた機械特性と高い熱伝導率を合わせ持つ放熱材料として幅広い用途が期待される。

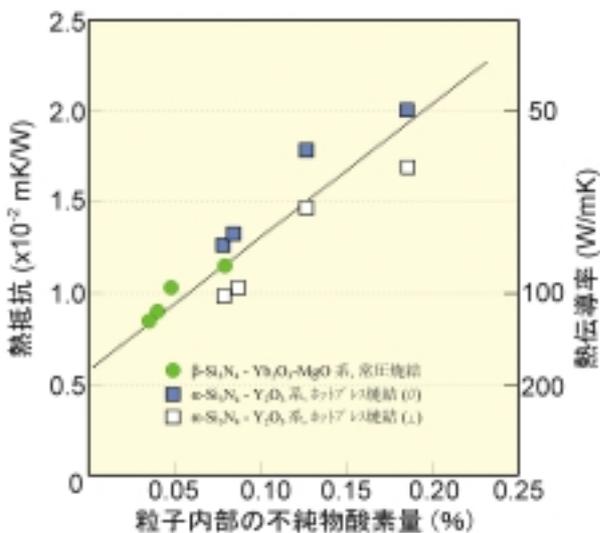


図1 種々の窒化ケイ素焼結体の粒子内部の不純物酸素量と熱抵抗(熱伝導率の逆数)の関係

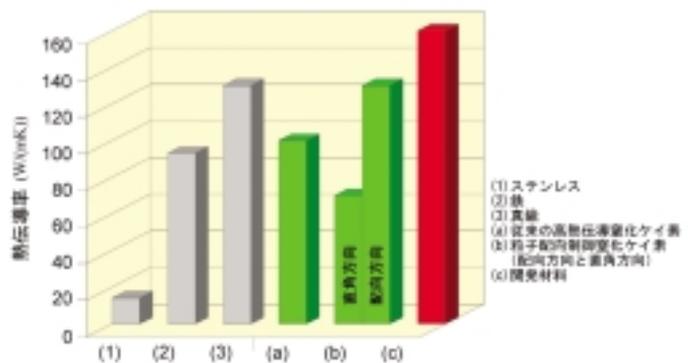


図2 種々の材料と開発材料の熱伝導率の比較

■ 関連情報

- 1) K. Hirao, K. Watari, M.E. Brito, M. Toriyama, S. Kanzaki, *J. Am. Ceram. Soc.*, **79**, pp. 2485-88 (1996).
- 2) H. Hayashi, K. Hirao, M. Toriyama, K. Itatani and S. Kanzaki, *J. Am. Ceram. Soc.*, in press.
- 3) K. Hirao, K. Watari, H. Hayashi, and M. Kitayama, *MRS Bulletin*, **26**, pp. 451-455 (2001).