

高強度反応焼結炭化ケイ素セラミックスの開発とその応用

(株)東芝 伊藤 義康 須山 章子

1 はじめに

炭化ケイ素セラミックス (SiC) は、耐食性、耐熱性、耐摩耗性に優れ、高剛性、高熱伝導、低熱膨張、低比重などの特性を有することから、高温構造部材や耐摩耗部材として着実にその用途を広げてきた。一方、近年では半導体や液晶などの大型化に伴い、これらの製造装置への SiC の需要が著しく伸びている。今後、SiC の高強度化と低コスト化、さらに低環境負荷を実現できれば SiC は更に大きな需要増が見込まれる。

2 世界最高強度の反応焼結炭化ケイ素

東芝では、SiC の微構造をナノオーダーレベルに制御することで、世界最高強度 (2006 年 9 月当社調べ) を有する高強度反応焼結 SiC を開発した¹⁾

図 1 に示すように、高強度反応焼結 SiC は一般に市販されている常圧焼結 SiC に比べて、曲げ強度は約 2 倍高く、焼結温度が低く、ニアネット (最終形状に近い形) での製造が容易なため低コストであり、製造プロセスでの CO₂ 排出量比は約 1/2 と環境に優しいセラミックスである。すなわち、高強度反応焼結 SiC は焼結収縮率が ±1% 未満と小さいので、セラミックス部品の大型化、複雑形状化が比較的容易である。更に、一般の常圧焼結 SiC に比べて焼結温度が 800℃ほど低く、気孔率は 0.1% 以下である。

3 高強度反応焼結炭化ケイ素の基本特性

高強度反応焼結 SiC の透過電子顕微鏡 (TEM) による微構造観察結果を図 2 に示す。大きな粒子が原料の SiC 粉末であり、小さな粒子が反応焼結により新たに生成した SiC である。その隙間を埋める白色領域が Si で、この Si 径をナノオーダーレベルに制御することで 1000MPa 級の高強度を実現している。表 1 に材料特性を示す。

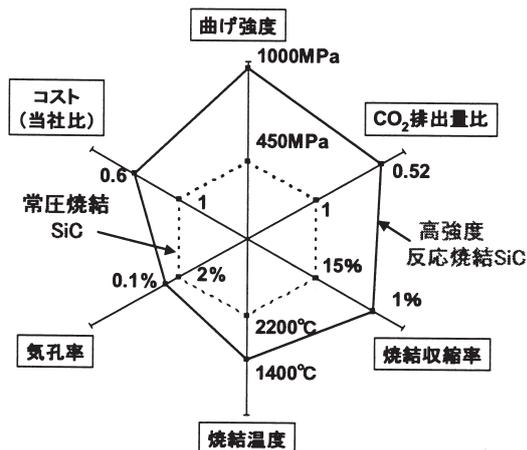


図 1 高強度反応焼結 SiC は、市販の常圧焼結 SiC に比較して、低コストで環境に優しいセラミックスです

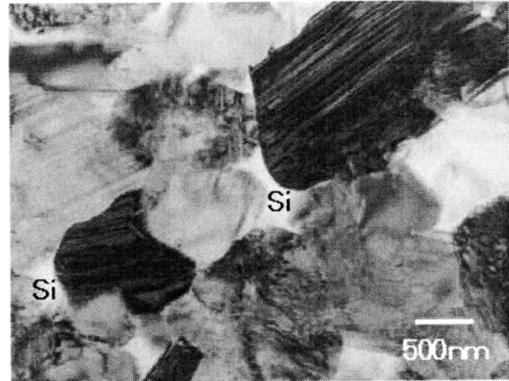


図 2 SiC 粉末と C 粉末からなる成形体に熔融 Si を含浸し、反応させて新たな SiC を生成して焼結します

表 1 東芝が開発した高強度反応焼結 SiC の材料特性

	高強度 反応焼結SiC	一般的な 常圧焼結SiC
弾性率 GPa	370	410
破壊靱性値 MPa・m ^{1/2}	3.0	3.3
硬さ HV	1800	2200
熱伝導率 W/m・K	130	65~170
熱膨張係数 /K	4.3×10 ⁻⁶	4.6×10 ⁻⁶

4 おわりに

東芝が開発した高強度反応焼結 SiC は耐熱衝撃特性に優れると共に、焼結助剤を必要としない高純度材のため優れた耐硫酸腐食特性を示す。現在、この特性を生かして、IS 法による水素製造用熱交換器部品への適用を進めている。また、高強度反応焼結 SiC は無気孔であるため、容易にナノオーダーの表面加工精度が得られる。そこで、従来の低熱膨張率ガラスに替わる宇宙用反射式望遠鏡の大口径ミラー開発を進めている。また、高硬度、高熱伝導、耐摩耗性の特長を生かして各種ポンプ部品への適用を進めている²⁾

その他、高剛性を生かした半導体や液晶の製造装置部品、微細組織からなるターゲット部材、高吸収エネルギーのアーモア部材などへの適用検討を進めている。

参考文献

- 1) S. Suyama, T. Kameda, Y. Itoh, Diamond and Related Materials, 12, (2003) 1201-1204.
- 2) 須山, 伊藤, 東芝レビュー, 61-6. (2006) 72-75.

〔連絡先〕 (株)東芝 電力・社会システム技術開発センター
〒230-0045 横浜市鶴見区末広町 2-4, TEL: 045-510-6654
E-mail: yoshiyasu.ito@toshiba.co.jp