

# 炭化ケイ素について

## 1. はじめに

炭化ケイ素 (SiC) は、高硬度で耐熱性、耐久性に優れていることから、高温構造材料や摩耗性部材、研磨材、耐火材として利用されてきましたが、近年、炭化ケイ素の特性を利用した新しい用途への利用がされるようになりましたので紹介します。

## 2. 半導体としての利用

電力の変換や制御を行う半導体はパワーデバイスと呼ばれます。基本的な動作原理はメモリ、マイコン、ICといった半導体デバイスと同類ですが、パワーデバイスはメモリなどと比較して高耐圧で大電流を制御する必要があります。このためバンドギャップが大きく絶縁破壊電界が大きいなどの要素が求められています。

表1に示すように、パワーデバイスの条件に適した炭化ケイ素による素子の開発が行われています。Siより絶縁破壊電界が大きいSiCパワーデバイスは小型化できるために、電力の損失が減り、高効率なシステムが可能です。また、バンドギャップが大きいので高温動作が可能になり、過酷な条件下での利用も可能になります。

表1 デバイス材料の物理的性質  
(値は代表値であり、結晶構造などにより異なる)

	4H-SiC	Si	GaAs	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
バンドギャップ(eV)	3.26	1.12	1.43	5.1	6.04
絶縁破壊電界(MV/cm)	3.3	0.3	0.4	3.5	0.1
比誘電率	9.0	11.8	12.8	7.3	9.4
熱膨張係数(10 <sup>-6</sup> /K)	4.2	2.4	6.0	2.6	7.0
熱伝導率(kJ/smK)	170	1.3	0.55	20	30

## 3. 宇宙での利用

炭化ケイ素はガラスに比べて、剛性、破壊強度、熱伝導、線膨張率等の点で特に優れており、炭化ケイ素で作られた宇宙観測用または地球観測用反射望遠鏡の主鏡が実用化されています。たとえば、(独)宇宙航空研究開発機構(JAXA)が2006年2月に打ち上げた赤外線天文衛星「あかり」(ASTRO-F)の反射望遠

鏡には、炭化ケイ素製の主鏡(口径710mm)が搭載されました。赤外線観測衛星では観測時のノイズを減らすために観測装置を極低温(6K)に冷やす必要があります。そのために地上での組立て時(300K)と宇宙での観測時(6K)で熱膨張率が小さい材料が必要です。また、太陽や地球から受ける輻射などによる温度むら小さいことが求められます。

そこで、熱膨張率が小さく熱伝導率が大きく、打ち上げ時の衝撃に耐えられるなどの条件を満たした材料として炭化ケイ素が用いられました。その結果、ガラスで同程度強度の主鏡を作製した場合の重さが200kgになるのに対して、炭化ケイ素で作られた「あかり」の主鏡は11kgまで軽量化されました。

今後、宇宙で使われる光学系は軽量化と高強度化に対応できる炭化ケイ素やその他のファインセラミックスが使われると思います。

## 4. おわりに

ここで紹介した炭化ケイ素の利用のほかにも新たな利用方法が考えられています。また、宇宙航空関連や自動車関連でも窒化ケイ素や窒化チタンなどの材料の研究、開発が多く行われています。

これらの新しい材料開発に関連がある試験を(表2)瀬戸窯業技術センターで行っています。ぜひ、お問い合わせください。

表2 瀬戸窯業技術センターの試験装置(抜粋)

装置名	特性	その他
高温雰囲気炉	~2300°C	N <sub>2</sub> , Ar 雰囲気
高温加重軟化試験機	~1300°C	耐火煉瓦等
高温曲げ試験機	~1200°C	3点曲げ
酸素雰囲気炉	~1700°C	N <sub>2</sub> , Ar 可能
TG-DTA	~1350°C	アルミ(~500°C)
熱膨張計	~1350°C	石英(~1000°C)
高温抵抗測定器	~1200°C	
誘電率測定器	5Hz~10MHz	
絶縁抵抗測定器	DC 50kV	
耐電圧試験装置	DC 500kV, AC1000kV	



瀬戸窯業技術センター セラミックス技術室 木村和幸 (0561-21-2116)  
担当分野: 耐火れんがの荷重軟化点試験