

# 高熱伝導窒化ケイ素 (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) 基板

## High Thermal Conductivity Silicon Nitride (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) Substrates

電力の変換と制御を高効率で行うパワーモジュールは産業機器、電鉄および HEV/EV などのモーターの制御用として急速に普及している。パワーモジュールにおいて、パワー半導体素子を搭載するための絶縁基板には、絶縁性のみならず、温度サイクルにより発生する応力に耐えられる高い機械的特性が要求される。このため、絶縁基板として機械的特性に優れた窒化ケイ素基板の採用が進んでいる(図1)。

日立金属は熱伝導率 90 W/m・K の窒化ケイ素基板の量産を行っているが、今回新たに熱伝導率を 130 W/m・K まで高めた窒化ケイ素基

板をパワーモジュールの絶縁基板として開発した(図2, 表1)。

パワーモジュールの高エネルギー密度化が進み、絶縁基板にはより高い放熱性が要求されるようになってきている中で、従来の窒化アルミ基板や窒化ケイ素基板では実現できていない高い熱伝導率と曲げ強度を併せ持つ放熱性と機械的特性を両立させた絶縁基板とした。窒化ケイ素粒子の理論熱伝導率は200-320 W/m・Kと言われており、窒化ケイ素粒子内の純度を高めることで熱伝導率が向上することが知られている。そこで、これまでに培った窒化物系セラミックスの材料技術により、原料選

定から焼結までのプロセスを見直すことで、高純度の窒化ケイ素粒子からなる焼結体を作製し、従来の窒化ケイ素基板と同等の機械的特性を維持しながら、高熱伝導化を達成した(表1)。

開発した窒化ケイ素基板を用いることで、パワーモジュールの冷却機構の簡素化による小型化・低コスト化に貢献でき、また、今後、普及が予想されている SiC 半導体素子の採用による高温動作化にも対応ができる。また、従来は窒化アルミ基板が主に使われていた定格電圧 1 kV 以上の用途への適用も可能である。

(磁性材料カンパニー)

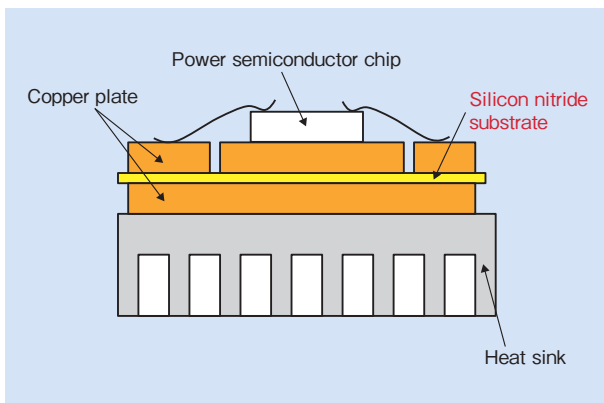


図1 パワーモジュールの構造例  
Fig. 1 Schematic illustration of power module

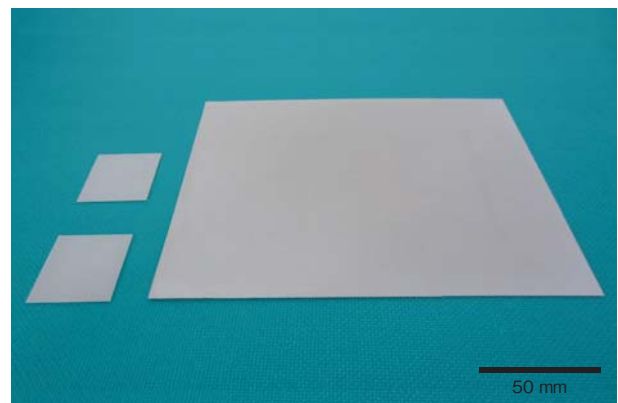


図2 高熱伝導 (130 W/m・K) 窒化ケイ素基板  
Fig.2 High thermal conductivity (130 W/m・K) silicon nitride substrates

表1 窒化ケイ素基板と窒化アルミ基板の特性比較  
Table 1 Comparison of silicon nitride (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) substrate and aluminum nitride (AlN) substrate

	Units	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> newly developed	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> conventional	AlN
Thermal conductivity	W/m・K	130	90	150-170
Flexural strength (3 point bending)	MPa	700	700-800	350
Fracture toughness (IF method)	MPa・√m	6.5	6.5	2-3
Volume resistivity	Ω・m	>10 <sup>12</sup>	>10 <sup>12</sup>	>10 <sup>12</sup>