

窒化ケイ素 (Si₃N₄) 回路基板

Silicon Nitride (Si₃N₄) Substrate with Copper Circuit

自動車、鉄道、新エネルギー、産業機器などに使用されるパワーモジュール市場の急成長が続いている。その中でも自動車向けパワーモジュール市場は国内を含め欧米を中心に環境問題の観点から、急速な電動化シフトが進み、さらなる市場拡大が期待される。

パワーモジュールの絶縁基板には、アルミナ・窒化アルミニウムが使用されていたが、2019年9月現在、材料強度・熱伝導性・絶縁性の点で優れている窒化ケイ素の採用が進んでいる。

これはパワーモジュールのハイパワー化が進んでいることがひとつの要

因であり、パワーモジュールに使用される絶縁基板には絶縁性だけでなく半導体で発生した熱を高い熱伝導性で効率よく放熱し、かつ温度サイクルにより発生する応力に耐えられる高い信頼性が要求されるためである(図1)。

日立金属ではこれまで主に絶縁基板単体として窒化ケイ素基板の量産を行ってきたが、このたび窒化ケイ素基板を絶縁基板とし銅板をロウ材により接合した窒化ケイ素回路基板の本格的な量産を開始した。

日立金属は窒化ケイ素回路基板のすべての材料(窒化ケイ素基板、ロウ材、

銅板)を自社で保有しており、市場の要求である放熱性の改善に応えるべく、熱伝導率 130 W/m・K の高熱伝導窒化ケイ素基板や 0.6 mm 以上の厚銅の接合技術を開発し、本格的な量産化に合わせ幅広いラインアップを準備した(表1)。

銅回路の表面処理に関してもニッケル(Ni)めっき、銀(Ag)めっき、金(Au)めっき、防錆処理などの対応を開始しており、今後も材料特性、銅厚、銅回路パターンといった項目を拡充していく予定である。

(機能部材事業本部)

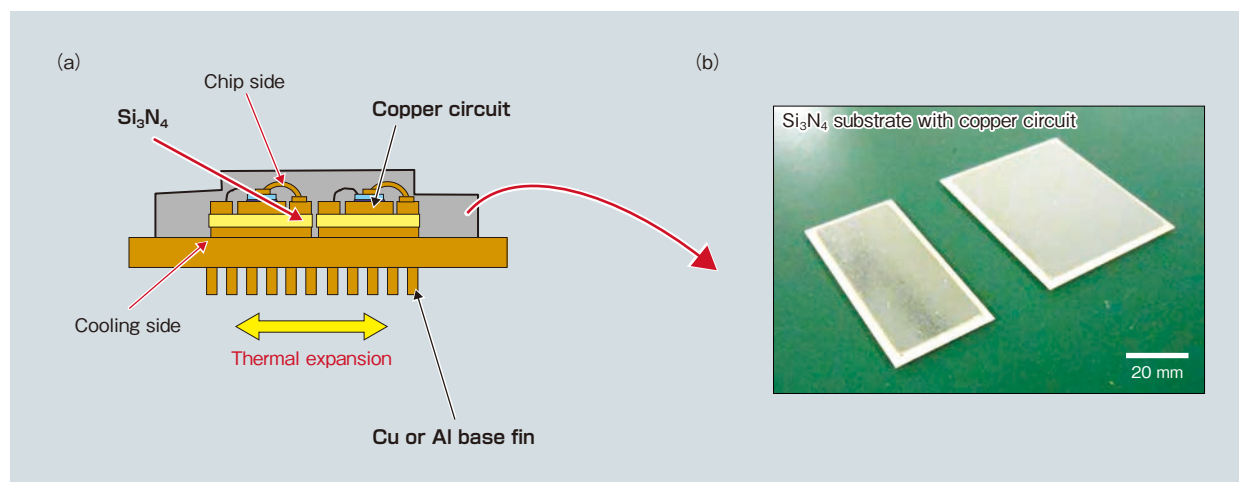


図1 パワーモジュールの構造例 (a) 模式図 (b) 外観写真
Fig. 1 Power module: (a) schematic diagram, (b) appearance

表1 窒化ケイ素基板と銅厚のラインアップ
Table 1 Lineup of Si₃N₄ substrates and copper thicknesses

| Material | Item | Unit | Typical value |
|-----------------|-------------------------------|---------------------|---|
| Silicon nitride | Thickness | mm | 0.25, 0.32 |
| | Thermal expansion coefficient | W/m・K | 90,130 |
| | Fracture toughness | MPam ^{1/2} | 6.5 |
| | Bending strength | MPa | 700-800 |
| Copper | Thickness | mm | 0.6-0.8 (mass production) >0.8 (under development) |