

技術展望

セラミックス材料の新潮流

—熱伝導性と絶縁性の両立へ—

化学食品部 竹田 大樹 (たけだ だいき)

d-takeda@iriii.jp

専門：無機材料、触媒化学

一言：セラミックスの分析・技術開発を支援します。



電気自動車や再生可能エネルギー分野の蓄電システムでは、急速充電や高出力化に伴い発熱量が増加しています。また、比較的消費電力が少ないパソコンの電源ユニットも、AC-DC変換時のスイッチングが高周波化し、スイッチング素子などからの発熱量が増加しています（図1）。さらに、利便性などの理由で各デバイスの小型化が進み、ますます熱が集中的に発生しており、製品寿命や安全性の課題となっております。したがって、このような製品に搭載されるパワー半導体では、熱マネジメント技術の重要性が一層高まっています。

■熱マネジメント技術

熱マネジメントでは、熱を発生させないこと、発生した熱を逃がすことが重要です。熱の発生を抑制するため、シリコン半導体から次世代半導体と呼ばれる炭化ケイ素（SiC）や窒化ガリウム（GaN）への切り替えが進んでいます。また、発生した熱を逃がすため、高熱伝導性セラミックス部材の需要も増えています。

セラミックス材料は、熱に強く、電気を通さないため、パワー半導体における絶縁部材として利用されています（図2）が、電気を通す金属と比べると熱伝導性に乏しいことが多く、絶縁性と熱伝導性の両立が望まれています。そのなかで、高熱伝導性セラミックスである窒化アルミニウム（AlN）と窒化ケイ素（Si₃N₄）が注目されています。

■熱伝導性に優れた窒化アルミニウム

代表的な高熱伝導性セラミックスであるAlNは、汎用的なセラミックス（アルミナ、ジルコニア、シリカ等）と比較して、非常に高い熱伝導性を示します（図3）。特に単結晶では、200W/(m・K)以上と金属並みの高い熱伝導率を示すことが知られており、近年では焼結助剤を加えることで、多結晶体でも150W/(m・K)以上の性能を達成できるようになりました。

■強度部材にも用いられる窒化ケイ素

一方、Si₃N₄は機械的強度や耐衝撃性、耐熱性に優れており、構造材料としてエンジン部品やベアリング等に用いられてきましたが、近年では熱伝導性の向上を目的とした材料開発が進められています。一般的なSi₃N₄焼結

体は熱伝導率が30 W/(m・K)程度ですが、近年では、微細構造の工夫により、80 W/(m・K)を超える高熱伝導型Si₃N₄が実現されつつあります。

■課題と工業試験場の取組

今回ご紹介した高熱伝導性セラミックスはいずれも窒化物であることから製造コストが高く、採用の障壁となっています。工業試験場では、特にAlNに着目して、原料粉末の製造コストを下げることを目標とした研究を進めています。

また、高熱伝導性セラミックスは、助剤や焼結条件によって、その熱伝導性が発揮されないことがあるため、しっかりと物性を計測することが大切です。工業試験場では高熱伝導性材料の測定に対応できるフラッシュ法熱伝導率測定装置を導入し、開放機器として運用しています。

今後も、時流に合わせた機能性セラミックスの技術開発と関連設備の導入を推進していきますので、ご関心のある方はお問い合わせください。

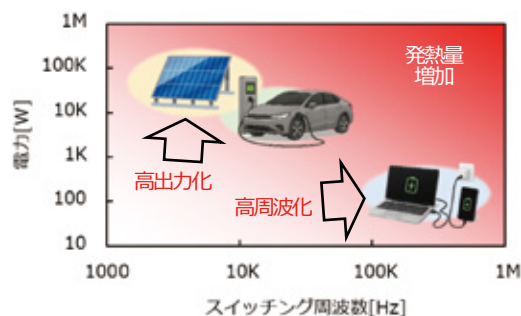


図1 各パワーデバイスの電力とスイッチング周波数

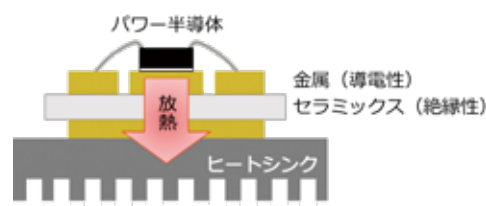


図2 パワー半導体における絶縁部材の利用

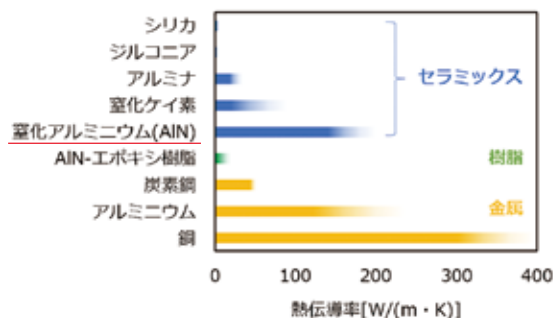


図3 AlNと各種材料の熱伝導率比較