

高放熱絶縁樹脂シート用窒化ホウ素粉末

Boron Nitride Powder for High Thermal Conductivity Insulation Resin Sheet

1. はじめに

産業用、車載用のインバータ等に用いられるパワーモジュールは、近年、ハイブリッド自動車、電気自動車用途で需要が非常に高まっている。これまで、パワーモジュール用の絶縁放熱用材料としてセラミックスを使用した絶縁放熱基板が用いられていたが、窒化ホウ素フィラー等を用いた高放熱絶縁樹脂シートの開発により、セラミックスからの置き換えが進んでいる。水島合金鉄は、高出力パワーモジュール用高放熱絶縁樹脂シートに用いられるフィラーとして、凝集状の六方晶窒化ホウ素（HP-40）を開発し、商品化した。

2. 凝集状窒化ホウ素の主な特徴

六方晶窒化ホウ素（h-BN）は黒鉛類似の層状構造を有する白色のセラミックスで、潤滑性、耐熱性、電気絶縁性、熱伝導性が良いことから化粧品原料や工業品用途に用いられている^{1,2)}。また、六方晶窒化ホウ素は、パワーモジュール用放熱絶縁シート、放熱基板材料等の放熱部材のフィラーとして、他のセラミックスに比べて高熱伝導性、低誘電率、安定性（耐吸湿性）が優れており、有望な材料である。

六方晶窒化ホウ素は鱗片状を呈し、その結晶構造に由来して面方向の熱伝導は高い（200 W/m・K）が、厚み方向の熱伝導は低く（2 W/m・K）、熱伝導に異方性がある。鱗片状のまま樹脂に充填しシートに成形すると、シート内で鱗片粒子が面方向に配向するため、樹脂シートの厚み方向の熱伝導率を向上させることができなかった。この問題を解決するために、鱗片状の六方晶窒化ホウ素をランダムに配向させた凝集状窒化ホウ素粉末の開発に取り組んだ。凝集状にし、その形態を保ちながら樹脂に充填することで、厚み方向の熱伝導率を向上させることが可能となる。

当社では、当初、凝集状窒化ホウ素粉末を、鱗片状の窒化ホウ素粒子と有機バインダーを用いて球状に造粒し、高温で焼成して製造していた（FS-3）。今回、樹脂への充填性の向上を目的として、原料、製造方法を見直し、焼成、解砕で凝集状態を形成することにより、結晶化度が高く、適度な空隙、崩壊性を付加した凝集状窒化ホウ素粉末（HP-40）を開発した。写真1に凝集状窒化ホウ素粉末（HP-40MF100）のSEM画像を示す。HP-40を構成している粒子は、造粒型

の凝集粉末（FS-3）を構成している鱗片状粒子に比べて厚く、扁平率が小さいことが特徴である。このため造粒型凝集粉末に比べて樹脂が充填されやすく、適度な崩壊性があることにより放熱性が高まる構造となっている。

表1に水島合金鉄で販売している凝集状窒化ホウ素粉末の成分、粒子サイズ、特性値（代表値）、SEM画像を示す。水島合金鉄で販売している凝集状窒化ホウ素粉末には、前述のHP-40シリーズと鱗片状粒子を球状に造粒したFS-3がある。HP-40は、焼成後の解砕、分級等により凝集状粉末の粒度を調整したHP-40MF100、HP-40J2、および構成粒子の大きさまで粉碎したHP-40J11があり、放熱樹脂シート厚などフィラー用途により使い分けられている。なお、粒度については、粉碎、分級条件等により、使用用途に合わせて調整可能である。

3. 放熱用フィラーとしての使用例

凝集状窒化ホウ素粉末は図1に示すようなパワーモジュール用放熱絶縁シートのフィラーとして用いられ、セラミックス並みの放熱・絶縁性を持った高熱伝導材料として期待されている。絶縁シートの高熱伝導化に伴いパワーモジュールの放熱性が向上し、小型化、大容量化が可能となった。

JFE スチールスチール研究所機能材料研究部で、凝集状窒化ホウ素粉末（HP-40MF100）を樹脂（エポキシ系）に混合し、加圧加温成形した試作シートの断面写真（充填率：50 vol.%）を写真2に示す。樹脂シート内の凝集状窒化ホウ素粉末は、その形態を保ちながら構成粒子は面方向に配向することなく、また凝集粒内部にも樹脂が充填されており、ボイドの発生もなく成形できている。作製した樹脂シート（充

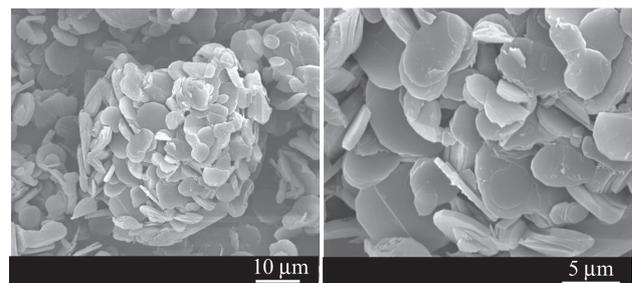
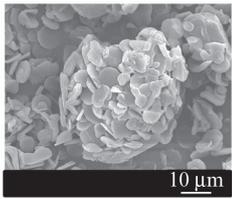
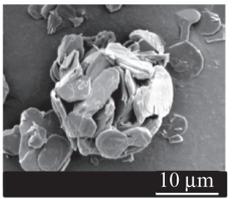
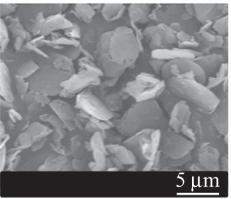
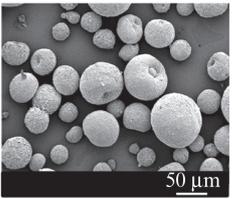


写真1 凝集状窒化ホウ素粉末（HP-40MF100）のSEM画像

Photo 1 SEM photograph of aggregate BN powder (HP-40MF100)

表 1 凝集状窒化ホウ素粉の特性
Table 1 Characteristics of agglomerates boron nitride powder

Properties			Grade			
			HP-40MF100	HP-40J2	HP-40J11	FS-3
Composition	BN	%	99.9	99.9	99.9	99.9
	T.C	ppm	0.01	0.01	0.01	0.01
Particle size	D10	μm	10	4.5	2	40
	D50	μm	36	16	4	65
	D90	μm	98	35	10	100
Specific surface		m ² /g	1.8	3.2	10	9.5
Bulk density		g/cm ²	0.85	0.85	0.40	—
SEM						

Those are typical values and not spec values.

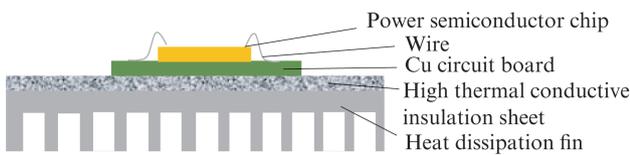


図 1 パワーモジュールへの絶縁放熱シート使用例

Fig. 1 Typical application of high thermal conductive insulation sheet for power module

填率 50 vol.%) の熱伝導率は 10 W/m・K 以上, 耐電圧は 10 kV 以上が得られている。

4. おわりに

開発した凝集状窒化ホウ素粉末は, 車載用, 産業用パワーモジュールの高放熱絶縁樹脂シート等のフィラーとして採用されている。今後, パワーモジュールの大容量化, 高電圧化が予想される中, ニーズに応える製品として, お客様のお役に立てることを期待している。

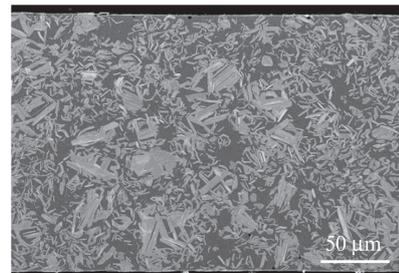


写真 2 HP-40MF100 を充填した樹脂シート断面

Photo 2 Cross section of thermal conductive insulation resin sheet with aggregate BN powder (HP-40MF100)

参考文献

- 1) 船橋俊彦, 小坂橋寿光, 内村良治, 越田孝久, 吉田昭茂, 小笠原武司. 高純度六方晶窒化硼素 (h-BN) 粉末の開発と応用. 川鉄技報. 1992, vol. 24, no. 2, p. 135-141.
- 2) ホウ素・ホウ化物および関連物質の基礎と応用. 第 16 回ホウ素・ホウ化物および関連物質国際会議組織委員会, シーエムシー出版, 2008, 366p.

〈問い合わせ先〉

水島合金鉄 BN 営業部
TEL : 086-444-4246 FAX : 086-444-4255
ホームページ : <http://www.mizukin.co.jp>