

横浜国立大学
神奈川科学技術アカデミー (KAST)

世界初！市販マグネットでセラミックスの特性を驚異的に向上
～低磁場でも配向構造のセラミックスが作製できる技術を開発～

横浜国立大学大学院環境情報研究院多々見純一教授と(公財)神奈川科学技術アカデミー高橋拓実研究員の研究グループは、セラミックスの優れた特性を商業的に実現できる革新的な製造技術を開発しました。

本革新技术は、商業的に使用されている弱い磁場でもセラミックス微粒子を一方向に並べる(配向させる)ことができる技術であり、そのため、セラミックスの微粒子にグラフェンを被覆した構成を利用するものです。グラフェンは弱い磁場でも一方向に配向するため、グラフェンを被覆したセラミックス微粒子も弱い磁場でグラフェンと一緒に配向するという巧妙な現象を利用します。

本技術を信頼性に優れた窒化ケイ素に適用し、省エネデバイスである炭化ケイ素パワーデバイス用放熱基板を作製した結果、従来の窒化アルミニウムと同等以上の高熱伝導率が期待できる配向した構造を簡易に作製することに成功しました。

本技術は省エネ分野だけでなく、電子部品、照明材料など幅広い分野で使われる様々なセラミックス材料の機能向上を商業的に可能とする革新的製造技術として、8月27日、28日に東京ビッグサイトで開催されるJST/NEDO主催の「イノベーション・ジャパン 2015ー大学見本市」で展示します。

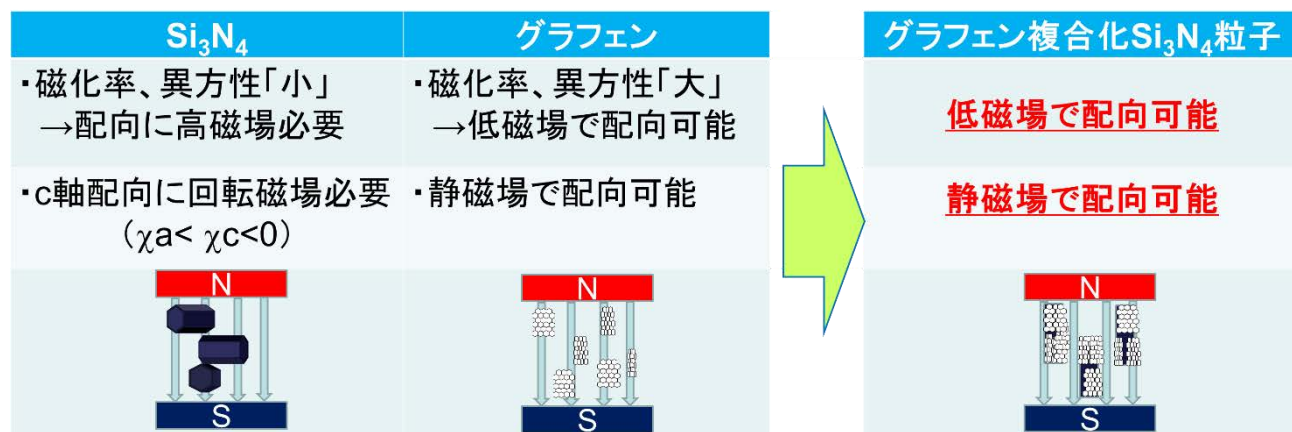


図 グラフェンのアシストによる配向窒化ケイ素(Si₃N₄)作成の概念図

本件に関するお問い合わせ先

横浜国立大学 産学官連携推進部門 共同研究推進センター 山本 亮一

電話 045-339-4382 FAX 045-339-4387 e-mail r-yamamoto@ynu.ac.jp

神奈川科学技術アカデミー イノベーションセンター

研究支援グループ 大山 悟史、前川 真喜子

電話 044-819-2034

e-mail ooyama@newkast.or.jp

世界初！市販マグネットでセラミックスの特性を驚異的に向上
～低磁場でも配向構造のセラミックスが作製できる技術を開発～

【背景】

セラミックスは熱伝導性、圧電性、誘電性、電気伝導性などの機能を持つ耐火物であり、細長い形状をした原料の微粒子から構成されていますが、この微粒子を一方向に並べること（一方向に配向）ができれば、飛躍的に機能が向上することが知られています。

例えば、窒化ケイ素（ Si_3N_4 ）セラミックスでの熱伝導率は通常は約 $30\text{W/m}\cdot\text{K}$ ですが、微粒子レベルの特定方向（c軸方向）では高い熱伝導率（約 $180\text{W/m}\cdot\text{K}$ ）を示し（図1）、c軸方向のみに配向させた構造（図2）にすれば、高い熱伝導率と窒化ケイ素の本来の性質（機械的強度が強く、耐食性に優れている）を併せ持つ現行品である窒化アルミニウムを凌駕する材料となります。

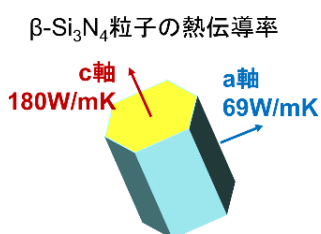


図1 $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$ の各結晶方位における熱伝導率

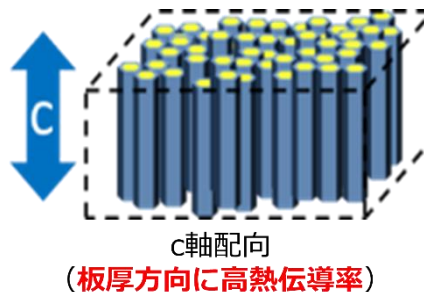


図2 $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$ をc軸配向させたセラミックスの概念図

このc軸方向のみに配向させた構造とする方法として、従来は、セラミックス微粒子に超電導磁石といったきわめて強い磁場を加えることが必要とされていました。ただ、超電導磁石を用いる作成方法は、設備が高価になること、配向には回転磁場が必要なこと、強い磁場の範囲が狭いことなどの理由で、研究レベルにとどまっていました。

【本技術の概要】

本技術は、一方向に配向したセラミックス材料を商業的に製造可能とする革新技術です。

細長い柱状形状を持つサブミクロンのセラミックス微粒子に、グラフェンという、弱い磁場でも配向できる材料を、被覆した構造（図3）を利用するものです。グラフェンはシート状の炭素原子からなるため、弱い磁場でも一方向に配向します。グラフェン被覆の構造とすることでセラミックス微粒子を含む原料スラリーは市販マグネットで実現可能な0.1テスラ程度の弱い静磁場下でも一方向に配向させることが可能となります。なお、グラフェンは炭素原子で構成されているため、焼結といった熱プロセスの過程で消失します。

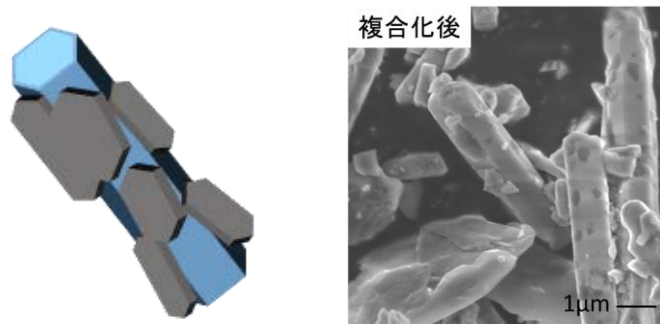


図3 グラフェン被覆 Si_3N_4 複合粒子の概念図(左)と実際の SEM 像(右)

多々見教授の研究グループは、適切な装置と条件を選択することで、機械的な外力により原料微粒子にグラフェンが被覆した構造が得られることを見出し、この構造を経由させる革新的なセラミックスの製法を見出しました。

本製法を窒化ケイ素に適用し、市販磁石の磁場によりc 軸方向に微粒子を揃える工程を経由することで、c 軸方向に配向した構造となっていることを確認しました。この結果は、本製法が、省エネ化のキーデバイスとなる炭化ケイ素(SiC) パワーデバイスで必要とされる「高熱伝導率」で「高信頼性」の両特性を備えた放熱基板を初めて商業的に生産可能とする方法になることを示しています。

このように、本技術は、

- 永久磁石で得られる弱い磁場中でセラミックスの微粒子を配向させることができる
- 静磁場中での配向が可能であり、連続処理が可能。

といった配向性セラミックスの商業的な生産を可能とするものです。

本技術は様々なセラミックス微粒子にも適用でき、セラミックスの優れた機能を引き出すことを可能とする汎用的な技術です。

つまり、セラミックスが潜在的に備えている様々な機能、熱伝導性、圧電性、誘電性、電気伝導性などを、セラミックス微粒子を一方向に配向させることで容易かつ低コストで最大限に引き出す新しい技術です。

【研究者からのメッセージ】

本技術の実用化には、セラミックス製造技術に加えて大規模な磁場構築などの課題もあり、新しい製造方法にチャレンジする意欲のある企業の方々と、共同研究を期待しています。

なお本技術は、8月27日、28日に東京ビッグサイトで開催される JST/NEDO 主催の「イノベーション・ジャパン 2015ー大学見本市」で展示・説明をおこないます。