

工業的合成法による 繊維状炭化ホウ素の製造方法

群馬大学 大学院理工学府 分子科学部門
助教 攪上 将規

2021年9月14日

新技術の概要

高硬度、低比重などの優れた特性をもつセラミックスである**炭化ホウ素 (B_4C)**は、複雑形状をもつ成形体の作製が困難であり、これまでその利用形態は粉末あるいは単純形状の焼結体に限られていた。



本技術では**有機化合物**を利用することで、工業的合成法である熱炭素還元法による 「**繊維状**」炭化ホウ素 の作製に成功した。

炭化ホウ素 (B₄C)



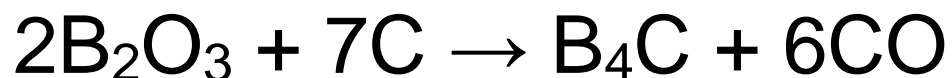
- ✓ ホウ素の炭化物
- ✓ ダイヤモンド、立方晶窒化ホウ素に次ぐ極めて高い硬度
- ✓ 低密度 (2.52 g/cm³) ・高融点 (2430 °C)
- ✓ 耐摩耗性
- ✓ 化学的安定性
- ✓ 高い中性子吸収能



研磨材、耐摩耗材料、高温構造材料、原子力関連材料として利用

炭化ホウ素の合成法

- ✓ 工業的合成法：熱炭素還元法



ホウ素源：ホウ酸 (H_3BO_3) や酸化ホウ素 (B_2O_3)

炭素源：活性炭や石油コークス

○ 原料が安価で無害、大量合成に適している

× 合成温度が高い (2000°C以上)

炭化ホウ素の成形加工

✓ 難焼結性

焼結法：ホットプレス法

（原料粉末を型に入れ、加圧しながら加熱し焼結）

× 製造できる形状、大きさには大きな制約

✓ 高硬度

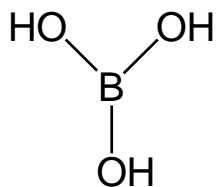
× 焼結後の加工は困難

複雑形状を有する成形体の作製は困難

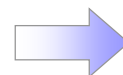
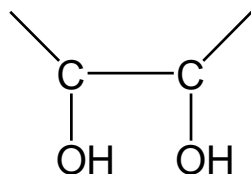
炭化ホウ素粉末の低温合成

✓ 有機化合物(ポリオール)を用いた熱炭素還元法

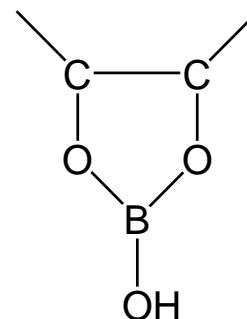
ホウ酸 (H_3BO_3)



有機化合物
(ポリオール)



縮合物



縮合物

大気中
熱分解
→

前駆体

焼成
→

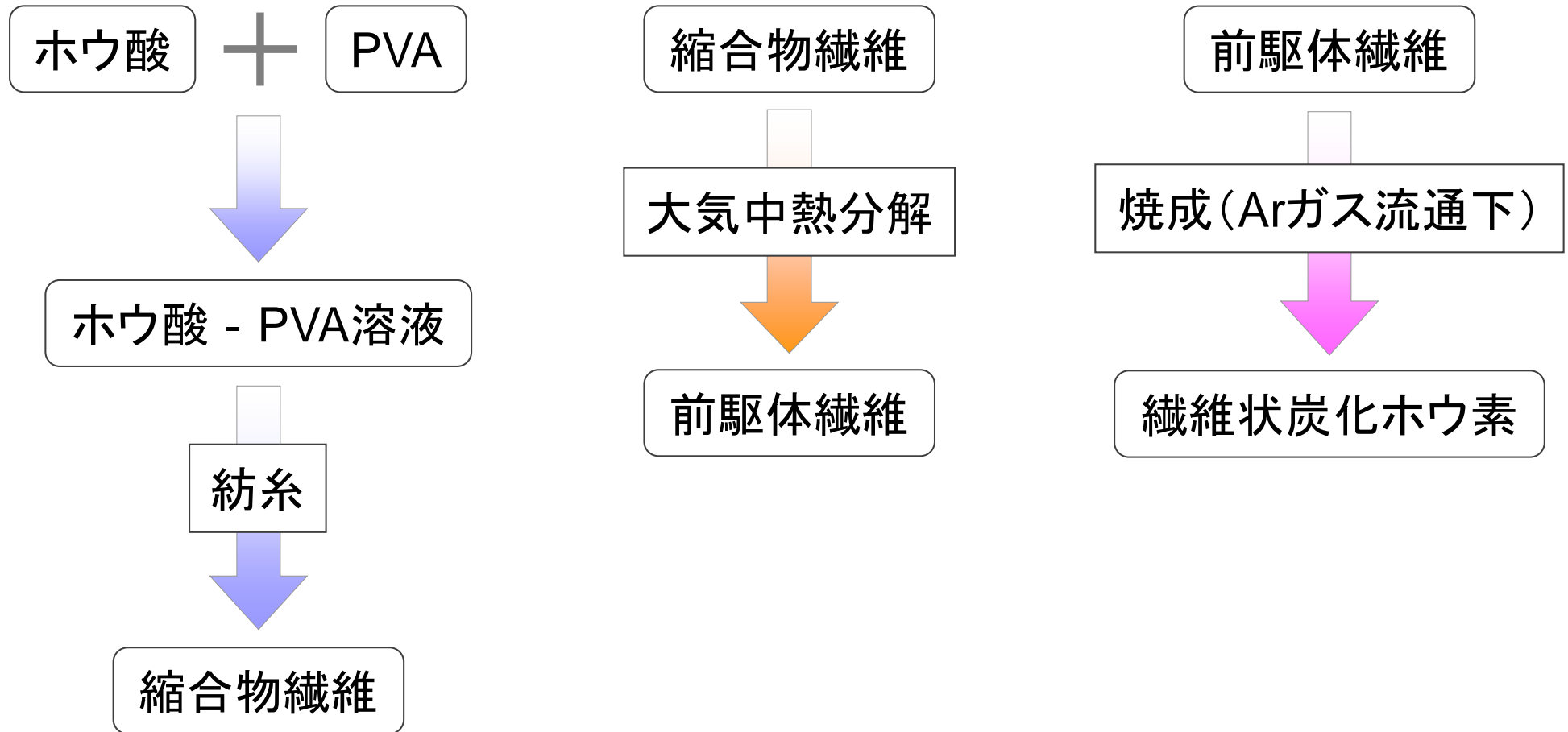
炭化ホウ素粉末の低温合成

耐火物, 第63巻第8号, 372 (2011).

J. Soc. Inorg. Mater., Jpn., Vol. 19, No. 357, 117 (2012).

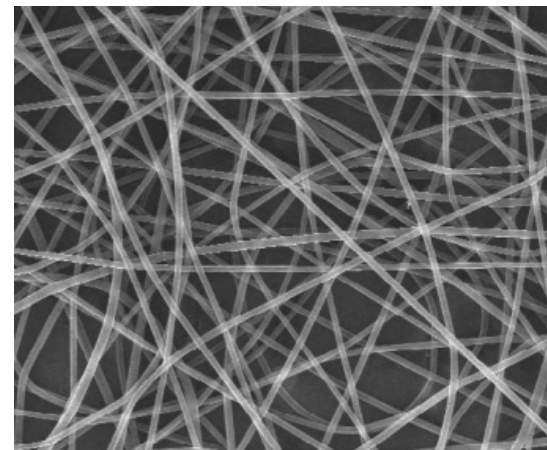
J. Ceram. Soc. Jpn., 126(8), 602 (2018).

作製工程の一例



紡糸手法の例

✓ 電界紡糸(エレクトロスピンニング)



✓ 乾式紡糸

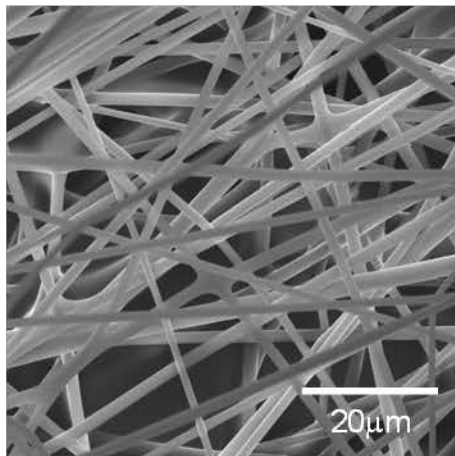
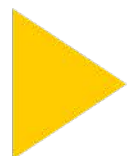
繊維状炭化ホウ素の作製例

縮合物繊維

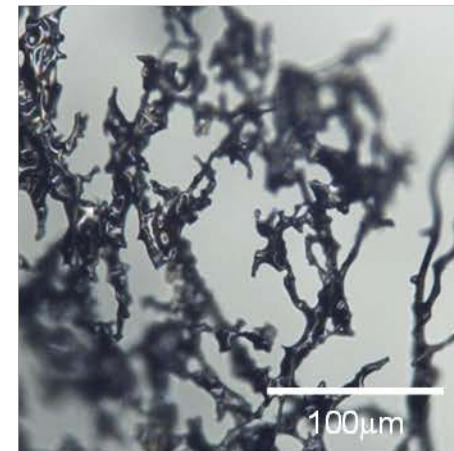
前駆体繊維

ホウ酸-PVA-グリセリン/
ジメチルスルホキシド
溶液

電界紡糸



大気中熱分解

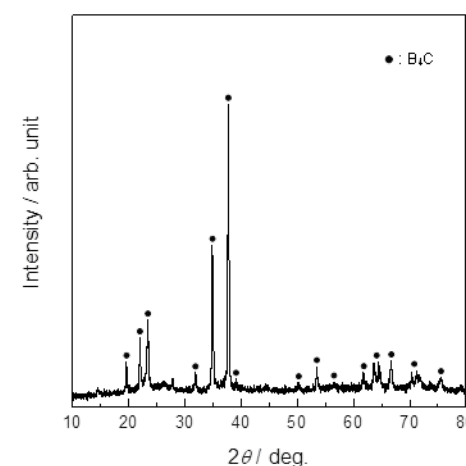
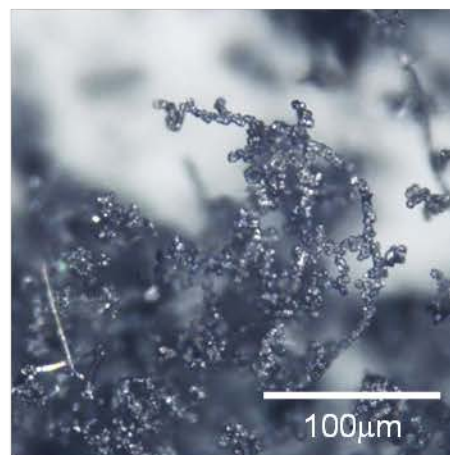
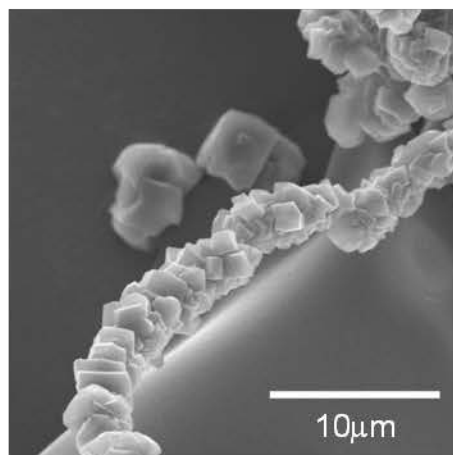


繊維状炭化ホウ素

焼成

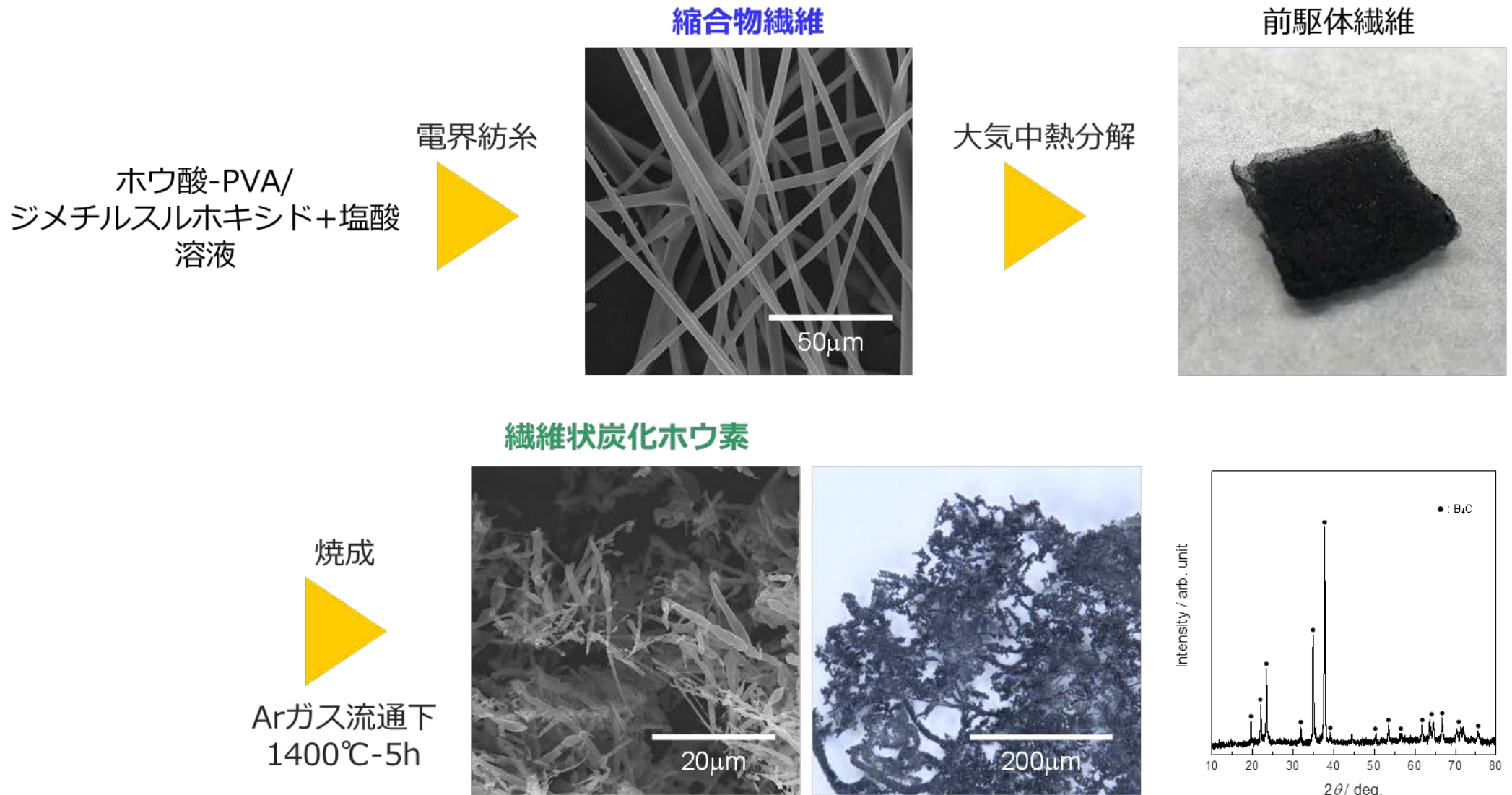


Arガス流通下
1400°C-5h



Mater. Lett., 254, 158 (2019).

繊維状炭化ホウ素の作製例



新技術の特徴・従来技術との比較

- ✓ 工業的合成法である熱炭素還元法により、サブミクロン・ミクロンサイズの粒子が連結した構造をもつ繊維状炭化ホウ素の作製に成功した。
- ✓ 従来の繊維状炭化ホウ素の作製法はいずれも特殊な原料あるいは特殊な手法を用いるものであり、工業的な発展は困難であった。
- ✓ 本技術は、汎用原料から工業的手法の発展的手法によって比較的低温にて繊維状炭化ホウ素を作製するものであり、その工業的利用が期待される。

想定される用途

- ✓ 炭化ホウ素のもつ特性を生かして、比剛性の高い軽量部材や添加剤、複合材料フィラーとしての用途展開が考えられる。
- ✓ 従来の粉体、あるいは単純形状の焼結体では検討されなかった、新規な用途への炭化ホウ素の利用が可能になると期待される。

実用化に向けた課題

- ✓ 工業化に向けて、各プロセスのスケールアップが課題である。
- ✓ 実用化に向けて、より高度な焼成・焼結技術の導入、検討が必要である。

企業への期待

- ✓ 本技術を活用し、繊維状炭化ホウ素の工業化へ向けた共同研究を希望。
- ✓ 本技術における焼成・焼結技術の展開を希望。
- ✓ 繊維状炭化ホウ素を活用できる材料、利用用途をご提案下さい。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 繊維状炭化ホウ素及びその製造方法
- 出願番号 : 特願2019-167325
- 出願人 : 群馬大学
- 発明者 : 攪上将規、小林大樹

お問い合わせ先

群馬大学 産学連携・知的財産活用センター

〒376-8515 群馬県桐生市天神町1-5-1

TEL 0277-30-1171~1175

FAX 0277-30-1178

e-mail tlo@ml.gunma-u.ac.jp