

磁場回転方式による Yb:FAP セラミックスの配向制御特性改善

Improving the Orientation Control in Yb:FAP Ceramics Under Rotating Magnetic Flux

理研 RSC¹, 分子研² ○佐藤 庸一^{1,2}, 平等 拓範^{1,2}

RIKEN SPring-8 Center¹, Institute for Molecular Science²

E-mail: yoichi.sato@spring8.or.jp

【緒言】材質が等方性結晶媒質に限られるというレーザーセラミックスの問題点について、我々はマイクロドメイン制御による結晶配向制御で解決することを提案している[1]。実際に高エネルギー出力が期待できる 2at.% Yb:FAP を用いて透明異方性セラミックスを作製し、kW 級のジェイアントパルス生成に成功している[2]。この Yb:FAP セラミックスはロットゲーリング因子(LF)で 0.90 まで配向制御されているが[3,4]、複屈折散乱の除去という観点からは更なる配向特性の改善が期待される。本研究においては Yb:FAP セラミックスにおける回転磁場を用いた配向制御プロセスを改善し、LF=0.99 を達成したので報告する。

【実験】回転数 17 rpm の 1.4-T 回転磁場下で 3at.% Yb:FAP 粉末を鋳込み成形し、得られた成形体を 200MPa の CIP 処理後に石膏鋳型接触面から厚みで 20%ほど削り落とし、1300°C で 20 時間真空焼成を実施した。プロセスの各段階で成形体および焼成体の配向特性評価を粉末 X 線回折 (Empyrean, Malvern Panalytical)により実施した。さらに、回転磁場下での鋳込成形中に鋳型を静置することを目的に、機械的駆動力を必要としない完全電気式の回転磁場生成装置を開発した[5]。

【結果及び考察】磁場中鋳込成形後の鋳型接触面の LF は 0.02 程度であり、ほぼ配向していない状況が確認されたが、これは磁場印加してからある程度時間がたてば大きなサイズの一次粒子ほど配向は磁場により制御されやすいが、鋳型に初期に着肉した成形領域では大径の一次粒子が配向制御されないままに沈殿していることを意味する。しかし、配向特性の悪い部分を削り落とすと、LF は 0.18 まで改善される。この配向体を焼成することにより、図 1 に示す通り LF は 0.99 以上に改善された。これはセラミックス内粒界における配向が焼成時の優先成長により大きな一次粒子の配向を引きずる形で制御されるためである。

今回開発した磁場生成装置においては図 2(a)に示される通り対向三方コイルに三相交流を印加することにより回転磁場を生成している。今回製作したプロトタイプ(図 2 b)においては数 100rpm の回転磁場を完全に電気制御によりプログラマブルに生成することができ、最大常用磁束密度は 0.7 T である。詳細は当日報告する。

【謝辞】本研究の一部は(株)コンボン研究所の助成を受けて行われた。XRD は文部科学省「マテリアル先端リサーチインフラ」事業(課題番号 JPMXP1224MS1046)の支援を受け自然科学研究機構分子科学研究所で実施された。試料作製には理研の松田美帆氏に協力いただいた。回転磁場装置の試作には分子科学研究所装置開発室にご協力いただいた。

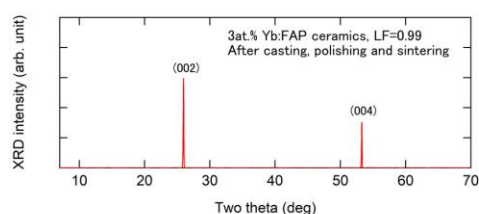


Fig. 1 XRD pattern of 3at.% Yb:FAP ceramics

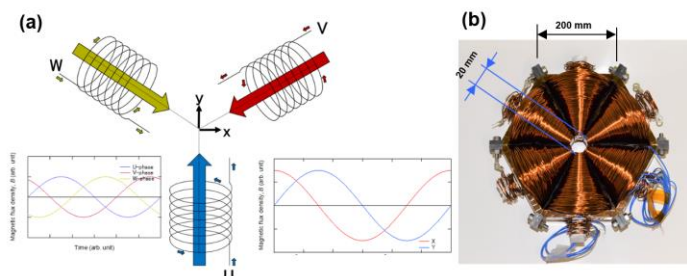


Fig. 2 Non-mechanical rotating magnetic field generator. (a) Schematic concept. (b) Photo of 1/5-scale prototype.

[1] T. Taira, Opt. Mater. Express **1**, 1040 (2011).

[3] Y. Sato et al., Opt. Mater. Express **4**, 2006 (2014).

[5] S. Ito, et al., Japan Patent: JP2024-158274A.

[2] Y. Sato et al., Sci. Rep. **7**, 10732 (2017).

[4] F. K. Lotgering, J. Inorg. Nucl. Chem. **9**, 113 (1959).