

高磁場を利用した機能性セラミックスの開発

Crystal-oriented Functional Ceramics Prepared by Magnetic Field Assisted Forming and Subsequent Sintering

長岡技科大¹, °田中 諭¹

Nagaoka Univ. Tech.¹, °Satoshi Tanaka

E-mail: stanaka@vos.nagaokaut.ac.jp

【緒言】

粒子配向は、多結晶セラミックスの高機能化のための有力な設計指針である。弱磁性物質のわずかな磁気異方性を利用した高磁場配向プロセスは、成形時に非接触で粒子を任意方向に配向させる方法で、単結晶と同等の性能を多結晶で達成する可能性をもつ。本プロセスでは、水あるいは非水系のスラリーを磁場中で静置して粒子を配向させ、固化後、焼結させる。ポイントは、前半の粒子の高い分散だけでなく、後半の異方性焼結での構造制御が重要である。本報告では、高磁場配向成形を圧電セラミックスと透明セラミックスに適用した結果を中心に報告する。また、最近の紫外線硬化樹脂を用いた成形方法についても報告を行う。

圧電セラミックスとしては、タングステンブロンズ系酸化物としてニオブ酸ストロンチウムカルシウム (SCNN) を用いた。タングステンブロンズ構造をもつニオブ酸ストロンチウムバリウム (SBN) は、透明化することで光電効果を発現させることができる。

【実験方法】

溶媒にはイオン交換蒸留水を用いて、該当する分散剤を添加してスラリーを調製した。調製したスラリーを超伝導磁石中 (TOSHIBA TM-10VH10) にセットして、回転磁場を与えた。SCNN では、通常焼結後、加工した。配向は XRD によって評価し、分極後圧電特性の評価を行った。SBN では焼結時に真空焼結と HIP を用いた。焼結後、鏡面研磨を行い、特性評価を行った。

一方、SCNN において磁場中での紫外線硬化成形を検討した。水の代わりに紫外線硬化樹脂を用いてスラリーを調製した。光重合開始剤および分散剤としてリン酸エステルも添加した。スラリーを PET フィルム上に滴下し、超伝導磁石 10T 中 30rpm でフィルムを水平回転させた。磁場中で保持時間を 0-300s の間で変化させた後、紫外線を 30s 照射し厚さ約 0.10mm の配向成形体を作製した。

【実験結果】

SCNN では回転磁場配向により c 軸配向が達成された。成形時の配向は LF 換算で 0.5 程度、焼結によって 1.0 となった。圧電特性の飛躍的な向上に加えて、SCNN では、熱膨張の異方性が高いが、配向させることでマイクロクラックの発生も抑止できた。SBN では、真空焼結と HIP を併用して透明化を達成し、配向によって粒界での光散乱抑止が可能であることを示すことができた。紫外線硬化反応は、45vol%のスラリーで 30s の短時間で配向が可能であることを示した。