

論文内容の要旨

博士論文題目 ペロブスカイト構造バルクセラミックスの配向組織制御
技術とその圧電・マイクロ波誘電材料への応用に関する研究

氏 名 齋藤 康善

(論文内容の要旨)

ペロブスカイト構造を持つ酸化物材料は、圧電、誘電コンデンサ、マイクロ波誘電材料などの機能性バルクデバイスに広く応用されているが、実用化されている材料の多くは成分中に鉛を含むことから、近年の環境問題の高まりに伴いその非鉛化が要求されている。しかしながら現行の非鉛系ペロブスカイト材料は、その圧電特性やマイクロ波誘電体特性において現行の鉛含有材料を代替するには性能が不十分であり実用化のためには一層の高性能化が必須である。

本論文では、高性能化手法としてペロブスカイト結晶の結晶軸配向制御技術に着目し、その配向性制御技術の構築とそれを用いた環境調和型非鉛材料の創製を目的としている

第1章では、本研究の対象であるペロブスカイト結晶構造を有する圧電材料およびマイクロ波誘電材料、ならびにバルクセラミックスの結晶軸配向組織制御技術および配向に用いる板状粒子合成技術の歴史的背景、ならびに有害物質を含まない環境調和型材料に対する社会的要求の背景を記し、本研究の目的を明らかにしている。

第2章では、新たに開発した板状粒子合成技術であるトポケミカル法並びに結晶軸配向技術の1つであるTGG (Templated Grain Growth) 法について述べるとともに、結晶軸配向セラミックス試料の結晶相等の基礎的評価法ならびに圧電特性、超音波音速、マイクロ波誘電特性の物性評価法について述べている。

第3章では、環境調和型非鉛Ti系ペロブスカイト圧電材料である $(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3$ 系ペロブスカイト圧電材料について、結晶軸を配向制御することで圧電性能を向上できることを明らかにし、それをもとに実用的な圧電性能を有する環境調和型非鉛圧電材料の可能性について論じている。

第4章では、環境調和型非鉛Nb系ペロブスカイト圧電材料について、組成開発と結晶軸配向の組み合わせにより現在の鉛含有PZT圧電材料に匹敵する性能を示す新材料の創製に成功し、環境調和型非鉛圧電材料実現に向け大きな前進を与えている。

第5章では、高い誘電率を有する環境調和型非鉛Ti系ペロブスカイトマイクロ波誘電材料に対し、結晶軸配向用板状テンプレート粒子を用いることで、結晶軸配向制御が可能であること、および結晶軸配向とマイクロ波誘電特性において品質係数が向上可能であることを述べている。これを基に高誘電率環境調和型非鉛ペロブスカイト構造マイクロ波誘電材料の実現可能性について論じている。

第6章では、各章で得られた環境調和型非鉛材料の圧電バルクセラミックスならびにマイクロ波誘電体バルクセラミックスの結果を総括し、環境調和型非鉛材料実用化の指針について述べている。

このように本論文は、環境調和型非鉛材料の高性能化手法に関して多くの知見を与えるものであり、電子材料の非鉛化の要望の高まりの中で新材料開発のための指針として大きく寄与するものと考えられる。

氏 名	齋藤 康善
-----	-------

(論文審査結果の要旨)

ペロブスカイト構造を持つ酸化物材料は、圧電、誘電コンデンサ、マイクロ波誘電材料などの機能性デバイス等に広く応用されているが、実用化されている材料の多くがその成分として鉛を含むことから、近年の環境問題の高まりに伴いその非鉛化が要求されている。しかしながら現行の非鉛系ペロブスカイト材料は、その圧電特性やマイクロ波誘電体特性において現行の鉛含有材料を代替するには性能が不十分であり、より一層の高性能化が求められている。

そこで本論文では、非鉛系ペロブスカイト材料高性能化手法としてペロブスカイト結晶の結晶軸配向制御技術に着目し、結晶軸配向性を高度に制御することで環境調和型非鉛材料の創製を行っている。

本論文ではまず、研究の対象であるペロブスカイト結晶構造を有する圧電材料およびマイクロ波誘電材料、並びにバルクセラミックスの結晶軸配向組織制御技術の歴史的背景や有害物質を含まない環境調和型材料に対する社会的要求などの背景を記したあと、新たに開発した板状粒子合成技術であるトポケミカル法並びに結晶軸配向技術の1つであるTGG (Templated Grain Growth) 法について述べている。

次に環境調和型非鉛 Ti 系ペロブスカイト圧電材料である $(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3$ 系ペロブスカイト圧電材料について、結晶軸の新たに構築した配向制御技術を用いることで圧電性能を向上できることを明らかにしている。

次に、環境調和型非鉛 Nb 系ペロブスカイト圧電材料について、組成開発と結晶軸配向を組み合わせることにより、現在の鉛含有 PZT 圧電材料に匹敵する大きな圧電効果を示す新材料が得られることを示している。

次に、高い誘電率を有する環境調和型非鉛 Ti 系ペロブスカイトマイクロ波誘電材料に対し、結晶軸配向用板状テンプレート粒子を用いることで結晶軸配向制御が可能であり、それによりマイクロ波誘電特性の品質係数 Qf が向上することを明らかにしている。

以上のように本論文は、環境調和型非鉛材料の高性能化に関して多くの指針を与えるものであり、電気・電子材料の非鉛化の要望の高まりの中で新材料開発のための多くの有意義な知見を得ている。よって審査委員一同は本論文が博士(工学)の学位論文として価値あるものと認めた。