

愛知発明賞

「無鉛圧電材料」 (特許 第5647120号)

山崎 正人 日本特殊陶業株式会社 技術開発本部 研究部 副部長
松岡 蒼幸 日本特殊陶業株式会社 技術開発本部 研究部 主任
山際 勝也 日本特殊陶業株式会社 技術開発本部 研究部 次席研究員
大林 和重 元 日本特殊陶業株式会社 総合研究所 主幹技師 主席研究員

① 応募発明等の概要

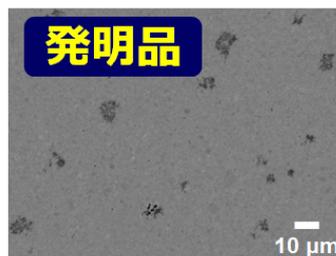
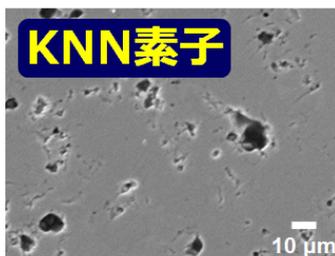
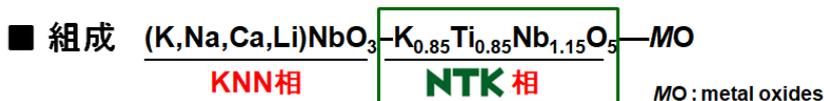
圧電材料は力と電気エネルギーを相互に変換できる機能性材料であり、情報通信、家電、医療、自動車分野等で広く利用されている。一般的に圧電性能の高さからチタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) が用いられているが、環境リスクが高い鉛を組成に含むことが問題視されている。このため、鉛を含まない無鉛圧電材料が求められている。本発明は上記課題の解決のため、鉛を含まないニオブ酸アルカリ系の (K, Na)NbO₃系材料 (KNN) で PZT を代替することを目的とした。KNN に対し、第2結晶相 (副相) を複合させる二相制御により、PZT-4 系の材料と同程度の圧電特性が得られ、一部の PZT の代替を可能とした。

② 従来発明等の課題と開発ニーズ

PZT は 50 重量%以上の「鉛」を含むため、廃棄時の悪影響が懸念されており、鉛を含まず環境負荷の小さい圧電材料が求められている。世の中で検討されている無鉛圧電材料 KNN は、比較的良好な圧電特性を有し、PZT の代替材として有望視されていた。しかしながら、KNN は組成中にアルカリ元素を含み、焼結性、耐湿性、安定性に課題があった。一方、KNN にガラス成分や低融点酸化物などの焼結助剤を添加した場合、焼結性は改善するものの、PZT を代替可能な圧電特性を得ることが困難であった。

③ 応募発明等の特徴

本発明では、KNNを基本組成とし、A-Ti-B-O系複合酸化物 (元素Aはアルカリ金属、元素BはNbとTaのうちの少なくとも1種、元素Aと元素BとTiの含有量はいずれもゼロで無い) で構成される第2結晶相 (副相) を

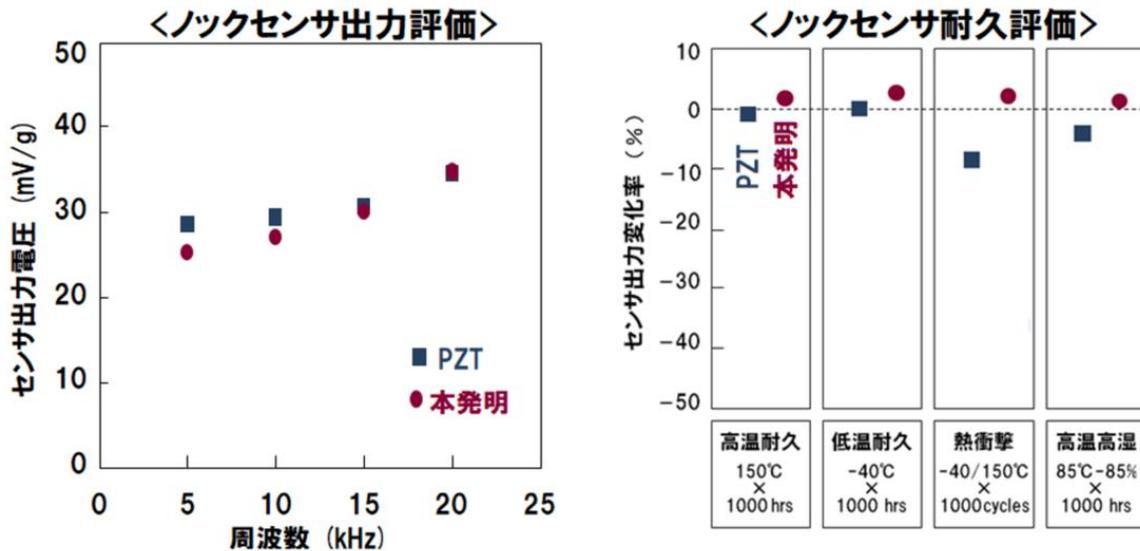


- ✓ 焼結体は、KNN主相、微量な副相から構成
- ✓ 副相が主相の結晶粒子間の空隙を充填し、絶縁性や機械的強度が向上
- ✓ 主相と副相の複合化により、結晶同士の相互作用により圧電特性が向上
- ✓ 高い絶縁性を有し、高電界下での分極が可能(6 kV/mm)

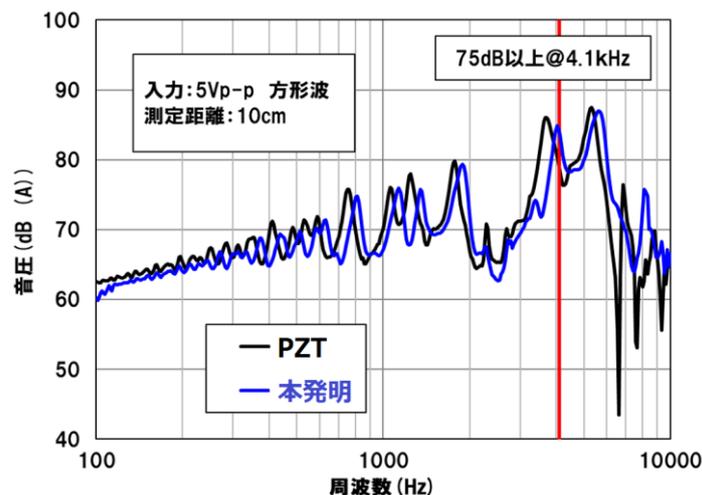
複合させる二相制御材料組成により、焼結性、耐湿性、安定性、圧電特性を改善した。なお、JIS R 3503に準拠したアルカリ溶出試験を実施したところ、既存のKNN素子からのアルカリ元素溶出量が415 ppmであるのに対し、本発明材料素子では検出限界以下であり、耐湿性に優れ、高い安定性が示された。

<本発明の効果>

【適用例①】本発明材料を使用し、ノックセンサを試作した際の特性を示す。圧電特性に関する出力、各種耐久性はPZTと同等以上であり、内燃機関用の部品として実用に耐える結果を得た。(ノックセンサ：エンジンのノッキング振動を圧電材料で検出するセンサで、点火進角制御に使われ、エンジン性能向上、省燃費に貢献する)。



【適用例②】本発明を使用し、ブザーを試作した際の特性を示す。最適な筐体構造を用いることで、PZTと同程度の音圧を得た。



本発明ではK、Naなどの不安定なアルカリ成分を含むKNNiに対し、独自の組成比率と第2結晶相の添加により制御することで、既存のPZTと同等以上の信頼性を確保した。内燃機関用の圧力センサとして使用した場合でも高い安定性と信頼性が有することを実証している。また、PZTと比較した場合、焼成温度も低く、生産に必要なエネルギー低減も期待できる。

以上のことより、本発明の鉛を含まない圧電材料は、圧電特性を必要とする様々な製品に適用可能であり、社会的産業的な課題に対して寄与できる意義高い発明であると考えます。

(以上)