

300℃まで安定な誘電材料を開発

一車載などの高温環境で動作するコンデンサの高性能化に向けて一

自動車のエンジンルームなどの高温環境でも信頼性高く動作するコンデンサの実現に向け、200℃までの温度範囲で誘電率の変化が小さい誘電材料が求められております*。しかし、現行のコンデンサに使われている誘電材料は、120℃以上で誘電率が著しく変動するため、高温でも誘電率を安定に維持することが課題でした。

都産技研（地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター）は、**300℃までの温度域で安定した誘電率を示す“ガラス複合型誘電材料”を開発**しました。本成果は、自動車のエンジンルームなど、高温環境で動作する電子機器の高性能化・信頼性向上に寄与することが期待されます。

* EIA規格（X9R）：-55～200℃の温度範囲における誘電率の変化率が±15%以内

開発のポイント（技術の詳細は、次のページに記載しています。）

- ◆ **PNb₉O₂₅結晶の粒界をガラスで接合した“ガラス複合型誘電材料”を開発**（図1）。
- ◆ 簡便なプロセスにより、**結晶合成とガラス接合を同時に可能**（図1）。
- ◆ **300℃までの誘電率の変化率が±15%以内**であり、安定した誘電率を実現（図2）。
- ◆ **電気伝導度を2桁以上低減*し**、絶縁性の向上を実現。

* 一般的な手法により合成したPNb₉O₂₅との比較結果

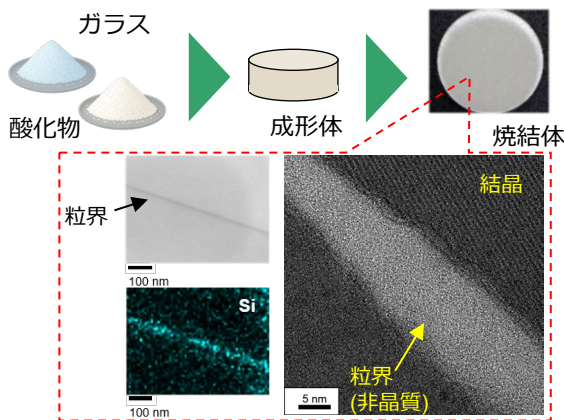


図1. ガラス複合型誘電材料の合成方法とその微細構造

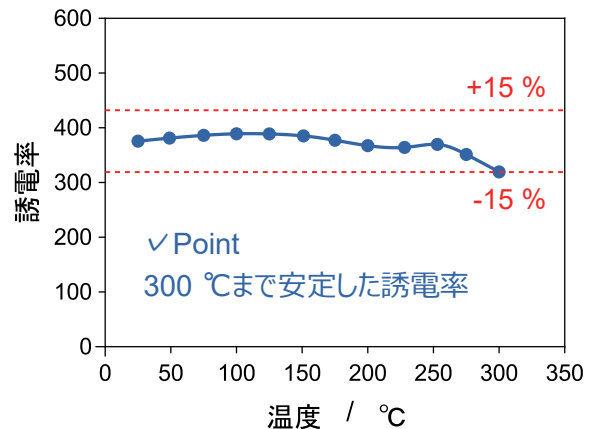


図2. ガラス複合型誘電材料の高温誘電特性

論文誌名：Materials Today Communications

掲載日：2026年6月11日（オンライン版）

論文タイトル：High-Temperature Capacitance Stability and Insulating Properties of PNb₉O₂₅ Synthesized via Liquid-Phase Sintering: Strategic Utilization of Glass-Oxide Interfacial Reactions

著者：嶋村 圭介*、小川 大輔、藤原 千隼、並木 宏允、立花 直樹 *責任著者

DOI：https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2026.115539

特許出願済：特願2025-183682

【お問い合わせ】 地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター

材料技術グループ

清水

TEL 03-5530-2660

企画部経営企画室

大原

TEL 03-5530-2521

MAIL koho@iri-tokyo.jp

本研究の概要

本研究では、 $\text{PNb}_9\text{O}_{25}$ の粒界をガラスで接合した“ガラス複合型誘電材料”を合成し、 300°C までの温度範囲で安定した誘電率を実現しました。本成果は、自動車のエンジンルームなど、高温環境で動作する電子部品の高性能化・信頼性向上に寄与することが期待されます。

◆背景◆

自動車のエンジンルームのような高温環境でも信頼性高く動作するコンデンサの実現に向け、 200°C までの温度範囲で誘電率の変化が小さい誘電材料が求められています。コンデンサに用いられる BaTiO_3 系誘電材料は、優れた誘電特性を示すことから、幅広い分野で利用されています。しかし、 120°C 以上の温度域では誘電率が著しく変動・低下するため、高温での誘電特性の改善が課題でした。これらの課題を解決し得る誘電材料として $\text{PNb}_9\text{O}_{25}$ が報告されておりますが、一般的な合成方法では異常粒成長や酸素欠損が生じやすく、絶縁性の低下や高温での誘電率の安定性の悪化が課題となっていました。

◆本研究によって得られた成果◆

本研究の鍵となるのは、結晶とガラスの複合化です。一般的な合成手法（図1）では、原料混合＞仮焼＞粉碎＞成形＞焼結という複数の工程を経て $\text{PNb}_9\text{O}_{25}$ を合成します。また、焼結時には酸素欠損が生じやすく、温度上昇とともに誘電率が著しく変動します。本研究では、ガラスと酸化物を用いた独自の材料合成手法（1ページの図1を参照）を採用し、 $\text{PNb}_9\text{O}_{25}$ の粒界をガラスで接合しました。これにより、原料混合＞成形＞焼結という簡便な合成プロセスで結晶合成とガラスとの複合化が可能となります。また、本手法で合成することにより、酸素欠損の生成を抑制し、高温域でも誘電率の安定性を向上できることを明らかにしました。

【一般的な合成方法】

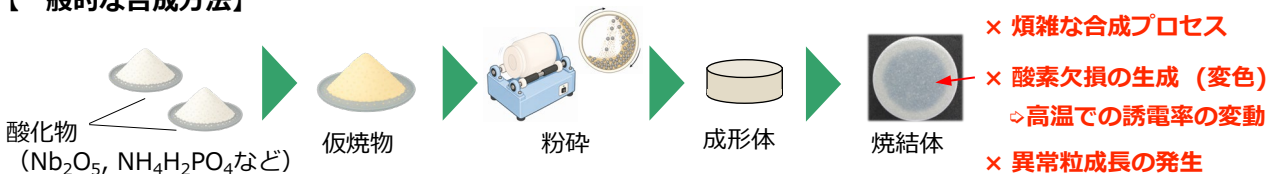


図1. 一般的な材料合成方法の模式図

図2は、ガラス複合型誘電材料と BaTiO_3 の高温誘電特性を比較した結果です。 BaTiO_3 の誘電率は 120°C 付近で急激に変化し、これ以上の温度では誘電率が著しく低下します。本研究で合成したガラス複合型誘電材料は、 300°C までの誘電率の変化率が15%以内と小さいことが明らかになりました。また、ガラス—結晶の微細構造が粒界抵抗の向上をもたらし、高温環境下でも高い絶縁性を示すことを明らかにしました。図3に示すように、ガラス複合材料の絶縁性は、他の誘電材料と比較しても高いことが判ります。

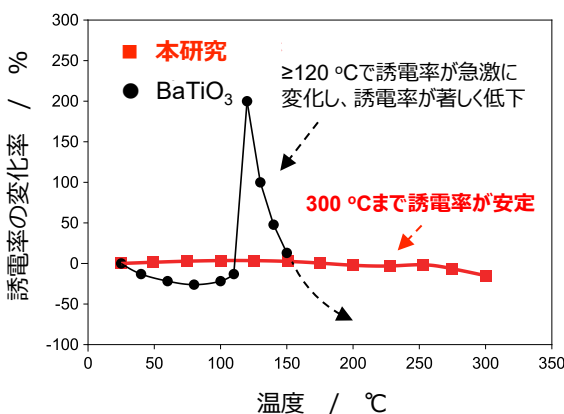


図2. 高温誘電特性の比較

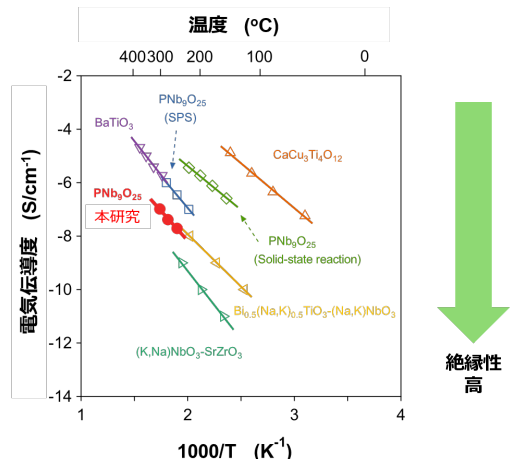


図3. 様々な誘電材料との電気伝導度の比較

◆今後の展開◆

本研究で得られた成果をご活用いただける企業との共同研究を募集しています。

<https://www.iri-tokyo.jp/>