

2024 年度年次報告書

リアル空間を強靱にするハードウェアの未来

2023 年度採択研究代表者

宇佐美 潤

産業技術総合研究所 電子光基礎技術研究部門
研究員

マイクロ共振式焦電発電デバイスの開発

研究成果の概要

本研究では、強誘電薄膜と、MEMS 共振器を掛け合わせたデバイスの作製を行っている。今年度は、1)同一の材料についても電氣的な処理によって焦電効果を増大させる手法の探索、2)窒化ホウ素(BN)成膜による熱接触抵抗の改善、3)接触動作を含むシミュレーション、4)実際に単一素子での原理検証を行った。

1)強誘電体 PZT 薄膜を用いて、DC ポーリング時間を増加させながら焦電効果のヒステリシスカートの直接測定を行った。すると、ポーリング方向に依存した非対称な増大を確認し、非反転ドメインの寄与の可能性であることを突き止めた。これは、分極測定だけでは焦電効果は予想できない直接測定の重要さと、非反転寄与による性能向上の可能性を示唆する。

2)ALD 法で成膜下 BN 膜を用いて、BN 膜の有無による接触熱抵抗の違いについて評価した。BN 膜の存在により、10%程度接触熱抵抗が改善される結果が得られた。その他 BN 試料を使用することで、さらに接触熱抵抗を改善できることも予備測定ではあるが確認している。接触表面積の増大がその理由として考えられるが、引き続きその原因解明を進めている。

3)、4)接触動作を伴うシミュレーションでは、境界条件、機械と熱解析を絡めて行うために計算が極めて複雑になってしまった。そこで周期的な機械動作を既知として、熱解析を行うようにしてシミュレーションを進めている。また、実際に当初の目標であった原理検証を実施することができた。

【代表的な原著論文情報】

- 1) J. Usami, Y. Okamoto, H. Inoue, N. Makimoto, T. Kobayashi, H. Yamada; Directional enhancement of pyroelectricity in $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.52}\text{Ti}_{0.48})\text{O}_3$ films by DC poling. *Appl. Phys. Lett.* 126 (9), 092902 (2025).
- 2) Y. Okamoto, R. Oda, J. Usami, R. Nakashima, K. Ohara, S. Gorwadkar, Y. Takkei, H. Okada, "Electrostatic Mems Switch with Isolated Switching Path and State-Holding Mechanical Latch Structures," *2025 IEEE 38th International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS)*, pp. 732-735 (2025).