

水熱合成法で作製した (K, Na)NbO₃ 厚膜の 振動特性及び発電特性の膜厚依存性

Effect of film thickness on the vibration characteristics and energy harvesting property
for hydrothermally synthesized (K,Na)NbO₃ films

東工大¹ 日本大²

○館山 明紀¹, 伊東 良晴^{1,2}, 白石 貴久¹, 折野 裕一郎¹, 黒澤 実¹, 舟窪 浩¹

Tokyo Tech.¹, Nihon univ.²

○A. Tateyama, Y. Ito, T. Shiraishi, Y. Orino, M. Kurosawa, and H. Funakubo

E-mail: tateyama.a.ab@m.titech.ac.jp

【緒言】(K,Na)NbO₃ 膜は環境適応性の高い非鉛圧電体の中で、比較的高い圧電性を有しており、多くの研究がなされている。種々の作製法の中で、水熱法は 300°C 以下の低温で作製が可能なため、製膜時の熱歪が小さく、焼結体の成形や通常の薄膜作製法では対応しにくい 2- 100 μm の広い膜厚範囲の配向体の作製が可能である^[1]。また、我々は水熱法で作製したままの(K,Na)NbO₃ 厚膜は分極処理を必要としない自己分極膜であることを報告してきた^[2]。圧電薄膜は応力印加による正圧電効果と電圧印加による逆圧電効果を利用してハーベスタやアクチュエータといった幅広いデバイスに応用されている。ハーベスタ応用では、膜厚の増加により圧電膜の体積が増加することにより発電量の増加が期待でき、アクチュエータ応用においては膜厚の増加により印加可能電圧が増加するので、振動速度の向上が見込める。

我々は、自己分極した配向制御厚膜が作製できる水熱合成法の特長を活かし、(K,Na)NbO₃ 厚膜の発電特性と振動特性を評価したので報告する。

【実験方法】 Nb₂O₅ 粉末および KOH と NaOH の混合溶液を出発原料とし、水熱合成法で、(100)_cSrRuO₃//(100)_cSrTiO₃ 基板上に 240°C で(K_{0.88}Na_{0.12})NbO₃ 膜を製膜し、得られた試料を短冊状に加工した。発電特性評価においては短冊状の試料の一端を固定して先端に 0.5 g の錘を付けた片持ち梁のたわみ振動発電素子を作製し、加振した際の発電量を評価した。振動特性評価においては中央保持両端自由の縦振動子を作製し、電圧を印加した際の振動速度を評価した。

【結果と考察】 図 1 は、膜厚 4 μm の試料の最適負荷抵抗 71 kΩにおける印加加速度 0.1 m/s²での発電特性を示す。共振周波数 481 Hz において発電量 109 nW を得た。図 2 は膜厚 2 μm の試料の印加電圧 1.5 V での振動特性を示す。共振周波数 239 kHz において振動速度 19.4 mm/s を得た。当日は機械的品質係数や電気機械結合係数を含め、各デバイスの出力の膜厚依存性について議論する。

【謝辞】 本研究は、科研費(21H01616)および JST, A-step[JPMJTS1616]の支援を受けて行われた。

【参考文献】 [1] Shiraishi *et al.*, Mater. Res. Soc. Symp. Proc. **1494** (2013) [2] Tateyama *et al.*, Appl. Phys. Lett. **117**, 142903 (2020)

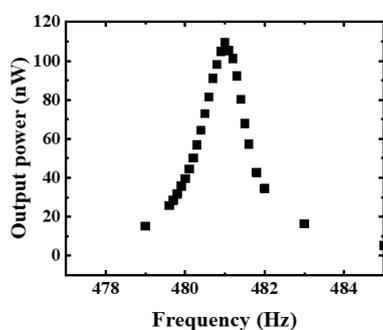


Fig. 1 Output power as a function of driving frequency measured at 0.1 m/s² for Pt/(K_{0.88}Na_{0.12})NbO₃//(100)_cSrRuO₃//(100)_cSrTiO₃

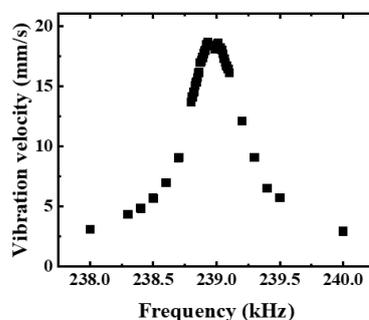


Fig. 2 Vibration velocity as a function of driving frequency measured at 1.5 V for Pt/(K_{0.88}Na_{0.12})NbO₃//(100)_cSrRuO₃//(100)_cSrTiO₃ vibrator.