

水熱合成法で作製した (K, Na)NbO₃ 膜の 圧電特性における方位依存性

Dependency of crystal orientation on the piezoelectric 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 薄膜は環境適応性に優れた非鉛圧電体の中で、比較的高い圧電性を有していることから、多くの研究がなされている。圧電薄膜は、アクチュエータやセンサ・ハーベスタといった幅広いデバイスに应用されており、とりわけ膜厚方向への電界印加による垂直方向への変位 (31 モード) を利用したデバイスの報告が数多くある。近年、このようなデバイス応用のために薄膜の圧電定数 $e_{31,f}=d_{31}/(s_{11}^E+s_{12}^E)$ の評価法が提案され、カンチレバー法^[1]やダブルビーム法による見かけの面外方向圧電定数 $d_{33,f,meas}$ の電極サイズ依存性より見積もる方法^[2]などが報告されている。薄膜においては配向性が電気特性や圧電特性に影響することはよく知られているが^[3]、なかでも圧電定数 $e_{31,f}$ は弾性コンプライアンスを含む定数のため、 $d_{33,f}$ に比べて方位の影響がより複雑に影響する可能性があるため、圧電定数の方位依存性を調査することは重要である。我々はこれまで水熱法で作製した(100)配向(K_{0.88}Na_{0.12})NbO₃ 薄膜が比較的高い圧電定数 $e_{31,f}$ を示すことを報告してきた^[4]。本発表では、水熱合成法で作製した(K,Na)NbO₃ 薄膜の圧電定数 $d_{33,f}$ と $e_{31,f}$ の方位依存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)SrTiO₃、(110)_cSrRuO₃/(110)SrTiO₃、(111)_cSrRuO₃/(111)SrTiO₃ 基板上に 240℃ でエピタキシャル(K_{0.88}Na_{0.12})NbO₃ 薄膜を製膜した。得られた試料は酸素雰囲気下 600℃ で熱処理を行った。圧電評価はダブルビーム法により円形電極を用いて電極直径を 200 μm φ から 1200 μm φ まで変化させて行った。

【結果と考察】 図 1 は(100)配向(K_{0.88}Na_{0.12})NbO₃ 薄膜の各電極サイズで測定した見かけの圧電定数 $d_{33,f,meas}$ の電界に対するヒステリシスループを示す。電極サイズの増加に伴い $e_{31,f}$ の寄与で見かけの $d_{33,f,meas}$ は増加することが分かる。図 2 は電極サイズに対して各方位の基板上に作製した(K_{0.88}Na_{0.12})NbO₃ 膜の見かけの $d_{33,f,meas}$ を示す。これより(111)配向膜は顕著な電極サイズ依存を示さないことが分かる。当日はカンチレバー法で測定した圧電定数 $e_{31,f}$ についても議論する予定である。

【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] Tsujiura *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., **54**, 10NA04 (2015) [2] Sivaramakrishnan *et al.*, J. Appl. Phys., **123**, 014103 (2018) [3] Yokoyama *et al.*, Appl. Phys. Lett. **83**, 2408 (2003) [4] Tateyama *et al.*, Appl. Phys. Lett. **117**, 142903 (2020)

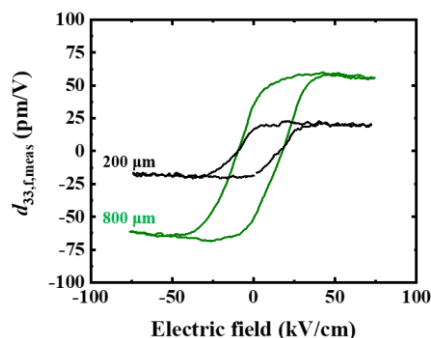


Fig. 1 Top electrode size dependency of $d_{33,f,meas}$ -E hysteresis loops measured at 10 kHz for Pt/(K_{0.88}Na_{0.12})NbO₃/(100)_cSrRuO₃/(100)SrTiO₃.

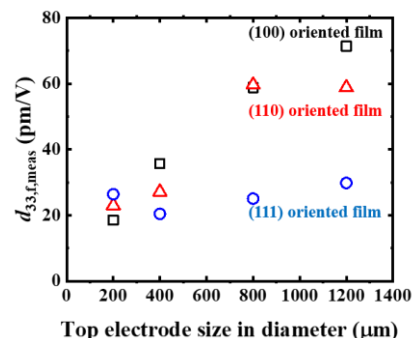


Fig. 2 Top electrode size dependency of $d_{33,f,meas}$ for (K_{0.88}Na_{0.12})NbO₃ films with various orientations.