

水熱合成法で作製した $(K_xNa_{1-x})NbO_3$ 自己分極膜の 縦振動を用いた正逆圧電応答の同時評価

Simultaneous characterization of direct and inverse piezoelectricity
using longitudinal vibration
for self-poled $(K_xNa_{1-x})NbO_3$ films prepared by hydrothermal method
東工大

○館山 明紀¹, 伊東 良晴¹, 清水 荘雄¹, 折野 裕一郎¹, 黒澤 実¹, 舟窪 浩¹
Tokyo Tech.¹,

○A. Tateyama, Y. Ito, T. Shimizu, Y. Orino, M. Kurosawa, and H. Funakubo
E-mail: tateyama.a.ab@m.titech.ac.jp

【緒言】圧電薄膜は電圧印加による逆圧電効果と応力印加による正圧電効果を用いて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応用されている。中でも膜厚方向の入力に対して垂直方向への出力を利用する 31 モードのデバイスは多くの研究がなされてきた。特性評価法としては片持ち梁法 (cantilever method) ^[1] や 4 点曲げ (4 point bending method) ^[2] などがよく知られているが、同一の薄膜試料上で正圧電応答と逆圧電応答を同時に測定した例はない。我々はこれまでにない評価法として縦振動 (長手方向の伸縮) を用いた正圧電応答と逆圧電応答の同時測定を提案する。これは短冊状に加工した圧電薄膜の片端にセンサ用の電極を、もう一端に駆動用の電極を作製し、中央保持・両端自由の境界条件で駆動用電極に交流電圧を印加し縦振動共振させるものである。評価試料には水熱合成法で作製した $(K,Na)NbO_3$ 膜を用いた。 $(K,Na)NbO_3$ 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いる。我々はこれまで水熱合成法で作製した $(K,Na)NbO_3$ 薄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^[3]。

【実験方法】 Nb_2O_5 粉末および KOH と NaOH の混合溶液を用いて $(100)_cSrRuO_3/(100)SrTiO_3$ 基板上に $240^\circ C$ で膜厚 $4\ \mu m$ の $(K_{0.88}Na_{0.12})NbO_3$ 膜を水熱合成法により製膜した。得られた試料を短冊状に加工し、駆動用電極とセンサ用電極を作製した。逆圧電応答については電圧印加による振動子先端の振動速度をレーザードップラにより検知し、正圧電応答についてはセンサ用の電極を短絡し、共振駆動の際に圧電膜が歪むことにより生じる電流を検知した。また、図 1 に測定系の模式図を示す。試料全体の長さが縦振動の半波長である。

【結果と考察】図 2 にアドミッタンスの周波数応答と周波数を変化させた時の振動子先端の振動速度を示す。アドミッタンス測定では共振を経た後に半共振を示す圧電デバイス特有の挙動が確認できる。印加電圧 $10\ V_{p-p}$ で周波数を変えて測定した振動速度についてはアドミッタンス測定結果とほぼ一致する周波数において最大になっていることが確認できる。当日は、同時に測定した正圧電応答を含めて議論する。

【謝辞】本研究の一部は、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] Prume *et al.*, *IEEE Trans. Ultrason. Ferroelectr. Freq. Control*, **54**, 8(2007) [3] 館山明紀 04, 273, 第 66 回応用物理学会春季学術講演会予稿集(2019)

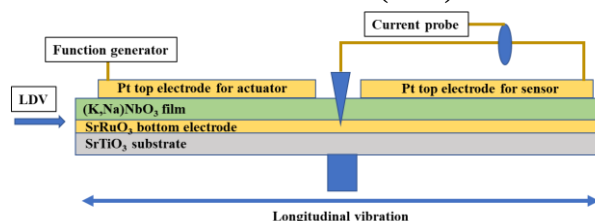


Fig. 1 Schematic illustration of the set-up for the measurement of the simultaneous characterization of direct and inverse piezoelectricity.

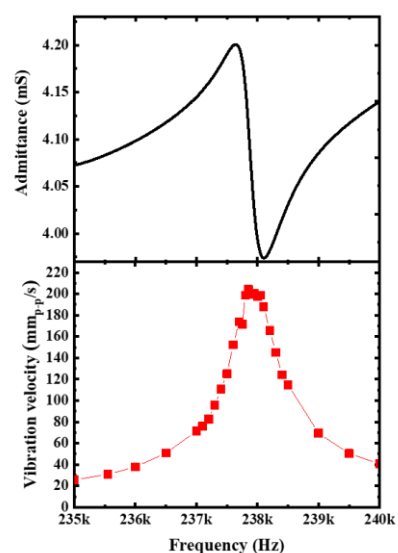


Fig. 2 Admittance and vibration velocity for $Pt/(K_{0.88}Na_{0.12})NbO_3/(100)_cSrRuO_3/(100)SrTiO_3$ vibrator.