

テトラ組成 PZT 薄膜を用いた振動センサへの電圧印加による影響

Influence of voltage application on the vibration sensor with tetragonal PZT thin films

茨大院¹, 産総研², 東工大³, ○鈴木靖弘^{1,2}, 牧本なつみ², 舟窪浩³,

前田龍太郎², 小林健²

Ibaraki Univ¹, AIST², Tokyo Tech³, ○Y. Suzuki¹, N. makimoto², H. Hunakubo³,

R. Ryutaro², T. Kobayashi², E-mail: takeshi-kobayashi@aist.go.jp

【はじめに】

近年、センサネットワーク構築の一環として、センサ端末の低消費電力化のため MPB 組成 PZT 薄膜を用いたセンサや、エネルギーハーベスタの開発が進められている^[1]。一方で、我々はこれまでに、テトラ組成 PZT 薄膜を用いたアクチュエータデバイスに、抗電界以上の交流電圧を印加 (Wake-up 処理と呼ぶ) することで強誘電・圧電特性が向上することを報告した^[2]。このテトラ組成 PZT 薄膜は、比誘電率が小さいためセンサデバイスへの適用が有効であるとされている^[1]。そこで本研究では、テトラ組成 PZT 薄膜を用いた圧電 MEMS 振動型センサに Wake-up 処理を行い、出力電圧や発電量に与える影響を調べた。

【実験方法】

ゾルゲル法を用いて、Pt/Ti/SiO₂/SOI 基板上に膜厚 1.9μm 程度の(100)/(100)配向 Pb(Zr_{0.3}Ti_{0.7})O₃ 薄膜を形成し、上部電極として Pt/Ti のスパッタを行った。その後、圧電 MEMS プロセス^[3]を用いてセンサの作製を行った。その後、PZT 薄膜に周波数 1kHz の交流電圧 (20V~90V) を印加し、Wake-up 処理を行った。その後、共振周波数 (1.6kHz 程度) で加振し、その際の AC 出力電圧の測定を行った。さらに、非共振時における電荷量を測定し、 d_{31} を見積もった。また、インピーダンスアナライザを用い、誘電損失の測定を行った。さらに、AC 出力電圧で最大値を示した Wake-up 電圧 50V のサンプルを基準に、30V と 80V の計 3 種のサンプルに負荷抵抗 (10kΩ~4.7MΩ) を挿入し、その際の AC・DC 発電量の測定を行った。

【結果および考察】

図1に示す様に、出力電圧は、Wake-up 電圧 50V で出力電圧のピークを示した。これは図 2 に示す様に、50V 以降の Wake-up 処理で誘電損失がそれ以前よりも、大幅に増加したためだと考えられ、アクチュエータの場合の結果と同様の傾向を示した^[2]。また、AC 発電量に関して明確な差はなかったが、図 3 に示す様に Wake-up 電圧 50V のサンプルで、最大の DC 発電量を示した。これは、整流回路の閾値電圧の影響によるものだと考える。以上より、30V~50V の範囲に最適な Wake-up 電圧が存在することが分かった。また、テトラ組成 PZT 圧電薄膜を用いたセンサへの Wake-up 処理の適用が、有効であることを示した。

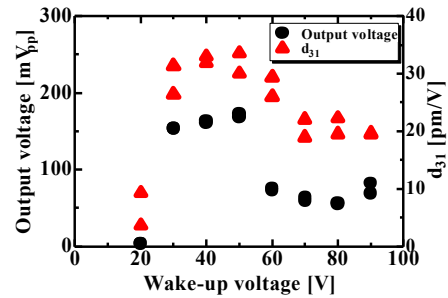


Fig. 1. Wake-up voltage responses of output voltage and d_{31} of the MEMS vibration sensor.

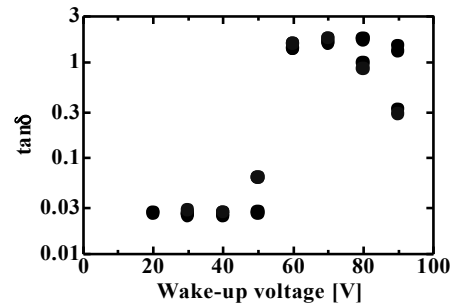


Fig. 2. Wake-up voltage responses of dielectric loss.

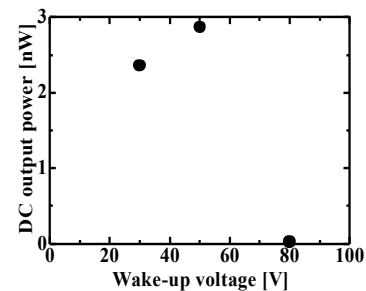


Fig. 2. Wake-up voltage responses of DC output power under the acceleration of 49m/s².

【参考文献】

- [1] D. Isarakorn et al., Smart Mater. Struct. 20, 025015 (2011)
- [2] T. Kobayashi et al., Proc. MEMS2013, pp. 413-417 (2013)
- [3] T. Kobayashi et al., Appl. Phys. Lett. vol. 90, 183514 (2007)

【謝辞】

本研究は最先端研究開発支援プログラムマイクロシステム融合研究の一部として行われた。