

BiFeO₃ 薄膜を用いた圧電 MEMS 振動発電素子の高出力化

Enhancement of Output Power for Piezoelectric MEMS Vibration Energy Harvester using BiFeO₃ Films

大阪府大工¹, 大阪技術研² ○(D)荒牧 正明¹, 吉村 武¹,

村上 修一², 佐藤 和郎², 藤村 紀文¹

Osaka Pref. Univ.¹, ORIST.², ○(D)Masaaki Aramaki¹, Takeshi Yoshimura¹,

Shuichi Murakami², Kazuo Satoh², Norifumi Fujimura¹

E-mail: tyoshi@pe.osakafu-u.ac.jp

[はじめに]近年、IoT に用いる無線センサデバイスの電力源として、小型化が容易な圧電 MEMS 振動発電に注目が集まっている。PZT、AlN、(K,Na)NbO₃などの圧電体薄膜を用いた素子が数多く報告されているが、我々は大きな自発分極量を有し、強誘電体としては小さな誘電率を示す BiFeO₃ に注目している⁽¹⁾。これまでに報告した発電素子では、印加加速度が低い領域では高い効率が得られるものの加速度を増加させると非線形効果により効率が低下することが明らかになっている⁽²⁾。本研究では Si 上に成長させた BiFeO₃ 薄膜の圧電特性の向上と、非線形効果を低減した素子の作製により、実発電量の向上に取り組んだ。

[実験および結果]スパッタリング法を用いて LaNiO₃/(100)Si 基板上に膜厚 450 nm の BiFeO₃ 薄膜を作製した。Fig.1 にポーリング処理後の $e_{31,f}$ 定数の製膜温度依存性を示す。製膜温度 500°C において、最も高い -3.6 C/m² の $e_{31,f}$ 定数が得られた。500°C で作製した BiFeO₃ 薄膜を用いて振動発電素子の作製を行った。MEMS 素子の長さ、幅、高さはそれぞれ 6 mm、1 mm、20 μm で、錘の重さは 1.8 mg である。Fig.2 に出力電力の印加加速度依存性を示す。0.01G_{rms} 以下の振動加速度では、出力電力は印加加速度の 2 乗に比例して増大しているが、0.05G_{rms} 以上では非線形効果により発電効率がわずかに低減しその関係から外れている。線形領域では理論限界の 70%に相当する発電効率が得られており、0.3G_{rms} において 1.2 μW の平均出力電力が得られた。比較のため PZT を用いた同サイズの MEMS 素子の発電特性も Fig.2 に示している⁽³⁾。0.2G_{rms} において、PZT を用いた素子の出力電力が 0.4 μW であるのに対し、BiFeO₃ を用いた素子はそれを上回る 0.6 μW を示しており、同等以上の発電性能を達成した。

[謝辞] 本研究は JST CREST(JPMJCR16Q4)の支援を受けて行われた。

(1)K. Ujimoto et al., Appl. Phys. Lett. 100, 102901(2012)

(2)荒牧他、第 76 回秋季応用物理学会、16a-2L-8

(3)M. Aramaki et al., submitted to Jpn. J. Appl. Phys.

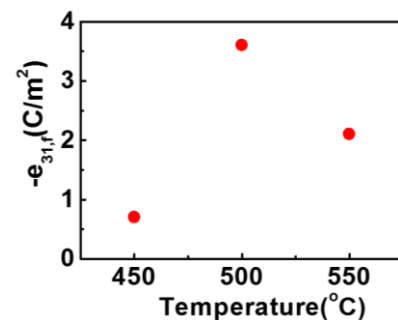


Figure 1 $e_{31,f}$ coefficient of BiFeO₃ films as a function of deposition temperature

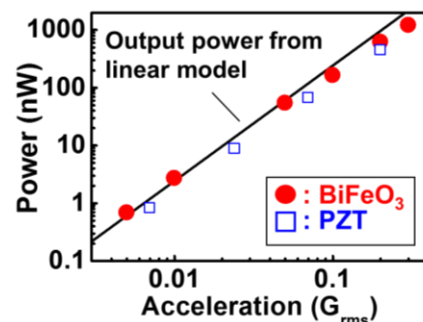


Figure 2 Output power as a function of input acceleration