

BiFeO₃ 薄膜を用いた多自由度圧電 MEMS 振動発電素子の試作

Fabrication of multiple-degree-of-freedom Piezoelectric MEMS Vibration Energy Harvesters using BiFeO₃ thin films

大阪府立大¹, 大阪府立産技研² ° 荻谷健人¹, 吉村武¹, 村上修一², 藤村紀文¹

Osaka Pref. Univ.¹, TRI-Osaka²

° K. Kariya¹, T. Yoshimura¹, S. Murakami², N. Fujimura¹

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

[はじめに] 多くの圧電 MEMS 振動発電素子において先端に錘を有する片持ち梁構造が採用されており、我々も BiFeO₃ 薄膜を用いた片持ち梁型振動発電素子の試作を行ってきた。構造が単純であること、素子の小型化と低共振周波数化を両立できることなどの利点がある一方で、錘に回転運動が生じるという欠点もある。そのため素子を小型化すると比較的低い印加加速度で、(発電量) $\propto$ (印加加速度)² の関係を満たさなくなる。錘の回転運動を防ぐには、両持ち梁構造にすることが有効であるが、この場合バネ定数が大きくなり低共振周波数化が困難となる。そこで本研究では、片持ち梁構造と両持ち梁構造の利点を併せ持つ新規な多自由度構造を考案し素子の試作と特性評価を行った。

[実験及び結果] Sol-gel 法により膜厚 250nm の BiFeO₃ 薄膜を LaNiO₃/Pt/Ti/SOI 基板上に製膜した。MEMS プロセスを用いて Fig. 1 に示すような振動発電素子を作製した。錘と梁の支持部の位置を同じにすることで、回転運動の抑制と低共振周波数化を両立させている。また一つの錘を複数のバネで支える多自由度系の構造となっている。この構造では針の部位によって印加される歪の方向が変わるため、通常は誘起された電荷がキャンセルされてしまう。しかし作製した BiFeO₃ 薄膜が下向きにセルフポーリングしていることを考慮して、上部及び下部電極を配置することで、このキャンセルを防ぐことができた。4.7mg の錘を素子の中央に配置し、0.013G_{rms} の振動を印加することで振動発電特性の評価を行った。インピーダンス整合する 6.31k Ω の負荷抵抗を接続したときの振動発電特性を Fig. 2 に示す。振幅の増大に伴い、発電量が上昇し、線形の共振現象が確認できた。最大出力は 8.6nW $\cdot$ mm⁻²·G⁻² であり、その時の共振周波数は 420Hz、Q 値は 230 であった。しかしながら、得られた振動特性および発電特性は予測した値と異なっており、講演ではその要因と解決方法について考察する。

[謝辞] 本研究は NEDO 平成 23 年度先導的産業技術創出事業の支援を受けている。



Fig. 1 新規多自由度系振動発電素子

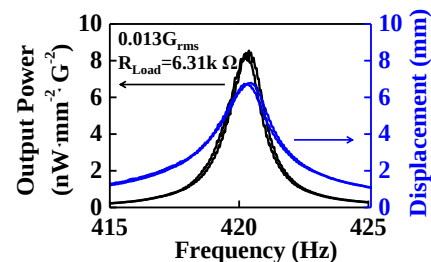
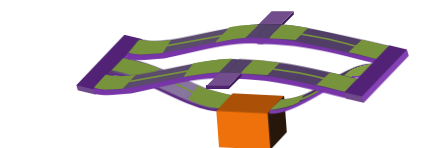


Fig. 2 振動発電特性