圧電 MEMS 振動発電素子の高出力化の検討

Increase of Output Power of Piezo MEMS Vibration Energy Harvesters

○荒牧 正明 [1]、苅谷 健人 [1]、
吉村 武 [1]、村上 修一 [2] 藤村 紀文 [1](1.阪府院工、2.阪府産技研)
○Masaaki Aramaki[1], Kento Kariya[1], Takeshi Yoshimura[1],
Shuichi Murakami[2], Norifumi Fujimura[1](1.Osaka Pref. Univ. 2.TRI-Osaka)
E-mail:tyoshi@pe.osakafu-u.ac.jp

[はじめに]圧電 MEMS 振動発電素子は IoT におけるセンサノードの電力源として期待されている。我々は $BiFeO_3$ 薄膜を用いた圧電 MEMS 振動発電素子の作製に取り組んでおり、約 10μW/mm^2/G^2 の規格化発電量を報告している。センサノードの駆動のためには 100μW 程度以上の電力が必要とされており、振動源の加速度が 1G であれば 10mm^2 の素子でその電力をまかなえる計算になるが、実際には大きな加速度を印加すると規格化発電量が低下することが明らかになっている。そこで本研究では、実発電量を向上させるために、加速度を増加させても規格化発電量の低下しない素子構造について議論する。

[実験方法と結果]膜厚 250nm の $BiFeO_3$ 薄膜を用いた MEMS 振動発電素子の発電量の印加加速度依存性を Fig.1 に示す。素子は片持ち梁構造であり、その長さ、幅、厚みはそれぞれ 3.0 mm、0.4 mm、0.006 mm である。発電量は、インピーダンス整合する 1MΩの負荷抵抗を接続して、素子の共振周波数(約 90Hz)で得られた値である。線形モデルでは発電量は加速度の 2 乗に比例するが、実験結果はほぼ比例関係となった。素子の構造を変化させた時の、発電量の加速度依存性を調べるために、素子の電気機械特性を Duffing 振動子と Kirchhoff の法則に基づいた等価回路で解析した [2)]。フィッティングにより素子の各パラメータを決定した後、素子の機械的 Q 値を変化させた時の発電量と加速度の関係を計算した（Fig.1）。発電量は加振周波数を高周波から低周波に変化させた時の最大発電量をプロットしている。計算結果は、実験結果と概ね一致しており、規格化発電量の低下が非線形の効果によるものであることを示している。線形モデルでは、発電量は Q 値の 2 乗に比例するが、非線形性を考慮すると 200 程度の Q 値で発電量が飽和する結果となった。これは Q 値が大きいほど錘の振動振幅が大きく非線形性が強く表れるためと考えられる。したがって、非線形性の低減が実発電量の向上に有効であることが示唆される。

【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。

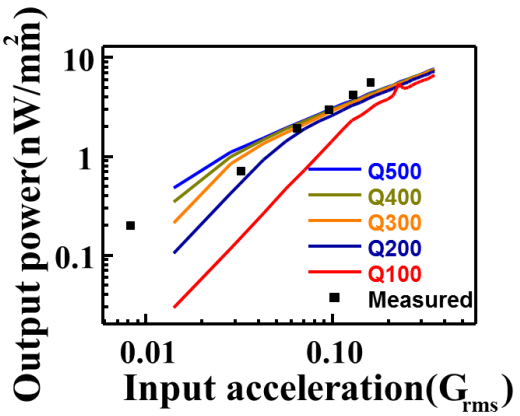

Fig.1 Dependence of the acceleration on the output power.

[参考文献]

1) 苅谷他、第 74 回秋季応用物理学会 19p-D1-5
2)S.Neiss et al.,Smart Mater. Struct.23,105031(2014)

© 2015年 応用物理学会