

# ランダム振動印加時の圧電 MEMS 振動発電素子の発電特性

## Power Generation Characteristics of Piezoelectric MEMS Vibration Energy Harvesters Under Random Oscillation

大阪産業技術研究所<sup>1</sup>、大阪府立大学<sup>2</sup>、兵庫県立大学<sup>3</sup>

○村上修一<sup>1</sup>、吉村武<sup>2</sup>、金岡祐介<sup>1</sup>、荒牧正明<sup>2</sup>、津田和城<sup>1</sup>、佐藤和郎<sup>1</sup>、神田健介<sup>3</sup>、藤村紀文<sup>2</sup>

ORIST<sup>1</sup>, Osaka Pref. Univ.<sup>2</sup>, Univ. of Hyogo

○Shuichi Murakami<sup>1</sup>, Takeshi Yoshimura<sup>2</sup>, Yusuke Kanaoka<sup>1</sup>, Masaaki Aramaki<sup>2</sup>

Kazuki Tsuda<sup>1</sup>, Kazuo Satoh<sup>1</sup>, Kensuke Kanda<sup>3</sup>, Norifumi Fujimura<sup>2</sup>

E-mail: sh-murakami@tri-osaka.jp

【はじめに】近年、IoT 社会実現に向けて環境発電が注目されている。我々は構造が簡便で小型化に有利な圧電 MEMS 振動発電素子に着目し研究開発を行っている<sup>1)</sup>。これまでは発電の周波数特性を評価する際、正弦波振動を印加することが多く、ランダム振動試験の報告例は少ないのが現状である<sup>2)</sup>。本研究では、錘付き片持ち梁上に Pb(Zr,Ti)O<sub>3</sub> (PZT) 圧電体膜を製膜した圧電 MEMS 振動発電素子を試作し、ランダム振動試験を行ったところ、新しい知見が得られたので報告する。

【実験と結果】振動発電素子は SOI ウェハから MEMS 技術により作製した。片持ち梁は Si デバイス層からなり、長さ 6 mm × 幅 1 mm × 厚さ 20 μm とした。片持ち梁上に熱酸化膜、下部電極 (Pt/Ti)、PZT 圧電体膜、上部電極 (Pt/Ti) を形成し、それぞれの厚さを 1.0, 0.11, 3.0, 0.11 μm とした。錘は片持ち梁先端に SOI ウェハの Si 支持層 (厚さ 500 μm) を残して形成した。共振周波数は 192 Hz 近傍であった。

今回、周波数帯域 160 Hz ~ 220 Hz において、パワースペクトル密度関数(PSD)が一定のランダム振動を振動発電素子に印加した。図 1 に、インピーダンス整合時 (負荷抵抗  $R_L=180\text{ k}\Omega$ ) の出力電圧の PSD を示す。同図より、加速度が  $3\text{ m/s}^2$ (RMS) を超えると共振周波数が低周波数側へシフトし、半値幅が大きくなるソフトスプリング効果に起因する非線形性が見出された。図 2 に発電量の加速度依存性を示す。同図より、非線形性が顕著になった加速度領域においても、発電量は加速度の 2 乗に比例することが分かった。講演では、正弦波振動試験でも同様に見出された非線形性の観点からランダム振動印加時の発電特性について議論する。

【謝辞】本研究は JST CREST (JPMJCR16Q4) の支援を受けて実施した。

【参考文献】

1) T. Yoshimura *et al.*, Appl. Phys. Exp., **6**, 051501(2013). 2) S. Murakami *et al.*, IFAAP2018, 31pm-C03(2018).

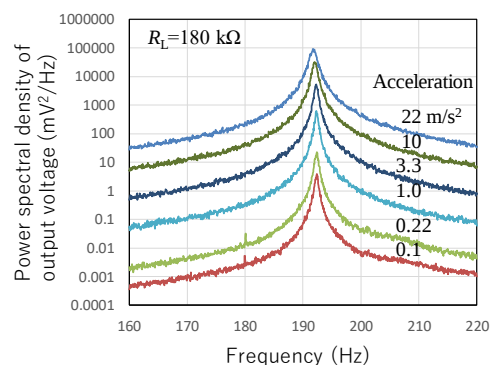


Fig. 1. PSD of output voltage.

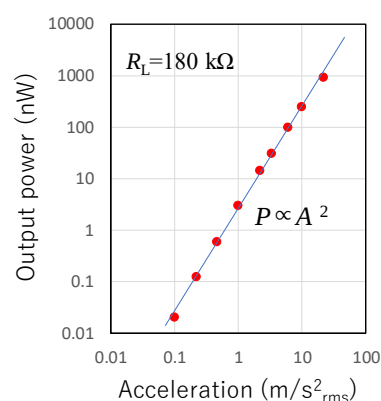


Fig. 2. Acceleration dependence of output power.