

# IoT 応用を目指した MEMS 振動発電素子

## MEMS Vibrational Energy Harvesters for IoT Applications

○年吉 洋<sup>1,2</sup> (1. 東京大学、2. NMEMS 技術研究機構)

○Hiroshi Toshiyoshi<sup>1,2</sup> (1. The University of Tokyo, 2. NMEMS Technology Research Organization)

E-mail: hiro@iis.u-tokyo.ac.jp

### 1. はじめに

講演者らの研究グループでは、Internet-of-Things 無線ノードの自立電源応用を目標として、平成 27 年度より振動発電型 MEMS エナジーハーベスタに関する NEDO 先端研究を実施している[1]。このプロジェクトでは、エレクトレット型静電誘導発電の発生電力を高めるため、シリコン酸化膜中の SiO<sub>2</sub> 準位を用いた高密度のエレクトレットを採用した。また、電源の出力インピーダンスを低減するために、電極間をイオン液体の電気二重層で結合する方式を検討している。今回の講演では、プロジェクト 1 年目の成果を報告する。

### 2. エレクトレットによる静電誘導発電

図 1 に示すように、シリコン酸化膜表面のエレクトレット電荷に係わる電気力線は、初期状態では酸化膜中を貫いてシリコン/酸化膜界面の電荷で終端されている。ここで、外部振動により櫛歯対向電極が挿入されると、電気力線の一部は空気ギャップを介して対向電極に結合するため、この瞬間に外部回路に電流が流れる。この発電原理の効率を高めるために、10mC/m<sup>2</sup> 程度の面電荷密度が期待できるカリウムイオンをドーパしたシリコン酸化膜のエレクトレットを用いている[2]。これまでに、図 2 に示すようなデバイス (面積 11mm×6mm) を試作し、正弦波近似発生電力として最大 150μW を実験的に確認した。なお、外部負荷 1MΩ での発生電圧は 36Vp-p であった[3]。

静電誘導による振動発電を改善するには、電極間距離を微細化すればよい。しかしながら、シリコン微細加工上の制約により、厚さ数十 μm の SOI 基板を 1 μm 以下のギャップで加工することは一般に困難である。そこで本研究では、電極間をイオン液体で封止して、エレクトレット膜の近傍に電気二重層を形成する手法を検討している。イオン液体の電気二重層はイオン 1 分子の寸法に等しく、空気換算で 1nm 程度の非常に小さな静電ギャップに相当することから、電極間の静電容量  $C$  が飛躍的に高まる。その上で、電極の機械振動  $x$  によって発

生する静電容量変化  $dC/dx$  を増大することで、発電量の拡大を狙っている。

謝辞 本研究の一部は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託研究業務の結果得られた成果です。

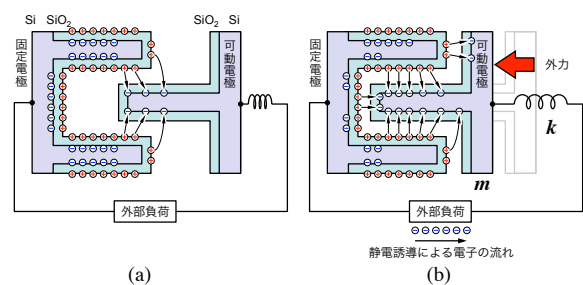


図 1 エレクトレット櫛歯電極の発電モデル

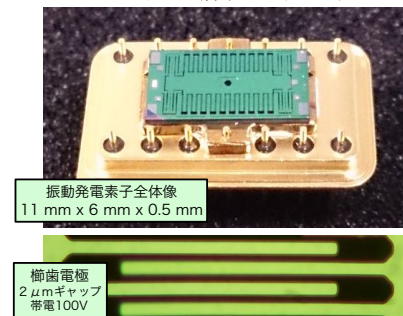


図 2 エレクトレット振動発電素子の試作例

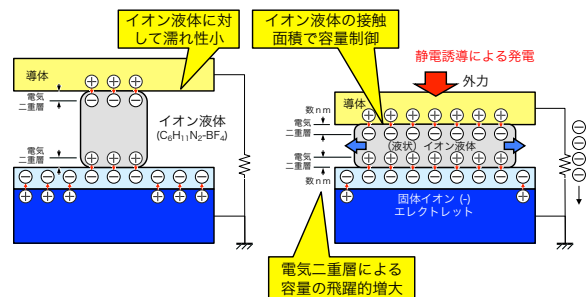


図 3 イオン液体を用いた電極間の容量増大

### 参考文献

1. プロジェクト紹介ホームページ  
<http://mirai.la.coocan.jp/meh/>
2. T. Sugiyama et al., Appl. Phys. Express, 4 (11), p. 114103 (2011).
3. H. Ashizawa et al., PowerMEMS 2015, Boston, MA.
4. H. Mitsuya et al., *ibid.*