

## MEMS 振動発電素子用シリコン酸化膜エレクトレット

## Silicon Oxide Electret for MEMS Vibrational Energy Harvester

東京大学<sup>1</sup>, 静岡大学<sup>2</sup> °年吉 洋<sup>1</sup>, 橋口 原<sup>2</sup>Univ. of Tokyo<sup>1</sup>, Shizuoka Univ.<sup>2</sup>, °Hiroshi Toshiyoshi<sup>1</sup>, Gen Hashiguchi<sup>2</sup>

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

コロナ放電等による物理吸着と比較して、シリコン酸化膜中の不純物イオンを高温・高電界下でドライブアウトして形成したエレクトレットは電荷密度が高く、高温下での帯電劣化が緩やかである<sup>1</sup>。著者らの研究グループではシリコン酸化膜エレクトレットを用いて、環境振動から mW 級の電力を回収するエナジーハーベスタを研究開発している。

シリコン酸化膜エレクトレットとシリコン系MEMSプロセスとの整合性は高く、プロセス最終段で形成した熱酸化膜にカリウムイオンを取り込み、それを 500°C 程度で再加熱しながら 100~500V の直流電圧を電極間に印加することで半永久的に帯電可能である。これを楕歯電極に応用して、共振振動から静電誘導電流を取り出す振動発電を試作した<sup>2</sup>。

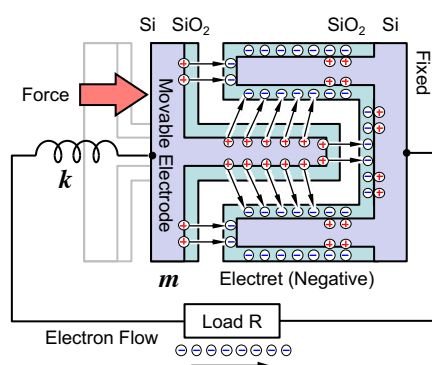


Fig. 1 Electrostatic induction current generator

分子動力学計算により、カリウム原子を除去した後のシリコン酸化膜中にはシリコン原子の周囲に酸素原子 5 個が安定して配位し、それによって負に帯電することが判明した<sup>3</sup>。さらに、シリコン深掘り RIE を用いて高アスペク

ト比の静電ギャップを形成し、機械-電気の結合を高めるとともに、素子内の浮遊容量を削減して無効電力を抑制することで、158 Hz、0.65 G 程度の微弱な振動から 1.2 mW 以上の電力が得られている<sup>4</sup>。講演では、エレクトレットの形成手法、評価手法、素子設計論を解説する。

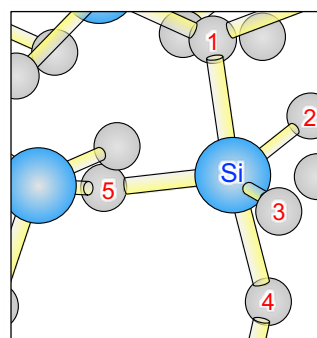


Fig. 2 SiO5 structure as negatively charged electret

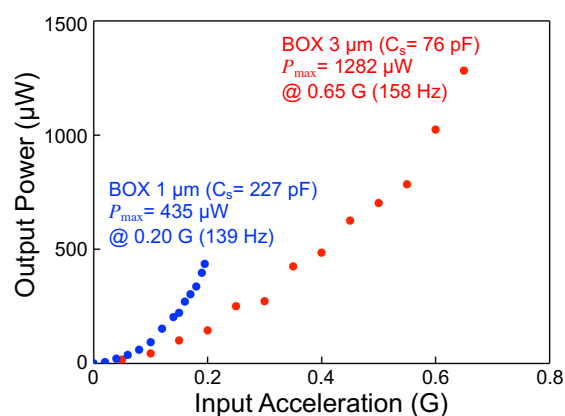


Fig. 3 Harvested power with enhanced electret

- [1] G. Hashiguchi et al., AIP Advances, **6** (3) 2016, p. 035004.
- [2] H. Toshiyoshi et al., Sci. Techno. Adv. Mater., **20** (1) 2019, pp. 124-143.
- [3] T. Nakanishi et al., Applied Physics Letters, **117** (10) 2020, p. 193902.
- [4] H. Honma et al., Int Conf. Solid-State sensors actuators and Microsystems (Transducers 2019), Berlin, pp. 362-365.