

SOI-MEMS 環境振動発電素子に向けた 自己組織化エレクトレットの電気的特性に関する検討 A Study on Electrical Characteristics of Self-Assembled Electrets for SOI- MEMS Vibrational Energy Harvesters

立命館大¹, 群馬大²

°(M1) 砂川 優一朗¹, 角野 響一¹, 細井 寛¹, 李 睿宸¹

田中 有弥², 山根 大輔¹

Ritsumeikan Univ.¹, Gunma Univ.²

°Yuichiro Sunagawa¹, Kyoichi Kakuno¹, Satoru Hosoi¹, Ruichen Li¹,

Yuya Tanaka³, and Daisuke Yamane¹

E-mail: dyamane@fc.ritsumeai.ac.jp

はじめに 静電型 MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 環境振動発電素子 (VEH: Vibrational Energy Harvester) は、小型無線センサ端末の自立電源応用等に向けて有用である[1]。近年、当研究グループは、荷電処理が一切不要な自己組織化エレクトレット (SAE: Self-Assembled Electret) [2]を用いて MEMS VEH[3]を実現した。さらに、製造プロセスを簡素化できることから SOI ウェハを用いた SAE MEMS-VEH の開発を進めている。本研究では、SOI ウェハに形成した中空構造内部に成膜した SAE について、電気的特性の解析モデルを検討したので報告する。

モデル検討 SAE MEMS-VEH[3]では、可動電極に形成されたスルーホールを介して、マイクロパターン化した SAE (μ -SAE) を固定電極上に真空蒸着法により成膜する。本研究では、 μ -SAE の単位セルを直方体と近似し、Si 基板上に SAE を配置した 3D モデル(図 1)を検討する。電気特性評価として、SOI ウェハのデバイス層を想定した評価面の電位分布について、有限要素法を用いたシミュレーションを実施した。なお、SAE は Alq_3 (tris(8-hydroxyquinolino)aluminum) とした。

実験結果 今回のシミュレーションでは、有限要素法シミュレータである COMSOL Multiphysics6.2 を用いた。シミュレーション結果の一例を図 2 に示す。図 2 では、評価面と基板の距離を $10\ \mu\text{m}$ 、SAE の膜厚を $1\ \mu\text{m}$ とした。シミュレーションの結果、SAE の表面電荷密度が $1.4\ \text{mC}/\text{m}^2$ のとき [2]、評価面の電位の最大値は $40.6\ \text{V}$ であった。

結論と今後の展望 SOI を用いた中空構造内部に SAE を成膜した際の電気的特性について、解析モデルを検討した。解析モデルを検討し、デバイス層の電位分布を評価し、SOI を用いた SAE MEMS-VEH の実現に向けたシミュレーション環境構築の見通しを得た。今後、SAE の電気的特性について、シミュレーション結果と実測結果を比較し、妥当性を検証する。

謝辞 本研究は JST A-STEP JPMJTR22R5、JSPS 科研費 22H01929、サムコ科学技術振興財団、三豊科学技術振興協会、東京エレクトロン共同研究公募制度、立命館大学立命館先進研究アカデミー (RARA) を受けたものである。

参考文献 [1] H. Toshiyoshi et al., *Sci. Technol. Adv. Mater.* 20, 124-143 (2019), [2] Y. Tanaka et al., *Sci. Rep.* 10, 6648 (2020), [3] D. Yamane et al., *Appl. Phys. Lett.* 119, 254102 (2021)

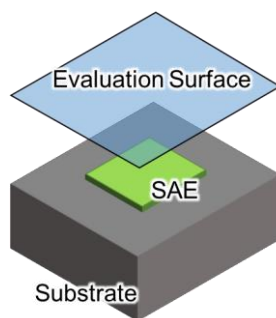


Fig.1. Simulation model

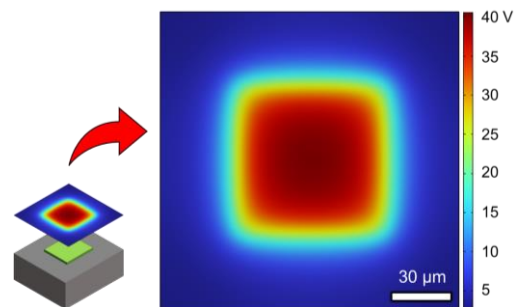


Fig. 2. Potential on evaluation surface