

エネルギーハーベスティングデバイスの検討(4)

A Study on an Energy Harvesting Device (4)

NTT アドバンステクノロジー株式会社¹, 東京工業大学², 東京大学³

○小西敏文¹, 山根大輔², 松島隆明¹, 益一哉², 年吉洋³, 町田克之^{1,2}

NTT Advanced Technology Corporation¹, Tokyo Institute of Technology², The University of Tokyo³,

○Toshifumi Konishi¹, Daisuke Yamane², Takaaki Matsushima¹,

Kazuya Masu², Hiroshi Toshiyoshi³, and Katsuyuki Machida^{1,2}

Email: toshifumi.konishi@ntt-at.co.jp

【はじめに】我々は、LSI と振動型 MEMS エネルギーハーベスティングデバイス (環境発電素子: EHD) の融合およびアレイ化によるデバイスの高性能化を目的とした、集積化 CMOS-MEMS EHD の検討を行っている[1]。これまで、開発した統合設計環境[2]を用いて集積化 CMOS-MEMS EHD 用のモデル化の検討を行った。今回、初期変位を考慮した MEMS EHD 用モデルを新たに検討し、検討モデルを用いたシミュレーション結果と実際に試作した MEMS EHD の評価結果を比較したので報告する。

【内容】図 1(a)に MEMS EHD の概略図、図 1(b)に MEMS EHD の電気回路モデルおよび運動方程式を用いた MEMS EHD に働く力の関係式を示す。図 1 に示すモデル図において、実際に MEMS EHD を試作した場合可動電極の初期位置が固定電極の真上からずれることを想定し、可動電極の初期変位量を考慮してモデル化を行った。図 1 に示すモデルをもとに、開発した統合設計環境上で MEMS EHD を等価回路として表現し、マルチフィジクスシミュレーションを行った。また、設計値に基づき、実際に金めっきを用いて MEMS EHD を試作した。

【結果】MEMS EHD の試作結果を図 2 に示す。試作した MEMS EHD に対し、加振機を用いて横方向に 0G (1 G = 9.8 m/s²) から 5G まで振動を印加したときの可動電極と固定電極間の容量の最大値を測定し、シミュレーション結果と比較した。結果を図 3 に示す。図 3 より、試作した MEMS EHD の 0 G における容量値は設計値と一致すること、試作デバイスのバネ定数の見積もり値は設計上のバネ定数より硬くなっていることがわかった。本結果より、検討したモデルの妥当性および検討モデルを用いた集積化 CMOS-MEMS EHD の設計が可能であることを確認した。

【参考文献】 [1] 小西、他 2014 年春季 第 61 回 応用物理学会春季学術講演会 19p-PG3-4、 [2] T. Konishi, et al., J. Microelectromech. Syst. vol. 22, no. 3, pp. 755-767 (2013).

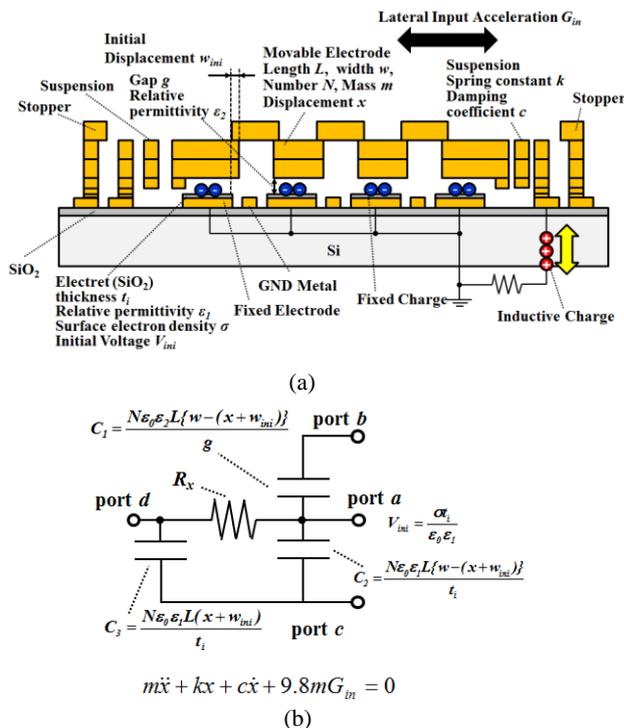


Fig. 1. Conceptual image of a vibration MEMS energy harvesting device: (a) schematic image and (b) electrical model with an initial displacement of the movable plate.

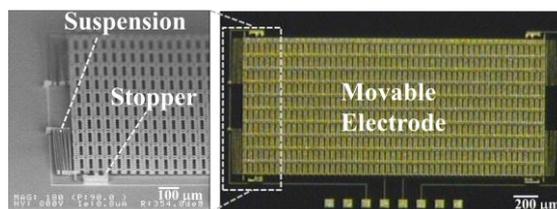


Fig. 2 Optical microscope and scanning electron microscopy (SEM) images of the fabricated MEMS EHD.

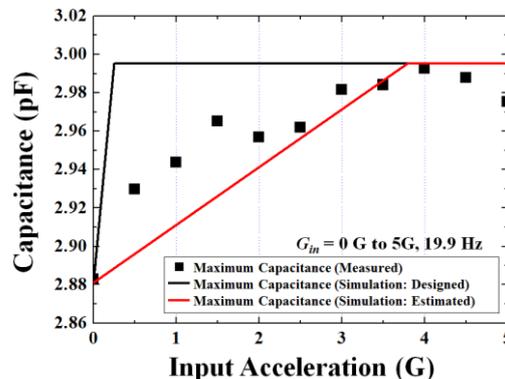


Fig. 3 Maximum capacitance of the actual MEMS EHD as a function of the input acceleration compared with simulation results using two different spring constants.