

エネルギーハーベスティングデバイスの検討(3)

A Study on an Energy Harvesting Device (3)

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, 加賀谷賢², 山根大輔², 松島隆明¹,伊藤浩之², 石原昇², 益一哉², 町田克之^{1,2}, 年吉洋³NTT Advanced Technology Corporation¹, Tokyo Institute of Technology², The University of Tokyo³,○Toshifumi Konishi¹, Ken Kagaya², Daisuke Yamane², Takaaki Matsushima¹,Hiroyuki Ito², Noboru Ishihara², Kazuya Masu², Katsuyuki Machida^{1,2}, and Hiroshi Toshiyoshi³

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

【はじめに】我々は、LSI と MEMS エネルギーハーベスティングデバイス（環境発電素子）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 エネルギーハーベスティングデバイスの検討を行っている[1]。振動等による加速度がデバイスに加わることによって発生する電流を LSI を用いて整流・蓄電することで、電池代替電源として利用することを想定している。このため、エネルギーハーベスティングデバイスと LSI の統合設計が必要である。従来、エネルギーハーベスティングデバイスと整流・蓄電用 LSI は個別に設計されており[2]、デバイスに印加される振動等の変化に対する MEMS と LSI の各々の振る舞いを同時に解析する手法は開発途上である。一方我々は、単一の回路シミュレータ上で MEMS と LSI を同時に解析可能な統合設計環境を構築している[3]。今回、開発した統合設計環境に対して集積化 CMOS-MEMS エネルギーハーベスティングデバイス用のモデルの検討を行ったので報告する。

【内容】図 1 に、エネルギーハーベスティングデバイスのモデル図と、平行平板の支持ばねによる復元力 F_1 、加速度によって発生する力 F_2 の関係式を示す。図 1 のモデル図と数式を、集積回路設計で広く利用されている回路設計シミュレータ上で等価回路表現した。図 2 に、等価回路の内容を示す。

【解析結果】図 2 に示す等価回路を用い、例として、エネルギーハーベスティングデバイスに $1\text{G}\Omega$ の外部抵抗を接続し、振幅 $\pm 1\text{G}$ 、 50Hz で正弦波変化する加速度が印加された場合のデバイスの挙動と抵抗を流れる電流、発電量についてシミュレーションを行った。結果を図 3 に示す。図より、印加加速度に応じてデバイスが振動し、外部抵抗を流れる電流によって発電が可能であることがわかる。本結果より、提案したモデルによる等価回路を用いて集積化 CMOS-MEMS エネルギーハーベスティングデバイスの設計が可能であることを確認した。

【参考文献】[1] 加賀谷、他 2014 年春季 第 61 回 応用物理学会春季学術講演会、[2] D. Miki, et al., Proc. Transducers 2009, pp. 636-639 (2009). [3] T. Konishi, et al., J. Microelectromech. Syst. vol. 22, no. 3, pp. 755-767 (2013).

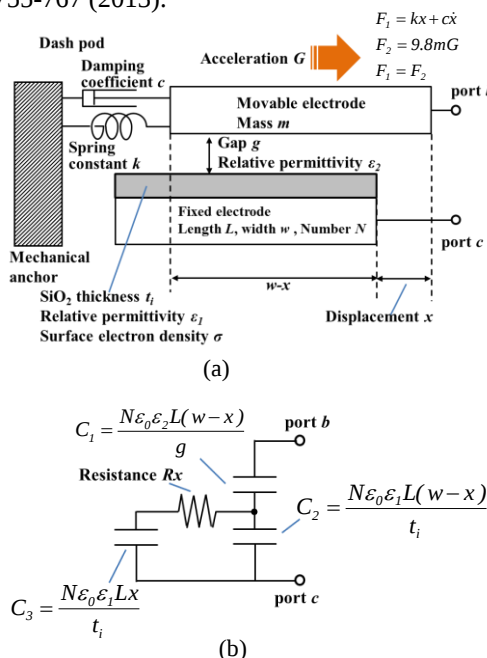


Fig. 1. Conceptual image of a MEMS energy harvesting device: (a) schematic image and (b) electrical model.

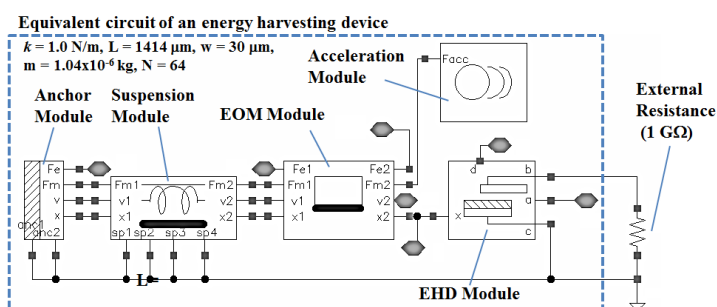


Fig. 2. Simulation circuit by using proposed equivalent circuit model of an energy harvesting device.

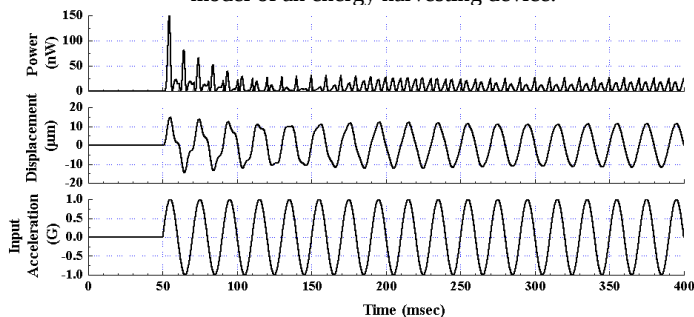


Fig. 3. Transient analysis results by the multi-physics simulation environment.