

エネルギーハーベスティングデバイスの検討(2)

A Study on an Energy Harvesting Device(2)

東京工業大学¹, NTT アドバンステクノロジー株式会社², 東京大学³○加賀谷賢¹, 小西敏文², 山根大輔¹, 松島隆明²,伊藤浩之¹, 石原昇¹, 年吉洋³, 町田克之^{1,2}, 益一哉¹Tokyo Institute of Technology¹, NTT Advanced Technology Corporation², The University of Tokyo³,○Ken Kagaya¹, Toshifumi Konishi², Daisuke Yamane¹, Takaaki Matsushima²,Hiroyuki Ito¹, Noboru Ishihara¹, Hiroshi Toshiyoshi³, Katsuyuki Machida^{1,2}, and Kazuya Masu¹

Email: kagaya.k.aa@m.titech.ac.jp

【はじめに】近年、無線センサネットワークに向けた研究が広く行われている[1]。センサノードの電池代替電源としてはエネルギーハーベストデバイス（環境発電素子）が注目されており[2,3]、我々は集積化 CMOS-MEMS 技術による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[4]。本技術は、LSI と MEMS が融合すること、および、エネルギーハーベスティングデバイスをアレイ化することにより、デバイスの高性能化（共振周波数拡大化）を可能にする。今回、このデバイスの基本構造を Au を用いた積層プロセスにより試作検討したので報告する。

【デバイス構造】図 1 に提案するエネルギーハーベスティングデバイスの断面図を示す。本検討は CMOS 形成後にデバイス形成可能な金属積層プロセスを用いることを前提としている[4]。デバイスの基本構造の特徴は、i)積層バネ構造、ii)ストップを配置、iii)上部電極に対向した下部電極上に SiO₂ を形成、iv)下部電極間にフリンジ効果抑制のためにグラウンド電極形成、v)上部電極の反り抑制のために小ブロック化の 5 点である。デバイス設計において、共振周波数を低くするために Au の上部電極面積を大きくすることで、自重による上部電極の沈み込みが生じる。その結果、電荷を発生する横方向の動きを阻害することになる。この現象を防ぐため、縦方向バネ定数 (k_z) は大きく、横方向バネ定数 (k_x) は弱い($k_z > k_x$)構造を可能にする積層バネ構造を新たに提案した。また、ストップ構造により上部電極の水平方向の動きと上下方向の動きを規制し、デバイスの破損を防止した。本研究は、エネルギーハーベスティングデバイスのアレイ化を可能とするために上記の特徴を提案した初の試みである。

【試作結果】本試作では、Au めっきを用いた 6 層金属と 1 層の SiO₂ からなる多層プロセスを提案した。犠牲層には有機絶縁膜を用いた。図 2 に試作したエネルギーハーベスティングデバイスの全体平面写真を示す。写真より、大きな上部電極が反ることなく形成されていることがわかる。図 3 に試作後の SEM 写真を示す。写真は、上部電極のブロック化及びバネの積層形成が所望の構造に実現されていることを示している。また、ストップ構造が同時に実現されていることがわかる。

【まとめ】提案するエネルギーハーベスティングデバイスを試作し、デバイスの形成が可能であることを確認した。本結果から集積化 CMOS-MEMS エネルギーハーベスティングデバイスの実現見通しを得ることができた。

【参考文献】[1] Zhaohui Yang, et al., Proc. PowerMEMS, 2008, [2] Metcheson P D, et al., Proc. of the IEEE, 96 457-1486, 2008, [3] 鈴木雄二, 異種機能デバイス集積化技術の基礎と応用, シーエムシー出版, pp.201-208, 2012, [4] 加賀谷 賢他, 2013 年秋季第 74 回応用物理学会学術講演会

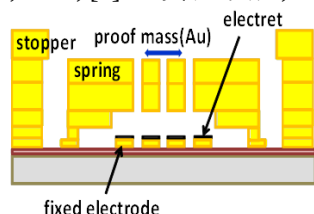


Fig.1 Energy harvesting device structure.

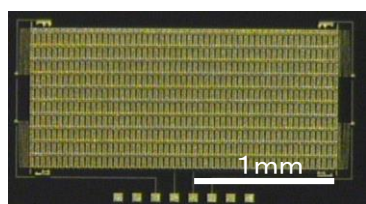


Fig.2 Device photograph.

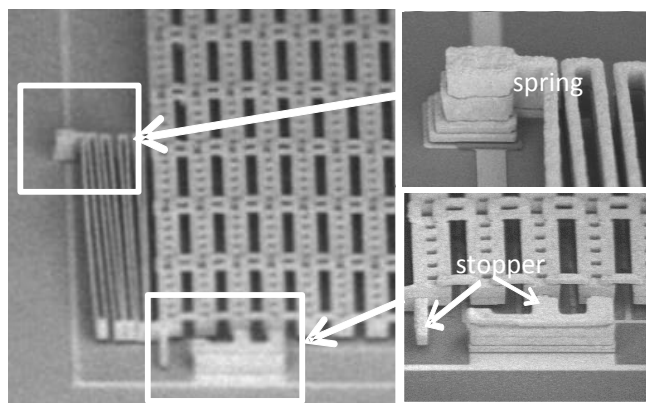


Fig.3 SEM photographs after fabrication.