MEMS 加速度センサにおける時間ドメイン容量検出回路の統合設計モジュールの検討

A Study on Multi-Physics Simulation Module of Time-Domain Capacitive Sensor Interface for MEMS Accelerometer

東工大 [1]，NTT-AT[2]　○折原 恒祐 [1]，古賀 達也 [1]，道正 志郎 [1]，伊藤 浩之 [1]，山根 大輔 [1]，小西 敏文 [2]，飯田 慎一 [2]，石原 昇 [1]，町田 克之 [1]，益 一哉 [1]

Tokyo Tech. [1], NTT-AT[2], °Kosuke Orihara[1], Tatsuya Koga[1], Shiro Dosho[1], Hiroyuki Ito[1], Daisuke Yamane[1], Toshifumi Konishi[2], Shinichi Iida[2], Noboru Ishihara[1], Katsuyuki Machida[1], Kazuya Masu[1]

E-mail: paper@lsi.pi.titech.ac.jp

【はじめに】我々はこれまで，積層メタル技術による Au 錘を用いた MEMS（microelectromechanical systems）加速度検出デバイス[1]や，静電容量の時間ドメインセンシング[2]により，小型・高分解能な MEMS 加速度センサの検討を行ってきた。また，回路設計ツールを用いた統合設計により，MEMS と回路の挙動を同時に解析する手法を報告している[3]。本研究では，CMOS-MEMS 加速度センサの設計を目的として，統合設計モジュールのための時間ドメイン容量検出回路モジュールを検討したので報告する。

【統合設計モジュールの構成】CMOS-MEMS 構造の断面図を Fig. 1 に示す。提案する時間ドメイン容量検出回路モジュールと MEMS 加速度検出デバイスの等価回路[3]を組み合わせた統合設計モジュールを Fig. 2 に示す。時間ドメイン容量検出回路モジュールは、静電容量変化 ΔC を発振周期変化 ΔT に変換する機能を有する。すなわち、MEMS デバイスの静電容量変化を，時間ドメイン容量検出回路の発振周波数に変化することで，印加加速度検出を可能としている。時間ドメイン容量検出回路モジュールに設けた V_b ,V_d の端子を MEMS 等価回路の V_b ,V_d 端子に接続することで，MEMS と回路の挙動を同時に解析可能である。今回は，印加加速度に対する発振周期の変化をシミュレーションで確認した。

【結論】検討した統合設計モジュールのシミュレーション動作確認より、MEMS 加速度センサと時間ドメイン容量検出回路からなる CMOS-MEMS 加速度センサの統合設計を可能とした。

【謝辞】本研究は，JST CREST JPMJCR1433 の支援を受けたものである。

[1] D. Yamane et al., Appl. Phys. Lett., 104, 074102 (2014), [2] M. Takayasu et al., IEICE ELEX, 15, 20171227 (2018), [3] T. Konishi et al., IEEE J. Microelectromech. Syst., 22, p.755-767 (2013).

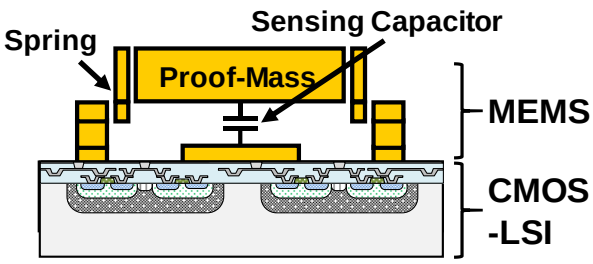

Fig. 1. Cross Section of CMOS-MEMS Accelerometer

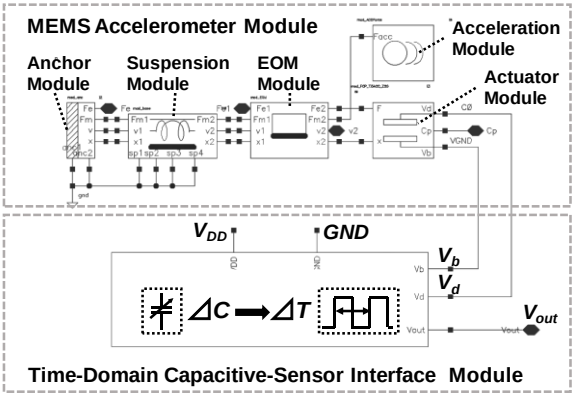

Fig. 2. Multi-Physics Simulation Module.