

集積化 CMOS-MEMS 加速度センサへ向けた sub-1G 静電容量型センサの検討

A Study of a Sub-1G Capacitive Sensor for Integrated CMOS-MEMS Accelerometers

東京工業大学<sup>1</sup>, NTT アドバンステクノロジー株式会社<sup>2</sup>, 東京大学<sup>3</sup>

○亀井 将太<sup>1</sup>, 山根 大輔<sup>1</sup>, 小西 敏文<sup>2</sup>, 松島 隆明<sup>2</sup>, 年吉 洋<sup>3</sup>, 町田 克之<sup>1,2</sup>, 益 一哉<sup>1</sup>

Tokyo Institute of Technology<sup>1</sup>, NTT Advanced Technology Corporation<sup>2</sup>, The University of Tokyo<sup>3</sup>,

°Shota Kamei<sup>1</sup>, Daisuke Yamane<sup>1</sup>, Toshifumi Konishi<sup>2</sup>, Takaaki Matsushima<sup>2</sup>,

Hiroshi Toshiyoshi<sup>3</sup>, Katsuyuki Machida<sup>1,2</sup>, and Kazuya Masu<sup>1</sup>,

Email: kamei.s.ae@m.titech.ac.jp

【はじめに】 MEMS (microelectromechanical systems) 加速度センサの家電製品への搭載が進むなかで、センサ性能において更なる検出範囲拡大と高感度化が望まれている[1]。そこで我々は、ワンチップで検出範囲の広い集積化 CMOS-MEMS 加速度センサの開発を進めている。これまでに 4 mm 角チップで 1 G ( $G=9.8 \text{ m/s}^2$ ) から 20 G まで検出可能なアレイ型 MEMS 加速度センサ[2]や、1 G 以下を検知可能な高感度加速度センサを開発してきた[3]。本研究では市販加速度センササイズを考慮して、4mm 角チップに他の加速度センサとともに搭載可能な集積化 CMOS-MEMS 加速度センサ用の Sub-1G MEMS 加速度センサの検討結果を報告する。

【デバイス設計と試作結果】 図 1 に集積化 CMOS-MEMS 加速度センサの概念図を示す。4mm 角チップ上に検出範囲の異なる加速度センサを集積化することで検出範囲の拡大 (Sub-1G から 20 G) と高感度化を目指す。Sub-1G 加速度センサのサイズは他のセンサ領域を考慮して、錘面積を  $2.4 \text{ mm} \times 2.1 \text{ mm}$  とした。図 2 には提案する Sub-1G 検出用静電容量型センサの概念図を示す。錘材料として高密度の金を用いることで、シリコン MEMS 加速度センサと比較してブラウンノイズを低減できる。また、錘の質量増加に伴い錘面積は拡大するため、小型ブロックを連結した錘設計とすることで錘の反りを抑制した。試作した sub-1G 検出用 MEMS 静電容量センサの写真を図 3 に示す。図 4 は試作デバイスの周波数特性実測値であり、機械的共振周波数 300 Hz、Q 値 13、錘の質量  $8.7 \times 10^{-7} \text{ kg}$  より、ブラウンノイズの実測値  $0.17 \mu\text{G}/\text{Hz}^{1/2}$  となり、mG 以下の検出性能を示した[3]。

【結論】 集積化 CMOS-MEMS 加速度センサへ向けた Sub-1G 静電容量型センサの試作・評価を行い、mG 以下の検出性能を確認した。本結果より、所望する広検出範囲・高感度 MEMS 加速度センサの実現見通しを得た。

[1]N. Yazdi, et al., Proc. IEEE, Vol. 86, pp.1640-1659 (1998), [2]T. Konishi, et al., Jpn. J. Appl. Phys., vol. 53, 027202 (2014), [3]D. Yamane, et al., Appl. Phys. Lett., vol. 104, 074102 (2014).

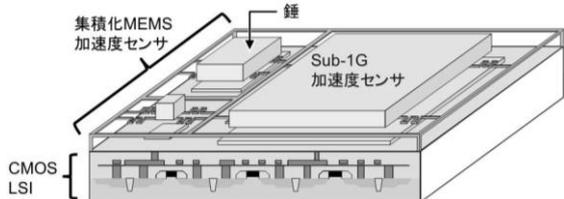


Fig. 1. An Integrated CMOS-MEMS accelerometer with a sub-1G sensor.

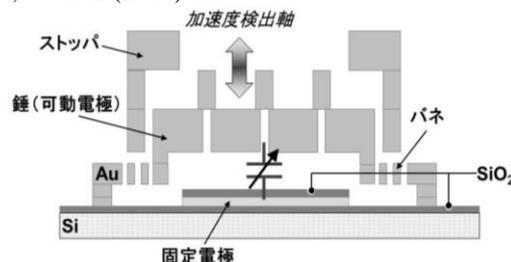


Fig. 2. Design concept of a sub-1G capacitive sensor.

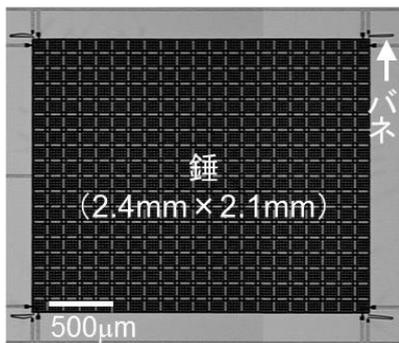


Fig. 3. Photo of the developed MEMS sub-1G capacitive sensor.

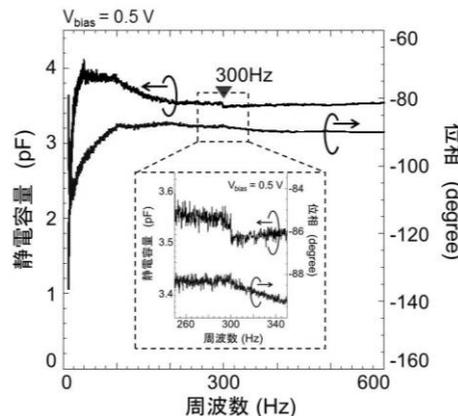


Fig. 4. Capacitance and phase as a function frequency.