

3D 容量検出電極による単一 Au 錘 3 軸 MEMS 加速度センサの検討

A Single Au Proof Mass 3-Axis MEMS Accelerometer with 3D Capacitive Detection Electrode

東工大¹, NTT-AT² °大西 哲¹, 内山 晃宏¹, 柴田 滉平¹, 市川 崇志¹, 李 尚曄¹,
飯田 慎一², 石原 昇¹, 町田 克之¹, 益 一哉¹, 伊藤 浩之¹

Tokyo Tech.¹, NTT-AT², °Akira Onishi¹, Akihiro Uchiyama¹, Kohei Shibata¹,
Takashi Ichikawa¹, Sangyeop Lee¹, Shin-ichi Iida², Noboru Ishihara¹,
Katsuyuki Machida¹, Kazuya Masu¹ and Hiroyuki Ito¹

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

【はじめに】MEMS 加速度センサのさらなる応用拡大を目的とし、我々は、単一 Au 錘 3 軸静電容量型 MEMS 加速度センサの検討をしている[1]。これまで 3 軸検出電極として櫛歯型や平行平板型電極の検討を行ってきたが、3 軸それぞれの感度が不均一なことが課題であった。本研究では、3 軸の感度を均一化するため、3 軸用の検出電極を提案し検討を行ってきた[2]。今回、3D 容量検出電極を新たに提案し単一 Au 錘 3 軸 MEMS 加速度センサの試作、評価を行ったので報告する。

【提案構造】Fig.1 に提案デバイスの概念図を示す。我々はこれまで X および Y 軸用の電極としてピラー型電極を 3 軸 MEMS 加速度センサ用に提案・実現してきた[2]。提案構造は、ピラー構造の下部と上部にさらに電極を設け、3 次元容量検出を可能とする構造である。この構造による 3 軸 MEMS 加速度センサの実現可能性を調べるために各軸検出電極の占有面積と感度の関係について解析を行った。解析から、各軸感度が 100fF/G 以上、 B_N (Brownian Noise)が 200 nG/√Hz 以下を同時に満たす設計パラメータを見出した。この結果をもとに設計及び試作を行った。

【試作評価】Fig.2 に試作デバイスの SEM 写真を示す。デバイス面積は 4 mm 角であり、4 本のばねと錘の接続部、Z 軸上部電極と Z 軸下部電極の間に形成された錘構造、さらに、錘に囲われたピラー型電極が形成され、単一錘で 3 軸 MEMS 加速度センサの所望の構造が実現していることを確認できた。デバイスの評価として LDV(Laser Doppler Vibrometer)を用いた錘の振動特性実験を行った。錘の減衰振動に対するフィッティング曲線より減衰比等を算出し、そこから B_N と Q 値を求めた。測定結果より共振周波数が 289 Hz、Q 値が 7.9、 B_N が 160 nG/√Hz であった。また、容量—加速度特性を測定した結果より X、Y、Z 軸の感度がそれぞれ 162、210、341 fF/G であることが確認できた。

【結論】3D 容量検出電極を用いた単一 Au 錘 3 軸 MEMS 加速度センサの試作を行った。試作デバイス評価した結果、各軸感度が 100fF/G 以上が得られる可能性を確認した。

【謝辞】本研究は、JST CREST (JPMJCR1433)、JST A-STEP (JY215015Sn)、JSPS 科研費 (19H02191) の支援を受けたものである。

[1] 市川崇志 他, 平成 30 年応用物理学会秋季学術講演会, 2018, No. 18p-PB2-5.

[2] 渥美賢 他, 平成 31 年応用物理学会春季学術講演会, 2019, No. 11a-W934-1.

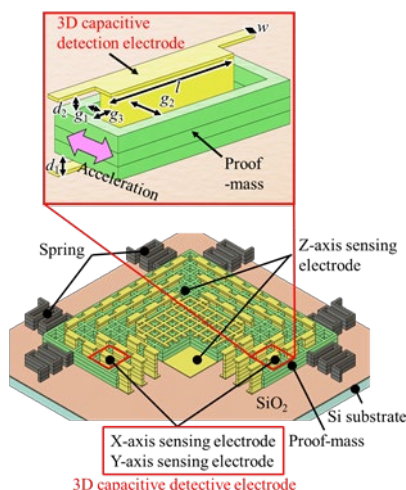


Fig.1. 3D capacitive 3-axis Au proof mass MEMS accelerometer.

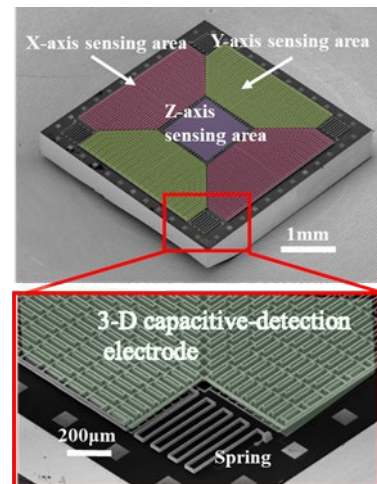


Fig.2. SEM image of the developed accelerometer.