積層メタル技術によるピラー型容量検出電極の検討

A study on pillar-shaped capacitance-detection electrodes by the multi-layer metal technology

東工大 [1], NTT-AT[2] ○渥美 賢 [1], 乙部 翔太 [1], 古賀 達也 [1], 市川 崇志 [1], 山根 大輔 [1],
飯田 慎一 [2], 伊藤 浩之 [1], 石原 昇 [1], 曽根 正人 [1], 町田 克之 [1], 益 一哉 [1]

Tokyo Tech. [1], NTT-AT[2], °Ken Atsumi[1], Shota Otobe[1], Tatsuya Koga[1], Takashi Ichikawa[1],
Daisuke Yamane[1], Shin-ichi Iida[2], Hiroyuki Ito[1], Noboru Ishihara[1],
Masato Sone[1], Katsuyuki Machida[1], Kazuya Masu[1]

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

【はじめに】MEMS 加速度センサは様々な分野で用いられ、今後さらなる高感度化により医療診断、構造物診断などへの応用が可能だと考えている。これまで、我々は積層メタル技術による静電容量型 3 軸 MEMS 加速度センサを実現するために、X、Y 軸方向の加速度検出に櫛歯型[1]や平行平板型[2]の電極を検討してきた。本研究では、3 軸の感度均一化に向けてピラー型容量検出電極を新たに提案し、3 軸 MEMS 加速度センサに適用した際の効果を検討したので報告する。

【ピラー型容量検出電極】ピラー型容量検出電極の概念図を Fig.1 に示し、従来構造[1,2]と比較した特徴を以下に示す。

特徴 1：犠牲層が容易に除去可能な構造である。

特徴 2：容量検出電極のレイアウトの自由度（配置、数）が高い。その結果、3 軸加速度センサに適用した際、X、Y、Z の感度均一化が可能である。

次に、ピラー型電極のデバイス構造を決めるために、Fig.1(a)を用いて容量検出感度について検討した。その感度は次式で示される。

$$\frac{\Delta C}{\Delta G} = \varepsilon_0 S \frac{1}{\omega_0{}^2}\left(\frac{1}{d_1{}^2} - \frac{1}{d_2{}^2}\right)$$

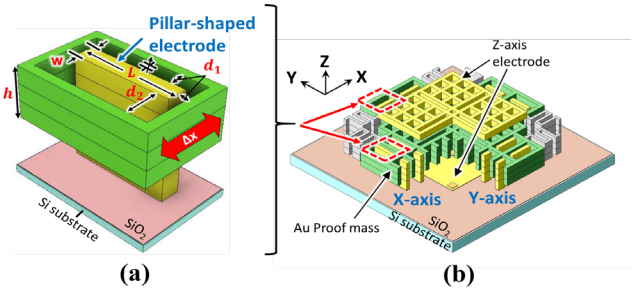
ここで ΔC が容量変化、ΔG が印加加速度、ε_0が真空誘電率、S が電極面積（$L \times h$）、ω_0が共振角周波数、d_1 と d_2 がピラー型電極と可動電極との距離、である。

【デバイスパラメータの検討】最初に、電極間隔 d_1 と d_2 の関係について調べた。Fig.2 に d_1 を最小寸法 10μm にしたときの感度の d_2 依存性を示す。d_2 に対して感度飽和領域が存在することがわかった。同様にして、デバイスパラメータを検討した結果、本ピラー型電極を用いることで感度均一化が可能であることが明らかとなった。

【結論】積層メタル技術によるピラー型容量検出電極を提案し、3 軸 MEMS 加速度センサに適用した際に感度均一化の効果が得られることがわかった。

【謝辞】本研究は, JST CREST JPMJCR1433, JSPS 科研費 15K17453 の支援を受けたものである。

[1] H.Niijima et al, MNC2017 (2017) [2] T.Ichikawa et al, The Japan Society of Applied Physics (2018)



(a) (b)

Fig.1. 3-axis MEMS accelerometer with pillar-shaped electrodes. (a) A unit of pillar-shaped electrode and (b) the MEMS accelerometer.

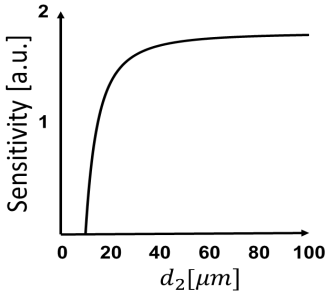


Fig.2. Sensitivity as a function of d_2. (d_1 = 10 μm)