

Au 積層メタル技術による MEMS デバイスの
九十九折ばね定数ばらつき抑制の検討

Supression of process variation of serpentine spring constant
for MEMS devices by gold multi-layer metal technology

東京工業大学, [○]御宿 希祐, 大西 哲, Tenneti Devi Srujana, 町田 克之

栗岡 智行, Chakraborty Parthojit, Tso-Fu Mark Chang, 曾根 正人, 三宅 美博, 伊藤 浩之

Tokyo Tech, [○]Kisuke Miyado, Akira Onishi, Devi Srujana Tenneti, Katsuyuki Machida,

Tomoyuki Kurioka, Tso-Fu Mark Chang, Parthojit Chakraborty, Masato Sone, Yoshihiro Miyake,

Hiroyuki Ito

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

【はじめに】当研究室では、高分解能化を目的に Au 積層メタル技術による Au 錘静電容量型 MEMS (MicroElectroMechanical Systems) 加速度センサを検討している [1]。ばね構造として低ばね定数 (k) を容易に得ることが可能な九十九折ばね (Fig.1) を採用している [2]。しかし、振動特性を決めるばねの設計手法は確立されておらず、作製後のばらつきが大きいのが実情である[3]。我々は、これまで従来の解析式を評価検討し、Fedder モデルの適用性について報告してきた[4]。今回、プロセス上のばらつきによるばね定数への影響について検討したので報告する。

【ばらつきの評価手法】最初に、ばね構造パラメータの中でばらつきの影響を受けやすいパラメータを調べるために、解析式により各パラメータ依存性を調べた。次に、各構造パラメータの変化率の大きいパラメータ (ばらつきの影響を受けやすいと想定) を選定し、ばね定数のばらつきの影響を他のパラメータに対して調べた。算出に際して、積層メタル技術によるプロセスばらつきを $\pm 10\%$ と仮定した。ばね定数のばらつき ΔK_δ を次のように定義した。

$$\Delta K_\delta = (k_{zr} - k_{zd}) / k_{zd} \times 100 \text{ [\%]}$$
 (1)

ここで、 k_{zr} 、 k_{zd} はそれぞれ、プロセスによるばらつきを伴うばね定数、ばらつきを伴わないばね定数を示す。

【評価結果】 Fig.2 に解析式による各パラメータ依存性の評価結果を示す。さらに、本結果のもとに求めた各パラメータの変化率を Table.1 に示す。Fig.2 および Table.1 の結果から、バネの厚さ t と幅 w がばね定数に対して強い依存性を示すことがわかった。この結果、バネの厚さ t と幅 w をパラメータとしてばね定数のばらつき ΔK_δ を検討した。具体的には、他の構造パラメータの影響を調べるために、ばね定数のばらつき ΔK_δ のスパン棒長 L と接続棒長 a 依存性を評価した。ばねの厚さ t と幅 w をそれぞれ $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ と仮定して評価した。その結果、Fig.3 より、プロセスによるばね定数のばらつき ΔK_δ は、スパン棒長 L と接続棒長 a に影響を受けることなく、厚み t と幅 w のばらつきの影響を受けることがわかった。

【まとめ】Au 積層メタル技術による Au 錘 MEMS 加速度センサのための九十九折ばね設計において、プロセスによるばね定数へのばらつきの影響を検討した。九十九折ばね構造において、厚さ t と幅 w が、ばね定数を決定する支配的パラメータであると同時に、プロセスばらつきを強く受けることを明らかにした。プロセスばらつきを抑制する九十九折ばね設計手法の構築を可能にした。

【謝辞】本研究は JST CREST (JPMJCR21C5) の助成を受けたものである。

【参考文献】 [1] K. Masu, *et al.*, *ECS Transactions*, 97, 2020, pp. 91-108. [2] D.Yamane, *et al.*, *SSDM* 2016, 26-29, 2016. [3] G.K. Fedder, Ph.D. Thesis, University of California at Berkeley, 1994. [4] K.Miyado, *et al.*, *JSAP*, 16a-B410-6,2023.

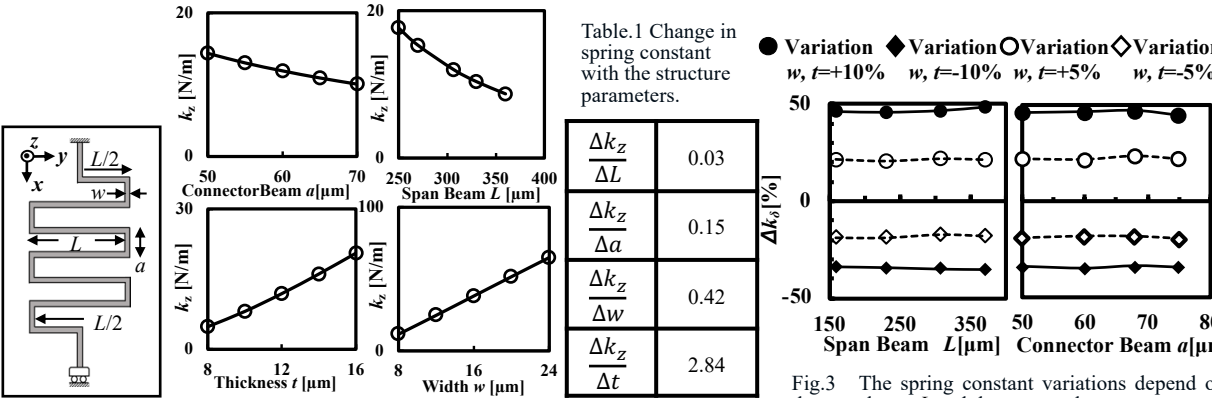


Fig.1 view of serpentine spring

Fig.2 The dependence of the spring constant k_z on the structure parameter of N , L , a , w and t .

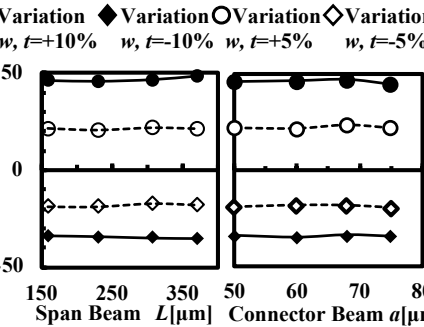


Fig.3 The spring constant variations depend on the span beam L and the connect beam a .