

MEMS 加速度センサのための金属構造体の密着力評価

An Evaluation on Adhesion Strength with Metal Structure for MEMS Accelerometer

○佐布晃昭¹、小西 敏文¹、松島隆明¹、山根 大輔^{2,4}、年吉 洋^{3,4}、
曾根正人^{2,4}、益 一哉^{2,4}、町田 克之^{1,2,4}

(1. NTT-AT、2. 東工大、3. 東大、4. JST-CREST)

○Teruaki Safu¹, Toshifumi Konishi¹, Takaaki Matsushima¹, Daisuke Yamane^{2,4}, Hiroshi Toshiyoshi^{3,4},
Masato Sone^{2,4}, Kazuya Masu^{2,4}, and Katsuyuki Machida^{1,2,4}

(1. NTT-AT Corp., 2. Tokyo Tech, 3. The Univ. of Tokyo, 4. JST-CREST)

E-mail: teruaki.safu@ntt-at.co.jp

【はじめに】我々は MEMS 加速度センサの高精度・高範囲検出化を目的とし、0.1G 以下から 20G (1G = 9.8 m/s² : 重力加速度) まで検出可能な集積化 MEMS 加速度センサの構造を提案した (図 1) [1]。本構造を実現するために、電解 Au めっき技術の基本とした金属積層技術を提案した[2]。MEMS 加速度センサの基本構造は、電極、錘、バネ、及びストッパーで構成される(図 2)。我々は、加速度センサが過加振による自壊を防ぐためにストッパー構造を設けた。これまで 20G 検出でストッパー効果を確認してきた[3]。今回、MEMS 加速度センサの信頼性を調べるために、本ストッパー構造の耐荷重を金属膜の密着力の観点から検討したので報告する。

【実験】図 3 に MEMS 加速度センサおよびストッパーを拡大した SEM 写真を示す。錘が、ストッパーにより保護されていることがわかる。ストッパー構造は金属積層により作製されている。したがって、密着性評価のための試料は、この積層構造を模擬する層構成で以下の 3 水準を作製した。

(i) SiO₂/Ti(100nm 密着層), (ii) SiO₂/Ti(100nm)/Au(70nm シード層)/Au(10μm めっき層),

(iii) SiO₂/Ti(100nm)/Au(70nm)/Au(10μm)/Ti(100nm)/Au(70nm)/Au(10μm)

ここで、プロセス中の熱処理による影響を考慮し、310℃アニール有の水準 (合計 6 水準) も設定した。密着性の測定は、島津製作所製引っ張り試験器 AG-X を用いた。試料に瞬間接着剤でスタッドピン (接触面積 5.726mm²) を接着し、0.5mm/min の引っ張り速度により評価を行った。

【評価結果】図 4 に試料(i)の引っ張り測定結果を 1 例として示す。ストロークの途中から接着剤が変形し、最後に、剥離破壊 (接着剤の剥離) モードを示している。この最大荷重とピンの表面積から各試料の最大応力を算出した (Table 1)。まず、試料(i)の結果から、SiO₂ と Ti の密着力は、アニール無で 8.3、アニール有で 6.0MPa 以上の密着力が推定される。次に、試料(ii)の結果から、Au 層と Ti 層との密着力は、4.7MPa 以上と推定される。最後に、試料(iii)の結果から、ストッパーで用いられる積層構造全体において 5.0MPa 以上の密着力を推定することができる。ここで、過加振時にストッパーにかかる圧力を、錘の重さ、錘とストッパーの接触面積、過加振の力から計算し、その結果と密着力との関係を調べた。例えば 100G の時にストッパーにかかる圧力は、425kPa であり、本密着力の推定値 5.0MPa は、十分な許容値であり、ストッパーがデバイスの自壊に対する保護機能を十分に有すると考える。

【まとめ】各層の密着力は、接着剤の密着力よりも大きいことがわかった。実験結果と計算により提案するストッパーは 100G 以上の加速度にも耐えうる可能性があることがわかった。金属積層技術による MEMS 構造体の機械的強度としての密着力が十分な強度を有することがわかった。

[1] T. Konishi et al., Jpn. J. Appl. Phys., 53, 027202 (2014), [2] K. Machida et al., ECS Trans., 61 pp. 21-39 (2014),

[3] D. Yamane et al., Proc. IEEE Sensors 2014, pp. 1591 - 1594, 2014

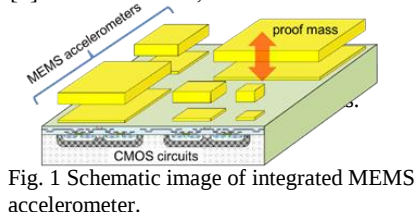


Fig. 1 Schematic image of integrated MEMS accelerometer.

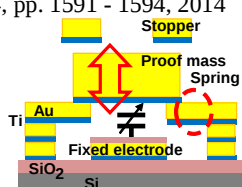


Fig. 2 MEMS device structure.

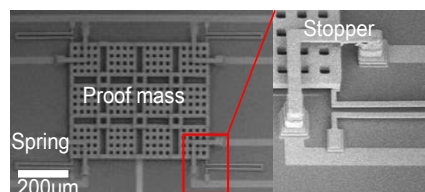


Fig. 3 SEM photograph.

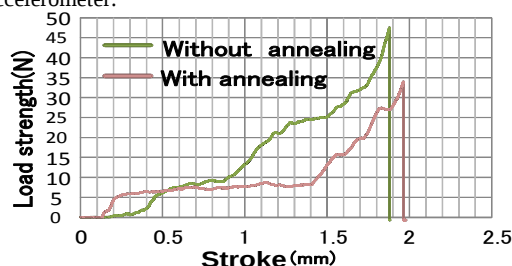


Fig. 4. Extension test.

Table 1. Measurement results.

Sample	Maximum Pressure(MPa)		Breaking mode
	With annealing	W/O annealing	
(i)	8.3	6.0	Adhesive peeling
(ii)	9.7	4.7	Adhesive peeling
(iii)	5.7	5.0	Adhesive peeling