単結晶金微小カンチレバーの曲げ強度に対する断面積の影響

Influence of Cross-sectional Area of Gold Single Crystal Micro-cantilevers on Their Bending Strengths

東工大　○(M1) 保里 亮平，藤田 一矢，Chun-Yi Chen，栗岡 智行，Tso-Fu Mark Chang，Parthojit Chakraborty，町田 克之，伊藤 浩之，三宅 美博，曽根 正人

Tokyo Tech., ○Ryohei Hori, Kazuya Fujita, Chun-Yi Chen, Tomoyuki Kurioka, Tso-Fu Mark Chang, Parthojit Chakraborty, Katsuyuki Machida, Hiroyuki Ito, Yoshihiro Miyake, Masato Sone

E-mail: hori@ames.pi.titech.ac.jp

現在、様々なデバイスで微小電気機械システム (MEMS) 加速度センサが利用されている。MEMS 加速度センサの高感度化にはブラウニアンノイズの低減が重要であり、これは、MEMS 加速度センサ内の錘質量に反比例して低下する[1]。そこで、MEMS 加速度センサで広く用いられる Si に代わって、Si より高密度な Au の MEMS 加速度センサ応用が提案されている。実際に Au 材料からなる MEMS 加速度センサは、Si 材料からなるものよりも高感度であると報告されている[1]。一方で、Au 材料を用いる場合、その機械強度が実用的な課題となる。また、MEMS などのマイクロスケールの構造部材に金属材料を用いる場合、その機械強度がバルク状態に比べて向上するサンプルサイズ効果を考慮する必要がある。そのため、MEMS 加速度センサへ Au 材料を適用する上で、マイクロスケール Au 材料の機械特性評価は重要である。MEMS 加速度センサ内で負荷が集中するばね部分において、曲げ変形が生じることに着目し、多結晶金微小カンチレバーの曲げ試験に対するカンチレバー断面積の影響が先行研究で議論された[2]。一方で、サンプルサイズ効果の影響をより純粋に評価するためには、単結晶金材料での評価が不可欠である。

そこで本研究では、マイクロスケールの単結晶金微小カンチレバーの曲げ変形に対する、カンチレバー断面積の影響を解明することを目的として、断面積の異なる種々のカンチレバーを作製し、曲げ試験を行った。集束イオンビーム装置で作製した断面積の異なる二種類のカンチレバー（試料 A、試料 B）の応力ひずみ曲線を Fig. 1 に示す。試料 A の断面積は 108 μm^2、試料 B の断面積は 99 μm^2 で、それぞれの試料の降伏応力は 226 MPa、128 MPa であった。したがって、単結晶金からなる微小カンチレバーの曲げ強度は、断面積が大きくなるのに伴って増加することが分かった。これは、“smaller is weaker” のサンプルサイズ効果の結果であると考えられる[3]。

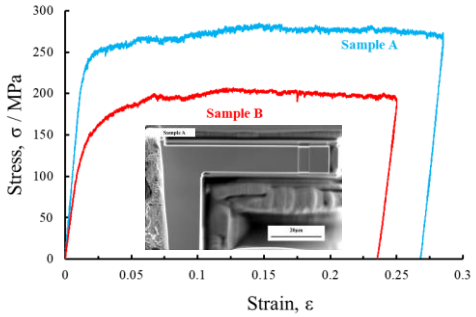

Fig. 1. Stress-strain Curves.

References

[1] D. Yamane et al., *Appl. Phys. Lett.* **2014**, *-104*, 074102.

[2] K. Suzuki et al., *MRS Commun.* **2020**, *20*, 434–438.

[3] J. R. Greer et al., *Prog. Mater. Sci.* **2011**, *56*, 654–724.

© 2023年 応用物理学会