

金単結晶微小カンチレバーの機械的特性とサンプル形状効果

Micro-Bending of Single Crystal Gold and the Sample Geometry Effect

○藤田 一矢¹, 鈴木 康介¹, Chun-Yi Chen¹, Tso-Fu Mark Chang¹,
山根 大輔², 伊藤 浩之¹, 町田 克之¹, 益 一哉¹, 曾根 正人¹

(1. 東工大、2. 立命館大学)

○Kazuya Fujita¹, Kosuke Suzuki¹, Chun-Yi Chen¹, Tso-Fu Mark Chang¹, Daisuke Yamane², Hiroyuki Ito¹, Katsuyuki Machida¹, Kazuya Masu¹, Masato Sone¹

(1. Tokyo Institute of Technology, 2. Ritsumeikan University)

e-mail: fujita.k.as@m.titech.ac.jp

金属材料は優れた化学安定性や導電性から、電子デバイスなどに応用されている。我々の過去の研究により、金属材料が高密度であることから、金属材料を用いた微小電気機械システム (MEMS) 加速度センサは従来の MEMS 加速度センサと比較して、小型化を維持しながらノイズを低減でき、より高感度を達成している。ここで重要になるのは、構成部品の機械的特性である。一般に金属材料の機械的強度は転位の動きに依存している。そして、転位の動きは、結晶方位、結晶粒界、不純物などに依存する。このことに加えてナノまたはサブマイクロスケールの金属材料は、その寸法が小さくなるほど強度が大きくなるというサンプルサイズ効果を持っている。したがって、MEMS に応用する金属材料の機械的特性はマイクロスケールで行い、サンプルサイズ効果の影響を調べる必要がある。

MEMS 加速度センサの可動部の構造は片持ち梁またはブリッジ構造である。また、サンプルサイズ効果を詳しく知るためには、結晶粒界や不純物をなくした、純金の単結晶金属材料での曲げ試験による材料の評価が適していると考えられる。サンプルサイズ効果に関して、強度は試験片の断面積の逆指数法則の関係があると報告されている。微小カンチレバーでの曲げ試験の場合、断面積の厚さ方向は荷重方向に平行であるのに対し、幅方向は荷重方向に垂直である。この違いにより、微小曲げ試験では、厚さ、幅方向はサンプルサイズ効果に異なる影響を与える可能性を含む。

厚さ、幅を 5 μm から 15 μm の間で変化させた、9 つの単結晶純金微小カンチレバーに対して、曲げ試験を行った。その結果、カンチレバーの厚さが 15.1 μm から 5.5 μm に減少すると、降伏応力が 128MPa から 237MPa に増加するのに対し、幅が 15.1 μm から 4.7 μm に減少しても、降伏応力に大きな変化はなかった。曲げ試験によって評価されたカンチレバー型微小試験片の機械的強度に対する試料形状の影響の観察は、MEMS デバイスの微小部品の設計にとって重要な発見である。

