

微小曲げ試験による金属材料の機械的強度のサンプル形状効果

Micro-Bending Test of Gold Micro-Cantilevers and the effect of width and thickness

○鈴木 康介¹, Ken Hashigata¹, 浅野 啓介¹, Chun-Yi Chen¹, Tso-Fu Mark Chang¹, 名越 貴志²,
山根 大輔¹, 町田 克之¹, 伊藤 浩之¹, 益 一哉¹, 曾根 正人¹

(1. 東工大、2. 産総研)

○Kosuke Suzuki¹, Ken Hashigata¹, Keisuke Asano¹, Chun-Yi Chen¹, Tso-Fu Mark Chang¹

Takashi Nagoshi², Daisuke Yamane¹, Katsuyuki Machida¹, Hiroyuki Ito¹, Kazuya Masu¹, Masato Sone¹

(1. Tokyo Institute of Technology, 2. AIST)

e-mail: suzuki.k.cq@m.titech.ac.jp

さまざまなアプリケーションの要件を満たすには、高感度を維持しながら微小電気機械システム (MEMS) デバイスをさらに小型化する必要がある。過去の研究では、デバイスのさらなる小型化を可能にするために、リソグラフィと電着によって製造された金ベースの微小部品で構成される MEMS 加速度センサの設計が報告されている。この加速度センサは金が高密度であることにより、従来の MEMS 加速度計と比較してブラウンノイズを 300 K で 0.78 倍の低レベルに維持したまま寸法をほぼ 1 桁小さくすることができる。

ナノまたはサブマイクロスケールの寸法を持つ金属材料の機械的特性は試料サイズの変化に応じて変化し、サンプルサイズ効果として知られている。したがって、MEMS アプリケーション用の材料の機械的特性評価は、マイクロスケールの寸法の試験片を使用して行う必要がある。これまでに微小圧縮、引張、曲げ試験など、微小サイズの材料の強度を測定するためのさまざまな微小機械試験が報告されている。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ため、微小圧縮試験および微小引張試験と比較して微小曲げ試験は MEMS のアプリケーションの構造安定性を評価するのに適していると考えられる。サンプルサイズの効果に関して、強度は円形断面の直径または正方形断面の辺の長さの逆指数法則の関係があると報告されているが、断面の形状の影響はどの文献でも議論されていない。圧縮および引張試験において断面は荷重方向に垂直だが、曲げ試験の場合断面は荷重方向に平行である。この違いにより微小曲げ試験では断面の形状がサンプルサイズ効果に影響する可能性がある。

MEMS の可動部に使用される金めっき材料の断面寸法による強度の変化を調べるために、幅と厚さが異なる 6 つの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 11.1 μm から 6.0 μm に減少すると、降伏応力が 428 から 519 MPa に増加することが確認された。幅が 5.9 μm から 14.3 μm のマイクロカンチレバーの場合、降伏応力と幅の間に明確な関係は確認されなかった。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。

