

利用課題番号 : F-14-KT-0065
利用形態 : 機器利用
利用課題名 (日本語) : 単結晶シリコンマイクロ構造高温機械特性に及ぼす構造寸法と結晶異方性の影響
Program Title (English) : Effects of structure size and crystallographic orientations on high-temperature mechanical property of single crystal silicon micro structure
利用者名 (日本語) : 上杉 晃生, 土屋 智由
Username (English) : A. Uesugi, T. Tsuchiya
所属名 (日本語) : 京都大学工学研究科マイクロエンジニアリング専攻
Affiliation (English) : Department of Micro Engineering, Kyoto University

1. 概要 (Summary)

MEMS の主要な構造材料である単結晶シリコンの高温環境下での機械特性を研究する。近年、構造微細化に伴う脆性延性遷移温度の低下が報告されており、本研究では構造寸法が及ぼす影響を評価するため、数マイクロからサブマイクロメートル程度の幅寸法を持つ梁構造に対して真空高温引張試験を行う。

測定試験片の作製に京都大学ナノテクノロジーハブ拠点の装置を利用している。これまでに数 μm の幅・厚さを持つ構造を作製してバルク構造よりも低い温度ですべりが生じることを確認した。

現在、結晶異方性を含めた影響を評価するため、新たに設計した構造幅 $0.5\sim 5\ \mu\text{m}$ の試験片を作製している。

2. 実験 (Experimental)

・利用した装置

レーザー直接描画装置、深堀ドライエッチング装置、レーザー直接描画装置、露光装置(ステッパー)、深堀ドライエッチング装置

・実験方法

数 μm の構造幅を持つ試験片の作製には、レーザー直接描画装置を用いて作製した 2.5 インチフォトマスクを用い、深堀ドライエッチング装置を用いてシリコンのパターンの加工を行った。構造幅 $0.5\sim 5\ \mu\text{m}$ の試験片作製にはレーザー直接描画装置を用いて作製したレチクルを用いて露光装置(ステッパー)により露光を行った。シリコンのパターンの加工には深堀ドライエッチング装置を用いた。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

作製した構造幅 $9\ \mu\text{m}$ の試験片を Fig. 1(a)に示す。

作製した試験片で $500\ \text{°C}$ の高温引張試験を行った結果、Fig. 1(b)のような結晶面に沿ったすべりが観察された。

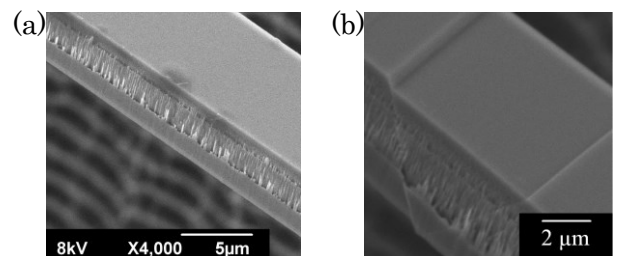


Fig. 1 Fabricated specimen with a width of $9\ \mu\text{m}$. (a) Before tensile test, (b) after tensile test at 500°C .

4. その他・特記事項 (Others)

参考文献

- (1) A. Uesugi, T. Yasutomi, Y. Hirai, T. Tsuchiya, and O. Tabata, "Brittle-ductile transition of single crystal silicon micro structure under tensile stress below $600\ \text{°C}$ ", The 28th IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS 2015), Estoril, Portugal (2015), pp.389-392.
- (2) 上杉晃生, 平井義和, 土屋智由, 田畑修, "単結晶シリコンマイクロ構造の引張応力下における脆性延性遷移", 日本機械学会第6回マイクロ・ナノ工学シンポジウム, 平成26年10月20日.

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許 (Patent)

なし。