

利用課題番号 : F-13-KT-0006  
利用形態 : 技術補助  
利用課題名 (日本語) : マイクロ機械構造体の信頼性向上のための単結晶シリコンの破壊特性評価  
Program Title (English) : Fracture Property Characterization of Single Crystal Silicon  
For Reliability Improvement of Micro-scale Mechanical Structures  
利用者名 (日本語) : 上杉 晃生  
Username (English) : A. Uesugi  
所属名 (日本語) : 京都大学大学院工学研究科マイクロエンジニアリング専攻  
Affiliation (English) : Kyoto University, Graduate School of Engineering, Department of Micro Engineering

### 1. 概要 (Summary) :

単結晶シリコンなどの半導体材料の MEMS 構造体における信頼性を評価するため、数ミクロンの寸法の構造体に対する引張試験、疲労試験を行っている。これらの疲労、破壊のメカニズムを解明するためには破壊後の破断面や内部の転位生成の観察が重要である。破断後の単結晶シリコン試験片の破面解析 (フラクトグラフィ) を行うための試料調製を目的としてナノテクノロジープラットフォームを利用する。

### 2. 実験 (Experimental) :

膜厚  $5\mu\text{m}$ , 幅  $5\mu\text{m}$ , 長さ  $120\mu\text{m}$  のマイクロ引張試験片を独自の薄膜引張試験装置で引張試験を行った。試験片の結晶方位は上面が  $(110)$ , 引張軸が  $\langle 100 \rangle$ ,  $\langle 110 \rangle$ ,  $\langle 111 \rangle$  の 3 方位である。これらの破断後の試験片の破断面の観察のために集束イオンビーム/走査電子顕微鏡 (NVision40PI) を使用した。集束イオンビーム加工と内蔵のマニピュレータを使用して破断面から厚さ数百 nm 程度に薄片化した透過型電子顕微鏡<sup>注1</sup> (TEM) 観察用薄片試料を作製する。

### 3. 結果と考察 (Results and Discussion) :

シリコン試験片から TEM 観察用のサンプルを切り出した (Fig. 1, Fig. 2)。破断面は現在観察中である。

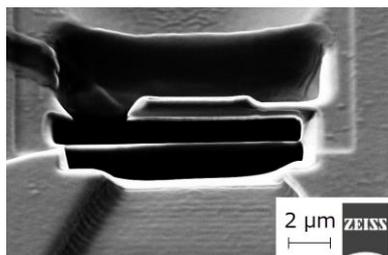


Fig. 1 FIB processed TEM sample

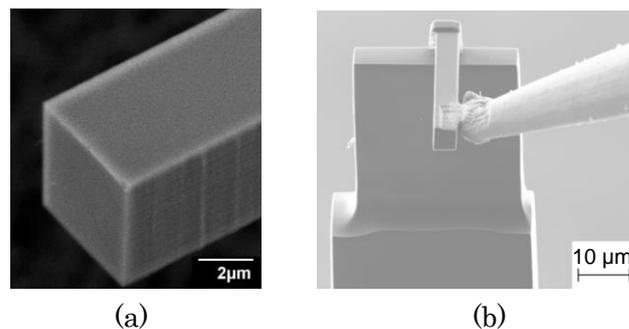


Fig. 2 Sample preparation  
(a) : Fractured silicon specimen, (b) : Manipulation in FIB

### 4. その他・特記事項 (Others) :

本研究は JSPS 特別研究員奨励費 (課題番号 25・1559) の助成を受けたものです。

注1) 透過型電子顕微鏡 :

(TEM : Transmission Electron Microscope)

薄片試料に対してナノスケールの微細構造や構造中の転位の跡を観察することができる。

### 5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

(1) A. Uesugi, et al. "Effect of surface morphology and crystal orientations on fracture strength of thin film  $(110)$  single crystal silicon," Transducers 2013, Barcelona, Spain, Jun. 16-20, pp. 1946-1949.

(2) 上杉晃生ほか, "(100)及び(110)単結晶シリコンにおける引張強度の結晶方位依存性", 日本機械学会 2013 年年次大会, 平成 25 年 9 月 9 日

### 6. 関連特許 (Patent) :

なし