

課題番号 : F-19-OS-0026
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : ナノ材料の変形・破壊に及ぼす応力集中の影響
 Program Title (English) : Influence of stress concentration on deformation and fracture of nanomaterials
 利用者名(日本語) : 近藤俊之 原田雄斗
 Username (English) : T. Kondo, Y. Harada
 所属名(日本語) : 大阪大学大学院工学研究科
 Affiliation (English) : Osaka University
 キーワード/Keyword : ナノ材料, 変形・破壊, 膜加工・エッチング

1. 概要(Summary)

マクロ材の変形・破壊は、材料中の欠陥に生じる応力集中場が支配する。一方、材料の寸法が nm オーダーまで縮小したナノ材料においても、欠陥における応力集中場が変形・破壊を支配するかは明らかではない。そこで本研究では、直径が 100 nm オーダーのナノワイヤに制御された欠陥(切欠き)を加工し、これに対する引張試験を実施して変形・破壊に及ぼす応力集中の影響を解明する。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

高精細集束イオンビーム装置(ヘリウムイオン顕微鏡)(ZEISS 社 ORION NanoFab)

【実験方法】

直径が約 200 nm のアルミニウムナノワイヤに対して、高精細集束イオンビーム装置を用いて片側切欠きを加工して試験片を作製し、これに対するその場電界放射走査型電子顕微鏡(FESEM)観察引張試験を実施した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

集束ヘリウムイオンビーム加工により、切欠き長さが約 15 nm の試験片と約 50 nm の試験片を作製した。長さ約 50 nm 切欠きを有するナノワイヤの引張試験前後の FESEM 像を Fig. 1 に示す。破壊は切欠き部で生じた。長さが約 15 nm の切欠き試験片でも、同様に切欠き部で破壊した。

平滑材と切欠き材の応力-ひずみ関係を Fig. 2 に示す。切欠き試験片の破壊強度は平滑試験片に対して減少し、また切欠き深さが大きくなるほど減少量は大きくなった。以上の結果は、ナノワイヤにおいても応力集中場の強さ

が破壊を支配することを示唆している。

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) 原田雄斗, 近藤俊之, 箕島弘二, "切欠きを有するナノワイヤの破壊強度特性", 日本機械学会関西支部第 95 期定時総会講演会, 同志社大学, 310 (2020.3.12).

6. 関連特許(Patent)

なし。

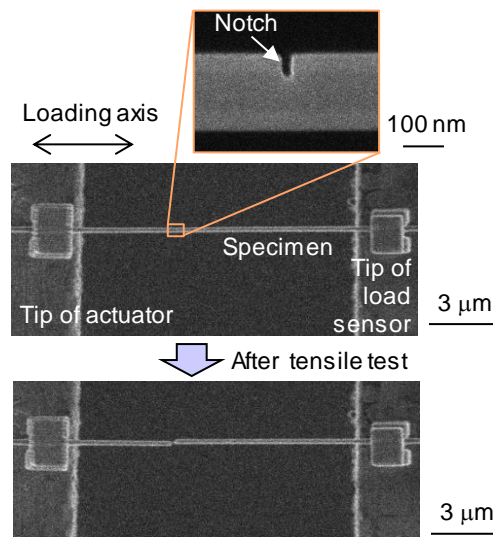


Fig. 1 In situ FESEM images of the tensile test on the notched nanowire.

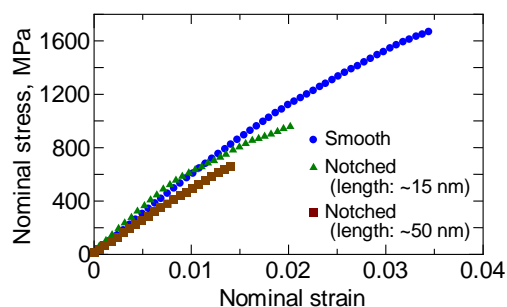


Fig. 2 The relationship between nominal stress and nominal strain of the smooth and notched nanowires.