

課題番号 : F-18-KT-0071  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : プラズマ暴露による有機系薄膜の粘弾性特性変化および誘電率変化の研究  
 Program Title(English) : A study on viscoelastic properties change and dielectric constant change of organic thin films by plasma exposure  
 利用者名(日本語) : 木崎涼介, 江利口浩二  
 Username(English) : R. Kizaki, K. Eriguchi  
 所属名(日本語) : 京都大学大学院工学研究科  
 Affiliation(English) : Graduate School of Eng., Kyoto University  
 キーワード/Keyword : プラズマ暴露、力学的歪特性、機械計測

### 1. 概要(Summary)

ナノスケール加工が要求される半導体デバイスの製造過程においては、Si 基板や絶縁膜材料のプラズマエッチングが不可欠である。しかし同時に、これら材料表面近傍に生成されるプラズマダメージによる欠陥(原子スケールの構造変化)の存在が問題になっている。また近年の半導体デバイスの微細化に伴い、三次元構造を持つトランジスタ開発されている。それら材料の電気的特性ならびに力学的特性(歪み)がトランジスタ特性を支配することがわかってきた。したがって、さらなる高性能化には、材料中での欠陥形成過程の理解が求められる。本研究では、機械特性(硬さ)に着眼し、まず Si 基板のプラズマ暴露による硬さ変化を種々の結晶面方位に対して解析した。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

C22 超微小材料機械変形評価装置

#### 【実験方法】

各面方位(100), (110), (111)を有する単結晶 Si 基板を、誘導結合型プラズマ(Ar ガス, 2.7 Pa)に 120 秒間暴露した。また、Si 基板を設置したステージに生じる直流自己バイアス電圧 ( $V_{dc}$ )を投入電力により変化させた。Ar プラズマから Si 基板への平均入射イオンエネルギー ( $E_{ion}$ )は 170, 400, 460 eV であった。暴露前のサンプル(Ref.)と暴露後のサンプルに対し、表面近傍における押し込み硬さ ( $H_{IT}$ )とヤング率 ( $E_{IT}$ )を、超微小材料機械変形評価装置を用いて測定した。このとき、最大押し込み荷重を 5.0 mN とし、押し込み深さを 130 nm とした。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に、各面方位における  $H_{IT} - E_{ion}$  依存性及び  $E_{IT} - E_{ion}$  依存性を示す。各点は 9 回の測定の平均値を示す。 $H_{IT}$ ,  $E_{IT}$ に顕著な  $E_{ion}$  依存性・面方位依存性は見られなかった。Fig. 2 に、各面方位における荷重-変位曲線[荷重 ( $P$ )-押し込み深さ ( $h$ ) 曲線]の一例を示す。明確な  $E_{ion}$  依存性・面方位依存性は見られない。しかし、各面方位とも暴露後では曲線の最大押し込み点が左にシフトすることが確認された。この暴露前後の曲線の形状変化は、プラズマ暴露による Si 基板最表面の構造変化(非晶質化)に起因するものと考えられる。今後、プラズマ暴露された Si 基板最表面(~10 nm)の構造変化に着目した詳細な硬さ変化及び結合や組成変化の詳細な解析が必要であると考えられる。

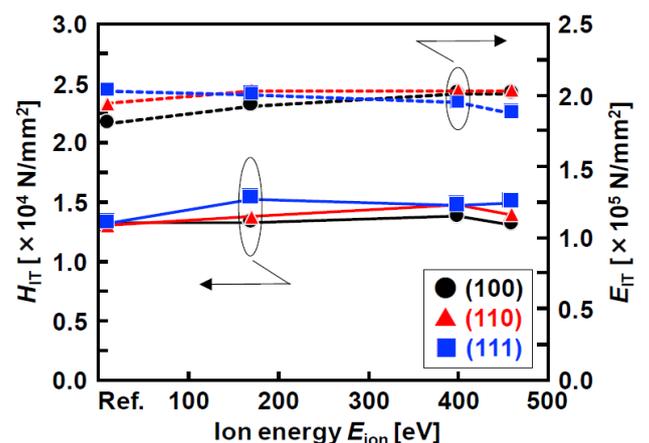


Fig. 1 Dependence of the indentation hardness ( $H_{IT}$ ) and the Young's modulus ( $E_{IT}$ ) on ion energy ( $E_{ion}$ ) for the (100)-, (110)-, and (111)-planes.

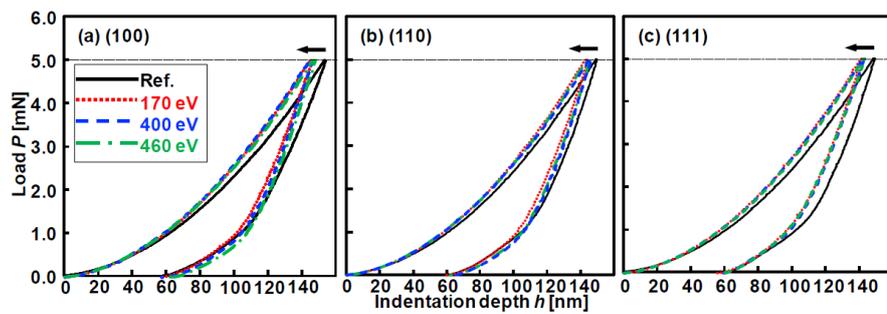


Fig. 1 Dependence of the indentation hardness ( $H_T$ ) and the Young's modulus ( $E_T$ ) on ion energy ( $E_{ion}$ ) for the (100)-, (110)-, and (111)-planes.

#### 4. その他・特記事項 (Others)

特になし。

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

なし。

#### 6. 関連特許 (Patent)

なし。