

課題番号 : F-16-KT-0167  
 利用形態 : 技術補助  
 利用課題名(日本語) : プラズマ曝露による絶縁薄膜の粘弾性特性変化の研究 2  
 Program Title(English) : Study on viscoelastic property change of insulating films induced by plasma exposure 2  
 利用者名(日本語) : 樋口 智哉<sup>1)</sup>, 西田 健太郎<sup>1)</sup>, 久山 智弘<sup>2)</sup>, 江利口 浩二<sup>1)</sup>  
 Username(English) : T. Higuchi<sup>1)</sup>, K. Nishida<sup>1)</sup>, T. Kuyama<sup>2)</sup>, K. Eriguchi<sup>1)</sup>  
 所属名(日本語) : 1) 京都大学大学院工学研究科, 2) 京都大学工学部物理工学科  
 Affiliation(English) : 1) Graduate School of Engineering, Kyoto University,  
 2) Faculty of Engineering, Kyoto University

### 1. 概要(Summary)

窒化ホウ素 (BN) は電氣的絶縁性およびプラズマ耐性に優れ、宇宙電気推進機 (キャビティ内壁など) への利用が進められている。しかし電気推進機において、プラズマ曝露により BN 膜は劣化・摩耗する。電気推進機の高信頼性化・高精度寿命予測には、その劣化・摩耗過程を調べることが必要不可欠である。そこで、プラズマ曝露による BN 膜の機械特性の変化を明らかにするため、京都大学ナノテクノロジーハブ拠点の設備を利用して機械特性 (硬さ、弾性率) 変化を調べた。

### 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】

Si 基板の上に作製した BN 膜を、直流放電 Ar プラズマに曝露した。曝露は、入射イオンエネルギーを 400、600、800 eV、曝露時間を 30、60 min と変化させを行った。曝露後のサンプルに対し、BN 膜表面近傍における押し込み硬さ ( $H_{IT}$ ) およびヤング率 ( $E_{IT}$ ) を、超微小材料機械変形評価装置により解析した。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

各種プラズマ曝露条件に対する  $H_{IT}$  および  $E_{IT}$  の解析結果を、Fig. 1 および Fig. 2 にそれぞれ示す。長時間曝露によって、 $H_{IT}$  および  $E_{IT}$  ともに大きく変化する。押し込み深さが小さいほど表面変質層 (ダメージ層) の影響が大きく観測されることを考慮すると、ダメージ層は主に表面近傍形成されるが、 $E_{IT}$  に比べ  $H_{IT}$  の変化は表面から深い領域まで及んでいることがわかる。また、 $H_{IT}$  の傾きの変化がダメージ層厚さに対応すると考えられる。さらに、表面近傍での機械特性変動 ( $H_{IT}$  の減少および実効的

な  $E_{IT}$  増加) は、曝露時間が増加し、入射イオンエネルギーが増大するほど顕著である。今後、他の構造解析を併用し、ダメージ層構造を明らかにしてゆく。

### 4. その他・特記事項(Others)

なし。

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

なし。

### 6. 関連特許(Patent)

なし。

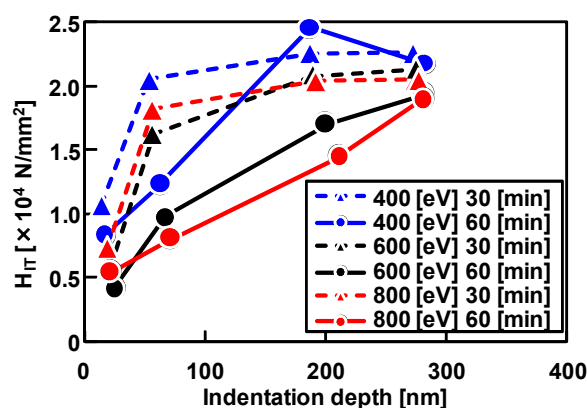


Fig.1 Change of indentation hardness of BN films after various plasma exposures.

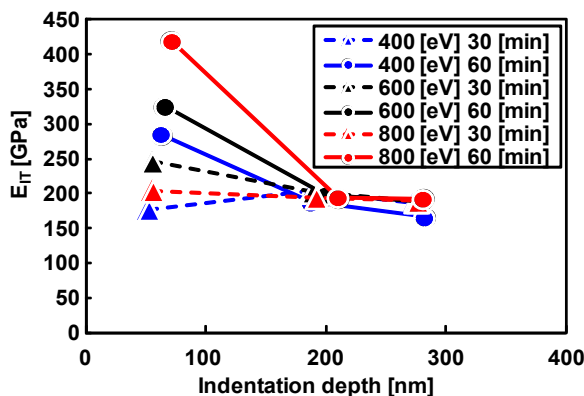


Fig.2 Change of Young's modulus of BN films after various plasma exposures.