

## 反応性スパッタ法で作製したアモルファス窒化炭素薄膜の 直流電気伝導特性評価

### DC electrical conductivity characterization of amorphous carbon nitride thin films prepared by reactive sputtering

防大材料 °田村 尚之, 青野 祐美, 原田 人萌, 北沢 信章, 渡邊 芳久

NDA, °Naoyuki Tamura, Masami Aono, Tomo Harata, Nobuaki Kitazawa, Yoshihisa Watanabe

E-mail: aono@nda.ac.jp

#### 1. はじめに

反応性スパッタ法で作製したアモルファス窒化炭素 ( $a\text{-CN}_x$ ) 薄膜の半導体的性質は、まだ未解明な部分が多く太陽電池、光センサ等の半導体デバイスへ応用するためには、その電気伝導特性を明らかにする必要がある。特に  $a\text{-CN}_x$  薄膜は窒素を添加すると C-C ネットワークも変化することから化学結合状態がアモルファス炭素 (a-C) 薄膜と比較して複雑であることが、電気伝導特性の解明をより困難にしている。さらに、組成比 (N/C) を大きく変化させるため成膜温度を制御していることも化学結合状態と電気伝導の関係を困難にしている一因である。そこで本研究では、 $a\text{-CN}_x$  薄膜と同様の条件で a-C 薄膜を作製し、両者の比較から  $a\text{-CN}_x$  薄膜の電気伝導特性に及ぼす化学結合状態の影響について報告する。

#### 2. 実験方法

反応性高周波マグネトロンスパッタリング法を用いて成膜温度を 300 °C から 600 °C まで変化させ、化学結合状態の異なる  $a\text{-CN}_x$  薄膜を作製した。また比較のため、 $a\text{-CN}_x$  薄膜と同様の条件で a-C 薄膜を作製した。試料の電気伝導度および活性化エネルギーは直流電気伝導度測定から求めた。測定は真空中で行い、測定温度は RT から 200 °C までとした。化学結合状態および N/C 比はラマン散乱分光法および X 線光電子分光法 (XPS) を用いて評価した。光学ギャップは紫外可視分光透過率測定 (UV) により求めた。また、電気伝導度および光学ギャップ算出に必要な、試料の膜厚は走査型電子顕微鏡 (SEM) およびエリプソメータを用いて測定した。

#### 3. 結果

図 1 に a-C 薄膜と  $a\text{-CN}_x$  薄膜の電気伝導度および活性化エネルギーの成膜温度依存性を示す。a-C 薄膜と  $a\text{-CN}_x$  薄膜の電気伝導度はともに成膜温度が高くなるに従い大きくなった。 $a\text{-CN}_x$  薄膜の電気伝導度は a-C 薄膜の電気伝導度に比べ 2~5 桁程度小さくなった。これは、窒素添加による  $N\text{-}sp^3$  C 結合量の増加が原因であると考えられる。 $a\text{-CN}_x$  薄膜の活性化エネルギーは a-C 薄膜よりもすべての試料において大きくなった。また、a-C 薄膜、 $a\text{-CN}_x$  薄膜ともに成膜温度が高くなるに従い小さくなった。また室温付近での活性化エネルギーは a-C 薄膜、 $a\text{-CN}_x$  薄膜ともに化学結合状態の違いによらず光学ギャップの半分程度の値を示した。

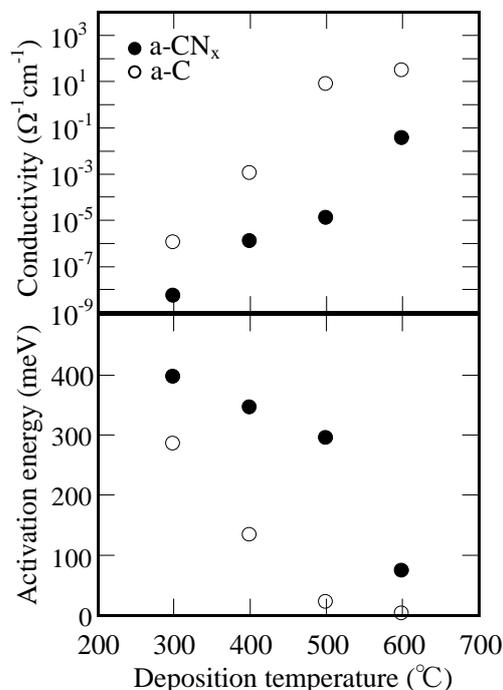


図1 電気伝導度および活性化エネルギーの成膜温度の依存性