

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 化学結合状態と光エネルギー変換

Chemical Bonding Structures of Amorphous Carbon Nitride Thin Films Deposited by Reactive Sputtering : Implications for Photon Energy Conversion

○青野 祐美¹、原田 人萌¹、宮崎 尚¹、阿部 洋¹、石井 信伍²、佐藤 庸平²、寺内 正己²
(¹防衛大材料、²東北大多元研)

○Masami Aono¹, Tomo Harata¹, Hisashi Miyazaki¹, Hiroshi Abe¹,
Shingo Ishii², Yohei Sato², Masami Terauchi²
(¹NDA, ²IMRAM Tohoku Univ.)

E-mail: aono@nda.ac.jp

はじめに：アモルファス窒化炭素 ($a\text{-CN}_x$) は、光学バンドギャップが可視光領域にあり、光電効果および光誘起変形をおこす材料である[1]。光電効果は抵抗率が比較的低い $a\text{-CN}_x$ で観測されており、太陽光発電への応用が、光誘起変形は絶縁性の高い $a\text{-CN}_x$ で主に見られ、光駆動型アクチュエーター等への応用がそれぞれ期待できる。さらに、 π 結合から成る2次元層状物質である $g\text{-C}_3\text{N}_4$ は光触媒作用を示す[2]。これらの可視光に対する応答の違いは、結合状態によって決定されているものと思われるが、 $a\text{-CN}_x$ の結合状態は組成比の影響も大きく受けるため、光エネルギー変換への結合状態の寄与は未解明の部分が多い。そこで本研究では、 $a\text{-CN}_x$ において顕著に見られる光電効果と光誘起変形の二つに着目し、X線光電子分光法 (XPS)、軟X線発光分光 (SXES)、電子エネルギー損失 (EELS) を用いて、結合状態と光電効果、光誘起変形の間関係を調べた。

実験方法： $a\text{-CN}_x$ 薄膜は、反応性高周波マグネトロンスパッタ法を用いて作製した。ターゲットには純度 99.99% のグラファイトディスク、反応ガスには純度 99.999% の N_2 ガスを用いた。結合状態と組成比の異なる試料を得るため、基板温度は室温 (RT) ～600 °C とした。光電効果測定試料は、合成石英基板上に成膜し、表面に Au のギャップ電極を蒸着した。光誘起変形測定に用いた基板は、幅 2 mm、長さ 20 mm、厚さ 0.05 mm に加工した Si ウエハである。光源はどちらの測定においても同じ 150 W の Xe ランプを使用した。

実験結果：基板温度を 100°C ずつ変化させて作製した、6 つの試料の光電効果および光誘起体積変形を調べた結果、400 °C 付近を境に、高温で作製した試料では光電効果が観測され、逆に、低い温度で作製した試料では光電効果が小さく、大きい光誘起変形量が得られた。SXES および EELS を用いてアニール処理した試料の結合状態を調べた結果、SXES の $\text{C-K}\alpha$ スペクトルにおいて、400°C 付近を境に窒素含有率と伝導度低下の要因となる $\text{sp}^3\text{-}\sigma$ 結合に急激な減少がみられた。光電効果の増加は、 $\text{sp}^3\text{-}\sigma$ 結合の減少が関与しているものと思われる。また、光誘起変形量の増加にも $\text{sp}^3\text{-}\sigma$ 結合が関与している可能性が高い。

謝辞：本研究は科研費 26790054 および物質・デバイス共同研究拠点事業の助成を受けて行われました。

参考文献：[1] M. Aono, *et.al.*, *Diamond Relat. Mater.*, **20** (2011) 1208. [2] S. Cao and J. Yu, *J. Phys. Chem. Lett.*, **5** (2014) 2101.