

## 高出力パルスマグネトロンスパッタリングによる カーボンイオンの高密度生成

### High Density Production of Carbon Ions by High Power Impulse Magnetron Sputtering

名古屋工大 木村 高志

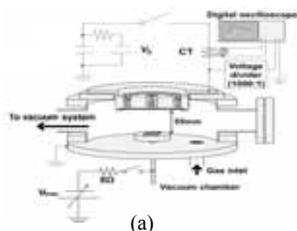
Nagoya Institute of Technology, Takashi Kimura

E-mail: t-kimura@nitech.ac.jp

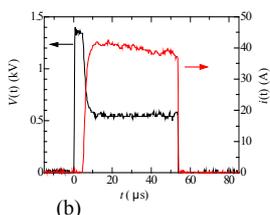
金属ターゲットを用いた HiPIMS (High Power Impulse Magnetron Sputtering) では、スパッタ粒子の高イオン化率の実現でき、基材へのイオン入射エネルギー制御も可能であるため、硬度、密着性ならびに緻密性等の膜特性の改善が期待されている。[1,2] 一方、カ - ボンは Ti や Cu に比べ電離エネルギーが高く、金属プラズマほどのスパッタ粒子の高イオン化は実現し難いのだが、従来のスパッタプロセスと比較した場合、イオン化率の改善は大いに期待できる。

実験装置の概略図および電圧・電流波形の典型例を図 1(a) と図 1(b)にそれぞれ示す。Arガス圧を 0.5Paに設定しパルスプラズマ形成時で 40Aの電流(電流密度は  $1.2\text{A}/\text{cm}^2$ )が流れた時、瞬時電力はおよそ 26kWに達する。また、この時のターゲット近傍での電子密度は  $10^{19}\text{m}^{-3}$ 程度と推定される。図 2 に高密度プラズマ形成時間を  $50\mu\text{s}$ 、繰り返し周波数を 60Hzに設定した時にターゲット近傍で測定した時間平均発光スペクトルを示す。放電電流を 15-20A以上(瞬時電力がおおよそ 12kW以上)に達した場合、図 2 に示すような励起炭素原子イオンからの発光をターゲット近傍で観測できており、ターゲット近傍での高密度のカ - ボンイオンの生成が予測される。

このほか、HiPIMS によるダイヤモンドライクカ - ボン(DLC)成膜に関する基礎実験も行っている。DLC 膜の作製には様々な方法があるが、適度な高エネルギーを持つカ - ボンイオンまたはハイドロカ - ボンイオンの基材への入射が良質な膜特性の実現には必要不可欠である。[3,4,5] カ - ボンイオンの基材への入射が可能な HiPIMS による DLC 成膜の結果の一例として、プラズマ形成時の平均放電電流と DLC 膜の硬度との関係を図 3 に示す。平均電流が 40A の条件で作製した膜の硬度は、DC マグネトロンスパッタで製作した場合に比べ 2.5 倍程度の改善がみられる。



(a)



(b)

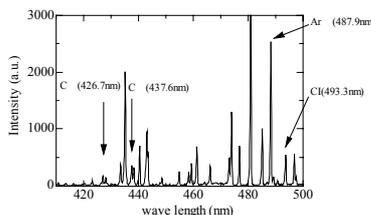


図 2 測定した発光スペクトルの例

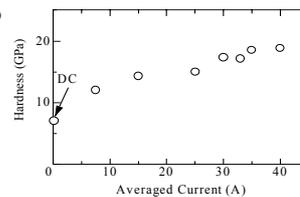


図 3 膜硬度と平均電流との関係

### 文献

- [1] K. Sarakinos et al, Surf. Coat. Technol., **204** (2010) 1661. [2] J. T. Gudmundsson et al, J. Vac. Sci. Technol., **A30** (2012) 030801.  
[3] M.Chhowalla et al, J.Appl. Phys. **81** (1997) 139 [4] S. Peter et al, J.Appl. Phys. **102** (2007) 053304.  
[5] J. Robertson, Jpn. J. Appl. Phys. **50** (2011) 01AF01.

### 謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金基盤研究 C (課題番号 23560324) の支援を受けて遂行された。