

# HiPIMS を用いた TiN スパッタリングプラズマ中のイオンの挙動

## The behavior of ions in TiN sputtering plasma

### using high power impulse magnetron sputtering

名城大理工, °(M2)中村 将之, 竹田 圭吾, 太田 貴之

Meijo Univ. , °Masayuki Nakamura, Keigo Takeda, Takayuki Ohta

E-mail: 183427015@ccmailg.meijo-u.ac.jp

#### 1. はじめに

TiN 膜は優れた硬質性や耐摩耗性をもつことから、機械部品のコーティング材として用いられている. ハイパワーインパルスマグネトロンスパッタリング(HiPIMS)では、ピーク電力密度が  $0.5\text{kW}/\text{cm}^2$  以上の高いパルス電力により中性粒子のイオン化促進と高エネルギーイオンの生成を可能とすることから、TiN 膜の膜密度すなわち硬度の向上が期待できる<sup>1)</sup>. HiPIMS を用いた TiN 成膜プロセスにおける Ti イオンと N イオンの挙動や生成過程を明らかにすることは、膜質の制御と高硬度を実現するために必要不可欠である. 本研究では、HiPIMS を用いた反応性 TiN スパッタリングプラズマのイオンエネルギー分布(IEDF)計測を質量分析法により行った.

#### 2. 実験方法

パルス幅  $28\mu\text{s}$ 、周波数  $200\text{Hz}$  のパルス負電圧を Ti ターゲットに印加し、電源電圧を  $600\text{V}$  から  $820\text{V}$  まで変化させた. 全ガス流量を  $5.0\text{sccm}$  として窒素ガス流量比  $\text{N}_2/(\text{N}_2 + \text{Ar})$  を  $20\%$ 、圧力を  $0.5\text{Pa}$  とした. IEDF はエネルギー分解質量分析器を用いて測定した. 直径  $0.1\text{mm}$  のオリフィスを Ti ターゲットから  $84\text{mm}$  の位置に対向して設置して測定を行った.

#### 3. 実験結果

図 1 に  $\text{Ti}^+$  の IEDF を示す. 本研究で行った測定は時間平均測定であるため、パルス ON 時間とパルス OFF 時間の両方の情報が含まれる.  $\text{Ti}^+$  の IEDF は  $2\text{eV}$  付近の低エネルギー成分とそれ以外の高エネルギー成分で構成された. 印加電圧の増加により、エネルギーテールは  $25$  から  $80\text{eV}$  まで増加した. また、 $650\text{V}$  から  $750\text{V}$  への増加にかけて  $10\text{eV}$  付近のイオンフラックスが急激に増加し、エネルギー分布の形状が変化した. これは、HiPIMS モードにおいて大量のスパッタ Ti 原子が生成されたため、ターゲット近傍でガス分圧が局所的に低くなるガスの希薄化現象が生じ、スパッタ粒子のガス粒子との衝突による運動量損失が減少し、高エネルギー  $\text{Ti}^+$  の生成が増加したためと考えられる.

#### 参考文献

<sup>1</sup> A. P. Eghasarian et. al., J. Appl. Phys., **109**, 104314 (2011).

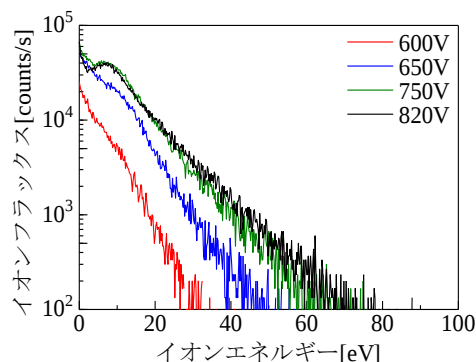


図 1  $\text{Ti}^+$  のエネルギー分布.