

# チタンターゲットを用いた高電力パルススパッタリング放電におけるイオンの生成過程

## Production process of ions in high power pulse sputtering discharge using titanium target

名城大理工<sup>○</sup>(M2)伊賀 一憲, 太田 貴之

Meijo Univ., Kazunori Iga, Takayuki Ohta

E-mail: 173427002@c alumni.meijo-u.ac.jp

### 1. はじめに

スパッタ中性粒子のイオン化を促進させ、基板バイアス電圧によりエネルギーを制御するイオン化 PVD 法は硬質膜の成膜に適している。ハイパワーインパルスマグネトロンスパッタリング(HiPIMS)は、数  $10\mu\text{s}$  のパルス高電圧を数百 Hz 程度の低い周波数でターゲットに印加するスパッタリング法である。そのピーク電力密度は  $0.5\text{kW}/\text{cm}^2$  以上にも及び、ターゲット粒子のイオン化促進と高エネルギー化が実現される<sup>[1]</sup>。チタン (Ti) ターゲットを用いた HiPIMS ではスパッタ粒子のイオン化率が 90% に達していると報告されている<sup>[2]</sup>。生成されたイオンの挙動は膜質に大きく寄与するため、スパッタリングにおけるイオンの生成過程を明らかにすることが重要である。

本研究では、チタンイオン ( $\text{Ti}^+$ ) とアルゴンイオン ( $\text{Ar}^+$ ) のエネルギー分布を、エネルギー分解質量分析法を用いて計測した。

### 2. 実験方法

チタンターゲットに周波数 200Hz、電源電圧 600V のパルス負電圧を印加し、ターゲット電圧のパルス幅を 28-118 $\mu\text{s}$  まで変化させた。Ar ガス流量を 5sccm、圧力を 0.5Pa とした。また、質量分析器のオリフィスはターゲットに対して対向になるよう設置し、ターゲットーオリフィス間距離は 84mm とした。

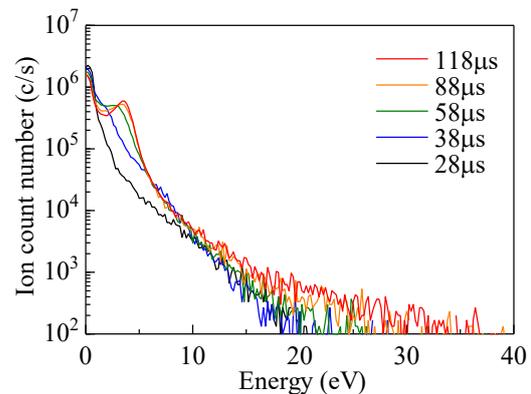
### 3. 実験結果

Fig.1 に  $\text{Ar}^+$  と  $\text{Ti}^+$  のイオンエネルギー分布を示す。時間平均測定を用いたため、得られたエネルギー分布はパルス電圧のオン時間とオフ時間の両方の情報を含んでいる。 $\text{Ar}^+$  は、パルス幅の増加とともに 0.2eV のカウント数は減少し、4eV のカウント数は増加した。これはターゲットからの反跳 Ar が増加したことに起因していると考えられる。また、 $\text{Ar}^+$  の高エネルギーテールの最大値は 20eV から 36eV まで増

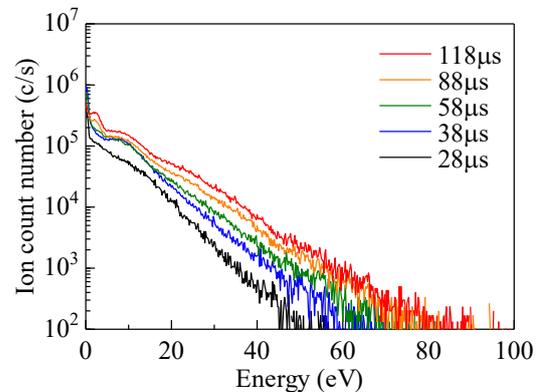
加した。これらの結果より、 $\text{Ar}^+$  が高エネルギー化したことが示唆された。一方で、 $\text{Ti}^+$  は 50eV 以上に及ぶ広い分布を示した。パルス幅の増加に伴い、エネルギーに関わらずカウント数が増加した。また、高エネルギーテールの最大値は 50eV から 90eV まで増加した。

### 4. 参考文献

- [1] U. Helmersson *et al.*, J. Vac. Sci. Technol. A, **30**, 030801 (2012).
- [2] J. Bohlmark *et al.*, J. Vac. Sci. Technol. A, **23**, 18 (2015).



(a)  $\text{Ar}^+$



(b)  $\text{Ti}^+$

Fig.1 Energy distributions of  $\text{Ar}^+$  and  $\text{Ti}^+$ .