リフレクトロン型飛行時間質量分析計を用いた 変調パルス電力マグネトロンスパッタリングの成分分析法の開発

Development of a component analysis method for modulated pulsed power magnetron sputtering by use of a reflectron time-of-flight mass spectrometer

東京工芸大工[1]，（株）アヤボ[2]，東北大院理[3]，
○(M1) 中込 雄基[1]，(B) 平山 睦大[1]，(B) 渡部 達也[1]，(B) 兼行 亮輔[1]，西宮 信夫[1]，
實方 真臣[1]，山本 宏晃[2]，戸名 正英[2]，塚本 恵三[2]，大下 慶次郎[3]，美齊津 文典[3]
Tokyo Polytechnic Univ. [1], Ayabo Corp[2], Tohoku Univ. [3], ○Yuki Nakagomi[1], Mutsuki Hirayama [1], Tatsuya Watabe [1], Ryosuke Kaneyuki [1], Nobuo Nishimiya[1], Masaomi Sanekata[1], Hiroaki Yamamoto[2], Masahide Tona[2], Keizo Tsukamoto[2], Keijiro Ohshimo[3], Fuminori Misaizu[3]
E-mail: sanekata@gen.t-kougei.ac.jp

1. 目的　出力電力パルス波形を自在に成形することが可能な変調パルス電力マグネトロンスパッタリング（MPPMS）は、出力電力パルス波形によってプラズマ内スパッタ粒子のイオン対中性比率を制御できる利点を有するため、近年、新しいイオン物理蒸着法のひとつとして注目されている。この成膜方法においては、イオン対中性比率（$R_{i/n}$）が重要な指標と考えられている。今回、$R_{i/n}$を明らかにするためのプラズマ診断法の確立を目的として、これまで行ってきた発光分光計測（OES）に加え、新たに飛行時間型質量分析法（TOFMS）の導入を図り、プラズマ領域（OES）および成膜領域（TOFMS）での生成粒子の成分分析を行なった。各成分分析の結果から、スパッタ粒子の生成から成膜に至る過程を検討する。

2. 実験方法　Fig. 1に装置概略図を示す。スパッタ源のMPP電源にAXIA（Zpulser）を用いた。OESの測定にはCCD分光器USB2000 (Ocean Optics) を、TOFMSの測定にはWiley-McLaren型の加速電極に反射電極（Reflectron）を組み合わせた自作の質量分析計を用いた。TOFMSスペクトルの測定にはデジタルオシロスコープWavePro 7200A（LeCroy）を用いた。

3. 結果と考察　動作圧力1.6 Pa、放電パルス幅1.5 ms、放電電圧417 V、繰り返し10 Hzの条件で、Tiターゲットのスパッタリングにより得られたTOFMSスペクトルをFig.2に示す。Fig.2におけるイオン強度比$(Ti^+/Ar^+)_{TOF}$は約4.9であるのに対して、同条件のOES測定で得た発光スペクトル（250-800 nm）に観測された主たる発光線の強度比$(Ti^+/Ar^+)_{OES}$は約8.3と大きな値を示した。発表では、プラズマ内粒子の原子過程を含め、これらの強度比の違いとターゲット近傍のプラズマ領域および基板近傍の成膜領域における$R_{i/n}$との関係性について議論する。

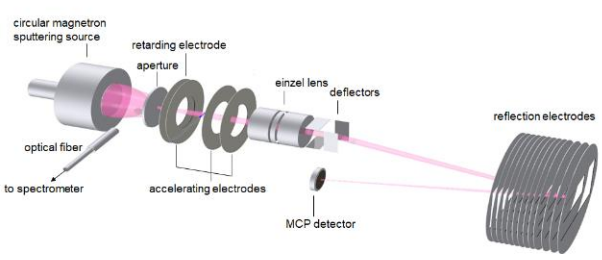

Fig. 1. Schematic diagram of experimental setup

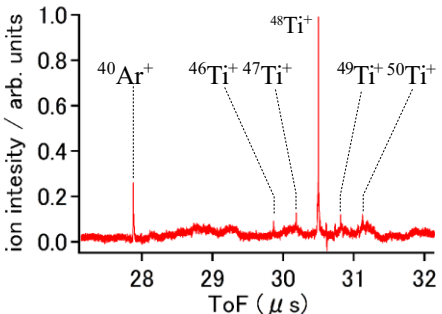

Fig. 2. TOF mass spectrum of ionized species in plasma generated by MPPMS

© 2020年 応用物理学会