

低ガス圧力運転を可能にする 磁気ミラー型マグネトロンスパッタリングカソード Magnetic Mirror Type Magnetron Sputtering Cathode for Low Gas Pressure Operation

久留米高専¹、産総研² ○川戸 勇人¹、本村 大成^{2*}、
梶原 みなみ¹、田原 竜夫²、上原雅人²、奥山 哲也¹

NIT Kurume College¹, AIST² ○Yuto Kawato¹, Taisei Motomura^{2*}, Minami
Kajiwara¹, Tatsuo Tabaru², Masato Uehara², Tetsuya Okuyama¹

*E-mail: t.motomura@aist.go.jp

プラズマスパッタリングは、大面積で高速成膜が可能であることから、半導体産業をはじめとして広く応用されている。その中でも金属ターゲット上で $E \times B$ ドリフトによりプラズマを閉じ込めるマグネトロンカソードが、さらに高速成膜に有用であるとして一般的に用いられている。

先行研究ではマグネトロンカソードの運転領域拡張を目的に、マグネトロン磁場の磁力線がターゲット面に鎖交する領域において磁気ミラーを形成する磁気ミラー型マグネトロンカソード (Magnetic Mirror type Magnetron Cathode: M3C) の新たな手法を提案した。[1]。本カソードは、マグネトロン放電特有のドーナツ型放電領域をターゲット中心近傍まで伸長させターゲット使用効率を $\sim 50\%$ まで改善するとともに、 $\sim 0.25\text{W}/\text{cm}^2$ の低パワー密度の直流放電を可能にする。

図1は、カソード上面から Ar 放電ガス圧力 $p_{\text{Ar}} = 0.10\text{-}0.65\text{ Pa}$ 、投入 RF 電力 $P_{\text{RF}} = 5\text{-}30\text{ W}$ における Ar イオンの自発光強度を 488 nm の干渉フィルタを用いて撮像したものである。発光強度は電子密度に比例することから、 p_{Ar} および P_{RF} が増加すると電子密度が増加することがわかる。ここで $p_{\text{Ar}} \leq 0.2\text{ Pa}$ かつ $P_{\text{RF}} = 30\text{ W}$ の領域においては、ターゲット中心近傍まで強い発光強度が見られ、ドーナツ型放電領域がターゲット中心近傍まで伸長しており、ターゲット使用効率の向上が期待できると考えられる。

また本カソードの特徴の一つとして、プラズマ放電開始のガス圧力が、通常数 Pa 必要であるのに比べ低いことが挙げられる。図1は、 $P_{\text{RF}} = 5\text{ W}$ においても、 $p_{\text{Ar}} = 0.65\text{ Pa}$ で放電を開始可能であることを示す (図中 Ignition を参照)。本効果は磁気ミラーによるターゲット上面でのプラズマ閉じ込めが効果的に作用していることに依ると考えている。発表では、反応性スパッタリングを実施するため N_2 ガス添加を行なった際のカソード放電特性についても詳細に述べる。

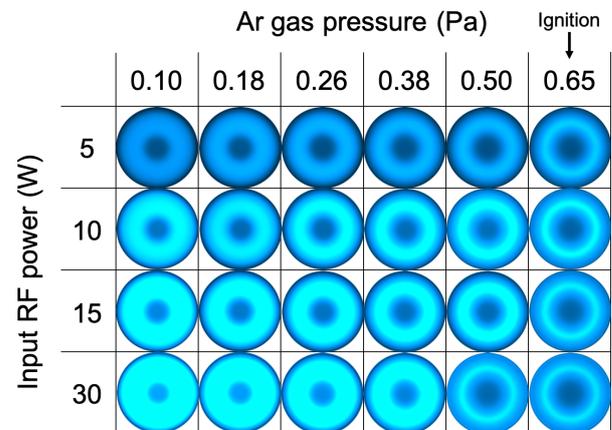


図1: プラズマ放電の p_{Ar} および P_{RF} 依存性。本カソードの放電開始圧力は 0.65 Pa である。

[1] T. Motomura and T. Tabaru, AIP Adv. 7 (2017) 125225.