

高電力パルススパッタ(HiPIMS)における I-V 特性とパルス off 時電圧の効果

薄膜・表面物性研究室 村田知栄子
S051121 Chieko MURATA

背景

HiPIMS(High Power Impulse Magnetron Sputtering)は、近年注目されているイオン化スパッタリングの手法の一つである。HiPIMS の弱点として、投入電力あたりの成膜速度が従来のスパッタに比べて低い、という問題がある。これを解決するための手法として、パルス off 時の電圧制御が有効という提案がある。そこで本研究では、HiPIMS における電流電圧特性を測定した後、パルス電圧 V_p ・繰り返し周波数・パルス幅に加え、パルス off 期間のベース電圧 V_b を制御できる電源を試作し、パルス off 時電圧を変化させた時の電流波形を測定した。

実験手法

ターゲットを Ti とし、Ar ガス中で高電力パルススパッタを行った。繰り返し周波数は 200Hz とした。まず Ar 圧力 1Pa, 3Pa, 5Pa と変化させパルス電圧をかけた時の I- V_p 特性を測定した。その後 Duty 比を 10%、Ar 圧力 1Pa、3Pa、5Pa の条件で off 時電圧 V_b を 0~300V に変化させて電流波形をオシロスコープにて観察した。また同様の実験を繰り返し、各電圧に対する電流の立ち上がりの遅れ時間を調べた。

実験結果および考察

まず DC 放電における放電維持限界電圧を調べたところ、1Pa の時 210V、3Pa の時 165V、5Pa の時 145V であった。図 1 は 1Pa、 $V_p=450V$ の条件での電流波形の off 時電圧依存性の結果である。放電維持限界以上の電圧では電流の立ち上がりが高速化した。これはパルス期間のプラズマを off 時に維持しているからであり、放電維持限界電圧以下で電流の立ち上がりが遅れるのはプラズマが電極側へ拡散して失われているためであると考えられる。

図 2 は off 時電圧と電流の立ち上がりの遅れ時間の関係を示した。圧力が高いほど遅れ時間は少なくなった。これは気体の衝突回数が多く、パルス off 時に荷電粒子が逃げにくくなったためと考えられる。

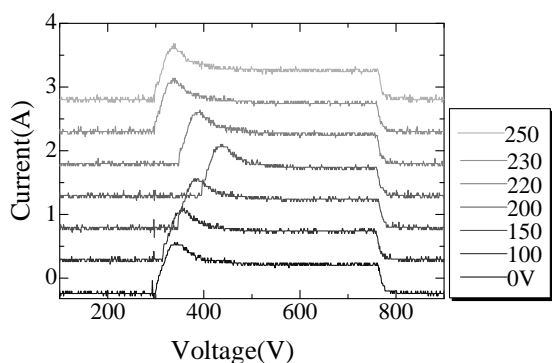


図 1、1Pa における電流波形の off 時電圧依存性

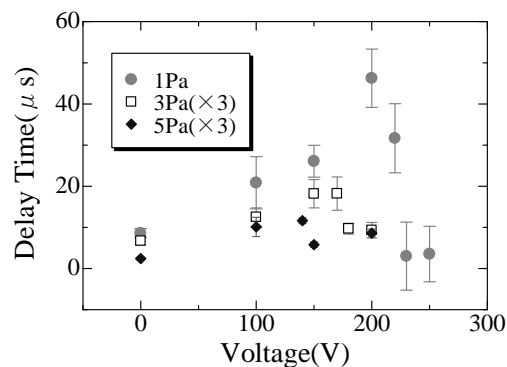


図 2、off 時電圧と遅れ時間の関係