

負のプラズマ電位を持つ直流マグネトロンスパッタリング放電の構造

○草野 英二¹

金沢工業大学高信頼理工学研究センター

Structure of DC magnetron sputtering discharge with negative plasma potential

○Eiji Kusano

Kanazawa Institute of Technology

1. はじめに

Mg をターゲットし、Ar-CF₄ 混合ガスを放電ガスとする直流反応性スパッタリング放電において、CF₄ 濃度が高い場合にプラズマ電位が負となること、およびこれは CF あるいは F の高い電子親和により負イオンが形成されるためであると結論づけることができることを報告してきた¹⁾。本報告では、陰極シース電位差と陽極(接地)シース電位差、および負イオン電流比についてのデータを加え、電氣的に負性な直流マグネatron放電の構造、さらにはプローブ測定において負イオン電流による電流-電圧特性の対称性が明確に現れないことの要因を考察していく。

2. 実験方法

実験に用いられた陰極(ターゲット)はφ75.2 mm の Mg であり、陰極には 100~110 W の直流電力が、定電流(0.40 A)制御により印加された。放電ガスは Ar-CF₄ 混合ガス、放電圧力は 0.4, 1.2, および 2.0 Pa とし、CF₄ 濃度を 0-100% まで変化させた。プローブは W 線であり、直径 0.5 mm、長さ 10 mm の円柱型とした。負イオン電流比は、プローブ電流-電圧曲線を負イオン成分と電子成分による部分に分離することにより決定した。プローブ電流-電圧特性の測定に対する磁場による影響の補正はなされていない。

3. 実験結果および考察

実験により、1) 負性粒子電流反発および負性粒子電流飽和領域においてプローブに流れ込む電流において負イオンの割合が 0.4-0.6 程度まで高くなること(Fig.)、2) プローブ電流-電圧特性において正イオン-負イオン放電における特徴である対称性は見られなかったこと、3) 負イオンが陰極シース電位差は CF₄ ガス濃度とともに大きくなるが、陽極シース電位差(プラズマ電位)よりは大きいこと、が示された。また、ターゲット

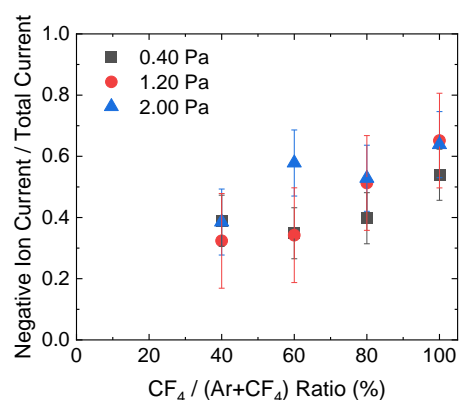


Figure The ratio of the negative ion current to the total current $I_{p,-} / I_{total}$ as a function of the CF₄ / (Ar + CF₄) ratio for discharge pressure of 0.40, 1.20 and 2.00 Pa. The error bars indicate one standard deviation of uncertainty.

ト表面で形成された負イオンが高い割合で高いエネルギーを持ったまま基板に到達すること、陽極電流に占める負イオンの割合が高くないことが推測され、これは放電がプラズマを形成する低温の正イオンおよび負イオンと電子、および高速負イオン束から形成されることを示唆する。

4. おわりに

得られた結果は電氣的に陰性な原子あるいは分子を含む直流マグネトロンスパッタリング放電の構造が、高周波放電を基本として理解にもとづく一般的なプラズマの構造とは異なることを意味する。薄膜堆積プロセスとしてのスパッタリング法の理解に必須の結果である。

文 献

- 1) 草野 英二：2019 年日本表面真空学会学術講演、講演番号 3Ep12, つくば国際会議場 (2019).

*E-mail: kusano@neptune.kanazawa-it.ac.jp