

Application Note

pgaTOF EI-TOFMS と MAR-HiPIMS による InN 薄膜の特性評価サポート



マイクロ波プラズマ支援による InN 膜の反応性 HiPIMS: プラズマ環境と材料の特性評価

ベルン応用科学大学 (BFH)、ローザンヌ工科大学 (EPFL)、スイス連邦材料科学技術研究所 (EMPA、トゥーンとデューベンドルフ)、および TOFWERK 間の科学的共同研究では、マイクロ波プラズマ支援反応性高出力インパルスマグネトロンスパッタリング (MAR-HiPIMS) による InN 薄膜低温製造プロセスの開発に焦点を当てています。

現場および現場外での診断技術は、さまざまな窒素流量およびマイクロ波出力における HiPIMS 放電プロセスに対するマイクロ波プラズマの影響を特徴付けました。測定により、マイクロ波プラズマが窒素種の解離/活性化を促進し、マグネترون放電プラズマにシード電子を供給することが示されました。

Impedans Ltd の Langmuir プローブと組み合わせた TOFWERK pgaTOF を使用して、MAR-HiPIMS プロセス中に存在するすべての種の質量とエネルギー分布、およびプラズマ電位と電流を同時に測定しました。そのため、プラズマの種の起源と、関連するプラズマ電気パラメータと組み合わせたそれらの時間的挙動を特定することが可能でした。さらに TOF 分析装置を使

用することで、検出された種の起源、つまり HiPIMS 放電またはマイクロ波プラズマから生成されたものを特定することができました。

TOFWERK **pgaTOF** は、Ar⁺、Ar²⁺、N₂⁺、N⁺、In⁺ などのプロセス関連種をすべて検出し、それらのエネルギー分布を 3 つのエネルギー/電荷カテゴリ (E/Q 低、中、高) に分類できました。

この研究では、低い E/Q と高い E/Q は HiPIMS 放電に起因することが判明しました。タイムプロファイルでは、パルスの終わり近くおよびパルスの終わり後に In⁺ イオンが増加していることが示されています。E/Q が低い場合、アルゴンおよび窒素種の増加も観察されました。中間 E/Q イオンはマイクロ波プラズマ内で生成されることが確認されました。

この研究は、TOFWERK **pgaTOF** とラングミュアプローブの統合により、MAR-HiPIMS ソースの詳細な特性評価が可能になり、プラズマ特性の時間分解測定が可能になることを示しています。さらに、さまざまなプロセス種の化学反応、エネルギー分布、および起源が特徴付けられました。

この研究は、プロジェクト E!114277 IonDrive および E!12507 Plasma S3Tream の一環として、スイス イノベーション エージェンシー、Innosuisse、および欧州連合によって共同資金提供されました。

TOFWERK 株式会社

japan@tofwerk.com