

電子材料プロセス研究室

中野武雄 教授・林 珂任 助教

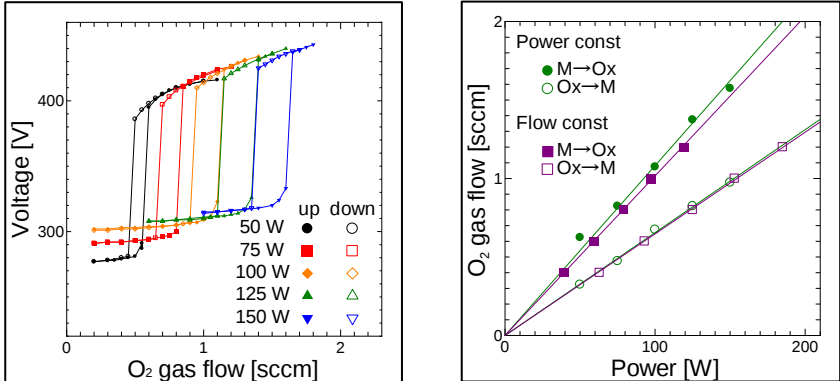
プラズマ薄膜作製プロセスの理解、新たなプロセスの開発、物性の制御

私たちの研究室では、原子・分子から堆積させた固体薄膜の作製法や、その性質について研究しています。主に用いているのは、材料固体を低圧放電プラズマに晒し、プラズマ中のイオンの衝撃によって蒸発させる「スパッタリング」と呼ばれる手法です。堆積する原子・分子の流れや、堆積時の入射エネルギーを制御することで、様々な形態・構造の薄膜を作り分けることが可能です。このような知見を基に、新たな最先端機能デバイスの実現を目指しています。プラズマ自体を対象とする研究も行っています。

進行中の研究テーマの例

「プロセスの理解」「新規プロセス開発」「物性制御」という3つの大きな枠の中で、研究室のメンバーがテーマ毎にチームを組んで研究を遂行しています。薄膜の応用に関する研究では、外部の研究者と積極的に協力し、私たちの強みであるプロセス技術を生かして研究をすすめています。

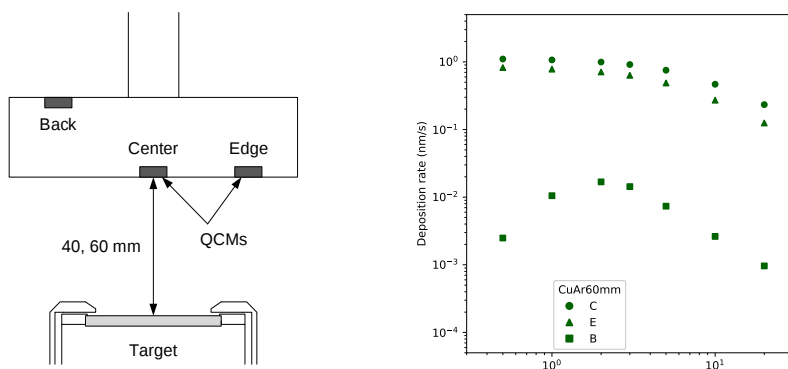
反応性スパッタプロセスのモード制御



プラズマに酸素・窒素を混ぜ、金属材料から酸化物・窒化物の薄膜を作製する反応性スパッタプロセスは、既に広く利用されているにも関わらず、制御が困難なことで知られています。このプロセスの挙動を丹念に調べ、背後にある一般的な普遍性を見出しました。

Nakano, et al. : e-ISSNT 22 199-206 (2024)

スパッタ粒子の輸送過程

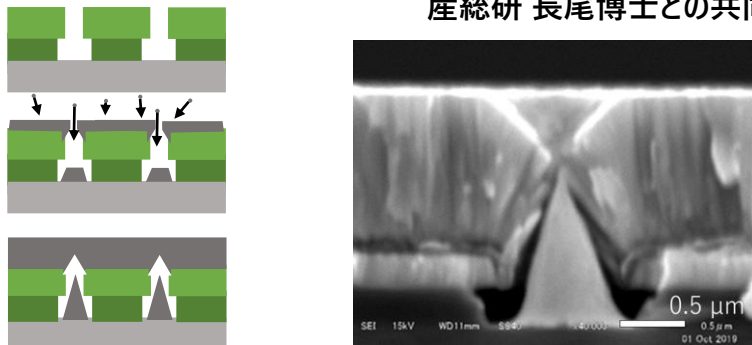


スパッタ製膜プロセスでは、放出された粒子が雰囲気ガスの衝突し、減速されながら輸送されるため、製膜速度が圧力に対して特異な挙動をします。この現象を計測し、減速過程のシミュレーションとあわせて解釈を行いました。

Nakano, Maeda, Md. Suruz Mian: Jpn. J. Appl. Phys., 65 040903 (2026)

HPPMS による Spindt 型エミッタ陰極構造の作製

産総研 長尾博士との共同研究

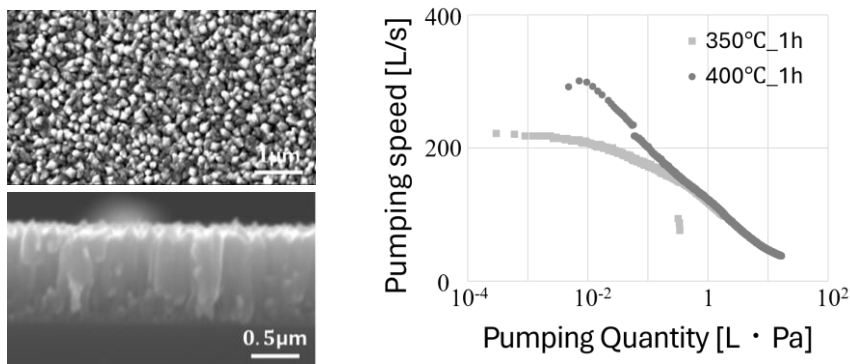


高融点金属で微小な金属円錐構造を作製できると、電界型の高効率な電子放出源にできます。プラスチックで作製した微小空洞の内部に、間欠的な大電力放電によってイオン化した Mo 原子を垂直に入射させ、空洞上部の穴を閉塞させつつ、針状構造を実現する技術の実現を目指しています。

Nakano, et al. : J. Vac. Sci. Technol. B, 40 063102 (2022)

非蒸発ゲッターポンプのスパッタ製膜

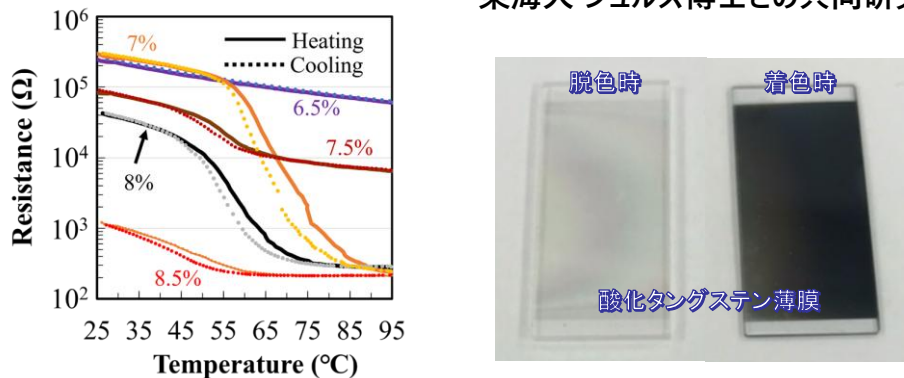
高エネ研 間瀬教授との共同研究



ある種の合金は真空中で加熱すると水素などの気体を吸着し、超高真空用ポンプとして動作します。このポンプを単体金属で実現し、大幅なコストダウンと汎用化を目指しています。Ti を非常にクリーンな環境で製膜した直後に高純度の窒素を曝露することにより、排気性能を持つ膜が得られています。

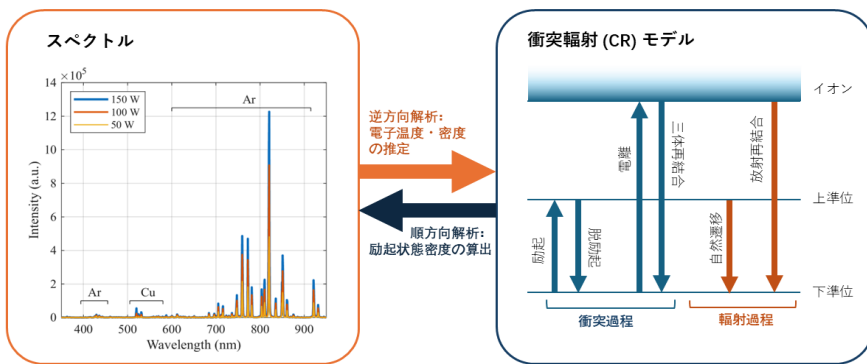
酸化物薄膜の電気物性・電気化学特性

東海大 シュルズ博士との共同研究



温度によって急峻な抵抗変化を示す VO₂ 薄膜や、電気化学的手法により色調変化を示す WO₃ 薄膜を堆積させ、作製条件と物性との相関について調べています。VO₂ では、数桁に及ぶ抵抗変化を示す膜 (左) が、WO₃ では非常に大きな可逆的透過率変化を示す膜が (右) 得られています。

プラズマ発光の Collisional-Radiative モデルによる分析



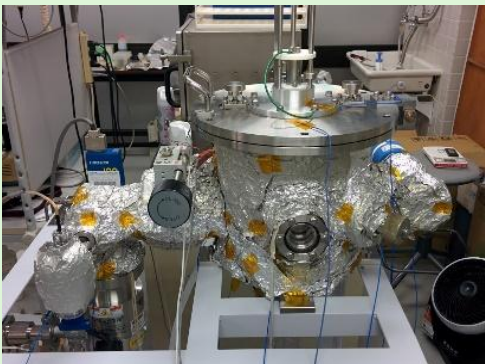
プラズマには種々の励起状態の原子・分子が存在し、その存在量に応じた特定波長の発光が生じます。この発光スペクトルから、プラズマの電子温度・電子密度などの重要な特性値を、プラズマ中の様々な過程を用いて逆問題として解く手法について研究をするめています。

実験設備

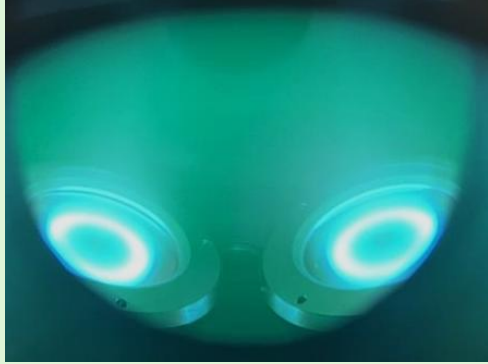
主に大学11号館1階の研究室にある6台の成膜装置で試料を作製し、同じフロアにある共通機器室の分析装置で構造や組成などを計測しています。成膜装置はすべてオリジナルで、用途に応じた様々な工夫がこらされています。



超高真空スパッタ装置



小型ターゲット用スパッタ装置



デュアルバイポーラスパッタ装置



走査型電子顕微鏡

連絡先：中野武雄 nakano@st.seikei.ac.jp