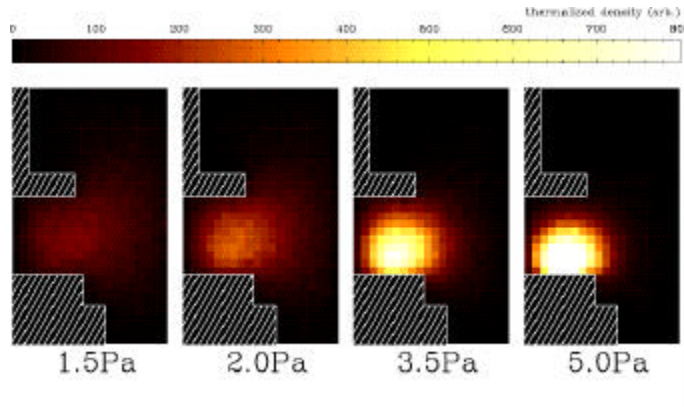


スパッタ製膜プロセスでは、ターゲットから放出された原子・分子は基板に到達する前に雰囲気ガスと衝突し、減速されたり方向を変えたりします。スパッタ粒子はターゲットから放出された直後は数 eV と高いエネルギーを持っていますが、最終的には雰囲気ガスと同じ程度にまで減速されます(熱中性化)。このためターゲット-基板間距離(T-S距離)やガス圧力などの製膜条件を変えたときに、成膜速度や膜厚の一様性がどのようになるかを予測するのは簡単ではありません。私たちはこのようなスパッタ粒子の輸送過程を、計算機シミュレーションと実験とから調べ、効果的な予測を行う方法を研究しています。

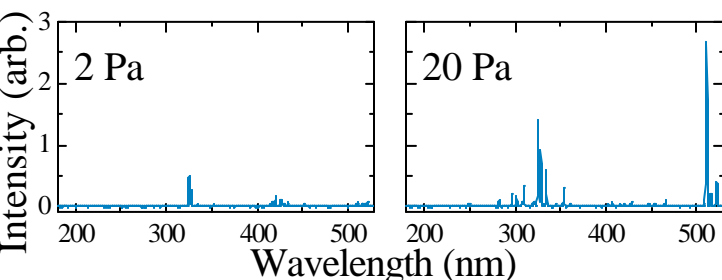
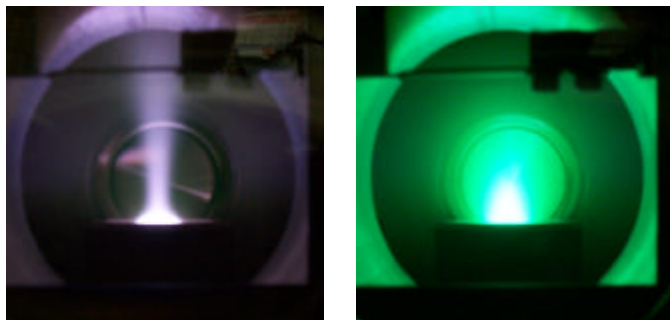
1. モンテカルロ・シミュレーション

スパッタされた個々の粒子が雰囲気ガス原子と衝突しながら拡散していく過程を、モンテカルロ法でシミュレートしています。右図はCuをArでスパッタした際に、下側のターゲット面から放出されたCu原子が、空間のどこで熱中性化したかを示す図です。圧力が低いうちは速度が大きいうちに壁面に捕まる原子が多く、高圧になると途中で減速される原子が多くなるのがわかります。このことは膜厚分布や膜の性質に大きく影響します。



2. 発光分光法による原子密度分布評価

Cuのスパッタプロセスでは、プラズマ中のCu原子が励起され発光します。Cu原子からの発光は下図の範囲では324 nmと510 nmとに見られますが、Cuの空間密度が大きくなると510 nmの強度が相対的に大きくなるという関係があります。我々はこの二つの発光線の空間分解測定を行うことで、ターゲットから放出されたCu原子の空間密度分布を評価しています。



3. 成膜速度と膜厚分布の T-S 距離依存性

ターゲット-基板間の距離を変化させたときの成膜速度や膜厚分布の一様性は、原子の輸送過程を強く反映します。下図左のような、膜厚モニタを複数備えたホルダで、ターゲット金属をAl, Cu, Moと変え、いろいろな放電条件で成膜速度を測定しています。成膜速度がT-S距離に対して指数関数的な減衰をすること、またその減衰長や位置による成膜速度の違いが、ターゲット金属の質量によって説明できることなどがわかってきています。

