

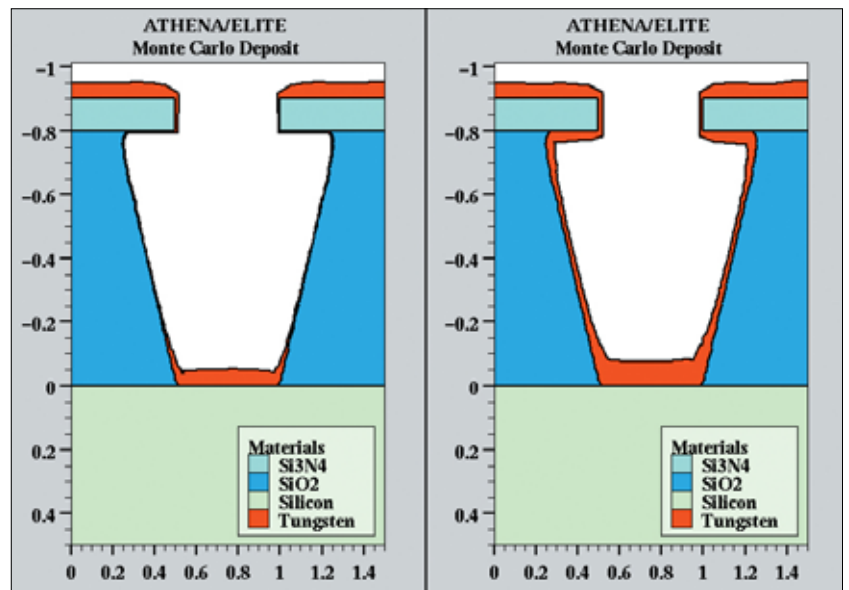
# MC Deposit/Etch

## モンテカルロ法を用いた2次元デポジション/エッチング・モジュール

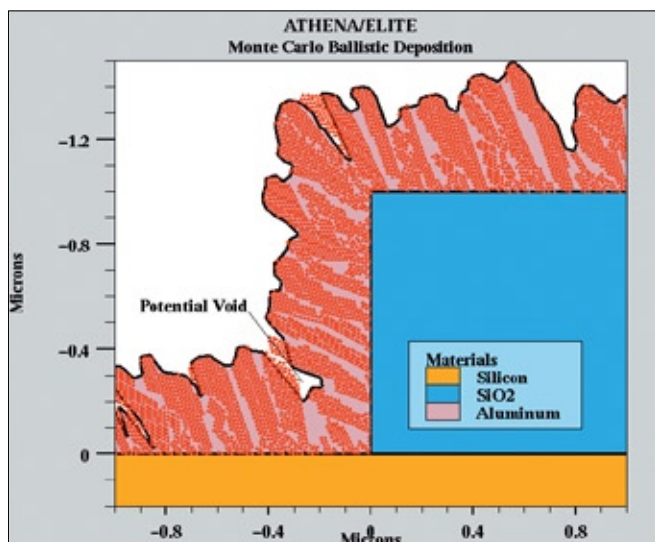
MC Deposit/Etchは、ATHENAフレームワークを介してEliteとシームレスに接続する高度な形状シミュレーション・モジュールです。このモジュールにはいくつかのモンテカルロ法をベースとしたモデルが含まれ、粒子の流れを利用したエッチング/デポジション・プロセスをシミュレートします。

### モンテカルロ法によるデポジション

モンテカルロ法によるデポジション・モデルは、減圧化学気相成長(Low Pressure Chemical Vapor Deposition: LPCVD)をシミュレートできます。MC Deposit/Etchは、ある特定の方向に沿って堆積した材料の粒子の伝播をシミュレートします。粒子は常にある速度を持って表面に照射されるので、粒子が反応して、堆積したレイヤに結合する前に、表面より再び放出される可能性があります。粒子の付着の確率は付着係数で定義されます。再放出された粒子は任意の方向に進み、前と異なる表面エリアに付着し、最初の粒子の流れの影となってしまったエリアに堆積する可能性もあります。解析による表面拡散モデルは、円滑に堆積されたレイヤを規定しています。



左のプロットは低い付着係数を使用したモンテカルロ法によるデポジションを、右のプロットは高い付着係数を使用したモンテカルロ法によるデポジションを示しています。



上図は、モンテカルロ法によるステップ上のバリスティック・デポジションを示しています。デポジション方向は、基板に対して45度です。この粒状の構造は、シャドウイング効果およびステップ・コーナーでの密度のばらつきの結果生じた潜在的なポイドを示しています。

### モンテカルロ法によるバリスティック・デポジション

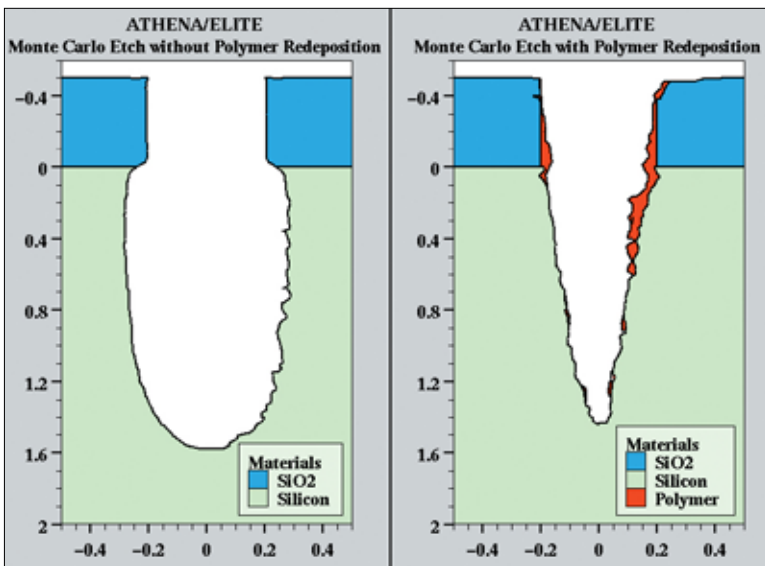
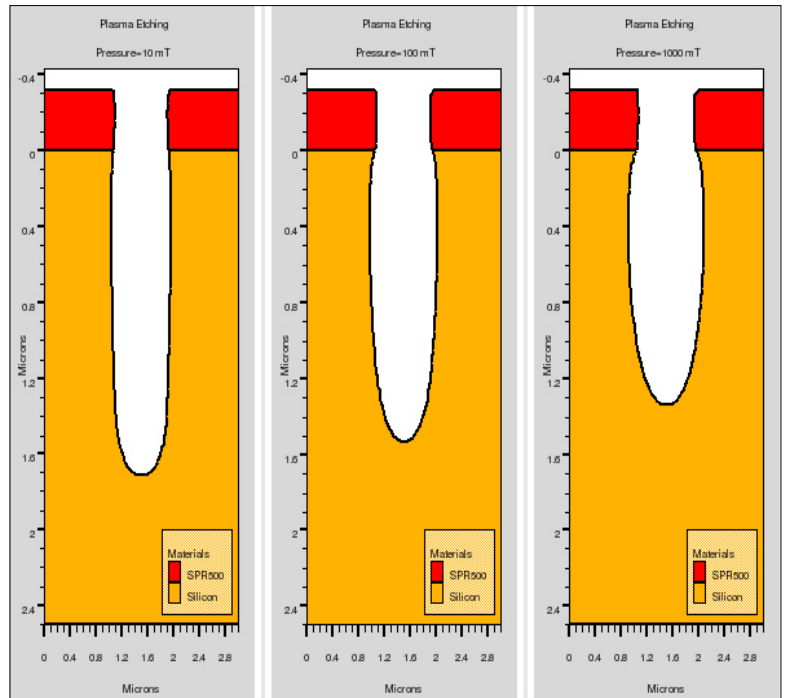
モンテカルロ法によるバリスティック・デポジション・モデルは、シミュレーション・エリア上部の任意ポイントから構造の表面に向けて放出される硬い2次元ディスク状の粒子がランダムな不可逆デポジションによって金属膜を成長させる様子をシミュレートします。ディスク状の粒子は一番近くのディスク状の粒子で緩和して、これにより膜を成長させます。この表面の緩和/平滑化のレベルは、ディスク状粒子が緩和する範囲の半径に関連したパラメータにより指定できます。この緩和プロセスでは、堆積するエリアの屈曲度が大きくなるほど表面エネルギーが減少することにより、レイヤの成長する際に通常生じる限られた表面の拡散をシミュレートできます。したがって、このモデルにより局所的な膜の密度の傾向を見積もることが可能です。

**SILVACO**

## プラズマ・エッチング・モデル

プラズマ・エッチング・モデルは、モンテカルロ法によるシミュレーションをベースとしたものです。プラズマ・エッチングとは、電極と壁を取り囲んで、プラズマを隔離している暗いさやを通して中性プラズマからイオンを生成させます。プラズマと電極間の電位降下によって、イオンはシース内を移動している際に加速されます。モンテカルロ法によるシミュレーションは、大量のイオンの動向を追跡し、エッチング・チャンバに存在するその他のガスの種類との衝突を考慮しています。モンテカルロ法によりシミュレートされたイオン分配エネルギー/角度モデルは、基板の表面上のイオン流量の計算に使用されます。この流量は、エッチング速度の計算にも使用されます。表面の形状による「可視的な窓」は、局部のエッチング比率に依存します。

右図は、シリコンにトレンチ・エッチングを実行する際のプラズマ反応器チャンバにおける圧力の効果を示しています。左から右へ、使用された圧力は、それぞれ10、100および1000 mTorrです。



上図は、シリコンに深いトレンチをエッチングする際のポリマーの再堆積の効果を示しています。再堆積プロセスはエッチングの速度を落とすだけでなく、トレンチの形状を全面的に変えてしまいます。再堆積モデルを含んでシミュレートすると、トレンチの結果は、再堆積を考慮しない場合の「たる」型に代わって、はっきりとした傾斜になります。

## モンテカルロ法によるエッチング・モデル

モンテカルロ法によるエッチング・モデルは、ATHENA/Eliteで使用されます。モデルの主要なアプリケーションは、プラズマまたはイオンを利用したエッチングのシミュレーションです。このモジュールの特徴となる機能は、流入してくるイオンと基板材料からスパッタリングされた分子の混合として生成されたポリマー材料の再堆積を考慮できることです。さらに、このモジュールにはC-Interpreterとのインターフェースも含まれているので、プラズマ・エッチングにおけるユーザ定義の依存のパラメータばかりでなく、イオン・ミリングやさまざまな材料からスパッタリングされて生じる再堆積などの定義条件も設定可能です。

# SILVACO

株式会社 シルバコ・ジャパン  
www.silvaco.co.jp

お問い合わせ : [info@silvaco.co.jp](mailto:info@silvaco.co.jp)

### 本社

〒244-0801  
神奈川県横浜市戸塚区品濃町549-2  
三宅ビル4F  
TEL : 045-820-3000 FAX : 045-820-3005

### 京都サポートセンター

〒604-8152  
京都府京都市中京区烏丸通 蛸薬師下ル 手洗水町651-1  
第14長谷ビル 9F  
TEL : 075-229-8207 FAX : 075-229-8208