

微小空間におけるウェットエッチング挙動の考察

Impact of electrostatic effects on wet etching phenomenon in nanoscale region

ソニーセミコンダクタソリューションズ¹, 東京エレクトロン九州², 東京エレクトロン³

奥山敦¹, 齋藤卓¹, 萩本賢哉¹, 岩元勇人¹

西健治², 鈴木歩太³, 戸島孝之²

Sony Semiconductor Solutions¹, Tokyo Electron Kyushu Limited², Tokyo Electron Limited³

Atsushi Okuyama¹, Suguru Saito¹, Yoshiya Hagimoto¹, Hayato Iwamoto¹

Kenji Nishi², Ayuta Suzuki³, Takayuki Toshima²

E-mail: Atsushi.Okuyama@sony.com

【背景】半導体デバイスの微細化に伴い、ナノスケールの微小空間におけるプロセス現象を理解することが必要不可欠になっている。ウェットエッチングプロセスにおいても、要求される加工制御性はナノメートルオーダーに達しており、この厳しい要求を満たす為には、微小空間の固液界面近傍で起きるウェットエッチング反応の現象を理解してプロセス条件を設計することが極めて重要である。これまでに、微小空間における液体分子の挙動を解析したシミュレーション結果は報告されているが¹⁾、微小空間におけるウェットエッチング現象に関する詳細な実験結果の報告は無い。本発表では、ナノスケールの微小空間におけるウェットエッチング挙動についての詳細な実験結果とメカニズム考察、及びメカニズムの妥当性を検証する為のシミュレーション結果について報告する。

【実験】ベアシリコンウェハに約5~20nm厚の熱酸化膜を成膜した。熱酸化膜上に成膜したPolySiを加工することによってマスクを形成し、その後ウェットプロセスによって酸化膜エッチングを行った。ウェットエッチングには約0.5%の希フッ酸溶液を用いた。エッチング条件は初期の熱酸化膜厚に対してオーバーエッチングを掛け、熱酸化膜相当で約10~100nmのエッチングを行った。処理後のウェハをSEM (Scanning Electron Microscope) にて断面形状の観察を行い、PolySi端からSiO₂端までの距離(横方向エッチング量)を測定した。また、有限要素法による二次元数値解析を行い、拡散方程式とPoisson方程式から0.5%及び12.5%の希フッ酸溶液を用いた場合の微小空間内エッチャントイオン(HF₂)濃度を計算した。

【結果と考察】Fig.1に各膜厚の熱酸化膜サンプルに対して、横方向のエッチング量を比較した結果を示す。Fig.1より熱酸化膜の膜厚が薄くなる程、横方向へのエッチングレートが低下していることがわかる。熱酸化膜が薄化してエッチング反応が起こる空間が微小になる程、固液界面近傍における電気二重層の占める割合が大きくなる為、エッチャントの供給が阻害され、エッチングレートの低下が顕著になると考察した。この考察を検証する為、微小空間内での平均エッチャント濃度の酸化膜厚依存性をシミュレーションにて計算した (Fig.2)。Fig.2より酸化膜厚が薄くなるにつれて、いずれの濃度の希フッ酸溶液でも微小空間の平均エッチャント濃度が低下していることがわかる。これらの結果より、微小空間におけるエッチングレートの低下は固液界面近傍に形成される電気二重層の影響であるというメカニズムの妥当性が確認された。

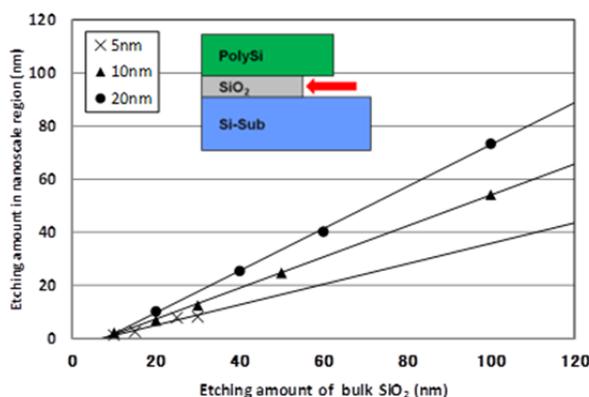


Fig.1 Etching rate in nanoscale region

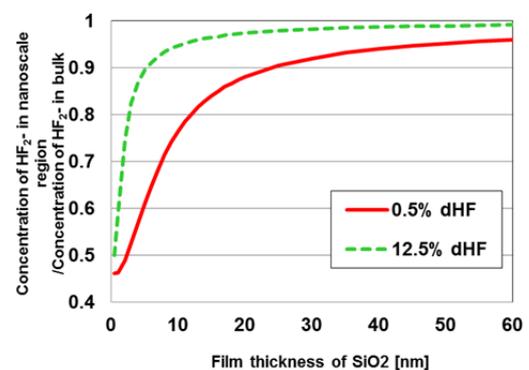


Fig.2 Etchant concentration (Simulation)

【参考文献】1)中野他, 第48回日本伝熱シンポジウム講演論文集 (2011-6)