分光エリプソによるSiO₂上Geの2次元成長と島状成長の境目検知 Real-time spectro-ellipsometric discrimination of 2D and 3D growth of Ge on SiO₂

NTT デバイスイノベーションセンタ, ^O赤沢方省

NTT Device Innovation Center, ^OHousei Akazawa

E-mail: akazawa.housei@lab.ntt.co.jp

【はじめに】SiO₂上のGeドット成長の研究が活発化している。目的に合ったGeドット形状を得るには、Ge供給速度とGeのマイグレーションを上手に制御する必要がある。本研究では、分光 エリプソメトリによるモニタリングとAFM測定を付き合わせることで、光学応答変化をリアルタ イムで検知して、2次元成長になるか島状成長になるかを成長初期に知る方法について検討した。

【実験】GeH₄を原料ガスとして用い、光励起CVDによってSiO₂熱酸化膜上にGeを堆積した。成長の開始直後から、分光エリプソメトリにより系の光応答の変化を記録した。

【結果】GeH₄のガス圧1.3 Paと0.13 Paについて、光エネルギー3.4 eVにおいてエリプソ角(Ψ, Δ) の サンプリングを10秒おきに行い、Ψ-Δ面上の軌跡として示したのが左下図である。Geの吸収があ るため、主に膜の上部の光学特性を反映している。1.3 Paの場合は、SiO₂/Si基板の光学応答に対 応する始点Oからスタートし、成長が進むにつれてO→A→B→C→D→E₁と単一の右回りのループ を描き、E₁点に収束している。E₁点における擬誘電応答関数の虚部は、Pure-Geの振幅とほぼ等し く、表面ラフネスを無視できる2次元結晶であることを確認した。一方、0.13 Paとガス圧を1桁下 げたときは、まず軌跡O→Aに対応してGeがSiO₂表面を覆った後に、左回りの小螺旋A→P→Qを 描いた。この部分はGeが凝集して島を形成し始めたことに対応している。点Qにおいて、Ge/SiO₂/Si 構造の光干渉の影響で位相角Δが0° = 360°の間でジャンプしてから、Q→R→S→E₂と左回りの 大螺旋を描いた。これはGe原子のマイグレーションが激しく起こり、本格的な3次元島状成長に 移行して、長時間大きな3次元島の状態が保たれていることを示している。

終点 $E_1 \ge E_2$ におけるGe表面の平坦性をAFMにより評価した。右下図に示すように1.3 Paで成長 すると表面のRMS粗さが0.5 nmの平坦さであったが、0.13 Paの場合には、Ge島が観測され、RMS 粗さは4 nmであった。このように成長初期の軌跡をモニターすることで、その後2次元成長する か、Geのドット形成が勝って3次元成長に移行するかの境目を検知することができる。



