

Si 上 SiO₂ 膜のステップエッチングに伴う表面ラフネス増加

Surface roughness increase induced by step etching of SiO₂ film on Si

筑波大学 ○我妻匠, 蓮沼隆

Univ. of Tsukuba, °Takumi Agatsuma, and Ryu Hasunuma

E-mail: bk201310952@s.bk.tsukuba.ac.jp

[はじめに] Si 上に形成した熱酸化 SiO₂ 膜の表面ラフネスは MOS 構造デバイスの信頼性に影響を与えるがその発生機構については不明な点が多い。我々はこれまでに、熱酸化 SiO₂ 膜表面付近では圧縮応力の緩和がより進行するために膜が低密度化することを報告している[1]。また、酸化の進行に伴って酸化膜表面ラフネスが増加することもわかっている。したがって緩和過程が表面ラフネス形成に密接に関与していると考えられる。今回、Si 上に形成した熱酸化 SiO₂ 膜のステップエッチングを行い、エッチングにともなう表面ラフネス増加を観察した。この表面ラフネス増加は面内方向の密度ムラに起因するため、本結果によって緩和過程の詳細に迫ることを期待した。

[実験手順] n 型 Si(001)試料を RCA 洗浄した後に乾燥酸素雰囲気中で熱酸化を行い、SiO₂ 膜を成長させた。酸化温度は 800°C、1000°C、1200°C とした。1000°C で形成した乾燥酸素酸化膜に対しては一部、Ar 及び FG 雰囲気にて 1200°C で熱処理を加えた。次に、酸化膜を希フッ酸でステップエッチングし、ステップごとに AFM で表面ラフネスを観察した。

[実験結果] fig. はエッチングに伴って増加する Si 上熱酸化膜表面ラフネスの酸化温度依存性である。図より、酸化温度によらずエッチング初期にラフネスが増加し、その後ラフネスが変化しない領域があることがわかる。ラフネス増加はエッチング速度が面内で不均一であることを反映している。これをもたらし要因とし

ては膜中電荷分布の不均一性なども考えられるが、ここでは密度ムラが主な原因であると考えられる。エッチング初期に注目すると、酸化温度が高いほどラフネスの増加が大きい。密度ムラが緩和過程で生じ、それが高温でより顕著に進むと考えることができる。エッチング後期、すなわち界面に近い領域でラフネスが変化しないのは、この領域では密度分布が均一であることを意味する。この領域での緩和の進行が遅いためであると考えられる。このことは界面近傍で膜密度が高いという、これまでの結果と矛盾がない。

エッチング初期での表面ラフネス増加の様子は、Ar または FG アニールを行ってもほとんど変化しないこともわかった。密度ムラ生成に伴う緩和は、単に熱を加えれば進行するものではなく、酸素雰囲気中で酸化が進行している状況が必須であることが示唆される。当日は、より詳細に議論する。

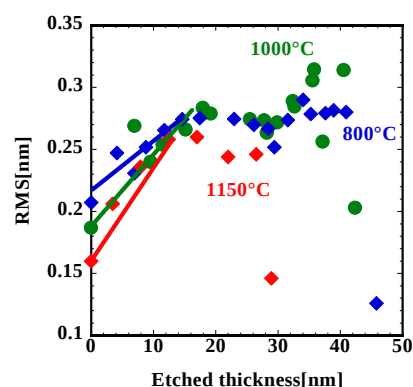


Fig. エッチングに伴う表面ラフネス増加

Reference

[1] 土井修平、蓮沼 隆、山部紀久夫：第 74 回応用物理学会春季学術講演会 20a-C9 -11