

SiN のプラズマ支援 ALD における低エネルギーイオンの効果

Low energy ion reactions of SiN plasma-enhanced atomic layer deposition

阪大院工¹, 東京エレクトロンテクノロジーソリューションズ (株)² ○伊藤 智子¹, (M2)北 英和¹, 鈴木 歩太, 加賀谷 宗仁, 松隈 正明, 松崎 和愛, 唐橋 一浩¹, 浜口 智志¹

Osaka Univ¹, Tokyo Electron Technology Solutions Ltd.², °Tomoko Ito¹, Hidekazu Kita¹, Ayuta Suzuki², Munehito Kagaya², Masaaki Matsukuma², Kazuyoshi Matsuzaki²,

Kazuhiro Karahashi¹, Satoshi Hamaguchi¹

E-mail: ito@ppl.eng.osaka-u.ac.jp

[背景] 現在、半導体デバイスの微細化に伴い、半導体微細加工において原子層堆積(Atomic Layer Deposition)および原子層エッチング(Atomic Layer Etching)といった原子層レベルでのプロセス制御が必要となっている。SiN はマルチパターンニングプロセス等のマスク材料として使用されており、プラズマの反応性を利用したプラズマ支援原子層堆積(Plasma-enhanced ALE: PE-ALD)は熱 ALD より低温度で ALD プロセスが可能であることから、PE-ALD が SiN の ALD プロセスに用いられている。SiN の PE-ALD プロセスは、SiH₂Cl₂ や SiCl₄ 等のシリコンおよび塩素の含んだ前駆体ガス曝露による反応層(SiCl 層)の生成プロセスと、NH₃ もしくは N₂+H₂ 混合ガスによるプラズマ照射による塩素除去および窒化プロセスにより原子スケールの SiN が成膜される。PE-ALD による SiN 膜において窒化度の違いや塩素等の不純物の残留がマスクの耐性に影響を与える可能性があり、プラズマと塩素吸着表面との反応の理解が SiN の PE-ALD プロセス制御に重要である。本研究ではプラズマ中の活性種としてイオンに着目し、塩素吸着表面と低エネルギーイオンとの表面反応について報告する。

[実験] 本研究は高分解能 X 線光電子分光装置と、分子、イオンおよびラジカル等の活性種を超高真空中で試料表面に照射可能な ALP(Atomic Layer Process)前駆体照射室からなる ALP 表面反応解析装置を用いて行った。ALP 前駆体照射室にて清浄 Si(100)に SiCl₄ を曝露し形成した SiCl 層に対して 30-100 eV の Ar⁺および N₂⁺イオンを照射し、塩素の脱離反応および窒化反応を *in-situ* XPS により評価した。尚、イオン照射は XPS に搭載されているイオン銃を用い、イオン入射角度は 45° である。

[結果] 右図は清浄 Si(100)表面に SiCl₄ を 1,000 L (L: 10⁻⁶ Torr×sec) 曝露したのち、Ar⁺イオンを照射した場合のイオン照射量に対する表面近傍に存在する塩素の減衰を表しており、入射イオンエネルギーの違いにより、表面塩素の除去効率が異なっている。本報告では、角度分解 XPS により深さ方向の塩素の分布について評価した結果も報告する。

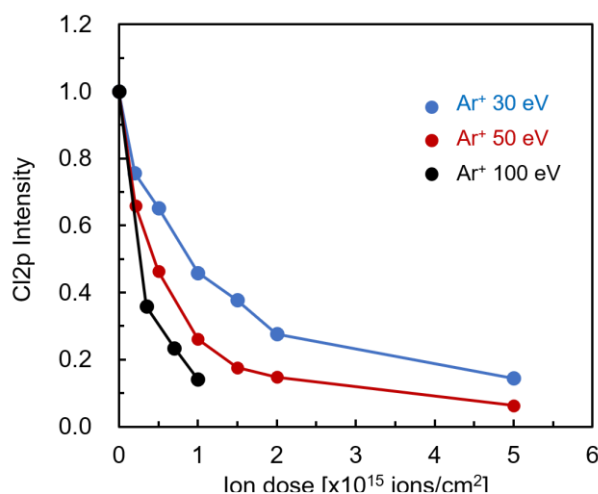


図 Ar⁺イオンによる塩素除去