

Atomic Layer Etching の吸着層が基板ダメージ生成に与える影響

Effect of Atomic Layer Etching Adsorption Layer on Substrate Damage Generation

ソニーセミコンダクタソリューションズ(株)¹, 阪大院工²

○平田 瑛子^{1,2}, 深沢 正永¹, 釘宮 克尚¹, 萩本 賢哉¹, 岩元 勇人¹,

J. U. Tercero², 磯部 倫郎², 伊藤 智子², 唐橋 一浩², 浜口 智志²

Sony Semiconductor Solutions Corp.¹, Osaka Univ.²,

○A. Hirata^{1,2}, M. Fukasawa¹, K. Kugimiya¹, Y. Hagimoto¹, H. Iwamoto¹,

J. U. Tercero², M. Isobe², T. Ito², K. Karahashi² and S. Hamaguchi²

E-mail: Akiko.Hirata@sony.com

【はじめに】近年、低ダメージ加工を実現する目的で ALE (Atomic Layer Etching) が検討されている。これまで、SiN ALE のオーバーエッチング時に下地 Si に生成されるダメージを検討してきたが[1]、今回 ALE の脱離ステップで生成されるダメージに及ぼす吸着ステップの影響を評価した。

【実験】 ICP エッチング装置 (13 MHz / 0.4 MHz) を用いた。下地 Si 基板に対し CH₃F/Ar プラズマ (イオンエネルギー (E_{ion}): 15 eV) を用いて HFC ポリマーを堆積した(吸着ステップ)。脱離ステップには Ar プラズマ (E_{ion} : 280 eV) を用いた。吸着及び脱離ステップを繰り返すことで ALE を行った。ダメージ層除去の目的で DHF (HF:H₂O = 1:100) を 2 分処理した。ダメージ膜厚は分光エリプソメトリーで測定した。表面状態予測には分子動力学法 (MD simulation) [2]を用いた。CH₂F を 2nm 堆積し、その後 Ar (300 eV) を照射した。表面解析は TEM、HR-RBS/ERDA を用いた。

【結果及び考察】 Fig. 1 に吸着ステップ有無でのダメージ膜厚と DHF 後のダメージ残留量を示す。ダメージ層は表面酸化層と Si 変質層 (結晶の乱れた層) で定義した。加工後のダメージ膜厚は Ar プラズマのみと ALE で同等のため、ダメージ生成に及ぼす吸着ステップの影響は小さいことが分かった。一方、Ar プラズマ後に生成された表面酸化層は DHF で除去できるのに対し、ALE 後に生成される酸化層は DHF で除去できない事が分かった。次に、DHF での除去性の違いを明らかにする目的で、MD 計算を用いて表面状態の予測を行い、HR-RBS/ERDA よりその検証を行った (Fig. 2)。その結果、ALE では、吸着層に含有される C、H、F が、脱離ステップ中に下地 Si にノックオンされることが明らかになった。ダメージ層表面の SiO_x層が C、H、F によって組成変化したため、DHF 処理で除去されず、ダメージが残留したと考察される。よって、分子量の小さいガスを使用する ALE では吸着/脱離ステップのノックオンの制御が必要であり、元素侵入を抑制可能な ALE のプロセス構築が今後求められる。

[1] A. Hirata *et al.*, JJAP. 59 (2020) SJJC01. [2] K. Miyake *et al.*, JJAP. 53 (2014) 03DD02.

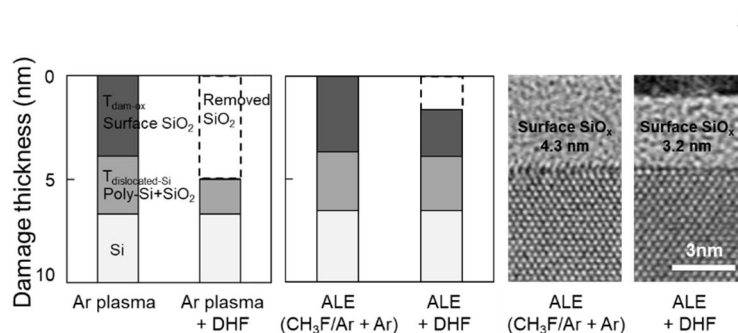


Fig. 1 Damage thicknesses and damage removal amounts with and without adsorption step.

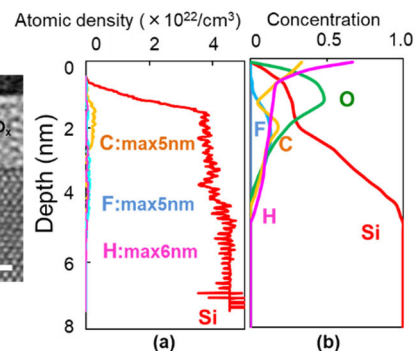


Fig. 2 Depth distribution of penetrated species into Si with (a) MD sim. and (b) HR-RBS/ERDA.