

課題番号 : F-19-TT-0036
利用形態 : 技術補助
利用課題名(日本語) : ALD 膜の酸化状態に基板表面状態が及ぼす影響
Program Title (English) : Effect of substrate surface condition on oxidation of ALD film
利用者名(日本語) : 徳永智春¹⁾, 大川原彩恵²⁾
Username (English) : T. Tokunaga¹⁾, S. Okawara²⁾
所属名(日本語) : 1) 名古屋大学工学研究科, 2) 名古屋大学工学部
Affiliation (English) : 1) Graduate school of Engineering, Nagoya University
2) School of Engineering, Nagoya University
キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積, 合成, 熱処理, ドーピング, 分析

1. 概要(Summary)

ALD 法により広く製膜されている材料は AlO_x であり, その構造は一般にアモルファスと言われている. しかし Si 基板において(100)基板の報告は存在するが, その他面方位基板上に製膜された薄膜の結晶性は報告されていない. 今後, 新たなデバイスの開発と共に, 様々な基板に対し ALD 法による成膜が実施されると予想されることから, 基板の面方位が ALD 膜の結晶性に与える影響を明らかにする必要がある. そこで, ALD 法により製膜された AlO_x 膜の結晶性に基板表面の面方位が与える影響を調査した. その結果, 成膜界面における, ALD 膜の還元が確認された.

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

原子層堆積装置

【実験方法】

Si (100)及び(111)の面方位を有する 2 種類のウェハから $5\text{ mm} \times 5\text{ mm}$ の基板を切り出し, ALD 装置(Fiji F200)内に導入した. 原料ガスと酸化ガスにはトリメチルアルミと酸素ガスを選択した. 基板温度 $96\text{ }^\circ\text{C}$ と成膜サイクル 500 回の条件で AlO_x を成膜した. 成膜基板の表面保護のために Pt と C を蒸着し, TEM による断面観察を実施するため, 収束イオンビーム法により薄片断面試料を切り出した. 約 100 nm まで薄片化したのち, 走査型透過電子顕微鏡(Scanning Tunneling Electron Microscope: STEM)による BF 及び DF-STEM 像観察と試料の電子状態を明らかにするために EELS 測定を行なった.

3. 結果と考察(Results and Discussion)

製膜後基板の Si(100)基板側から ALD 膜へ測定領域を変えながら取得された EELS スペクトル中に, 80 eV 近

傍に Al $L_{2,3}$ を, また 102 eV には Si $L_{2,3}$ を示す電子エネルギー損失吸収端構造(Energy Loss Near Edge Structure: ELNES)が見られた. また Al $L_{2,3}$ の ELNES は 77 eV に Al_2O_3 における四面体配位を意味するピーク(T)が, また 79 eV には八面体配位のピーク(O)が存在していた. AlO_x 層内部から Si 基板との界面に近づくほど, O ピークに対する T ピークの比(T/O)が 0.47 から 0.67 に増加しており, 界面近傍では界面から十分に離れた領域よりも, ALD 膜が還元された状態になっていることが判明した. (111)基板上に成膜された試料においても界面に近づくほど ALD 膜が還元されているという傾向は類似していたが, (100)と(111)基板における界面の T/O を比較すると, (111)基板上では T/O が 0.73 であったのに対し, (100)基板上では 0.60 でありおよそ 20% の差異が認められた. (111)基板上における基板界面近傍の ALD 膜の方が T/O が大きく, より還元されていることを示している. (100)基板は表面が大気中で酸化されやすいため, Si 酸化膜の Si 原子の酸化度合が高く, 酸化膜が ALD 膜から酸素を奪いにくく還元させにくいのに対し, (111)基板では表面は大気中で酸化されにくいいため, Si 酸化膜の Si 原子の酸化度合が低く, 酸化膜が ALD 膜から酸素を奪って還元させやすいため, (111)基板上の ALD 膜は(100)基板上の ALD 膜よりも還元されていたと考えられた.

4. その他・特記事項(Others)

なし

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許(Patent)

なし