

氏名(本籍)	生田 一之 (東京都)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第1,437号		
学位授与年月日	平成7年7月31日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	工学研究科		
学位論文題目	走査型トンネル顕微鏡を用いたシリコン-水素系薄膜の成長初期過程に関する研究		
主査	筑波大学教授	工学博士	田中 一 宜
副査	筑波大学教授	理学博士	岡崎 誠
副査	筑波大学教授	工学博士	川辺 光 央
副査	電子技術総合研究所部長	工学博士	荒井 和 雄
副査	筑波大学教授	理学博士	大成 誠之助

論 文 の 要 旨

アモルファス半導体の中で応用に最も広い展開を示している水素化アモルファスシリコン（以下 a-Si:H）および微結晶シリコン（以下 $\mu\text{c-Si:H}$ ）は、プラズマ CVD 法により作製され、その薄膜物性は、作製プロセスに強く依存する。そのため、プラズマ気相の診断や表面のその場観察を通し、原子分子レベルで成長機構を解明し、プロセスひいては薄膜物性をコントロールしようとする大きな研究の潮流がある。本論文は、未だ a-Si:H、 $\mu\text{c-Si:H}$ の世界で誰もなしえなかったサブナノメートルレベルの表面構造の直接観察を通して、基板への薄膜成長初期過程を解明しようと試みたものである。

サブナノメートルに迫るために走査型トンネル顕微鏡（STM）が導入され、基板として atomically flat なグラファイト（HOPG）が選択された。以下の結果が得られた。

(1) グラファイト基板での Si-H 初期核生成過程

STM と Raman 散乱分光による実験結果から、 SiH_4 プラズマ中の H 原子がグラファイト基板上に SiH_3 に対する吸着サイト（欠陥）を生ずることがわかり、初期核生成プロセスのモデルを提案した。また、SiH 系クラスターの単位構造として 5~10 Å の STM 像を初めて得ることに成功、 SiH_3 あるいは SixHy であると推論した。

(2) 数原子層形成後の薄膜成長過程

数 10 Å サイズのクラスターが膜原とともに増大するが、基板温度を室温から 300°C に上げると増大速度が上昇する。これは、 SiH_3 が表面拡散によってクラスター境界部を選択的に埋めていくことにより説明された。従来の間接的手法により提案されていたモデルを直接的に実証した結果である。また、400 Å 膜原になっても最表面には常に 40 Å サイズの単位構造が観測された。

(3) 水素希釈プラズマによるナノ Si 結晶（~40 Å サイズ）形成

大きな副産物として、グラファイト基板上に直接ナノ結晶（Si）を作成することに成功した。僅か 50 Å 膜厚で実現したのは初めてである。

(4) 初期成長過程の表面粗さのスケーリング

フラクタルを使った異方性スケーリングにより a-Si:H、 $\mu\text{c-Si:H}$ の表面形態の違いを初めて定量的に議論した。

審 査 の 要 旨

忍耐強く頑張ってSTMの威力を発揮させた労作である。ただ、実験結果の考察がやや浅く、物理という立場からは更に豊かなストーリーが描ける筈である。今後の展開が期待される。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。