

Title	スパッタリング法によって作製した $a\text{-Si}_{1-x}\text{C}_x$ 薄膜の構造に関する研究
Author(s)	井上, 尚三
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/35373
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

【11】

氏名・(本籍)	井 上 尚 三
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 7 7 1 7 号
学位授与の日付	昭 和 6 2 年 3 月 2 6 日
学位授与の要件	工学研究科精密工学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	スパッタリング法によって作製した $a-Si_{1-x}C_x$ 薄膜の構造に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 川辺 秀昭 教授 山田 朝治 教授 梅野 正隆

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は高周波二極スパッタリング法によって作製した $a-Si_{1-x}C_x$ 薄膜の構造に関する研究の成果をまとめたもので、次の 7 章からなっている。

第 1 章では、 $a-Si$ 系非晶質半導体薄膜の研究について概観し、 $a-Si_{1-x}C_x$ 薄膜の位置付けを行うとともに、本研究の目的と意義について述べている。

第 2 章では、(001) Si ウエハ基板上に作製した $a-Si_{0.5}C_{0.5}$ 薄膜中の欠陥を簡単に評価できるエッチピット法を提案し、内在する欠陥密度が作製条件に依存することを示している。

第 3 章では、C 量 x を変化させた試料の内部の原子的構造について、赤外線吸収スペクトル及び X 線・透過電子線回折等により調べ、その結果 x が 0.4 までの試料内では C 原子はほぼ均一に分布するが、 $x = 0.4 \sim 0.5$ の領域になると C のグラファイト化が起こり始めることを確認している。

第 4 章では、 $a-Si_{1-x}C_x$ 薄膜の表面構造を RHEED によって調べ、非晶質薄膜の表面構造は薄膜内部とは異なっていることを新たに示している。その構造は、歪微結晶モデルによる検討から表面では結合原子間距離が内部に比べて長くなり、ダングリングボンドの密度が高くなっていることを示している。

第 5 章では、Al / $a-SiC$ 、Mo / $a-SiC$ 多層薄膜を作製し、それらの界面の構造を AES、反射電子線回折等により検討し、それぞれの界面には Al、Mo の場合ともに C との反応生成物が存在することを明らかにしている。

第 6 章では、 $a-Si_{1-x}C_x$ 薄膜の結晶化並びに Al / $a-SiC$ 、Mo / $a-SiC$ 界面における反応過程を透過型電子顕微鏡等を用いて調べ、 $a-Si_{1-x}C_x$ 薄膜の結晶化温度は $x = 0.5$ の場合が最も高く 1,000 °C 以上で $\beta-SiC$ となるが、組成がストイキオメトリからずれるに従って 800 °C 程度まで低下し、Si rich

な膜ではSiと β -SiC, C richな膜では β -SiCとグラファイトに相分離して結晶化することを見出し
ている。また, Al/a-SiC界面では300°C~400°Cの低温でSi-C結合が切れ, Al₄C₃が形成され
ること, 及び余剰のSi原子が析出・結晶化することを明らかにしている。一方, Mo/a-SiC界面では
700°C以上の熱処理でMo₂C, Si, シリサイドが形成され, それらが層状に分離することを認めている。
第7章では本研究において得られた結果の総括を行っている。

論文の審査結果の要旨

アモルファス半導体薄膜は優れた光学的・電気的性質を持ち生産性にも富むことから, 太陽電池用材
料として注目されている。特にアモルファス炭化けい素 (a -Si_{1-x}C_x) 薄膜やその水素化材 (a -
Si_{1-x}C_x:H) は, C量xによって光学的・電気的性質を自由に制御でき, かつ耐食性や耐摩耗性等も
良いため, 太陽電池用材料として期待され最近多数の研究が行われている。しかしこれらの特性に大き
な影響を及ぼす薄膜の構造に関しては未知の点が多く, 詳しい研究が望まれている。

本論文は, このような立場から a -Si_{1-x}C_x 薄膜の原子的構造, 安定性, 更に素子技術上重要な表面
層構造, 金属との接合界面構造について, 広範かつ系統的に行った実験的, 理論的研究の結果をまとめ
たもので, 得られた主な成果は次のとおりである。

- (1) 本研究用に設計・試作した高周波二極スパッタリング装置で a -Si_{1-x}C_x, a -Si_{1-x}C_x:H 薄膜
の作製を行い, これら薄膜の欠陥密度を簡単に評価できるエッチピット法を提案し, その測定結果お
よび成長機構の解明によって, 欠陥密度の少ない所望の組成を持つ薄膜の作製条件を設定している。
- (2) a -Si_{1-x}C_x 薄膜の C量xに伴う Si-C結合濃度や分布, Cの配位数の変化を赤外線吸収スペクト
ル, 電気伝導度, 光学吸収端等の測定によって定量的に明らかにしている。またX線・電子線による
回折散乱測定並びに動径分布関数の計算結果と実験結果とから, a -Si_{1-x}C_x 薄膜の原子的構造を詳
細に解明している。
- (3) a -Si_{1-x}C_x 薄膜表面数原子層の原子的構造を, 反射高速電子線回折法によって調べている。得ら
れた実験結果から歪微結晶モデルを仮定して表面構造を精密に解析し, 内部構造との差異を明確に示
しており, アモルファス薄膜表面層の構造に関して新しい知見を得ている。
- (4) Al/a-Si_{0.5}C_{0.5} および Mo/a-Si_{0.5}C_{0.5} 二層薄膜界面の詳細な微視組織観察及び組成分析を行
い, アモルファス薄膜と金属の接合界面形成機構を提案している。
- (5) a -Si_{1-x}C_x 薄膜, Al/a-Si_{1-x}C_x や Mo/a-Si_{1-x}C_x 多層薄膜に熱処理を施し, 結晶化温
度の測定, 反応生成物の観察, 反応過程の連続観察を行い, これらの薄膜の構造の安定性について統
一的な説明を試みている。また, これらの結果を相変態速度論と関連づけることにより, 膜内や界面
を通しての原子の挙動を予測している。

以上のように本論文はアモルファス炭化けい素薄膜の原子的構造に関して種々の新知見を示すとも
に, アモルファス半導体薄膜を用いた太陽電池の設計・製造に指針を与えるもので, 半導体材料工学な

らびに工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。