



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	大阪大学, 1987, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/35373">https://hdl.handle.net/11094/35373</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"&gt;https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> >大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

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 62 年 3 月 26 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℃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℃程度まで低下し、Si rich

な膜ではSiと $\beta$ -SiC, C richな膜では $\beta$ -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 $300^{\circ}C \sim 400^{\circ}C$ の低温でSi-C結合が切れ,  $Al_4C_3$ 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 $700^{\circ}C$ 以上の熱処理で $Mo_2C$ , 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なども良いため, 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。