Osaka University Knowledge Archive

Title	スパッタリング法による a-Si 系薄膜・超格子薄膜の構造と光・電気特性に関する研究
Author(s)	須崎, 嘉文
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3081520
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【 104 】

氏　　名	須　崎　嘉　文（すざき　よしふみ）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学位記番号	第　11692　号
学位授与年月日	平成7年2月21日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	スパッタリング法による a－Si 系薄膜・超格子薄膜の構造と光・電気特性に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 川邊 秀昭 教授 芳井 熊安　教授 梅野 正隆　教授 森 勇藏

論文内容の要旨

本論文は，スパッタリング法を用いて作製した a－Si：H 薄膜，a－SiC：H 薄膜，および，a－Si：H／a－SiC：H 超格子薄膜における原子構造と光・電気特性に関する研究の成果をまとめたものであり，次の6章から構成されている。

第1章は序論であり，本研究の背景について述べるとともに，スパッタ蒸着法の有効性ならびに研究目的について述べている。

第2章では，スパッタリング法による Si 成膜中にイオンガンを用いて活性化した水素を照射したときの膜内の結合水素および薄膜の光・電気特性について検討している。活性化した水素の照射によって，a－Si：H 薄膜の Si の結合角のひずみが緩和され，バンド内準位が減少し，光・電気特性が向上することを示している。

第3章では，アルゴンと水素の混合ガス中で高周波二極スパッタリングを用いて作製した a－SiC：H 薄膜について熱処理による膜内の水素の放出過程を検討することによって，膜内の水素量および結合状態について調べており，膜内には Si あるいは C 原子と結合した水素に加えてそれらの原子どちらとも結合していない水素の存在を確認している。さらに，水素分圧を高めることでプラズマ中の水素原子ラジカルを増加して作製した a－SiC：H 薄膜では，膜内の非結合水素が減少することでバンド内準位が減少し，光・電気特性が向上することを明らかにしている。

第4章では，2元同時励起高周波二極スパッタリング装置を用いて a－Si：H／a－SiC：H 超格子薄膜を作製し，周期構造および各ヘテロ界面の急峻性を評価している。X 線回折測定における，周期構造に起因するブラッグピークの観測結果より，各薄膜層の膜厚が高精度に制御でき極めて急峻なヘテロ界面が実現できたと結論している。

第5章では，a－Si：H／a－SiC：H 超格子薄膜の周期ポテンシャル構造におい量子井戸（a－Si：H）層の幅を変化したときの量子サイズ効果の評価を行っている。光学ギャップに量子サイズ効果がみられ，箱形単一ポテンシャル井戸を仮定して計算した量子化準位と良く一致することから光・電気特性の良好な超格子薄膜が得られたと結論している。

第6章では，得られた結果を総括している。

論文審査の結果の要旨

a－Si（アモルファスシリコン）系薄膜・超格子薄膜の光り・電気特性は，膜中の原子構造，水素の結合状態，ヘテロ界面の構造によって影響を受けることから，成膜方法に大きく依存する。本研究は，特性の良いヘテロ界面が得られる成膜方法としてスパッタリング法を採用し，まず，a－Si：H（水素化アモルファスシリコン）および a－SiC：H（水素化アモルファスシリコンカーバイド）単層薄膜の成長様式・構造について，水素の挙動に重点を置いて明らかにし，a－Si：H／a－SiC：H 超格子薄膜の構造とその光・電気特性を明らかにしたもので，得られた主な成果は次の通りである。

（1）成長中の膜表面への水素の導入を Si の堆積と分離して制御できるデュアルイオンビームスパッタリング装置を用いることで，成長中の膜表面における活性化水素の量を変化して a－Si：H 薄膜を作製している。成長中の膜表面における活性化水素の量を増やして成膜することによって，a－Si：H 薄膜のバンドすそでの欠陥密度が減少し，光学ギャップの増加など光・電気特性が改善できることを証明している。

（2）高周波二極スパッタリング装置を用いて作製した a－SiC：H 薄膜について，熱処理による膜内の水素濃度の変化を反跳粒子法および赤外線吸収法を用いて測定し，膜内の水素の放出過程を調べている。その結果，Si，C と結合した水素はそれぞれ573，773K より高い温度で放出され，Si，C のいずれとも結合していない非結合水素が低温度から放出されることを明らかにしている。さらに，成膜時のプラズマ中の水素原子ラジカルを増加することによって，a－SiC：H 薄膜内の非結合水素濃度の減少，バンドすそでの欠陥密度の減少が得られ，光学ギャップの増加など光・電気特性が向上することを結論している。

（3）2元同時励起高周波二極スパッタリング装置を用いて作製した a－Si：H／a－SiC：H 超格子薄膜における X 線回折結果では，超格子の周期構造に起因する鋭いブラックピークが23次まで観測されることから，各ヘテロ界面は非常に急峻で，高精度に周期長の制御が実現できたことを示している。

（4）2元同時励起高周波二極スパッタリング装置によって作製した a－Si：H／a－SiC：H 超格子薄膜において，光ギャップの井戸（a－Si：H）層幅依存性を調べることによって，井戸層幅が約1～6nm と薄い超格子試料でも量子サイズ効果が得られることを確認している。さらに，1次元の箱形ポテンシャル井戸を仮定しキャリアとしての電気の閉じ込めを考えて量子化準位を計算した結果は実験結果と良く一致し，a－Si：H 層中の電子の有効質量は自由電子の0.15倍と小さい値をとることから，光・電気特性の良好な超格子を作製することができると結論している。

以上のように，本研究では成膜法としてスパッタリング法を用いることによって，バンドギャップ内の欠陥準位の低減，ヘテロ界面の急峻姓の向上が実現され，a－Si：H／a－SiC：H 超格子薄膜においてすぐれた光・電気特性と量子サイズ効果を得ており，薄膜材料工学ならびにアモルファス半導体工学の発展に寄与することところが大きい。よって，本論文は，博士論文として価値あるものと認める。