

専攻	システム 情報工学	学籍番号		指導教官氏名	
申請者氏名	白 玖 久 雄				

## 論 文 要 旨

論文題目	アモルファスシリコンゲルマニウム膜の高品質化と太陽電池への応用に関する研究
------	---------------------------------------

(要旨 1,200 字以内)

アモルファスシリコン(a-Si)太陽電池の高効率化を図るため、入射光を広範囲に利用できる積層型 a-Si 太陽電池の早期開発が望まれている。本研究は、上記太陽電池の主要構成材料であるアモルファスシリコンゲルマニウム(a-SiGe)膜の高品質化ならびに、それを応用した積層型太陽電池の高効率化を目的とする。

本研究を進めるにあたり、まず最初に従来の水素化 a-SiGe(a-SiGe:H)膜及び、フッ素化水素化 a-SiGe(a-SiGe:H:F)膜の問題点の抽出を行い、基板表面反応を効果的に促進、制御することが a-SiGe 膜の高品質化の一つのキーファクターとなるという重要な知見を得た。

次に、改質実験に先立ち、ベースとなる膜の特性を明確にするため、a-SiGe:H 膜中の不純物に着目し、これを大幅に低減するスーパーチャンバ(超高真空対応連続分離形成装置)を開発した。その結果、不純物の低減により、欠陥密度等、a-SiGe:H 膜の基礎特性の改善が図れることがわかった。

続いて、a-SiGe:H 膜のより一層の高品質化を図るためスーパーチャンバによる低不純物化形成をベースとし、前述の基板表面反応の制御を効果的に行う手法を検討した。まず初めに、特に形成時における基板表面反応の促進を必要とする a-Ge:H 膜において、基板温度の低温化で

膜中の必要水素量を確保すると共に、原料ガスの高水素希釈を行い基板表面反応の低下を補うことにより、高い光感度ならびに低い欠陥密度を有する膜を得た。

次に、さらに進んだ手法として、基板表面反応の制御にイオンを活用することを考え、高密度のイオンの取り出しが可能なイオンガンを開発し、成膜実験を行った。a-Si:H膜及びa-Ge:H膜の形成条件におけるイオンの最適加速電圧値に差が存在することを見だし、その結果を基に、a-SiGe:H膜の形成時に、Si系及びGe系成膜種各々の加速エネルギーを独立に制御するため、2本のイオンガンを配置したダブルイオンガンCVD法を開発した。その結果、従来より100°C以上低い基板温度において、トップレベルの膜特性を得た。

最後に、優れた膜特性を活用できる太陽電池形成技術に重点を置き、スーパーチャンバによる低不純物化形成ならびに材料ガスの高水素希釈法を中心に、積層型セルの最後段に使用するためのa-SiGe:H膜のより詳細な検討を行った。その結果、膜特性に及ぼす不純物の影響として、Ge含有量の少量領域においては光電特性に、多量領域においては膜構造に大きく作用することがわかった。

さらに、低不純物化a-SiGe:H膜をi層に用いた単層型セルにおいて、波長650nm以上の光を透過するフィルタ下での特性として、世界最高の変換効率3.5%(面積1cm<sup>2</sup>)を得た。また、この高性能a-SiGeセルを最後段に用いた3層積層型a-Si太陽電池において、変換効率12.1%(同面積)を得た。