

審査の結果の要旨

氏名 黄祥鴻

本論文は"Study on limiting factors of efficiency in InGaP multiple-quantum-well solar cells and their optimum design (InGaP 多重量子井戸太陽電池の変換効率制限要因の検討と最適設計)"と題し、太陽電池用の歪み補償多重量子井戸において最大の光電気変換効率を得る一般的指針と最適設計について研究を行なった結果を英文で纏めたもので、7章より構成されている。

第1章は序論であって、研究の背景、動機、目的と、論文の構成が述べられている。

第2章は"Fundamentals"と題し、量子井戸からのキャリア脱出、歪みヘテロ構造、臨界膜厚、非混和ギャップ、歪み補償、自然超格子など、本研究の基礎となる概念について説明している。

第3章は"Experiment equipment"と題し、本研究で用いた実験装置、即ち有機金属気相エピタキシャル成長装置、X線回折装置、ソーラーシミュレータについて解説している。

第4章は"A general design guideline for MQWs toward high-efficiency MJSCs"と題し、高効率多接合太陽電池に向けた歪み補償多重量子井戸の一般的设计指針について述べている。まず用いたキャリア輸送モデルを説明した後、具体的な歪み補償多重量子井戸構造についてキャリア輸送解析を行なっている。これより、太陽電池として許容できる下限の移動度（臨界移動度）を見積もっている。その有効性を、エピタキシャル成長の観点から最適設計された量子井戸太陽電池と比較して論じている。

第5章は"Study on the limiting factors of efficiency in InGaP quantum well solar cells"と題し、前章の指針を適用して設計した InGaP/InGaP 歪み補償多重量子井戸太陽電池の変換効率を求め、その最大化を目途に比較検討を行なっている。またこの過程で、変換効率の制限要因を種々検討し、論じている。

第6章は"Proof-of-concept of the general design guideline"と題し、4章で提示した一般的设计指針の有効性を実験的に検証したことについて述べている。3接合太陽電池のトップセル応用に向けて InGaP/InGaP 歪み補償多重量子井戸を結晶成長し、X線回折およびフォトルミネッセンスで評価して、設計通りの構造および特性が得られていることを確認した。次に光電力伝送レシーバ応用

に向けて 977nm 帯の InGaAs/GaAsP 歪み補償多重量子井戸素子を成長，試作し，設計通りの吸収波長と，良好な開放電圧，キャリア回収効率を実証した。

第 7 章は結論であって，得られた成果を総括するとともに将来展望について述べている。

以上のように本論文は，太陽電池材料としての多重量子井戸構造に着目し，放射特性とキャリア輸送特性のトレードオフ関係がどのように太陽電池特性に影響を与えるか系統的に比較研究し，光電気変換に最適な多重量子井戸構造を設計する一般的指針を提示した。これに基づき，歪み補償 InGaP 多重量子井戸太陽電池で最大の変換効率を得る構造を設計し，また変換効率の制限要因を種々検討した。さらに多接合太陽電池用の歪み補償 InGaP 多重量子井戸構造，および光電力伝送レシーバ用の歪み補償 InGaAsP 多重量子井戸素子を成長，試作して，上記指針の有効性を実験的に検証したものであって，半導体光デバイス工学に貢献するところが少なくない。よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。