

量子井戸太陽電池における光励起キャリアの緩和過程研究

著者	相原 健人
学位名	博士(工学)
学位授与機関	宮崎大学
学位授与番号	17601甲第99号
URL	http://hdl.handle.net/10458/5929

学位論文の要旨

フリガナ氏名	アイハラ タケト 相原 健人
専攻入学年度	宮崎大学大学院農学工学総合研究科博士後期課程 物質・情報工学専攻 平成 24年度(4月)入学
学位論文題目	量子井戸太陽電池における光励起キャリアの緩和過程の研究
<p>【論文の要旨】 (和文の場合1,200字程度、英文の場合800語程度)</p> <p>超高効率な太陽電池を実現させる方法として、光吸収層に多重量子井戸構造(multiple quantum well: MQW)を挿入した量子井戸太陽電池が注目されている。この理由は MQW 挿入により吸収領域が広域化し、これに伴う短絡電流増加によって変換効率向上が期待できるからである。しかしながら、挿入された MQW が光励起キャリアの再結合中心として働き、開放端電圧を低下させる可能性がある。そのため、量子井戸太陽電池の変換効率向上には、井戸層幅や障壁層幅、バンドオフセットといった量子井戸を構成する物性値はもとより、必要な積層数といった値を最適化する必要がある。更に近年、井戸障壁層を極端に薄くし、隣接する電子あるいは正孔の波動関数を結合させてミニバンドを形成させることで、光励起キャリアが再結合することなくキャリア輸送できる超格子構造の挿入も提案されている。</p> <p>そこで本論文では、量子井戸内に光励起されたキャリアの三つの緩和素過程(発光再結合、非発光再結合、熱脱出過程)をそれぞれ検出可能なフォトルミネッセンス(Photoluminescence: PL)法、圧電素子光熱分光(Piezoelectric Photo Thermal: PPT)法、表面起電力(Surface Photo Voltage: SPV)法を、量子井戸太陽電池に適用することで、量子井戸を設計するために必要な物性値の算出を行った。加えて、超格子構造で形成されるミニバンドを、PPT法とレーザー変調反射分光(Photoreflectance: PR)法を用いて高感度に検出する事も試みた。</p> <p>MQW 積層数を変化させた量子井戸太陽電池材料を準備し、その PL、PPT、SPV 信号の温度変化を測定したところ、温度低下で PPT および SPV 信号強度は低下し、PL 信号強度は増加した。新たに提案した速度方程式によるフィッティング解析から、井戸からの熱脱出の活性化エネルギーは積層数によらず電界を考慮した場合のポテンシャル障壁の高さと一致することがわかった。一方、非発光再結合が生じるための活性化エネルギーは MQW 積層数とともに単調増加した。このことはより多く積層させると、MQW 層に光励起されたキャリアの発光再結合損失割合が増加することを意味している。また、超格子構造を挿入した試料の光学スペクトルには、量子井戸構造固有の階段型の信号形状とは異なったブロードなピークが検出された。PR法で見積もられたミニバンド幅を考慮したピーク分離によって、ミニバンド間遷移とそれに付随する励起ピーク成分に明確に分離することが出来た。このようにスペクトル解析からミニバンド形成を確認できたことは初めてのことである。以上、本論文で得られた成果は、量子井戸太陽電池設計に非常に有益な知見をもたらすものである。</p>	

- (注1) 論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻を記入すること。
(注2) フォントは和文の場合、10.5ポイントの明朝系、英文の場合12ポイントのtimes系とする。
(注3) 学位論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
(注4) 和文又は英文とする。