

Title	Effect of Material Properties on Light-Induced Degradation of Amorphous Silicon Solar Cells
Author(s)	磯村, 雅夫
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3070496
DOI	10.11501/3070496
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

氏 名	いほむらまさお 磯村雅夫
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 0 8 8 5 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 5 年 7 月 15 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	Effect of Material Properties on Light-Induced Degradation of Amorphous Silicon Solar Cells (材料的側面から見たアモルファスシリコン太陽電池の光劣化に関する研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 小 林 猛 (副査) 教 授 浜 川 圭 弘 教 授 蒲 生 健 次 助 教 授 岡 本 博 明

論 文 内 容 の 要 旨

本研究論文は、アモルファスシリコン (a-Si:H) 太陽電池の光劣化を解決するため、材料における光劣化現象を詳細に調べると共に、デバイス劣化との係わりを明らかにし、a-Si:H 太陽電池の光劣化低減及びそのメカニズムの解明に貢献することを目的としている。

第 1 章では、a-Si:H 及び a-Si:H 太陽電池の開発の歴史について触れるとともに今までに得られている光劣化現象に関する知見を整理し、本研究の位置付け及びその重要性について述べた。

第 2 章では、真性半導体層 (i 層) の光誘起欠陥に対する新しい評価法の提案と、それによって得られた新しい知見について述べた。真性半導体層の光誘起欠陥は高照度のレーザー光照射下において数時間で飽和し、飽和は熱アニール回復効果による平衡状態ではないことが明らかになった。これは光誘起欠陥の起源を考える上で重要な現象であり、a-Si:H 膜特性と飽和値との比較を幅広いサンプルにおいて調べた結果と欠陥プールモデルによる計算より、光誘起欠陥は無制限にバンドテイルから供給されるのではなく、水素が関係した制限要素によることが明らかになった。また、飽和値は通常の太陽電池の動作が行われる照度において欠陥の生成速度と相関があり、i 層の光劣化を評価する方法としても有効であることが明らかになった。

第 3 章では、p 型窓層 (p 層) における光劣化と開放電圧の関係について研究を行った。その結果、ドーピング量が少ない p 層ではドーピング誘起欠陥が少ないことより光誘起欠陥の影響を受けやすく、光照射による開放電圧の低下は大きく、また、ドーピング量の多いものでは初期においてすでに多くのドーピング誘起欠陥が存在するので光誘起欠陥の影響を受けにくく、光照射による変化は小さいことが明らかになった。高い開放電圧を保つためには、光照射後において、高い拡散電位を維持しながら、p/i 界面付近の低欠陥密度化を進めることが重要であることが判明した。

第 4 章で更に詳しく光誘起欠陥の生成及び消失機構について考察を加え、光照射照度が高いときは欠陥生成速度の熱による活性化が顕著になること、欠陥消失速度が光照射によって増加することが判明した。これらの結果より、膜中の水素の拡散が欠陥の生成消失に関係していることを見だし、新しく提案した SiH₂ 結合に注目したネットワー

クモデルによって、これらの現象が説明できることを明らかにした。

第5章では、以上の研究結果についてまとめを行った。

論文審査の結果の要旨

本論文はアモルファス Si 太陽電池の各材料の評価を通じて、光劣化現象の機構解明を行い、高効率・高信頼性太陽電池を実現するための一連の基礎研究成果をまとめたものである。

i 層アモルファス Si の評価において、光誘起欠陥密度に飽和値があることを見だし、それが信頼性の高い材料評価指数になり得ること、飽和値がテイル準位よりもむしろ水素量に深くかかわることを明らかにした。ここで欠陥プールモデルを提案して、種々の実験結果を合理的に説明した。次に p 層アモルファス Si の評価では、接合の開放電圧の光劣化との関連に重点を置いて新しい知見を多く得た。ドーピング量が増すほど高い拡散電位を示すが、反面ドーピング誘起欠陥のために再結合電流が増して開放電圧を大幅に現象させていることが判明した。しかしながら光誘起欠陥の影響は相対的に小さくなることから、p-i 界面バッファ層の導入効果を良く説明している。

最後に、光誘起欠陥の生成過程について論じた。光照射により欠陥生成が（高照射下では）温度依存性を持つこと、光照射によるアニール効果が存在することを見だし、これらをアモルファス Si 内の Si-H₂ 結合に起因するダングリングボンドを想定したネットワークモデルを用いて説明できた。

以上の研究成果はアモルファス Si 太陽電池の高効率・高信頼性化のための基礎研究および実用化技術に貢献するところが多大であり、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。