

Title	建材一体型高効率 a-Si太陽電池モジュールの基礎研究
Author(s)	新田, 佳照
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/39509
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

氏 名	新 田 佳 照
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 1 5 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 7 年 1 1 月 2 7 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	建 材 一 体 型 高 効 率 a - Si 太 陽 電 池 モ ジ ュ ー ル の 基 礎 研 究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 浜 川 圭 弘 (副査) 教 授 蒲 生 健 次 教 授 奥 山 雅 則 助 教 授 岡 本 博 明

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、建材一体型高効率アモルファス太陽電池モジュールの開発を目指し、アモルファス合金系膜の基礎物性、太陽電池の高効率化技術、システム化技術および建材一体化技術に関する研究を行った結果をまとめたものであり6章からなる。以下に各章の概要を示す。

第1章では太陽電池研究の歴史的背景および開発動向を述べ、本研究の目的および意義を明らかにしている。

第2章では、a-Si:H膜の基礎物性および太陽電池の高効率化のために不可欠な材料であるa-SiC:H膜の電気的・光学的特性を概説する。さらにa-Si:H膜の光電特性を決定づけるエネルギーギャップ内の局在準位分布を、変調接合光電流分光法を用いて測定した結果について述べ、光照射および熱処理した時の局在準位の変化の様子を示す。以上の評価を通じてアモルファスシリコン系材料は、低コスト建材一体型太陽電池モジュールに適した材料であることを指摘する。

第3章では、生産性に優れたp-i-n構造太陽電池におけるキャリア収集モデルを明らかにした。また、窓層であるp層の最適膜厚を決定した。さらに、アモルファス膜の特徴を生かしたタンデム構造アモルファスシリコン太陽電池の作製を初めて行い、そのデバイス物理を明らかにした。この構造は高効率・高信頼性技術として利用されている。

第4章では、実動作時のa-Si太陽電池の発電性能の評価方法として、光劣化と熱回復の現象（時定数の長い現象）と、動作温度上昇による出力低下（時定数の短い現象）を同時に取り扱う新しい考え方を導入し、その理論式を導いた。その結果、発電量が実効温度 T_{mean} に依存する関数で表現され、この実効温度 T_{mean} に応じて発電性能が求められることを明らかにした。これは実動作時の温度上昇により発電電力が改善されたものであり、従来のPVシステムの設計思想とは全く異なる結果であり、本研究の結果より明らかになった。

第5章では、第4章で得られた結果をもとに、建材一体型モジュールの構想設計を行い試作を行った。さらにこのモジュールの建材としての評価を行い、機械的強度および断熱性能が十分満足されていることを確認した。またモデル住宅を建設し、この建材一体型モジュールの実用性を確認した。

第6章では研究全体の結論を示す。

本研究により、低コスト太陽電池として実用普及に十分貢献できる高効率な建材一体型アモルファス太陽電池モジュールが可能であることが確認された。

論文審査の結果の要旨

石油に代わるクリーンエネルギー開発の一環として進められてきた太陽光発電プロジェクトは、この10年その研究開発にも目覚ましい進歩が見られた。そして、その応用システムの開発についても、民生用からソーラーエアコンの準電力用、さらに家庭用の屋根置き型モジュールの開発と順調なシステムの開発が進みつつある。本研究はアモルファス(a-Si)太陽電池の特性の特質を活かした断熱型モジュールの開発と、これを用いた建材一体型屋根瓦発電システムについての一連の基礎研究をまとめたものである。

本論文では、まず太陽光発電の普及・実用化への第一布石としての建材一体型モジュールの重要性を説明するとともに、この開発にはa-Si薄膜太陽電池が最も適切であることを指摘し、本研究の目的と意義を明らかにした。a-Siにおいては、構造欠陥に起因した高密度の局在準位が存在し、またこれらが光照射のもとで増大し光電特性が低下する光誘起劣化現象がみられる。したがって、a-Siを用いた太陽電池の性能と信頼性を高めるためには、これらの影響を可能な限り低減できる素子構造と動作環境を設定しなければならない。第2章では、光電変換をつかさどるp-i-n各層の材料物性とその厚さの最適化など素子構造の観点から、組織的な研究を行い、単層接合太陽電池の設計概念を明らかにした。第3章ではa-Si太陽電池の動作特性について研究し、高い環境温度下では熱回復効果により欠陥生成が抑制できること、またa-SiCを用いたヘテロ接合太陽電池として内蔵電界を高めたり、タンデム型と称する多段接合構造とすることによって太陽電池性能の安定性を改善できることを明らかにした。

次いで、第4章では以上の設計思想に基づいて製作したa-Si太陽電池モジュールと結晶シリコン太陽電池についての年間暴露試験を行い、その結果a-Siは結晶系太陽電池と逆に温度の高い夏期に発電量が増加することを見だし、これが前述の熱回復効果に起因したものであることを明らかにするとともに、この効果を考慮した年間発電量予測手法を確立した。さらに、モジュールの平均温度を高く保つことによって大きな年間発電量が得られることを初めて明らかにした。第5章では、以上の基礎研究の成果に基づき、断熱材を備えた新型a-Si建材一体型モジュールの試作と屋外実証試験を行い、その効果の解析からあらかじめ期待していた性能が得られることを確認した。

以上の研究成果は、太陽光発電技術実用化への基盤技術開発に先駆的な貢献をしたものであり、博士工学の学位論文として価値あるものと認める。