The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

| | |
|---|---|
| Title | Developement of High Reliability Amorphous Silicon Solsr Cells |
| Author(s) | 山岸, 英雄 |
| Citation | 大阪大学, 1992, 博士論文 |
| Version Type | |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/37699 |
| rights | |
| Note | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。 |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【46】

| | |
|---|---|
| 氏　　名 | 山岸英雄（やまきしひでお） |
| 博士の専攻分野の名称 | 博　士（工　学） |
| 学位記番号 | 第　9990　号 |
| 学位授与年月日 | 平成4年1月16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 | Developement of High Reliability Amorphous Silicon Solsr Cells<br>**（高信頼性アモルファスシリコン太陽電池の開発）** |
| 論文審査委員 | （主査）<br>教授　浜川　圭弘<br>（副査）<br>教授　蒲生　健次　教授　小林　猛 |

## 論文内容の要旨

本論文は，民生用に広く用いられているアモルファスシリコン太陽電池の用途を屋外電力用に拡大してゆくためにその信頼性を高めることを目的として行われた一連の研究成果をまとめたもので7章より構成されている。

信頼性の阻害要因を光による劣化と熱による劣化に分類し，劣化機構の解明とその改善策について検討を行っている。その結果，光劣化の少ない新型太陽電池としてスタック型太陽電池を提案するとともに，新たな耐熱・耐光性向上技術を適用しその高信頼化が確認されている。さらに，このようにして安定化された太陽電池の光電交換効率の改善に関する研究成果もあわせて記述されている。

第1章では，アモルファスシリコン太陽電池の特徴とその研究開発の歴史新エネルギーとしての将来性，問題点についての概要を述べるとともに，電力用太陽電池として信頼性を高めることの重要性を提示している。

第2章では，アモルファスシリコン膜自体の光誘起変化について担体輸送能と欠陥密度の光照射による変化を調べ，光劣化の原因が担体保護過程に起起因する2種類の欠陥の形成によるものであることが示されている。

第3章では，計算機によるデバイスシュミレーションによりアモルファスシリコンの光誘起変化が太陽電池の特性に及ぼす影響を調べ，スタック型太陽電池が光に対して安定である理由を明らかにするとともに，実際の太陽電池の光劣化を追跡してその解析の妥当性を確認している。さらに，スタック型太陽電池に含まれるn／p逆接合の光劣化への影響を疑似セルを用いて解析している。

第4章では，新たに開発したキセノンパルス光を用いた光劣化加速試験法を紹介すると共に，その応用として開発した光劣化制御法（パルス光処理法）の効果について述べている。この手法は，成膜

後の膜や太陽電池に適用することが可能であり，比較的短時間の処理により光劣化を低減することができる。従来の単一接合太陽電池をスタック型にすることによりその変換効率の光劣化は約50％程度低減され，パルス光処理を行うことによりさらに30～40％低減されることが示されている。

第５章では，アモルファスシリコン太陽電池の熱的な劣化現象を取り上げその原因と対策に関する議論がなされている。最も深刻な劣化の原因となる裏面金属材料のアモルファスシリコン層への拡散が，高融点金属材料の採用や裏面電極の複層化によって回避されることが示されている。また，デバイス構造にもとづく単体輸送能の低下があることを明らかにし，この現象が欠陥の移動による劣化現象のモデル的説明を行なった。　第６章では，上記の研究成果として開発されたスタック型アモルファスシリコン太陽電池の効率向上に関する研究成果が示されている。ｉ層の不純物濃度を低減するための機構を備えた新たに分離反応室型ＣＶＤ装置を開発し成膜条件の最適化を行うとともに，集積方法の検討を進め10ｃｍ角で10％を越える実効モジュール効率が得られたことが示されている。

第７章は，本論文の結論であり，各章で得られた研究成果を総括するとともに，アモルファスシリコン太陽電池の実用化のために残された課題についてまとめている。

## 論文審査の結果の要旨

モノシランをプラズマ分解して得られるアモルファスシリコン（以下a-Siと書く）は可視光に対する光吸収係数が結晶シリコンと比べて一桁程度大きく，優れた光電特性を持つことから，クリーンエネルギーとされている太陽光発電技術のチャンピオン材料としてその将来が期待されている。ところが，この材料はアモルファス組織という準安定状態にあることに起因して，とくに屋外用太陽電池として使用する場合，“光誘起劣化”ならびに“熱劣化現象”が見られ，これが電力用としての本格的な需要拡大への大きな障害とされたきた。本研究はこうした問題の解決を目指して，その原因を究明し，高効率化と信頼性向上をめぐる一連の研究成果をまとめたものである。

本論文の内容は，まず，a-Ｓｉ膜の光伝導度にみられるスティブラー・ロンスキー(Steabler-Wronski)効果と膜の電子状態密度との関連を詳しく調べ，光劣化の原因が担体補護過程に起因する２種類の欠陥の形成によることを明らかにした。次いで，a-Ｓｉ太陽電池の光電変換過程を計算機によるデバイスシュミレーションを行っている。単層接合p-i-n構造とスタック型接合構造太陽電池に関する詳細な解析に基づき，実際の太陽電池を用いた実験結果と比較することにより，安定な太陽電池製造をめぐる設計指針と幾つかの要素技術を確立した。

a-Si太陽電池の光誘起劣化発生の原因をめぐる基礎物性の知見から，キセノンパルス光を成膜時に照射し，光劣化を制御する新技術（パルス光処理成膜法）を開発し，従来法に比べて光劣化率が単層接合で40％，スタック型接合構造で65％も軽減することに成功し，実用化技術を完成した。

本論文の後半では，a-Ｓｉ太陽電池の熱的な劣化現象を取り上げ，熱処理と焼鈍効果に関する一連の研究から，a-Si中の欠陥と界面の不純物の相互拡散，さらには電極金属のイオンドリフトに関する

一連のデータを揃え，熱劣化の原因を分析し，その機構を明らかにした。さらに，こうした結果に基づいて，接合界面での不純物を制御する高融点金属の採用による接合構成や裏面電極の複化を提案し，熱劣化制御技術を確立した。

最後に，本論文で行った基礎研究に基づいて，新たにパルス光処理法を採用した分離形成型CVD装置を開発し，成膜条件の最適化を行うことによって，10ｃｍ角の受光面積で実効モジュール効率が10％を越えるスタック型 a-Si 太陽電池の製造技術を完成した。

以上の研究成果はアモルファス太陽電池の高信頼化をめぐる基礎物性と実用化技術に先駆的な貢献をするところ多大で，博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。