

| | |
|--------------|--|
| Title | Fundamental Research on a-Si//poly-Si Tandem Type Solar Cells |
| Author(s) | 松本, 安弘 |
| Citation | 大阪大学, 1990, 博士論文 |
| Version Type | |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/37601 |
| 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。 |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

| | | | | |
|---------|--|---------|---------|-----------|
| 氏名・(本籍) | まつ 松 | もと 本 | やす 安 | ひっ 弘 |
| 学位の種類 | 工 | 学 | 博 | 士 |
| 学位記番号 | 第 | 9 4 3 9 | 号 | |
| 学位授与の日付 | 平成 2 年 12 月 19 日 | | | |
| 学位授与の要件 | 学位規則第 5 条第 2 項該当 | | | |
| 学位論文題目 | Fundamental Research on a-Si//poly-Si Tandem Type Solar Cells (a-Si//poly-Si タンデム型太陽電池の基礎研究) | | | |
| 論文審査委員 | (主査) 教授 | 浜川 圭弘 | 教授 末田 正 | 教授 蒲生 健次 |
| | (副査) 教授 | 難波 進 | 教授 小林 猛 | 助教授 岡本 博明 |

論文内容の要旨

本論文は a-Si/poly-Si タンデム型太陽電池の最適化とその作製に関する一連の基礎研究についてまとめたもので 6 章より構成されている。

第 1 章では、まずアモルファス Si 系太陽電池研究開発の歴史的背景と今日までの発展の経緯を概観しその流れのなかで、高効率化のためにタンデム型太陽電池構造を導入することの重要性を提示し、本論文の意義と目的を明らかにしている。

第 2 章では、タンデム型太陽電池の基礎動作機構と最適設計概念を明にし、それに基づいて a-Si 系タンデム型太陽電池における最適な材料組合せに関する理論的考察を行い、その結果、a-Si と結晶系 Si との組合せが効率、性能安定性、ならびに資源豊富性などの延長から最良であることを明らかにしている。

第 3 章では、a-Si 系タンデム型太陽電池の低コストが要求されていることから、a-Si//c-Si 系タンデム太陽電池の下部セルである c-Si 接合を低温(低コスト)プロセスで形成する新技術の確立を目指して、ECR プラズマ CVD 法での微結晶(μc) SiC を用いたヘテロ接合形成法を提案し $\mu\text{c-SiC}$ 膜の作製とその電氣的・光学的特性及び価電子制御性に関する一連の実験データを示し、この材料がヘテロ接合窓層として優れた特性を有していることを明らかにしている。

第 4 章では、ECR プラズマ CVD 法により作製される $\mu\text{c-SiC}$ を窓層として $\mu\text{c-SiC/poly-Si}$ ヘテロ接合太陽電池の基本構造とその作製条件を説明し、次に異なるバンドギャップ及び層厚さの p 型及び n 型 $\mu\text{c-SiC}$ を用いたヘテロ接合太陽電池の性能解析を通して、そのヘテロ接合の界面物性を評価するとともに、高効率化のための最適条件を決定しその実用技術を確立している。

第 5 章では、まず、2 端子及び 4 端子タンデム型太陽電池の基本構造とその作製法及び最適化手法につ

いて述べる。2端子タンデム型太陽電池に関しては、a-Si 上部及び結晶系 Si 下部セルの両太陽電池の直列接続のためのオーミック接合層の形成及び電流連続の条件に基づいて a-Si 上部太陽電池での光電流改善が技術的重要課題であることを明らかにし、これらを考慮した構造ならびに接合形成条件の最適化を行う。さらに、2つの太陽電池が光学的に直列接合される4端子タンデム型太陽電池では a-Si 上部太陽電池の最適設計条件が a-Si シングル太陽電池のそれと基本的に異なることを実証し両セルを接続する光学的媒質の屈折率などを考慮した新しい設計概念を提案しその実用化技術を確立している。

第6章は、本論文の結論で、各章で得られた研究成果をまとめ本論文を総括するとともに残された問題点について議論している。

論文審査の結果の要旨

太陽電池により太陽輻射エネルギーを直接電気エネルギーに変換する太陽光発電は、環境破壊から地球を守るクリーンなエネルギー技術として注目されている。このプロジェクトの成功には、太陽電池の低コスト化と高効率化が最重要課題とされており、解決に向けて精力的な研究開発が進められている。このうち低コスト化については、プラズマCVDによる低温・気相成長法で大面積薄膜化の可能なアモルファス Si を用いた太陽電池が最も有力ではあるが、この材料の禁止帯幅が約 1.7 eV と太陽光輻射スペクトルと整合するには大きいため、長波長光領域の利用効率が悪く、その変換効率はこれまで最高でも 12% 程度に留まっている。本研究は、アモルファス Si と、禁止帯幅 1 eV の多結晶 Si とを組合わせて太陽光スペクトルを分担利用することにより低コストを保ちながら高効率化を図る新しいタンデム型太陽電池を提案し、電力応用を目指した一連の基礎研究を行ったものである。

本論文では、まず異なる禁止帯幅の半導体を光学的あるいは電氣的に接続したタンデム型太陽電池の動作機構の詳細な検討を行い、太陽電池材料の組合せと素子構造の最適化設計理論を展開している。その結果、アモルファス Si と結晶質 Si の組合せが到達変換効率、性能安定性および材料豊富性のすべての観点より最良であることを示し、本研究の意義と実験の目標とを明らかにしている。

次いで、タンデム型太陽電池の下部太陽電池となる多結晶 Si 太陽電池の低温・低コスト形成技術開発の一手法として、ECR (Electron Cyclotron Resonance) CVD 法による広禁止帯幅・高導電率の微結晶 SiC を用いた微結晶 SiC/多結晶 Si ヘテロ接合を考案し、新素材である微結晶 SiC の成膜技術とその物性評価について組織的な研究を行った。さらに、低コスト多結晶 Si 上に微結晶 SiC をヘテロ接合して、その界面の電氣的ならびに光電的特性の解析を行う一方、太陽電池として高効率化のための最適化条件を求める一連の実験データを揃え検討している。その結果、約 300°C の低温接合形成のもとで 15.4% という世界最高の変換効率を得ることに成功している。さらに、このヘテロ接合太陽電池を下部太陽電池とした 4 端子接続型アモルファス Si//多結晶 Si タンデム構造太陽電池を作製し窓側に配置するアモルファス Si 太陽電池の接合構成と厚さを最適化することにより総合変換効率 16.8% を達成した。この値はアモルファス Si 系太陽電池のなかでは世界最高の値あり、著者の提案した新型タンデム構造太陽

電池の有用性を実証するとともに、実用化への基礎技術を確立した。

以上の成果は、21世紀のクリーンエネルギー技術として注目されている低コスト・高効率太陽電池開発への新しい道を開拓したもので、今後の太陽光発電技術の進歩に貢献するところが大きく、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。