T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ
Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Study of Amorphous Silicon Based Thin-Film Solar Cells with Full Spectrum Splitting Technique
著者(和文)	KimSinae
Author(English)	Sinae Kim
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9650号, 授与年月日:2014年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:小長井　誠,半那　純一,筒井　一生,山田　明,渡辺　正裕,Koeng Su Lim
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9650号, Conferred date:2014/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

（博士課程）
Doctoral Program

論 文 要 旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	Electronics and Applied Physics	専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	Engineering
学生氏名： Student's Name	Sinae Kim		指導教員（主）： Academic Advisor(main)	小長井　誠	
			指導教員（副）： Academic Advisor(sub)	半那　純一	

要旨（和文 2000 字程度）
Thesis Summary（approx.2000 Japanese Characters ）

本論文は、[Study of Amorphous Silicon Based Thin-Film Solar Cells with Full Spectrum Splitting Technique]題して、6 つの章で構成されて作成されました。
第 1 章[Overview and Objective of the Research]は、まず、再生可能エネルギーとしての太陽電池の基礎と理解、現在の太陽電池の動向と今後のあり方について書かれています。
第 2 章[Fundamental Aspect of a-Si:H Material and Multi-junction a-Si:H Based Thin Film Solar Cell]は、高効率かつ低コストを実現するべく薄膜フルスペクトル太陽電池の研究開発が行われており、広波長域の太陽光スペクトルを利用するために、ワイドギャップのトップセルとナローギャップのボトムセル各々の出力を個別に取り出す 4 端子構造が有望であります 。そこで本研究は、太陽光を短波長光、長波長光に分離させ、それぞれを別々の太陽電池に入射させる波長スプリッティング型太陽電池に注目し開発を 行きます 。
第 3 章[Theoretical Analysis of a-Si:H based solar cell with Spectrum Splitting Technique]は、 第 1 章で述べたように、トップセルはワイドギャップ、ボトムセルに狭い間隔が最適です。この章では、波長分割後のトップセルとボトムセルそれぞれのバンドギャップと光吸収層の厚さを変えた最適な装置設計を行うセルの特性を支配する要因を明確にして、変換波長と太陽電池特性との関係を示すため、デバイスシミュレータによる太陽電池の動作分析を行いました。シミュレーションの結果をもとに、実際の太陽電池の製膜プロセスにフィードバックをかけることで、高効率のスプリットティング型太陽電池の作製が可能となります。この章では、この動作解析について述べています。まず、本研究で使用したデバイスシミュレータの計算過程を説明する。次に動作の分析結果と考察を詳述します。
第 4 章[Fabrication of Single junction a-Si:H Solar Cell for Application of Spectrum Splitting Top Cell]は、 前章で述べたように、トップセルに a-Si：H 太陽電池をボトムセルに CIGS 太陽電池を利用することにより、高い変換効率を得ることができものであります。だから、実際に a-Si：H 太陽電池、CIGS 太陽電池を準備して波長スプリッティング技術を利用して、太陽電池特性の測定を行いました。この章では、まず、スプリット動作に使用されるトップセルとボトムのセルを最適化して作成し評価した。特に a-Si：H 太陽電池について集中的に試作、評価しました。低温、高水素 dilution とフラットな基板を使用して、太陽電池の特性を高めました。
第 5 章[Optimization of a-Si:H Based Solar Cell for Spectrum Splitting Technique]は、 前章で述べた a-Si:H 太陽電池、CIGS 太陽電池、スプリッターを用意し、波長スプリッティング技術を用いて太陽電池特性の測定を行います。本章ではそのスプリッティング測定方法および結果について述べます。まずスプリッターの透過率と反射率測定について説明し、その後測定方法、測定結果と考察を述べます。ソーラーシミュレータ 1sun(100mW/cm2、AM-1.5) を用いてトップセル、ボトムセルを測定し、波長スプリッティング効果を評価した。本章ではその測定について述べた。その結果、まず、二つの種類のフィルタを準備した CVI 社から購入した 5 つのフィルタと、このフィルタから得られたベストの結果のスプリットティング波長でのフィルタを最適化して製作した Kaneka フィルタです。最適化された Kaneka フィルタを使用してスプリットティングをした結果、約 22.9%（補正後）の効率を得ることができました。
第 6 章[General Conclusion and Future Prospects]は、 本研究で実行された実験結果のまとめと、今後より多くの研究すべき目標について説明しました。 本研究を通じて、ワイドギャップ上部セルが必要であることが明らかになったため、ワイドギャップセルの測定が望まれます。今回用いた a-Si：H の他にトップセルの候補としては、a-SiO：H および a-Si：H、Ag(InGa)Se2 太陽電池などが挙げられます。また、それらを組み合わせた 2 接合型 a-Si：H/ a- Si：H のタンデムセルや既存の 1 つの光学フィルタではなく、二つの光学フィルタを適用したスプリッティング構造も太陽電池のトップセル有望であると考えられるため、その動作解析と測定が必要になります。また、低コスト、高効率を実現可能な集光型太陽電池への応用を目指して集光特性の分析および評価も今後の課題になります。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。
Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).
注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。
Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

（博士課程）
Doctoral Program

論 文 要 旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	Electronics and Applied Physics	専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	Engineering
学生氏名： Student's Name	Sinae Kim		指導教員（主）： Academic Advisor(main)	小長井　誠	
			指導教員（副）： Academic Advisor(sub)	半那　純一	

要旨（英文 300 語程度）
Thesis Summary（approx.300 English Words ）

This thesis describes the results of research on the numerical analysis and elemental technology for full spectrum splitting thin-film solar cell to improve conversion efficiency. The first theoretical analyses of amorphous silicon solar cell are studied. The model of the solar cell structure assumes a p-i-n superstrate structure. For electrical and optical parameters were taken from experimental results and refered literature. Each layer using spectroscopic ellipsometry (SE) analysis results by using Tauc-Lorentz model. In order to investigate that how the devices structure influences the solar cell performance of a-Si:H solar cells under various parameter such as band gap, thickness. Then best performance solar cell parameter has been calculated and based on these parameter, spectrum splitting structure simulation has been studied. a-Si:H and CIGS cells are having thousands of variable parameters in the splitting structure. Among them, main parameters are considered to be the splitting wavelength, which is the exact number of wavelength that divided the solar spectrum into two parts or more, and band gap and thickness of absorber materials. The total efficiency under the different range of splitting wavelength. The total efficiency for the combination of the top cell with wider band gap and the bottom cell with narrow band gap shows higher total efficiency. In this simulation, when splitting wavelength is 600nm, we can obtain the best total simulated splitting efficiency of 24.1% (Eg = 2.0 eV, Jsc = 11.7 mA/cm2, Voc = 1200 mV, FF = 70 %, Eff. = 10.7 % for the top cell and Eg = 1.1 eV, Jsc = 27.9 mA/cm2, Voc = 607 mV, FF = 79 %, Eff. = 13.4 % for the bottom cell). It was found from the simulation that the total efficiency of nearly 25% can be obtained at the splitting wavelength of 600 nm with top cell using higher band gap material. The experiment has been carried out to verify the simulation results. The a-Si:H solar cells with i-layers having its band gap of 1.9 eV have been fabricated by 60 MHz VHF-PECVD with solar cell area of 0.086 cm2 . The cell structure basically is glass /TCO(ZnO:B, SnO_2:F) / p-a-SiC:H / buffer / i-a-Si:H (1.9 eV, 300 nm) / n-μc-SiO:H / Ag / Al. In order to get wider band gap for a-Si:H solar cell, low temperature and high H_2 dilution (ratio of SiH_4/H_2=8) have been employed while substrate temperature , inter-electrode distance, VHF power density and chamber pressure were kept constant at 150℃, 2 cm, 1 mW/cm2 and 50 Pa, respectively. Then this solar cell has been measured by spectrum splitting technique. As a result, the total efficiency of 22% has been developed as been guided by the simulation.

備考 ： 論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。
Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ（T2R2）にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。
Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).