

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	光閉じ込め効果によるシリコン系薄膜太陽電池の高効率化に関する研究
Title(English)	Study of Light-Trapping Approaches for Silicon-Based Thin Film Solar Cells
著者(和文)	JANTHONG BANCHA
Author(English)	Bancha Janthong
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9571号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:小長井 誠,岩本 光正,山田 明,中川 茂樹,宮島 晋介,市川 幸美
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9571号, Conferred date:2014/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名		Bancha Janthong		
			氏名	職名			
論文審査 審査員	主査		小長井 誠	教授	宮島 晋介	准教授	
	審査員		岩本 光正	教授	市川 幸美	JST、学外 審査員	
				山田 明	教授		
				中川 茂樹	教授		

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Study of Light-Trapping Approaches for Silicon-Based Thin Film Solar Cells (光閉じ込め効果によるシリコン系薄膜太陽電池の高効率化に関する研究)」と題し、英文 8 章より構成されている。

第 1 章「Overview and objective of this study」では、低コスト太陽電池として注目されているアモルファス Si などの Si 系薄膜太陽電池に関する現状と動向を紹介し、今後、更なる普及を促すために必要な低コスト化・高効率化技術開発の必要性について述べている。

第 2 章「Fundamental properties of silicon-based materials and thin film solar cells」では、アモルファス Si、アモルファス Si 系合金、微結晶 Si の物性と特徴について議論し、シリコン系薄膜太陽電池の低コスト化かつ高効率化を同時に達成するための手法について述べている。また、そのために必要な製膜プロセスや、多接合構造及び光閉じ込め効果を用いた太陽電池の利点と課題について述べている。

第 3 章「Theoretical analysis of silicon-based thin film solar cells using light-trapping approaches」では、光学的損失を抑制するため、タンデム型太陽電池のトップセルとボトムセルの電流マッチングを改善する中間層 (IL)、光反射防止として働く glass/TCO(透明導電膜) に挿入される FAL(表面反射防止膜)と TCO/p 層に挿入される FALp、並びに光吸収損失抑制として働く nIL (n 層と中間層を兼用した層)や nBRL (n 層と裏面反射層を兼用した層)を提案し、ついで市販ソフト OPTICAL 及び ASA を用いて、これらの各種界面挿入層の最適設計を行うとともに、各層の機能を明確にしている。

第 4 章「Preparation and characterization of SiO_x:H films using RF-PECVD technique」では、光学的損失を抑制する新材料として n 型微結晶 SiO_x:H 及びアモルファス SiO_x:H を提案している。製膜条件を最適化することにより、第 3 章で述べた様々な機能を有する材料の製膜技術を確認できたと述べている。

第 5 章「Fabrication and characterization of novel a-Si:H/ μ c-Si:H double junction solar cells using n-top layer with a function of an intermediate layer (nIL) and n-bottom layer with a function of back reflective layer (nBRL)」では、n 型微結晶 SiO_x:H 膜を用いたタンデム型太陽電池について述べている。まず、n 型微結晶 SiO_x:H 層に、n 層としての機能と裏面反射膜として機能を併せ持たせることにより、太陽電池製造に必要な層をこれまでの 2 層から 1 層に減らすことができたことと述べている。さらに、a-Si:H/ μ c-Si:H 太陽電池の中間層に应用可能な低吸収損失かつ簡略型の新規タンデム構造を世界で初めて提案し、変換効率 12% を達成している。

第 6 章「Optimization of front anti-reflection layers inserted between glass/TCO (FAL) and TCO/p-layer (FALp) and their applications to silicon-based single junction solar cells」では、アモルファス SiO_x:H を光入射側の Glass/TCO や TCO/p 層の間に挿入することによって光反射損失の抑制を試みている。基本特性の把握のために微結晶 Si 太陽電池に应用したところ、全波長領域において収集効率が向上し、短絡光電流密度が従来型のものに比べて 5% 増加したと述べている。

第 7 章「Novel a-Si:H/ μ c-Si:H double junction solar cells fabricated on newly developed double-textured ZnO:B white glass substrates」では、光散乱効果を高めて光路長を長くするため、白板ガラス上にダブルテクスチャーを有する ZnO 透明導電膜の製膜技術を開発している。この手法により 10 ミクロンサイズの表面形状が得られ、その結果、広い波長範囲で高いヘイズ率と角度分布関数 (ADF) を持ち、光散乱効果に優れた ZnO 透明導電膜が形成できたと述べている。最適化した透明導電膜 ZnO 付白板基板を用いてタンデム型太陽電池を作製したところ、13.3% という高い変換効率を得られている。

第 8 章「General conclusions and future prospects」では、本研究で得られた成果を要約し今後の展望について述べている。

以上を要約すると、本論文は、光閉じ込め効果によるアプローチに着目して新構造のアモルファス Si:H/微結晶 Si:H 太陽電池を提案し、変換効率 13.3% を得るなど、その有効性を実証したもので、工学及び工業上貢献するところが大きい。よって、我々は本論文が博士 (学術) の学位論文として十分に価値のあるものと認める。