

氏名・(本籍)	GAURAV KAPIL (インド)		
学位の種類	博士 (工 学)		
学位記番号	生工博甲第244号		
学位授与の日付	平成27年9月25日		
学位授与の条件	学位規則第4条第1項該当		
学位論文題目	Fabrication & Characterization of TCO-less cylindrical Dye-sensitized solar cells using metallic wires (メタル細線をバックコンタクト電極に用いた透明導電膜を 必要としない色素増感太陽電池の作製と光電変換特性)		
論文審査委員会	委員長	教授	西田 治男
		〃	石黒 博
		〃	春山 哲也
		〃	平木場 浩二
		〃	内藤 正路

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

色素増感太陽電池は過去20年以来、低コスト生産、短いエネルギーペイバックタイム、簡単な製造方法及び、フレキシブル基板上に作製する可能性のある次世代太陽電池として、注目を集めている。現在、色素増感太陽電池は、従来のアモルファスSi太陽電池の同等レベルの光電変換効率を示している。筆者は、フレキシブル基板上に作製するために、メタル細線をバックコンタクト電極に用いた、新しい円筒型太陽電池構造を提案している。以前提案した円筒型色素増感太陽電池のデバイス構造に残っている問題点を解決して、本報告では、工業的に生産しやすい透明導電膜を必要としない円筒型色素増感太陽電池の開発を目的としている。

第1章では、太陽電池、円筒型電池とその必要性を記載している。色素増感太陽電池、フレキシブル太陽電池と透明導電膜を必要としない円筒型色素増感太陽電池の構成、発電メカニズムを述べるとともに、現在の問題点とその解決方法及び研究目標を記載している。

第2章では、本研究に使用しているメタル細線をバックコンタクト電極に用いた色素増感太陽電池の作製に用いる材料、作製方法、物性評価と太陽電池性能の分析、解析を詳細に記載している。

第3章では、過去に提案した円筒型色素増感太陽電池のデバイス構造に残っている問題点とその解決方法が記載されている。この問題を解決するために、低コストで簡単に生産出来るメタル細線をバックコンタクト電極に用いた新しい円筒型色素増感太陽電池を提案し、その機能を実証している。使用した金属細線の種類と表面処理および太陽電池の光電変換効率の相関を議論している。安定性に優れているチタン線をバックコンタクト電極と

して用い、それを使用した太陽電池の光電変換特性を議論している。

第4章では、変換効率の低下の原因を解明し、変換効率向上のための手法を提案している。円筒型色素増感太陽電池の光電極として、チタン線に注目した理由は高い導電性、良好な柔軟性と優れた耐食性であると述べている。機械的に表面を研磨したチタン線を使用したところ、太陽電池の変換効率が向上することを見出した。さらに、 H_2O_2 水溶液で表面を処理することにより、光電変換効率が向上したと報告している。チタン表面にアナターゼ酸化チタンノシートが形成し、表面積、色素吸着量の増大、ポーラスチタニア層とのコンタクトが増大したことが、性能向上の理由と説明している。

第5章では、提案した円筒型太陽電池を室内用光下で使用した場合の光電変換を、検討している。パラボラ反射板を使って発電量を増大することが可能であることを述べている。屋外(AM 1.5, 100 mW/cm^2)光と室内 (0.1 mW/cm^2 to 0.5 mW/cm^2)光下での光電変換効率を調べた結果、後者で、高い光電変換効率を得られることを報告している。屋内用途のために市販されているアモルファス Si 太陽電池とほぼ同様の発電性能を実証できたと報告し、記載している。

第6章では、これまでの結果をまとめ、円筒形太陽電池の将来を展望している。

本論文は、光電変換の機能解析という学術研究の視点からだけではなく、工業的に実行可能な新規太陽電池構造の提案及び実証という工学的にも重要な知見を与えている。

学位論文審査の結果の要旨

本論文に関し、調査委員から円筒型色素増感太陽電池のメカニズム、新規デバイス構造、表面処理、光電変換メカニズムなどに関する質問がなされたが、いずれも筆者から満足(明確)な回答が得られた。

また、公聴会においても、多数の出席者があり、種々の質問がなされたが、いずれも著者の説明によって質問者の理解が得られた。

以上により、論文調査及び学力確認の結果に基づき、審査委員会において慎重に審査した結果、本論文が博士(工学)の学位に十分値するものであると判断した。