

氏名（本籍）	沈 振 華（中 国）
学位の種類	博 士（工学）
学位授与番号	甲第 326 号
学位授与日付	平成 19 年 9 月 12 日
専 攻	環境エネルギーシステム専攻
学位論文題目	導電性原子間力顕微鏡を用いた光起電力素子用ナノ領域電流電圧特性 評価法の開発 (Development of a Nano-Area Current-Voltage Evaluation Method for Photovoltaic Devices using a Conductive Atomic Force Microscope)
学位論文審査委員	(主査) 教 授 野々村 修 一 (副査) 教 授 清 水 宏 晏 教 授 嶋 川 晃 一 准教授 吉 田 憲 充 准教授 伊 藤 貴 司

論文内容の要旨

本論文は太陽電池の表面形状と電流電圧特性をナノ領域の分解能で測定可能とする評価技術を実現している。特に、ナノ結晶とその粒界、およびアモルファスにて構成される微結晶シリコン系太陽電池において本論文が提案している評価手法が有効であることを明らかにしている点が新規である。

導電性原子間力顕微鏡(Conductive-AFM)を用いることにより表面形状像の測定時にナノ領域での電流電圧特性、電流像を同時に測定することに成功している。室温、大気環境中に、このナノ領域の電気的特性測定技術の確立を行っている。表面酸化が電流の素子への流入に起因することを示し、光起電力素子に逆バイアス電圧を印加することにより酸化の影響を抑止できる実験的手法を提案している。Hot-wire CVD 法により作製した微結晶シリコン系薄膜太陽電池において、形状像から表面の凹凸として、横の大きさが 400 nm 程度、高の大きさが 100nm 程度の塊(結晶粒)を観測し、この塊は 20nm 程度の凹凸が多数集まった構造を形成していることを示した。小さな粒のサイズは X 線回析で評価される微結晶シリコンの結晶粒径(10~20 nm)と同程度であることから、微結晶シリコン柱であることを示した。光起電力素子において、表面形状は微結晶シリコンが集まった大きな粒を形成していることも明らかにした。本論文にて開発したナノ領域での電流電圧特性の測定から、大きな結晶粒の粒界近傍では逆方向飽和(漏れ)電流が大きいことが観測した。大きな結晶粒付近の結晶粒界は光起電力素子の電気的特性に影響を与える一つの原因になることを示し、はじめて結晶粒界の評価方法を実現した。このことはポリシリコンおよび薄膜系太陽電池の開発に貢献できるので価値があると判断される。

上記の内容は新規な微結晶シリコンカーボン薄膜の太陽電池への応用に関する重要な知見を与えていると考えられ、博士論文として十分な内容であると判断した。

論文審査結果の要旨

本論文は太陽電池の表面形状と電流電圧特性をナノ領域の分解能で測定可能とする評価技術を実現している。特に、ナノ結晶とその粒界、およびアモルファスにて構成される微結晶シリコン系太陽電池において本論文が提案している評価手法が有効であることを明らかにしている点が新規である。

導電性原子間力顕微鏡(Conductive-AFM)を用いることにより表面形状像の測定時にナノ領域での電流電圧特性、電流像を同時に測定することに成功している。室温、大気環境中に、このナノ領域の電気的特性測定技術の確立を行っている。表面酸化が電流の素子への流入に起因することを示し、光起電力素子に逆バイアス電圧を印加することにより酸化の影響を抑止できる実験的手法を提案している。Hot-wire CVD 法により作製した微結晶シリコン系薄膜太陽電池において、形状像から表面の凹凸として、横の大きさが 400 nm 程度、高の大きさが 100nm 程度の塊(結晶粒)を観測し、この塊は 20nm 程度の凹凸が多数集まった構造を形成していることを示した。小さな粒のサイズは X 線回析で評価される微結晶シリコンの結晶粒径(10-20 nm)と同程度であることから、微結晶シリコン柱であることを示した。光起電力素子において、表面形状は微結晶シリコンが集まった大きな粒を形成していることも明らかにした。本論文にて開発したナノ領域での電流電圧特性の測定から、大きな結晶粒の粒界近傍では逆方向飽和(漏れ)電流が大きいことが観測した。大きな結晶粒付近の結晶粒界は光起電力素子の電気的特性に影響を与える一つの原因になることを示し、はじめて結晶粒界の評価方法を実現した。このことはポリシリコンおよび薄膜系太陽電池の開発に貢献できるので今後の発展性の観点からも価値があると判断される。

上記の内容は新規な微結晶シリコン系薄膜太陽電池の評価と応用に関する重要な知見を与えていると考えられ、博士論文として十分な内容であると判断した。

最終試験結果の要旨

(1) 公表論文

この論文の主要な部分は論文として発表済み(審査付きジャーナル誌論文1編、審査付き国際会議論文1編)であり、この論文が学位論文として完成された内容であることを確認した。

(2) 修得単位

指定された単位を修得している事を確認した。

(3) 公聴会

公聴会を開催して審査を行った。学位審査委員会にて審議を行い、最終試験に合格と判断した。