

太陽光を利用した独自のクリーンエネルギー生成技術の創出
平成 21 年度採択研究代表者

H25 年度 実績報告

岡本 博明

大阪大学 基礎工学研究科
教授

アモルファスシリコンの光劣化抑止プロセスの開発

§ 1. 研究実施体制

(1) 「岡本」グループ

① 研究分担グループ長: 岡本 博明 (大阪大学大学院基礎工学研究科、教授) (研究代表者)

② 研究項目

・光劣化抑止製膜プロセスの開発

(2) 「カネカ」グループ

① 研究分担グループ長: 山本 憲治 ((株)カネカ太陽電池・薄膜研究所、所長) (主たる共同研究者)

② 研究項目

・光劣化抑止処理プロセスの開発

§ 2. 研究実施の概要

プラズマ CVD 製膜過程の制御、ならびに製膜後の物理化学的処理によって「アモルファスシリコンの光劣化抑止プロセス」を開発することを目的として研究を実施した。

まず、「光劣化抑止製膜プロセスの開発」では、光劣化と密接に結びついているとされる膜中 Si-H₂ 結合密度の低減を目指して、実質基板温度 380°C と、一般的条件よりも 200°C 程度高い温度での製膜、さらには、高温プロセスにおいて製膜表面水素熱脱離に起因する膜中欠陥密度増加を抑制するために高速製膜 (1~2 nm/s) 環境を採用した。その結果、Si-H₂ 結合密度は 0.3% 程度に低減し、初期および光劣化後の膜中欠陥密度を、10¹⁵~10¹⁶/cm³ の範囲内に抑えることに成功した。

今後の精緻な製膜過程制御により、光劣化後の欠陥密度を、1x10¹⁵/cm³ 近辺にまで低下させることが可能であると考えている。また、高温・高速製膜に適合したワイドギャップ p 層、ならびに p/i 界面バッファ層用 a-SiO:H および a-SiC:H 薄膜のプラズマ CVD 製膜過程の制御による高品質化にも取り組み、光劣化が制御されたアモルファスシリコン系太陽電池作製のための必須要素技術が着々と確立されてきている。

次に、「光劣化抑止処理プロセスの開発」においては、アモルファスシリコン太陽電池のポスト処理の最適処方探索により特性改善の検討を行い、同一の処理において太陽電池の p 層、p/i 界面バッファ層、i 層がそれぞれ大きく処理の影響を受ける傾向が見られることがわかってきた。またアモルファスシリコン/微結晶シリコンの 2 接合型太陽電池へのポスト処理も試み、変換効率向上が見られることを確認した。

以上、「アモルファスシリコンの光劣化抑止プロセス」開発を巡って、観点の異なる 2 つの手法を探求してきたが、高光安定なアモルファスシリコン太陽電池実現のためには、i 層の光安定性改善のみならず、p/i 界面領域の物性“制御・改質”が肝要であるとの一致した方向性が見えて来たと言える。

本研究課題の最終年度には、大阪大学とカネカ、両研究グループの総力を挙げ、研究目標達成に挑んでいく所存である。

§ 3. 成果発表等

(3-1) 原著論文発表

論文詳細情報(国際)

1. Yasushi Sobajima, Hirotaka Muto, Chitose Sada, Akihisa Matsuda, and Hiroaki Okamoto, "Control of electron temperature in SiH₄/H₂ plasma for obtaining high photovoltaic performance in microcrystalline silicon solar cells." J. Phys.: Conf. Series 441 (2013) 012026. (DOI: 10.1088/1742-6596/441/1/012026)
2. Yoshihiko Kitani, Takanori Maeda, Shinnosuke Kakimoto, Kan Tanaka, Ryoji Okumoto, Yasushi Sobajima, Chitose Sada, Akihisa Matsuda, and Hiroaki Okamoto , "Boron Doping in a-SiO:H", Canadian Journal of Physics (2014) (in Press).
3. Yasushi Sobajima, Shyota Kinoshita, Shinnosuke Kakimoto, Ryoji Okumoto, Chitose Sada, Akihisa Matsuda, and Hiroaki Okamoto, "Control of Growth Process for Obtaining High Quality a-SiO:H", Canadian Journal of Physics (2014) (in Press).