

熱拡散法による n 型シリコン太陽電池のエミッタ層設計

Emitter layer design of thermal diffusion process for N-type crystalline silicon solar cells

明治大学¹, D&S², 天谷製作所³○原田 顕¹, 中村 京太郎¹, 倉知 郁生², 吉岡 献太郎³, 池野 成裕¹, 小椋 厚志¹Meiji Univ.¹, D&S Inc.², AMAYA Co., Ltd.³○A. Harada¹, K. Nakamura¹, I. Kurachi², K. Yoshioka³, N. Ikeno¹, and A. Ogura¹

E-mail: ce31087@meiji.ac.jp

[はじめに]結晶シリコン太陽電池では、より高い変換効率を求めて n 型基板の利用が注目されている。n 型基板ではエミッタ層としてボロン(B)を拡散して pn 接合を形成する。B の熱拡散には気相拡散に加えて常圧化学気相成長(AP-CVD)による B ドープガラス(BSG)を拡散源に用いる場合があるが、表面高濃度 B 層(BRL : Boron rich layer)の形成が基板表面での少数キャリア再結合の原因となる。本研究では n 型基板を用いた太陽電池における最適なエミッタ層の検討と、BRL の変換効率への影響を、プロセスおよびデバイスシミュレーションを組み合わせて検討した。

[シミュレーション]デバイスシミュレータには PC1D を利用した。PC1D に取り込む p 層プロファイルは、気相拡散を想定した補誤差関数と AP-CVD の利用を想定したプロセスシミュレータ DADiS[1]で得た。DADiS は BRL も含めた AP-CVD による拡散プロファイルをよく再現することが確認されている。エミッタ層設計に焦点を当てるため、バルクライフタイムや表面再結合速度、電極のコンタクトは理想に近い状態とした。気相拡散を想定した p 層プロファイルでは、接合深さを一定とし p 層中の B の表面濃度を变化させたものと、表面濃度を一定とし接合深さを变化させた場合を比較検討した。AP-CVD からの拡散を想定した場合は、気相拡散の条件に加えて、BRL の形成の有無および形成後の除去の影響を精査した。

[結果] DADiS を用いたシミュレーション結果によれば、AP-CVD 膜中の B 濃度が Si 中で

の固溶限を超えたときに BRL は形成され、それ以下では形成されない。Fig.1 は、BRL が形成された場合、形成された BRL をエッチングで除去した場合、及びほぼ同等の表面濃度と接合深さを BRL が作成されない条件で形成した場合の B プロファイルを示す。Table.1 はそれぞれのプロファイルをもとに PC1D で求めた太陽電池特性を示す。B が全て活性化したとの仮定の下で、BRL の存在は大幅な特性劣化をもたらすことが明らかである。また、BRL 除去後に特性は大幅に向上するが、その値は BRL が形成されない拡散条件で得られるものと同様であった。BRL にゲッターリング等の効果を期待しない場合には、BRL が形成されない拡散条件が、プロセスの簡略化の観点から有利であると言える。

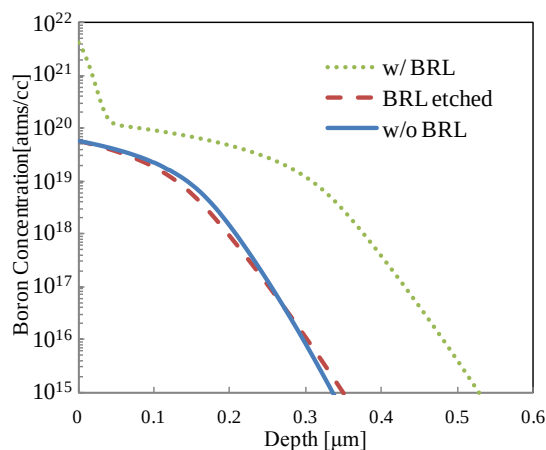


Fig.1. Simulated B profiles

Table1. Simulated solar cell performance

	Voc [V]	Isc [mA/cm ²]	FF	Eff [%]
w/ BRL	0.63	34.6	0.73	15.7
BRL etched	0.69	36.9	0.73	18.6
w/o BRL	0.69	36.9	0.73	18.5

[参考文献]

[1] I. Kurachi and K. Yoshioka, Proceedings of the 28th EU-PVSEC (2013) p.1085