

リンイオン注入プロセスによる結晶シリコン太陽電池の作製

○棚橋 克人, 森谷 正昭, 木田 康博, 宇都宮 智, 福田 哲生, 白澤 勝彦, 高遠 秀尚
産業技術総合研究所 再生可能エネルギー研究センター 太陽光チーム

研究の目的

- 結晶シリコン太陽電池セルの高効率化と低コスト化に向けたプロセス技術としてイオン注入法が提案されている。リンエミッターセル, 選択エミッター, PERC, bi-facial, バックコンタクトなど, セルプロセスへの適用が報告されている。
- 我々は, 国内初となるイオン注入技術の本格導入を目指して研究を行っている。
- 今回我々は, リンエミッターセル(AI-BSF)の作製にイオン注入法を用い, セル特性に対するイオン注入条件(チルト, 基板回転)および活性化アニール条件(窒素雰囲気, 酸化)の影響を調査した。

実験

- 基板
- テクスチャー形成
- 接合形成
- リンイオン注入
- アニール
- 反射防止膜
- 電極形成
- 焼成

イオン注入・アニール条件

- (100)シリコン基板(156×156 mm², 厚さ 180 μm)に対するイオンビームのチルト角は7~35°である。
- ステップ回転注入を行っており, 1ステップあたりの基板回転は15~90°である。
- イオン注入後, 900°Cの熱処理(窒素雰囲気, 酸化)を施した。

図1 セル作製フロー

結果と考察

(1) イオン注入条件の影響:チルト角・基板回転角

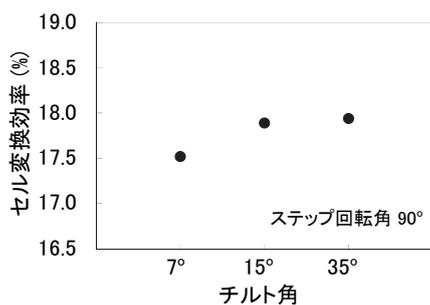


図2 セル変換効率に対するチルト角の影響

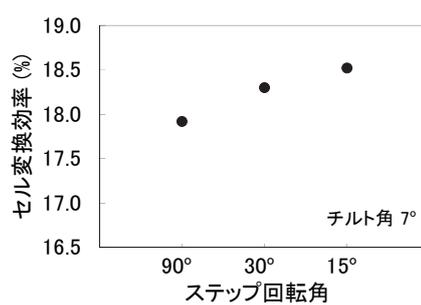
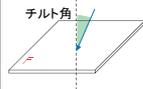
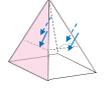
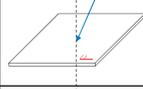
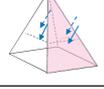
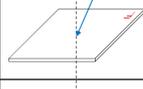
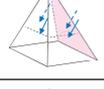
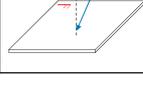
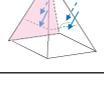


図3 1ステップあたりの基板回転角によるセル変換効率の変化

- 太陽電池基板の表面はピラミッド型のテクスチャー構造を有しているため, 一定方向からのイオンビームに対し, ピラミッド各面の入射角が異なる。チルト角を大きくすること, あるいは1ステップあたりの基板回転角を小さくすることにより, ピラミッド各面における面内および深さ方向のas-implantationのリンの分布が均一化されるものと考えられる。

表1 ステップ回転注入におけるプロファイルの形成

	基板	テクスチャー	注入分布
1st			
2nd			
3rd			
4th			

(2) アニール条件の影響:窒素雰囲気・酸化

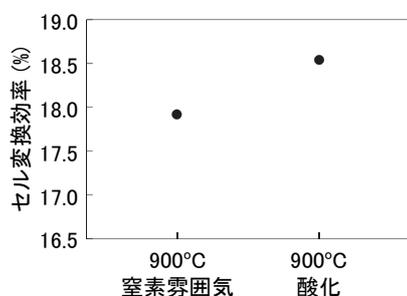


図4 セル変換効率に対するアニール雰囲気の影響

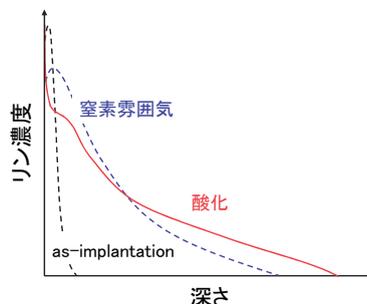


図5 アニール雰囲気によるリンプロファイルの変化

- リンイオン注入後, 酸化しながら結晶回復, リンの活性化およびリンプロファイルを形成することにより, セル変換効率が増大した。
- 酸化膜/シリコン界面にリンがパイルアップすること, および酸化に伴うリンの増速拡散が知られている。
- 酸化に伴うセル変換効率の増大は, リンプロファイルの適正化(表面濃度, 接合深さ)による効果と考えられる。

結論

- 太陽電池セルのイオン注入プロセスにおいてイオン注入時のチルトと基板回転がセル変換効率に影響を与える重要な因子であることが分かった。
- リンイオン注入後, 酸化しながら結晶回復, リンの活性化とプロファイルの形成を行うことにより, セル変換効率が増大することが分かった。

謝辞

- 本研究は新エネルギー産業技術総合開発機構(NEDO)の支援のもとに実施された。関係各位に感謝申し上げます。