

結晶シリコン太陽電池における イオン注入プロセスの研究

再生可能エネルギー研究センター
太陽光チーム

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

アウトライン

1. 背景と目的
 - 研究目標
 - イオン注入プロセスの概要
2. セル作製フロー
 - リンイオン注入によるリンエミッタ Al-BSFセル
3. 結果と考察
 - イオン注入・アニール条件
 - 本研究成果の位置付け
4. 今後の取り組み

RENRC太陽光チームの研究目標

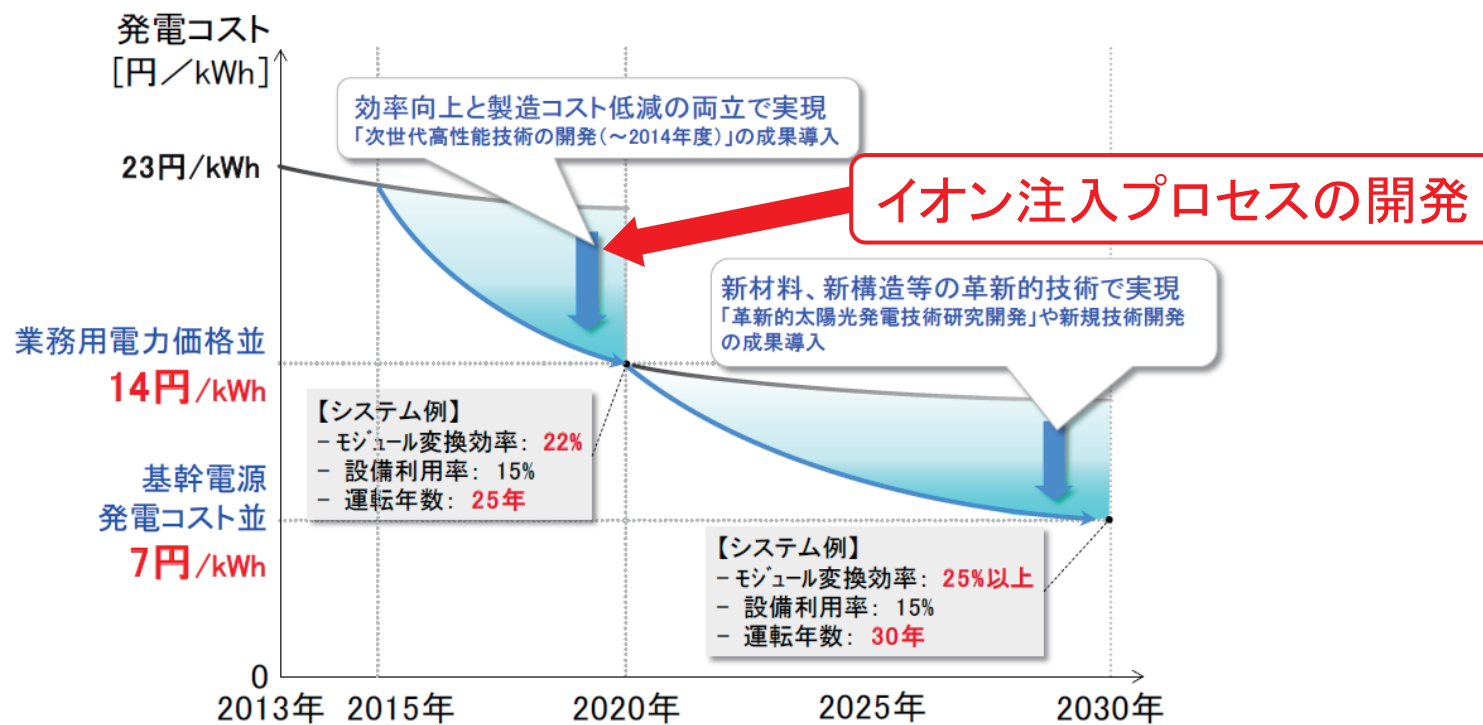


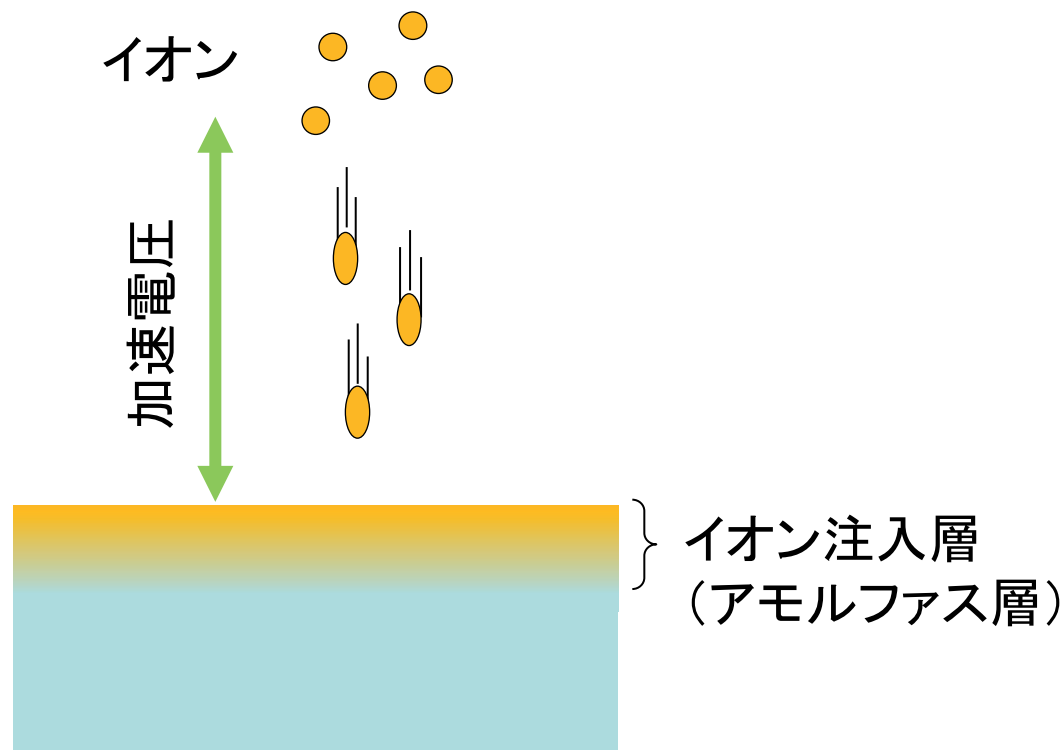
図 1-1 非住宅用システムの発電コスト目標と低減シナリオ

出典: 太陽光発電開発戦略(NEDO PV Challenges)

1. 高効率・高信頼性モジュールを低コストで作製するための技術開発
2. 次々世代の高効率(>30%)太陽電池の開発

➡ 発電コスト目標 2020年 14円/kWh, 2030年 7円/kWh を先導する技術の開発を行う

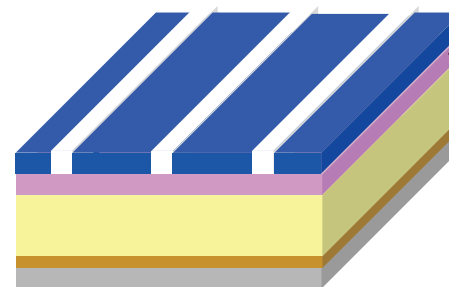
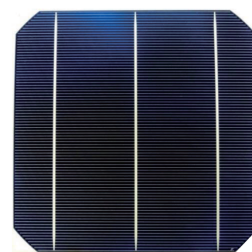
イオン注入プロセスの概要



- 質量分析されたイオン化原子を基板表面へ打ち込んだ後、熱処理（回復，活性化）を施して不純物層を形成する
- 汎用セル，PERT，PERC，バックコンタクトセルなどへの適用が提案されている

実験方法：セル作製フロー

- 基板
p-type (ボロンドープ)
156 × 156 mm²
- 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



リンイオン注入
による拡散層



産総研のイオン注入装置

イオン注入条件：チルト角・基板回転

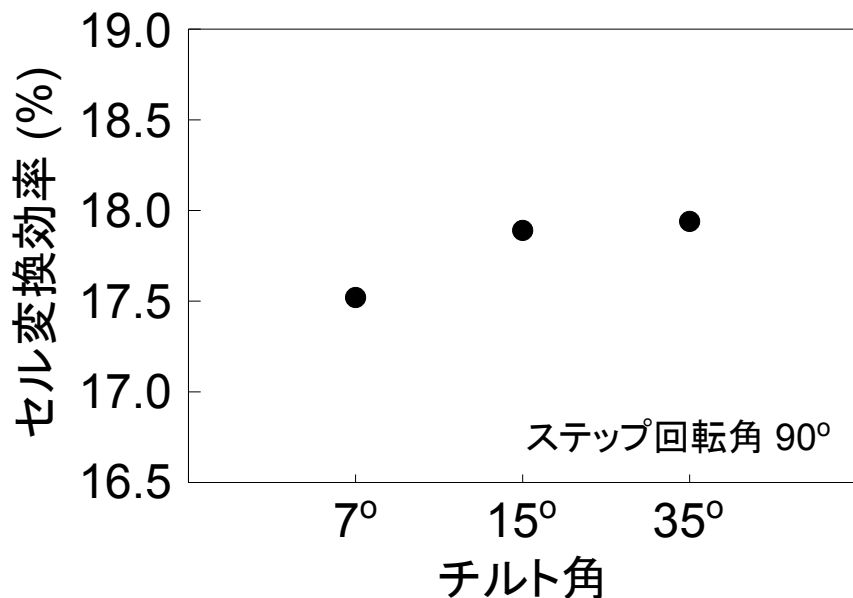


図1 チルト角によるセル変換効率の変化

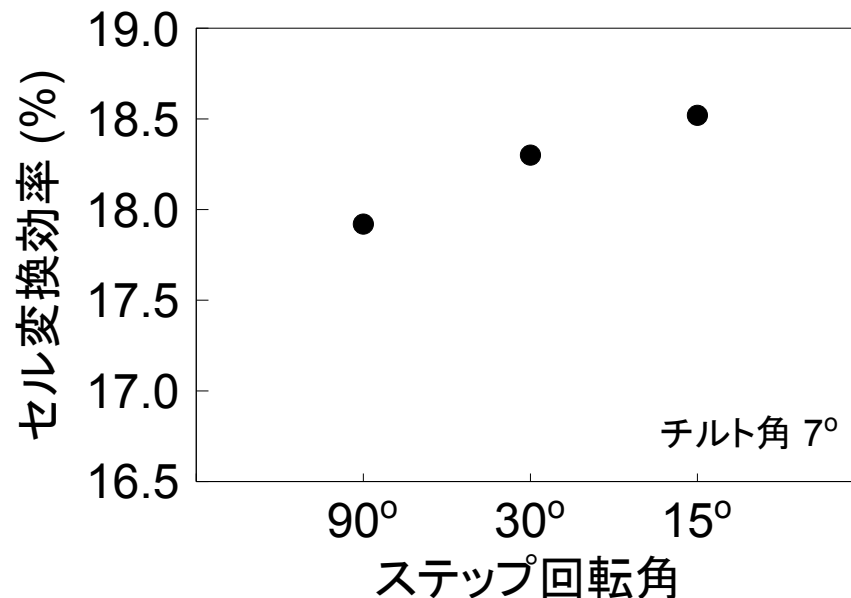
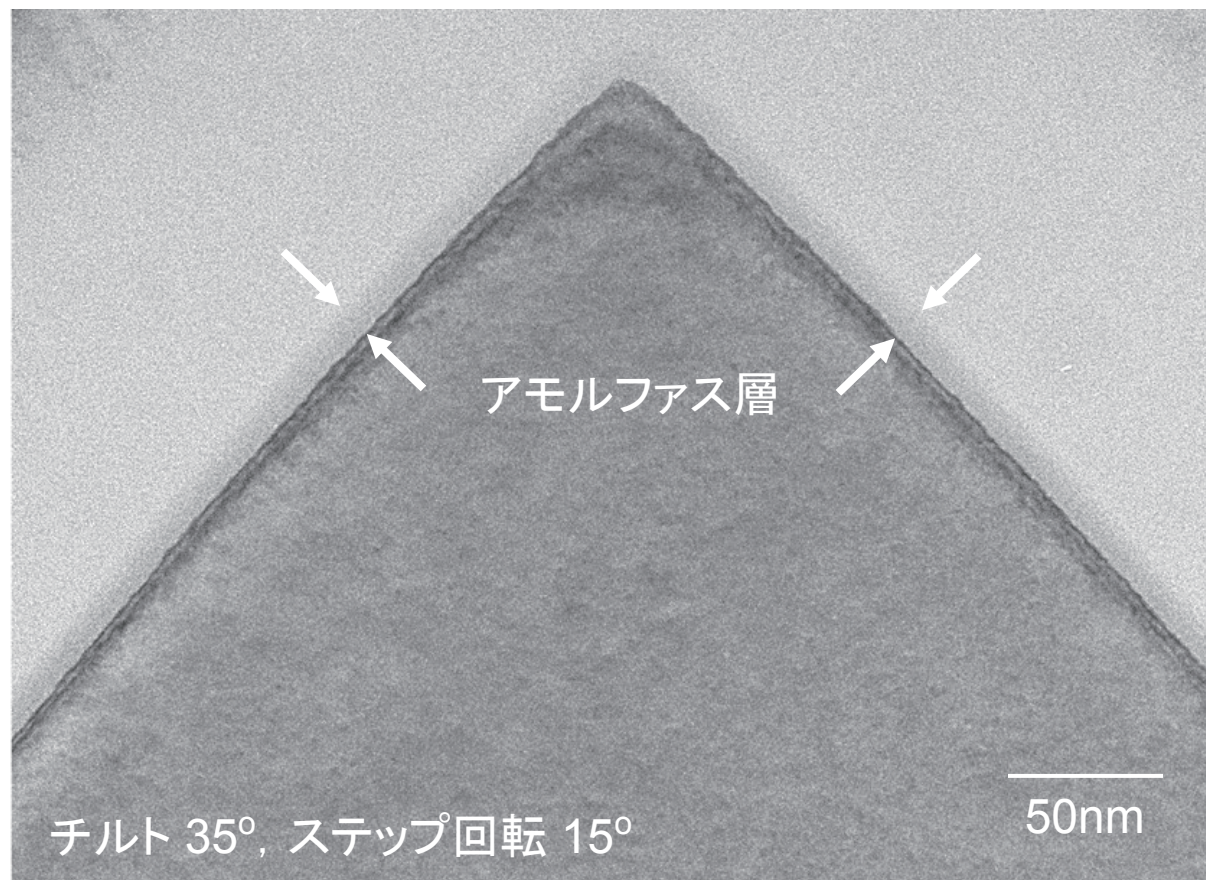


図2 1ステップあたりの基板回転角によるセル変換効率の変化

イオン注入時の基板の傾斜と回転がリンの分布に影響

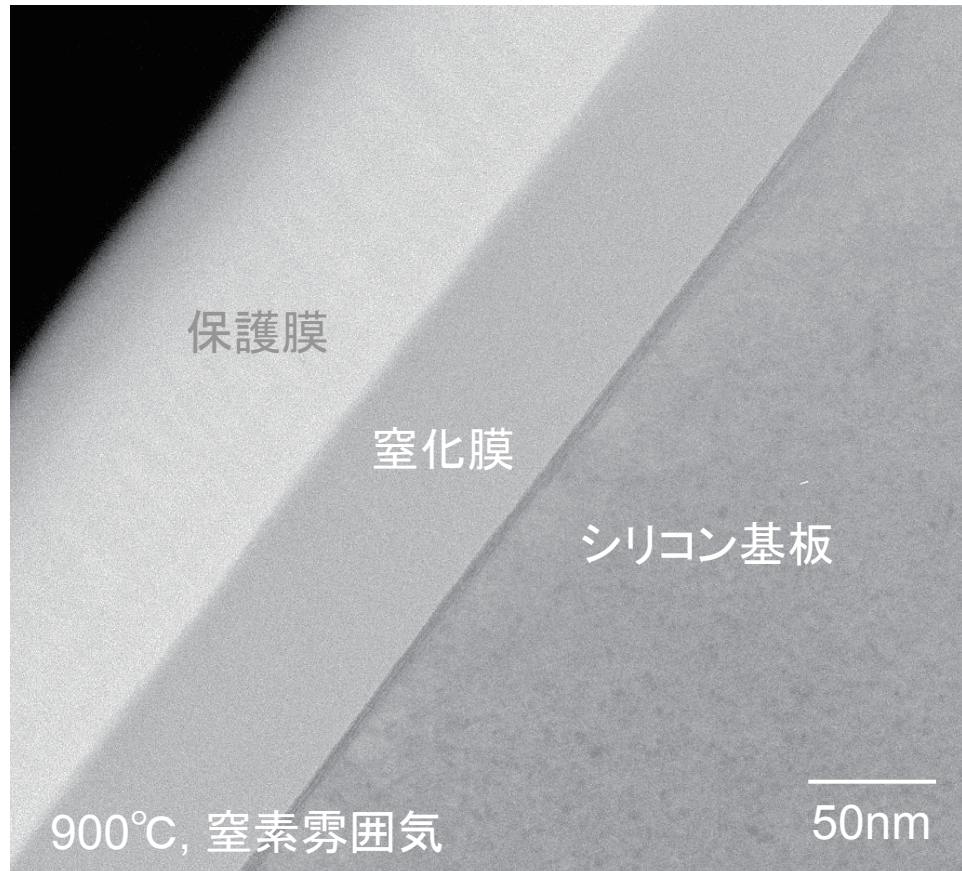
ポスター発表(46):リンイオン注入プロセスによる結晶シリコン太陽電池の作製

As-implantationテクスチャーのTEM像



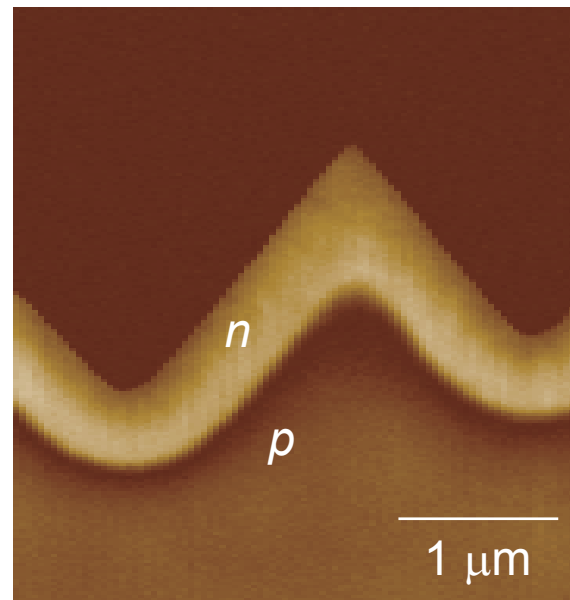
テクスチャー表面に沿った均一な厚さのアモルファス層を形成

アニール後（結晶回復後）のTEM像



アニール後，結晶が回復．残留欠陥は観察されていない．

リンエミッタのキャリア分布

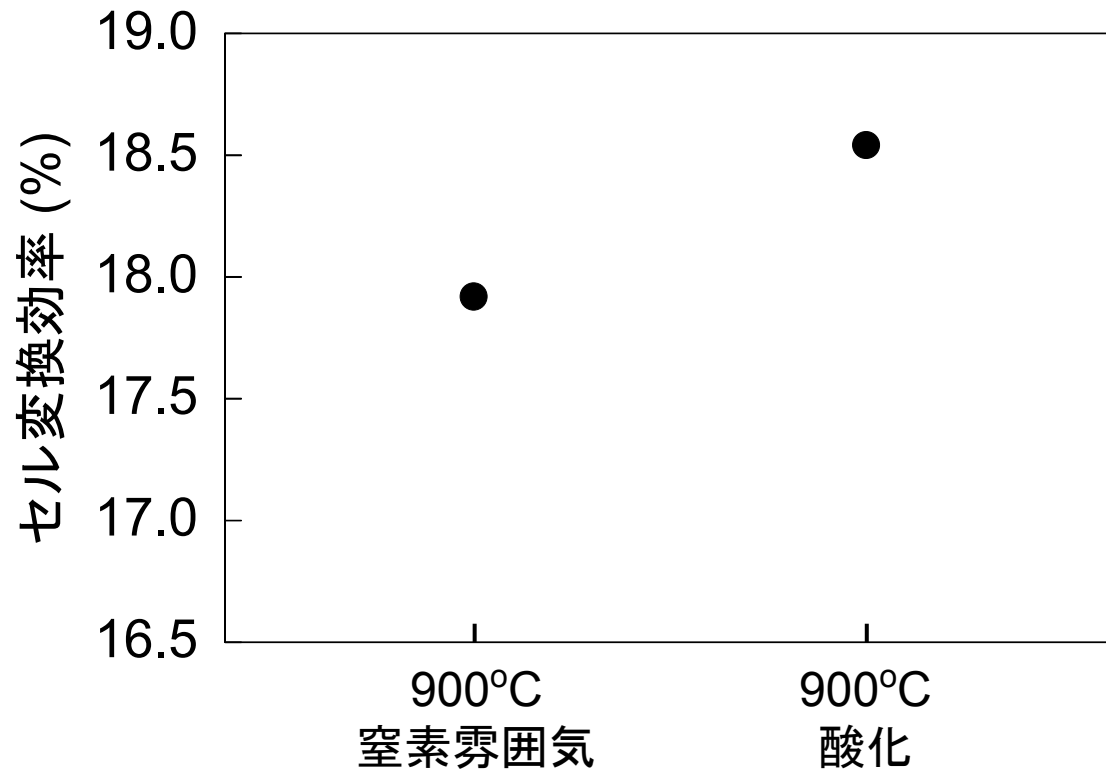


3 keV, $4 \times 10^{15} / \text{cm}^2$
チルト 35° , ステップ回転 15°
 900°C , 窒素雰囲気

テクスチャー形状に沿った均一な深さの拡散層を形成

Proceedings of EUPVSEC 2015, pp. 35-38

アニール条件：雰囲気の影響



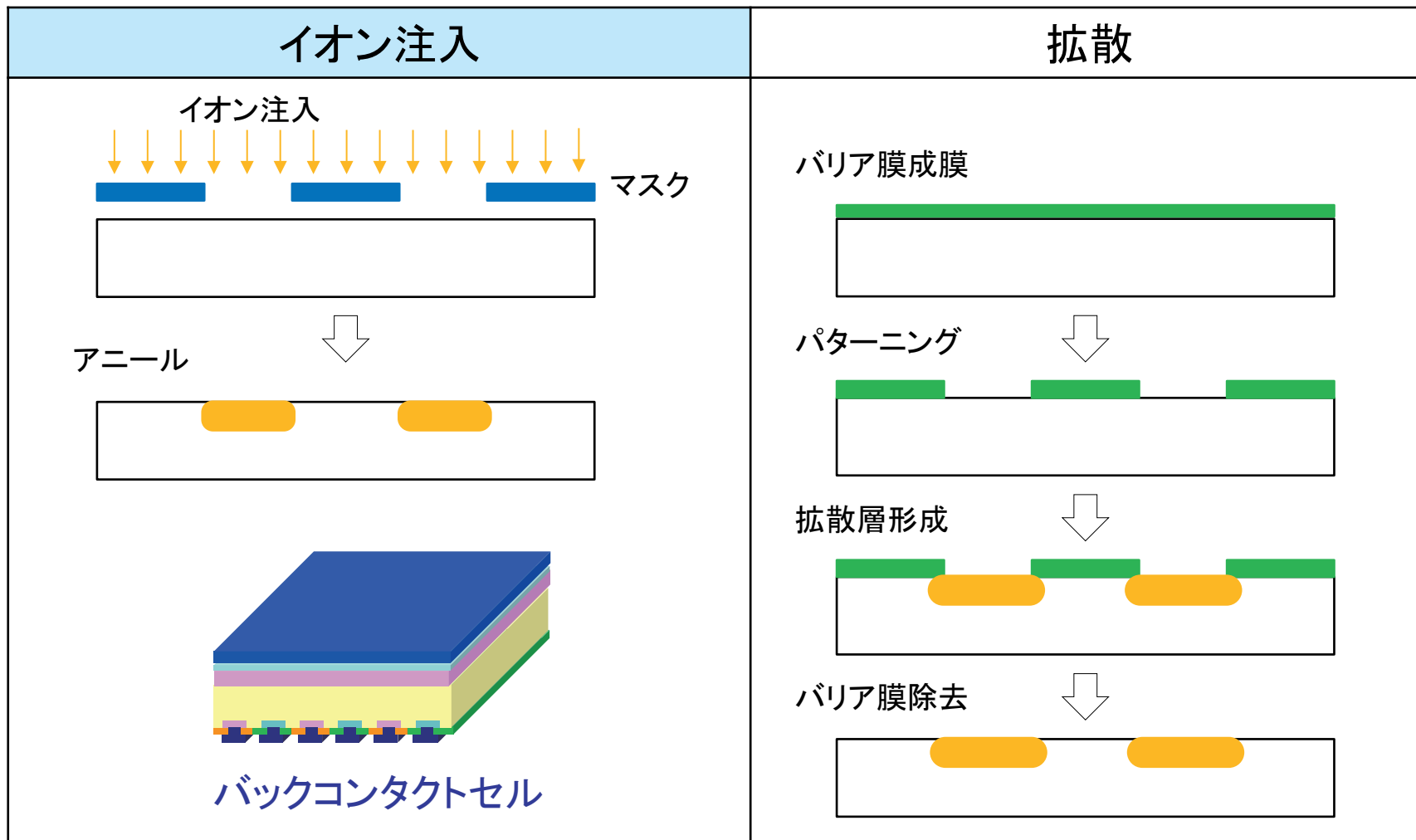
酸化雰囲気におけるリンプロファイルの形成によりセル特性が向上

ポスター発表(46):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

リンイオン注入 Al-BSF champion cell

J_{sc} (mA/cm ²)	V_{oc} (V)	FF (%)	η (%)
38.0	0.638	80.04	19.41

現在の取り組み



イオン注入の特徴が発揮できるセルプロセスへの適用

まとめ

- リンエミッタの形成にイオン注入プロセスを用いた。
- セルの特性へ影響を与える因子（加速エネルギー、ドーズ量、チルト、基板の回転、アニール雰囲気）を見出し、それらを最適化することにより、セル変換効率19.41%を達成した。
- イオン注入プロセスを、その特徴（非平衡プロファイルの形成、 n/p 領域の作り分け）が発揮できるセルのプロセスに対して適用していく。

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。