

ベイズ最適化法を用いる拡散工程の最適化による Si 太陽電池の高効率化

Improvement of Si Solar Cells by Bayesian Optimization for Diffusion Process

阪大産研 °國枝 省吾, 今村 健太郎, 小林 光

ISIR, Osaka Univ., °Shogo Kunieda, Kentaro Imamura, Hikaru Kobayashi

E-mail: kunieda77@sanken.osaka-u.ac.jp

エッチング条件や拡散温度など種々の作製パラメータは太陽電池特性に大きな影響を与えるため、これらのパラメータの最適化は高効率化に必要な不可欠である。しかし、3 つ以上のパラメータの最適化には多くの時間と費用がかかる。そこで近年、機械学習を用いることで、少ない実験回数で最適条件を見つける手法が注目を集めている。本研究ではベイズ最適化を用いて、表面にナノ構造を有する p-型ブラックシリコン基板へのリンおよびボロンの拡散条件の最適化を短縮することで、単純構造のブラックシリコン太陽電池の高効率化を達成した。

本研究室で開発した化学的転写(Surface Structure Chemical Transfer : SSCT)法を用い、シリコン基板表面にナノクリスタルシリコン(nc-Si)層を形成することで、ブラックシリコン基板とした。リンおよびボロンの拡散プロセスにおけるパラメータは、リン拡散剤濃度、拡散温度および拡散時間とした。implied V_{oc} の測定値に対し、ガウス過程に基づき平均および分散を予測し、獲得関数を計算することで次に行うべき実験条件を求めた(ベイズ最適化)。全ての実験条件を網羅するには 315 通りの実験条件が想定されたが、ベイズ最適化を用いることで、13 通りの実験で最適化を完了することができた。3 つのパラメータの最適化によって、nc-Si 層に対するリンケイ酸ガラスのパッシベーション性能の向上、裏面のボロン電界パッシベーションの向上に加えて、リン拡散剤濃度の調整によるオージェ再結合の抑制を達成することで、反射防止膜を持たない単純構造シリコン太陽電池で 20.2%の変換効率を達成した。

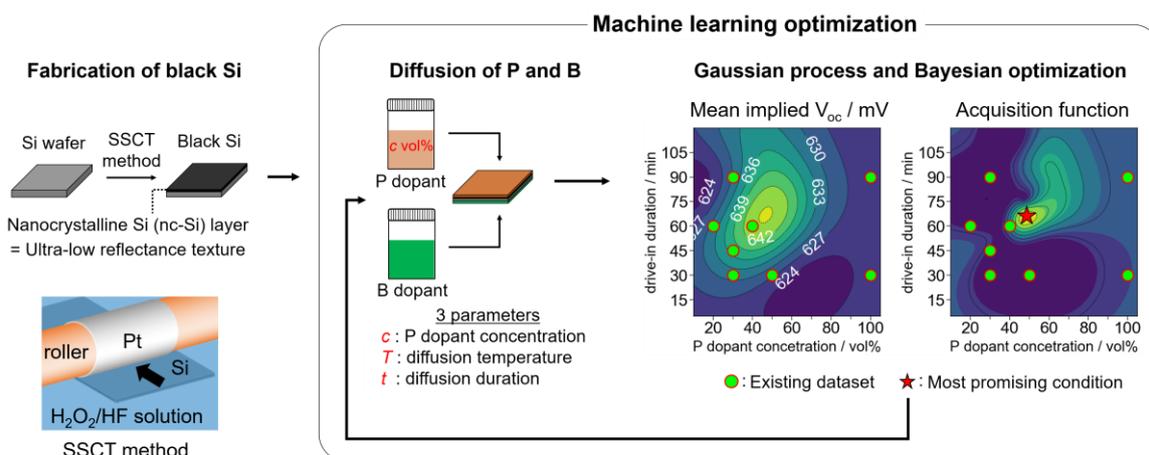


Fig. 1 Fabrication of black Si wafers with the Surface Structure Chemical Transfer (SSCT) method and machine learning optimization of diffusion process.