走査型非線形誘電率顕微鏡を用いたリンイオン注入単結晶Si太陽電池の活性化ドーパント分布の定量評価及び実効拡散係数の推定

Quantitative evaluation of active dopant distribution and estimation of effective diffusivity in phosphorus-implanted monocrystalline silicon solar cell using scanning nonlinear dielectric microscopy

東北大通研 [1]，産総研 [2]　○廣瀬 光太郎 [1]，棚橋 克人 [2]，高遠 秀尚 [2]，長 康雄 [1]
RIEC, Tohoku Univ. [1], AIST [2], °Kotaro Hirose[1], Katsuto Tanahashi[2], Hidetaka Takato[2], Yasuo Cho[1]
E-mail: hirose@riec.tohoku.ac.jp

はじめに　結晶 Si 太陽電池の低コスト化，高効率化に向けたプロセス技術としてイオン注入法がある．太陽電池内部のキャリア分布はデバイスの変換効率に影響するため，リンイオン注入により形成されたエミッタ内部のキャリア分布を評価することが重要である．そこで，我々は走査型非線形誘電率顕微鏡（SNDM）[1]を用いて，結晶シリコン太陽電池の断面キャリア分布の可視化を試みてきた．前回の応用物理学会では，リンイオン注入シリコン太陽電池について，断面のキャリア分布を定量的に可視化し報告した[2]．今回はさらに詳細に分析し，SNDM の定量計測結果から実効拡散係数と 3 次元ドーパント分布を推定した結果を報告する．

実験と結果　SNDM を用いてリンイオン注入単結晶 Si 太陽電池の断面を計測し，Si 標準サンプルと比較することでキャリア濃度の定量化を行った．定量計測結果を図 1 に示す．また,テクスチャの凸部(convex)，凹部(concave)，側壁部(side)からバルク方向への電子濃度のラインプロファイルを図 2 に示す．側壁部のラインプロファイルに対して，1 次元拡散の方程式の解をフィッティングし，実効拡散係数 D_{eff} を推定したところ，D_{eff} は 1.6×10^{-13} cm^2/s と求められた．次に，有限要素法シミュレーションソフト FlexPDE を用いて 3 次元のドーパント分布シミュレーションを行った．イオン注入の条件と D_{eff} からシミュレーションした結果を図 3 に示す．シミュレーション結果の凸部，凹部，側壁部のラインプロファイルが SNDM の実測結果と良い一致を示し，ドーパント分布の予測が可能であることが分かった（図 2）．この結果から，SNDM によるドーパント分布の定量評価が有効であると結論付けられる．

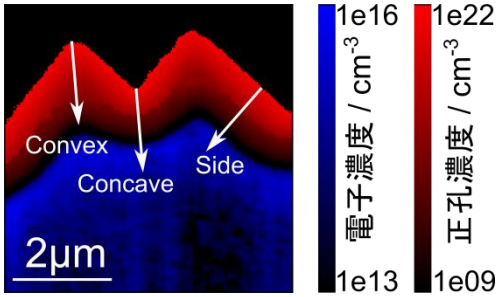

Fig. 1 Carrier concentration image obtained from SNDM measurement.

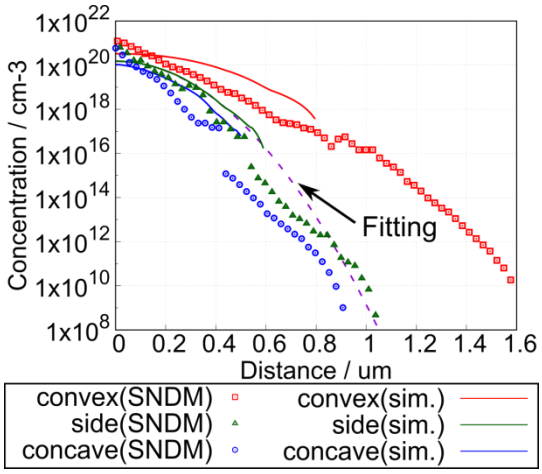

Fig. 2 Concentration line profile from SNDM and simulation results.

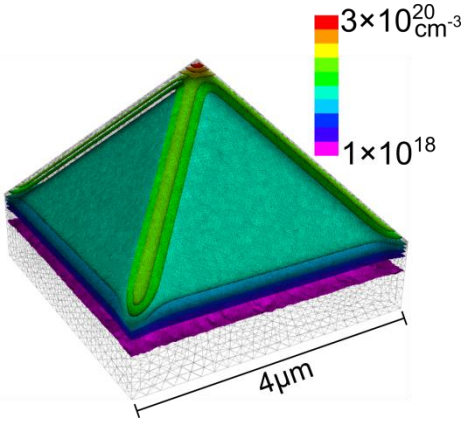

Fig. 3 Simulation results of 3D dopant concentration from effective diffusivity D_{eff}. The gray solid lines show mesh structure.

謝辞　本研究の一部は科学研究費補助金基盤研究 S(16H06360) の補助を受けている．

参考文献　[1] Y. Cho, A. Kirihara and T. Saeki, Rev. Sci. Instrum 67 (1996) 2297.
[2] 廣瀬光太郎ら：2016 年第 77 回 応用物理学会 秋季学術講演会 16p-A24-2