

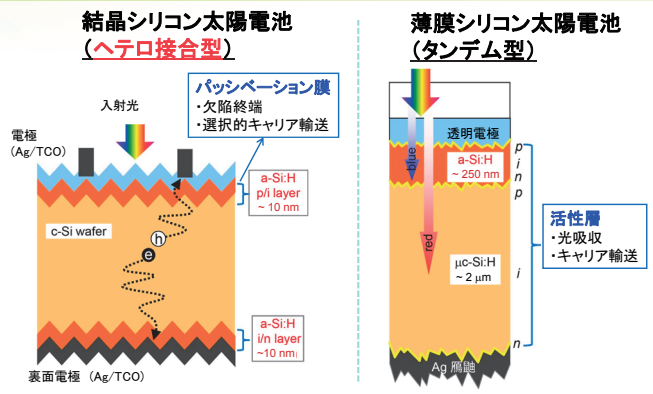
太陽電池用アモルファスシリコンのトラップとキャリア輸送

布村正太・坂田功・松原浩司
産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター 先進プロセスチーム

研究の目的とポイント

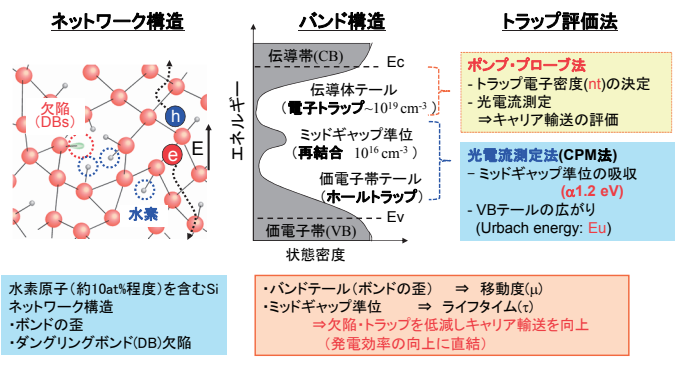
- シリコン系太陽電池のトラップとキャリア輸送を評価し、発電効率の向上に向けた指針を獲得。
- 電子トラップ、ホールトラップ、再結合トラップを簡便な手法で総合的・系統的に評価。
- トラップとデバイス特性との関係を調査。
- ヘテロ接合型シリコン太陽電池のバッシペーション層や薄膜シリコン太陽電池の活性層には、高品質な水素化アモルファスシリコン(a-Si:H)膜が必要。

シリコン系太陽電池の構造とa-Si:Hの役割

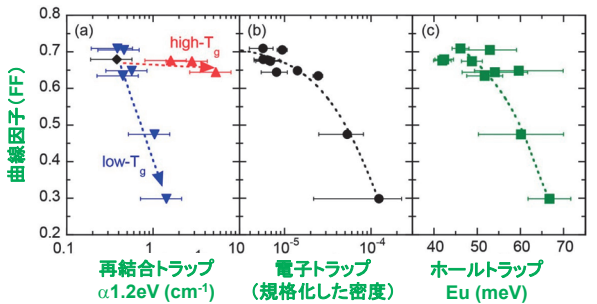


アモルファスシリコンの構造とトラップ

S. Nunomura et al., Adv. Mater. 26, 7555 (2014).



太陽電池特性とトラップの相関

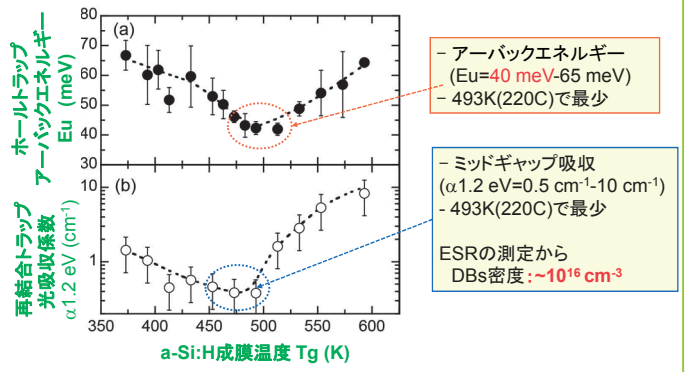


曲線因子 (FF)
 - 再結合トラップ ($\alpha 1.2 \text{ eV}$) に依存 (低温で作製した膜のみ)
 - 電子トラップ (nt) とよい相関 \Rightarrow トラップ電子の増加に伴い FF は減少
 - ホールトラップ (Eu) とよい相関 \Rightarrow ホールのトラップも FF 減少の要因
 \Rightarrow FF の更なる向上には、 $nt < 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ かつ $Eu < 45 \text{ meV}$ が必要

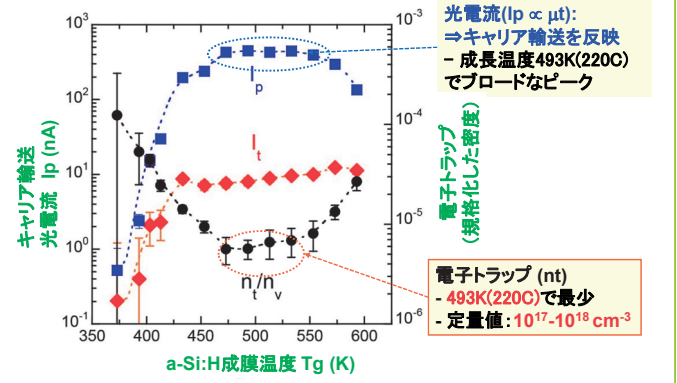
S. Nunomura et al., J. Non-Cryst. Solids 436, 44 (2016).

実験結果

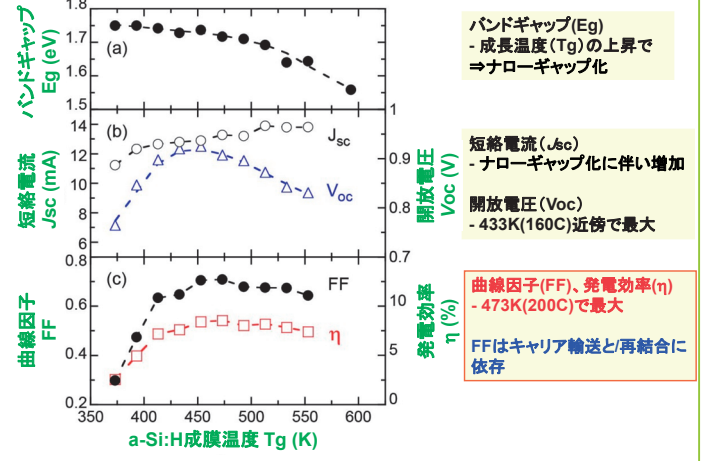
ホールトラップと再結合トラップの評価結果



電子トラップとキャリア輸送の評価結果



太陽電池特性 (a-Si:H 単接合)



S. Nunomura et al., J. Non-Cryst. Solids 436, 44 (2016).

まとめと謝辞

- シリコン系太陽電池のトラップとキャリア輸送を評価し発電効率との関係を見出した。
- 発電効率の向上には、以下の条件が必要。
 - 電子トラップ密度 (約 $4 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下)
 - ホールトラップ (アーバックエネルギー: 約 45 meV 以下)
 - 再結合トラップ (ダングリングボンド密度: 約 $5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 以下)

謝辞: 本研究は、NEDO「高性能・高信頼性太陽光発電の発電コスト低減技術開発」、科研費 (課題番号 24540546, 15K04717) の助成を受け実施されました。関係各位にこの場を借りて感謝申し上げます。