

太陽電池パッシベーション膜の電気特性

布村正太、坂田功、松原浩司

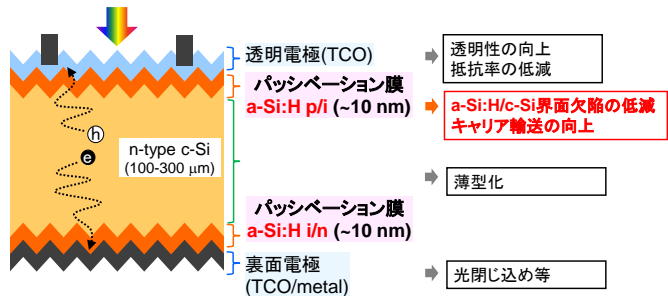
産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター 先進プロセスチーム

研究の目的とポイント

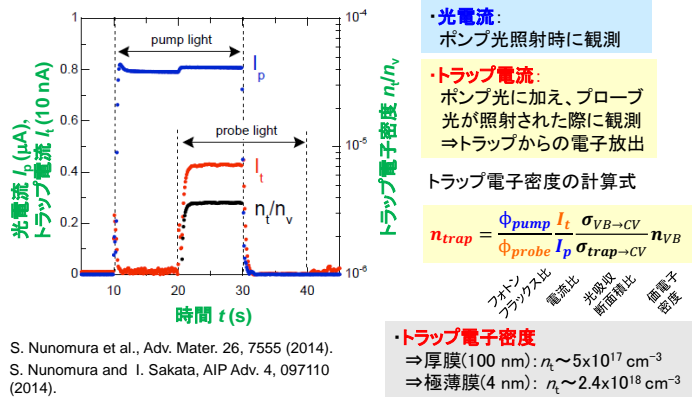
- シリコンヘテロ接合太陽電池のパッシベーション膜の電気特性を測定し、発電効率の向上に向けた指針を獲得。
- パッシベーション膜(水素化アモルファスシリコン、a-Si:H)の**トラップ**と**キャリア輸送**を定量評価。
- 電子トラップ、ホールトラップ、再結合準位をポンプ・プローブ法及び一定光電流法で検出。
- トラップとデバイス特性との関係を調査。

シリコンヘテロ接合(SHJ)太陽電池の構造と研究課題

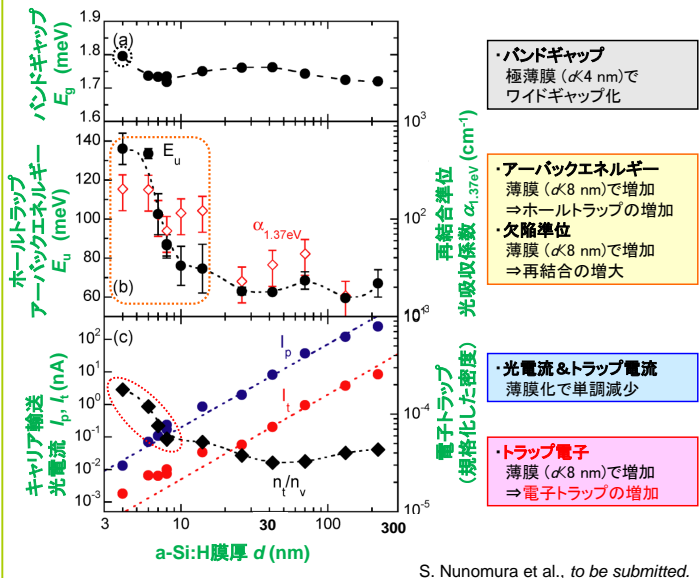
経緯: 三洋電機(現・パナソニック)が研究開発を牽引
特徴: 高い変換効率と低い温度係数。



ポンププローブ法による光電流とトラップ電流の応答



パッシベーション膜(a-Si:H)の電子輸送特性



水素化アモルファスシリコン(a-Si:H)の構造とトラップ

構造のボンチ絵

水素原子(約10at%程度)を含むSiネットワーク構造
・ボンドの歪
・ダンギングボンド(DB)欠陥

バンド構造

伝導帯(CB) E_c
伝導帯テール(電子トラップ)
欠陥準位(再結合準位)
価電子帯テール(ホールトラップ)
価電子帯(VB) E_v
状態密度

トラップ評価法

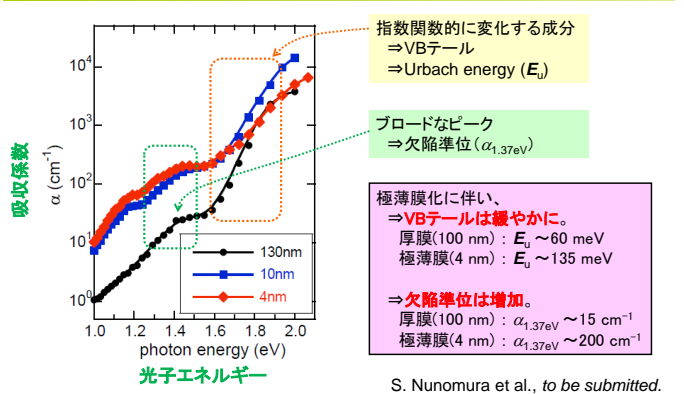
・**ポンプ・プローブ法**
- トラップ電子密度(n_t)の決定
- 光電流測定
⇒ キャリア輸送の評価

・**一定光電流測定法(CPM法)**
- 欠陥準位の吸収($\alpha_{1.37eV}$)
- VBテールの広がり(Urbach energy: E_u)

・バンドテール(ボンドの歪) ⇒ 移動度(μ)
・ミッドギャップ準位 ⇒ ライフタイム(τ)
⇒ 欠陥・トラップを低減しキャリア輸送を向上(発電効率の向上に直結)

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

一定光電流測定法(CPM法)によるサブギャップ吸収



まとめ

- シリコンヘテロ接合太陽電池用のパッシベーション膜(a-Si:H)の**トラップ**と**キャリア輸送**を評価し以下の知見を得た。
- パッシベーション膜(a-Si:H)の極薄膜化に伴い
 - ワイドギャップ化
 - テール準位の増加 ⇒ トラップサイトの増加
 - 欠陥準位の増加 ⇒ 再結合の増加
- 良好な太陽電池特性は、テール準位及び欠陥準位を低減することで得られる予備的な結果を取得。
- 今後は、デバイス性能の向上に向け、トラップ、キャリア輸送、太陽電池各種パラメータとの相関を調査。

謝辞

本研究は、科研費(課題番号24540546, 15K04717)の補助及び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」の委託を受け実施されました。関係各位に感謝いたします。