

薄膜シリコン成長時のトラップ電荷とキャリア輸送のその場評価

In-situ characterization of trapped charges and carrier transport during thin-film growth

産総研 太陽光発電工学研究センター, °布村 正太, 坂田 功

AIST RCPVT, °Shota Nunomura, Isao Sakata,

E-mail: s.nunomura@aist.go.jp

薄膜シリコン太陽電池において、活性層内の各種欠陥（構造歪やダングリングボンド等）に起因するトラップは、キャリアの輸送特性を制限しデバイス特性を律速する重要なファクターである。しかしながら、トラップが材料成長時にどのように形成され、その後、デバイス内にどの程度残留するのことは十分に明らかにされていない。そこで、今回、薄膜成長並びに成長後の熱アニーリング時のトラップとキャリア輸送をその場評価したので報告する。

実験では、プラズマCVDプロセス下の成長薄膜に可視及び近赤外域の2種類のレーザー光を照射し、これらの光に応答する光電流を測定した[1]。可視域のポンプ光として、材料のバンドギャップ以上のエネルギーを有するレーザーを選び、価電子帯から伝導帯に電子を励起する用途に用いた。一方、近赤外域のプロブ光は、バンドギャップ以下のエネルギーを有するレーザーを選び、欠陥等に起因する局在準位にトラップされたキャリアを伝導帯に励起する用途に用いた。したがって、可視光励起の光電流はキャリアの輸送特性を表し、近赤外光励起のトラップ電流は膜中の欠陥を反映する。

図1に、水素化アモルファスシリコン成長時の光電流とトラップ電流の時間発展を示す。図より、光電流は成長初期($t < 100$ s)に極めて低く、極薄膜(約20nm以下)のキャリア輸送が各種欠陥等によって制限されていることが示される。また、成膜後($t > 1283$ s)に光電流が大きく改善する様子が観測され、成長後の熱アニーリングがキャリアの輸送特性の向上に極めて有効であることが示される[1]。一方、トラップ電流と光電流の比から導かれるトラップ電荷の密度は、成膜中ほぼ一定であり、成膜後に急激に減少する結果が得られた。本結果より、成膜時のトラップ電荷は膜中で一様に分布し、成膜後、これらの電荷は欠陥の終端等を伴う構造緩和により減少すると推測することができる。講演では、手法、モデル、実験結果の詳細を報告する。

謝辞：本研究の一部は、科研費（課題番号 24540546）の助成を受け実施されました。関係各位に感謝致します。

[1] S. Nunomura, I. Sakata and M. Kondo, *Appl. Phys. Express* **6**, 126201 (2013).

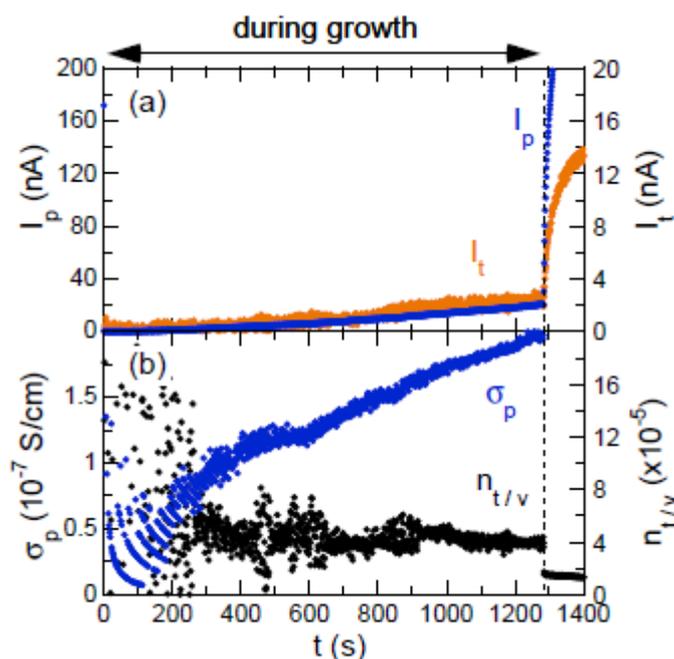


図1 プラズマCVD法を用いたアモルファスシリコン成長時の光電流(I_p)のトラップ電流(I_t)、光電導度(σ_{ph})及び規格化されたトラップ電荷密度($n_{t/v}$)の時間発展。成膜レート0.17nm/s。