

プラズマ誘起欠陥の発生と修復 ～c-Si への水素拡散と欠陥～

Generation and annihilation of plasma-induced defects ~H in-diffusion and defects in c-Si~

産総研 太陽光発電研究センター, °布村 正太, 坂田 功, 松原浩司

AIST RCPV, °Shota Nunomura, Isao Sakata, Koji Matsubara

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

半導体プラズマプロセスにおいて、デバイス内の水素起因の欠陥を理解し制御することは、デバイスの高性能化及び信頼性の向上に向け極めて重要である。筆者等は、これまでに、水素(H_2)プラズマ照射下の結晶シリコン(c-Si)の光電流をその場計測し、欠陥の発生と修復に関する以下の知見を報告してきた[1]。(i)イオンやフォトンに加え、水素(H)原子等のラジカル種も欠陥を形成する。(ii) c-Si 表面の H 原子起因の欠陥は熱アニールにより回復する。(iii)過剰な H 原子照射により表面欠陥層(DSL)が形成され、この DSL は熱アニールによる修復は困難である等を示してきた。今回、薄膜成長時の下地 c-Si への H 原子起因の欠陥を調査したので報告する[2]。

図 1 に実験装置の概要を示す[1]。SOI(silicon on insulator) 上に水素希釈シランプラズマを用いて水素化アモルファスシリコン(a-Si:H)の成長を行った。成長時に、レーザー(波長 520nm、出力 1mW)を a-Si:H/SOI に照射し、SOI 内の光電流をその場計測した。SOI として p 型結晶シリコン(300nm、150-300 Ω cm、100 配向)を用いた。埋め込み酸化膜(BOX)の厚みは 500nm とした。SOI 表面には光電流計測用の電極(ITO/Ag/ITO)を設けた。SOI は a-Si:H 成長前に DHF 洗浄し、表面の自然酸化膜を除去すると共に水素終端した。

図 2 に光電流の時間発展の一例を示す[2]。SOI 上への a-Si:H の成膜は複数回に分けた(図中の矢印部分)。各成膜では、放電をパルス化し、放電時間を変化させることで膜厚を制御した。図より、光電流は極薄膜(<2.8nm)の成長で減少し、厚膜(>5.1nm)の成長で増加することが確認できる。この結果は以下の様に解釈される。a-Si:H 極薄膜成長時、H 原子は a-Si:H 膜中を拡散し下地の c-Si に到達する。到達した H 原子は a-Si:H/c-Si 界面及び c-Si 内に欠陥を形成し、その結果として光電流は減少する。一方、厚膜成長時には、H 原子の拡散は a-Si:H 内に制限され、下地の c-Si への H 原子の拡散が大幅に抑制される。そのため、c-Si 内の欠陥の発生は低減される。同時に、厚膜 a-Si:H の堆積により、c-Si 表面がパッシベーションされるため、光電流は増加する。講演では、H 原子供給量及び膜厚を変えた実験結果を紹介し、H 原子の拡散と欠陥の発生の関係について考察する。

謝辞：科研費(課題番号 18K03603)の助成及び NEDO の支援を受け実施されました。

[1] S. Nunomura et al., *Appl. Phys. Exp.* **12**, 051006 (2019).

[2] S. Nunomura et al., to be published in JJAP.

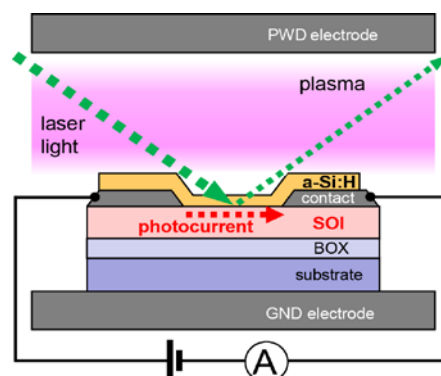


図 1 光電流のその場計測。a-Si:H 成膜中に SOI の光電流を計測。

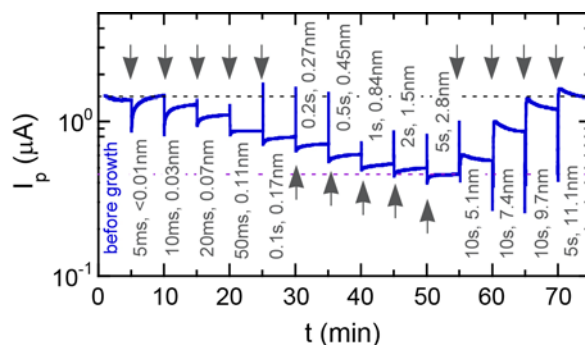


図 2 a-Si:H 成膜及びアニール時の SOI 内部を流れる光電流。成膜は複数回に分けて実施。数値は放電パルス幅と膜厚。