プラズマ誘起欠陥の発生と修復～結晶シリコンの表面パッシベーションへの影響～

Generation and annihilation of plasma-induced defects ~effects on c-Si surface passivation~

[1]産総研電子光基礎RI，[2]九大シス情，[3]自然科学研究機構
○布村 正太[1]，坂田 功[1]，榊田 創[1]，古閑 一憲[2,3]，白谷 正治[2]
[1]AIST RIAEP, [2]Kyushu Univ., [3]NINS
○Shota Nunomura[1], Isao Sakata[1], Hajime Sakakita[1], Kazunori Koga[2,3], Masaharu Shiratani[2]
E-mail: s.nunomura@aist.go.jp

半導体デバイスにおいて、結晶シリコン(c-Si)の表面パッシベーションはデバイス性能の向上に向け重要な役割を担う。表面パッシベーションは、表面の欠陥を終端しキャリアの再結合を抑止することを意味し、通常、ワイドギャップ材料のパッシベーション膜を c-Si 上にプラズマ成膜法により形成することで得られる。しかしながら、パッシベーション膜形成時に、c-Si 表面近傍にプラズマ誘起欠陥が発生しデバイス性能を低下させることが懸念されている。そこで今回、水素化アモルファスシリコン（a-Si:H）を一例として取り上げ、プラズマ成膜時における a-Si:H/c-Si 界面近傍の欠陥の発生と修復を調べたので報告する [1]。

図１に実験装置の概要を示す[1]。SOI(silicon on insulator) 基板上に水素希釈シランプラズマを用いて a-Si:H の成膜を行った。成膜時に、レーザー(波長 520nm、出力 1mW)を a-Si:H/SOI に照射し、SOI 内の光電流を実時間その場計測した。SOI には、p 型結晶シリコン(300nm、150-300Ωcm、100 配向)を用いた。SOI 表面には光電流計測用の電極（ITO/Ag/ITO）を設けた。SOI は成長前に DHF 洗浄し、表面の自然酸化膜を除去し水素終端した。SOI 内の光電流は、a-Si:H/c-Si 界面の欠陥と強い相関を有し、光電流の低下は欠陥の発生を意味する[2]。

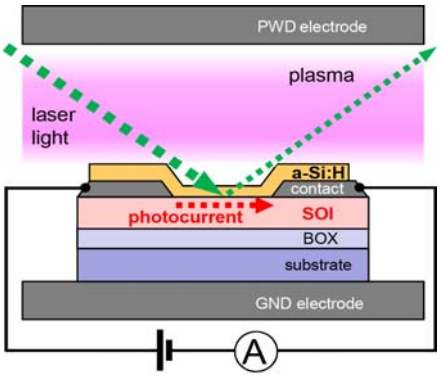

図１　光電流のその場計測。a-Si:H 成膜中に SOI の光電流を計測。

図２に光電流の a-Si:H 膜厚依存性を示す。光電流は成膜前の初期値で規格化した。また、パラメータとして水素希釈（H_2 と SiH_4 の流量比）を D=0-10 の範囲で変化させた [3]。図より、光電流 I_p/I_{p0} は、極薄膜（約 3.0nm 以下）の成長に伴い減少し、その後、厚膜化に伴い増加することがわかる。また、光電流の減少は、水素希釈の増加に伴い増大することも確認できる。これらの結果は、極薄膜成長時に、プラズマから供給される水素原子が膜中を拡散し a-S:H/c-Si 界面近傍に欠陥を形成することを示唆する。講演では、実験方法及び結果の詳細を紹介し、H 原子の拡散と欠陥の発生の関係について考察する。

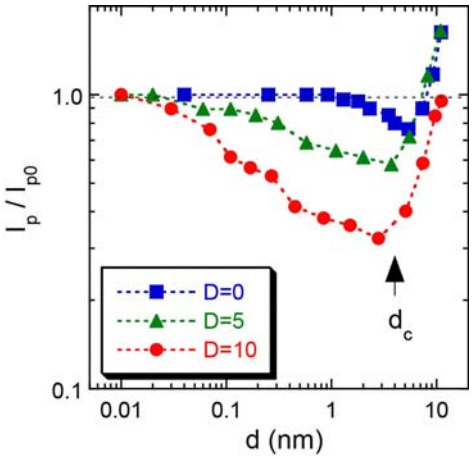

図２　光電流 I_p/I_{p0} の膜厚依存性。図中のパラメータは水素希釈率 D。

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.*, *submitted to J. Appl. Phys.*.
[2] S. Nunomura *et al.*, *Appl. Phys. Exp.* ***12***, 051006 (2019).
[3] S. Nunomura *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* ***59***, SHHE05 (2020).