19p-S10-10

プラズマプロセス下の半導体薄膜の欠陥発生と修復の実時間モニタリング

Real-time monitoring of defect creation and relaxation during semiconductor processing

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

プラズマを用いる半導体薄膜の形成及び加工プロセスにおいて、膜中の欠陥発生と修復に関するダイナミクスを理解することは、デバイスの高性能化に向け極めて重要である。一般に、プラズマプロセス下の半導体薄膜は、①イオンボンバードメント、②フォトン照射、③活性種の付着及び内部拡散等によって欠陥が形成されることが知られている。しかしながら、欠陥が形成される厚み（表面欠陥層）や、発生及び修復に要する時間スケールは十分に理解されていない。そこで、今回、水素及びアルゴンプラズマを太陽電池用途の薄膜シリコンに照射し、光電流の測定（余剰キャリアの輸送特性）を通して、欠陥の発生と修復をモニタリングしたので報告する。

プラズマ照射下の水素化アモルファスシリコン（a-Si:H）薄膜に、可視（ＶＩＳ）及び近赤外（ＮＩＲ）の２種類のプローブ光を照射しそれぞれに応答する光電流を計測した[1]。可視域のプローブ光としてグリーンレーザー（532nm,0.4mW）を用い、膜中での吸収長が短い（約 70nm）点に着眼し、表面近傍のキャリア輸送特性の評価に用いた。一方、近赤外域のプローブ光は近世外レーザー（1342nm,500mW）を用い、吸収長が長いことを鑑み、主としてバルク中のキャリアの輸送特性を評価する目的に用いた。これら２種類のプローブ光励起の光電流の時間発展を測定し、表面もしくはバルク中での欠陥の発生と修復をモニタリングした。実験では、プラズマ起因の表面再結合電流やリーク電流の影響を取り除くため、ロッキン法を用いた電流計測を行った。

図１に、プラズマ照射時及び照射後のアニーリング期間における a-Si:H 薄膜の光励起電流の時間変化を示す。水素プラズマ照射時、可視光励起の光電流（I_{VIS}）は大きく減少するが、照射後ほぼ回復した。一方、アルゴンプラズマを照射した場合、I_{VIS} は同様に大きく減少するが照射後のアニーリングを経ても十分に回復しなかった。本結果は、水素プラズマ照射によって発生した欠陥は、水素原子によってほぼ完全に修復されるのに対し、アルゴンプラズマ照射によって形成される欠陥は残留することを示唆する。また、プラズマ照射時の近赤外光励起の光電流（I_{NIR}）と I_{VIS} の減少分を比較すると、I_{NIR} の減少の割合が小さいことから、欠陥は主として表面近傍に形成されると推測される。欠陥形成層の厚みや欠陥発生と修復の時間スケールの詳細は講演で報告する。

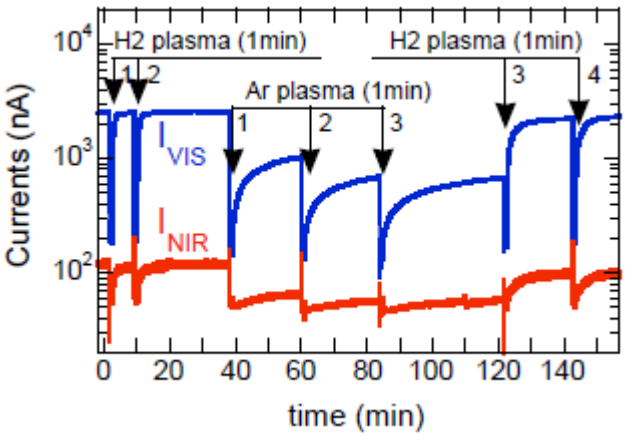

図１　プロセス下における a-Si:H 薄膜（膜厚 730nm）の光電流の時間変化。可視光励起の光電流(I_{VIS})は表面近傍の欠陥を反映し、近赤外光励起の光電流（I_{NIR}）はバルク中の欠陥を反映する。

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).

© 2014 年　応用物理学会