

プラズマ誘起欠陥の発生と修復 ～イオン照射に伴う残留欠陥の形成～

Generation & annealing of plasma-induced defects ~ ion-created residual defects ~

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

半導体デバイスの作製工程において、プラズマプロセスに関連する欠陥の発生と修復に関する物理化学を理解することは、デバイスの高性能化に向け極めて重要である。通常、プラズマプロセス下の半導体薄膜は、①イオン、②活性種（ラジカル）、③フォトン等の照射によって欠陥が形成されることが知られているが[1]、各粒子種が膜中の何処にどの程度の欠陥を形成するのか、また、これらの欠陥がどのように修復されるのかについての知見は十分に得られていない。本研究では、太陽電池用途の水素化アモルファスシリコン(a-Si:H)薄膜に各種プラズマを照射し、照射中およびその後の熱アニール時の欠陥の発生と修復に関する知見を得たので報告する。

プラズマプロセス下の a-Si:H 薄膜の欠陥をモニタリングする目的で、a-Si:H 薄膜の光電流を実時間その場で測定した[2]。一般に、欠陥密度 (Si ダングリングボンド) は光電流に反比例する関係にあることから、本研究では、この光電流を計測し欠陥の増減をモニタリングした。光電流の励起には、約 1kHz 変調のプロープ光 (520nm, 1mW) を用い、変動する光電流信号をロッキンアンプにより検出した。図 1 に、アルゴン(Ar)プラズマ照射中及び照射後の熱アニール中における光電流の時間変化を示す[3]。光電流 (I_p) はプラズマ照射時に大きく減少するが、照射後の熱アニール時に回復することが確認された。しかしながら、光電流の回復は、プラズマ照射前のそれと比べ小さい値に制限され、欠陥が残留することが示された (残留欠陥の形成)。また、興味深いことに、その後の水素(H₂)プラズマ照射により、光電流はおおよそ元のレベルに回復し、Ar プラズマ誘起の残留欠陥が修復されることが示された。これらの結果より、残留欠陥の形成には Ar イオンの照射が原因であり、残留欠陥の修復には水素原子が極めて重要な役割を担うことが示唆される。Ar プラズマの照射時間を変え、光電流の減少と残留欠陥の形成量を調べた結果を図 2 に示す[3]。プラズマ照射時間を長くするとともに残留欠陥が増大する結果を得た。講演では、実験結果の詳細を報告し、残留欠陥の形成メカニズムについて考察する。

謝辞：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] K. Eriguchi, *J J Appl. Phys.* **56**, 06HA01 (2017).

[2] S. Nunomura et al., *Appl. Phys. Express* **6**, 126201 (2013).

[3] S. Nunomura et al, to be submitted.

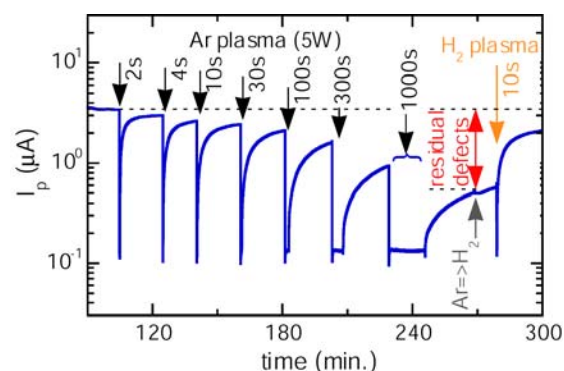


図 1 Ar プラズマ照射および熱アニール中の a-Si:H 薄膜の光電流の時間変化[3]。

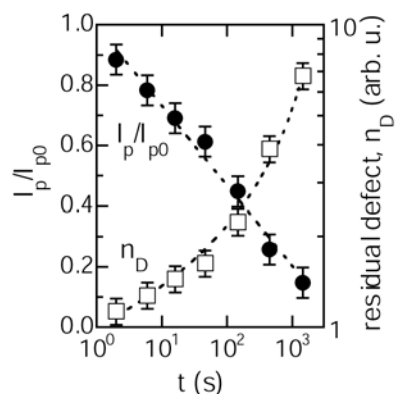


図 2 Ar プラズマ照射に伴う光電流の減少および残留欠陥量の相対変化[3]。