

プラズマ誘起欠陥の発生と修復 ～欠陥修復の活性化エネルギー～

Generation and annealing of plasma-induced defects ~ activation energy of annealing~

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

プラズマプロセス下の半導体デバイスの欠陥の発生と修復に関するメカニズムを理解することは、デバイスの高性能化に向け有用である。通常、プロセス後のデバイスには多くの欠陥が形成され、欠陥の修復に熱アニールプロセスが多用される。しかしながら、プロセスの種類、材料またはデバイスの構造によって、アニール処理（温度と時間）が異なり、これまで経験的に最適化されてきた。そこで、本研究では、太陽電池用途の a-Si:H 薄膜に対し、プラズマおよび各粒子種を照射した際の欠陥形成と熱アニール時の欠陥修復について実験を行ったので報告する。

図 1 に示す通り、プラズマからの各粒子を選択的に照射する目的で、a-Si:H 膜の前面に遮蔽板を設けたサンプル[1]を準備した。遮蔽板の材質（ガラス、石英）を変え透過する光子エネルギーを制御するとともに、封止法（隙間の有無）を変えラジカルの流入を制御した。これらサンプルに対し、プラズマを照射し a-Si:H 薄膜の光電流を実時間その場測定した。この光電流の測定を通し欠陥密度（Si ダングリングボンド）の相対変化をモニタリングした[2]。図 2 に、一例として、サンプル構造 C を用いて、水素(H₂)プラズマからの発光（波長約 250nm 以上の光）を照射した際の光電流の変化を示す。光電流 (I_p) は光子照射に伴い減少するが、照射後の熱アニール期間中に完全に回復することが確認された[3]。本結果は、光誘起の欠陥は熱アニールにより完全に修復することを意味する。また、回復に要する緩和時間は数分程度で短時間であることもわかる。このような熱アニール実験を、様々なサンプル構造 (A-D) に対して行い、欠陥のアニールに必要な緩和時間を測定し、活性化エネルギーを求めた[3]。講演では、欠陥形成方法の違い（プラズマ、ラジカル、光子）による活性化エネルギーの違いを紹介し、欠陥の形成と修復に関する考察を行う。

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] S. Uchida et al. *J. Appl. Phys.* **103**, 073303 (2008).

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

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

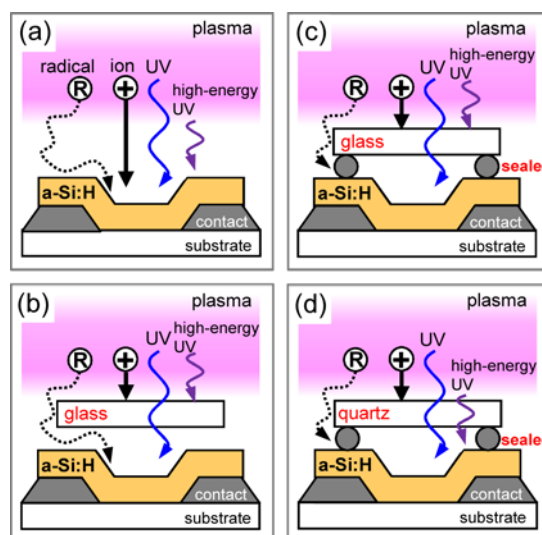


図 1 プラズマ照射用のサンプル構造[3]

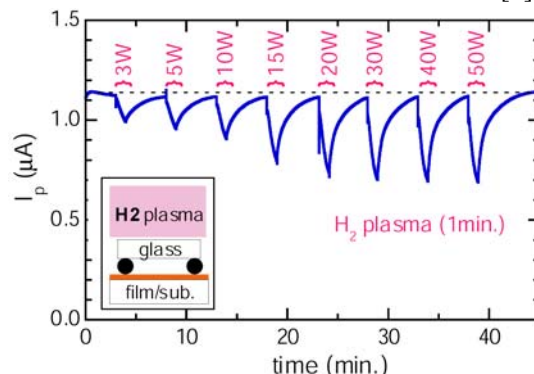


図 2 H₂プラズマからの UV フォトン照射およびその後のアニール時の光電流の変化[3]。