

プラズマ誘起欠陥の発生と修復 ～少数キャリアライフタイムによる定量評価～ Generation and annihilation of plasma-induced defects ~quantitative evaluation by carrier lifetime~

産総研¹, 名大², °布村 正太¹, 坂田 功¹, 堤 隆嘉², 堀 勝²

AIST¹, Nagoya Univ.², °S. Nunomura¹, I. Sakata¹, T. Tsutsumi², M. Hori²

E-mail: s.nunomura@aist.go.jp, tsutsumi@plasma.engg.nagoya-u.ac.jp

先端半導体デバイスの作製に用いるプラズマプロセスにおいて、プロセス中のイオン衝撃によりデバイス内に欠陥が生じることが知られている。これらの欠陥は、デバイスの性能劣化をもたらすため、欠陥発生の抑止、もしくは、欠陥の修復が必要不可欠である。これまで、イオン由来の結晶シリコン(c-Si)内の欠陥は数多く報告されているが、薄膜を有する場合の薄膜/c-Si 界面における欠陥に関する報告例は少ない。今回、太陽電池パッシベーション用の水素化アモルファスシリコン(a-Si:H)膜付 c-Si ウェハにアルゴン(Ar)イオンを照射し、a-Si:H/c-Si 界面近傍の欠陥を少数キャリアのライフタイム測定を通し定量的に調査したので報告する[1]。

図1に Ar イオン照射実験装置の概要を示す。二周波容量結合型放電様式を採用し、Ar ガス雰囲気中で上部電極に高周波(100MHz)を供給しプラズマを生成した。下部電極に低周波(2MHz)を印加しバイアス電圧を調整した。サンプルは室温の下部電極上に設置した。サンプルの構造は、p-i stack a-Si:H(10nm) / n-type FZ textured c-Si(280 μ m) / i-n stack a-Si:H(20nm)とした。バイアス電圧(floating, -50V ~ -300V) 即ちイオンエネルギーを変えてイオン照射実験を行った。イオン照射による欠陥の発生及びアニールによる欠陥の修復を c-Si の少数キャリアのライフタイムにより評価した。ライフタイムの測定には QSSPC 法を用いた[2]。

図2にイオン照射前、照射後及びアニール後のライフタイム(τ)の変化を示す。各バイアスでの比較のため、ライフタイムはイオン照射前の初期値(τ_{ini})で規格化した。初期値のライフタイムの絶対値は約 5ms であり、デバイスグレードのパッシベーション膜を準備した。図より、イオン照射に伴い、ライフタイムが低下し、a-Si:H/c-Si 構造の界面近傍で欠陥が発生していることが確認できる。また、このライフタイムの低下は、バイアス電圧の増加に伴い大きくなることから、より多くの欠陥が発生していることがわかる。一方、イオン照射後のサンプルをアニールすることで、ライフタイムが回復することも確認できる。但し、高バイアス (高エネルギーイオン照射) 後のサンプルでは、アニールによるライフタイムの回復、即ち欠陥の修復が十分でないことも確認できる。講演では、結果の詳細を報告し更なる考察を行う。

謝辞：本研究は科研費 (18K03603) の助成を受け実施された。イオン照射実験は、名古屋大学低温プラズマ科学研究センターにおける共同利用・共同研究として実施された。

[1] S. Nunomura *et al.*, to be submitted.

[2] <https://www.sintoninstruments.com/products/wct-120/>

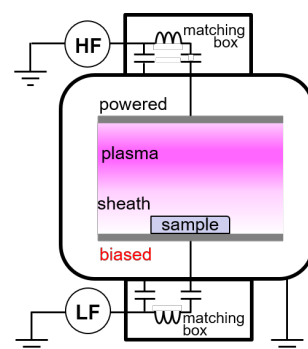


図1 実験装置の概要。サンプルを下部電極に設置しイオンを照射。

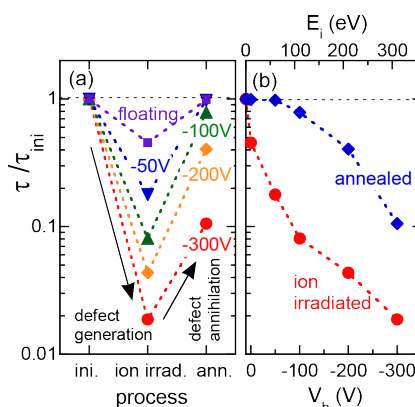


図2 イオン照射前、照射後、アニール後の c-Si 基板のライフタイムの変化。ライフタイムの低下は欠陥の発生を意味する。