

フッ素注入した Poly-Si/SiO₂/Si 構造における酸化膜の特性評価

Evaluation of oxide layer in fluorine-implanted poly-Si/SiO₂/Si structure

産業技術総合研究所 再生可能エネルギー研究センター

○棚橋 克人, 立花 福久, 高遠 秀尚

Renewable Energy Research Center, AIST

○Katsuto Tanahashi, Tomihisa Tachibana, and Hidetaka Takato

E-mail: tanahashi.katsuto@aist.go.jp

1. 緒言 MOS 構造 (ポリシリコン電極/ゲート絶縁膜/シリコン基板) のポリシリコン層へフッ素をイオン注入し, 熱処理によってゲート絶縁膜や基板へ拡散させることにより, トランジスタの電気特性が向上する. 酸化膜/基板の界面欠陥がフッ素を終端するなど, 酸化膜中や界面でのフッ素の挙動が議論されてきた. 結晶シリコン太陽電池の TOPCon 型と呼ばれているセルの poly-Si/SiO₂/Si 構造は MOS 構造に類似しており, フッ素注入プロセスの活用が期待できる. 今回我々はこの構造に対してフッ素注入したときの酸化膜の特性を調査したので報告する.

2. 実験方法 シリコン基板 (*p* 型, 6 インチミラー) に熱酸化膜 (厚さ 20nm) を形成した. さらに LPCVD 法により poly-Si 層 (厚さ 100 nm) を成膜し, poly-Si/SiO₂/Si 構造を作製した. Poly-Si の表面からフッ素イオン(F⁺)を注入した. 加速エネルギーを 5 keV としたため, フッ素イオンは poly-Si 層のみへ注入されている. ドーズ量は $1 \times 10^{13} \sim 1 \times 10^{15}$ atoms/cm² である. 900°C で等温熱処理 (窒素雰囲気) を行った後, ウェットエッチングにより poly-Si 層を除去し SiO₂/Si 構造としてから酸化膜の特性を評価した.

3. 結果と考察 Fig. 1 はドーズ量が 1×10^{15} atoms/cm² で 900°C のアニールを行ったときのフッ素と水素の深さ方向分布である. Poly-Si からフッ素が内方拡散して基板に到達している. フッ素は SiO₂/Si 界面にパイルアップし, 酸化膜側にピークを持っていることが特徴である. ドーズ量を増やすと酸化膜中のフッ素濃度が増加する. Poly-Si 層に含まれる水素も酸化膜と基板へ拡散していることが分かった. Fig. 2 は 900°C のアニール後の (a) SiO₂/Si の界面欠陥密度と (b) 固定電荷密度である. フッ素注入に伴い界面欠陥密度, 固定電荷密度ともに減少することが分かった. これらの結果は, フッ素による界面欠陥の終端と負の固定電荷の生成に起因するものと考えられる.

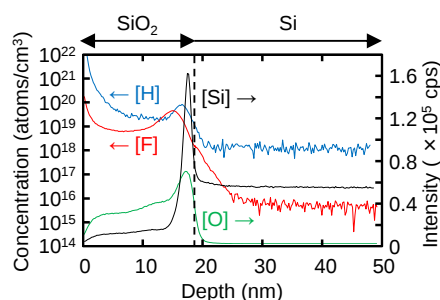


Fig. 1 Depth profile of fluorine and hydrogen in SiO₂/Si.

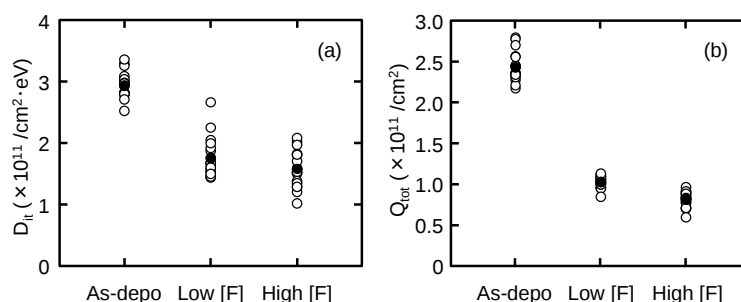


Fig. 2 (a) interface defect density and (b) total fixed charge density in fluorine-implanted poly-Si/SiO₂/Si.