

フッ素イオン注入したpoly-Si/SiO₂/Siの酸化膜の評価

棚橋 克人、立花 福久、高遠 秀尚
産業技術総合研究所 再生可能エネルギー研究センター

背景

- フッ素は酸化膜/シリコンの界面欠陥を末端する働きがあり、MOSTランジスタのゲート絶縁膜へフッ素をドーピングすることにより電気特性が向上する。
- TOPConのpoly-Si/SiO₂/Siの構造はMOSTランジスタのポリシリコン電極/ゲート絶縁膜/シリコン基板に類似していることから、フッ素をドーピングするプロセスの親和性が高い。
- MOSTランジスタではポリシリコンへフッ素を注入し、熱処理によってゲート絶縁膜とシリコン基板へ拡散させている。本研究において、イオン注入法によりpoly-Si/SiO₂/Si構造へフッ素注入を行い、フッ素の分布と酸化膜の特性を評価した。

実験方法

- 熱酸化膜付き(厚さ20nm)のシリコン基板(p型、6インチミラー)に、LPCVD法によりpoly-Si(厚さ100nm)を成膜した。
- poly-Si/SiO₂/Si構造へフッ素イオン(F⁺)を注入した。加速エネルギーは5keV、ドーズ量は1×10¹³~1×10¹⁵ atoms/cm²である。F⁺はpoly-Siのみに注入されている。
- 900°Cの等温熱処理(窒素雰囲気中)を施した。
- ケミカルエッチングによりpoly-Si層を除去した後、酸化膜の特性を評価した。

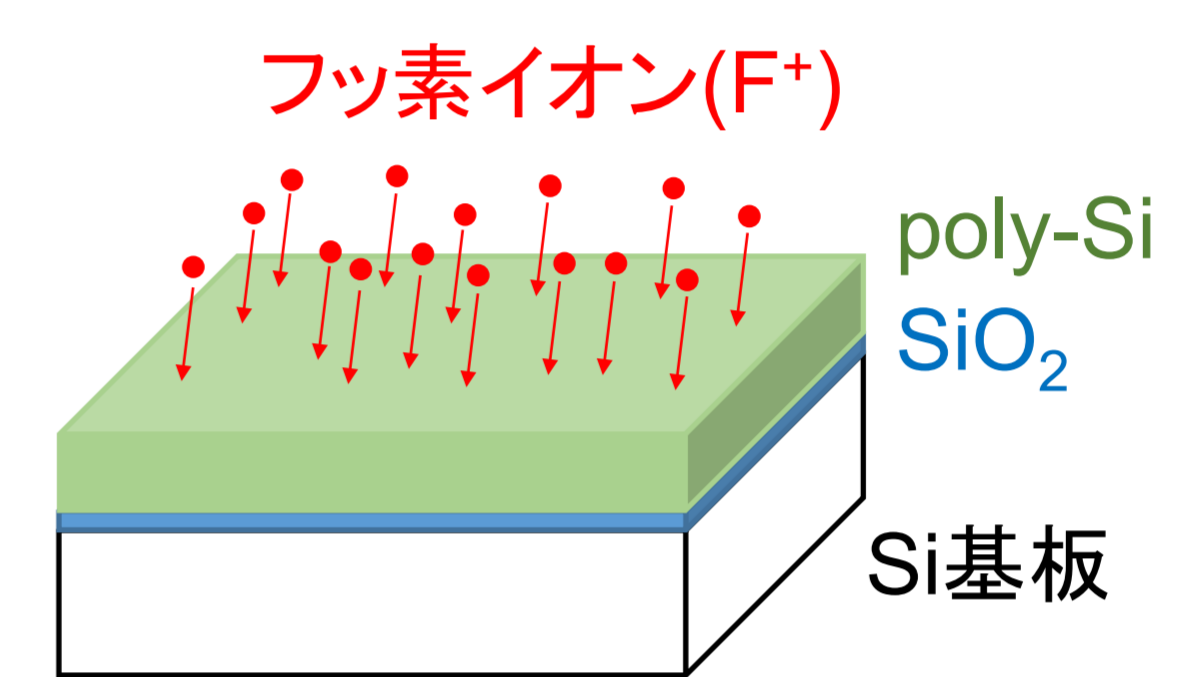


図1 poly-Si/SiO₂/Si構造へのフッ素注入の模式図

結果と考察

(1) 酸化膜中のフッ素の分布

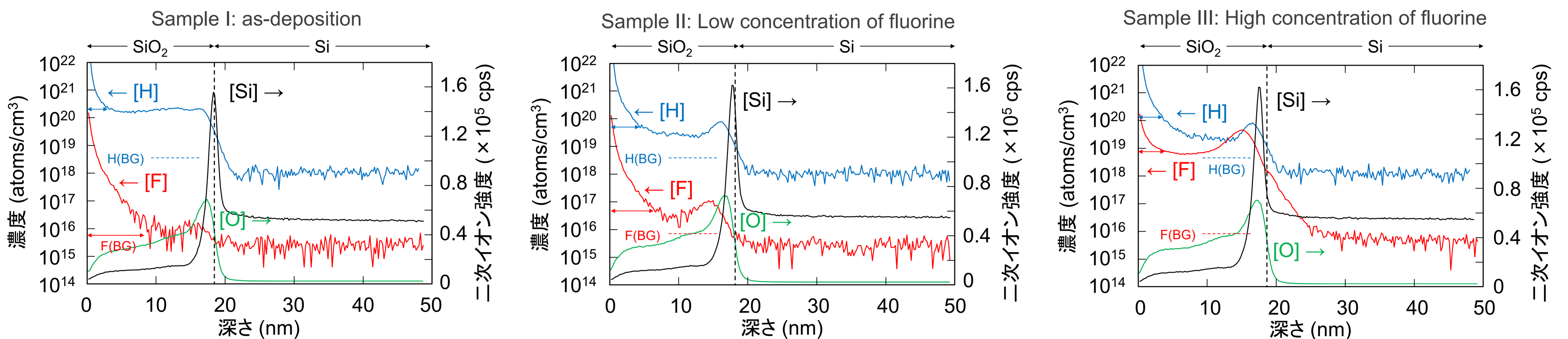


図2 SIMS法によるSiO₂/Si中のフッ素濃度、水素濃度、酸素の二次イオン強度の深さ方向分布

(poly-Siをエッチングし、SiO₂/Si構造の酸化膜表面からSIMS分析を行った。両矢印で示した表層のフッ素(赤)と水素(青)は表面吸着物に起因する。酸化膜中のバックグラウンドレベル(BG)を点線で示した。)

(2) フッ素をドーピングした酸化膜の特性

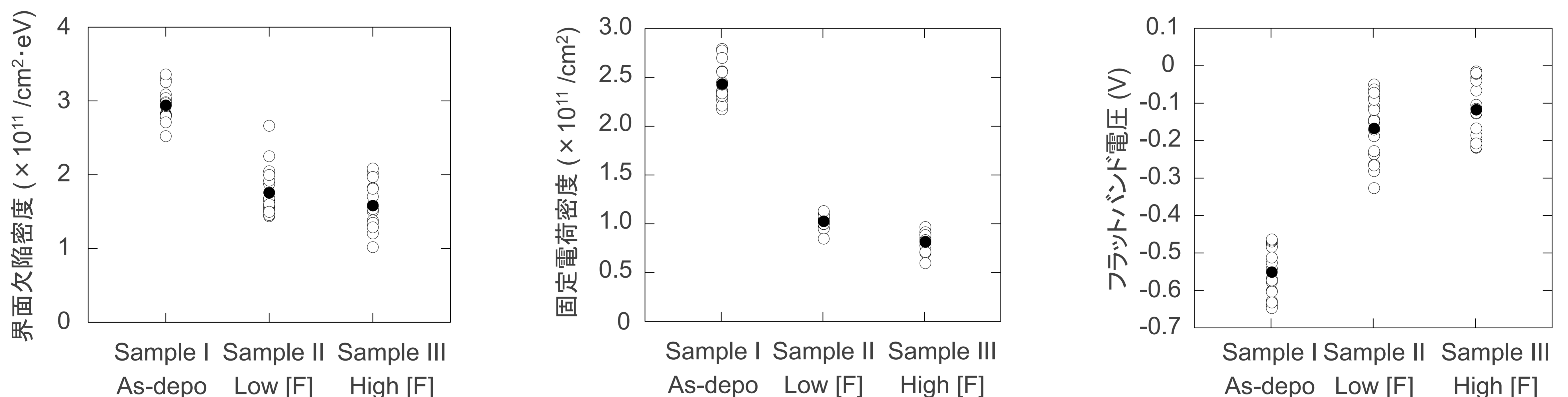


図3 poly-Si層をエッチングし、SiO₂/Si構造としたときの界面欠陥密度、固定電荷密度とフラットバンド電圧

- poly-Siへ注入されたフッ素はSiO₂/Si側へ内方拡散し、SiO₂/Si界面にパイルアップすることが分かった。
- フッ素濃度の増加に伴い界面欠陥密度が減少した。これはSiO₂/Siの界面欠陥がフッ素によって末端された効果である。
- フッ素ドーピングにともなう固定電荷の減少が観測された。フッ素ドーピングによる負の固定電荷の生成に起因する。