

イオン注入酸化膜によるシリコン基板の パッシベーション技術の開発

棚橋克人、高遠秀尚


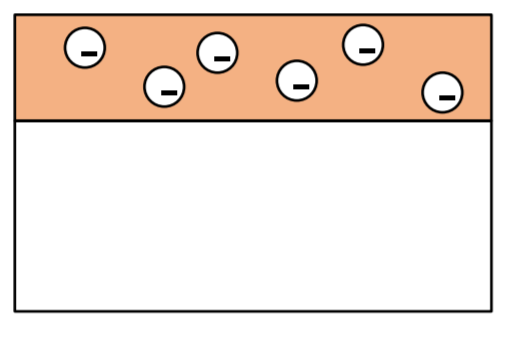
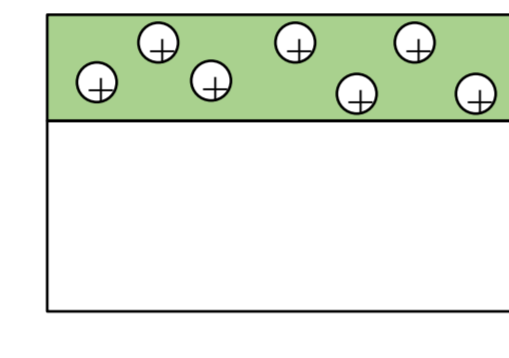
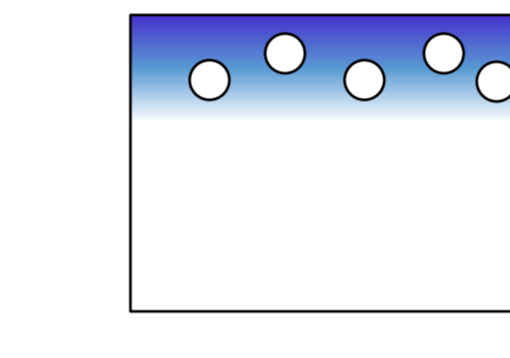
産業技術総合研究所 再生可能エネルギー研究センター

研究の目的

- 結晶シリコン太陽電池においてはパッシベーション膜としてシリコン酸化膜、アルミナ膜、窒化膜などが用いられている。界面欠陥や固定電荷など各種パッシベーション膜の特徴を活かして使い分けられている。
- 我々はイオン注入法を用いて酸化膜中の固定電荷を制御することにより「界面欠陥が低密度且つ電界効果の働きをもつ酸化膜(パッシベーション膜)」の開発に取り組んでいる。
- 今回、「シリコンへのカーボン注入+ウェット酸化」によりシリコン酸化膜への負の固定電荷の形成を検討した。

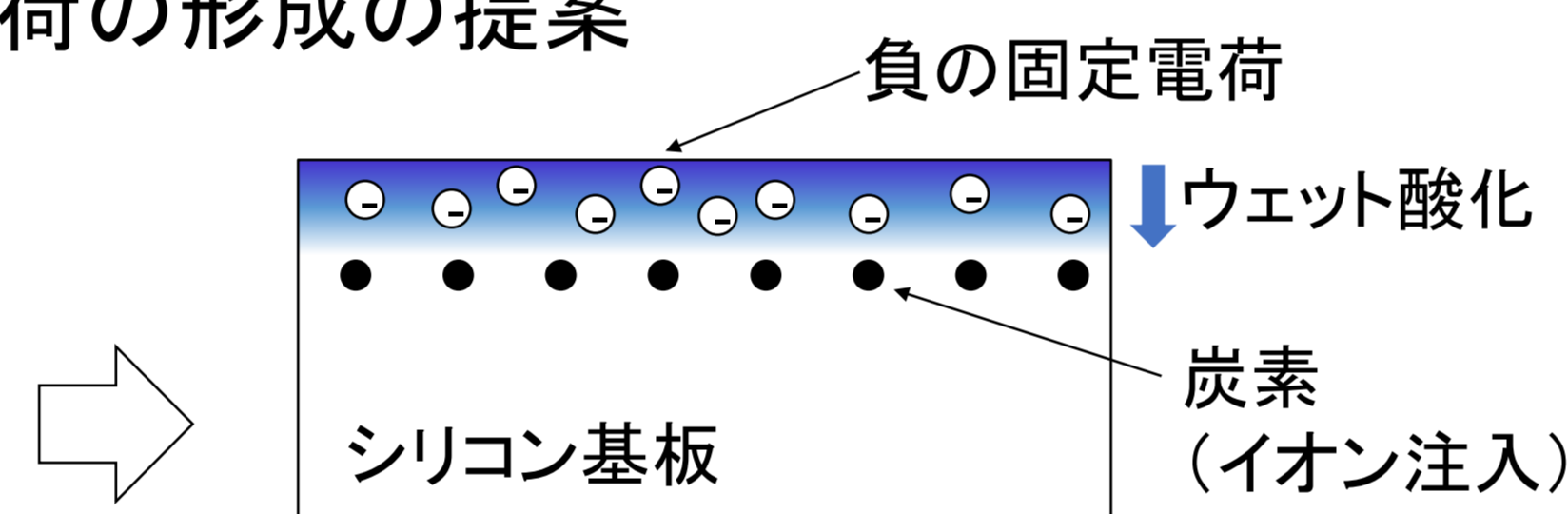
イオン注入酸化膜における固定電荷の制御:カーボン注入による負の固定電荷の形成

(1) パッシベーション膜の種類と特徴

	酸化膜	アルミナ	窒化膜	本研究 イオン注入酸化膜
膜種				
特徴	低界面欠陥密度	負の固定電荷	正の固定電荷	<ul style="list-style-type: none"> 固定電荷 イオン注入により極性と密度を制御 低界面欠陥密度

(2) イオン注入による負の固定電荷の形成の提案

- SiCパワーデバイスではウェット酸化膜中に発生する負の固定電荷の抑制が課題である。
- 白石らによれば、負の固定電荷の原因は酸化膜中に形成される炭酸イオン(CO₃²⁻)である。¹



シリコン基板へカーボン注入した基板をウェット酸化し、シリコン酸化膜中へ負の固定電荷を形成するというアイデア

(3) 実験方法

シリコン基板(半導体用6インチミラー基板)
・p型、基板比抵抗7Ω・cm

スルー酸化膜

カーボン注入
・加速エネルギー10keV
・ドーズ量1×10¹⁵/cm²

スルー酸化膜除去

ウェット酸化
・900℃

MOSキャパシタ作製

C-V測定

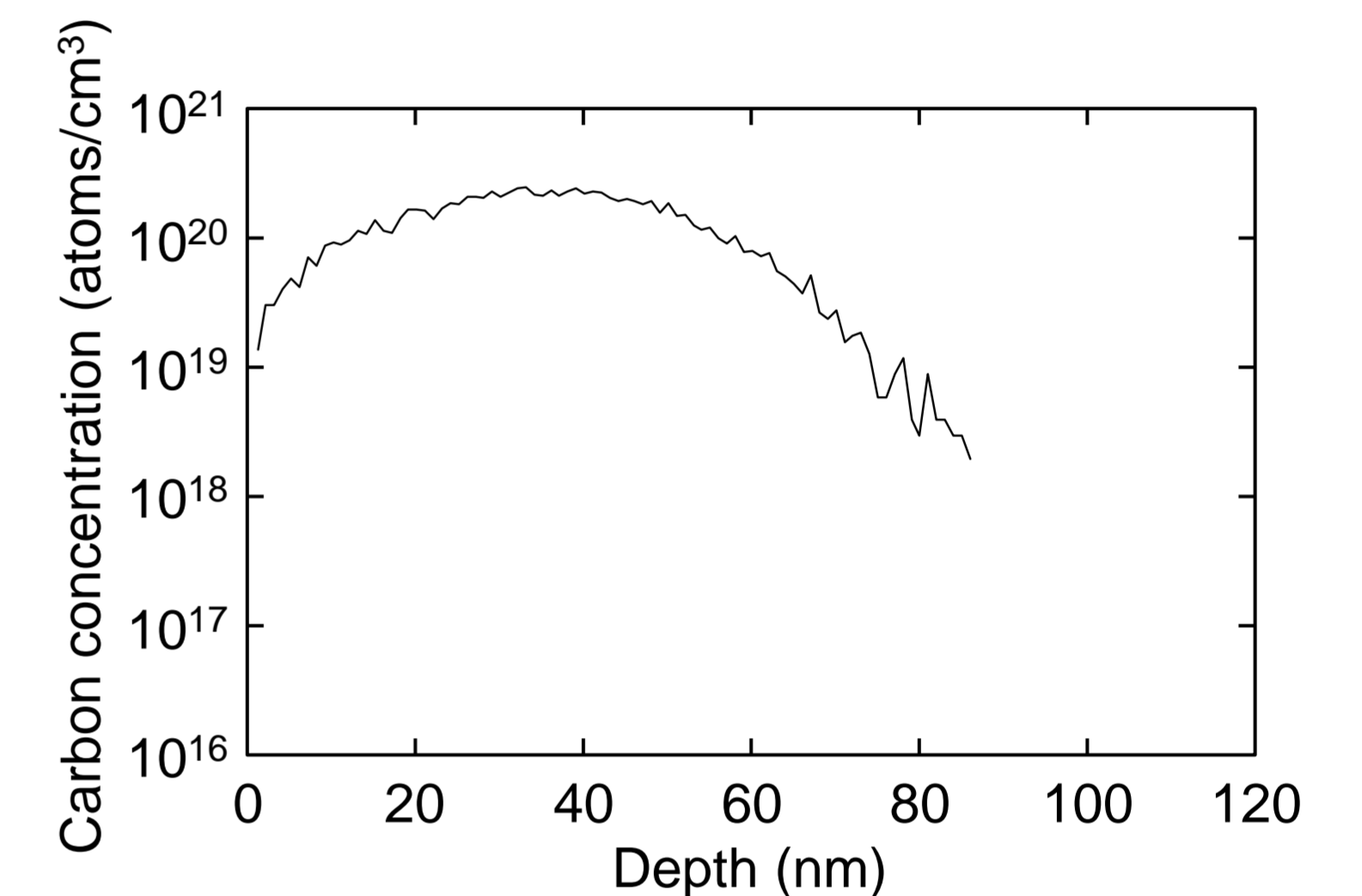


図1 シリコン基板へカーボンを注入(10 keV, 1×10¹⁵/cm²)したときの深さ方向分布のシミュレーション。

(4) 結果:C-V曲線の挙動

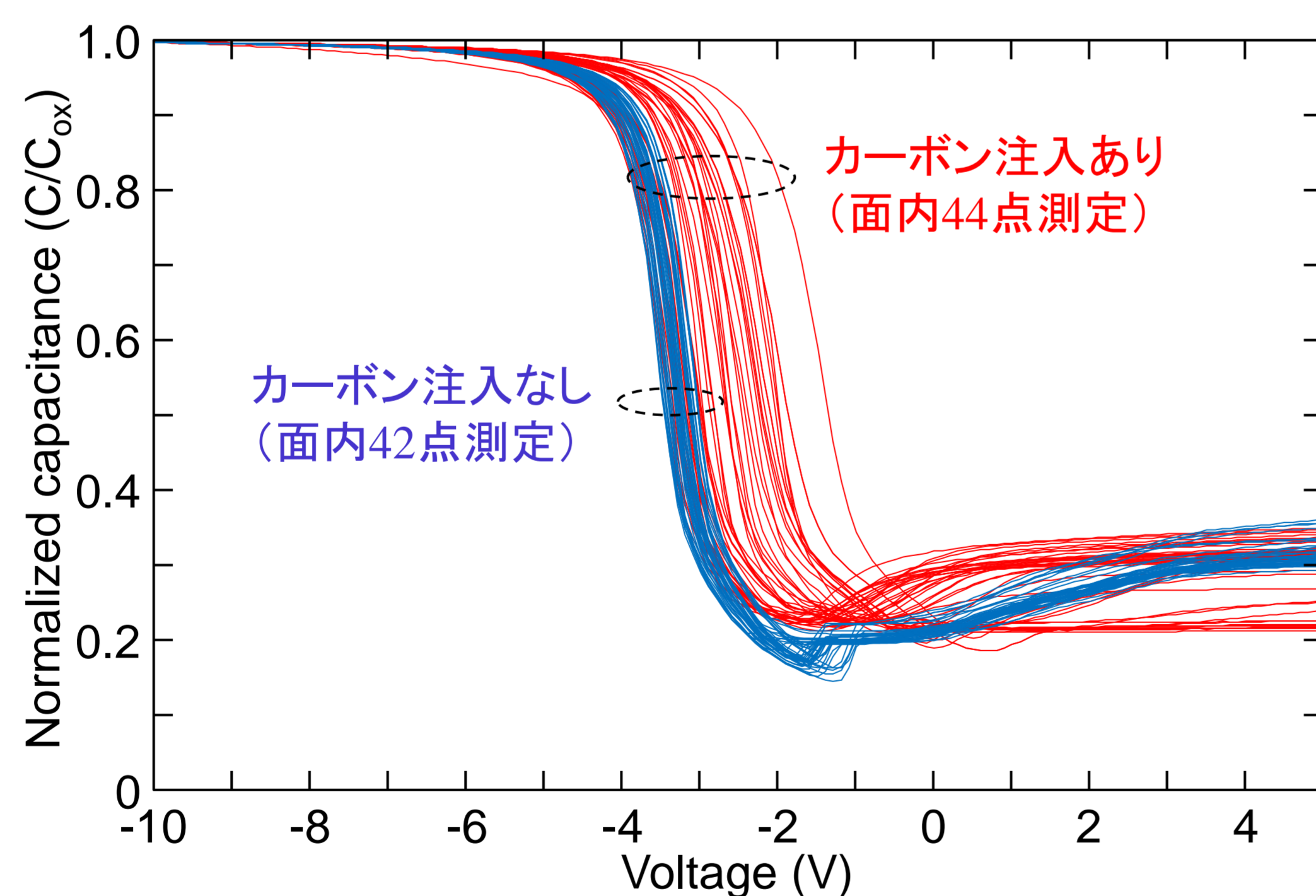


図2 「カーボン注入あり・なし+ウェット酸化」により形成したシリコン酸化膜のC-V曲線。

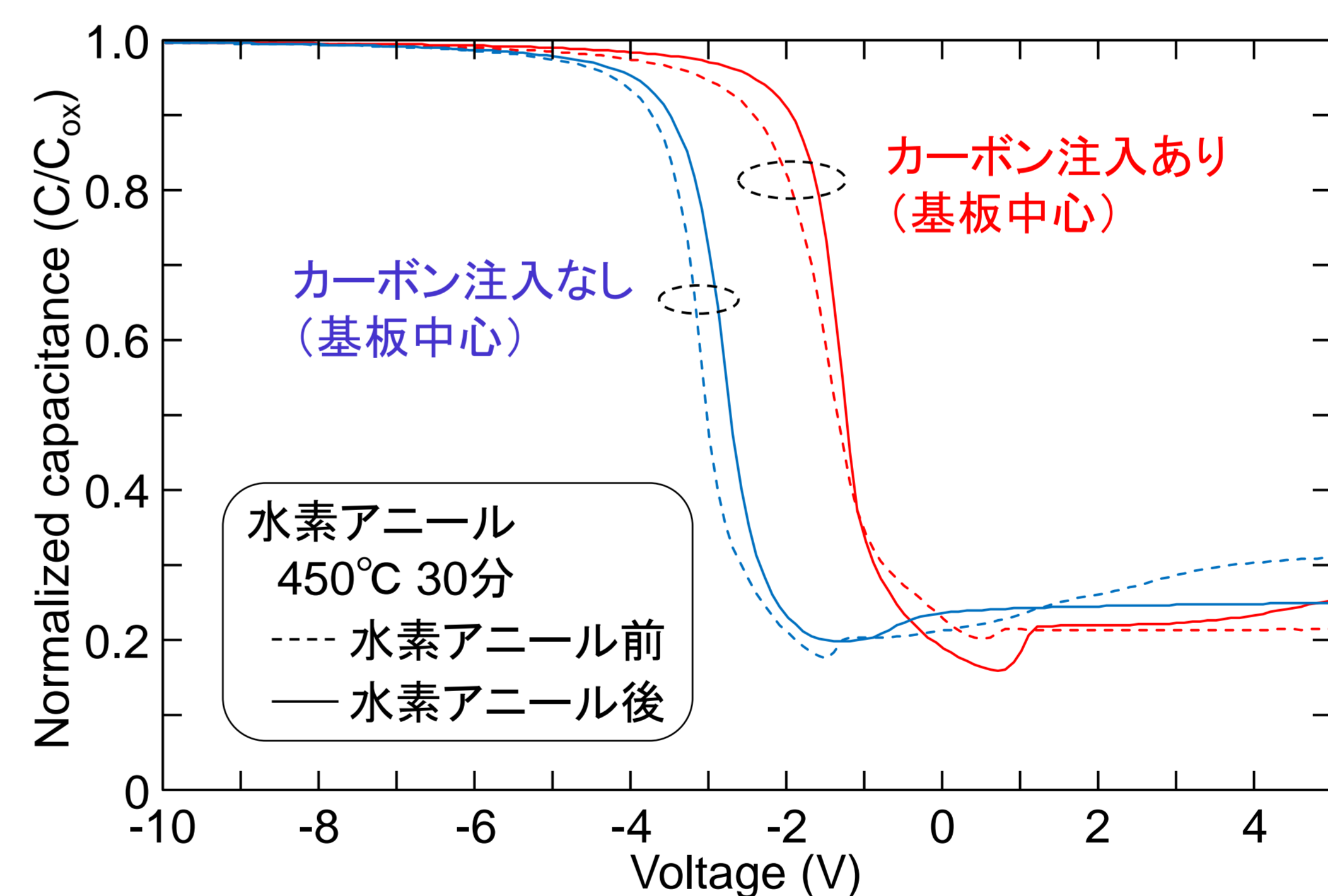


図3 カーボン注入あり・なしウェット酸化膜のC-V曲線に対する水素アニールの影響。

- p型シリコン基板へカーボン注入した基板のウェット酸化膜のC-V曲線はフラットバンド電圧が増加する方向へシフトし、水素アニールによってもカーボン注入あり・なしのC-V曲線の相対位置に変化は無い。

結論

- 今回、カーボンを注入したシリコン基板のウェット酸化膜に負の固定電荷が形成されていることを示唆する実験結果が得られた。今後カーボン注入やウェット酸化など各種プロセス条件について現象を明らかにし、我々が取り組んでいるイオン注入法によるシリコン酸化膜中の固定電荷の制御技術の開発につなげていく。

参考文献

- 1) Y. Ebihara, K. Chokawa, S. Kato, K. Kamiya, and K. Shiraishi, Appl. Phys. Lett. **100**, 212110 (2012).