

Photo-assisted CV 測定で評価する NIT にみる NO-POA と wet-POA 界面特性の違い Difference of the effect on interface properties between NO-POA and wet-POA in terms of NIT evaluated by photo-assisted CV measurement

東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻 [○]西田 水輝, 作田 良太, 平井 悠久, 喜多 浩之
Dept. of Materials Engineering, The Univ. of Tokyo, [○]Mizuki Nishida, Ryota Sakuta, Hirohisa Hirai
and Koji Kita

E-mail: nishida@scio.t.u-tokyo.ac.jp

[序論] SiC MOSFET のチャネル移動度や信頼性は酸化後の POA(post-oxidation-annealing)により変化する。界面欠陥準位密度(D_{it})を低減させる技術として NO-POA ^[1]や H_2O 雰囲気下での wet-POA^[2]などがあるが、それぞれの効果を独立して適用できるかどうかは明らかではなく、また両者を組み合わせた場合に関する報告は限られている^[3]。本研究では特に、NO-POA 後に wet-POA を行った場合について D_{it} や NITs(near interface traps), MOSFET 移動度の観点で調査を行った。

[実験] n 型エピタキシャル層($N_D = 1.0 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$)を有する 4H-SiC Si 面基板を洗浄後、1300°C での dry 酸化ののち、NO: N_2 =1:2 の混合ガス雰囲気下で 1150°C, 2hr の NO-POA を行った。次に H_2O : O_2 =9:1 雰囲気下で 800°C 0-8 hr の wet-POA を行って MOS キャパシタとした。コンダクタンス法により D_{it} を、photo-assisted CV 測定から比較的応答の遅い NITs とエネルギー的に深い界面欠陥準位を評価した^[4]。また、一部の条件に関しては、p 型エピタキシャル層($N_A = 1.3 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$)を有する 4H-SiC Si 面基板上に MOSFET を作製し、電界効果移動度の測定を行った。

[結果・考察] Fig. 1 は典型的な photo-assisted CV 特性を示している。反転側へ電圧を印加した状態でエネルギー 3.4 eV の単色光を照射し、光の遮断後に電圧を掃引した。この時現れるヒステリシスは比較的応答が遅い欠陥準位に起因する^[4]ことから NITs の量を推定することができる。本研究ではフラットバンド容量における電圧差分から NITs を推定した。Fig. 2 は各サンプルにおける NITs の推定結果を示しており、NITs が極小をとる傾向がある。Fig. 2 中にコンダクタンス法によって求めた、各サンプルでの $E_C - E = 0.3 \text{ eV}$ における D_{it} を示している。短時間の wet-POA では D_{it} が改善されるが、長時間 wet-POA を行うと徐々に劣化し、短時間側に D_{it} の極小が存在する^[5]ことから wet-POA 時間の制御による D_{it} 及び NITs の最適化が可能であると考えられる。図には示していないが、バンドギャップ以下のエネルギーの照射応答から推定した深い欠陥準位はどのサンプルでも少なく、 $E_C - E = 1.2 \sim 1.6 \text{ eV}$ において $< 10^{11} \text{ eV}^{-1} \text{ cm}^{-2}$ 程度であった。Fig. 3 は MOSFET チャネル移動度の wet-POA の有無による差異を示している。2 hr の wet-POA によってチャネル移動度が向上した。この 2 条件では D_{it} は同程度だが NITs が異なる条件であることを考慮すると、wet-POA で NO-POA 後に残留した NITs を低減することで移動度が向上すると示唆される。以上のことから NO-POA と wet-POA では、異なる界面欠陥低減効果を有し、そのため両者を組み合わせで D_{it} を低く保ちつつ NITs を最小化することが可能と考えられる。

なお本研究の一部は、総合科学技術・イノベーション会議の SIP 戦略的イノベーション創造プログラム「次世代パワーエレクトロニクス (管理法人: NEDO)」及び JSPS 科研費補助金の助成により実施された。

[1] T. Hatakeyama et al., Applied Physics Express **10**, 046601 (2017) [2] M. Okamoto et al., Mater. Sci. Forum **778**, 975 (2014) [3] M. Furuhashi et al., ICSCRM 2013 We-1 A-2 [4] 西田ら, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 5a-A203-7 [5] 作田ら, 本講演会 (2018)

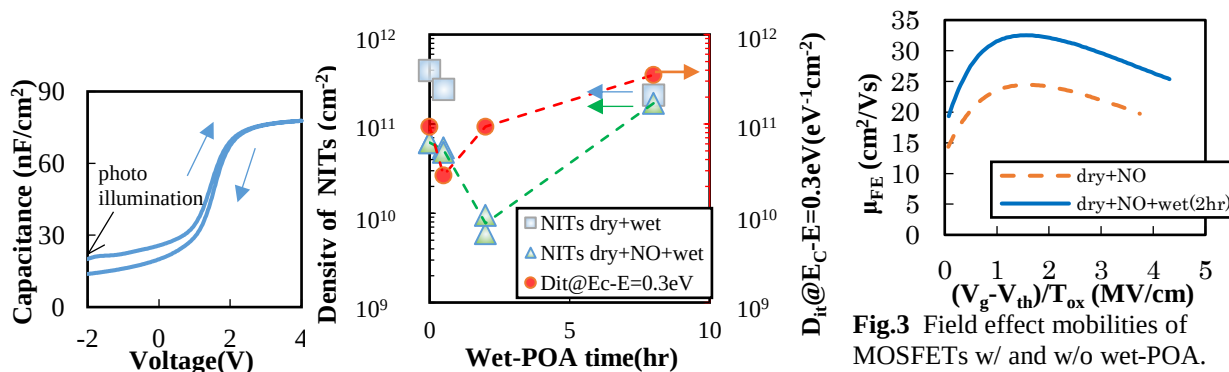


Fig.1 Typical photo-assisted CV characteristics of dry+NO+wet-POA(30min) sample.

Fig.2 Wet-POA time dependence for NITs and D_{it} . $\square$ and $\triangle$ show NITs estimated by photo-assisted CV measurement. $\bullet$ shows D_{it} for dry+NO-POA samples.

Fig.3 Field effect mobilities of MOSFETs w/ and w/o wet-POA. Dotted line and solid line show the results of dry+NO and dry+NO+wet(2hr) samples, respectively.