

4H-SiC MOSFET チャンネル中の単一光子源に対する水素の影響

Influence of hydrogen on single photon sources in channel region of 4H-SiC MOSFETs

○阿部裕太¹, 岡本光央², 小野田忍³, 大島武³, 春山盛善^{3,4},

加田渉⁴, 花泉修⁴, 原田信介², 鹿児島陽平¹, 梅田享英¹

(¹筑波大数物、²産総研、³量研、⁴群大理工)

Y. Abe¹, M. Okamoto², S. Onoda³, T. Ohshima³, M. Haruyama^{3,4},

W. Kada⁴, O. Hanaizumi⁴, S. Harada², Y. Kagoyama¹, T. Umeda¹

(University of Tsukuba¹, AIST², QST³, Gunma University⁴)

E-mail : s1620318@u.tusukuba.ac.jp

1. 概要

ダイヤモンド中の NV センターを中心に、量子コンピューティングや量子センシングへの応用を目指した単一光子源 (SPS) の研究が精力的に進められている。近年 SiC においても SPS となる欠陥が相次いで報告されている[1]。我々も 4H-SiC MOSFET のチャンネル領域 (SiC/SiO₂ 界面) において高輝度発光する室温 SPS を発見し[2]、界面酸化プロセスで大きく変化することを報告した[3]。特に C 面のウェット酸化とドライ酸化で大きく異なっていたので、水素原子が SPS の発生に関与している可能性が考えられる。そこで本研究では、水素導入あるいは水素脱離を経た SiC-MOSFET を複数用意し、SPS の発生と水素との関係について調査した。

2. 実験

本研究で使用した共焦点レーザー走査型蛍光顕微鏡 (CFM) は 532 nm の励起レーザー光を使用し、NA = 0.95 の対物レンズを使った共焦点光学系で試料からの PL を高解像度で 3 次元マッピングする。ロングパスフィルターで 647 nm 以上の光子を検出し、代表的な SPS で知られる NV センターの場合は約 80k counts/sec (cps) の信号強度で検出できる。SiC-MOSFET チャンネル中の SPS の場合は 150~200 kcps である[3]。本研究で使用した試料は産総研で作製された 4 種類の C 面 SiC-MOSFET であり、それぞれゲート酸化膜は(a)ウェット酸化、(b)ウェット酸化後に Ar アニール、(c)ドライ酸化、(d)ドライ酸化後に H₂ アニールのプロセスを経ている。Fig.1 は上記(a)~(d)の MOSFET のチャンネル領域を CFM で取得したマッピング図である。これらのうち SPS が確認できたのは(a)のみである。一方(b)は発光点は確認できるが、アンチバンチング測定から SPS であることは確認できていない。また、発光強度は 100 kcps 程度であり、(a)の SPS より発光強度が小さくなっている。(c)と(d)はドライ酸化後の H₂ アニールの有無の違いがあるが、H₂ アニールを経た(d)の方は発光領域の発光強度が 5 倍以上になった。このことから水素の導入によって発光点の発光強度が増大することがわかった。さらに、これらの発光領域で PL スペクトルも取得し、SPS との違いに注目する。これらの結果を基に SPS の発生における水素の影響を議論したい。

[1] A. Lohrmann, *et al.*, Reports on Progress in Physics 80.3 (2017): 034502.

[2] T. Umeda *et al.*, 第 63 回春季応用物理学会学術講演会 19p-S011-7 (2016).

[3] Y. Abe, *et al.*, 第 77 回秋季応用物理学会学術講演会 16a-15c302-3 (2016).

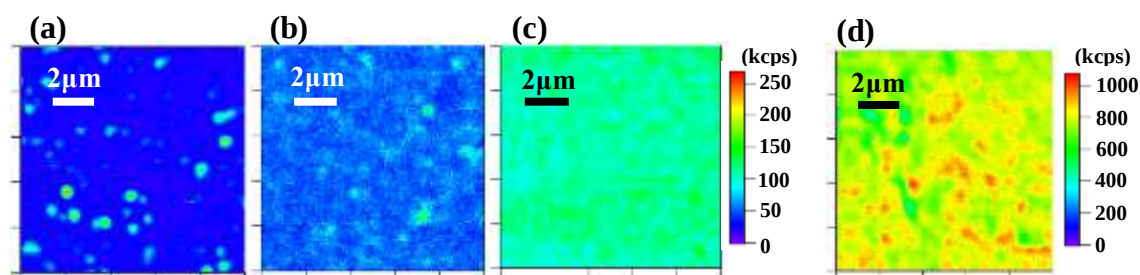


Fig.1 CFM images for channel regions of C-face 4H-SiC MOSFETs. Their MOS interfaces were prepared by (a) wet oxidation, (b) annealed by Ar after wet oxidation, (c) dry oxidation, and (d) annealed by H₂ after dry oxidation.