4H-SiC MOSFET における単一発光欠陥の界面酸化プロセス依存性の共焦点顕微鏡評価

Oxidation-process dependence of single photon sources in 4H-SiC MOSFETs studied by confocal microscope

○（M1）阿部裕太 [1]、岡本光央 [2]、小杉亮治 [2]、原田信介 [2]、波多野睦子 [3]、岩崎孝之 [3]、小野田忍 [4] 、（D）春山盛善 [4,5]、加田渉 [5]、花泉修 [5] 大島武 [4]、梅田享英 [1]
(筑波大数物 [1]、産総研 [2]、東工大 [3]、量研機構 [4]、群大 [5])
Y. Abe[1], M. Okamoto[2], R. Kosugi[2], S. Harada, M. Hatano[3], T. Iwasaki[3], S. Onoda[4], M. Haruyama[4,5], W. Kada[5], O. Hanaizumi[5], T. Ohshima[4], T. Umeda[1]
(University of Tsukuba[1], AIST[2], Tokyo Institute of Technology[3], QST[4], Gunma University[5])
E-mail : S1620318@u.tsukuba.ac.jp

【背景】 共焦点レーザー走査型蛍光顕微鏡（CFM）を使った単一光子源の研究がダイヤモンドの窒素-空孔センター（NV センター）を中心に精力的に進められている。一方、炭化ケイ素（SiC）においても室温にて高輝度で発光する単一光子源が存在することが近年相次いで報告されている[1,2]。私達も SiC 金属-酸化膜-半導体 電界効果トランジスタ（MOSFET）のチャネル領域に単一光子源となる発光欠陥が発生していることを最近発見した[3]。この単一光子源は室温において NV センターの 2 倍以上の発光強度で観測でき、さらに MOSFET の電流・電界による電気的制御の可能性も持ち合わせているので、量子センシングや量子コンピューティング等への応用が考えられる。しかし、発光欠陥の起源については解明されておらず、単一光子源を制御する上で、起源や発生メカニズムの解明が重要な課題となっている。本研究では SiC-SiO_2 界面酸化プロセスに着目し、プロセスによって単一発光欠陥がどのように変化するかを調べた。

【実験結果】ダイヤモンド中に存在する単一の NV センターを検出するために最適化された CFM を使用した。本装置は励起光が 532 nm であり、647 nm 以上の波長の光を検出するように設計されており、単一の NV センターを観測した場合には発光強度が 80000cps 程度となる。MOSFET 試料は n チャネル横型 4H-SiC MOSFET（ゲート長/幅 100/150 μm、ゲート酸化膜厚~50 nm）で、CFM 観察のために酸化膜を残したまま電極をエッチングしている。図 1 は、C 面ウェット酸化と Si 面窒化処理（ドライ酸化＋NO/N_2O アニール）の MOSFET のチャネルの酸化膜界面を CFM 観察したものである。図中の輝点が単一発光欠陥であり、今回使用した測定系では発光強度が 180000cps であった。図から明らかなように酸化膜界面の作り方によって輝点密度が大きくことなることが分かった。さらに欠陥とプロセスの関係を検討するために、C 面ドライ酸化、Si 面ドライ酸化の MOSFET でも CFM 観察を行った。本発表ではこれらの結果から単一発光欠陥の特徴や起源を考察する。また、単一発光欠陥の 1 点 1 点に対してフォトルミネッセンススペクトルを取得し、これまでに SiC で報告されている発光欠陥との比較も行った。

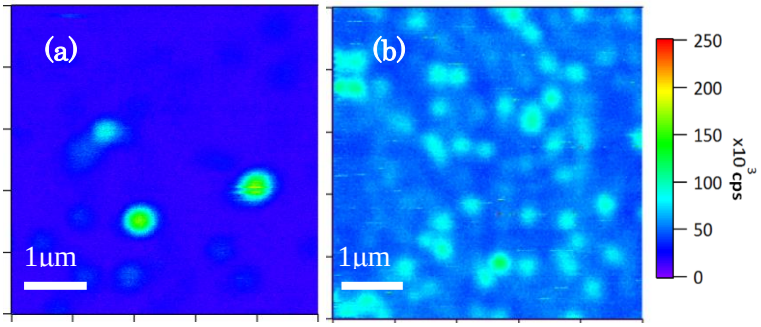

Fig1. CFM images observed from channel region of (a) C-face 4H-SiC MOSFET (wet oxidation) and (b) nitrided Si-face 4H-SiC MOSFET.

[1]S. Castelletto *et al.*, Nat. Mat. **13,** 151 (2014).
[2]A. Lohrmann *et al.*, Nat. Commun. 6, (2015). 10.1038/ncomms8783; App Phys Lett. **108**, 021107 (2016).
[3]T. Umeda *et al.*, 第 63 回春季応物 19p-S011-7 (2016).

© 2016年 応用物理学会