

ダイヤモンド JFET の内部電界測定に向けた NV センターの形成

Fabrication of NV centers in diamond JFET for electric field sensing

東工大¹, 産総研², CREST³, ○成木 航¹, 田原 康佐¹, 岩崎 孝之^{1,3}, 加藤 宙光^{2,3},

牧野 俊晴^{2,3}, 小倉 政彦^{2,3}, 竹内 大輔^{2,3}, 山崎 聡^{2,3}, 波多野 睦子^{1,3}

Tokyo Institute of Technology¹, AIST², CREST³, ○W.Naruki¹, K.Tahara¹, T.Iwasaki^{1,3}, H.Kato^{2,3},

T.Makino^{2,3}, M.Ogura^{2,3}, D.Takeuchi^{2,3}, S.Yamasaki^{2,3} and M.Hatano^{1,3}

E-mail: naruki.w.aa@m.titech.ac.jp

パワーデバイス内部の電界・温度・リーク電流などは、デバイス性能を決める重要な物理量である。しかしながら、デバイス内部の情報を高分解能に測定することは非常に困難である。ダイヤモンド中の NV センターは磁界のみならず、電界を高感度に測定することができる原子レベルの構造であるため[2]、デバイス内部情報を測定するナノスケールセンサへの応用が期待できる。本研究はダイヤモンド接合型電界効果トランジスタ (JFET) [1] 中に NV センターを形成し、ナノスケールでの内部電界を計測することを目的とする。

JFET 中に NV センターを形成するために、窒素をイオン注入(ドーズ: $0.5 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$, 加速電圧: 150kV)し、その後 800°C で加熱処理を行った。共焦点顕微鏡 (励起波長: 532 nm) を用いて、デバイス中の NV センターからの蛍光観測および光検出磁気共鳴 (ODMR) を行った。

Fig. 1 に窒素イオン注入およびアニール後の JFET の蛍光強度マッピング像を示す。強度が大きい領域は Ib 基板であるが、デバイスの p 層からも蛍光強度が観測されている。JFET の絶縁破壊電界はゲート-チャンネル間 pn 接合のドレイン端 (Fig. 1 の白枠付近) で最大となるため[3]、この付近の電界強度分布を知ることはダイヤモンド JFET の高性能化において重要である。Fig. 2 の挿入図に Fig. 1 中の白枠領域の拡大図を示す。複数の蛍光スポットが存在しており、これらは NV センターであると考えられる。矢印で示した蛍光領域において ODMR を測定したところ、マイクロ波周波数 2.87 GHz にディップを観測した。これは、形成した NV センターがセンサとして機能する負の電荷状態 (NV^-) になっていることを示している。今後、デバイスを動作させながら ODMR を測定することにより、デバイス内部の電界強度を測定する。

[1] Iwasaki et al., Appl. Phys. Express 5, 091301 (2012). [2] F. Dolde, et al., Nature Phys. 7, 459 (2011).

[3] Iwasaki et al., IEEE Electron Device. Lett. 35, 241 (2014).

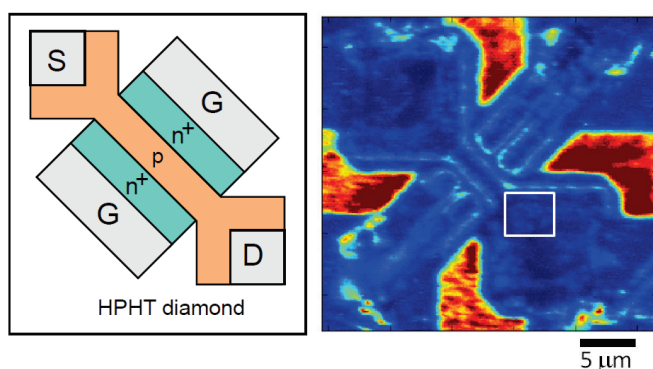


Fig. 1 Schematic (left) and fluorescence intensity mapping (right) of diamond JFET

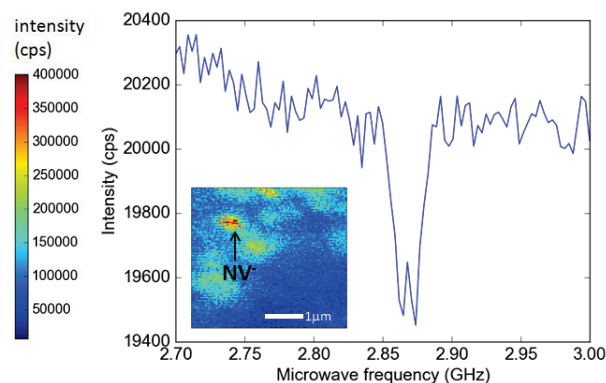


Fig. 2 ODMR spectrum of the NV center indicated by an arrow.