

NV センターを用いたダイヤモンドデバイス内部電界の検出

Detection of electric field in diamond devices using nitrogen-vacancy centers

東工大¹, 産総研², CREST³, ○成木 航^{1,3}, 岩崎 孝之^{1,3}, 田原 康佐^{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, T.Iwasaki^{1,3}, K.Tahara¹, 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はデバイスの高性能化において重要な情報であるが、これを高空間分解能かつ高精度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 センターは原子レベルサイズの構造を持ち、磁界のみならず電界にも感度を持つ^[1]。光学的に情報の読み出しが可能であることから、動作中のデバイスに対する測定も可能である。これらの特徴からデバイスの内部電界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デバイス中に NV センターを作製し、ナノスケールでの内部電界計測を目的とする。

図 1 に今回実験に使用した縦型 pin ダイオードの模式図を示す。i 層の不純物濃度が n 層に比べて非常に低いため、電圧印加により生じる空乏層は i 層側に大きく伸びる。そのうち電界強度が強いのは n^+ -i 接合界面近傍であるため、この領域に NV センターを形成し電界検出を行った。NV センターはデバイスに窒素イオンを注入（ドーズ $1 \times 10^9 \text{ cm}^{-2}$, 加速電圧 350 keV）した後にアニール（750 °C, 30 min）を行って形成した。

pin デバイスに逆バイアスを印加し、レーザー共焦点顕微鏡（励起波長: 532 nm）を用いてデバイス内の単一 NV センターの ODMR（光学読み出し磁気共鳴）スペクトルを測定した。図 2 に逆バイアス印加時の ODMR スペクトルを示す。印加電圧が高くなるにつれて ODMR スペクトルの分裂幅が増大し、分裂の中心周波数が高周波数側にシフトしていることが確認できた。この結果は、シュタルク効果により NV センターのエネルギー準位に分裂及びシフトが生じたことに起因しており、N-V 軸に対して垂直方向および平行方向の内部電界のベクトル成分を検出していることに対応している。

[1] F. Dolde, et al., Nature Phys. 7, 459 (2011). 謝辞：本研究の一部は東電記念財団の助成金により行われた。

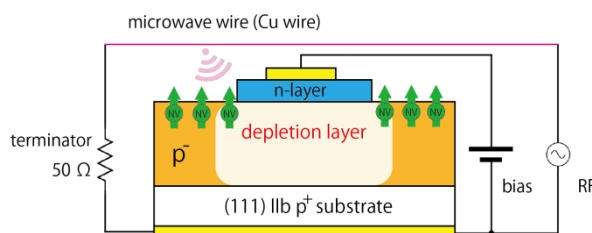


図 1 ダイヤモンド pin デバイスの構造

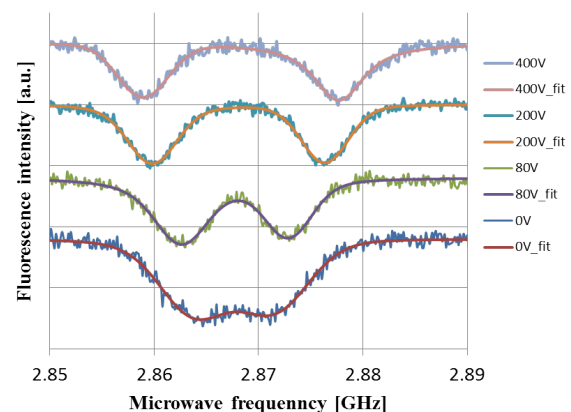


図 2 ODMR スペクトルの電圧依存性