

NV センターによるパワーデバイス内部電界の定量計測

Quantitative Sensing of the Internal Electric-field in Power Devices Using NV Centers

東工大¹, CREST² ○岩崎 孝之^{1,2}, 成木 航¹, 田原 康佐^{1,2}, ヘナト アミチ¹, 牧野 俊晴^{2,3},
加藤 宙光^{2,3}, 小倉 政彦^{2,3}, 竹内 大輔^{2,3}, 山崎 聡^{2,3}, 波多野 睦子^{1,2}

Tokyo Tech.¹, CREST.², AIST³ ○T. Iwasaki^{1,2}, W. Naruki¹, K. Tahara^{1,2}, R. Amici¹, T. Makino^{2,3},
H. Kato^{2,3}, M. Ogura^{2,3}, D. Takeuchi^{2,3}, S. Yamasaki^{2,3}, M. Hatano^{1,2}

E-mail: iwasaki.t.aj@m.titech.a.cjp

電子デバイス中の内部電界はデバイス特性を決める重要なパラメータである。特に、高電圧動作が期待されている SiC, GaN, ダイヤモンド半導体パワーデバイス中には大きな電界が発生する。しかしながら、これまでデバイス動作中の内部電界を高空間分解能において定量計測することは困難であった。本研究では、ダイヤモンドデバイス中に窒素 - 空孔 (NV) センターを内包することにより、高電圧動作時における内部電界をナノスケールで定量計測する手法を開発した [1]。

Fig. 1(a)にダイヤモンドデバイスおよび電界測定系を示す。(111)基板上に作製したダイヤモンド pin ダイオードの i 層中にイオン注入により NV センターを形成している。NV センターに電界が作用すると、シュタルク効果により NV センターの基底エネルギー準位が変化する[2,3]。その変化を光検出磁気共鳴 (ODMR) で読み出すことによって、定量的に電界を検出した (Fig. 1(b))。電圧が上昇するにつれ、共鳴点である谷間の幅 (スプリット幅) が増加しており、N-V 軸に対して垂直方向の電界をセンシングしていることがわかる。スプリット幅から見積もった電界を Fig. 1(c)に示す。逆方向電圧 150 V において約 350 kV/cm の電界を検出しており、さらに実験的に得られた電界強度はシミュレーションと良く一致している。低い電気双極子モーメントのため N-V 軸平行成分の測定は困難であるが、本研究では[111]から傾いた NV センターの利用により、異なる方向の電界計測を実施した。また、さらなる高電圧下での高電界計測 (~1 MV/cm) についても議論する。本研究により、電子スピンを有する原子レベル構造を利用することで高電圧動作中パワーデバイスの内部電界を定量評価できることを明らかにした。

【謝辞】本研究の一部は公益財団法人東電記念財団の助成金により行われた。

[1] T. Iwasaki et al., ACS Nano, accepted, DOI:10.1021/acsnano.6b04460. [2] E. Van Oort et al., Chem. Phys. Lett., 168, 529, 1990. [3] F. Dolde et al., Nat. Phys., 7, 459, 2011.

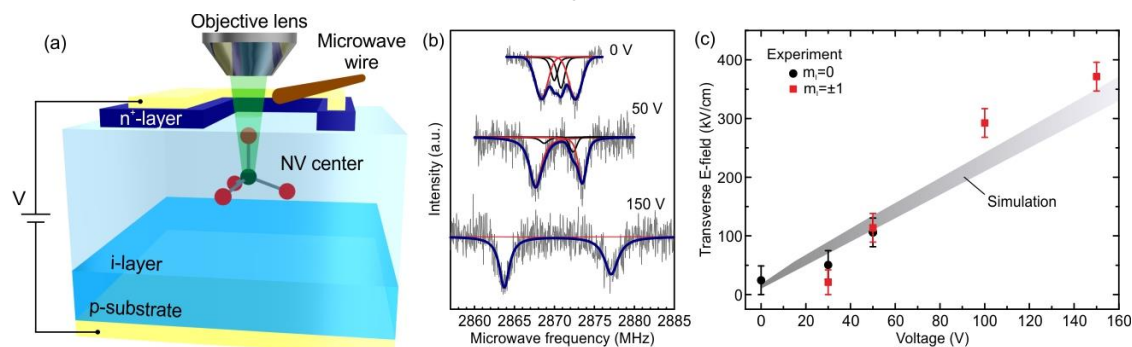


Fig. 1 Electric field sensing in a diamond power device using an NV center. (a) Schematic of setup.

(b) Bias-applied ODMR from NV with the [111] axis direction. (c) Estimation of internal electric field.