

大体積ダイヤモンド中のアンサンブル NV センタのスピンノイズ デカップリングに向けた交差型二重高周波回路

Cross-type two-layer coplanar waveguide circuit toward spin-noise decoupling of ensemble NV centers in large-volume diamond

東工大¹, 量研², 物材機構³ ○(M1) 上坪優希¹, 増山雄太², 関口武治¹, 谷口尚³, 阿部浩之²,
大島武², 岩崎孝之¹, 波多野睦子^{1,2}

Tokyo Tech¹, QST², NIMS³ ○Yuki Kamitsubo¹, Yuta Masuyama², Takeharu Sekiguchi¹, Takashi
Taniguchi³, Hiroshi Abe², Takeshi Ohshima², Takayuki Iwasaki¹, Mutsuko Hatano^{1,3}

E-mail: kamitsubo.y.aa@m.titech.ac.jp

ダイヤモンド中の NV センタは次世代の高感度磁気センサとして研究開発が進められている。センサの高感度化には、スピン緩和の原因となる置換窒素(P1 センタ)の影響を取り除くこと(スピンノイズデカップリング)が必要である。これには、NV センタだけでなく P1 スピンも操作するために、マイクロ波(MW)に加えてラジオ波(RF)も印加する必要がある[1]。ループ状の高周波回路を用いて、ダイヤモンド中の体積 10^{-5} mm^3 に対する P1 デカップリングは実証されている[1]。一方、我々はコプレーナ導波路を用いることで、より大きな体積で NV センタの操作を可能にした[2]。本研究では、コプレーナ導波路をベースに MW 及び RF を印加できる回路を作製して、大体積ダイヤモンドに対する P1 デカップリングのための性能を評価した。

Fig. 1 は作製した 2 層コプレーナ回路の 3D モデル図である。上面(青い信号線)が P1 センタ共鳴周波数帯用のブロードバンドコプレーナ導波路、下面(黄色い信号線)が NV センタ共鳴周波数に合わせたコプレーナマイクロ波共振器である。まず、ベクトルネットワークアナライザを用いて、それぞれの回路で期待される周波数特性が得られていることを確認した上で、上面と下面の回路間のクロストークを測定した。回路を直交に配置した場合は平行の場合に比べ、100 MHz から 4 GHz の範囲でクロストークが 20 dB 以上抑えられたので、MW 及び RF を効率的に印加できると考えられる。次に、直交配置の高周波回路の上面中央にダイヤモンド試料を置き、上下回路に個別に MW を印加して NV センタの Rabi 振動を測定した[Fig. 2]。試料には HPHT 合成したダイヤモンド(111)基板に 2 MeV の電子線を $1 \times 10^{17} \text{ e/cm}^2$ 高温照射したものを用いた。Rabi 周波数は、下面の共振器を用いた場合 1.10 MHz [Fig. 2(a)], 上面の導波路を用いた場合 1.31 MHz [Fig. 2(b)]であり、上下面いずれの回路を用いても NV センタのスピン操作が可能であることが確かめられた。

本研究は、MEXT,Q-LEAP(JPMXS0118067395)の支援を受けています。

[1] E. Bauch *et al.*, PRX **8**, 031025 (2018). [2] Y. Masuyama *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **89**, 125007 (2018).

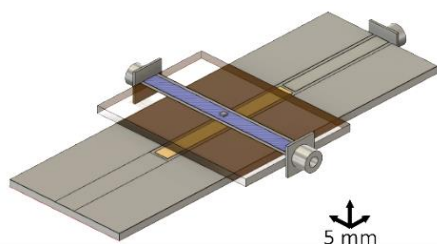


Fig. 1 Cross-type two-layer coplanar waveguide circuit. The upper layer is a broadband circuit for P1, and the lower is a resonator for NV.

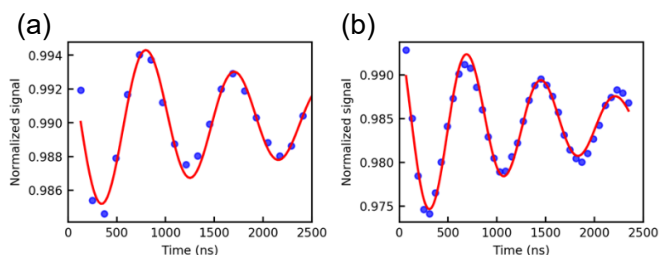


Fig. 2 Rabi oscillations of NV centers, using the lower resonator circuit (a) and the upper broadband circuit (b).