

ダイヤモンド中 NV 中心の電子スピン多周波マイクロ波制御による 温度センシングの高感度化

Improvement of Temperature Sensitivity based on Manipulation of Electron Spin of NV Centers in Diamond using Multi-frequency Microwaves

1. 慶大理工, 2. 産総研, 3. 京大

○中橋 克弥¹, 松崎 雄一郎², 林 寛³, 水落 憲和³, 早瀬 潤子¹

Keio Univ.¹, AIST.², Kyoto Univ.³

○Katsuya Nakahashi¹, Yuichiro Matsuzaki², Kan Hayashi³, Norikazu Mizuochi³, and Junko Ishi-Hayase¹

E-mail: katsuya.n@keio.jp

ダイヤモンド中窒素空孔中心 (NV センター) は、室温大気圧下で動作する高感度・高空間分解能量子センサとして期待されている。NV センターを用いた従来の量子センサでは、単一周波マイクロ波 (MW) を用いて、特定の配向方向を有する NV センターの電子スピンを制御しセンシングを行う。この方法では、センサに用いない他の 3 つの配向方向を有する NV センターからの発光がノイズとなり、低感度になることが問題であった。そこで我々のグループは、配向方向の異なる NV センター電子スピンを、多周波 MW を用いて同時に制御する新たなセンシング手法を開発した^[1]。この手法を用いることで、ダイヤモンド中に存在する 4 つの異なる配向方向を有する NV センターすべてをセンサとして用いることができ、ベクトル磁場センサの高感度化が可能であることを実証した(Fig.1(a))^[2]。本研究では、同様の多周波 MW 制御技術が、温度センサの高感度化にも有効であることを示す。さらに配向割合が理想的でない NV 中心サンプルを用いた場合について、感度を最適化するためのパルスシーケンスの検討を行なう。

本研究では、バルクダイヤモンド中の集合体 NV センターを対象として、多周波 MW 制御による温度センサ感度のシミュレーションを行った。外部磁場印可下では、配向ごとに異なる電子スピン共鳴周波数を有する。このように分離した計 8 つの共鳴周波数の MW を用い、異なる配向方向を有する NV センターに対して D-Ramsey 温度測定シーケンスを同時に適用した場合(Fig.1(b))の温度センシング感度をシミュレーションにより見積もった。配向割合が 25 % と等しく、各配向ごとの NV 特性が同一であると仮定した理想的なサンプルについてのシミュレーション結果を Fig.1(c)に示す。これより、単一周波 MW 制御の場合と比較して、多周波 MW 制御の方が温度変化に対する信号変化の傾きが大きくなっており、理想的なサンプルにおいては多周波 MW 制御による温度センサ感度の上昇が期待できる。またパルスシーケンスを変えることで、温度センシングとほぼ同時に、ベクトル磁場センシングも可能であり、多周波 MW 制御を適用することで高感度複合量子センサの実現が可能になると期待される。発表では、配向割合が理想と異なるサンプルに対して、感度を最適化するためのパルスシーケンスの検討を行なったので合わせて報告する。

Acknowledgments: This work was supported by MEXT KAKENHI (18H01502,15H05868), Q-LEAP(JPMXS0118067395), and CSRN, Keio University.

Reference:

[1] S. Kitazawa, *et al.*, Physical Review A **96**, 042115 (2017).

[2] K. Yahata, *et al.*, Applied Physics Letters **114**, 022404 (2019).

[3] P. Neumann, *et al.* Nano Letters **13**, 2738 (2013).

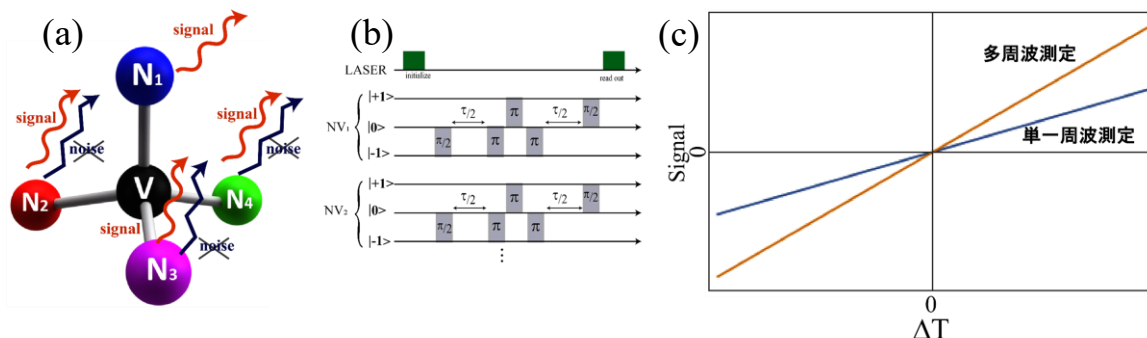


Figure.1 (a)NV 配向と多周波測定でのイメージ図. (b)N 多周波における D-Ramsey シーケンスであり同時に 4 軸に対して D-Ramsey シーケンスを掃引する. (c)理想サンプルでの単一周波と多周波での温度に対する信号の応答(青線:単一周波測定 橙線:多周波測定).