

ポータブルな量子磁気センサに向けたロックイン検出法の検証

Verification of lock-in detection method for portable quantum magnetometer

東工大¹ 増山 雄太¹, 辻 赳行¹, 鈴木 克¹, 岩崎 孝之¹, 波多野 睦子¹

Tokyo Tech¹, Yuta Masuyama¹, Takeyuki Tsuji¹, Katsumi Suzuki¹,

Takayuki Iwasaki¹, Mutsuko Hatano¹

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

室温大気圧下での動作が可能なダイヤモンド中の NV センタは、脳磁計測等の医療・生体用途の高感度磁気センサとして期待されている。ロックイン検出は直流および低周波数の信号を測定する際に極めて有用な手法であり、NV センタに対しては、マイクロ波の変調、磁場の変調、レーザーの変調などの複数の実装方法がある。本研究では、光検出磁気共鳴 (ODMR) が検出信号の位相情報を必要としないことを利用し、ポータブルな量子センサでも実装可能な FM 変調によるロックイン検出法を考案し、その性能を評価した。

我々のデバイスは、複合パラボリックコンセントレータ (CPC) 上のダイヤモンドセンサ、コプレーナ導波管共振器で構成されている [1]。ダイヤモンド側面から 532 nm のレーザー光を入射し、ダイヤモンド内で多数回反射させ [2]、NV センタからの蛍光を CPC により集光しフォトダイオードにより検出する。500 kHz の FM 変調を行ったマイクロ波を用いることで ODMR 信号を変調し、その信号をコンピュータによりデジタル信号処理することで、ロックイン検出を行った。

上記のシステムにより、本ロックイン検出の効果を検証するために、ロックイン検出を用いた場合 (図 1) と用いない場合 (図 2) の積算なしの ODMR スペクトルの比較を行った。ロックイン検出により、測定信号の雑音レベルが低下し、測定信号のドリフトの影響もなくなり、信号雑音比が劇的に向上したことが確認できた。なお、本ロックイン検出では、信号の位相情報を用いていないため、スペクトルに負の値はない。本研究で利用した方式は、FM 変調可能なマイクロ波源のみでロックイン検出を行えるため、簡易な装置構成を必要とするポータブルなダイヤモンド量子センサにも実装可能である。

ダイヤモンドサンプルは大島武博士 (QST) に作っていただいた。本研究は CREST(JPMJCR1333), MEXT Q-LEAP, CAO PRISM, JSPS 科研費(No. JP17H01262) の助成を受けたものがある。

[1] Y. Masuyama *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **89**, 125007 (2018).

[2] H. Clevenson *et al.*, Nature Phys. **11**, 393–397 (2015)

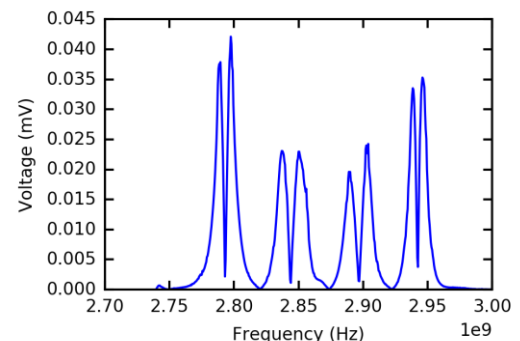


Fig.1 ODMR spectrum with the lock-in method

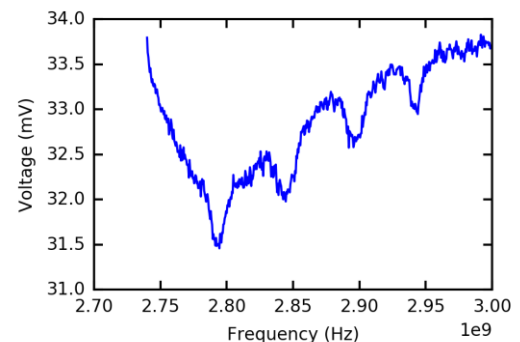


Fig.2 ODMR spectrum without the lock-in method.