

ダイヤモンド中 NV 中心集合体のパルス光検出磁気共鳴イメージング

Pulsed Optically Detected Magnetic Resonance Imaging of Nitrogen-Vacancy Centers in Diamond

○岡崎 睦¹, 渡邊 幸志², 赤羽 浩一³, 門内 靖明¹, 佐々木 健人¹,
伊藤 公平¹, 早瀬 潤子¹ (1. 慶大理工, 2. 産総研, 3. 情報通信研究機構)

○Mutsumi Okazaki¹, Hideyuki Watanabe², Kouichi Akahane³, Yasuaki Monnai¹, Kento Sasaki¹,
Kohei M. Itoh¹, and Junko Ishi-Hayase¹ (1. Keio Univ., 2. AIST, 3. NICT)

E-mail: mutsumi0113@keio.jp

【背景・目的】近年、高感度・高空間分解能な室温動作型磁場センサとしてダイヤモンド中の欠陥構造である窒素空孔中心 (NV 中心) が注目されている[1]. NV 中心は光励起により室温で安定に発光し、発光強度が電子スピン状態に依存するため、マイクロ波 (MW) を照射しながら発光強度を測定すると電子スピン共鳴が検出される (光検出磁気共鳴; ODMR). 特に光や MW をパルス化したパルス ODMR は、NV 中心の物性測定や磁場センサへの応用上必要不可欠である. しかし、NV 中心集合体とカメラを用いた磁場イメージングでは、光や MW の広範囲均一照射や、数 kHz で動作するカメラと数十から数百 kHz の速さで繰り返すパルス列の同期が難しいなど問題点が多く、報告は未だ少ない. これまでに我々は MW の広範囲均一照射が可能なアンテナを開発し、光や MW の連続照射による ODMR イメージングに成功している[2,3]. 本研究ではさらにパルス ODMR イメージングを行い、NV 中心電子スピンのラビ振動、ラムゼイ干渉、スピンエコーなどを観測したので報告する.

【実験方法】サンプル上における励起光 (波長 532 nm) のビーム径を拡大することで、 $82 \times 82 \mu\text{m}$ の広視野を得た. NV 中心の発光を EMCCD により検出し、マイクロ波の照射には、二次元ループ型アンテナを使用した[2]. ラビ振動測定・ラムゼイ干渉測定・スピンエコー測定の各パルス列を、カメラの露光時間中に数千回程度繰り返した (図 2(a)). サンプルには、平坦なダイヤモンド基板の上に NV 中心集合体を含む層を $2 \mu\text{m}$ 成長させたものを使用した.

【実験結果】図 1(a)に CW-ODMR スペクトルを示す. 2.6524 GHz で電子スピン共鳴を起こす NV 中心に対してラビ振動を測定し、電子スピン状態を反転させる MW の照射時間を決定した (図 1(b)). その後ラムゼイ干渉測定を行った結果、2.2 MHz の振動を確認した (図 2(b)). これは、NV 中心と ^{14}N の超微細相互作用分裂に一致する (図 1(a)挿入図). 本発表ではさらに、スピンエコー測定などその他のパルス ODMR の測定結果についても報告する.

本研究の一部は、科研費 (15H05868, 26220602, 50392684, 50342746)および先端光量子科学アライアンスの支援を受けて行なわれた. また使用したダイヤモンドサンプルは、NICT フォトニックデバイスラボの協力の下作製した.

[1] J. M. Taylor, *et al.*, *Nat. Phys.* **4**, 810 (2008). [2] K. Sasaki, *et al.*, *Rev. Sci. Instrum.* **87**, 053904 (2016).

[3] M. Okazaki, *et al.*, 63th JSAP Spring Mee

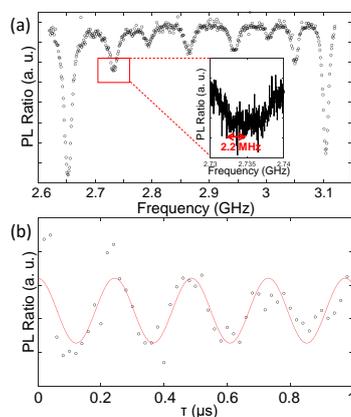


図 1 (a) ODMR スペクトル
(b) ラビ振動測定結果

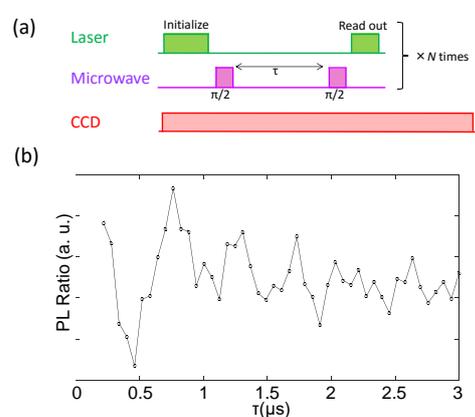


図 2 (a) ラムゼイ干渉測定パルス列
(b) ラムゼイ干渉測定結果