

スピン波を用いたダイヤモンド中 NV センタのスピン操作の広視野観察

Wide field imaging of spin waves mediated control of NV centers in diamond

○(M1)北川 涼太¹, 水野 皓介¹, 石綿 整^{1,2}, 安 東秀³

岩崎 孝之¹, 波多野 睦子¹ (1. 東工大, 2. PRESTO, 3. 北陸先端大)

○Ryota Kitagawa¹, Kosuke Mizuno¹, Hitoshi Ishiwata^{1,2}, Toshu An³

Takayuki Iwasaki¹, and Mutsuko Hatano¹ (1. Tokyo Tech., 2. PRESTO, 3. JAIST)

E-mail: kitagawa.r.ab@m.titech.ac.jp

ダイヤモンド中の窒素空孔欠陥(NV センタ)は室温での良好なスピン特性から量子センサへの応用が期待されている。通常、3 GHz 程度のマイクロ波(MW)をアンテナから照射することで量子状態の操作を行うが、NV センタの空間スケールと比べて非常に長い波長を持つためエネルギー効率を上げることは難しい。これに対してスピン波を用いた NV センタの操作が報告されている[1, 2]。スピン波は波長を 100 nm ほどまで短くし、空間的にパワーを集中することが可能である。このため NV センタ操作の低消費電力化や、スピン波の整形による超解像化が期待でき、広視野による測定が有用である。本研究では、Yttrium-Iron-Garnet (YIG)上に NV センタを含むダイヤモンドを固定し、広視野測定系を用いた Rabi 振動イメージング計測によってスピン波伝搬の様子を観察した。

作製した実験系を Fig. 1(a)に示す。スピン波導体として単結晶 Gadolinium-Grallium-Garnet (GGG) 基板上に Bi-YIG 薄膜を100 μm成膜された試料をスライドガラス上に固定した。1 mm 角の 111 (111) 単結晶ダイヤモンド基板に化学気相合成を用い、NV 軸が配向した厚さ 10 nm の NV センタアンサンブルを成膜し、YIG と接触するように固定した。ダイヤモンド基板上の中心から 1 mm 程度離れた位置に銅ワイヤを張り、スピン波励起用の MW アンテナとした。NV センタへのレーザー照射は落射照明系とし、CCD カメラを用いて各点での蛍光強度を測定した。また、静磁場を NV センタ軸方向へ印加することでスピン波の周波数を制御した。

Rabi 振動イメージングの結果を Fig. 1(b, c)に示す。ワイヤから 1 mm 程度離れているにも関わらず最大で 2.87 MHz の Rabi 振動が得られた。これは YIG 中に誘起されたスピン波を介して NV センタの量子状態操作が実現できていることを示唆している。また、静磁場強度に依存して Rabi 振動数が変化することも確認した。スピン波の分散関係は静磁場強度に依存するため、スピン波の周波数と NV センタの共鳴周波数の関係が変化するためだと考えられる。

本研究は、MEXT Q-LEAP(JPMXS0118067395)の支援を受けております。

[1] D. Kikuchi, *APEX* **10**, 10, 103004 (2017). [2] Andrich, *Npj Quantum Inf.* **3**, 1, 28 (2017).

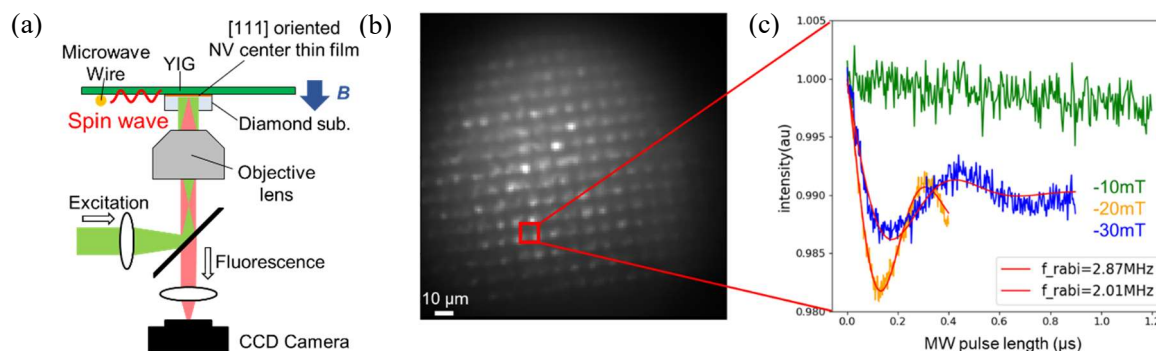


Fig. 1. (a) Experimental set up. Fluorescence was detected by CCD camera. Static magnetic field was applied along the orthogonal axis to YIG thin film. (b) CCD image of laser excitation. (c) Rabi oscillations averaged on 64 pixels at different magnetic fields.