

ダイヤモンド中の鉛一空孔センターのスピン選択励起

Spin Selective Excitation of a PbV Center in Diamond

東工大¹, NIMS² (M2) 大羽一輝¹, Wang Peng¹, 谷口尚², 波多野睦子¹, 岩崎 孝之¹

Tokyo Tech¹, NIMS² (M2) K. Oba¹, P. Wang¹, T. Taniguchi², M. Hatano¹, T. Iwasaki¹

E-mail: oba.k.ab@m.titech.ac.jp

ダイヤモンド中の IV 族一空孔カラーセンターは、反転対称性による外部ノイズ耐性や鋭いゼロフォノン線を有することから量子ネットワークへの応用が期待されている。その中でも鉛一空孔 (PbV) センターは、最も大きい基底状態分裂幅を持つ[1]ことから、主なデコヒーレンス源とされるフォノンの影響を低減できることが予想されるため、より高い温度において長いスピンコヒーレンス時間が期待される。スピン特性評価には、磁場印加によるスピン状態のゼーマン分裂および基底-励起状態間でのスピン選択励起が必要となる。本研究では、磁場下での PbV センターの共鳴励起分光 (PLE) により、スピン状態を選択した共鳴光学遷移を観測した。

PbV センターは、IIa(001)単結晶ダイヤモンドに Pb イオンを注入後、高温高压アニールを行い作製した。磁石は磁力方向が[100]となるよう設置し、サンプル表面で約 60 mT の静磁場強度である。計測温度はクライオスタットにより 8.8 K から 24.9 K まで変化させた。狭線幅の波長可変レーザーによる励起波長掃引およびフォノンサイドバンドの蛍光検出により PLE 測定を行った。

PbV センターは、スピン-軌道相互作用による分裂のために基底状態および励起状態がそれぞれ 2 つに分裂したエネルギー構造を有しており、ゼロ磁場下では A-D の 4 つの光学遷移が存在する (Fig. 1(a))。磁場印加により、スピン 1/2 のために縮退していたスピンレベルがゼーマン分裂することで、スピン状態を選択した光学遷移が可能となる。本研究では、蛍光強度の高い C ピークに注目し計測を実施した。

Fig. 1(b)に各温度における PLE スペクトルを示す。観測されている 2 つのピークは Fig. 1(a)の C2 および C3 に対応しており、スピン状態を保存したスピン選択励起を示している。この 2 つのピークのエネルギー差 (約 400 MHz) は、基底状態と励起状態のゼーマン分裂のエネルギー差である。また、8.8 K まで冷却を行うとこのピークが消失した。これは、スピン保存遷移で励起された電子がスピン反転により、暗状態へ存在確率が偏るためであると考えられる。高い温度の際には、フォノン吸収によるスピン緩和によって明状態の電子の存在確率が増加するためにピークが観測できる。この結果は、8.8 K において PbV センターの基底状態間でのフォノン吸収が抑制されていること示しており、今後のスピン特性評価において重要な知見となるものである。

本研究は JSPS 科研費 JP22H04962、東レ科学振興会、文部科学省 Q-LEAP フラッグシッププログラム (No.JPMX0118067395) の助成を受けたものです。

[1] P.Wang *et al.*, *ACS Photonics* 8, 2947 (2021).

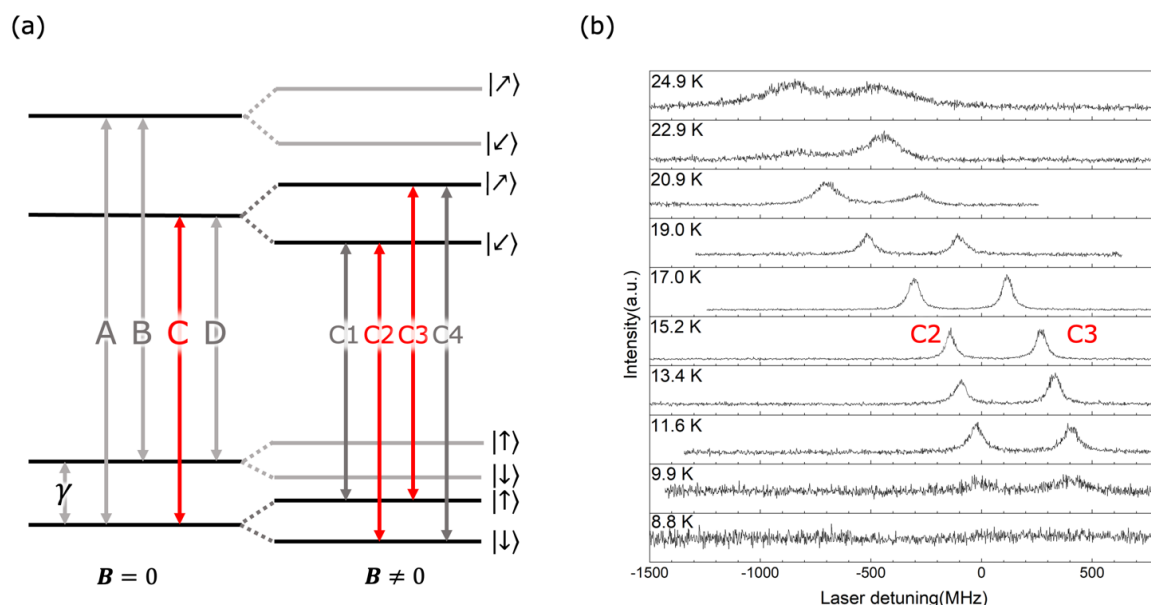


Fig. 1 (a) Electronic structure of PbV center. Zeeman splits under a magnetic field (right panel). (b) PLE spectra at various temperatures.