

残留電子スピン分極の歳差運動における 初期位相シフトの励起エネルギー依存性 Excitation energy dependence of initial phase shift of resident electron spin polarization precession

北大工¹, 太原理工大² ○高群 哲義¹, 巖 麗平², 鍛冶 怜奈¹, 足立 智¹
Hokkaido Univ.¹, Taiyuan University of Technology² ○T. Takamura¹, L.-P. Yan, R. Kaji¹, S. Adachi¹
E-mail: ptakamura@eis.hokudai.ac.jp

【はじめに】半導体ナノ構造での荷電励起子は、内部の電子・正孔再結合の後、単独の電子または正孔を閉じ込められた空間領域に残す。残された電子（または正孔）は再結合時間に制限されないスピン寿命を持つため、高い分極率で残留電子（正孔）スピンを高効率的に生成できれば種々の応用に利用できる。このため残留電子スピン分極 (Resident Electron Spin Polarization: RESP) 形成ダイナミクスの詳細に関する知見は重要である。我々は時間分解カー回転法(Time-Resolved Kerr Rotation: TRKR)を用いてスピン分極の歳差運動を直接観測し、その信号の初期位相シフト(Initial Phase Shift: IPS)に注目して RESP ダイナミクスの解析を行った[1]。本発表では、IPS の励起エネルギー依存性に注目し、主に励起子共鳴付近での RESP 形成ダイナミクスについて考察を行う。

【実験および結果】測定試料には CdTe/Cd_{0.85}Mg_{0.15}Te 単一量子井戸（井戸幅 100 Å）を使用した。発光スペクトルには、光励起した電子・正孔に残留電子が1つ結合した負のトリオン（負の荷電励起子）の発光が中性励起子発光の 2.3 meV 低エネルギー側に観測された。ピコ秒チタンサファイアレーザー（繰り返し周波数 76 MHz, パルス幅~2 ps）を用い、主に横磁場下で TRKR 分光を行った。円偏光によりスピン選択共鳴励起を行い、時間遅れを持って入射する直線偏光プローブパルスの偏光回転角（カー回転角）を反射配置で光ブリッジにより検出し、スピン歳差運動を時間分解観測した。

図 1 (a)は、トリオン共鳴の低エネルギー側から励起子共鳴の高エネルギー側まで励起エネルギーを変化させた時の TRKR 信号(@ 10 K)である。見やすくするため、時間原点をずらして表示している。ストリークカメラによる

時間分解発光測定より、トリオンの発光寿命は~85 ps (@ 10 K)であるため、図に示す数 ns 続く TRKR 信号は RESP のスピン歳差を起源としていることが分かる。トリオン共鳴 (1.6110 eV) 付近の信号と、励起子共鳴 (1.6133 eV) 付近の信号を比較すると、時間原点近傍の波形が大きく異なる。そこで IPS に注目して解析を行った。図 1(b)は IPS を励起エネルギーに対してプロットしたものである。これを見ると、励起子共鳴エネルギーより少し低エネルギー側までは IPS の大きさがほぼ一定であるのに対し、励起子共鳴を超えるエネルギー領域

では IPS の絶対値が急激に増大している。これは励起子からトリオンに変化し、電子スピンを放出するまでの時間遅れが IPS に効いていると考えられる。ダイナミクスモデルや励起子→トリオン変換時間などについての詳細を講演で報告する。

[1] L.-P. Yan et al., Phys. Rev. B **90**, 205307 (2014), Phys. Rev. B (2016, submitted).

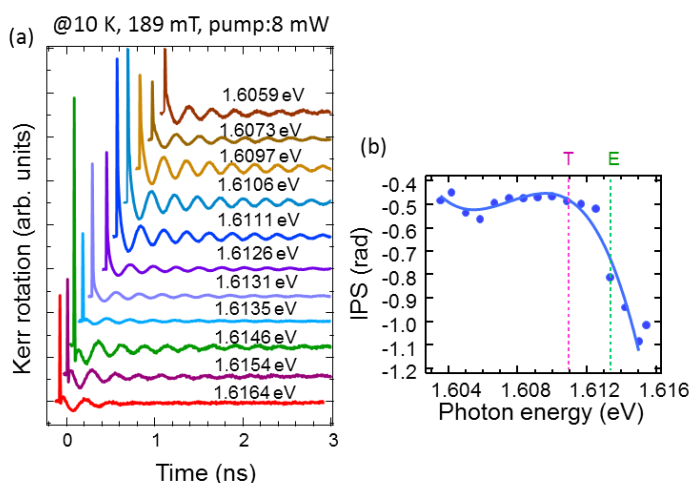


図 1. (a) CdTe/CdMgTe QW での TRKR 信号の励起エネルギー依存性. (b) IPS の励起エネルギー依存性