InGaAs 量子ドットの結合励起状態におけるスピンダイナミクスの温度依存性

Temperature dependence of spin dynamics at coupled excited states of InGaAs quantum dots

北大工学部 [1]，北大院情報科学 [2]
佐藤紫乃 [1]，樋浦諭志 [2]，高山純一 [2]，村山明宏 [2]
Faculty of Engineering, Hokkaido Univ.[1], IST, Hokkaido Univ.[2]
S. Sato[1], S. Hiura[2], J. Takayama[2], and A. Murayama[2]

高まり続ける電子機器低消費電力化への期待に応える方法の 1 つとして，電子の電荷とスピン両方の性質を利用した光電変換が可能な半導体光スピントロニクスに関する研究が広く行われている．光電変換時に，発光中のスピン状態を高く保持できるという特徴から，スピン機能を持つ光デバイスの活性層として半導体量子ドットが注目されている．高い発光強度と光学利得を得るために必須の量子ドットの高密度化は[1]，同時に，スピン分極率を低下させるスピン依存状態密度の充填効果を抑制できる[2]．しかし，高密度量子ドットのスピンダイナミクスは主に低温で議論されており，その温度依存性は十分に調べられていない．そこで，本研究では，面内ドット密度の異なる単層量子ドット試料におけるスピンダイナミクスの温度依存性を時間分解円偏光 Photoluminescence(PL)測定により研究した．

面内ドット密度が異なる単層の $In_{0.5}Ga_{0.5}As$ 量子ドットにおいて，GaAs バリアをσ^+円偏光で励起した場合の，量子ドット励起状態からの円偏光 PL とその温度依存性を図 1 に示す．低温では，高密度量子ドットの円偏光度：$\mathrm{CPD} = (I_{\sigma+} - I_{\sigma-})/(I_{\sigma+} + I_{\sigma-})$の時間変化において，励起直後から 0.2 ns の時間領域において比較的長い円偏光度の減衰が見られる．この成分は，ドット間結合を持つ励起状態に特有の，少数個スピンの選択的なエネルギー緩和に起因する．その後，低密度ドットと同じ時定数を持つ円偏光度の減衰に移行する．一方，高温では，高密度ドットの方が速い円偏光度の減衰を示す．

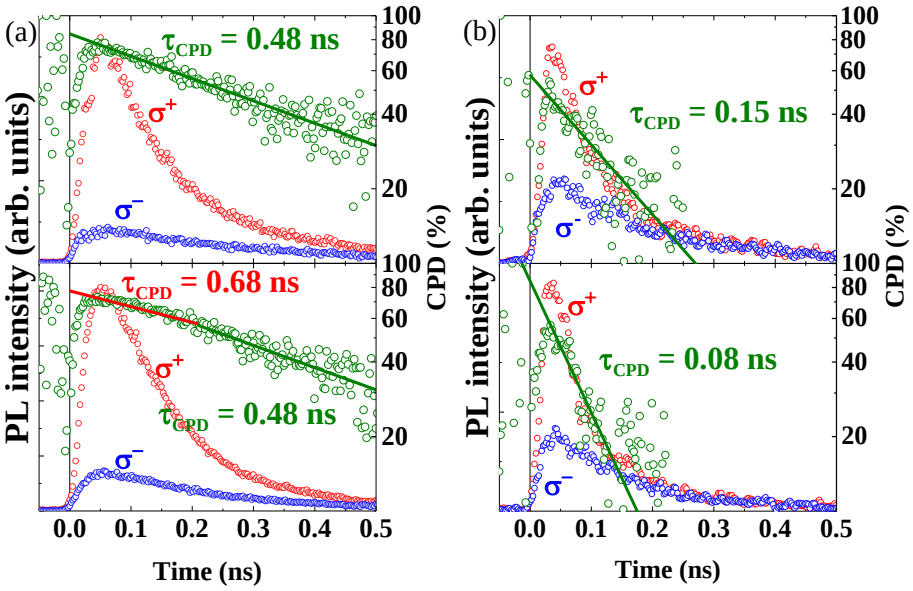

Fig. 1. Circularly polarized transient PL and the corresponding time-dependent CPD at (a) 20 K and (b) 180 K, for QD single layers with an areal density of 3.5×10^{10} cm^{-2} (above) and 8.1×10^{10} cm^{-2} (below), respectively.

References:
[1] T. Amano et al., Appl. Phys. Lett. **89**, 171122 (2006).
[2] T. Yamamura et al., J. Appl. Phys. **116**, 094309 (2014).

© 2018年 応用物理学会