光導波路中量子ドット集団からのスピン依存指向性発光の観測

Observation of Spin-dependent Directional Emission from a Quantum Dot Ensemble Embedded in an Optical Waveguide

東大生研[1]，東大ナノ量子機構[2]，°林 文博[1]，太田 泰友[2]，渡邉 克之[2]，車 一宏[1]，玉田 晃均[1]，岩本 敏[1,2]，荒川 泰彦[1,2]

IIS[1], NanoQuine[2], Univ. of Tokyo, °Wenbo Lin[1], Yasutomo Ota[2], Katsuyuki Watanabe[2], Kazuhiro Kuruma[1], Akihito Tamada[1], Satoshi Iwamoto[1,2], Yasuhiko Arakawa[1,2]

E-mail: lin-w@iis.u-tokyo.ac.jp

光のスピン軌道相互作用(SOI)やパリティ・時間対称性の破れなどを利用した発光の方向制御が着目され，放出光に軌道角運動量(OAM)を付与可能なレーザ素子[1]等への応用が精力的に検討されている. 中でも光の SOI を用いた方法は, 電子スピンに依存した発光の方向制御が可能であり，スピン-導波モード[2,3]およびスピン-光 OAM 変換[4]等への展開を視野に研究が盛んである．しかし現状では，それらの研究は特定の空間位置にある単一量子発光体を用いるものに限定されており，レーザ素子等への応用が可能な，発光体集団を活用する系への検討は限られていた．今回我々は，量子ドット(QD)集団に対しても光の SOI が活用可能な階段状導波路を設計し，そのスピン依存した指向性発光を実験的に観測することに成功したので報告する.

検討した構造を図 1(a)に示す．断面が階段状の導波路であり，その上部にのみ高密度 QD が数層埋め込まれている．本構造が円偏光の向きに依存した指向性光伝搬を示すことは、電磁界計算により確認している．実験においては，InAs QD を含むエアブリッジ型 GaAs 段差状導波路を作製し，低温顕微分光法(15 K)により評価を行った．上下に長い導波路の中心付近を円偏光励起(波長 793 nm)し，QD 発光の顕微鏡像を観測した(図 1(b))．導波路終端部での光出力が励起円偏光(注入電子スピン)の向きに依存して明るく/暗くなることが確認できる．また，1/4 波長板の回転により励起光の円偏光度を変化させると，規格化した上下ポートの光出力比が系統的に変化することも確認できる(図 1(c))．これらの結果は光の SOI による指向性発光の帰結と考えらえる.

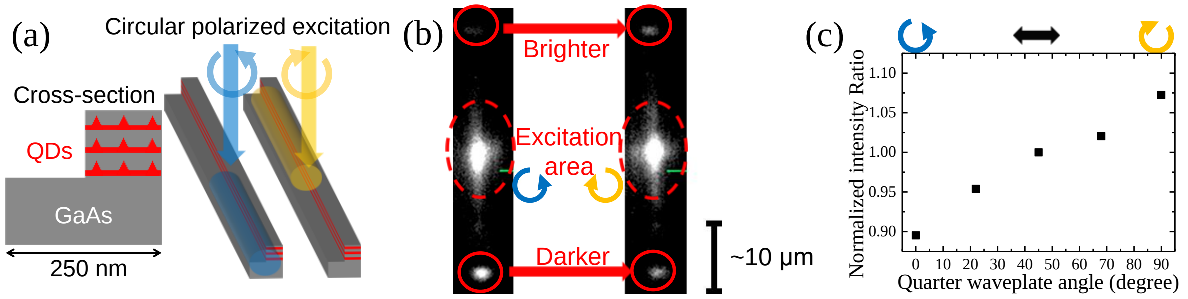

Fig. 1. (a) Schematic diagram of the device. (b) Optical microscope images of QD emission under RCP and LCP excitation. (c) Normalized intensity ratios of outputs from the two ports, plotted as a function of angle of a quarter wave plate inserted in the excitation path.

参考文献：[1] P. Miao *et al.*, *Science* **353**, 464 (2016). [2] I. Söllner *et al.*, *Nat. Nanotech.* **10**, 775 (2015). [3] I. J. Luxmoore *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **110**, 037402 (2013). [4] 岩本 他，第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 21p-S621-1 (2016).

謝辞：本研究は科研費特別推進研究(15H05700)，同補助金(16K06294)，同新学術領域研究(15H05868)および NEDO プログラムにより遂行された.