

19a-A26-9

金属強磁性体電極を持つ InGaAs 量子構造発光ダイオードの EL 特性

EL properties of LEDs using metallic ferromagnetic electrodes
and InGaAs-based quantum structures北大院情報科学 ○ 野村 譲, 高山 純一, 木場 隆之, Agus Subagyo,
山村 隆文, 楊 曉傑, 末岡 和久, 村山 明宏

Graduate School of IST, Hokkaido Univ.

○Yuzuru Nomura, Junichi Takayama, Takayuki Kiba, Agus Subagyo,
Takafumi Yamamura, Xiaojie Yang, Kazuhisa Sueoka, Akihiro Murayama

E-mail: yuzuru_nomura@ist.hokudai.ac.jp

III-V 族化合物半導体自己組織化量子ドットは強い量子閉じ込め効果と優れた光学特性を持ち、例えば発振波長が温度に依存しないレーザー素子の実現や単一光子の発生などが可能である。これに加えて、量子ドット中ではキャリアの運動量が凍結されるため、バルクや量子井戸と比較すると顕著に長いスピン寿命を示す。これらの観点から、今回我々は、Fe などの金属強磁性体スピン電極を持つ、InGaAs 自己組織化量子ドットと比較のための InGaAs 量子井戸を活性層に用いた発光ダイオード素子 (LED) を作製し、その電流注入発光 (EL) 特性と磁場中での EL の円偏光特性を調べた。

p 型 GaAs(100)の基板上に $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$ 自己組織化量子ドット、あるいは $\text{In}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{As}$ 量子井戸を用いた活性層と、Si と Be をそれぞれドーブした $\text{GaAs}/\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ バリア層を分子線エピタキシーにより成長させた。さらに、n 型ドーブ AlGaAs バリア層表面に膜厚 3 nm の MgO トンネルバリア、および膜厚 10 nm の金属強磁性体と 4 nm の Au からなる電極層を超高真空蒸着法により成膜した。この LED に対して、温度 4 K~室温で顕微 EL 分光を行った。また、EL の円偏光特性を、Faraday 配置において 0~5 T の磁場を印加して測定した。

$\text{In}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{As}$ 量子井戸と Fe 電極を用いた LED の、50 K における磁場 0 T、5 T、-5 T での円偏光 EL スペクトルを図 1 に示す。ここで得られた円偏光度には、磁場中における励起子ゼーマン分裂準位間のエネルギー緩和(スピン緩和) による寄与と、Fe から注入されたスピン偏極電子による寄与が含まれる。円偏光度の磁場依存性より両者の寄与は定量的に分離でき、この量子井戸の場合、Fe 電極より量子ドットに注入された電子のスピン分極率は 6.5 %と得られた。この注入電子のスピン分極率は Fe 中で生成される電子スピン分極の 16 %に相当する。量子ドットを用いた同様のスピン LED の結果も併せて議論する。

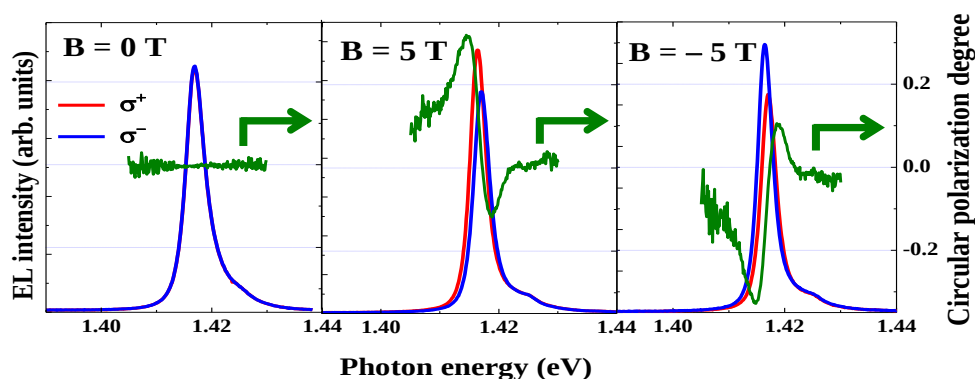


図 1: 50 K での、磁場 0 T、5 T、-5 T における、Fe/MgO 電子スピン注入型電極を用いた $\text{In}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{As}$ 量子井戸 LED からの円偏光 EL スペクトル(赤実線: σ^+ , 青破線: σ^-)。対応する円偏光度を緑実線でプロットしてある。