

室温における純粋円偏光発光 LED

Circularly polarized light emitting diodes with high polarization at room temperature

東工大未来研 °西沢 望

FIRST, Tokyo Institute of Technology, °Nozomi Nishizawa

E-mail: nishizawa.n.ab@m.titech.ac.jp

半導体スピントロニクス分野において磁性体から半導体へのスピン偏極キャリアの注入を計測する手段の一つとしてスピン角運動量を円偏光として取り出す Spin-LED (Spin-polarized light emitting diodes) 素子が用いられてきた。我々はこの素子を実用可能な円偏光光源として発展させるべく研究を行ってきた。これまでに室温、かつ磁場印加なしの条件下で偏光度 100% の円偏光発光を実証するとともに、電気的な円偏光極性の切替及び円偏光度の連続的変調などの機能性についても報告した。本講演ではこれらの実験結果を示すとともに単立の円偏光光源として今後の応用への展望についても論じる。

本研究では発光層 500nm の *p*-GaAs 層を有する LED 構造上に結晶性 AlO_x 層と強磁性体 Fe 電極を有する端面発光型 Spin-LED を用いた。本デバイスの要点はトンネルバリア層として結晶性 AlO_x 層を用いた点である。この層は GaAs 構造上に Al をエピタキシャル成長させ自然酸化させることにより得られ[1]、高いスピン注入効率と電気的堅牢性を兼ね備えたトンネルバリアである。図 1 に本素子の EL スペクトルを示す。低電流密度領域では数%程度であった円偏光度が 100 A/cm^2 以上で少数スピンに対応する極性の円偏光成分が急激に減衰し、結果的に 100% 近い円偏光度が得られた[2]。発光メカニズムはスピン依存した誘導放出過程が寄与しているものと考えられている。さらに、円偏光極性が注入スピンの向きに依存することを利用して、単一素子上に反平行に磁化した一対の強磁性電極を設けた素子により、極性の切替及び変調機能を実証している[3]。

円偏光応用は図 2 に示すように多岐に亘る可能性が提案されているが、実現上の問題は変調可能な微小光源の欠如である。Spin-LED はこの問題を払拭し、円偏光応用の基盤素子となる可能性を有する。例えば、生体内での非染色、非侵襲な癌診断用光源として大きく期待されている[4]。

[1] N. Nishizawa *et al.*, JAP **114**, 033507 (2013). [2] N. Nishizawa *et al.*, PNAS **114**, 1783 (2017).

[3] N. Nishizawa *et al.*, APL **104**, 111102 (2014), M. Aoyama *et al.*, 63rd JSAP Spring Meeting, 19p-P1-55 (2016).

[4] B. Kunnen *et al.*, J. Biophotonics **8**, 317 (2015).

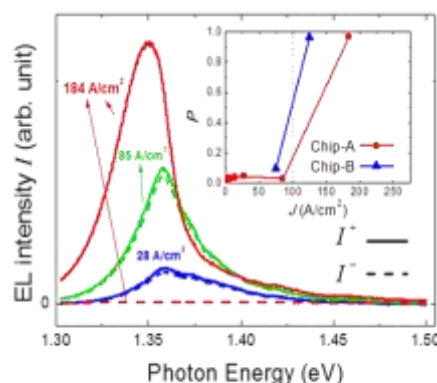


Fig. 1: Helicity-dependent EL spectra from the side wall of the device with $J = 28, 85$ and 184 A/cm^2 . The inset shows J dependence of CP values.

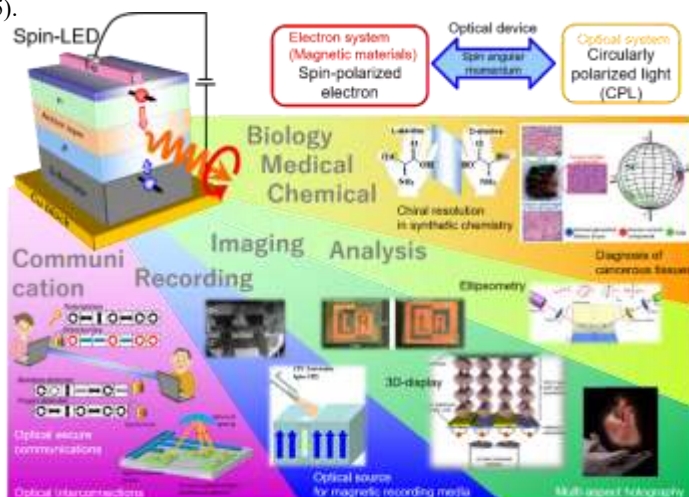


Fig. 2: Future prospect of applications based on circularly polarized light