

# 新しい円偏光光源としてのスピン発光ダイオード

A spin light-emitting-diode as a new circularly polarized light source

## Objectives

スピン依存光学遷移とスピン流を組み合わせると、円偏光度を直接検出できる受光素子、および、円偏光を伴う発光素子が創出可能である。我々は、半導体ナノ技術を駆使して、円偏光を伴う発光ダイオードの研究・開発に取り組んでいる。デバイスは、半導体エピタキシャル積層構造上に強磁性体薄膜電極を接合させた構造により構成される。このデバイスは、半導体に注入されたキャリアのスピン偏極度を円偏光度に変換して検出する測定器として登場したが[1-3]、我々は、外部磁場を使わずに円偏光が得られ[4]、さらに、円偏光の向きが高速で切り替えられる機能を備えたデバイスを目指す。

Combining a spin-dependent optical transition with a spin current would enable us to develop photo- and light-emitting diodes with the ability to detect and emit circularly polarized light. We will develop a new circular-polarized-light emitting diode using semiconductor nano-technology. This will consist of a hybrid structure in which ferromagnetic thin film electrodes are placed on top of epitaxial semiconductor multi-layers. Spin-LED was invented as a method for the detection of spins that are injected in semiconductors [1-3]. Our goal is to achieve emission and switching of circularly polarized light without the use of an external magnetic field [4].

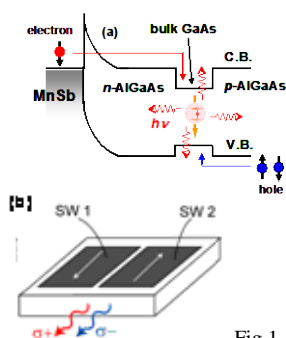


Fig.1

Fig. 1: (a) Schematic illustration of the structure and working concept of spin-LED having lateral magnetization.

(b) Schematic illustration of dual-electrode spin-LED.

Fig.2: (a) A picture of edge-emitting MnSb spin-LED, (b) EL spectra at different temperatures, and (c) magnetic field dependence of circular polarization.

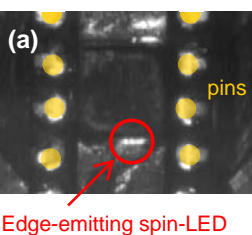


Fig. 2

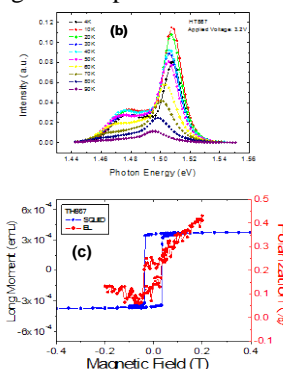


Fig. 2

- 分子線エピタキシー法により面内一軸磁気異方性を有する MnSb 結晶薄膜を III-V 族化合物半導体ナノ構造上に作製し、実際のデバイスに組み込むことができることを示した（東大との共同研究[5]）。
- MnSb 結晶薄膜をスピン注入電極とする発光ダイオードを作製し、電極の残留磁化を利用したスピン注入により、端面からの発光が外部磁場を印加せずに円偏光を有することを示した。
- 残留磁化の向きが反対向きの2つの発光素子を並列させ、それらを交互に電氣的に切り替えることで、円偏光の向きが電氣的にスイッチ可能であることを実験的に示した。
- MnSb crystalline thin films having in-plane uniaxial magnetic anisotropy have been prepared successfully on practical devices based on III-V semiconductor nanostructures (collaboration with Univ. Tokyo [5]).
- Circularly polarized edge emission has been demonstrated successfully with MnSb-GaAs based spin LED without applying an external field.
- Electrical switching of circular polarization has been demonstrated by switching an electrical current between two spin-LEDs whose remanent magnetization has been aligned antiparallel to each other.

## References

- R. Fiederling, *et al.*, Nature **402**, 787 (1999).
- Y. Ohno, *et al.*, Nature **402**, 790 (1999).
- X. Jiang, *et al.*, Phys. Rev. Lett. **94**, 056601 (2005).
- W. Terui and H. Munekata, The 2008 Intern'l Conf. on Solid State Devices and Materials (Sept., 2008, Tsukuba), Extended Abstract p.662.
- T. Amemiya, *et al.*, Appl. Phys. Express. **1**, 022002 (2008).