Fe/Alox 電極による (110) GaAs QW への室温高電流密度スピン注入

Room temperature and high current density spin injection into

(110) GaAs QWs using Fe/AlO_x contacts

奈良先端大 物質¹, 東工大 像情報² ⁰横田 信英^{1*}, 青島 洋平¹, 池田 和浩¹, 西沢 望², 宗片 比呂夫², 河口 仁司¹

Materials Science, NAIST¹, Imaging Sci. & Eng. Lab., Tokyo Inst. of Tech.²

[°]Nobuhide Yokota^{1*}, Yohei Aoshima¹, Kazuhiro Ikeda¹,

Nozomi Nishizawa², Hiro Munekata², Hitoshi Kawaguchi¹

E-mail: yokota@riec.tohoku.ac.jp

はじめに: 円偏光発振や閾値電流密度の低減が可能なスピン VCSEL では、レーザ発振の得られる高電 流密度における半導体への電気的スピン注入が重要である。我々は、室温で電子スピン緩和時間が長 く活性層として有望な(110) GaAs QW に対して、Fe/AlO_x 電極を用いた高電流密度スピン注入を検討し たが、QW からの EL が弱く、その円偏光度の測定は 100 K 以下の低温に限られていた[1]。今回、EL 強度を改善した(110) LED 素子を作製し、室温において 1.5 kA/cm²の高電流密度でスピン注入を確認し たので報告する。

デバイス作製: 作製した LED の素子構造を Fig.1 に示す。活性層である GaAs QW においてキャリアを 高効率で捕獲するため、QW 層を3層とし、その直下に Al 組成の高い Al_{0.4}Ga_{0.6}As 層を配置した。LED ウエハ上に、Au/Ti 5 nm / Fe 100 nm / 結晶性 AlO_x 1 nm から成るトンネル電極[2]を成長し、FIB 装置を 用いて、中心に ϕ 10 μ m の光取り出し窓を有する ϕ 50 μ m の大きさの電極に加工した。電極の周囲は benzocyclobutene (BCB)で埋込み、その上に Au/Cr を成膜した。また、Fe/AlO_x 電極の代わりに Au 電極

を用いた標準試料を作製し、測定結果におけるゼーマン効果の 補正に用いた。

測定結果:電流密度J=1.5 kA/cm²における EL 円偏光度 P_c と 磁場Bの関係をFig. 2 に示す。測定系に起因する P_c のオフセ ットを補正している。4 K と 300 K のどちらの温度においても、 Fe 薄膜の異方性磁界 2.2 T 付近で P_c が飽和しており、その値 はそれぞれ約 1.9%、2.8%であった。 P_c と温度Tの関係をFig. 3 に示す。測定した二つのサンプルをそれぞれ#1、#2 とした。4 K から 300 K まで温度を上昇させても P_c に大きな変化は見ら れず、また、4 K においてJを 1.5 kA/cm² から 0.1 kA/cm² に低 下させても P_c の変化は小さく、1.9-2.3%の範囲内であった。以 上のように P_c の T と J の両方に対する依存性が小さい傾向は、 我々の前回の報告[1]と同じであり、電極-QW 間と QW 内での スピン緩和が影響していると考えられる。以上のように、室温 において、VCSEL の動作に必要な高電流密度におけるスピン

10



高電流密度におけるスピン Fig.1. Structure of fabricated device.



注入に成功した。 謝辞:本研究の一部は、JSPS 科 研費 24226011、25790066 の助成 により行われた。

[1] 池田, 横田, 青島, 河口, 西沢, 宗片, 第 74 回応用物理学会秋季学 術講演会, 16p-C15-6, 同志社大学, 2013.

[2] N. Nishizawa and H. Munekata, J. Appl. Phys., **114**, 033507 (2013).

*現所属 東北大学 電気通信研究所



