

# 希薄窒化物半導体を用いた偏光変調検出フォトダイオードの動作特性

Operating characteristics of a polarization-modulation detection photodiode  
based on a dilute nitride semiconductor

北大院情報科学<sup>1</sup>, 北大量子集積<sup>2</sup> ○峯山 大輝<sup>1</sup>, 矢野 龍弥<sup>1</sup>, 江藤 亘平<sup>1</sup>, 中間 海音<sup>2</sup>,  
橋本 英季<sup>2</sup>, 峰久 恵輔<sup>2</sup>, 高山 純一<sup>1</sup>, スバギョ アグス<sup>1</sup>, 末岡 和久<sup>1</sup>, 石川 史太郎<sup>2</sup>,  
村山 明宏<sup>1</sup>, 樋浦 諭志<sup>1</sup>

IST, Hokkaido Univ.<sup>1</sup>, RCIQE, Hokkaido Univ.<sup>2</sup>,

○D. Mineyama<sup>1</sup>, T. Yano<sup>1</sup>, K. Etou<sup>1</sup>, K. Nakama<sup>2</sup>, H. Hashimoto<sup>2</sup>, K. Minehisa<sup>2</sup>,

J. Takayama<sup>1</sup>, A. Subagyo<sup>1</sup>, K. Sueoka<sup>1</sup>, F. Ishikawa<sup>2</sup>, A. Murayama<sup>1</sup> and S. Hiura<sup>1</sup>

E-mail: mineyama.daiki.i0@elms.hokudai.ac.jp

次世代の低消費電力かつ高速な情報通信の実現に向けて、偏光状態を高速変調可能なスピン偏極変調発光素子とそれに対応する偏光変調検出素子が注目されている[1,2]。最近、希薄窒化物半導体 GaNAs を用いたフォトコンダクタにより室温かつ無磁場で直線偏光と円偏光が検出されている[3]。この方法は、GaAs への窒素添加により生じる格子間 Ga<sup>2+</sup>欠陥の伝導電子捕獲効率が、偏光状態に依存することを利用している。しかし、実用を見据えた暗電流や応答速度の観点ではフォトダイオード型の方が望ましく、入射光強度やバイアス電圧に応じた動作特性を明らかにする必要がある。本研究では受光層に GaNAs を用いた pin 型フォトダイオードを作製し、動作特性を評価した。

試料構造を図 1 に示す。RF 窒素プラズマ支援分子線エピタキシー法を用いて、*p*-GaAs/AlGaAs、*i*-GaNAs(200 nm)ならびに *n*-GaNAs(20 nm)層を有する pin 型フォトダイオードを作製した。試料に入射するパルスレーザー( $\lambda = 1075$  nm)の光強度と偏光状態をそれぞれ光チョッパーと光弾性変調器を用いて変調した。円偏光と直線偏光受光時の光電流の差( $i^{\sigma^{\pm}} - i^{\sigma^x}$ )と偏光に無依存の光電流  $i_{photo}$  の比を、偏光変調検出の性能指標として  $F = (i^{\sigma^{\pm}} - i^{\sigma^x})/2i_{photo}$  と定義した。 $-0.5$  V および  $-1.5$  V の逆バイアス電圧下で得られた光電流の時間変化を図 2 に示す。円偏光と直線偏光受光時において光電流の明瞭な差が観測された。 $-0.5$  V において  $F$  は 5.8% であったが、逆バイアス電圧を  $-1.5$  V に増加させると  $F$  は 1.5% に大きく低下した。この結果は、格子間 Ga<sup>2+</sup>欠陥による伝導電子捕獲効率が、バイアス電圧に強く依存することを示唆している。当日は入射光強度依存性についても議論する。

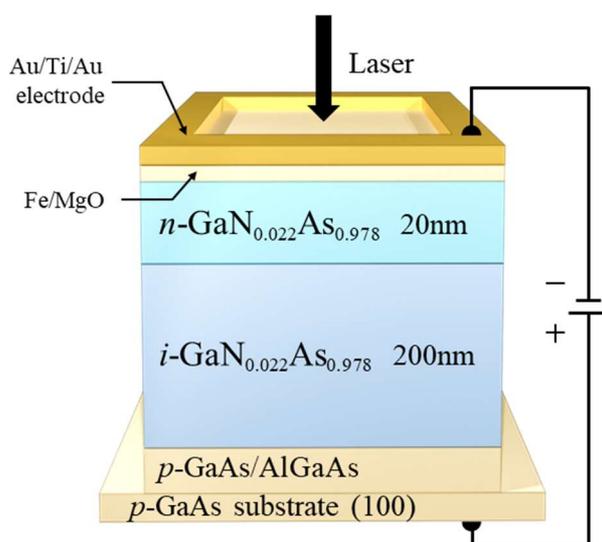


Fig. 1 Schematic illustration of GaNAs photodiode.

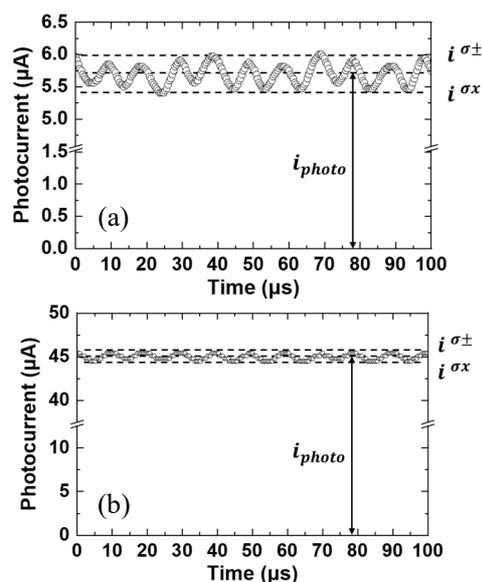


Fig. 2 Photocurrent as a function of time with bias voltages of (a)  $-0.5$  V and (b)  $-1.5$  V.

## References:

- [1] M. Lindemann et al., Nature **568**, 212 (2019).
- [2] P. A. Dainone et al., Nature **627**, 737 (2024).
- [3] R. Joshya et al., Adv. Funct. Mater. **31**, 1900684 (2021).