分布反射器を有する半導体薄膜光検出器の構造設計

Design of Membrane Structure Photodiode with Distributed Reflector ^O鄭 叙^{1*}、顧 之琛¹、雨宮 智宏^{1,2}、西山 伸彦^{1,2}、荒井 滋久^{1,2}

^o Xu Zheng ^{1*}, Zhichen Gu¹, Tomohiro Amemiya^{1,2}, Nobuhiko Nishiyama^{1,2}, and Shigehisa Arai^{1,2}

東京工業大学 工学院 電気電子系¹、科学技術創成研究院 未来産業技術研究所²

Department of Electrical and Electronic Engineering¹,

Laboratory for Future Interdisciplinary Research of Science and Technology², Tokyo Institute of Technology E-mail: *<u>tei.j.aa@m.titech.ac.jp</u>

1. はじめに

近年、LSI のグローバル配線における RC 遅延や発 熱などの問題から、電気配線からオンチップ光配線へ の置き換えが注目されている。そのような中、我々は 薄膜光集積回路を LSI 上にハイブリッド実装する技術 を提案しており[1,2]、そこで用いる受光器として、高 速化・高感度化を同時に実現できる「GalnAs 薄膜 p-in フォトダイオード (PD)」の研究を行っている[3]。

前回までに、GalnAs 吸収層の一部に分布反射器を導入することで従来構造に比べ素子長の短縮が可能であることを報告したが[4]、今回、寄生容量の低減を目的として上記 GalnAs 吸収層後部受動導波路部に分布反射器を導入することで、レーザへの戻り光反射率を-30 dB 程度に保ったまま素子長を 57 %程度短縮できることを理論計算により明らかにしたので、ご報告する。

2. 結果

Fig. 1 に分布反射器を導入した GalnAs 薄膜 PD の計 算モデルを示す。従来構造[3]では、素子全領域で吸収層 として GalnAs を用いるのに対し、今回は、後方 GalnAsP 受動導波路部分に表面回折格子を利用した DBR を配置した構造となっている。

Fig. 2 に、回折格子深さ d_{g} = 50 nm (κ = 1755~1587 cm⁻¹ @ W_{s} = 0.3~2.0 µm) の場合の素子長のストライ プ幅依存性を示す。ここでの素子長は、反射率および透 過率がともに-30dB となる場合を仮定している。破線 部分は DBR のない素子の解析結果、プロット点は DBR を有する素子の解析結果である。DBR 導入により素子 長の低減が確認され、ストライプ幅 W_{s} = 0.8 µm の素 子においては、今回提案した構造では L = 11.8 µm と なり、従来構造 (L = 27.5 µm) と比べて 57%程度の素 子長低減が期待される。

Fig. 3 に高速動作時における 3dB 帯域幅のストライ プ幅依存性を示す (バイアス電圧は-1V と仮定)。DBR 導入により動作帯域の改善が確認され、ストライプ幅 $W_{s} = 0.8 \ \mu m$ の素子においては、今回提案した構造で は 3dB 帯域幅 $\delta_{dB} = 17.7 \ GHz$ となり、従来構造(δ_{dB} = 11.0 GHz)と比べて 61%程度の動作帯域増大が期待 される。

謝辞

本研究は、JST CREST (JPMJCR15N6)、JSPS 科研費(# 15H05763, #16H06082, #17H03247)の援助により行われた。

<u>参考文献</u>

 [1] T. Hiratani *et al.*, *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.* 23, 3700108 (2017).

[2] D. Inoue et al., IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron. 23,



Fig. 1. Schematic of membrane DBR type photodiode.







Surpe width w_s [µm]

Fig. 3. Stripe width dependence of 3dB frequency.

3700208 (2017).

- [3] Z. Gu et al., Applied Optics 56, 7841 (2017).
- [4] T. Hiratani et al., 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会, 15a-1E-6 (2015).