

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 semiconductor membrane photodetector with distributed-reflector

東京工業大学, 電気電子工学専攻¹ 量子ナノエレクトロニクス研究センター²

○平谷 拓生¹, 雨宮 智宏², 西山 伸彦¹, 荒井 滋久^{1,2}

¹ Dept. of Electrical and Electronic Engineering, ² Quantum Nanoelectronics Research Center, Tokyo Institute of Technology

○Takuo Hiratani¹, Tomohiro Amemiya², Nobuhiko Nishiyama¹, and Shigehisa Arai^{1,2}

E-mail: hiratani@m.titech.ac.jp, arai@pe.titech.ac.jp, <http://www.pe.titech.ac.jp/AraiLab/>

はじめに

近年の LSI 内素子の微細化に伴う長距離電気配線での信号遅延や発熱などの問題の解決策として光配線への代替が提案されている。我々はその光源として低消費電力動作可能で超小型な半導体薄膜レーザを提案し[1]、これまでに分布反射型 (DR) レーザを実現してきた[2]。チップ上光集積回路を実現するためには光源だけでなく光検出器の高性能化・小型化も必要である。これまでに半導体薄膜導波路型光検出器の 10Gbit/s 動作を実現してきたが[3]、今回、導波路型光検出器の後方に分布反射器を付加することにより、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 40% 程度短縮できることを明らかにしたので、ご報告する。

結果

計算モデルとした薄膜光検出器の構造を Fig. 1 に示す。吸収層として GaInAs を用いており、その後方部分に表面回折格子 DBR を有する構造であり、DBR 領域では吸収と反射が同時に起こることを利用し、実効的な吸収長を長くしている。今回、素子からの反射率および透過率がそれぞれ -30dB となる構造で、DBR のない導波路型光検出器構造と素子長の比較を行った。

Fig. 2 にストライプ幅 $W_s = 500$ nm、回折格子深さ $d_g = 100$ nm ($\kappa = 4000$ cm⁻¹) の場合の感度を示す。内部量子効率 $\eta_i = 80\%$ と仮定した。縦軸は DBR 領域長、横軸は吸収領域長であり、図中には反射率、透過率がそれぞれ -30dB となる境界を破線で示している。この破線の交点が両者を満たし、最も素子長が短くなる点となり ($L_{\text{absorption}} = 17\mu\text{m}$, $L_{\text{DBR}} = 7\mu\text{m}$)、十分な感度が得られていることがわかる。

Fig. 3 に素子長 ($L_{\text{absorption}} + L_{\text{DBR}}$) のストライプ幅依存性を示す。破線は DBR のない導波路型光検出器の場合である。DBR 導入により素子長は低減しており、 $d_g = 100$ nm ($\kappa = 4000$ cm⁻¹) の場合には、ストライプ幅 $W_s = 0.3\mu\text{m}$ においては 43% の素子長低減が期待される。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 (#15H05763, #25709026, #25420321, #15J04654, #15J11776) の援助により行われた。

参考文献

- [1] T. Okamoto et al., Electron. Lett., vol. 38, no. 23, pp. 1444-1446, Nov. 2002.
- [2] T. Hiratani et al., Proc. Int. Conf. Indium Phosphide and Related Materials (IPRM2015), O6-1, June,

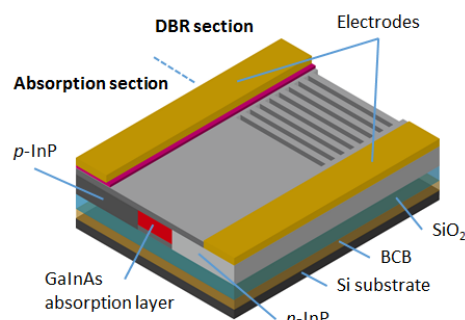


Fig. 1 Schematic of the membrane DR type photodetector.

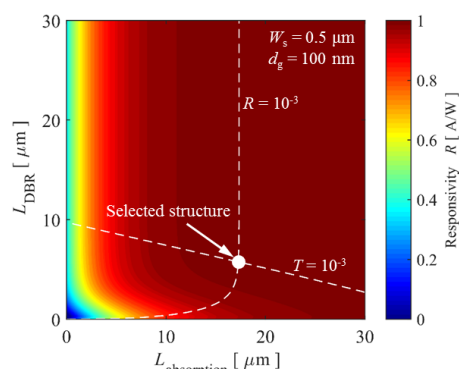


Fig. 2 Responsivity of membrane DR type photodetector.

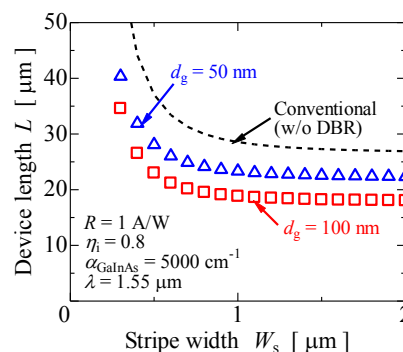


Fig. 3 Stripe width dependence of device length.

2015.

- [3] 山原 他, 2012 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, C-4-15, 9 月, 2012.