分布ブラッグ反射器を有する半導体薄膜光検出器の感度特性評価

Responsivity measurement of semiconductor membrane photodiode with backend distributed-Bragg-reflector

東京工業大学，工学院電気電子系 [1]　科学技術創成研究院 [2]
○齋藤　孝一 [1]、鄭　叙 [1]、吉田　崇将 [1]、雨宮 智宏 [1,2]、西山 伸彦 [1,2]、荒井滋久 [1,2]

[1] Dept. of Electrical and Electronic Engineering, [2] Institute of Innovation Research (IIR), Tokyo Institute of Technology
○Koichi Saito[1], Xu Zheng[1], Takamasa Yoshida[1], Tomohiro Amemiya[1,2], Nobuhiko Nishiyama[1,2], Shigehisa Arai[1,2]
E-mail: saito.k.bz@m.titech.ac.jp

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に対応するため、電気配線から光配線への置き換えが注目されている。そのような中、我々のグループで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]、そこで用いる受光器として、高速化と高感度化を同時に実現できる GaInAs 薄膜 p-i-n フォトダイオード(PD)の開発を行ってきた[2]。

現在までに、GaInAs 吸収層後部に分布反射器を導入することで、レーザへの戻り光を-30 dB 程度に保ったまま素子長を 57 %程度短縮できることが理論計算により見積もられている[3]。今回、実際に分布ブラッグ反射器（DBR）を導入した GaInAs 薄膜 PD の試作・評価を行ったので、その詳細を述べる。

結果

Fig. 1 に DBR を導入した GaInAs 薄膜 PD の構造を示す。p- と n-InP を形成した横方向電流取り出し型 p-i-n 構造となっており、その後方に DBR を配置することで実効的な吸収効率を上げている。

Fig. 2 に DBR を導入した GaInAs 薄膜 PD の光学顕微鏡写真を示す。本素子では、ストライプ幅 1.0 μm 、吸収長 5 μm の GaInAs 吸収層後部に、屈折率結合係数 1700 cm^{-1}、長さ 10 μm の表面回折格子を有する GaInAsP 導波路を配置することで、DBR を構成した。

Fig. 3 に、吸収長 5 μm、ストライプ幅 1.0 μm、の素子における光電流特性を示す（バイアス電圧 -1 V）。先球ファイバと導波路の理論的結合効率（20%）を考慮すると、DBR を有する薄膜 PD の感度は 0.06 A/W と見積もられた。同一基板上に作製された DBR のない素子（0.022 A/W）に比べて、感度を向上させることに成功した。絶対感度が低い問題は、吸収効率や結合効率が理論に比べ低いことに起因し、プロセスの不安定性が原因であることが分かっているため、今後その改善を行っていく。

謝辞 本研究は JSPS 科研費(#17H03247, #19H02193)および JST CREST (JPMJCR15N6, JPMJCR18T4)の援助により行われた。

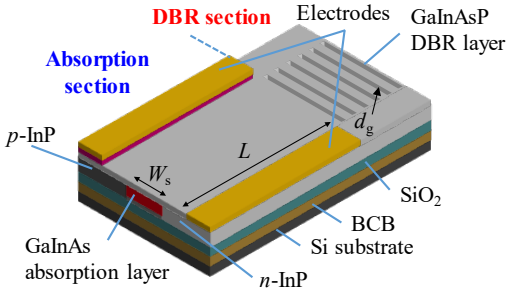

Fig. 1 Schematic of membrane DBR type photodiode.

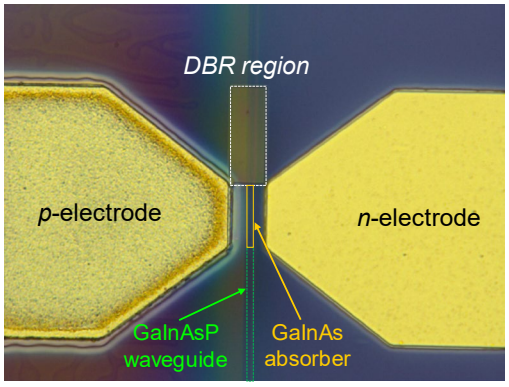

Fig. 2 Optical microscope image of GaInAs membrane PD with backend DBR.

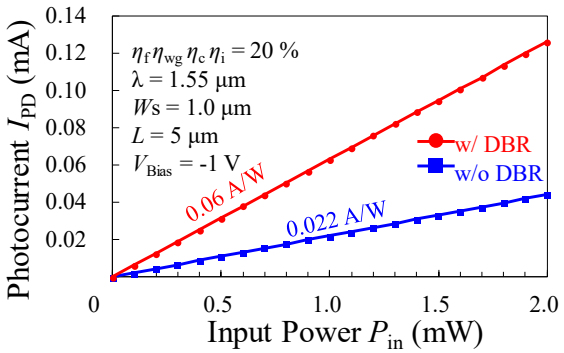

Fig. 3 Photocurrent as a function of input power of membrane PDs w/ and w/o backend

参考文献

[1] S. Arai *et al.*, *Semicond. Semimet.* **99**, 71 (2018).
[2] Z. Gu *et al.*, *Appl. Phys. Express* **11**, 022102 (2018).
[3] X. Zheng *et al.*, *JOSA B* **36**, 1054 (2019).

© 2019年 応用物理学会