縦型 PN 接合構造を有する装荷導波路型光変調器の作製と評価

Fabrication and Evaluation of Optical Modulator with Vertical PN Junction Based on Strip-loaded Waveguide

産総研[1]，東工大[2] ○前神 有里子[1]，Guangwei Cong[1]，大野 守史[1]，岡野 誠[1]，
伊東 憲人[2]，西山 伸彦[2]，荒井 滋久[2]，山田 浩治[1]
AIST[1], Tokyo Tech[2], ○Yuriko Maegami[1], Guangwei Cong[1], Morifumi Ohno[1], Makoto Okano[1],
Kazuto Itoh[2], Nobuhiko Nishiyama[2], Shigehisa Arai[2], Koji Yamada[1]
E-mail: yuirko-maegami@aist.go.jp

１．はじめに

リブ型シリコン導波路を用いたキャリア空乏型の位相変調器は高速な変調特性を得ることができる。その中でも、縦型 PN 接合構造は光モードフィールドと空乏層とのオーバーラップが増大することから変調効率の向上が期待される。しかし、縦型 PN 接合のリブ型導波路には製造上の課題として、エッチング量のばらつきにより設計通りのリブ高さが得られにくいことや、リブ部とスラブ部での膜厚差によりイオン注入分布の最適化が困難であることなどがあった。そこで、我々はこれまで、リブ部として SOI 基板上にアモルファスシリコンなどの材料を装荷する新規位相変調器構造を提案・設計した[1,2]。本研究では、装荷導波路型マッハ・ツェンダー変調器 (MZM) を作製し、変調特性を確認したので報告する。

２．実験結果

縦型 PN 接合装荷導波路型変調器の断面構造を Fig. 1(a)に示す。フラットな SOI 基板上にイオン注入を行い、パッシベーション膜として 10 nm 程度の薄い熱酸化膜を形成後、アモルファスシリコンを成膜する。この熱酸化膜はエッチストップ層としても働き、SOI 基板をエッチングすることなく設計通りに装荷導波路を形成することがでる。実際に作製したアーム長の異なる非対称 MZM を Fig. 1(b)に示す。

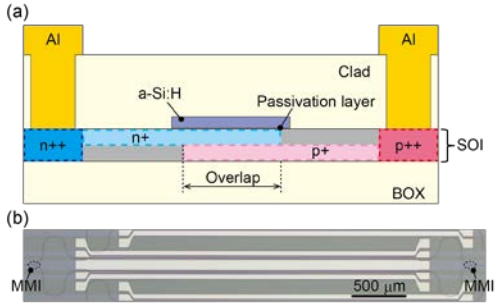

Fig. 1. (a) Schematic cross-section of vertical pn junction phase shifter. (b) Optical microscope image of the fabricated asymmetric MZM.

Fig. 2 はアーム長の短い MZM に DC バイアス電圧を 0 V から-5 V まで印加したときのスペクトル変化を示す。自由スペクトル領域 (FSR) は 6.36 nm で、電圧を印加するに従って、スペクトルが短波長側にシフトする。Fig. 3 は印加電圧に対する位相変化量を示し、変調効率 ($V_\pi L$) として低電圧側で 0.80 Vcm、高電圧側で 1.86 Vcm が得られた。また、位相変調器の伝搬損失 (α) が 9.1 dB/cm と見積もられることから、性能指数 ($\alpha * V_\pi L$) は低電圧側で 7.3 dBV、高電圧側で 16.9 dBV となった。これは、従来の高速光変調器[3]で報告された性能指数 (約 25 dBV) に比べ低いことから、本デバイスは高速変調を担保しつつ高効率な光変調器として期待される。

【参考文献】[1] Cong *et al.*, 秋季応物 14a-B4-2 (2016).
[2] Y. Maegami *et al.*, Photon. Res., **4**, 222 (2016).
[3] G. T. Reed *et al.*, Nanophotonics **3**, 229 (2014).

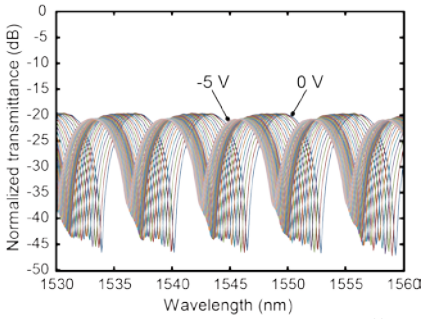

Fig. 2. Normalized transmittance spectra at difference bias voltage.

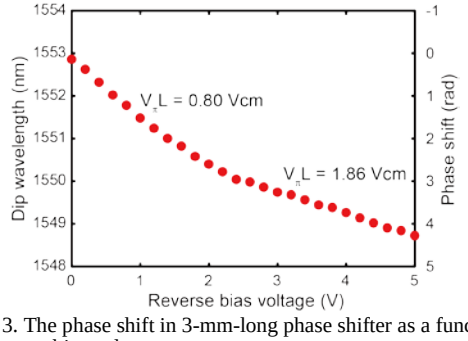

Fig. 3. The phase shift in 3-mm-long phase shifter as a function of reverse bias voltage.

© 2017年 応用物理学会