III-V CMOS フォトニクス・プラットフォーム上 空乏型 InGaAsP 光変調器の検討

Investigation of carrier-depletion InGaAsP optical modulator on III-V CMOS photonics platform

○関根　尚希 [1]、韓　在勲 [1,2]、竹中　充 [1,2]、高木　信一 [1,2]（1. 東大工、2. JST-CREST）
°Naoki Sekine[1], Jaehoon Han[1,2], Mitsuru Takenaka[1,2], Shinichi Takagi[1,2] (1.U. Tokyo,2.JST-CREST)
E-mail: sekine@mosfet.t.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】 Si フォトニクスと比較して InP などの III-V 族半導体を用いる III-V フォトニクスは高性能光素子を実現することが可能である。しかし従来の III-V 族半導体光素子は垂直方向に光の閉じ込めが弱く Si フォトニクスのような小型化が困難といった問題がある。我々は Si フォトニクスで用いられる Si-on-Insulator 基板と同様の構造を持つ III-V on Insulator 基板を使うことで、III-V 族半導体版 Si フォトニクスと呼べる III-V CMOS フォトニクス・プラットフォームを提案している。III-V CMOS フォトニクス・プラットフォームを用いてこれまでに急峻な曲げ導波路や InGaAs 受光器、キャリア注入型光スイッチなどを報告してきた[1]。今回、キャリア誘起屈折率変化を利用した空乏型光変調器について検討した。TCAD シミュレーションを用いて、空乏型 InGaAsP 光変調器の変調特性を計算した結果について報告する。

【素子構造】空乏型 InGaAsP 光変調器の素子構造を Fig. 1 に示す。SiO_2 BOX 層上に総膜厚 220 nm の InGaAsP 層が貼り合わされた構造となっている。メサ幅 500 nm の導波路の中心に形成した PN 接合に逆バイアスを印加することで、光変調動作を得ることができる。

【計算手法】TCAD シミュレーションから求めたキャリア分布から屈折率変化を計算し、導波モードの等価屈折率変化を求めることで、変調効率を計算した。III-V 族半導体中のキャリア誘起屈折率変化は Si にみられるプラズマ分散効果だけではなく、様々な副次的効果が存在する事が知られている。そのため InGaAsP 中のキャリア誘起屈折率変化として、プラズマ分散効果に加えて、バンドフィリング、バンドギャップシュリンク、価電子帯間遷移吸収についても考慮して計算を行った。

【計算結果】 Fig. 1 に示すように PN 接合を導波路の中心に置き、P 領域、N 領域の濃度をそれぞれ $5\times10^{17}cm^{-3}$ とした。コンタクト領域である N++、P++領域の濃度は $1\times10^{19}cm^{-3}$ として、オーミックコンタクト電極を仮定して計算を行った。InGaAsP の組成は InP に格子整合し、バンドギャップが 1.37μm となるものを用い、波長 1.55 μm の TE モードについて特性を計算した。比較のため同様の構造の Si 光変調器についても特性を計算した。変調効率を計算した結果を Fig. 2 に示す。Si 光変調器と比較して InGaAsP 光変調器の変調効率 $V_{\pi}L$ はおよそ 3 倍程度改善可能であることが分かった。

【参考文献】 [1]竹中充ほか, 電気通信学会論文誌 C エレクトロニクス J97-C(3), 95-103, 2014-03-01.

【謝辞】本研究の一部は、文科省科研費補助金若手研究 A の助成により実施した。

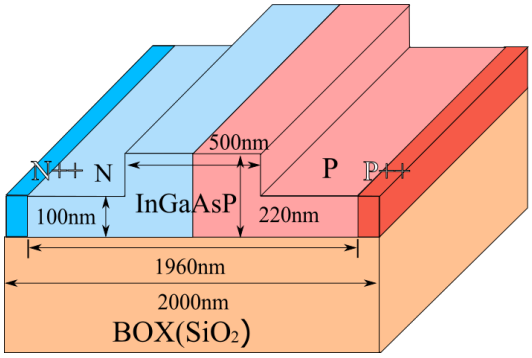

Fig. 1 Schematic of InGaAsP modulator.

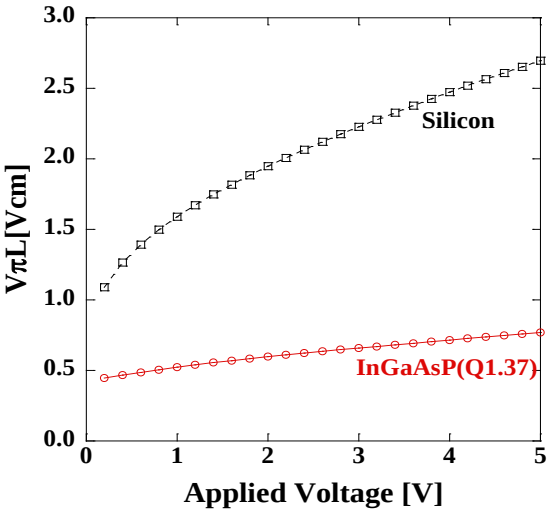

Fig. 2 Modulation efficiency of InGaAsP modulator.

© 2016年 応用物理学会