

楕円 PN 接合型 Si 光変調器におけるイオン注入による横方向不純物分布の影響

Impact of lateral profile of implanted dopants in Si optical modulator with interleaved PN junctions

東大院工¹, JST-CREST²

○武内 和治^{1,2}, 韓 在勲^{1,2}, 竹中 充^{1,2}, 高木 信一^{1,2}

The University of Tokyo¹, JST-CREST²

○Kazuharu Takeuchi^{1,2}, Jaehoon Han^{1,2}, Mitsuru Takenaka^{1,2}, Shinichi Takagi^{1,2}

E-mail: takeuchi@mosfet.t.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】キャリア空乏型光変調器は、高速動作が可能であると期待されている[1]。一方、変調効率の低さが課題となっている[2]。我々は楕円 PN 接合を用いた空乏型光変調器の性能について数値解析を行い、PN 接合の繰り返し周期を 100 nm 程度に短くすることで変調効率と挿入損失を同時に改善可能であることを示した[3]。

しかし、実際の素子作製においては、イオン注入の際に不純物が横方向にも広がるため、理想通りの急峻な PN 接合分布は実現できない[4]。今回我々は、イオン注入時の不純物の横方向分布が楕円 PN 接合型光変調器の変調特性に与える影響を TCAD シミュレーションにより計算したので報告する。

【イオン注入による不純物の横方向広がり】まず、イオン注入による不純物の広がりを評価するため、Process Simulator を用いてイオン注入に関するシミュレーションを行った。シミュレーションに使用した素子の構造とその結果を Fig. 1 に示す。埋め込み酸化膜の上に 220 nm の Si が堆積されており、P 型領域、N 型領域が 300 nm おきに並ぶ構造となっている。ホウ素を 25 keV、リンを 75 keV で、ドーズ量を $5 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ としてイオン注入を行った結果、イオン注入によっておよそ 100 nm 程度の不純物の広がりが起きることがわかった。

【変調効率計算結果】この不純物の広がりを考慮した変調効率の数値計算を行い、前回報告した理想的な分布での変調効率との比較を行った。この結果を Fig. 2 に示す。

理想的な階段接合の特性と比較して、PN 接合周期にかかわらず変調効率が 20% 程度劣化することが分かった。これは傾斜接合により空乏層の伸びが減少するためと考えられる。一方、横方向の不純物分布が 100 nm 程度あっても、PN 接合の周期を 100 nm ま

で減少させても変調効率は改善することがわかった。この結果、横方向の不純物広がりを考慮しても、短い周期での楕円 PN 接合変調器の作製は可能であり、変調効率の指標である $V_{\pi}L$ は 0.6 Vcm を下回ることが可能であることが示唆された。

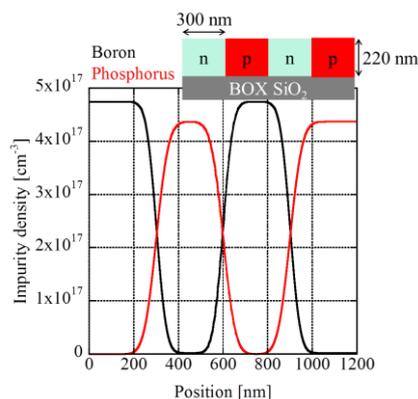


Fig. 1 Lateral dopant profiles of implanted B and P.

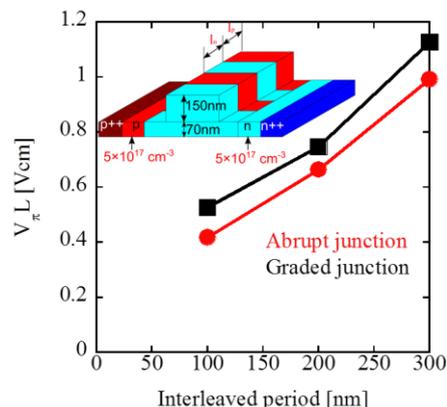


Fig. 2 Simulated modulation efficiency.

【謝辞】本研究の一部は NEDO プロジェクト「超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発」の助成により実施した。

【参考文献】

- [1] F. Y. Gardes, et al., Optic Express, 13, 8845-8854, 2005.
- [2] G. T. Reed, et al., Nature photonics, 4, pp.518-526, July, 2010.
- [3] 武内和治 他, 第 62 回応用物理学会春期学術講演会, 12a-A16-9, 2015.
- [4] S. Furukawa, et al., Japanese Journal of Applied Physics, 11, 2, pp.134-142, 1972