マイクロローディング効果を用いた InP 系リング共振器デバイスの作製

Fabrication of InP ring resonator using microloading effect

東京農工大工[1], GenISys[2]　○西山知志[1], 駒込泰輝[1], 荒雄也[1], 清水諭[2], 清水大雅[1]
Tokyo Univ. of Agri. & Tech.[1], GenISys[2], ○S. Nishiyama[1], H. Komagome[1], Y. Ara[1], S. Shimizu[2], H. Shimizu[1]
E-mail: h-shmz@cc.tuat.ac.jp

［はじめに］

リング共振器は、波長分割多重通信における波長選択やへき開不要のリングレーザに応用できる重要なデバイスの一つである。半導体リングレーザに光アイソレータを一体集積することでリングレーザを一方向発振化したり、発振方向を制御することができる。特に曲げ導波路の半径を低減できるハイメサ導波路と整合性のよい InP 基板上の TE モード導波路光アイソレータとの集積プロセスを提案し[1]、2 段階の電子線描画とエッチングを用いてリング共振器を作製し、共振特性を得た[2]。本研究では、ドライエッチング時の深さが被エッチング領域の面積によって異なるマイクロローディング効果に着目し、周回導波路には光閉じ込めの強いハイメサ導波路を、方向性結合器のギャップ部には結合の強いリッジ導波路を導入し組み合わせたリング共振器導波路を作製した。電子線描画が一度で済むため、分岐特性の制御性の向上が期待できる。また、描画時に近接効果を考慮し、パターンの密度に応じてドーズ量を変調し設計したリング共振器導波路を作製したので報告する。

［光導波路パターンと作製結果］

リング共振器の入出力導波路となる方向性結合器のギャップの幅を 0.2 μm、導波路幅を 2 μm、リング半径を 50 μm としたリング共振器を作製した。電子線描画ソフトウェア BEAMER® (GenISys 社) を用いて電子ビームの散乱を解析し、近接効果を補正（Proximity Effect Correction）したドーズプロファイルを用いて描画した[3]。ICP-RIE により基板表面から 1.2 μm より下に位置する InGaAsP 量子井戸を含むコア層（厚さ 390 nm）を含む InP 基板をエッチングした。図 2 に方向性結合器の断面電子顕微鏡写真を示す。方向性結合器のギャップ部では、コア層の上側 30 nm までエッチングし、外側では量子井戸層を含むコア層のうち約 30 %を残してエッチングすることができた。コア層に約 30 %削り残しがあるものの、一度のドライエッチングプロセスにより同一基板面内でエッチング深さを変化させ、リング共振器における小型化と結合効率の両立を実現する簡易なプロセスを見出した。今後は方向性結合器の分岐特性や図 2 のリング共振器の曲げ損失を含む共振特性を評価し、リッジ導波路とハイメサ導波路を組み合わせた構造が共振特性に与える影響について考察する。

［謝辞］　本研究は科研費(16H04346)の助成を受けてなされました。本研究では 4 大学ナノ・マイクロファブリケーションコンソーシアム、東京工業大学微細加工プラットフォームを利用させていただきました。関係者の皆様に御礼申し上げます。

［参考文献］　[1] 水島他 2017 年 第 64 回応用物理学会 春季学術講演会 16a-316-9.
[2] 水島他 2018 年電子情報通信学会ソサイエティ大会　C-4-33
[3] 駒込他 2018 年 第 79 回応用物理学会 秋季学術講演会 19p-212A-5

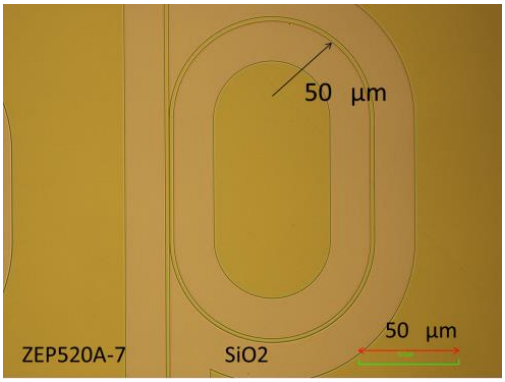

図 1　現像後のリング共振器の光学顕微鏡写真

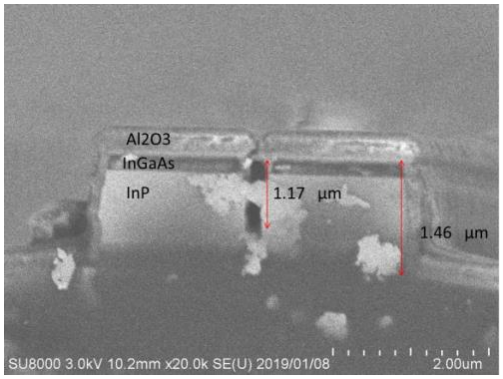

図 2　方向性結合器の断面 SEM 写真

© 2019年 応用物理学会