29p-B3-12 4次直列結合マイクロリング波長選択スイッチにおける結合部の 結合効率変化の消光比と透過損失への影響

Effect of Change in Coupling Efficiency in Coupling Regions on Extinction Ratio and ON-State Loss of Quadruple Series-Coupled Microring Wavelength Selective Switch

横国大院工 〇神谷 宙, 池原 広樹, カトフ レドワン, 荒川 太郎, 國分 泰雄

Yokohama National Univ., ^OHiroshi Kamiya, Hiroki Ikehara, Redouane Katouf, Taro Arakawa, and Yasuo Kokubun E-mail: {arakawa, ykokubun}@ynu,ac,jp

【はじめに】我々は量子井戸4次直列結合マイクロリン グ共振器を用いたヒットレス波長選択スイッチ(WSS) の提案,動作実証を行ってきた[1].この波長選択スイ ッチの動作の際,リング共振器の屈折率変化に伴い結合 部の結合効率も変化し、スイッチング特性に影響を与え る.今回,その結合効率の変化の影響について検討を行 ったので報告する.

【デバイス構造とスイッチング特性】 Fig.1 に作製した 素子の光学顕微鏡像を示す. 導波路は InGaAs/InAlAs 多 重量子井戸のハイメサ導波路で構成され,結合部には中 央に浅い溝を有する方向性結合器を用いた. 導波路断面 観察によって結合部で Busline1 と Ring1(および Ring4 と Busline2)で導波路幅が異なり,それぞれ 1.61 µm, 1.41 µm と, Fig.1 において上方の導波路の方が下方のそれより幅 広く作製されていた. 結合部中央の溝(幅 0.3 µm) は電 子ビーム描画,その他の導波路はフォトリソグラフィに より作製したが,位置合わせの誤差により中央溝が全体 的に下方にずれたためである.

このスイッチの Drop port スペクトルを Fig.2 に示す. 初期 ON 状態(青線)から, Ring3, 4 に電圧印加して OFF 状態(赤線), さらに Ring1, 2 に電圧を印加すると スイッチ後の ON 状態(緑線)となった.しかし,スイ ッチ後の ON 状態は初期 ON 状態よりも透過光強度が低 下し,消光比が劣化した.これは,主に結合部の結合効 率の変化によるものと予測した.

【結合効率変化特性】 結合部における結合効率の変化 を求めるため、同時に作製された同一エピ基板上のシン グルリング共振器のスペクトル特性から、それぞれの Busline に対して電圧を加えたときの結合効率 K_1 , K_2 の 変化を求めた結果を Fig.3 に示す. Through port, Drop port の Busline にそれぞれ電圧 V_T , V_D を印加すると, K_1 は0.152 から 0.035 まで減少し、 K_2 は 0.159 から 0.350 まで増加 した. これは、4 次直列結合リング共振器と同様、リン グ導波路と busline 導波路でその幅が異なっており、 K_1 についてはその非対称性が増加する方向、 K_2 は対称性が 改善する方向に屈折率が変化したためと考えられる.

【結合効率調整による消光比改善】上記の4次直列結合 リング共振器スイッチにおける消光比は,Buslineにも同 時に電圧印加し,その屈折率変化を調整することで改善 できる.Fig.2のDrop port スペクトル特性において,Drop port の busline に対して電圧印加して Ring4 と Busline 間 の結合効率を大きくすると,スイッチ後の ON 時の透過 光強度が約 1.7 dB 増加した(紫線).また,OFF 状態で は Through port の Busline に対しても電圧を加え,Busline と Ring1 間の結合効率を低下させることで約3 dB 透過光 強度が減少した.このように,結合部の Busline の屈折率 も調整することで消光比が改善できることを示した.

謝辞

本研究は文部科学省・科学研究費補助金基盤研究 (S)(20226019)及び(B)(21360030)の援助を受けて行われた.

[1]神谷他, 第73回秋季応用物理学会, 13p-C5-8, 2012.



Fig.1. Microscopic photograph of top of fabricated WSS.



Fig.2. Measured spectrum responses at drop port of WSS consisting of quadruple series-coupled microrings.



Fig.3. Dependence of K_1 and K_2 on applied voltages.