

様式8

論文内容要旨

報告番号	甲 先 第 346 号	氏 名	鎌田 隼
学位論文題目	表面プラズモンポラリトン導波路を用いた 小型積層光デバイスに関する研究		

内容要旨

光通信デバイスは、波長分割多重通信や高周波動作可能であるため高密度な情報処理に有効な手段である。これまでの光通信デバイスの光配線に用いられている誘電体光導波路は、回折限界の制約を受けるため、素子サイズが大きいという問題点がある。そこで、光を金属/絶縁体の界面に閉じ込め伝搬させることができる表面プラズモンポラリトン導波路(Plasmonic waveguide: PWG)が注目されている。PWGを用いることで、デバイスサイズのスケールダウンとそれに伴う動作周波数の高速化が期待されている。金属と絶縁体を積層した構造である金属/絶縁体/金属(MIM)型PWGは、散乱損失を受けにくく高い光閉じ込め効果がある。しかし、デバイス構造が複雑になるため、実験結果を含む報告例が少ない。そこで本研究では、散乱損失の受けにくい光デバイスを実現すべく、MIM型PWGを用いた構造の開発を行った。

情報処理のために、光変調器とセンサは必要不可欠なデバイスである。Mach-Zehnder干渉計は、高感度・高速に屈折率変化を捉えることができるため、光変調器やセンサとして積極的に利用されている。本研究では、MIM型PWGを用いた非平衡Mach-Zehnder干渉計構造を提案した。また、数値解析による光伝搬特性の評価を行った結果、光路差による干渉モード、干渉計内での反射によるファブリペロー共振モード、干渉計内を光が周回するウィスピリングギャラリーモードが発生することが明らかになった。ファブリペロー共振モードは、PWGに曲率半径をつけることで、抑制することができた。実験では、微細加工プロセスにより、提案した構造の作製に成功した。光伝搬特性を実験的に評価した結果、干渉モードとウィスピリングギャラリーモードが観測され、非平衡Mach-Zehnder干渉計が機能していることを示した。電気光学効果により光変調器として利用した場合、素子長さ $4\mu\text{m}$ で消光比14.4dBが数値計算より得られた。従来の光変調器は素子長さが数mmであり、PWGを用いることで、大幅なスケールダウンが期待できる。

センサのためには、共振器構造が一般的によく用いられている。PWGの共振器のなかで、四角形共振器は共振モードが複数あり、十分に解析されていなかった。そこで本研究では、四角形共振器をMIM型PWGに隣接した構造を提案した。数値解析により共振モードの解析を行った結果、四角形共振器の長さと高さに由来する共振モードが存在することを明らかにした。構造を作製し、実験的に共振特性を評価した結果、長さと高さに由来する共振モードが観測された。

以上の結果より、本研究ではMIM型PWGを用いた光デバイスの実現の可能性を示した。これらは、今後のPWGによる情報処理デバイスの発展に寄与する研究成果である。