

審査の結果の要旨

氏名 李強

本論文は、Study on optical modulator and switch based on the III-V/Si hybrid MOS optical phase shifter (和訳：III-V/Si ハイブリッド MOS 光位相シフタに基づく光変調器および光スイッチに関する研究) と題し、基板貼り合わせを用いて III-V 族半導体薄膜を Si 導波路上に貼り合わせたハイブリッド MOS 構造を使った光変調器や光スイッチの高性能化について理論的、実験的に調べた研究成果を纏めたものであり、全文 7 章よりなり、英文で書かれている。

第 1 章は序論であり、本研究の背景について議論すると共に本論文の目的と構成について述べている。

第 2 章は、「Improvement of III-V/Si hybrid MOS optical phase shifter」と題し、素子積層構造の最適化による変調効率改善や埋め込み Si 光導波路を用いた寄生容量低減手法が述べられている。

第 3 章は、「EOT scaling of III-V/Si hybrid MOS capacitor」と題して、高誘電率ゲート絶縁膜を使ったハイブリッド MOS キャパシタの換算酸化膜厚のスケーリング手法について述べられている。Al₂O₃ に代わって HfO₂ をゲート絶縁膜とすることで換算酸化膜厚を低減可能であることが述べられている。

第 4 章は、「2×2 Si Mach-Zehnder interferometer optical switch based on III-V/Si hybrid MOS phase shifter」と題して、ハイブリッド MOS 光位相シフタを用いた光スイッチについて述べられている。ハイブリッド MOS 構造を用いることで、熱光学位相シフタと比較して、超低消費電力かつ高速に光スイッチを駆動可能であることが述べられている。

第 5 章では、「Si racetrack modulator with III-V/Si hybrid MOS optical phase shifter」と題して、ハイブリッド MOS 構造を利用したレーストラック型光変調器について述べられている。レーストラック型とすることでハイブリッド MOS 構造を集積可能であり、変調に必要な動作電力を 4 分の 1 に低減可能であることが述べられている。

第 6 章では、「Efficient Optical Modulator by Reverse-biased III-V/Si Hybrid MOS Capacitor based on FK Effect and Carrier Depletion」と題して、ハイブリッド MOS キャパシタに逆バイアスを印加した場合の光変調動作について述べられている。素子中の不純物濃度を適切に設計することで、フランツ・ケルディッシュ効果やキャリア空乏化により高い変調効率と高速変調動作が両立可能であることが述べられている。

第 7 章では、結論と今後の展望が述べられている。

以上要するに本論文は、III-V 族半導体薄膜を Si 光導波路上に貼り合わせたハイブリッド MOS 光位相シフタに関して、素子構造最適化による高効率化や低寄生容量化手法について明らかにすると共に、ハイブリッド MOS 光位相シフタを用いた光スイッチやレーストラック型光変調器を実証し、逆バイアス変調動作を実験により示したものであり、電子工学上、寄与するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。