

審査の結果の要旨

氏名 朴 珍權

本論文は、Study on monolithic integration of InGaAsP optical modulator and InGaAs driver MOSFET on III-V CMOS photonics platform (和訳：III-V CMOS フォトニクス・プラットフォーム上における InGaAsP 光変調器および InGaAs 駆動用 MOSFET のモノリシック集積に関する研究)と題し、III-V 族半導体層を Si 基板上に貼り合せた III-V on Insulator (III-V-OI) 基板を用いた高性能光電子集積回路の実現が期待される III-V CMOS フォトニクス・プラットフォーム上に、低抵抗横方向 PIN 接合を形成する手法を提案するとともに、キャリア注入型 InGaAsP 光変調器と InGaAs MOSFET を一体形成する技術を確立し、InGaAs MOSFET による InGaAsP 光変調器の直接駆動を実証するなど、III-V CMOS フォトニクス・プラットフォーム上における光電子集積化技術について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、「Effect of pre-bonding annealing process on void generation in direct wafer bonding」と題し、貼り合わせ III-V-OI 基板加熱時に発生するボイドの抑制手法について調べた結果が述べられている。貼り合わせ前の基板を 600 度で加熱することで、貼り合わせ後において 600 度までの加熱であればボイドが発生しないことが述べられている。

第 3 章は、「Propagation loss reduction of InGaAsP waveguide」と題して、III-V-OI 基板上に作製した InGaAsP 光導波路の導波損失の起源に関して考察するとともに、損失低減手法について述べられている。電子線描画を用いる共にエッチングプロセスを改善することで、導波路幅 700 nm の導波路においても 3 dB/cm の導波損失が得られことが述べられている。

第 4 章は、「Low resistivity InGaAsP PIN diodes with Zn diffusion and Ni-InGaAsP alloy」と題して、貼り合せ III-V-OI 基板上に低抵抗横方向 PIN 接合を形成する手法について述べられている。Spin-on-glass を用いた Zn 拡散においては、塗布膜厚や拡散温度を最適化することで、導波路メサに近接した接合形成を実現し、Ni と InGaAsP の合金層と組み合わせることで低抵抗 PIN 接合を低温で形成した結果について述べられている。

第 5 章では、「Demonstration of carrier injection InGaAsP optical modulator using optical absorption」と題して、貼り合せ III-V-OI 基板上に形成した横方向 PIN 接合を用いたキャリア注入型吸収光変調器を作製し、特性を評価した結果が述べられている。正孔の価電子帯間吸収を利用した光強度変調動作を実現したことが述べられている。

第 6 章では、「Demonstration of monolithically integrated InGaAsP asymmetric MZI modulator and InGaAs MOSFET」と題して、キャリア注入型マッハ・ツェンダー InGaAsP 光変調器と駆動用 InGaAs MOSFET を一体集積した結果について述べられている。InGaAs MOSFET により直接 InGaAsP 光変調器を駆動することに成功した結果が述べられている。

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 族半導体層を Si 基板上に貼り合せた基板を用いて超小型光デバイスと電子デバイスを集積可能な III-V CMOS フォトニクス・プラットフォームにおいて、低抵抗横方向 PIN 接合形成手法を提案し、キャリア注入型 InGaAsP 光変調器を実証すると共に、一体集積した InGaAs MOSFET による直接駆動を実現することで、同一貼り合わせ基板上に光電子集積回路を実現する手法を実証したものであり、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。