

審査の結果の要旨

氏名 韓在勳

本論文は、Study on Si hybrid MOS optical modulators by using wafer bonding (和訳：基板貼り合わせを用いた Si ハイブリッド MOS 型光変調器に関する研究)と題し、基板貼り合わせを用いて SiGe や III-V 族半導体を 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を提唱するとともに、貼り合わせ MOS 構造作製手法や MOS 界面特性、ハイブリッド MOS 型光変調器の諸特性について理論的、実験的に調べた研究成果を纏めたものであり、全文 8 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、「Direct wafer bonding technique using high-k for Si hybrid MOS optical modulator」と題し、高誘電率絶縁膜を使って SiGe 層や III-V 族半導体層を Si 上に貼り合わせることで高品位 Si ハイブリッド MOS 構造を形成する手法が述べられている。Al₂O₃ と HfO₂ の 2 層構造を用いることで、薄い絶縁膜での貼り合わせを実現した結果について述べられている。

第 3 章は、「Improvement of high-k/SiGe MOS interface」と題して、SiGe MOS 界面の改質手法について述べられている。高 Ge 組成 SiGe MOS 界面の評価手法を確立するとともに、プラズマ後窒化による界面準位低減効果について述べられている。

第 4 章は、「Numerical analysis of modulation bandwidth enhancement using p-SiGe」と題して、p-SiGe を導波路スラブとした場合における MOS 型光変調器の変調速度改善効果について数値計算で調べた結果について述べられている。変調効率の改善と同時に、寄生抵抗の低減により動作速度の向上が可能であることが述べられている。

第 5 章では、「Characterization of wafer-bonded high-k/III-V MOS interface」と題して、貼り合わせで形成した III-V/Si ハイブリッド MOS 界面の界面特性評価結果について述べられている。InGaAsP MOS 界面特性をコンダクタンス法で評価した結果が、界面欠陥準位密度が極めて小さい良好な MOS 界面が形成可能であることが述べられている。

第 6 章では、「Numerical analysis for InGaAsP/Si hybrid MOS optical modulator」と題して、InGaAsP/Si ハイブリッド MOS 型光変調器の特性を数値解析した結果が述べられている。InGaAsP 中の自由キャリア効果や変調効率、変調帯域に関する解析結果が述べられている。ハイブリッド MOS 構造を用いて、InGaAsP 中の電子による自由キャリア効果のみを利用することで、高性能光変調器が実現できることが述べられている。

第 7 章では、「Fabrication and characterization of InGaAsP/Si hybrid MOS optical modulator」と題して、InGaAsP/Si ハイブリッド MOS 型光変調器の作製し、動作実証した結果がまとめられている。InGaAsP 界面に蓄積する電子による自由キャリア効果により、光損失変化が極めて小さい高効率位相変調が得られた結果について述べられている。

第 8 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、SiGe 層や III-V 族半導体層を Si 導波路上に貼り合わせた Si ハイブリッド MOS 型光変調器を提唱し、貼り合わせによる高品位 MOS 構造作製技術を確立するとともに、高 Ge 組成 SiGe 窒化 MOS 界面特性および貼り合わせ InGaAsP MOS 界面特性を明らかにし、SiGe および III-V 族半導体を用いたハイブリッド MOS 型光変調器の諸特性を数値解析で明確にし、InGaAsP/Si ハイブリッド MOS 型光変調器における高効率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。