

審査の結果の要旨

氏名 金 相 賢

本論文は、Study on InGaAs-On-Insulator MOSFETs for III-V logic LSI on Si platform (和訳：Si プラットフォーム上 III-V ロジック LSI のための InGaAs-On-Insulator MOSFET に関する研究)と題し、将来のロジック LSI のための素子として期待されている、III-V 材料、特に InGaAs(InAs)を用いた MOSFET のチャンネル構造、チャンネル形成手法、ソース・ドレイン構造を検討すると共に、MOSFET に適用してその電気特性を実証し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構成について述べている。

第 2 章は、「Fabrication of Metal Source/Drain InGaAs-OI MOSFETs」と題し、InGaAs 薄膜を Si 上に形成した InGaAs-OI チャンネルと、Ni と InGaAs の合金層である Ni-InGaAs からなるソース・ドレインを用いた MOSFET の作製と電気特性の結果について述べている。

第 3 章は、「Channel engineering for InGaAs MOSFETs : Quantum Well channel structure」と題し、InGaAs-OI チャンネルを高移動度化するための量子井戸構造の導入とチャンネル移動度を決めている散乱機構を明らかにするための実験結果について述べている。

第 4 章は、「Channel engineering for InGaAs MOSFETs : Strained channel structure」と題し、InGaAs チャンネルの高移動度を目指し、In 組成がチャンネルと異なる InGaAs バッファ層上にエピタキシャル成長させた、ひずみ InGaAs 層を用いたバルク MOSFET および InGaAs-OI MOSFET の特性を明らかにし、実効移動度向上に与える引張りひずみの有効性とその物理機構を明らかにしている。

第 5 章は、「Scalability of ETB In_xGa_{1-x}As-OI MOSFETs」と題し、第 2 章と第 3 章で示した構造を用いて、チャンネル長 55 nm まで微細化した Si 上の量子井戸 InAs-OI MOSFET の作製技術とデバイス特性について述べている。短チャンネル効果を改善するために、チャンネル幅を狭めた Tri-Gate MOSFET 構造を形成して、チャンネル長を 15 nm まで微細化した Tri-Gate InAs-MOSFET の実証結果と、そのデバイス特性とチャンネル長依存性の結果を示している。また、更になる性能向上に向け、短チャンネル効果を向上させながらチャンネル移動度を大きく劣化させない量子井戸構造の設計手法について述べている。

第 6 章は、「Source/Drain engineering for InGaAs-OI MOSFETs」と題し、Ni-InGaAs メタルソース・ドレインの寄生抵抗の物理的起源を明らかにすると共に、その低減のための Ni-InGaAs 表面の清浄化技術について述べている。更にこの技術を用いて、チャンネル長 20 nm の量子井戸 InAs-OI MOSFET を作製し、その優れた電気特性を実証した結果について記述している。

第 7 章は、「InGaAs-OI formation for large area integration」と題し、本技術を大口径 Si ウェハ上の集積化プロセスに適合させる手法として、Si 上にエピタキシャル成長した InGaAs チャンネル層を Si 基板上に貼り合わせる方法について述べる共に、本方法により作製された Si 上 InGaAs-OI MOSFET の電気特性を明らかにしている。

第 8 章は、結論と今後の展望を述べている。

以上要するに本論文は、将来のロジック LSI 用のデバイスとして期待されている InGaAs や InAs などの III-V 族半導体を用いた MOSFET に対して、Si 基板上へのチャンネル形成技術、金属と InGaAs の合金層をソース・ドレインとする接合技術、高移動度と短チャンネル効果抑制を両立できるチャンネル構造最適化手法を提案・実証して、高性能な素子特性を実証すると共に、それぞれの素子技術が電気特性に与える機構を明らかにしたものであり、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。