

審査の結果の要旨

氏名 ディサーナーヤカ セーマシンハ ウェーラーラタナゲー サンジーク

本論文は、Study on Fabrication of (110)-oriented Ge-On-Insulator (GOI) MOSFETs by Ge Condensation Technique and their Electrical Characteristics (和訳：酸化濃縮法を用いた (110) 面 Ge-On-Insulator (GOI)MOSFET の作製とその電気的特性に関する研究) と題し、Ge をチャンネルとした MOSFET の高性能化と短チャンネル化の観点で有望な、(110) 面を有する極薄膜の Ge-On-Insulator (GOI) 構造の形成とその上での MOSFET の電気特性および正孔輸送特性に関する実験的な研究の成果を纏めたもので、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、「Characteristics of ultrathin (110)-oriented GOI layers fabricated by Ge condensation technology」と題し、Si 基板上の極薄膜 GOI 構造の作製技術である酸化濃縮法を用いて、(110)面をもつ GOI 構造を作製する方法と作製した構造の物理解析の結果について述べている。

第 3 章は、「Effects of Annealing on (110)-oriented GOI pMOSFETs」と題し、作製した GOI 構造のリーク電流低減に有効な手段として、本研究で初めて見出した重水素アニールの手法とリーク電流の抑制効果について述べている。

第 4 章は、「Fabrication of Pt-Ge Source Drain GOI pMOSFETs」と題し、(110)面を有する GOI 構造上に作製した MOSFET の作製プロセスについて述べている。

第 5 章は、「Electrical characteristics of GOI pMOSFETs」と題し、本研究で初めて動作に成功した、(110)面 GOI p チャンネル MOSFET の素子特性を示している。ここで、観測された閾値シフトの起源や移動度抽出法の妥当性に関して、デバイスシミュレーションやホール測定による検討を加え、GOI 層中に高濃度の正孔が存在することを見出すと共に、(100) 面 Si pMOSFET の約 3 倍、(100) 面 GOI pMOSFET の 2.3 倍の高い正孔移動度が得られることを実験的に示している。

第 6 章は、「Hole mobility dependence on channel direction, effective field and temperature on (110)-oriented GOI pMOSFETs」と題し、これまでそのキャリア輸送特性が全く明らかにされていない、(110)面 GOI MOSFET の正孔移動度に関し、そのチャンネル方向依存性を評価して、 $\langle 110 \rangle$ 方向で正孔移動度が最大になることを示している。更に、移動度の温度依存性から、散乱機構の分離を行って、フォノン散乱により決まる移動度の抽出に成功し、(100) 面 Si pMOSFET の正孔フォノン移動度の 7.1 倍の移動度向上が得られることを示している。更にこの解析により、正孔移動度のチャンネル方向依存性と表面正孔濃度依存性は、有効質量のチャンネル方向依存性及び表面キャリア濃度依存性によってもたらされていることを明らかにしている。

第 7 章は、「Fabrication of compressive strained (110)-oriented GOI layers by the local Ge condensation technique and their characteristics」と題し、(110) GOI チャンネルの正孔移動度を更に向上させることが期待できる圧縮ひずみの印加を目指して、局所的に酸化濃縮を行なうことにより GOI 構造を形成し、GOI 中のひずみ量の評価を定量的に行って、数 100 ミクロン角程度の GOI 領域のサイズにおいても、1.4% 程度の圧縮ひずみの導入が可能であることを明らかにしている。

第 8 章は、結論である。

以上要するに本論文は、将来の高性能 MOSFET のチャンネル材料として期待されている Ge を、Si 基板の上の絶縁膜上に極薄膜で形成する GOI チャンネルにおいて、極めて高い正孔移動度が期待できる (110) 面を有する GOI 構造を、酸化濃縮法を用いて実現し、このチャンネルを用いた pMOSFET の動作実証を初めて行い、高い正孔移動度特性を実証すると共に、移動度のチャンネル方位、温度、表面正孔濃度に対する依存性とその物理的起源を調べることにより、本構造の MOSFET への適用の有効性を実験的に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。