

審査の結果の要旨

論文提出者 出浦 桃子

本論文は、”次世代高機能集積回路に向けた有機金属気相成長による Si 上 InGaAs の横方向成長手法の開発と成長機構の解析”と題し、次世代の電界効果トランジスタ (MOSFET) 開発における重要課題であるシリコンウエハ上の InGaAs 結晶層ヘテロエピタキシャル成長技術について、面積選択成長と横方向結晶成長を組み合わせることで低転位結晶を有機金属気相成長 (MOVPE) により形成するための基礎的な実験結果をまとめたものであり、8 章から構成される。

第 1 章は序論であり、InGaAs を電子チャネルに用いた MOSFET の必要性を論じるとともに、III-V 族エピタキシャル結晶層を Si 基板上に形成する際の問題点を、既往の研究を参照しつつまとめている。

第 2 章では本論文において提唱する InGaAs の微小領域選択横方向成長法の基礎概念を述べている。

第 3 章では、本論文における結晶成長法と作製した結晶の解析法を述べている。

第 4 章では、InGaAs の結晶アイランド形状に与えるマスクパターンや気相原料組成の影響に関する観察結果を述べている。結晶形状と組成の相関結果から、初期核の発生状況および長時間成長後の形状には Ga の結晶への取り込みが大きな役割を果たしていることを経験的に見出し、InAs が結晶成長初期に単一成長領域に単一核を得るために適していること、横方向成長のために適切な Ga 固相組成 (20~30%) が必要であることを確認した。

第 5 章では、前章の結果に基づいて結晶成長中に気相の原料分圧を逐次変化させる多段階成長により良好に横方向成長した InGaAs を得る試みについて述べている。成長窓を InAs で被覆した後に Ga 原料分圧を高め設定して横方向成長を開始させ、その後適切な Ga 原料分圧の維持により 3 次元成長を抑えつつ横方向成長を促進することに成功した。また、結晶成長中に形成される双晶を結晶アイランド表面付近で除去することに成功した。

第 6 章では、結晶アイランド形状の均一性を向上させるための Si 基板の前処理法について検討している。結晶成長前に P 原料供給下で高温処理することで Si 表面への炉内の吸着物による炭素・酸素汚染を抑制できることを見出した。

第 7 章では、4・5 章で得た結晶アイランド形状の出現に関する経験的知見を、既往の文献を参照しつつ結晶面の相違による Ga 取り込み速度の違いへと帰着し、その背後に成長条件と結晶面による表面再構成の変化があることを定性的に指摘している。

第 8 章は結論であって、本研究で得られた成果を総括するとともに将来展望について述べている。

以上のように、本論文は、シリコン (111) 基板上に良好に横方向成長し、貫通転位を有しない InGaAs 単結晶アイランドの有機金属気相成長による形成法を世界で初めて提示し

たものであり、**InGaAs** を電子チャネルに用いた **Si** ウエハ上の **MOSFET** 形成に関する今後の取り組みに端緒をつけた点で電子工学に貢献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。