OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	単結晶絶縁基板上へのSi及びSi1-xGex膜のMBE成長に関する研究
Author(s)	花房, 寛
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38751
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

氏名	花房（はなふさ） 寛（ひろし）
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第 11079 号
学位授与年月日	平成 6 年 2 月 1 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文名	単結晶絶縁基板上への Si 及び $Si_{1-x}Ge_x$ 膜の MBE 成長に関する研究
論文審査委員	（主査）教授 平木 昭夫 教授 白藤 純嗣　教授 中島 尚男

論文内容の要旨

本論文は、三次元インテリジェントイメージプロセッサの作製に適した結晶性の良好な半導体薄膜を絶縁物上に形成する積層結晶成長技術の開発を目的に，単結晶絶縁物上への Si 膜及び $Si_{1-x}Ge_x$ 膜の MBE 成長について論じたものであり，8 章より構成されている。

第 1 章では，序論として本研究の背景と目的について述べている。

第 2 章では，低温表面清浄化法の開発を目的に単結晶絶縁物であるサファイア基板とシリコン分子線との超高真空中における表面反応を観察し，シリコン分子線照射により750℃でサファイア基板表面の清浄化が可能であることを実証している。

第 3 章では，サファイア基板上への SiMBE 成長における成長温度とドーピング方法の最適化を行い，2 ステップドーピング法の開発により800℃にて電気的特性の良好な Si 膜が MBE 成長することを確認している。

第 4 章では，能動層として使用可能な Si 膜の形成を目的に積層構造の層間絶縁膜である単結晶スピネル膜上への Si 膜の MBE 成長を検討し，単結晶スピネル（γ-Al_2O_3）膜上に MBE 成長した Si 膜では，残留圧縮応力の低減によりバルク並みの電子ホール移動が得られることを明らかにしている。

第 5 章では，結晶構造の違う単結晶スピネル膜上にそれぞれ MBE 成長した Si 膜に NMOS トランジスタを作製・評価し，Mg，Al などのオートドーピングの低減により，Si/γ-Al_2O_3 構造上にてシリコン基板上と同等の特性が得られることを確認している。

第 6 章では，高感度薄膜フォトセンサ用材料の開発を目的してサファイア基板上への $Si_{1-x}Ge_x$ 膜の MBE 成長を検討し，$Si_{0.8}Ge_{0.2}$ 膜及び $Si_{0.8}Ge_{0.2}$/Si 超薄膜多層構造をサファイア基板上に形成するとともに，それぞれ同一膜厚の Si 膜に比べて約 5 倍の吸光度（波長800nm）が得られることを明らかにしている。

第 7 章では，サファイア基板上に MBE 成長した $Si_{0.8}Ge_{0.2}$ 膜に初めてラテラル PIN フォトダイオードを作製・評価し，Si 膜に作製したものに比べて約 5 倍の光電流が得られることを実証し，理論解析と良く一致することを確認している。

第8章では，2～7章までの研究を総括し，本研究で得られた主要な成果を要約している。

論文審査の結果の要旨

本論文は，三次元インテリジェントイメージプロセッサの作製に適した結晶性の良好な半導体薄膜を絶縁物上に形成する積層結晶成長技術の開発を目的に，単結晶絶縁物上へのSi膜及び$Si_{1-x}Ge_x$膜のMBE成長法と成長膜の特性評価についての研究結果をまとめたものであり，その主な成果を要約すると次のとおりである。

(1) 単検証絶縁物であるサファイア基板とシリコン分子線との超高真空中における表面反応を観察し，シリコン分子線照射により750℃でサファイア基板表面の清浄化が可能であることを実証している。さらに，サファイア基板上へのSiMBE成長における成長温度とドーピング方法の最適化を行い，2ステップドーピング法の開発により800℃にて電気的特性の良好なSi膜がMBE成長することを確認している。

(2) 積層構造の層間絶縁膜である単結晶スピネル膜上へのSi膜のMBE成長初期状態を観察し，スピネル膜の結晶構造が超高真空中でシリコン分子線の反応により$MgO \cdot Al_2O_3$からγ-Al_2O_3に変化することを見出している。

(3)単結晶スピネル(γ-Al_2O_3)膜上にMBE成長したSi膜では，残留圧縮応力の低減によりバルク並みの電子ホール移動度が得られることを明らかにしている。さらに，結晶構造の違う単結晶スピネル膜上にそれぞれMBE成長したSi膜にNMOSトランジスタ作製・評価し，Mg，Alなどのオートドーピングの低減より，Si/γ-Al_2O_3構造上にてシリコン基板上と同等の特性が得られることを確認している。

(4) 高感度薄膜フォトセンサ用材料の開発を目的としてサファイア基板上への$Si_{1-x}Ge_x$膜のMBE成長を検討し，$Si_{0.8}Ge_{0.2}$膜及び$Si_{0.8}Ge_{0.2}$/Si超薄膜多層構造をサファイア基板上に形成するとともに，それぞれ同一膜厚のSi膜に比べて約5倍の吸光度（波長800nm）が得られることを明らかにしている。さらに，サファイア基板上のMBE成長した$Si_{0.8}Ge_{0.2}$膜に始めてラテラルPINフォトダイオードを作製・評価し，Si膜に作製したものに比べて約5倍の光電流が得られることを実証し，理論解析と良く一致することを確認している。

以上のように本論文は，単結晶絶縁物上へのSi膜及び$Si_{1-x}Ge_x$膜のMBE成長技術に関して有益な基礎的知見を与えたので，結晶工学，半導体素子工学さらに将来の三次元回路素子を目指す電気工学の分野で貢献するところが大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものとして認める。