

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	酒池 耕平
学位授与の要件	学位規則第4条第①・2項該当		
論 文 題 目			
Transfer of Silicon Layer with Midair Cavity and Its Application to MOSFETs Fabrication (中空構造シリコン層の転写および MOSFET 作製への応用)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	東 清一郎	印
審査委員	教 授	吉 川 公 磨	印
審査委員	教 授	横 山 新	印
審査委員	名古屋大学教授	宮 崎 誠 一	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>本論文は、フレキシブル基板上で高性能結晶シリコン(Si) を用いた金属-酸化物-半導体電界効果トランジスタ(metal-oxide-semiconductor field-effect transistor : MOSFET)の作製を可能にする、中空構造 Si 膜の形成技術とそれを用いた新規の低温プロセス技術開発に関する研究成果をまとめた論文である。</p> <p>結晶 Si MOSFET は高い電界効果移動度、信頼性を持ち、また、相補性金属-酸化物-半導体(Complementary Metal Oxide Semiconductor : CMOS)を用いた回路を構成できるなど、多くのメリットを有している。このような高い性能を有する結晶 Si MOSFET をフレキシブル基板上の必要な位置に局所的に形成することが可能となれば、集積回路とセンサなどの異種デバイスを一括搭載するシステム集積化技術の新たな可能性を見出すことができ、フレキシブルエレクトロニクスの飛躍的な進歩が期待できる。しかしながら、耐熱温度が低いフレキシブル基板上で高温プロセスが必要な結晶 Si MOSFET を実現する為には、これまでにない新しい技術を確立する必要がある。</p> <p>申請者は、このような課題に対して Si 薄膜をフレキシブル基板へ“転写”する方法を提案し、この着想を実現する為、Si 膜が細い石英柱で支えられた中空構造 Si 膜を独自開発している。さらに、中空構造 Si 膜をレーザー照射またはメニスカス力を用いて異種基板上へ低温転写する技術を提案し、転写 Si 膜の膜質評価および、転写 Si 膜を用いた薄膜デバイスの電気特性から、これら提案技術の有用性を検証している。</p> <p>第1章では、本研究の背景と目的が整理されており、フレキシブルエレクトロニクスの現状とその課題を明確にしている。</p> <p>第2章では、本研究に必要な Si 材料の物性およびフレキシブル基板と金属界面の密着機</p>			

構について説明している。

第3章では、中空構造アモルファスシリコン(a-Si)膜の作製方法とそれを用いたレーザー転写技術を提案し、a-Si膜をガラスやフレキシブル(ポリエチレンテレフタレート: PET)基板のような異種基板上へ転写と同時に結晶化する技術を確立している。さらに、このような層転写メカニズムを理解する為にレーザー照射中における中空構造 a-Si 膜の相変化過程を実時間コンダクタンス測定により調査し、この結果から転写メカニズムを明らかにしている。また、転写 Si 膜の膜質および電気特性評価結果と、転写 Si 膜を用いて作製した結晶 Si MOSFET の電気特性から、転写 Si 膜が薄膜電子デバイスに応用できることを実証している。

第4章では、局所的に形成した中空構造 a-Si 膜を大面積に均一形成できる膜形状の考案と、前章で提案・確立したレーザー転写技術を用いて局所転写同時結晶化が可能であることを明らかにしている。

第5章では、中空構造 Si 膜と転写先基板との間に純水を介在させ、水の蒸発過程で発生する強いメニスカス力を利用することで中空構造 Si 膜を転写先 PET 基板へ転写する方法を提案している。また、SOI (silicon on insulator) 層の中空構造形成が可能であることを示し、PET 基板上への単結晶 Si 膜の低温転写に成功している。また、Si 膜を転写後に転写先 PET 基板のガラス転移点で加熱することによって転写 Si 膜と PET 基板との密着性を大幅に改善できる知見を得ている。

第6章では、前章で提案・確立した転写方法を応用し、PET 基板上に単結晶 Si MOSFET を作製する方法を提案している。提案された方法により、PET 基板上で高性能単結晶 Si MOSFET の作製に成功しており、その電気特性から本転写技術の有用性を実証している。

第7章では、本論文の要約が述べられている。

上記要約の通り、申請者はフレキシブル基板の耐熱温度以下で結晶 Si 膜を形成できる低温転写技術を確立し、本技術を応用することによりフレキシブル基板上で単結晶 Si MOSFET を作製する新規の低温デバイスプロセスの確立に成功している。この成果は、フレキシブルエレクトロニクスの飛躍的な進歩に貢献できる画期的な研究成果であると高く評価できる。

以上、審査の結果、申請者は博士(工学)の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。