


平成 16年 3月 1日

豊橋技術科学大学長 殿

審査委員長 井上 光輝 

論文審査及び最終試験の結果報告書

このことについて、下記の結果を得ましたので報告いたします。

|         |   |         |                 |
|---------|---|---------|-----------------|
| 学位申請者   | 赤井 大輔   | 学籍番号    | 第 9 7 3 3 0 2 号 |
| 申請学位    | 博士(工学)  | 専攻名     | 電子情報工学専攻        |
| 論文題目    | Si基板上のエピタキシャル $\gamma$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 膜を用いた強誘電体薄膜の形成と電気的特性 |         |                 |
| 公開審査会の日 | 平成 16年 2月 26日   |         |                 |
| 論文審査の期間 | 平成 16年 1月 28日～平成 16年 3月 1日  | 論文審査の結果 | 合格              |
| 最終試験の日  | 平成 16年 2月 26日   | 最終試験の結果 | 合格              |

論文内容の要旨


シリコンデバイスの微細化と高機能化のため、Si集積回路デバイスの一部に強誘電体薄膜を用いた研究がなされている。本論文では、Siと強誘電体膜と一体化のため、デバイスの基本素子となる金属-強誘電体-絶縁体-半導体(MFIS)構造および金属-強誘電体-金属-絶縁体-半導体(MFMIS)構造の形成において、半導体と強誘電体との界面での反応を抑制し、さらに強誘電体膜の結晶面の制御を可能とする単結晶絶縁層として $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を用いることを提案し、新たなデバイス構造の提案と評価について述べており、全6章から構成されている。第1章は、研究の背景および目的を述べ、第2章は、単結晶の $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜成長と強誘電体膜について記している。第3章は、絶縁層として単結晶Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、強誘電体材料としてPb(Zr,Ti)O<sub>3</sub> (PZT)を用いた強誘電体メモリ素子の基本構成 (MFIS構造) の作製とその特徴を明らかにしている。第4章は、強誘電体材料としてSrBi<sub>2</sub>Ta<sub>2</sub>O<sub>9</sub> (SBT)を用いたMFIS構造およびMFIS-FET型のメモリ素子を作製し、評価している。第5章は、強誘電体焦電センサとSi集積回路との一体化を目指し、エピタキシャルPt膜/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Si上への強誘電体PZTのエピタキシャル成長構造 (MFMIS構造) の作製と評価について述べている。第6章は、本研究のまとめと展望である。

審査結果の要旨

将来のエピタキタル・コンピューティングを実現するためには、不揮発性メモリが必要不可欠となる。これらの次世代メモリで盛んに研究されているのが強誘電体メモリである。また、強誘電体膜をセンサ材料とするスマートセンサもシリコンと強誘電体膜との積層構造となる。本研究では、Si基板上にエピタキシャル成長可能な $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜を強誘電体デバイス向けの絶縁膜として提案し、Si集積回路との一体化を見据え、強誘電体メモリおよび強誘電体センサの実現を目指している。そのために重要なのが強誘電体材料とSi基板とを分離する絶縁膜である。この $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜の結晶性とプロセス安定性を生かした新しいシリコンデバイスの提案と特徴を実験により明らかにしている。Si (001), (111)上の $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のエピタキシャル成長基板を用いて、PZT膜をエピタキシャル成長できることを初めて示した。また、SiO<sub>2</sub>膜では問題となる、PbとSiとの界面反応も抑制でき、バリア膜としての有用性も明らかにした。この性質を利用して、強誘電体メモリとし有望なSBT膜を用いたMFIS-FET型のメモリ素子構造を作製し、FET構造のメモリ特性を示すことができたのは大きな成果といえる。一方、強誘電体センサへの応用では、 $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Si基板上にセンサ部の基本素子構造を作製し、 $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を用いることで、強誘電体膜の配向制御を行い、単結晶強誘電体膜の焦電特性がバルクセラミックスに匹敵する値を得ている。これは、絶縁膜、金属膜、強誘電体膜のすべてを単結晶膜で実現した本研究の特徴ある成果といえる。これによりシリコンICと共存ができる強誘電体膜デバイスの道を開くことができ、その成果は大いに評価されるものである。

以上により本論文は博士(工学)の学位論文に相当するものと判定した。

審査委員

井上 光輝  吉田 明  澤田 和明   
 石田 誠  印 印 印

(注) 論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。