

氏 名	なかむら たかし 中 村 孝
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	論 工 博 第 3360 号
学位授与の日付	平 成 10 年 7 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	フローティングゲート構造を有する強誘電体メモリに関する研究

(主査)

論文調査委員 教授 松重和美 教授 松波弘之 教授 藤田茂夫

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、FET型強誘電体メモリについてフローティングゲートを有する斬新しい構造を提案し、その実用化研究について論じたもので、新電極材料としてIr系電極、新強誘電体材料として $\text{Sr}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$ 系を用いる事により実用性の高いFET型強誘電体メモリ作成技術を確立した研究成果をまとめたものである。全体は8章から成っている。

第1章では強誘電体メモリの種類・特徴について述べ、本研究の目的及び意義について述べている。既存半導体メモリに対する強誘電体メモリの優位性について述べ、2タイプの強誘電体メモリを挙げ、それぞれのタイプの特徴について述べている。

第2章では、FET型強誘電体メモリにおいてフローティングゲートを有する新しい構造のMF₂MIS FET (Metal Ferroelectric Metal Insulator Semiconductor FET) を提案し、その特徴を述べている。また、この構造に要求される強誘電体薄膜の電気特性をモデリングにより計算し、MF₂MIS FETに適する強誘電体薄膜材料についての検討を行っている。

第3章では、現在メモリ用強誘電体材料として最も広く研究されている $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ (PZT) 系強誘電体材料を例に、現在採用されている強誘電体薄膜成膜法について述べ、本研究で用いた物理的・電氣的評価方法の説明を行っている。また、本研究で成膜手段として用いたゾルーゲル法について詳述し、その成膜条件を明らかにしている。

第4章では、MF₂MIS FETの実用化に当たって重要となる電極構造・材料の検討を行っている。Pt電極を用いた場合の特性劣化について述べ、解析によりその原因を明らかにしている。その対策として新電極材料であるIr系電極を提案し、 IrO_2 、 Ir/IrO_2 、 Pt/IrO_2 電極を用いたPZTキャパシタで飛躍的な特性向上を確認している。さらに、MF₂MIS FETを作成する上で重要となるPoly-Si上への強誘電体キャパシタの作成についてもIr系電極を用いる事により良好な結果が得られた事について述べている。

第5章では、MF₂MIS FETのさらなるメモリ特性向上のための強誘電体材料に関して検討を行っている。第2章で明らかにしたMF₂MIS FETに適した条件をもとにして、低誘電率強誘電体の可能性を検討し、幾つかの材料の成膜評価について述べている。まず、MOCVD法により $\text{Bi}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ バッファ層を成膜し、平滑なc軸記向膜が得られることを確認している。次に、 $\text{Sr}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$ 系強誘電体についての成膜・評価について述べている。誘電率が小さく耐熱性・耐還元性にも非常に優れている $\text{Sr}_2(\text{Ta}, \text{Nb})_2\text{O}_7$ 薄膜をゾルーゲル法で成膜し、その強誘電性を確認している。

第6章では、前章までに行った材料・プロセスの研究成果をもとにしたMF₂MIS FETの作成・評価について述べている。まず、新しい構造であるMF₂MIS構造の動作を確認するために、広く用いられていて実績のあるPZT系強誘電体と、Pt電極を用いてMF₂MIS FET作成しメモリ効果を確認している。次に、Poly-SiとIr系電極を用いて、より安定性に優れたMF₂MIS FETの試作を行っている。最後に、低誘電率強誘電体を用いることにより低電圧動作でさらに実用性の高いMF₂MIS FETの作成を行っている。これらの結果から、Ir系電極、 $\text{Sr}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$ 系強誘電体を用いてMF₂MIS構造にする事により実用性の高いFET型強誘電体メモリが実現可能である事を明らかにしている。

第7章では、本研究で開発・試作したMF₂MIS FETの実用化に向けて問題点と対策、今後の課題について述べている。
第8章では、各章での結果をとりまとめ、FET型強誘電体メモリの可能性と将来展望を述べている。

論文審査の結果の要旨

次世代の超高速・高集積不揮発性メモリの有力な候補、としてFET (Field Effect Transistor) 型強誘電体メモリがある。本論文は、新たにMF₂MIS (Metal Ferroelectric Metal Insulator Semiconductor) 構造のFETを提案し、その構造に適した電極材料および強誘電体材料を検討・探索し、実際に作成した素子のメモリ特性を評価したもので、得られた成果の主なものは以下の通りである。

1. FET型強誘電体メモリにおいて、フローティングゲートを有する新しい構造のMF₂MIS FETを提案し、そのモデリング計算により、適した強誘電体材料を明らかにした。
2. 電極材料の検討を行い、最適の電極材料としてIr系電極を提案し、従来のPt電極を用いた場合に比べて飛躍的な特性向上を確認した。また、Poly-Si上への強誘電体キャパシタの作成についてもIr系電極を用いる事により良好な結果が得られることを示した。
3. さらにメモリ特性向上のために、強誘電体材料の検討を行い、新しい低誘電率強誘電体としてSr₂Nb₂O₇系強誘導体を見出し、ゾルーゲル法で成膜した薄膜において強誘電性を確認した。
4. 新たに提案、開発したIr系電極とSr₂(Ta, Nb)₂O₇強誘電体薄膜を用いて0.6 μ mルール of MF₂MIS FETを作成し、その結果、メモリ特性に優れた実用的なFET型強誘電体メモリが製作できることを実証した。

以上要するに、本研究はFET型強誘電体メモリの大幅な特性改善を可能とするMF₂MIS FET構造を新たに提案し、最適な電極材料および強誘電体材料を見出したもので、学術上、実用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)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成10年5月19日、論文内容とそれに関する事項に付いて試問を行った結果、合格と認めた。