The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	高集積DRAM用高誘電率薄膜キャパシタに関する研究
Author(s)	松井, 裕一
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43083
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

【 90 】

氏　　名	松　井　裕　一（まつい ゆういち）
博士の専攻分野の名称	博　　士（工　　学）
学 位 記 番 号	第　15035　号
学位授与年月日	平成12年1月21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	**高集積DRAM用高誘電率薄膜キャパシタに関する研究**
論 文 審 査 委 員	（主査） 教 授 奥山 雅則 （副査） 教 授 小林 猛　教 授 岡本 博明　助教授 野田 実

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、高集積DRAM用キャパシタの要素技術として、誘電体と電極の作製方法や物性に関する一連の研究結果についてまとめたものである。

まず、Ta_2O_5 誘電体の後熱処理方法として、低圧力かつ荷電粒子がほとんど含まれない酸素ラジカル後熱処理を検討した。その結果、膜中の残留炭素が効果的に低減し、加えてイオン損傷が少ないため、耐電圧性と耐熱性が高いキャパシタが得られることを確認した。また、置換法によって作製したW電極上に Ta_2O_5 を作製する場合、SiをWに置換する際のマイクロチャネルの発生を防止して置換W膜を平坦化させることにより、キャパシタの電気的特性が向上することを示した。

次に、BST誘電体用の下部電極として、Pt/TiN電極の耐酸化性を検討し、高密度で（100）配向したTiNは耐酸化性が高く、粒子状の結晶粒をもつPtは酸素バリア性が高いことを確認した。また、Ptのヒロック発生とストレス変化の相関を見出し、Ptの応力を制御することによって熱安定を向上させる方法を示した。さらに、BST誘電体の作製方法と電気的特性を評価した。（100）配向の高いTiN上に作製したPtは、（111）配向性が高いため、Pt電極上にスパッタ法で作製するBST誘電体の結晶性と比誘電率が向上することを示した。

最後に、Ru系電極膜の成長機構と熱力学的安定性を評価した。RuO_2 は、200°Cの水素処理によって容易に還元され、水蒸気の発生と体積収縮に伴って電極構造が破壊されるというメカニズムを明らかにした。さらに、下地構造にTiが存在すると、酸化物生成自由エネルギーの小さいTiの酸化反応が進行し、これが RuO_2 の分解反応の駆動力となり、Oが解離し始めることを示した。また、$Ru(EtCp)_2$ を前駆体とする液体バブリング法を用いてRu薄膜の作製を検討し、incubation時間や膜形成速度は吸着酸素量によって決定されること、酸素供給量を増やすと形成機構が熱分解から酸化分解へ変化することなどを示した。また、形成された膜の特性を評価し、Ru中に残留する酸素が、膜の抵抗率を増大させること、低温低酸素分圧の条件下では、Ruが深孔内にconformal成長することを示した。

論文審査の結果の要旨

今日そして将来へと発展する情報化社会を支えるコンピュータにおいて、Dynamic Random Access Memory (DRAM) が大容量の情報を高速処理するのに不可欠な素子である。DRAM は1対のトランジスタとキャパシタからなり、微細化によりメモリ容量を増大してきた。しかし、ソフトエラー防止のため一定の静電容量が必要となり、従来の誘電体 SiO_2 膜では物理的限界に達し、高誘電率薄膜を用いなければならなくなった。本論文は、高誘電率誘電体 Ta_2O_5 と $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ (BST) 薄膜および電極の Si、W、Pt/TiN、RuO_2、Ru 薄膜を用いた高集積化 DRAM 用キャパシタについて構造、作製、物性、電気的特性に関する一連の研究結果についてまとめたものである。

まず、CVD 法 Ta_2O_5 薄膜の低圧力酸素ラジカル熱処理により、残留炭素が効果的に低減し、また、電極のW表面平坦化により電流漏洩を防止し、キャパシタの電気的特性を向上させた。次に、下部電極の高密度 TiN(100) 膜は耐酸化性が高く、粒子状構造 Pt 膜は酸素バリア性が高いことを示し、応力制御した Pt 膜の結晶性改良により BST 膜の結晶性と比誘電率を向上させることができた。また、BST 膜の CVD では $Ba(DPM)_2$ の昇華量の適正化により製膜速度を3倍程度に高速化できた。さらに、強誘電体膜の分極疲労特性を向上させる RuO_2 膜が、200°Cの水素処理によって容易に還元され、破壊されるという機構、ならびに、Ti が酸化物生成自由エネルギーの差から酸化し、低温で RuO_2 中のOが解離する反応を明らかにした。Ru 薄膜の CVD では、incubation 時間や製膜速度の要因、酸素との化学反応機構を解明し、また、Ru 膜中残留する酸素が抵抗率を増大させ、Ru 膜を深孔内に均一に成長させることができることを見いだした。

以上の研究成果は、高集積化メモリ DRAM 用キャパシタの作製に必要とされる誘電体膜と電極膜について、作製と物性を、構造的、熱力学的および電子的性質から詳細に調べ、学術的に興味ある新たな知見を得たものであり、博士論文（工学）として価値のあるものと認める。