

氏名(本籍)	わた なべ ひろ ひと 渡 辺 啓 仁 (山 梨 県)		
学位の種類	博 士 (工 学)		
学位記番号	博 乙 第 1,079 号		
学位授与年月日	平 成 7 年 3 月 23 日		
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当		
審査研究科	工 学 研 究 科		
学位論文題目	動 的 任 意 書 込 み 読 み 出 し メ モ リ (DRAM) の 為 の キ ャ パ シ タ の 研 究		
主 査	筑波大学教授	工学博士	長谷川 文 夫
副 査	筑波大学教授	工学博士	川 辺 光 央
副 査	筑波大学教授	工学博士	南 日 康 夫
副 査	筑波大学助教授	工学博士	村 上 浩 一
副 査	東京工業大学教授	Ph. D. 工学博士	井 口 家 成

## 論 文 の 要 旨

動的任意書込み読み出しメモリ (DRAM) の大容量化, 高集積化に伴い, 容量部形成面積は減少し, 従来技術だけでは十分な蓄積電荷量を確保することが困難になってきている。本論文ではこの問題を解決するため以下の3つの方法を検討している。①電極面積増加技術, ②高信頼性極薄容量膜形成技術, ③高誘電率材料を用いた容量部形成技術。この検討により, 以下のことを明かにし64 MbitDRAM以降に使用可能な容量部形成技術を確立した。

電極面積を増加する方法としては, 非晶質シリコン電極表面に半球状のグレイン (HSG-Si) を形成する技術, および, 多結晶シリコン膜表面に多孔質シリコン層を形成する技術を開発した。

本論文の著者は HSG-Si が非晶質から多結晶シリコンに遷移する温度で形成できる現象を初めて見いだした。その後, HSG-Si 形成メカニズムを解明し, プロセス改良を進めることによって, 量産技術に使用可能な信頼性の高いプロセスを構築した。

多結晶シリコン膜表面に多孔質シリコン層を形成する技術も電極表面積増加に有効である事を明らかにしている。多孔質シリコン層の形成には, 導電性不純物をシリコン膜に添加した後, リン酸処理するという新しい方法を開発した。凹凸が微細であるために, 容量絶縁膜の膜厚により, 蓄積電荷量の倍加率が変化してしまうと云う欠点があるが, 容量絶縁膜に極薄窒化膜を形成できれば, 2倍以上の蓄積電荷量が確保できることを明らかにしている。

極薄窒化膜を容量絶縁膜として使用することで, 蓄積電荷量が増加する利点がある。しかし, 薄膜化すれば膜に加わる電界が強くなるため, 長期信頼性の低下が懸念される。本論文では, 窒化膜の長

期信頼性と窒化膜中の欠陥の関係も調べている。その結果、窒化膜の長期信頼性を向上するためには膜中に存在する潜在欠陥（N-H結合）を減少することが重要であることを明らかにした。

さらに集積度が256 Mbit, 1 Gbitと高くなると、シリンダ電極のような3次元電極に表面積の大きいHSG-Si膜を適用する必要がある。3次元電極形成技術として、著者は減圧気相HF処理によるリン含有酸化膜の選択エッチング技術を開発した。また、エッチングメカニズムを解明しプロセス改良を進めたことで信頼性の高いプロセス技術を構築した。これにより、製造プロセスを大幅に低減し、製造技術信頼性も向上させることを可能にした。

また、さらに高集積化が進んだ場合、容量絶縁膜材料として高誘電率膜を適用する必要が生ずると考えられる。著者は $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ 系の材料をデバイスに適用し評価している。この結果、この材料が将来実用的デバイスに十分に適用可能であることを明らかにしている。

以上の研究を進めたことで、本論文は、将来の1 GbitDRAMにまで適用できる高密度蓄積容量部形成技術の見通しを得ている。

## 審 査 の 要 旨

本論文は、まずDRAMと云う世の中に与える影響の大きなICに、画期的な改良を加える技術を、2つも3つも開発している点が高く評価される。更に、単に技術の開発だけではなく、そのプロセスの基になる物理現象も明らかにしている点でも高く評価される。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。