

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5468769号
(P5468769)

(45) 発行日 平成26年4月9日 (2014.4.9)

(24) 登録日 平成26年2月7日 (2014.2.7)

(51) Int. Cl.

F I

HO 1 L 21/304 (2006.01)
 HO 1 L 27/105 (2006.01)
 HO 1 L 45/00 (2006.01)
 B 2 4 B 37/00 (2012.01)

HO 1 L 21/304 6 2 1 D
 HO 1 L 27/10 4 4 8
 HO 1 L 45/00 A
 HO 1 L 21/304 6 2 2 D
 HO 1 L 21/304 6 2 2 X

請求項の数 10 (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-314555 (P2008-314555)
 (22) 出願日 平成20年12月10日 (2008.12.10)
 (65) 公開番号 特開2009-147337 (P2009-147337A)
 (43) 公開日 平成21年7月2日 (2009.7.2)
 審査請求日 平成23年12月9日 (2011.12.9)
 (31) 優先権主張番号 10-2007-0128365
 (32) 優先日 平成19年12月11日 (2007.12.11)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(73) 特許権者 390019839
 三星電子株式会社
 Samsung Electronics
 Co., Ltd.
 大韓民国京畿道水原市靈通区三星路129
 129, Samsung-ro, Yeon
 g t o n g - g u , S u w o n - s i , G
 y e o n g g i - d o , R e p u b l i c
 o f K o r e a

(74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100089037
 弁理士 渡邊 隆
 (74) 代理人 100108453
 弁理士 村山 靖彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 相変化物質層パターンの形成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に窪みを有する絶縁膜を形成する段階と、
 前記窪みを埋めながら前記絶縁膜に直接接触する相変化物質層を前記絶縁膜上に形成する段階と、

前記絶縁膜と前記相変化物質層との間の第1研磨選択比を有する第1スラリー造成物を適用して前記相変化物質層に対する第1研磨工程を遂行する段階と、

前記第1研磨選択比より低い第2研磨選択比を有する第2スラリー造成物を適用して前記相変化物質層に対する第2研磨工程を遂行し、前記窪みを埋める相変化物質層パターンを形成する段階とを含み、

前記第1研磨工程は、前記絶縁膜を研磨停止膜として前記絶縁膜が部分的に露出するまで前記相変化物質層を研磨する

ことを特徴とする相変化物質層パターンの形成方法。

【請求項 2】

前記第1研磨選択比は1 : 5 ~ 1 : 1 , 0 0 0 の範囲であり、前記第2研磨選択比は1 : 0 . 5 ~ 1 : 2 の範囲である

ことを特徴とする請求項1記載の相変化物質層パターンの形成方法。

【請求項 3】

前記第2研磨工程を遂行する段階は、前記第1スラリー造成物が前記相変化物質層の上部表面を酸化させて形成される表面酸化膜を除去する段階をさらに含む

ことを特徴とする請求項 1 記載の相変化物質層パターンの形成方法。

【請求項 4】

前記第 1 スラリー造成物は無機研磨剤、酸化剤、有機酸、及び溶媒を含み、前記第 2 スラリー造成物は無機研磨剤、酸化剤、有機酸、アゾール化合物、および溶媒を含む

ことを特徴とする請求項 1 記載の相変化物質層パターンの形成方法。

【請求項 5】

前記第 1 スラリー造成物は無機研磨剤を 0.1 ~ 2 重量%の範囲で含み、酸化剤を 0.12 ~ 5 %の範囲で含み、前記第 2 スラリー造成物は無機研磨剤を 2.1 ~ 5 重量%の範囲で含み、酸化剤を 0.01 ~ 0.5 重量%の範囲で含む

ことを特徴とする請求項 4 記載の相変化物質層パターンの形成方法。

10

【請求項 6】

前記第 1 スラリー造成物は前記絶縁膜に対する研磨速度が 1 ~ 250 /min の範囲であり、前記相変化物質層に対する研磨速度が 1,000 ~ 100,000 /min の範囲であり、前記第 2 スラリー造成物は前記絶縁膜に対する研磨速度が 300 ~ 1,000 /min の範囲であり、前記相変化物質層に対する研磨速度が 150 ~ 1,000 /min の範囲である

ことを特徴とする請求項 4 記載の相変化物質層パターンの形成方法。

【請求項 7】

前記窪みを有する前記絶縁膜を形成する段階は、
基板上に下部電極を形成する段階と、
前記下部電極上に前記絶縁膜を形成する段階と、
前記絶縁膜を部分的にエッチングして前記下部電極を露出させるコンタクトホールを形成する段階を含む

20

ことを特徴とする請求項 1 記載の相変化物質層パターンの形成方法。

【請求項 8】

前記窪みを有する前記絶縁膜を形成する段階は、
基板上にダイオードを形成する段階と、
前記ダイオード上に前記絶縁膜を形成する段階と、
前記絶縁膜を部分的にエッチングして前記ダイオードを露出させる開口を形成する段階とを含む

30

ことを特徴とする請求項 1 記載の相変化物質層パターンの形成方法。

【請求項 9】

前記第 1 研磨工程を遂行することは前記相変化物質層の一部が前記絶縁膜の上面に残るまで前記絶縁膜の上面に位置する前記相変化物質層のバルク部分を除去することを含む、

前記第 2 研磨工程を遂行することは前記絶縁膜の上面が露出されるまで前記表面の酸化膜と前記絶縁膜の上面に残る前記相変化物質層の一部を除去することを含む

ことを特徴とする請求項 3 記載の相変化物質層パターンの形成方法。

【請求項 10】

前記第 1 研磨工程を遂行することは前記絶縁膜の少なくとも一部が露出されるまで前記絶縁膜の上面に位置する前記相変化物質層のバルク部分を除去することを含む、
前記第 2 研磨工程を遂行することは前記絶縁膜の上面が全部露出されるまで前記表面酸化膜、前記相変化物質層の一部及び前記絶縁膜の一部を除去することを含む

40

ことを特徴とする請求項 3 記載の相変化物質層パターンの形成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は相変化物質層パターンの形成方法、相変化メモリー装置の製造方法、及びこれに使用される相変化物質層研磨用スラリー造成物に関する。より詳しくは、化学的かつ機械的研磨工程を利用する相変化物質層パターンの形成方法、相変化メモリー装置の製造方

50

法、及びこれに使用される相変化物質層研磨用スラリー造成物に関する。

【背景技術】

【0002】

一般的に、半導体メモリー装置は電源供給が中断される場合に、保存されたデータの維持可否によってD R A M装置またはS R A M装置のような揮発性半導体メモリー装置と、フラッシュメモリー装置またはE E P R O M装置のような非揮発性半導体メモリー装置に区分できる。デジタルカメラ、携帯電話、またはM P 3プレイヤーのような電子機器に使用される半導体メモリー装置とには非揮発性メモリー装置であるフラッシュメモリー装置が主に使用されている。しかし、フラッシュメモリー装置はデータを記録するか、あるいは記録されたデータを読む過程で比較的多くの時間が要求されるため、このようなフラ

10

【0003】

P R A M装置は通常的にカルコゲン (c h a l c o g e n i d e) 化合物の相転移 (p h a s e t r a n s i t i o n) による非晶質状態と結晶状態間の抵抗の差を利用してデータを保存する。P R A M装置は印加されたパルスの振幅と長さによってカルコゲン化合物であるゲルマニウム-アンチモン-テルル (G e - S b - T e : G S T) からなる相変化物質層の可逆的相変化 (r e v e r s i b l e p h a s e t r a n s i t i o n) を利用してデータを「0」と「1」の状態に保存する。具体的に、抵抗の大きい非晶質状態への変換に要求されるリセット (r e s e t) 電流と抵抗の小さい結晶状態に換えるセッ

20

【0004】

前述の従来の文献に開示されているP R A M装置の製造方法において、データが保存される相変化物質層パターンはカルコゲン化合物を利用した膜蒸着工程で相変化物質層を形成した後、前記相変化物質層を乾式エッチング工程でエッチングして形成される。しかし、相変化物質層を乾式エッチング工程でパターンニングする間、相変化物質層にエッチング損傷が深刻に発生することにより、相変化物質層の損傷された部位からデータの保存にエラーが発生するなどのP R A M装置の不良が生じる問題が起こる。

30

【0005】

前記のような相変化物質層のエッチング損傷を防ぐために、ダマシン工程及び研磨工程を利用して孤立された構造のホールを埋めて物質層パターンを形成する方法が開発されてきた。例えば、特許文献5には酸性シリカスラリーを利用して相変化物質層を研磨する工程が開示されている。しかし、従来で使用されてきたスラリー造成物は相変化物質層の上部に厚く表面酸化膜を形成し、相変化物質層の内部に酸素が容易に移動して相転移に必要な電気的特性の劣化を引き起こすことがある。また、ゲルマニウム-アンチモン-テルルのような相変化物質は元素別に酸化剤を始めとしてスラリー造成物の成分に対する反応性が異なり、研磨工程の後に残る相変化物質層の位置によって成分が不均一に変化することにより、相変化メモリー装置の相転移特性が低下される問題が発生する。

40

【特許文献1】アメリカ特許第5,166,758号

【特許文献2】アメリカ特許第5,825,046号

【特許文献3】韓国公開特許第2004-100499号

【特許文献4】韓国公開特許第2003-081900号

【特許文献5】日本公開特許第2005-32855号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従って、本発明の目的は向上された電気的特性を有する相変化物質層パターンの形成方法を提供することにある。

50

【 0 0 0 7 】

本発明の他の目的は前述の相変化物質層パターンの形成方法を利用して相変化メモリ装置の製造方法を提供することにある。

【 0 0 0 8 】

本発明のさらに他の目的は前述の相変化メモリ装置の製造方法に使用される相変化物質層研磨用スラリー造成物を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

前述の本発明の一目的を達成するために、本発明の実施例による相変化物質層パターンの形成方法においては、基板上に窪みを有する絶縁膜を形成した後、前記絶縁膜上に前記窪みを埋めて相変化物質層を形成する。前記絶縁膜と前記相変化物質層との間の第1研磨選択比を有する第1スラリー造成物を適用して前記相変化物質層に対する第1研磨工程を遂行した後、前記第1研磨選択比より低い第2研磨選択比を有する第2スラリー造成物を適用して前記相変化物質層に対する第2研磨工程を遂行して前記窪みを埋める相変化物質層パターンを形成する。

10

【 0 0 1 0 】

本発明の実施例において、前記第1研磨選択比は約1 : 5 ~ 1 : 1 , 0 0 0 の範囲でありうる。また、前記第2研磨選択比は約1 : 0 . 5 ~ 1 : 2 の範囲でありうる。

【 0 0 1 1 】

本発明の実施例において、前記第2研磨工程を遂行する段階は、前記第1スラリー造成物が前記相変化物質層の上部表面を酸化させて形成される表面酸化膜を除去する段階をさらに含むことができる。

20

【 0 0 1 2 】

本発明の実施例において、前記第1スラリー造成物は無機研磨剤、酸化剤、有機酸、及び溶媒を含むことができる。また、前記第2スラリー造成物は無機研磨剤、酸化剤、有機酸、アゾール化合物、および溶媒を含むことができる。

【 0 0 1 3 】

本発明の一実施例において、前記第1スラリー造成物は無機研磨剤を約0 . 1 ~ 2 重量%の範囲で含み、前記第2スラリー造成物は無機研磨剤を約2 . 1 ~ 5 重量%の範囲で含むことができる。

30

【 0 0 1 4 】

本発明の他の実施例において、前記第1スラリー造成物は酸化剤を0 . 1 2 ~ 5 %の範囲で含み、前記第2スラリー造成物は酸化剤を0 . 0 1 ~ 0 . 5 重量%の範囲で含むことができる。

【 0 0 1 5 】

本発明のさらに他の実施例において、前記第1スラリー造成物は前記絶縁膜に対する研磨速度が1 ~ 2 5 0 / m i n の範囲であり、前記第2スラリー造成物は前記絶縁膜に対する研磨速度が3 0 0 ~ 1 , 0 0 0 / m i n の範囲でありうる。また、前記第1スラリー造成物は前記相変化物質層に対する研磨速度が1 , 0 0 0 ~ 1 0 0 , 0 0 0 / m i n の範囲であり、前記第2スラリー造成物は前記相変化物質層に対する研磨速度が1 5 0 ~ 1 , 0 0 0 / m i n の範囲でありうる。

40

【 0 0 1 6 】

本発明の一実施例において、前記第1及び第2スラリー造成物は各々第1含量の無機研磨剤と第2含量の無機研磨剤を含み、前記第1含量は第2含量より少ない。前記第2スラリー造成物は前記絶縁膜に対する研磨速度が第1スラリー造成物の前記絶縁膜に対する研磨速度より速い。前記第2研磨工程を遂行する段階は、前記第1スラリー造成物が前記相変化物質層の上部表面を酸化させて形成される表面酸化膜を除去する段階をさらに含むことができる。

【 0 0 1 7 】

一実施例において、前記第1研磨工程を遂行することは、前記相変化物質層の一部が前

50

記絶縁膜の上面に残るまで、前記絶縁膜の上面に位置する前記相変化物質層のバルク部分を除去することを含み、前記第2研磨工程を遂行することは、前記絶縁膜の上面が露出するまで前記表面酸化膜と前記絶縁膜の上面に残っている前記相変化物質層の一部を除去することを含むことができる。

【0018】

別の実施例において、前記第1研磨工程を遂行することは前記絶縁膜の少なくとも一部が露出されるまで前記絶縁膜の上面に位置する前記相変化物質層のバルク部分を除去することを含み、前記第2研磨工程を遂行することは前記絶縁膜の上面が全部露出するまで前記表面酸化膜、前記相変化物質層の一部及び前記絶縁膜の一部を除去することを含むことができる。

10

【0019】

前述の本発明の他の目的を達成するために、本発明の実施例による相変化メモリー装置の製造方法においては、基板上に下部電極を形成し、前記下部電極上に絶縁膜を形成する。前記絶縁膜を部分的にエッチングして前記下部電極を露出させるコンタクトホールを形成した後、前記コンタクトホールを埋めつつ、前記絶縁膜上に相変化物質層を形成する。前記絶縁膜と前記相変化物質層との間の第1研磨選択比を有する第1スラリー造成物を利用して前記相変化物質層に対する第1研磨工程を遂行した後、前記第1研磨選択比より低い第2研磨選択比を有する第2スラリー造成物を利用して前記相変化物質層に対する第2研磨工程を遂行して前記コンタクトホールを埋める相変化物質層パターンを形成する。前記相変化物質層パターン上に上部電極を形成して相変化メモリー装置を製造する。

20

【0020】

また、前述の本発明のさらに他の目的を達成するために、本発明の実施例による相変化物質層研磨用スラリー造成物は無機研磨剤2.1~5重量%、酸化剤0.01~0.5重量%、有機酸0.1~5重量%、アゾール化合物0.01~10重量%、及び余分の溶媒を含み、相変化メモリー装置の相変化物質層の研磨に使用される。

【発明の効果】

【0021】

前述の本発明の実施例による相変化物質層パターンの形成方法は高選択比のスラリー造成物を利用して第1研磨工程を遂行した後、低選択比のスラリー造成物を利用して第2研磨工程を遂行する。これによって、高選択比のスラリー造成物を利用した一通りの研磨工程を遂行する場合に比べて、相変化物質層パターンの上部に意図しない窪みが発生することを抑制できる。また、低選択比のスラリー造成物が発生することを抑制できる。また、低選択比のスラリー造成物のみを利用する場合には、相変化物質層の研磨速度が低くて研磨効率が落ちる問題があるが、高選択比のスラリー造成物と低選択比のスラリー造成物を共に使用することによって研磨工程の効率を著しく改善できる。

30

【0022】

また、高選択比スラリー造成物のみを使用する場合には酸化膜のような絶縁膜の研磨速度が遅く、相変化物質層パターンの上部に厚い表面酸化膜が形成され、相変化物質層の内部に酸素が拡散して相転移と関連する電気的特性が低下されることが生じる。しかし、本発明の実施例による相変化物質方法においては、酸化膜の除去速度が相対的に速い低選択比のスラリー造成物を利用して第2研磨工程を追加的に遂行することによって、第1研磨工程で形成された相変化物質層上部の表面酸化膜を除去すると同時に表面酸化膜の形成を効果的に抑制できる。これによって、表面酸化膜の形成による相変化物質層の電気的特性の低下及び相変化メモリー装置の不良発生を大きく減少させることができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、添付図面を参照しつつ、本発明の望ましい実施例による相変化物質層パターンの形成方法、相変化メモリー装置の製造方法、及びこれに使用される相変化物質層研磨用スラリー造成物に対して詳細に説明する。しかし、本発明が下記の実施例に制限されるものではなく、該当分野において通常の知識を有する者であれば、本発明の技術的思想範囲内

50

で本発明の多様な別の形態をもって具現できる。

【 0 0 2 4 】

本発明で使用された用語は、特定の実施例を説明するために使用されたもので、本発明を制限する意図として使用されたものではない。単数表現は文脈上において明白に相違すると説明しない限り、複数の表現を含む。「含む」または「成される」などの用語は明細書上に記載された特徴、数字、段階、動作、構成要素、部分品、またはこれらを組み合わせたものが存在することを示すものであって、1つまたはそれ以上の他の特徴あるいは数字、段階、動作、構成要素、部分品、またはこれらを組み合わせたものの存在あるいは付加機能性を予め排除しないものと理解されるべきである。別に定義しない限り、技術的または科学的用語を含めてここで使用される全ての用語は本発明が属する技術分野において通常
10 10の知識を有する者によって一般的に理解されるものと同一の意味を有する。一般的に使用される辞典で定義されるものと同じ用語は関連技術の文脈上に有する意味と一致する意味を有するものと解釈されるべきであり、本出願において明白に定義しない限り、理想的または過度に形式的な意味として解釈しない。

【 0 0 2 5 】

添付図面において、基板、層（膜）、領域、パッド、パターン、または構造物のサイズは本発明の明確性に基づくために実際より拡大して図示した。本発明において、各層（膜）、領域、電極、パッド、パターンまたは構造物が基板、各層（膜）、領域、電極、パッド、またはパターンの「上に」、「上部に」または「下部」に形成されることと言及する場合
20 20には各層（膜）、領域、電極、パッド、パターン、または構造物が直接基板、各層（膜）、領域、パッド、またはパターンの上に形成されるか、あるいは下に位置することを意味するか、または他の構造物が基板上に追加的に形成されることができる。また、物質、層（膜）、領域、電極、パッド、パターン、構造物、工程が「第1」、「第2」、及び/または「第3」として言及される場合、このような部材を限定するためではなく、ただ、各物質、層（膜）、領域、電極、パッド、パターン、構造物、及び工程を区分するためである。従って、「第1」、「第2」、及び/または「第3」は、各物質、層（膜）、領域、電極、パッド、パターン、構造物、及び工程に対して各々選択的または交換的に使用
30 30できる。

【 0 0 2 6 】

[相変化物質パターンの形成方法]

図1は、本発明の実施例による相変化物質層パターンの形成方法を説明するための工程フローチャートであり、図2～図4は本発明の実施例による相変化物質層パターンの形成方法を説明するための断面図である。

【 0 0 2 7 】

図1及び図2を参照すれば、基板100上に窪み110を具備する絶縁膜105を形成する（S10）。基板100は半導体基板または金属酸化物単結晶基板を含む。例えば、基板100はシリコンウエハー、SOI基板、アルミニウム酸化物単結晶基板、またはストロンチウム酸化物単結晶基板を含むことができる。

【 0 0 2 8 】

本発明の実施例において、基板100には所定の不純物が注入されて形成されるコンタクト領域（図示せず）が形成される。また、基板100上には導電膜パターン、絶縁膜パターン、パッド、電極、スペーサー、ゲート構造物、及び/またはトランジスタを含む下部構造物（図示せず）が形成される。

【 0 0 2 9 】

絶縁膜105はシリコン酸化物、シリコン窒化物、シリコン窒化物などのような絶縁物質を利用して形成できる。絶縁膜105を形成するのに使用されるシリコン酸化物の例としては、BPSG（boro-phospho-silicate glass）、PSG（phosphosilicate glass）USG（undoped silicate glass）、SOG（spin-on-glass）、TEOS（tetraethyl orthosilicate）、PE-TEOS（plasma-enh
50 50

anced tetraethyl orthosilicate)、HDP-CVD (high density plasma chemical vapor deposition) 酸化物などを挙げることができる。また、絶縁膜 105 は化学気相蒸着 (CVD) 工程、低圧化学気相蒸着 (LPCVD) 工程、プラズマ促進化学気相蒸着 (PECVD) 工程、または高密度プラズマ化学気相蒸着 (HDP-CVD) 工程を利用して形成できる。

【0030】

絶縁膜 105 に形成される窪み 110 は絶縁膜 105 上面の高さが絶縁膜 105 の他の部分に比べて相対的に低い部分で、窪み 110 はコンタクト領域のような基板 100 の所定部位を露出させるか、あるいはパッドのような基板 100 上の下部構造物を露出させる開口またはコンタクトホールを含む。窪み 110 は絶縁膜 105 を部分的にエッチングして形成できる。例えば、基板 100 上に絶縁膜 105 を形成した後、絶縁膜 105 上にフォトリジストパターン (図示せず) を形成する。前記フォトリジストパターンをエッチングマスクを利用して絶縁膜 105 を部分的にエッチングして絶縁膜 105 に窪み 110 を形成する。

10

【0031】

再び、図 1 及び図 2 を参照すれば、窪み 110 を埋めつつ絶縁膜 105 上に相変化物質層 115 を形成する (S20)。相変化物質層 115 はカルコゲン化合物のような相変化物質を利用して形成される。例えば、相変化物質層 115 は化学気相蒸着工程またはスパッタリング工程などで形成できる。カルコゲン化合物はテルル (Te)、セレンウム (Se)、イオウ (S)、これらの化合物、およびこれらの合金を含む用語であり、カルコゲン化合物の例としては、ゲルマニウム-アンチモン-テルル (Ge-Sb-Te; GST)、ゲルマニウム-セレン-テルル (Ge-Se-Te)、錫-セレン-テルル (Sn-Se-Te)、錫-アンチモン-テルル (Sn-Sb-Te)、錫-ヒ素-セレン (Sn-As-Se)、ヒ素-ゲルマニウム-アンチモン-テルル (As-Ge-Sb-Te)、ヒ素-ゲルマニウム-セレン-テルル (As-Ge-Se-Te)、ゲルマニウム-アンチモン-セレン-テルル (Ge-Sb-Se-Te) などを挙げることができるが、これらに限定されない。

20

【0032】

本発明の実施例において、相変化物質層 115 は炭素、窒素、安定化金属などでドーピングされたカルコゲン化合物を利用して形成できる。前記安定化金属の例としてはチタニウム (Ti)、ニッケル (Ni)、ジルコニウム (Zr)、モリブデン (Mo)、ルテニウム (Ru)、パラジウム (Pd)、ハフニウム (Hf)、タンタル (Ta)、イリジウム (Ir)、または白金 (Pt) などを挙げることができるが、これらに限定されない。

30

【0033】

図 1 及び図 3 を参照すれば、高選択比の第 1 スラリー造成物を利用して相変化物質層 115 に対して第 1 研磨工程を遂行する (S30)。

【0034】

前記第 1 スラリー造成物は絶縁膜 105 に対する相変化物質層 115 の研磨選択比が高いスラリー造成物として、絶縁膜 105 を研磨停止膜として使用し、相変化物質層 115 を速い速度で研磨することに使用される。前記第 1 研磨工程においては絶縁膜 105 の上面の上側に形成されている相変化物質層 115 のバルク部分が除去され、絶縁膜 105 の上面が部分的に露出されるまで、あるいは絶縁膜 105 の上面が露出されずに相変化物質層 115 の一部が残るまで遂行できる。

40

【0035】

本発明の実施例において、前記第 1 研磨工程で使用される前記第 1 スラリー造成物は約 1 : 5 ~ 1 : 1, 000 の範囲の研磨選択比 (絶縁膜 : 相変化物質層) を有することができる。例えば、前記第 1 スラリー造成物が約 1 : 5 未満の研磨選択比を有する場合には、相変化物質層 115 の研磨時間が長くなって工程効率が落ち、絶縁膜 105 が研磨停止膜として適切に機能しない可能性が生じる。また、第 1 スラリー造成物の研磨選択比が約 1 : 1, 000 を超過する場合には、相変化物質層 115 の研磨速度を正確に制御しにくく

50

なる可能性が生じる。従って、前記第1スラリー造成物は約1:5~約1:1,000の研磨選択比を有することが望ましい。

【0036】

本発明の実施例において、前記第1研磨工程に使用される前記第1スラリー造成物は研磨剤、酸化剤、有機酸、及び溶媒を含むことができる。例えば、前記第1スラリー造成物は研磨剤0.1~2重量%、酸化剤0.12~5重量%、有機酸0.1~5%及び余分の溶媒を含むことができる。

【0037】

前記第1スラリー造成物に使用できる研磨剤としては、シリカ、アルミナ、セリナ、ジルコニア、チタニア、またはこれらの混合物などを挙げることができるが、これらに限定されない。また、前記研磨剤は平均粒子の大きさが5nm~1,000nmの範囲のものを使用でき、望ましくは、10nm~500nmの範囲であるものを使用できる。

10

【0038】

前記第1スラリー造成物が研磨剤を約0.1重量%未満含む場合、相変化物質層115の研磨速度が低下されて研磨工程の効率が低下されることが生じる。また、前記研磨剤の含量が約2重量%を超過する場合には、絶縁膜105の研磨速度が増加して絶縁膜105を研磨停止膜として使用しにくくなる可能性がある。従って、前記第1スラリー造成物は研磨剤を約0.1~約2重量%の範囲で含むことが望ましく、より望ましくは、約0.1~約1.8重量%の範囲で含むことができる。

【0039】

20

前記第1スラリー造成物に使用できる酸化剤の例としては、過酸化水素、ヨウ素酸カリウム(KIO_3)、過炭酸塩(percarbonate)、過酸化ベンゾイル、過酢酸、過酸化-ジ-T-ブチル、モノ過硫酸塩(monopersulfate)、二亜過硫酸塩(dipersulfate)、過酸化ナトリウム、過ヨウ素酸、過ヨウ素酸塩、過臭素酸、過臭素酸塩、過塩素酸、過塩素酸塩、過ホウ酸、過ホウ酸塩、過マンガン酸塩などを挙げることができるが、これに限定されない。また、これらは単独または混合して使用できる。

【0040】

前記第1スラリー造成物が酸化剤を約0.12重量%未満で含む場合、相変化物質層の研磨速度が大きく減少されて第1研磨工程の効率が低下されることが生じる。従って、前記第1スラリー造成物が酸化剤を約0.12重量%以上含むことが望ましく、より望ましくは酸化剤を約0.15~5重量%の範囲で含むことができる。

30

【0041】

前記第1スラリー造成物はカルボン酸のような有機酸を含む。有機酸は研磨剤による研磨速度を向上させて酸化剤を安定化させる役割をする。前記第1スラリー造成物に使用できる有機酸の例としては、クエン酸(citric acid)、マロン酸(malonic acid)、酢酸(acetic acid)、グルタル酸(glutaric acid)、グリコ酸(glycolic acid)、蟻酸(formic acid)、乳酸(lactic acid)、リンゴ酸(malic acid)、マレイン酸(maleic acid)、シュウ酸(oxalic acid)、フタル酸(phthalic acid)、コハク酸(succinic acid)、酒石酸(tartaric acid)などを挙げることができる。これらは単独または混合して使用することができる。前記第1スラリー造成物に含まれる有機酸の量は酸化剤の安定性及び研磨剤の分散性を考慮して適切に調節でき、約0.1~約5重量%の範囲に使用できる。

40

【0042】

前記第1スラリー造成物は水溶性溶媒を含み、例えば、脱イオン水を溶媒として含むことができる。溶媒の含量は研磨剤、酸化剤などの濃度及びこれらの分散性を考慮して適切に調節でき、例えば、約88~98.6重量%の範囲であり得る。また、前記第1スラリー造成物は溶媒とともにpH調節剤をさらに含むことができる。前記pH調節剤としては、硫酸、塩酸、リン酸、窒酸などのような無機酸、カルボキシ酸のような有機酸、水酸化

50

アンモニウム、水酸化カリウム、水酸化ナトリウムなどのような塩基性溶液を使用できる。例えば、前記第1スラリー造成物は約2.0～約6.0のpHを有することができる。

【0043】

本発明の実施例において、前述の成分からなる第1スラリー造成物は酸化膜、酸化窒素膜、窒化膜などのような絶縁膜105の研磨速度が約1～250/minの範囲で、カルコゲン化合物を含む相変化物質層115の研磨速度が約1,000～約100,000/minであり得る。例えば、前記第1スラリー造成物に含まれた研磨剤の含量が約2重量%を超過することにより、絶縁膜105の研磨速度が250/minより速い場合には、絶縁膜105が損傷されるか、あるいは研磨停止機能を果たせないことが生じる。また、前記第1スラリー造成物が酸化剤を約0.12重量%未満で含み、相変化物質層115の研磨速度が約1,000/minより遅い場合には、前記第1研磨工程の効率が大きく低下されることが生じる。

10

【0044】

前述の第1スラリー造成物を利用して相変化物質層115に対して第1研磨工程を遂行することによって、相変化物質層115のバルク部分が大部分除去できる。

【0045】

再び、図3を参照すれば、前記第1研磨工程が遂行された相変化物質層115の上部表面には表面酸化膜120が形成される。表面酸化膜120はカルコゲン化合物が前記第1スラリー造成物によって化学的に酸化して形成される酸化物を含む。引き続き、相変化物質層115上に上部電極が形成される場合、表面酸化膜120は相変化物質層115と上部電極との接触面で電氣的抵抗を増加させて相変化メモリ装置の不良を引き起こすことがある。従って、相変化物質層115上の表面酸化膜120は後続工程を通じて除去される必要がある。

20

【0046】

図1及び図4を参照すれば、低選択比の第2スラリー造成物を利用して、相変化物質層115に対して第2研磨工程を遂行する(S40)。絶縁膜105の上面が露出されるまで、前記第2研磨工程を遂行することによって、絶縁膜105の上部に残っている相変化物質層115と、相変化物質層115上の表面酸化膜120が除去され、絶縁膜105の窪み110を埋める相変化物質層パターン125が形成される。

【0047】

30

本発明の実施例において、前記第2研磨工程に使用される前記第2スラリー造成物は約1:0.5～約1:2の範囲の研磨選択比(絶縁膜:相変化物質層)を有することができる。例えば、前記第2スラリー造成物が約1:0.5未満の研磨選択比を有する場合には、相変化物質層115に比べて絶縁膜105が過剰研磨されて絶縁膜105の上面に窪みが発生することがある。また、第2スラリー造成物の研磨選択比が約1:2を超過する場合には、絶縁膜105の研磨速度に比べて相変化物質層115の研磨速度が速く形成されて層変化物質層パターン125の上面に意図しない窪みが発生して相変化メモリ装置の不良を引き起こすことがある。前記のような低い研磨選択比を有する第2スラリー造成物は、絶縁物質に対する研磨能力が第1スラリー造成物に比べて向上されるため、カルコゲン化合物のような相変化物質層が酸化して形成される表面酸化膜120に対する研磨能力も改善できる。

40

【0048】

本発明の実施例において、前記第2研磨工程で使用される前記第2スラリー造成物は研磨剤、酸化剤、有機酸、アゾール化合物、及び溶媒を含むことができる。例えば、前記第2スラリー造成物は研磨剤2.1～5重量%、酸化剤0.01～0.5重量%、有機酸0.1～5重量%、アゾール化合物0.01～10重量%及び余分の溶媒を含むことができる。前記第2スラリー造成物に使用できる研磨剤、酸化剤、有機酸、及び溶媒の例は前記第1スラリー造成物において説明したものと実質的に同一であり、重複を避けるためにこれに対する説明は省略する。

【0049】

50

前記第2スラリー造成物が研磨剤を約2.1重量%未満含めば、絶縁膜105の研磨速度が非常に遅く、相対的に相変化物質層115の研磨速度が速くて相変化物質層パターン125上に窪みが発生し、相変化物質層115上の表面酸化膜120が十分に除去できない場合がある。また、前記第2スラリー造成物が研磨剤を約5重量%超過して含む場合には、絶縁膜105の研磨速度が非常に速くて工程を制御することが難しくなる。従って、前記第2スラリー造成物は研磨剤を約2.1~5重量%の範囲を含むことが望ましく、より望ましくは2.2~5重量%の範囲を含むことができる。

【0050】

前記第2スラリー造成物が酸化剤を約0.01重量%未満含むか、あるいは酸化剤を含まない場合には、研磨されてから残る相変化物質層パターン125の成分が不均一になり得る。例えば、酸化剤の含量が前記のように非常に少ない場合、スラリー造成物に対するゲルマニウム、アンチモン、及びテルルの反応性の差が大きく付けられ、研磨後に残っているGST層でテルルの含量が相対的に多く、ゲルマニウムが少なくなり、相変化物質層パターン125の相転移特性が低下されることがある。また、前記第2スラリー造成物で酸化剤の含量が約0.5重量%を超過する場合、相変化物質層パターン125上に表面酸化膜が形成されて上部電極との接触抵抗が増加されうる。従って、前記第2スラリー造成物は酸化剤を約0.01~約0.5重量%の範囲で含むことが望ましい。

【0051】

前記第2スラリー造成物は相変化物質層115の研磨速度を下げることでできる相変化物質相の研磨抑制剤を含むことができる。前記研磨抑制剤としてはアゾール化合物を使用できる。アゾール化合物は、相変化物質層115に対する研磨は抑制しつつも、絶縁膜105に対する研磨速度には影響を与えないため、低選択比のスラリー造成物が製造できる。前記第2スラリー造成物に使用できるアゾール化合物の例としては、トリアゾール、ペンゾトリアゾール、イミダゾール、テトラゾール、チアゾール、オキサゾール、ピラゾール、またはこれらの混合物を挙げることができるが、これらに限らない。前記第2スラリー造成物は研磨選択比を考慮してアゾール化合物を適切な量で含むことができ、例えば、約0.01~10重量%の範囲で含むことができ、望ましくは約0.05~1重量%の範囲で含むことができる。

【0052】

前記第2スラリー造成物に含まれる有機酸の量は酸化剤の安定性及び研磨剤の分散性を考慮して適切に調節でき、約0.1~約5重量%の範囲で使用できる。また、前記第2スラリー造成物で溶媒の含量は研磨剤、酸化剤などの濃度及びこれらの分散性を考慮して適切に調節でき、例えば、約79.5~97.78重量%の範囲であり得る。また、前記第2スラリー造成物は溶媒とともにpH調節剤をさらに含むことができる。例えば、前記第2スラリー造成物は約2.0~約6.0のpHを有することができる。前記pH調節剤の例は前記第1スラリー造成物で説明したものと実質的に同一である。

【0053】

本発明の実施例において、前述の成分からなる第2スラリー造成物は酸化膜、酸窒化膜、窒化膜などのような絶縁膜105の研磨速度が約300~1,000/minの範囲で、カルコゲン化合物を含む相変化物質層115の研磨速度が約150~約1,000/minの範囲であることができる。第1スラリー造成物と比べて、第2スラリー造成物は相変化物質層115に対する研磨速度を減少することができ、絶縁膜105に対する研磨速度を増加することができる。即ち、相変化物質層115に対する研磨速度の場合、第2スラリー造成物の研磨速度が第1スラリー造成物の研磨速度より遅いことがあり、絶縁膜105に対する研磨速度の場合、第2スラリー造成物の研磨速度が第1スラリー造成物の研磨速度より速くできる。

【0054】

前述の第2スラリー造成物を利用して相変化物質層115に対して絶縁膜105の上面が完全に露出されるまで第2研磨工程を遂行することにより、相変化物質層115上の表面酸化膜120が除去され、絶縁膜105の窪み110を埋める相変化物質層パターン1

10

20

30

40

50

25を形成することができる。

【0055】

前記のように、高選択比の第1スラリー造成物と低選択比の第2スラリー造成物を利用した2回の研磨工程を通じて相変化物質層パターンを形成する方法は、相変化物質層パターンの上部が研磨しすぎて、窪みが発生することを抑制すると同時に優秀な研磨効率を維持できる。また、相変化物質層パターンの上部に厚い表面の酸化膜が形成されることを防ぎ、相変化物質層パターンの電気的特性の低下及び相変化メモリー装置の不良発生を大きく減少させることができる。

【0056】

[相変化メモリー装置の製造方法]

10

図5～図10は、本発明の実施例による相変化メモリー装置の製造方法を説明するための断面図である。

【0057】

図5を参照すれば、素子分離工程を利用して半導体基板または金属酸化物単結晶基板を含む基板200上に酸化物からなる素子分離膜205を形成する。例えば、素子分離膜205はSTI工程または熱酸化工程を通じて形成できる。素子分離膜205の形成によって基板200にはアクティブ領域及びフィールド領域が定義される。

【0058】

基板200上にゲート絶縁膜(図示せず)、ゲート導電膜(図示せず)、及びゲートマスク層(図示せず)を順次に形成する。前記ゲート絶縁膜は酸化物または金属酸化物を使用して形成する。例えば、前記ゲート絶縁膜はシリコン酸化物、アルミニウム酸化物、ジルコニウム酸化物、ハフニウム酸化物、タンタル酸化物などを利用して形成できる。前記ゲート導電膜は不純物がドーピングされたポリシリコン、金属、または金属窒化物を使用して形成される。例えば、前記ゲート導電膜はタングステン、アルミニウム、銅、チタン、タンタル、タングステン窒化物、アルミニウム窒化物、チタン窒化物、タンタル窒化物、またはチタンアルミニウム窒化物を使用して形成できる。前記ゲートマスク層は前記ゲート絶縁膜及び前記ゲート導電膜に対してエッチング選択比を有する物質を使用して形成される。例えば、前記ゲートマスク層はシリコン窒化物またはシリコン酸窒化物を使用して形成できる。

20

【0059】

写真エッチング工程を通じて前記ゲートマスク層、前記ゲート導電膜、及び前記ゲート絶縁膜を順次にパターンニングして前記アクティブ領域上にゲート絶縁膜パターン210、ゲート導電膜パターン215、及びゲートマスク220を順次に形成する。本発明の他の実施例によれば、前記ゲートマスク層を先にエッチングして前記ゲート導電膜上にゲートマスク220を形成した後、ゲートマスク220をエッチングマスクとして利用して前記ゲート導電膜及び前記ゲート絶縁膜をパターンニングすることにより、ゲート導電膜パターン215とゲート絶縁膜パターン210を形成できる。

30

【0060】

基板200上にゲートマスク220を覆いながら下部絶縁膜(図示せず)を形成した後、前記下部絶縁膜を部分的にエッチングしてゲート絶縁膜パターン210、ゲート導電膜パターン215、及びゲートマスク220の側壁上にゲートスペーサー225を形成する。従って、前記アクティブ領域上にはゲート構造物230が形成される。各ゲート構造物230はゲート絶縁膜パターン210、ゲート導電膜パターン215、ゲートマスク220、及びゲートスペーサー225を含む。

40

【0061】

図6を参照すれば、ゲート構造物230を、マスクを利用するイオン注入工程を通じて前記アクティブ領域の所定部分に不純物を注入して、ゲート構造物230に隣接する第1コンタクト領域235及び第2コンタクト領域240を形成する。第1コンタクト領域235には後続して形成される下部電極260(図8参照)が電氣的に接続され、第2コンタクト領域240には下部配線265(図8参照)が電氣的に接続される。

50

【0062】

基板200上にゲート構造230を覆う下部層間絶縁膜245を形成する。下部層間絶縁膜245は酸化物を化学気相蒸着工程、プラズマ促進化学気相蒸着工程、低压化学気相蒸着工程、または高密度プラズマ化学気相蒸着工程で蒸着して形成される。例えば、下部層間絶縁膜245は、PSG、BPSG、USG、SOG、TEOS、PE-TEOS、FOX、またはHDP-CVD酸化物のようなシリコン酸化物を使用して形成できる。本発明の他の実施例によれば、化学機械的研磨工程及び/またはエッチバック工程を利用して下部層間絶縁膜245の上面を平坦化させることができる。

【0063】

下部層間絶縁膜245を写真エッチング工程を利用して部分的にエッチングすることにより、下部層間絶縁膜245に第1及び第2コンタクト領域(235、240)を露出させる第1及び第2コンタクトホール(図示せず)を形成する。前記第1コンタクトホールは第1コンタクト領域235を露出させ、前記第2コンタクトホールは第2コンタクト領域240を露出させる。

10

【0064】

前記第1及び第2コンタクトホールを埋めながら下部層間絶縁膜245上に第1下部導電膜(図示せず)を形成する。前記第1下部導電膜は金属、金属窒化物、またはドーピングされたポリシリコンを使用して形成される。例えば、前記下部導電膜はタングステン、アルミニウム、銅、チタン、タンタル、タングステン窒化物、アルミニウム窒化物、チタン窒化物、タンタル窒化物、またはチタンアルミニウム窒化物を使用して形成できる。前記第1下部導電膜はスパッタリング工程、化学気相蒸着工程、低压化学気相蒸着工程、原子層積層工程、電子ビーム蒸着工程、またはパルスレーザー蒸着工程を利用して形成される。

20

【0065】

下部層間絶縁膜245が露出されるまで、前記第1下部導電膜を部分的に除去して第1及び第2コンタクト領域(235、240)上に各々前記第1及び第2コンタクトホールを埋める第1及び第2パッド(250、255)を形成する。第1パッド250は前記第1コンタクトホールを埋めながら第1コンタクト領域235上に形成され、第2パッド255は前記第2コンタクトホールを埋めながら第2コンタクト領域240上に形成される。

30

【0066】

図7を参照すれば、第1パッド250、第2パッド255、及び下部層間絶縁膜245上に第2下部導電膜(図示せず)を形成する。第2下部導電膜は不純物がドーピングされたポリシリコン、金属、または金属窒化物を使用して形成される。例えば、前記第2下部導電膜はタングステン、アルミニウム、銅、チタン、タンタル、モリブデン、タングステン窒化物、アルミニウム窒化物、チタン窒化物、タンタル窒化物、モリブデン窒化物、ニオブ窒化物、チタンシリコン窒化物、チタンアルミニウム窒化物、チタンボロン窒化物、ジルコニウムシリコン窒化物、タングステンシリコン窒化物、タングステンボロン窒化物、ジルコニウムアルミニウム窒化物、モリブデンシリコン窒化物、モリブデンアルミニウム窒化物、タンタルシリコン窒化物、またはタンタルアルミニウム窒化物を利用して形成できる。これらは単独または互いに混合して使用できる。前記第2下部導電膜はスパッタリング工程、化学気相蒸着工程、低压化学気相蒸着工程、原子層積層工程、電子ビーム蒸着工程、またはパルスレーザー蒸着工程を利用して形成される。

40

【0067】

前記第2下部導電膜を写真エッチング工程でパターニングして第1及び第2パッド(250、255)上に各々下部電極260及び下部配線265を形成する。下部電極260は第1パッド250を通じて第1コンタクト領域235に電氣的に接続される。下部配線265は第2パッド255を通じて第2コンタクト領域240に電氣的に接続される。下部配線265はビットラインを含む。本発明の実施例において、下部電極260と下部配線265は各々第1パッド250と第2パッド255に比べて実質的に広い幅で形成でき

50

る。

【0068】

下部層間絶縁膜245上に下部電極260と下部配線265を覆う絶縁膜270を形成する。絶縁膜270はシリコン酸化物、シリコン酸窒化物、またはシリコン酸窒化物などのような絶縁物質を使用して形成される。例えば、絶縁膜270は、PSG、BPSG、USG、SiO₂、TEOS、PE-TEOS、FOX、またはHDP-CVD酸化物のようなシリコン酸化物を使用して形成できる。絶縁膜270は化学気相蒸着工程、プラズマ促進化学気相蒸着工程、低圧化学気相蒸着工程、または高密度プラズマ化学気相蒸着工程を利用して形成される。本発明の一実施例によれば、化学機械的研磨工程及び/またはエッチバック工程を利用して絶縁膜270の上面を平坦化させることができる。絶縁膜270は下部層間絶縁膜245と実質的に同一の絶縁物質あるいは相違する絶縁物質を使用して形成できる。

10

【0069】

図8を参照すれば、絶縁膜270を写真エッチング工程で部分的にエッチングし、絶縁膜270を貫通して下部電極260を露出させる開口275を形成する。例えば、開口275は等方性エッチング工程を利用して形成できる。

【0070】

開口275を埋めながら露出された下部電極260上に相変化物質層280を形成する。相変化物質層280はカルコゲン化合物または不純物がドーピングされたカルコゲン化合物を使用して形成される。例えば、相変化物質層280はゲルマニウム-アンチモン-テルル(Ge-Sb-Te; GST)のようなカルコゲン化合物あるいは炭素、窒素、または安定化金属でドーピングされたカルコゲン化合物を利用して形成できる。相変化物質層280はスパッタリング工程または化学気相蒸着工程を利用して形成できる。相変化物質層280を形成する工程は図2を参照して説明した工程と実質的に同一である。

20

【0071】

図9を参照すれば、相変化物質層280に第1及び第2研磨工程を遂行して相変化物質層パターン285を形成する。前記第1研磨工程は絶縁膜270に対する相変化物質層280の研磨選択比の高い第1スラリー造成物を使用して遂行される。前記第1研磨工程は絶縁膜270の上面が部分的に露出されるまで遂行するか、あるいは絶縁膜270の上面が露出されずに相変化物質層280が絶縁膜270の上面上に部分的に残るまで遂行できる。これによって絶縁膜270の上面上に形成されている相変化物質層280のバルク部分を除去することができる。

30

【0072】

バルク部分が除去された相変化物質層280に対して第2研磨工程を遂行して開口275を埋める相変化物質層パターン285を形成する。前記第2研磨工程は絶縁膜270に対する相変化物質層280の研磨選択比の低い第2スラリー造成物を使用して遂行される。前記第2研磨工程を通じて絶縁膜270の上面上に残る相変化物質層280と、絶縁膜270の上面一部及び第1研磨工程で相変化物質層280の上部表面に形成される表面酸化膜が除去され、上面がむらなく平坦化された相変化物質層パターン285と絶縁膜270が形成できる。前記第1及び第2研磨工程と前記第1及び第2スラリー造成物は図1及び図2～図4を参照して説明した工程及び造成物と実質的に同一であって、これについて、これ以上の説明は省略する。

40

【0073】

相変化物質層パターン285及び絶縁膜270上に第1上部導電膜(図示せず)を形成する。前記第1上部導電膜は金属または金属窒化物のような導電性物質を使用して形成され、単一膜または多層膜から形成できる。前記第1上部導電膜はスパッタリング工程、化学気相蒸着工程、原子層積層工程、電子ビーム蒸着工程、またはパルスレーザー蒸着工程を利用して形成できる。

【0074】

本発明の実施例において、前記第1上部導電膜は金属を使用して第1薄膜(図示せず)

50

を形成し、前記第1薄膜上に金属窒化物を使用して第2薄膜（図示せず）を形成して製造できる。例えば、前記第1薄膜はアルミニウム、ガリウム、インジウム、チタン、クロム、マンガン、鉄、コバルト、ニッケル、ジルコニウム、モリブデン、ルテニウム、パラジウム、ハフニウム、タンタル、イリジウム、または白金を使用して形成できる。これらは単独または互いに混合して使用できる。また、前記第2薄膜はアルミニウム窒化物、ガリウム窒化物、インジウム窒化物、チタン窒化物、クロム窒化物、マンガン窒化物、鉄窒化物、コバルト窒化物、ニッケル窒化物、ジルコニウム窒化物、モリブデン窒化物、ルテニウム窒化物、パラジウム窒化物、ハフニウム窒化物、タンタル窒化物、イリジウム窒化物、白金窒化物、タングステン窒化物、アルミニウム窒化物、ニオブウム窒化物、チタンシリコン窒化物、チタンアルミニウム窒化物、チタンボロン窒化物、ジルコニウムシリコン窒化物、タングステンシリコン窒化物、タングステンボロン窒化物、ジルコニウムアルミニウム窒化物、モリブデンシリコン窒化物、モリブデンアルミニウム窒化物、タンタルシリコン窒化物及び／またはタンタルアルミニウム窒化物を使用して形成できる。

【0075】

写真エッチング工程を通じて前記第1上部導電膜をパターニングして相変化物質層パターン285上に上部電極290を形成する。上部電極290は相変化物質層パターン285に比べて実質的に広い幅を形成する。

【0076】

図10を参照すれば、上部電極290を覆いながら、絶縁膜270上に上部層間絶縁膜293を形成する。上部層間絶縁膜293は化学気相蒸着工程、プラズマ促進化学気相蒸着工程、低圧化学気相蒸着工程、または高密度化学気相蒸着工程を利用して形成される。上部層間絶縁膜293は、PSG、BPSG、USG、SOG、TEOS、PE-TEOS、FOX、またはHDP-CVD酸化物のようなシリコン酸化物を使用して形成できる。本発明の一実施例によれば、上部層間絶縁膜293は下部層間絶縁膜245及び／または絶縁膜270と実質的に同一の絶縁物質を使用して形成できる。本発明の他の実施例において、下部層間絶縁膜245、絶縁膜270及び／または上部層間絶縁膜293は各々相違する絶縁物質を使用して形成できる。

【0077】

上部層間絶縁膜293を写真エッチング工程を通じて部分的にエッチングして上部層間絶縁膜293に上部電極290を露出させる上部コンタクトホール（図示せず）を形成する。前記上部コンタクトホールを埋めながら露出された上部電極290と上部層間絶縁膜293上に上部パッド296及び上部配線299を形成する。上部パッド296と上部配線299は不純物でドーピングされたポリシリコン、金属、または導電性金属窒化物を使用して形成される。上部配線296及び上部パッド299はスパッタリング工程、化学気相蒸着工程、原子層積層工程、電子ビーム蒸着工程、またはパルスレーザー蒸着工程を利用して形成される。本発明の一実施例によれば、上部パッド296と上部配線299は一体に形成される。本発明の他の実施例において、前記上部コンタクトホールを埋める上部パッド296を先に形成した後、上部パッド296と上部層間絶縁膜293上に上部配線299を形成できる。

【0078】

図11～図13は、本発明の他の実施例による相変化メモリー装置の製造方法を説明するための断面図である。図11～図13に示した相変化メモリー装置の製造方法において、基板300上に素子分離膜305、ゲート構造物330、第1及び第2コンタクト領域（335、340）及び第1下部層間絶縁膜345を形成する工程は図5～図6を参照して説明した工程と実質的に同一である。ゲート構造物330は基板300のアクティブ領域上に位置して、ゲート絶縁膜パターン310、ゲート導電膜パターン315、ゲートマスク320、及びゲートスペーサー325を含む。

【0079】

図11を参照すれば、第1下部層間絶縁膜345を写真エッチング工程で部分的にエッチングして第2コンタクト領域340を露出させる下部コンタクトホール（図示せず）を

10

20

30

40

50

形成する。この場合、第1コンタクト領域335は露出されない。前記下部コンタクトホールを埋めながら第1下部層間絶縁膜345上に第1下部導電膜（図示せず）を形成する。第1下部導電膜は不純物でドーピングされたポリシリコン、金属、または導電性金属窒化物を使用して形成される。

【0080】

前記第1下部導電膜を第1下部層間絶縁膜345が露出されるまで部分的に除去して第2コンタクト領域340上に前記下部コンタクトホールを埋める下部パッド355を形成する。下部パッド355は後続して形成される下部配線360を第2コンタクト領域340に電氣的に接続する。

【0081】

下部パッド355と第1下部層間絶縁膜345上に第2下部導電膜（図示せず）を形成した後、前記第2下部導電膜をパターニングして下部パッド355上にビットラインなどを含む下部配線360を形成する。本発明の他の実施例によれば、下部パッド355と下部配線360は一体に形成できる。具体的には、前記下部コンタクトホールを埋めながら第2コンタクト領域340と第1下部層間絶縁膜345上に下部導電膜を形成した後、前記下部導電膜をパターニングして下部パッド355と下部配線360を同時に形成する。

【0082】

第1下部層間絶縁膜345上に下部配線360を覆う第2下部層間絶縁膜365を形成する。第2下部層間絶縁膜365はシリコン酸化物のような絶縁物質を使用して形成される。第2下部層間絶縁膜は第1下部層間絶縁膜345と実質的に同一または相違する絶縁物質で形成される。

【0083】

第2下部層間絶縁膜365と第1下部層間絶縁膜345を部分的にエッチングして、第2下部層間絶縁膜365及び第1下部層間絶縁膜345を貫通して第1コンタクト領域335を露出させる開口350を形成する。

【0084】

図12を参照すれば、開口350を埋めながら第1コンタクト領域335上にダイオード370を形成する。例えば、ダイオード370は露出された第1コンタクト領域335をシードとして利用する選択的エピタキシャル成長（SEG）工程で形成されたポリシリコンを含む。本発明の一実施例によれば、ダイオード370は第1及び第2下部層間絶縁膜（345、365）の厚さの合計と実質的に同一の厚さを有する。本発明の他の実施例において、ダイオード370の高さは第1及び第2下部層間絶縁膜（345、365）の厚さの合計より大きいまたは小さい。

【0085】

ダイオード370と第2下部層間絶縁膜365上に絶縁膜375を形成した後、写真エッチング工程を遂行してダイオード370を露出させる開口（図示せず）を形成する。前記開口を埋めながら露出されたダイオード370と絶縁膜375上に相変化物質層380を形成する。絶縁膜375、前記開口及び相変化物質層380を形成する工程は図7及び図8を参照して説明した工程と実質的に同一工程を通じて形成される。

【0086】

図13を参照すれば、相変化物質層380に第1及び第2研磨工程を遂行して相変化物質層パターン385を形成する。前記第1研磨工程は絶縁膜375に対する相変化物質層を形成する。前記第1研磨工程は絶縁膜375に対する相変化物質層380の研磨選択比の高い第1スラリー造成物を使用して遂行され、これによって絶縁膜375の上面上に形成されている相変化物質層380のバルク部分が除去される。バルク部分が除去された相変化物質層380に対して第2研磨工程を遂行して前記開口を埋める相変化物質層パターン385を形成する。前記第2研磨工程は絶縁膜375に対する相変化物質層380の研磨選択比の低い第2スラリー造成物を使用して遂行される。前記第2研磨工程を通じて絶縁膜375の上面に残る相変化物質層380と、絶縁膜375の上面の一部及び第1研磨工程で相変化物質層380の上部表面に形成される表面酸化膜が除去され、上面がむら

10

20

30

40

50

なく平坦化された相変化物質層パターン 385 と絶縁膜 375 が形成される。前記第 1 及び第 2 研磨工程と前記第 1 及び第 2 スラリー造成物は図 1 及び図 2 ～ 図 4 を参照して説明した工程及び造成物と実施的に同一であって、これに対して、これ以上の説明は省略する。

【0087】

相変化物質層パターン 385 及び絶縁膜 375 上に第 1 上部導電膜（図示せず）を形成する。写真エッチング工程を通じて前記第 1 上部導電膜をパターンニングして相変化物質層パターン 385 上に上部電極 390 を形成する。上部電極 390 を覆いながら絶縁膜 375 上に上部層間絶縁膜 393 を形成し、上部層間絶縁膜 393 を写真エッチング工程を通じて部分的にエッチングして上部層間絶縁膜 393 に上部電極 390 を露出させる上部コンタクトホール（図示せず）を形成する。前記上部コンタクトホールを埋めながら露出された上部電極 390 と上部層間絶縁膜 393 上に上部パッド 396 及び上部配線 399 を形成する。上部電極 390、上部層間絶縁膜 393、上部パッド 396、及び上部配線 399 を形成する工程は図 9 及び図 10 を参照して説明した事実と実質的に同一である。

10

【0088】

以下、相変化物質層研磨用スラリー造成物の製造に関する実施例及び研磨実験を通じて本発明をさらに詳しく説明する。しかし、下記実施例は本発明を例示するものであって、本発明はこれに限定されず、多様に修正及び変更できる。

【0089】

[相変化物質層研磨用スラリー造成物の製造]

20

[製造例 1]

研磨剤であるコロイダルシリカ約 3 . 5 重量%、クエン酸約 3 重量%、過酸化水素約 0 . 2 重量%、ベンゾトリアゾール約 0 . 2 重量%、及び余分の脱イオン水を混合し、p h 調節剤である塩酸を適正量添加して p h が約 4 . 0 である相変化物質層研磨用スラリー造成物を製造した。

【0090】

[製造例 2 ～ 7]

研磨剤、クエン酸、過酸化水素、及びベンゾトリアゾールの含量が異なることを除いては製造例 1 の方法と実質的に同一方法で相変化物質層研磨用スラリー造成物を製造した。相変化物質層研磨用スラリー造成物の製造に使用された研磨剤、クエン酸、過酸化水素、及びベンゾトリアゾールの含量を下記の表 1 に示す。表 1 において含量の単位は重量%である。

30

【0091】

【表 1】

	シリカ	クエン酸	過酸化水素	ベンゾトリアゾール
製造例 1	3 . 5	3	0 . 2	0 . 2
製造例 2	3 . 5	3	0 . 1	-
製造例 3	3 . 5	3	0 . 2	-
製造例 4	1	0 . 5	0 . 2	-
製造例 5	1	0 . 5	0 . 2	0 . 1
製造例 6	1	0 . 5	0 . 2	0 . 2
製造例 7	1	0 . 5	0 . 2	0 . 3

40

【0092】

50

〔研磨速度及び研磨選択比の評価〕

製造例１～７で製造されたスラリー造成物に対して相変化物質層及び酸化膜に対する研磨実験を遂行して研磨速度及び研磨選択比を評価した。

【００９３】

シリコン基板上に化学蒸着工程を遂行してゲルマニウム（Ge）-アンチモン（Sb）-テルル（Te）（GST）を含む相変化物質層を形成した。製造された相変化物質層の厚さは約８００と測定された。また、シリコン基板上に化学気相蒸着工程を遂行してシリコン酸化物を含む絶縁膜を形成した。製造された絶縁膜の厚さは約５，０００と測定された。

【００９４】

前記のように製造された相変化物質層と絶縁膜に対して製造例１～７で製造されたスラリー造成物を利用してCMP工程を遂行した後、研磨前後の相変化物質層と絶縁膜の厚さ変化を４point probe利用して測定して、研磨速度を評価した。前記CMP工程はEBARA研磨装置を利用して遂行した。前記CMP工程において、研磨パッドの回転速度は約２５rpm、ヘッドの回転速度は約２０rpm、down pressureは約１００hPa、back pressureは約５０hPaで、スラリー造成物の流量は約１００mL/minと調節した。

【００９５】

相変化物質層と絶縁膜の研磨速度及び研磨選択比を測定した結果を下記の表２に示した。下記の表２において、研磨速度単位は /minで、含量の単位は重量％である。

【００９６】

【表２】

スラリー 造成物	研磨剤 含量	アゾール 化合物 含量	酸化剤 含量	GST層 研磨速度	SiO ₂ 膜 研磨速度	研磨選択比 (GST/ SiO ₂)
製造例１	３．５	０．２	０．２	７９０	４１４	１．９１
製造例２	３．５	０	０．１	２１８	４１３	０．５
製造例３	３．５	０	０．２	> ２，２００	３５９	> ６．１２
製造例４	１	０	０．２	> ２，１００	１８６	> １１．３
製造例５	１	０．１	０．２	７３０	１７２	４．２４
製造例６	１	０．２	０．２	７９９	１７０	４．７
製造例７	１	０．３	０．２	５５７	１８５	３．０１

【００９７】

表２に示したように、研磨剤の含量が１重量％である場合にはシリコン酸化膜の研磨速度が２５０ /min以下で遅いが、研磨剤の含量が３．５重量％である場合にはシリコン酸化膜の研磨速度が３００ /min以上で速いことが表された。特に、研磨剤の含量が３．５重量％である場合にはシリコン酸化膜の研磨速度が、研磨剤の含量が１重量％である場合に比べて約２倍以上増加したことが表された。

【００９８】

従って、絶縁膜の相対的研磨速度を下げて、高選択比のスラリー造成物を製造するためには研磨剤の含量が３．５重量％より低い約２重量％以下であることが望ましく、より詳しくは研磨剤の含量が約１．８重量％以下であることがわかる。また、絶縁膜の相対的研磨速度を上げて低選択比のスラリー造成物を製造するためには研磨剤の含量が１重量％を超える約２．１重量％以上であることが望ましく、より望ましくは２．２重量％以上であ

ることがわかる。

【0099】

研磨剤の含量が同一で、アゾール化合物の含量が他の製造例4～7のスラリー造成物を比べると、アゾール化合物の含量が増加しても絶縁膜の研磨速度は大きく変化しないことが表された。しかし、アゾール化合物を使用しない場合には、相変化物質層の研磨速度が非常に速いが、アゾール化合物を含むスラリー造成物は相変化物質層の研磨速度が1,000/min以下に大きく減少することが表された。従って、アゾール化合物は相変化物質層の研磨抑制剤として作用し、相変化物質層の相対的な研磨速度を下げて絶縁膜に対する相変化物質層の研磨選択比を下げるためには、スラリー造成物がアゾール化合物を含むことが望ましい。例えば、低選択比スラリー造成物はアゾール化合物を0.01重量%～10重量%含むことが望ましく、より望ましくは0.05～1重量%含めばよい。

10

【0100】

一方、製造例2のスラリー造成物はアゾール化合物を含まないのにも関わらず相変化物質層の研磨速度が低いことが表された。これは、酸化剤の含量を製造例1の場合に比べて半分に減らしたことによるもので、酸化剤の含量が低い場合には相変化物質層の研磨速度が減少することがわかる。従って、相変化物質層の相対的な研磨速度を下げて絶縁膜に対する相変化物質層の研磨選択比を下げるためにはスラリー造成物に含まれた酸化剤の含量を下げることを望ましい。例えば、低選択比スラリー造成物は酸化剤の含量が約0.5重量%以下であることが望ましい。ただ、酸化剤に対するゲルマニウム、アンチモン、及びテルルの反応性に差があり、酸化剤の含量が少なすぎる場合には研磨後に残っているGS

20

層の成分構成が不均一になることが観察され、酸化剤は少なくとも0.01重量%以上含むことが望ましい。

【産業上の利用可能性】

【0101】

上述の本発明の実施例による相変化物質層パターンの形成方法は高選択比のスラリー造成物を利用して第1研磨工程を遂行した後、低選択比のスラリー造成物を利用して第2研磨工程を遂行する。これによって、低選択比のスラリー造成物を利用した1回の研磨工程を遂行する場合に比べて、相変化物質層パターンの上部に望まない窪みが発生することが抑制できる。また、低選択比のスラリー造成物のみを利用する場合には相変化物質層の研磨速度が低くて研磨効率が落ちる問題が生じるが、高選択比スラリー造成物と低選択比ス

30

【0102】

また、高選択比スラリー造成物のみを使用する場合には酸化膜のような絶縁膜の研磨速度が低く、相変化物質層パターンの上部に厚い表面酸化膜が形成され、相変化物質層内部に酸素が拡散されて相転移と関連する電気的特性が低下されることがある。しかし、本発明の実施例による相変化物質層の形成方法においては、酸化膜の除去速度が相対的に速い低選択比スラリー造成物を利用して第2研磨工程を追加的に遂行することによって、第1研磨工程で形成された相変化物質層上部の表面酸化膜を除去すると同時に表面酸化膜の形成が効果的に抑制できる。これにより、表面酸化膜の形成による相変化物質層の電気的特性の低下及び相変化メモリー装置の不良発生を大きく減少させることができる。

40

【0103】

以上、本発明の実施例によって詳細に説明したが、本発明はこれに限定されず、本発明が属する技術分野において通常の知識を有するものであれば本発明の思想と精神を離れることなく、本発明を修正または変更できる。

【図面の簡単な説明】

【0104】

【図1】本発明の実施例による相変化物質層パターン形成方法を説明するための工程フローチャートである。

【図2】本発明の実施例による相変化物質層パターン形成方法を説明するための断面図である。

50

【図 3】本発明の実施例による相変化物質層パターンの形成方法を説明するための断面図である。

【図 4】本発明の実施例による相変化物質層パターンの形成方法を説明するための断面図である。

【図 5】本発明の実施例による相変化メモリー装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図 6】本発明の実施例による相変化メモリー装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図 7】本発明の実施例による相変化メモリー装置の製造方法を説明するための断面図である。

10

【図 8】本発明の実施例による相変化メモリー装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図 9】本発明の実施例による相変化メモリー装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図 10】本発明の実施例による相変化メモリー装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図 11】本発明の他の実施例による相変化メモリー装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図 12】本発明の他の実施例による相変化メモリー装置の製造方法を説明するための断面図である。

20

【図 13】本発明の他の実施例による相変化メモリー装置の製造方法を説明するための断面図である。

【符号の説明】

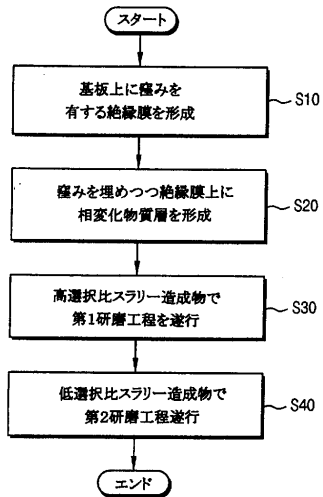
【 0 1 0 5 】

- 1 0 0、2 0 0、3 0 0 基板
- 1 0 5、2 7 0、3 7 5 絶縁膜
- 1 1 0 窪み
- 1 2 0 表面酸化膜
- 1 1 5、2 8 0、3 8 0 相変化物質層
- 1 2 5、2 8 5、3 8 5 相変化物質層パターン
- 2 0 5、3 0 5 素子分離膜
- 2 1 0、3 1 0 ゲート絶縁膜パターン
- 2 1 5、3 1 5 ゲート導電膜パターン
- 2 2 0、3 2 0 ゲートマスク
- 2 2 5、3 2 5 ゲートスペーサー
- 2 3 0、3 3 0 ゲート構造物
- 2 3 5、3 3 5 第 1 コンタクト領域
- 2 4 0、3 4 0 第 2 コンタクト領域
- 2 4 5、3 4 5、3 6 5 下部層間絶縁膜
- 2 5 0 第 1 パッド
- 2 5 5 第 2 パッド
- 3 5 5 下部パッド
- 2 6 0 下部電極
- 2 6 5、3 6 0 下部配線
- 2 7 5 開口
- 2 9 0、3 9 0 上部電極
- 2 9 3、3 9 3 上部層間絶縁膜
- 2 9 6、3 9 6 上部パッド
- 2 9 9、3 9 9 上部配線

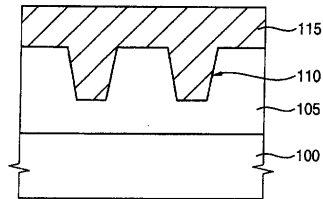
30

40

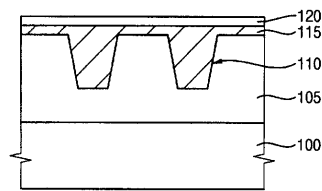
【図 1】



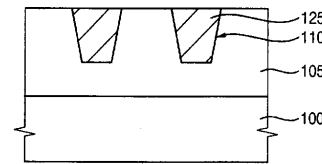
【図 2】



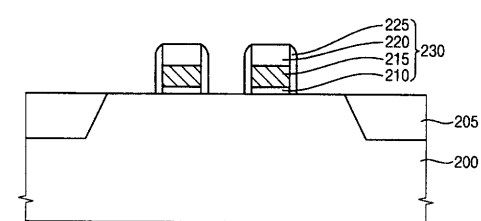
【図 3】



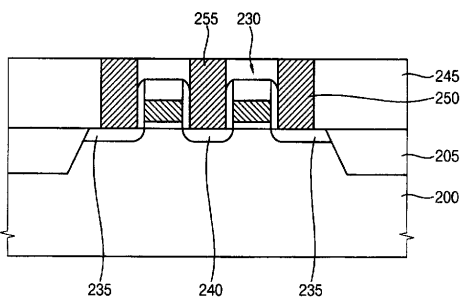
【図 4】



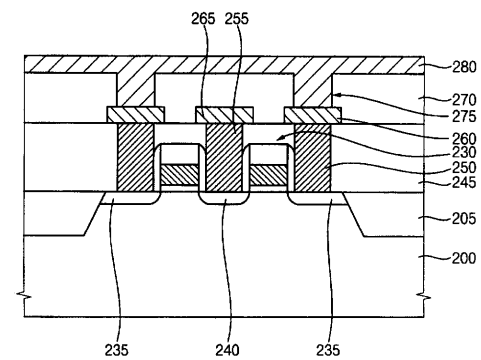
【図 5】



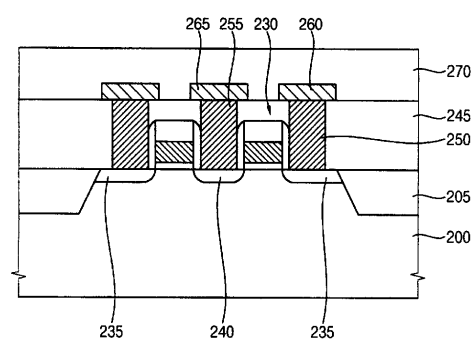
【図 6】



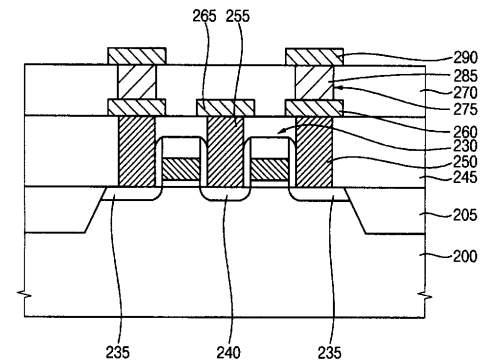
【図 8】



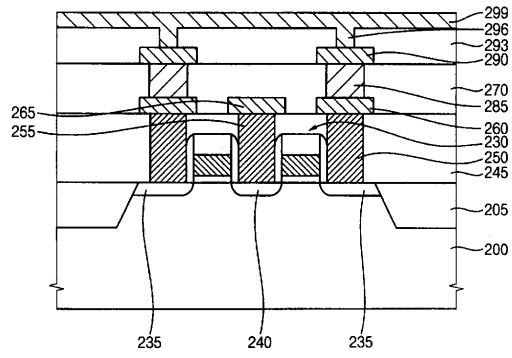
【図 7】



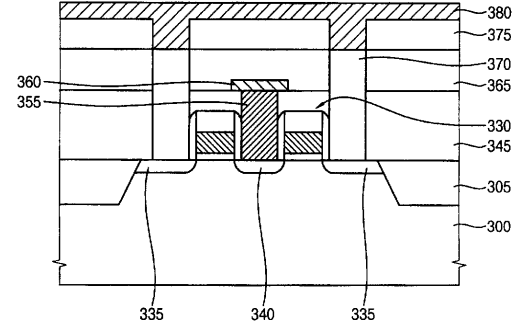
【図 9】



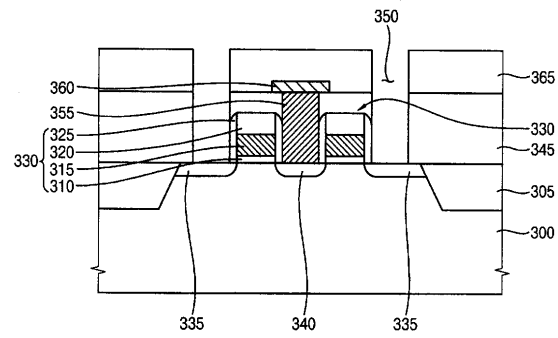
【図 10】



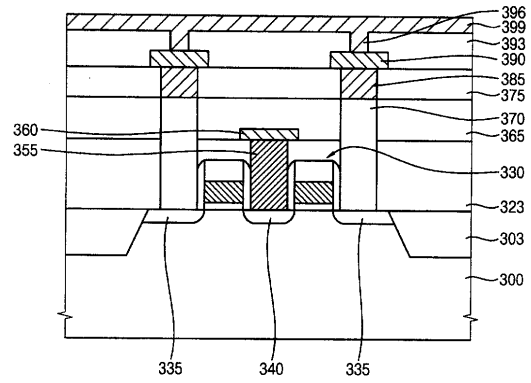
【図 12】



【図 11】



【図 13】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 2 4 B 37/00 H

(74)代理人 100110364

弁理士 実広 信哉

(72)発明者 金 ジョン 永

大韓民国京畿道水原市霊通区霊通洞(番地なし) チョンミョンマウル4団地アパート409棟1
401号

審査官 金丸 治之

(56)参考文献 国際公開第2007/089824(WO,A1)

特開2002-151451(JP,A)

特開2004-349608(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

H01L 21/304

B24B 37/00

H01L 27/105

H01L 45/00