

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-311368

(P2005-311368A)

(43) 公開日 平成17年11月4日(2005.11.4)

(51) Int.Cl.⁷

H01L 27/105

G11C 11/15

H01L 43/08

F I

H01L 27/10

4 4 7

G11C 11/15

1 2 0

H01L 43/08

Z

テーマコード (参考)

5 F 0 8 3

審査請求 有 請求項の数 13 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2005-119349 (P2005-119349)

(22) 出願日 平成17年4月18日(2005.4.18)

(31) 優先権主張番号 10/827,769

(32) 優先日 平成16年4月20日(2004.4.20)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 504285213

台湾積體電路製造股▲分▼有限公司

台湾新竹市新竹科学工業園区力行六路8号

(74) 代理人 100093779

弁理士 服部 雅紀

(72) 発明者 林 文欽

台湾新竹市公園路288号4楼之2

(72) 発明者 ▲登▼ 端理

台湾新竹市東区光明里5隣光明新村167号之2

(72) 発明者 ▲頼▼ 理學

台湾新竹県竹北市中正東路371巷5号10楼

(72) 発明者 王 昭雄

台湾新竹市建中一路29号5楼之1

Fターム(参考) 5F083 FZ10 JA36 JA37 PR40

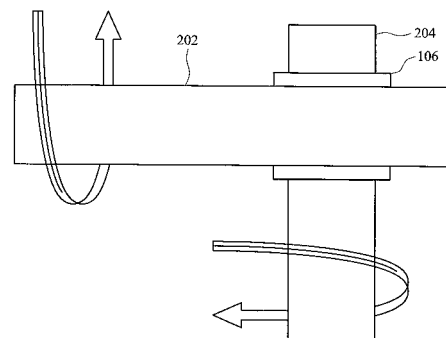
(54) 【発明の名称】 磁気ランダムアクセスメモリおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高密度のMRAMおよびその製造方法を提供する。

【解決手段】 MRAMは、磁気トンネル接合面106、書き込み線202および書き込み線204を備えている。書き込み線204は、書き込み線202と直角に交わり、書き込み線202または書き込み線204のうちの少なくとも一つは、その幅がMTJセル106の幅よりも小さい。このように書き込み線202、204の幅をMTJセル106の幅よりも小さく設定することにより、MRAMが使用する面積を効果的に縮小することができる。

【選択図】 図2A



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

磁気トンネル接合面、第 1 の書き込み線および第 2 の書き込み線を備え、

前記第 2 の書き込み線は、前記第 1 の書き込み線と直角に交わり、前記第 1 の書き込み線または前記第 2 の書き込み線のうちの少なくとも一つは、その幅が前記磁気トンネル接合面の幅よりも小さいことを特徴とする磁気ランダムアクセスメモリ。

【請求項 2】

前記第 1 の書き込み線の幅および前記第 2 の書き込み線の幅のそれぞれは、前記磁気トンネル接合面の幅よりも小さいことを特徴とする請求項 1 記載の磁気ランダムアクセスメモリ。

10

【請求項 3】

前記第 1 の書き込み線の幅または前記第 2 の書き込み線の幅のうちの少なくとも一つは、前記磁気トンネル接合面の幅の半分よりも大きいことを特徴とする請求項 1 記載の磁気ランダムアクセスメモリ。

【請求項 4】

前記磁気トンネル接合面の幅の半分よりも大きい前記第 1 の書き込み線の幅または前記第 2 の書き込み線の幅のうちの少なくとも一つは、前記磁気トンネル接合面の幅よりも小さいことを特徴とする請求項 3 記載の磁気ランダムアクセスメモリ。

【請求項 5】

前記書き込み線は、強磁性クラッド層および反強磁性材料層を含むシールド層へさらに接続されることを特徴とする請求項 1 記載の磁気ランダムアクセスメモリ。

20

【請求項 6】

前記シールド層はさらにマンガンを含むことを特徴とする請求項 5 記載の磁気ランダムアクセスメモリ。

【請求項 7】

前記第 1 の書き込み線または前記第 2 の書き込み線のうちの少なくとも一つは、平坦接触表面を有するバッファ層を介して前記磁気トンネル接合面へ接続されることを特徴とする請求項 1 記載の磁気ランダムアクセスメモリ。

【請求項 8】

前記バッファ層と前記磁気トンネル接合面との間にある前記接触表面は、化学機械的研磨工程により形成されることを特徴とする請求項 7 記載の磁気ランダムアクセスメモリ。

30

【請求項 9】

基板中にトレンチを形成する工程と、

前記トレンチに導電充填材料を充填する工程と、

前記導電充填材料上に導電バッファ層を形成する工程と、

前記導電バッファ層に接触される磁気トンネル接合面を形成する工程と、

を少なくとも含むことを特徴とする磁気ランダムアクセスメモリの書き込み線の形成方法。

【請求項 10】

前記基板は誘電材料からなることを特徴とする請求項 9 記載の磁気ランダムアクセスメモリの書き込み線の形成方法。

40

【請求項 11】

前記導電バッファ層を形成する工程は、化学機械的研磨法により平坦接触表面を形成し、前記導電バッファ層を前記磁気トンネル接合面に接触させる工程を少なくとも含むことを特徴とする請求項 9 記載の磁気ランダムアクセスメモリの書き込み線の形成方法。

【請求項 12】

前記導電充填材料を取り囲む磁性層を形成する工程をさらに含むことを特徴とする請求項 9 記載の磁気ランダムアクセスメモリの書き込み線の形成方法。

【請求項 13】

前記導電充填材料と前記磁性層との間に粘着層を形成する工程をさらに含むことを特徴

50

とする請求項 1 2 記載の磁気ランダムアクセスメモリの書き込み線の形成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、不揮発性メモリに関し、特に磁気ランダムアクセスメモリに関する。

【背景技術】

【0002】

磁気ランダムアクセスメモリ (Magnetic Random Access Memory: M R A M) は、高速プログラム化を行うことのできる高密度な不揮発性メモリである。M R A M には、複数のメモリセルまたはメモリセルアレイおよび互いに交差された複数のワード線およびビット線が含まれる。従来の磁気メモリセルには、磁気トンネル接合面 (Magnet Tunnel Junction: M T J)、分離トランジスタおよび交差されたワード線およびビット線が含まれる。そして、前述の分離トランジスタは一般に N 型電界効果トランジスタ (Field Effect Transistor: F E T) であり、互いに接続されたセルにより、分離トランジスタを磁気トンネル接合面、ビット線および一部磁場を発生させてプログラム化された M R A M セルのワード線にそれぞれ接続する。

【0003】

M T J セルには非磁性導体が主に含まれ、下方の電性接点、プラグ式磁性層、プラグ式磁性層上に設けられたトンネルバリア層、トンネルバリア層上に設けられた自由磁性層 (Free Magnetic Layer) が形成され、その自由磁性層上には上方の接点が設けられている。

【0004】

プラグ式磁性層は、永久に同じ方向を向いている磁気ベクトルを有し、自由磁性層の磁気ベクトルは固定されていないが、当該層の物理サイズにより制限されて二つの方向のうちの一方を向いている。M T J セルは回路中で接続のために使用される。そして、この M T J セルを介してその内の一層からもう一つの層へ電流を垂直に流す。M T J セルは電性に対応した抵抗でもよく、その抵抗値の大きさは磁気ベクトルの方向により決められる。当該技術に習熟した者なら分かるように、それら磁気ベクトルの指向が反対方向のときは、M T J セルの抵抗値は高くなり、磁気ベクトルの指向が同じ方向のときは、M T J セルの抵抗値は低くなる。

【0005】

基本的にビット線は M T J セルアレイの各行と関係し、ワード線は M T J セルアレイの各列と関係する。ビット線およびワード線は、アレイ中のそれぞれのセルアドレスへ用いられ、読み取りやプログラム化を行ったりデータをアレイ中へ保存したりする。また、所定の電流を所定のセルのビット線およびワード線へ印加することにより、所定のセルに対してプログラム化を行うことができる。本実施形態において、書き込み電流 (written current) が発生させる磁場は改変データ層 (または自由磁性層) の方向へ使用されるため、書き込み電流が印加されるとデータは直ちに書き込まれる。

【0006】

理論上、低抵抗値 (平行ベクトル) の状態では抵抗値が極力小さくなり、高抵抗値 (反平行ベクトル) の状態では抵抗値が極力大きくなるため、その変化は関連電子回路においてとても容易に検知することができる。そのため、従来技術では改良された高密度の M R A M 素子が求められていた。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の目的は、高密度の M R A M およびその製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上述の目的を達成するため、本発明は、M R A M およびその製造方法を提供する。本発

明の M R A M は、磁気トンネル接合面、第 1 の書き込み線および第 2 の書き込み線を備える。第 2 の書き込み線は、第 1 の書き込み線と直角に交わり、第 1 の書き込み線および第 2 の書き込み線のうちの少なくとも一つは、その幅が磁気トンネル接合面の幅よりも小さい。

【発明の効果】

【0009】

本発明は書き込み線の幅が M T J セルの幅よりも小さいため、M R A M が使用する面積を効果的に縮小することができる。また、取り囲む磁性材料またはキーパー層を使用することにより M R A M のメモリアレイの磁場を増大させることができる。また、この改良された製造方法により、書き込み線の平坦でない C M P 表面が素子不良を発生させる可能性を低減させることができる。 10

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

図 1 A は、従来の M R A M セルの構造を示す平面図であり、図 1 B は、従来の M R A M セルの構造を示す側面図である。書き込み線 102 はもう一つの書き込み線 104 の上方に設けられ、この書き込み線 104 は、磁気トンネル接合面 (M T J) セル 106 により書き込み線 102 と分離されて直角に交わる。磁気トンネル接合面 106 は、さらに連結セル 108 により N 型電界効果トランジスタ (F E T) 110 に接続される。この従来技術では、均一な磁場により M T J セル 106 へ書き込むため、書き込み線 102、104 の幅が、図示するように M T J セル 106 の幅よりも大きくなっており、書き込み操作を行うときに磁場電流を適当に変換することができた。 20

【0011】

しかし、書き込み線の幅の大きさは、セルの密度に反比例して、書き込み電流の大きさに正比例するため、M R A M の設計には非常にコストがかかった。その他、書き込み電流密度の減少もまた磁束効率を悪化させ、M R A M の機能をさらに低下させた。

【0012】

図 2 A は、本発明の好適な一実施形態による M R A M セルの構造を示す平面図であり、図 2 B は、本発明の好適な一実施形態による M R A M セルの構造を示す側面図である。書き込み線 202 は、もう一つの書き込み線 204 の上方に設けられ、この書き込み線 204 は、磁気トンネル接合面 (M T J) セル 106 により書き込み線 202 と分離されて直角に交わる。磁気トンネル接合面 106 は、さらに連結セル 206 により N 型電界効果トランジスタ (F E T) 208 に接続される。 30

【0013】

本実施形態の書き込み線 202、204 の幅は、M T J セル 106 の幅よりも小さい。ここで注意しなければならないこととしては、M T J の形状が矩形や正方形であっても、ここで述べる幅とは任意の一辺の長さを示しているということがある。従来の M R A M セルと異なり、本実施形態は少なくとも一つの書き込み線の幅を M T J セルの一辺よりも小さくするだけで、セルの密度を高めて、特定の書き込み線の電流を低減することができる。また、均一でない磁場が印加されても、M R A M セルの切換の臨界電流は増大しない。その書き込み線は、その当時の技術における最小デザインルール (minimum design rule) と同様に狭く設計される可能性がある。しかし、その線幅が狭すぎる場合、不均一な磁場を発生させて書き込みエラーが起きることがあった。そのため、本実施形態による書き込み線の幅は、M T J セルの幅の半分よりも大きく設定している。他の実施形態では、書き込み線の幅の長さを M T J セルの幅の半分から M T J セルと同じ幅の間に設定してもよい。 40

【0014】

図 3 は、本発明の好適な一実施形態による M R A M セルの第 1 の改良構造を示す斜視図である。図 3 は、書き込み線の断面構造 300 を示す斜視図であり、この断面構造は導電材料 302 を含み、それは強磁性クラッド層および反強磁性材料層を含むシールド層 304 と結合されている。導電材料 302 は銅またはアルミニウム金属であり、強磁性クラッ 50

ド層は鉄、コバルト、マンガン、ニッケルなどの材料からなる。シールド層 304 は、キーパー層 (Keeper Layer) として作用し、MTJ セルで見られる磁場 306 を集中または強化する。また、本実施形態では、酸化物エッチング法、材料堆積法および化学機械的研磨法を含む従来の半導体製造工程によりシールド層 304 を形成することができる。当該技術に習熟している者なら分かるように、磁性材料のシールド層 304 は、電流が書き込み線の流れたときの磁束効率を向上させることができる。そのため、書き込み線の幅をさらに小さくすることができるだけでなく、書き込み電流をより少なくすることもできる。

【0015】

図 4 は、従来技術の書き込み線の上方に形成される磁気トンネル接合面を示す模式図である。具体的に説明すると、従来技術においては化学機械的研磨法 (Chemical Mechanical Polishing: CMP) により MRAM セルの下層導電線が形成される。図 4 の断面構造 400 は MTJ セル構造のパターンおよび書き込み線を示し、この断面構造 400 には酸化物 402、導体 404 および MTJ セル 406 が含まれる。そして、CMP 工程が完了すると、導体 404 と酸化物 402 との除去率の差異により、図 4 の二つの点線円 408 に示されるように、導体線の上方辺縁にポアがよく形成された。

【0016】

上述の問題を解決するため、図 5 A から図 5 D の MRAM セルの構造に示すように、本発明の好適な一実施形態は改善された工程ステップを提供する。図 5 A に示すように、マスクおよびプラズマエッチング技術により、誘電材料の基板 504 上にトレンチ 502 を形成する。続いて、図 5 B に示すように、充填材料 506 をトレンチ 502 中に充填し、トレンチの開口を被覆して書き込み線を形成する。

【0017】

充填材料 506 は、例えば金属などの導体材料である。書き込み線に磁性を有するキーパー層を設ける場合には、充填材料を充填する前にトレンチ中へ磁性材料を入れる。また、キーパー層と充填材料との間に粘着層を形成して、キーパー層と充填材料との間の接続性を高めてもよい。その後、材料層 508 を堆積してトレンチ 502 を被覆する。材料層 508 を堆積する前には、先ずトレンチ中の導電材料の表面および基板の表面を平坦化する。ここで注意しなければならないこととして、トレンチ 502 内の導電の書き込み線と材料層 508 とを電性接続することができるなら、他の構造設計および製造工程を使用してもよく、充填材料 506 の材料と材料層 508 の材料とは必ずしも同じでなくともよいということがある。この工程では、一つの材料に対して CMP 工程が行われるため、材料層 508 の表面領域をより平坦化することができる。その後、図 5 C に示すように、複数の材料薄膜 510 を堆積して MTJ セル構造を形成する。最後に図 5 D に示すように、材料層 508 の一部および複数の薄膜 510 の一部を除去して MTJ セル 512 を形成する。

【0018】

材料層 508 を書き込み線 506 と MTJ セル 512 との間に設けてバッファ層 (Buffer Layer) にすることにより、書き込み線 506 との完全な電性接触を行うとともに、MTJ セル 512 との平坦な接触表面を得ることができる。このように、CMP 工程は均一な処理を行うことができ、CMP 工程により機能に影響を与えるポアが形成されないようにすることができる。

【0019】

そして、書き込み線の幅が MTJ セルの幅よりも小さいために、MRAM メモリが使用する面積を効果的に小さくすることができる。本実施形態は取り囲む磁性材料またはキーパー層を使用して MRAM メモリアレイの磁場を増加させることができる。また、この改良された製造方法により、書き込み線の平坦でない CMP 表面により素子不良を発生させる可能性を低減させることができる。

【0020】

本発明では好適な実施形態を前述の通り開示したが、これらは決して本発明を限定するものではなく、当該技術に熟知するものなら誰でも、本発明の主旨と領域を脱しない範囲

10

20

30

40

50

内で各種の変更や修正を加えることができる。従って、本発明の保護の範囲は、特許請求の範囲で指定した内容を基準とする。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1A】従来のMRAMセルの構造を示す平面図である。

【図1B】従来のMRAMセルの構造を示す側面図である。

【図2A】本発明の好適な一実施形態によるMRAMセルの構造を示す平面図である。

【図2B】本発明の好適な一実施形態によるMRAMセルの構造を示す側面図である。

【図3】本発明の好適な一実施形態によるMRAMセルの第1の改良構造を示す斜視図である。

10

【図4】従来技術の書き込み線の上方に形成された磁気トンネル接合面の構造を示す断面図である。

【図5A】本発明の好適な一実施形態によるMRAMセルの第2の改良構造を示す断面図である。

【図5B】本発明の好適な一実施形態によるMRAMセルの第2の改良構造を示す断面図である。

【図5C】本発明の好適な一実施形態によるMRAMセルの第2の改良構造を示す断面図である。

【図5D】本発明の好適な一実施形態によるMRAMセルの第2の改良構造を示す断面図である。

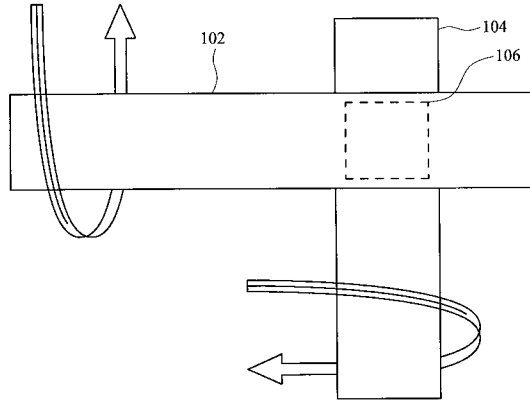
20

【符号の説明】

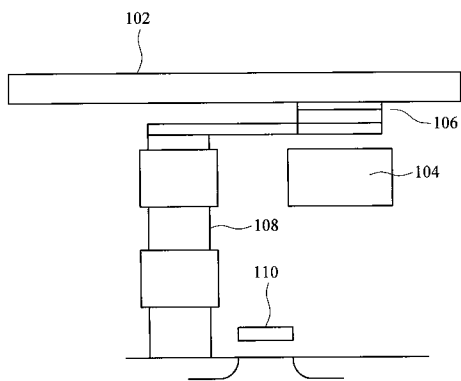
【0022】

106 磁気トンネル接合面、202、204 書き込み線、206、208 連結セル、300 断面構造、302 導電材料、304 シールド層、306 磁場、502 トレンチ、504 基板、506 充填材料、508 材料層、510 薄膜、512 MTJセル

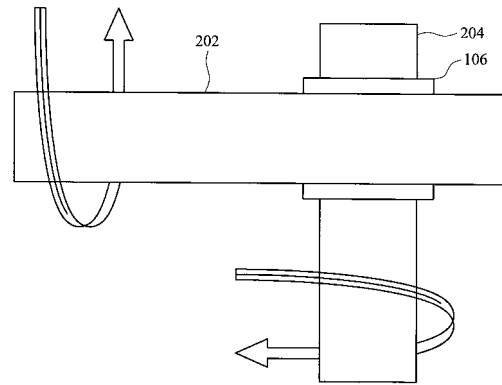
【図 1 A】



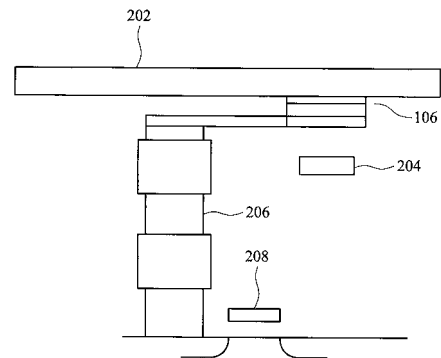
【図 1 B】



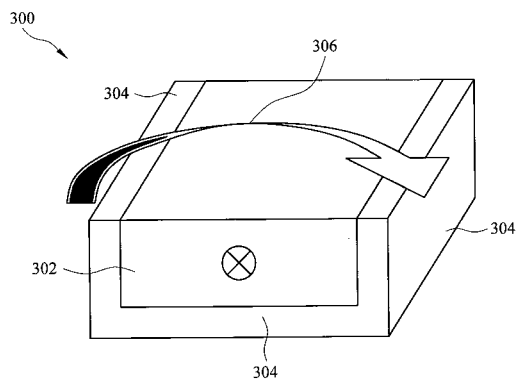
【図 2 A】



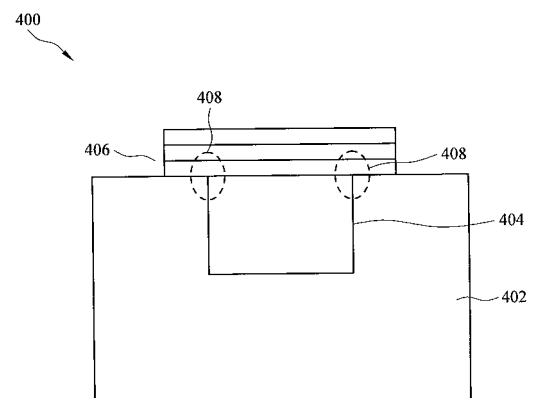
【図 2 B】



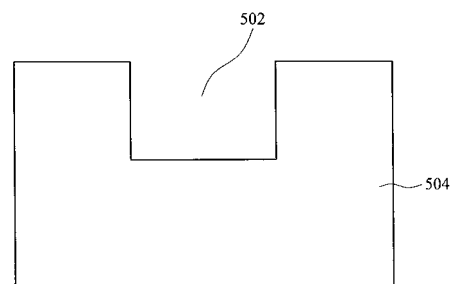
【図 3】



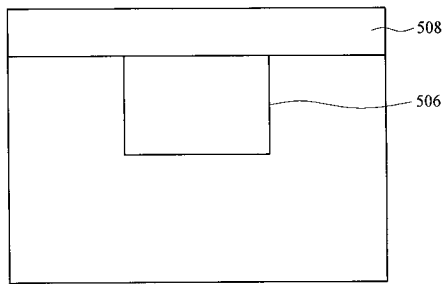
【図 4】



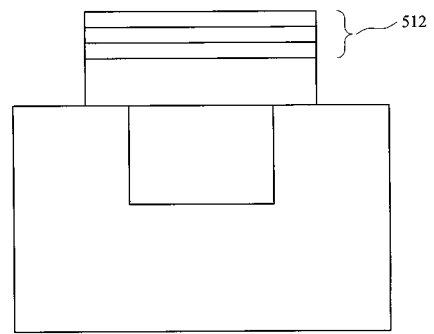
【図 5 A】



【図 5 B】



【図 5 D】



【図 5 C】

