

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】令和2年6月11日(2020.6.11)

【公開番号】特開2019-33167(P2019-33167A)

【公開日】平成31年2月28日(2019.2.28)

【年通号数】公開・登録公報2019-008

【出願番号】特願2017-153003(P2017-153003)

【国際特許分類】

H 01 L 21/8239 (2006.01)

H 01 L 27/105 (2006.01)

H 01 L 29/82 (2006.01)

H 01 L 43/08 (2006.01)

H 01 L 43/10 (2006.01)

H 01 L 43/12 (2006.01)

【F I】

H 01 L 27/105 4 4 7

H 01 L 29/82 Z

H 01 L 43/08 M

H 01 L 43/08 Z

H 01 L 43/10

H 01 L 43/12

【手続補正書】

【提出日】令和2年4月22日(2020.4.22)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の磁化方向を有する第1の強磁性層と、

前記第1の強磁性層に接する障壁層と、

前記第1の強磁性層と対向し前記障壁層に接する積層フェリ型参照層とを有し、

前記積層フェリ型参照層は、前記第1の磁化方向を有し前記障壁層に接する第2の強磁性層と、前記第1の磁化方向と反平行である第2の磁化方向を有する磁性層と、前記第2の強磁性層と前記磁性層との間に配置された第1の非磁性層とを有し、

前記第1の磁化方向は、前記第1の強磁性層と前記障壁層と前記積層フェリ型参照層が積層される方向である積層方向と平行であり、

前記積層方向に対する垂直面により前記磁性層を切断した場合の断面積は、前記第1の強磁性層の断面積、前記障壁層の断面積、前記第2の強磁性層の断面積および前記第1の非磁性層の断面積より大きいことを特徴とする磁気トンネル接合素子。

【請求項2】

請求項1に記載の磁気トンネル接合素子において、

前記磁性層は、第3の強磁性層であり、

前記第1の非磁性層は、前記第2の強磁性層の磁化と前記第3の強磁性層の磁化を互いに反平行に結合させる層であることを特徴とする磁気トンネル接合素子。

【請求項3】

請求項2に記載の磁気トンネル接合素子において、

前記第1の強磁性層、前記障壁層および前記第2の強磁性層は、第1の円柱形状をなし、

前記第3の強磁性層は、前記第1の円柱を積層方向に投影した領域よりも大きい断面を有する第2の円柱形状をなしていることを特徴とする磁気トンネル接合素子。

#### 【請求項4】

請求項2に記載の磁気トンネル接合素子において、

前記第1の強磁性層は、第1の径を有する第1の円柱形状をなし、

前記第2の強磁性層および磁化消失層は、前記第1の径よりも大きい第2の径を有する第2の円柱形状をなし、

前記第2の強磁性層は、前記第1の円柱を積層方向に投影した領域と同じ大きさの断面を有し、

前記第3の強磁性層は、前記第2の円柱を積層方向に投影した領域と同じ大きさの断面を有し、

前記磁化消失層は、前記第2の強磁性層が前記第1の非磁性層に接する面における前記第2の強磁性層の全周を少なくとも覆うように形成されていることを特徴とする磁気トンネル接合素子。

#### 【請求項5】

請求項1に記載の磁気トンネル接合素子において、

前記磁性層は、第1の磁性多層膜層であり、

前記積層フェリ型参照層は、前記第2の強磁性層に接する第2の非磁性層と、前記第2の強磁性層と対向し第2の非磁性層に接する第2の磁性多層膜層とをさらに有し、

前記第1の非磁性層は、前記第1の磁性多層膜層と前記第2の磁性多層膜層との間に配置されており、

前記第2の磁性多層膜層は、前記第1の磁化方向と平行な磁化方向を有することを特徴とする磁気トンネル接合素子。

#### 【請求項6】

請求項5に記載の磁気トンネル接合素子において、

前記第1の強磁性層、前記障壁層、前記第2の強磁性層、前記第2の非磁性層及び前記第2の磁性多層膜層は、第1の円柱形状をなし、

前記第1の磁性多層膜層は、前記第1の円柱を積層方向に投影した領域よりも大きい断面を有する第2の円柱形状をなしていることを特徴とする磁気トンネル接合素子。

#### 【請求項7】

請求項5に記載の磁気トンネル接合素子において、

前記第1の強磁性層、前記障壁層および前記第2の強磁性層は、第1の径を有する第1の円柱形状をなし、

前記第2の磁性多層膜層および磁化消失層は、前記第1の径よりも大きい第2の径を有する第2の円柱形状をなし、

前記第1の磁性多層膜層は、前記第2の円柱を積層方向に投影した領域と同じ大きさの断面を有し、

前記第2の磁性多層膜層は、前記第1の円柱を積層方向に投影した領域と同じ大きさの断面を有し、

前記磁化消失層は、前記第2の磁性多層膜層が前記第1の非磁性層に接する面における前記第2の磁性多層膜層の全周を少なくとも覆うように形成されていることを特徴とする磁気トンネル接合素子。

#### 【請求項8】

第1の方向に延在する複数のビット線と、

前記第1の方向に延在する複数のソース線と、

前記第1の方向と交差する第2の方向に延在する複数のワード線と、

前記ビット線、前記ソース線及び前記ワード線の交点に配置され、磁気トンネル接合素子にソース・ドレイン経路が直列接続される選択トランジスタと前記磁気トンネル接合素

子を有するメモリセルとを有し、

前記磁気トンネル接合素子は、第1の磁化方向を有する第1の強磁性層と、前記第1の強磁性層に接する障壁層と、前記第1の強磁性層と対向し前記障壁層に接する積層フェリ型参照層とを有し、

前記積層フェリ型参照層は、前記第1の磁化方向を有し前記障壁層に接する第2の強磁性層と、前記第1の磁化方向と反平行である第2の磁化方向を有する磁性層と、前記第2の強磁性層と前記磁性層との間に配置された第1の非磁性層とを有し、

前記第1の磁化方向は、前記第1の強磁性層と前記障壁層と前記積層フェリ型参照層が積層される方向である積層方向と平行であり、

前記積層方向に対する垂直面により前記磁性層を切断した場合の断面積は、前記第1の強磁性層の断面積、前記障壁層の断面積、前記第2の強磁性層の断面積および前記第1の非磁性層の断面積より大きく、

前記磁気トンネル接合素子および前記ソース・ドレイン経路は、前記ビット線と前記ソース線との間に接続され、

前記選択トランジスタのゲートは、前記ワード線に接続されていることを特徴とする磁気メモリ。

#### 【請求項9】

磁気トンネル接合素子の製造方法において、

第1の磁化方向を有する第1の強磁性層と、前記第1の強磁性層の下方に配置された障壁層と、前記第1の磁化方向を有し前記障壁層の下方に配置された第2の強磁性層と、前記第2の強磁性層の下方に配置された第1の非磁性層と、前記第1の磁化方向と反平行である第2の磁化方向を有し前記第1の非磁性層の下方に配置された第3の強磁性層とを有しハードマスク層が前記第1の強磁性層の上方に形成された積層膜を形成し、

前記ハードマスク層を円柱形状にパターニングし、

前記パターニングされたハードマスク層をマスクとして前記積層膜を前記第3の強磁性層表面または前記第1の非磁性層の途中までプラズマエッチングし、

前記パターニングされた前記積層膜に側壁堆積層を化学気相成長により積層し、

前記パターニングされたハードマスク層および前記側壁堆積層をマスクとして前記第3の強磁性層をプラズマエッチングし、

前記第1の磁化方向は、前記積層膜の積層方向と平行であり、

前記第1の非磁性層の材料および膜厚は、前記第3の強磁性層の磁化方向が前記第2の強磁性層の磁化方向と反平行となる材料および膜厚とされ、

前記パターニングされた第2の強磁性層、第1の非磁性層および第3の強磁性層により前記磁気トンネル接合素子の積層フェリ型参照層が構成されることを特徴とする磁気トンネル接合素子の製造方法。

#### 【請求項10】

磁気トンネル接合素子の製造方法において、

上層から順に第1の強磁性層、障壁層、第2の強磁性層、第1の非磁性層および第3の強磁性層を有しハードマスク層が前記第1の強磁性層の上方に形成された積層膜を形成し、

前記ハードマスク層を円柱形状にパターニングし、

前記パターニングされたハードマスク層をマスクとして前記積層膜を前記第2の強磁性層表面または途中までプラズマエッチングし、

前記パターニングされたハードマスク層よりも外側領域の磁化を消失させることにより磁化消失層を前記第2の強磁性層に形成し、

パターニングされた前記積層膜に側壁堆積層を化学気相成長により積層し、

前記パターニングされたハードマスク層および前記側壁堆積層をマスクとして前記磁化消失層、前記第1の非磁性層および前記第3の強磁性層をプラズマエッチングし、

前記第2の強磁性層の材料および膜厚は、磁化方向が積層方向に対して平行となる材料および膜厚とされ、

前記第1の非磁性層の材料および膜厚は、前記第3の強磁性層の磁化方向が前記第2の強磁性層の磁化方向と反平行となる材料および膜厚とされ、

前記パターニングされた第2の強磁性層、第1の非磁性層および第3の強磁性層により前記磁気トンネル接合素子の積層フェリ型参照層が構成されることを特徴とする磁気トンネル接合素子の製造方法。

#### 【請求項11】

磁気トンネル接合素子の製造方法において、

上層から順に第1の強磁性層、障壁層、第2の強磁性層、第2の非磁性層、第2の磁性多層膜層、第1の非磁性層および第1の磁性多層膜層を有しハードマスク層が前記第1の強磁性層の上方に形成された積層膜を形成し、

前記ハードマスク層を円柱形状にパターニングし、

前記パターニングされたハードマスク層をマスクとして前記積層膜を前記第1の磁性多層膜層表面または前記第1の非磁性層の途中までプラズマエッチングし、

前記パターニングされた積層膜に側壁堆積層を化学気相成長により積層し、

前記パターニングされたハードマスク層および前記側壁堆積層をマスクとして前記第1の磁性多層膜層をプラズマエッチングし、

前記第1の非磁性層の材料および膜厚は、前記第1の磁性多層膜層の磁化方向が前記第2の磁性多層膜層の磁化方向と反平行となる材料及び膜厚とされ、

前記第2の非磁性層の材料および膜厚は、前記第2の強磁性層の磁化方向が前記第2の磁性多層膜層の磁化方向と平行となる材料及び膜厚とされ、

前記パターニングされた第2の強磁性層、第2の非磁性層、第2の磁性多層膜層、第1の非磁性層および第1の磁性多層膜層により前記磁気トンネル接合素子の積層フェリ型参照層が構成されることを特徴とする磁気トンネル接合素子の製造方法。

#### 【請求項12】

磁気トンネル接合素子の製造方法において、

上層から順に第1の強磁性層、障壁層、第2の強磁性層、第2の非磁性層、第2の磁性多層膜層、第1の非磁性層および第1の磁性多層膜層を有しハードマスク層が前記第1の強磁性層の上方に形成された積層膜を形成し、

前記ハードマスク層を円柱形状にパターニングし、

前記パターニングされたハードマスク層をマスクとして前記積層膜を前記第2の磁性多層膜層表面または途中までプラズマエッチングし、

前記パターニングされたハードマスク層よりも外側領域の磁化を消失させることにより磁化消失層を前記第2の磁性多層膜層に形成し、

前記パターニングされた積層膜に側壁堆積層を化学気相成長により積層し、

前記パターニングされたハードマスク層および前記側壁堆積層をマスクとして前記磁化消失層、前記第1の非磁性層および前記第1の磁性多層膜層をプラズマエッチングし、

前記第1の非磁性層の材料および膜厚は、前記第1の磁性多層膜層の磁化方向が前記第2の磁性多層膜層の磁化方向と反平行となる材料及び膜厚とされ、

前記第2の非磁性層の材料および膜厚は、前記第2の強磁性層の磁化方向が前記第2の磁性多層膜層の磁化方向と平行となる材料及び膜厚とされ、

前記パターニングされた第2の強磁性層、第2の非磁性層、第2の磁性多層膜層、第1の非磁性層および第1の磁性多層膜層により前記磁気トンネル接合素子の積層フェリ型参照層が構成されることを特徴とする磁気トンネル接合素子の製造方法。

#### 【請求項13】

請求項9ないし請求項12のいずれか一項に記載の磁気トンネル接合素子の製造方法において、

前記側壁堆積層は、シリコン酸化物またはシリコン窒化物であることを特徴とする磁気トンネル接合素子の製造方法。

#### 【請求項14】

請求項9ないし請求項12のいずれか一項に記載の磁気トンネル接合素子の製造方法に

おいて、

金属層を前記側壁堆積層に積層して前記パターニングされたハードマスク層、前記側壁堆積層および前記金属層をマスクとしてプラズマエッティングを行うことを特徴とする磁気トンネル接合素子の製造方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 4 に記載の磁気トンネル接合素子の製造方法において、

前記パターニングされたハードマスク層、前記側壁堆積層および前記金属層をマスクとしてプラズマエッティングを行った後、前記金属層を除去することを特徴とする磁気トンネル接合素子の製造方法。

【請求項 1 6】

請求項 1 0 または請求項 1 2 に記載の磁気トンネル接合素子の製造方法において、

酸化またはイオン注入により前記磁化消失層を形成することを特徴とする磁気トンネル接合素子の製造方法。