

【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3年2月4日(2021.2.4)

【公開番号】特開2020-13921(P2020-13921A)

【公開日】令和2年1月23日(2020.1.23)

【年通号数】公開・登録公報2020-003

【出願番号】特願2018-135822(P2018-135822)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/8239 (2006.01)

H 0 1 L 27/105 (2006.01)

H 0 1 L 43/08 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 27/105 4 4 7

H 0 1 L 43/08 Z

【手続補正書】

【提出日】令和2年12月17日(2020.12.17)

【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】

磁気トンネル接合層と、

前記磁気トンネル接合層の側壁に形成される複数層の保護膜とを有し、

前記保護膜は、プラズマCVDにより形成されるSiN膜であるとともに前記磁気トンネル接合層に直接接する第1の保護膜を含み、

前記第1の保護膜の成膜条件における水素イオン密度または水素イオンエネルギーは、前記第1の保護膜以外の保護膜の成膜条件における水素イオン密度または水素イオンエネルギーより低く、

前記第1の保護膜以外の保護膜は、窒素密度が前記第1の保護膜の窒素密度よりも高い保護膜を含む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、

前記第1の保護膜以外の保護膜は、前記第1の保護膜を覆うように形成される第2の保護膜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の保護膜は、圧縮応力を示し、
前記第2の保護膜は、引っ張り応力を示す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の保護膜以外の保護膜は、前記第2の保護膜を覆うように形成される第3の保護膜を含み、

前記第2の保護膜の窒素密度は、前記第1の保護膜および前記第3の保護膜の窒素密度より高く、

前記第3の保護膜の耐湿性は、前記第1の保護膜および前記第2の保護膜の耐湿性より高い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 4 に記載の磁気トンネル接合素子において、
前記第 1 の保護膜および前記第 3 の保護膜は、圧縮応力を示し、
前記第 2 の保護膜は、引っ張り応力を示す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 1 に記載の磁気トンネル接合素子において、
前記保護膜は、前記第 1 の保護膜を覆うように形成される第 2 の保護膜と前記第 2 の保護膜を覆うように形成される第 3 の保護膜を含み、
前記第 3 の保護膜の窒素密度は、前記第 1 の保護膜および前記第 2 の保護膜の窒素密度より高く、
前記第 2 の保護膜の耐湿性は、前記第 1 の保護膜および前記第 3 の保護膜の耐湿性より高い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 6 に記載の磁気トンネル接合素子において、
前記第 1 の保護膜および前記第 2 の保護膜は、圧縮応力を示し、
前記第 3 の保護膜は、引っ張り応力を示すことを特徴とする磁気トンネル接合素子。

【請求項 8】

請求項 1 ないし請求項 7 のいずれか一項に記載の磁気トンネル接合素子において、
前記磁気トンネル接合層は、記録層となる第 1 の強磁性層と、参照層となる第 2 の強磁性層と、前記記録層と前記参照層との間の第 1 の障壁層と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 9】

請求項 1 ないし請求項 7 のいずれか一項に記載の磁気トンネル接合素子において、
前記磁気トンネル接合層に接するキャップ層と、前記磁気トンネル接合層に接する下部電極層とをさらに有し、
前記磁気トンネル接合層は、前記キャップ層に接する記録層と、前記下部電極層に接する参照層と、前記記録層と前記参照層との間の第 1 の障壁層と、を有し、
前記下部電極層は、第 1 の非磁性層と、第 2 の非磁性層と、第 3 の非磁性層とを有し、
前記記録層は、前記第 1 の障壁層に接する第 3 の強磁性層と、第 4 の強磁性層と、前記第 3 の強磁性層と前記第 4 の強磁性層との間の第 4 の非磁性層と、を有し、
前記キャップ層は、前記第 4 の強磁性層に接する第 2 の障壁層と第 5 の非磁性層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 10】

請求項 1 ないし請求項 7 のいずれか一項に記載の磁気トンネル接合素子において、
前記磁気トンネル接合層に接するキャップ層と、前記磁気トンネル接合層に接する下部電極層とをさらに有し、
前記磁気トンネル接合層は、前記キャップ層に接する記録層と、前記下部電極層に接する参照層と、前記記録層と前記参照層との間の第 1 の障壁層と、を有し、
前記参照層は、第 1 の磁性多層膜と第 6 の非磁性層と第 2 の磁性多層膜と第 7 の非磁性層と第 5 の強磁性層を有し、
前記第 1 の磁性多層膜は、前記下部電極層に接し、
前記第 5 の強磁性層は、前記第 1 の障壁層に接し、
前記第 1 の磁性多層膜の磁化と前記第 2 の磁性多層膜の磁化は、反平行に結合し、
前記第 2 の磁性多層膜の磁化と前記第 5 の強磁性層の磁化は、平行に結合することを特徴とする磁気トンネル接合素子。

【請求項 11】

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、
請求項 1 に記載の磁気トンネル接合素子と、ソース・ドレイン経路が前記磁気トンネル

接合素子に直列接続される選択トランジスタとを有し、前記ビット線と前記ワード線の交点および前記ソース線と前記ワード線の交点に配置されたメモリセルとを有し、

前記磁気トンネル接合素子および前記選択トランジスタのソース・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ることを特徴とする磁気メモリ。

【請求項 1 2】

第 1 の強磁性層と、第 2 の強磁性層と、前記第 1 の強磁性層と前記第 2 の強磁性層との間の第 1 の障壁層とが積層された磁気トンネル接合層を含む積層膜から磁気トンネル接合素子を製造する磁気トンネル接合素子の製造方法において、

パターニングされたハードマスクを用いて前記磁気トンネル接合層をエッチングする第 1 の工程と、

前記ハードマスクおよび前記磁気トンネル接合層の側壁にプラズマ CVD により第 1 の SiN 膜を成膜する第 2 の工程と、

前記第 1 の SiN 膜を覆う第 2 の SiN 膜をプラズマ CVD により成膜する第 3 の工程とを有し、

前記第 2 の工程における水素イオン密度または水素イオンエネルギーは、前記第 3 の工程における水素イオン密度または水素イオンエネルギーより低く、

前記第 2 の SiN 膜は、窒素密度が前記第 1 の SiN 膜の窒素密度より高くなる成膜条件により成膜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 1 3】

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、

前記第 1 の SiN 膜は、応力が圧縮応力となる成膜条件により成膜され、

前記第 2 の SiN 膜は、応力が引っ張り応力となる成膜条件により成膜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 1 4】

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、

前記第 2 の SiN 膜を覆う第 3 の SiN 膜をプラズマ CVD により成膜する第 4 の工程をさらに有し、

前記第 2 の工程における水素イオン密度または水素イオンエネルギーは、前記第 4 の工程における水素イオン密度または水素イオンエネルギーより低く、

前記第 2 の SiN 膜は、窒素密度が前記第 3 の SiN 膜の窒素密度より高くなる成膜条件により成膜され、

前記第 3 の SiN 膜は、耐湿性が前記第 1 の SiN 膜および前記第 2 の SiN 膜の耐湿性より高くなる成膜条件により成膜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 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、

前記第 3 の SiN 膜は、応力が圧縮応力となる成膜条件により成膜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 1 6】

第 1 の強磁性層と、第 2 の強磁性層と、前記第 1 の強磁性層と前記第 2 の強磁性層との間の第 1 の障壁層とが積層された磁気トンネル接合層を含む積層膜から磁気トンネル接合素子を製造する磁気トンネル接合素子の製造方法において、

パターニングされたハードマスクを用いて前記磁気トンネル接合層をエッチングする第 1 の工程と、

前記ハードマスクおよび前記磁気トンネル接合層の側壁にプラズマ CVD により第 1 の SiN 膜を成膜する第 2 の工程と、

前記第 1 の SiN 膜を覆う第 2 の SiN 膜をプラズマ CVD により成膜する第 3 の工程と、

前記第2のSiN膜を覆う第3のSiN膜をプラズマCVDにより成膜する第4の工程とを有し、

前記第2の工程における水素イオン密度または水素イオンエネルギーは、前記第3の工程および前記第4の工程における水素イオン密度または水素イオンエネルギーより低く、前記第2のSiN膜は、耐湿性が前記第1のSiN膜および前記第3のSiN膜の耐湿性より高くなる成膜条件により成膜され、

前記第3のSiN膜は、窒素密度が前記第1のSiN膜および前記第2のSiN膜の窒素密度より高くなる成膜条件により成膜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17】

請求項16に記載の磁気トンネル接合素子の製造方法において、

前記第1のSiN膜は、応力が圧縮応力となる成膜条件により成膜され、

前記第2のSiN膜は、応力が圧縮応力となる成膜条件により成膜され、

前記第3のSiN膜は、応力が引っ張り応力となる成膜条件により成膜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18】

請求項1に記載の磁気トンネル接合素子において、

前記保護膜の各々が示す応力の総和は、0であることを特徴とする磁気トンネル接合素子。

【請求項19】

請求項12に記載の磁気トンネル接合素子の製造方法において、

前記第1のSiN膜と前記第2のSiN膜を含む保護膜の各々が示す応力の総和は、0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。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0015】

一実施の形態におけるMTJ素子は、磁気トンネル接合層と、磁気トンネル接合層の側壁に形成される複数層の保護膜とを有し、保護膜は、プラズマCVDにより形成されるSiN膜であるとともに磁気トンネル接合層に直接接する第1の保護膜を含み、第1の保護膜の成膜条件における水素イオン密度または水素イオンエネルギーは、第1の保護膜以外の保護膜の成膜条件における水素イオン密度または水素イオンエネルギーより低く、第1の保護膜以外の保護膜は、窒素密度が第1の保護膜の窒素密度よりも高い保護膜を含む。