

【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】平成30年5月10日(2018.5.10)

【公開番号】特開2015-216360(P2015-216360A)

【公開日】平成27年12月3日(2015.12.3)

【年通号数】公開・登録公報2015-075

【出願番号】特願2015-63653(P2015-63653)

【国際特許分類】

H 01 L 21/8246 (2006.01)

H 01 L 27/105 (2006.01)

H 01 L 43/12 (2006.01)

H 01 L 43/08 (2006.01)

H 01 L 21/3065 (2006.01)

H 01 L 21/308 (2006.01)

【F I】

H 01 L 27/10 4 4 7

H 01 L 43/12

H 01 L 43/08 Z

H 01 L 21/302 1 0 5 A

H 01 L 21/308 F

【手続補正書】

【提出日】平成30年3月23日(2018.3.23)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0023】

エッティングされたMTJ STACK 268は、誘電体材料からなる共形絶縁層272を堆積させることによって密封される(工程116)。この被せ層272は、底部層をエッティングするための後続プロセスによって引き起こされていただろう損傷をMTJ STACKが受けないようにするために、開口されたMTJ STACKを封じ込める。等しく重要なのは、被せ層が、後続の層をエッティングするプロセスを、MTJ STACK 268をエッティングするプロセスからも隔離することである。MTJの損傷として共通する2つのカテゴリには、MTJ不足の原因となる、MTJ側壁に再堆積するエッティング生成物、およびMTJ層と反応して磁気特性を低下させる、エッティング化学剤がある。したがって、被せ層を伴うことなくSTACK全体がエッティングされていた従来のプロセスでは、MTJ STACKが損傷された。H₂O、酸素、ハロゲンベースの化学剤によるエッティング、またはプラズマシステムによるエッティングなど、MgOまたはCoFeBを損傷させるいがなるエッティングプロセスも許容不可能である。適切な被せ層の選択は、開口されたMTJを、後続のプロセスフローにおける不具合または劣化から隔離することを可能にする。理想的な被せ層は、したがって、後続の層をエッティングするためにおよびMTJの電気/磁気特性を劣化から維持するためにMgO/CoFeBと相溶性のないものを含む多岐にわたるプロセスを活用するための窓を開くものである。SiN、SiC、SiCN、SiO₂、SiOC、SiOCH₃、SiOCH_xCH₃、Siなどのシリコンベースの誘電体膜、炭素ベースの誘電体膜(炭素、ポリマ)、窒化化合物(BN)など、多岐にわたる絶縁性被せ層が選択可能である。この実施例では、SiO₂およびSiNを伴う被せ層が、実例として挙げられている。エッティングされたSTACKを覆ってSiO₂の層を堆積させるために、Si

H_4 および O_2 からプラズマが形成される。別の一実施形態では、SiNの層が堆積される。図2Eは、 SiO_2 の堆積層272が堆積された後のスタック200を示した断面図である。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0026】

本発明の一部の実施形態は、従来の技術に勝る多くの利点をもたらす。例えば、MTJスタック268を密封することによって、ピン止め層のエッチング中（工程120）におけるMTJスタック268の損傷が回避される。また、MTJスタック268のエッチングのために、化学エッチングまたは高バイアスイオンスパッタリングに代わって低バイアスイオンスパッタリングを使用することによって、MTJスタック268の損傷がさらに軽減される。MTJスタック268の化学エッチングは、MTJスタック268層の一部を損なうだろう。低バイアスイオンスパッタリングは、MTJスタック268材料の再堆積を抑えられることが、予期せず見いだされた。再堆積される材料は、層間の短絡を引き起こす恐れがあるので、再堆積されるMTJ材料の低減は、デバイスの品質を向上させる。このような再堆積材料の除去は、MTJ層を損傷させる恐れがある。MTJスタック268の損傷は、MRAMの磁気特性に対し、望ましくない変化を引き起こすだろう。第2のRu層252のエッチングのためにヒポクロリットおよび／またはオゾンベースの化学剤を使用すると、Ru層252に対する選択エッチングが向上されることが、予期せず見いだされた。これは、MTJスタック268のエッチングに使用されるものとは異なるエッチングレシピを必要とする。Ruは、極めて不活性である。ヒポクロリットは、不活性なRuを酸化させるために必要とされる強い酸化剤である。これら2つの工程における異なる選択エッチングは、結果として、MTJスタック268の損傷および再堆積を低減させる。その他の実施形態では、MTJスタック268は、その他の層を含んでいてよい、または別の順番であってよい、またはさらに多いもしくは少ない層を有していてよい。MTJスタック268は、MRAMを形成するために不可欠な形態である。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0027】

本発明は、幾つかの好ましい実施形態の観点から説明されているが、本発明の範囲に含まれるものとして、代替形態、置換形態、変更形態、および代わりとなる様々な均等物がある。また、本発明の方法および装置を実現する多くの代替のやり方があることも、留意されるべきである。したがって、以下の添付の特許請求の範囲は、本発明の真の趣旨および範囲に含まれるものとして、このようなあらゆる代替形態、置換形態、および代わりとなる様々な均等物を含むことを意図される。

本発明は、たとえば、以下のような態様で実現することもできる。

適用例1：

ハードマスクの下に、かつピン止め層を伴う磁気トンネル接合（MTJ）スタックの上に、Ru含有層を配されたスタックをエッチングする方法であって、

ドライエッチングによって前記ハードマスクをエッチングすることと、

前記Ru含有層をエッチングすることであって、該エッチングは、ヒポクロリットおよび／またはO₃ベースの化学剤を使用する、こと、

前記MTJスタックをエッチングすることと、

前記MTJスタックに誘電体材料を被せることと、

前記 M T J への被せに続いて、前記ピン止め層をエッティングすることと、を備える方法。

適用例 2 :

適用例 1 の方法であって、

前記 M T J のエッティングは、化学エッチャントガスに代わり、不活性ガスから形成されるプラズマによる低バイアスパッタリングを使用する、方法。

適用例 3 :

適用例 2 の方法であって、

前記低バイアスパッタリングは、10 ボルトから 500 ボルトのバイアスを提供する、方法。

適用例 4 :

適用例 3 の方法であって、

前記 Ru 含有層をエッティングすることは、ウェットエッティングを提供する、方法。

適用例 5 :

適用例 4 の方法であって、

前記 M T J スタックは、少なくとも 1 枚の CoFe 層と、少なくとも 1 枚の MgO 層とを含む、方法。

適用例 6 :

適用例 5 の方法であって、

前記ピン止め層は、少なくとも 1 枚の PtMn 層を含む、方法。

適用例 7 :

適用例 6 の方法であって、

前記ハードマスクをエッティングすること、前記 Ru 含有層をエッティングすること、前記 M T J 層をエッティングすること、前記 M T J 層への被せを行うこと、および前記ピン止め層をエッティングすることは、1 つのプラズマ処理チャンバの中で実施される、方法。

適用例 8 :

適用例 7 の方法であって、

前記 M T J スタックをエッティングすることは、不活性衝撃ガスを使用し、これは、化学エッチャントガスを伴うことなく物理的衝撃を提供する、方法。

適用例 9 :

適用例 8 の方法であって、

前記被せの誘電体材料は、シリコンベースの誘電体材料である、方法。

適用例 10 :

適用例 1 の方法であって、

前記 Ru 含有層をエッティングすることは、ウェットエッティングを提供する、方法。

適用例 11 :

適用例 1 の方法であって、

前記 M T J スタックは、少なくとも 1 枚の CoFe 層と、少なくとも 1 枚の MgO 層とを含む、方法。

適用例 12 :

適用例 1 の方法であって、

前記ピン止め層は、少なくとも 1 枚の PtMn 層を含む、方法。

適用例 13 :

適用例 1 の方法であって、

前記ハードマスクをエッティングすること、前記 Ru 含有層をエッティングすること、前記 M T J 層をエッティングすること、前記 M T J 層への被せを行うこと、および前記ピン止め層をエッティングすることは、1 つのプラズマ処理チャンバの中で実施される、方法。

適用例 14 :

適用例 1 の方法であって、

前記 M T J スタックをエッティングすることは、不活性衝撃ガスを使用し、これは、化学

エッチャントガスを伴うことなく物理的衝撃を提供する、方法。

適用例 1 5 :

適用例 1 の方法であって、

前記被せの誘電体材料は、シリコンベースの誘電体材料である、方法。

適用例 1 6 :

ピン止め層上の磁気トンネル接合（M T J）スタック上のR u含有層上のハードマスクを含むスタックをエッチングする方法であって、

前記ハードマスク、前記R u含有層、および前記M T Jスタックをエッチングすることと、

前記M T Jスタックを密封することと、

前記ピン止め層をエッチングすることと、

を備える方法。

適用例 1 7 :

適用例 1 6 の方法であって、

前記M T Jをエッチングすることは、化学エッチャントガスに代わり、不活性ガスから形成されるプラズマによる低バイアススパッタリングを使用し、前記低バイアススパッタリングは、10ボルトから500ボルトのバイアスを提供する、方法。

適用例 1 8 :

適用例 1 6 の方法であって、

前記M T Jスタックは、少なくとも1枚のC o F e層と、少なくとも1枚のM g O層とを含む、方法。

適用例 1 9 :

適用例 1 6 の方法であって、

前記M T Jスタックを密封することは、シリコンベースの誘電体材料によって前記M T Jスタックを密封する、方法。

適用例 2 0 :

ハードマスク層の下に配されたR u含有層の下に配されたM T Jスタックの下にピン止め層を配されたスタックをエッチングする方法であって、

前記ハードマスクをドライエッチングによってエッチングすることと、

前記R u含有層をエッチングすることと、

前記M T Jスタックをエッチングすることと、

前記M T Jスタックに誘電体材料を被せることと、

S O C l₂ / ピリジン混合物、H B r / D M S O混合物、またはC C l₄と、D M S O、アセトニトリル、ベンゾニトリル、またはジメチルホルムアミド（D M F）の少なくとも1つと、の混合物を含む、貴金属に対して選択性の化学剤によって前記ピン止め層をエッチングすることと、

を備える方法。