

【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1年5月30日(2019.5.30)

【公開番号】特開2016-208031(P2016-208031A)

【公開日】平成28年12月8日(2016.12.8)

【年通号数】公開・登録公報2016-067

【出願番号】特願2016-83292(P2016-83292)

【国際特許分類】

H 01 L	21/3065	(2006.01)
H 01 L	21/316	(2006.01)
H 01 L	21/318	(2006.01)
H 01 L	21/8246	(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	43/12	(2006.01)

【F I】

H 01 L	21/302	1 0 4 C
H 01 L	21/316	X
H 01 L	21/318	B
H 01 L	27/10	4 4 7
H 01 L	29/82	Z
H 01 L	43/08	Z
H 01 L	43/12	

【手続補正書】

【提出日】平成31年4月17日(2019.4.17)

【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】

(a) 基板の表面を改質するために、チャンバ内に位置する前記基板をハロゲン含有ガスに晒し、

(b) 前記基板の1つまたは複数の層をエッティングするために前記基板を活性化ガスおよび活性化源に暴露し、

(c) (a)および(b)の際、揮発性種を形成するために、前記ハロゲン含有ガスと、前記基板の前記1つまたは複数の層の材料との両方に反応する反応性材料を前記チャンバに提供すること

を備える方法。

【請求項2】

請求項1に記載の方法であって、前記反応性材料は、シリコン含有材料、チタン含有材料、ゲルマニウム含有材料、スズ含有材料、炭素含有材料、およびそれらの組み合わせからなる群より選択される、方法。

【請求項3】

請求項1に記載の方法であって、前記ハロゲン含有ガスは、Cl₂、BCl₃、BBr₃、BI₃、F₂、BF₃、Br₂、I₂、およびそれらの組み合わせからなる群より選

択される、方法。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の方法であって、(a) および (b) は 2 以上のサイクルで反復される方法。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の方法であって、(a) ~ (c) は真空を破ることなく実行される方法。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の方法であって、(c) は、金属含有副生成物の再堆積を緩和する方法。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の方法であって、前記基板の前記 1 つまたは複数の層の前記材料は、第 4 周期遷移金属、第 5 周期遷移金属、第 6 周期遷移金属、およびそれらの組み合わせからなる群より選択される方法。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の方法であって、前記基板の前記 1 つまたは複数の層の前記材料は誘電材料を備える方法。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の方法であって、第 4 周期遷移金属、第 5 周期遷移金属、第 6 周期遷移金属、およびそれらの組み合わせからなる群より選択される前記金属と、前記誘電材料とは、前記基板の隣接する層である方法。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の方法であって、前記誘電材料は MgO であり、前記誘電材料は、CoFe を含む層と、CoPt を含む層との両方に隣接している方法。

【請求項 11】

請求項 9 に記載の方法であって、(d) 第 4 周期遷移金属、第 5 周期遷移金属、第 6 周期遷移金属、およびそれらの組み合わせからなる群より選択される前記金属を、約 0 から約 10 の間の残厚までエッチングし、

(e) 前記金属層をエッチングした後、前記誘電材料を前記ハロゲン含有ガスに曝露することなく前記基板を前記活性化ガスおよび前記活性化源に曝露することにより、前記誘電材料をエッチングすること

をさらに備える方法。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の方法であって、(e) の前記活性化ガスは、アルゴン、炭酸ガス、アンモニア、水素含有ガス、およびそれらの組み合わせからなる群より選択される方法。

【請求項 13】

請求項 2 に記載の方法であって、前記反応性材料はチタン含有材料であり、酸化チタンおよび窒化チタンからなる群より選択される方法。

【請求項 14】

請求項 2 に記載の方法であって、前記反応性材料はシリコン含有材料であり、シリコン窒化物、シリコン酸化物、またはシリコンからなる群より選択される方法。

【請求項 15】

請求項 4 に記載の方法であって、前記 2 以上のサイクルは、第 1 組の金属層と誘電体層とをエッチングし、(c) は、前記誘電体層をエッチングした後、前記誘電体層の下層である第 2 組の金属層をエッチングするまでの間に実行される方法。

【請求項 16】

請求項 4 に記載の方法であって、(c) は、(a) および (b) が前記 2 以上のサイクルで反復された後で反復される方法。

【請求項 17】

(a) 1つまたは複数の金属層と、自由層と、誘電体バリア層と、固定層とを含み、前記誘電体バリア層が前記自由層と前記固定層との間にあり、前記自由層と、前記誘電体バリア層と、前記固定層とが前記1つまたは複数の金属層の間にある基板を提供し、

(b) 反応性材料を堆積させるために前記基板をシリコン含有ガスおよび還元剤に晒し、

(c) 前記基板の表面を実質的に飽和させるのに十分な期間にわたり、前記基板をハロゲン含有ガスに曝露し、

(d) 前記基板をエッティングするために前記基板を活性化ガスに暴露することを備える方法。

【請求項18】

請求項17に記載の方法であって、前記反応性材料は、前記基板上のシリコン含有材料、チタン含有材料、ゲルマニウム含有材料、スズ含有材料、炭素含有材料、およびこれらの組み合わせからなる群より選択される方法。

【請求項19】

請求項17に記載の方法であって、
実質的にすべての前記自由層がエッティングされた後、前記誘電体バリア層が露出される前に、(b)を反復し、

前記誘電体バリア層を無ハロゲン・ケミストリによりエッティングし、
前記基板をエッティングするために、前記誘電体バリア層がエッティングされた後に、(c)
および(d)を反復すること
をさらに備える方法。

【請求項20】

請求項1から19のいずれか一項に記載の方法であって、前記活性化源はプラズマであり、(c)の際の前記プラズマの出力は約500Wから約1500Wの間である方法。

【請求項21】

請求項1から19のいずれか一項に記載の方法であって、前記反応性材料は、プラズマ支援化学気相堆積により堆積される方法。

【請求項22】

請求項1から19のいずれか一項に記載の方法であって、前記反応性材料は、原子層堆積により堆積される方法。

【請求項23】

請求項1から19のいずれか一項に記載の方法であって、前記反応性材料は、共形に堆積される方法。

【請求項24】

請求項1から19のいずれか一項に記載の方法であって、前記反応性材料は、自己制御反応により堆積される方法。

【請求項25】

請求項1から19のいずれか一項に記載の方法であって、前記ハロゲン含有ガスは、(a)の際に、前記基板の前記表面を実質的に飽和させる方法。

【請求項26】

請求項1から19のいずれか一項に記載の方法であって、前記反応性材料は、(c)の際に、前記基板の前記表面を実質的に飽和させる方法。

【請求項27】

請求項1から19のいずれか一項に記載の方法であって、前記反応性材料は、(b)の際に、前記基板のフィーチャの側壁に残る方法。

【請求項28】

請求項1から19のいずれか一項に記載の方法であって、前記反応性材料は、(b)の際に、前記基板の前記1つまたは複数の層の少なくとも1つを保護する方法。

【請求項29】

請求項1から19のいずれか一項に記載の方法であって、前記基板は、MRAM構造を

形成するようにエッティングされる方法。

【請求項 3 0】

請求項 1 から 1 9 のいずれか一項に記載の方法であって、(c) の際に、約 1 0 0 V b 未満の出力でバイアスを適用することをさらに備える方法。

【請求項 3 1】

請求項 1 から 1 9 のいずれか一項に記載の方法であって、前記反応性材料は、約 3 nm から約 6 nm の間の厚さに堆積される方法。

【請求項 3 2】

請求項 1 から 1 9 のいずれか一項に記載の方法であって、前記活性化源は、プラズマ、イオン・ビーム・エッティング、および熱活性化からなる群より選択される方法。

【請求項 3 3】

請求項 1 から 1 9 のいずれか一項に記載の方法であって、前記基板を湿式エッティングすることをさらに備える方法。

【請求項 3 4】

請求項 1 から 1 9 のいずれか一項に記載の方法であって、前記基板の 1 つまたは複数の層を反応性イオン・エッティングによりエッティングすることをさらに備える方法。

【請求項 3 5】

請求項 1 から 1 9 のいずれか一項に記載の方法であって、前記反応性材料は、固体シリコン供給源を提供することにより前記チャンバに提供される方法。

【請求項 3 6】

請求項 1 から 1 9 のいずれか一項に記載の方法であって、
(d) (a) および (b) を実行する前に、プラズマ支援化学気相堆積により前記基板にシリコン窒化物層を共形に堆積させることにより (c) を実行し、
(e) (d) の後、(a) および (b) を 2 以上のサイクルで反復すること
をさらに含み、(a) の前記ハロゲン含有ガスは、BCl₃ および Cl₂ の組み合わせ
である方法。

【請求項 3 7】

請求項 3 5 に記載の方法であって、
(f) 前記揮発性種を形成するために、誘電体層に隣接する金属層が約 0 から約 1 0 の間の残厚までエッティングされたときに、前記ハロゲン含有ガスと、前記基板の前記 1 つまたは複数の層の材料との両方に反応する材料を共形に堆積させることにより (c) を実行し、
(g) MgO を含む誘電体層をエッティングするために、前記基板を前記ハロゲン含有ガスに曝露することなく前記活性化ガスでスパッタし、
(h) 前記 1 つまたは複数の層の少なくとも 1 つをエッティングするために、(g) の後、(a) および (b) を 2 以上のサイクルで反復すること、
をさらに備える方法。

【請求項 3 8】

請求項 3 5 に記載の方法であって、前記 1 つまたは複数の層は、コバルト含有材料を備える方法。

【請求項 3 9】

1 つまたは複数の層を含む基板を加工する装置であって、
(a) それぞれにチャックを含む 1 つまたは複数の加工チャンバと、
(b) 前記加工チャンバへの 1 つまたは複数のガス入口および関連する流れ制御ハードウェアと、
(c) 少なくとも 1 つのプロセッサとメモリとを備えるコントローラと
を備え、前記少なくとも 1 つのプロセッサと前記メモリとは、相互に通信可能に接続され、
前記少なくとも 1 つのプロセッサは、前記流れ制御ハードウェアと少なくとも動作可能に接続され、

前記メモリは、

(i) 前記基板の表面を実質的に飽和させるのに十分な期間にわたりハロゲン含有ガスの導入を行わせ、

(i i) 前記基板の前記 1 つまたは複数の層をエッチングするために、活性化ガスの導入およびプラズマの生成を行わせ、

(i i i) 振発性種を形成するために、(i) および(i i) の際に、前記 1 つまたは複数の加工チャンバの 1 つに、前記ハロゲン含有ガスと、前記基板の前記 1 つまたは複数の層の材料との両方に反応する反応性材料の導入を行わせる

ことにより、前記少なくとも 1 つのプロセッサを制御して前記流れ制御ハードウェアを少なくとも制御するコンピュータ実行可能命令を含み、

(i) ~ (i i i) は、真空を破ることなく実行される装置。

【請求項 4 0】

請求項 3 9 に記載の装置であって、振発性種を形成するために前記ハロゲン含有ガスと、前記基板の前記 1 つまたは複数の層の材料との両方に反応する前記反応性材料の導入を行わせる前記命令は、シリコン含有材料、チタン含有材料、ゲルマニウム含有材料、スズ含有材料、炭素含有材料、およびそれらの組み合わせからなる群より選択される材料を堆積させる命令を備える装置。

【請求項 4 1】

請求項 3 9 に記載の装置であって、前記ハロゲン含有ガスは、 Cl_2 、 BCl_3 、 Br_3 、 BI_3 、 F_2 、 BF_3 、 Br_2 、 I_2 、およびそれらの組み合わせからなる群より選択される装置。

【請求項 4 2】

請求項 3 9 に記載の装置であって、前記メモリは、(i) および(i i) が 2 以上のサイクルで実行された後に(i i i) を反復する命令をさらに備える装置。

【請求項 4 3】

(a) 1 つまたは複数の層を含む基板をチャンバに提供し、

(b) 前記 1 つまたは複数の層の上に第 1 の材料を堆積させ、前記反応性材料はハロゲン化物および前記 1 つまたは複数の層の第 2 の材料と反応して振発性種を形成し、

(c) 前記第 1 の材料を堆積させた後、ハロゲン含有ガスを前記第 2 の材料の表面に吸着させることにより前記基板上の 1 つまたは複数の層の前記第 2 の材料の表面を改質するために、前記反応性材料を含む前記基板を前記ハロゲン含有ガスに暴露し、

(d) 前記基板を活性化ガスに暴露し、前記振発性種を形成することにより前記基板上の前記 1 つまたは複数の層の前記第 2 の材料の前記改質された表面をエッチングするためにプラズマを生成すること

を備える、チャンバ内で基板をエッチングする方法。

【請求項 4 4】

請求項 4 3 に記載の方法であって、前記第 1 の材料は、シリコン含有材料、チタン含有材料、ゲルマニウム含有材料、スズ含有材料、炭素含有材料、およびそれらの組み合わせからなる群より選択され、前記第 2 の材料は、第 4 周期遷移金属、第 5 周期遷移金属、第 6 周期遷移金属、およびそれらの組み合わせからなる群より選択される方法。