

(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2008-123664
(P2008-123664A)

(43) 公開日 平成20年5月29日(2008.5.29)

(51) Int.Cl.

G 11 B 5/31 (2006.01)

F 1

G 11 B 5/31

G 11 B 5/31

G 11 B 5/31

D

Q

A

テーマコード(参考)

5 D O 3 3

審査請求 未請求 請求項の数 27 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2007-289673 (P2007-289673)
 (22) 出願日 平成19年11月7日 (2007.11.7)
 (31) 優先権主張番号 11/595654
 (32) 優先日 平成18年11月10日 (2006.11.10)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 503116280
 ヒタチグローバルストレージテクノロジー
 ズネザーランドビーブイ
 オランダ国 アムステルダム 1076
 エイズィ パルナスストーレン ロカテリ
 ケード 1
 (74) 代理人 110000350
 ポレール特許業務法人
 (72) 発明者 アマンダ・ペアー
 アメリカ合衆国 95008、カリフォルニア州、キャンベル、ユニオン・アヴェニュー
 - 355C

最終頁に続く

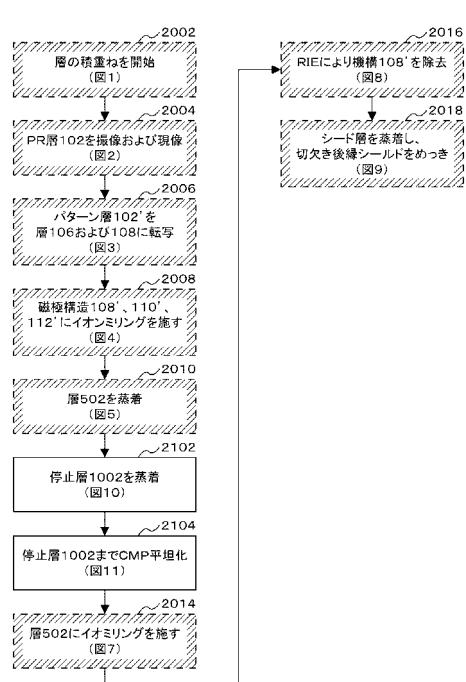
(54) 【発明の名称】切欠き後縁シールドを有する垂直書き込みヘッドの製造方法

(57) 【要約】

【課題】垂直書き込みヘッドの切欠き後縁シールド構造を製作する間の、ウェハ内およびウェハ毎の歩留まりを改善する方法を提供する。

【解決手段】後縁シールド構造 902 の平坦な表面を確保するため、平坦化し切欠きを形成する前に、Ta/Rh の CMP 停止層 1002 が蒸着される。これらの停止層 1002 は、CMP の前に、プランケット蒸着またはパターニングされてもよい。パターニングされた停止層は最も高い歩留まりを生じる。

【選択図】図 2 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基板の表面上に前記基板と接触している先細の磁極部分を有する磁極構造と、前記先細の磁極部分上に蒸着されるギャップ層と、前記ギャップ層上に蒸着されるスペーサ層を作成する工程と、

前記基板の前記表面上に前記磁極構造を封入する誘電体層を蒸着する工程であって、前記誘電体層が厚さ T 1 の第 1 の部分と厚さ T 2 の第 2 の隆起した部分とを有し、前記誘電体層の前記第 1 の部分が前記基板の前記表面にほぼ平行な表面を有し、前記誘電体層の前記第 2 の隆起した部分が前記磁極構造の上でほぼ中心に置かれ、前記厚さ T 2 が前記厚さ T 1 よりも大きい、誘電体層を蒸着する工程と、

前記誘電体層上に停止層を蒸着する工程と、

前記停止層を蒸着した後に、C M P プロセスによって前記誘電体層を平坦化する工程であって、前記誘電体層の前記第 1 の部分上に蒸着された前記停止層の部分が前記 C M P プロセスを終了させる役割を果たす工程とを含む、垂直ヘッドの製造方法。

【請求項 2】

前記誘電体層に前記停止層を蒸着する工程が、前記停止層を前記誘電体層の前記第 1 の部分の一部分上に選択的に蒸着する工程をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記停止層を前記誘電体層の前記第 1 の部分の一部分上に選択的に蒸着する工程が、

前記誘電体層の前記第 1 の部分および前記第 2 の隆起した部分の上に前記停止層を蒸着する工程と、

前記停止層上にフォトレジスト層を蒸着する工程と、

前記誘電体層の前記第 2 の隆起した部分の上にある前記フォトレジスト層の部分を除去する工程と、

前記フォトレジスト層の前記部分を除去した後に、前記誘電体層の前記第 2 の隆起した部分の上にある前記停止層の部分を除去する工程とをさらに含む、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記停止層を前記誘電体層の前記第 1 の部分の一部分上に選択的に蒸着する工程が、

前記誘電体層上にフォトレジスト層を蒸着する工程と、

前記誘電体層の前記第 1 の部分の上にある前記フォトレジスト層の第 1 の部分を除去する工程と、

前記フォトレジスト層の前記第 1 の部分を除去した後に、前記停止層を蒸着する工程と、

前記誘電体層の前記第 2 の隆起した部分上の前記フォトレジスト層の第 2 の部分を除去する工程であって、その際、前記フォトレジスト層の前記第 2 の部分上に蒸着された前記停止層の部分を除去する工程とをさらに含む、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 5】

前記停止層が 200 オングストローム / 分未満の平坦化速度を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記停止層が 100 オングストローム / 分未満の平坦化速度を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記停止層が 5 オングストローム / 分未満の平坦化速度を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記停止層が、R h、T a、C r、R u、ダイヤモンド様炭素、およびそれらの合金ならびに混合物から成る群から選択された材料を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

10

20

30

40

50

前記停止層が本質的に R_h から成る、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記停止層が T_a の第 1 層および R_h の第 2 層を含む、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 11】

前記停止層が厚さ $15 \sim 35 \text{ nm}$ である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

基板の表面上に前記基板と接触している先細の磁極部分を有する磁極構造と、前記先細の磁極部分上に蒸着されるギャップ層と、前記ギャップ層上に蒸着されるスペーサ層とを作成する工程と、

前記基板の前記表面上に前記磁極構造を封入する誘電体層を蒸着する工程であって、前記誘電体層が厚さ T_1 の第 1 の部分と厚さ T_2 の第 2 の隆起した部分とを有し、前記誘電体層の前記第 1 の部分が前記基板の前記表面にほぼ平行な表面を有し、前記誘電体層の前記第 2 の隆起した部分が前記磁極構造の上でほぼ中心に置かれ、前記厚さ T_2 が前記厚さ T_1 よりも大きい、誘電体層を蒸着する工程と、

前記誘電体層の前記第 1 の部分および前記第 2 の隆起した部分の上に停止層を蒸着する工程と、

前記停止層上にフォトレジスト層を蒸着する工程と、

前記誘電体層の前記第 2 の隆起した部分の上にある前記フォトレジスト層の部分を除去する工程と、

前記フォトレジスト層の前記部分を除去した後に、前記誘電体層の前記第 2 の隆起した部分の上に蒸着された前記停止層の部分を除去する工程と、

前記誘電体層の前記第 2 の隆起した部分の上に蒸着された前記停止層の前記部分を除去した後に、CMP プロセスによって前記誘電体層を平坦化する工程であって、前記誘電体層の前記第 1 の部分上に蒸着された前記停止層の部分が前記 CMP プロセスを終了させる役割を果たす工程とを含む、垂直ヘッドの製造方法。

【請求項 13】

前記停止層が $200 \text{ オングストローム} / \text{分未満}$ の平坦化速度を有する、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 14】

前記停止層が $100 \text{ オングストローム} / \text{分未満}$ の平坦化速度を有する、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 15】

前記停止層が $5 \text{ オングストローム} / \text{分未満}$ の平坦化速度を有する、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 16】

前記停止層が、 R_h 、 T_a 、 C_r 、 R_u 、ダイヤモンド様炭素、およびそれらの合金ならびに混合物から成る群から選択された材料を含む、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 17】

前記停止層が本質的に R_h から成る、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

前記停止層が T_a の第 1 層および R_h の第 2 層を含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 19】

前記停止層が厚さ $15 \sim 35 \text{ nm}$ である、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 20】

基板の表面上に前記基板と接触している先細の磁極部分を有する磁極構造と、前記先細の磁極部分上に蒸着されるギャップ層と、前記ギャップ層上に蒸着されるスペーサ層とを作成する工程と、

前記基板の前記表面上に前記磁極構造を封入する誘電体層を蒸着する工程であって、前記誘電体層が厚さ T_1 の第 1 の部分と厚さ T_2 の第 2 の隆起した部分とを有し、前記誘電体層の前記第 1 の部分が前記基板の前記表面にほぼ平行な表面を有し、前記誘電体層の前

10

20

30

40

50

記第2の隆起した部分が前記磁極構造の上でほぼ中心に置かれ、前記厚さT2が前記厚さT1よりも大きい、誘電体層を蒸着する工程と、

前記誘電体層上にフォトレジスト層を蒸着する工程と、

前記誘電体層の前記第1の部分の上にある前記フォトレジスト層の第1の部分を除去する工程と、

前記フォトレジスト層の前記第1の部分を除去した後に、停止層を蒸着する工程と、

前記誘電体層の前記第2の隆起した部分上の前記フォトレジスト層の第2の部分を除去する工程であって、その際、前記フォトレジスト層の前記第2の部分上に蒸着された前記停止層の部分を除去する工程と、

前記誘電体層の前記第2の隆起した部分上に蒸着された前記フォトレジスト層の前記第2の部分を除去した後に、CMPプロセスによって前記誘電体層を平坦化する工程であって、前記誘電体層の前記第1の部分上に蒸着された前記停止層の部分が前記CMPプロセスを終了させる役割を果たす工程とを含む、垂直ヘッドの製造方法。 10

【請求項21】

前記停止層が200オングストローム／分未満の平坦化速度を有する、請求項20に記載の方法。

【請求項22】

前記停止層が100オングストローム／分未満の平坦化速度を有する、請求項20に記載の方法。

【請求項23】

前記停止層が5オングストローム／分未満の平坦化速度を有する、請求項20に記載の方法。 20

【請求項24】

前記停止層が、Rh、Ta、Cr、Ru、ダイヤモンド様炭素、およびそれらの合金ならびに混合物から成る群から選択された材料を含む、請求項20に記載の方法。

【請求項25】

前記停止層が本質的にRhから成る、請求項24に記載の方法。

【請求項26】

前記停止層がTaの第1層およびRhの第2層を含む、請求項24に記載の方法。

【請求項27】

前記停止層が厚さ15～35nmである、請求項20に記載の方法。 30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、垂直書き込みヘッドを製作するための方法に関する。より具体的には、ウェハ内およびウェハ毎の歩留まりを改善するため、金属のCMP停止層を使用して切欠き後縁シールドを製作する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

垂直書き込みヘッドは、現在、当該技術分野において周知である。切欠き後縁シールドを備えた垂直書き込みヘッドとして知られている、そのようなヘッドの特定の変形例もまた現在開示されている。例えば、特許文献1、特許文献2、特許文献3および特許文献4を参照されたい。切欠き後縁シールドを製作する間、先細の書き込み磁極がイオンミーリングによって作成され、先細の磁極の周りおよびその上方の領域はアルミナで充填される。アルミナの蒸着により、先細の磁極の直ぐ上に、「バンプ」、すなわち高さのある斑点が残り、それは、磁極の直ぐ上に切欠きを作るために除去されなければならない。次に、後縁シールド層が、磁極の上方およびノッチ内に蒸着される。「バンプ」の除去は、標準的にはCMPプロセスを用いて行われる。しかしながら、CMPプロセスは、丸みを生じさせ、切欠きが形成される場所に近接した区域に損傷を与えて、重要なギャップ厚さを変化させ、平坦でない後縁シールドを作成することがある。垂直書き込みヘッドのための切欠き後縁シ 40

ールドを作成するための、より良好なプロセスが必要とされている。

【0003】

特許文献1は、ウェハ内の垂直書き込みヘッドの製作を開示しており、その際、書き込み磁極の少なくとも2つの側面が（例えば、イオンミリングによって）規定される一方、書き込み磁極の第3の側面はマスキング材料によって保護される。この段階では、書き込みギャップ内に位置することになる材料は、書き込み磁極とマスキング材料の間に既に存在する。書き込み磁極表面を規定した後、誘電材料の層が蒸着される。この蒸着の間、マスキング材料は依然として存在する。その後、マスキング材料（および、存在する場合はその上の誘電材料）は除去されて、誘電材料に穴を形成する。次に、後縁シールドが構造内に形成され、その結果、後縁シールドの少なくとも一部分は穴の中に位置し、後縁シールドの別の部分は、穴に隣接した領域内で誘電材料の上に位置する。このとき、ギャップ材料が、穴の中にある後縁シールドの部分と書き込み磁極との間に挟まれることに留意されたい。

10

【0004】

特許文献5は、主磁極および後縁シールドを含む垂直書き込みヘッドを開示しており、主磁極は、ハードマスクとしてのダイヤモンド様炭素（DLC）層とシールドギャップとしてのロジウム（Rh）層とで作られ、DLC層およびRh層は両方とも、化学的機械的平坦化（CMP）プロセスによる角部の丸み付きと損傷を回避するためのCMP停止層であり、DLC層は反応性イオンエッティング（RIE）によって除去されてトレーナーをもたらし、後縁シールドは自己整列するようにトレーナー内に蒸着される。

20

【0005】

特許文献2は、垂直磁気記録用の後縁シールド設計を備えた反転空気軸受面ヘッドを提供する方法および装置を開示している。垂直磁気記録用の反転空気軸受面ヘッドは、磁気記録媒体上にデータを記録するときのスキューリングに対処するため、逆の開先形状を備えている。

【0006】

特許文献3は、そこから放射された磁界を傾斜させる切欠き付きの自己整列した後縁シールドを有する垂直磁気書き込みヘッドを開示している。

【0007】

特許文献4は、垂直磁気記録用の別個の読み取りおよび書き込みヘッドを備えた磁気変換器を開示している。書き込みヘッドは、戻り磁極片から主磁極片に向かって延びて、空気軸受面で書き込みギャップを形成する後縁シールドを有する。後縁シールドの一実施形態は、台座と、ギャップで主磁極片に面するはるかに小さな先端とを有する二部分構造である。一実施形態では、非磁性で導電性の材料のシンクが、読み取りヘッドと磁束ベアリング磁極片の間の分離ギャップ内に設けられる。シンクは、好ましくは銅で作られ、ABSまでは延びない。

30

【0008】

特許文献6は、磁気読み取りヘッドのトラック幅を規定するのに使用される従来の剥離プロセスが、センサの周りの誘電材料の不均一なエッティング深さを生じさせ、かつ上塗り最上リード層の短絡を引き起こす場合があることを開示している。この問題は、中間層上にトラック幅とストライプ高さの画像を印刷して、ハードマスクを形成することによって克服されている。このハードマスクを介して、GMRスタックを選択的にエッティングし、次に、新規に開発された無電解めっきプロセスを使用することによって、高抵抗率材料で埋め戻すことができる。

40

【0009】

特許文献7は、書き込みギャップを制御するとともに、後に続く構造を製作する間、書き込みギャップまたは磁極に対する損傷を防ぐという課題を解決する、後縁シールド書き込み磁極を製作する方法および材料を開示している。このプロセスはまた、再蒸着およびフェンシングを除去する（歩留まりを増加させる）ためのCMP援用剥離プロセスと、書き込み磁極の頂部に皿状の窪みを作るための方法とを導入する。さらに、この開示には、イオンミリング転写層、CMP層、およびRIE可能な層として機能することができる、適切な材

50

料も含まれる。

【0010】

特許文献8は、基板と、基板上に位置付けられたデータ変換器とを含む磁気ヘッドを開示している。データ変換器は、シールドの少なくとも1つが熱による読み取り部の膨張を補償するための層を含むことを特徴とする、頂部シールドおよび底部シールドから成る読み取り部を含む。

【0011】

特許文献9は、底部強磁性整形層および頂部強磁性プロープ層を含む、第2の磁極片を有する垂直磁気記録ヘッドを開示している。これらの層はそれぞれ、整形層のフレアポイントを有するABSが、ヘッドの空気軸受面(ABS)とプロープ層のフレアポイントとの間に配置された後に、層の幅が最初に広がり始めるフレアポイントを有する。さらに、プロープ層は、ABSにおいて、回転している磁気ディスクの最も外側と最も内側の円形トラックにおける、プロープのスキーによる側面の書き込みを最小限に抑える台形形状を提供するため、その頂部からその底部まで幅が減少するプロープを有する。

10

【0012】

【特許文献1】米国特許出願公開第2005/0264931号明細書

【特許文献2】米国特許出願公開第2006/0023352号明細書

【特許文献3】米国特許出願公開第2005/0190491号明細書

【特許文献4】米国特許出願公開第2005/0068671号明細書

20

【特許文献5】米国特許出願公開第2005/0259355号明細書

【特許文献6】米国特許出願公開第2005/0102820号明細書

【特許文献7】米国特許出願公開第2005/0068665号明細書

【特許文献8】米国特許出願公開第2004/0012894号明細書

【特許文献9】米国特許第6,757,141号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明の目的は、垂直書き込みヘッドの製作において、ウェハ内およびウェハ毎の歩留まりを改善することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明の第1の方法は、基板の表面上に基板と接触している先細の磁極部分を有する磁極構造と、先細の磁極部分上に蒸着されるギャップ層と、ギャップ層上に蒸着されるスペーサ層とを作成する工程を含む、垂直ヘッドの製造方法である。この方法は、基板の表面上に磁極構造を封入する誘電体層を蒸着する工程であって、誘電体層が厚さT1の第1の部分と厚さT2の第2の隆起した部分とを有し、誘電体層の第1の部分が基板の表面にほぼ平行な表面を有し、誘電体層の第2の隆起した部分が磁極構造の上でほぼ中心に置かれ、厚さT2が厚さT1よりも大きい、誘電体層を蒸着する工程と、誘電体層上に停止層を蒸着する工程とをさらに含む。次に、誘電体層は、CMPプロセスによって平坦化され、誘電体層の第1の部分上に蒸着された停止層の部分は、CMPプロセスを終了させる役割を果たす。

40

【0015】

本発明の第2の方法は、基板の表面上に基板と接触している先細の磁極部分を有する磁極構造と、先細の磁極部分上に蒸着されるギャップ層と、ギャップ層上に蒸着されるスペーサ層とを作成する工程と、基板の表面上に磁極構造を封入する誘電体層を蒸着する工程であって、誘電体層が厚さT1の第1の部分と厚さT2の第2の隆起した部分とを有し、誘電体層の第1の部分が基板の表面にほぼ平行な表面を有し、誘電体層の第2の隆起した部分が磁極構造の上でほぼ中心に置かれ、厚さT2が厚さT1よりも大きい、誘電体層を蒸着する工程とを含む、垂直ヘッドの製造方法である。この方法は、誘電体層の第1の部分および第2の隆起した部分の上に停止層を蒸着する工程と、停止層上にフォトレジスト

50

層を蒸着する工程と、誘電体層の第2の隆起した部分の上にあるフォトレジスト層の部分を除去する工程と、誘電体層の第2の隆起した部分の上に蒸着された停止層の部分を除去する工程とをさらに含む。次に、誘電体層は、C M Pプロセスによって平坦化され、誘電体層の第1の部分上に蒸着された停止層の部分は、C M Pプロセスを終了させる役割を果たす。

【0016】

本発明の第3の方法は、基板の表面上に基板と接触している先細の磁極部分を有する磁極構造と、先細の磁極部分上に蒸着されるギャップ層と、ギャップ層上に蒸着されるスペーサ層とを作成する工程と、基板の表面上に磁極構造を封入する誘電体層を蒸着する工程であって、誘電体層が厚さT1の第1の部分と厚さT2の第2の隆起した部分とを有し、誘電体層の第1の部分が基板の表面にほぼ平行な表面を有し、誘電体層の第2の隆起した部分が磁極構造の上でほぼ中心に置かれ、厚さT2が厚さT1よりも大きい、誘電体層を蒸着する工程とを含む、垂直ヘッドの製造方法である。この方法は、誘電体層上にフォトレジスト層を蒸着する工程と、誘電体層の第1の部分の上にあるフォトレジスト層の第1の部分を除去する工程と、フォトレジスト層の第1の部分を除去した後に、停止層を蒸着する工程と、誘電体層の第2の隆起した部分上のフォトレジスト層の第2の部分を除去する工程であって、その際、フォトレジスト層の第2の部分上に蒸着された停止層の部分を除去する工程とをさらに含む。次に、誘電体層は、C M Pプロセスによって平坦化され、誘電体層の第1の部分上に蒸着された停止層の部分は、C M Pプロセスを終了させる役割を果たす。

10

20

【0017】

本発明は、以下の詳細な説明を考察することでより良く理解されるであろう。そのような説明は添付の図面を参照する。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、垂直書き込みヘッドの製作において、ウェハ内およびウェハ毎の歩留まりを改善することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

本発明の特徴および説明は、プロセスのブロック図（図20～23）に照らして断面構造図（図1～19）を考察することによって最も良く理解される。切欠き後縁シールドを製作するための基本的プロセスは、図20および図1～9に開示される。基本的プロセスの改善された変形例は、プロセスA（図21）、プロセスB（図22）、およびプロセスC（図23）に開示される。

30

【0020】

図20は、本発明の一実施形態による、切欠き後縁シールドを製作するための基本的プロセスの概略ブロック図である。プロセスはステップ2002で開始され、図1の層積重ね体100が蒸着される。図1は、切欠き後縁シールドを備えた垂直書き込みヘッドを製作する前の、プランケット蒸着された薄膜積重ね体100の空気軸受面（A B S）を検証する部分断面図である。薄膜積重ね体は、基板114上に蒸着されたプランケット層102～112を含み、基板114は、標準的にはアルミナ（空気軸受面において）であるが、（A B Sからさらに）構造内に深く入り込む磁極整形層などの他の材料であってもよい。本開示の目的のため、基板114は、後に続くすべての層がその上に蒸着されるバルク材料であることができ、または、既に蒸着された下層のうえに蒸着される層ができる。例えば、組み合わされた読み取りおよび書き込みヘッド構造を製作するとき、書き込みヘッド構造は一般に最初に蒸着される（図示なし）ので、通常は後者が該当する。層112は、磁極材料を構築し、標準的には、磁性材料および非磁性材料の層を含む積層された多層構造である。層112は公称厚さ240nmである。磁極層112の上方には、アルミナまたは他の非磁性材料から成る、標準的には厚さ50nmのギャップ層110がある。スペーサ層108は、ギャップ層110の上方に蒸着され、厚さ約1000nmのDurimi

40

50

de (登録商標) から成る。スペーサ層 108 の上方には、層 102、104、および 106 が蒸着される。層 102 は、書き込み磁極の幅および位置を規定するイメージングフォトレジスト層を含む。層 104 および 106 は、フォトレジスト層 102 の現像された機構をスペーサ層 108 に転写するのを助ける。層 106 は、公称厚さ 100 nm のシリカから成り、層 104 は、標準的には公称厚さ 60 nm のDurimideから成る。

【0021】

図 20 のステップ 2004 では、フォトレジスト層 102 が撮像され現像されて、図 2 の機構 102' をもたらす。図 2 は、フォトレジスト層 102 を撮像し現像した後の、薄膜構造 200 の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。

【0022】

図 20 のステップ 2006 では、フォトレジストの機構 102' は、層 106 および 108 に転写されて、機構 106' および 108' をもたらす。図 3 は、パターニングされた機構 102' を層 106 および 108 に転写した後の、薄膜構造 300 の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。転写は、層 104 にエッチングを施す第 1 の酸化工程と、シリカ層 106 にエッチングを施す第 2 のフッ素エッチング工程と、後に続くスペーサ層 108 にエッチングを施す第 3 の酸化工程とを含む、3 つの連続する RIE プロセスステップによって実施される。RIE プロセスの詳細は当業者には周知である。酸化工程の間に、フォトレジスト層 102 が除去されて、構造 300 が得られる。

【0023】

図 20 のステップ 2008 では、図 3 の構造にイオンミリングが施されて、機構 108'、110'、および 112' を含む磁極構造が形成される。図 4 は、イオンミリングを施し磁極構造を形成した後の、薄膜構造 400 の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。磁極構造 (108'、110'、112') の幅は W_p 402 である。先細の磁極部分 112' の形成の詳細は、従来技術においてこれまでに開示されており周知である。

【0024】

図 20 のステップ 2010 では、磁極構造 108'、110'、112' の周りに誘電体層 502 が蒸着される。図 5 は、誘電体層 502 を蒸着した後の、薄膜構造 500 の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。層 502 は標準的にはアルミナを含む。蒸着の共形性により、層 502 の隆起した部分 (または「バンプ機構」502') は、埋め込まれた磁極構造 108'、110'、112' の直ぐ上に作られる。この隆起した部分 502' の厚さ T_2 (符号 508) は、基板 114 表面から測定したとき、厚さ T_1 (符号 510) よりも大きい。 T_1 は、基板 114 の表面にほぼ平行な表面 504 を有する、層 502 のほぼ平坦な部分の厚さである。標準的には、「バンプ機構」(W_{bf}) の幅 506 は、磁極の幅 402 の数倍である。デバイス製作をさらに進行するため、この「バンプ機構」502' は除去されなければならず、また、層 502 の表面 504 と同一平面の表面が作られる。これは、標準的には CMP による平坦化によって行われる。

【0025】

図 20 のステップ 2012 では、構造 500 が CMP によって平坦化される。図 6 は、CMP によって平坦化した後の、薄膜構造 600 の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。平坦化はバンプ機構のみを削除するような形で実施されるので、「タッチダウン」プロセスとしても知られるこのプロセスでは、停止層は使用されない。しかしながら、プロセスの終了は微妙であり、過度に実施された場合、結果としてスペーサ層 108' が除去され、ギャップ層 110' が損傷を受けるか、または薄くなる可能性がある。スペーサ層 108' の厚さが大幅に低減されるか、または除去された場合、後縁シールドに切欠きが作られることになり、これは望ましくない。

【0026】

図 20 のステップ 2014 では、構造 600 の層 502 にイオンミリングが施されて、ギャップ層の上方の切欠き深さが設定される。図 7 は、層 502 にイオンミリングを施した後の、薄膜構造 700 の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。図 20 の

10

20

30

40

50

ステップ 2016 では、スペーサ層 108' が RIE によって除去されて、後縁シールドの切欠きが作られる。図 8 は、層 108' に反応性イオンエッチングを施した後の、薄膜構造 800 の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。図 20 のステップ 2018 では、シード層 (図示なし) が蒸着された後、後縁シールド 902 が電気めっきされる。図 9 は、切欠き後縁シールド 902 をめっきした後の、薄膜構造 900 の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。

【0027】

図 20 の上述の基本的プロセスは、切欠き後縁シールドを備えた書込みヘッドを作成するのに適しているが、改善することができる多数の態様がある。特に、ステップ 2012 の CMP 工程は、いくつかの望ましくない結果をもたらすことがある。プロセスの終了を制御することは困難であり、切欠き深さの正確な制御を困難にしている。極端な場合では、ギャップ深さも低減されるか、または損傷を受けて、ヘッドが使用不能になることがある。図 20 の基本的プロセスはまた、許容可能な範囲を超えるウェハ内またはウェハ毎のばらつきを生じさせて、ウェハ内に作成されるダイの歩留まりに影響を及ぼす。プロセス A、B、および C において以下に開示される好ましい実施形態は、これらの欠点の多くに對処して、ウェハ内およびウェハ毎の均一性がより良好であり、かつ歩留まりがより高い、切欠き後縁シールドを製作するためのより信頼性の高い方法を提供する。

【0028】

図 21 は、本発明の好ましい一実施形態による、切欠き後縁シールドを製作するためのプロセス A の概略プロック図である。プロセスステップ 2002 ~ 2010 および 2014 ~ 2018 は、図 20 の基本的プロセスにおいて上述したものと同一である。上述したステップは、新たなステップと區別するため、影を付けて破線で輪郭を囲ったボックス内に置かれる。ステップ 2010 において層 502 を蒸着した後、CMP 停止層 1002 が、磁極構造の上方に位置する「バンプ機構」502' を含むすべての機構の上に、ブランケット層の状態で蒸着される。図 10 は、本発明の一実施形態による、CMP 停止層 1002 を蒸着した後の、薄膜構造 1000 の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。停止層 1002 は、平坦化プロセスをより正確に終了させるためのものであり、アルミナ層 502 に比べて硬い停止層となる。標準的には、 DLC (ダイヤモンド様炭素) が、その極度の硬さと約 2 オングストローム / 分の低い平坦化速度との理由から、停止層として一般に使用される。DLC は、このプロセスにおいて停止層として使用することができるが、「バンプ機構」502' の近傍で欠けたり割れたりすることがあるという脆い性質のため、好ましくない。停止層に適した他の材料としては、Rh、Ru、Cr、および Ta が挙げられる。これらの選択肢のうち、Ta は、約 200 オングストローム / 分の平坦化速度の理由から最も望ましくない。しかしながら、その平坦化速度はアルミナ (3000 オングストローム / 分) の 10 分の 1 未満なので、依然として使用可能ことがある。Rh は最も望ましく、DLC の脆性を持たずに、DLC と同程度に良好な約 2 オングストローム / 分の平坦化速度を有する。Ru および Cr は使用可能であり、Ta よりも良好であるが、Rh 程は良好ではなく、平坦化速度はそれぞれ約 60 および 70 オングストローム / 分である。Rh が停止層 1002 として使用されるとき、層 502 への付着を改善するため、Ta 層が Rh 層の下に使用されてもよい。Rh 停止層の蒸着厚さは、15 ~ 35 nm であることができ、好ましくは約 25 nm である。Ta 層が使用される場合、厚さ 3 ~ 7 nm であることができ、好ましくは約 5 nm である。

【0029】

図 21 のステップ 2104 では、停止層に対する CMP によって構造 1000 が平坦化される。図 11 は、本発明の一実施形態による、図 10 の構造 1000 を平坦化した後の、薄膜構造 1100 の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。「バンプ機構」502' は停止層で覆われているが、表面 504 の表面積に比べて「バンプ機構」の表面積は低減されているため、平坦化は依然として可能である。平坦化プロセスが、「バンプ機構」の表面を覆っている停止層を通り抜けると、プロセスは、表面 504 を覆っている停止層 1002 に達するまで迅速に進行する。その時点で、残りの停止層の大きな表面

10

20

30

40

50

積が平坦化プロセスを有効に終了させる。層 502 を適切な厚さにすることにより、スペーサ層 108' またはギャップ層 110' にほとんどまたは全く影響しないような形で、プロセスを設計することができる。

【0030】

図 21 のステップ 2014 では、構造 1100 にイオンミリングが施されて、残りの停止層 1002 と層 502 の一部分とが除去される。結果として得られる構造 700 は図 7 に示される。イオンミリングの程度によってギャップ深さが決まるが、それは、ステップ 2104 の平坦化プロセスによる影響を受けない。プロセスステップ 2016 および 2018 は、上述したようにプロセスを完了させる。

【0031】

プロセス A の 1 つの不利な点は、「バンプ機構」502' 上に蒸着された停止層を通り抜けて平坦化する必要がある点である。例えば、図 20 の基本的プロセスに比べたとき、停止層の硬さによって「バンプ機構」の平坦化は遅くなる。「バンプ機構」を除いた基板 114 に平行な層 502 の平坦な表面上において、停止層を必要な場所のみに選択的に蒸着することができる場合に、このプロセスの改善が実現されるであろう。これは、本発明のプロセス B およびプロセス C の目的である。

10

【0032】

図 22 は、本発明の好ましい一実施形態による、切欠き後縁シールドを製作するためのプロセス B の概略プロック図である。プロセスステップ 2002 ~ 2010 および 2014 ~ 2018 は、図 20 の基本的プロセスにおいて上述したものと同一である。上述したステップは、新たなステップ 2202 ~ 2210 と区別するため、影を付けて破線で輪郭を囲ったボックス内に置かれる。ステップ 2010 において層 502 を蒸着した後、ステップ 2202 においてプランケットフォトレジスト層 1202 が蒸着される。図 12 は、本発明の一実施形態による、フォトレジスト層 1202 を蒸着した後の、薄膜構造 1200 の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。

20

【0033】

図 22 のステップ 2204 では、フォトレジスト層 1202 が撮像され現像されて、機構 1202' が作られる。図 13 は、本発明の一実施形態による、フォトレジスト層 1202 を撮像し現像した後の、薄膜構造 1300 の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。幅 1302 (W_{pr}) を有するフォトレジスト機構 1202' は、「バンプ機構」502 の全幅 W_{bf} を覆うように設計され、「バンプ機構」のどちらかの側の上における層 502 の平坦な部分上で終わる。「バンプ機構」502' が完全に囲まれている限り、すなわち W_{pr} > W_{bf} である限り、機構 1202' の実際の幅 1302 は重要ではない。

30

【0034】

図 22 のステップ 2206 では、プランケット停止層 1402 が構造 1300 上に蒸着される。図 14 は、本発明の一実施形態による、停止層 1402 を蒸着した後の、薄膜構造 1400 の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。停止層に適した材料としては、R_h、R_u、C_r、および T_a が挙げられる。これらの選択肢のうち、その低い平坦化速度 (上述) の理由から R_h が好ましい。DLC はこのプロセスには適さない。R_u、C_r、および T_a も使用されてもよいが、好ましくない。R_h が停止層 1402 として使用されるとき、層 502 に対する付着を改善するため、R_h 層の下に T_a 層が使用されてもよい。R_h 停止層の蒸着厚さは、15 ~ 35 nm であることができ、好ましくは約 25 nm である。T_a 層が使用される場合、厚さ 3 ~ 7 nm であることができ、好ましくは約 5 nm である。

40

【0035】

図 22 のステップ 2208 では、機構 1202' が除去される。図 15 は、本発明の一実施形態による、フォトレジスト機構 1202' が除去された後の、薄膜構造 1500 の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。機構 1202' と機構 1202' を覆っている停止層 1402 の部分とは、焼成プロセスとフォトレジスト剥離プロセスとの

50

組み合わせによって除去される。「しわ焼成」として知られる焼成ステップにより、フォトレジスト機構 1202' は拡張して、それを覆っている停止層の割れおよび破断を引き起こす。これにより、酸化剥離化学作用（湿式または乾式のどちらか）が、露出したレジストを腐食し、それを「バンプ機構」502' から除去することが可能になる。層 502 の表面 504 に付着した停止層 1402 の部分は影響を受けず、構造 1500 上に残る。

【0036】

図 22 のステップ 2210 では、構造 1500 が CMP によって平坦化される。図 16 は、本発明の一実施形態による、図 15 の構造を平坦化した後の、薄膜構造 1600 の空気軸受面（ABS）を検証する部分断面図である。層 502 のアルミナ材料のみが平坦化されるため、「バンプ機構」502' は、プロセス A よりも速い速度で有効に除去される。停止層 1402 は、その低い平坦化速度の理由から、磁極構造に対する何らかの損傷が実現し得るよりも前に、平坦化プロセスを終了させる。

10

【0037】

図 22 のステップ 2104 では、構造 1600 にイオンミリングが施されて、残りの停止層 1402 および層 502 の一部分が除去される。結果として得られる構造 700 は図 7 に示される。イオンミリングの程度によってギャップ深さが決まり、それは、ステップ 2104 の平坦化プロセスによる影響を受けない。プロセスステップ 2016 および 2018 は、上述したようにプロセスを完了させる。

20

【0038】

図 23 は、本発明の好ましい一実施形態による、切欠き後縁シールドを製作するためのプロセス C の概略ブロック図である。プロセスステップ 2002～2010、2102、2210、および 2014～2018 は、上述したものと同一である。上述したステップは、新たなステップ 2302～2308 と区別するため、影を付けて破線で輪郭を囲ったボックス内に置かれる。プロセス C において、プランケット停止層 1002 は、図 21 のステップ 2102（プロセス A）で行われたように、図 5 の構造 500 上に蒸着される。プロセス A の考察で上述した停止層 1002 の制限および選択は、 DLC を停止層材料として使用することを含めて、ここでも該当する。好ましくはないが、DLC 層がプロセス C で使用されてもよい。

20

【0039】

図 23 のステップ 2302 では、プランケットフォトレジスト層 1702 が停止層 1002 の上に蒸着される。図 17 は、本発明の一実施形態による、フォトレジスト層 1702 を蒸着した後の、薄膜構造 1700 の空気軸受面（ABS）を検証する部分断面図である。

30

【0040】

図 23 のステップ 2304 では、フォトレジスト層 1702 が撮像され現像される。図 18 は、本発明の一実施形態による、フォトレジスト層 1702 を撮像し現像した後の、薄膜構造 1800 の空気軸受面（ABS）を検証する部分断面図である。このステップでは、「バンプ機構」のどちらかの側の層 502 の表面 504 を覆っているフォトレジスト機構 1702' を残して、「バンプ機構」502' を取り囲む幅 W (1802) のチャネルからフォトレジストが除去される。「バンプ機構」502' が完全に露出される（フォトレジストが覆っていない）限り、除去されるフォトレジスト層 1702 の量は重要ではない。層 502 の表面 504 上に停止層の十分な被覆面積があって平坦化を停止する限り、フォトレジストの除去範囲は「バンプ機構」の幅 1802 を超えて延びることができる。すなわち、 $W > W_{b_f}$ である。

40

【0041】

図 23 のステップ 2306 では、前述のステップにおけるフォトレジストの除去によって露出した停止層 1002 が除去される。図 19 は、本発明の一実施形態による、停止層 1002 の一部分を除去した後の、薄膜構造 1900 の空気軸受面（ABS）を検証する部分断面図である。イオンミリングを使用して、Rh、Ru、Cr、および Ta を除去することができる。DLC の特別な場合について、酸化 RIE プロセスを使用することが

50

できる。このプロセスは、残っているフォトレジスト機構 1702' も損傷することがあるが、これは重要ではなく、境界付近のフォトレジストの下にある層 1002 にわずかな程度切込みが入ることは問題ではない。

【0042】

図 23 のステップ 2308 では、残っているフォトレジストが停止層 1002 の表面から除去される。結果として得られる構造は、停止層が 1402 ではなく 1002 と表示されることを除いて、図 15 に示される。ステップ 2210 では、「バンプ機構」は前述のプロセスのように CMP によって平坦化される。CMP プロセスは、単一のステップでフォトレジスト層および「バンプ機構」を除去することができるので、これらの 2 つのステップを組み合わせ、別個のフォトレジスト除去ステップなしに図 19 の構造 1900 を平坦化することも可能である。

10

【0043】

ステップ 2014 ~ 2018 はプロセスを完了させるものであり、上述されている。

【0044】

本発明は、上記に記載された前述の実施形態によって限定されない。正確には、本発明の範囲は、これらの説明を添付の請求項およびそれらの等価物と併せて規定されるものである。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図 1】本発明の一実施形態による、切欠き後縁シールドを備えた垂直書き込みヘッドを作成する前の、プランケット蒸着された薄膜積重ね体の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。

20

【図 2】本発明の一実施形態による、フォトレジスト層 102 を撮像し現像した後の、薄膜構造の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。

【図 3】本発明の一実施形態による、パターニングされた機構 102' を層 106 および 108 に転写した後の、薄膜構造の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。

【図 4】本発明の一実施形態による、イオンミリングを施し磁極構造を形成した後の、薄膜構造の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。

【図 5】本発明の一実施形態による、誘電体層 502 を蒸着した後の、薄膜構造の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。

30

【図 6】本発明の一実施形態による、CMP によって平坦化した後の、薄膜構造の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。

【図 7】本発明の一実施形態による、層 502 にイオンミリングを施した後の、薄膜構造の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。

【図 8】本発明の一実施形態による、層 108' に反応性イオンエッチングを施した後の、薄膜構造の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。

【図 9】本発明の一実施形態による、切欠き後縁シールド 902 を蒸着した後の、薄膜構造の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。

【図 10】本発明の一実施形態による、CMP 停止層 1002 を蒸着した後の、薄膜構造の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。

40

【図 11】本発明の一実施形態による、図 10 の構造を平坦化した後の、薄膜構造の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。

【図 12】本発明の一実施形態による、フォトレジスト層 1202 を蒸着した後の、薄膜構造の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。

【図 13】本発明の一実施形態による、フォトレジスト層 1202 を撮像し現像した後の、薄膜構造の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。

【図 14】本発明の一実施形態による、停止層 1402 を蒸着した後の、薄膜構造の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。

【図 15】本発明の一実施形態による、フォトレジスト機構 1202' が除去された後の、薄膜構造の空気軸受面 (ABS) を検証する部分断面図である。

50

【図16】本発明の一実施形態による、図15の構造を平坦化した後の、薄膜構造1600の空気軸受面(ABS)を検証する部分断面図である。

【図17】本発明の一実施形態による、フォトレジスト層1702を蒸着した後の、薄膜構造の空気軸受面(ABS)を検証する部分断面図である。

【図18】本発明の一実施形態による、フォトレジスト層1702を撮像し現像した後の、薄膜構造の空気軸受面(ABS)を検証する部分断面図である。

【図19】本発明の一実施形態による、停止層1002の一部分を除去した後の、薄膜構造の空気軸受面(ABS)を検証する部分断面図である。

【図20】本発明の一実施形態による、切欠き後縁シールドを製作するための基本的プロセスの概略ブロック図である。

【図21】本発明の一実施形態による、切欠き後縁シールドを製作するためのプロセスAの概略ブロック図である。

【図22】本発明の一実施形態による、切欠き後縁シールドを製作するためのプロセスBの概略ブロック図である。

【図23】本発明の一実施形態による、切欠き後縁シールドを製作するためのプロセスCの概略ブロック図である。

【符号の説明】

【0046】

100...薄膜積重ね体、

102~112...プランケット層、

102'、106'、108'、110'、112'、1202'...機構、

114...基板、

200、300、400、500、600、700、800、900、1000、1200、1300、1400、1700、1800...薄膜構造、

502...誘電体層、

502'...バンプ機構、

504...表面、

902...後縁シールド、

1002...CMP停止層、

1002、1402...プランケット停止層、

1202...フォトレジスト層、

1702...プランケットフォトレジスト層、

1702'...フォトレジスト機構。

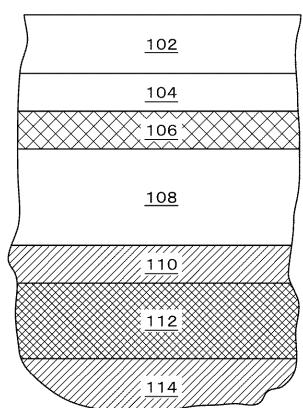
10

20

30

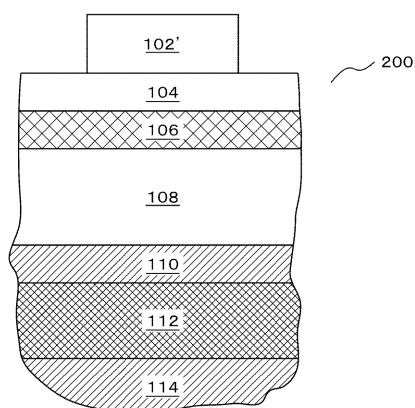
【図1】

図1



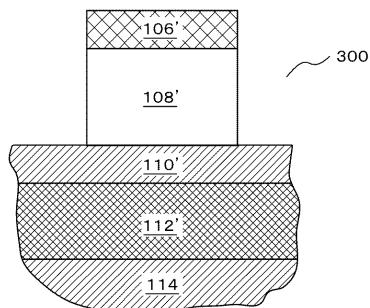
【図2】

図2



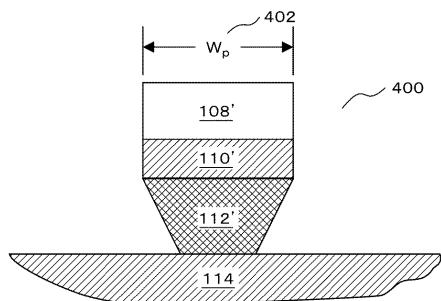
【図3】

図3



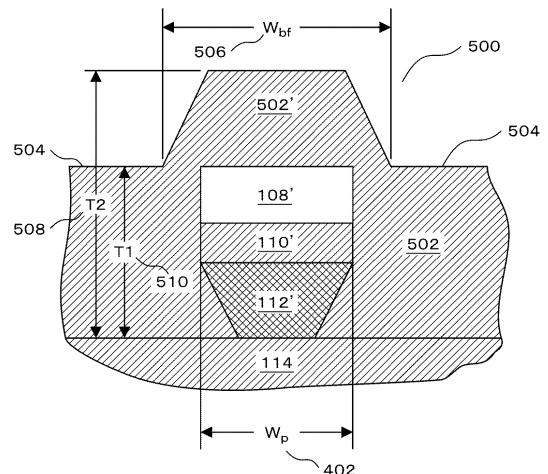
【図4】

図4



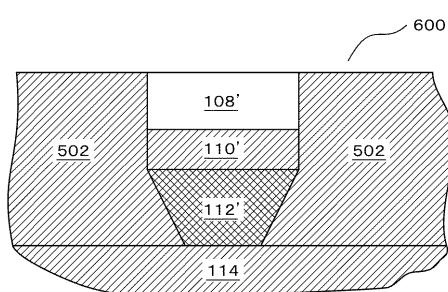
【図5】

図5



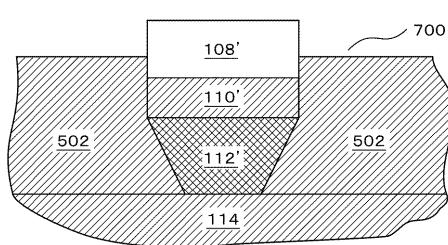
【図 6】

図 6



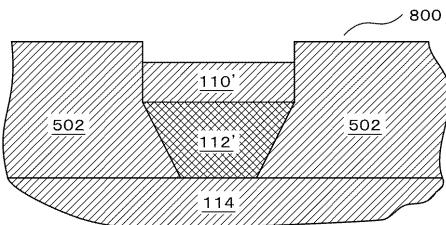
【図 7】

図 7



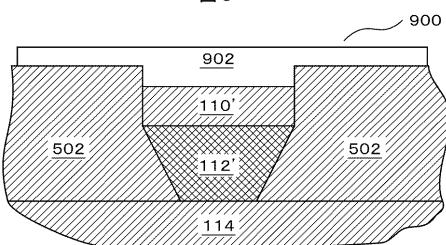
【図 8】

図 8



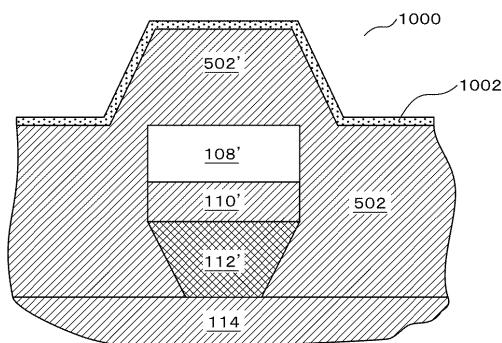
【図 9】

図 9



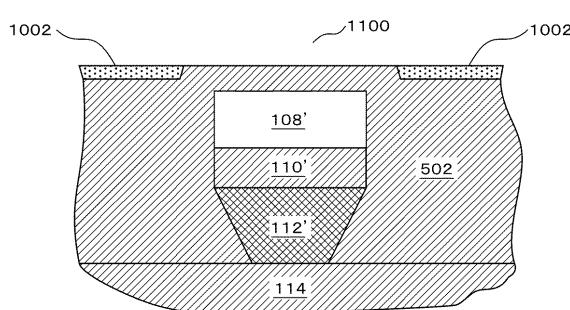
【図 10】

図 10



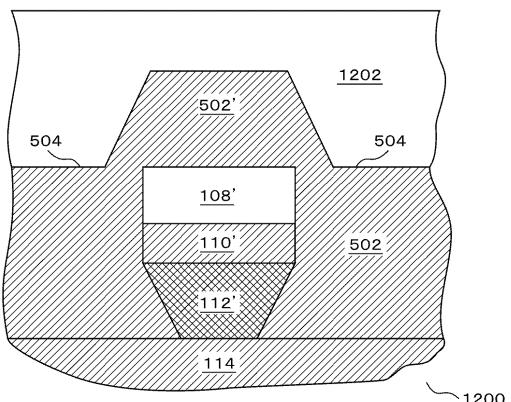
【図 11】

図 11



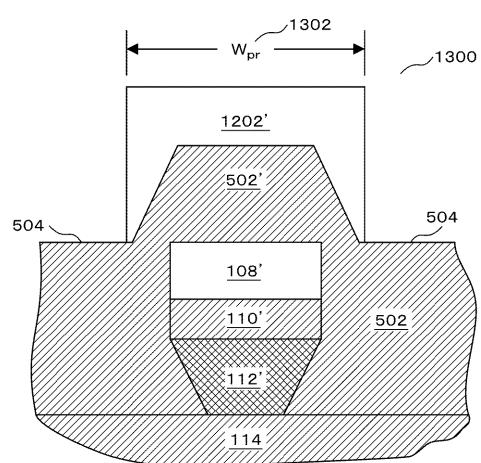
【図 12】

図 12



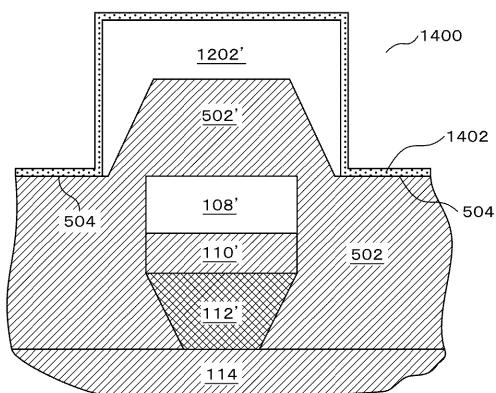
【図 1 3】

図 1 3



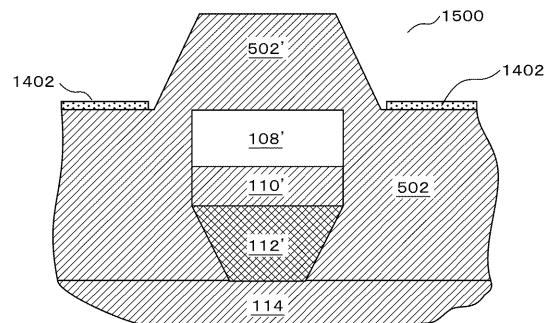
【図 1 4】

図 1 4



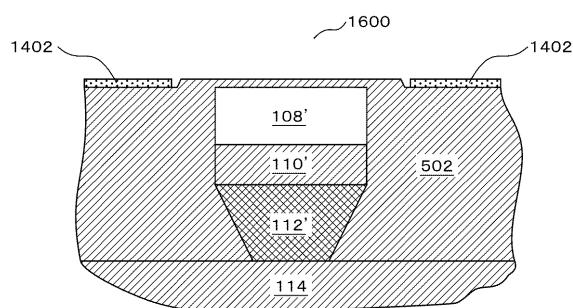
【図 1 5】

図 1 5



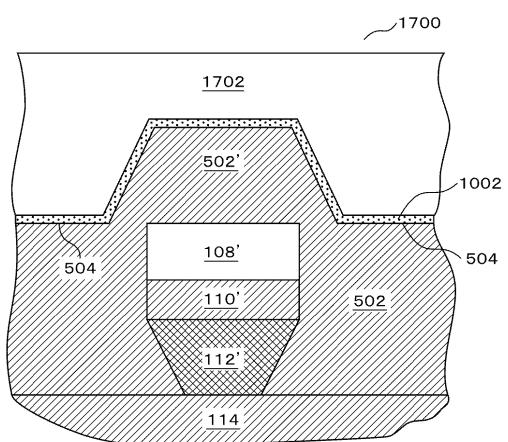
【図 1 6】

図 1 6



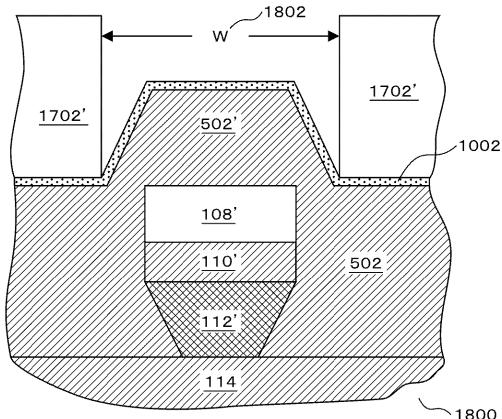
【図 1 7】

図 1 7



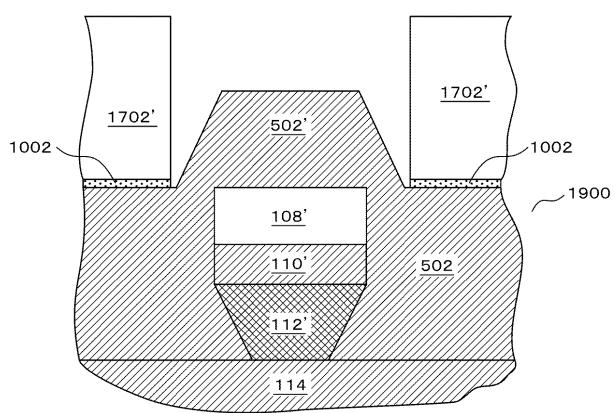
【図18】

図18



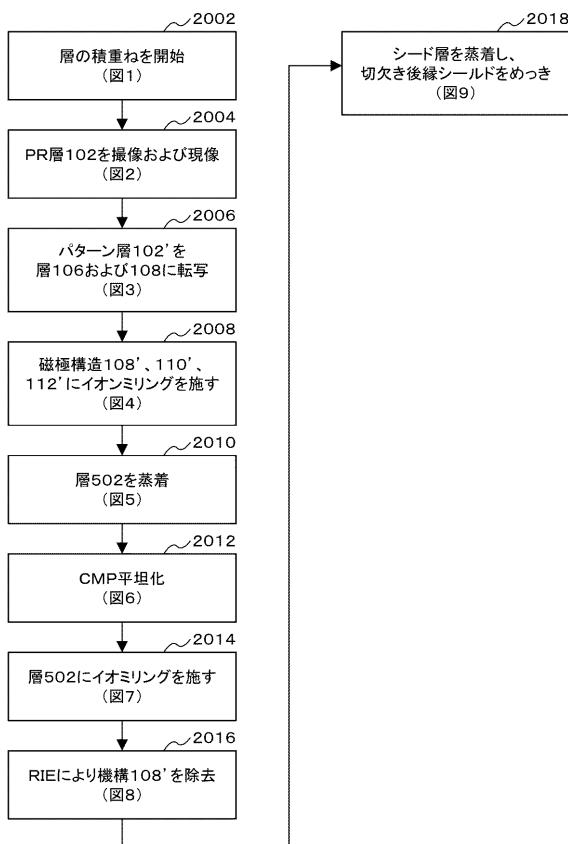
【図19】

図19



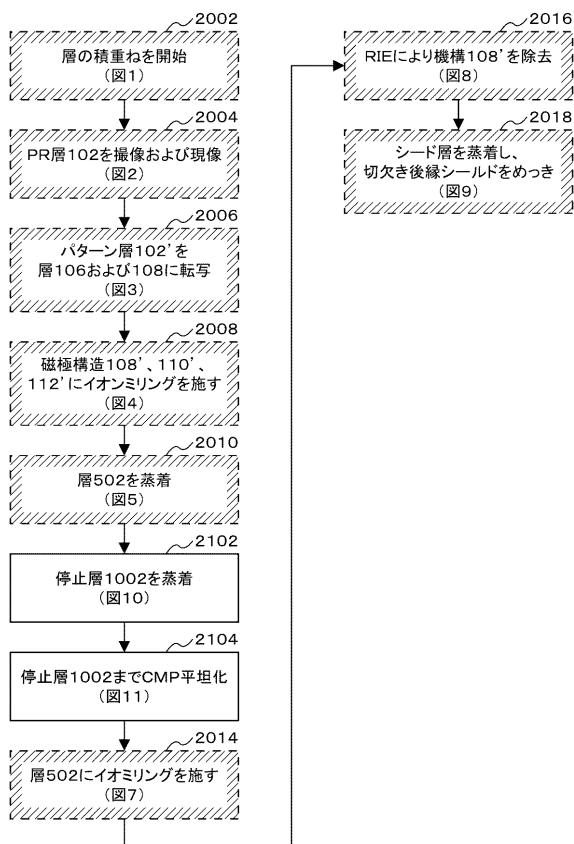
【図20】

図20



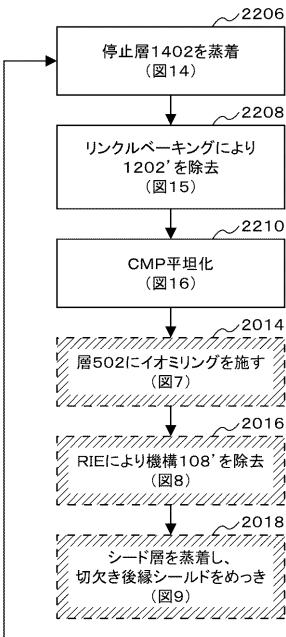
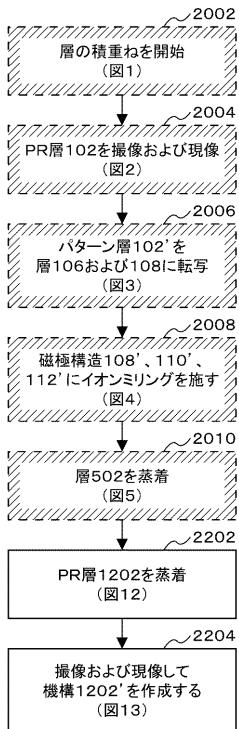
【図21】

図21



【図22】

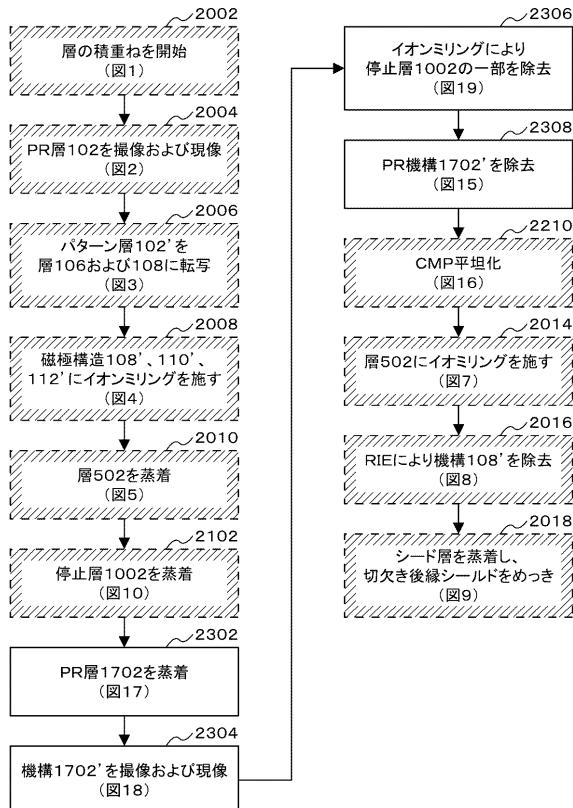
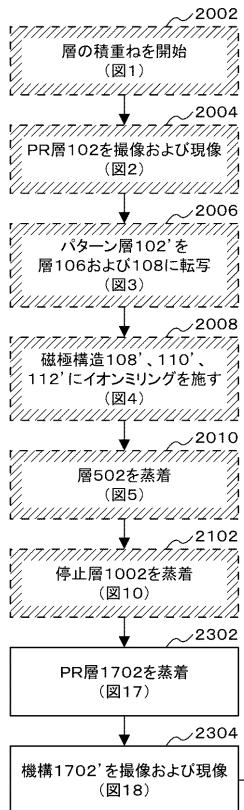
図22



撮像および現像して
機構1202'を作成する
(図13)

【図23】

図23



フロントページの続き

(72)発明者 ハン チン・ガスリー
アメリカ合衆国 95070、カリフォルニア州、サラトガ、シーガル・ウェイ 20422

(72)発明者 イーミン・スー
アメリカ合衆国 94087、カリフォルニア州、サンノゼ、サンニーベール、カレント・ドライブ 933

(72)発明者 ミン・ジアン
アメリカ合衆国 95136、カリフォルニア州、サンノゼ、カレンデュラ・コート 4774

(72)発明者 アーロン・ペンテック
アメリカ合衆国 95120、カリフォルニア州、サンノゼ、コルテデローザ 1437

F ターム(参考) 5D033 AA05 BA12 BA71 BB21 CA05 DA02 DA07 DA31