

(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.	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 5/31 (2006.01)	G 1 1 B 5/31 D	5 D 0 3 3
	G 1 1 B 5/31 Q	
	G 1 1 B 5/31 A	

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
 ズネザールランドビービー
 オランダ国 アムステルダム 1076
 エイズィ パルナスストーリー 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・ベアー
 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
 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込みヘッドの製造方法

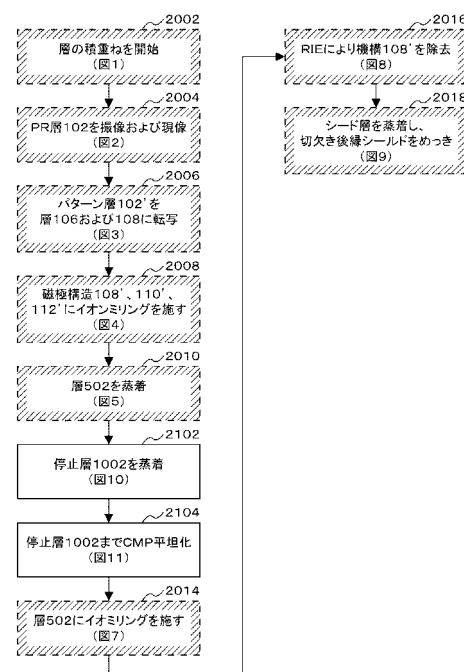
(57) 【要約】

【課題】垂直書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、ブ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21

図21



【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、

10

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、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 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、

20

前記停止層上にフォトリソ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リソ層の部分を除去する工程と、

前記フォトリソ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リソ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リソ層の第 1 の部分を除去する工程と、

30

前記フォトリソ層の前記第 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リソ層の第 2 の部分を除去する工程であって、その際、前記フォトリソ層の前記第 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。

40

【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、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 1 に記載の方法。

【請求項 9】

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 ~ 35 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リソ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リソ層の部分を除去する工程と、

前記フォトリソ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 オングストローム / 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 オングストローム / 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 オングストローム / 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 ~ 35 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 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。

【請求項 2 1】

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 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 2】

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 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 3】

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 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 4】

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 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 5】

前記停止層が本質的に Rh から成る、請求項 2 4 に記載の方法。

【請求項 2 6】

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 2 4 に記載の方法。

【請求項 2 7】

前記停止層が厚さ 15 ~ 35 nm である、請求項 2 0 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、垂直書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、先細の書込み磁極がイオンミ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。垂直書込みヘッドのための切欠き後縁シ

10

20

30

40

50

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。

【 0 0 0 3 】

特許文献 1 は、ウェハ内の垂直書込みヘッドの製作を開示しており、その際、書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、書込みギャップ内に位置することになる材料は、書込み磁極とマスキング材料の間に既に存在する。書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込み磁極との間に挟まれることに留意されたい。

10

【 0 0 0 4 】

特許文献 5 は、主磁極および後縁シールドを含む垂直書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チング（RIE）によって除去されてトレンチをもたらし、後縁シールドは自己整列するようにトレンチ内に蒸着される。

20

【 0 0 0 5 】

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に対処するため、逆の開先形状を備えている。

【 0 0 0 6 】

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込みヘッドを開示している。

【 0 0 0 7 】

特許文献 4 は、垂直磁気記録用の別個の読取りおよび書込みヘッドを備えた磁気変換器を開示している。書込みヘッドは、戻り磁極片から主磁極片に向かって延びて、空気軸受面で書込みギャップを形成した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

【 0 0 0 8 】

特許文献 6 は、磁気読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チ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チングし、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

【 0 0 0 9 】

特許文献 7 は、書込みギャップを制御するとともに、後続く構造を製作する間、書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。

【 0 0 1 0 】

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取り部を含む。

【 0 0 1 1 】

特許文献 9 は、底部強磁性整形層および頂部強磁性ブローブ層を含む、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とブローブ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、ブローブ層は、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、ブローブのスキューによる側面の書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ブローブを有する。

10

【 0 0 1 2 】

【特許文献 1】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 2 6 4 9 3 1 号明細書

【特許文献 2】米国特許出願公開第 2 0 0 6 / 0 0 2 3 3 5 2 号明細書

【特許文献 3】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 1 9 0 4 9 1 号明細書

【特許文献 4】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 0 6 8 6 7 1 号明細書

【特許文献 5】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 2 5 9 3 5 5 号明細書

20

【特許文献 6】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 1 0 2 8 2 0 号明細書

【特許文献 7】米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 0 6 8 6 6 5 号明細書

【特許文献 8】米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 0 1 2 8 9 4 号明細書

【特許文献 9】米国特許第 6 , 7 5 7 , 1 4 1 号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 3 】

本発明の目的は、垂直書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。

【課題を解決するための手段】

30

【 0 0 1 4 】

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 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、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 T 2 が厚さ T 1 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

【 0 0 1 5 】

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 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、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 T 2 が厚さ T 1 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、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。

【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、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。

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込みヘッドを製作する前の、ブランケット蒸着された薄膜積重ね体100の空気軸受面(ABS)を検証する部分断面図である。薄膜積重ね体は、基板114上に蒸着されたブランケット層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、(ABS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であることができる。例えば、組み合わされた読取りおよび書込みヘッド構造を製作するとき、書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リソ層を含む。層 104 および 106 は、フォトリソ層 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、フォトリソ層 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、フォトリソ層 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、フォトリソの機構 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、フォトリソ層 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「バンブ機構」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、「バンブ機構」(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「バンブ機構」502' は除去されなければならない、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。平坦化はバンブ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ないことになり、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。極端な場合には、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対処して、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の概略ブロック図である。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、CMP停止層1002が、磁極構造の上方に位置する「パンプ機構」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、「パンプ機構」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なことがある。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、15~35nmであることができ、好ましくは約25nmである。Ta層が使用される場合、厚さ3~7nmであることができ、好ましくは約5nm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。「パンプ機構」502'は停止層で覆われているが、表面504の表面積に比べて「パンプ機構」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、「パンプ機構」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 5 0 2 を適切な厚さにすることにより、スペーサ層 1 0 8 ' またはギャップ層 1 1 0 ' 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。

【 0 0 3 0 】

図 2 1 のステップ 2 0 1 4 では、構造 1 1 0 0 にイオンミリングが施されて、残りの停止層 1 0 0 2 と層 5 0 2 の一部分とが除去される。結果として得られる構造 7 0 0 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 2 1 0 4 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 2 0 1 6 および 2 0 1 8 は、上述したようにプロセスを完了させる。

【 0 0 3 1 】

プロセス A の 1 つの不利な点は、「バンブ機構」 5 0 2 ' 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 2 0 の基本的プロセスに比べたとき、停止層の硬さによって「バンブ機構」の平坦化は遅くなる。「バンブ機構」を除いた基板 1 1 4 に平行な層 5 0 2 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。

【 0 0 3 2 】

図 2 2 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 の概略ブロック図である。プロセスステップ 2 0 0 2 ~ 2 0 1 0 および 2 0 1 4 ~ 2 0 1 8 は、図 2 0 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 2 2 0 2 ~ 2 2 1 0 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 2 0 1 0 において層 5 0 2 を蒸着した後、ステップ 2 2 0 2 においてブランケットフォトレジスト層 1 2 0 2 が蒸着される。図 1 2 は、本発明の一実施形態による、フォトレジスト層 1 2 0 2 を蒸着した後の、薄膜構造 1 2 0 0 の空気軸受面 (A B S) を検証する部分断面図である。

【 0 0 3 3 】

図 2 2 のステップ 2 2 0 4 では、フォトレジスト層 1 2 0 2 が撮像され現像されて、機構 1 2 0 2 ' が作られる。図 1 3 は、本発明の一実施形態による、フォトレジスト層 1 2 0 2 を撮像し現像した後の、薄膜構造 1 3 0 0 の空気軸受面 (A B S) を検証する部分断面図である。幅 1 3 0 2 (W_{p_r}) を有するフォトレジスト機構 1 2 0 2 ' は、「バンブ機構」 5 0 2 の全幅 W_{b_f} を覆うように設計され、「バンブ機構」のどちらかの側の上における層 5 0 2 の平坦な部分上で終わる。「バンブ機構」 5 0 2 ' が完全に囲まれている限り、すなわち $W_{p_r} > W_{b_f}$ である限り、機構 1 2 0 2 ' の実際の幅 1 3 0 2 は重要ではない。

【 0 0 3 4 】

図 2 2 のステップ 2 2 0 6 では、ブランケット停止層 1 4 0 2 が構造 1 3 0 0 上に蒸着される。図 1 4 は、本発明の一実施形態による、停止層 1 4 0 2 を蒸着した後の、薄膜構造 1 4 0 0 の空気軸受面 (A B S) 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。D L C 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 1 4 0 2 として使用されるとき、層 5 0 2 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、1 5 ~ 3 5 n m であることができ、好ましくは約 2 5 n m である。T a 層が使用される場合、厚さ 3 ~ 7 n m であることができ、好ましくは約 5 n m である。

【 0 0 3 5 】

図 2 2 のステップ 2 2 0 8 では、機構 1 2 0 2 ' が除去される。図 1 5 は、本発明の一実施形態による、フォトレジスト機構 1 2 0 2 ' が除去された後の、薄膜構造 1 5 0 0 の空気軸受面 (A B S) を検証する部分断面図である。機構 1 2 0 2 ' と機構 1 2 0 2 ' を覆っている停止層 1 4 0 2 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

10

20

30

40

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 1 2 0 2' 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「バンブ機構」5 0 2' から除去することが可能になる。層 5 0 2 の表面 5 0 4 に付着した停止層 1 4 0 2 の部分は影響を受けず、構造 1 5 0 0 上に残る。

【0036】

図 2 2 のステップ 2 2 1 0 では、構造 1 5 0 0 が CMP によって平坦化される。図 1 6 は、本発明の一実施形態による、図 1 5 の構造を平坦化した後の、薄膜構造 1 6 0 0 の空気軸受面 (A B S) を検証する部分断面図である。層 5 0 2 のアルミナ材料のみが平坦化されるため、「バンブ機構」5 0 2' 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 1 4 0 2 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。

【0037】

図 2 2 のステップ 2 1 0 4 では、構造 1 6 0 0 にイオンミリングが施されて、残りの停止層 1 4 0 2 および層 5 0 2 の一部分が除去される。結果として得られる構造 7 0 0 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 2 1 0 4 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 2 0 1 6 および 2 0 1 8 は、上述したようにプロセスを完了させる。

【0038】

図 2 3 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 2 0 0 2 ~ 2 0 1 0、2 1 0 2、2 2 1 0、および 2 0 1 4 ~ 2 0 1 8 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 2 3 0 2 ~ 2 3 0 8 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、ブランケット停止層 1 0 0 2 は、図 2 1 のステップ 2 1 0 2 (プロセス A) で行われたように、図 5 の構造 5 0 0 上に蒸着される。プロセス A の考察で上述した停止層 1 0 0 2 の制限および選択は、D L C 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、D L C 層がプロセス C で使用されてもよい。

【0039】

図 2 3 のステップ 2 3 0 2 では、ブランケットフォトレジスト層 1 7 0 2 が停止層 1 0 0 2 の上に蒸着される。図 1 7 は、本発明の一実施形態による、フォトレジスト層 1 7 0 2 を蒸着した後の、薄膜構造 1 7 0 0 の空気軸受面 (A B S) を検証する部分断面図である。

【0040】

図 2 3 のステップ 2 3 0 4 では、フォトレジスト層 1 7 0 2 が撮像され現像される。図 1 8 は、本発明の一実施形態による、フォトレジスト層 1 7 0 2 を撮像し現像した後の、薄膜構造 1 8 0 0 の空気軸受面 (A B S) を検証する部分断面図である。このステップでは、「バンブ機構」のどちらかの側の層 5 0 2 の表面 5 0 4 を覆っているフォトレジスト機構 1 7 0 2' を残して、「バンブ機構」5 0 2' を取り囲む幅 W (1 8 0 2) のチャネルからフォトレジストが除去される。「バンブ機構」5 0 2' 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 1 7 0 2 の量は重要ではない。層 5 0 2 の表面 5 0 4 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「バンブ機構」の幅 1 8 0 2 を超えて延びることができる。すなわち、 $W > W_{b, f}$ である。

【0041】

図 2 3 のステップ 2 3 0 6 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 1 0 0 2 が除去される。図 1 9 は、本発明の一実施形態による、停止層 1 0 0 2 の一部分を除去した後の、薄膜構造 1 9 0 0 の空気軸受面 (A B S) 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、R h、R u、C r、および T a を除去することができる。D L C の特別な場合については、酸化 R I E プロセスを使用することが

10

20

30

40

50

できる。このプロセスは、残っているフォトリソ機構 1702' も損傷することがあるが、これは重要ではなく、境界付近のフォトリソの下にある層 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、残っているフォトリソが停止層 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、「パンプ機構」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リソ層および「パンプ機構」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、別個のフォトリソ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込みヘッドを製作する前の、ブ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、フォトリソ層 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、パターンニングされた機構 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、フォトリソ層 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、フォトリソ層 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、フォトリソ機構 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 1 6】本発明の一実施形態による、図 1 5 の構造を平坦化した後の、薄膜構造 1 6 0 0 の空気軸受面 (A B S) を検証する部分断面図である。

【図 1 7】本発明の一実施形態による、フォトレジスト層 1 7 0 2 を蒸着した後の、薄膜構造の空気軸受面 (A B S) を検証する部分断面図である。

【図 1 8】本発明の一実施形態による、フォトレジスト層 1 7 0 2 を撮像し現像した後の、薄膜構造の空気軸受面 (A B S) を検証する部分断面図である。

【図 1 9】本発明の一実施形態による、停止層 1 0 0 2 の一部分を除去した後の、薄膜構造の空気軸受面 (A B S) を検証する部分断面図である。

【図 2 0】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 2 1】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 2 2】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 2 3】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】

【 0 0 4 6 】

1 0 0 ... 薄膜積重ね体、

1 0 2 ~ 1 1 2 ... ブランケット層、

1 0 2 '、1 0 6 '、1 0 8 '、1 1 0 '、1 1 2 '、1 2 0 2 ' ... 機構、

1 1 4 ... 基板、

2 0 0、3 0 0、4 0 0、5 0 0、6 0 0、7 0 0、8 0 0、9 0 0、1 0 0 0、1 2 0

0、1 3 0 0、1 4 0 0、1 7 0 0、1 8 0 0 ... 薄膜構造、

5 0 2 ... 誘電体層、

5 0 2 ' ... バンプ機構、

5 0 4 ... 表面、

9 0 2 ... 後縁シールド、

1 0 0 2 ... C M P 停止層、

1 0 0 2、1 4 0 2 ... ブランケット停止層、

1 2 0 2 ... フォトレジスト層、

1 7 0 2 ... ブランケットフォトレジスト層、

1 7 0 2 ' ... フォトレジスト機構。

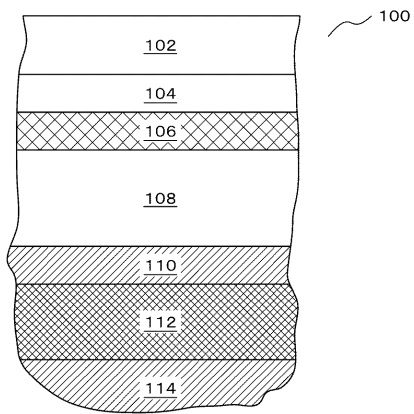
10

20

30

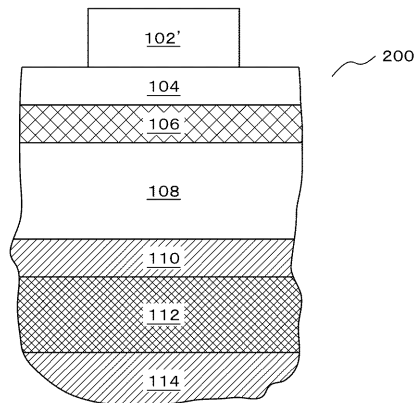
【 図 1 】

図 1



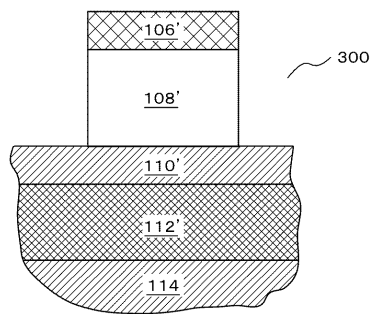
【 図 2 】

図 2



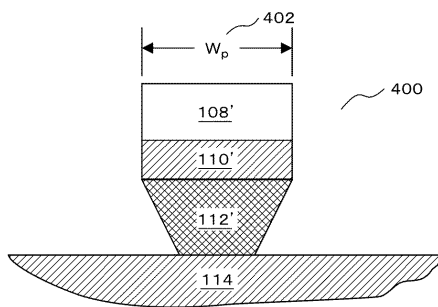
【 図 3 】

図 3



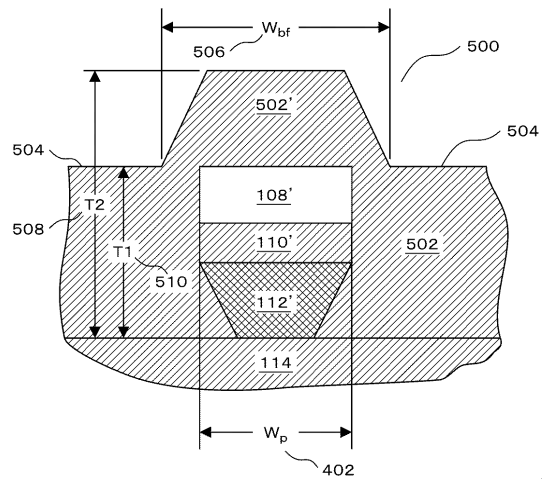
【 図 4 】

図 4



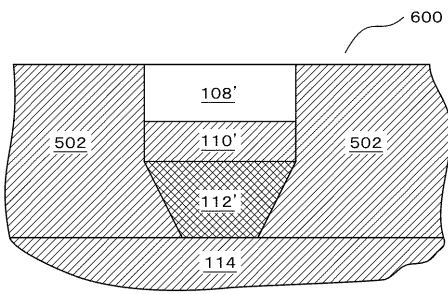
【 図 5 】

図 5



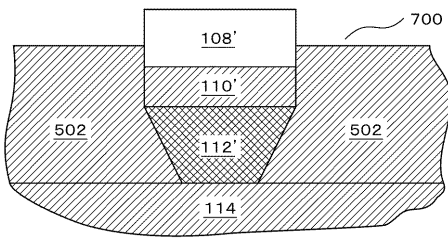
【図 6】

図 6



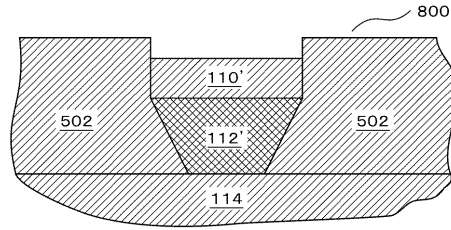
【図 7】

図 7



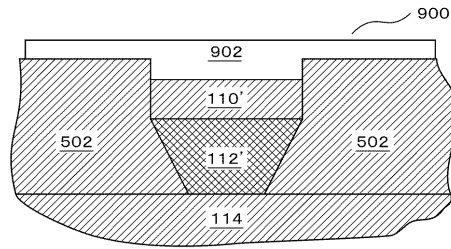
【図 8】

図 8



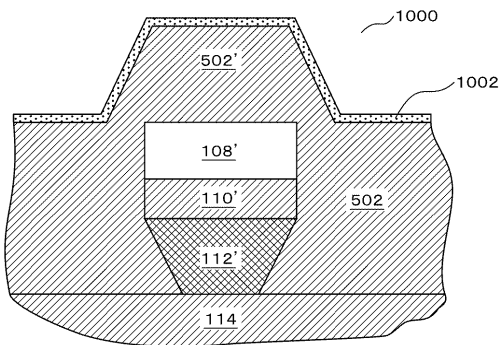
【図 9】

図 9



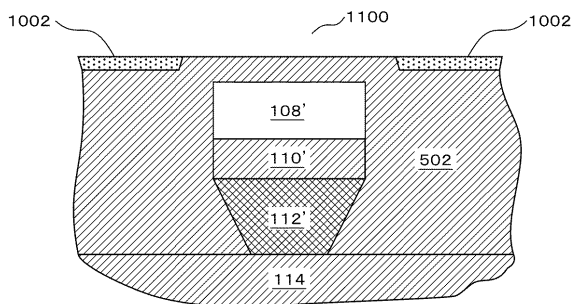
【図 10】

図 10



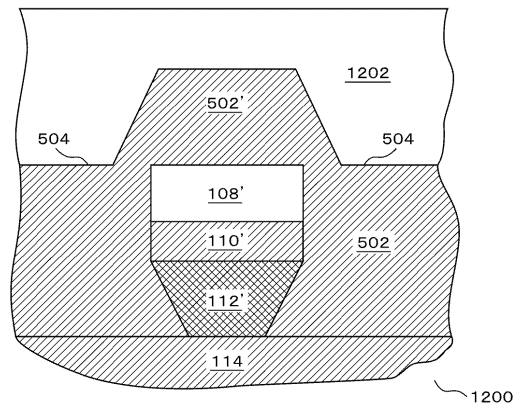
【図 11】

図 11



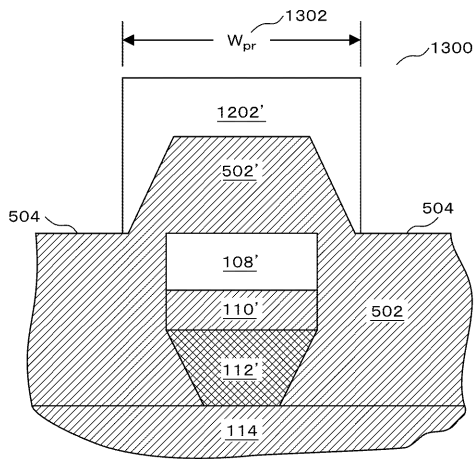
【図 12】

図 12



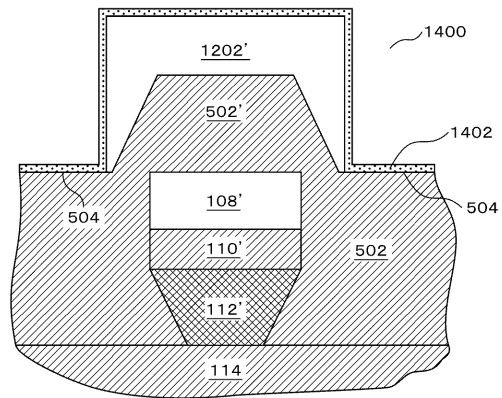
【図 13】

図 13



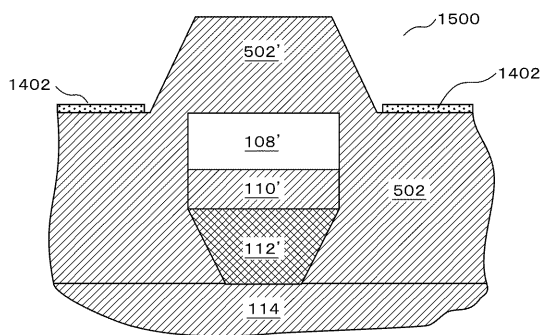
【図 14】

図 14



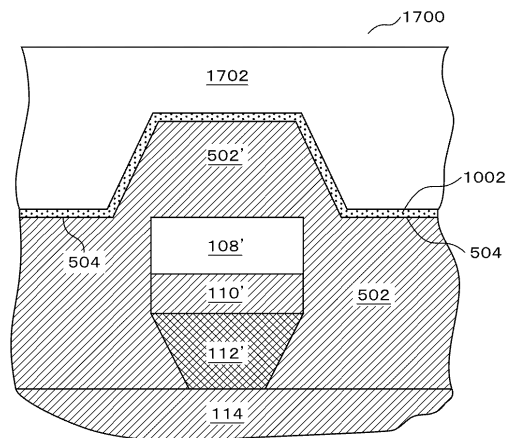
【図 15】

図 15



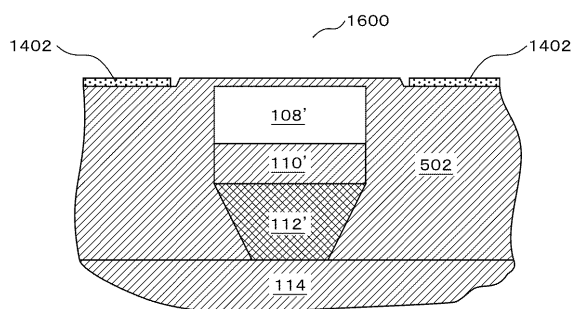
【図 17】

図 17



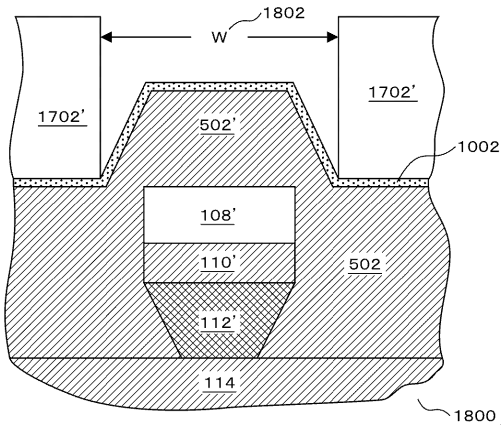
【図 16】

図 16



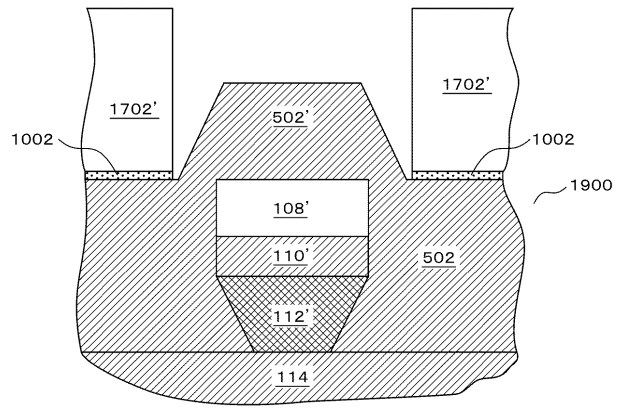
【図 18】

図 18



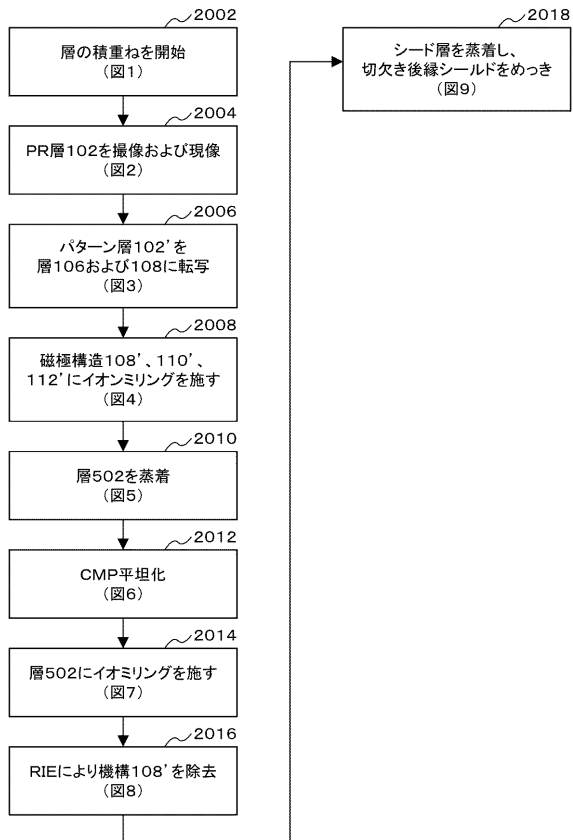
【図 19】

図 19



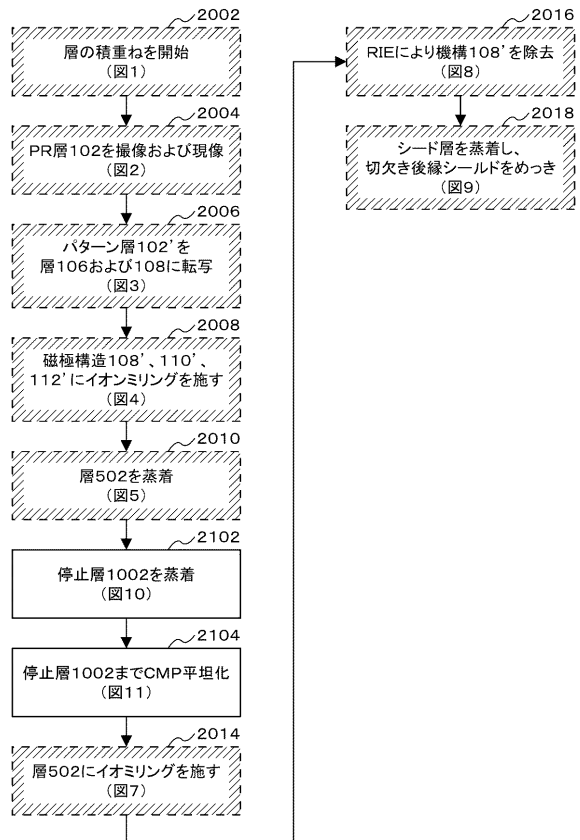
【図 20】

図 20



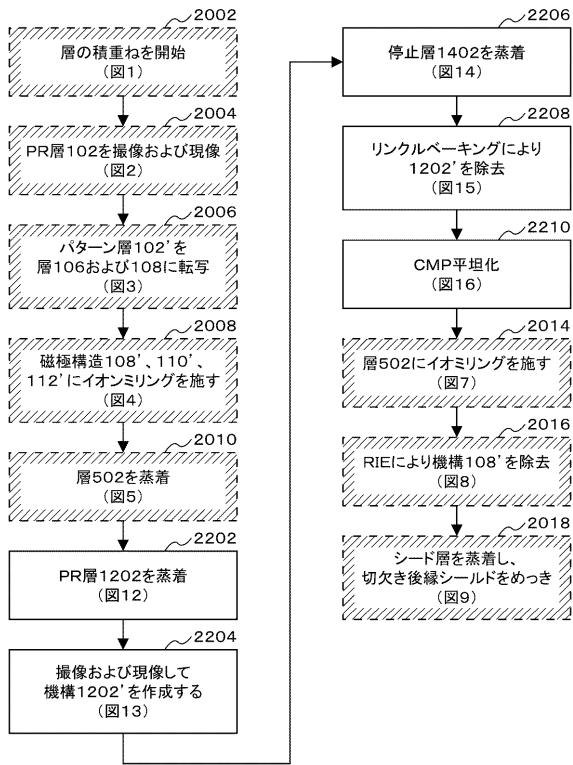
【図 21】

図 21



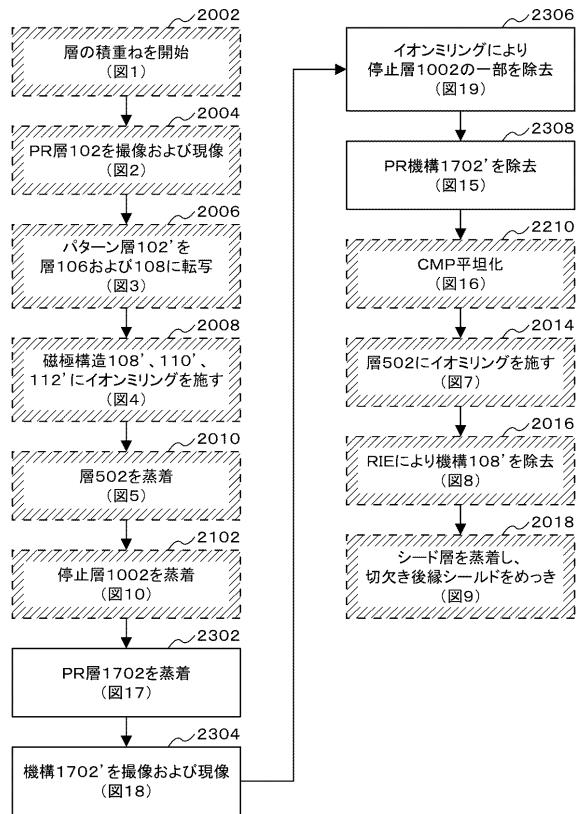
【図 2 2】

図 2 2



【図 2 3】

図 2 3



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 9 5 0 7 0、カリフォルニア州、サラトガ、シーガル・ウェイ 2 0 4 2 2

(72)発明者 イーミン・スー

アメリカ合衆国 9 4 0 8 7、カリフォルニア州、サニーベール、チェハリス・ドライブ 9 3 3

(72)発明者 ミン・ジアン

アメリカ合衆国 9 5 1 3 6、カリフォルニア州、サンノゼ、カレンデュラ・コート 4 7 7 4

(72)発明者 アーロン・ペンテック

アメリカ合衆国 9 5 1 2 0、カリフォルニア州、サンノゼ、コルテデローザ 1 4 3 7

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