

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6363470号
(P6363470)

(45) 発行日 平成30年7月25日(2018.7.25)

(24) 登録日 平成30年7月6日(2018.7.6)

(51) Int.Cl.

F 1

G 11 B 5/84 (2006.01)
H 01 L 21/027 (2006.01)
B 29 C 33/12 (2006.01)

G 11 B 5/84 Z
H 01 L 21/30 502 D
B 29 C 33/12

請求項の数 5 外国語出願 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2014-221591 (P2014-221591)
(22) 出願日 平成26年10月30日 (2014.10.30)
(65) 公開番号 特開2015-88216 (P2015-88216A)
(43) 公開日 平成27年5月7日 (2015.5.7)
審査請求日 平成29年5月17日 (2017.5.17)
(31) 優先権主張番号 14/068,050
(32) 優先日 平成25年10月31日 (2013.10.31)
(33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 500373758
シーゲイト テクノロジー エルエルシー
Seagate Technology
LLC
アメリカ合衆国、95014 カリフォルニア州、クパチーノ、サウス・ディ・アンザ
・ブルバード、10200
10200 South De Anza
Blvd Cupertino CA
95014 United States
of America
(74) 代理人 110001195
特許業務法人深見特許事務所

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】位置合わせマークを含むビットパターン媒体テンプレートを用いる方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板に少なくとも1つの基板位置合わせマークおよび少なくとも1つのリソグラフィ位置合わせマークを形成するステップと、

前記基板上にシード層を形成するステップと、

前記シード層にガイドパターンおよび少なくとも1つのガイドパターン位置合わせマークを形成するステップとを含み、前記少なくとも1つのガイドパターン位置合わせマークは前記少なくとも1つの基板位置合わせマーク上に形成され、さらに、

前記少なくとも1つの基板位置合わせマークに対する前記少なくとも1つのガイドパターン位置合わせマークの位置合わせ誤差を決定するステップと、

前記基板の少なくとも1つの領域上にフィーチャをパターニングするステップとを含み、前記フィーチャは、前記少なくとも1つのリソグラフィ位置合わせマークおよび前記位置合わせ誤差に基づいて、前記基板上に位置決めされる、方法。

【請求項 2】

前記位置合わせ誤差を決定するステップは、

前記基板と実質的に平行な面内にあるx方向における、前記少なくとも1つの基板位置合わせマークの中心と前記少なくとも1つのガイドパターン位置合わせマークの中心との間の距離を測定するステップと、

前記x方向を実質的に横断しつつ前記x方向と同じ面内にあるy方向における、前記少なくとも1つの基板位置合わせマークの前記中心と前記少なくとも1つのガイドパターン

10

20

位置合わせマークの前記中心との間の距離を測定するステップと、

前記少なくとも1つの基板位置合わせマークと前記少なくとも1つのガイドパターン位置合わせマークとの間の回転角を測定するステップとを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記基板に前記少なくとも1つの基板位置合わせマークおよび前記少なくとも1つのリソグラフィ位置合わせマークを形成するステップは、前記基板に前記少なくとも1つの基板位置合わせマークおよび前記少なくとも1つのリソグラフィ位置合わせマークをエッチングするステップを含む、請求項1または請求項2に記載の方法。

【請求項4】

前記ガイドパターンおよび前記少なくとも1つのガイドパターン位置合わせマークを形成するステップは、前記基板に前記ガイドパターンおよび前記少なくとも1つのガイドパターン位置合わせマークをインプリントするステップを含む、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の方法。 10

【請求項5】

前記基板の前記少なくとも1つの領域上に前記フィーチャをパターニングするステップは、

プロックコポリマー(BCP)材料を前記ガイドパターン上に配置するステップと、

前記配置されたBCPをアニールするステップと、

前記アニールされたBCPの少なくとも一部を除去して、前記基板の前記少なくとも1つの領域上に前記フィーチャを形成するステップとを含む、請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の方法。 20

【発明の詳細な説明】

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0001】

概要

一般に、この開示は、少なくとも1つの位置合わせマークを含むビットパターン媒体(BPM)テンプレート、およびそのようなテンプレートを利用する方法のさまざまな実施の形態を与える。

【0002】

1つの局面では、この開示は、基板において少なくとも1つの基板位置合わせマークおよび少なくとも1つのリソグラフィ位置合わせマークを形成するステップと、基板上にシード層を形成するステップと、シード層においてガイドパターンおよび少なくとも1つのガイドパターン位置合わせマークを形成するステップとを含み、少なくとも1つのガイドパターン位置合わせマークは少なくとも1つの基板位置合わせマーク上に形成される方法を与える。方法は、少なくとも1つの基板位置合わせマークに対する少なくとも1つのガイドパターン位置合わせマークの位置合わせ誤差を決定するステップと、基板の少なくとも1つの領域上にフィーチャをパターニングするステップとをさらに含み、フィーチャは、少なくとも1つのリソグラフィ位置合わせマークおよび位置合わせ誤差に基づいて、基板上に位置決めされる。 40

【0003】

別の局面では、この開示は、基板を含むビットパターン媒体(BPM)テンプレートを提供する。基板は少なくとも1つの基板位置合わせマークおよび少なくとも1つのリソグラフィ位置合わせマークを含む。

【0004】

この開示のこれらおよび他の局面は以下の詳細な記載から明らかになる。しかしながら、どのような場合においても、上記の概要は主張される主題上に対する限定として解釈されるべきではなく、その主題は、手続中において補正されるかもしれないとおりの、特許請求の範囲によってのみ規定される。

【0005】

10

20

30

40

50

図面の簡単な記載

明細書の全体にわたって、同様の参照番号は同様の要素を指定する添付の図面が言及される。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】少なくとも1つの基板位置合わせマークを含むビットパターン媒体テンプレートの1つの実施の形態の概略平面図である。

【図2】少なくとも1つのガイドパターン位置合わせマークを含むガイドパターンテンプレートの1つの実施の形態の概略平面図である。

【図3】(A)は、第1の副尺を含む基板位置合わせマークの1つの実施の形態の顕微鏡写真の図であり、(B)は、第2の副尺を含む基板位置合わせマークの1つの実施の形態の顕微鏡写真の図である。 10

【図4】(A)は、第1の副尺を含むガイドパターン位置合わせマークの1つの実施の形態の顕微鏡写真の図であり、(B)は、第2の副尺を含むガイドパターン位置合わせマークの1つの実施の形態の顕微鏡写真の図である。

【図5】基板位置合わせマーク上に形成されるガイドパターン位置合わせマークの概略図である。

【図6】(A)および(B)は、図3(A)の第1の副尺上に形成される図4(A)の第1の副尺の顕微鏡写真の図である。

【図7】(A)～(F)は、ビットパターン媒体テンプレートを形成する方法の概略的な断面図である。 20

【発明を実施するための形態】

【0007】

詳細な記載

以下の記載では、その一部をなし、いくつかの具体的な実施の形態を例示的に示す、添付の図面の組を参照する。他の実施の形態が企図され、それらはこの開示の範囲または精神から逸脱せずに形成されてもよいことが理解される。以下の詳細な記載はしたがって、限定的な意味においてとられるべきではない。

【0008】

他の態様で示されなければ、明細書および特許請求の範囲において用いられる特徴サイズ、量、および物性を表現するすべての数値は、すべての場合において「約」という語によって修飾されると理解される。したがって、それと反対に示されなければ、前述の明細書および特許請求の範囲において述べられる数値的なパラメータは、ここに開示される教示を利用する当業者によって得られるよう求められる特性に依存して変動し得る近似である。 30

【0009】

終了点による数値範囲の記載は、その範囲内に包摂されるすべての数(たとえば、1～5は、1、1.5、2、2.75、3、3.80、4および5を含む)およびその範囲内の任意の範囲内に包摂されるすべての数を含む。

【0010】

この明細書および特許請求の範囲において用いられるように、単数形「a(ある)」、「a n(ある)」および「t h e(その、該)」は、その内容が明確に他の態様で指示しなければ、複数の指示物を有する実施の形態を包含する。この明細書および特許請求の範囲において用いられるように、「または」という語は、その内容が明確に他の態様で指示しなければ、一般的に、「および/または」を含むその意味において用いられる。 40

【0011】

「含む」、「含んでいる」または同様の語は、包含するが限定されない、すなわち、含み、および排他的でないことを意味する。「頂部」および「底部」(または「上側」および「下側」のような他の語)は、相対的な記載のために厳密に利用され、記載される要素が位置する物の任意の全体的な向きを意味しないことに注意すべきである。 50

【 0 0 1 2 】

一般に、この開示は、少なくとも1つの位置合わせマークを含むビットパターン媒体（BPM）テンプレート、およびそのようなテンプレートを利用する方法のさまざまな実施の形態を与える。

【 0 0 1 3 】

ビットパターン媒体（BPM）は、高密度ディスクドライブ（HDD）における垂直磁気記録（PMR）技術を拡大するために、いくつかの鍵となる解決策の1つとして磁気記録業界によって広範囲に探究されてきた。典型的なBPM媒体は、2つの繰り返すゾーン、つまりデータゾーンおよびサーボゾーンからなる。データゾーンは、データビットを保存するために均質のドットを含むことができる。サーボゾーンは、データゾーンにおける情報の位置およびアドレスを記述するためにさまざまなパターンを伴うドットを含むことができる。サーボゾーンでは、ドットは、それぞれのデータゾーンについて、ヘッド位置、タイミング、およびトラッキング追従情報のような情報をエンコードするために、さまざまなパターンおよび間に配置することができる。10

【 0 0 1 4 】

BPMの記憶容量は、磁気アイランドの密度、または媒体基板表面上の「ビット」に依存する。高密度パターン媒体を達成するための現在の工程は、インプリントモールド製造、ナノインプリント、および磁気ドットへのパターン転写などを含む。

【 0 0 1 5 】

自己組織化ブロックコポリマー（BCP）は、高密度リソグラフィビットパターニング能力を可能にし得、BPMテンプレート製造のための有望な材料である。誘導自己組織化（DSA）は、「トップダウン」リソグラフィ（あらかじめ登録されたパターン）およびブロックコポリマーのような「ボトムアップ」自己組織化材料を組合わせる。誘導自己組織化は超高密度で均質なパターンを生成することができる。20

【 0 0 1 6 】

さまざまなオーバレイプロセスを用いて、BPMテンプレートのデータゾーンおよびサーボゾーンの両方をパターニングすることができる。オーバレイプロセスは、典型的には2つ以上のテンプレートパターンの組を用い、それらは、たとえば、基板の全表面を覆い、さらにここに記載されるような位置合わせ機構および位置合わせマーク設定を用いて、個別の複数のセクションに分割される。この位置合わせ機構および位置合わせマーク設定は、複数のセクションが分割された整合点を特定するために用いられる。これらの位置合わせ機構は、元の分割されていない状態位置に対して各セクションを正確に位置決めするようにこれらの点の整列を可能にすることができる。30

【 0 0 1 7 】

ここに記載されるようなさまざまなオーバレイプロセスは第1の保護層および第2の保護層を含むことができる。第1の保護層は、サーボゾーン上に整列させることができ、サーボゾーンにおいてインプリントされたパターンを保護するように用いられる。第1の保護層によって、サーボゾーンパターンのあるプロセス中において保護し、保護されていないデータゾーンを異なる面積密度でパターニングする。次いで、第1の保護層は除去され、第2の保護層がデータゾーンに配置される。第2の保護層によって、データゾーンパターンのあるプロセス中において保護し、保護されていないサーボゾーンを異なる面積密度でパターニングする。40

【 0 0 1 8 】

典型的なオーバレイプロセス、たとえばミックスアンドマッチリソグラフィでは、コンタクトプリンタを用いて、データゾーンフィーチャおよびサーボゾーンフィーチャを基板に形成することができる。しかしながら、そのようなコンタクトプリンタは、典型的には1~2ミクロンの位置合わせ誤差を呈する。コンタクトプリンタを用いる代りに、これらのフィーチャのリソグラフィパターニングを、直接基板にフィーチャを書込む好適なX-Yレーザまたは電子ビームシステムを用いて実行することができる。そのようなシステムは、いくつかの実施の形態では、誤差が50nm未満であり得る。しかしながら、これら50

のシステムは、基板において極めて深いオーバレイ位置合わせマークしか見ることができない。たとえば、100KeVの電子ビームシステムは、少なくとも500nmの深さの位置合わせマークしか見ることができないかもしれない。

【0019】

典型的なBCP-DSAプロセスでは、ガイドパターンテンプレートが基板上のシード層にインプリントされ得る。シード層内にインプリントされるいかなるフィーチャおよび位置合わせマークも、シード層が典型的には極めて薄いので、いくつかの実施の形態では深さにおいて60nmを超えることはできない。したがって、これらの位置合わせマークは浅すぎて、電子ビームリソグラフィシステムで読取ることはできないであろう。インプリントされたガイドパターンが、基板上に形成されたインプリント位置合わせマークと整列しない場合、装置は、基板に形成された、より深いリソグラフィ位置合わせマークしか見ることができないので、電子ビームシステムは、ガイドパターンと整列されないフィーチャをパターニングすることになる。10

【0020】

この開示のいくつかの実施の形態では、少なくとも1つの基板位置合わせマークが基板に形成される。少なくとも1つのリソグラフィ位置合わせマークも基板に形成される。基板上にシード層が形成された後、ガイドパターンおよび少なくとも1つのガイドパターン位置合わせマークがシード層に形成され、少なくとも1つのガイドパターン位置合わせマークは少なくとも1つの基板位置合わせマーク上に形成される。少なくとも1つの基板位置合わせマークに対する少なくとも1つのガイドパターン位置合わせマークの位置合わせ誤差を決定し、この位置合わせ誤差を後のリソグラフィの処理において用いて、フィーチャのパターニングを、シード層にインプリントされたガイドパターンに、適切に整列させることができる。たとえば、いくつかの実施の形態では、レーザまたは電子ビームX-Y直接書き込みシステムによって、位置合わせ誤差と基板に形成されたリソグラフィ位置合わせマークとに基づいて、ガイドパターン上に形成されたオーバレイを露光することができる。20

【0021】

任意の好適なテンプレートを用いてBPMを形成することができる。たとえば、図1は、ビットパターン媒体テンプレート10の1つの実施の形態の概略的な平面図である。ビットパターン媒体テンプレート10は基板12および少なくとも1つの基板位置合わせマーク14を含む。テンプレート10は、さらに、少なくとも1つのリソグラフィ位置合わせマーク16を含む。30

【0022】

基板12は任意の好適な材料を含むことができる。いくつかの実施の形態では、基板12は石英およびシリコンなどを含むことができる。いくつかの実施の形態では、基板12は、さらにここに記載されるようにブロックコポリマープロセスに用いることができる任意の好適な材料を含むことができる。

【0023】

いくつかの実施の形態では、オプションの薄膜層（図示せず）を基板12上に形成して、ハードマスクを与えることができる。任意の好適な材料を利用して、ハードマスク、たとえばクロム薄膜層、シリコン薄膜層、カーボン薄膜層、および同様の導電性薄膜層、半導体薄膜層、または絶縁性薄膜層を基板12上に形成することができる。40

【0024】

図1に示されるように、少なくとも1つの基板位置合わせマーク14を基板12に形成する。図1のテンプレート10は4つの基板位置合わせマーク14を含んでいるが、任意の好適な数の基板位置合わせマーク14を基板12に形成することができる。位置合わせマーク14は基板12の任意の好適な領域または部分に形成することができる。たとえば、図1に示されるように、位置合わせマーク14は基板12の中央領域に近くに形成される。他の実施の形態では、位置合わせマーク14は基板12の外側領域に近くに形成することができる。50

【0025】

任意の好適な技術を用いて位置合わせマーク14を形成することができる。いくつかの実施の形態では、位置合わせマーク14は、任意の好適なエッティング技術、たとえば反応性イオンエッティング、イオンビームエッティングなどを用いて、基板12にエッティングすることができる。いくつかの実施の形態では、フォトレジスト層が基板12上に形成され、マスクを用いて、フォトレジストに位置合わせマーク14をパターニングする。次いで、位置合わせマーク14が基板12にエッティングされる。次いで、フォトレジストが基板12の表面から除去される。

【0026】

ここに記載されるリソグラフィの技術が位置合わせマーク14を検出することができるよう、位置合わせマーク14は基板12に任意の好適な深さで形成することができる。いくつかの実施の形態では、位置合わせマーク14は、少なくとも100nm、少なくとも200nm、少なくとも300nm、少なくとも400nm、少なくとも500nmの深さで基板12に形成される。他の実施の形態では、位置合わせマークは1000nmを超えない深さで基板に形成される。

10

【0027】

いくつかの実施の形態では、位置合わせマーク14は基板12の中ではなく、基板12の上に形成される。任意の好適な技術を用いて、位置合わせマーク14を基板上に形成することができる。そのような実施の形態では、位置合わせマーク14は、好適なリソグラフィプロセス、たとえばリフトオフ、蒸着などを用いて検知できる材料を用いて形成することができる。

20

【0028】

位置合わせマーク14は任意の好適な形状を含むことができる。いくつかの実施の形態では、位置合わせマーク14は、任意の好適な多角形形状、たとえば正方形、矩形などをとることができる。他の実施の形態では、位置合わせマーク14は十字の形状をとることができる。いくつかの実施の形態では、さらにここに記載されるように、位置合わせマーク14は1つ以上の副尺を含むことができる。

【0029】

位置合わせマーク14は単一のマークまたは2つ以上のマークの組合せを含むことができる。たとえばいくつかの実施の形態では、各位置合わせマーク14は、さらにここに記載されるように、基板12の中心から基板の縁部まで径方向の線と整列するマーク、およびこの径方向の線を横断するマークを含むことができる。

30

【0030】

さらに、位置合わせマーク14は、任意の好適なリソグラフィプロセスを用いてそれらを観察または検出することができるよう、任意の好適なサイズおよび寸法であり得る。いくつかの実施の形態では、複数の位置合わせマーク14はサイズが等しい。他の実施の形態では、1つ以上の位置合わせマーク14は他の位置合わせマークとは異なるサイズである。

【0031】

位置合わせマーク14に加えて、少なくとも1つのリソグラフィ位置合わせマーク16を基板12上に、またはその基板中に形成することができる。任意の好適な技術、たとえば基板位置合わせマーク14を形成するために用いられる技術と同じ技術を用いて、少なくとも1つのリソグラフィ位置合わせマーク16を形成することができる。図1に示される実施の形態は4つのリソグラフィ位置合わせマーク16を含んでいるが、任意の好適な数のリソグラフィ位置合わせマーク16を形成することができる。さらに、リソグラフィ位置合わせマーク16は任意の好適な形状または形状の組合せ、たとえば基板位置合わせマーク14に関して記載されるのと同じ形状をとることができる。

40

【0032】

いくつかの実施の形態では、リソグラフィ位置合わせマーク16は基板12の中心から縁部まで径方向の線に沿って整列する。いくつかの実施の形態では、リソグラフィ位置合

50

わせマーク 1 6 は、基板 1 2 の径方向の線または半径に沿って基板位置合わせマーク 1 4 と整列する。他の実施の形態では、リソグラフィ位置合わせマーク 1 6 および基板位置合わせマーク 1 4 は整列されない。

【 0 0 3 3 】

リソグラフィ位置合わせマーク 1 6 は、さらにここに記載されるように、基板にフィーチャを形成するために好適なリソグラフィプロセスを案内するように利用することができる。

【 0 0 3 4 】

いくつかの実施の形態では、基板 1 2 はさらに少なくとも 1 つのインプリント位置合わせマーク 1 8 、 2 0 を含むことができる。任意の好適な数のインプリント位置合わせマーク 1 8 、 2 0 を、基板 1 2 上に、またはその基板中に含むことができる。インプリント位置合わせマーク 1 8 、 2 0 は、さらにここに記載されるように、基板 1 2 上に形成されるシード層におけるガイドパターンのインプリントを案内するように利用することができる。さらに、インプリント位置合わせマーク 1 8 、 2 0 は、任意の好適なサイズであり得、任意の好適な形状をとり得る。

10

【 0 0 3 5 】

ここに言及されるように、基板位置合わせマーク 1 4 は任意の好適な形状をとることができる。たとえば、図 3 (A) ~ 図 3 (B) は、基板に形成され、図 1 のテンプレート 1 0 の基板位置合わせマーク 1 4 のために利用することができる副尺の 1 つの実施の形態の顕微鏡写真である。図 3 (A) は第 1 の副尺 5 0 を示し、図 3 (B) は第 2 の副尺 5 2 を示す。第 1 の副尺 5 0 および第 2 の副尺 5 2 は任意の好適なパターンを含むことができる。示されるように、第 1 および第 2 の副尺 5 0 および 5 2 は一連の線を含み、それらは、線を横断する方向に繰り返して、繰り返しパターンを形成する。繰り返しパターンは、線間ににおいて任意の好適なピッチを有することができる。たとえば、いくつかの実施の形態では、パターンは、少なくとも 2 ミクロン、少なくとも 2 . 0 5 ミクロン、少なくとも 2 . 1 ミクロンのピッチを有することができる。いくつかの実施の形態では、パターンは、2 . 5 ミクロンを超えないピッチを有することができる。

20

【 0 0 3 6 】

第 1 の副尺 5 0 および第 2 の副尺 5 2 は同じパターンまたは異なるパターンを含むことができる。いくつかの実施の形態では、第 1 の副尺 5 0 および第 2 の副尺 5 2 は各々同じパターンを有するが、第 1 の副尺は第 1 のピッチを含み、第 2 の副尺は、第 1 のピッチとは異なる第 2 のピッチを含む。

30

【 0 0 3 7 】

いくつかの実施の形態では、基板位置合わせマーク 1 4 の 1 つ以上は、第 1 の副尺 5 0 および第 2 の副尺 5 2 を含むことができる。図 3 (A) ~ 図 3 (B) に示されるように、第 2 の副尺 5 2 は第 1 の副尺 5 0 と方向が交差する。たとえば、B P M テンプレート 1 0 の基板位置合わせマーク 1 4 の 1 つ以上は、第 1 の副尺、および第 1 の副尺と方向が交差する第 2 の副尺を含むことができる。

【 0 0 3 8 】

ここに記載されるオーバレイプロセスは、任意の好適なテンプレート、たとえば図 1 の B P M テンプレート 1 0 を利用することができる。これらのプロセスは、さらに、ここに記載されるテンプレート上に形成することができる任意の好適なガイドパターンを含むことができる。たとえば、図 2 はガイドパターンテンプレート 3 0 の概略的な平面図である。いくつかの実施の形態では、ガイドパターンテンプレート 3 0 は、B P M テンプレート、たとえば図 1 の B P M テンプレート 1 0 上に形成される。テンプレート 3 0 を、図 1 の B P M テンプレート 1 0 を参照して記載する。

40

【 0 0 3 9 】

ガイドパターンテンプレート 3 0 は、B P M テンプレート 1 0 の基板 1 2 上に形成されるシード層 3 2 を含む。シード層 3 2 は、1 つ以上のガイドパターンを形成するための任意の好適な材料、たとえば有機または重合体のレジスト材料を含むことができる。

50

【0040】

いくつかの実施の形態では、シード層32は少なくとも1つのガイドパターン位置合わせマーク34を含む。いくつかの実施の形態では、少なくとも1つのガイドパターン位置合わせマーク34は、それが基板位置合わせマーク14の1つ以上の上にあるかまたはそれ(ら)と一致するように、シード層32上またはその中に位置決めすることができる。いくつかの実施の形態では、少なくとも1つのガイドパターン位置合わせマーク34は、この事項に関して、さらにここに記載されるように、シード層32上またはその中に形成されるガイドパターン40とBPMテンプレート10との間の位置合わせ誤差を決定することができるよう、位置決めされる。

【0041】

図2に示されるように、オーバレイテンプレート30は4つのガイドパターン位置合わせマーク34を含むが、テンプレートは任意の好適な数のガイドパターン位置合わせマークを含むことができる。ガイドパターン位置合わせマーク34は任意の好適な形状、たとえば基板位置合わせマーク14に関して記載される形状を含むことができる。たとえば、図4(A)～図4(B)は、シード層にガイドパターンテンプレートの一部として形成された副尺の1つの実施の形態の顕微鏡写真である。図4(A)は、ガイドパターン位置合わせマークの第1の副尺54を示し、図4(B)は、ガイドパターン位置合わせマークの第2の副尺56を示す。図4(A)～図4(B)に示される実施の形態では、第1および第2の副尺54、56は同じパターンを含む。さらに、示されるように、第2の副尺56は第1の副尺54と方向が交差する。

10

【0042】

形成された例示的なガイドパターンテンプレートでは、図4(A)におけるガイドパターンテンプレートの第1の副尺54は、図3(A)に示されるBPMテンプレートの第1の副尺50上に位置決めされ、図4(B)に示されるガイドパターンテンプレートの第2の副尺56は、図3(B)に示されるBPMテンプレートの第2の副尺52上に位置決めされた。これらの図において理解することができるよう、BPMテンプレートの第1の副尺50は、ガイドパターンテンプレートの第1の副尺54とは異なるパターンを含み、BPMテンプレートの第2の副尺52は、ガイドパターンテンプレートの第2の副尺56のパターンとは異なるパターンを有する。

20

【0043】

いくつかの実施の形態では、少なくとも1つのガイドパターン位置合わせマーク34は、それが上に形成される少なくとも1つの基板位置合わせマーク14と同じパターンを含むことができる。他の実施の形態では、少なくとも1つのガイドパターン位置合わせマーク34は、それが上に形成される少なくとも1つの基板位置合わせマーク14のパターンとは異なるパターンを含むことができる。回転リソグラフィパターニングを利用する実施の形態では、ガイドパターン位置合わせマーク34は、基板位置合わせマーク14の副尺より少数の繰り返しパターンを含む1つ以上の副尺を含むことができる。

30

【0044】

さらに、関連付けられるガイドパターン位置合わせマーク34および基板位置合わせマーク14が同じパターンを含む実施の形態では、ガイドパターン位置合わせマークのパターンは第1のピッチを有することができ、基板位置合わせマークパターンのパターンは、第1のピッチと同じかまたは異なる第2のピッチを有することができる。

40

【0045】

いくつかの実施の形態では、BPMテンプレート10の少なくとも1つの基板位置合わせマーク14は、第1の副尺、および第1の副尺と方向が交差する第2の副尺を含み、少なくとも1つのガイドパターン位置合わせマーク34は、第1の副尺、および第1の副尺と方向が交差する第2の副尺を含む。いくつかの実施の形態では、少なくとも1つのガイドパターン位置合わせマーク34の第1の副尺は、少なくとも1つの基板位置合わせマーク14の第1の副尺と整列し、少なくとも1つのガイドパターン位置合わせマークの第2の副尺は、少なくとも1つの基板位置合わせマークの第2の副尺と整列する。

50

【 0 0 4 6 】

ガイドパターンテンプレート 30 は、さらに、ガイドパターンを BPM テンプレート 10 のインプリント位置合わせマーク 18、20 と整列させるように用いられるインプリント位置合わせマーク 36、38 を含む。インプリント位置合わせマーク 36、38 は、テンプレート 30 内またはその上におけるガイドパターンのインプリントを案内するよう、任意の好適な形状またはパターンを含むことができる。

【 0 0 4 7 】

さらにここに記載されるように、シード層 32 は、さらに、いくつかの実施の形態においては 1 つ以上のサーボゾーンおよび 1 つ以上のデータゾーンを含むガイドパターン 40 を含む。いくつかの実施の形態では、サーボゾーンはサーボゾーンフィーチャを含み、データゾーンはデータゾーンフィーチャを含む。さらにここに記載されるように、サーボゾーンフィーチャおよびデータゾーンフィーチャは DSA パターニングを案内するのに利用することができる。

10

【 0 0 4 8 】

任意の好適な技術を用いてガイドパターンテンプレート 30 を形成することができる。いくつかの実施の形態では、ガイドパターン 40 および少なくとも 1 つのガイドパターン位置合わせマーク 34 の一方または両方を、シード層 32 に形成し、次いで、シード層を、テンプレート 30 内にインプリントすることができる。任意の好適な技術を用いて、ガイドパターン 40 および少なくとも 1 つのガイドパターン位置合わせマーク 34 をシード層 32 に形成することができる。

20

【 0 0 4 9 】

少なくとも 1 つのガイドパターン位置合わせマーク 34 および少なくとも 1 つの基板位置合わせマーク 14 を利用して、基板 12 とガイドパターンテンプレート 30 との間の位置合わせ誤差を決定することができる。

【 0 0 5 0 】

さらに、任意の好適な技術を用いて、位置合わせ誤差を決定することができる。たとえば、図 5 は、図 1～図 2 の BPM テンプレート 10 およびガイドパターンテンプレート 30 を参照して位置合わせ誤差を決定するための 1 つの技術を示す。図 5 では、少なくとも 1 つのガイドパターン位置合わせマーク 34 は少なくとも 1 つの基板位置合わせマーク 14 上に形成される。この実施の形態では、少なくとも 1 つのガイドパターン位置合わせマーク 34 は、少なくとも 1 つの基板位置合わせマーク 14 から平行移動および回転するよう変位させられる。

30

【 0 0 5 1 】

位置合わせ誤差は、基板 12 と実質的に平行な面内にある x 方向における、少なくとも 1 つの基板位置合わせマーク 14 の中心 15 と少なくとも 1 つのガイドパターン位置合わせマーク 34 の中心 35 との間の距離を測定することによって、決定することができる。任意の好適な技術を用いて、この距離を決定することができる。x 方向に実質的に直交しつつ x 方向と同じ面内にある y 方向における、少なくとも 1 つの基板位置合わせマーク 14 の中心 15 と少なくとも 1 つのガイドパターン位置合わせマーク 34 の中心 35 との間の距離も、任意の好適な技術を用いて決定することができる。さらに、少なくとも 1 つの基板位置合わせマーク 14 と少なくとも 1 つのガイドパターン位置合わせマーク 34 との間の回転角 60 も、決定することができる。

40

【 0 0 5 2 】

たとえば、ある例示的な実施の形態では、Cx、Cy、および R は、以下の等式を用いて計算することができる：

$$Cx = (P1x + P3x)/2 = (P2x + P4x)/2 = (P1x + P3x + P2x + P4x)/4$$

$$Cy = (P1y + P3y)/2 = (P2y + P4y)/2 = (P1y + P3y + P2y + P4y)/4$$

$$R \sin(\theta) = (P1y - P3y)/2$$

$$R \sin(\theta) = (P4x - P2x)/2$$

$$R \cos(\theta) = R + (P1x - P3x)/2$$

50

$$R \cos(\theta) = R + (P_2y - P_4y)/2$$

(C_x, C_y) は、(0, 0) が少なくとも 1 つの基板位置合わせマーク 14 の中心 15 として設定される座標系に関する少なくとも 1 つのガイドパターン位置合わせマーク 34 の中心 35 の座標である。P₁、P₂ は、その座標系に対する、少なくとも 1 つの基板位置合わせマーク 14 についての x 軸および y 軸である。P₃、P₄ は、その座標系に対する、少なくとも 1 つのガイドパターン位置合わせマーク 34 についての x 軸および y 軸である。

【0053】

たとえば、図 6(A)～図 6(B) は、図 3(A) の第 1 の副尺 50 上に形成される図 4(A) の第 1 の副尺 54 の顕微鏡写真である。第 1 の副尺 54 は、BPM テンプレート上でシード層に形成されたガイドパターンテンプレートのガイドパターン位置合わせマークとして形成された。BPM テンプレートは第 1 の副尺 50 を基板位置合わせマークの一部として含んだ。図 6(A) では、位置合わせ誤差がないように、ガイドパターン位置合わせマークの第 1 の副尺 54 は基板位置合わせマークの第 1 の副尺と整列される。図 6(B) では、位置合わせ誤差が 0.5 ミクロンのオフセットを含むように、副尺はわずかに位置合わせがずれている。

【0054】

位置合わせ誤差を用いて、任意の後のリソグラフィパターニングの位置を変えて、パターニングされたフィーチャをガイドパターンテンプレート 30 と整列させることができる。

【0055】

ここに記載される位置合わせ技術は、任意の好適なオーバレイパターニングプロセスと共に用いることができる。たとえば、図 7(A)～図 7(F) は、DSA を利用して BPM テンプレート（たとえば図 1 のテンプレート 10）の基板上にサーボゾーンおよびデータゾーンを形成する例示的なオーバレイプロセスを用いて BPM テンプレートを形成する方法の実施の形態の概略的な断面図である。図 7(A) では、少なくとも 1 つの基板位置合わせマーク 72 および少なくとも 1 つのリソグラフィ位置合わせマーク 74 が、基板 70 に形成される。いくつかの実施の形態では、オプションのハードマスク（図示せず）を基板 70 および位置合わせマーク 72、74 上に形成することができる。任意の好適な材料、たとえば薄いクロム層をオプションのハードマスクに含むことができる。

【0056】

シード層（図示せず）が基板 70 上に形成され、ガイドパターン 78 および少なくとも 1 つのガイドパターン位置合わせマーク 80 を、図 7(B) に示されるようなシード層に形成することができる。ガイドパターン 78 はデータゾーン 82 パターンおよびサーボゾーン 84 パターンの両方を含む。2 つのデータゾーン 82 および 1 つのサーボゾーン 84 が示されるが、任意の好適な数のデータゾーンおよびサーボゾーンがシード層にパターニングされてもよい。少なくとも 1 つのガイドパターン位置合わせマーク 80 は少なくとも 1 つの基板位置合わせマーク 72 上に形成される。いくつかの実施の形態では、次いで、オプションの薄いクロム (Cr) 膜（図示せず）をガイドパターン 78 および / またはガイドパターン位置合わせマーク 80 上に形成することができる。

【0057】

図 7(C)において、第 1 の保護層 86 が基板 70 のサーボゾーン 84 上に形成される。そして、データゾーン 86 からオプションの Cr 層を除去するよう、ドライエッチングを行なって、さらなる処理のためにこれらのゾーンを開く。たとえば酸素プラズマを用いるプロセスを行なって、サーボゾーン 84 上の第 1 の保護層 86 を除去することができる。

【0058】

ガイドパターン 78 を用いて基板 70 にフィーチャを形成する前に、少なくとも 1 つの基板位置合わせマーク 72 に対する少なくとも 1 つのガイドパターン位置合わせマーク 80 の位置合わせ誤差を、任意の好適な技術、たとえばここに記載される技術を用いて決定することができる。次いで、フィーチャを基板 70 の少なくとも 1 つの領域上にパターニ

10

20

30

40

50

ングしてもよい。これらのフィーチャは、少なくとも1つのリソグラフィ位置合わせマーク74および位置合わせ誤差上に基づいて、基板70上に位置決めすることができる。

【0059】

任意の好適な技術を用いて、基板の少なくとも1つの領域上にフィーチャを形成することができる。たとえば、データゾーンの第1のブラックコポリマー誘導自己組織化プロセスを用いて、図7(D)に示されるように基板70にフィーチャ88を形成することができる。任意の好適な技術、たとえば「サーボ一体化テンプレートを製造する方法(METHOD OF FABRICATING SERVO INTEGRATED TEMPLATE)」と題される、Xiaoらへの米国特許出願13/798,087に記載される技術を用いて、これらのフィーチャを形成することができる。一般には、DSAプロセスを用いて、データゾーン82に形成されるフィーチャの面積密度を増大させることができる。いくつかの実施の形態では、ブラックコポリマー(BCP)材料をガイドパターン78上に配置することができる。BCPをアニールし、アニールされたBCPの少なくとも一部を除去して、基板70の少なくとも1つの領域上にフィーチャを形成する。これらのフィーチャは、任意の好適なエッチング技術を用いて基板70にフィーチャ88を転写するために、マスクとして用いることができる。10

【0060】

図示されていないが、マスク層をデータゾーンフィーチャ88上に形成することができる。第2の保護層90が、図7(E)に示されるように、エッチングされたデータゾーン82上に形成される。

【0061】

図7(F)において、第2のDSA技術をサーボゾーン84において用いて、サーボゾーン84上にフィーチャ92をパターニングすることができる。次いで、フィーチャ92は、任意の好適な技術を用いて、基板70内に転写される。第2の保護層90をデータゾーン82から除去して、BPMテンプレートをさらなる処理のために与える。20

【0062】

この開示のBPMテンプレートおよびプロセスはBPM媒体製造プロセスの一部になり得る。ここに記載される実施の形態は、たとえば、記憶媒体における磁性膜層のパターニングおよび半導体生産などのような、長距離の横方向配列を伴う大面積高密度ナノパターニングを特色とする任意の製造プロセスに適用することができる。さらに、ここに記載される実施の形態を用いて、テンプレートをマスクとしての使用のために製造し、それによつて機能材料の配置または他の加算的プロセスを容易にすることができる。さらに、この開示の実施の形態を用いて、機能材料のエッチングを容易にしたり、記憶媒体上にパターンを直接的または間接的に形成したり、または他の減算的プロセスを行なうことができる。30

【0063】

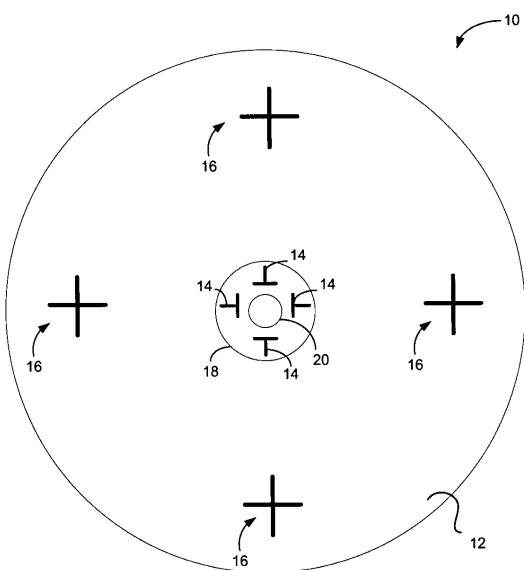
ここに引用された参考文献および刊行物はすべて、それらがこの開示と全く矛盾し得る範囲までを除いて、それらの全体をここに明確に引用により援用する。この開示の例示的実施の形態が論じられ、この開示の範囲内において可能な変形例が言及された。開示におけるこれらならびに他の変形および修正は、開示の範囲から逸脱せずに、当業者に明らかとなり、この開示はここに述べられる例示的実施の形態に限定されないことが理解されるべきである。したがって、開示は特許請求の範囲によってのみ限定される。40

【符号の説明】

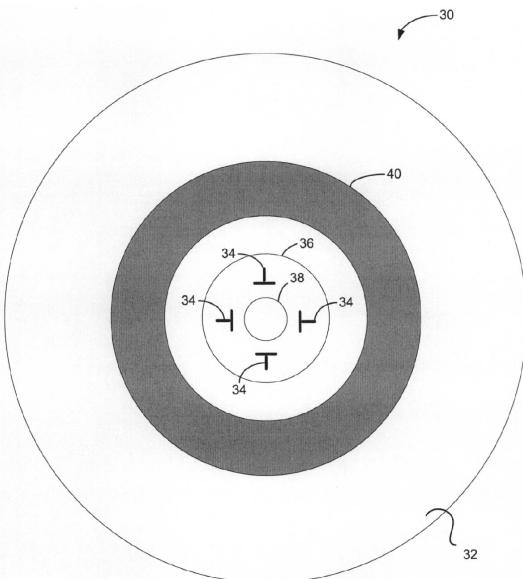
【0064】

12 基板、14 基板位置合わせマーク、16 リソグラフィ位置合わせマーク、32 シード層、40 ガイドパターン、34 ガイドパターン位置合わせマーク、88, 92 フィーチャ。

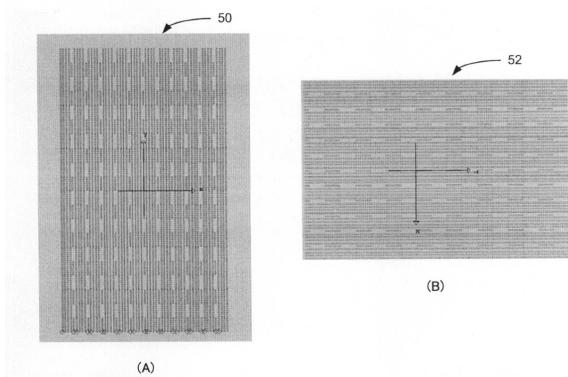
【図1】



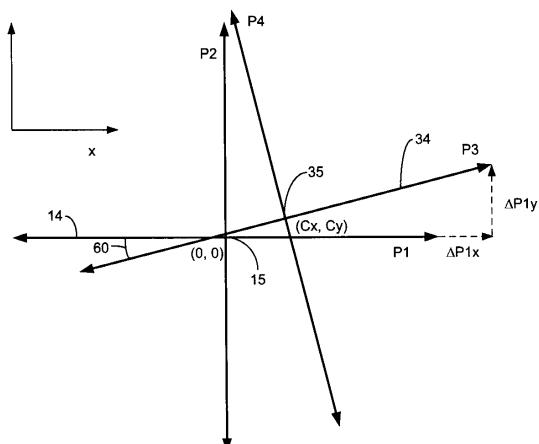
【図2】



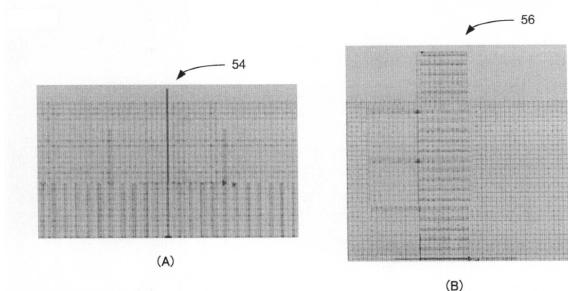
【図3】



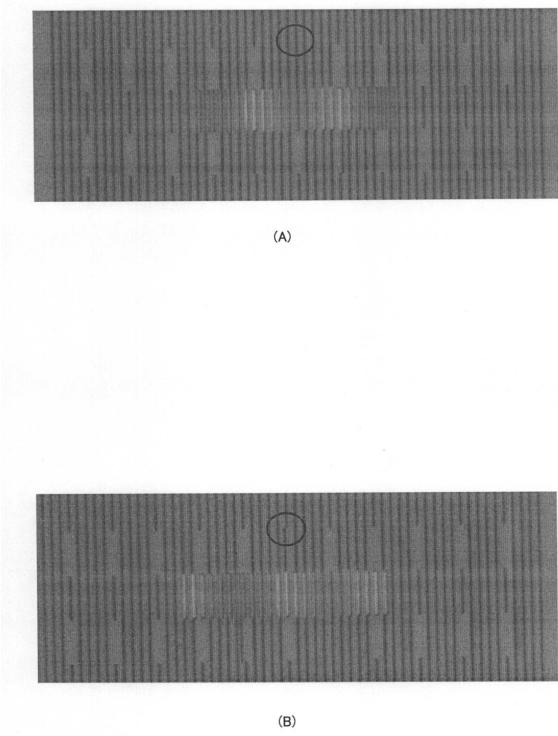
【図5】



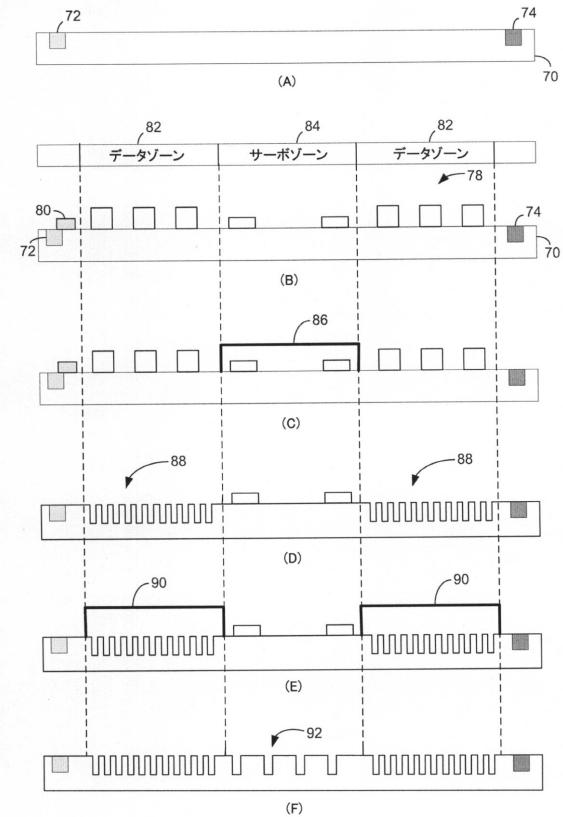
【図4】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 ホン・イン・ワン
アメリカ合衆国、94539 カリフォルニア州、フリーモント、オカソ・コルテ、43504

(72)発明者 キム・ワイ・リー
アメリカ合衆国、94536 カリフォルニア州、フリーモント、ベンチマーク・アベニュー、26
72

(72)発明者 フー・ヤウツォン
アメリカ合衆国、94539 カリフォルニア州、フリーモント、ニーナ・ウェイ、857

(72)発明者 倉高 伸雄
アメリカ合衆国、95123 カリフォルニア州、サン・ノゼ、ギャリソン・サークル、5383

(72)発明者 ゲンナジー・ガウズナー
アメリカ合衆国、95117 カリフォルニア州、サン・ノゼ、マドンナ・ドライブ、3416

(72)発明者 シャオ・シュアイガン
アメリカ合衆国、94555 カリフォルニア州、フリーモント、ドライデン・ロード、3691

審査官 中野 和彦

(56)参考文献 特開2011-048864(JP,A)
特開2007-140460(JP,A)
米国特許出願公開第2013/0186856(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 11 B 5 / 84
B 29 C 33 / 12
H 01 L 21 / 027