

(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 I

G 1 1 B 5/84 (2006. 01)

G 1 1 B 5/84 Z

H 0 1 L 21/027 (2006. 01)

H 0 1 L 21/30 5 O 2 D

B 2 9 C 33/12 (2006. 01)

B 2 9 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・アンザ  
・ブールバード、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ン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かつ前記 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、

ブロックコポリマー（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】

30

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】

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】

40

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)」、「an(ある)」および「the(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。

##### 【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隔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ン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み合わせる。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 】

さまざまなオーバー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ンニングすることができる。オーバーレイプロセスは、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ーレイプロセスは第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を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ンニングする。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を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ンニングする。

40

## 【 0 0 1 8 】

典型的なオーバーレイプロセス、たとえばミックスアンドマッチリソグラフィでは、コンタクトブリンタを用いて、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ブリンタは、典型的には1~2ミクロンの位置合わせ誤差を呈する。コンタクトブ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ンニングを、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、100 KeVの電子ビームシステムは、少なくとも500 nm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60 nm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直接書込システムによって、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

## 【 0 0 2 5 】

任意の好適な技術を用いて位置合わせマーク 1 4 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 1 4 は、任意の好適なエッチング技術、たとえば反応性イオンエッチング、イオンビームエッチングなどを用いて、基板 1 2 にエッチ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 1 2 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 1 4 をパターンニングする。次いで、位置合わせマーク 1 4 が基板 1 2 にエッチングされる。次いで、フォトレジストが基板 1 2 の表面から除去される。

## 【 0 0 2 6 】

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 1 4 を検出することができるように、位置合わせマーク 1 4 は基板 1 2 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 1 4 は、少なくとも 1 0 0 n m、少なくとも 2 0 0 n m、少なくとも 3 0 0 n m、少なくとも 4 0 0 n m、少なくとも 5 0 0 n m の深さで基板 1 2 に形成される。他の実施の形態では、位置合わせマークは 1 0 0 0 n m を超えない深さで基板に形成される。

10

## 【 0 0 2 7 】

いくつかの実施の形態では、位置合わせマーク 1 4 は基板 1 2 の中ではなく、基板 1 2 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 1 4 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 1 4 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

## 【 0 0 2 8 】

位置合わせマーク 1 4 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 1 4 は、任意の好適な多角形状、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 1 4 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 1 4 は 1 つ以上の副尺を含むことができる。

## 【 0 0 2 9 】

位置合わせマーク 1 4 は単一のマークまたは 2 つ以上のマークの組合わ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 1 4 は、さらにここに記載されるように、基板 1 2 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

## 【 0 0 3 0 】

さらに、位置合わせマーク 1 4 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できるように、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 1 4 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 1 4 は他の位置合わせマークとは異なるサイズである。

## 【 0 0 3 1 】

位置合わせマーク 1 4 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 1 6 を基板 1 2 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 1 4 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 1 6 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 1 6 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 1 6 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 1 6 は任意の好適な形状または形状の組合わせ、たとえば基板位置合わせマーク 1 4 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

## 【 0 0 3 2 】

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 1 6 は基板 1 2 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 16 は、基板 12 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 14 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 16 および基板位置合わせマーク 14 は整列されない。

【0033】

リソグラフィ位置合わせマーク 16 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。

【0034】

いくつかの実施の形態では、基板 12 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 18、20 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 18、20 を、基板 12 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 18、20 は、さらにここに記載されるように、基板 12 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 18、20 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。

【0035】

ここに言及されるように、基板位置合わせマーク 14 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 10 の基板位置合わせマーク 14 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 50 を示し、図 3 (B) は第 2 の副尺 52 を示す。第 1 の副尺 50 および第 2 の副尺 52 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 50 および 52 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 2.05 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。

【0036】

第 1 の副尺 50 および第 2 の副尺 52 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 50 および第 2 の副尺 52 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。

【0037】

いくつかの実施の形態では、基板位置合わせマーク 14 の 1 つ以上は、第 1 の副尺 50 および第 2 の副尺 52 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 52 は第 1 の副尺 50 と方向が交差する。たとえば、BPM テンプレート 10 の基板位置合わせマーク 14 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。

【0038】

ここに記載されるオーバーレイプロセスは、任意の好適なテンプレート、たとえば図 1 の BPM テンプレート 10 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 30 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 30 は、BPM テンプレート、たとえば図 1 の BPM テンプレート 10 上に形成される。テンプレート 30 を、図 1 の BPM テンプレート 10 を参照して記載する。

【0039】

ガイドパターンテンプレート 30 は、BPM テンプレート 10 の基板 12 上に形成されるシード層 32 を含む。シード層 32 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。

## 【 0 0 4 0 】

いくつかの実施の形態では、シード層 3 2 は少なくとも 1 つのガイドパターン位置合わせマーク 3 4 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 3 4 は、それが基板位置合わせマーク 1 4 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 3 2 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 3 4 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 3 2 上またはその中に形成されるガイドパターン 4 0 と B P M テンプレート 1 0 との間の位置合わせ誤差を決定することができるように、位置決めされる。

## 【 0 0 4 1 】

図 2 に示されるように、オーバーレイテンプレート 3 0 は 4 つのガイドパターン位置合わせマーク 3 4 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 3 4 は任意の好適な形状、たとえば基板位置合わせマーク 1 4 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 5 4 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 5 6 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 5 4、5 6 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 5 6 は第 1 の副尺 5 4 と方向が交差する。

## 【 0 0 4 2 】

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 5 4 は、図 3 (A) に示される B P M テンプレートの第 1 の副尺 5 0 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 5 6 は、図 3 (B) に示される B P M テンプレートの第 2 の副尺 5 2 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に、B P M テンプレートの第 1 の副尺 5 0 は、ガイドパターンテンプレートの第 1 の副尺 5 4 とは異なるパターンを含み、B P M テンプレートの第 2 の副尺 5 2 は、ガイドパターンテンプレートの第 2 の副尺 5 6 のパターンとは異なるパターンを有する。

## 【 0 0 4 3 】

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 3 4 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 1 4 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 3 4 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 1 4 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ン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 3 4 は、基板位置合わせマーク 1 4 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。

## 【 0 0 4 4 】

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 3 4 および基板位置合わせマーク 1 4 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。

## 【 0 0 4 5 】

いくつかの実施の形態では、B P M テンプレート 1 0 の少なくとも 1 つの基板位置合わせマーク 1 4 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 3 4 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 3 4 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 1 4 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。



## 【 0 0 4 6 】

ガイドパターンテンプレート 3 0 は、さらに、ガイドパターンを B P M テンプレート 1 0 のインプリント位置合わせマーク 1 8、2 0 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 3 6、3 8 を含む。インプリント位置合わせマーク 3 6、3 8 は、テンプレート 3 0 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 3 2 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 4 0 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 D S A パターニングを案内するのに利用することができる。

## 【 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 3 0 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 4 0 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 3 4 の一方または両方を、シード層 3 2 に形成し、次いで、シード層を、テンプレート 3 0 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 4 0 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 3 4 をシード層 3 2 に形成することができる。

## 【 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 3 4 および少なくとも 1 つの基板位置合わせマーク 1 4 を利用して、基板 1 2 とガイドパターンテンプレート 3 0 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 B P M テンプレート 1 0 およびガイドパターンテンプレート 3 0 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 3 4 は少なくとも 1 つの基板位置合わせマーク 1 4 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 3 4 は、少なくとも 1 つの基板位置合わせマーク 1 4 から平行移動および回転するように変位させられる。

## 【 0 0 5 1 】

位置合わせ誤差は、基板 1 2 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 1 4 の中心 1 5 と少なくとも 1 つのガイドパターン位置合わせマーク 3 4 の中心 3 5 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かつ 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 1 4 の中心 1 5 と少なくとも 1 つのガイドパターン位置合わせマーク 3 4 の中心 3 5 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 1 4 と少なくとも 1 つのガイドパターン位置合わせマーク 3 4 との間の回転角 6 0 も、決定することができる。

## 【 0 0 5 2 】

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

$$C_x = (P_{1x} + P_{3x})/2 = (P_{2x} + P_{4x})/2 = (P_{1x} + P_{3x} + P_{2x} + P_{4x})/4$$

$$C_y = (P_{1y} + P_{3y})/2 = (P_{2y} + P_{4y})/2 = (P_{1y} + P_{3y} + P_{2y} + P_{4y})/4$$

$$R \sin(\theta) = (P_{1y} - P_{3y})/2$$

$$R \sin(\theta) = (P_{4x} - P_{2x})/2$$

$$R \cos(\theta) = R + (P_{1x} - P_{3x})/2$$

10

20

30

40

50

$$R_{\cos}(\quad) = R + (\quad P2y - \quad P4y)/2$$

( $Cx$ ,  $Cy$ )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のブロ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、ブロックコポリマー(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】

20

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をパターン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。

【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ン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ン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、それによっ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。この開示の例示的实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实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。

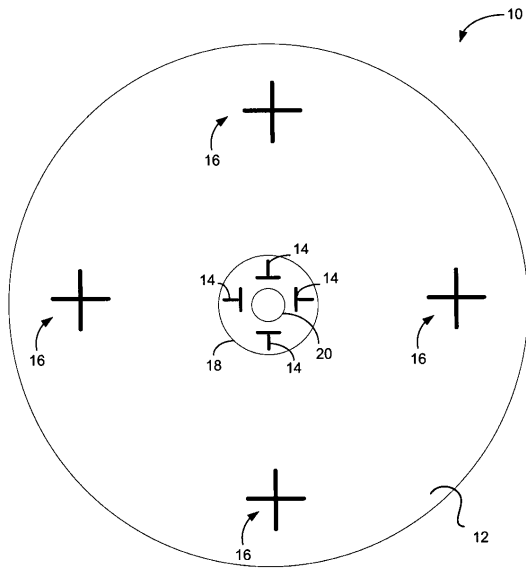
40

【符号の説明】

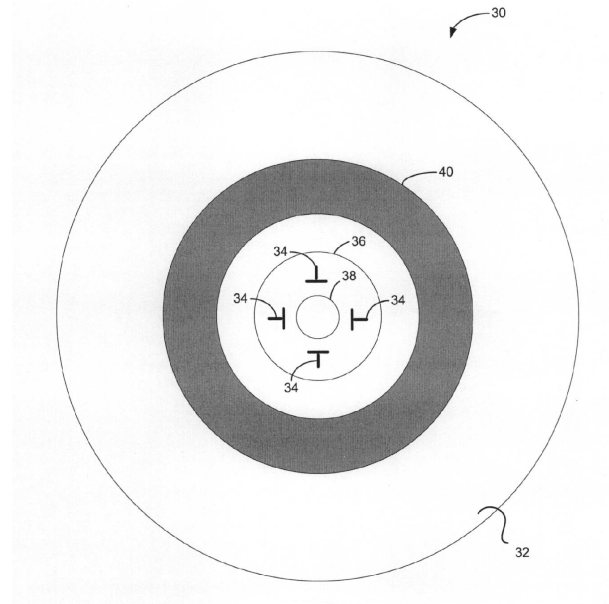
【0064】

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。

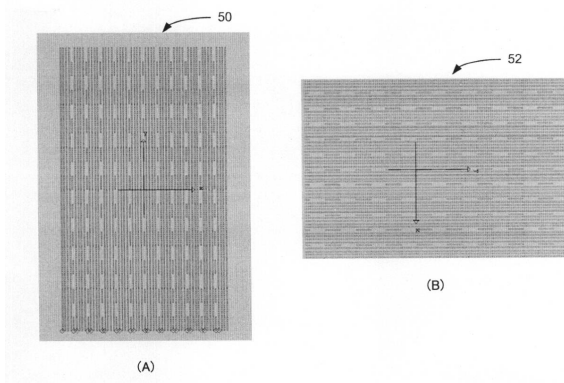
【図 1】



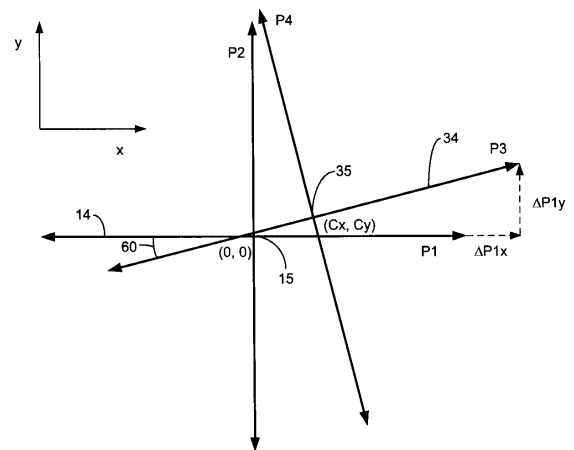
【図 2】



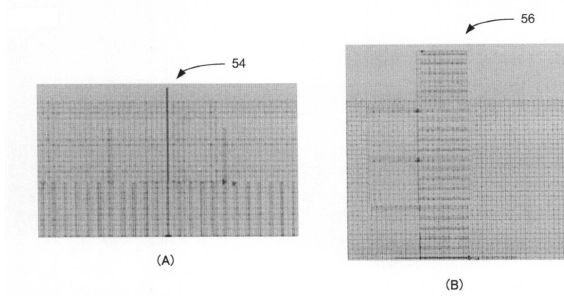
【図 3】



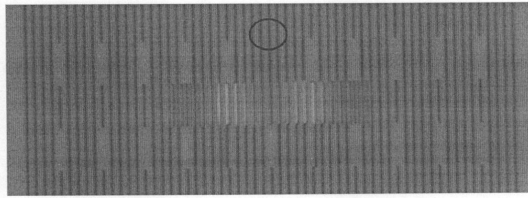
【図 5】



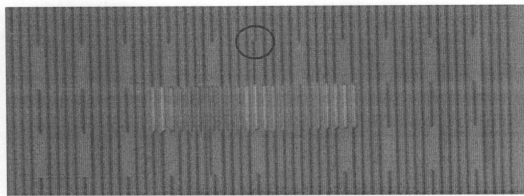
【図 4】



【図 6】

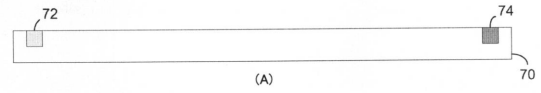


(A)

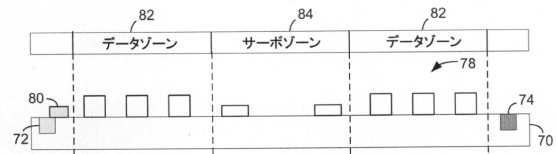


(B)

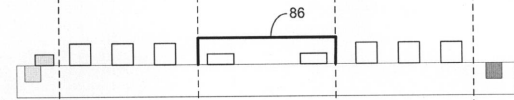
【図 7】



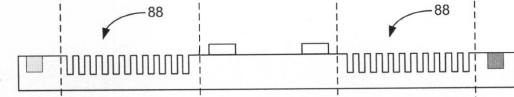
(A)



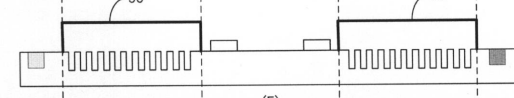
(B)



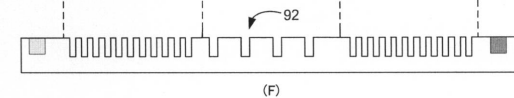
(C)



(D)



(E)



(F)

## 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、 9 4 5 3 9 カリフォルニア州、フリーモント、オカソ・コルテ、 4 3 5 0 4
- (72)発明者 キム・ワイ・リー  
アメリカ合衆国、 9 4 5 3 6 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、 2 6  
7 2
- (72)発明者 フー・ヤウツォン  
アメリカ合衆国、 9 4 5 3 9 カリフォルニア州、フリーモント、ニーナ・ウェイ、 8 5 7
- (72)発明者 倉高 伸雄  
アメリカ合衆国、 9 5 1 2 3 カリフォルニア州、サン・ノゼ、ギャリソン・サークル、 5 3 8 3
- (72)発明者 ゲンナジー・ガウズナー  
アメリカ合衆国、 9 5 1 1 7 カリフォルニア州、サン・ノゼ、マドンナ・ドライブ、 3 4 1 6
- (72)発明者 シャオ・シュアイガン  
アメリカ合衆国、 9 4 5 5 5 カリフォルニア州、フリーモント、ドライデン・ロード、 3 6 9 1

審査官 中野 和彦

- (56)参考文献 特開 2 0 1 1 - 0 4 8 8 6 4 ( J P , A )  
特開 2 0 0 7 - 1 4 0 4 6 0 ( J P , A )  
米国特許出願公開第 2 0 1 3 / 0 1 8 6 8 5 6 ( U S , A 1 )

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
- |         |             |
|---------|-------------|
| G 1 1 B | 5 / 8 4     |
| B 2 9 C | 3 3 / 1 2   |
| H 0 1 L | 2 1 / 0 2 7 |