(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5943832号
(P5943832)

(45)発行日　平成28年7月5日(2016.7.5)　(24)登録日　平成28年6月3日(2016.6.3)

(51)Int.Cl.		F I		
G11B 5/65	(2006.01)	G11B	5/65	
G11B 5/73	(2006.01)	G11B	5/73	
G11B 5/84	(2006.01)	G11B	5/84	Z
G11B 5/02	(2006.01)	G11B	5/02	B

請求項の数 9　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願2012-286539(P2012-286539)
(22)出願日　平成24年12月28日(2012.12.28)
(65)公開番号　特開2013-140663(P2013-140663A)
(43)公開日　平成25年7月18日(2013.7.18)
審査請求日　平成27年12月25日(2015.12.25)
(31)優先権主張番号　13/341,997
(32)優先日　平成23年12月31日(2011.12.31)
(33)優先権主張国　米国(US)

早期審査対象出願

(73)特許権者　503116280
エイチジーエスティーネザーランドビーブイ
オランダ国　１１０１　シーエム　アムステルダム，ルナ　アレナ，ヘリケルベルグヴェヘ　２３８
(74)代理人　100091096
弁理士　平木　祐輔
(74)代理人　100105463
弁理士　関谷　三男
(74)代理人　100102576
弁理士　渡辺　敏章
(74)代理人　100101063
弁理士　松丸　秀和

最終頁に続く

(54)【発明の名称】垂直ストレージ媒体における基板のパターン化

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
磁気ストレージ媒体であって、
基板上に形成されたパターンであって、第１材料から作成された第１領域と、前記第１材料とは異なる第２材料から作成された第２領域とを有し、前記第１領域は前記第２領域に対して横方向に隣接している、パターン、
前記パターン上に形成された磁性層であって、非磁性分離体境界によって分離された磁性粒子を有し、前記磁性粒子のうち少なくとも１つは前記第１領域の上方に位置し、前記磁性粒子のうち少なくとも１つは前記第２領域の上方に位置し、前記非磁性分離体境界は前記第１領域と前記第２領域の間に規定されるエッジの上方に位置する、磁性層と、
を有する磁気ストレージ媒体。
【請求項２】
前記パターンは、複数の前記第１領域と複数の前記第２領域を有し、
各前記第１領域は、隣接する前記第２領域の間に位置する、
請求項１記載の磁気ストレージ媒体。
【請求項３】
前記パターンは、約１粒子の幅～約６粒子の幅の範囲のピッチを有する、請求項１記載の磁気ストレージ媒体。
【請求項４】
前記ピッチは、約２粒子の幅～約４粒子の幅の範囲である、請求項３記載の磁気ストレ

ージ媒体。
【請求項５】
前記ピッチは、約３粒子の幅の範囲である、請求項３記載の磁気ストレージ媒体。
【請求項６】
磁気ストレージ媒体を製造する方法であって、
基板上に形成されるパターンのピッチを決定するステップであって、前記パターンは第１および第２特徴体を有し、個々の前記第１および第２特徴体の間に交差部が規定され、前記第１特徴体は第１材料から作成され、前記第２特徴体は前記第１材料とは異なる第２材料から作成され、前記第１特徴体は前記第２特徴体に対して横方向に隣接している、ステップ、
前記決定されたピッチを有する前記パターンに従って前記基板をパターン化するステップ、
前記基板上に磁性粒子および非磁性材料の被覆を堆積させるステップであって、前記非磁性材料は前記第１および第２特徴体の前記交差部それぞれの上方に蓄積して分離体境界を形成し、前記磁性粒子は前記分離体境界間に蓄積し、前記磁性粒子のうち少なくとも１つは前記第１特徴体の上方に位置し、前記磁性粒子のうち少なくとも１つは前記第２特徴体の上方に位置する、ステップ、
を有する方法。
【請求項７】
前記ピッチは、約２磁性粒子の幅～約６磁性粒子の幅である、請求項６記載の方法。
【請求項８】
前記ピッチは、約３磁性粒子の幅～約６磁性粒子の幅である、請求項６記載の方法。
【請求項９】
前記第１材料は磁性材料を含み、前記第２材料は非磁性材料を含む、請求項１記載の磁気ストレージ媒体。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本開示は、磁気ストレージ媒体に関し、更に具体的には、パターン化された磁気ストレージ媒体における物理的な特徴体（ｆｅａｔｕｒｅ）に関する。
【背景技術】
【０００２】
ハードディスク駆動装置は、磁気パターンの形態において情報を保存するように設計された特殊な薄膜媒体によって両面が被覆された回転する高精度ディスクを有する。ディスクのわずかに数マイクロインチ上方に吊るされたまたは浮遊する電磁読取り／書込みヘッドを使用して、情報を薄膜媒体上に記録すると共に薄膜媒体から情報を読み取っている。
【０００３】
読取り／書込みヘッドは、電磁界を生成して磁性粒子の群を１つの方向またはもう１つの方向に方向付けすることにより、情報をディスクに書き込むことができる。それぞれの粒子は、特定の方向を指すと共に粒子の周りに磁界を生成する磁気双極子となる。磁性領域内のすべての粒子は、通常、同一の方向を指しており、この結果、磁性領域は、全体として、１つの関連付けられた磁界を有することになる。読取り／書込みヘッドは、正および負の磁気極性の領域を書き込み、反対極性の領域間の境界のタイミング（「磁気転移」と呼称される）を使用してデータをエンコードしている。ディスク駆動装置の容量を増大させるために、製造者は、粒子のサイズを低減するための努力を継続的に実行している。
【０００４】
しかしながら、１つの方向またはもう１つの方向に磁化される個々の磁性粒子の能力は、粒子が極めて小さい場合には、問題をもたらす。粒子の容積（Ｖ）とその異方性エネルギー（K_u）の積が特定の値を下回った際には、結果的に超常磁性効果がもたらされ、この結果、熱励起に起因して、その粒子の磁化が自然に反転する場合がある。これが発生す

ると、ディスク上に保存されているデータが毀損される。従って、小さな粒子によってノイズの少ない高密度の記録を実現するようにすることが望ましいが、粒子の小型化は、本質的に、超常磁性効果によって制限される。

【０００５】

この「熱」による制限に対処しているのが垂直記録である。従来の「水平」磁気記録の場合には、ビットの磁化は、トラックの方向に沿って周方向に方向付けされている。垂直記録の場合には、磁気ビットは、ディスクの表面に垂直の方向において、上方または下方を指している。

【０００６】

最近の垂直磁気データストレージに使用されているＣｏＣｒＰｔ－ＭＯｘなどの粒状磁性薄膜は、粒子の隔離のために、１つまたは複数の分離体（ｓｅｇｒｅｇａｎｔ）に依存している。上述の式においてＭと表記されている分離体は、低表面エネルギーおよび低親和力を有する材料である。磁性薄膜のスパッタリングプロセスにおいては、低表面エネルギーの分離体が、スパッタリング溶液を脱出すると共に粒子境界に向かって移動し、それぞれの粒子ごとに境界エリアを形成する。

【０００７】

但し、ランダムな核生成の特性に起因し、磁性粒子の場所もランダムである。この結果、データビットの間にジグザグの境界が形成され、これにより、ディスクの周りにトラックを形成する際に問題が発生する場合がある。別の課題は、粒子サイズの分布である。データ密度を極大化させるためには、粒子サイズを、均一であると共に可能な限り小さくする必要がある。しかしながら、従来のプロセスによれば、粒子サイズが不均一になる場合があり、この結果、記録性能が劣化する可能性がある。最後に、ランダムな核生成は、ランダムな粒子境界の厚さと、ランダムな平均粒子境界厚さの分布と、をもたらす。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

本出願の主題は、当技術分野の現在の状況に応えて、且つ、特に、現在利用可能なパターン化された磁気ストレージ媒体および／またはパターン化された磁気ストレージ媒体を形成する方法によって未だ完全には解決されていない当技術分野における問題およびニーズに応えて、開発されたものである。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

本明細書には、１実施形態によるパターン化された磁気ストレージ媒体が開示されている。パターン化された磁気ストレージ媒体は、１実施形態においては、ピッチを有するパターン化された基板であって、パターンは、物理的境界を有する、基板と、パターン化基板上に配設された磁性および非磁性材料の被覆と、を含む。非磁性材料は、複数の磁性粒子のうちのそれぞれの磁性粒子の境界線の周りに境界エリアを形成する分離体であってよい。

【００１０】

更に別の実施形態によれば、磁気ストレージ媒体は、基板上に形成されたパターンを含む。パターンは、少なくとも、第１および第２特徴体と、第１および第２特徴体の間に規定されたエッジと、を含む。更には、磁気ストレージ媒体は、パターン上に形成された磁性層を含む。磁性層は、非磁性分離体境界によって分離された粒子を含む。分離体境界は、パターンのエッジの上方に位置している。いくつかの実装形態においては、エッジは、エッジの上方における分離体境界の成長を促進すると共に分離体境界に隣接した磁性領域の成長を促進するように、構成されている。

【００１１】

特定の実施形態においては、パターンは、約１粒子～６粒子の幅の範囲の、約２粒子～約４粒子の幅の範囲の、または約３粒子の幅のピッチを有するように形成されている。

【００１２】

１実施形態においては、パターン化基板は、複数の突出部を有する形状的パターンから形成されている。突出部は、約１ｎｍ～約１０ｎｍの範囲のまたは約３ｎｍ～約４ｎｍの範囲の高さを有してもよい。

【００１３】

別の実施形態においては、パターン化基板は、第１材料および第２材料から形成された化学的パターンを有する。化学的にパターン化された基板は、いくつかの実装形態においては、実質的に平坦である。

【００１４】

１実施形態による磁気ディスク駆動装置システムが開示されている。このシステムは、コントローラモジュールと、サスペンションアームと、読取り／書込みヘッドと、磁気ストレージディスクと、を含む。磁気ストレージディスクは、基板上に形成されたパターンを含み、パターンは、特徴体のパターンを含む。又、磁気ストレージディスクは、パターン上に形成された磁性層をも含む。磁性層は、非磁性分離体境界によって分離された粒子を含む。非磁性分離体境界は、個々の特徴体のエッジの上方に位置している。各分離体境界は、個々の粒子の境界線の周りに境界を形成している。

【００１５】

本明細書には、１実施形態によるパターン化磁気ストレージ媒体を製造するための方法が開示されている。この方法は、基板上に形成されるパターンのピッチを決定するステップであって、パターンは、物理的境界を有する、ステップと、このピッチによって基板をパターン化するステップと、基板上に磁性および非磁性材料の被覆を堆積させるステップと、を含んでもよい。

【００１６】

別の実施形態によれば、パターン化磁気ストレージ媒体を製造するための方法は、基板上に形成されるパターンのピッチを決定するステップを含む。パターンは、第１および第２特徴体を含み、個々の第１および第２特徴体の間には、交差部（ｉｎｔｅｒｓｅｃｔｉｏｎ）が規定されている。本方法は、決定されたピッチを有するパターンに従って基板をパターン化するステップを更に含む。更には、本方法は、基板上に磁性粒子および非磁性材料の被覆を堆積させるステップを含む。堆積ステップは、第１および第２特徴体のそれぞれの交差部の上方に非磁性材料を蓄積させて分離体境界を形成するステップと、分離体境界の間に磁性粒子を蓄積させるステップと、を含む。

【００１７】

特定の実施形態においては、本方法は、パターンの物理的境界に基づいて磁性および非磁性材料の成長をガイドするステップも含む。非磁性材料は、複数の磁性粒子のうちのそれぞれの境界線の周りに境界エリアを形成する分離体である。本方法は、複数の突出部によって基板を形状的にパターン化するステップまたは第１材料および第２材料によって基板を化学的にパターン化するステップも含んでもよい。

【００１８】

この説明における特徴、利点、またはこれらに類似した文言に対する参照は、本開示の主題によって実現されることになる特徴および利点のすべてが、任意の単一の実施形態に含まれるべきであるまたは含まれることを意味するものではない。むしろ、特徴および利点を参照する文言は、１実施形態との関連において記述される特定の特徴、利点、または特性が、本開示の少なくとも１つの実施形態に含まれることを意味するものと理解されたい。従って、この説明における特徴および利点並びにこれらに類似した文言の説明は、同一の実施形態を参照してもよいが、これは、必須ではない。

【００１９】

本開示の主題の記述されている特徴、構造、利点、および／または特性は、１つまたは複数の実施形態および／または実装形態において任意の適切な方式によって組み合わせてもよい。以下の説明においては、本開示の主題の実施形態を十分に理解することができるように、多数の具体的な詳細事項が提供されている。当業者であれば、本開示の主題は、特定の実施形態または実装形態の特定の特徴、詳細、コンポーネント、材料、および／ま

たは方法のうちの１つまたは複数のものを伴うことなしに、実施してもよいことを理解するであろう。その他の例においては、すべての実施形態または実装形態に存在していない更なる特徴および利点が、特定の実施形態および／または実装形態において認識されよう。更には、いくつかの例においては、本開示の主題の諸側面を不明瞭にすることを回避するために、周知の構造、材料、または動作については、詳細に図示または記述されていない。本開示の主題の特徴および利点については、以下の説明および添付の請求項から更に十分に明らかとなり、或いは、後述する主題を実施することによって明らかとなろう。

【００２０】

主題の利点について更に容易に理解することができるように、添付図面に示されている特定の実施形態を参照し、簡潔に上述した主題について更に具体的に説明することとする。添付図面を使用して主題について更に具体的且つ詳細に記述および説明するが、これらの添付図面は、主題の代表的な実施形態を示しているものに過ぎず、且つ、従って、その範囲を限定するものと見なしてはならないことを理解されたい。

【図面の簡単な説明】

【００２１】

【図１】磁気ディスク駆動装置システムの１実施形態の概略図である。

【図２】磁性領域の１実施形態を示す概略ブロックダイアグラムである。

【図３】ディスクのパターン化の１実施形態を示す概略ブロックダイアグラムである。

【図４】化学的にパターン化されたディスクの１実施形態を示す概略ブロックダイアグラムである。

【図５】基板のパターン化方法の１実施形態を示す概略フローチャート図である。

【発明を実施するための形態】

【００２２】

この説明における「１実施形態」、「実施形態」、またはこれらに類似した文言に対する参照は、その実施形態との関連において記述される特定の特徴、構造、特性が、本開示の少なくとも１つの実施形態に含まれることを意味している。本説明における「１実施形態において」および「実施形態において」という表現、並びに、これらに類似した文言の出現は、いずれも、同一の実施形態を参照してもよいが、これは、必須ではない。同様に、「実装形態」という用語の使用は、本開示の１つまたは複数の実施形態との関連において記述されている特定の特徴、構造、または特性を有する実装形態を意味しているが、明示的に特記されていない限り、実装形態は、１つまたは複数の実施形態と関連したものであってよい。

【００２３】

図１は、磁気ディスク駆動装置システム１００の１実施形態を示す概略図である。図示の実施形態においては、磁気ディスク駆動装置システム１００は、１つまたは複数の磁気ストレージディスク１０２と、スピンドル１０４と、読取り／または書込みヘッド１０６と、サスペンションアーム１０８と、アームアクチュエータ１１０と、コントローラモジュール１１２と、を含む。

【００２４】

ディスク１０２は、情報を磁気的に保存するための磁性材料を含む磁気ストレージ媒体として規定することができる。スピンドル１０４により、ディスク１０２は、スピンドル１０４によって規定された軸を中心として回転することができる。読取り／書込みヘッド１０６は、サスペンションアーム１０８上に取り付けられており、サスペンションアーム１０８は、アームアクチュエータ１１０に接続されている。アームアクチュエータ１１０は、サスペンションアーム１０８の位置を移動させ、且つ、スピンドル１０４を中心としたディスク１０２の回転との関連において、ディスク１０２の表面との関係における読取り／書込みヘッド１０６の場所を物理的に移動させる。書込みモードにおいては、読取り／書込みヘッド１０６は、ディスク１０２の一部分の磁性配向を変化させる磁界を生成する。読取りモードにおいては、読取り／書込みヘッド１０６は、ストレージ媒体の異なる部分の磁界の向きを計測または検知することにより、ディスク１０２から情報を読み取る

。コントローラモジュール１１２は、アームアクチュエータ１１０と、読取り／書込みヘッド１０６と、ディスク１０２の回転速度および位置と、を制御し、読取り、書込み、およびその他の動作を実行する。

【００２５】

１実施形態においては、ディスク１０２は、剛性基板と、データの磁気的な記録および／または保存を実行するためのストレージ要素と、を含む。ストレージ要素は、読取り／書込みヘッド１０６により、当該要素によって保存されている情報を読み取ることができると共に情報を当該要素に書き込むことができるように、ディスク１０２の表面近傍に配置してもよい。１実施形態においては、ストレージ要素は、ディスク１０２の表面上に規定および形成された複数の磁性領域１１６を含む。

【００２６】

図示の実施形態においては、磁性領域１１６は、「磁気ビット」（矢印１１８によって示されている）の方向がディスク１１２の内部に向かっておよびディスク１１２から外部に向かって方向付けされるように、形成されている。それぞれの磁性領域１１６は、粒子境界１２０と呼ばれる境界によって規定してもよい。粒子境界１２０は、隣接する磁性領域１１６を独立した磁性エリアに分離しており、これらの磁性エリアのそれぞれは、データストレージの単一のビットを保存する能力を有する。例えば、領域１１６の材料（例えば、粒子）が第１全般方向に方向付けされている場合には、磁気ディスク駆動装置システム１００は、そのビットをゼロ「０」として読み取ることができる。対照的に、領域１１６の材料が、第１全般方向とは略反対の第２全般方向に磁気的に方向付けされている場合には、磁気ディスク駆動装置システム１００は、そのビットを「１」として読み取ることができる。

【００２７】

１実施形態においては、磁性領域１１６のうちのそれぞれの磁性領域の磁性粒子は、ディスク１０２の表面に対して垂直の方向に方向付けされている。図示の実施形態は、垂直記録技術の一例を示しているが、後述する実施形態は、従来の磁気ディスクおよび／またはビットパターン化磁気ディスクにおいて実施してもよい。換言すれば、後述する基板のパターン化は、データストレージのビットを磁性領域内に保存するすべてのタイプの磁気ディスクにおいて適用可能である。

【００２８】

図２は、粒子２００の１実施形態を示す概略ブロックダイアグラムである。１実施形態においては、前述のように、複数の粒子２００が１つの磁性領域を形成してもよい。或いは、この代わりに、磁性領域１１６は、単一の粒子２００から形成してもよい。本例においては、粒子２００は、正方形として示されている。但し、当業者には認識されるように、粒子２００は、多数の要因に応じて、異なる幾何学的形状において形成してもよい。１つの粒子２００を隣接する粒子から磁気的に隔離するために、粒子２００の境界線の周りに非磁性境界２０２を形成してもよく、この結果、磁界は、ほとんどまたはまったく、境界２０２に対して書き込まれることも、境界２０２から読み取られることもなくなることがある。

【００２９】

粒子２００は、一般に、ＣｏＣｒＰｔなどの粒状磁性薄膜によって形成される。境界２０２は、ＭＯｘという一般式を有する金属酸化物などの非磁性材料から形成してもよい。この金属酸化物の金属Ｍは、分離体として機能し、且つ、低表面エネルギーおよび低親和力を有する材料であってよい。分離体Ｍの例は、Ｓｉ、Ｔａ、Ｔｉ、およびＢを含むが、これらに限られるものではない。磁性薄膜をディスク１０２上に堆積させた際に、到来する磁性材料および非磁性分離体は、エネルギーを有し、且つ、移動性を有する。材料の移動性により、低表面エネルギーの分離体は、磁性材料を脱出して１つに纏まるように、駆動される。後述するように、基板のパターン化は、粒子の境界線へ向かって分離体が運動することをガイドすることにより、それぞれの粒子２００を隣接粒子から磁気的に隔離する非磁性境界２０２を形成する。１実施形態においては、境界２０２のエリアの幅は、約

０．５ｎｍ～８ｎｍの範囲である。別の実施形態においては、境界２０２のエリアの幅は、約１ｎｍ～５ｎｍの範囲である。更に別の実施形態においては、境界２０２のエリアの幅は、約２ｎｍ～４ｎｍの範囲である。境界２０２の幅のその他の範囲も許容することができ、且つ、許容可能な範囲は、分離体として選択される材料に応じて異なることになろう。別の表現をすれば、境界２０２の幅は、粒子２００間の磁気交換を依然として妨げつつ、可能な限り薄くなるように、選択される。

【００３０】

望ましい境界２０２の幅は、ディスク１０２上に堆積される材料の組成を変更することによって実現してもよい。前述のように、材料は、磁性材料および非磁性材料または分離体を含む。１実施形態においては、分離体の濃度は、約１ａｔ％～２０ａｔ％、２ａｔ％～１０ａｔ％、または５ａｔ％～８ａｔ％の範囲である。

【００３１】

図３は、上に適用されたまたは内部に形成された磁性層を有するディスク１０２の１実施形態を示す概略ブロックダイアグラムである。パターンは、基板内に形成することが可能であり、或いは、基板上に適用された様々な層のうちのいずれかの層内に形成することもできる。ディスク１０２または基板の内部またはその上に形成された機械的なパターンは、図２の粒子２００の成長をガイドする。更には、基板のパターン化は、粒子の均質性と、粒子サイズ分布の改善と、を促進する。機械的なパターン３００は、ランダムな粒子核生成サイトの代わりに、一連の特徴体（例えば、突出部３２０）と、隣接する凹部または空間との間のより正確な境界または交差部を規定し、これらの境界または交差部が、粒子核生成サイトのランダム性を制限する。特定の実装形態においては、隣接とは、接触を意味するように規定されている。例えば、特徴体のエッジは、特徴体と空間の間に境界または交差部を規定するように、個々の隣接空間のエッジとの接触状態にある。別の表現をすれば、それぞれの突出部３０２は、磁性粒子が成長してもよいエリアをより正確に規定しており、そして、これらのエリアが、磁性粒子の成長のランダム性を制限し、且つ、従って、粒子サイズの分布を改善する。

【００３２】

１実施形態においては、機械的パターン３００は、限定するものではないが、パターン化（リソグラフィ）、エッチング、堆積、または微細切削を含む形状的なナノ製造法によって形成された、反復する一連の、突出部３０２などの特徴体と、その間の隣接する凹部または空間３０３と、である。或いは、この代わりに、且つ、図４を参照して後述するように、化学的パターン化を利用して化学的パターンを形成してもよい。

【００３３】

パターン３００は、約１～６粒子幅の範囲のピッチ３０４を有するように形成されている。別の実施形態においては、ピッチ３０４は、約３～５粒子幅の範囲である。更に別の実施形態においては、ピッチ３０４は、３粒子幅の幅を有する。例えば、３粒子幅のピッチ３０４は、リソグラフィの分解能要件を緩和し、且つ、現在のリソグラフィの分解能限度よりも小さな粒子を実現する。一般に、磁性粒子の平均幅は、約１０ｎｍである。或いは、この代わりに、またはこれに加えて、ピッチは、約１０～４０ｎｍ、２０～３０ｎｍ、または２５～２７ｎｍの範囲の幅を有してもよい。

【００３４】

突出部３０２は、約１～１０ｎｍの範囲の高さを有する。別の実施形態においては、突出部３０２は、約３～４ｎｍの範囲の高さを有する。この場合には、パターン３００は、線形状に示されているが、パターン３００は、ディスクの表面上において、任意形状に形成してもよい。例えば、突出部３０２は、六方最密充填構成（ｈｅｘａｇｏｎａｌｌｙ　ｃｌｏｓｅｄ－ｐａｃｋ　ａｒｒａｎｇｅｍｅｎｔ）によって形成してもよい。

【００３５】

矢印３０５は、ディスク１０２上に磁性材料および分離体を堆積させるステップを表している。わかりやすくするために、ここでは、磁性材料を堆積させる周知の具体的なステップについては、記述しないが、堆積法の例は、化学蒸着、物理蒸着（スパッタリング）

、分子線エピタキシなどを含む。

【００３６】

パターン３００の形状的特徴体は、基板の表面において、移動性を有するスパッタリングされた材料と相互作用し、従来技術の技法よりも正確に磁性領域３０６Ａ、３０６Ｂの成長をガイドする。別の表現をすれば、形状的にパターン化されたエリアは、それぞれの突出部３０２のエッジ３０９における垂直方向の非磁性ＭＯｘまたは分離体境界３０８の成長を促進する方式により、ＣｏＣｒＰｔＭＯｘ薄膜の移動に対して影響を及ぼす。それぞれの突出部のエッジ３０９は、エッジ３０９と隣接空間３０３の間の交差部として規定することができる。突出部３０２のエッジ３０９における分離体境界３０８の正確な位置決めは、分離体境界の間の突出部３０２上のまたはこの上方における磁性粒子３０６Ａの成長をガイドする。更には、突出部３０２のエッジ３０９における分離体境界３０８の正確な位置決めは、突出部３０２の間の空間内における磁性粒子３０６Ｂの成長をガイドする。特定の実装形態においては、磁性粒子３０６Ｂは、パターンの外周などのように、単一の突出部３０２に隣接した空間内において形成することができる。隣接する突出部３０２の間に形成される磁性粒子３０６Ｂの数は、パターンのピッチによって左右される。更には、突出部３０２の間の間隔が複数の粒子３０６Ｂを支持している場合には、複数の粒子３０６Ｂは、突出部の間における粒子の成長および間隔の当然の結果として形成される１つまたは複数のＭＯｘ分離体境界３１０によって分離される。従って、磁性材料および分離体の不混和特性に起因し、磁性材料は、突出部３０２の中心の近傍に集まり、且つ、分離体は、突出部３０２のエッジ３０９の周りに集まって垂直方向の分離体境界３０８を形成する。更には、突出部３０２の間の距離が平均粒子幅を上回っているため、突出部３０２の間に複数の粒子が形成されることになる。

【００３７】

パターン３００は、突出部３０２などの第１特徴体と、突出部３０２の間に形成された凹部または空間３０３などの第２特徴体と、を有するものと考えてもよい。図示の実施形態においては、突出部３０２および空間からなるこれらの交互に変化し且つ反復する特徴体がパターン３００を形成している。この結果、その特徴体およびピッチが望ましい粒子サイズに従って選択されているパターン化基板は、より均一な粒子成長をガイドする。換言すれば、パターンが核生成サイトの配列を形成しているため、パターン化基板によれば、より均一なサイズおよび形状を有する粒子が可能である。更には、図３の堆積された磁性層の上部表面は、実質的に平坦ではないが、実際には、スパッタリング堆積された磁性材料の上部表面の不均一性は、示されているほどに劇的に不均一なものにはならない傾向を有しており、実際には、下方の基礎をなしているエッチングされたパターンよりも滑らかになる傾向を有する。

【００３８】

図４は、化学的にパターン化されたディスク４００の１実施形態を示す概略ブロックダイアグラムである。本明細書において使用されている化学的にパターン化されたディスクとは、第１および第２材料４０４、４０６（例えば、第１および第２材料領域４０４、４０６）から形成されたパターンを有するディスクを意味している。上述の機械的なパターン化と同様に、化学的なパターン化も、粒子の均一性と、粒子サイズ分布の改善と、を促進する。化学的パターン４００は、ランダムな粒子核生成サイトの代わりに、隣接するまたは交互に変化する第１および第２材料領域の間に比較的正確な境界または交差部を規定しており、これらの境界または交差部が、粒子核生成サイトのランダム性を制限する。別の表現をすれば、それぞれの境界エッジ４０８は、磁性粒子が成長してもよいエリアをより正確に規定しており、そして、これらのエリアが、磁性粒子成長のランダム性を制限し、且つ、従って、媒体の粒子サイズ分布を改善する。

【００３９】

１実施形態においては、上述のように、第１材料４０４は、ディスク１０２上に堆積された磁性材料に類似した磁性材料などの磁性材料であってよい。第２材料４０６は、１実施形態においては、ディスク４００であり、或いは、代わりに、SiO_2などの充填材料

である。当業者であれば認識するように、図示のパターンは、溝などの特徴体をディスク４００内にエッチングし、第１材料４０４をディスク４００上に堆積させ、且つ、表面をエッチバックしてディスク４００を平坦化することにより、実現してもよい。表面をエッチバックするステップの例は、これに限定するものではないが、イオンビームエッチングまたは反応性イオンエッチングを含む。第１材料４０４と第２材料４０６の隣接領域の隣接エッジまたは交差部４０８は、図３の突出部特徴体のエッジに類似した態様で機能する。換言すれば、隣接エッジ４０８は、磁性材料および非磁性分離体を含む粒子４０９Ａ、４０９Ｂの成長をガイドする。第１および第２材料４０４、４０６の間のエッジ４０８により、ＭＯｘ分離体境界４１４がエッジ４０８上に形成される。ＭＯｘ分離体境界４１４は、第２材料領域４０６上のまたはこの上方における磁性粒子４０９Ａの成長をガイドする。更には、エッジ４０８における分離体境界４１４の位置決めは、第１材料領域４０４上のまたはこの上方における磁性粒子４０９Ｂの成長をガイドする。第１材料領域４０４の上方に形成される磁性粒子４０９Ｂの数と、粒子４０９Ｂの間のＭＯｘ分離体境界４１６の形成と、は、図３の磁性粒子３０６Ｂおよび境界３１０に類似した方式によって実現される。

【００４０】

化学的パターン４００は、約１～６粒子幅の範囲のピッチ４１０を有するように形成されている。別の実施形態においては、ピッチ４１０は、約３～５粒子幅の範囲である。更に別の実施形態においては、ピッチ４１０は、３粒子幅の幅を有する。例えば、３粒子幅のピッチ４１０は、リソグラフィの分解能要件を緩和し、且つ、現在のリソグラフィの分解能限度よりも小さな粒子を実現する。或いは、この代わりに、またはこれに加えて、ピッチ４１０は、約１０～４０ｎｍ、２０～３０ｎｍ、または２５～２７ｎｍの範囲の幅を有してもよい。

【００４１】

上述のように、矢印４１２は、ディスク４００上に磁性材料および分離体を堆積させるステップを表している。わかりやすくするために、ここでは、周知の具体的な堆積のステップについては、記述しないが、堆積ステップの例は、化学蒸着、物理蒸着（スパッタリング）、分子線エピタキシなどを含む。

【００４２】

図５は、基板をパターン化するための方法５００の１実施形態を示す概略フローチャート図である。１実施形態においては、方法５００は、開始後に、パターンのピッチを決定している（５０２）。前述のように、パターンは、３粒子の幅に実質的に等しいピッチを有するように形成されており、粒子の幅は、粒子の平均的な幅、即ち、平均幅によって決定される。この代わりに、ピッチは、約１～５粒子の幅に実質的に等しい。別の例においては、パターンは、約１０～４０ｎｍ、２０～３０ｎｍ、または２５～２７ｎｍの範囲のピッチを有する。

【００４３】

方法５００は、継続され、形状的なパターン化５０４または化学的なパターン化５０６によって形成されたピッチを有するパターンをディスクに設けている。１実施形態においては、形状的なパターン化５０４は、ディスクの表面上に特徴体を微細製造するステップを含む。微細製造ステップの例は、パターン化（リソグラフィ）、エッチング、堆積、および微細切削を含む。

【００４４】

上述のように、化学的なパターン化５０６は、第１材料および第２材料によってディスクをパターン化するステップを含む。第１材料は、磁性材料であってよい。第２材料は、ディスクであっても、代わりに、充填材料であってもよい。第１材料および第２材料のパターンは、ディスク上に第１材料を堆積させ、リソグラフィを使用してパターンをエッチングし、第２材料を堆積させ、且つ、次いで、ディスクの表面をエッチバックして平坦な表面を形成することにより、形成してもよい。表面をエッチバックするステップの例は、これに限られるものではないが、イオンビームエッチングまたは反応性イオンエッチング

を含む。

【００４５】

形状的にパターン化されたディスクおよび化学的にパターン化されたディスクは、いずれも、物理的境界を有するように形成されている。パターン化されたディスクの例においては、物理的境界は、図３の隆起したエリアのエッジである。化学的にパターン化されたディスクの例においては、物理的境界は、第１材料と第２材料の間のエッジである。

【００４６】

本方法は、継続され、磁性材料および分離体を堆積させる（５０８）。磁性材料および分離体を堆積させるステップの例は、化学蒸着、物理蒸着（スパッタリング）、分子線エピタキシなどを含む。形状的にパターン化されたディスクと化学的にパターン化されたディスクの物理的境界は、いずれも、磁性材料および分離体の粒子成長をガイドする。分離体は、不混和性であって、移動性を有し、且つ、物理的境界の近傍に集まる傾向を有し、これにより、磁性材料の周りに非磁性境界を形成する。

【００４７】

この説明に記述されている機能性ユニットの中には、その実施の独立性をより具体的に強調するために、モジュールという名称が付与されているものもある。例えば、モジュールは、カスタムＶＬＳＩ回路またはゲートアレイ、論理チップなどの既成の半導体、トランジスタ、或いは、その他の個別コンポーネントを有するハードウェア回路として実施してもよい。又、モジュールは、フィールドプログラマブルゲートアレイ、プログラマブルアレイロジック、プログラマブル論理装置、またはこれらに類似したものなどのプログラム可能なハードウェア装置として実施してもよい。

【００４８】

又、モジュールは、様々なタイプのプロセッサによる実行のためにソフトウェアとして実施してもよい。実行可能なコードの識別されたモジュールは、例えば、コンピュータ命令の１つまたは複数の物理的または論理的なブロックを有してもよく、ブロックは、例えば、オブジェクト、プロシージャ、または関数として編成してもよい。にもかかわらず、識別されたモジュールの実行可能なコードは、物理的に一緒に配置する必要はなく、互いに論理的に結合された際にモジュールを構成すると共にそのモジュールの記述された目的を実現する、異なる場所に保存された全く異なる命令を有してもよい。

【００４９】

実際に、実行可能なコードのモジュールは、単一の命令または多数の命令であってもよく、さらには、異なるプログラムの間において、且つ、いくつかのメモリ装置に跨って、いくつかの異なるコードセグメントに分散させてもよい。同様に、動作データも、本明細書においては、モジュール内において識別および図示されてもよく、且つ、任意の適切な形態において実施してもよく、且つ、任意の適切なタイプのデータ構造によって編成してもよい。動作データは、単一のデータセットとして収集されてもよく、或いは、異なるストレージ装置上を含む異なる場所にわたって分散されてもよく、且つ、少なくとも部分的に、システムまたはネットワーク上の電子信号としてのみ、存在してもよい。

【００５０】

上述の概略フローチャート図および方法の概略図は、全体的に、論理的なフローチャート図として表されている。従って、図示の順序およびラベルが付与されたステップは、代表的な実施形態を示している。機能、論理、または効果において概略図に示されている方法の１つまたは複数のステップまたはその一部分に等価なその他のステップおよび方法が想起されよう。更には、利用されているフォーマットおよびシンボルは、概略図の論理的なステップを説明するために提供されており、且つ、図面によって示されている方法の範囲を限定するものではないことを理解されたい。概略図には、様々な矢印タイプおよびラインタイプが利用されているが、それらは、対応する方法の範囲を限定するものではないことを理解されたい。実際に、いくつかの矢印またはその他のコネクタを使用して方法の論理的なフローのみを示してもよい。例えば、矢印は、図示の方法の列挙されているステップ間の規定されてはいない、待機期間または監視期間の持続時間を示してもよい。更に

は、特定の方法が実行される順序は、図示の対応するステップの順序に厳格に準拠してもしなくてもよい。

【００５１】

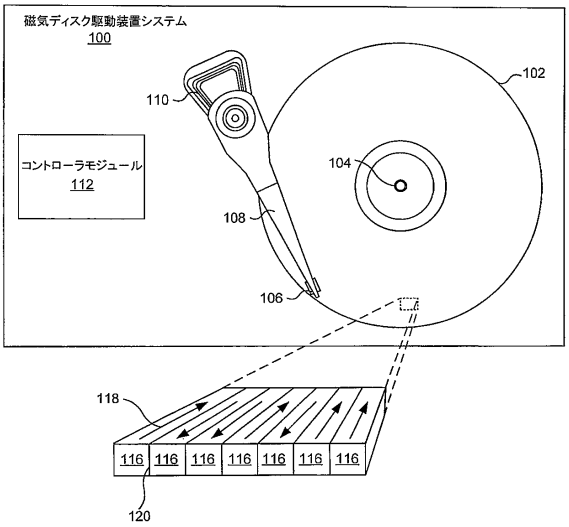
本主題は、その精神および基本的な特性を逸脱することなしに、その他の特定の形態において実施してもよい。記述されている実施形態は、すべての観点において、限定ではなく、例示を目的としたものに過ぎないものと見なされたい。従って、本発明の範囲は、以上の説明によってではなく、添付の請求項によって規定される。請求項およびその均等物の意味および範囲に含まれるすべての変更は、請求項の範囲に含まれる。

【符号の説明】

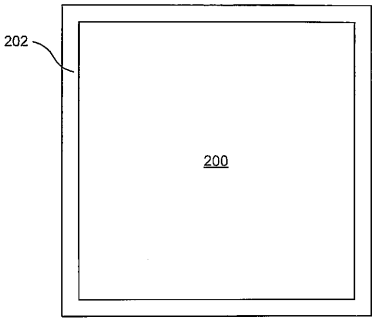
【００５２】

１００　磁気ディスク駆動装置システム
１０２　磁気ストレージディスク
１０４　スピンドル
１０６　読取り／書込みヘッド
１０８　サスペンションアーム
１１０　アームアクチュエータ
１１２　コントローラモジュール
１１６　磁性領域
１１８　矢印
１２０　粒子境界
２００　粒子
２０２　非磁性境界
３００　パターン
３０２　第１特徴体
３０３　第２特徴体
３０４　ピッチ
３０５　矢印
３０６Ａ　磁性領域
３０６Ｂ　磁性領域
３０８　分離体境界
３０９　エッジ
３１０　分離体境界
４００　パターン
４０４　第１領域
４０６　第２領域
４０８　エッジ
４０９Ａ　粒子
４０９Ｂ　粒子
４１０　ピッチ
４１２　矢印
４１６　分離体境界
５００　基板をパターン化するための方法

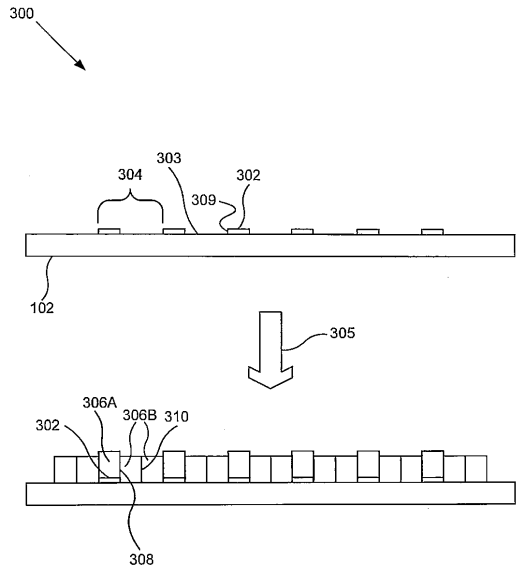
【図１】


磁気ディスク駆動装置システム
100
102
110
コントローラモジュール
112
104
108
106
118
116
116
116
116
116
116
116
120

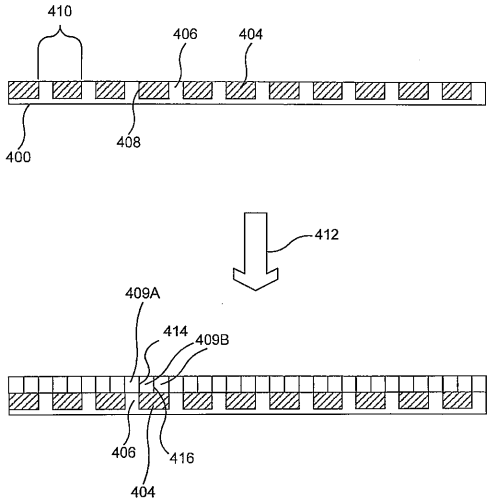
【図２】


202
200

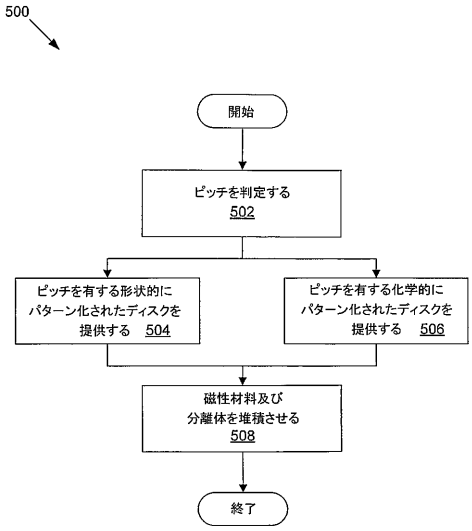
【図３】


300
303
304
302
309
102
305
306A
306B
310
302
308

【図４】


410
406
404
400
408
412
409A
414
409B
406
416
404

【図５】


500
開始
ピッチを判定する
502
ピッチを有する形状的に
パターン化されたディスクを
提供する 504
ピッチを有する化学的に
パターン化されたディスクを
提供する 506
磁性材料及び
分離体を堆積させる
508
終了

フロントページの続き

(74)代理人 100153903
弁理士 吉川 明
(72)発明者 リーズル フォークス
アメリカ合衆国 ９５００８ カリフォルニア州, キャンベル, エヌ. ファースト ストリート １７６
(72)発明者 マイケル ケー. グロビス
アメリカ合衆国 ９５１２８ カリフォルニア州, サンノゼ, ストークス ストリート ６５６
(72)発明者 ダン エス. カーチャー
アメリカ合衆国 ９５０６０ カリフォルニア州, サンタクルーズ, ノーベル ドライブ １０３４
(72)発明者 リカルド ルイス
アメリカ合衆国 ９５０５０ カリフォルニア州, サンタクララ, リンデン ドライブ ８６３
(72)発明者 高野 健太郎
アメリカ合衆国 ９５１２０ カリフォルニア州, サンノゼ, ポーツウッド サークル ８４８
(72)発明者 ブルース ディー. テリス
アメリカ合衆国 ９４０８７ カリフォルニア州, サニーベール, ネリス コート １２４１
(72)発明者 チン チュー
アメリカ合衆国 ９５１３５ カリフォルニア州, サンノゼ, イェルバ ブエナ ロード ３４０３

審査官 岩井 健二

(56)参考文献 特開２０１１－１２９２４１（ＪＰ, Ａ）
特開２００８－０９０９９９（ＪＰ, Ａ）
特開２００６－１９０４８５（ＪＰ, Ａ）
米国特許出願公開第２０１０／０２７３０２８（ＵＳ, Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
Ｇ１１Ｂ ５／６２ － ５／８２
Ｇ１１Ｂ ５／００ － ５／０２４
Ｇ１１Ｂ ５／８４ － ５／８５８