

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5955307号
(P5955307)

(45) 発行日 平成28年7月20日 (2016. 7. 20)

(24) 登録日 平成28年6月24日 (2016. 6. 24)

(51) Int. Cl. F I
G 1 1 B 5/39 (2006. 01) G 1 1 B 5/39
G 1 1 B 5/29 (2006. 01) G 1 1 B 5/29 A

請求項の数 17 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2013-258949 (P2013-258949) (22) 出願日 平成25年12月16日 (2013. 12. 16) (65) 公開番号 特開2014-123417 (P2014-123417A) (43) 公開日 平成26年7月3日 (2014. 7. 3) 審査請求日 平成26年2月13日 (2014. 2. 13) (31) 優先権主張番号 13/723, 870 (32) 優先日 平成24年12月21日 (2012. 12. 21) (33) 優先権主張国 米国 (US)</p> <p>前置審査</p>	<p>(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</p> <p>(74) 代理人 110001195 特許業務法人深見特許事務所</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチリーダー方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の壁を形成するステップと、
 第 2 の壁を形成するステップと、
 第 1 の壁および第 2 の壁を用いて、2 つの隣接するリーダースタックを形成するステップ
 とを含み、
第 1 の壁を形成するステップおよび第 2 の壁を形成するステップは、
第 1 のリーダースタックを形成し、第 2 のリーダースタックを形成するために、所定位置の
上方において対称的に心棒を位置決めするステップを含む、方法。

【請求項 2】

第 1 の壁を形成するステップは、
 耐エッチング性ハードマスク材料から第 1 の壁を形成するステップを含む、請求項 1 に
 記載の方法。

【請求項 3】

第 1 の壁を形成するステップおよび第 2 の壁を形成するステップは、
 心棒材料を堆積させるステップと、
 心棒の上部上に第 1 の壁および第 2 の壁のための材料を堆積させるステップとを含む、
 請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

心棒を露出させるように心棒の上部上に堆積した材料をエッチングするステップをさら

に含む、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

心棒材料を除去するステップをさらに含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

2 つの隣接するリーダスタックが同じ層に形成される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

隣接するリーダスタックは、多くても 100 ナノメートルだけ隔てられる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

第 1 のリーダスタックおよび第 2 のリーダスタックを互いから 100 ナノメートル以内に形成するステップを含み、

分割されたシールドの絶縁ディバイダのそれぞれの側部に対称的に間隔を置いて配置された第 1 のリーダスタックおよび第 2 のリーダスタックを形成するステップをさらに含む、方法。

【請求項 9】

第 1 のリーダスタックと第 2 のリーダスタックとの間に谷部を形成するステップをさらに含む、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

少なくとも 1 つの分割されたシールドを形成するステップをさらに含み、分割されたシールドの第 1 の部分は第 1 のリーダスタックと電氣的に接触し、分割されたシールドの第 2 の部分は第 2 のリーダスタックと電氣的に接触し、分割されたシールドの第 1 の部分および分割されたシールドの第 2 の部分は電気絶縁体によって隔てられる、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 11】

第 1 のリーダスタックと、

第 1 のリーダスタックから 100 ナノメートル以内に配置される第 2 のリーダスタックとを含み、

少なくとも 1 つの分割されたシールドをさらに含み、分割されたシールドの第 1 の部分は第 1 のリーダスタックと電氣的に接触し、分割されたシールドの第 2 の部分は第 2 のリーダスタックと電氣的に接触し、分割されたシールドの第 1 の部分および分割されたシールドの第 2 の部分は電気絶縁体によって隔てられる、装置。

【請求項 12】

第 1 のリーダスタックと第 2 のリーダスタックとの間に対称的な接合部をさらに含む、請求項 11 に記載の装置。

【請求項 13】

第 1 のリーダスタックと第 2 のリーダスタックとの間に配置される谷部をさらに含む、請求項 11 に記載の装置。

【請求項 14】

第 1 のリーダスタックおよび第 2 のリーダスタックが共通の層から構成される、請求項 11 に記載の装置。

【請求項 15】

第 1 のリーダスタックと第 2 のリーダスタックとの間に配置されるシールド材料をさらに含む、請求項 11 に記載の装置。

【請求項 16】

第 1 のリーダスタックおよび第 2 のリーダスタックの上方に配置されたシールド材料と、

第 1 のリーダスタックおよび第 2 のリーダスタックの下方に配置されたシールド材料と、

第 1 のリーダスタックおよび第 2 のリーダスタックのうち少なくとも 1 つのスタックリーダの側部に配置されたシールド材料とをさらに含む、請求項 11 に記載の装置。

10

20

30

40

50

【請求項 17】

第1のリーダスタックおよび第2のリーダスタックの上方に配置されたシールド材料と、
 第1のリーダスタックおよび第2のリーダスタックの下方に配置されたシールド材料と、
 第1のリーダスタックと第2のリーダスタックとの間に配置されたシールド材料とをさらに含む、請求項 1.1 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

背景

磁気記憶装置は、しばしば、一般に「トラック」と称されるものにデータを記憶する。これらのトラックは、リーダによって読取ることのできる2値データからなる長いシーケンスを記憶することができる。トラックは互いにごく近接して形成されることが多い。たとえば、ハードディスクドライブは、同心円状の輪として形成されるトラックでデータを記憶するディスクを利用することが多い。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0002】

【特許文献1】米国特許第7,916,432号明細書

【特許文献2】米国特許第4,656,546号明細書

【特許文献3】米国特許第6,504,675号明細書

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0003】

概要

この概要は、詳細な説明において以下にさらに記載される概念を抜粋して単純な形で紹介するために提供される。この概要は、主張される主題の重要な特徴または本質的な特徴を特定することを意図したものではなく、主張される主題の範囲を限定するために用いられるよう意図したものでもない。主張される主題の他の特徴、詳細、有用性および利点は、さまざまな実現例についての以下のより具体的に記載された詳細な説明、および、添付の図面にさらに例示され添付の特許請求の範囲に規定される実現例から明らかになるだろう。

【0004】

一実施例に従うと、マルチリーダは動作中に記憶装置の複数の領域から同時に読取り可能となるように製造することができる。このような装置は、たとえば、第1の壁を形成し、第2の壁を形成し、第1の壁および第2の壁を用いて2つの隣接するリーダスタックを形成することによって構成することができる。

【0005】

別の実施例においては、マルチリーダは、たとえば、第1のリーダスタックおよび第2のリーダスタックを互いから約100ナノメートル以内に形成することによって構成することができる。

【0006】

これらおよび他のさまざまな特徴および利点は以下の詳細な説明から明らかになるだろう。

【0007】

図面の簡単な説明

この技術の性質および利点は、明細書の残りの部分に記載されている図面についての言及からさらに理解され得る。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【0008】

【図1】マルチリーダヘッドと使用可能なハードディスクドライブ装置の例を示す図である。

【図2A】一実施例に従ってマルチリーダを製造するプロセスを示す図である。

【図2B】一実施例に従ってマルチリーダを製造するプロセスを示す図である。

【図2C】一実施例に従ってマルチリーダを製造するプロセスを示す図である。

【図2D】一実施例に従ってマルチリーダを製造するプロセスを示す図である。

【図2E】一実施例に従ってマルチリーダを製造するプロセスを示す図である。

【図2F】一実施例に従ってマルチリーダを製造するプロセスを示す図である。

【図2G】一実施例に従ってマルチリーダを製造するプロセスを示す図である。

【図2H】一実施例に従ってマルチリーダを製造するプロセスを示す図である。

10

【図3A】一実施例に従って、マルチリーダと使用される、分割されたシールドを製造するプロセスの例を示す図である。

【図3B】一実施例に従って、マルチリーダと使用される分割されたシールドを製造するプロセスの例を示す図である。

【図3C】一実施例に従って、マルチリーダと使用される分割されたシールドを製造するプロセスの例を示す図である。

【図3D】一実施例に従って、マルチリーダと使用される分割されたシールドを製造するプロセスの例を示す図である。

【図3E】一実施例に従って、マルチリーダと使用される分割されたシールドを製造するプロセスの例を示す図である。

20

【図3F】一実施例に従って、マルチリーダと使用される分割されたシールドを製造するプロセスの例を示す図である。

【図4A】さまざまな実施例に従った、さまざまな分割されたリーダの例を示す図である。

【図4B】さまざまな実施例に従った、さまざまな分割されたリーダの例を示す図である。

【図4C】さまざまな実施例に従った、さまざまな分割されたリーダの例を示す図である。

【図4D】さまざまな実施例に従った、さまざまな分割されたリーダの例を示す図である。

30

【図4E】さまざまな実施例に従った、さまざまな分割されたリーダの例を示す図である。

【図4F】さまざまな実施例に従った、さまざまな分割されたリーダの例を示す図である。

【図4G】さまざまな実施例に従った、さまざまな分割されたリーダの例を示す図である。

【図4H】さまざまな実施例に従った、さまざまな分割されたリーダの例を示す図である。

【図5】一実施例に従った方法を示すフローチャートである。

40

【図6】別の実施例に従った方法を示す別のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

詳細な説明

メモリ素子上で用いられるトラックの密度は改良され続けている。一例として、ハードディスクドライブ上で用いられるトラックの密度は、トラック同士がさらに一層近接して配置されるように改良され続けている。一実施例に従うと、現在では、複数のトラックが同時に読取られることもある。たとえば、マルチトラックリーダのうち1つのリーダを用いて1つのトラックを読取り、マルチトラックリーダの第2のリーダを用いて第2のトラックを読取ってもよい。一実施例に従うと、マルチリーダを形成するのに用いられ得る或

50

る技術の場合、リーダスタックは、リーダスタックの隣接する端縁間の間隔が約100ナノメートル以下などとなるように、互いにごく近接して配置される。

【0010】

ここで図1を参照すると、マルチリーダ装置の一例を見ることができる。図1はハードディスクドライブを示す。ハードディスクドライブはリーダヘッドによって読取ることができる。図1に示される例においては、2つの領域から同時に読取のために2つのリーダを有するリーダヘッドが示される。図1は、これを、ハードディスクの第1のトラックから読取り、同時にハードディスクの第2のトラックから読取るものとして示す。これは、第1のリーダスタックおよび第2のリーダスタックを有するように読取ヘッドを作製することによって実現される。ハードディスクドライブは、たとえば、少なくとも2つのトラックを同時に読取ることができるので、より効率的であり得る。

10

【0011】

図1は、複数の読取センサ116を備えたトランスデューサヘッド120の例の平面図を示す。ディスク108は、動作中にディスクの回転軸を中心に回転する。さらに、ディスク108は外径102および内径104を含み、これら外径102と内径104との間には、円形の破線によって示されるいくつかの同心のデータトラック106が存在する。データトラック106は実質的に円形であり、たとえば、分解図に示され、ディスク108上でドットまたは楕円形としても示されるように、規則的に間隔を空けて配置されパターン化されたビットから構成される。しかしながら、上述の技術が連続的な磁気媒体およびディスクリートトラック(DT: discrete track)媒体を含む他のタイプの記憶媒体とともに使用され得ることが理解されるはずである。

20

【0012】

情報は、ディスク108上のさまざまなデータトラック106におけるパターン化されたビットに書込まれ、当該パターン化されたビットから読取られてもよい。トランスデューサヘッド120は、アクチュエータアセンブリ上において、アクチュエータの回転軸の遠位側にある端部に搭載され、ディスク動作中にディスク108の表面上方を当該表面にごく近接して移動する。アクチュエータアセンブリ110は、シーク動作中、ディスク108近傍に位置決めされたアクチュエータ回転軸を中心に回転する。シーク動作では、対象のデータトラック上にトランスデューサヘッド120が位置決めされる。分解図は、2つの読取センサ116を備えたトランスデューサヘッドを示す(アクチュエータアセンブリ110は図示せず)。

30

【0013】

例示を目的として、データトラック方向は、データトラックの円周または接線に沿った方向を表わし、横断するトラック方向は、(たとえば半径に沿って)トラックの幅を横断する方向を表わす。「アップトラック(Up-track)」は、トラックに対するヘッドの移動方向を指す。

【0014】

単一のトラックから読取れるようにマルチリーダが方向付けされ得ることも理解されるはずである。たとえば、マルチリーダは、同じトラックのうち2つの異なる領域から同時に読取ることができるだろう。このため、たとえば、一実施例では、トラック上のサーボデータを第1のリーダから読取りつつ、トラック上の記憶データを第2のリーダで読取ることが可能にし得る。これは、トラックの幾何学的形状のせいで、より困難になる可能性があり、トラックの幅がより広ければより容易に機能するだろう。

40

【0015】

ここで、図2A、図2B、図2C、図2D、図2E、図2F、図2Gおよび図2Hを参照すると、マルチリーダ装置を構成するためのプロセスを見ることができる。図2Aにおいては、装置200が、ベースコート層204、シールド層、スタック層およびハードマスク層から形成されている。この例におけるシールド層は、分割されたシールドとして示されており、部分208および212が絶縁体216によって互いから電氣的に絶縁されている。絶縁体はたとえば Al_2O_3 から形成されてもよい。ベースコートは、たとえば

50

、 Al_2O_3 、 SiO_2 または他の絶縁体から形成されてもよい。シールドのための材料は、たとえば、 $NiFe$ 、 $NiFeX$ 、 $CoNiFe(X)$ 、 $Co(X)$ 、 $CoFe(X)$ 、 $FeSiAl(X)$ (X = 遷移金属) または他の好適な磁氣的に軟質の合金から形成されてもよい。スタック材料は、たとえば、トンネル接合スタック材料または巨大磁気抵抗効果 (GMR : giant magnetoresistance) スタック材料から形成されてもよい。ハードマスクは、たとえば、非晶質炭素、 SiC 、 $Ta(N)$ または他の耐エッチング材料から形成されてもよい。読取りヘッドの空気軸受面の面は、図2Aが描かれる面に対して実質的に平行になるだろう。

【0016】

現在、典型的なリーダが面垂直電流 (CPP : current-perpendicular-to-the-plane) 型であって、電流がスタック材料の厚みを通して流れることに留意されたい。シールド材料は磁気遮蔽をもたして分解能 (resolution) を改善させる。電氣的機能および磁氣的機能がともに、2つ以上のリーダのために維持される。シールドが回路におけるリーダを電氣的に結合するための電氣的リードとして機能し得ることも理解されるはずである。

【0017】

図2Bは、心棒228が堆積可能であることを示す。心棒は、たとえば、カーボンブロックとして形成されてもよい。心棒は、リーダ同士の所定位置間において対称的に位置決めされてもよい。以下に示すように、リーダは、その後、心棒の位置に相対的に形成される。このため、心棒の位置決めは、リーダ同士を互いの近くに形成することを可能にするだけでなく、リーダの位置を規定するのに用いることもできる。

【0018】

次いで、心棒は、コンフォーマルコート (conformal coat) 232によって覆われてもよい。コンフォーマルコートは、たとえば、 SiO_2 、 Al_2O_3 または他の酸化物もしくは窒化物から形成されてもよい。コンフォーマルコートの一局面は、側面の堆積をもたらすようにコンフォーマルコートが心棒の側面に塗布され得ることである。「極めてコンフォーマルなコーティング (Highly conformal coating)」が用いられてもよく、この場合、コーティングにより、磁界堆積 (field deposition) に相当する側壁堆積をもたらすことができる。しかしながら、側壁堆積が磁界堆積よりも薄くなる「部分的なコンフォーマルコーティング」が用いられてもよいことも認識されるべきである。コンフォーマルコーティングという語は、極めてコンフォーマルなコーティングおよび部分的なコンフォーマルコーティングを包含するよう意図されている。次いで、コンフォーマルコートのかなりの部分が、図2Bの水平面に沿ってコンフォーマル材料を取除くように、たとえば異方性エッチングによって除去されてもよい。これにより心棒が露出され、心棒の側壁に沿って、全てではないにしてもほとんどのコンフォーマル材料が保持される。次いで、心棒自体が取除かれてもよい。たとえば、心棒は選択性エッチングでエッチングされてもよい。結果として、コンフォーマル材料の側壁が第1の壁236および第2の壁240として保持されることとなる。

【0019】

壁236および240が形成されると、これらの壁236および240はリーダスタックを形成する際に用いられてもよい。図2Cは、壁の下にあるハードマスク材料を除いては、ハードマスク層が除去され得ることを示す。たとえば、ハードマスク材料は、誘導結合プラズマ (ICP : inductively coupled plasma) エッチングプロセスまたは他の反応性イオンエッチング (RIE : reactive ion etch) プロセスによって除去されてもよい。これにより、スペーサパターンから実質的に直線的な転写がもたらされる。このプロセスにより、結果として、壁240および236の下方にあるハードマスクを適所に残しつつ、ハードマスク層224の残りが除去されることとなる。ハードマスクキャップだけが存在し得る異なる実施例においては、壁のハードマスクを直接的に用いて、スタックをパターン化してもよい。

【0020】

次いで、図2Eにおけるリーダスタック256および252を形成するために、図2D

10

20

30

40

50

に示される構造がエッチングされ得る。たとえば、反応性イオンエッチング (R I E) を用いて、第 1 のリーダおよび第 2 のリーダを規定するようにパターンをスタック層にまで転写してもよい。ミリングまたは反応性イオンビームエッチング (R I B E : reactive ion beam etching) などの他のエッチング技術が用いられてもよい。以上のように、リーダスタックは、心棒の元の位置に対して対称的に形成される。次いで、図 2 E における構造がコンフォーマル層 2 6 0 で覆われ得る。コンフォーマル層は、たとえば、図 2 F に図示のとおり、原子層揮発 (A L V : atomic layer volatilization) または化学蒸着 (C V D : chemical vapor deposition) プロセスから形成されてもよい。

【 0 0 2 1 】

図 2 G は、図 2 F に図示される構造上に絶縁層が堆積され得ることを示す。絶縁層は、たとえば、第 2 のリーダスタック 2 5 6 から第 1 のリーダスタック 2 5 2 を電氣的に絶縁させることができる。

10

【 0 0 2 2 】

最後に、図 2 H は、図 2 G に示される構造が残りのハードマスクを除去するために平坦化され得ることを示す。そして、上部シールド層 2 6 4 が追加され得る。結果として、2 つのリーダスタックが互いにごく近接して構成されることとなる。たとえば、リーダスタックは、互いから約 1 0 0 ナノメートル以内に位置するよう形成されてもよい。リーダを用いてハードディスクドライブから読取りを行う場合、これらのリーダは、この例に従うと、約 5 0 ナノメートルのトラックピッチを有するトラックから読取るのに用いられ得る。たとえば、各々のリーダは、2 5 ナノメートルの幅を有してもよく、他のリーダから 2 5 ナノメートルだけ隔てられてもよい。これにより、各トラックの幅が 5 0 ナノメートルである第 1 のトラックおよび第 2 のトラック上で各リーダを中心に配置させることが可能となる。

20

【 0 0 2 3 】

分離された底部シールドをすべての実施例において用いる必要はない。しかしながら、分離された底部シールドが所望される場合、図 3 A、図 3 B、図 3 C、図 3 D、図 3 E および図 3 F に示されるプロセスが用いられてもよい。図 3 A は、ベースコート層 3 0 4 が堆積され得ることを示す。第 1 のシールド部分 3 0 8 はベースコート層の上に堆積され得る。第 1 のシールド部分が構成されると、この第 1 のシールド部分はハードマスク層 3 1 1 によって覆うことができる。

30

【 0 0 2 4 】

図 3 B は、絶縁材料 3 1 0 が堆積され得ることを示す。絶縁材料 3 1 0 の側壁堆積を用いて、第 1 のシールド部分とその後のシールド部分との間に電気絶縁を形成することができる。

【 0 0 2 5 】

図 3 C においては、絶縁材料が、側壁絶縁およびハードマスク層 3 1 1 だけを残すようにエッチング除去されたものとして示される。絶縁材料は、たとえば、 Al_2O_3 、 SiO_2 またはフェライトなどの磁性絶縁体から形成されてもよい。磁性絶縁体は優れた電気絶縁をもたらし、シールド磁化構造に対する影響を低減させることができる。

【 0 0 2 6 】

40

図 3 D においては、付加的なシールド材料を堆積させたものが示される。次いで、この構造は、第 2 のシールド部分を作成するよう平坦化され得る。平坦化は、たとえば、化学 - 機械平坦化 (C M P : chemical-mechanical planarization) またはエッチングによって実行されてもよい。結果として得られる構造が図 3 E によって示される。最後に、図 3 F は、残りのハードマスク層が除去され得ること、および構造が平坦化されて実質的に平坦な面が作成され得ることを示す。図 3 F に示される結果として得られる構造は、絶縁体 3 1 6 によって隔てられる第 1 のシールド部分 3 0 8 および第 2 のシールド部分 3 1 2 から構成される分割されたシールドを有する。

【 0 0 2 7 】

図 3 F における分割された底部シールドが作成されると、この底部シールドはさらに、

50

図 2 A に示される構造を得るためにスタック層およびハードマスク層で構成され得る。2つのシールド部分間の絶縁体により、2つのシールド部分間に電気絶縁がもたらされる。

【 0 0 2 8 】

図 3 A、図 3 B、図 3 C、図 3 D、図 3 E および 図 3 F は、分割された底部シールド構造を形成するための実施例を示す。同様のプロセスを後に続けて行うことで、分割された上部シールドも形成され得ることが認識されるべきである。さらに、底部シールドと上部シールドとのさまざまな組合せが用いられ得ることが認識されるべきである。ここで、図 4 A、図 4 B、図 4 C、図 4 D、図 4 E、図 4 F、図 4 G および 図 4 H を参照すると、さまざまなシールド構成を見ることができる。

【 0 0 2 9 】

図 4 A は、分割された底部シールドおよび分割されていない上部シールドの例を示す。図 4 B は、分割された上部シールドおよび分割されていない底部シールドの例を示す。図 4 C は、分割された上部シールドおよび分割された底部シールドを示す。

【 0 0 3 0 】

図 4 D は、分割された底部シールドおよび分割されていない上部シールドを示す。しかしながら、この実施例は、CoFe/Ru/CoFe または NiFe/CoFe/Ru/CoFe/NiFe などの任意の合成反強磁性体 (SAF: synthetic antiferromagnet) シールド層が、リーダスタックの上部と分割されていない上部シールドとの間に配置されている点が、図 4 A に示される実施例とは異なる。図 4 E は、分割された上部シールドおよび分割されていない底部シールドを示す。任意の SAF シールド層は、分割されていない底部シールドとリーダスタックとの間に配置される。

【 0 0 3 1 】

図 4 F は、より大きな特徴の中心においてトレンチをエッチングすることによって、分割された上部シールドで2つのリーダが形成される場合の代替的なプロセス法を示す。

【 0 0 3 2 】

図 4 G は、ダウントラックのシールドおよび個々の電気接続をととももたらすスタックの上部上に個々のリードが形成されている別の代替例を示す。さらに、これらの構造は、上部シールドから電氣的に絶縁されており、シールドを電氣的に細分割する必要性をなくす。

【 0 0 3 3 】

図 4 H は、3つ以上のリーダが作製可能であることを例示する。たとえば、図 4 H に示される実施例は、3つのリーダが構成可能であることを示す。図 4 H は、分割された上部シールドおよび分割された底部シールドを有する3つのリーダを示す。4つ以上のリーダを利用することを選択してもよい。

【 0 0 3 4 】

ここで図 5 を参照すると、一実施例を図示するフローチャート 500 が示される。フローチャートのうち第1の動作ブロックは動作 502 として示される。この動作においては、第1の壁が形成される。動作 504 においては、第2の壁が形成される。第1の壁および第2の壁は、半導体処理技術によって同時に形成され得る。壁の形成を別々に説明する場合、それは、これらの壁が別々の時に形成されなければならないことを示唆するよう意図したものではない。第1の壁および第2の壁が形成されると、動作 506 は、第1の壁および第2の壁を用いて2つの隣接するリーダスタックを形成し得ることを示す。

【 0 0 3 5 】

ここで図 6 を参照すると、マルチリーダを構築する別の例がフローチャート 600 によって例示され得る。動作ブロック 602 においては、心棒材料を堆積させ得る。心棒材料の位置は、構成されることとなるリーダスタックの選択された位置に対して対称的な関係になるよう選択され得る。たとえば、心棒は、構成されることとなる第1のリーダスタックおよび第2のリーダスタックについての指定された位置間において、対称的な分割線である中心線に沿って中心に配置されてもよい。これは動作 604 によって示される。

【 0 0 3 6 】

10

20

30

40

50

動作606においては、第1の壁および第2の壁のための材料が心棒上に堆積される。この堆積は、心棒の側壁に沿った材料の堆積を含む。堆積後、心棒の上面に沿った材料が除去され得る。一実施例においては、動作608によって示されるように、心棒の上部上に堆積した如何なる材料もエッチングによって除去される。心棒の上面が再度露出されると、心棒材料が除去され得る。これは動作610として示される。

【0037】

心棒材料を除去することにより、結果として、動作612および616によって示されるように、心棒に沿って設けられた側面堆積物が適所に残されて、第1の壁および第2の壁が形成されることとなる。壁は、動作606において堆積した材料から作製されることとなる。このため、たとえば、動作614は、第1の壁および第2の壁を形成するためにポリシリコンが使用可能であることを例示する。

10

【0038】

第1の壁および第2の壁がリーダスタック材料の層の上方に設けられると、リーダスタック材料がエッチングされて、このリーダスタック材料が別々の部分に分割され得る。これは、谷部を形成するように壁同士の間でのリーダスタック材料を除去することによって実現することができる。材料は、リーダスタックの下方にある材料の層に至るまで除去される。これにより、形成される2つのリーダスタック間に電気的分離を形成することが可能となる。この態様で、2つのリーダが、対称的な接合部を形成するようにこれら2つのリーダ間において絶縁体を中心として対称的に形成される。こうして、動作618は、壁を用いて2つの隣接するリーダスタックを形成することを示す。

20

【0039】

リーダスタックがリーダスタック材料からなる同じ初期層から形成されているので、動作620によって示されるように、リーダスタックは同じ層において有効に形成される。リーダスタックは、複数のトラックからの読取りを可能にするよう狭い寸法で互いにごく近接して配置され得る。たとえば、上述のこの技術は、リーダスタックの最も近接した端縁を互いから約100ナノメートル以内に構成することを可能にする。別の実施例に従うと、リーダスタックの最も近接した端縁は、互いから約25ナノメートル以内に配置されてもよい。さらに別の実施例に従うと、リーダスタックの最も近接した端縁は、互いから約5ナノメートル以内に配置されてもよい。

【0040】

最後に、動作624は、少なくとも1つの分割されたシールドがリーダスタックの底部または上部のいずれかにおいて使用され得ることを例示する。

30

【0041】

上述の技術により、リーダスタックを互いにごく近接させて構成することが可能となる。これにより、互いにごく近接している2トラックから読取り可能なリーダスタックを構成することが可能となる。心棒に幅があることで、壁同士を互いの近くに構成することが可能となる。これは、心棒を取外す前に、心棒に沿った材料の側面堆積を用いることによって達成される。次いで、壁は、別個のリーダスタックを互いに近接させて形成するようにリーダスタック材料をエッチングすることを可能にし得る。これらの壁を用いることにより、昨今のリソグラフィツールの制約により通常構成することができなかったリーダを構成することが可能となる。さらに、この明細書中に記載されるプロセスは、さほど高価でないリソグラフィツールまたは処理を使用することを可能にする。場合によっては、これにより、リーダスタックの均一性を改善し、さらに、シグマ制御を改善することができる。2つのリーダスタックを同時に形成することにより、標準的な処理技術しか用いられなかった場合に複数のリーダを形成するのに必要となるであろうステップ数に比べて、プロセスステップを減らすことができる。加えて、同じ層からリーダを形成することにより、結果として得られるリーダの品質のばらつきを低減させることが可能となる。なぜなら、リーダはともに、同じリーダスタック形成プロセスの一環として堆積させた材料に基づいたものであるからである。

40

【0042】

50

壁は、また、シャドーイング (shadowing) に関する問題を克服する助けともなる。このシャドーイングに関する問題とは、リーダスタックを形成しようとするためにイオンミリングプロセスが用いられることになっていた場合に引起される可能性のあるものである。上述のプロセスにおいては、シャドーイングの影響なしに、リーダスタックが対称的な形状で形成され得る。シャドーイングは、反応性イオンエッチング (RIE)、反応性イオンエッチング (RIE) とイオンビームエッチング (IBE) との組合せ、または反応性イオンビームエッチング (RIBE) を用いることによっても減らすことができる。

【0043】

この明細書中に記載されるマルチリーダ構造は、たとえば、記憶媒体のトラック密度が増大すると有益になり得る。トラック密度が増大すると、ハードディスクドライブ面密度の成長が可能となる。マルチリーダは、一実施例に従って、同時に存在する複数のリーダから改善された TPI 能力および高いデータレートを得ることを可能にする。現在の TPI プロセス技術では、近接した小さなリーダを、好適に制御して優れた歩留まりが得られるようにパターン化することができると思われぬ。

10

【0044】

この明細書中に開示される図およびフローチャートは、例示および説明を目的として記憶装置の文脈においてさまざまな実施例を記載しているが、この明細書中に開示される技術が単純にディスクドライブの範囲を超えて記憶媒体のためにより広範囲に使用可能であることが理解されるはずである。

【0045】

この明細書中に記載される実施例は論理ステップとして実現され得る。したがって、この明細書中に記載される実施例を構成する論理演算は、動作、ステップ、オブジェクトまたはモジュールとさまざまに称される。さらに、特に明確に主張されない限り、または特定の順序が請求項の言語によって本質的に必要とされない限り、論理演算が如何なる順序でも実行され得ることが理解されるはずである。

20

【0046】

上述の明細書、例およびデータにより、例示的な実施例の構造および用途の完全な説明が提供される。主張された発明の精神および範囲から逸脱することなく多くの実施例が実施され得るので、主張された発明は、それぞれの請求項の言語およびサポートする明細書によって規定される。

30

【符号の説明】

【0047】

102 外径、104 内径、106 データトラック、108 ディスク、116 読取センサ、120 トランスデューサヘッド。

【 図 1 】

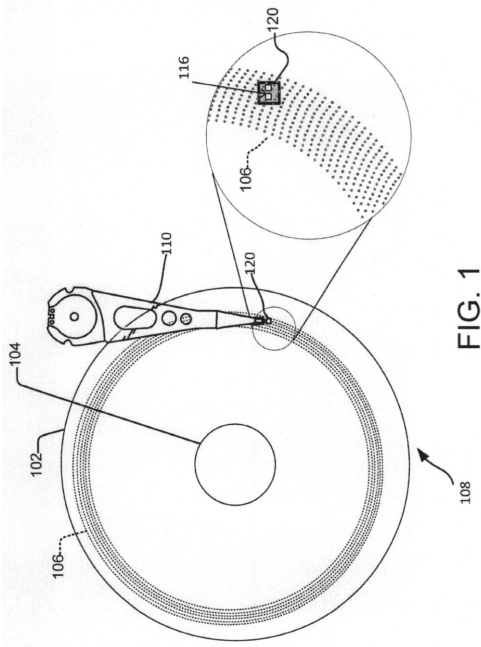


FIG. 1

【 図 2 A 】

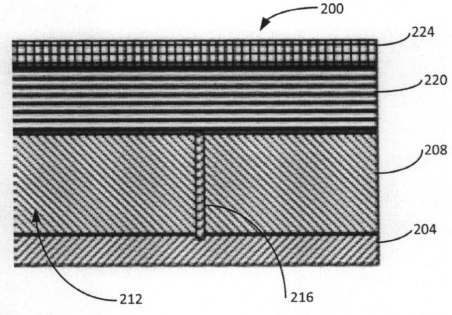


FIG. 2A

【 図 2 B 】

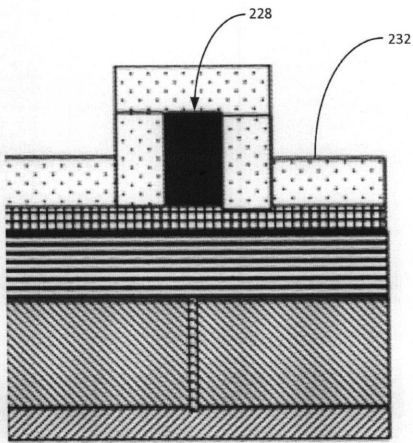


FIG. 2B

【 図 2 C 】

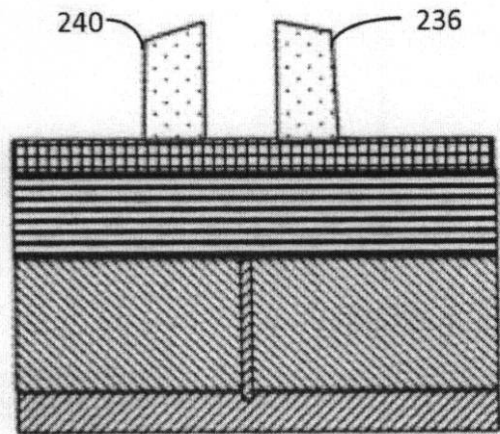


FIG. 2C

【 2 D 】

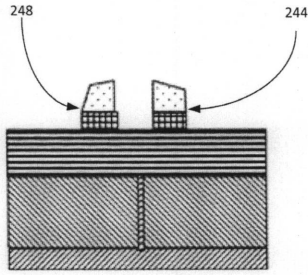


FIG. 2D

【 2 F 】

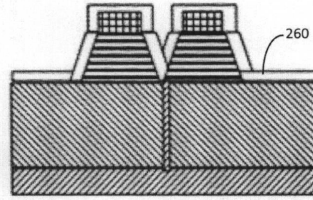


FIG. 2F

【 2 E 】

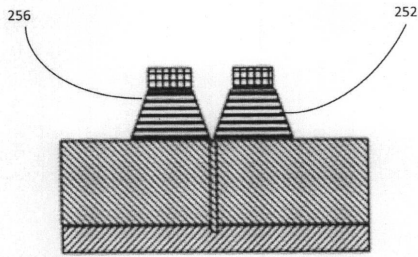


FIG. 2E

【 2 G 】

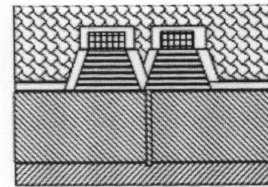


FIG. 2G

【 2 H 】

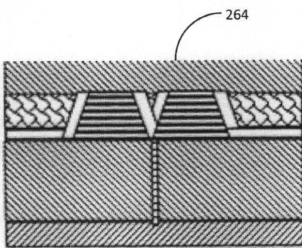


FIG. 2H

【 3 B 】

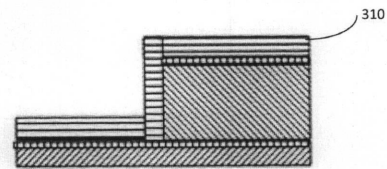


FIG. 3B

【 3 A 】

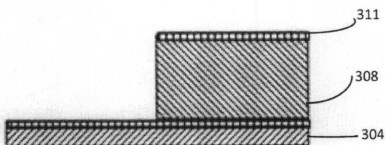


FIG. 3A

【 3 C 】

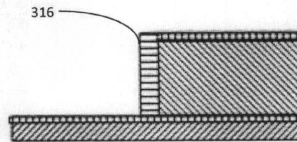


FIG. 3C

【 3 D 】

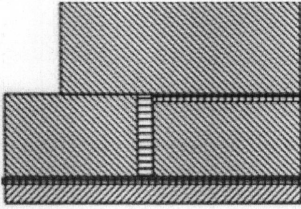


FIG. 3D

【 3 F 】

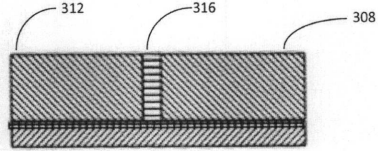


FIG. 3F

【 3 E 】

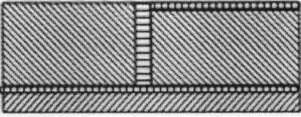


FIG. 3E

【 4 A 】

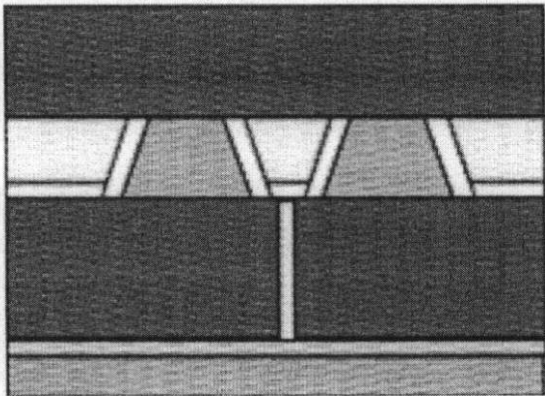


FIG. 4A

【 4 B 】

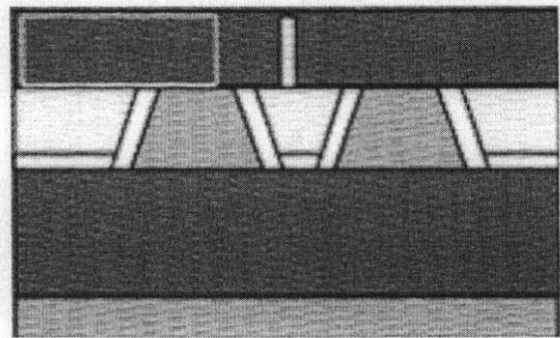


FIG. 4B

【 4 C 】

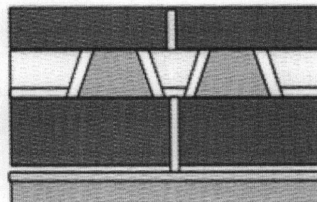


FIG. 4C

【図4D】

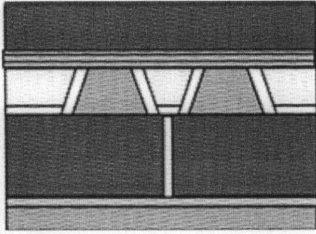


FIG. 4D

【図4E】

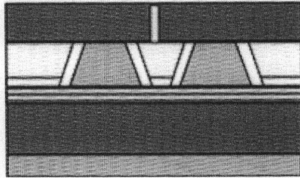


FIG. 4E

【図4F】

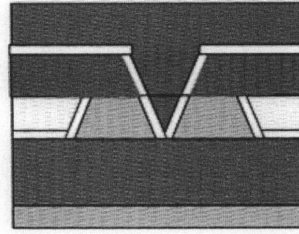


FIG. 4F

【図4G】

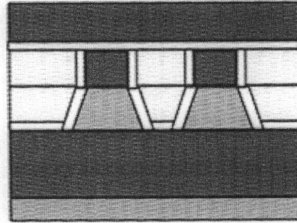


FIG. 4G

【図4H】

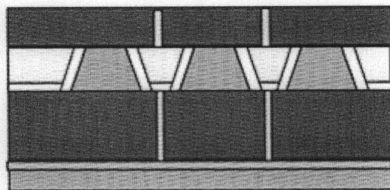


FIG. 4H

【図5】

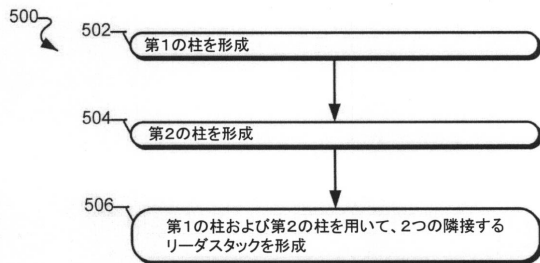


FIG. 5

【図6】

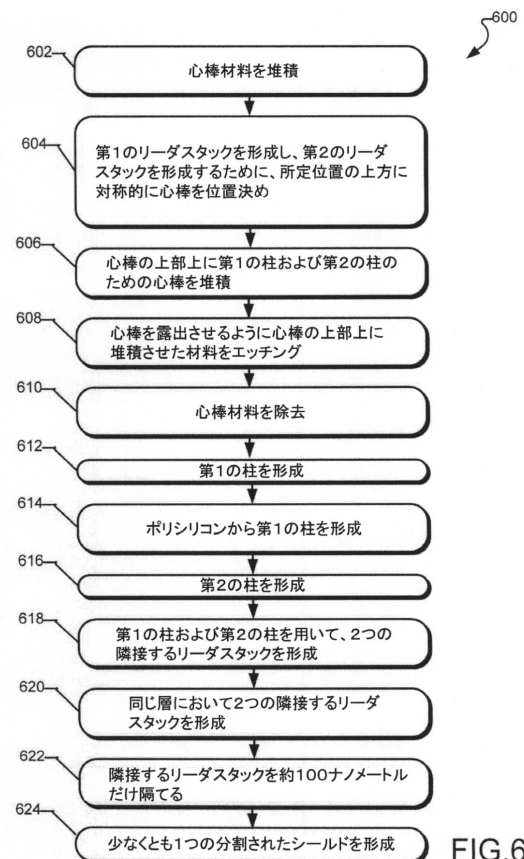


FIG. 6

フロントページの続き

(72)発明者 マーク・ティ・キーフ

アメリカ合衆国、55044 ミネソタ州、レイクビル、ワゴン・ホイール・トレイル、218
12

(72)発明者 トーマス・ロイ・ブーンストラ

アメリカ合衆国、55318 ミネソタ州、チャスカ、ウェストン・リッジ・パークウェイ、71
0

審査官 斎藤 眞

(56)参考文献 特開2011-070759(JP,A)

特開2006-060172(JP,A)

特開2009-032382(JP,A)

特開2011-023096(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G11B 5/265 - 5/31

G11B 5/39

H01L 43/00 - 43/14

H01F 10/00 - 10/32