

(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2015-49927

(P2015-49927A)

(43) 公開日 平成27年3月16日(2015.3.16)

(51) Int.Cl.

G 11 B 5/39 (2006.01)

F 1

G 11 B 5/39

テーマコード(参考)

5 D O 3 4

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2014-173775 (P2014-173775)
 (22) 出願日 平成26年8月28日 (2014.8.28)
 (31) 優先権主張番号 14/014,597
 (32) 優先日 平成25年8月30日 (2013.8.30)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 500373758
 シーゲイト テクノロジー エルエルシー
 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
 (74) 代理人 110001195
 特許業務法人深見特許事務所
 (72) 発明者 ビクター・ボリス・サポツニコフ
 アメリカ合衆国、55345 ミネソタ州
 、ミネトンカ、マウント・テラス、14009
 (72) 発明者 ハリー・エーデルマン
 アメリカ合衆国、55408 ミネソタ州
 、ミネアポリス、アービング・アベニュー・サウス、2610

最終頁に続く

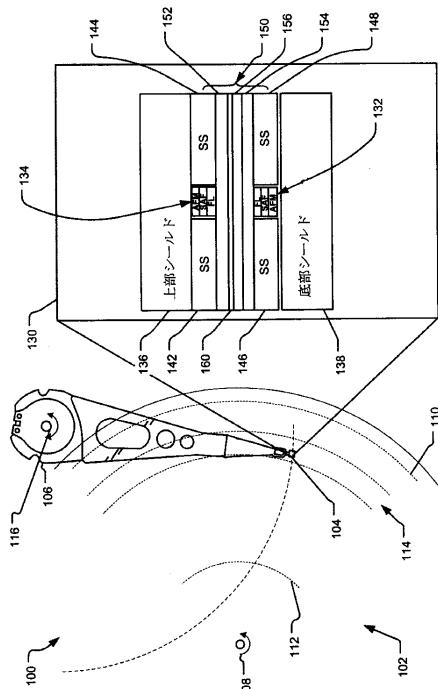
(54) 【発明の名称】二重リーダー構造

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】底部センサースタックおよび上部センサースタックを備えるスタック式二重リーダー構造の読み取りセンサーを提供する。

【解決手段】読み取りセンサー130は、ダウントラック方向に沿って上部シールド136と底部シールド138との間に位置する、底部センサースタック132および上部センサースタック134を含むスタック式二重センサーである。底部センサースタックおよび上部センサースタックのそれぞれは、自由層FL、合成反強磁性層SAF、および反強磁性層AFMを含む。底部センサースタック132と上部センサースタック134は中間シールド152および154によってダウントラック方向に沿って互いから分離される。二つのセンサースタックの自由層FLは、中間シールド152および154に近い位置に配置される。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

底部センサースタックおよび上部センサースタックを備えるスタック式二重リーダーであって、前記底部センサースタックおよび前記上部センサースタックがダウントラック方向に沿って左右対称である、スタック式二重リーダーを備える、装置。

【請求項 2】

前記底部センサースタックが、底部シールドと底部中間シールドとの間で前記底部センサーの自由層を前記底部中間シールドに隣接させて配設され、前記上部センサースタックが、上部シールドと上部中間シールドとの間で前記上部センサースタックの自由層を上部マインドシールドに隣接させて配設される、請求項 1 に記載の装置。

10

【請求項 3】

前記底部中間シールドと前記上部中間シールドとの間に絶縁層をさらに備える、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記底部中間シールドが、反強磁性 (AFM) 層をさらに備える、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 5】

前記上部シールドが、合成反強磁性 (SAF) シールドであり、前記底部シールドが SAF シールドである、請求項 2 に記載の装置。

20

【請求項 6】

前記上部中間シールドと前記上部シールドとの間に構成される上部信号リーダー回路と、前記底部中間シールドと前記底部シールドとの間に構成される底部信号リーダー回路と、をさらに備え、前記上部信号リーダー回路および前記底部信号リーダー回路内の電流の方向が反平行である、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 7】

前記上部中間シールドに接続される前記上部信号リーダー回路の端部の極性が、前記底部中間シールドに接続される前記底部信号リーダー回路の端部の極性と同じである、請求項 6 に記載の装置。

【請求項 8】

前記上部センサースタックの自由層と前記底部センサースタックの自由層との間のダウントラックの距離が、約 10 nm ~ 40 nm の範囲である、請求項 2 に記載の装置。

30

【請求項 9】

前記底部中間シールドの前記極性が、前記上部中間シールドの前記極性と同じである、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 10】

単一の中間シールドによって分離される底部センサースタックおよび上部センサースタックを備える、二重リーダー。

【請求項 11】

前記底部センサースタックおよび前記上部センサースタックが、ダウントラック方向に沿って左右対称である、請求項 10 に記載の二重リーダー。

40

【請求項 12】

前記底部センサースタックが、底部シールドに接触する AFM 層を含み、前記上部センサースタックが、上部シールドに接触する AFM 層を含む、請求項 11 に記載の二重リーダー。

【請求項 13】

絶縁層が、前記底部センサースタックと前記上部センサースタックとの間に存在しない、請求項 11 に記載の二重リーダー。

【請求項 14】

前記上部センサースタックの自由層と前記底部センサースタックの自由層との間のダウントラックの距離が、約 10 nm ~ 40 nm の範囲である、請求項 11 に記載の二重リーダー。

50

ダー。

【請求項 1 5】

前記二重リーダーからの信号を読み取るように構成される 3 リード式前置増幅器回路をさらに備える、請求項 1 2 に記載の二重リーダー。

【請求項 1 6】

前記 3 リード式前置増幅器回路の第 1 のリードが、前記上部シールドに接続され、前記 3 リード式前置増幅器回路の第 2 のリードが、前記中間シールドに接続され、前記 3 リード式前置増幅器回路の第 3 のリードが、前記底部シールドに接続される、請求項 1 5 に記載の二重リーダー。

【請求項 1 7】

磁気媒体と、

底部センサースタックおよび上部センサースタックを含む二重リーダーであって、前記底部センサースタックおよび前記上部センサースタックのそれぞれが、前記磁気媒体からデータを読み取るように構成され、前記上部センサースタックのダウントラック極性が、前記底部センサースタックのダウントラック極性と反対である、二重リーダーと、を備える、記憶デバイス。

【請求項 1 8】

前記上部センサースタックおよび前記底部センサースタックが、単一の中間シールドによって分離される、請求項 1 7 に記載の記憶デバイス。

【請求項 1 9】

前記底部センサースタックによって生成される信号のダウントラック極性が、前記上部センサースタックによって生成される信号の前記ダウントラック極性と反対である、請求項 1 7 に記載の記憶デバイス。

【請求項 2 0】

前記二重リーダーによって生成される前記信号が、3 リード式前置増幅器回路によって読み取られる、請求項 1 7 に記載の記憶デバイス。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0 0 0 1】

磁気データ記憶および検索システムにおいて、磁気読み取り／書き込みヘッドは、一般的に、磁気ディスクに記憶された磁気的に符号化された情報を検索するための、磁気抵抗 (MR) センサーを有するリーダー部分を含む。ディスクの表面からの磁束が MR センサーの感知層の磁化ベクトルを回転させ、それが次いで MR センサーの電気抵抗率を変化させる。MR センサーの抵抗率の変化は、MR センサーに電流を通し、MR センサーの両端の電圧を測定することによって検出することができる。その後、外部回路が電圧情報を適切な形式に変換し、その情報を必要に応じて操作して、ディスク上に符号化された情報を回復する。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 2】

本明細書に記載され、特許請求される実装例は、底部センサースタックおよび上部センサースタックを備えるスタック式二重リーダーを提供し、これらの底部センサースタックおよび上部センサースタックは、ダウントラック方向に沿って左右対称である。

【0 0 0 3】

この発明の概要は、以下の発明を実施するための形態においてさらに詳述されるいくつかの概念を簡略化された形態で紹介するために提供される。この発明の概要は、特許請求される主題の重要な特徴または必須の特徴を特定するよう意図されず、また特許請求される主題の範囲を限定するために使用されるようにも意図されない。これらおよび種々の他の特徴および利点は、以下の発明を実施するための形態を一読することによって明らかとなる。

10

20

30

40

50

【0004】

記載される技術は、添付の図面に関連して読まれる種々の実装例を詳述する以下の発明を実施するための形態の項から最良に理解される。

【図面の簡単な説明】

【0005】

【図1】アクチュエータアセンブリの端部上で実装される例示的な読み取りセンサー構造を図示する例示的なブロック図を示す。

【図2】本明細書に開示される実装例に従うスタック式二重リーダーの例示的なブロック図を示す。

【図3】本明細書に開示される代替的な実装例に従うスタック式二重リーダーの部分的なブロック図を示す。

【図4】本明細書に開示される実装例に従うスタック式二重リーダーを製作するための例示的な動作を示す。

【発明を実施するための形態】

【0006】

磁気データ記憶および検索システムにおいて、磁気記録ヘッドは、一般的に、磁気ディスクに記憶された磁気的に符号化された情報を検索するための、磁気抵抗（MR）センサーを有するリーダー部分を含む。ディスクの表面からの磁束が、MRセンサーの感知層または層の磁化ベクトルを回転させ、それが次いでMRセンサーの電気抵抗率を変化させる。この感知層は、感知層の磁化ベクトルが外部磁束に応答して自由に回転するため、多くの場合「自由」層と称される。MRセンサーの抵抗率の変化は、MRセンサーに電流を通り、MRセンサーの両端の電圧を測定することによって検出することができる。次いで、外部回路が電圧情報を適切な形式に変換し、その情報を必要に応じて操作して、ディスク上に符号化された情報を回復する。

【0007】

3つの一般的な分類：（1）異方性磁気抵抗（AMR）センサー、（2）スピナバルブセンサーおよび多層GMRセンサーを含む巨大磁気抵抗（GMR）センサー、ならびに（3）トンネル巨大磁気抵抗（TGMR）センサーを特徴とし得るMRセンサーが開発されている。

【0008】

トンネルGMR（TGMR）センサーは、センサーの磁性層が、磁性層間の電子のトンネルを可能にするのに十分薄い絶縁膜によって分離されることを除き、GMRセンサーに類似する一連の交互の磁性層および非磁性層を有する。TGMRセンサーの抵抗は、磁性層の磁化の相対配向により、磁性層の磁化が平行である構成には最小を、そして磁性層の磁化が反平行である構成には最大を提示する。

【0009】

MRセンサーの全ての型について、ディスクからの磁束に応答して磁化回転が起こる。ディスクの記録密度は増加し続けるため、ディスク上のビットならびにトラックの幅は、減少しなければならない。これは、より小さいMRセンサーならびにより狭いシールド間の間隔（SSS）をますます必要とする。センサーのSSSがリーダーの信号対雑音比（SNR）を決定し、より高いSSSは、より低いSNRに関連する。よって、SSSの減少は、PW50の値の減少をもたらし、ひいては記録システムに対するSNRの値を増加させる。

【0010】

スタック式二重リーダーは、トラック密度能力およびデータ速度の十分な改善を約束する。スタック式二重リーダーでは、2つのセンサースタックが、ダウントラック方向に沿って上部シールドと底部シールドとの間にスタック化される。2つのセンサースタックは、ダウントラック方向に沿った中間シールドによって分離される。よりさらに、センサースタックは、クロストラック方向に沿った側面シールド間に位置付けされる。上部シールドと中間シールドとの間の距離、および中間シールドと底部シールドとの間の距離が、そ

10

20

30

40

50

れぞれ、上部リーダーおよび底部リーダーにおける PW50 値を決定する。2つのセンサースタック間の距離はまた、スキュードの二重スタック化式リーダーの性能を決定し、2つのセンサーの間のより低い距離はスキュードでより良好な性能をもたらす。

【0011】

スタック式二重リーダーはまた、ダウントラック方向に沿った2つのセンサースタック間の中間シールドを含む。中間シールドは、センサースタックの両端の電圧を読み取るリードに接続される。2つのセンサースタックにわたってリード内を流れる電流が同じ方向である場合、つまり、ダウントラック方向でスタック式二重リーダーの上部から底部へ、または、ダウントラック方向でスタック式二重リーダーの底部から上部へのいずれかで、二重スタック式リーダーは、スタック式二重リーダーの動作中、スピニモーメント転送 (SMT) のために好ましい方向で両方の電流が流れるため、より高い安定性およびより低い雑音を提示する。したがって、二重スタック式リーダーの1つの実装例においては、中間シールドに接続される2つのリードは、反対の極性を有する。

10

【0012】

しかしながら、かかる反対の極性は、2つの中間シールドにわたる漏出の可能性を増加させ、よって、中間シールド間に厚い絶縁体を必要とする。一方、かかる増加した絶縁体の厚さは、2つのセンサー間の距離を増加させ、スキュードでスタック式二重リーダーの性能不足をもたらす。よりさらに、増加した絶縁体の厚さはまた、上部シールドと中間シールドとの間の距離、および中間シールドと底部シールドとの間の距離を増加させ、よって、それぞれ、上部リーダーおよび底部リーダーにおけるより高い PW50 値をもたらす。

20

【0013】

本明細書に開示されるスタック式二重リーダーの実装例は、2つのセンサースタックの自由層 (FL) が互いにより近位であるように、上部シールドと底部シールドとの間の SS を減少させ、かつダウントラック方向に沿った2つのセンサースタックを左右対称化することによってダウントラック方向に沿った2つのセンサーの間の距離も減少させる。言い換えると、本明細書に開示される実装例において、2つのセンサースタックのそれぞれの FL は、2つのセンサースタックの合成反強磁性 (SAF) 層と比較して、2つのセンサーを分離している中間シールドにより近位である。スタック式二重センサーの実装例は、同じ極性を有するように、中間シールドに取り付けられるリードを提供する。

30

【0014】

図1は、アクチュエータアセンブリ100の端部上に実装される例示的な読み取りセンサー構造を図示する例示的なブロック図を示す。具体的には、図1は、トランスデューサヘッド104がアクチュエータアセンブリ106の端部上に位置する、ディスク102の実装例の平面図を示す。ディスク102は、動作中、回転ディスク軸108を中心として回転する。さらに、ディスク102は外径110および内径112を含み、環状の点線によって示される、いくつかのデータトラック114がそれらの間にある。データトラック114は、実質的に環状であり、規則的に間隔を置かれたパターン化されたビットで作製される。

40

【0015】

情報は、ディスク102に隣接して位置付けされる回転アクチュエータ軸116を中心としたデータトラック114のシーク動作の間回転する、アクチュエータアセンブリ106の使用を通してデータトラック114上に書き込まれ得るか、またはその上のパターン化されたビットから読み取られ得る。回転アクチュエータ軸116から遠位の端部でアクチュエータアセンブリ106上に載置されるトランスデューサヘッド104は、ディスク動作中、ディスク102の表面上のごく近接を飛ぶ。トランスデューサヘッド104は、トラック114からデータを読み取るための読み取りセンサーと、トラック114へデータを書き込むための書き込みヘッドを含む。

【0016】

ディスク102のトラック114の遷移は、磁気ディスク102からデータを読み取る

50

ように、磁場を発生させる。読み取りセンサーが遷移を過越すると、遷移の磁場は、読み取りセンサーの抵抗を変調する。読み取りセンサーの抵抗の変化は、センス電流を読み取りセンサーに通過させ、次いで、読み取りセンサーの両端の電圧の変化を測定することによって検出される。生じる抵抗に基づく電圧信号は、ディスク 102 のトラック上に符号化されるデータを回復するように使用される。

【0017】

図 1 はまた、読み取りセンサーがトランステューサヘッド 104 上に位置し得る、読み取りセンサー 130 の部分的な断面の構成の拡大された空気軸受面 (A B S) の図を示す。具体的には、読み取りセンサー 130 は、ダウントラック方向に沿って上部シールド 136 と底部シールド 138 との間に位置する底部センサースタック 132 および上部センサースタック 134 を含むスタック式二重センサーである。底部センサースタック 132 および上部センサースタック 134 のそれぞれは、FL、SAF、およびAFM を含む。よりさらに、底部センサースタック 132 が、底部側面シールド 146 と 148 との間に配設されるのに対して、上部センサースタック 134 は、上部側面シールド 142 と 144 との間に配設される。

10

【0018】

示される実装例において、底部センサースタック 132 および上部センサースタック 134 は、ダウントラック方向に種々の層の反対の配設を有する。よって、例えば、底部センサースタック 132 は、AFM が底部シールド 138 により近位であるように、配設される FL、SAF、およびAFM を含み、上部センサースタック 134 は、AFM が上部シールド 136 により近位であるように、配設される FL、SAF、およびAFM を含む。言い換えると、ダウントラック方向に沿って、底部センサースタック 132 の種々の層の順序が、上部センサースタック 134 の種々の層の順序に反対である。

20

【0019】

底部センサー 132 および上部センサー 134 は、上部中間シールド 152 および底部中間シールド 154 によってダウントラック方向に沿って互いから分離される。中間シールド 152 および 154 のそれぞれは、パーマロイ材料で作製され得る。1 つの実装例において、AFM 層 156 は、上部中間シールド 152 を、ダウントラック方向に沿った底部中間シールド 154 から分離する。よりさらに、AFM 層 156 は、絶縁層 160 によって上部中間シールド 152 から絶縁される。

30

【0020】

図 1 に示される様式で、底部センサー 132 および上部センサー 134 の配設は、底部センサー 132 の FL と上部センサー 134 の FL との間のより低い距離をもたらす。FL の磁化が磁気媒体からの磁気情報を読み取る際に使用されると、2 つの FL の間のより低い距離が、スキューラーの存在においてスタック式二重リーダーのより良好な性能をもたらす。1 つの実装例において、上部センサー 134 の自由層と底部センサー 132 の自由層との間のダウントラックの距離が、約 10 nm ~ 40 nm の範囲である。

【0021】

上部センサースタックおよび底部センサースタック両方における層のシーケンスが、同じ（開示されず）である、スタック式二重リーダーの実装例で、2 つの可能性が存在する。（1）絶縁層の両側の電流の極性が、反対である。これは、SMT によって発生される雑音および不安定性の点から好ましい状況であるが、それは、薄い絶縁層上に圧力を発生する。（2）あるいは、絶縁層の両側の電流の極性が、同じである。これは、絶縁層上の圧力を減少させるが、SMT のため、雑音および不安定性を発生し得る。

40

【0022】

それと比較すると、図 1 に示される実装例において、減少された雑音および不安定性ならびに絶縁層上の減少された圧力の利益が、同じ設計で達成される。絶縁層 160 の両側上の電流の極性は、絶縁層 160 上の圧力を減少させることと同じである。よりさらに、電流の極性は、それが、両方のリーダーにおいて層のシーケンスとそれらに取り付けられる電極の極性との間の不整合によって生成され得るスピンモーメント転送 (SMT) から

50

くる雑音および不安定性を実質的に減少するように、選択され得る。

【0023】

スタック式二重リーダー130の実装例が、底部中間シールド154、AFM層156、および上部中間シールド152を含む一方で、代替的な実装例では、底部中間シールド154およびAFM層156のみが、提供され得る。単一の中間シールドを備えるかかる実装例は、底部センサー132のFLと上部センサー134のFLとの間の距離をさらに減少し、スキーの存在においてスタック式二重リーダー130の性能をさらに改善する。さらには、単一の中間シールドを備える実装例はまた、中間シールドのAFM層156と上部中間シールド152との間の絶縁体層の必要性を排除する。

【0024】

図2は、本明細書に開示される実装例に従うスタック式二重リーダー200の例示的なプロック図を示す。スタック式二重リーダー200は、底部シールド206と上部シールド208との間にダウントラック方向に沿って配設される、底部センサースタック202および上部センサースタック204を含む。上部センサースタック204が、上部シールド208と上部中間シールド212との間に配設されるのに対して、底部センサースタック202は、底部シールド206と底部中間シールド210との間に配設される。よりさらに、上部センサースタック204は、クロストラック方向に沿って上部側面シールド220と222との間に配設される。底部センサースタック202は、底部側面シールド224と226との間に配設される。底部センサースタック202および上部センサースタック204のそれぞれは、自由層(FL)、SAF層、およびAFM層を含む。

【0025】

底部シールド206および上部シールド208のそれぞれは、合成反強磁性(SAF)構造の形態に構成され得る。よって、上部シールド208は、RLとPLとの間を連結するRKKYを提供するように、ルテニウム(Ru)等の非磁気材料の薄い層によって分離される基準層(RL)およびピン止め層(PL)を含む。同様に、底部シールド206はまた、RLとPLとの間を連結するRKKYを提供するように、ルテニウム(Ru)等の非磁気材料の薄い層によって分離される基準層(RL)およびピン止め層(PL)を含む。上部シールド208および底部シールド206のRL層およびPL層での磁化の方向は、互いに反平行である。

【0026】

スタック式二重リーダー200はまた、底部中間シールド212、およびダウントラック方向に沿った中間シールドAFM層214と上部中間シールド210との間の、絶縁層216に隣接する、中間シールドAFM層214を含む。1つの実装例において、中間シールド210および212は、パーマロイ材料で作製され得る。

【0027】

底部センサースタック202によって生成される信号は、底部シールド206および底部中間シールド212に取り付けられる底部電気リード240を用いて読み取られる。一方で、上部センサースタック204によって生成される信号は、上部シールド208および上部中間シールド210に取り付けられる上部電気リード242を用いて読み取られる。上部センサースタック204と比較して、底部センサースタック202の左右対称である層のシーケンスのため、2つのセンサースタックで生成される電流の方向はまた、ダウントラック方向に沿って反対である。結果的に、絶縁層216の両側の2つの層、すなわち、上部中間シールド210および底部中間シールド212は、同じ極性(示される実装例において、陽)を有する。これは、絶縁層216上に生成され得る圧力を減少させ、したがって、より薄い絶縁層216は、スタック式二重リーダー200で使用され得る。よりさらに、性能低下に関するSMTは、スタック式二重リーダーの層に取り付けられる電極の極性が両方のスタックに好ましく作製され得るため、両方のリーダーにおいて減少され得る。

【0028】

よりさらに、センサースタックの左右対称である配設のため、上部センサースタック2

10

20

30

40

50

0 4 の F L および底部センサースタック 2 0 2 の F L は、互いにより近位であり、2つの F L 間の距離 2 5 0 を実際に減少させる。距離 2 5 0 の減少は、スキーの存在においてスタック式二重リーダー 2 0 0 のより良好な性能をもたらす。

【 0 0 2 9 】

図 3 は、本明細書に開示される実装例に従うスタック式二重リーダー 3 0 0 の例示的なプロック図を示す。スタック式二重リーダー 3 0 0 は、底部シールド 3 0 6 と上部シールド 3 0 8 との間にダウントラック方向に沿って配設される、底部センサースタック 3 0 2 および上部センサースタック 3 0 4 を含む。上部センサースタック 3 0 4 が、上部シールド 3 0 8 と中間シールド 3 1 0 の A F M 層 3 1 2 との間に配設されるのに対して、底部センサースタック 3 0 2 は、底部シールド 3 0 6 と中間シールド 3 1 0 との間に配設される。よりさらに、上部センサースタック 2 0 4 は、クロストラック方向に沿って上部側面シールド 3 2 0 と 3 2 2 との間に配設される。底部センサースタック 3 0 2 は、底部側面シールド 3 2 4 と 3 2 6 との間に配設される。底部センサースタック 3 0 2 および上部センサースタック 3 0 4 のそれぞれは、自由層 (F L) 、 S A F 層、および A F M 層を含む。

【 0 0 3 0 】

上部センサースタック 3 0 4 および底部センサースタック 3 0 2 の (ダウントラック方向に沿った) 層のシーケンスを反転させることは、2つのセンサースタック間のいかなる絶縁層をもなく单一の中間シールド層 3 1 0 を用いることを可能にする。結果的に、3 リード式前置増幅器回路 3 4 0 は、スタック式二重リーダー 3 0 0 の2つのセンサーから信号を収集するために使用され得る。3 リード式前置増幅器回路 3 4 0 を用いることは、スタック式二重リーダー 3 0 0 への電極の接続の数を減少させ、よって、S M T に関する雑音を減少させる。よりさらに、絶縁層の排除は、2つのセンサースタックの F L の間の距離 3 5 0 をさらに減少させ、よって、スキーの存在においてスタック式二重リーダーの性能をさらに改善する。1つの実装例において、上部センサースタック 3 0 4 の自由層と底部センサースタック 3 0 2 の自由層との間のダウントラックの距離が、約 1 0 n m ~ 4 0 n m の範囲である。

【 0 0 3 1 】

図 4 は、本明細書に開示される実装例に従うスタック式二重リーダーを製作するための例示的な動作 4 0 0 を示す。具体的には、種々の動作 4 0 2 ~ 4 2 4 は、本明細書に開示される二重スタック式リーダーを形成する1つのシーケンスを開示する。これらの動作が1つのシーケンスを開示する一方で、これらの動作のうちの1つ以上は、代替的な順序で実施されてもよい。動作 4 0 2 は、ルテニウム (R u) 等の非磁気材料の薄い層によって分離される基準層 (R L) およびピン止め層 (P L) を形成することを含み得る、 S A F 底部シールドを形成する。動作 4 0 4 ~ 4 0 8 は、底部センサースタック (4 0 4) の A F M 層、底部センサースタック (4 0 6) の S A F 層を形成すること、および底部センサースタック (4 0 8) の F L を形成することを含む、底部センサースタックを形成する。代替的な実装例では、底部センサースタックはまた、 F L の上部上にキャッピング層等の他の層を含んでもよいことを、明記する。

【 0 0 3 2 】

続いて、底部リーダーの側面シールドは、動作 4 1 0 によって、底部センサースタックの (クロストラック方向において) 両側上に形成される。動作 4 1 2 および 4 1 4 は、それぞれ、第1の中間シールドおよび中間シールド A F M を形成する。代替的な実装例において、第2の中間シールドはまた、中間シールド A F M に隣接して形成されてもよい。

【 0 0 3 3 】

動作 4 1 6 ~ 4 2 0 は、上部センサースタック (4 1 6) の F L 、上部センサースタック (4 1 8) の A F M 層、および上部センサースタック (4 2 0) の S A F 層を形成することを含む、上部センサースタックを形成する。上部センサースタックの種々の層が形成される順序は、底部センサーの層が形成される順序と比較して、逆である。よりさらに、代替的な実装例において、上部センサースタックはまた、 (F L と中間シールド層との間の) F L の上部上にキャッピング層等の他の層を含んでもよい。続いて、動作 4 2 2 は、

10

20

30

40

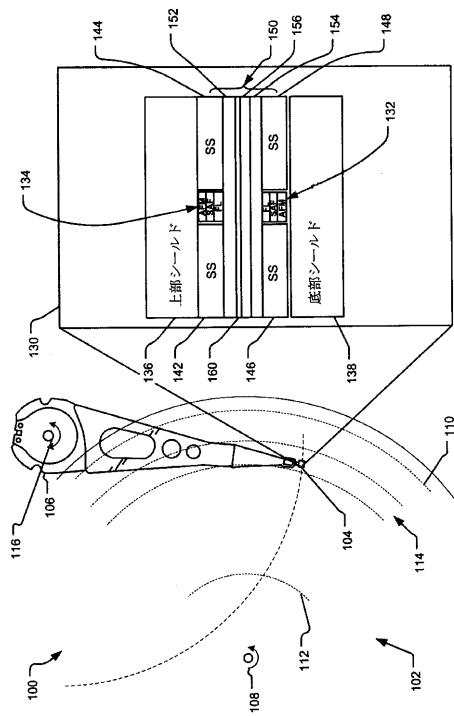
50

上部センサースタックの（クロストラック方向において）両側上に上部リーダーの側面シールドを形成し、動作 424 は、SAF 上部シールドを形成する。

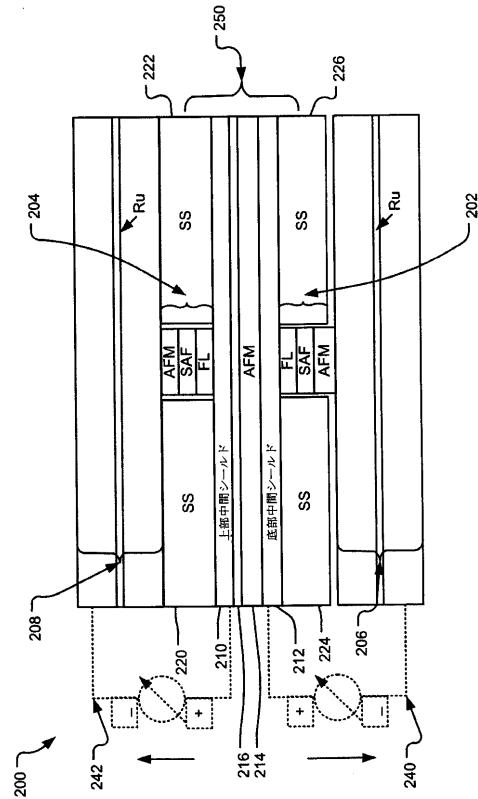
【0034】

上記の明細書、実施例、およびデータは、本発明の例示的な実装例の構造および使用の完全な説明を提供する。本発明の多くの実装例は、本発明の精神および範囲から逸脱することなく行うことができるため、本発明は、以下に添付の特許請求の範囲内に存在する。よりさらに、異なる実装例の構造上の特徴は、記載の特許請求の範囲から逸脱することなく、さらに別の実装例に組み合わることができる。上記の実装例および他の実装例は、以下の特許請求の範囲の範囲内にある。

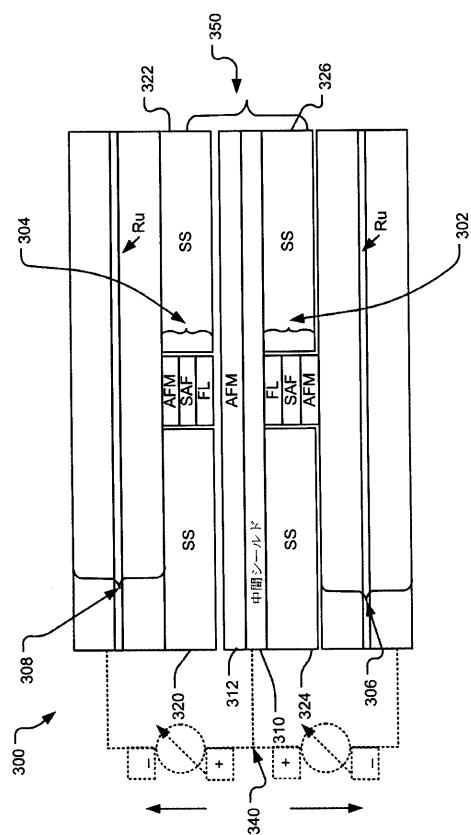
【図 1】



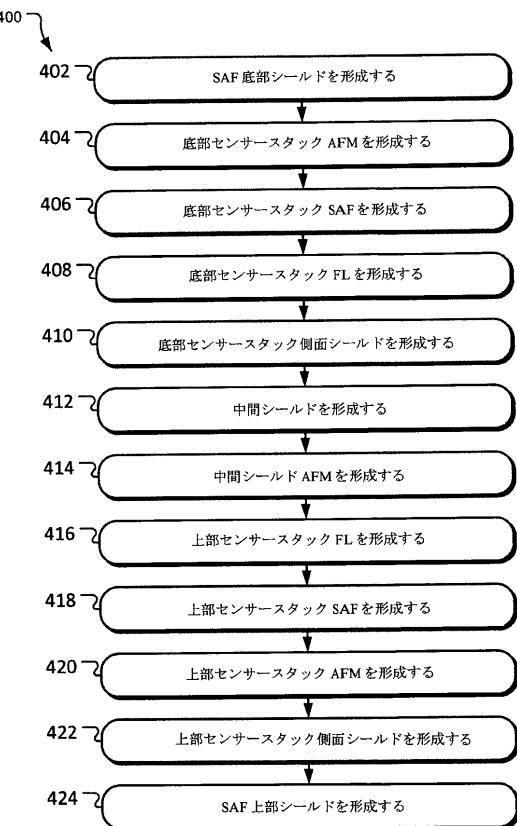
【図 2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 モハメド・シャリア・ウッラー・パトワリ
アメリカ合衆国、55347 ミネソタ州、エデン・プレーリー、エセックス・コート、1361
0
F ターム(参考) 5D034 BA03 BA04 BA21 BA30 BB08 BB14 BB20 CA04 CA06