(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2004-103204
(P2004-103204A)
(43)公開日　平成16年4月2日(2004.4.2)

(51)Int.Cl.[7]	F I		テーマコード（参考）
G11B 5/31	G11B 5/31	C	5D033
	G11B 5/31	A	

審査請求 有　請求項の数 21　ＯＬ　（全 12 頁）

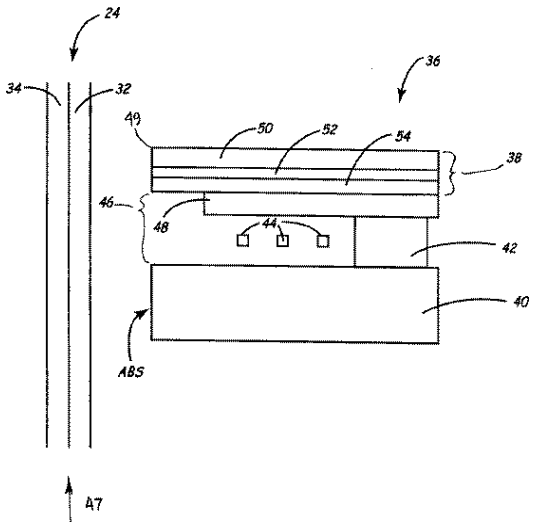
(21)出願番号　特願2003-147080(P2003-147080)
(22)出願日　平成15年5月26日(2003.5.26)
(31)優先権主張番号　383568
(32)優先日　平成14年5月28日(2002.5.28)
(33)優先権主張国　米国(US)
(31)優先権主張番号　259133
(32)優先日　平成14年9月27日(2002.9.27)
(33)優先権主張国　米国(US)

(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，カリフォルニア，スコッツ　バレイ，ピー．オー．ボックス　６６３６０，　ディスク　ドライブ　９２０
(74)代理人　100066692
弁理士　浅村　皓
(74)代理人　100072040
弁理士　浅村　肇
(74)代理人　100093702
弁理士　山本　貴和
(74)代理人　100080263
弁理士　岩本　行夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】磁気的に軟質かつ安定した高磁気モーメントの主極を有する垂直ライタ

(57)【要約】　（修正有）
【課題】磁気的に安定し、かつ高い磁気モーメント飽和を有する材料から製造されるライタを提供する。
【解決手段】空気軸受面と、延長部を有する主極３８と、復帰極４０と、主極延長部と復帰極との中間のバックギャップクロージャ４２とを有する垂直ライタ３６である。主極は、非磁気スペーサ５２によって分離される頂部磁気層５０および軟質の磁気下層５４とを含む。主極延長部４８は主極と直接接触しており、空気軸受面から窪ませられる。頂部磁気層５０は、ＡＢＳにおいて主極の後縁を形成し、また軟質の磁気下層よりも大きな磁気モーメントを有する。さらに、頂部磁気層および軟質の磁気下層は、薄い非磁気スペーサ５２を介して反強磁性結合される。非磁気スペーサは１１１結晶組織を主に有し、頂部磁気層材料の異方性の増大と共に保磁力および粒度の低減を促進する。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
空気軸受面を有する垂直ライタであって、
主極であって、
第１の磁気モーメントを有する第１の磁気層と、
前記第１の磁気層に隣接する非磁気層と、
前記非磁気層に隣接する第２の磁気層であって、該第２の磁気層が第２の磁気モーメントを有し、該第２の磁気モーメントが前記第１の磁気モーメントよりも低く、該第２の磁気層が前記第１の磁気層と反強磁性結合される第２の磁気層と、を備える主極と、
復帰極と、
前記主極と前記復帰極との中間のバックギャップクロージャと、を備える垂直ライタ。
【請求項２】
頂部磁気層である前記第１の磁気層が後縁をさらに備え、
前記非磁気層が非磁気スペーサであり、そして、
前記第２の磁気層が磁気下層である、請求項１に記載の垂直ライタ。
【請求項３】
前記主極と前記復帰極との間に少なくとも部分的に位置決めされた導電性コイルをさらに備える、請求項１に記載の垂直ライタ。
【請求項４】
前記第２の磁気層と前記バックギャップクロージャとの中間の主極延長層であって、前記空気軸受面から窪ませられた主極延長層をさらに備える、請求項１に記載の垂直ライタ。
【請求項５】
前記第２の磁気層と前記主極延長層とが同一の材料から構成される、請求項４に記載の垂直ライタ。
【請求項６】
前記第１の磁気層に隣接する第２の非磁気層と、
前記第２の非磁気層に隣接する第３の磁気層であって、前記第１の磁気層と反強磁性結合される第３の磁気層と、をさらに備える、請求項１に記載の垂直ライタ。
【請求項７】
前記復帰極が、
複数の磁気層と、
前記複数の磁気層の各々の間に位置決めされた非磁気層と、をさらに備え、
前記各磁気層が、隣接する各磁気層と反強磁性結合される、請求項１に記載の垂直ライタ。
【請求項８】
前記第１の磁気層が、鉄とコバルトとを含む合金から構成される、請求項１に記載の垂直ライタ。
【請求項９】
前記非磁気層が銅から構成される、請求項１に記載の垂直ライタ。
【請求項１０】
前記第２の磁気層が、ニッケルと鉄とを含む合金から構成される、請求項１に記載の垂直ライタ。
【請求項１１】
前記空気軸受面における前記復帰極の磁気材料の表面積が、前記空気軸受面における前記主極の磁気材料の表面積よりも大きい、請求項１に記載の垂直ライタ。
【請求項１２】
前記第１の磁気層が第１の保磁力を有し、
前記第２の磁気層が第２の保磁力を有し、該第２の保磁力が前記第１の保磁力よりも小さい、請求項１に記載の垂直ライタ。
【請求項１３】

前記非磁気層が１１１結晶配向を有する、請求項１に記載の垂直ライタ。
【請求項１４】
空気軸受面を有する垂直ライタであって、
主極であって、
第１の磁気モーメントを有する第１の磁気層と、
前記第１の磁気層に隣接する非磁気層と、
前記非磁気層に隣接する第２の磁気層であって、該第２の磁気層が第２の磁気モーメントを有し、該第２の磁気モーメントが前記第１の磁気モーメントよりも低く、該第２の磁気層が前記第１の磁気層と反強磁性結合される第２の磁気層と、
前記第２の磁気層に隣接する主極延長層であって、前記空気軸受面に延在しない主極延長層と、を備える主極と、
復帰極と、
前記主極と前記復帰極との中間のバックギャップクロージャと、
前記主極と前記復帰極との間に少なくとも部分的に位置決めされた導電性コイルと、を備える垂直ライタ。
【請求項１５】
前記第２の磁気層と前記主極延長層とが同一の材料から構成される、請求項１４に記載の垂直ライタ。
【請求項１６】
前記主極が積層構造であり、前記主極が、
前記第１の磁気層に隣接する第２の非磁気層と、
前記第２の非磁気層に隣接する第３の磁気層であって、前記第１の磁気層と反強磁性結合される第３の磁気層と、をさらに備える、請求項１４に記載の垂直ライタ。
【請求項１７】
前記復帰極が、
複数の磁気層と、
前記複数の磁気層の各々の間に位置決めされた非磁気層と、をさらに備え、
前記各磁気層が、隣接する各磁気層と反強磁性結合される、請求項１４に記載の垂直ライタ。
【請求項１８】
前記第１の磁気層が、鉄とコバルトとを含む合金から構成される、請求項１４に記載の垂直ライタ。
【請求項１９】
前記非磁気層が銅から構成される、請求項１４に記載の垂直ライタ。
【請求項２０】
前記第２の磁気層が、ニッケルと鉄とを含む合金から構成される、請求項１４に記載の垂直ライタ。
【請求項２１】
空気軸受面を有する垂直ライタであって、
主極であって、
鉄とコバルトとの合金層と、
前記鉄とコバルトとの合金層に隣接する銅層と、
前記銅層に隣接するニッケルと鉄との合金層であって、前記鉄とコバルトとの合金層と反強磁性結合されるニッケルと鉄との合金層と、を備える主極と、
復帰極と、
前記主極と前記復帰極との中間のバックギャップクロージャと、を備える垂直ライタ。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
本出願は、Ａｌｅｘａｎｄｅｒ Ｍｉｋｈａｉｌｏｖｉｃｈ Ｓｈｕｋｈ、Ｖｌａｄｙｓｌａｖ Ａｌｅｘａｎｄｒｏｖｉｃｈ Ｖａｓ’ｋｏ、およびＤｅｃｌａｎ Ｍａｃｋｅ

ｎによる「磁気的に軟質でありかつ安定した高磁気モーメントを備えた垂直ライター」に関して２００２年５月２８日に出願された暫定米国特許出願第６０／３８３，５６８号に基づき優先権を主張する。

【０００２】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般に、電子データの記憶および検索の分野、より詳しくは、磁気的に軟質かつ安定した高磁気モーメントの主極を有する垂直磁気ライタに関する。

【０００３】

【従来の技術】

垂直記録は、潜在的に、線密度の増加と共に減少する記録ビット内の消磁場の低減の故に、縦方向記録よりもはるかに高い線密度を支持することができる。適正な書き込み性能を提供するために、二重層の媒体が使用される。二重層の垂直媒体は、垂直の面対異方性を有する高保磁力の薄い記憶層、および面内異方性と比較的高い透磁性とを有する軟質の磁気キーパ（下層）から構成される。

【０００４】

垂直記録用の磁気ヘッドは、一般に、２つの部分、すなわち、磁気的に符号化された情報を磁気媒体（ディスク）上に記憶するためのライタ部と、磁気的に符号化された情報を媒体から検索するためのリーダ部とから構成される。リーダ部は、典型的に、底部シールド、頂部シールド、および底部シールドと頂部シールドとの間に位置決めされる磁気抵抗（ＭＲ）材料からしばしば構成されるセンサから成る。ディスク（媒体）の表面からの磁束は、ＭＲセンサの感知層の磁性ベクトルの回転を引き起こし、次にＭＲセンサの電気抵抗率の変化を引き起こす。ＭＲセンサの抵抗率の変化は、ＭＲセンサを通して電流を通過させて、ＭＲセンサ間の電圧を測定することによって検出できる。次に、外部回路は電圧情報を適切なフォーマットに変換し、ディスク上に符号化されたデータの回復に必要な当該情報を操作する。

【０００５】

垂直記録用の磁気ヘッドのライタ部は、主極と復帰極とから典型的に構成され、これらの極は、ライタの空気軸受面（ＡＢＳ）において非磁気ギャップ層によって互いに磁気的に分離され、またＡＢＳから末端の領域においてバックギャップクロージャによって互いに磁気的に接続される。主極と復帰極との間において、絶縁層によってカプセル封止される１つ以上の導電性コイル層が少なくとも部分的に位置決めされる。ＡＢＳは、垂直媒体に直接隣接する磁気ヘッドの表面である。ライタ部およびリーダ部は、共通の極がリーダ部の頂部または底部シールドおよびライタ部の復帰極の両方として機能する合体構造で配列されることが多い。

【０００６】

データを磁気媒体に書き込むために、電流が導電性コイルを流れるようにされ、これによって、主極と復帰極との間の書き込みギャップ間に磁場を誘発する。コイルを流れる電流の極性を反転することによって、磁気媒体に書き込まれるデータの極性も反転される。二重層の垂直媒体上のデータは主極の後縁によって記録される。したがって、書き込まれたデータのトラック幅を画定するのは主極である。より具体的には、トラック幅はＡＢＳにおける主極の幅によって画定される。

【０００７】

主極および復帰極は軟質の磁気材料から製造される。それらの極の両方は、書き込み電流がコイルに印加されるときの記録中に媒体に磁場を発生する。しかし、主極は、ＡＢＳよりもはるかに小さな断面積を有することによって、またより高磁気モーメントを有する磁気材料から製造されることによって、復帰極よりもはるかに強力な書き込みフィールドを生成する。主極の磁気モーメントは、主極が静止状態にあるときにＡＢＳに対し平行の緩やかな軸に沿って、すなわち書き込みコイルからの書き込み電流場なしに配向すべきである。書き込み電流場の多数のインスタンスにさらされた後に、磁気モーメントがＡＢＳに対し平行の配向に戻らない場合、主極は安定しない。不安定な極では、磁気モーメントの

配向は、書き込みコイルへの電流を切った後でも、ＡＢＳ位置に対し非平行のままであるかもしれない。したがって、主極は磁束を形成する可能性があり、またディスクからのデータを劣化させるかさらには削除する可能性もある。さらに、不安定な極は電流の印加時に切換時間の増加をもたらす。超高トラック密度記録用の垂直ヘッドでは、可能な最大の磁気モーメント飽和値を有する磁気材料が劣った異方性および比較的高い保磁力を有するとしても、ＡＢＳにおける極幅間の強力な消磁場、およびこれらの磁気材料を用いる必要性の故に、主極は、顕著な不安定源となる。

【０００８】

主極の磁気安定性と、ＡＢＳに対し平行な配向への主極の磁気モーメントの復帰とに依拠するファクタは、主極の単軸異方性である。単軸異方性は、ＡＢＳに対し平行の配向からＡＢＳに対し垂直の配向に主極の磁気モーメントを回転するために必要な印加磁場量の目安である。単軸異方性が低すぎ、また保磁力が十分に高い場合、主極内の磁気モーメントは、書き込み電流を除去した後にＡＢＳに対し平行の位置に必ずしも戻るとは限らない。したがって、垂直媒体上の記録データの削除が起こりやすい。

【０００９】

媒体内の書き込みフィールドの強度は、主極材料の磁気モーメントに比例する。超高トラック密度記録用のヘッド内に主極を構成するために、高い磁気モーメント飽和（または高い磁束密度飽和）の材料を使用することが望ましい。したがって、主極材料の磁気モーメント飽和が大きくなった場合、ディスクドライブの記憶能力を向上するために主極先端のトラック幅を低減できる。高磁気モーメントを有する材料の例は鉄とコバルトとの合金（ＦｅＣｏ）である。ＣｏＦｅ合金は大量の磁束を導き、これによって非常に狭い極先端の使用を許容し、この結果非常に狭いトラック幅が得られ、これによって超高記録密度が可能になる。残念ながら、ＣｏＦｅフィルムは最高の磁気モーメント飽和を有するが、劣った異方性および比較的高い保磁力の故に、優れた磁気安定性を有しない。このことは、サブミクロン幅の主極先端内の書き込み電流場の多数のインスタンスにさらされた後に、磁気モーメントがＡＢＳに対し平行の位置に戻らない可能性があることを意味する。

【００１０】

【発明が解決しようとする課題】

したがって、磁気的に安定し、かつ高い磁気モーメント飽和を有する材料から製造されるライタを提供する必要性が強く求められている。このような安定したライタは切換時間を低減し、ドライブのデータ速度を上昇し、また書き込み電流を切った後に垂直媒体上の意図しない削除を防止する。

【００１１】

【課題を解決するための手段】

本発明は、空気軸受面と、主極延長部を有する主極と、復帰極と、主極延長部と復帰極との中間のバックギャップクロージャとを有する垂直ライタである。主極延長部は主極と直接接触しており、また隣接するトラック上の記録データの削除を防止するために空気軸受面から窪ませられる。主極は、頂部磁気層と、軟質の磁気下層と、中間に配置された非磁気スペーサとを含む。頂部磁気層は、ＡＢＳにおいて主極の後縁を形成し、また軟質の磁気下層よりも大きな磁気モーメントを有する。軟質の磁気下層は、低保磁力と高異方性と高透磁性とを有する磁気材料から製造された主極延長部と直接接触する。さらに、頂部磁気層および軟質の磁気下層は、薄い非磁気スペーサを介して反強磁性結合される。非磁気スペーサは１１１結晶組織を主に有し、頂部磁気層材料の異方性の増大と共に保磁力および粒度の低減を促進する。

【００１２】

【発明の実施の形態】

図１は、ボイスコイルモータ（ＶＣＭ）１３、アクチュエータアーム１４、サスペンション１６、フレクシュア１８、スライダ２０、ヘッドマウンティングブロック２２、およびディスクまたは媒体２４を含むディスクドライブ１２の頂部斜視図を示している。スライダ２０は、フレクシュア１８によってサスペンション１６の末端部に接続される。サスペ

ンション１６は、ヘッドマウンティングブロック２２においてアクチュエータアーム１４に接続される。アクチュエータアーム１４はＶＣＭ１３に結合される。図１の右側に示したように、ディスク２４は多数のトラック２６を有し、軸２８を中心に回転する。

【００１３】

ディスクドライブ１２の操作中、ディスク２４の回転は、スライダ２０が当たる空気運動を発生させる。この空気運動は、ディスク２４の表面の上方に小さな距離だけ空中にスライダ２０を維持するように作用し、ディスク２４の表面上方のスライダ２０の飛揚可能にする。ＶＣＭ１３を選択的に操作して、軸３０を中心にアクチュエータアーム１４を移動し、これにより、サスペンション１６を移動して、スライダ２０によって運ばれるトランスデューサヘッド（図示せず）をディスク２４のトラック２６の上方に位置決めする。トランスデューサヘッドの適切な位置決めは、ディスク２４の同心トラック２６上のデータを読み取りかつ書き込むために必要である。

【００１４】

図２は、本発明の垂直ライタ３６の第１の実施態様の断面図である。垂直記録用の媒体２４は、高保磁力および垂直異方性（磁性は媒体２４の表面に略垂直の方向に保持される）を有する薄い記憶層３２と、高透磁性および緩やかな軸の面内配向を有する軟質の磁気下層またはキーパ３４とを備える。ライタ３６は主極３８と主極延長部４８と復帰極４０とを備え、これらは、末端部のバックギャップクロージャ４２によって互いに接続され、ＡＢＳの書き込みギャップ４６と、主極延長部４８と復帰極４０との間に位置決めされた書き込みコイル４４とによって互いに分離される。主極３８は媒体２４の所定の運動方向４７のための後極として機能する。媒体２４上の磁性遷移は主極３８の後縁４９によって記録される。適正な書き込み場強度を媒体２４に提供するために、後縁４９を収容する主極３８の本図では頂部層として示した磁気層５０は、高磁気モーメント材料から製造される。超狭幅トラックの記録を媒体２４上で行うために、ＡＢＳにおける主極３８の幅はサブミクロンである。さらに、提案した主極３８の構造体は頂部磁気層５０の単軸異方性を増大し、これによって、頂部磁気層を磁気的により安定化させる。

【００１５】

データを垂直磁気媒体２４に書き込むために、時間変更書き込み電流がコイル４４を流れるようにされ、次にこのコイルは主極３８と復帰極４０とを介して時間変更磁場を生成する。次に、媒体２４が磁場に露出されるように、媒体２４は所定の距離においてライタ３６のＡＢＳによって通過される。垂直ライタ３６では、磁気媒体２４の軟質の磁気キーパ３４は本質的にライタの第３の極として機能する。

【００１６】

ライタ３６から媒体２４への磁束用の閉じられた磁気通路は、主極３８から媒体２４の記憶層３２を通して軟質の磁気キーパ３４に移動し、復帰極４０を通してライタ３６に戻り、再び記憶層３２を通過する。磁場がデータをこの復帰路に書き込まないことを保証するために、ＡＢＳにおける復帰極４０の表面積はＡＢＳにおける主極３８の表面積よりも実質的に大きいことが好ましい。したがって、復帰極４０の下の記憶層３２に影響を及ぼす磁場強度は、記憶層３２の核形成場を克服するほど十分ではない。好ましい実施態様では、主極３８の厚さは約０．０５～約１マイクロメータである。

【００１７】

主極３８は多層構造を有することが好ましく、主極延長部４８に形成されることが好ましい。多層の主極３８は、高磁気モーメント材料から製造された本図では頂部磁気層５０として示した磁気層５０と、薄い非磁気スペーサ層５２と、十分に規定された異方性を有する軟質の磁気材料から製造された本図では下層５４として示した磁気層５４とを備えることが好ましい。この多層の極構造は、ＡＢＳ方向に対し平行の頂部磁気層５０に異方性を誘発し、これによって、高磁気モーメント材料用途の高い書き込み性能および高いデータ速度の利点を維持しつつ主極３８の磁気安定性を強化する。頂部磁気層５０が本発明による非磁気層５２にわたって軟質の磁気下層５４に結合された場合、結合された多層システムの特性により、主極３８の性能は、高磁気モーメント材料の単一層から製造される主極

と比べて改善される。ライタ３６の層は平坦な層として示されているが、他の輪郭に従ってもよいことが考えられる。さらに、図面は一定の縮尺で与えられていない。

【００１８】

高磁気モーメントを有する任意の適切な材料は、頂部磁気層５０に使用し得る。好ましい実施態様では、約３０～約５０％の範囲のＣｏ成分を有するＦｅ－Ｃｏ合金が使用される。この合金は約２．４テスラの飽和モーメントを有する。頂部磁気層５０は、ライタ３６に使用するために任意の適切な厚さであることが可能であり、好ましくは約０．０５～約１マイクロメータの厚さ、より好ましくは約０．１～約０．５マイクロメータの厚さである。

【００１９】

磁気下層５４のために、頂部磁気層５０の材料の磁気モーメントよりも低い磁気モーメントを有する任意の適切な材料を使用し得る。この材料はまた、磁気的に軟質であることが好ましく、好ましい保磁力は約５エルステッド未満、より好ましくは約１エルステッド未満である。磁気下層５４のために使用される材料は、頂部磁気層５０のために使用される材料よりも低い保磁力を有することが好ましい。選択される材料は、十分に規定された磁気異方性を有することが好ましく、このことは、磁気異方性がＡＢＳに平行の緩やかな磁性軸の安定した配向を有することを意味する。好ましい実施態様では、磁気下層５４は、ＣｏＮｉＦｅ、ＦｅＣｏＮ、ＣｏＮｉＦｅＮ、ＦｅＡｌＮ、ＦｅＴａＮ、ＦｅＮ、ＮｉＦｅ（例えば$Ni_{80}Fe_{20}$、$Ni_{45}Fe_{55}$等）、ＮｉＦｅＣｒ、ＮｉＦｅＮ、ＣｏＺｒ、ＣｏＺｒＮｂ、ＦｅＡｌＳｉ、または適切な他の材料から製造される。磁気下層５４は、好ましくは約２テスラ未満、より好ましくは約１．５テスラ未満、最も好ましく約１．０テスラ未満の飽和モーメントを有する。磁気下層５４の材料は、頂部磁気層５０の磁気モーメントと比べてより低い磁気モーメントを有するが、磁気下層５４の材料は、なお、絶対的な意味で高磁気モーメント材料と考えられるものであり得ることが指摘される。磁気下層５４は任意の適切な厚さであり得るが、好ましくは約０．２マイクロメータ未満の厚さ、より好ましくは約０．０５マイクロメータ未満の厚さである。

【００２０】

非磁気スペーサ５２は、頂部磁気層５０および磁気下層５４に使用される磁気材料と機械的かつ化学的に両立できる任意の非磁気材料から構成し得る。銅（Ｃｕ）またはルテニウム（Ｒｕ）は、頂部磁気層５０がＦｅＣｏから製造されまた磁気下層５４が$Ni_{80}Fe_{20}$から製造される好ましい実施態様において、非磁気スペーサ５２のために使用される。頂部磁気層５０と磁気下層５４との間に非磁気スペーサ５２を使用する結果、頂部磁気層５０と磁気下層５４との間に反強磁性（ＡＦＭ）交換結合が形成される。この結合は、ＡＢＳに対し平行に配向される頂部磁気層５０に異方性を誘発し、この結果、磁気的により安定したドメイン構造の頂部磁気層５０、結果として、磁気エネルギの低減によるより安定した主極３８が得られる。

【００２１】

ＲＫＫＹ（Ｒｕｄｅｒｍａｎ－Ｋｉｔｔｅｌ－Ｋａｓｕｙａ－Ｙｏｓｉｄａ）相互作用によれば、非磁気スペーサ５２は、頂部磁気層５０と磁気下層５４との間に周期的結合を誘発する。その結合の性質は、非磁気スペーサ５２の厚さの機能として反強磁性と強磁性との間で交互であり、また非磁気スペーサ５２の材料の結晶配向に関係する。頂部磁気層５０が$Fe_{60}Co_{40}$から製造されまた磁気下層５４が$Ni_{80}Fe_{20}$から製造される好ましい実施態様では、非磁気スペーサ５２の材料は１１１結晶配向を有することが好ましい。適切な非磁気材料は、例えば、銅、ルテニウム、金、銅と銀との合金、および酸化アルミニウムと二酸化ケイ素とを含む種々の酸化物を含む。好ましい非磁気材料は、隣接する磁石層の間の反強磁性交換結合を可能にする銅、ルテニウム、金、銅と銀との合金のような材料である。他の結晶配向の非磁気材料は、頂部磁気層５０および磁気下層５４用の磁気材料の他の選択に対応するように選択し得ることが考えられる。

【００２２】

好ましい実施態様では、非磁気スペーサ５２の厚さは、頂部磁気層５０と磁気下層５４と

の間の結合の反強磁性の性質を最大にするように選択される。第１の反強磁性ピークに対応する厚さによって、薄すぎて実用的でない非磁気スペーサが得られる場合、次の反強磁性ピークに対応する非磁気スペーサ５２の厚さを使用することができる、等々。一実施態様では、ＣｕまたはＲｕスペーサ５２は、約５～約２００オングストローム（Å）の厚さ、より好ましくは約６～約３０Åの厚さ、最も好ましくは約１８～約２５Åの厚さを有する。

【００２３】

本発明では、非磁気スペーサ５２は、頂部磁気層５０と磁気下層５４とを反強磁性結合するのみでなく、ＣｏＦｅ合金から製造された頂部磁気層５０を磁気的に軟化するように機能する。頂部磁気層５０と非磁気スペーサ５２との境界面における原子間の量子相互作用は、頂部磁気層５０の結晶組織を変化させ、この結果、粒度の低減、保磁力の減少、異方性の増大、および磁気安定性の向上が得られる。

【００２４】

一実施態様においてライタ３６の効率を高め、ならびに多層の主極３８の異方性と構造的および磁気的完全性とを強化するために使用される主極延長部４８に、任意の適切な材料を使用し得る。延長部４８がＡＢＳにおいて主極３８のトラック幅の増加に寄与しないように、延長部４８は、約０．２～約２マイクロメータの距離だけＡＢＳから窪ませることが好ましい。ＡＢＳにおける主極３８の狭いトラック幅は、高トラック密度記録を可能にし、スキュー関連の側面書き込み効果を防止する。

【００２５】

一実施態様では、主極延長部４８は、ＣｏＮｉＦｅ、ＦｅＣｏＮ、ＣｏＮｉＦｅＮ、ＦｅＡｌＮ、ＦｅＴａＮ、ＦｅＮ、ＮｉＦｅ（例えば$Ni_{80}Fe_{20}$、$Ni_{45}Fe_{55}$等）、ＮｉＦｅＣｒ、ＮｉＦｅＮ、ＣｏＺｒ、ＣｏＺｒＮｂ、ＣｏＺｒＴａ、ＦｅＡｌＳｉのような磁気材料、または適切な他の材料から製造される。選択される材料は、十分に規定された磁気異方性を有することが好ましく、このことは、磁気異方性が、十分に規定された緩やかで硬質の磁気軸を有することを意味する。材料は磁気的に軟質であることが好ましく、好ましい保磁力は約５エルステッド未満、より好ましくは約１エルステッド未満である。延長部４８は、好ましくは約５００よりも多い、より好ましくは約１０００よりも多い相対磁気透過性を有する。このような実施態様では、主極延長部４８はまた、それと磁気下層５４との間の強力な強磁性結合の故に磁気下層５４の延長部として機能し、これによって頂部磁気層５０との反強磁性結合に貢献する。しかし、延長部４８は磁気下層５４よりも短いことが好ましいので、延長部はＡＢＳで露出されず、したがって媒体２４に対するスキュー関連の効果を低減する。すなわち、延長部４８の厚さは、頂部磁気層５０および磁気下層５４の磁気安定性に有効に貢献する程度の必要な厚さであり得る。主極延長部４８の厚さは約０．１～約２マイクロメータであることが好ましい。好ましい実施態様では、延長部４８は磁気下層５４と同一の材料から製造される。別の実施態様では、延長部４８は省略される。

【００２６】

バックギャップクロージャ４２のために、任意の適切な磁気材料を使用し得る。好ましい実施態様では、バックギャップクロージャ４２は、ＣｏＮｉＦｅ、ＮｉＦｅ、$Ni_{80}Fe_{20}$、$Ni_{45}Fe_{55}$、ＮｉＦｅＣｒ、ＣｏＺｒ、ＦｅＮ、ＦｅＡｌＳｉのような軟質の磁気材料、または適切な他の材料から構成される。

【００２７】

図３は、本発明の垂直ライタ６４の第２の実施態様の断面図である。図２の実施態様と比較して、図３の実施態様は積層の頂部磁気層５０を有する。一実施態様では、頂部磁気層５０は、非磁気層７０によって互いに離間される２つの磁気副層６６と６８から構成される。磁気副層６６と６８はＦｅＣｏから製造され、磁気下層５４はＮｉＦｅまたはＣｏＮｉＦｅから製造され、また非磁気スペーサ５２および非磁気層７０はＣｕから構成される。上述の図２を参照して記述したように、適切な他の材料も使用し得る。磁気副層６６は副層６８と同一の材料から構成し得るか、あるいは異なる材料から構成し得る。同様に、

非磁気スペーサ５２は非磁気層７０と同一の材料から構成し得るか、あるいは異なる材料から構成し得る。

【００２８】

図２に示した実施態様と同様に、多層の頂部磁気層５０は非磁気スペーサ５２を介して磁気下層５４と反強磁性結合される。さらに、磁気副層６６と６８は非磁気層７０を介して互いに反強磁性結合される。したがって、各強磁性層の磁性は、隣接する強磁性層に対して逆平行であり、この結果、磁気エネルギの低減の故に磁気的により安定したドメイン構造が得られる。非磁気層と互い違いの追加磁気層を使用して、積層の頂部磁気層５０を形成し得ることが考えられる。

【００２９】

図４は、本発明の垂直ライタ７２の第３の実施態様の断面図である。本実施態様では、復帰極４０は、交互の関係で（ｎ）磁気層７４と（ｎ－１）非磁気層７６とを備え、この場合ｎは１以上の整数である。各磁気層７４は非磁気層７６を介して、隣接する各磁気層７４に反強磁性結合される。主極３８と同様に、この構造により、復帰極４０は、ドメイン壁部の形成を抑制することによって磁気的安定性を維持しつつ高い磁束搬送容量を有することができる。このことは、復帰極４０による媒体２４の情報の削除を防止する。

【００３０】

交互層のために、任意の適切な磁気および非磁気材料を使用し得る。磁気層７６のために、ＣｏＮｉＦｅ、ＦｅＣｏＮ、ＣｏＮｉＦｅＮ、ＦｅＡｌＮ、ＦｅＴａＮ、ＮｉＦｅ（例えば$Ni_{80}Fe_{20}$、$Ni_{45}Fe_{55}$等）、ＮｉＦｅＣｒ、ＮｉＦｅＮ、ＣｏＺｒ、ＣｏＺｒＮｂ、ＦｅＡｌＳｉのような材料、または例えば同様の材料を使用し得る。材料は磁気的に軟質であることが好ましく、好ましい保磁力は約５エルステッド未満、より好ましくは約１エルステッド未満である。選択される材料は、十分に規定された磁気異方性特性を有することが好ましく、このことは、磁気異方性が、十分に規定された緩やかで硬質の磁気軸を有することを意味する。磁気層７４用の最も好ましい材料は、$Ni_{80}Fe_{20}$、ＣｏＮｉＦｅ、ＦｅＣｏＮ、ＦｅＡｌＮ、ＦｅＡｌＳｉ、およびＦｅＴａＮである。好ましい実施態様では、各磁気層７４は同一の材料から製造されるが、別の実施態様では、磁気層７４を様々な材料から構成し得る。

【００３１】

非磁気層７６は、磁気層７４のために使用される磁気材料と機械的かつ化学的に両立できる任意の非磁気材料から構成し得る。適切な非磁気材料は、例えば銅、ルテニウム、金、銅と銀との合金、および例えば酸化アルミニウムと二酸化ケイ素とを含む様々な酸化物を含む。好ましい実施態様では、各非磁気層７６は同一の材料から製造されるが、別の実施態様では、非磁気層７６を様々な材料から構成し得る。

【００３２】

復帰極４０が薄いことは重要でないので、主極３８と比べてより大きな厚さの磁気材料を復帰極４０に使用し得る。復帰極４０のすべての磁気層のＡＢＳにおける合計断面積は、主極３８のすべての磁気層の合計断面積よりも好ましくは１０倍大きく、より好ましくは１００倍大きい。この層状構造の復帰極４０は、任意の構造の主極３８に使用し得ることが考えられる。

【００３３】

好ましい実施態様を参照して本発明について記述してきたが、当業者は、本発明の精神と範囲から逸脱することなしに形態および細部の変更を行い得ることを認識するであろう。

【図面の簡単な説明】

【図１】ディスクドライブの頂部斜視図である。

【図２】本発明の垂直ライタの第１の実施態様の断面図である。

【図３】本発明の垂直ライタの第２の実施態様の断面図である。

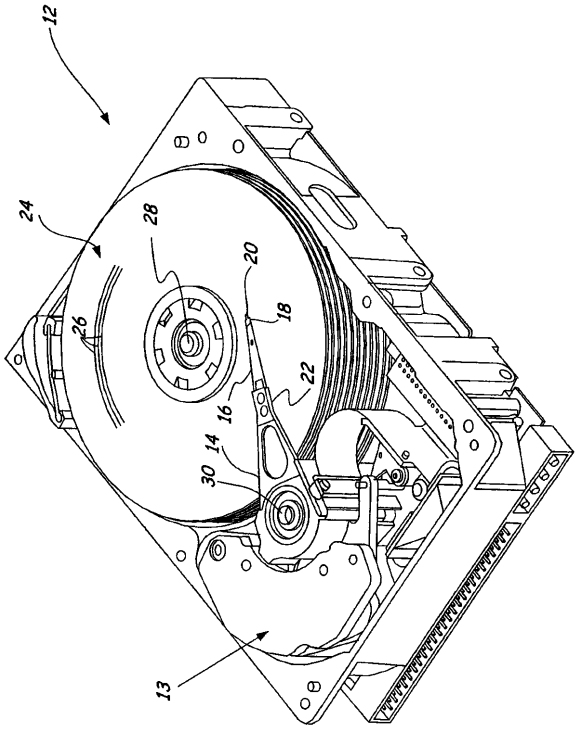
【図４】本発明の垂直ライタの第３の実施態様の断面図である。

【符号の説明】

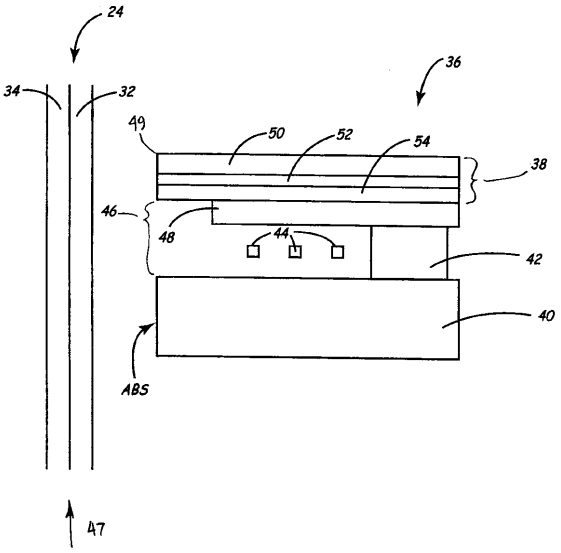
１２　ディスクドライブ

１３　ボイスコイルモータ
１４　アクチュエータアーム
１６　サスペンション
１８　フレクシュア
２０　スライダ
２２　ヘッドマウンティングブロック
２４　ディスクまたは媒体
２６　トラック
２８　軸
３０　軸
３２　記憶層
３４　磁気キーパ
３６　垂直ライタ
３８　主極
４０　復帰極
４２　バックギャップクロージャ
４４　書き込みコイル
４６　書き込みギャップ
４７　運動方向
４８　主極延長部
４９　後縁
５０　頂部磁気層
５２　非磁気スペーサ層
５４　磁気下層
６４　垂直ライタ
６６　磁気副層
６８　磁気副層
７０　非磁気層
７２　垂直ライタ
７４　磁気層
７６　非磁気層

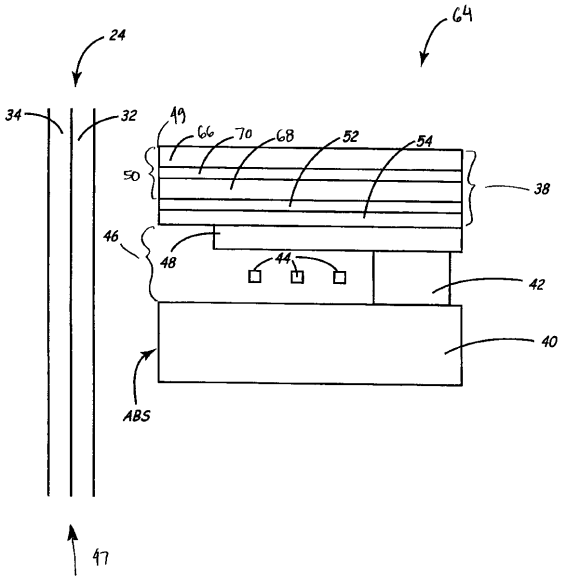
【図１】


12
24
28
20
18
26
22
16
14
30
13

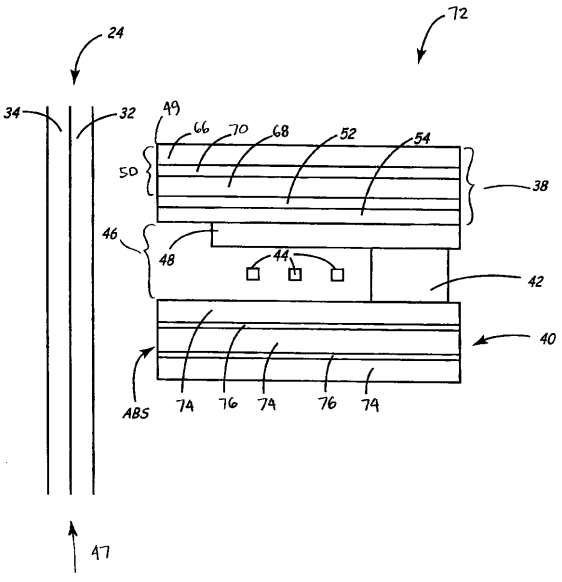
【図２】


24
36
34
32
49
50
52
54
38
46
48
44
42
40
ABS
47

【図３】


64
24
34
32
49
66
70
68
52
54
50
38
46
48
44
42
40
ABS
47

【図４】


72
24
34
32
49
66
70
68
52
54
50
38
46
48
44
42
40
ABS
74
76
74
76
74
47

フロントページの続き

(72)発明者　アレクサンダー　ミクハイロヴィッチ　シュク
アメリカ合衆国　ミネソタ、サヴィッジ、　フォクスベリー　ロード　１３４６１
(72)発明者　ブラディスラブ　アレクサンドロヴィッチ　ヴァスコ
アメリカ合衆国　ミネソタ、ミネアポリス、　エス、ナインス　ストリート　２３２９、　アパートメント　ナンバー　２０７
(72)発明者　デクラン　マッケン
アメリカ合衆国　ミネソタ、プライオア　レイク、　ローズウッド　ロード　１４５７２

Ｆターム(参考) 5D033 AA05　BA03　BA04　BA31　CA00