

(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2007-294088

(P2007-294088A)

(43) 公開日 平成19年11月8日(2007.11.8)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 5/31 (2006.01)	G 1 1 B 5/31 F	5 D O 3 3
	G 1 1 B 5/31 D	

審査請求 未請求 請求項の数 25 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2007-96452 (P2007-96452)	(71) 出願人	503116280
(22) 出願日	平成19年4月2日 (2007. 4. 2)		ヒタチグローバルストレージテクノロジー
(31) 優先権主張番号	11/411590		ズネザーランドビービー
(32) 優先日	平成18年4月25日 (2006. 4. 25)		オランダ国 アムステルダム 1 0 7 6
(33) 優先権主張国	米国 (US)		エイズィ パルナスストーリー ロカテリ
			ケード 1
		(74) 代理人	110000350
			ポレール特許業務法人
		(72) 発明者	ウェンシェン・デビッド・シャオ
			アメリカ合衆国 9 5 1 2 0、カリフォルニ
			ア州、サンノゼ、クアイルクリークサーク
			ル 1 3 3 8

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱的に誘発される突出を減少せしめる磁気書き込みヘッド及びその製造方法

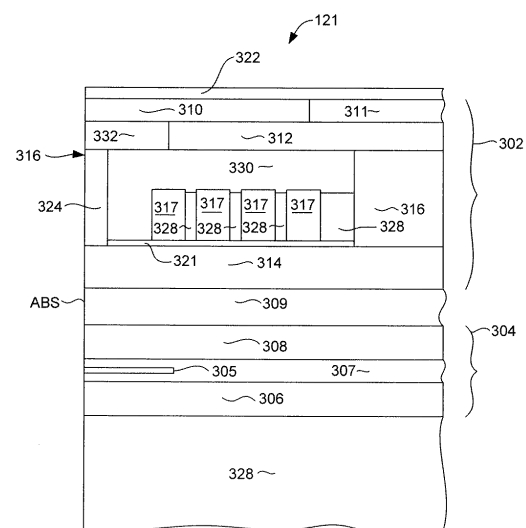
(57) 【要約】

【課題】 熱によって誘発される、磁極先端の突出を防止する構造を有する磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】 書き込み素子302は、空気ベアリング表面 (ABS) に形成された磁気ペDESTAL324と、ABSとは反対側の末端に形成されたバックギャップ316とを備えている。戻り磁極314の上を、複数の巻きを有する導電性の書き込みコイル317が通っている。アルミナのような熱膨張係数の小さい材料で構成された充填層330がコイルとペDESTALの間に配置されており、コイルの上をバックギャップに達するまで広がっている。コイルの巻きを相互に絶縁するために、コイルの巻きの間にフォトレジストのコイル絶縁層328が設けられている。コイル絶縁層も、バックギャップまで広がっていて良い。戻り磁極の上方に形成されている書き込み磁極310とコイルは、磁気形成層312によってバックギャップ層及び戻り磁極と磁氣的に結合されている。

【選択図】 図 3

図 3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

垂直磁気データ記録用の磁気書き込みヘッドであって、
空気ベアリング表面 (ABS) 向きに配置された一端を持つ書き込み磁極と、
空気ベアリング表面 (ABS) 向きに配置された第 1 の末端と、該第 1 の末端とは逆の位置にある第 2 の末端を持つ戻り磁極と、
その一部が前記戻り磁極の上を通っており、前記戻り磁極から非磁性で電気絶縁性の材料によって隔離されている導電性の書き込みコイルと、
前記戻り磁極の第 1 の末端で、戻り磁極と磁氣的に結合されている磁気ペDESTALと、
前記導電性のコイルとペDESTALの間に配置されているアルミナ充填材と、
を有することを特徴とする磁気書き込みヘッド。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の書き込みヘッドにおいて、前記コイルが戻り磁極の上を通る複数の巻きを有し、さらにコイルの巻きの間に配置されたコイル絶縁層を含むことを特徴とする書き込みヘッド。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の書き込みヘッドにおいて、前記コイル絶縁層が熱処理により硬化されたフォトレジストを含むことを特徴とする書き込みヘッド。

【請求項 4】

垂直磁気記録用の磁気記録ヘッドであって、
空気ベアリング表面 (ABS) 向きに配置された一端を持つ書き込み磁極と、
空気ベアリング表面 (ABS) 向きに配置された末端と、ABSと反対側の末端を有しており、かつABSから離れた領域で前記書き込み磁極と磁氣的に結合されている戻り磁極と、
前記戻り磁極とABSに近い末端で磁氣的に結合され、かつ前記書き込み磁極に向かって伸びている磁気ペDESTALと、
複数の巻きを有し、その一部が戻り磁極の上を通っている導電性のコイルと、
前記コイルとペDESTALの間に配置されているアルミナ充填層と、
前記コイルの巻きの間に配置されているフォトレジストのコイル絶縁層と、
を有することを特徴とする磁気書き込みヘッド。

20

【請求項 5】

請求項 4 に記載の磁気書き込みヘッドにおいて、前記書き込みコイルが薄いアルミナの層によって前記戻り磁極から隔離されていることを特徴とする磁気書き込みヘッド。

30

【請求項 6】

請求項 4 に記載の磁気書き込みヘッドにおいて、前記アルミナ充填層が前記コイルの上に広がっていることを特徴とする磁気書き込みヘッド。

【請求項 7】

請求項 4 に記載の磁気書き込みヘッドにおいて、前記コイルが上部表面を有し、前記フォトレジストのコイル絶縁層が前記コイルの上部表面よりも低いレベルまで広がっており、前記アルミナ充填層が前記コイル及びコイル絶縁層の上に広がっていることを特徴とする磁気書き込みヘッド。

40

【請求項 8】

垂直磁気記録用の磁気書き込みヘッドであって、
空気ベアリング表面 (ABS) 向きに配置された一端を持つ書き込み磁極と、
ABSより後退しており、前記書き込み磁極と磁氣的に結合されている磁気形成層と、
ABS向きに配置された一端と、ABSの反対側に配置された一端を有する戻り磁極と、
前記磁気形成層をABSから離れた領域で前記戻り磁極と磁氣的に結合させる磁気バックギャップ層と、
前記戻り磁極のABS向きに配置された一端と磁氣的に結合されており、前記戻り磁極から書き込み磁極に向かって伸びる磁気ペDESTALと、
複数の巻きを持ち、その一部が前記バックギャップ層とペDESTALの間、及び前記戻り

50

磁極と形成層の間を通っている導電性のコイルと、

前記コイルとペDESTALの間に配置されているアルミナの充填層と、

前記コイルの巻きの間に配置されているフォトレジストのコイル絶縁層と、

を有することを特徴とする磁気書き込みヘッド。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の磁気書き込みヘッドにおいて、前記フォトレジストのコイル絶縁層が前記コイルとバックギャップ層の間に広がっていることを特徴とする磁気書き込みヘッド。

【請求項 10】

請求項 8 に記載の磁気書き込みヘッドにおいて、前記ペDESTALが前記書き込み磁極から磁氣的に隔離されていることを特徴とする磁気書き込みヘッド。 10

【請求項 11】

請求項 8 に記載の磁気書き込みヘッドにおいて、前記アルミナ充填層が前記コイルの上、および前記コイルと形成層の間に広がっていることを特徴とする磁気書き込みヘッド。

【請求項 12】

請求項 8 に記載の磁気書き込みヘッドにおいて、前記アルミナ充填層が前記コイルの上、および前記コイルと形成層の間に広がり、前記バックギャップ層まで伸びていることを特徴とする磁気書き込みヘッド。

【請求項 13】

請求項 8 に記載の磁気書き込みヘッドにおいて、前記書き込みコイルが前記形成層に向いて配置されている上部表面を有し、前記フォトレジストのコイル絶縁層が前記書き込みコイル上部表面より低いレベルまで広がっていることを特徴とする磁気書き込みヘッド。 20

【請求項 14】

請求項 8 に記載の磁気書き込みヘッドにおいて、

前記書き込みコイルが前記形成層に向いて配置された上部表面を有し、

前記フォトレジストのコイル絶縁層が前記形成層に向いて配置され、前記コイルの上部表面よりも引込んだ上部表面を有しており、

前記アルミナ充填層が前記書き込みコイルならびに前記フォトレジストのコイル絶縁層の上に広がっていることを特徴とする磁気書き込みヘッド。

【請求項 15】

請求項 8 に記載の磁気書き込みヘッドにおいて、

前記書き込みコイルが前記形成層に向いて配置された上部表面を有し、

前記フォトレジストのコイル絶縁層が前記形成層に向いて配置され、前記コイルの上部表面よりも引込んだ上部表面を有しており、

前記アルミナ充填層が前記書き込みコイルならびに前記フォトレジストのコイル絶縁層の上に広がっており、コイルの上部表面ならびにフォトレジストの絶縁層に接触して前記バックギャップまで広がっていることを特徴とする磁気書き込みヘッド。

【請求項 16】

垂直磁気記録用の磁気書き込みヘッドを製作する方法において、

空気ベアリング表面 (ABS) 位置に向いて配置された第 1 の末端と、該第 1 末端の反対側にある第 2 の末端を有する戻り磁極を形成する工程と、 40

前記戻り磁極の上に電気絶縁性の非磁性材料の薄層を堆積させる工程と、

導電性のシード層を堆積させる工程と、

前記電気絶縁性で非磁性材料の薄層上に、第 1 のフォトレジスト材料層を堆積させる工程と、

前記第 1 のフォトレジスト層をフォトリソグラフィー法でパターンニングし現像して、該フォトレジスト層中に、複数の巻きを有し、その一部が前記戻り磁極の上を通るコイルを定義する溝を形成する工程と、

前記第 1 のフォトレジスト層に形成された溝の中に導電性材料を堆積させ、書き込みコイルを形成する工程と、

前記第 1 のフォトレジスト層を除去する工程と、
前記コイルによってカバーされない領域から前記シード層を除去する工程と、
第 2 のフォトレジスト層を堆積させる工程と、
前記第 2 のフォトレジスト層をフォトリソグラフィ法でパターニングし現像して、該
フォトレジスト層を前記コイルの領域内に留め、前記コイルから ABS までの領域を被覆さ
れない状態で残す工程と、
アルミナの充填層を堆積させる工程と、
を含むことを特徴とする方法。

【請求項 17】

請求項 16 に記載の方法において、さらに、フォトリソグラフィ法によってパターニ
ング及び現像を行った後に、前記第 2 のフォトレジスト層を加熱処理して該フォトレジ
スト層を硬化させる工程を含むことを特徴とする方法。 10

【請求項 18】

請求項 16 に記載の方法において、前記第 2 のフォトレジスト層をフォトリソグラフィ
法によってパターニングし現像する工程の後に、さらに、
前記第 2 のフォトレジスト層を加熱処理して該フォトレジスト層を硬化させる工程と、
前記フォトレジスト除去プロセスを実行して、前記第 2 のフォトレジスト層の一部を、
該フォトレジスト層が前記コイルの上部表面よりも引っ込んだ上部表面を持つまで除去す
る工程と、
を含むことを特徴とする方法。 20

【請求項 19】

請求項 16 に記載の方法において、前記書き込みコイルを形成する工程の後に、さらに
前記第 1 のフォトレジスト層を除去し、前記戻り磁極の第 1 の末端に磁気ペDESTAL を、
そして戻り磁極の第 2 の末端にバックギャップ層を形成する工程を含むことを特徴とする
方法。

【請求項 20】

請求項 19 に記載の方法において、前記アルミナ充填層が前記書き込みコイルとペDESTAL
の間に広がっていることを特徴とする方法。

【請求項 21】

請求項 19 に記載の方法において、前記アルミナ充填層が前記書き込みコイルとペDESTAL
の間に広がり、さらに前記書き込みコイル及びフォトレジストのコイル絶縁層の上を
、前記バックギャップ層まで広がっていることを特徴とする方法。 30

【請求項 22】

垂直磁気記録用の書き込み磁極を製作する方法において、
空気ベアリング位置（ABS 位置）に配置されている部分と、ABS 位置から離れて配置され
ている一端とを有する戻り磁極を形成する工程と、
複数の巻きを持ち、その一部が前記戻り磁極の上を通っており、かつ戻り磁極から電気
的に絶縁されている導電性の書き込みコイルを形成する工程と、
前記戻り磁極の ABS 位置に磁気ペDESTAL を、また戻り磁極の ABS 位置から離れた末端に
磁気バックギャップを、戻り磁極の上を通るコイルの巻きの一部がペDESTAL とバックギ
ャップの間に配置されるように形成する工程と、
前記コイルを覆い、該コイルと前記ペDESTAL の間の領域を覆わずに残すようにフォ
トレジストのコイル絶縁層を形成する工程と、
アルミナの充填層を堆積させる工程と、
を含むことを特徴とする方法。

【請求項 23】

請求項 22 に記載の方法において、前記アルミナの充填層が前記コイルとペDESTAL の
間の空間を充填し、コイルの上を前記バックギャップまで広がっていることを特徴とする
方法。

【請求項 24】

垂直磁気記録用の書き込みヘッドであって、
空気ベアリング表面（ABS）向きに配置された一端を持つ書き込み磁極と、
空気ベアリング表面（ABS）に配置された一端を有する戻り磁極と、
前記戻り磁極上に形成され、戻り磁極のABSに配置された末端と磁氣的に接触状態にある磁気ペデスタルと、
熱膨張係数が小さい電気絶縁性の非磁性材料を含み、前記ペデスタルに隣接する前記戻り磁極の上に配置された充填層と、
を有することを特徴とする書き込みヘッド。

【請求項 25】

請求項 24 に記載の書き込みヘッドにおいて、前記充填層がアルミナを含むことを特徴とする書き込みヘッド。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は磁気データ記録に関し、より具体的には、磁気書き込みヘッドにおける、熱的に誘発される磁極端の変形を防止する構造及びヘッドの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

コンピュータにおける長期記憶の中心は、磁気ディスクドライブと呼ばれる組み立て品である。磁気ディスクドライブは、回転する磁気ディスク、回転する磁気ディスクの表面に隣接する 1 個のサスペンションアームに吊り下げられている書き込みヘッドと読み取りヘッド、及びサスペンションアームを動かして、読み取りヘッド及び書き込みヘッドを回転ディスク上の選択された環状トラック上に位置決めするためのアクチュエータを含んでいる。読み取りヘッド及び書き込みヘッドは、空気ベアリング表面（ABS）を持つスライダ上に直接位置している。サスペンションアームは、スライダをディスク表面に向かって偏らせ、ディスクが回転する時、ディスク近傍の空気はディスク表面と共に移動する。スライダは、この移動する空気のクッションに隔てられてディスク表面上に浮揚する。スライダが空気ベアリング上に浮いている時、書き込みヘッド及び読み取りヘッドは、回転ディスクに磁気変化を書き込み、回転ディスクから磁気変化を読み取る。読み取りヘッド及び書き込みヘッドは、コンピュータ・プログラムに従って書き込み機能及び読み取り機能を実行させるように働く処理回路に接続されている。 20 30

【0003】

書き込みヘッドは、伝統的に 1 個以上の絶縁層（絶縁スタック）内に埋め込まれた 1 個のコイル層を持っており、絶縁スタックは第 1 及び第 2 の磁極片層の間に挟まれている。書き込みヘッドの空気ベアリング表面（ABS）では、第 1 及び第 2 の磁極片層の間に 1 個のギャップ層によってギャップが形成されており、2 個の磁極片層はバックギャップで連結されている。コイル層に通じられる電流が磁極片内に磁束を誘起させ、この磁束は、移動する記録媒体のトラック、例えば前述した回転ディスク上の環状トラックなどに前記の磁気的变化を書き込む目的でABSにおける書き込みギャップから磁場を房状に流出させる。 40

【0004】

現在行われている読み取りヘッドの設計では、回転している磁気ディスクからの磁場を検知するために、スピンバルブ・センサ（GMRセンサとも呼ばれる）が使用されるようになっている。このセンサは、第 1 及び第 2 の強磁性層（以下、それぞれ固定層及び自由層と呼ぶ）の間に挟まれた 1 個の非磁性導電層（以下、スペーサ層と呼ぶ）を含んでいる。スピンバルブ・センサには、検知電流を通じるために第 1 及び第 2 のリード導体が連結されている。固定層の磁化は、空気ベアリング表面（ABS）に対し垂直に固定されており、自由層の磁気モーメントはABSに平行であるが、外部磁場に応じて自由に回転することができる。固定層の磁化は、典型的には反磁性層との交換カップリングによって固定される。 50

【 0 0 0 5 】

スペーサ層の厚さは、センサを通る伝導電子の平均自由行路よりも小さくなるように選ばれる。このように配置すれば、伝導電子の一部は、スペーサ層と固定層及び自由層のそれぞれの界面で散乱される。固定層と自由層の磁化が互いに平行ならば散乱は最小であり、固定層と自由層の磁化が逆平行ならば散乱は最大である。散乱の変化は、スピナルブ・センサの抵抗を \cos に比例して変化させる。ここで は固定層と自由層の磁化の間の角度である。読み取りモードでは、スピナルブ・センサの抵抗は回転ディスクから発する磁場の大きさに比例して変化する。検知電流がスピナルブ・センサに通じられると、抵抗の変化によって電位の変化が生じ、それが検出されてプレイバック信号として処理される。

10

【 0 0 0 6 】

スピナルブ・センサは第 1 及び第 2 の非磁性で電気絶縁性の読み取りギャップ層の間に位置しており、第 1 及び第 2 の読み取りギャップ層は強磁性の第 1 及び第 2 シールド層の間に位置している。合体型磁気ヘッドでは、単一の強磁性層が、読み取りヘッドのシールド層として、また書き込みヘッドの第 1 磁極片層として機能する。ピギーバック型ヘッドでは、第 2 のシールド層と第 1 の磁極片層は別々の層である。

【 0 0 0 7 】

ごく最近、研究者たちの開発努力は、記録システムのデータ密度を高めるために、垂直磁気記録システムの開発に集中されている。このような垂直記録システムは、データの磁氣的ビットを、磁気記録媒体の表面に対し垂直な方向に記録する。一般に、かかるシステムに使用される書き込みヘッドは、空気ベアリング表面 (ABS) における断面が比較的小さい書き込み磁極と、ABSにおける断面がそれより大きな戻り磁極を備えている。磁気書き込みコイルに誘起される磁束は、一般に磁気記録媒体の面に垂直な方向に放射される。この磁束は戻り磁極で書き込みヘッドに戻るが、その際には磁束は十分に拡散して弱まっており、書き込み磁極によって書き込まれた信号を消去することはない。

20

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

データ速度とデータ容量の向上に対する年々強まる要求に応じるために、研究者たちは、読み取りヘッド及び書き込みヘッドのサイズを小さくしながら、そのような書き込みヘッドによって生ずる書き込み磁場を強める方策を、絶えず求め続けている。書き込み磁場を強めるためには、書き込みコイルを流れる電流を増さねばならない。書き込みヘッドのサイズを小さくするためには書き込みコイルのサイズ縮小 (コイルの断面積の縮小) が必要であり、それはコイルの電気抵抗を増大させる。

30

【 0 0 0 9 】

このサイズ縮小と書き込み電流の増大のために、使用中に書き込みヘッドによって発生する熱量が大幅に増大する。この熱は書き込みヘッドの望ましくない熱膨張を惹き起こし、場合によっては書き込みヘッド構造の破局的な変形をもたらすおそれがある。この変形は、ヘッドの浮揚する高さが並外れて小さく、ナノメートルのオーダーになる現在及び未来の磁気ヘッドの場合、特に問題となる。書き込みヘッドの熱膨張による突出がこの低い浮揚の高さと相俟って、使用中にヘッドとディスクが破局的に接触するという結果に至るおそれがある。それ故、小型で高出力の書き込みヘッドにおいて、そのような熱によって誘発される変形を回避する手段が強く渴望されている。

40

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

本発明は、熱によって誘発される変形を起こし難い、垂直磁気記録用の磁気書き込みヘッドを提供するものである。この書き込みヘッドは、それぞれ一端が空気ベアリング表面 (ABS) に配置されている書き込み磁極と戻り磁極を有する。磁気ペデスタルが戻り磁極の ABS 端に形成され、書き込み磁極に向かって広がる。複数のコイル巻き線を有する導電性の書き込みコイルが戻り磁極の上を通過しており、非磁性で電気絶縁性の充填材が書き込

50

みコイルとペデスタルの間の空間を満たしている。充填材は熱膨張係数が低い、例えばアルミナのような材料で構成されている。

【0011】

コイルの巻き線間にフォトレジストのコイル絶縁層を設け、コイルの巻き線相互間を絶縁することができる。また、ヘッドは、戻り磁極のABSから遠い側の端に形成されたバックギャップを含んでも良い。磁気バックギャップ層は、磁気形成層によって書き込み磁極と磁氣的に結合されていても良い。

【0012】

フォトレジストの絶縁層は、コイルとバックギャップ層の間に広がっていて良く、非磁性で導電性であり、熱膨張率の低い充填層は書き込みコイルとコイル絶縁層の上を通り、バックギャップ層まで広がっていて良い。

【0013】

充填層の熱膨張係数は低いので、例えば書き込みコイルから発生するジュール熱などで加熱されても、ペデスタルを圧迫し変形させることがないという利点がある。例えば、フォトレジストはアルミナよりもはるかに大きな熱膨張係数を持つ。フォトレジストの絶縁層でコイルとペデスタルの間の空間を満たすことを許容するならば、このフォトレジスト層は加熱された際に膨張し、ペデスタルを圧迫してペデスタルの塑性変形を起こし、ペデスタルをディスクに向かって突出させて、遂にはヘッドとディスクの接触を招くおそれがあるし、そうならぬ迄も書き込みヘッドの性能に悪影響を及ぼす。それ故に本発明は、熱によって誘発される書き込みヘッドの変形を防止し、優れた書き込みヘッド性能と信頼性を保証するものである。

【0014】

本発明のこれらの特徴及びその他の特徴は、次節の好ましい実施形態の説明を、添付図面と関連させて読むことによって明らかになるであろう。すべての図面を通じて、同じ参照数字は同類の構成要素を示す。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、熱によって誘発される書き込みヘッドの変形を防止し、優れた書き込みヘッド性能と信頼性を保証することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下の説明は、本発明を実施するに当たって今日考えられる最善の実施形態の説明である。この説明は本発明の一般原理を例示する目的で行われるものであり、本明細書中に主張されている発明の概念を限定する意図によるものではない。

【0017】

本発明の性格と長所、及び好ましい使用態様のより完全な理解のために、以下の詳細な説明を添付図面と関連させて読み、参照されたい。但し添付図面は一定の拡大率によったものではない。

【0018】

さて、図1には、本発明を具体的に例示するディスクドライブ100が示されている。図1に示されるように、1個以上の回転可能な磁気記録ディスク112がスピンドル114に支えられ、ディスク駆動モータ118によって回転せしめられる。それぞれのディスクにおける磁気記録は、磁気記録ディスク112上の同心円状データトラック（図示されていない）の環状パターンの形をなしている。

【0019】

磁気記録ディスク112の近傍に1個以上のスライダ113が位置決めされており、それぞれのスライダ113は1個以上の磁気記録ヘッド・アセンブリ121を担持している。磁気記録ディスクが回転する間にスライダ113はディスク表面122上を半径に沿って内外に移動するので、磁気記録ヘッド・アセンブリ121は磁気記録ディスクの種々異なったトラックにアクセスし、そこで所望のデータ書き込みを行うことができる。それぞれのスライダ113は、

10

20

30

40

50

サスペンション115によってアクチュエータ・アーム119に取り付けられている。サスペンション115には弱い発条力があり、それがスライダ113をディスク表面122の方向に偏向させている。それぞれのアクチュエータ・アーム119はアクチュエータ手段127に取り付けられている。図1に示されているようなアクチュエータ手段127は、ボイスコイル・モータ(VCM)であって良い。VCMは固定磁場内を移動できるコイルを含んでおり、コイル移動の方向と速度は、制御装置129によって供給されるモータ電流信号によって制御される。

【0020】

ディスク記憶システムの作動中、磁気記録ディスク112の回転によってスライダ113とディスク表面122の間に空気ベアリングが生じ、それがスライダに対し上向きの力、すなわち浮揚力を及ぼす。かくして空気ベアリングは、サスペンション115の弱い発条力を浮揚力によって打消し、正常な作動の間、スライダ113をディスク表面の上方に、実質的に一定の小さな間隔を置いて支える。

10

【0021】

ディスク記憶システムの種々の構成部分は、作動中、制御ユニット129が発生する制御信号、例えばアクセス制御信号、内部クロック信号などによって制御される。典型的には、制御ユニット129は論理制御回路、記憶手段、及びマイクロプロセッサを含む。制御ユニット129は、制御信号を発生させ、駆動モータ制御信号の回線接続123、ヘッドの位置、シーク制御信号の回線接続128などのような種々のシステムオペレーションを制御する。制御信号の回線接続128は、スライダ113を最適な態様で移動させ、ディスク112上の所望のデータトラックに位置決めするために、必要な電流プロファイルを供給する。書き込み信号及び読み取り信号は、記録チャンネル125によって書き込みおよび読み取りヘッド121に伝送される。

20

【0022】

図2によって、スライダ113内における磁気ヘッド121の配置を、より詳細に見ることができる。図2はスライダ113をABS側から見た図であって、見られるように、1個の誘導書き込みヘッドを含む磁気ヘッドは、スライダの進行方向に対する後縁に位置している。典型的な磁気記録ディスク記憶システムに関する以上の説明と、添付の図1による例示は、代表例を示すために過ぎない。ディスク記憶システムが多数のディスク及びアクチュエータを含み、それぞれのアクチュエータが幾つものスライダを支えていても良いことは明白であろう。

30

【0023】

さて、図3には、垂直磁気記録システム用の磁気ヘッド121が示されている。ヘッド121は、書き込み素子302及び読み取り素子304を含んでいる。読み取り素子304は、磁気抵抗読み取りセンサ305を含んでいる。このセンサ305は、例えば面平行電流GMRセンサ(CIP GMR)、面垂直電流GMRセンサ(CPP GMR)、またはトンネル接合センサ(TMR)であり得るであろう。センサ305は第1及び第2の磁気シールド306、308の間に位置し、誘電性材料307中に埋め込まれている。磁気シールド306、308は、例えばCoFe、NiFeあるいはセンダスト合金で構成され得るものであって、アップトラックあるいはダウントラックデータ信号に由来するような磁場を吸収し、読み取りセンサ305がシールド306、307の間に位置するデータトラックだけを検出することを確実にしめる。非磁性で電気絶縁性のギャップ層309が、シールド308と書き込みヘッド302の間に設けられていても良い。センサがCIP GMRセンサ305であるならば、図3に示されているように該センサはシールド306、308から絶縁されるであろう。しかしながら、センサ305がCPP GMRセンサ、またはTMRセンサであるならば、センサ305の上部及び下部をシールド306、308に接触せしめ、これらシールドがセンサ305に検知電流を供給するためのリード導電体として作用し得るようにすることができる。

40

【0024】

図3によって説明を続ける。書き込み素子302は、磁氣的に磁気形成層312と結合され、絶縁材料311内に埋め込まれている書き込み磁極310を含んでいる。書き込み磁極310は空気ベアリング表面では小さな断面を持ち、磁性材料で構成されている。書き込みヘッド30

50

2は、CoFeあるいはNiFeなどのような磁性材料で構成された戻り磁極314を含んでおり、ABS面に平行な断面は、書き込み磁極310のそれよりもかなり大きい。図3に示されているように、戻り磁極314は形成層312及び書き込み磁極310と、バックギャップ部分316によって磁氣的に結合されている。戻り磁極314及びバックギャップ316は、例えばNiFe、CoFe、あるいはその他の磁性材料で構成することができる。

【0025】

導電性の書き込みコイル317（図3中には、断面で示してある）が、形成層312と戻り磁極314の間で書き込み素子302を貫いている。ヘッド121を腐食や磨耗などの損傷から保護するために、ヘッドの最上部に、例えばアルミナで構成された硬質で電気絶縁性の保護層322を設けても良い。

10

【0026】

コイル317に電流が通る時、その結果生ずる磁場のために、磁束が戻り磁極314、バックギャップ316、形成層312及び書き込み磁極310を通して流れる。この磁束が、隣接する磁気記録媒体（図示されていない）に向かって書き込み磁界を放射させる。書き込み磁極310から放射されるこの磁場が、磁気記録媒体（図3には示されていない）上にある、比較的保磁力が高く、薄い磁性表面層を磁化させる。この磁場は磁気記録媒体の軟磁性の下地層を通して戻り磁極314に達するが、そこでは磁束は十分に拡散しており、書き込み磁極310によって書き込まれた信号を消去することはない。

【0027】

さらに図3について述べれば、書き込みヘッド302は、磁気シールドすなわちペDESTAL 324を含んでも良い。この磁気ペDESTALは、NiFeやCoFeなどのような磁性材料で構成することができ、戻り磁極と磁氣的に結合されていても良い。ペDESTAL 324は、書き込みコイル317から出る磁束が磁気記録媒体（図示されていない）に達して悪影響を及ぼすことを防止するためのシールドとして作用する。

20

【0028】

コイル317は、戻り磁極314、バックギャップ316および形成層312から磁氣的にも電氣的にも絶縁されている。書き込みコイル317の下に下部絶縁層321が設けられ、書き込みコイル317をその下方にある戻り磁極314から絶縁している。コイル絶縁層328は、コイル317の巻き線の間の空間を充填し、またコイル317とバックギャップ316の間の空間も充填する。このコイル絶縁層は、コイル317の巻き線の間の微細で縦横比の大きな空間に容易に堆積せしめられ得るような材料で構成されることが好ましい。従って、コイル絶縁層328は、コイルの巻き線の間の小さな空間内に容易に堆積させ、その後、熱処理によって硬化させることができるフォトレジストであることが好ましい。しかしながら、見て取れるように、フォトレジストのコイル絶縁層328は、コイルとペDESTAL 324の間には広がらない。

30

【0029】

引き続き図3によって述べれば、絶縁充填層330がコイル317とペDESTAL 324の間を充填し、かつコイル317の上方、コイル317と形成層312の間の空間をも充填することができる。また、絶縁層332が、形成層312とABSの間の空間を充填する。この絶縁層332は、絶縁充填層330と一体であっても、また別の部分であっても良い。好ましくは、絶縁層332はアルミナ（ Al_2O_3 ）で構成される。この材料はABSにおいて、硬質で曝露耐久性のある表面となる故である。

40

【0030】

さらに図3を参照すれば、絶縁充填層330がコイル317とペDESTALの間の空間を充填していることが見て取れる。絶縁充填層は、電気絶縁性の、熱膨張係数が比較的小さい非磁性材料で構成される。例えば、該充填層330の材料としては、アルミナ（ Al_2O_3 ）が優れている。この材料は熱膨張係数が小さく、硬質で、非磁性、非導電性であり、入手も容易である。フォトレジストで構成されているコイル絶縁層328は、アルミナの充填層330よりもはるかに熱膨張係数が大きいことを指摘したい。フォトレジストのコイル絶縁層がコイル317とペDESTAL 324の間にまで広がっているならば、フォトレジストのコイル絶縁層328の熱膨張が、ペDESTAL 324に過大な機械的応力が加わる原因となるであろう。このスト

50

レスが加われれば、ペDESTALを変形（おそらく塑性的に）変形させ、ペDESTALをABSから外部に突出させるであろう。このペDESTAL324の突出は、次いでディスク（図示されていない）との破局的な接触を惹き起こし、ディスクの損傷及びヘッドの損傷を起こす原因となり得るであろう。

【0031】

より古いタイプのコイル製作方式では、フォトレジストのコイル絶縁層を、該絶縁層がペDESTALまで広がるように施し、ペDESTAL324をフォトレジスト層の前縁を定義するせき止め手段として利用する。しかるに本発明によれば、コイル317とペDESTAL324の間の空間をアルミナのような熱膨張係数が小さい材料で充填するため、書き込みヘッド302の加熱による突出が大幅に軽減される。

10

【0032】

図4～図8を参照しつつ、本発明の一実施形態による書き込みヘッドの製作方法を説明する。特に図4では、読み取りヘッド304は既に構築済みであり、非磁性のギャップ層309が堆積され、戻り磁極314が形成される。次いで戻り磁極314上にペDESTAL324とバックギャップ316が形成される。

【0033】

例えばアルミナで構成されている薄い電気絶縁性の非磁性層321が、戻り磁極314の上に堆積される。導電性のコイル・シード層400が、この薄い絶縁層321の上に堆積される。コイル・パターン（その一部は、図4に断面で示されている）を定義する溝404を持つフォトレジスト・マスク402が形成される。空気ベアリング表面（ABS）は未だに形成されていないが、ラップ仕上げ後にABSが形成される位置が、ABSと表示されている線で示してある。

20

【0034】

図5の工程では、フォトレジスト・マスク402に形成されている溝404内にCuのような導電性材料317が堆積され、書き込みコイル317が形成される。導電性材料317は、導電性シード層400を電気めっきのシードとして使用し、電気めっき法によって堆積させることができる。次いでフォトレジスト・マスク402を化学的剥離によって除去し、短時間のリアクティブイオンエッチング（RIE）またはイオン切削を行ってシード層400の不要部分を除去することができる。

【0035】

さて図6の工程では、フォトレジストのコイル絶縁層328の堆積が行われる。コイル絶縁層328はフォトリソグラフィ法によってパターンニングされ、フォトレジスト層328の前縁602がペDESTAL324に最も近いコイル317の最も外寄りにある巻きに近接したある1点まで広がるように現像される。コイル絶縁層328のもう一方の端（バックエッジ）604は、バックギャップ316まで広がっている。フォトレジストのコイル絶縁層328は、レジスト層328を熱硬化させるために加熱処理される。

30

【0036】

次に図7の工程では、ドライフォトレジストエッチングまたはリアクティブイオンエッチングのようなフォトレジスト除去法が実行され、フォトレジストのコイル絶縁層328の上部が、コイル317上部よりも所望のレベルだけ低くなるまで除去される。フォトレジストのコイル絶縁層328の高さは、アルミナ充填材がコイルの巻きの間に生じた空間を、空隙が残らぬように有効に充填できるような高さまで減らされる。

40

【0037】

次いで図8の工程では、アルミナ（ Al_2O_3 ）の充填層330が、少なくともペDESTAL324及びバックギャップ316の高さにまで堆積される。化学・機械的研磨（CMP）を行うことにより、バックギャップ316、アルミナ充填層330、及びペDESTAL324の最上部を結ぶ平滑で同一平面を共有する表面を形成することができる。次いで磁気形成層312、絶縁層332、311、書き込み磁極310及び保護層322のような残りの構造要素を形成すれば、図3で説明した構造が得られる。

【0038】

50

以上、種々の実施形態について説明したが、それらは例示のために説明されたものであり、本発明の範囲を限定するものではないことを理解されたい。本発明の範囲に属する他の実施形態も、当業者には明らかになるであろう。従って、本発明の広さと範囲は上に説明した例示的な実施形態によって限定されてはならず、特許請求の範囲及びそれらの均等物のみにより定義されねばならない。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】本発明の適用対象となり得るディスクドライブ・システムの模式図である。

【図2】スライダのABSを、図1の2-2線に沿って見た様子で、スライダ上における磁気ヘッドの位置を示す図である。

10

【図3】図2の磁気ヘッドを3-3線に沿って見た拡大断面図であって、反時計回り方向に90度回転し、垂直型磁気書き込みヘッドに本発明の実施形態を組み入れた例を示す。

【図4】製作の種々段階における磁気書き込みヘッドの断面図であって、本発明の実施形態に従う磁気書き込みヘッドの製作方法を示す。

【図5】製作の種々段階における磁気書き込みヘッドの断面図であって、本発明の実施形態に従う磁気書き込みヘッドの製作方法を示す。

【図6】製作の種々段階における磁気書き込みヘッドの断面図であって、本発明の実施形態に従う磁気書き込みヘッドの製作方法を示す。

【図7】製作の種々段階における磁気書き込みヘッドの断面図であって、本発明の実施形態に従う磁気書き込みヘッドの製作方法を示す。

20

【図8】製作の種々段階における磁気書き込みヘッドの断面図であって、本発明の実施形態に従う磁気書き込みヘッドの製作方法を示す。

【符号の説明】

【0040】

121... 磁気記録ヘッド・アセンブリ、

302... 書き込み素子、

304... 読み取り素子、

305... 磁気抵抗読み取りセンサ、

306... 第1の磁気シールド、

307... 誘電性材料、

30

308... 第2の磁気シールド、

309... ギャップ層、

310... 書き込み磁極、

311... 絶縁材料、

312... 磁気形成層、

314... 戻り磁極、

316... バックギャップ部分、

317... 書き込みコイル、

321... 非磁性層、

322... 保護層、

40

324... ペDESTAL、

328... コイル絶縁層、

330... 絶縁充填層、

332... 絶縁層、

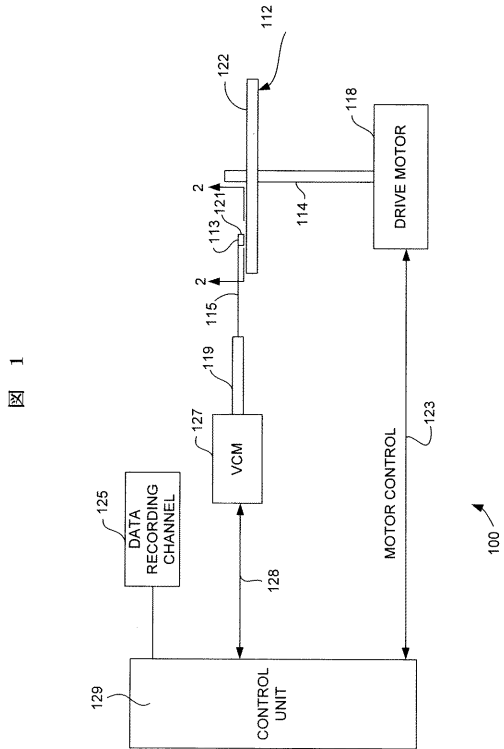
400... コイル・シード層、

402... フォトレジスト・マスク、

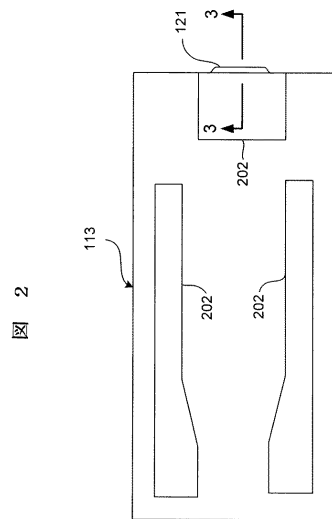
404... 溝、

602... コイル絶縁層の前縁。

【 図 1 】

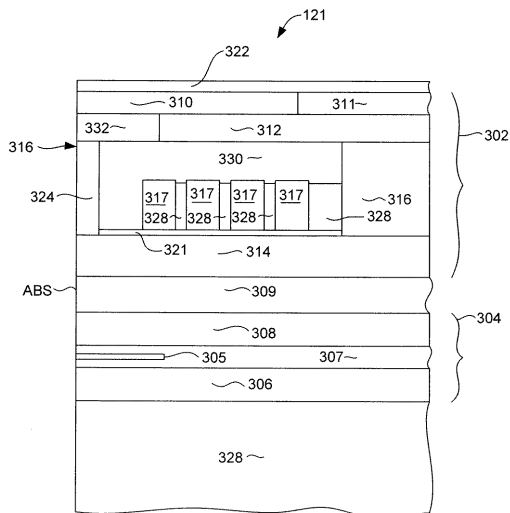


【 図 2 】



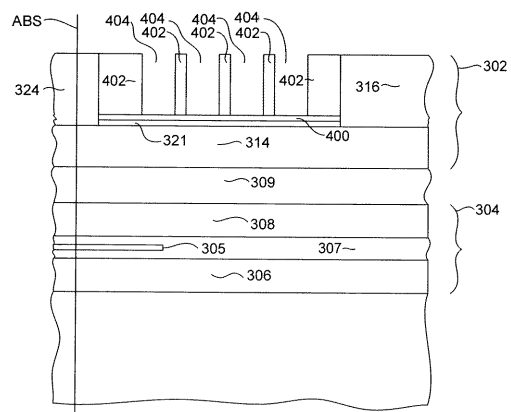
【 図 3 】

☒ 3



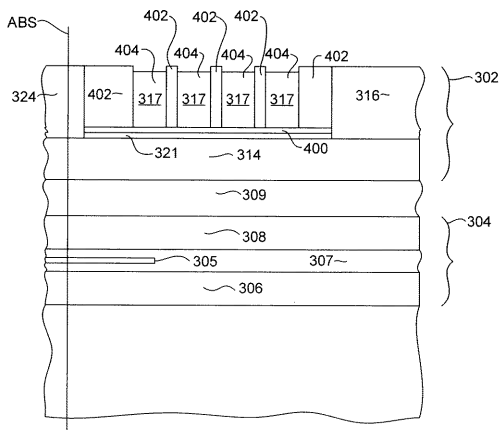
【 図 4 】

図 4



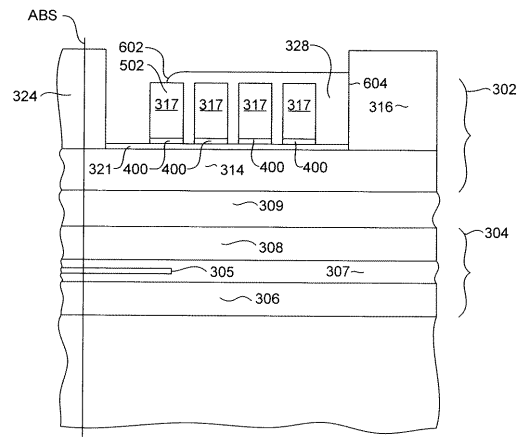
【図 5】

図 5



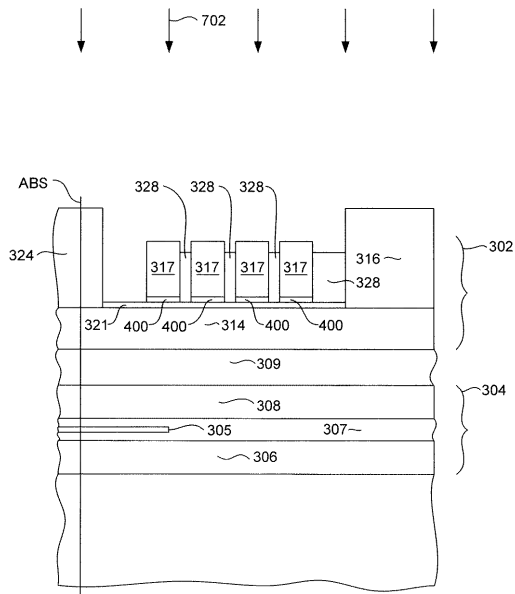
【図 6】

図 6



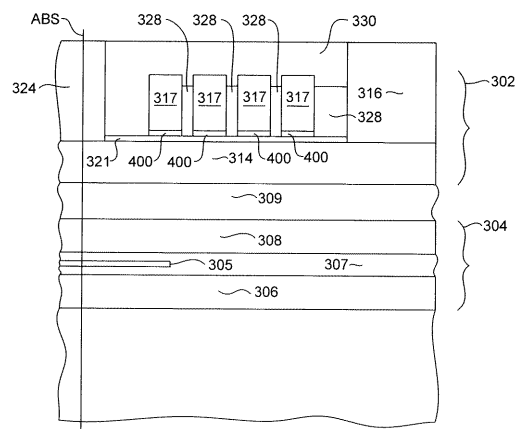
【図 7】

図 7



【図 8】

図 8



フロントページの続き

- (72)発明者 イーミン・スー
アメリカ合衆国 9 4 0 8 7、カリフォルニア州、サニーベール、チェハリスドライブ 9 3 3
- (72)発明者 エドワード・ヒン・ボン・リー
アメリカ合衆国 9 5 1 2 0、カリフォルニア州、サンノゼ、バーガスコート 5 8 3 8
- (72)発明者 ウラジミール・ニキーチン
アメリカ合衆国 9 5 0 0 8、カリフォルニア州、キャンベル、シラッチドライブ 1 5 8 9
- (72)発明者 カタリン・ペンテック
アメリカ合衆国 9 5 1 2 0、カリフォルニア州、サンノゼ、コートダロサ 1 4 3 7
- F ターム(参考) 5D033 BA07 BA22 BA42 CA07 DA31