

(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2021-44031

(P2021-44031A)

(43) 公開日 令和3年3月18日 (2021.3.18)

(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	Z 5 D 0 3 3
G 1 1 B 5/02 (2006.01)	G 1 1 B 5/31	C 5 D 0 9 1
	G 1 1 B 5/31	D
	G 1 1 B 5/31	Q
	G 1 1 B 5/02	R

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2019-163226 (P2019-163226)
 (22) 出願日 令和1年9月6日 (2019.9.6)

(71) 出願人 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (71) 出願人 317011920
 東芝デバイス&ストレージ株式会社
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (74) 代理人 110001737
 特許業務法人スズエ国際特許事務所
 (72) 発明者 渡邊 徹
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 東芝デバイス&ストレージ株式会社内
 (72) 発明者 山根 正巳
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 東芝デバイス&ストレージ株式会社内

最終頁に続く

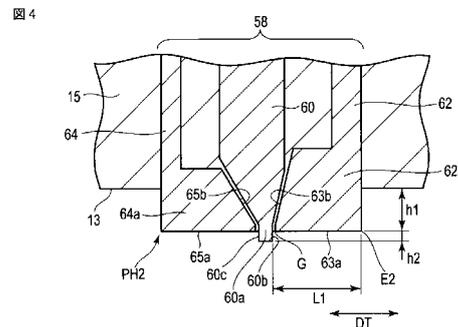
(54) 【発明の名称】 磁気ヘッドおよびこれを備えるディスク装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】信頼性の向上を図ることが可能な磁気ヘッドおよびディスク装置を提供する。

【解決手段】磁気ヘッドは、スライダ15と、記録ヘッド及びリードヘッドと、記録ヘッド突出し量を制御する第1熱アクチュエータと、リードヘッド突出し量を制御する第2熱アクチュエータと、を備える。記録ヘッドは、空気支持面から突出した先端部60aを有する主磁極60と、先端部62aを有する第1シールド62と、を有する。第1シールドの先端部は、第1シールドエッジと、第1シールドエッジに対してトレーリング端側に離間して位置する第2シールドエッジE2と、を有する先端面63aを備える。主磁極は、先端面63aから突出している。主磁極先端部と第2シールドエッジとの間の長さをL1、主磁極先端部の突出し量をh2、磁気ヘッドの浮上ピッチ角をD1、記録ヘッド突出しピッチ角をD2(ゼロを含む)とした場合、 $L1 = h2 / (D1 + D2)$ の関係を満たす。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

トレーリング端およびリーディング端を有する空気支持面を備えるスライダと、
前記空気支持面から突出した先端部を有し記録磁界を発生する主磁極と、前記空気支持面から突出した先端部を有し前記主磁極の先端部のトレーリング側にライトギャップを置いて対向する第 1 シールドと、を備え前記スライダに設けられた記録ヘッドと、
前記スライダに設けられ前記記録ヘッドに対して前記リーディング端側に位置するリードヘッドと、
前記スライダに設けられ前記記録ヘッドの突出し量を制御する第 1 熱アクチュエータと、

前記スライダに設けられ前記リードヘッドの突出し量を制御する第 2 熱アクチュエータと、を備え、

前記第 1 シールドの先端部は、前記主磁極の先端部にライトギャップをおいて対向する第 1 シールドエッジと前記第 1 シールドエッジに対して前記トレーリング端側に離間して位置する第 2 シールドエッジとを有する先端部を備え、前記主磁極の先端部は、前記先端部から突出して設けられ、

前記主磁極の先端部と前記第 2 シールドエッジとの間の長さを L_1 、前記先端部からの前記主磁極の先端部の突出し量を h_2 、当該磁気ヘッドの浮上ピッチ角を D_1 、前記記録ヘッドの突出しピッチ角を D_2 (ゼロを含む) とした場合、

前記記録ヘッドは、 $L_1 \geq h_2 / (D_1 + D_2)$ の関係を満たしている磁気ヘッド。

【請求項 2】

前記記録ヘッドは、前記空気支持面から突出した先端部を有し前記主磁極の先端部のリーディング側にギャップを置いて対向する第 2 シールドを更に備え、

前記第 2 シールドの先端部は、前記第 1 シールドの先端部とほぼ同一平面上に並んで位置する先端部を有している請求項 1 に記載の磁気ヘッド。

【請求項 3】

前記記録ヘッドは、前記第 1 シールドの第 1 シールドエッジと前記主磁極の先端部との間に設けられ前記主磁極の先端部のトレーリング側にライトギャップを置いて対向する第 3 シールドを更に備え、前記第 3 シールドは、前記第 1 シールドの先端部から突出する先端部を有し、

前記第 3 シールドの先端部と前記第 2 シールドエッジとの間の長さを L_1 、前記先端部からの前記第 3 シールドの先端部の突出し量を h_3 とした場合、

前記記録ヘッドは、 $L_1 \geq h_3 / (D_1 + D_2)$ の関係を満たしている請求項 1 又は 2 に記載の磁気ヘッド。

【請求項 4】

前記記録ヘッドの記録媒体との接触を検知する接触センサを更に備えている請求項 1 又は 2 に記載の磁気ヘッド。

【請求項 5】

前記接触センサは、前記第 1 シールドの先端部に設けられ、前記第 2 シールドエッジに隣接して位置し前記記録媒体に接触可能な端部を有している請求項 4 に記載の磁気ヘッド。

【請求項 6】

トレーリング端およびリーディング端を有する空気支持面を備えるスライダと、
前記空気支持面から突出した先端部を有し記録磁界を発生する主磁極と、前記空気支持面から突出した先端部を有し前記主磁極の先端部のトレーリング側にライトギャップを置いて対向する第 1 シールドと、を備え、前記スライダに設けられた記録ヘッドと、

前記スライダに設けられ前記記録ヘッドに対して前記リーディング端側に位置するリードヘッドと、

前記スライダに設けられ前記記録ヘッドの突出し量を制御する第 1 熱アクチュエータと

10

20

30

40

50

、
前記スライダに設けられ前記リードヘッドの突出し量を制御する第2熱アクチュエータと、

前記記録ヘッドの先端部に設けられ、前記記録ヘッドの先端部と記録媒体との接触を検知する接触センサと、

を備える磁気ヘッド。

【請求項7】

磁気記録層を有する回転自在なディスク状の記録媒体と、

前記記録媒体に対して情報の処理する請求項1から6のいずれか1項に記載の磁気ヘッドと、

前記磁気ヘッドの第1熱アクチュエータおよび第2熱アクチュエータを制御するコントローラと、

を備えるディスク装置。

【請求項8】

前記コントローラは、前記第1熱アクチュエータおよび第2熱アクチュエータにより前記記録ヘッドおよびリードヘッドの突出し形状を制御して、前記記録ヘッドの先端部と前記記録媒体との間の隙間を設定し、前記隙間設定後に前記第1熱アクチュエータより前記記録ヘッドの先端部が前記記録媒体に接近するように前記記録ヘッドの突出し形状を制御する請求項7に記載のディスク装置。

【請求項9】

前記コントローラは、前記第1熱アクチュエータおよび第2熱アクチュエータにより前記記録ヘッドおよびリードヘッドの突出し形状を制御して前記記録ヘッドの先端部を前記記録媒体に接触させ、接触した際の前記第1熱アクチュエータおよび第2熱アクチュエータの制御量を基準として前記第1熱アクチュエータおよび第2熱アクチュエータの制御量を調整し前記隙間を設定する請求項8に記載のディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明の実施形態は、磁気ヘッドおよびこれを備えるディスク装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ディスク装置して、例えば、磁気ディスク装置は、磁気記録層を有する回転自在なディスク状の記録媒体と、記録媒体の磁気記録層に対してデータの記録、再生を行う磁気ヘッドと、を備えている。磁気ヘッドは、スライダと、スライダに設けられた再生ヘッドおよび記録ヘッドと、を有している。このような磁気ディスク装置においては、記録密度、特に線記録密度向上のために、再生ヘッド、記録ヘッドと磁気ディスクとの間の隙間を小さくする必要がある。

上記隙間を低減するため、再生ヘッドおよび記録ヘッドの近傍でスライダに埋め込まれた熱アクチュエータを備えた磁気ディスク装置が提案されている。この磁気ディスク装置によれば、熱アクチュエータによってスライダの一部、再生ヘッドおよび記録ヘッドを記録媒体の表面側に膨出させることにより、上記隙間を低減することが可能となる。

【0003】

上記磁気ディスク装置においては、上記隙間を所定の隙間に設定する際、熱アクチュエータにより再生ヘッドおよび記録ヘッドの突き出し量を増加させて、一旦、記録媒体に接触させ、この接触時の突出し量を基準として、記録媒体との隙間が所望の隙間となるよう熱アクチュエータを制御することが行われている。しかしながら、上記のように磁気ヘッドを記録媒体に接触させた場合、磁気ヘッドの形状によっては、記録ヘッドの主磁極部が記録媒体に接触し、主磁極部が摩耗するなどのダメージを受けるおそれがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】米国特許出願公開第 2 0 1 6 / 2 3 2 9 3 1 号明細書

【特許文献 2】米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 4 7 0 8 9 号明細書

【特許文献 3】特開 2 0 1 3 - 4 1 2 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

本発明の実施形態の課題は、磁極部の損傷を防止し信頼性の向上した磁気ヘッド、およびこれを備えるディスク装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

10

【 0 0 0 6 】

実施形態によれば、磁気ヘッドは、トレーリング端およびリーディング端を有する空気支持面を備えるスライダと、前記空気支持面から突出した先端部を有し記録磁界を発生する主磁極と、前記空気支持面から突出した先端部を有し前記主磁極の先端部のトレーリング側にライトギャップを置いて対向する第 1 シールドと、を備え前記スライダに設けられた記録ヘッドと、前記スライダに設けられ前記記録ヘッドに対して前記リーディング端側に位置するリードヘッドと、前記スライダに設けられ前記記録ヘッドの突出し量を制御する第 1 熱アクチュエータと、前記スライダに設けられ前記リードヘッドの突出し量を制御する第 2 熱アクチュエータと、を備えている。前記第 1 シールドの先端部は、前記主磁極の先端部にライトギャップをおいて対向する第 1 シールドエッジと前記第 1 シールドエッジに対して前記トレーリング端側に離間して位置する第 2 シールドエッジとを有する先端面を備え、前記主磁極の先端部は、前記先端面から突出して設けられている。前記主磁極の先端部と前記第 2 シールドエッジとの間の長さを L_1 、前記先端面からの前記主磁極の先端部の突出し量を h_2 、当該磁気ヘッドの浮上ピッチ角を D_1 、前記記録ヘッドの突出しピッチ角を D_2 (ゼロを含む) とした場合、前記記録ヘッドは、
 $L_1 = h_2 / (D_1 + D_2)$ の関係を満たしている。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 7 】

【図 1】図 1 は、第 1 実施形態に係るハードディスクドライブ (HDD) を概略的に示すブロック図。

30

【図 2】図 2 は、前記 HDD における磁気ヘッド、サスペンション、磁気ディスクを概略的に示す側面図。

【図 3】図 3 は、前記磁気ヘッドのヘッド部を拡大して示す断面図。

【図 4】図 4 は、記録ヘッドの先端部を拡大して示す断面図。

【図 5】図 5 は、前記記録ヘッドの先端部の側面図。

【図 6】図 6 は、前記記録ヘッドを ABS 側から見た平面図。

【図 7】図 7 は、前記ヘッド部を模式的に示す側面図。

【図 8】図 8 は、熱アクチュエータにより記録ヘッド部分を突出させた状態の前記ヘッド部を概略的に示す側面図。

【図 9】図 9 は、熱アクチュエータにより再生ヘッド部分を突出させた状態の前記ヘッド部を概略的に示す側面図。

40

【図 10】図 10 は、接触動作状態におけるヘッド部を模式的に示す側面図。

【図 11】図 11 は、接触動作状態における前記記録ヘッドの先端部を拡大して示す側面図。

【図 12】図 12 は、突出し量調整後における前記ヘッド部を模式的に示す側面図。

【図 13】図 13 は、熱アクチュエータの投入電力と再生信号出力との関係を示す図。

【図 14】図 14 は、記録動作時における前記ヘッド部を模式的に示す側面図。

【図 15】図 15 は、第 1 変形例にかかる磁気ヘッドの記録ヘッド先端部を ABS 側から見た平面図。

【図 16】図 16 は、第 2 変形例にかかる磁気ヘッドの記録ヘッド先端部を ABS 側から

50

見た平面図。

【図 17】図 17 は、第 2 実施形態に係る磁気ヘッドの記録ヘッド先端部の断面図。

【図 18】図 18 は、第 2 実施形態に係る磁気ヘッドの記録ヘッド先端部の側面。

【図 19】図 19 は、第 2 実施形態に係る磁気ヘッドの記録ヘッド先端部を A B S 側から見た平面図。

【図 20】図 20 は、第 3 実施形態に係る磁気ヘッドのヘッド部を模式的に示す側面図。

【図 21】図 21 は、第 3 実施形態に係る磁気ヘッドの記録ヘッド先端部を A B S 側から見た平面図。

【図 22】図 22 は、タッチ動作状態における、第 3 実施形態に係る磁気ヘッドのヘッド部を模式的に示す側面図。

10

【図 23】図 23 は、タッチ動作状態における、第 3 実施形態に係る磁気ヘッドの記録ヘッド先端部を模式的に示す側面図。

【図 24】図 24 は、突出し量調整後における、第 3 実施形態に係る磁気ヘッドのヘッド部を模式的に示す側面図。

【図 25】図 25 は、記録動作時における、第 3 実施形態に係る磁気ヘッドのヘッド部を模式的に示す側面図。

【図 26】図 26 は、第 3 実施形態における、熱アクチュエータへの投入電力と接触センサ出力との関係を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0008】

20

以下図面を参照しながら、実施形態に係るディスク装置について説明する。

なお、開示はあくまで一例にすぎず、当業者において、発明の主旨を保つての適宜変更であって容易に想到し得るものについては、当然に本発明の範囲に含有されるものである。また、図面は説明をより明確にするため、実際の態様に比べ、各部の幅、厚さ、形状等について模式的に表される場合があるが、あくまで一例であって、本発明の解釈を限定するものではない。また、本明細書と各図において、既出の図に関して前述したものと同様の要素には、同一の符号を付して、詳細な説明を適宜省略あるいは簡略化することがある。

【0009】

(第 1 実施形態)

30

ディスク装置の一例として、第 1 実施形態に係るハードディスクドライブ (HDD) について詳細に説明する。図 1 は、第 1 実施形態に係る HDD を概略的に示すブロック図、図 2 は、浮上状態の磁気ヘッドおよび磁気ディスクを示す側面図である。

図 1 に示すように、HDD 10 は、矩形状の筐体 11 と、筐体 11 内に配設された記録媒体としての磁気ディスク 12 と、磁気ディスク 12 を支持および回転するスピンドルモータ 21 と、磁気ディスク 12 に対してデータの記録 (ライト)、再生 (リード) を行う複数の磁気ヘッド 16 と、を備えている。HDD 10 は、磁気ヘッド 16 を磁気ディスク 12 上の任意のトラック上に移動するとともに位置決めするヘッドアクチュエータ 18 を備えている。ヘッドアクチュエータ 18 は、磁気ヘッド 16 を移動可能に支持するキャリッジアセンブリ 20 と、キャリッジアセンブリ 20 を回動させるボイスコイルモータ (VCM) 22 とを含んでいる。

40

【0010】

HDD 10 は、磁気ヘッド 16 を駆動するヘッドアンプ IC 30 と、メインコントローラ 40 と、ドライバ IC 48 と、を備えている。ヘッドアンプ IC 30 は、例えば、キャリッジアセンブリ 20 に設けられ、磁気ヘッド 16 に電氣的に接続されている。ヘッドアンプ IC 30 は、磁気ヘッド 16 の記録コイルに記録電流を供給する記録電流供給回路 (記録電流供給部) 32 と、後述する磁気ヘッド 16 の熱アクチュエータ (ヒータ) に駆動電力を供給する第 1 ヒータ電力供給回路 34 a および第 2 ヒータ電力供給回路 34 b と、磁気ヘッドにより読み取った信号を増幅する図示しない増幅器等と、を備えている。

【0011】

50

メインコントローラ 40 およびドライバ IC 48 は、例えば、筐体 11 の背面側に設けられた図示しない制御回路基板に構成されている。メインコントローラ 40 は、R/W チャンネル 42、ハードディスクコントローラ (HDC) 44、マイクロプロセッサ (MPU) 46、メモリ 47 等を備えている。メインコントローラ 40 は、ヘッドアンプ IC 30 を介して磁気ヘッド 16 に電氣的に接続されている。メインコントローラ 40 は、ドライバ IC 48 を介して、VCM 22 及びスピンドルモータ 21 に電氣的に接続されている。HDC 44 は、ホストコンピュータ 45 に接続可能である。

メインコントローラ 40 のメモリ 47 には、後述するヒータ電力設定テーブル 47a 等が格納されている。メインコントローラ 40 において、例えば、MPU 46 は、ヒータ電力設定テーブル 47a に基づいて熱アクチュエータに供給する電力を調整するヒータ電力制御部 46a を含んでいる。

【0012】

図 1 および図 2 に示すように、磁気ディスク 12 は、垂直磁気記録媒体として構成されている。磁気ディスク 12 は、例えば、直径 96 mm (約 3.5 インチ) の円板状に形成され非磁性体からなる基板 101 を有している。基板 101 の各表面に、下地層として軟磁気特性を示す材料からなる軟磁性層 102 と、その上層部に、磁気ディスク 12 の表面に対して垂直方向に磁気異方性を有する垂直磁気記録層 103 と、保護膜 104 とが順次積層されている。磁気ディスク 12 は、スピンドルモータ 21 のハブに互いに同軸的に嵌合されている。磁気ディスク 12 は、スピンドルモータ 21 により所定の速度で矢印 B 方向に回転される。

キャリッジアッセンブリ 20 は、筐体 11 に回転自在に支持された軸受部 24 と、軸受部 24 から延出した複数のサスペンション 26 と、を有している。図 2 に示すように、磁気ヘッド 16 は、各サスペンション 26 の延出端に支持されている。磁気ヘッド 16 は、キャリッジアッセンブリ 20 に設けられた配線部材 (フレキシヤ) 28 を介して、ヘッドアンプ IC 30 に電氣的に接続されている。

【0013】

図 2 に示すように、磁気ヘッド 16 は浮上型のヘッドとして構成され、ほぼ直方体状に形成されたスライダ 15 と、スライダ 15 の流出端 (トレーリング) 側の端部に形成されたヘッド部 17 とを有している。スライダ 15 は、例えば、アルミナとチタンカーバイドの焼結体 (アルチック) で形成され、ヘッド部 17 は複数層の薄膜により形成されている。スライダ 15 は、配線部材 28 のジンバル部 28a に取付けられている。

スライダ 15 は、磁気ディスク 12 の表面に対向するほぼ矩形のディスク対向面 (空気支持面 (ABS)) 13 を有している。スライダ 15 は、磁気ディスク 12 の回転によってディスク表面と ABS 13 との間に生じる空気流 C により、磁気ディスク 12 の表面から所定量浮上した状態に維持される。空気流 C の方向は、磁気ディスク 12 の回転方向 B と一致している。スライダ 15 は、空気流 C の流入側に位置するリーディング端 15a および空気流 C の流出側に位置するトレーリング端 15b を有している。磁気ディスク 12 の回転に伴い、磁気ヘッド 16 は、磁気ディスク 12 に対して矢印 A 方向 (ヘッド走行方向)、すなわち、ディスクの回転方向 B と反対の方向に走行する。

なお、磁気ヘッド 16 が浮上した状態において、スライダ 15 の ABS 13 は、磁気ディスク 12 の表面に対して第 1 ピッチ角 (浮上ピッチ (傾斜角)) D1 だけ傾斜している。

【0014】

図 3 は、磁気ヘッド 16 のヘッド部 17 および磁気ディスク 12 を拡大して示す断面図、図 4 は、記録ヘッドの先端部を拡大して示す断面図である。

図 3 に示すように、ヘッド部 17 は、スライダ 15 のトレーリング端 15b に薄膜プロセスで形成された再生ヘッド (リードヘッド) 54 および記録ヘッド (ライトヘッド) 58 を有し、分離型の磁気ヘッドとして形成されている。再生ヘッド 54 および記録ヘッド 58 は、スライダ 15 の ABS 13 に露出する部分を除いて、非磁性の保護絶縁膜 53 により覆われている。保護絶縁膜 53 は、ヘッド部 17 の外形を構成している。更に、ヘッ

10

20

30

40

50

ド部 17 は、記録ヘッド 58 の突出し量を制御する第 1 熱アクチュエータと、再生ヘッド 54 の突出し量を制御する第 2 熱アクチュエータと、を有している。第 1 熱アクチュエータは、例えば、ヒータ 76a を有し、このヒータ 76a は保護絶縁膜 53 内に埋め込まれ、記録ヘッド 58 の近傍に位置している。第 2 アクチュエータは、例えば、ヒータ 76b を有し、このヒータ 76b は、保護絶縁膜 53 内に埋め込まれ再生ヘッド 54 の近傍に位置している。

【0015】

磁気ディスク 12 の垂直磁気記録層 103 に形成される記録トラックの長手方向をダウントラック方向 DT と、長手方向と直交する記録トラックの幅方向をクロストラック方向 WT と定義する。

10

再生ヘッド 54 は、磁気抵抗効果素子 55 と、ダウントラック方向 DT において、磁気抵抗効果素子 55 のリーディング側（流入側）およびトレーリング側（流出側）に、磁気抵抗効果素子 55 を挟むように配置された第 1 磁気シールド膜 56 および第 2 磁気シールド膜 57 と、を有している。磁気抵抗効果素子 55、第 1 および第 2 磁気シールド膜 56、57 は、ABS 13 に対してほぼ垂直に延在している。磁気抵抗効果素子 55、第 1 および第 2 磁気シールド膜 56、57 の下端部（先端部）は、ABS 13 から僅かに突出し、第 1 突部 HP1 を構成している。第 1 突部 HP1 において、磁気抵抗効果素子 55 の先端部の突出量が第 1 および第 2 磁気シールド膜 56、57 の先端部の突出量よりも多く、磁気抵抗効果素子 55 の先端部は第 1 および第 2 磁気シールド膜を越えて突出している。

20

【0016】

記録ヘッド 58 は、再生ヘッド 54 に対して、スライダ 15 のトレーリング端 15b 側に設けられている。記録ヘッド 58 は、磁気ディスク 12 の表面に対して垂直方向の記録磁界を発生する主磁極 60、主磁極 60 のトレーリング側に設けられ主磁極 60 にライトギャップを置いて対向するトレーリングシールド（第 1 シールド）62、主磁極 60 のリーディング側に対向するリーディングシールド（第 2 シールド）64、トレーリングシールド 62 と一体に形成され主磁極 60 のクロストラック方向 CT の両側に設けられた一対のサイドシールド 61（図 6 参照）を有している。主磁極 60 とトレーリングシールド 62 とは磁路を形成する第 1 磁気コアを構成し、主磁極 60 とリーディングシールド 64 とは磁路を形成する第 2 磁気コアを構成している。記録ヘッド 58 は、第 1 磁気コアに巻き付けられた第 1 記録コイル 70 と、第 2 磁気コアに巻き付けられた第 2 記録コイル 72 とを有している。

30

【0017】

図 3 および図 4 に示すように、主磁極 60 は、高透磁率、高飽和磁束密度を有する軟磁性材料から形成され、ABS 13 に対してほぼ垂直に延びている。主磁極 60 の ABS 13 側の先端部 60a は、ABS 13 に向かって先細に絞り込まれ、他の部分に対して幅の狭い柱状に形成されている。主磁極 60 の先端部 60a は、スライダ 15 の ABS 13 から僅かに突出している。

【0018】

トレーリングシールド 62 は、軟磁性材料で形成され、主磁極 60 直下の磁気ディスク 12 の軟磁性層 102 を介して効率的に磁路を閉じるために設けられている。トレーリングシールド 62 は、ほぼ L 字形状に形成され、その先端部 62a は、細長い矩形状に形成されている。トレーリングシールド 62 の先端部 62a は、スライダ 15 の ABS 13 から僅かに突出している。先端部 62a は、ABS 13 とほぼ平行に延在する矩形状の先端面（下端面）63a と主磁極 60 の先端部 60a にライトギャップ G を置いて対向するリーディング側端面（磁極端面）63b とを有している。リーディング側端面 62b は、ABS 13 に対し垂直に、あるいは、僅かに傾斜して延びている。

40

トレーリングシールド 62 は、主磁極 60 に接続された第 1 接続部 50 を有している。第 1 接続部 50 は非導電体 52 を介して主磁極 60 の上部、すなわち、主磁極 60 の ABS 13 から離れた部分に磁氣的に接続されている。第 1 記録コイル 70 は、第 1 磁気コアにおいて、例えば、第 1 接続部 50 の回りに巻付けられている。磁気ディスク 12 に信号

50

を書き込む際、第1記録コイル70に記録電流を流すことにより、第1記録コイル70は、主磁極60を励起して主磁極60に磁束を流す。

【0019】

軟磁性体で形成されたリーディングシールド64は、主磁極60のリーディング側に主磁極60と対向して設けられている。リーディングシールド64は、ほぼL字形状に形成され、ABS13側の先端部64aは細長い矩形形状に形成されている。先端部64aは、スライダ15のABS13から僅かに突出している。先端部64aは、ABS13とほぼ平行に延在する矩形形状の先端面(下端面)65aと主磁極60の先端部60aにギャップを置いて対向するトレーリング側端面(磁極端面)65bとを有している。

また、リーディングシールド64は、ABS13から離間した位置で主磁極60に接合された第2接続部68を有している。この第2接続部68は、例えば、軟磁性体で形成され、非導電体59を介して主磁極60の上部、すなわち、主磁極60のABS13から離れた部分に磁氣的に接続されている。これにより、第2接続部68は、主磁極60およびリーディングシールド64とともに磁気回路を形成している。記録ヘッド58の第2記録コイル72は、例えば、第2接続部68の回りに巻付けて配置され、この磁気回路に磁界を印加する。

上記のように、主磁極60の先端部60a、トレーリングシールド62の先端部62a、およびリーディングシールド64の先端部64aは、ABS13から僅かに突出し第2突部HP2を構成している。

【0020】

図5は、記録ヘッドの先端部を示す側面図、図6は、記録ヘッドの先端部をABS面側から見た平面図である。

図4ないし図6に示すように、ABS13から突出している記録ヘッド58の第2突部HP2において、トレーリングシールド62の先端面63aおよびリーディングシールド64の先端面65aは、ほぼ同一の高さに位置し、同一平面上に並んでいる。トレーリングシールド62の先端部62aおよびリーディングシールドの先端部64aのABS13からの突出高さ(突出し量)h1は、約4nm程度となっている。

主磁極60先端部60aは、トレーリングシールド62の先端面63aおよびリーディングシールド64の先端面65aを越えて、突出している。先端面63a、65aからの突出高さ(突出し量)h2は、例えば、0.3~1nm程度に設定されている。

【0021】

図6に示すように、主磁極60の先端部60aは、例えば、断面が台形状に形成されている。先端部60aは、ライトギャップGにおいてトレーリングシールド62の先端部62aに対向するトレーリング側端面60b、このトレーリング側端面60bとほぼ平行に位置しギャップにおいてリーディングシールド64の先端部64aに対向するリーディング側端面60c、およびトレーリング側端面60bおよびリーディング側端面60cとそれぞれ交差しギャップにおいてサイドシールド61に対向する一対の側面を有している。

トレーリングシールド62の先端面63aは、ほぼ矩形形状に形成され、それぞれトラック幅方向DTに延びているとともに互いにほぼ平行に対向するリーディング側エッジ(第1シールドエッジ)E1およびトレーリング側エッジ(第2シールドエッジ)E2を有している。リーディング側エッジE1は、主磁極60の先端部60aのトレーリング側端面60bにライトギャップGにおいて対向している。トレーリング側エッジE2は、リーディング側エッジE1からトレーリング端側に離間して位置している。なお、一対のサイドシールド61は、リーディング側エッジE1に連続して設けられ、先端部60aの一対の側面にギャップにおいて対向している。

【0022】

リーディングシールド64の先端面65aは、ほぼ矩形形状に形成され、それぞれトラック幅方向DTに延びているとともに互いにほぼ平行に対向するトレーリング側エッジE3およびリーディング側エッジE4を有している。トレーリング側エッジE3は、主磁極60の先端部60aのリーディング側端面60cにギャップにおいて対向している。また、

トレーリング側エッジ E 3 は、一対のサイドシールド 6 1 に隣接対向している。リーディング側エッジ E 4 は、トレーリング側エッジ E 3 からリーディング端側に離間して位置している。

【0023】

図 4、図 5、図 6 に示すように、上記のように構成された記録ヘッド 5 8 の第 2 突部 P H 2 において、トレーリング側エッジ E 2 と主磁極 6 0 の先端部 6 0 a との間の長さ、実施形態では、トレーリング側エッジ E 2 と先端部 6 0 a のトレーリング側端面 6 0 b との間の長さ、を L 1 とすると、主磁極 6 0 の先端部 6 0 a の突出し高さ h 2 と長さ L 1 とは、以下の関係式 (1) を満たすように設定されている。

$$L 1 \quad h 2 / (\text{第 1 ピッチ角 } D 1 + \text{第 2 ピッチ角 } D 2) \quad \dots (1)$$

10

第 2 ピッチ角 D 2 は、後述するように、第 2 突部 P H 2 のトレーリング側エッジ E 2 が磁気ディスク 1 2 の表面に接触する際の第 2 突部 P H 2 のピッチ角を示している。第 2 ピッチ角 D 2 はゼロの場合、すなわち、D 1 = D 2 の場合、を含んでいる。

例えば、突出し量 h 2 が 0 . 5 n m、第 1 ピッチ角 D 1 が 1 5 0 μ rad、第 2 ピッチ角 D 2 が 5 0 μ rad の場合、長さ L 1 は 2 . 5 μ m 以上に設定される。

【0024】

図 3 に示したように、スライダ 1 5 のトレーリング端 1 5 b に複数の接続端子 4 3 が設けられている。第 1 記録コイル 7 0 および第 2 記録コイル 7 2 は、それぞれ配線を介して接続端子 4 3 に接続され、更に、フレキシヤ 2 8 を介してヘッドアンプ I C 3 0 に接続される。磁気ディスク 1 2 に信号を書き込む際、ヘッドアンプ I C 3 0 の記録電流供給回路 3 2 から第 1 記録コイル 7 0 および第 2 記録コイル 7 2 に記録電流を流すことにより、主磁極 6 0 を励起して主磁極 6 0 に磁束を流す。第 1 記録コイル 7 0 および第 2 記録コイル 7 2 に供給する記録電流は、メインコントローラ 4 0 によって制御される。

20

同様に、再生ヘッド 5 4 の磁気抵抗効果素子 5 5 は、図示しない配線を介して接続端子 4 3 に接続され、更に、フレキシヤ 2 8 を介してヘッドアンプ I C 3 0 に接続される。再生ヘッド 5 4 によりリードした信号は、ヘッドアンプ I C 3 0 により増幅されメインコントローラ 4 0 に送られる。

【0025】

第 1 ヒータ 7 6 a および第 2 ヒータ 7 6 b は、それぞれ配線を介して接続端子 4 3 に接続され、更に、フレキシヤ 2 8 を介してヘッドアンプ I C 3 0 に接続されている。ヘッドアンプ I C 3 0 の第 1 ヒータ電力供給回路 3 4 a および第 2 ヒータ電力供給回路 3 4 b から第 1 ヒータ 7 6 a および第 2 ヒータ 7 6 b に駆動電力を印加することにより、ヒータおよびヒータの周囲を加熱し、記録ヘッドあるいは再生ヘッドを磁気ディスク 1 2 側へ膨出させることができる。第 1 ヒータ 7 6 a および第 2 ヒータ 7 6 b に供給する駆動電力は、メインコントローラ 4 0 のヒータ電力制御部 4 6 a によって制御される。

30

【0026】

次に、第 1 熱アクチュエータおよび第 2 熱アクチュエータにより、磁気ヘッド 1 6 の記録ヘッド 5 8 および再生ヘッド 5 4 と磁気ディスク 1 2 の表面との間隔 (隙間量) を調整する調整動作について説明する。

図 7 は、無調整の状態の磁気ヘッドのヘッド部を模式的に示す側面図、図 8 は、第 1 ヒータ 7 6 a により記録ヘッド部分を磁気ディスク 1 2 側に膨出させた状態を模式的に示すヘッド部の側面図、図 9 は、第 2 ヒータ 7 6 b により再生ヘッド部分を磁気ディスク 1 2 側に膨出させた状態を模式的に示すヘッド部の側面図である。

40

【0027】

図 7 に示すように、無調整の状態において、すなわち、第 1 ヒータ 7 6 a および第 2 ヒータ 7 6 b に電力を印加していない状態において、スライダ 1 5 の A B S 1 3 は、ほぼ平坦な状態にあり第 1 ピッチ角 (浮上ピッチ角) D 1 だけ傾斜している。

図 8 に示すように、第 1 ヒータ 7 6 a に供給する第 1 電力と第 2 ヒータ 7 6 b に供給する第 2 電力とを所望の電力比 (第 1 電力 > 第 2 電力) に維持した状態で第 1 ヒータ 7 6 a および第 2 ヒータ 7 6 b に電力を印加すると、第 1 ヒータ 7 6 a が発熱し、記録ヘッド 5

50

8 および記録ヘッド周囲の保護絶縁膜53が加熱される。同様に、第2ヒータ76bが発熱し、再生ヘッド54および再生ヘッド周囲の保護絶縁膜53が加熱される。これにより、記録ヘッド58および保護絶縁膜53は、再生ヘッド54部分よりも大きく熱膨張し磁気ディスク12の表面に向かって膨出する。第2突部PH2の第2ピッチ角(突出しピッチ角)D2は正となる。なお、ピッチ角は、第2突部PH2のトレーリング側エッジE2が主磁極の先端部60aよりも磁気ディスク12側に位置するように傾斜する方向を正とし、逆に、トレーリング側エッジE2が主磁極の先端部60aよりも磁気ディスク12から離れるように傾斜する方向を負とする。

図9に示すように、第1ヒータ76aおよび第2ヒータ76bに所望の電力比(第1電力<第2電力)で電力を印加すると、再生ヘッド54部分が記録ヘッド58部分よりも多く磁気ディスク12の表面に向かって膨出する。この場合、第2突部PH2の第2ピッチ角D2は負となる。

【0028】

図10は、第2突部PH2が磁気ディスク表面に接触するまで記録ヘッド部分を磁気ディスク12側に膨出させた状態を模式的に示すヘッド部の側面図、図11は、第2突部PH2を拡大して模式的に示す側面図である。

隙間量の調整においては、メインコントローラ40は、初めに、第1ヒータ76aに供給する第1電力(第1制御量)と第2ヒータ76bに供給する第2電力(第2制御量)の比(第1電力>第2電力)を保ったまま第1電力および第2電力を増加して第1突部PH1および第2突部PH2の突出し量を大きくして、第2突部PH2を磁気ディスク12の表面に接触させる。図10および図11に示すように、この際、第2突部PH2のトレーリング側エッジE2、すなわち、トレーリングシールド62の先端部62aのトレーリング側エッジE2が磁気ディスク12の表面に接触し、第2突部PH2は磁気ディスク12の表面に対して第2ピッチ角D2で傾斜する。

【0029】

前述したように、第2突部PH2における主磁極先端部60aの突出し量h2および主磁極先端部60aとトレーリング側エッジE2との間の長さL1は、前述した関係式(1)を満たすように設定されている。そのため、図11に示すように、第2突部PH2のトレーリング側エッジE2が磁気ディスク12の表面に接触した状態において、主磁極60の先端部60aは磁気ディスク12に接触することなく、磁気ディスク表面から離間している。すなわち、第2突部PH2を磁気ディスク12に接触させた場合でも、主磁極60の先端部60aは磁気ディスク12に接触することが防止され、接触による摩耗、損傷が防止される。

【0030】

図12は隙間量調整後のヘッド部を模式的に示す側面図、図13は熱アクチュエータ(ヒータ)への投入電力と再生ヘッド54の再生信号出力との関係を示す特性図、図14は、記録時の磁気ヘッド16のヘッド部を模式的に示す側面図である。

メインコントローラ40のメモリ47には、図13に示す投入電力と再生信号出力との関係をテーブル化したヒータ電力設定テーブル47aが格納されている。

メインコントローラ40は、トレーリング側エッジE2が磁気ディスク12に接触した際の第1電力および第2電力を基準として、第1電力および第2電力を調整することにより、所望の隙間量を設定する。なお、メインコントローラ40は、第2突部PH2を磁気ディスク12に接触させる工程の間、再生ヘッド54の再生信号出力をモニタし、再生信号出力が最大となった時点を第2突部PH2が磁気ディスク12に接触した時点であると判定することができる。メインコントローラ40は、ヒータ電力設定テーブル47aに基づいて、再生信号出力の最大値に対応する第1電力値および第2電力値を選択し、接触時の第1電力および第2電力とする。

【0031】

メインコントローラ40は、ヒータ電力設定テーブル47aから所望の再生信号出力を選択し、選択した再生信号出力に対応する投入電力値を読み出す。メインコントローラ4

10

20

30

40

50

0 は、第 1 電力と第 2 電力との比を保ったまま、第 1 電力および第 2 電力を前記接触時の電力値から前記読み出した投入電力値に低減し、第 1 突部 P H 1 および第 2 突部 P H 2 の突出し量を低減する。これにより、図 1 2 に示すように、第 1 突部 P H 1 の磁気抵抗効果素子 5 5 と磁気ディスク表面との間に所望の隙間 F 1 が設定され、すなわち、選択した再生信号出力が得られる隙間 F 1 が設定される。同時に、第 2 突部 P H 2 の主磁極先端部 6 0 a と磁気ディスク表面との間に所望の隙間 F 2 が設定される。前記投入電力値は、隙間設定用の設定電力値としてメモリ 4 7 に格納される。

【 0 0 3 2 】

以上のように、メインコントローラ 4 0 による隙間量の調整動作は、例えば、H D D の出荷時に実行され、設定された第 1 電力値および第 2 電力値がメモリ 4 7 に格納される。H D D の動作時において、メインコントローラ 4 0 は、メモリ 4 7 から設定された第 1 電力値および第 2 電力値を第 1 ヒータ 7 6 a および第 2 ヒータ 7 6 b に印加し、磁気ヘッド 1 6 の隙間量を F 1、および F 2 に設定する。

10

【 0 0 3 3 】

図 1 4 は、記録動作時における磁気ヘッド 1 6 のヘッド部を模式的に示す側面図である。

記録密度向上を図るためには、記録ヘッド 5 8 と磁気ディスク表面との間の隙間は小さい方が望ましい。そこで、図 1 4 に示すように、メインコントローラ 4 0 は、磁気ヘッド 1 6 の記録動作時、第 2 電力値を維持した状態で、第 1 電力値を所定量だけ増加し、第 1 電力と第 2 電力との比を変更する。記録ヘッド 5 8 の第 2 突部 P H 2 の膨出量が増大し、主磁極 6 0 の先端部 6 0 a が磁気ディスク表面により接近する。主磁極 6 0 の先端部 6 0 a と磁気ディスク表面との間の隙間が F 2 から F 3 に低減する。これにより、記録密度、特に、線記録密度の向上を図ることができる。なお、記録時の電力比、第 1 電力値は、予め、メモリ 4 7 等に格納しておくことが望ましい。

20

【 0 0 3 4 】

以上のように構成された第 1 実施形態に係る H D D および磁気ヘッドによれば、磁気ヘッド 1 6 と磁気ディスク 1 2 との間の隙間を十分に小さく設定することができ、記録密度の向上を図ることが可能となる。また、隙間の調整時、主磁極 6 0 の先端部 6 0 a と磁気ディスク 1 2 との接触を防止し、主磁極の摩耗、損傷を防止することができる。これにより、磁気ヘッドの寿命の向上、および信頼性の向上を図ることが可能となる。

30

【 0 0 3 5 】

次に、変形例に係る H D D の磁気ヘッドについて説明する。なお、以下に述べる他の実施形態において、前述した第 1 実施形態と同一の部分には、第 1 実施形態と同一の参照符号を付して、その詳細な説明を省略あるいは簡略化する場合がある。

(第 1 変形例)

図 1 5 は、第 1 変形例にかかる磁気ヘッドの記録ヘッド先端部を A B S 側から見た平面図である。図示のように、トレーリングシールド (第 1 シールド) 6 2 の先端面 6 3 a は、矩形状に限らず、台形状に形成してもよい。この場合でも、先端面 6 3 a のトレーリング側エッジ E 2 は、主磁極 6 0 の先端部 6 0 a から長さ L 1 だけ離間している。

(第 2 変形例)

図 1 6 は、第 2 変形例にかかる磁気ヘッドの記録ヘッド先端部を A B S 側から見た平面図である。図示のように、トレーリングシールド (第 1 シールド) 6 2 の先端面 6 3 a は、ほぼ半円形状に形成してもよい。この場合でも、先端面 6 3 a のトレーリング側エッジ E 2 は円弧形状を有し、円弧の頂部と主磁極 6 0 の先端部 6 0 a との間隔が長さ L 1 に形成されている。

40

【 0 0 3 6 】

次に、他の実施形態に係る H D D の磁気ヘッドについて説明する。以下に述べる他の実施形態において、前述した第 1 実施形態と同一の部分には、第 1 実施形態と同一の参照符号を付して、その詳細な説明を省略あるいは簡略化する場合がある。

(第 2 実施形態)

50

図 17 は、第 2 実施形態に係る磁気ヘッドの記録ヘッド先端部の断面図、図 18 は、第 2 実施形態に係る磁気ヘッドの記録ヘッド先端部の側面図、図 19 は、第 2 実施形態に係る磁気ヘッドの記録ヘッド先端部を A B S 側から見た平面図である。

図示のように、第 2 実施形態によれば、磁気ヘッド 16 の記録ヘッド 58 は、トレーリングシールド（第 1 シールド）と主磁極 60 との間に設けられた第 3 シールド 78 を更に備えている。第 3 シールド 78 は、トレーリングシールド 62 と異なる材料で形成され、例えば、高透磁率を有する磁性材料で形成されている。

【 0 0 3 7 】

第 3 シールド 78 は、トレーリングシールド 62 のリーディング側端面 63 b に重ねて設置され、主磁極 60 の先端部 60 a のトレーリング側端面 60 b にライトギャップ G を置いて対向している。また、第 3 シールド 78 は、トレーリングシールド 62 の先端面 63 a を越えて突出した先端部 78 a を有している。先端部 78 a の先端面 63 a、65 a からの突出高さ（突出し量）h3 は、例えば、0.3 ~ 1 nm 程度に設定されて、主磁極先端部 60 a の突出し量 h2 よりも大きく設定されている。

10

【 0 0 3 8 】

上記のように構成された記録ヘッド 58 の第 2 突部 P H 2 において、第 3 シールド 78 の先端部 78 a と先端面 63 a のトレーリング側エッジ E 2 との間の長さを L 2 とすると、第 3 シールド 78 の突出し量 h3 と長さ L 2 とは、以下の関係式（2）を満たすように設定されている。

$$L 2 = h 3 / (\text{第 1 ピッチ角 } D 1 + \text{第 2 ピッチ角 } D 2) \dots (2)$$

20

第 1 ピッチ角 D 1 は、磁気ヘッド 16 の浮上ピッチ角であり、第 2 ピッチ角 D 2 は、第 2 突部 P H 2 のトレーリング側エッジ E 2 が磁気ディスク 12 の表面に接触する際の第 2 突部 P H 2 のピッチ角を示している。第 2 ピッチ角 D 2 はゼロの場合、すなわち、D 1 = D 2 の場合、を含んでいる。例えば、突出し量 h3 が 0.5 nm、第 1 ピッチ角 D 1 が 150 μrad、第 2 ピッチ角 D 2 が 50 μrad の場合、長さ L 2 は 2.5 μm 以上に設定される。

第 2 実施形態において、磁気ヘッド 16 および H D D の他の構成は、前述した第 1 実施形態における磁気ヘッドおよび H D D と同一である。

【 0 0 3 9 】

上記のように構成された第 2 実施形態によれば、隙間の調整時、トレーリング側エッジ E 2 が磁気ディスクに接触した場合でも、第 3 シールド 78 の先端部 78 a および主磁極 60 の先端部 60 a と磁気ディスク 12 との接触を防止し、第 3 シールド 78 および主磁極 60 の摩耗、損傷を防止することができる。これにより、磁気ヘッドの寿命の向上、および信頼性の向上を図ることが可能となる。

30

【 0 0 4 0 】

（第 3 実施形態）

図 20 は、第 3 実施形態に係る磁気ヘッドのヘッド部を模式的に示す側面図、図 21 は、第 3 実施形態に係る磁気ヘッドの記録ヘッド先端部を A B S 側から見た平面図である。

図示のように、第 3 実施形態によれば、磁気ヘッド 16 の記録ヘッド 58 は、第 2 突部 P H 2 に設けられた接触センサ、例えば、抵抗検出型の熱接触センサ 80 を更に備えている。熱接触センサ 80 は、ほぼ矩形状に形成された抵抗体であり、第 2 突部 P H 2 において、トレーリングシールド 62 の先端部 62 a のトレーリング側端面上に実装されている。熱接触センサ 80 は、トレーリング側エッジ E 2 の長手方向のほぼ中央部に対向して位置している。更に、熱接触センサ 80 の端部は、トレーリング側エッジ E 2 から僅かに突出している。熱接触センサ 80 は、図示しない配線およびフレキシヤを介して前述したヘッド I C およびメインコントローラに電氣的に接続されている。熱接触センサ 80 は、メインコントローラから通電されるとともに、検出信号をメインコントローラに送ることができる。

40

【 0 0 4 1 】

図 22 は、タッチ動作状態における、第 3 実施形態に係る磁気ヘッドのヘッド部を模式

50

的に示す側面図、図 2 3 は、タッチ動作状態における、記録ヘッドの先端部を模式的に示す側面図、図 2 4 は、突出し量調整後における、第 3 実施形態に係る磁気ヘッドのヘッド部を模式的に示す側面図である。図 2 5 は、記録動作時における、第 3 実施形態に係る磁気ヘッドのヘッド部を模式的に示す側面図、図 2 6 は、第 3 実施形態における、熱アクチュエータへの投入電力と熱接触センサ出力との関係を示す図である。

図 2 2 および図 2 3 に示すように、第 3 実施形態の磁気ヘッドでは、隙間量の調整時、第 1 ヒータ 7 6 a に供給する第 1 電力（第 1 制御量）と第 2 ヒータ 7 6 b に供給する第 2 電力（第 2 制御量）を増加して第 1 突部 P H 1 および第 2 突部 P H 2 の突出し量を大きくしていくと、初めに、熱接触センサ 8 0 の端部が磁気ディスク 1 2 の表面に接触する。この間、メインコントローラから熱接触センサ 8 0 に通電し熱接触センサ 8 0 を温めておく
10
と、熱接触センサ 8 0 は磁気ディスク 1 2 に近づくに従って温度が下がり、磁気ディスクに接触した時点で通電の A C 成分が接触振動する。すなわち、熱接触センサ 8 0 は、磁気ディスク 1 2 に接触すると、検出信号出力として接触振動をメインコントローラに出力する。これにより、メインコントローラは、第 2 突部 P H 2 が磁気ディスク 1 2 に接触したことを検知し、接触時の第 1 電力値および第 2 電力値を正確に検出することができる。

なお、メインコントローラのメモリには、図 2 6 に示す投入電力とセンサ出力との関係をテーブル化したヒータ電力設定テーブルが格納されている。

【 0 0 4 2 】

図 2 4 に示すように、メインコントローラは、接触を検知した後、接触時の第 1 電力および第 2 電力を基準として、第 1 電力および第 2 電力を調整することにより、所望の隙間
20
量を設定する。メインコントローラは、ヒータ電力設定テーブルから所望のセンサ出力を選択し、選択したセンサ出力に対応する投入電力値を読み出す。メインコントローラは、第 1 電力および第 2 電力を前記接触時の電力値から前記読み出した投入電力値に低減し、第 1 突部 P H 1 および第 2 突部 P H 2 の突出し量を低減する。これにより、第 1 突部 P H 1 の磁気抵抗効果素子 5 5 と磁気ディスク表面との間に所望の隙間が設定され、同時に、第 2 突部 P H 2 の主磁極先端部 6 0 a と磁気ディスク表面との間に所望の隙間が設定される。前記投入電力値は、隙間設定用の設定電力値としてメモリに格納される。

【 0 0 4 3 】

図 2 5 に示すように、メインコントローラは、磁気ヘッド 1 6 の記録動作時、第 2 電力値を維持した状態で、第 1 電力値を所定量だけ増加し、第 1 電力と第 2 電力との比を変更
30
する。記録ヘッド 5 8 の第 2 突部 P H 2 の膨出量が増大し、主磁極 6 0 の先端部 6 0 a が磁気ディスク表面により接近する。主磁極 6 0 の先端部 6 0 a と磁気ディスク表面との間の隙間が低減する。これにより、記録密度、特に、線記録密度の向上を図ることができる。

なお、第 3 実施形態において、磁気ヘッド 1 6 の他の構成は、前述した第 1 実施形態に係る磁気ヘッドと同一である。

【 0 0 4 4 】

上記のように構成された第 3 実施形態によれば、接触センサ 8 0 によって磁気ヘッドと磁気ディスクとの接触を検知することにより、隙間調整の基準となる接触時の第 1 電力値
40
および第 2 電力値を正確に検出することができる。これらの第 1 電力値および第 2 電力値を基準とすることにより、磁気ヘッドと磁気ディスクとの間の隙間を高精度で設定することが可能となる。

【 0 0 4 5 】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

例えば、実施形態に係る磁気ヘッドの記録ヘッドは、リーディングシールドおよび / お

10

20

30

40

50

るいはサイドシールドを持たない記録ヘッドにも適用可能である。また、記録ヘッドは、ライトギャップに設けられた高周波発振素子を備える構成としてもよい。その他、磁気ヘッドのヘッド部を構成する要素の材料、形状、大きさ等は、必要に応じて変更可能である。磁気ディスク装置において、磁気ディスクおよび磁気ヘッドの数は、必要に応じて増減可能であり、磁気ディスクのサイズも種々選択可能である。

【符号の説明】

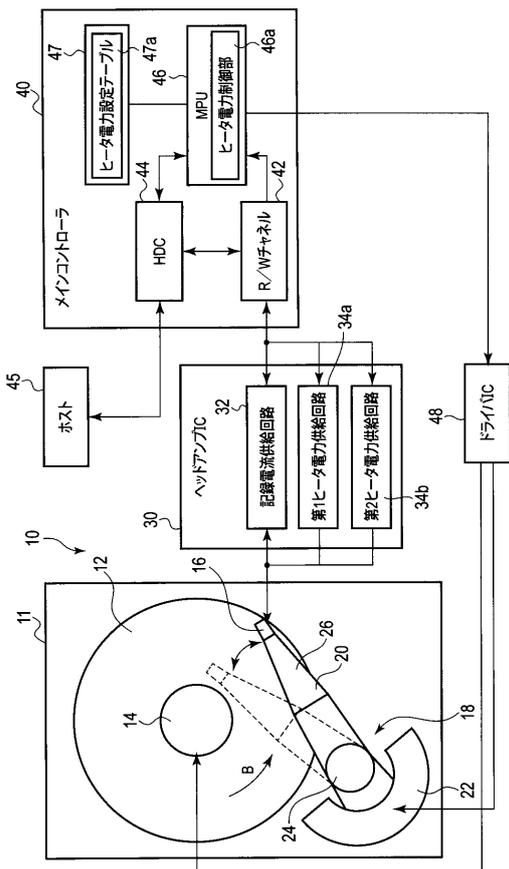
【0046】

- 10 ... 磁気ディスク装置、11 ... 筐体、12 ... 磁気ディスク、13 ... A B S、
- 15 ... スライダ、16 ... 磁気ヘッド、17 ... ヘッド部、30 ... ヘッドアンプIC、
- 40 ... メインコントローラ、54 ... 再生ヘッド、58 ... 記録ヘッド、60 ... 主磁極、
- 60a ... 先端部、62 ... トレーリングシールド(第1シールド)、62a ... 先端部、
- 63a ... 先端面、64 ... リーディングシールド(第2シールド)、64a ... 先端部、
- 65a ... 先端面、70 ... 第3シールド、
- 76a ... 第1ヒータ(第1熱アクチュエータ)、
- 76b ... 第2ヒータ(第2熱アクチュエータ)、80 ... 接触センサ、
- PH1 ... 第1突部、PH2 ... 第2突部、E2 ... トレーリング側エッジ、
- WG ... ライトギャップ

10

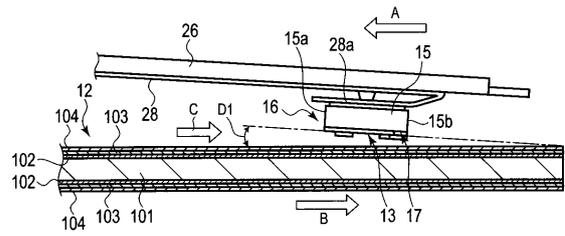
【図1】

図1



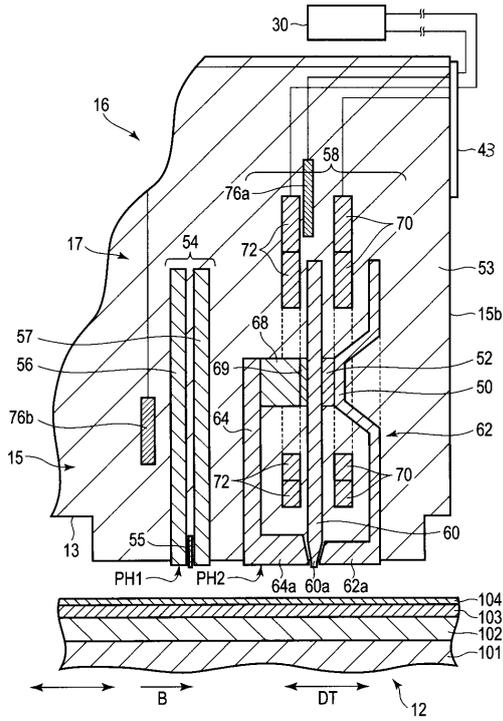
【図2】

図2



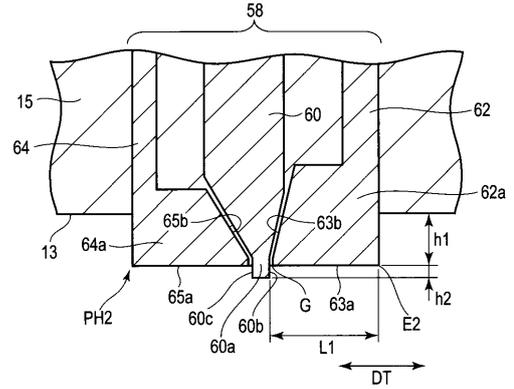
【 図 3 】

図 3



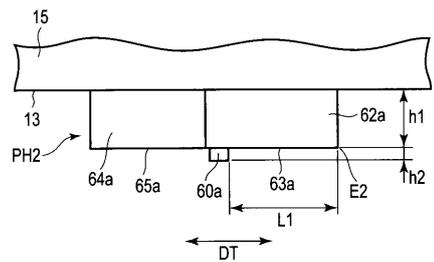
【 図 4 】

図 4



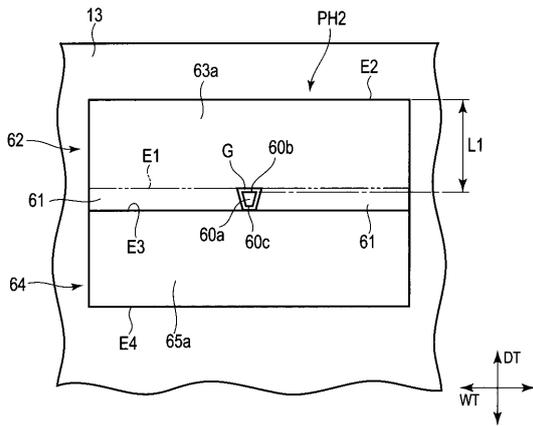
【 図 5 】

図 5



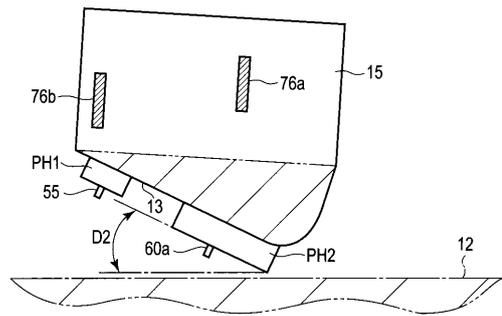
【 図 6 】

図 6



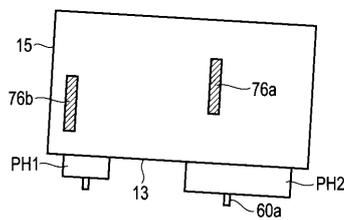
【 図 8 】

図 8



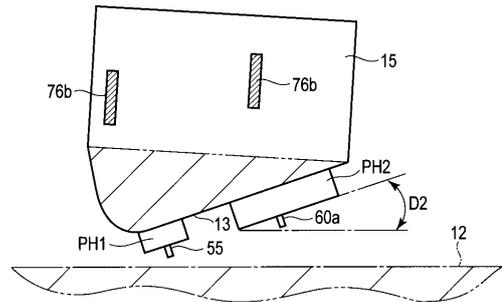
【 図 7 】

図 7



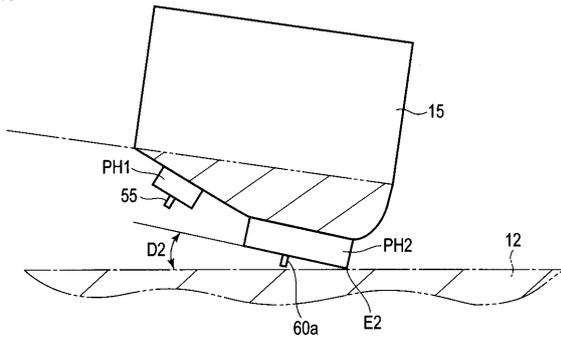
【 図 9 】

図 9



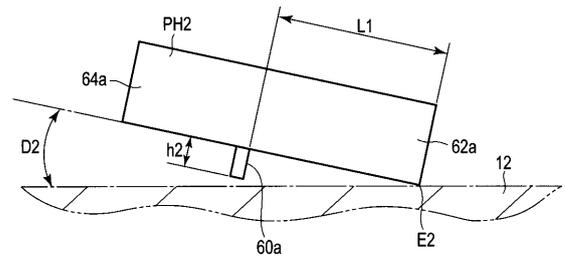
【図 10】

図 10



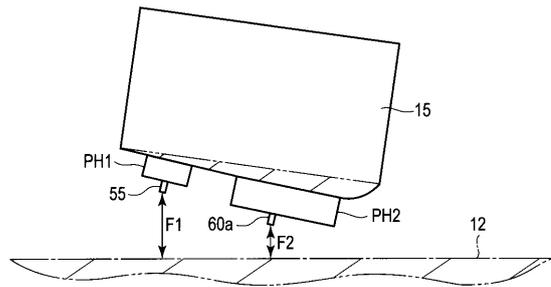
【図 11】

図 11



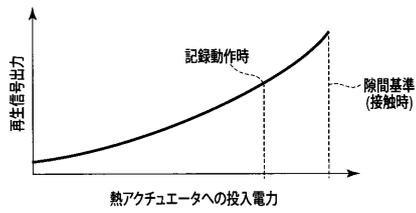
【図 12】

図 12



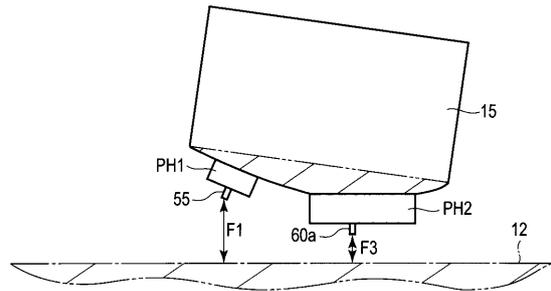
【図 13】

図 13



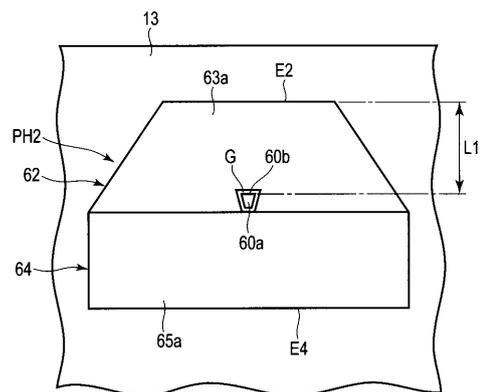
【図 14】

図 14



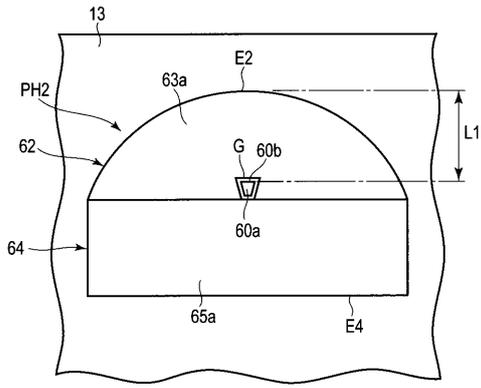
【図 15】

図 15



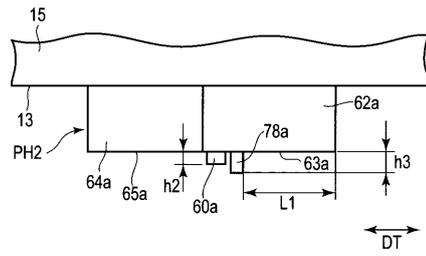
【 図 1 6 】

図 16



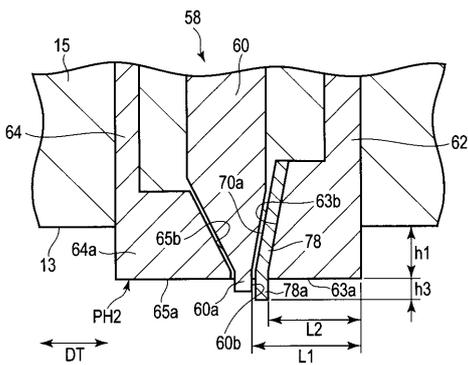
【 図 1 8 】

図 18



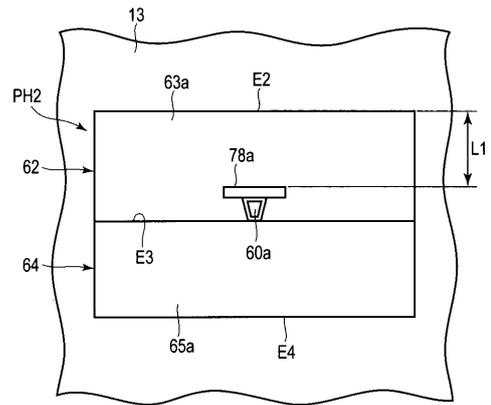
【 図 1 7 】

図 17



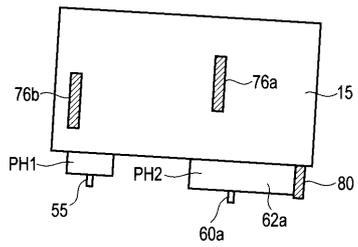
【 図 1 9 】

図 19



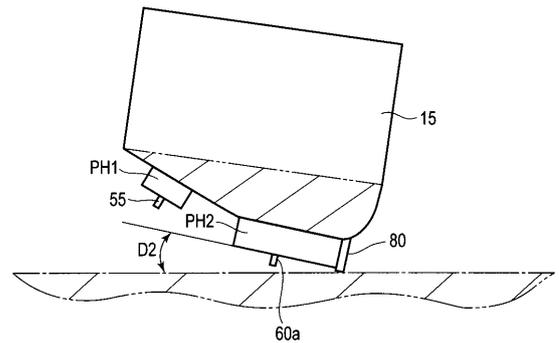
【 図 2 0 】

図 20



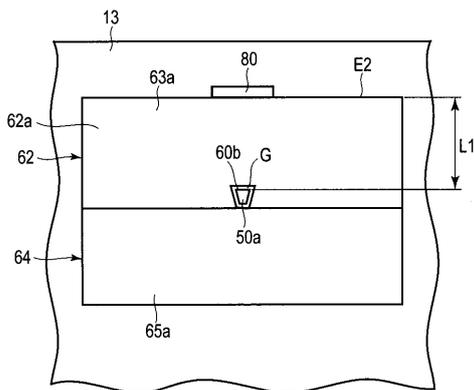
【 図 2 2 】

図 22



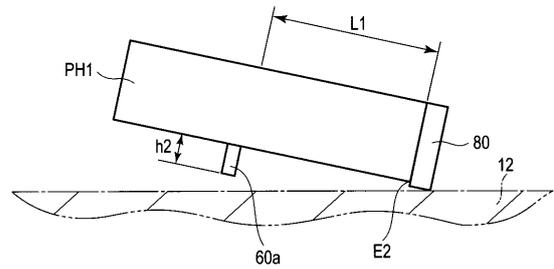
【 図 2 1 】

図 21



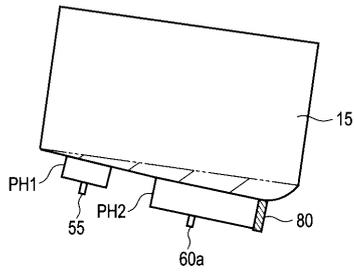
【 図 2 3 】

図 23



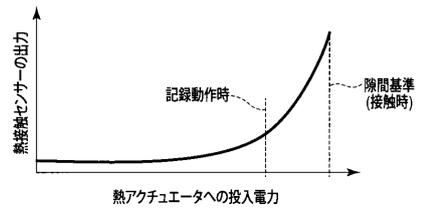
【 図 2 4 】

図 24



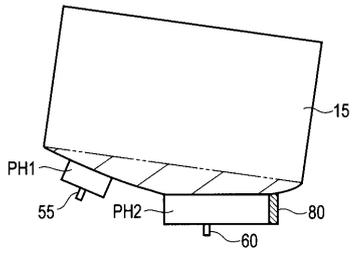
【 図 2 6 】

図 26



【 図 2 5 】

図 25



フロントページの続き

(72)発明者 小泉 岳

東京都港区芝浦一丁目1番1号 東芝デバイス&ストレージ株式会社内

Fターム(参考) 5D033 AA05 BA07 BA12 BB21 BB51 CA00

5D091 AA10 CC12 CC30