

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5080411号  
(P5080411)

(45) 発行日 平成24年11月21日(2012.11.21)

(24) 登録日 平成24年9月7日(2012.9.7)

(51) Int.Cl.

G 11 B 21/21 (2006.01)  
G 11 B 5/60 (2006.01)

F 1

G 11 B 21/21  
G 11 B 5/60F  
N  
Z

請求項の数 14 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2008-241856 (P2008-241856)  
 (22) 出願日 平成20年9月19日 (2008.9.19)  
 (65) 公開番号 特開2010-73283 (P2010-73283A)  
 (43) 公開日 平成22年4月2日 (2010.4.2)  
 審査請求日 平成23年8月4日 (2011.8.4)

(73) 特許権者 503116280  
 エイチジーエスティーネザーランドビーブ  
 イ  
 オランダ国 アムステルダム 1076  
 エイズィ パルナスストーレン ロカテリ  
 ケード 1  
 (74) 代理人 100103894  
 弁理士 家入 健  
 (72) 発明者 津波古 和司  
 神奈川県小田原市国府津2880番地 株  
 式会社日立グローバルストレージテクノロ  
 ジーズ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ディスク・ドライブ及びヘッド・スライダ上の素子のコモン電位調整方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

データを記憶するディスクと、  
 前記ディスクを回転するモータと、  
 回転している前記ディスクの記録面上を浮上するスライダと、そのスライダ上の素子と  
 、を有するヘッド・スライダと、  
 起動時又は起動後に、前記素子の異なるコモン電位において前記ヘッド・スライダと前  
 記ディスクとの間の浮上高を測定し、その測定結果から動作コモン電位を決定するコント  
 ローラと、  
 を有し、

前記コントローラは、前回の測定における温度からの温度変化に基づいて、前記測定を行  
 うタイミングを決定し、前記測定の結果から前記浮上高が最も高いと予想されるコモン  
 電位を決定し、その決定したコモン電位において前記素子を使用する、  
 ディスク・ドライブ。

## 【請求項 2】

前記ディスクは磁気ディスクであり、前記素子はリード素子である磁気抵抗効果素子で  
 ある、

請求項 1 に記載のディスク・ドライブ。

## 【請求項 3】

前記ディスクは磁気ディスクであり、前記素子はライト素子あるいはヒータ素子である

請求項 1 に記載のディスク・ドライブ。

【請求項 4】

前記ディスク・ドライブは、さらに、前記ヘッド・スライダと前記ディスクとの間の浮上高を調整する機構を有し、

前記コントローラは、異なるコモン電位において前記機構により前記浮上高を変化させることにより前記ヘッド・スライダを前記ディスクに接触させて、前記浮上高を測定する

請求項 1 に記載のディスク・ドライブ。

【請求項 5】

前記コントローラは、リード素子により読み出したリード信号を使用して前記浮上高を測定する、

請求項 1 に記載のディスク・ドライブ。

【請求項 6】

複数のヘッド・スライダを有し、

前記コントローラは、一つのヘッド・スライダについての測定結果を全てのヘッド・スライダに適用する、

請求項 1 に記載のディスク・ドライブ。

【請求項 7】

前記記録面は複数のゾーンに分割されており、前記ゾーン毎に記録周波数が決定されており、

前記コントローラは、異なるゾーンにおいて前記測定を行い、その異なるゾーンのそれぞれにおけるコモン電位を決定する、

請求項 1 に記載のディスク・ドライブ。

【請求項 8】

前記コントローラは、測定開始コモン電位において前記浮上高の測定を開始し、前記測定開始コモン電位の上下の側の少なくとも一方のコモン電位において測定を行い、前記測定開始コモン電位よりも浮上高が高くなる側のコモン電位で前記浮上高の測定を続行する

請求項 1 に記載のディスク・ドライブ。

【請求項 9】

ディスク・ドライブにおいてヘッド・スライダ上の素子のコモン電位を調整する方法であって、

ディスクを回転し、

起動時又は起動後に、前記回転しているディスクの記録面上を飛行しているヘッド・スライダの浮上高を、そのヘッド・スライダ上の素子の異なるコモン電位において測定し、

前記測定の結果から、前記素子の動作コモン電位を決定し、

前記動作コモン電位において前記素子を動作させる方法であり、

前回の測定における温度からの温度変化に基づいて、前記測定を行うタイミングを決定し、前記測定の結果から前記浮上高が最も高いと予想されるコモン電位を決定し、その決定したコモン電位において前記素子を使用する、

方法。

【請求項 10】

異なるコモン電位において前記ヘッド・スライダと前記ディスクとの間の浮上高を調整する機構により前記浮上高を変化させることにより前記ヘッド・スライダを前記ディスクに接触させて、前記浮上高を測定する、

請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

リード素子により読み出したリード信号を使用して前記浮上高を測定する、

請求項 9 に記載の方法。

10

20

30

40

50

**【請求項 1 2】**

前記ディスク・ドライブは複数のヘッド・スライダとその複数のヘッド・スライダのそれぞれに対応する記録面とを有し、

一つのヘッド・スライダについての測定結果を全てのヘッド・スライダに適用する、  
請求項 9 に記載の方法。

**【請求項 1 3】**

前記記録面は複数のゾーンに分割されており、前記ゾーン毎に記録周波数が決定されており、

異なるゾーンにおいて前記測定を行い、その異なるゾーンのそれぞれにおけるコモン電位を決定する、

請求項 9 に記載の方法。

**【請求項 1 4】**

測定開始コモン電位において前記浮上高の測定を開始し、前記測定開始コモン電位の上下の側の少なくとも一方のコモン電位において測定を行い、前記測定開始コモン電位よりも浮上高が高くなる側のコモン電位で前記浮上高の測定を続行する、

請求項 9 に記載の方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0 0 0 1】**

本発明はディスク・ドライブ及びヘッド・スライダ上の素子のコモン電位調整方法に関し、特に、ヘッド・スライダと磁気ディスクとの間の電位差を低減する技術に関する、

**【背景技術】****【0 0 0 2】**

ディスク・ドライブとして、光ディスク、光磁気ディスク、あるいはフレキシブル磁気ディスクなどの様々な態様のディスクを使用する装置が知られているが、その中で、ハードディスク・ドライブ（HDD）は、コンピュータの記憶装置として広く普及し、現在のコンピュータ・システムにおいて欠かすことができない記憶装置の一つとなっている。さらに、コンピュータにとどまらず、動画像記録再生装置、カーナビゲーション・システムあるいは携帯電話など、HDDの用途はその優れた特性により益々拡大している。

**【0 0 0 3】**

HDDで使用される磁気ディスクは、同心円状に形成された複数のデータ・トラックとサーボ・トラックとを有している。各サーボ・トラックはアドレス情報を有する複数のサーボ・データから構成される。また、各データ・トラックには、ユーザ・データを含んでいる複数のデータ・セクタが記録されている。円周方向に離間するサーボ・データの間に、データ・セクタが記録されている。揺動するアクチュエータに支持されたヘッド・スライダのヘッド素子部が、サーボ・データのアドレス情報を従って所望のデータ・セクタにアクセスすることによって、データ・セクタへのデータ書き込み及びデータ・セクタからのデータ読み出しを行うことができる。

**【0 0 0 4】**

ヘッド・スライダはアクチュエータのサスペンション上に固着されている。磁気ディスクに対向するヘッド・スライダの空気軸受面（A B S）と回転している磁気ディスクとの間の空気の粘性による圧力が、サスペンションによって磁気ディスク方向に加えられる圧力とバランスすることによって、ヘッド・スライダは磁気ディスク上を一定のギャップを置いて浮上する。アクチュエータが揺動軸を中心に揺動することによって、ヘッド・スライダを目的のデータ・トラックへ移動すると共に、そのトラック上に位置決めする。

**【0 0 0 5】**

磁気ディスクはスピンドル・モータに固定されており、スピンドル・モータの回転により磁気ディスクが帶電する。磁気ディスクはスピンドル・モータを介してシステム・グランドに接続されているが、システム・グランドと磁気ディスクとの間の抵抗を小さくするには限度があり、磁気ディスクの電位を0Vにすることは困難である。特に、近年のスピ

10

20

30

40

50

ンドル・モータは流体軸受構造を有している。流体軸受に使用されるオイルの導電率は低いため、磁気ディスクをシステム・グランドに接続することによる帯電除去はより難しいものとなっている。

#### 【0006】

磁気ディスクが帯電していると、磁気ディスク上を飛行しているヘッド・スライダの表面に逆極性の電荷が誘起され、磁気ディスクとヘッド・スライダとの間に電位差が発生する。ヘッド・スライダと磁気ディスクとの間に大きな電位差が存在すると、磁気ディスクとヘッド・スライダとの間ににおいてアーク放電が発生し、ヘッド素子部が破損する恐れがある。このため、リード素子のバイアス電流（センス電流）による中間電位（コモン電位）を磁気ディスクの電位に応じて変化させることで、磁気ディスクとヘッド・スライダとの間におけるアーク放電を防止する技術が提案されている（例えば特許文献1を参照）。

【特許文献1】特開平8-235511号公報

#### 【発明の開示】

##### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0007】

しかし、磁気ディスクの電位を直接に測定することは困難である。また、リード素子のバイアス電流による中間電位をシステム・グランド電位としても、上述のように磁気ディスクとシステム・グランド電位との間には電位差が存在するため、ヘッド・スライダと磁気ディスクとの間の電位は同じとならない。アーク防止を目的とする場合、磁気ディスクとヘッド・スライダとの間ににおいて、小さい電位差が存在しても大きな問題とはならないかもしれない。しかし、磁気ディスクとヘッド・スライダとの間の電位差は、アーク放電とは異なる問題を引き起こす。

#### 【0008】

ヘッド・スライダと磁気ディスクとの間の電位差は、クーロン力によりヘッド・スライダを磁気ディスクに引き付ける。HDDの高記録密度化に伴い、ヘッド・スライダの浮上高も減少している。現在のヘッド・スライダの浮上高は、数nmまで下がっている。クーロン力によるヘッド・スライダの浮上高の減少により、必要な浮上高マージンが確保されず、ヘッド・スライダと磁気ディスクとが頻繁に接触する可能性が高くなる。

#### 【0009】

ヘッド・スライダと磁気ディスクとの間の接触は、それらの損傷あるいはリード／ライト・エラーの原因となりうる。また、それらの接触により磁気ディスク上の物質（例えば潤滑剤）がヘッド・スライダへと移り、ヘッド・スライダの磁気ディスクへの吸着を引き起こす要因となりうる。

#### 【0010】

あるいは、ヘッド・スライダと磁気ディスクとの間に電位差が存在すると、ヘッド・スライダと磁気ディスクとの接触において、これらの間に電流が流れる。ヘッド・スライダと磁気ディスクとの間を流れる電流は、磁気ディスクのエロージョン／コロージョンを加速し、HDDの信頼性を低下させる。

従って、HDDのパフォーマンス及び信頼性の低下を防ぐために、ヘッド・スライダと磁気ディスクとの間の電位差をできる限り小さくすることができる技術が望まれる。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0011】

本発明の一態様に係るディスク・ドライブは、データを記憶するディスクと、前記ディスクを回転するモータと、回転している前記ディスクの記録面上を浮上するスライダと、そのスライダ上の素子と、を有するヘッド・スライダと、前記素子の異なるコモン電位において前記ヘッド・スライダと前記ディスクとの間の浮上高を測定し、その測定結果から動作コモン電位を決定するコントローラとを有するものである。これにより、ディスクとヘッド・スライダとの間の電位差を小さくすることができる。

#### 【0012】

好ましくは、前記コントローラは、測定の結果から前記浮上高が最も高いと予想される

10

20

30

40

50

コモン電位を決定し、その決定したコモン電位において前記素子を使用する。これにより、ディスクとヘッド・スライダとの間の電位差を最も小さくすることができる。

好ましい例において、前記ディスクは磁気ディスクであり、前記素子はリード素子である。これにより、多くの時間においてディスクとヘッド・スライダとの間の電位差を小さく維持することができる。

#### 【0013】

好ましい例において、前記ディスク・ドライブは、さらに、前記ヘッド・スライダと前記ディスクとの間の浮上高を調整する機構を有し、前記コントローラは、異なるコモン電位において前記機構により前記浮上高を変化させることにより前記ヘッド・スライダを前記ディスクに接触させて、前記浮上高を測定する。これにより、より正確に浮上高測定を行ふことができる。

#### 【0014】

好ましい他の例において、前記コントローラは、リード素子により読み出したリード信号を使用して前記浮上高を測定する。これにより、ヘッド・スライダとディスクとの接触をさせることなく、浮上高測定を行ふことができる。

好ましくは、複数のヘッド・スライダを有し、前記コントローラは、一つのヘッド・スライダについての測定結果を全てのヘッド・スライダに適用する。これにより処理時間の短縮を図ることができる。

#### 【0015】

好ましくは、前記記録面は複数のゾーンに分割されており、前記ゾーン毎に記録周波数が決定されており、前記コントローラは、異なるゾーンにおいて前記測定を行い、その異なるゾーンのそれにおけるコモン電位を決定する。これにより、ディスク半径位置に応じてディスクとヘッド・スライダとの間の電位差を小さくすることができる。

好ましくは、前記コントローラは、前回の測定における温度からの温度変化に基づいて、前記測定を行うタイミングを決定する。これにより、コモン電位が必要なタイミングをより正確に特定することができる。

#### 【0016】

本発明の他の態様は、ディスク・ドライブにおいてヘッド・スライダ上の素子のコモン電位を調整する方法である。この方法は、ディスクを回転し、前記回転しているディスクの記録面上を飛行しているヘッド・スライダの浮上高をそのヘッド・スライダ上の素子の異なるコモン電位において測定し、前記測定の結果から前記素子の動作コモン電位を決定し、前記動作コモン電位において前記素子を動作させる。これにより、ディスクとヘッド・スライダとの間の電位差を小さくすることができる。

#### 【発明の効果】

#### 【0017】

本発明によれば、ヘッド・スライダとディスクとの間の電位差を小さくすることができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0018】

以下に、本発明を適用した実施の形態を説明する。説明の明確化のため、以下の記載及び図面は、適宜、省略及び簡略化がなされている。又、各図面において、同一要素には同一の符号が付されており、説明の明確化のため、必要に応じて重複説明は省略されている。以下においては、ディスク・ドライブの一例であるハードディスク・ドライブ( HDD )において、本発明の実施形態を説明する。

#### 【0019】

本形態の HDD は、磁気ディスクとヘッド・スライダとの間の電位差を小さくするよう、ヘッド・スライダ上の素子のコモン電位を調整する。コモン電位は素子の動作における中間電位である。コモン電位調整は、シングルエンドとディファレンシャルのいずれの素子においても可能であるが、素子自体の動作への影響を考慮して、ディファレンシャルで動作する素子が好ましい。コモン電位を調整する好ましい素子は、リード素子である磁

10

20

30

40

50

気抵抗効果素子であり、さらには、ディファレンシャルで駆動される磁気抵抗効果素子である。HDDは、異なるコモン電位においてヘッド・スライダの浮上高を測定し、その測定結果からその素子の適切なコモン電位を決定する。

#### 【0020】

素子のコモン電位が変化するとヘッド・スライダの浮上高が変化する。これは、素子のコモン電位の変化によりヘッド・スライダ(スライダ本体)の電位が変化し、ヘッド・スライダと磁気ディスクとの間の電位差が変化するからである。ヘッド・スライダと磁気ディスクとの間の電位差が小さくなると、ヘッド・スライダの浮上高は高くなる。反対に、ヘッド・スライダと磁気ディスクとの間の電位差が大きくなると、ヘッド・スライダの浮上高は低くなる。

10

#### 【0021】

本形態のHDDは、素子の異なるコモン電位において浮上高を測定し、コモン電位の調整可能範囲内で適切なコモン電位を決定する。好ましくは、HDDは、調整可能範囲内でヘッド・スライダの浮上高が最も高いと予想するコモン電位を設定する。素子は、その後のHDDの処理動作において、設定されたコモン電位(動作コモン電位)で動作する。ヘッド・スライダの浮上高が最も高いコモン電位において、ヘッド・スライダと磁気ディスクとの間の電位差が最も小さい。ヘッド・スライダと磁気ディスクとの間の電位差を小さくすることで、ヘッド・スライダと磁気ディスクとの接触の可能性を低減し、さらに、接触における電流による磁気ディスクのエロージョン/コロージョンを抑制することができる。

20

#### 【0022】

本形態のコモン電位決定処理の詳細を説明する前に、HDDの全体構成を説明する。図1は、HDDの全体構成を模式的に示すブロック図である。HDD1は、エンクロージャ10内に、データを記憶するディスクである磁気ディスク11を有している。スピンドル・モータ(SPM)は、磁気ディスク11を所定の角速度で回転する。磁気ディスク11の各記録面に対応して、磁気ディスク11にアクセスするヘッド・スライダ12が設かれている。アクセスは、リード及びライトの上位概念である。各ヘッド・スライダ12は、磁気ディスク上を飛行するスライダと、スライダに固定され磁気信号と電気信号との間の変換を行うヘッド素子部とを備えている。

30

#### 【0023】

各ヘッド・スライダ12はアクチュエータ16の先端部に固定されている。本形態のヘッド・スライダ12は、さらに、熱によってヘッド素子部を膨張・突出させて浮上高を調整するヒータ素子を備えている。アクチュエータ16はボイス・コイル・モータ(VCM)15に連結され、回転軸を中心に回転することによって、ヘッド・スライダ12を回転する磁気ディスク11上においてその半径方向に移動する。アクチュエータ16とVCM15とは、ヘッド・スライダ12の移動機構である。

#### 【0024】

エンクロージャ10の外側に固定された回路基板20上には、回路素子が実装されている。モータ・ドライバ・ユニット22は、HDC/MPU23からの制御データに従って、SPM14及びVCM15を駆動する。RAM24は、リード・データ及びライト・データを一時的に格納するバッファとして機能する。エンクロージャ10内のアーム電子回路(AE)13は、複数のヘッド・スライダ12の中から磁気ディスク11へのアクセスを行うヘッド・スライダ12を選択し、その再生信号を増幅してリード・ライト・チャネル(RWチャネル)21に送る。また、RWチャネル21からの記録信号を選択したヘッド・スライダ12に送る。AE13は、さらに、選択したヘッド・スライダ12のヒータ素子へ電力を供給し、その電力量を調節する調節回路として機能する。なお、本発明は一つのヘッド・スライダ12のみを有するHDDに適用することができる。

40

#### 【0025】

RWチャネル21は、リード処理において、AE13から供給されたリード信号を一定の振幅となるように増幅し、取得したリード信号からデータを抽出し、デコード処理を行

50

う。読み出されるデータは、ユーザ・データとサーボ・データとを含む。デコード処理されたリード・ユーザ・データ及びサーボ・データは、HDC/MPU23に供給される。また、RWチャネル21は、ライト処理において、HDC/MPU23から供給されたライト・データをコード変調し、更にコード変調されたライト・データをライト信号に変換してA E 1 3に供給する。

#### 【0026】

コントローラであるHDC/MPU23は、リード/ライト処理制御、コマンド実行順序の管理、サーボ信号を使用したヘッド・スライダ12のポジショニング制御（サーボ制御）、ホスト51との間のインターフェース制御、ディフェクト管理、エラーが発生した場合のエラー対応処理など、データ処理に関する必要な処理及びHDD1の全体制御を実行する。エンクロージャ内には温度センサ17が実装されており、HDC/MPU23は、この温度センサの検出温度に応じて、動作パラメータを設定する。本形態のHDC/MPU23は、特に、ヘッド・スライダ12に実装されている素子のコモン電位の調整処理を行う。以下、この処理について具体的に説明する。

10

#### 【0027】

HDC/MPU23は、ヘッド・スライダ12上の素子のコモン電位と浮上高との間の関係を測定により特定し、適切な動作コモン電位（素子の通常動作におけるコモン電位）を決定する。具体的には、HDC/MPU23はヘッド・スライダ12の浮上高を測定し、浮上高が最も高いと予想するコモン電位を、その素子の動作コモン電位として使用する。コモン電位は調整可能範囲内に限られているので、動作コモン電位は、その範囲内で最も浮上高が高いと予想する電位である。

20

#### 【0028】

浮上高の測定結果に基づいてコモン電位を調整することにより、ヘッド・スライダ12と磁気ディスク11との間の電位差を低減し、浮上高マージンを確保してヘッド・スライダ12と磁気ディスク11との接触の可能性を低減すると共に、接触においてヘッド・スライダ12と磁気ディスク11との間を流れる電流を低減し、磁気ディスク11のエロージョン/コロージョンを抑制する。

#### 【0029】

本形態のヘッド・スライダ12には、磁気抵抗効果素子であるリード素子、コイルで構成されたライト素子、さらに抵抗体で構成されたヒータ素子を有している。好ましくは、HDC/MPU23は、リード素子のコモン電位を調整することで、磁気ディスク11とヘッド・スライダ12との間の電位差を小さくする。

30

#### 【0030】

磁気ディスク11上にあるとき、リード素子には、サーボを読み出すために、略常にセンス電流が供給されている。このため、リード素子のコモン電位を調整することで、リードやライトなどの処理に拘らず、あるいは、シークやフォローリングなどの動作モードに拘らずに、磁気ディスク11とヘッド・スライダ12との間の電位差を小さい値に維持することができる。

#### 【0031】

一般に、リード素子はGMRあるいはTMRなどの磁気抵抗効果素子であり、磁気データを読み出すために、センス電流（バイアス電流）が供給される。コモン電位の調整によりセンス電流の値を変化させないために、磁気抵抗効果素子はディファレンシャルで駆動されていることが好ましい。ライト・コイルあるいはヒータ素子のコモン電位を調整する場合も、これらはディファレンシャルで動作する。以下において、磁気抵抗効果素子のリード素子においてコモン電位を調整する例について説明を行う。なお、本発明は、ライト素子やヒータ素子を有していないHDDに適用することができる。

40

#### 【0032】

まず、浮上高測定によるコモン電位の調整処理の全体の流れを説明する。図2のフローチャートに示すように、HDC/MPU23は、所定のタイミングにおいて、コモン電位の調整処理を開始する（S11）。HDC/MPU23は、複数の異なるコモン電位にお

50

いて浮上高を測定し (S12) 、最適なコモン電位を決定する (S13) 。HDC / MPU23 は、上記最適なコモン電位を、リード素子の動作コモン電位としてセットする (S14) 。リード素子は、磁気ディスク11からのデータ読み出しにおいて、上記決定されたコモン電位において動作する。

#### 【0033】

HDC / MPU23 は、AE13 のレジスタに制御データをセットすることで、ヘッド・スライダ12上の素子の動作パラメータを設定することができる。動作パラメータは、ライト・コイル (ライト素子) のライト電流、磁気抵抗効果素子 (リード素子) のセンス電流、磁気抵抗効果素子のコモン電位、ヒータ素子のヒータ・パワー値などである。また、HDC / MPU23 は、AE13 のレジスタに制御データをセットすることで、磁気ディスク11にアクセスする (浮上高測定を行う) ヘッド・スライダ12を選択する。

10

#### 【0034】

AE13 は、HDC / MPU23 がセットした制御データに従って、一つのヘッド・スライダ12を選択し、選択したヘッド・スライダ12に指定されたコモン電位を与える。図3は、AE13内のリード素子121のヘッド・バイアス回路130の構成を示す回路図である。ヘッド・バイアス回路130は、プラスとマイナスの電源ラインの間に接続されている。並列に接続されたトランジスタTr1～Tr3、トランジスタTr3に直列接続されたトランジスタTr4、トランジスタTr4を制御するオペアンプOP1、トランジスタTr4に直列接続された抵抗R3、そしてオペアンプOP1の出力を制御する電流DAC131が定電流源回路を構成している。

20

#### 【0035】

電流DAC131の出力により、定電流源回路の出力電流、つまりリード素子121に流れるセンス電流が規定される。HDC / MPU23 は、AE13に制御データをセットすることで、電流DACの出力値を制御することができる。一定のセンス電流における外部磁界の変化により、リード素子121の抵抗値が変化し、リード素子121の電圧が変化する。この電圧変化は、オペアンプOP3により、リード信号としてRWチャネル21に出力される。

#### 【0036】

リード素子121と並列に接続され、それぞれが直列に接続された抵抗R1、R2、抵抗R1、R2に直列に接続されているトランジスタTr5、抵抗R1、R2の中間ノードに入力の一つが接続されトランジスタTr5を制御するオペアンプOP2、そしてオペアンプOP2を制御するオフセットDAC132は、コモン電位の調整回路を構成している。

30

#### 【0037】

典型的には、抵抗R1、R2の抵抗値は同一である。このとき、抵抗R1、R2の中間ノードの電位がコモン電位であり、リード素子121の中心電位である。オフセットDACの出力により、コモン電位が変化する。オフセットDAC132の出力は、HDC / MPU23 がAE13にセットした制御データに従う。

#### 【0038】

コモン電位の調整処理を開始する (S11) タイミングとし、起動時の初期設定処理において浮上高測定によるコモン電位調整を行うことが好ましい。磁気ディスク11の電位は環境により変化するため、リード素子121のコモン電位が一定であると、ヘッド・スライダ12と磁気ディスク11との間の電位差が環境により変化する。しかし、任意のタイミングでこれを行うと、HDD1のパフォーマンスへの影響が懸念される。一方、起動後、HDD1の環境は一般には大きく変化することはない。そのため、起動毎にコモン電位を調整することで、環境による磁気ディスク11の電位変化に対応することができる。

40

#### 【0039】

起動後の環境変化が予想されるHDDにおいては、起動後の所定タイミングで、浮上高測定によるコモン電位調整を行ってもよい。好ましい例において、HDC / MPU23 は、起動から予め設定された時間が経過した後に、パフォーマンスへの影響が小さいタイミ

50

ング、例えば、ホスト 5 1 からのコマンド処理から開放されているアイドリング時に行う。これにより、起動後の環境変化や時間経過による磁気ディスク 1 1 の電位変動に応じて、より適切なコモン電位を設定することができる。

#### 【 0 0 4 0 】

磁気ディスク 1 1 の電位に大きな影響を有する一つの要因は、温度である。図 4 は、温度と磁気ディスク 1 1 の電位との関係の例を示す測定データである。図 4 から理解されるように、温度の上昇により、磁気ディスク 1 1 の電位 (V) が上昇する。H D C / M P U 2 3 は、浮上高測定によるコモン電位調整のタイミングの決定に、ディスク電位と温度との間の関係を利用することができる。

#### 【 0 0 4 1 】

例え、毎起動時にコモン電位調整を行うのではなく、前回のコモン電位調整時の温度から閾値を越える温度変化があった場合に、H D C / M P U 2 3 はコモン電位調整を行うようにしてもよい。H D C / M P U 2 3 は、温度センサ 1 7 を参照してドライブ温度を知ることができる。H D C / M P U 2 3 は、コモン電位調整をしたときの検出温度を、磁気ディスク 1 1 や E E P R O M などの不揮発性メモリに保存しておき、起動時の初期化処理においてその値と現在の検出温度とを比較することができる。

10

#### 【 0 0 4 2 】

同様に、起動後にコモン電位調整を行う場合も、前回のコモン電位調整時の温度からの閾値を越える温度変化を条件として、コモン電位調整を行うようにしてもよい。好ましい例において、H D C / M P U 2 3 は、前回のコモン電位調整からの経過時間に拘らず、前回コモン電位調整における温度から温度変化が閾値を越え、さらに、ホスト 5 1 からのコマンド処理から開放されているアイドリング時に、浮上高測定によるコモン電位調整を行う。

20

#### 【 0 0 4 3 】

浮上高測定 (S 1 2) において、H D C / M P U 2 3 は、コモン電位を変化させて、異なるコモン電位において浮上高を測定する。浮上高の測定において、H D C / M P U 2 3 は絶対的な浮上高を測定してもよいが、測定した浮上高の相対的な違いを測定することができればよい。典型的には、A E 1 3 は、限られた可変範囲内でコモン電位を変化させることができる。また、H D C / M P U 2 3 が指定するコモン電位はデジタル値である。

#### 【 0 0 4 4 】

30

一例において、A E 1 3 は、- 5 0 0 m V ~ + 5 0 0 m V においてコモン電位を変化させる。また、H D C / M P U 2 3 は、上記範囲の中から選択した複数のコモン電位において、浮上高の測定を行う。例えば、H D C / M P U 2 3 は、1 0 0 m V 単位で浮上高測定に使用するコモン電位を選択する。好ましくは、H D C / M P U 2 3 は、動作コモン電位の可変範囲と同じ範囲内で浮上高の測定を行う。しかし、浮上高測定の範囲と動作コモン電位の可変範囲とが一致していないともよい。

#### 【 0 0 4 5 】

H D C / M P U 2 3 がヘッド・スライダ 1 2 の浮上高を測定するいくつかの方法がある。例え、サーボ信号 (リード信号の一つである) の読み出しにおいて、R W チャネル 2 1 内の可変ゲイン・アンプのゲイン (サーボ・ゲイン) は浮上高の増加により増加する。そのため、H D C / M P U 2 3 は、R W チャネル 2 1 からサーボ・ゲインを取得することで、ヘッド・スライダ 1 2 の浮上高変化を測定することができる。しかし、サーボ・ゲインは、浮上高を表すデータとしては、必ずしも正確なデータとはいえない。

40

#### 【 0 0 4 6 】

そこで、好ましい測定方法の一つは、磁気ディスク 1 1 に記録されているデータのリード信号のレゾリューション (周波数成分の分解能) により、浮上高を測定する。例え、レゾリューションは、リード信号における特定の低周波信号と高周波信号の比で表すことができる。浮上高が小さくなると、リード信号の高周波成分の振幅が大きくなり、レゾリューションが大きくなる。H D C / M P U 2 3 は、異なるコモン電位においてレゾリューションを測定し、最も小さいレゾリューションのコモン電位、つまり、最も浮上高が高い

50

コモン電位を特定する。

【0047】

HDC/MPU23は、演算処理によりレゾリューションを算出する、あるいは、RWチャネル21のパラメータからレゾリューションを特定することができる。例えば、RWチャネル21は、再生信号の周波数成分を補正するデジタルフィルタを有する。RWチャネル21は、リード信号の測定結果からこのフィルタのタップ値を補正する。この補正值はレゾリューションを表す。あるいは、RWチャネル21が、特定パターンの再生信号を基準パターンに復元するためのデジタルフィルタを有している場合、HDC/MPU23は、そのデジタルフィルタのタップの補正係数におけるレゾリューション成分の補正值を使用することができる。

10

【0048】

他の好ましい浮上高測定方法は、ヘッド・スライダ12と磁気ディスク11とが接触するヒータ・パワー値を使用する。サーボ・ゲインやレゾリューションというリード信号から得られる値を使用するよりも、実際にヘッド・スライダ12と磁気ディスク11を接触させることで、より正確な浮上高測定を行うことができる。なお、ヘッド・スライダ12と磁気ディスク11との頻繁な接触が好ましくないHDDにおいては、上記のように接触を伴わない測定が好ましい。また、HDD1が、ヒータ素子と異なる浮上高調整機構を有している場合、その調整機構を使用することができる。

【0049】

HDC/MPU23は、特定のコモン電位が与えられている状態でヒータ・パワーを徐々に増加することにより、ヘッド・スライダ12と磁気ディスク11とが接触するヒータ・パワー値を特定することができる。HDC/MPU23は、リード信号の振幅変化やVCM15、SPM14の動作変化により、ヘッド・スライダ12と磁気ディスク11との接触を検出することができる。RWチャネル21が接触検出機能を有する場合は、HDC/MPU23はその機能を使用してもよい。

20

【0050】

HDC/MPU23は、異なるコモン電位のそれぞれにおいて、磁気ディスク11とヘッド・スライダ12とが接触するヒータ・パワー値を測定する。HDC/MPU23は、最も浮上高が高い、つまり、接触ヒータ・パワー値が最も大きいコモン電位を特定する。このコモン電位は、測定において選択したコモン電位の内で、磁気ディスク11とヘッド・スライダ12との間の電位差を最も小さくするコモン電位である。

30

【0051】

HDC/MPU23は、好ましくは、複数のゾーンにおいて、コモン電位決定のための浮上高測定を行う。広く知られているように、磁気ディスク11の記録面は、半径方向において複数のゾーンに分割されている。典型的には、ライト素子の記録周波数、リード素子のセンス電流、あるいはヒータ素子のヒータ・パワーは、ゾーン毎に設定される。

【0052】

このため、コモン電位の設定もゾーン毎に行うことで、半径位置によらず磁気ディスク11とヘッド・スライダ12との間の電位差の低減を図ることができる。浮上高測定を全てのゾーンで行うことが好ましいが、処理時間短縮のため、一部の複数ゾーンにおいて異なるコモン電位での浮上高測定を行い、測定結果を他のゾーンに適用してもよい。例えば、内周側から奇数番目のゾーンにおいて測定を行い、その結果を測定を行ったゾーンとその隣の外周側ゾーンに適用することができる。

40

【0053】

HDC/MPU23は、コモン電位調整のための浮上高測定を、実装されている複数のヘッド・スライダ12の全てについて行ってもよい。しかし、最適なコモン電位を決定するための処理には浮上高測定が伴うため、相応の処理時間をする。一方、磁気ディスク11の電位は、主にSPM14の構造、特に、流体軸受構造を有するSPM14においてはそのオイルの種類に依存する。そのため、各磁気ディスク11の電位は略同様である。

【0054】

50

従って、好ましくは、HDC / MPU23は、複数のヘッド・スライダ12から選択した一つのヘッド・スライダ12について、浮上高測定により最適コモン電位を決定する。さらに、HDC / MPU23は、一つのヘッド・スライダ12において測定により決定した最適コモン電位を、他のヘッド・スライダ12にも適用する。これにより、全てのヘッド・スライダ12について適切なコモン電位を決定することができ、さらに、その処理時間の短縮を図ることができる。

#### 【0055】

上述のように、HDC / MPU23は、離散的なコモン電位を指定して、浮上高の測定を行う。図5(a)～(c)は、コモン電位と浮上高測定値との関係を模式的に示すグラフである。各図において、黒丸は測定値、点線はその近似線である。浮上高測定値とコモン電位との間の関係は、上記3つの態様をとりうる。つまり、浮上高は、コモン電位に対して、上に凸のグラフ、単調増加、あるいは単調減少を示す。実際の実装においては、一般に、図5(a)に示すように、測定範囲内で最高浮上高が現れるように、コモン電位の調整可能範囲を設定することができる。

10

#### 【0056】

典型的には、HDC / MPU23は、測定で指定したコモン電位(図5において、黒丸で示されている電位)から、リード素子の動作におけるコモン電位(動作コモン電位)を選択する(S13)。つまり、HDC / MPU23は、測定において最も高い浮上高を示したコモン電位を、実際に浮上高が最も高いコモン電位と予想し、その値をリード素子の動作で使用する。図5(a)においては左から4番目、図5(b)においては一番右、そして図5(c)においては一番左の測定値に対応するコモン電位である。

20

#### 【0057】

あるいは、HDC / MPU23は、測定の結果から、実際に浮上高を測定していないコモン電位を実際に浮上高が最も高いコモン電位と予想し、そのコモン電位を動作コモン電位として選択してもよい。例えば、HDC / MPU23は、最も高い浮上高を示した二つのコモン電位(図5(a)における左から4番目と5番目の測定値)の中間値を、実際に浮上高が最も高いコモン電位と予想することができる。

#### 【0058】

なお、本発明は、HDC / MPU23が、浮上高の測定に使用可能なコモン電位の範囲から外れた電位を、リード素子の動作電位の選択することを排除するものではない。測定範囲内において、浮上高が単調増加(図5(b))あるいは単調減少(図5(c))する場合には、測定範囲から外れたコモン電位を選択することは有用である。

30

#### 【0059】

HDC / MPU23は、コモン電位調整において、最も浮上高が高いと予想するコモン電位を決定する(S13)。従って、測定可能な全てのコモン電位において、浮上高を測定する必要はない。処理時間短縮のためにも、できるだけ少ない測定回数により最適なコモン電位を決定することができるところが好ましい。

#### 【0060】

そこで、好ましくは、HDC / MPU23は、一部の測定可能コモン電位において浮上高測定を行い、最も浮上高が高いコモン電位を決定する。たとえば、図5の各グラフは、全ての測定値を示しているが、これらの内の一部のコモン電位において測定を行う。コモン電位の測定範囲における浮上高の変化は、図5に示すように、三つの態様が考えられる。一つは、コモン電位の測定範囲内に最も高い浮上高を示すコモン電位が存在し、その電位から上昇もしくは低下すると、浮上高は減少する(図5(a))。他の一つは、コモン電位の測定範囲内において、浮上高が単調増加する(図5(b))。そして、最後の一つにおいて、コモン電位の測定範囲内において、浮上高が単調減少する(図5(c))。

40

#### 【0061】

浮上高が上記3つのいずれの変化を示すとしても、HDC / MPU23は、最初に、一つのコモン電位を選択し、そのコモン電位において浮上高の測定を開始する。このときの選択値である測定開始コモン電位は、測定範囲の最大値及び最小値以外の値を選択する。

50

好ましくは、HDC / MPU23は、前回測定において決定した最適コモン電位、あるいは、浮上高測定に使用するコモン電位の内で前回の最適コモン電位に最も近い電位を選択する。この値は、磁気ディスク11やEEPROMなどの不揮発性メモリに保存しておく。

#### 【0062】

好ましい他の例において、HDC / MPU23は、前回の最適コモン電位と、前回測定におけるドライブ温度（温度センサ17の検出温度）及び今回測定におけるドライブ温度とから、上記の最初の測定に使用するコモン電位を決定する。図4を参照して説明したように、磁気ディスク11の電位は温度により変化する。

#### 【0063】

そのため、HDC / MPU23は、前回測定からの温度変化による磁気ディスク11の電位変化を予想し、その磁気ディスク11の電位変化から現在の最適なコモン電位をある程度予想する。このコモン電位から測定を開始することで、処理時間の短縮を図ることができる。あるいは、HDC / MPU23は、予めドライブ温度と測定開始コモン電位との関係を特定したデータを有し、そのデータとドライブ温度とに従って最初のコモン電位を選択してもよい。

#### 【0064】

次に、HDC / MPU23は、最初のコモン電位よりも一つ上もしくは下のコモン電位を選択して、浮上高の測定を行う。このとき、前回測定におけるドライブ温度と今回測定におけるドライブ温度の関係から、いずれのコモン電位を選択するか決定してもよい。例えば、最初の選択コモン電位が前回の最適コモン電位である場合、温度が低下しているときは低いコモン電位、上昇しているときは高いコモン電位を選択する。上述のように、HDC / MPU23は、所定の測定範囲において、離散値のコモン電位を設定する。HDC / MPU23は、最初のコモン電位と次のコモン電位における浮上高を比較して、二つの測定点が含まれる部分の傾きを決定する。

#### 【0065】

傾きが正であれば、測定した二つのコモン電位よりも大きなコモン電位において、次の測定を行う。典型的には、測定したコモン電位の内の大きい電位の一つ上のコモン電位を選択する。傾きが負であれば、二つのコモン電位よりも小さいコモン電位において次の測定を行う。同様に、典型的には、測定したコモン電位の内の小さい電位の一つ下のコモン電位を選択する。

#### 【0066】

このようにコモン電位を順次選択し、各コモン電位において浮上高測定を行う。浮上高測定を繰り返し、浮上高の傾きに変化があれば、その一つ前の測定におけるコモン電位において、浮上高が最も高い。傾きに変化がない場合は、最後の測定におけるコモン電位が測定範囲内で最も浮上高が高いコモン電位である。

#### 【0067】

以上、本発明を好ましい実施形態を例として説明したが、本発明が上記の実施形態に限定されるものではない。当業者であれば、上記の実施形態の各要素を、本発明の範囲において容易に変更、追加、変換することが可能である。本発明は、ピエゾ素子などのTFC以外の浮上高調整機構を有するディスク・ドライブに適用することができる。本発明は、HDD以外のディスク・ドライブに適用してもよい。本発明において、最適なコモン電位としては、最高浮上高と予想するコモン電位を選択することが好ましいが、設計における電位差以外の要因を考慮して、これと異なるコモン電位を選択することを排除するものではない。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0068】

【図1】本実施形態において、HDDの全体構成を模式的に示すブロック図である。

【図2】本実施形態において、コモン電位調整処理の全体の流れを示すフローチャートである。

【図3】本実施形態において、AE内の中立回路であって、リード素子のコモン電位を調整する回路を含む回路図である。

【図4】本実施形態において、ドライブ温度と磁気ディスクの電位との関係を示す測定結果である。

【図5】本実施形態において、コモン電位と浮上高測定値との間の関係を模式的に示す図である。

【符号の説明】

【0069】

1 ハードディスク・ドライブ、10 エンクロージャ、11 磁気ディスク

12 ヘッド・スライダ、13 アーム・エレクトロニクス

10

14 スピンドル・モータ、15 ボイス・コイル・モータ

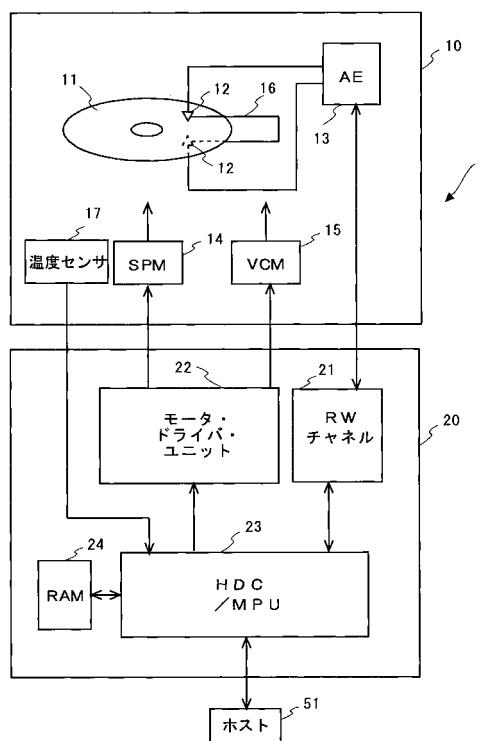
16 アクチュエータ、20 回路基板、21 リード・ライト・チャネル

22 モータ・ドライバ・ユニット、23 ハードディスク・コントローラ/MPU

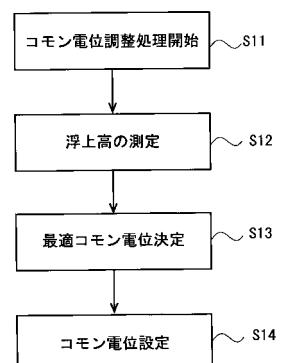
24 RAM、130 ドライバ回路、131 電流DAC

132 オフセットDAC

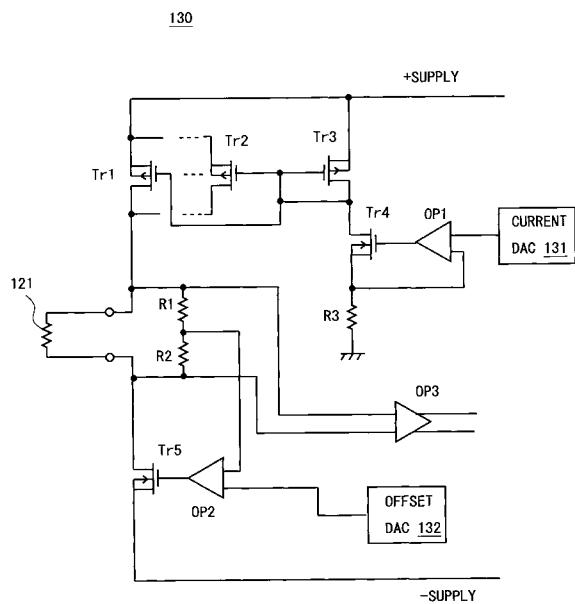
【図1】



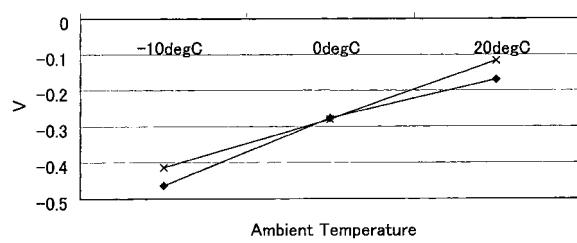
【図2】



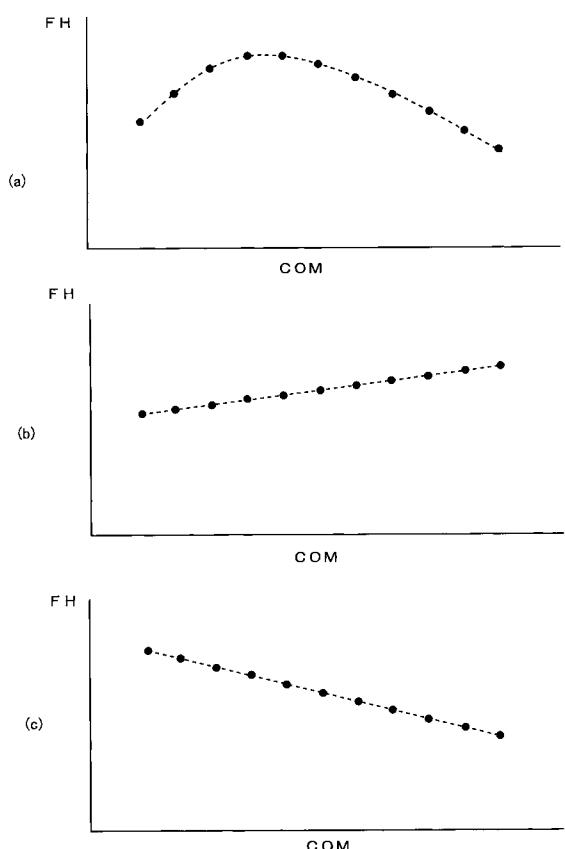
【図3】



【図4】



【図5】



---

フロントページの続き

(72)発明者 松田 佑介

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立グローバルストレージテクノロジーズ内

(72)発明者 村井 正志

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立グローバルストレージテクノロジーズ内

(72)発明者 白松 利也

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立グローバルストレージテクノロジーズ内

審査官 堀 洋介

(56)参考文献 特開2007-250102(JP, A)

特開2007-334931(JP, A)

特開2000-011568(JP, A)

特開平02-024882(JP, A)

特開2006-190454(JP, A)

特開2008-171520(JP, A)

特開2008-165949(JP, A)

特開2007-042239(JP, A)

特開昭52-078415(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 11 B 21 / 21

G 11 B 5 / 60