

(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2007-80409

(P2007-80409A)

(43) 公開日 平成19年3月29日(2007.3.29)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 21/12 (2006.01)	G 1 1 B 21/12 L	5 D 0 4 2
G 1 1 B 21/21 (2006.01)	G 1 1 B 21/21 1 O 1 Z	5 D 0 7 6
G 1 1 B 5/60 (2006.01)	G 1 1 B 5/60 Z	
	G 1 1 B 21/21 E	

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2005-268148 (P2005-268148)	(71) 出願人	503116280
(22) 出願日	平成17年9月15日 (2005.9.15)		ヒタチグローバルストレージテクノロジーズネザーランドビービー
			オランダ国 アムステルダム 1 O 7 6
			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	100103894
			弁理士 家入 健
		(74) 代理人	100113697
			弁理士 新藤 善信
		(72) 発明者	和田 敏明
			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・ドライブ及びその制御方法

(57) 【要約】

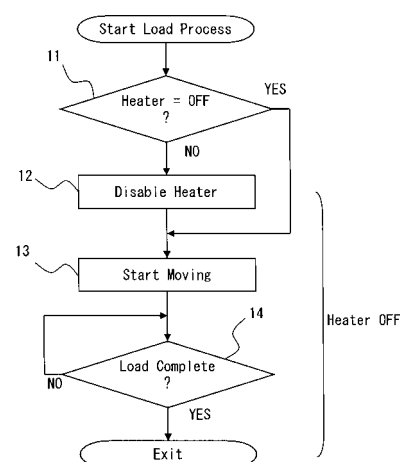
【課題】

ヒータを使用してヘッド素子部と磁気ディスクとの間のクリアランスを低減するとともに、ロード/アンロード時におけるヘッド素子部と磁気ディスクの衝突の危険を小さくする。

【解決手段】

本発明の一形態において、ロード処理の開始時に、HDD 1はヒータ124のON/OFFを判定する(S 11)。ヒータ124がONにセットされている場合、HDD 1はヒータ124をOFFにセットする(S 12)。HDD 1は、ヒータ124をOFFに維持したままアクチュエータ16の回動を開始する(S 13)。ヒータ124がOFFにセットされている場合、ヒータ124をOFFに維持して、アクチュエータ16を停止位置から磁気ディスク11へ移動する(S 13)。ロード処理が完了すると(S 14)、次の処理に移る。ロード時にヒータOFFであるので、ロード時におけるヘッド素子部と磁気ディスクの衝突の危険を小さくする。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転する記録ディスク上を浮上するスライダと、
前記スライダに配置されたヘッド素子部と、
前記スライダに配置され、前記ヘッド素子部を熱膨張によって突出させて前記記録ディスクとの間のクリアランスを調整するヒータと、
前記スライダを保持し移動するアクチュエータと、
前記スライダを前記記録ディスク外へ退避させるため、前記アクチュエータの一部が乗り上げるランプと、

退避している前記スライダを前記記録ディスク上にロードする処理において、前記スライダが前記記録ディスク上に移動してから前記アクチュエータの一部が前記ランプを離れた後の予め定められたタイミングまでの間、前記ヒータを OFF 状態に維持するように制御するコントローラと、を備えるディスク・ドライブ。 10

【請求項 2】

前記ディスク・ドライブは温度検出器をさらに備え、
前記スライダが前記記録ディスク上に移動してから前記アクチュエータの一部が前記ランプを離れた後の予め定められたタイミングまでの間、前記コントローラは、前記温度検出器の検出温度が基準温度以上の場合に前記ヒータを OFF 状態に維持し、前記温度検出器の検出温度が前記基準温度よりも低い場合に前記ヒータを ON 状態に維持する、
請求項 1 に記載のディスク・ドライブ。 20

【請求項 3】

前記コントローラは、前記記録ディスクからのユーザ・データの読み出しのために、第 2 の基準温度よりも低い場合に最も大きい電流を前記ヒータに供給するように制御し、
前記ロード処理における前記基準温度は前記第 2 の基準温度よりも低い、請求項 2 に記載のディスク・ドライブ。

【請求項 4】

前記コントローラは、前記ロード処理が完了するまで前記ヒータを OFF 状態に維持する、請求項 1 に記載のディスク・ドライブ。

【請求項 5】

前記ディスク・ドライブは温度検出器をさらに備え、
前記温度検出器の検出温度が基準温度よりも低い場合に、前記コントローラは、前記アクチュエータが移動を開始してから予め定められた時間経過した後に前記ヒータを ON する、請求項 1 に記載のディスク・ドライブ。 30

【請求項 6】

前記コントローラは、前記記録ディスクからのユーザ・データの読み出しのために、第 2 の基準温度よりも低い場合に最も大きい電流を前記ヒータに供給するように制御し、
前記ロード処理における前記基準温度は前記第 2 の基準温度よりも低い、請求項 5 に記載のディスク・ドライブ。

【請求項 7】

前記コントローラは、前記アクチュエータの移動開始から前記ヘッド素子部が予め定められた数のサーボ・データを読み出すまでの間、前記ヒータを OFF 状態に維持する、請求項 1 に記載のディスク・ドライブ。 40

【請求項 8】

回転する記録ディスク上を浮上するスライダと、
前記スライダに配置されたヘッド素子部と、
前記スライダに配置され、前記ヘッド素子部を熱膨張によって突出させて前記記録ディスクとの間のクリアランスを調整するヒータと、
前記スライダを保持し移動するアクチュエータと、
前記スライダを前記記録ディスク外へ退避させるため、前記アクチュエータの一部が乗り上げるランプと、

前記スライダを前記記録ディスク上から前記記録ディスク外へアンロードする処理において、前記アクチュエータの一部が前記ランブに乗り上げる前から前記ヒータをOFF状態に維持して前記アクチュエータを停止位置まで駆動制御するコントローラと、を備えるディスク・ドライブ。

【請求項 9】

前記コントローラは、前記アンロード処理において、前記記録ディスクから読み出したサーボ・データを使用して前記アクチュエータを駆動制御し、前記サーボ・データを読み出している間において前記ヒータをONする、請求項 8 に記載のディスク・ドライブ。

【請求項 10】

温度検出器をさらに備え、

10

前記コントローラは、前記温度検出器の検出温度が基準温度より低い場合に、前記サーボ・データを読み出している間において前記ヒータをONする、

請求項 9 に記載のディスク・ドライブ。

【請求項 11】

前記コントローラは、前記記録ディスクからのユーザ・データの読み出しのために、第 2 の基準温度よりも低い場合に最も大きい電流を前記ヒータに供給するように制御し、

前記ロード処理における前記基準温度は前記第 2 の基準温度よりも低い、請求項 10 に記載のディスク・ドライブ。

【請求項 12】

前記コントローラは、前記スライダを前記記録ディスク外へアンロードするために前記アクチュエータが移動を開始してから前記停止位置に到着するまで、前記ヒータをOFFに維持する、請求項 8 に記載のディスク・ドライブ。

20

【請求項 13】

前記コントローラは、前記アンロード処理において、前記記録ディスク上のサーボ・データを使用して前記アクチュエータを制御するサーボ使用モードと使用しないサーボ不使用モードとを備え、前記サーボ使用モードにおいて前記ヒータをONし、前記不使用モードにおいて前記ヒータをOFFする、請求項 8 に記載のディスク・ドライブ。

【請求項 14】

温度検出器をさらに備え、

前記コントローラは、前記温度検出器の検出温度が基準温度より低い場合に、前記サーボ使用モードにおいて前記ヒータをONする、

30

請求項 13 に記載のディスク・ドライブ。

【請求項 15】

前記コントローラは、前記記録ディスクからのユーザ・データの読み出しのために、第 2 の基準温度よりも低い場合に最も大きい電流を前記ヒータに供給するように制御し、

前記ロード処理における前記基準温度は前記第 2 の基準温度よりも低い、請求項 14 に記載のディスク・ドライブ。

【請求項 16】

回転する記録ディスク上を浮上するスライダと、前記スライダに配置されたヘッド素子部と、前記スライダに配置され前記ヘッド素子部を熱膨張によって突出させて前記記録ディスクとの間のクリアランスを調整するヒータと、を備えるディスク・ドライブにおける制御方法であって、

40

前記スライダを保持し移動するアクチュエータの一部がランブ上に乗り上げている状態から、前記スライダが回転する記録ディスクに近づくように前記アクチュエータを駆動し、

前記スライダが前記記録ディスク上に移動してから前記アクチュエータの一部がランブを離れた後の予め定められたタイミングまでの間、前記ヒータをOFF状態に維持する、方法。

【請求項 17】

検出温度が基準温度よりも低い場合に、前記アクチュエータが移動を開始してから予め

50

定められた時間経過した後、前記ヒータをONする、請求項16に記載の方法。

【請求項18】

前記記録ディスクからのユーザ・データの読み出しのために、第2の基準温度よりも低い場合に最も大きい電流を前記ヒータに供給し、前記ロード処理における前記基準温度は前記第2の基準温度よりも低い、請求項17に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はディスク・ドライブ及びその制御方法に関し、特に、ヘッド素子部と記録ディスクとの間のクリアランスを調整するヒータをヘッド・スライダに備えるディスク・ドライブにおけるそのヒータ制御に関する。 10

【背景技術】

【0002】

データ記憶装置として、光ディスク、磁気テープあるいは半導体メモリなどの様々な態様のメディア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、携帯電話、あるいはデジタル・カメラなどで使用されるリムーバブルメモリなど、HDDの用途は、その優れた特性により益々拡大している。 20

【0003】

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・トラックを有しており、各データ・トラックはアドレス情報を有する複数のサーボ・データとユーザ・データを含む複数のデータ・セクタが記録されている。各サーボ・データの間には、複数のデータ・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に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。

【0004】

磁気ディスクの記録密度を向上には、磁気ディスク上を浮上するヘッド素子部と磁気ディスクとの間のクリアランスを小さくすることが重要である。このため、このクリアランスを調整するいくつかの機構が提案されている。そのうちの一つは、ヘッド・スライダにヒータを備え、そのヒータでヘッド素子部を加熱することによってクリアランスを調整する(例えば、特許文献1を参照)。本明細書において、これをTFC(Thermal Fry height Control)と呼ぶ。TFCは、ヒータに電流を供給して発熱させ、熱膨張によってヘッド素子部を突出させる。これによって、磁気ディスクとヘッド素子部との間のクリアランスを小さくすることができる。 30

【特許文献1】特開平5-20635号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】 40

【0005】

ヘッド素子部は、通常動作においても熱膨張によって突出しうる。通常動作におけるヘッド素子部の突出には2つのタイプがあり、一つは環境温度の上昇に伴うヘッド素子部の突出であり、他の一つはデータ書き込み時におけるライト素子の発熱によるヘッド素子部の突出である。ライト素子はコイルに電流を流すことによって磁界を生成し、磁気ディスクにデータを書き込むため、そのライト電流によってライト素子が発熱する。

【0006】

HDDの設計においては、ヘッド素子部と磁気ディスクとの間の衝突を避けるため、上述の環境温度による突出や、ライト電流による突出を考慮してクリアランスを決定する。このため、例えば、高温環境において十分な読み出し特性を達成することができるが、低 50

温環境において十分な読み出し特性を得ることができないことが起こりうる。

【0007】

TFCは、ヘッド素子部と磁気ディスクとの間のクリアランスを低減するほか、これら読み出し特性の低下や、データ書き込み初期のプア・オーバーライトの問題を解決する手段を与える。一方、TFCは通常状態よりもヘッド素子部を突出するため、磁気ディスクとヘッド素子部との衝突を引き起こしやすい。そのため、TFCにおいてはヒータに通電することによってヘッド素子部を突出させるタイミングの制御が非常に重要である。

【0008】

HDDにおいて、ヘッド・スライダを退避させる手法として、CSS(Contact Start and Stop)とロード・アンロード方式が知られている。ロード・アンロード方式のHDDは、ヘッドが磁気ディスク面上から退避するランプを備えている。ランプは、磁気ディスク外周端部に近接して配置される。磁気ディスクの停止時あるいはパワー・セーブ時においてアクチュエータはランプ上にあり、ヘッド・スライダを磁気ディスク上から磁気ディスク外が退避させている。

【0009】

ロード処理において、ヘッド・スライダはランプから磁気ディスク上に降る。このとき、磁気ディスク上を浮上しているヘッド・スライダの姿勢は不安定であり、磁気ディスクとの衝突の可能性が高い。あるいは、アンロード処理において、ヘッド・スライダは磁気ディスク上を高速に移動し、さらに、ランプにアクチュエータが乗り上げるタイミングはヘッド・スライダの姿勢が大きく変化しやすい。一方、上述のように、TFCはヘッド素子部を突出させるものであるので、ロード/アンロードにおいてヘッド素子部と磁気ディスクとの衝突の可能性がより高まることになる。

【0010】

本発明は上述のような事情を背景としてなされたものであって、ヒータを使用してヘッド素子部を突出させて記録ディスクとのクリアランスを調整する技術において、記録ディスクとヘッドとの衝突の可能性を低減することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の第1の態様に係るディスク・ドライブは、回転する記録ディスク上を浮上するスライダと、前記スライダに配置されたヘッド素子部と、前記スライダに配置され、前記ヘッド素子部を熱膨張によって突出させて前記記録ディスクとの間のクリアランスを調整するヒータと、前記スライダを保持し移動するアクチュエータと、前記スライダを前記記録ディスク外へ退避させるため、前記アクチュエータの一部が乗り上げるランプと、退避している前記スライダを前記記録ディスク上にロードする処理において、前記スライダが前記記録ディスク上に移動してから前記アクチュエータの一部が前記ランプを離れた後の予め定められたタイミングまでの間、前記ヒータをOFF状態に維持するように制御するコントローラを備える。ロードする処理において、スライダが記録ディスク上に移動してからアクチュエータがランプを離れた後の予め定められたタイミングまでの間ヒータをOFF状態に維持することによって、ロード時において浮上姿勢が不安定場合においても、ヘッド素子部と記録ディスクの衝突の可能性を低減することができる。

【0012】

本発明の第2の態様は、上記第1の態様において、前記ディスク・ドライブは温度検出器をさらに備え、前記スライダが前記記録ディスク上に移動してから前記アクチュエータの一部が前記ランプを離れた後の予め定められたタイミングまでの間、前記コントローラは、前記温度検出器の検出温度が基準温度以上の場合に前記ヒータをOFF状態に維持し、前記温度検出器の検出温度が前記基準温度よりも低い場合に前記ヒータをON状態に維持するものである。温度によってヒータ制御を行うことによって、ヘッド素子部と記録ディスクとの衝突の可能性を低減するとともに、必要なデータ読み出しを可能とする。

【0013】

本発明の第3の態様は、上記第2の態様において、前記コントローラは、前記記録ディ

10

20

30

40

50

スクからのユーザ・データの読み出しのために、第2の基準温度よりも低い場合に最も大きい電流を前記ヒータに供給するように制御し、前記ロード処理における前記基準温度は前記第2の基準温度よりも低い。ロード時の温度基準を通常のリード時よりも厳しくすることによって、ヘッド素子部と記録ディスクとの衝突の可能性が高いロード時における衝突をより確実に避けると共に、リード時のデータ読み出しをより確実なものとする。

【0014】

本発明の第4の態様は、上記第1の態様において、前記コントローラは、前記ロード処理が完了するまで前記ヒータをOFF状態に維持する。これによって、より確実にヘッド素子部の衝突の危険性を小さくすることができる。

【0015】

本発明の第5態様は、上記第1の態様において、前記ディスク・ドライブは温度検出器をさらに備え、前記温度検出器の検出温度が基準温度よりも低い場合に、前記コントローラは、前記アクチュエータが移動を開始してから予め定められた時間経過した後に前記ヒータをONする。アクチュエータが移動を開始してから予め定められた時間経過した後にヒータをONすることによって、ヘッド素子部の衝突の危険性を小さくしつつ、必要なデータの読み出しを可能とする。

【0016】

本発明の第6態様は、上記第5の態様において、前記コントローラは、前記記録ディスクからのユーザ・データの読み出しのために、第2の基準温度よりも低い場合に最も大きい電流を前記ヒータに供給するように制御し、前記ロード処理における前記基準温度は前記第2の基準温度よりも低い。ロード時の温度基準を通常のリード時よりも厳しくすることによって、ヘッド素子部と記録ディスクとの衝突の可能性が高いロード時における衝突をより確実に避けると共に、リード時のデータ読み出しをより確実なものとする。

【0017】

本発明の第7態様は、上記第1の態様において、前記コントローラは、前記アクチュエータの移動開始から前記ヘッド素子部が予め定められた数のサーボ・データを読み出すまでの間、前記ヒータをOFF状態に維持する。これによって、スライダの浮上姿勢が安定するまでヒータをOFFとすることができる。

【0018】

本発明の第8の態様に係るディスク・ドライブは、回転する記録ディスク上を浮上するスライダと、前記スライダに配置されたヘッド素子部と、前記スライダに配置され、前記ヘッド素子部を熱膨張によって突出させて前記記録ディスクとの間のクリアランスを調整するヒータと、前記スライダを保持し移動するアクチュエータと、前記スライダを前記記録ディスク外へ退避させるため、前記アクチュエータの一部が乗り上げるランプと、前記スライダを前記記録ディスク上から前記記録ディスク外へアンロードする処理において、前記アクチュエータの一部が前記ランプに乗り上げる前から前記ヒータをOFF状態に維持して前記アクチュエータを停止位置まで駆動制御するコントローラを備えるものである。アンロードする処理において、アクチュエータがランプに乗り上げる前からヒータをOFF状態に維持してアクチュエータを停止位置まで駆動制御することによって、アンロード時において浮上姿勢が不安定場合においても、ヘッド素子部と記録ディスクの衝突の可能性を低減することができる。

【0019】

本発明の第9態様は、上記第8の態様において、前記コントローラは、前記アンロード処理において、前記記録ディスクから読み出したサーボ・データを使用して前記アクチュエータを駆動制御し、前記サーボ・データを読み出している間において前記ヒータをONする。これによって、サーボ・データを的確に読み出すことができる。

【0020】

本発明の第10態様は、上記第9の態様において、前記ディスク・ドライブは温度検出器をさらに備え、前記コントローラは、前記温度検出器の検出温度が基準温度よりも低い場合に、前記サーボ・データを読み出している間において前記ヒータをONする。温度によ

10

20

30

40

50

ってヒータ制御を行うことによって、ヘッド素子部と記録ディスクとの衝突の可能性を低減するとともに、サーボ・データ読み出しを可能とする。

【0021】

本発明の第11態様は、上記第10の態様において、前記コントローラは、前記記録ディスクからのユーザ・データの読み出しのために、第2の基準温度よりも低い場合に最も大きい電流を前記ヒータに供給するように制御し、前記ロード処理における前記基準温度は前記第2の基準温度よりも低い。アンロード時の温度基準を通常のリード時よりも厳しくすることによって、ヘッド素子部と記録ディスクとの衝突の可能性が高いアンロード時における衝突をより確実に避けると共に、リード時のデータ読み出しをより確実なものとする。

10

【0022】

本発明の第12態様は、上記第8の態様において、前記コントローラは、前記スライダを前記記録ディスク外へアンロードするために前記アクチュエータが移動を開始してから前記停止位置に到着するまで、前記ヒータをOFFに維持する。これによって、ヘッド素子部と記録ディスクの衝突の可能性をより低減することができる。

【0023】

本発明の第13態様は、上記第8の態様において、前記コントローラは、前記アンロード処理において、前記記録ディスク上のサーボ・データを使用して前記アクチュエータを制御するサーボ使用モードと使用しないサーボ不使用モードとを備え、前記サーボ使用モードにおいて前記ヒータをONし、前記不使用モードにおいて前記ヒータをOFFする。これによって、ヘッド素子部と記録ディスクとの衝突の可能性を低減するとともに、サーボ・データ読み出しを可能とする。

20

【0024】

本発明の第14態様は、上記第13の態様において、前記ディスク・ドライブは温度検出器をさらに備え、前記コントローラは、前記温度検出器の検出温度が基準温度より低い場合に、前記サーボ使用モードにおいて前記ヒータをONする。温度によってヒータ制御を行うことによって、ヘッド素子部と記録ディスクとの衝突の可能性を低減するとともに、必要なデータ読み出しを可能とする。

【0025】

本発明の第15態様は、上記第14の態様において、前記コントローラは、前記記録ディスクからのユーザ・データの読み出しのために、第2の基準温度よりも低い場合に最も大きい電流を前記ヒータに供給するように制御し、前記ロード処理における前記基準温度は前記第2の基準温度よりも低い、請求項14に記載のディスク・ドライブ。アンロード時の温度基準を通常のリード時よりも厳しくすることによって、ヘッド素子部と記録ディスクとの衝突の可能性が高いアンロード時における衝突をより確実に避けると共に、リード時のデータ読み出しをより確実なものとする。

30

【0026】

本発明の第16の態様は、回転する記録ディスク上を浮上するスライダと、前記スライダに配置されたヘッド素子部と、前記スライダに配置され前記ヘッド素子部を熱膨張によって突出させて前記記録ディスクとの間のクリアランスを調整するヒータと、を備えるディスク・ドライブにおける制御方法であって、前記スライダを保持し移動するアクチュエータの一部がランプ上に乗り上げている状態から、前記スライダが回転する記録ディスクに近づくように前記アクチュエータを駆動し、前記スライダが前記記録ディスク上に移動してから前記アクチュエータの一部がランプを離れた後の予め定められたタイミングまでの間、前記ヒータをOFF状態に維持する。

40

【0027】

本発明の第17態様は、上記第16の態様において、検出温度が基準温度よりも低い場合に、前記アクチュエータが移動を開始してから予め定められた時間経過した後に前記ヒータをONする。本発明の第18態様は、上記第17の態様において、前記記録ディスクからのユーザ・データの読み出しのために、第2の基準温度よりも低い場合に最も大きい

50

電流を前記ヒータに供給し、前記ロード処理における前記基準温度は前記第2の基準温度よりも低い。

【発明の効果】

【0028】

本発明によれば、ヒータを使用してヘッド素子部を突出させて記録ディスクとのクリアランスを調整する技術において、記録ディスクとヘッドとの衝突の可能性を低減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

以下に、本発明を適用可能な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。

【0030】

本形態のディスク・ドライブは、ヘッド・スライダを記録ディスク上から退避するランブを備えるロード・アンロード式である。さらに、そのヘッド・スライダは、熱膨張によってヘッドとメディアとのクリアランスを調整するTFC(Thermal Flyheight Control)のためのヒータを備えている。本形態の特徴的な点の一つは、ロード・アンロード時におけるTFCのヒータの制御に関する。

【0031】

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)を例として、本発明の実施形態を説明する。図1は、本実施の形態に係るHDD1の概略構成を示す図である。図1は、アクチュエータ16が動作時の配置にあるHDD1の状態を示している。図1において、11はデータを記憶する記録ディスクであって、磁性層が磁化されることによってデータを記録する不揮発性の記録ディスクである磁気ディスクである。ベース101は、ガスケット(不図示)を介してベース101の上部開口を塞ぐトップ・カバー(不図示)と固定されることによってエンクロージャを構成し、HDD1の各構成要素を密閉状態で収容する。

【0032】

磁気ディスク11は、クランプ141によってスピンドル・モータ(SPM)(不図示)に固定される。SPMは、磁気ディスク11を所定の速度で回転駆動する。ヘッド・スライダ12は磁気ディスク11の記録領域にアクセスする。ヘッド・スライダ12は、ヘッド素子部とヘッド素子部が固定されたスライダとを有している。本形態のヘッド・スライダ12は、特に、加熱によってヘッド素子部を突出させ、その磁気ディスク11との間のクリアランス(浮上高)を調整するTFCのためのヒータを備えている。ヘッド・スライダ12の構成については後述する。

【0033】

アクチュエータ16は、ヘッド・スライダ12を、保持、移動する。図1においては、アクチュエータ16は揺動軸161に揺動自在に保持されており、駆動機構としてのVCM(ボイス・コイル・モータ)15の駆動力によって、揺動軸161を中心として磁気ディスク11の半径方向に揺動し、ヘッド・スライダ12を所望の位置に移動する。

【0034】

本形態のHDD1はロード/アンロード式のHDDであって、ヘッド・スライダ12を磁気ディスク11面上から退避させるため、ベース101の底面あるいは側面に取り付けられているランブ17を備えている。ランブ17は、磁気ディスク11の外周端部に近接して配置されている。

【0035】

ヘッド・スライダ12は、磁気ディスク11に対向するスライダのABS(Air Bearing Surface)面と回転している磁気ディスク11との間の空気の粘性による圧力が、アクチュエータ16によって磁気ディスク11方向に加えられる力とバランスすることによ

10

20

30

40

50

て、ヘッド・スライダ 12 は磁気ディスク 11 上を浮上する。

【0036】

しかし、磁気ディスク 11 の回転が停止すると、ヘッド・スライダ 12 が磁気ディスク 11 表面に接触し、吸着現象によってデータ領域の傷の発生、磁気ディスクの回転不能などが起こる。また、ヘッド・スライダ 12 が磁気ディスク上 11 を浮上するために相応の電力消費がある。そこで、磁気ディスク 11 が停止しているとき、あるいは、パワー・セーブのため、アクチュエータ 16 はヘッド・スライダ 12 を磁気ディスク 11 表面からアンロードし、ヘッド・スライダ 12 をランブ 17 に退避させている。

【0037】

図 2 は、ヘッド・スライダ 12 を、ランブ 17 から磁気ディスク 11 の面上にロードする様子を示す図である。図 2 (a) は、アクチュエータ 16 が、非動作時に停止位置に停止している状態を示している。この状態において、アクチュエータ先端部のタブ 162 が、ランブ 17 上の停止面に載り停止位置に停止している。ロード時において、アクチュエータ 16 は図 2 (a) の状態から、図 2 (b) の状態を経て、図 1 の状態となる。

10

【0038】

具体的には、アクチュエータ 16 が磁気ディスク 11 側に回動し、タブ 162 がランブ 17 上の停止面からその摺動面上を摺動しながら移動する。その後、タブ 162 はランブ 17 の磁気ディスク側 11 端部に到着する (図 2 (b))。この時点において、ヘッド・スライダ 12 は回転する磁気ディスク 11 上ですでに浮上している。さらに、アクチュエータ 16 が磁気ディスク 11 内周側へ回動してタブ 162 がランブ 17 の摺動面から離れ、アクチュエータ 16 は図 1 の状態となる。アンロードにおいて、アクチュエータ 16 の動きはこの逆となる。

20

【0039】

上述のように、本形態の HDD 1 は TFC が実装され、ヘッド素子部と磁気ディスク 11 との間のクリアランスを調整する。図 3 は、本形態における TFC ヘッド・スライダ 12 の空気流出端面 (トレーリング側端面) 121 近傍におけるその一部構成を示す断面図である。磁気ディスク 11 は、図 3 の左から右に向かって回転する。ヘッド・スライダ 12 は、ヘッド素子部 122 とヘッド素子部 122 を支持するスライダ 123 とを備えている。なお、本形態の TFC は水平磁気記録及び垂直磁気記録の HDD に適用することができる。

30

【0040】

ヘッド素子部 122 は、磁気ディスク 11 との間で磁気データを読み書きする。ヘッド素子部 122 は、リード素子 32 とそのトレーリング側のライト素子 31 とを備えている。ライト素子 31 は、ライト・コイル 311 を流れる電流で磁極 312 間に磁界を発生し、磁気データを磁気ディスク 11 に記録するインダクティブ素子である。リード素子 32 は磁気抵抗型の素子であって、磁気異方性を有する磁気抵抗素子 32a を備え、磁気ディスク 11 からの磁界によって変化するその抵抗値によって磁気ディスク 11 に記録されている磁気データを読み出す。

【0041】

ヘッド素子部 122 は、スライダ 123 を構成するアルチック基板に、メッキ、スパッタ、研磨などの薄膜形成プロセスを用いて形成される。磁気抵抗素子 32a は、磁気シールド 33a、b によって挟まれており、ライト・コイル 311 は絶縁膜 313 で囲まれている。また、ヘッド素子部 122 はライト素子 31 とリード素子 32 の周囲にアルミナなどの保護膜 34 を備える。なお、磁気ディスク 11 と対向する浮上面 (ABS) 35 上には、磁気ディスク 11 との接触による摩耗及びヘッド素子部 122 の腐食防止のため、厚さ数 nm の炭素保護膜が形成されている。

40

【0042】

ライト素子 31 およびリード素子 32 の近傍には、薄膜で形成された抵抗体によるヒータ 124 が薄膜プロセスを用いて形成されている。本例において、ヒータ 124 は、ヘッド素子部 122 の反磁気ディスク 11 側に位置している。例えば、薄膜抵抗体として、パ

50

ーマロイを特定の領域に蛇行させ、間隙をアルミナで埋めてヒータ 1 2 4 を形成することができる。

【 0 0 4 3 】

A E 1 3 がヒータ 1 2 4 に電流を流すと、ヒータ 1 2 4 の熱によってヘッド素子部 1 2 2 の近傍が突出変形する。非加熱時において、ヘッド・スライダ 1 2 の A B S 面は、S 1 で示される形状であり、ヘッド素子部 1 2 2 と磁気ディスクとの間の距離であるクリアランスは、C 1 で示されている。ヒータ 1 2 4 加熱時における突出形状 S 2 を、図 3 に破線で示す。ヘッド素子部 1 2 2 が磁気ディスク 1 1 に近づき、このときのクリアランス C 2 は、クリアランス C 1 よりも小さい。

【 0 0 4 4 】

ヘッド素子部 1 2 2 の熱損傷を避けるためにヒータ 1 2 4 はヘッド素子部 1 2 2 から浮上方向に離間して形成されているが、ヒータ 1 2 4 の周囲材料の熱膨張がヘッド素子部 1 2 2 の位置まで伝わり、ヘッド素子部 1 2 2 が磁気ディスク 1 1 に近づくように、その周囲材料が膨張する。なお、図 3 は概念図であり、寸法関係は正確ではない。例えば、突出面形状 S 2 はナノメートル・オーダ（数ナノメートル）の突出量である。

【 0 0 4 5 】

上述のように、本形態の H D D 1 は、ロード・アンロード時における T F C にその特徴を有している。そこで、図 4 を参照して、H D D 1 の制御の全体構成を説明する。図 4 に示すように、H D D 1 は、エンクロージャ 1 0 内に、磁気ディスク 1 1、ヘッド・スライダ 1 2、アーム電子回路（A E : Arm Electronics）1 3、S P M 1 4、V C M 1 5、アクチュエータ 1 6、そして温度検出器 1 8 を備えている。図 4 においてランプ 1 7 は省略している。

【 0 0 4 6 】

H D D 1 は、さらに、エンクロージャ 1 0 の外側に固定された回路基板 2 0 を備えている。回路基板 2 0 上には、リード・ライト・チャネル（R / Wチャネル）2 1、モータ・ドライバ・ユニット 2 2、ハードディスク・コントローラ（H D C）と M P U の集積回路（以下、H D C / M P U）2 3、R A M 2 4 及び R O M などの各 I C を備えている。尚、各回路構成は一つの I C に集積すること、あるいは、複数の I C に分けて実装することができる。

【 0 0 4 7 】

外部ホスト 5 1 からのユーザ・データは、H D C / M P U 2 3 によって受信され、R / Wチャネル 2 1、A E 1 3 を介して、ヘッド・スライダ 1 2 によって磁気ディスク 1 1 に書き込まれる。また、磁気ディスク 1 1 に記憶されているユーザ・データはヘッド・スライダ 1 2 によって読み出され、そのユーザ・データは、A E 1 3、R / Wチャネル 2 1 を介して、H D C / M P U 2 3 から外部ホスト 5 1 に出力される。

【 0 0 4 8 】

H D C / M P U 2 3 からの制御データに従って、モータ・ドライバ・ユニット 2 2 が S P M 1 4 を駆動する。図の磁気ディスク 1 1 は、データを記録する記録面を両面に備え、各記録面に対応するヘッド・スライダ 1 2 が設けられている。モータ・ドライバ・ユニット 2 2 は、H D C / M P U 2 3 からの制御データ（D A C O U T と呼ぶ）に従って V C M 1 5 を駆動する。なお、磁気ディスク 1 1 は 1 枚以上あればよく、記録面は磁気ディスク 1 1 の片面あるいは両面に形成することができる。

【 0 0 4 9 】

A E 1 3 は、複数のヘッド素子部 1 2 2 の中から磁気ディスク 1 1 へのアクセスを行う 1 つのヘッド素子部 1 2 2 を選択し、選択されたヘッド素子部 1 2 2 により再生される再生信号を一定のゲインで増幅（プリアンプ）し、R / Wチャネル 2 1 に送る。また、R / Wチャネル 2 1 からの記録信号を選択されたヘッド素子部 1 2 2 に送る。A E 1 3 は、さらに、ヒータへ電流を供給し、その電流量（電力量）を調節する調節回路として機能する。本形態は、ロード・アンロード時における電流供給制御にその特徴を有する。この点については、後に詳述する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 0 】

R / Wチャネル 2 1 は、リード処理において、A E 1 3 から供給されたリード信号からデータを抽出し、デコード処理を行う。読み出されるデータは、ユーザ・データとサーボ・データを含む。デコード処理されたリード・ユーザ・データは、H D C / M P U 2 3 に供給される。また、R / Wチャネル 2 1 は、ライト処理を、H D C / M P U 2 3 からの制御信号に従って実行する。ライト処理において、R / Wチャネル 2 1 はH D C / M P U 2 3 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。

【 0 0 5 1 】

H D C / M P U 2 3 において、M P U はR A M 2 4 にロードされたマイクロ・コードに従って動作する。H D D 1 の起動に伴い、R A M 2 4 には、M P U 上で動作するマイクロ・コードの他、制御及びデータ処理に必要とされるデータが磁気ディスク 1 1 あるいはR O M 2 5 からロードされる。H D C / M P U 2 3 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 1 2 のポジショニング制御（サーボ制御）、インターフェース制御、ディフェクト管理などのデータ処理に関する必要な処理の他、H D D 1 の全体制御を実行する。特に、本形態のH D C / M P U 2 3 はT F Cを実行する。

【 0 0 5 2 】

まず、本形態におけるロード処理におけるT F Cについて説明する。好ましい一つの態様において、H D D 1 は、ランプ 1 7 から磁気ディスク 1 1 へのロード時には常にヒータ 1 2 4 をO F F とする。図 5 のフローチャートを参照して、具体的に説明する。ロード処理の開始後の初期ステップにおいて、H D D 1 はヒータ 1 2 4 のO N / O F F を判定する（S 1 1）。S 1 1 の工程においてヒータ 1 2 4 がO N にセットされている場合、H D D 1 はヒータ 1 2 4 をO F F （不使用）にセットする（S 1 2）。つまり、ヒータ 1 2 4 を通電せず、供給電流を 0 にセットする。H D D 1 は、ヒータ 1 2 4 をO F F 状態に維持したままアクチュエータ 1 6 の回動、つまり、ヘッド・スライダ 1 2 の停止位置からの移動を開始する（S 1 3）。

【 0 0 5 3 】

S 1 1 の工程においてヒータ 1 2 4 がO F F にセットされている場合、H D D 1 は、ヒータ 1 2 4 をO F F に維持した状態で、アクチュエータ 1 6 の回動、つまり、ヘッド・スライダ 1 2 （タブ 1 6 2）の、その停止位置から磁気ディスク 1 1 へ向かう移動を開始する（S 1 3）。その後、ロード処理が完了すると（S 1 4）、H D D 1 は、ロード処理を抜けて次の処理であるシーケンス処理に移る。

【 0 0 5 4 】

ロード処理において、ヘッド・スライダ 1 2 はランプ 1 7 の磁気ディスク 1 1 側端から磁気ディスク 1 1 の記録面上に降りる。このとき、浮上しているヘッド・スライダ 1 2 の姿勢は不安定であり、磁気ディスク 1 1 との衝突の可能性が高い。一方、T F C はヒータ 1 2 4 の熱によってヘッド素子部 1 2 2 を熱膨張させて、それを磁気ディスク 1 1 側へ突出させるものである。ヘッド素子部 1 2 2 と磁気ディスク 1 1 との間のクリアランスが小さくなるため、ヘッド素子部 1 2 2 と磁気ディスク 1 1 との衝突の可能性がより高まることになる。

【 0 0 5 5 】

上述のように、ロード処理の間常にヒータ 1 2 4 をO F F とし、ヘッド・スライダ 1 2 が磁気ディスク 1 1 にランプ 1 7 から降りるときにヘッド素子部 1 2 2 がT F C で突出することがないように制御することで、特にヘッド素子部 1 2 2 と磁気ディスク 1 1 との衝突の蓋然性が高いロード時におけるヘッド素子部 1 2 2 へのダメージの発生を低減することができる。

【 0 0 5 6 】

ここで、ロードの完了条件は、H D D 1 の設計によっていくつかの態様が考えられる。H D D 1 は、ヘッド・スライダの飛行姿勢が安定状態に入るとロードの完了と判定する。

10

20

30

40

50

典型的には、HDD 1は、ヘッド素子部 1 2 2が磁気ディスク 1 1の予め設定されている規定数の連続サーボ・データを読み出したタイミングでロード完了と判定する。上述の例においては、HDD 1はヘッド・スライダ 1 2の移動開始からヘッド素子部 1 2 2が連続規定数のサーボ・データを読み出すまでは、ヒータ 1 2 4をOFF状態に維持する。その後の処理におけるTFCは、その処理のルーチンに従う。

【0057】

ヘッド・スライダ 1 2と磁気ディスク 1 1との衝突をより確実に防ぐため、ヘッド・スライダ 1 2の移動開始 (S 1 3) からロード完了 (S 1 4) までの間、常にヒータ 1 2 4をOFFとしておくことが好ましい。しかし、ロード処理においてヒータ 1 2 4をオフするのは、ヘッド・スライダ 1 2の磁気ディスク 1 1への降下時及びその後の姿勢不安定状態における磁気ディスク 1 1とヘッド素子部 1 2 2の衝突の可能性を低減するものである。10
ので、ロード処理における必要な部分的期間にヒータ 1 2 4をオフとしてもよい。例えば、HDD 1は、ヘッド・スライダ 1 2の移動開始から基準時間を経過するまでの間ヒータ 1 2 4をOFFに維持しておくことができる。

【0058】

上述の態様と異なり、環境温度をも考慮してロード時にTFCを実行することは、他の好ましい態様の一つである。ヘッド素子部 1 2 2の突出量は、ヒータ 1 2 4の熱のみでなく、環境温度 (周囲温度) によっても変化する。従って、低温領域においてヘッド素子部 1 2 2の突出量が小さく磁気ディスク 1 1との衝突の可能性が小さいとき、さらに、サーボ・データを読み出すために、TFCによるヘッド素子部 1 2 2の突出が必要であるとき 20
には、ロード処理においてヒータ 1 2 4をONとする。

【0059】

具体的な処理工程を、図 6を参照して説明する。ロード処理開始後の初期ステップにおいて、HDD 1は環境温度が予め定められた低温領域にあるかを判定する (S 2 1)。低温領域にない場合 (S 2 1)、HDD 1は、工程 S 2 2 ~ S 2 5において、図 5を参照して説明したフローと同様の各工程を実行する。

【0060】

S 2 1の工程において環境温度が低温領域にある場合、HDD 1はヒータ 1 2 4のON / OFFを判定する (S 2 6)。S 2 2の工程においてヒータ 1 2 4がOFFにセットされている場合 (S 2 6のYES)、HDD 1はヒータ 1 2 4をON (使用) にセットする 30
(S 2 7)。つまり、ヒータ 1 2 4を通電し、予め定められた電流を供給する。S 2 2の工程においてヒータ 1 2 4がONにセットされている場合 (S 2 6のNO)、HDD 1はその状態を維持する。

【0061】

HDD 1は、ヒータ 1 2 4をON状態に維持したままアクチュエータ 1 6の回転、つまり、ヘッド・スライダ 1 2の停止位置からの移動を開始する (S 2 8)。ヘッド素子部 1 2 2が磁気ディスク 1 1上に降りると、HDD 1はサーボ・データを読み出す。磁気ディスク 1 1を浮上しているとき、ヘッド素子部 1 2 2はヒータ 1 2 4の熱による熱膨張によって突出しており、サーボ・データを的確に読み出すことができる。連続する規定数のサーボ・データを読み出し、ロード処理が完了したと判定すると (S 2 9)、HDD 1はロ 40
ード処理を抜けて次の処理を開始する。

【0062】

以上のように、低温環境においてロード処理時にヒータ 1 2 4をONとすることで、ヘッド素子部 1 2 2と磁気ディスク 1 1との衝突をさけつつ、サーボ・データを的確に読み出すことができる。上述の例においては、アクチュエータ 1 6の回転開始からヒータ 1 2 4をONとしているが、ヘッド素子部 1 2 2と磁気ディスク 1 1との衝突の可能性をより低減するため、サーボ・データを読み出すことができない場合に、ヘッド・スライダ 1 2が移動を開始してから予め定められた時間が経過した後にヒータ 1 2 4をONとし、サーボ・データを読み出すことは、他の好ましい態様である。

【0063】

10

20

30

40

50

ここで、図 7 のブロック図を参照して、ロード処理における T F C を実行する回路構成について説明する。ロード処理及びヒータ 1 2 4 の制御は、H D C / M P U 2 3 が行う。具体的には、H D C / M P U 2 3 がヒータ 1 2 4 の O N / O F F 制御を指示するデータ (Heater_ON/OFF) 及び供給パワーを指示するデータ (Heater_Power) を A E 1 3 内のレジスタ・セット 1 3 1 に登録する。A E 1 3 は各レジスタに登録された制御データに従って、ヒータ 1 2 4 へ電流 (Heater Current) を供給する。

【 0 0 6 4 】

例えば、図 6 を参照して説明したフローにおいて、H D C / M P U 2 3 は、ホスト 5 1 からリード/ライトのコマンドを受信すると、ロード処理を開始する。H D C / M P U 2 3 は温度検出器 1 8 が検出温度を取得し、R A M 2 4 に格納されているテーブルを参照して、ヒータ 1 2 4 の O N / O F F を決定する。テーブルについては後述する。

10

【 0 0 6 5 】

ヒータ 1 2 4 を O N にする場合、それを示すデータ (Heater_ON/OFF) とヒータへの供給パワー (電流に相当) (Heater_Power) を A E 1 3 のレジスタ・セット 1 3 1 にセットする。ヒータ 1 2 4 を O F F にする場合、それを示すデータ (Heater_ON/OFF) をレジスタ・セット 1 3 1 にセットする。A E 1 3 は、セットされた制御データに従ってヒータ 1 2 4 に電流供給する。

【 0 0 6 6 】

H D C / M P U 2 3 は、モータ・ドライバ・ユニット 2 2 に V C M 電流を表すデータ D A C O U T を出力し、モータ・ドライバ・ユニット 2 2 はそのデータに従って V C M 1 5 に V C M 電流 (VCM_Current) を供給し、アクチュエータ 1 6 の回動を開始させる。ヘッド素子部 1 2 2 が磁気ディスク 1 1 に降り、サーボ・データを読み始めると、その信号 (Data_Signal) が A E 1 3 に転送され、さらに R / W チャンネル 2 1 に送られる。R / W チャンネル 2 1 で生成されたサーボ・データ (Data) を、H D C / M P U 2 3 が取得し、連続して規定数のサーボ・データを正確に読み出したことに応答して、H D C / M P U 2 3 がロード完了と判定し、次の処理に移る。

20

【 0 0 6 7 】

図 8 及び 9 は、H D C / M P U 2 3 がヒータ 1 2 4 の制御のために参照するテーブルを示している。図 8 は、通常のリード/ライト処理のために H D C / M P U 2 3 が使用するテーブルであり、図 9 はロード/アンロード処理において参照するテーブルである。なお、アンロード処理における T F C については後述する。通常のリード/ライトにおいて、温度を 3 セグメントに分割し、低温、常温及び高温の温度領域において、磁気ディスク 1 1 からデータを読み出すときのヒータ・パワー (Power_xT_R) と磁気ディスク 1 1 にデータを書き込むときのヒータ・パワー (Power_/_W) が登録されている。

30

【 0 0 6 8 】

同一温度領域において、書き込み時のヒータ・パワー (Power_xT_W) は読み出し時のヒータ・パワー (Power_xT_R) よりも小さい。これは、ライト電流による突出があるからである。また、低い温度領域においてよりヒータ・パワーは大きくなる。つまり、Power_LT_R > Power_NT_R > Power_HT_R であり、低温の基準温度 T_Low_R/W 未満において電力 (電流) が最も大きい。同様に、Power_LT_W > Power_NT_W > Power_HT_W である。なお、温度領域はリードとライトで異なるものとする 것도可能である。

40

【 0 0 6 9 】

これに対して、ロード/アンロード処理において、温度領域は低温領域と非低温領域に分けられている。温度検出器 1 8 の検出温度が基準温度 T_Low_L/UL よりも小さい低温領域の場合、ヒータ 1 2 4 は O N であり、Power_L_L/UL のパワーが供給される。一方、温度検出器 1 8 の検出温度が基準温度 T_Low_L/UL 以上の非低温領域の場合、ヒータ 1 2 4 は O F F である。

【 0 0 7 0 】

ここで、好ましくは、ロード/アンロード処理においてヒータ 1 2 4 の O N / O F F 制御の基準となる温度 T_Low_L/UL は、通常のリード/ライトの低温領域を規定する温度 T_Lo

50

w_R/Wよりも低い値に設定される。また、この温度領域設定に加えて、ヒータ124に供給されるパワーは、ロード/アンロードのパワーPower_L_L/ULを、リード時のPower_LT_Rよりも小さく設定することが好ましい。ロード/アンロードにおいては、ヘッド素子部122と磁気ディスク11との衝突の可能性を低くすることが重要であると共に、サーボ・データの読み出しは、通常のリードよりもクリアランスが大きくてもよいからである。このように、ロード・アンロード時のヒータ制御を通常のリードよりも厳しい条件で行うことで、ヘッド素子部122へのショックを防止しつつ、サーボ・データを正確に読み出すことができる。

【0071】

上述の例において、ヒータ・パワーは設定された各温度領域内においては一定であるが、ヒータ・パワーを、検出温度を使用した演算式によって決定することができる。例えば通常のリード/ライトにおいて、予め定められた4つの温度LT/NT/HT/HT__Limitのそれぞれに対してヒータ・パワーを設定する。各設定温度の間の温度領域において、ヒータ・パワーは、温度の一次式で算出される。例えば、LTのヒータ・パワーをPower_LT、NTのヒータ・パワーをPower_NTとして、LT-NT間のヒータ・パワーは、

10

$$\text{Power} = (\text{Power_LT} - \text{Power_NT}) / (\text{NT} - \text{LT}) \times (\text{NT} - \text{T}) + \text{Power_NT}$$

と表すことができる。

【0072】

他の規定温度の間の温度領域においても同様である。なお、LT未満及びHT__Limitを超える温度領域においては、それぞれ一定のヒータ・パワーとすることができる。各設定温度、設定温度数およびヒータ・パワーは、リード、ライト毎に設定する。また、ロード/アンロード処理におけるヒータ・パワーについても、演算式を使用して決定することができる。この場合においても、ロード/アンロード処理におけるTFCのクリテリアを通常のリード/ライトよりも厳しく設定することが好ましい。具体的には、ヒータ124をONとする温度をリード/ライトよりも低くし、あるいは、同一温度におけるヒータ・パワーは、リード/ライトよりも小さい値とする。

20

【0073】

次に、本形態におけるアンロード処理におけるTFCについて説明する。好ましい一つの態様において、HDD1は、磁気ディスク11からランプ17へのアンロード時には常にヒータ124をOFFとする。図10のフローチャートを参照して、具体的に説明する。アンロード処理の開始後の初期ステップにおいて、HDC/MPU23はヒータ124のON/OFFを判定する(S31)。

30

【0074】

S31の工程においてヒータ124がONにセットされている場合、HDC/MPU23はヒータ124をOFF(不使用)にセットする(S32)。HDC/MPU23は、ヒータ124をOFF状態に維持したままアクチュエータ16の回転、つまり、ヘッド・スライダ12の現在位置からの移動を開始する(S33)。アクチュエータ16は、現在位置からランプ17、つまり磁気ディスク11外周側に向かって、あるいは、外周端に近い場合はランプ17のるための勢いをつけるために、一旦内周側に回転した後、ランプ17に向かって回転する。

40

【0075】

S31の工程においてヒータ124がOFFにセットされている場合、HDC/MPU23は、ヒータ124をOFFに維持した状態で、アクチュエータ16の回転、つまり、ヘッド・スライダ12の、その現在位置からの移動を開始する(S33)。その後、タブ162がランプ17の摺動面を上り、停止位置に到着してアンロード処理が完了すると(S34)、HDC/MPU23は、アンロード処理を抜けて次の処理であるシーケンス処理に移る。

【0076】

アンロード処理において、ヘッド・スライダ12は磁気ディスク11上を高速に移動す

50

る。このとき、浮上しているヘッド・スライダ 1 2 の姿勢は不安定であり、磁気ディスク 1 1 との衝突の可能性が高い。上述のように、アンロード処理の間常にヒータ 1 2 4 を OFF することで、特にヘッド素子部 1 2 2 と磁気ディスク 1 1 との衝突の蓋然性が高いアンロード時におけるヘッド素子部 1 2 2 へのダメージの発生を低減することができる。

【 0 0 7 7 】

ここで、上述の態様と異なり、環境温度をも考慮してアンロード時に T F C を実行することは、他の好ましい態様の一つである。ヘッド素子部 1 2 2 の突出量は、ヒータ 1 2 4 の熱のみでなく、環境温度（周囲温度）によっても変化する。従って、低温領域においてヘッド素子部 1 2 2 の突出量が小さく磁気ディスク 1 1 との衝突の可能性が小さいとき、さらに、サーボ・データを読み出すために、T F C によるヘッド素子部 1 2 2 の突出が必要であるときには、ロード処理においてヒータ 1 2 4 を ON とする。 10

【 0 0 7 8 】

アンロード処理は、サーボ・データを使用してアクチュエータ 1 6 を駆動制御するサーボ制御モードと、サーボ・データを使用することなく V C M 1 5 への電流量を制御してアクチュエータ 1 6 を駆動する V C M 電流制御モードを備えている。アンロード処理は、V C M 電流制御モードのみを使用してヘッド・スライダ 1 2 を退避させる、あるいは、初期工程においてサーボ制御モードでアクチュエータ 1 6 を制御し、その後 V C M 電流制御モードで駆動する。検出温度が低温領域にある場合、サーボ制御モードの間にヒータ 1 2 4 を ON とすることで、サーボ・データの正確な読み出しを実現することができる。

【 0 0 7 9 】

具体的処理を、図 1 1 及び 1 2 のフローチャートを参照して説明する。図 1 2 のフローチャートは、図 1 1 の A につながる。アンロード処理の初期工程において、H D C / M P U 2 3 は温度検出器 1 8 の検出温度と基準温度を比較して環境温度が低温領域にあるかを判定する（S 4 1）。低温領域にない場合（S 4 1 における NO）、S 4 2 ~ 4 5 工程において、H D D 1 は図 1 0 を参照して説明した S 3 1 ~ 3 4 の各工程と同様の処理を行う。 20

【 0 0 8 0 】

低温領域にある場合（S 4 1 における YES）、H D C / M P U 2 3 は、アンロード・モードを判定する（S 4 6）。H D C / M P U 2 3 がサーボ・制御モードを使用しないと判定した場合（S 4 6 における NO）、H D D 1 は、S 4 7 ~ S 5 0 の各工程において、図 1 0 を参照して説明した S 3 1 ~ 3 4 の各工程と同様の処理を行う。サーボ制御モードを使用する場合（S 4 6 における YES）、H D C / M P U 2 3 はヒータ 1 2 4 の ON / OFF を判定する（S 5 1）。 30

【 0 0 8 1 】

ヒータ 1 2 4 が OFF 状態のとき（S 5 1 における YES）、H D C / M P U 2 3 はヒータ 1 2 4 を ON にセットする（S 5 2）。ヒータ 1 2 4 が ON 状態のとき（S 5 1 における YES）、その状態が維持される。ヒータ 1 2 4 が ON の状態において、アクチュエータ 1 6 が回動を開始する（S 5 3）。その後、H D C / M P U 2 3 がアンロードにおけるモードを、サーボ制御モードから V C M 電流制御モードに変更する（S 5 4）。モード変化にตอบสนองして、H D C / M P U 2 3 は、A E 1 3 のレジスタ・セットに制御データ（Heater_ON/OFF）をセットして、ヒータ 1 2 4 を OFF する。 40

【 0 0 8 2 】

その後、ヒータ 1 2 4 OFF の状態において、アクチュエータ 1 6 がさらにランプ 1 7 に向かって回動する。タブ 1 6 2 がランプ 1 7 にのり、ヘッド・スライダ 1 2 がランプ 1 7 の停止位置に到着してアンロード処理が完了（S 5 5）。H D C / M P U 2 3 はアンロード処理が完了する（S 5 5 における YES）と、アンロード処理を抜けて次の処理を開始する。

【 0 0 8 3 】

上述のように、環境温度が低温領域にある場合、サーボ制御モードにおいてヒータ 1 2 4 を ON とすることで、サーボ・データの正確な読み出しを行うことができる。また、モ 50

ード変化に応じてヒータ 1 2 4 を OFF とすることで、ヘッド素子部 1 2 2 と磁気ディスク 1 1 との衝突の可能性を小さくすることができる。特に、タブ 1 6 2 がランブ 1 7 に乗り上げるタイミングはヘッド素子部 1 2 2 と磁気ディスク 1 1 との衝突の可能性が高いので、このタイミングでヒータ 1 2 4 を OFF とするは、ヘッド素子部 1 2 2 の保護にとって効果的である。

【 0 0 8 4 】

以上、本発明について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。例えば、リード素子あるいはライト素子のみを備えるヘッド・スライダを実装する HDD に、本発明の TFC を適用することにも可能である。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 8 5 】

【図 1】本実施形態において、HDD の機能的全体構成を模式的に示す図である。

【図 2】本実施形態において、ロード処理におけるアクチュエータの移動の様子を示す図である。

【図 3】本実施形態において、TFC のためのヒータを備えたヘッド・スライダの構成を模式的に示す断面図である。

【図 4】本実施形態において、HDD の機能的全体構成を模式的に示すブロック図である。

20

【図 5】本実施形態において、ロード時における温度に抛らないヒータ制御の処理を示すフローチャートである。

【図 6】本実施形態において、ロード時における温度に基づくヒータ制御の処理を示すフローチャートである。

【図 7】本実施形態において、TFC を伴うロード / アンロード処理を実行する各要素間の伝送信号を示すブロック図である。

【図 8】本実施形態において、リード / ライト時における温度に基づくヒータ制御のために参照されるテーブルを示す図である。

【図 9】本実施形態において、ロード / アンロード時における温度に基づくヒータ制御のために参照されるテーブルを示す図である。

30

【図 10】本実施形態において、アンロード時における温度に抛らないヒータ制御の処理を示すフローチャートである。

【図 11】本実施形態において、アンロード時における温度に基づくヒータ制御の処理を示すフローチャートである。

【図 12】本実施形態において、アンロード時における温度に基づくヒータ制御の処理を示すフローチャートである。

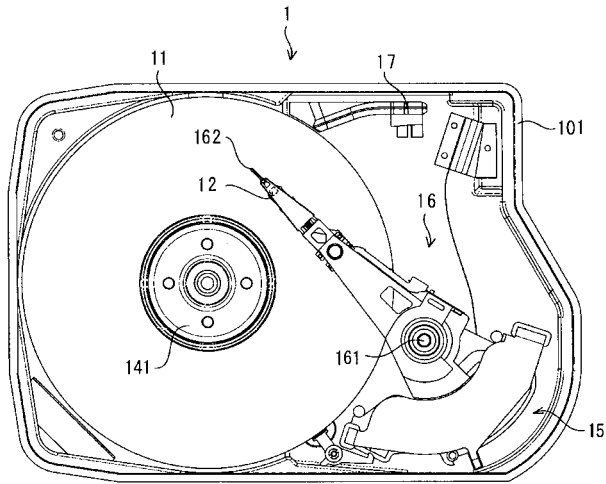
【符号の説明】

【 0 0 8 6 】

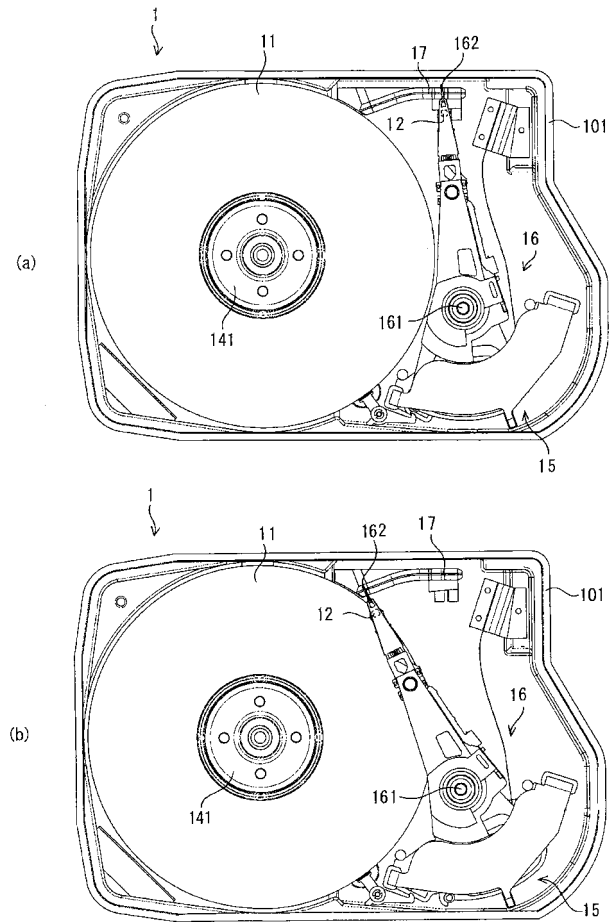
- 1 ハードディスク・ドライブ、10 エンクロージャ、11 磁気ディスク
- 12 ヘッド・スライダ、14 スピンドル・モータ、15 ボイス・コイル・モータ
- 16 アクチュエータ、17 ランブ、18 温度検出器、20 回路基板
- 21 リード・ライト・チャンネル、22 モータ・ドライバ・ユニット
- 23 ハードディスク・コントローラ / MPU、31 ライト素子
- 32 リード素子、32a 磁気抵抗素子、33a、b シールド、34 保護膜
- 51 ホスト、113a 現在トラック、113b ターゲット・トラック
- 121 トレーリング側端面、122 ヘッド素子部、123 スライダ
- 124 ヒータ、161 回動軸、162 タブ、311 ライト・コイル
- 312 磁極、313 絶縁膜

40

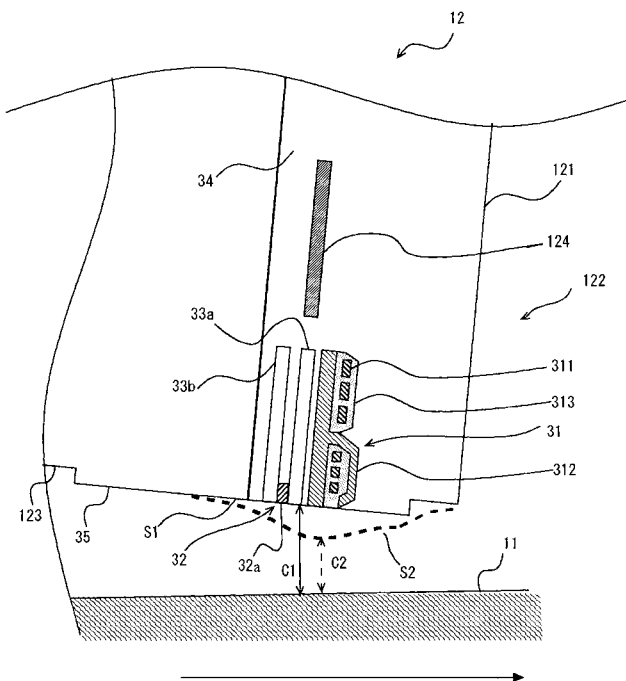
【図 1】



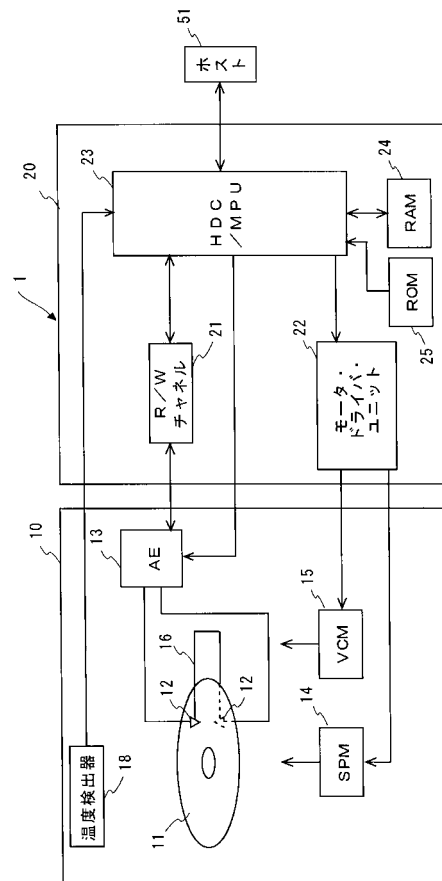
【図 2】



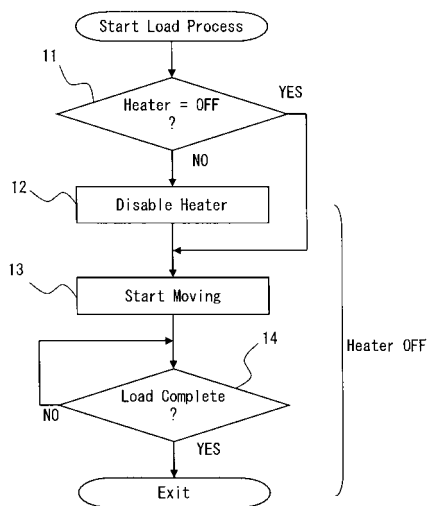
【図 3】



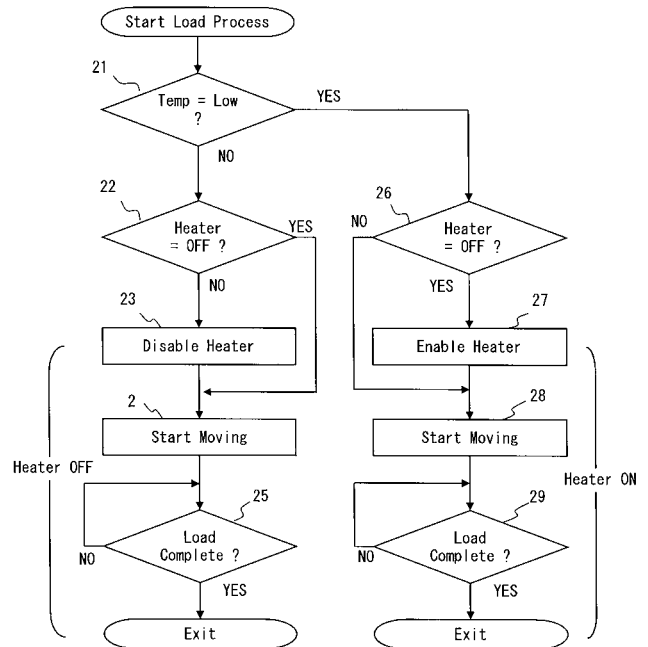
【図 4】



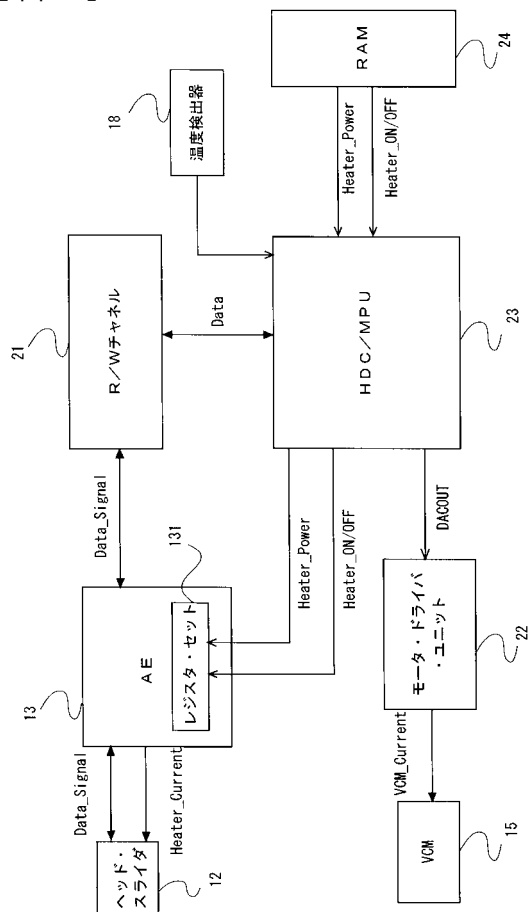
【図 5】



【図 6】



【図 7】



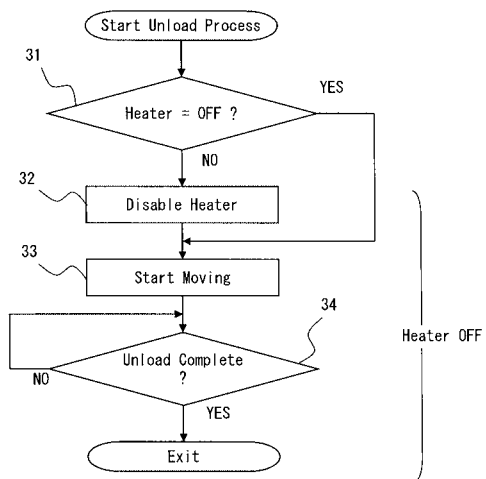
【図 8】

ヒータ・パワー・テーブル リード (R) /ライト (W)		
低温 (LT)	常温 (NT)	高温 (HT)
$T < T_{Low_R/W}$	$T_{Low_R/W} \leq T \leq T_{High_R/W}$	$T_{High_R/W} < T$
Power_LT_R	Power_NT_R	Power_HT_R
Power_LT_W	Power_NT_W	Power_HT_W

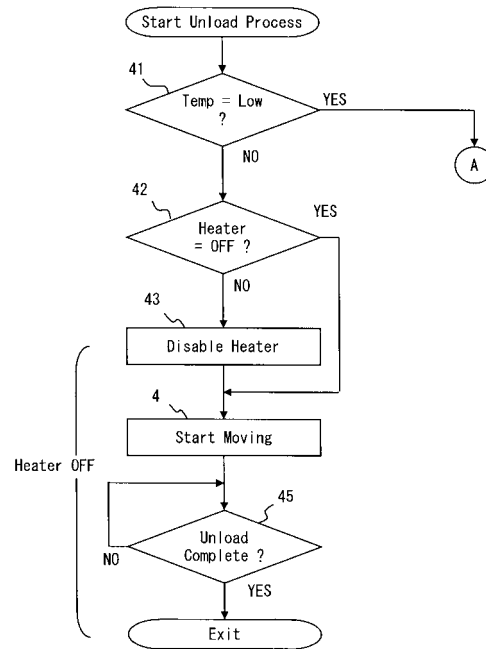
【図 9】

ヒータ・パワー・テーブル ロード (L) /アンロード (UL)	
低温 (LT)	非低温 (NLT)
$T < T_{Low_L/UL}$	$T_{Low_L/UL} \leq T$
Power_L_L/UL	Heater off

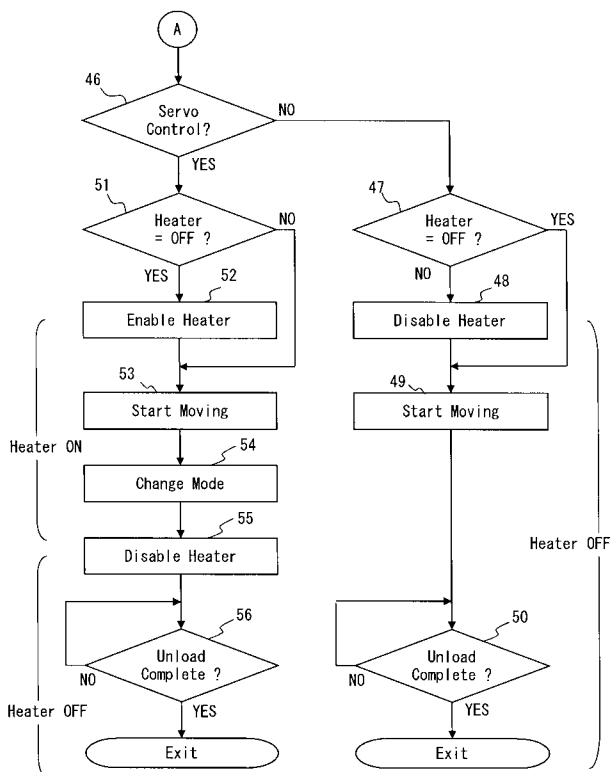
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

- (72)発明者 石橋 和幸
神奈川県小田原市国府津 2 8 8 0 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 土本 和成
神奈川県小田原市国府津 2 8 8 0 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 大関 秀紀
神奈川県小田原市国府津 2 8 8 0 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
- F ターム(参考) 5D042 AA07 GA03 KA20 NA02
5D076 BB01 DD20 EE20