

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-171702

(P2004-171702A)

(43) 公開日 平成16年6月17日(2004.6.17)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

G 1 1 B 5/09

F I

G 1 1 B 5/09 3 1 1 Z

テーマコード(参考)

5 D 0 3 1

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2002-338078 (P2002-338078)  
 (22) 出願日 平成14年11月21日(2002.11.21)

(71) 出願人 503116280  
 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 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 100068504  
 弁理士 小川 勝男  
 (72) 発明者 鈴木 宏昌  
 神奈川県藤沢市桐原町1番地 日本アイ・  
 ビー・エム株式会社 藤沢事業所内  
 (72) 発明者 佐藤 典明  
 神奈川県藤沢市桐原町1番地 日本アイ・  
 ビー・エム株式会社 藤沢事業所内

最終頁に続く

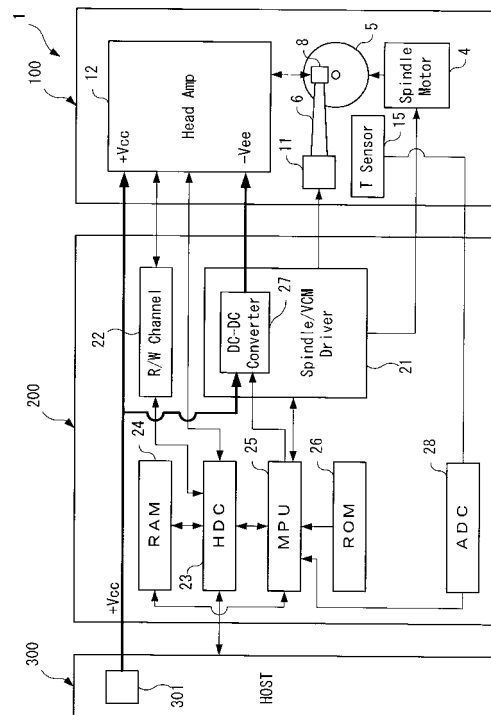
(54) 【発明の名称】 データ記憶装置、データ書き込み方法、プログラム

(57) 【要約】

【課題】 無駄な消費電力を低減し、また、電圧の変動に伴う書き込み不良の発生を抑える。

【解決手段】 磁気ディスク5にデータを書き込むため、ライト回路においてライト・ヘッドに供給される書き込み電流を生成する。ライト回路は、ホスト・コンピュータ300から供給される正の電源電圧、および、HDD1のカード200に設けられたプログラマブルDC-Dコンバータ27で生成される負の電源電圧で動作する。磁気ディスク5がおかれる温度に応じて、プログラマブルDC-Dコンバータ27で生成される負の電源電圧の大きさを可変する。また、ホスト・コンピュータ300から供給される正の電源電圧の大きさに応じて、プログラマブルDC-Dコンバータ27で生成される負の電源電圧の大きさを可変する。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

磁気ディスクにデータを書き込むライト・ヘッドと、  
供給される正の電圧と負の電圧とを用いて、前記ライト・ヘッドに供給される書き込み電流を生成する書き込み回路と、  
前記書き込み回路に供給される前記負の電圧を、前記正の電圧から生成するコンバータと、  
前記負の電圧の大きさを可変に設定するコントローラと  
を含むデータ記憶装置。

## 【請求項 2】

前記コントローラは、前記磁気ディスクの周囲温度に基づいて前記負の電圧の大きさを設定することを特徴とする請求項 1 に記載のデータ記憶装置。

10

## 【請求項 3】

前記コントローラは、前記周囲温度が低い場合に前記負の電圧の絶対値を高く設定し、当該周囲温度が高い場合に当該負の電圧の絶対値を低く設定することを特徴とする請求項 2 に記載のデータ記憶装置。

## 【請求項 4】

前記コントローラは、前記正の電圧の大きさに基づいて前記負の電圧の大きさを設定することを特徴とする請求項 1 に記載のデータ記憶装置。

## 【請求項 5】

前記コントローラは、前記正の電圧が低い場合に前記負の電圧の絶対値を高く設定し、当該正の電圧が高い場合に前記負の電圧の絶対値を低く設定することを特徴とする請求項 4 に記載のデータ記憶装置。

20

## 【請求項 6】

前記コントローラは、前記ライト・ヘッドによる書き込み動作が行われていない期間に、前記負の電圧の大きさを変更することを特徴とする請求項 1 に記載のデータ記憶装置。

## 【請求項 7】

前記書き込み回路は、書き込み開始から所定の期間内の書き込み電流値を、当該期間経過後の書き込み電流値よりも大きくすることを特徴とする請求項 1 に記載のデータ記憶装置。

## 【請求項 8】

前記書き込み回路は、前記ライト・ヘッドを直接電圧駆動する電圧駆動型であることを特徴とする請求項 1 に記載のデータ記憶装置。

30

## 【請求項 9】

前記コンバータは、前記コントローラからの電圧指令を格納するレジスタと、  
前記レジスタに格納される値に基づいて電圧を変換する電圧変換器と  
を有することを特徴とする請求項 1 に記載のデータ記憶装置。

## 【請求項 10】

磁気ディスク上のリード・ライト・ヘッドへのシーク命令またはライト命令を受け付ける第一のステップと、  
所定の条件に応じて、前記リード・ライト・ヘッドの駆動回路に供給する負の電圧の大きさを設定する第二のステップと、  
前記磁気ディスク上の前記リード・ライト・ヘッドのシーク動作またはライト動作を実行する第三のステップと  
を含むデータ書き込み方法。

40

## 【請求項 11】

前記所定の条件は、前記磁気ディスクの周囲温度であることを特徴とする請求項 10 に記載のデータ書き込み方法。

## 【請求項 12】

前記第二のステップは、  
前記周囲温度が低い場合に前記負の電圧の絶対値を高く設定し、当該周囲温度が高い場合

50

に当該負の電圧の絶対値を低く設定することを特徴とする請求項 1 1 記載のデータ書き込み方法。

【請求項 1 3】

前記所定の条件は、供給される前記正の電圧の大きさであることを特徴とする請求項 1 0 記載のデータの書き込み方法。

【請求項 1 4】

前記第二のステップは、

前記正の電圧が低い場合に前記負の電圧の絶対値を高く設定し、当該正の電圧が高い場合に前記負の電圧の絶対値を低く設定することを特徴とする請求項 1 3 記載のデータ書き込み方法。

10

【請求項 1 5】

コンピュータに、

磁気ディスク上のリード・ライト・ヘッドへのシーク命令またはライト命令を受け付ける第一の機能と、

所定の条件に応じて、前記リード・ライト・ヘッドを駆動する書き込み回路に供給する負の電圧の大きさを設定する第二の機能と、

前記磁気ディスク上の前記リード・ライト・ヘッドのシーク動作またはライト動作を実行する第三の機能と

を実現させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

20

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ハード・ディスク・ドライブ等のデータ記憶装置等に係り、特に、磁気ディスクにデータを書き込む書き込み回路への電圧の供給に関する。

【0002】

【従来の技術】

ハード・ディスク・ドライブは、現在最も普及しているコンピュータの外部記憶装置の一つである。ハード・ディスク・ドライブの記憶媒体である磁気ディスクは、周知のようにディスク表面を同心円状に分割したトラックをさらに放射状に区切ったセクタをデータの記録最小単位としている。ハード・ディスク・ドライブは、磁気ディスクに記憶されているデータを読み出す素子であるリード・ヘッドと、磁気ディスクにデータを書き込むライト・ヘッドとから構成される複合型の磁気ヘッド(リード・ライト・ヘッド)を備えている。この磁気ヘッドは、VCM(Voice Coil Motor)によって揺動するアクチュエータ機構に装着される。

30

【0003】

磁気ヘッドによって磁気ディスクにデータを書き込む場合、ライト・ヘッドに対して所定の電流を流すことにより、磁気ディスク上に形成されている磁性膜を磁化する。磁気ディスクに対するデータの書き込みは、先行して書き込まれているデータ上に新たなデータを上書き(オーバーライト)することが多い。オーバーライトが適切になされたか否かを示すオーバーライト特性は、ライト・ヘッドでデータを書き込む際の電流値(書き込み電流値)に依存する。書き込み電流値が小さいと、先行して書き込まれているデータの磁化パターンを十分に磁化し直すことができないために、オーバーライト特性が劣化することが知られている。一方で、書き込み電流値が大きすぎる場合には、隣接するトラックの磁化パターンまでも磁化し直してしまうスキーズ現象の発生が問題となる。また、読み出し信号の特性も悪化する場合も多い。したがって、書き込み電流値を適切な値に設定することが要求される。

40

【0004】

ただし、最適な書き込み電流値は一義的に定まるものではない。例えば上述したオーバーライト特性は、ハード・ディスク・ドライブがおかれている環境、特に温度によって変化することが知られている。つまり、磁気ディスクの表面に形成される磁性膜の保磁力(H

50

c又はCoercivity)が低温ほど高くなるため、書き込み電流値が一定であることを前提とすると、低温域ほどオーバーライト特性が悪化することになる。

このような低温環境下におけるオーバーライト特性を改善するため、特許文献1には、低温環境下で高温環境下よりも書き込み電流値を増大させる技術が提案されている。

【0005】

また、最近のハード・ディスク・ドライブでは、リード・ヘッドからの読み出し信号のS/N比を向上させる目的で、ヘッド・アンプに正電圧および負電圧を用いた差動増幅回路が実用化されている。これに伴い、ライト・ヘッドによる書き込み動作においても、正電圧および負電圧を利用するようになってきている。同じくヘッド・アンプに内蔵する書き込み回路に正電圧と負電圧とを供給することの利点は、ライト・ヘッドを駆動する電位差を大きくできることに伴う書き込み電流方向の反転速度の高速化すなわち書き込み速度の高速化にある。

10

そして、この種のハード・ディスク・ドライブでは、ホスト・コンピュータから正電圧を受電し、受電した正電圧をヘッド・アンプの書き込み回路に供給する一方、受電した正電圧をハード・ディスク・ドライブ側の回路で負電圧に変換し、変換した負電圧をヘッド・アンプの書き込み回路に供給するようになっている。

【0006】

【特許文献1】

特開平5-258215号公報

【0007】

20

【発明が解決しようとする課題】

上述したハード・ディスク・ドライブにおいて、ヘッド・アンプの書き込み回路に供給された負電圧を、可変の内部制限抵抗を介してライト・ヘッドに直接供給することにより書き込み電流方向の反転を行い、定電流駆動時も電圧駆動する書き込み回路を最初にとりあげる。必要以上の負電圧がヘッドにかかる、書き込み電流方向反転時の電流オーバーシュート量が大きくなり、等価的に書き込み電流の増加を招くので、必要な電流反転速度を得る最低限のオーバーシュート量になるように内部制限抵抗値を調整し、ヘッドにかかる電圧を供給する負電圧より小さくする。この時、内部制限抵抗で消費される電力は熱となり、なんらデータの書き込みに寄与しないことから、高速で魅力的だが電圧駆動型書き込み回路の消費電力が更に増大してしまうという技術的課題が見られた。

30

また、ハード・ディスク・ドライブがホスト・コンピュータから受電する正電圧は、ハード・ディスク・ドライブ内で生成する負電圧に比べ不安定であるため、電流方向の反転時には、安定している負電圧を低い抵抗値を通して使う回路形式を上記説明で用いたが、正電圧が下がった場合でも、逆側のヘッド端子にかかる正の電圧が下がるので(電流制限用の抵抗は固定で大きい)オーバーシュート量がある割合小さくなるので、等価的に書き込み電流の減少を招き、データの書き込み不良を招く恐れがあった。

【0008】

本発明は、以上の技術的課題を解決するためになされたものであって、その目的とするところは、無駄な消費電力を低減することにある。

また、本発明の他の目的は、受電する正電圧の変動に伴う書き込み不良の発生を抑えることにある。

40

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明は、ハード・ディスク・ドライブ等のデータ記憶装置側の回路で生成する負の電圧を可変することを提案する。そうすることにより、無駄のない必要な電力のみを供給できたり、受電する正電圧の変動の影響を抑制できたりすることになる。

すなわち、本発明のデータ記憶装置は、磁気ディスクにデータを書き込むライト・ヘッドと、供給される正の電圧と負の電圧とを用いて、ライト・ヘッドに供給される書き込み電流を生成する書き込み回路と、書き込み回路に供給される負の電圧を、正の電圧から生成するコンバータと、負の電圧の大きさを可変に設定するコントローラとを含んでいる。

50

## 【0010】

本発明のデータ記憶装置において、コントローラは、磁気ディスクの周囲温度に基づいて負の電圧の大きさを設定することを特徴とすることができ、周囲温度が低い場合に負の電圧の絶対値を高く設定し、周囲温度が高い場合に負の電圧の絶対値を低く設定することを特徴とすることができる。

また、本発明のデータ記憶装置において、コントローラは、正の電圧の大きさに基づいて負の電圧の大きさを設定することを特徴とすることができ、正の電圧の平均値が低い場合に負の電圧の絶対値を高く設定し、正の電圧の平均値が高い場合に負の電圧の絶対値を低く設定することを特徴とすることができる。

さらに、コントローラは、ライト・ヘッドによる書き込み動作が行われていない期間に、負の電圧の大きさを変更する（例えば、絶対値を小さくする）ことを特徴とすることができる。

10

## 【0011】

また、書き込み回路は、書き込み開始から所定の期間内（例えば、ライト・ゲート信号のトグル数を数える）の書き込み電流値を、期間経過後の書き込み電流値よりも大きくすること、ライト・ヘッドを直接電圧駆動する電圧駆動型であることを特徴とすることができる。

さらに、コンバータは、コントローラからの電圧指令を格納するレジスタと、レジスタに格納される値に基づいて電圧を変換する電圧変換器とを有することを特徴とすることができる。

20

## 【0012】

また、本発明は、コンピュータに、磁気ディスク上のリード・ライト・ヘッドへのシーク命令またはライト命令を受け付ける第一の機能と、所定の条件に応じて、リード・ライト・ヘッドを駆動する書き込み回路に供給する負の電圧の大きさを設定する第二の機能と、磁気ディスク上のリード・ライト・ヘッドのシーク動作またはライト動作を実行する第三の機能とを実現させるプログラムとして把握することができる。

## 【0013】

さらに、本発明は、上述したプログラムの発明における各機能をステップで表現した方法の発明として把握することもできる。

このデータ書き込み方法において、所定の条件は、磁気ディスクの周囲温度であることを特徴とすることができ、第二のステップは、周囲温度が低い場合に負の電圧の絶対値を高く設定し、周囲温度が高い場合に負の電圧の絶対値を低く設定することを特徴とすることができる。

30

また、このデータ書き込み方法において、所定の条件は、供給される正の電圧の大きさであることを特徴とすることができ、第二のステップは、正の電圧が平均的に低い場合に負の電圧の絶対値を高く設定し、正の電圧が平均的に高い場合に負の電圧の絶対値を低く設定することを特徴とすることができる。

## 【0014】

## 【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して、実施の形態について詳細に説明する。

40

## 実施の形態 1

図1は、実施の形態1にかかるハード・ディスク・ドライブ（HDD）1の概略構成を示す斜視図、図2はHDD1の機能ブロック図である。図1に示すように、データ記憶装置としてのHDD1は、箱形の例えばアルミニウム合金からなるベース2の開放上部をトップ・カバー3で封止することによりディスク・エンクロージャ100を構成している。トップ・カバー3は、例えばSUS（ステンレス）にて構成され、ベース2に矩形棒状のシール部材（図示せず）を介してビス止めされる。このディスク・エンクロージャ100内には、例えばハブイン構造の三相直流サーボモータからなるスピンドル・モータ（Spindle Motor）4が設けられており、このスピンドル・モータ4によって記憶媒体である磁気ディスク5が回転駆動される。磁気ディスク5は、HDD1に要求される記

50

憶容量に応じて単数または複数枚設置される。ベース2の下側には、カード200が装着される。カード200には、後述する信号処理回路やスピンドル・モータ4の駆動回路等が実装される。

#### 【0015】

また、ディスク・エンクロージャ100内には、アクチュエータ・アーム6が設けられている。このアクチュエータ・アーム6は、中間部がピボット軸7を介してベース2上に回転可能な状態で支持されている。アクチュエータ・アーム6の一端部には複合磁気ヘッド8が、他端部にはVCM(ボイス・コイル・モータ)コイル9が設けられている。このVCMコイル9と、永久磁石を要素としディスク・エンクロージャ100に固定されるステータ10とから、VCM11が構成される。このVCMコイル9にVCM電流を供給することにより、アクチュエータ・アーム6を磁気ディスク5上の所定位置に向けて移動させることができる。この移動動作により、複合磁気ヘッド8のシークが実行される。磁気ディスク5は、スピンドルモータ4のスピンドル軸を中心にして回転駆動され、HDD1が非動作のとき回転停止(静止)する。

10

#### 【0016】

複合磁気ヘッド8は、図3(a)に示すように、ILS(Integrated Lead Suspension)80と、ILS80の先端にGMR(Giant Magnetoresistive)センサーからなるリード・ヘッド81と、誘導型変換器からなるライト・ヘッド82とが複合され装着されている。リード・ヘッド81は、データの読み取り時、書き込み時およびシーク時にサーボ情報を読み取り、さらに読み取り時はサーボ情報間のデータを読み取る。データの書き込みまたは読み出し時には、アクチュエータ・アーム6が回転している磁気ディスク5の表面上を回動し、複合磁気ヘッド8が磁気ディスク5上の任意のトラックの位置を走査するシーク動作を行う。このとき複合磁気ヘッド8のディスク側のABS(Air Bearing Surface)面は、磁気ディスク5との間に生じた気流により浮上力を受け、複合磁気ヘッド8は磁気ディスク5の表面から一定の距離を保って浮上しその距離が維持される。

20

#### 【0017】

複合磁気ヘッド8を構成するリード・ヘッド81およびライト・ヘッド82は、図1および図2に示すアクチュエータ・アーム6のピボット軸7側部に取り付けられたヘッド・アンプ12と電氣的に接続されている。ヘッド・アンプ12には、カード200とデータをやりとりするためのフレックス・ケーブル13が装着されている。フレックス・ケーブル13の他端部には、カード200に接続するためのコネクタ14が設けられている。そして、コネクタ14の上には、ディスク・エンクロージャ100内の温度(磁気ディスク5の周囲温度)を測定する温度センサ15が取り付けられる。ヘッド・アンプ12は、リード・ヘッド81にバイアス電流を供給すると共に、磁気ディスク5に記憶されたデータ・パターンからの磁束の変化をとらえたリード・ヘッド81の微小再生信号を増幅する一方、データの書き込み時にはライト・ヘッド82にデータ・パターンに対応した書き込み電流を供給する。なお、ヘッド・アンプ12の詳細およびライト・ヘッド82に対する書き込み電流の供給手法については後述する。

30

#### 【0018】

一方、カード200は、アクチュエータ・アーム6の動作を制御し且つ磁気ディスク5に対するデータの読み書きを実行する電子回路を含む。カード200は、スピンドル/VCMドライバ(Spindle/VCM Driver)21を通じて磁気ディスク5の回転動作およびVCMコイル9を駆動してアクチュエータ・アーム6のシーク動作を制御し、さらにデータのデジタル信号は、リード・ライト・チャンネル(R/Wチャンネル)22、ヘッド・アンプ12で、複合磁気ヘッド8に供給されまた複合磁気ヘッド8で生成された電圧電流信号とを相互に変換する。

40

#### 【0019】

R/Wチャンネル22はハード・ディスク・コントローラ(HDC)23に接続される。HDC23には、RAM24、図示しないホスト・インターフェースを介してホスト・コン

50

コンピュータ300、ヘッド・アンプ12が接続される。HDC23は、RAM24の読み書き動作を制御し、RAM24と磁気ディスク5との間でデータを転送し、サーボ・データから位置エラー信号(PES: Position Error Signal)を生成し、複合磁気ヘッド8の位置情報を演算処理装置(MPU)25に送信する。RAM24には、装置起動時に磁気ディスク5から読み出された装置制御用のマイクロ・コード等が格納される。HDC23に接続されるMPU25には、ADC(Analog Digital Converter)28を介して温度センサ(T Sensor)15、RAM24、ROM26、スピンドル/VCMドライバ(Spindle VCM Driver)21、およびスピンドル/VCMドライバ21内に搭載されるプログラマブルDC-DCコンバータ(Programmable DC-DC Converter)27が接続される。MPU25はHDC23を介してホスト・コンピュータ300から送られたコマンドを解釈して、HDC23にコマンドで指定されたアドレスに対してデータの読み書きを行うように命令する。また、MPU25は、HDC23で生成された複合磁気ヘッド8の位置情報に基づいて、複合磁気ヘッド8を所定のトラックにシークするための制御情報をスピンドル/VCMドライバ21に送る。つまり、HDC23およびMPU25によってコントローラが構成される。スピンドル/VCMドライバ21は、MPU25からの制御情報に基づいて、複合磁気ヘッド8を所定のトラックに位置付けるようにVCMコイル9を駆動する。ROM26には、HDD1の起動等に必要マイクロ・コードが格納されている。

#### 【0020】

また、本実施の形態では、HDD1に対し、ホスト・コンピュータ300の電源301から正の電源電圧+Vcc(例えば、DC+5.0V又は+3.3V)が供給される。HDD1内の各デバイスは、基本的に正の電圧、+DC5.0V、+3.3V、又はそれ以下で動作する。ただしヘッド・アンプ12では、後述する理由により+DC5.0V又は+DC3.3Vに加えて負の電源電圧も必要になる。そこで、正の電源電圧+VccをプログラマブルDC-DCコンバータ27に供給し、供給された正の電源電圧+VccをプログラマブルDC-DCコンバータ27において負のDC電源電圧-Veeに変換した後、ヘッド・アンプ12に供給している。

#### 【0021】

図3(a)は、ヘッド・アンプ12の概略構成を示す機能ブロック図を示している。ヘッド・アンプ12は、読み出し回路としてのリード回路Rと書き込み回路としてのライト回路Wとを有している。ライト回路Wは、R/Wチャンネル22(図2参照)からライト・ゲート信号(図示せず)および書き込みデータ(+WD、-WD)の供給を受ける。また、リード回路Rは、リード・ヘッド81にバイアス電流を供給すると共に、リード・ヘッド81から微小な信号供給を受け、プリ・アンプ31を介して読み出し信号(+RD、-RD)をR/Wチャンネル22(図2参照)に供給する。さらに、ライト回路Wは、ライト・ゲート信号および書き込みデータ(+WD、-WD)に基づき、ライト・ドライバ32を介してライト・ヘッド82に対して書き込み電流を供給する。本実施の形態では、書き込みデータおよび読み出し信号の伝送を差動で行っており、リード用およびライト用の伝送線は+および-の信号線のペアとなる。この書き込み電流値は、レジスタ33によって設定される。なお、レジスタ33の詳細については後述する。レジスタ33には、HDC23(図2参照)からシリアル・インターフェースを構成するクロック信号(clock)、イネーブル信号(enable)およびデータ信号(data)が供給される。これらプリ・アンプ31およびライト・ドライバ32は、それぞれ、供給される正の電源電圧+Vccおよび負の電源電圧-Veeによって動作するようになっている。

#### 【0022】

また、ライト回路Wのライト・ドライバ32の出力には、スイッチ35が内蔵され、更にライト・ヘッド82との間の伝送線路には抵抗34が直列に接続され、対になる逆位相のライト・ドライバ32の出力には、スイッチ37が内蔵され、更に対のライト・ヘッド82との間の伝送線路には抵抗36が直列に接続される。抵抗34および抵抗36は、ライ

ト・ヘッド 8 2 に供給される書き込み電流値をヘッドの抵抗値のばらつきに寄らず、ほぼ一定にするために挿入されるものであり、抵抗値は比較的大きく（数十オーム）、それぞれライト・ヘッド 8 2 の抵抗値の数倍程度の大きさを有している。厳密には、ライト・ヘッド 8 2 の抵抗値で書き込み電流が少し変わる。そして、負の電源電圧 -  $V_{ee}$  の供給を受けるオーバーシュート回路 3 8 が、ライト・ドライバ 3 2 の差動出力に並列に 2 個接続されている。これらオーバーシュート回路 3 8、3 9 は同じ構成を有している。

図 3 ( b ) には、オーバーシュート回路 3 8 ( 3 9 ) の詳細を示す。オーバーシュート回路 3 8 ( 3 9 ) は、それぞれ直列に接続される抵抗 4 1 およびスイッチ 4 2、抵抗 4 3 およびスイッチ 4 4、抵抗 4 5 およびスイッチ 4 6、抵抗 4 7 を並列に接続した回路にスイッチ 4 8 を直列に接続した回路からなる。ここで、抵抗 4 7 の抵抗値を  $R_1$  とした時、抵抗 4 1 の抵抗値は  $R_1 / 2$ 、抵抗 4 3 の抵抗値は  $R_1 / 4$  に、抵抗 4 5 の抵抗値は  $R_1 / 8$  に設定されている。後述するデータの書き込み初期ピーク電流を微妙に決める為に（スイッチング速度も同時に変わる）、オーバーシュート回路 3 8 および 3 9 のスイッチ 4 2、4 4、4 6 のオン、オフの設定をする。更に、スイッチ 4 8 は、オーバーシュート回路 3 8 又は 3 9 を動作させる時間（電流方向反転に必要な時間）だけオンにする。

10

#### 【 0 0 2 3 】

図 4 は、コンバータとしてのプログラマブル DC - DC コンバータ 2 7 の概略構成を示す機能ブロック図を示している。プログラマブル DC - DC コンバータ 2 7 は、MPU 2 5 から受けた電圧指令情報を格納するレジスタ ( Register ) 2 7 1 と、ホストコンピュータ 3 0 0 から受けた正の電源電圧 +  $V_{cc}$  を所定の負の電源電圧 -  $V_{ee}$  に変換する電圧変換器 ( DC - DC Converter ) 2 7 2 とを備えている。本実施の形態では、レジスタ 2 7 1 のうち 2 ビット分を電圧指令情報の格納用に用いており、変換器 2 7 2 は、レジスタ 2 7 1 に格納される情報に応じて、受けた正の電源電圧 +  $V_{cc}$  を 4 段階の負の電源電圧 -  $V_{ee}$ （本実施の形態では - 5 . 0 V（レジスタ 2 7 1 : 0 0）、- 4 . 7 V（レジスタ 2 7 1 : 0 1）、- 4 . 4 V（レジスタ 2 7 1 : 1 0）、- 4 . 0 V（レジスタ 2 7 1 : 1 1））に変換・出力できるようになっている。

20

#### 【 0 0 2 4 】

また、本実施の形態では、図 3 に示すレジスタ 3 3 のうち、8 ビット分が書き込み電流値の設定用ビットとして割り当てられている。そのうち、5 ビットが定常電流用に、3 ビットが初期ピーク電流用に割り当てられる。ここで、定常電流とは、磁気ディスク 5 に対するデータの書き込み動作中に複合磁気ヘッド 8 のライト・ヘッド 8 2 に対して定常的に供給する電流をいう。また、初期ピーク電流とは、磁気ディスク 5 に対するデータの書き込み動作初期において定常電流に付加して複合磁気ヘッド 8 のライト・ヘッド 8 2 に対して供給する電流をいう。したがって、書き込み初期における書き込み電流値を  $I_{peak}$ 、書き込み初期経過後の書き込み電流値を  $I_{flat}$  とすると、図 5 ( a ) に示すように、普通、 $I_{peak}$ （初期電流） $>$   $I_{flat}$ （定常電流）とし、電流方向反転に必要な時間を短くする。定格電流は 5 ビットでその電流値が決まることから、3 2 段階の定常電流の電流値を設定することができる。また、初期ピーク電流は 3 ビットでその電流値が決まることから、8 段階の電流値を設定することができる。本実施の形態では、図 3 ( b ) に示すオーバーシュート回路 3 8 ( 3 9 ) が働くスイッチ 4 8 のオン時に、電流制限抵抗値をスイッチ 4 2、4 4、4 6（3 ビットに相当）のオン・オフで予め設定することにより、初期ピーク電流の電流値を設定できるようになっている。また、図 5 ( b ) は、実際の書き込み電流の波形を示す図である。同図より、実際の書き込み電流においては、初期ピーク電流経過後の電流値  $I_{flat}$  よりも初期ピーク電流の波形（ $I_{peak}$  を形成する）の方が支配的であることが理解される。

30

40

#### 【 0 0 2 5 】

図 6 は、データの書き込み動作におけるライト回路 W の動作を説明する図である。次に、図 6 および図 5 を参照しながら、磁気ディスク 5 に対するデータの書き込み動作について説明する。なお、この説明において、「オーバーシュート回路 3 8（又は 3 9）が接続される」とは、オーバーシュート回路 3 8（又は 3 9）中のスイッチ 4 8 が接続される状態

50

をいい、「オーバーシュート回路38(又は39)が接続されていない」とは、オーバーシュート回路38(又は39)中のスイッチ48が切断される状態をいう。なお、オーバーシュート回路38(又は39)では、スイッチ48の状態と、他のスイッチ42、44、46の状態とは関係ない。スイッチ48は、オーバーシュート回路38(又は39)の作動時間を規定し、スイッチ42、44、46は、オーバーシュート回路38(又は39)の働く強さを規定している。

#### 【0026】

図6(a)は、書き込み電流方向反転時におけるライト回路Wの接続状態を示している。スイッチ37およびオーバーシュート回路38内のスイッチ48だけがオンになり、オーバーシュート回路39は切り離されている。その結果、ライト・ヘッド82には、図中矢印Aに示す方向に電流が流れる。これは、図5(a)の時間領域に対応する。つまり、電流反転初期には、ライト・ヘッド82に書き込み電流値I<sub>peak</sub>が流れるようになり、データの書き込みにおいても磁気ディスク5(図1、図2参照)上の磁性膜の磁化方向の反転(図示せず)も、素早く強く行われる。

10

図6(b)は、電流反転後(定常状態)におけるライト回路Wの接続状態を示している。定常状態では、スイッチ35およびスイッチ37が接続され、オーバーシュート回路38およびオーバーシュート回路39の両方が切り離されている。これは、図5(a)の領域に対応する。すなわち、定常状態ではライト・ヘッド82に書き込み電流値I<sub>flat</sub>が流れる。この状態では、磁気ディスク5上の磁化膜は、書き込み電流値I<sub>peak</sub>よりも小さい書き込み電流値I<sub>flat</sub>で容易に磁化されることになる。

20

#### 【0027】

また、さらに磁性膜の磁化方向を再度、反転させてデータを書き込む場合、スイッチ35およびオーバーシュート回路39内のスイッチ48がオンになり、オーバーシュート回路38が切り離される。そして、定常状態になると、スイッチ35およびスイッチ37が接続され、オーバーシュート回路38およびオーバーシュート回路39の両方が切り離される。

上述したスイッチング動作を順次切り換えながら、磁気ディスク5に対するデータの書き込み動作が行われる。

#### 【0028】

本実施の形態では、HDD1がおかれる環境(温度)に応じて、プログラマブルDC-DCコンバータ27で生成する負の電源電圧-V<sub>ee</sub>の大きさを調整している。図7に示すフローチャートを参照しながら、負の電源電圧-V<sub>ee</sub>の電圧設定プロセスについて説明する。なお、このプログラムは、ROM26にマイクロ・コードとして格納されている。又はRAM24に、ディスクから読まれた追加マイクロ・コードに格納される。

30

#### 【0029】

HDC23がSeek命令またはWrite命令を受け付けると(ステップS101)、ADC28を介して温度センサ15から温度情報をMPU25が受け取り(ステップS102)、温度レンジに変更があるか否かが判断される(ステップS103)。温度レンジに変更がある場合、温度Tが40以上の場合は負の電源電圧-V<sub>ee</sub>を-4.0Vに(ステップS104)、温度Tが20以上40未満の場合は負の電源電圧-V<sub>ee</sub>を-4.4Vに(ステップS105)、温度Tが10以上20未満の場合は負の電源電圧-V<sub>ee</sub>を-4.7Vに(ステップS106)、温度Tが10未満の場合は負の電源電圧-V<sub>ee</sub>を-5.0Vに(ステップS107)設定する。具体的には、MPU25がプログラマブルDC-DCコンバータ27に電圧指令を出し、プログラマブルDC-DCコンバータ27では、受けた電圧指令情報に基づいてレジスタ271を書き換え、これに基づいて変換器272が正の電源電圧+V<sub>cc</sub>を目的とする負の電源電圧-V<sub>ee</sub>に変換し、ヘッド・アンプ12に供給する。そして、電圧が安定するまで所定時間待機し(ステップS108)、Seek命令またはWrite命令を実行し(ステップS109)、処理を終了する。なお、ステップS103において、温度レンジに変更なしと判断された場合には、そのままSeek命令またはWrite命令を実行し(ステップS109)、処理

40

50

を終了する。

【0030】

次に、温度  $T$  に応じて負の電源電圧  $-V_{ee}$  を調整することのメリットについて説明する。図 8 は、ディスク周囲温度  $T$  と負の電源電圧  $-V_{ee}$  とをパラメータとしたときの、ヘッド・アンプ 12 に設けられたオーバーシュート回路 38 (39) の電流制限抵抗値設定レジスタ (3 bit) の値とオーバーライト特性との関係を示すグラフ図である。上記 3 ビットに相当するスイッチ 42、44、46 の状態において、すべてオフの場合に 0 (レジスタ 33 : 000)、スイッチ 42 だけをオンにした場合に 1 (レジスタ 33 : 001)、スイッチ 42、44 をオンにした場合に 3 (レジスタ 33 : 011)、スイッチ 44、46、48 をオンした場合に 7 (レジスタ 33 : 111) となる。オーバーシュート回路 38 (39) では、抵抗 41、43、45、47 が並列接続されているため、抵抗レジスタの値が大きいほどその合成抵抗値は小さくなる。同図より、負の電源電圧  $-V_{ee}$  の絶対値を大きくすることで、良好なオーバーライト特性を得られることが理解される。ただし、室温環境下であれば、負の電源電圧  $-V_{ee}$  の絶対値を大きくしなくても十分なオーバーライト特性を得られることもわかる。つまり、常温環境下で負の電源電圧  $-V_{ee}$  を  $-4.0\text{V}$  とした場合のオーバーライト特性は、低温環境下で負の電源電圧  $-V_{ee}$  を  $-5.0\text{V}$  とした場合のオーバーライト特性よりも良好なのである。これより、温度  $T$  に応じて負の電源電圧  $-V_{ee}$  を調整すること、具体的には負の電源電圧  $-V_{ee}$  の絶対値を低温時には高くし、常温時には低くしても問題ないことがわかる。式を使って、おおまかに説明すると、負電圧の絶対値を  $V_{ee}$ 、抵抗レジスタで決まる合成抵抗値を  $R$  とすると、書き込み初期のピーク電流値  $I_{peak}$  は、 $I_{peak} = V_{ee} / R$  で表せるが、電力  $Power$  は、 $Power = V_{ee}^2 / R$  であり、 $I_{peak}$  を下げる場合、 $R$  で調整するよりも  $-V_{ee}$  を下げた方が  $Power$  が小さくなることで説明できる。

【0031】

また、図 9 は、負の電源電圧  $-V_{ee}$  と書き込み初期のピーク電流値  $I_{peak}$  との関係を示すグラフ図である。なおここでは、抵抗レジスタの値は一定としている。同図より、負の電源電圧  $-V_{ee}$  の絶対値を大きくするほど、書き込み初期のピーク電流値  $I_{peak}$  を大きくできることがわかる。つまり、磁気ディスク 5 の磁化膜の保磁力  $H_c$  (又は、 $Coercivity$ ) が大きくなる低温領域では、書き込み初期のピーク電流値  $I_{peak}$  を大きくし、保磁力  $H_c$  が低温領域よりも小さくなる常温・高温領域では、書き込み初期のピーク電流値  $I_{peak}$  を小さくすればよいことがわかる。これは、負の電源電圧  $-V_{ee}$  の絶対値を低温時には高くし、常温時には低くしても問題ないことを意味する。

【0032】

さらに、図 10 は、負の電源電圧  $-V_{ee}$  をパラメータとしたときの、抵抗レジスタとライト回路  $W$  の消費電力との関係を示すグラフ図である。なお、正の正電圧  $+V_{cc}$  は  $DC + 5.0\text{V}$  一定である。同図より、負の電源電圧  $-V_{ee}$  の絶対値を小さくすることで、ライト回路  $W$  (ヘッド・アンプ 12) の消費電力を少なくできることが理解される。ヘッド・アンプ 12 の消費電力が少なく済むということは、換言すれば、ヘッド・アンプ 12 の発熱量を少なくできることを意味する。したがって、ヘッド・アンプ 12 を構成する内部のトランジスタ、FET 等のライト時の接合温度 ( $T_j$ ) をその分だけ下げることが可能になる。

【0033】

本実施の形態では、HDD 1 がおかれる温度  $T$  に応じて、オーバーライト特性に問題が生じないレベルでヘッド・アンプ 12 に供給する負の電源電圧  $-V_{ee}$  を適宜調整するようにした。これにより、ヘッド・アンプ 12 に無駄な電力を供給しなくて済むこととなり、消費電力の低減を図ることができる。また、消費電力を低減できることにより、ヘッド・アンプ 12 の発熱量を抑えることができ、ヘッド・アンプ 12 の接合温度を低下させ、信頼性を上げることができる。

また、負の電源電圧  $-V_{ee}$  を変更する際には、生成される負の電源電圧  $-V_{ee}$  が安定してから書き込み動作を行うので、電圧の不安定さに伴う書き込み不良の発生を避けるこ

とができる。

【0034】

なお、本実施の形態では、負の電源電圧 -  $V_{ee}$  を四段階に調整していたが、これに限られるものではなく、より多段階やより少段階にしたり、あるいは無段階にしてもよい。

【0035】

実施の形態 2

本実施の形態は、実施の形態 1 と略同様であるが、ライト・ヘッド 8 2 に書き込み電流を供給するライト回路 W として、ライト・ヘッド 8 2 の駆動の仕方が異なる電流駆動型（電圧駆動に対して）とした点異なる。なお、本実施の形態において、実施の形態 1 と同様のものについては、同じ符号を付してその詳細な説明を省略する。

10

【0036】

図 1 1 は、電流駆動型のライト回路 W を示している。このライト回路 W は、ブリッジ状に接続される四つのトランジスタ 5 1 ~ 5 4 と、このブリッジに直列に接続される定電流源 5 5 と、この定電流源 5 5 に並列に接続されるオーバーシュート回路を成す定電流源 5 6 と、直列に接続されるスイッチ 5 7 とを備えている。なお、ライト・ヘッド 8 2 は、トランジスタ 5 1 ~ 5 4 のブリッジに接続される。また、トランジスタ 5 1 ~ 5 4 のブリッジの一端から正の電源電圧 +  $V_{cc}$  が供給され、定電流源 5 5 の一端に負の電源電圧 -  $V_{ee}$  が供給されるようになっている。このライト回路 W では、トランジスタ 5 1 およびトランジスタ 5 4 をオンすることにより、ライト・ヘッド 8 2 に矢印 M 方向の電流を流すことができ、また、トランジスタ 5 2 およびトランジスタ 5 3 をオンすることにより、ライト

20

【0037】

このライト回路 W では、書き込み電流方向反転時に、スイッチ 5 7 がオンされる。その結果、ライト・ヘッド 8 2 には、定電流源 5 5 および定電流源 5 6 両方から電流が供給される。これは、図 5 ( a ) の領域 に対応する。つまり、書き込み電流方向反転時にはライト・ヘッド 8 2 に書き込み初期ピーク電流値  $I_{peak}$  が流れるようになり、データの書き込み初期においても磁気ディスク 5 ( 図 1、図 2 参照 ) 上の磁性膜の磁化方向の反転 ( 図示せず ) も、素早く強く行われる。それゆえ、形成されている磁化膜 ( 図示せず ) が容易に磁化される。

30

一方、電流方向反転後にスイッチ 5 7 がオフされる。その結果、ライトヘッド 8 2 には、定電流源 5 5 のみから電流が供給される。これは、図 5 ( a ) の領域 に対応する。すなわち、定常状態ではライト・ヘッド 8 2 に書き込み電流値  $I_{flat}$  が流れる。この状態では、磁気ディスク 5 上の磁化膜は、書き込み初期ピーク電流値  $I_{peak}$  よりも小さい書き込み電流値  $I_{flat}$  で容易に磁化されることになる。

【0038】

ここで、定電流源 5 5 および定電流源 5 6 両方から書き込み電流が供給される時、正または負の電源電圧の絶対値が下がると流しきれなくなる。電流駆動型は、電源電圧の変動やライト・ヘッド 8 2 の抵抗値のばらつきに起因する書き込み初期ピーク電流値  $I_{peak}$  や、その後の書き込み電流  $I_{flat}$  値への影響は、電圧駆動型に比べ小さい。なぜなら

40

【0039】

本実施の形態においても、HDD 1 がおかれる環境 ( 温度 ) に応じてヘッド・アンプ 1 2 に供給する負の電源電圧 -  $V_{ee}$  を適宜調整することにより、ヘッド・アンプ 1 2 に無駄な電力を供給しなくて済み、消費電力の低減を図ることができる。

50

つまり、ライト回路Wが電流駆動型の場合にも、実施の形態1と同様の効果を得ることができる。

#### 【0040】

##### 実施の形態3

本実施の形態は、実施の形態1と同様であるが、HDD1に供給される正の電源電圧+Vccの平均値に基づいて、負の電源電圧-Veeの大きさを調整している点が実施の形態1とは異なる。なお、本実施の形態において、実施の形態1と同様のものについては、同じ符号を付してその詳細な説明を省略する。

図12は、実施の形態3にかかるHDD1の機能ブロック図である。本実施の形態では、ヘッド・アンプに供給される+Vccは、プログラマブルDC-DCコンバータ27の入力電圧28と一般的に同じだが、+Vcc電圧を測定するためにADC29が取り付けられており、デジタル信号に変換された+Vcc電圧情報はHDC23に伝えられる。

#### 【0041】

次に、図13に示すフローチャートを参照しながら、負の電源電圧-Veeの電圧設定プロセスについて説明する。なお、このプログラムは、ROM26又は起動後にディスクから読まれたマイクロ・コードとしてRAM24に格納されている。

HDC23がSeek命令またはWrite命令を受け付けると(ステップS201)、ADC29を介して正の電源電圧+Vccの測定値を受け取り(ステップS202)、HDC23において本来の正の電源電圧(DC+5V)との差分Vを計算する(ステップS203)。そして、得られた差分Vの50%だけ、生成する負の電源電圧-Veeをシフトさせる。(ステップS204)。例えば、受け取った正の電源電圧+VccがDC+5.2Vであった場合には、生成する負の電源電圧-Veeの絶対値を0.1Vだけ低減させ、受け取った正の電源電圧+VccがDC+4.6Vであった場合には、生成する負の電源電圧-Veeの絶対値を0.2Vだけ増加させるようにする。そして、電圧が安定するまで所定時間待機し(ステップS205)、Seek命令またはWrite命令を実行し(ステップS206)、処理を終了する。ここで、Vの50%としたのは例で、一般的に、図3で示したように、書き込み電流方向反転時のライト・ヘッドには、正の電圧からは、比較的大きい抵抗値(数十オーム)の抵抗34又は36を通り、負の電圧からは、抵抗レジスタの値で設定された抵抗34又は36より小さい合成抵抗値を通る。従って、書き込み電流初期ピーク電流値Ipeakは、正の電圧より負の電圧変化の方が影響

#### 【0042】

一般に、ホスト・コンピュータ300から受け取る正の電源電圧+Vccは、HDD1内部で生成する負の電源電圧-Veeよりも不安定であり、多少変動する。このため、上述したように、ホスト・コンピュータ300から受け取った正の電源電圧+Vccに応じて電位差が狭まらないように負の電源電圧-Veeを生成することにより、書き込み初期における書き込み電流値をIpeakの減少を抑えることができ、オーバーライト特性を良好に維持することができる。また、HDC23がSeek命令またはWrite命令を受け付ける度に、正の電源電圧+Vccの一つの測定値を受け取る方法以外に、定期的に+Vccの電圧を得て、平均的な+Vcc電圧を得る方法がある。

#### 【0043】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、無駄な消費電力を低減することができる。また、本発明によれば、供給される電源電圧の変動に伴う書き込み電流の減少を抑えることができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】ハード・ディスク・ドライブ(HDD)の概略構成を示す斜視図である。

【図2】実施の形態1に係るHDDの機能ブロック図である。

【図3】(a)はヘッド・アンプの概略構成を示す機能ブロック図、(b)はオーバーシユート回路の詳細を示す図である。

10

20

30

40

50

【図4】プログラマブルDC-DCコンバータの概略構成を示す機能ブロック図である。

【図5】(a)は書き込み電流を説明するための図、(b)は実際の書き込み電流の波形を示す図である。

【図6】データの書き込み動作におけるライト回路Wの動作を説明する図である。

【図7】実施の形態1における負の電源電圧の電圧設定プロセスを説明するためのフローチャートである。

【図8】温度と負の電源電圧とをパラメータとしたときの、書き込みピーク電流設定レジスタの値とオーバーライト特性との関係を示すグラフ図である。

【図9】負の電源電圧と書き込み初期ピーク電流値との関係を示すグラフ図である。

【図10】負の電源電圧をパラメータとしたときの、書き込み初期ピーク電流値設定レジスタの値と書き込み回路の消費電力との関係を示すグラフ図である。 10

【図11】実施の形態2に係る書き込み回路を示す図である。

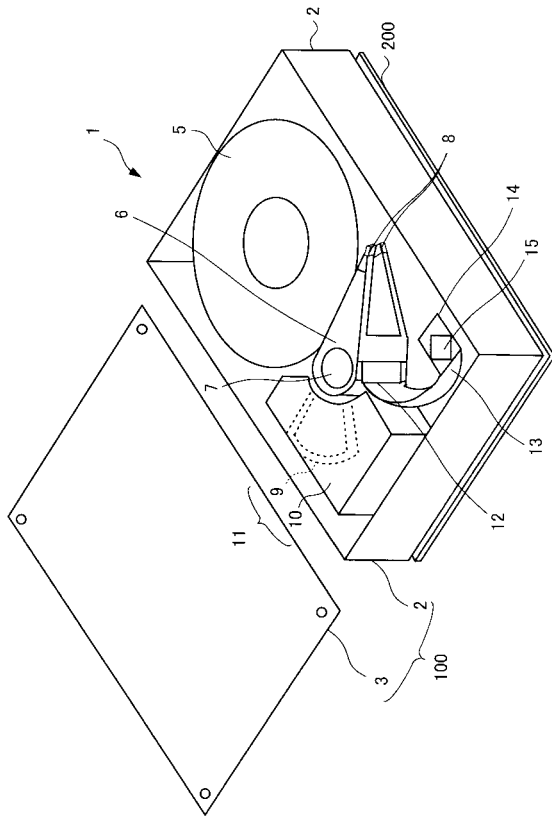
【図12】実施の形態3に係るHDDの機能ブロック図である。

【図13】実施の形態3における負の電源電圧の電圧設定プロセスを説明するためのフローチャートである。

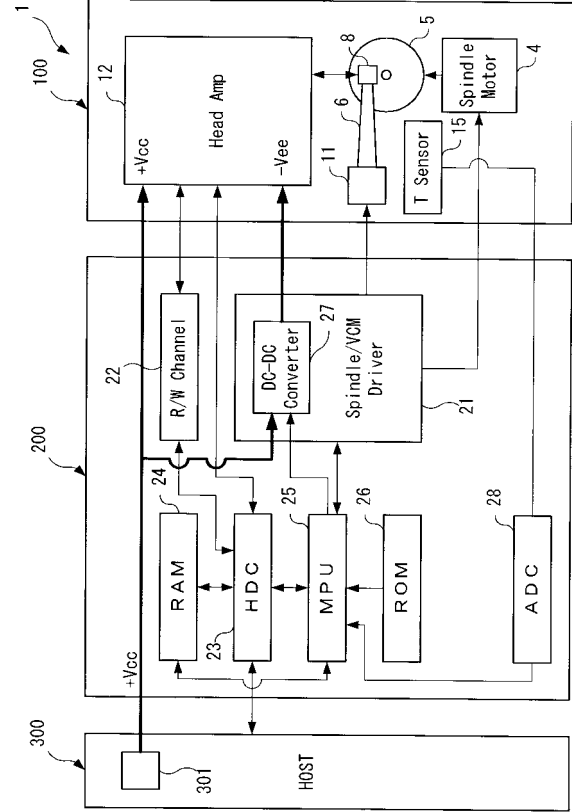
【符号の説明】

1...ハード・ディスク・ドライブ(HDD)、4...スピンドル・モータ(Spindle Motor)、5...磁気ディスク、6...アクチュエータ・アーム、8...複合磁気ヘッド、11...VCM、12...ヘッド・アンプ、15...温度センサ、21...スピンドル/VCMドライバ(Spindle/VCM Driver)、22...リード・ライト・チャンネル(R/W Channel) 20  
23...ハード・ディスク・コントローラ(HDC)、24...RAM、25...MPU、26...ROM、27...プログラマブルDC-DCコンバータ(Programmable DC-DC Converter)、31...プリ・アンプ、32...ライト・ドライバ、33...レジスタ、38、39...オーバーシュート回路、80...ILS(Integrated Lead Suspension)、81...リード・ヘッド、82...ライト・ヘッド、100...ディスク・エンクロージャ、200...カード、271...レジスタ(Register)、272...変換器(Converter)、300...ホスト・コンピュータ、R...リード回路、W...ライト回路

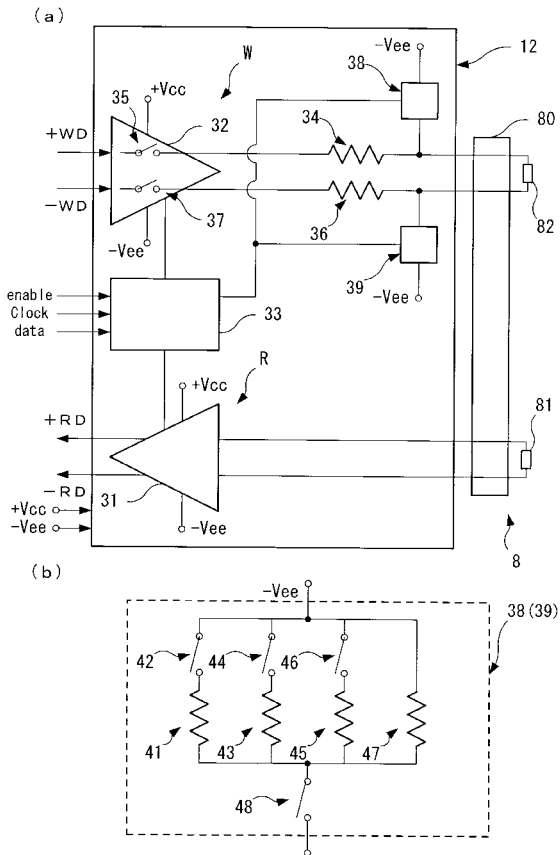
【 図 1 】



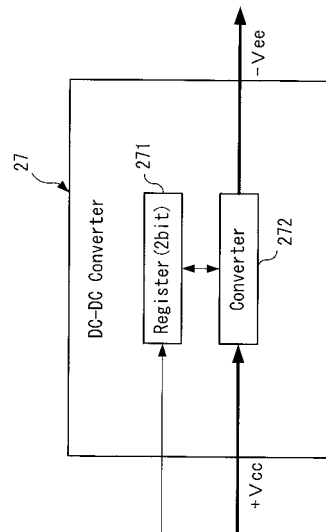
【 図 2 】



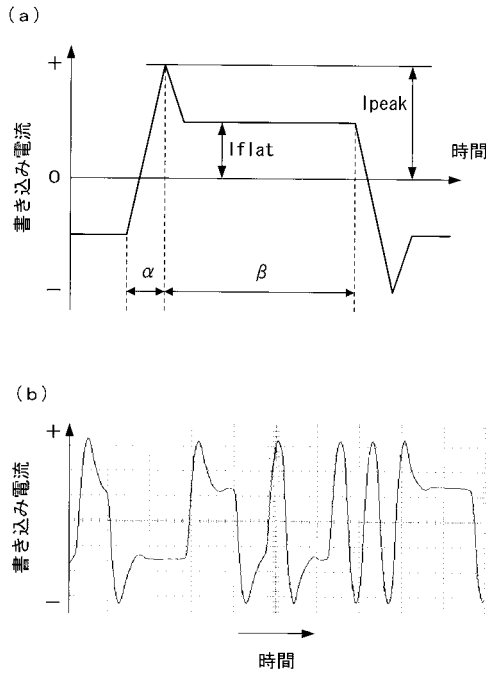
【 図 3 】



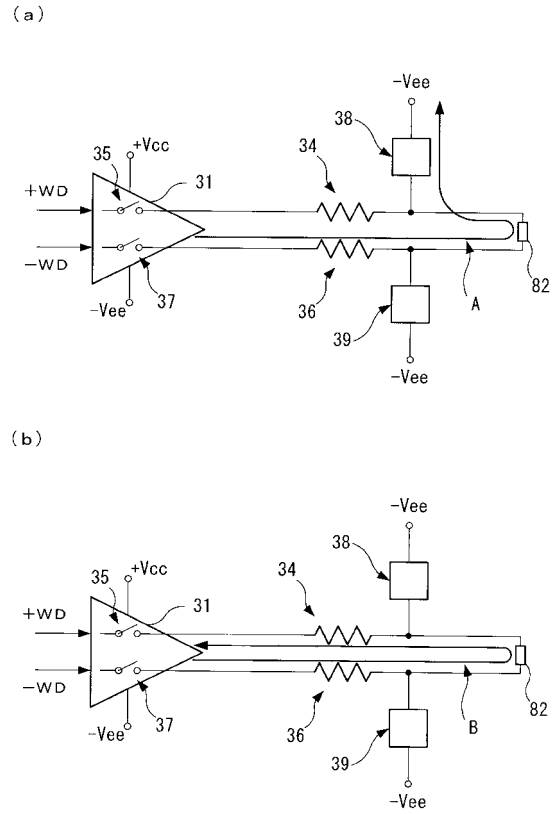
【 図 4 】



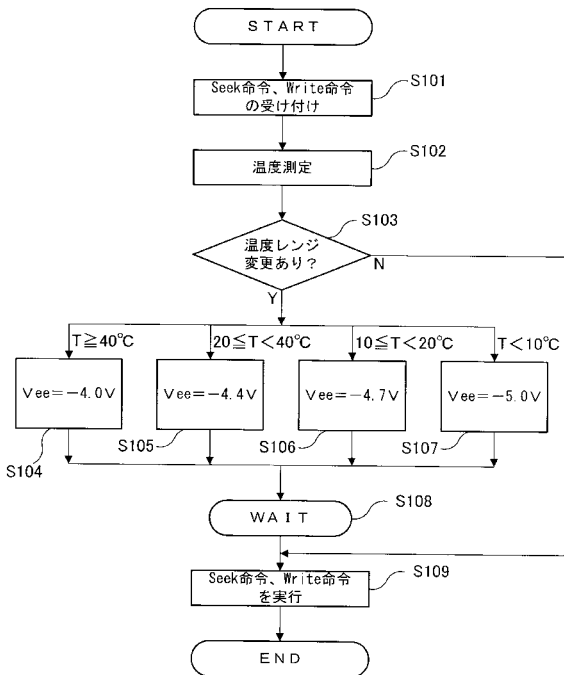
【 図 5 】



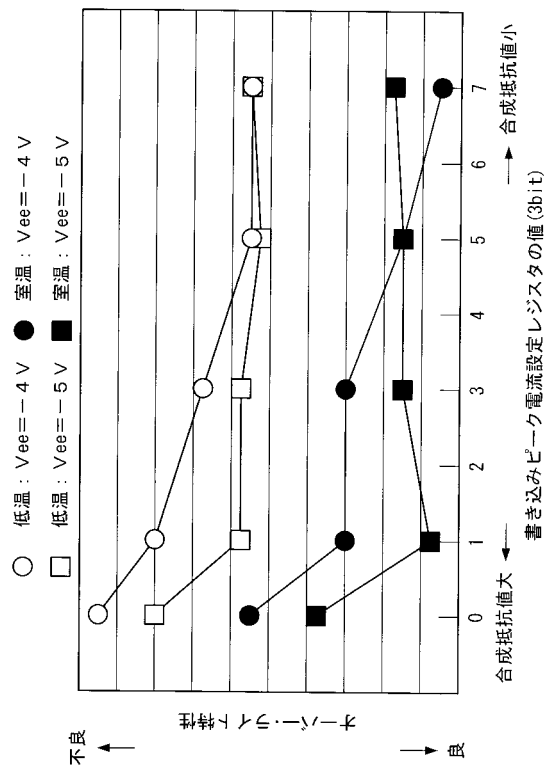
【 図 6 】



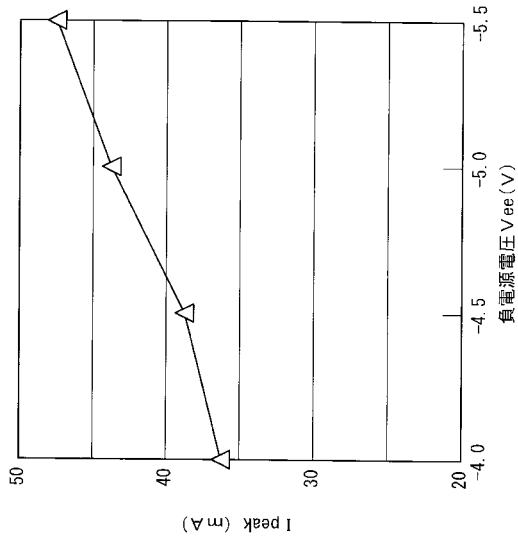
【 図 7 】



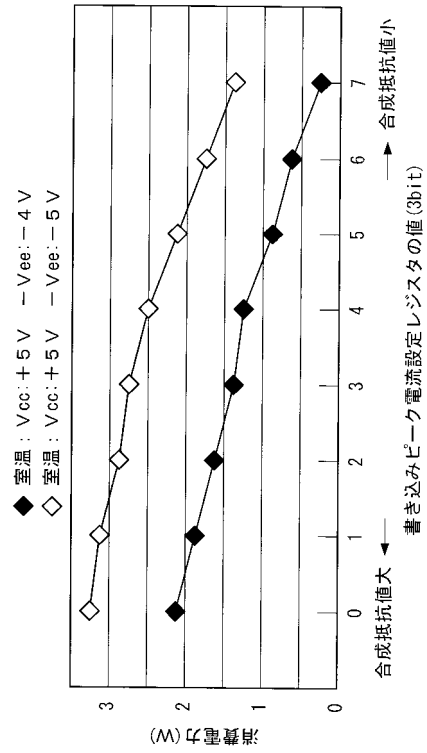
【 図 8 】



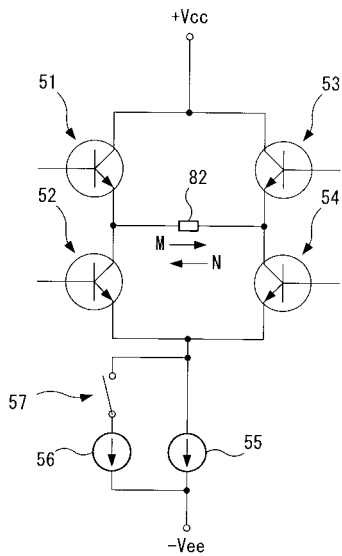
【 図 9 】



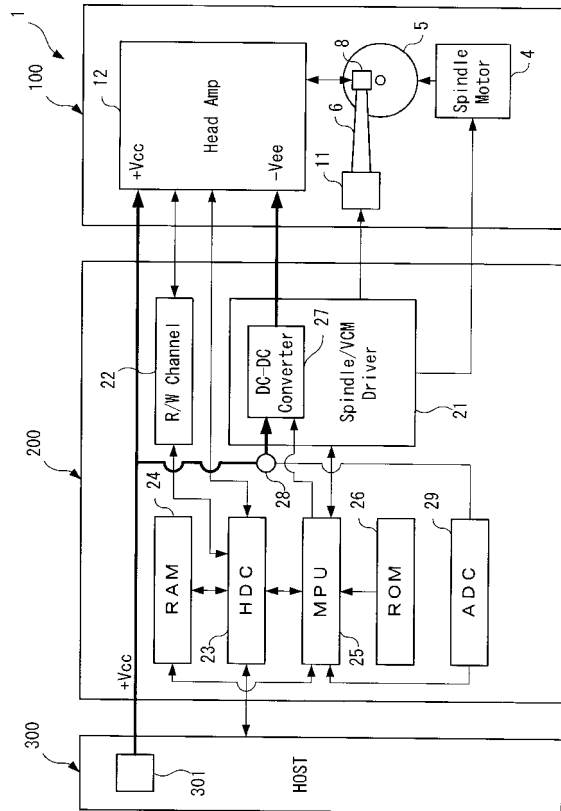
【 図 10 】



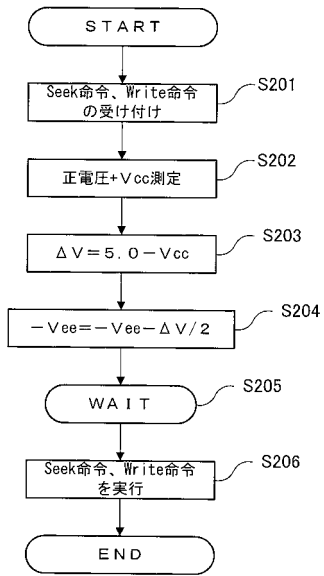
【 図 11 】



【 図 12 】



【 図 1 3 】



## フロントページの続き

(72)発明者 数沢 道也

神奈川県藤沢市桐原町1番地 日本アイ・ピー・エム株式会社 藤沢事業所内

(72)発明者 浅野 秀夫

神奈川県藤沢市桐原町1番地 日本アイ・ピー・エム株式会社 藤沢事業所内

Fターム(参考) 5D031 AA04 CC04 HH20