

(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2004-39054  
(P2004-39054A)

(43) 公開日 平成16年2月5日(2004.2.5)

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

G 1 1 B 21/10  
G 1 1 B 20/10

F I

G 1 1 B 21/10 E  
G 1 1 B 20/10 3 O 1 Z

テーマコード(参考)

5 D 0 4 4  
5 D 0 9 6

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2002-192366 (P2002-192366)  
(22) 出願日 平成14年7月1日(2002.7.1)

(71) 出願人 000005223  
富士通株式会社  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号  
(74) 代理人 100094514  
弁理士 林 恒徳  
(74) 代理人 100094525  
弁理士 土井 健二  
(72) 発明者 高石 和彦  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内  
Fターム(参考) 5D044 BC01 BC04 CC04 DE46 GK11  
GK18  
5D096 AA02 CC01 EE03 FF02 GG04  
KK06

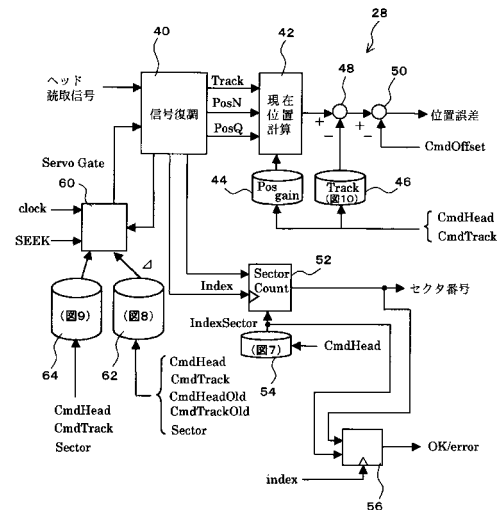
(54) 【発明の名称】 ヘッド位置制御方法及びディスク装置

(57) 【要約】

【課題】 複数枚のディスク間の円周方向と半径方向のサーボ信号の位置ずれを有するディスク装置の補正方法に関し、位置ずれによる、ヘッド切換え時の動作低下を防止する。

【解決手段】 円周方向ずれ対策として、ディスク(10)上のセクタ番号を、テーブル(54)で、ヘッド毎に変換する。装置個体ごとの円周方向位置をそろえることができ、装置の個体差を解消し、性能向上をはかる。また、ディスク(10)の偏心に合わせて、サーボゲート時刻をテーブル(62)で修正するため、信号を正確に検出できるようになり、サーボ信号の検出精度が向上する。更に、半径方向ずれ対策として、ディスク(10)上のトラック番号を基準ヘッドを基準としたずれ値で、テーブル(46)で変換するため、装置個体ごとの半径方向位置をそろえることができる。

【選択図】 図6



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ヘッドの位置を検出するためのサーボ信号が記録されたディスクの異なる面を少なくとも読み取るヘッドを複数備えたディスク装置のヘッド位置制御方法において、前記複数のヘッドを一のヘッドから他のヘッドに切り替えるステップと、前記他のヘッドにより読み取った前記サーボ信号に含まれる前記ディスクの円周方向の位置を示す信号を抽出するステップと、前記複数のヘッドの各々に対し設けられたセクタ番号ずらし値から、前記他のヘッドのセクタ番号ずらし値を取り出すステップと、前記位置を示す信号と前記取り出したセクタ番号ずらし値からセクタ番号を生成するステップとを有することを特徴とするヘッド位置制御方法。

10

## 【請求項 2】

前記生成ステップは、前記位置を示す信号と前記取り出したセクタ番号ずらし値とを加算して、セクタ番号を生成するステップからなることを特徴とする請求項 1 のヘッド位置制御方法。

## 【請求項 3】

前記生成ステップは、前記サーボ信号の 1 つ又は複数のインデックス信号を基準にし、前記セクタ番号ずらし値を初期値として、前記ディスクの 1 周のセクタ番号を生成するステップからなることを特徴とする請求項 1 のヘッド位置制御方法。

20

## 【請求項 4】

前記インデックス信号に応じて、前記生成されたセクタ番号と、前記セクタ番号ずらし値とを比較して、前記ディスクの信号との同期を判定するステップを更に有することを特徴とする請求項 3 のヘッド位置制御方法。

## 【請求項 5】

前記ヘッド毎の前記セクタ番号ずらし値を記録したディスク面に対応する前記ヘッドのセクタ番号ずらし値をゼロに設定するステップを更に有することを特徴とする請求項 1 のヘッド位置制御方法。

## 【請求項 6】

ヘッドの位置を検出するためのサーボ信号が記録されたディスクの異なる面を少なくとも読み取るヘッドを複数備えたディスク装置のヘッド位置制御方法において、前記複数のヘッドを一のヘッドから他のヘッドに切り替える際に、前記ヘッド間の前記サーボ信号の円周方向の時間ずれ値を、前記切り替えるセクタ位置から計算するステップと、時間ずれ値で、前記サーボ信号を抽出するサーボゲート信号の時刻を修正するステップとを有することを特徴とするヘッド位置制御方法。

30

## 【請求項 7】

前記計算ステップは、前記ディスクの回転周波数と同一の周波数の正弦波で示す時間ずれ情報から前記時間ずれ値を計算するステップからなることを特徴とする請求項 6 のヘッド位置制御方法。

40

## 【請求項 8】

前記各ヘッドの前記サーボ信号の時間変動を測定して得た測定値により、前記サーボゲートの発生時刻を調整するステップを更に有することを特徴とする請求項 6 のヘッド位置制御方法。

## 【請求項 9】

ヘッドの位置を検出するためのサーボ信号が記録されたディスクを複数枚備えたディスク装置のヘッド位置制御方法において、複数のヘッドの内、一のヘッドから他のヘッドを見て、トラック番号増加方向に、前記デ

50

ディスクの半径方向のずれが正方向に増加する前記一のヘッドを基準として、前記他のヘッドの半径方向の位置ずれ量を格納するテーブルから、ヘッド切り替える時に、前記ヘッドの半径方向の位置ずれ量を取り出すステップと、  
前記取り出した位置ずれ量で与えられたトラック番号を変換するステップと、変換されたトラック番号で前記ヘッドを駆動するアクチュエータを制御するステップとを有することを特徴とするヘッド位置制御方法。

【請求項 10】

前記一のヘッドを基準として、前記他のヘッドの前記一のヘッドに対する前記ディスクの半径方向の位置ずれ量を前記トラック番号増加方向に測定するステップと、  
前記測定した位置ずれ量から、前記トラック番号増加方向に、前記ディスクの半径方向のずれが正方向に増加する前記ヘッドを基準ヘッドに決定するステップとを更に有することを特徴とする請求項 9 のヘッド位置制御方法。

10

【請求項 11】

ヘッドの位置を検出するためのサーボ信号が記録されたディスクの異なる面を少なくとも読み取るヘッドを複数備えたディスク装置において、  
前記複数のヘッドの各々に対し設けられたセクタ番号ずらし値を格納するテーブルと、前記一のヘッドから切り替えられる他のヘッドのセクタ番号ずらし値を前記テーブルから取り出し、前記他のヘッドにより読み取った前記サーボ信号に含まれる前記ディスクの円周方向の位置を示す信号を修正して、セクタ番号を生成するセクタ番号生成部とを有することを特徴とするディスク装置。

20

【請求項 12】

前記生成部は、前記位置を示す信号と前記取り出したセクタ番号ずらし値とを加算して、セクタ番号を生成することを特徴とする請求項 11 のディスク装置。

【請求項 13】

前記生成部は、前記サーボ信号の 1 つ又は複数のインデックス信号を基準にし、前記セクタ番号ずらし値を初期値として、前記ディスクの 1 周のセクタ番号を生成することを特徴とする請求項 11 のディスク装置。

【請求項 14】

前記インデックス信号に応じて、前記生成されたセクタ番号と、前記セクタ番号ずらし値とを比較して、前記ディスクの信号との同期を判定する同期判定部を更に有することを特徴とする請求項 13 のディスク装置。

30

【請求項 15】

前記ヘッド毎の前記セクタ番号ずらし値を記録したディスク面に対応する前記ヘッドのセクタ番号ずらし値をゼロに設定することを特徴とする請求項 11 のディスク装置。

【請求項 16】

ヘッドの位置を検出するためのサーボ信号が記録されたディスクの異なる面を少なくとも読み取るヘッドを複数備えたディスク装置において、  
ヘッドの読み取り信号から前記サーボ信号をサーボゲートで抽出する信号復調部と、  
前記複数のヘッドを一のヘッドから他のヘッドに切り替える際に、前記ヘッド間の前記サーボ信号の円周方向の時間ずれ値を、前記切り替えるセクタ位置から計算し、時間ずれ値で、前記サーボ信号を抽出するサーボゲート信号の時刻を修正するサーボゲート生成部とを有することを特徴とするディスク装置。

40

【請求項 17】

前記サーボゲート生成部は、前記ディスクの回転周波数と同一の周波数の正弦波で示す時間ずれ情報から前記時間ずれ値を計算することを特徴とする請求項 16 のディスク装置。

【請求項 18】

50

前記サーボゲート生成部は、前記各ヘッドの前記サーボ信号の時間変動を測定して得た測定値により、前記サーボゲートの発生時刻を調整することを特徴とする請求項 16 のディスク装置。

【請求項 19】

ヘッドの位置を検出するためのサーボ信号が記録されたディスクを複数枚備えたディスク装置において、

複数のヘッドの内、一のヘッドから他のヘッドを見て、トラック番号増加方向に、前記ディスクの半径方向のずれが正方向に増加する前記一のヘッドを基準として、前記他のヘッドの半径方向の位置ずれ量を格納するテーブルと、

前記テーブルから、ヘッド切り替える時に、前記ヘッドの半径方向の位置ずれ量を取り出し、前記取り出した位置ずれ量で与えられたトラック番号を変換するトラック番号変換部と、

変換されたトラック番号で前記ヘッドを駆動するアクチュエータを制御する制御部とを有することを特徴とするディスク装置。

10

【請求項 20】

前記制御部は、前記一のヘッドを基準として、前記他のヘッドの前記一のヘッドに対する前記ディスクの半径方向の位置ずれ量を前記トラック番号増加方向に測定し、前記測定した位置ずれ量から、前記トラック番号増加方向に、前記ディスクの半径方向のずれが正方向に増加する前記ヘッドを基準ヘッドに決定する

ことを特徴とする請求項 19 のディスク装置。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、回転する記憶ディスクに、リードヘッド若しくはリード/ライトヘッドを位置制御するヘッド位置制御方法及びディスク装置に関し、特に、複数のディスク面の各々に対応して、2つ以上のヘッドを搭載したディスク装置におけるヘッド位置制御方法及びディスク装置装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

記憶装置として、記憶ディスクを使用するディスク装置が、広く利用されている。図36は、従来の記憶ディスク装置の構成図である。図36に示すように、ディスク装置は、データを記憶するディスク94と、ディスク94を回転するスピンドルモータ96と、ディスク94上の情報を、記録再生するヘッド90と、ヘッド90を目標位置まで移動するアクチュエータ92とからなる。代表的なディスク装置としては、磁気ディスク装置(HDD:ハードディスクドライブ)や光ディスク装置(DVDやMO)がある。

30

【0003】

このディスク装置において、ディスク94上には、ヘッド90の位置(トラック方向及び半径方向の位置)を検出するための位置信号が記録されている。例えば、磁気ディスク94には、図38に示すように、磁気ディスクの同一円周上(トラック)に、各セクタ102毎に、位置信号100が記録されている。位置信号は、ディスク94の半径方向の位置を示すトラック情報と、ディスク94の円周方向の位置を示すセクタ情報とを有する。

40

【0004】

ヘッド90は、この位置信号100を読み取り、ヘッド90の半径方向の位置と、円周方向の位置を検出することができる。このようなディスク装置では、1つのヘッドを備え、ディスクの一面のみを利用する装置では、ディスク間やディスク面間の位置信号のずれはない。

【0005】

しかし、2つ以上のヘッドを備え、ディスクの複数面(1枚のディスクの表裏や、複数枚のディスク)を使用する装置においては、位置信号のずれが問題となり、以下の暗黙の仮定があった。

50

## 【0006】

即ち、ディスク94に記録されている位置信号のトラック番号およびその数は、全てのヘッドで共通である。即ち、ディスクの半径方向のデータ領域の開始位置、終了位置は同一である。又、ヘッド間で、半径方向に位置信号の位置ずれは無く、しかも、ヘッド間で、円周方向に位置ずれは無い。

## 【0007】

若し、ヘッド間で、半径方向や円周方向の位置ずれがあった場合には、1のヘッドから他のヘッドへの切換えの際に、同一のアクチュエータに対し、他のヘッドは、1のヘッドと異なる制御形態を要求することになる。

## 【0008】

一方、装置組立て後、工場出荷後に、ディスクの組み付けがずれて、位置関係が変わることはあった。しかし、初めからずれた装置は無かった。したがって、このような装置の位置復調装置または位置復調方式は、この暗黙の仮定を前提にして構成されている。

## 【0009】

このような暗黙の仮定を実現するためには、ディスク装置組立て後に、即ち、スピンドルモータ96にディスク94をはめ込み、ヘッド90とアクチュエータ92とを実装した後に、ディスク94にヘッド90で、サーボ信号(位置信号)を記録する操作、サーボ・トラック・ライト(STW)を行っていた。本明細書においては、この従来から行なわれているSTW方式を、「従来STW」と呼ぶことにする。即ち、対象となる複数のヘッドとディスクとの位置関係が固定された上で、位置信号を書き込むため、前述の仮定が成立する。

## 【0010】

一方、装置組立て前にSTW(ディスク94に位置信号を書き込む)を行う方式がある。これを、ディスクの板を単独で取り扱うことから、ここでは「単板STW」と呼ぶことにする。この単板STW方式を適用したHDDにおいては、上記の暗黙の仮定が成り立たない。

## 【0011】

即ち、位置信号を予め書き込んだディスクを、ディスク装置に組み込む場合には、ディスクの各面の位置信号とヘッドとの位置関係がずれる。この位置ずれとして、1つは円周方向の位置ずれに関するものである。これは、サーボ信号の検出タイミング、およびサーボセクタの円周位置が、ディスクの各面でずれる。これは、位置復調回路においては、時間ずれとなって影響する。

## 【0012】

もう1つは、半径方向の位置ずれに関するものである。ディスク間での位置ずれを最小限に抑えて、データの記録範囲を装置個体ごとに調整することが必要になる。

## 【0013】

この位置信号の位置ずれを、図39に示す。ここではSTW済の2枚のディスク94-1, 94-2を、スピンドルモータ96に取り付けたときの様子を示している。スピンドルモータ96の回転中心98と、ディスク94-1, 94-2のSTW時の回転中心との相違が、偏心量となる。また、ディスク94-1, 94-2間で、半径方向および円周方向にサーボ信号がずれている。

## 【0014】

また、図37には、磁気ヘッド90-1, 90-2のずれの様子を示す。複数の磁気ヘッド90-1, 90-2を完全にずれなく取り付けることは不可能である。そのため、そのずれが半径方向および円周方向のずれとなって現れる。

## 【0015】

このように、図37および図39に示すようなずれが生じるため、ヘッドの切り替えにおいて、そのずれに対して対応しなければならず、種々のずれ補正技術が提案されている。先ず、サーボ信号のヘッド間のずれを補正する従来技術として、特許第3226499号(登録日:2001年8月31日)「磁気ディスク装置のヘッド位置決め制御方法及びそ

10

20

30

40

50

の装置」が提案されている。

【0016】

この提案は、各ヘッドのサーボ信号の検出時間ずれ量を測定・保存して、ヘッド切替え時に、保存した時間ずれ量でサーボ検出ゲート時刻を補正する方法を開示している。この方法では、ディスクの表裏に位置信号が同時に記録されるような、サーボ信号の円周方向の位置ずれが小さい場合に有効な方法である。

【0017】

又、半径方向の位置ずれ補正の必要性については、偏心を考慮したトラック方向のデータ領域を最大に使用する技術が前提となる。これを説明すると、従来の装置においては、ヘッドで検出したトラック番号をそのまま位置決め制御に用いていた。例えば、10000番のトラックへ位置決めせよというシーク命令を位置制御回路が受け取ったときには、ディスク上の10000番のトラック番号を読み出すことの出来る場所に位置決めする。

10

【0018】

ところが、上記の方式では、データを記録・再生するための領域が狭くなる場合がある。それは、ディスクが可換ではなく、かつディスク上のサーボ信号が装置組立て前に記録された場合である。この場合には、ディスク装置の個体差、サーボトラックライター（以降、STW）の個体差、により、装置上でアクチュエータを移動できる範囲、ディスク上のトラック番号の範囲、に差がでる。

【0019】

例えば、ディスク装置1では5000～40000まで、ディスク装置2では7000～42000まで、というようになる。このような場合に、従来の方式では、全ての装置ばらつきを考慮して、データの記録に利用出来るトラック番号の範囲を狭く設定していた。先の例では7000～40000までと設定する。

20

【0020】

このトラック番号の範囲を拡大するため、そこで、特開2001-266454号公報「ディスク装置のヘッド位置決め制御方法およびディスク装置」では、ヘッド毎、ゾーン毎に、上位装置から指示されたトラック番号を読み替え、各ディスクのデータ範囲を可変とすることが提案されている。

【0021】

このようなトラック番号の範囲を拡大する装置では、前述のサーボ信号の半径方向の位置ずれは、トラック番号の読み替えに影響を与える。

30

【0022】

【発明が解決しようとする課題】

このような円周方向の位置信号のディスク間やディスク面間でのずれは、位置信号のずれが少ない装置では、従来の方法で解決できる。しかし、図39で説明したように、ディスク間やディスク面間での円周方向のずれが大きい場合には、ヘッド切替え時の性能低下の原因となる。

【0023】

第1に、従来、円周方向の位置においては、ヘッドで検出された値（セクタ位置）をそのまま利用していた。すなわち、ディスク上からセクタ番号が0番の情報が検出されたときには、セクタ番号は0番としていた。または、インデックス信号を検出したときに、セクタ番号を0としていた。複数のディスクを搭載した装置においても、この処理方法は変わらない。

40

【0024】

この方法が有効なのは、ディスク装置のサーボ信号を記録する、サーボ・トラック・ライター（以降、STW）時に、すべてのヘッドのセクタ番号の円周方向位置が揃っている前提があるためである。すなわち、装置のプログラムまたは回路は、暗黙のうちにこの仮定を利用して構成されている。

【0025】

円周方向の位置がずれているものとしては、スタガード・セクタ、と呼ばれる方法がある

50

。しかし、その方法についても、装置個体毎の差はなく、同一種類の装置においては、ヘッド間のセクタ番号ずれ量は全く同一になる。例えば、そのずれが100セクタもずれることはありえない。この暗黙の仮定に基づく位置復調が有効なのは、従来STW方式でサーボ信号を記録しているがためである。

【0026】

一方、一枚のディスクの表裏に、磁気転写方式や熱磁気転写方式で磁気パターンを転写し、サーボ信号を記録する方法が提案されている。例えば、IEEE Transaction on Magnetics, vol. 37, No. 4, 2001「Demodulation of Servo Track Signals Printed with a Lithographically Patterned Master Disk」(T. ISHIDA, etc.)で提案されている。このような技術で仮に、1枚のディスクの表裏に転写できたとしても、そのサーボ信号の位置を正確にそろえることは極めて難しい。

10

【0027】

また、単板STW方式のような、外部でサーボ信号を記録し、その後にディスクを装置に組み込む場合にも同様の問題が生じる。1周内のセクタ数を増やして、例えば、300セクタや500セクタにした場合、サーボ信号を記録する装置のヘッド間の円周方向の位置ずれと、装置のヘッド間の位置ずれとが、1セクタに相当する距離を越える場合がありえる。

【0028】

このような問題は、2枚以上のディスク装置においては、さらに顕著になる。1枚のディスクの表裏でさえ、ずれが問題になるのに、さらに2枚のディスクでは、その取り付け時のずれが加わり、余計にヘッド間のずれが生じてしまう。

20

【0029】

このようなセクタの位置ずれを補正するためには、ディスクに印をつけ、サーボ信号記録時、装置実装時に、その印がディスク間で正確に一致するように、調整しなければならない。しかし、そのような製造工程を追加することは、製造時間増加、製造コスト増加につながってしまう。また、仮に印をつけたとしても、先に述べた、機械的なずれは避けることはできないため、100%厳密に、複数のディスクでサーボ信号やセクタ番号を一致させることは難しい。

30

【0030】

したがって、従来の技術においては、この問題に有効に対処できなかった。そのため、従来技術を用いると、ヘッドを切替えるたびに、ディスク上のセクタ番号に再同期させる処理が必要になる。

【0031】

この影響は、データを記録・再生するための待ち時間の増大につながる。例えば、ずれの無い装置においては、セクタ番号は連続している。ヘッド0でセクタ番号0のときのサンプルでヘッド切替えを行うと、次のサンプルではヘッド2でセクタ番号は1になる。

【0032】

一方、ずれのある装置においては、ヘッド切替えを行うと、セクタ番号は10などのように、ずれてしまう。しかも、そのずれ量は装置個体ごとに異なる。このような場合、データを記録・再生するときに問題が生じる。従来の装置においては、ヘッド間のセクタ番号は揃っていることを前提にしている。そのためデータを記録・再生するときにも、それを仮定してLBA(論理ブロックアドレス)を割り当てている。

40

【0033】

ところが、装置個体ごとに、ずれ量が異なると、期待した円周方向位置になるまで、待たなければならない。その分、記録・再生するための時間が遅れる。しかも、その待ち時間は、装置個体ごとに異なってしまう。このことは、データを記録・再生するまでの時間が延びる、つまりデータを記録再生する処理性能が低下することにつながるという問題が生じる。

50

## 【0034】

第2に、半径方向のずれの補正について、先に示した従来技術では、ディスクが複数枚あるとき、トラック番号の変換方法について、およびその変換値を決めるための測定方法については、有効な方法を提供していなかった。このため、複数枚のディスクへの適用に問題があった。

## 【0035】

従って、本発明の目的は、ディスク間やディスク面間で、位置信号の円周方向の位置ずれを有効に補正するためのヘッド位置制御方法及びディスク装置を提供することにある。

## 【0036】

又、本発明の他の目的は、ディスク間やディスク面間で、位置信号の円周方向の位置ずれが大きくても、ヘッド切り換え時のセクタ番号の再同期動作を不要とし、高速アクセスを可能とするためのヘッド位置制御方法及びディスク装置を提供することにある。

## 【0037】

更に、本発明の他の目的は、ディスク間やディスク面間で、位置信号の円周方向の位置ずれが大きくても、ヘッド切り換え時のサーボゲートを高速に修正するためのヘッド位置制御方法及びディスク装置を提供することにある。

## 【0038】

更に、本発明の他の目的は、ディスク間やディスク面間で、位置信号の半径方向の位置ずれを有効に補正するためのヘッド位置制御方法及びディスク装置を提供することにある。

## 【0039】

更に、本発明の目的は、ディスク間やディスク面間で、位置信号の円周方向の位置ずれが大きくても、容易にトラック番号の変換を行うためのヘッド位置制御方法及びディスク装置を提供することにある。

## 【0040】

## 【課題を解決するための手段】

この目的の達成のため、本発明のヘッド位置制御方法は、ヘッドの位置を検出するためのサーボ信号が記録されたディスクの異なる面を少なくとも読み取るヘッドを複数備えたディスク装置のヘッド位置制御方法において、前記複数のヘッドを一のヘッドから他のヘッドに切り替えるステップと、前記他のヘッドにより読み取った前記サーボ信号に含まれる前記ディスクの円周方向の位置を示す信号を抽出するステップと、前記複数のヘッドの各々に対し設けられたセクタ番号ずらし値から、前記他のヘッドのセクタ番号ずらし値を取り出すステップと、前記位置を示す信号と前記取り出したセクタ番号ずらし値からセクタ番号を生成するステップとを有する。

## 【0041】

本発明では、ディスク上のセクタ番号を変換するため、装置個体ごとの円周方向位置をそろえることができ、装置の個体差を解消し、性能向上をはかることができる。

## 【0042】

又、本発明では、好ましくは、前記生成ステップは、前記位置を示す信号と前記取り出したセクタ番号ずらし値とを加算して、セクタ番号を生成するステップからなる。これにより、容易にセクタ番号を変換できる。

## 【0043】

又、本発明では、好ましくは、前記生成ステップは、前記サーボ信号の1つ又は複数のインデックス信号を基準にし、前記セクタ番号ずらし値を初期値として、前記ディスクの1周のセクタ番号を生成するステップからなる。これにより、簡単なカウンタでセクタ番号を変換できる。

## 【0044】

又、本発明では、好ましくは、前記インデックス信号に応じて、前記生成されたセクタ番号と、前記セクタ番号ずらし値とを比較して、前記ディスクの信号との同期を判定するステップを更に有する。これにより、内部生成されたセクタ番号とディスクの位置の同期を確認できる。



## 【0045】

又、本発明では、前記ヘッド毎の前記セクタ番号ずらし値を記録したディスク面に対応する前記ヘッドのセクタ番号ずらし値をゼロに設定するステップを更に有する。これにより、ずらし値をディスクに記録しても、容易に読み出すことができる。

## 【0046】

又、本発明では、好ましくは、前記ヘッド毎のセクタ番号ずらし値を、前記ヘッド切換え前後の前記インデックス信号の位置に応じて測定するステップを更に有する。これにより、セクタ番号のずらし値を容易に測定できる。

## 【0047】

更に、本発明のヘッド位置制御方法は、ヘッドの位置を検出するためのサーボ信号が記録されたディスクの異なる面を少なくとも読み取るヘッドを複数備えたディスク装置のヘッド位置制御方法において、前記複数のヘッドを一のヘッドから他のヘッドに切り替える際に、前記ヘッド間の前記サーボ信号の円周方向の時間ずれ値を、前記切り替えるセクタ位置から計算するステップと、時間ずれ値で、前記サーボ信号を抽出するサーボゲート信号の時刻を修正するステップとを有する。

10

## 【0048】

本発明では、円周方向のサーボ信号の位置ずれに応じて、ヘッド切換え時に、サーボゲート時刻を修正するため、ヘッド切換えしても、正確にサーボ信号を抽出して、位置検出できる。

## 【0049】

又、本発明では、好ましくは、前記計算ステップは、前記ディスクの回転周波数と同一の周波数の正弦波で示す時間ずれ情報から前記時間ずれ値を計算するステップからなる。これにより、ディスクの偏心に応じた正確なサーボゲート時刻に修正できる。

20

## 【0050】

又、本発明では、好ましくは、前記計算ステップは、前記時間ずれの平均値と、前記ディスクの回転周波数と同一の周波数の正弦波及び余弦波で示す時間ずれ情報から前記時間ずれ値を計算するステップからなる。これにより、位相の影響を除去して、ディスクの偏心に応じた正確なサーボゲート時刻を修正できる。

## 【0051】

又、本発明では、好ましくは、前記各ヘッドの前記サーボ信号の時間変動を測定して得た測定値により、前記サーボゲートの発生時刻を調整するステップを更に有する。トラックフォロ잉時のサンプル周期の変動を補正し、正確にサーボ信号を抽出できる。

30

## 【0052】

更に、本発明のヘッド位置制御方法は、ヘッドの位置を検出するためのサーボ信号が記録されたディスクを複数枚備えたディスク装置のヘッド位置制御方法において、複数のヘッドの内、一のヘッドから他のヘッドを見て、トラック番号増加方向に、前記ディスクの半径方向のずれが正方向に増加する前記一のヘッドを基準として、前記他のヘッドの半径方向の位置ずれ量を格納するテーブルから、ヘッド切り替える時に、前記ヘッドの半径方向の位置ずれ量を取り出すステップと、前記取り出した位置ずれ量で与えられたトラック番号を変換するステップと、変換されたトラック番号で前記ヘッドを駆動するアクチュエータを制御するステップとを有する。

40

## 【0053】

本発明では、複数枚のディスクのトラック位置ずれがあっても、トラック番号をずれに応じて変換するため、装置の個体差を解消し、シーク速度を均一にできる。

## 【0054】

又、本発明では、好ましくは、前記一のヘッドを基準として、前記他のヘッドの前記一のヘッドに対する前記ディスクの半径方向の位置ずれ量を前記トラック番号増加方向に測定するステップと、前記測定した位置ずれ量から、前記トラック番号増加方向に、前記ディスクの半径方向のずれが正方向に増加する前記ヘッドを基準ヘッドに決定するステップとを更に有する。基準ヘッドを決定するため、トラック番号の変換操作が容易となる。

50

## 【 0 0 5 5 】

## 【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の実施の形態を、ディスク記憶装置、位置復調構成、円周方向の位置ずれ補正方法、半径方向の位置ずれ補正方法、他の実施の形態で、説明するが、本発明は、下記実施の形態に限られない。

## 【 0 0 5 6 】

## [ ディスク記憶装置 ]

図 1 は、本発明の一実施の形態のディスク記憶装置の構成図、図 2 は、図 1 の磁気ディスクの位置信号の配置図、図 3 は、図 1 及び図 2 の磁気ディスクの位置信号の構成図、図 4 は、図 3 の位置信号の検出波形図、図 5 は、ヘッド位置制御の説明図である。

10

## 【 0 0 5 7 】

図 1 は、ディスク記憶装置として、磁気ディスク装置を示す。図 1 に示すように、磁気記憶媒体である磁気ディスク 10 が、スピンドルモータ 18 の回転軸 19 に設けられている。スピンドルモータ 18 は、磁気ディスク 10 を回転する。アクチュエータ (VCM) 14 は、先端に磁気ヘッド 12 を備え、磁気ヘッド 12 を磁気ディスク 10 の半径方向に移動する。

## 【 0 0 5 8 】

アクチュエータ 14 は、回転軸 19 を中心に回転するボイスコイルモータ (VCM) で構成される。図では、磁気ディスク装置に、2 枚の磁気ディスク 10 が搭載され、4 つの磁気ヘッド 12 が、同一のアクチュエータ 14 で同時に駆動される。

20

## 【 0 0 5 9 】

磁気ヘッド 12 は、リード素子と、ライト素子とからなる。磁気ヘッド 12 は、スライダに、磁気抵抗素子を含むリード素子を積層し、その上にライトコイルを含むライト素子を積層して、構成される。

## 【 0 0 6 0 】

位置検出回路 20 は、磁気ヘッド 12 が読み取った位置信号 (アナログ信号) をデジタル信号に変換する。リード/ライト (R/W) 回路 22 は、磁気ヘッド 12 の読み取り及び書込みを制御する。スピンドルモータ (SPM) 駆動回路 24 は、スピンドルモータ 18 を駆動する。ボイスコイルモータ (VCM) 駆動回路 26 は、ボイスコイルモータ (VCM) 14 に駆動電流を供給し、VCM 14 を駆動する。

30

## 【 0 0 6 1 】

マイクロコントローラ (MCU) 28 は、位置検出回路 20 からのデジタル位置信号から現在位置を検出し、検出した現在位置と目標位置との誤差に従い、VCM 駆動指令値を演算する。即ち、位置復調とサーボ制御を行う。リードオンリーメモリ (ROM) 30 は、MCU 28 の制御プログラム等を格納する。ハードディスクコントローラ (HDC) 32 は、サーボ信号のセクタ番号を基準にして、1 周内の位置を判断し、データを記録・再生する。ランダムアクセスメモリ (RAM) 34 は、リードデータやライトデータを 1 時格納する。HDC 32 は、ATA や SCSI 等のインターフェイス IF で、ホストと通信する。バス 36 は、これらを接続する。

## 【 0 0 6 2 】

図 2 に示すように、磁気ディスク 10 には、外周から内周に渡り、各トラックにサーボ信号 (位置信号) が、円周方向に等間隔に配置される。尚、各トラックは、複数のセクタで構成され、図 2 の実線は、サーボ信号の記録位置を示す。図 3 に示すように、位置信号は、サーボマーク Servo Mark と、トラック番号 Gray Code と、インデックス Index と、オフセット情報 Pos A, Pos B, Pos C, Pos D とからなる。

40

## 【 0 0 6 3 】

トラック番号 Gray Code とオフセット情報 Pos A, Pos B, Pos C, Pos D を使い、磁気ヘッドの半径方向の位置を検出することができる。さらに、インデックス信号 Index を元にして、磁気ヘッドの円周方向の位置を把握できる。例えば、イン

50

デックス信号を検出したときのセクタ番号を0番に設定し、サーボ信号を検出する毎に、カウントアップして、トラックの各セクタのセクタ番号を得る。

【0064】

このサーボ信号のセクタ番号は、データの記録再生を行なうときの基準となる。尚、インデックス信号は、1周に1つである、又、インデックス信号の代わりに、セクタ番号を設けることもできる。

【0065】

図4は、図3の位置信号のヘッド検出波形図である。本実施例は、以上のような、検出したサーボ信号(位置信号)を用いて、半径方向および円周方向の位置を求めるための位置復調装置およびその方法に関するものである。

10

【0066】

図5は、図1のMCU28が行うアクチュエータのシーク制御例である。図1の位置検出回路20を通じて、MCU28が、アクチュエータの位置を確認して、サーボ演算し、適切な電流をVCM14に供給する。図5では、あるトラック位置から目標トラック位置へヘッド12を移動するシーク開始時からの制御の遷移と、アクチュエータ14の電流、アクチュエータ(ヘッド)の速度、アクチュエータ(ヘッド)の位置を示す。

【0067】

即ち、シーク制御は、コース制御、整定制御及びフォロイング制御と遷移することで、目標位置まで移動させることができる。コース制御は、基本的に速度制御であり、整定制御、フォロイング制御は、基本的に位置制御であり、いずれも、ヘッドの現在位置を検出する必要がある。

20

【0068】

このような、位置を確認するためには、前述の図2のように、磁気ディスク上にサーボ信号を事前に記録しておく。即ち、図3に示したように、サーボ信号の開始位置を示すサーボマーク、トラック番号を表すグレイコード、インデックス信号、オフセットを示すPosA~Dといった信号が記録されている。この信号を磁気ヘッドで読み出すと、図4のような時間波形を得ることができる。この図4のサーボ信号を、位置検出回路20が、デジタル値に変換し、MCU28が、図6以下にて後述するように、位置を復調する。

【0069】

[位置復調構成]

図6は、図1のMCU28が実行する位置復調機能のブロック図である。

30

【0070】

図6において、信号復調部40は、ヘッド12の読取信号の内、サーボゲートで示される期間の読取信号を抽出し、図3で説明したサーボマーク、トラック番号(グレイコード)、インデックス信号及びオフセット信号PosA~PosDを復調する。更に、信号復調部40は、オフセット信号PosA~PosDから下記式で示されるオフセット情報PosN, PosQを復調する。

【0071】

$$PosN = PosA - PosB$$

$$PosQ = PosC - PosD$$

40

次に、現在位置計算部42は、トラック番号Trackと、オフセット情報PosN, PosQを受け、現在位置を計算する。この際に、PosN, PosQの速度オフセットを補正するため、ポジション感度ゲインテーブル44が設けられている。ポジション感度ゲインテーブル44は、各ヘッドの各ゾーンの位置感度ゲインを格納している。

【0072】

現在のコマンドヘッド番号CmdHeadとコマンドトラック番号CmdTrackとで、ポジション感度ゲインテーブル44から対応するPosN, PosQの感度ゲインを読み出す。現在位置計算部42は、入力されたPosN, PosQをこの感度ゲインで補正し、トラック番号に加えて、現在位置を計算する。これらの速度オフセット補正方法は、例えば、特開2001-256741号公報で詳細に開示されている。

50

## 【 0 0 7 3 】

次に、位置誤差を計算する。前述の半径方向のずれを補正するトラック変換テーブル 4 6 を、現在のコマンドヘッド番号 `C m d H e a d` とコマンドトラック番号 `C m d T r a c k` とで、参照して、ずれを補正したコマンド位置を得る。尚、このトラック変換テーブル 4 6 は、ヘッド毎、ゾーン毎に異なるトラック番号ずれを格納し、図 1 6 以下で後述する。

## 【 0 0 7 4 】

そして、加算部 4 8 は、現在位置計算部 4 2 からの現在位置からトラック変換テーブル 4 6 の指令位置を差し引き、位置誤差を得る。加算部 5 0 は、ヘッド 1 2 が、リード素子とライト素子が分離された場合に、リードとライトで、オフセットを与え、位置誤差からオフセットを差し引くものである。このようにして得られた位置誤差は、MCU 2 8 が実行する図示しない周知のサーボ演算部に与えられ、VCM 1 4 の制御量が計算される。

10

## 【 0 0 7 5 】

サーボゲート発生部 6 0 は、基本的に、一定のサンプル周期  $T_s$  間隔でサーボゲート信号を生成する。本発明では、後述するように、円周方向のずれ補正を行うための 2 つのテーブル 6 2、6 4 で、サーボゲート発生部 6 0 を制御する。即ち、サーボゲートを生成するブロックには、新たに 2 つのテーブル 6 2、6 4 が追加されている。このテーブルの一方 6 2 は、ヘッド切替え時に、ヘッド間のずれを求めるためのものである。また、他方のテーブル 6 4 は、同一トラックでの隣接サーボ信号の時間変動を計算するための値を格納している。

## 【 0 0 7 6 】

また、セクターカウンタ 5 2 は、インデックス信号 `I n d e x` が見つかったときに、値がセットされ、サンプル(サーボゲート)周期ごとに、「1」ずつ値が増加していき、セクタ番号を出力する。このセクターカウンタ 5 2 は、インデックスセクターテーブル 5 4 が接続されている。インデックスセクターテーブル 5 4 は、各ヘッドに応じたインデックスのずれ量を格納する。即ち、セクタ番号を生成するブロックに、テーブル 5 4 を 1 つ追加し、各ヘッド毎にインデックス信号検出時に格納するセクタ番号を格納する。

20

## 【 0 0 7 7 】

比較器 5 6 は、セクターカウンタ 5 2 のセクター番号とインデックスセクターテーブル 5 4 のずれ量を比較し、現在のセクター番号がディスク上の信号と同期しているかを判定する。

30

## 【 0 0 7 8 】

## [ 円周方向の位置ずれ補正方法 ]

次に、円周方向ずれの補正を説明する。図 7 は、図 6 のセクターテーブルの構成図、図 8 は、図 6 のヘッド間の位置ずれ補正テーブルの構成図、図 9 は、サンプル周期補正テーブルの構成図、図 1 0 は、インデックスのずれ補正動作の説明図、図 1 1 は、インデックス補正動作のタイムチャート図、図 1 2 及び図 1 3 は、ヘッド切替え時の円周方向の補正動作説明図、図 1 4 は、偏心によるサーボゲートの時間変動の説明図、図 1 5 は、円周方向の時間ずれ補正動作の説明図である。

## 【 0 0 7 9 】

円周方向のずれの補正のために、テーブル 5 4、6 2、6 4 が設けられている。図 7 に示すように、インデックスセクターテーブル 5 4 は、各ヘッド 0 ~ n のインデックスのずれ量をセクタ数で格納する。このインデックスセクターテーブル 5 4 は、指令ヘッド番号 `C m d H e a d` で参照され、対応するインデックスのずれ量をセクターカウンタ 5 2 に出力する。セクターカウンタ 5 2 は、インデックスのずれ量を、インデックス信号 `I n d e x` をトリガーに、初期値としてロードされる。

40

## 【 0 0 8 0 】

図 1 0 及び図 1 1 で、セクタずれ量の物理的な意味を説明する。図 1 0 に示すように、ヘッド 0 とヘッド 1、ヘッド 2 とヘッド 3 とは、同一のディスク 1 0 の表裏を担当するとする。すると、ディスク 1 0 の表裏のずれ量は微小である。一方、異なるディスク 1 0 - 1、1 0 - 2 間のセクタずれ量は大きい。図 1 0 の例では、ヘッド 0 のインデックス信号位

50

置をセクタ0番に定めている。他のヘッドでは、そのずれに応じたセクタずれ量を格納しておく。

【0081】

図11に示すように、インデックス信号を検出したときに、指令ヘッドのセクターずれ量をテーブル54からセクターカウンタ52にロードする。従って、セクターカウンタ52は、そのずれ分を加算して、新たなセクタ番号を作る。

【0082】

例えば、図11の例では、ヘッド0からヘッド2へ切替える際の処理を示している。ヘッド0とヘッド2とでは、この例では10セクタ、セクタ番号がずれている。今、ヘッド0を復調しているときに、ヘッド0のセクタ10の個所で、ヘッド2に切替える場合を考える。このとき、ヘッド間でサーボ信号がずれているのだから、セクタ番号が連続になるように、ヘッド2で読めたセクタ番号0という値を、10になるように読替えなければならない。

10

【0083】

このため、ヘッド0からのヘッド2のセクタずれ量であるヘッド2のセクタ番号オフセット値を「10」としておく。ヘッド0からヘッド2に切り替え時に、ヘッド2のインデックスを検出して、オフセット値「10」をカウンタ52にロードする。これにより、ヘッド2のインデックスから見たセクター番号「0」、「1」、「2」...は、ヘッド0のセクタ番号と対応して、セクター番号「10」、「11」、「12」...に変換される。即ち、インデックスのずれが補正され、各ディスク間で、円周方向のセクタ位置が同一と補正される。

20

【0084】

次に、ヘッド間の円周方向のサーボ信号の位置ずれを補正する。図8に示すように、ヘッド間の時間ずれテーブル62には、各ヘッドのゾーン毎の時間ずれの値が格納されている。この時間ずれの値は、平均値、Cos成分、Sin成分の3つの値から構成されている。Cos成分、Sin成分の値も持つのは、ヘッド間の時間ずれ量は円周方向に一様ではなく、回転周波数と同じ周波数を持つ正弦波状に時間ずれ量の変動するためである。

【0085】

図6の構成において、ヘッド切換え時に、切換え前のヘッド番号とトラック番号、セクタ番号と、切換え後のヘッド番号から時間ずれテーブル62を参照し、ヘッド間のサーボ信号の時間ずれ量を計算し、サーボゲート発生部60のサーボゲートの発生時刻を修正する。

30

【0086】

図12及び図13で説明する。図12では、ヘッド0からヘッド2へ切替える際の処理を示している。ヘッド0とヘッド2とでは、この例では10セクタ、セクタ番号がずれている。今、ヘッド0を復調しているときに、ヘッド0のセクタ1の個所で、ヘッド2に切替える場合を考える。このとき、ヘッド間でサーボ信号がずれているのだから、サーボゲートの発生時刻をヘッド切替え直後に調整しなければならない。さらに、前述したように、セクタ番号が連続になるように、ヘッド2で読めたセクタ番号12という値を、2になるように読替えなければならない。

40

【0087】

従って、サーボゲートの発生間隔 $T_s$ を、ヘッド切換え直後に、( $T_s -$ )に変更し、以降は、サーボゲートの発生間隔を $T_s$ に戻す。これにより、円周方向のサーボ信号のずれを補正し、ヘッド切換えしても、サーボ情報をサーボゲートで抽出できる。

【0088】

図13も同様の例を示す。今度は先とは別の場所で、ヘッド2からヘッド1へきりかえる例を示す。今度はヘッド2でセクタ11で、ヘッド切替えを行う。ところが、サーボ信号のずれ時間が短く、その短い時間内でMCU28の処理が終了しない。そこで、サーボゲートの発生時刻をさらに1サンプル延ばして( $T_s +$ )、ヘッド切替えを実施する。このようにすると、セクタ番号は1の次に3が復調されることになる。

50

## 【0089】

次に、サンプル周期の補正を説明する。図14に示すように、偏心のない時は、同一トラック位置で、サーボ情報は、同一間隔であり、サーボゲートを同一間隔で発生させる。一方、偏心があると、同一円周上のサーボ情報の角速度が変化するため、サーボ信号の時間間隔が変化する。このため、サーボゲートの発生間隔を、これに合わせて変化する必要がある。

## 【0090】

図9は、図6のサンプル周期のずれ補正テーブル64の構成図である。このテーブルも、ヘッド0から順に値が格納されている。ゾーン毎に平均値、Cos成分、Sin成分が格納されている。サンプル周期の変動（隣接したサーボ信号同士の時間間隔の変動）も、ディスクの回転周波数と同じ周波数を持つ正弦波状の変動を示す。そのため、Cos成分、Sin成分が必要になる。

10

## 【0091】

図6の構成では、トラックフォロイング時に、ヘッド番号、トラック番号、セクタ番号で、テーブル64を参照し、対応する平均値、Cos成分、Sin成分を読み出し、時間間隔を計算し、サーボゲート発生部60を制御し、サーボゲートの時間間隔を、図14のように制御する。

## 【0092】

図15は、STW済の2枚のディスク10-1、10-2を、スピンドルモータ18に取り付け、ヘッド0、2の動作を示している。スピンドルモータ18の回転中心19と、ディスク10-1、10-2のSTW時の回転中心との相違が、偏心量となる。また、ディスク10-1、10-2間で、半径方向および円周方向にサーボ信号がずれている。

20

## 【0093】

ディスク10-1のヘッド0からディスク10-2のヘッド2に切替えた（シーク開始）時に、前述のインデックスの補正と、ヘッド間の時間ずれの補正が行われる。そして、各ヘッド0、2のフォロイング時には、前述のサンプル周期の補正が行われる。このようにして、円周方向の位置ずれ補正を行う。

## 【0094】

次に、円周方向の時間ずれ量の測定処理を説明する。図16は、ヘッド間の時間ずれの計測処理フロー図である。図16は、円周方向ずれのうちの、セクタ番号ずれ、およびヘッド間の時間ずれ、の計測方法を示す。図中の記号の意味は次の通りである。

30

## 【0095】

CmdHead	目標ヘッド
CmdTrack	目標トラック
BaseHead	基準ヘッド
Zone	測定対象ゾーン
IndexSector[]	ヘッド毎のセクタずれ量を保存するテーブル
CmdSector	ヘッド切替え時の対象セクタ
MaxZone	Zone番号の最大値
MaxHead	ヘッド番号の最大値

40

セクタ番号ずれ量を測定する際には、複数のヘッドの中で、たった1つ基準ヘッドBaseHeadを定める。この基準ヘッドにおいては、セクタ番号ずれ量を0に設定しておく。通常は、後述する半径方向位置ずれ測定時の基準ヘッド測定と同じ番号にしておく。そして、基準ヘッドでトラッキングしながら、異なる番号のヘッドに切替える。切替え直後のセクタ番号の値を検出する。このときの、セクタ番号のずれ量を検出することで、測定ヘッドのセクタ番号オフセットを設定することができる。

## 【0096】

このようなセクタ番号のずれは、粗い値である。例えば、1周に120個のセクタ番号がある装置の場合は、1/120の単位でしか円周方向のずれが検出できない。ところが、サーボ信号を検出するためには、より細かい精度の時間ずれが必要になる。このずれ量を

50

正確に把握しておかないと、ヘッド切替え時に、サーボ信号を検出することができない。そのために、次のように設定する。まず、1つのヘッドで位置決めする。このヘッドを測定基準に定める。

【0097】

次に、セクタ0番でヘッド切替えを行って、切替え先のヘッドのセクタ番号および時間ずれ量を検出する。切替え直後に検出できなければ、サーボマークをサーチするモードに入れて、その検出した時刻からサーボ信号の時間間隔の標準値を引くことで、時間ずれ量やセクタずれ量を求めても良い。サーボ信号を検出した時点で、その時間ずれを求める。この操作を1周分おこなう。

【0098】

このずれ量の平均値を求めることで、平均的なずれ時間を求めることができる。また、このヘッド間のずれの1周内の変動は、正弦波に近似できる。そのため、フーリエ変換を行い、回転周波数のサインの係数、コサインの係数を求める。

【0099】

この時間ずれの平均値と、サイン・コサインの係数は、テーブルに保存しておく。また、セクタ番号のずれ量も同じく保存しておく。

【0100】

ただし、セクタずれ量だけは、ディスクの内周から外周まで、どの場所においても同一の値を採用しなければならない。時間ずれ量は別の値でよい。なぜなら、時間ずれ量は、ヘッド切替えを行なう際に、確実にサーボ信号を検出できるようにするために用いる。検出できたら不要な値である。

【0101】

しかし、セクタずれ量は違う。セクタずれ量は、その値を用いて、データを記録・再生するタイミングを作るものである。したがって、例えば、あるトラックでずれ量が「1」、別のトラックでずれ量が「10」のように、異なってしまうと、タイミングの調整が難しくなる。そのため、ヘッド間のセクタ番号のずれ量は、唯一1つの値のみとしなければならない。

【0102】

このセクタずれ量が唯一1つという制限にともない、場合によっては時間ずれが1サンプル周期を越える場合もありえる。しかし、そのような場合においても、セクタずれ量は唯一1つとしておく。そのために、セクタずれ量を測定する個所を決めなければならない。例えば、外周の特定領域でのみ測定する。

【0103】

以下、図16の処理フローで説明する。

【0104】

(S10)補正テーブル54、62を「0」に初期化する。次に、目標ヘッドを「0」に初期化する。

【0105】

(S12)目標ヘッドが、基準ヘッドか判定する。目標ヘッドが基準ヘッドであれば、ステップS32の目標ヘッド変更ステップに進む。目標ヘッドが基準ヘッドでなければ、測定対象ゾーンを「0」に、ヘッド切換え時の目標セクタを「0」に初期化する。

【0106】

(S14)このゾーンZoneに対応した目標(測定)トラックをセットする。

【0107】

(S16)基準ヘッドが目標トラックに位置するように、VCMを移動する。

【0108】

(S18)基準ヘッドが、目標セクタを検出した時刻に、目標ヘッドに切り替え、時刻の測定を開始する。

【0109】

(S20)目標ヘッドが、目標セクタ(=0)を検出したかを判定する。目標セクタを検

10

20

30

40

50

出すると、測定した時刻からセクタずれ量（セクタ数）を得て、補正テーブル54のそのヘッドのセクタずれ量に格納する。

【0110】

(S22)次に、目標セクタを、「1」加算する。

【0111】

(S24)目標セクタが、1周のセクタ数の最大値Nを越えたかを判定する。越えていない場合には、ステップS16に戻る。

【0112】

(S26)一方、目標セクタが、最大値Nを越えていれば、1周の測定が終了したことになる、1周分の時間ずれ測定値から平均値、 $\cos \cdot \sin$ 成分の係数を計算し、図8の補正テーブル62に格納する。

10

【0113】

(S28)次に、測定対象ゾーンがゼロかを判定する。測定対象ゾーンがゼロ（ここでは、最外周）の場合には、図18で後述するように、平均値が、 $-T_s/2 \sim +T_s/2$ の範囲に収まるように、平均値と、セクタずれ量を調整する。

【0114】

(S30)測定対象ゾーンを「1」加算する。そして、測定対象ゾーンが、ディスクの最大ゾーンMax Zoneを越えたかを判定する。越えていない場合には、ステップS14に戻る。

【0115】

(S32)測定ゾーンが、最大ゾーンを越えていると、次のヘッドを対象とするため、目標ヘッドを「1」加算する。そして、目標ヘッド番号が、装置の最大ヘッド番号を越えたかを判定する。越えていないと、ステップS12に戻る。逆に、越えていると、全てのヘッドのセクタ位置ずれ、時間ずれを測定したため、終了する。

20

【0116】

図17は、この処理を行った測定結果の例である。2.5インチのハードディスクドライブにおいて、単板STW済のディスクを2枚搭載した装置にて、測定した。この例では、ヘッド2が基準ヘッドであり、ヘッド2から見たヘッド0の時間ずれ量を測定している。図17の上から順に、平均値、 $\cos$ 成分、 $\sin$ 成分を示し、トラック番号（内外周）に応じて、ずれ量に変化している。

30

【0117】

図18に示すように、この外周でのセクタずれ量測定時に、同時に時間ずれも測定しておく。そして、この平均時間ずれ量の絶対値が、 $1/2$ セクタ分のサーボ時間間隔 $T_s$ よりも大きい場合には、 $-1/2 \sim +1/2$ の範囲になるように、1セクタに相当する時間を加減算しておく。

【0118】

図18では、ヘッド1を基準ヘッドとして、他のヘッド0、2、3を測定対象としている。このとき、セクタずれ量は内外周の可動範囲のうちの1箇所、この例では、図の左端にて、測定する。この個所で時間ずれの平均値が指定範囲にはいるように、セクタずれ量も調整する。

40

【0119】

次に、テーブルの保存位置を説明する。このヘッド毎のセクタ番号オフセット値を保存する場所として、2種類ある。1つは、回路基板上の不揮発性メモリ（ROM）、2つ目はディスク上である。ROMに保存する際には、工夫は不要である。そのまま保存しておき、利用するときにはROMの値を参照すればよい。

【0120】

しかし、ディスク10上に保存する時は、工夫が必要である。まず、電源投入直後の、まだ1度もディスク上の信号を検出していないときには、回路にセクタ番号オフセット量がセットされていない。したがって、そのような状態でも、ディスク上のセクタ番号オフセット量を検出できるようにしなければならない。

50



## 【0121】

図19に示すように、このために、ディスク10上の領域を、A、CとBの2つに分ける。1つは、データを記録・再生する際に、ディスク上のセクタ番号をそのまま利用する領域Bであり、2つ目は、データを記録・再生する際に、ヘッド毎のセクタ番号オフセットを、検出したセクタ番号に加算して利用する領域A、Cである。

## 【0122】

電源投入直後には、1つ目の領域Bにアクセスいき、ディスク上から装置個体ごとに異なる情報を読み出す。即ち、領域Bが個体差の情報を保存する領域である。このBの領域を記録・再生する際には、ヘッド間のセクタずれは無視する。なお、この領域Bには、セクタ番号オフセット情報のみでなく、それ以外の情報を記録しておいてもよい。したがって、この領域へアクセスする際には、セクタ番号の読替え量を違えなければならない。

## 【0123】

このようにして、ヘッド間の時間ずれを計測し、セクタずれ、時間ずれを補正することができるようになった。しかし、ヘッド切替えをしない場合でも、偏心による時間ずれの問題は生じる。前述の図14で示したように、外部でサーボ信号を記録された装置においては、偏心が生じている。この偏心に伴い、サーボ信号間の時間変動する。従来は信号復調回路においては、このサーボ信号間の時間は一定であると仮定していた。したがって、この時間変動することは好ましくない。例えば、偏心があまりにも大きいと、サーボ信号検出のためのサーボマークゲートが実際のサーボ信号と同期せず、サーボマークが検出できずに、エラーが発生する。

## 【0124】

この問題を解決するには、サーボ信号間の時間変動(サンプル周期の時間変動)を測定して、実際のサーボ信号にあわせて、サーボゲートの発生時刻を調整する。

## 【0125】

図20は、サンプル周期の時間変動測定処理フロー図である。この測定は、ディスク1周の時間変動を測定し、その値の平均値を求めるとともに、フーリエ変換を施して、サインの係数、コサインの係数を求める。

## 【0126】

(S40)補正テーブル64を「0」に初期化する。次に、目標ヘッドC m d H e a dを「0」に初期化する。

## 【0127】

(S42)測定対象ゾーンを「0」に、初期化する。

## 【0128】

(S44)このゾーンZ o n eに対応した目標トラックへV C Mを移動する。計測カウント値C o u n tを「0」に初期化する。

## 【0129】

(S46)ヘッドの読取信号からサーボ信号を検出し、現在のサーボ信号の規定サンプル周期からのずれ時間を計測する。そして、サーボ信号検出毎に、計測カウント値を「1」アップする。

## 【0130】

(S48)計測カウント値が、1周のセクタ数の最大値 $N \times M$ を越えたかを判定する。越えていない場合には、ステップS46に戻る。

## 【0131】

(S50)一方、計測カウント値が、最大値 $N \times M$ を越えていれば、1周の測定が終了したことになり、セクタ間の平均値を計算する。更に、C o s ・ S i n成分の係数を計算し、図6及び図9の補正テーブル64に格納する。次に、測定対象ゾーンを「1」加算する。

## 【0132】

(S52)そして、測定対象ゾーンが、ディスクの最大ゾーンM a x Z o n eを越えたかを判定する。越えていない場合には、ステップS44に戻る。

10

20

30

40

50

## 【0133】

(S54) 測定ゾーンが、最大ゾーンを越えていると、次のヘッドを対象とするため、目標ヘッドを「1」加算する。そして、目標ヘッド番号が、装置の最大ヘッド番号を越えたかを判定する。越えていないと、ステップS42に戻る。逆に、越えていると、全てのヘッドのサンプル周期の時間ずれを測定したため、終了する。

## 【0134】

尚、サーボ信号を復調しているときには、すなわち、位置決め制御をしているときには、常時、テーブル64の測定値を参照し、次のサンプルのサーボゲートまたはサーボマークゲートの時間変動を計算し、そのずれ量に応じて、信号発生時刻をずらす操作を行う。

## 【0135】

図21及び図22は、サンプル周期ずれの補正前後の様子を示す。図21及び図22において、各図の上がインデックス信号、すなわちこの信号の間が1周期分である。中の信号が、サーボゲートからの時間ずれを示す。下の信号がサーボゲートの発生時刻の補正用の信号を示す。

## 【0136】

図21に示すように、補正しない場合には、時間変動信号が示すように、サーボ信号は1周内で正弦波状に変動している。この変動を測定してサーボゲートの発生時刻を調整することで、図22に示すように、サンプル周期ずれを解消することができる。

## 【0137】

次に、図23により、アクチュエータをロードした後のインデックス同期処理を説明する。尚、この例は、既にセクタずれ量が、メモリに格納された後の処理を示す。

## 【0138】

(S60) 使用ヘッドを選択する。

## 【0139】

(S62) そのヘッドの出力からサーボマークをサーチする。

## 【0140】

(S64) サーボマークを検出すると、確認カウント値Countを「0」に初期化する。そして、サーボゲートを一定間隔Tsで信号復調部40に供給する。

## 【0141】

(S66) そのサーボゲートでサーボマークを検出したかを判定する。検出していない場合には、ステップS62に戻る。一方、サーボマークを検出した場合には、確認カウント値Countを「1」アップする。

## 【0142】

(S68) 確認カウント値Countが、確認の規定回数を越えたかを判定する。規定回数を越えていない場合には、サーボマークサーチから規定時間以上経過しているかを判定する。規定時間以上経過している場合には、ステップS62に戻る。規定時間以上経過していない場合には、ステップS66に戻る。

## 【0143】

(S70) 計測カウント値が、規定回数を越えていると、インデックスを検出したかを判定する。インデックスを検出すると、テーブル54からそのヘッドのインデックスずれ量を読み出し、セクターカウンタ52にロードする。これにより、インデックス同期処理を終了する。

## 【0144】

又、電源投入時には、モータ18によりディスク10を指定する回転数まで回転させる。次に、特定のヘッドでオントラックする。その際に、電子回路上の不揮発性メモリに、装置個体ごとのずれ量を格納している場合には、インデックスパルスを見つけたときに、サーボ・セクタ番号を「0」には初期化せずに、そのずれ量の値を複写する。

## 【0145】

以後、サーボ信号を検出するたびに、セクタ番号を1つつ増やしていく。インデックスパルスが見つかればそのずれ量で初期化する。また1周分のセクタ数になったら、0に初期

10

20

30

40

50

化する。

【0146】

又、電子回路は各装置共通で、ずれ量の情報をディスク上に保存している場合には、次のようにする。まず、サーボ信号を検出して、インデックスパルスを検出したら、サーボセクタ番号は0にする。以後、サーボ信号検出の度に、1ずつ増加させ、1周分のセクタ数になったら、もしくはインデックスパルスを見つけたら、0にクリアする。

【0147】

次に、すべての装置個体で同じトラック番号の半径位置にアクチュエータを位置決めする。そして、ディスク上に書かれているデータを読み込む。このデータ中には、各種のずれ量が記録されている。そして、このずれ量の値を使用して、セクタずれをセットする。この際には、ヘッド毎に、インデックスパルス発生時のセクタ番号を連える。

10

【0148】

次に、ヘッド切換え時の時間ずれ補正処理を、図24の処理フローで説明する。

【0149】

(S80) シーク命令を受信する。シーク命令には、目標ヘッドCmdHead、目標トラックCmdTrack、オフセットCmdOffsetが含まれる。

【0150】

(S82) 目標ヘッドの位置を計算する。目標トラック番号からゾーンZoneを求める。更に、後述する半径方向のトラック番号補正值(TrackDiffCommonと、ゾーン、ヘッド毎のTrackDiff)とCmdTrackとからそのヘッドのディスクでの物理トラック番号を計算する。

20

【0151】

(S84) 次に、2つのヘッド(現在ヘッドと目標ヘッド)間の時間ずれ情報の差分をとる。時間ずれ情報は、平均値、Cos成分、Sin成分で格納されている。現在ヘッド番号CmdHeadOld、目標ヘッド番号CmdHead、現在の位置CmdTrackOldから、テーブル62を参照して、線形補間して、その位置での平均値、Cos成分、Sin成分を求める。この値を、現在のヘッドと、切替え先のヘッドの、2種類求める。この値は、測定時に、特定のヘッドからみたときの相対的なずれを表している。したがって、2つのヘッドのずれ量は、差分を取ることで求めることができる。

【0152】

(S86) このようにして、2ヘッド間の、そのトラック近傍での平均値、Cos成分、Sin成分のずれ値を求めることができた。この3つの値を使って、その時刻、すなわち現在のセクタ番号での、時間ずれを求める。そのためには、現在のセクタ番号k、1周のセクタ数Nを使って、下記式で計算する。

30

【0153】

$TimeDiff = \text{平均値のずれ} + (\text{Cos成分のずれ}) \times \cos(2k/N) + (\text{Sin成分のずれ}) \times \sin(2k/N)$

このときの計算結果であるずれ時間が問題になる。通常、このような操作を行うのは、装置の回路上のマイクロコントローラ28のプログラムである。そのため、有る程度の処理時間が必要になる。計算結果があまりにも短い場合には、処理が間に合わない。したがって、1サンプル分、時間を加算することが必要になる。また、その際にはサーボセクタ番号を「1」増やしておくことも必要になる。

40

【0154】

(S88) このようにしてずれ時間を求めて、その時間に応じてサーボゲートの発生時刻を修正する。一方、サーボセクタ番号は、連続であるので、変化はない。しかしながら、ディスク上に記録されている信号には、装置個体ごとに、プログラム上のサーボセクタ番号と、ディスク上のサーボ信号とのずれの関係が違っている。そのため、セクタ番号の同期をとる処理において、インデックスパルス発生時に、指定したセクタになるように対応付けを行う。そして、切換えヘッドがこのサーボゲートでサーボ信号を確認する。

【0155】

50

(S90) この確認後、サーボサンプル周期を元の  $T_s$  に戻し、シーク制御を行い、目標トラックに移動する。尚、目標トラックにフォロイングしている時は、図 16 の測定結果を保存する時間ずれ補正テーブル 64 を用いて、サーボサンプル間隔を補正する。

【0156】

図 25 は、シーク応答の例を示す。ここでは、2.5 インチのハードディスクドライブに、単板 S T W 済のディスクを 2 枚搭載して装置において、ヘッド切換えして、ディスク間でシークを行なった例である。

【0157】

2 つのディスクは 4 分の 1 周ほど故意にずらしている。この例では、検出したインデックス信号をそのまま出力した。したがって、ヘッド切替えの前後（シークの前後）でインデックス信号の間隔が変化しているが、インデックス信号とセクタ番号との対応関係をヘッド毎に変えている。このため、ヘッド切換え時でも正しくシークできる。

10

【0158】

[半径方向のずれ補正方法]

次に、半径方向の位置ずれ、すなわち、ヘッド間のトラック番号のずれを補正する方法について述べる。この半径方向のトラック位置ずれについては、公開特許公報 特開 2001-266454 号「ディスク装置のヘッド位置決め制御方法及びディスク装置」において、詳細に問題点および解決方法について説明されている。

【0159】

これを、図 27 乃至図 30 で説明する。図 28 に示すように、ディスク 10 に対し、ヘッド 12-1、12-2 間の半径方向の位置ずれがあり、かつそのずれ量が装置個体ごとに異なる。又、図 27 に示すように、ディスク 10 上の物理位置（トラック）の範囲 0~14000 に対し、アクチュエータ（VCM）の可動範囲によるデータ領域は、ディスク 10 の偏心により、制限される。更に、図 27 及び図 28 に示したように、ヘッド 12-1、12-2 の半径方向の位置ずれにより、ヘッド間でデータ領域がずれる。

20

【0160】

この装置固体毎のヘッド間の半径方向のずれ量の相違により、データを記録・再生するときのシーク時間、特にヘッド切替えを行うときのシーク時間が、装置個体ごとに異なってしまう。即ち、データの記録・再生時間が、装置個体ごとに異なることを意味する。

【0161】

この時間を短縮するには、ヘッド切替え時の移動距離を少なくする。そのために、ヘッド間のずれ量を保存して、外部から指示されたトラック番号を位置決め制御装置側で読み替えることを、前記公報で提案されている。

30

【0162】

この場合に、図 28 に示すように、ロータリーアクチュエータをヘッドの移動に使用する場合には、外周でのヘッド間のずれ量（ここでは、「2」）が、内周でのヘッド間のずれ量（ここでは、「4」）と一致せず、異なる。

【0163】

このため、ヘッド間のずれ量を、全データ領域で一義的に定めることができない。そこで、図 28 に示すように、データ領域  $M$  を複数の領域（ゾーン） $M_1 \sim M_n$  に分割し、各領域の開始位置をずれとして保存する。更に、この開始位置を、ヘッド間のずれ量（オフセット）で規定するため、いずれかのヘッドを基準ヘッドとし、他のヘッドは、基準ヘッドからのずれ量で定義する。

40

【0164】

この場合に、図 29 のように、ヘッド 0 を基準ヘッドとした場合に、ヘッド 1 の各領域のずれ量が減少する時は、トラック番号の読み替えで重複が生じる。しかし、先に示した発明においても、複数のディスクを備えた装置の場合に問題が生じる。従って、図 30 のように、領域のずれ量が増加するように、ヘッド 1 を基準とし、ヘッド 0 のヘッド 1 に対するずれ量を保存する。

【0165】

50

この先の提案では、同一ディスクの表裏のヘッドのずれを保存し、変換に使用することを開示したが、複数のディスク間でも同一と仮定していた。しかし、これでは、ディスク間のずれが考慮されないため、ディスク間でのずれ分だけ装置個体ごとにシーク時間が異なってしまうことになる。

**【0166】**

この問題を避けるため、本発明では、複数のディスクの各ヘッド間の位置ずれを測定し、他のヘッドの位置ずれ量が単調増加となる基準ヘッドを決定し、基準ヘッドから他のヘッドのずれ量を保存するようにした。以下に、その具体的な方法を、図31乃至図33で説明する。

**【0167】**

最初に、全てのヘッドの可動範囲を調べる。ヘッド毎にこの値はずれる。そして、個々のヘッド毎に、データ領域が可動範囲に入るように、上位装置から指示されたトラック番号を変換するためのトラック番号一律ずらし量を、全ヘッドに共通に定める。この可動範囲を求める方法としては、実際にアクチュエータを可動限界まで動かしながら、検出できるトラック番号の範囲を求めればよい。

**【0168】**

次に仮の測定基準ヘッドを定める。これは任意のヘッドでよい。例えば、0、1、2、3の4つのヘッドがある場合には、基準ヘッドを仮に0と定めておく。

**【0169】**

次に基準ヘッドであるヘッド0から、他方の1、2、3のヘッドをみたときの位置ずれをもとめる。このために、まずヘッド0でディスクの外周部に位置決めする。そして他方のヘッドへ切り替えて位置ずれを測定する。次にヘッド0でディスクの内周部に位置決めする。そして同様に他方のヘッドへ切替えて、位置ずれを測定する。ここで、図31に示すように、ヘッド0を仮の基準とした各ヘッド1、2、3の外周部と内周部の2つの位置ずれが求まる。

**【0170】**

この位置ずれの差分値を求める。そしてこの差分値について次のように解析する。すべての位置ずれの差分値が、トラック番号増加方向を基準にして正または0ならば、仮の基準ヘッドを真の基準ヘッドと定める。

**【0171】**

全ての位置ずれの差分値が、トラック番号増加方向を基準にして、1つでも負の値があるならば、最も値の小さい(負の最大値の傾きをとる)位置ずれを示すヘッドを基準ヘッドに定める。図31では、基準ヘッドは、ヘッド2となる。

**【0172】**

このような操作をする理由は、図29、図30で説明したように、トラック番号を読替えたときに、読み替える値のゾーン間で、重なる領域が発生しないようにしなければならない。そのためには、トラック番号のずれ量が、トラック番号増加方向に正方向に増加していなければならない。

**【0173】**

図32の基準ヘッドの決定処理フロー図で、処理を説明する。

**【0174】**

(S100) 基準ヘッド番号BaseHeadを「0」に、仮の基準ヘッド番号BaseHeadTempを「0」に、トラック番号ずれ最小値TrackDiffMinを「0」に初期化する。又、測定対象ヘッド番号CmdHeadを「1」にセットする。

**【0175】**

(S102) 基準ヘッドを外周に移動し、測定ヘッドに切換え、トラック番号を読み、外周の位置ずれDiffOuterを測定する。

**【0176】**

(S104) 基準ヘッドを内周に移動し、測定ヘッドに切換え、トラック番号を読み、内周の位置ずれDiffInnerを測定する。

10

20

30

40

50

## 【0177】

(S106) この測定ヘッドの内外周の位置ずれTrack Diffを、(内周位置ずれ - 外周位置ずれ)で計算する。

## 【0178】

(S108) ステップS106で求めた内外周の位置ずれが、トラック番号ずれ最小値より小さいかを判定する。小さい場合には、トラック番号ずれ最小値Track Diff Minに、測定ヘッドの内外周の位置ずれTrack Diffをセットし、仮の基準ヘッドに、この測定ヘッド番号をセットする。

## 【0179】

(S110) 測定ヘッド番号を「1」インクリメントする。そして、インクリメントした測定ヘッド番号が、装置の最大ヘッド番号を越えたかを判定する。越えていない場合には、ステップS102に戻り、越えていれば、決定処理を終了する。 10

## 【0180】

次に、このように基準ヘッドを定めた後、ゾーン毎に位置ずれを測定する。例えば、領域を8ゾーンや16ゾーンに分け、個々のゾーンで、基準ヘッドから他方のヘッドへの位置ずれをもとめる。このゾーンは、トラック番号が等間隔になるように定めるのが容易である。また、値の変化のカーブが急峻な傾きになる領域が生じる場合には、その付近はより細かく範囲を設定してもよい。

## 【0181】

図33は、半径方向の位置ずれの計測処理フロー図である。 20

## 【0182】

(S112) 補正テーブル46(図26参照)を「0」に初期化する。次に、目標ヘッドCmd Headを「0」に初期化する。

## 【0183】

(S114) 目標ヘッドが、基準ヘッドBase Headか判定する。目標ヘッドが基準ヘッドであれば、ステップS130の目標ヘッド変更ステップに進む。目標ヘッドが基準ヘッドでなければ、測定対象ゾーンZoneを「0」に、ヘッド切換え時の目標セクタCmd Sectorを「0」に初期化する。

## 【0184】

(S116) このゾーンZoneに対応した目標(測定)トラックをセットする。 30

## 【0185】

(S118) 基準ヘッドが目標トラックに位置するように、VCMを移動する。基準ヘッドが、目標セクタを検出した時刻に、目標ヘッドに切り替え、半径方向の位置(トラック番号)を測定する。次に、目標セクタCmd Sectorを「1」インクリメントする。

## 【0186】

(S120) 目標セクタが、1周のセクタ数の最大値Nを越えたかを判定する。越えていない場合には、ステップS118に戻る。

## 【0187】

(S122) 一方、目標セクタが、最大値Nを越えていれば、1周の測定が終了したことになり、1周分の位置ずれ測定値から平均値を計算し、図26の補正テーブル46の対応するヘッド番号、ゾーン番号のトラック番号ずらし量に格納する。 40

## 【0188】

(S124) 次に、測定対象ゾーンがゼロかを判定する。測定対象ゾーンが「1」以上かを判定する。「1」以上でない、即ち、「0」なら、ステップS128に進む。

## 【0189】

(S126) 測定対象ゾーンが「1」以上であれば、今回のゾーンのトラック番号ずらし量Track Diff [Zone]が、前回のゾーンのトラック番号ずらし量Track Diff [Zone - 1]より小さいかを判定する。小さい場合には、今回のゾーンのトラック番号ずらし量Track Diff [Zone]に、前回のゾーンのトラック番号ずらし量Track Diff [Zone - 1]をセットし、テーブル46を書き直す。 50

## 【0190】

(S128) 測定対象ゾーンを「1」加算する。そして、測定対象ゾーンが、ディスクの最大ゾーンMax Zoneを越えたかを判定する。越えていない場合には、ステップS116に戻る。

## 【0191】

(S130) 測定ゾーンが、最大ゾーンを越えていると、次のヘッドを対象とするため、目標ヘッドを「1」加算する。そして、目標ヘッド番号が、装置の最大ヘッド番号を越えたかを判定する。越えていないと、ステップS114に戻る。逆に、越えていると、基準ヘッドに対する全てのヘッドの各ゾーンのトラック番号ずらし量を測定したため、終了する。

10

## 【0192】

このテーブル26を用いたトラック番号の変換方法は、次である。

## 【0193】

変換後のトラック番号 = (指示されたトラック番号 + 基準ヘッドのトラック番号 - 一律ずらし量 + 対象ヘッドのゾーン毎のオフセット(ずらし量))

尚、図26に示すように、テーブル46のメモリ領域は、全てのヘッド分を用意しておく。このように構成しておけば、上記の汎用式で対応できる。したがって、基準ヘッドのゾーン毎のオフセット量は「0」である。

## 【0194】

以上、説明したように、ディスク間という概念をなくし、ヘッド間のみを測定するように、測定方法を拡張することで、複数ディスクを搭載した装置においても、効果的にトラック番号を読み替えることが出来るようになった。すなわち、トラック番号が同一で、ヘッド番号のみ異なるときに、アクチュエータが移動する距離、すなわちシーク距離を最小に抑えることができる。

20

## 【0195】

図34、図35にヘッド間の半径方向の位置ずれの測定結果を示す。2.5インチのハードディスクにて実験した。図34、図35の例では、ヘッド1が基準ヘッドである。したがって、図34に示すように、ヘッド1の値は0になる。一方、他のヘッドはずれが生じている。図34、図35に示すように、全ての計測結果が、トラック番号が増加する方向を正方向とすると、正の傾きをとる。

30

## 【0196】

このような補正テーブル26の保存域としては、装置回路基板上のROMのような不揮発性メモリと、ディスク上とがある。ROM保存する場合には、その領域を参照するように、使えばよい。又、ディスク上では、先に述べたように、装置個体ごとヘッド毎に、可動できるトラック番号の範囲が異なる。そこで、図19にて示したように、個体差ばらつきを考慮して、全ての装置でアクセス可能な範囲、例えばディスクの中央部付近、のトラックに情報を保存しておく。このトラック番号は、全ての装置個体に共通である。この領域を電源投入直後にアクセスして、情報を読み出し、回路上の揮発性メモリ域に展開すればよい。

## 【0197】

[他の実施の形態]

以上、ディスク記憶装置を、磁気ディスク装置で説明したが、光ディスク装置、光磁気ディスク装置等の他のディスク記憶装置にも適用できる。又、円周方向の位置ずれ補正方法は、1枚のディスクの表裏のヘッド間でも、適用でき、2枚以上のディスクに限られない。又、ディスクの形状も、円盤形状に限らず、カード形状であっても良い。

40

## 【0198】

以上、本発明を、実施の形態で説明したが、本発明の趣旨の範囲内において、種々の変形が可能であり、これらを本発明の技術的範囲から排除するものではない。

## 【0199】

(付記1) ヘッドの位置を検出するためのサーボ信号が記録されたディスクの異なる面を

50

少なくとも読み取るヘッドを複数備えたディスク装置のヘッド位置制御方法において、前記複数のヘッドを一のヘッドから他のヘッドに切り替えるステップと、前記他のヘッドにより読み取った前記サーボ信号に含まれる前記ディスクの円周方向の位置を示す信号を抽出するステップと、前記複数のヘッドの各々に対し設けられたセクタ番号ずらし値から、前記他のヘッドのセクタ番号ずらし値を取り出すステップと、前記位置を示す信号と前記取り出したセクタ番号ずらし値からセクタ番号を生成するステップとを有することを特徴とするヘッド位置制御方法。

**【0200】**

(付記2) 前記生成ステップは、前記位置を示す信号と前記取り出したセクタ番号ずらし値とを加算して、セクタ番号を生成するステップからなることを特徴とする付記1のヘッド位置制御方法。

10

**【0201】**

(付記3) 前記生成ステップは、前記サーボ信号の1つ又は複数のインデックス信号を基準にし、前記セクタ番号ずらし値を初期値として、前記ディスクの1周のセクタ番号を生成するステップからなることを特徴とする付記1のヘッド位置制御方法。

**【0202】**

(付記4) 前記インデックス信号に応じて、前記生成されたセクタ番号と、前記セクタ番号ずらし値とを比較して、前記ディスクの信号との同期を判定するステップを更に有することを特徴とする付記3のヘッド位置制御方法。

**【0203】**

(付記5) 前記ヘッド毎の前記セクタ番号ずらし値を記録したディスク面に対応する前記ヘッドのセクタ番号ずらし値をゼロに設定するステップを更に有することを特徴とする付記1のヘッド位置制御方法。

20

**【0204】**

(付記6) 前記ヘッド毎のセクタ番号ずらし値を、前記ヘッド切換え前後の前記インデックス信号の位置に応じて測定するステップを更に有することを特徴とする付記1のヘッド位置制御方法。

**【0205】**

(付記7) ヘッドの位置を検出するためのサーボ信号が記録されたディスクの異なる面を少なくとも読み取るヘッドを複数備えたディスク装置のヘッド位置制御方法において、前記複数のヘッドを一のヘッドから他のヘッドに切り替える際に、前記ヘッド間の前記サーボ信号の円周方向の時間ずれ値を、前記切り替えるセクタ位置から計算するステップと、時間ずれ値で、前記サーボ信号を抽出するサーボゲート信号の時刻を修正するステップとを有することを特徴とするヘッド位置制御方法。

30

**【0206】**

(付記8) 前記計算ステップは、前記ディスクの回転周波数と同一の周波数の正弦波で示す時間ずれ情報から前記時間ずれ値を計算するステップからなることを特徴とする付記7のヘッド位置制御方法。

**【0207】**

(付記9) 前記計算ステップは、前記時間ずれの平均値と、前記ディスクの回転周波数と同一の周波数の正弦波及び余弦波で示す時間ずれ情報から前記時間ずれ値を計算するステップからなることを特徴とする付記7のヘッド位置制御方法。

40

**【0208】**

(付記10) 前記各ヘッドの前記サーボ信号の時間変動を測定して得た測定値により、前記サーボゲートの発生時刻を調整するステップを更に有することを特徴とする付記7のヘッド位置制御方法。

**【0209】**

(付記11) ヘッドの位置を検出するためのサーボ信号が記録されたディスクを複数枚備えたディスク装置のヘッド位置制御方法において、複数のヘッドの内、一のヘッドから他のヘッドを見て、トラック番号増加方向に、前記ディスクの半径方向のずれが正方向に増

50



加する前記一のヘッドを基準として、前記他のヘッドの半径方向の位置ずれ量を格納するテーブルから、ヘッド切り替える時に、前記ヘッドの半径方向の位置ずれ量を取り出すステップと、前記取り出した位置ずれ量で与えられたトラック番号を変換するステップと、変換されたトラック番号で前記ヘッドを駆動するアクチュエータを制御するステップとを有することを特徴とするヘッド位置制御方法。

**【0210】**

(付記12) 前記一のヘッドを基準として、前記他のヘッドの前記一のヘッドに対する前記ディスクの半径方向の位置ずれ量を前記トラック番号増加方向に測定するステップと、前記測定した位置ずれ量から、前記トラック番号増加方向に、前記ディスクの半径方向のずれが正方向に増加する前記ヘッドを基準ヘッドに決定するステップとを更に有することを特徴とする付記11のヘッド位置制御方法。

10

**【0211】**

(付記13) ヘッドの位置を検出するためのサーボ信号が記録されたディスクの異なる面を少なくとも読み取るヘッドを複数備えたディスク装置において、前記複数のヘッドの各々に対し設けられたセクタ番号ずらし値を格納するテーブルと、前記一のヘッドから切り替えられる他のヘッドのセクタ番号ずらし値を前記テーブルから取り出し、前記他のヘッドにより読み取った前記サーボ信号に含まれる前記ディスクの円周方向の位置を示す信号を修正して、セクタ番号を生成するセクタ番号生成部とを有することを特徴とするディスク装置。

**【0212】**

20

(付記14) 前記生成部は、前記位置を示す信号と前記取り出したセクタ番号ずらし値とを加算して、セクタ番号を生成することを特徴とする付記13のディスク装置。

**【0213】**

(付記15) 前記生成部は、前記サーボ信号の1つ又は複数のインデックス信号を基準にし、前記セクタ番号ずらし値を初期値として、前記ディスクの1周のセクタ番号を生成することを特徴とする付記13のディスク装置。

**【0214】**

(付記16) 前記インデックス信号に応じて、前記生成されたセクタ番号と、前記セクタ番号ずらし値とを比較して、前記ディスクの信号との同期を判定する同期判定部を更に有することを特徴とする付記15のディスク装置。

30

**【0215】**

(付記17) 前記ヘッド毎の前記セクタ番号ずらし値を記録したディスク面に対応する前記ヘッドのセクタ番号ずらし値をゼロに設定することを特徴とする付記13のディスク装置。

**【0216】**

(付記18) 前記ヘッド毎のセクタ番号ずらし値を、前記ヘッド切換え前後の前記インデックス信号の位置に応じて測定する制御部を更に有することを特徴とする付記13のディスク装置。

**【0217】**

(付記19) ヘッドの位置を検出するためのサーボ信号が記録されたディスクの異なる面を少なくとも読み取るヘッドを複数備えたディスク装置において、ヘッドの読み取り信号から前記サーボ信号をサーボゲートで抽出する信号復調部と、前記複数のヘッドを一のヘッドから他のヘッドに切り替える際に、前記ヘッド間の前記サーボ信号の円周方向の時間ずれ値を、前記切り替えるセクタ位置から計算し、時間ずれ値で、前記サーボ信号を抽出するサーボゲート信号の時刻を修正するサーボゲート生成部とを有することを特徴とするディスク装置。

40

**【0218】**

(付記20) 前記サーボゲート生成部は、前記ディスクの回転周波数と同一の周波数の正弦波で示す時間ずれ情報から前記時間ずれ値を計算することを特徴とする付記19のディスク装置。

50

## 【0219】

(付記21) 前記サーボゲート生成部は、前記時間ずれの平均値と、前記ディスクの回転周波数と同一の周波数の正弦波及び余弦波で示す時間ずれ情報から前記時間ずれ値を計算することを特徴とする付記19のディスク装置。

## 【0220】

(付記22) 前記サーボゲート生成部は、前記各ヘッドの前記サーボ信号の時間変動を測定して得た測定値により、前記サーボゲートの発生時刻を調整することを特徴とする付記19のディスク装置。

## 【0221】

(付記23) ヘッドの位置を検出するためのサーボ信号が記録されたディスクを複数枚備えたディスク装置において、複数のヘッドの内、一のヘッドから他のヘッドを見て、トラック番号増加方向に、前記ディスクの半径方向のずれが正方向に増加する前記一のヘッドを基準として、前記他のヘッドの半径方向の位置ずれ量を格納するテーブルと、前記テーブルから、ヘッド切り替える時に、前記ヘッドの半径方向の位置ずれ量を取り出し、前記取り出した位置ずれ量で与えられたトラック番号を変換するトラック番号変換部と、変換されたトラック番号で前記ヘッドを駆動するアクチュエータを制御する制御部とを有することを特徴とするディスク装置。 10

## 【0222】

(付記24) 前記制御部は、前記一のヘッドを基準として、前記他のヘッドの前記一のヘッドに対する前記ディスクの半径方向の位置ずれ量を前記トラック番号増加方向に測定し、前記測定した位置ずれ量から、前記トラック番号増加方向に、前記ディスクの半径方向のずれが正方向に増加する前記ヘッドを基準ヘッドに決定することを特徴とする付記23のディスク装置。 20

## 【0223】

## 【発明の効果】

以上、説明したように、本発明によれば、次の効果を奏する。

## 【0224】

(1) 円周方向ずれ対策として、ディスク上のセクタ番号を、ヘッド毎に変換するため、装置個体ごとの円周方向位置をそろえることができ、装置の個体差を解消し、性能向上をはかることができる。 30

## 【0225】

(2) また、ディスクの偏心に合わせて、サーボゲート時刻を修正するため、信号を正確に検出できるようになり、サーボ信号の検出精度が向上する。

## 【0226】

(3) 半径方向ずれ対策として、ディスク上のトラック番号を基準ヘッドを基準としたずれ値で、変換するため、装置個体ごとの半径方向位置をそろえることができ、装置の個体差を解消して、性能向上をはかることができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態のディスク記憶装置の構成図である。

【図2】図1のディスクの位置信号の説明図である。 40

【図3】図2の位置信号の詳細説明図である。

【図4】図3の位置信号の検出波形図である。

【図5】図1のヘッドのシーク動作の説明図である。

【図6】図1の位置復調部の機能ブロック図である。

【図7】図6のインデックス補正テーブルの説明図である。

【図8】図6の時間ずれ補正テーブルの説明図である。

【図9】図6のサンプル周期ずれ補正テーブルの説明図である。

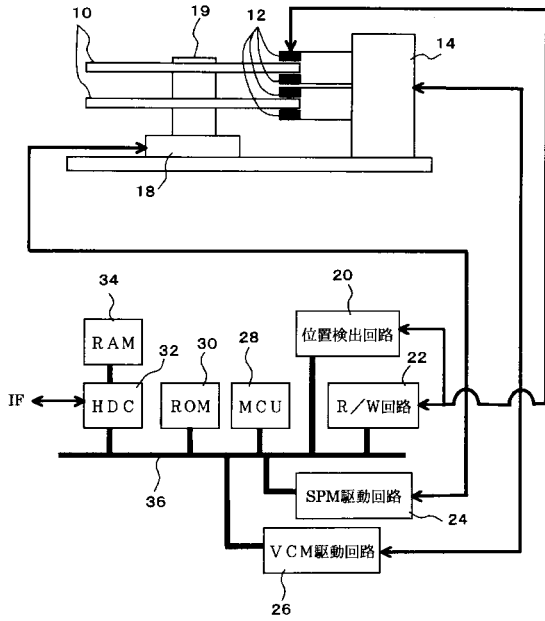
【図10】本発明の第1の実施の形態のセクターずれ補正の説明図である。

【図11】本発明の第1の実施の形態のセクターずれ補正動作の一例説明図である。

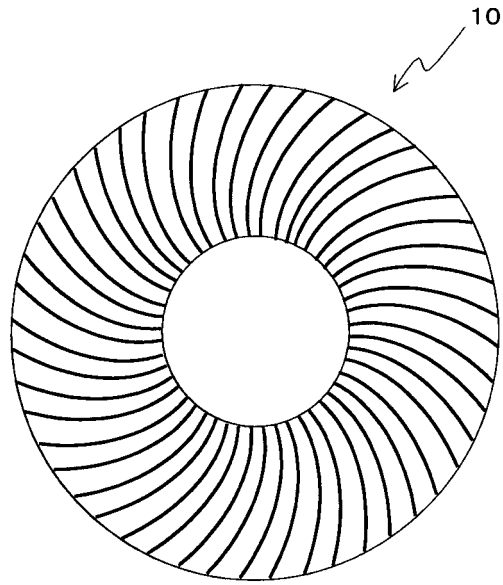
【図12】本発明の第1の実施の形態の円周方向の時間ずれ補正動作説明図である。 50

- 【図 1 3】本発明の第 1 の実施の形態の他の円周方向の時間ずれ補正動作説明図である。
- 【図 1 4】本発明の第 2 の実施の形態のサンプル周期変動の補正動作の説明図である。
- 【図 1 5】本発明のヘッド切換え動作の説明図である。
- 【図 1 6】本発明の第 1 の実施の形態のヘッド間の時間ずれの計測処理フロー図である。
- 【図 1 7】図 1 6 の円周方向の時間ずれの測定例の説明図である。
- 【図 1 8】図 1 6 の時間ずれの平均値計算の説明図である。
- 【図 1 9】図 1 6 の測定結果の磁気ディスクへの保存位置の説明図である。
- 【図 2 0】本発明の第 1 の実施の形態の円周方向のサンプル周期変動の計測処理フロー図である。
- 【図 2 1】図 2 0 のサンプル周期変動の説明図である。 10
- 【図 2 2】図 2 0 のサンプル周期変動の補正例の説明図である。
- 【図 2 3】本発明の第 1 の実施の形態のインデックス同期処理フロー図である。
- 【図 2 4】本発明の第 1 の実施の形態のヘッド切換え処理フロー図である。
- 【図 2 5】図 2 4 のヘッド切換えによるシーク動作例の説明図である。
- 【図 2 6】図 6 のトラック番号変換テーブルの説明図である。
- 【図 2 7】図 2 6 の半径方向の位置ずれの説明図である。
- 【図 2 8】図 2 7 のヘッド間の半径方向の位置ずれの説明図である。
- 【図 2 9】図 2 8 のゾーン割り当ての説明図である。
- 【図 3 0】図 2 8 の基準ヘッドの説明図である。
- 【図 3 1】図 2 8 の基準ヘッドの選択処理の説明図である。 20
- 【図 3 2】図 3 1 の基準ヘッドの選択処理フロー図である。
- 【図 3 3】本発明の第 2 の実施の形態の半径方向の位置ずれ計測処理フロー図である。
- 【図 3 4】図 3 3 のトラック番号の位置ずれの説明図である。
- 【図 3 5】図 3 3 のトラック番号の他の位置ずれの説明図である。
- 【図 3 6】従来の磁気ディスク装置の説明図である。
- 【図 3 7】磁気ディスク装置のヘッド間の位置ずれの説明図である。
- 【図 3 8】図 3 6 の位置信号の説明図である。
- 【図 3 9】図 3 6 のディスク間の円周方向及び半径方向の位置ずれの説明図である。
- 【符号の説明】
- 1 0 磁気ディスク 30
- 1 4 アクチュエータ
- 1 2 磁気ヘッド
- 2 0 位置検出回路
- 2 8 マイクロコントローラ
- 2 2 リードライトコントローラ
- 3 2 ハードディスクコントローラ / メインコントローラ
- 3 4 バッファメモリ

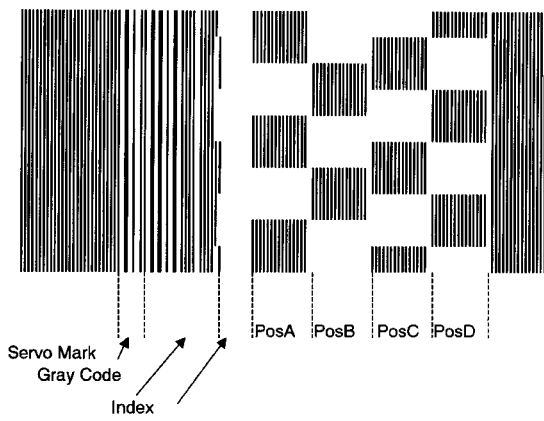
【 図 1 】



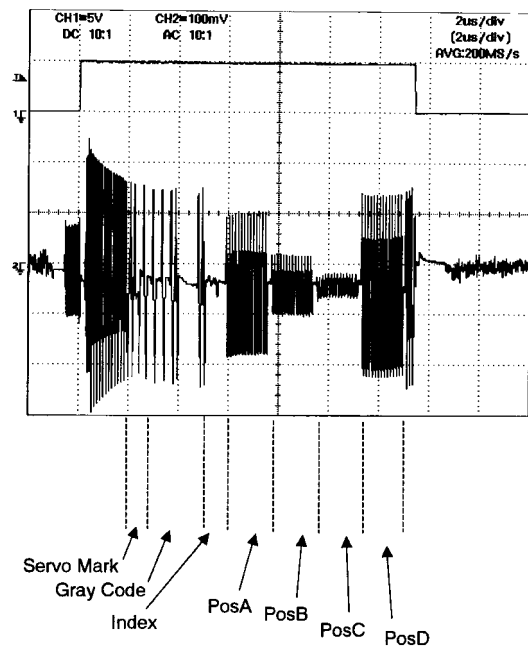
【 図 2 】



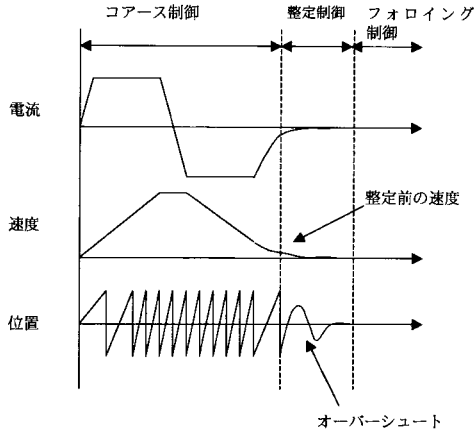
【 図 3 】



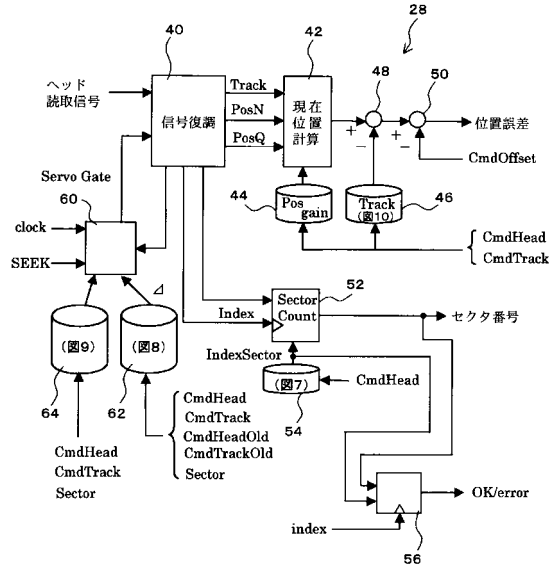
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



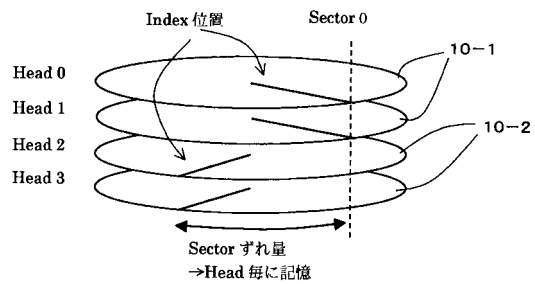
【 図 7 】

Head 0 の Index ずれ量 (セクタ数)
Head 1 の Index ずれ量 (セクタ数)
⋮
Head n の Index ずれ量 (セクタ数)

【 図 8 】

Head0, Zone0 の時間ずれの平均値
Head0, Zone0 の時間ずれの Cos 成分
Head0, Zone0 の時間ずれの Sin 成分
Head0, Zone1 の時間ずれの平均値
Head0, Zone1 の時間ずれの Cos 成分
Head0, Zone1 の時間ずれの Sin 成分
...
Head0, ZoneM の時間ずれの平均値
Head0, ZoneM の時間ずれの Cos 成分
Head0, ZoneM の時間ずれの Sin 成分
...
Head1, Zone0 の時間ずれの平均値
Head1, Zone0 の時間ずれの Cos 成分
Head1, Zone0 の時間ずれの Sin 成分
...

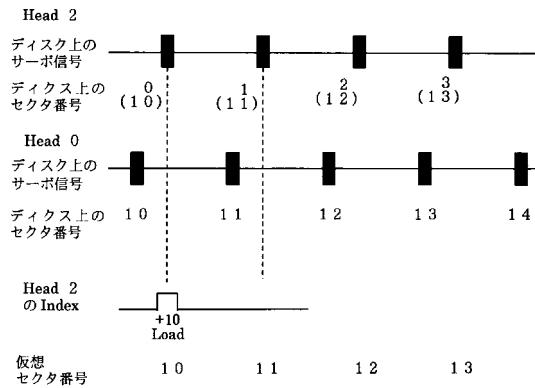
【 図 10 】



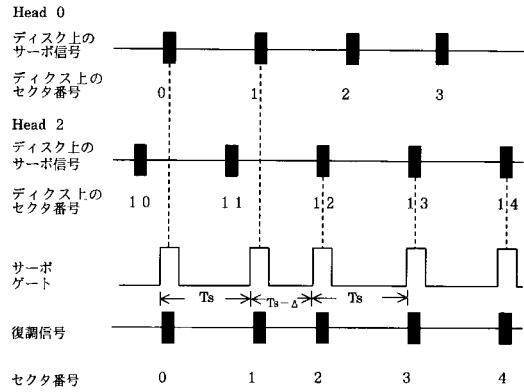
【 図 9 】

Head0, Zone0 のサンプル周期ずれの平均値
Head0, Zone0 のサンプル周期ずれの Cos 成分
Head0, Zone0 のサンプル周期ずれの Sin 成分
Head0, Zone1 のサンプル周期ずれの平均値
Head0, Zone1 のサンプル周期ずれの Cos 成分
Head0, Zone1 のサンプル周期ずれの Sin 成分
...
Head0, ZoneM のサンプル周期ずれの平均値
Head0, ZoneM のサンプル周期ずれの Cos 成分
Head0, ZoneM のサンプル周期ずれの Sin 成分
...
Head1, Zone0 のサンプル周期ずれの平均値
Head1, Zone0 のサンプル周期ずれの Cos 成分
Head1, Zone0 のサンプル周期ずれの Sin 成分
...

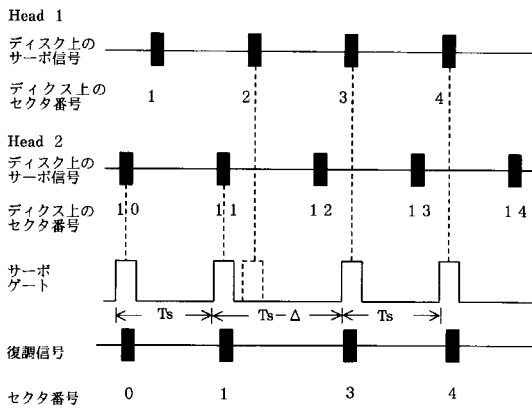
【 図 11 】



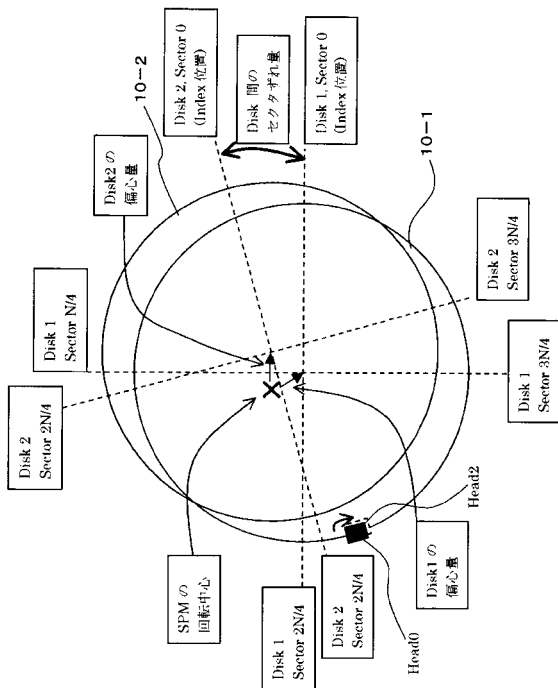
【 図 1 2 】



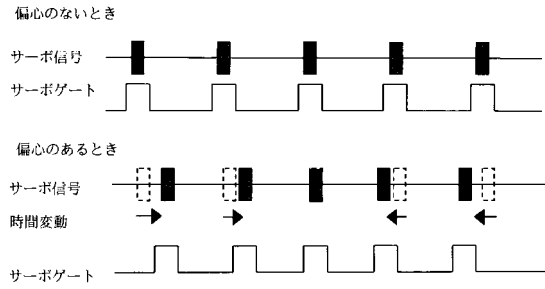
【 図 1 3 】



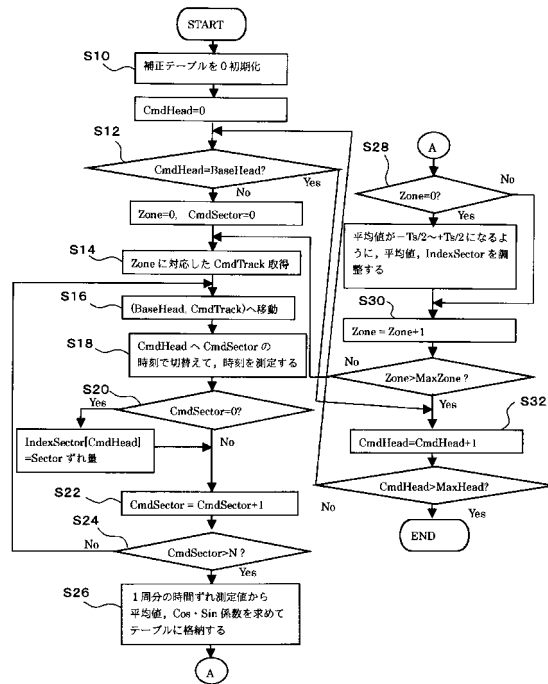
【 図 1 5 】



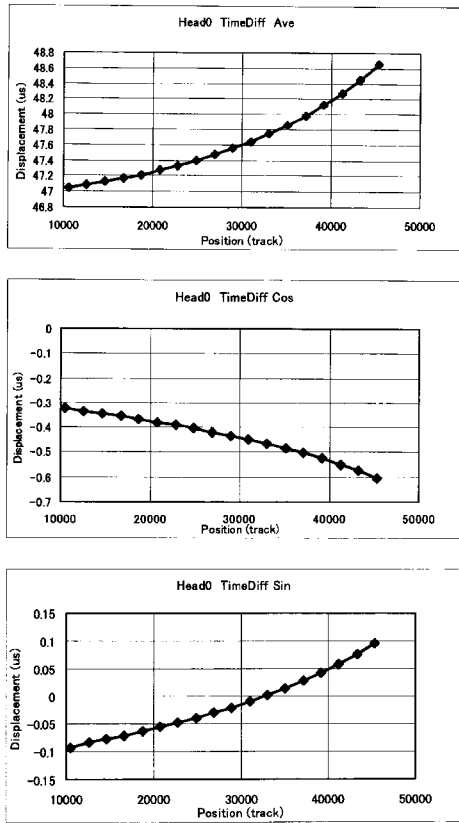
【 図 1 4 】



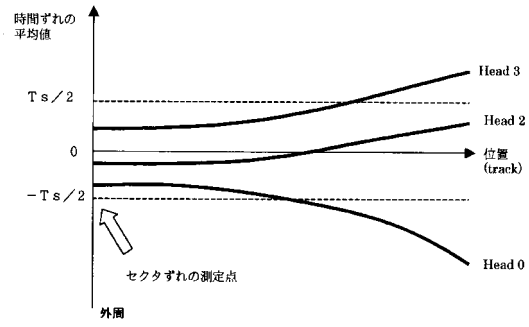
【 図 1 6 】



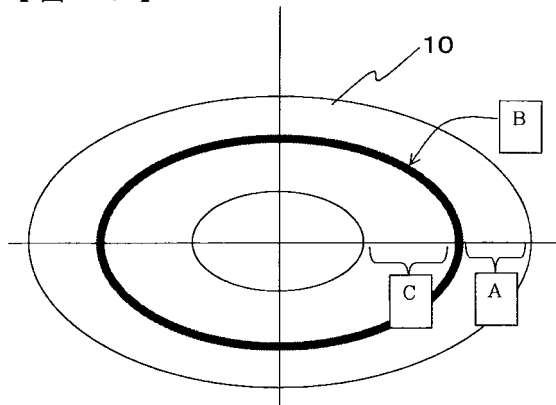
【図17】



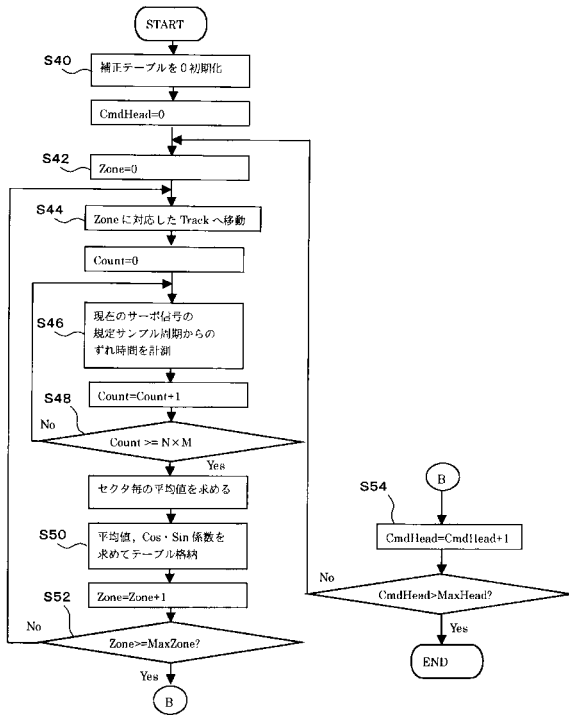
【図18】



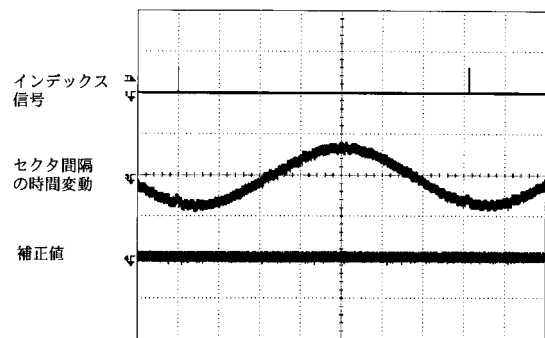
【図19】



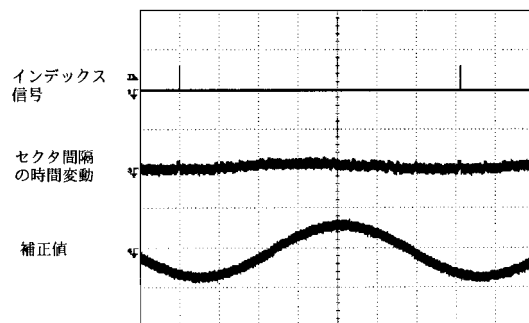
【図20】



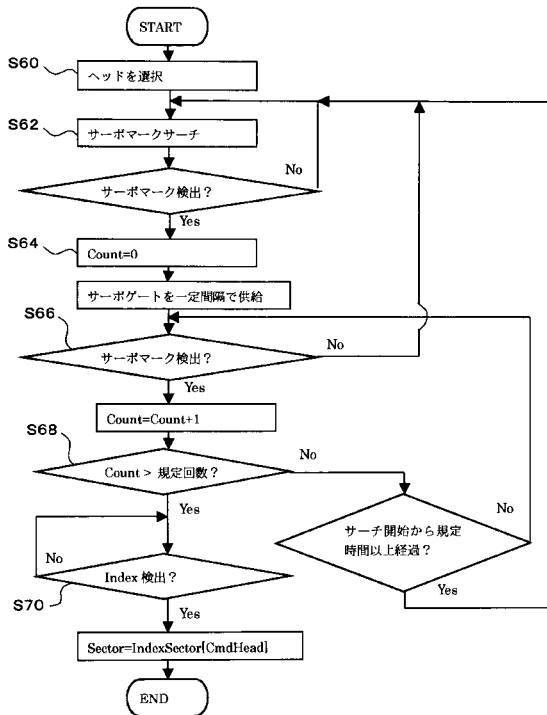
【図21】



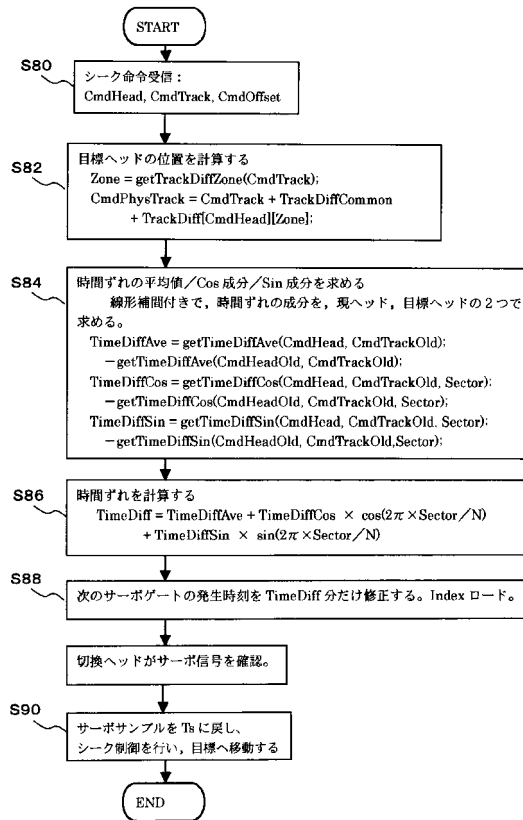
【図22】



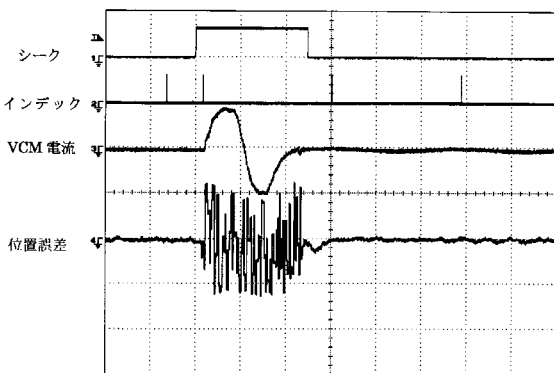
【 図 2 3 】



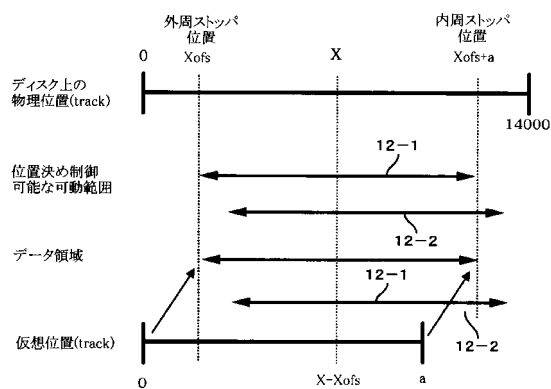
【 図 2 4 】



【 図 2 5 】



【 図 2 7 】

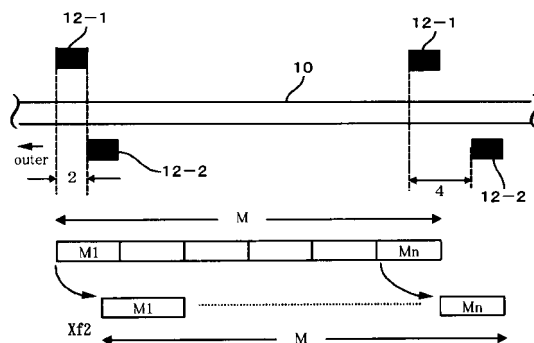


【 図 2 6 】

46

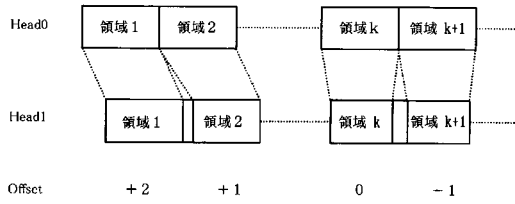
全ヘッド一律のトラック番号ずらし量
Head0, Zone0 のトラック番号ずらし量
Head0, Zone1 のトラック番号ずらし量
...
Head1, Zone0 のトラック番号ずらし量
Head1, Zone1 のトラック番号ずらし量
...

【 図 2 8 】

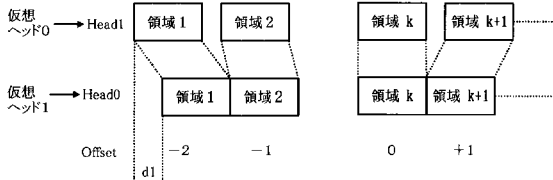




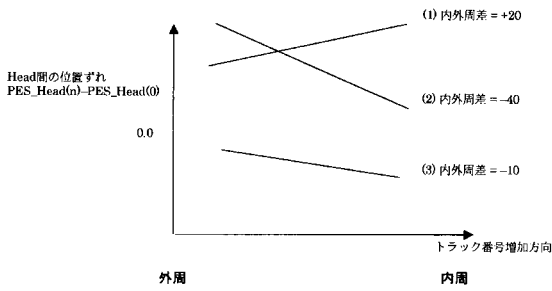
【図 29】



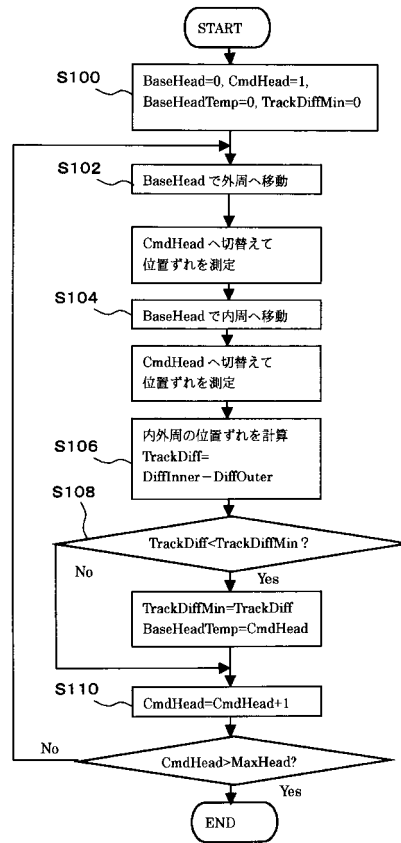
【図 30】



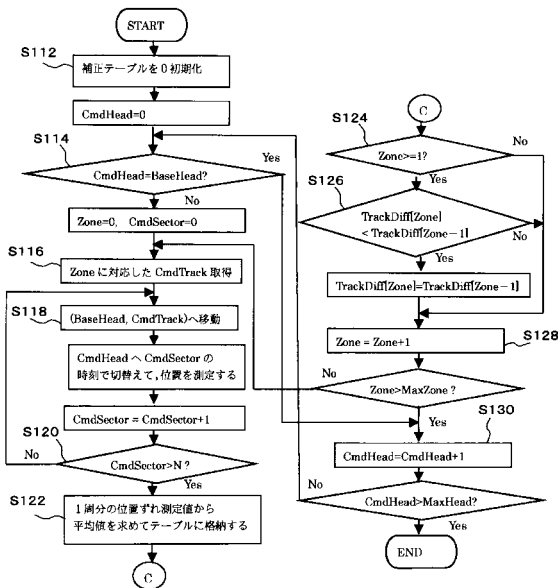
【図 31】



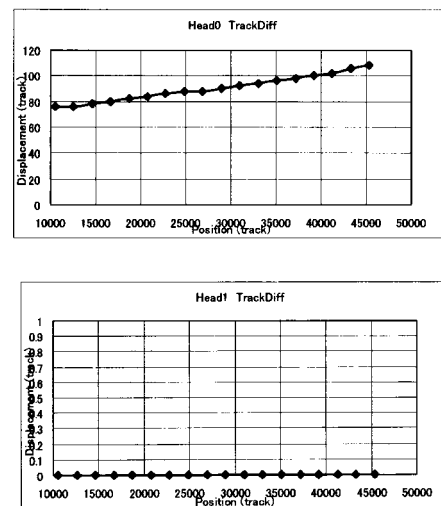
【図 32】



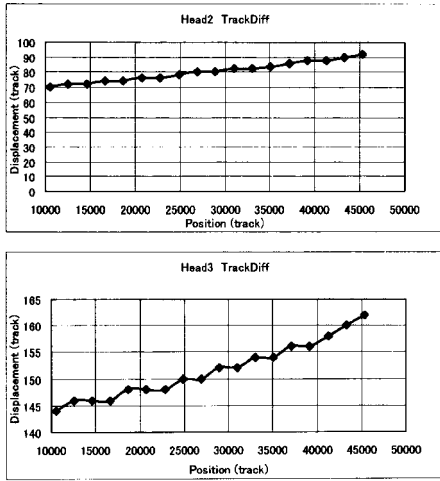
【図 33】



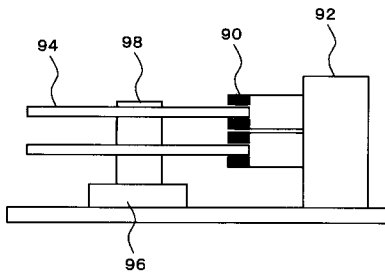
【図 34】



【図 35】



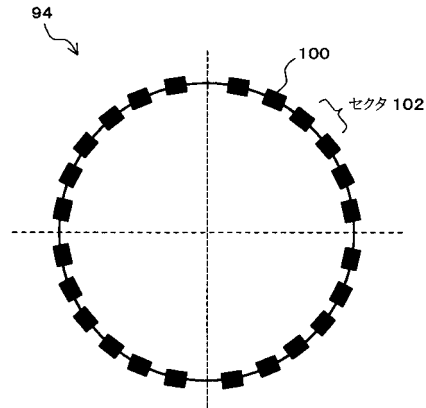
【図 36】



【図 37】



【図 38】



【図 39】

