(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3547877号
(P3547877)
(45)発行日　平成16年7月28日(2004.7.28)　(24)登録日　平成16年4月23日(2004.4.23)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G11B 21/21　G11B 21/21　A
G11B 5/29　G11B 5/29　H

請求項の数 2　(全 26 頁)

(21)出願番号　特願平7-340153
(22)出願日　平成7年12月27日(1995.12.27)
(65)公開番号　特開平8-249624
(43)公開日　平成8年9月27日(1996.9.27)
審査請求日　平成13年3月21日(2001.3.21)
(31)優先権主張番号　特願平7-2521
(32)優先日　平成7年1月11日(1995.1.11)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

前置審査

(73)特許権者　000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目１番１号
(74)代理人　100058479
弁理士　鈴江　武彦
(72)発明者　喜々津　哲
神奈川県川崎市幸区柳町７０番地　株式会社東芝柳町工場内

審査官　鈴木　重幸

最終頁に続く

(54)【発明の名称】磁気記録再生装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
情報記録再生のためのトラックが形成された少なくとも一つのディスク状磁気記録媒体と、
このディスク状磁気記録媒体の上であって、前記トラックを横切る方向に沿って設置され、その弾性定数が長手方向に変化する特徴を備えるアームと、
このアームをその長手方向に移動させるアーム駆動手段と、
前記アームの上に、前記アーム駆動手段による該アームの最大移動距離より小さい間隔で該アームの長手方向に配置され、前記トラック夫々に情報を記録・再生する複数の記録・再生素子と、
前記アーム上に設置され、前記記録・再生素子の一つを選択する、少なくとも一つの素子選択手段と
を具備する磁気記録再生装置。
【請求項２】
情報を記録・再生するためのトラックを形成した磁気記録媒体と、
前記トラックを横切るように磁気記録媒体上に配置されるアームと、
前記アームの長手方向に該アームを直線的に移動するアーム駆動部と、
前記アームの長手方向に沿って該アーム上に配置され、前記トラック上に情報を記録・再生する複数の記録・再生素子と、
前記アーム上に設置され、前記記録・再生素子の一つを選択する、少なくとも一つの素子

選択手段とを備え、
前記アームの基端部は該アームの先端部と前記磁気記録媒体との間の距離が該アームの基端部と該磁気記録媒体との間の距離よりも小さくなるように弾性体により支持され、それによって複数の記録・再生素子を情報の記録・再生時に該磁気記録媒体上に押圧するための均一な押圧力が生ずるようにしている磁気記録・再生装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は、ディスク状磁気記録媒体に情報を記録／再生する磁気記録／再生装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
ハードディスク等のディスク状磁気記録媒体（以下、磁気ディスクという）を用いた磁気ディスク装置は、コンピュータその他の情報処理機器の高性能化に伴い、ますます高密度・高転送レートの能力が要求されるようになってきている。この要求に応えるため、磁気記録媒体および記録／再生ヘッド（記録／再生素子）の改良が精力的になされ、その結果ディスク一枚当りの記録容量は飛躍的に伸びてきた。
【０００３】
ところが、既存の磁気ディスク装置は、ヘッド系の基本的な構成、すなわち記録／再生ヘッドをその先端に取り付けた長いアームを回転させることでヘッドを磁気ディスク上の所望トラックに対してアクセスすることと、情報の記録又は再生、情報の記録及び再生の両方をディスク一面当たり一つのヘッドで行うことの二点に関しては、基本的に従前から変化していない。このことは今後の高記録密度化、特にトラック密度の高密度化に対して、トラックアクセスの精度および速度を十分に確保する点で本質的な問題となる。
【０００４】
すなわち、トラック密度が高くなると、その分だけ記録トラック数が増えるので、ヘッドのアクセス速度は必然的に遅くなる。また、トラック密度を上げるべく記録トラックを狭くした場合、所望トラックに正確にアクセスするためには、より精度良くヘッドの位置決めを行う必要があり、このためにアクセス時間が更に長くなってしまう。アクセス速度の飛躍的な向上を得ようとすれば、ｃｍオーダのヘッド取付アームの先端を機械的な制御によりサブミクロンの精度で高速に位置決めする、という非常に困難な問題を解決しなければならない。
【０００５】
さらに、膨大なデータが一枚の磁気ディスクに記録可能となっているにも拘らず、従前通りディスク一面当たり一つのヘッドによりシリアルに記録／再生を行ったのでは、ディスクの回転の機械的な限界のため記録／再生速度に限界があり、磁気ディスクを使用する情報処理機器内部でのデータ転送レートの高速化に十分対応することはできない。
【０００６】
また、高密度磁気記録を実現するには、磁気ディスクと記録／再生ヘッドの距離を小さくする必要があるが、この距離は現状ですでに０．１μｍを切っており、今後技術開発が進むと接触動作に近づくものと考えられる。その際、磁気ディスクとヘッドとの接触によるヘッドや媒体損傷の確率は飛躍的に増加してしまう。ヘッドが損傷すると、もうその磁気記録再生装置は使えなくなり、データは全て失われることになる。また、磁気ディスクのみが損傷した場合は、何らかの修復措置を施さない限り、やはりデータは失われてしまう。
【０００７】
従来も、時々の磁気ディスクとヘッドの衝突などによって磁気ディスクが損傷することがあった。このときの磁気ディスクの損傷は、ヘッドは浮上しているため、損傷領域が限定された点状のものであったので、例えば一つのセグメント内のデータ列にベリファイビットを含ませておけば、損傷点の前後のデータから全データの復元は可能であった。しかし

、接触動作に近くなると磁気ディスク上の損傷は、ディスクの全周にわたる長い引っかき傷状になってしまう。こうなると、従来の同じトラック上のデータからの復元は全く不可能となる。

【０００８】

致命的なヘッドの損傷の確率が増える上に、磁気ディスクのみの損傷であってもデータの復元は困難となるので、信頼性の確保が今後の高密度磁気記録にとって大問題である。

【０００９】

上述したように、従来の磁気ディスク装置では磁気ディスクのさらなる高密度・大容量化が進んだ場合、トラックアクセスを十分な精度および速度で行うことが困難となり、また記録／再生速度に限界があるために磁気ディスク装置を使用する情報処理機器内部でのデータ転送レートの高速化に十分対応できなくなる、という問題があった。

【００１０】

本発明は、上記したような、先端にヘッドが装着されているアームを回転してアクセスを行い、一つのヘッドによって情報をシリアスに読み・書きするという機構であるため、磁気記録装置の高速・大容量化が本質的に困難であるという問題があった。

【００１１】

本発明の目的は、トラックアクセスを高精度・高速に行うことができ、また記録／再生を高速に行うことができる磁気ディスク装置を提供することにある。

【００１２】

また本発明の別の目的は、高密度記録を行うと、ヘッドと磁気ディスクの接触によるデータ・装置の信頼性が飛躍的に劣化するという問題を解決することにある。

【００１３】

ハードディスク等のディスク状磁気記録媒体（以下、磁気ディスクという）を本発明は、トラックアクセスを高精度・高速に行うことができ、また記録／再生を高速に行うことができる磁気ディスク装置を提供することを目的とする。

【００１４】

【課題を解決するための手段】

本発明の一態様に係る磁気記録再生装置は、情報記録再生のためのトラックが形成された少なくとも一つのディスク状磁気記録媒体と、このディスク状磁気記録媒体の上であって、前記トラックを横切る方向に沿って設置され、その弾性定数が長手方向に変化する特徴を備えるアームと、このアームをその長手方向に移動させるアーム駆動手段と、前記アームの上に、前記アーム駆動手段による該アームの最大移動距離より小さい間隔で該アームの長手方向に配置され、前記トラック夫々に情報を記録・再生する複数の記録・再生素子と、前記アーム上に設置され、前記記録・再生素子の一つを選択する、少なくとも一つの素子選択手段とを具備する。

【００１５】

本発明の他の態様に係る磁気記録再生装置は、情報を記録・再生するためのトラックを形成した磁気記録媒体と、前記トラックを横切るように磁気記録媒体上に配置されるアームと、前記アームの長手方向に該アームを直線的に移動するアーム駆動部と、前記アームの長手方向に沿って該アーム上に配置され、前記トラック上に情報を記録・再生する複数の記録・再生素子と、前記アーム上に設置され、前記記録・再生素子の一つを選択する、少なくとも一つの素子選択手段とを備え、前記アームの基端部は該アームの先端部と前記磁気記録媒体との間の距離が該アームの基端部と該磁気記録媒体との間の距離よりも小さくなるように弾性体により支持され、それによって複数の記録・再生素子を情報の記録・再生時に該磁気記録媒体上に押圧するための均一な押圧力が生ずるようにしている。

【００２０】

本発明においては、磁気記録媒体上にトラックを横切る方向に沿って配置された一つのアーム上に、複数の記録／再生素子がアームの長手方向に沿ってアームの最大移動距離よりも小さい間隔で設置されており、情報の記録または再生あるいはその両方を行うとき、これら複数の記録／再生素子が磁気記録媒体に接触あるいは近接することによって、複数の

トラックを同時アクセスする。この場合、アームをディスク半径方向に移動させることによって、所望の記録／再生素子を所望のトラックにアクセスすることができる。

【００２１】

このようにアームを介して記録／再生素子を直線的に移動させることによりトラックアクセスを行うため、従来のようにヘッド取り付けアームを回転させてトラックアクセスを行う場合のようなヘッド取り付けアームを含むヘッド回転機構に起因する機械的なずれによるトラッキングずれ、記録・再生信号の劣化、ノイズの増加等が少なくなる。さらに、記録／再生素子を磁気記録媒体に対して浮上させる場合は、機械特性の変化によって浮上量が変動しやすくなるが、接触動作をさせることによってこの変動を抑えることができるので、各記録／再生素子が安定した記録／再生動作を行うことができる。

【００２２】

また、従来の磁気記録再生装置では、トラックアクセスはモータによるヘッド取り付けアームの回転運動によって行っているため、モータの回転自体が例えば圧電素子アクチュエータに比べて精度が悪いことに加えて、ヘッド部ではさらにそれを取り付けているジンバルの長さの分だけ精度の悪さが増幅されてしまう。これに対して、本実施例のようにアームを圧電素子によって磁気記録媒体の半径方向に移動させるようにすると、アームの長手方向の１次元の運動でトラックアクセスすることになるので、トラッキング誤差は圧電素子の変位分だけであり、記録／再生素子で増幅されることはない。また、圧電素子自体はｎｍオーダの超高精度で変位動作が可能であり、これが増幅されないことと相まって、ヘッド系全体のトラッキング精度も従来に比べて飛躍的に向上する。しかも圧電素子はモータに比べて高速動作が可能であり、このこともアクセス速度の向上に寄与する。

【００２３】

また、記録／再生素子間の距離がアームの最大可動距離（圧電素子の最大変位）よりも小さいので、各記録／再生素子によるトラックアクセスは全て圧電素子の駆動のみで行うことが可能になる。これによって複数の移動機構を用いた場合よりもアームの移動精度、アクセス速度が向上する。

【００２４】

また、再生時には磁気記録媒体上の複数のトラックから同時に情報を読み取ることが可能であり、等価的に複数のトラックに時間間隔零でアクセスすることで高速動作が可能になる。一方、記録時にも同時にアクセスする複数のトラックを用いた多値記録により高密度・高転送レートの記録を行うことができる。

【００２５】

また、アームの基端部を磁気記録媒体の面内方向外方位置で支持することにより、支持機構が簡単となり、ディスクの安定した回転動作を得ることができる。しかも、アームの基端部側と磁気記録媒体との距離よりアームの先端部側と磁気記録媒体との距離が小さくなる関係で支持することにより、記録／再生時の磁気記録媒体に対する各記録／再生素子の押圧力が均一化される。

【００２６】

一方、記録／再生素子をアーム上に弾性体を介して支持することによっても、磁気記録媒体に対する各記録／再生素子の押圧力が均一化される。さらに、アームの弾性定数を長手方向で変化させることによっても、磁気記録媒体に対する各記録／再生素子の押圧力が均一化される。

【００２７】

また、複数の記録／再生素子のうちから一つを選択する素子選択手段をアーム上に設置することにより、多数の記録／再生素子を一つのアーム上に設置した場合でもアーム上の配線は少なくて済む。半導体素子や光学素子等を用いて素子選択手段を構成すれば高速の処理が可能であり、記録信号のクロックよりも速くスイッチングすれば、記録／再生動作時に素子選択動作を行うことによって、並列的に記録／再生処理を行うこともできる。

【００２８】

さらに、複数の記録／再生素子によって磁気記録媒体上の複数のトラックから同時に再生

を行うことができるため、磁気記録媒体上に記録／再生素子との相対位置を示す位置信号を生成するための位置信号生成用情報が記録された第１トラックと、位置信号生成用情報が記録されていない第２トラックを設けることにより、第１トラックから常時位置信号生成用情報を読み取りながら第２トラックからデータを再生できるので、記録／再生素子の位置制御を高速に行うことが可能となり、かつ第２トラックであるデータ記録領域を広くとることができる。

【００２９】

本発明による磁気記録再生装置は、少なくとも一つの磁気記録媒体の異なるトラック夫々に情報を記録再生する複数の記録／再生素子を持ち、かつ、そのうちで少なくともひとつの素子が他の素子のパリティ情報を記録／再生する。

【００３０】

パリティ情報の記録／再生を担う素子（パリティ素子）は、複数の磁気記録媒体夫々に設けてもいいし、複数の磁気記録媒体に一つであっても良い。前者の場合記憶容量が減少するがデータの信頼性がより向上し、後者の場合は記憶容量が増加するがデータの信頼性は前者ほどではなくなる。また、パリティ素子は一つの磁気記録媒体に複数個あっても構わない。この場合も、記憶容量が減少するがデータの信頼性はより向上することになる。どういう形態をとるかは磁気記録再生装置の設計要求に従って決めれば良い。

【００３１】

ある情報の一部が欠損してもそれが完全に復元できれば、その装置の信頼性は低下しない。データを復元する手法は種々のものがある。例えば、２ビットで記述された一連のデータの場合、データの全ビットの和が偶数となるようにデータの一番最後に１又は０の情報パリティ情報を加えればよい。こうすると、データのなかでどれか一つのビットが不明になっても、全ビットの和が偶数になるように１または０を選ぶことによって完全に復元できることになる。

【００３２】

本発明は、複数のヘッドのうち、パリティ素子に、他の素子が記録／再生した情報に対してこのようなデータの復元情報を記録／再生させることである。具体的にどのビットに対するパリティ情報を、パリティ素子が記録／再生するかは、システムの要求によって種々の形態を採用することができる。

【００３３】

例えば、各素子が受け持っている記録領域のうちである決められたセクターの先頭を基準点として、該基準のセクタから順に各素子のビットの和が偶数になるように、パリティ素子により磁気ディスクにバイナリコード（１又は０）を記録するようにすればよい。

【００３４】

また、基準点をある時刻にとり、該基準時刻から同じタイミングで記録されているビットに対してパリティ素子により磁気ディスクにバイナリコード（１又は０）を記録するようにすればよい。

【００３５】

後者は、複数の素子を制御するシステムが設計しやすい、という利点がある。一方、前者は各素子の動作基準クロックを異なるように設定できたり、記録領域の選定が任意にできるといったシステム設計の自由度が大きいという利点がある。　各素子が担当する総記録ビット数は必ずしも同じでなくてよい。空間的な記録密度はディスク外周に行く程粗になるので、外周側の素子により多くの総記録ビットを与えるようにすれば、ディスク面の全周に亙りほぼ均一な空間密度で記録できるようになり、ディスクの記録容量を増やすことができる。また磁気記録媒体は、高密度になるほど欠陥が発生する可能性が大きくなるので、ある素子がその欠陥領域を通過する際にはその素子は記録を行わず、残りの素子間の情報でパリティ素子の情報を決めるようにすることによってもディスクの記憶容量を増やすことができる。

【００３６】

各素子が担当する総記録ビット数が同じ場合には、上記のような記憶容量を増やす効果が

失われるが、システムの設計が容易になる。例えば、あるクロックタイミングですべての素子が同時に記録／再生を行えば、同時にパリティ情報を記録／再生することができ、高速にデータ復元ができるようになる。このようなシステムは単純なので、装置構成も簡単になる利点もある。

【００３７】

パリティ素子は常に同一の素子が受け持つ必要はなく、時間的に変化させてもかまわない。例えば、ある時間間隔でディスクの最内周から順に外周側にシフトすればよい。この場合には、ある素子の担当分のエリアの損傷が起こっても、あるデータ全部が失われることがないので、復元の確度が向上する。さらに、データ列方向の復元措置と組み合わせることによって容易に復元の確度を向上させることができる。

【００３８】

このようなデータ復元システムとしては、ＲＡＩＤと呼ばれる、複数の故障独立（ｆａｉｌｕａｒ　ｉｎｄｅｐｅｎｄｅｎｔ）　なドライブを用いたものがある。これは、複数のドライブのうち一つのドライブをデータ復元用の記録に割り当て、残りを通常のドライブと同様の記録／再生を行うようにするものである。このＲＡＩＤシステムは、システム構造上、通常のドライブとほぼ同様なので、システム設計は簡単である。しかし、装置全体が大きくなるので用途は限られる。また、各ドライブは独立に動作させる場合が多く、どれかのドライブで記録を行う場合や、データ復元の際はそのデータのアドレス位置のデータを読み出すのに時間がかかるという欠点もある。これに対して、本発明の磁気記録再生装置は、同一の媒体面上の複数の記録／再生素子間で復元処置を行う。同一媒体面上であるので各素子は故障独立とは言えず、ＲＡＩＤよりも信頼性は劣ることになるが、装置を小型化できるという利点、特に、媒体／記録／再生素子の破損が問題となってくる高密度記録において小型の装置を提供できるという利点がある。

【００３９】

また、本発明の磁気記録再生装置は、磁気記録媒体上の複数の素子を用いるので、データをスキャンする幅は短くてよく、復元処理はＲＡＩＤよりも格段に高速に行えるという利点がある。

【００４０】

本発明による磁気記録再生装置はまた、各素子の磁気記録媒体面の表面と磁気記録媒体の表面との間隔が０．１μｍ以下であることを特徴とする。

【００４１】

前述したように、高密度記録の要求からは磁気記録媒体と記録／再生素子との距離は短ければ短いほど良い。従って、より高密度を行おうとする記録／再生素子と磁気記録媒体との距離は０．１μｍよりも短くする必要がある。その場合、記録／再生素子と磁気記録媒体との接触確率は増え、接触した際の記録／再生素子及び磁気記録媒体の損傷確率は増える。従って、このような高密度の磁気記録再生装置になるほど、上記のようなデータ復元システムを持つ必要がでてくる。また、接触に近い動作をすると、そのときに発生する磁気記録媒体上のキズは、従来の浮上型とは違って、ディスクの周方向に沿った長いものとなりやすい。その場合、従来のデータ列による復元措置はほとんど効果がない。従ってやはり上記のような複数の記録／再生素子によるディスク半径方向のデータ復元システムの必要性は記録／再生素子浮上量の小さい高密度の磁気記録再生装置になるほど増えてくる。

【００４２】

本発明による磁気記録再生装置はまた、各素子が、記録媒体の半径方向に沿って等間隔に配置されていることを特徴とする。

【００４３】

半径方向に等間隔であれば、従来の半径方向に一定の密度のトラックを持つ媒体において、各素子の受け持つトラック数が同じになり、上記のパリティ記録／再生素子の同時記録／再生が簡単な装置構成で実現できるようになる。また、各素子への負担が同じになり装置全体としての寿命が向上する。

【００４４】
また、半径方向に等間隔で設置される素子群は、各素子を同一の支持体上に設置することでも実現できる。この場合、ひとつの支持体を半径方向に動かすことで各素子のアクセスが同時に行われるので、高速のアクセスが可能となる。また、記録／再生素子－ジンバル部を複数個装置内に設置する必要がないので、装置構成が簡単になり、小型の磁気記録再生装置を作ることができるようになる。また、圧電素子等で支持体を動かすようにすれば、従来のモータで回転させて行っていた方法よりも高速でアクセスできるようになる。各素子の受け持ちのトラック数が同じであれば、各素子の位置決めが一度の動作で、瞬時にできるので、各素子の担当トラックの選定ミスがなくなることとも相まって、高速で高精度のデータ復元が可能となる。

【００４５】
また、従来ＲＡＩＤとして知られている、複数の磁気記録媒体を用いた同様の効果をもつ装置の場合、どれか一つのデータが書き変わる度にパリティ用のディスクは書き換えなければならず、その際にはその記憶アドレスに対応する他の全てのデータを読みだし、計算し直さなければならなかった。しかし同一の支持体に設置された素子群においてこの操作を行う場合には、他の記録／再生素子は自動的に対応アドレスに位置しているので、データを更新する素子とパリティ用の素子以外を読み取りモードにすれば、即時にデータ更新ができる。こうすることによって、高速の処理が可能となるばかりでなく、メモリ領域を浪費して、コンピュータの他の部分の制御に支障をきたすことがなくなり、電力消費も少なくて済む。

【００４６】
【発明の実施の形態】
以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

【００４７】
（第１実施形態）
図１は、本発明の好適実施形態に係る磁気ディスク装置の概略構成図である。同図において、磁気ディスク１はスピンドルモータ２により回転駆動される。磁気ディスク１上には、ディスク１の半径方向に沿って平板状のアーム３が設置され、このアーム３上にアーム３の長手方向に沿って複数の記録／再生ヘッド４が配列されている。アーム３と記録／再生ヘッド４により、ヘッド部が構成される。アーム３は、記録／再生ヘッド４を保持するためのもので、従来の磁気ディスク装置に使用されている磁気ヘッドを保持するためのジンバルと同様に金属で作られるか、またはＳｉなどの誘電体材料により作られる。記録／再生ヘッド４を形成する際にＳｉなどのヘッド基板を直接切り出してアーム３とすれば、アーム３と記録／再生ヘッド４を同時に形成することができ、生産性の点で好ましい。記録／再生ヘッド４は、例えば図２（ａ）（ｂ）に示すように構成されている。

【００４８】
図２（ａ）に示す記録／再生ヘッド４は、アーム３上に摺動子２１、記録素子２２、スペーサ２３および再生素子２４を矢印２６で示すアーム３の幅方向（磁気ディスク１の回転方向）に順次並べた構成となっている。摺動子２１は、記録／再生ヘッド４が磁気ディスク１との接触動作を行う際に安定した接触状態を保つためのものであり、例えば硬質の誘電体膜からなる。スペーサ２３は、記録素子２２と再生素子２４とを磁気的または電気的あるいは磁気的および電気的に分離すると同時に、両素子２２，２４をアーム３上に強固に固定するためのものである。記録素子２２は例えば電磁変換によって磁気ディスク１上に情報を記録する誘導型ヘッドであり、また再生素子２４は例えば磁気ディスク１上の情報に基づく信号磁化を電気抵抗の変化として検出して再生を行うＭＲ（磁気抵抗効果）型ヘッドである。

【００４９】
図２（ｂ）に示す記録／再生ヘッド４は、アーム３上に浮上子２５、記録素子２２、スペーサ２３および再生素子２４を矢印２６で示すアーム３の幅方向（磁気ディスク１の回転方向）に順次並べた構成となっている。浮上子２５は、従来の浮上型磁気ヘッドに用いら

れているスライダと同様のもので、アーム３の長手方向両側に磁気ディスク１に対して所望の浮上力を得るための一対のレールを有し、これらのレールの延長線上に図２（ａ）と同様の記録素子２２、スペーサ２３および再生素子２４がそれぞれ設けられている。

【００５０】

なお、本実施形態ではアーム３を磁気ディスク１の半径方向に沿って設置しているが、正確に磁気ディスク１の半径方向に設置する必要は必ずしもなく、磁気ディスク１の半径方向と周方向の間の方向に沿って設置してもよい。要するに、アーム４は磁気ディスク１上のトラックを横切る方向に設置すればよい。但し、トラックアクセスの観点からはアーム３を磁気ディスク１の半径方向に沿って設置することが望ましい。

【００５１】

図１に説明を戻すと、アーム３の基端部はアーム支持部を兼ねるヘッドアクチュエータ５に結合されており、またアーム３の先端部は自由端となっている。ヘッドアクチュエータ５はアーム３の支持部が磁気ディスク１の面内方向外方に設置され、アーム３を磁気ディスク１の半径方向に移動させる。アーム３上の記録／再生ヘッド４の配列ピッチＰ（図３参照）は、ヘッドアクチュエータ５によるアーム３の最大移動距離より小さく設定されている。

【００５２】

アーム３には、図２に示した記録／再生ヘッド４の記録素子２２および再生素子２４にそれぞれ接続された複数の記録端子６および複数の再生端子７が設けられており、記録端子６には記録回路８が接続され、再生端子７には再生回路９と位置信号生成回路１０が接続されている。記録回路８は、入力される記録データを処理して記録素子２２に供給する。再生回路９は、再生素子２４により再生された信号を処理して再生データを出力する。

【００５３】

位置信号生成回路１０は、磁気ディスク１に記録されている位置信号生成用情報を処理することにより、磁気ディスク１上のトラックと記録／再生ヘッド４との相対位置を示す位置信号を生成する。位置信号生成用情報は、磁気ディスク１のトラック上に予め書き込まれている特定パターンのサーボ情報と呼ばれる信号であり、以後、これをサーボ情報と称する。このサーボ情報のパターンは、従来の磁気ディスク装置に用いられるものと同様でよく、周知であるためここでは説明を省略する。位置信号生成回路１０で生成された位置信号は制御回路１１に入力され、制御回路１１はヘッドアクチュエータ５を駆動するためのアクチュエータ駆動回路１２に対して制御信号を供給する。

【００５４】

図３に、ヘッドアクチュエータ５の一例を示す。このヘッドアクチュエータ５は圧電体板３１の厚み方向両面に電極膜３２，３３を被着させた圧電素子３０により構成され、自由端である電極膜３２側はアーム３の基端部に結合され、固定端である電極膜３３側は磁気ディスク装置に固定されたベース３４に結合されている。電極膜３２，３３からは引き出し端子３５，３６が引き出され、引き出し端子３５，３６は図１のアクチュエータ駆動回路１２に接続される。

【００５５】

このように構成された圧電素子３０は、アクチュエータ駆動回路１２により電極膜３２，３３間に電圧が印加されると、圧電体板３１が厚み方向に変位を生じる。この圧電体板３１の変位によって、圧電素子３０に基端部が結合されているアーム３が長手方向に移動する。この場合、アーム３の最大移動距離は圧電体板３１の変位による圧電素子３０の最大変位量によって決まる。アーム３が長手方向、つまり磁気ディスク１の半径方向に移動すると、アーム３に設置されている記録／再生ヘッド４も磁気ディスク１の半径方向に移動する。

【００５６】

この記録／再生ヘッド４の移動に伴って、磁気ディスク１上のトラックと記録／再生ヘッド４との相対位置も変化し、これに伴い前述したサーボ情報に基づいて、この相対位置を示す位置信号が位置信号生成回路１０によって生成され、制御回路１１に入力される。従

って、例えば図示しないホストコンピュータから制御回路１１に磁気ディスク１上のアクセスすべき所望のトラックに対するシーク命令を入力し、このシーク命令によって指示されるトラック位置と、位置信号生成回路１０からの位置信号に基づいて制御回路１１からアクチュエータ駆動回路１２に制御信号を供給することによって、記録／再生ヘッド４の所望の一つを所望のトラック上に位置決め制御することができる。すなわち、所望のトラックに対してアクセスを行うことができる。

【００５７】

なお、図３ではヘッドアクチュエータ５を構成する圧電素子３０が単層構成となっているが、同様の構成の圧電素子を複数層重ねて設けた積層型圧電アクチュエータを用いてもよい。この積層型圧電アクチュエータを用いれば、アーム３を必要量動かすのに必要な変位量をより容易にとることができる。また、図３では圧電素子３０がアーム３の基端部に直接結合されているが、装置構成上、圧電素子３０をアーム３に直接結合させにくい時には、適当な伝達機構を介してアーム３に結合してもよい。

【００５８】

本実施形態によると、次のような効果が期待できる。

【００５９】

まず、本実施形態ではアーム３に複数の記録／再生素子ヘッド４が磁気ディスク１の半径方向に沿って設置されており、アーム３を磁気ディスク１の半径方向に移動させることによって、記録／再生ヘッド４を所望のトラックにアクセスすることができる。従って、従来のようにヘッドをヘッド取り付けアームの先端に設置し、このアームを回転させてトラックアクセスを行う場合のようなヘッド取り付けアームを含むヘッド回転機構に起因する機械的なずれによるトラッキングずれ、記録・再生信号の劣化及びノイズの増加といった問題が緩和される。

【００６０】

また、記録／再生ヘッド４を磁気ディスク１に対して浮上させる場合は、機械特性の変化によって浮上量が変動しやすくなるが、本実施形態のように接触動作を行うことによってこの変動を抑えることができるので、各記録／再生ヘッド４はいずれも安定した記録／再生動作を行うことができる。

【００６１】

さらに、従来の磁気ディスク装置では、トラックアクセスはモータによるヘッド取り付けアームの回転運動によって行っているため、モータの回転自体が例えば圧電素子３０を用いたヘッドアクチュエータ５に比べて精度が悪いことに加えて、ヘッド部ではさらにそれを取り付けているジンバルの長さの分だけ精度の悪さが増幅されてしまうという問題があった。

【００６２】

これに対して、本実施形態のようにアーム３を圧電素子３０によって磁気ディスク１の半径方向に移動させるようにすると、アーム３の長手方向の１次元の運動でトラックアクセスすることになるので、トラックに対する記録／再生ヘッド４の位置決め誤差、つまりトラッキング誤差は圧電素子３０の変位分だけであり、記録／再生ヘッド４で増幅されることはない。また、圧電素子３０自体はｎｍオーダの超高精度の変位動作が可能で、これが増幅されないことと相まって、ヘッド系全体のトラッキング精度も従来に比べて飛躍的に向上する。しかも、圧電素子３０はモータに比べて高速動作が可能であり、このこともアクセス速度の向上に寄与することができる。

【００６３】

また、記録／再生ヘッド４間の距離がアーム３の最大可動距離（圧電素子３０の最大変位）よりも小さいので、各記録／再生ヘッド４によるトラックアクセスを全て共通の圧電素子３０の駆動のみで行うことが可能になる。これによって、各記録／再生ヘッド４毎に異なる複数の移動機構を用いた場合よりもアーム３の移動精度、トラックアクセス速度が向上する。

【００６４】

具体的に、本実施形態の構成において記録／再生ヘッド４の配列ピッチＰを３０μｍ、圧電素子３０の最大変位量を４５μｍとしたところ、記録／再生ヘッド４を３０μｍの範囲内で磁気ディスク１の半径方向の所望の位置に移動させることができた。そして、記録／再生ヘッド４の各々が担当する磁気ディスク１の半径方向におけるトラック領域の幅を３０μｍに設定し、磁気ディスク１上のトラック間領域（ガードバンド）の幅を０．３μｍ、トラック幅を１．２μｍとして、記録／再生ヘッド４の各一つに２０本のトラックをそれぞれ担当させたところ、任意のトラックへの記録／再生ヘッド４のアクセス時間（シーク時間）は１０μｓｅｃであり、ヘッド取り付けアームの回転運動によってトラックアクセスを行う従来方式に比較して、非常に高速かつ高精度のトラックアクセスが可能であることが確認された。

【００６５】

また、本実施形態では情報の記録／再生の両方あるいはいずれか一方の動作を行うときに、複数の記録／再生ヘッド４が磁気ディスク１に接触することにより、同時に複数のトラックに情報を記録したり、同時に複数のトラックから情報を再生することが可能である。

【００６６】

従って、再生時には複数のトラックに時間間隔なしでアクセスを行ったのと等価な動作となり、非常に高速に再生を行うことができる。すなわち、同時再生トラック数が２本であれば２倍、３本であれば３倍というように、同じ情報量をより高速に再生することができる。記録時においては、従来の方式では２値記録を行っていたのに対し、本実施形態によると同時に記録する複数のトラック上に記録する情報が２値であっても、それらのトラック全体では同時記録トラック数が２本の場合で４値、３本の場合で８値、４本の場合で１６値というように多値記録が可能となるため、１本のトラックによる２値記録のみで情報を記録した場合に比較して、より高密度・高転送レートの記録を行うことができる。

【００６７】

（第２実施形態）

図４は、本実施形態における要部の構成を示す図であり、ヘッドアクチュエータ５のアーム３の基端部を支持するアーム支持部４１を例えばゴムのような弾性材料により形成するとともに、アーム３の基端部およびアーム支持部４１を磁気ディスク１の面内方向外方位置に設定し、アーム３の基端部側と磁気ディスク１との距離よりアーム３の先端部側と磁気ディスク１との距離が小さくなるように、アーム支持部４１でアーム３の基端部を支持する構成となっている。

【００６８】

この場合、アーム３の基端部側にある記録／再生ヘッド４がアーム３の先端部側にある記録／再生ヘッド４より後に、磁気ディスク１上に所定の接触状態で設置されればいいので、アーム３を磁気ディスク１に近づけるときの基端部側と先端部側の磁気ディスク１との距離の差はどのような値であっても基本的に構わない。なお、ヘッドアクチュエータ５として図３に示したような圧電素子３０を用いる場合、ヘッド支持部４１をアーム３側の電極膜３２上に接着等により設ければよい。

【００６９】

図４（ａ）は、アーム３が磁気ディスク１より上方にあって、記録／再生ヘッド４を磁気ディスク１上に接触させるときの状態を示している。この場合、アーム支持部４１はアーム３を矢印４２で示す磁気ディスク１から離れる方向に回動させる適当なトルク（応力）を発生する。このトルクにより、記録／再生ヘッド４のそれぞれに磁気ディスク１に対する適当な押圧力が付与される。

【００７０】

図４（ｂ）は、図４（ａ）とは逆にアーム３が磁気ディスク１より下方にあって、記録／再生ヘッド４を磁気ディスク１上に接触させるときの状態を示したものであり、この場合もアーム支持部４１はアーム３を矢印４３で示す磁気ディスク１から離れる方向に回動させる適当なトルクを発生することにより、記録／再生ヘッド４のそれぞれに磁気ディスク１に対する適当な押圧力が付与される。

【００７１】
このように本実施形態では、アーム３の基端部を磁気ディスク１の面内方向外方位置で支持することにより、ヘッド支持部４１の構成が簡単となり、かつ磁気ディスク１を安定して回転させることができる。また、アーム３の基端部側と磁気ディスク１との距離よりアーム３の先端部側と磁気ディスク１との距離が小さくなる関係でアーム３の基端部を支持することにより、記録／再生ヘッド４を磁気ディスク１に接触させる際のアーム３の応力を利用して、磁気ディスク１に対する記録／再生ヘッド４の押圧力を均一化でき、もって各記録／再生ヘッド４による記録／再生特性を揃えることが可能である。
【００７２】
この効果をさらに詳しく説明する。記録／再生ヘッド４が磁気ディスク１に対して接触しているか浮上しているかに関係なく、アーム３の基端部を固定端として磁気ディスク１側に押し付ける場合を考えると、磁気ディスク１に対する記録／再生ヘッド４の押圧力はアーム１の基端部のみから発生するので、磁気ディスク１に対する各記録／再生ヘッド４の押圧力はアーム３の基端部で大きく、先端部に移るに従って小さくなる。従って、アーム３を磁気ディスク１に対して平行な状態を保って磁気ディスク１側に押し付けようとすると、各記録／再生ヘッド４の押圧力が不均一となり、均一な記録／再生ができなくなる。また、記録／再生ヘッド４を磁気ディスク１に対して浮上動作させる場合でも、記録／再生ヘッド４が磁気ディスク１に偶発的に当接した際等に、アーム３の反りや浮上量の変動などが誘起されるおそれがある。
【００７３】
これに対し、本実施形態のようにアーム３の基端部が先端部よりも磁気ディスク１に対して遠いような姿勢でアーム３を磁気ディスク１に押し付けると、このような問題点は回避される。すなわちアーム３の基端部の僅かな回転動作により記録／再生ヘッド４の磁気ディスク１に対する押圧力が発生するようになるため、先に磁気ディスク１に押し付けられるアーム３の先端部側の押圧力が相対的に増加することになり、結果として各記録／再生ヘッド４での磁気ディスク１の対する押圧力が均一化され、またアーム３の反りや浮上量の変動も抑圧される。
【００７４】
（第３実施形態）
図５に示す実施形態は、アーム３と記録／再生ヘッド４との間に弾性体５０を介在させることによって、磁気ディスク１に対する記録／再生ヘッド４の押圧力を均一化するようにしたものである。
【００７５】
弾性体５０は、記録／再生ヘッド４の主要部分の部材の構成元素よりも弾性率の小さい元素を含む材料の薄膜により形成される。例えば、記録／再生ヘッド４の図２に示した記録素子２２および再生素子２４がアルミナなどの絶縁性板（ヘッド基板）上に複数の導体層をシリコン酸化膜のような層間絶縁層を介して積層して構成される薄膜ヘッド構造の場合、弾性体５０は例えばＡｕ，Ｔｉ，Ｗ，Ｃｕ，Ａｌ，Ｃｒ，Ｎｉ，Ｎｂ，Ｍｏ，Ｔａ，Ｐｔ，Ｐｄなどの金属、またはＳｉ，Ｓｉ－Ｏ，Ｓｉ－Ｎ，Ａｌ－Ｏ，Ａｌ－Ｎ，Ｔｉ－Ｏ，Ｔｉ－Ｎ，Ｂ－Ｎなどの誘電体、あるいはこれらの混合物により形成される。また、膜全体に誘起される応力を局所的に吸収する効果のある複合体薄膜、例えば母材中に金属粒子が分散した薄膜、異種元素が相分離した膜、空隙が多数存在するような膜、あるいはＳｉ等の誘電体をエッチング等の半導体プロセスで微細加工した薄膜でなどにより弾性体５０を形成することもできる。
【００７６】
このような弾性体５０を設けることによる効果は、次の通りである。すなわち、磁気ディスク１に対する記録／再生ヘッド４の押圧力は、アーム３の基端部の磁気ディスク１の方向への移動距離（ｚとする）によって生ずる。アーム３自体の重量は記録／再生ヘッド４に比べるとはるかに大きいので、アーム３の該移動距離ｚのみで各記録／再生ヘッド４の押圧力を精度良く制御することは困難である。また、磁気ディスク１の反りや表面上の突

起などによって、磁気ディスク１と記録／再生ヘッド４間の距離の時間的、局所的な変動が起こることも想定され、このような変動を吸収して各記録／再生ヘッド４の押圧力を一定に保つことは困難である。

【００７７】

これに対して、本実施形態のようにアーム３と記録／再生ヘッド４との間に記録／再生ヘッド４の主構成材料より弾性定数の小さい弾性体５０を設ければ、この問題を回避できる。すなわち、アーム３から伝達される記録／再生ヘッド４の移動距離をｚ、アーム３と記録／再生ヘッド４間の弾性定数をｋとすると、押圧力はｋ・ｚとなる。従って、弾性定数ｋを小さく設定することにより、大きな力の変動を導く大きなｚの変化を微少な押圧力の変化に変換することができる。アーム３と記録／再生ヘッド４間の弾性定数を変えるには、本実施形態のようにアーム３と記録／再生ヘッド４との間に適切な弾性定数を有する弾性体５０を設けると良い。この場合、移動距離ｚの変動を記録／再生ヘッド４にダメージを与えない程度の押圧力の変動にするためには、本実施形態のように弾性体５０の弾性定数を記録／再生ヘッド４より小さくする方が好ましい。

【００７８】

図６に、弾性体５０の種々の例を示す。図６（ａ）に示す弾性体は、アーム３上に下地層５１を介して、半導体プロセスで渦巻バネ状に微細加工したＳｉ等の誘電体からなる弾性薄膜層５２を設けたものである。図６（ｂ）に示す弾性体は、アーム３上に同様に下地層５１を介して、半導体プロセスで折り返しバネ状に微細加工したＳｉ等の誘電体からなる弾性薄膜層５３を設けたものである。このような微細なバネ形状は、作製プロセスによって決定されるものであって、所望の弾性率が得られれば特に限定されない。

【００７９】

図６（ｃ）に示す弾性体は、アーム３上に同様に下地層５１を介して、内部に空洞５５を有する中空構造の弾性薄膜層５４を設け、弾性薄膜層５４を構成する薄膜全体の弾性率を小さくしたものである。このような弾性薄膜層５４は、例えば弾性薄膜層５４となる被加工層に対し等方性エッチングを行うことによって、膜表面のパターンを越えて膜内部を侵食させ、空洞５５を形成することにより作成することができる。このような微細加工の形状は、作製プロセスによって決定されるものであって、所望の弾性率を得られればその形状は特に限定されるものでなく、またエッチングの等方性の度合いも適宜選ぶことができる。

【００８０】

図６（ｄ）に示す弾性体は、アーム３上に同様に下地層５１を介して、細かく分断された弾性薄膜層５６を設け、薄膜を圧縮する方向の応力を分断部の膜面内方向の変位によって緩和することで、薄膜全体の弾性定数を小さくするようにしたものである。この場合、弾性定数は弾性薄膜層５６となる被加工層の加工パターンによって制御できるので、所望の弾性率が得やすいという点で好ましい。もちろん、このような分断された微細加工の形状は、所望の弾性率を得られるものあれば、どのような形状であっても構わない。

【００８１】

以上に述べたような弾性体５０の弾性率の制御は、金属や誘電体薄膜の場合には膜圧や組成で、複合体薄膜の場合には中に混入させる物質の材料や濃度で、また微細加工薄膜の場合にはその加工形状で制御できる。このように、比較的容易な作製プロセスで、各記録／再生ヘッド４毎に弾性定数が異なる弾性体５０を形成することにより、各記録／再生ヘッド４に磁気ディスク１に対する均一な押圧力を付与することができる。

【００８２】

また、アーム３にはその不均質性に起因する弾性定数の位置的な不均一性が存在する。この不均一性が磁気ディスク１に対する各記録／再生ヘッド４の押圧力に不均一性を生じさせる程度であれば、これを補償する必要が生じる。本実施形態によれば、弾性体５０の弾性定数を記録／再生ヘッド４毎に異ならせることにより、このようなアーム３の長手方向における弾性定数の分布を補償して、各記録／再生ヘッド４に磁気ディスク１に対してより均一な押圧力を付与することができる。

【００８３】
さらに、第３実施形態で述べたようにアーム３が基端部側で固定されていることに起因して、磁気ディスク１に対する記録／再生ヘッド４の押圧力はアーム３の基端部側と先端部側とで異なった値となるが、このような押圧力の不均一性も弾性体５０により補償することが可能である。この場合には、弾性体５０の弾性定数をアーム３の基端部側に行くに従って小さくなるように設定すればよい。　具体的には、弾性体５０の弾性定数を記録／再生ヘッド４毎に異ならせる第１の例として、例えば弾性体５０をＴｉ，Ｗ，Ｎｂ，ＰｔおよびＡｕから選択した少なくとも一種からなる薄膜により形成し、各記録／再生ヘッド４毎に異なるパターンの切り込みを入れることによって、その弾性定数を制御する。一方、アーム３の弾性率の局所的な変化を予め測定しておく。そして、この変化を補償するように各記録／再生ヘッド４の下部の弾性体５０の弾性定数を設定する。図７（ａ）に、この場合の弾性体５０のアーム長手方向における弾性定数の分布の例を示す。この結果、弾性体５０に上記のいずれの材料を用いた場合にも、各記録／再生ヘッド４の磁気ディスク１に対する押圧力の平均化を達成することができる。
【００８４】
弾性体５０の弾性定数を記録／再生ヘッド４毎に異ならせる第２の例として、弾性体５０をＴｉ，Ｗ，Ｎｂ，ＰｔおよびＡｕから選択した少なくとも一種からなる薄膜により形成し、各記録／再生ヘッド４毎にその厚さを徐々に変化させることによって、図７（ｂ）に示すようなアーム長手方向においてほぼ連続的な弾性定数の分布を実現する。この結果、アーム３の基端部を固定することに起因する各記録／再生ヘッド４の磁気ディスク１に対する押圧力の変化を補正することができる。
【００８５】
また、第３の例として、上述した第１および第２の例を組み合わせることによって、図７（ａ）の特性と図７（ｂ）の特性の合成である図７（ｃ）に示すような弾性定数の分布を得ることができ、その結果、より厳密に各記録／再生ヘッド４の磁気ディスク１に対する押圧力を均一化することができる。
【００８６】
（第４実施形態）
本実施形態は、アーム３の厚さを図８に示すように基端部側で薄く、先端部側で厚くなるように長手方向に変化させて弾性定数に分布を持たせたものである。アーム３の幅は、長手方向で一定とする。本実施形態におけるアーム３の厚さ分布の設定は、まず均一な厚さのアーム３に設置した各記録／再生ヘッド４の磁気ディスク１に対する押圧力を測定し、この押圧力の変化を補償するようにアーム３の各記録／再生ヘッド４の位置における厚さを決定することで行うことができる。このようにアーム３の厚さ分布により、その弾性定数の分布を持たせることによって、各記録／再生ヘッド４の磁気ディスク１に対する押圧力を均一化することができる。
【００８７】
なお、本実施形態の変形例としては、押圧力分布を補正するようにアーム３に重りを設けることにより、アーム３の弾性定数を変化させる方法がある。重りの設置法としては、重りを接着剤等でアーム３に固定する方法でもよいが、スパッタ法や蒸着法等の薄膜形成プロセスを用いて同種または異種材料の薄膜をアーム３上に形成する方法でもよい。
【００８８】
また、アーム３に切り込みを入れて弾性定数を変化させる方法も有効である。アーム３の局所的な弾性定数は、切り込みの深さ、幅、形状、密度により制御可能である。この方法によれば、より細かに弾性定数を制御することができる。
【００８９】
さらに、イオン打ち込みプロセスを用いて、アーム３の機械特性の局所的な改質を行う方法も有効であり、これによると、より細かな弾性定数の制御が可能となる。
【００９０】
（第５実施形態）

図９に、本実施形態の要部の構成を示す。本実施形態においては、複数の記録／再生ヘッド４の一つを選択するためのヘッド選択装置６０が設けられている。ヘッド選択装置６０には、記録／再生ヘッド４との間の入出力信号線６１、電源供給線６２、外部からのヘッド選択制御線６３および外部との間の入出力信号線６４が接続されている。入出力信号線６４は、図１のアーム３上の記録端子６および再生端子７に接続される。全ての記録／再生ヘッド４は、記録／再生可能な状態にあるが、ヘッド選択装置６０にヘッド選択制御線６３を介して外部から制御信号を供給することにより、記録／再生ヘッド４の一つが選択され、そのヘッド４のみが実際に記録／再生動作を行う構成となっている。

【００９１】

ヘッド選択装置６０はＩＣにより構成され、図１０に示すようにアーム３上に設置されている。図１０（ａ）はアーム３の記録／再生ヘッド４が設置された面と反対側の面上にヘッド選択装置６０を設置した例、図１０（ｂ）はアーム３の記録／再生ヘッド４が設置された面と同一面上にヘッド４の側方に位置するように設置した例である。これらの場合、ヘッド選択装置６０はアーム３上に複数個設置されており、その各々は記録／再生ヘッド４を所定数個ずつ受け持つことになる。

【００９２】

ここで、ヘッド選択装置６０がｎ個、記録／再生ヘッド４がｍ個あり、ヘッド選択装置６０が記録／再生ヘッド４の記録素子２２および再生素子２４を選択する場合を考える。記録／再生ヘッド４は、記録素子２２として誘導ヘッド、再生素子２４としてＭＲヘッドをそれぞれ用いることを想定し、誘導ヘッドの一端が記録電流入力端子に、ＭＲヘッドの一端がセンス電流入出力端子にそれぞれ接続され、さらに誘導ヘッドおよびＭＲヘッドの各他端がコモン端子に共通接続される３端子構造の複合ヘッドを仮定する。この場合、各記録／再生ヘッド４から引き出される最小限の配線数は、記録電流線１本、センス電流入出力線１本、およびコモン線１本の計３本である。なお、コモン線は全ての記録／再生ヘッド４に共通に接続される。従って、ヘッド選択装置６０がない場合、アーム３上に設置すべき配線数は２ｍ＋１本であり、記録／再生ヘッド４の総数ｍが大きくなると、アーム３上に全ての配線を配設することは技術的に難しくなる。

【００９３】

これに対し、本実施形態のようにヘッド選択装置６０を用いた場合は、各々のヘッド選択装置６０につき最低限必要な配線数は、記録電流線１本、センス電流入出力線１本およびコモン線１本にヘッド選択制御線６１の１本である。従って、アーム３上に設置すべき配線数は３ｎ＋１本となる。ここで、ｍ＝１００、ｎ＝１０とすると、アーム３上に設置すべき配線数はヘッド選択装置６０を用いることによって、２０１本から３１本へと大幅に減らすことができる。このように、ヘッド選択装置６０を用いることによって、多数の記録／再生ヘッド４を配置する際の問題点である、配線数の増大を大幅に緩和することができる。

【００９４】

また、ヘッド選択装置６０はアーム３上に設置されるので、記録／再生ヘッド４からの配線長が短くて済み、配線抵抗や浮遊容量による記録／再生特性の劣化を極力抑えることができる。さらに、ヘッド選択装置６０と記録／再生ヘッド４との間や、ヘッド選択装置６０と外部との間に再生信号を増幅するプリアンプを設けてもよい。また、記録動作・再生動作でそれぞれ別のヘッド選択装置６０を設置すれば、それぞれの制御動作が単純化され、制御系の設計・作製が容易になるばかりでなく、記録動作と再生動作を全く独立に行うことが可能になり、記録・再生の並列処理を実現することもできる。

【００９５】

（第６実施形態）

図１１は、本実施形態の要部の構成を示すブロック図であり、複数の記録／再生ヘッド４の再生素子２４からの信号が直接または第５実施形態で説明したヘッド選択装置６０を介して切替スイッチ回路７０に入力される。切替スイッチ回路７０は、記録／再生ヘッド４のうちのある再生素子２４からの再生信号を出力線７１を介して再生回路９に供給し、別

のある再生素子２４からの再生信号を出力線７２を介して位置信号生成回路１０に供給する。

【００９６】

本実施形態によると、ある記録／再生ヘッド４によるデータの再生中に、別の記録／再生ヘッド４からの再生信号中のサーボ情報から生成される位置信号に基づいてトラッキングを行うことができるので、再生動作とトラッキング動作が時間的に分離して行われる従来の方式よりも精度の高いヘッド位置制御（トラッキング）が可能となる。また、複数の記録／再生ヘッド４からの信号に基づいてトラッキングやシークなどの制御を行うようにすれば、一つのヘッドからの信号に基づいてトラッキングやシークを行う従来の方式に比較して、より高精度かつ高速の制御が可能となる。

【００９７】

切替スイッチ回路７０は、出力線の数と同数のスイッチ素子により構成される必要があるが、複数の出力線を同時に切り替える方式でも構わない。その場合には回路構成が簡単になり、またより高速動作が可能になる利点がある。また、位置信号生成回路１０に複数の記録／再生ヘッド４からの信号が直接またはヘッド選択装置６０を介して入力される構成であってもよい。この場合、複数の記録／再生ヘッド４からの信号に基づいてトラッキングやシークなどの制御を行うことにより、一つのヘッドからの信号に基づいてトラッキングやシークを行う従来の方式に比較して、より高精度かつ高速の制御が可能となる。

【００９８】

（第７実施形態）

本実施形態は、記録／再生ヘッド４をグループ化、すなわち所定数ずつのヘッド４からなる複数のグループに分け、グループ毎に位置信号を生成してトラッキングなどの制御を行うものである。このようにすると、グループ毎に最適なトラッキングなどの制御ができる利点がある。また、記録／再生ヘッド４の数が増えると、熱膨脹や経時変化等で記録／再生ヘッド４の配列ピッチが不均一にずれる可能性があるが、グループ化を近接した記録／再生ヘッド４間で行えばトラッキングやシークに対するヘッドの配列ピッチのずれの影響を少なくすることができる。

【００９９】

本実施形態は、磁気ディスク１上の各トラックにデータの記録領域とサーボ情報の記録領域の両方を設けるような従来の方法にも適用可能である。この場合、複数の記録／再生ヘッド４から同時にサーボ情報が得られるので、これらに基づいて生成される複数の位置信号を用いて、従来よりも高精度・高速のトラッキングやシークを行うことが可能となる。

【０１００】

（第８実施形態）

図１２は、各トラックに第２のトラック領域としてのデータ記録領域と、第１のトラック領域としてのサーボ情報記録領域を有する磁気ディスク１上の記録パターンの一例を示す平面図である。同図において、８０はそれぞれ異なる記録／再生ヘッド４がアクセスする隣接したトラックであり、サーボ情報記録領域８１が間欠的に設けられ、これ以外の部分にデータ記録領域８２が設けられている。サーボ情報記録領域８１は、隣接したトラック８０間で連続するように、各々のトラック８０内での位置を該領域８１の長さ分ずつ順次ずらせて配置されている。

【０１０１】

このようにすると、同時に異なる複数のトラック８０から再生を行う複数の記録／再生ヘッド４により、常にいずれかのトラック８０からサーボ情報を読み取ることができ、全体として見るとサーボ情報を時間的に分断されることなく連続的に読み取ることができる。従って、常に単一のトラック８０から再生を行うためにサーボ情報を間欠的にしか読み取ることができない従来の方式と比較して、非常に精度の高いヘッド位置制御が可能となる。

【０１０２】

なお、図１２では各トラック８０のサーボ情報は時間的に重なっては再生されないが、サ

ーボ情報記録領域８１を隣接するトラック８０で時間的に一部重複して読み取ることができるように配置してもよく、このようにすることにより図１１の切替スイッチ回路７０の切り替え時の雑音の影響をなくし、より高精度なヘッド位置制御が可能となる。逆に、どのトラック８０からもサーボ情報が読み取られない時間が存在するようにしても構わない。この場合には、サーボ情報記録領域８１の長さを短くできるので、より多くの領域をデータ記録領域８２に用いて記録効率を上げることができる。

【０１０３】

図１２の記録パターンを応用して、複数のトラック８０からのサーボ情報のみでクローズして磁気ディスク１の１回転分の制御が可能なようにサーボ情報記録領域８１の位置を設定すれば、第７実施形態で述べたグループ化の利点を効果的に得ることが可能になる。図１３に、４トラックからのサーボ情報のみでクローズして磁気ディスク１の１回転分の制御が可能なようにサーボ情報記録領域８１の位置を設定した例を示す。

【０１０４】

（第９実施形態）

図１４は、サーボ情報記録領域９１，９２がデータトラック９３に対してトラック幅方向（磁気ディスク１の半径方向）に半トラック分ずれている場合の実施形態を示す平面図である。ここで、サーボ情報記録領域９１と９２とでは記録されているサーボ情報の周波数がｆ１，ｆ２と異なっている。ここで、データトラック９３上を記録／再生ヘッド４が通過した時に、これら二つの周波数ｆ１，ｆ２のサーボ情報の再生レベル（信号強度）が同じになるようにすることによって、トラッキング制御を行うことができる。このようにすると、サーボ情報として一つの周波数しか使わない従来の方式よりも高精度の制御が可能となる。

【０１０５】

図１４の方式は、第８実施形態で説明したような複数のトラック８０からのサーボ情報のみでクローズして磁気ディスク１の１回転分の制御が可能なようにサーボ情報記録領域８１の位置を設定する方式に適用することも可能である。その場合には、各記録／再生ヘッド４が再生するトラック８０に対して全て異なる周波数でサーボ情報を記録してもよいし、全てのトラック８０において内周側と外周側とでのみサーボ情報の周波数が異なるようにしてもよい。前者の場合には高精度な制御が可能となるし、後者の場合には制御回路の構成が簡単になる。

【０１０６】

（第１０実施形態）

図１５は、記録／再生ヘッド４の配列ピッチＰを磁気ディスク１上のトラックピッチＱの１／２の奇数倍に設定した実施形態であり、（ａ）はアーム３上の記録／再生ヘッド４の配置を示し、（ｂ）はこれに対応した磁気ディスク１上のトラック１００の配置を示す。ある記録／再生ヘッド４があるトラック１００上に位置しているオントラックの状態では、その両隣の記録／再生ヘッド４はトラック１００に対して半トラック分ずれている。さらに、隣合うトラック１００にはそれぞれ異なる周波数（ｆ１，ｆ２）のサーボ情報が記録されているものとする。

【０１０７】

この場合、図１４に示した第９実施形態を適用することができ、隣接する二つの記録／再生ヘッド４で、二つの周波数ｆ１，ｆ２のサーボ情報の再生信号レベルが等しくなるようにアーム３を制御することにより、記録／再生ヘッド４の位置制御を行うようにする。この方法を用いれば、サーボ情報の書き込み時に半トラック分ずらす作業を行わなくても、第９実施形態で述べた高精度のヘッド位置制御が可能となる。また、隣接する記録／再生ヘッド４からのサーボ情報の再生タイミングが時間的にずれるようにサーボ情報記録領域９１，９２の位置を設定すると、図１２および図１３で説明した第８実施形態と同様の高精度な制御を実現することが可能になる。

【０１０８】

（第１１実施形態）

図１６に、本実施形態における磁気ディスク１上の記録パターンを示す。磁気ディスク１上の特定の半径位置、この例では中央部に第１のトラック領域としてのサーボ情報記録領域１０１が設定され、他の半径位置に第２のトラック領域としてのデータ記録領域１０２が設定されている。

【０１０９】

このようにサーボ情報とデータをそれぞれ別々のトラック領域に記録した記録パターンを有する磁気ディスク１を用いることにより、特定の一つまたは複数の記録／再生ヘッド４がサーボ情報のみを連続して再生することができる。このようにすることによって、記録／再生時に常に連続してサーボ情報を読み取ることができ、時間的に分断されることなく高精度のヘッド位置制御を行うことが可能となると共に、データ記録領域１０２を広くとることができる。また、本実施形態によると第６実施形態で述べたような切替スイッチ回路７０が不要となり、回路の簡略化、制御および信号処理の高速化が可能となる。

【０１１０】

本実施形態におけるサーボ情報記録領域１０１のトラック数、すなわちサーボ情報のみを再生する記録／再生ヘッド４の数は単数でも複数でも構わないが、複数にするとヘッド位置制御をより一層高精度に行うことができる。また、本実施形態は第７実施形態～第１０実施形態と組み合わせて実施することも可能である。

【０１１１】

次に本発明の別の実施形態を説明する。図１７（ａ）には、磁気記録再生装置内の磁気記録媒体１１１の記録再生面上に、それぞれ独立に制御される記録／再生ヘッド１１２、１１３、１１４、１５のある時刻の位置が示され、ここで、ヘッド１１２、１１３、１１４は情報の記録／再生を行うヘッド、ヘッド１１５はヘッド１１２、１１３、１１４のパリティ情報を記録／再生するヘッド、トラック１１６、１１７、１１８、１１９はそれぞれ記録／再生ヘッド１１２、１１３、１１４、１１５が受け持つ記録領域である。

【０１１２】

この構成において、図１８に示すように、パリティヘッド１１５は各ヘッドの各領域における記録の先頭から、それぞれのデータの総和が偶数になるような記録を行った。すなわち、ヘッド１１２、１１３、１１４がそれぞれ各領域の先頭から「１０１０１０…」「１０１１０…」「１１１０００…」という記録を行ったときヘッド１１５は「１００１００…」と記録する。このような記録を行うことによって、例えば、ヘッド１１２の情報が磁気記録媒体の一周にわたって失われたとき、あるいは、ヘッド１１２が壊れて領域１１６の情報が再生できなくなった場合でも、ヘッド１１３、１１４、１１５よりデータが完全に復元できる。なお、パリティ記録を行う基準点は、各記録領域の先頭である必要はなく、図１９に示すように、適当なクロックを設定し、ある時刻を基準点としても良い。この場合、基準点を複数個設定することができるので、データ復元が容易に、高速に行える。

【０１１３】

この構成は磁気記録装置内に複数の磁気記録媒体の記録面を有する場合にも適用できる。例えば、図１７（ａ）と同様のヘッド構成で、磁気記録媒体２枚を用いて記録面が４面ある場合、合計１６個のヘッドのうちひとつを上記のパリティヘッドに割り当てれば、１６個のヘッドまたは、記録領域のうちひとつが損傷しても完全に回復できる。また、各面でそれぞれひとつづつパリティヘッドを設ければ、各面においてヘッドまたは領域の損傷から完全に復元できる。前者の場合の記憶領域が増えるという利点があり、後者の場合には信頼性を媒体面ひとつのときと同等以上に保つことができるという利点がある。どちらを選ぶかは、装置の設計要求に基づいて選択すればよい。

【０１１４】

次に図１７（ｂ）を参照して本発明の別の実施形態を説明する。磁気ディスク１１１には、磁気ディスク１１１の記録領域を周方向に分割したセクター１２１、１２２が規定されている。

【０１１５】

この構成において、パリティヘッド１１５は各セクターの先頭から上述の例と同様にそれぞれのデータの総和が偶数になるような記録を行った。こうすることにより、上述の例のときよりもより高速のデータ復元が可能となった。また、図２０に一例を示すように、あるセクター１２１から次のセクター１２２に移ったときにパリティ情報を記録／再生するヘッドを１１５からヘッド１１２に変え、ヘッド１１３、１１４、１１５を情報記録用とする制御を行った。なお、図２０においては、各ヘッドは、時分割にパリティヘッドを担当する例であり、ＯＮにてパリティヘッドとして担当し、ＯＦＦで通常の情報記録再生用ヘッドとして担当することを示している。パリティヘッドは、他の情報記録用のヘッドのうちどれかひとつでも記録を行うと、それに連動してパリティ情報を書き換えなくてはならない。従って、パリティヘッドおよびそれが記録する領域は、他のものに比べて記録／再生の頻度が多い。従って媒体、ヘッドともに劣化が激しい。従って、上述のようにパリティヘッドを随時切り替えることによって、装置寿命を飛躍的に増加させることができる。

【０１１６】

図１７（ｂ）では、各領域のセクターは周方向に同じ位置であるが、本発明を実施するに当たっては、かならずしもそうである必要はない。信号品質を安定化させまた媒体作成を容易にすることを目的として、媒体上での記録密度を一定としても良い。

【０１１７】

また、各領域のトラック数を同数とするファーマッティングを行った。その結果、各パリティ情報はセクターとトラック数で決められる座標上に記録されることになるので、パリティ情報の記録やデータ復元がより高速に行えるようになった。この、トラック数を各領域で同数にするフォーマットは、上述の例の場合にも当然適用できる。

【０１１８】

さらに、各セクターの開始位置から、各ヘッドが同時に記録／再生を行うようにシステムを構成した。こうすることにより、パリティ情報は同時に記録／再生するようになる。このため、一度メモリ等に保管しておいてそれを基にパリティ情報を生成する方法に比べて、より高速の記録／再生／復元ができるようになった。また、他のヘッドの情報を保管するメモリやそれを読み出しパリティ情報を生成する装置を設置する必要がなくなるので、装置構成は単純になった。

【０１１９】

次に、図１７（ａ）に示す構成の磁気記録装置を試作し、装置全体を低圧チャンバー内に封入してヘッドの浮上量を変化させて、浮上量に対してＤ５０（再生信号強度が低周波におけるものの半分になる記録周波数）と記録データの保持率を測定した。データ保持率とは、10^5　回のｐａｓｓにおいて、媒体あるいはヘッドの破損によりデータ読み取りが不能となる率を１から引いたものである。媒体のヘッドに対する線速度は１０ｍ／ｓであった。測定結果は図２１に示すようになった。

【０１２０】

浮上量を０．１μｍ以下とすることによって記録密度は指数関数的に向上すると同時にデータ保持率が減少する。特に０．１μｍ以下の領域では、媒体の損傷が周回方向に長いキズとなることが多く、データ列における復元措置が有効に働かなくなる。また、ヘッド自体が損傷する場合も多くなる。

【０１２１】

この装置において、図１７（ｂ）にて述べたものと同様のパリティヘッドによるデータ復元措置を行った場合の、同様の実験結果を図２１中に点線で示す。測定した範囲においてほぼ１００％のデータ保持率を維持できることがわかった。これにより、１００ｋｆｃｉを越える高密度記録が高い信頼性で行えることが実証できた。

【０１２２】

同様の実験を、線速度を０．１ｍ／ｓに落とし、ヘッドを媒体に接触させて行った。実験結果は図２２に示すようになった。このときのＤ５０は２３０ｋｆｃｉであった。図において実線はパリティヘッドを設けない場合、点線は設けた場合である。本来は、１０回程

度でデータ保持率が劣化するものが、本発明によるデータ復元措置によって１００回以上まで１００％近く保たれることが、実証できた。

【０１２３】

図１７（ｂ）と同様の構成で、各ヘッドの間隔が媒体半径方向に等間隔に設置されている装置を試作した。各ヘッドの移動機構の変位量が同じになるため、移動機構部の構成部品は共通のものが使うことができ、設計・構造・製作ともに容易になった。

【０１２４】

また、各領域におけるトラック数を同数になるように媒体をフォーマットした。このことによって、各領域でのパリティ情報はセクタとトラック数とで表せる座標で示すことができるようになり、復元措置を行う際のパリティ情報へのアクセスが、データのアドレスを用いた簡単なシステムで実行でき、高速処理が行えるようになった。

【０１２５】

さらに、各ヘッドを媒体の半径方向に直線上に並ぶように配置した。このことによって、各ヘッドが同時に記録／再生を行えるようになり、パリティ情報も他のヘッドが記録動作を行うときに同時に記録され、パリティ情報の記録のための時間のロスがなくなった。また、あるヘッドの担当する情報が再生できない場合には、改めて復元するためのパリティ情報と他のヘッドの情報を探す必要がなく、その位置でのデータを基に復元できるようになり、全体の処理時間が短縮できた。　次に、図２３に本発明の別の実施形態を示す。３はアーム、４は記録／再生ヘッド、１３１は圧電体、１３２、１３３は電極、１３４はアームの支持体である。ヘッド４は合計１０個設置し、各ヘッド４の間隔は圧電体１３１の最大ストロークの９０％である、１００μｍとした。圧電体１３１に電極を通して電圧を印加すると、圧電体１３１の変位分だけアームが動き、同時に全てのヘッド４が同じ変位量だけ移動できる。このアーム３をディスク状媒体のトラックを横切る方向に配置し、各ヘッド４の記録領域を図１７（ｂ）に示したように設定し、トラックピッチ４μｍでフォーマッティングを行った。媒体－ヘッド間の線速度は０．１ｍ／ｓとした。さらに、図１７（ｂ）に示したのと同じ機能を各ヘッド４に担わせ、データ復元処理を行わせるようにした。

【０１２６】

まず、各ヘッドが所望のトラックにアクセスする時間を設定した。平均シーク時間は、各ヘッドを単独で制御した場合に比べて、１０倍短くなった。

【０１２７】

各ヘッドの記録／再生情報には、あらかじめメモリ上に保存してある情報を９個に時分割したものを割り当てた。そして、上述と同様に、パリティ情報の生成は各ヘッドの記録／再生と同時に行った。このことにより、各ヘッドの担当する情報を入手し、解析してパリティ情報を生成し、それを記録していた場合に比べて、２０倍の速度向上が得られた。

【０１２８】

この装置において、ある一つのヘッドで媒体あるいはヘッドが損傷して信号検出ができなくなるまで、ある特定のトラックを連続再生させた。その後、信号が再生できるヘッドからデータ復元を試みた。２０回の実験を行い、データの復元率は平均で９５％であった。

【０１２９】

比較のために、パリティ情報を上記の例のように同時に記録／再生するのではなく、各ヘッド独立に記録／再生するようにした。上記と同様の実験を行い、データ復元に要する時間を比較した。各々１０回の実験の結果、データ復元に要する時間は、同時に行う方が２０倍短くなることがわかった。

【０１３０】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によればディスク状磁気記録媒体上に磁気記録媒体上のトラックを横切る方向に沿って設置されたアームと、このアームをその長手方向に移動させるアーム駆動手段を備えると共に、このアーム上に該アーム駆動手段による該アームの最大移動距離より小さい間隔で、磁気記録媒体に対して情報の記録／再生を行うための複数の

記録／再生素子を配列することにより、トラックアクセスを高精度・高速に行うことが可能であり、また記録／再生を高速に行うことができる磁気ディスク装置を提供することができる。

【０１３１】

また、本発明によれば、記録領域の異なる複数の記録／再生ヘッドを用い、一つのヘッドを残りのヘッドのパリティ情報を記録するようにした磁気記録媒体を用いることにより、媒体／ヘッドの損傷によるデータ損失に対して信頼性の高い磁気記録装置を得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図１】実施形態１に係る磁気ディスク装置の概略構成図

【図２】記録／再生素子の構成例を示す平面図

【図３】図１の要部の構成を示す断面図

【図４】実施形態２に係る磁気ディスク装置の要部の構成を示す側面図

【図５】実施形態３に係る磁気ディスク装置の要部の構成を示す側面図

【図６】図５における弾性体の具体的構成例を示す側面図と平面図

【図７】実施形態３におけるアーム上の位置と弾性体の弾性定数との関係を示す図

【図８】実施形態４に係る磁気ディスク装置におけるアームの厚さの分布を示す図

【図９】実施形態５に係る磁気ディスク装置の要部の構成を示すブロック図

【図１０】図９の素子選択装置の実装例を示す平面図および側面図

【図１１】実施形態６に係る磁気ディスク装置の要部の構成を示すブロック図

【図１２】実施形態８に係る磁気ディスク装置における隣接トラック上の記録パターンを示す平面図

【図１３】実施形態８に係る磁気ディスク装置における磁気ディスク上の記録パターンを示す平面図

【図１４】実施形態９に係る磁気ディスク上の記録パターンを示す平面図

【図１５】実施形態１０に係るアーム上の記録／再生素子配置と磁気ディスク上の記録トラックとの相対位置関係を示す側面図および平面図

【図１６】実施形態１１に係る磁気ディスク上の記録パターンを示す平面図

【図１７】ヘッドの磁気ディスク上の配置を示す図。

【図１８】パリティー素子の一形態を示す図。

【図１９】パリティー素子の他形態を示す図。

【図２０】パリティー素子の選定を示すタイミングチャート。

【図２１】ヘッド浮上量に対する記録密度、データ保持率の変化を示す図。

【図２２】ヘッド通過回数に対するデータ保持率の変化を示す図。

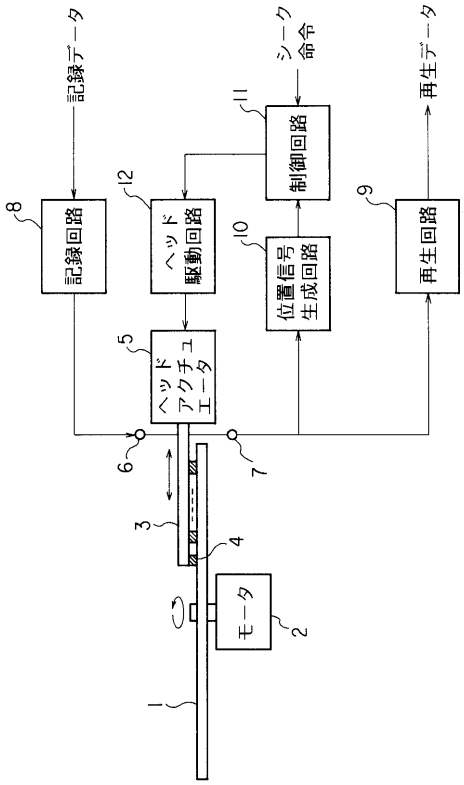
【図２３】本発明の別の実施例の構成を示すアーム及びヘッドの配置を示す図。

【符号の説明】

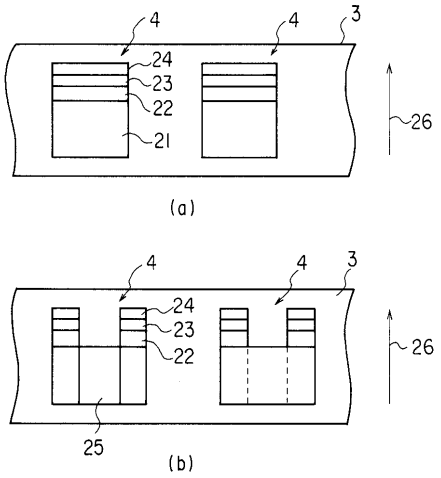
１…磁気ディスク
２…スピンドルモータ
３…アーム
４…記録／再生素子
５…ヘッドアクチュエータ
６…記録端子
７…再生端子
８…記録回路
９…再生回路
１０…位置信号生成回路
１１…制御回路
１２…アクチュエータ駆動回路
２１…摺動子
２２…記録素子

２３…スペーサ
２４…再生素子
２５…浮上子
３０…圧電素子
３１…圧電体板
３２，３３…電極膜
３４…ベース
３５，３６…引き出し端子
４１…アーム支持部
５０…弾性体
５１…下地層
５２，５３，５４，５６…弾性薄膜層
５５…空洞
６０…素子選択装置
６１…入出力信号線
６２…電源供給線
６３…素子選択制御線
６４…入出力信号線
７０…切替スイッチ回路
７１，７２…出力線
８０…トラック
８１…サーボ情報記録領域
８２…データ記録領域
９１…サーボ情報記録領域
９２…サーボ情報記録領域
９３…データトラック
１００…トラック
１０１…サーボ情報記録領域
１０２…データ記録領域

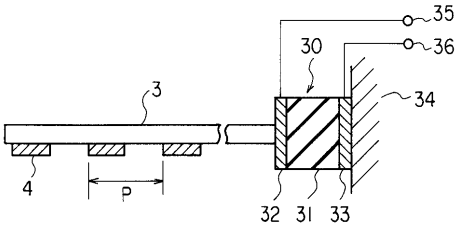
【図１】



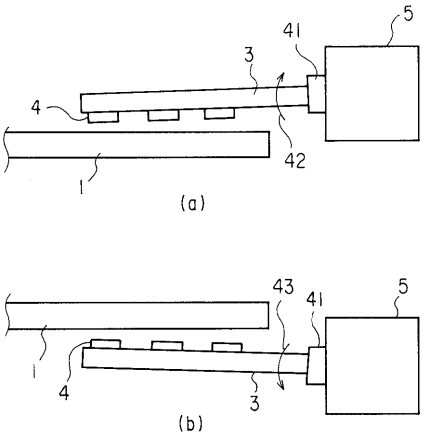
【図２】



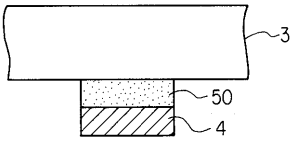
【図３】



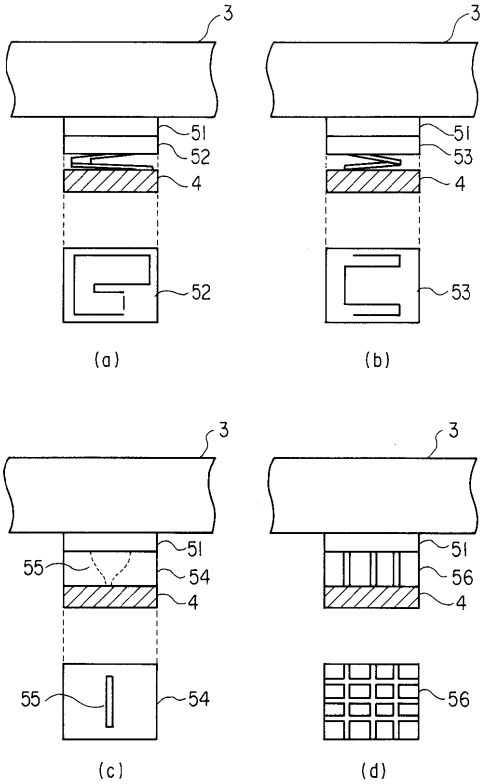
【図４】



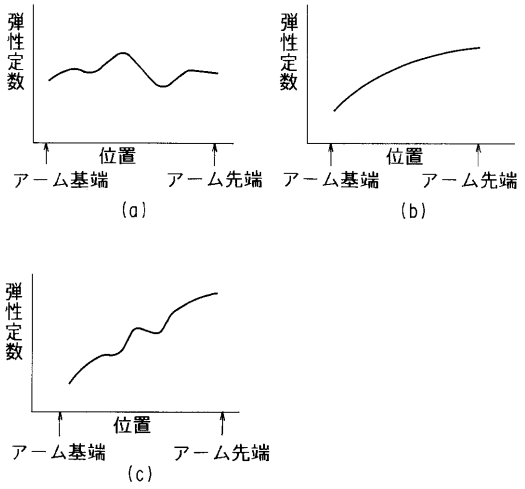
【図５】



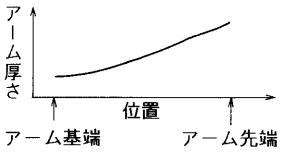
【図６】



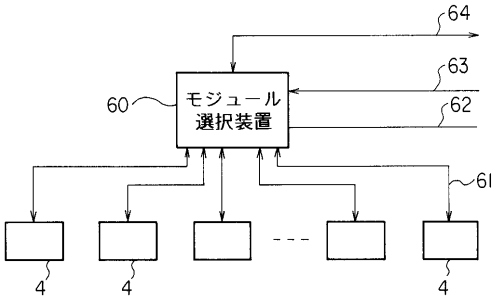
【図７】



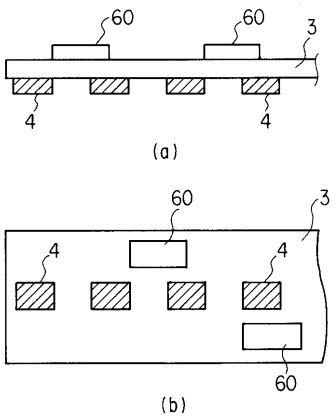
【図８】



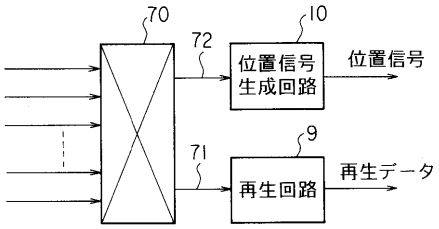
【図９】



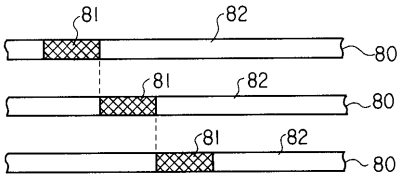
【図１０】



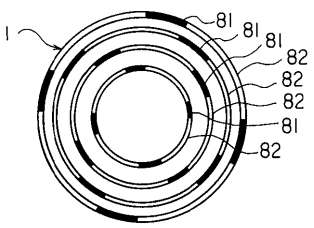
【図１１】



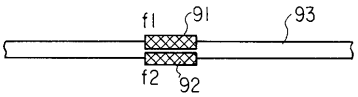
【図１２】



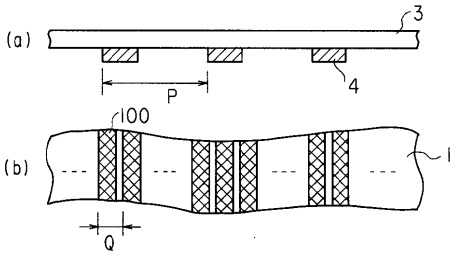
【図１３】



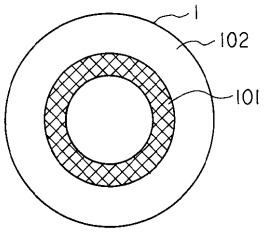
【図１４】



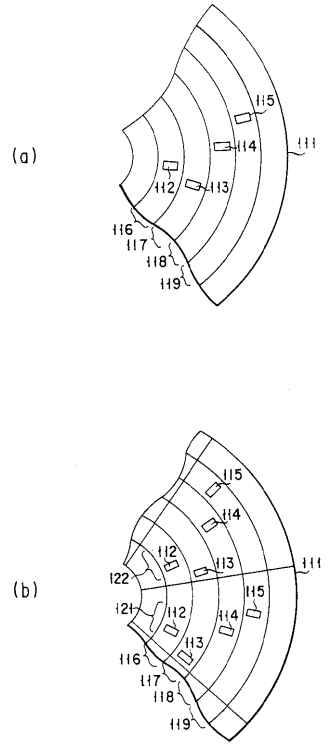
【図１５】



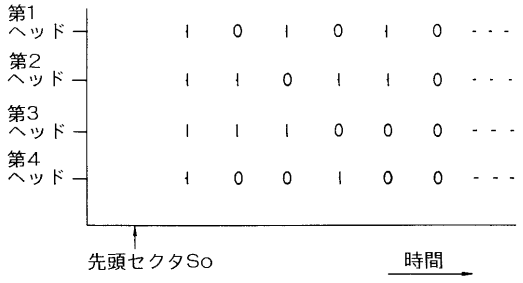
【図１６】



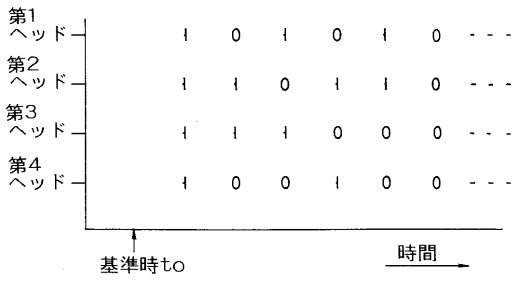
【図１７】



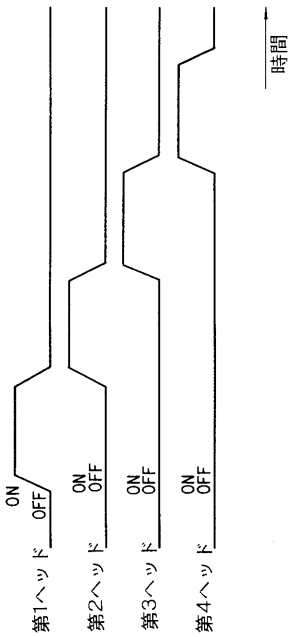
【図１８】



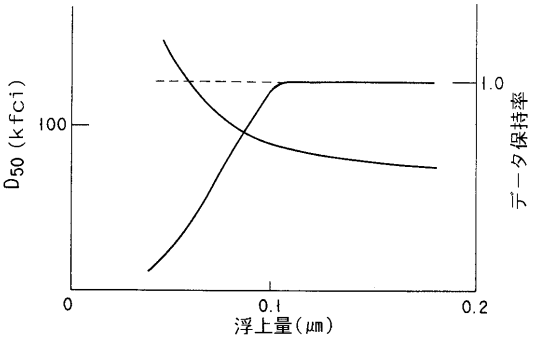
【図１９】



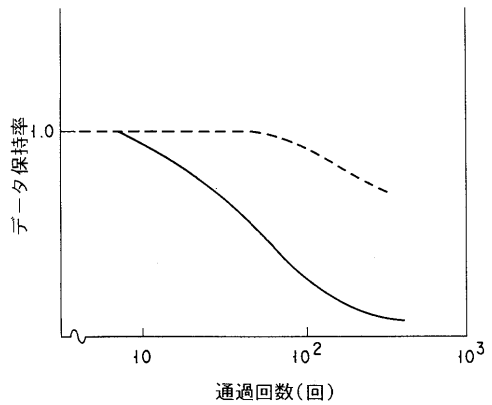
【図２０】



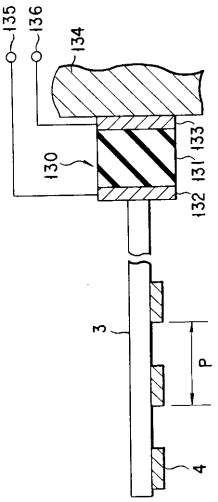
【図２１】



【図２２】



【図２３】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭５５－００１６２０（ＪＰ，Ａ）
特開昭５９－１７８６０３（ＪＰ，Ａ）
特開昭５５－０３２２８０（ＪＰ，Ａ）
特開昭５４－０３９６１１（ＪＰ，Ａ）
実開昭６２－１８０３７１（ＪＰ，Ｕ）
特開平０１－２０５７７０（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－０３６５１６（ＪＰ，Ａ）
特開昭６４－０７６５１４（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－０２６８７３（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－１９７９２２（ＪＰ，Ａ）
実開平０４－０５８８６８（ＪＰ，Ｕ）
実開昭５７－１１０７６７（ＪＰ，Ｕ）
特開平０４－１７８９７９（ＪＰ，Ａ）
特開昭６０－１３１６７５（ＪＰ，Ａ）
特開昭６０－０５９５８１（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１３０１３９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
G11B 5/48
G11B 21/00 - 21/10
G11B 21/16 - 21/26
G11B 17/32 - 17/34