

(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2010-20851

(P2010-20851A)

(43) 公開日 平成22年1月28日 (2010.1.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 21/10 (2006.01)	G 1 1 B 21/10 F	5 D 0 0 6
G 1 1 B 7/007 (2006.01)	G 1 1 B 7/007	5 D 0 4 4
G 1 1 B 7/095 (2006.01)	G 1 1 B 7/095 C	5 D 0 9 0
G 1 1 B 20/12 (2006.01)	G 1 1 B 20/12	5 D 0 9 6
G 1 1 B 5/65 (2006.01)	G 1 1 B 5/65	5 D 1 1 8
審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 53 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2008-181760 (P2008-181760)
 (22) 出願日 平成20年7月11日 (2008.7.11)

(71) 出願人 000005049
 シャープ株式会社
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
 (74) 代理人 110000338
 特許業務法人原謙三国際特許事務所
 (72) 発明者 酒井 敏彦
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
 シャープ株式会社内
 (72) 発明者 村上 善照
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
 シャープ株式会社内
 Fターム (参考) 5D006 BB07 DA03 DA04 FA00
 5D044 BC01 BC02 CC04 DE03 DE46
 GK12

最終頁に続く

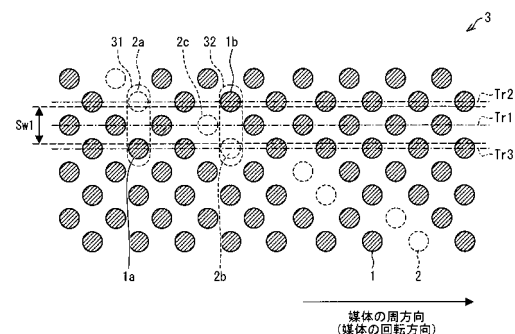
(54) 【発明の名称】 情報記録媒体、磁気記録再生装置及び光記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】高密度情報記録媒体において、データ記録領域の容量をほとんど低下させることなく、情報記録再生装置に対してトラッキング制御用の信号を高精度に検出させることが可能な情報記録媒体を提供する。

【解決手段】磁気記録媒体3は、磁気記録媒体3の半径方向に等しい間隔で同心円状に配置された複数のトラックを有している。また、磁気記録媒体3の磁気記録セル1は、複数のトラックに形成されると共に、隣接するトラックに形成された磁気記録セル1と互い違いになるように配置されている。そして、磁気記録媒体3は、トラックTr2の磁気記録セル1が形成されていない欠陥領域2aと、トラックTr3に形成された磁気記録セル1aを含む第1の領域31、及び、トラックTr3の磁気記録セル1が形成されていない欠陥領域2bと、トラックTr2に形成された磁気記録セル1bを含む第2の領域32、を少なくとも1組有している。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

互いに孤立した複数の情報記録セルが配列されたデータ記録領域を有する情報記録媒体であって、

上記情報記録媒体の半径方向に等しい間隔で同心円状に配置された複数のトラックを有し、

上記情報記録セルは、上記複数のトラックに形成されると共に、隣接するトラックに形成された情報記録セルと互い違いになるように配置されており、

上記複数のトラックのうちの注目する 1 つのトラックを第 1 のトラックとし、該第 1 のトラックに隣接するトラックを第 2 のトラック及び第 3 のトラックとするとき、

上記第 2 のトラックの上記情報記録セルが形成されていない特定領域と、上記第 3 のトラックに形成された情報記録セルとを含む第 1 の領域、及び、

上記第 3 のトラックの上記情報記録セルが形成されていない特定領域と、上記第 2 のトラックに形成された情報記録セルとを含む第 2 の領域、を少なくとも 1 組有することを特徴とする情報記録媒体。

【請求項 2】

上記情報記録セルは、上記複数のトラックにおいて、上記情報記録媒体の中心に向かって一定の周方向に上記特定領域の周方向位置が異なるように形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の情報記録媒体。

【請求項 3】

上記第 1 のトラックに形成された情報記録セルと、周方向において該情報記録セルと最も近接した、上記第 2 のトラック又は上記第 3 のトラックに形成された情報記録セルとの距離を D とし、該第 1 のトラックに形成された、周方向において最も近接した 2 つの情報記録セルとの距離を P とし、 0 以上の整数を n とするとき、

上記情報記録セルは、上記複数のトラックにおいて、上記特定領域の周方向位置が $n \times P + D$ だけ異なるように形成されたことを特徴とする請求項 2 に記載の情報記録媒体。

【請求項 4】

上記 n が 0 であることを特徴とする請求項 3 に記載の情報記録媒体。

【請求項 5】

上記第 1 のトラックに形成された情報記録セルと、周方向において該情報記録セルと最も近接した、上記第 2 のトラック又は上記第 3 のトラックに形成された情報記録セルとの距離を D とし、該第 1 のトラックに形成された、周方向において最も近接した 2 つの情報記録セルとの距離を P とし、自然数を m とするとき、

上記情報記録セルは、上記複数のトラックにおいて、上記特定領域の周方向位置が $m \times P - D$ だけ異なるように形成されたことを特徴とする請求項 2 に記載の情報記録媒体。

【請求項 6】

上記 m が 1 であることを特徴とする請求項 5 に記載の情報記録媒体。

【請求項 7】

上記情報記録セルは、磁化方向の違いによって情報が記録される磁気記録セルであることを特徴とする請求項 1 から 6 の何れかに記載の情報記録媒体。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の情報記録媒体に対して情報の記録再生を行う磁気記録素子及び磁気再生素子を含む記録再生ヘッドを備えた磁気記録再生装置であって、

上記第 1 のトラックに形成された情報記録セルに対して情報の記録再生を行うとき、

上記磁気再生素子が上記第 1 の領域に含まれる情報記録セルから検出する信号の信号振幅と、該磁気再生素子が上記第 2 の領域に含まれる情報記録セルから検出する信号の信号振幅とをともに、該第 1 のトラックに対するトラック制御を行うことを特徴とする磁気記録再生装置。

【請求項 9】

上記磁気再生素子において、該磁気再生素子が磁化を検出可能な半径方向の幅である磁

10

20

30

40

50

化検出幅 $S w 1$ が、上記情報記録セルの直径を $C w 1$ とし、上記トラックピッチを $T P 1$ とするとき、

$$2 \times T P 1 - C w 1 < S w 1 < 2 \times T P 1$$

に設定されていることを特徴とする請求項 8 に記載の磁気記録再生装置。

【請求項 10】

上記磁気再生素子の周方向における空間分解可能幅を $S t 1$ とし、上記第 1 のトラックに形成された情報記録セルと、周方向において該情報記録セルと最も近接した、上記第 2 のトラック又は上記第 3 のトラックに形成された情報記録セルとの距離を D とするとき、 $S t 1 < D$ であることを特徴とする請求項 8 又は 9 に記載の磁気記録再生装置。

【請求項 11】

上記磁気記録素子と上記磁気再生素子との半径方向における距離を検出する距離検出動作を行うことを特徴とする請求項 8 ~ 10 の何れか 1 項に記載の磁気記録再生装置。

【請求項 12】

上記距離検出動作は、

上記磁気記録素子による記録動作、上記磁気再生素子による再生動作、及び該磁気再生素子が検出する再生信号から得られるエラーレートを記憶する記憶動作を、上記記録再生ヘッドの、上記情報記録媒体の半径方向における半径位置毎に繰り返し行う動作と、

上記再生動作時においてオントラックであるときの上記記録再生ヘッドの上記情報記録媒体における半径位置を $r 1$ とし、上記記憶動作時に記憶したエラーレートのうち、最小のエラーレートとなる上記記録動作を行ったときの上記記録再生ヘッドの上記情報記録媒体における半径位置 $r 2$ とするとき、上記磁気記録素子と上記磁気再生素子との半径方向における距離を $r 1 - r 2$ と決定する動作と、を含むことを特徴とする請求項 11 に記載の磁気記録再生装置。

【請求項 13】

上記情報記録セルは、光が照射されることによって情報が記録される光記録セルであることを特徴とする請求項 1 から 6 の何れかに記載の情報記録媒体。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の情報記録媒体に対して情報の記録再生を行う発光素子及び受光素子を含む記録再生ヘッドを備えた光記録再生装置であって、

上記第 1 のトラックに形成された情報記録セルに対して情報の記録再生を行うとき、
上記受光素子が上記第 1 の領域に含まれる情報記録セルから検出する信号の信号振幅と、
該受光素子が上記第 2 の領域に含まれる情報記録セルから検出する信号の信号振幅とを
もとに、該第 1 のトラックに対するトラッキング制御を行うことを特徴とする光記録再生装置。

【請求項 15】

上記受光素子において、該受光素子が光情報を検出可能な半径方向の幅である光検出幅 $S w 2$ が、上記情報記録セルの直径を $C w 2$ とし、上記トラックピッチを $T P 2$ とするとき、

$$2 \times T P 2 - C w 2 < S w 2 < 2 \times T P 2$$

に設定されていることを特徴とする請求項 14 に記載の光記録再生装置。

【請求項 16】

上記受光素子の周方向における空間分解可能幅を $S t 2$ とし、上記第 1 のトラックに形成された情報記録セルと、周方向において該情報記録セルと最も近接した、上記第 2 のトラック又は上記第 3 のトラックに形成された情報記録セルとの距離を R とするとき、 $S t 2 < R$ であることを特徴とする請求項 14 又は 15 に記載の光記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パターンドメディアのような高密度に情報を記録可能な情報記録媒体に関する。また、本発明は、上記情報記録媒体に対して情報の記録再生を行うことが可能な磁気

10

20

30

40

50

記録再生装置及び光記録再生装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、画像又は映像の高画質化が進み、ユーザが扱う情報量は益々増加している。このため、HDD (Hard Disk Drive) と呼ばれる磁気記録装置の大容量化に向けて、面記録密度の高密度化検討が広く行われている。この検討において、高密度磁気記録における有望な技術の一つとして、孤立した磁気記録セルを配列した磁気記録媒体 (すなわち、非磁性材料の中に磁性粒子を等間隔で規則正しく並べた磁気記録媒体) であるパターンドメディアが挙げられる。このパターンドメディアの構成によれば、粒子間の磁気的な相互作用が少なくなるため、媒体雑音が低減し、記録密度の大幅な向上を図ることが可能である。

10

【0003】

従来の磁気記録媒体では、媒体面内方向に一樣に (連続的に) 形成された磁性層においては、記録マークのエッジが結晶粒の粒界位置となる。このため、微小な記録マークで高いS/N比 (Signal to Noise Ratio) を確保するためには、結晶粒の大きさを小さくする必要がある。しかしながら、結晶粒の大きさを小さくすることに伴って磁化の最小単位体積が減少することにより、結晶粒内での磁化量が小さくなってしまふ。この結果、従来の磁気記録媒体では、物性的な限界を示す熱揺らぎ等による磁化反転が生じやすくなるため、磁気情報が消失しやすくなってしまふという問題があった。すなわち、従来の磁気記録媒体では、記録された情報を安定状態に保つことが困難であった。

20

【0004】

一方、パターンドメディアでは、互いに磁気的に分離された磁気記録セルに磁気情報が記録されており、記録マークのエッジが磁気記録セルのエッジとなる。従って、上述した従来の磁気記録媒体とは異なり、高いS/N比を確保するために、磁化の最小単位体積を特別に小さくする必要がない。このため、パターンドメディアでは、熱揺らぎ等を回避しやすくなる (すなわち、熱揺らぎ等による磁化反転が生じにくくなる) ため、従来の磁気記録媒体よりも高い記録密度を実現できる。

【0005】

このようなパターンドメディアの技術として、例えば特許文献1、2が挙げられる。特許文献1には、データ信号記憶領域とトラッキングサーボ信号記憶領域とを含むパターンドメディアが開示されている。また、特許文献2には、ナノホールの規則配列の複数が交互に隣接してなり、隣接する該規則配列が互いに異なる構成を有するパターンドメディアが開示されている。

30

【0006】

特に、特許文献2の技術では、上記のようにナノホールが配列されたパターンドメディアに記録する磁気記録装置が、該パターンドメディアに対してトラッキング制御を行うことができる。また、特許文献2では、上記磁気記録装置がトラッキング制御をより容易に行うことを可能とするために、任意の規則配列をデータ領域とし、該規則配列に隣接する他の規則配列をガードバンド領域とした構成を有するパターンドメディアについても開示している。この構成の場合、ガードバンド領域がトラッキング制御用の領域として機能している。

40

【特許文献1】特開2003-196815号公報 (平成15年7月11日公開)

【特許文献2】特開2006-346820号公報 (平成18年12月28日公開)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、パターンドメディアのような微小な磁気記録セルを有した高密度磁気記録媒体に形成された各トラック間のトラックピッチは、例えば50nm程度と非常に狭い。このため、パターンドメディアに記録再生を行う磁気記録再生装置に備えられた記録再生ヘッド (記録素子又は再生素子) が、所望のトラックに対してわずかなズレを生じただけで、記録エラー又は再生エラーが発生しやすくなってしまふという虞がある。

50

【 0 0 0 8 】

一般に、磁気記録再生装置が磁気記録媒体に対してトラッキング制御を行うときの、磁気記録媒体の半径方向における記録再生ヘッドの位置決め要求精度は、トラックピッチの10%以下とされている。このため、パターンドメディアのように面記録密度が 1 Tb/in^2 程度の場合には、上記位置決め要求精度として、数nm程度の精度が要求されると考えられる。

【 0 0 0 9 】

この要求を実現するために、上記磁気記録再生装置においてより正確なトラッキング制御を行う方法として、トラッキング用サーボパターンでの信号検出頻度を高くすることが考えられる。しかしながら、上記信号検出頻度を高くするために、磁気記録媒体に単純にサーボパターンを形成する領域を増加させることは、データ記録領域の容量（磁気記録媒体に記録される情報量）を低下させてしまう虞がある。

10

【 0 0 1 0 】

上記特許文献1の技術では、トラッキングサーボ信号記憶領域がデータ信号記憶領域とは別途設けられている。すなわち、特許文献1の技術では、上述のように、データ記録領域の容量を低下させてしまう虞がある。

【 0 0 1 1 】

一方、上記特許文献2の技術では、磁気記録装置がより容易にトラッキング制御を行うためには、トラッキング制御用の領域としてガードバンド領域を設ける必要がある。すなわち、この場合にも特許文献1と同様、データ記録領域の容量を低下させてしまう虞がある。また、特許文献2の技術においてガードバンド領域を設けない構成の場合、磁気記録装置によるトラッキング制御の精度は、ガードバンド領域を設けた構成の場合よりも低下してしまう。このため、特許文献2の技術では、ガードバンド領域を設けずにトラッキング制御の精度をより向上させることは困難である。

20

【 0 0 1 2 】

また、上記では磁気記録媒体について説明したが、光を照射することによって情報の記録再生が行われる光記録媒体についても、面記録密度の高密度化を検討する場合には、磁気記録媒体と同様の問題が生じる。また、この光記録媒体に対しては、光記録再生装置が情報の記録再生を行っているものとする。

【 0 0 1 3 】

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、パターンドメディアのような高密度情報記録媒体において、データ記録領域の記録容量をほとんど低下させることなく、情報記録再生装置に対してトラッキング制御用の信号を高精度に検出させることが可能な情報記録媒体を提供することにある。また、本発明の目的は、この情報記録媒体に記録再生を行うことにより、記録再生ヘッドの位置決め精度を向上させることが可能な（すなわち、記録エラー及び再生エラーの少ない）磁気記録再生装置又は光記録再生装置を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

本発明に係る情報記録媒体は、上記課題を解決するため、互いに孤立した複数の情報記録セルが配列されたデータ記録領域を有する情報記録媒体であって、上記情報記録媒体の半径方向に等しい間隔で同心円状に配置された複数のトラックを有し、上記情報記録セルは、上記複数のトラックに形成されると共に、隣接するトラックに形成された情報記録セルと互い違いになるように配置されており、上記複数のトラックのうちの注目する1つのトラックを第1のトラックとし、該第1のトラックに隣接するトラックを第2のトラック及び第3のトラックとするとき、上記第2のトラックの上記情報記録セルが形成されていない特定領域と、上記第3のトラックに形成された情報記録セルとを含む第1の領域、及び、上記第3のトラックの上記情報記録セルが形成されていない特定領域と、上記第2のトラックに形成された情報記録セルとを含む第2の領域、を少なくとも1組有することを特徴としている。

40

50

【0015】

ここで、情報記録セルが「隣接するトラックに形成された情報記録セルと互い違いになるように配置されて」いるとは、以下の2つの条件を示すことを意味する。1つの条件としては、第1のトラックに形成された情報記録セルの円周方向における周方向位置と、該第1のトラックと隣接する第2のトラック又は第3のトラックに形成された情報記録セルの周方向位置とが同じ位置ではないことである。もう1つの条件としては、第1のトラックにおいて隣り合った2つの磁気記録セル1間の任意の周方向位置に、第2のトラック及び第3のトラックの何れかには情報記録セルが1つ形成されていることである。なお、上記「円周方向における周方向位置」とは、情報記録媒体の周方向における位置を指す。

【0016】

これにより、情報記録媒体は、該情報記録媒体に情報の記録再生を行う情報記録再生装置に対して、データ記録領域内に特定領域を含む第1の領域及び第2の領域から検出させる信号をもとに第1のトラックに対する高精度なトラッキング制御を行わせることができる。よって、情報記録媒体は、トラッキング制御用の信号検出のみのためのパターンを設ける必要がない。このため、情報記録媒体は、データ記録領域の記録容量をほとんど低下させることなく、情報記録再生装置に記録再生ヘッドの位置合わせを高精度に行わせることができる。

【0017】

従って、情報記録媒体は、狭トラックピッチ及び高線記録密度であっても記録領域をほとんど低下させることなく、上記情報記録再生装置に対して、高精度にトラッキング制御を行わせることができる。すなわち、情報記録媒体は、再生エラー及び記録エラーの少ない情報記録再生装置を提供することが可能となる。

【0018】

また、情報記録媒体は、第1の領域及び第2の領域を複数有する構成でもある。この場合には、情報記録媒体は、情報記録再生装置に対して、第1の領域及び第2の領域からのトラッキング制御用の信号を高頻度で検出させることが可能になるため、記録再生ヘッドに生じるオフトラックの検出頻度を高めることができる。すなわち、情報記録媒体は、情報記録再生装置に対して高頻度にトラッキング制御を行わせることができる。

【0019】

なお、上記記録再生ヘッドは、情報記録再生装置に備えられており、情報記録媒体に記録された情報の記録再生を行うために、情報記録セルから信号を検出するものである。また、上記オフトラックとは、情報記録媒体の半径方向における記録再生ヘッドの半径位置が、該記録再生ヘッドが追従する第1のトラックの半径方向における半径位置の中心からずれて、情報記録再生装置が所定の情報記録セルから記録された情報を正しく読み出すことが難しい状態を指す。

【0020】

さらに、本発明に係る情報記録媒体は、上記情報記録セルは、上記複数のトラックにおいて、上記情報記録媒体の中心に向かって一定の周方向に上記特定領域の周方向位置が異なるように形成されていてもよい。

【0021】

上記構成によれば、上記情報記録再生装置が情報記録媒体の第1の領域及び第2の領域からトラッキング制御用の信号を検出することによって第1のトラックに対してトラッキング制御を行うときに、記録再生ヘッドにオフトラックが生じた場合であっても、該オフトラックの方向を容易に特定することができる。

【0022】

さらに、本発明に係る情報記録媒体は、上記第1のトラックに形成された情報記録セルと、周方向において該情報記録セルと最も近接した、上記第2のトラック又は上記第3のトラックに形成された情報記録セルとの距離をDとし、該第1のトラックに形成された、周方向において最も近接した2つの情報記録セルとの距離をPとし、0以上の整数をnとすると、上記情報記録セルは、上記複数のトラックにおいて、上記特定領域の周方向位

10

20

30

40

50

置が $n \times P + D$ だけ異なるように形成されていてもよい。

【0023】

上記構成によれば、複数のトラックにおいて、第1の領域及び第2の領域の周方向における間隔が等しくなる。このため、情報記録媒体は、情報記録再生装置が該情報記録媒体のどのトラックに記録再生を行う場合であっても、該情報記録再生装置に対して、第1の領域及び第2の領域から検出するトラッキング制御用の信号を、同じ順序で、かつ等しいタイミングで検出させることができる。

【0024】

従って、情報記録媒体は、情報記録再生装置が該情報記録媒体に対して記録再生を行うときに、第1の領域及び第2の領域以外から検出する信号（すなわち誤った信号）でトラッキング制御を行うといった誤動作を抑制することができる。すなわち、情報記録媒体は、情報記録再生装置に対してより高精度なトラッキング制御を行わせることができる。

10

【0025】

なお、上述のように、第1のトラックに形成された情報記録セルと、周方向において該情報記録セルと最も近接した、第2のトラック又は第3のトラックに形成された情報記録セルとの距離を D としているので、該距離 D の範囲は、 $0 < D < P / 2$ となる。

【0026】

さらに、本発明に係る情報記録媒体は、上記 n が0であってもよい。

【0027】

上記構成によれば、複数のトラックにおいて、第1の領域及び第2の領域の周方向における間隔が等しくなる。このため、情報記録媒体は、情報記録再生装置が該情報記録媒体のどのトラックに記録再生を行う場合であっても、第1の領域及び第2の領域から検出するトラッキング制御用の信号を、同じ順序で、かつ等しいタイミングで検出させることができる。また、情報記録媒体は、複数のトラックにおいて、第1の領域及び第2の領域の間隔が短くなるので、情報記録再生装置が該第1の領域及び第2の領域からのトラッキング制御用の信号の検出タイミングを短くさせることができる。

20

【0028】

従って、情報記録媒体は、情報記録再生装置が情報記録媒体に対して記録再生を行うときに、第1の領域及び第2の領域以外から検出する信号（すなわち誤った信号）でトラッキング制御を行うといった誤動作をより確実に抑制することができる。すなわち、情報記録媒体は、情報記録再生装置に対してより高精度なトラッキング制御を行わせることができる。

30

【0029】

さらに、本発明に係る情報記録媒体は、上記第1のトラックに形成された情報記録セルと、周方向において該情報記録セルと最も近接した、上記第2のトラック又は上記第3のトラックに形成された情報記録セルとの距離を D とし、該第1のトラックに形成された、周方向において最も近接した2つの情報記録セルとの距離を P とし、自然数を m とするとき、上記情報記録セルは、上記複数のトラックにおいて、上記特定領域の周方向位置が $m \times P - D$ だけ異なるように形成されていてもよい。

【0030】

上記構成によれば、複数のトラックにおいて、第1の領域及び第2の領域の周方向における間隔が等しくなる。このため、情報記録媒体は、情報記録再生装置が該情報記録媒体のどのトラックに記録再生を行う場合であっても、該情報記録再生装置に対して、第1の領域及び第2の領域から検出するトラッキング制御用の信号を、同じ順序で、かつ等しいタイミングで検出させることができる。

40

【0031】

従って、情報記録媒体は、情報記録再生装置が該情報記録媒体に対して記録再生を行うときに、第1の領域及び第2の領域以外から検出する信号（すなわち誤った信号）でトラッキング制御を行うといった誤動作を抑制することができる。すなわち、情報記録媒体は、情報記録再生装置に対してより高精度なトラッキング制御を行わせることができる。

50

【 0 0 3 2 】

さらに、本発明に係る情報記録媒体は、上記 m が 1 であってもよい。

【 0 0 3 3 】

上記構成によれば、複数のトラックにおいて、第 1 の領域及び第 2 の領域の周方向における間隔が等しくなる。このため、情報記録媒体は、情報記録再生装置が該情報記録媒体のどのトラックに記録再生を行う場合であっても、第 1 の領域及び第 2 の領域から検出するトラッキング制御用の信号を、同じ順序で、かつ等しいタイミングで検出させることができる。また、情報記録媒体は、複数のトラックにおいて、第 1 の領域及び第 2 の領域の間隔が短くなるので、情報記録再生装置が該第 1 の領域及び第 2 の領域からのトラッキング制御用の信号の検出タイミングを短くさせることができる。

10

【 0 0 3 4 】

従って、情報記録媒体は、情報記録再生装置が情報記録媒体に対して記録再生を行うときに、第 1 の領域及び第 2 の領域以外から検出する信号（すなわち誤った信号）でトラッキング制御を行うといった誤動作をより確実に抑制することができる。すなわち、情報記録媒体は、情報記録再生装置に対してより高精度なトラッキング制御を行わせることができる。

【 0 0 3 5 】

さらに、本発明に係る情報記録媒体は、上記情報記録セルは、磁化方向の違いによって情報が記録される磁気記録セルであってもよい。

【 0 0 3 6 】

上記構成によれば、情報記録媒体は、磁化方向の違いによって情報が記録される磁気記録セルを備えた磁気記録媒体である。情報記録媒体は、磁気記録媒体であっても、上記と同様、狭トラックピッチ及び高線記録密度であっても記録領域をほとんど低下させることなく、上記情報記録再生装置に対して、高精度にトラッキング制御を行わせることができる。すなわち、情報記録媒体は、再生エラー及び記録エラーの少ない情報記録再生装置を提供することが可能となる。なお、ここでの情報記録再生装置とは、磁気記録セルに対して情報の記録再生を行うことが可能な、例えば磁気記録再生装置である。

20

【 0 0 3 7 】

さらに、本発明に係る磁気記録再生装置は、上記に記載の情報記録媒体に対して情報の記録再生を行う磁気記録素子及び磁気再生素子を含む記録再生ヘッドを備えた磁気記録再生装置であって、上記第 1 のトラックに形成された情報記録セルに対して情報の記録再生を行うとき、上記磁気再生素子が上記第 1 の領域に含まれる情報記録セルから検出する信号の信号振幅と、該磁気再生素子が上記第 2 の領域に含まれる情報記録セルから検出する信号の信号振幅とをともに、該第 1 のトラックに対するトラッキング制御を行うことを特徴としている。

30

【 0 0 3 8 】

上記構成によれば、磁気記録再生装置は、磁気再生素子が第 1 の領域及び第 2 の領域から検出する信号の信号振幅をもとに、記録再生ヘッドが追従する第 1 のトラックに対するトラッキング制御を行う。すなわち、磁気記録再生装置は、第 1 の領域及び第 2 の領域から検出する信号をトラッキング制御用の信号として検出する。

40

【 0 0 3 9 】

これにより、磁気記録再生装置は、上述の情報記録媒体がトラッキング制御用の信号検出のみのためのパターンを設けていなくても、該情報記録媒体に対して、高精度に記録再生ヘッドの位置合わせを行うことができる。従って、磁気記録再生装置は、上述の情報記録媒体に対して、高精度にトラッキング制御を行うことができ、再生エラー及び記録エラーを少なくすることができる。

【 0 0 4 0 】

また、上述の情報記録媒体は、第 1 の領域及び第 2 の領域を複数有する構成でもある。この場合には、磁気記録再生装置は、上記第 1 の領域及び第 2 の領域からトラッキング制御用の信号を高頻度で検出することが可能になるため、記録再生ヘッドに生じるオフトラ

50

ックの検出頻度を高めることができる。すなわち、磁気記録再生装置は、情報記録媒体に対して高頻度にトラッキング制御を行うことができる。

【0041】

さらに、本発明に係る磁気記録再生装置は、上記磁気再生素子において、該磁気再生素子が磁化を検出可能な半径方向の幅である磁化検出幅 $S w 1$ が、上記情報記録セルの直径を $C w 1$ とし、上記トラックピッチを $T P 1$ とするとき、 $2 \times T P 1 - C w 1 < S w 1 < 2 \times T P 1$ に設定されていてもよい。

【0042】

上記構成によれば、磁気再生素子の磁化検出幅 $S w 1$ を上記式となるように設定することで、磁気再生素子は、記録再生ヘッドが追従する第1のトラックにおける情報記録セルからの信号を最も大きい信号として検出できる。また、磁気再生素子は、第1の領域及び第2の領域における情報記録セルからの信号を、トラッキング制御用の信号として確実に検出することができる。

10

【0043】

従って、磁気記録再生装置は、第1のトラックに隣接する第2のトラック又は第3のトラックにおける情報記録セルからの信号を適切な大きさに検出することができるので、該信号がクロストークしても、再生エラーを生じにくくすることができる。すなわち、磁気記録再生装置は、情報記録媒体に対して高精度なトラッキング制御を行うことができる。

【0044】

さらに、本発明に係る磁気記録再生装置は、上記磁気再生素子の周方向における空間分解可能幅を $S t 1$ とし、上記第1のトラックに形成された情報記録セルと、周方向において該情報記録セルと最も近接した、上記第2のトラック又は上記第3のトラックに形成された情報記録セルとの距離を D とするとき、 $S t 1 < D$ であってもよい。

20

【0045】

上記構成によれば、磁気記録再生装置は、トラッキング制御用の信号を検出するときに、各々の情報記録セルから検出される信号を分離しやすくなるため、トラッキングエラーを生じにくくすることができる。

【0046】

さらに、本発明に係る磁気記録再生装置は、上記磁気記録素子と上記磁気再生素子との半径方向における距離を検出する距離検出動作を行ってもよい。

30

【0047】

上記構成によれば、磁気記録再生装置は、磁気記録素子と磁気再生素子との半径方向における距離が、所定の値（例えば、磁気記録素子と磁気再生素子との距離が0）とは異なる場合であっても、記録時に磁気記録素子がオフトラックになること防ぐことができる。すなわち、磁気記録再生装置は、記録再生ヘッドの個体差に起因した磁気記録素子のオフトラックによる記録エラー、及び記録エラーに伴う再生エラーの増加を抑制することができる。

【0048】

さらに、本発明に係る磁気記録再生装置は、上記距離検出動作は、上記磁気記録素子による記録動作、上記磁気再生素子による再生動作、及び該磁気再生素子が検出する再生信号から得られるエラーレートを記憶する記憶動作を、上記記録再生ヘッドの、上記情報記録媒体の半径方向における半径位置毎に繰り返し行う動作と、上記再生動作時においてオントラックであるときの上記記録再生ヘッドの上記情報記録媒体における半径位置を $r 1$ とし、上記記憶動作時に記憶したエラーレートのうち、最小のエラーレートとなる上記記録動作を行ったときの上記記録再生ヘッドの上記情報記録媒体における半径位置 $r 2$ とするとき、上記磁気記録素子と上記磁気再生素子との半径方向における距離を $r 1 - r 2$ と決定する動作と、を含んでいてもよい。

40

【0049】

上記構成によれば、磁気記録再生装置は、決定した上記距離 $r 1 - r 2$ を記憶しておくことにより、磁気再生素子がこの距離分だけオフトラックした状態で、記録時のトラッキ

50

ング制御を行う。これにより、磁気記録再生装置は、記録再生ヘッドの個体差に起因した磁気記録素子のオフトラックによる記録エラー、及び記録エラーに伴う再生エラーの増加を抑制することができる。

【0050】

なお、上記オントラックとは、情報記録媒体の半径方向における記録再生ヘッドの半径位置がトラックの半径位置の中心とほぼ一致して、情報記録再生装置が所定の情報記録セルから記録された情報を読み出すことが可能な状態を指す。

【0051】

さらに、本発明に係る情報記録媒体は、上記情報記録セルは、光が照射されることによって情報が記録される光記録セルであってもよい。

10

【0052】

上記構成によれば、情報記録媒体は、光が照射されることによって情報が記録される光記録セルを備えた光記録媒体である。情報記録媒体は、光記録媒体であっても、上記と同様、狭トラックピッチ及び高線記録密度であっても記録領域をほとんど低下させることなく、上記情報記録再生装置に対して、高精度にトラッキング制御を行わせることができる。すなわち、情報記録媒体は、再生エラー及び記録エラーの少ない情報記録再生装置を提供することが可能となる。なお、ここでの情報記録再生装置とは、光記録セルに対して情報の記録再生を行うことが可能な、例えば光記録再生装置である。

【0053】

さらに、本発明に係る光記録再生装置は、上記に記載の情報記録媒体に対して情報の記録再生を行う発光素子及び受光素子を含む記録再生ヘッドを備えた光記録再生装置であって、上記第1のトラックに形成された情報記録セルに対して情報の記録再生を行うとき、上記受光素子が上記第1の領域に含まれる情報記録セルから検出する信号の信号振幅と、該受光素子が上記第2の領域に含まれる情報記録セルから検出する信号の信号振幅とをともに、該第1のトラックに対するトラッキング制御を行うことを特徴としている。

20

【0054】

上記構成によれば、光記録再生装置は、受光素子が第1の領域及び第2の領域から検出する信号の信号振幅をもとに、記録再生ヘッドが追従する第1のトラックに対するトラッキング制御を行う。すなわち、光記録再生装置は、第1の領域及び第2の領域から検出する信号をトラッキング制御用の信号として検出する。

30

【0055】

これにより、光記録再生装置は、上述の情報記録媒体がトラッキング制御用の信号検出のためのパターンを設けていなくても、該情報記録媒体に対して、高精度に記録再生ヘッドの位置合わせを行うことができる。従って、光記録再生装置は、上述の情報記録媒体に対して、高精度にトラッキング制御を行うことができ、再生エラー及び記録エラーを少なくすることができる。

【0056】

また、上述の情報記録媒体は、第1の領域及び第2の領域を複数有する構成でもある。この場合には、光記録再生装置は、上記第1の領域及び第2の領域からトラッキング制御用の信号を高頻度で検出することが可能になるため、記録再生ヘッドに生じるオフトラックの検出頻度を高めることができる。すなわち、光記録再生装置は、情報記録媒体に対して高頻度にトラッキング制御を行うことができる。

40

【0057】

さらに、本発明に係る光記録再生装置は、上記受光素子において、該受光素子が光情報を検出可能な半径方向の幅である光検出幅 $S w 2$ が、上記情報記録セルの直径を $C w 2$ とし、上記トラックピッチを $T P 2$ とするとき、 $2 \times T P 2 - C w 2 < S w 2 < 2 \times T P 2$ に設定されていてもよい。

【0058】

上記構成によれば、受光素子の光検出幅 $S w 2$ を上記式となるように設定することで、受光素子は、記録再生ヘッドが追従する第1のトラックにおける情報記録セルからの信号

50

を最も大きい信号として検出できる。また、受光素子は、第 1 の領域及び第 2 の領域における情報記録セルからの信号を、トラッキング制御用の信号として確実に検出することができる。

【0059】

従って、光記録再生装置は、第 1 のトラックに隣接する第 2 のトラック又は第 3 のトラックにおける情報記録セルからの信号を適切な大きさで検出することができるので、該信号がクロストークしても、再生エラーを生じにくくすることができる。すなわち、光記録再生装置は、情報記録媒体に対して高精度なトラッキング制御を行うことができる。

【0060】

さらに、本発明に係る光記録再生装置は、上記受光素子の周方向における空間分解可能幅を S_t2 とし、上記第 1 のトラックに形成された情報記録セルと、周方向において該情報記録セルと最も近接した、上記第 2 のトラック又は上記第 3 のトラックに形成された情報記録セルとの距離を R とするとき、 $S_t2 < R$ であってもよい。

【0061】

上記構成によれば、光記録再生装置は、トラッキング制御用の信号を検出するときに、各々の情報記録セルから検出される信号を分離しやすくなるため、トラッキングエラーを生じにくくすることができる。

【発明の効果】

【0062】

本発明に係る情報記録媒体は、以上のように、互いに孤立した複数の情報記録セルが配列されたデータ記録領域を有する情報記録媒体であって、上記情報記録媒体の半径方向に等しい間隔で同心円状に配置された複数のトラックを有し、上記情報記録セルは、上記複数のトラックに形成されると共に、隣接するトラックに形成された情報記録セルと互い違いになるように配置されており、上記複数のトラックのうちの注目する 1 つのトラックを第 1 のトラックとし、該第 1 のトラックに隣接するトラックを第 2 のトラック及び第 3 のトラックとすると、上記第 2 のトラックの上記情報記録セルが形成されていない特定領域と、上記第 3 のトラックに形成された情報記録セルとを含む第 1 の領域、及び、上記第 3 のトラックの上記情報記録セルが形成されていない特定領域と、上記第 2 のトラックに形成された情報記録セルとを含む第 2 の領域、を少なくとも 1 組有することを特徴としている。

【0063】

これにより、情報記録媒体は、該情報記録媒体に情報の記録再生を行う情報記録再生装置に対して、第 1 の領域及び第 2 の領域から検出させる信号をもとに第 1 のトラックに対する高精度なトラッキング制御を行わせることができる。よって、情報記録媒体は、データ記録領域内に特定領域を含む第 1 の領域及び第 2 の領域が有する構成であるので、トラッキング制御用の信号検出のためのパターンを設ける必要がない。このため、情報記録媒体は、データ記録領域の記録容量をほとんど低下させることなく、情報記録再生装置に記録再生ヘッドの位置合わせを高精度に行わせることができる。

【0064】

従って、情報記録媒体は、狭トラックピッチ及び高線記録密度であっても記録領域をほとんど低下させることなく、上記情報記録再生装置に対して、高精度にトラッキング制御を行わせることができる。すなわち、情報記録媒体は、再生エラー及び記録エラーの少ない情報記録再生装置を提供することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0065】

〔実施形態 1〕

本発明の一実施形態について図 1 ～ 図 7 に基づいて説明すると以下の通りである。

【0066】

〔磁気記録再生装置 4 の概略構成〕

図 2 は、本発明の一実施形態に係る磁気記録媒体（情報記録媒体）3 に対して記録再生

10

20

30

40

50

を行う磁気記録再生装置４の概略構成を示す図である。磁気記録再生装置４は、図２に示すように、サスペンション５と、スピンドル６と、ボイスコイルモーター７と、ランブ機構８と、記録再生ヘッド９とを備えている。また、図２では、磁気記録再生装置４は、磁気記録媒体３を備えた構成となっている。なお、磁気記録媒体３の構造、及び磁気記録再生装置４による磁気記録媒体３の記録再生方法については、後に詳述する。

【００６７】

サスペンション５は、後述のボイスコイルモーター７に固定されており、ボイスコイルモーター７と反対側の先端に、磁気記録媒体３に対して磁界を印加する記録再生ヘッド９を備えている。

【００６８】

スピンドル６は、磁気記録再生装置４が磁気記録媒体３に情報の記録再生を行うときに、磁気記録媒体３を反時計周り（図２の矢印方向）に回転させるものである。なお、磁気記録媒体３の中心部にはスピンドル６と嵌合可能なように穴部が形成されている。

【００６９】

ボイスコイルモーター７は、サスペンション５に備えられた記録再生ヘッド９が磁気記録媒体３の半径方向に磁気記録媒体３上を移動できるように、サスペンション５を移動させるものである。すなわち、記録再生ヘッド９は、ボイスコイルモーター７の作動に応じて、磁気記録媒体３に対する半径方向における半径位置を変更させることができる。

【００７０】

ランブ機構８は、磁気記録媒体３に情報の記録再生を行わないときに、記録再生ヘッド９が退避する場所（すなわち、記録再生ヘッド９が固定される場所）である。

【００７１】

記録再生ヘッド９は、磁気記録媒体３に情報の記録再生を行うときに、磁気記録媒体３に対して磁界を印加するものである。これにより、例えば磁気記録媒体３の磁気記録セル１（後述）の磁化方向を決定したり、該磁化方向を磁化情報として読み出すことができる。具体的には、記録再生ヘッド９は、図３に示すように、磁気記録媒体３に近い面に、垂直磁気記録媒体用の磁気記録素子１０と磁気再生素子１１とを備えている。図３は、磁気記録再生装置４の記録再生ヘッド９の概略構成を示す図である。

【００７２】

磁気記録素子１０は、磁気記録媒体３に情報を記録するときに記録可能な強度の磁界を、磁気記録媒体３に印加するものである。同様に、磁気再生素子１１は、磁気記録媒体３の磁気記録セル１から磁化情報を読み出すものである。

【００７３】

なお、磁気記録素子１０と磁気再生素子１１との磁気記録媒体３から見た円周方向における位置関係は、記録再生ヘッド９が回転する磁気記録媒体３の任意の位置を通過するとき、この任意の位置上を磁気再生素子１１が先に通過し、磁気記録素子１０がその後通過するような位置関係となっている。

【００７４】

以上のように、磁気記録再生装置４は、スピンドル６及びサスペンション５の動作と、記録再生ヘッド９による磁界の印加とを制御することにより、磁気記録媒体３の所定の位置に記録再生を行うことができる。

【００７５】

すなわち、磁気記録再生装置４は、サスペンション５、スピンドル６等の各種機能を制御するための所定の演算処理を行う制御部４１を備えており、制御部４１は例えばＣＰＵ（Central Processing Unit）等によって実現されている。さらに、制御部４１は、本実施形態に係る磁気記録媒体３に対して記録再生を行うときの記録再生ヘッド９の制御を行うために、例えば信号特定部４１１と、差分算出部４１２と、ヘッド位置制御部４１３とを備えている。

【００７６】

信号特定部４１１は、磁気再生素子１１が磁気記録媒体３から読み出した磁化情報、す

10

20

30

40

50

なわち磁気記録媒体 3 から検出した磁化情報を示す信号の振幅を、後述の予め設定された信号振幅と比較する。そして、信号特定部 4 1 1 は、比較した結果に基づいて、磁気記録媒体 3 からの検出信号が、記録再生ヘッド 9 が追従するトラックにおける磁気記録セル 1 からの信号であるか、該トラックに隣接するトラックにおける磁気記録セル 1 からの信号であるかを特定する。

【0077】

また、信号特定部 4 1 1 は、後述の予め記憶された領域判別用の信号振幅を参照することによって、磁気再生素子 1 1 が検出した信号が第 1 の領域 3 1 又は第 2 の領域 3 2 からの検出信号であると判定すると、両検出信号の振幅を差分算出部 4 1 2 に供給する。

【0078】

差分算出部 4 1 2 は、第 1 の領域 3 1 及び第 2 の領域 3 2 からの検出信号の振幅の差分を求め、該差分をヘッド位置制御部 4 1 3 に供給する。

【0079】

ヘッド位置制御部 4 1 3 は、ボイスコイルモーター 7 を制御することによって記録再生ヘッド 9 の位置制御を行うものであり、所定のトラック（追従して記録再生を行うトラック）へのトラッキングを実現するものである。ヘッド位置制御部 4 1 3 は、例えば磁気記録再生装置 4 の初期動作時に、後述の距離検出動作を行うことによって記録再生ヘッド 9 の位置制御を行う。

【0080】

また、ヘッド位置制御部 4 1 3 は、差分算出部 4 1 2 から供給される差分に基づいて、記録再生ヘッド 9 の半径方向への移動量を決定する。ヘッド位置制御部 4 1 3 は、上記差分が 0 である場合には、現在の記録再生ヘッド 9 の位置を変更しない（記録再生ヘッド 9 に対する移動制御を行わない）。一方、ヘッド位置制御部 4 1 3 は、上記差分が 0 でない場合には、例えば上記差分と上記移動量とが対応付けられたテーブルを参照することによって、記録再生ヘッド 9 を移動させるための移動量を決定する（記録再生ヘッド 9 に対する移動制御を行う）。すなわち、ヘッド位置制御部 4 1 3 は、記録再生ヘッド 9 に対するフィードバック制御（トラッキング制御）を行う。なお、ヘッド位置制御部 4 1 3 は、フィードバック制御を行うとき、例えば配置情報、識別情報を参照することによってオフトラック方向を判定している。

【0081】

さらに磁気記録再生装置 4 は、制御部 4 1 で利用される各種データ、プログラムの実行によって得られたデータ等を記憶する記憶部 4 2 を備えている。記憶部 4 2 は、RAM（Random Access Memory）などの揮発性メモリ、および、ROM（Read-Only Memory）やフラッシュメモリなどの不揮発性メモリで実現される。

【0082】

記憶部 4 2 は、各種データ又はプログラムとして、磁気再生素子 1 1 が追従するトラックであることを判別可能な信号振幅、領域判別用の信号振幅、配置情報、上記差分と記録再生ヘッド 9 の半径方向への移動量とを対応付けたテーブル等が記憶している。

【0083】

なお、磁気記録媒体 3 に対する磁気記録再生装置 4 の具体的な制御については、以下の磁気記録媒体 3 の記録再生方法において説明する。この記録再生方法での説明において、磁気記録再生装置 4 が行う制御は、制御部 4 1 が記憶部 4 2 に記憶された情報を参照することによって実現されている。

【0084】

〔磁気記録媒体 3 の概略構成及び製造方法〕

次に、本発明の一実施形態に係る磁気記録媒体 3 について図 1 を用いて説明する。図 1 は、本発明の一実施形態に係る磁気記録媒体 3 の概略構成を示す図である。

【0085】

磁気記録媒体 3 は、孤立した磁気記録セル（情報記録セル）1 を配列したパターンメディアであり、例えば媒体面内方向に対して垂直方向に磁化されることで情報が記録され

10

20

30

40

50

るタイプの媒体である。また、磁気記録媒体 3 には、複数のトラックが該磁気記録媒体 3 の半径方向に等しい間隔（所定のトラックピッチ（例えば 50 nm））で同心円状に配置されており、該複数のトラックには上記磁気記録セル 1 が配置されている（すなわち、磁気記録セル 1 は、各トラックに一例に配置されている）。さらに、磁気記録セル 1 は、円柱状のセルであり、磁気記録再生装置 4 によって磁気情報が記録再生されるものであり、隣接するトラックに形成された磁気記録セル 1 と互い違いになるように配置されている。

【0086】

但し、磁気記録媒体 3 の最外周及び最内周のトラックに関しては、このトラックの外側又は内側に隣接するトラックが存在しない。また、本実施形態に係る磁気記録媒体 3 の磁気記録セル 1 の大きさは、直径 25 nm 及び高さ 40 nm となっているが、これに限らず、直径 5 nm ~ 45 nm 及び高さが 10 nm ~ 60 nm となっていればよい。

10

【0087】

ここで、磁気記録セル 1 が「隣接するトラックに形成された磁気記録セル 1 と互い違いになるように配置されている」とは、以下の 2 つの条件を示すことを意味する。1 つの条件としては、磁気記録セル 1 の円周方向における周方向位置（磁気記録媒体 3 の円周方向における位置）と、該磁気記録セル 1 が形成されたトラックと隣接するトラックに形成された磁気記録セル 1 の周方向位置とが同じ位置ではないことである。もう 1 つの条件としては、同じトラックにおいて隣り合った 2 つの磁気記録セル 1 間の任意の周方向位置に、該トラックと隣接するトラックの何れかには磁気記録セル 1 が 1 つ形成されていることである。すなわち、磁気記録セル 1 が互い違いになるように配置された構成としては、同じトラックにおいて隣り合った 2 つの磁気記録セル 1 間の任意の周方向位置に、該トラックと隣接する両トラックに磁気記録セル 1 が存在する場合と、該トラックと隣接する一方のトラックには磁気記録セル 1 が存在するものの、もう一方のトラックには磁気記録セル 1 が存在しない場合とがある。なお、本実施形態に係る磁気記録媒体 3 では、任意の磁気記録セル 1 は、その周方向位置が、隣接するトラックにおいて隣り合った 2 つの磁気記録セル 1 の中心位置となるように形成されている。

20

【0088】

磁気記録媒体 3 の構成について、図 1 を用いてさらに具体的に説明する。磁気記録媒体 3 では、上記のように、磁気記録セル 1 が隣接するトラックに形成された磁気記録セル 1 と互い違いになるように配置されている。また、磁気記録媒体 3 では、各トラックにおいて規則的に磁気記録セル 1 が配置されている場合に該磁気記録セル 1 が存在するはずの領域に、該磁気記録セル 1 が存在しない領域が少なくとも 1 つある。「規則的に磁気記録セル 1 が配置されている」とは、図 1 に示すように、点線で囲まれた領域にも磁気記録セル 1 が存在し、各トラックでの磁気記録セル 1 の周方向位置の間隔が等しいことを指す。

30

【0089】

すなわち、本実施形態に係る磁気記録媒体 3 は、任意のトラック内で隣接した 2 つの磁気記録セル 1 間の周方向位置において、該トラックと隣接する一方のトラックには磁気記録セル 1 が存在せず、隣接するもう一方のトラックには磁気記録セル 1 が存在するといった第 1 の領域 31 及び第 2 の領域 32 が存在する。そして、磁気記録媒体 3 は、上記任意のトラックに対して上記第 1 の領域 31 及び第 2 の領域 32 の組み合わせを少なくとも 1 組有する構成となっている。

40

【0090】

例えば図 1 に示すトラック Tr 1（第 1 のトラック）を上記任意のトラックとした場合、図 1 に示す磁気記録媒体 3 は、第 1 の領域 31 及び第 2 の領域 32 の組み合わせを 1 組有する構成となっている。第 1 の領域 31 には、該トラック Tr 1 内で隣接した磁気記録セル 1 間の周方向位置において、該トラック Tr 1 と隣接する外周側（紙面上方）のトラック Tr 2（第 2 のトラック）に磁気記録セル 1 が存在せず、該トラック Tr 1 と隣接する内周側（紙面下方）のトラック Tr 3（第 3 のトラック）には磁気記録セル 1 が存在する。一方、上記第 2 の領域 32 には、トラック Tr 1 内で隣接した磁気記録セル 1 間の周方向位置において、トラック Tr 3 には磁気記録セル 1 が存在せず、トラック Tr 2 には

50

磁気記録セル 1 が存在する。

【 0 0 9 1 】

なお、本実施形態では、「規則的に磁気記録セル 1 が配置されている場合に該磁気記録セル 1 が存在するはずの領域に、該磁気記録セル 1 が存在しない領域」を以降「欠陥領域（特定領域）2」と称し、点線で囲んだ円で表すものとする。また、磁気記録媒体 3 において磁気記録セル 1 が存在しない領域（欠陥領域 2 を含む領域）は、非磁性体によって形成されている。さらに、磁気記録セル 1 は、磁気記録セルの総称であり、各磁気記録セルを示すときには、磁気記録セル 1 a、1 b、・・・と称するものとする。また同様に、欠陥領域 2 は、欠陥領域の総称であり、各欠陥領域を示すときには、欠陥領域 2 a、2 b、・・・と称するものとする。

10

【 0 0 9 2 】

つまり、上記第 1 の領域 3 1 及び第 2 の領域 3 2 は、以下のように言い換えることができる。すなわち、第 1 の領域 3 1 には、トラック T r 1 と隣接する外周側のトラック T r 2 に欠陥領域 2 a が存在し、該トラック T r 1 と隣接する内周側のトラック T r 3 に磁気記録セル 1 a が存在するといえる。一方、第 2 の領域 3 2 には、トラック T r 3 に欠陥領域 2 b が存在し、トラック T r 2 に磁気記録セル 1 b が存在するといえる。なお、図 1 に示すように、トラック T r 1 には欠陥領域 2 c が含まれている。

【 0 0 9 3 】

なお、磁気記録セル 1 の形状は、円柱状に限られるものではなく、例えば四角柱状、楕円柱状、球状等であってもよく、孤立した磁気記録セル 1 に磁気情報が記録できれば形状であればどのような形状であってもよい。

20

【 0 0 9 4 】

また、磁気記録媒体 3 の回転方向は、図 1 に示すように、紙面左から右（矢印方向）となっているため、磁気記録再生装置 4 は、磁気記録媒体 3 において、紙面右側の磁気記録セル 1 から順に信号検出していく。

【 0 0 9 5 】

以下、磁気記録媒体 3 の製造方法の一例を示す。まず、ガラス基板上に軟磁性層を形成した後、この軟磁性層上にレジストを塗布する。次に、電子線リソグラフィによって、レジストに微細パターンを形成した後、磁気記録セル 1 を形成する材料を、この微細パターンが形成されたレジスト上に成膜する。その後、有機溶剤を用いて、レジストとレジスト上に堆積した磁気記録セル 1 を形成する材料とを除去した後、この基板上に非磁性層を成膜する。そして、この基板の非磁性層側から研磨を行うことで、磁気記録セル 1 を表面に露出させると共に、基板表面を平滑にする。最後に、磁気記録セル 1 が形成された基板に対して潤滑剤を塗布する。

30

【 0 0 9 6 】

上記磁気記録媒体 3 の製造方法では、磁気記録セル 1 を形成する材料としては、例えば Co、Pt、Fe、Ni、Cr、Mn 又はこれらの金属からなる合金が挙げられる。また、上記合金としては、例えば CoPt、SmCo、CoCr 又は TbFeCo 合金を用いることができる。さらに、レジストへの微細パターンの形成方法としては、例えば陽極酸化法、フォトリソグラフィ法、ナノインプリント法等を用いることが可能である。

40

【 0 0 9 7 】

また、上記磁気記録媒体 3 の製造方法では、磁気記録媒体 3 の片面にのみ磁気記録面（すなわち、磁気記録セル 1 を有する面）を形成しているが、これに限らず、磁気記録媒体 3 の両面に磁気記録面を形成してもよい。この場合には、上記製造方法に示す工程が、磁気記録媒体 3 の両面に対して実施されればよい。なお、磁気記録媒体 3 の両面に形成される磁気記録面への潤滑剤の塗布については、同時に行うことも可能である。

【 0 0 9 8 】

〔磁気記録媒体 3 の記録再生方法〕

次に、磁気記録再生装置 4 が磁気記録媒体 3 に対して磁気情報を記録再生する方法について説明する。

50

【 0 0 9 9 】

本実施形態に係る磁気記録再生装置 4 の磁気再生素子 1 1 は、磁化検出領域に磁化が存在しない場合には、磁気記録媒体 3 から振幅の信号を検出する。また、磁気再生素子 1 1 は、図 1 に示す磁気記録媒体 3 において紙面手前から奥に向かう磁化が存在する場合には検出信号としてプラスの信号を検出する一方、紙面奥から手前に向かう磁化が存在する場合には検出信号としてマイナスの信号を検出する。さらに、磁気再生素子 1 1 は、周方向位置の等しい 2 つの磁気記録セル 1 の磁化の向きが反対で磁化の大きさが等しい場合には、異なる符号で振幅の大きさが等しい信号を検出する。

【 0 1 0 0 】

また、磁気再生素子 1 1 が磁化を検出可能な半径方向の幅である磁化検出幅 $S w 1$ は、トラックピッチを $T P 1$ 、磁気記録セル 1 の直径を $C w 1$ とすると、

$$S w 1 = 2 \times T P 1 - C w 1 / 2$$

に設定されている。つまり、磁気再生素子 1 1 の磁化検出幅 $S w 1$ は、図 1 に示すように、記録再生ヘッド 9 がトラック $T r 1$ 上を追従する場合、トラック $T r 2$ からトラック $T r 1$ 側に直径 $C w 1$ の 4 分の 1 だけずれた位置と、トラック $T r 3$ からトラック $T r 1$ 側に直径 $C w 1$ の 4 分の 1 だけずれた位置との間の距離となる。

【 0 1 0 1 】

ここでは、磁気記録再生装置 4 の磁気再生素子 1 1 が、図 1 に示す磁気記録媒体 3 のトラック $T r 1$ に沿って、紙面右側の磁気記録セル 1 から左方向（図 1 に示す矢印とは反対方向）に向かって信号を検出する場合について説明する。なお、図 4 は、図 3 に示す磁気再生素子 1 1 が、図 1 に示す磁気記録媒体 3 のトラック $T r 1$ に沿って信号を検出したときの検出信号の絶対値を示す図であり、同図（a）は、図 1 に示すトラック $T r 1$ においてオントラックである時の検出信号の絶対値を示す図であり、同図（b）は、図 3 に示す記録再生ヘッド 9 が、図 1 に示すトラック $T r 1$ から内周側に僅かに位置ずれを起こしている場合の検出信号の絶対値を示す図であり、同図（c）は、記録再生ヘッド 9 が、図 1 に示すトラック $T r 1$ から外周側に僅かに位置ずれを起こしている場合の検出信号の絶対値を示す図である。

【 0 1 0 2 】

なお、図 4（a）～図 4（c）に示す符号 $S 1 a$ 及び $S 1 b$ は、磁気再生素子 1 1 がトラック $T r 2$ 、 $T r 3$ に形成された磁気記録セル 1 a、1 b から検出する信号を示す。また、図 4（a）に示す符号 $S 2 c$ は、磁気再生素子 1 1 がトラック $T r 1$ における欠陥領域 2 c 上を通過したときに検出する信号を示す。さらに、図 4（b）及び図 4（c）では、検出信号 $S 1 b$ 及び $S 1 b$ のみを示している。

【 0 1 0 3 】

上述のように、欠陥領域 2 c は、磁気記録セル 1 が存在しない領域（磁化を持たない領域）であるので、磁気再生素子 1 1 が検出する信号 $S 2 c$ はゼロレベルである。なお、図 4（a）～図 4（c）に示される直線 1 2 は、検出信号のゼロレベル（スライスレベル）を示すものである。

【 0 1 0 4 】

磁気記録媒体 3 が磁気記録再生装置 4 に装着されると、該磁気記録再生装置 4 は、スピンドル 6 を制御して図 1 に示す矢印方向に該磁気記録媒体 3 を回転させる。その後、磁気記録再生装置 4 は、ボイスコイルモーター 7 を制御して、記録再生ヘッド 9 がトラック $T r 1$ 上に位置するようにサスペンション 5 を移動させる。磁気再生素子 1 1 は、トラック $T r 1$ 上を追従することにより、磁気記録セル 1 a、1 b 等の該トラック $T r 1$ に隣接したトラック $T r 2$ 、 $T r 3$ に形成された磁気記録セル 1 と、該トラック $T r 1$ に形成された磁気記録セル 1 とを交互に検出することとなる。本実施形態に係る磁気記録媒体 3 において、トラック $T r 1$ に隣接した内外周 2 つのトラック $T r 2$ 、 $T r 3$ における磁気記録セル 1 の周方向位置は等しい。このため、磁気再生素子 1 1 は、例えばトラック $T r 1$ に形成された磁気記録セル 1 を 1 つ検出した後、隣接した 2 つのトラック $T r 2$ 、 $T r 3$ における磁気記録セル 1 を 2 つ同時に検出することを繰り返すように信号を検出していく。

【0105】

このとき、磁気再生素子11が検出する信号の大きさは、トラックTr1にオントラックであるか否かによって異なるものの、トラックTr1における磁気記録セル1とトラックTr2、Tr3における磁気記録セル1とは異なる。このため、磁気記録再生装置4には、記録再生ヘッド9が追従するトラック（この場合はトラックTr1）における磁気記録セル1からの検出信号としての最小の信号振幅（オフトラックのときでも上記トラックにおける磁気記録セル1からの検出信号であることが判別可能な信号振幅）が予め設定されている。

【0106】

また、磁気記録再生装置4は、スピンドル6を制御して磁気記録媒体3を回転させ、一定速度になった後（または一定時間経過した後）に磁気再生素子11による信号検出を開始するように制御する。磁気記録再生装置4は、ゼロレベルでない信号を検出すると、該信号の信号振幅と上記予め設定された信号振幅と比較することによって、磁気再生素子11が追従するトラックTr1における磁気記録セル1であるか否かを判定する。

【0107】

従って、磁気記録再生装置4は、記録再生ヘッド9が例えばトラックTr1上を追従するときに、該トラックTr1に形成された磁気記録セル1からの検出信号と、トラックTr2、Tr3に形成された磁気記録セル1からの検出信号とを判別することができる。また、磁気記録再生装置4は、磁気再生素子11がトラックTr1に形成された磁気記録セル1から信号を検出する順番のときにゼロレベルの信号を検出した場合には、トラックTr1における欠陥領域2であると判別することができる。

【0108】

なお、オントラックとは、記録再生ヘッド9の半径位置がトラックの半径位置の中心とほぼ一致して、磁気記録再生装置4が所定の磁気記録セル1から記録された情報を読み出すことが可能な状態を指す。一方、オフトラックとは、記録再生ヘッド9の半径位置がトラックの半径位置の中心からずれて、磁気記録再生装置4が所定の磁気記録セル1から記録された情報を正しく読み出すことが難しい状態を指す。

【0109】

記録再生ヘッド9がトラックTr1上を追従するときに、該トラックTr1に対してオントラックである場合、図4(a)に示すように、磁気再生素子11は、該トラックTr1における磁気記録セル1から最も大きな振幅h1の信号を検出する。また、磁気再生素子11は、トラックTr2、Tr3における2つの磁気記録セル1が同じ磁化方向である場合には、該磁気記録セル1から振幅h2の信号を検出する。なお、トラックTr2、Tr3の2つの磁気記録セル1の磁化方向が逆方向である場合には、該磁気記録セル1からの検出信号はゼロレベルとなる。

【0110】

ここで、磁気記録再生装置4は、上述のように、記録再生ヘッド9が追従するトラックにおける磁気記録セル1（又は欠陥領域2）からの検出信号と、該トラックに隣接するトラックにおける磁気記録セル1（又は欠陥領域2）からの検出信号とを判別できる。つまり、磁気記録再生装置4は、トラックTr2、Tr3の2つの磁気記録セル1からの検出信号がゼロレベルであっても、該検出信号を、磁気再生素子11がトラックTr1における欠陥領域2上を通過したときのゼロレベルの検出信号と異なる信号と判別できる。

【0111】

具体的には、磁気記録再生装置4は、上述のように、磁気記録媒体3が一定速度で回転した後に信号検出を開始するように磁気再生素子11を制御し、信号検出を行っている間の該磁気記録媒体3の回転速度を一定に保つ。また、磁気記録媒体3の各トラックにおいて、磁気記録セル1又は欠陥領域2は、周方向に一定間隔で配置されている。すなわち、磁気再生素子11は、記録再生ヘッド9が追従しているトラック（再生トラック）から一定の周期で信号ピークを検出する一方で、該再生トラックから検出される信号ピーク間に、該再生トラックに隣接するトラックから信号ピークを検出する。

【0112】

つまり、磁気再生素子11は、再生トラックからの信号と隣接するトラックからの信号とを一定の時間間隔で検出している。また、磁気記録再生装置4は、上述のように、上記予め設定された信号振幅を参照することによって、再生トラックにおける磁気記録セル1からの検出信号であるか否かを判別している。このため、磁気記録再生装置4は、磁気再生素子11で検出される信号がゼロレベルであっても、再生トラックからの検出信号であるか否かを判別することができる。

【0113】

ここで、磁気再生素子11は、再生トラックに隣接する一方のトラックに欠陥領域2が存在し、隣接するもう一方のトラックに磁気記録セル1が存在する（第1の領域31又は第2の領域32上を通過する）場合には、図4（a）に示すように、振幅h3の信号を検出する。例えば磁気再生素子11は、トラックTr2に欠陥領域2aが存在し、トラックTr3に磁気記録セル1aが存在する第1の領域31上を通過するとき、磁気記録セル1aから振幅h3の信号S1aを検出する。一方、磁気再生素子11は、トラックTr2に磁気記録セル1bが存在し、トラックTr3に欠陥領域2bが存在する第2の領域32上を通過するとき、磁気記録セル1bから振幅h3の信号S1bを検出する。

【0114】

このように、記録再生ヘッド9がトラックTr1に対してオントラックである場合、磁気再生素子11が検出する信号S1aと信号S1bとの振幅は等しくなる。従って、この場合には、磁気記録再生装置4は、磁気記録媒体3に対する記録再生ヘッド9の半径位置を調整することなく、トラックTr1に記録された情報の再生を行うことができる。

【0115】

また、上述のように、磁気再生素子11の磁化検出幅Sw1が $(2 \times TP1 - Cw1 / 2)$ となっており、該磁気再生素子11は、再生トラックにおける磁気記録セル1からの信号振幅h1を最も大きく検出する。このため、磁気記録再生装置4では、トラックTr1に隣接するトラックTr2、Tr3における磁気記録セル1からの検出信号がクロストークしても、再生エラーが生じにくい。

【0116】

次に、記録再生ヘッド9がトラックTr1に対してオフトラックである場合、図4（b）及び図4（c）に示すように、磁気再生素子11がトラックTr3の磁気記録セル1aから検出する信号S1aの振幅と、トラックTr2の磁気記録セル1bからの信号S1bの振幅とが異なる。

【0117】

記録再生ヘッド9がトラックTr1から内周側（トラックTr3側）に僅かに位置ずれを起こした場合、図4（b）に示すように、磁気再生素子11がトラックTr3における磁気記録セル1aから検出する信号S1aの振幅h4は、振幅h3よりも大きくなる。一方、磁気再生素子11がトラックTr2における磁気記録セル1bから検出する信号S1bの振幅h5は、振幅h3よりも小さくなる。

【0118】

このため、磁気記録再生装置4は、磁気再生素子11がこれらの信号S1a、S1bを検出すると、該信号S1a、S1bの振幅差 $(h4 - h5)$ を求める。そして、磁気記録再生装置4は、振幅h4と振幅h5とが等しく（すなわち、 $h4 - h5 = 0$ ）なるように、記録再生ヘッド9の半径位置を外周側（トラックTr2側）にずらしてトラックTr1に戻るようフィードバック制御を行う。

【0119】

一方、記録再生ヘッド9がトラックTr1から外周側（トラックTr2側）に僅かに位置ずれを起こした場合、図4（c）に示すように、磁気再生素子11がトラックTr3における磁気記録セル1aから検出する信号S1aの振幅h6は、振幅h3よりも小さくなる。一方、磁気再生素子11がトラックTr2における磁気記録セル1bから検出する信号S1bの振幅h7は、振幅h3よりも大きくなる。

【0120】

このため、磁気記録再生装置4は、磁気再生素子11がこれらの信号S1a、S1bを検出すると、該信号S1a、S1bの振幅差(h6 - h7)を求める。そして、磁気記録再生装置4は、振幅h6と振幅h7とが等しく(すなわち、 $h6 - h7 = 0$)なるように、記録再生ヘッド9の半径位置を内周側(トラックTr3側)にずらしてトラックTr1に戻るようフィードバック制御を行う。

【0121】

ここで、記録再生ヘッド9がトラックTr1上を追従しているとき、該トラックTr1と隣接するトラックTr2、Tr3における磁気記録セル1又は欠陥領域2から検出する信号振幅の大きさは、オントラック時においてはh2、h3、0の何れかである。オフトラック時であっても、上記信号振幅の大きさは、h2に近い値、h3に近い値(h4、h5を含む)、0に近い値の何れかである。このため、磁気記録再生装置4は、例えば信号振幅の大きさh3に一定の幅を持たせた信号振幅を予め記憶している。つまり、磁気記録再生装置4は、第1の領域31又は第2の領域32からの検出信号であることを判別可能な領域判別用の信号振幅が予め記憶されている。

【0122】

すなわち、磁気記録再生装置4は、上記予め記憶された領域判別用の信号振幅を参照することによって、磁気再生素子11が検出した信号が第1の領域31又は第2の領域32からの検出信号であると判定した場合に、両検出信号の振幅(この場合は信号S1a及びS1bの振幅h3)の差分を求め、該差分が0であるか否かを判定する。磁気記録再生装置4は、上記差分が0であると判定した場合には、記録再生ヘッド9への移動制御を行わない。一方、磁気記録再生装置4は、上記差分が0でないと判定した場合には、例えば上記差分と記録再生ヘッド9の半径方向への移動量とを対応付けたテーブルを参照することによって、該差分に対応する移動量分だけ該記録再生ヘッド9を移動させる。このようにして、磁気記録再生装置4は、記録再生ヘッド9に対するフィードバック制御(位置調整)を行う。

【0123】

なお、上記移動量は、磁気記録再生装置4が、再生トラックの磁気記録セル1からの検出信号の振幅を上記予め設定された信号振幅よりも大きいと判断することが可能な範囲内に、記録再生ヘッド9を移動可能であればどのように設定されていてもよい。すなわち、磁気記録再生装置4は、再生トラックに対してトラッキング可能な半径位置に記録再生ヘッド9を制御できる範囲であれば、上記差分が0でなくてもよい。

【0124】

つまり、磁気記録再生装置4は、磁気記録媒体3の第1の領域31及び第2の領域32から検出する信号をトラッキング制御用の信号とし、該信号の信号振幅をもとにトラックTr1に対してフィードバック制御(トラッキング制御)を行う。このため、磁気記録再生装置4は、記録再生ヘッド9がトラックTr1に対して僅かにオフトラックである場合であっても、該トラックTr1に対してオントラックになるようにフィードバック制御を行うことが可能である。すなわち、磁気記録再生装置4は、フィードバック制御を行うことにより、再生トラックに対するトラッキングを精度よく行うことができる。

【0125】

(磁気記録媒体3に対するオフトラック方向の特定方法)

次に、記録再生ヘッド9が追従するトラックTr1に対してオフトラックである場合、磁気記録再生装置4がそのオフトラック方向(すなわち、記録再生ヘッド9がトラックTr1の内周側にずれているのか、外周側にずれているのか)をどのように判定するかについて説明する。本実施形態に係る磁気記録媒体3には、図1に示すように、内周側のトラックほど欠陥領域2の周方向位置が紙面右側(図1に示す矢印方向)になるように磁気記録セル1が形成されている。

【0126】

つまり、図1に示すように、磁気再生素子11は、

10

20

30

40

50

(1) 再生トラックに隣接する外周側のトラックにおける磁気記録セル 1 のみからの信号 (第 2 の領域 3 2 上を通過するときの信号 ; 信号 S 1 b に相当)
 (2) 再生トラックにおける欠陥領域 2 からの信号 (欠陥領域 2 上を通過するときの信号 ; 信号 S 2 c に相当)
 (3) 再生トラックに隣接する内周側のトラックにおける磁気記録セル 1 のみからの信号 (第 1 の領域 3 1 上を通過するときの信号 ; 信号 S 1 a に相当)
 の順で検出する (但し、磁気再生素子 1 1 は、各信号 (1) ~ (3) の間に、その他の信号を検出する場合もある) 。

【 0 1 2 7 】

また、磁気記録媒体 3 の構成は上記構成に限らず、例えば磁気記録媒体 3 に、内周側のトラックほど欠陥領域 2 の周方向位置が紙面左側 (図 1 に示す矢印方向とは逆方向) になるように磁気記録セル 1 が形成されていてもよい。この場合、磁気再生素子 1 1 は、
 (1) 再生トラックに隣接する内周側のトラックにおける磁気記録セル 1 のみからの信号
 (2) 再生トラックにおける欠陥領域 2 からの信号
 (3) 再生トラックに隣接する外周側のトラックにおける磁気記録セル 1 のみからの信号
 の順で検出する (但し、上記同様、磁気再生素子 1 1 は、各信号 (1) ~ (3) の間に、その他の信号を検出する場合もある) 。

【 0 1 2 8 】

ここで、磁気記録再生装置 4 は、該磁気記録再生装置 4 に載置される磁気記録媒体 3 の欠陥領域 2 の配置に関する配置情報を記憶している。つまり、磁気記録再生装置 4 は、配置情報を参照することによって、磁気再生素子 1 1 が上記どちらの順で信号を検出するかを判定する。そして、磁気記録再生装置 4 は、上述のように、信号 (2) を再生トラックにおける欠陥領域 2 からの検出信号であると判定すると、該信号 (2) の次に検出される隣接するトラックからの磁気記録セル 1 のみからの信号を信号 (3) であると判定する。なお、磁気記録再生装置 4 が記憶している配置情報は、信号の検出順序を特定可能な情報であれば、どのような情報であってもよい。

【 0 1 2 9 】

従って、磁気記録再生装置 4 は、上記判定により、記録再生ヘッド 9 が追従するトラックに対してオフトラックであっても、該トラックから内周側にずれているのか、外周側にずれているのかを (すなわちオフトラック方向を) 特定することができる。すなわち、磁気記録媒体 3 では、磁気記録セル 1 が、複数のトラックにおいて、該磁気記録媒体 3 の中心に向かって一定の周方向に欠陥領域 2 の周方向位置が異なるように形成されているため、磁気記録再生装置 4 の信号検出に規則性を持たせることができる。これにより、磁気記録媒体 3 は、記録再生ヘッド 9 にオフトラックが生じた場合であっても、該オフトラック方向を磁気記録再生装置 4 に容易に特定させることができる。

【 0 1 3 0 】

(磁化検出幅 S w 1 について)

なお、上述では、磁気再生素子 1 1 の磁化検出幅 S w 1 は、トラックピッチを T P 1 、磁気記録セル 1 の直径を C w 1 とすると、

$$S w 1 = 2 \times T P 1 - C w 1 / 2$$

に設定されていたが、これに限られたものではない。すなわち、上記磁化検出幅 S w 1 は、磁気再生素子 1 1 が、再生トラックにおける磁気記録セル 1 の磁化を、該再生トラックに隣接するトラックにおける磁気記録セル 1 の磁化と区別して検出することが可能な程度の幅に設定されていればよい。しかしながら、磁化検出幅 S w 1 が、

$$S w 1 \leq 2 \times T P 1 - C w 1$$

である場合、磁気再生素子 1 1 は、再生トラックと隣接するトラックにおける磁気記録セル 1 からの磁化検出 (磁化情報検出) が困難になる。このため、磁化検出幅 S w 1 は、

$$S w 1 > 2 \times T P 1 - C w 1$$

であることが望ましい。一方、磁化検出幅 S w 1 が、

$$S w 1 \leq 2 \times T P 1$$

10

20

30

40

50

である場合、再生トラックから検出される信号振幅よりも、該再生トラックと隣接するトラックから検出される信号振幅の方が大きくなる可能性がある。このため、磁化検出幅 S_{w1} は、

$$S_{w1} < 2 \times T_{P1}$$

であることが望ましい。

【0131】

上述より、磁気再生素子 11 の磁化検出幅 S_{w1} は、

$$2 \times T_{P1} - C_{w1} < S_{w1} < 2 \times T_{P1} \cdots (1)$$

と設定されていることが望ましい。このように、磁気再生素子 11 の磁化検出幅 S_{w1} を式 (1) となるように設定することで、磁気再生素子 11 は、再生トラックにおける磁気記録セル 1 からの信号を最も大きい信号として検出できる。また、磁気再生素子 11 は、第 1 の領域 31 及び第 2 の領域 32 における磁気記録セル 1 からの信号を、トラッキング制御用の信号として確実に検出することができる。

10

【0132】

従って、磁気記録再生装置 4 は、再生トラックに隣接するトラックにおける磁気記録セル 1 からの信号を適切な大きさで検出することができるので、該信号がクロストークしても、再生エラーを生じにくくすることができる。すなわち、磁気記録媒体 3 は、磁気記録再生装置 4 に対して高精度なトラッキング制御を行わせることができる。

【0133】

(磁気記録媒体 3 に対する記録方法)

20

なお、上記磁気記録媒体 3 の構成により、磁気記録再生装置 4 は、該磁気記録媒体 3 への記録時も再生時と同様の制御を行うことが可能である。具体的には、磁気記録再生装置 4 は、磁気再生素子 11 が磁気記録セル 1 から信号を検出すると上述のようなトラッキング制御を行うと共に、磁気記録素子 10 を制御することによって、所定の磁気記録セル 1 への記録を行う。すなわち、磁気記録再生装置 4 は、トラッキング制御を行うことにより、記録再生ヘッド 9 を所定の磁気記録セル 1 が形成されているトラック上にあわせると、該磁気記録セル 1 の磁化方向を変更させるための磁界を磁気記録素子 10 からタイミングよく発生させることにより、該磁気記録セル 1 への記録を行う。

【0134】

このとき、磁気記録再生装置 4 は、磁気再生素子 11 が検出したトラッキング制御用の信号 (第 1 の領域 31 又は第 2 の領域 32 から検出した信号) をもとに、磁気記録素子 10 から磁界を発生させる (すなわち情報を記録する) タイミングを調整する。すなわち、磁気記録再生装置 4 は、磁気再生素子 11 が第 1 の領域 31 を通過してから、磁気記録素子 10 が第 1 の領域 31 を通過するまでの時間 t_1 、及び、磁気記録素子 10 が磁気記録セル 1 上を通過する周期 t_2 を求め、磁気記録素子 10 から磁界を発生させるタイミングを調整する。この磁界発生のタイミング調整は、磁気記録再生装置 4 の制御部 41 に備えられたタイミング調整手段 (図示しない) が行う。

30

【0135】

ここで、時間 t_1 は、

$$(磁気再生素子 11 と磁気記録素子 10 との周方向への距離) / (線速度 v_1)$$

40

で与えられる。また、磁気記録再生装置 4 には、磁気再生素子 11 と磁気記録素子 10 との周方向への距離と、磁気記録媒体 3 が一定速度で回転するときの線速度 v_1 とが予め記憶されている。よって、磁気記録再生装置 4 は、この周方向への距離と線速度 v_1 とを参照することによって、時間 t_1 を決めることができる。なお、磁気記録再生装置 4 は、線速度 v_1 を予め記憶している構成であるが、これに限らず、該線速度を計測する構成であってもよい。

【0136】

また、第 1 の領域 31 からの信号を検出する地点から、第 2 の領域 32 からの信号を検出する地点までの周方向における距離は、同一トラック内で周方向において最も近接した 2 つの磁気記録セル 1 の距離 P の 2 倍となっている。このため、同一トラック内において

50

磁気記録セル 1 上を通過する周期 t_2 は、磁気記録再生装置 4 が第 1 の領域 3 1 からの信号を検出した後、第 2 の領域 3 2 から信号を検出するまでの時間の半分となる。つまり、磁気記録再生装置 4 は、第 1 の領域 3 1 からの信号を検出してから、第 2 の領域 3 2 の領域 3 2 からの信号を検出するまでの時間を計測し、その時間の $1/2$ を周期 t_2 として求める。

【0137】

磁気記録再生装置 4 は、このようにして得られる時間 t_1 及び周期 t_2 に基づき、磁界の発生タイミングを調整することができる。

【0138】

なお、磁界発生のタイミング調整（タイミング調整手段）は、上記に限られるものではなく、例えば、再生を行っているトラック（本実施形態ではトラック Tr_1 ）の磁気記録セル 1 からの信号を磁気再生素子 1 1 によって検出することによって、磁気記録素子 1 0 における磁界の発生タイミングを調整してもよい。この場合、磁気記録再生装置 4 は、再生を行っているトラックの周期 t_2 をダイレクトに求めることが可能となり、上記の方法で求められる時間 t_1 と合わせて磁界の発生タイミングを調整することが可能である。

【0139】

（空間分解可能幅 S_{t1} について）

ここで、本実施形態に係る記録再生ヘッド 9 の磁気再生素子 1 1 において、該磁気再生素子 1 1 の円周方向における空間分解可能幅を S_{t1} 、任意のトラック（第 1 のトラック）に形成された磁気記録セル 1 と、周方向において該磁気記録セル 1 と最も近接した、該トラックと隣接したトラック（第 2 のトラック又は第 3 のトラック）に形成された磁気記録セル 1 との距離を D とするとき、 $S_{t1} < D$ であることが好ましい。なお、空間分解可能幅 S_{t1} とは、磁気再生素子 1 1 が単一の磁気記録セル 1 上を通過したときに得られる信号の半値幅（時間軸）を t_1 、通過時の線速度を v_1 としたとき、「 $t_1 \times v_1$ 」で表される値を指す。

【0140】

上記関係の場合、磁気記録再生装置 4 は、トラッキング制御用の信号を検出するときに、各々の磁気記録セル 1 からの検出信号を分離しやすくなるため、トラッキングエラーを生じにくくすることができる。これは、この構成によれば、隣接する磁気記録セル 1 からの信号に起因した検出信号の歪みが小さくなるためである。

【0141】

（距離検出動作について）

また、磁気記録再生装置 4 は、その初期動作（例えば、磁気記録再生装置 4 の起動）において、記録再生ヘッド 9 の磁気記録素子 1 0 と磁気再生素子 1 1 との半径方向における距離を検出する距離検出動作を行うことが好ましい。磁気記録再生装置 4 の記録再生ヘッド 9 には個体差があるため、該記録再生ヘッド 9 の磁気記録素子 1 0 と磁気再生素子 1 1 との半径方向における距離についても、記録再生ヘッド 9 毎に異なる可能性が高い。

【0142】

従って、磁気記録再生装置 4 の初期動作において上記距離を検出することにより、磁気記録再生装置 4 は、この距離が所定の値（磁気記録素子 1 0 と磁気再生素子 1 1 との距離が例えば 0）とは異なる場合であっても、記録時に磁気記録素子 1 0 がオフトラックになること防ぐことができる。すなわち、磁気記録再生装置 4 は、記録再生ヘッド 9 の個体差に起因した磁気記録素子 1 0 のオフトラックによる記録エラー、及び記録エラーに伴う再生エラーの増加を抑制することができる。ここで、上記距離を検出する場合の磁気記録再生装置 4 の初期動作としては、例えば、以下の動作が考えられる。

【0143】

まず、磁気記録再生装置 4 は、再生時にオントラックとなる記録再生ヘッド 9 の位置（磁気記録媒体 3 の半径位置）における半径位置を r_1 として磁気記録再生装置 4 に記憶する。次に、磁気記録素子 1 0 による記録動作と磁気再生素子 1 1 による再生動作とを行い、磁気再生素子 1 1 が検出する再生信号から得られるエラーレートを記憶する。そして、

磁気記録再生装置 4 は、上記記録動作、再生動作及びエラーレートの記憶動作を、記録再生ヘッド 9 の半径位置毎に繰り返し行う。なお、磁気記録再生装置 4 は、再生信号のエラーレートを記憶すると共に、このエラーレートに対応する、記録動作時の記録再生ヘッド 9 の半径位置を記憶する。ただし、再生動作を行う際の記録再生ヘッドの半径位置は、 r_1 である。

【0144】

次に、磁気記録再生装置 4 は、記憶したエラーレートから最小のエラーレートを検出することにより、該最小のエラーレートに対応する、記録動作時の記録再生ヘッド 9 の半径位置 r_2 を決定する。すなわち、磁気記録再生装置 4 は、最小のエラーレートとなる上記記録動作を行ったときの記録再生ヘッド 9 の半径位置 r_2 とし、決定した半径位置 r_1 、 r_2 から、磁気記録素子 10 と磁気再生素子 11 との半径方向における距離を $(r_1 - r_2)$ と決定する。

10

【0145】

そして、磁気記録再生装置 4 は、決定した上記距離 $(r_1 - r_2)$ を記憶しておくことにより、磁気再生素子 11 がこの距離分だけオフトラックした状態で、記録時のトラッキング制御を行う。

【0146】

以上のように、本実施形態に係る磁気記録媒体 3 は、複数のトラックのうちの注目する 1 つのトラックを第 1 のトラックとし、該第 1 のトラックに隣接するトラックを第 2 のトラック及び第 3 のトラックとするとき、第 2 のトラックの磁気記録セル 1 が形成されていない欠陥領域 2 と、第 3 のトラックに形成された磁気記録セル 1 とを含む第 1 の領域 3 1、及び、第 3 のトラックの磁気記録セル 1 が形成されていない欠陥領域 2 と、第 2 のトラックに形成された磁気記録セル 1 とを含む第 2 の領域 3 2、を少なくとも 1 組有する構成である。

20

【0147】

これにより、磁気記録媒体 3 は、磁気記録再生装置 4 に対して、データ記録領域内に欠陥領域 2 を含む第 1 の領域 3 1 及び第 2 の領域 3 2 から検出させる信号をもとに第 1 のトラックに対する高精度なトラッキング制御を行わせることができる。よって、磁気記録媒体 3 は、トラッキング制御用の信号検出のみのためのパターンを設ける必要がない。このため、磁気記録媒体 3 は、データ記録領域の記録容量をほとんど低下させることなく、磁気記録再生装置 4 に記録再生ヘッド 9 の位置合わせを高精度に行わせることができる。

30

【0148】

従って、磁気記録媒体 3 は、狭トラックピッチ及び高線記録密度であっても記録領域をほとんど低下させることなく、磁気記録再生装置 4 に対して、高精度にトラッキング制御を行わせることができる。すなわち、磁気記録媒体 3 は、再生エラー及び記録エラーの少ない磁気記録再生装置 4 を提供することが可能となる。

【0149】

なお、図 1 に示す磁気記録媒体 3 は、各トラックに対して第 1 の領域 3 1 及び第 2 の領域 3 2 の組み合わせを 1 組有する構成となっているが、これに限られたものではない。すなわち、磁気記録媒体 3 は、各トラックに複数の欠陥領域 2 を形成する（すなわち各トラックにおける欠陥領域 2 の出現頻度を任意に設定する）ことによって、各トラックに対して第 1 の領域 3 1 及び第 2 の領域 3 2 の組み合わせを複数有する構成であってもよい。

40

【0150】

この場合、磁気記録再生装置 4 は、第 1 の領域 3 1 及び第 2 の領域 3 2 からの信号を高頻度で検出することが可能になるため、オフトラックの検出頻度を高めることができる。すなわち、磁気記録媒体 3 は、磁気記録再生装置 4 に対して高頻度にトラッキング制御を行わせることができる。

【0151】

また、磁気記録再生装置 4 に対して高頻度にトラッキング制御を行わせるために、磁気記録媒体 3 に従来のサーボパターン又はアドレスパターンに相当する領域が形成されてい

50

てもよい。この場合、磁気記録媒体 3 は、第 1 の領域 3 1 及び第 2 の領域 3 2 を少なくとも 1 組有しているので、上記パターンに相当する領域として従来と同様の面積を有する領域を形成する必要がない。このため、磁気記録媒体 3 にこれら領域が形成された場合であっても、該磁気記録媒体 3 は、記録容量の低下を抑制して、磁気記録再生装置 4 に対して高頻度にトラッキング制御を行わせることができる。なお、磁気記録セル 1 は、情報を記録可能なセルであって、トラッキングサーボ用としてだけ機能するものではない。

【0152】

〔磁気記録媒体 3 の変形例 1 (磁気記録媒体 3 a)〕

次に、本実施形態に係る磁気記録媒体 3 の変形例及びその記録再生方法について、図 5 を用いて説明する。図 5 は、本実施形態に係る磁気記録媒体 3 の変形例及び検出される信号波形を示すものであり、同図 (a) は、本実施形態に係る磁気記録媒体 3 の変形例 (磁気記録媒体 3 a) の概略構成を示す図であり、同図 (b) は、同図 (a) に示す磁気記録媒体 3 a のトラック Tr 4 に沿って信号を検出したときの検出信号の絶対値を示す図である。なお、図 5 (b) では、磁気記録再生装置 4 が図 5 (a) に示す磁気記録媒体 3 a から検出する信号のうち、特に信号 S 1 e ~ 信号 S 1 d の間の信号を示している。

10

【0153】

磁気記録媒体 3 a は、図 5 (a) に示すように、各トラックの欠陥領域 2 が形成される周方向位置に規則性がなく、該欠陥領域 2 がランダムに形成された構成となっている点で磁気記録媒体 3 の構成とは異なる。「各トラックの欠陥領域 2 が形成される周方向位置に規則性がなく、該欠陥領域 2 がランダムに形成された構成」とは、磁気記録媒体 3 の構成と異なり、各トラックに存在する欠陥領域 2 (すなわち第 1 の領域 3 1 または第 2 の領域 3 2) の周方向位置が半径方向に対して一定の周方向にずれた構成ではないことを指す。その他、磁気記録媒体 3 a の構成及び製造方法は上記磁気記録媒体 3 と同様であるので、その説明については省略する。

20

【0154】

磁気記録媒体 3 a は、例えば図 5 (a) に示すトラック Tr 4 (すなわち記録再生ヘッド 9 が追従するトラック; 第 1 のトラック) に注目した場合、上記第 1 の領域 3 1 には、トラック Tr 4 と隣接する外周側のトラック Tr 5 (第 2 のトラック) に欠陥領域 2 e が存在し、該トラック Tr 4 と隣接する内周側のトラック Tr 6 (第 3 のトラック) に磁気記録セル 1 e が存在する。一方、上記第 2 の領域 3 2 には、トラック Tr 6 に欠陥領域 2 d が存在し、トラック Tr 5 に磁気記録セル 1 d が存在する。また、トラック Tr 4 には欠陥領域 2 f が含まれている。そして、磁気記録媒体 3 a は、トラック Tr 4 に対して上記第 1 の領域 3 1 及び第 2 の領域 3 2 の組み合わせを 1 組有する構成となっている。

30

【0155】

また、磁気記録媒体 3 a は、磁気記録媒体 3 とは異なり、磁気記録セル 1 がランダムに形成された構成となっているので、磁気記録再生装置 4 が記録再生ヘッド 9 のオフトラックを検出した場合にそのオフトラック方向を特定することが困難な場合が想定される。このため、磁気記録媒体 3 a には、例えば各トラックを識別するための識別情報が記録されたアドレスパターン等が作製されていてもよい。

40

【0156】

磁気記録再生装置 4 は、この磁気記録媒体 3 a に対する記録再生を行うときに、磁気再生素子 1 1 が磁気記録セル 1 の磁気情報を示す信号と識別情報とを検出する。そして、磁気記録再生装置 4 は、磁気情報を示す信号の振幅と識別情報とから、第 1 の領域 3 1 と第 2 の領域 3 2 とを特定すると共に、該両領域の出現順 (両領域からの信号の検出順) を判別し、該出現順を記憶する。これにより、磁気記録再生装置 4 は、上記磁気記録媒体 3 a に対して記録再生を行う場合であっても、上記オフトラック方向を特定することができる。

【0157】

〔磁気記録媒体 3 a の記録再生方法〕

次に、磁気記録再生装置 4 が磁気記録媒体 3 a に対して磁気情報を記録再生する方法に

50

ついて説明する。なお、磁気記録再生装置 4 は、磁気記録媒体 3 a を再生する場合には、磁気再生素子 1 1 の磁化検出幅 $S w 1$ を、

$$S w 1 = 2 \times T P 1 - C w 1 / 3$$

に設定しているものとする。つまり、このときの磁気再生素子 1 1 の磁化検出幅 $S w 1$ は、図 5 (a) に示すように、記録再生ヘッド 9 がトラック $T r 1$ 上を追従する場合、トラック $T r 5$ からトラック $T r 1$ 側に直径 $C w 1$ の 6 分の 1 だけずれた位置と、トラック $T r 6$ からトラック $T r 4$ 側に直径 $C w 1$ の 6 分の 1 だけずれた位置との間の距離となる。また、磁気記録再生装置 4 の磁気再生素子 1 1 は、該磁気記録再生装置 4 が磁気記録媒体 3 を再生する場合と同様、図 5 (a) に示す磁気記録媒体 3 a のトラック $T r 4$ に沿って、紙面右側の磁気記録セル 1 から左方向 (図 5 (a) に示す矢印とは反対方向) に向かって信号を検出する。

10

【 0 1 5 8 】

磁気再生素子 1 1 は、トラック $T r 4$ 上を追従することにより、磁気記録セル 1 d、1 e 等の該トラック $T r 4$ に隣接したトラック $T r 5$ 、 $T r 6$ に形成された磁気記録セル 1 と、該トラック $T r 4$ に形成された磁気記録セル 1 とを交互に検出する。磁気記録媒体 3 a においても、トラック $T r 4$ に隣接した内外周 2 つのトラック $T r 5$ 、6 における磁気記録セル 1 の周方向位置は等しい。このため、磁気記録媒体 3 と同様、磁気再生素子 1 1 は、例えばトラック $T r 4$ に形成された磁気記録セル 1 を 1 つ検出した後、隣接した 2 つのトラック $T r 5$ 、 $T r 6$ における磁気記録セル 1 を 2 つ同時に検出することを繰り返すように信号を検出していく。

20

【 0 1 5 9 】

記録再生ヘッド 9 がトラック $T r 4$ に対してオントラックである場合、図 5 (b) に示すように、磁気再生素子 1 1 は、トラック $T r 4$ における磁気記録セル 1 から最も大きな振幅 $h 1$ の信号を検出する。また、磁気再生素子 1 1 は、トラック $T r 5$ 、 $T r 6$ における 2 つの磁気記録セル 1 が同じ磁化方向である場合には、該磁気記録セル 1 から振幅 $h 2$ の信号を検出する。なお、トラック $T r 5$ 、 $T r 6$ の 2 つの磁気記録セル 1 の磁化方向が逆方向である場合には、該磁気記録セル 1 からの検出信号はゼロレベルとなる。

【 0 1 6 0 】

また、磁気再生素子 1 1 は、トラック $T r 4$ 上を追従する場合に、トラック $T r 5$ に欠陥領域 2 e が存在し、トラック $T r 6$ に磁気記録セル 1 e が存在する第 1 の領域 3 1 上を通過するとき、磁気記録セル 1 e から振幅 $h 3$ の信号 $S 1 e$ を検出する。一方、磁気再生素子 1 1 は、トラック $T r 5$ に磁気記録セル 1 d が存在し、トラック $T r 6$ に欠陥領域 2 d が存在する第 2 の領域 3 2 上を通過するとき、磁気記録セル 1 d から振幅 $h 3$ の信号 $S 1 d$ を検出する。

30

【 0 1 6 1 】

なお、図 5 (b) に示す符号 $S 1 d$ 及び $S 1 e$ は、磁気再生素子 1 1 がトラック $T r 5$ 、 $T r 6$ に形成された磁気記録セル 1 d、1 e から検出する各信号を示す。また、図 5 (b) に示す符号 $S 2 f$ は、磁気再生素子 1 1 がトラック $T r 4$ における欠陥領域 2 f 上を通過したときに検出する信号を示す。

【 0 1 6 2 】

このように、記録再生ヘッド 9 が追従するトラック $T r 4$ に対してオントラックである場合、磁気再生素子 1 1 が検出する信号 $S 1 d$ と信号 $S 1 e$ との振幅は等しくなる。従って、この場合には、磁気記録再生装置 4 は、磁気記録媒体 3 a に対する記録再生ヘッド 9 の半径位置を調整することなく、トラック $T r 4$ に記録された情報の再生を行うことができる。

40

【 0 1 6 3 】

また、記録再生ヘッド 9 がトラック $T r 4$ に対してオフトラックである場合、磁気記録再生装置 4 は、磁気記録媒体 3 の場合と同様、磁気記録セル 1 d から検出される信号 $S 1 d$ の振幅と、磁気記録セル 1 e から検出される信号 $S 1 e$ の振幅とが等しくなるように、記録再生ヘッド 9 の半径位置を内周側または外周側に調整する。すなわち、磁気記録再生

50

装置 4 は、上述のように、磁気再生素子 11 によって検出される信号 S1d と信号 S1e との差分を算出し、該差分に対応する移動量分だけ記録再生ヘッド 9 を半径方向に移動させる。

【0164】

すなわち、磁気記録再生装置 4 は、信号 S1d の振幅が信号 S1e の振幅よりも大きい場合には、記録再生ヘッド 9 が外周側にオフトラックしていると判断し、該記録再生ヘッド 9 を内周側に移動させる。一方、磁気記録再生装置 4 は、信号 S1d の振幅が信号 S1e の振幅よりも小さい場合には、記録再生ヘッド 9 が内周側にオフトラックしていると判断し、該記録再生ヘッド 9 を外周側に移動させる。

【0165】

つまり、磁気記録再生装置 4 は、記録再生ヘッド 9 がトラック Tr4 に対して僅かにオフトラックである場合であっても、トラック Tr4 に対してオントラックになるようにフィードバック制御を行うことが可能である。すなわち、磁気記録再生装置 4 は、フィードバック制御を行うことにより、再生トラックに対するトラッキングを精度よく行うことができる。

【0166】

また、磁気記録再生装置 4 は、磁気記録媒体 3 の場合と同様、磁気再生素子 11 が磁気記録媒体 3a に形成された磁気記録セル 1 から検出する信号をもとに、該磁気記録媒体 3a への記録時も再生時と同様の制御を行うことが可能である。すなわち、磁気記録再生装置 4 は、磁気記録媒体 3a に対する情報記録を行う場合にも、記録を行っているトラックに対して精度よくトラッキングを行うことができる。

【0167】

以上のように、磁気記録媒体 3a は、各トラックに存在する欠陥領域 2（すなわち第 1 の領域 31 または第 2 の領域 32）がランダムに形成されているが、第 1 の領域 31 と第 2 の領域 32 とを少なくとも 1 組有した構成となっている。このため、磁気記録媒体 3a は、磁気記録媒体 3 と同様、従来のようにデータ記憶領域に対して別途トラッキングサーボ用パターンのみの領域を設けることなく、磁気記録再生装置 4 にトラッキング制御を行わせることができる。

【0168】

従って、磁気記録媒体 3a は、パターンドメディアのような狭トラックピッチの磁気記録媒体であっても、記録容量をほとんど低下させることなく、磁気記録再生装置 4 に対して高精度なトラッキング制御を行わせることができる。すなわち、磁気記録媒体 3a は、再生エラー及び記録エラーのより少ない磁気記録再生装置 4 を提供することが可能となる。

【0169】

また、磁気記録媒体 3 と同様、磁気記録媒体 3a の各トラックに欠陥領域 2 が複数形成されている場合には、磁気記録再生装置 4 は、第 1 の領域 31 及び第 2 の領域 32 からの信号を高頻度で検出することとなるため、オフトラックの検出頻度を高めることができる。

【0170】

（磁気記録媒体 3a の変形例）

なお、上記では、欠陥領域 2 がランダムに形成されている構成を有する磁気記録媒体 3a を、図 5（a）に示したが、これに限られたものではない。すなわち、磁気記録媒体 3a は、図 6 に示すように、例えば任意のトラックにおいて欠陥領域 2 が周方向に 2 つ並ぶように形成された構成であってもよい。図 6 は、本実施形態に係る磁気記録媒体 3 の変形例（磁気記録媒体 3a）の別の概略構成を示す図である。

【0171】

図 6 に示す磁気記録媒体 3a は、例えばトラック Tr7（第 1 のトラック）に注目した場合、上記第 1 の領域 31 には、トラック Tr7 と隣接する外周側のトラック Tr8（第 2 のトラック）に欠陥領域 2i が存在し、該トラック Tr7 と隣接する内周側のトラック

10

20

30

40

50

トラックTr 9 (第3のトラック)に磁気記録セル1 iが存在する(図6に示す周方向位置C)。一方、磁気記録媒体3 aは、上記第2の領域3 2として、トラックTr 9に欠陥領域2 gが存在し、トラックTr 8に磁気記録セル1 gが存在する領域(図6に示す周方向位置A)と、トラックTr 9に欠陥領域2 hが存在し、トラックTr 8に磁気記録セル1 hが存在する領域(図6に示す周方向位置B)との2つの領域を有している。また、トラックTr 7には欠陥領域2 jが含まれている。そして、図6に示す磁気記録媒体3 aにおいても、トラックTr 7に対して上記第1の領域3 1及び第2の領域3 2の組み合わせを1組有する構成となっている。

【0172】

従って、磁気記録再生装置4は、図6に示す周方向位置A及び/又はBに存在する磁気記録セル1 g、1 hからの検出信号と、周方向位置Cに存在する磁気記録セル1 iからの検出信号との差分を求めることによって、上記と同様のトラッキング制御を行うことができる。すなわち、磁気記録媒体3 aは、図6に示す構成であっても、上記と同様に磁気記録再生装置4に対して高精度なトラッキング制御を行わせることができる。

【0173】

〔磁気記録媒体3の変形例2(磁気記録媒体3 b)〕

次に、本実施形態に係る磁気記録媒体3のさらなる変形例及びその記録再生方法について、図7を用いて説明する。図7は、本実施形態に係る磁気記録媒体3のさらなる変形例及び検出される信号波形を示すものであり、同図(a)は、本実施形態に係る磁気記録媒体3のさらなる変形例(磁気記録媒体3 b)の概略構成を示す図であり、同図(b)は、同図(a)に示す磁気記録媒体3 bのトラックTr 8に沿って信号を検出したときの検出信号の絶対値を示す図である。なお、図7(b)では、磁気記録再生装置4が図7(a)に示す磁気記録媒体3 bから検出する信号のうち、特に信号S 1 l~信号S 1 kの間の信号を示している。

【0174】

磁気記録媒体3 bは、各トラックに一系列に配置された円柱状の磁気記録セル1を有している。磁気記録媒体3 bにおける磁気記録セル1は、所定のトラックピッチ(例えば45 nm)で隣接するトラックに形成された磁気記録セル1と互い違いになるように配置されている。

【0175】

また、磁気記録媒体3 bは、例えば図7(a)に示すトラックTr 10(第1のトラック)に注目した場合、上記第1の領域3 1には、トラックTr 8と隣接する外周側のトラックTr 11(第2のトラック)に欠陥領域2 kが存在し、該トラックTr 8と隣接する内周側のトラックTr 12(第3のトラック)に磁気記録セル1 kが存在する。一方、上記第2の領域3 2には、トラックTr 12に欠陥領域2 lが存在し、トラックTr 10に磁気記録セル1 lが存在する。また、トラックTr 10には欠陥領域2 mが含まれている。そして、磁気記録媒体3 bは、トラックTr 10に対して上記第1の領域3 1及び第2の領域3 2の組み合わせを1組有する構成となっている。

【0176】

そして、磁気記録媒体3 bは、図7(a)に示すように、内周側のトラックほど欠陥領域2の周方向位置が $(1 \times P + D)$ だけ紙面右側(図7(a)に示す矢印方向)になるように磁気記録セル1が形成されている。なお、図7(a)に示す符号Dは、上述したように、任意のトラックに形成された磁気記録セル1と、周方向において該磁気記録セル1と最も近接した、該トラックと隣接したトラックに形成された磁気記録セル1との距離を示すものであり、符号Pは、磁気記録セル1の周方向における2つの磁気記録セル1の距離を示すものである。また、磁気記録媒体3 bでは、上記距離Dが $D = P / 2$ となるように磁気記録セル1が形成されている。その他、磁気記録媒体3 bの構成及び製造方法は上記磁気記録媒体3と同様であるので、その説明については省略する。

【0177】

〔磁気記録媒体3 bの記録再生方法〕

次に、磁気記録再生装置 4 が磁気記録媒体 3 b に対して磁気情報を記録再生する方法について説明する。

【0178】

磁気再生素子 11 は、トラック Tr 10 上を追従することにより、磁気記録セル 1 k、1 l 等の該トラック Tr 10 に隣接したトラック Tr 11、Tr 12 に形成された磁気記録セル 1 と、該トラック Tr 10 に形成された磁気記録セル 1 とを交互に検出する。磁気記録媒体 3 b においても、トラック Tr 10 に隣接した内外周 2 つのトラック Tr 11、12 における磁気記録セル 1 の周方向位置は等しい。このため、磁気記録媒体 3、3 a と同様、磁気再生素子 11 は、例えばトラック Tr 10 に形成された磁気記録セル 1 を 1 つ検出した後、隣接した 2 つのトラック Tr 11、Tr 12 における磁気記録セル 1 を 2 つ同時に検出することを繰り返すように信号を検出していく。なお、磁気記録再生装置 4 は、磁気記録媒体 3 b を再生する場合には、磁気再生素子 11 の磁化検出幅 Sw 1 を、

$$Sw 1 = 2 \times TP 1 - Cw 1 / 2$$

に設定しているものとする。

【0179】

記録再生ヘッド 9 がトラック Tr 10 に対してオントラックである場合、図 7 (b) に示すように、磁気再生素子 11 は、トラック Tr 10 における磁気記録セル 1 から最も大きな振幅 h 1 の信号を検出する。また、磁気再生素子 11 は、トラック Tr 11、Tr 12 における 2 つの磁気記録セル 1 が同じ磁化方向である場合には、該磁気記録セル 1 から振幅 h 2 の信号を検出する。なお、トラック Tr 11、Tr 12 の 2 つの磁気記録セル 1 の磁化方向が逆方向である場合には、該磁気記録セル 1 からの検出信号はゼロレベルとなる。

【0180】

また、磁気再生素子 11 は、トラック Tr 10 を追従する場合に、トラック Tr 11 に欠陥領域 2 k が存在し、トラック Tr 12 に磁気記録セル 1 k が存在する第 1 の領域 3 1 上を通過するとき、磁気記録セル 1 k から振幅 h 3 の信号 S 1 k を検出する。一方、磁気再生素子 11 は、トラック Tr 11 に磁気記録セル 1 l が存在し、トラック Tr 12 に欠陥領域 2 l が存在する第 2 の領域 3 2 上を通過するとき、磁気記録セル 1 l から振幅 h 3 の信号 S 1 l を検出する。

【0181】

なお、図 7 (b) に示す符号 S 1 k 及び S 1 l は、磁気再生素子 11 がトラック Tr 11、Tr 12 に形成された磁気記録セル 1 k、1 l から検出する各信号を示す。また、図 7 (b) に示す符号 S 2 m は、磁気再生素子 11 がトラック Tr 10 における欠陥領域 2 m 上を通過したときに検出する信号を示す。

【0182】

このように、記録再生ヘッド 9 が走査するトラック Tr 10 に対してオントラックである場合、磁気再生素子 11 が検出する信号 S 1 k と信号 S 1 l との振幅は等しくなる。従って、この場合には、磁気記録再生装置 4 は、磁気記録媒体 3 b に対する記録再生ヘッド 9 の半径位置を調整することなく、トラック Tr 10 に記録された情報の再生を行うことができる。

【0183】

また、記録再生ヘッド 9 がトラック Tr 10 に対してオフトラックである場合、磁気記録再生装置 4 は、磁気記録媒体 3、3 a の場合と同様、磁気記録セル 1 k から検出される信号 S 1 k の振幅と、磁気記録セル 1 l から検出される信号 S 1 l の振幅とが等しくなるように、記録再生ヘッド 9 の半径位置を内周側または外周側に調整する。すなわち、磁気記録再生装置 4 は、上述のように、磁気再生素子 11 によって検出される信号 S 1 k と信号 S 1 l との差分を算出し、該差分に対応する移動量分だけ記録再生ヘッド 9 を半径方向に移動させる。

【0184】

すなわち、磁気記録再生装置 4 は、信号 S 1 k の振幅が信号 S 1 l の振幅よりも大きい

場合には、記録再生ヘッド 9 が外周側にオフトラックしていると判断し、該記録再生ヘッド 9 を内周側に移動させる。一方、磁気記録再生装置 4 は、信号 S 1 k の振幅が信号 S 1 l の振幅よりも小さい場合には、記録再生ヘッド 9 が内周側にオフトラックしていると判断し、該記録再生ヘッド 9 を外周側に移動させる。

【 0 1 8 5 】

つまり、磁気記録再生装置 4 は、記録再生ヘッド 9 がトラック T r 1 0 に対して僅かにオフトラックである場合であっても、該トラック T r 1 0 に対してオントラックになるようにフィードバック制御を行うことが可能である。すなわち、磁気記録再生装置 4 は、フィードバック制御を行うことにより、再生トラックに対するトラッキングを精度よく行うことができる。

10

【 0 1 8 6 】

また、磁気記録再生装置 4 は、磁気記録媒体 3、3 a の場合と同様、磁気再生素子 1 1 が磁気記録媒体 3 b に形成された磁気記録セル 1 から検出する信号をもとに、該磁気記録媒体 3 b への記録時も再生時と同様の制御を行うことが可能である。すなわち、磁気記録再生装置 4 は、磁気記録媒体 3 b に対する情報記録を行う場合にも、記録を行っているトラックに対して精度よくトラッキングを行うことができる。

【 0 1 8 7 】

(磁気記録媒体 3 b に対するオフトラック方向の特定方法)

次に、記録再生ヘッド 9 が追従するトラック T r 1 0 に対してオフトラックである場合、磁気記録再生装置 4 がそのオフトラック方向をどのように判定するかについて説明する。

20

【 0 1 8 8 】

上述のように、磁気記録媒体 3 b は、各トラックに存在する欠陥領域 2 (すなわち第 1 の領域 3 1 または第 2 の領域 3 2) の周方向位置が、該磁気記録媒体 3 の半径方向に対して一定の周方向にずれている構成である。さらに、磁気記録媒体 3 b は、内周側のトラックほど欠陥領域 2 の周方向位置が ($1 \times P + D$) だけ紙面右側になるように磁気記録セル 1 が形成されている。

【 0 1 8 9 】

つまり、図 7 (a) に示すように、磁気再生素子 1 1 は、

(1) 再生トラックに隣接する外周側のトラックにおける磁気記録セル 1 のみからの信号 (第 2 の領域 3 2 上を通過するときの信号 ; 信号 S 1 l に相当)

30

(2) 再生トラックにおける欠陥領域 2 からの信号 (欠陥領域 2 上を通過するときの信号 ; 信号 S 2 m に相当)

(3) 再生トラックに隣接する内周側のトラックにおける磁気記録セル 1 のみからの信号 (第 1 の領域 3 1 上を通過するときの信号 ; 信号 S 1 k に相当)

の順で検出する (但し、上記同様、磁気再生素子 1 1 は、各信号 (1) ~ (3) の間に、その他の信号を検出する場合もある)。さらに、磁気再生素子 1 1 は、磁気記録媒体 3 b の構成により、該磁気記録媒体 3 b の上記トラックにおいて、信号 (1) を検出した後、信号 (2) 及び信号 (3) を等しいタイミングで (等しい時間間隔で) 検出する。つまり、磁気記録再生装置 4 において、再生トラックがどのトラックであっても、該トラックにおける信号 (1) ~ (3) の検出順序、及び上記検出タイミングが等しくなる。

40

【 0 1 9 0 】

上述のように、磁気記録再生装置 4 は、上記予め設定された信号振幅を参照することによって、再生トラックからの検出信号であるか否かを判定する。そして、磁気記録再生装置 4 は、信号 (2) を再生トラックにおける欠陥領域 2 からの検出信号であると判定することによって、信号 (3) を特定する。すなわち、磁気記録再生装置 4 は、信号 (2) を基準として信号 (1) と信号 (3) とを判別することができる。

【 0 1 9 1 】

以上のように、磁気記録媒体 3 b の構成により、磁気記録再生装置 4 は、該磁気記録媒体 3 b のどのトラックに記録再生を行う場合であっても、信号 (1) ~ (3) を上記順序

50

で、かつ等しいタイミングで検出する。従って、磁気記録再生装置 4 は、磁気記録媒体 3 b に対して記録再生を行う場合には、信号 (1) 及び信号 (3) 以外の信号 (すなわち誤った信号) でトラッキング制御を行うといった誤動作を抑制することができる。すなわち、磁気記録媒体 3 b は、磁気記録再生装置 4 に対してより高精度なトラッキング制御を行わせることができる。

【 0 1 9 2 】

なお、磁気記録媒体 3 b は、内周側のトラックほど欠陥領域 2 の周方向位置が $(1 \times P + D)$ だけ紙面右側になるように磁気記録セル 1 が形成されていたが、これに限らず、紙面左側 (図 7 (a) の矢印方向とは逆方向) になるように該磁気記録セル 1 が形成されていてもよい。また、磁気記録媒体 3 b は、上記構成に限らず、 n を 0 以上の整数 ($n = 0$ 、1、2、 $\dots$) とするとき、内周側のトラックほど欠陥領域 2 の周方向位置が $(n \times P + D)$ だけ紙面右側になるように該磁気記録セル 1 が形成されていてもよい。但し、このときの n は一定の値とする。

【 0 1 9 3 】

さらに、磁気記録媒体 3 b は、 m を自然数 ($m = 1$ 、2、 $\dots$) とするとき、内周側のトラックほど欠陥領域 2 の周方向位置が $(m \times P - D)$ だけ紙面右側になるように該磁気記録セル 1 が形成されていてもよい。すなわち、磁気記録媒体 3 において、2 つの欠陥領域 2 の周方向位置における距離を $(m \times P - D)$ となるように、該欠陥領域 2 が形成されていてもよい。

【 0 1 9 4 】

この場合、 n が 0 以上の整数 ($n = 0$ 、1、2、 $\dots$)、 m が自然数 ($m = 1$ 、2、3、 $\dots$) であるので、2 つの欠陥領域 2 の周方向位置間の距離である上記 $(n \times P + D)$ 及び $(m \times P - D)$ は、

$P / 2$ ($n = 0$ 、 $m = 1$)、 $3 P / 2$ ($n = 1$ 、 $m = 2$)、 $5 P / 2$ ($n = 2$ 、 $m = 3$)、 $\dots$ となり等しい値を示す。

【 0 1 9 5 】

ここで、上記では距離 D が $D = P / 2$ となるように磁気記録セル 1 が形成されているが、これに限らず、 $D < P / 2$ ($D > 0$) となるように該磁気記録セル 1 が形成されてもよい。なお、距離 D は、上述のように、任意のトラックに形成された磁気記録セル 1 と、周方向において該磁気記録セル 1 と最も近接した、該トラックと隣接したトラックに形成された磁気記録セル 1 との距離であるので、距離 D が $D > P / 2$ となることはない。

【 0 1 9 6 】

この場合、上述のように、上記 $(n \times P + D)$ 及び $(m \times P - D)$ の値が等しくなることはない、しかしながら、この場合であっても、磁気記録媒体 3 b において、内周側のトラックほど欠陥領域 2 の周方向位置が、

$(n \times P + D)$ 又は $(m \times P - D)$ で示される分だけ (但し、 n 、 m は一定の値) 紙面左側又は紙面右側になるように磁気記録セル 1 が形成されることとなる。

【 0 1 9 7 】

従って、磁気記録媒体 3 b において、 $D < P / 2$ となるように磁気記録セル 1 が形成されている場合であっても、該磁気記録媒体 3 b は、 $D = P / 2$ の場合と同様、磁気記録再生装置 4 に対してより高精度なトラッキング制御を行わせることができる。

【 0 1 9 8 】

〔 実施形態 2 〕

本発明の他の実施形態について図 8 ~ 図 11 に基づいて説明すると以下の通りである。なお、実施形態 1 と同一の機能を有する部材については、同一の符号を付記し、その説明は省略する。

【 0 1 9 9 】

〔 磁気記録媒体 3 c の概略構成及び製造方法 〕

本実施形態に係る磁気記録媒体 3 c は、実施形態 1 に係る磁気記録媒体 3 b の構成にお

いて、所定のトラックピッチを 50 nm とし、内周側のトラックほど欠陥領域 2 の周方向位置が距離 D だけ紙面右側（図 8（a）に示す矢印方向）になるように磁気記録セル 1 が形成された場合の構成である。すなわち、磁気記録媒体 3 c は、上記磁気記録媒体 3 b において、隣接する 2 つのトラックにおける周方向に隣り合う 2 つの欠陥領域 2 の距離を（ $n \times P + D$ ）と表すとき $n = 0$ （ $m \times P - D$ ）と表すとき $m = 1$ ）となる場合の構成である。また、この磁気記録媒体 3 c に対して磁気記録再生装置 4 が記録再生を行う場合、該磁気記録再生装置 4 が検出する信号波形が実施形態 1 に係る磁気記録媒体 3、3 a、3 b の場合とは異なる。

【0200】

なお、図 8 は、本実施形態に係る磁気記録媒体 3 c の概略構成及び検出される信号波形を示すものであり、同図（a）は、本実施形態に係る磁気記録媒体 3 c の概略構成を示す図であり、同図（b）は、同図（a）に示す磁気記録媒体 3 c のトラック $Tr13$ に沿って信号を検出したときの検出信号の絶対値を示す図である。なお、図 8（b）では、磁気記録再生装置 4 が図 7（a）に示す磁気記録媒体 3 c から検出する信号のうち、特に信号 $S1o \sim$ 信号 $S1n$ の間の信号を示している。

【0201】

磁気記録媒体 3 c は、各トラックに一系列に配置された円柱状の磁気記録セル 1 を有している。磁気記録媒体 3 c における磁気記録セル 1 は、所定のトラックピッチ（例えば 50 nm ）で隣接するトラックに形成された磁気記録セル 1 と互い違いになるように配置されている。

【0202】

また、磁気記録媒体 3 c は、例えば図 8（a）に示すトラック $Tr13$ （第 1 のトラック）に注目した場合、上記第 1 の領域 3 1 には、トラック $Tr13$ と隣接する外周側のトラック $Tr14$ （第 2 のトラック）に欠陥領域 2 n が存在し、該トラック $Tr13$ と隣接する内周側のトラック $Tr15$ （第 3 のトラック）に磁気記録セル 1 n が存在する。一方、上記第 2 の領域 3 2 には、トラック $Tr13$ に欠陥領域 2 o が存在し、トラック $Tr14$ に磁気記録セル 1 o が存在する。また、トラック $Tr13$ には欠陥領域 2 p が含まれている。そして、磁気記録媒体 3 c は、トラック $Tr13$ に対して上記第 1 の領域 3 1 及び第 2 の領域 3 2 の組み合わせを 1 組有する構成となっている。

【0203】

そして、磁気記録媒体 3 c は、図 8（a）に示すように、内周側のトラックほど欠陥領域 2 の周方向位置が距離 D だけ紙面右側（図 8（a）に示す矢印方向）になるように磁気記録セル 1 が形成されている。なお、磁気記録媒体 3 c では、上記距離 D が $D = P / 2$ となるように磁気記録セル 1 が形成されている。その他、磁気記録媒体 3 c の構成及び製造方法は上記磁気記録媒体 3 b と同様であるので、その説明については省略する。

【0204】

〔磁気記録媒体 3 c の記録再生方法〕

次に、磁気記録再生装置 4 が磁気記録媒体 3 c に対して磁気情報を記録再生する方法について説明する。

【0205】

磁気再生素子 1 1 は、トラック $Tr13$ 上を追従することにより、磁気記録セル 1 o、1 n 等の該トラック $Tr13$ に隣接したトラック $Tr14$ 、 $Tr15$ に形成された磁気記録セル 1 と、該トラック $Tr13$ に形成された磁気記録セル 1 とを交互に検出する。磁気記録媒体 3 c においても、トラック $Tr13$ に隣接した内外周 2 つのトラック $Tr14$ 、1 5 における磁気記録セル 1 の周方向位置は等しい。このため、実施形態 1 に係る磁気記録媒体 3、3 a、3 b と同様、磁気再生素子 1 1 は、例えばトラック $Tr13$ に形成された磁気記録セル 1 を 1 つ検出した後、隣接した 2 つのトラック $Tr14$ 、 $Tr15$ における磁気記録セル 1 を 2 つ同時に検出することを繰り返すように信号を検出していく。なお、磁気記録再生装置 4 は、磁気記録媒体 3 c を再生する場合には、磁気再生素子 1 1 の磁化検出幅 $Sw1$ を、

$$S w 1 = 2 \times T P 1 - C w 1 / 2$$

に設定しているものとする。

【 0 2 0 6 】

記録再生ヘッド 9 がトラック $T r 1 3$ に対してオントラックである場合、図 8 (b) に示すように、磁気再生素子 1 1 は、トラック $T r 1 4$ に欠陥領域 2 n が存在し、トラック $T r 1 5$ に磁気記録セル 1 n が存在する第 1 の領域 3 1 上を通過するとき、磁気記録セル 1 n から振幅 $h 3$ の信号 $S 1 n$ を検出する。一方、磁気再生素子 1 1 は、トラック $T r 1 4$ に磁気記録セル 1 o が存在し、トラック $T r 1 5$ に欠陥領域 2 o が存在する第 2 の領域 3 2 上を通過するとき、磁気記録セル 1 o から振幅 $h 3$ の信号 $S 1 o$ を検出する。

【 0 2 0 7 】

このように、記録再生ヘッド 9 が追従するトラック $T r 1 3$ に対してオントラックである場合、磁気再生素子 1 1 が検出する信号 $S 1 n$ と信号 $S 1 o$ との振幅は等しくなる。従って、この場合には、磁気記録再生装置 4 は、磁気記録媒体 3 c に対する記録再生ヘッド 9 の半径位置を調整することなく、トラック $T r 1 3$ に記録された情報の再生を行うことができる。

【 0 2 0 8 】

なお、図 8 (b) に示す符号 $S 1 n$ 及び $S 1 o$ は、磁気再生素子 1 1 がトラック $T r 1 4$ 、 $T r 1 5$ に形成された磁気記録セル 1 n、1 o から検出する各信号を示す。また、図 8 (b) に示す符号 $S 2 p$ は、磁気再生素子 1 1 がトラック $T r 1 3$ における欠陥領域 2 p 上を通過したときに検出する信号を示す。

【 0 2 0 9 】

また、図 8 (b) には示されていないが、実施形態 1 と同様、磁気再生素子 1 1 は、トラック $T r 1 3$ における磁気記録セル 1 から最も大きな振幅 $h 1$ の信号を検出する。また磁気再生素子 1 1 は、トラック $T r 1 4$ 、 $T r 1 5$ における 2 つの磁気記録セル 1 が同じ磁化方向である場合には、該磁気記録セル 1 から振幅 $h 2$ の信号を検出する。なお、トラック $T r 1 4$ 、 $T r 1 5$ の 2 つの磁気記録セル 1 の磁化方向が逆方向である場合には、該磁気記録セル 1 からの検出信号はゼロレベルとなる。

【 0 2 1 0 】

また、記録再生ヘッド 9 がトラック $T r 1 3$ に対してオフトラックである場合、磁気記録再生装置 4 は、実施形態 1 に係る磁気記録媒体 3、3 a、3 b の場合と同様、磁気記録セル 1 n から検出される信号 $S 1 n$ の振幅と、磁気記録セル 1 o から検出される信号 $S 1 o$ の振幅とが等しくなるように、記録再生ヘッド 9 の半径位置を内周側または外周側に調整する。すなわち、磁気記録再生装置 4 は、磁気再生素子 1 1 によって検出される信号 $S 1 n$ と信号 $S 1 o$ との差分を算出し、該差分に対応する移動量分だけ記録再生ヘッド 9 を半径方向に移動させる。

【 0 2 1 1 】

すなわち、磁気記録再生装置 4 は、信号 $S 1 n$ の振幅が信号 $S 1 o$ の振幅よりも大きい場合には、記録再生ヘッド 9 が外周側にオフトラックしていると判断し、該記録再生ヘッド 9 を内周側に移動させる。一方、磁気記録再生装置 4 は、信号 $S 1 n$ の振幅が信号 $S 1 o$ の振幅よりも小さい場合には、記録再生ヘッド 9 が内周側にオフトラックしていると判断し、該記録再生ヘッド 9 を外周側に移動させる。

【 0 2 1 2 】

つまり、磁気記録再生装置 4 は、記録再生ヘッド 9 がトラック $T r 1 3$ に対して僅かにオフトラックである場合であっても、トラック $T r 1 3$ に対してオントラックになるようにフィードバック制御を行うことが可能である。すなわち、磁気記録再生装置 4 は、フィードバック制御を行うことにより、再生トラックに対するトラッキングを精度よく行うことができる。

【 0 2 1 3 】

また、磁気記録再生装置 4 は、実施形態 1 の場合と同様、磁気再生素子 1 1 が磁気記録媒体 3 c に形成された磁気記録セル 1 から検出する信号をもとに、該磁気記録媒体 3 c へ

10

20

30

40

50

の記録時も再生時と同様の制御を行うことが可能である。すなわち、磁気記録再生装置 4 は、磁気記録媒体 3 c に対する情報記録を行う場合にも、記録を行っているトラックに対して精度よくトラッキングを行うことができる。

【0214】

(磁気記録媒体 3 c に対するオフトラック方向の特定方法)

次に、記録再生ヘッド 9 が走査するトラック Tr 13 に対してオフトラックである場合、磁気記録再生装置 4 がそのオフトラック方向をどのように判定するかについて説明する。

【0215】

上述のように、磁気記録媒体 3 c は、各トラックに存在する欠陥領域 2 (すなわち第 1 の領域 3 1 または第 2 の領域 3 2) の周方向位置が、該磁気記録媒体 3 の半径方向に対して一定の周方向にずれている構成である。さらに、磁気記録媒体 3 c は、内周側のトラックほど欠陥領域 2 の周方向位置が距離 D だけ紙面右側になるように磁気記録セル 1 が形成されている。

【0216】

つまり、図 8 (a) に示すように、磁気再生素子 1 1 は、

- (1) 再生トラックに隣接する外周側のトラックにおける磁気記録セル 1 のみからの信号 (第 2 の領域 3 2 上を通過するときの信号; 信号 S 1 o に相当)
 - (2) 再生トラックにおける欠陥領域 2 からの信号 (欠陥領域 2 上を通過するときの信号; 信号 S 2 p に相当)
 - (3) 再生トラックに隣接する内周側のトラックにおける磁気記録セル 1 のみからの信号 (第 1 の領域 3 1 上を通過するときの信号; 信号 S 1 n に相当)
- の順で検出する。さらに、磁気再生素子 1 1 は、磁気記録媒体 3 c の構成により、該磁気記録媒体 3 c の上記トラックにおいて、信号 (1) を検出した後、信号 (2) 及び信号 (3) を等しいタイミングで検出する。つまり、磁気記録再生装置 4 において、再生トラックがどのトラックであっても、該トラックにおける信号 (1) ~ (3) の検出順序、及び上記検出タイミングが等しくなる。

【0217】

さらに、磁気記録媒体 3 c は、磁気記録媒体 3 b において $n = 0$ (すなわち、隣接する 2 つのトラックにおける最近接の欠陥領域 2 の距離が距離 D) とした構成であるので、磁気記録再生装置 4 は、上記信号 (1) ~ (3) を連続して検出することができる。つまり、磁気記録再生装置 4 は、実施形態 1 に係る磁気記録媒体 3、3 a、3 b に対して記録再生を行う場合に比べて、上記差分を求めるまでの時間 (すなわち、記録再生ヘッド 9 の移動制御を行うか否かの判定するまでの時間、該移動制御を行うまでの時間等) を短縮することができる。

【0218】

以上のように、磁気記録媒体 3 c の構成により、磁気記録再生装置 4 は、該磁気記録媒体 3 c のどのトラックに記録再生を行う場合であっても、信号 (1) ~ (3) を上記順序で、かつ等しいタイミングで検出すると共に、信号 (1) ~ (3) を連続して検出する。従って、磁気記録再生装置 4 は、磁気記録媒体 3 c に対して記録再生を行う場合、信号 (2) の直前又は直後に検出する信号を信号 (1) 又は信号 (3) であると特定することができる。このため、磁気記録再生装置 4 は、信号 (1) 及び信号 (3) 以外の信号 (すなわち誤った信号) でトラッキング制御を行うといった誤動作を確実に抑制することができる。すなわち、磁気記録媒体 3 c は、磁気記録再生装置 4 に対してより高精度なトラッキング制御を行わせることができる。

【0219】

なお、磁気記録再生装置 4 に対して高頻度にトラッキング制御を行わせるために、実施形態 1 と同様、磁気記録媒体 3 c に従来のサーボパターン又はアドレスパターンに相当する領域が形成されていてもよい。

【0220】

また、磁気記録再生装置 4 に対して高頻度にトラッキング制御を行わせるために、実施形態 1 と同様、磁気記録媒体 3 c は、各トラックに対して第 1 の領域 3 1 及び第 2 の領域 3 2 の組み合わせを複数有する構成となってもよい。

【0221】

例えば図 9 に示すように、磁気記録媒体 3 c は、周方向において、欠陥領域 2 を含む第 1 の磁気記録セル群 1 3 と欠陥領域 2 を含まない（すなわち磁気記録セル 1 だけで構成された）第 2 の磁気記録セル群 1 4 とが交互に形成されていてもよい。この場合、磁気記録媒体 3 c は、各トラックに対して第 1 の領域 3 1 及び第 2 の領域 3 2 の組み合わせを複数有する構成となるので、該第 1 の領域 3 1 及び第 2 の領域 3 2 からの信号を高頻度で検出することができ、オフトラックの検出頻度を高めることができる。また、磁気記録媒体 3 c は、第 2 の磁気記録セル群 1 4 の周方向の幅が任意に設定されることにより、上記組み合わせの数を適宜変更することができる。なお、図 9 は、第 1 の磁気記録セル群 1 3 と第 2 の磁気記録セル群 1 4 とが交互に形成された、本実施形態に係る磁気記録媒体 3 c の変形例の概略構成を示す図である。

【0222】

さらに、図 9 に示す磁気記録媒体 3 c には、図 10 に示すように、複数の磁気記録セル 1 をセクタに分けるためのセクタ分離パターン 1 5 が設けられていてもよい。セクタ分離パターン 1 5 は、第 1 の磁気記録セル群 1 3 と第 2 の磁気記録セル群 1 4 との間に設けられていても、任意の周方向位置に設けられていてもよい。さらに、セクタ分離パターン 1 5 は、図 9 に示す磁気記録媒体 3 c だけでなく、図 8 に示す磁気記録媒体 3 c、及び実施形態 1 に係る磁気記録媒体 3、3 a、3 b に設けられていてもよい。なお、図 10 は、図 9 に示す磁気記録媒体 3 c にセクタ分離パターン 1 5 が形成された、本実施形態に係る磁気記録媒体 3 c のさらなる変形例の概略構成を示す図である。

【0223】

〔磁気記録媒体 3 c の変形例 2（磁気記録媒体 3 d）〕

次に、本実施形態に係る磁気記録媒体 3 c の変形例について、図 11 を用いて説明する。図 11（a）～図 11（c）は、本実施形態に係る磁気記録媒体 3 c のさらなる変形例を示す図である。

【0224】

図 11（a）に示す磁気記録媒体 3 d は、内周側のトラックほど欠陥領域 2 の周方向位置が距離 D （上記 $n \times P + D$ において $n = 0$ の場合）だけ紙面左側（図 11（a）に示す矢印方向と逆方向）になるように磁気記録セル 1 が形成されている。なお、磁気記録媒体 3 d は、上述の距離 D が $D = P / 3$ となるように磁気記録セル 1（又は欠陥領域 2）が形成されている。磁気記録媒体 3 d の構成であっても、磁気記録媒体 3 c と同様、磁気記録再生装置 4 に対してより高精度なトラッキング制御を行わせることができる。

【0225】

図 11（b）に示す磁気記録媒体 3 e は、内周側のトラックほど欠陥領域 2 の周方向位置が D （上記 $n \times P + D$ において $n = 0$ の場合）だけ紙面右側（図 11（b）に示す矢印方向）になるように磁気記録セル 1 が形成されている。また、磁気記録媒体 3 e は、各トラックにおいて 2 つの欠陥領域 2 の間に磁気記録セル 1 が 1 つ形成された構成となっている。

【0226】

磁気記録媒体 3 e は、上述の距離 D が $D = P / 3$ となるように磁気記録セル 1（又は欠陥領域 2）が形成されている。すなわち、磁気記録媒体 3 e において、各トラックにおける 2 つの欠陥領域 2 のうち、例えば紙面左側の欠陥領域 2 に注目すると、内周側のトラックほど欠陥領域 2 の周方向位置が $2P / 3$ （ $m \times P - D$ において $m = 1$ の場合）だけ紙面右側になるように磁気記録セル 1 が形成されている。上記紙面左側の欠陥領域 2 とは、記録再生ヘッド 9 が先に追従する欠陥領域 2 を指す。なお、紙面右側の欠陥領域 2 についても紙面左側の欠陥領域 2 と同様の配置となっている。

【0227】

磁気記録媒体 3 e の構成であっても、磁気記録媒体 3 c と同様、磁気記録再生装置 4 に対してより高精度なトラッキング制御を行わせることができる。また、磁気記録媒体 3 e は、各トラックに対して第 1 の領域 3 1 及び第 2 の領域 3 2 の組み合わせを複数有しているので、該両領域からの信号を高頻度で検出することができ、オフトラックの検出頻度を高めることができる。すなわち、磁気記録媒体 3 e は、磁気記録再生装置 4 に対して高頻度にトラッキング制御を行わせることができる。

【0228】

図 1 1 (c) に示す磁気記録媒体 3 f は、内周側のトラックほど欠陥領域 2 の周方向位置が距離 D だけ紙面右側 (図 1 1 (c) に示す矢印方向) になるように磁気記録セル 1 が形成されている。また、磁気記録媒体 3 f は、各トラックにおける欠陥領域 2 が 2 つ連続するように磁気記録媒体 3 が形成された構成となっている。

10

【0229】

磁気記録媒体 3 f は、各トラックに対して第 1 の領域 3 1 及び第 2 の領域 3 2 の組み合わせを複数有しているので、磁気記録媒体 3 e と同様、該両領域からの信号を高頻度で検出することができ、オフトラックの検出頻度を高めることができる。すなわち、磁気記録媒体 3 f についても、磁気記録再生装置 4 に対して高頻度にトラッキング制御を行わせることができる。

【0230】

なお、例えば磁気記録媒体 3 e の各トラックにおいて、2 つの欠陥領域 2 の間に形成される磁気記録セル 1 の個数を変更することによって、磁気記録再生装置 4 に各トラックを識別させることも可能となる。

20

【0231】

また、実施形態 1 に係る磁気記録媒体 3 ~ 3 b、本実施形態に係る磁気記録媒体 3 c ~ 3 f において、欠陥領域 2 の個数及び配置方法を変更することによって、磁気記録再生装置 4 に再生を行っているトラックを識別させたり、該欠陥領域 2 の周方向位置を特定させることも可能となる。

【0232】

さらに、本発明は、実施形態 1、2 に係る磁気記録媒体 3 ~ 3 f 及び磁気記録再生装置 4 の構成に限らず、例えば誘電体記録媒体及び誘電体記録再生装置についても同様に提供することができる。この場合、記録媒体としては誘電体記録セルを備えた誘電体記録媒体を用いればよく、記録再生装置は、分極方向を検出する素子 (再生素子) 及び分極方向を変化させる素子 (記録素子) を備えた記録再生ヘッドを具備していればよい。

30

【0233】

〔実施形態 3〕

本発明の他の実施形態について図 1 2 ~ 図 1 6 に基づいて説明すると以下の通りである。なお、実施形態 1 及び 2 と同一の機能を有する部材については、同一の符号を付記し、その説明は省略する。

【0234】

〔光記録再生装置 1 7 の概略構成〕

図 1 2 は、本発明に係る光記録媒体 (情報記録媒体) 1 6 に対して記録再生を行う光記録再生装置 1 7 の概略構成を示す図である。光記録再生装置 1 7 は、図 1 2 に示すように、サスペンション 5 と、スピンドル 6 と、ボイスコイルモーター 7 と、ランプ機構 8 と、記録再生ヘッド 1 8 とを備えている。また、図 1 2 では、光記録再生装置 1 7 は、光記録媒体 1 6 を備えた構成となっている。光記録再生装置 1 7 は、サスペンション 5 に備えられた記録再生ヘッド 9 の代わりに記録再生ヘッド 1 8 が備えられていること、及び光記録媒体 1 6 に対して光情報を記録再生する点で磁気記録再生装置 4 とは異なる。

40

【0235】

スピンドル 6 は、磁気記録再生装置 4 と同様、光記録再生装置 1 7 が光記録媒体 1 6 に情報の記録再生を行うときに、光記録媒体 1 6 を反時計周り (図 1 1 の矢印方向) に回転させるものである。なお、光記録媒体 1 6 の中心部にはスピンドル 6 と嵌合可能なように

50

穴部が形成されている。

【0236】

また、サスペンション5は、該サスペンション5に備えられた記録再生ヘッド18を光記録媒体16の半径方向に移動させるボイスコイルモーター7に固定され、その反対側の先端に、光記録媒体16に対して情報の記録再生を行う記録再生ヘッド18を備えている。すなわち、記録再生ヘッド18は、ボイスコイルモーター7の作動に応じて、光記録媒体16に対する半径位置を変更させることができる。さらに、ランプ機構8は、光記録媒体16に情報の記録再生を行わないときに、記録再生ヘッド18が退避する場所である。

【0237】

次に、図13を用いて、記録再生ヘッド18の概略構成について説明する。図13は、記録再生ヘッド18の概略構成を示す図である。

10

【0238】

図13に示すように、記録再生ヘッド18は、受光素子19及び近接場光発生部（発光素子）20を備えている。受光素子19は、光記録媒体16に記録された情報を再生するときに、光記録セル（情報記録セル）25からの散乱光を受光するものである。また、受光素子19は、トラッキング制御用の信号を検出する。

【0239】

近接場光発生部20は、半導体レーザ光源24（図14（a）にて図示）から光が照射されることによって、近接場光を発生させるものである。具体的には、近接場光発生部20は、微小開口部21を備えており、半導体レーザ光源24から出射された光が該微小開口部21に照射されることにより、微小開口部21付近に近接場光を発生させる。なお、近接場光とは、物質に光を照射したときに物質表面に生じる光であって、伝播せず物質表面のごく限られた近傍にのみ局在する光である。

20

【0240】

また、受光素子19と近接場光発生部20との光記録媒体16から見た円周方向における位置関係は、記録再生ヘッド18が回転する光記録媒体16の任意の位置を通過するとき、この任意の位置上を受光素子19が先に通過し、近接場光発生部20がその後を通過するような位置関係となっている。

【0241】

なお、本実施形態に係る記録再生ヘッド18では、近接場光発生部20が、例えば金薄膜からなっている。また、微小開口部21の平面サイズは、200nm×300nmとなるように形成されている。

30

【0242】

次に、図14を用いて、記録再生ヘッド18の製造方法について説明する。図14は、記録再生ヘッド18の製造方法を示す図であり、同図（a）は、半導体レーザ光源24が形成された様子を示す図であり、同図（b）は、受光素子19と近接場光発生部20とが形成された様子を示す図である。

【0243】

まず、図14（a）に示すように、GaAs基板22上に、波長650nmの光を出射可能な半導体レーザ光源24を形成する。その後、図14（b）に示すように、半導体レーザ光源24が形成されたGaAs基板22上に、例えばSiN（窒化シリコン）又はAlN（窒化アルミニウム）からなる透明薄膜層23を形成すると共に、透明薄膜層23上に、受光素子19と、微小開口部21を有した近接場光発生部20とを形成する。このとき、微小開口部21を有した近接場光発生部20は、半導体レーザ光源24から出射された光が照射される位置となるように形成されている。

40

【0244】

なお、図14（b）では、近接場光発生部20における微小開口部21の形状は、四角形となっているが、これに限らず、円形、三角形等、微小開口部21付近に近接場光を発生させる構成であればどのような構成であってもよい。

【0245】

50

また、近接場光を発生させる構成についても、上記記録再生ヘッド 18 に限らず、光ファイバー等を用いて近接場光を発生させてもよい。さらに、半導体レーザ光源 24、受光素子 19 及び近接場光発生部 20 を備えた記録再生ヘッド 18 を、例えば半導体レーザ光源 24、受光素子 19 及び S I L (Solid Immersion Lens) 型の近接場光発生素子を具備した、光ピックアップタイプの記録再生ヘッドに置き換えてもよい。

【0246】

以上のように、光記録再生装置 17 は、スピンドル 6 及びサスペンション 5 の動作と、記録再生ヘッド 18 による近接場光の発生及び散乱光の受光とを制御することにより、光記録媒体 16 の所定の位置に記録再生を行うことができる。

【0247】

すなわち、光記録再生装置 17 は、サスペンション 5、スピンドル 6 等の各種機能を制御するための所定の演算処理を行う制御部 51 を備えており、該制御部 51 は例えば C P U (Central Processing Unit) 等によって実現されている。さらに、制御部 51 は、本実施形態に係る光記録媒体 16 に対して記録再生を行うときの記録再生ヘッド 18 の制御を行うために、信号特定部 511 と、差分算出部 512 と、ヘッド位置制御部 513 とを備えている。また、光記録再生装置 17 は、制御部 51 で利用される各種データ、プログラムの実行によって得られたデータ等を記憶する記憶部 52 を備えている。

【0248】

なお、上記制御部 51 (信号特定部 511、差分算出部 512 及びヘッド位置制御部 513) 及び記憶部 52 は、実施形態 1 に係る磁気記録再生装置 4 に備えられた制御部 41 (信号特定部 411、差分算出部 412 及びヘッド位置制御部 413) 及び記憶部 42 と同様の機能を有しているので、ここではその説明を省略する。

【0249】

また、実施形態 1 と同様、光記録媒体 16 に対して光記録再生装置 17 が行う制御は、制御部 51 が記憶部 52 に記憶された情報を参照することによって実現されている。

【0250】

〔光記録媒体 16 の概略構成及び製造方法〕

次に、図 15 を用いて、本実施形態に係る光記録媒体 16 の概略構成及び製造方法について説明する。図 15 は、本実施形態に係る光記録媒体 16 の概略構成を示す図である。

【0251】

光記録媒体 16 は、孤立した光記録セル (情報記録セル) 25 を配列したパターンメディアである。また、光記録媒体 25 は、例えば照射されるレーザ光によって光記録セル 25 (後述の光記録セル 25a、25b を含む) の結晶性を変化させることで、光記録再生装置 17 の近接場光発生部 20 で発生した再生時の近接場光による散乱光の強度を変化させるタイプの媒体である。さらに、光記録媒体 16 には、複数のトラックが該光記録媒体 16 の半径方向に等しい間隔 (所定のトラックピッチ (例えば 70 nm)) で同心円状に配置されており、該複数のトラックには上記光記録セル 25 が配置されている (すなわち、光記録セル 25 は、各トラックに一行に配置されている)。また、光記録セル 25 は、円柱状のセルであり、光記録再生装置 17 によって磁気情報が記録再生されるものであり、隣接するトラックに形成された光記録セル 25 と互い違いになるように配置されている。

【0252】

なお、本実施形態に係る光記録媒体 16 の光記録セル 25 の大きさは、直径 40 nm 及び高さ 40 nm となっているが、これに限らず、直径 5 nm ~ 100 nm 及び高さ 10 nm ~ 60 nm となっていればよい。また、光記録セル 25 は、光記録セルの総称であり、後述の光記録セル 25a、25b を含むものである。

【0253】

ここで、光記録セル 25 が「隣接するトラックに形成された光記録セル 25 と互い違いになるように配置されている」とは、以下の 2 つの条件を示すことを意味する。1 つの条件としては、光記録セル 25 の円周方向における周方向位置 (光記録媒体 16 の円周方向

10

20

30

40

50

における位置)と、該光記録セル25が形成されたトラックと隣接するトラックに形成された光記録セル25の周方向位置とが同じ位置ではないことである。もう1つの条件としては、同じトラックにおいて隣り合った2つの磁気記録セル1間の任意の周方向位置に、該トラックと隣接するトラックの何れかには光記録セル25が1つ形成されていることである。すなわち、光記録セル25が互い違いになるように配置された構成としては、同じトラックにおいて隣り合った2つの光記録セル25間の任意の周方向位置に、該トラックと隣接する両方のトラックに光記録セル25が存在する場合と、該トラックと隣接する一方のトラックには光記録セル25が存在するものの、もう一方のトラックには光記録セル25が存在しない場合とがある。なお、本実施形態に係る光記録媒体16では、任意の光記録セル25は、その周方向位置が、隣接するトラックにおいて隣り合った2つの光記録セル25の中心位置となるように形成されている。

10

【0254】

光記録媒体16の構成について、図15を用いてさらに具体的に説明する。光記録媒体16では、上記のように、光記録セル25が隣接するトラックに形成された光記録セル25と互い違いになるように配置されている。また、光記録媒体16では、各トラックにおいて規則的に光記録セル25が配置されている場合に該光記録セル25が存在するはずの領域に、該光記録セル25が存在しない領域が少なくとも1つある。「規則的に光記録セル25が配置されている」とは、図15に示すように、点線で囲まれた領域にも光記録セル25が存在し、各トラックでの光記録セル25の周方向位置の間隔が等しいことを指す。

20

【0255】

すなわち、本実施形態に係る光記録媒体16には、任意のトラック内で隣接した2つの光記録セル25間の周方向位置において、該トラックと隣接する一方のトラックには光記録セル25が存在せず、隣接するもう一方のトラックには光記録セル25が存在するといった第1の領域61及び第2の領域62が存在する。そして、光記録媒体16は、上記任意のトラックに対して上記第1の領域61及び第2の領域62の組み合わせを少なくとも1組有する構成となっている。

【0256】

例えば図15に示すトラックTr16(第1のトラック)を上記任意のトラックとした場合、図15に示す光記録媒体16は、第1の領域61及び第2の領域62の組み合わせを1組有する構成となっている。第1の領域61には、該トラックTr16内で隣接した光記録セル25間の周方向位置において、該トラックTr16と隣接する外周側のトラックTr17(第2のトラック)に光記録セル25が存在せず、該トラックTr16と隣接する内周側のトラックTr18(第3のトラック)には光記録セル25が存在する。一方、第2の領域62には、トラックTr16内で隣接した光記録セル25間の周方向位置において、トラックTr18には光記録セル25が存在せず、トラックTr17には光記録セル25が存在する。

30

【0257】

なお、本実施形態でも、実施形態1と同様、「規則的に光記録セル25が配置されている場合に該光記録セル25が存在するはずの領域に、該光記録セル25が存在しない領域」を以降「欠陥領域(特定領域)26(後述の欠陥領域26a~26eを含む)」と称し、点線で囲んだ円で表すものとする。

40

【0258】

つまり、上記第1の領域61及び第2の領域62は、以下のように言い換えることができる。すなわち、第1の領域61には、トラックTr16と隣接する外周側のトラックTr17に欠陥領域26aが存在し、該トラックTr16と隣接する内周側のトラックTr18に光記録セル25aが存在するといえる。一方、第2の領域62には、トラックTr18に欠陥領域26bが存在し、トラックTr17に光記録セル25bが存在するといえる。なお、図15に示すように、トラックTr14、Tr15、Tr16にはそれぞれ、欠陥領域26c、26d、26eが含まれている。

50

【0259】

また、光記録媒体16において、光記録セル25が形成されていない領域（欠陥領域26を含む領域）は、再生時に、散乱光の強度が変化しない金属によって形成されている。さらに、光記録媒体16は、受光素子19が、光記録セル25からの散乱光の強度を2値の信号として検出する一方、上記散乱光の強度が変化しない金属領域からの信号を上記2値（信号振幅）の平均値（中央値）として検出するように設計されている。

【0260】

また、光記録セル25の形状は、円柱状に限られるものではなく、例えば四角柱状、楕円柱状、球状等であってもよく、孤立した光記録セル25に光情報が記録できれば形状であればどのような形状であってもよい。

10

【0261】

さらに、光記録媒体16の回転方向は、図15に示すように、紙面左から右（矢印方向）となっているため、光記録再生装置17は、光記録媒体16において、紙面右側の光記録セル25から順に信号検出していく。

【0262】

以下、光記録媒体16の製造方法の一例を示す。まず、ガラス基板上にレジストを塗布し、電子線リソグラフィー法によって、レジストに微細パターンを形成した後、光記録セル25を形成する材料を、この微細パターンが形成されたレジスト上に成膜する。その後、有機溶剤を用いて、レジストとレジスト上に堆積した光記録セル25を形成する材料とを除去した後、この基板上に金属層を成膜する。そして、この基板の金属層側から研磨を行うことで、光記録セル25を表面に露出させると共に、基板表面を平滑にする。最後に、光記録セル25が形成された基板に対して潤滑剤を塗布する。

20

【0263】

なお、光記録セル25を形成する材料としては、光記録再生装置17から光が照射されることによって（熱を加えられることによって）、その結晶性が変化する材料であればどのような材料であってもよい。光記録セル25を形成する材料としては、例えばGeSb、GeSbTe、AgInSbTe合金等を用いることができる。また、レジストへの微細パターンの形成方法としては、例えば陽極酸化法、フォトリソグラフィー法、ナノインプリント法等を用いることが可能である。

【0264】

また、上記光記録媒体16の製造方法では、光記録媒体16の片面にのみ光記録面（すなわち、光記録セル25を有する面）を形成しているが、これに限らず、光記録媒体16の両面に光記録面を形成してもよい。この場合には、上記製造方法に示す工程が、光記録媒体16の両面に対して実施されればよい。なお、光記録媒体16の両面に形成される光記録面への潤滑剤の塗布については、同時に行うことも可能である。

30

【0265】

〔光記録媒体16の記録再生方法〕

次に、光記録再生装置17が光記録媒体16に対して光情報を記録再生する方法について説明する。なお、光記録再生装置17が光記録媒体16に対して実施形態1に係る磁気記録再生装置4と同様の制御を行う場合には、その説明を省略する。

40

【0266】

光記録再生装置17は、光記録媒体16に記録された情報を再生するときには、記録再生ヘッド18の半導体レーザ光源24が、近接場光発生部20に対して、比較的弱いパワー（例えば0.5mW）のレーザ光を照射する。そして、記録再生ヘッド18の受光素子19は、近接場光発生部20において発生した近接場光による、光記録媒体16の光記録セル25からの散乱光を検出する。光記録再生装置17は、受光素子19が検出する、光記録媒体16からの散乱光の強度を検出することで、該光記録媒体16に記録された情報を再生することができる。

【0267】

一方、光記録再生装置17は、光記録媒体16に情報を記録するときには、半導体レー

50

ザ光源 24 は、近接場光発生部 20 に対して、上記再生時におけるレーザ光のパワーよりも強いパワー（例えば 5 mW）のレーザ光を照射する。このレーザ光が光記録媒体 16 の光記録セル 25 に照射されることにより、該光記録セル 25 を形成する材料の結晶性が変化する。これにより、光記録再生装置 17 は、光記録セル 25 に情報を記録することができる。そして、光記録媒体 16 は、光記録セル 25 の結晶性を変化させることで、光記録再生装置 17 の近接場光発生部 20 で発生した再生時の近接場光による散乱光の強度を、該光記録セル 25 毎に変化させることができる。

【0268】

また、本実施形態に係る光記録再生装置 17 の受光素子 19 は、再生時において、光検出領域が散乱光の強度が変化しない金属である場合には、光記録媒体 16 から振幅 0 の信号を検出する。つまり、受光素子 19 が検出する信号のゼロレベルは、光記録セル 25 からの散乱光の強度を 2 値の信号として検出する場合、これら 2 値の平均値となるように設定されている。

【0269】

さらに、受光素子 19 が光情報を検出可能な半径方向の幅である光検出幅 $S w 2$ は、トラックピッチを $T P 2$ 、光記録セル 25 の直径を $C w 2$ とすると、

$$S w 2 = 2 \times T P 2 - C w 2 / 2$$

に設定されている。つまり、受光素子 19 の光検出幅 $S w 2$ は、図 15 に示すように、記録再生ヘッド 18 がトラック $T r 16$ 上を走査する場合、トラック $T r 17$ からトラック $T r 16$ 側に直径 $C w 2$ の 4 分の 1 だけずれた位置と、トラック $T r 18$ からトラック $T r 16$ 側に直径 $C w 2$ の 4 分の 1 だけずれた位置との間の距離となる。

【0270】

ここでは、光記録再生装置 17 の受光素子 19 が、図 15 に示す光記録媒体 16 のトラック $T r 16$ に沿って、紙面右側の光記録セル 25 から左方向（図 1 に示す矢印とは反対方向）に向かって信号を検出する場合について説明する。なお、図 16 は、図 13 に示す受光素子 19 が、図 15 に示す光記録媒体 16 のトラック $T r 16$ に沿って信号を検出したときの検出信号の絶対値を示す図であり、同図（a）は、図 15 に示すトラック $T r 16$ においてオントラックである時の検出信号の絶対値を示す図であり、同図（b）は、図 13 に示す記録再生ヘッド 18 が、図 15 に示すトラック $T r 16$ から内周側に僅かに位置ずれを起こしている場合の検出信号の絶対値を示す図であり、同図（c）は、記録再生ヘッド 18 が、図 15 に示すトラック $T r 16$ から外周側に僅かに位置ずれを起こしている場合の検出信号の絶対値を示す図である。

【0271】

なお、図 15（a）～図 15（c）に示す符号 $S 25 a$ 及び $S 25 b$ は、受光素子 19 がトラック $T r 17$ 、 $T r 18$ に形成された光記録セル 25 a、25 b から検出する信号を示す。また、図 15（a）に示す $S 26 c \sim S 26 e$ は、受光素子 19 が欠陥領域 26 c～26 e 上を通過したときに検出する信号を示す。

【0272】

光記録媒体 16 が光記録再生装置 17 に装着されると、実施形態 1 と同様、該光記録再生装置 17 は、サスペンション 5、スピンドル 6 及びボイスコイルモーター 7 を制御して、記録再生ヘッド 18 がトラック $T r 16$ 上に位置するように移動させる。そして、受光素子 19 は、トラック $T r 16$ における光記録セル 25 と該トラック $T r 16$ に隣接するトラック $T r 17$ 、 $T r 18$ における光記録セル 25 とを交互に検出する。本実施形態に係る光記録媒体 16 において、トラック $T r 17$ 、 $T r 18$ における光記録セル 25 の周方向位置が等しいので、受光素子 19 は、例えばトラック $T r 16$ における光記録セル 25 を 1 つ検出した後、トラック $T r 17$ 、 $T r 18$ における光記録セル 25 を 2 つ同時に検出していく。

【0273】

また、光記録再生装置 17 には、記録再生ヘッド 18 が追従するトラック（この場合はトラック $T r 16$ ）における光記録セル 25 からの検出信号として最小の信号振幅（オフ

トラックのときでも上記トラックにおける光記録セル 25 からの検出信号であることが判別可能な信号振幅)が予め設定されている。そして、光記録再生装置 17 は、実施形態 1 と同様の制御を行うことによって、記録再生ヘッド 18 が追従するトラックにおける光記録セル 25 と、該トラックに隣接するトラックにおける光記録セル 25 とを判別することができる。

【0274】

記録再生ヘッド 18 がトラック Tr 16 上を追従するときに、該トラック Tr 16 に対してオントラックである場合、図 16 (a) に示すように、受光素子 19 は、該トラック Tr 16 における光記録セル 25 から最も大きな振幅 h_8 の信号を検出する。また、受光素子 19 は、トラック Tr 17、Tr 18 における 2 つの光記録セル 25 からの散乱光の強度が同じである場合には、該光記録セル 25 から振幅 h_9 の信号を検出する。なお、トラック Tr 17、Tr 18 の 2 つの光記録セル 25 からの散乱光の強度が異なる場合には、該光記録セル 25 からの検出信号はゼロレベルとなる。

【0275】

また、受光素子 19 は、再生トラックに隣接する一方のトラックに欠陥領域 26 が存在し、隣接するもう一方のトラックに光記録セル 25 が存在する (第 1 の領域 61 又は第 2 の領域 62 上を通過する) 場合には、図 16 (a) に示すように、振幅 h_{10} の信号を検出する。例えば受光素子 19 は、トラック Tr 17 に欠陥領域 26 a が存在し、トラック Tr 18 に光記録セル 25 a が存在する第 1 の領域 61 上を通過するとき、光記録セル 25 a から振幅 h_{10} の信号 S 25 a を検出する。一方、受光素子 19 は、トラック Tr 17 に光記録セル 25 b が存在し、トラック Tr 18 に欠陥領域 26 b が存在する第 2 の領域 62 上を通過するとき、光記録セル 25 b から振幅 h_{10} の信号 S 25 b を検出する。

【0276】

このように、記録再生ヘッド 18 が追従するトラック Tr 14 に対してオントラックである場合、受光素子 19 が検出する信号 S 25 a と信号 S 25 b との振幅は等しくなる。従って、この場合には、光記録再生装置 17 は、光記録媒体 16 に対する記録再生ヘッド 18 の半径位置を調整することなく、トラック Tr 14 に記録された情報の再生を行うことができる。

【0277】

また、上述のように、受光素子 19 の光検出幅 Sw_2 が $(2 \times TP_2 - Cw_2 / 2)$ となっており、該受光素子 19 は、再生トラックにおける光記録セル 25 からの信号振幅 h_8 を最も大きく検出する。このため、光記録再生装置 17 では、トラック Tr 16 に隣接するトラック Tr 17、Tr 18 における光記録セル 25 からの検出信号がクロストークしても、再生エラーが生じにくい。

【0278】

次に、記録再生ヘッド 18 がトラック Tr 16 に対してオフトラックである場合、図 16 (b) 及び図 16 (c) に示すように、受光素子 19 がトラック Tr 18 の光記録セル 25 a から検出する信号 S 25 a の振幅と、トラック Tr 17 の光記録セル 25 b からの信号 S 25 b の振幅とが異なる。

【0279】

記録再生ヘッド 9 がトラック Tr 16 から内周側 (トラック Tr 18 側) に僅かに位置ずれを起こした場合、図 16 (b) に示すように、受光素子 19 がトラック Tr 18 における光記録セル 25 a から検出する信号 S 25 a の振幅 h_{11} は、振幅 h_{10} よりも大きくなる。一方、受光素子 19 がトラック Tr 17 における光記録セル 25 b から検出する信号 S 25 b の振幅 h_{12} は、振幅 h_{10} よりも小さくなる。従って、光記録再生装置 17 は、受光素子 19 がこれらの信号 S 25 a、S 25 b を検出すると、該信号 S 25 a、S 25 b の振幅差 $(h_{11} - h_{12})$ を求める。そして、光記録再生装置 17 は、振幅 h_{11} と振幅 h_{12} とが等しく (すなわち、 $h_{11} - h_{12} = 0$) なるように、記録再生ヘッド 18 の半径位置を外周側 (トラック Tr 17 側) にずらしてトラック Tr 16 に戻るようにフィードバック制御を行う。

【0280】

一方、記録再生ヘッド18がトラックTr16から外周側(トラックTr17側)に僅かに位置ずれを起こした場合、図16(c)に示すように、受光素子19がトラックTr18における光記録セル25aから検出する信号S25aの振幅h13は、振幅h10よりも小さくなる。一方、受光素子19がトラックTr17における光記録セル25bから検出する信号S25bの振幅h14は、振幅h10よりも大きくなる。従って、光記録再生装置17は、受光素子19がこれらの信号S25a、S25bを検出すると、該信号S25a、S25bの振幅差($h13 - h14$)を求める。そして、光記録再生装置17は、振幅h13と振幅h14とが等しく(すなわち、 $h13 - h14 = 0$)なるように、記録再生ヘッド18の半径位置を内周側(トラックTr18側)にずらしてトラックTr16に戻るようフィードバック制御を行う。

10

【0281】

なお、光記録再生装置17には、例えば第1の領域61と第2の領域62との振幅差(差分)と記録再生ヘッド18の移動量とを対応付けたテーブルが記憶されている。そして、光記録再生装置17は、実施形態1に係る磁気記録再生装置4と同様のフィードバック制御を行うことによって、上記記録再生ヘッド18のフィードバック制御を行う。

【0282】

また、実施形態1、2と同様、光記録再生装置17には、載置される光記録媒体16の欠陥領域26の配置に関する配置情報が記憶されている。つまり、光記録再生装置17は、この配置情報を参照すると共に、実施形態1に係る磁気記録再生装置4と同様の制御を行うことによって、受光素子19は、

20

(1)再生トラックに隣接する外周側のトラックにおける光記録セル25のみからの信号
(2)再生トラックにおける欠陥領域26からの信号
(3)再生トラックに隣接する内周側のトラックにおける光記録セル25のみからの信号の順で検出することができる。すなわち、光記録媒体16は、記録再生ヘッド18にオフトラックが生じた場合に、該オフトラック方向を光記録再生装置17に判別させることができる。

【0283】

また、上記光記録媒体16の構成により、光記録再生装置17は、該光記録媒体16への記録時も再生時と同様の制御を行うことが可能であり、この記録時の制御についても実施形態1に係る磁気記録再生装置4の記録時の制御と同様である。

30

【0284】

以上のように、本実施形態に係る光記録媒体16は、実施形態1と同様、第2のトラックの光記録セル25が形成されていない欠陥領域26と、第3のトラックに形成された光記録セル25を含む第1の領域61、及び、第3のトラックの光記録セル25が形成されていない欠陥領域26と、第2のトラックに形成された光記録セル25を含む第2の領域62、を少なくとも1組有する構成である。

【0285】

これにより、光記録媒体16は、光記録再生装置17に対して、データ記録領域内に欠陥領域26を含む第1の領域61及び第2の領域62から検出させる信号をもとに第1のトラックに対する高精度なトラッキング制御を行わせることができる。よって、光記録媒体16は、トラッキング制御用の信号検出のみのためのパターンを設ける必要がない。このため、光記録媒体16は、データ記録領域の記録容量をほとんど低下させることなく、光記録再生装置17に記録再生ヘッド18の位置合わせを高精度に行わせることができる。

40

【0286】

従って、光記録媒体16は、狭トラックピッチ及び高線記録密度であっても記録領域をほとんど低下させることなく、光記録再生装置17に対して、高精度にトラッキング制御を行わせることができる。すなわち、光記録媒体16は、再生エラー及び記録エラーの少ない光記録再生装置17を提供することが可能となる。

50

【 0 2 8 7 】

(光検出幅 $S w 2$ について)

なお、上述では、受光素子 19 の光検出幅 $S w 2$ は、トラックピッチを $T P 2$ 、光記録セル 25 の直径を $C w 1$ とすると、

$$S w 2 = 2 \times T P 2 - C w 2 / 2$$

に設定されていたが、これに限られたものではない。すなわち、上記光検出幅 $S w 2$ は、受光素子 19 が再生トラックにおける光記録セル 25 からの光の散乱強度変化を、該再生トラックに隣接するトラックにおける光記録セル 25 からの光の散乱強度変化と区別して検出することが可能な程度の幅に設定されていればよい。しかしながら、光検出幅 $S w 2$ が、

$$S w 2 \geq 2 \times T P 2 - C w 2$$

である場合、受光素子 19 は、再生トラックと隣接するトラックにおける光記録セル 25 からの光の散乱強度変化の検出が困難になる。このため、光検出幅 $S w 2$ は、

$$S w 2 > 2 \times T P 2 - C w 2$$

であることが望ましい。一方、光検出幅 $S w 2$ が、

$$S w 2 \leq 2 \times T P 2$$

である場合、再生トラックから検出される信号振幅よりも、該再生トラックと隣接するトラックから検出される信号振幅の方が大きくなる可能性がある。このため、光検出幅 $S w 2$ は、

$$S w 2 < 2 \times T P 2$$

であることが望ましい。

【 0 2 8 8 】

上述より、受光素子 19 の光検出幅 $S w 2$ は、

$$2 \times T P 2 - C w 2 < S w 2 < 2 \times T P 2 \quad \cdots (2)$$

と設定されていることが望ましい。このように、受光素子 19 の光検出幅 $S w 2$ を式 (2) となるように設定することで、受光素子 19 は、再生トラックにおける光記録セル 25 からの信号を最も大きい信号として検出できる。また、受光素子 19 は、第 1 の領域 61 及び第 2 の領域 62 における光記録セル 25 からの信号を、トラッキング制御用の信号として検出することができる。

【 0 2 8 9 】

従って、光記録再生装置 17 は、再生トラックに隣接するトラックにおける光記録セル 25 からの信号を適切な大きさと検出することができるので、該信号がクロストークしても、再生エラーを生じにくくすることができる。すなわち、光記録媒体 16 は、光記録再生装置 17 に対して高精度なトラッキング制御を行わせることができる。

【 0 2 9 0 】

(空間分解可能幅 $S t 2$ について)

ここで、本実施形態に係る記録再生ヘッド 18 の受光素子 19 において、該受光素子 19 の円周方向における空間分解可能幅を $S t 2$ 、任意のトラック (第 1 のトラック) に形成された光記録セル 25 と、周方向において該光記録セル 25 と最も近接した、該トラックと隣接したトラック (第 2 のトラック又は第 3 のトラック) に形成された光記録セル 25 との距離を R とするとき、 $S t 2 < R$ であることが好ましい。なお、空間分解可能幅 $S t 2$ とは、受光素子 19 が単一の光記録セル 25 上を通過したときに得られる信号の半振幅 (時間軸) を $t 2$ 、通過時の線速度を $v 2$ としたとき、「 $t 2 \times v 2$ 」で表される値を指す。

【 0 2 9 1 】

上記関係の場合、光記録再生装置 17 は、トラッキング制御用の信号を検出するときに、各々の光記録セル 25 からの検出信号を分離しやすくなるため、トラッキングエラーを生じにくくすることができる。これは、この構成によれば、隣接する光記録セル 25 からの信号に起因した検出信号の歪みが小さくなるためである。

【 0 2 9 2 】

〔光記録媒体 16 の変形例について〕

なお、光記録媒体 16 は、図 9 に示す磁気記録媒体 3 c と同様、周方向において、欠陥領域 26 を含む第 1 の磁気記録セル群と欠陥領域 26 を含まない（すなわち光記録媒体 16 だけで構成された）第 2 の磁気記録セル群とが交互に形成されていてもよい。この場合、光記録媒体 16 は、各トラックに対して第 1 の領域 61 及び第 2 の領域 62 の組み合わせを複数有する構成となるので、該第 1 の領域 61 及び第 2 の領域 62 からの信号を高頻度で検出することができ、オフトラックの検出頻度を高めることができる。また、光記録媒体 16 は、第 2 の磁気記録セル群の周方向の幅が任意に設定されることにより、上記組み合わせの数を適宜変更することができる。

【0293】

また、光記録媒体 16 は、図 10 に示す磁気記録媒体 3 c と同様、複数の光記録セル 25 をセクタに分けるためのセクタ分離パターンが設けられていてもよい。セクタ分離パターンは、上記第 1 の磁気記録セル群と第 2 の磁気記録セル群との間に設けられていても、任意の周方向位置に設けられていてもよい。

【0294】

さらに、光記録媒体 16 には、実施形態 1 と同様、各トラックを識別するための識別情報が記録されたアドレスパターンが作製されていてもよい。

【0295】

その他、光記録媒体 16 における光記録セル 25 及び欠陥領域 26 の配置についても、任意のトラックに対して第 1 の領域と第 2 の領域との組み合わせを少なくとも 1 組有する構成であればよく、例えば実施形態 1、2 に係る磁気記録媒体 3 ~ 3 f と同様の配置及びこれらを組み合わせた配置であってもよい。

【0296】

〔補足〕

最後に、本発明に係る磁気記録再生装置 4 の各ブロック、特に信号特定部 411、差分算出部 412、ヘッド位置制御部 413、及び本発明に係る光記録再生装置 17 の各ブロック、特に信号特定部 511、差分算出部 512、ヘッド位置制御部 513 は、ハードウェアロジックによって構成してもよいし、次のように CPU を用いてソフトウェアによって実現してもよい。

【0297】

すなわち、本実施形態に係る磁気記録再生装置 4 および光記録再生装置 17 は、各機能を実現する制御プログラムの命令を実行する CPU (central processing unit)、上記プログラムを格納した ROM (read only memory)、上記プログラムを展開する RAM (random access memory)、上記プログラムおよび各種データを格納するメモリ等の記憶装置（記録媒体）などを備えている。そして、本発明の目的は、上述した機能を実現するソフトウェアである磁気記録再生装置 4 および光記録再生装置 17 の制御プログラムのプログラムコード（実行形式プログラム、中間コードプログラム、ソースプログラム）をコンピュータで読み取り可能に記録した記録媒体を、上記磁気記録再生装置 4 および光記録再生装置 17 に供給し、そのコンピュータ（または CPU や MPU）が記録媒体に記録されているプログラムコードを読み出し実行することによっても、達成可能である。

【0298】

上記記録媒体としては、例えば、磁気テープやカセットテープ等のテープ系、フロッピー（登録商標）ディスク／ハードディスク等の磁気ディスクや CD-ROM / MO / MD / DVD / CD-R 等の光ディスクを含むディスク系、IC カード（メモリカードを含む）／光カード等のカード系、あるいはマスク ROM / EPROM / EEPROM / フラッシュ ROM 等の半導体メモリ系などを用いることができる。

【0299】

また、本実施形態に係る磁気記録再生装置 4 および光記録再生装置 17 を通信ネットワークと接続可能に構成し、上記プログラムコードを、通信ネットワークを介して供給してもよい。この通信ネットワークとしては、特に限定されず、例えば、インターネット、イ

10

20

30

40

50

ントラネット、エキストラネット、LAN、ISDN、VAN、CATV通信網、仮想専用網(virtual private network)、電話回線網、移動体通信網、衛星通信網等が利用可能である。また、通信ネットワークを構成する伝送媒体としては、特に限定されず、例えば、IEEE1394、USB、電力線搬送、ケーブルTV回線、電話線、ADSL回線等の有線でも、IrDAやリモコンのような赤外線、Bluetooth(登録商標)、802.11無線、HDR、携帯電話機網、衛星回線、地上波デジタル網等の無線でも利用可能である。なお、本発明は、上記プログラムコードが電子的な伝送で具現化された、搬送波に埋め込まれたコンピュータデータ信号の形態でも実現され得る。

【0300】

〔本発明の別の表現〕

なお、本発明は、以下のようにも表現できる。

【0301】

すなわち、本発明に係る情報記録媒体は、互いに孤立した複数の情報記録セルが配列され、該情報記録セルは、隣接するトラックに形成された情報記録セルと互い違いになるように配置されており、各トラックはそれぞれ、欠陥部を少なくとも1つ以上含む情報記録媒体であって、第1のトラックに対して隣接する両側2つの第2のトラック及び第3のトラックにおける欠陥部をそれぞれ第1の欠陥部及び第2の欠陥部とすると、上記第1のトラック内で隣接した2つの情報記録セルの間の周方向位置に、第1の欠陥部と第3のトラックにおける情報記録セルが存在し、上記第1のトラック内で隣接した2つの情報記録セルの間の周方向位置に、第2の欠陥部と第2のトラックにおける情報記録セルが存在する組み合わせが、少なくとも1組以上存在することを特徴としている。

【0302】

また、上記情報記録媒体において、上記欠陥部が、一定方向の隣接するトラックに移動するに従い、周方向位置が一定方向に移動するように備えられたことが好ましい。

【0303】

また、上記情報記録媒体において、情報記録セルの周方向における位置の隣接トラック間での差をD、情報記録セルの周方向へのピッチをP、nを0以上の整数(0, 1, 2, ...)とすると、一定方向の隣接するトラックに移動するに従い、上記欠陥部の周方向位置が、 $(n \times P + D)$ で示される分だけ、一定の方向に移動し、上記nが一定の値であることが好ましい。

【0304】

また、上記情報記録媒体において、上記nが0であることが好ましい。

【0305】

また、上記情報記録媒体において、情報記録セルの周方向における位置の隣接トラック間での差をD、情報記録セルの周方向へのピッチをP、mを自然数(1, 2, 3, ...)とすると、一定方向の隣接するトラックに移動するに従い、上記欠陥部の周方向位置が、 $(m \times P - D)$ で示される分だけ、一定の方向に移動し、上記mが一定の値であることが好ましい。

【0306】

また、上記情報記録媒体において、上記mが1であることが好ましい。

【0307】

また、上記情報記録媒体において、上記情報記録セルは、磁化方向の違いによって情報が記録される磁気記録セルであることが好ましい。

【0308】

また、本発明に係る磁気記録再生装置は、上記情報記録媒体と、該情報記録媒体に対して情報の記録再生を行う磁気記録素子及び磁気生素子を備えた記録再生ヘッドと、を備えた磁気記録再生装置であって、上記第2のトラック及び第3のトラックに隣接する上記第1のトラックの記録及び再生において、上記第1のトラックにおいて隣接した2つの情報記録セルの間の周方向位置に、第1の欠陥部と第3のトラックにおける情報記録セルが存在する周方向位置と、上記第1のトラックにおいて隣接した2つの情報記録セルの間

の周方向位置に、第2の欠陥部と第2のトラックにおける情報記録セルが存在する周方向位置との、少なくとも2箇所において検出される信号の波形をもとに、トラッキング制御を行うことを特徴としている。

【0309】

また、上記磁気記録再生装置において、上記情報記録セルの半径方向への幅を $Cw1$ 、上記磁気再生素子の半径方向の検出幅を $Sw1$ 、上記情報記録セルのトラックピッチを $TP1$ としたとき、 $2 \times TP1 - Cw1 < Sw1 < 2 \times TP1$ であることが好ましい。

【0310】

また、上記磁気記録再生装置において、上記磁気再生素子の周方向における空間分解可能幅 $St1$ とし、上記第1の情報記録セルと、該第1の情報記録セルと最も近接した周方向位置にある上記第2の情報記録セルとの周方向における距離 $R1$ とするとき、 $St1 < R1$ であることが好ましい。

【0311】

また、上記磁気記録再生装置において、上記磁気記録素子と上記磁気再生素子との半径方向における距離を検出する距離検出動作を行うことが好ましい。

【0312】

また、上記磁気記録再生装置において、上記距離検出動作は、上記磁気記録素子による記録動作、上記磁気再生素子による再生動作、及び該磁気再生素子が検出する再生信号から得られるエラーレートを記憶する記憶動作を、上記記録再生ヘッドの、上記情報記録媒体の半径方向における半径位置毎に繰り返し行う動作と、再生時において、オントラックであるときの上記記録再生ヘッドの上記情報記録媒体における半径位置を $r1$ とし、上記記憶したエラーレートのうち、最小のエラーレートとなる上記記録動作を行ったときの上記記録再生ヘッドの上記情報記録媒体における半径位置 $r2$ とするとき、該磁気記録素子と該磁気再生素子との半径方向における距離を $(r1 - r2)$ と決定する動作と、を含むことが好ましい。

【0313】

また、上記情報記録媒体において、上記情報記録セルは、光が照射されることによって情報が記録される光記録セルであることが好ましい。

【0314】

本発明に係る光記録再生装置は、上記情報記録媒体と、該情報記録媒体に対して情報の記録再生を行う光記録素子及び受光素子を備えた記録再生ヘッドと、を備えた光記録再生装置であって、上記第2のトラック及び第3のトラックに隣接する上記第1のトラックの記録及び再生において、上記第1のトラック内で隣接した2つの情報記録セルの間の周方向位置に、第1の欠陥部と第3のトラックにおける情報記録セルが存在する周方向位置と、上記第1のトラック内で隣接した2つの情報記録セルの間の周方向位置に、第2の欠陥部と第3のトラックにおける情報記録セルが存在する周方向位置との、少なくとも2箇所において検出される信号の波形をもとに、トラッキング制御を行うことを特徴としている。

【0315】

また、上記光記録再生装置において、上記情報記録セルの半径方向への幅を $Cw2$ 、上記受光素子の半径方向の検出幅を $Sw2$ 、上記情報記録セルのトラックピッチを $TP2$ としたとき、 $2 \times TP2 - Cw2 < Sw2 < 2 \times TP2$ であることが好ましい。

【0316】

また、上記光記録再生装置において、上記受光素子の周方向における空間分解可能幅 $Sw2$ とし、上記第1の情報記録セルと、該第1の情報記録セルと最も近接した周方向位置にある上記第2の情報記録セルとの円周方向における距離 $R2$ とするとき、 $Sw2 < R2$ であることが好ましい。

【0317】

本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせ

10

20

30

40

50

得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

【産業上の利用可能性】

【0318】

本発明に係る情報記録媒体は、例えばパターンドメディアのような高密度情報記録媒体に好適に利用できる。また、本発明に係る磁気記録再生装置及び光記録再生装置は、上記情報記録媒体に対して情報の記録再生を行う場合に好適である。

【図面の簡単な説明】

【0319】

【図1】本発明の一実施形態に係る磁気記録媒体の概略構成を示す図である。

【図2】図1に示す磁気記録媒体に対して記録再生を行う磁気記録再生装置の概略構成を示す図である。

10

【図3】図2に示す磁気記録再生装置の記録再生ヘッドの概略構成を示す図である。

【図4】図3に示す磁気再生素子が、図1に示す磁気記録媒体のトラックTr1に沿って信号を検出したときの検出信号の絶対値を示す図であり、同図(a)は、図1に示すトラックTr1においてオントラックである時の検出信号の絶対値を示す図であり、同図(b)は、図3に示す記録再生ヘッドが、図1に示すトラックTr1から内周側に僅かに位置ずれを起こしている場合の検出信号の絶対値を示す図であり、同図(c)は、図3に示す記録再生ヘッドが、図1に示すトラックTr1から外周側に僅かに位置ずれを起こしている場合の検出信号の絶対値を示す図である。

【図5】図1に示す磁気記録媒体の変形例及び検出される信号波形を示すものであり、同図(a)は、磁気記録媒体の変形例の概略構成を示す図であり、同図(b)は、同図(a)に示す磁気記録媒体のトラックTr4に沿って信号を検出したときの検出信号の絶対値を示す図である。

20

【図6】図1に示す磁気記録媒体の変形例の別の概略構成を示す図である。

【図7】図1に示す磁気記録媒体のさらなる変形例及び検出される信号波形を示すものであり、同図(a)は、図1に示す磁気記録媒体のさらなる変形例の概略構成を示す図であり、同図(b)は、同図(a)に示す磁気記録媒体のトラックTr10に沿って信号を検出したときの検出信号の絶対値を示す図である。

【図8】本発明の別の一実施形態に係る磁気記録媒体の概略構成及び検出される信号波形を示すものであり、同図(a)は、本実施形態に係る磁気記録媒体の概略構成を示す図であり、同図(b)は、同図(a)に示す磁気記録媒体のトラックTr13に沿って信号を検出したときの検出信号の絶対値を示す図である。

30

【図9】第1の磁気記録セル群と第2の磁気記録セル群とが交互に形成された、図8に示す磁気記録媒体の変形例の概略構成を示す図である。

【図10】図9に示す磁気記録媒体にセクタ分離パターンが形成された、図8に示す磁気記録媒体のさらなる変形例の概略構成を示す図である。

【図11】(a)～(c)は、図8に示す磁気記録媒体のさらなる変形例を示す図である。

【図12】本発明のさらに別の一実施形態に係る光記録媒体に対して記録再生を行う光記録再生装置の概略構成を示す図である。

40

【図13】図12に示す記録再生ヘッドの概略構成を示す図である。

【図14】図13に示す記録再生ヘッドの製造方法を示す図であり、同図(a)は、半導体レーザ光源が形成された様子を示す図であり、同図(b)は、受光素子と近接場光発生部とが形成された様子を示す図である。

【図15】本発明のさらに別の一実施形態に係る光記録媒体の概略構成を示す図である。

【図16】図15に示す受光素子が、図13に示す光記録媒体のトラックTr16に沿って信号を検出したときの検出信号の絶対値を示す図であり、同図(a)は、図15に示すトラックTr16においてオントラックである時の検出信号の絶対値を示す図であり、同図(b)は、図13に示す記録再生ヘッドが、図15に示すトラックTr16から内周側に僅かに位置ずれを起こしている場合の検出信号の絶対値を示す図であり、同図(c)は

50

、図 1 3 に示す記録再生ヘッド 1 8 が、図 1 5 に示すトラック Tr 1 6 から外周側に僅かに位置ずれを起こしている場合の検出信号の絶対値を示す図である。

【符号の説明】

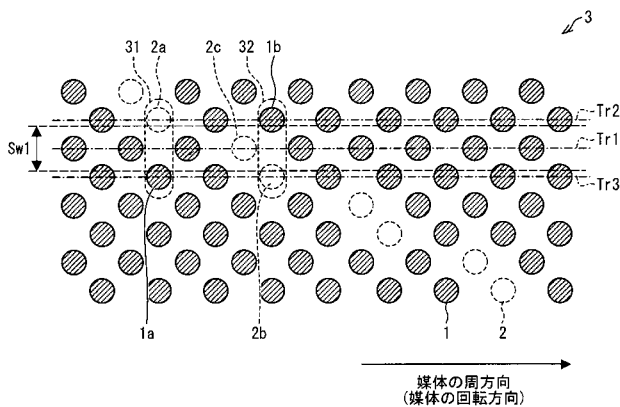
【 0 3 2 0 】

- 1 磁気記録セル（情報記録セル）
- 2、2 6 欠陥領域（特定領域）
- 3、3 a ~ 3 f 磁気記録媒体（情報記録媒体）
- 4 磁気記録再生装置
- 3 1、6 1 第 1 の領域
- 3 2、6 2 第 2 の領域
- 9、1 8 記録再生ヘッド
- 1 0 磁気記録素子
- 1 1 磁気再生素子
- 1 6 光記録媒体（情報記録媒体）
- 1 7 光記録再生装置
- 1 9 受光素子
- 2 0 近接場光発生部（発光素子）
- 2 5 光記録セル（情報記録セル）
- Tr 1、4、7、1 0、1 3、1 6 トラック（第 1 のトラック）
- Tr 2、5、8、1 1、1 4、1 7 トラック（第 2 のトラック）
- Tr 3、6、9、1 2、1 5、1 8 トラック（第 3 のトラック）

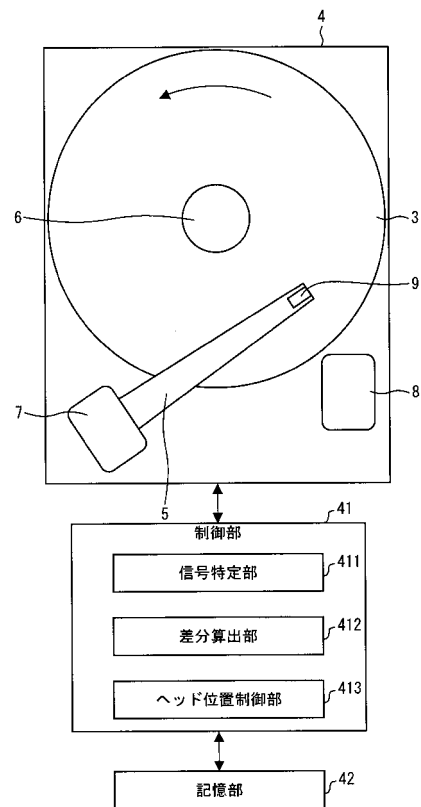
10

20

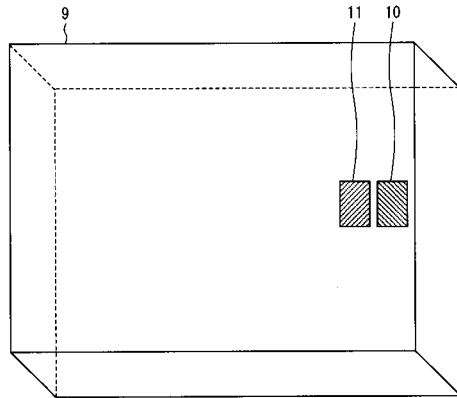
【 図 1 】



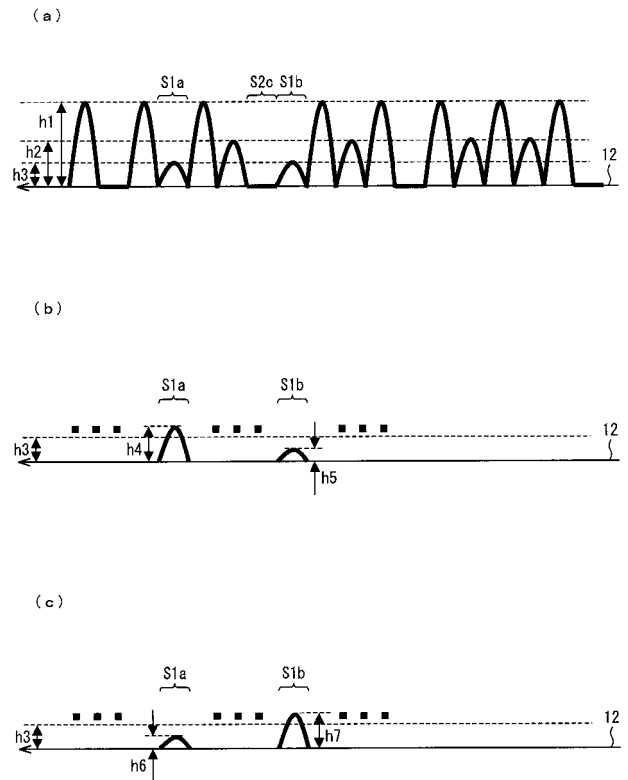
【 図 2 】



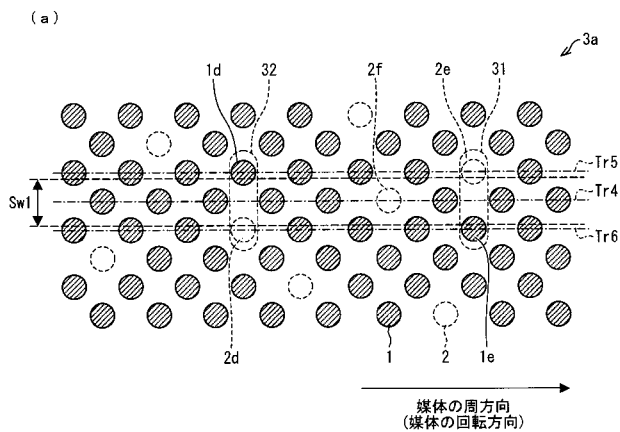
【図 3】



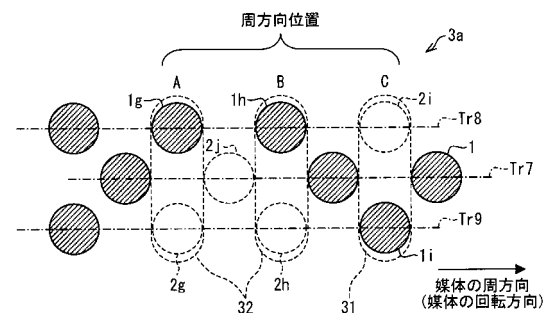
【図 4】



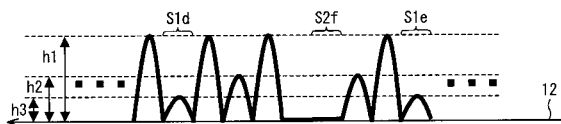
【図 5】



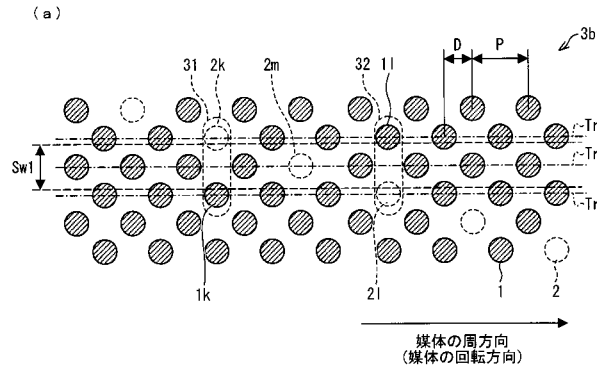
【図 6】



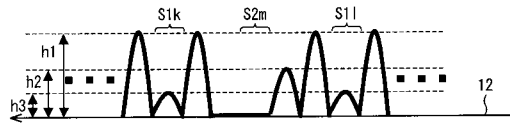
(b)



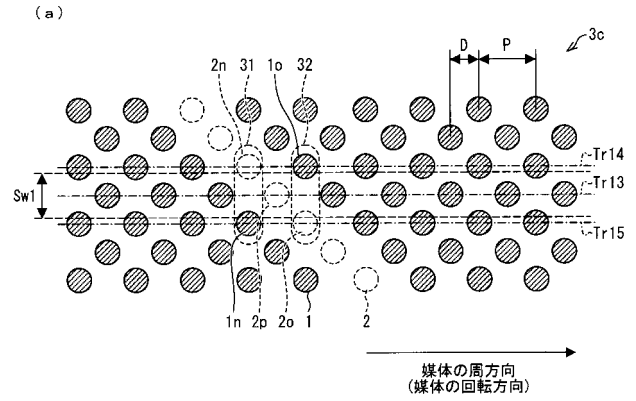
【図 7】



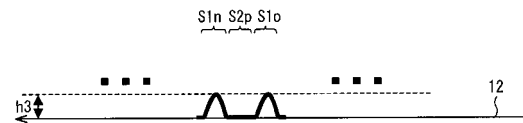
(b)



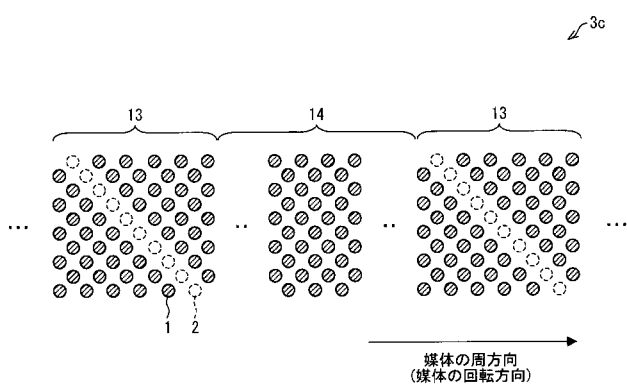
【図 8】



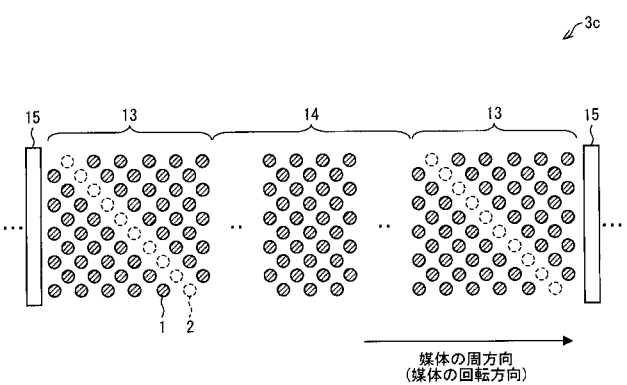
(b)



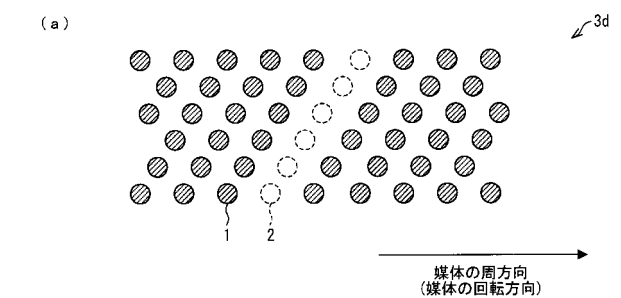
【図 9】



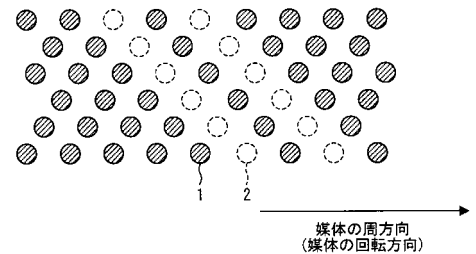
【図 10】



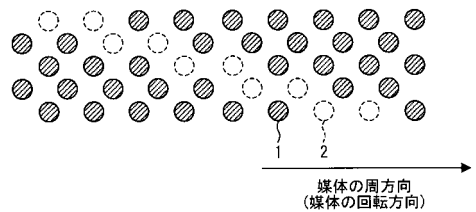
【図 11】



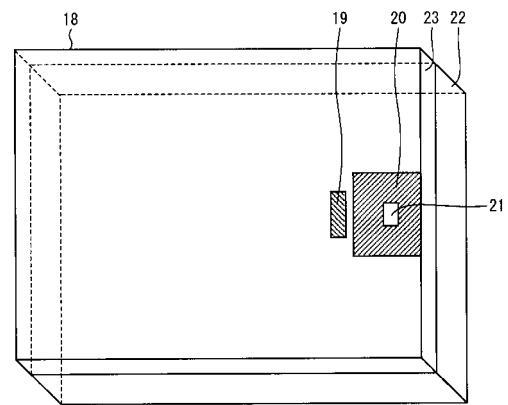
(b)



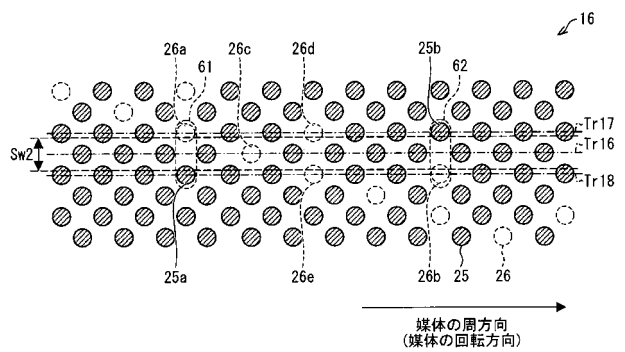
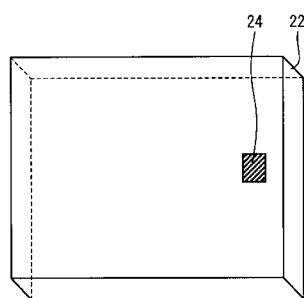
(c)



【 図 1 3 】

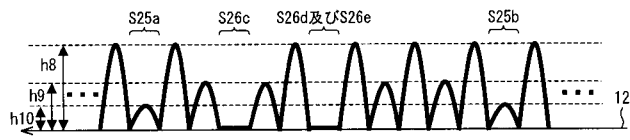


【 ㄨ 1 5 】

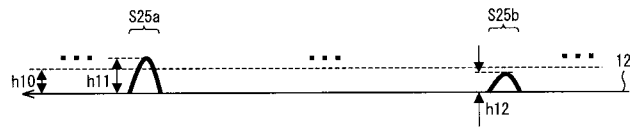


【図 16】

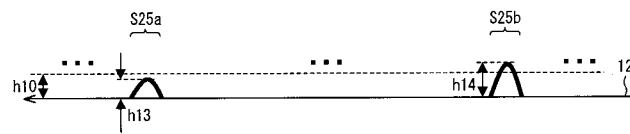
(a)



(b)



(c)



フロントページの続き

(51) Int. Cl.

F I

テーマコード (参考)

G 1 1 B 5/82 (2006.01) G 1 1 B 5/82

F ターム (参考) 5D090 AA01 CC14 FF02 FF11 GG02 GG22
5D096 AA02 CC01 EE03 GG01 KK11
5D118 AA13 BA01 BB05 CA13 CD03 CF02 CG39 DB02