

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5453668号  
(P5453668)

(45) 発行日 平成26年3月26日 (2014. 3. 26)

(24) 登録日 平成26年1月17日 (2014. 1. 17)

(51) Int. Cl.

F I

G 1 1 B 5/65 (2006. 01)

G 1 1 B 5/65

G 1 1 B 5/82 (2006. 01)

G 1 1 B 5/82

請求項の数 11 外国語出願 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2008-263414 (P2008-263414)  
 (22) 出願日 平成20年10月10日 (2008. 10. 10)  
 (65) 公開番号 特開2009-110642 (P2009-110642A)  
 (43) 公開日 平成21年5月21日 (2009. 5. 21)  
 審査請求日 平成23年7月5日 (2011. 7. 5)  
 (31) 優先権主張番号 11/870, 858  
 (32) 優先日 平成19年10月11日 (2007. 10. 11)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 500373758  
 シーゲイト テクノロジー エルエルシー  
 アメリカ合衆国、95014 カリフォル  
 ニア州、クパチーノ、サウス・デ・アンザ  
 ・ブールバード、10200  
 (74) 代理人 100064746  
 弁理士 深見 久郎  
 (74) 代理人 100085132  
 弁理士 森田 俊雄  
 (74) 代理人 100083703  
 弁理士 仲村 義平  
 (74) 代理人 100096781  
 弁理士 堀井 豊  
 (74) 代理人 100109162  
 弁理士 酒井 将行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スキュー関数によって間隔が調整されたパターンド・メディア

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

記録メディアであって、

記録ヘッドが記録トラックの長さに沿って移動する際に前記記録ヘッドが連続して個別にアクセスするように、前記記録トラックの長さに沿った異なる第1及び第2の半径のところに連続して配置された複数の第1及び第2のパターンド・メディア・アイランドを備え、

前記記録トラックの長さに沿った、前記連続する第1のアイランドと第2のアイランドとの間の前記記録トラックを横切る方向の間隔が、トラック半径のスキュー関数として変化し、

連続する第1のアイランドと第2のアイランドとの間の前記記録トラックの長さに沿った間隔が、より短い間隔とより長い間隔を交互に繰り返す、記録メディア。

【請求項 2】

前記スキュー関数が、前記記録ヘッドのスキュー角の変化を補償する、請求項1に記載の記録メディア。

【請求項 3】

前記補償が、前記第1及び第2のアイランドにデータを書き込む際、および読み取る際の少なくとも一方のタイミングばらつきを低減させる、請求項2に記載の記録メディア。

【請求項 4】

スキュー関数としての前記記録トラックの長さに沿った間隔の前記変化が、書込みデー

タおよび読取りデータの少なくとも一方のビット誤り率を低減させる、請求項 1 に記載の記録メディア。

【請求項 5】

前記第 1 及び第 2 の半径が、前記トラック半径の第 2 のスキュー関数として変更される、請求項 1 に記載の記録メディア。

【請求項 6】

第 3 の半径のところに第 3 のパターン・メディア・アイランドを更に備える、請求項 1 に記載の記録メディア。

【請求項 7】

前記記録トラックが円形トラックを備える、請求項 1 に記載の記録メディア。

10

【請求項 8】

前記記録トラックがうずまきトラックを備える、請求項 1 に記載の記録メディア。

【請求項 9】

パターン記録メディアを形式化する方法であって、

記録ヘッドが記録トラックの長さに沿って移動する際に前記記録ヘッドが第 1 及び第 2 のアイランドに連続して個別にアクセスするように、複数の第 1 及び第 2 のパターン・メディア・アイランドを前記記録トラックの長さに沿った異なる第 1 及び第 2 の半径のところに連続して配置すること、並びに

前記記録トラックの長さに沿った、連続する第 1 のアイランドと第 2 のアイランドとの間の前記記録トラックを横切る方向の間隔を、トラック半径のスキュー関数として変化させることを含み、

20

連続する第 1 のアイランドと第 2 のアイランドとの間の前記記録トラックの長さに沿った間隔が、より短い間隔とより長い間隔を交互に繰り返す、方法。

【請求項 10】

パターン記録メディアであって、

記録トラックの長さに沿った異なる第 1 及び第 2 の半径のところに、個別アクセスのために連続して配置された、複数の第 1 及び第 2 のパターン・メディア・アイランドを備え、前記記録トラックの長さに沿う連続する第 1 のアイランドと第 2 のアイランドとの間の前記記録トラックを横切る方向の間隔が、トラック半径のスキュー関数として変化し、

連続する第 1 のアイランドと第 2 のアイランドとの間の前記記録トラックの長さに沿った間隔が、より短い間隔とより長い間隔を交互に繰り返す、パターン記録メディア。

30

【請求項 11】

前記パターン記録メディアが、磁気メディア、光磁気メディア、および光メディアの少なくとも 1 つを備える、請求項 10 に記載のパターン記録メディア。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は一般に、データ記録に関し、より詳細には、限定としてではないが、パターン・データ (patterned data) 記録メディアに関する。

【背景技術】

40

【0002】

スキュー角は、ヘッドの移動方向と書込み部の後縁を、ヘッド位置がディスク内径 (ID) からディスク外径 (OD) に変化する際に一定の角度に維持する (理想的には 90 度に位置合わせする) ことができないパターン磁気記録にとって、固有の問題である。位置合わせのこうしたばらつきは、信号対雑音比 (SNR) 及びビット誤り率 (BER) の悪化を招くだけでなく、潜在的な消去の問題も招く。この問題に対処するために、いくつかの電子的方法が試行されてきているが、それらの電子的方法にも関わらず、パターン記録メディアで BER の悪化が依然として観測されている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

## 【0003】

本諸実施例の諸態様は、これらの問題及び他の問題の解決策を提供し、従来技術に勝る他の利点を提供することである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0004】

記録メディアが開示される。記録メディアは、記録トラックの長さに沿った異なる第1及び第2の半径のところに連続して配置された、複数の第1及び第2のパターンド・メディア・アイランド (island) を備える。記録ヘッドが、記録トラックの長さに沿って移動する際に、第1及び第2のアイランドに連続してアクセスする。トラックの長さに沿った、連続する第1のアイランドと第2のアイランドとの間の円周方向間隔が、トラック半径のスキュー関数として変化する。

10

## 【0005】

一態様によれば、スキュー関数は、ヘッドのスキュー角の変化を補償する。この補償が、第1及び第2のアイランドにデータを読み取り、且つ書き込む際のタイミングばらつきを低減させる。別の態様によれば、連続する第1のアイランドと第2のアイランドとの間の間隔が、より短い間隔とより長い間隔を交互に繰り返す。

## 【0006】

本発明の諸態様を特徴付ける他の特徴及び利点は、以下の詳細な説明を読み、関連する図面を精査すればすぐに明らかとなるであろう。

## 【実施例】

20

## 【0007】

以下に図1、4～5において説明する態様では、パターンド記録メディアの記録トラックが、記録トラックの長さに沿った異なる第1及び第2の半径のところに連続して配置された、複数の第1及び第2のパターンド・メディア・アイランドを備える。トラックの長さに沿った、連続する第1のアイランドと第2のアイランドとの間の円周方向間隔が、トラック半径のスキュー関数として変化する。間隔は、円周方向経路に沿って、あるアイランドの中心から別のアイランドの中心まで測定される。機械的間隔が変化することにより、タイミングばらつきが低減され、スキュー角に対するビット誤り率の影響されやすさが低減される。

## 【0008】

30

図1は、本発明の諸態様が有用なディスク・ドライブ100の斜視図である。ディスク・ドライブ100は、基部102及び上部カバー（図示せず）を備えたハウジングを含む。ディスク・ドライブ100は、ディスク・クランプ108によってスピンドル・モータ（図示せず）上に取り付けられたディスク・パック106を更に含む。ディスク・パック106は、複数の個々のディスクを含み、それらは、中心（スピン）軸109の周りで方向107に共回転することができるように取り付けられている。各ディスク表面には、関連するディスク・ヘッド・スライダ110があり、ディスク・ヘッド・スライダ110は、ディスク表面と情報のやりとりをすることができるようにディスク・ドライブ100に取り付けられている。図1に示す実施例では、スライダ110がサスペンション112によって支持され、サスペンション112は、アクチュエータ116のトラック・アクセス・アーム114に取り付けられている。図1に示すアクチュエータは、回転可動コイル・アクチュエータとして知られるタイプのものであり、全体的に符号118で示すボイス・コイル・モータ（VCM）を含む。ボイス・コイル・モータ118は、アクチュエータ116とその取り付けられたヘッド110を回転軸120の周りで、ヘッド110をディスク内径124とディスク外径126の間の弓形経路122に沿って所望のデータ・トラックの上に位置決めするように、回転させる。ボイス・コイル・モータ118は、ヘッド110及びホスト・コンピュータ（図示せず）によって生成される信号に基づいて、サーボ電子回路130により駆動される。

40

## 【0009】

図2は、千鳥配置 (stagger) モード垂直記録メディアで使用する、一例示的読

50

取り／書込みヘッド200を示す。「千鳥配置モード垂直記録メディア」という用語は、本願では、記録メディア・アイランドが、記録トラック内の複数の半径のところで千鳥状位置に配置されるパターン・メディアを意味する。例えば、2つの半径のところにメディア・アイランドを有する記録トラックでは、メディア・アイランドが円形又はうずまき形のトラック上の2つの半径のところに、交互に配置される。

#### 【0010】

読取り／書込みヘッド200は、スライダ(図2には図示せず)のより大きなエア・ベアリング面的一部分であるエア・ベアリング面202を備える。読取り／書込みヘッド200の書込み部分が、読取り／書込みヘッド200の前側にシールド204を備える。シールド204は、エア・ベアリング面202的一部分であるシールド面206を備える。シールド面206は、エア・ベアリング層を隔てて磁気メディア(図2には図示せず)と対面する。

10

#### 【0011】

書込み磁極208が、エア・ベアリング面202的一部分である書込み磁極面210を備える。書込み磁極面210は、エア・ベアリング層を隔てて磁気メディアと対面する。書込み磁極面210は、広い方の後縁212から狭い方の前縁214まで延在する、ほぼ四辺形のテーパ形状を有する。

#### 【0012】

読取り／書込みヘッド200の書込み部分は、ギャップ層216を備える。書込みコイル218が、ギャップ層216に埋め込まれる。書込みコイル218中を流れる電流が書込み磁界を誘起させ、それが書込み磁極208を通過し、シールド204を通過し、磁気メディアを通過する外部経路を通過する。書込み磁極面210は、シールド面206よりもかなり狭い表面積を有する。書込み磁極208が磁気メディア上にデータを書き込むことができるように、磁束密度がより狭い書込み磁極面210において十分に集束される。磁束密度は、シールド204が磁気メディア上にデータを書き込むことができないように、より広いシールド面206において十分に拡散される。書込み磁極面210のテーパ状四辺形形状が、書込み磁界220の類似のテーパ状四辺形書込み磁界形状218を画定し、それが、エア・ベアリング層を横切って磁気メディアに印加される。書込み磁界形状218は、磁気メディア上のトラック幅にほぼ対応する書込み幅226を有する。書込み幅226は、千鳥配置モード記録メディア上の異なるディスク半径のところにある複数の千鳥状アイランドを交互に読み取るのに十分なほど広い。書込み幅226は、ヘッド200の長手方向書込み磁界軸228に対して、ほぼ直角である。長手方向書込み磁界軸228は、書込み磁界220に隣接する磁気メディアのスピンの運動軸230と、可変な鋭角232で位置合わせされる。しかし、軸228と軸230の位置関係は、ヘッド200が(図1のボイス・コイル・モータ118などの)ボイス・コイル・モータの制御下でメディア表面を横切って移動する際に変化する。軸228と軸230の間の可変な鋭角232をここで、スキュー角232と呼ぶ。スキュー角232は、長手方向書込み軸228と、メディア表面上のトラックとの位置ずれの尺度である。スキュー角232は、メディア表面に平行な平面内で測定される。

20

30

#### 【0013】

読取り／書込みヘッド200は、シールド204、205間に、磁気抵抗読取り素子222を備える。読取り素子222は、エア・ベアリング面202的一部分である読取り素子面224を備える。読取り素子面224は、エア・ベアリング層202を隔てて磁気メディアと対面する。読取り素子222は、磁気メディアからデータを読み取る。読取り素子222は、千鳥配置モード記録メディア上の異なる半径のところにある複数の千鳥状アイランドを交互に読み取るのに十分なほど広い。

40

#### 【0014】

パターン記録メディアは、メディア表面上で互いに離隔された磁性アイランドのアレイを備える。パターン・アイランド間の間隔は、読取り／書込みヘッドが飛び越える平滑な表面をもたらすように、非メディア材料で埋められる。非メディア材料は、磁性アイ

50

ランドを互いに離隔する。アイランド間の円周方向間隔は、トラックの長さに沿って円周方向に測定される。磁性アイランドは、円形でも、楕円形でも、別の形状でもよい。1ビットのデータが、アイランドのうち1つ又は複数上に記録される。千鳥配置モード・メディアでは、アイランドが、トラック内の単一の半径に沿って位置合わせされるのではなく、トラック内の異なる半径のところに交互に千鳥配置される。トラック内のアイランドは、メディア・スピン軸（例えば図1の軸109）から互いに異なる半径のところにあり、千鳥配置間隔によって、円周方向にも千鳥配置される。各トラックは、それ自体の千鳥配置間隔を有する。トラック内では、千鳥配置間隔が小さい方の半径上にあるアイランドから大きい方の半径上にある連続するアイランドに向かうのか、それとも大きい方の半径上にあるアイランドから小さい方の半径上にある連続するアイランドに向かうのかに関わらず、千鳥配置間隔をトラック一周にわたってずっと固定値とすることができる。しかし、そのような固定の千鳥配置間隔にすると、スキュー角がメディア表面の内径又は外径に向かって増大するにつれて、位置ずれの増大が生じることが分かっている。

10

#### 【0015】

一態様では、同心データ・トラックが、円形トラックを備える（図7）。別の態様では、同心データ・トラックが、うずまきトラック（図8）の同心部分を備える。高密度メディア表面上には、非常に多数の複数の同心データ・トラックがあることが理解されよう。複数の記録トラックは、下にあるディスク基板表面上に配設される。各トラックは、（図2の書込み幅228などの）ヘッドの書込み幅によって定義されるトラック幅を有する。各トラックは、トラックの円周方向の長さに沿った複数の半径のところに連続して又は交互に配列された、パターンド・メディア・アイランドを含む。

20

#### 【0016】

書込み時間間隔中、（図2の読取り/書込みヘッド200などの）読取り/書込みヘッドが、（図2の書込み磁界形状218などの）書込み磁界形状を有する（図2の書込み磁界220などの）書込み磁界を、書込みのために選択されたトラックに供給する。（図1のボイス・コイル・モータ118などの）ボイス・コイル・モータが、書込み磁界形状を、選択されたトラック上に位置決めする。書込み磁界形状は、ボイス・コイル・モータによって、円（又はうずまき）弧形状を有するヘッド経路に沿って位置決めされる。ヘッド経路は、ボイス・コイル・モータがその回転軸の周りで回転することにより定義される。

30

#### 【0017】

トラック軸にヘッド経路との交点で接する接線が、（図2のスピン運動軸230などの）スピン運動軸を有する。（図2のスキュー角232などの）スキュー角は、トラック上の中間径付近でほぼゼロである。スキュー角は、内径付近及び外径付近で、最大スキュー角に増大する。スキュー角は一般に、メディア・ディスクの内径から外径までで、約+18度から-18度の範囲にわたって変化する。

#### 【0018】

アイランドを連続して又は交互に千鳥配置すると、読取り/書込みヘッドは、中間径付近でのみ、ほぼ等しく離隔された時間間隔で、千鳥状アイランドに対してデータを連続して書き込み、且つ読み取ることが可能になる。中間径のところでスキュー角がほぼゼロなので、アイランドの千鳥配置は、書込み部の後縁と対称に位置合わせされる。アイランドからの読取り信号のタイミングは、図3Aに示すように一様である。

40

#### 【0019】

アイランドを千鳥配置すると、読取り/書込みヘッドは、内径（又は外径）付近で、著しく非一様に離隔された時間間隔で、連続して千鳥配置されたアイランドに対してデータを書き込み、且つ読み取ることが可能になる。内径（又は外径）付近でスキュー角がほぼ最大になるので、アイランドの千鳥配置は、書込み部の後縁と非対称に位置合わせされる。内径又は外径付近のアイランドからの読取り信号のタイミングは、図3Bに示すように一様ではない。

#### 【0020】

スキュー関数で修正されないアイランド位置を有するパターンド「千鳥配置モード」ピ

50

ット・パターン・メディアの場合、ディスク半径の関数としてスキュー角が変化すると、大きい方のスキュー角において、望ましくない読取り及び書込みの変調が生じる。スキュー角は、書込み中の誤りと読取り中の誤りのどちらも生じさせる。この誤りにより、大きい方のスキュー角において、チャンネル・ビット誤り率（BER）が悪化する。

#### 【 0 0 2 1 】

図 3 A は、中間径のところのトラック内の、連続する円周方向部分 3 4 0、3 4 2、3 4 4、3 4 6 にあるアイランドを読み取ることによって発生するパルスのタイミングを表す。パルスは、一様に離隔され、一様なパルス幅を有する。図 3 A のパルスには、変調歪みがない。

#### 【 0 0 2 2 】

図 3 B は、メディア・ディスクの内径又は外径のところのトラック内の、連続する円周方向部分 3 5 0、3 5 2、3 5 4、3 5 6 にあるアイランドを読み取ることによって発生するパルスのタイミングを表す。図 3 B のパルスは、不規則に離隔され、非一様なパルス幅を有する。図 3 B のパルスは、変調歪みを有する。変調歪みに伴う問題は、中間径のところでは最小であり、スキュー角が増大するにつれて悪化し、内径及び外径のところでは最悪になる。スキューによる変調歪みに伴う問題は、図 4 A 及び 5 に示す実施例において説明するように、トラックの長さに沿った円周方向間隔を、トラック半径のスキュー関数として調整することによって、実質的に解決される。

#### 【 0 0 2 3 】

したがって、スキュー角に伴って変化しないアイランド間の間隔を有する、千鳥状パターン・メディアに伴う問題がある。スキュー角の関数としての読取り及び書込みタイミングのばらつきがあると、読取り及び書込みチャンネルに更なる負荷がかかり、スキュー角が増大すると、ビット誤り率が悪化する。これらの問題は、図 4 A、4 B、4 C、5 に関連して以下に説明する態様において克服される。

#### 【 0 0 2 4 】

図 4 A は、パターン記録メディア 4 0 0 を示す。パターン記録メディア 4 0 0 は、メディア・スピンドル 4 9 6 の周りでスピンする。パターン記録メディア 4 0 0 は、うずまきトラック（図 8）又は同心トラック（図 7）を備えることができる。ボイス・コイル・モータ（図 4 A には図示せず）が、読取り／書込みヘッドをパターン記録メディア 4 0 0 上に位置決めするように、ボイス・コイル・モータ回転軸 4 9 8 の周りで回転する。パターン記録メディア 4 0 0 は、メディア・ディスクの中間半径付近にトラック 4 0 2 を備え、そこでは、書込み磁界形状 4 0 4 及び読取り部表面形状 4 0 6 が、スピン運動軸 4 0 8 にほぼ垂直に位置合わせされる。スピン運動軸 4 0 8 は、図示のように、トラック軸に接して位置合わせされる。パターン記録メディア 4 0 0 は、トラック 4 0 2 内に、記録アイランド 4 6 0、4 6 2、4 6 4、4 6 6 を備え、それらは、異なる半径 4 1 8、4 1 9 のところに交互に配置される。ゼロ・スキュー角にあるトラック 4 0 2 では、連続するアイランド間の円周方向間隔が、実質的に固定される。

#### 【 0 0 2 5 】

パターン記録メディア 4 0 0 は、メディア・ディスクの内側半径付近にトラック 4 3 2 を備え、そこでは、書込み磁界形状 4 3 4 及び読取り部表面形状 4 3 6 が、スピン運動軸 4 3 8 に垂直に位置合わせされない。スピン運動軸 4 3 8 は、図示のように、トラック軸に接して位置合わせされる。パターン記録メディア 4 0 0 は、トラック 4 3 2 内に、複数の記録アイランド 4 7 0、4 7 2、4 7 4、4 7 6、4 7 8 を備え、それらは、異なる半径 4 4 8、4 4 9 上に位置する。アイランド 4 7 2、4 7 4 間の円周方向間隔 4 9 2（太線）は、アイランド 4 7 4、4 7 6 間の円周方向間隔 4 9 0（太線）とは実質的に異なる。

#### 【 0 0 2 6 】

円周方向間隔は、（スキュー角がゼロであり、円周方向間隔が固定されている）トラック 4 0 2 と、（スキュー角が大きく、円周方向間隔 4 9 0、4 9 2 が大幅に異なる）トラック 4 3 2 との間で変化する。円周方向間隔は、スキュー角の関数として変化する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 7 】

スキュー関数は、複数の記録メディア・アイランドからなるグループにアクセスするヘッドのスキュー角の変化を補償する。アイランドの各グループの位置合せは、アイランドのグループと読取り／書込みパターンとの固定のタイミング関係を維持するように補償される。補償は、中間径において最小であり、トラックごとに、そのトラックが中間径からどれだけ遠く離れているかに応じて、より大きな補償量に増大する。

## 【 0 0 2 8 】

アイランドを千鳥配置すると、読取り／書込みヘッドが、図 4 A に示す中間径のところでのみ、ほぼ等しく離隔された時間間隔で、千鳥状アイランド 4 6 0、4 6 2、4 6 4、4 6 6 に対してデータを書き込み、且つ読み取ることが可能になる。中間径のところではスキュー角がほぼゼロなので、アイランド 4 6 0、4 6 2、4 6 4、4 6 6 の千鳥配置は、書込み部の後縁に対称に位置合わせされる。アイランド 4 6 0、4 6 2、4 6 4、4 6 6 からの読取り信号のタイミングは、図 4 B に示すように一様である。

10

## 【 0 0 2 9 】

アイランドを千鳥配置すると、読取り／書込みヘッドが、内径付近で、著しく非一様な距離間隔ではあるが、図 4 C に示すように、固定の離隔された時間間隔で、千鳥状アイランド 4 7 0、4 7 2、4 7 4、4 7 6 に対してデータを書き込み、且つ読み取ることが可能になる。スキュー角が内径付近でほぼ最大になるので、アイランド 4 7 0、4 7 2、4 7 4、4 7 6 の千鳥配置は、書込み部の後縁と非対称に位置合わせされる。アイランド 4 7 0、4 7 2、4 7 4、4 7 6 からの読取り信号のタイミングは、図 4 C に示すように一様である。

20

## 【 0 0 3 0 】

記録ヘッドが記録トラックの長さに沿って移動する際にヘッドが第 1 及び第 2 のアイランドに連続してアクセスするように、記録トラックの長さに沿った異なる第 1 及び第 2 の半径のところに、複数の第 1 及び第 2 のパターン・メディア・アイランドは交互に配置される。トラックの長さに沿った、連続する第 1 のアイランドと第 2 のアイランドとの間の間隔は、メディア・スピン軸からのトラック半径のスキュー関数として変化する。読取り出力のタイミングは、図 4 B、4 C のどちらにおいても、時間の面で一様である。スキュー角の関数としてアイランドを千鳥配置すると、読取り及び書込みタイミングのばらつきが回避され、スキュー角に実質的に無関係なように低いビット誤り率がもたらされる。「スキュー関数」という用語は、本願では、メディア・アイランドの円周方向位置を変化させる関数を意味し、変化する円周方向位置が連続してアクセスされるメディア・アイランド間の時間間隔のばらつきを低減する。スキュー関数は、スキュー角の変化を補償するように、メディア・アイランドの円周方向位置を調整する。

30

## 【 0 0 3 1 】

磁性アイランドが図 5 においては各トラック内で 3 つの異なる半径のところに配置されていることを除き、パターン・メディア 4 0 0 に類似する、パターン・メディア 5 0 0 を図 5 は示す。パターン・メディア 5 0 0 は、うずまきトラック（図 8）又は同心トラック（図 7）を備えることができる。ヘッドの読取り幅及び書込み幅は、3 つの異なる半径のところでアイランドに連続してアクセスするのに十分なほど広い。トラックの長さに沿った、連続する第 1、第 2 及び第 3 のアイランド間の間隔は、メディア・スピン軸 5 9 6 からのトラック半径のスキュー関数として変化する。読取り出力のタイミングは、時間の面で一様である。パターン・メディア 5 0 0 は、メディア・スピン軸 5 9 6 の周りでスピンする。ボイス・コイル・モータ（図 5 には図示せず）が、読取り／書込みヘッドをパターン・メディア 5 0 0 上に位置決めするように、ボイス・コイル・モータ回転軸 5 9 8 の周りで回転する。

40

## 【 0 0 3 2 】

スキュー角がほぼゼロになる中間径付近で、複数のパターン・メディア・アイランド 5 0 2、5 0 4、5 0 6、5 0 8、5 1 0、5 1 2 が第 1 の記録トラック 5 0 1 の長さに沿った第 1 の半径 5 1 4、第 2 の半径 5 1 6、及び第 3 の半径 5 1 8 のところに連続して

50

配置され、記録ヘッドが記録トラックの長さに沿って移動する際にヘッドがアイランド 502、504、506、508、510、512 に連続してアクセスする。トラック 501 上でスキュー角がほぼゼロなので、これらのアイランドは、固定の円周方向間隔で離隔される。例えば、アイランド 502、504 間の円周方向間隔は、アイランド 506 と 508 間の円周方向間隔と同じである。中間径のところでスキュー角がほぼゼロなので、中間径における円周方向間隔は、一様にすることができる。書込み磁界形状の後縁 503 が、中間径のところで、(軸 596 から広がる) スピン半径ライン 599 と実質的に平行である。メディア・アイランドを連続して読み取る、又は書き込むタイミングは、アイランド間に一様な円周方向時間間隔を有する。中間径のところでスキュー角はほぼゼロであり、中間アイランドの連続する読取り又は書込み間の時間間隔は、同様に一様である。

10

#### 【0033】

記録ヘッドが記録トラック 521 の長さに沿って移動する際にヘッドがアイランド 522、523、524、526、528、530、532 に連続してアクセスするように、スキュー角がほぼその最大になる内径付近で、複数のパターンド・メディア・アイランド 522、523、524、526、528、530、532 が第 2 の記録トラック 521 の長さに沿った第 1 の半径 540、第 2 の半径 542、及び第 3 の半径 544 のところに、連続して配置される。トラック 521 上でスキュー角がほぼ最大なので、これらのアイランドは、変化する円周方向間隔で離隔される。例えば、アイランド 522、523 間の円周方向間隔 594 は、アイランド 523 と 524 間の円周方向間隔 592 と同じである。しかし、アイランド 524、526 間の円周方向間隔 590 は、間隔 592、594 とは異なる。

20

#### 【0034】

内径のところでスキュー角がほぼ最大になるので、内径(及び外径)における円周方向間隔は、一様にすることができない。内径のところで、書込み磁界形状の後縁 546 が、スピン半径ライン 597 に対して実質的にスキュー又は斜めにされる。しかし、メディア・アイランドを連続して読み取る、又は書き込むタイミングは、アイランド間に一様な時間間隔を有する。変化する円周方向間隔により、トラック 521 上に一様なタイミング間隔をもたらすように、スキューが補償される。トラックの長さに沿った、連続する第 1、第 2、及び第 3 のアイランド間の間隔は、メディア・スピン軸からのトラック半径のスキュー関数として変化する。読取り出力のタイミングは、時間の面で一様である。

30

#### 【0035】

図 6 は、スキュー関数によって調整されていないビット・パターンド・メディアの場合の、スキュー角の関数としてのビット誤り率(BER)のグラフを示す。図 6 から分かるように、(図 6 において丸で表される)ビット誤り率は、ゼロ・スキュー角における最小値から、スキュー角の絶対値が増大するにつれてますます増大する誤り率は増大する。スキュー角の増大に伴ってますます悪化するビット誤り率のパターンは、スキュー関数に従って間隔が変化する、説明したビット・パターンド・メディアを使用することにより回避される。間隔がスキュー関数によって調整されたビット・パターンド・メディアの場合のビット誤り率は、ほぼ平坦である(図 6 において点線で表されている)。

40

#### 【0036】

図 7 は、同心トラック 702、704、706 など、複数の同心トラックを含む、メディア・ディスク 700 を示す。

#### 【0037】

図 8 は、うずまきトラック 802 を含むメディア・ディスク 800 を示す。

#### 【0038】

トラック内の異なる半径のところのアイランドを、スキュー角の絶対値が増大するにつれてそれらの半径がますます互いにより近くなるように、トラックに対して直角に移動させることもできる。例えば、連続するアイランドがトラック軸に対して 45 度の角度の軸にほぼ沿って配列された、2 トラック千鳥配置モードの場合、下方のトラック方向への相対位置移動量は、約  $L = l_0 \sin(\quad)$  であり、相対クロス・トラック縮小(cro

50



ss track contraction)は、約  $W = l_0 (1 - \cos^2(\theta))$  である。ただし  $l_0$  は、標準ピッチのアイランド・サイズであり、これはゼロ・スキューにおけるアイランド間隔の約  $1/\sqrt{2}$  であり、 $\theta$  はスキュー角である。

#### 【0039】

一態様によれば、アイランドの1つが、記憶メディアの単一粒子(single grain)を備える。別の態様によれば、記録メディアが、CoPt、CoPtB、FePt、CoPtP、又は他の適切な磁気メディア材料を含む。更に別の態様によれば、アイランドが、25ナノメートル以下の主径を有する。更に別の態様によれば、アイランド間の間隔を埋める非磁性材料が、 $Al_2O_3$ 、SiO、SiN、 $HfO_2$ 、 $WO_x$ 、NbO、C、又は他の適切な非磁性材料を含んでよい。更に別の態様によれば、アイランド間の分離(すなわち非磁性材料の幅)が、1~30ナノメートルの範囲でよい。更に別の態様によれば、隣接するアイランド間の中心間距離が、10~50ナノメートルの範囲内でよい。

10

#### 【0040】

一態様では、パターン記録メディアが磁気記録メディアを備える。別の態様では、パターン記録メディアが光メディアを備える。更に別の態様では、パターン記録メディアが光磁気メディアを備える。これらの各態様では、トラックの長さに沿った、連続する第1のアイランドと第2のアイランドとの間の間隔が、トラック半径のスキュー関数として変化する。

#### 【0041】

20

以上、本発明のさまざまな態様の多数の特性及び利点を、本発明のさまざまな態様の構造及び機能の詳細と共に、先の説明において述べてきたが、本開示は例示的なものにすぎず、本発明の原理内で、添付の特許請求の範囲がそれを用いて表現された用語のもつ、幅広い一般的な意味によって示される全範囲まで、特に各部分の構造及び配列の事柄に詳細に変更を加えることができることを理解されたい。例えば、特定の要素は、本発明の範囲及び精神から逸脱することなく、実質的に同じ機能性を維持しながら、パターンメディア・システムの特定の適用分野に応じて異なってもよい。更に、本明細書で述べた好ましい態様は、回転パターンを備えたディスク・ドライブ・システムを対象としているが、本発明の教示は、本発明の範囲及び精神から逸脱することなく、スキューがビット誤り率に影響を及ぼす他のディスク走査パターンに適用できることが、当業者には理解されよう。それらの態様は、デカルト座標系に対してスキューするヘッド又はプローブを用いて、デカルト座標系方向に向けられたメディア・パターンの場合に、有用である。

30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0042】

【図1】ディスク・ドライブの等角図である。

【図2】千鳥配置モード垂直記録メディアで使用する、一例示的読取り/書込みヘッドを示す図である。

【図3A】読取りヘッドのスキュー角が図3Bとは異なる場合の、読取り信号のタイミングを示す図である。

【図3B】読取りヘッドのスキュー角が図3Aとは異なる場合の、読取り信号のタイミングを示す図である。

40

【図4A】アイランドの円周方向間隔がスキュー関数に従って調整された、パターン記録メディアを示す図である。

【図4B】図4Aのメディアに関する、読取り信号のタイミングを示す図である。

【図4C】図4Aのメディアに関する、読取り信号のタイミングを示す図である。

【図5】磁性アイランドが各トラック内で3つの異なる半径のところに配置された、図4Aのパターンメディアと類似のパターンメディアを示す図である。

【図6】アイランドのパターンがスキュー関数に従って調整されていないメディアの場合の、スキュー角の関数としてのビット誤り率(BER)のグラフである。

【図7】同心トラックを含むメディア・ディスクを示す図である。

50

【図 8】うずまきトラックを含むメディア・ディスクを示す図である。

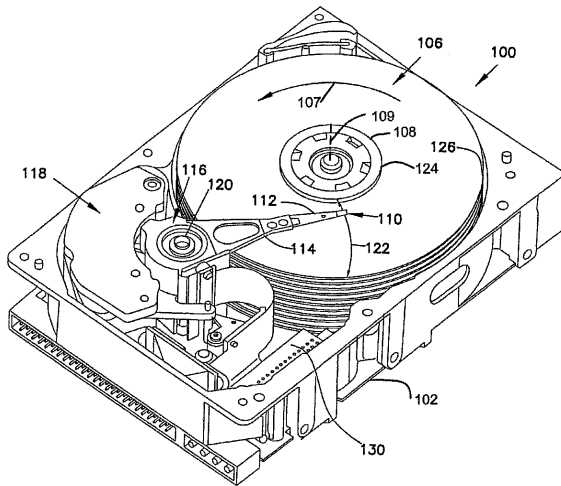
【符号の説明】

【 0 0 4 3 】

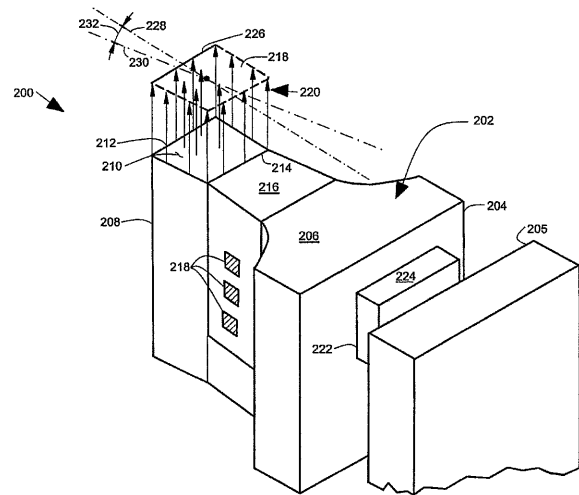
1 0 0	ディスク・ドライブ	
1 0 6	ディスク・パック	
1 0 9	中心（スピン）軸	
1 1 0	ディスク・ヘッド・スライダ、ヘッド	
1 1 6	アクチュエータ	
1 1 8	ボイス・コイル・モータ	
1 2 0	旋回軸	10
1 2 4	ディスク内径	
1 2 6	ディスク外径	
2 0 0	読取り／書込みヘッド	
2 0 2	エア・ベアリング面、エア・ベアリング層	
2 0 4	シールド	
2 0 5	シールド	
2 0 6	シールド面	
2 0 8	書込み磁極	
2 1 0	書込み磁極面	
2 1 2	後縁	20
2 1 4	前縁	
2 1 8	書込みコイル、書込み磁界形状	
2 2 0	書込み磁界	
2 2 2	磁気抵抗読取り素子	
2 2 4	読取り素子面	
2 2 6	書込み幅	
2 2 8	長手方向書込み磁界軸	
2 3 0	スピン運動軸	
2 3 2	可変な鋭角、スキュー角	
4 0 0	パターン記録メディア	30
4 0 2	トラック	
4 0 4	書込み磁界形状	
4 0 6	読取り部表面形状	
4 0 8	スピン運動軸	
4 1 8	半径	
4 1 9	半径	
4 3 2	トラック	
4 3 4	書込み磁界形状	
4 3 6	読取り部表面形状	
4 3 8	スピン運動軸	40
4 4 8	半径	
4 4 9	半径	
4 6 0	記録アイランド、千鳥状アイランド	
4 6 2	記録アイランド、千鳥状アイランド	
4 6 4	記録アイランド、千鳥状アイランド	
4 6 6	記録アイランド、千鳥状アイランド	
4 7 0	記録アイランド、千鳥状アイランド	
4 7 2	記録アイランド、千鳥状アイランド	
4 7 4	記録アイランド、千鳥状アイランド	
4 7 6	記録アイランド、千鳥状アイランド	50

4 9 0	円周方向間隔	
4 9 2	円周方向間隔	
4 9 6	メディア・スピン軸	
5 0 0	パターンド・メディア、パターンド記録メディア	
5 0 1	第 1 の記録トラック	
5 0 2	パターンド・メディア・アイランド	
5 0 3	後縁	
5 0 4	パターンド・メディア・アイランド	
5 0 6	パターンド・メディア・アイランド	
5 0 8	パターンド・メディア・アイランド	10
5 1 0	パターンド・メディア・アイランド	
5 1 2	パターンド・メディア・アイランド	
5 1 4	第 1 の半径	
5 1 6	第 2 の半径	
5 1 8	第 3 の半径	
5 2 1	第 2 の記録トラック	
5 2 2	パターンド・メディア・アイランド	
5 2 3	パターンド・メディア・アイランド	
5 2 4	パターンド・メディア・アイランド	
5 2 6	パターンド・メディア・アイランド	20
5 2 8	パターンド・メディア・アイランド	
5 3 0	パターンド・メディア・アイランド	
5 3 2	パターンド・メディア・アイランド	
5 4 0	第 1 の半径	
5 4 2	第 2 の半径	
5 4 4	第 3 の半径	
5 4 6	後縁	
5 9 0	円周方向間隔	
5 9 2	円周方向間隔	
5 9 4	円周方向間隔	30
5 9 6	メディア・スピン軸	
5 9 7	スピン半径ライン	
5 9 8	ボイス・コイル・モータ回転軸	
5 9 9	スピン半径ライン	
7 0 0	メディア・ディスク	
8 0 0	メディア・ディスク	

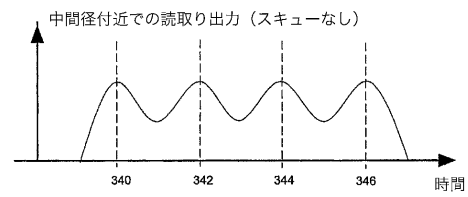
【図 1】



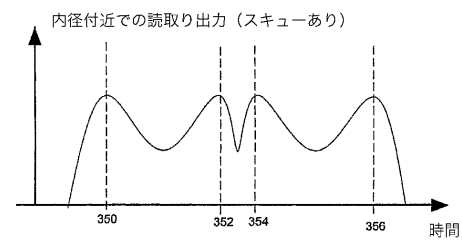
【図 2】



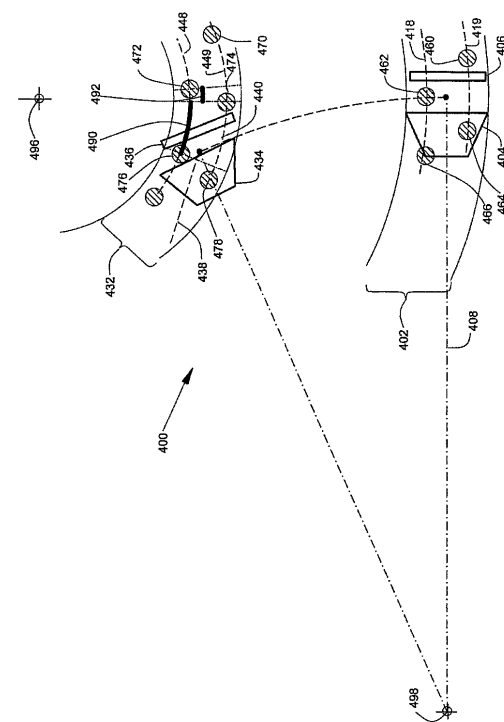
【図 3 A】



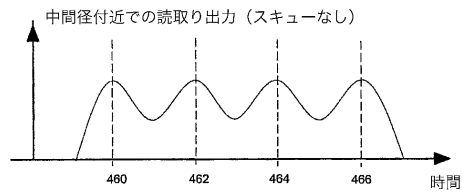
【図 3 B】



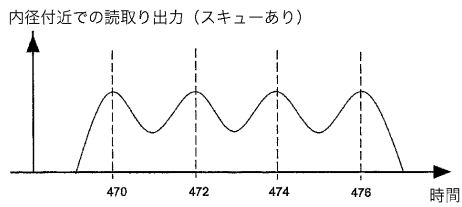
【図 4 A】



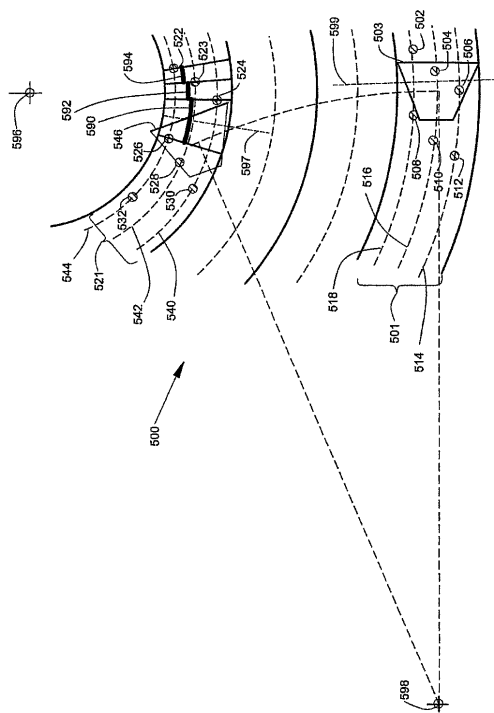
【図 4 B】



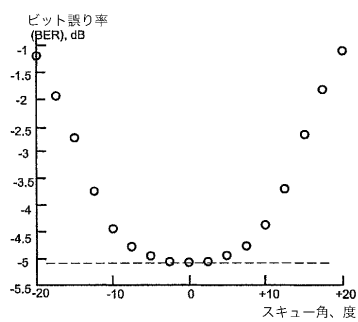
【図 4 C】



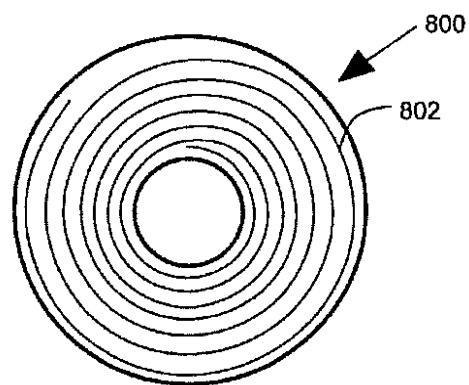
【図 5】



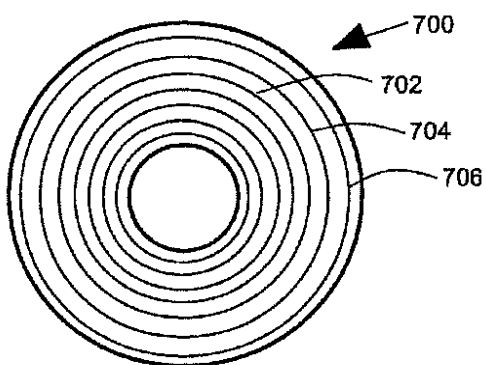
【図 6】



【図 8】



【図 7】



## フロントページの続き

- (74)代理人 100111246  
弁理士 荒川 伸夫
- (74)代理人 100124523  
弁理士 佐々木 真人
- (74)代理人 110000855  
特許業務法人浅村特許事務所
- (74)代理人 100066692  
弁理士 浅村 皓
- (74)代理人 100072040  
弁理士 浅村 肇
- (74)代理人 100087217  
弁理士 吉田 裕
- (74)代理人 100072822  
弁理士 森 徹
- (74)代理人 100123180  
弁理士 白江 克則
- (74)代理人 100089897  
弁理士 田中 正
- (74)代理人 100137475  
弁理士 金井 建
- (72)発明者 カイチョン ガオ  
アメリカ合衆国、ミネソタ、イーデンブレイリー、 ジャスパー レイン 1 2 3 5 0
- (72)発明者 オーレ ジー・ハイノネン  
アメリカ合衆国、ミネソタ、イーデンブレイリー、 パーク テラス ドライブ 1 5 8 2 4
- (72)発明者 レネ ヨハネス マリナス ヴァン デ ヴェールドンク  
アメリカ合衆国、ペンシルヴァニア、ウェックスフォード、 タングルウッド ドライブ 1 0 4

審査官 岩井 健二

- (56)参考文献 特開2008-016072(JP,A)  
特開2006-073137(JP,A)  
特開平08-045189(JP,A)  
特開平05-054302(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G11B 5/62 - 5/858