

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-362734

(P2004-362734A)

(43) 公開日 平成16年12月24日(2004.12.24)

(51) Int.C1.<sup>7</sup>

F 1

テーマコード(参考)

**G 11 B 5/82**

G 11 B 5/82

5 D 006

**G 11 B 5/73**

G 11 B 5/73

5 D 076

**G 11 B 21/12**

G 11 B 21/12

J

審査請求 未請求 請求項の数 63 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2004-63202 (P2004-63202)
(22) 出願日	平成16年3月5日(2004.3.5)
(31) 優先権主張番号	10/382,635
(32) 優先日	平成15年3月5日(2003.3.5)
(33) 優先権主張国	米国(US)
(31) 優先権主張番号	10/701,059
(32) 優先日	平成15年11月3日(2003.11.3)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(71) 出願人	500430198 コマーブ・インコーポレーテッド アメリカ合衆国・95131・カリフォルニア州・サンホゼ・オートメーションパークウェイ・1710
(74) 代理人	100064621 弁理士 山川 政樹
(72) 発明者	ショウジ・スズキ アメリカ合衆国・95132・カリフォルニア州・サンノゼ・アグアビスタ・ドライブ・2850
(72) 発明者	ヘンリイ・エス・ニシヒラ アメリカ合衆国・95126・カリフォルニア州・サンノゼ・ウエスト・ヘディングストリート・1262

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】遷移ゾーンを有する磁気記録ディスク

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 ヘッドがディスクにくっつかないようにする

。

【解決手段】 遷移ゾーンを有する磁気記録ディスクを有するディスク・ドライブが開示される。ヘッドがパーキングのためにランディング・ゾーンに遷移している間、遷移ゾーンの表面テクスチャによって、ヘッドはデータ・ゾーン上方で動作する場合よりも高い高さで浮揚するようにされる。

【選択図】 図1A

10 ランディング・ゾーン  
20 セーフ・ゾーン  
40 データ・ゾーン

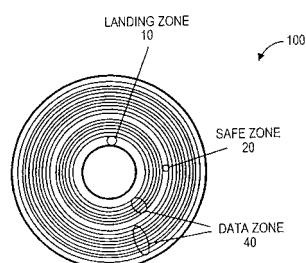


FIG. 1A

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ディスク上でヘッドを動作させる方法であって、  
読み出し動作と書き込み動作のうち少なくとも一方の間に、データ・ゾーン表面に対するディスクのデータ・ゾーン上方で第1の高さでヘッドを動作させるステップと、  
データ・ゾーン表面に対する第2の高さでヘッドをパーキングさせるステップと、  
ヘッドのパーキングへの遷移中にディスクの遷移ゾーン上方で、前記第1の高さより高い、データ・ゾーン表面に対する第3の高さでヘッドを動作させるステップと  
を含む方法。

**【請求項 2】**

前記第3の高さは前記第2の高さと少なくとも同じである請求項1に記載の方法。 10

**【請求項 3】**

データ・ゾーン上方を第1の高さ範囲でヘッドを動作させるステップと、  
ディスクの遷移ゾーン上方を第3の高さ範囲でヘッドを動作させるステップと  
を含み、前記第3の高さ範囲の一部が前記第1の高さ範囲より高い請求項1に記載の方法  
。

**【請求項 4】**

前記第1の高さ範囲の下側は約ゼロである請求項3に記載の方法。

**【請求項 5】**

前記ヘッドがスライダに結合され、そのスライダがサスペンション・アームに結合されるとともに、ヘッドのパーキングはサスペンション・アームをランプにパーキングさせることを含む請求項1に記載の方法。 20

**【請求項 6】**

前記ランプはランディング・ゾーンの上方に配置される請求項5に記載の方法。

**【請求項 7】**

前記ヘッドはスライダに結合されるとともに、前記ヘッドのパーキングはランディング・ゾーン上に前記スライダをパーキングさせることを含む請求項1に記載の方法。

**【請求項 8】**

前記ランディング・ゾーンは接触開始 - 停止ゾーンであることを含む請求項7に記載の方法。 30

**【請求項 9】**

前記ランディング・ゾーンはある表面高さを有するレーザー・テクスチャ・バンプを含む請求項7に記載の方法。

**【請求項 10】**

前記第3の高さで前記ヘッドを動作させるステップは、前記接触開始 - 停止ゾーンでの前記レーザー・テクスチャ・バンプの表面高さをクリアすることを含む請求項9に記載の方法。

**【請求項 11】**

前記ヘッドはスライダに結合されるとともに、前記第3の高さで前記ヘッドを動作させるステップは、前記遷移ゾーンの表面形状を用いて前記スライダと前記ディスクとの間の圧力を高めることを含む請求項1に記載の方法。 40

**【請求項 12】**

前記データ・ゾーンはディスクリート・トラック記録(DTR)パターン表面を含み、前記遷移ゾーンは前記DTRパターン表面に対して平坦な表面を有する請求項1に記載の方法。

**【請求項 13】**

前記平坦な表面はおおむね平滑である請求項12に記載の方法。

**【請求項 14】**

前記平坦な表面はテクスチャを有する請求項12に記載の方法。

**【請求項 15】**

10

20

30

40

50

前記遷移ゾーンの平坦な表面は、テクスチャ層上方の複数のディスク層の堆積により作製されたテクスチャを有する請求項12に記載の方法。

【請求項16】

前記テクスチャ層はテクスチャ基板である請求項15に記載の方法。

【請求項17】

前記テクスチャ層はテクスチャNIP層である請求項15に記載の方法。

【請求項18】

第1の浮揚高さは約ゼロである請求項1に記載の方法。

【請求項19】

前記第1の高さでヘッドを動作させるステップは前記データ・ゾーン上方で行われる請求項1に記載の方法。 10

【請求項20】

前記第3の高さでヘッドを動作させるステップは非データ・ゾーンおよび非ランディング・ゾーン上方で行われる請求項1に記載の方法。

【請求項21】

前記第3の高さは前記遷移ゾーンの表面トポロジを利用して生成される請求項1に記載の方法。

【請求項22】

前記表面トポロジはほぼ平滑である請求項21に記載の方法。

【請求項23】

前記ヘッドはスライダに結合されるとともに、前記スライダと前記接触開始・停止ゾーンとのステイクションを低減させるステップを更に含む請求項8に記載の方法。 20

【請求項24】

ディスクリート・トラック記録パターンを有し、データを記録するデータ・ゾーンと、複数のレーザー・テクスチャ・パンプを有するCSSゾーンと、

前記データ・ゾーンのディスクリート・トラック記録パターンに対して平坦な表面を有する遷移ゾーンと

を備える磁気記録ディスク。

【請求項25】

前記データ・ゾーンはディスクリート・ビット記録パターンを備える請求項24に記載の磁気記録ディスク。 30

【請求項26】

前記平坦な表面すなわち前記遷移ゾーンは、CSSゾーンの複数のレーザー・テクスチャ・パンプに対しておおむね平滑である請求項24に記載の磁気記録ディスク。

【請求項27】

前記平坦な表面はテクスチャを有する請求項24に記載の磁気記録ディスク。

【請求項28】

前記遷移ゾーンの平坦な表面は、テクスチャ層上方の複数のディスク層の堆積により作製されたテクスチャを有する請求項24に記載の磁気記録ディスク。

【請求項29】

前記テクスチャ層はテクスチャ基板である請求項28に記載の磁気記録ディスク。 40

【請求項30】

前記テクスチャ層はテクスチャNIP層である請求項29に記載の磁気記録ディスク。

【請求項31】

データを記録する第1ゾーンと、

該第1ゾーンに隣接していて、ヘッドが前記第1ゾーン上方で動作される際に、ヘッドの浮揚高さを高める表面を有する第2ゾーンと、

該第2ゾーンに隣接していて、上記ヘッドがその上にパーキングされる第3ゾーンとを備える磁気記録ディスク。

【請求項32】

50

前記第3ゾーンは接触開始・停止ゾーンである請求項31に記載の磁気記録ディスク。

【請求項33】

前記第3ゾーンはロード・アンロード・ゾーンである請求項31に記載の磁気記録ディスク。

【請求項34】

前記第1ゾーンはディスクリート・トラック記録(DTR)パターンを備える請求項31に記載の磁気記録ディスク。

【請求項35】

前記第2ゾーンは前記第1ゾーンのDTRパターン表面に対して平坦な表面を有する請求項34に記載の磁気記録ディスク。 10

【請求項36】

前記第2ゾーンの平坦な表面はおむね平滑である請求項35に記載の磁気記録ディスク。

【請求項37】

前記平坦な表面はテクスチャを有する請求項35に記載の磁気記録ディスク。

【請求項38】

前記平坦な表面、すなわち前記遷移ゾーンは、テクスチャ層上方の複数のディスク層の堆積により作製されたテクスチャを有する請求項35に記載の磁気記録ディスク。

【請求項39】

前記テクスチャ層はテクスチャ基板である請求項38に記載の磁気記録ディスク。 20

【請求項40】

前記テクスチャ層はテクスチャNIP層である請求項38に記載の磁気記録ディスク。

【請求項41】

データを記録する第1ゾーンと、  
該第1ゾーンに隣接していて、ヘッドが前記第1ゾーン上方で動作される際に、ヘッドの浮揚高さを高める表面を備える第2ゾーンと、  
該第2ゾーンに隣接していて、上記ヘッドがパーキングされる第3ゾーンとを備える磁気記録ディスク。

【請求項42】

ホール効果ヘッドまたは磁気抵抗読み取り素子を有するヘッドを備えるスライダおよび、 30  
磁気記録ディスクであって、  
データを記録する第1ゾーンと、  
該第1ゾーンに隣接していて、スライダが前記第1ゾーン上方で動作されているときよりも、スライダの浮揚高さを高める表面を有する第2ゾーンと、  
該第2ゾーンに隣接していて、上記スライダがパーキングされる第3ゾーンとを備える磁気記録ディスク  
を備えるディスク・ドライブ。

【請求項43】

前記第3ゾーンは接触開始・停止ゾーンである請求項42に記載のディスク・ドライブ。 40

【請求項44】

前記第3ゾーンがロード/アンロード・ゾーンであるとともに、前記スライダがサスペンション・アームに連結され、該サスペンション・アームは前記スライダがランプ上にある場合に前記スライダを前記ロード/アンロード・ゾーンにパーキングするように構成されている請求項42に記載のディスク・ドライブ。

【請求項45】

前記第1ゾーンがディスクリート・トラック記録パターンを備える請求項42に記載のディスク・ドライブ。

【請求項46】

前記第2ゾーンは前記第1ゾーンのディスクリート・トラック記録パターンに対して平 50

平坦な表面を有する請求項 4 5 に記載のディスク・ドライブ。

【請求項 4 7】

前記第 3 ゾーンは C S S ゾーンである請求項 4 3 に記載のディスク・ドライブ。

【請求項 4 8】

前記 C S S ゾーンは複数のレーザー誘発バンプを有する請求項 4 7 に記載のディスク・ドライブ。

【請求項 4 9】

前記第 2 ゾーンの前記平坦な表面は、前記 C S S ゾーンの複数のレーザー・テクスチャ・バンプに対してほぼ平滑である請求項 4 8 に記載のディスク・ドライブ。

【請求項 5 0】

前記平坦な表面はテクスチャを有する請求項 4 8 に記載のディスク・ドライブ。

【請求項 5 1】

前記第 2 ゾーンの平坦な表面は、テクスチャ層上方の複数のディスク層の堆積により作製されたテクスチャを有する請求項 4 6 に記載のディスク・ドライブ。

【請求項 5 2】

前記テクスチャ層はテクスチャ基板である請求項 5 1 に記載のディスク・ドライブ。

【請求項 5 3】

前記テクスチャ層はテクスチャ N i P 層である請求項 5 1 に記載のディスク・ドライブ。

【請求項 5 4】

前記スライダは該スライダと前記第 3 ゾーンとのステイクションを低減させるための少なくとも 1 つの突起を備える請求項 4 2 に記載のディスク・ドライブ。

【請求項 5 5】

前記スライダは更に、第 1 の幅を有するボディと、第 2 の幅を有するエア・ベアリングとを備え、前記第 2 ゾーンは前記エア・ベアリングの前記第 2 の幅よりも広く、前記スライダ・ボディの前記第 1 の幅よりも狭い第 3 の幅を有する請求項 4 2 に記載のディスク・ドライブ。

【請求項 5 6】

前記ヘッドは巨大磁気抵抗読取り素子を有する請求項 4 2 に記載のディスク・ドライブ。

【請求項 5 7】

ホール効果ヘッドまたは磁気抵抗読取り素子を有するヘッドを備えたスライダと、ランプと、

磁気記録ディスクとを備え、前記ランプは前記磁気記録ディスクの第 1 部分の上方に配置されるとともに、前記磁気記録ディスクは、

ディスクリート・トラック記録パターンを有するデータ・ゾーンと、

該データ・ゾーンに隣接するロード / アンロード・ゾーンとを備え、該ロード / アンロード・ゾーンは、ランプの下方にある第 1 部分と、ランプを越えて延びている第 2 部分とを含み、前記ロード / アンロード・ゾーンの前記第 2 部分は、前記スライダの浮揚高さを、そのスライダの前記データ・ゾーン上方での動作時よりも高くする表面を有するロード / アンロード・ディスク・ドライブ。

【請求項 5 8】

前記ロード / アンロード・ゾーンの前記第 2 部分は前記データ・ゾーンのディスクリート・トラック記録パターンに対して平坦な表面を有する請求項 5 7 に記載のロード / アンロード・ディスク・ドライブ。

【請求項 5 9】

前記ロード / アンロード・ゾーンの前記平坦な表面はほぼ平滑である請求項 5 8 に記載のロード / アンロード・ディスク・ドライブ。

【請求項 6 0】

前記平坦な表面はテクスチャを有する請求項 5 8 に記載のロード / アンロード・ディス

10

20

30

40

50

ク・ドライブ。

【請求項 6 1】

前記ロード／アンロード・ゾーンの前記平坦な表面はテクスチャ層上方の前記磁気記録ディスクの複数の層の堆積によって作製されたテクスチャを有する請求項 5 8 に記載のロード／アンロード・ディスク・ドライブ。

【請求項 6 2】

前記テクスチャ層はテクスチャ基板である請求項 6 1 に記載のロード／アンロード・ディスク・ドライブ。

【請求項 6 3】

前記テクスチャ層はテクスチャNIP層である請求項 6 1 に記載のロード／アンロード 10 ·ディスク・ドライブ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明の実施形態はディスク・ドライブの分野に関し、特にディスク・ドライブ・システムで使用されるディスクに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

(関連出願の相互参照)

本出願は参照により本明細書に組み込まれている、2003年3月5日出願の第10/200382,635号の部分継続出願である。

【0 0 0 3】

ハード・ディスク記録システムの分野では、磁気記録ディスクの面積密度（表面積単位当たりに記憶されるビット数）を高めるために継続的な改良がなされてきた。よく知られているように、例えば読み取り／書き込みヘッドの浮揚高さを低くすると、より高い記録密度を可能にするPW50（読み取りヘッドの出力振幅が絶縁された遷移に応答してピーク値の50%であるパルス幅）が生ずる。これまでヘッドをメディアにより近付けることが、記録密度を高める努力の鍵になる領域であった。

【0 0 0 4】

浮揚ヘッドを使用した現在のディスク・ドライブ・システムでは、ヘッドの読み取り／書き込み動作中に接触しないように、スライダとディスクとの間に空気の防護膜がある。読み取り／書き込みヘッド素子は一般的にはディスクの上方を浮揚する、「スライダ」と呼ばれているより大きいボディの一部であるか、またはこれに連結されている。スライダはエア・ベアリング面（ABS）と呼ばれる下面を有している。ABSは一般に正の空気圧を発生させる。加えて、正圧にある程度まで平衡する準周囲圧を発生させる空洞、またはこれに類する構造を備えている場合がよくある。スライダのボディはこれをディスク方向にバイアスさせるヘッド・ジンバル・アセンブリを介してサスペンションに取付けられている。ABSとサスペンションの実質効果は、ディスクのフルスピード時にスライダとそれに連結されたヘッドを所望の高さに浮揚させることである。また、この実質効果は、接触開始 - 停止（CSS）ディスク・ドライブ・システムでは、ディスクが静止状態にある時、スライダをディスク表面に接触させる。スライダとディスクとのこの接触は、ドライブがオン・オフに切り替えられる際にCSSゾーンとして知られているエリアで生ずる。ロード／アンロード・ディスク・ドライブ・システムと呼ばれる別の種類のディスク・ドライブ・システムは、ドライブがオフにされるとスライダ（特にスライダが固定されるサスペンション・アーム）をディスク面ではなくランプ上にパーキングさせる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 5】

双方の種類のディスク・ドライブ・システムとも、動作時間中のかなりの期間にわたってディスクが命令を待機して回転している間、ヘッドはアイドル状態にあり、データ領域 50

上で浮揚している。記録密度を高めようとする努力において、読み取り／書き込みヘッドの浮揚高さを低くすると、ドライブ動作中にディスクと断続的に接触する頻度と可能性が高まる。このような断続的な接触によって、ヘッドは不安定に浮揚し、データの再読み取りにエラーが生ずる。最悪のシナリオの場合、衝突の衝撃が激しすぎてヘッドの破壊が生じ、ヘッドおよび／またはディスクが損傷することがある。ドライブの通常動作中にディスクは極めて高速で回転するので、ヘッドがディスクに不都合に接触しないようにすることが重要な課題である。

#### 【0006】

面積密度を高めることの必要性がますます高まることで、ヘッドが動作時にディスクと直に接触する接触式、または準接触式の磁気ヘッド技術を利用するディスク・ドライブ・システムのある種の高度な設計へと駆り立てられている。このヘッド技術を利用する際の問題点の1つは、潤滑油が徐々に移動し、またディスク面の保護カーボン被覆が場合によって磨耗することで、ヘッドの継続的な磨耗によりディスク面が劣化することである。場合によってはこのような磨耗により、壊滅的な故障とデータの損失が生ずる。接触式、または準接触式ヘッド技術の別の問題点は、急変する温度（例えばヘッドとディスクとの摩擦による瞬間的な超高温）によるヘッドの劣化であり、それによって、磁気ピット層フィールドの切換えにより磁気ヘッド・トランステューサの感度を役立たないようにする場合があることである。その上、ヘッドと磁気ディスクとの境界面が粒子とガス放出の双方に、より敏感になり、過酷な熱、または浮揚高さが高いことによる読み取りまたは書き込みエラーのリスクが高まる。

#### 【0007】

更に、データ・ゾーンでのヘッドの浮揚高さを低くするとロード／アンロード動作中にスライダが不慮にランディング・ゾーン形状（例えばCSSゾーンのレーザー・パンプ）またはディスク表面に接触する可能性が高まる。例えば、従来のCSSドライブの場合、CSSゾーンのレーザー・パンプの高さはパーキング中にレーザー・パンプと接触することを避けるために、データ上方のヘッドの浮揚高さよりも低い。しかし、パンプ高さをスライダの浮揚高さよりも低くしない限り、浮揚高さを低くするほど、スライダがパンプの側面と接触することを避けるのは困難になる。しかし、パンプ高さを低くすると、ステイクション量が多くなりすぎてスライダおよび／またはディスク表面に損傷が生ずる。加えて、パワーダウン中に、スライダの浮揚高さを支持するエア・ベアリングが妨害され、場合によっては、スライダがデータ・ゾーンから離れてランディング・ゾーン形状上に遷移するとエア・ベアリングが消滅してしまい、不慮の接触の可能性が高まる。

#### 【0008】

米国特許第6,075,683号は、2つの浮揚高さ、すなわち1つは書き込み／読み取り動作のため、第2はアイドリング動作のための浮揚高さを有するスライダを有するディスク・ドライブを開示している。第2の浮揚高さでのアイドリング動作はランディング・ゾーンの表面に窪みをパターン形成することにより、このゾーン（アイドリング・ゾーンとも呼ばれる）の上方で行われる。米国特許第6,075,683号はパーキング中にスライダがランディング・ゾーンで不慮に接触する問題を克服するものではない。

#### 【0009】

その他の従来のディスク・ドライブ・システムは、データ・ゾーンとCSSゾーンとの間に遷移ゾーンを含めることによって、スライダがデータ・ゾーンからCSSゾーンに遷移する際に、ディスク面が局所的に突然変化することに起因する悪影響を緩和しようとしている。例えば、米国特許第6,020,045号は高さと直径がデータ・ゾーンからCSSゾーンへと次第に大きくなるレーザー・テクスチャ突起を表面に有する遷移ゾーンを開示している。このような遷移ゾーンの問題点の1つは、このような遷移ゾーンはスライダの浮揚安定性を高めるものの、パーキング中にスライダがCSSゾーン・テクスチャと不慮に接触するという生來の問題を克服するものではないことである。むしろ、スライダは遷移ゾーンおよび／またはCSSゾーンのいずれかで突起と不慮に接触することがある。同様に米国特許第6,139,936号は、パーキング中にスライダがCSSゾーン・

10

20

30

40

50

テクスチャと不慮に接触するという生来の問題を克服するものではない。

【特許文献1】米国特許第6,075,683号

【特許文献2】米国特許第6,020,045号

【特許文献3】米国特許第6,139,936号

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

本発明の実施形態は、本発明の実施形態を例証するために使用される以下の説明および添付の図面を参照することによって最も良く理解することができる。

【0011】

図1Aはセーフ・ゾーンを有するディスク・ドライブ・システムの磁気ディスクの一実施形態の平面図である。 10

【0012】

図1Bは遷移ゾーンを有するディスク・ドライブ・システムの磁気ディスクの一実施形態の平面図である。

【0013】

図2Aは磁気ディスクのパターン形成されたデータ・ゾーンとヘッドの一実施形態の断面透視図である。

【0014】

図2Bはパターン形成されたディスクの代替実施形態の断面透視図である。

【0015】

図3A、3B、3Cはデータ・ゾーン・テクスチャ・パターンの代替実施形態である。

【0016】

図4Aと4Bは磁気記録ディスクの異なるゾーン上方でのヘッドの浮揚高さの一実施形態の断面図である。

【0017】

図5は図4Aおよび4Bに関連してセーフ・ゾーン上方でヘッドを位置決めするプロセスの一実施形態である。

【0018】

図6A、6B、6C、6Dはセーフ・ゾーンのディスク面テクスチャの代替実施形態である。 30

【0019】

図7はディスク・ドライブ・システムの一実施形態である。

【0020】

図8はコンピュータ・システムの一実施形態である。

【0021】

図9はCSSゾーン・レーザー誘導バンプの一実施形態である。

【0022】

図10は磁気記録ディスクのデータ・ゾーン、遷移ゾーン、およびCSSゾーン上方で動作するヘッドの浮揚高さの断面図である。

【0023】

図11は図10のディスク・ゾーン上方でヘッドを動作させる方法の一実施形態である。

【0024】

図12はデータ・ゾーン、遷移ゾーン、およびランプ上方で動作するヘッドの浮揚高さの断面図である。

【0025】

図13は図12のディスク・ゾーン上方でヘッドを動作させる方法の一実施形態である。

【0026】

図14はロード／アンロード・ディスク・ドライブ・システムの一実施形態の平面図で 50

ある。

【0027】

図15はパッド化されたエア・ベアリング表面を有するスライダの一実施形態である。

【0028】

以下の説明で、本発明を十分に理解するための多くの特定の細部が開示される。しかし、本発明はこれらの特定の細部なしでも実施できることが分かる。他の例では、本発明を曖昧にしないために、公知の回路、構造、および技術は詳細には示していない。

【0029】

本明細書で用いられる用語の「上」、「下」および「間」とは、1つの層または部品の他の層または部品に対する相対位置のことである。したがって、他の層または部品の上または下に位置する1つの層または部品は他の層または部品と直に接触している場合と、1つまたは複数の介在層、または部品を有している場合がある。更に、層の間に堆積され、または配置された1つの層は、層と直に接触していてもよく、または1つまたは複数の介在層を有していてもよい。

【0030】

磁気ディスク・ドライブ・システムの信頼性を高めるための、磁気記録ディスク上のセーフ・ゾーンが開示される。磁気記録ディスク上のセーフ・ゾーンは、スライダに連結されたヘッドを、そのセーフ・ゾーンの上方で、ディスク・ドライブの動作時（例えば書き込みまたは読み取り動作）のヘッドの浮揚高さよりも高い距離だけ浮揚させる。ディスクの内径の近くやディスクの外径の近く、さらには外径の部分に1つまたは複数のセーフ・ゾーンを分散させてもよい。一実施形態では、磁気記録ディスクのセーフ・ゾーンにおいて、データ・ゾーンとランディング・ゾーンとの間を移動中のスライダに連結されたヘッドをより高い高さに浮揚させる。このように、セーフ・ゾーン上方のスライダの浮揚高さがより高いことによって、ランディング・ゾーンへの遷移中にヘッドがランディング・ゾーンの形状と不慮に接触する可能性が少なくなる。このような実施形態では、データ・ゾーンとランディング・ゾーンとの間のセーフ・ゾーンも遷移ゾーンと呼んでもよいであろう。セーフ／遷移ゾーンのディスク面の構造および／またはテクスチャと、ディスクのデータ・ゾーンの面構造および／またはテクスチャとを変えることによって、ヘッドをより高く浮揚させることができる。遷移／セーフ・ゾーンの上方でのヘッドの浮揚高さがより高いと、接触による磨耗が減り、ディスク・ドライブ・システムの機械的信頼性が高まる。

【0031】

図1Aはディスク・ドライブ・システムの磁気記録ディスクの一実施形態の平面図を示す。磁気記録ディスク（「ディスク」）100はランディング・ゾーン10と、セーフ・ゾーン20と、1つまたは複数のデータ・ゾーン40とを含んでいる。ランディング・ゾーン10はディスク100が回転していない時にスライダ（例えば図15のスライダ1600）を置くゾーンである。一実施形態では、ランディング・ゾーン10は、ディスクが回転していない時にスライダがディスクと接触するCSS式ディスクのCSSゾーンであり。ディスク100の記録容量を高めるために、CSSゾーン用にディスク100の内径（ID）領域を利用してもよい。あるいは、ランディング・ゾーン10用として外径領域のような他の領域を用いてもよい。一実施形態では、CSSゾーンは、スライダがランディング・ゾーン10から上昇したり、そこに着地したりする際にスティクションを軽減するテクスチャ・パターン（例えばレーザー誘発バンプ・テクスチャ）を有している。静摩擦またはスティクションはスライダがディスク面上で停止しているときに、ディスク面に対するスライダの動きに対する力のことである。

【0032】

図9はCSSゾーン・レーザー誘発バンプの一実施形態を示す。レーザー誘発バンプは900約0.02から1マイクロインチの範囲の高さ910を有する。あるいは、バンプ900はその他の高さのものでもよい。本発明はレーザー誘発バンプに限定されるものではないことを理解されたい。むしろ、代替実施形態では、この分野の専門家にはよく知られている他のテクスチャを使用してもよい。代替実施形態では、図15に関連して後述す

10

20

30

40

50

るよう、スティクションを更に減らすために、ディスク面との接触面として動作する、テクスチャのようなパッド、または小形状を含んでいてもよい。

#### 【0033】

あるいは、ランディング・ゾーン10は、ディスクが回転していない時に、スライダがディスク面ではなくランプへと遷移し、またはその上にパーキングするロード／アンロード式ディスク・ドライブ・システムで、ランプ（例えば図12のランプ1205）の下にある非接触エリアでもよい。しかし、説明されるように、ロード／アンロード・ドライブ・システムで使用される場合は、ディスク100は必ずしもランディング・ゾーン10を有する必要はないことを理解されたい。例えば一実施形態では、ランプの下にある非接触エリアは遷移ゾーン20の延長部でもよい。あるいは、ロード／アンロード・ドライブはランプを越えて延びる表面のような遷移ゾーン20を有するランディング・ゾーン10を利用してもよい。

#### 【0034】

一実施形態では、セーフ・ゾーン20は、更に後述するように、ヘッドがアイドリング状態の時、またはパーキングのためにランディング・ゾーン10に接近している時に、ヘッドを高く浮揚させる表面構造および／またはテクスチャを有する非データ・ゾーンであってもよい。セーフ・ゾーン20の表面テクスチャは後述するように、予定されたデータ・ゾーン40やランディング・ゾーン10の表面テクスチャとは異なるものでもよい。データ・ゾーン40は専門家にはよく知られている方法でデータを格納するために操作される磁性材料を含んでいる。一実施形態では、データ・ゾーン40は図2Aおよび2Bに関連して後述するDTRパターンを含んでいる。代わりに、セーフ・ゾーン20は非DTRパターンのディスクに使用するのに適している。セーフ・ゾーン20およびランディング・ゾーン10を非データ・ゾーンとして説明してきたが、非データ・ゾーンはヘッド位置を制御するためのサーボ信号を含んでいてもよいことを理解されたい。

#### 【0035】

図2Aは磁気ディスクのパターン形成されたデータ・ゾーンとヘッドの一実施形態の断面透視図を示す。ディスク100はテクスチャ化されている基板120と、基板120の上に配置された、以下の説明を明解にするため幾つかは省略されている複数の薄膜層とを含んでいる。基板120は例えばガラス基板、または金属／金属合金基板でよい。使用してもよいガラス基板には、例えばホウケイ酸ガラス、およびアルミニノケイ酸塩ガラスのようなガラスを含むシリカが含まれる。使用してもよい金属合金基板には、例えばアルミニウム・マグネシウム（Al Mg）基板が含まれる。代替実施形態では、ポリマーおよびセラミックを含む他の基板材料を使用してもよい。

#### 【0036】

ディスク・ドライブの動作中、ディスク100のデータ・ゾーン40上のデータの読み取りおよび書き込みは、この分野の専門家にはよく知られている様で、回転中のディスク100の上方でヘッド110を浮揚させることによって行われる。例えば、ディスク100に（例えばデータを格納するための）書き込み動作を行うため、ヘッド110はデータ・ゾーン40の書き込み可能なデータ・トラック上に配置される。ディスク100の磁気媒体の分極が変更されることによって、電子データが軸方向、もしくは垂直に格納される。一実施形態では、ヘッド110は磁気抵抗（MR）を有し、特に巨大磁気抵抗（GMR）読み取り素子および誘導性書き込み素子を有していてもよい。代替実施形態では、ヘッド110は例えば、読み取り動作と書き込み動作の双方のための共通の素子を有するホール効果ヘッド、または誘導性ヘッドでもよい。磁気記録ヘッドはこの分野では公知であり、したがって詳細には説明しない。

#### 【0037】

一実施形態では、ディスク100は例えばパターン層130のように形成されたディスクリート・トラック記録パターンを含んでいる。記録密度を高める方法の一つは、ディスクリート・トラック記録（DTR）と呼ばれるディスクリート・データ・トラックを形成するようにディスク面をパターン化することである。DTRディスクは一般に一連の同心

の、データを格納する（例えば丘、ランド、隆起などの）隆起エリアとサーボ情報を格納できる（例えば谷、谷間、溝などの）凹みエリアを有している。隆起エリアに不慮にデータが格納されることを防止し、または禁止するために、凹みエリア 160 が隆起エリア 170 を隔てている。凹みエリア 160 は記録ヘッド 110 および／または隆起エリア 170 に対してある深さ 165 を有している。一実施形態では、動作中にヘッド 110 の一部が凹みエリア 160 の上方にも広がるように、ヘッド 110 の幅 115 は隆起エリア 170 の幅 175 よりも広い。しかし、ヘッド 110 によって凹みエリア 160 の真下の磁気層 150 にデータが格納されることを防止するため、凹みエリア 160 はヘッド 110 から十分な距離 165 だけ隔てられている。隆起エリア 170 の真下の磁気層 150 にデータを書き込むことができるよう、隆起エリア 170 はヘッド 110 に十分近い。例えば一実施形態では、各隆起ゾーンの幅 175 は約 1250 オングストローム（ $\text{\AA}$ ）であり、各凹みゾーンの幅は隆起ゾーンの幅の約 1/3、すなわち約 400 である。他の実施形態では隆起ゾーンと凹みゾーンのピッチは約 200 ~ 2000 である。各凹みゾーンの深さ 165 は例えば約 400 でよい。上記の寸法は例であり、他の値でもよい。

#### 【0038】

個別的にスタンピングされたパターンは、パターン形成された層 130 へと型押しするか、またはその他の方法で形成され、磁気層 150 は型押し前、または型押し後にパターン層 130 上に配置される。パターン形成された記録媒体にデータが書き込まれると、隆起エリア 170 はデータ・トラックを構成する。サーボ（ヘッド位置決め）信号のような情報を凹みエリア 160 に格納してもよい。あるいは、サーボ信号をセクタ内にデータとインターリーブさせて隆起エリア 170 に格納してもよい。隆起エリア 170 と凹みエリア 160 とは一般に交互の同心円として形成されるが、（例えばらせんのような）他の構造も考えられる。したがって、凹みエリア 160 は隆起エリア 170（例えばデータ・トラック）を互いに隔離し、その結果、物理的にも磁気的にも規定されたデータ・トラックが生ずる。DTR パターンの形成はこの分野ではよく知られており、したがって詳細には説明しない。

#### 【0039】

図 2A に示した種類のものに加えて、さまざまな種類の分離したトラック・パターンを作成できることに留意されたい。例えば、代替実施形態では、分離したトラック・パターンは図 2B に示すように、データ・アイランドを含んでいてもよい。各データ・アイランド 190 はデータ・ブロック（例えば 1 ビットまたは多ビット）を保持し、凹みエリアにより互いに隔離され、分離したビット記録パターンを形成している。このような構造は読み取りヘッド 110 により検知されるノイズ量（例えばトラック間のノイズ、またはデータ・ブロック、またはビット間のノイズ）を低減できる。他の例では、凹みエリアと隆起エリアとは、ブロックを凹みエリアから分離する別の形状を有していてもよい。

#### 【0040】

更に、凹みエリア 160 には、凹みエリア 160 の壁を腐食から保護するために、部分的に潤滑油またはその他の物質を充填してもよい。このようにして、この分野の専門家にはよく知られているように、凹みエリア 160 の構造は、低圧分子を保持できる極めて小さい空洞を有しているので、潤滑油はより高い蒸気圧（例えばより低い分子量）を有することができる。そのメカニズムは「毛管凝縮」または「トムソン作用」として知られている。

#### 【0041】

DTR パターンは、このようなパターンなしのデータ・ゾーンに対して、スライダ（例えばヘッド 110 を有するスライダ 1600）をその表面のより近くに浮揚させる。一実施形態では、DTR パターン・データ・ゾーンの上方でのヘッド 110 の浮揚高さは例えば、およそ 0.05 から 1 マイクロインチの範囲であり、また、CSS ゾーン 10 内のレーザー・パンプ 900 の高さ 910 は例えばおよそ 0.02 から 1 マイクロインチの範囲である。このような実施形態では、データ・ゾーン 40 上方でのスライダ（例えばスライダ 1600、図 2A には図示せず）の浮揚高さは、（例えば図 10 に示すような）ランデ

10

20

30

40

50

イング・ゾーン 10 内のレーザー誘発バンプ、またはその他の構造の高さよりも低くてもよい。図 1B に示すように、データ・ゾーン 40 とランディング・ゾーン 10 との間の遷移ゾーン 20 を利用することで、パーキング動作中にスライダがランディング・ゾーン 10 の表面形状と不慮に接触する可能性が低くなる。スライダとランディング・ゾーン 10 のテクスチャ形状との不慮の接触によって、ディスク 100 の表面とスライダの損傷または磨耗、およびくずの発生を招くことがある。したがって、ディスク 100 上の遷移ゾーンの利用はスライダとディスクとの境界面の機械的信頼性を大幅に高める。

#### 【 0042 】

再び図 2A のディスク 100 を参照すると、複数の薄膜層（例えば磁気記録層 150）が基板 120 上に配置されている。一実施形態では、ディスク 100 はガラス基板、または金属 / 金属合金基板で製造できる。使用できるガラス基板には、例えばホウケイ酸ガラス、およびアルミノケイ酸塩ガラスのようなガラスを含むシリカが含まれる。使用してもよい金属合金基板には、例えば Al Mg 基板が含まれる。代替実施形態では、ポリマーおよびセラミックを含む他の基板材料を使用してもよい。

#### 【 0043 】

一実施形態では、1つまたは複数のゾーン（データ・ゾーン 40、ランディング・ゾーン 10、および / またはセーフ・ゾーン 20）のための1つまたは複数のテクスチャを基板 120 の表面（または例えばメッキされた NiP 層のような基板上に配置された層）の上に作製してもよい。特に、磁気薄膜層 150 内に所望の磁気配向を生成させるように、データ・ゾーン 40 の下の1つの層をテクスチャ化することができる。データ・ゾーン 40 の下層のテクスチャ化は、下にある下層内のクリスタリットの配向とサイズに影響を及ぼすことによって、磁気記録層 150 の磁気媒体の好適な円周配向 (circumferential orientation) を促進させることができ、その結果、それはテクスチャ層上の磁気層 150 工ピタキシ成長により磁気層 150 のクリスタリットの配向に影響を及ぼすことによって、磁気媒体の配向を誘発する。ディスク 100 上の磁気媒体の好適な円周配向は、磁気媒体から可能な最良の性能を得るために、最適な信号 - ノイズ比 (SNR) と分解能を達成するまでの助けになる。このようなテクスチャは上にある堆積層を通じて伝播し、図 3A ~ 3C の例で示されているように、ディスク 100 の最上層に現れる。前述したように、このようなテクスチャ化は必ずしもディスク 100 のデータ・ゾーン 40 に限定される必要はなく、ディスク 100 のランディング・ゾーン 10 および / または遷移ゾーン 20 に現れてもよい。

#### 【 0044 】

図 3A、3B、3C はテクスチャ・パターンの代替実施形態を示す。図 3A はロゼット・テクスチャ・パターンを有する磁気ディスクを示す。図 3B は円周テクスチャ・パターンを有する磁気ディスクを示す。図 3C はクロスハッチ・テクスチャ・パターンを有する磁気ディスクを示す。例えば、一実施形態では、図 3B に示された円周テクスチャ・パターンは基板 120 上の隆起ゾーンの表面に超微細な円周（またはほぼ円周）の溝、またはスクランチを有している。基板 120 は固定的な、または自由な研磨加工を用いて機械的にテクスチャ化できる。例えばクロスハッチ・テクスチャを作製するには、基板を動作中に回転するスピンドル・プラットフォームに固定する。ダイヤモンド・スラリで処理されたテープがテープ・ローラ上に取付けられ、基板に対して位置決めされる。機械はスピンドルを振動させるように構成されることによってテープ・ローラがテープを基板の表面に押付ける間に、基板を前後に移動させる。基板内の溝は基板表面を横切って移動される個々のダイヤモンド粒子の軌道によって作製される。その結果生ずる、軌道によって作製されたテクスチャ・パターンは、基板プラットフォームの振動周波数と基板プラットフォームの回転周波数の双方との関係によるものである。

#### 【 0045 】

ある周波数で、粒子の軌跡は連続的なディスクの回転中に再トレースされず、したがって、図 3C に示すように、織り交ざって基板上のクロスハッチ・テクスチャを形成する溝を作製する。あるいは、他の振動周波数と回転周波数とを用いてもよい。例えば、振動周

10

20

30

40

50

波数と回転周波数とが整合するか、（または例えば整数比を有するか）、またはプラットフォーム／テープが振動しない場合には、図3Bに示すように、テープ粒子の軌跡が基板上に（または前述のNiP層のような、上に堆積された層）円周のテクスチャ・パターンを生ずる。あるいは、型押しテクスチャ化またはレーザー・テクスチャ化のような他のテクスチャ化方法を用いてもよい。本発明はここに記載したテクスチャ・パターンに限定されるものではなく、通常の専門家にはよく知られている他のテクスチャ・パターンを用いてもよいことを理解されたい。

#### 【0046】

ディスク100がDTRパターンを有している場合は、前述のテクスチャ化は、DTRパターンに関連する高さの総変化ではなく、ほぼ水平な凹みエリア160と隆起エリア170の表面トポロジのことである。10

#### 【0047】

一実施形態では、（例えばCSSゾーンとして機能する）ランディング・ゾーン10の上面を（例えば前述の下層テクスチャ化を伴い、または伴わずに）テクスチャ化してスライダとディスク100の表面とのスティクションを減らしてもよい。CSS性能を高めるために、スライダとディスクとのスティクションを最小限にしなければならないことは理解されよう。CSSテクスチャ・パターンは、公知の技術を用いて基板表面を機械的に研磨することによって、ディスクに施すことができる。あるいは、CSSゾーン内に必要なテクスチャを備えるために、例えばレーザー・テクスチャ化のような他の方法を用いてもよい。レーザー・テクスチャ化の場合、ディスク面上の小スポットにレーザー・ビームが集束され、制御可能なパターンで均一な形状とサイズのテクスチャが形成される。20

#### 【0048】

CSS動作への要求と対照的に、データの読み取りと書き込みに対しては、ヘッドをディスク面のできるだけ近くで浮揚させるために、データ・ゾーン40上の最上層の表面はできるだけ平滑であることが望ましい。CSSディスク・ドライブに対してディスクが使用される場合は、このように要求が異なるので、ランディング・ゾーン10は、一実施形態では、連続して堆積される層を通じて伝播してディスク100上の最上層（例えば被覆保護層）の表面に現れる基板表面上のテクスチャ化によって、データ格納のために使用されるディスクのデータ・ゾーン40の部分よりも強くテクスチャ化されてもよい。

#### 【0049】

データ・ゾーン40はCSSゾーンよりも平滑であるので、滑空高さ（ディスク面のどの部分とも接触せずに、ヘッド・スライダが浮揚できる最小距離）と滑空アバランシェ高さ（ヘッド・スライダがディスク面と規則的かつ継続的に接触する平均ディスク面レベル上方の距離）の双方とも、CSSゾーン内よりもデータ・ゾーン40内の方が低い。したがって、ヘッド110がデータ・ゾーン40上方からCSSゾーンへと移動すると、ディスクのその部分の滑空アバランシェ高さはレーザー・パンプ高さの分だけ高くなる。何故ならば、ヘッド110はディスク面、スライダの磨耗、およびくずの発生を招くCSSゾーン内での不慮の接触がないように、2つのゾーン間で安全に移動できなければならないからである。しかし、このような高さの増大はヘッド110の読み取り／書き込み動作、またはアイドリング中には発生しない。しかし、ヘッド110は、DTRデータ・ゾーンの上方のようにデータ・ゾーン40内でより低い高さで浮揚しているので、浮揚高さを即座に遷移させても、例えばレーザー誘発パンプ900のようなランディング・ゾーン形状の高さを越えるには一般に不十分である。前述のように、遷移ゾーン20を使用することによって、ロード／アンロード動作中にスライダとディスク100とが不慮に接触するのを防止する付加的な余裕ももたらされる。3040

#### 【0050】

図6Aから6Dはヘッドがデータ・ゾーン上方にある場合よりも高く浮揚させるために利用できる代替のセーフ・ゾーン・ディスク面テクスチャを示す。例えば、セーフ・ゾーン20内のディスク100の表面は、図6Aに示すようにDTRパターン構造なしの平坦な平滑面であってよい。平坦面はおおむね平坦である二次元表面でよく、DTRパターン50

に対しておおむね均一な深さと厚みを有している。セーフ・ゾーン20の表面は、基板120のテクスチャ化により発生された（または例えばメッキされたNiP層のような、基板上に配置された層上の）テクスチャを持たせてもよいが、データ・ゾーン40内のDTRパターンと関連する高さの総変化に対して平坦であってもよいことに留意されたい。

#### 【0051】

図6Bはラジアル溝を有するセーフ・ゾーン面構造を示す。一実施形態では、溝は、幅が約10ミクロンであるランドとピッチ約10ミクロンでラジアル方向を向いている。図6Cは傾斜溝を有するセーフ・ゾーン面構造を示す。図6Dはクロスハッチ溝を有するセーフ・ゾーン面構造を示す。一実施形態では、セーフ・ゾーン内での溝の深さはデータ・ゾーン内の平坦面に対する溝の深さと同じであるか、それよりも浅くてもよいことを理解されたい。更に、セーフ・ゾーン内でクロスハッチ溝によって形成される角度は、データ・ゾーン内でクロスハッチ・テクスチャによって形成される角度とは異なることを理解されたい。例えば、データ・ゾーン内で形成される角度はセーフ・ゾーン（例えばセーフ・ゾーン内でクロスハッチによって形成される20から70°の角度）より大きい。

#### 【0052】

図6Aから6Dに示された各セーフ・ゾーン面構造内で、溝の間隔とランドの幾何形状は、ヘッドの浮揚高さがデータ・ゾーン（例えば円周DTRパターン面構造）の上方よりも高くなるように最適化される。図6Aから6Dに示された各実施形態では、ヘッドの浮揚時にヘッドの下の空気漏れ圧を減らすことによって、形成される表面パターンがヘッドをより高く浮揚させる。ヘッド110の浮揚高さを高くするために、例えば円のマトリクスを供えたテクスチャのような更に別のテクスチャ・パターンを用いてもよいことを理解されたい。

#### 【0053】

図6B、6C、6Dに示されたテクスチャ・パターンは接触式の記録ドライブ・システムでのヘッド110のエア・ベアリング面（ABS）用のクリーニング面としても機能することが理解されよう。ヘッドの浮揚方向に対して横向きの溝は、ABS上の「シュースクレイピング(shoe scraping)」作用の機能を果たす。

#### 【0054】

ディスク100上のディスクリート・トラック・パターン、および／またはセーフ・ゾーン・テクスチャを作製するために、1つまたは複数の型押し工具、もしくはスタンパを使用してもよい。一実施形態では、スタンパはデータ・ゾーン内のディスクリート・トラック・パターンの隆起エリア170に付与されたテクスチャで作製してもよい。代替実施形態では、この分野の通常の専門家にはよく知られているレーザー・テクスチャ・ツールを利用してディスク100上にさまざまなセーフ・ゾーン・パターンを作製してもよい。一実施形態では、セーフ・ゾーン20のサイズはヘッド100の幅（およそ1mm幅）とほぼ同じでよい。

#### 【0055】

図4Aおよび4Bはデータ・ゾーンとセーフ・ゾーンとを有する磁気記録ディスク100上方のヘッド浮揚高さの一実施形態の断面図を示す。図5は図4Aおよび4Bを参照して、セーフ・ゾーン20のトラック上方にヘッド110を位置決めするプロセスの流れを示す。ブロック510で、電子ドライブ・インテリジェンス・ソフトウェアが磁気ディスク100のデータ・ゾーン40の読み取りおよび／または書き込み動作を行う命令を受ける。ブロック520で、図4Aに示すように、読み取りおよび／または書き込み動作を行うための浮揚高さ11でデータ・ゾーン40上方にヘッド110を位置決めする。一実施形態では、データ・ゾーン40上方のヘッド110の浮揚高さ11は例えば約0.05から1マイクロインチの範囲である。一実施形態では、セーフ・ゾーン20の上方のヘッド110の浮揚高さ12はデータ・ゾーン40上方のヘッド110の浮揚高さ11の約140%から145%の範囲である。特定の一実施形態では、浮揚高さ12はおよそ浮揚高さ11+約0.4マイクロインチである。エア・ベアリングと空洞の設計を変更すれば、前述の範囲とパーセンテージ外の浮揚高さを用いてもよいことに留意されたい。特に、ヘッド110

10

20

30

40

50

の特定の浮揚高さ 11 は接触記録動作の場合のほぼゼロに近い、0.05 マイクロインチ未満でよい。更に、ディスク 100 の ID から OD へのスキュー速度と直線速度との相違により、ゾーン（特にデータ・ゾーン 40）全域で浮揚高さは均一でなくてもよいことに留意されたい。

#### 【0056】

ロック 530 で、読み取りおよび／または書き込み動作が実行される。読み取りおよび／または書き込み動作が完了すると、ロック 540 で図 4B に示すようにヘッド 110 が浮揚高さ 12 でセーフ・ゾーン 20 の上方に位置決めされる。このようにして、セーフ・ゾーン 20 の上方のヘッド 110 の浮揚高さ 12 は、データ・ゾーン 40 の上方にある場合の、読み取り・書き込み 110 の浮揚高さ 11 よりも高い。一般に、読み取りおよび／または書き込み動作を実施した後、ヘッド 110 はアイドリング状態になり、磁気ディスク 100 は回転し続けて、後続の命令、またはパーキング位置への遷移を待機する。

#### 【0057】

浮揚高さを高くすることによって、スライダ 1600 とディスク 100 との間に隙間が生じ、ひいてはスライダとディスクの磨耗が緩和される。このことは接触式、または準接触式記録ヘッド技術を利用したディスク・ドライブ・システムでは特に望ましいが、それは、このようなシステムがヘッドと磁気ディスクとがより近接する、または直に接触する磁気技術を必要とするからである。ドライブ・システムは継続的な読み取り／書き込みをしないので、ヘッド 110 がより高く浮揚する 1 つまたは複数のセーフ・ゾーン 20 の上方でスライダ 1600 を再位置決めすることによって、相当量のスライダ／ヘッド・ディスクの磨耗を回避し、それによってスライダ 1600 とディスク 100 との隙間を大きくして、ディスク・システムが読み取り／書き込み動作を行っておらず、アイドリング、またはパーキング状態にある間にディスクと接触することが避けられることに留意されたい。このようにして、このスライダとディスク間の境界面の機械的信頼性が大幅に高まる。

#### 【0058】

ロック 540 に続いて、電子ドライブ・インテリジェンス・ソフトウェアはヘッド 110 に対してデータ・ゾーン 40 で引続いて読み取りおよび／または書き込み動作を行うよう命今するか、またはヘッド 110 に対してランディング・ゾーン 10 に戻るように命今する。ランディング・ゾーン 10 では、スライダ 1600 は（ランディング・ゾーンが CSS ゾーンである実施形態では）ランディング・ゾーンの表面上に直に休止し、ディスク 100 は新たな動作命令を受けるまで回転を停止する。

#### 【0059】

一実施形態では、磁気ディスク・ドライブ・システムで、ランディング・ゾーン 10、遷移ゾーン 20、データ・ゾーン 40 の上方でのヘッド 110 の動きを制御するために電子ドライブ・インテリジェンス・ソフトウェアを利用している。一実施形態では、後に更に詳細に説明するように、磁気ディスク・ドライブ・システムがランディング・ゾーン 10 内でスライダ 1600 をパーキングさせるようにする命今を受けると、電子ドライブ・インテリジェンス・ソフトウェアはヘッド 110 をデータ・ゾーン 40 から遷移ゾーン 20 の上方へと向ける。

#### 【0060】

図 10 は磁気記録ディスクのデータ・ゾーン、遷移ゾーン、CSS ゾーンの上方でのヘッド動作の浮揚高さの断面図を示している。図 11 は、図 10 を参照して磁気記録ディスク上方のヘッドの動作方法の一実施形態を示す。

#### 【0061】

ロック 1110 で、電子ドライブ・インテリジェンス・ソフトウェアは磁気ディスク 100 のデータ・ゾーン 40 への読み取りおよび／または書き込み動作を行う命今を受ける。一実施形態では、データ・ゾーン 40 は DTR パターンが形成された表面を含んでいる。

#### 【0062】

ロック 1120 で、電子ドライブ・インテリジェンス・ソフトウェアはデータ・ゾー

10

20

30

40

50

ン40上方でのヘッド110の位置決めを指示する。図10に示すように、少なくともヘッド110とデータ・ゾーン40の表面との間のエア・ベアリングのためにデータ・ゾーン40の上方にある場合、ヘッド110は浮揚高さ11にある。ロック1130で、読み取りおよび／または書き込み動作が実行される。ロック1140で、電子ドライブ・インテリジェンス・ソフトウェアはヘッド110をCSSランディング・ゾーン10内にパーキングさせる命令を受ける。電子ドライブ・インテリジェンス・ソフトウェアは、例えばディスク・ドライブ・システムの電源遮断時に、ヘッド110をランディング・ゾーン10内にパーキングさせる。

#### 【0063】

ロック1150で、電子ドライブ・インテリジェンス・ソフトウェアは遷移ゾーン20の上方でのヘッド110の位置決めを指示する。遷移ゾーン20の表面により誘発された空気圧によって、図10に示すように、ヘッド110が遷移ゾーン20上をデータ・ゾーン40からランディング・ゾーン10へと進行する際に、ヘッド110の浮揚高さ11が浮揚高さ12まで高くされる。ロック1160で、電子ドライブ・インテリジェンス・ソフトウェアはパーキング中にランディング・ゾーン10上でヘッド110の位置決めを指示する。更に、図10に示すように、ヘッド110が継続的にランディング・ゾーン10上にランディングする際に、遷移ゾーン20の上方のヘッド110の浮揚高さ12によって、ヘッド110が表面1010（例えばレーザー誘発バンプ）を十分にクリアすることが確保される。

#### 【0064】

ロック1170で、電子ドライブ・インテリジェンス・ソフトウェアはヘッド110がCSSランディング・ゾーン10内でパーキングするように指示する。ランディング・ゾーン10内では、（ヘッド110を有する）スライダ1600はランディング・ゾーン10の表面上に直ちに休止し、ディスク100は新たな動作命令を受けるまで回転を停止する。

#### 【0065】

図12はディスクの異なるゾーンの上方で動作し、ロード／アンロード・ランプ上にパーキングされるヘッドの断面図を示す。図13は、図12を参照してディスク上方のヘッドの動作方法の一実施形態を示す。

#### 【0066】

ロック1310で、電子ドライブ・インテリジェンス・ソフトウェアは磁気ディスク101のデータ・ゾーン40で読み取りおよび／または書き込み動作を実行する命令を受ける。一実施形態では、データ・ゾーン40はDTRパターン化された表面を含んでいる。ロック1320で、電子ドライブ・インテリジェンス・ソフトウェアはデータ・ゾーン40の上方でのヘッド110の位置決めを指示する。図12に示すように、少なくともヘッド110とデータ・ゾーン40の表面との間のエア・ベアリングのためにデータ・ゾーン40上方にある場合、ヘッド110は浮揚高さ11にある。ロック1330で、読み取りおよび／または書き込み動作が実行される。ロック1340で、電子ドライブ・インテリジェンス・ソフトウェアはヘッド110をロード・ランプ上にパーキングさせる命令を受ける。電子ドライブ・インテリジェンス・ソフトウェアは、スライダ1600（ひいてはヘッド110）が固定されているサスペンション・アーム1460を、例えばディスク・ドライブ・システムの電源の隔離時にロード／アンロード・ランプ1205上にパーキングさせる。

#### 【0067】

ロック1350で、電子ドライブ・インテリジェンス・ソフトウェアはセーフ・ゾーン20の上方でのヘッド110の位置決めを指示する。セーフ・ゾーン20の表面により誘発された空気圧によって、図12に示すように、ヘッド110がデータ・ゾーン40からロード／アンロード・ランプ11205へと進行する際にヘッド110の浮揚高さ11が高くなる。

#### 【0068】

10

20

30

40

50

ブロック 1360 で、電子ドライブ・インテリジェンス・ソフトウェアはロード・ランプ 1205 の上方でのヘッド 110 の位置決めを行う。更に、図 12 に示すようにパーキング中に、セーフ・ゾーン 20 でのヘッド 110 の浮揚高さ 15 によって、スライダ 1600 がローディング・ランプ 1205 を十分にクリアすることが確保される。ブロック 1370 で、ヘッド 110 はローディング・ランプ 1205 上にパーキングされる。

#### 【0069】

本発明の範囲から離れることなく、図 5、11、13 に示した方法に組み込まれるプロセスはより多くても、少なくともよく、また、ここに図示し、説明しているブロックの構成によって特定の順序が示されるものではないことが理解されよう。更に、図 5、11、13 に関連して説明した方法は、例えばソフトウェアのような機械実行可能な命令に組み込んでもよいことが理解されよう。命令を使用して、命令がプログラムされた汎用または専用のプロセッサに前述の動作を実行させることができる。あるいは、動作を実行するためのハードウェア論理を含む特定のハードウェア・コンポーネントによって、またはプログラムされたコンピュータ・コンポーネントとカスタム・ハードウェア・コンポーネントとの何らかの組合せによって動作を実行させることもできる。

10

#### 【0070】

この方法は、これを実行するためコンピュータ（またはその他の電子デバイス）をプログラムするために利用できる命令が格納された機械読み取り可能な媒体として提供されても良い。本明細書の目的では、「機械読み取り可能な媒体」という用語には機械によって実行される命令シーケンスを格納またはエンコードすることができ、また本発明の方法論のいずれか 1 つを機械に実行させるいずれかの媒体を含んでいる。したがって「機械読み取り可能な媒体」という用語は、ソリッドステート・メモリ、光ディスクと磁気ディスク、およびデータ信号をエンコードする搬送波を含むものと解釈されるべきであるが、それらに限定されるものではない。更に、この分野では、ある形式、または別の形式のソフトウェア（例えばプログラム、手順、プロセス、アプリケーション、モデュール、論理など）が動作し、結果を生ずるということは一般的である。このような表現は、コンピュータによるソフトウェアの実行によって、コンピュータのプロセッサが動作し、または結果を生みだすことを表す簡略な方法であるにすぎない。

20

#### 【0071】

図 7 は CSS 式デスク・ドライブ・システムの一実施形態を示す。ディスク・ドライブ 700 はデータを格納する 1 つまたは複数のディスク 100 を含んでいる。ディスク 100 はドライブ・ハウジング 780 に取付けられたスピンドル・アセンブリ 760 に載っている。アクチュエータ 711 はサスペンション・アーム 712 によってスライダ 1600 に連結されている。アクチュエータ 711 はドライブ・ハウジング 1080 に連結されており、サスペンション・アーム 712 を移動させ、ヘッド 110 を半径方向にディスク 100 上の所望の位置に移動させる。スピンドル・モータ（図示せず）はスピンドル・アセンブリ 760、ひいてはディスク 100 を回転させて、この分野では公知である所望のディスク・トラックに沿った特定の位置にヘッド 110 を位置決めさせる。ディスク 100 に対するヘッド 110 の位置は、位置制御回路 770 によって制御できる（例えば、位置制御回路 770 に電子ドライブ・インテリジェンス・ソフトウェアを格納しておく）。前述したように、一実施形態では、ヘッド 110 は磁気抵抗（MR、特に巨大磁気抵抗（GMR）および誘導性書き込み素子を有していてもよい。代替実施形態では、ヘッド 110 は、例えば読み取りと書き込みの双方の動作用の共通素子を有するホール効果ヘッド、または誘導性ヘッドのような別の種類のヘッドでもよい。

30

#### 【0072】

一実施形態では、ディスク・ドライブ 700 は CSS 式ディスク・ドライブである。このような実施形態では、ディスク 100 は CSS ゾーン 10 と、遷移ゾーン 20 と、データ・ゾーン 40 とを有している。ディスク 100 の上方でのヘッド 110 の浮揚高さを高めるようサスペンション・アーム 712 に対して命令するように、電子ドライブ・インテリジェンス・ソフトウェアをプログラムできることも理解されよう。

40

50

## 【0073】

ヘッド110が連結されるスライダ1600は、例えばテクスチャ化、正のクラウン（エア・ベアリングの表面輪郭への縦の湾曲）、および／または（図15の一実施形態に示すような）スライダのABS上のパッドのような、スライダ1600とディスク100のCSSゾーン10の表面とのスティクションを更に低減させるさまざまなコンポーネントと形状とを含んでいてもよい。

## 【0074】

図15はパッド化されたABSを有するスライダの一実施形態を示す。スライダ1600はスライダ・ボディ1610と、突起ブロックと、ヘッド110と、エア・ベアリング表面1660とを含んでいる。スライダ・ボディ1600はスライダ・ボディ1610をディスク100の方に負荷バイアスさせるヘッド・ジンベル・アセンブリを介してサスペンション（712または1460）に取付けられている。エア・ベアリング表面1660とサスペンションの実質効果は、ディスクの回転中にスライダ1600をディスク100上方の所望の位置に浮揚させることにある。エア・ベアリング表面1660はスライダ1600の下に正の空気圧を発生させる1つまたは複数のレールを含んでいてもよい。加えて、スライダ1600はサスペンション・アーム（712または1460）によって発生された正圧をある程度まで平衡させるため、空洞1607または同様の構造を含んでいてもよい。エア・ベアリング表面とレールは公知であるので詳細には説明しない。一実施形態では、スティクションを更に減らすため、スライダ1600はCSSゾーンのパターン表面と連携して動作できるパッド、またはテクスチャのような突起ブロック（例えば前縁のステップ1680上に配置された、例えば突起ブロック1647、1648、1649）を含んでいる。一実施形態では、スライダ1600は更に、スライダ1600の他の部分に、例えば突起ブロック1690のような1つまたは複数の突起を含んでいる。ヘッドをディスク100面との接触から保護するため、これらの付加的な突起を例えればヘッド110のより近傍に配置してもよい。一実施形態では、ディスク・ドライブ・システムは、遷移ゾーン20の幅がスライダのエア・ベアリング面の幅（例えば幅1602）よりも広いが、スライダ・ボディの幅（例えば幅1601）よりは狭くなるように構成している。

## 【0075】

図14はロード／アンロード・ディスク・ドライブ・システムの一実施形態を示す。この実施形態では、ディスク・ドライブ・システム1400はサスペンション・アーム1460用の支持機構1440としてランプ1205を有するロード／アンロード・ディスク・ドライブ・システムである。ランプ1205はディスク100の外径（OD）1439の縁内の外側のスライダに連結されたヘッド110を支持するために使用される。ランプ1205の底部はディスク100のOD1439を越えて延びている。ディスク・ドライブ・システム1400の始動前に、ヘッド110はランプ1205上に位置決めされている。始動中に、サスペンション・アーム1460はヘッド110をランプ1205の下方に移動させて、ヘッド110はランプ1205の底部をクリアした後に浮揚する。ディスク・ドライブ1400の停止中、サスペンション・アーム1460はヘッド110をランプ1205の上方に上部のパーキング位置へと移動させる。

## 【0076】

代替実施形態では、ランプ1205はヘッド110をディスク100の内径（ID）1437の縁内に支持するように構成されている。例えばシャシ1480の底部、カバー（図示せず）、スピンドル・ハブ1490などのさまざまな位置でランプ1205をディスク・ドライブ・システム1400に固定してもよい。支持機構1440はここではランプ1208に関連して説明してもよいが、ディスク・ドライブ・システム1400はランプ式支持機構に限定されるものではない。代替実施形態では、支持機構1440は、例えばスライダ1600を動的にロード／アンロードする空気圧機構のような他の種類の機構でもよい。

## 【0077】

説明し易くするため、単一のディスクおよび片側だけを示してきたが、ディスク・ドラ

10

20

30

40

50

イブ・システム 700 および 1400 は、ディスクの両側が対応するスライダとサスペンション・アーム・アセンブリとを有することができる両側ディスクおよび複式ディスク（片側および / または両側）を含んでいてもよい。

#### 【0078】

ディスク・ドライブ・システム 700 および 1400 は、図 8 に示すようにコンピュータ・システムに結合してもよい。一実施形態では、コンピュータ・システム 840 はプロセッサ 850、メモリ 855、ディスク・ドライブ・システム 700 / 1400、およびシステム・バス 865 に結合された入力 / 出力メモリ機構 860 を含んでいる。メモリ 855 は、プロセッサ 850 によって実行されると、ここに記載している方法を実行する電子ドライブ・インテリジェンス・ソフトウェアのような命令を格納するように構成されている。入力 / 出力 860 によって磁気ディスク・ドライブ・システム 700 / 1400 への、またそこからのデータの伝送が可能になる。加えて、入力 / 出力 860 は、受信機や送信機、ディスプレイ、さらにはプロセッサ 850 によってアクセス可能であるいかなる種類の付加的な記憶装置をも含む機械読取り可能な媒体とインターフェースする。

#### 【0079】

図 8 の記述は本発明の実施形態を実現するために適したコンピュータ・ハードウェアおよびその他の動作コンポーネントの概要を示すことを意図したものであるが、適用可能な環境を限定することを意図するものではない。コンピュータ・システム 840 は異なるアーキテクチャを有する多くの可能なコンピュータ・システムの一例であることが理解されよう。標準的なコンピュータ・システムは、少なくともプロセッサ、メモリ、およびメモリをプロセッサに結合するバスを含んでいる。この分野の専門家は本発明の実施形態が、マルチプロセッサ・システム、ミニコンピュータ、メインフレーム・コンピュータなどを含むその他のコンピュータ・システムと共に実装できることをただちに理解しよう。

#### 【0080】

これまで本発明を幾つかの実施形態に関連して説明してきたが、本発明は記載した実施形態に限定されるものではないことを専門家は理解するであろう。本発明の実施形態は添付の請求項の範囲内で修正および変更して実施することができる。したがって、記述は本発明を限定するものではなく説明するものである。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0081】

【図 1A】セーフ・ゾーンを有するディスク・ドライブ・システムの磁気ディスクの一実施形態の平面図である。

【図 1B】遷移ゾーンを有するディスク・ドライブ・システムの磁気ディスクの一実施形態の平面図である。

【図 2A】磁気ディスクのパターン形成されたデータ・ゾーンとヘッドの一実施形態の断面透視図である。

【図 2B】パターン形成されたディスクの代替実施形態の断面透視図である。

【図 3】データ・ゾーン・テクスチャ・パターンの代替実施形態である。

【図 4】磁気記録ディスクの異なるゾーン上方でのヘッドの浮揚高さの一実施形態の断面図である。

【図 5】図 4A および 4B に関するセーフ・ゾーン上方でヘッドを位置決めするプロセスの一実施形態である。

【図 6】セーフ・ゾーンのディスク面テクスチャの代替実施形態である。

【図 7】ディスク・ドライブ・システムの一実施形態である。

【図 8】コンピュータ・システムの一実施形態である。

【図 9】CSS ゾーン・レーザー誘導バンプの一実施形態である。

【図 10】磁気記録ディスクのデータ・ゾーン、遷移ゾーン、および CSS ゾーン上方で動作するヘッドの浮揚高さの断面図である。

【図 11】図 10 のディスク・ゾーン上方でヘッドを動作させる方法の一実施形態である。

10

20

30

40

50

【図12】データ・ゾーン、遷移ゾーン、およびランプ上方で動作するヘッドの浮揚高さの断面図である。

【図13】図12のディスク・ゾーン上方でヘッドを動作させる方法の一実施形態である。

【図14】ロード／アンロード・ディスク・ドライブ・システムの一実施形態の平面図である。

【図15】パッド化されたエア・ベアリング表面を有するスライダの一実施形態である。

【図1A】

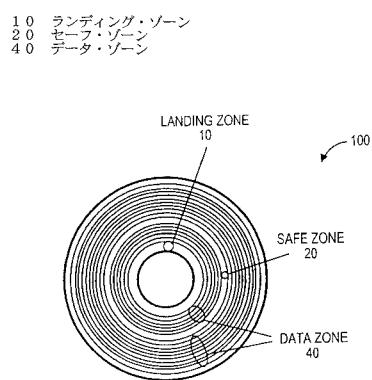


FIG. 1A

【図1B】

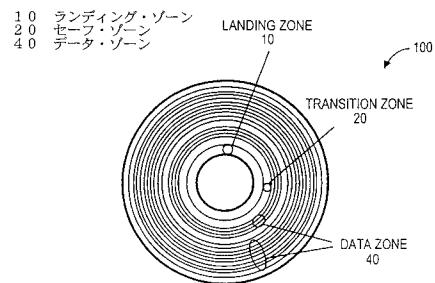


FIG. 1B

【図2A】

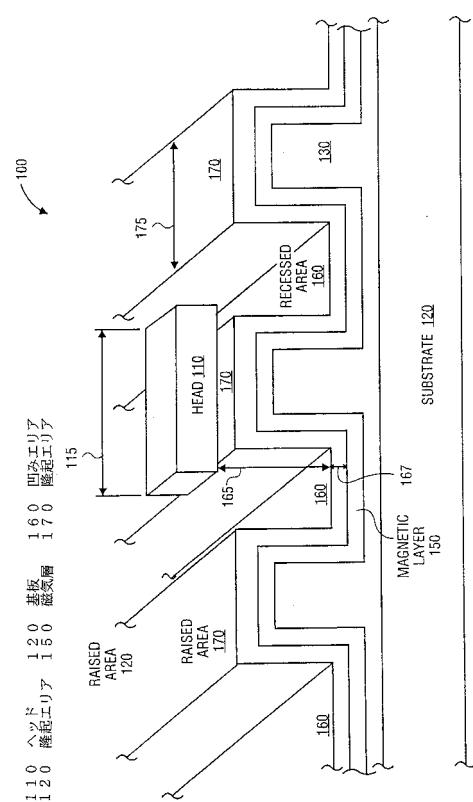
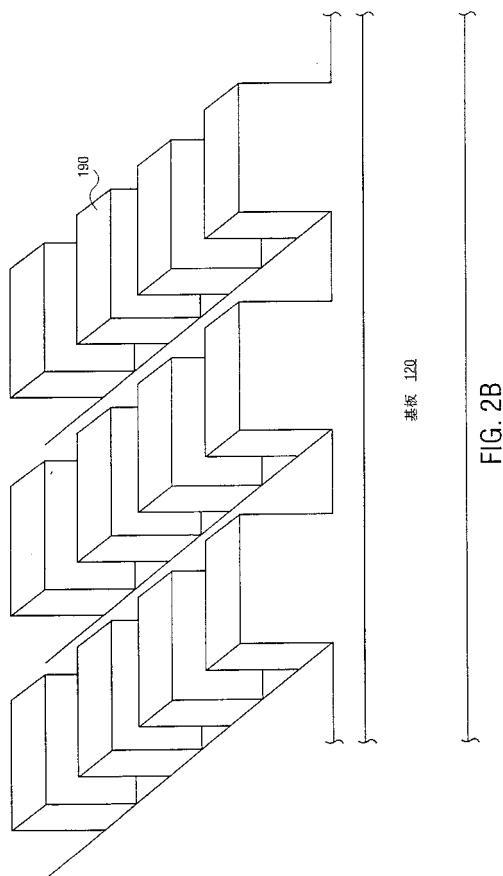
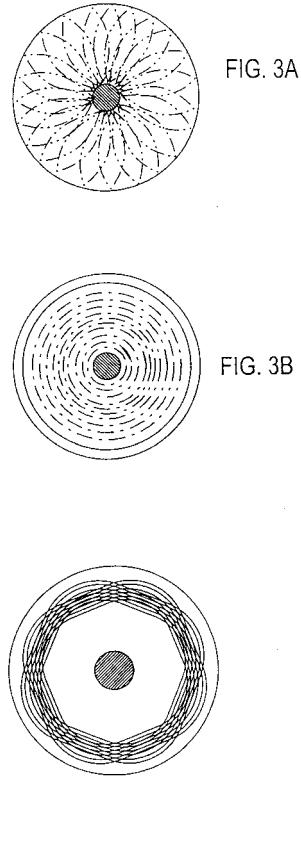


FIG. 2A

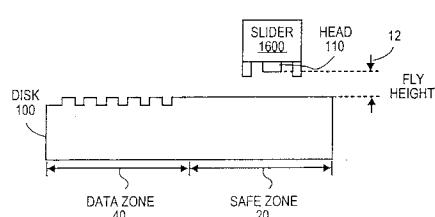
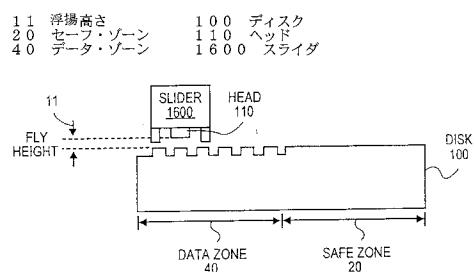
【図2B】



【図3】

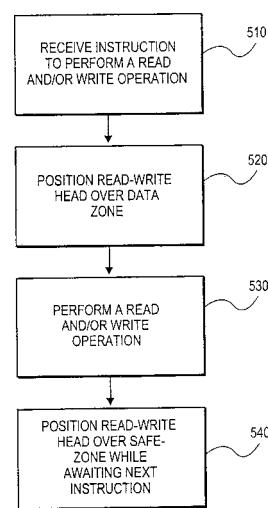


【図4】

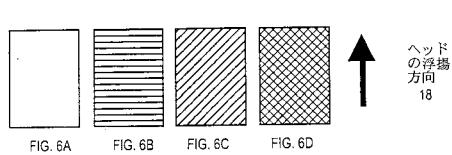


【図5】

5.1.0 読取りおよび/または書き込み動作を実行する命令を受ける  
5.2.0 データ・ゾーン上方に読み取り/書き込みヘッドを位置決めする  
5.3.0 読取りおよび/または書き込み動作を実行する  
5.4.0 次の命令の待機中にセーフ・ゾーン上方に読み取り/書き込みヘッドを位置決めする



【図6】



【図7】

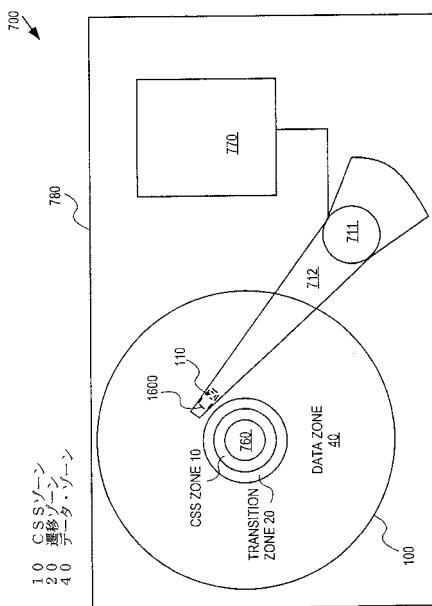


FIG. 7

【図8】

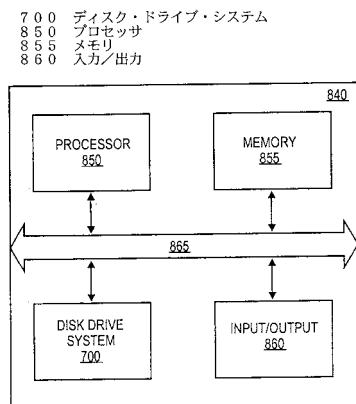


FIG. 8

【図9】

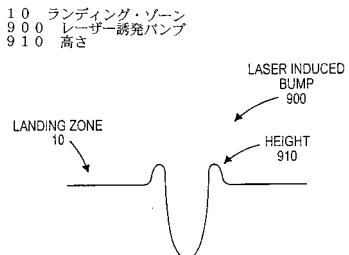


FIG. 9

【図10】

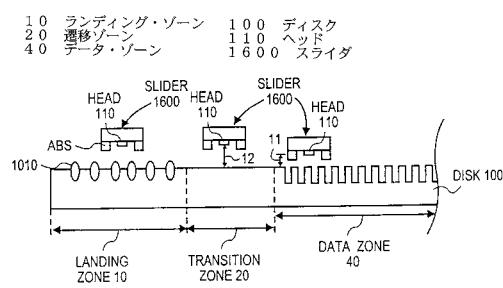


FIG. 10

【図11】

1 1 1 0 読取りおよび／または書き込み動作を実行する命令を受ける  
1 1 2 0 データ・ゾーン上方にヘッドを位置決める  
1 1 3 0 データ・ゾーン上方で動作を実行する  
1 1 4 0 ヘッドをパーキングさせる命令を受ける  
1 1 5 0 遷移ゾーン上方にヘッドを位置決める  
1 1 6 0 ランディング・ゾーン上方にヘッドを位置決める  
1 1 7 0 ヘッドをパーキングさせる

1100

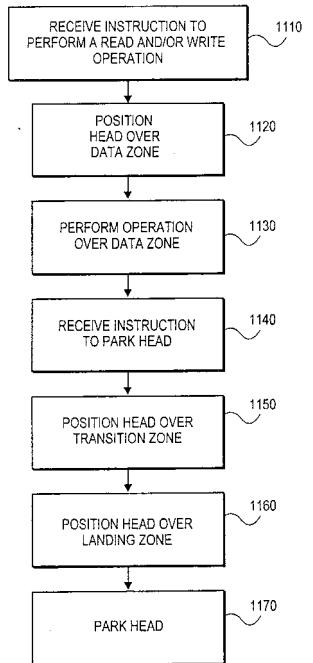


FIG. 11

【図12】

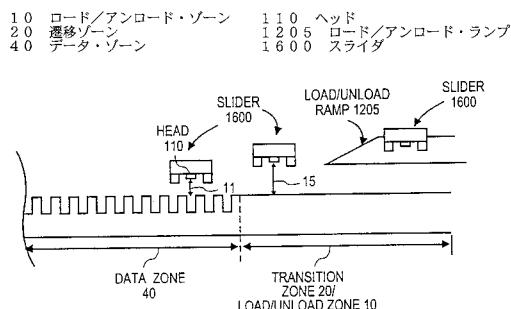


FIG. 12

【図13】

1 3 1 0 読取りおよび／または書き込み動作を実行する命令を受ける  
1 3 2 0 データ・ゾーン上方にヘッドを位置決める  
1 3 3 0 データ・ゾーン上方で動作を実行する  
1 3 4 0 ヘッドをパーキングさせる命令を受ける  
1 3 5 0 遷移ゾーン上方にヘッドを位置決める  
1 3 6 0 ロード・ランプ上方にヘッドを位置決める  
1 3 7 0 ヘッドをパーキングさせる

1300

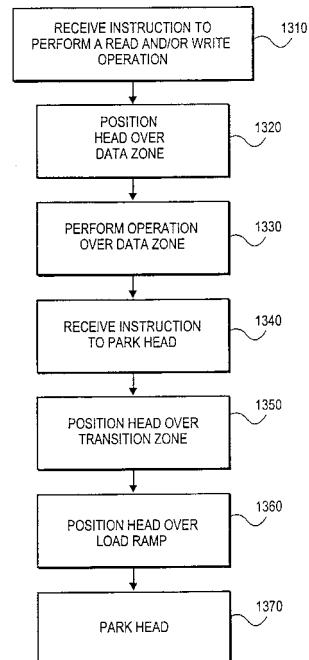


FIG. 13

【図14】

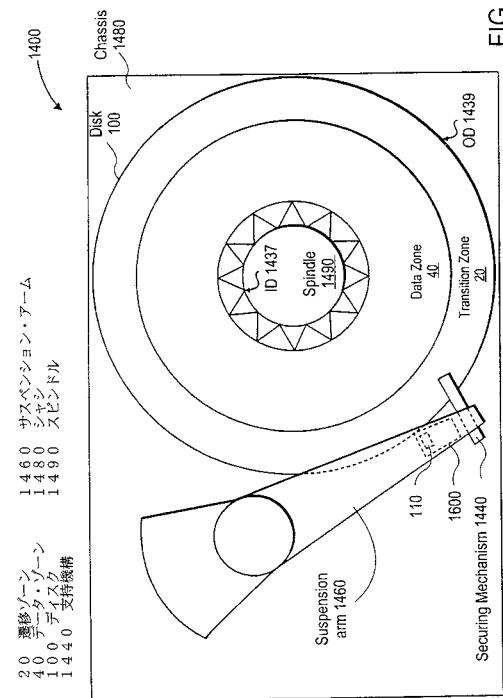


FIG. 14

【図15】

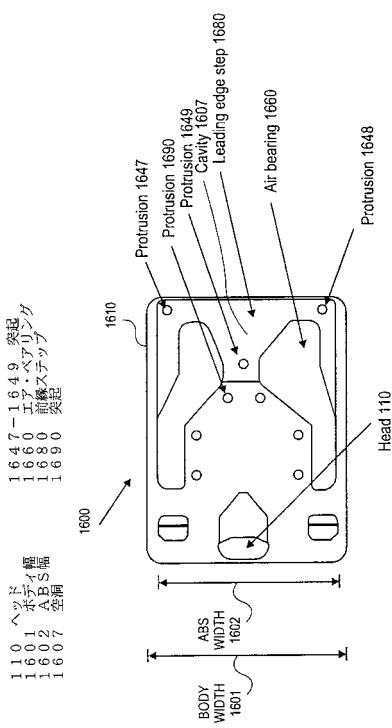


FIG. 15

フロントページの続き

F ターム(参考) 5D006 CB04 CB07 DA03 DA04 FA00 FA09  
5D076 AA01 BB01 CC04 EE01 EE04 FF06 GG20