

(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2004-171755
(P2004-171755A)

(43) 公開日 平成16年6月17日(2004.6.17)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 20/12	G 1 1 B 20/12	5 D O 3 1
G 1 1 B 5/09	G 1 1 B 5/09 3 1 1 C	5 D O 4 4
G 1 1 B 20/10	G 1 1 B 20/10 C	
G 1 1 B 20/18	G 1 1 B 20/18 5 O 1 C	
	G 1 1 B 20/18 5 1 2 C	
審査請求 未請求 請求項の数 29 O L (全 19 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2003-387518 (P2003-387518)
 (22) 出願日 平成15年11月18日 (2003.11.18)
 (31) 優先権主張番号 10/300972
 (32) 優先日 平成14年11月21日 (2002.11.21)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 503116280
 ヒタチグローバルストレージテクノロジーズ
 ネザーランドビービー
 オランダ国 アムステルダム 1076
 エイズィ パルナスストーリー ロカテリ
 ケード 1
 (74) 代理人 100068504
 弁理士 小川 勝男
 (74) 代理人 100095876
 弁理士 木崎 邦彦
 (72) 発明者 デービッド・リビングストン・スミス
 アメリカ合衆国 55901、ミネソタ州、
 ロチェスター、ランカスタープレスNW
 5719

最終頁に続く

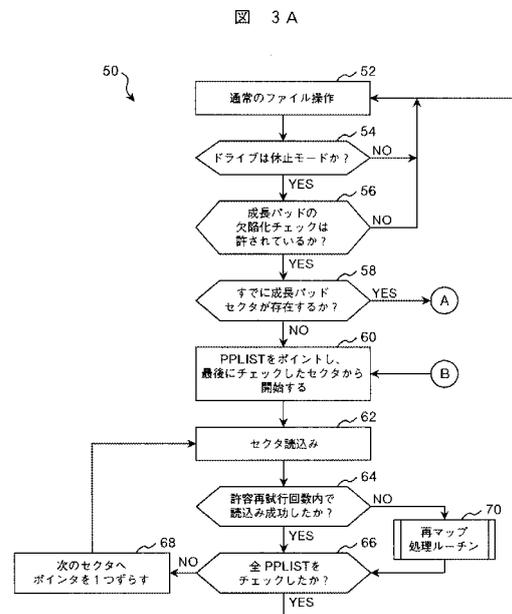
(54) 【発明の名称】 動的再マッピングによりデータ記憶媒体の欠陥の成長を許容する方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】データ記憶媒体の媒体欠陥の成長を扱う方法の改良が強く求められている。特に記憶容量と信頼性のバランスをより適切に保つことが求められている。

【解決手段】データ記憶媒体上の一つ以上の認識済の欠陥を解析し、時間経過ともなう欠陥の成長を検出し(ブロック58)、欠陥に隣接する追加表面領域を記憶媒体の別の場所に位置する一つ以上の交替領域に動的再マッピングすることにより(ルーチン70)、検出された認識済の欠陥の成長を許容可能にする。したがって、すでに存在する欠陥の周囲に設けられたバッファ領域は時間経過による欠陥の成長に対し効果的に維持され、隣接する欠陥が影響を及ぼしている領域に情報を記憶しようとして発生するデータ消失に対して適切な保護機能を維持している。

【選択図】 図3 A



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ハード・ディスク・ドライブの磁気ディスク上の少なくとも1つの欠陥を識別する欠陥マップを有し、前記欠陥に関連する少なくとも1つの欠陥となったセクタと、前記欠陥に隣接する少なくとも1つの欠陥のないパッド・セクタを磁気ディスク上の別の場所に設けられたスペア・セクタに再マップするハード・ディスク・ドライブの動作方法であって、ハード・ディスク・ドライブの動作使用開始後に、

前記パッド・セクタを識別するために前記欠陥マップをアクセスするステップと、

前記パッド・セクタをスキャンして、時間とともに前記磁気ディスクの欠陥が成長したことを意味する前記パッド・セクタの欠陥を検出するステップと、

前記パッド・セクタが欠陥であることの検出に応じて、前記パッド・セクタが欠陥であることを識別するために前記欠陥マップに反映し、前記欠陥となったパッド・セクタに隣接する追加のセクタを、前記欠陥マップに追加のパッド・セクタを生成するための前記磁気ディスク上の追加のスペア・セクタに再マッピングするステップと、を含むことを特徴とするハード・ディスク・ドライブの動作方法。

10

【請求項 2】

第一の交替領域にマップされている欠陥領域に関連するデータ記憶媒体上の認識済の欠陥の成長を検出するステップと、

前記認識済の欠陥の成長を許容するために前記欠陥領域に隣接する少なくとも1つの領域を第二の交替領域に再マッピングするステップと、

を含むことを特徴とするデータ記憶媒体の欠陥をマッピングする方法。

20

【請求項 3】

前記欠陥領域が少なくとも1つの欠陥セクタと、該欠陥セクタに隣接する少なくとも1つのパッド・セクタを有し、前記認識済の欠陥の成長を検出する前記ステップは欠陥の検出のために前記パッド・セクタをスキャンするステップを含むことを特徴とする請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】

前記欠陥領域に隣接する少なくとも1つの領域を再マッピングする前記ステップは、前記パッド・セクタに欠陥を検出することに応じて該パッド・セクタに隣接する少なくとも1つのセクタを再割当するステップを含むことを特徴とする請求項 3 記載の方法。

30

【請求項 5】

前記欠陥セクタは欠陥セクタ・リストで識別され、前記パッド・セクタはパッド・セクタ・リストで識別され、前記方法はさらに、前記パッド・セクタが前記認識済の欠陥の成長を検出して欠陥となっていることを前記欠陥マップに表示するステップを含むことを特徴とする請求項 3 記載の方法。

【請求項 6】

前記欠陥領域に隣接する少なくとも1つの領域を再マッピングする前記ステップは、前記パッド・セクタに隣接する少なくとも1つのセクタを前記欠陥マップに追加するステップを含むことを特徴とする請求項 5 記載の方法。

【請求項 7】

前記パッド・セクタに隣接する少なくとも1つのセクタを前記欠陥マップに追加する前記ステップは、成長パッド・セクタ・リストに少なくとも1つのセクタを記録するステップを含み、前記パッド・セクタが欠陥であることを表示する前記ステップは、欠陥パッド・リストに前記パッド・セクタが欠陥であることを表示するステップを含むことを特徴とする請求項 6 記載の方法。

40

【請求項 8】

前記欠陥領域に隣接する少なくとも1つの領域を再マッピングするステップは、前記パッド・セクタに対しほぼ成長方向に配置された少なくとも1つのセクタを再割り当てするステップを含むことを特徴とする請求項 3 記載の方法。

【請求項 9】

50

前記欠陥領域に隣接する少なくとも1つの領域を再マッピングする前記ステップは、前記欠陥領域の周辺に配置された複数のセクタを再割り当てするステップを含むことを特徴とする請求項3記載の方法。

【請求項10】

前記第一と第二の交替領域はそれぞれ少なくとも1つのスペア・セクタを含むことを特徴とする請求項3記載の方法。

【請求項11】

前記欠陥領域はデータ記憶媒体を内蔵するデータ記憶装置の製造中に割り当てられ、前記認識済の欠陥の成長の検出と少なくとも1つの領域の再マッピングは前記データ記憶装置の動作使用後に、行われることを特徴とする請求項2記載の方法。

10

【請求項12】

前記認識済の欠陥の成長の検出と、少なくとも1つの領域の再マッピングは、前記データ記憶媒体を内蔵するデータ記憶装置の動作使用の後の休止時間に行われることを特徴とする請求項2記載の方法。

【請求項13】

前記認識済の欠陥の成長を所定の閾値を超えて検出したことに応じて予防障害解析を起動するステップをさらに含むことを特徴とする請求項2記載の方法。

【請求項14】

検出された欠陥パッド・セクタの数と前記欠陥領域に少なくとも1つのパッド・セクタが追加された回数の少なくとも1つを前記所定の閾値とすることを特徴とする請求項13記載の方法。

20

【請求項15】

前記データ記憶媒体はハード・ディスク・ドライブの中の磁気ディスクを含むことを特徴とする請求項2記載の方法。

【請求項16】

データ記憶媒体と、
前記データ記憶媒体と接続され、第一の交替領域にマップされている欠陥領域に関わる前記データ記憶媒体上の認識済の欠陥の成長を検出するように構成されており、さらに前記認識済の欠陥の成長を許容するための第二の交替領域に前記欠陥領域に隣接する少なくとも1つの領域を再マップするように構成されている制御回路と、
を有することを特徴とする装置。

30

【請求項17】

前記欠陥領域は少なくとも1つの欠陥セクタと該欠陥セクタに隣接する少なくとも1つのパッド・セクタを含み、前記制御回路は前記パッド・セクタの欠陥をスキャンして前記認識済の欠陥の成長を検出するように構成されていることを特徴とする請求項16記載の装置。

【請求項18】

前記制御回路は前記パッド・セクタに欠陥が検出されたのに応じて、該パッド・セクタに隣接する少なくとも1つのセクタを再割り当てすることにより、前記欠陥領域に隣接する少なくとも1つの領域を再マップするように構成されていることを特徴とする請求項17記載の装置。

40

【請求項19】

前記欠陥セクタは欠陥セクタ・リストで識別され、前記パッド・セクタはパッド・セクタ・リストで識別され、前記制御回路はさらに前記認識済の欠陥の成長を検出することに応じて前記欠陥マップに前記パッド・セクタが欠陥であることを表示するように構成されていることを特徴とする請求項17記載の装置。

【請求項20】

前記制御回路は前記パッド・セクタに隣接する少なくとも1つのセクタを前記欠陥マップに追加することにより、前記欠陥領域に隣接する少なくとも1つの領域を再マップするように構成されていることを特徴とする請求項19記載の装置。

50

【請求項 2 1】

前記制御回路は前記パッド・セクタに対しほぼ成長方向に配置された少なくとも1つのセクタを再割り当てすることにより、前記欠陥領域に隣接する少なくとも1つの領域を再マップするように構成されていることを特徴とする請求項 1 7 記載の装置。

【請求項 2 2】

前記制御回路は前記欠陥領域の周辺を囲む複数のセクタを再割り当てすることにより、前記欠陥領域に隣接する少なくとも1つの領域を再マップするように構成されていることを特徴とする請求項 1 7 記載の装置。

【請求項 2 3】

前記第一と第二の交替領域は各々少なくとも1つのスペア・セクタを有していることを特徴とする請求項 1 7 記載の装置。 10

【請求項 2 4】

前記欠陥領域は前記データ記憶媒体を内蔵するデータ記憶装置の製造中に割り当てられ、前記制御回路は前記データ記憶装置の動作使用後に、前記認識済の欠陥の成長を検出し、少なくとも1つの領域を再マップするように構成されていることを特徴とする請求項 1 6 記載の装置。

【請求項 2 5】

前記制御回路は前記データ記憶媒体を内蔵するデータ記憶装置の動作使用後の休止時に、前記認識済の欠陥の成長を検出し、少なくとも1つの領域を再マップするように構成されていることを特徴とする請求項 1 6 記載の装置。 20

【請求項 2 6】

前記制御回路はさらに前記認識済の欠陥の所定の閾値を超えた成長が検出されたことに応じて、予防障害解析動作を起動するように構成されていることを特徴とする請求項 1 6 記載の装置。

【請求項 2 7】

前記データ記憶媒体がハード・ディスク・ドライブ中の磁気ディスクを含むことを特徴とする請求項 1 6 に記載の装置。

【請求項 2 8】

第一の交替領域にマップされている欠陥領域に関連しておりデータ記憶装置内のデータ記憶媒体上にある認識済の欠陥の成長を検出するように構成されており、さらに前記認識済の欠陥の成長を許容するために、前記欠陥領域に隣接する少なくとも1つの領域を第二の交替領域に再マップするように構成されているプログラム・コードと、 30

前記プログラム・コードを保持した信号保持媒体と、
を有することを特徴とするプログラム・プロダクト。

【請求項 2 9】

前記信号保持媒体は通信媒体及び記録媒体の少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項 2 8 記載のプログラム・プロダクト。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0 0 0 1】**

本発明は広くはハード・ディスク・ドライブ、光ドライブなどのデータ記憶装置に係り、より詳細には記憶装置の欠陥の検出、訂正及び報告に関する。 40

【背景技術】**【0 0 0 2】**

ディスク・ドライブ、テープ・ドライブ、などのデータ記憶装置は通常データを書込み読み出す磁気記憶媒体を使用する。一般に磁気記憶媒体は記憶された情報を示す選択的に磁化され磁化反転可能な磁性材料の層を有している。技術進歩により、個々の情報ビットを表わすのに要する面積は継続的に縮小しており、大量の情報を記憶媒体に保存することが可能になった。例えばハード・ディスク・ドライブでは、同心円状のトラックに分割され、さらにトラックは環状に配列されたセクタに分割された1枚以上の磁気ディスクを 50

使用している。記憶密度の向上は現代のハード・ディスク・ドライブで用いられる磁気ディスクのトラック・ピッチとセクタ・サイズを減少させ、記憶容量の増大をもたらしている。

【0003】

しかしながら、記憶密度が向上すると記憶装置が媒体欠陥から受ける影響も大きくなる。特に、磁気ディスクや他の磁気記憶媒体では、磁性層の欠陥により記憶媒体のかなりの領域が情報の記憶に使用できなくなる可能性がある。これらの媒体欠陥の寸法は、例えばほんの数トラックにまたがり数セクタに影響する極めて小さなものから、例えば多数のトラックにまたがり多数のセクタに影響する比較的大きなものまでである。さらに、記憶密度が上昇すると、一定の大きさの媒体欠陥が悪影響を与えるセクタとトラックの数は比例して増大する。

10

【0004】

適切な製造技術を厳守したとしても、実際には少なくともある程度の媒体欠陥がどのディスクにも発生する。従来技術では、ドライブの使用可能と認識される領域から“欠陥”セクタを効果的に除外して、これらの媒体欠陥がディスク・ドライブの電子回路に報告される。多くのディスク・ドライブの設計ではディスク・ドライブの製造中、例えば最初の低レベルのフォーマット化の際に表面分析テスト(Surface Analysis Test, S A T)が実施される。S A T中にディスクの欠陥セクタは識別されテーブルに記録され、ディスクの欠陥のない領域に配置された使用可能な交替すなわち“スペア”セクタに再マップされる。その後ドライブが欠陥セクタにアクセスしようとするすると代わりにマップされたスペア・セクタにアクセスすることができる。

20

【0005】

同様に、ある種のディスク・ドライブの設計では、通常動作時に、例えば読出し時の回復可能障害などにより欠陥の増加が検出される。このような場合、S A T時の再マッピングと同様な処理が行われ、新たに検出された欠陥がドライブに使用可能とされる記憶領域から除外される。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、熱的機械的ストレスおよび他の媒体を痛めるメカニズムなどの要因により、ある種の媒体欠陥は時とともに大きくなる傾向があることが分かった。従って、媒体欠陥は以前に発見された欠陥セクタに隣接して当初はS A Tにより欠陥ではないと認識されたセクタに影響を及ぼす場合がある。媒体欠陥が欠陥ではないとされている領域のセクタまで成長すると当該セクタに記憶された情報が消失する可能性がある。

30

【0007】

従来技術では、欠陥の成長の影響を受けないため、欠陥と識別されたセクタに隣接し、共通的に“パッド”セクタと呼ばれる様々なセクタを、S A T中および/あるいは後の動作中の新しい欠陥の再マッピングにおいて、使用不能とマークし各媒体欠陥の周りに効果的にバッファを形成する。ドライブの電子回路はパッド・セクタを欠陥セクタと同じに扱うので各媒体欠陥を囲むバッファ領域には情報が記憶されなくなる。

40

【0008】

パッド・セクタの使用により媒体欠陥の成長が許容されるが、一方記憶容量と信頼性の望ましくないトレード・オフが生ずる。各欠陥の周りのバッファ領域を増やすと媒体欠陥の比較的大きな成長が許容されるので信頼度は向上するが、ディスクの使用可能な領域が減少するという代償を払うことになる。同様に各媒体欠陥の周りのパッド・セクタを最小にして記憶容量を最大にすると、媒体欠陥が割り当てられたバッファ領域を超えて拡大したことによるデータ消失を起こす可能性がより高くなる。

【0009】

従って、磁気ディスクおよび他のデータ記憶媒体の媒体欠陥の成長を扱う方法の改良が強く求められている。特に記憶容量と信頼性のバランスをより適切に保つことが求められ

50

ている。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、データ記憶媒体の欠陥を、記憶媒体上の認識済の1つ以上の欠陥を分析して時間経過にともなう成長を検出し、成長が検出された欠陥を欠陥に隣接する領域を記憶媒体上の1つ以上の他の位置に動的再マッピングすることにより許容する欠陥をマッピングする製品、プログラム・プロダクト及び方法を提供して従来技術にかかわる前述の及びその他の問題点を解決しようとするものである。これにより、既存の欠陥の周囲に指定されるバッファ領域は時間経過による欠陥の成長に対して有効に維持され、さもなければ隣接欠陥の成長の結果傷ついた領域に情報を記憶してしまうことによるデータの消失から適切に保護される。

10

【0011】

たとえば、本発明による1実施例では、ディスク・ドライブの使用者が起動すると、磁気ディスク上に識別された媒体欠陥に関連してスペア・セクタに再マップされた1つ以上のパッド・セクタを確認するために、ハード・ディスク・ドライブが使用する欠陥マップがアクセスされる。これらパッド・セクタは、媒体欠陥が時とともに成長して、それ自体が欠陥になっていないか調べるためにスキャンされる。パッド・セクタに欠陥が検出されると欠陥マップは更新されてこれらパッド・セクタが欠陥と登録され、これらパッド・セクタに隣接する1つ以上のセクタが再マップされ新たなパッド・セクタが欠陥マップに追加される。

20

【0012】

これらおよびその他の利点と特徴は本発明の特徴をなすもので、本明細書の一部をなす特許請求の範囲に述べられる。しかしながら、本発明とその利点、使用によって得ようとする目的をよりよく理解するため、本発明の典型的な実施例を説明している図面と説明を参照することが必要である。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、動的再マッピングを適用して、データ記憶装置は成長欠陥によるデータ消失を減らす積極的な対策をとることができる。さらに検出された媒体欠陥の周囲に、より小さくより果敢にバッファ領域を設け、媒体の使用可能領域から除外される容量を最小にし、記憶容量を最大にすることも可能である。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下に説明する実施例では、データ記憶装置の動作中にデータ記憶媒体に加えられ得る熱的、機械的ストレスあるいは他の媒体を損傷するメカニズムのために、媒体欠陥が設定されたバッファを越えて“成長”するのを許容するため動的再マッピングが行われている。

【0015】

本発明のいくつかの実施例では定期的に既存の欠陥を再調査し、欠陥の周囲に設けられたバッファ領域（通常パッド・セクタを使用して実施される）が損なわれていないことを確認するため、休止時間動的再マッピングが実施される。例えば、本発明による実施例では、休止時間中にパッド・セクタに指定されたセクタをスキャンして読取れなくなったセクタを検出する。一般にパッド・セクタでの読出し不能データの存在は隣接欠陥が成長したものと推測される。そこでさらに欠陥が成長して使用可能セクタを損傷しデータ消失を生じることを防ぐため、実施例では再配分を行い、拡大した欠陥の周囲にさらに大きなバッファすなわちパッド領域を構築する。

40

【0016】

多くの例では、当初のSAT中あるいは後に、例えばデータ記憶装置の起動後に、欠陥が発見される。これらの欠陥の原因のいかんにかかわらず、これら欠陥の成長に対応するため同様な動的再マッピングを行うことができる。

50

【0017】

本発明による実施例では、データ記憶媒体の認識済の欠陥の成長を発見し、そのような成長を発見すると欠陥の領域に隣接する1つ以上の領域を再マップする、動的再マッピングを行い、その欠陥の領域は以後“欠陥領域”とされる。通常これらの再マッピングでは、近接領域を1つ以上の交替領域へ再マップし、この交替領域はここに述べる動的再マッピングの前に他の欠陥領域が再マップされている交替領域に追加されるものである。

【0018】

以下に説明する代表的な実施例では、例えば、ハード・ディスク・ドライブなどのデータ記憶装置は、1枚以上のディスクを有し、ディスクの表面は論理的なセクタ配列が配置され、さらに複数の同心円状のトラックあるいはシリンダが配置されている。欠陥領域は通常、データが再生不可能な欠陥セクタと、当初は欠陥ではないが欠陥セクタの周囲に配置され欠陥が成長してデータ消失にいたるのを防ぐためバッファとして設けられるパッド・セクタの2つがある。通常、S A Tまたは後の試験の結果、欠陥領域にある欠陥セクタとパッド・セクタは磁気ディスクの別の場所の使用可能なスペア・セクタに（インラインで、あるいは外部からの再割り当てにより）再マップされ、これらのセクタにアクセスしようとした場合、適切なスペア・セクタに転送される。

10

【0019】

ここで説明した実施例は、磁性層を有するディスクを使用する固定ハード・ディスク・ドライブに焦点をあてているが、本発明は媒体欠陥を有し、交換可能あるいは固定の磁気あるいは光媒体にも適用可能であることはすぐに理解されることである。従って、本発明はここに説明する特定の環境に限定されるものではない。

20

【0020】

以下により明らかになるように、欠陥領域の近くの追加パッド・セクタを再割り当てしてバッファ領域を拡大する方式は状況によって異なりうる。例えば、観察された成長の仕方にあわせることが望ましい。検出された成長方向で欠陥に近接するセクタに限定してパッド・セクタを追加する指向性パッドが、特定の方向に成長することが決まっている媒体クラックなどの欠陥には望ましい。一方、周辺パッドは成長する欠陥の周囲にほぼ一様にバッファを保とうとするもので、例えば異物の埋め込みあるいは媒体の欠陥などの欠陥領域周囲全体に再設定するのに適している。どちらかの方式を単独で使用することも可能であるが、ある場合には媒体欠陥の特性を検出してそれに基づき異なる方式からダイナミックに選択することが望ましい。

30

【0021】

ここに述べた動的再マッピングを適用して、データ記憶装置は成長欠陥によるデータ消失を減らす積極的な対策をとることができる。さらに検出された媒体欠陥の周囲に、より小さくより果敢にバッファ領域を設け、媒体の使用可能領域から除外される容量を最小にし、記憶容量を最大にすることも可能である。

【0022】

本発明によるある実施例では、動的再マッピングに使用される様々なパラメータと特性をメーカーあるいはユーザが設定可能になっている。これらのパラメータには、例えば、(1)休止中の欠陥成長チェックをオン・オフする機能、(2)パッドの追加を実施するまでに許容されるパッド読み出し再試行回数、(3)予防障害解析(predictive failure analysis, P F A)を起動するまでに許容される総再割り当て回数、(4)使用するパッド方式(例えば、指向性または周辺パッド)、(5)特定の欠陥に対して許容されるパッド追加の回数を指定する機能などがある。他の変更および修正は以下の実施例により明らかになる。

40

【0023】

図面では、いくつかの図面で同じ番号を同じ部品に付してある。図1は本発明による動的再マッピングを適用した代表的なハード・ディスク・ドライブ10を示す。ドライブ10は一般に1枚以上の磁気ディスク12、1つ以上のデータ記録変換素子16(記録あるいは読出/書込ヘッドとも呼ばれる)、ボイス・コイル・アクチュエータ18、及びドラ

50

イブ・コントローラすなわち制御回路 20 を有している。

【0024】

制御回路 20 はドライブ全体の動作を制御するため、例えばマイクロ・プロセッサすなわちマイクロ・コントローラなどのプロセッサ 22 を有している。プロセッサ 22 で実行されるファーム・ウェアすなわちマイクロ・プログラム・コードは ROM 24 あるいは他の形式の不揮発メモリに、および / あるいはディスク 12 のプログラム領域に記憶され、RAM 26 で示されるプロセッサ 22 のワーキング・メモリを用いて実行される。さらに、制御回路 20 は通常他の電子回路を有し、プロセッサ 22 の制御のもとに磁気ディスク 12 ヘデータの書込みと読出しを行う。電子回路は通常、読出 / 書込回路 28、サーボ回路 30、インタフェース回路 32 およびフォーマッタ回路 34 で表される機能を有している。

10

【0025】

磁気ディスク 12 は通常ヘッド位置決めのため、半径方向に距離をおいた一連のトラックに分割されており、各トラックは円周方向にいくつかのデータ・セクタに分割されている。セクタはみな同じであっても違うサイズであっても良い。ディスク・ドライブが複数のディスクおよび / または複数の読出し / 書込みヘッドを有する場合、全てのディスク面の同じ半径上にある一連のトラックはシリンダと呼ばれる。

【0026】

読出 / 書込回路 28 は読出 / 書込ヘッド 16 から信号を受け取り、サーボ情報をサーボ回路 30 に転送し、データ信号をフォーマッタ回路 34 に転送する。サーボ回路 30 はサーボ情報を使用して駆動信号を生成し、ボイス・コイル・モータ 18 を駆動して読出 / 書込ヘッド 16 を位置づける。インタフェース回路 32 はホスト・システム (図示せず) とインタフェースを介して通信して、データとコマンド情報を送る。インタフェース回路 32 はまたフォーマッタ回路 34 と通信する。プロセッサ 22 も要求に応じて各回路 28 - 34 と通信しドライブ全体の動作を管理する。

20

【0027】

ディスク・ドライブ 10 の動作において、インタフェース回路 32 が通常ホスト・システムからデータの読出しあるいは書込みの要求を受ける。フォーマッタ回路 34 はインタフェース回路 32 から要求されたデータ・セクタのリストを論理ブロック・アドレスの形で受け取り、本技術分野では公知の方法で、所期のデータ・セクタの位置を一意に示すシリンダとヘッドおよびセクタ番号へと変換する。ヘッドおよびシリンダ情報はサーボ回路 30 に送られ、適切なシリンダの適切なデータ・セクタに読出 / 書込ヘッド 16 を位置づける。サーボ回路に送られたシリンダ番号が、読出 / 書込ヘッド 16 が現在位置づけられているトラック番号と異なる場合は、サーボ回路 30 はまずシーク動作を行い、ヘッドを適切なシリンダへ再位置づける。

30

【0028】

サーボ回路 30 がヘッド 16 を適切なシリンダへ位置づけると、ID フィールドを読むことにより所期のデータ・セクタに位置づけられる。あるいは、無ヘッド方式を採用しているディスク・ドライブでは、サーボ回路 30 は所期のデータ・セクタに位置づけし識別するため本技術分野では知られているようにセクタ計算を開始する。位置づけされると、同じく本技術分野では公知の方法で、正しく読出しあるいは書込み動作が実行される。

40

【0029】

本発明による動的再マッピングは通常ドライブ・コントローラ 20 内のプロセッサ 22 によりプログラム・コードを使用して実行される。しかしながら、動的再マッピングを実施する様々な動作はハードウェア、ソフトウェアあるいはその両方に関して異なるレベルで実行できることは容易に理解されるところである。従って、本発明はここに説明されるプログラム・コードに限定されるものではない。

【0030】

ソフトウェアの観点から、本発明の様々な実施例で使用される機能を実行するル・チンを、マイクロ・コードの一部であったとしても、オペレーティング・システムなどの高度

50

なプログラム、アプリケーション、コンポーネント、プログラム、オブジェクト、モジュールまたはインストラクション・シーケンス、あるいはそのサブセットであったとしても、ここでは、総じて“コンピュータ・プログラム・コード”または単純に“プログラム・コード”と呼ぶ。通常プログラム・コードは1つ以上の命令を有し、コンピュータの様々なメモリおよび記憶装置、あるいはプログラム可能な電子装置に様々な回数存在し、装置の1つあるいはそれ以上のプロセッサに読み出されて実行されると、発明の様々な機能を実現する構成要素やステップを実行する上で必要な手順を装置に実行させる。

【0031】

なお、本発明はここまで及びこれ以後、完全に機能する磁気ディスク・ドライブを例にとって説明しているが、本技術分野に精通した人には、本発明の様々な実施例をプログラム・プロダクトとして様々な形で配布することが可能であり、実際に配布するために信号を記憶する媒体の種類によらずに、等しく発明が適用されることは理解されるところである。信号を記憶する媒体の例としては、揮発性・不揮発性のメモリ装置、フレキシブル・ディスク及び他のリムーバブル・ディスク、ハード・ディスク・ドライブ、磁気テープ、光ディスク（例えば、CD-ROM、DVDなど）などの記録型の媒体と、デジタルおよびアナログ通信リンクなどの通信型の媒体などがあるが、これらに限定されるものではない。

【0032】

さらに、ハードウェアの観点では、ハードウェアで実現される機能は、1つ以上の集積回路、及び増設支援電子部品を含む回路により実現されると考えられる。さらに、本技術分野ではよく知られているように、集積回路は一般に、装置の回路要素のレイアウトを指定し、以後ハードウェア定義プログラムと呼ぶ1つ以上のコンピュータ・データ・ファイルを使用して設計され製造される。プログラムは一般に設計ツールを用いて制作され、以後の製造において半導体ウェファの回路要素を規定するマスクを制作するのに使用される。一般にプログラムはVHDL, verilog, EDIFなどのハードウェア定義言語(HDL)を使用して規定の形式で提供される。本発明はここまで及びこれ以後、完全に機能する集積回路装置および集積回路装置を使用した電子装置を例にとって説明しているが、本技術分野に精通した人には、本発明による回路要素は本発明の様々な実施例をプログラム・プロダクトとして様々な形で配布することが可能であり、実際に配布するために信号を記憶する媒体の種類によらずに、等しく発明が適用されることは理解されるところである。

【0033】

図2に示す通り、本発明による動的再マッピングのため、磁気ディスク上の欠陥情報、および欠陥に関連するセクタの磁気ディスク上のスペア・セクタへの再マップ情報を維持することが必要で、このためには、ある種の欠陥マップが必要である。

【0034】

一般に、本発明による動的再マッピングを実施するには、従来の欠陥マップに保持される情報を拡張して、実際の欠陥セクタを欠陥領域の周囲にバッファを形成するために生成されたパッド・セクタとは区別して識別するのが望ましい。次に欠陥が成長してパッド・セクタが欠陥になると、例えばこのパッド・セクタをパッド・セクタ・リストから欠陥セクタ・リストに移して、このパッド・セクタは更新されて欠陥と識別される。

【0035】

ハード・ディスク・ドライブの欠陥マッピングに使用される従来のデータ構造は、2つの論理的に異なるリストからなっている。通常のドライブ製造時にマップされる欠陥の位置を保持する製造時欠陥リスト(PLIST)と、PLISTとはかわりなく通常のドライブ動作中に欠陥となった箇所を保持する成長欠陥リスト(GLIST)である。PLISTとGLISTは図2の40と42にそれぞれ示されている。

【0036】

以下に説明する例では動的再マッピングを実現するため、新たに2つのリストが使用される。1つは製造時パッド・リスト(PPLIST)44と呼ぶもので、もう1つは成長

10

20

30

40

50

パッド・リスト (GPLIST) 46 である。本実施例では GPLIST と PPLIST は位置の情報を有するだけでなく、直接あるいは間接的にパッドしている、GLIST からあるいは PLIST のもとの欠陥との関係を保持している。さらに、欠陥化パッド・リスト (DPLIST) 48 と呼ばれ、PPLIST あるいは GPLIST から欠陥になったパッド・セクタを明らかにする、もう 1 つのリストを持つことが望ましい。この他にも本発明による欠陥マップに使用できるデータ構造が幅広く存在することは容易に理解されるところである。例えば、DPLIST はある実施例では使用されない。また SAT もしくは動作中に検出された欠陥に基づいて、欠陥とパッドを区別せずに扱うことも可能である。さらに各リストと関係して幅広く様々なデータ構造を使用することが可能である。

【0037】

次に図 3A、図 3B と図 4 に、図 1 の制御回路 20 により実行可能である、本発明による代表的な動的再マッピング手順 50 を示す。さらに、本手順の動作を示すため、図 5A - 図 5D にハード・ディスク・ドライブ面の代表的な欠陥を示し、さらにまた図 3A、図 3B 及び図 4 に示す代表的な動的再マッピング手順との関連を示す。本代表的な手順を実施するには、ユーザが次のようなオプション構成を選択可能であることが前提となる。(1) 欠陥成長チェックの実施 / 非実施の選択、(2) PPLIST 個所を読み取り時のデータ回復の許容回数、(3) GPLIST 個所を読み取り時のデータ回復の許容回数、(4) PFA を起動するまでに許容される DPLIST への登録回数、(5) PFA を起動するまでに許容される特定の PLIST あるいは GLIST に関連した DPLIST への登録回数、(6) 欠陥の周囲に適用するパッド方式 (例えば、指向性または周辺の)。

10

20

【0038】

図 5A にもどおり、隣接する 3 セクタからなる 1 つの製造時欠陥がある単純な場合を想定する。製造時に欠陥セクタは欠陥マップに加えられ、製造アルゴリズムにより、欠陥セクタとそれに隣接するパッド・セクタは、欠陥のないスペア・セクタにマップされる。しかしながら、従来の SAT 方式と異なり、欠陥セクタとパッド・セクタは一般的に別々のリスト、すなわち欠陥セクタは PLIST に、パッド・セクタは PPLIST に記録される。この例では、セクタは、シリンダ番号 / ヘッド番号 / セクタ番号で識別される。

【0039】

図 5A に見られるように、SAT の後、3 つの欠陥セクタが 29053 / 0 / 338、29054 / 0 / 338 及び 29055 / 0 / 338 に検出され (ヘッド番号は 0 とする)、PLIST に加えられ、SAT 方式により再マップされる。さらに、例えば、29052 / 0 / 339 から 29056 / 0 / 339、29052 / 0 / 337 から 29056 / 0 / 337、29051 / 0 / 338 から 29052 / 0 / 338、および 29056 / 0 / 338 から 29057 / 0 / 338 のパッド・セクタが PPLIST に加えられ、SAT 方式により再マップされる。表 1 に代表的なディスク・ドライブの SAT 後の欠陥マップの状態を示す。

30

【0040】

【表 1】

表 1 製造後の欠陥マップ

PLIST	PPLIST	GLIST	GPLIST	DPLIST
29053/0/338	29051/0/338			
29054/0/338	29052/0/337			
29055/0/338	29052/0/338			
	29052/0/339			
	29053/0/337			
	29053/0/339			
	29054/0/337			
	29054/0/339			
	29055/0/337			
	29055/0/339			
	29056/0/337			
	29056/0/338			
	29056/0/339			
	29057/0/338			

10

【0041】

20

ここでユーザは次の設定を選択したものとする。(1)欠陥成長チェックを適用する。(2)製造時パッド・セクタに対してデータ回復を1回まで許容する。(3)成長パッド・セクタにはデータ回復を許容しない。(4)最大3つのパッド・セクタの欠陥化まで許容し、以後はPFAを始動する。(5)特定の欠陥のパッド形成を最大2回まで許容し、その後はPFAを始動する。(6)指向性パッド方式が選択されている。

【0042】

図3A及び図3Bには、本発明による動的再マッピング手順50が示されている。ブロック52に示すように、ドライブは通常のファイル動作を本技術分野では公知の手法により実行しているものとする。ブロック54では、手順50はドライブの状態が、例えば待ち状態にある読出しあるいは書込み命令がない、あるいはより優先度の高い処理が他に行われていないなどの休止状態にあるかを定期的にチェックする。休止状態でない場合は、コントロールはブロック52へ戻る。ドライブが休止状態に入ると、ブロック54はコントロールをブロック56へ移し、構成設定をチェックし欠陥成長チェックが有効かを確認する。

30

【0043】

有効でない場合、コントロールはブロック52へ戻る。有効ならブロック58へ移行し、既に成長している欠陥が存在するかを、すなわち動的再マッピングによりパッド・セクタが過去に欠陥と判定されていることを示すDPLISTに登録があるかをチェックして判定する。当初は、DPLISTに登録されているセクタは存在しないので、ブロック58はコントロールをブロック60へ移し、PPLISTの各パッド・セクタを、すべての既知のパッド・セクタが許容されるリトライ回数内で(この場合1回)読出し可能であることを確認するためのチェック・ループを起動する。

40

【0044】

具体的には、ブロック60では、PPLISTを指定するポインタが設定され、さらに具体的には最後にチェックされたセクタに設定され、次回ドライブが休止時間に入ったときに欠陥成長チェックが中断したところから、全リストがチェックされるまで続けられる(最後のセクタのチェックは、ドライブを休止状態から脱出させるより優先度の高い、例えば読出し/書込み要求などの動作に取って代わられる可能性があるため)。PPLISTをすべてチェックした後もドライブの休止状態が続く場合は、リストの最初からチェックが再度開始される。

50

【0045】

ポインタが初期化されると、現在のパッド・セクタがブロック62で読まれる。次にブロック64で、読出しが許容リトライ範囲内で成功であったか否かを判断する。成功であれば、コントロールはブロック66へ移り、全PPLISTのパッド・セクタがチェックされたかを判断し、未完了であればコントロールはブロック68へ移り、ポインタをPPLISTの次のパッド・セクタに移す。完了であれば、コントロールはブロック52へ戻り通常のファイル動作が開始される。

【0046】

ブロック64に戻り、パッド・セクタの読出しが成功でなければ、ブロック64は再マップ処理ルーチン70を呼び出し、新たに欠陥となったパッド・セクタを再マップする。手順の詳細を以下に詳細に述べる。次にコントロールはブロック66へ移りPPLISTの追加パッド・セクタを処理する。

10

【0047】

図4に再マップ処理ルーチンの詳細を示す。ルーチン70はブロック72で新たな欠陥セクタをDPLISTに追加することから開始する。次に新たな欠陥セクタに隣接するセクタが、選択されているパッド方式により（周辺あるいは指向性）、スペア・セクタに再マップされGPLISTに追加される（ブロック74）。次にブロック76で現在の欠陥に関連して成長パッド・セクタの数が決定される（すなわちGPLISTの特定の欠陥にリンクするセクタ数）。

【0048】

成長パッド・セクタの数が設定された閾値以下であれば、ブロック78はコントロールをブロック80へ移し成長パッド・セクタの総数を決定する（すなわちGPLISTのセクタの総数）。閾値を超えていた場合、ブロック78はコントロールをブロック82に移し、例えば予防障害解析（PFA）発行あるいは通知によりシステムに通知し、その後ルーチン70を終了する。

20

【0049】

ブロック80に戻って、成長パッド・セクタの総数が決定したら、ブロック84はこの総数が設定された閾値を超えているかを判断し、超えてなければルーチン70を終了する。超えていたら、コントロールはブロック86へ移行しPFA発行あるいは通知を行い、ルーチンを終了する。

30

【0050】

図5Bでは、一例として、パッド・セクタ・チェック中にパッド・セクタの1つ（29056/0/338）が、読出すのに5回の再試行を要したとする。例では再試行回数が設定された閾値の1を超えているので、プロセスの流れはルーチン70で説明した処理を行う。結果として、パッド・セクタはDPLISTに加えられ、選択されているパッド方式（例えば図5Bに示すように指向性パッド）により、欠陥の成長が予測される方向に隣接する使用可能なセクタが新たにパッド・セクタに加えられ、スペア・セクタに割り当てられる。さらに、新しいパッド・セクタがGPLISTに追加される。

【0051】

さらに、ユーザの読出し処理中にソフトエラーの箇所が検出され、エラー箇所がスペア・セクタ領域に再配置されたと想定する。これは欠陥の成長と考えられるので、GLISTに登録され、関連するパッド・セクタが生成される（例えば、図5Bに示す周辺パッドにより）。製造中にはこれに関連する欠陥は存在しないので、GLISTの周りのパッド・セクタは通常GPLISTに示される。成長欠陥は、元来の欠陥が内在する場合を除き、通常欠陥パッド・セクタとして扱われる。表2に新しくパッド・セクタを追加した後の欠陥マップの状態を示す。

40

【0052】

【表 2】

表 2 欠陥パッドセクタ発生と欠陥成長後の欠陥マップの状況

PLIST	PPLIST	GLIST	GPLIST	DPLIST
29053/0/338	29051/0/338		29058/0/338	29056/0/338
29054/0/338	29052/0/337			
29055/0/338	29052/0/338			
	29052/0/339			
	29053/0/337			
	29053/0/339			
	29054/0/337			
	29054/0/339			
	29055/0/337			
	29055/0/339			
	29056/0/337			
	29056/0/338			
	29056/0/339			
	29057/0/338			
		29060/0/332	29059/0/332	
			29060/0/331	
			29060/0/333	
			29061/0/332	

10

20

【0053】

手順70で述べた新しいパッド・セクタの追加後、予防障害分析(PFA)の起動がテストされる。毎回のDPLISTへの登録は欠陥の成長ステップを意味し、DPLISTへの登録回数はチェックして設定された閾値と比較される。ドライブに許容される総成長と特定の欠陥の成長が設定された閾値基準と合致しないので、PFA起動は発行されない。

【0054】

図3Aへもどり、成長欠陥の存在を示すGPLISTが生成されると、次回にブロック58に来ると、コントロールはブロック88(図3B)へ移行する。この点に関しては、GPLISTに登録されていることは過去に欠陥箇所が成長した歴史を持つことを示すので、GPLISTがPPLISTよりも優先度を有する方が望ましい。

30

【0055】

ブロック88は成長欠陥領域をスキャンする2ステップの処理を起動する。最初にリセットされていないポイントを用いてGPLISTを横断し、ユーザの操作あるいはより高い優先度の機能のために中断した処理を継続する。ブロック88は当初はGPLISTの最初にポイントを設定する。次にブロック90は欠陥となったGPLISTセクタがDPLISTに加えられ、チェックされないことを保証するためチェックを行う。

40

【0056】

GPLISTセクタがDPLISTになれば、コントロールはブロック92に移行しセクタの読みを行う。ブロック94で読みが許容されるリトライ回数範囲内で成功したかを判断する。ブロック94ではブロック64と同じあるいは異なる閾値を使用することができる。この例では、再試行は許されず読みを失敗とされる設定になっている。読み不良が発生すると、ブロック94は手順70を呼び出し、不良セクタを再マップする。成功であればコントロールはブロック96に移行し、全GPLISTセクタがチェック済みであるか否かを判断する。

【0057】

未チェックのセクタがあると、コントロールはブロック98に移行し、GPLISTの

50

次のセクタにポインタを1つ進める。次にコントロールはブロック90にもどる。さらに、ブロック90で、GPLISTにあるセクタがDPLISTにも存在した場合、コントロールは直接ブロック96へ移行する。

【0058】

GPLISTのすべてのセクタがチェックされると、コントロールはブロック100へ移行し、DPLISTの各々について、同じもとの欠陥から派生する全PPLIST登録をチェックしながら、DPLISTを一巡する（GLIST欠陥に関しては派生するPPLIST登録は存在しないことに注意）。詳細にはブロック100はポインタをリセットしPPLISTをポイントし、DPLIST登録からリンクされるPPLISTの最初のセクタから開始する。

10

【0059】

ブロック101でセクタがDPLISTにはすでに存在しないことを確認する。セクタがDPLISTになれば、コントロールはブロック102へ移行しセクタの読出しを行い、ブロック104で許容リカバリ回数内で読出しが成功したかを判断する（例えば、PPLIST登録が読まれているので、ブロック64と同じ閾値を用いる）。読出し不良が発生した場合、再マップ処理ルーチン70が呼び出され、コントロールはブロック106へ移行する。正常に読めた場合、ブロック104がコントロールを直接106へ移行させる。

【0060】

ブロック106で、PPLISTの成長欠陥箇所にある全セクタがチェックされたか判定する（すなわちDPLIST登録にリンクされている）。チェック完了でなかった場合、コントロールはブロック108へ移行しポインタを1つ上げてDPLIST登録とリンクする次のPPLISTセクタをポイントし、ブロック101に戻り次のセクタを処理する。完了であった場合、ブロック106はコントロールをブロック60（図3A）へ移行しPPLISTのチェックを続ける。ブロック101へもどり、セクタがすでにDPLISTに入っていたら、コントロールは直接ブロック106へ移行する。ブロック88から108で行ったチェックでは特定の欠陥に関連するパッドをPPLISTから検索するのを省略しているため、ブロック62から68で規定されるループではPPLISTのポインタを別に持つことが望ましい。

20

【0061】

前述の例に続いて、読出し書込み動作が図5Bに示すイベントに引き続いて開始されるものとする。さらにその後の休止時に別のパッド・セクタ（例えば、29057/0/338）が欠陥であると検出されたとする。その結果DPLISTに新たな登録が行われ、別のパッド・セクタ（例えば、29059/0/338）が再割り当てされ、GPLISTにパッド・セクタが追加される。これらのセクタの再割り当てを図5Cに示す。さらに新たに生成された欠陥マップを下の表3に示す。

30

【0062】

【表 3】

表 3 新たに欠陥化したパッドセクタ

PLIST	PPLIST	GLIST	GPLIST	DPLIST
29053/0/338	29051/0/338		29058/0/338	29056/0/338
29054/0/338	29052/0/337		29059/0/338	29057/0/338
29055/0/338	29052/0/338			
	29052/0/339			
	29053/0/337			
	29053/0/339			
	29054/0/337			
	29054/0/339			
	29055/0/337			
	29055/0/339			
	29056/0/337			
	29056/0/338			
	29056/0/339			
	29057/0/338			
		29060/0/332	29059/0/332	
			29060/0/331	
			29060/0/333	
			29061/0/332	

10

20

【0063】

追加パッド・セクタの再設定に関連してルーチン70の実行中に、PFAの閾値もまたチェックされることに注意しておく必要がある。前述の例では、同じ欠陥が2回成長していることが発見されており、発動閾値なので、PFA通知あるいは発行が提起され後にシステムまたはユーザに報告される。この結果、ユーザはドライブの動作を中止し、ドライブからすべてのデータを新しいドライブにコピーする方向になる。あるいは、しかしながら初回のPFA警告は無視して動作を続けるかもしれない。

30

【0064】

後者のシナリオで、しばらく動作した後にドライブが休止時間に入ると、ブロック90-98の手順でGPLISTが通覧され、新たにGPLISTで認識されたパッド・セクタであるパッド・セクタが欠陥に移行する（例えばパッド29058/0/338）ものとする。前述の、新しくパッド・セクタを追加する処理がやはり発生し、欠陥数の総計が設定された閾値の3を超えているが、より重要なPFA要件の、ある欠陥が2度を超えて成長したことが報告される。さらに、他のパッド・セクタがGLIST登録（例えばパッド29059/0/332）周りで欠陥化した場合、成長総数が極めて多いのでPFAが起動される。例では、閾値が3に設定され、DPLISTに4つの欠陥が追加される。これら追加の障害と再マッピングは図5Dに示される。

40

【0065】

上記の例では欠陥化した両方のGPLIST登録はDPLISTに置かれるが、DPLISTは基本的に計算機能のためのものなので、GPLISTにも残される。このことが、既知の欠陥パッドでないことを確認するためにチェックする前に、各GPLIST登録をテストすることが望ましい理由である。

【0066】

欠陥マップに関しては、PLIST, PPLIST, GLIST, 及びGPLISTの各々を、パッドしている欠陥セクタに関連するパッド・セクタごとに別々にまとめるのが望ましい。これは様々な手法で実現可能であるが、この例では、ひとつの方法として各欠陥、または関連する複数の欠陥にリストに登録される欠陥番号及びその位置を設定する。

50

このようにして P P L I S T 及び G P L I S T の登録パッドはパッドしている欠陥集団番号を参照することができる。これにより、図 3 B のブロック 1 0 4 から 1 0 8 の手順に示す関連パッド・セクタのチェックが可能になる。

【 0 0 6 7 】

ここに示す単純な例では複数の製造欠陥を欠陥マップに有していないので、分かりやすくするため欠陥集団番号は省略されている。3 件の P L I S T 登録は通常 1 つの欠陥集団に関連するものであり、G L I S T 欠陥セクタは別々の欠陥集団と考えられる。分かりやすくするため、表 4 に G L I S T 登録に関連する全パッド・セクタには * マークが付けられている。関連を分かりやすくするため表が分割されている。

【 0 0 6 8 】

【表 4】

表 4 G P L I S T から新たに欠陥化したパッド

PLIST	PPLIST	GLIST	GPLIST	DPLIST
29053/0/338	29051/0/338		29058/0/338	29056/0/338
29054/0/338	29052/0/337		29059/0/338	29057/0/338
29055/0/338	29052/0/338			29058/0/338
	29052/0/339			
	29053/0/337			
	29053/0/339			
	29054/0/337			
	29054/0/339			
	29055/0/337			
	29055/0/339			
	29056/0/337			
	29056/0/338			
	29056/0/339			
	29057/0/338			
		*29060/0/332	*29059/0/332	*29059/0/332
			*29060/0/331	
			*29060/0/333	
			*29061/0/332	
			*29058/0/332	

【 0 0 6 9 】

上記に示すように、欠陥マップの様々なセクタを表示するため他の様々なデータ構造をとることができる。さらに、欠陥化したパッド・セクタをチェックする他の方法もとることが可能である。本発明は図 3 A、図 3 B 及び図 4 に示す特定の動的再マッピング手順に限定されるものではない。

【 0 0 7 0 】

本技術の通常知識を有するものには他の修正ができることは明らかである。それゆえ、本発明は特許請求の範囲によってのみ規定される。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 7 1 】

【図 1】本発明による動的再マッピングを組み込んだデータ記憶装置のブロック・ダイアグラムである。

【図 2】図 1 のデータ記憶装置の動的再マッピングにかかわるいくつかのデータ構造のブロック・ダイアグラムである。

【図 3 A】図 1 のデータ記憶装置の動的再マッピングを実行する手順を示すフローチャートである。

10

20

30

40

50

【図3B】図1のデータ記憶装置の動的再マッピングを実行する手順を示すフローチャートである。

【図4】図3Aおよび図3Bに示す再マップ・ハンドリング手順のフローチャートである。

【図5A】磁気ディスク表面の典型的な媒体欠陥、欠陥の成長及び図3Aおよび図3Bの動的再マッピングを使用して欠陥の成長に対応する方法を示す図である。

【図5B】磁気ディスク表面の典型的な媒体欠陥、欠陥の成長及び図3Aおよび図3Bの動的再マッピングを使用して欠陥の成長に対応する方法を示す図である。

【図5C】磁気ディスク表面の典型的な媒体欠陥、欠陥の成長及び図3Aおよび図3Bの動的再マッピングを使用して欠陥の成長に対応する方法を示す図である。

【図5D】磁気ディスク表面の典型的な媒体欠陥、欠陥の成長及び図3Aおよび図3Bの動的再マッピングを使用して欠陥の成長に対応する方法を示す図である。

10

【符号の説明】

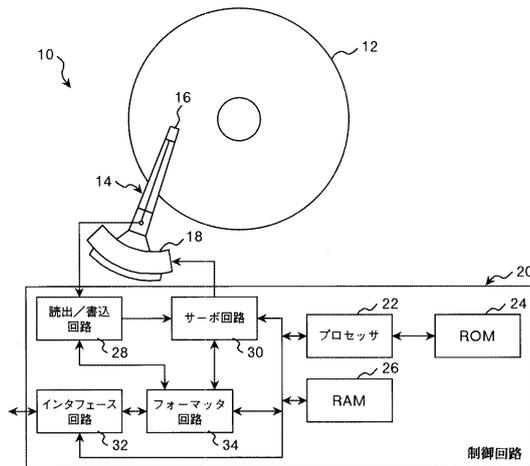
【0072】

- 10 ... ハード・ディスク・ドライブ、 12 ... 磁気ディスク、
- 16 ... データ記録変換素子、 18 ... ボイス・コイル・アクチュエータ、
- 20 ... 制御回路、 22 ... プロセッサ、 24 ... ROM、 26 ... RAM、
- 28 ... 読出/書込回路、 30 ... サーボ回路、
- 32 ... インタフェース回路、 34 ... フォーマッタ回路、
- 40 ... 製造時欠陥リスト (P L I S T)、
- 42 ... 成長欠陥リスト (G L I S T)、
- 44 ... 製造時パッド・リスト (P P L I S T)、
- 46 ... 成長パッド・リスト (G P L I S T)、
- 48 ... 欠陥化パッド・リスト (D P L I S T)。

20

【図1】

図 1



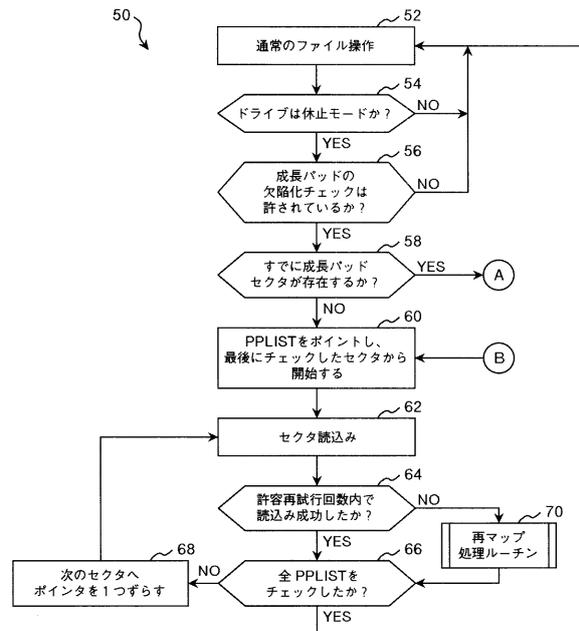
【図2】

図 2

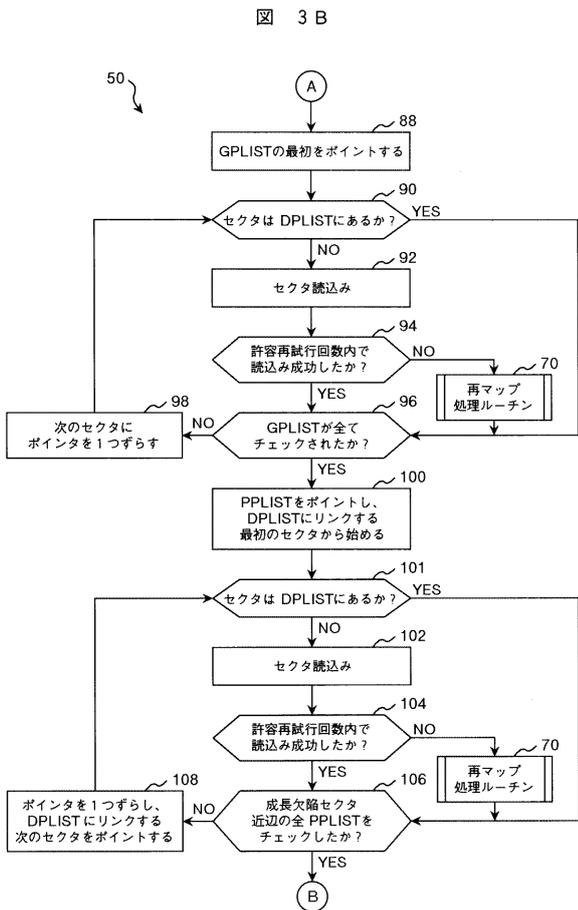


【図3A】

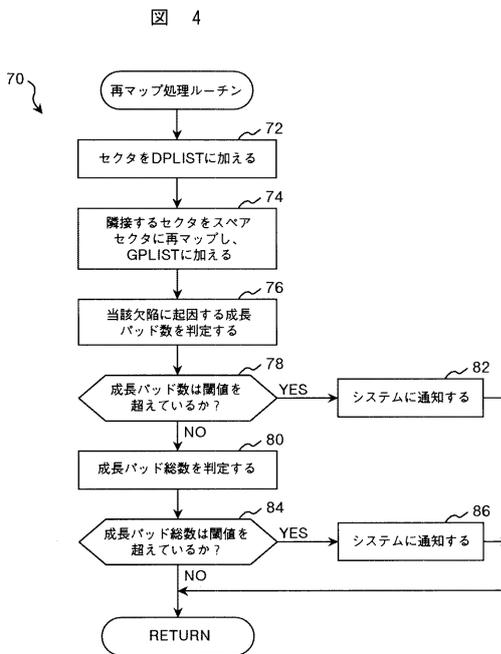
図 3 A



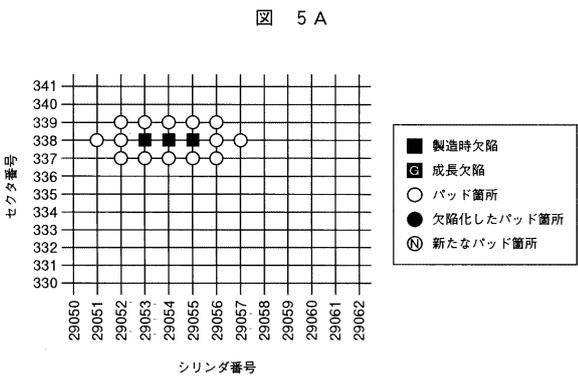
【 図 3 B 】



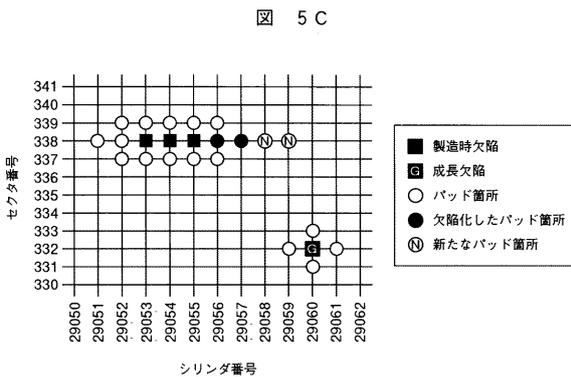
【 図 4 】



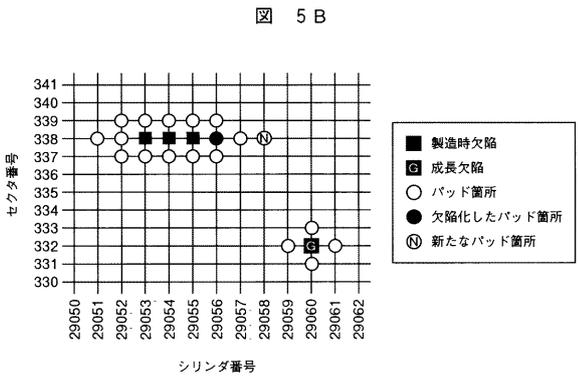
【 図 5 A 】



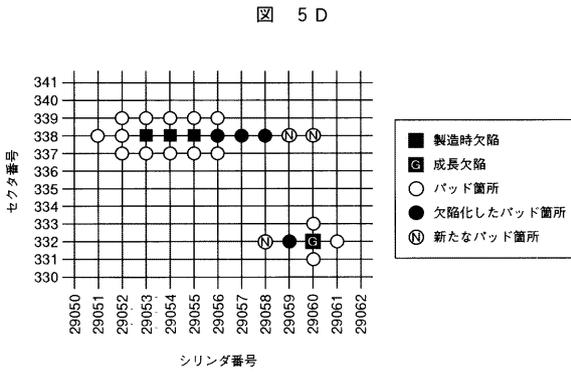
【 図 5 C 】



【 図 5 B 】



【 図 5 D 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷ F I テーマコード(参考)

G 1 1 B 20/18 5 2 0 E
G 1 1 B 20/18 5 5 0 C
G 1 1 B 20/18 5 7 0 A
G 1 1 B 20/18 5 7 2 B
G 1 1 B 20/18 5 7 2 F
G 1 1 B 20/18 5 7 6 C

(72)発明者 ドナルド・アール・ヴォスバーグ

アメリカ合衆国 5 5 9 0 2、ミネソタ州、ロチェスター、10番ストリートSW 6 4 3 5

(72)発明者 ダグラス・マイケル・ザーチャー

アメリカ合衆国 5 5 9 2 0、ミネソタ州、バイロン、9番ストリートNW 3 3 3

Fターム(参考) 5D031 AA04 HH15

5D044 AB01 BC01 CC05 DE62 DE68 GK12 GK19