

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6148996号
(P6148996)

(45) 発行日 平成29年6月14日(2017.6.14)

(24) 登録日 平成29年5月26日(2017.5.26)

(51) Int.Cl.

F I

G 1 1 B 5/09 (2006.01)

G 1 1 B 5/09 3 1 1 Z

G 1 1 B 20/10 (2006.01)

G 1 1 B 20/10 3 1 1

請求項の数 20 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2014-50085 (P2014-50085)
 (22) 出願日 平成26年3月13日(2014.3.13)
 (65) 公開番号 特開2014-182865 (P2014-182865A)
 (43) 公開日 平成26年9月29日(2014.9.29)
 審査請求日 平成28年9月21日(2016.9.21)
 (31) 優先権主張番号 13/832, 178
 (32) 優先日 平成25年3月15日(2013.3.15)
 (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
 Seagate Technology
 LLC
 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
 10200 South De Anza
 Blvd Cupertino CA
 95014 United States
 of America

(74) 代理人 110001195
 特許業務法人深見特許事務所

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 区分された読み出し - 修正 - 書き込み操作のための装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも1つのトラックが隣接トラックに部分的に重なる瓦様式で配列された複数のデータトラックを有するトラックのバンドを含むデータ格納媒体と、

コントローラであって、

各区分が少なくとも1つのトラックを包含する、少なくとも第1の区分および第2の区分に前記トラックのバンドを仮想的に分割するように、

前記第1の区分のための第1の読み出し 修正 書き込み 書き込み操作を行うように、ならびに

前記第2の区分のための第2の読み出し 修正 書き込み 書き込み操作を行うように、構成された、コントローラとを備える、装置。

10

【請求項 2】

前記コントローラであって、

前記第1の区分をバッファに読み出すように、

前記バッファ内の前記第1の区分のデータを修正するように、

前記第1の区分を第1のスクラッチパッドに書き込むように、および

前記データ格納媒体上で前記第1の区分に対応する物理的に隣接するトラックに前記第1の区分の全てよりも少ない部分を書き込むように、更に構成された、前記コントローラを備える、請求項1に記載の装置。

【請求項 3】

20

前記コントローラであって、
前記第 2 の区分を前記バッファに読み出すように、
前記バッファ内の前記第 2 の区分のデータを修正するように、
前記第 1 の区分の少なくとも最後のトラックを含む前記第 2 の区分を第 2 のスクラッチ
パッドに書き込むように、および

前記データ格納媒体上で前記第 2 の区分に対応する物理的に隣接するトラックに前記第
2 の区分の全てよりも少ない部分を書き込むように、更に構成された、前記コントローラ
を備える、請求項 1 または 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記第 1 の区分の全てよりも少ない前記部分は、前記第 1 の区分から前記第 1 の区分の
最後の隣接トラックを引いたものである、請求項 2 に記載の装置。 10

【請求項 5】

前記第 2 の区分の全てよりも少ない前記部分は、前記第 2 の区分から前記第 2 の区分の
最後の隣接トラックを引いたものである、請求項 3 に記載の装置。

【請求項 6】

前記コントローラであって、
前記バンド内の全てのトラックが対応する読み出し 修正 書き込み 書き込み操作を
経るまで、任意の付加的な区分のための読み出し 修正 書き込み 書き込み操作を行う
ことを繰り返すように、および

区分内の最後のトラックが、前記バンドを前記バンド内に無い他のトラックから分離す
る物理的ガードバンドである場合、前記バンドのための読み出し 修正 書き込み 書き
込み操作を行うことを停止するように、更に構成された、前記コントローラを備える、請
求項 1 に記載の装置。 20

【請求項 7】

第 1 のスクラッチパッドと、
第 2 のスクラッチパッドと、
前記第 1 の読み出し 修正 書き込み 書き込み操作の間に前記第 1 の区分を前記第 1
のスクラッチパッドに書き込むように、および前記第 2 の読み出し 修正 書き込み 書
き込み操作の間に前記第 2 の区分を前記第 2 のスクラッチパッドに書き込むように、更に
構成された、前記コントローラとを更に備える、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の装
置。 30

【請求項 8】

前記バンドの付加的な区分のための更なる読み出し 修正 書き込み 書き込み操作の
ために、前記第 1 のスクラッチパッドへの書き込みと前記第 2 のスクラッチパッドへの書
き込みとを交互に行うように更に構成された前記コントローラを備える、請求項 7 に記載
の装置。

【請求項 9】

前記第 1 の区分は、前記バンドの物理的に隣接するトラックの第 1 の範囲を含み、
前記第 2 の区分は、前記バンドの物理的に隣接するトラックの第 2 の範囲を含み、
前記第 2 の区分の最初のトラックは、前記第 1 の区分の最後のトラックに隣接すること
を更に備える、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の装置。 40

【請求項 10】

各区分が少なくとも 1 つのトラックを包含する、少なくとも第 1 の区分および第 2 の区
分にデータ格納媒体のトラックの瓦バンドを分割することと、

前記第 1 の区分のための第 1 の読み出し 修正 書き込み 書き込み操作を行うことと
、

前記第 2 の区分のための第 2 の読み出し 修正 書き込み 書き込み操作を行うことと
を含む、方法。

【請求項 11】

少なくとも 1 つのトラックが隣接トラックに部分的に重なる様式で配列された複数の重 50

なったデータトラックを有するトラックの複数の瓦バンドを含む、前記データ格納媒体を更に備える、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記第 1 の読み出し 修正 書き込み 書き込み操作と前記第 2 の読み出し 修正 書き込み 書き込み操作との間に論理的ガードバンドを実装することを更に含む、請求項 10 または 11 に記載の方法。

【請求項 13】

前記瓦バンド内の全てのトラックが対応する読み出し 修正 書き込み 書き込み操作を経るまで、任意の付加的な区分のための読み出し 修正 書き込み 書き込み (RMWW) 操作を行うことと、

10

区分内の最後のトラックが、前記瓦バンドを前記バンド内に無い他のトラックから分離する物理的ガードバンドである場合、前記バンドのための RMWW 操作を行うことを停止することとを更に含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 14】

2 つの連続する読み出し 修正 書き込み 書き込み操作に対応する区分間に浮動する論理的ガードバンドを実装することを更に含む、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

浮動する論理的ガードバンドを実装することと、RMWW 操作を通して最後に処理された区分と、RMWW 操作を通して処理されることになる次の区分との間に前記浮動する論理的ガードバンドを移動することとを更に含む、請求項 13 に記載の方法。

20

【請求項 16】

前記第 1 の読み出し 修正 書き込み 書き込み操作の間に前記第 1 の区分を第 1 のスクラッチパッドに書き込むことと、

前記第 2 の読み出し 修正 書き込み 書き込み操作の間に前記第 2 の区分を第 2 のスクラッチパッドに書き込むこととを更に含む、請求項 10 ~ 15 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 17】

前記瓦バンドの付加的な区分に対応する付加的な読み出し 修正 書き込み 書き込み操作の交互の反復のために、前記第 1 のスクラッチパッドおよび前記第 2 のスクラッチパッドへの書き込みを交互に行うことを更に含む、請求項 16 に記載の方法。

30

【請求項 18】

命令がプロセッサによって実行されると、

各区分が少なくとも 1 つのトラックを包含する、少なくとも第 1 の区分および第 2 の区分にデータ格納媒体のトラックの瓦バンドを分割することと、

前記第 1 の区分のための第 1 の読み出し 修正 書き込み 書き込み操作を行うことと、

前記第 2 の区分のための第 2 の読み出し 修正 書き込み 書き込み操作を行うこととを含む方法を前記プロセッサに行わせる、前記命令を格納するコンピュータで読み出し可能なデータ格納媒体を備える、装置。

40

【請求項 19】

命令がプロセッサによって実行されると、

前記第 2 の読み出し 修正 書き込み 書き込み操作が完了した後に、物理的ガードバンドではない論理的ガードバンドを前記第 1 の読み出し 修正 書き込み 書き込み操作と前記第 2 の読み出し 修正 書き込み 書き込み操作との間に実装することを更に含む前記方法を前記プロセッサに行わせる、前記命令を格納する前記コンピュータで読み出し可能なデータ格納媒体を備える、請求項 18 に記載の装置。

【請求項 20】

命令がプロセッサによって実行されると、

前記第 1 の読み出し 修正 書き込み 書き込み操作の間に前記第 1 の区分を第 1 のスクラッチパッドに書き込むことと、

50

前記第2の読み出し 修正 書き込み 書き込み操作の間に前記第2の区分を第2のスクラッチパッドに書き込むことと、を更に含む、前記方法を前記プロセッサに行なわせる、前記命令を格納する前記コンピュータで読み出し可能なデータ格納媒体を備える、請求項18に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

本開示は、データ格納デバイスに関するものであり、より詳細には、例えば瓦磁気記録(SMR: shingled magnetic recording)などの、読み出し 修正 書き込み(RMW)操作を使用するデータ格納メモリに関するものである。

10

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0002】

一実施形態では、装置は、少なくとも1つのトラックが隣接トラックおよびコントローラに部分的に重なる瓦様式で配列された、複数のデータトラックを有するトラックのバンドを含む、データ格納媒体を含み得る。コントローラは、各区分が少なくとも1つのトラックを包含する、少なくとも第1の区分および第2の区分にトラックのバンドを仮想的に分割するように、第1の区分のための第1の読み出し 修正 書き込み 書き込み操作を行うように、ならびに第2の区分のための第2の読み出し 修正 書き込み 書き込み操作を行うように、構成され得る。

20

【0003】

別の実施形態では、方法は、各区分が少なくとも1つのトラックを包含する、少なくとも第1の区分および第2の区分にデータ格納媒体のトラックの瓦バンドを分割することと、第1の区分のための第1の読み出し 修正 書き込み 書き込み操作を行うことと、第2の区分のための第2の読み出し 修正 書き込み 書き込み操作を行うことと、を含み得る。

【0004】

更に別の実施形態では、装置は、命令がプロセッサによって実行されると、プロセッサに方法を行なわせる、命令を格納するコンピュータで読み出し可能なデータ格納媒体を含むことができる。方法は、各区分が少なくとも1つのトラックを包含する、少なくとも第1の区分および第2の区分にデータ格納媒体のトラックの瓦バンドを分割することと、第1の区分のための第1の読み出し 修正 書き込み 書き込み操作を行うことと、第2の区分のための第2の読み出し 修正 書き込み 書き込み操作を行うことと、を含み得る。

30

【図面の簡単な説明】

【0005】

【図1】図1は、区分された読み出し 修正 書き込み操作のために設計されたシステムの例示的な実施形態の図である。

【図2】図2は、区分された読み出し 修正 書き込み操作を用いる使用のための瓦記録の例示的な実施形態の図である。

40

【図3】図3は、区分された読み出し 修正 書き込み操作を用いる使用のための瓦記録の別の例示的な実施形態の図である。

【図4】図4は、区分された読み出し 修正 書き込み操作を用いる使用のための瓦記録を備えるシステムの別の例示的な実施形態の図である。

【図5】図5は、区分された読み出し 修正 書き込み操作の方法の例示的な実施形態のフローチャートである。

【図6】図6は、区分された読み出し 修正 書き込み操作の方法の例示的な実施形態の別のフローチャートである。

【図7】図7は、区分された読み出し 修正 書き込み操作を用いる使用のための瓦記録の別の例示的な実施形態の図である。

50

【図 8】図 8 は、区分された読み出し 修正 書き込み操作を用いる使用のための瓦記録の別の例示的な実施形態の図である。

【発明を実施するための形態】

【0006】

実施形態の以下の詳細な説明において、本明細書の一部を形成し、その明細書において特定の実施形態の例示として示される、添付の図面に対する参照がなされる。他の実施形態が利用され得ることと、構造的変更が本開示の範囲から逸脱することなくなされ得ることとが理解されるべきである。

【0007】

図 1 は、一般に 100 で指定された、区分された読み出し 修正 書き込み操作のためのシステムの実施形態を描写する。システム 100 は、ホスト 102 とデータ格納デバイス (DSD) 104 とを含み得る。ホスト 102 はまた、ホストシステムまたはホストコンピュータとも呼ばれ得る。ホスト 102 は、デスクトップコンピュータ、ラップトップコンピュータ、サーバ、タブレットコンピュータ、電話、音楽プレーヤ、別の電子デバイス、またはそれらの任意の組み合わせとすることができる。同様に、DSD 104 は、上に挙げたデバイスのいずれか、またはハードディスクドライブ (HDD) もしくはハイブリッドディスクドライブなどの、データを格納するか検索するために使用され得る任意の他のデバイスであり得る。ホスト 102 および DSD 104 は、有線もしくは無線接続などのインターフェースによって、またはローカルエリアネットワーク (LAN) もしくはワイドエリアネットワーク (WAN) によって接続され得る。いくつかの実施形態では、DSD 104 は、ホスト 102 に直接接続されない独立型デバイスとすることができ、またはホスト 102 と DSD 104 の両方は、単一ユニットの一部であってもよい。

【0008】

DSD 104 は、1 つ以上の不揮発性のメモリを含むことができる。描写された実施形態では、DSD 104 は、回転可能なディスクメモリ 106 を含むことができる。他の実施形態では、DSD 104 は、揮発性および不揮発性の固体メモリを含む、付加的なメモリまたはメモリの類いを包含し得る。例えば、DSD 104 は、ディスクメモリ 106 と不揮発性の固体メモリ 108 との両方を備えるハイブリッド HDD とすることができる。

【0009】

システム 100 の実施形態では、ディスクメモリ 106 は、瓦磁気記録 (SMR) を使用して瓦データトラック上にデータを格納するように構成された 1 つ以上のゾーンを有することができる。SMR は、ディスク上のデータ記録密度を増やすための記録システムであり、それによって、データの少なくとも 1 つのトラックは、隣接データトラックに部分的に重なる。SMR は、図 2 ~ 図 4 に関してより詳細に記述されることになる。

【0010】

SMR は、ディスク幅で 1 つの半径方向における書き込み操作を実行する方式であり、そこでは、トラックが、屋根瓦と類似して互いに部分的に重なる。図 2 を参照すると、書き込みが、瓦 書き込み方式で矢印で示された方向に行われることが想定される場合、書き込みがトラック N 上で行われると、隣接トラック N+1 は、部分的に重なる。また、書き込みがトラック N+1 上で行われると、隣接トラック N は部分的に重なる。記録方法によって、各トラックが意図された重なり無しで書き込まれる当該記録方法とは対照的に、SMR は、格納媒体の半径方向における記録密度としてトラック / インチ (TPI) 特性の増加を結果としてもたらすことができる。

【0011】

更に、SMR は、1 つの方向に流れを生成することができる。従って、N トラックが書き込まれた後に N+1 トラックが書き込まれ得ないという制約が、満たされるべきである。図 3 に例示されるように、トラック N 上に書き込んだ後に、トラック N+1 が瓦記録方向の逆方向に書き込まれる場合、トラック N は、重なりまたは隣接トラック干渉 (ATI: Adjacent Track Interference) に起因して読み出し不可能になり得る。従って、トラック N が記録された後にトラック N+1 に記録されたデータ

10

20

30

40

50

、あるいはトラックN + 1が記録された後にトラックNに記録されたデータを変更することは、単にいつでも上書きされ得る非瓦トラックとは異なる書き込み方策を必要とする。

【0012】

次に図4を見ると、区分された読み出し 修正 書き込み操作のための瓦記録を用いるシステムの別の例示的な実施形態の図が示される。回転ディスク媒体402は、複数のゾーン（例えば、ゾーン1、ゾーン2など）に分割され得、各ゾーンは、複数のデータトラックを包含し得る。

【0013】

SMRの単一の書き込み方向に起因して、トラックNが書き込まれた後に所与のトラックN - 1を書き込むことは、トラックN - 1に続く全ての瓦トラック（すなわち、トラックN、トラックN + 1、トラックN + 2など）を書き換えることを必要とする。これを現実的に達成するために、1組のトラックは、バンドが、ガードトラックで終了する、「バンド」にグループ化され得る。いくつかの実施形態では、ガードトラックは、非瓦トラック、またはデータを記録するために使用されない瓦トラックとすることができる。トラックN - 1が書き込まれることを必要とする場合、トラックN - 1からガードトラックまでは書き換えられ得、一方で、他のバンド内のトラックは影響を及ぼされ得ない。従って、各ゾーンにおけるトラックは、複数のバンドに分割され得る。図4の実施形態例に描写されるように、ゾーン1はバンド0（B₀）からバンドk（B_k）までを包含することができ、一方で、ゾーン2はバンドk + 1（B_{k+1}）、バンドk + 2（B_{k+2}）などを包含することができる。ある実施形態例では、各ゾーンは、100個のデータトラックを包含し得、100個のデータトラックは、10個のトラックをそれぞれ包含する10個のバンドに分割され得る。各トラックは、複数の論理的ブロックアドレス（LBA）と関連付けられたデータセクタに更に分割され得、データは、各LBAに格納されることができる。

【0014】

ある実施形態では、SMRを使うDSDは、バンド内の瓦トラックのデータセクタに対応する1つ以上のLBAを上書きするために、書き込みコマンドを受信し得る。書き込まれることになるデータは、ホストデバイス、DSDの媒体キャッシュ、または別の位置から来得る。書き込みコマンドを実行するために、バンドの複数のトラックを読み出し、書き込みコマンドに基づいて読み出されたデータを修正し、次いで、修正されたデータをバンドに書き戻す必要があり得る。これは、読み出し 修正 書き込み操作（RMW）、またはSMRデバイスについてより詳細には、バンド化された読み出し 書き込み操作（BRO: Banded Read write Operation）と呼ばれ得る。トラックから読み出されたデータは、バッファまたはレジスタなどの揮発性のメモリ内に一時的に格納され得、そのメモリで、そのデータは、バンドに書き戻される前に修正される。

【0015】

例えば、書き込みコマンドが、バンド1内のトラックのデータセクタと関連付けられたLBAを含む場合、データは、バンド1から揮発性のメモリに読み出され得、書き込みコマンドに従って修正され得る。DSDが、修正されたデータをバンド1に書き戻すことを開始し、予期しない電力障害が生じる場合、いくつかのデータは、修復不可能なほど失われる可能性がある。例えば、電力障害が生じたときにトラックNが部分的に書き込まれた場合、トラックN + 1は、隣接トラック干渉に起因して読み出し不可能である可能性がある。揮発性のメモリ内のトラックN + 1の内容も同様に失われ得るので、トラックN + 1についてのデータを回復する手法は無いであろう。

【0016】

そのような問題を回避する1つの解決策は、RMW操作の代わりに読み出し 修正 書き込み 書き込み（RMWW）を行うことであり得る。図5を参照すると、読み出し 修正 書き込み 書き込み操作の例示的な実施形態のフローチャートが示され、一般に500で指定される。方法は、502で、主格納デバイス上に位置するバンド1からデータを読み出すことと、それをバッファに格納することと、を含むことができる。主格納デバイ

10

20

30

40

50

スは、瓦ディスク型メモリ、R M W操作を必要とする不揮発性の固体メモリ、またはR M W操作を使用し得る任意の他の種類のメモリとすることができる。バッファは、D R A Mなどの揮発性の固体メモリまたはフラッシュメモリなどの不揮発性の固体メモリとすることができる。データが一旦バッファ内にあると、5 0 4で、そのデータは、新たなもしくは他のデータで修正され得るか併合され得る。限定されるものではないが、新たなデータを書き込むこと、既存のデータを修正すること、バンドをクリーニングすること、またはそれらの任意の組み合わせを含むデータ操作が、行われ得る。

【 0 0 1 7 】

あらゆる修正が一旦完了すると、修正されたデータは、5 0 6で、バッファから利用可能な不揮発性のメモリ領域に書き込まれ得る。ある実施形態では、これは、ディスク上のスクラッチパッド領域、フラッシュメモリなどの異なる不揮発性のメモリ、またはそれらの任意の組み合わせであり得る。更に、以下に記載されるように、複数のスクラッチパッドが使用され得、異なるサイズとすることができ、および同じ格納媒体上にあってもよいし、なくてもよい。

【 0 0 1 8 】

修正されたデータはまた、元のデータが読み出された同じバンドに対して、5 0 8で、主格納デバイスに書き戻され得、あるいは異なるバンドに書き込まれ得る。R M W W操作を行うことは、データ損失に対する保護に役立つように、冗長性の層を加える。例えば、電力損失がスクラッチパッドへの書き込みの間に生じる場合、元のデータは、バンド1内で依然として安全であるべきである。バンド1への書き込みの間に電力損失が生じる場合、修正されたデータは、スクラッチパッド内で安全確実にされるべきである。

【 0 0 1 9 】

R M W W方法は、データが主格納媒体からスクラッチパッドに伝送されるように、データを格納するためのバッファに頼り得る。問題は、バッファが、伝送されることになるバンド内のデータの全てを保持するのに十分に大きくないときに起こり得る。これらの問題は、バンド上のデータの任意の一片への変更が、バンド全体に対する読み出しまたは書き込みを必要とし得るために、起こり得る。例えば、1 0 0メガバイトバンド上の2キロバイトの一片のデータが変更されるとき、1 0 0メガバイト全体が、バッファに読み出されるかバッファから書き込まれる必要があり得る。バンドサイズは、縮小される必要があり得、またはバッファサイズは、バッファ容量問題を回避するために増大される必要があり得る。

【 0 0 2 0 】

バッファサイズ決定の問題への解決策は、R M W W操作を行う目的のために、選択されるトラックの読み出し区分にバンドを分割することであり得る。各区分は、複数のトラックを包含することができ、トラックの断片は、サイズを固定され得るか動的にすることができ、バンドにわたってL B A順序を上げて指定され得る。データ操作が行われる必要があるとき、バンド全体ではなく、区分だけが、修正される必要があり得、時間を節約し、バッファサイズを縮小する。

【 0 0 2 1 】

バンドを区分に分割することの欠点は、バンド内に物理的ガードトラックが無いことである。ガードトラックが無いと、トラックNの破損が、トラックN 1が修正されたときに生じる可能性がある。この問題を克服するために、論理的ガードトラックが、区分の最後に物理的ガードトラックの代わりに実装され得、瓦データの層を書き込むときに制御および柔軟性を可能にする。論理的ガードトラックは、幅で少なくとも1つのトラックであり得、ユーザがアクセス可能なバンド領域内に移動され得る。論理的ガードトラックは、浮動的であり得、すなわち、それは、区分化進行として移動することができる。更に、1以上の論理的ガードトラックがバンド内で使用され得る。

【 0 0 2 2 】

読み出し 修正 書き込み操作の区分する方法は、Nトラックを包含しトラックAで開始する区分(区分1)内のデータが、トラックAからNまで、主格納部からバッファに読

10

20

30

40

50

み出され得るときに、働き得る。さまざまな実施形態では、トラック A は、バンド内の第 1 の物理的に位置するトラックであり得、あるいは、R M W 操作は、書き換えられる必要があるものよりもバンドの最後からそのような部分のためにだけ行われ得るので、バンド内の別のトラックであり得る。例えば、全ての併合がバンドの最後の 3 つのトラック内にある場合、それらの書き込みは前に生じたトラックと干渉するべきではないので（すなわち、最後のトラックが最後のトラックの次のものに重なる、重なりの方が生じる場合）、それらの 3 つのトラックだけが、書き換えられる必要があり得る。しかしながら、データがバンドの第 1 のトラック内で変更されることになる場合、そのバンドの全トラックは、R M W 操作において書き換えられる必要があるべきである。

【 0 0 2 3 】

選択されたデータがバッファ内にあった後、データ操作は、任意の新たなデータを既存のデータと併合することなどの、データを修正するために行われ得る。データ操作が一旦完了すると、トラック A から N までを含む修正されたデータは、第 1 のスクラッチパッド (s p A) に書き込まれ得る。次いで、ここでは s p A 内にある、修正されたトラック A から N - 1 までは、主格納部におけるそれぞれのバンドに書き込まれ得る。トラック N - 1 への書き込みは、トラック N を破損し得るので、トラック N は、トラック N からのデータが、バッファ内にあり、また s p A 内に現在格納され得るので、主格納部上の論理的ガードトラックとみなされ得る。いくつかの状況では、読み出し操作がこの処理の間に実行されると、主格納媒体上の、論理的ガードトラック、トラック N 上のデータが破損され得るときなど、スクラッチパッド内のデータが直近に修正され得るか単に有効なコピーであり得るので、そのような読み出しは、それぞれのスクラッチパッドに向けられ得る。

【 0 0 2 4 】

更に、第 2 の区分は、現在の R M W W 操作の一部としてまだ修正されていない次に生じるトラックであって、所与の例ではトラック N + 1 から M までを包含し得るトラックのために選択され得る。第 2 の区分からのデータは、主格納部からバッファに読み出され得、修正され得、そのバッファはまた、トラック N を依然として包含し得る。第 2 の区分は、次いで s p B に書き込まれ得、トラック N はまた、バッファ内で利用可能であり得るので、トラック N から M までを包含する s p B を結果としてもたらし得る。第 2 の区分が s p B に格納された後、次いで、修正されたトラック N から M - 1 までが、主格納部に書き込まれ得る。この時点において、主格納部上のトラック A から M - 1 までは、有効なデータを包含し得、M は、論理的ガードトラックであり得る。この処理は、バンド内の全区分が R M W W 操作を経るまで複数回繰り返すことができ、そうして、バンド全体についての R M W W 操作の完了をもたらす、それは、バンドのデータ容量が、R M W W 操作を行うために使用される関連付けられたバッファのサイズよりも大きいときに、有用であり得る。

【 0 0 2 5 】

図 6 を参照すると、読み出し 修正 書き込み操作の区分する方法の例示的な実施形態のフローチャートが示され、一般に 6 0 0 で指定される。いくつかの例では、方法 6 0 0 は、システムが、関連付けられたバッファ内に格納されることが可能なものよりも大きなデータサイズを有する主格納部内に格納されたデータのための R M W 操作を行うことを可能にし得る。そのようなシステムの例は、瓦トラックのバンドを有するディスクに関して上記の図面に示される。方法 6 0 0 は、それぞれが、関連付けられたバッファ空間内に格納され得るものよりも多くのデータを包含し得る各バンドが、1 つ以上のトラックを包含する区分に分割されることを可能にし、方法 6 0 0 は、各区分のための読み出し 修正 書き込み 書き込み (R M W W) 操作を行うことができる一方で、論理的ガードバンドを実装することができる。

【 0 0 2 6 】

いくつかの実施形態では、バンドは、全バンド上で R M W W 操作を行う目的のために、複数の仮想区分に分割され得る。方法 6 0 0 では、6 0 2 で、第 1 の区分が読み出され得、また、N トラックを包含し得る、最初のトラック、トラック X からトラック Y までを含み得る。X および Y を含めた、トラック X から Y までにおいて割り当てられたデータの量

10

20

30

40

50

は、関連付けられたバッファのサイズを超えるべきではない。更に、XおよびYを含めた、トラックXからYまでにおいて割り当てられたデータの量は、第1のスクラッチパッド(s p A)のサイズを超えるべきではない。データ操作、例えば、選択されたトラックからのデータを、ホストから受信した任意の新たなデータで修正することなどが、604で、バッファ内のデータ上で行われ得る。

【0027】

606で、トラックYが、バンド内の最後のトラックともみなされ得る、物理的ガードトラックであるかどうかを決定するための検査が行われ得、その場合において、論理的ガードトラックは必要とされ得ない。本明細書に記載した例のいくつかにおいて、バンドの最後のトラックは、物理的ガードトラックであると想定され得るが、あるものは、非ガードトラックとしてバンドの最後のトラックを定義することができ、定義されたバンドの一部として物理的ガードトラックを含むことができず、そのような場合において、本明細書に与えられた例へのわずかな変形が、同様に達成され得る。

10

【0028】

続けると、Yが物理的ガードトラックではない場合、608で、トラックXからYまでにおけるデータは、バッファからs p Aに格納され得る。Yが物理的ガードトラックである場合、610で、トラックXからY-1までのデータは、s p Aに格納され得る。これは、物理的ガードトラック上のデータが、もしあれば、読み出し不可能であり得るか使用不可能であり得るからであり、それ故、物理的ガードトラックは、アドレスをマップされた格納位置を包含し得ない。処理の将来の反復において、選択されたデータは、s p B内に格納され得る。

20

【0029】

選択されたデータがs p Aもしくはs p Bに一旦格納されると、トラックXからY-1までが、612で、主格納デバイスに格納され得る。瓦格納システムにおいて、Y-1への書き込みは、トラックYにおけるデータを破損し得、トラックYが破損することになることをもたらし、それ故、トラックYのデータのコピーをs p Aもしくはs p B（またはそうすることが望まれている場合には両方）に保持することは、論理的ガードトラックを作成することができる一方で、バンドを区分することができる。データを対応するバンド内のトラックY-1に書き込む前に、データをトラックYからs p Aもしくはs p B（または別の位置）に書き込む失敗は、トラックY上のデータの損失を結果としてもたらし得る。

30

【0030】

現在の区分が主データ格納デバイスに一旦書き込まれると、方法600は、区分されたR M W W操作をまだ経ていない選択されたバンドの更なる区分があるかどうかを判断し得る。選択されたバンドに対応する区分の全てが書き込まれた場合、および書き込むための選択されたバンドの更なる区分が無い場合、すなわち、全バンドまたはバンドの適用可能な区分がR M W W操作を経た場合、処理は616で終了し得る。トラックの別の区分が必要とされると、618で、Xは、Z xだけ増分され得、Yは、Z yだけ増分され得る。ある実施形態では、Z xは、Y-X+1に等しくすることができ、Z yは、Z x以上とすることができ、Z xがY-X+1に等しいと、次の区分の新たに開始するトラックは、論理的ガードトラックよりも1つ高いトラックであるべきであり、前の論理的ガードトラック、Y-1からのデータは、バッファ内にあり得るか、あるいはs p Aもしくはs p Bに前に格納され得る。

40

【0031】

例えば、6つのトラックを包含する区分は、トラック100で開始し得、トラック105に論理的ガードトラックを有するトラック105で終了し得る。これは、Z x = 6であることをもたらし得、それ故、次の区分の第1のトラック、トラックXをトラック100からトラック106に移動させる。Z y = Z xであると、区分内の最後のトラック、トラックYはまた、6つのトラックだけシフトされ、トラック105からトラック111に移動する。区分サイズは処理の各反復を通して同じままであるから、Z x = Z yに設定す

50

ることが望ましいであろう。しかしながら、いくつかの実施形態では、処理の反復のいくつかまたは全ての間にトラックサイズを区分的に増加させることは有利であり得、その場合において、 Zx よりも大きな値または Zx よりも小さな値に Zy を設定する必要がある。例えば、6つのトラックを包含する区分が、トラック100で開始し、トラック105で終了しており、以下のように増分される場合を考える。すなわち、 $X = X + Zx$ および $Y = Y + Zy$ 、ここで、 $Zx = Y - X + 1$ 、 $Zy = Y - X + 2$ である。そのように増分する方式の下で、区分内の第1のトラックは、トラック100からトラック106に移動され得、区分内の最後のトラックは、トラック105からトラック112に移動され得、結果として生じた区分は、6つではなくて7つのトラックを包含する。それ故、 Zx や Zy は、システムの選択に基づいて、各反復のための値を変更し得、それは、バッファまたはスクラッチパッド領域における最大効率に対応し得る。

10

【0032】

X や Y が、それぞれ、 Zx や Zy で増分された後、論理的ガードトラックが必要とされ得ない場合にトラック Y が物理的ガードトラックであるときを決定する必要がある。その処理は、物理的ガードトラックに達するまでまたはシステムが選択されたバンドの全てについてのRMW操作を完了するまで、繰り返され得る。それ故、スクラッチパッド spA および spB は、どれくらいの区分があるかに関わらず、処理全体を通して、交互とすることができる。スクラッチパッドの数を2つに限定するという規則はないが、必要なら、より多くのスクラッチパッドが使用され得る。

【0033】

20

図7は、読み出し 修正 書き込み操作の区分する方法の例示的な実施形態である。例示的な処理は、トラック t_begin で開始し、 t_last で終了することができる。この例の目的のために、 t_last は、選択されたバンドの最後のトラックまたは物理的ガードトラックである。バンドがRMW操作を経ることになっている場合、データは、702で、トラック t_begin から t_N まで、データ操作が行われ得るバッファに読み出され得る。トラック t_begin から t_N までに対応する修正されたデータは、また702で、第1のスクラッチパッド(spA)に格納され得る。これは、706で、トラック $t_N - 1$ が上書きされるときに、トラック N のためのデータのコピーは、主格納部上で破損され得るけれども、スクラッチパッド内に格納されることを確実にする。トラック N 内のデータは、ここで、論理的ガードトラックとみなされ得る。次に、トラック $t_N + 1$ から t_R までは、708で、主格納部からバッファに読み出され得、修正され得、 spB に格納され得る。次いで、データは、主格納部に書き込まれ得、それは、トラック t_begin から $t_R - 1$ までが、現在のRMW操作の一部として主データ格納媒体内に格納されることを結果としてもたらし得、それ故、トラック t_R は、論理的ガードトラックとなることになる。

30

【0034】

処理は、異なるサイズのバンドに適応するよう容易に拡張され得る。この実施形態では、処理は、バンドの最後まで続く。714で、トラック $t_last - x + 1$ から $t_last - 1$ までのデータが、バッファに読み出され、修正される。 $t_last - x$ はまたバッファ内に依然としてあるべきであるので、トラック $t_last - x$ から $t_last - 1$ までは、スクラッチパッド $spLAST$ に格納され得る。スクラッチパッド $spLAST$ は、 spA 、 spB 、または全く異なるスクラッチパッドであり得る。トラック $t_last - x$ から $t_last - 1$ までは、次に、主データ格納媒体上の対応するトラック $t_last - x$ から $t_last - 1$ までに書き込まれ得る。処理がバンドの最後の区分に達すると、物理的ガードトラックが存在し得るので、論理的ガードトラックは必要ではない可能性がある。提供された例では、最後のトラック t_last は、物理的ガードバンドであり得、いずれのスクラッチパッドにも格納される必要はない。

40

【0035】

図8を参照すると、読み出し 修正 書き込み操作の区分する方法のグラフィカルな表現が示され、一般に800で指定される。示された特定の例では、システムは、各区分が

50

6つのトラックまでからなる、データの2つの区分を書き込み得る。しかしながら、更なる区分または異なる区分サイズが、必要に応じて書き込まれ得る。示された例では、第1の区分内のトラックは、トラック100から105までを含み得る一方で、第2の区分内のトラックは、トラック106から111までを含むことができる。

【0036】

方法800は、2つの反復、あるいは、各パスが区分された読み出し 修正 書き込み操作の間に行われ得る処理を示す、2つのパスを含み得る。第1のパス(パスA)802において、トラック100から105までは、806で、主データ格納デバイスからバッファに読み出され得る。方法800は、データがバッファ内にある間に修正、併合、または他のデータ操作を行い得る。次に、808で、トラック100から105までに対応するデータは、spAに格納され得る。次いで、812で、トラック100から104までは、主データ格納デバイスに書き込まれ得る。次いで、トラック105は、それに対応するデータのコピーがバッファ内にあり得るので、論理的ガードトラックであり得、コピーはspA内に格納され得る一方で、主データ格納デバイス上の対応するトラック105は、トラック104の書き込みに起因して破損され得る。

【0037】

第2のパス(パスB)804を移動させると、第2の区分は、トラック106からトラック111までを含み得、814で、主データ格納デバイスから読み出され得る。トラック106(または105。なぜなら、それは依然としてバッファ内にあるべきであるので)から111までに対応するデータは、818で、spBに格納され得る。次いで、820で、トラック105から110までは、主データ格納デバイスの対応するトラックに書き込まれ得る。

【0038】

主データ格納デバイスからのトラック105からの有効なデータは、依然としてバッファ内にあることができ、また依然としてspA内にあり得ることを思い出す。それ故、820で、データトラック105から110までが主データ格納デバイス上の対応するトラックに書き込まれると、トラック105は、有効なデータで上書きされることになり、論理的ガードトラックであることを終えることになり、次に、トラック111を論理的ガードトラックにさせる。

【0039】

いくつかの実施形態では、例えば、第3のパス(パスC)(図示しない)、第4のパス(パスD)(図示しない)などの複数のパスがあり得る。スクラッチパッドは、処理の間に1回以上使用され得る。例えば、spAは、パスA、パスCなどにおいて使用され得る。しかしながら、spAのサイズは、各パスについて同じである必要はなく、区分サイズに依存し得る。パスC内の区分が、8つのトラックを包含する場合、パスA内のspAのサイズは、パスCとは異なり得る可能性がある。

【0040】

さまざまな実施形態によれば、本明細書に記載された方法は、コンピュータプロセッサまたはコントローラなどの、コンピューティングデバイス上で動く1つ以上のソフトウェアプログラムとして実装され得る。別の実施形態によれば、本明細書に記載された方法は、ディスクドライブを使用しているパーソナルコンピュータなどのコンピューティングデバイス上で動く1つ以上のソフトウェアプログラムとして実装され得る。限定されるものではないが、特定用途向け集積回路、プログラム可能な論理アレイ、および他のハードウェアデバイスを含む専用ハードウェアの実装は、本明細書に記載された方法を実装するように同様に構築され得る。更に、本明細書に記載された方法および処理は、命令が実行されるとプロセッサに方法および処理を行わせる、命令を含む、コンピュータで読み出し可能なデータ格納媒体またはデバイスとして実装され得る。

【0041】

本明細書に記載された実施形態の実例は、さまざまな実施形態の構造の一般的な理解を与えることを意図される。実例は、本明細書に記載された構造もしくは方法を利用する装

10

20

30

40

50

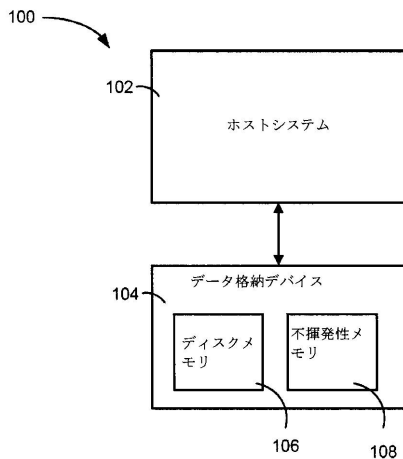
置およびシステムの要素や特徴の全ての完全な記載として供されることを意図されない。多くの他の実施形態は、開示を検討すれば、当業者に明らかであろう。例えば、本明細書に記述された R M W 操作の区分は、例えば固体メモリのためのプログラム 消去サイクルなどの、R M W 操作もしくは比較可能な操作を使用するデータ格納デバイスまたは格納媒体に有用であり得る。他の実施形態は、構造的および論理的置換や変更が開示の範囲から逸脱することなくなされ得るように、利用され得、開示から導かれ得る。その上、特定の実施形態が本明細書に例示され記載されたが、同じまたは類似目的を達成するように設計された任意の後続の配置が、示された特定の実施形態に置換され得ることが理解されるべきである。

【 0 0 4 2 】

10

この開示は、さまざまな実施形態の任意のおよび全ての後続の適応または変形を包含することが意図される。上記実施形態の組み合わせ、および本明細書に特に記載されていない他の実施形態は、説明を再検討すれば、当業者に明らかになるであろう。更に、実例は、単に代表するものであり、縮尺に合わせて描かれていない可能性がある。実例の範囲内の一定部分は、誇張され得る一方で、他の部分は縮小され得る。したがって、開示および図面は、限定的なものではなくて、例示的なものであるとして、みなされるべきである。

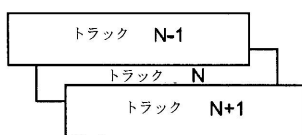
【 図 1 】



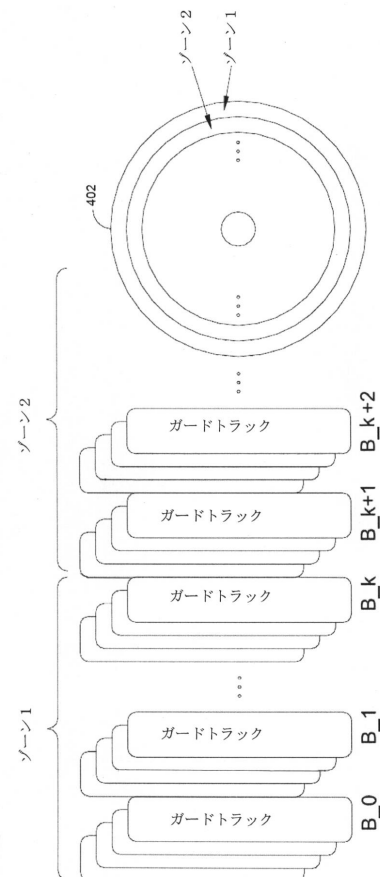
【 図 2 】



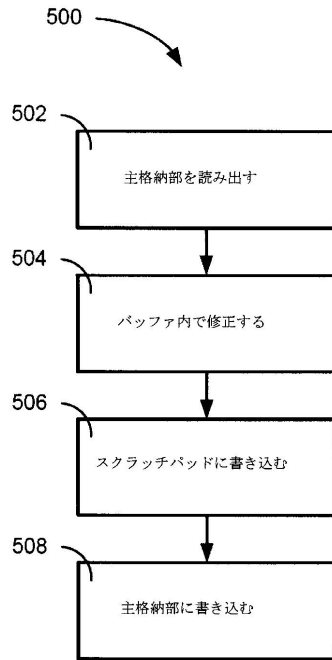
【 図 3 】



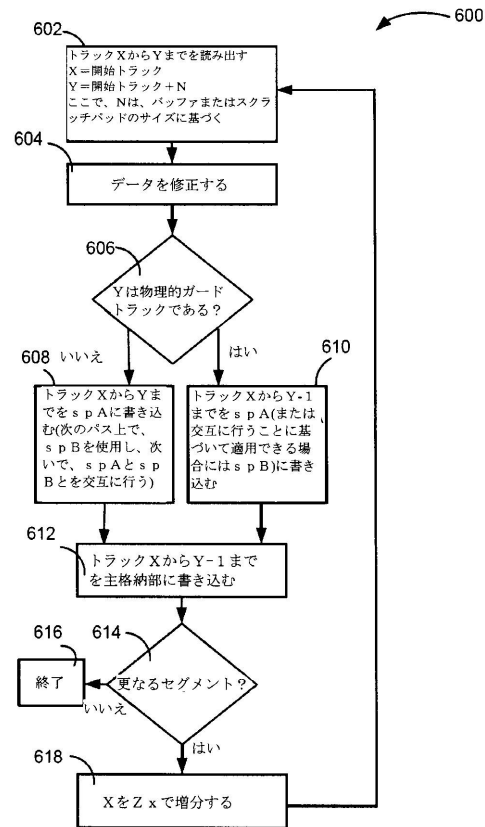
【 図 4 】



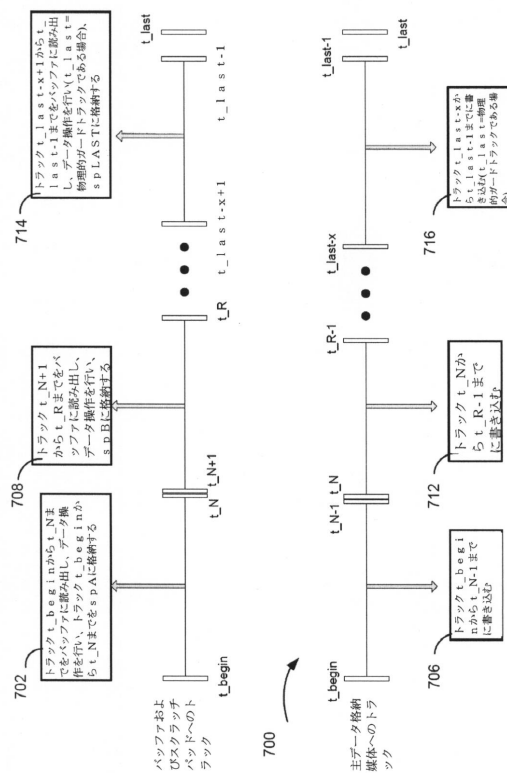
【図 5】



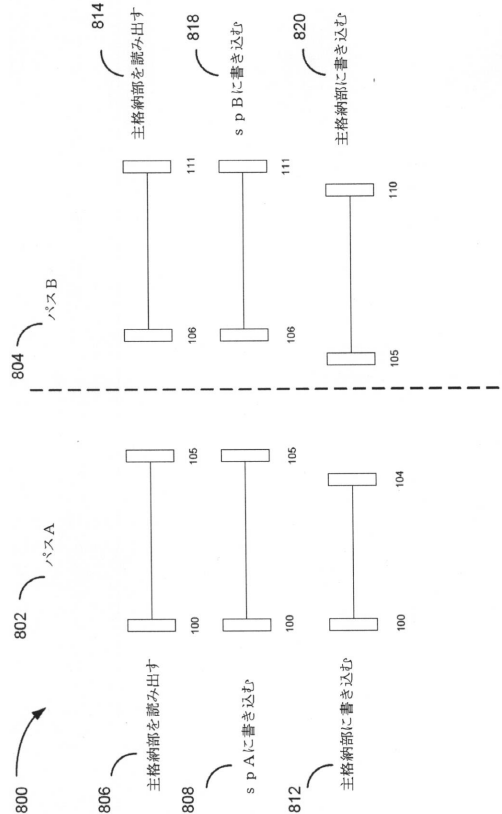
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 アダム・ウェイカル

アメリカ合衆国、１６００２ ペンシルベニア州、バトラー、ブラウンスデール・ロード、１７４

審査官 堀 洋介

(56)参考文献 特開２０１２－１９０５３２（ＪＰ，Ａ）

特開２０１１－２５３５７６（ＪＰ，Ａ）

特表２０１２－５３３１１２（ＪＰ，Ａ）

特開２００５－１０８４１０（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

G 1 1 B 5 / 0 9

G 1 1 B 2 0 / 1 0