

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6098301号
(P6098301)

(45) 発行日 平成29年3月22日(2017.3.22)

(24) 登録日 平成29年3月3日(2017.3.3)

| | | | | | |
|-------------------|------------------|------------|------|--|--|
| (51) Int.Cl. | | F I | | | |
| G06F 12/00 | (2006.01) | G06F 12/00 | 501M | | |
| G06F 3/06 | (2006.01) | G06F 3/06 | 301A | | |
| | | G06F 3/06 | 301Z | | |
| | | G06F 12/00 | 514A | | |

請求項の数 4 (全 26 頁)

| | | | |
|--|-------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2013-74643 (P2013-74643) | (73) 特許権者 | 000005223 富士通株式会社 |
| (22) 出願日 | 平成25年3月29日(2013.3.29) | | 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 |
| (65) 公開番号 | 特開2014-199574 (P2014-199574A) | (74) 代理人 | 100113608 弁理士 平川 明 |
| (43) 公開日 | 平成26年10月23日(2014.10.23) | | 100105407 弁理士 高田 大輔 |
| 審査請求日 | 平成27年9月3日(2015.9.3) | (72) 発明者 | 土屋 芳浩 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 |
| (出願人による申告)平成20年度、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、「グリーンネットワーク・システム技術研究開発プロジェクト(グリーンITプロジェクト)／エネルギー利用最適化データセンタ基盤技術の研究開発／データサーバの最適構成と進化するアーキテクチャーの開発／ストレージシステム向け省電力技術の開発」委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願 | | (72) 発明者 | 渡辺 高志 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ストレージ制御装置、ストレージ制御方法、およびストレージ制御プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ストレージを、複数のデータ領域に分けられた複数のデータ記憶領域を備えた装置として取り扱って、前記ストレージ内の各データのストレージ内アドレスとハッシュ値との対応関係を複数のハッシュログによりデータ記憶領域別に管理すると共に、前記ストレージ内の各データの論理アドレス及びハッシュ値と、各データが格納されているデータ領域内のデータが登録されており且つ当該データ領域内の各データがいずれのデータ記憶領域に格納されているかを特定するために使用できるデータ管理情報の識別情報との対応関係をブロックマップにより管理する制御部と、

前記複数のハッシュログと、各データ領域に関するデータ管理情報とを記憶する第1記憶部と、

前記第1記憶部よりも高速にデータを読み書きできる第2記憶部と、
を備え、

前記第2記憶部には、書込用データ管理情報及び書込用ハッシュログが記憶され、

前記制御部は、

読込対象データの前記ストレージからの読み込み時に、前記ブロックマップ内の当該読込対象データの論理アドレスに対応づけられた識別情報にて識別されるデータ管理情報が前記第2記憶部上に記憶されていなかった場合には、前記第1記憶部に記憶されている当該データ管理情報を前記第2記憶部上のいずれかのデータ管理情報の代わりに前記第2記憶部上に読み出し、読み出したデータ管理情報に基づき、前記読込対象データが格納され

ているデータ記憶領域に関する前記ハッシュログを特定し、特定したハッシュログ上の情報を用いて前記読込対象データを前記ストレージから読み込み、

格納対象データの書き込み時に前記格納対象データが登録されているデータ管理情報が前記第2記憶部に記憶されていなかった場合には、他のデータ管理情報に前記格納対象データが登録されているか否かを判定することなく、前記格納対象データを前記ストレージ内に格納すると共に、前記格納対象データを書込用データ管理情報に登録し、書込用ハッシュログ及びブロックマップを更新し、

所定の条件が満たされた場合に、各データ管理情報の利用状況を基にした優先度にしたがい、少なくとも1つのデータ管理情報を選択し、選択した少なくとも1つのデータ管理情報が関連づけられているデータ領域上のデータについての、他のデータ領域上の重複データを前記ストレージから除去する

ストレージ制御装置。

【請求項2】

前記データ管理情報が、

関連付けられているデータ領域内のデータ記憶領域毎に、当該データ記憶領域に格納されたデータが登録されるブルームフィルタを含む多段ブルームフィルタである

ことを特徴とする請求項1に記載のストレージ制御装置。

【請求項3】

重複除去を行ってストレージにデータを格納するストレージ制御方法において、

前記ストレージを、複数のデータ領域に分けられた複数のデータ記憶領域を備えた装置として取り扱って、前記ストレージ内の各データのストレージ内アドレスとハッシュ値との対応関係を第1記憶部上の複数のハッシュログによりデータ記憶領域別に管理すると共に、前記ストレージ内の各データの論理アドレス及びハッシュ値と、各データが格納されているデータ領域内のデータが登録されており且つ当該データ領域内の各データがいずれのデータ記憶領域に格納されているかを特定するために使用できるデータ管理情報の識別情報との対応関係を前記第1記憶部又は前記第1記憶部よりも高速にデータを読み書きできる第2記憶部上のブロックマップにより管理し、

前記第2記憶部には、書込用データ管理情報及び書込用ハッシュログがさらに記憶され

る。 読込対象データの前記ストレージからの読み込み時に、前記ブロックマップ内の当該読込対象データの論理アドレスに対応づけられた識別情報にて識別されるデータ管理情報が前記第2記憶部に記憶されていなかった場合には、前記第1記憶部に記憶されている当該データ管理情報を前記第2記憶部上のいずれかのデータ管理情報の代わりに前記第2記憶部に読み出し、

読み出したデータ管理情報に基づき、前記読込対象データが格納されているデータ記憶領域に関する前記ハッシュログを特定し、特定したハッシュログ上の情報を用いて前記読込対象データを前記ストレージから読み込み、

格納対象データの書き込み時に前記格納対象データが登録されているデータ管理情報が前記第2記憶部に記憶されていなかった場合には、他のデータ管理情報に前記格納対象データが登録されているか否かを判定することなく、前記格納対象データを前記ストレージ内に格納すると共に、前記格納対象データを書込用データ管理情報に登録し、書込用ハッシュログ及びブロックマップを更新し、

所定の条件が満たされた場合に、各データ管理情報の利用状況を基にした優先度にしたがい、少なくとも1つのデータ管理情報を選択し、選択した少なくとも1つのデータ管理情報が関連づけられているデータ領域上のデータについての、他のデータ領域上の重複データを前記ストレージから除去する

ストレージ制御方法。

【請求項4】

コンピュータを、重複除去を行ってストレージにデータを格納するストレージ制御装置として動作させるストレージ制御プログラムであって、

10

20

30

40

50

前記コンピュータに、

前記ストレージを、複数のデータ領域に分けられた複数のデータ記憶領域を備えた装置として取り扱って、前記ストレージ内の各データのストレージ内アドレスとハッシュ値との対応関係を第1記憶部上の複数のハッシュログによりデータ記憶領域別に管理すると共に、前記ストレージ内の各データの論理アドレス及びハッシュ値と、各データが格納されているデータ領域内のデータが登録されており且つ当該データ領域内の各データがいずれのデータ記憶領域に格納されているかを特定するために使用できるデータ管理情報の識別情報との対応関係を前記第1記憶部又は前記第1記憶部よりも高速にデータを読み書きできる第2記憶部上のブロックマップにより管理し、

前記第2記憶部には、書込用データ管理情報及び書込用ハッシュログが記憶され、

読込対象データの前記ストレージからの読み込み時に、前記ブロックマップ内の当該読込対象データの論理アドレスに対応づけられた識別情報にて識別されるデータ管理情報が前記第2記憶部に記憶されていなかった場合には、前記第1記憶部に記憶されている当該データ管理情報を前記第2記憶部上のいずれかのデータ管理情報の代わりに前記第2記憶部に読み出し、

読み出したデータ管理情報に基づき、前記読込対象データが格納されているデータ記憶領域に関する前記ハッシュログを特定し、特定したハッシュログ上の情報を用いて前記読込対象データを前記ストレージから読み込み、

格納対象データの書き込み時に前記格納対象データが登録されているデータ管理情報が前記第2記憶部に記憶されていなかった場合には、他のデータ管理情報に前記格納対象データが登録されているか否かを判定することなく、前記格納対象データを前記ストレージ内に格納すると共に、前記格納対象データを書込用データ管理情報に登録し、書込用ハッシュログ及びブロックマップを更新し、

所定の条件が満たされた場合に、各データ管理情報の利用状況を基にした優先度にしたがい、少なくとも1つのデータ管理情報を選択し、選択した少なくとも1つのデータ管理情報が関連づけられているデータ領域上のデータについての、他のデータ領域上の重複データを前記ストレージから除去する

処理を行わせるストレージ制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ストレージ制御装置とストレージ制御方法とストレージ制御プログラムとに関する。

【背景技術】

【0002】

ストレージ（記憶装置）の記憶容量の有効活用を図る技術として、データ重複除去、重複排除等と呼ばれている、重複したデータをストレージ内に記憶しない技術が知られている。そして、データ重複除去を行う装置では、データが重複しているか否かの判定に、通常、ブルームフィルタや多段ブルームフィルタが用いられている。

【0003】

多段ブルームフィルタは、ブルームフィルタを多段化したデータ構造である（例えば、特許文献1参照）。この多段ブルームフィルタは、データが記憶されている記憶領域（アドレス範囲）の検索機能を有している。従って、多段ブルームフィルタを用いれば、データの重複除去が高速に行えるのであるが、ストレージサイズが大きくなるにつれ、データの管理に使用する多段ブルームフィルタのサイズも大きくなる。そのため、多段ブルームフィルタを用いる場合には、比較的に大容量のメモリを装置に搭載することが行われている。

【0004】

尚、本書で開示する技術に関連する文献としては、以下の特許文献2、3、非特許文献1も存在している。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2011-186954号公報

【特許文献2】特開2012-094220号公報

【特許文献3】国際公開第2010/100733号

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】"2Q: a low overhead high performance buffer replacement algorithm" T. Johnson and Dennis Shasha, Very Large Database Systems Conference1994, September, 1994. 10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

開示の技術の課題は、多段ブルームフィルタの記憶のために使用される、高速にアクセスできる記憶手段（第2記憶部）の記憶容量が少なくても、良好に重複除去を行える技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

開示の技術の一態様のストレージ制御装置は、 20

ストレージを、複数のデータ領域に分けられた複数のデータ記憶領域を備えた装置として取り扱って、前記ストレージ内の各データのストレージ内アドレスとハッシュ値との対応関係を複数のハッシュログによりデータ記憶領域別に管理すると共に、前記ストレージ内の各データの論理アドレス及びハッシュ値と、各データが格納されているデータ領域内のデータが登録されており且つ当該データ領域内の各データがいずれのデータ記憶領域に格納されているかを特定するために使用できるデータ管理情報の識別情報との対応関係をブロックマップにより管理する制御部と、

前記複数のハッシュログと、各データ領域に関するデータ管理情報とを記憶する第1記憶部と、

前記第1記憶部よりも高速にデータを読み書きできる第2記憶部と、 30
を備え、

前記制御部は、

読込対象データの前記ストレージからの読み込み時に、前記ブロックマップ内の当該読込対象データの論理アドレスに対応づけられた識別情報にて識別されるデータ管理情報が前記第2記憶部上に記憶されていなかった場合には、前記第1記憶部に記憶されている当該データ管理情報を前記第2記憶部上のいずれかのデータ管理情報の代わりに前記第2記憶部上に読み出し、読み出したデータ管理情報に基づき、前記読込対象データが格納されているデータ記憶領域に関する前記ハッシュログを特定し、特定したハッシュログ上の情報を用いて前記読込対象データを前記ストレージから読み込み、

格納対象データの書き込み時に前記格納対象データが登録されているデータ管理情報が前記第2記憶部に記憶されていなかった場合には、他のデータ管理情報に前記格納対象データが登録されているか否かを判定することなく、前記格納対象データを前記ストレージ内に格納し、 40

所定の条件が満たされた場合に、各データ管理情報の利用状況を基にした優先度にしたがい、少なくとも1つのデータ管理情報を選択し、選択した少なくとも1つのデータ管理情報が関連づけられているデータ領域上のデータについての、他のデータ領域上の重複データを前記ストレージから除去する。

【発明の効果】

【0009】

上記技術によれば、データ管理情報（多段ブルームフィルタ等）の記憶のために使用さ 50

れる、高速にアクセスできる記憶手段（第2記憶部）の記憶容量が少なくても、良好に重複除去を行える。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、実施形態に係るストレージ制御装置の構成及び使用形態の説明図である。

【図2】図2は、ストレージ制御装置の機能ブロック図である。

【図3】図3は、MBFの説明図である。

【図4】図4は、ハッシュテーブルの説明図である。

【図5】図5は、ブロックマップの説明図である。

【図6A】図6Aは、格納処理の流れ図（その1）である。

【図6B】図6Bは、格納処理の流れ図（その2）である。

【図7】図7は、読込処理の流れ図である。

【図8A】図8Aは、ヒット頻度管理情報の説明図である。

【図8B】図8Bは、ヒット頻度管理情報の説明図である。

【図8C】図8Cは、ヒット頻度管理情報の説明図である。

【図9】図9は、重複除去処理の流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、開示の技術の一実施形態に係るストレージ制御装置について、図面を参照して詳細に説明する。

【0012】

図1に、本実施形態に係るストレージ制御装置10の構成及び使用形態を示す。

【0013】

この図1に示してあるように、ストレージ制御装置10は、コンピュータ50のHDD（Hard Disk Drive）13に、OS（Operating System）、ストレージ制御プログラム18等をインストールした装置である。換言すれば、CPU（Central Processing Unit）11が、ストレージ制御プログラム18（及びOS）をRAM（Random Access Memory）12上にロードして実行しているコンピュータ50が、ストレージ制御装置10である。

【0014】

ストレージ制御プログラム18がインストールされるコンピュータ50は、通常のコンピュータである。そのため、各構成要素の詳細説明は省略するが、ストレージ制御装置10（コンピュータ50）は、IPL（Initial Program Loader）等のファームウェアを記憶したフラッシュROM（Read Only Memory；図1では、“ROM”）を備える。また、ストレージ制御装置10は、各構成要素間を接続するチップセット（つまり、1つの集積回路又はバスで接続された複数の集積回路）を備える。

【0015】

さらに、ストレージ制御装置10は、ストレージ30との間で通信を行うための通信インタフェース（“I/F”）、及び、少なくとも1台のユーザ端末100との間で通信を行うための通信インタフェース（“I/F”）を備える。

【0016】

ストレージ制御装置10に接続されるストレージ30は、データを格納するための複数の物理ブロック（単位記憶領域）を有し、データをリード/ライトする物理ブロックを、物理ブロックアドレス（PBA：Physical Block Address）で指定できる装置である。

【0017】

ストレージ制御装置10には、ストレージ30として、HDDや、SSD（Solid State Drive）や、HDD及び/又はSSDを複数台組み合わせた装置が接続される。

【0018】

以下、ストレージ制御装置10の構成及び動作をさらに具体的に説明する。

【0019】

10

20

30

40

50

尚、以下の説明において、データ（格納対象データ等）とは、ストレージ30の1つの物理ブロックに記憶できるサイズの情報のことである。また、データのLBA（Logical Block Address；論理ブロックアドレス）とは、データの格納先/読込先アドレスとして、ユーザ端末100（ユーザ端末100内のストレージ制御装置10用のドライバ）が使用するアドレスのことである。

【0020】

格納対象データとは、ストレージ制御装置10がストレージ30内に格納しようとしているデータのことである。また、格納対象データの検証用ハッシュ値とは、格納対象データから算出される、格納対象データと同一内容のデータがストレージ30内に存在しているか否かの最終判定に使用されるハッシュ値のことである。この検証用ハッシュ値として

10

は、通常、MD5（Message-Digest 5）、SHA（Secure Hash Algorithm）- 1、SHA - 256等のアルゴリズムにより算出されるセキュアハッシュ値が使用される。

【0021】

図2に、ストレージ制御装置10の機能ブロック図を示す。

この図2に示してあるように、ストレージ制御装置10は、格納処理部41、読込処理部42及び重畳除去処理部43を備える。また、ストレージ制御装置10は、ヒット頻度管理情報20、ブロックマップ21、MBFキャッシュテーブル24、ハッシュログキャッシュテーブル28、書込対象MBF31w、MBFテーブル22及びハッシュログテーブル23をRAM12上/HDD13内に保持した状態で動作する。尚、ストレージ制御装置10の停止時には、RAM12上のヒット頻度管理情報20、ブロックマップ21、書込対象MBF31w等が、HDD13内に保存される。そして、ストレージ制御装置10の再起動時には、HDD13内に保存した情報に基づき、RAM12上に停止前と同じ情報が用意される。

20

【0022】

格納処理部41、読込処理部42及び重畳除去処理部43は、ストレージ制御プログラム18（及びOS）を、CPU11（制御部）が実行することにより実現されるユニット（機能ブロック）である。処理部41～43の詳細については後述するが、各処理部は、ストレージ30を、全記憶領域（又は大部分の記憶領域）が同一サイズの複数の記憶領域（以下、データ記憶領域と表記する）に分割されている装置として取り扱う。また、各処理部は、ストレージ30を、当該複数のデータ記憶領域が複数のグループ（データ領域）

30

【0023】

HDD13内のMBFテーブル22は、複数の多段ブルームフィルタ（MBF：Multi-layer Bloom Filter）31を、各MBF31の識別情報であるMBF-IDに対応づけて記憶できるテーブルである。MBFテーブル22の具体的な更新手順については後述するが、このMBFテーブル22は、ストレージ制御装置10の運用開始時には、MBF31を1個も記憶しておらず、ストレージ制御装置10の運用開始後に、MBF31が追加されるテーブルとなっている。

【0024】

RAM12上のMBFキャッシュテーブル24は、m（mは、通常、2以上）個のMBF31を、各MBF31のMBF-IDに対応づけて記憶できるテーブルである。MBFキャッシュテーブル24には、MBFキャッシュテーブル24から掃き出すMBF31を、LRU（Least Recently Used）アルゴリズムにより選択できるようにするための情報も記憶される。

40

【0025】

尚、このMBFキャッシュテーブル24も、MBFテーブル22と同様に、ストレージ制御装置10の運用開始時には、MBF31を1個も記憶していないテーブルである。

【0026】

RAM12上の書込対象MBF31wは、或る格納対象データがストレージ30内に書き込まれた際に、当該格納対象データの検証用ハッシュ値が登録されるMBF31である

50

。

【 0 0 2 7 】

ここで、書込対象 M B F 3 1 w と、M B F テーブル 2 2 上の M B F 3 1 と、M B F キャッシュテーブル 2 4 上の M B F 3 1 との間の関係を説明しておくことにする。

【 0 0 2 8 】

具体的な処理手順については後述するが、書込対象 M B F 3 1 w に既定数の検証用ハッシュ値が登録されると、内容及び M B F - I D が書込対象 M B F 3 1 w と同じ M B F 3 1 (以下、新 M B F 3 1 と表記する) が M B F キャッシュテーブル 2 4 に追加される。さらに、書込対象 M B F 3 1 w を、初期化し、書込対象 M B F 3 1 w の M B F - I D を新 I D に変更する処理が行われる。

10

【 0 0 2 9 】

また、新 M B F 3 1 (書込対象 M B F 3 1 w) の M B F キャッシュテーブル 2 4 の追加時に、M B F キャッシュテーブル 2 4 に既に m 個の M B F 3 1 が記憶されていた場合には、最も過去に利用された M B F 3 1 が M B F キャッシュテーブル 2 4 から掃き出される。尚、M B F キャッシュテーブル 2 4 からの M B F 3 1 の掃き出しは、M B F テーブル 2 2 からの M B F 3 1 の読み込み時にも行われる。

【 0 0 3 0 】

M B F キャッシュテーブル 2 4 からの M B F 3 1 の掃き出し時には、掃き出される M B F 3 1 が M B F テーブル 2 2 に記憶されているものであるか否が判断される。そして、M B F キャッシュテーブル 2 4 から掃き出される M B F 3 1 が M B F テーブル 2 2 に未だ記憶されていないものであった場合には、当該 M B F 3 1 が M B F テーブル 2 2 に追加される。

20

【 0 0 3 1 】

次に、M B F 3 1 の構成を、M B F 3 1 の利用法と共に説明する。

【 0 0 3 2 】

M B F 3 1 は、通常の B F (ブルームフィルタ)と同様に、それを用いることにより、格納対象データと同一内容のデータがストレージ 3 0 に格納されているか否かを判定できるデータ構造である。ただし、M B F 3 1 は、所望のデータが書き込まれているデータ記憶領域の検索も行えるものとなっている。

【 0 0 3 3 】

具体的には、M (2) 段の M B F 3 1 は、通常、 i ($i = 1 \sim M$) 段目の B F として、 X^{i-1} 個の B F を含む。また、通常、M 段の M B F 3 1 の j ($j = 2 \sim M$) 段目の B F のサイズ (ビット数) は、1 段目の B F のサイズの $1 / X^{j-1}$ とされる。尚、 X は、2 以上の整数値である。以下、 X のことを、分割数とも表記する。

30

【 0 0 3 4 】

M 段の M B F 3 1 の 1 段目の B F は、2 段目の X 個の B F と対応づけられる。また、M 段 (M - 3) の M B F 3 1 の j ($j = 2 \sim M - 1$) 段目の各 B F は、 $j + 1$ 段目の、互いに異なる X 個の B F と対応付けられる。

【 0 0 3 5 】

要するに、段数 M が 3 であり分割数 X が 4 である M B F 3 1 は、通常、図 3 に模式的に示した構成を有している。尚、この図 3 は、各 B F の横方向の長さが各 B F のサイズ (ビット数) を示し、B F 間の上下関係が B F 間の対応関係を示しているものである。

40

【 0 0 3 6 】

以上、説明した対応関係は B F 間の対応関係であったが、M (2) 段の M B F 3 1 の M 段目の X^{i-1} 個の B F (以下、最下段 B F と表記する) には、ストレージ 3 0 の、互いに異なるデータ記憶領域が対応付けられる。

【 0 0 3 7 】

そして、M B F 3 1 は、或る最下段 B F に対応づけられているデータ記憶領域内に格納対象データを書き込んだ際に、当該最下段 B F と、当該最下段 B F に直接的 / 間接的に対応づけられている各 B F とに、格納対象データの検証用ハッシュ値を登録して使用するも

50

のとなっている。尚、或る最下段 B F に直接的に対応づけられている B F とは、当該最下段 B F に対応づけられている、1 段上の B F のことである。また、或る最下段 B F に間接的に対応づけられている B F とは、当該最下段 B F に幾つかの B F を介して対応づけられている、2 段以上の上の B F のことである。

【 0 0 3 8 】

従って、使用している M B F 3 1 が図 3 に示したものである場合、例えば、以下の手順で、或るデータ（以下、処理対象データと表記する）と同内容のデータが記憶されているデータ記憶領域を検索することができる。

【 0 0 3 9 】

- (1) 処理対象データの検証用ハッシュ値を算出。 10
- (2) 算出した検証用ハッシュ値（以下、算出ハッシュ値と表記する）が B F 1 - 1 に登録されているか否かをチェック。
- (3 a) 算出ハッシュ値が B F 1 - 1 に登録されていなかった場合には、処理対象データが“ 図 3 の M B F 3 1 の管理対象となっている 1 6 個のデータ記憶領域 ”（以下、チェック対象領域と表記する）に記憶されていないと判定して処理を終了。
- (3 b) 算出ハッシュ値が B F 1 - 1 に登録されていた場合には、B F 1 - 1 に対応づけられている 2 段目の B F 2 - 1 ~ 2 - 4 の中から、算出ハッシュ値が登録されている B F を特定（検索）。
- (4 a) 算出ハッシュ値が登録されている 2 段目の B F が特定できなかった場合には、処理対象データがチェック対象領域に記憶されていないと判定して処理を終了。尚、1 段目の B F 1 - 1 に算出ハッシュ値が登録されているにも拘わらず、2 段目の全 B F に算出ハッシュ値が登録されていない場合があるのは、B F が、誤判定（擬陽性）があり得るものであるためである。 20
- (4 b) 算出ハッシュ値が登録されている 2 段目の B F が特定できた場合には、特定された B F に対応付けられている 4 個の最下段 B F（例えば、B F 3 - 1 ~ 3 - 4）の中から、算出ハッシュ値が登録されている最下段 B F を特定。
- (5 a) 算出ハッシュ値が登録されている最下段 B F が特定できなかった場合には、算出ハッシュ値が登録されている 2 段目の B F を未チェックの B F の中から特定してから、(4)〔 (4 a) 又は (4 b) 〕に戻る。
- (5 b) 算出ハッシュ値が登録されている最下段 B F が特定できた場合には、処理対象データと同内容のデータが記憶されているデータ記憶領域を検索結果として処理を終了。 30

【 0 0 4 0 】

尚、上記したように、B F は、誤判定（擬陽性）があり得るものである。従って、上記手順により検索されたデータ記憶領域内に、処理対象データと同内容のデータが記憶されていない場合もある。

【 0 0 4 1 】

図 2 に戻って、説明を続ける。

【 0 0 4 2 】

H D D 1 3 内のハッシュログテーブル 2 3 は、基本的には、ストレージ 3 0 内に実際に格納されているデータ毎に、そのデータが格納されている物理ブロックの P B A と、そのデータの検証用ハッシュ値との組み合わせを記憶しておくためのテーブルである。ただし、ハッシュログテーブル 2 3 には、データ記憶領域別に、データが格納されている物理ブロックの P B A とデータの検証用ハッシュ値との組み合わせが記憶される。 40

【 0 0 4 3 】

具体的には、図 4 に模式的に示してあるように、ハッシュログテーブル 2 3 は、ハッシュ値フィールドと P B A フィールドとを備えたハッシュログ 2 5 を、最下段 B F 指定情報別に記憶できる構成を有している。

【 0 0 4 4 】

最下段 B F 指定情報は、例えば、或る M B F 3 1 の M B F - I D と、当該 M B F 3 1 の或る最下段 B F の、当該 M B F 3 1 内における識別情報（以下、B F - I D と表記する） 50

との組み合わせである。この最下段BF指定情報は、いずれかのMBF31の要素としてストレージ制御装置10内に記憶されている1個の最下段BFを特定でき、且つ、当該最下段BFを含むMBFのMBF-IDが分かる情報でありさえすれば良い。

【0045】

既に説明したように、MBF31の各最下段BFは、ストレージ30の、特定の(独自の)データ記憶領域と対応づけられる。従って、ハッシュログテーブル23内の各ハッシュログ25は、自身が対応づけられている最下段BF指定情報を介して、ストレージ30の、特定のデータ記憶領域に対応づけられていることになる。

【0046】

そして、ハッシュログテーブル23内の或るデータ記憶領域に対応づけられているハッシュログ25は、当該データ記憶領域内に書き込まれたデータに関するレコードが記憶されるテーブルとなっている。ここで、或るデータ領域内に書き込まれたデータに関するレコードとは、当該データの検証用ハッシュ値と当該データが書き込まれている論理ブロックのPBAが設定されたレコードのことである。

【0047】

以上、説明したように、ハッシュログテーブル23には、各MBF31の最下段BFの数をLと表記するとMBF31毎に、“L組のハッシュログ及び最下段BF指定情報”(以下、MBF別ハッシュログ情報と表記する)が記憶される。ただし、ストレージ制御装置10の運用開始時におけるハッシュログテーブル23は、MBFテーブルと同様に、MBF別ハッシュログ情報を1個も保持していない。そして、ハッシュログテーブル23は、MBFテーブルの更新手順と同様の手順で更新されるテーブルとなっている。

【0048】

すなわち、ストレージ制御装置10のRAM12(図2)上には、m+1個のMBF別ハッシュログ情報を記憶できるハッシュログキャッシュテーブル28が用意されている。ストレージ制御装置10の運用開始時、このハッシュログキャッシュテーブル28は、書込対象MBF31wに関する“各ハッシュログ25にレコードが1つも記憶されていないMBF別ハッシュログ情報”(以下、MBF別ハッシュログ情報の初期値と表記する)のみを記憶した状態にある。

【0049】

また、新MBF31(内容及びMBF-IDが書込対象MBF31wと同じMBF31)の追加により、MBFキャッシュテーブル24から或るMBF31が掃き出される際には、当該MBF31に関するMBF別ハッシュログ情報がハッシュログキャッシュテーブル28から掃き出される。MBFテーブルからのMBF31の読込により、MBFキャッシュテーブル24から或るMBF31が掃き出される際にも、当該MBF31に関するMBF別ハッシュログ情報がハッシュログキャッシュテーブル28から掃き出される。

【0050】

そして、ハッシュログキャッシュテーブル28から掃き出されるMBF別ハッシュログ情報がハッシュログテーブル23に未だ記憶されていないものであった場合には、当該MBF別ハッシュログ情報がハッシュログテーブル23に追加される。

【0051】

また、新MBF31のMBFテーブルへの追加時には、ハッシュログキャッシュテーブル28の、それまでMBF別ハッシュログ情報が記憶されていなかった部分又は掃き出したMBF別ハッシュログ情報が記憶されていた部分に、新MBF31に関するMBF別ハッシュログ情報の初期値が追加される。

【0052】

図5に、HDD13上のブロックマップ21の構成を示す。

この図5に示してあるように、ブロックマップ21は、LBAフィールド、MBF-IDフィールド及びハッシュ値フィールドを有する。

【0053】

このブロックマップ21は、格納対象データがストレージ30内に格納される度に、当

10

20

30

40

50

該格納対象データのL B A及び検証用ハッシュ値がそれぞれL B Aフィールド及びハッシュ値フィールドに設定されたレコードが追加されるテーブルである。或る格納対象データに関するレコードがブロックマップ21に追加される際、当該レコードのM B F - I Dフィールドには、当該格納対象データの検証用ハッシュ値が登録されているM B F 3 1のM B F - I Dが設定される。

【0054】

説明の便宜上、ヒット頻度管理情報20(図2)の詳細は後述することにする。

【0055】

以下、格納処理部41、読込処理部42及び重複除去処理部43の機能を、説明する。

【0056】

まず、格納処理部41の機能を説明する。

格納処理部41は、通常は、ストレージ30に対するライト要求が、ユーザ端末100用の通信インタフェース(“I/F”)によって受信されるのを待機(監視)している。

【0057】

ユーザ端末100から或る情報のライト要求が送信されてきた場合、格納処理部41は、当該情報(以下、格納対象情報と表記する)が、ストレージ30の1個の物理ブロックに記憶できるサイズの情報であるか否かを判断する。そして、格納処理部41は、格納対象情報が、1個の物理ブロックに記憶できるサイズの情報であった場合には、格納対象情報自体を格納対象データとして取り扱って、図6A及び図6Bに示した手順の格納処理を実行する。

【0058】

一方、格納対象情報が、1個の物理ブロックに記憶できるサイズの情報でなかった場合、格納処理部41は、格納対象情報を、物理ブロックに記憶可能なサイズの複数のデータに分割する。そして、格納処理部41は、分割により得られたデータ毎に、そのデータを格納対象データとした格納処理(図6A及び図6B)を実行する。

【0059】

図6Aに示してあるように、格納処理を開始した格納処理部41は、まず、格納対象データの検証用ハッシュ値を算出する(ステップS101)。

【0060】

次いで、格納処理部41は、算出した検証用ハッシュ値(以下、算出ハッシュ値と表記する)が登録されている最下段B Fを、M B F キャッシュテーブル24上の各M B F 3 1及び書込対象M B F 3 1 wの中から検索する(ステップS102)。すなわち、格納処理部41は、上記した(2)~(5a)の処理を、M B F キャッシュテーブル24上の各M B F 3 1及び書込対象M B F 3 1 wに対して行う。

【0061】

既に説明したように、ストレージ制御装置10の運用開始時、M B F キャッシュテーブル24上には、1個もM B F 3 1が記憶されていない。従って、ステップS102の検索は、ストレージ制御装置10の運用開始後、しばらくの間は、書込対象M B F 3 1 wのみに対して行われる。

【0062】

算出ハッシュ値が登録されている最下段B Fを検索できなかった場合(ステップS103; Y E S)、格納処理部41は、書込対象M B F 3 1 wのデータ登録数が既定数未満であるか否かを判断する(図6B; ステップS111)。

【0063】

そして、格納処理部41は、書込対象M B F 3 1 wのデータ登録数が既定数未満であった場合(ステップS111; Y E S)には、格納対象データをストレージ30内に書き込む(ステップS116)。このステップS116の処理時、格納処理部41は、格納対象データを書き込む物理ブロックのP B A(以下、格納先P B Aと表記する)を、書込対象M B F 3 1 wの各最下段B Fに対応付けられているデータ記憶領域内の空き物理ブロックのP B Aの中から選択する。尚、空き物理ブロックとは、データが格納されていない物理

10

20

30

40

50

ブロックのことである。また、格納先 P B A としては、通常、前回の格納先 P B A としたアドレスの次アドレスが選択される。

【 0 0 6 4 】

格納対象データをストレージ 3 0 内に書き込んだ格納処理部 4 1 は、算出ハッシュ値を書込対象 M B F 3 1 w に登録する (ステップ S 1 1 7)。すなわち、格納処理部 4 1 は、格納対象データを格納したデータ記憶領域に対応づけられている、書込対象 M B F 3 1 w の最下段 B F と、当該最下段 B F に直接的 / 間接的に対応づけられている、書込対象 M B F 3 1 w の各 B F とに、算出ハッシュ値を登録する。また、このステップ S 1 1 7 にて、格納処理部 4 1 は、自身が管理している、R A M 1 2 の書込対象 M B F 3 1 w のデータ登録数に、“ 1 ” を加算する処理も行う。

10

【 0 0 6 5 】

ステップ S 1 1 7 の処理を終えた格納処理部 4 1 は、算出ハッシュ値を登録した最下段 B F に対応付けられている、ハッシュログキャッシュテーブル 2 8 上のハッシュログ 2 5 に、格納先 P B A と算出ハッシュ値とを設定したレコードを追加する (ステップ S 1 1 8)。より具体的には、格納処理部 4 1 は、算出ハッシュ値を登録した最下段 B F を示す最下段 B F 指定情報に対応付けられているハッシュログキャッシュテーブル 2 8 上のハッシュログ 2 5 に、格納先 P B A と算出ハッシュ値とを設定したレコードを追加する。

【 0 0 6 6 】

そして、格納処理部 4 1 は、ブロックマップ 2 1 に、格納先 L B A と、書込対象 M B F 3 1 w の M B F - I D と、算出ハッシュ値とを設定したレコードを追加 (ステップ S 1 1 9) してから、この書込処理を終了する。尚、書込先 L B A とは、受信したライト要求に含まれる L B A、又は、当該 L B A と、格納対象データの、格納対象情報 (ライト要求で書き込みが指示されている情報) 内での位置とから算出される L B A のことである。

20

【 0 0 6 7 】

ストレージ制御装置 1 0 の運用開始後、ステップ S 1 1 7 の処理が“既定数”と同回数実行されると、書込対象 B F 3 1 w のデータ登録数が“既定数”となる。そして、書込対象 B F 3 1 w のデータ登録数が“既定数”となっている状況下、ステップ S 1 0 2 (又は S 1 0 4) の検索に失敗した場合、格納処理部 4 1 は、書込対象 M B F 3 1 w のデータ登録数が既定数未満ではないと判断する (ステップ S 1 1 1 ; N O)。

【 0 0 6 8 】

従って、格納処理部 4 1 は、書込対象 M B F 3 1 w と、内容、M B F - I D が同じ M B F 3 1 を、M B F キャッシュテーブル 2 4 に記憶 (追加) する (ステップ S 1 1 3)。換言すれば、格納処理部 4 1 はデータ登録数が“既定数”となった書込対象 M B F 3 1 w のコピー (以下、新 M B F 3 1 と表記する) を、M B F キャッシュテーブル 2 4 に記憶 (追加) する (ステップ S 1 1 3)。

30

【 0 0 6 9 】

尚、このステップ S 1 1 3 では、M B F キャッシュテーブル 2 4 上の M B F 3 1 を M B F テーブル 2 2 に追加する処理などが行われる場合がある。具体的には、ステップ S 1 1 3 の処理時、格納処理部 4 1 は、まず、m 個の M B F 3 1 が M B F キャッシュテーブル上に記憶されているか否かを判断する。

40

【 0 0 7 0 】

m 個の M B F 3 1 が M B F キャッシュテーブル上に記憶されていなかった場合、格納処理部 4 1 は、新 M B F 3 1 を、M B F キャッシュテーブルに追加してから、ステップ S 1 1 3 の処理を終了する。

【 0 0 7 1 】

これに対して、m 個の M B F 3 1 が M B F キャッシュテーブルに記憶されていた場合、格納処理部 4 1 は、M B F キャッシュテーブル上の、最も過去に利用された M B F 3 1 を注目 M B F 3 1 として特定する。次いで、格納処理部 4 1 は、注目 M B F 3 1 の M B F - I D が、登録済 M B F - I D として R A M 1 2 上に記憶されているか否かを判断する。

【 0 0 7 2 】

50

注目 M B F 3 1 の M B F - I D が登録済 M B F - I D として R A M 1 2 上に記憶されていない場合、格納処理部 4 1 は、以下の 3 処理を行う。

- (a) 注目 M B F 3 1 をその M B F - I D と共に M B F テーブルに追加する処理
- (b) 注目 M B F 3 1 に関する、ハッシュログキャッシュテーブル 2 8 上の M B F 別ハッシュログ情報をハッシュログテーブルに追加する処理
- (c) M B F テーブルに追加した M B F 3 1 の M B F - I D を、登録済 M B F - I D として R A M 1 2 上に記憶する処理

【 0 0 7 3 】

これらの処理を終えた格納処理部 4 1 は、M B F キャッシュテーブル上の、注目 M B F 3 1 が記憶されていた部分に新 M B F 3 1 を記憶してから、ステップ S 1 1 3 の処理を終了する。

10

【 0 0 7 4 】

一方、注目 M B F 3 1 の M B F - I D が登録済 M B F - I D として R A M 1 2 上に記憶されていた場合、格納処理部 4 1 は、上記 3 処理を行うことなく、M B F キャッシュテーブル上の、注目 M B F 3 1 が記憶されていた部分に新 M B F 3 1 を記憶する。そして、格納処理部 4 1 は、ステップ S 1 1 3 の処理を終了する。

【 0 0 7 5 】

ステップ S 1 1 3 の処理を終えた格納処理部 4 1 は、書込対象 M B F を初期化し、書込対象 M B F の M B F - I D を新 I D に変更する処理 (ステップ S 1 1 4) を行う。ここで、新 I D とは、既存のいずれの M B F - I D と異なる M B F - I D のことである。新 I D は、例えば、書込対象 M B F の M B F - I D に “ 1 ” を加算することにより生成される。

20

【 0 0 7 6 】

次いで、格納処理部 4 1 は、新 M B F 3 1 に関する M B F 別ハッシュログ情報の初期値をハッシュログキャッシュテーブルに記憶する (ステップ S 1 1 5) 。このステップ S 1 1 5 では、ハッシュログキャッシュテーブルの、注目 M B F 3 1 に関する M B F 別ハッシュログ情報が記憶されていた部分に、新 M B F 3 1 に関する M B F 別ハッシュログ情報の初期値が記憶される。

【 0 0 7 7 】

そして、格納処理部 4 1 は、既に説明したステップ S 1 1 6 ~ S 1 1 9 の処理を実行してから、書込処理を終了する。

30

【 0 0 7 8 】

以下、書込処理の残りのステップの処理の内容を説明する。

【 0 0 7 9 】

算出ハッシュ値が登録されている最下段 B F を検索できた場合 (図 6 A 、ステップ S 1 0 3 ; Y E S) 、格納処理部 4 1 は、当該最下段 B F に対応づけられている、ハッシュログキャッシュテーブル 2 8 上のハッシュログから、格納対象データの重複データに関するレコードを検索する (ステップ S 1 0 4) 。ここで、格納対象データの重複データに関するレコードとは、ハッシュ値フィールドの値が算出ハッシュ値と一致しているレコードのことである。

40

【 0 0 8 0 】

格納対象データの重複データに関するレコードを検索できなかった場合 (ステップ S 1 0 5 ; N O) 、格納処理部 4 1 は、ステップ S 1 0 2 の検索に失敗した場合と同様に、ステップ S 1 1 1 (図 6 B) 以降の処理を実行して書込処理を終了する。

【 0 0 8 1 】

一方、格納対象データの重複データに関するレコードを検索できた場合 (ステップ S 1 0 5 ; Y E S) 、格納処理部 4 1 は、ヒット頻度管理処理 (ステップ S 1 0 6 ; 詳細は後述) を行う。

【 0 0 8 2 】

ヒット頻度管理処理を終えた格納処理部 4 1 は、ブロックマップ 2 1 に、格納先 L B A

50

と、検索した最下段BFを含むMBF31のMBF-IDと、算出ハッシュ値とを設定したレコードを追加する(ステップS107)。そして、格納処理部41は、この書込処理を終了する。

【0083】

次に、読込処理部42(図2)の機能を説明する。

【0084】

読込処理部42は、ストレージ30からのデータの読み込みを行うユニット(機能ブロック)である。

【0085】

図7に、読込処理部42が、或るデータをストレージ30から読み込む際に行う読込処理の流れ図を示す。尚、この流れ図及び以下の説明において、読込対象データとは、読込処理部42がストレージ30から読み込もうとしているデータのことである。また、読込対象LBAとは、読込対象データのLBAのことである。読込処理部42は、ストレージ30に対するリード要求が、ユーザ端末100から送信されてきた場合、この読込処理を何回か実行することにより要求された情報を用意して、ユーザ端末100に返送する。

10

【0086】

図7に示してあるように、読込処理を開始した読込処理部42は、まず、読込対象LBAと対応づけられているMBF-ID及びハッシュ値をブロックマップ21から検索する(ステップS201)。

【0087】

20

読込対象LBAと対応づけられているMBF-ID等を検索できなかった場合(ステップS202;NO)、読込処理部42は、ブロックサイズのALL0データを読込対象LBAのデータの読込結果とする(ステップS208)。尚、ブロックサイズのALL0データとは、全ビットが“0”であり、サイズがブロックサイズと一致するデータのことである。

【0088】

そして、ステップS208の処理を終えた読込処理部42は、この読込処理を終了する。

【0089】

要するに、ブロックマップ21には、過去にストレージ30内に格納された全てのデータの格納先LBAが記憶されている(図6A及び図6B参照)。従って、読込対象LBAと対応づけられているMBF-ID等を検索できなかった場合(ステップS202;NO)、読込対象データ(読込対象LBAで識別されるデータ)が存在していないことになる。そのため、ブロックサイズのALL0データが、読込対象LBAのデータの読込結果とされる。

30

【0090】

一方、読込対象LBAと対応づけられているMBF-ID等が検索できた場合(ステップS202;YES)、読込処理部42は、対応MBF31がRAM12上に存在するか否かを判断する(ステップS203)。ここで、対応MBF31とは、ステップS201の処理で検索されたMBF-IDが割り当てられているMBF31のことである。尚、ステップS203の処理は、MBFキャッシュテーブル上の全MBF31の中に、対応MBF31が存在するか否かを判断する処理ではなく、MBFキャッシュテーブル上の全MBF31と書込対象MBF31wとの中に、対応MBF31が存在しているか否かを判断する処理である。

40

【0091】

対応MBF31がRAM12上に存在していなかった場合(ステップS203;NO)、読込処理部42は、ステップS204にて、以下の処理を行う。

【0092】

読込処理部42は、まず、MBFキャッシュテーブル上の、最も過去に利用されたMBF31を注目MBF31として特定する。次いで、格納処理部41は、注目MBF31の

50

MBF - ID が、登録済 M B F - I D として R A M 1 2 上に記憶されているか否かを判断する。

【 0 0 9 3 】

注目 M B F 3 1 の M B F - I D が登録済 M B F - I D として R A M 1 2 上に記憶されていない場合、格納処理部 4 1 は、上記したものと同一以下の 3 処理を行う。

(a) 注目 M B F 3 1 をその M B F - I D と共に M B F テーブルに追加する処理

(b) 注目 M B F 3 1 に関する、ハッシュログキャッシュテーブル 2 8 上の M B F 別ハッシュログ情報をハッシュログテーブルに追加する処理

(c) M B F テーブルに追加した M B F 3 1 の M B F - I D を、登録済 M B F - I D として R A M 1 2 に記憶する処理

10

【 0 0 9 4 】

これらの処理を終えた格納処理部 4 1 は、M B F テーブル 2 2 から対応 M B F 3 1 を読み込んで、注目 M B F 3 1 の代わりに M B F 3 1 として M B F キャッシュテーブル上に記憶する。また、格納処理部 4 1 は、ハッシュログテーブル 2 2 から対応 M B F 3 1 に関する M B F 別ハッシュログ情報を読み込んで、注目 M B F 3 1 に関する M B F 別ハッシュログ情報の代わりにの情報としてハッシュログキャッシュテーブルに記憶する。

【 0 0 9 5 】

そして、格納処理部 4 1 は、ステップ S 2 0 4 の処理を終了する。

【 0 0 9 6 】

要するに、読込処理部 4 2 は、格納処理部 4 1 が、格納処理のステップ S 1 1 3、S 1 1 5 (図 6 B) にて行う処理とほぼ同内容の処理を、ステップ S 2 0 4 にて行う。尚、ステップ S 2 0 4 にて、M B F キャッシュテーブル上の M B F 3 1 の数に関する判断が行われていないのは、ステップ S 2 0 4 が、M B F キャッシュテーブル上の M B F 3 1 の数が 3 となっていないと実行されないステップであるためである。

20

【 0 0 9 7 】

ステップ S 2 0 4 の処理を終えた読込処理部 4 2 は、ステップ S 2 0 5 以降の処理を開始する。

【 0 0 9 8 】

また、対応 M B F 3 1 が R A M 1 2 上に存在していた場合 (ステップ S 2 0 3)、読込処理部 4 2 は、ステップ S 2 1 0 にてヒット頻度管理処理 (詳細は後述) を行ってから、ステップ S 2 0 5 以降の処理を開始する。

30

【 0 0 9 9 】

ステップ S 2 0 5 にて、読込処理部 4 2 は、ステップ S 2 0 1 の処理で検索された検証用ハッシュ値 (以下、処理対象ハッシュ値と表記する) が登録されている最下段 B F を対応 M B F 3 1 から検索する。次いで、読込処理部 4 2 は、検索した最下段 B F に対応づけられている、ハッシュログキャッシュテーブル 2 8 上のハッシュログから処理対象ハッシュ値に対応づけられている P B A を検索する (ステップ S 2 0 6)。その後、読込処理部 4 2 は、検索した P B A が示している物理ブロックのデータを、読込対象データとしてストレージ 3 0 から読み込む (ステップ S 2 0 7)。そして、読込処理部 4 2 は、この読込処理を終了する。

40

【 0 1 0 0 】

以下、重複除去処理部 4 3、ヒット頻度管理処理及びヒット頻度管理情報 2 0 について、説明する。

【 0 1 0 1 】

重複除去処理部 4 3 は、ストレージ 3 0 内に既に格納されているデータに対して重複除去を行うユニット (機能ブロック) である。

【 0 1 0 2 】

すなわち、ストレージ制御装置 1 0 は、上記したように、格納対象データのストレージ 3 0 への格納時 (図 6 A、6 B 参照)、R A M 1 2 上の M B F 3 1 及び M B F 別ハッシュログ情報だけから、格納対象データの重複データの有無を判断する。従って、ストレージ

50

制御装置 10 を用いておけば、『HDD 13 内の MBF 31 も RAM 12 上に読み出して重複データの有無を判断する装置』や『ハッシュログテーブル 23 が RAM 12 上に存在する装置』を用いた場合よりも、格納対象データをストレージ 30 内に高速に格納することが出来る。また、ストレージ制御装置 10 は、『ハッシュログテーブル 23 及び MBF テーブル 22 が RAM 12 上に存在する装置』よりも RAM 12 の記憶容量が少なく済む装置となっていることにもなる。

【0103】

ただし、ストレージ制御装置 10 は、RAM 12 上の MBF 31 及び MBF 別ハッシュログ情報だけから重複データの有無を判断する装置であるが故に、重複データが実際には存在している格納対象データをストレージ 30 に書き込む場合がある装置ともなっている。

10

【0104】

そして、同じデータがストレージ 30 内に存在したのでは、ストレージ 30 の記憶容量が無駄に消費されることになる。そのため、ストレージ 30 内に既に格納されているデータに対して重複除去を行うことが望ましいのであるが、重複除去のやり方によっては、リード要求に対する応答速度が遅くなってしまう。

【0105】

具体的には、例えば、ファイル の書き込みにより、データ A ~ D の検証用ハッシュ値が MBF 別ハッシュログ情報 # 1 に記憶され、その後、データ A ~ D と同内容のデータの検証用ハッシュ値が、それぞれ、MBF 別ハッシュログ情報 # 2 ~ # 5 に記憶された場合

20

【0106】

この場合、様々な形でデータの重複がなくなるようにすることができる。ただし、MBF 別ハッシュログ情報 # 1 及びブロックマップ 21 を更新することによってデータの重複をなくした場合、MBF 別ハッシュログ情報 # 1 のみの参照で読み出せていたファイルが、MBF 別ハッシュログ情報 # 2 ~ # 5 を参照しなければ読み出せなくなってしまう。

【0107】

そして、ストレージ制御装置 10 は、データの読込に必要とされる MBF 及び MBF 別ハッシュログ情報が RAM 12 上になかった場合（図 7 参照）、HDD からそれらの情報をロードする装置である。従って、MBF 別ハッシュログ情報 # 1 及びブロックマップ 21 の更新によりデータの重複をなくした場合、それまで、HDD からの情報の最大ロード回数が 1 回であったファイル の読み出し時に、HDD から最少でも、2 回、情報をロードしなければならない。

30

【0108】

このように、重複除去のやり方によっては、リード要求に対する応答速度が遅くなってしまう。

【0109】

リード要求に対する応答速度が遅くならない形での重複除去を可能とするために想到した処理が、以下で説明するヒット頻度管理処理及び重複除去処理である。

【0110】

まず、ヒット頻度管理処理により参照・更新される情報であるヒット頻度管理情報 20 の概要を説明する。

40

【0111】

ヒット頻度管理情報 20 は、第 1 キュー情報 ~ 第 N + 1 キュー情報を含む。ここで、第 i (i = 1 ~ N + 1) キュー情報とは、『MBF - ID を複数個保持でき、任意位置の MBF - ID の取り出しが可能な FIFO (First In, First Out) キュー』である第 i キューを表す情報のことである。第 i キュー情報には、第 i キュー内に保持されている複数の MBF - ID や、それらの MBF - ID の第 i キュー内での位置関係を示す情報が含まれる。

【0112】

50

次に、ヒット頻度管理処理の内容を説明する。尚、格納処理部 4 1 又は読込処理部 4 2 として機能している CPU 1 1 が実際に行うヒット頻度管理処理は、保持している MBF - ID の組み合わせや順番がそれまでとは異なるキューを表すものとなるように、幾つかのキュー情報の内容を変更する処理である。ただし、説明の便宜上、以下では、図 8 A に模式的に示したように、上記仕様のハードウェアキューである第 1 ~ 第 N + 1 キュー 4 0₁ ~ 4 0_{N+1} が存在しているものとして、ヒット頻度管理処理の内容を説明することにする。

【 0 1 1 3 】

ヒット頻度管理処理は、その実行前に検索 / 特定された MBF 3 1 の MBF - ID を用いて、ヒット頻度管理情報 2 0 を更新する処理である。尚、ヒット頻度管理処理の実行前に検索 / 特定された MBF 3 1 の MBF - ID (以下、処理対象 ID と表記する) とは、書込処理 (図 6 A) では、ステップ S 1 0 2 の処理で検索された MBF 3 1 の MBF - ID のことである。また、処理対象 ID とは、読込処理 (図 7) では、ステップ S 2 0 1 の処理で検索された対応 MBF 3 1 の MBF - ID のことである。

10

【 0 1 1 4 】

既に説明した書込処理及び読込処理の処理手順から明らかなように、ヒット頻度管理処理は、RAM 1 2 上の MBF 3 1 がそのまま使用できる場合、すなわち、キャッシュヒットした場合、に実行される処理となっている。従って、処理対象 ID は、キャッシュヒットした MBF 3 1 の MBF - ID となっているとすることが出来る。

【 0 1 1 5 】

ヒット頻度管理処理を開始した CPU 1 1 は、まず、処理対象 ID を第 1 キュー 4 0 へ の入力データとして取り扱って、入力データ (処理対象 ID) と同じデータが第 1 キュー 4 0₁ 内に存在しているか否かを判断する。

20

【 0 1 1 6 】

そして、CPU 1 1 は、入力データと同じデータが第 1 キュー 4 0₁ 内に存在していなかった場合には、図 8 B に模式的に示したように、入力データを第 1 キュー 4 0₁ に登録 (追加) してから、ヒット頻度管理処理を終了する。

【 0 1 1 7 】

一方、入力データと同じデータが第 1 キュー 4 0₁ 内に存在していた場合、CPU 1 1 は、当該データを第 1 キュー 4 0₁ から取り出す。そして、CPU 1 1 は、図 8 C に模式的に示してあるように、取り出したデータ (処理対象 ID と同じデータ) を第 2 キュー 4 0₂ へ の入力データとして取り扱って、第 2 キュー 4 0₂ に対して、第 1 キュー 4 0₁ に対する処理と同内容の処理を行う。

30

【 0 1 1 8 】

すなわち、CPU 1 1 は、入力データと同じデータが第 2 キュー 4 0₂ 内に存在していなかった場合には、図 8 C に模式的に示してあるように、入力データを第 1 キュー 4 0₂ に登録 (追加) してから、ヒット頻度管理処理を終了する。一方、入力データと同じデータが第 2 キュー 4 0₂ 内に存在していた場合、CPU 1 1 は、当該データを第 2 キュー 4 0₂ から取り出す。そして、CPU 1 1 は、取り出したデータを第 3 キュー (図示略) へ の入力データとして取り扱って、第 3 キューに対して、第 1 キュー 4 0₁ (及び第 2 キュー 4 0₂) に対する処理と同内容の処理を行う。

40

【 0 1 1 9 】

第 N - 1 キュー (図示略) から入力データと同じデータが取り出せた場合に CPU 1 1 が第 N キュー 4 0_N に対して行う処理も、第 1 キュー 4 0₁ に対する処理と同内容の処理である。ただし、第 N キュー 4 0_N から入力データと同じデータが取り出せた場合に CPU 1 1 が第 N + 1 キュー 4 0_{N+1} に対して行う処理は、第 1 キュー 4 0₁ に対する処理とは若干異なる。

【 0 1 2 0 】

具体的には、第 N キュー 4 0_N から入力データと同じデータが取り出せた場合、CPU 1 1 は、まず、第 N + 1 キュー 4 0_{N+1} 内に処理対象データと同じデータが存在している

50

か否かを判断する。そして、CPU 11は、第N + 1キュー40_{N+1}内に処理対象IDと同じデータが存在していなかった場合には、処理対象IDを第N + 1キュー40_{N+1}に登録してから、ヒット頻度管理処理を終了する。一方、第N + 1キュー40_{N+1}内に処理対象IDが存在していた場合、CPU 11は、処理対象IDを第N + 1キュー40_{N+1}から取り出して第N + 1キュー40_{N+1}に登録し直す。換言すれば、CPU 11は、処理対象IDの第N + 1キュー40_{N+1}内の位置を、破棄されるまでに最も時間がかかる先頭に変更する。そして、CPU 11は、ヒット頻度管理処理を終了する。

【0121】

次に、重複除去処理部43の機能を説明する。

【0122】

重複除去処理部43は、ヒット情報管理情報20を参照することにより第N + 1キュー40_{N+1}の状況を把握する処理を、予め定められているスケジュール（Z1時間毎；毎日、Z2時等）に従って行う。

【0123】

そして、重複除去処理部43は、第N + 1キュー40_{N+1}内に1つ以上のMBF-IDが存在していた場合には、第N + 1キュー40_{N+1}から全MBF-IDを取り出す。そして、取り出したMBF-ID毎に、そのMBF-IDを処理対象MBF-IDとして取り扱ふと共に、そのMBF-IDに関する各ハッシュログ25を処理対象ハッシュログとして取り扱ふて、図9に示した手順の重複除去処理を行う。尚、或るMBF-IDに関する各ハッシュログ25とは、当該MBF-IDで識別されるMBF31の各最下段BFに対応づけられているハッシュログ25のことである。

【0124】

すなわち、或る処理対象ハッシュログに対する重複除去処理を開始した重複除去処理部43は、まず、処理対象ハッシュログの最初のレコード上のハッシュ値（つまり、或るデータの検証用ハッシュ値）を、処理対象ハッシュ値として取得する（ステップS301）。

【0125】

次いで、重複除去処理部43は、ストレージ制御装置10内のMBFの中から、処理対象ハッシュ値が登録されているMBF31を検索すると共に、検索したMBF31から、処理対象ハッシュ値が登録されている最下段BFを検索する（ステップS302）。このステップS302の処理は、第N + 1キュー40_{N+1}から取り出したいずれのMBF-IDともMBF-IDが一致しておらず、かつ、前回以前のステップS302の処理で処理対象ハッシュ値の登録の有無がチェックされていないMBFの中から、処理対象ハッシュ値が登録されているMBF31を検索する処理である。

【0126】

処理対象ハッシュ値が登録されているMBF31を検索できた場合（ステップS303；NO）、重複除去処理部43は、検索した最下段BFに対応づけられているハッシュログから処理対象ハッシュ値が設定されているレコードを削除する（ステップS304）。このステップS304の処理は、検索した最下段BFに対応づけられているハッシュログが、ハッシュログテーブル内及びハッシュログキャッシュテーブル内に存在していた場合には、両テーブル内のハッシュログに対して行われる。

【0127】

続くステップS305にて、重複除去処理部43は、まず、検索したMBFのMBF-IDと処理対象ハッシュ値とが設定されているレコードをブロックマップから検索する。そして、重複除去処理部43は、検索したレコード上のMBF-IDを処理対象MBF-IDに変更（ステップS305）してから、ステップS306の判断を行う。尚、ステップS304の処理時に処理対象ハッシュ値が設定されているレコードを見出せなかった場合、重複除去処理部43は、このステップS305の処理を行うことなく、ステップS306の判断を行う。

【0128】

10

20

30

40

50

ステップS306にて、重複除去処理部43は、ステップS302～S306のループ処理の終了条件が満たされたか否かを判断する。ここで、ステップS302～S306のループ処理の終了条件とは、例えば、ステップS302の検索に失敗するまでループ処理を繰り返す、ループ処理を繰り返さない(ステップS302～S305の処理を1回行う)といった条件のことである。

【0129】

そして、重複除去処理部43は、ステップS302～S306のループ処理の終了条件が満たされていなかった場合には、ステップS302以降の処理を再び開始する。

【0130】

重複除去処理部43は、ステップS302の検索に失敗した場合(ステップS303; YES)には、処理対象ハッシュログの全レコードの処理が完了したか否かを判断する(ステップS307)。重複除去処理部43は、ステップS302～S306のループ処理の終了条件が満たされた場合(ステップS306; YES)にも、処理対象ハッシュログの全レコードの処理が完了したか否かを判断する(ステップS307)。

10

【0131】

処理対象ハッシュログの全レコードの処理が完了していなかった場合(ステップS307; NO)、重複除去処理部43は、ステップS301に戻って、処理対象ハッシュログの次のレコード上のハッシュ値を、処理対象ハッシュ値として取得する。

【0132】

そして、重複除去処理部43は、処理対象ハッシュログの全レコードの処理が完了したときに、この重複除去処理を終了する。

20

【0133】

要するに、上記したヒット頻度管理処理(図8C参照)により、第N+1キュー40_{N+1}にMBF-ID__が入力されるのは、FIFOキューである第Nキュー40_NからMBF-ID__が破棄される以前に、第N-1キューから、MBF-ID__が取り出されたときである。また、第N-1キューもFIFOキューであるので、第N-1キューからMBF-ID__が取り出されるのは、第N-1キューからMBF-ID__が破棄される以前に、第N-2キューから、MBF-ID__が取り出されたときである。

【0134】

他の各キューもFIFOキューであるので、各キューからMBF-ID__が破棄される以前に、前キューからMBF-ID__が取り出されないと、次キューにMBF-ID__が入力されない。従って、第N+1キューに登録されるMBF-IDは、最近のヒット頻度が特に高いMBFのMBF-IDとなる。

30

【0135】

また、重複除去処理部43が行う重複除去処理は、そのようなMBFに対応づけられている各ハッシュログの内容を維持して、重複除去を行うものとなっている。そして、最近のヒット頻度が特に高いMBFに対応づけられている各ハッシュログの内容を維持しておけば、通常、ファイルの読み込み時に必要なHDDからの情報の平均的なロード回数を増やさないことができる。従って、上記した重複除去処理及びヒット頻度管理処理による重複除去は、リード要求に対する応答速度が遅くならない形で重複除去を行えるものとなっているとすることができる。

40

【0136】

《変形形態》

上記したストレージ制御装置10は、各種の変形が行えるものである。例えば、ストレージ制御装置10を、ブロックマップ21がHDD13に記憶される装置に変形することができる。また、ストレージ制御装置10を、ハッシュログキャッシュテーブル28がない装置(常に、ハッシュログテーブル23に対するアクセスが行われる装置)に変形することができる。

【0137】

MBFの代わりに、同様の機能を有する、MBFに分類されない情報を採用することも

50

出来る。すなわち、M B Fの代わりに、各データが格納されているデータ領域内のデータが登録されており且つ当該データ領域内の各データがいずれのデータ記憶領域に格納されているかを特定するために使用できる情報を採用することも出来る。また、ヒット頻度管理処理の代わりに、各M B Fの利用回数/頻度を計数する処理を採用することも出来る。ヒット頻度管理処理を、実際にハードウェアキューを制御する処理に変形することも出来る。

【 0 1 3 8 】

ストレージ制御装置 1 0 を、専用の装置や、ストレージ 3 0 と一体化された装置に変形することも出来る。ストレージ制御装置 1 0 を、論理ブロックアドレスでアクセスすべき記憶装置 3 0 (内部で論理ブロックアドレスが物理ブロックアドレスに変換される記憶装置 3 0) に接続して使用する装置に変形することも出来る。尚、この変形は、P B Aの代わりに記憶装置 3 0 のL B Aが使用されるようにするだけで実現できる。

10

【 0 1 3 9 】

また、ストレージ制御プログラム 1 8 を、フレキシブルディスク、C D - R O M (Compact Disc Read Only Memory) 等の可搬型記録媒体に記録して配布することが出来る。

【 0 1 4 0 】

以上、開示した技術に関し、更に以下の付記を開示する。

【 0 1 4 1 】

(付記 1)

ストレージを、複数のデータ領域に分けられた複数のデータ記憶領域を備えた装置として取り扱って、前記ストレージ内の各データのストレージ内アドレスとハッシュ値との対応関係を複数のハッシュログによりデータ記憶領域別に管理すると共に、前記ストレージ内の各データの論理アドレス及びハッシュ値と、各データが格納されているデータ領域内のデータが登録されており且つ当該データ領域内の各データがいずれのデータ記憶領域に格納されているかを特定するために使用できるデータ管理情報の識別情報との対応関係をブロックマップにより管理する制御部と、

20

前記複数のハッシュログと、各データ領域に関するデータ管理情報とを記憶する第 1 記憶部と、

前記第 1 記憶部よりも高速にデータを読み書きできる第 2 記憶部と、
を備え、

30

前記制御部は、

読込対象データの前記ストレージからの読み込み時に、前記ブロックマップ内の当該読込対象データの論理アドレスに対応づけられた識別情報にて識別されるデータ管理情報が前記第 2 記憶部上に記憶されていなかった場合には、前記第 1 記憶部に記憶されている当該データ管理情報を前記第 2 記憶部上のいずれかのデータ管理情報の代わりに前記第 2 記憶部上に読み出し、読み出したデータ管理情報に基づき、前記読込対象データが格納されているデータ記憶領域に関する前記ハッシュログを特定し、特定したハッシュログ上の情報を用いて前記読込対象データを前記ストレージから読み込み、

格納対象データの書き込み時に前記格納対象データが登録されているデータ管理情報が前記第 2 記憶部に記憶されていなかった場合には、他のデータ管理情報に前記格納対象データが登録されているか否かを判定することなく、前記格納対象データを前記ストレージ内に格納し、

40

所定の条件が満たされた場合に、各データ管理情報の利用状況を基にした優先度にしたがい、少なくとも 1 つのデータ管理情報を選択し、選択した少なくとも 1 つのデータ管理情報が関連づけられているデータ領域上のデータについての、他のデータ領域上の重複データを前記ストレージから除去する

ストレージ制御装置。

【 0 1 4 2 】

(付記 2)

前記データ管理情報が、

50

関連付けられているデータ領域内のデータ記憶領域毎に、当該データ記憶領域に格納されたデータが登録されるブルームフィルタを含む多段ブルームフィルタであることを特徴とする付記 1 に記載のストレージ制御装置。

【 0 1 4 3 】

(付記 3)

前記制御部は、

各データ管理情報の利用状況に基づき、前記第 1 記憶部に記憶されている複数のデータ管理情報を、利用頻度の多寡に基づき二分する機能を有し、

前記所定の条件が満たされた場合に、利用頻度の多い方の 1 つ以上のデータ管理情報の中から前記少なくとも 1 つのデータ管理情報を選択する

ことを特徴とする付記 1 又は 2 に記載のストレージ制御装置。

10

【 0 1 4 4 】

(付記 4)

前記第 2 記憶部は、書込用データ管理情報及び書込用ハッシュログを記憶し、

前記制御部は、

前記格納対象データの書き込み時に前記格納対象データが登録されているデータ管理情報が前記第 2 記憶部に記憶されていなかった場合、前記格納対象データを前記ストレージ内に格納すると共に、前記格納対象データを書込用データ管理情報に登録し、書込用ハッシュログ及びブロックマップを更新する

ことを特徴とする付記 1 から 3 のいずれか一項に記載のストレージ制御装置。

20

【 0 1 4 5 】

(付記 5)

重複除去を行ってストレージにデータを格納するストレージ制御方法において、

前記ストレージを、複数のデータ領域に分けられた複数のデータ記憶領域を備えた装置として取り扱って、前記ストレージ内の各データのストレージ内アドレスとハッシュ値との対応関係を第 1 記憶部上の複数のハッシュログによりデータ記憶領域別に管理すると共に、前記ストレージ内の各データの論理アドレス及びハッシュ値と、各データが格納されているデータ領域内のデータが登録されており且つ当該データ領域内の各データがいずれのデータ記憶領域に格納されているかを特定するために使用できるデータ管理情報の識別情報との対応関係を前記第 1 記憶部又は前記第 1 記憶部よりも高速にデータを読み書きできる第 2 記憶部上のブロックマップにより管理し、

30

読込対象データの前記ストレージからの読み込み時に、前記ブロックマップ内の当該読込対象データの論理アドレスに対応づけられた識別情報にて識別されるデータ管理情報が前記第 2 記憶部上に記憶されていなかった場合には、前記第 1 記憶部に記憶されている当該データ管理情報を前記第 2 記憶部上のいずれかのデータ管理情報の代わりに前記第 2 記憶部上に読み出し、

読み出したデータ管理情報に基づき、前記読込対象データが格納されているデータ記憶領域に関する前記ハッシュログを特定し、特定したハッシュログ上の情報を用いて前記読込対象データを前記ストレージから読み込み、

格納対象データの書き込み時に前記格納対象データが登録されているデータ管理情報が前記第 2 記憶部に記憶されていなかった場合には、他のデータ管理情報に前記格納対象データが登録されているか否かを判定することなく、前記格納対象データを前記ストレージ内に格納し、

40

所定の条件が満たされた場合に、各データ管理情報の利用状況を基にした優先度にしたがい、少なくとも 1 つのデータ管理情報を選択し、選択した少なくとも 1 つのデータ管理情報が関連づけられているデータ領域上のデータについての、他のデータ領域上の重複データを前記ストレージから除去する

ストレージ制御方法。

【 0 1 4 6 】

(付記 6)

50

コンピュータを、重複除去を行ってストレージにデータを格納するストレージ制御装置として動作させるストレージ制御プログラムであって、

前記コンピュータに、

前記ストレージを、複数のデータ領域に分けられた複数のデータ記憶領域を備えた装置として取り扱って、前記ストレージ内の各データのストレージ内アドレスとハッシュ値との対応関係を第1記憶部上の複数のハッシュログによりデータ記憶領域別に管理すると共に、前記ストレージ内の各データの論理アドレス及びハッシュ値と、各データが格納されているデータ領域内のデータが登録されており且つ当該データ領域内の各データがいずれのデータ記憶領域に格納されているかを特定するために使用できるデータ管理情報の識別情報との対応関係を前記第1記憶部又は前記第1記憶部よりも高速にデータを読み書きできる第2記憶部上のブロックマップにより管理し、

10

読込対象データの前記ストレージからの読み込み時に、前記ブロックマップ内の当該読込対象データの論理アドレスに対応づけられた識別情報にて識別されるデータ管理情報が前記第2記憶部に記憶されていなかった場合には、前記第1記憶部に記憶されている当該データ管理情報を前記第2記憶部上のいずれかのデータ管理情報の代わりに前記第2記憶部に読み出し、

読み出したデータ管理情報に基づき、前記読込対象データが格納されているデータ記憶領域に関する前記ハッシュログを特定し、特定したハッシュログ上の情報を用いて前記読込対象データを前記ストレージから読み込み、

格納対象データの書き込み時に前記格納対象データが登録されているデータ管理情報が前記第2記憶部に記憶されていなかった場合には、他のデータ管理情報に前記格納対象データが登録されているか否かを判定することなく、前記格納対象データを前記ストレージ内に格納し、

20

所定の条件が満たされた場合に、各データ管理情報の利用状況を基にした優先度にしたがい、少なくとも1つのデータ管理情報を選択し、選択した少なくとも1つのデータ管理情報が関連づけられているデータ領域上のデータについての、他のデータ領域上の重複データを前記ストレージから除去する

処理を行わせるストレージ制御プログラム。

【0147】

(付記7)

30

ストレージを、複数のデータ領域に分けられた複数のデータ記憶領域を備えた装置として取り扱って、前記ストレージ内の各データのストレージ内アドレスとハッシュ値との対応関係を複数のハッシュログによりデータ記憶領域別に管理すると共に、前記ストレージ内の各データの論理アドレス及びハッシュ値と、各データが格納されているハッシュログの識別情報との対応関係をブロックマップにより管理する制御部と、

前記複数のハッシュログとを記憶する第1記憶部と、

前記第1記憶部よりも高速にデータを読み書きできる第2記憶部と、

を備え、

前記制御部は、

読込対象データの前記ストレージからの読み込み時に、前記ブロックマップ内の当該読込対象データの論理アドレスに対応づけられた識別情報にて識別されるハッシュログが前記第2記憶部に記憶されていなかった場合には、前記第1記憶部に記憶されている当該ハッシュログを前記第2記憶部上のいずれかのハッシュログの代わりに前記第2記憶部に読み出し、読み出したハッシュログ上の情報を用いて前記読込対象データを前記ストレージから読み込み、

40

格納対象データの書き込み時に前記格納対象データのハッシュ値と同じハッシュ値を保持したハッシュログが前記第2記憶部に記憶されていなかった場合には、他のハッシュログを用いて前記格納対象データの重複データの有無を判定することなく、前記格納対象データを前記ストレージ内に格納し、

所定の条件が満たされた場合に、各ハッシュログの利用状況を基にした優先度にしたが

50

い、少なくとも1つのハッシュログを選択し、選択した少なくとも1つのハッシュログが関連づけられているデータ領域上のデータについての、他のデータ領域上の重複データを前記ストレージから除去する

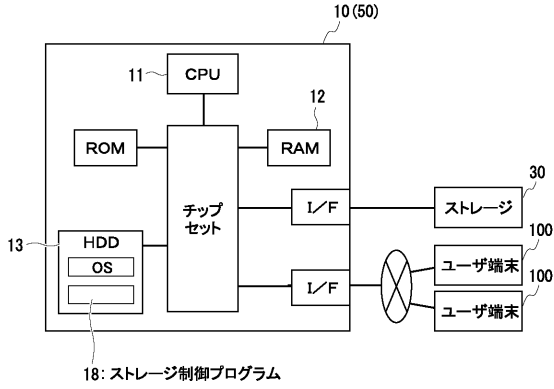
ストレージ制御装置。

【符号の説明】

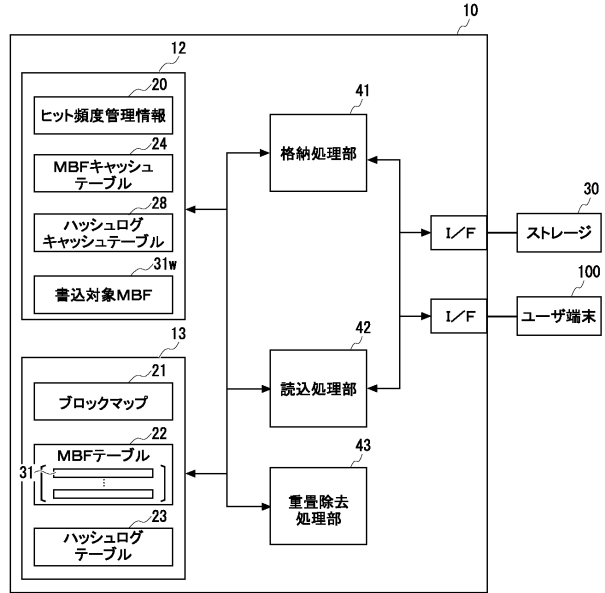
【0148】

| | | |
|-----|------------------|----|
| 10 | ストレージ制御装置 | |
| 11 | CPU | |
| 12 | RAM | |
| 13 | HDD | 10 |
| 18 | ストレージ制御プログラム | |
| 20 | ヒット頻度管理情報 | |
| 21 | ブロックマップ | |
| 22 | MBF <u>テーブル</u> | |
| 23 | ハッシュログテーブル | |
| 24 | MBF キャッシュテーブル | |
| 25 | ハッシュログ | |
| 28 | ハッシュログキャッシュテーブル | |
| 30 | ストレージ | |
| 31 | 多段ブルームフィルタ (MBF) | 20 |
| 31w | 書込対象MBF | |
| 40 | キュー | |
| 41 | 格納処理部 | |
| 42 | 読込処理部 | |
| 43 | 後処理部 | |
| 50 | コンピュータ | |
| 100 | ユーザ端末 | |

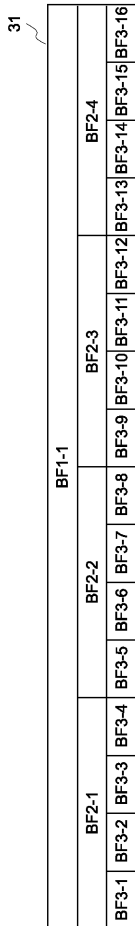
【図1】



【図2】



【図3】



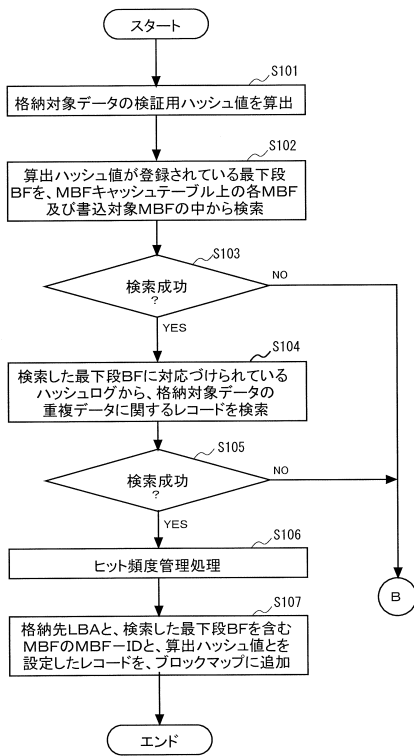
【図4】

| | | |
|--|-----|----|
| 最下段BF指定情報#1 | | 25 |
| ハッシュ値 | PBA | |
| 204d0f2fbe9dba86df8c6c01381c959edd6d35b1 | 3 | |
| 5541a022ed0f79b2cffd3efd129d8e4e7dd07be8 | 5 | |
| 最下段BF指定情報#2 | | 25 |
| ハッシュ値 | PBA | |
| ba86df8c6c01381c959edd6d35b1204d0f2fbe9d | 1 | |
| 2ed0f79b2cffd3efd129d8e4e7dd07be85541a02 | 3 | |
| ⋮ | | |

【図5】

| LBA | MBF-ID | ハッシュ値 |
|-------|--------|--|
| 0 | 0 | 204d0f2fbe9dba86df8c6c01381c959edd6d35b1 |
| 1 | 0 | 5541a022ed0f79b2cffd3efd129d8e4e7dd07be8 |
| LBA_X | 1 | 0c1625ee1831cb4e1b0794c2fa641f59222bbb2a |

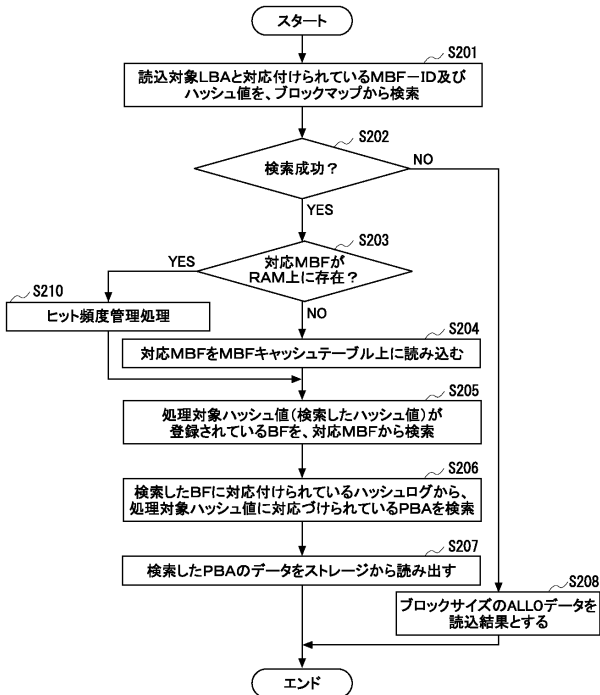
【図6A】



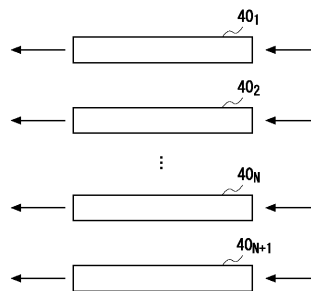
【図6B】



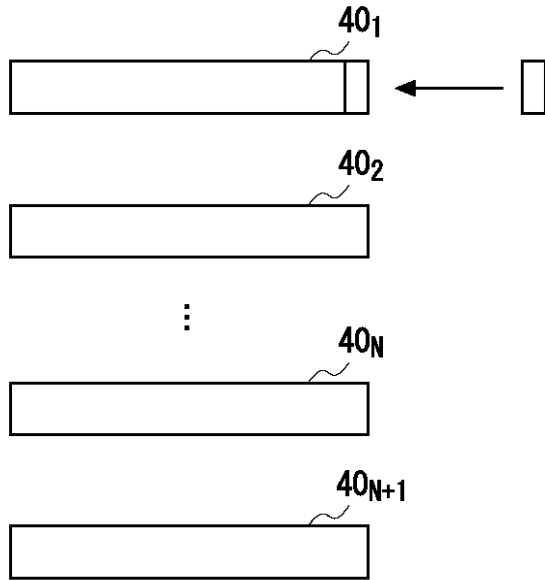
【図7】



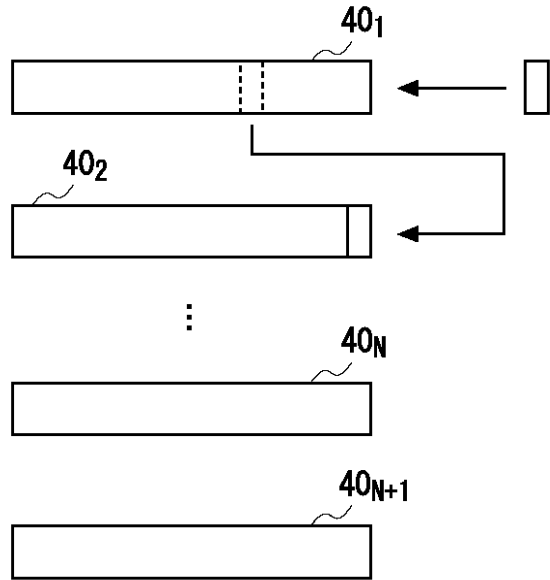
【図8A】



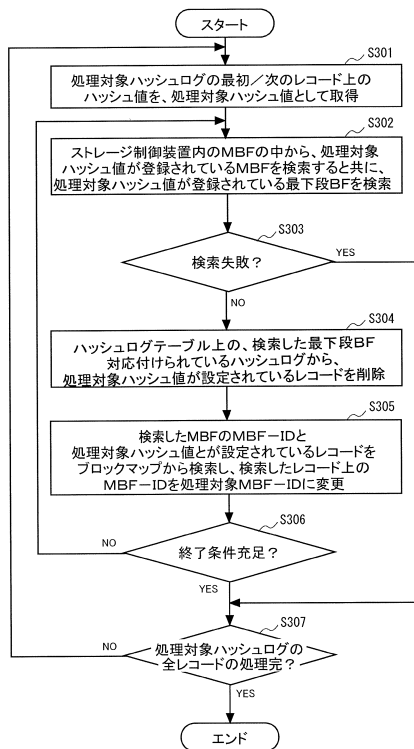
【図8B】



【図8C】



【図9】



フロントページの続き

審査官 桜井 茂行

(56)参考文献 米国特許出願公開第2002/0073276 (U S , A 1)

特開2011-118712 (J P , A)

Yoshihiro TSUCHIYA, Takashi WATANABE , "DBLK: Deduplication for primary block storage"
 , Mass Storage Systems and Technologies (MSST), 2011 IEEE 27th Symposium on , 米国 , IEE
E , 2011年 5月23日 , pp.1-5 , <インターネット検索日 : 2014/05/13 > DOI : 10.1109/MS
ST.2011.5937237 , U R L , [http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=5937237&
tag=1](http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=5937237&tag=1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 6 F 1 2 / 0 0

G 0 6 F 3 / 0 6 - 3 / 0 8