

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5233733号  
(P5233733)

(45) 発行日 平成25年7月10日(2013.7.10)

(24) 登録日 平成25年4月5日(2013.4.5)

(51) Int.Cl. F 1  
G 0 6 F 3/06 (2006.01) G 0 6 F 3/06 3 0 4 F

請求項の数 7 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2009-37813 (P2009-37813)	(73) 特許権者	000005223 富士通株式会社
(22) 出願日	平成21年2月20日(2009.2.20)		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2010-191859 (P2010-191859A)	(74) 代理人	100092978 弁理士 真田 有
(43) 公開日	平成22年9月2日(2010.9.2)	(74) 代理人	100112678 弁理士 山本 雅久
審査請求日	平成23年10月6日(2011.10.6)	(72) 発明者	山田 秀憲 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
		(72) 発明者	西園 晋一 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】 ストレージ装置、ストレージ制御装置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】

複数のコピー元ディスクグループと、  
前記複数のコピー元ディスクグループに対応してそれぞれ割り当てられた複数のコピー先ディスクグループと、  
各コピー元ディスクグループのデータを、対応するコピー先ディスクグループにコピーするコピーセッションを管理するコピー制御部とをそなえ、  
前記コピー制御部は、  
1以上のコピーセッションが設定されたコピー元ディスクグループ毎に、一のコピーセッションを所定順序で周期的に選択する選択動作と、  
前記選択動作によって前記複数のコピー元ディスクグループについてそれぞれ選択された複数の前記コピーセッションについての所定コピー処理単位でのコピー処理を所定順序で周期的に規定回数実行させる制御動作と、  
を繰り返し実行する、ストレージ装置。

【請求項2】

前記コピー制御部は、  
前記制御動作による前記コピー処理に伴う前記コピー先ディスクグループへの書込み応答時間を前記コピーセッション毎に監視する監視手段と、  
前記監視手段によって監視される前記書込み応答時間に応じて、各コピー元ディスクグループにおける前記コピー処理単位でのコピー処理の前記規定回数を動的に変更する変更

手段とを有する、請求項 1 記載のストレージ装置。

【請求項 3】

前記コピー制御部の前記変更手段は、前記書込み応答時間が所定値よりも小さい場合、前記規定回数を減少させる一方、前記書込み応答時間が所定値よりも大きい場合、前記規定回数を増加させる、請求項 2 記載のストレージ装置。

【請求項 4】

前記コピー制御部の前記変更手段は、前記規定回数を増加させても前記書込み応答時間が改善されないコピーセッションについて前記コピー処理を所定時間だけスキップさせる、請求項 3 記載のストレージ装置。

【請求項 5】

前記コピー制御部は、前記選択動作によって選択される前記コピーセッションおよび前記規定回数に基づいて、前記コピー元ディスクグループから前記コピー先ディスクグループへ書き込むべき前記所定コピー処理単位のデータの先読みを実行させるプリフェッチ制御手段を有する、請求項 1～請求項 4 のいずれか一項に記載のストレージ装置。

【請求項 6】

複数のコピー元ディスクグループと、前記複数のコピー元ディスクグループに対してそれぞれ割り当てられた複数のコピー先ディスクグループとをそなえたストレージ装置において、

各コピー元ディスクグループのデータを、対応するコピー先ディスクグループにコピーするコピーセッションを管理するコピー制御部とを有し、

前記コピー制御部は、

1以上のコピーセッションが設定されたコピー元ディスクグループ毎に、一のコピーセッションを所定順序で周期的に選択する選択動作と、

前記選択動作によって前記複数のコピー元ディスクグループについてそれぞれ選択された複数の前記コピーセッションについての所定コピー処理単位でのコピー処理を所定順序で周期的に規定回数実行させる制御動作と、  
を繰り返し実行する、ストレージ制御装置。

【請求項 7】

複数のコピー元ディスクグループと、前記複数のコピー元ディスクグループに対してそれぞれ割り当てられた複数のコピー先ディスクグループとをそなえたストレージ装置において、各コピー元ディスクグループのデータを、対応するコピー先ディスクグループにコピーするコピーセッションを管理するコピー制御部として、コンピュータを機能させるストレージ制御プログラムであって、

前記コピー制御部が、

1以上のコピーセッションが設定されたコピー元ディスクグループ毎に、一のコピーセッションを所定順序で周期的に選択する選択動作と、

前記選択動作によって前記複数のコピー元ディスクグループについてそれぞれ選択された複数の前記コピーセッションについての所定コピー処理単位でのコピー処理を所定順序で周期的に規定回数実行させる制御動作とを繰り返し実行するように、  
前記コンピュータを機能させる、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】

本件は、物理ディスクを利用したストレージ装置においてデータを管理する技術に関する。特に、本件は、コピー元物理ディスクにおけるコピー元データ領域をコピー先物理ディスクにおけるコピー先データ領域にコピーするコピーセッションが、複数、競合する場合に適用される技術に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、磁気ディスク、光磁気ディスク、光ディスク等の物理ディスクを利用したスト

10

20

30

40

50

レージ装置では、データ処理装置等のホストからの要求に従って論理ボリュームが物理ディスク上に作成される。そして、作成された論理ボリュームにおけるデータをバックアップするために、その論理ボリュームを保持する物理ディスク（コピー元）とは異なる物理ディスク（コピー先）に、その論理ボリュームをコピーすることが一般的に行なわれている。

#### 【 0 0 0 3 】

このような論理ボリュームのコピーは、論理ボリュームの全データを、先頭から順に所定コピー処理単位（例えば 256 K B y t e のデータブロック毎）でコピー元からコピー先へ転送して書き込むことによって行なわれ、「初期コピー」と呼ばれる。この初期コピーは、複数の論理ボリュームについて設定されて一斉に実行される場合がある。以下では、図 1 2 および図 1 3 を参照しながら、このような場合に実行される従来のコピー処理について説明する。

10

#### 【 0 0 0 4 】

図 1 2 は、一般的なストレージ装置において複数のコピーセッションが競合した状況の一例を模式的に示す図である。この図 1 2 に示すストレージ装置では、コピー元の 3 つの R A I D (Redundant Arrays of Inexpensive Disk) グループ # 0 , # 1 , # 2 と、これらの R A I D グループ # 0 ~ # 2 にそれぞれ対応する、コピー先の 3 つの R A I D グループ # 1 0 , # 1 1 , # 1 2 とがそなえられている。

#### 【 0 0 0 5 】

各 R A I D グループは、R A I D 1 あるいは R A I D 5 など組んだ複数の物理ディスクの集合体で、1 台の仮想的なディスクとして動作するものである。また、R A I D グループ # 0 , # 1 , # 1 0 , # 1 1 は、所定用途のためのシステム A で用いられ、R A I D グループ # 2 , # 1 2 は、前記所定用途とは異なる他の用途のためのシステム B で用いられるものである。

20

#### 【 0 0 0 6 】

このようなストレージ装置（R A I D 装置）において、図 1 2 に示す例では、8 つのコピーセッション # 0 ~ # 7 が設定されている。ここで、コピーセッションは、コピー元とコピー先とを管理するための管理単位、より具体的には、コピー元データ領域としての論理ボリュームを、コピー先データ領域としての論理ボリュームにコピーする際の管理単位である。各論理ボリュームは L U N (Logical Unit Number) によって特定される。

30

#### 【 0 0 0 7 】

そして、例えば、コピーセッション # 0 は、L U N = 0 1 のコピー元論理ボリュームを L U N = 1 0 1 のコピー先論理ボリュームにコピーするセッションである。また、コピーセッション # 1 は、L U N = 0 2 のコピー元論理ボリュームを L U N = 1 0 2 のコピー先論理ボリュームにコピーするセッションである。さらに、コピーセッション # 2 は、L U N = 0 3 のコピー元論理ボリュームを L U N = 1 0 3 のコピー先論理ボリュームにコピーするセッションである。これら 3 のコピーセッション # 0 ~ # 2 は、いずれも、R A I D グループ # 0 から R A I D グループ # 1 0 へのコピーセッションである。

#### 【 0 0 0 8 】

同様に、コピーセッション # 3 は、L U N = 1 1 のコピー元論理ボリュームを L U N = 1 1 1 のコピー先論理ボリュームにコピーするセッションである。また、コピーセッション # 4 は、L U N = 1 2 のコピー元論理ボリュームを L U N = 1 1 2 のコピー先論理ボリュームにコピーするセッションである。これら 2 のコピーセッション # 3 , # 4 は、いずれも、R A I D グループ # 1 から R A I D グループ # 1 1 へのコピーセッションである。

40

#### 【 0 0 0 9 】

また、コピーセッション # 5 は、L U N = 2 1 のコピー元論理ボリュームを L U N = 1 2 1 のコピー先論理ボリュームにコピーするセッションである。コピーセッション # 6 は、L U N = 2 2 のコピー元論理ボリュームを L U N = 1 2 2 のコピー先論理ボリュームにコピーするセッションである。さらに、コピーセッション # 7 は、L U N = 2 3 のコピー元論理ボリュームを L U N = 1 2 3 のコピー先論理ボリュームにコピーするセッションで

50

ある。これら3のコピーセッション#5～#7は、いずれも、RAIDグループ#2からRAIDグループ#12へのコピーセッションである。

【0010】

そして、図12に示すように設定された8のコピーセッション#0～#7に基づく初期コピーは、従来、以下のようにして、一斉に実行される。つまり、例えば図13に示すごとく、コピーセッション#0 #1 #2 #3 #4 #5 #6 #7 #0 #1 ... #7 #0 #1 ...の順で周期的に、所定コピー処理単位(例えば256KByteのデータブロック)のデータが、順次、コピー元からコピー先へ転送して書き込まれる。このとき、各コピー元論理ボリュームの全データは、先頭から順に所定コピー処理単位でコピー先論理ボリュームへ転送されて書き込まれる。

10

【0011】

なお、図13において、各丸付き数字は、コピー処理順を示し、20番目のコピー処理まで行なった状態が示されている。また、図13において、LUN=101のコピー先論理ボリュームにおける丸付き数字1, 9, 17, ...に対応するデータは、LUN=01のコピー元論理ボリュームの連続する領域からコピーされたものである。同様に、他の各コピー先論理ボリュームにおける丸付き数字に対応するデータも、対応するコピー元論理ボリュームの連続する領域からコピーされたものである。

【0012】

このようなコピー処理は、各コピーセッションにおけるコピー元論理ボリュームの全データがコピー先論理ボリュームにコピーされるまで繰り返される。これにより、コピー処理に際して複数のRAIDグループを均等に使用することができ、装置全体としての初期コピーのスループット向上を期待できる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【特許文献1】特開2007-213272号公報

【特許文献2】特開2000-137582号公報

【特許文献3】特開2005-18185号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0014】

ところで、一般に、各RAIDグループに含まれる物理ディスクは、プラッタと呼ばれる円盤状記録媒体とヘッドとからなる機械的なデバイスである。つまり、物理ディスクは、例えば半導体スイッチ動作により機械的な動作なしで情報の記憶を行なうDRAM(Dynamic Random Access Memory)とは異なり、ヘッドを、アクセス対象データの円盤記録媒体上での格納位置へ機械的に移動させる必要がある。このようなヘッドの機械的な移動は極めて時間のかかる動作である

【0015】

上述のごとく複数のコピーセッションについて所定コピー処理単位毎のコピー処理をサイクリックに実行した場合、同一のRAIDグループ内の物理ディスクに対しては、離散した(飛び飛びの)アドレスへのデータアクセスが行なわれることになる。このため、所定コピー処理単位のコピー処理を1回行なう度に、離散したアドレスへヘッドを機械的に移動させなければならず、ヘッドの物理的な移動量が大きくなり、物理ディスクが本来処理可能な最大性能には程遠い性能値しか得られない。

40

【0016】

ここで、コピー元RAIDグループは通常運用に用いられ、コピー先RAIDグループはデータバックアップのために用いられるものである。このため、一般に、コピー元RAIDグループとしては、コピー先RAIDグループよりも高速/高性能/高価なものが用いられる。逆に言うと、コピー先RAIDグループとしては、コピー元RAIDグループよりも低速/低性能/安価なものが用いられる。従って、上述のようなヘッド移動量増大

50

に伴う性能低下は、コピー先 R A I D グループで顕著になる場合が多い。

【 0 0 1 7 】

一方、コピー元 R A I D グループに着目した場合には、以下のような課題がある。コピー処理を行なう場合、コピー対象のデータが所定コピー処理単位毎に各コピー元 R A I D グループからキャッシュメモリに展開され、キャッシュメモリに展開された所定コピー処理単位のデータがコピー先 R A I D グループへ転送される。このとき、所定コピー処理単位のデータが、連続する領域から連続的に展開される場合、次に展開されるべきデータが予測可能なので、読出要求を受ける前に先読み（プリフェッチ）を行ない、コピー対象となりうるデータを予め展開することが一般的に行なわれている。

【 0 0 1 8 】

しかしながら、上述のごとく複数のコピーセッションについて所定コピー処理単位毎のコピー処理をサイクリックに実行した場合、同一の R A I D グループ内の物理ディスクに対しては離散した（飛び飛びの）アドレスからのデータ読出しが行なわれることになる。このため、コピー元 R A I D グループからキャッシュメモリへの先読み（プリフェッチ）を全く行なうことができず、読出性能を向上させることができない。

【 0 0 1 9 】

本件の目的の1つは、各コピーセッションによるコピー処理のスケジューリングを工夫することで、できるだけ同一ディスク上の連続領域または近傍領域に対するデータ読み書きを行なえるようにして、ディスクグループの使用効率の向上をはかることである。

なお、前記目的に限らず、後述する発明を実施するための形態に示す各構成により導かれる作用効果であって、従来の技術によっては得られない作用効果を奏することも本発明の他の目的の1つとして位置付けることができる。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 0 】

本件のストレージ装置は、複数のコピー元ディスクグループと、前記複数のコピー元ディスクグループに対応してそれぞれ割り当てられた複数のコピー先ディスクグループと、各コピー元ディスクグループのデータを、対応するコピー先ディスクグループにコピーするコピーセッションを管理するコピー制御部とをそなえている。そして、前記コピー制御部は、1以上のコピーセッションが設定されたコピー元ディスクグループ毎に、一のコピーセッションを所定順序で周期的に選択する選択動作と、前記選択動作によって前記複数のコピー元ディスクグループについてそれぞれ選択された複数の前記コピーセッションについての所定コピー処理単位でのコピー処理を所定順序で周期的に規定回数実行させる制御動作と、を繰り返し実行する。

【 0 0 2 1 】

本件のストレージ制御装置は、複数のコピー元ディスクグループと、前記複数のコピー元ディスクグループに対してそれぞれ割り当てられた複数のコピー先ディスクグループとをそなえたストレージ装置において、各コピー元ディスクグループのデータを、対応するコピー先ディスクグループにコピーするコピーセッションを管理するコピー制御部とを有している。そして、前記コピー制御部は、1以上のコピーセッションが設定されたコピー元ディスクグループ毎に、一のコピーセッションを所定順序で周期的に選択する選択動作と、前記選択動作によって前記複数のコピー元ディスクグループについてそれぞれ選択された複数の前記コピーセッションについての所定コピー処理単位でのコピー処理を所定順序で周期的に規定回数実行させる制御動作と、を繰り返し実行する。

【 0 0 2 2 】

本件のストレージ制御プログラムは、複数のコピー元ディスクグループと、前記複数のコピー元ディスクグループに対してそれぞれ割り当てられた複数のコピー先ディスクグループとをそなえたストレージ装置において、各コピー元ディスクグループのデータを、対応するコピー先ディスクグループにコピーするコピーセッションを管理するコピー制御部として、コンピュータを機能させる。そして、本件のストレージ制御プログラムは、前記コピー制御部が、1以上のコピーセッションが設定されたコピー元ディスクグループ毎に

10

20

30

40

50

、一のコピーセッションを所定順序で周期的に選択する選択動作と、前記選択動作によって前記複数のコピー元ディスクグループについてそれぞれ選択された複数の前記コピーセッションについての所定コピー処理単位でのコピー処理を所定順序で周期的に規定回数実行させる制御動作とを繰り返し実行するように、前記コンピュータを機能させる。

【発明の効果】

【0023】

開示の技術では、複数のコピー元ディスクグループのそれぞれから1つのコピーセッションが所定順序で周期的に選択される。そして、選択された複数のコピーセッションについての所定コピー処理単位でのコピー処理が所定順序で周期的に規定回数だけ実行される。このような選択動作および制御動作を繰り返し実行することで、複数のディスクグループについて均等にコピー処理が実行されるとともに同一のディスクグループにおける同一物理ディスクに対し規定回数だけ連続的にアクセスすることが可能になる。これにより、物理ディスクに対するヘッドの振れ量が少なくなつて、同一ディスク上の連続領域または近傍領域に対するデータ読み書きが行なわれ、ディスクグループの使用効率つまりは装置全体としてのスループットが大幅に向上する。

10

【0024】

また、上述のように連続的なアクセスが可能になることで、コピー元ディスクグループにおいて、コピー処理に伴うデータの読出しに際し先読み（プリフェッチ）を行なうことが可能になり、コピー元ディスクグループでの読出性能が大幅に向上する。

【図面の簡単な説明】

20

【0025】

【図1】本実施形態のストレージ装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示すストレージ装置に適用される本実施形態のストレージ制御装置におけるコピー制御部の機能構成を示すブロック図である。

【図3】本実施形態における管理テーブルの構造を示すブロック図である。

【図4】(A)～(C)は本実施形態におけるRAIDグループ管理テーブルによる管理内容を示す図である。

【図5】本実施形態におけるコピーセッション管理テーブルによる管理内容を示す図である。

【図6】本実施形態における基本的なコピー処理機能を説明するためのフローチャートである。

30

【図7】本実施形態における変更機能（コピー処理の実行規定回数の変更手順）を説明するためのフローチャートである。

【図8】本実施形態におけるコピー元RAIDグループでのプリフェッチ制御機能を説明するためのフローチャートである。

【図9】本実施形態のコピー動作およびRAIDグループ管理テーブルの管理内容を説明するための図である。

【図10】本実施形態のコピー動作およびRAIDグループ管理テーブルの管理内容を説明するための図である。

【図11】(A)～(S)は、本実施形態のコピー動作を説明すべく、図9に対応した各コピー先論理ボリュームへのデータコピー状態を示す図である。

40

【図12】一般的なストレージ装置において複数のコピーセッションが競合した状況の一例を模式的に示す図である。

【図13】図12に示すストレージ装置における従来の初期コピー手順の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

〔1〕本実施形態の構成

まず、図1を参照しながら、本実施形態のストレージ装置1の全体構成について説明す

50

る。なお、図1は、そのストレージ装置1の全体構成を示すブロック図である。

【0027】

本実施形態のストレージ装置1は、磁気ディスク、光磁気ディスク、光ディスク等の物理ディスクを利用したRAIDシステムである。そして、図1に示すように、ストレージ装置1は、ホストコンピュータ(上位装置;HOST)100からアクセスされるものである。このストレージ装置1は、ホスト100とのインタフェース制御部として機能する複数のCA(Channel Adapter)20と、複数のCM(Controller Module;ストレージ制御装置)10と、これらのCM10によって管理される複数のストレージ(Disk)30とを有している。

【0028】

なお、図1に示すストレージ装置1では、4つのCA20と、2つのCM10と、4つのストレージ30とがそなえられている。図中、各CM10は、2つのCA20を介してホスト100からのI/O(入出力)要求を受けるとともに、2つのストレージ30を管理するものである。

【0029】

また、本実施形態でも、図12を参照しながら前述した例と同様、4つのストレージ30のうちの少なくとも2つに、コピー元の3つのRAIDグループ#0~#2と、これらのRAIDグループ#0~#2にそれぞれ対応する、コピー先の3つのRAIDグループ#10~#12とが含まれているものとする。各RAIDグループ(ディスクグループ)は、RAID1あるいはRAID5を組んだ複数の物理ディスクの集合体で、1台の仮想的なディスクとして動作するものである。つまり、本実施形態では、1以上のコピー元物理ディスクをそれぞれ含む第1~第3のコピー元RAIDグループ#0~#2と、1以上のコピー先物理ディスクをそれぞれ含む第1~第3のコピー先RAIDグループ#10~#12とがそなえられている。なお、RAIDグループ#0,#1,#10,#11は、所定用途のためのシステムAで用いられ、RAIDグループ#2,#12は、前記所定用途とは異なる他の用途のためのシステムBで用いられるものとする。

【0030】

さらに、本実施形態でも、図12を参照しながら前述した例と同様の8のコピーセッション#0~#7が設定されている場合を想定する。つまり、第1~第3のコピーセッショングループが、それぞれ、第i(i=1,2,3)のコピー元RAIDグループから第iのコピー先RAIDグループへの1以上のコピーセッションを含んで設定されている。具体的に、第1のコピーセッショングループは3つのコピーセッション#0~#2を含み、第2のコピーセッショングループは2つのコピーセッション#3,#4を含み、第3のコピーセッショングループは3つのコピーセッション#5~#7を含んでいるものとする。

【0031】

ここでも、前述した通り、コピーセッションは、コピー元とコピー先とを管理するための管理単位、より具体的には、コピー元データ領域としての論理ボリュームを、コピー先データ領域としての論理ボリュームにコピーする際の管理単位である。また、各論理ボリュームはLUNによって特定される。

【0032】

さて、各CM10は、ホスト100(CA20)と2つのストレージ30との間にそなえられ、ホスト100からのI/O要求に応じて各ストレージ30に対するアクセス制御を行なう。また、各CM10は、上述したコピーセッション、つまり複数の論理ボリュームについての初期コピー処理を制御する機能も果たす。

【0033】

ついで、図1および図2を参照しながら、各CM10の機能構成について説明する。なお、図2は、各CM10におけるコピー制御部12の機能構成を示すブロック図である。

図1に示すように、各CM10は、CPU(Central Processing Unit)11、コピー制御部(Copy)12、キャッシュメモリ(Cache)13およびDA(Disk Adapter)14を有している。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 4 】

ここで、CPU（処理部）11は、所定のアプリケーションプログラム等を実行することにより、コピー制御部12およびキャッシュメモリ13をファームウエアとして実現させるものである。

また、DA13は、各ストレージ30に対応してそなえられ、ストレージ30とのインタフェース制御部として機能するものである。なお、図1では、CA20がCM10の外部にそなえられた状態で図示されているが、CA20はCM10に含まれていてもよい。

## 【 0 0 3 5 】

キャッシュメモリ14は、ユーザデータや制御情報を格納するもので、CA20を通じてホスト100から受けたI/O要求の対象となるデータを一時的に保持する。また、コピー元CM10のキャッシュメモリ14には、上記初期コピー時に、コピー元ストレージ30から読み出されたコピー対象データが展開される。一方、コピー先CM10のキャッシュメモリ14には、コピー元CM10から転送されてきたコピー対象データが展開され、このキャッシュメモリ14に展開されたコピー対象データが、コピー制御部12によってコピー先ストレージ30に書き込まれるようになっている。

10

## 【 0 0 3 6 】

コピー制御部12は、コピー元/コピー先制御情報の管理や、転送指示を行なうものであり、特に、本実施形態では、上述したコピーセッションを管理する機能を果たす。そして、コピー制御部12は、図2に示すように、RAIDグループ管理テーブル121、コピーセッション管理テーブル122、監視手段123、変更手段124およびプリフェッチ制御手段125を有している。

20

## 【 0 0 3 7 】

コピー制御部12は、基本的なコピー処理機能として、RAIDグループ管理テーブル121に基づく選択動作とコピーセッション管理テーブル122に基づく制御動作とを繰り返し実行する機能を有している。ここで、上記選択動作は、上記第1～第3のコピーセッショングループのそれぞれから1つのコピーセッションを所定順序で周期的に選択する動作である。また、上記制御動作は、上記選択動作によって選択された3個のコピーセッションについての所定コピー処理単位（例えば256KByteのデータブロック毎）でのコピー処理を所定順序で周期的に規定回数だけ実行させる動作である。このコピー制御部12の基本的なコピー処理機能による詳細な動作については、図6、図9および図11を参照しながら後述する。

30

## 【 0 0 3 8 】

ここで、RAIDグループ管理テーブル121およびコピーセッション管理テーブル122は、図3に示すような構造を有するとともに、それぞれ図4および図5に示すような管理内容を保持している。なお、図3は本実施形態における管理テーブル121、122の構造を示すブロック図である。また、図4(A)～図4(C)は、本実施形態におけるRAIDグループ管理テーブル121に含まれる3つの管理テーブル121-0～2による管理内容を示す図である。さらに、図5は本実施形態におけるコピーセッション管理テーブル122に含まれる各管理テーブル122-0～7による管理内容を示す図である。

40

## 【 0 0 3 9 】

RAIDグループ管理テーブル（ディスクグループ管理テーブル）121は、本実施形態では、第1～第3のコピーセッショングループにそれぞれ対応する、RAIDグループ#0/#10～#2/#12用管理テーブル121-0～2を含んでいる。

RAIDグループ#0/#10用管理テーブル121-0は、第1のコピーセッショングループに含まれるコピーセッション#0～#2に対応するものである。この管理テーブル121-0は、図4(A)に示すように、コピー元RAIDグループ#0およびコピー先RAIDグループ#10について、以下の情報(11)～(14)を管理している。

## 【 0 0 4 0 】

(11)コピー処理を実行中のコピーセッションを特定する情報（コピー実行中セッションNo.）

50



(12)当該コピーセッションについてのコピー処理の実行回数

(13)コピー処理の繰り返し回数を規定する値(規定回数;デフォルト値は例えば16)

(14)管理対象のコピーセッションNo.(ここでは#0~#2)

【0041】

RAIDグループ#1/#11用管理テーブル121-1は、第2のコピーセッショングループに含まれるコピーセッション#3, #4に対応するものである。この管理テーブル121-1は、図4(B)に示すように、コピー元RAIDグループ#1およびコピー先RAIDグループ#11について、以下の情報(21)~(24)を管理している。

【0042】

(21)コピー処理を実行中のコピーセッションを特定する情報(コピー実行中セッションNo.)

10

(22)当該コピーセッションについてのコピー処理の実行回数

(23)コピー処理の繰り返し回数を規定する値(規定回数;デフォルト値は例えば16)

(24)管理対象のコピーセッションNo.(ここでは#3, #4)

【0043】

RAIDグループ#2/#12用管理テーブル121-2は、第3のコピーセッショングループに含まれるコピーセッション#5~#7に対応するものである。この管理テーブル121-2は、図4(C)に示すように、コピー元RAIDグループ#2およびコピー先RAIDグループ#12について、以下の情報(31)~(34)を管理している。

【0044】

20

(31)コピー処理を実行中のコピーセッションを特定する情報(コピー実行中セッションNo.)

(32)当該コピーセッションについてのコピー処理の実行回数

(33)コピー処理の繰り返し回数を規定する値(規定回数;デフォルト値は例えば16)

(34)管理対象のコピーセッションNo.(ここでは#5~#7)

【0045】

コピーセッション管理テーブル122は、本実施形態では、8つのコピーセッション#0~#7にそれぞれ対応する、コピーセッション#0~#7用管理テーブル122-0~7を含んでいる。図3に示すように、第1のコピーセッショングループに属するコピーセッション#0~#2用の管理テーブル122-0~2は、RAIDグループ#0/#10用管理テーブル121-0の管理下にある。同様に、第2のコピーセッショングループに属するコピーセッション#3, #4用の管理テーブル122-3, 4は、RAIDグループ#1/#11用管理テーブル121-1の管理下にある。また、第3のコピーセッショングループに属するコピーセッション#5~#7用の管理テーブル122-5~7は、RAIDグループ#2/#12用管理テーブル121-2の管理下にある。

30

【0046】

コピーセッション#0~#7用管理テーブル122-0~7の各々は、図5に示すように、各コピーセッション#0~#7について、以下の情報(41)~(43)を管理している。

(41)コピー元論理ボリューム(コピー元データ領域)を特定する情報であるコピー元LUN

40

(42)コピー先論理ボリューム(コピー先データ領域)を特定する情報であるコピー先LUN

(43)当該コピーセッションにおけるコピー処理の進捗状況(論理ボリュームの先頭からどこまでコピーを完了したかに関する情報)

【0047】

一方、本実施形態のコピー制御部12は、上述した基本的なコピー処理機能のほかに、コピー処理の繰り返し回数(規定回数)を動的に変更する変更機能と、コピー処理のスケジューリング結果(規定回数)に基づくプリフェッチ制御機能とをさらに有している。

このため、コピー制御部12は、上記変更機能を実現すべく監視手段123および変更手段124を有するとともに、上記プリフェッチ制御機能を実現すべくプリフェッチ制御

50

手段 1 2 5 を有している。

【 0 0 4 8 】

監視手段 1 2 3 は、上述した制御動作によるコピー処理に伴うコピー先 R A I D グループ # 1 0 ~ # 1 2 への書込み応答時間（レスポンス時間）をコピーセッション毎に監視するものである。より具体的に、監視手段 1 2 3 は、コピー先 R A I D グループ # 1 0 ~ # 1 2 でのコピー処理実行時にコピー対象データがキャッシュメモリ 1 3 からストレージ 3 0 の対象論理ボリュームへ書き込まれる時間をレスポンス時間として監視検出するものである。

【 0 0 4 9 】

変更手段 1 2 4 は、監視手段 1 2 3 によって監視されるレスポンス時間に応じて、各コピーセッションにおけるコピー処理繰り返し回数（規定回数）を動的に変更するものである。より具体的に、変更手段 1 2 4 は、上記レスポンス時間が第 1 所定値よりも小さい場合、前記規定回数を減少させる一方、上記レスポンス時間が第 2 所定値（上記第 1 所定値）よりも大きい場合、前記規定回数を増加させる。また、変更手段 1 2 4 は、前記規定回数を増加させてもレスポンス時間が改善されないコピーセッションについてコピー処理を所定時間だけスキップさせる。規定回数としては、例えば 4 , 8 , 1 6 , 3 2 , 6 4 のいずれか 1 つを選択可能に設定しておき、デフォルト値を 1 6 回とする。

【 0 0 5 0 】

レスポンス時間 = 第 1 所定値 = 第 2 所定値の場合もしくはレスポンス時間が第 1 所定値と第 2 所定値との間である場合、変更手段 1 2 4 は、現在の規定回数を維持する。

また、レスポンス時間が第 1 所定値よりも小さくコピー処理性能が良い場合、当該コピーセッションを行なう R A I D グループには余裕があるものと判断して、変更手段 1 2 4 は、規定回数を一段階減少させる。例えば 1 6 回から 8 回に変更する。変更手段 1 2 4 が、規定回数を 4 回まで減少させたにもかかわらず、レスポンス性能が第 1 所定値よりも小さい場合には、規定回数を 4 回に維持する。

【 0 0 5 1 】

一方、レスポンス時間が第 2 所定値よりも大きくコピー処理性能が悪い場合、同一物理ディスク上での連続領域または近傍領域に対するデータ読み書き量をより大きくしてコピー処理性能を向上させるべく、変更手段 1 2 4 は、規定回数を一段階増加させる。例えば 1 6 回から 3 2 回に変更する。変更手段 1 2 4 が、規定回数を 6 4 回まで増加させたにもかかわらず、レスポンス性能が第 2 所定値よりも小さくならない場合、変更手段 1 2 4 は、当該コピーセッションについてのコピー処理を一定時間だけスキップさせる。スキップ期間に、キャッシュメモリ 1 3 に保持されたデータがコピー先 R A I D グループ # 1 0 ~ # 1 2 へ書き込まれる。

【 0 0 5 2 】

なお、コピー制御部 1 2 の上記変更機能による詳細な動作については、図 7 および図 1 0 を参照しながら後述する。

また、上記変更機能による規定回数の変更タイミングは特に限定されるものではない。例えば、各コピーセッションにおけるコピー処理を行なう都度、レスポンス時間を検出しそのレスポンス時間に基づいて変更を行なってもよい。また、各コピーセッションにおけるコピー処理を所定回数だけ繰り返した後のレスポンス時間に基づいて変更を行なってもよい。

【 0 0 5 3 】

ここで、前述したように、コピー元 R A I D グループは通常運用に用いられ、コピー先 R A I D グループはデータバックアップのために用いられるものである。このため、一般に、コピー元 R A I D グループとしては、コピー先 R A I D グループよりも高速 / 高性能 / 高価なものが用いられる。逆に言うと、コピー先 R A I D グループとしては、コピー元 R A I D グループよりも低速 / 低性能 / 安価なものが用いられる。つまり、ヘッド移動量増大に伴う性能低下は、コピー先 R A I D グループで顕著になる場合が多い。このような状況を想定し、本実施形態では、変更手段 1 2 4 による変更基準となるレスポンス時間は

10

20

30

40

50

、コピー先 R A I D グループ # 1 0 ~ # 1 2 側で監視・検出されるものとする。

【 0 0 5 4 】

プリフェッチ制御手段 1 2 5 は、上述した選択動作によって選択されるコピーセッション、および、規定回数に基づいて、コピー元 R A I D グループ # 0 ~ # 2 からコピー先 R A I D グループ # 1 0 ~ # 1 2 へ書き込むべき所定コピー処理単位のデータの先読みを実行させる。また、プリフェッチ制御手段 1 2 5 は、上記選択動作によって選択されるコピーセッション、および、規定回数に基づいて、コピーセッションの切替変更時における先読みを抑止する。つまり、プリフェッチ手段 1 2 5 は、上述した R A I D グループ管理テーブル 1 2 1 およびコピーセッション管理テーブル 1 2 2 の管理内容に基づいて、次のプリフェッチ対象領域の算出や、プリフェッチ対象の抑止を実行する。コピー制御部 1 2 の上記プリフェッチ制御機能による詳細な動作については、図 8 を参照しながら後述する。

10

【 0 0 5 5 】

なお、管理テーブル 1 2 1 , 1 2 2 , 監視手段 1 2 3 および変更手段 1 2 4 は、コピー元 C M 1 0 およびコピー先 C M 1 0 の両方においてそなえられていてもよい。また、管理テーブル 1 2 1 , 1 2 2 , 監視手段 1 2 3 および変更手段 1 2 4 をコピー元 C M 1 0 またはコピー先 C M 1 0 のいずれか一方にそなえ、コピー元 C M 1 0 およびコピー先 C M 1 0 が共用するようにしてもよい。さらに、コピー先 C M 1 0 がコピー元 C M 1 0 におけるデータのバックアップ専用のものである場合、プリフェッチ制御手段 1 2 5 は、コピー元 C M 1 0 側にのみそなえられていればよい。

【 0 0 5 6 】

20

〔 2 〕本実施形態の動作

次に、上述のごとく構成された本実施形態のストレージ装置 1 の動作について、図 6 ~ 図 1 1 を参照しながら説明する。

〔 2 - 1 〕基本的なコピー処理機能

まず、コピー制御部 1 2 による基本的なコピー処理機能について、図 6 , 図 9 および図 1 1 を参照しながら説明する。ここで、図 6 は本実施形態における基本的なコピー処理機能を説明するためのフローチャート、図 9 は本実施形態のコピー動作および R A I D グループ管理テーブル 1 2 1 ( 1 2 1 - 0 ~ 3 ) の管理内容を説明するための図である。また、図 1 1 ( A ) ~ 図 1 1 ( S ) は、本実施形態のコピー動作を説明すべく、図 9 に対応した各コピー先論理ボリュームへのデータコピー状態示す図である。

30

【 0 0 5 7 】

通常、初期コピーでは、1 0 G B y t e や 1 0 0 G B y t e 、あるいは、それ以上のデータ量のコピーが行なわれる。一度にこれだけの量のデータを扱うことはできないため、本実施形態では、1 回当たりの初期コピーの大きさ(コピー処理単位)を 2 5 6 K B y t e に設定する。また、ここでは、コピー処理の繰り返し回数(規定回数)がデフォルト値 1 6 で固定されている場合について説明する。

【 0 0 5 8 】

図 6 に示すフローチャート(ステップ S 1 1 ~ S 1 7 )に従って、コピー制御部 1 2 による基本的なコピー処理手順について説明する。

初期コピーが開始されると(ステップ S 1 1 の Y E S ルート)、コピー制御部 1 2 は、コピー対象の R A I D グループを検索する(ステップ S 1 2 )。ここでは、処理開始後、後述するステップ S 1 7 の N O ルートから処理が戻る都度、R A I D グループ # 0 / # 1 0 と、R A I D グループ # 1 / # 1 1 と、R A I D グループ # 2 / # 1 2 との 3 組のうちの 1 つが、この順序で周期的に検索される(図 3 の「ループ」参照)。

40

【 0 0 5 9 】

そして、コピー制御部 1 2 は、検索された R A I D グループに対応する R A I D グループの管理テーブル 1 2 1 - 0 ~ 2 の「コピー実行中セッション No.」を参照し、コピー対象のコピーセッションを検索する(ステップ S 1 3 )。なお、コピー処理開始時に、管理テーブル 1 2 1 - 0 ~ 2 は、図 9 の「初期設定」のテーブルに示すように設定されている。ここで「ループ」は図 3 に示す管理テーブル 1 2 1 - 0 ~ 2 についての周期的なループ

50

を指すものとする。

【 0 0 6 0 】

より具体的に説明すると、まず、RAIDグループ#0/#10が検索されて選択され(ステップS12)、このRAIDグループ#0/#10用の管理テーブル121-0が参照され、コピーセッション#0が検索されて選択される(ステップS13)。このコピーセッション#0の実行回数「0」が規定回数16であるか否かを判定する(ステップS14)。この段階では、当然、コピー実行回数は規定回数16ではないので(ステップS14のNOルート)、コピー制御部12は、このコピーセッション#0について、256KByteのデータのコピー処理を実行させる(ステップS15)。このとき、コピー制御部12は、コピーセッション#0用の管理テーブル122-0を参照し、コピー進捗状況およびコピー元LUNに基づいて、今回、コピーすべき256KByteのデータを特定して読み出し、そのデータをコピー先LUNに対応するコピー先論理ボリュームに転送して書き込む。また、コピー制御部12は、管理テーブル121-0の「コピー実行回数」を1だけインクリメントして「1」とする。これにより、例えば図11(A)に示すように、コピーセッション#0について256KByteのデータ[A001]がコピーされる。

10

【 0 0 6 1 】

この後、コピー制御部12は、全てのコピーを終了したか否かを判定し(ステップS17)、終了すると判定(YES判定)されるまで、NOルート経由でステップS12の処理に戻る。ステップS12, S13に戻ると、RAIDグループ#1/#11のコピーセッション#3が選択される。そして、このコピーセッション#3について管理テーブル122-3に基づき256KByteのデータのコピー処理が実行され(ステップS15)、管理テーブル121-1の「コピー実行回数」が1だけインクリメントされる。これにより、例えば図11(B)に示すように、コピーセッション#3について256KByteのデータ[A101]がコピーされる。

20

【 0 0 6 2 】

この後、ステップS12, S13に戻ると、RAIDグループ#2/#12のコピーセッション#5が選択される。そして、このコピーセッション#3について管理テーブル122-5に基づき256KByteのデータのコピー処理が実行され(ステップS15)、管理テーブル121-2の「コピー実行回数」が1だけインクリメントされる。これにより、例えば図11(C)に示すように、コピーセッション#5について256KByteのデータ[A201]がコピーされる。この段階で、管理テーブル121-0~2は、図9の「1回目のループ」のテーブルに示すように設定されている。

30

【 0 0 6 3 】

そして、2回目のループでは、図11(D)に示すごとくコピーセッション#0についてデータ[A002]がコピーされ、図11(E)に示すごとくコピーセッション#3についてデータ[A102]がコピーされ、図11(F)に示すごとくコピーセッション#5についてデータ[A202]がコピーされる。この段階で、管理テーブル121-0~2は、図9の「2回目のループ」のテーブルに示すように設定されている。

【 0 0 6 4 】

このようなループを16回繰り返すと、管理テーブル121-0~2は、図9の「16回目のループ」のテーブルに示すように設定されている。また、この段階で、図11(G)に示すように、コピーセッション#0では連続する16個のデータ[A001]~[A016]がコピーされ、コピーセッション#3では連続する16個のデータ[A101]~[A116]がコピーされ、コピーセッション#5では連続する16個のデータ[A201]~[A216]がコピーされている。つまり、コピーセッション#0, #3, #5について、連続領域(近傍領域)における256KByte×16のデータのコピー処理が行なわれる。

40

【 0 0 6 5 】

この状態で、ステップS12, S13に戻ると、RAIDグループ#0/#10のコピーセッション#0が選択されるが、管理テーブル121-0の「コピー実行回数」が「16」であるので、ステップS14でYES判定となる。従って、コピー制御部12は、同

50

ーRAIDグループ#0/#10における次のコピーセッション#1を検索して選択する(ステップS16)。このとき、コピー制御部12は、管理テーブル121-0の「実行中セッションNo.」を「#0」から「#1」に書き換えるとともに、「実行回数」を「0」にリセットする。そして、このコピーセッション#1について管理テーブル122-1に基づき256KByteのデータのコピー処理が実行され(ステップS15)、管理テーブル121-0の「コピー実行回数」が1だけインクリメントされる。これにより、例えば図11(H)に示すように、コピーセッション#1について256KByteのデータ[B001]がコピーされる。

【0066】

この後、ステップS12, S13に戻ると、RAIDグループ#1/#11のコピーセッション#3が選択されるが、管理テーブル121-1の「コピー実行回数」が「16」であるので、ステップS14でYES判定となり、同一RAIDグループ#1/#11における次のコピーセッション#4が検索されて選択される(ステップS16)。このとき、コピー制御部12は、管理テーブル121-1の「実行中セッションNo.」を「#3」から「#4」に書き換えるとともに、「実行回数」を「0」にリセットする。そして、このコピーセッション#4について管理テーブル122-4に基づき256KByteのデータのコピー処理が実行され(ステップS15)、管理テーブル121-1の「コピー実行回数」が1だけインクリメントされる。これにより、例えば図11(I)に示すように、コピーセッション#4について256KByteのデータ[B101]がコピーされる。

【0067】

この後、ステップS12, S13に戻ると、RAIDグループ#2/#12のコピーセッション#5が選択されるが、管理テーブル121-2の「コピー実行回数」が「16」であるので、ステップS14でYES判定となり、同一RAIDグループ#2/#12における次のコピーセッション#6が検索されて選択される(ステップS16)。このとき、コピー制御部12は、管理テーブル121-2の「実行中セッションNo.」を「#5」から「#6」に書き換えるとともに、「実行回数」を「0」にリセットする。そして、このコピーセッション#6について管理テーブル122-6に基づき256KByteのデータのコピー処理が実行され(ステップS15)、管理テーブル121-2の「コピー実行回数」が1だけインクリメントされる。これにより、例えば図11(J)に示すように、コピーセッション#6について256KByteのデータ[B201]がコピーされる。この段階で、管理テーブル121-0~2は、図9の「17回目のループ」のテーブルに示すように設定されている。

【0068】

そして、18回目のループでは、図11(K)に示すごとくコピーセッション#1についてデータ[B002]がコピーされ、図11(L)に示すごとくコピーセッション#4についてデータ[B102]がコピーされ、図11(M)に示すごとくコピーセッション#6についてデータ[B202]がコピーされる。

【0069】

同様の処理を繰り返し32回目のループを終了すると、管理テーブル121-0~2は、図9の「32回目のループ」のテーブルに示すように設定されている。また、この段階で、図11(N)に示すように、コピーセッション#0では連続する16個のデータ[A001]~[A016]がコピーされ、コピーセッション#1では連続する16個のデータ[B001]~[B016]がコピーされている。また、コピーセッション#3では連続する16個のデータ[A101]~[A116]がコピーされ、コピーセッション#4では連続する16個のデータ[B101]~[B116]がコピーされている。さらに、コピーセッション#5では連続する16個のデータ[A201]~[A216]がコピーされ、コピーセッション#6では連続する16個のデータ[B201]~[B216]がコピーされている。

【0070】

この状態で、ステップS12, S13に戻ると、RAIDグループ#0/#10のコピーセッション#1が選択されるが、管理テーブル121-0の「コピー実行回数」が「1

10

20

30

40

50

6」であるので、ステップS14でYES判定となる。従って、コピー制御部12は、同一RAIDグループ#0/#10における次のコピーセッション#2を検索して選択する(ステップS16)。このとき、コピー制御部12は、管理テーブル121-0の「実行中セッションNo.」を「#1」から「#2」に書き換えるとともに、「実行回数」を「0」にリセットする。そして、このコピーセッション#2について管理テーブル122-2に基づき256KByteのデータのコピー処理が実行され(ステップS15)、管理テーブル121-0の「コピー実行回数」が1だけインクリメントされる。これにより、例えば図11(O)に示すように、コピーセッション#2について256KByteのデータ[C001]がコピーされる。

【0071】

この後、ステップS12, S13に戻ると、RAIDグループ#1/#11のコピーセッション#4が選択されるが、管理テーブル121-1の「コピー実行回数」が「16」であるので、ステップS14でYES判定となり、同一RAIDグループ#1/#11における次のコピーセッション#3が検索されて選択される(ステップS16)。このとき、コピー制御部12は、管理テーブル121-1の「実行中セッションNo.」を「#4」から「#3」に書き換えるとともに、「実行回数」を「0」にリセットする。そして、このコピーセッション#3について管理テーブル122-3に基づき256KByteのデータのコピー処理が実行され(ステップS15)、管理テーブル121-1の「コピー実行回数」が1だけインクリメントされる。これにより、例えば図11(P)に示すように、コピーセッション#3について256KByteのデータ[A117]がコピーされる。

【0072】

この後、ステップS12, S13に戻ると、RAIDグループ#2/#12のコピーセッション#6が選択されるが、管理テーブル121-2の「コピー実行回数」が「16」であるので、ステップS14でYES判定となり、同一RAIDグループ#2/#12における次のコピーセッション#7が検索されて選択される(ステップS16)。このとき、コピー制御部12は、管理テーブル121-2の「実行中セッションNo.」を「#6」から「#7」に書き換えるとともに、「実行回数」を「0」にリセットする。そして、このコピーセッション#7について管理テーブル122-7に基づき256KByteのデータのコピー処理が実行され(ステップS15)、管理テーブル121-2の「コピー実行回数」が1だけインクリメントされる。これにより、例えば図11(Q)に示すように、コピーセッション#7について256KByteのデータ[C201]がコピーされる。この段階で、管理テーブル121-0~2は、図9の「33回目のループ」のテーブルに示すように設定されている。

【0073】

同様の処理を繰り返し48回目のループを終了した段階で、図11(R)に示すように、コピーセッション#0では連続する16個のデータ[A001]~[A016]がコピーされ、コピーセッション#1では連続する16個のデータ[B001]~[B016]がコピーされ、コピーセッション#2では連続する16個のデータ[C001]~[C016]がコピーされている。また、コピーセッション#3では連続する32個のデータ[A101]~[A132]がコピーされ、コピーセッション#4では連続する16個のデータ[B101]~[B116]がコピーされている。さらに、コピーセッション#5では連続する16個のデータ[A201]~[A216]がコピーされ、コピーセッション#6では連続する16個のデータ[B201]~[B216]がコピーされ、コピーセッション#7では連続する16個のデータ[C201]~[C216]がコピーされている。

【0074】

さらに、64回目のループを終了した段階で、図11(S)に示すように、コピーセッション#0では連続する32個のデータ[A001]~[A032]がコピーされ、コピーセッション#1では連続する16個のデータ[B001]~[B016]がコピーされ、コピーセッション#2では連続する16個のデータ[C001]~[C016]がコピーされている。また、コピーセッション#3では連続する32個のデータ[A101]~[A132]がコピーされ、コピーセッション#4では連続する32個のデータ[B101]~[B132]がコピーされている。さらに、コピーセッショ

10

20

30

40

50

ン # 5 では連続する 3 2 個のデータ [A201] ~ [A232] がコピーされ、コピーセッション # 6 では連続する 1 6 個のデータ [B201] ~ [B216] がコピーされ、コピーセッション # 7 では連続する 1 6 個のデータ [C201] ~ [C216] がコピーされている。

【 0 0 7 5 】

図 6 , 図 9 および図 1 1 を参照しながら説明した、本実施形態における基本的なコピー処理機能の動作を箇条書きでまとめると、以下の通りである。

{ 1 } コピーセッション # 0 について 2 5 6 K B y t e のデータを 1 回コピー

{ 2 } コピーセッション # 3 について 2 5 6 K B y t e のデータを 1 回コピー

{ 3 } コピーセッション # 5 について 2 5 6 K B y t e のデータを 1 回コピー

{ 4 } { 1 } ~ { 3 } を 1 6 回繰り返す

10

{ 5 } コピーセッション # 1 について 2 5 6 K B y t e のデータを 1 回コピー

{ 6 } コピーセッション # 4 について 2 5 6 K B y t e のデータを 1 回コピー

{ 7 } コピーセッション # 6 について 2 5 6 K B y t e のデータを 1 回コピー

{ 8 } { 5 } ~ { 7 } を 1 6 回繰り返す

{ 9 } コピーセッション # 2 について 2 5 6 K B y t e のデータを 1 回コピー

{ 1 0 } コピーセッション # 3 について 2 5 6 K B y t e のデータを 1 回コピー

{ 1 1 } コピーセッション # 7 について 2 5 6 K B y t e のデータを 1 回コピー

{ 1 2 } { 9 } ~ { 1 1 } を 1 6 回繰り返す

{ 1 3 } コピーセッション # 0 について 2 5 6 K B y t e のデータを 1 回コピー

{ 1 4 } コピーセッション # 4 について 2 5 6 K B y t e のデータを 1 回コピー

20

{ 1 5 } コピーセッション # 5 について 2 5 6 K B y t e のデータを 1 回コピー

{ 1 6 } { 1 3 } ~ { 1 5 } を 1 6 回繰り返す

: :

【 0 0 7 6 】

なお、上記項目 { 4 } の処理終了時の状態が図 9 の「 1 6 回目のループ」のテーブルおよび図 1 1 ( G ) に対応し、上記項目 { 8 } の処理終了時の状態が図 9 の「 3 2 回目のループ」のテーブルおよび図 1 1 ( N ) に対応している。また、上記項目 { 1 2 } の処理終了時の状態が図 1 1 ( R ) に対応し、上記項目 { 1 6 } の処理終了時の状態が図 1 1 ( S ) に対応している。

30

【 0 0 7 7 】

上述のように、各コピーセッション # 0 ~ # 7 によるコピー処理のスケジューリングを工夫してコピー処理を実行することにより、できるだけ同一ディスク上の連続領域 ( 近傍領域 ) に対するデータ読み書きが行なえるようになり、物理ディスクに対するヘッドの振れが少なくなって、 R A I D グループの使用効率の向上、つまりは装置全体としてのスループットの向上が実現される。

【 0 0 7 8 】

{ 2 - 2 } 規定回数の変更機能

ついで、コピー制御部 1 2 による規定回数の変更機能について、図 7 および図 1 0 を参照しながら説明する。ここで、図 7 は本実施形態における変更機能 ( コピー処理の実行規定回数の変更手順 ) を説明するためのフローチャート、図 1 0 は本実施形態のコピー動作および R A I D グループ管理テーブル 1 2 1 ( 1 2 1 - 0 ~ 1 2 1 - 2 ) の管理内容を説明するための図である。

40

【 0 0 7 9 】

一般に、ストレージ装置 1 において用いられる R A I D グループには種々のディスクが含まれる場合があり、例えば図 1 2 に示すように、システム B 用の R A I D グループ # 1 2 の処理速度が極端に遅い場合を考える。このような場合、第 3 のコピーセッショングループ ( 3 つのセッション # 5 ~ # 7 ) によるコピー処理が極端に遅くなり、3 つのセッション # 5 ~ # 7 によるコピー処理を行なっている間、システム A 用の R A I D グループ # 1 0 , # 1 1 は待機状態となってしまう。つまり、システム B 用の R A I D グループ # 1 2 の処理の遅さに引きずられて、システム A 用の R A I D グループ # 1 0 , # 1 1 にお

50

るコピー処理も遅くなってしまう。このような状況は、前述したようにコピー先RAIDグループで顕著になることが多い。このような場合に対応してコピー処理性能の改善をはかるべく、本実施形態では、コピー制御部12による規定回数の変更機能が用いられる。

【0080】

図7に示すフローチャート(ステップS21~S29)に従って、コピー制御部12による規定回数の変更手順について説明する。

まず、コピー制御部12は、各コピーセッションにおけるコピー処理繰り返し回数(規定回数)として、デフォルト値、例えば「16」を設定する(ステップS21)。その後、図6を参照しながら説明した手順でコピー処理が実行されると(ステップS22のYESルート)、ステップS23~S29の処理が実行される。ここで、ステップS22でのYES判定基準としては、例えば、各コピーセッションにおけるコピー処理を所定回数だけ繰り返したことが考えられる。

10

【0081】

ステップS22でYES判定となると、監視手段123によって、コピー先RAIDグループ#10~#12への書込み応答時間(上記レスポンス時間)が、コピーセッション毎に監視検出される。そして、変更手段124は、検出されたレスポンス時間が第1所定値よりも小さいか否かを判定する(ステップS23)。

【0082】

上記レスポンス時間が第1所定値よりも小さい場合(ステップS23のYESルート)、規定回数が減少可能であれば(つまり現在の規定回数が4でなければ;ステップS24のYESルート)、変更手段124は、前記規定回数を一段階だけ減少させる(ステップS25)。つまり、例えば現在の規定回数が16であれば8に減少させる。一方、規定回数が減少可能でなければ(つまり現在の規定回数が4であれば;ステップS24のNORルート)、変更手段124は、ステップS25の処理をスキップしてステップS22の処理に戻ることで、規定回数を4に維持する。

20

【0083】

上記レスポンス時間が第1所定値以上である場合(ステップS23のNORルート)、変更手段124は、上記レスポンス時間が第2所定値(上記第1所定値)よりも大きいかな否かを判定する(ステップS26)。レスポンス時間=第1所定値=第2所定値の場合もしくはレスポンス時間が第1所定値と第2所定値との間である場合(ステップS26のNORルート)、変更手段124は、現在の規定回数を維持する。

30

【0084】

上記レスポンス時間が第2所定値よりも大きい場合(ステップS26のYESルート)、規定回数が増加可能であれば(つまり現在の規定回数が64でなければ;ステップS27のYESルート)、変更手段124は、前記規定回数を一段階だけ増加させる(ステップS28)。つまり、例えば現在の規定回数が16であれば32に増加させる。一方、規定回数が増加可能でなければ(つまり現在の規定回数が64であれば;ステップS27のNORルート)、変更手段124は、当該コピーセッションについてのコピー処理を一定時間だけスキップさせ、一定時間経過後に自動復帰させる(ステップS29)。

40

【0085】

上述のような手順で、例えば、RAIDグループ#1/#1\_1におけるレスポンス時間が第2所定値よりも大きいためにコピーセッション#3、#4についての規定回数を16から32に増加させた場合のコピー動作例を図10に示す。このように、管理テーブル121-1で管理されるコピーセッション#3、#4についての規定回数が、他のコピーセッションについての規定回数と異なっている場合も、図6に示すフローチャートに従って前述のようにコピー処理が実行される。これにより、図10に示すように、コピーセッション#3、#4のコピー処理を32回実行している間に、他のコピーセッションでは16回のコピー処理が2セット実行されることになる。

【0086】

上述のように、デフォルト値を基準として規定回数(コピー処理の繰り返し回数)を、

50



レスポンス時間に応じて動的に選択変更することにより、以下のような作用効果が得られる。

つまり、レスポンス時間が第1所定値よりも小さくコピー処理性能が良い場合、当該コピーセッションを行なうRAIDグループには余裕があるものと判断して、変更手段124は、規定回数を一段階減少させる。これにより、規定回数を減少させたRAIDグループでは、物理ディスクに対するヘッドの振れ量が規定回数減少前よりも多くなるが、このRAIDグループには余裕があるので、振れ量の増加は問題にならない。逆に、当該RAIDグループのコピーセッションとその他のRAIDグループのコピーセッションとについて負荷の均一化がはかられ、特定コピーセッションへの処理集中を回避することができる。

10

#### 【0087】

一方、レスポンス時間が第2所定値よりも大きくコピー処理性能が悪い場合、変更手段124は、規定回数を一段階増加させる。これにより、同一物理ディスク上での連続領域（近傍領域）に対するデータ読み書き量がより大きくなりコピー処理性能が向上することになる。

#### 【0088】

ただし、規定回数を増加させることによる性能向上にも限度があり、規定回数最大の64回まで増加させてもレスポンス時間が改善されない場合はあり得る。そこで、変更手段124が、規定回数を64回まで増加させたにもかかわらず、レスポンス性能が第1所定値よりも小さくならない場合、そのコピーセッション（RAIDグループ）に対する負荷が高いと判断し、変更手段124は、当該コピーセッションについてのコピー処理を一定時間だけスキップさせる。これにより、図12を参照しながら上述したように、システムB用のRAIDグループ#12の処理の遅さに引きずられて、システムA用のRAIDグループ#10、#11におけるコピー処理が遅くなるのを抑止することができる。

20

#### 【0089】

##### 〔2-3〕プリフェッチ制御機能

ついで、図8に示すフローチャート（ステップS31～S37）に従って、本実施形態のコピー制御部12によるコピー元RAIDグループ#0～#2でのプリフェッチ制御機能について説明する。

#### 【0090】

各コピーセッションにおいて、所定コピー処理単位のコピー（図6のステップS15）を完了する都度（ステップS31のYESルート）、コピー制御部12のプリフェッチ制御手段125は、ステップS32～S37の処理を実行する。つまり、プリフェッチ制御部125は、まず、RAID管理テーブル121を参照してコピー実行中のコピーセッションを特定する。この後、プリフェッチ制御部125は、特定されたコピーセッションに対応する管理テーブル122-j（j=0～7）におけるコピー進捗状況およびコピー元LUNに基づき、アドレスの連続性に従って、先読みすべきプリフェッチ対象領域のアドレスを算出する（ステップS32）。

30

#### 【0091】

そして、プリフェッチ制御手段125は、そのプリフェッチ対象領域が、予め設定されたコピー繰り返し回数（規定回数）内でアクセスされるものであるか否か判断する（ステップS33）。例えば規定回数として16が設定されている場合、そのプリフェッチ対象領域が1～16回目のコピー処理対象であるか否かが判断される。1～16回目のコピー処理対象である場合（ステップS33のYESルート）、プリフェッチ制御手段125は、そのプリフェッチ対象領域に対するプリフェッチを起動させ（ステップS34）、ステップS31の処理に戻る。

40

#### 【0092】

一方、プリフェッチ対象領域が規定回数（例えば16）を超えるコピー処理対象である場合（ステップS33のNOルート）、プリフェッチ制御手段125は、そのプリフェッチ対象領域に対するプリフェッチを抑止する（ステップS35）。そして、プリフェッチ

50

制御手段125は、RAID管理テーブル121を参照して次の対象コピーセッションを算出特定する(ステップS36)。この後、プリフェッチ制御手段125は、特定されたコピーセッションに対応する管理テーブル122-j(j=0~7)におけるコピー進捗状況およびコピー元LUNに基づき、コピーセッションの連続性に従って、先読みすべきプリフェッチ対象領域のアドレスを算出する(ステップS37)。そして、プリフェッチ制御手段125は、そのプリフェッチ対象領域に対するプリフェッチを起動させ(ステップS34)、ステップS31の処理に戻る。

#### 【0093】

このように、本実施形態のストレージ装置1(CM10)では、RAID管理テーブル121およびコピーセッション管理テーブル122に基づいて、コピー処理を行なうべき次の対象領域を前もって把握することができる。このため、プリフェッチ制御手段125は、RAID管理テーブル121およびコピーセッション管理テーブル122を参照することで、プリフェッチ対象領域のアドレス算出や、プリフェッチ対象領域が規定回数内のコピー処理対象であるかの判定を行なうことができる。

10

#### 【0094】

コピーセッションが切り替わる際にはアドレスの連続性が無くなるため、一般的なプリフェッチ制御ではプリフェッチを行なえなくなる。しかし、本実施形態では、RAID管理テーブル121およびコピーセッション管理テーブル122で管理される情報に基づいて、コピーセッション切替後のプリフェッチ対象領域を算出することができ、常にプリフェッチが可能になる。また、プリフェッチ対象領域が、規定回数を超える領域である場合には、そのプリフェッチ対象領域に対するプリフェッチが抑止されるので、無駄なプリフェッチが実行されることを確実に抑止することができる。

20

#### 【0095】

##### (3) 本実施形態の効果

このように、本実施形態のストレージ装置1(CM10)によれば、第1~第3のコピーセッショングループのそれぞれから1つのコピーセッションが所定順序で周期的に選択される。そして、選択された3個のコピーセッションについての所定コピー処理単位でのコピー処理が所定順序で周期的に規定回数だけ実行される。このような選択動作および制御動作を繰り返し実行することで、3個のRAIDグループ#10、#11、#12について均等にコピー処理が実行されるとともに同一のRAIDグループにおける同一物理ディスクに対し規定回数だけ連続的にアクセスすることが可能になる。これにより、物理ディスクに対するヘッドの振れ量が少なくなると、同一ディスク上の連続領域または近傍領域に対するデータ読み書きが行なわれ、RAIDグループの使用効率が大幅に向上する。

30

#### 【0096】

また、本実施形態のストレージ装置1(CM10)によれば、規定回数(コピー処理の繰り返し回数)をレスポンス時間に応じて動的に選択変更することにより、全てのコピーセッション#0~#7に対してコピー処理が均等にスケジューリングされる。例えば、コピー処理性能が良いコピーセッショングループについて、規定回数を減少させることで、RAIDグループ#10~#12(コピーセッション#0~#7)について負荷の均一化がはかれ、特定コピーセッションへの処理集中を回避することができる。一方、コピー処理性能が悪いコピーセッショングループについて、規定回数を増加させることで、同一物理ディスク上での連続領域(近傍領域)に対するデータ読み書き量がより大きくなりコピー処理性能が向上する。また、規定回数を最大値まで増加させたにもかかわらず、レスポンス性能が改善されない場合、そのコピーセッション(RAIDグループ)に対する負荷が高いと判断し、当該コピーセッションについてのコピー処理を一定時間だけスキップさせる。これにより、処理の速いRAIDグループのコピーセッションが処理の遅いRAIDグループのコピーセッションに引きずられ、コピー処理が遅くなるのを確実に抑止することができる。

40

#### 【0097】

50

さらに、本実施形態のストレージ装置 1 ( C M 1 0 ) によれば、上述のように連続的なアクセスが可能になることで、コピー元ディスクグループにおいて、コピー処理に伴うデータの読出しに際し先読み ( プリフェッチ ) を行なうことが可能になり、コピー元ディスクグループでの読出性能が大幅に向上する。このとき、本実施形態のストレージ装置 1 ( C M 1 0 ) では、コピーセッションの切替時でアドレスの連続性が無くなっても、コピーセッション切替後のプリフェッチ対象領域を算出することができ、常にプリフェッチが可能になる。従って、常に効率のよいコピー処理を実行することができる。また、プリフェッチ対象領域が、規定回数を超える領域である場合には、そのプリフェッチ対象領域に対するプリフェッチが抑止される。このため、無駄なプリフェッチが実行されることを確実に抑止することができ、コピー元 R A I D グループにおいて効率のよいプリフェッチ動作を実現することができる。

10

【 0 0 9 8 】

〔 4 〕 その他

なお、本件は上述した実施形態に限定されるものではなく、本件の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

例えば、上述した実施形態では、ストレージ装置 1 が、2 つの C M 1 0 および 4 つのストレージ 3 0 をそなえるとともにも 3 つのコピーセッショングループに属する 8 つのコピーセッション # 0 ~ # 7 を実行する場合について説明したが、本件は、これらに限定されるものではない。同様に、上述した実施形態では、規定回数が 4 , 8 , 1 6 , 3 2 , 3 2 の 5 段階でありデフォルト値が 1 6 である場合について説明したが、本件は、これらに限定

20

【 0 0 9 9 】

また、上述したコピー制御部 1 2 ( R A I D グループ管理テーブル 1 2 1 , コピーセッション管理テーブル 1 2 2 , 監視手段 1 2 3 , 変更手段 1 2 4 およびプリフェッチ制御手段 1 2 5 ) としての機能の全部もしくは一部は、C P U , 情報処理装置 , 各種端末を含むコンピュータが所定アプリケーションプログラム ( ストレージ制御プログラム ) を実行することによって実現される。

【 0 1 0 0 】

そのプログラムは、例えばフレキシブルディスク , C D ( C D - R O M , C D - R , C D - R W など ) , D V D ( D V D - R O M , D V D - R A M , D V D - R , D V D - R W , D V D + R , D V D + R W , ブルーレイディスクなど ) 等のコンピュータ読取可能な記録媒体に記録された形態で提供される。この場合、コンピュータはその記録媒体からプログラムを読み取って内部記憶装置または外部記憶装置に転送し格納して用いる。また、そのプログラムを、例えば磁気ディスク , 光ディスク , 光磁気ディスク等の記憶装置 ( 記録媒体 ) に記録しておき、その記憶装置から通信回線を介してコンピュータに提供するようにしてもよい。

30

【 0 1 0 1 】

ここで、コンピュータとは、ハードウェアと O S とを含む概念であり、O S の制御の下で動作するハードウェアを意味している。また、O S が不要でアプリケーションプログラム単独でハードウェアを動作させるような場合には、そのハードウェア自体がコンピュータに相当する。ハードウェアは、少なくとも、C P U 等のマイクロプロセッサと、記録媒体に記録されたコンピュータプログラムを読み取るための手段とをそなえている。上記プログラムは、上述のようなコンピュータに、コピー制御部 1 2 ( R A I D グループ管理テーブル 1 2 1 , コピーセッション管理テーブル 1 2 2 , 監視手段 1 2 3 , 変更手段 1 2 4 およびプリフェッチ制御手段 1 2 5 ) としての機能を実現させるプログラムコードを含んでいる。また、その機能の一部は、アプリケーションプログラムではなく O S によって実現されてもよい。

40

【 0 1 0 2 】

〔 5 〕 付記

以上の本実施形態を含む実施形態に関し、さらに以下の付記を開示する。

50

## (付記 1)

1 以上のコピー元物理ディスクをそれぞれ含む第 1 ~ 第 M ( M は 2 以上の整数 ) のコピー元ディスクグループと、

前記第 1 ~ 第 M のコピー元ディスクグループにそれぞれ対応し、1 以上のコピー先物理ディスクをそれぞれ含む第 1 ~ 第 M のコピー先ディスクグループと、

前記第 1 ~ 第 M のコピー元ディスクグループのうちの少なくとも 1 つにおけるコピー元データ領域を対応コピー先ディスクグループにおけるコピー先データ領域にコピーするコピーセッションを管理するコピー制御部とをそなえたストレージ装置であって、

第 1 ~ 第 M のコピーセッショングループが、それぞれ、前記第  $i$  (  $i = 1, 2, \dots, M$  ) のコピー元ディスクグループから前記第  $i$  のコピー先ディスクグループへの 1 以上のコピーセッションを前記コピーセッションとして含んで設定され、

前記コピー制御部が、前記第 1 ~ 第 M のコピーセッショングループのそれぞれから 1 つのコピーセッションを所定順序で周期的に選択する選択動作と、前記選択動作によって選択された M 個のコピーセッションについての所定コピー処理単位でのコピー処理を所定順序で周期的に規定回数だけ実行させる制御動作とを繰り返し実行する、ストレージ装置。

【 0 1 0 3 】

## (付記 2)

前記コピー制御部が、

前記制御動作による前記コピー処理に伴う前記コピー先ディスクグループへの書込み応答時間を前記コピーセッション毎に監視する監視手段と、

前記監視手段によって監視される前記書込み応答時間に応じて各コピーセッションの前記規定回数を動的に変更する変更手段とを有する、付記 1 記載のストレージ装置。

【 0 1 0 4 】

## (付記 3)

前記コピー制御部の前記変更手段は、前記書込み応答時間が所定値よりも小さい場合、前記規定回数を減少させる、付記 2 記載のストレージ装置。

## (付記 4)

前記コピー制御部の前記変更手段は、前記書込み応答時間が所定値よりも大きい場合、前記規定回数を増加させる、付記 2 または付記 3 に記載のストレージ装置。

【 0 1 0 5 】

## (付記 5)

前記コピー制御部の前記変更手段は、前記規定回数を増加させても前記書込み応答時間が改善されないコピーセッションについて前記コピー処理を所定時間だけスキップさせる、付記 4 記載のストレージ装置。

【 0 1 0 6 】

## (付記 6)

前記コピー制御部が、前記選択動作によって選択される前記コピーセッションおよび前記規定回数に基づいて、前記コピー元ディスクグループから前記コピー先ディスクグループへ書き込むべき前記所定コピー処理単位のデータの先読みを実行させるプリフェッチ制御手段を有する、付記 1 ~ 付記 5 のいずれか 1 項に記載のストレージ装置。

【 0 1 0 7 】

## (付記 7)

前記コピー制御部の前記プリフェッチ制御手段は、前記選択動作によって選択される前記コピーセッションおよび前記規定回数に基づいて、前記コピーセッションの切替時における前記先読みを抑止する、付記 6 記載のストレージ装置。

【 0 1 0 8 】

## (付記 8)

各コピー先ディスクグループおよび各コピー元ディスクグループについて、前記コピー処理を実行中のコピーセッションを特定する情報、当該コピーセッションについての前記コピー処理の実行回数、および前記規定回数を管理するディスクグループ管理テーブルと

10

20

30

40

50

各コピーセッションについて、前記コピー元データ領域を特定する情報、前記コピー先データ領域を特定する情報、および前記コピー処理の進捗状況を管理するコピーセッション管理テーブルとをそなえ、

前記コピー制御部は、前記ディスクグループ管理テーブルに基づいて前記選択動作を実行するとともに、前記コピーセッション管理テーブルに基づいて前記制御動作を実行する、付記 1 ~ 付記 7 のいずれか 1 項に記載のストレージ装置。

【 0 1 0 9 】

( 付記 9 )

1 以上のコピー元物理ディスクをそれぞれ含む第 1 ~ 第 M ( M は 2 以上の整数 ) のコピー元ディスクグループと、前記第 1 ~ 第 M のコピー元ディスクグループにそれぞれ対応し、1 以上のコピー先物理ディスクをそれぞれ含む第 1 ~ 第 M のコピー先ディスクグループとをそなえたストレージ装置において、前記第 1 ~ 第 M のコピー元ディスクグループのうちの少なくとも 1 つにおけるコピー元データ領域を対応コピー先ディスクグループにおけるコピー先データ領域にコピーするコピーセッションを管理するコピー制御部を有するストレージ制御装置であって、

第 1 ~ 第 M のコピーセッショングループが、それぞれ、前記第  $i$  (  $i = 1, 2, \dots, M$  ) のコピー元ディスクグループから前記第  $i$  のコピー先ディスクグループへの 1 以上のコピーセッションを前記コピーセッションとして含んで設定され、

前記コピー制御部が、前記第 1 ~ 第 M のコピーセッショングループのそれぞれから 1 つのコピーセッションを所定順序で周期的に選択する選択動作と、前記選択動作によって選択された M 個のコピーセッションについての所定コピー処理単位でのコピー処理を所定順序で周期的に規定回数だけ実行させる制御動作とを繰り返し実行する、ストレージ制御装置。

【 0 1 1 0 】

( 付記 1 0 )

前記コピー制御部が、

前記制御動作による前記コピー処理に伴う前記コピー先ディスクグループへの書込み応答時間を前記コピーセッション毎に監視する監視手段と、

前記監視手段によって監視される前記書込み応答時間に応じて各コピーセッションの前記規定回数を動的に変更する変更手段とを有する、付記 9 記載のストレージ制御装置。

【 0 1 1 1 】

( 付記 1 1 )

前記コピー制御部の前記変更手段は、前記書込み応答時間が所定値よりも小さい場合、前記規定回数を減少させる、付記 1 0 記載のストレージ制御装置。

( 付記 1 2 )

前記コピー制御部の前記変更手段は、前記書込み応答時間が所定値よりも大きい場合、前記規定回数を増加させる、付記 1 0 または付記 1 1 に記載のストレージ制御装置。

【 0 1 1 2 】

( 付記 1 3 )

前記コピー制御部の前記変更手段は、前記規定回数を増加させても前記書込み応答時間が改善されないコピーセッションについて前記コピー処理を所定時間だけスキップさせる、請求項 1 2 記載のストレージ制御装置。

【 0 1 1 3 】

( 付記 1 4 )

前記コピー制御部が、前記選択動作によって選択される前記コピーセッションおよび前記規定回数に基づいて、前記コピー元ディスクグループから前記コピー先ディスクグループへ書き込むべき前記所定コピー処理単位のデータの先読みを実行させるプリフェッチ制御手段を有する、付記 9 ~ 付記 1 3 のいずれか 1 項に記載のストレージ制御装置。

【 0 1 1 4 】

10

20

30

40

50

(付記 15)

前記コピー制御部の前記プリフェッチ制御手段は、前記選択動作によって選択される前記コピーセッションおよび前記規定回数に基づいて、前記コピーセッションの切替時における前記先読みを抑止する、付記 14 記載のストレージ制御装置。

【0115】

(付記 16)

各コピー先ディスクグループおよび各コピー元ディスクグループについて、前記コピー処理を実行中のコピーセッションを特定する情報、当該コピーセッションについての前記コピー処理の実行回数、および前記規定回数を管理するディスクグループ管理テーブルと、

各コピーセッションについて、前記コピー元データ領域を特定する情報、前記コピー先データ領域を特定する情報、および前記コピー処理の進捗状況を管理するコピーセッション管理テーブルとをそなえ、

前記コピー制御部は、前記ディスクグループ管理テーブルに基づいて前記選択動作を実行するとともに、前記コピーセッション管理テーブルに基づいて前記制御動作を実行する、付記 9 ~ 付記 15 のいずれか 1 項に記載のストレージ制御装置。

【0116】

(付記 17)

1 以上のコピー元物理ディスクをそれぞれ含む第 1 ~ 第 M (M は 2 以上の整数) のコピー元ディスクグループと、前記第 1 ~ 第 M のコピー元ディスクグループにそれぞれ対応し、1 以上のコピー先物理ディスクをそれぞれ含む第 1 ~ 第 M のコピー先ディスクグループとをそなえたストレージ装置において、前記第 1 ~ 第 M のコピー元ディスクグループのうちの少なくとも 1 つにおけるコピー元データ領域を対応コピー先ディスクグループにおけるコピー先データ領域にコピーするコピーセッションを管理するコピー制御部として、コンピュータを機能させるストレージ制御プログラムであって、

第 1 ~ 第 M のコピーセッショングループが、それぞれ、前記第  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, M$ ) のコピー元ディスクグループから前記第  $i$  のコピー先ディスクグループへの 1 以上のコピーセッションを前記コピーセッションとして含んで設定されている場合に、前記第 1 ~ 第 M のコピーセッショングループのそれぞれから 1 つのコピーセッションを所定順序で周期的に選択する選択動作と、前記選択動作によって選択された M 個のコピーセッションについての所定コピー処理単位でのコピー処理を所定順序で周期的に規定回数だけ実行させる制御動作とを繰り返し実行するように、前記コンピュータを機能させる、ストレージ制御プログラム。

【0117】

(付記 18)

前記制御動作による前記コピー処理に伴う前記コピー先ディスクグループへの書込み応答時間を前記コピーセッション毎に監視する監視手段、および、

前記監視手段によって監視される前記書込み応答時間に応じて各コピーセッションの前記規定回数を動的に変更する変更手段として、前記コンピュータを機能させる、付記 17 記載のストレージ制御プログラム。

【0118】

(付記 19)

前記選択動作によって選択される前記コピーセッションおよび前記規定回数に基づいて、前記コピー元ディスクグループから前記コピー先ディスクグループへ書き込むべき前記所定コピー処理単位のデータの先読みを実行させるプリフェッチ制御手段として、前記コンピュータを機能させる、付記 17 または付記 18 に記載のストレージ制御プログラム。

【0119】

(付記 20)

各コピー先ディスクグループおよび各コピー元ディスクグループについて、前記コピー処理を実行中のコピーセッションを特定する情報、当該コピーセッションについての前記

10

20

30

40

50

コピー処理の実行回数，および前記規定回数を管理するディスクグループ管理テーブルに基づいて前記選択動作を実行するとともに、各コピーセッションについて、前記コピー元データ領域を特定する情報，前記コピー先データ領域を特定する情報，および前記コピー処理の進捗状況を管理するコピーセッション管理テーブルに基づいて前記制御動作を実行するように、前記コンピュータを機能させる、付記17～付記19のいずれか1項に記載のストレージ制御プログラム。

【符号の説明】

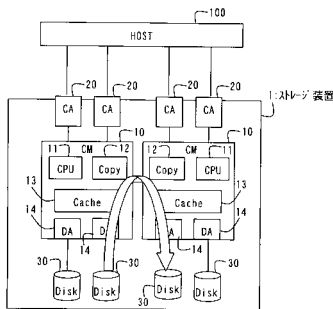
【0120】

- 1        ストレージ装置
- 10      ストレージ制御装置 (CM)
- 11      CPU (処理部)
- 12      コピー処理部 (Copy)
- 121     RAIDグループ管理テーブル (ディスクグループ管理テーブル)
- 121-0 ~ 2    RAIDグループ#0 / #10 ~ #2 / #12 用管理テーブル
- 122     コピーセッション管理テーブル
- 122-0 ~ 7    コピーセッション#0 ~ #7 用管理テーブル
- 123     監視手段
- 124     変更手段
- 125     プリフェッチ制御手段
- 13      キャッシュメモリ (Cache)
- 14      デバイスアダプタ (DA)
- 20      チャンネルアダプタ (CA)
- 30      ストレージ (Disk; RAIDグループ)
- 100     ホストコンピュータ (上位装置; HOST)

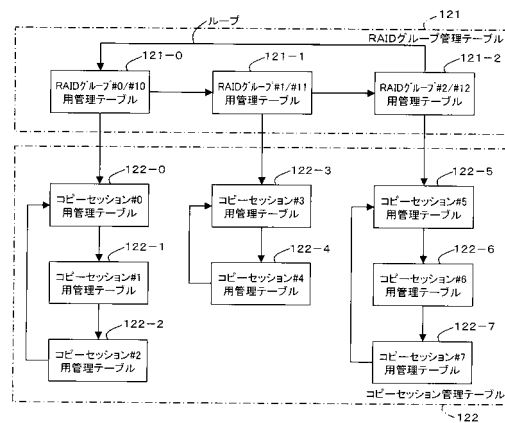
10

20

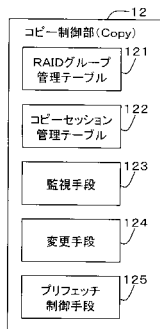
【図1】



【図3】



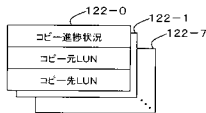
【図2】



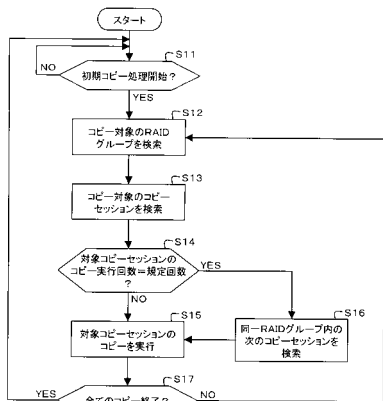
【図4】

(A)	(B)	(C)
121-0	121-1	121-2
規定回数	規定回数	規定回数
コピー実行回数	コピー実行回数	コピー実行回数
コピー実行中セッションNo.	コピー実行中セッションNo.	コピー実行中セッションNo.
対象コピーセッション#0	対象コピーセッション#3	対象コピーセッション#5
対象コピーセッション#1	対象コピーセッション#4	対象コピーセッション#6
対象コピーセッション#2		対象コピーセッション#7

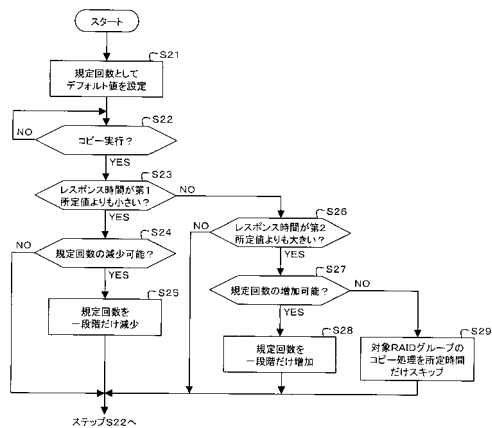
【図5】



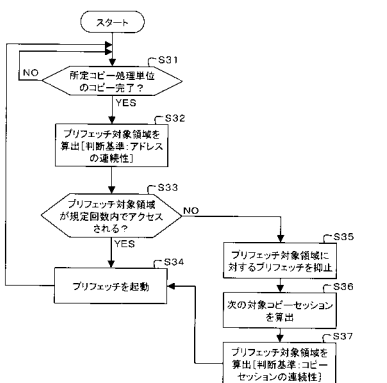
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

初期設定	規定回数	実行回数	実行中セッションNo.
2E-セッション#0で256kb/cp	16	0	#0
2E-セッション#3で256kb/cp	16	0	#3
2E-セッション#5で256kb/cp	16	0	#5

1回目のループ	規定回数	実行回数	実行中セッションNo.
2E-セッション#0で256kb/cp	16	1	#0
2E-セッション#3で256kb/cp	16	1	#3
2E-セッション#5で256kb/cp	16	1	#5

2回目のループ	規定回数	実行回数	実行中セッションNo.
2E-セッション#0で256kb/cp	16	2	#0
2E-セッション#3で256kb/cp	16	2	#3
2E-セッション#5で256kb/cp	16	2	#5

16回目のループ	規定回数	実行回数	実行中セッションNo.
2E-セッション#0で256kb/cp	16	16	#0
2E-セッション#3で256kb/cp	16	16	#3
2E-セッション#5で256kb/cp	16	16	#5

17回目のループ	規定回数	実行回数	実行中セッションNo.
2E-セッション#1で256kb/cp	16	1	#1
2E-セッション#4で256kb/cp	16	1	#4
2E-セッション#6で256kb/cp	16	1	#6

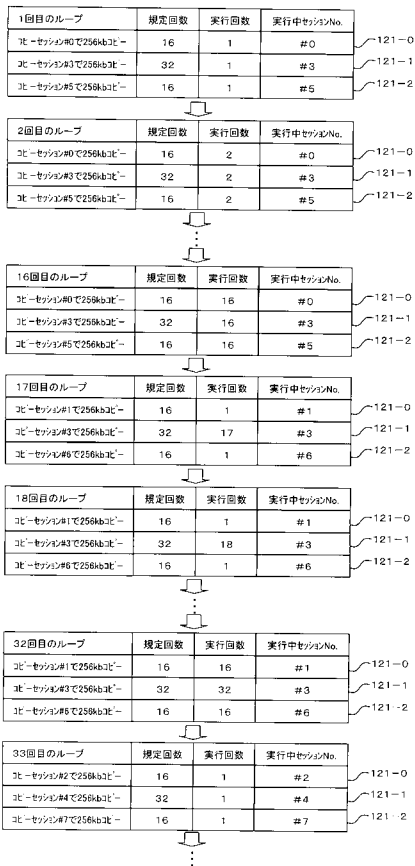
32回目のループ	規定回数	実行回数	実行中セッションNo.
2E-セッション#1で256kb/cp	16	16	#1
2E-セッション#4で256kb/cp	16	16	#4
2E-セッション#6で256kb/cp	16	16	#6

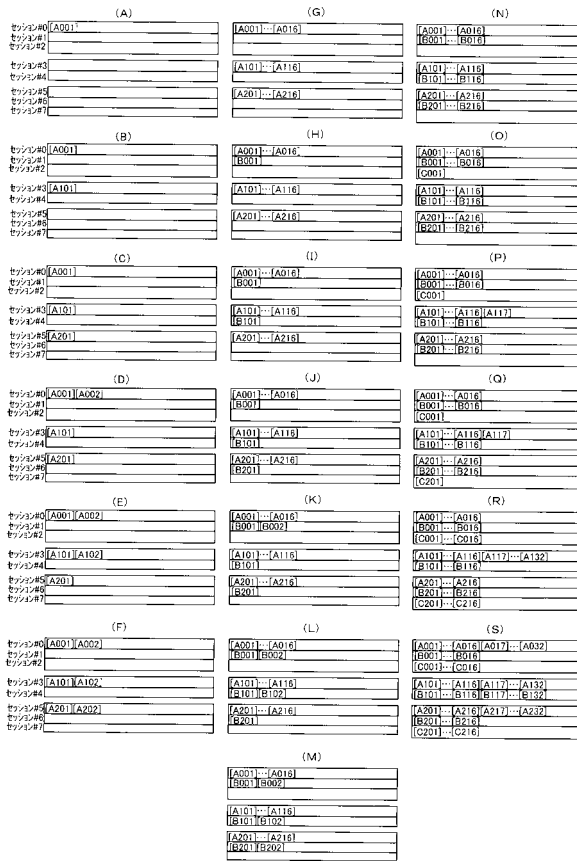
33回目のループ	規定回数	実行回数	実行中セッションNo.
2E-セッション#2で256kb/cp	16	1	#2
2E-セッション#3で256kb/cp	16	1	#3
2E-セッション#7で256kb/cp	16	1	#7



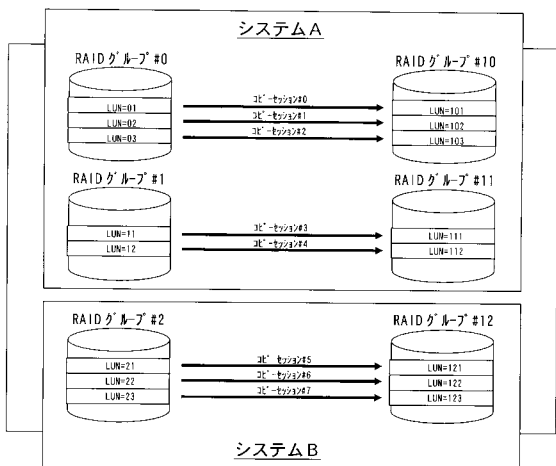
【図10】



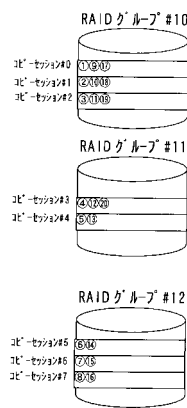
【図11】



【図12】



【図13】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 内田 幸治  
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
- (72)発明者 小林 明人  
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
- (72)発明者 長嶋 克彦  
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

審査官 横山 佳弘

- (56)参考文献 特開2003-006016(JP,A)  
特開平10-333838(JP,A)  
特開2001-043030(JP,A)  
特開2005-243026(JP,A)  
特開2002-334049(JP,A)  
特開2001-209565(JP,A)  
特開2007-066067(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 3/06  
G06F 12/00