

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4990064号  
(P4990064)

(45) 発行日 平成24年8月1日(2012.8.1)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int.Cl.

G06F 3/06 (2006.01)

F 1

G06F 3/06 304F

請求項の数 18 (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2007-207742 (P2007-207742)  
 (22) 出願日 平成19年8月9日 (2007.8.9)  
 (65) 公開番号 特開2009-43054 (P2009-43054A)  
 (43) 公開日 平成21年2月26日 (2009.2.26)  
 審査請求日 平成22年2月2日 (2010.2.2)

(73) 特許権者 000005108  
 株式会社日立製作所  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号  
 (73) 特許権者 000233033  
 日立コンピュータ機器株式会社  
 神奈川県足柄上郡中井町境781番地  
 (74) 代理人 100114236  
 弁理士 藤井 正弘  
 (74) 代理人 100075513  
 弁理士 後藤 政喜  
 (74) 代理人 100120260  
 弁理士 飯田 雅昭

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ストレージシステム及びバックアップ方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

一つ以上のディスク記憶装置と、テープ記憶装置と、前記一つ以上のディスク記憶装置及び前記テープ記憶装置を制御するコントローラと、を備えるストレージシステムであつて、

前記テープ記憶装置は、データを格納する複数のテープ記憶媒体を備え、

前記複数のテープ記憶媒体は、第1テープ記憶媒体及び第2テープ記憶媒体を含み、

前記コントローラは、

前記一つ以上のディスク記憶装置の記憶領域を、第1ボリューム、第2ボリューム及び第3ボリュームを含む複数のボリュームに分割し、

前記第1ボリュームのデータ格納状況を示す第1情報、前記第2ボリュームのデータ格納状況を示す第2情報、前記第1ボリューム以外のボリュームから前記第3ボリュームへのデータのコピーによる前記第3ボリュームのデータ格納状況を示す第3情報、及び前記第2ボリューム以外のボリュームから前記第3ボリュームへのデータのコピーによる前記第3ボリュームのデータ格納状況を示す第4情報を格納するメモリを備え、

前記第1ボリュームと前記第3ボリュームとの間で第1コピーペアを設定し、

前記第1情報と前記第3情報を組み合わせ、

前記第1情報と前記第3情報を組み合わせた情報を基に、更新され格納された前記第1ボリュームのデータである第1データを前記第3ボリュームにコピーし、

前記第1データを前記第3ボリュームから読み出して、前記テープ記憶装置が備える前

10

20

記第1テープ記憶媒体に格納し、

前記第1コピーペアから前記第2ボリュームと前記第3ボリュームとの間で設定される第2コピーペアに切り替え、

前記第2情報と前記第4情報を組み合わせ、

前記第2情報と前記第4情報を組み合わせた情報を基に、更新され格納された前記第2ボリュームのデータである第2データを前記第3ボリュームにコピーし、

前記第2データを前記第3ボリュームから読み出して、前記テープ記憶装置が備える前記第2テープ記憶媒体に格納することを特徴とするストレージシステム。

【請求項2】

前記コントローラは、

前記第1ボリュームの記憶領域に対応する前記第1情報のビット、及び、その記憶領域に対応する前記第3情報のビットのうち少なくとも一方が、データが更新されたことを示す値である場合、前記ビットに対応する前記第1ボリュームの記憶領域に格納されているデータの複製を前記第3ボリュームに格納することによって、前記第1データを前記第3ボリュームにコピーし、

前記第2ボリュームの記憶領域に対応する前記第2情報のビット、及び、その記憶領域に対応する前記第4情報のビットのうち少なくとも一方が、データが更新されたことを示す値である場合、前記ビットに対応する前記第2ボリュームの記憶領域に格納されているデータの複製を前記第3ボリュームに格納することによって、前記第2データを前記第3ボリュームにコピーすることを特徴とする請求項1に記載のストレージシステム。

10

【請求項3】

前記コントローラは、

前記第1ボリュームへのデータの書き込み要求を受信した場合、前記要求されたデータが格納される記憶領域に対応する前記第1情報のビットを、データが更新されたことを示す値に設定し、

前記第1ボリュームの記憶領域に格納されたデータの複製を前記第3ボリュームに格納した場合、前記記憶領域に対応する前記第1情報のビット及び前記第3情報のビットを、データが更新されていないことを示す値に設定し、

前記第1ボリュームの記憶領域に格納されたデータの複製を前記第3ボリュームに格納した場合、前記記憶領域に対応する前記第4情報のビットを、データが更新されたことを示す値に設定することを特徴とする請求項2に記載のストレージシステム。

20

【請求項4】

前記ストレージシステムは、前記第1情報の複製を含む第5情報をさらに保持し、

前記コントローラは、

前記第5情報のビットが、データが更新されたことを示す値である場合、前記ビットに対応する前記第1ボリュームの記憶領域に格納されているデータの複製を、前記第3ボリュームから読み出し、

前記第3ボリュームから読み出された複製、及び、前記第5情報を、前記第1テープ記憶媒体に格納することを特徴とする請求項2に記載のストレージシステム。

【請求項5】

前記コントローラは、前記第1ボリュームの記憶容量が前記第2ボリュームの記憶容量より大きい場合、少なくとも、前記第1ボリュームと同一の記憶容量を前記第3ボリュームに割り当てる特徴とする請求項1に記載のストレージシステム。

30

【請求項6】

前記複数のボリュームは、さらに第4ボリューム及び第5ボリュームを含み、

前記コントローラは、

第1時点において前記第1ボリュームに格納されているデータの複製を前記第3ボリュームに格納する場合、前記第1時点において前記第4ボリュームに格納されているデータの複製を前記第5ボリュームに格納し、

前記第4ボリュームに格納されているデータの複製を、前記第5ボリュームから読み出

40

50

して、前記テープ記憶装置が備える前記複数のテープ記憶媒体の少なくとも一つに格納することを特徴とする請求項1に記載のストレージシステム。

【請求項7】

第1ストレージシステムと、前記第1ストレージシステムとネットワークを介して接続された第2ストレージシステムと、を備える計算機システムであって、

前記第1ストレージシステムは、一つ以上の第1ディスク記憶装置と、前記一つ以上の第1ディスク記憶装置を制御する第1コントローラと、を備え、

前記第2ストレージシステムは、一つ以上の第2ディスク記憶装置と、テープ記憶装置と、前記一つ以上の第2ディスク記憶装置及び前記テープ記憶装置を制御する第2コントローラと、を備え、

前記テープ記憶装置は、データを格納する複数のテープ記憶媒体を備え、

前記複数のテープ記憶媒体は、第1テープ記憶媒体及び第2テープ記憶媒体を含み、前記第1コントローラは、

前記一つ以上の第1ディスク記憶装置の記憶領域を、第1ボリューム及び第2ボリュームを含む複数のボリュームに分割し、

前記第1ボリュームのデータ格納状況を示す第1情報、及び前記第2ボリュームのデータ格納状況を示す第2情報を格納する第1メモリを備え、

前記第2コントローラは、

データが格納される前記一つ以上の第2ディスク記憶装置の記憶領域を、第3ボリュームを含む複数のボリュームに分割し、

前記第1ボリューム以外のボリュームから前記第3ボリュームへのデータのコピーによる前記第3ボリュームのデータ格納状況を示す第3情報、及び前記第2ボリューム以外のボリュームから前記第3ボリュームへのデータのコピーによる前記第3ボリュームのデータ格納状況を示す第4情報を格納する第2メモリを備え

前記第1コントローラ及び第2コントローラは、

前記第1ボリュームと前記第3ボリュームとの間で第1コピーペアを設定し、

前記第1情報と前記第3情報を組み合わせ、

前記第1情報と前記第3情報を組み合わせた情報を基に、更新され格納された前記第1ボリュームのデータである第1データを前記第3ボリュームにコピーし、

前記第1データを前記第3ボリュームから読み出して、前記テープ記憶装置が備える前記第1テープ記憶媒体に格納し、

前記第1コピーペアから前記第2ボリュームと前記第3ボリュームとの間で設定される第2コピーペアに切り替え、

前記第2情報と前記第4情報を組み合わせ、

前記第2情報と前記第4情報を組み合わせた情報を基に、更新され格納された前記第2ボリュームのデータである第2データを前記第3ボリュームにコピーし、

前記第2データを前記第3ボリュームから読み出して、前記テープ記憶装置が備える前記第2テープ記憶媒体に格納することを特徴とする計算機システム。

【請求項8】

前記第2コントローラは、

前記第1ボリュームの記憶領域に対応する前記第1情報のビット、及び、その記憶領域に対応する前記第3情報のビットのうち少なくとも一方が、データが更新されたことを示す値である場合、前記ビットに対応する前記第1ボリュームの記憶領域に格納されているデータの複製を前記第3ボリュームに格納することによって、前記第1データを前記第3ボリュームにコピーし、

前記第2ボリュームの記憶領域に対応する前記第2情報のビット、及び、その記憶領域に対応する前記第4情報のビットのうち少なくとも一方が、データが更新されたことを示す値である場合、前記ビットに対応する前記第2ボリュームの記憶領域に格納されているデータの複製を前記第3ボリュームに格納することによって、前記第2データを前記第3ボリュームにコピーすることを特徴とする請求項7に記載の計算機システム。

## 【請求項 9】

前記第1コントローラは、

前記第1ボリュームへのデータの書き込み要求を受信した場合、前記要求されたデータが格納される記憶領域に対応する前記第1情報のビットを、データが更新されたことを示す値に設定し、

前記第1ボリュームの記憶領域に格納されたデータの複製が前記第3ボリュームに格納される場合、前記記憶領域に対応する前記第1情報のビットを、データが更新されていないことを示す値に設定し、

前記第2コントローラは、

前記第1ボリュームの記憶領域に格納されたデータの複製が前記第3ボリュームに格納される場合、前記記憶領域に対応する前記第3情報のビットを、データが更新されていないことを示す値に設定し、

前記第1ボリュームの記憶領域に格納されたデータの複製が前記第3ボリュームに格納される場合、前記記憶領域に対応する前記第4情報のビットを、データが更新されたことを示す値に設定することを特徴とする請求項8に記載の計算機システム。

## 【請求項 10】

前記第2ストレージシステムは、前記第1情報の複製を含む第5情報をさらに保持し、前記第2コントローラは、

前記第5情報のビットが、データが更新されたことを示す値である場合、前記ビットに対応する前記第1ボリュームの記憶領域に格納されているデータの複製を、前記第3ボリュームから読み出し、

前記第3ボリュームから読み出された複製、及び、前記第5情報を、前記第1テープ記憶媒体に格納することを特徴とする請求項8に記載の計算機システム。

## 【請求項 11】

前記第2コントローラは、前記第1ボリュームの記憶容量が前記第2ボリュームの記憶容量より大きい場合、少なくとも、前記第1ボリュームと同一の記憶容量を前記第3ボリュームに割り当てる特徴とする請求項7に記載の計算機システム。

## 【請求項 12】

前記第1ストレージシステムの複数のボリュームは、さらに第4ボリュームを含み、

前記第2ストレージシステムの複数のボリュームは、さらに第5ボリュームを含み、

前記第2コントローラは、

第1時点において前記第1ボリュームに格納されているデータの複製を前記第3ボリュームに格納する場合、前記第1時点において前記第4ボリュームに格納されているデータの複製を前記第5ボリュームに格納し、

前記第4ボリュームに格納されているデータの複製を、前記第5ボリュームから読み出して、前記テープ記憶装置が備える前記複数のテープ記憶媒体の少なくとも一つに格納することを特徴とする請求項7に記載の計算機システム。

## 【請求項 13】

一つ以上のディスク記憶装置と、テープ記憶装置と、前記一つ以上のディスク記憶装置及び前記テープ記憶装置を制御するコントローラと、を備えるストレージシステムを制御する方法であって、

前記テープ記憶装置は、データを格納する複数のテープ記憶媒体を備え、

前記複数のテープ記憶媒体は、第1テープ記憶媒体及び第2テープ記憶媒体を含み、

前記一つ以上のディスク記憶装置の記憶領域は、第1ボリューム、第2ボリューム及び第3ボリュームを含む複数のボリュームに分割され、

前記コントローラは、前記第1ボリュームのデータ格納状況を示す第1情報、前記第2ボリュームのデータ格納状況を示す第2情報、前記第1ボリューム以外のボリュームから前記第3ボリュームへのデータのコピーによる前記第3ボリュームのデータ格納状況を示す第3情報、及び前記第2ボリューム以外のボリュームから前記第3ボリュームへのデータのコピーによる前記第3ボリュームのデータ格納状況を示す第4情報を格納するメモリ

10

20

30

40

50

を備え、

前記第1ボリュームと前記第3ボリュームとの間で第1コピーペアが設定され、

前記方法は、

前記第1情報と前記第3情報とを組み合わせる手順と、

前記第1情報と前記第3情報とを組み合わせた情報を基に、更新され格納された前記第1ボリュームのデータである第1データを前記第3ボリュームにコピーする手順と、

前記第1データを前記第3ボリュームから読み出して、前記テープ記憶装置が備える前記第1テープ記憶媒体に格納する手順と、

前記第1コピーペアから前記第2ボリュームと前記第3ボリュームとの間で設定される第2コピーペアに切り替える手順と、

前記第2情報と前記第4情報とを組み合わせる手順と、

前記第2情報と前記第4情報とを組み合わせた情報を基に、更新され格納された前記第2ボリュームのデータである第2データを前記第3ボリュームにコピーする手順と、

前記第2データを前記第3ボリュームから読み出して、前記テープ記憶装置が備える前記第2テープ記憶媒体に格納する手順と、を含むことを特徴とする方法。

**【請求項14】**

前記第1データを前記第3ボリュームにコピーする手順は、前記第1ボリュームの記憶領域に対応する前記第1情報のビット、及び、その記憶領域に対応する前記第3情報のビットのうち少なくとも一方が、データが更新されたことを示す値である場合、前記ビットに対応する前記第1ボリュームの記憶領域に格納されているデータの複製を前記第3ボリュームに格納することによって実行され、

前記第2データを前記第3ボリュームにコピーする手順は、前記第2ボリュームの記憶領域に対応する前記第2情報のビット、及び、その記憶領域に対応する前記第4情報のビットのうち少なくとも一方が、データが更新されたことを示す値である場合、前記ビットに対応する前記第2ボリュームの記憶領域に格納されているデータの複製を前記第3ボリュームに格納することによって実行されることを特徴とする請求項13に記載の方法。

**【請求項15】**

前記方法は、さらに、

前記第1ボリュームへのデータの書き込み要求を受信した場合、前記要求されたデータが格納される記憶領域に対応する前記第1情報のビットを、データが更新されたことを示す値に設定する手順と、

前記第1ボリュームの記憶領域に格納されたデータの複製を前記第3ボリュームに格納した場合、前記記憶領域に対応する前記第1情報のビット及び前記第3情報のビットを、データが更新されていないことを示す値に設定する手順と、

前記第1ボリュームの記憶領域に格納されたデータの複製を前記第3ボリュームに格納した場合、前記記憶領域に対応する前記第4情報のビットを、データが更新されたことを示す値に設定する手順と、を含むことを特徴とする請求項14に記載の方法。

**【請求項16】**

前記ストレージシステムは、前記第1情報の複製を含む第5情報をさらに保持し、

前記第1データを前記第1テープ記憶媒体に格納する手順は、

前記第5情報のビットが、データが更新されたことを示す値である場合、前記ビットに対応する前記第1ボリュームの記憶領域に格納されているデータの複製を、前記第3ボリュームから読み出す手順と、

前記第3ボリュームから読み出された複製、及び、前記第5情報を、前記第1テープ記憶媒体に格納する手順と、を含むことを特徴とする請求項14に記載の方法。

**【請求項17】**

前記方法は、さらに、前記第1ボリュームの記憶容量が前記第2ボリュームの記憶容量より大きい場合、少なくとも、前記第1ボリュームと同一の記憶容量を前記第3ボリュームに割り当てる手順を含むことを特徴とする請求項13に記載の方法。

**【請求項18】**

10

20

30

40

50

前記複数のボリュームは、さらに第4ボリューム及び第5ボリュームを含み、  
前記方法は、さらに、

第1時点において前記第1ボリュームに格納されているデータの複製を前記第3ボリュームに格納する場合、前記第1時点において前記第4ボリュームに格納されているデータの複製を前記第5ボリュームに格納する手順と、

前記第4ボリュームに格納されているデータの複製を、前記第5ボリュームから読み出して、前記テープ記憶装置が備える前記複数のテープ記憶媒体の少なくとも一つに格納する手順と、を含むことを特徴とする請求項13に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本願明細書で開示される技術は、ストレージシステムの管理方法に関し、特に、テープライブラリへのデータのバックアップ方法に関する。

【背景技術】

【0002】

企業等の計算機システムが扱うデータの量は、増大する傾向にある。これに伴い、障害等によるデータ消失を防ぐためのバックアップデータの量も増大している。

【0003】

大量のデータを低コストで保存するため、一般に、階層化されたストレージシステムが使用される。階層化されたストレージシステムにおいて、アクセス頻度が高いデータは、磁気ディスクのように、比較的高価であるが高性能な記憶媒体に格納される。一方、例えばバックアップデータのようにアクセス頻度が低いデータは、磁気テープのように、比較的安価な記憶媒体に格納される。

20

【0004】

磁気ディスクに格納されたデータをバックアップのために磁気テープにコピーする処理が、コピー元の磁気ディスク装置の性能に影響を与える場合がある。その結果、コピー元の磁気ディスク装置を使用する他の処理（例えば、その磁気ディスク装置内のデータにアクセスするアプリケーションの処理）の性能が低下する場合がある。このような性能の影響を防ぐため、磁気ディスク装置間のデータコピーと、磁気ディスク装置から磁気テープ装置へのデータコピーとを組み合わせた技術が開示されている（特許文献1参照）。

30

【0005】

特許文献1によれば、磁気ディスク装置に設定された二つのボリュームがミラーリングされる。すなわち、一方のボリューム（正ボリューム）のデータが更新されると、その更新がもう一方のボリューム（副ボリューム）にもコピーされる。その結果、それらの二つのボリュームには同一のデータが格納される。それらのボリュームのデータを磁気テープにバックアップするとき、二つのボリューム間のコピーが停止する。副ボリュームのデータが磁気テープにコピーされる間、正ボリュームはアプリケーションによるアクセスを受けることができる。このため、アプリケーションの処理性能に影響を与えることなく、データのバックアップを実行することができる。

【0006】

40

一方、ホストコンピュータに対してディスクインターフェースを持ち、論理ボリュームのデータを磁気テープに格納する機能を有するストレージシステムが開示されている（特許文献2参照）。このようなストレージシステムによれば、磁気ディスク装置と磁気テープ装置の記憶領域を論理ボリュームとして統合管理することによって、管理コストを削減することができる。

【特許文献1】特開2003-140981号公報

【特許文献2】特開2006-163454号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

50

上記特許文献 1 に開示された技術を実現するためには、正ボリュームと同数の副ボリュームを用意する必要がある。副ボリュームには、少なくとも、その正ボリュームに割り当てられる記憶容量と同一の記憶容量を割り当てる必要がある。このため、ストレージシステムに搭載する必要がある磁気ディスク装置の容量が増大し、その結果コストが上昇するという問題があった。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本願で開示する代表的な発明は、一つ以上のディスク記憶装置と、テープ記憶装置と、前記一つ以上のディスク記憶装置及び前記テープ記憶装置を制御するコントローラと、を備えるストレージシステムであって、前記テープ記憶装置は、データを格納する複数のテープ記憶媒体を備え、前記複数のテープ記憶媒体は、第1テープ記憶媒体及び第2テープ記憶媒体を含み、前記コントローラは、前記一つ以上のディスク記憶装置の記憶領域を、第1ボリューム、第2ボリューム及び第3ボリュームを含む複数のボリュームに分割し、前記第1ボリュームのデータ格納状況を示す第1情報、前記第2ボリュームのデータ格納状況を示す第2情報、前記第1ボリューム以外のボリュームから前記第3ボリュームへのデータのコピーによる前記第3ボリュームのデータ格納状況を示す第3情報、及び前記第2ボリューム以外のボリュームから前記第3ボリュームへのデータのコピーによる前記第3ボリュームのデータ格納状況を示す第4情報を格納するメモリを備え、前記第1ボリュームと前記第3ボリュームとの間で第1コピーペアを設定し、前記第1情報と前記第3情報とを組み合わせ、前記第1情報と前記第3情報を基に、更新され  
格納された前記第1ボリュームのデータである第1データを前記第3ボリュームにコピーし、前記第1データを前記第3ボリュームから読み出して、前記テープ記憶装置が備える前記第1テープ記憶媒体に格納し、前記第1コピーペアから前記第2ボリュームと前記第3ボリュームとの間で設定される第2コピーペアに切り替え、前記第2情報と前記第4情報を組み合わせ、前記第2情報と前記第4情報を基に、更新され  
格納された前記第2ボリュームのデータである第2データを前記第3ボリュームにコピーし、前記第2データを前記第3ボリュームから読み出して、前記テープ記憶装置が備える前記第2テープ記憶媒体に格納することを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明の一実施形態によれば、アプリケーションの処理性能に影響を与えないデータバックアップを、低コストで実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、本発明の実施形態を、図面を参照して説明する。

【0011】

最初に、本発明の第1の実施形態について説明する。

【0012】

図1は、本発明の第1の実施形態の計算機システムの構成を示すブロック図である。

【0013】

本実施形態の計算機システムは、ストレージシステム101、ホスト102及び管理端末103を備える。

【0014】

ストレージシステム101は、ネットワーク105を介してホスト102と接続され、ネットワーク106を介して管理端末103と接続される。ホスト102は、ネットワーク104を介して管理端末103と接続される。

【0015】

ネットワーク104～106は、いかなる種類のネットワークであってもよい。例えば、ネットワーク104及び106は、LAN (Local Area Network) のようなIP (Internet Protocol) ネットワークであってもよい。ネ

10

20

30

40

50

ネットワーク 105 は、ネットワーク 104 及び 106 と同様のネットワークであってもよいし、F C ( F i b r e C h a n n e l ) プロトコルが適用されるいわゆるストレージエリアネットワークであってもよい。

【 0 0 1 6 】

ホスト 102 は、ユーザに種々のサービスを提供する計算機である。ホスト 102 は、ネットワーク 104 及び 105 に接続されるインターフェース（図示省略）、インターフェースに接続されるプロセッサ（図示省略）及びプロセッサに接続されるメモリ（図示省略）を備える。

【 0 0 1 7 】

ホスト 102 のメモリには、アプリケーションプログラム 210 及び指示プログラム 220 が格納される。アプリケーションプログラム 210 は、ホスト 102 がユーザにサービスを提供するためにプロセッサによって実行されるプログラムである。アプリケーションプログラム 210 を実行するプロセッサは、必要に応じて、ストレージシステム 101 内のデータへのアクセス要求（すなわち、データ書き込み要求又はデータ読み出し要求）を発行する。指示プログラム 220 は、ユーザがストレージシステム 101 にデータのバックアップを指示するためにプロセッサによって実行されるプログラムである。指示プログラムによる処理については、後で詳細に説明する（図 13 等参照）。

【 0 0 1 8 】

なお、図 1 の例では、ホスト 102 が指示プログラム 220 を保持する。しかし、計算機システム内のどの装置が指示プログラム 220 を保持し、実行してもよい。例えば、管理端末 103 又はストレージシステム 101 が指示プログラム 220 を保持及び実行してもよい。

【 0 0 1 9 】

管理端末 103 は、本実施形態の計算機システムを管理する計算機である。管理端末 103 は、ネットワーク 104 及び 106 に接続されるインターフェース（図示省略）、インターフェースに接続されるプロセッサ（図示省略）及びプロセッサに接続されるメモリ（図示省略）を備える。

【 0 0 2 0 】

管理端末 103 のメモリには、管理プログラム 310 が格納される。管理プログラム 310 は、ストレージシステム 101 によるデータバックアップを管理するためにプロセッサによって実行されるプログラムである。管理プログラム 310 による処理については後で詳細に説明する（図 12 等参照）。以下の説明において管理プログラム 310 が実行する処理は、実際には、管理端末 103 のプロセッサ（図示省略）によって実行される。

【 0 0 2 1 】

ストレージシステム 101 は、ホスト 102 によって書き込まれたデータを格納する。本実施形態のストレージシステム 101 は、コントローラ 110、一つ以上のディスク装置 120 及び一つ以上のテープライブラリ装置 130 を備える。

【 0 0 2 2 】

コントローラ 110 は、ディスク装置 120 及びテープライブラリ装置 130 を制御するため、少なくともコピー制御プログラム 117、ディスク制御プログラム 118 及びテープ制御プログラム 119 を保持する。コントローラ 110 の構成については、後で詳細に説明する（図 2 参照）。

【 0 0 2 3 】

ディスク装置 120 は、典型的には磁気ディスクドライブであるが、フラッシュメモリのような半導体記憶装置又はその他の種類の記憶装置であってもよい。図 1 に示すディスク装置 A120A 及びディスク装置 B120B の各々は、複数のディスク装置 120 の一つである。ストレージシステム 100 は、さらに多くのディスク装置 120（例えば図 3 に示すディスク装置 120N）を備えてもよい。複数のディスク装置 120 が R A I D ( R e d u n d a n t A r r a y s o f I n e x p e n s i v e D i s k s ) を構成してもよい。

10

20

30

40

50

## 【0024】

ここで、ディスク装置120が提供する記憶領域について図3を参照して説明する。

## 【0025】

図3は、本発明の第1の実施形態のディスク装置120が提供する記憶領域の説明図である。

## 【0026】

図3の例では、複数のディスク装置120の記憶領域が一つ以上の内部LU(Logical Unit)141に分割して管理される。例えば、図3に示すように、各ディスク装置120の記憶領域の一部の集合が一つの内部LU141として管理されてもよい。図3に示す内部LU141A、141B及び141Cの各々は、複数の内部LU141の一つである。図3に示すLUN00、LUN01及びLUN02は、それぞれ、内部LU141A、141B及び141Cの識別子である。コントローラ110は、任意の容量の内部LU141を任意の数設定することができる。

## 【0027】

各内部LU141は、それぞれ一つの論理ボリューム140と対応付けられる。図3の例では、論理ボリューム140A、140B及び140Cが、それぞれ、内部LU141A、141B及び141Cと対応付けられる。論理ボリューム140A、140B及び140Cの各々は、複数の論理ボリューム140の一つである。図3に示すLUN0、LUN1及びLUN2は、それぞれ、論理ボリューム140A、140B及び140Cの識別子である。

10

20

## 【0028】

各論理ボリューム140は、ホスト102によって一つの論理的な記憶装置として認識される。例えば、ホスト102が論理ボリューム140Aにデータを書き込む要求を発行すると、コントローラ110は、要求されたデータを、論理ボリューム140Aに対応する内部LU141Aに格納する。

## 【0029】

再び図1を参照する。

## 【0030】

テープライブラリ装置130は、一つ以上のテープドライブ131及び一つ以上のテープ132を備える。図1に示すテープライブラリ装置130は、テープドライブA131A、テープドライブB131B、テープA132A及びテープB132Bを備える。テープドライブA131A及びテープドライブB131Bの各々は、複数のテープドライブ131の一つである。テープA132A及びテープB132Bの各々は、複数のテープ132の一つである。各テープ132は、具体的には1巻のテープ記憶媒体に相当する。一つ以上のテープ132が一つのテープグループ142を構成してもよい(図4及び図5参照)。テープライブラリ装置130は、さらに多くのテープドライブ131及びテープ132を備えてもよい。

30

## 【0031】

図2は、本発明の第1の実施形態のコントローラ110の構成を示すブロック図である。

40

## 【0032】

本実施形態のコントローラ110は、メモリ111、CPU112、上位インターフェース(I/F)113、下位I/F114、I/F115及びブリッジ116を備える。

## 【0033】

メモリ111は、例えば半導体記憶装置のようなデータ記憶装置である。メモリ111には、CPU112によって実行されるプログラム及びCPU112によって参照されるデータが格納される。本実施形態のメモリ111には、少なくとも、コピー制御プログラム117、ディスク制御プログラム118及びテープ制御プログラム119が格納される。

## 【0034】

50

コピー制御プログラム 117 は、コンステンシグループ (CTG) 管理テーブル 1171、複製用ボリュームグループ (複製用 VOlG) 管理テーブル 1172、複製グループ (複製 G) 管理テーブル 1173 及び状態管理テーブル 1174 を含む。

【0035】

ディスク制御プログラム 118 は、ディスク管理テーブル 1181 を含む。

【0036】

テープ管理プログラム 119 は、テープ管理テーブル 1191 を含む。

【0037】

これらのプログラム及びテーブルについては、後で詳細に説明する。

【0038】

CPU112 は、メモリ 111 に格納されたプログラムを実行するプロセッサである。以下の説明において各プログラムが実行する処理は、実際には、各プログラムを実行する CPU112 によって実行される。

10

【0039】

上位 I/F 113 は、コントローラ 110 を、ネットワーク 105 を介してホスト 102 に接続するためのインターフェースである。下位 I/F 114 は、コントローラ 110 をディスク装置 120 に接続するためのインターフェースである。上位 I/F 113 及び下位 I/F 114 は、例えば SCSI アダプタ又は FC アダプタであってもよい。

【0040】

I/F 115 は、コントローラ 110 を、ネットワーク 106 を介して管理端末 103 に接続するためのインターフェースである。ネットワーク 106 が LAN である場合、I/F 115 はいわゆるネットワークインターフェースカードであってもよい。

20

【0041】

ブリッジ 116 は、メモリ 111、CPU112、上位 I/F 113、下位 I/F 114 及び I/F 115 を接続し、これらの間で行われる通信を制御する。

【0042】

図 4 は、本発明の第 1 の実施形態において実行されるバックアップの概要の説明図である。

【0043】

図 4 において、論理ボリューム 140A ~ 140N の各々は、複数の論理ボリューム 140 の一つである。図 4 に表示された LUN0 ~ LUN8 は、それぞれ、論理ボリューム 140A ~ 140I の識別子である。LUN10 ~ LUN14 は、それぞれ、論理ボリューム 140J ~ 140N の識別子である。以下の説明において、各論理ボリューム 140 は、その論理ボリューム 140 の識別子によっても表示される。例えば、論理ボリューム 140A は、LUN0 と表示される。

30

【0044】

複数の論理ボリューム 140 が、コンステンシグループ (CTG) 402 を構成してもよい。コンステンシグループ 402 とは、データの一貫性 (コンステンシ) が保証されている必要がある複数の論理ボリューム 140 の集合である。例えば、一つのアプリケーションの一つのインスタンスに関する複数の論理ボリューム 140 が一つのコンステンシグループ 402 を構成してもよいし、一つのデータベースに関する複数の論理ボリューム 140 が一つのコンステンシグループ 402 を構成してもよい。

40

【0045】

図 4 の例では、LUN0 及び LUN1 がコンステンシグループ 402A を構成する。LUN2 及び LUN3 がコンステンシグループ 402B を構成する。LUN4 及び LUN5 がコンステンシグループ 402C を構成する。LUN6、LUN7 及び LUN8 がコンステンシグループ 402D を構成する。コンステンシグループ 402A ~ 402D の各々は、複数のコンステンシグループ 402 の一つである。

【0046】

図 4 に表示された CTG0 ~ CTG3 は、それぞれ、コンステンシグループ 402A

50

～402Dの識別子である。以下の説明において、各コンシステムシグループ402は、そのコンシステムシグループ402の識別子によっても表示される。例えば、コンシステムシグループ402Aは、CTG0とも表示される。

#### 【0047】

後述するように、論理ボリューム140から取得されたバックアップデータが、テープ132に格納される。バックアップデータとは、それが取得された時点で論理ボリューム140に格納されていたデータの複製である。コントローラ110は、バックアップデータを用いて、そのバックアップデータが取得された時点の論理ボリューム140を復元することができる。

#### 【0048】

前述のように、一つのコンシステムシグループ402に属する複数の論理ボリューム140において、格納されているデータの一貫性が保証される必要がある。このため、一つのコンシステムシグループ402に属する複数の論理ボリューム140のバックアップデータは、同一のタイミングを基準にして取得する必要がある。

#### 【0049】

例えば、図4において、LUN0及びLUN1がCTG0に属する。この例において、ある時点のLUN0と、別のある時点のLUN1とが復元された場合、それらのLUN0及びLUN1に格納されたデータを使用することはできない。複数の論理ボリューム140にそれぞれ異なる時点において格納されていたデータの一貫性は保証されないためである。

10

#### 【0050】

したがって、同一の時点のLUN0及びLUN1を復元できるように、ある時点でLUN0のバックアップデータを取得するときには、その時点におけるLUN1のバックアップデータも取得する必要がある。そして、LUN0のバックアップデータを使用してLUN0を復元するときには、そのLUN0のバックアップデータと同時に取得されたLUN1のバックアップデータを使用して、LUN1も復元する必要がある。

#### 【0051】

LUN10～LUN14は、LUN0～LUN8に格納されたデータの複製を格納する論理ボリューム140である。以下の説明において、データのコピー元であるLUN0～LUN8を総称して正ボリューム(正V01)、コピー先であるLUN10～LUN14を総称して副ボリューム(副V01)とも記載する。正V01と、その正V01に格納されたデータの複製を格納する副V01との組み合わせは、コピーペアと記載される。なお、後述するように、正V01と副V01には、それぞれ、異なるディスク装置120の記憶領域が割り当てられていることが望ましい。

20

#### 【0052】

正V01がコンシステムシグループ402に属する場合、その正V01に格納されたデータの複製を格納する副V01もコンシステムシグループに属する。副V01が構成するコンシステムシグループは、図4において複製用ボリュームグループ(複製用V01G)403と記載される。図4に示す複製用ボリュームグループ403A及び403Bの各々は、複数の複製用ボリュームグループ403の一つである。

30

#### 【0053】

図4に示す複製用V01G0及び複製用V01G1は、それぞれ、複製用ボリュームグループ403A及び403Bの識別子である。以下の説明において、各複製用ボリュームグループ403は、その複製用ボリュームグループ403の識別子によっても表示される。例えば、複製用ボリュームグループ403Aは、複製用V01G0とも表示される。

40

#### 【0054】

正V01と、その正V01に格納されたデータの複製を格納する副V01とが、それぞれ、コンシステムシグループ402及び複製用ボリュームグループ403に属する場合、そのコンシステムシグループ402と複製用ボリュームグループ403との組み合わせも、コピーペアと記載される。

50

## 【0055】

各テープグループ (TG) 142 は、一つ以上のテープ 132 を含む（詳細は図5参照）。一つのテープグループ 142 は、一つのコンシステムシグループ 402 に対応する。言い換えると、一つのテープグループ 142 には、一つのコンシステムシグループ 402 に格納されていたデータの少なくとも一部が格納される。

## 【0056】

図4に示すテープグループ 142A～142R の各々は、複数のテープグループ 142 の一つである。図4に示す TG10～TG24 は、それぞれ、テープグループ 142A～142O の識別子である。TG30～TG32 は、それぞれ、テープグループ 142P～142R の識別子である。以下の説明において、各テープグループ 142 は、そのテープグループ 142 の識別子によっても表示される。例えば、テープグループ 142A は、TG10 とも表示される。10

## 【0057】

正V01 は、ホスト 102 のアプリケーションプログラム 210 によって書き込まれるデータの書き込み先として指定される。すなわち、アプリケーションプログラム 210 によって書き込まれたデータは、まず、いずれかの正V01 に格納される。正V01 に格納されたデータは、副V01 にコピーされる。その結果、副V01 には、正V01 に格納されたデータの複製が格納される。副V01 に格納されたデータは、バックアップデータとしてテープグループ 142 にコピーされる。このようなデータのバックアップ方法は、Disk to Disk to Tape バックアップ (D2D2T バックアップ) とも呼ばれる。20

## 【0058】

D2D2T バックアップによれば、正V01 は、テープグループ 142 へのバックアップデータのコピーに関与しない。このため、正V01 と副V01 のそれぞれに、異なるディスク装置 120 の記憶領域が割り当てられていれば、アプリケーションプログラム 210 による正V01 へのデータ書き込み処理の性能に影響を与えることなく、副V01 からテープグループ 142 へのデータのバックアップを実行することができる。

## 【0059】

従来の D2D2T バックアップでは、正V01 と、その正V01 に格納されたデータの複製を格納する副V01 とが 1 対 1 に対応付けられている必要があった。言い換えると、正V01 と同数の副V01 を用意する必要があった。各副V01 は、少なくとも、その副V01 に対応する正V01 と同一の容量を有する必要がある。このため、従来の D2D2T バックアップを実現するためには、正V01 の容量の少なくとも倍の容量のディスク装置 120 を用意する必要があった。30

## 【0060】

一方、本実施形態によれば、一つの副V01 が、コピーペア切り替えによって、複数の正V01 に順次対応付けられる。

## 【0061】

例えば、ある時点において、LUN10 は LUN0 とコピーペアを構成する（すなわち、LUN10 は LUN0 に対応付けられている）。この場合、LUN10 には、LUN0 に格納されたデータの複製が格納される。そして、LUN10 に格納されたデータが、いずれかのテープグループ（例えば、TG10）にコピーされる。40

## 【0062】

その後、コピーペアが切り替えられた結果、LUN10 は LUN2 とコピーペアを構成する。この場合、LUN10 には、LUN2 に格納されたデータの複製が格納される。そして、LUN10 に格納されたデータが、いずれかのテープグループ（例えば、TG15）にコピーされる。

## 【0063】

このように、本実施形態によれば、正V01 と同数の副V01 を用意する必要がないため、ストレージシステム 101 のハードウェアのコストを削減することができる。50

## 【0064】

本実施形態において、一つの副V<sub>o</sub>1、その副V<sub>o</sub>1に対応付けられる可能性がある正V<sub>o</sub>1、及び、それらの正V<sub>o</sub>1に格納されたデータをバックアップするテープ132の集合は、複製グループ(複製G)401と記載される。図4に示す複製グループ401A及び401Bの各々は、複数の複製グループ401の一つである。図4に示す複製G0及び複製G1は、それぞれ、複製グループ401A及び401Bの識別子である。以下の説明において、各複製グループ401は、その複製グループ401の識別子によっても表示される。例えば、複製グループ401Aは、複製G0とも表示される。

## 【0065】

なお、副V<sub>o</sub>1は、その副V<sub>o</sub>1に対応付けられる可能性がある複数の正V<sub>o</sub>1のうち、最も容量が大きいものと少なくとも同一の容量を有する必要がある。例えば、図4において、LUN10は、LUN0及びLUN2に対応付けられる可能性がある。仮にLUN2の容量がLUN0の容量より大きい場合、LUN10は、少なくともLUN2と同一の容量を有する必要がある。

10

## 【0066】

さらに、複製用ボリュームグループ403は、その複製用ボリュームグループ403に対応付けられる可能性がある複数のコンシステムグループ402のうち、それに含まれる論理ボリューム140の数が最も多いものと同一の数の論理ボリューム140を含む必要がある。例えば、図4において、複製用V<sub>o</sub>1G1は、CTG2及びCTG3と対応付けられる可能性がある。CTG2は、二つの論理ボリューム140を含む。一方、CTG3は、三つの論理ボリューム140を含む。この場合、複製用V<sub>o</sub>1G1は、少なくとも三つの論理ボリューム140を含む必要がある。

20

## 【0067】

上記のように、本実施形態によれば、コピーペア切り替えによって一つの副V<sub>o</sub>1が複数の正V<sub>o</sub>1に共有される。この場合、コピーペア切り替えの度に、新たにコピーペアに属することになった正V<sub>o</sub>1に格納されたデータを副V<sub>o</sub>1にコピーする必要がある。このとき、正V<sub>o</sub>1に格納された全てのデータを副V<sub>o</sub>1にコピーしてもよいが、正V<sub>o</sub>1の容量が大きくなるほど、コピーに要する時間は長くなる。このコピーに要する時間を短縮するために、ビットマップ405が使用されてもよい。

30

## 【0068】

ビットマップ405は、メモリ111内の記憶領域に格納されてもよいし、ディスク装置120内の記憶領域に格納されてもよい。図4に示すビットマップ405A～405Rの各々は、複数のビットマップ405の一つである。図4に示すBM0～BM8は、それぞれ、ビットマップ405A～405Iの識別子である。BM10～BM18は、それぞれ、ビットマップ405J～405Rの識別子である。以下の説明において、各ビットマップ405は、そのビットマップ405の識別子によっても表示される。例えば、ビットマップ405Aは、BM0とも表示される。

## 【0069】

一つの正V<sub>o</sub>1には、一つのビットマップ405が割り当てられる。図4の例では、LUN0～LUN8には、それぞれ、BM0～BM8が割り当てられる。

40

## 【0070】

一方、一つの副V<sub>o</sub>1には、複数のビットマップ405が割り当てられる場合がある。図4の例では、LUN10には、BM10及びBM12が割り当てられる。この例において、BM10は、LUN0に対応するビットマップ405であり、BM12は、LUN2に対応するビットマップ405である。同様にして、LUN11には、BM11及びBM13が割り当てられる。LUN12には、BM14及びBM16が割り当てられる。LUN13には、BM15及びBM17が割り当てられる。LUN14には、BM18が割り当てられる。

## 【0071】

各ビットマップ405は、複数のビットを含む。各ビットマップ405の各ビットは、

50

そのビットマップ405が割り当てられた論理ボリューム140の記憶領域と対応する。各ビットマップ405の各ビットの値は、そのビットに対応する記憶領域のデータが更新されたか否か、すなわち、そのビットに対応する記憶領域のデータを正V01から副V01にコピーする必要があるか否かを示している。

【0072】

具体的には、正V01に割り当てられたビットマップ405のビットの値が「ON」である場合、そのビットに対応する正V01の記憶領域のデータが更新されたが、その更新されたデータがまだ副V01にコピーされていないことを示している。一方、副V01に割り当てられたビットマップ405のビットの値が「ON」である場合、そのビットに対応する副V01の記憶領域のデータが、そのビットマップ405に対応する正V01のデータ以外のデータによって更新されたことを示す。

10

【0073】

例えば、図4において、BM0は、LUN0に割り当てられる。LUN0のデータが更新されると、そのデータが格納された領域に対応するBM0のビットが「ON」に設定される。そして、そのデータがLUN10にコピーされると、そのデータを含む領域に対応するBM0のビットが「OFF」に設定される。

【0074】

さらに、図4において、LUN10に割り当てられたBM10は、LUN0に対応する。この例において、LUN10に、LUN2に格納されたデータがコピーされた場合、そのデータが格納された領域に対応するBM10のビットが「ON」に設定される。そして、そのデータが格納された領域に、LUN0に格納されたデータが新たにコピーされた場合、そのデータが格納された領域に対応するBM10のビットが「OFF」に設定される。

20

【0075】

このように、正V01と副V01との間で同期が保証されていない領域に対応するビットマップ405のビットが「ON」に設定される。

【0076】

なお、ビットマップ405のビットの値「1」が「ON」、「0」が「OFF」に対応してもよいし、「0」が「ON」、「1」が「OFF」に対応してもよい。

30

【0077】

ビットマップ405の設定方法及び使用方法については、後で詳細に説明する（図13から図15参照）。

【0078】

本実施形態では、さらに、テープグループ142へのバックアップの際に、ビットマップ406が使用されてもよい。ビットマップ406は、メモリ111内の記憶領域に格納されてもよいし、ディスク装置120内の記憶領域に格納されてもよい。さらに、ビットマップ406は、テープグループ142へのバックアップが実行されるときに、バックアップデータに加えてテープグループ142に格納される。

【0079】

図4に示すビットマップ406A～406Iの各々は、複数のビットマップ406の一つである。図4に示すBM20～BM28は、それぞれ、ビットマップ406A～406Iの識別子である。以下の説明において、各ビットマップ406は、そのビットマップ406の識別子によっても表示される。

40

【0080】

ビットマップ406は、正V01に割り当てられたビットマップ405の複製である。ビットマップ406の設定方法及び使用方法については、後で詳細に説明する（図13から図15参照）。

【0081】

図5は、本発明の第1の実施形態のテープグループ142の説明図である。

【0082】

50

各テーブグループ142は、コンシステムシグループ402に対応する。一つのテーブグループ142に要求される記憶容量が、一つのテーブ132の記憶容量より大きい場合、一つのテーブグループ142は、複数のテーブ132を含む。図5の例では、テーブグループ142Aは、テーブ132A～132Jを含む。テーブグループ142Bは、テーブ132K～132Nを含む。

【0083】

図6は、本発明の第1の実施形態のCTG管理テーブル1171の説明図である。

【0084】

CTG管理テーブル1171は、各コンシステムシグループ402に含まれる論理ボリューム140の識別子を管理する。

10

【0085】

CTG管理テーブル1171は、CTG-ID11711及びLUN11712を含む。

【0086】

CTG-ID11711は、コンシステムシグループ402の識別子を示す。図6の例では、CTG-ID11711として「0」～「3」が格納される。これらは、それぞれ、図4に示すCTG0～CTG3に相当する。

【0087】

LUN11712は、各コンシステムシグループ402に含まれる論理ボリューム140の識別子を示す。図6の例では、CTG0に対応するLUN11712として「0」及び「1」が格納される。これらは、それぞれ、図4に示すLUN0及びLUN1に相当する。すなわち、これらは、図4に示すように、CTG0にLUN0及びLUN1が含まれることを意味する。

20

【0088】

図7は、本発明の第1の実施形態の複製用VOLG管理テーブル1172の説明図である。

【0089】

複製用VOLG管理テーブル1172は、各複製用ボリュームグループ403に含まれる論理ボリューム140の識別子を管理する。

30

【0090】

複製用VOLG管理テーブル1172は、複製用VOLG-ID11721及びLUN11722を含む。

【0091】

複製用VOLG-ID11721は、複製用ボリュームグループ403の識別子を示す。図7の例では、複製用VOLG-ID11721として「0」及び「1」が格納される。これらは、それぞれ、図4に示す複製用VOLG0及び複製用VOLG1に相当する。

【0092】

LUN11722は、各複製用ボリュームグループ403に含まれる論理ボリューム140の識別子を示す。図7の例では、複製用VOLG0に対応するLUN11722として「10」及び「11」が格納される。これらは、それぞれ、図4に示すLUN10及びLUN11に相当する。すなわち、これらは、図4に示すように、複製用VOLG0にLUN10及びLUN11が含まれることを意味する。

40

【0093】

図8は、本発明の第1の実施形態の複製グループ管理テーブル1173の説明図である。

【0094】

複製グループ管理テーブル1173は、各複製グループ401の構成要素（例えば、各複製グループ401に含まれる論理ボリューム140等）を管理する。

【0095】

複製グループ管理テーブル1173は、複製G-ID11731、複製用VOLG-I

50

D 1 1 7 3 2、C T G - I D 1 1 7 3 3、T G - I D 1 1 7 3 4、正V o 1用B M - I D 1 1 7 3 5、副V o 1用B M - I D 1 1 7 3 6及びテープコピー用B M - I D 1 1 7 3 7を含む。

#### 【0 0 9 6】

複製G - I D 1 1 7 3 1は、複製グループ4 0 1の識別子を示す。図8の例では、複製G - I D 1 1 7 3 1として「0」及び「1」が格納される。これらは、それぞれ、図4に示す複製G 0及び複製G 1に相当する。

#### 【0 0 9 7】

複製用V o 1 G - I D 1 1 7 3 2は、図7の複製用V o 1 G - I D 1 1 7 2 1と同様に、複製用ボリュームグループ4 0 3の識別子を示す。例えば、図8では、複製G 0に対応する複製用V o 1 G - I D 1 1 7 3 2として、「0」が格納されている。これは、図4に示すように、複製G 0に複製用V o 1 G 0が含まれることを示す。

10

#### 【0 0 9 8】

C T G - I D 1 1 7 3 3は、図6のC T G - I D 1 1 7 1 1と同様に、コンシステムシグループ4 0 2の識別子を示す。例えば、図8では、複製用V o 1 G 0に対応するC T G - I D 1 1 7 3 3として、「0」及び「1」が格納されている。これらは、図4に示すように、複製用V o 1 G 0がC T G 0及びC T G 1に対応すること、すなわち、複製用V o 1 Gが、データのコピー先としてC T G 0及びC T G 1に共有されることを示す。

#### 【0 0 9 9】

T G - I D 1 1 7 3 4は、テープグループ1 4 2の識別子を示す。例えば、T G - I D 1 1 7 3 4に格納されている値「1 0」は、図4のT G 1 0に相当する。例えば、図8では、C T G 0に対応するT G - I D 1 1 7 3 4として、「1 0」～「1 4」が格納されている。これらは、C T G 0に格納されたデータが、T G 1 0～T G 1 4にバックアップされることを示す。

20

#### 【0 1 0 0】

正V o 1用B M - I D 1 1 7 3 5は、正V o 1に割り当てられたビットマップ4 0 5の識別子を示す。例えば、正V o 1用B M - I D 1 1 7 3 5に格納されている値「0」は、図4に示すB M 0に相当する。例えば、図8では、C T G 0に対応する正V o 1用B M - I D 1 1 7 3 5として、「0」及び「1」が格納されている。これらは、C T G 0に含まれる正V o 1（すなわちL U N 0及びL U N 1）に、B M 0及びB M 1が割り当てられることを示す。

30

#### 【0 1 0 1】

副V o 1用B M - I D 1 1 7 3 6は、副V o 1に割り当てられたビットマップ4 0 5の識別子を示す。例えば、副V o 1用B M - I D 1 1 7 3 6に格納されている値「1 0」は、図4に示すB M 1 0に相当する。例えば、図8では、C T G 0に対応する副V o 1用B M - I D 1 1 7 3 6として、「1 0」及び「1 1」が格納されている。これらは、複製用V o 1 G 0に含まれる副V o 1（すなわちL U N 1 0及びL U N 1 1）に、C T G 0に対応するビットマップ4 0 5として、B M 1 0及びB M 1 1が割り当てられることを示す。例えば、B M 1 0は、L U N 1 0に割り当てられ、L U N 0に対応する。B M 1 1は、L U N 1 1に割り当てられ、L U N 1に対応する。

40

#### 【0 1 0 2】

テープコピー用B M - I D 1 1 7 3 7は、テープグループ1 4 2へのデータバックアップの際に使用されるビットマップ4 0 6の識別子を示す。例えば、テープコピー用B M - I D 1 1 7 3 7に格納されている値「2 0」は、図4に示すB M 2 0に相当する。例えば、図8では、C T G 0に対応するテープコピー用B M - I D 1 1 7 3 7として、「2 0」及び「2 1」が格納されている。これらは、T G 1 0～T G 1 4にデータがバックアップされる際にB M 2 0及びB M 2 1が使用されることを示す。

#### 【0 1 0 3】

図9は、本発明の第1の実施形態の状態管理テーブル1 1 7 4の説明図である。

#### 【0 1 0 4】

50

状態管理テーブル 1174 は、コンシステムシグループ 402 と複製用ボリュームグループ 403 との間に設定されているコピーペアの状態を管理する。

【0105】

状態管理テーブル 1174 は、複製 G-ID11741、複製用 V01G-ID11742、CurrentCTG-ID11743、CurrentTG-ID11744 及び状態 11745 を含む。

【0106】

複製 G-ID11741 は、図 8 の複製 G-ID11731 と同様に、複製グループ 401 の識別子を示す。

【0107】

複製用 V01G-ID11742 は、図 8 の複製用 V01G-ID11732 と同様に、複製用ボリュームグループ 403 の識別子を示す。

【0108】

CurrentCTG-ID11743 は、カレントコンシステムシグループの識別子、すなわち、現在複製用ボリュームグループ 403 とコピーペアを構成しているコンシステムシグループ 402 の識別子を示す。例えば、図 9 では、複製用 V01G0 に対応する CurrentCTG-ID11743 として「0」が、複製用 V01G1 に対応する CurrentCTG-ID11743 として「3」が格納されている。これらは、現在、CTG0 と複製用 V01G0 とがコピーペアを構成し、CTG3 と複製用 V01G1 とがコピーペアを構成していることを示す。

【0109】

CurrentTG-ID11744 は、現在実行されているバックアップ（すなわち複製用ボリュームグループ 403 からテープグループ 142 へのデータのコピー）のコピー先として設定されているテープグループ 142 の識別子を示す。現在バックアップが実行されていない場合、CurrentTG-ID11744 には、バックアップが実行されていないことを示す値が格納されてもよいし、有効な値が格納されなくてもよい。

【0110】

例えば、図 9 では、CTG0 及び複製用 V01G0 に対応する CurrentTG-ID11744 として有効な値が格納されておらず、CTG3 及び複製用 V01G1 に対応する CurrentTG-ID11744 として「30」が格納されている。これらは、現在、複製用 V01G0 からテープグループ 142 へのコピーが実行されておらず、複製用 V01G1 から TG30 へのコピーが実行されていることを示す。

【0111】

状態 11745 は、コピーペアの状態を示す。具体的には、状態 11745 には、「ペア (PAIR)」、「静止化 (SUSPEND)」、「同期中 (COPY)」及び「テープコピー中 (TAPE COPY)」のいずれかが格納される。

【0112】

状態「ペア」は、コピーペアの正 V01 にデータが書き込まれると、その書き込まれたデータの複製を副 V01 に転送し、副 V01 に書き込む処理が実行される状態を示す。その結果、正 V01 に対して行われた更新が、副 V01 にも反映される。例えば、正 V01 にデータが書き込まれ、そのデータの複製が副 V01 に書き込まれた後に、正 V01 への書き込み処理の完了通知がホスト 102 に送信されてもよい。

【0113】

状態「静止化」は、コピーペアの正 V01 にデータが書き込まれても、その書き込まれたデータの複製が副 V01 に転送されない状態を示す。このため、コピーペアの状態が「静止化」である間、正 V01 に対して行われたデータの更新は、副 V01 に反映されない。

【0114】

状態「同期中」は、コピーペアの状態を「静止化」から「ペア」に変更するときに発生する過渡的な状態を示す。具体的には、状態が「同期中」であるコピーペアにおいて、正

10

20

30

40

50

V o l に格納された全てのデータが副 V o l にコピーされてもよい。

【 0 1 1 5 】

あるいは、コピーペアの状態が「静止化」であった間に正 V o l 又は副 V o l において更新された領域のデータのみが、正 V o l から副 V o l にコピーされてもよい。具体的には、正 V o l に割り当てられたビットマップ 4 0 5 及び副 V o l に割り当てられたビットマップ 4 0 5 のうち少なくとも一方で「ON」に設定されているビットに対応する領域のデータのみが、正 V o l から副 V o l にコピーされてもよい。副 V o l に格納されたデータが正 V o l に格納されたデータと一致した時点で、コピーペアの状態は「同期中」から「ペア」に遷移する。

【 0 1 1 6 】

状態「テープコピー中」は、複製用ボリュームグループ 4 0 3 に格納されたデータのテープグループ 1 4 2 へのコピーが実行されている状態を示す。状態が「テープコピー中」であるコピーペアでは、「静止化」の場合と同様、正 V o l から副 V o l へのデータコピーが実行されない。

【 0 1 1 7 】

例えば、図 9 では、CTG 0 及び複製用 V o l G 0 に対応する状態 1 1 7 4 5 として「ペア」が格納されている。これは、現在 CTG 0 へのデータの書き込みが実行されると、その書き込まれたデータの複製が複製用 V o l G 0 にも書き込まれることを示す。一方、CTG 3 及び複製用 V o l G 1 に対応する状態 1 1 7 4 5 として「テープコピー中」が格納されている。これは、現在、複製用 V o l G 1 からテープグループ 1 4 2 (図 9 の例では TG 3 0 ) へのコピーが実行されていることを示す。

【 0 1 1 8 】

図 1 0 は、本発明の第 1 の実施形態のディスク管理テーブル 1 1 8 1 の説明図である。

【 0 1 1 9 】

ディスク管理テーブル 1 1 8 1 は、ディスク装置 1 2 0 の記憶領域を管理するために必要な情報を保持する。

【 0 1 2 0 】

ディスク管理テーブル 1 1 8 1 は、論理ボリューム ID 1 1 8 1 1 、内部 LUN 1 1 8 1 2 、LU サイズ 1 1 8 1 3 及び物理ディスクアドレス 1 1 8 1 4 を含む。

【 0 1 2 1 】

論理ボリューム ID 1 1 8 1 1 は、論理ボリューム 1 4 0 の識別子を示す。例えば、図 1 0 では、論理ボリューム ID 1 1 8 1 1 として「0」及び「1」が格納されている。これらは、それぞれ、図 3 及び図 4 に示す LUN 0 及び LUN 1 に相当する。

【 0 1 2 2 】

内部 LUN 1 1 8 1 2 は、論理ボリューム 1 4 0 に対応付けられた内部 LU 1 4 1 の識別子を示す。例えば、図 1 0 では、LUN 0 及び LUN 1 に対応する内部 LUN 1 1 8 1 2 として「0 0」及び「0 1」が格納されている。これらは、それぞれ、図 3 に示す LU N 0 0 及び LU N 0 1 に相当する。

【 0 1 2 3 】

LU サイズ 1 1 8 1 3 は、各内部 LU 1 4 1 に割り当てられている記憶領域のサイズ、すなわち、その記憶領域に格納できるデータの容量を示す。例えば、図 1 0 では、LUN 0 0 及び LUN 0 1 に対応する LU サイズ 1 1 8 1 3 として、それぞれ、「1 テラバイト (TB)」及び「500 ギガバイト (GB)」が格納されている。これらは、LUN 0 0 及び LUN 0 1 としてそれぞれ 1 TB 及び 500 GB の記憶領域が割り当てられていることを示す。

【 0 1 2 4 】

物理ディスクアドレス 1 1 8 1 4 は、各内部 LU 1 4 1 に割り当てられているディスク装置 1 2 0 内の記憶領域のアドレスを示す。例えば、図 1 0 では、LUN 0 0 に対応する物理ディスクアドレス 1 1 8 1 4 として、「A : 0 - 2 0 0 0 、 B : 0 - 2 0 0 0 、 · · · 、 N : 0 - 2 0 0 0 」が格納されている。これは、少なくとも、ディスク装置 1 2 0 A

10

20

30

40

50

のアドレス 0 からアドレス 2 0 0 0 までの記憶領域、ディスク装置 1 2 0 B のアドレス 0 からアドレス 2 0 0 0 までの記憶領域、及び、ディスク装置 1 2 0 N のアドレス 0 からアドレス 2 0 0 0 までの記憶領域が、L U N 0 0 として割り当てられていることを示す。

【 0 1 2 5 】

なお、図 1 0 では省略されているが、ディスク管理テーブル 1 1 8 1 は、さらに、図 4 に示す L U N 2 ~ L U N 1 4 に対応する論理ボリューム I D 1 1 8 1 1 、内部 L U N 1 1 8 1 2 、 L U サイズ 1 1 8 1 3 及び物理ディスクアドレス 1 1 8 1 4 を格納してもよい。

【 0 1 2 6 】

図 1 1 は、本発明の第 1 の実施形態のテープ管理テーブル 1 1 9 1 の説明図である。

【 0 1 2 7 】

テープ管理テーブル 1 1 9 1 は、テープグループ 1 4 2 を管理するために必要な情報を保持する。

【 0 1 2 8 】

テープ管理テーブル 1 1 9 1 は、 T G - I D 1 1 9 1 1 、 T a p e - I D 1 1 9 1 2 及び K e y w o r d 1 1 9 1 3 を含む。

【 0 1 2 9 】

T G - I D 1 1 9 1 1 は、テープグループ 1 4 2 の識別子を示す。例えば、図 1 1 では、 T G - I D 1 1 9 1 1 として「 1 0 」、「 1 1 」及び「 1 2 」が格納されている。これらは、それぞれ、図 4 に示す T G 1 0 ~ T G 1 2 に相当する。

【 0 1 3 0 】

T a p e - I D 1 1 9 1 2 は、各テープグループ 1 4 2 に含まれるテープ 1 3 2 の識別子である。例えば、図 1 1 では、 T G 1 0 に対応する T a p e - I D 1 1 9 1 2 として、「 1 0 0 0 、 1 0 0 1 、 1 0 0 2 」が格納されている。これは、 T G 1 0 が、識別子「 1 0 0 0 」、「 1 0 0 1 」及び「 1 0 0 2 」によって識別される三つのテープ 1 3 2 を含むことを示す。

【 0 1 3 1 】

K e y w o r d 1 1 9 1 3 は、ユーザがテープグループ 1 4 2 を検索するときに使用されるキーワードを示す。ユーザは、データをテープグループ 1 4 2 にバックアップするときに、任意のキーワードを指定することができる。例えば、ユーザは、バックアップ元であるコンシステムシグループ 4 0 2 の識別子、及び、バックアップが実行された日時等をキーワードとして指定してもよい。このようにして指定されたキーワードが、 K e y w o r d 1 1 9 1 3 として格納される。図 1 1 の例では、 T G 1 0 に対応する K e y w o r d 1 1 9 1 3 として、「 A B C D E 」が格納されている。

【 0 1 3 2 】

ユーザは、コンシステムシグループ 4 0 2 を復元（リストア）するために、テープグループ 1 4 2 に格納されたデータを論理ボリューム 1 4 0 にコピーすることができる。このコピーを実行するときに、ユーザは、コピー元のテープグループ 1 4 2 を、 K e y w o r d 1 1 9 1 3 に格納されたキーワードによって指定することができる（図 1 6 参照）。

【 0 1 3 3 】

なお、図 1 1 では省略されているが、テープ管理テーブル 1 1 9 1 は、さらに、図 4 に示す T G 1 3 ~ T G 3 2 に対応する T G - I D 1 1 9 1 1 、 T a p e - I D 1 1 9 1 2 及び K e y w o r d 1 1 9 1 3 を格納してもよい。

【 0 1 3 4 】

次に、本実施形態において実行される処理について、フローチャートを参照して説明する。

【 0 1 3 5 】

以下の説明は、複数の論理ボリューム 1 4 0 がコンシステムシグループ 4 0 2 を構成する場合についてのものである。しかし、本発明は、コンシステムシグループ 4 0 2 が構成されない場合にも適用することができる。その場合にも、一つの論理ボリューム 1 4 0 が一つのコンシステムシグループ 4 0 2 を構成すると仮定することによって、以下の説明を

10

20

30

40

50

適用することができる。その場合、論理ボリューム 140 の識別子がコンステンシグループ 402 の識別子として使用されてもよい。

【0136】

図 12 は、本発明の第 1 の実施形態において実行される複製用ボリュームグループ作成処理 1200 のフロー チャートである。

【0137】

図 12 に示す処理は、複数のコンステンシグループ 402 に対応付けられる複製用ボリュームグループ 403 を作成するために実行される。

【0138】

複製用ボリュームグループ作成処理 1200 が開始されると、管理者は、グループ化される複数のコンステンシグループ 402 の識別子を管理プログラム 310 に入力する(ステップ 1201)。ここで、グループ化される複数のコンステンシグループ 402 とは、一つの複製用ボリュームグループ 403 へのデータのコピー元となる複数のコンステンシグループ 402 を意味する。例えば、ステップ 1201 において、図 4 に示す複製用 V o l G 0 を作成するために、CTG0 及び CTG1 が入力されてもよい。

【0139】

次に、管理プログラム 310 は、ステップ 1201 において入力された識別子をコントローラ 110 に送信する(ステップ 1202)。

【0140】

次に、コントローラ 110 のコピー制御プログラム 117 は、ディスク管理テーブル 1181 を参照して、ステップ 1201 において入力された識別子によって識別される複数のコンステンシグループ 402 の最大論理ボリューム数及び最大論理ボリュームサイズを算出する(ステップ 1203)。

【0141】

次に、ディスク制御プログラム 118 は、ステップ 1203 において算出された最大論理ボリューム数及び最大論理ボリュームサイズに基づいて、ストレージシステム 101 内の空きディスク容量から、複製用ボリュームグループ 403 を作成するために必要な論理ボリューム 140 を作成する。または、ストレージシステム 101 内に未割り当ての内部 LU 141(即ち論理ボリューム 140 に対応付けられていない内部 LU 141) が存在する場合は、未割り当ての内部 LU 141 から要件に該当する内部 LU(必要容量と同一サイズまたはそれより大きなサイズの内部 LU) を選択して、当該内部 LU を論理ボリュームとして用いてもよい(ステップ 1204)。

【0142】

例えば、図 4 の複製 G 1 に示すように、2 個の論理ボリューム 140 を含む CTG2 及び 3 個の論理ボリューム 140 を含む CTG3 がグループ化される場合、それらのうち最大の論理ボリューム数である「3」が最大論理ボリューム数として算出される(ステップ 1203)。この場合、3 個の論理ボリューム 140(すなわち LUN12 ~ LUN14) が、複製用 V o l G 1 のために作成される(ステップ 1204)。

【0143】

さらに、この場合において、LUN4 及び LUN6 のうち大きい方のサイズ、LUN5 及び LUN7 のうち大きい方のサイズ、及び、LUN8 のサイズが、最大論理ボリュームサイズとして算出される(ステップ 1203)。そして、算出されたそれらのサイズ(又はそれより大きいサイズ)が、それぞれ、LUN12 ~ LUN14 のサイズとして設定される(ステップ 1204)。例えば、LUN6 より LUN4 のサイズが大きく、LUN7 より LUN5 のサイズが大きい場合、LUN12 には少なくとも LUN4 と同一の容量の記憶領域が、LUN13 には少なくとも LUN5 と同一の容量の記憶領域が、LUN14 には少なくとも LUN8 と同一の容量の記憶領域が割り当てられる。

【0144】

次に、コピー制御プログラム 117 は、作成された論理ボリューム 140 の識別子及び作成された複製用ボリュームグループ 403 に関する情報を、複製用 V o l G 管理テーブ

10

20

30

40

50

ル 1 1 7 2 及び複製グループ管理テーブル 1 1 7 3 に登録する（ステップ 1 2 0 5）。さらに、ステップ 1 2 0 5 において、ディスク制御プログラム 1 1 8 は、作成または選択された論理ボリューム 1 4 0 の識別子、サイズ及びアドレスを、ディスク管理テーブル 1 1 8 1 に登録する。

【 0 1 4 5 】

以上で、複製用ボリュームグループ作成処理 1 2 0 0 が終了する。

【 0 1 4 6 】

図 1 3 は、本発明の第 1 の実施形態において実行されるフルバックアップ取得処理 1 3 0 0 のフローチャートである。

【 0 1 4 7 】

フルバックアップ取得処理 1 3 0 0 は、コンシステムシングループ 4 0 2 に格納されている全データの複製をテーブグループ 1 4 2 に格納する処理である。コンシステムシングループ 4 0 2 に格納されているデータは、図 4 において説明したように、複製用ボリュームグループ 4 0 3 を経由してテーブグループ 1 4 2 にコピーされる。

【 0 1 4 8 】

指示プログラム 2 2 0 がバックアップ指示を発行したときに、フルバックアップ取得処理 1 3 0 0 が開始される（ステップ 1 3 0 1）。このバックアップ指示は、バックアップ対象のコンシステムシングループ 4 0 2、そのコンシステムシングループ 4 0 2 を含む複製グループ 4 0 1、及び、キーワードを指定する情報を含む。バックアップ対象のコンシステムシングループ 4 0 2 とは、そのバックアップによってコピーされるデータのコピー元のコンシステムシングループ 4 0 2 である。

【 0 1 4 9 】

バックアップ対象のコンシステムシングループ 4 0 2、及び、そのコンシステムシングループ 4 0 2 を含む複製グループ 4 0 1 は、それらの識別子によって指定される。一つのコンシステムシングループ 4 0 2 のみがバックアップ対象として指定されてもよいし、複数のコンシステムシングループ 4 0 2 がバックアップ対象として指定されてもよい。バックアップ指示によって指定される情報は、指示プログラム 2 2 0 を使用するユーザによって入力されてもよい。

【 0 1 5 0 】

バックアップ指示を受信したコピー制御プログラム 1 1 7 は、状態管理テーブル 1 1 7 4 を参照する（ステップ 1 3 0 2）。

【 0 1 5 1 】

次に、コピー制御プログラム 1 1 7 は、バックアップ対象として指定された一つ又は複数のコンシステムシングループ 4 0 2 の中に、カレントコンシステムシングループ（Current C T G）が含まれるか否かを判定する（ステップ 1 3 0 3）。具体的には、コピー制御プログラム 1 1 7 は、バックアップ対象として指定された一つ又は複数のコンシステムシングループ 4 0 2 の識別子のうち一つが、状態管理テーブル 1 1 7 4 の Current C T G - I D 1 1 7 4 3 に登録されている場合、ステップ 1 3 0 3 において「含まれる（すなわち Y E S）」と判定する。

【 0 1 5 2 】

ステップ 1 3 0 3 において「 Y E S 」と判定された場合、コピー制御プログラム 1 1 7 は、その時点のカレントコンシステムシングループを選択する（ステップ 1 3 0 4）。

【 0 1 5 3 】

一方、ステップ 1 3 0 3 において「 N O 」と判定された場合、コピー制御プログラム 1 1 7 は、未処理のコンシステムシングループ 4 0 2 のうち一つを選択して、その選択されたコンシステムシングループがカレントコンシステムシングループとなるようにペアを切り替える。このとき、同期処理のデータ量をなるべく少なくするため、未処理のコンシステムシングループのうち総容量の小さいコンシステムシングループから選択するようにしてもよい（ステップ 1 3 0 5）。未処理のコンシステムシングループとは、バックアップ対象として指定された一つ以上のコンシステムシングループ 4 0 2 のうち、格納されているデータが今回

10

20

30

40

50

のフルバックアップ取得処理によってまだテープグループにコピーされていないものを意味する。

【0154】

具体的には、ステップ1305において、選択された未処理のコンシステムシグループの識別子を、新たに状態管理テーブル1174のCurrentCTG-ID11743に登録する。ステップ1305の結果、選択された未処理のコンシステムシグループ402は、複製用ボリュームグループ403とコピーペアを構成する。

【0155】

ステップ1304又はステップ1305が実行された後、処理はステップ1306に進む。

10

【0156】

ステップ1306において、コピー制御プログラム117は、ステップ1304又はステップ1305において選択されたコンシステムシグループ402の差分管理を停止する。以後、ホスト102から選択されたコンシステムシグループ402への書き込み要求があった場合、ビットマップ405は更新されない。そして、書き込みを要求されたデータは選択されたコンシステムシグループ402に格納され、さらに、そのデータの複製が複製用ボリュームグループ403にも格納される。

【0157】

次に、コピー制御プログラム117は、正V01用ビットマップを副V01用ビットマップにマージする(ステップ1307)。図13～図15の説明において、正V01用ビットマップとは、選択されたコンシステムシグループ402に割り当てられたビットマップ405を意味する。図13～図15の説明において、副V01用ビットマップとは、複製用ボリュームグループ403に割り当てられたビットマップ405のうち、選択されたコンシステムシグループ402に対応するビットマップ405を意味する。

20

【0158】

具体的には、コピー制御プログラム117は、ステップ1307において、副V01用ビットマップの各ビットを、正V01用ビットマップの対応するビットと比較し、それらのビットのうち少なくとも一方が「ON」である場合、副V01用ビットマップのビットを「ON」にする。さらに、コピー制御プログラム117は、ステップ1307において、マージが終了すると正V01用ビットマップの全ビットをクリアする(すなわち、全ビットを「OFF」にする)。

30

【0159】

次に、コピー制御プログラム117は、同期処理1500を実行する(ステップ1308)。同期処理1500については、後で詳細に説明する(図15参照)。同期処理1500の結果、複製用ボリュームグループ403には、選択されたコンシステムシグループ402に格納されているものと同一のデータが格納される。

【0160】

次に、コピー制御プログラム117は、複製用ボリュームグループ403に格納されている全データを、バックアップデータとしてテープグループ142にコピーする(ステップ1309)。具体的には、コピー制御プログラム117は、複製用ボリュームグループ403に格納されている全データを順次読み出し、読み出されたデータの複製を順次テープグループ142に格納する。

40

【0161】

次に、テープ制御プログラム119は、テープ管理テーブル1191のKeyword11913に、ステップ1301において指定されたキーワードを登録する(ステップ1310)。

【0162】

次に、コピー制御プログラム117は、ステップ1301において指定された全てのコンシステムシグループ402の処理が完了したか否か、すなわち、指定された全てのコンシステムシグループ402に格納されたデータがテープグループ142にコピーされたか

50

否かを判定する（ステップ1311）。

【0163】

ステップ1311において、指定された全てのコンシステムシグループ402の処理が完了していないと判定された場合、残りのコンシステムシグループ402に対する処理を実行するために、処理はステップ1305に戻る。

【0164】

一方、ステップ1311において、指定された全てのコンシステムシグループ402の処理が完了したと判定された場合、フルバックアップ取得処理1300が終了する。

【0165】

図14は、本発明の第1の実施形態において実行される差分バックアップ取得処理1400のフローチャートである。

【0166】

差分バックアップ取得処理1400は、コンシステムシグループ402に格納されているデータのうち、前回バックアップが実行された後で更新されたデータ（すなわち差分データ）の複製のみをテープグループ142に格納する処理である。差分バックアップ取得処理1400の手順のうち、フルバックアップ取得処理1300の手順と同様のものについては、説明を省略する。

【0167】

差分バックアップ取得処理1400のうち、ステップ1401からステップ1406までは、それぞれ、図13のステップ1301からステップ1306までと同様である。

【0168】

コピー制御プログラム117は、ステップ1406の次に、正V01用ビットマップの内容をテープコピー用ビットマップにコピーする（ステップ1407）。図14の説明において、テープコピー用ビットマップとは、バックアップデータのコピー先のテープグループ142に割り当てられたビットマップ406を意味する。ステップ1407の結果、テープコピー用ビットマップの「ON」ビットに対応するコピー元のコンシステムシグループ402の記憶領域のデータは、前回バックアップが実行された後で更新されている。

【0169】

続いて実行されるステップ1408及びステップ1409は、それぞれ、図13のステップ1307及びステップ1308と同様である。

【0170】

次に、コピー制御プログラム117は、ステップ1407においてコピーされたテープコピー用ビットマップに基づいて、複製用ボリュームグループ403に格納されているデータをテープグループ142にコピーする（ステップ1410）。具体的には、コピー制御プログラム117は、テープコピー用ビットマップの「ON」に設定されているビットに対応する複製用ボリュームグループ403の記憶領域のデータを順次読み出し、読み出されたデータの複製をバックアップデータとしてテープグループ142に格納する。さらに、コピー制御プログラム117は、このとき参照されたテープコピー用ビットマップも、バックアップデータと同じテープグループ142にコピーする。

【0171】

続いて実行されるステップ1411及びステップ1412は、それぞれ、図13のステップ1310及びステップ1311と同様である。

【0172】

コンシステムシグループ402に格納されたデータをバックアップするために、フルバックアップ取得処理1300又は差分バックアップ取得処理1400のどちらが実行されてもよい。ただし、最初の世代のバックアップデータは、フルバックアップ取得処理1300によって取得する必要がある。

【0173】

差分バックアップ取得処理1400によれば、差分データのみがバックアップされるため、使用されるテープ132を節約することができる。しかし、差分データを用いてコン

10

20

30

40

50

システムシングループ 402 のデータを復元するためには、複数の世代のバックアップデータをマージする必要がある。このため、差分データを用いた復元に要する時間は、フルバックアップデータを用いた復元に要する時間と比較して長くなる。

【0174】

図 15 は、本発明の第 1 の実施形態において実行される同期処理 1500 のフローチャートである。

【0175】

同期処理 1500 は、図 13 のステップ 1308 及び図 14 のステップ 1409 において実行される。

【0176】

同期処理 1500 が開始されると、コピー制御プログラム 117 は、マージされた副 V<sub>0</sub>1 用ビットマップに基づいて、選択されたコンシステムシングループ 402 に格納されているデータを複製用ボリュームグループ 403 にコピーする（ステップ 1501）。具体的には、コピー制御プログラム 117 は、マージされた副 V<sub>0</sub>1 用ビットマップを参照し、「ON」に設定されているビットに対応する記憶領域に格納されたデータをコンシステムシングループ 402 から読み出し、読み出されたデータの複製を複製用ボリュームグループ 403 に格納する。

10

【0177】

次に、コピー制御プログラム 117 は、ステップ 1501 においてコピーが終了した記憶領域に対応する副 V<sub>0</sub>1 用ビットマップのビットを「OFF」にする（ステップ 1502）。さらに、ステップ 1502 においてコピー制御プログラム 117 は、コピー先の複製用ボリュームグループ 403 に割り当てられたビットマップ 405 のうち、現在選択されているコンシステムシングループ 402 以外のコンシステムシングループ 402 に対応するビットマップ 405 において、ステップ 1501 のコピーが終了した記憶領域に対応するビットを「ON」にする。

20

【0178】

なお、本実施形態では、図 13 のステップ 1307 又は図 14 のステップ 1408 において、正 V<sub>0</sub>1 用ビットマップが副 V<sub>0</sub>1 用ビットマップにマージされている。しかし、これらのステップにおいてビットマップ 405 をマージする代わりに、ステップ 1501 において正 V<sub>0</sub>1 用ビットマップ及び副 V<sub>0</sub>1 用ビットマップの両方が参照されてもよい。いずれの場合であっても、結局、正 V<sub>0</sub>1 用ビットマップ及び副 V<sub>0</sub>1 用ビットマップの少なくとも一方で「ON」に設定されているビットに対応するコンシステムシングループ 402 の記憶領域に格納されたデータがコピーされる（ステップ 1501）。そして、コピーが終了した記憶領域に対応する正 V<sub>0</sub>1 用ビットマップ及び副 V<sub>0</sub>1 用ビットマップのビットが「OFF」に設定される（ステップ 1502）。

30

【0179】

次に、コピー制御プログラム 117 は、まだ同期していないデータがあるか否か、すなわち、マージされた副 V<sub>0</sub>1 用ビットマップがまだ「ON」ビットを含んでいるか否かを判定する（ステップ 1503）。

【0180】

40

マージされた副 V<sub>0</sub>1 用ビットマップがまだ「ON」ビットを含んでいると判定された場合、まだ同期していないデータが存在する。すなわち、複製用ボリュームグループ 403 に格納されているデータは、まだ選択されたコンシステムシングループ 402 に格納されているデータと一致していない。この場合、処理はステップ 1501 に戻り、ステップ 1501 以降の処理が繰り返し実行される。

【0181】

一方、マージされた副 V<sub>0</sub>1 用ビットマップが「ON」ビットを含んでいないと判定された場合、複製用ボリュームグループ 403 に格納されているデータは、選択されたコンシステムシングループ 402 に格納されているデータと一致した。この場合、コピー制御プログラム 117 は、選択されたコンシステムシングループ 402 及び複製用ボリュームグル

50

ープ403からなるコピーペアの状態を「静止化」に変更し、差分管理を再開する（ステップ1504）。以後、ホスト102から選択されたコンシステムシングループ402への書き込み要求があった場合、コントローラ110は、書き込みを要求されたデータを、選択されたコンシステムシングループ402のみに格納する。さらに、コントローラ110は、書き込みを要求されたデータが格納された領域に対応する正V01用ビットマップのビットを「ON」に設定する。

#### 【0182】

以上で同期処理1500が終了する。

#### 【0183】

図16は、本発明の第1の実施形態において実行されるテープからのリストア処理1600のフローチャートである。 10

#### 【0184】

テープからのリストア処理1600は、テープグループ142に格納されたバックアップデータを使用して、コンシステムシングループ402を復元（リストア）する処理である。

#### 【0185】

指示プログラム220がリストア指示を発行すると（ステップ1601）、テープからのリストア処理1600が開始される。リストア指示には、これから復元しようとするコンシステムシングループ402の識別子及びキーワードを指定する情報が含まれる。例えば、ユーザがこれらの識別子及びキーワードを指定して、リストア指示の発行を指示プログラムに実行させることができる。このとき、ユーザは、これから復元しようとする複数のコンシステムシングループ402の識別子と、それに対応するキーワードとを指定することもできる。 20

#### 【0186】

リストア指示を受信したコントローラ110のテープ制御プログラム119は、テープ管理テーブル1191を参照して、指定されたキーワードに対応するテープグループ142及びテープ132を特定する（ステップ1602）。

#### 【0187】

次に、テープライブラリ装置130は、特定されたテープ132をテープドライブ131に装着する（ステップ1603）。 30

#### 【0188】

次に、コピー制御プログラム117は、複製グループ管理テーブル1173を参照して、特定されたテープ132に格納されているデータを、指定されたコンシステムシングループ402の論理ボリューム140にコピーする（ステップ1604）。このとき、コピー制御プログラム117は、特定されたテープ132に格納されているデータを、そのデータがかつて格納されていた論理ボリューム140以外の論理ボリューム140にコピーしてもよい。

#### 【0189】

次に、コピー制御プログラム117は、特定されたテープグループ142が次のテープ132を含むか否か、言い換えると、特定されたテープグループ142が、まだステップ1604におけるコピーが実行されていないテープ132を含むか否かを判定する（ステップ1605）。 40

#### 【0190】

特定されたテープグループ142が次のテープ132を含むと判定された場合、次のテープ132のデータをコピーするために、処理はステップ1603に戻る。

#### 【0191】

一方、特定されたテープグループ142が次のテープ132を含まないと判定された場合、特定されたテープグループ142の全てのデータがコンシステムシングループ402にコピーされた。この場合、コピー制御プログラム117は、指定された全てのコンシステムシングループ402の復元が完了したか否かを判定する（ステップ1606）。 50

## 【0192】

指定された全てのコンステンシグループ402の復元が完了していないと判定された場合、残りのコンステンシグループ402の復元を実行するために、処理はステップ1602に戻る。

## 【0193】

一方、指定された全てのコンステンシグループ402の復元が完了したと判定された場合、テープからのリストア処理1600が終了する。

## 【0194】

以上、本発明の第1の実施形態によれば、複数の正V01が、データのコピー先として一つの副V01を共有する。その結果、副V01に割り当てられる記憶領域を節約することができる。このため、アプリケーションの処理性能に影響を与えないD2D2Tバックアップを、低コストで実現することができる。

## 【0195】

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。

## 【0196】

図17は、本発明の第2の実施形態の計算機システムの構成を示すブロック図である。

## 【0197】

本実施形態の計算機システムは、ストレージシステム101A、ストレージシステム101B、ホスト102、管理端末103A及び管理端末103Bを備える。

## 【0198】

ストレージシステム101A及び101Bは、第1の実施形態のストレージシステム101(図1及び図2参照)と同様であるため、詳細な説明を省略する。すなわち、コントローラ110A及び110Bは、コントローラ110に相当する。コピー制御プログラム117A及び117Bは、コピー制御プログラム117に相当する。ディスク制御プログラム118A及び118Bは、ディスク制御プログラム118に相当する。テープ制御プログラム119A及び119Bは、テープ制御プログラム119に相当する。ディスク装置120A～120Dは、図1に示すディスク装置120A等に相当する。テープライブラリ装置130A及び130Bは、テープライブラリ装置130に相当する。テープドライブA131A及びテープドライブC131Cは、図1に示すテープドライブA131A等に相当する。テープA132A及びテープC132Cは、図1に示すテープA132A等に相当する。

10

20

30

## 【0199】

ストレージシステム101A及び101Bは、第1の実施形態と同様、ネットワーク105を介してホスト102と接続される。

## 【0200】

ホスト102は、第1の実施形態のホスト102と同様であるため、説明を省略する。

## 【0201】

管理端末103A及び管理端末103Bは、第1の実施形態の管理端末103と同様であるため、詳細な説明を省略する。管理プログラム310A及び310Bは、管理プログラム310に相当する。ただし、本実施形態の管理端末103Aは、ネットワーク104Aを介してホスト102及びストレージシステム101Aと接続される。一方、管理端末103Bは、ネットワーク104Bを介してストレージシステム101Bと接続される。

40

## 【0202】

ネットワーク104A及び104Bは、第1の実施形態のネットワーク104と同様である。

## 【0203】

図17に示すように、複数のストレージシステム101を含む計算機システムにも、第1の実施形態と同様の処理を適用することができる。

## 【0204】

例えば、図4におけるLUN0～LUN8がストレージシステム101Aのディスク装

50

置 1 2 0 A 等に作成され、LUN 10 ~ LUN 14 がストレージシステム 101 B のディスク装置 120 C 等に作成され、TG 10 ~ TG 32 がストレージシステム 101 B のテーブライブラリ装置 130 B 内に作成されてもよい。この場合、正 V01 から副 V01 にコピーされるデータは、ネットワーク 105 を介してストレージシステム 101 A からストレージシステム 101 B に転送される。

【0205】

この場合、BM 0 ~ BM 8 は、ストレージシステム 101 A によって保持され、コントローラ 110 A によって更新される。BM 10 ~ BM 18 及び BM 20 ~ 28 は、ストレージシステム 101 B によって保持され、コントローラ 110 B によって更新される。

【0206】

この場合、コントローラ 110 A とコントローラ 110 B は、図 6 ~ 図 11 に示すテーブルを保持する。なお、コントローラ 110 A は、図 6 ~ 図 11 のうち、図 11 のテーブ管理テーブルを保持していなくてもよい。そして、図 12 ~ 図 16 に示す処理のうち、第 1 の実施形態でコピー制御プログラム 117 が実行する処理は、コピー制御プログラム 117 A とコピー制御プログラム 117 B とが協同で実行する。第 1 の実施形態においてディスク制御プログラム 118 が実行する処理は、ディスク制御プログラム 118 A とディスク制御プログラム 118 B が協同で実行する。第 1 の実施形態においてテーブ制御プログラム 119 が実行する処理は、テーブ制御プログラム 119 B が実行する。

【0207】

コピー制御プログラム 117 A とコピー制御プログラム 117 B との間、ディスク制御プログラム 118 A とディスク制御プログラム 118 B の間では、協同して処理を実行するため、適宜ネットワーク 109 を介した通信によって、処理に必要な情報がやりとりされる。この情報のやりとりは、管理端末 103 を介して行われてもよい。

【0208】

なお、第 2 の実施形態においては、論理ボリュームを識別するための識別情報として、第 1 の実施形態において用いられた LUN に加え、各ストレージシステム 101 の識別情報が用いられてもよい。

【0209】

以上、本発明の第 2 の実施形態によれば、正 V01 と副 V01 が異なるストレージシステム 101 に含まれる場合にも、本発明を適用することによって、副 V01 に割り当てられる記憶領域を節約することができる。このため、アプリケーションの処理性能に影響を与えない D2D2T バックアップを、低コストで実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0210】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態の計算機システムの構成を示すブロック図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施形態のコントローラの構成を示すブロック図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施形態のディスク装置が提供する記憶領域の説明図である。

【図 4】本発明の第 1 の実施形態において実行されるバックアップの概要の説明図である。

【図 5】本発明の第 1 の実施形態のテーブグループの説明図である。

【図 6】本発明の第 1 の実施形態の CTG 管理テーブルの説明図である。

【図 7】本発明の第 1 の実施形態の複製用 V01G 管理テーブルの説明図である。

【図 8】本発明の第 1 の実施形態の複製グループ管理テーブルの説明図である。

【図 9】本発明の第 1 の実施形態の状態管理テーブルの説明図である。

【図 10】本発明の第 1 の実施形態のディスク管理テーブルの説明図である。

【図 11】本発明の第 1 の実施形態のテーブ管理テーブルの説明図である。

【図 12】本発明の第 1 の実施形態において実行される複製用ボリュームグループ作成処理のフローチャートである。

【図 13】本発明の第 1 の実施形態において実行されるフルバックアップ取得処理のフローチャートである。

10

20

30

40

50

【図14】本発明の第1の実施形態において実行される差分バックアップ取得処理のフローチャートである。

【図15】本発明の第1の実施形態において実行される同期処理のフローチャートである。

【図16】本発明の第1の実施形態において実行されるテープからのリストア処理のフローチャートである。

【図17】本発明の第2の実施形態の計算機システムの構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

【0211】

101、101A、101B ストレージシステム

110、110A、110B コントローラ

111 メモリ

112 CPU

113 上位インターフェース(I/F)

114 下位I/F

115 I/F

116 ブリッジ

117、117A、117B コピー制御プログラム

118、118A、118B ディスク制御プログラム

119、119A、119B テープ制御プログラム

120A～120D ディスク装置

130、130A、130B テープライブラリ装置

131A、131B テープドライブ

132A～132N テープ

140A～140N 論理ボリューム

142A～142R テープグループ

401A、401B 複製グループ

402A～402D コンシステムシグループ

403A、403B 複製用ボリュームグループ

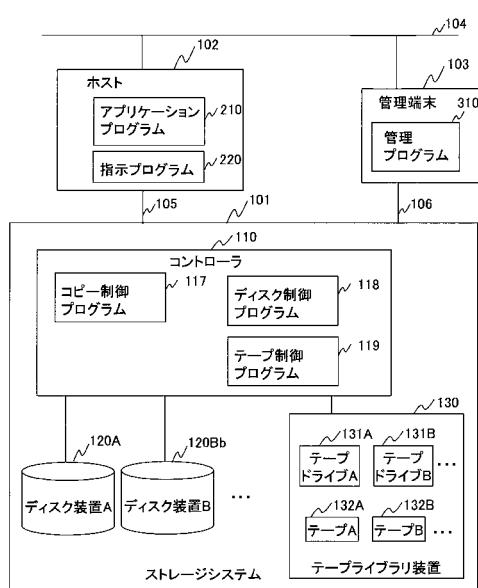
405A～405R、406A～406I ビットマップ

10

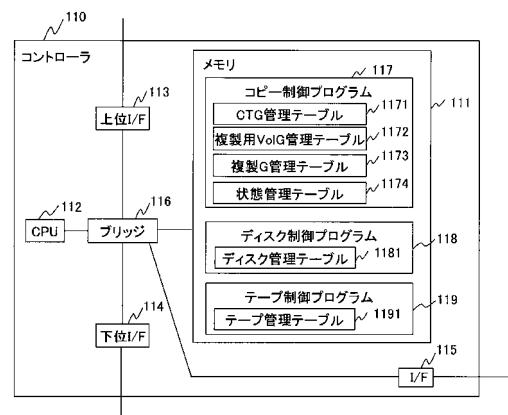
20

30

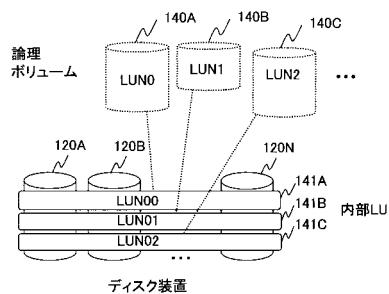
【図1】



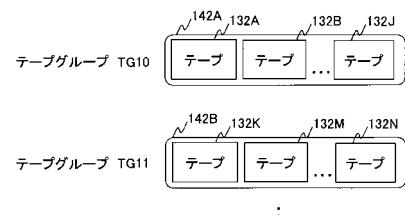
【図2】



【図3】



【図5】



【図6】

CTG管理テーブル	
CTG-ID	LUN
0	0,1
1	2,3
2	4,5
3	6,7,8
⋮	⋮

【図8】

複製グループ管理テーブル						
複製G-ID	複製用VolG-ID	CTG-ID	TG-ID	正Vol用BM-ID	副Vol用BM-ID	テープコピー用BM-ID
0	0	0	10,11,12,13,14	0,1	10,11	20,21
		1	15,16,17,18,19	2,3	12,13	22,23
1	1	2	20,21,22,23,24	4,5	14,15	24,25
		3	30,31,32	6,7,8	16,17,18	26,27,28
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

【図7】

複製用VolG管理テーブル	
複製VolG-ID	LUN
0	10,11
1	12,13,14
⋮	⋮

【図9】

状態管理テーブル				
複製G-ID	複製用VolG-ID	Current CTG-ID	Current TG-ID	状態
0	0	0	-	ペア
1	1	3	30	テープコピー中
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

【図10】

ディスク管理テーブル			
論理ボリュームID	内部LUN	LUサイズ	物理ディスクアドレス
0	00	1TB	a:0-2000, b:0-2000, ⋮ n:0-2000
1	01	500GB	a:2001-3000, b:2001-3000, ⋮ n:2001-3000
⋮	⋮	⋮	⋮

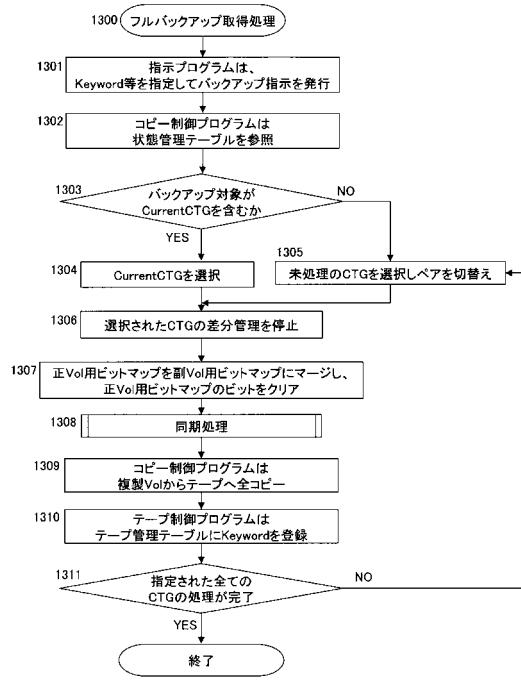
【図12】



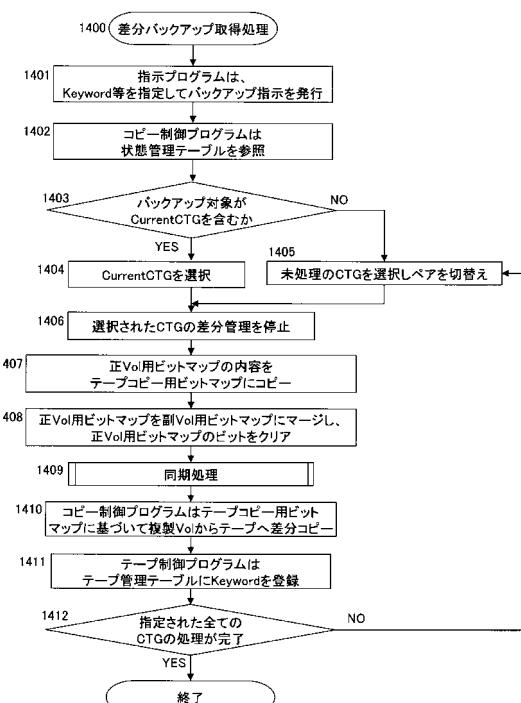
【図11】

テープ管理テーブル			
TG-ID	Tape-ID	Keyword	...
10	1000,1001,1002	ABCDEF	...
11	-	-	...
12	-	-	...
⋮	⋮	⋮	⋮

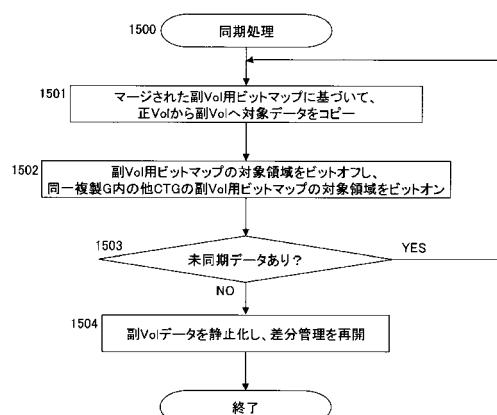
【図13】



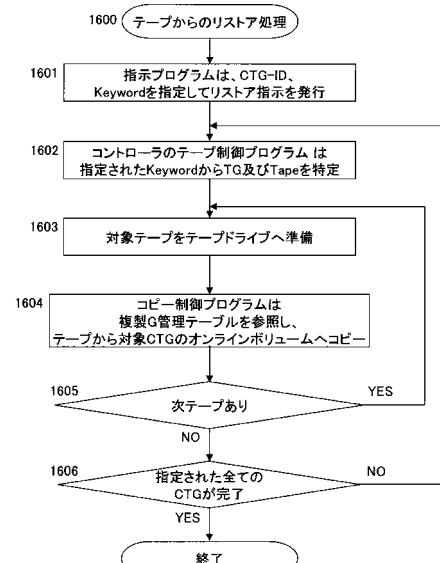
【図14】



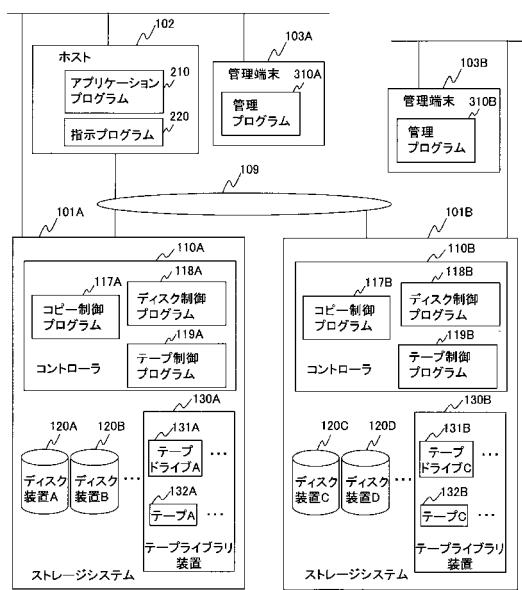
【図15】



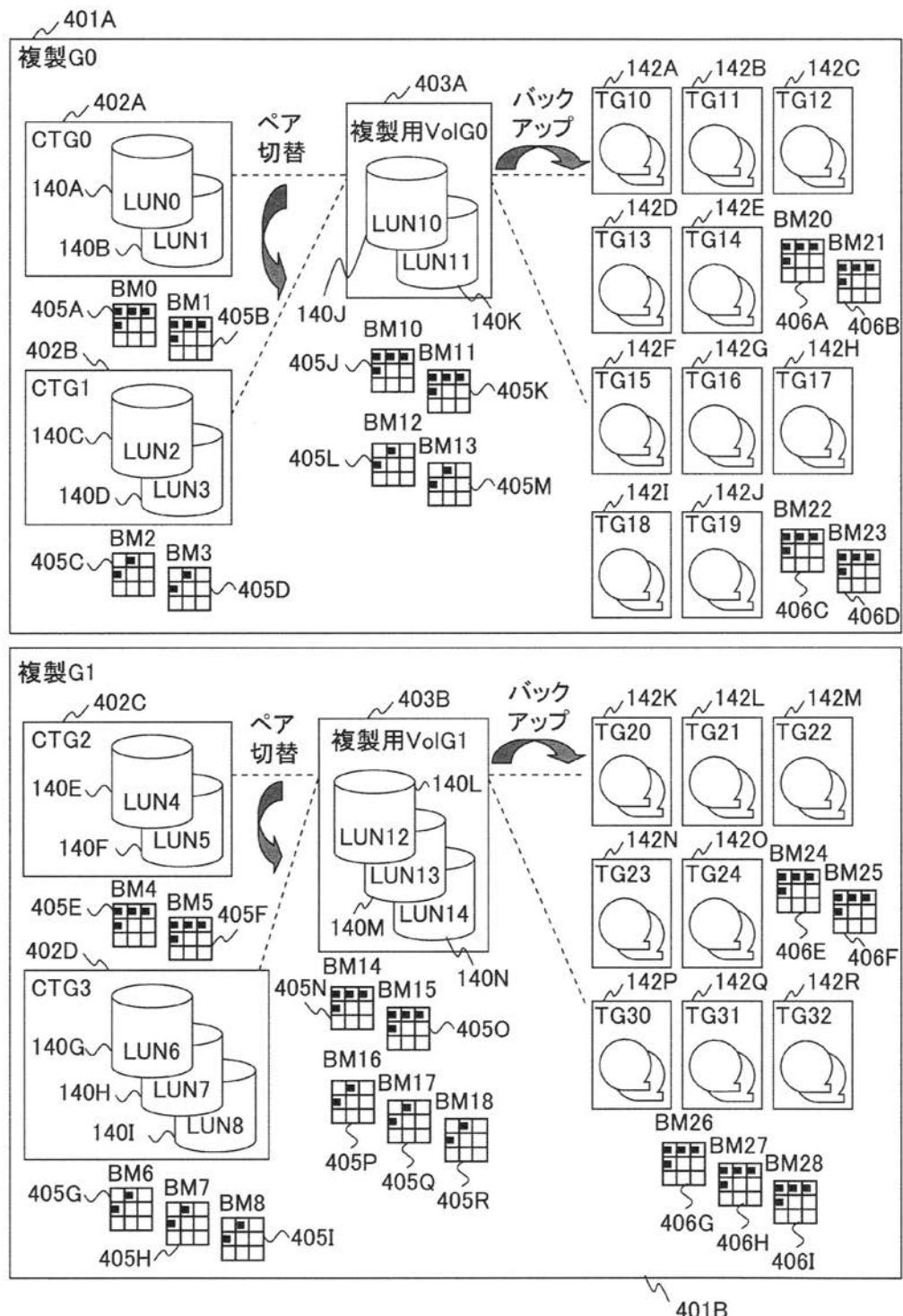
【図16】



【図17】



【図4】



---

フロントページの続き

(72)発明者 水野 陽一

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所 システム開発研究所内

審査官 坂東 博司

(56)参考文献 特開平07-281933 (JP, A)

特開2004-199116 (JP, A)

特開2000-305719 (JP, A)

特開2007-183930 (JP, A)

特開2007-183763 (JP, A)

国際公開第2006/123416 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 06 F 3 / 06