

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4961319号
(P4961319)

(45) 発行日 平成24年6月27日 (2012. 6. 27)

(24) 登録日 平成24年3月30日 (2012. 3. 30)

(51) Int. Cl.	F I
GO 6 F 3/06 (2006. 01)	GO 6 F 3/06 3 O 4 F
GO 6 F 12/16 (2006. 01)	GO 6 F 12/16 3 I O M

請求項の数 18 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2007-265381 (P2007-265381)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成19年10月11日 (2007. 10. 11)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2009-93529 (P2009-93529A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成21年4月30日 (2009. 4. 30)	(74) 代理人	110000279
審査請求日	平成22年2月10日 (2010. 2. 10)		特許業務法人ウィルフォート国際特許事務所
		(72) 発明者	折笠 大典
			神奈川県小田原市中里322番2号 株式会社日立製作所 R A I Dシステム事業部内
		(72) 発明者	▲高▼田 豊
			神奈川県小田原市中里322番2号 株式会社日立製作所 R A I Dシステム事業部内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 仮想ボリュームにおける仮想領域に動的に実領域を割り当てるストレージシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の仮想領域で構成された仮想ボリュームを提供するストレージシステムであって、
不揮発性の複数の物理記憶デバイスと、

前記複数の物理記憶デバイスの記憶領域を基に形成された容量プールを構成する複数の
実領域と、

どの実領域とどの仮想領域とが互いに対応しているかを表すマッピング情報を記憶する
揮発性のメモリと、

計算機からライト要求を受信した場合に、前記マッピング情報を、前記ライト要求で指
定されている仮想領域に一以上の未割当ての実領域から選択した実領域を割り当てたこと
を表す情報に更新し、割当てた実領域に、前記ライト要求に従うデータを書込む入出力制
御部と、

前記揮発性のメモリに記憶されている前記マッピング情報の一部を、不揮発性の記憶領
域に書込むバックアップ部と、

前記不揮発性の記憶領域に記憶されている、前記マッピング情報の一部を用いて、前記
マッピング情報をリストアするリストア部と

を備え、

前記マッピング情報が、実領域毎に、実領域を表す複数の実領域情報要素と、その実領
域の割当て先の仮想領域を表す複数の仮想領域情報要素とを含み、

前記バックアップ部が、前記マッピング情報の一部として、前記マッピング情報のリス

10

20

トアに必要な情報要素を、前記不揮発性の記憶領域に書込み、

前記マッピング情報の一部は、前記複数の実記憶領域情報要素の昇順に、実記憶領域情報要素に前記複数の仮想記憶領域情報要素のいずれかが割り当てられている場合には割り当てられている仮想記憶領域情報要素を、実記憶領域情報要素に前記複数の仮想記憶領域情報要素のうちいずれもが未割り当てである場合には割り当たっていない旨を示す情報を、格納する情報である、

ストレージシステム。

【請求項 2】

前記リストア部が、以下の（１）乃至（４）の処理、

（１）各実領域に対応した、各実領域情報要素を記憶した各エントリ領域を、前記揮発性のメモリに作成する処理、

（２）前記不揮発性の記憶領域から前記複数の仮想領域情報要素を読み出す処理、

（３）前記読み出した複数の仮想領域情報要素における各仮想領域情報要素の順番を基に、各仮想領域情報要素に対応する各仮想領域にどの実領域が割り当てられているかを特定する処理、

（４）特定された実領域に対応したエントリ領域に、その実領域の割当て先の仮想領域を表す仮想領域情報要素を書込む処理、

を実行することにより、前記揮発性のメモリに、前記マッピング情報をリストアする、請求項 1 記載のストレージシステム。

【請求項 3】

前記容量プールが複数個存在し、

前記各容量プールには、前記複数の実領域とは異なる、予め確保されている記憶領域である確保領域があり、

前記確保領域が、前記不揮発性の記憶領域とされ、

前記マッピング情報が、各容量プールに対応したサブマッピング情報で構成され、

前記サブマッピング情報が、そのサブマッピング情報に対応する容量プールを構成する実領域毎に、実領域を表す実領域情報要素と、その実領域の割当て先の仮想領域を表す仮想領域情報要素とを含み、

前記バックアップ部が、前記サブマッピング情報を構成する複数の実領域情報要素と複数の仮想領域情報要素とのうち、前記複数の仮想領域情報要素を、前記マッピング情報の一部に含まれる情報として、そのサブマッピング情報に対応する容量プールにおける前記確保領域に書込む、

請求項 1 又は 2 記載のストレージシステム。

【請求項 4】

前記リストア部が、容量プール毎に、以下の（１）乃至（４）の処理、

（１）容量プールを構成する各実領域に対応した、各実領域情報要素を記憶した各エントリ領域を、前記揮発性のメモリに作成する処理、

（２）前記確保領域から前記複数の仮想領域情報要素を読み出す処理、

（３）前記読み出した複数の仮想領域情報要素における各仮想領域情報要素の順番を基に、各仮想領域情報要素に対応する各仮想領域に、容量プールにおけるどの実領域が割り当てられているかを特定する処理、

（４）特定された実領域に対応したエントリ領域に、その実領域の割当て先の仮想領域を表す仮想領域情報要素を書込む処理、

を実行することにより、前記揮発性のメモリに、各容量プールについてのサブマッピング情報をリストアする、

請求項 3 記載のストレージシステム。

【請求項 5】

前記容量プールは、前記複数の物理記憶デバイスの記憶領域を基に形成された複数の論理ボリュームのうちの一以上の論理ボリュームである一以上のプールボリュームで構成されており、

前記揮発性のメモリが、前記容量プールに関する情報であるプール情報と、複数の仮想ボリュームのうち容量プールに関連付けられた仮想ボリュームに関する情報である仮想ボリューム情報とを更に記憶し、

前記プール情報が、前記容量プールを構成するプールボリュームを同定するためのプールボリューム識別情報を含み、

前記仮想ボリューム情報が、前記容量プールに関連付けられた仮想ボリュームを同定するための仮想ボリューム識別情報を含み、

前記バックアップ部が、前記プール情報の一部として、前記プールボリューム識別情報を、前記不揮発性の記憶領域に書込み、前記仮想ボリューム情報の一部として、前記仮想ボリューム識別情報を、前記不揮発性の記憶領域に書込む、

請求項1乃至4のうちのいずれか1項に記載のストレージシステム。

【請求項6】

前記バックアップ部が、新たに容量プールが作成された場合に、その容量プールを構成するプールボリュームを同定するためのプールボリューム識別情報を、前記不揮発性の記憶領域に書込む、

請求項5記載のストレージシステム。

【請求項7】

前記バックアップ部が、前記容量プールに新たに仮想ボリュームが関連付けられた場合に、新たに関連付けられた仮想ボリュームの仮想ボリューム識別情報を、前記不揮発性の記憶領域に追記する、

請求項5又は6記載のストレージシステム。

【請求項8】

前記バックアップ部が、前記容量プールに対する仮想ボリュームの関連付けが解除された場合に、前記不揮発性の記憶領域に記憶されている、関連付けが解除された仮想ボリュームの仮想ボリューム識別情報と、その仮想ボリュームを構成する仮想領域を表す仮想領域情報要素とを、無効にする、

請求項5乃至7のうちのいずれか1項に記載のストレージシステム。

【請求項9】

前記バックアップ部が、前記容量プールに関するステータスが変化した場合に、前記プール情報の一部として、変更後のステータスを、前記不揮発性の記憶領域に書込む、

請求項5乃至8のうちのいずれか1項に記載のストレージシステム。

【請求項10】

前記リストア部が、以下の(1)乃至(6)の処理、

(1) 前記プールボリューム識別情報を前記不揮発性の記憶領域から読出し、前記プールボリューム識別情報を基に、プールボリュームに対応した記憶領域であるプールディレクトリと、そのプールボリュームを構成する各実領域に対応した、各実領域情報要素を記憶した各エントリ領域とを、前記揮発性のメモリに作成する処理、

(2) 前記仮想ボリューム識別情報を前記不揮発性の記憶領域から読出し、前記仮想ボリューム識別情報を基に、仮想ボリュームに対応した記憶領域である仮想ボリュームディレクトリを、前記揮発性のメモリに作成する処理、

(3) 前記不揮発性の記憶領域から前記複数の仮想領域情報要素を読出す処理、

(4) 前記読出した複数の仮想領域情報要素における各仮想領域情報要素の順番を基に、各仮想領域情報要素に対応する各仮想領域に、容量プールにおけるどの実領域が割り当てられているかを特定する処理、

(5) 特定された実領域に対応したエントリ領域に、その実領域の割当て先の仮想領域を表す仮想領域情報要素を書込む処理、

(6) 特定された実領域に対応したエントリ領域のアドレスを、前記仮想ボリュームディレクトリにおける、その実領域の割当て先の仮想領域を表す仮想領域情報要素から特定されるサブディレクトリに書込む処理、

を実行することにより、前記揮発性のメモリに、前記マッピング情報をリストアする、

10

20

30

40

50

請求項 5 乃至 9 のうちのいずれか 1 項に記載のストレージシステム。

【請求項 1 1】

実領域が割り当てられていない仮想領域に実領域が割り当てられることにより、割り当てられた実領域を表す実領域情報要素に割り当て先の仮想領域を表す仮想領域情報要素が前記マッピング情報に書き込まれた場合に、前記バックアップ部が、書き込まれた仮想領域情報要素を、前記不揮発性の記憶領域に書込む、

請求項 1 乃至 10 のうちのいずれか 1 項に記載のストレージシステム。

【請求項 1 2】

前記複数の物理記憶デバイスの各々に書き込まれるデータを一時的に記憶するキャッシュ領域、

10

を更に備え、

前記不揮発性の記憶領域は、前記複数の物理記憶デバイスのうちの一以上の物理記憶デバイスの記憶領域であり、

前記バックアップ部が、前記マッピング情報に書き込まれた仮想領域情報要素を含んだ、情報転送の単位サイズ分の情報要素群を、前記キャッシュ領域に書込み、前記情報要素群を、前記キャッシュ領域から、前記一以上の物理記憶デバイスの記憶領域である前記不揮発性の記憶領域に書込む、

請求項 1 乃至 11 のうちのいずれか 1 項に記載のストレージシステム。

【請求項 1 3】

マイクロプロセッサを更に備え、

20

前記マイクロプロセッサに実行されるコンピュータプログラムとして、前記バックアップ部を含んだコンピュータプログラムがインストールされたならば、前記マイクロプロセッサが、インストールされたコンピュータプログラムを実行することにより、前記揮発性のメモリに記憶されている各仮想領域情報要素を、前記不揮発性の記憶領域に書込む、

請求項 1 乃至 12 のうちのいずれか 1 項に記載のストレージシステム。

【請求項 1 4】

前記リストア部が、一次電源から前記揮発性のメモリに電力が供給されていれば、ユーザからの指示を受けること無しにリストアを実行する、

請求項 1 乃至 13 のうちのいずれか 1 項に記載のストレージシステム。

【請求項 1 5】

30

前記リストア部が、一次電源から前記揮発性のメモリに電力が供給されていなければ、ユーザからの指示を受けた場合に、揮発リストアを実行する、

請求項 1 乃至 14 のうちのいずれか 1 項に記載のストレージシステム。

【請求項 1 6】

前記バックアップ部が、前記バックアップ情報の一部を、前記不揮発性の記憶領域の他に、不揮発性の記憶デバイスを備えた情報処理装置に転送し、

前記リストア部が、前記情報処理装置から前記マッピング情報の一部を読出すことに成功した場合に、そのマッピング情報の一部を基に前記マッピング情報をリストアし、前記情報処理装置から前記マッピング情報の一部を読出すことに失敗した場合に、前記不揮発性の記憶領域から前記マッピング情報の一部を読出す、

40

請求項 1 乃至 15 のうちのいずれか 1 項に記載のストレージシステム。

【請求項 1 7】

複数の仮想領域で構成された仮想ボリュームを提供する仮想化システムであって、

複数の物理記憶デバイスの記憶領域を基に形成された容量プールを構成する複数の実領域のうちのどの実領域とどの仮想領域とが互に対応しているかを表すマッピング情報を記憶する揮発性のメモリと、

計算機からライト要求を受信した場合に、前記マッピング情報を、前記ライト要求で指定されている仮想領域に一以上の未割当ての実領域から選択した実領域を割り当てたことを表す情報に更新し、割当てた実領域に、前記ライト要求に従うデータを書込む入出力制御部と、

50

前記揮発性のメモリに記憶されている前記マッピング情報の一部を、不揮発性の記憶領域に書込むバックアップ部と、

前記不揮発性の記憶領域に記憶されている、前記マッピング情報の一部を用いて、前記マッピング情報をリストアするリストア部と
を備え、

前記マッピング情報が、実領域毎に、実領域を表す複数の実領域情報要素と、その実領域の割当て先の仮想領域を表す複数の仮想領域情報要素とを含み、

前記バックアップ部が、前記マッピング情報の一部として、前記マッピング情報のリストアに必要な情報要素を、前記不揮発性の記憶領域に書込み、

前記マッピング情報の一部は、前記複数の実記憶領域情報要素の昇順に、実記憶領域情報要素に前記複数の仮想記憶領域情報要素のいずれかが割り当てられている場合には割り当てられている仮想記憶領域情報要素を、実記憶領域情報要素に前記複数の仮想記憶領域情報要素のいずれもが未割り当てである場合には割り当たっていない旨を示す情報を、格納する情報である、

仮想化システム。

【請求項18】

複数の仮想領域で構成された仮想ボリュームを提供する機能と、複数の物理記憶デバイスの記憶領域を基に形成された容量プールを構成する複数の実領域のうちのどの実領域とどの仮想領域が互に対応しているかを表すマッピング情報を記憶する揮発性のメモリとを備えるシステム、で実現される方法であって、

計算機からライト要求を受信した場合に、前記マッピング情報を、前記ライト要求で指定されている仮想領域に一以上の未割当ての実領域から選択した実領域を割り当てたことを表す情報に更新し、割当てた実領域に、前記ライト要求に従うデータを書込む第1のステップと、

前記揮発性のメモリに記憶されている前記マッピング情報の一部を、不揮発性の記憶領域に書込む第2のステップと、

前記不揮発性の記憶領域に記憶されている、前記マッピング情報の一部を用いて、前記マッピング情報をリストアする第3のステップと
を有し、

前記マッピング情報が、実領域毎に、実領域を表す複数の実領域情報要素と、その実領域の割当て先の仮想領域を表す複数の仮想領域情報要素とを含み、

前記第2のステップでは、前記マッピング情報の一部として、前記マッピング情報のリストアに必要な情報要素を、前記不揮発性の記憶領域に書込み、

前記マッピング情報の一部は、前記複数の実記憶領域情報要素の昇順に、実記憶領域情報要素に前記複数の仮想記憶領域情報要素のいずれかが割り当てられている場合には割り当てられている仮想記憶領域情報要素を、実記憶領域情報要素に前記複数の仮想記憶領域情報要素のいずれもが未割り当てである場合には割り当たっていない旨を示す情報を、格納する情報である、

記憶制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、計算機に提供された仮想ボリュームにおける仮想領域に実領域を動的に割り当てる技術に関する。

【背景技術】

【0002】

論理ボリュームの容量拡張に関する技術として、例えば、特許文献1乃至3に開示の技術が知られている。

【0003】

【特許文献1】特開2003-15915号公報

10

20

30

40

50

【特許文献2】特開2005-234820号公報

【特許文献3】特開2006-350418号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

論理ボリュームの容量拡張に関する技術として、動的に容量を拡張する技術（例えばThin Provisioningと呼ばれる技術）がある。この種の技術は、例えば以下の通りである。

【0005】

仮想的な論理ボリュームである仮想ボリュームが計算機に提供される。仮想ボリュームは、複数の仮想的な記憶領域（以下、「仮想領域」と言う）で構成されている。

10

【0006】

不揮発性の複数の物理的な記憶デバイス（例えばハードディスクドライブ或いはフラッシュメモリドライブ）の記憶空間を基に複数の論理ボリュームが形成されている。複数の論理ボリュームのうちの一以上の論理ボリュームの集合が、容量プールとされる。容量プールは、複数の実領域を有する。以下、容量プールを構成する論理ボリュームを、「プールボリューム」と言う。実領域は、プールボリュームにおける各記憶領域である。

【0007】

ストレージシステムが、計算機から、仮想ボリュームの或る仮想領域を指定したライト要求を受信した場合、容量プールにおける複数の実領域から未割当ての実領域を選択し、選択した実領域を、指定された仮想領域に割り当てる。そして、ストレージシステムは、そのライト要求に従うライト対象のデータを、割り当てた実領域に書込む。

20

【0008】

以上の技術では、例えば、どの実領域とどの仮想領域とが互に対応しているかを表すマッピング情報が、ストレージシステム内の揮発性のメモリに記憶される。マッピング情報が、ライト要求で指定されている仮想領域に上記選択した実領域を割り当てたことを表す情報に更新されることで、仮想領域に実領域が割り当てられる。

【0009】

このマッピング情報が、揮発性のメモリから、電源遮断等の理由により揮発してしまうと、どの実領域がどの仮想領域に割り当てられていたかがわからなくなってしまう。そのため、例えば、ストレージシステムは、計算機から、仮想ボリュームにおける或る仮想領域を指定されたリード要求を受けても、正しいデータを計算機に提供することができなくなってしまう。

30

【0010】

従って、本発明の目的は、揮発したマッピング情報をリストアできるようにすることにある。

【0011】

本発明の他の目的は、後の説明から明らかになるであろう。

【課題を解決するための手段】

【0012】

揮発性のメモリに記憶されているマッピング情報の全部又は一部を、不揮発性の記憶領域に書込む。不揮発性の記憶領域への書込み対象が、マッピング情報の一部である場合、マッピング情報の一部として、マッピング情報を構成する複数の情報要素のうち、マッピング情報のリストアに必要な情報要素を、不揮発性の記憶領域に書込む。不揮発性の記憶領域は、論理ボリュームの基になっている不揮発性の物理的な記憶デバイスに設けられても良いし、別の不揮発性の記憶デバイスに設けられても良い。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

実施形態1では、複数の仮想領域で構成された仮想ボリュームを提供するストレージシステムが、不揮発性の複数の物理記憶デバイスと、前記複数の物理記憶デバイスの記憶領域を基に形成された容量プールを構成する複数の実領域と、どの実領域とどの仮想領域と

50

が互いに対応しているかを表すマッピング情報を記憶する揮発性のメモリと、入出力制御部と、バックアップ部とを備える。入出力制御部は、計算機からライト要求を受信した場合に、前記マッピング情報を、前記ライト要求で指定されている仮想領域に一以上の未割当ての実領域から選択した実領域を割り当てたことを表す情報に更新し、割り当てた実領域に、前記ライト要求に従うデータを書込む。バックアップ部は、前記揮発性のメモリに記憶されている前記マッピング情報の全部又は一部を、不揮発性の記憶領域に書込む。

【0014】

実施形態2では、実施形態1記載において、リストア部が更に備えられる。リストア部は、前記不揮発性の記憶領域に記憶されている、前記マッピング情報の一部を用いて、前記マッピング情報をリストアする。前記バックアップ部が、前記マッピング情報の一部として、前記マッピング情報のリストアに必要な情報要素を、前記不揮発性の記憶領域に書込む。

10

【0015】

実施形態3では、実施形態2において、前記マッピング情報が、実領域毎に、実領域を表す実領域情報要素と、その実領域の割当て先の仮想領域を表す仮想領域情報要素とを含む。前記バックアップ部が、前記複数の実領域情報要素と複数の仮想領域情報要素とのうち、前記複数の仮想領域情報要素を、前記不揮発性の記憶領域に書込む。

【0016】

実施形態4では、実施形態3において、前記リストア部が、以下の(1)乃至(4)の処理、

20

(1) 各実領域に対応した、各実領域情報要素を記憶した各エントリ領域を、前記揮発性のメモリに作成する処理、

(2) 前記不揮発性の記憶領域から前記複数の仮想領域情報要素を読み出す処理、

(3) 前記読み出した複数の仮想領域情報要素における各仮想領域情報要素の順番を基に、各仮想領域情報要素に対応する各仮想領域にどの実領域が割り当てられているかを特定する処理、

(4) 特定された実領域に対応したエントリ領域に、その実領域の割当て先の仮想領域を表す仮想領域情報要素を書込む処理、

を実行することにより、前記揮発性のメモリに、前記マッピング情報をリストアする。

【0017】

30

実施形態5では、実施形態3において、前記容量プールが複数個存在する。前記各容量プールには、前記複数の実領域とは異なる、予め確保されている記憶領域である確保領域がある。前記確保領域が、前記不揮発性の記憶領域とされる。前記マッピング情報が、各容量プールに対応したサブマッピング情報で構成される。前記サブマッピング情報が、そのサブマッピング情報に対応する容量プールを構成する実領域毎に、実領域を表す実領域情報要素と、その実領域の割当て先の仮想領域を表す仮想領域情報要素とを含む。前記バックアップ部が、前記サブマッピング情報を構成する複数の実領域情報要素と複数の仮想領域情報要素とのうち、前記複数の仮想領域情報要素を、そのサブマッピング情報に対応する容量プールにおける前記確保領域に書込む。

【0018】

40

実施形態6では、実施形態5において、前記リストア部が、容量プール毎に、以下の(1)乃至(4)の処理、

(1) 容量プールを構成する各実領域に対応した、各実領域情報要素を記憶した各エントリ領域を、前記揮発性のメモリに作成する処理、

(2) 前記確保領域から前記複数の仮想領域情報要素を読み出す処理、

(3) 前記読み出した複数の仮想領域情報要素における各仮想領域情報要素の順番を基に、各仮想領域情報要素に対応する各仮想領域に、容量プールにおけるどの実領域が割り当てられているかを特定する処理、

(4) 特定された実領域に対応したエントリ領域に、その実領域の割当て先の仮想領域を表す仮想領域情報要素を書込む処理、

50

を実行することにより、前記揮発性のメモリに、各容量プールについてのサブマッピング情報をリストアする。

【0019】

実施形態7では、実施形態3乃至6のうちのいずれかにおいて、前記容量プールは、前記複数の物理記憶デバイスの記憶領域を基に形成された複数の論理ボリュームのうちの一以上の論理ボリュームである一以上のプールボリュームで構成されている。前記揮発性のメモリが、前記容量プールに関する情報であるプール情報と、複数の仮想ボリュームのうち容量プールに関連付けられた仮想ボリュームに関する情報である仮想ボリューム情報とを更に記憶する。前記プール情報が、前記容量プールを構成するプールボリュームを同定するためのプールボリューム識別情報を含む。前記仮想ボリューム情報が、前記容量プールに関連付けられた仮想ボリュームを同定するための仮想ボリューム識別情報を含む。前記バックアップ部が、前記プール情報の一部として、前記プールボリューム識別情報を、前記不揮発性の記憶領域に書込み、前記仮想ボリューム情報の一部として、前記仮想ボリューム識別情報を、前記不揮発性の記憶領域に書込む。

10

【0020】

実施形態8では、実施形態7において、前記バックアップ部が、新たに容量プールが作成された場合に、その容量プールを構成するプールボリュームを同定するためのプールボリューム識別情報を、前記不揮発性の記憶領域に書込む。

【0021】

実施形態9では、実施形態7又は8において、前記バックアップ部が、前記容量プールに新たに仮想ボリュームが関連付けられた場合に、新たに関連付けられた仮想ボリュームの仮想ボリューム識別情報を、前記不揮発性の記憶領域に追記する。

20

【0022】

実施形態10では、実施形態7乃至9のうちのいずれかにおいて、前記バックアップ部が、前記容量プールに対する仮想ボリュームの関連付けが解除された場合に、前記不揮発性の記憶領域に記憶されている、関連付けが解除された仮想ボリュームの仮想ボリューム識別情報と、その仮想ボリュームを構成する仮想領域を表す仮想領域情報要素とを、無効にする。

【0023】

実施形態11では、実施形態7乃至10のうちのいずれかにおいて、前記バックアップ部が、前記容量プールに関するステータスが変った場合に、前記プール情報の一部として、変更後のステータスを、前記不揮発性の記憶領域に書込む。

30

【0024】

実施形態12では、実施形態7乃至11のうちのいずれかにおいて、前記リストア部が、以下の(1)乃至(6)の処理、

(1) 前記プールボリューム識別情報を前記不揮発性の記憶領域から読出し、前記プールボリューム識別情報を基に、プールボリュームに対応した記憶領域であるプールディレクトリと、そのプールボリュームを構成する各実領域に対応した、各実領域情報要素を記憶した各エントリ領域とを、前記揮発性のメモリに作成する処理、

(2) 前記仮想ボリューム識別情報を前記不揮発性の記憶領域から読出し、前記仮想ボリューム識別情報を基に、仮想ボリュームに対応した記憶領域である仮想ボリュームディレクトリを、前記揮発性のメモリに作成する処理、

40

(3) 前記不揮発性の記憶領域から前記複数の仮想領域情報要素を読出す処理、

(4) 前記読出した複数の仮想領域情報要素における各仮想領域情報要素の順番を基に、各仮想領域情報要素に対応する各仮想領域に、容量プールにおけるどの実領域が割り当てられているかを特定する処理、

(5) 特定された実領域に対応したエントリ領域に、その実領域の割当て先の仮想領域を表す仮想領域情報要素を書込む処理、

(6) 特定された実領域に対応したエントリ領域のアドレスを、前記仮想ボリュームディレクトリにおける、その実領域の割当て先の仮想領域を表す仮想領域情報要素から特定さ

50

れるサブディレクトリに書込む処理、
を実行することにより、前記揮発性のメモリに、前記マッピング情報をリストアする。

【0025】

実施形態13では、実施形態3乃至12のうちのいずれかにおいて、実領域が割り当てられていない仮想領域に実領域が割り当てられることにより、割り当てられた実領域を表す実領域情報要素に割当て先の仮想領域を表す仮想領域情報要素が前記マッピング情報に書き込まれた場合に、前記バックアップ部が、書き込まれた仮想領域情報要素を、前記不揮発性の記憶領域に書込む。

【0026】

実施形態14では、実施形態3乃至13のうちのいずれかにおいて、前記複数の物理記憶デバイスの各々を書き込まれるデータを一時的に記憶するキャッシュ領域が更に備えられる。前記不揮発性の記憶領域は、前記複数の物理記憶デバイスのうちの一以上の物理記憶デバイスの記憶領域である。前記バックアップ部が、前記マッピング情報に書き込まれた仮想領域情報要素を含んだ、情報転送の単位サイズ分の情報要素群を、前記キャッシュ領域に書込み、前記情報要素群を、前記キャッシュ領域から、前記一以上の物理記憶デバイスの記憶領域である前記不揮発性の記憶領域に書込む。

10

【0027】

実施形態15では、実施形態3乃至14のうちのいずれかにおいて、マイクロプロセッサが更に備えられる。前記マイクロプロセッサに実行されるコンピュータプログラムとして、前記バックアップ部を含んだコンピュータプログラムがインストールされたならば、前記マイクロプロセッサが、インストールされたコンピュータプログラムを実行することにより、前記揮発性のメモリに記憶されている各仮想領域情報要素を、前記不揮発性の記憶領域に書込む。

20

【0028】

実施形態16では、実施形態2乃至15のうちのいずれかにおいて、前記リストア部が、一次電源から前記揮発性のメモリに電力が供給されていれば、ユーザからの指示を受けること無しにリストアを実行する。

【0029】

実施形態17では、実施形態2乃至16のうちのいずれかにおいて、前記リストア部が、一次電源から前記揮発性のメモリに電力が供給されていなければ、ユーザからの指示を受けた場合に、リストアを実行する。

30

【0030】

実施形態18では、実施形態2乃至17のうちのいずれかにおいて、前記バックアップ部が、前記バックアップ情報の一部を、前記不揮発性の記憶領域の他に、不揮発性の記憶デバイスを備えた情報処理装置に転送する。前記リストア部が、前記情報処理装置から前記マッピング情報の一部を読み出すことに成功した場合に、そのマッピング情報の一部を基に前記マッピング情報をリストアする。前記リストア部は、前記情報処理装置から前記マッピング情報の一部を読み出すことに失敗した場合に、前記不揮発性の記憶領域から前記マッピング情報の一部を読み出す。

【0031】

40

実施形態19では、仮想ボリュームを提供する仮想化システムが、前記揮発性のメモリと、前記入出力制御部と、前記バックアップ制御部とを備える。前記揮発性のメモリ、前記入出力制御部及び前記バックアップ制御部のうちの少なくとも一つは、実施形態2乃至18のうちのいずれかにおける要素とすることができる。また、仮想化システムは、実施形態2乃至18のうちのいずれかにおけるリストア部を備えることもできる。また、仮想化システムは、前記キャッシュ領域を備えることもできる。

【0032】

実施形態20は、複数の仮想領域で構成された仮想ボリュームを提供する機能と、前記マッピング情報を記憶する揮発性のメモリとを備えるシステム、で実現される方法である。その方法では、計算機からライト要求を受信した場合に、前記マッピング情報を、前記

50

ライト要求で指定されている仮想領域に一以上の未割当ての実領域から選択した実領域を割り当てたことを表す情報に更新し、割当てた実領域に、前記ライト要求に従うデータを書込み、前記揮発性のメモリに記憶されている前記マッピング情報の全部又は一部を、不揮発性の記憶領域に書込む。不揮発性の記憶領域に記憶されているマッピング情報の全部又は一部を読み出し、読み出した情報を基に、前記マッピング情報を前記揮発性のメモリにリストアすることができる。

【0033】

上述した各部（入出力制御部、バックアップ部、リストア部）は、手段と呼ばれても良く、ハードウェア、コンピュータプログラム又はそれらの組み合わせ（例えば一部をコンピュータプログラムにより実現し残りをハードウェアで実現すること）により構築することができる。コンピュータプログラムは、所定のプロセッサに読み込まれて実行される。また、コンピュータプログラムがプロセッサに読み込まれて行われる情報処理の際、適宜に、メモリ等のハードウェア資源上に存在する記憶域が使用されてもよい。また、コンピュータプログラムは、CD-ROM等の記録媒体から計算機にインストールされてもよいし、通信ネットワークを介して計算機にダウンロードされてもよい。

【0034】

以下、図面を参照して、本発明の一実施例を詳細に説明する。

【0035】

図1は、本発明の一実施例に係る計算機システムの構成を示す。

【0036】

通信ネットワーク（例えばSAN）103に、一又は複数のホスト計算機101と、ストレージシステム105が接続されている。

【0037】

ホスト計算機101は、例えば、CPU（Central Processing Unit）やメモリ等の情報処理資源を備えたコンピュータ装置であり、例えば、パーソナルコンピュータ、ワークステーション、メインフレーム等として構成される。

【0038】

ストレージシステム105は、例えば、アレイ状に配列された多数の物理的な記憶デバイス119を備えるRAIDシステムとすることができる。但し、これに限らず、ストレージシステム105を、高機能化されたインテリジェント型のファイバチャネルスイッチとして構成することもできる。ストレージシステム105は、コントローラ部107と、ストレージ部118とに大別することができる。

【0039】

コントローラ部107は、例えば、チャネルアダプタ（CHA）109と、ディスクアダプタ（DKA）117と、キャッシュメモリ113と、共有メモリ111と、接続部115とを備えている。

【0040】

CHA109は、ホスト計算機101或いは他のストレージシステムとの間のデータ通信を行うインタフェース装置である。CHA109は、例えば、図12（B）に示すように、マイクロプロセッサ511、メモリ（以下、「ローカルメモリ」と言う）511などを備えたデバイス（例えば回路基盤）として構成することができる。例えば、CHA109は、ホスト計算機101からライト要求を受信し、受信したライト要求に従うデータを、キャッシュメモリ113に書込み、DKA117にそのデータの書込みを命じることができる。また、例えば、CHA109は、ホスト計算機101からリード要求を受信し、受信したリード要求に従うデータの読み出しをDKA117に命令し、その命令に従うデータをキャッシュメモリ113から読み出し、ホスト計算機101に送信することができる。

【0041】

なお、CHA109のローカルメモリ501には、図12（B）に示すように、マイクロプロセッサ511で実行されるコンピュータプログラム（以下、「制御プログラム」と言う）505が記憶されている。その制御プログラム505は、入出力制御部511と、

バックアップ部 513 と、リストア部 515 とを有する。入出力制御部 511 は、ホスト計算機 101 からの I/O 要求（ライト要求／リード要求）の処理を実行するモジュールである。バックアップ部 513 は、後述する対応管理情報の一部をバックアップするバックアップ処理を実行するモジュールである。リストア部 515 は、バックアップされた、対応管理情報の一部を基に、対応管理情報をリストアするリストア処理を実行するモジュールである。本実施例では、後述するように、旧型の制御プログラム 503（図 12（A）参照）を新型の制御プログラム 505 にアップデートしたことに応答して、バックアップ処理が実行される。入出力制御部 511、バックアップ部 513 及びリストア部 515 は、各処理を行う処理部として集積回路化するなどしてハードウェアで実現することもできる。以下の説明において、コンピュータプログラムが主語になる場合は、実際にはそのコンピュータプログラムを実行するマイクロプロセッサによって処理が行われるものとする。なお、各処理部をハードウェアで実現した場合にはその各処理部が主体となって各処理を行う。

10

【0042】

DKA117 は、物理的な記憶デバイス 119 との間のデータ通信を行うインタフェース装置である。DKA117 も、マイクロプロセッサやメモリ（ローカルメモリ）などを備えたデバイス（例えば回路基盤）として構成することができる。例えば、DKA117 は、CHA109 からの書込みの命令に応答して、キャッシュメモリ 113 に記憶されているデータを、物理的な記憶デバイス 119 に書込むことができる。また、例えば、DKA117 は、CHA109 からの読出しの命令に応答して、その命令に従うデータを物理的な記憶デバイス 119 から読出し、キャッシュメモリ 113 に書込むことができる。

20

【0043】

キャッシュメモリ 113 は、揮発性のメモリであり、ホスト計算機 10 から受信したデータや、物理的な記憶デバイス 119 から読出されたデータを、一時的に記憶する。

【0044】

共有メモリ 111 は、揮発性のメモリであり、ストレージシステム 105 の制御のために CHA109 或いは DKA117 に参照される情報（以下、「管理情報」と言う）が格納される。管理情報の種類については後に詳述する。

【0045】

接続部 115 は、CHA109、DKA117、キャッシュメモリ 24、及び共有メモリ 25 を相互に接続させる。接続部 26 は、例えば、高速スイッチング動作によってデータ伝送を行う超高速クロスバスイッチ等のような高速バスとして構成することができる。

30

【0046】

ストレージ部 118 には、複数の物理的な記憶デバイス 119 が含まれている。物理的な記憶デバイス 119 としては、例えば、ハードディスクドライブ、フレキシブルディスクドライブ、磁気テープドライブ、半導体メモリドライブ、光ディスクドライブ等のようなデバイスを用いることができる。二以上の物理的な記憶デバイス 119 により、所定の RAID レベルの RAID グループを構成することができる。RAID グループを構成する二以上の物理的な記憶デバイス 119 の記憶空間を用いて、実体のある論理ボリューム（以下、「実VOL」と言う）を形成することができる。一又は複数の実VOLの集合により、仮想ボリューム（以下、「仮想VOL」と言う）に割り当てられる複数の実領域を備えた容量プールを構成することができる。容量プールを構成する実VOLを、以下、「プールVOL」と言う。プールVOLにおける一記憶領域（つまり実領域）が、ホスト計算機 101 に提供される仮想VOLに割り当てられる。

40

【0047】

ストレージシステム 105 には、ストレージシステム 105 の保守及び／又は管理を行うための計算機としてサービスプロセッサ（以下、「SVP」と略記する）114 が更に備えられている。SVP114 は、例えば、CPU112 や不揮発性の記憶デバイス（例えばハードディスクドライブ）116などを備えている。CPU112 は、ストレージシステム 105 から受信した情報を、不揮発性の記憶デバイス 116 に書込む。

50

【0048】

以上が、本実施例に係る計算機システムの構成に関する説明である。なお、この構成は、一例であり、ストレージシステムの構成を図1の構成に限定するものではなく、他の構成が採用されてもよい。例えば、共有メモリ111とキャッシュメモリ113は、別々のメモリでなく、一つの揮発性のメモリに共有メモリ領域とキャッシュメモリ領域とが設けられても良い。また、例えば、コントローラ部107は、CPU、揮発性のメモリ及び複数の通信ポートを備えた回路基盤（すなわち、図1のコントローラ部よりもシンプルな構成）であっても良い。この場合、そのCPUが、複数のCHAやDKAによって行われる処理を実行することができる。

【0049】

10

仮想VOLに対する実領域の割当て方法としては、図2を参照して説明する方法を採用することができる。

【0050】

CHA109が、ホスト計算機101から、仮想VOL141の仮想領域149を指定したライト要求を受信した場合、入出力制御部511は、容量プール143に属している複数のプールVOL145から、未割当ての実領域147を選択し、選択した実領域147を、上記指定されている仮想領域149に割り当てる。そして、入出力制御部511は、割り当てた実領域147に、上記受信したライト要求に従うデータを書込む。以下の説明では、便宜上、割当て単位となる領域を「ページ」と称する。具体的には、割当て元である実領域（プールVOLの一記憶領域）を、「実ページ」と称し、割当て先である仮想領域（仮想VOLの一記憶領域）を、「仮想ページ」と称する。実ページと仮想ページはそれぞれ同じサイズであり、一つの仮想ページに対して一つの実ページが割り当てられる。

20

【0051】

どの実ページがどの仮想ページに割り当てられているかを表すマッピング情報が、入出力制御部511によって、或る実ページを或る仮想ページに割り当てられたことを表す情報に更新されることにより、或る実ページが或る仮想ページに割り当てられたことになる。マッピング情報は、共有メモリ111に記憶される（管理情報を構成する情報要素の一つである）。これにより、複数のCHA109のいずれも、実ページの仮想ページに対する割り当て、つまり、仮想VOLの実際の記憶容量の動的な拡張を行うことができる。

30

【0052】

図3は、共有メモリ111に記憶される管理情報の一つである対応管理情報を示す。

【0053】

対応管理情報133は、容量プール143毎に存在する。対応管理情報133は、その対応管理情報133に対応する容量プール143（以下、対応容量プール143）における実ページと、対応容量プール143に関連付けられている仮想VOLにおける仮想ページとの対応などを管理するための情報である。対応管理情報133には、例えば、プール情報161、仮想VOL情報163、マッピング情報165及び関連付けテーブル167が含まれる。

【0054】

40

プール情報161は、対応容量プール143に関する情報である。具体的には、例えば、プール情報161には、プール容量（対応容量プール143の記憶容量）、プール使用率（対応容量プール143における全ての実ページのうち幾つの実ページが仮想VOLに割り当て済みとなっているかを表す割合）、プールVOL数（対応容量プール143を構成するプールVOLの数）などが含まれている。

【0055】

仮想VOL情報163は、対応容量プール143に関連付けられた仮想VOLに関する情報である。具体的には、例えば、仮想VOL情報163には、仮想VOL数（対応容量プール143に関連付けられている仮想VOLの数）などが含まれている。また、仮想VOL情報163には、例えば、対応容量プール143に関連付けられている仮想VOL毎

50

に対応した情報要素として、仮想VOL容量（仮想VOLの記憶容量）や、仮想VOL使用率（仮想VOLを構成する全ての仮想ページのうち幾つの仮想ページに実ページが割り当てられているかを表す割合）などが含まれている。

【0056】

マッピング情報165は、対応容量プール143における実ページと仮想ページとの対応関係を表す情報である。マッピング情報165の構成については、図9を参照して後に説明する。

【0057】

関連付けテーブル167は、仮想VOL141及びプールVOL145をマッピング情報165と関連付けるためのテーブルである。関連付けテーブル167の構成については、図10を参照して後に説明する。

10

【0058】

本実施例では、バックアップ部513により、上述した対応管理情報133の一部が、不揮発性の記憶領域にバックアップされる。そして、リストア部515により、不揮発性の記憶領域に記憶されている、対応管理情報133の一部が読み出され、その対応管理情報133の一部を用いて、共有メモリ111に、対応管理情報133がリストアされる。

【0059】

図4は、バックアップ処理の概要を示す。ストレージシステム105には、複数の容量プール143を用意することが可能であるが、図4（及び後述の図5）では、説明を分かり易くするため、一つの容量プール143を示している。

20

【0060】

容量プール143には、予め、所定サイズの記憶領域171が確保されている。以下、その予め確保されている記憶領域を、「確保領域」と言う。このため、容量プール143の記憶領域は、確保領域171と、仮想VOLに割り当てられ得る複数の実ページで構成された実ページ群173とに大別することができる。容量プール143には、確保領域171及び実ページ群173に加えて、他の用途に使用するための記憶領域が設けられていても良い。

【0061】

確保領域171が、その確保領域171を有する容量プール143に対応する対応管理情報133の一部のバックアップ先の不揮発性の記憶領域となる。確保領域171は、例えば、容量プール143を構成する複数のプールVOLのうちの先頭のプールVOL（VOL#が最も若いVOL）に設けられている。

30

【0062】

バックアップ部513は、共有メモリ111に記憶されている対応管理情報133の全てをバックアップするのではなく、対応管理情報133の一部を、対応容量プール143における確保領域171にバックアップする。対応管理情報133の一部は、対応管理情報133から、対応管理情報133のリストアに必要な不可欠ではない情報要素を間引いた、対応管理情報133における残りの情報要素で構成された情報である。以下、その情報を、「間引き対応管理情報」と言う。

【0063】

バックアップ部513は、共有メモリ111に記憶されている対応管理情報133から、リストアに必要な不可欠な情報要素を選別し、選別された各情報要素をローカルメモリ501に書込む。それにより、ローカルメモリ501上に、間引き対応管理情報135が生成される。

40

【0064】

バックアップ部513は、ローカルメモリ501上に記憶されている間引き対応管理情報135を、SVP114に転送する。SVP114のCPU112は、バックアップ部513から受信した間引き対応管理情報135を、不揮発性の記憶デバイス116に書込む。

【0065】

50

また、バックアップ部 513 は、ローカルメモリ 501 上に記憶されている間引き対応管理情報 135 を、キャッシュメモリ 133 に転送する。それにより、キャッシュメモリ 133 に、間引き対応管理情報 135 が記憶される。入出力制御部 511 によって実行されるデステージジョブによって、キャッシュメモリ 133 に記憶されている間引き対応管理情報 135 が、対応容量プール 143 における確保領域 171 に書き込まれる。

【0066】

リストア部 515 は、SVP 114 と確保領域 171 のいずれからでも、間引き対応管理情報 135 を読み出すことができる。本実施例では、確保領域 171 からよりも SVP 114 からの方が高速に間引き対応管理情報 135 を読み出すことができる。そのため、リストア部 515 は、原則、SVP 114 から間引き対応管理情報 135 を読み出し、その間引き対応管理情報 135 を用いて、対応管理情報 133 をリストアする。しかし、SVP 114 が故障するなどの原因により、SVP 114 からの間引き対応管理情報 135 の読出しに失敗した場合には、リストア部 515 は、対応容量プール 143 における確保領域 171 から、間引き対応管理情報 135 を読み出す。

10

【0067】

図 5 は、リストア処理の概要を示す。

【0068】

前述したように、リストア部 515 は、SVP 114 からの間引き対応管理情報 135 の読出しに失敗した場合には、対応容量プール 143 における確保領域 171 から、間引き対応管理情報 135 を読み出す（具体的には、リストア部 515 は、DKA 117 に、確保領域 171 からキャッシュメモリ 133 に間引き対応管理情報 135 を読み出させる）。リストア部 515 は、読み出された間引き対応管理情報 135 を、ローカルメモリ 501 に書込む。そして、リストア部 515 は、その間引き対応管理情報 135 を用いて、共有メモリ 111 に、対応容量プール 143 に対応する対応管理情報 133 をリストアする。

20

【0069】

以上が、バックアップ処理及びリストア処理の概要である。なお、必ずしも、SVP 114 の不揮発性の記憶デバイス 116 に書込まれなくても良い。例えば、SVP 114 の不揮発性の記憶デバイス 116 と確保領域 171 との両方に格納されるダブルバックアップモードと、確保領域 171 のみに格納されるシングルバックアップモードとがあり、いずれかのモードをユーザが選択可能になっていても良い。

30

【0070】

上述の説明によれば、対応管理情報 133 それ自体がバックアップされるのではなく、対応管理情報 133 のリストアに必要な情報要素が選別されその情報要素を含んだ間引き対応管理情報 135 が、バックアップされる。対応管理情報 133 における、バックアップされていない情報要素は、間引き対応管理情報 135 に含まれている情報要素を基に、算出される。このように、対応管理情報 133 を適切に間引いてバックアップするため、消費記憶容量を節約することができる。

【0071】

また、上述の説明によれば、容量プール 143 毎に、予め、確保領域 171 が設けられており、確保領域 171 に、間引き対応管理情報 135 が書き込まれる。これにより、確保領域 171 をデッドスペースとすることなく有効に活用することができる。確保領域 171 のサイズが対応管理情報 133 のサイズより小さくても、バックアップの対象となるのは、対応管理情報 133 それ自体ではなく、対応管理情報 133 からそのリストアに不要な情報要素（例えば、他の情報要素から計算可能な情報要素）を間引くことにより作成された間引き対応管理情報 135 なので、確保領域 171 にバックアップすることが可能となる。

40

【0072】

以下、間引き対応管理情報 135 の構成などについて詳細に説明する。

【0073】

50

図6は、確保領域171で記憶されている間引き対応管理情報135の構成を示す。

【0074】

間引き対応管理情報135は、ヘッダ情報157、間引きプール情報151、間引き仮想VOL153、間引きマッピング情報155及び予備情報159で構成されている。これらの情報157、151、153、155及び159のうちの少なくとも一つが多重化（例えば二重化）されて、格納されても良い。

【0075】

ヘッダ情報157は、確保領域171を管理するための情報である。ヘッダ情報157には、間引きマッピング情報155のフォーマットを一意に特定するための情報要素が含まれても良い。

【0076】

図7は、間引きプール情報151の構成を示す。

【0077】

間引きプール情報151は、プール情報161のリストAに不要な情報要素がプール情報161から間引かれた情報である。間引きプール情報151は、ヘッダ情報1511と、プールVOL#リスト1512とを含む。

【0078】

ヘッダ情報1511は、例えば、粒度15111、プール閾値15112、プールVOL数15113、プール種別15114及びプール状態15115を含む。粒度15111は、一つの実ページのサイズを表す情報要素である。プール閾値15112は、容量プール143の空き比率（100－プール使用率（％））がどの比率未満となった場合に警告を出すかを表す情報要素である。プールVOL数15113は、容量プール143を構成するプールVOLの数を表す情報要素である。プール種別15114は、容量プール143の種別（例えば、仮想VOL用、スナップショット用など）を表す情報要素である。プール状態15115は、容量プール143の状態（例えば、正常、閉塞など）を表す情報要素である。

【0079】

プールVOL#リスト1512には、容量プール143を構成する各プールVOL145のプールVOL#が記録されている。なお、プールVOL#リスト1512は、一つの容量プール143を構成するプールVOL145の最大数分の記憶領域を有した所定サイズの情報とすることができる。容量プール143を構成するプールVOL145の数が、プールVOL145の最大数に満たない場合には、プールVOL#リスト1512には、無効データ（例えばヌルデータ）が記録される。記録される無効データの数は、プールVOL145の最大数とプールVOL145の数との差である。

【0080】

図8は、間引き仮想VOL153の構成を示す。

【0081】

間引き仮想VOL153は、仮想VOL163のリストAに不要な情報要素が仮想VOL163から間引かれた情報である。間引き仮想VOL153は、ヘッダ情報1531と、仮想VOL単位情報1532とを含む。

【0082】

ヘッダ情報1531は、例えば、対応容量プール143に関連付けられた仮想VOL141の数を表す情報要素を含んだ情報である。

【0083】

仮想VOL単位情報1532は、対応容量プール143に関連付けられた仮想VOL141毎に存在する情報である。仮想VOL単位情報1532は、例えば、仮想VOL#15321、仮想VOL閾値15322、変換ボリューム#15323及び予備情報15324を含む。仮想VOL#15321は、仮想VOL単位情報1532に対応する仮想VOL（以下、「対応仮想VOL」と言う）141の仮想VOL#を表す情報要素である。仮想VOL閾値15322は、対応仮想VOL141の空き容量に対して、対応仮想VOL

10

20

30

40

50

L 1 4 1 が関連付けられている容量プール 1 4 3 の空き容量がどの値より少なくなった場合に警告を出すかを表す情報要素である（例えば、仮想 V O L 閾値が 3 0 0 % と設定されている場合には、容量プール 1 4 3 の空き容量が、仮想 V O L の空き容量の 3 倍よりも少なくなった場合には、警告が出ることになる）。変換ボリューム # は、対応仮想 V O L 1 4 1 に記憶されているデータ（具体的には、対応仮想 V O L 1 4 1 に割り当てられている実ページに記憶されているデータ）のマイグレーション先の論理ボリュームの V O L # である。

【 0 0 8 4 】

図 9 は、マッピング情報 1 6 5 の構成を示す。

【 0 0 8 5 】

マッピング情報 1 6 5 は、対応容量プール 1 4 3 における実ページ毎に、実ページを表す情報要素（以下、「実ページ情報要素」と言う）と、その実ページの割当て先の仮想ページを表す情報要素（以下、「仮想ページ情報要素」と言う）を有する。実ページ情報要素は、例えば、プール V O L # と実ページ # との組である。仮想ページ情報要素は、例えば、仮想 V O L # と仮想ページ # との組である。未割当ての実ページに対応した仮想ページ情報要素は、未割当てを意味するデータ、例えば、ヌルデータである。以下、実ページを、実 V O L # と実ページ # の組で表すことがある。また、仮想ページを、仮想 V O L # と仮想ページ # の組で表すことがある。

【 0 0 8 6 】

図 9 によれば、実ページ [プール V O L # 3 , 実ページ # 0] は、未割当ての実ページであることがわかる。また、実ページ [プール V O L # 3 , 実ページ # 1] は、仮想ページ [仮想 V O L # 0 , 仮想ページ # 1] に割り当て済みであることがわかる。

【 0 0 8 7 】

マッピング情報 1 6 5 は、K 個（K は 1 以上の整数、例えば、K = 1 6 0 0 0）の実ページにそれぞれ対応した K 個のエントリで構成される。一つのエントリに、そのエントリに対応する実ページに対応した実ページ情報要素と、仮想ページ情報要素とが含まれる。

【 0 0 8 8 】

本実施例において、前述した間引きマッピング情報 1 5 5 は、図 9 に示すように、マッピング情報 1 6 5 から全ての実ページ情報要素が間引かれた情報、言い換えれば、仮想ページ情報要素のみが残された情報である。具体的には、例えば、間引きマッピング情報 1 5 5 は、実ページ # の昇順に並んだ仮想ページ情報要素で構成される。このため、例えば、どの仮想ページ情報要素に対応する仮想ページに対応容量プール 1 4 3 におけるどの実ページが割り当てられているかは、その仮想ページ情報要素の間引きマッピング情報 1 6 5 における位置（順番）から、算出することが可能である。例えば、2 番目にある仮想ページ情報要素（ヌルデータではない情報要素）に対応する仮想ページには、対応容量プール 1 4 3 における 2 番目の実ページ（実ページ # 2 の実ページ）が割り当てられていることがわかる。

【 0 0 8 9 】

図 1 0 は、関連付けテーブル 1 6 7 の構成と、関連付けテーブル 1 6 7 とマッピング情報 1 6 5 との関係を示す。

【 0 0 9 0 】

関連付けテーブル 1 6 7 は、第一サブテーブル 1 8 1 と、プール V O L 用ディレクトリ 1 8 5 と、仮想 V O L 用ディレクトリ 1 8 3 とで構成される。

【 0 0 9 1 】

第一サブテーブル 1 8 1 が有する各レコード（行）には、V O L # と第二アドレスが記録される。その V O L # は、対応容量プール 1 4 3 を構成するプール V O L と、対応容量プール 1 4 3 に関連付けられている仮想 V O L とのいずれかの論理ボリュームの V O L # である。第二アドレスは、第二サブテーブル 1 8 3 1 又は 1 8 5 1 のレコード（行）のアドレスである。

【 0 0 9 2 】

10

20

30

40

50

プールVOL用ディレクトリ185は、プールVOL145に対応するエン트리（マッピング情報165におけるエン트리）を特定するためのテーブル群である。プールVOL用ディレクトリ185は、例えば、第二サブテーブル1851と、第三サブテーブル1853とで構成される。第二サブテーブル1851が有する各レコード（行）には、第三アドレスが記録される。第三アドレスは、第三サブテーブル1853のレコードのアドレスである。第三サブテーブル1853が有する各レコード（行）には、メモリバンクアドレスが記録される。メモリバンクアドレスは、各M個のエントリの先頭エントリのアドレスである。なお、Mは、1以上の整数であり、マッピング情報165を構成するエントリの数Kよりも小さい値（例えば、M=544）である。

【0093】

仮想VOL用ディレクトリ183は、任意の仮想ページに割り当てられている実ページに対応するエント리를特定するためのテーブル群である。仮想VOL用ディレクトリ183は、例えば、第二サブテーブル1831と、第三サブテーブル1833とで構成される。第二サブテーブル1831が有する各レコード（行）には、第三アドレスが記録される。第三アドレスは、第三サブテーブル1833のレコードのアドレスである。第三サブテーブル1833は、対応容量プール143に関連付けられている仮想VOL141毎に存在する。第三サブテーブル1833が有する各レコード（行）は、その第三サブテーブル1833に対応する仮想VOL141における各仮想ページに対応する。第三サブテーブル1833が有する各レコードには、マッピング情報165におけるエントリのアドレスが記録される。

【0094】

図10の関連付けテーブル167によれば、例えば、VOL#3について、プールVOL用ディレクトリ185を辿ることにより、VOL#3のプールVOLに対応するエン트리群が特定される。また、VOL#0について、仮想VOL用ディレクトリ183を辿ることにより、VOL#0の仮想VOLにおける2番目の仮想ページに対応したエント리가特定される。そのエントリによれば、その仮想ページに、実ページ[プールVOL#3, 実ページ#1]が割り当てられていることがわかる。

【0095】

本実施例では、以上の関連付けテーブル167は、対応容量プール143における確保領域171にはバックアップされない。なぜなら、関連付けテーブル167を、間引きプール情報151と間引き仮想VOL153とを基にリストアすることが可能であるためである。

【0096】

以下、本実施例におけるバックアップ処理及びリストア処理について、詳細に説明する。

【0097】

図11は、バックアップ処理のフローチャートである。なお、以下、確保領域171にバックアップされることを例に採り説明し、SVP114の不揮発性の記憶デバイス116にバックアップされることについては、説明を省略する。

【0098】

各CHA109で実行される制御プログラムが、旧型の制御プログラム503（図12（A）参照）から新型の制御プログラム505（図12（B）参照）にバージョンアップされた場合（ステップ101でYES）、新型の制御プログラム505におけるバックアップ部513によって、各容量プール143の確保領域171に、各容量プール143に対応する間引き対応管理情報135が、バックアップされる（ステップ104）。ステップ104の処理については、図13を参照して後に詳述する。

【0099】

容量プール143が作成又は削除された場合（ステップ102でYES）、その容量プール143に対応する対応管理情報133が作成又は削除されることになる。従って、この場合、バックアップ部513が、間引きプール情報151の全部又は一部を、対応する

10

20

30

40

50

確保領域 171 にバックアップする（ステップ 106）。具体的には、例えば、容量プール 143 が作成された場合、バックアップ部 513 は、作成された容量プール 143 の確保領域 171 をフォーマットし、その確保領域 171 における、間引きプール情報 151 が記憶される位置に、間引きプール情報 151 を書込む。また、例えば、容量プール 143 が削除された場合、バックアップ部 513 は、削除された容量プール 143 の確保領域 171 における間引きプール情報 151 を、無効化する（例えば値“0”で構成された情報とする）。

【0100】

プール情報 161 が変更された場合（ステップ 103 で YES）、バックアップ部 513 が、間引きプール情報 151 における、プール情報 161 の変更部分に対応する部分を、更新する（ステップ 106）。具体的には、例えば、容量プール 143 が閉塞された場合（プール状態が“閉塞”となった場合）、バックアップ部 513 は、確保領域 171 に記憶されている間引きプール情報 151 におけるプール状態 15115 を、“閉塞”に更新する。また、例えば、容量プール 143 が回復した場合（プール状態が“回復”となった場合）、バックアップ部 513 は、確保領域 171 に記憶されている間引きプール情報 151 におけるプール状態 15115 を、“回復”に更新する。

【0101】

プール VOL 145 が容量プール 143 に追加された場合、又は、プール VOL 145 が容量プール 143 から削除された場合（ステップ 105 で YES）、その容量プール 143 に対応した対応管理情報 133 におけるプール情報 161 が更新されることになる。従って、この場合、バックアップ部 513 は、確保領域 171 に記憶されている間引きプール情報 151 を更新する（ステップ 106）。具体的には、例えば、1つのプール VOL 145 が容量プール 143 に追加された場合、バックアップ部 513 は、その容量プール 143 に対応する間引きプール情報 151 において、プール VOL 数 15113 の値を 1 増やし、追加されたプール VOL 145 の VOL # をプール VOL # リスト 1512 に追記する。逆に、例えば、1つのプール VOL 145 が容量プール 143 から削除された場合、バックアップ部 513 は、その容量プール 143 に対応する間引きプール情報 151 において、プール VOL 数 15113 の値を 1 減らし、削除されたプール VOL 145 の VOL # をプール VOL # リスト 1512 から削除する。

【0102】

仮想 VOL 141 が容量プール 143 に関連付けられた場合（ステップ 107 で YES）、その容量プール 143 に対応する仮想 VOL 情報 163 が更新されることになる。従って、この場合、バックアップ部 513 は、その容量プール 143 の確保領域 171 に記憶されている間引き仮想 VOL 情報 153 を更新する（ステップ 112）。具体的には、バックアップ部 513 は、ヘッダ情報 1531 が表す仮想 VOL 数の値を 1 増やし、仮想 VOL 単位情報 1532 を追加する。

【0103】

仮想 VOL 141 の容量プール 143 に対する関連付けが解除された場合（ステップ 109 で YES）、その容量プール 143 に対応する仮想 VOL 情報 163 が更新されることになる。従って、この場合、バックアップ部 513 は、その容量プール 143 の確保領域 171 に記憶されている間引き仮想 VOL 情報を更新し、且つ、割り当て済みの実ページに対応する仮想ページ情報要素を無効化する（ステップ 110）。具体的には、バックアップ部 513 は、ヘッダ情報 1531 が表す仮想 VOL 数の値を 1 減らし、解除された仮想 VOL 141 に対応する仮想 VOL 単位情報 1532 を削除する。また、バックアップ部 513 は、間引きマッピング情報 155 における、解除された仮想 VOL 141 の仮想領域に対応する仮想ページ情報要素を無効化する（ヌルデータに更新する）。

【0104】

仮想 VOL 情報 163 に変更があった場合（ステップ 111 で YES）、バックアップ部 513 は、仮想 VOL 情報 163 で更新された情報要素に対応する、間引き仮想 VOL 情報 153 における情報要素を、更新する（ステップ 112）。

【0105】

未だ指定されたことの無い仮想ページを指定したライト要求を受信したことにより、新たに実ページが割り当てられた場合（ステップ113でYES）、マッピング情報165において、その実ページに対応したエントリに、その実ページの割当て先の仮想ページを表す仮想ページ情報要素が記録される。従って、この場合、バックアップ部513は、その記録された仮想ページ情報要素を、確保領域171に記憶されている間引きマッピング情報155に追加する（ステップ114）。具体的には、例えば、バックアップ部513は、入出力制御部511が新たに書き込んだ仮想ページ情報要素を記録するためのサブブロック領域がキャッシュメモリ113に確保されていなければ、そのサブブロック領域を、キャッシュメモリ113に確保する。1サブブロックは、所定個数のページ（例えば32個のページ）分のサイズであり、ローカルメモリ501からキャッシュメモリ113への転送単位である。バックアップ部513は、新たに仮想ページ情報要素が記録されたエントリから、その仮想ページ情報要素を読み出し、読み出した仮想ページ情報要素を、キャッシュメモリ113における確保済みのサブブロック領域に書込む。その後、入出力制御部511のデステージジョブによって、その仮想ページ情報要素を含む所定個数（例えば544個）の仮想ページ情報要素（ヌルデータとなっている仮想ページ情報要素が含まれていることもある）が、確保領域171に記憶されている間引きマッピング情報155における適切な位置に、記録される。

10

【0106】

以上が、バックアップ処理の流れである。なお、図11には、バックアップ処理で行われる代表的な判断（ステップ101、102、103、105、107、109、111及び113）を示したが、図示していない判断が行われることもある。例えば、プール閾値又は仮想VOL閾値が変更された場合、間引きプール情報151におけるプール閾値15112、又は、間引き仮想VOL情報153における仮想VOL閾値15323が更新される。要するに、対応管理情報133において、間引き対応管理情報135にも含まれる情報要素が更新されたならば、確保領域171（及びSVP114の不揮発性の記憶資源116）に記憶されている間引き対応管理情報135でも、その情報要素が更新されることになる。言い換えれば、対応管理情報133における或る情報要素が更新されたからといって、間引き対応管理情報135の全部が更新されるのではなく、間引き対応管理情報135における、対応管理情報133で更新された情報要素と同じ情報要素のみが更新される。

20

30

【0107】

図13は、図11のステップ104で行われる処理のフローチャートである。なお、この処理の開始に先立ち、バックアップ部513は、確保領域171をフォーマットしておく。

【0108】

バックアップ部513は、関連付けテーブル167の第一サブテーブル181のレコードを順に参照することで、プールVOLのVOL#を探す（ステップ121）。

【0109】

次に、バックアップ部513は、見つけたVOL#をキーに、プールVOL用ディレクトリ185を辿り、メモリバンクアドレスを求める（ステップ122）。具体的には、バックアップ部513は、見つけたVOL#に対応する第二アドレスから、プールVOL用ディレクトリ185における第二サブテーブル1851のレコードを特定する。そして、バックアップ部513は、特定したレコードに記録されている第三アドレスから、プールVOL用ディレクトリ185における第三サブテーブル1853のレコードを特定する。それにより、そのレコードに記録されているメモリバンクアドレスが求まる。

40

【0110】

バックアップ部513は、そのメモリバンクアドレスから特定されるメモリバンク領域におけるエントリに記録されている仮想VOL#及び仮想ページ#（ヌルデータとなっている場合もある）を、キャッシュメモリ113に転送する（ステップ123）。これを、

50

そのメモリバンク領域における全てのエントリについて行う（ステップ124）。

【0111】

バックアップ部513が第一サブテーブル181の全てのレコードを参照したならば（ステップ125でYES）、ステップ104の終了となる。

【0112】

図14は、新たに実ページが仮想ページに割り当てられた場合に行われる処理のフローチャートである。

【0113】

入出力制御部511が、フリーキュー（未割当ての実ページに対応したエントリのキュー）から一つのエントリを選択する（ステップ131）。そして、入出力制御部511は、選択したエントリに、そのエントリに対応する実ページの割当て先の仮想ページに対応した仮想VOL#及び仮想ページ#を記録する（ステップ132）。 10

【0114】

バックアップ部513は、そのエントリを含んだ所定個数（例えば32個）のエントリに記録されている所定個数の仮想VOL#及び仮想ページ#を、キャッシュメモリ113における確保済みのサブブロック領域に転送する（ステップ133）。

【0115】

入出力制御部511は、デステージジョブにより、所定個数（例えば544個）の仮想VOL#及び仮想ページ#を、それぞれ、対応する確保領域171に書込む（デステージする）（ステップ134）。 20

【0116】

なお、本処理において、バックアップ部513は、キャッシュメモリ113に転送した仮想VOL#及び仮想ページ#にロックをかけないようにする（具体的には、例えば、一旦ロックをかけた後にすぐに外す）。なぜなら、キャッシュメモリ113において、仮想VOL#及び仮想ページ#にロックがかかっていると、仮想VOL#及び仮想ページ#は、デステージがされない、つまり確保領域171にバックアップされないためである。キャッシュメモリ113に転送する仮想VOL#及び仮想ページ#にロックをかけないことにより、なるべく迅速に、仮想VOL#及び仮想ページ#を確保領域171にバックアップすることができる。

【0117】 30

以上が、バックアップ処理に関する説明である。

【0118】

前述したように、確保領域171（又はSVP114の不揮発性の記憶デバイス116）にバックアップされた間引き対応管理情報135を用いて、共有メモリ111に、対応管理情報133をリストアすることが可能である。リストア処理は、例えば、ストレージシステム105の電源が投入されたことを契機に開始される。

【0119】

図15は、リストア処理のフローチャートである。

【0120】

ステップ151では、リストア部515は、本リストア処理が、計画的な停止の後でのリストア処理であるかどうかを判断する。計画的な停止とは、ユーザが意図した、ストレージシステム105の稼働の停止である。本リストア処理が、計画的な停止（例えば電源オフ）の後でのリストア処理の場合（ステップ151でYES）、ステップ153に進み、そうではない場合（ステップ151でNO）、ステップ152に進む。 40

【0121】

ステップ152では、リストア部515が、対応管理情報133のリストアを行うか否かの指示をユーザから受け付ける。リストアを行う指示を受けた場合（ステップ152でYES）、ステップ153に進み、その指示を受けなかった場合（ステップ152でNO）、終了となる。

【0122】 50

ステップ153では、リストア部515が、間引き対応管理情報135をSVP114に要求する。リストア部515は、その要求に応答して間引き対応管理情報135をSVP114から受信した場合（ステップ152でYES）、その間引き対応管理情報135を用いて、共有メモリ111に、対応管理情報133をリストアする（ステップ154）。一方、間引き対応管理情報をSVP114から受信できなかった場合（ステップ152でNO）、リストア部515は、確保領域171に記憶されている間引き対応管理情報135を用いたリストアを実行する（ステップ155）。

【0123】

このリストア処理によれば、本リストア処理が、計画的な停止の後でのリストア処理であれば、自動で、リストアが開始される。なぜなら、計画的な停止の場合、共有メモリ111には、図示しない一次電源（例えば商用電源）から所定の電源装置を経由して電力が供給され、それ故、バックアップされた間引き対応管理情報135は、最新の対応管理情報133に対応しているためである。

【0124】

一方、本リストア処理が、計画的な停止とは異なる停止（例えば停電による停止）の後でのリストア処理であれば、手動で、リストアが開始される。なぜなら、計画的な停止とは異なる停止の場合、共有メモリ111には、図示しない一次電源から所定の電源装置を経由して電力が供給されていない可能性があり、それ故、バックアップされた間引き対応管理情報135が、最新の対応管理情報133に対応していないおそれがあるためである。

【0125】

図16は、図15のステップ155で実行される処理（或る一つの容量プール143についての処理）のフローチャートの前段部分を示す。図17は、そのフローチャートの後段部分を示す。

【0126】

リストア部515は、容量プール143を構成する複数のプールVOLから先頭プールVOLを特定する（ステップ151）。

【0127】

リストア部515は、特定した先頭プールVOLにある確保領域171（つまり容量プールの確保領域171）から、間引きプール情報151を読み出す（ステップ152）。

【0128】

読出しに成功したなら（ステップ153でYES）、リストア部515は、その間引きプール情報151を用いて、一次リストアを実行する（ステップ154）。具体的には、例えば、リストア部515は、間引きプール情報151内のプールVOL数15113を基に、共有メモリ111上に、プールVOL用ディレクトリ185を作成する。また、リストア部515は、共有メモリ111上に、各プールVOLの実ページに対応したエントリを準備し、それらエントリについてのフリーキューを作成する。準備されたエントリには、そのエントリに対応する実ページのプールVOL#及び実ページ#が記録されているが、仮想VOL#及び実ページ#としてはヌルデータが記録されている。また、リストア部515は、共有メモリ111上に、全てのレコードがヌルデータの第一のサブテーブル181を作成し、その第一のサブテーブル181に、間引きプール情報151内のプールVOL#リスト1512に記録されているプールVOL#を記録する。

【0129】

一次リストアに成功したなら（ステップ155でYES）、リストア部515は、確保領域171から、間引き仮想VOL情報153を読み出す（ステップ156）。

【0130】

読出しに成功したなら（ステップ157でYES）、リストア部515は、その間引き仮想VOL情報153を用いて、二次リストアを実行する（ステップ158）。具体的には、例えば、リストア部515は、間引き仮想VOL情報153内のヘッダ情報1531（仮想VOL数を表す情報）を基に、共有メモリ111上に、仮想VOL用ディレクトリ

183を作成する。また、リストア部515は、第一のサブテーブル181に、間引きプール情報151内の各仮想VOL単位情報1532に含まれている仮想VOL#を記録する。

【0131】

二次リストアの実行に成功したなら（ステップ159でYES）、図17のステップ161に進む。二次リストアが完了した時点での関連付けテーブル167とマッピング情報165とを、図18に示す。図18によれば、第一のサブテーブル181には、容量プール143を構成する全てのプールVOL#と、その容量プール143に関連付けられている全ての仮想VOLの仮想VOL#とが記録されている。また、マッピング情報165を構成する各エントリには、対応する実ページのプールVOL#及び実ページ#が記録されているが、仮想VOL#及び仮想ページ#としてはヌルデータが記録されている。そのため、全てのエントリがフリーキューに属する（図18の一点鎖線矢印を参照）。また、仮想VOL用ディレクトリ183における第三サブテーブル1833のどのレコードも、ヌルデータが記録されているため、マッピング情報165におけるエントリには関連付けられていない。

10

【0132】

図17のステップ161では、リストア部515は、間引きマッピング情報155を確保領域171から読み出す。

【0133】

ステップ162では、リストア部515は、間引きマッピング情報155から、一組の仮想VOL#及び仮想ページ#を選択する（つまり仮想ページを選択する）。リストア部515は、選択した仮想VOL#及び仮想ページ#の位置（順番）に対応したプールVOL#及び実ページ#を特定する。リストア部515は、特定されたプールVOL#及び実ページ#を用いて第一サブテーブル181及びプールVOL用ディレクトリ185を参照することで、そのプールVOL#及び実ページ#の実ページに対応したエントリを特定する。

20

【0134】

ステップ163では、リストア部515は、ステップ162で特定されたエントリに、ステップ162で選択した仮想VOL#及び仮想ページ#を記録する。

【0135】

ステップ164では、リストア部515は、ステップ162で選択した仮想VOL#及び仮想ページ#を用いて第一サブテーブル181及び仮想VOL用ディレクトリ183を参照することで、仮想VOL用ディレクトリ183内の第三サブテーブル1833におけるレコードを特定する。そして、リストア部515は、そのレコードに、S162で特定されたエントリのアドレスを記録する。

30

【0136】

以上のステップ161乃至164が、間引きマッピング情報155における全ての仮想VOL#及び仮想ページ#（ヌルデータとなっているものを除く）について行われる（ステップ165）。

【0137】

その後、リストア部515は、フリーキューから、仮想VOL#及び仮想ページ#が記録されたエントリを抜く（ステップ166）。

40

【0138】

また、リストア部515は、対応管理情報133における未リストアの情報要素をリストアする（ステップ167）。具体的には、例えば、リストア部515は、リストアされたマッピング情報165を基に、プール情報161におけるプール使用率を算出したり、仮想VOL情報163における仮想VOL使用率を算出したりする。

【0139】

図16及び図17を参照して説明した一連の処理により、共有メモリ111に、対応管理情報133がリストアされる。図19に、図17のステップ167が完了した時点での

50

関連付けテーブル 167 とマッピング情報 165 とを示す。図 18 と見比べてみればわかるように、実ページが割り当てられている仮想ページについては、マッピング情報 165 におけるエントリに、その仮想ページの仮想 V O L # 及び仮想ページ # が記録される。また、その仮想ページに対応する、第三サブテーブル 1833 のレコードに、その仮想 V O L # 及び仮想ページ # が記録されているエントリ（仮想ページに割り当てられている実ページに対応したエントリ）のアドレスが記録される。

【0140】

以上、本発明の好適な実施形態を説明したが、これは本発明の説明のための例示であって、本発明の範囲をこの実施例にのみ限定する趣旨ではない。本発明は、他の種々の形態でも実施することが可能である。

10

【図面の簡単な説明】

【0141】

【図1】図1は、本発明の一実施例に係る計算機システムの構成を示す。

【図2】図2は、仮想ページに対する実ページの割り当ての方法を示す。

【図3】図3は、共有メモリに記憶される管理情報の一つである対応管理情報を示す。

【図4】図4は、バックアップ処理の概要を示す。

【図5】図5は、リストア処理の概要を示す。

【図6】図6は、確保領域で記憶されている間引き対応管理情報の構成を示す。

【図7】図7は、間引きプール情報の構成を示す。

【図8】図8は、間引き仮想 V O L の構成を示す。

20

【図9】図9は、マッピング情報の構成を示す。

【図10】図10は、関連付けテーブルの構成と、関連付けテーブルとマッピング情報との関係を示す。

【図11】図11は、バックアップ処理のフローチャートである。

【図12】図12Aは、旧型の制御プログラムが記憶されている C H A を示す。図12Bは、新型の制御プログラムが記憶されている C H A を示す。

【図13】図13は、図11のステップ104で行われる処理のフローチャートである。

【図14】図14は、新たに実ページが仮想ページに割り当てられた場合に行われる処理のフローチャートである。

【図15】図15は、リストア処理のフローチャートである。

30

【図16】図16は、図15のステップ155で実行される処理（或る一つの容量プール143についての処理）のフローチャートの前段部分を示す。

【図17】図17は、図15のステップ155で実行される処理（或る一つの容量プール143についての処理）のフローチャートの後段部分を示す。

【図18】図18は、図16のステップ158が完了した時点での関連付けテーブルとマッピング情報とを示す。

【図19】図19は、図17のステップ167が完了した時点での関連付けテーブルとマッピング情報とを示す。

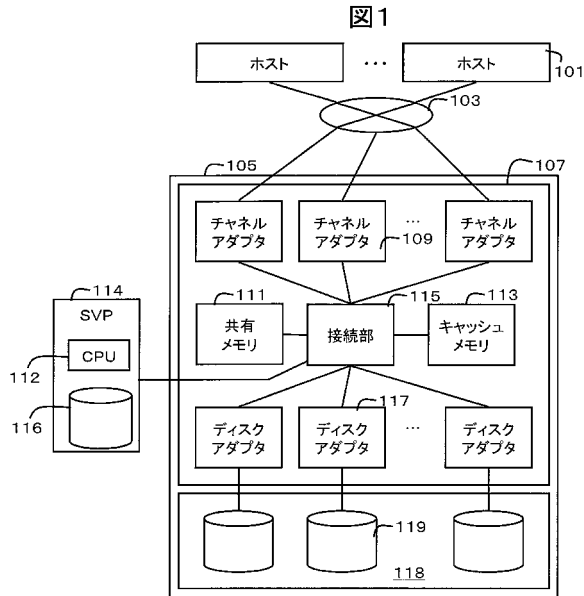
【符号の説明】

【0142】

40

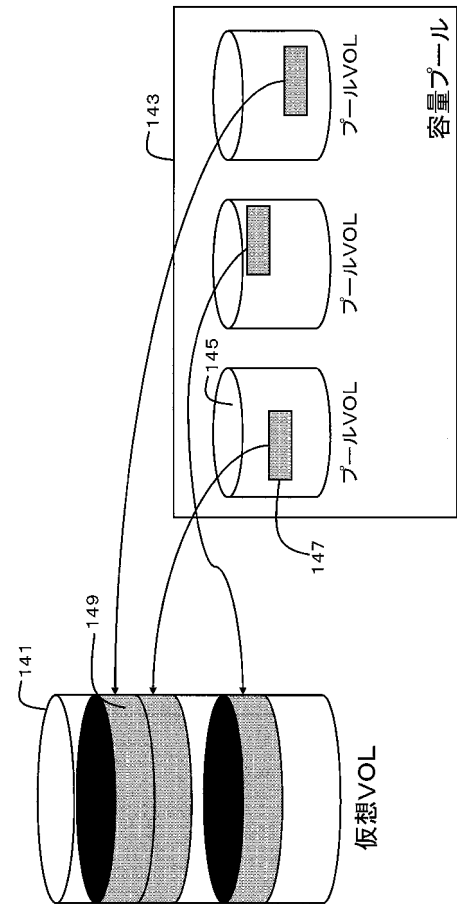
101…ホスト計算機 105…ストレージシステム 107…コントローラ部 109
…チャンネルアダプタ 111…共有メモリ 113…キャッシュメモリ 117…ディスク
アダプタ 118…ストレージ部 119…物理的な記憶デバイス

【図 1】



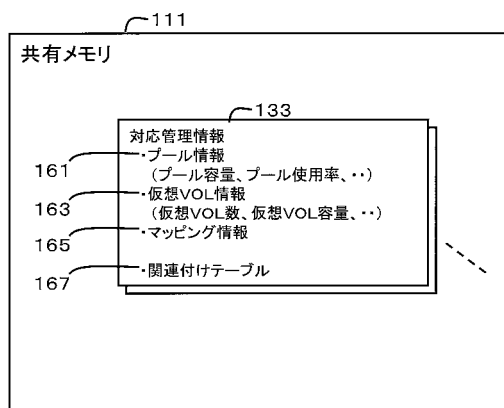
【図 2】

図2



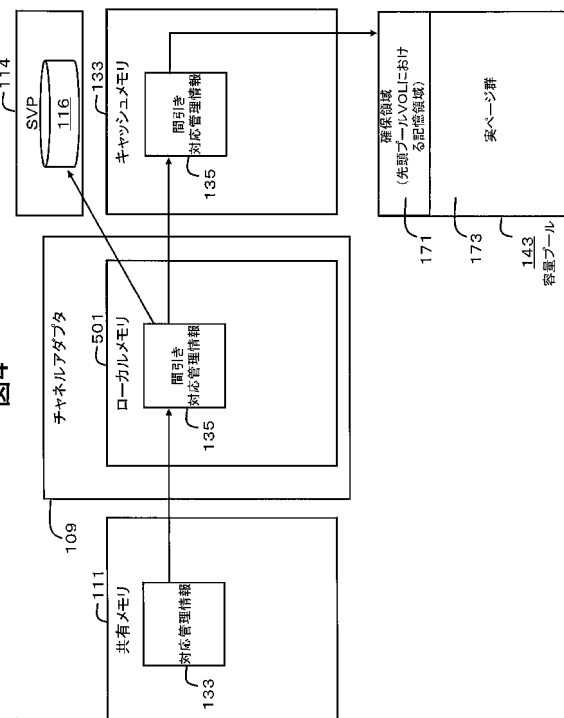
【図 3】

図3

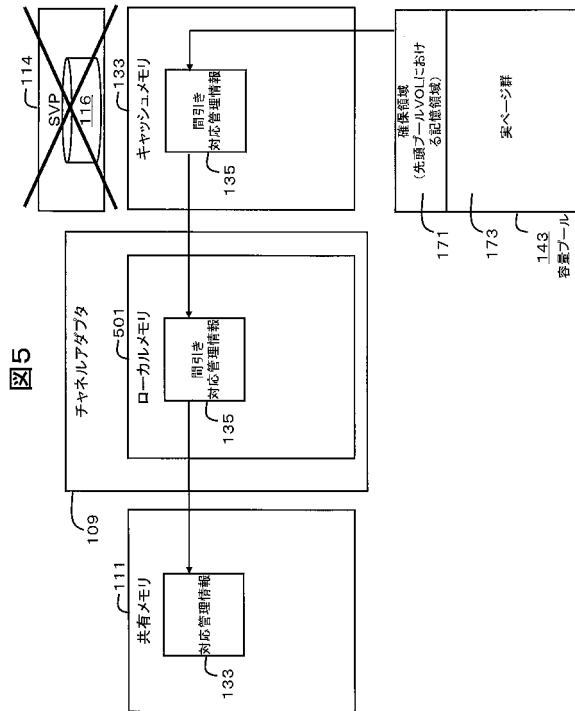


【図 4】

図4

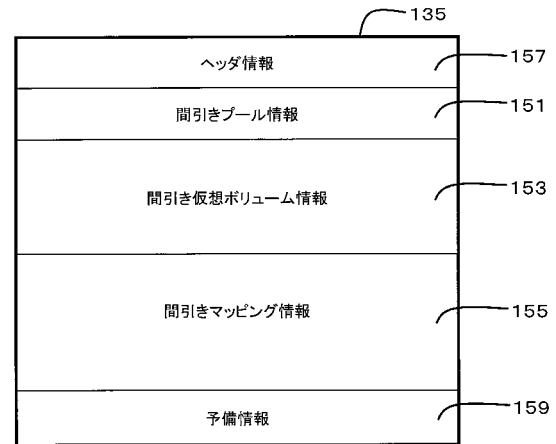


【図 5】



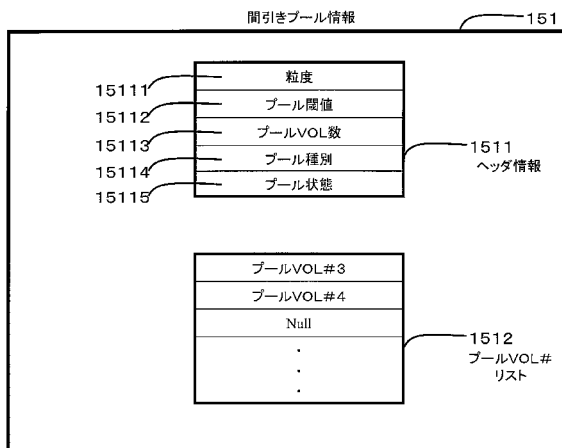
【図 6】

図6



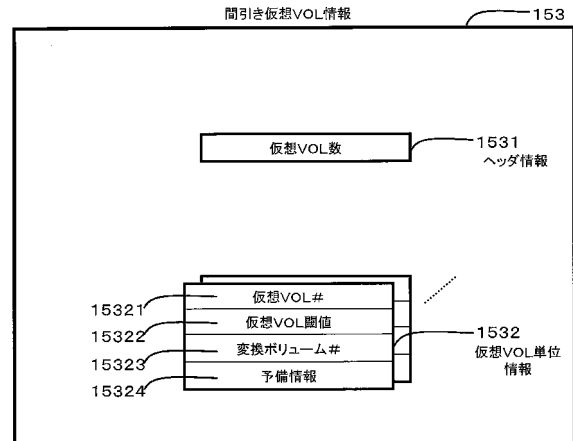
【図 7】

図7

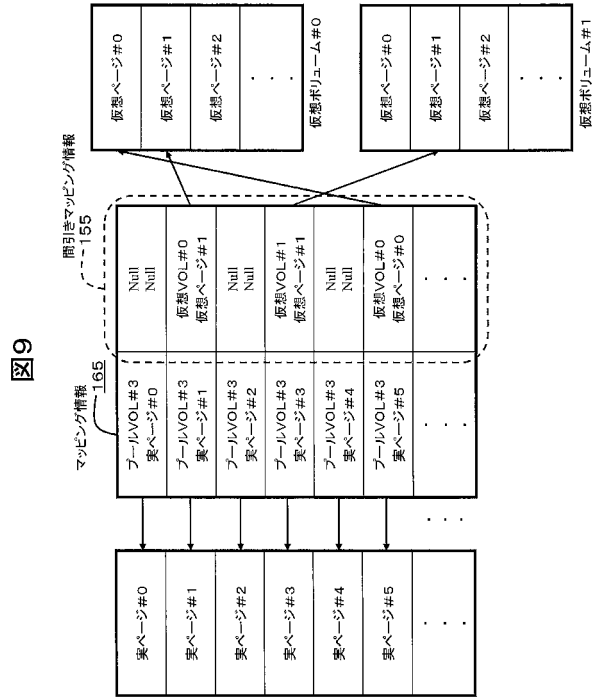


【図 8】

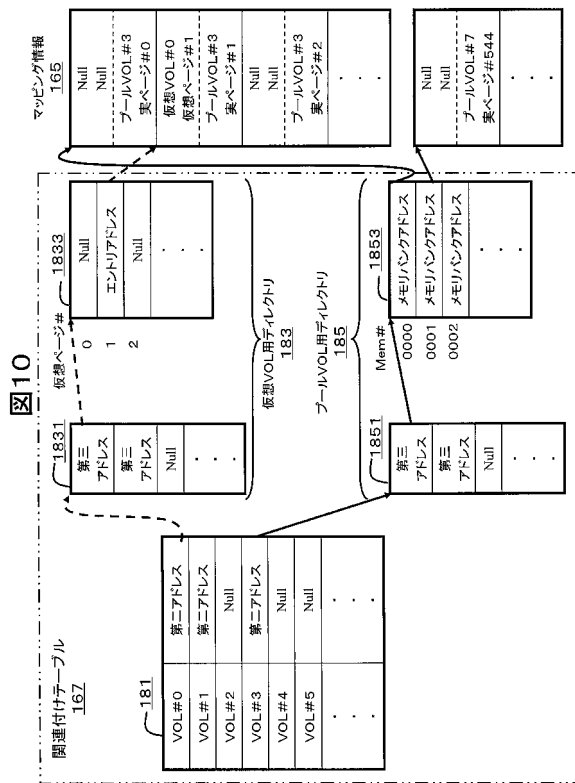
図8



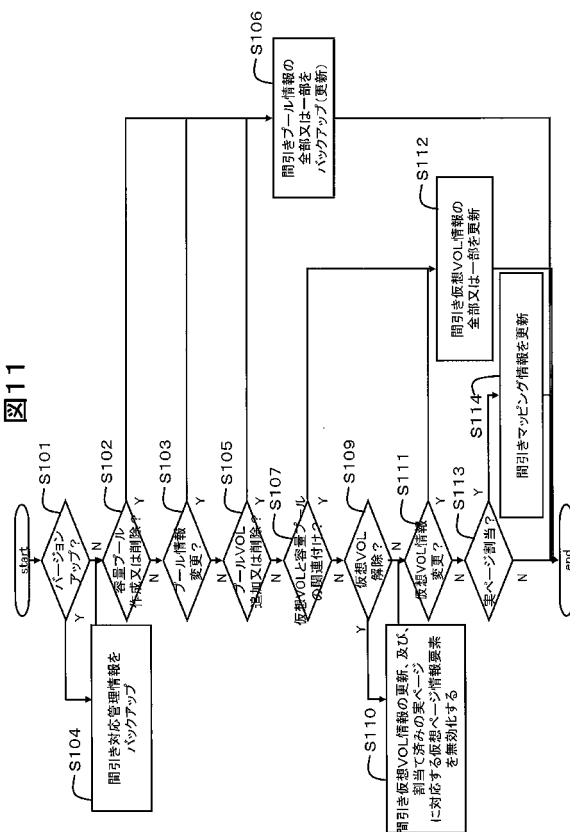
【図 9】



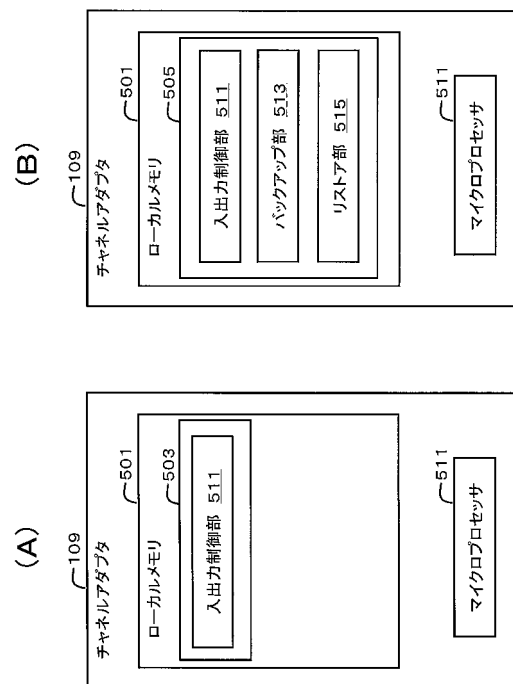
【図 10】



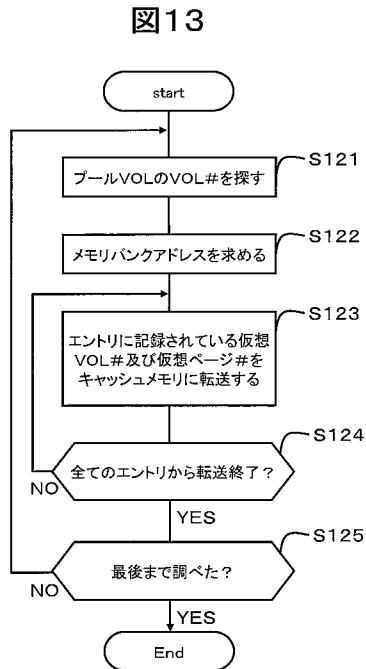
【図 1 1】



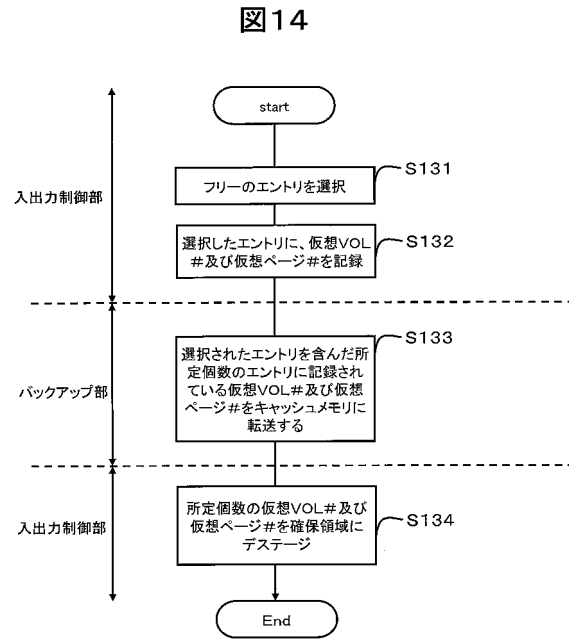
【图 1 2】



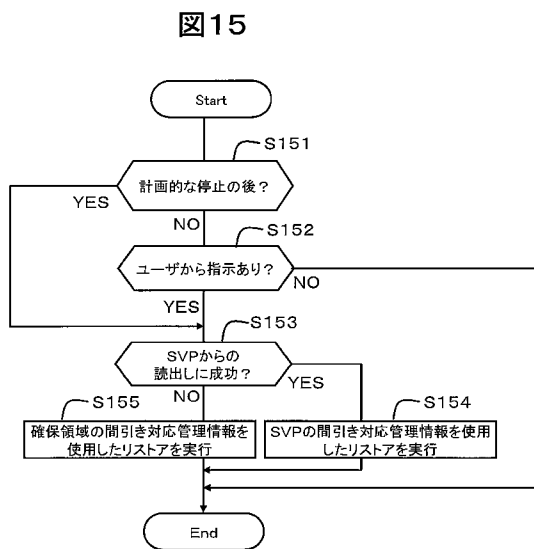
【図 13】



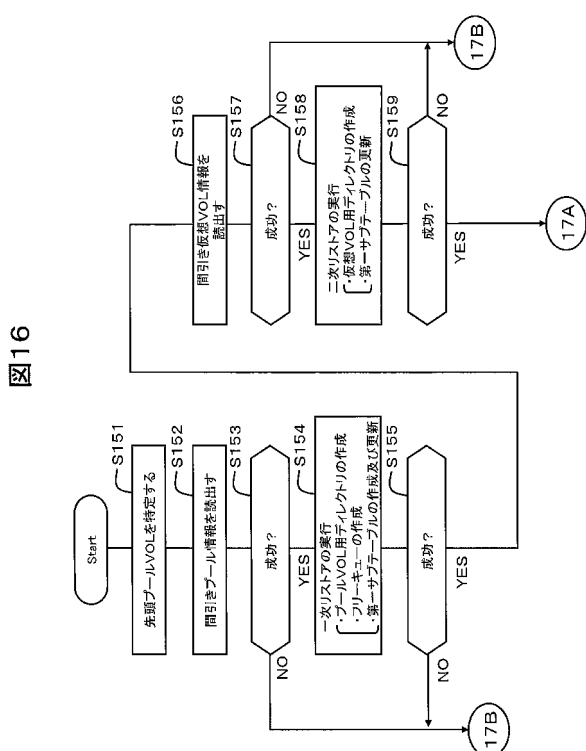
【図 14】



【図 15】

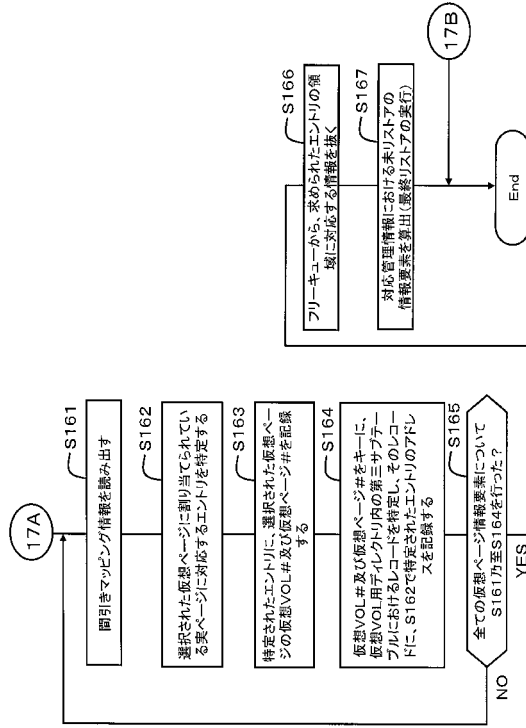


【図 16】



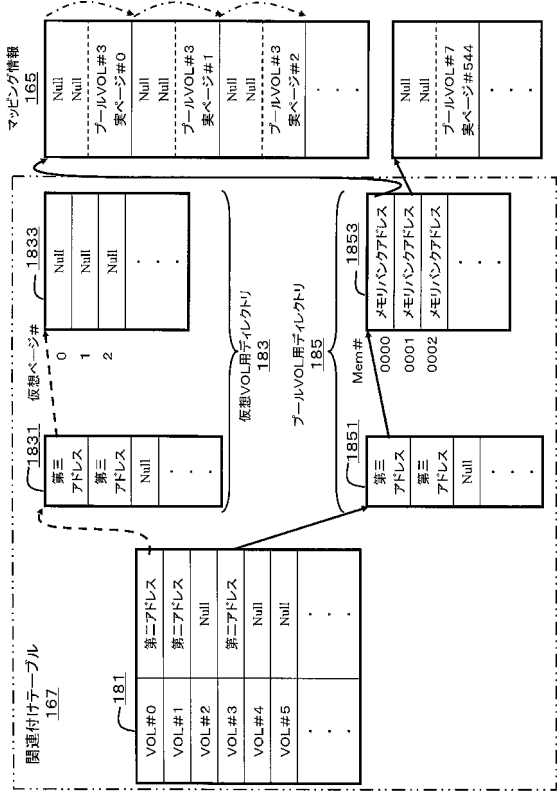
【図 17】

図 17



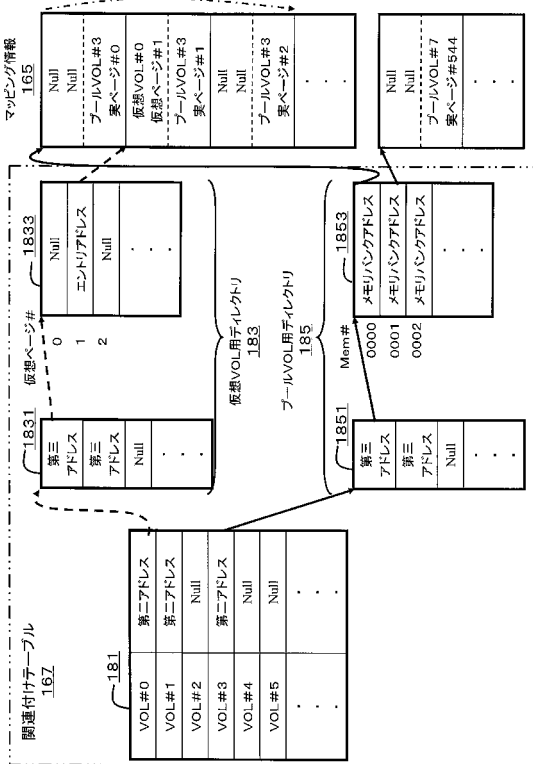
【図 18】

図 18



【図 19】

図 19



フロントページの続き

(72)発明者 井上 信太郎

神奈川県小田原市中里322番2号 株式会社日立製作所 RAIDシステム事業部内

審査官 坂東 博司

(56)参考文献 特開平08-077074 (JP, A)

特開2007-102455 (JP, A)

特開2007-257317 (JP, A)

特開2007-226806 (JP, A)

特開2007-179545 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 3/06

G06F 12/16