

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5486793号
(P5486793)

(45) 発行日 平成26年5月7日(2014.5.7)

(24) 登録日 平成26年2月28日(2014.2.28)

(51) Int.Cl.

F I

G 0 6 F 3/06 (2006.01)

G 0 6 F 3/06 3 0 4 F

G 0 6 F 3/06 3 0 1 X

請求項の数 12 (全 51 頁)

(21) 出願番号 特願2008-286049 (P2008-286049)
 (22) 出願日 平成20年11月7日(2008.11.7)
 (65) 公開番号 特開2010-113559 (P2010-113559A)
 (43) 公開日 平成22年5月20日(2010.5.20)
 審査請求日 平成23年3月3日(2011.3.3)

(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
 (74) 代理人 100100310
 弁理士 井上 学
 (74) 代理人 100098660
 弁理士 戸田 裕二
 (72) 発明者 牧 晋広
 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
 (72) 発明者 山本 裕
 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町5030番地
 株式会社日立製作所 ソフトウェア事業
 部内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リモートコピー管理システム、方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

計算機に接続された第一ストレージシステム、第二ストレージシステム、第三ストレージシステム、第四ストレージシステム、及び管理システムを有するデータ格納システムであって、

前記第一ストレージシステムは第一の正ストレージシステムとして、複数の第一ストレージポートと前記計算機から受信した書き込みデータを格納する複数の第一論理ボリュームとを有し、

前記第二ストレージシステムは第一の副ストレージシステムとして、前記複数の第一ストレージポートと接続した複数の第二ストレージポートと、リモートコピーによる前記複数の第一論理ボリュームのデータの複製を格納する複数の第二論理ボリュームとを有し、

前記第三ストレージシステムは第二の正ストレージシステムとして、複数の第三ストレージポートと前記計算機から受信した書き込みデータを格納する複数の第三論理ボリュームとを有し、

前記第四ストレージシステムは第二の副ストレージシステムとして、前記複数の第三ストレージポートと接続した複数の第四ストレージポートと、リモートコピーによる前記複数の第三論理ボリュームのデータの複製を格納する複数の第四論理ボリュームとを有し、

前記管理システムは、前記複数の第一論理ボリュームと前記複数の第二論理ボリュームから構成される複数の第一コピーペア及び前記複数の第三論理ボリュームと前記複数の第四論理ボリュームから構成される複数の第二コピーペアと、前記計算機の書き込みデータ

10

20

の順序関係に関する複数のコピーグループと、の対応を格納するコピー情報を格納し、前記第一コピーペアと前記第二コピーペアとを、前記第一及び第二の正ストレージシステムと前記第一及び第二の副ストレージシステムとの間にまたがりリモートコピーを束ねて行うために束ねたコピーグループとして管理し、

前記管理システムは、前記複数の第一ストレージポート、前記複数の第二ストレージポート、前記複数の第三ストレージポート、及び前記複数の第四ストレージポートを含む複数の物理パスと、複数の論理パスと、前記束ねたコピーグループに関連付けられた、前記リモートコピーによる前記複数のコピーグループと、の対応関係を示すパスリモートコピー関連情報を格納し、

前記管理システムは、前記複数の物理パスに含まれる所定の物理パスを指定した障害情報を受信し、前記パスリモートコピー関連情報を参照することで、前記複数の論理パスの一部であって前記所定の物理パスに対応する所定の論理パスと、前記複数のコピーグループの一つであって、前記所定の論理パスに対応する所定のコピーグループが関連付けられた前記束ねたコピーグループと、を特定し、前記所定の物理パスの障害により影響するコピーペアとして、前記所定のコピーグループを構成しないコピーペアを含む、前記束ねたコピーグループを構成するコピーペアの識別情報を、前記所定の物理パスおよび前記所定の論理パスと関連付けて表示する、

ことを特徴とするデータ格納システム。

【請求項 2】

請求項 1 記載のデータ格納システムであって、

前記複数の第一ストレージポートの一部または全て、前記複数の第二ストレージポートの一部または全て、前記複数の第三ストレージポートの一部または全て、及び、前記複数の第四ストレージポートの一部または全てと接続する通信装置を有し、

前記障害情報は前記第一ストレージシステム、前記第二ストレージシステム、前記第三ストレージシステム、前記第四ストレージシステム、又は前記通信装置によって送信される、

ことを特徴とするデータ格納システム。

【請求項 3】

請求項 2 記載のデータ格納システムであって、前記障害情報の受信を契機として前記束ねたコピーグループのリモートコピーに関する性能情報を表示することを特徴とするデータ格納システム。

【請求項 4】

請求項 3 記載のデータ格納システムであって、

前記コピー情報は前記複数のコピーグループの各々のコピー種別を格納し、

前記コピー情報に基づいて前記束ねたコピーグループのコピー種別を特定し、前記コピー種別を元に前記性能情報として表示する情報を変更することを特徴とするデータ格納システム。

【請求項 5】

請求項 2 ないし請求項 4 のいずれか 1 つに記載のデータ格納システムであって、

前記管理システムは前記第一ストレージシステム、前記第二ストレージシステム、前記第三ストレージシステム、及び、前記第四ストレージシステムから前記複数のコピーグループのコピー状態に関する情報を受信し、当該情報を元に前記複数のコピーグループの各々のコピー状態を前記コピー情報に格納し、

前記管理システムは前記束ねたコピーグループのコピー状態の変化に関する表示とは非同期に前記束ねたコピーグループの識別情報を表示する、

ことを特徴としたデータ格納システム。

【請求項 6】

請求項 5 記載のデータ格納システムであって、

前記束ねたコピーグループのコピー状態が正常にコピーが行われている状態において、前記管理システムは、前記複数の物理パスの一つを指定したユーザ要求に応じて、前記所

10

20

30

40

50

定の論理パスに対して前記複数の物理パスの一つを対応させる要求を前記第一のストレージシステム、前記第二のストレージシステム、前記第三のストレージシステム、又は前記第四のストレージシステムに送信する、

ことを特徴としたデータ格納システム。

【請求項 7】

計算機に接続された第一ストレージシステム、第二ストレージシステム、第三ストレージシステム、及び、第四ストレージシステムに接続された、管理システムのリモートコピー管理方法であって、

前記第一ストレージシステムは第一の正ストレージシステムとして、複数の第一ストレージポートと前記計算機から受信した書き込みデータを格納する複数の第一論理ボリュームとを有し、

10

前記第二ストレージシステムは第一の副ストレージシステムとして、前記複数の第一ストレージポートと接続した複数の第二ストレージポートと、リモートコピーによる前記複数の第一論理ボリュームのデータの複製を格納する複数の第二論理ボリュームとを有し、

前記第三ストレージシステムは第二の正ストレージシステムとして、複数の第三ストレージポートと前記計算機から受信した書き込みデータを格納する複数の第三論理ボリュームとを有し、

前記第四ストレージシステムは第二の副ストレージシステムとして、前記複数の第三ストレージポートと接続した複数の第四ストレージポートと、リモートコピーによる前記複数の第三論理ボリュームのデータの複製を格納する複数の第四論理ボリュームとを有し、

20

前記管理システムは、前記複数の第一論理ボリュームと前記複数の第二論理ボリュームから構成される複数の第一コピーペア及び前記複数の第三論理ボリュームと前記複数の第四論理ボリュームから構成される複数の第二コピーペアと、前記計算機の書き込みデータの順序関係に関する複数のコピーグループと、の対応を格納するコピー情報を格納し、前記第一コピーペアと前記第二コピーペアとを、前記第一及び第二の正ストレージシステムと前記第一及び第二の副ストレージシステムとの間にまたがりリモートコピーを束ねて行うために束ねたコピーグループとして管理し、

前記管理システムは、前記複数の第一ストレージポート、前記複数の第二ストレージポート、前記複数の第三ストレージポート、及び前記複数の第四ストレージポートを含む複数の物理パスと、複数の論理パスと、前記束ねたコピーグループに関連付けられた、前記リモートコピーによる前記複数のコピーグループと、の対応関係を示すパスリモートコピー関連情報を格納し、

30

前記管理システムは、前記複数の物理パスに含まれる所定の物理パスを指定した障害情報を受信し、前記パスリモートコピー関連情報を参照することで、前記複数の論理パスの一部であって前記所定の物理パスに対応する所定の論理パスと、前記複数のコピーグループの一つであって、前記所定の論理パスに対応する所定のコピーグループが関連付けられた前記束ねたコピーグループと、を特定し、前記所定の物理パスの障害により影響するコピーペアとして、前記所定のコピーグループを構成しないコピーペアを含む、前記束ねたコピーグループを構成するコピーペアの識別情報を、前記所定の物理パスおよび前記所定の論理パスと関連付けて表示する、

40

ことを特徴とするリモートコピー管理方法。

【請求項 8】

請求項 7 記載のリモートコピー管理方法であって、

前記障害情報は、前記第一ストレージシステム、前記第二ストレージシステム、前記第三ストレージシステム、前記第四ストレージシステム、又は、前記所定の物理パスを構成する通信装置から送信される、

ことを特徴としたリモートコピー管理方法。

【請求項 9】

請求項 8 記載のリモートコピー管理方法であって、

前記障害情報の受信を契機として前記束ねたコピーグループのリモートコピーに関する

50

性能情報を表示することを特徴とするリモートコピー管理方法。

【請求項 10】

請求項 9 記載のリモートコピー管理方法であって、
前記複数のコピーグループの各々のコピー種別を前記コピー情報に格納するステップと、

前記コピー種別を元に前記性能情報として表示する情報を変更するために、前記コピー情報に基づいて前記束ねたコピーグループのコピー種別が同期リモートコピーであるか非同期リモートコピーであるかを特定するステップと、
を有することを特徴とするリモートコピー管理方法。

【請求項 11】

請求項 10 記載のリモートコピー管理方法であって、

前記第一ストレージシステム、前記第二ストレージシステム、前記第三ストレージシステム、及び、前記第四ストレージシステムから前記複数のコピーグループのコピー状態に関する情報を受信し、当該情報を元に前記複数のコピーグループの各々のコピー状態を前記コピー情報に格納するステップと、

前記束ねたコピーグループのコピー状態の変化に関する表示とは非同期に前記束ねたコピーグループの識別情報を表示するステップと、

を有することを特徴とするリモートコピー管理方法。

【請求項 12】

請求項 11 記載のリモートコピー管理方法であって、

前記束ねたコピーグループのコピー状態が正常にコピーが行われている状態において、前記複数の物理パスの一つを指定したユーザ要求に応じて、前記所定の論理パスに対して前記複数の物理パスの一つを対応させる要求を前記第一のストレージシステム、前記第二のストレージシステム、前記第三のストレージシステム、又は前記第四のストレージシステムに送信するステップ、

を有することを特徴とするリモートコピー管理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、地理的に離れた複数の拠点間で実施するストレージシステム、およびコピー方法に関する。

【背景技術】

【0002】

情報技術（IT）の普及により、ホスト計算機やストレージシステムからなる IT システムの継続性やストレージシステムで保持するデータ自体が非常に重要になってきている。そのため、テロや自然災害などによる不測の事態からデータを守る要望が高まっている。このような要望を支援する技術の 1 つに、ストレージシステムによるリモートコピー技術がある。リモートコピー技術は、コピー元のストレージシステムが有するコピー元ボリュームに格納する更新データをコピー先のストレージシステムが有するコピー先ボリュームに複製することで、コピー元ボリュームのデータが消失するようなイベント（例えば、火事や地震や洪水等の自然災害や、停電などがある）が発生した場合でもコピー先ボリュームにデータを保全する技術である。

【0003】

特許文献 1 に開示されるように、ホスト計算機がストレージシステムに発行した更新データを、当該ストレージシステムがコピーし、一方のデータを保管し、もう一方のコピーデータを遠隔地のストレージシステムに転送して保管する。この手順により、災害などによってストレージシステムに障害が生じてしまった後も、遠隔地のストレージシステムに保管されたデータを用いることで、システムの回復を可能にする。

また特許文献 1 で開示されるリモートコピー技術は同期リモートコピーとよばれる技術で、ホスト計算機がストレージシステムに発行したデータは遠隔地のストレージシステムに

10

20

30

40

50

保存が完了するまで、ホスト計算機は当該データの完了報告を受信しない。この手順により、ホスト計算機が完了報告を受信したデータは遠隔地のストレージシステムに保存されていることが保証される。

一方、特許文献2では非同期リモートコピー技術が開示される。特許文献2によれば、ホスト計算機がストレージシステムに発行した更新データの完了報告は当該ストレージシステムがデータ受信後、即座にホスト計算機に受信される。当該ストレージシステムで受信したデータは上記完了報告の処理とは非同期にコピーされ、遠隔地のストレージシステムに転送、保存される。この手順により、ホスト計算機はストレージシステム間のデータ転送距離に依存せず、データ入出力処理を実施できる。

【0004】

10

ストレージシステムによるリモートコピーの実現はホスト計算機へのコピー負荷を軽減することができる一方で、管理計算機またはホスト計算機からのリモートコピーの監視や操作が必要となる。そのため、ストレージシステムはコピー元ボリュームとコピー先ボリュームのペア（以後、コピーペアと呼ぶことがある）に対してコピーの状態（例えば、正常にコピーが動作しているのか、初期コピー中であるのか、コピーが何らかの理由によって停止した状態なのか）の情報を保持し、管理計算機またはホスト計算機に対してコピーの状態を送信している。管理計算機またはホスト計算機はこのコピー状態を参照することで当該ペアに対する障害発生の有無を監視している。

【0005】

また、リモートコピー技術ではストレージシステム間でデータを送受するためのパス技術が利用される。パス技術には、たとえば特許文献3がある。特許文献3では、地理的に離れたストレージシステム間に接続される通信線（物理パスとよぶ）に論理的な通信路（論理パスとよぶ）を構築し、論理パス上にリモートコピー用のデータを送受する。この手順により、上記ストレージシステム間で複数のリモートコピーが実施されたとしても、1本の物理パスに複数の論理パスを構築することで、物理パスを共有して複数のリモートコピー処理が実施できる。

20

【0006】

【特許文献1】米国特許第7,225,190号明細書

【特許文献2】米国特許第7,191,303号明細書

【特許文献3】特開2001-109699号公報

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ここで、複数のリモートコピーを実施中のストレージシステムにおいて、物理パスに障害が発生した場合を考える。

【0008】

特許文献1によると、ホスト計算機が更新データをストレージシステムに発行しない限りストレージシステム間でデータ転送が行われない。そのため、ストレージシステムは、ホスト計算機が更新データを発行しない限り、上記通信路障害による物理パス障害を検出できない。

40

【0009】

特許文献2によると、非同期リモートコピーでは物理パスが障害であったとしても、データ転送元のストレージシステムでデータ転送を一時的に保留するため、即時にはリモートコピーの障害として物理パス障害を管理者は検知できない。

【0010】

特許文献3によると、物理パス上には複数かつ任意の論理パスの構築ができ、論理パス上には任意のリモートコピー用のデータ送受が可能となるため、物理パスの障害で、どのリモートコピーに影響が生じるか特定できない。

【0011】

以上の通り、従来技術ではリモートコピーの視点からの物理パスの監視が困難となって

50

いる。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は管理システム、管理システムと複数のストレージシステムを含むデータ格納システム、及びデータ格納システムと接続した計算機とを含む計算機システムにおけるストレージ管理方法、装置、システム、プログラム、記憶メディアを提供する。

【0013】

より具体的には、複数のストレージシステムを管理する管理システムは、複数のストレージシステムが有する複数の論理ボリュームのデータを複製するリモートコピーの設定であるコピーペアとコピーグループとの対応に関する第一の対応情報と、複数のストレージシステム間の複数の物理パスと複数の論理パスと複数のコピーグループとの対応に関する第二の対応情報とを有し、所定の物理パスを指定した障害情報を受信した場合に第一の対応情報と第二の対応情報を参照することで、所定の物理パスの障害が影響するコピーグループを特定し、表示する。

10

【0014】

本発明の一実施例によると、前記管理システムは、前記複数の第一論理ボリュームと前記複数の第二論理ボリュームから構成される複数のコピーペアと、前記計算機の書き込みデータの順序関係に関する複数のコピーグループと、の対応を格納するコピー情報を格納し、前記複数の第一ストレージポートと前記複数の第二ストレージポートを含む複数の物理パスと、複数の論理パスと、前記リモートコピーによる前記複数のコピーグループと、の対応関係を示すパスリモートコピー関連情報を格納し、前記複数の物理パスに含まれる所定の物理パスを指定した障害情報を受信し、前記パスリモートコピー関連情報を参照することで、前記複数の論理パスの一部であって前記所定の物理パスに対応する所定の論理パスと、前記複数のコピーグループの一つであって、前記所定の論理パスに対応する所定のコピーグループと、を特定し、前記所定の物理パスの障害により影響するコピーグループとして前記所定のコピーグループの識別情報を表示する。

20

【0015】

また、前記データ格納システムは、前記複数の第一ストレージポートの一部または全て及び前記複数の第二ストレージポートの一部または全てと接続する通信装置を有し、前記障害情報は前記第一ストレージシステム、前記第二ストレージシステム、又は前記通信装置によって送信してもよく、前記障害情報の受信を契機として前記所定のコピーグループのリモートコピーに関する性能情報を表示してもよい。

30

【0016】

また、前記コピー情報は前記複数のコピーグループの各々のコピー種別を格納し、前記コピー情報に基づいて前記所定のコピーグループのコピー種別を特定し、前記コピー種別を元に前記性能情報として表示する情報を変更してもよく、前記第一ストレージシステム及び前記第二ストレージシステムから前記複数のコピーグループのコピー状態に関する情報を受信し、当該情報を元に前記複数のコピーグループの各々のコピー状態を前記コピー情報に格納し、前記所定のコピーグループのコピー状態の変化に関する表示とは非同期に前記所定のコピーグループの識別情報を表示してもよく、前記所定のコピーグループのコピー状態が正常にコピーが行われている状態において、前記管理システムは、前記複数の物理パスの一つを指定したユーザ要求に応じて、前記所定の論理パスに対して前記複数の物理パスの一つを対応させる要求を前記第一のストレージシステム又は前記第二のストレージシステムに送信してもよい。

40

【0017】

また、本発明の別な実施例によると、管理システムは、前記第一ストレージシステムが有する第一論理ボリューム前記第二ストレージシステムが有する第三論理ボリュームとから構成される第一コピーペアと、前記第一ストレージシステムが有する第二論理ボリューム前記第二ストレージシステムが有する第四論理ボリュームとから構成される第二コピーペアと、の情報をコピー情報へ格納するステップと、前記第一コピーペアと前記第二コピ

50

ーペアを含む第一コピーグループの情報を前記コピー情報へ格納するステップと、前記第一ストレージシステムが有する第一ストレージポートと前記第二ストレージシステムが有する第三ストレージポートとから構成される第一物理パスと、前記第一ストレージシステムが有する第二ストレージポートと前記第二ストレージシステムが有する第四ストレージポートとから構成される第二物理パスと、の情報をパス情報へ格納するステップと、前記第一コピーペアのリモートコピーの転送データ及び前記第二コピーペアのリモートコピーの転送データの転送に用いる所定の物理パスを、第一物理パス又は/及び第二物理パスから特定する第一論理パスの情報を前記パス情報へ格納するステップと、前記第一物理パスに関する障害情報を受信するステップと、前記コピー情報と前記パス情報を参照することで、前記第一物理パスに対応する前記第一論理パスと前記第一コピーグループとを特定するステップと、前記第一物理パスの障害により影響するコピーグループとして前記第一コピーグループの識別情報を表示するステップとを有する。

10

【0018】

なお、管理システムは、前記第一コピーグループのコピー種別を前記コピー情報に格納するステップと、前記コピー種別を元に前記性能情報として表示する情報を変更するために、前記コピー情報に基づいて前記第一コピーグループが同期リモートコピーか非同期リモートコピーであるかを特定するステップとを有してもよく、前記第一ストレージシステム及び前記第二ストレージシステムから前記第一コピーグループのコピー状態に関する情報を受信し、当該情報を元に前記複数のコピーグループの各々のコピー状態を前記コピー情報に格納するステップと、前記第一コピーグループのコピー状態の変化に関する表示とは非同期に前記所定のコピーグループの識別情報を表示するステップとを有してもよい。

20

【0019】

また、管理システムは、前記第一コピーグループのコピー状態が正常にコピーが行われている状態において、前記第一ストレージシステムが有する第五ストレージポートと前記第二ストレージシステムが有する第六ストレージポートとから構成される第三物理パスを指定したユーザ要求に応じて、前記第一論理パスに対して前記第三物理パスを対応させる要求を前記第一のストレージシステム又は前記第二のストレージシステムに送信するステップを有してもよい。

【0020】

また、管理システムは、前記第一ストレージシステムが有する第五論理ボリューム前記第二ストレージシステムが有する第六論理ボリュームとから構成される第三コピーペアの情報を前記コピー情報へ格納するステップと、前記第三コピーペアを含む第二コピーグループの情報を前記コピー情報へ格納するステップと、前記第一ストレージシステムが有する第五ストレージポートと前記第二ストレージシステムが有する第六ストレージポートとから構成される第三物理パスの情報を前記パス情報へ格納するステップと、前記第三コピーペアのリモートコピーの転送データの転送に用いる所定の物理パスを、第三物理パスと特定する第二論理パスの情報を前記パス情報へ格納するステップと、を有し、前記第一コピーグループの識別情報を表示するステップにおいて、前記コピー情報と前期パス情報とに基づいて前記第二コピーグループが正常であることを表示してもよい。

30

【発明の効果】

40

【0021】

本発明によれば、リモートコピーの視点から物理パスの監視が容易となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下に、本発明の実施の形態を説明する。

【実施例1】

【0023】

< 1 - 0 : 実施例1の構成 >

図1は、本発明の実施例1の計算機システム1の構成に関するブロック図である。

【0024】

50

計算機システム 1 は、主拠点、遠隔拠点に分かれてストレージシステム 300 が配置されており、それぞれの拠点にあるストレージシステム 300 が拠点管理計算機 100、及びホスト計算機 200 と接続される構成である。中央管理計算機はそれぞれの拠点の拠点管理計算機 100 と接続される。なお、図 1 では、拠点管理計算機、ホスト計算機およびストレージシステムの各要素を拠点別に分け、それぞれ記号 a、b を付与したが、明細書中特に記号を付記しない場合は共通の内容の説明であるものとする。また、拠点管理計算機 100、ホスト計算機 200 及びストレージシステム 300 は、それぞれ 1 台ずつが図示されているが、何台備わっていてもよい。

【0025】

拠点管理計算機 100、ホスト計算機 200、ストレージシステム 300 はデータ通信線 500 を介して相互に接続される。

【0026】

なお、データ通信線 550 は一つ以上のネットワークから構成されてもよい。さらに、データ通信線 500 は、データ通信線 550 と通信線 55 のいずれかまたは両方と共用の通信線やネットワークであってもよい。

【0027】

図 2 に拠点管理計算機 100 の詳細を示す。拠点管理計算機 100 は、メモリ 110、プロセッサ 120 及び管理ポート 130 を備える計算機である。メモリ 110、プロセッサ 120 及び管理ポート 130 は、内部ネットワーク（図示省略）によって相互に接続される。なお、拠点管理計算機はストレージポート以外のポートを用いて記憶制御装置と接続してもよい。

【0028】

プロセッサ 120 は、メモリ 110 に記憶されるプログラムを実行することによって、各種処理を行う。例えば、プロセッサ 120 は、ストレージシステム 300 に I/O 要求を送信することによって、当該ストレージシステム 300 によって実行されるリモートコピーを制御する。なお、I/O 要求は、書き込み要求、読み出し要求、遠隔転送要求、又はコピー制御要求等を含む。I/O 要求については、図 14 で詳細を説明する。

【0029】

メモリ 110 には、プロセッサ 120 によって実行されるプログラム及びプロセッサ 120 によって必要とされる情報等が記憶される。具体的には、メモリ 110 には、拠点 ID 111、拠点管理プログラム 112、ストレージ情報エントリ 114 L、コピー情報エントリ 113 L、及びパス情報 115 L が記憶される。更に、メモリ 110 には、アプリケーションプログラム（以下、AP）117 及び OS（Operating System）118 が記憶される。AP 117 は、各種処理を実現するプログラムである。例えば、AP 117 は、データベース機能又は WEB サーバ機能を提供する。OS 118 は、拠点管理計算機 100 の処理の全体を制御するプログラムである。

【0030】

拠点 ID 111 は、拠点管理計算機 100 を識別するための識別子である。なお、以後の説明では ID と識別子は同じ意味として用いる。

【0031】

拠点管理プログラム 112 は、中央管理計算機 10 からの要求に従い、データ通信線 500 を介して接続されるストレージシステム 300 を管理するプログラムである。

【0032】

コピー情報エントリ 113 L は、コピーの構成及び状態を管理するための情報である。なお、コピー情報エントリ 113 L については、図 7 で詳細を説明する。なお、以後は一つ以上のストレージシステム 300 の各々に対応する一つ以上のコピー情報エントリ 113 L をまとめた情報を拠点コピー情報と呼び、一つ以上のストレージシステム 300 の各々に対応する一つ以上のコピー情報エントリ 114 C をまとめた情報を中央コピー情報と呼ぶ。

【0033】

10

20

30

40

50

ストレージ情報エントリ 114L は、当該拠点管理計算機 100 によって管理されるストレージシステム 300 に関する認識管理情報である。ストレージ情報エントリ 114L は 1 台のストレージシステム 300 につき 1 個の当該エントリが作成される。ストレージ情報エントリ 114L については、図 6 で詳細を説明する。なお、以後は一つ以上のストレージシステム 300 の各々に対応する一つ以上のストレージ情報エントリ 114L をまとめた情報を拠点ストレージ情報と呼び、一つ以上のストレージシステム 300 の各々に対応する一つ以上のストレージ情報エントリ 114C をまとめた情報を中央ストレージ情報と呼ぶ。

【0034】

バス情報 115L には、ストレージシステム 300a とストレージシステム 300b との間に接続される通信線である物理バス 550 と当該物理バス上に構築（または設定や定義とも呼ぶことがある）される論理バスとの対応を管理する管理情報である。物理バス、論理バスについては図 9 で詳細を説明する。

【0035】

管理ポート 130 は、データ通信線 500 を介してホスト計算機 200 及びストレージシステム 300 に接続されるインタフェースである。

【0036】

なお拠点管理計算機 100 は入出力装置を有してもよい。

【0037】

入出力装置の例としてはディスプレイとキーボードとポインタデバイスが考えられるが、これ以外の装置であってもよい。また、入出力装置の代替としてシリアルインターフェースやイーサネットインターフェースを入出力装置とし、当該インターフェースにディスプレイ又はキーボード又はポインタデバイスを有する表示用計算機を接続し、表示用情報を表示用計算機に送信したり、入力用情報を表示用計算機から受信することで、表示用計算機で表示を行ったり、入力を受け付けることで入出力装置での入力及び表示を代替してもよい。

【0038】

図 3 に中央管理計算機 10 の詳細を示す。中央管理計算機 100 は、メモリ 40、プロセッサ 20 及び管理ポート 30 を備える計算機である。メモリ 40、プロセッサ 20 及び管理ポート 30 は、内部ネットワーク（図示省略）によって相互に接続される。

【0039】

プロセッサ 20 は、メモリ 40 に記憶されるプログラムを実行することによって、各種処理を行う。例えば、プロセッサ 20 は、拠点管理計算機 100 に拠点管理要求を出すことによって、拠点管理計算機 100 を制御する。なお、拠点管理要求は、テーブル更新要求、テーブル参照要求、テーブル消去要求、又はストレージ制御要求等を含む。

【0040】

メモリ 40 には、プロセッサ 20 によって実行されるプログラム及びプロセッサ 20 によって必要とされる情報等が記憶される。具体的には、メモリ 40 には、中央管理プログラム 12、ストレージ情報エントリ 114C、コピー情報エントリ 113C、バス情報 115C、バスリモートコピー関連情報 11、及び拠点管理計算機情報 13 が記憶される。更に、メモリ 40 には、アプリケーションプログラム（以下、AP）16 及び OS（Operating System）17 が記憶される。AP 16 は、各種処理を実現するプログラムである。例えば、AP 16 は、データベース機能又は WEB サーバ機能を提供する。OS 17 は、中央管理計算機 100 の処理の全体を制御するプログラムである。

【0041】

中央管理プログラム 12 は、通信線 55 を介して接続される拠点管理計算機 100 を介して複数拠点（図 1 の場合は主拠点と遠隔拠点）にあるストレージシステム 300 を集中管理するプログラムである。

【0042】

なお、通信線 55 は一つ以上のネットワークから構成されてもよい。さらに、データ通

10

20

30

40

50

信線 5 5 は、データ通信線 5 5 0 とデータ通信線 5 0 0 のいずれかまたは両方と共用の通信線やネットワークであってもよい。

【 0 0 4 3 】

コピー情報エントリ 1 1 3 C は、コピーの構成及び状態を管理するための情報である。なお、コピー情報エントリ 1 1 3 C については、図 7 で詳細を説明する。

【 0 0 4 4 】

ストレージ情報エントリ 1 1 4 C は、当該中央管理計算機 1 0 によって管理されるストレージシステム 3 0 0 に関する認識管理情報である。ストレージ情報エントリ 1 1 4 C は 1 台のストレージシステム 3 0 0 につき 1 個のテーブルが作成される。ストレージ情報エントリ 1 1 4 C については、図 6 で詳細を説明する。

10

【 0 0 4 5 】

パス情報 1 1 5 には、ストレージシステム 3 0 0 a、b 間に接続される通信線である物理パス 5 5 0 と当該物理パス上に構築される論理パスとの対応を管理する管理情報である。

【 0 0 4 6 】

管理ポート 3 0 は、通信線 5 5 を介して拠点管理計算機 1 0 0 に接続されるインタフェースである。

【 0 0 4 7 】

なお中央管理計算機 1 0 は入出力装置を有する。

【 0 0 4 8 】

20

入出力装置の例としてはディスプレイとキーボードとポインタデバイスが考えられるが、これ以外の装置であってもよい。また、入出力装置の代替としてシリアルインターフェースやイーサネットインターフェースを入出力装置とし、当該インターフェースにディスプレイ又はキーボード又はポインタデバイスを有する表示用計算機を接続し、表示用情報を表示用計算機に送信したり、入力用情報を表示用計算機から受信することで、表示用計算機で表示を行ったり、入力を受け付けることで入出力装置での入力及び表示を代替してもよい。

【 0 0 4 9 】

図 4 にホスト計算機 2 0 0 の詳細を示す。ホスト計算機 2 0 0 は、メモリ 2 1 0、プロセッサ 2 2 0 及びホストポート 2 3 0 を備える計算機である。

30

【 0 0 5 0 】

メモリ 2 1 0、プロセッサ 2 2 0 及びホストポート 2 3 0 は、内部ネットワーク（図示省略）によって相互に接続される。

【 0 0 5 1 】

プロセッサ 2 2 0 は、メモリ 2 1 0 に記憶されるプログラムを実行することによって、各種処理を実現する。例えば、プロセッサ 2 2 0 は、ストレージシステム 3 0 0 に I O 要求を送信することによって、当該ストレージシステム 3 0 0 によって提供される一つ以上の論理ボリューム（以後、単にボリュームと呼ぶことがある）V o l にアクセスする。

【 0 0 5 2 】

メモリ 2 1 0 には、プロセッサ 2 2 0 によって実行されるプログラム及びプロセッサ 2 2 0 によって必要とされる情報等が記憶される。具体的には、メモリ 2 1 0 には、A P 2 1 1、O S 2 1 2 が記憶される。

40

【 0 0 5 3 】

A P 2 1 1 は、各種処理を実現するプログラムである。例えば、A P 2 1 1 は、データベース機能又は W E B サーバ機能を提供する。O S 2 1 2 は、ホスト計算機 2 0 0 の処理の全体を制御するプログラムである。

【 0 0 5 4 】

ホストポート 2 3 0 は、データ通信線 5 0 0 を介して、拠点管理計算機 1 0 0 及びストレージシステム 3 0 0 に接続されるインタフェースである。具体的には、ホストポート 2 3 0 は、ストレージシステム 3 0 0 に I O 要求を送信する。

50

【 0 0 5 5 】

なおホスト計算機 2 0 0 は入出力装置を有してもよい。

【 0 0 5 6 】

入出力装置の例としてはディスプレイとキーボードとポインタデバイスが考えられるが、これ以外の装置であってもよい。また、入出力装置の代替としてシリアルインターフェースやイーサネットインターフェースを入出力装置とし、当該インターフェースにディスプレイ又はキーボード又はポインタデバイスを有する表示用計算機を接続し、表示用情報を表示用計算機に送信したり、入力用情報を表示用計算機から受信することで、表示用計算機で表示を行ったり、入力を受け付けることで入出力装置での入力及び表示を代替してもよい。また、ホスト計算機 2 0 0、拠点管理計算機 1 0 0、中央管理計算機のそれぞれ

10

【 0 0 5 7 】

次に図 1 に戻り、ストレージシステム 3 0 0 について説明する。

【 0 0 5 8 】

ストレージシステム 3 0 0 a と、ストレージシステム 3 0 0 b とはデータ通信線 5 5 0 を介して接続される。また、ストレージシステム 3 0 0 は、記憶制御装置 1 0 0 0 及びディスク装置 1 5 0 0 を備える。

【 0 0 5 9 】

なお、データ通信線 5 5 0 は一つ以上のネットワークから構成されてもよい。さらに、データ通信線 5 5 0 は、データ通信線 5 0 0 と通信線 5 5 のいずれかまたは両方と共用の通信線やネットワークであってもよい。

20

【 0 0 6 0 】

ディスク装置 1 5 0 0 は、ディスク型の記憶メディアのドライブであり、ホスト計算機 2 0 0 から書き込み要求されたデータを記憶する。ディスク装置 1 5 0 0 に代えて、他種の記憶デバイス（例えばフラッシュメモリドライブ）が採用されても良い。記憶制御装置 1 0 0 0 は、ストレージシステム 3 0 0 の全体を制御する。具体的には、記憶制御装置 1 0 0 0 は、ディスク装置 1 5 0 0 へのデータの書き込み及びディスク装置 1 5 0 0 からのデータの読み出しを制御する。また、記憶制御装置 1 0 0 0 は、ディスク装置 1 5 0 0 の記憶領域を、一つ以上の論理ボリューム V o l としてホスト計算機 2 0 0 に提供する。なお、ディスク装置は複数存在してもよい。

30

【 0 0 6 1 】

記憶制御装置 1 0 0 0 は、メモリ 1 2 0 0、キャッシュメモリ 1 1 0 0（メモリ 1 2 0 0 と共用であってもよい）、ストレージポート 1 3 2 0、プロセッサ 1 3 1 0 を備える。なお、記憶制御装置 1 0 0 0 の実装にあたって、一つ以上の回路基盤上に、前記ハードウェア構成物（例えば、ストレージポート 1 3 2 0 やプロセッサ 1 3 1 0）のそれぞれが一つ以上存在していればよい。例えば、信頼性を向上させるためや高性能化などの理由から記憶制御装置 1 0 0 0 を複数のコントロールユニットから構成し、個々のコントロールユニットがメモリ 1 2 0 0 やストレージポート 1 3 2 0 やプロセッサ 1 3 1 0 を有してもよく、さらに複数のコントロールユニットにキャッシュメモリ 1 1 0 0 が接続されたハードウェア構成であってもかまわない。なお、図示は省略したが、記憶制御装置は一つ以上のバックエンドポートを有し、バックエンドポートがディスク装置 1 5 0 0 と接続されている。しかし、バックエンドポート以外のハードウェアによって記憶制御装置 1 0 0 0 がディスク装置と接続されてもよい。

40

【 0 0 6 2 】

キャッシュメモリ 1 1 0 0 は、ディスク装置 1 5 0 0 へ書き込まれるデータ及びディスク装置 1 5 0 0 から読み出されるデータを、一時的に記憶する。

【 0 0 6 3 】

ストレージポート 1 3 2 0 は、データ通信線 5 0 0 を介して、拠点管理計算機 1 0 0、ホスト計算機 2 0 0 及び他のストレージシステム 3 0 0 に接続されるインタフェースである。具体的には、ストレージポート 1 3 2 0 は、拠点管理計算機 1 0 0 又はホスト計算機

50

200からI/O要求を受信する。また、ストレージポート1320は、ディスク装置1500から読み出されたデータを、拠点管理計算機100又はホスト計算機200に送信する。更に、ストレージポート1320は、ストレージシステム300同士で交換されるデータを送受信する。

【0064】

プロセッサ1310は、メモリ1200、に記憶されるプログラムを実行することによって、各種処理を行う。具体的には、プロセッサ1310は、ストレージポート1320によって受信されたI/O要求を処理する。また、プロセッサ1310は、ディスク装置1500へのデータの書き込み及びディスク装置1500からのデータの読み出しを制御する。また、プロセッサ1310は、以下に示すプログラムの処理によって、一以上のディスク装置1500の記憶領域を基に論理ボリュームVolを設定する。

10

【0065】

メモリ1200には、プロセッサ1310によって実行されるプログラム及びプロセッサ1310によって必要とされる情報等が記憶される。具体的には、メモリ1200には、コピーペア管理情報1210、パス管理情報1220、コピー処理プログラム1230、パス管理プログラム1240、ボリューム管理情報1250及びI/O処理プログラム1290が記憶される。

【0066】

以上、ストレージシステム300のハードウェア構成を示したが、ストレージシステム300aとストレージシステム300bが必ずしも同一のハードウェア構成でなくてもよい。

20

【0067】

次にメモリ1200に格納されたプログラム及び情報について説明する。

【0068】

コピーペア管理情報1210は、コピーペアを管理するための情報である。コピーペアは、コピーの対象となるストレージシステム300上の二つの論理ボリュームVolの対である。また、コピーペア管理情報1210については、図12で詳細を説明する。

【0069】

コピー処理プログラム1230は、コピー処理（初期コピー及び定常コピー）を行う。コピー処理については、図27、29で詳細を説明する。

30

【0070】

パス管理プログラム1240は、パス管理（論理パス構築、論理パス削除）を行う。パス管理については図22で詳細を説明する。

I/O処理プログラム1290は、ストレージポート1320によって受信されたI/O要求を処理する。

パス管理情報1220は、ストレージシステム300aとストレージシステム300bとの間に接続される通信線（またはネットワーク）である物理パス550と当該物理パス上に構築される論理パスとの対応を管理する管理情報である。パス管理情報については、図24で詳細を説明する。

ボリューム管理情報1250は、当該ストレージシステム300によって提供される論理ボリュームVolを管理するための情報である。なお、ボリューム管理情報1250については、図12で詳細を説明する。

40

【0071】

以後の説明では、中央管理計算機10がストレージシステム300を制御する場合、拠点管理計算機100に制御要求を発行する。拠点管理計算機100は拠点内のストレージシステムであれば、ストレージ制御要求7300を発行する。上記のように、本実施例で前提とするストレージシステムの制御は、計算機システム全体処理を中央管理計算機が、各拠点での処理は拠点管理計算機が処理を担当する。この結果、本実施例の計算機システムではシステム全体の処理負荷を分散させることが可能で、効率的なストレージシステムの制御が実現できる。

50

【 0 0 7 2 】

ただし、本発明は必ずしも3つの管理計算機（中央管理計算機10、拠点管理計算機100a、拠点管理計算機100b）にてストレージシステム300（または通信線550）を管理する必要はない。中央管理計算機10と拠点管理計算機100aと拠点管理計算機100bを統合して一つの管理計算機としたり、拠点管理計算機100aまたは拠点管理計算機100bのいずれかまたは両方に中央管理計算機10を統合してもよい。また、ホスト計算機とこれら管理計算機の一部または全てが統合した構成であってもよい。

【 0 0 7 3 】

なお、統合後の管理計算機またはシステムの構成、プログラム、情報及び処理内容は、少なくとも、統合元となる管理計算機が有するプログラム及び情報や他の装置・システムとの接続関係を統合先の管理計算機が有し、プログラムによって統合元の計算機が実施していた処理を統合先の計算機が実施すると、本願明細書を読み替えることで示される。ただし、このような統合によって一部の情報（例えば、ストレージ情報エントリ114とストレージ情報エントリ114c、パス情報115Lとパス情報115C、コピー情報エントリ113Lとコピー情報エントリ113C）に格納された内容が重複することがあるため、そのような場合は重複する内容を各情報から削除してもよい。

【 0 0 7 4 】

以後の説明では、ストレージシステム300（又は）を管理する計算機システムまたは計算機又は計算機の集合を管理システムと呼ぶことがある。また、本願明細書ではストレージシステム300と管理システムを含むシステムをデータ格納システムと呼ぶことがある。

【 0 0 7 5 】

以上、説明した構成により、ホスト計算機200aが送信した書き込みデータは主拠点のストレージシステム300a（正ストレージシステム）の論理ボリュームへ格納され、また当該書き込みデータは同期リモートコピー又は非同期リモートコピーによって遠隔拠点のストレージシステム300b（副ストレージシステム）へ転送され、転送された書き込みデータは副ストレージシステムの論理ボリュームへ格納される。これにより正ストレージシステムの論理ボリュームのデータであって、データ二重化の対象となるデータを冗長化することができ、その結果として正ストレージシステムの論理ボリュームのデータが消失した場合も副ストレージシステムの論理ボリュームに格納した複製データを用いてホスト計算機200bにて所定の処理を再開することができる。

【 0 0 7 6 】

< 1 - 1 : 物理パス、論理パスの説明 >

図5に物理パス、論理パスについて説明する。

【 0 0 7 7 】

物理パスは異なる2つのストレージシステム間に接続される通信線（またはネットワーク）である。ストレージシステムでは物理パスをストレージシステムにおける通信線の接続口であるストレージポート1320aと1320bとの組み合わせ（図5ではストレージポート135101a、135102a、135101b、135102bの組み合わせ）で管理する。たとえば、図5では2つの物理パスPPATH1、PPATH2があり、PPATH1はポート135101a、135101bの組み合わせで、PPATH2はポート135102a、135102bの組み合わせで管理する。

【 0 0 7 8 】

論理パスは異なる2つのストレージシステム間に接続される物理パスを用いて構築（または定義、または設定）される論理的な通信路（またはネットワーク）である。ストレージシステム300では、自ストレージシステムと接続先のストレージシステム間の論理ボリューム、複数の論理ボリュームの集合の組み合わせ、またはコピーペア又はコピーペアの集合単位で論理パスを管理し、利用する。たとえば、図5ではストレージシステム300aが、論理パスLPATH2に対し、ボリュームVol2を接続元として、ストレージシステム300bのVol4を接続先として、対応づけて管理する。ここで、ストレージ

システム300aの論理ボリュームVol2に対する書き込みデータは、L P A T H 2を介して、ストレージシステム300bの論理ボリュームVol4に転送される。また、ストレージシステム300aにおけるVol1への書き込みデータは2本の論理パスL P A T H 1を介して転送される。このように、論理パスは、一つの物理パス上に複数構築が可能である。この場合、複数の論理パスに対応づけられた物理パス上には複数の論理パスを介する書き込みデータが混在することになる。

【0079】

また論理パスは、L P A T H 1のように同一識別子の論理パスを物理パスP P A T H 1と物理パスP P A T H 2上に構築するように、複数の物理パスに対して一つの論理パスを構築してもよい。なお、複数の物理パスに基づいて一つの論理パスを構築した場合は、同一論理ボリュームの書き込みデータが複数論理パスをに分散して転送される。また、L P A T H 1、L P A T H 2のように異なる識別子の論理パスを構築する場合、異なる論理ボリュームのデータがそれぞれに対応した論理パスで独立して転送制御されてもよい。

10

【0080】

このようにコピーペア（またはコピーペアの集合）は、論理パスと関連付けられている。その理由の例としては以下の理由がある。

【0081】

（理由1）ストレージポートの増設及び減設に伴う物理パスの変更が発生した場合に、コピーペアの各々に対する設定作業を減少（またなゼロ）にすることができるため。通常、コピーペアの数は物理パスの数よりも多いことが多いため、論理パスの導入による設定作業量の減少量は大きい。

20

【0082】

（理由2）複数の物理パスを用いた並列転送や、一つの物理パスを複数のコピーペアで共有する際の設定を容易にするため。

【0083】

< 1 - 2 : 本実施例の概要 >

次に本願明細書の概要を説明する。なお、概要に説明の無い事項について権利を放棄するものではない。

【0084】

ストレージシステムによるリモートコピーの実現はホスト計算機へのコピー負荷を軽減することができる一方で、管理計算機またはホスト計算機からのリモートコピーの監視や操作が必要となる。そのため、ストレージシステムはコピーペアに対するコピーの状態（例えば、正常にコピーが動作している状態（後述のペア状態）、初期コピー中の状態（後述のコピー中状態）、コピーが何らかの理由によって停止した状態（後述の一時停止状態または異常状態））の情報を保持し、拠点管理計算機又は中央管理計算機管理計算機またはホスト計算機に対してコピーの状態を送信している。

30

【0085】

拠点管理計算機又は中央管理計算機管理計算機またはホスト計算機はこのコピー状態をユーザに提示することで、ユーザはリモートコピーが正常に行われているかどうかの監視をおこなってきた。例えば、あるコピーペアのコピーの状態が異常状態であった場合、ユーザは何らかの理由（例えば、ストレージシステム300の障害や御設定、通信線550の障害や御設定等がある）によってリモートコピーが動作していないことが判断できる。

40

【0086】

しかし、このコピーペアは同期リモートコピーの場合も非同期リモートコピーの場合も以下の理由によって、通信線550の障害が発生した場合も即時にコピー状態を変更しない場合があるため、ユーザは通信線550が発生した場合に影響がでるコピーペアを迅速に判断できない場合があった。

【0087】

（同期リモートコピーの場合）

同期リモートコピーは、ホスト計算機から書き込み要求を受信したストレージシステム3

50

00aは書き込み要求に付随する書き込みデータをストレージシステム300bへ送信し、ストレージシステム300bは当該書き込みデータを受信してキャッシュメモリ110b及び論理ボリュームへ書き込み（または格納）後に応答を返す。応答を受信したストレージシステム300aは当該書き込み要求への完了通知を返す。このような処理を行うことで、書き込みデータがストレージシステム300a及びストレージシステム300bに格納された後に書き込み要求に対する完了通知をストレージシステム300aに送信する。

【0088】

同期リモートコピーのコピーペア状態はストレージシステム300aからストレージシステム300bへの書き込みデータ転送が一定時間正常終了しなかった場合に、ペア状態から異常状態へ遷移する。そのため、通信線550の障害の種類によってはストレージシステム300aへの書き込み要求を受信しない期間中に障害を検知できないことがある。

10

【0089】

（非同期リモートコピーの場合）

非同期リモートコピーは、ホスト計算機から書き込み要求を受信したストレージシステム300aは、書き込み要求に対応する書き込みデータをストレージシステム300aのキャッシュメモリ100a及び論理ボリュームまたはメモリに格納した後に完了通知をホスト計算機に送信後、または完了通知とは非同期なタイミングで、書き込み要求に付随する書き込みデータをストレージシステム300bへ送信する。ストレージシステム300bは当該書き込みデータを受信してキャッシュメモリ110b及び論理ボリュームへ書き込む。

20

【0090】

非同期リモートコピーのコピーペア状態もストレージシステム300aからストレージシステム300bへの書き込みデータ転送の失敗に関連してペア状態から異常状態に遷移するが、非同期リモートコピーの場合は転送処理がホスト計算機からの書き込み要求とは非同期に発生するため、状態遷移も書き込み要求とは非同期に発生する。状態遷移のタイミングは非同期リモートコピーの実現方式によって異なるが、例えば以下の場合がある。

【0091】

（ケース1）コピーペアがペア状態の間は、ストレージシステム間で定期的なハートビート通信を行い、ハートビート通信が所定の時間不達となった場合に前述の状態遷移を行う。なお、本ケースは同期リモートコピーに適用してもよい。

30

（ケース2）前述の転送対象のライトデータの未転送量（またはコピー先ボリュームへのみ書き込み量）が所定の容量を超えた場合に前述の状態遷移を行う。

【0092】

また、ユーザが通信線550が発生した場合に影響がでるコピーペアを迅速に判断できない他の例としては、同期リモートコピーの場合も非同期リモートコピーの場合も障害のタイプが通信線の性能低下を伴う場合がある。この場合は性能低下の可能性はありつつもリモートコピーが継続されるからである。

【0093】

40

なお、異常状態のコピーペアのリモートコピーを再開するためにコピーペアの状態を初期コピー中とした場合、当該状態の間は初期コピーによってコピー先論理ボリュームのコンシステンシが保証されない。そのため、当該リモートコピー再開はストレージシステム300に対する要求に基づいて行うようにしている。データ消失の視点から見た場合のコピーペアは短時間で回復可能な障害にたいしてはペア状態であることが望ましいとされている。

【0094】

また、通信線550の障害の例としては以下がある。

（例1）ストレージシステム間の物理的なケーブルの切断、破損等の障害。

（例2）通信線550がネットワークである場合、当該ネットワークを構成するファイバ

50

ーチャネルスイッチやチャネルエクステンダーやルータ等の通信装置の障害。

(例3) 例1及び例2のより具体的な例。ストレージシステム300aからストレージシステム300bへのネットワークが主拠点内ネットワークと、広域ネットワークと、遠隔拠点内ネットワークと、主拠点内ネットワークと広域ネットワークとの通信を仲介する第一の通信装置と、遠隔拠点内ネットワークと広域ネットワークとの通信を仲介する第二の通信装置とから構成される場合がある。この場合の第一の通信装置又は第二の通信装置又は広域ネットワークの障害等による通信失敗。

【0095】

本実施例では物理パスの障害で影響の出るコピーペアを迅速に特定するため、管理システム(例えば拠点管理計算機100と中央管理計算機10を含む)では以下の処理を行う。

【0096】

(処理1) 物理パスと論理パスの対応情報(パス情報115)を格納する。

(処理2) コピーペアと論理パスの対応情報(パスリモートコピー関連情報)を格納する。

(処理3) 所定の物理パスに関する障害情報を受信する。

(処理4) 物理パスと論理パスの対応情報とコピーペアと論理パスの対応情報を参照することで、障害が発生した物理パスに対応する一つ以上コピーペアを特定し、特定した一つ以上のコピーペアについての情報を表示する。

【0097】

もし複数のコピーペアをまとめた集合(後述のコピーグループ)を単位としてリモートコピーの操作を行う場合は、コピーペアとコピーグループとの対応情報を予め格納し、この対応情報をさらに参照することで、コピーグループを特定し、特定したコピーグループについての情報を表示してもよい。

【0098】

コピーグループに対応する複数のコピーペアはホスト計算機からの書き込み順序に関するグループであってもよい。コピーグループは当該グループに含まれる複数のコピーペアの複数の副ボリュームに跨ったコンシステンシを保障するグループであってもよい。なお、コンシステンシとはボリュームに対して書き込まれたデータの順序に関する概念で、以下が満たされる場合にコンシステンシがあるとみなす。

【0099】

コンシステンシ: ホスト計算機が順序関係を保って最初のデータAとその次のデータBをボリュームへ書き込む場合、ホスト計算機はストレージシステムからデータAの書き込み完了が到着したことを確認してからデータBを書き込む場合のデータAとデータBについて、データAが全てボリュームに格納された場合に限りデータBの一部または全てのデータがボリュームに格納される。

【0100】

なお、好ましくは上記処理4の表示処理は、コピーペア(またはコピーグループ)のコピーに関する状態表示処理とは非同期に実行可能であることが好ましい。

【0101】

なお、これまで説明したコピーペア及びコピーグループの情報としてはコピーペア及びコピーグループのIDが考えられるが、リモートコピーの性能情報を含めても良い。例えば、同期リモートコピーの場合は書き込み要求を受信してからホスト計算機に対して応答を返すまでの時間(いわゆるレスポンスタイム)を含めても良い。非同期リモートコピーの場合はストレージシステム300間の転送帯域(ストレージシステム300aからストレージシステム300bへの書き込みデータ転送によって得られた結果やテスト通信によって得られた結果を基にすることが考えられる)を含めても良い。なお、これら性能情報はストレージシステム300によって測定された値を管理システムが受信した値であることが考えられるが、ストレージシステム300以外の計算機、装置によって測定した値を管理システムが受信した値であってもよい。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 2 】

上記物理パスの障害後、複数の物理パスを用いて書き込みデータの転送を行っている場合は転送性能（主に転送帯域だが、ラウンドトリップタイムも）が変化する可能性があり、また個々の物理パスであっても物理パスを構成する通信装置による広域ネットワークの経路を別な経路に切り替える場合があり、この場合も転送性能（転送帯域と、ラウンドトリップタイムの両方）が変化し得るため、上記性能情報の確認によって、障害後のリモートコピーが想定した性能で行われているかどうかを確認することができる。

【 0 1 0 3 】

< 1 - 3 : ストレージ情報エントリ >

図 6 は中央管理計算機 1 0 に記憶されるストレージ情報エントリ 1 1 4 C の構成例を示した図である。なお、ストレージ情報エントリ 1 1 4 C は拠点管理計算機 1 0 0 がストレージシステムから取得した情報を基に作成するテーブルであり、作成処理は後述で説明する。ストレージ情報エントリ 1 1 4 C は、拠点管理計算機 1 0 0 が認識する論理ボリューム V o l の情報を示すテーブルであり、拠点 I D 1 1 4 0 1、ストレージシステム I D 1 1 4 0 2、論理ボリューム I D 1 1 4 0 3 を含む。

10

【 0 1 0 4 】

拠点 I D 1 1 4 0 1 は、当該拠点管理計算機 1 0 0 に付与された拠点を識別するための識別子（I D）であり、拠点管理計算機 1 0 0 が取得したストレージ情報エントリ 1 1 4 C であることを示す識別子である。たとえば、拠点管理計算機 1 0 0 から直接アクセス可能なストレージシステム 3 0 0 のストレージ情報エントリ 1 1 4 C はすべて同一の拠点 I D を持つ。

20

【 0 1 0 5 】

ストレージシステム I D 1 1 4 0 2 は、中央管理計算機 1 0、拠点管理計算機 1 0 0 によって管理されるストレージシステム 3 0 0 の識別子である。

【 0 1 0 6 】

論理ボリューム I D 1 1 4 0 3 は、ストレージシステム I D 1 1 4 0 2 が示すストレージシステム 3 0 0 の内部処理で使用するために、ストレージシステム 3 0 0 が装置内で付与して管理している論理ボリューム V o l の識別子である。図 6 では 2 3 : 1 0 などの情報が格納されている。

【 0 1 0 7 】

以上の説明ではストレージ情報エントリ 1 1 4 C はテーブル構造を有する情報として説明したが、当該情報は各拠点が有するストレージシステム 3 0 0 と、当該ストレージシステム 3 0 0 が有するボリュームを特定できればテーブル以外のデータ構造であってもよい。

30

【 0 1 0 8 】

さらに、複数のストレージ情報エントリ 1 1 4 C をまとめた前述の中央ストレージ情報エントリも各拠点に対応するストレージシステムと、当該ストレージシステムが有するボリュームを特定できればどのような様なデータ構造であってもよい。

【 0 1 0 9 】

なお、拠点管理計算機 1 0 0 が有するストレージ情報エントリ 1 1 4 L はストレージ情報エントリ 1 1 4 C と同じ構成を有することが考えられるが、必ずしもストレージ情報エントリ 1 1 4 L と全て同一のデータが格納される必要はなく、各拠点が有するストレージシステム 3 0 0 と、当該ストレージシステム 3 0 0 が有するボリュームを特定できればテーブル以外のデータ構造であってもよい。複数のストレージ情報エントリ 1 1 4 L をまとめた前述の拠点ストレージ情報エントリも拠点内のストレージシステムと、当該ストレージシステムが有するボリュームを特定できればどのような様なデータ構造であってもよい。

40

【 0 1 1 0 】

< 1 - 4 : コピー情報エントリ >

図 7 は中央管理計算機 1 0 0 に記憶されるコピー情報エントリ 1 1 3 C の構成例を示した図である。なお、コピー情報エントリ 1 1 3 C は、中央管理計算機 1 0 が主拠点のスト

50

レージ情報エントリテーブル 1 1 3 A、遠隔拠点のストレージ情報エントリテーブル 1 1 3 B をそれぞれの拠点管理計算機から取得したのちに作成されるテーブルであり、この詳細は後述する。

【 0 1 1 1 】

コピー情報エントリ 1 1 3 C は、中央管理計算機 1 0 がコピー要求をするごとに作成されるテーブルであり、この要求ごとに当該テーブルにコピーグループ ID (コピーグループ識別子) が付与される。コピーグループは複数のコピーペアの集合である。

【 0 1 1 2 】

コピー情報エントリ 1 1 3 C には、コピーグループ ID 1 1 3 0 0、コピー情報エントリ 1 1 3 0 1、コピー状態 1 1 3 0 2 及びコピー構成情報 1 1 3 0 3 ~ 1 1 3 1 0 が含まれる。

10

【 0 1 1 3 】

コピーグループ ID 1 1 3 0 0 は、複数のコピーペアをまとめてグループで管理するための識別子である。

【 0 1 1 4 】

コピー情報エントリ 1 1 3 0 1 は、コピー種別及びコピーオプション情報を含む。コピー種別は、ストレージシステム 3 0 0 が提供する機能であるリモートコピーが同期リモートコピーか、非同期リモートコピー、のいずれであるかを示す。リモートコピーとは、異なるストレージシステム 3 0 0 間で行われるコピーであり、この場合、コピー元の論理ボリューム Vol とコピー先の論理ボリューム Vol とが別々のストレージシステム 3 0 0 a とストレージシステム 3 0 0 b に存在する。同期リモートコピーはホスト計算機によるデータの書き込みと、コピー元とコピー先の論理ボリュームの内容の一致のためのコピー処理の時期が一致しているリモートコピーである。また、非同期リモートコピーはホスト計算機によるデータの書き込みと、コピー元とコピー先の論理ボリュームの内容の一致のためのコピー処理の時期が一致していないリモートコピーである。

20

【 0 1 1 5 】

コピーオプション情報は、各コピー種別が備わるオプションを表す情報である。例えば、オプション情報は、リモートコピーの一時停止時にコピー先論理ボリュームへの書き込みが可能か否かを表す。リモートコピーの一時停止とは、中央管理計算機 1 0 からの要求によるリモートコピーの一時停止である。

30

【 0 1 1 6 】

コピー状態情報 1 1 3 0 2 は、このコピー情報エントリ 1 1 3 によって管理されるコピーの現在の状態を示す。具体的には、例えば、コピー状態情報 1 1 3 0 2 は、このコピー情報エントリ 1 1 3 によって管理されるコピーの状態が、未コピー、コピー中、一時停止、ペア状態又は異常状態のいずれであるかを示す。

【 0 1 1 7 】

コピー構成情報は、ペア ID 1 1 3 0 3、正拠点 ID 1 1 3 0 4、副拠点 ID 1 1 3 0 5、正ストレージシステム ID 1 1 3 0 6、ボリューム ID 1 1 3 0 7、副ストレージシステム ID 1 1 3 0 8 及び副ボリューム ID 1 1 4 0 9 を含む。

【 0 1 1 8 】

ペア ID 1 1 3 0 3 は、中央管理計算機 1 0 がペアに付与する識別子である。

40

【 0 1 1 9 】

正拠点 ID 1 1 3 0 4 は中央管理計算機 1 0 0 A がコピー元の論理ボリューム Vol (以下、正ボリューム) として処理する識別子であり、ストレージ情報エントリ 1 1 4 の拠点 ID 1 1 4 0 1 が登録される。

【 0 1 2 0 】

副拠点 ID 1 1 3 0 5 は管理計算機 1 0 0 B がコピー先の論理ボリューム Vol (以下、副ボリューム) として処理する識別子であり、ストレージ情報エントリ 1 1 4 の拠点 ID 1 1 4 0 1 が登録される。

【 0 1 2 1 】

50

正ストレージシステム I D 1 1 3 0 6 は、正ボリュームを提供するコピー元（以下、正側）のストレージシステム（以下、正ストレージシステム）3 0 0 a の識別子である。正ストレージシステム 3 0 0 a は、拠点計算機装置 1 0 0 a、ホスト計算機 2 0 0 a からのデータを格納する。

【 0 1 2 2 】

正ボリューム I D 1 1 3 0 7 は、正ストレージシステム 3 0 0 a が装置内で管理するために付与する正ボリュームの識別子である。

【 0 1 2 3 】

副ストレージシステム I D 1 1 3 0 8 は、コピー先の副ボリュームを提供するコピー先（以下、副側）のストレージシステム 3 0 0 b（以下、副ストレージシステム）の識別子である。

10

【 0 1 2 4 】

副ボリューム 1 1 3 0 9 は、副ストレージシステム 3 0 0 b が装置内で管理するために付与する副ボリュームの識別子である。

【 0 1 2 5 】

拡張コピーグループ I D 1 1 3 1 0 は、複数のコピーグループ I D をまとめてグループとして管理するときに使用する拡張グループの識別子である。

【 0 1 2 6 】

以上の説明ではコピー情報エントリ 1 1 3 C はテーブル構造を有する情報として説明したが、当該情報はコピーグループと一つ以上のコピーペアとの対応、またはコピーグループ（またはコピーペアの）コピー状態、またはコピーペアとストレージシステム 3 0 0 とボリュームとの対応を有するのであれば、テーブル以外のデータ構造であってもよい。

20

【 0 1 2 7 】

さらに、複数のコピー情報エントリ 1 1 3 C をまとめた情報を中央コピー情報エントリとして扱ってもよく、この場合も中央コピー情報エントリはコピーグループと一つ以上のコピーペアとの対応、またはコピーグループ（またはコピーペアの）コピー状態、またはコピーペアとストレージシステム 3 0 0 とボリュームとの対応を有するのであれば、テーブル以外のデータ構造であってもよい。

【 0 1 2 8 】

なお、拠点管理計算機 1 0 0 が有するコピー情報エントリ 1 1 3 L はコピー情報エントリ 1 1 3 C と同じ構成を有することが考えられるが、必ずしもコピー情報エントリ 1 1 3 L と全て同一のデータが格納される必要はなく、各拠点についてのコピーグループと一つ以上のコピーペアとの対応、またはコピーグループ（またはコピーペアの）コピー状態、またはコピーペアとストレージシステム 3 0 0 とボリュームとの対応を有するのであれば、テーブル以外のデータ構造であってもよい。複数のコピー情報エントリ 1 1 3 C をまとめた情報を拠点コピー情報エントリとして扱ってもよく、この場合も拠点コピー情報エントリはコピーグループと一つ以上のコピーペアとの対応、またはコピーグループ（またはコピーペアの）コピー状態、またはコピーペアとストレージシステム 3 0 0 とボリュームとの対応を有するのであれば、テーブル以外のデータ構造であってもよい。

30

【 0 1 2 9 】

< 1 - 5 : 拠点 I D >

図 8 は拠点管理計算機 1 0 0 に記憶される拠点 I D 1 1 1 の構成図である。拠点 I D テーブル 1 1 1 には、拠点管理計算機 1 0 0 の識別子を格納する。

40

【 0 1 3 0 】

< 1 - 6 : パス情報 >

図 9 は中央管理計算機 1 0 に記憶されるパス情報 1 1 5 C の構成例を示す図である。パス情報 1 1 5 C は 2 種類の情報群、論理パス情報群（1 1 5 0 1 ~ 1 1 5 0 7）と物理パス情報群（1 1 5 1 0 ~ 1 1 5 1 4）で構成される。

【 0 1 3 1 】

論理パス情報群は論理パス I D 1 1 5 0 1、パス種別 1 1 5 0 2、正ストレージシステ

50

ムID11503、正代表ボリューム11504、副ストレージシステムID11505、副代表ボリューム11506、関連物理パスID11507を含む。

【0132】

論理パスID11501は、該当するストレージシステム装置内で管理するために付与する、論理パスの識別子である。

【0133】

パス種別11502は、論理パスの種別を表す。論理パスにはボリュームパス、ボリューム集合パス、ストレージパスがある。ボリュームパスはストレージシステム装置内にある特定論理ボリュームのデータが転送対象になる。ボリューム集合パスは当該ストレージシステム装置内にある複数の論理ボリュームが転送対象になる。たとえば、ボリューム集合パスでは、ボリュームIDの上位2ケタが共通の論理ボリュームすべてのデータを対象に該当ストレージシステムは接続先ストレージシステムに当該データを転送する(図10ではCUと記載)。ストレージパスは当該ストレージシステム装置内にある論理ボリューム全体のデータが転送対象になる。

10

【0134】

正ストレージシステムID11503は正ストレージシステム300aの識別子である。

正代表ボリューム11504は論理パスで転送対象となる論理ボリュームの識別子である。

副ストレージシステムID11505は副ストレージシステム300bの識別子である。副代表ボリューム11506は論理パスで受信対象となる論理ボリュームの識別子である。

20

【0135】

関連物理パスID11507は当該論理パスが使用する物理パスの識別子である。複数の物理パス識別子を当該関連物理パスIDに登録してもかまわない。

【0136】

物理パス情報群は物理パスID11511、正ストレージシステムID11503、正ポートID11504、副ストレージシステムID11505、副ポートID11506、パス状態11516を含む。

【0137】

物理パスID11511は該当するストレージシステム装置内で管理するために付与する、物理パスの識別子である。

正ストレージシステムID11512は正ストレージシステム300aの識別子である。正ポートID11513は正ストレージシステム300aに複数備わるポートの識別子である。

副ストレージシステムID11514は副ストレージシステム300bの識別子である。副ポートID11515は副ストレージシステム300bに複数備わるポートの識別子である。

パス状態11516は物理パスの状態を示す。

30

【0138】

以上の説明ではパス情報115Cはテーブル構造を有する情報として説明したが、当該情報は物理パスとストレージシステムのストレージポートとの対応、物理パスの状態、論理パスと物理パスとの対応、又は論理パスとストレージシステムのボリュームとの対応と、を有するのであればテーブル以外のデータ構造であってもよい。

40

【0139】

なお、拠点管理計算機100が有するパス情報115Lはパス情報115Cと同じ構成を有することが考えられるが、必ずしもコピー情報エントリ115Cと全て同一のデータが格納される必要はない。パス情報115Lは物理パスとストレージシステムのストレージポートとの対応、物理パスの状態、論理パスと物理パスとの対応、又は論理パスとストレージシステムのボリュームとの対応と、を有するのであればテーブル以外のデータ構造で

50

あってもよい。

【0140】

< 1 - 7 : 拠点管理計算機情報 >

図11は中央管理計算機100のメモリ40に記憶される拠点管理計算機情報13の構成例を示す図である。拠点管理計算機情報13は、拠点ID1301、管理計算機アドレス1302を含む。

拠点ID1301は拠点管理計算機100を識別するための識別子である。

アドレス1302は拠点管理計算機100のネットワークアドレスである。

【0141】

なお、拠点管理情報13は拠点管理計算機100と当該計算機との通信識別子を有するのであれば、テーブル以外のデータ構造であってもよい。

10

【0142】

< 1 - 8 : パスリモートコピー関連情報 >

図10は、中央管理計算機100のメモリ40に記憶されるパスリモートコピー関連情報11の構成例を示す図である。パスリモートコピー関連情報11は論理パスID1101、物理パスID1102、コピーグループID1103、追加情報1104を含む。

論理パスID1101は該当するストレージシステム装置内で管理するために付与する、論理パスの識別子である。

物理パスID1102は該当するストレージシステム装置内で管理するために付与する、物理パスの識別子である。

20

【0143】

コピーグループID1103は、中央管理計算機10、拠点管理計算機100において、複数のコピーペアをまとめてグループで管理するための識別子である。

追加情報1104はコピーグループID1103の補足情報である。ここには複数のコピーグループをさらにまとめて上位グループで管理する拡張コピーグループIDや、第1のリモートコピーの先に、コピー先論理ボリュームを介して、さらに第2のリモートコピーが続くような場合に、第2のリモートコピーを登録する。

【0144】

以上の説明ではパスリモートコピー関連情報11はテーブル構造を有する情報として説明したが、当該情報は論理パスとコピーグループとの対応を有するのであればテーブル以外のデータ構造でもよく、また論理パスと物理パスとの対応を有しても良い。

30

【0145】

< 1 - 9 : コピーペア管理情報 >

図12は、本発明の実施例1のストレージシステム300に記憶されるコピーペア管理情報1210の構成例を示す図である。

【0146】

コピーペア管理情報1210は、コピーグループID12100、コピーペアID121001、ボリュームID12102、コピー状態情報12103、コピー対象ストレージシステムID12103、コピー対象ボリュームID12104、コピーペアID12105、コピーグループID12106及びコピー種別12107を含む。

40

【0147】

コピーグループID12100はコピーペアID121012101によって識別されるコピーペアが属するコピーグループの識別子である。ストレージシステム300は、一つ以上のコピーペアを含むコピーグループを管理する。そのため、管理計算機100は、コピーグループを指定して、リモートコピーの運用の一時停止、再開又は解除をグループに含まれるコピーペアを一括して要求できる。

【0148】

コピーペアID12102は、論理ボリュームID12102によって識別される論理ボリュームVol、及びコピー対象ボリュームID12105によって識別される論理ボリュームVolを含むコピーペアの識別子である。具体的には、上述のコピー情報エント

50

リ 1 1 3 のペア ID 1 1 4 0 3 が登録される。

【 0 1 4 9 】

ボリューム ID 1 2 1 0 2 は、当該コピーペア管理情報 1 2 1 0 を記憶するストレージシステム 3 0 0 によって提供される論理ボリュームの識別子である。

【 0 1 5 0 】

コピー状態情報 1 2 1 0 3 は、論理ボリューム ID 1 2 1 0 1 によって識別される論理ボリューム Vol に対するコピーの現在の状態を示す。具体的には、コピー状態情報 1 2 1 0 3 は、当該コピーペア ID が指すコピーペアの状態が、未コピー、コピー中、一時停止中又は異常のいずれであることを示す。

【 0 1 5 1 】

コピー対象ストレージシステム ID 1 2 1 0 4 は、論理ボリューム ID 1 2 1 0 1 によって識別される論理ボリューム Vol とコピーペアになる論理ボリューム Vol を提供するストレージシステム 3 0 0 の識別子である。つまり、コピー対象ストレージ ID 1 2 1 0 3 には、副ストレージシステム 3 0 0 の識別子が格納される。

【 0 1 5 2 】

コピー対象ボリューム ID 1 2 1 0 5 は、論理ボリューム ID 1 2 1 0 2 によって識別される論理ボリューム Vol とコピーペアになる論理ボリューム Vol の識別子である。つまり、コピー対象ボリューム ID 1 2 1 0 5 には、論理ボリューム ID 1 2 1 0 2 によって識別される論理ボリューム Vol に記憶されるデータのコピー先となる副ボリュームの識別子が格納される。

【 0 1 5 3 】

拡張コピーグループ ID 1 2 1 0 6 は、複数のコピーグループ ID をまとめてグループとして管理するとき使用する拡張グループの識別子である。

【 0 1 5 4 】

以上の説明ではコピーペア管理情報 1 2 1 0 はテーブル構造を有する情報として説明したが、当該情報は、コピーペアとコピーグループとの対応、コピーペアとストレージのボリュームの対応、コピーペアのコピー種別とコピー状態と、を有するのであればテーブル以外のデータ構造であってもよい。

【 0 1 5 5 】

また、ストレージシステム 3 0 0 a のコピーペア管理情報 1 2 1 0 a とストレージシステム 3 0 0 b のコピーペア管理情報 1 2 1 0 b は必ずしも同じデータ構造や同じデータを有しなくても良い。

< 1 - 1 0 : ボリューム管理情報 >

図 1 3 は、本発明の実施例 1 のストレージシステム 3 0 0 に記憶されるボリューム管理情報 1 2 5 0 の構成例を示す図である。

【 0 1 5 6 】

ボリューム管理情報 1 2 5 0 は、論理ボリューム ID 1 2 5 0 1、ボリューム状態情報 1 2 5 0 2、容量 1 2 5 0 3、コピーペア ID 1 2 5 0 4 及びグループ ID 1 2 5 0 5 を含む。

【 0 1 5 7 】

論理ボリューム ID 1 2 5 0 1 は、当該ボリューム管理情報 1 2 5 0 を記憶するストレージシステム 3 0 0 によって提供される論理ボリューム Vol の識別子である。

【 0 1 5 8 】

ボリューム状態情報 1 2 5 0 2 は、論理ボリューム ID 1 2 5 0 1 によって識別される論理ボリューム Vol の現在の状態を示す。具体的には、ボリューム状態情報 1 2 5 0 2 には、正ボリューム、副ボリューム、正常、異常又は未実装のうち少なくとも一つが格納される。

【 0 1 5 9 】

例えば、論理ボリューム ID 1 2 5 0 1 によって識別される論理ボリューム Vol が正ボリュームの場合、ボリューム状態情報 1 2 5 0 2 には「正ボリューム」が格納される。

10

20

30

40

50

また、論理ボリュームID 12501によって識別される論理ボリュームVolが副ボリュームの場合、ボリューム状態情報12502には「副ボリューム」が格納される。なお、正ボリュームとはリモートコピーのコピー元であるボリュームを示し、副ボリュームとはリモートコピーのコピー先であるボリュームを示す。

【0160】

また、論理ボリュームID 12501によって識別される論理ボリュームVolにホスト計算機200が正常にアクセスできる場合、ボリューム状態情報12502には「正常」が格納される。また、論理ボリュームID 12501によって識別される論理ボリュームVolにホスト計算機200が正常にアクセスできない場合、ボリューム状態情報12502には「異常」が格納される。例えば、ディスク装置1500の故障時、コピーの障害時に、ボリューム状態情報12502には「異常」が格納される。

10

【0161】

また、論理ボリュームID 12501によって識別される論理ボリュームVolにデータが格納されていない場合、ボリューム状態情報12502には「未実装」が格納される。

【0162】

容量12503は、論理ボリュームID 12501によって識別される論理ボリュームVolの容量である。コピーペアID 12505は、論理ボリュームID 12501によって識別される論理ボリュームVolを含むコピーペアの一意的識別子である。

【0163】

20

コピーペアID 12504は、論理ボリュームID 12501に関連するコピーペアの識別子である。具体的には、図7で説明したコピー情報エントリ113のペアID 11303が格納される。

【0164】

コピーグループID 12505は、コピーペアID 12504が属するコピーグループの識別子である。管理計算機100がコピー要求をするごとに作成されるコピー情報エントリテーブル114に付与されたコピーグループIDが格納される。

【0165】

以上の説明ではボリューム管理情報1250はテーブル構造を有する情報として説明したが、当該情報は論理ボリュームの状態、容量を有するのであればテーブル以外のデータ構造であってもよい。また、当該情報に論理ボリュームとコピーペアとの対応や、論理ボリュームとコピーグループとの対応を有していてもよい。

30

【0166】

また、ストレージシステム300aのボリューム管理情報1250aとストレージシステム300bのボリューム管理情報1250bは必ずしも同じデータ構造や同じデータを有しなくても良い。

【0167】

< 1-11: パス管理情報 >

図24は、本発明の実施例1のストレージシステム300に記憶されるパス管理情報1220の構成例を示す図である。パス管理情報1220は拠点管理計算機100、中央管理計算機100が保持するパス情報テーブルとほぼ同じ情報を保持するテーブルで、2種類の情報群、論理パス情報群(122001~122007)と物理パス情報群(122011~122015)で構成される。

40

論理パス情報群は論理パスID 122001、パス種別122002、正代表ボリューム122003、副ストレージシステムID 122004、副代表ボリューム122005、関連物理パスID 122006、接続方向122007を含む。

論理パスID 122001は、該当するストレージシステム装置内で管理するために付与する、論理パスの識別子である。

パス種別122002は、論理パスの種別を表す。論理パスにはボリュームパス、ボリューム集合パス、ストレージパスがある。ボリュームパスはストレージシステム装置内にあ

50

る特定論理ボリュームのデータが転送対象になる。ボリューム集合パスは当該ストレージシステム装置内にある複数の論理ボリュームが転送対象になる。たとえば、ボリューム集合パスでは、ボリュームIDの上位2ケタが共通の論理ボリュームすべてのデータを対象に該当ストレージシステムは接続先ストレージシステムに当該データを転送する。ストレージパスは当該ストレージシステム装置内にある論理ボリューム全体のデータが転送対象になる。

【0168】

代表ボリューム122003は自ストレージシステムにおける論理パスで転送対象となる論理ボリュームの識別子である。

副ストレージシステムID122004は副ストレージシステム300bの識別子である。

10

副代表ボリューム122005は論理パスで受信対象となる論理ボリュームの識別子である。

関連物理パスID122006は当該論理パスが使用する物理パスの識別子である。複数の物理パス識別子を当該関連物理パスIDに登録してもかまわない。

接続方向122007は当該論理パスが上り（当該ストレージシステムがデータを送信するために使用する論理パス）、下り（当該ストレージシステムがデータを受信するために使用する論理パス）を示す。なお、論理パスに方向が不要な場合は当該情報は不要である。

【0169】

20

物理パス情報群は物理パスID122011、ポートID122012、対象ストレージシステムID122013、対象ポートID122014、パス状態122015を含む。

物理パスID122011は該当するストレージシステム装置内で管理するために付与する、物理パスの識別子である。

ポートID122012は正ストレージシステム300aに複数備わるポートの識別子である。

対象ストレージシステムID122013は副ストレージシステム300bの識別子である。

対象ポートID122014は副ストレージシステム300bに複数備わるポートの識別子である。

30

パス状態122015は物理パスの状態を示す。有効時はactive、無効時はInactive、障害時はFailureを示す。

【0170】

以上の説明ではパス管理情報1220はテーブル構造を有する情報として説明したが、当該情報は物理パスとストレージシステムのポートとの対応、物理パスの状態、論理パスと物理パスとの対応、又は論理パスとストレージシステムのボリュームとの対応と、有するのであればテーブル以外のデータ構造であってもよい。

【0171】

また、ストレージシステム300aのパス管理情報1220aとストレージシステム300bのパス管理情報1220bは必ずしも同じデータ構造や同じデータを有しなくても良い。

40

【0172】

<1-12: IO要求の内容>

図15は本発明の実施例1のIO要求7300の説明図である。

IO要求7300は、拠点管理計算機100又はホスト計算機200によって発行される。また、IO要求7300は、宛先73001、要求内容73002、制御対象ボリュームID73003、グループID73004及びオプション73005を含む。

【0173】

宛先73001には、IO要求7300の送信先となるストレージシステム300の識

50

別子及びボリュームの識別子が格納される。例えば、拠点管理計算機 100 又はホスト計算機 200 が直接認識する論理ボリューム Vol に対して I/O 要求 7300 を送信する場合には、ボリュームの識別子として論理ボリューム Vol の識別子が格納される。

【0174】

要求内容 73002 は、当該 I/O 要求 7300 によって要求される処理の内容を示す。要求内容 73002 には、書き込み要求、読み出し要求又は機能制御要求がある。さらに、機能制御要求には、パス構築、パス解除、パス状態取得、リモートコピー開始、リモートコピー一時停止、リモートコピー再開、リモートコピー解除、コピー状態取得、又はストレージ状態取得などの要求がある。

【0175】

制御対象ボリューム ID 73003 は、I/O 要求 7300 の要求内容に基づいてストレージシステム 300 が処理する対象論理ボリューム Vol の識別子を表す。つまり、ストレージシステム 300 は受信した I/O 要求 7300 に記載される制御対象ボリューム ID 73003 に対して要求内容の処理を実施する。

【0176】

ここで、拠点管理計算機 100 又はホスト計算機 200 は、あて先に記載される論理ボリュームに対する要求や制御対象ボリューム ID を記載することで、あて先が指す論理ボリューム Vol を介して、別論理ボリュームに対する要求を送信することができる。これはたとえば、拠点管理計算機がアクセスできないボリュームに対し、要求を出したい場合に利用する。

【0177】

制御対象ボリューム ID 73003 には、認識しない論理ボリューム Vol の識別子が格納される。

【0178】

コピーグループ ID 73004 は、I/O 要求 7300 による処理の対象となるコピーグループの識別子である。グループ 73004 には、管理計算機 100 がコピー要求をするごとに作成されるコピー情報エントリテーブル 114 に付与されたコピーグループ ID が格納される。

【0179】

オプション 73005 には、コピー構成情報、当該 I/O 要求 7300 を補助するオプション情報及び当該 I/O 要求によって書き込みが要求されるデータ等が格納される。なお、コピー構成情報は、コピー種別、コピー先のストレージ ID、コピー先の論理ボリューム ID、コピー元のストレージ ID 及びコピー元の論理ボリューム ID 等を含む。

【0180】

< 1 - 13 : 中央管理計算機によるストレージシステムへの制御処理 >

それでは次に、中央管理計算機 10 によるストレージシステムの制御処理について説明する。

【0181】

図 15 は中央管理計算機 10 によるストレージシステムの制御フローである。中央管理計算機 10 によるストレージシステム 300 の制御は、拠点管理計算機 100 を介して実施する。

【0182】

具体的には、中央管理計算機 10 は当該装置内の中央管理プログラム 12 をプロセッサ 20 で実行することで実現する。

【0183】

中央管理計算機 10 は、制御要求を作成し、拠点管理計算機 100 に送信する（ステップ 5000）。すると、該当の拠点管理計算機 100 は当該制御要求を受信し、要求内容を解析する（ステップ 5010）。解析の結果、拠点管理計算機 100 は、要求内容の要求に従った処理を実施する（ステップ 5020）。5020 の処理で、拠点管理計算機 100 は、必要に応じストレージ制御要求を含んだ I/O 要求 7300 を作成し、ストレージ

10

20

30

40

50

システム 300 に送信する。制御要求を受け取ったストレージシステム 300 では、当該制御要求を解析し、要求内容に基づいた処理を実施する（ステップ 5030）。処理終了後、当該ストレージシステム 300 は、処理結果を I/O 要求の応答として拠点管理計算機 100 に送信する（ステップ 5040）。当該 I/O 要求を受け取ると、拠点管理計算機 100 は当該応答を中央管理計算機 10 の制御要求の応答として形成し、中央管理計算機 10 に返信する（ステップ 5050）。中央管理計算機 10 は、制御要求の応答を受信すると、その内容を解析し、結果に応じた処理を実施する（ステップ 5060）。

【0184】

なお、ステップ 5040 の応答としては処理が完了したことを示す通知と、拠点管理計算機 100 へ送信するためにその処理で生成された情報のいずれかまたは両方を意味する。また、ステップ 5050 の応答としては処理が完了したことを示す通知と、中央管理計算機 10 へ送信するためにその処理で生成された情報のいずれかまたは両方を意味する。以上のように、中央管理計算機 10 がストレージシステム 300 を制御する場合、拠点管理計算機 100 に制御要求を発行する。拠点管理計算機 100 は拠点内のストレージシステムであれば、ストレージ制御要求 7300 を発行する。上記のように、本実施例で前提とするストレージシステムの制御は、計算機システム全体処理を中央管理計算機が、各拠点での処理は拠点管理計算機が処理を担当する。この結果、本実施例の計算機システムではシステム全体の処理負荷を分散させることが可能で、効率的なストレージシステムの制御が実現できる。中央管理計算機 10 によるストレージ制御要求はすべて共通の手順で実施されるため、以降の説明は、拠点管理計算機 100 によるステップ 5020 に関して説明する。

【0185】

< 1 - 14 : ストレージ情報エントリの作成処理 >

次に、ストレージ情報エントリ 114 L とストレージ情報エントリ 114 C の作成処理について説明する。当該作成処理は、中央管理計算機 10 が中央管理プログラム 12 に基づいて実行する。

【0186】

図 16 は、図 15 のステップ 5020 の具体例である、拠点管理計算機 100 によるストレージシステム 300 に関するストレージ情報エントリ 114 作成のためのフローである。当該フローはステップ 5010 にて拠点管理計算機 300 a がストレージ情報エントリ更新要求を受領することで実現される。

【0187】

（ステップ 502001）拠点管理計算機 100 は、論理ボリューム Vol の管理情報を、OS 117 から取得する。

【0188】

ユーザが入力する論理ボリューム Vol の管理情報とは、たとえば、メインフレーム計算機のデバイス番号、オープン計算機のドライブターもしくはデバイスファイル名等が該当する。拠点管理計算機 100 A は OS 117 が管理するストレージシステム 300 の情報（ストレージシステム ID、ボリューム ID）を OS 117 の操作インタフェースなどから取得する。OS 117 から取得するストレージシステム 300 の情報がストレージ情報エントリ 114 の情報として不足する場合、拠点管理計算機 100 は更に I/O 要求（機能制御要求にストレージ状態取得を指定）を用いてストレージシステム 300 からストレージシステム 300 の情報を取得しても構わない。

【0189】

（ステップ 502002）次に拠点管理計算機 100 は、ステップ 502001 で得られた情報をストレージ関連情報としてストレージ情報エントリ 114 L に登録することで、ストレージ情報エントリ 114 L を作成又は更新する。ステップ 502001 で得られるストレージ関連情報とは、ストレージシステム ID、ボリューム ID の情報をいう。また、ストレージ情報エントリ 114 の拠点 ID は、拠点管理計算機 100 にあらかじめ拠点 ID 111 に登録された ID を登録する。

【 0 1 9 0 】

本フローを実行後、図 1 5 のステップ 5 0 5 0 の処理として、拠点管理計算機 1 0 0 は、ストレージ情報エントリ 1 1 4 L にて作成対象となったストレージ関連情報（又はストレージシステム 3 0 0 が有するボリュームを示す情報）を中央管理計算機 1 0 へ送信する。さらに、ステップ 5 0 6 0 の処理として当該情報を受信した中央管理計算機 1 0 は、ストレージ情報エントリ 1 1 4 C の作成（又は追加又は更新）を行う。

【 0 1 9 1 】

なお、上記説明ではストレージ情報エントリ 1 1 4 L とストレージ情報エントリ 1 1 4 C の作成について述べたが、更新処理は、ステップ 5 0 2 0 0 1 で取得した情報を元に、拠点管理計算機 1 0 0 がストレージ情報エントリ 1 1 4 L に格納した情報の一部を更新したり、中央管理計算機 1 0 がストレージ情報エントリ 1 1 4 C に格納した情報の一部を更新することで実現可能である。また、上記動作では先にストレージ情報エントリ 1 1 4 L を作成したが、先にストレージ情報エントリ 1 1 4 C を作成してもよい。

10

【 0 1 9 2 】

また、ステップ 5 0 2 0 0 1 の代わりとして、拠点管理計算機 1 0 0 はホスト計算機 2 0 0 から OS 2 1 2 の論理ボリュームの管理情報を取得しても良い。

【 0 1 9 3 】

< 1 - 1 5 : パス情報の作成処理 >

次に、パス情報 1 1 5 L とパス情報 1 1 5 C の作成処理について説明する。当該作成処理は、中央管理計算機 1 0 が中央管理プログラム 1 2 に基づいて実行する。

20

【 0 1 9 4 】

中央管理計算機 1 0 は、入出力装置にて図 1 8 の画面を表示することでユーザを支援し、またユーザからの入力を入出力装置から受信することで、コピー情報エントリ 1 1 3 を作成する。図 1 8 の具体例では表示する項目と当該項目に対する入力例と共に以下に示す。

【 0 1 9 5 】

(1) パス種別。なお、当該項目は省略してもよい。

(2) 正ストレージシステムの ID。入力例として 1 4 0 0 1 がある。

(3) 正代表ボリュームの ID。入力例として 2 3 : 1 0 がある。

(4) 正ストレージシステムの Port ID。入力例として 2 3 : 1 0 : 0 1 がある。

30

【 0 1 9 6 】

(5) 副ストレージシステムの ID。入力例として 1 4 0 0 2 がある。

(6) 副代表ボリュームの ID。入力例として 2 3 : 2 0 がある。

(7) 副ストレージシステムの Port ID。入力例として 2 3 : 2 0 : 0 1 がある。

【 0 1 9 7 】

なお、Port ID とはストレージポートの ID を指すことがある。

【 0 1 9 8 】

ただし、図 1 8 の画面は一例であり、少なくとも正ストレージシステムの ID 及び正ストレージシステムの Port ID と、副ストレージシステムの ID 及び副ストレージシステムの Port ID と、を表示（または提示）できれば他の方法を採用してもよい。

40

【 0 1 9 9 】

なお、本実施例では論理パスを設定した後にコピーペア及びコピーグループを定義し、またコピーペアとコピーグループの定義時点での論理パスとの対応付け設定を省略するために、当該コピーグループに含まれるボリュームの一つを代表ボリュームとして本画面で表示を行うことで、本画面を用いたパス設定にて論理パスとコピーペア（またはコピーグループ）との対応付けを実現している。しかし、コピーペア又はコピーグループの定義において論理パスとの対応付けを設定できるのであれば、代表ボリューム以外の入力を行ってもよい。

【 0 2 0 0 】

図 1 7 は中央管理計算機 1 0 及び拠点管理計算機 1 0 0 によるストレージシステム 3 0

50

0 に設定するパス情報 1 1 5 L 及びパス情報 1 1 5 C を作成するためのフローである。

【 0 2 0 1 】

(ステップ 5 1 1 0) 中央管理計算機 1 0 は、ユーザから受信したパス設定要求に基づき、パス情報 1 1 5 C を作成する。パス設定要求は、図 1 8 の画面を用い、中央管理計算機 1 0 が入出力装置を経由して受信した、パス種別と、正ストレージシステムの I D と、正代表ボリュームの I D と、正ストレージシステムの P o r t I D と、副ストレージシステムの I D と、副代表ボリュームの I D と、副ストレージシステムの P o r t I D とを含んでも良い。そして、中央管理計算機 1 0 はパス設定要求に基づいて、パス情報 1 1 5 C に格納される情報を作成する。

【 0 2 0 2 】

図 1 8 の説明の入力例を用いて説明すると、中央管理計算機 1 0 は図 1 8 のパス種別 (C U) 、正ストレージシステム 3 0 0 の I D (1 4 0 0 1) 、正代表ボリュームの I D (2 3 : 1 0) 、副ストレージシステム 3 0 0 の I D (1 4 0 0 2) 、副代表ボリュームの I D (2 3 : 2 0) を受信し、受信した情報を用いて論理パス情報群のそれぞれ、1 1 5 0 2 、1 1 5 0 3 、1 1 5 0 4 、1 1 5 0 5 、1 1 5 0 6 に値を登録し、計算機システム 1 内で単一として識別可能な論理パス I D を 1 1 5 0 1 に登録する。なお、論理パス I D は中央管理計算機 1 0 が生成した値を用いてもよく、拠点管理計算機 1 0 0 のいずれかが生成した値を用いてもよく、ストレージシステム 3 0 0 が生成した値を用いてもよい。中央管理計算機 1 0 は、図 1 8 の正ストレージシステムの I D (1 4 0 0 1) 、正ストレージシステムの P o r t I D (2 3 : 1 0 : 0 1) 、副ストレージシステムの I D (1 4 0 0 2) 、副ストレージシステムの P o r t I D (2 3 : 2 0 : 0 1) を用いて、物理パス情報群のそれぞれ、1 1 5 1 2 、1 1 5 1 3 、1 1 5 1 5 に値を登録し、さらに正ストレージシステム、副ストレージシステムの双方で唯一の識別可能な物理パス I D を 1 1 5 0 1 と論理パス情報群の 1 1 5 0 7 に登録する。

【 0 2 0 3 】

(ステップ 5 1 2 0) 次に中央管理計算機 1 0 は、生成したパス情報 1 1 5 C の情報を送信すべき拠点管理計算機 1 1 3 L を特定し、特定した一つ以上の拠点管理計算機 1 0 0 へ拠点パス情報設定要求を送信する。なお、当該特定にはパス情報 1 1 5 C を参照することで行う。

【 0 2 0 4 】

(ステップ 5 1 3 0 、ステップ 5 1 4 0) コピー情報エントリ設定要求を受信した拠点管理計算機 1 0 0 は、拠点パス設定要求に含まれる情報に基づいてパス情報 1 1 5 L を作成する。図 1 8 の入力例を用いて説明すると、上記作成により以下の情報及び値が格納される。

(1 1 5 0 1) = 論理パス I D 。

(1 1 5 0 2) = C U 。

(1 1 5 0 3) = 1 4 0 0 1 。

(1 1 5 0 4) = 2 3 : 1 0 。

(1 1 5 0 5) = 1 4 0 0 2 。

(1 1 5 0 6) = 2 3 : 2 0 。

(1 1 5 0 7) = 2 3 : 1 0 : 0 1 と 2 3 : 2 0 : 0 1 の組み合わせに対応した物理パス I D 。

【 0 2 0 5 】

(1 1 5 1 1) = 物理パス I D 。

(1 1 5 1 2) = 1 4 0 0 1 。

(1 1 5 1 3) = 2 3 : 1 0 : 0 1 。

(1 1 5 1 4) = 1 4 0 0 2 。

(1 1 5 1 5) = 2 3 : 2 0 : 0 1 。

【 0 2 0 6 】

なお、物理パス I D とは正ストレージシステムのストレージポートと副ストレージシ

10

20

30

40

50

テムのストレージポートとの組み合わせに一意に割り当てられるIDである。物理パスIDは中央管理計算機10が生成した値を用いてもよく、拠点管理計算機100のいずれかが生成した値を用いてもよく、ストレージシステム300が生成した値を用いてもよい。

【0207】

なお、上記説明ではパス情報115Cとパス情報115Lの作成について述べたが、更新処理は、ステップ5110で取得した情報を元に、中央管理計算機10がパス情報115Cに格納した情報の一部を更新したり、拠点管理計算機100が中央管理計算機より受信した拠点パス設定要求を基にパス情報115Cとパス情報115Lに格納した情報の一部を更新することで実現可能である。なお、既に作成済みの論理パスIDに新たな物理パスを追加する場合は、作成済みの論理パスIDに対応する情報について、5110乃至5210の手順で情報を追加登録すればよい。

10

【0208】

また、上記処理では先にパス情報115Cを作成したが、先にパス情報115Lを作成してもよい。

【0209】

<1-16: コピー情報の作成処理>

次に、コピー情報エントリ113Lとコピー情報エントリ113Cとの作成処理について説明する。コピー情報エントリ113C及びコピー情報エントリ113Lの作成処理は、中央管理計算機10が中央管理プログラム12に基づいて実行する。

20

【0210】

中央管理計算機10は、入出力装置にて図20の画面を表示することでユーザを支援し、またユーザからの入力を入出力装置から受信することで、コピー情報エントリ113を作成する。図20の具体例では表示する項目と当該項目に対する入力例と共に以下に示す。

【0211】

- (1) コピー名(ユーザがリモートコピーを管理するために命名する任意の文字列で、コピーグループに対応している)。入力例としてGroup1がある。
- (2) コピー種別。入力例では非同期リモートコピーである。
- (3) コピー元の情報として拠点IDとストレージシステムIDとボリュームID。入力例としては拠点IDがPrimary1、ストレージシステムIDが14001、論理ボリュームIDが23:10がある。
- (4) コピー先の情報として拠点IDとストレージシステムIDとボリュームID。入力例としては拠点IDがRemote1、ストレージシステムのIDが14002、論理ボリュームIDが23:20がある。
- (5) コピーオプション情報。入力例としてはコピー開始後でもコピー先論理ボリュームへの書き込みを可能とするSVOL OVERWRITEがある。

30

【0212】

ただし、図20の画面は一例であり、少なくとも正ボリュームとなるボリュームのIDと、当該ボリュームを提供する(または有する)ストレージシステムのIDと、副ボリュームとなるボリュームのIDと、当該ボリュームを提供(または有する)ストレージシステムのIDと、を表示(または提示)できれば他の方法を採用してもよい。他の情報(例えばコピー種別、拠点、コピー名)についても同様である。

40

【0213】

なお、コピー名についてはユーザの入力による文字列を採用することでユーザの利便性が向上するが、他の情報、例えば中央管理計算機10が作成したIDや文字列で代用してもよい。

【0214】

図19は中央管理計算機10によるストレージシステム300に設定するコピー情報エントリ113Cとコピー情報エントリ113Lを作成するためのフローである。

50

【 0 2 1 5 】

(ステップ5210) 中央管理計算機10ははじめに、ユーザからのコピー情報エントリ設定要求に基づき、コピー情報エントリ113Cを作成する。コピー情報エントリ設定要求は、図20の画面を用い、中央管理計算機10が入出力装置を経由して受信した正ボリュームとなるボリュームのIDと、当該ボリュームを提供する(または有する)ストレージシステムのIDと、副ボリュームとなるボリュームのIDと、当該ボリュームを提供(または有する)ストレージシステムのIDを含む。また、ユーザー入力情報は他の情報(例えばコピー種別、拠点、コピー名)を含んでもよい。そして、中央管理計算機10はコピー情報エントリ設定要求に含まれる情報に基づいて、コピー情報エントリ113Cに格納される情報を作成する。

10

【 0 2 1 6 】

図20の説明の入力例を用いて説明すると、中央管理計算機10はコピー情報エントリ113Cに対し、図20の画面上のコピー名称(Grp1)を11300に、コピー種別(非同期リモートコピー)およびコピーオプション情報を11301に、正拠点ID(Primary1)を11304に、正ストレージシステムのID(14001)を11306に、正ボリュームのID(23:10)を11307に、副拠点ID(Remote1)を11305に、副ストレージシステムのID(14002)を11308に、副ボリュームのID(23:20)を11309に格納する。次に、中央管理計算機10はコピーペア毎に正ストレージシステムと副ストレージシステムのユニークな識別子であるペアIDを生成し、コピー情報エントリ113Cの11303に格納する。

20

【 0 2 1 7 】

(ステップ5220) 中央管理計算機10は、生成したコピー情報エントリ113Cの情報を送信すべき拠点管理計算機113Lを特定し、特定した一つ以上の拠点管理計算機100へ拠点コピー情報エントリ設定要求を送信する。なお、当該特定にはストレージ情報エントリ114Cを参照することで行う。また、拠点コピー情報エントリ設定要求には、情報として、コピー情報エントリ設定要求に基づいて作成したストレージ情報エントリ113Cに格納した情報に対応する正ボリュームとなるボリュームのIDと、当該ボリュームを提供する(または有する)ストレージシステムのIDと、副ボリュームとなるボリュームのIDと、当該ボリュームを提供(または有する)ストレージシステムのIDを含む。また、当該要求は他の情報(例えばコピー種別、拠点、コピー名)を含んでもよい。

30

【 0 2 1 8 】

(ステップ5230、ステップ5240) コピー情報エントリ設定要求を受信した拠点管理計算機100は、拠点コピー情報エントリ設定要求に含まれる情報に基づいてコピー情報エントリ113Lを作成する。図20の入力例を用いて説明すると、上記作成により以下の情報及び値が格納される。

(1) 11500 = コピー名称としてGrp1。

(2) 11301 = コピー種別として非同期リモートコピー。なお、コピーオプション情報としてSVOL OVERWRITEが入力されているので、この入力値も格納される。

(3) 11304 = 正拠点のIDとしてPrimary1。

40

(4) 11306 = 正ストレージシステムのIDとして14001。

(5) 11307 = 正ボリュームのIDとして23:10。

(6) 11305 = 副拠点IDとしてRemote1。

(7) 11308 = 副ストレージシステムのIDとして14002。

(8) 11309 = 副ボリュームのIDとして23:20。

【 0 2 1 9 】

なお、上記説明ではコピー情報エントリ113Lとコピー情報エントリ113Cの作成について述べたが、更新処理は、ステップ5210で取得した情報を元に、中央管理計算機10がコピー情報エントリ114Cに格納した情報の一部を更新したり、拠点管理計算機100が中央管理計算機より受信した拠点コピー情報エントリ設定要求を基にコピー情

50

報エントリ 1 1 3 C とコピー情報エントリ 1 1 3 L に格納した情報の一部を更新することで実現可能である。なお、既に作成済みのコピーグループを指定してコピーペアを作成する場合は、作成済みのコピーグループに対応するコピー情報エントリ 1 1 3 C 及びコピー情報エントリ 1 1 3 L にコピー情報エントリ設定要求に含まれる情報を 5 2 1 0 乃至 5 2 4 0 の手順で登録すればよい。

【 0 2 2 0 】

また、上記処理では先にコピー情報エントリ 1 1 3 C を作成したが、先にコピー情報エントリ 1 1 3 C を作成してもよい。

【 0 2 2 1 】

< 1 - 1 7 : パスリモートコピー関連情報の作成処理 >

10

次に、パスリモートコピー関連情報 1 1 の作成処理について説明する。パスリモートコピー関連情報 1 1 の作成処理は、中央管理計算機 1 0 が中央管理プログラム 1 2 に基づいて実行する。なお、本処理はストレージ情報エントリ 1 1 5 C 又はコピー情報エントリ 1 1 3 C の作成、情報の更新及び削除を契機として実行されることが考えられるが、これ以外の契機（例えばユーザ指示）に応じて作成してもよい。

【 0 2 2 2 】

図 2 1 は中央管理計算機 1 0 によるストレージシステム 3 0 0 に設定するコピー情報エントリ 1 1 3 を作成するためのフローである。

【 0 2 2 3 】

中央管理計算機 1 0 ははじめに、パス情報 1 1 5 C とコピー情報エントリ 1 1 3 C を参照する（ステップ 5 3 1 0）。次に、中央管理計算機 1 0 は、パス情報 1 1 5 C の論理パス情報群の代表ボリューム 1 1 5 0 4、1 1 5 0 6 とコピー情報エントリ 1 1 3 のボリューム ID とを比較する。

20

【 0 2 2 4 】

比較結果、合致する場合（ステップ 5 3 3 0 Y e s）、中央管理計算機 1 0 はパスリモートコピー関連情報 1 1 を作成する（ステップ 5 3 7 0）。中央管理計算機 1 0 は事前に参照したパス情報 1 1 5 C の論理パス ID 1 1 5 0 1 と物理パス ID 1 1 5 1 1、および、コピー情報エントリ 1 1 3 C のコピーグループ ID を読み出し、それぞれパスリモートコピー関連情報として登録する。

【 0 2 2 5 】

30

合致しない場合（ステップ 5 3 3 0 N o）、中央管理計算機 1 0 はさらに、パス情報テーブルのパス種別を確認し、パス種別がボリューム集合パス（C U）の場合、特定ボリューム範囲（例えば 2 5 6 個）にコピー情報エントリテーブルのボリューム ID が収まるか否かを判定する（ステップ 5 3 4 0）。ステップ 5 3 4 0 の判定の結果、収まる場合（ステップ 5 3 4 0 Y e s）、中央管理計算機 1 0 はパスリモートコピー関連情報を作成する（ステップ 5 3 7 0）。

【 0 2 2 6 】

ステップ 5 3 4 0 の判定の結果、収まらない場合（ステップ 5 3 4 0 N o）、中央管理計算機 1 0 はさらにパスの種別がストレージである場合（ステップ 5 3 5 0 Y e s）、中央管理計算機 1 0 は、中央管理計算機 1 0 はパスリモートコピー関連情報を作成する（ステップ 5 3 7 0）。

40

パス種別がストレージ以外の場合、（ステップ 5 3 5 0 N o）、中央管理計算機 1 0 はパスリモートコピー関連情報 1 1 を作成せず、パスリモートコピー関連情報の作成処理を終了する（ステップ 5 3 6 0）。

【 0 2 2 7 】

以上の処理により、パスリモートコピー関連情報に論理パスと物理パスの対応と論理パスとコピーグループとの対応を示す情報を格納または更新することができる。

【 0 2 2 8 】

なお、論理パスと物理パスとの対応はパス情報 1 1 5 C にも格納されているため、以後の論理パスと物理パスとの対応を取得するためのパスリモートコピー関連情報の参照はパ

50

ス情報 1 1 5 C の参照で代用してもよい。また、論理パスとコピーグループとの対応をパスリモートコピー関連情報の代わりにコピー情報エントリに格納してもよく、その場合はコピーグループと論理パスとの対応を取得するためのパスリモートコピー関連情報の参照はコピー情報エントリ 1 1 3 C の参照で代用してもよい。

【 0 2 2 9 】

また、これまで説明した処理及び入力（または中央管理計算機が受信する設定に関する情報）では、間接的にコピーグループ（又はコピーペア）と論理パスとの対応を間接的に求めていた。しかし、その代替としてコピー情報エントリの作成処理にてコピーグループと論理パスとの対応を中央管理計算機 1 0 が受信し、当該対応をパスリモートコピー関連情報に格納してもよい。

10

【 0 2 3 0 】

< 1 - 1 8 : 論理パスの構築処理 >

次に、論理パスの構築処理について説明する。論理パスの構築処理は、中央管理計算機 1 0 が拠点管理計算機 1 0 0 を介してストレージシステム 3 0 0 にストレージ論理パス構築要求を発行することで実現される。以下に図 1 5 を参照しつつ中央管理計算機 1 0 と拠点管理計算機 1 0 0 とストレージシステム 3 0 0 の処理を示す。

【 0 2 3 1 】

図 1 5 の 5 0 0 0 の処理として、中央管理計算機 1 0 は論理パス構築要求を受信する。なお、論理パス構築要求はパス情報作成処理実行後に受信する。図 1 8 の画面に適用ボタンを追加し、ユーザによる当該ボタンを押すための入出力装置の操作を受けたことをもって論理パス構築要求を受信したものとしてもよい。中央管理計算機 1 0 は全ての拠点管理計算機 1 0 0 に対して拠点論理パス構築要求を送信する。

20

【 0 2 3 2 】

図 1 5 の 5 0 1 0 の処理として、拠点管理計算機 1 0 0 は拠点論理パス構築要求を受信する。

【 0 2 3 3 】

図 1 5 の 5 0 2 0 の処理として、図 2 2 に示す以下の処理を行う。

【 0 2 3 4 】

（ステップ 5 0 2 0 5 1）拠点管理計算機 1 0 0 は、パス情報 1 1 5 L を参照することで、ストレージシステムに対して構築済みの論理パスを特定し、特定した構築済み論理パスの情報に基づいて構築対象の一つ以上の論理パスを特定し、構築対象の一つ以上の論理パスに対応する一つ以上の物理パスを特定する。なお、構築済みの論理パスの特定はストレージシステム 3 0 0 の論理パスに関する情報を受信し、パス情報 1 1 5 と比較することで実現できるが、これ以外の方法を用いても良い。

30

【 0 2 3 5 】

さらに拠点管理計算機 1 0 0 は、パス情報 1 1 5 L を参照することで以下を特定する。

（ 1 ）正ストレージシステムの ID と副ストレージシステムの ID

（ 2 ）構築対象の一つ以上の論理パスに対応する情報

（ 3 ）構築対象の一つ以上の論理パスに対応した一つ以上の物理パスに対応する情報

拠点管理計算機 1 0 0 は、上記（ 1 ）と（ 2 ）と（ 3 ）を含むストレージ論理パス構築要求を作成する。なお、ストレージ論理パス構築要求は上記情報と論理パスの構築を要求していることが判別できれば、複数のコマンドから構成されていてもよい。

40

【 0 2 3 6 】

なお、上記（ 2 ）の情報は、論理パスの ID であることが考えられるが、構築済みの論理パスを特定するか、構築済みの論理パス以外のパスであることが判別可能な情報であれば ID 以外の情報であってもよい。また、上記（ 3 ）の情報は、正ストレージシステムのストレージポートの ID と副ストレージシステムのストレージポートの ID が考えられるが、物理パスを特定できる情報であればこれ以外の情報であってもよい。

【 0 2 3 7 】

（ステップ 5 0 2 0 5 2）拠点管理計算機 1 0 0 は、作成したストレージ論理パス構築

50

要求をストレージシステムに送信する。

【0238】

図15の5030の処理として、ストレージシステム300は図26に示す以下の処理を行う。

【0239】

(ステップ7060010)ストレージシステム300は、ストレージ論理パス構築要求を受信し、当該ストレージシステム300の物理パスを構成するストレージポート(以後、正ストレージポートと呼ぶことがある)と、副ストレージシステムと、物理パスを構成する副ストレージシステムが有するストレージポート(以後、副ストレージポートと呼ぶことがある)と、を特定する。

10

【0240】

(ステップ7060020)ストレージシステム300は、正ストレージポートと副ストレージポートから構成される物理パスの情報がパス管理情報1220に格納されているかどうかを判断し、格納されていない場合は、正ストレージポートのIDと副ストレージシステムのIDと副ストレージポートのIDとを格納する。

【0241】

(ステップ7060030)ストレージシステム300は、受信したストレージ論理パス構築要求で指定された論理パスに対して指定された物理パスが対応していることを示す情報をパス管理情報1220へ格納する。なお、既に格納済みの論理パスの正ボリューム(または正代表ボリューム)と副ボリューム(または副代表ボリューム)との組み合わせと今回構築対象となっている論理パスに対応した正ボリューム(または正代表ボリューム)と副ボリューム(または副代表ボリューム)が同じ場合は、当該格納済みの論理パスのIDと同じIDを今回構築対象となっている論理パスにも割り当て、そうでない場合は別なIDを今回構築対象となっている論理パスに割り当てる。これによって、同じ正ボリューム(または正代表ボリューム)と副ボリューム(または副代表ボリューム)に対応した論理パスは全て同じIDを割り当てられることになるが、これ以外の判断を用いて複数の論理パスに同じIDを割り当てても良い。

20

【0242】

(ステップ7060040)ストレージシステム300は、論理パス構築相手となるストレージシステム300(ストレージ論理パス構築要求が正ストレージシステムへ送信されている場合は副ストレージシステムが該当する)へストレージ論理パス構築要求に含まれる情報に対応する情報を含むストレージ間論理パス構築要求を作成する。

30

【0243】

なお、ストレージ間論理パス構築要求に含まれる情報を以下に示す。

(1)ストレージ論理パス構築要求で指定された正ストレージシステムのIDと副ストレージシステムのID

(2)ストレージ論理パス構築要求で指定された論理パスに対応する情報

(3)ストレージ論理パス構築要求で指定された論理パスに対応する物理パスに対応する情報

ここで、上記(2)と(3)の情報の例はストレージ論理パス構築要求で説明したものであってもよい。

40

【0244】

(ステップ7060050)ストレージシステム300は、作成したストレージ間論理パス構築要求を副ストレージシステムへ送信する。

当該要求を受信した副ストレージシステムは当該要求に対応する処理として7060010乃至7060030と7060060を行う。

【0245】

(ステップ7060060)ストレージシステム300は、当該論理パスを有効にする。そしてストレージシステム300は、有効となった論理パスについて、正ストレージシステム300aは副ストレージシステム300bと定期的に物理パスが使用可能であるこ

50

とを確認してもよい。物理パスの確認はストレージシステム 300a が定期的に空データのデータ転送フレーム 1840 を副ストレージシステム B に転送し、その応答で確認する方法がある。

【0246】

以上の処理により、ストレージシステム 300 に対して拠点管理計算機 100 に格納したパス情報 115C 又はパス情報 115L に従った論理パスの構築を要求し、ストレージシステムは当該要求に従った論理パスの構築を行うことができる。

【0247】

なお、中央管理計算機 10 が全ての拠点管理計算機 100 に対して拠点パス構築要求を送信する代わりとして、一部の拠点管理計算機 100 に対して当該要求を送信するようにしても良い。この場合の一部の拠点管理計算機の特定制は、ストレージシステム 300 に構築済みの論理パスに関する情報をストレージシステム 300 から拠点管理計算機経由で取得し、当該取得した情報とパス情報 115C とを比較することで行うことが考えられる。しかし、他の方法を用いて一部の拠点管理計算機 100 の特定制を行っても良い。

【0248】

なお、以上の処理はパス情報 115C 及びパス情報 115L の作成及び一部情報の更新及び削除にも適用可能である。

【0249】

< 1-19: リモートコピーの開始処理 >

次に、リモートコピーの開始処理について説明する。リモートコピーの開始処理は、中央管理計算機 10 が拠点管理計算機 100 を介してストレージシステム 300 にリモートコピー開始要求を発行することで実現される。以下に図 15 を参照しつつ中央管理計算機 10 と拠点管理計算機 100 とストレージシステム 300 の処理を示す。

【0250】

図 15 のステップ 5000 の処理として、中央管理計算機 10 はリモートコピー開始要求を受信する。なお、リモートコピー開始要求はコピー情報の作成処理実行後に受信する。図 20 の画面に適用ボタンを追加し、ユーザによる当該ボタンを押すための入出力装置の操作を受けたことをもってリモートコピー開始要求を受信したものともしてもよい。中央管理計算機 10 は全ての拠点管理計算機 100 に対して拠点リモートコピー開始要求を送信する。

【0251】

図 15 のステップ 5010 の処理として、拠点管理計算機 100 は拠点リモートコピー開始要求を受信する。

【0252】

図 15 のステップ 5020 の処理として、図 23 に示す以下の処理を行う。

【0253】

(ステップ 502061) 拠点管理計算機 100 は、拠点コピー情報を参照することで、リモートコピー開始済みのコピーペアを特定し、特定したコピー開始済みコピーペアの情報に基づいて開始対象の一つ以上のコピーペアを特定する。なお、開始済みのコピーペアの特定はストレージシステム 300 のコピーペアに関する情報を受信し、パス情報 115 と比較することで実現できるが、これ以外の方法を用いても良い。

【0254】

さらに拠点管理計算機 100 は、拠点コピー情報を参照することで以下を特定する。

- (1) 開始対象のコピーペアの正ストレージシステムの ID と正ボリュームの ID
- (2) 開始対象のコピーペアの副ストレージシステムの ID と副ボリュームの ID
- (3) 開始対象のコピーペアのコピー種別
- (4) 開始対象のコピーペアの ID
- (5) 開始対象のコピーペアが含まれるコピーグループの ID

拠点管理計算機 100 は、上記 (1) 乃至 (5) とを含むストレージコピーペア開始要求を作成する。なお、ストレージコピーペア開始要求は上記情報とコピーペアの開始を要求

10

20

30

40

50

していることが判別できれば、複数のコマンドから構成されていてもよい。

【 0 2 5 5 】

(ステップ 5 0 2 0 6 2) 拠点管理計算機 1 0 0 は、作成したストレージコピーペア開始要求を正ストレージシステム (または副ストレージシステム) に送信する。

【 0 2 5 6 】

図 1 5 のステップ 5 0 3 0 の処理として、ストレージシステム 3 0 0 は図 2 7 に示す以下の処理を行う。

【 0 2 5 7 】

(ステップ 8 0 1 0) 正ストレージシステム 3 0 0 a は、ストレージコピーペア開始要求を受信し、当該要求から抽出した情報に基づいて、コピーペア管理情報 1 2 1 0 A を作成する。

10

具体的には、正ストレージシステム 3 0 0 a は、ストレージコピーペア開始要求にて指定された正ボリュームの ID をコピー元の正ボリュームとしてコピーペア管理情報 1 2 1 0 の論理ボリューム ID 1 2 1 0 1 に格納する。次に、正ストレージシステム 3 0 0 a は、初期コピー中を、コピーペア管理情報 1 2 1 0 のコピー状態情報 1 2 1 0 2 に格納する。さらに、正ストレージシステム 3 0 0 a は、当該要求に含まれるコピーペアの ID をコピーペア ID 1 2 1 0 0 に格納し、当該要求に含まれるコピーグループ ID コピーグループ ID 1 2 1 0 0 に格納し、当該要求に含まれるコピー種別を、コピーペア管理情報 1 2 1 0 のコピー種別 1 2 1 0 6 に格納する。

【 0 2 5 8 】

20

(ステップ 8 0 2 0) ストレージシステム 3 0 0 a は、リモートコピー開始相手となるストレージシステム 3 0 0 b へストレージコピーペア開始要求に含まれる情報に対応する情報を含むストレージ間コピーペア開始要求を作成する。

【 0 2 5 9 】

なお、ストレージ間コピーペア開始要求に含まれる情報を以下に示す。

- (1) 開始対象のコピーペアの正ストレージシステムの ID と正ボリュームの ID
- (2) 開始対象のコピーペアの副ストレージシステムの ID と副ボリュームの ID
- (3) 開始対象のコピーペアのコピー種別
- (4) 開始対象のコピーペアの ID
- (5) 開始対象のコピーペアが含まれるコピーグループの ID

30

(ステップ 8 0 3 0) ストレージシステム 3 0 0 a は、作成したストレージ間論理パス構築要求を副ストレージシステム 3 0 0 b へ送信する。

【 0 2 6 0 】

(ステップ 8 0 4 0) 当該要求を受信した副ストレージシステム 1 0 0 b はコピー管理情報 1 2 1 0 b の生成または更新のため、当該要求に対応する処理として 8 0 1 0 乃至 8 0 3 0 を行う。

【 0 2 6 1 】

(ステップ 8 0 5 0) 次に、正ストレージシステム 3 0 0 a は、正ボリュームが格納するデータを副ストレージシステムの副ボリュームにコピーする初期コピーを開始する。

【 0 2 6 2 】

40

なお、初期コピー中の正ストレージシステム 3 0 0 a は、コピーペア管理情報 1 2 1 0 A の論理ボリューム ID 1 2 1 0 1 によって識別される正ボリュームからデータを読み出し、読み出し元の正ボリュームの ID (または対応する副ボリュームの ID) と正ボリュームのアドレス (または対応する副ボリュームのアドレス) と読み出したデータを含む初期コピー要求を作成し、副ストレージシステム 3 0 0 b へ送信する。

【 0 2 6 3 】

初期コピー要求を作成した副ストレージシステム 3 0 0 b は当該リクエストが特定した副ボリュームと副ボリュームのアドレスに対して正ボリュームから読み出したデータを書き込む。

【 0 2 6 4 】

50

< 1 - 20 : ストレージシステムによる I/O 要求処理 >

次に、ストレージシステム 300 による I/O 要求受信時の処理について説明する。

【0265】

図 25 はストレージシステム 300 による I/O 要求受信後の処理フローである。なお、当該処理は I/O 処理プログラム 1290 をプロセッサ 1310 が実行することで実現される。

【0266】

(ステップ 7000、ステップ 7010) ストレージシステム 300 は I/O 要求 7300 を受信し、I/O 要求の要求内容を解析する。解析の結果、当該 I/O 要求の要求内容が書き込み要求である場合は 7020 を実行し、そうでない場合はステップ 7030 を実行する。

10

【0267】

(ステップ 7020) ストレージシステム 300 は書き込み処理を実施する。なお、書き込み処理とは I/O 要求 7300 に格納されるあて先 73001 の論理ボリュームに対し、オプション 7305 にあるデータを格納する処理である。

【0268】

(ステップ 7030) ストレージシステム 300 は、要求内容が読み込み要求であるかを判定し、読み込み要求である場合はステップ 7040 を実行し、そうでない場合はステップ 7060 を実行する。

【0269】

20

(ステップ 7040) ストレージシステム 300 は読み込み処理を実施する。なお、読み込み処理とは I/O 要求 7300 の宛先に格納される論理ボリュームに格納されるデータを取り出し、I/O 要求発行元のホスト計算機に当該データを返送する処理である。

【0270】

(ステップ 7060) ストレージシステム 300 は各機能実施のための処理を実施する。

【0271】

< 1 - 21 : 各機能実施のための処理 >

図 25 のステップ 7060 にて実施される処理としては以下がある。

【0272】

30

(1) 前述の論理パスの構築処理におけるストレージ論理パス構築要求を受信したストレージシステム 300 での処理

(2) 前述のリモートコピーの開始処理におけるストレージリモートコピー開始要求を受信したストレージシステム 300 での処理

(3) 拠点管理計算機 100 からのパス状態取得要求を受信し、パス管理情報 1220 に格納した一部または全ての情報を拠点管理計算機 100 へ送信する処理。当該要求は論理パスの構築処理にて拠点管理計算機 100 がストレージシステム 300 の論理パスの構築状況を参照するために用いられる他、図 30 のパスの監視処理でも用いられるが、ユーザの要求を受信した中央管理計算機 10 が拠点管理計算機に当該要求を送信することでこれら情報を取得してもよい。

40

【0273】

ストレージシステム 300 は、当該要求に応じて少なくともこれまで説明してきた論理パスを特定する情報と論理パスに対応する物理パスを特定する情報を拠点管理計算機 100 へ送信する。また、ストレージシステム 300 から拠点管理計算機 100 又は中央管理計算機 10 (拠点管理計算機 100 を経由して) へ送信する情報としては上記情報以外に、物理パスの状態を含めてもよい。これによって物理パスに関する障害を検知できる可能性を向上することができる。

【0274】

(4) 拠点管理計算機 100 からのコピーペア情報参照要求を受信し、コピーペア管理情報 1210 に格納した一部または全ての情報を拠点管理計算機 100 へ送信する処理。

50

当該要求はコピーペアの開始処理にて拠点管理計算機 1 0 0 がストレージシステム 3 0 0 のコピーペアの開始状況を参照するために用いられ、少なくともこれまで説明してきたコピーペアを特定する情報を拠点管理計算機 1 0 0 へ送信する。さらに、ユーザの要求を受信した中央管理計算機 1 0 が拠点管理計算機に当該要求を送信することでこれら情報を取得してもよい。また、ストレージシステム 3 0 0 から拠点管理計算機 1 0 0 又は中央管理計算機 1 0 (拠点管理計算機 1 0 0 を経由して) へ送信する情報としては上記情報以外に、コピー状態情報 1 2 1 0 3 を含めることでリモートコピーの開始状況や進捗状況を把握することができる。

【 0 2 7 5 】

< 1 - 2 2 : ストレージシステムによるリモートコピー継続処理 (定常コピー) >

正副ストレージシステム 3 0 0 は、初期コピー処理が終了すると、リモートコピーの継続処理 (以後、定常コピーとよぶ) の運用を開始する。つまり、正副ストレージシステム 3 0 0 は、正ボリュームのデータと副ボリュームのデータとが一致してから、定常コピーの運用を開始する。

【 0 2 7 6 】

具体的には、正ストレージシステム 3 0 0 a は、初期コピー処理を終了してから書き込み要求を受信すると、定常コピー処理を実行する。例えば、正ストレージシステム 3 0 0 a は、正ボリュームにデータを書き込むと、当該書き込みデータを副ボリュームにも書き込む。

【 0 2 7 7 】

図 2 9 は、本発明の実施例 1 のストレージシステム 3 0 0 によって実行される定常コピー処理の一例を示すフローチャートである。なお、定常コピーは図 2 9 以外の処理によって実現してもよい。

【 0 2 7 8 】

正ストレージシステム 3 0 0 a は、I/O 要求 7 3 0 0 を受信する。当該 I/O 要求 7 3 0 0 は、書き込み要求である。次に、正ストレージシステム 3 0 0 a は、I/O 要求 7 3 0 0 のオプション 7 3 0 0 5 から、書き込みが要求されるデータ (書き込みデータ) を抽出する。次に、正ストレージシステム 3 0 0 a は、I/O 要求 7 3 0 0 の宛先 7 3 0 0 1 から、ストレージ I D 及びボリューム I D を抽出する。

【 0 2 7 9 】

次に、正ストレージシステム 3 0 0 a は、抽出した書き込みデータを、取得した論理ボリューム I D によって識別される論理ボリューム V o l に書き込む。

【 0 2 8 0 】

(ステップ 8 2 5 0) 次に、正ストレージシステム 3 0 0 a は、データ転送フレーム 1 8 4 0 (図 2 8 を参照) を作成する。

【 0 2 8 1 】

具体的には、コピー元の正ストレージシステム 3 0 0 a は、取得した論理ボリューム I D とコピーペア管理情報 1 2 1 0 A の論理ボリューム I D 1 2 1 0 1 とが一致するコピーペア管理情報 1 2 1 0 を選択する。次に、コピー元の正ストレージシステム 3 0 0 a は、選択したコピーペア管理情報 1 2 1 0 A から、コピー対象ストレージ I D 1 2 1 0 3 及びコピー対象ボリューム I D 1 2 1 0 4 を抽出する。

【 0 2 8 2 】

次に、正ストレージシステム 3 0 0 a は、抽出したコピー対象ボリューム I D 1 2 1 0 4 を、データ転送フレーム 1 8 4 0 の論理ボリューム I D 1 8 4 0 1 に格納する。次に、正ストレージシステム 3 0 0 a は、書き込みデータを格納したブロックのアドレスを、データ転送フレーム 1 2 4 0 のブロックアドレス 1 8 4 0 2 に格納する。

【 0 2 8 3 】

次に、正ストレージシステム 3 0 0 a は、書き込みデータの大きさを、データ転送フレーム 1 8 4 0 のライトデータ長 1 8 4 0 3 に格納する。次に、正ストレージシステム 3 0 0 a は、書き込みデータの一部又は全部を、データ転送フレーム 1 8 4 0 の転送データ 1

10

20

30

40

50

8 4 0 4 に格納する。

【 0 2 8 4 】

次に、正ストレージシステム 3 0 0 a は、定常コピーにおいて当該転送フレーム 1 8 4 0 を作成した順番を、データ転送フレーム 1 8 4 0 の通し番号 1 8 4 0 5 に格納する。次に、正ストレージシステム 3 0 0 a は、抽出したコピー対象ストレージ I D を、データ転送フレーム 1 8 4 0 の転送先ストレージ I D 1 8 4 0 6 に格納する。

【 0 2 8 5 】

(ステップ 8 2 6 0) 次に、正ストレージシステム 3 0 0 a は、メモリ 1 2 0 0、からパス管理情報 1 2 4 0 A を参照し、転送可能な論理パスを特定する。さらに、正ストレージシステム 3 0 0 a は、当該論理パスを用いて、作成したデータ転送フレーム 1 8 4 0 を、副ストレージシステム 3 0 0 b に送信する。

10

【 0 2 8 6 】

(ステップ 8 2 7 0) 副ストレージシステム 3 0 0 b は、データ転送フレーム 1 8 4 0 を受信する。すると、副ストレージシステム 3 0 0 b は、データ転送フレーム 1 8 4 0 の論理ボリューム I D 1 8 4 0 1 によって識別される論理ボリューム V o l に、データ転送フレーム 1 8 4 0 の転送データ 2 3 D を書き込む。

【 0 2 8 7 】

そして、ストレージシステム 3 0 0 は、一つの I O 要求に対応する定常コピーの処理を終了する。

【 0 2 8 8 】

20

< 1 - 2 3 : 中央管理計算機によるパス監視処理 >

次に、中央管理計算機 1 0 0 によるパスの監視処理について説明する。パスの障害監視は論理パス、物理パスの双方が対象となる。パスの監視処理は、中央管理計算機 1 0 が繰り返し拠点管理計算機 1 0 0 を介してストレージシステム 3 0 0 にパス状態取得要求を発行することで実現される。

【 0 2 8 9 】

図 3 0 は中央管理計算機 1 0 によるパスの監視処理のフローである。

【 0 2 9 0 】

(ステップ 6 0 0 0) パス監視のため、中央管理計算機 1 0 は定期的にパス監視要求を拠点計算機 1 0 0 に送信する。拠点管理計算機 1 0 0 は、中央管理計算機から受信した要求に従い、パス状態取得要求である I O 要求を作成し、ストレージシステム 3 0 0 に送信し、ストレージシステムから少なくとも物理パス状態を含む情報を受信する。

30

【 0 2 9 1 】

(ステップ 6 0 1 0) 中央管理計算機 1 0 は拠点管理計算機 1 0 0 から少なくとも物理パス状態を含む情報を受信する。なお、当該情報は拠点管理計算機がパス状態取得要求の結果として受信した、物理パス状態を含む情報に基づいて中央管理計算機 1 0 へ送信した情報である。

【 0 2 9 2 】

(ステップ 6 0 2 0) 中央管理計算機 1 0 は、受信した結果から、論理パス及び、物理パスに対し、障害有無を確認し、論理パス、物理パスのいずれかで障害を検出した場合はステップ 6 0 3 0 を実行し、そうでない場合は終了する。

40

【 0 2 9 3 】

(ステップ 6 0 3 0) 中央管理計算機 1 0 は、パスリモート関連情報 1 1 を参照し、障害が発生した物理パスに対応する一つ以上の論理パスを特定し、図 3 1 のような画面を用いて、特定した物理パスに障害が発生し、特定した論理パスに影響が生じる旨の情報を表示する。なお、このような情報の表示にメール、S N M P などの別のユーザ通知手段を用いてもよい。

【 0 2 9 4 】

(ステップ 6 0 4 0) 中央管理計算機 1 0 はパスリモート関連情報 1 1 を参照し、特定した論理パスに対応するコピーペア (またはコピーグループ) を特定する。なお、当該特

50

定のために中央コピー情報を参照してもよい。

【0295】

(ステップ6050) 中央管理計算機10は6040によって特定されたコピーペアまたはコピーグループが存在したかどうかを判断し、存在した場合はステップ6060を実行し、存在しない場合は終了する。

【0296】

(ステップ6060) 中央管理計算機10は図31に特定したリモートコピー(またはコピーグループ)に影響が生じる旨の情報を表示する。なお、このような情報の表示にメール、SNMPなどの別のユーザ通知手段を用いてもよい。

【0297】

なお、パスリモート関連情報11を参照することで特定された論理パスが障害を検知した物理パスにのみ対応している場合は、リモートコピーのデータ転送が不可能(または失敗する)ことを意味する文字列(例えば「障害」)を表示してもよい。同様にパスリモート関連情報11を参照することで特定された論理パスが複数の物理パスに対応しており、その一部の物理パスのみが障害で、他の一部の物理パスが正常な場合はデータ転送が可能であるが、転送性能に影響が生じる恐れのあるメッセージ(または情報)と共に、図32のようリモートコピーの性能画面を表示してもかまわない。本実施の形態で想定する性能情報とは、リモートコピー間データのスループット、遅延時間などの情報であってストレージシステム300が測定した情報である。

【0298】

また、図30に示すフローでは中央管理計算機10が繰り返し拠点管理計算機を経由してストレージシステム300に対して、ストレージポートまたは物理パスに対する障害の有無を取得しているが、障害が発生した物理パスを特定できる情報を中央管理計算機10または管理システムが受信できれば他の方法を用いても良い。例えば、ストレージシステム300はストレージポート及び物理パスの障害を検知した場合に障害が発生したストレージポート及び物理パスの識別子を指定した通知情報を中央管理計算機10または管理システムへ送信し、中央管理計算機10または管理システムが当該通知情報を受信することでステップ6000やステップ6010に代えてもよい。さらには図30のフローを当該通知情報の受信を契機として開始してもよい。なお、当該通知情報はホスト計算機10が中継してもよく、さらに当該通知情報として物理パスを特定可能な情報を含めて通信装置から送信してもよい。なお、この場合の物理パスを特定可能な情報とは、以下の例がある。

【0299】

(例1) 管理システムが、物理パス情報として各物理パスを構成する通信装置の識別子を管理している場合は、物理パスを特定可能な情報は通信装置の識別子となる。

【0300】

(例2) 管理システムが、物理パス情報として各物理パスを構成する複数の通信装置の識別子と複数の通信装置間のネットワークの識別子を管理している場合は、物理パスを特定可能な情報は通信装置の識別子とネットワークの識別子となる。

【0301】

なお、ステップ6060の一環としてコピー情報や113Cやパス情報115Cやパスリモートコピー関連情報11を参照することで、パス障害の影響を受けていないコピーペア又はコピーグループの識別情報を表示させてもよい。

【0302】

以上のように、本発明の実施例1の計算機システム1では、パスの障害検出時に該当するリモートコピーを検出することができる。

【実施例2】

【0303】

本発明の実施例2の計算機システム2によれば、リモートコピーを実施する正副ストレージシステム間の距離延長のために使用されるエクステンダー装置の障害をパス障害の1

10

20

30

40

50

つとして管理し、リモートコピーの状態と関連づけて管理することができる。ここで、エクステンダーとはデータ伝送距離を伸ばすため、ファイバーチャネルやF I C O Nでストレージシステムから受信したデータを伝送距離に制限のないI Pネットワークなどにデータ変換する装置である。

【 0 3 0 4 】

なお、図示はしていないが、正ストレージシステム3 0 0 a 1及び正ストレージシステム3 0 0 a 2は拠点管理計算機1 0 0 aとホスト計算機2 0 0 aに接続し、副ストレージシステム3 0 0 b 1及び副ストレージシステム3 0 0 b 2は拠点管理計算機1 0 0 bとホスト計算機2 0 0 bに接続している。また、特に説明の無い事項については実施例1と同様であるものとする。

10

【 0 3 0 5 】

図3 3にエクステンダーを含んだ計算機システム2を示す。図3 3ではストレージシステム3 0 0 a、3 0 0 bの間に2つの正副エクステンダー9 0 0 A、9 0 0 Bが接続されている。

【 0 3 0 6 】

エクステンダー間には複数回線が用意されていることがあり、そのいくつかの回線が障害になっても、ストレージシステム3 0 0からは物理パスの障害として検出されない。しかしながら、ストレージシステム3 0 0からは、物理パスの実回線速度が低下する。

【 0 3 0 7 】

そこで、エクステンダー間の回線が障害になったことを中央管理計算機が検出した場合、リモートコピーの性能情報を表示するようにすることで、有用な情報をユーザに提示できる。

20

拠点管理計算機1 0 0はそれぞれの拠点に存在するエクステンダーの情報を取得する。

【 0 3 0 8 】

図3 4は中央管理計算機1 0によるパスの監視処理のフローである。ただし、図3 0のフローとほぼ同じで、相違部分のみ説明する。

中央管理計算機1 0はステップ6 0 1 0で、エクステンダーからの情報も取得する。

さらに、ステップ6 0 7 0で、中央管理計算機1 0はエクステンダーの障害を判定し、障害がある場合(ステップ6 0 7 0 Y e s)、図3 2に示したリモートコピーの性能情報画面を表示する。

30

【 実施例 3 】

【 0 3 0 9 】

実施例3の計算機システム3によれば、複数のストレージシステム3 0 0に分散する複数のコピーペアを束ねて、1つのコピーグループとして管理することが可能で、当該ストレージシステム3 0 0によるリモートコピーとパスとの関係を計算機システム3は管理することができる。

【 0 3 1 0 】

なお、図示はしていないが、正ストレージシステム3 0 0 a 1及び正ストレージシステム3 0 0 a 2は拠点管理計算機1 0 0 aとホスト計算機2 0 0 aに接続し、副ストレージシステム3 0 0 b 1は拠点管理計算機1 0 0 bとホスト計算機2 0 0 bとに接続している。また、特に説明の無い事項については実施例1と同様であるものとする。

40

【 0 3 1 1 】

ストレージシステム3 0 0は複数のリモートコピーを束ねることで、図3 5のように複数のストレージシステム3 0 0をまたがって構成されるリモートコピーを実現することができる。これは、1つのストレージシステムでは処理しきれない大規模ボリューム構成のリモートコピーを実現することができる。上記実現のため、ストレージシステム3 0 0では、ストレージシステム間で連携し、さらにストレージシステム内のコピーペア管理情報1 2 1 0の拡張コピーグループI D 1 2 1 0 6にシステムで唯一のI Dを付与し管理する。

【 0 3 1 2 】

ただし、上記のようなリモートコピーでは1つのストレージシステムのパス障害で別ス

50

ストレージシステムのリモートコピーも障害になりうる。そのため、連携するすべてのリモートコピーがパス障害で影響を受けることをユーザに示すことが重要となる。

【0313】

ここで、図30の中央管理計算機10によるパスの監視処理のフローでは以下のステップが異なる。すなわち、ステップ6050の判定で、パス障害に関係のあるリモートコピーを検出する場合、ステップ6060で、中央管理計算機10は従来検出されるリモートコピーだけでなく、さらにコピー情報エントリ113の当該リモートコピーの拡張コピーグループID11310が共通の別リモートコピーを検索し、検出したすべてのリモートコピーを図31の画面に表示する。

【実施例4】

10

【0314】

本発明の実施例4の計算機システム4によれば、図36Aのように、ストレージシステム300は複数のストレージシステムに対し、1つのストレージシステムの1論理ボリュームのデータをリモートコピーとして転送することができる。また、図36Bのように、実施例4のストレージシステムでは正ストレージシステムもしくはホスト計算200が障害の時、複数の副ストレージシステム間で、リモートコピー処理を継続することができる。

【0315】

なお、図示はしていないが、正ストレージシステム300a1及び正ストレージシステム300a2は拠点管理計算機100aとホスト計算機200aに接続し、副1ストレージシステム300b1は拠点管理計算機100bとホスト計算機200bとに接続し、副2ストレージシステム300b2は別な拠点管理計算機と別なホスト計算機に接続している。また、特に説明の無い事項については実施例1と同様であるものとする。

20

【0316】

なお、論理パスの一つは正ストレージシステム300aのストレージポートと副1ストレージシステム300b1のストレージポートとの間に設定され、もう一つの論理パスは正ストレージシステム300aのストレージポートと副2ストレージシステム300b2のストレージポートとの間に設定される。また、正ストレージシステム300aから副1ストレージシステム300b1へのリモートコピーの一つ以上のコピーペアで一つ目のコピーグループを構成し、正ストレージシステム300aから副2ストレージシステム300b2へのリモートコピーの一つ以上のコピーペアで一つ目のコピーグループを構成する。

30

【0317】

この場合、ストレージシステム300aからストレージシステム300b1、ストレージシステム300b2の双方にリモートコピー実施中に、ストレージシステム300b1と300b2間のパスに障害がある場合、ストレージシステム300a、もしくはホスト計算機200障害時のリモートコピー継続が不可能になる場合がある。そこで、ストレージシステム300b1、300b2間のパス障害検出時はストレージシステム300a、300b1とストレージシステム300a、300b2間のリモートコピーに関連する障害情報として表示することは、上記第4の実施例では重要となる。

40

そこで、中央管理計算機10では、パスリモートコピー関連情報の追加情報1104に、関連するパス情報を付与する。たとえば、ストレージシステム300aとストレージシステム300b1との間の関係をパスリモートコピー関連情報11に登録する場合、ストレージシステム300b1とストレージシステム300b2間の論理パスIDを追加情報1104に記録する。

【0318】

また、図30の中央管理計算機10によるパスの監視処理のフローでは以下のステップが異なる。

【0319】

ステップ6050で、中央管理計算機10がパス障害範囲を論理パスID1101、物

50

理パスID 1102だけでなく、追加情報に記載された論理パスにまで適用し、関連するリモートコピーを検出する。

【図面の簡単な説明】

【0320】

【図1】実施例1における計算機システムの構成を示すブロック図である。

【図2】実施例1における拠点管理計算機の構成を示すブロック図である。

【図3】実施例1における中央管理計算機の構成を示すブロック図である。

【図4】実施例1におけるホスト計算機の構成を示すブロック図である。

【図5】実施例1における論理パスと物理パスを示すブロック図である。

【図6】実施例1におけるストレージ情報エントリの構成を示すブロック図である。

10

【図7】実施例1におけるコピー情報エントリの構成を示すブロック図である。

【図8】実施例1における拠点IDの構成を示すブロック図である。

【図9】実施例1におけるパス情報の構成を示すブロック図である。

【図10】実施例1におけるパスリモートコピー関連情報の構成を示すブロック図である。

。

【図11】実施例1における拠点管理計算機情報の構成を示すブロック図である。

【図12】実施例1におけるコピーペア管理情報の構成を示すブロック図である。

【図13】実施例1におけるボリューム管理情報の構成を示すブロック図である。

【図14】実施例1におけるIO要求の構成を示すブロック図である。

【図15】実施例1における中央管理計算機からストレージシステムの制御フローを示す図である。

20

【図16】実施例1における拠点管理計算機からストレージ情報作成のためのフローを示す図である。

【図17】実施例1における拠点管理計算機からストレージシステムの制御フローを示す図である。

【図18】実施例1におけるパス情報作成のための画面イメージ図である。

【図19】実施例1における中央管理計算機から拠点管理計算機にパス情報を転送するためのフローを示す図である。

【図20】実施例1におけるコピー情報エントリ作成のための画面イメージ図である。

【図21】実施例1におけるパスリモートコピー関連情報作成のためのフローを示す図である。

30

【図22】実施例1における論理パス構築をストレージシステムに要求するためのフローを示す図である。

【図23】実施例1におけるリモートコピー開始をストレージシステムに要求するためのフローを示す図である。

【図24】実施例1における中央管理計算機におけるパス管理情報構成を示す図である。

【図25】実施例1におけるストレージシステム300によるIO要求受信後の処理フローを示す図である。

【図26】第1ストレージシステム300におけるパス構築のための処理フローを示す図である。

40

【図27】実施例1における正副ストレージシステム300によって実行されるリモートコピーの開始処理（以後、初期コピー処理とよぶ）のフローチャートを示す図である。

【図28】実施例1におけるデータ転送フレーム1240の一例を示す図である。

【図29】実施例1における中央管理計算機におけるパス管理情報構成のブロックを示す図である。

【図30】実施例1における中央管理計算機10によるパスの監視処理のフローを示す図である。

【図31】実施例1における中央管理計算機における論理パス、物理パスの障害をしめす画面イメージを示す図である。

【図32】実施例1における中央管理計算機におけるリモートコピーの転送性能画面を示

50

す図である。

【図 3 3】実施例 2 における中央管理計算機におけるエクステンダーを含んだ計算機システム 2 を示す図である。

【図 3 4】実施例 2 における中央管理計算機 1 0 によるパスの監視処理のフロー図である。

【図 3 5】実施例 3 におけるシステム構成図である。

【図 3 6 A】実施例 4 におけるシステム構成を示すブロック図である。

【図 3 6 B】実施例 4 における正ストレージシステム被災後の動作を示すブロック図である。

【符号の説明】

10

【 0 3 2 1 】

1 0 . . . 中央管理計算機

1 0 0 a . . . 正拠点管理計算機

1 0 0 b . . . 副拠点管理計算機

2 0 0 a . . . 正ホスト計算機

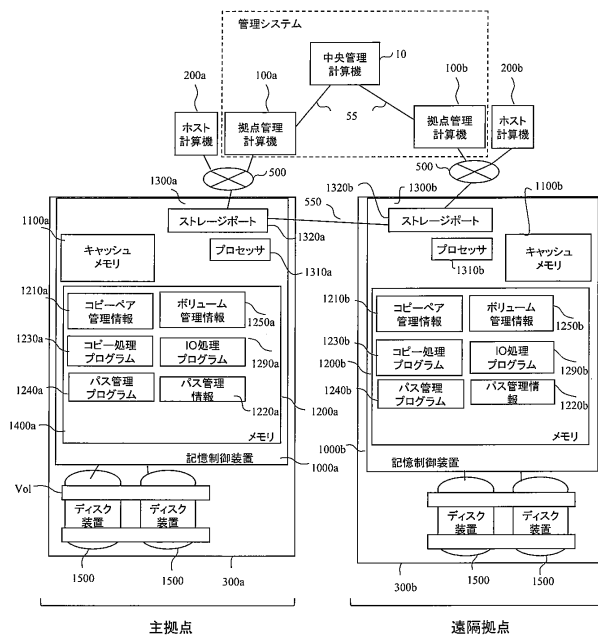
2 0 0 b . . . 副ホスト計算機

3 0 0 a . . . 正ストレージシステム

3 0 0 b . . . 副ストレージシステム

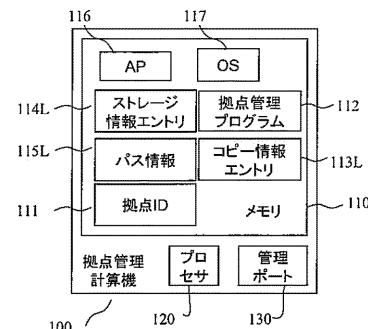
【図 1】

図 1



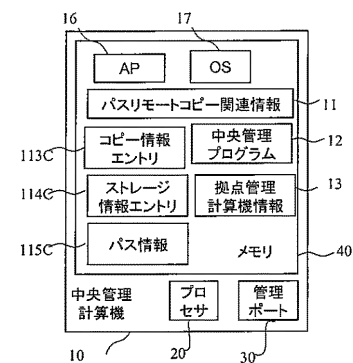
【図 2】

図 2

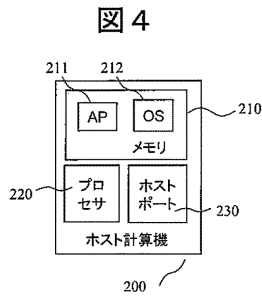


【図 3】

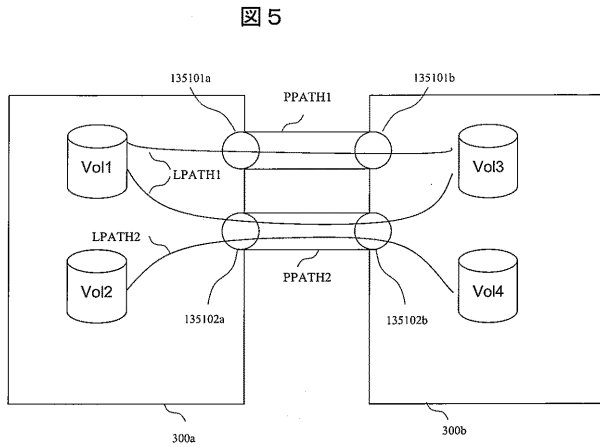
図 3



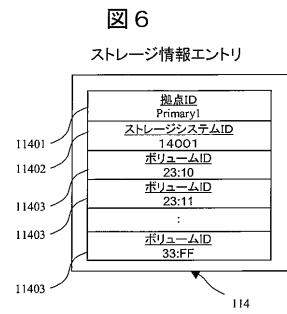
【図 4】



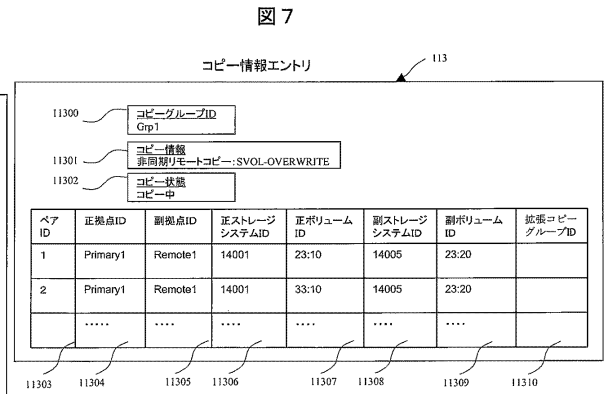
【図 5】



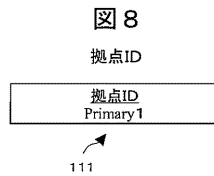
【図 6】



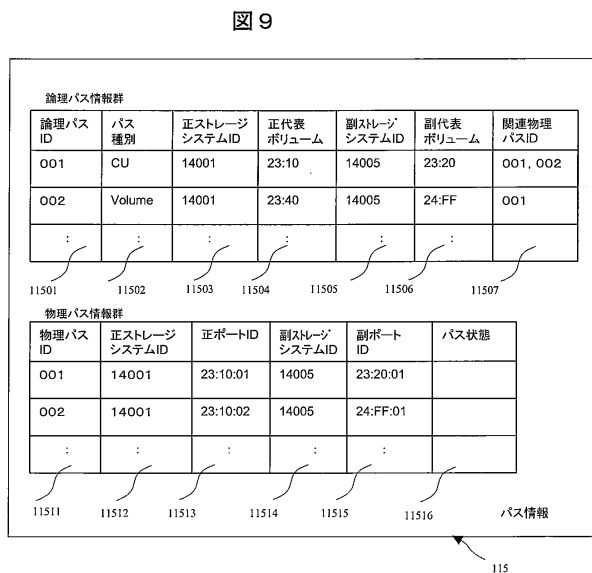
【図 7】



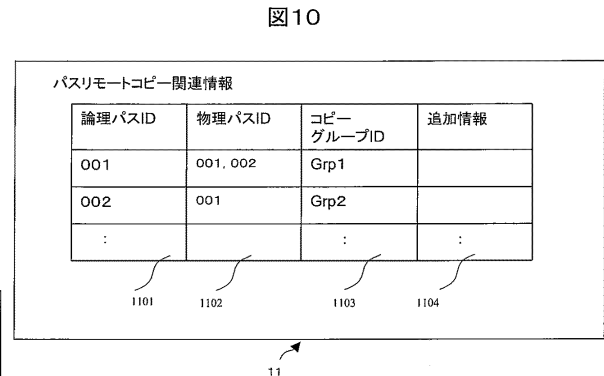
【図 8】



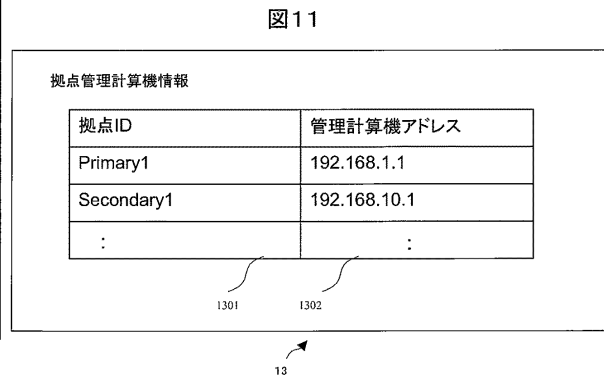
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【図 12】

図12
コピーペア管理情報 1210

コピーグループID	ペアID	ボリュームID	コピー状態情報	コピー対象ストレージシステムID	コピー対象ボリュームID	コピー種別	拡張コピーグループID
Grp1	1	23:10	コピー中	14005	23:20	Async	
Grp2	2	23:40	コピー中	14005	24:FF	Async	
:	:	:	:	:	:	:	:

12100 12101 12102 12103 12104 12105 12106 12107

【図 13】

図13
ボリューム管理情報 1250

論理ボリュームID	ボリューム状態情報	容量	コピーペアID	コピーグループID
23:10	正	10GB	1	Grp1
23:40	正	10GB	2	Grp2
:	:	:	:	:

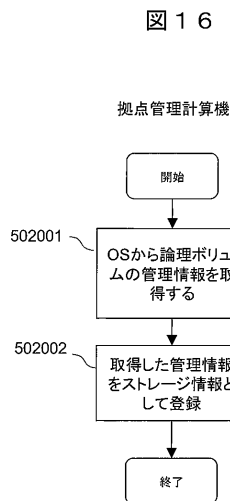
12501 12502 12503 12504 12505

【図 14】

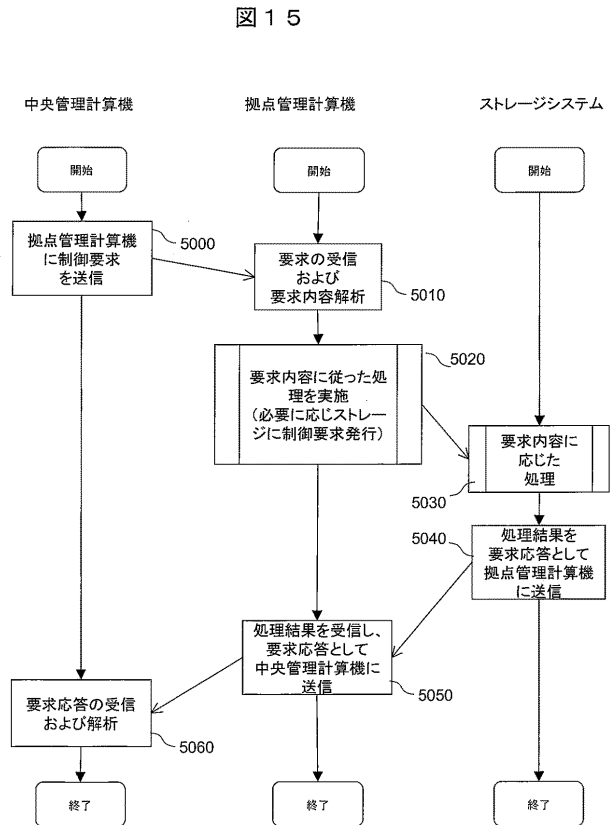
図14
IO要求 7300

あて先 (ストレージシステムID+ ボリュームID)	要求内容	制御対象ボリュームID	コピーグループID	オプション
73001	73002	73003	73004	73005

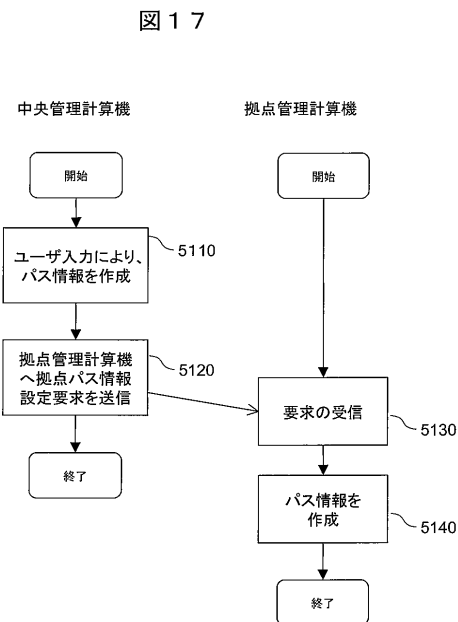
【図 16】



【図 15】



【図 17】



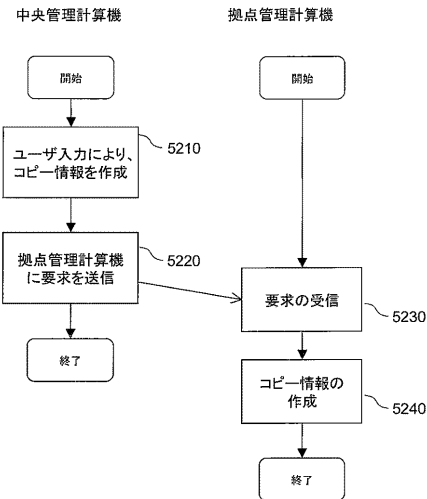
【図 18】

図 18

バス種別:	<input checked="" type="checkbox"/> CU <input type="checkbox"/> ストレージ <input type="checkbox"/> ポリウム	
正ストレージ:	<input checked="" type="checkbox"/> 14001 <input type="checkbox"/> 15001	副ストレージ: <input checked="" type="checkbox"/> 14002 <input type="checkbox"/> 15002
正代表ポリウム:	<input checked="" type="checkbox"/> 23:10 <input type="checkbox"/> 23:11 <input type="checkbox"/> 23:12	副代表ポリウム: <input checked="" type="checkbox"/> 23:20 <input type="checkbox"/> 24:FF
正ストレージ Port ID:	<input checked="" type="checkbox"/> 23:10:01 <input type="checkbox"/> 23:10:02	副ストレージ Port ID: <input checked="" type="checkbox"/> 23:20:01 <input type="checkbox"/> 24:FF:01

【図 19】

図 19



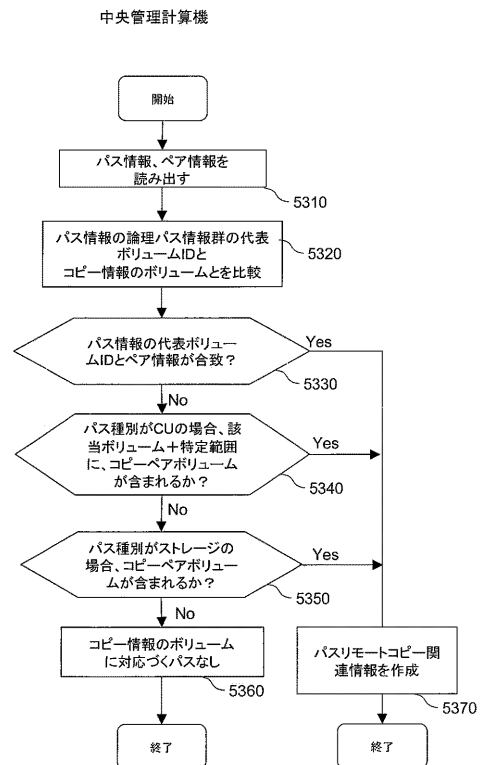
【図 20】

図 20

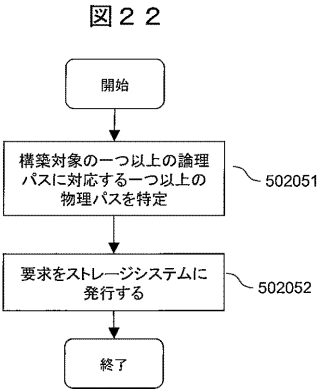
コピー名:	Grp 1	
コピー種別:	<input checked="" type="checkbox"/> 非同期リモートコピー <input type="checkbox"/> 同期リモートコピー	
正拠点:	Primary1	副拠点: Remote1
正ストレージ:	<input checked="" type="checkbox"/> 14001 <input type="checkbox"/> 15001	副ストレージ: <input checked="" type="checkbox"/> 14002 <input type="checkbox"/> 15002
正ポリウム:	<input checked="" type="checkbox"/> 23:10 <input type="checkbox"/> 23:11 <input type="checkbox"/> 23:12	副ポリウム: <input checked="" type="checkbox"/> 23:20 <input type="checkbox"/> 23:21 <input type="checkbox"/> 24:FF
コピーオプション情報	SVOL OVERWRITE	

【図 21】

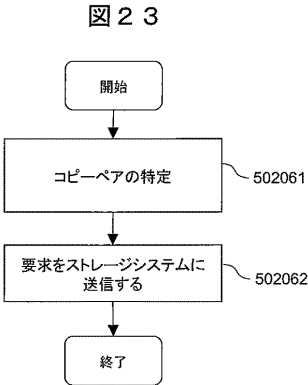
図 21



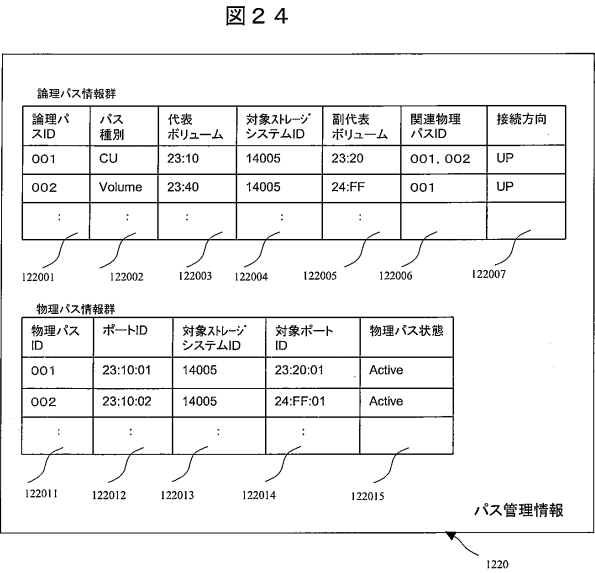
【図 2 2】



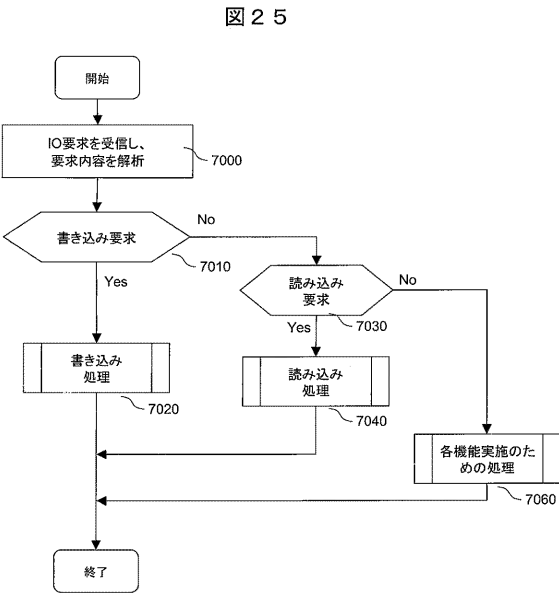
【図 2 3】



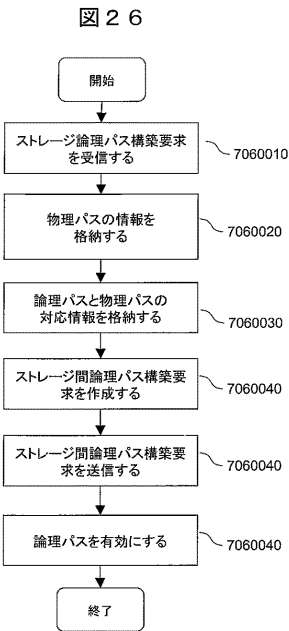
【図 2 4】



【図 2 5】

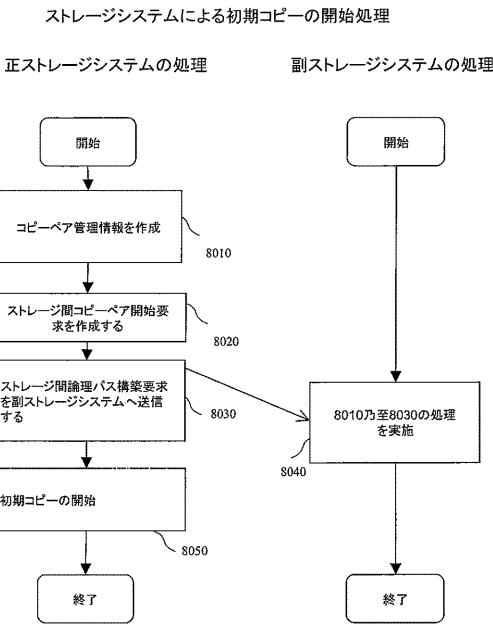


【図 2 6】



【図 27】

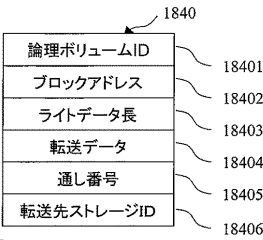
図27



【図 28】

図28

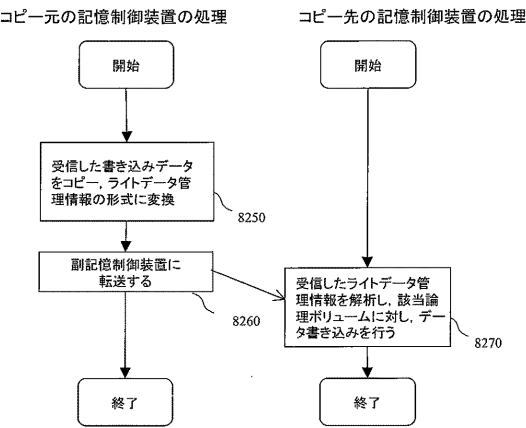
データ転送フレーム



【図 29】

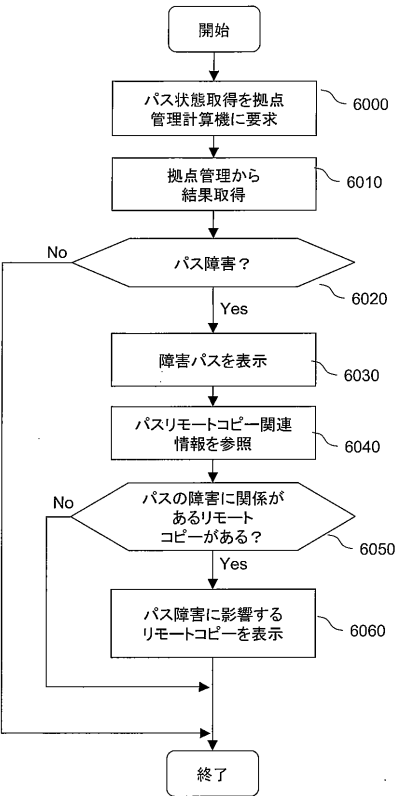
図 29

ストレージシステムによる定常コピーの開始



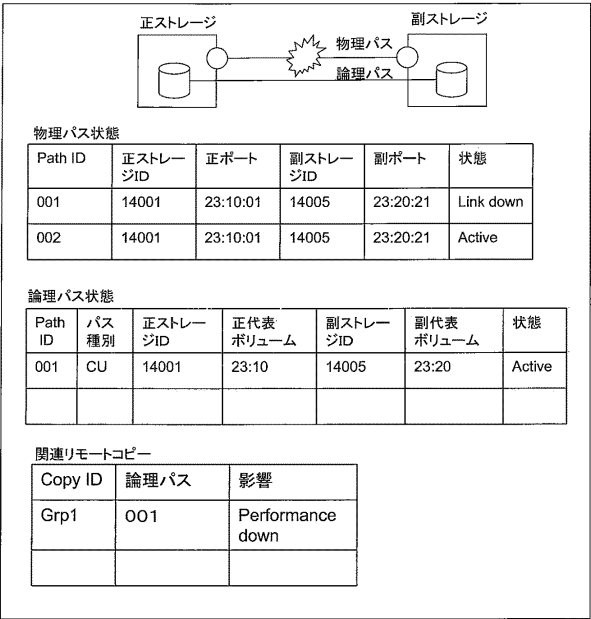
【図 30】

図 30



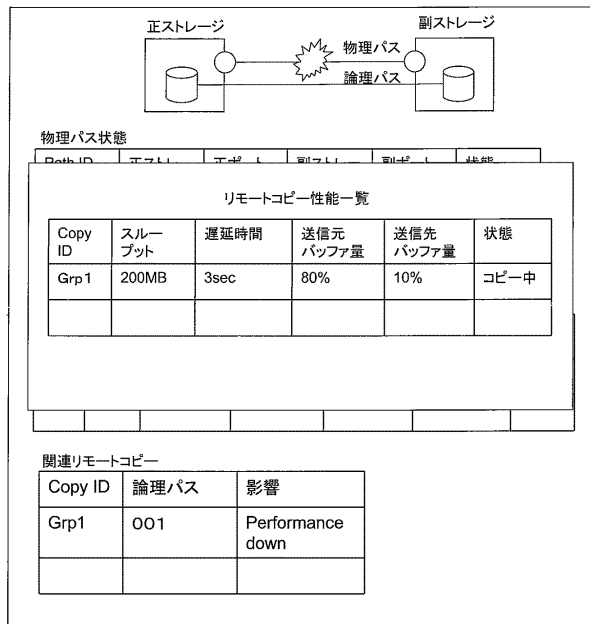
【図 31】

図 31



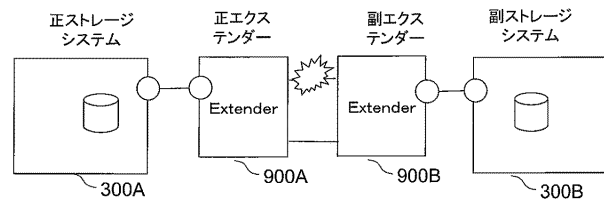
【図 3 2】

図 3 2



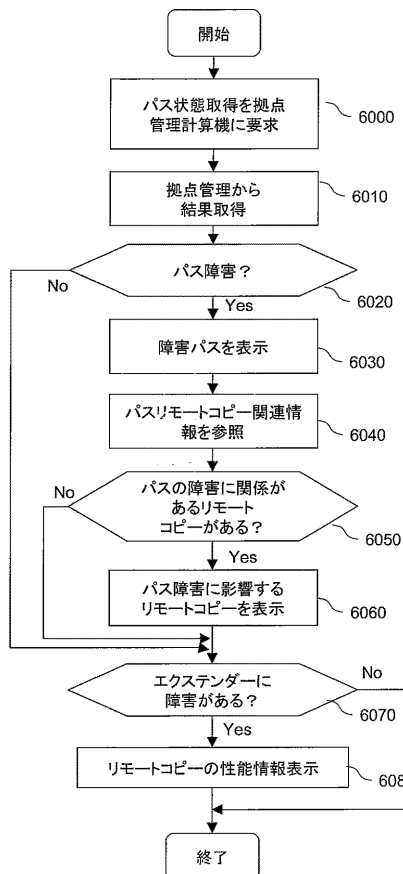
【図 3 3】

図 3 3



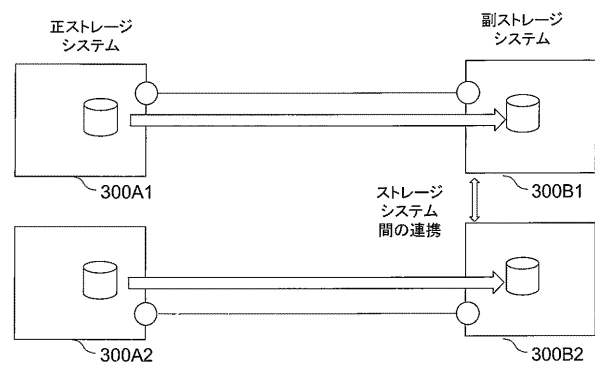
【図 3 4】

図 3 4



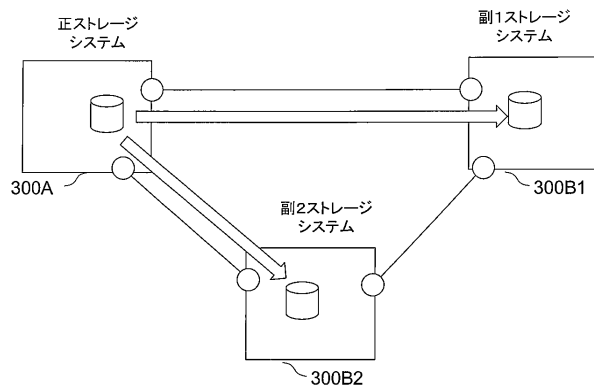
【図 3 5】

図 3 5



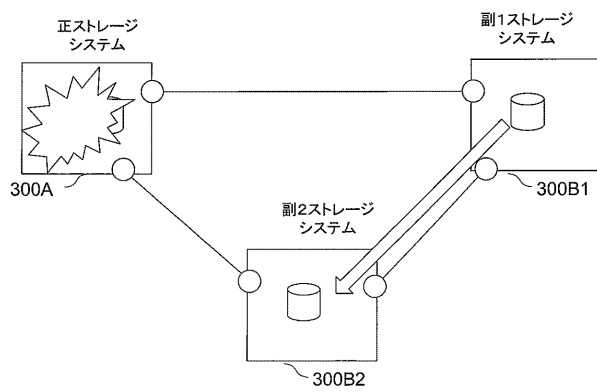
【図 3 6 A】

図 3 6 A



【図 3 6 B】

図 3 6 B



フロントページの続き

審査官 木村 貴俊

(56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 1 2 7 2 1 7 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 1 8 5 1 0 8 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 3 3 8 0 6 4 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 2 0 9 5 6 5 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 2 4 9 4 4 7 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 2 9 3 6 5 1 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 0 2 6 0 8 9 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 6 F 3 / 0 6 - 3 / 0 8
G 0 6 F 1 2 / 0 0 - 1 2 / 1 6
G 0 6 F 1 3 / 0 0 - 1 3 / 4 2