

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4662548号
(P4662548)

(45) 発行日 平成23年3月30日 (2011.3.30)

(24) 登録日 平成23年1月14日 (2011.1.14)

(51) Int. Cl. F I
G06F 12/00 (2006.01) G O 6 F 12/00 5 3 1 M
G06F 3/06 (2006.01) G O 6 F 3/06 3 0 4 F
 G O 6 F 3/06 3 0 1 J
 G O 6 F 12/00 5 1 0 B

請求項の数 18 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2005-279208 (P2005-279208)
 (22) 出願日 平成17年9月27日 (2005.9.27)
 (65) 公開番号 特開2007-94472 (P2007-94472A)
 (43) 公開日 平成19年4月12日 (2007.4.12)
 審査請求日 平成20年2月15日 (2008.2.15)

(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 100093861
 弁理士 大賀 真司
 (72) 発明者 帆波 幸二
 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
 (72) 発明者 里山 元章
 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】 スナップショット管理装置及び方法並びにストレージシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

上位装置からのデータを読み書きする運用ボリュームの所定時点でのイメージでなる1又は複数世代のスナップショットを生成して管理するスナップショット管理装置において、

第1のストレージが提供する記憶領域上に前記運用ボリュームを設定すると共に、第2のストレージが提供する記憶領域上に差分ボリュームを設定するボリューム設定部と、

前記運用ボリュームに対する前記データの書き込みに応じて、前記スナップショットの生成時点の前記運用ボリュームと現在の前記運用ボリュームとの差分でなる差分データを前記差分ボリュームに退避させる差分データ退避部と、

前記スナップショットの管理情報が当該スナップショットの作成順に格納された管理テーブルを作成し、当該管理テーブルに基づいて各前記スナップショットを管理するスナップショット管理部と

を備え、

前記スナップショット管理部は、

前記管理テーブルを、作成順の複数の前記スナップショットを単位として分割して生成すると共に、2番目以降の各前記管理テーブルに、前の前記管理テーブルの内容を引き継ぐための所定の引き継ぎ情報を格納する

ことを特徴とするスナップショット管理装置。

【請求項2】

前記ボリューム設定部は、
前記第2のストレージが提供する前記記憶領域上に複数の前記差分ボリュームを設定し

、
前記差分データ退避部は、
各前記スナップショットの前記差分データに対応する前記差分ボリュームに退避させ、
前記スナップショット管理部は、
各前記差分ボリュームにそれぞれ対応させて前記管理テーブルを作成する
ことを特徴とする請求項1に記載のスナップショット管理装置。

【請求項3】

前記スナップショット管理部は、
各前記管理テーブルを、それぞれ対応する前記第2のストレージに送信し、対応する前記差分ボリュームに格納させて保持させる
ことを特徴とする請求項2に記載のスナップショット管理装置。

10

【請求項4】

前記ボリューム設定部は、
1つの前記第2のストレージにつき1つの前記差分ボリュームを設定する
ことを特徴とする請求項2に記載のスナップショット管理装置。

【請求項5】

前記スナップショット管理部は、
必要時、対象とする前記差分ボリューム及び当該差分ボリュームよりも前の前記差分ボリュームにそれぞれ対応付けられた各前記スナップショットについてアクセス不能に設定した後、当該対象とする差分ボリューム及び当該差分ボリュームよりも前の前記差分ボリュームをそれぞれ保持する各前記第2のストレージの運転を停止させる
ことを特徴とする請求項4に記載のスナップショット管理装置。

20

【請求項6】

前記スナップショット管理部は、
必要時、運転を停止させた各前記第2のストレージの運転を再開させた後、各前記第2のストレージにそれぞれ保持された各前記差分ボリュームに対応付けられた各前記スナップショットをアクセス可能に設定する
ことを特徴とする請求項5に記載のスナップショット管理装置。

30

【請求項7】

上位装置からのデータを読み書きする運用ボリュームの所定時点でのイメージでなる1又は複数世代のスナップショットを生成して管理するスナップショット管理方法において

、
第1のストレージが提供する記憶領域上に前記運用ボリュームを設定すると共に、第2のストレージが提供する記憶領域上に差分ボリュームを設定する第1のステップと、
前記運用ボリュームに対する前記データの書き込みに応じて、前記スナップショットの生成時点の前記運用ボリュームと現在の前記運用ボリュームとの差分でなる差分データを前記差分ボリュームに退避させると共に、前記スナップショットの管理情報が当該スナップショットの作成順に格納された管理テーブルを作成し、当該管理テーブルに基づいて各前記スナップショットを管理する第2のステップと

40

を備え、

前記第2のステップでは、
前記管理テーブルを、作成順の複数の前記スナップショットを単位として分割して生成すると共に、2番目以降の各前記管理テーブルに、前の前記管理テーブルの内容を引き継ぐための所定の引継ぎ情報を格納する

ことを特徴とするスナップショット管理方法。

【請求項8】

前記第1のステップでは、
前記第2のストレージが提供する前記記憶領域上に複数の前記差分ボリュームを設定し

50

、
前記第 2 のステップでは、
各前記スナップショットの前記差分データを対応する前記差分ボリュームに退避させる
と共に、各前記差分ボリュームにそれぞれ対応させて前記管理テーブルを作成する
ことを特徴とする請求項 7 に記載のスナップショット管理方法。

【請求項 9】

前記第 3 のステップでは、
各前記管理テーブルを、それぞれ対応する前記第 2 のストレージに送信し、対応する前
記差分ボリュームに格納させて保持させる
ことを特徴とする請求項 8 に記載のスナップショット管理方法。

10

【請求項 10】

前記第 1 のステップでは、
1 つの前記第 2 のストレージにつき 1 つの前記差分ボリュームを設定する
ことを特徴とする請求項 8 に記載のスナップショット管理方法。

【請求項 11】

前記第 2 のステップでは、
必要時、対象とする前記差分ボリューム及び当該差分ボリュームよりも前の前記差分ボ
リュームにそれぞれ対応付けられた各前記スナップショットについてアクセス不能に設定
した後、当該対象とする差分ボリューム及び当該差分ボリュームよりも前の前記差分ボ
リュームをそれぞれ保持する各前記第 2 のストレージの運転を停止させる
ことを特徴とする請求項 10 に記載のスナップショット管理方法。

20

【請求項 12】

前記第 2 のステップでは、
必要時、運転を停止させた各前記第 2 のストレージの運転を再開させた後、各前記第 2
のストレージにそれぞれ保持された各前記差分ボリュームに対応付けられた各前記スナ
ップショットをアクセス可能に設定する
ことを特徴とする請求項 11 に記載のスナップショット管理方法。

【請求項 13】

上位装置からのデータを読み書きする運用ボリュームの所定時点でのイメージでなる 1
又は複数世代のスナップショットを生成して管理するスナップショット管理装置に、それ
ぞれ 1 又は複数の第 1 及び第 2 のストレージ装置が通信自在に接続されたストレージシ
ステムにおいて、

30

前記スナップショット管理装置は、

前記第 1 のストレージ装置が提供する記憶領域上に前記運用ボリュームを設定すると共
に、前記第 2 のストレージが提供する記憶領域上に差分ボリュームを設定するボリューム
設定部と、

前記運用ボリュームに対する前記データの書き込みに応じて、前記スナップショットの
生成時点の前記運用ボリュームと現在の前記運用ボリュームとの差分でなる差分データを
前記差分ボリュームに退避させる差分データ退避部と、

前記スナップショットの管理情報が当該スナップショットの作成順に格納された管理テ
ーブルを作成し、当該管理テーブルに基づいて各前記スナップショットを管理するスナ
ップショット管理部と

40

を備え、

前記スナップショット管理部は、

前記管理テーブルを、作成順の複数の前記スナップショットを単位として分割して生成
すると共に、2 番目以降の各前記管理テーブルに、前の前記管理テーブルの内容を引き継
ぐための所定の引継ぎ情報を格納する

ことを特徴とするストレージシステム。

【請求項 14】

前記スナップショット管理装置の前記ボリューム設定部は、

50

前記第2のストレージ装置が提供する前記記憶領域上に複数の前記差分ボリュームを設定し、

前記差分データ退避部は、

各前記スナップショットの前記差分データに対応する前記差分ボリュームに退避させ、

前記スナップショット管理部は、

各前記差分ボリュームにそれぞれ対応させて前記管理テーブルを作成する

ことを特徴とする請求項13に記載のストレージシステム。

【請求項15】

前記スナップショット管理装置の前記スナップショット管理部は、

各前記管理テーブルを、それぞれ対応する前記第2のストレージ装置に送信し、

前記第2のストレージ装置は、

前記管理テーブルを、前記対応する前記差分ボリュームに格納して保持する

ことを特徴とする請求項14に記載のストレージシステム。

【請求項16】

前記ボリューム設定部は、

1つの前記第2のストレージ装置につき1つの前記差分ボリュームを設定する

ことを特徴とする請求項14に記載のストレージシステム。

【請求項17】

前記スナップショット管理部は、

必要時、対象とする前記差分ボリューム及び当該差分ボリュームよりも前の前記差分ボリュームにそれぞれ対応付けられた各前記スナップショットについてアクセス不能に設定した後、当該対象とする差分ボリューム及び当該差分ボリュームよりも前の前記差分ボリュームをそれぞれ保持する各前記第2のストレージ装置の運転を停止させる

ことを特徴とする請求項16に記載のストレージシステム。

【請求項18】

前記スナップショット管理部は、

必要時、運転を停止させた各前記第2のストレージ装置の運転を再開させた後、各前記第2のストレージにそれぞれ保持された各前記差分ボリュームに対応付けられた各前記スナップショットをアクセス可能に設定する

ことを特徴とする請求項17に記載のストレージシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、スナップショット管理装置及び方法並びにストレージシステムに関し、例えば複数の外部ストレージを接続することで、より大規模なスナップショット環境を提供し得るようになされたストレージシステムに適用して好適なものである。

【背景技術】

【0002】

従来、NAS (Network Attached Storage) サーバやディスクアレイ装置の機能の1つとして、スナップショット生成指示を受けた時点における指定された運用ボリューム (上位装置からのデータを読み書きする論理的なボリューム (論理ボリューム)) のイメージを保持する、いわゆるスナップショット機能がある。スナップショット機能は、人為的なミスによりデータが消失してしまったときや、所望時点におけるファイルシステムの状態を復元したいときなどに運用ボリュームを復元するために用いられる。

【0003】

かかるスナップショット機能により保持される運用ボリュームのイメージでなるスナップショット (仮想ボリュームとも呼ばれる) は、スナップショット生成指示を受けた時点における運用ボリューム全体のデータそのものではなく、現在の運用ボリュームのデータと、スナップショットの生成指示を受けた時点における運用ボリューム及び現在の運用ボリューム間の差分である差分データとから構成される。そしてこれらの差分データと現在

10

20

30

40

50

の運用ボリュームのデータとに基づいて、かかるスナップショット生成指示が与えられた時点における運用ボリュームの内容が復元される。従って、スナップショット機能によれば、運用ボリューム全体をそのまま記憶する場合に比べて、より小さい記憶容量で運用ボリュームのイメージを維持できるという利点がある。

【0004】

また、近年では、複数世代のスナップショットを維持する方法も提案されている（特許文献1参照）。例えば、下記特許文献1では、運用ボリュームの各ブロックと、各世代のスナップショットの差分データが格納された差分ボリュームのブロックとを対応付けたマッピングテーブルを用いて、複数世代のスナップショットを管理することが提案されている。

10

【0005】

さらに、近年では、下記特許文献2において、新たにストレージ装置を導入する際に古いストレージ装置を改造することなく有効利用を図る方法が開示されており、これら特許文献1に開示された方法と特許文献2に開示された方法とを組み合わせることで、複数の外部ストレージ装置を用いてより大規模なスナップショット環境を容易に構築できるようになった。

【特許文献1】特開2004-342050号公報

【特許文献2】特開2004-005370号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0006】

ところが、かかる特許文献1に開示されたスナップショット管理方式では、単一のマッピングテーブルで一元的にすべてのスナップショットを管理することとしているために、生成するスナップショット数が増加するにつれてマッピングテーブルの規模も大きくなり、これに伴ってデータ書き込み処理におけるテーブルアクセス量が増え、さらにマッピングテーブルの規模の拡大に伴ってマッピングテーブルに対するアクセス性が悪くなるという問題がある。

【0007】

また、サーバ再起動後もスナップショットを復元できるようにストレージ装置にマッピングテーブルを保存する場合、当該ストレージ装置に障害が発生すると、すべてのスナップショットが失われてしまうという弱点がある。この問題は、ネットワークを介して接続する外部ストレージ装置を利用する場合に発生し易く、回線トラブルでマッピングテーブルを保持するストレージ装置にアクセスできなくなっただけで、スナップショットの運用を継続できなくなる。

30

【0008】

かかる問題を解決するための手法として、スナップショットの維持に必要なマッピングテーブルのコピーを複数のストレージ装置において保持する方法が挙げられる。この方法によれば、一部のストレージ装置で障害が発生してもスナップショット運用を継続することができるという利点がある。

【0009】

しかしながら、マッピングテーブルは運用ボリュームの全ブロックをカバーするエントリを備えるためにサイズが大きく、それを複数保持するためには多くの記憶容量を要するという問題がある。また、各ストレージ装置において保持しているマッピングテーブルの更新処理の同期も課題となる。

40

【0010】

また上述したいずれの方法においても、運用ボリュームへのデータ書き込み時、差分データを差分ボリュームに退避させる際に、すべてのスナップショットを対象にしたマッピングテーブルへのアクセスを必要とするため、スナップショットを多数保持する場合はそのオーバーヘッドにより書き込み速度が低下して、システム全体としての性能が劣化するという問題が残る。

50

【 0 0 1 1 】

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、性能及び信頼性の高いスナップショット管理装置及び方法並びにストレージシステムを提案しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

かかる課題を解決するため本発明においては、上位装置からのデータを読み書きする運用ボリュームの所定時点でのイメージでなる1又は複数世代のスナップショットを生成して管理するスナップショット管理装置において、第1のストレージが提供する記憶領域上に前記運用ボリュームを設定すると共に、第2のストレージが提供する記憶領域上に差分ボリュームを設定するボリューム設定部と、前記運用ボリュームに対する前記データの書き込みに応じて、前記スナップショットの生成時点の前記運用ボリュームと現在の前記運用ボリュームとの差分でなる差分データを前記差分ボリュームに退避させる差分データ退避部と、前記スナップショットの管理情報が当該スナップショットの作成順に格納された管理テーブルを作成し、当該管理テーブルに基づいて各前記スナップショットを管理するスナップショット管理部とを備え、前記スナップショット管理部は、前記管理テーブルを、作成順の複数の前記スナップショットを単位として分割して生成すると共に、2番目以降の各前記管理テーブルに、前の前記管理テーブルの内容を引き継ぐための所定の引き継ぎ情報を格納することを特徴とする。

10

【 0 0 1 3 】

また本発明においては、上位装置からのデータを読み書きする運用ボリュームの所定時点でのイメージでなる1又は複数世代のスナップショットを生成して管理するスナップショット管理方法において、第1のストレージが提供する記憶領域上に前記運用ボリュームを設定すると共に、第2のストレージが提供する記憶領域上に差分ボリュームを設定する第1のステップと、前記運用ボリュームに対する前記データの書き込みに応じて、前記スナップショットの生成時点の前記運用ボリュームと現在の前記運用ボリュームとの差分でなる差分データを前記差分ボリュームに退避させると共に、前記スナップショットの管理情報が当該スナップショットの作成順に格納された管理テーブルを作成し、当該管理テーブルに基づいて各前記スナップショットを管理する第2のステップとを備え、前記第2のステップでは、前記管理テーブルを、作成順の複数の前記スナップショットを単位として分割して生成すると共に、2番目以降の各前記管理テーブルに、前の前記管理テーブルの内容を引き継ぐための所定の引継ぎ情報を格納することを特徴とする。

20

30

【 0 0 1 4 】

さらに本発明においては、上位装置からのデータを読み書きする運用ボリュームの所定時点でのイメージでなる1又は複数世代のスナップショットを生成して管理するスナップショット管理装置に、それぞれ1又は複数の第1及び第2のストレージ装置が通信自在に接続されたストレージシステムにおいて、前記スナップショット管理装置は、前記第1のストレージ装置が提供する記憶領域上に前記運用ボリュームを設定すると共に、前記第2のストレージが提供する記憶領域上に差分ボリュームを設定するボリューム設定部と、前記運用ボリュームに対する前記データの書き込みに応じて、前記スナップショットの生成時点の前記運用ボリュームと現在の前記運用ボリュームとの差分でなる差分データを前記差分ボリュームに退避させる差分データ退避部と、前記スナップショットの管理情報が当該スナップショットの作成順に格納された管理テーブルを作成し、当該管理テーブルに基づいて各前記スナップショットを管理するスナップショット管理部とを備え、前記スナップショット管理部は、前記管理テーブルを、作成順の複数の前記スナップショットを単位として分割して生成すると共に、2番目以降の各前記管理テーブルに、前の前記管理テーブルの内容を引き継ぐための所定の引継ぎ情報を格納することを特徴とする。

40

【 0 0 1 5 】

本発明によるスナップショット管理装置及び方法並びにストレージシステムによれば、最新の管理テーブルにアクセスすることで現在のスナップショットに関する差分データの

50

退避とその管理情報の記録を行うことができる。この場合において、かかる管理テーブルの規模を、保持するスナップショット数に拘わりなく、所望の大きさに抑えることができるため、管理テーブルへのアクセスについてのオーバヘッドが少なく、当該オーバヘッドによる書込み速度の低下及びこれに起因するシステム全体の性能劣化を有効に防止することができる。

【 0 0 1 6 】

また、かかるスナップショット管理装置及び方法並びにストレージシステムによれば、2番目以降の各管理テーブルに前の管理テーブルの内容を引き継ぐための引継ぎ情報を格納するようにしているため、管理テーブル単位でのスナップショットの管理が可能となり、例えば回線障害などにより現在のスナップショットに不整合が生じた場合においても、その影響が他の管理テーブルにより管理されている他のスナップショットにまで及ばないようにすることができる。

10

【 発 明 の 効 果 】

【 0 0 1 7 】

本発明によれば、性能及び信頼性の高いスナップショット管理装置及び方法並びにストレージシステムを実現できる。

【 発 明 を 実 施 す る た め の 最 良 の 形 態 】

【 0 0 1 8 】

以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

【 0 0 1 9 】

20

(1) 本 実 施 の 形 態 に よ る ス ナ ッ プ シ ョ ッ ト 管 理 方 法 の 概 要

本実施の形態によるスナップショット管理方式は、図1のように単一のマッピングテーブル1によって複数のスナップショットV-VOL1~V-VOL10を管理する従来方式に対して、図2に示すように、例えばスナップショットV-VOL1~V-VOL10の生成時刻などに応じてマッピングテーブル2A~2Cを分割し、それ以前のマッピングテーブル2A~2Cの情報を集約して新しいマッピングテーブル2B, 2Cに保持する点を特徴の1つとしている。

【 0 0 2 0 】

かくして本実施の形態によるスナップショット管理方法によれば、分割されたマッピングテーブル2A~2Cのうちの最新のマッピングテーブル2Cにアクセスすることで差分データの退避とその管理情報の記録を行えるようになり、書込み性能の低下を防ぐことができる。また、かかる本実施の形態によるスナップショット管理方式によれば、必要に応じてマッピングテーブル2A~2Cを追加することで保持可能なスナップショット数を増やすことができるため、運用規模の動的な拡張も容易に実現できる。

30

【 0 0 2 1 】

また本実施の形態によるスナップショット管理方式は、複数の差分ボリュームD-VOL1~D-VOL3を設け、スナップショットV-VOL1~V-VOL9の生成時に得られる差分データをこれら差分ボリュームD-VOL1~D-VOL3に分散して格納する点をもう1つの特徴とする。これにより、本実施の形態によるスナップショット管理方法によれば、例えば図3に示すように、スナップショット単位で差分データを差分ボリュームD-VOL1~D-VOL3に振り分けると共に、差分ボリュームD-VOL1~D-VOL3毎のマッピングテーブル2A~2Cを生成することで、差分ボリュームD-VOL1~D-VOL3単位でのスナップショットV-VOL1~V-VOL10の管理が可能となる。

40

【 0 0 2 2 】

この結果、本実施の形態によるスナップショット管理方法によれば、スナップショットV-VOL1~V-VOL10毎に対応する差分ボリュームD-VOL1~D-VOL3が明確化されるため、障害により一部の差分ボリュームD-VOL1~D-VOL3にアクセスできなくなった場合においても、残りの差分ボリュームD-VOL1~D-VOL3を利用してスナップショット運用を継続できる。また参照しない古いスナップショット

50

V - V O L 1 ~ V - V O L 9 の差分データが格納された差分ボリューム D - V O L 1 ~ D - V O L 3 については、ランニングコストの軽減と保存性の確保のために運転を停止させ、必要となったときに運転を再開させるといったことも可能になる。

【 0 0 2 3 】

以下、本実施の形態によるスナップショット管理方法を適用したストレージシステムについて説明する。なお、以下においては、運用ボリュームの符号として P - V O L、差分ボリュームの符号として D - V O L、スナップショットの符号として V - V O L を用いるものとする。

【 0 0 2 4 】

(2) 本実施の形態によるストレージシステムの構成

図 4 は、上述の本実施の形態によるスナップショット管理方法を適用したストレージシステム 1 0 を示す。このストレージシステム 1 0 は、複数のクライアント装置 1 1 が上位側ネットワーク 1 2 を介して N A S サーバ装置 1 3 と接続され、この N A S サーバ装置 1 3 に下位側ネットワーク 1 4 を介して複数のストレージ装置 1 5 (1 5₁ ~ 1 5_{n+m}) 及び運転制御装置 1 6 が接続されることにより構成されている。

【 0 0 2 5 】

上位装置としてのクライアント装置 1 1 は、C P U (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や、ワークステーション、メインフレームなどから構成される。クライアント装置 1 1 は、キーボード、スイッチやポインティングデバイス、マイクロフォン等の情報入力装置 (図示せず) と、モニタディスプレイやスピーカ等の情報出力装置 (図示せず) とを備える。

【 0 0 2 6 】

上位側ネットワーク 1 2 は、例えば S A N (Storage Area Network)、L A N (Local Area Network)、インターネット、公衆回線又は専用回線などから構成される。この上位側ネットワーク 1 2 を介したクライアント装置 1 1 及び N A S サーバ装置 1 3 間の通信は、例えば上位側ネットワーク 1 2 が S A N である場合にはファイバーチャネルプロトコルに従って行われ、上位側ネットワーク 1 2 が L A N である場合には T C P / I P (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) プロトコルに従って行われる。

【 0 0 2 7 】

N A S サーバ装置 1 3 は、バス 2 0 を介して相互に接続された C P U 2 1、メモリ 2 2、第 1 のネットワークインタフェース 2 3 及び第 2 のネットワークインタフェース 2 4 を備えて構成される。この N A S サーバ装置 1 3 は、クライアント装置 1 1 に対してファイル共有サービスや、スナップショットサービスを提供するための処理を行う。そのための各種制御プログラムがメモリ 2 2 に格納されている。N A S サーバ装置 1 3 の C P U 2 1 は、これらメモリ 2 2 に格納された制御プログラムに従って各種処理を実行する。

【 0 0 2 8 】

第 1 の外部インタフェース 2 3 は、クライアント装置 1 1 との通信時におけるプロトコル制御を行うインタフェースである。第 1 の外部インタフェース 2 3 は、複数のポートを備えており、いずれかのポートを介して上位側ネットワーク 1 2 と接続される。各ポートには、それぞれを上位側ネットワーク 1 2 上において識別するための W W N (World Wide Name) や I P (Internet Protocol) アドレスなどのネットワークアドレスが付与される。

【 0 0 2 9 】

第 2 の外部インタフェース 2 4 は、N A S サーバ装置 1 3 に接続されたストレージ装置 1 5 や運転制御装置 1 6 との通信時におけるプロトコル制御を行うインタフェースである。第 2 の外部インタフェース 2 4 は、第 1 のインタフェース 2 3 と同様に、複数のポートを備えており、いずれかのポートを介して下位側ネットワーク 1 4 と接続される。第 2 の外部インタフェース 2 4 の各ポートに対しても下位側ネットワーク 1 4 上において識別するための W W N や I P アドレスなどのネットワークアドレスが付与される。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

下位側ネットワーク 1 4 は、上位側ネットワーク 1 2 と同様に、例えば S A N、L A N、インターネット、公衆回線又は専用回線などから構成される。この下位側ネットワーク 1 2 を介した N A S サーバ装置 1 3 及び各ストレージ装置 1 5 間の通信と、N A S サーバ装置 1 3 及び運転制御装置 1 6 間の通信とは、例えば下位側ネットワーク 1 4 が S A N である場合にはファイバチャネルプロトコルに従って行われ、下位側ネットワーク 1 4 が L A N である場合には T C P / I P プロトコルに従って行われる。

【 0 0 3 1 】

各ストレージ装置 1 5 は、それぞれデータを記憶する複数のディスクユニット 3 0 と、このディスクユニット 3 0 に対するデータの入出力を制御するコントローラ 3 1 とから構成される。

10

【 0 0 3 2 】

各ディスクユニット 3 0 は、例えば S C S I (Small Computer System Interface) ディスク等の高価なディスク、又は S A T A (Serial AT Attachment) ディスクや光ディスク等の安価なディスクを内蔵して構成される。これら各ディスクユニット 3 0 は、コントローラ 3 1 により R A I D 方式で運用される。1 又は複数のディスクユニット 3 0 により提供される物理的な記憶領域上に、1 又は複数の論理ボリュームが設定され、これら論理ボリュームにデータが所定大きさのブロックを単位として格納される。

【 0 0 3 3 】

各論理ボリュームには、それぞれ固有の識別子 (L U N : Logical Unit Number) が付与される。本実施の形態の場合、データの入出力は、この識別子と、各ブロックにそれぞれ付与されるそのブロックに固有の番号 (L B A : Logical Block Address) との組み合わせたものをアドレスとして、当該アドレスを指定して行われる。

20

【 0 0 3 4 】

なお、本実施の形態によるストレージシステム 1 0 においては、N A S サーバ装置 1 3 に接続された複数のストレージ装置 1 5 のうちの一部がファイル共有サービス用に用いられる。ファイル共有サービス用の各ストレージ装置 1 5₁ ~ 1 5_n が提供する記憶領域は N A S サーバ装置 1 3 により仮想化され、これら仮想化された記憶領域上に、N A S サーバ装置 1 3 の C P U 2 1 により、1 又は複数の運用ボリューム P - V O L (図 3) が定義される。そして、この運用ボリューム P - V O L にクライアント装置 1 1 からのデータが格納される。また、残りのストレージ装置 1 5_n ~ 1 5_m はスナップショットサービス用として用いられ、これらストレージ装置 1 5_n ~ 1 5_m がそれぞれ提供する記憶領域上に、N A S サーバ装置 1 3 の C P U 2 1 により、1 つのストレージ装置 1 5_n ~ 1 5_m につき 1 つの差分ボリューム D - V O L (図 3) がそれぞれ定義される。そして、これら差分ボリューム D - V O L に、それぞれ対応するスナップショット V - V O L (図 3) の生成時に得られた差分データが順次退避 (格納) される。

30

【 0 0 3 5 】

コントローラ 3 1 は、例えば下位側ネットワーク 1 4 を介して N A S サーバ装置 1 3 と通信を行うためのネットワークインタフェースや、各ディスクユニット 3 0 と通信を行うためのディスクインタフェース、運用ボリューム P - V O L や差分ボリューム D - V O L に読み書きするデータを一時的に保持するキャッシュメモリなどを備えて構成され、N A S サーバ装置 1 3 及びディスクユニット 3 0 間のデータの入出力を制御する。

40

【 0 0 3 6 】

運転制御装置 1 6 は、C P U 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、パーソナルコンピュータや、ワークステーション、メインフレームなどから構成される。運転制御装置 1 6 は、N A S サーバ装置 1 3 から下位側ネットワーク 1 4 を介して与えられる指示を受けて、指定されたストレージ装置 1 5 を運転させ又は停止させる制御処理を実行する。

【 0 0 3 7 】

ここで、N A S ストレージ装置 1 3 のメモリ 2 2 に格納された各種制御プログラムにつ

50

いて説明する。図 1 から明らかなように、NAS ストレージ装置 13 のメモリ 22 には、ファイルサーバプログラム 40、データ保護プログラム 41、ファイルシステム処理プログラム 42 及びスナップショット管理プログラム 43 等の制御プログラムが格納されている。

【0038】

ファイルサーバプログラム 40 は、クライアント装置 11 からのファイルアクセス要求に応じて、ファイルシステム処理プログラム 42 に対してファイルやディレクトリの読出し処理要求や書込み処理要求を発行し、その結果をクライアント装置 11 に送信するためのプログラムである。

【0039】

またファイルシステム処理プログラム 42 は、ファイルサーバプログラム 40 から与えられるファイルやディレクトリの読出し処理要求や書込み処理要求に応じて、それらを格納している論理ボリューム（運用ボリューム P-VOL）の LUN、対応するブロックの LBA 及びデータサイズを指定したデータ読出し要求やデータ書込み要求をスナップショット管理プログラム 43 に発行するためのプログラムである。さらにデータ保護プログラム 41 は、スナップショット V-VOL の生成や削除、差分ボリューム D-VOL の割り当てや、接続状態の変更をスナップショット管理プログラム 43 に要求するためのプログラムである。

【0040】

スナップショット管理プログラム 43 は、ファイルシステムなどを格納する運用ボリューム P-VOL 及びスナップショット V-VOL の維持に必要な差分データを格納する差分ボリューム D-VOL を管理し、ファイルシステム処理プログラム 42 及びデータ保護プログラム 41 からの要求に応じた処理や、スナップショット V-VOL を維持する処理及びスナップショット V-VOL を利用可能にする処理などを行うためのプログラムである。スナップショット管理プログラム 43 は、それぞれの要求に応じて起動するサブプログラムとそれらが利用する管理テーブルとから構成される。

【0041】

図 5 は、かかるスナップショット管理プログラム 43 の具体的な構成を示している。この図 5 に示すように、スナップショット管理プログラム 43 は、書込み処理サブプログラム 50、読出し処理サブプログラム 51、スナップショット生成サブプログラム 52、スナップショット削除サブプログラム 53、差分ボリューム切替え処理プログラム 54、差分ボリューム停止サブプログラム 55 及び差分ボリューム起動サブプログラム 56 と、COW（Copy on Write）要求管理テーブル 57、空きブロック管理テーブル 58 及びスナップショット配置テーブル 59 とを備える。

【0042】

このうち書込み処理サブプログラム 50 は、ファイルシステム処理プログラム 42 からの書込み要求に応じて運用ボリューム P-VOL に対するデータ書込み処理を実行するためのプログラムであり、読出し処理サブプログラム 51 は、ファイルシステム処理プログラム 42 からの読出し要求に応じて運用ボリューム P-VOL からのデータの読出し処理を実行するためのプログラムである。またスナップショット生成サブプログラム 52 及びスナップショット削除サブプログラム 53 は、データ保護プログラム 41 からの要求に応じて、新たなスナップショット V-VOL を生成し又は既に生成されたスナップショット V-VOL を削除する処理を実行するためのプログラムである。

【0043】

さらに差分ボリューム切替えサブプログラム 54 は、後述のようにスナップショット V-VOL の生成時に得られた差分データを退避させる差分ボリューム D-VOL を切り替えるためのプログラムであり、差分ボリューム停止サブプログラム 55 及び差分ボリューム起動サブプログラム 56 は、それぞれ対応する差分ボリューム D-VOL を保持するストレージ装置 15_{n+1} ~ 15_{n+m} の運行を停止させ又は起動させるためのプログラムである。

。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 4 】

一方、C o W要求管理テーブル57は、運用ボリュームP - V O Lへのデータ書き込み時に当該運用ボリュームP - V O Lの各ブロックに対するC o W要求（そのブロックに格納されたデータを差分ボリュームD - V O Lに退避せよという要求）の有無を判定するためのテーブルである。

【 0 0 4 5 】

このC o W要求管理テーブル57には、図6に示すように、運用ボリュームP - V O Lの各ブロックにそれぞれ対応させてC o W要求フィールド57Aが設けられている。各C o W要求フィールド57Aには、それぞれ運用ボリュームP - V O L内の対応するブロックに対してC o W要求がある場合に「1」が格納され、C o W要求がない場合に「0」が格納される。従って、初期時には、各C o W要求フィールド57Aに「0」が格納されることとなる。これらC o W要求フィールド57Aに格納される値は、後述するマッピングテーブル60, 61のC o Wビットマップについてブロック毎に論理和をとったものと等しい。

10

【 0 0 4 6 】

空きブロック管理テーブル58は、現在の差分ボリュームD - V O Lの使用状況を表すテーブルであり、差分ボリュームD - V O L毎に設けられる。この空きブロック管理テーブル58は、図7に示すように、対応する差分ボリュームD - V O Lの各ブロックにそれぞれ対応させて利用状況フィールド58Aが設けられている。各利用状況フィールド58Aには、対応する差分ボリュームD - V O L内の対応するブロックが空き状態、つまりそのブロックに未だ差分データが退避されていないときには「1」が格納され、そのブロックに既に差分データが退避されているときには「0」が格納される。従って、初期時には、各利用状況フィールド58Aに「1」が格納されることとなる。

20

【 0 0 4 7 】

スナップショット配置テーブル59は、各世代のスナップショットV - V O Lの差分データがそれぞれどの差分ボリュームD - V O Lに格納されているかを表すテーブルである。このスナップショット配置テーブル59は、図8に示すように、各世代のスナップショットV - V O Lにそれぞれ対応させて差分ボリューム番号格納フィールド59Aが設けられ、これら差分ボリューム番号格納フィールド59Aに、それぞれ対応するスナップショットV - V O Lと対応付けられた差分ボリュームD - V O Lの識別番号でなる差分ボリューム番号が格納される。この差分ボリューム番号は、各差分ボリュームD - V O Lにそれぞれ付与される通し番号である。この図8の例では、第1及び第2世代のスナップショットV - V O Lの差分データが1番の差分ボリュームD - V O Lに格納され、第3世代のスナップショットV - V O Lの差分データが2番の差分ボリュームD - V O Lに格納されていることを示している。

30

【 0 0 4 8 】

他方、図9は、複数世代のスナップショットV - V O Lを維持・管理するためのマッピングテーブル60を示しており、このマッピングテーブル60に当該マッピングテーブル60と対応付けられたスナップショットV - V O Lの管理情報が格納される。マッピングテーブル60は、差分ボリュームD - V O L毎（ストレージ装置15_n ~ 15_{n+m}毎）にそれぞれ用意され、当該差分ボリュームD - V O L内に格納されて保持される。

40

【 0 0 4 9 】

このマッピングテーブル60には、運用ボリュームP - V O Lの各ブロックとそれぞれ対応させて、C o Wビットマップフィールド60Aと、複数のブロックアドレスフィールド60Bとが設けられている。

【 0 0 5 0 】

このうち各C o Wビットマップフィールド60Aには、それぞれ対応する運用ボリュームP - V O Lのブロックに対してC o W要求があるか否かを表すC o Wビットマップが格納される。C o Wビットマップは、複数のビットから構成され、左端の先頭ビットから順に古い世代のスナップショットV - V O Lとそれぞれ対応する。そしてC o Wビットマッ

50

プでは、スナップショットV-VOLにおいてCOW要求があるときに、対応するビットが「1」に設定され、COW要求がないとき、つまり対応するブロックの差分データが既に差分ボリュームD-VOLに退避されているときに、対応するビットが「0」に設定される。例えばm番目のスナップショットV-VOLにCOW要求があるときにはCOWビットマップ60Aの左からm番目のビットが「1」に設定されることとなる。

【0051】

ブロックアドレスフィールド60Bは、その差分ボリュームD-VOL（ストレージ装置15_{n+1}~15_{n+m}）と対応付けられた各スナップショットV-VOLにそれぞれ対応させて複数設けられる。例えば図9の例では、その差分ボリュームD-VOLに1番目からm番目までのスナップショットV-VOLが対応付けられ、これらのスナップショットV-VOLの差分データがその差分ボリュームD-VOLに格納されていることが示されている。

10

【0052】

各ブロックアドレスフィールド60Bには、それぞれ運用ボリュームP-VOL内の対応するブロックの対応する世代のスナップショットV-VOLの差分データを退避させた差分ボリュームD-VOLのブロックのブロックアドレスが格納される。ただし、対応する差分データが未だ退避されていない状態のときには、退避先のブロックアドレスがないことを表す「なし」のコードが格納される。

【0053】

差分ボリュームD-VOLを提供するストレージ装置15_{n+1}~15_{n+m}が複数存在する場合、図10に示すように、2番目以降のストレージ装置15_{n+1}~15_{n+m}により保持されるマッピングテーブル61には、COWビットマップフィールド61A及び複数のブロックアドレスフィールド61Bに加えて、運用ボリュームP-VOLの各ブロックにそれぞれ対応させて引継ぎフィールド61Cが追加的に設けられる。

20

【0054】

この引継ぎフィールド61Cは、1つ前のマッピングテーブル60, 61の内容を引き継ぐための所定の引継ぎ情報を格納するためのフィールドであり、当該1つ前のマッピングテーブル60, 61における最後のスナップショットV-VOL（図9におけるスナップショットMや図10におけるスナップショットN）と対応付けられたブロックアドレスフィールド（以下、これを最終ブロックアドレスフィールドと呼ぶ）60B, 61Bに「なし」のコードが格納されている場合に、これと対応する差分データが格納された差分ボリュームD-VOLのブロックのブロックアドレスが上記引継ぎ情報として格納される。

30

【0055】

具体的に、引継ぎフィールド61Cには、かかる最終ブロックアドレスフィールド60B, 61Bに「なし」のコードが格納されている場合、つまりそのスナップショットV-VOLにおいて運用ボリュームP-VOLの対応するブロックの差分データが退避されていない場合に、そのマッピングテーブル61における対応する各ブロックアドレスフィールド61B（図10において対象とする引継ぎフィールド61Cと同じ列の各ブロックアドレスフィールド61C）のいずれかに最初に格納されたブロックアドレスと同じブロックアドレスが格納され、かかる最終ブロックアドレスフィールド60, 61に「なし」以外のブロックアドレスが格納されている場合に「なし」が格納される。

40

【0056】

そして、1つ前のマッピングテーブル60, 61における最終ブロックフィールド60B, 61Bに「なし」のコードが格納されているブロックの差分データを読み出す場合に、この引継ぎフィールド61Cが参照される。例えば図9及び図10の例では、図9のマッピングテーブル60の最後のスナップショットV-VOLである「スナップショットm」のブロックアドレスが「2」のブロックの差分データを読み出す場合、最終ブロックフィールド60Bに「なし」が格納されているため、次のマッピングテーブルである図10のマッピングテーブル61の引継ぎフィールド61Cが参照され、このマッピングテーブル61と対応する差分ボリュームD-VOLのブロックアドレスが「100」のブロックか

50

らデータを読み出すこととなる。

【 0 0 5 7 】

(3) N A Sサーバ装置における各種処理

次に、このストレージシステム 1 0 (図 4) において、運用ボリューム P - V O L へのデータの書き込み処理、運用ボリューム P - V O L からのデータの読出し処理、新たなスナップショット V - V O L の生成処理、生成したスナップショット V - V O L の削除処理、差分ボリューム D - V O L の切替え処理、差分ボリューム D - V O L の切断処理及び停止した差分ボリューム D - V O L の運転再開である接続処理を行う場合の N A Sサーバ装置 1 3 (図 4) の C P U 2 1 (図 4) の処理内容について説明する。

【 0 0 5 8 】

(3 - 1) データ書き込み処理

まず運用ボリューム P - V O L へのデータの書き込み処理に関する C P U 2 1 の処理内容について説明する。

【 0 0 5 9 】

図 1 1 は、上述のような構成を有する N A Sサーバ装置 1 3 に対して、クライアント装置 1 1 (図 4) から運用ボリューム P - V O L へのデータの書き込み要求が与えられた場合における N A Sサーバ装置 1 3 の C P U 2 1 の処理内容を示すフローチャートである。また図 1 2 は、かかるストレージシステム 1 0 のある時点を基準とした初期状態の様子を示し、図 1 3 は、その後クライアント装置 1 1 からの要求に応じて運用ボリューム P - V O L にデータの書き込み処理を行う場合の処理の流れを示している。C P U 2 1 は、このデータの書き込み処理をスナップショットプログラム 4 3 (図 5) の書き込み処理サブプログラム 5 0 (図 5) に基づいて実行する。

【 0 0 6 0 】

すなわち、C P U 2 1 は、かかる書き込み要求を受信すると書き込み処理を開始し (S P 0)、まず、スナップショット管理プログラム 4 3 の C o W 要求管理テーブル 5 7 (図 5 , 図 6) における、運用ボリューム P - V O L のデータの書き込み先として指定されたブロック (以下、これをデータ書き込み先ブロックと呼ぶ) と対応する C o W 要求フィールド 5 7 A に「 1 」が格納されているか否かを判断する (S P 1)。

【 0 0 6 1 】

C P U 2 1 は、この判断において否定結果を得るとステップ S P 1 3 に進み (S P 1 : N O)、これに対して肯定結果を得ると (S P 1 : Y E S)、スナップショット管理プログラム 4 3 の空きブロック管理テーブル 5 8 (図 5 , 図 7) を参照して、現在使用している差分ボリューム D - V O L (図 1 3 の D₁) に、データ書き込み先ブロックに格納されている差分データを退避させ得るだけの空きブロックが存在するか否かを判断する (S P 2)。

【 0 0 6 2 】

C P U 2 1 は、この判断において肯定結果を得ると (S P 2 : Y E S)、かかる差分ボリューム D - V O L 内のこれから差分データを退避させようとするブロックと対応付けられた空きブロック管理テーブル 5 8 上の利用状態フィールド 5 8 A に「 0 」を格納し (S P 6)、その後、データ書き込み先ブロックのデータをデータ書き込み要求と共に対応するストレージ装置 1 5_{n+1} ~ 1 5_{n+m} に差分データとして送信することにより、この差分データをその差分ボリューム D - V O L 上の対応するブロックにコピー (退避) させる (S P 7)。

【 0 0 6 3 】

続いて C P U 2 1 は、そのストレージ装置 1 5_{n+1} ~ 1 5_{n+m} にマッピングテーブル 6 0 , 6 1 の読出し要求を発行するようにして、かかる差分ボリューム D - V O L に格納されたマッピングテーブル 6 0 , 6 1 を読み出させる (S P 8)。また C P U 2 1 は、この後このマッピングテーブル 6 0 , 6 1 における現在のスナップショット V - V O L と対応するブロックアドレスフィールド 6 0 B , 6 1 B であって、運用ボリューム P - V O L のデータ書き込み先ブロックと対応するブロックアドレスフィールド 6 0 B , 6 1 B に格納され

10

20

30

40

50

たアドレスを、ステップ S P 7 において差分データをコピーした差分ボリューム D - V O L 上のブロックのブロックアドレスに更新する (S P 9)。

【 0 0 6 4 】

この際、C P U 2 1 は、そのマッピングテーブル 6 0 B , 6 1 B における対応する C o W ビットマップフィールド 6 0 A , 6 1 A を参照して、現在のスナップショット V - V O L よりも前のスナップショット V - V O L であって C o W ビットマップの対応するビットが「 1 」であるスナップショット V - V O L がある場合には、かかるマッピングテーブル 6 0 B , 6 1 B におけるそのスナップショット V - V O L と対応するブロックアドレスフィールド 6 0 B , 6 1 B であって、運用ボリューム P - V O L のデータ書込み先ブロックと対応するブロックアドレスフィールド 6 0 B , 6 1 B に格納されたブロックアドレスについて、ステップ S P 7 において差分データをコピーした差分ボリューム D - V O L のブロックのブロックアドレスに更新する (S P 9)。

10

【 0 0 6 5 】

続いて C P U 2 1 は、そのマッピングテーブル 6 0 , 6 1 における運用ボリューム P - V O L のデータ書込み先ブロックと対応する C o W ビットマップのすべてのビットを「 0 」に更新し (S P 1 0)、この後このマッピングテーブル 6 0 , 6 1 を元の差分ボリューム D - V O L に書き戻す (S P 1 1)。

【 0 0 6 6 】

その後 C P U 2 1 は、スナップショット管理プログラム 4 3 の C o W 要求管理テーブル 5 7 における該当する C o W 要求フィールド 5 7 A に格納されたビットの値を「 0 」に更新し (S P 1 2)、さらにその後書込み対象のデータを運用ボリューム P - V O L 上の対応するブロックに書き込む (S P 1 3)。そして C P U 2 1 は、この後この書込み処理を終了する (S P 1 4)。

20

【 0 0 6 7 】

一方、C P U 2 1 は、ステップ S P 2 の判断において否定結果を得ると (S P 2 : N O)、スナップショットサービス用の次のストレージ装置 $15_{n+1} \sim 15_{n+m}$ が存在するか否かを判断し (S P 3)、否定結果を得ると (S P 3 : N O)、かかる書込み要求を送信してきたクライアント装置 1 1 に対してエラーを通知する等の所定のエラー処理を実行した後この書込み処理を終了 (エラー終了) する (S P 4)。この場合、スナップショット V - V O L の運用を継続することはできない。

30

【 0 0 6 8 】

これに対して C P U 2 1 は、ステップ S P 3 の判断において肯定結果を得ると (S P 3 : Y E S)、スナップショット管理プログラム 4 3 の差分ボリューム切替えサブプログラム 5 4 に基づき、図 1 4 及び図 1 5 に示す手順に従って、その後使用する差分ボリューム D - V O L を次の差分ボリューム D - V O L (図 1 3 の D_2) に切り替える。

【 0 0 6 9 】

すなわち C P U 2 1 は、書込み処理 (図 1 1) のステップ S P 3 において肯定結果を得ると、差分ボリューム切替え処理を開始し (S P 2 0)、まず、図 1 0 について上述した引継ぎフィールド 6 1 C を有する初期状態のマッピングテーブル 6 1 を用意する (S P 2 1)。

40

【 0 0 7 0 】

次いで、C P U 2 1 は、そのマッピングテーブル 6 1 の各 C o W ビットマップフィールド 6 1 A にそれぞれ格納された C o W ビットマップの先頭ビットに、そのときの C o W 要求管理テーブル 5 7 における対応する C o W 要求フィールド 5 7 A に格納された値をそれぞれコピーする (S P 2 2)。

【 0 0 7 1 】

その後 C P U 2 1 は、かかるマッピングテーブル 6 1 を、スナップショットサービスを提供する次のストレージ装置 $15_{n+1} \sim 15_{n+m}$ の差分ボリューム D - V O L に格納し (S P 2 3)、その後空きブロック管理テーブル 5 8 を初期化する (S P 2 4)。

【 0 0 7 2 】

50

さらにCPU 21は、この後ステップSP 23においてマッピングテーブル61を格納したストレージ装置15_{n+1} ~ 15_{n+m}の差分ボリュームD-VOLを次に使用する差分ボリュームD-VOLとして設定し(SP 25)、この後この差分ボリューム切替え処理を終了する(SP 26)。

【0073】

そしてCPU 21は、この後書込み処理(図11)に戻り、さらにこの後書込み処理のステップSP 6 ~ ステップSP 14を上述のように処理する。従って、差分ボリューム切替え処理の終了以降における差分データの退避は、図16に示すように、切り替えられた新たな差分ボリュームD-VOL(図16のD₂)に行われることとなる。

【0074】

(3-2)データの読出し処理

次に、データの読出し処理に関するCPU 21の処理内容について説明する。

【0075】

図17は、クライアント装置11(図4)から、データの読出し要求が与えられた場合におけるNASサーバ装置13のCPU 21の処理内容を示すフローチャートである。また図18は、読出し対象のデータがスナップショットV-VOLのデータであった場合の処理の流れを示している。CPU 21は、このデータの読出し処理をスナップショット管理プログラム43(図5)の読出し処理プログラム51(図5)に基づいて実行する。

【0076】

すなわち、CPU 21は、かかる読出し要求を受信すると該当するデータの読出し処理を開始し(SP 30)、まず、かかる読出し要求がいずれかのスナップショットV-VOLからのデータの読出し要求であるか否かを判断する(SP 31)。

【0077】

CPU 21は、この判断において否定結果を得ると(SP 31:NO)、ステップSP 40に進み、これに対して肯定結果を得ると(SP 31:YES)、現在、そのスナップショットV-VOLに対するアクセスが可能であるか否かを、内部設定や障害の有無等に基づいて判断する(SP 32)。

【0078】

CPU 21は、この判断において否定結果を得ると(SP 32:NO)、この読出し処理をエラー終了し(SP 33)、これに対して肯定結果を得ると(SP 32:YES)、スナップショット管理プログラム43のスナップショット配置テーブル59(図8)を用いて対象となる差分ボリュームをV-VOL検索する(SP 34)。またCPU 21は、この後この検索により得られた差分ボリュームV-VOLを保持するストレージ装置15_{n+1} ~ 15_{n+m}に対して、当該差分ボリュームV-VOLに格納されたマッピングテーブル60, 61(図9, 図10)の読出し要求を発行するようにして、そのマッピングテーブル60を読み出させる(SP 35)。

【0079】

その後CPU 21は、このようにして取得したマッピングテーブル60, 61における、対象とするデータが格納されている運用ボリュームP-VOL内のブロックと対応付けられたブロックアドレスフィールド60B, 61Bに格納されているデータが「なし」であるか否かを判断する(SP 36)。

【0080】

この判断において否定結果を得ることは(SP 36:NO)、対応するスナップショットV-VOLの生成時において、指定されたデータがステップSP 34において検索した差分ボリュームD-VOLに差分データとして退避されていることを意味する。かくして、このときCPU 21は、対応するストレージ装置15_{n+1} ~ 15_{n+m}にデータ読出し要求を発行することにより、そのブロックアドレスフィールド60B, 61Bに格納されたブロックアドレスが付与された差分ボリュームD-VOL上のブロックからデータを読み込み(SP 37)、その後この読出し処理を終了する(SP 41)。

【0081】

10

20

30

40

50

これに対して、ステップSP36の判断において肯定結果を得ることは（SP36：YES）、対応するスナップショットV-VOLの生成時において、指定されたデータがステップSP34において検索した差分ボリュームD-VOLに退避されていないことを意味する。かくして、このときCPU21は、例えばスナップショット配置テーブル59（図8）に基づいて、次の差分ボリュームD-VOLが存在するか否かを判断する（SP38）。

【0082】

そしてCPU21は、この判断において肯定結果を得ると（SP38：YES）、対象とする差分ボリュームD-VOLを次の差分ボリュームD-VOLに変更し（SP39）、その後ステップSP35に戻る。従って、このときCPU21は、ステップSP36又はステップSP38において否定結果を得るまで、同様の処理を繰り返すこととなる（SP35-SP36-SP38-SP39-SP35）。

10

【0083】

一方、ステップSP38の判断において否定結果を得ることは（SP38：YES）、対応するスナップショットV-VOLの生成開始時点から現在のスナップショットV-VOLの生成作成時点までの間、対応するデータが格納されている運用ボリュームP-VOL内のブロックにユーザからのデータの書き込みがなかった、つまり運用ボリュームP-VOL上の対応するブロックからデータが未だ退避されていないことを意味する。かくして、このときCPU21は、対応するストレージ装置15₁~15_nに対して運用ボリュームP-VOL内の対応するブロックからデータを読み出すべき旨のデータ読出し要求を発行することにより当該データを取得し（SP40）、その後このデータ読出し処理を終了する（SP41）。

20

【0084】

なお、この読出し処理のステップSP37において差分ボリュームD-VOLから読み出された差分データ及びステップSP40において運用ボリュームP-VOLから読み出されたデータは、その後ファイルサーバプログラム40に基づくCPU21の処理により、対応するクライアント装置11に送信される。

【0085】

（3-3）スナップショット生成処理

図19は、スナップショットV-VOLの生成処理に関するCPU21の処理内容を示すフローチャートであり、図20はこのときの処理の流れを示している。CPU21は、このデータの書込み処理をスナップショットプログラム43（図5）の書込み処理サブプログラム50（図5）に基づいて実行する。

30

【0086】

すなわちCPU21は、クライアント装置11からスナップショットV-VOLの生成指示が与えられると、このスナップショット生成処理を開始し（SP50）、まず、現在の差分ボリュームD-VOL（図20のD₁）を保持するストレージ装置15_{n+1}~15_{n+m}にマッピングテーブル60,61（図9,図10）の読出し要求を発行するようにして、その差分ボリュームD-VOLからマッピングテーブル60,61を読み出させる（SP51）。

40

【0087】

続いてCPU21は、読み込んだマッピングテーブル60,61の空きフィールドに新たなスナップショットV-VOLを登録する（SP52）。具体的には、運用ボリュームP-VOLの各ブロックとそれぞれ対応させてマッピングテーブル60,61上にブロックアドレスフィールド60B,61Bを確保する。

【0088】

次いでCPU21は、マッピングテーブル60,61の各COWビットマップフィールド60A,61Aにそれぞれ格納されたCOWビットマップにおけるその新たなスナップショットV-VOLと対応するビットをすべて「1」に設定し（SP53）、その後このマッピングテーブル60,61を対応するストレージ装置15_{n+1}~15_{n+m}に送信して、

50

当該マッピングテーブル 60, 61 を元の差分ボリューム D - VOL に書き戻させる (SP54)。

【0089】

続いて CPU 21 は、スナップショット管理プログラム 43 の CoW 要求管理テーブル 57 の各 CoW 要求フィールド 57A に格納された値を「1」に設定し (SP55)、その後スナップショット管理プログラム 43 のスナップショット配置テーブル 59 (図 8) における対応する差分ボリューム番号フィールド 59A に、現在の差分ボリューム D - VOL の差分ボリューム番号を設定する (SP56)。そして CPU 21 は、この後このスナップショット生成処理を終了する (SP57)。

【0090】

(3-4) スナップショット削除処理

一方、図 21 は、スナップショットの削除処理に関する CPU 21 の処理内容を示すフローチャートである。CPU 21 は、クライアント装置 11 (図 4) からスナップショット V - VOL の削除指示が与えられると、スナップショット管理プログラム 43 (図 5) のスナップショット削除処理サブプログラム 53 (図 5) に基づき、このフローチャートに示す処理手順に従って、指定されたスナップショット V - VOL の削除処理を実行する。

【0091】

すなわち CPU 21 は、スナップショット V - VOL の削除指示が与えられると、このスナップショット削除処理を開始し (SP60)、まず、スナップショット管理プログラム 43 内のスナップショット配置テーブル 59 (図 8) を参照して、そのスナップショット V - VOL の差分データが格納されている対応する差分ボリューム D - VOL を検出する (SP61)。

【0092】

続いて CPU 21 は、検出した差分ボリューム D - VOL を提供するストレージ装置 $15_{n+1} \sim 15_{n+m}$ にマッピングテーブル 60, 61 (図 9, 図 10) の読出し要求を発行して、これを差分ボリューム D - VOL から読み出させ (SP62)、この後この読み出させたマッピングテーブル 60, 61 上から削除対象のスナップショット V - VOL の登録を解除する (SP63)。具体的に、CPU 21 は、かかるマッピングテーブル 60, 61 から削除対象のスナップショット V - VOL に関するデータをすべて削除する。

【0093】

次いで CPU 21 は、そのマッピングテーブル 60, 61 における各 CoW ビットマップフィールド 60A, 61A にそれぞれ格納された各 CoW ビットマップについて、削除対象のスナップショット V - VOL と対応するビットをそれぞれ「0」に設定し (SP64)、この後このマッピングテーブル 60, 61 を対応するストレージ装置 $15_{n+1} \sim 15_{n+m}$ に送信することにより元の差分ボリューム D - VOL に書き戻させる (SP65)。

【0094】

その後 CPU 21 は、スナップショット配置テーブル 59 に基づいて、より新しい差分ボリューム D - VOL である次の差分ボリューム D - VOL が存在するか否かを判断する (SP66)。そして、削除対象のスナップショット V - VOL が最新のものでない場合には、この判断において肯定結果が得られる (SP66: YES)。そこで、このとき CPU 21 は、かかる次の差分ボリューム D - VOL を保持するストレージ装置 $15_{n+1} \sim 15_{n+m}$ にマッピングテーブル 61 の読出し要求を発行して、差分ボリューム D - VOL からこのマッピングテーブル 61 を読み出させる (SP67)。

【0095】

続いて CPU 21 は、このマッピングテーブル 61 の引継ぎフィールド 61C に格納されたブロックアドレスを必要に応じて更新し (SP68)、その後対応するストレージ装置 $15_{n+1} \sim 15_{n+m}$ にこのマッピングテーブル 61 を送信することにより、当該マッピングテーブル 61 を元の差分ボリューム D - VOL に書き戻させる (SP69)。そして C

10

20

30

40

50

CPU 21は、この後関連するすべてのマッピングテーブル61を更新し終わるまで、より新しい差分ボリュームD-VOLに対して同様の処理を順次繰り返す(S P 66 ~ S P 69 - S P 66)。

【0096】

そしてCPU 21は、やがて関連するすべてのマッピングテーブル60, 61を更新し終わることにより、ステップS P 66において肯定結果を得ると(S P 66 : YES)、スナップショット管理プログラム43のCOW要求管理テーブル57及び空きブロック管理テーブル58を更新する(S P 70)。具体的に、CPU 21は、COW要求管理テーブル57については、運用ボリュームP-VOL上のブロック毎に、更新後の各マッピングテーブル60, 61上のCOWビットマップのすべてのビットの論理和をとり、その結果をCOW要求管理テーブル57の対応するCOW要求フィールド57Aにそれぞれ格納する。またCPU 21は、空きブロック管理テーブル58については、削除対象のスナップショットV-VOLの差分データが格納されていた差分ボリュームD-VOL上のブロックと対応する利用状況フィールド58Aに格納された値を「0」から「1」に変更する。

10

【0097】

続いてCPU 21は、スナップショット配置テーブル59から削除対象のスナップショットV-VOLのエントリを削除し(S P 71)、この後このスナップショット削除処理を終了する(S P 72)。

【0098】

(3-5) 差分ボリューム切断処理

本実施の形態によるストレージシステム10の場合、差分ボリュームD-VOLに一定時間アクセスがない場合や、サーバ管理者が指示した場合又は障害発生時などに、対象となる差分ボリュームD-VOLとそれ以前の差分ボリュームD-VOLとに対応付けられているスナップショットV-VOLがすべてアクセス不能に設定され、その後これらの差分ボリュームD-VOLを提供する各ストレージ装置15_{n+1} ~ 15_{n+m}の運転が停止される。この場合において、運用ボリュームP-VOLや現在の差分データの退避先となっている差分ボリュームD-VOLは切断の対象とすることはできない。

20

【0099】

図22は、このような差分ボリューム切断処理に関するNASサーバ装置13のCPU 21の処理内容を示すフローチャートである。また図23は、差分ボリューム切断処理の流れを示す。CPU 21は、スナップショット管理プログラム43(図5)の差分ボリューム停止サブプログラム55に基づき、このフローチャートに示す処理手順に従って、かかる差分ボリューム切断処理を実行する。

30

【0100】

すなわちCPU 21は、差分ボリュームD-VOLに一定時間アクセスがない場合や、サーバ管理者が指示した場合又は障害が発生した場合などの現在の差分ボリュームD-VOL以外の差分ボリュームD-VOLを切断(その差分ボリュームD-VOLを提供するストレージ装置15_{n+1} ~ 15_{n+m}の稼働を停止)すべき所定状態となると、この差分ボリューム切断処理を開始し(S P 80)、まず、スナップショット管理プログラム43におけるスナップショット配置テーブル59(図8)の先頭のエントリを選択し(S P 81)、その後このエントリのスナップショットV-VOLをアクセス不能な状態に内部的に設定する(S P 82)。

40

【0101】

続いてCPU 21は、アクセス不能な状態に設定したスナップショットV-VOLと対応付けられている差分ボリュームD-VOLの差分ボリューム番号が、そのとき対象とする差分ボリュームD-VOLの差分ボリューム番号よりも大きいか否かを判断する(S P 83)。ここで言う「対象とする差分ボリュームD-VOL」とは、例えば一定時間アクセスがなかったスナップショットV-VOLと対応付けられた差分ボリュームD-VOLや、サーバ管理者が切断を指示した差分ボリュームD-VOL又は障害が発生したストレ

50

ージ装置 15_{n+1} ~ 15_{n+m}が提供する差分ボリューム D - VOLなどを指す。

【0102】

そしてCPU 21は、かかる判断において否定結果を得ると(S P 83 : NO)、スナップショット管理テーブル43上の次のエントリを選択し(S P 84)、この後このエントリやこれ以降のエントリについて同様の処理を繰り返す(S P 82 ~ S P 84 - S P 82)。

【0103】

そしてCPU 21は、やがてスナップショット配置テーブル59上において、最初に登録されたエントリから対象とする差分ボリューム D - VOLと対応付けられたエントリまでのすべてのエントリのスナップショット V - VOLをアクセス不能な状態に設定し終えることによりステップ S P 83において肯定結果を得ると(S P 83 : YES)、運転制御装置 16(図4)に対して、差分ボリューム番号が1番の差分ボリューム D - VOLから対象とする差分ボリューム D - VOLまでのすべての差分ボリューム D - VOLを切断するように、つまりこれらの差分ボリューム D - VOLをそれぞれ提供する各ストレージ装置 15_{n+1} ~ 15_{n+m}の運転を停止させるように指示を与える(S P 85)。

【0104】

この結果、運転制御装置 16は、これらのストレージ装置 15_{n+1} ~ 15_{n+m}を制御してその運転を停止させる。なお、ここで言う「運転の停止」とは、物理的な電源停止だけでなく、バスの接続の有無などによる停止も含まれる。例えば、各ストレージ装置 15_{n+1} ~ 15_{n+m}がそれぞれ異なる筐体に配置されている場合には、各筐体の電源オフによる停止や、接続の有無などがある。また各ストレージ装置 15_{n+1} ~ 15_{n+m}が1筐体内にまとめて配置されている場合であって、ブレードサーバのように電源が個々に配置される場合は、上記各ストレージ装置 15_{n+1} ~ 15_{n+m}がそれぞれ異なる筐体に配置されている場合と同様であり、電源を共有しているような場合には、バスの接続の有無等によるアクセス不可能な状態などがある。

【0105】

そしてCPU 21は、この後この差分ボリューム切断処理を終了する(S P 86)。

【0106】

(3 - 6) 差分ボリューム起動処理

例えば、上述のように切断した差分ボリューム D - VOLに対してアクセスがあった場合や、サーバ管理者が指示した場合などに、かかる切断した差分ボリューム D - VOLの運転を再開する場合は、差分ボリューム切断処理と逆に運転制御装置 16にその差分ボリューム D - VOLの起動を指示して当該差分ボリューム D - VOLの運転を再開させた後に、対象とする差分ボリューム D - VOLと対応付けられているスナップショット V - VOLをアクセス可能にする差分ボリューム起動処理を実行する。対象とする差分ボリューム D - VOLよりも新しい差分ボリューム D - VOLが停止している場合には、スナップショット V - VOLは引き続きアクセス不能のままとなる。

【0107】

図24は、このような差分ボリューム起動処理に関するNASサーバ装置 13のCPU 21の処理内容を示すフローチャートである。また図25は、このような差分ボリューム起動処理の流れを示している。CPU 21は、スナップショット管理プログラム43(図5)の差分ボリューム起動サブプログラム56に基づき、このフローチャートに示す処理手順に従って、かかる差分ボリューム起動処理を実行する。

【0108】

すなわちCPU 21は、差分ボリューム D - VOLにアクセスがあった場合や、サーバ管理者が指示した場合又は障害が回復した場合など、上述のように切断している差分ボリューム D - VOLを起動(その差分ボリューム D - VOLを提供するストレージ装置 15_{n+1} ~ 15_{n+m}の稼働を再開)すべき所定状態となると、この差分ボリューム起動処理を開始し(S P 90)、まず、運転制御装置 16(図4)に対象とする差分ボリューム D - VOLの運転を再開すべき指示を与える(S P 91)。

【 0 1 0 9 】

続いてCPU 21は、スナップショット管理プログラム43におけるスナップショット配置テーブル59(図8)の最後のエントリを選択し(SP 92)、このエントリのスナップショットV-VOLと対応付けられた差分ボリュームD-VOLの差分ボリューム番号が、対象とする差分ボリュームD-VOLよりも小さいか否かを判断する(SP 93)。

【 0 1 1 0 】

CPU 21は、この判断において否定結果を得ると(SP 93:NO)、ステップSP 92において選択したエントリの差分ボリュームD-VOLが運転状態であるか否かを判断する(SP 94)。そしてCPU 21は、この判断において肯定結果を得ると(SP 94:YES)、ステップSP 92において選択したエントリのスナップショットV-VOLをアクセス可能な状態に内部的に設定する(SP 95)。

10

【 0 1 1 1 】

続いてCPU 21は、スナップショット管理テーブル43上の次のエントリを選択し(SP 96)、その後このエントリやこれ以前のエントリについて同様の処理を繰り返す(SP 93~SP 96-SP 93)。

【 0 1 1 2 】

そしてCPU 21は、やがてスナップショット配置テーブル59上において、最後に登録されたエントリから対象とする差分ボリュームD-VOLと対応付けられたエントリまでのすべてのエントリのスナップショットV-VOLをアクセス可能に内部的に設定し終えることにより、ステップSP 93において肯定結果を得(SP 93:YES)、又はステップSP 92において選択したエントリの差分ボリュームD-VOLが運転していないことによりステップSP 94において否定結果を得ると(SP 94:NO)、この差分ボリューム切断処理を終了する(SP 97)。

20

【 0 1 1 3 】

(4) 本実施の形態の効果

以上の構成において、NASサーバ装置13は、スナップショットサービス用のストレージ装置15_{n+1}~15_{n+m}毎にそれぞれ1つの差分ボリュームD-VOLを設定すると共に、差分ボリュームD-VOL毎にマッピングテーブル60,61を作成し、これらマッピングテーブル60,61に基づいて、それぞれ対応する差分ボリュームD-VOLと対応付けられたスナップショットV-VOLを管理する。

30

【 0 1 1 4 】

従って、このストレージシステム10では、最新のマッピングテーブル60,61にアクセスすることで、現在のスナップショットV-VOLに関する差分データの退避とその管理情報の記録とを行うことができる。

【 0 1 1 5 】

この場合において、このストレージシステム10では、保持するスナップショット数に拘わりなく、個々のマッピングテーブル60,61の規模を常に所望の大きさに抑えることができるため、マッピングテーブルへのアクセスについてのオーバーヘッドが少なく、当該オーバーヘッドによる書込み速度の低下及びこれに起因するシステム全体の性能劣化を有効に防止することができる。

40

【 0 1 1 6 】

また、このストレージシステム10では、2番目以降の各マッピングテーブル61に、前のマッピングテーブル60,61の内容を引き継ぐための引継ぎフィールド61Cを設け、この引継ぎフィールド61Cに必要な情報(ブロックアドレス)を格納するようにしているため、マッピングテーブル単位でのスナップショットV-VOLの管理が可能となり、例えば回線障害などにより現在のスナップショットV-VOLに不整合が生じた場合においても、その影響が他のマッピングテーブル60,61により管理されている他のスナップショットV-VOLにまで及ばず、従ってスナップショットの運用を継続することができる。

50

【 0 1 1 7 】

従って、このストレージシステム 1 0 によれば、スナップショットを多数保持する場合においても、マッピングテーブル 6 0 , 6 1 にアクセスする際のオーバヘッドによる性能劣化を防止し得、またストレージシステムとして高い信頼性を得ることができる。

【 0 1 1 8 】

(5) 他の実施の形態

なお上述の実施の形態においては、本発明を N A S サーバ装置 1 3 に適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、スナップショットを管理するこの他種々のスナップショット管理装置に広く適用することができる。

【 0 1 1 9 】

また上述の実施の形態においては、スナップショットサービス用のストレージ装置 1 5_{n+1} ~ 1 5_{n+m} の 1 つにつき 1 つの差分ボリューム D - V O L を設定するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、1 つのストレージ装置 1 5_{n+1} ~ 1 5_{n+m} に対して複数の差分ボリューム D - V O L を設定すると共に、これら差分ボリューム D - V O L 毎にマッピングテーブル 6 0 , 6 1 をそれぞれ作成するようにしても良い。

【 0 1 2 0 】

さらに上述の実施の形態においては、差分ボリューム切断処理時において、単に該当する差分ボリューム D - V O L を保持するストレージ装置 1 5_{n+1} ~ 1 5_{n+m} の運転を停止させるようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば、この際にそのストレージ装置 1 5_{n+1} ~ 1 5_{n+m} が保持している差分ボリューム D - V O L 内の差分データのコピーを N A S サーバ装置 1 3 や運転を停止させないストレージ装置 1 5_{n+1} ~ 1 5_{n+m} において一時的に保持するようにするようにしても良い。このようにすることによって、必要時に運転を再開させるストレージ装置 1 5_{n+1} ~ 1 5_{n+m} の数を減らすことができる。その場合、かかる差分データのコピーは、スナップショット V - V O L の参照が完了した時点で廃棄するようにすれば良い。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 1 2 1 】

本発明は N A S サーバ装置のほか、スナップショットを管理するこの他種々のスナップショット管理装置に広く適用することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 2 2 】

【 図 1 】 従来のスナップショット管理方式の説明に供する概念図である。

【 図 2 】 本実施の形態によるスナップショット管理方式の概略説明に供する概念図である。

【 図 3 】 本実施の形態によるスナップショット管理方式の概略説明に供する概念図である。

【 図 4 】 本実施の形態によるストレージシステムの構成を示すブロック図である。

【 図 5 】 スナップショット管理プログラムの説明に供する概念図である。

【 図 6 】 C o W 要求管理テーブルの説明に供する図表である。

【 図 7 】 空きブロック管理テーブルの説明に供する図表である。

【 図 8 】 スナップショット配置テーブルの説明に供する図表である。

【 図 9 】 マッピングテーブルの説明に供する図表である。

【 図 1 0 】 マッピングテーブルの説明に供する図表である。

【 図 1 1 】 書き込み処理の説明に供するフローチャートである。

【 図 1 2 】 書き込み処理の説明に供する概念図である。

【 図 1 3 】 書き込み処理の説明に供する概念図である。

【 図 1 4 】 差分ボリューム切替え処理の説明に供するフローチャートである。

【 図 1 5 】 差分ボリューム切替え処理の説明に供する概念図である。

【 図 1 6 】 差分ボリューム切替え処理の説明に供する概念図である。

【 図 1 7 】 読出し処理の説明に供するフローチャートである。

10

20

30

40

50

- 【図18】 読出し処理の説明に供する概念図である。
- 【図19】 スナップショット生成処理の説明に供するフローチャートである。
- 【図20】 スナップショット生成処理の説明に供する概念図である。
- 【図21】 スナップショット削除処理の説明に供するフローチャートである。
- 【図22】 差分ボリューム切断処理の説明に供するフローチャートである。
- 【図23】 差分ボリューム切断処理の説明に供する概念図である。
- 【図24】 差分ボリューム起動処理の説明に供するフローチャートである。
- 【図25】 差分ボリューム起動処理の説明に供する概念図である。

【符号の説明】

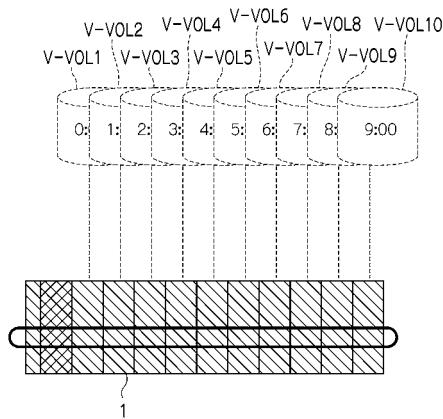
【0123】

10ストレージシステム、 11クライアント装置、 13NASサーバ装置、 15, 15_{n+1} ~ 15_{n+m}ストレージ装置、 16運転制御装置、 21CPU、 22メモリ、 30ディスクユニット、 40ファイルサーバプログラム、 41データ保護プログラム、 42ファイルシステム処理プログラム、 43スナップショット管理プログラム、 50書込み処理サブプログラム、 51読出し処理サブプログラム、 52スナップショット生成サブプログラム、 53スナップショット削除サブプログラム、 54差分ボリューム切替えサブプログラム、 55差分ボリューム停止サブプログラム、 56差分ボリューム起動サブプログラム、 57C o W要求管理テーブル、 58空きブロック管理テーブル、 59スナップショット配置テーブル、 D - V O L差分ボリューム、 P - V O L運用ボリューム、 V - V O Lスナップショット。

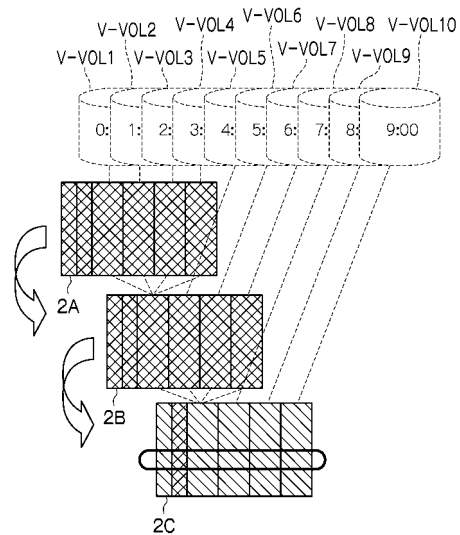
10

20

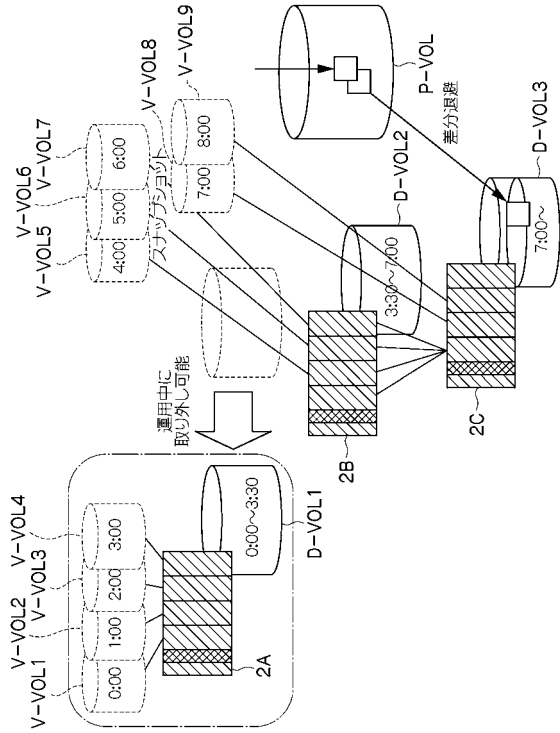
【図1】



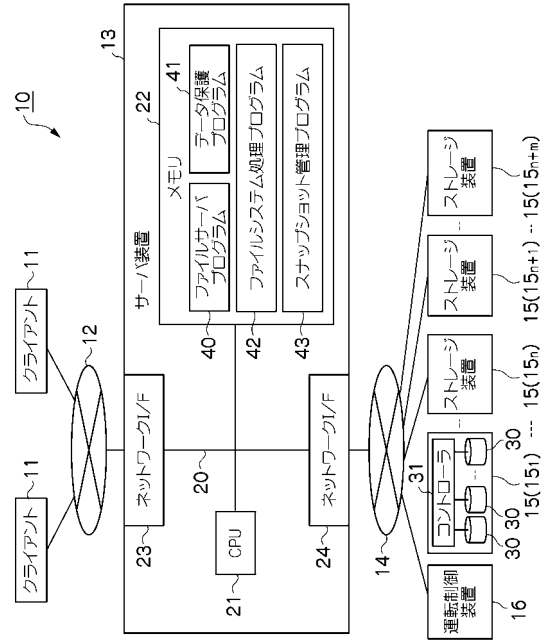
【図2】



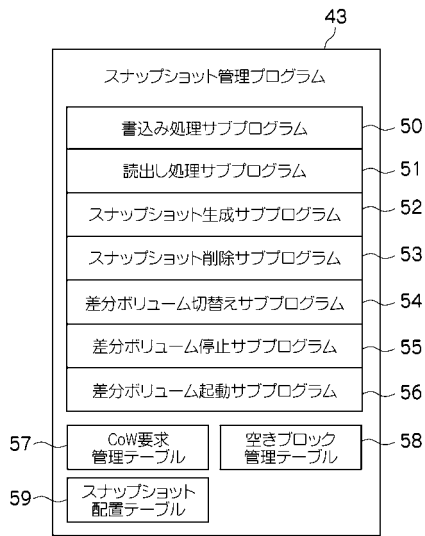
【図3】



【図4】



【図5】



【図7】

| ブロックアドレス | 利用状況 |
|----------|------|
| 0 | 0 |
| 1 | 1 |
| 2 | 0 |
| : | : |
| p-1 | 1 |

58A 58

【図8】

| スナップショット番号 | 差分ボリューム番号 |
|------------|-----------|
| 1 | 1 |
| 2 | 1 |
| 3 | 2 |
| : | : |
| n | p |

59A 59

【図6】

| ブロックアドレス | CoW要求 |
|----------|-------|
| 0 | 0 |
| 1 | 0 |
| 2 | 0 |
| : | : |
| k-1 | 1 |

57A 57

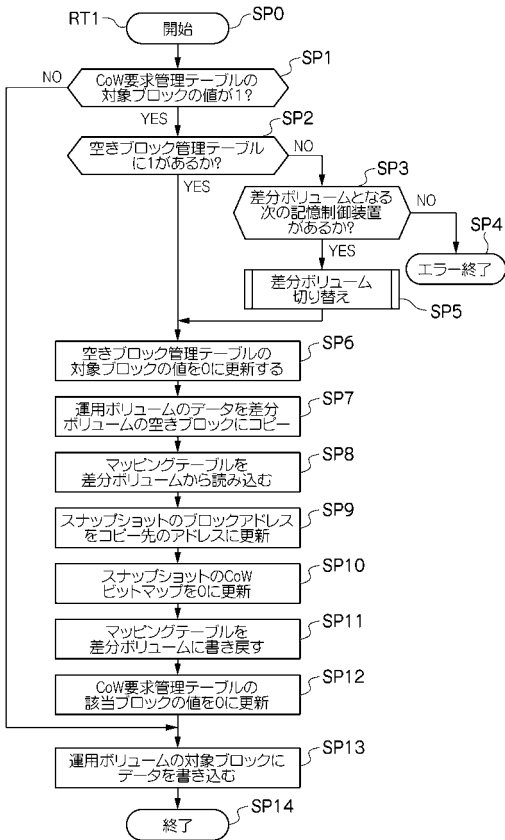
【図9】

| | | | | | |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----|-----------|
| ブロックアドレス | CoWビットマップ | スナップショット1 | スナップショット2 | ... | スナップショットM |
| 0 | 00...0 | 0 | 0 | ... | 0 |
| 1 | 00...0 | 1 | 2 | ... | 3 |
| 2 | 10...0 | なし | 4 | ... | なし |
| : | : | : | : | ... | : |
| k-1 | 11...1 | なし | なし | ... | なし |

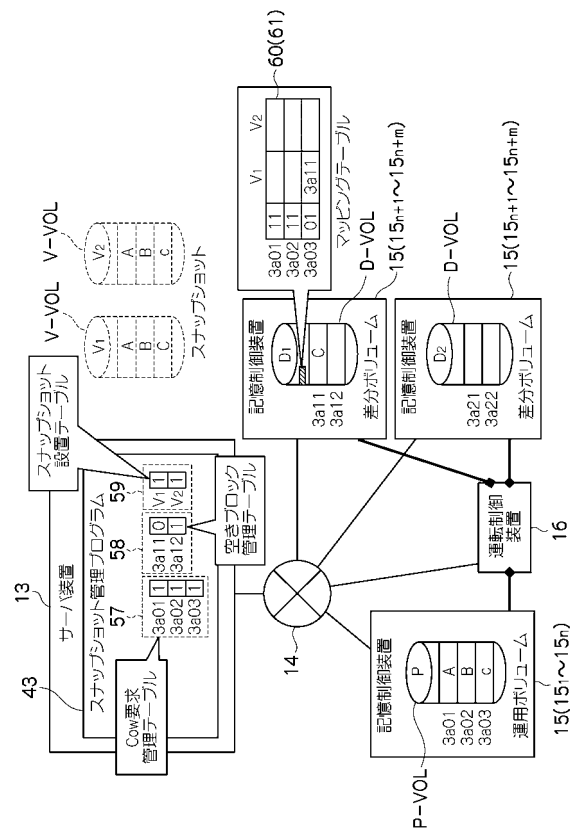
【図10】

| | | | | | |
|----------|-----------|-----|-------------|-----|-----------|
| ブロックアドレス | CoWビットマップ | 引継ぎ | スナップショットM+1 | ... | スナップショットN |
| 0 | 00...0 | なし | 101 | ... | 101 |
| 1 | 00...0 | なし | 102 | ... | 103 |
| 2 | 10...0 | 100 | 100 | ... | 100 |
| : | : | : | : | ... | : |
| k-1 | 11...1 | なし | なし | ... | なし |

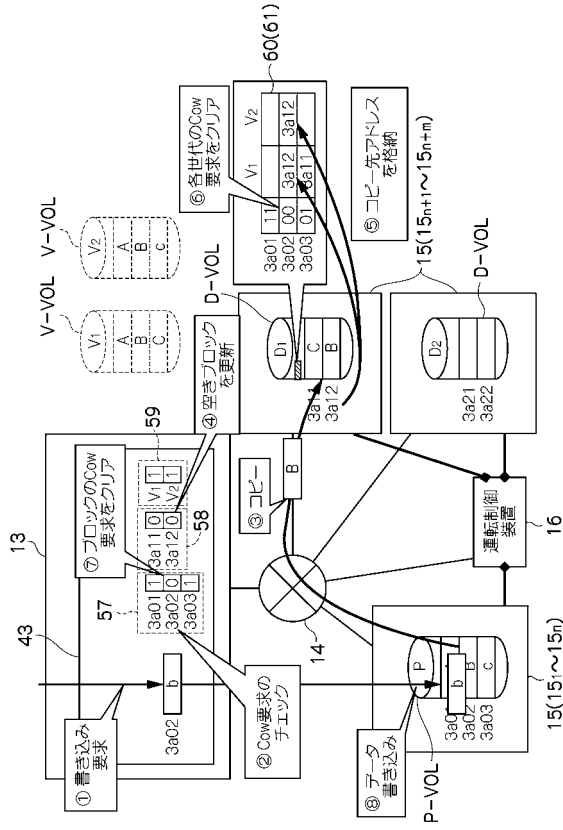
【図11】



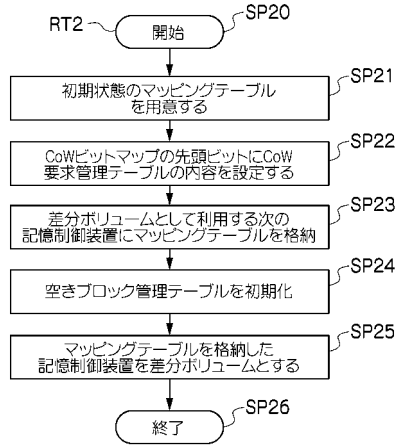
【図12】



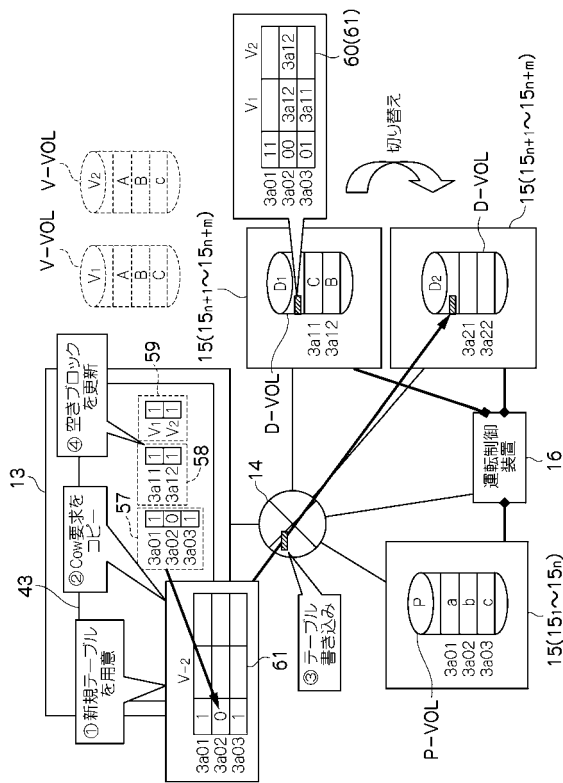
【図13】



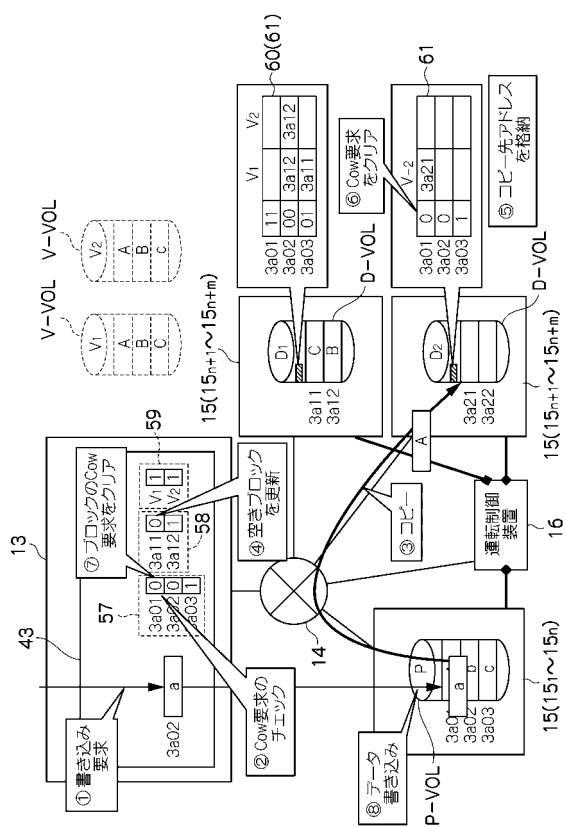
【図14】



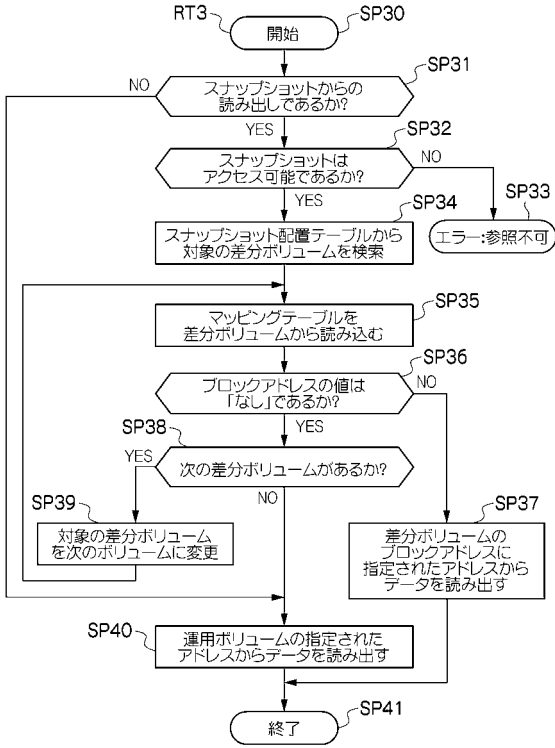
【図15】



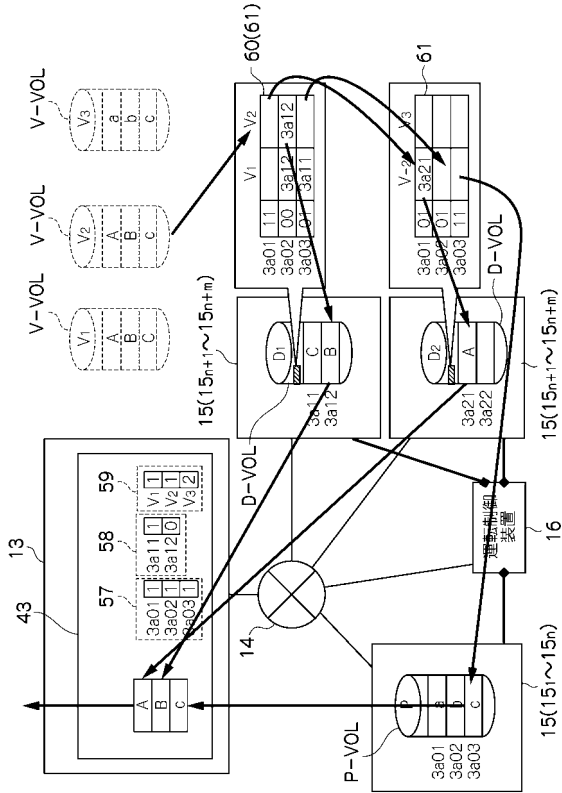
【図16】



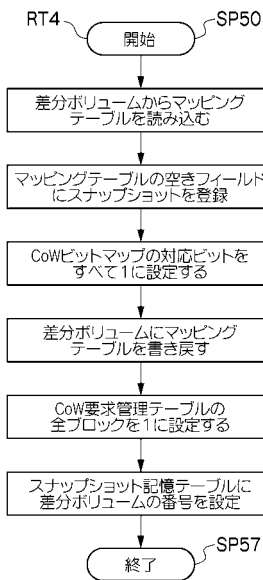
【図17】



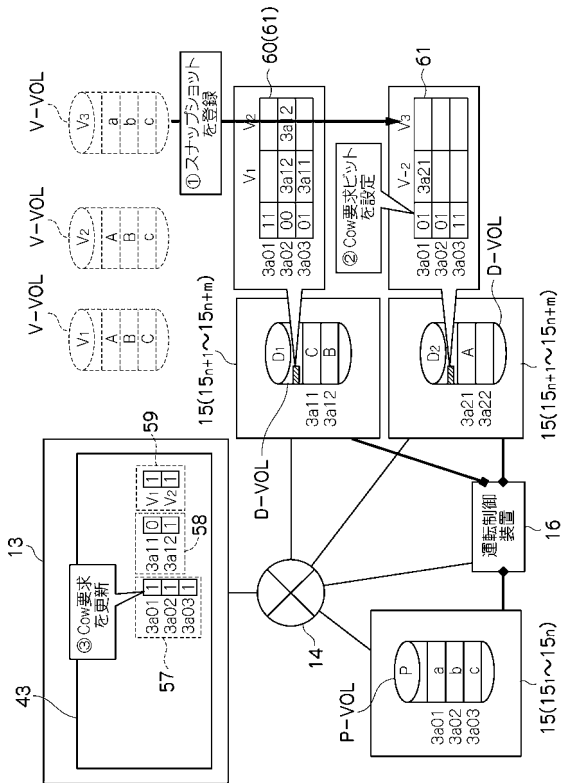
【図18】



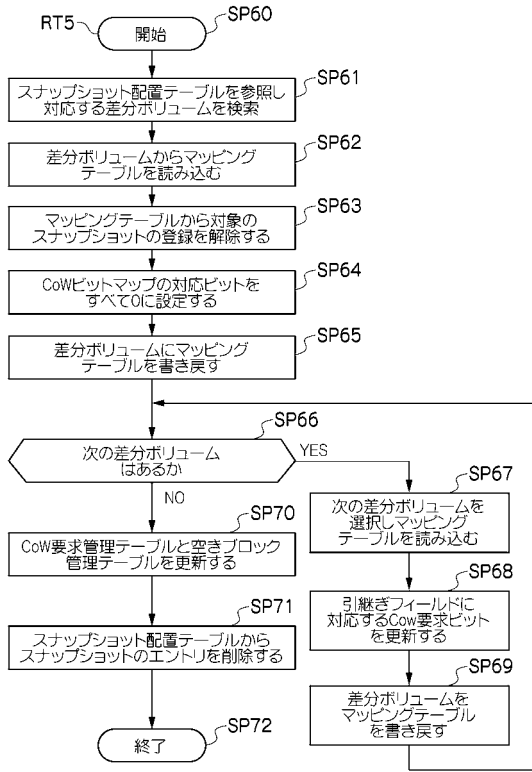
【図19】



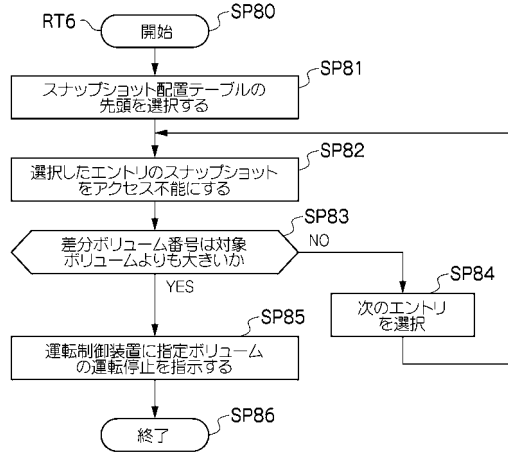
【図20】



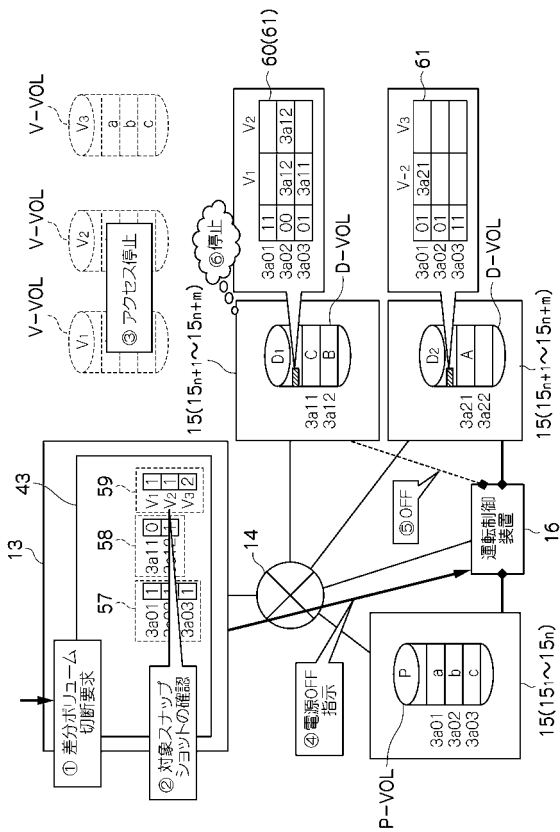
【図 2 1】



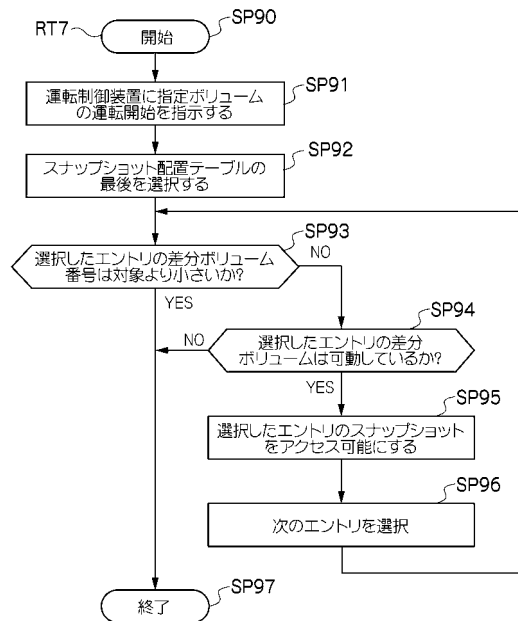
【図 2 2】



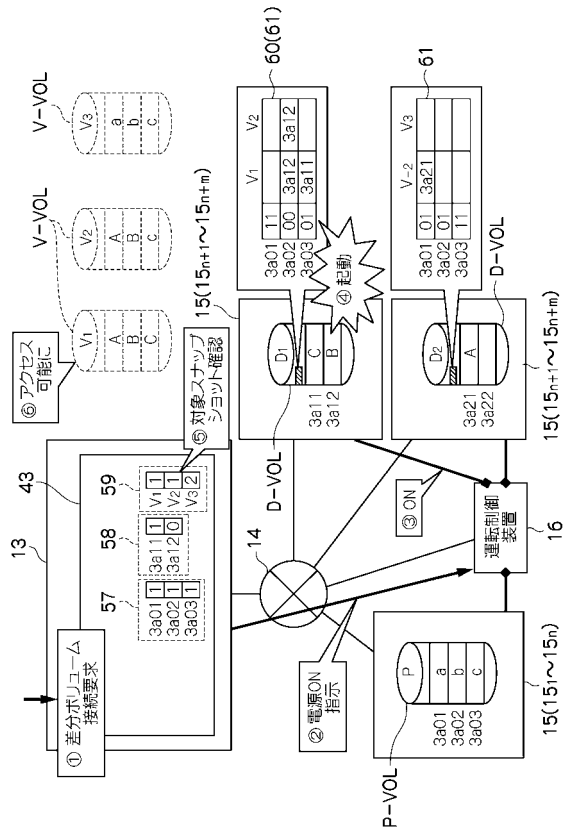
【図 2 3】



【図 2 4】



【 図 25 】



フロントページの続き

(72)発明者 藤井 直大

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

(72)発明者 上田 尚人

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

審査官 田川 泰宏

(56)参考文献 特開2004-342050(JP,A)

特開2004-013786(JP,A)

特開2001-051882(JP,A)

特開2005-250676(JP,A)

特開2002-207642(JP,A)

特開2005-157710(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 12/00

G06F 3/06