

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5532980号  
(P5532980)

(45) 発行日 平成26年6月25日(2014.6.25)

(24) 登録日 平成26年5月9日(2014.5.9)

(51) Int. Cl. F 1  
**G 0 6 F 13/10 (2006.01)** G O 6 F 13/10 3 4 O A  
**G 0 6 F 3/06 (2006.01)** G O 6 F 3/06 3 O 2 A

請求項の数 4 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2010-20725 (P2010-20725)	(73) 特許権者	000005223 富士通株式会社
(22) 出願日	平成22年2月1日(2010.2.1)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(65) 公開番号	特開2011-159132 (P2011-159132A)	(74) 代理人	100089118 弁理士 酒井 宏明
(43) 公開日	平成23年8月18日(2011.8.18)	(72) 発明者	竹内 利明 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 株式会社富士通コンピュータテクノロジーズ内
審査請求日	平成24年10月1日(2012.10.1)	(72) 発明者	坂元 真和 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 株式会社富士通コンピュータテクノロジーズ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スイッチ装置、スイッチ制御方法、及びストレージシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の記憶装置を用いて構成される仮想の記憶媒体である仮想ディスクから他の前記仮想ディスクへデータを移行するデータ移行部と、

前記データの移行が行われた場合、自装置に接続されている計算装置に、前記データを記憶する仮想ディスクの状態変更を通知する変更通知部と、

前記状態変更の通知を受けた前記計算装置からデータの移行先の仮想ディスクのコマンドキューイング数の設定の要求を受けて、前記データの移行先の仮想ディスクを構成する前記記憶装置のそれぞれが格納できる処理待ちの命令の数の上限値であるコマンドキューイング数を前記記憶装置毎にそれぞれ取得するキュー数取得部と、

前記データの移行先の前記仮想ディスクを構成する前記記憶装置の前記コマンドキューイング数のうちの最小値を最小キュー数として選択する最小キュー数選択部と、

前記キュー数設定部により選択された前記最小キュー数を、当該最小キュー数が選択された記憶装置が構成する前記仮想ディスクのコマンドキューイング数として前記データの移行先の仮想ディスク毎に設定するキュー数設定部と

を備えることを特徴とするスイッチ装置。

【請求項2】

複数の記憶装置を用いて構成される仮想の記憶媒体である仮想ディスクから他の前記仮想ディスクへデータを移行し、

前記データの移行が行われた場合、自装置に接続されている計算装置に、前記データを

記憶する前記仮想ディスクの状態変更を通知し、

前記状態変更の通知を受けた前記計算装置からデータの移行先の仮想ディスクのコマンドキューイング数の設定の要求を受け、

前記要求を受けて、前記データの移行先の仮想ディスクを構成する前記記憶装置のそれぞれが格納できる処理待ちの命令の数の上限値であるコマンドキューイング数を前記記憶装置毎にそれぞれ取得し、

前記データの移行先の仮想ディスクを構成する前記記憶装置の前記コマンドキューイング数のうちの最小値を最小キュー数として選択し、

選択された前記最小キュー数を、当該最小キュー数が選択された記憶装置が構成する仮想ディスクのコマンドキューイング数として前記データの移行先の仮想ディスク毎に設定する

10

ことを特徴とするスイッチ制御方法。

【請求項3】

計算装置、スイッチ装置、及び複数の記憶装置を有するストレージシステムであって、  
前記計算装置は、前記記憶装置に対するデータの読み書きの命令を前記スイッチ装置へ出力するコマンド出力部を備え、

前記スイッチ装置は、

複数の記憶装置を用いて構成される仮想の記憶媒体である仮想ディスクから他の前記仮想ディスクへデータを移行するデータ移行部と、

前記データの移行が行われた場合、自装置に接続されている計算装置に、前記データを記憶する仮想ディスクの状態変更を通知する変更通知部と、

20

前記状態変更の通知を受けた前記計算装置からデータの移行先の仮想ディスクのコマンドキューイング数の設定の要求を受けて、前記データの移行先の仮想ディスクを構成する前記記憶装置のそれぞれが格納できる処理待ちの命令の数の上限値であるコマンドキューイング数を前記記憶装置毎にそれぞれ取得するキュー数取得部と、

前記データの移行先の前記仮想ディスクを構成する前記記憶装置の前記コマンドキューイング数のうちの最小値を最小キュー数として選択する最小キュー数選択部と、

前記キュー数設定部により選択された前記最小キュー数を、当該最小キュー数が選択された記憶装置が構成する前記仮想ディスクのコマンドキューイング数として前記データの移行先の仮想ディスク毎に設定するキュー数設定部とを備え、

30

前記記憶装置は、

入力された前記命令を格納する命令格納部と、

前記格納された前記命令を順次処理する処理実行部とを備え、

前記コマンド出力部は、前記設定されたコマンドキューイング数を各前記仮想ディスクの処理待ちの前記命令の数の上限として、前記命令を出力する

ことを特徴とするストレージシステム。

【請求項4】

スイッチ装置を介して計算装置に接続される複数の記憶装置を有するストレージ装置であって、

前記スイッチ装置は、

複数の記憶装置を用いて構成される仮想の記憶媒体である仮想ディスクから他の前記仮想ディスクへデータを移行するデータ移行部と、

40

前記データの移行が行われた場合、自装置に接続されている計算装置に、前記データを記憶する仮想ディスクの状態変更を通知する変更通知部と、

前記状態変更の通知を受けた前記計算装置からデータの移行先の仮想ディスクのコマンドキューイング数の設定の要求を受けて、前記データの移行先の仮想ディスクを構成する前記記憶装置のそれぞれが格納できる処理待ちの命令の数の上限値であるコマンドキューイング数を前記記憶装置毎にそれぞれ取得するキュー数取得部と、

前記データの移行先の前記仮想ディスクを構成する前記記憶装置の前記コマンドキューイング数のうちの最小値を最小キュー数として選択する最小キュー数選択部と、

50

前記キュー数設定部により選択された前記最小キュー数を、当該最小キュー数が選択された記憶装置が構成する前記仮想ディスクのコマンドキューイング数として前記データの移行先の仮想ディスク毎に設定するキュー数設定部とを備え、

前記記憶装置は、

前記計算装置から前記スイッチ装置を經由して入力された前記記憶装置に対するデータの読み書きの命令を格納する命令格納部と、

前記格納された前記命令を順次処理する処理実行部とを備える

ことを特徴とするストレージ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、スイッチ装置、スイッチ制御方法、及びストレージシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、複数の記憶媒体を用いて大容量のデータ記憶を実現するストレージシステムが一般的になっている。このストレージシステムには、例えばストレージエリアネットワーク（Storage Area Network：SAN）と呼ばれるものがある。ストレージシステムでは、計算装置と記憶装置との間に、スイッチ装置（以下では単に「スイッチ」と呼ぶ。）やケーブルなどによるネットワークが構築される。この計算装置は、例えばデータを処理するサーバなどであり、ホストとも呼ばれる。また、記憶装置はハードディスクなどの記憶媒体を有する装置であり、ストレージ装置とも呼ばれる。そして、データやコマンドを含むフレームが計算装置と記憶装置の間のネットワーク上で送受信されることにより、データの書き込みや読み出しが行われる。このとき、計算装置は、イニシエータとして、データの書き込みまたは読み出しのターゲットとなる記憶装置へコマンドを送信する。すなわち、計算装置がストレージシステム内の処理を主導しており、記憶装置は受動的に動作する。

20

【0003】

また、近年では、計算装置とストレージ装置との間のデータの送受信を光で行うために、ファイバチャネル（Fibre Channel：FC）が接続ケーブルとして使われることもある。ファイバチャネルを用いた場合、計算装置には、データの光伝送の送受信のポートを有するHost Bus Adapter（HBA）が配置される。またストレージ装置には、Channel Adapter（CA）が設けられており、このCAを介してデータの光伝送の送受信が行われる。このファイバチャネルを用いた構成に用いられるスイッチは特に、ファイバチャネルスイッチ（FCスイッチ）と呼ばれる。

30

【0004】

さらに、FCスイッチの中でも、物理的な記憶媒体である物理ディスクを仮想化して1つ又は複数の仮想ディスクを構成する機能を備えた仮想化FCスイッチが提案されている。具体的には、仮想化FCスイッチは、自装置に接続されたストレージ装置の任意の記憶領域を仮想ディスクとして構成する。そして、仮想化FCスイッチは、構成した仮想ディスクを仮想ターゲット（Virtual Target：VT）を通してホストに提供する機能を有する。ここで、1つの仮想ターゲットによって提供される複数の仮想ディスクを集めた構成を「仮想ストレージ」という。以下では、単にストレージ装置といった場合、物理的なストレージ装置を指すものとする。また、仮想化FCスイッチには、稼働中の仮想ディスクから他の仮想ディスクへデータを移行する機能を有するものも提案されている。

40

【0005】

ここで、ストレージ装置は、一般的にI/O性能を上げるために計算装置から複数のコマンドを同時に受け付け、その受け付けたコマンドを待ち行列に入れる機能を有する。これをコマンドキューイングという。ここで、I/O性能とは、例えばデータの入出力の性能を指す。図8は、コマンドキューイングを説明するための図である。また、図9は、コマンドキューイング時のシーケンス図である。図9の縦軸は図面に向かって左側から、ホスト2、CA303、キャッシュメモリ301、ディスク302の経時的な動作を表してい

50

る。また、各縦軸はいずれも図面の下に向かって時間が経過していることを表している。また、ディスク302、キャッシュメモリ301、及びCA303は記憶装置であるストレージ3に含まれる。

【0006】

図8において、ホスト2からディスクのブロックAという領域のデータの読み出しコマンド(Read コマンド)を発行した(ステップS301)場合を説明する。この場合、キャッシュメモリ301に要求されたデータがなければ、ストレージ3は、ブロックAのデータをディスク302から読み出してキャッシュメモリ301に記憶させる(ステップS302)。その後、ストレージ3は、キャッシュメモリ301が記憶したデータをホスト2に転送する(ステップS305)。そのため、ストレージ3からホスト2にブロックAのデータが送られるまでに、データを読み込んでキャッシュメモリ301に記憶させる間の待ち時間ができてしまう。

10

【0007】

そこで、ブロックAのデータをディスク302から読み出している間(ステップS302)に、ホスト2はディスク302の別の領域であるブロックBへの書き込みコマンド(Write コマンド)を発行する(ステップS303)。書き込みコマンドのデータは、まずキャッシュメモリ301に記憶される。このように、書き込みコマンドの処理は、ハードディスクからの読み出しの必要が無いので、ブロックAのデータの読み出しを待つことなく直ちに実行される(ステップS304)。

【0008】

さらに、図9を参照してコマンドキューイングの各装置の動作を時系列的に説明する。ホスト2は、CA303に対して読み出しコマンドを送信する(ステップS401)。CA303は、キャッシュメモリ301に対して読み出しコマンドを送信する(ステップS402)。この時、キャッシュメモリ301に要求されたデータがない場合、すなわちキャッシュミスの場合、CA303は、ディスク302に対しキャッシュメモリ301への読み出しコマンドを送信する(ステップS403)。ここで、ホスト2は、CA303に対し書き込みコマンドを送信する(ステップS404)。すると、CA303を介してキャッシュメモリ301に対しデータが書き込まれる(ステップS405)。そして、書き込みが完了すると、CA303は、書き込み成功の通知をホスト2へ送信する(ステップS406)。この間にCA303は、ステップS403で読み出し要求があったデータをディスク302からキャッシュメモリ301へ送信させ、キャッシュメモリ301に記憶させる(ステップS407)。次に、ストレージ3は、キャッシュメモリ301に記憶されたデータをCA303へ送信する(ステップS408)。CA303は、受信したデータをホスト2へ送信する(ステップS409)。そして、CA303は、ホスト2に対し読み出し成功の通知(全処理完了の通知を含む)を出力する(ステップS410)。以上により、読み出しコマンドがキャッシュメモリ301に対して送られてから(ステップS402)、キャッシュメモリ301に対してデータが書き込まれる(ステップS407)までの時間を有効利用できる。

20

30

【0009】

ここで、格納できる処理待ちの実行命令(コマンド)の上限値であるコマンドキューイング数はストレージ装置によって異なる。「格納」とは処理を実行するまでその実行命令をストレージ装置が記憶しておくことである。また、実行命令とは、ストレージに対し読み書きなどの処理を実行させる命令を指す。操作者は、計算装置に接続する各ストレージ装置のコマンドキューイング数を計算装置のデバイスドライバに設定した後、各ストレージを使用する。

40

【0010】

仮想ストレージでは、ストレージ装置の種別によらず複数種類のストレージ装置の記憶領域を併せて1つの仮想ディスクに見せることができる。この場合、計算装置のデバイスドライバに設定するコマンドキューイングの数は、仮想ディスクを構成する各ストレージ装置のコマンドキューイング数を超えることができない。

50

## 【 0 0 1 1 】

ここで、図 1 0 を参照して、コマンドキューイング数が異なるストレージ 3 a、3 b によって仮想ディスクが構築されている場合の各仮想ディスクのコマンドキューイング数について説明する。図 1 0 はコマンドキューイング数が異なるストレージ装置により構築された仮想ストレージシステムの構成図である。ホスト 2 は、F C スイッチ 1 を介してストレージ 3 a 及びストレージ 3 b とデータの送受信を行う。F C スイッチ 1 は、仮想ストレージシステム 8 0 0 として各仮想ストレージ及び仮想ディスクを管理する。仮想ストレージシステム 8 0 0 は、図 1 0 において点線で囲われて示されている。仮想ディスク 8 0 1、8 0 2 とストレージ 3 a、3 b とを繋ぐ点線は、各仮想ディスクがどのストレージ装置の物理ディスクで構成されているかを示している。

10

## 【 0 0 1 2 】

ここで、ストレージ 3 a のコマンドキューイング数は 3 0、ストレージ 3 b のコマンドキューイング数は 1 0 であるものとする。そうすると、仮想ディスク 8 0 1 は、ストレージ 3 a の物理ディスクで構成されているのでコマンドキューイング数は 3 0 が上限となる。これに対し、仮想ディスク 8 0 2 は、ストレージ 3 b の物理ディスクで構成されているのでコマンドキューイング数は 1 0 が上限となる。このように、仮想ディスクのコマンドキューイング数は、その仮想ディスクを構成するストレージ装置のコマンドキューイング数によって決まるものである。

## 【 0 0 1 3 】

従来、このように異なる性能を有するストレージを管理する技術として、それぞれの専用ストレージ装置の管理方法が定義されている一つの管理ルールを用いて、異なるストレージ装置タイプを有する専用ストレージ装置を管理する技術が提案されている。

20

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 1 4 】

【 特許文献 1 】 特表 2 0 0 6 - 5 2 4 8 6 4 号公報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 1 5 】

ここで、操作者は仮想ディスクを構成するストレージ装置の組み合わせを自由に決めることができる。すなわち、設定可能なコマンドキューイング数は、仮想ディスク毎に異なる場合がある。これに対して従来は、仮想ストレージシステム単位で、仮想ディスクのコマンドキューイング数を設定していた。すなわち、仮想ストレージシステムに含まれる仮想ディスク全体で同一のコマンドキューイング数が設定されていた。このように、従来の方法では、ストレージシステムを構成するストレージ装置のコマンドキューイングの性能を有効活用することは困難であった。

30

## 【 0 0 1 6 】

また、上述した一つの管理ルールを用いて複数の専用ストレージ装置を管理する技術は、物理的なストレージ装置それぞれをそのストレージ装置タイプに合わせて管理する技術である。そのため、この様な技術を用いても、仮想ストレージシステムを構成するストレージ装置のコマンドキューイングの性能の有効活用は困難であった。

40

## 【 0 0 1 7 】

開示の技術は、上記に鑑みてなされたものであって、各仮想ディスクを構成している記憶装置のコマンドキューイング数の最小値を、該仮想ディスクのコマンドキューイング数に自動的に設定するスイッチ装置、スイッチ制御方法、及びストレージシステムを提供することを目的とする。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 1 8 】

本願の開示するスイッチ装置は、一つの態様において、複数の記憶装置を用いて構成される仮想の記憶媒体である仮想ディスクから他の前記仮想ディスクへデータを移行するデ

50

ータ移行部と、前記データの移行が行われた場合、自装置に接続されている計算装置に、前記データを記憶する仮想ディスクの状態変更を通知する変更通知部と、前記状態変更の通知を受けた前記計算装置からデータの移行先の仮想ディスクのコマンドキューイング数の設定の要求を受けて、前記データの移行先の仮想ディスクを構成する前記記憶装置のそれぞれが格納できる処理待ちの命令の数の上限値であるコマンドキューイング数を前記記憶装置毎にそれぞれ取得するキュー数取得部と、前記データの移行先の前記仮想ディスクを構成する前記記憶装置の前記コマンドキューイング数のうちの最小値を最小キュー数として選択する最小キュー数選択部と、前記キュー数設定部により選択された前記最小キュー数を、当該最小キュー数が選択された記憶装置が構成する前記仮想ディスクのコマンドキューイング数として前記データの移行先の仮想ディスク毎に設定するキュー数設定部と

10

【0019】

また、本願の開示するスイッチ制御方法は、一つの態様において、複数の記憶装置を用いて構成される仮想の記憶媒体である仮想ディスクから他の前記仮想ディスクへデータを移行し、前記データの移行が行われた場合、自装置に接続されている計算装置に、前記データを記憶する前記仮想ディスクの状態変更を通知し、前記状態変更の通知を受けた前記計算装置からデータの移行先の仮想ディスクのコマンドキューイング数の設定の要求を受け、前記要求を受けて、前記データの移行先の仮想ディスクを構成する前記記憶装置のそれぞれが格納できる処理待ちの命令の数の上限値であるコマンドキューイング数を前記記憶装置毎にそれぞれ取得し、前記データの移行先の仮想ディスクを構成する前記記憶装置

20

【0020】

また、本願の開示するストレージシステムは、一つの態様において、計算装置、スイッチ装置、及び複数の記憶装置を有するストレージシステムであって、前記計算装置は、前記記憶装置に対するデータの読み書きの命令を前記スイッチ装置へ出力するコマンド出力部を備え、前記スイッチ装置は、複数の記憶装置を用いて構成される仮想の記憶媒体である仮想ディスクから他の前記仮想ディスクへデータを移行するデータ移行部と、前記データの移行が行われた場合、自装置に接続されている計算装置に、前記データを記憶する仮想ディスクの状態変更を通知する変更通知部と、前記状態変更の通知を受けた前記計算装置からデータの移行先の仮想ディスクのコマンドキューイング数の設定の要求を受けて、前記データの移行先の仮想ディスクを構成する前記記憶装置のそれぞれが格納できる処理待ちの命令の数の上限値であるコマンドキューイング数を前記記憶装置毎にそれぞれ取得するキュー数取得部と、前記データの移行先の前記仮想ディスクを構成する前記記憶装置の前記コマンドキューイング数のうちの最小値を最小キュー数として選択する最小キュー数選択部と、前記キュー数設定部により選択された前記最小キュー数を、当該最小キュー数が選択された記憶装置が構成する前記仮想ディスクのコマンドキューイング数として前記データの移行先の仮想ディスク毎に設定するキュー数設定部とを備え、前記記憶装置は、入力された前記命令を格納する命令格納部と、前記格納された前記命令を順次処理する

30

40

【発明の効果】

【0021】

本願の開示するスイッチ装置、スイッチ制御方法、及びストレージシステムの一つの態様によれば、各仮想ディスクを構成している記憶装置のコマンドキューイング数の最小値を、該仮想ディスクのコマンドキューイング数として自動的に設定できる。すなわち、本願の開示する各態様によれば、各仮想ディスクで使用できる最大のコマンドキューイング数を自動的に設定できる。これにより、ストレージシステムを構成するストレージ装置のコマンドキューイングの性能を有効活用できるという効果を奏する。

50

## 【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】図1は、実施例1に係るスイッチ装置を用いたストレージシステムのブロック図である。

【図2】図2は、実施例2に係るスイッチ装置を用いたストレージシステムのブロック図である。

【図3】図3は、実施例2に係るスイッチ装置を用いたストレージシステムのコマンドキューイング数設定及びアプリケーションの実行のフローチャートである。

【図4】図4は、実施例2に係るスイッチ装置を用いたストレージシステムの構成図である。

10

【図5】図5は、実施例3に係るスイッチ装置を用いたストレージシステムのブロック図である。

【図6】図6は、実施例3に係るスイッチ装置を用いたストレージシステムの構成図である。

【図7】図7は、実施例3に係るスイッチ装置においてコマンドキューイング数を再設定する際のシーケンス図である。

【図8】図8は、コマンドキューイングを説明するための図である。

【図9】図9は、コマンドキューイング時のシーケンス図である。

【図10】図10は、コマンドキューイング数が異なるストレージ装置により構築された仮想ストレージシステムの構成図である。

20

## 【発明を実施するための形態】

【0023】

以下に、本願の開示するスイッチ装置、スイッチ制御方法、及びストレージシステムの実施例を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施例によりこの発明が限定されるものではない。

## 【実施例1】

【0024】

図1は、実施例1に係るスイッチ装置を用いたストレージシステムのブロック図である。

【0025】

30

本実施例に係るスイッチ装置を用いたストレージシステムは、図1に示すように、スイッチ装置であるFCスイッチ1、計算装置であるホスト2、及び複数の記憶装置（ストレージ装置）であるストレージ3a～3bを備えている。ここで、記憶装置は複数であれば台数に制限はない。また、以下の説明では、ストレージ3a～3bをそれぞれ区別しない場合、単に「ストレージ3」と呼ぶ。

【0026】

FCスイッチ1とホスト2との間は、ファイバチャネルによって接続されている。そして、FCスイッチ1とホスト2とは、ファイバチャネルを用いてデータの送受信を行う。また、FCスイッチ1とストレージ3との間も、ファイバチャネルによって接続されており、FCスイッチ1とストレージ3の間でデータの送受信が行われる。

40

【0027】

FCスイッチ1は、キュー数取得部12、最小キュー数選択部13、及びキュー数設定部14を備えている。

【0028】

キュー数取得部12は、各仮想ディスクの識別情報、及び各仮想ディスクを構成する物理ディスクを有するストレージ3の識別情報を、外部から取得する。以下の説明では、仮想ディスクを構成する物理ディスクを有するストレージ3を、「仮想ディスクを構成するストレージ3」と言う。そして、この仮想ディスクの数は1つであっても複数であっても良い。以下の説明では、仮想ディスクが複数ある場合で説明する。

【0029】

50

さらに、キュー数取得部 1 2 は、取得した識別情報を有するストレージ 3 それぞれからコマンドキューイング数を取得する。ここで、コマンドキューイング数とは、ストレージ 3 が格納できる処理待ちの実行命令（コマンド）の上限値を指す。ここで、実行命令とは、ストレージに対し読み書きなどの処理を実行させる命令を指す。キュー数取得部 1 2 は、各仮想ディスクを構成するストレージ 3 のコマンドキューイング数、及び仮想ディスクの識別情報を最小キュー数選択部 1 3 へ出力する。

【 0 0 3 0 】

最小キュー数選択部 1 3 は、仮想ディスク毎に、仮想ディスクを構成する各ストレージ 3 のコマンドキューイング数の中から最小値であるコマンドキューイング数を選択する。この最小値のコマンドキューイング数を、以下では「最小キュー数」と呼ぶ。そして、最小キュー数選択部 1 3 は、仮想ディスクの識別情報をキュー数設定部 1 4 へ出力する。また、最小キュー数選択部 1 3 は、選択した最小キュー数を、識別情報を出力した仮想ディスクの最小キュー数としてキュー数設定部 1 4 へ出力する。

10

【 0 0 3 1 】

キュー数設定部 1 4 は、仮想ディスクの識別情報及びその仮想ディスクの最小キュー数の入力を最小キュー数選択部 1 3 から受ける。キュー数設定部 1 4 は、ホスト 2 に仮想ディスクの識別情報及びその仮想ディスクの最小キュー数を通知する。これにより、キュー数設定部 1 4 は、最小キュー数選択部 1 3 から入力された識別情報を有する仮想ディスクのコマンドキューイング数として最小キュー数を設定する。

【 0 0 3 2 】

上述してきたように、本実施例では、各仮想ディスクを構成しているストレージのコマンドキューイング数の最小値を、該仮想ディスクのコマンドキューイング数として自動的に設定できる。このように、キュー数設定部 1 4 は、ストレージシステム全体に対して 1 つのコマンドキューイング数を定めるのではなく、仮想ディスク毎にコマンドキューイング数を定めている。そのため、仮想ディスク毎に使用できる最大のコマンドキューイング数を自動的に設定できるという効果を奏する。これにより、ストレージシステムを構成するストレージ装置のコマンドキューイングの性能を有効活用できる。

20

【実施例 2】

【 0 0 3 3 】

図 2 は、実施例 2 に係るスイッチ装置を用いたストレージシステムのブロック図である。図 2 に示すように、本実施例に係るストレージシステムには、FC スイッチ 1、ホスト 2、及びストレージ 3 a ~ 3 b（以下では、それぞれのストレージ装置を区別しない場合、単に「ストレージ 3」という。）を備える。ここで、図 2 では例示として 2 台のストレージ 3 を記載しているが、このストレージ 3 は何台あっても良い。また、本実施例も実施例 1 と同様に、FC スイッチ 1、ホスト 2、及びストレージ 3 がそれぞれファイバチャネルで接続されているものとする。

30

【 0 0 3 4 】

FC スイッチ 1 は、仮想ディスク構成部 1 1、キュー数取得部 1 2、最小キュー数選択部 1 3、キュー数設定部 1 4、命令出力部 1 5、及び応答出力部 1 6 を備える。また、ホスト 2 は、コマンド出力部 2 1 及び実行部 2 2 を備える。さらに、ストレージ 3 a ~ 3 b は、それぞれ命令格納部 3 1 a ~ 3 1 b、処理実行部 3 2 a ~ 3 2 b を備える。

40

【 0 0 3 5 】

仮想ディスク構成部 1 1 は、メモリやハードディスクなどの記憶媒体を有している。仮想ディスク構成部 1 1 は、ストレージ 3 a ~ 3 b からそれぞれの物理ディスクの構成情報を取得する。そして、仮想ディスク構成部 1 1 は、ストレージ 3 a ~ 3 b それぞれの物理ディスクの構成情報を自己が有する記憶媒体に記憶する。

【 0 0 3 6 】

さらに、仮想ディスク構成部 1 1 は、ホスト 2 から仮想ディスクの構成情報の指定とともに仮想ディスク作成命令の入力を受ける。ここでの説明では、一例としてホスト 2 から仮想ディスク作成命令の入力を受けているが、仮想ディスク構成部 1 1 は、図示されてい

50

ない他の管理端末などから作成命令の入力を受けても良い。ここで、仮想ディスクの構成の指定には、少なくとも、仮想ディスクを構成するストレージ3の指定、ストレージ3内における使用するハードディスクの指定、及び仮想ディスクの記憶容量の指定が含まれる。そして、仮想ディスク構成部11は、指定された仮想ディスクの構成を満たすように仮想ディスクを作成する。具体的には、仮想ディスク構成部11は、作成する仮想ディスクに適切な識別情報を割り当てる。そして、仮想ディスク構成部11は、その識別情報に対応させて、仮想ディスクを構成するストレージ3の情報、ストレージ3内における使用するハードディスクの情報、及び仮想ディスクの記憶容量を記憶する。一例として、ストレージ3aのハードディスクとストレージ3bのハードディスクとを組み合わせる識別情報00xの仮想ディスクを構成する場合を説明する。仮想ディスク構成部11は、作成命令を受けて、作成する仮想ディスクに対して識別情報00xを発行する。そして、仮想ディスク構成部11は、識別情報00xに対応させて、ストレージ3a及びストレージ3bの識別情報、並びにストレージ3a及びストレージ3b内で使用するハードディスクの識別情報を自己が有する記憶媒体に記憶する。さらに、仮想ディスク構成部11は、指定された記憶容量を記憶するとともに、各ハードディスクにおける使用する記憶容量を決定し記憶する。ここで、複数のハードディスクを使用する場合、仮想ディスク構成部11は、例えば指定された記憶容量をそのハードディスクの個数で等分するなどして各ハードディスクで使用する記憶容量を決定する。

10

**【0037】**

そして、仮想ディスク構成部11は、仮想ディスクの識別情報とともに、その仮想ディスクを構成するストレージ3の識別情報をキュー数取得部12へ出力する。以下では、ストレージ3a及びストレージ3bで構成された識別情報00xを有する仮想ディスクについて説明する。

20

**【0038】**

ここで、本実施例では、FCスイッチ1に設けられた仮想ディスク構成部11によって仮想ディスクが作成される構成としている。しかし、この仮想ディスク構成部11は、FCスイッチ1に設けられていなくてもよい。その場合には、以下で説明するキュー数取得部12は、仮想ディスク構成部11を有する外部の装置から各仮想ディスクの識別情報及びその仮想ディスクを構成するストレージの識別情報を取得する。

**【0039】**

キュー数取得部12は、キュー数設定部14から各仮想ディスクのコマンドキューイング数の取得命令を受信する。このコマンドキューイング数の取得命令を受けて、キュー数取得部12は、仮想ディスク構成部11から仮想ディスクの識別情報00xとともに、その仮想ディスクを構成するストレージ3a、3bの識別情報を取得する。キュー数取得部12は、取得した識別情報を有するストレージ3aの命令格納部31aに対し、コマンドキューイング数の問い合わせを行う。同様に、キュー数取得部12は、取得した識別情報を有するストレージ3bの命令格納部31bに対し、コマンドキューイング数の問い合わせを行う。例えば、キュー数取得部12は、SCSI (Small Computer System Interface) コマンドであるMode Sense コマンドをストレージ3a、3bへ出力することでそれぞれのコマンドキューイング数を問い合わせる。そして、キュー数取得部12は、命令格納部31a、31bから応答を受けて、ストレージ3a、3bのそれぞれのコマンドキューイング数を取得する。本実施例では、ストレージ3aのコマンドキューイング数が30、ストレージ3bのコマンドキューイング数が10である場合で説明する。

30

40

**【0040】**

キュー数取得部12は、識別情報00xの仮想ディスクを構成するストレージ3a、3bについて取得したコマンドキューイング数を、識別情報00xに対応させて、最小キュー数選択部13へ出力する。

**【0041】**

最小キュー数選択部13は、仮想ディスクの識別情報00xとともに、ストレージ3a及びストレージ3bのコマンドキューイング数の入力をキュー数取得部12から受ける。

50

本実施例では、最小キュー数選択部 1 3 は、ストレージ 3 a のコマンドキューイング数として 3 0 の入力を受ける。また、最小キュー数選択部 1 3 は、ストレージ 3 b のコマンドキューイング数として 1 0 の入力を受ける。そして、最小キュー数選択部 1 3 は、入力されたコマンドキューイング数のうち最も小さい値のコマンドキューイング数を最小キュー数として選択する。ここでは、最小キュー数選択部 1 3 は、最小キュー数としてストレージ 3 b のコマンドキューイング数である 1 0 を選択する。そして、最小キュー数選択部 1 3 は、選択した最小キュー数を各仮想ディスクの識別情報に対応させてキュー数設定部 1 4 へ出力する。ここでは、最小キュー数選択部 1 3 は、最小キュー数として 1 0 を識別情報 0 0 x に対応させてキュー数設定部 1 4 へ出力する。

【 0 0 4 2 】

キュー数設定部 1 4 は、各仮想ディスクのコマンドキューイング数の問い合わせをコマンド出力部 2 1 から受ける。この問い合わせは、例えば、S C S I の Mode Sense コマンドが使用される。キュー数設定部 1 4 は、各仮想ディスクのコマンドキューイング数の取得命令をキュー数取得部 1 2 に出力する。

【 0 0 4 3 】

また、キュー数設定部 1 4 は、最小キュー数選択部 1 3 から、各仮想ディスクの識別情報とともに該仮想ディスクに対応する最小キュー数の入力を受ける。そして、キュー数設定部 1 4 は、受信した最小キュー数をコマンドキューイング数として仮想ディスクの識別情報に対応させてコマンド出力部 2 1 へ出力する。例えば、キュー数設定部 1 4 は、識別情報 0 0 x である仮想ディスクのコマンドキューイング数として 1 0 を識別情報 0 0 x に対応させてコマンド出力部 2 1 へ出力する。

【 0 0 4 4 】

この説明は、ストレージ 3 a、3 b で構成された仮想ディスクにおけるコマンドキューイング数の設定についての説明なので、そのコマンドキューイング数は、コマンドキューイング数が少ない方のストレージ 3 b のコマンドキューイング数に設定される。これに対し、例えば、ストレージ 3 a だけで構成された仮想ディスクの場合、最小キュー数はストレージ 3 a のコマンドキューイング数に一致する。そのため、このような場合には、キュー数設定部 1 4 は、仮想ディスクのコマンドキューイング数をストレージ 3 a のコマンドキューイング数である 3 0 に設定する。このように、仮想ディスクのコマンドキューイング数を、その仮想ディスクで使用できる最大の値に設定することができる。したがって、ストレージシステムを構成するストレージ 3 のコマンドキューイングの性能を有効活用することが可能となる。

【 0 0 4 5 】

命令出力部 1 5 は、仮想ディスクに対するデータの読み書きなどの実行命令の入力をコマンド出力部 2 1 から受ける。この実行命令には仮想ディスクの識別情報なども含まれている。命令出力部 1 5 は、入力された識別情報に対応する仮想ディスクを特定する。そして、命令出力部 1 5 は、特定した仮想ディスクを構成するストレージ 3 に実行命令を出力する。例えば、データの読み出し命令であれば、命令出力部 1 5 は、仮想ディスクを構成するストレージ 3 のうち、指定されたデータが実際に記憶されているハードディスクを有するストレージ 3 に対し実行命令を出力する。また、データの書き込み命令であれば、命令出力部 1 5 は、仮想ディスクを構成するストレージ 3 の中から適当なストレージ装置を選択し、その選択したストレージ 3 に実行命令を出力する。例えば、このストレージ装置の選択は、仮想ディスクを構成するストレージ 3 のうち、仮想ディスクに使用しているハードディスクの容量が最も多く残っている装置を選択することで行われる。

【 0 0 4 6 】

応答出力部 1 6 は、ストレージ 3 から実行命令に対する応答の入力を受ける。応答出力部 1 6 は、受信した応答を実行部 2 2 へ出力する。また、応答出力部 1 6 は、応答を出力した旨の通知をコマンド出力部 2 1 へ出力する。ここで、本実施例では、応答出力部 1 6 がコマンド出力部 2 1 へ応答を出力した旨の通知を行っているが、応答出力部 1 6 より応答を受信した実行部 2 2 がコマンド出力部 2 1 へ通知する構成でも良い。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 7 】

コマンド出力部 2 1 は、メモリやハードディスクなどの記憶媒体を有している。コマンド出力部 2 1 は、キュー数設定部 1 4 に対し、コマンドキューイング数を問い合わせる。この問い合わせは、例えばコマンド出力部 2 1 が S C S I の Mode Sense コマンドを出力することで実行される。この問い合わせのタイミングは、例えばホスト 2 に電源が投入されたタイミングなどである。そして、コマンド出力部 2 1 は、仮想ディスクの識別情報に対応した各仮想ディスクのコマンドキューイング数の入力をキュー数設定部 1 4 から受ける。そして、コマンド出力部 2 1 は、各仮想ディスクのコマンドキューイング数を仮想ディスクの識別情報に対応させて記憶する。

## 【 0 0 4 8 】

また、コマンド出力部 2 1 は、仮想ディスクに対するデータの読み書きなどの実行命令を命令出力部 1 5 へ出力する。このとき、コマンド出力部 2 1 は、キュー数設定部 1 4 から入力されたコマンドキューイング数を上限として、各仮想ディスクへの実行命令の出力を行う。具体的には、コマンド出力部 2 1 は、仮想ディスクに対する実行命令を出力し、出力した実行命令の数がその仮想ディスクのコマンドキューイング数に達すると、その仮想ディスクへの実行命令の出力を停止する。その後、コマンド出力部 2 1 は、その仮想ディスクへの実行命令に対する応答を出力した旨の通知を応答出力部 1 6 から受けると、その仮想ディスクへの実行命令の出力を再開する。

## 【 0 0 4 9 】

実行部 2 2 は、ストレージ 3 を用いるアプリケーションを実行する。このとき、実行部 2 2 は、応答出力部 1 6 よりストレージ 3 からの応答を取得しアプリケーションの実行に用いる。

## 【 0 0 5 0 】

次にストレージ 3 a、3 b について説明するが、ストレージ 3 a 及びストレージ 3 b は同じ構成の機能部を備え、命令格納部 3 1 a、3 1 b、及び処理実行部 3 2 a、3 2 b はそれぞれ同じ動作を行う。そこで、以下の説明では、ストレージ 3 a について説明する。ただし、各機能部の動作や構成はストレージ 3 b についても同様である。

## 【 0 0 5 1 】

処理実行部 3 2 a は、命令出力部 1 5 から実行命令の入力を受ける。処理実行部 3 2 a は、自己がその実行命令を処理できる場合、入力された実行命令に従ってデータの読み書きなどの処理を行う。これに対し、現在処理を行うなどしているため、新たに入力された実行命令を処理できない場合、処理実行部 3 2 a は、その新たに入力された実行命令を命令格納部 3 1 a へ出力する。

## 【 0 0 5 2 】

処理実行部 3 2 a は、実行命令の処理を行った後、その実行命令に対する応答を応答出力部 1 6 へ出力する。

## 【 0 0 5 3 】

命令格納部 3 1 a は、メモリやハードディスクなどの記憶媒体を有している。命令格納部 3 1 a は、ストレージ 3 a のコマンドキューイング数を予め記憶している。命令格納部 3 1 a は、コマンドキューイング数の問い合わせをキュー数取得部 1 2 から受信する。そして、命令格納部 3 1 a は、コマンドキューイング数の問い合わせに対し、自己が記憶しているストレージ 3 a のコマンドキューイング数を、キュー数取得部 1 2 へ出力する。

## 【 0 0 5 4 】

また、命令格納部 3 1 a は、処理実行部 3 2 a から実行命令の入力を受ける。命令格納部 3 1 a は、入力された実行命令を自己の記憶領域に格納していく。この時、命令格納部 3 1 a は、自己が記憶しているコマンドキューイング数を上限として実行命令の格納を行う。例えば、命令格納部 3 1 a は、コマンドキューイング数と同数の実行命令を格納している状態で、新たに入力された場合、処理不可といった応答を処理実行部 3 2 a に返信する。ただし、本実施例では、コマンド出力部 2 1 は各仮想ディスクのコマンドキューイング数を把握している。そのため、命令格納部 3 1 a が、コマンドキューイング

10

20

30

40

50

数を超えて実行命令の入力を受けない。

【 0 0 5 5 】

さらに、命令格納部 3 1 a は、処理実行部 3 2 a からの実行命令の出力要求に対し、適切な実行命令を出力する。ここで、適切な実行命令とは、処理の優先順位が高い実行命令や一番古く格納された実行命令などである。この実行命令の選択方法は、運用条件に合わせて設定されることが好ましい。また、本実施形態では、処理実行部 3 2 a で実行命令をまず受けて、その実行命令が処理できない場合に命令格納部 3 1 a へ格納する構成としているが、これは他の構成でも良い。例えば、命令格納部 3 1 a で実行命令を一旦受けてから、処理実行部 3 2 a が処理を行える状態か否かを判断し、処理が行える状態の場合に、処理実行部 3 2 a に実行命令を出力する構成でも良い。

10

【 0 0 5 6 】

次に図 3 を参照して、実施例 2 に係るスイッチ装置を用いたストレージシステムのコマンドキューイング数の設定及びアプリケーションの実行の動作について説明する。図 3 は、実施例 2 に係るスイッチ装置を用いたストレージシステムのコマンドキューイング数の設定及びアプリケーションの実行のフローチャートである。図 3 の処理を行う前提として、仮想ディスク構成部 1 1 は、各ストレージ 3 の物理ディスクを用いて仮想ディスクを予め構成している。また、仮想ディスク構成部 1 1 は、構成した仮想ディスクの識別情報及び各仮想ディスクを構成するストレージ 3 の識別情報を記憶している。

【 0 0 5 7 】

まず、操作者が、ホスト 2 の電源を入れる（ステップ S 1 0 1 ）。電源が入れると、コマンド出力部 2 1 は、各仮想ディスクのコマンドキュー数をキュー数設定部 1 4 に問い合わせる（ステップ S 1 0 2 ）。キュー数設定部 1 4 は、キュー数取得部 1 2 に対して各仮想ディスクのコマンドキュー数の取得命令を出力する（ステップ S 1 0 3 ）。

20

【 0 0 5 8 】

キュー数取得部 1 2 は、キュー数設定部 1 4 からのコマンドキュー数の問い合わせを受けて、各仮想ディスクの識別情報及び各仮想ディスクを構成するストレージ 3 の識別情報を仮想ディスク構成部 1 1 から取得する（ステップ S 1 0 4 ）。

【 0 0 5 9 】

キュー数取得部 1 2 は、仮想ディスク毎に、仮想ディスクを構成する各ストレージ 3 のコマンドキューイング数をそれぞれのストレージ 3 に問い合わせる。そして、キュー数取得部 1 2 は、仮想ディスク毎に、仮想ディスクを構成するストレージ 3 のそれぞれのコマンドキューイング数を取得する（ステップ S 1 0 5 ）。

30

【 0 0 6 0 】

最小キュー数選択部 1 3 は、仮想ディスク毎に、仮想ディスクを構成するストレージ 3 のコマンドキューイング数の最小値を最小キュー数として選択する。そして、最小キュー数選択部 1 3 は、仮想ディスクの識別情報とその仮想ディスクの最小キュー数とを対応させてキュー数設定部 1 4 へ出力する（ステップ S 1 0 6 ）。

【 0 0 6 1 】

キュー数設定部 1 4 は、各仮想ディスクの識別情報に対応させた該仮想ディスクの最小キュー数の入力を最小キュー数選択部 1 3 から受ける。そして、キュー数設定部 1 4 は、受信した最小キュー数をコマンドキューイング数として各仮想ディスクの識別情報に対応させてコマンド出力部 2 1 へ出力する（ステップ S 1 0 7 ）。

40

【 0 0 6 2 】

コマンド出力部 2 1 は、各仮想ディスクの識別情報と該仮想ディスクのコマンドキューイング数との対応をキュー数設定部 1 4 から受信する。そして、コマンド出力部 2 1 は、各仮想ディスクのコマンドキューイング数と該仮想ディスクの識別情報とを対応させて記憶する（ステップ S 1 0 8 ）。

【 0 0 6 3 】

操作者は、仮想ディスクに対してデータの読み書きなどを行うアプリケーションを実行部 2 2 に起動させる（ステップ S 1 0 9 ）。

50

## 【 0 0 6 4 】

コマンド出力部 2 1 は、実行命令の出力の対象となる仮想ディスクにおいて、定められたコマンドキューイング数だけ実行命令が蓄積したかを判断する（ステップ S 1 1 0）。コマンドキューイング数の実行命令が蓄積していると判断した場合（ステップ S 1 1 0 Y e s）、ステップ S 1 1 0 の判断を繰り返す。ここで、コマンド出力部 2 1 は、応答出力部 1 6 から実行命令を処理した旨の通知を受けると、蓄積している実行命令の数が減ったことが分かる。そして、コマンドキューイング数の実行命令が蓄積した状態のときに、蓄積している実行命令の数が減ると、コマンド出力部 2 1 は、蓄積している実行命令がコマンドキューイング数より少ないと判断できる。

## 【 0 0 6 5 】

一方、蓄積している実行命令が定められたコマンドキューイング数より少ないと判断した場合（ステップ S 1 1 0 N o）、コマンド出力部 2 1 は、命令出力部 1 5 へ実行命令を出力する（ステップ S 1 1 1）。

## 【 0 0 6 6 】

実行部 2 2 は、アプリケーションの実行が終了したか否かを判断する（ステップ S 1 1 2）。アプリケーションがまだ実行中の場合（ステップ S 1 1 2 N o）、ステップ S 1 1 1 0 へ戻る。

## 【 0 0 6 7 】

一方、アプリケーションの実行が終了した場合（ステップ S 1 1 2 Y e s）、実行部 2 2 及びコマンド出力部 2 1 による実行命令の出力は終了する。

## 【 0 0 6 8 】

次に、図 4 を参照して本実施例に係るスイッチ装置を用いたストレージシステムの動きを具体的に説明する。図 4 は、実施例 2 に係るスイッチ装置を用いたストレージシステムの構成図である。ここでは、論理ユニット番号（Logical Unit Number：LUN）0 を有する仮想ディスク 1 0 2 と LUN 1 を有する仮想ディスク 1 0 3 との 2 つの仮想ディスクが構成されている。そして、ストレージ 3 a のコマンドキューイング数は 3 0 であり、ストレージ 3 b のコマンドキューイング数は 1 0 である。

## 【 0 0 6 9 】

F C スイッチ 1 は、スイッチの動作制御を行うソフトウェアである制御ファームウェア 1 2 0 を記憶している。そして、F C スイッチ 1 は、制御ファームウェア 1 2 0 によって動作が制御される。以下の説明の F C スイッチ 1 の各動作は、実際には制御ファームウェア 1 2 0 によって制御されているものである。また、ホスト 2 におけるデータの送受信はデバイスドライバ 2 0 0 によって制御される。以下の説明のホスト 2 の各動作は、実際にはデバイスドライバ 2 0 0 によって制御されているものである。

## 【 0 0 7 0 】

V T 1 0 1 は、仮想化ターゲット（Virtual Target：VT）である。仮想化ターゲットとは、ホスト 2 とのデータの送受信を行う仮想的な入出力ポートである。ホスト 2 は、V T 1 0 1 を経由して仮想ディスク 1 0 2 又は仮想ディスク 1 0 3 に接続する。ホスト 2 は、この接続が確立した状態で F C スイッチ 1 に対し実行命令を送信して、仮想ディスク 1 0 2 又は仮想ディスク 1 0 3 へのデータの読み出しや書き込みを行う。

## 【 0 0 7 1 】

図 4 の仮想ディスク 1 0 2、1 0 3 とストレージ 3 a、3 b とを結ぶ点線は、各仮想ディスクを構成しているストレージを表している。仮想ディスク 1 0 2 は、ストレージ 3 a 及びストレージ 3 b によって構成されている。仮想ディスク 1 0 3 は、ストレージ 3 a のみで構成されている。そして、V T 1 0 1、仮想ディスク 1 0 2、及び仮想ディスク 1 0 3 で 1 つの仮想ストレージが構成されている。F C スイッチ 1 は、仮想ストレージシステム 1 0 0 として仮想ストレージを管理する。仮想ストレージシステム 1 0 0 は、図 4 において点線で囲んで示されている。

## 【 0 0 7 2 】

電源が入られると、ホスト 2 は、LUN 0 である仮想ディスク 1 0 2 及び LUN 1 で

10

20

30

40

50

ある仮想ディスク 103 のコマンドキューイング数を問い合わせる。FC スイッチ 1 は、問い合わせを受けて、まず LUN 0 である仮想ディスク 102 を構成しているストレージ 3a 及びストレージ 3b に対してコマンドキューイング数の問い合わせを行う。そして、FC スイッチ 1 は、ストレージ 3a、3b からの応答により、ストレージ 3a のコマンドキューイング数が 30 であり、ストレージ 3b のコマンドキューイング数が 10 であることを把握する。そして、FC スイッチ 1 は、最小キュー数を取得する。ここでは、ストレージ 3b のコマンドキューイング数の方が小さいので、FC スイッチ 1 は、最小キュー数として 10 を取得する。同様にして、FC スイッチ 1 は、LUN 1 である仮想ディスク 103 を構成しているストレージ 3a に対してコマンドキューイング数の問い合わせを行う。そして、FC スイッチ 1 はストレージ 3a からの応答により、ストレージ 3a のコマンドキューイング数が 30 であることを把握する。そして、ストレージ 3a のコマンドキューイング数が最も小さいコマンドキューイング数であるので、FC スイッチ 1 は、最小キュー数として 30 を取得する。ここで、本実施例では、FC スイッチ 1 は、ホスト 2 の問い合わせを契機として最小キュー数の取得をおこなっているが、FC スイッチ 1 は、最小キュー数を予め取得しておいても良い。

10

**【0073】**

そして、FC スイッチ 1 は、ホスト 2 に対して、LUN 0 である仮想ディスク 102 のコマンドキューイング数として 10 をホスト 2 に出力する。また、FC スイッチ 1 は、ホスト 2 に対して、LUN 1 である仮想ディスク 103 のコマンドキューイング数として 30 をホスト 2 に出力する。ホスト 2 は、LUN 0 である仮想ディスク 102 のコマンドキューイング数を 10 として記憶する。また、ホスト 2 は、LUN 1 である仮想ディスク 103 のコマンドキューイング数を 30 として記憶する。

20

**【0074】**

次に、ホスト 2 が、仮想ディスク 102 又は仮想ディスク 103 へ実行命令を出力する場合について説明する。

**【0075】**

ホスト 2 は、記憶している仮想ディスク 102 のコマンドキューイング数である 10 を、待機させることができる実行命令の数の上限として、仮想ディスク 102 に対し実行命令を出力する。また、ホスト 2 は、記憶している仮想ディスク 103 のコマンドキューイング数である 30 を、待機させることができる実行命令の数の上限として、仮想ディスク 103 に対し実行命令を出力する。

30

**【0076】**

すなわち、ホスト 2 は、実行命令の出力の対象が仮想ディスク 102 (LUN 0) の場合はコマンドキューイング数を 10 として実行命令の出力を行える。また、ホスト 2 は、実行命令の出力の対象が仮想ディスク 103 (LUN 1) の場合はコマンドキューイング数を 30 として実行命令の出力を行える。このように、ホスト 2 は、仮想ディスク毎、すなわち論理ユニット単位で、それぞれ異なるコマンドキューイング数の実行命令を出力することができる。

**【0077】**

上述してきたように、本実施例では、仮想ディスクを構成するストレージの中で最もコマンドキューイング数が少ないものを取得し、その仮想ディスクのコマンドキューイング数として設定する。これにより、本実施例では、仮想ディスク毎に使用できる最大の値のコマンドキューイング数を設定することができる。そして、その設定したコマンドキューイング数を上限としてホストは仮想ディスクに対し実行命令を出力することができる。したがって、ストレージシステムを構成するストレージのコマンドキューイングの性能を有効活用することが可能となる。

40

**【実施例 3】****【0078】**

図 5 は、実施例 3 に係るスイッチ装置を用いたストレージシステムのブロック図である。本実施例に係る FC スイッチ 1 は実施例 2 に係る FC スイッチ 1 においてデータ移行部

50

17及び変更通知部18をさらに備えたものである。本実施例に係る各機能部において、実施例2と同様の符号を有する機能部は特に説明のない限り同様の機能を有するものとする。

【0079】

本実施例に係るFCスイッチ1は、稼働中の仮想ディスクに記憶されているデータを他の仮想ディスクへ移行し、さらに、データの移行先の仮想ディスクのコマンドキューイング数をホスト2に通知する構成が実施例2と異なる。ここで、仮想ディスクが稼働中とは、その仮想ディスクを構成する物理ディスクがオンラインの状態にあることを指す。このデータの移行は「マイグレーション」と呼ばれることもある。そこで、以下では、仮想ディスク間のデータの移行及びデータの移行に伴うコマンドキューイング数の通知について主に説明する。

10

【0080】

ここで、本実施例においても、FCスイッチ1に設けられた仮想ディスク構成部11によって仮想ディスクが作成される構成としている。しかし、この仮想ディスク構成部11は、FCスイッチ1に設けられていなくてもよい。

【0081】

データ移行部17は、仮想ディスク構成部11が構成した仮想ディスクのうちの稼働中の1つの仮想ディスクからデータを読み出す。以下では、このデータを「移行対象データ」と呼ぶ。データ移行部17は、読み出した移行対象データを他の仮想ディスクへ書き込む。

20

【0082】

さらに、データ移行部17は、移行対象データを移行した移行先の仮想ディスクの識別情報を命令出力部15へ出力する。また、データ移行部17は、移行対象データを他の仮想ディスクに移行して、論理ユニットを構成する仮想ディスクを変更した旨の通知を変更通知部18へ出力する。

【0083】

命令出力部15は、移行先の仮想ディスクの識別情報をデータ移行部17から受信する。命令出力部15は、移行後の初めての実行命令をコマンド出力部21から受けると、変更通知部18へ変更の通知命令を出力する。また、命令出力部15は、移行対象データに対する実行命令の入力をコマンド出力部21から受けると、その移行対象データに対する

30

【0084】

変更通知部18は、データ移行部17から論理ユニットを構成する仮想ディスクの変更が行われた旨の通知を受信する。そして、変更通知部18は、仮想ディスクの変更によるコマンドキューイング数の変更をシステムの新たな状態情報として記憶する。ここで、状態情報とは、システムの構成などの状態を表す情報であり、例えばコマンドキューイング数の変更などの情報が含まれている。そして、変更通知部18は、命令出力部15から変更の通知命令を受けて、コマンド出力部21へシステムの新たな状態情報を有している旨の通知を出力する。そして、変更通知部18は、状態情報の取得要求をコマンド出力部21から受けて、コマンドキューイング数の変更の通知をコマンド出力部21へ出力する。

40

【0085】

コマンド出力部21は、変更通知部18からコマンドキューイング数の変更の通知を受けると、キュー数設定部14に対し、各仮想ディスクのコマンドキューイング数を問い合わせる。そして、コマンド出力部21は、キュー数設定部14から各仮想ディスクのコマンドキューイング数の入力を受ける。この、コマンド出力部21によるコマンドキューイング数の取得は、実施例1で説明したコマンドキューイング数の取得と同じ動作が実行される。

【0086】

そして、移行対象データに対する処理の実行命令を実行部22から受信した場合、コマ

50

ンド出力部 2 1 は、移行先の仮想ディスクのコマンドキューイング数を上限として命令出力部 1 5 に対し実行命令を出力する。このとき、本実施例では、コマンド出力部 2 1 は、実行命令を出力する対象として移行前の仮想ディスクに格納されている移行対象データを指定する。このように、コマンド出力部 2 1 が、移行前の仮想ディスクに格納されている移行対象データを実行命令の対象として指定しても、命令出力部 1 5 は移行先の仮想ディスクに格納されている移行対象データを対象として実行命令を出力するので問題はない。

【 0 0 8 7 】

ここで、図 6 を参照して本実施例に係るスイッチ装置を用いたストレージシステムの動きを具体的に説明する。図 6 は、実施例 3 に係るスイッチ装置を用いたストレージシステムの構成図である。ここでは、ストレージ 3 a で構成される仮想ディスク 1 0 4 から、ストレージ 3 b で構成される仮想ディスク 1 0 7 へデータが移行された場合で説明する。ストレージ 3 a はコマンドキューイング数が 3 0 であり、ストレージ 3 b はコマンドキューイング数が 1 0 である。FC スイッチ 1 は、仮想ストレージシステム 1 1 0 として各仮想ストレージを管理する。仮想ストレージシステム 1 1 0 は、図 6 において点線で囲われて示されている。

10

【 0 0 8 8 】

FC スイッチ 1 は、制御ファームウェア 1 2 0 を記憶している。そして、FC スイッチ 1 は、制御ファームウェア 1 2 0 によって動作が制御される。以下の説明の FC スイッチ 1 の各動作は、実際には制御ファームウェア 1 2 0 によって制御されているものである。また、ホスト 2 におけるデータの送受信はデバイスドライバ 2 0 0 によって制御される。以下の説明のホスト 2 の各動作は、実際にはデバイスドライバ 2 0 0 によって制御されているものである。

20

【 0 0 8 9 】

VT 1 0 1 は、仮想化ターゲットである。ホスト 2 は、VT 1 0 1 を経由して LUN 0 である仮想ディスク 1 0 4、LUN 1 である仮想ディスク 1 0 5、及び LUN 2 である仮想ディスク 1 0 6 に接続する。ホスト 2 は、この接続が確立した状態で FC スイッチ 1 に対し実行命令を送信して、仮想ディスク 1 0 4 ~ 1 0 6 へのデータの読み出しや書き込みを行う。

【 0 0 9 0 】

図 6 の仮想ディスク 1 0 4 ~ 1 0 6 とストレージ 3 a とを結ぶ点線、及び仮想ディスク 1 0 7 とストレージ 3 b とを結ぶ点線は、各仮想ディスクを構成しているストレージを表している。仮想ディスク 1 0 4 ~ 1 0 6 は、ストレージ 3 a によって構成されている。仮想ディスク 1 0 7 は、ストレージ 3 b によって構成されている。

30

【 0 0 9 1 】

まず、データの移行前の状態では、LUN 0 である仮想ディスク 1 0 4 が、移行対象データを記憶している。仮想ディスク 1 0 4 ~ 1 0 6 のコマンドキューイング数は、ストレージ 3 a のコマンドキューイング数である 3 0 である。この状態では、ホスト 2 は、待機させておける実行命令の上限値を 3 0 として、仮想ディスク 1 0 4 に記憶されている移行対象データに対する実行命令を出力する。また、ホスト 2 は、待機させる実行命令の上限値を 3 0 として、仮想ディスク 1 0 5 及び仮想ディスク 1 0 6 に対する実行命令の出力を行う。

40

【 0 0 9 2 】

そして、仮想ディスク 1 0 4 の稼働中に、仮想ディスク 1 0 4 から仮想ディスク 1 0 7 への移行対象データの移行が行われる。これにより、仮想ディスク 1 0 7 が LUN 0 となる。そして、仮想ディスク 1 0 7 が移行対象データを記憶する。

【 0 0 9 3 】

仮想ディスク 1 0 7 は、ストレージ 3 b のみで構成されているので、そのコマンドキューイング数はストレージ 3 b のコマンドキューイング数と同じく 1 0 である。したがって、移行することで移行対象データはコマンドキューイング数が 1 0 の仮想ディスク 1 0 7 に記憶されることになる。この移行が行われると、仮想ディスク 1 0 7 が LUN 0 である

50

仮想ディスクとしてVT101を介してホスト2と接続することになる。すなわち、移行後の状態では、LUN0に記憶されている移行対象データに対する実行命令をホスト2が出力した場合、仮想ディスク107が実際の実行命令の入力を受ける相手となる。

【0094】

FCスイッチ1は、仮想ディスク104から仮想ディスク107へのデータの移行を行った後、データに対する読み出し命令などをホスト2から受けると、データの移行の発生情報をホスト2に通知する。そして、ホスト2は、データの移行が発生した場合、LUN0である仮想ディスク107、LUN1である仮想ディスク105、及びLUN2である仮想ディスク106のそれぞれのコマンドキューイング数をFCスイッチ1から取得する。このとき、ホスト2は、仮想ディスク107のコマンドキューイング数として10を取得する。これにより、ホスト2は、仮想ディスク107のコマンドキューイング数である10を待機させておける実行命令の上限値として、移行対象データに対する実行命令を出力することができる。また、ホスト2は、仮想ディスク105及び仮想ディスク106のコマンドキューイング数として30を取得する。これにより、ホスト2は、仮想ディスク105及び仮想ディスク106に対しては、待機させておける実行命令の上限値を30として実行命令を出力することができる。ここで、本実施例ではホスト2は、仮想ストレージシステム110に含まれるすべての論理ドライブ(LUN0~2)についてのコマンドキューイング数を取得している。これは他の方法でも良く、ホスト2は、コマンドキューイング数が変更された論理ドライブ(LUN0)のコマンドキューイング数のみを取得し、他の論理ドライブ(LUN1、2)については既に取得しているコマンドキューイング数を用いてもよい。

【0095】

次に、図7を参照して、実施例3に係るスイッチ装置のコマンドキューイング数の設定の動作の流れについて説明する。図7は、実施例3に係るスイッチ装置のコマンドキューイング数の設定のシーケンス図である。図7は紙面に向かって左端からホスト2、VT101、仮想ディスク104又は仮想ディスク107、仮想ディスク105、及び仮想ディスク106の経時的な動作を表している。ここで、仮想ディスク104及び仮想ディスク107は、移行対象データの移行により途中で入れ替わることでともLUN0となるので1つの縦軸で表している。そして、それぞれの縦軸は下に向かって時間が経過していることを表している。また、以下で説明するVT101の動作とは、実際にはVT101を介してFCスイッチ1が動作することを表している。また、以下の説明では、読み出しコマンドを例に説明しているが、使用されるコマンドは書き込みコマンド(Write Command)など他のコマンドでもよい。さらに、各ステップにおいて使用するコマンドが異なってもよい。そして、図7においても、図6と同様に、仮想ディスク104~106はストレージ3aで構成されており、仮想ディスク107はストレージ3bで構成されているものとする。また、このシーケンス図の前提として、ホスト2には、LUN0~2である仮想ディスク104~106のそれぞれのコマンドキューイング数が設定されているものとする。

【0096】

ホスト2は、VT101に対して、読み出しコマンド(Read Command)を送信する(ステップS201)。この場合、仮想ディスク104~106のいずれもストレージ3aから構成される仮想ディスクであり、コマンドキューイング数は30である。したがって、ホスト2は、VT101を介して接続できるLUN0~2である仮想ディスク104~106のコマンドキューイング数を全て30に設定している。VT101は、指定されたデータを仮想ディスク104~106のいずれかから読み出し、ホスト2へ出力する。これにより、ホスト2はデータの読み出し(Read Data)が行える(ステップS202)。ここで、ステップS201及びステップS202の動作は、データの移行前、もしくはデータの移行後でコマンドキューイング数の設定が終わった後の動作である。そこで、このステップS201及びステップS202の動作はデータの移行が発生するまで繰り返される。

。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 9 7 】

LUN0である仮想ディスク104から仮想ディスク107にデータが移行され、仮想ディスク107がLUN0となる(ステップS203)。ここで、LUN0のデータの移行中に、ホスト2からLUN0に対するコマンドが入力された場合、FCチャネル1は、仮想ディスク104のデータに対してコマンドを実行する。そして、FCチャネル1は、実行したコマンドがデータの書き込みや変更などであった場合、データの移行の完了後に、仮想ディスク107のデータに対して、データ移行中に行われたデータの更新を反映させる。

## 【 0 0 9 8 】

ホスト2は、データの移行後の最初の読み出しコマンドをVT101に対して出力する(ステップS204)。VT101は、データの移行後の最初の読み出しコマンドを受信すると、新たなシステムの状態(Status)情報を保持していることを通知する応答を出力する(ステップS205)。この応答は、例えばUnit Attention ステータスなどである。Unit Attention ステータスとは、取り外し可能な媒体の変更の可能性、あるいは、実行命令の対象がリセットされたことを示す応答である。

10

## 【 0 0 9 9 】

ホスト2は、VT101からの通知を受けて、状態情報の取得要求を出力する(ステップS206)。これは、Request Senseといったコマンドを使用してなされる。すると、VT101は、使用されていない特定のSCSIコマンドを用いて仮想ディスクのコマンドキューイング数に変更があったことを通知する(ステップS207)。

20

## 【 0 1 0 0 】

ホスト2は、VT101に対して、LUN0の仮想ディスク107のコマンドキューイング数の問い合わせを行う(ステップS208)。これに対し、VT101は、LUN0である仮想ディスク107からコマンドキューイング数を取得する(ステップS209)。ここで、実際には、FCスイッチ1は、仮想ディスク107を対象にして、実施例1で説明したコマンドキューイング数の取得の動作を行う。仮想ディスク107は、ストレージ3bのみで構成されているため、コマンドキューイング数は10である。そこで、VT101は、仮想ディスク107のコマンドキューイング数として10を取得する。そして、VT101は、仮想ディスク107のコマンドキューイング数として10をホスト2に通知する(ステップS210)。

30

## 【 0 1 0 1 】

次に、ホスト2は、VT101に対して、LUN1の仮想ディスク105のコマンドキューイング数の問い合わせを行う(ステップS211)。これに対し、VT101は、LUN1である仮想ディスク105からコマンドキューイング数を取得する(ステップS212)。ここでも、実際には、FCスイッチ1は、仮想ディスク105を対象にして、実施例1で説明したコマンドキューイング数の取得の動作を行う。仮想ディスク105は、ストレージ3aのみで構成されているため、コマンドキューイング数は30である。そこで、VT101は、仮想ディスク105のコマンドキューイング数として30を取得する。そして、VT101は、仮想ディスク105のコマンドキューイング数として30をホスト2に通知する(ステップS213)。

40

## 【 0 1 0 2 】

次に、ホスト2は、VT101に対して、LUN2の仮想ディスク106のコマンドキューイング数の問い合わせを行う(ステップS214)。これに対し、VT101は、LUN2である仮想ディスク106からコマンドキューイング数を取得する(ステップS215)。ここでも、実際には、FCスイッチ1は、仮想ディスク106を対象にして、実施例1で説明したコマンドキューイング数の取得の動作を行う。仮想ディスク106は、ストレージ3aのみで構成されているため、コマンドキューイング数は30である。そこで、VT101は、仮想ディスク106のコマンドキューイング数として30を取得する。そして、VT101は、仮想ディスク106のコマンドキューイング数として30をホスト2に通知する(ステップS216)。

50

## 【 0 1 0 3 】

ホスト 2 は、LUN 0 ~ 2 である仮想ディスク 1 0 5 ~ 1 0 7 のそれぞれのコマンドキューイングを取得した後に、再度読み出しコマンドを V T 1 0 1 へ出力する（ステップ S 2 1 7）。V T 1 0 1 は、受信した読み出しコマンドで指定されているデータを仮想ディスク 1 0 5 ~ 1 0 7 のいずれかから取得し、ホスト 2 へ出力する。これにより、ホスト 2 は、データの読み出し(Read Data)が行える（ステップ S 2 1 8）。

## 【 0 1 0 4 】

この点、従来は、データの移行が行われても、デバイスドライバは移行対象データの格納先を同じ仮想ディスクとして把握していた。そのため、デバイスドライバは、仮想ディスクを構成するストレージ装置が変更されたことは把握できなかった。したがって、従来は仮想ディスク間のデータの移行に合わせてコマンドキューイング数を変更することはできなかった。

10

## 【 0 1 0 5 】

これに対し、上述してきたように、実施例 3 では、稼働中の仮想ディスクから他の仮想ディスクへデータの移行が行われたときに、ホストは、移行先の仮想ディスクのコマンドキューイング数の変更を把握することができる。これにより、ホストは移行先の仮想ディスクのコマンドキューイング数を上限としてそのデータに対する実行命令を出力することができる。したがって、データの移行が発生した場合にも、ストレージシステムを構成するストレージのコマンドキューイングの性能を有効活用することが可能となる。

## 【 0 1 0 6 】

20

ここで、本実施例では、いずれの仮想ディスクも 1 つのストレージのみで構成される場合で説明したが、実際には仮想ディスクを構成するストレージの数はいくつでも良い。その場合には、各仮想ディスクを構成するストレージのコマンドキューイング数のうち最小の値が、その仮想ディスクのコマンドキューイング数となる。この各仮想ディスクにはデータ移行後の移行先の仮想ディスクも含まれる。

## 【符号の説明】

## 【 0 1 0 7 】

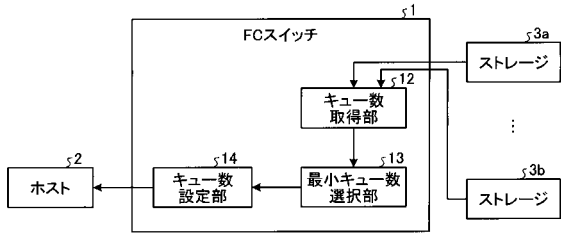
- 1 FC スイッチ
- 2 ホスト
- 3 a、3 b ストレージ
  - 1 1 仮想ディスク構成部
  - 1 2 キュー数取得部
  - 1 3 最小キュー数選択部
  - 1 4 キュー数設定部
  - 1 5 命令出力部
  - 1 6 応答出力部
  - 1 7 データ移行部
  - 1 8 変更通知部
- 2 1 コマンド出力部
- 2 2 実行部
- 3 1 a、3 1 b 命令格納部
  - 3 2 a、3 2 b 処理実行部

30

40

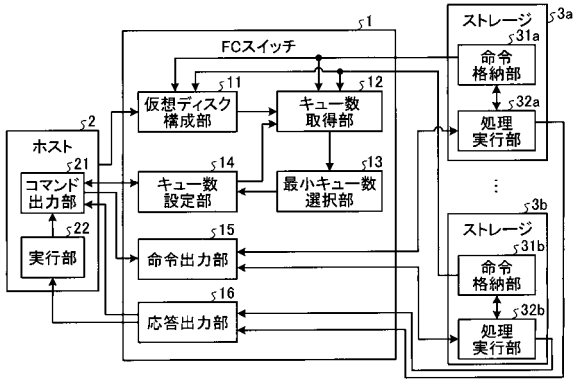
【図1】

実施例1に係るスイッチ装置を用いたストレージシステムのブロック図



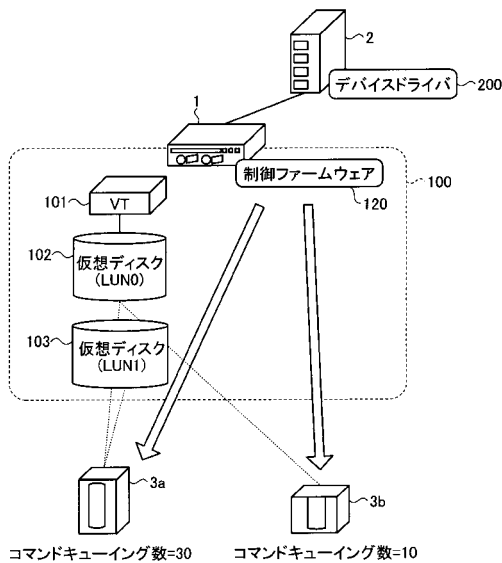
【図2】

実施例2に係るスイッチ装置を用いたストレージシステムのブロック図



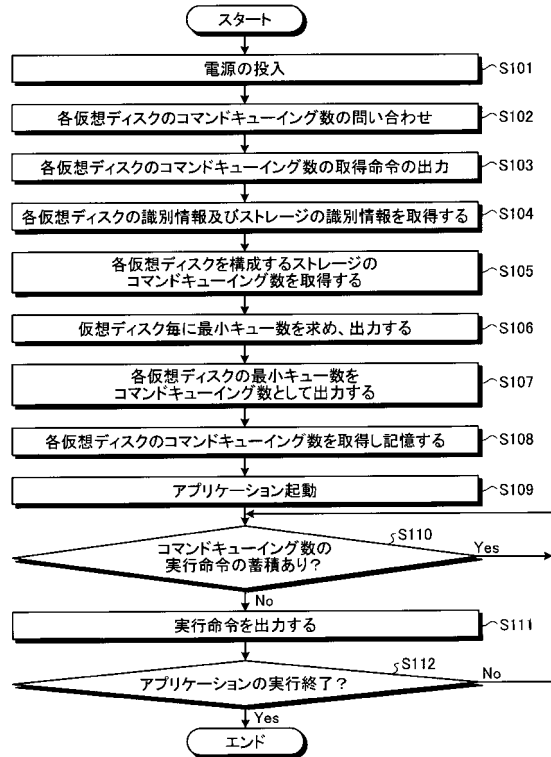
【図4】

実施例2に係るスイッチ装置を用いたストレージシステムの構成図



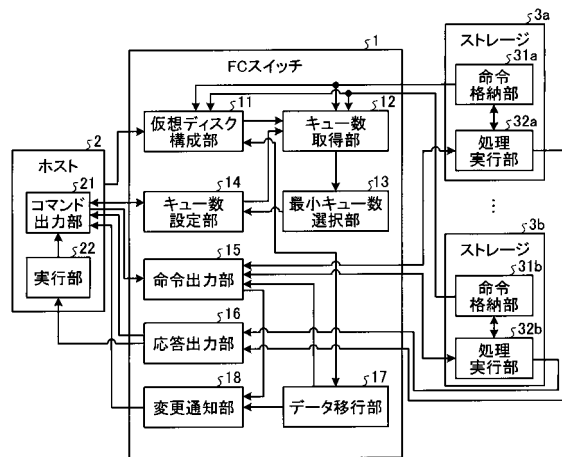
【図3】

実施例2に係るスイッチ装置を用いたストレージシステムの  
コマンドキューイング数設定及びアプリケーションの実行のフローチャート



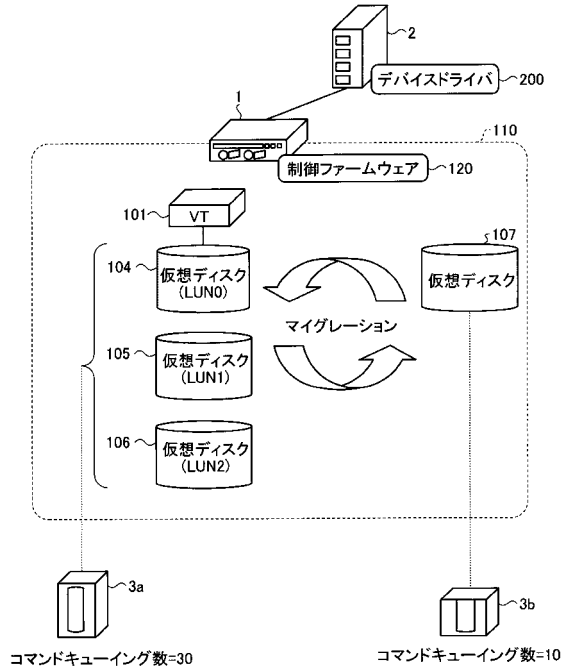
【図5】

実施例3に係るスイッチ装置を用いたストレージシステムのブロック図



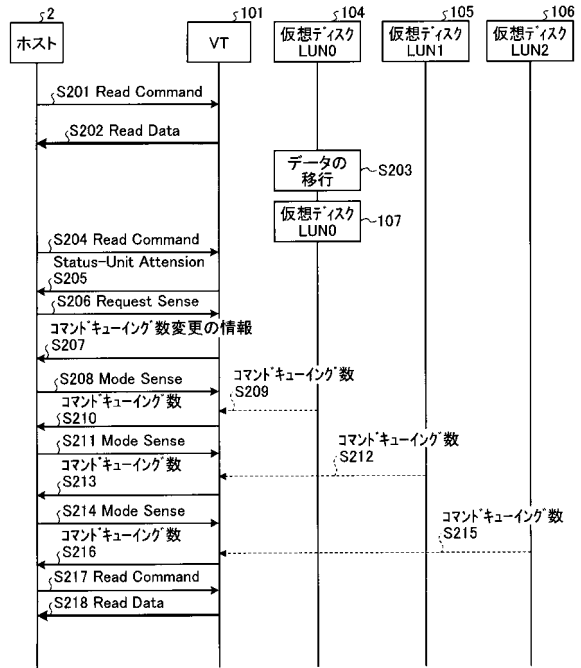
【図6】

実施例3に係るスイッチ装置を用いたストレージシステムの構成図



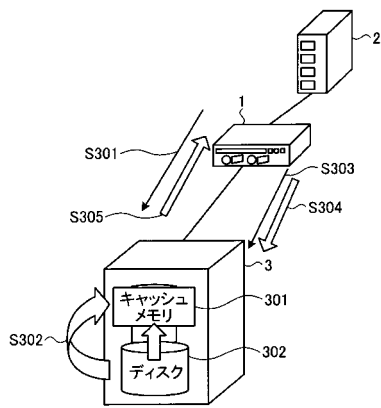
【図7】

実施例3に係るスイッチ装置においてコマンドキューイング数を再設定する際のシーケンス図



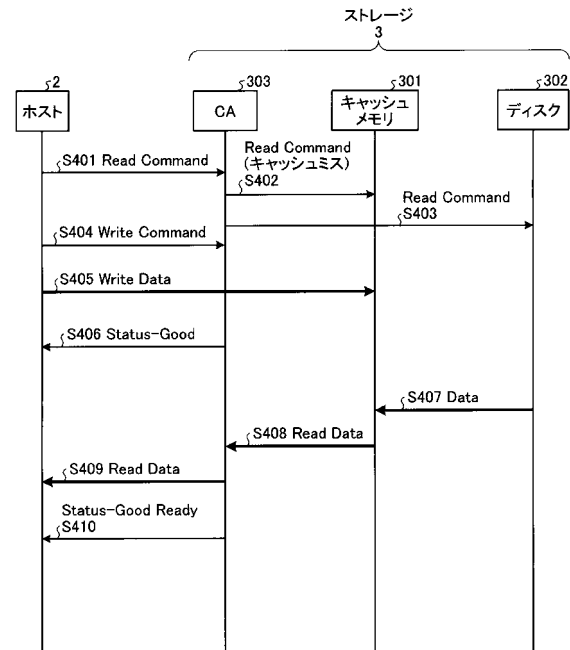
【図8】

コマンドキューイングを説明するための図



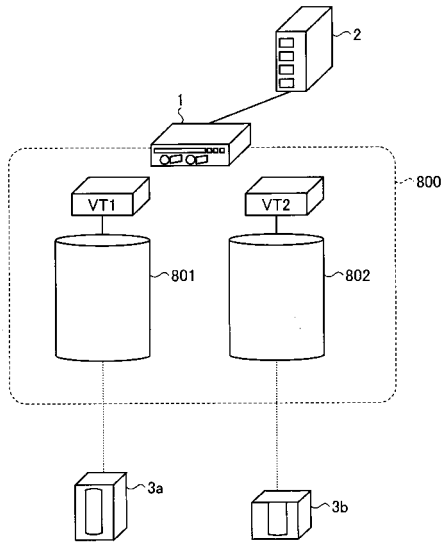
【図9】

コマンドキューイング時のシーケンス図



【図10】

コマンドキューイング数が異なるストレージ装置により構築された  
仮想ストレージシステムの構成図



---

フロントページの続き

- (72)発明者 木下 徹哉  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 株式会社富士通コンピュータテクノロジーズ内
- (72)発明者 竹内 順  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 株式会社富士通コンピュータテクノロジーズ内
- (72)発明者 篠原 敦史  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 株式会社富士通コンピュータテクノロジーズ内
- (72)発明者 倉澤 祐輔  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 株式会社富士通コンピュータテクノロジーズ内

審査官 木村 貴俊

- (56)参考文献 特開2008-112399(JP,A)  
特開2006-285809(JP,A)  
米国特許第06922414(US,B1)  
米国特許出願公開第2002/0174295(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G06F 3/06 - 3/08  
G06F 12/00  
G06F 13/00 - 13/42