

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-293595

(P2005-293595A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005. 10. 20)

(51) Int. Cl.⁷

G06F 3/06

F I

G06F 3/06

305C

G06F 3/06

540

テーマコード (参考)

5B065

審査請求 未請求 請求項の数 29 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2005-105966 (P2005-105966)
(22) 出願日 平成17年4月1日(2005. 4. 1)
(31) 優先権主張番号 10/817565
(32) 優先日 平成16年4月2日(2004. 4. 2)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 500373758
シーゲイト テクノロジー エルエルシー
アメリカ合衆国, カリフォルニア, スコッ
ツ バレイ, ピー. オー. ボックス 66
360, ディスク ドライブ 920
(74) 代理人 100066692
弁理士 浅村 皓
(74) 代理人 100072040
弁理士 浅村 肇
(74) 代理人 100094673
弁理士 林 拓三
(74) 代理人 100091339
弁理士 清水 邦明

最終頁に続く

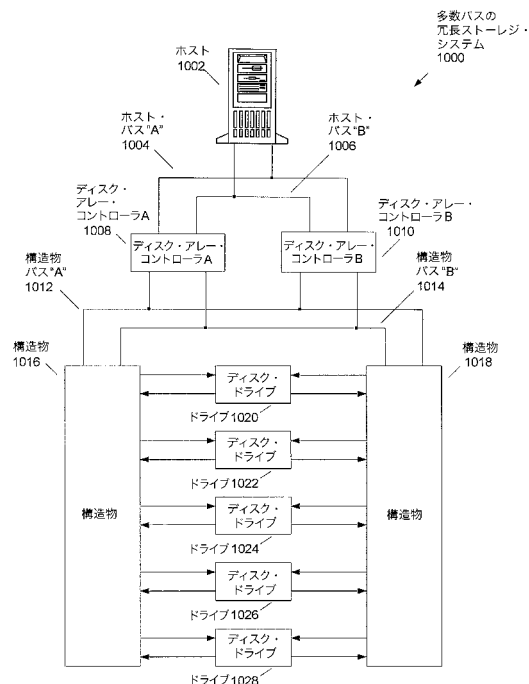
(54) 【発明の名称】 多数バスの冗長ストレージ・システム構造及び方法

(57) 【要約】

【課題】データ・ストレージ・システムにおける多数バスのバス及びコンポーネント相互接続及び切り離しを得るデータ・ストレージ・システム及び方法を提供する。

【解決手段】データ・ストレージ・システムを複数のデータ・ストレージ装置及びこれらのデータ・ストレージ装置を接続するためのコネクタを含む多数ディスク・アッセンブリと、複数のデータ・ストレージ装置を制御する少なくとも1つのディスク・コントローラと、複数のデータ・ストレージ装置をデータ・ストレージ・システムに選択的に接続する少なくとも1つの構造物とを含み、当該システムにエラーが発生した場合は、そのエラーが発生した部分を特定し、これを選択的に当該システムから切り離して当該システムの再構築をすることにより、システム・パフォーマンスの維持を図る。

【選択図】 図10



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

データ・ストレージ・システムにおいて、
内部に配置され、複数の信号を提供し、かつ複数のデータ・ストレージ装置の各データ・ストレージ用に少なくとも 1 独立信号を有する、少なくとも 1 コネクタを含むように内部に配置された複数のデータ・ストレージ装置を有する多数ディスク・アセンブリを有し、

少なくとも 1 コネクタと係合する、取り付けコネクタを有するアセンブリを受け入れるようにされた多数ディスク・アセンブリ・レセプタクルを有し、

少なくとも 1 ディスク・コントローラを有し、

少なくとも 1 つの構築可能な構造物を有し、該構造物が第 1 の構成にあるときに、前記ディスク・コントローラに前記複数のデータ・ストレージ装置の各データ・ストレージ装置用の少なくとも 1 つの独立信号を選択的に接続することができ、かつ前記構造物が他の構成のときに、少なくとも 1 つの独立信号を選択的に切り離すことができる、ことを備えた

データ・ストレージ・システム。

【請求項 2】

前記少なくとも 1 つの構造物は、ポート・バイパス・コントローラを備えた請求項 1 記載のデータ・ストレージ・システム。

【請求項 3】

前記少なくとも 1 つの構造物は、クロス・ポイント・スイッチを備えた請求項 1 記載のデータ・ストレージ・システム。

【請求項 4】

前記少なくとも 1 つの構造物は、ホスト・システムにより構築可能である請求項 1 記載のデータ・ストレージ・システム。

【請求項 5】

前記少なくとも 1 つのディスク・コントローラと外部インターフェースとの間で信号を搬送する少なくとも 1 つのインターフェース・コントローラと、前記少なくとも 1 つの構造物を構成するように動作可能な少なくとも 1 つのインターフェース・コントローラを更に備えた請求項 1 記載のデータ・ストレージ・システム。

【請求項 6】

前記少なくとも 1 つのコネクタは、前記複数のデータ・ストレージ装置の各データ・ストレージ装置用の少なくとも 2 つの独立信号を有する請求項 1 記載のデータ・ストレージ・システム。

【請求項 7】

第 2 の構造物を有し、

第 2 のディスク・コントローラを有し、前記少なくとも 1 つの構造物が前記少なくとも 1 つのディスク・コントローラに対して前記複数のデータ・ストレージ装置の各データ・ストレージ装置用に前記少なくとも 2 つの独立信号のうちの第 1 信号を接続するように構築可能であり、かつ前記第 2 の構造物が前記少なくとも 1 つのディスク・コントローラに対して前記複数のデータ・ストレージ装置の各データ・ストレージ装置用に前記少なくとも 2 つの独立信号のうちの第 2 信号を接続するように構築可能であることを更に備えた請求項 6 記載のデータ・ストレージ・システム。

【請求項 8】

前記少なくとも 1 つのディスク・コントローラと外部インターフェースとの間の信号を搬送し、かつ前記少なくとも 1 つの構造物及び前記構造物を構築するように動作可能な少なくとも 1 つのインターフェース・コントローラを備えた請求項 7 記載のデータ・ストレージ・システム。

【請求項 9】

前記少なくとも 1 つのディスク・コントローラ及び前記第 2 のディスク・コントローラ

10

20

30

40

50

と外部インターフェースとの間の信号を搬送し、かつ前記少なくとも1つの構造物及び前記第2構造物を構築するように動作可能である第2のインターフェース・コントローラを備えた請求項8記載のデータ・ストレージ・システム。

【請求項10】

多数ディスク・アセンブリにおいて、
前記ディスク・アセンブリに配置された複数のデータ・ストレージ装置を有し、
前記ディスク・アセンブリからの信号を前記ディスク・アセンブリが受け入れるようにされた取り付け具に通信するコネクタを有し、
前記コネクタと通信する前記ディスク・アセンブリに配置された構造物を有し、前記コネクタは、前記コネクタの少なくとも1つの信号に対して前記複数のデータ・ストレージ装置のうちの少なくとも1つのデータ・ストレージ装置を選択的に接続し、かつ切り離すように構築可能であることを備えたディスク・アセンブリ。 10

【請求項11】

取り外し可能なデータ・ストレージ・アセンブリにおいて、
データ・ストレージ・アセンブリに配置された複数対として配列された複数のデータ・ストレージ装置を有し、前記データ・ストレージ・アセンブリは少なくとも2対のデータ・ストレージ装置を有し、
複数のデータ・ストレージ装置のうちの各データ・ストレージ装置用に少なくとも1つの独立信号のために外部通信を提供するコネクタを有する、
取り外し可能なデータ・ストレージ・アセンブリ。 20

【請求項12】

データ・ストレージ・システムにおいて、
複数の2重ポート付きデータ・ストレージを含み、かつ取り付け具に少なくとも1つの信号を通信する少なくとも1つのコネクタを有し、かつ前記複数のデータ・ストレージ装置の各データ・ストレージ装置を前記少なくとも第1の信号へ接続するように構築可能な構造物を有し、かつ前記他のデータ・ストレージ装置が前記信号に接続された状態を維持している間に、前記複数のデータ・ストレージ装置のうちの少なくとも1つのデータ・ストレージ装置を切り離すように構築可能な多数のディスク・アセンブリと、
前記アセンブリを受け入れるように適応され、かつ前記少なくとも1つのコネクタに係合する取り付けコネクタを有する多数のディスク・アセンブリ・レセプタクルと、 30
前記取り付けコネクタを介して前記複数のデータ・ストレージ装置のうちの少なくとも1つのデータ・ストレージ装置をアクセス可能な少なくとも1つのディスク・コントローラと
を備えたデータ・ストレージ・システム。

【請求項13】

前記複数のデータ・ストレージ装置は、複数対に配列されると共に各対の前記構造物が前記少なくとも1つの信号に各対のデータ・ストレージ装置を接続するように構築可能である請求項12記載のデータ・ストレージ・システム。

【請求項14】

データ・ストレージ・システムにおいて、 40
複数の2重デュアル・ポート式データ・ストレージを含み、かつ取り付け具に少なくとも2つの独立信号を通信する少なくとも1つのコネクタを有し、かつ前記複数のデータ・ストレージ装置の各データ・ストレージ装置の第1ポートを前記少なくとも2つの独立信号のうちの第1信号へ接続するように構築可能な第1の構造物を有し、かつ前記データ・ストレージ装置の各データ・ストレージ装置の第2ポートを前記少なくとも2つの独立信号の第2の信号へ接続するように構築可能な第2の構造物を有する多数ディスク・アセンブリと、
前記少なくとも1つのコネクタに係合する取り付けコネクタを有する前記アセンブリを受け入れるようにされた多数ディスク・アセンブリ・レセプタクルと、
前記取り付けコネクタを介して前記複数のデータ・ストレージ装置のうちの少なくとも 50

1つのデータ・ストレージ装置をアクセス可能な少なくとも1つのディスク・コントローラと

を有するデータ・ストレージ・システム。

【請求項15】

前記複数のデータ・ストレージ装置は複数対に配列されると共に、各対のデータ・ストレージ装置が前記第1の構造物に接続された第1ポートを有し、かつ各対のデータ・ストレージ装置が前記第2の構造物に接続された第2ポートを有し、前記第1の構造物が前記第1の信号に各対のデータ・ストレージ装置を接続し、かつ切り離すように構築可能であり、かつ前記第2の構造物が前記第2の信号に各対のデータ・ストレージ装置を接続し、かつ切り離すように構築可能である請求項14記載のデータ・ストレージ・システム。

10

【請求項16】

2つのポートを有すると共に、前記2つのポートのうちの第1ポートを前記第1の信号に接続し、かつ前記第2の信号に接続された前記2つのポートのうちの第2ポートを有する第2のディスク・コントローラ

を更に備えた請求項14記載のデータ・ストレージ・システム。

【請求項17】

データ・ストレージ・システムにおいて、

複数のデータ・ストレージ装置、少なくとも1つの構造物、及び内部に配置された少なくとも1つのディスク・コントローラを含み、かつ少なくとも1つの信号を取り付け具に通信する少なくとも1つのコネクタを有する多数ディスク・アッセンブリであって、前記構造物が前記ディスク・コントローラに前記複数のデータ・ストレージ装置の各データ・ストレージ装置を接続するように構築可能であり、前記ディスク・コントローラが前記少なくとも1つの信号に接続される前記多数ディスク・アッセンブリと、

20

前記ディスク・アッセンブリに適應され、かつ前記少なくとも1つのディスク・コントローラと信号の通信をする前記少なくとも1つのコネクタに係合する取り付けコネクタを有する多数ディスク・アッセンブリ・レセプタクルとを備えたデータ・ストレージ・システム。

【請求項18】

前記複数のデータ・ストレージ装置は、少なくとも2つのデータ・ストレージ装置の複数のグループにそれぞれ配列され、かつ前記少なくとも1つの構造物は前記少なくとも1つのディスク・コントローラに前記複数のグループの各グループを接続し、かつ切り離すように構築可能である請求項17記載のデータ・ストレージ・システム。

30

【請求項19】

データ・ストレージ・システムにおいて、

複数のデュアル・ポート式データ・ストレージ装置、第1のディスク・コントローラ、内部に配置された第2のディスク・コントローラを含み、かつ取り付け具に少なくとも信号を通信する少なくとも1つのコネクタを有する多数ディスク・アッセンブリであって、前記複数のデータ・ストレージ装置はそれぞれ前記第1の構造物に接続された第1ポートを有し、かつ前記第2の構造物に接続された第2ポートを有し、前記第1のディスク・コントローラ及び前記第2のディスク・コントローラはデュアル・ポート式であり、かつそれぞれは前記第1の構造物に接続された第1ポートを有し、かつ前記第2の構造物に接続された第2ポートを有し、前記第1のディスク・コントローラは前記少なくとも2つの信号の第1の信号に接続され、かつ前記第2のディスク・コントローラは前記少なくとも2つの信号の第2の信号に接続されている前記多数ディスク・アッセンブリと、

40

前記アッセンブリを受け入れるように適應された多数ディスク・アッセンブリ・レセプタクルと

を備えた前記データ・ストレージ・システム。

【請求項20】

前記複数のデータ・ストレージ装置は、少なくとも2つのデータ・ストレージ装置の複数のグループに配列され、かつ前記少なくとも第1の構造物は前記複数のグループの各グ

50

ループを前記第 1 のディスク・コントローラに接続し、かつ切り離すように構築可能である請求項 19 記載のデータ・ストレージ・システム。

【請求項 21】

少なくとも 2 つの電圧レギュレータを更に備え、前記少なくとも 2 つの電圧レギュレータのうちの第 1 の電圧レギュレータは、前記第 1 の構造物に電力を供給し、かつ前記少なくとも 2 つの電圧レギュレータのうちの第 2 の電圧レギュレータは、前記第 2 の構造物に電力を供給する請求項 19 記載のデータ・ストレージ・システム。

【請求項 22】

前記コネクタと前記第 1 のディスク・コントローラ及び前記第 2 のディスク・コントローラとの間に配置された 2 つのインターフェース・コントローラを更に備え、前記 2 つのインターフェース・コントローラの第 1 のディスク・コントローラは、第 1 のバスを使用して前記第 1 のディスク・コントローラに接続され、かつ第 2 のバスを使用して前記第 2 のディスク・コントローラに接続され、前記第 1 のインターフェース・コントローラ及び前記第 2 のインターフェース・コントローラは、前記第 1 の信号及び前記第 2 の信号に接続される請求項 19 記載のデータ・ストレージ・システム。

10

【請求項 23】

多数ディスク・アッセンブリ・レセプタクル及び前記アッセンブリに接続された少なくとも 1 つの構造物にインストールされた複数のデータ・ストレージ装置を含む多数ディスク・アッセンブリと、前記アッセンブリに接続された少なくとも 1 つの構造物とを有するデータ・ストレージ・システムを構築する方法において、

20

前記データ・ストレージ・システムにおけるエラーを検出し、

動作不能であるとして前記アッセンブリに含まれている前記複数のデータ・ストレージ装置のうちの 1 つのデータ・ストレージ装置を認識し、

前記少なくとも 1 つのデータ・ストレージ装置を切り離すように前記少なくとも 1 つの構造物を構築する、ステップを備えた前記方法。

【請求項 24】

前記少なくとも 1 つの構造物を構築する前記ステップは、ポート・バイパス・コントローラを構築することを更に含む請求項 23 記載の方法。

【請求項 25】

前記少なくとも 1 つの構造物を構築する前記ステップは、クロス・ポイント・スイッチを構築することを更に備えた請求項 23 記載の方法。

30

【請求項 26】

前記少なくとも 1 つの構造物を構築する前記ステップは、マルチプレクサを構築することを更に備えた請求項 23 記載の方法。

【請求項 27】

前記少なくとも 1 つのデータ・ストレージ装置から電力を除去することを更に備えた請求項 23 記載の方法。

【請求項 28】

データ・ストレージ・システムにおいて、

40

複数のデータ・ストレージ装置を含み、かつ前記複数のデータ・ストレージ装置の各対のデータ・ストレージ装置に関する少なくとも 1 個別信号ラインを提供するコネクタを有する多数ディスク・アッセンブリと、

ディスク・コントローラ及び内部に配置された構造物を有するホスト・システムに接続された取り付け具であって、前記アッセンブリを受け入れるように適応した多数ディスク・アッセンブリ・レセプタクルを有し、かつそれらの間で信号を通信する前記取り付け具と、

前記ストレージ・システムにおけるエラーを検出し、かつ前記アッセンブリにおける動作不能のデータ・ストレージ装置を認識し、かつ前記動作不能のデータ・ストレージ装置を切り離すために構造物を構築するように動作可能なコンピュータ・プログラムと

50

を備えたデータ・ストレージ・システム。

【請求項 29】

データ・ストレージ・システムにおいて、

複数のデータ・ストレージ装置、及び前記アッセンブリの外部の信号を通信するコネクタの少なくとも 1 つの信号へ前記データ・ストレージの各データ・ストレージ装置を接続及び切り離すように構築可能とされる少なくとも 1 つの構造物を含む多数ディスク・アッセンブリと、

内部に配置されたディスク・コントローラを有し、かつ前記アッセンブリを受け入れ、かつこれらと通信するように適応した多数ディスク・アッセンブリを有する取り付け具と、

前記ストレージ・システムにおけるエラーを検出し、かつ前記アッセンブリにおける動作不能のデータ・ストレージ装置を認識する共に、前記動作不能のデータ・ストレージ装置を切り離すように前記少なくとも 1 つの構造物を構築するコンピュータ・プログラム・コードと

を備えた前記データ・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、概してデータ・ストレージ・システムに関し、特にフォールト・トレラント・データ・ストレージ・システムにおけるストレージ・コンポーネントの相互接続システム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

データ・ストレージ・システムは、1 以上のディスク・ドライブを 1 以上のディスク・コントローラに接続し、1 以上のディスク・コントローラをホスト即ちネットワーク・インターフェースに接続してなるものでよい。例えばディスク・ドライブ、コントローラ、コネクタ及びワイヤリングのようなストレージ・システムの各コンポーネントは、システムにおける潜在的な故障箇所である。例えばパーソナル・コンピュータのように、いくつかのシステムは、コントローラ、バス又はコネクタが故障した場合に、データに対するアクセス不能となる恐れがある。データに対するアクセスは、故障したコンポーネントを修理若しくは交換する、又はディスク・ドライブを他のシステムにインストールしてデータをアクセスしなければならないことがある。ディスク・ドライブの故障は、通常、記憶データの損失に至る。大規模のストレージ・システムは、ドライブ故障の場合にデータを損失しないように、複数のドライブにまたがってデータを分配させる RAID のような冗長な方法を採用することもできる。RAID システムにおいて、故障したドライブからのデータは、ミラー・ドライブからコピーされてもよく、又は動作しているドライブ上のデータ及びパリティ情報から再構築されてもよい。ディスク又はディスク・コントローラの故障後、システムは、故障したコンポーネントを交換又は修理するまで、低下したパフォーマンス条件により動作することがしばしばある。バスの故障は、データをアクセスするために、ドライブを取り外し、かつ他の取り付け具即ちシステムにドライブをインストールしなければならないことがある。

【0003】

フォールト・トレランスのレベル、ストレージ容量、動作寿命及びデータの使用可能性 (data availability) は、ストレージ・システムの価値に対する重要な決定要因である。フォールト・トレランスは、データの完全さ及びデータ・アクセスを維持している間に発生するディスク、コントローラ、及びバスの故障回数 (順次的及び同時) に関連して表されてもよい。ストレージ容量は、ディスク・ドライブ、各ドライブの容量、及び使用したデータ符号化方法の数を反映している。ドライブ数が増加すれば、相互接続数及び故障の可能性は増加する。ストレージ・システムの動作寿命は、コンポーネントの寿命、及びシステムのフォールト・トレランス・レベルに反映される。予備ディスク・ドライブは、デ

10

20

30

40

50

ィスク・ドライブの故障後に、システムの動作を拡張するためにコピーされた、又は再構築されたデータをストアするために採用されてもよい。データの使用可能性は、データ転送速度、フォールト・トレランス、及び 1 以上のコンポーネント故障後におけるシステム・パフォーマンスの観点から表されてもよい。

【0004】

ストレージ・システムの商業的な実行可能性は、フォールト・トレランスの所望レベル、ストレージ容量、動作寿命及びデータの使用可能性を得るために設計者により実行された構成上の決定及びコンポーネントの選択を反映している。非常に長いMTBF (mean time between failure: 平均故障間隔) 率を有するコンポーネントは、システム・コストに逆効果となる恐れがある。

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の実施例は、データ・ストレージ・システムにおけるフォールト・トレランスを提供し、かつ単一点の故障を除去するために採用可能な冗長ストレージ・システム構成及び分離方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

従って、本発明の実施例は、内部に配置され、複数の信号を提供し、かつ複数のデータ・ストレージ装置の各データ・ストレージ用に少なくとも 1 独立信号を有する少なくとも 1 コネクタを有する複数のデータ・ストレージ装置を含む多数のディスク・アッセンブリと、少なくとも 1 コネクタと係合する取り付けコネクタを有するアッセンブリを受け入れるようにされた多数のディスク・アッセンブリ・レセプタクルと、少なくとも 1 ディスク・コントローラと、構造物(fabric)が第 1 の構成にあるときはディスク・コントローラに複数のデータ・ストレージ装置の各データ・ストレージ装置に関する少なくとも 1 独立信号を選択的に接続することができ、かつ構造物が他の構成にあるときは少なくとも 1 独立信号を選択的に切り離すことができるように構成可能な少なくとも 1 構造物とを備えたデータ・ストレージ・システムを含むものでもよい。

20

【0007】

更に、本発明の実施例は、ディスク・アッセンブリに配置された複数のデータ・ストレージ装置と、ディスク・アッセンブリからの信号をディスク・アッセンブリを受け入れるようにされた取り付け具に通信するコネクタと、ディスク・アッセンブリに配置され、コネクタの少なくとも 1 信号に対して複数のデータ・ストレージ装置のうちの少なくとも 1 データ・ストレージ装置を選択的に接続し、かつ切り離すように構築可能なコネクタと通信する構造物とを有する多数のディスク・アッセンブリを更に備えていてもよい。

30

【0008】

更に、本発明の実施例は、少なくとも 2 対のデータ・ストレージ装置を有するアッセンブリに配置された複数対として配列された複数のデータ・ストレージ装置と、複数のデータ・ストレージ装置のうちの各データ・ストレージ装置に関する少なくとも 1 独立信号のために外部通信を提供するコネクタとを備えた取り外し可能なデータ・ストレージ・アッセンブリを更に備えていてもよい。

40

【0009】

更に、本発明の実施例は、複数のデュアル・ポート式データ・ストレージを含み、かつ少なくとも 2 独立信号を取り付け具へ通信する少なくとも 1 コネクタを有し、かつ複数のデータ・ストレージ装置の各データ・ストレージ装置の第 1 ポートを少なくとも 2 つの独立信号のうちの第 1 の信号へ接続するように構築可能な第 1 の構造物を有し、かつ前記データ・ストレージ装置の各データ・ストレージ装置の第 2 ポートを少なくとも 2 つの独立信号の第 2 の信号へ接続するように構築可能な第 2 の構造物を有する多数のディスク・アッセンブリと、少なくとも 1 コネクタを係合する取り付けコネクタを有するアッセンブリを受け入れるようにされた多数のディスク・アッセンブリ・レセプタクルと、取り付けコ

50

ネクタを介して複数のデータ・ストレージ装置のうちの少なくとも1データ・ストレージ装置をアクセス可能な少なくとも1ディスク・コントローラとを有するデータ・ストレージ・システムを更に備えてもよい。

【0010】

更に、本発明の実施例は、多数のディスク・アッセンブリ・レセプタクル及びアッセンブリに接続された少なくとも1構造物にインストールされた複数のデータ・ストレージ装置を含む多数のディスク・アッセンブリと、アッセンブリに接続された少なくとも1構造物を有するデータ・ストレージ・システムを構築する方法を更に備えることができ、方法は、データ・ストレージ・システムにおけるエラーを検出し、動作不能であるとしてアッセンブリに含まれている複数のデータ・ストレージ装置のうちの1データ・ストレージ装置を認識し、少なくとも1データ・ストレージ装置を切り離すように少なくとも1構造物を構築する、ステップを備える。

10

【0011】

加えて、本発明の実施例は、複数のデータ・ストレージ装置を含み、かつ複数のデータ・ストレージ装置の各対のデータ・ストレージ装置に関する少なくとも1個別信号ラインを提供するコネクタを有する多数のディスク・アッセンブリを有し、ディスク・コントローラ及び内部に配置された構造物を有するホスト・システムに接続された取り付け具を有し、該取り付け具はアッセンブリを受け入れるように適応した多数のディスク・アッセンブリ・レセプタクルを有し、かつそれらの間で信号を通信し、ストレージ・システムにおけるエラーを検出し、かつアッセンブリにおける動作不能のデータ・ストレージ装置を認識し、さらに動作不能のデータ・ストレージ装置を切り離すために構造物を構築するように動作可能なコンピュータ・プログラムを備えたデータ・ストレージ・システムを備えてもよい。

20

【0012】

更に、本発明の実施例は、複数のデータ・ストレージ装置、及びアッセンブリの外部の信号を通信するコネクタの少なくとも1信号へデータ・ストレージの各データ・ストレージ装置を接続及び切り離すように構築可能とされる少なくとも1構造物を含む多数のディスク・アッセンブリと、内部に配置されたディスク・コントローラを有し、かつアッセンブリを受け入れ、かつこれらと通信するように適応した多数のディスク・アッセンブリを有する取り付け具と、ストレージ・システムにおけるエラーを検出し、かつアッセンブリにおける動作不能のデータ・ストレージ装置を認識する共に、動作不能のデータ・ストレージ装置を切り離すように少なくとも1構造物を構築するコンピュータ・プログラム・コードとを備えたデータ・ストレージ・システムを更に備えてもよい。

30

【実施例】

【0013】

本発明の実施例は、冗長なコンポーネント及びデータ・バスと共に、バス又はコンポーネントが故障した後に、データ・アクセスを維持できるようにストレージ・サブシステム内の故障点の切り離しを提供する。故障は、例えばディスク・ドライブのような動作部分を有するコネクタ及びコンポーネントにおいて最も頻繁に発生する恐れがある。一般的に、集積回路のような電子的なコンポーネントは、コネクタ又はディスク・ドライブよりも低い故障率を示すと思われる。

40

【0014】

本発明の実施例は、キャビネット取り付け具にインストールされた単一又は多数のディスク・アレーを採用したシステムと、取り外し可能にインストール可能な多数のディスク・アッセンブリを採用したシステムとを含む異なったストレージ・アーキテクチャーに適用可能である。多数のディスク・アッセンブリは、異なる内部データ・ストレージ装置、コンポーネント及び配置を含み得る所定のサイズ、形状及びコネクタ構成を取り外せるようにインストール可能なユニットとして定義される。一実施例において、多数のディスク・アッセンブリは、第1の数の3.5インチ(8.88ミリメートル)ディスクを備えてもよく、同時に他の実施例は、異なる数の2.5インチ(6.35ミリメートル)ディスクを備え

50

てもよい。種々多数のディスク・アッセンブリ実施例は、単一の取り付け具設計にインストールされてもよい。これは、単一の取り付け具（キャビネット、棚等）を使用して種々のストレージ容量、データ速度及び処理能力のシステムを制作可能にする。多数のディスク・アッセンブリの実施例は、複数のディスク及び複数のコネクタのみを含む複数のユニットから、複数のディスク、1以上の構造物、1以上のディスク・コントローラ、及び1以上のインターフェース・コントローラを備えた複数のユニットまでの範囲で、複合構造に変更してもよい。多数のディスク・アッセンブリの実施例は、例えば同一のコネクタを採用している間に、簡単な複数のストレージ装置からインテリジェント・コントローラに及び装置を使用可能にさせるファイバ・チャネルのようなインターフェースを採用してもよい。ホスト及び他のシステムにおいて動作するコンピュータ・プログラム・コードは、多数のディスク・アッセンブリの複雑さを反映している。多数のディスク・アッセンブリは、簡単なシステム・アッセンブリを単純化及びアップグレードしてもよく、かつ無線周波数放射の可能性を低減し得る。多数のディスク・アッセンブリ・レセプタクルは、棚、ラック、エンクロージャ又は他の取り付け具におけるレセプタクルとして定義され、これらには、内部のアーキテクチャー内において変更可能とされる個別的な多数のディスク・アッセンブリを取り外し可能にインストールできる。本発明の実施例は、多数のディスク・アッセンブリを「メンテナンス・フリー」のストレージ装置と見なし得るストレージ・システムを形成するために採用されてもよい。多数のディスク・アッセンブリの実施例は、バス、コントローラ及び1以上のドライブまたはそのいずれかが故障した後であっても、ユーザの介入なしに延長期間について動作可能となるように、1以上の予備ドライブ、多数のバス及び予備コントローラ容量を提供し得る。本発明の実施例は、コンポーネント故障後に高いパフォーマンスの動作を得るために十分なレベルのフォールト・トレランスを提供し得る。

【0015】

図1は、シングル・ポートによるデータ・ストレージ・システムの構成を示す。システム100は、ホスト102、ディスク・アレー・コントローラ“A”104、ディスク・アレー・コントローラ“B”106、バス“A”108、バス“B”110、“A”ドライブ・アレー112、及び“B”ドライブ・アレー114を備えている。ドライブ・アレーは、互いに5ドライブを有するものとして説明される。“A”ドライブ・アレー112及び“B”ドライブ・アレー114は、単一ポートであり、バス“A”108又はバス“B”110に対して単一のインターフェースを提供する。ディスク・アレー・コントローラ“A”104及びディスク・アレー・コントローラ“B”106は、1以上のバスによりホスト102に接続され、かつデュアル・ポート式であり、これらは2つのディスク・ドライブ・バス・インターフェースをそれぞれ提供する。各ドライブ・アレー・コントローラのインターフェースは、コントローラのうちの一方が故障したときに、いずれかのコントローラがバス“A”108及びバス“B”110の両者上の通信をサポートできるように、構築される。各アレーにおけるディスク・ドライブ数、及びアレーにおけるドライブのデータ転送速度に従って、システムは、複数のコントローラのうちの1コントローラが故障した後、遅いデータ速度で動作してもよい。バス“A”108又はバス“B”110のいずれかの故障、関連するコネクタ、又は接続されているコンポーネントによるバス信号の不良は、バスに取り付けられた配列に記憶されたデータに対するアクセスを完全に禁止する。このようなバス“A”108、バス“B”110、及びバスを損なう恐れがある関連のコネクタ及び取り付けコンポーネントは、故障の単独点を表す。記憶データの再生には、バスを修理すること、又はディスク・ドライブを取り外し、取り付け具に機能しているバスをインストールすることが必要である。データの入手可能性の観点から、図1のアーキテクチャーは、コントローラの故障、又はバスに影響しないディスク故障の場合に入手可能性が低下し、かつバス故障、又はバスに影響するディスク又はコントローラの故障の場合にデータの入手可能性を失う恐れがある。

【0016】

図2は、デュアル・ポート・データ・ストレージ・システムのアーキテクチャーを示す

。システム 200 は、ホスト 202、ディスク・アレー・コントローラ “A” 204、ディスク・アレー・コントローラ “B” 206、バス “A” 208、バス “B” 210、及び “B” ドライブ・アレー 212 を備えている。“B” ドライブ・アレー 212 におけるディスクは、デュアル・ポート式であり、それぞれバス “A” 208 及びバス “B” 210 に単一インターフェースを提供するデュアル・ポートを提供する。ディスク・アレー・コントローラ “A” 204 及びディスク・アレー・コントローラ “B” 206 は、少なくとも 1 バスにより、かつ好ましい実施例においては、少なくとも 2 つのバスにより、ホスト 202 に接続されている。ディスク・アレー・コントローラ “A” 204 及びディスク・アレー・コントローラ “B” 206 は、デュアル・ポート式であり、それぞれ 2 つのディスク・ドライブ・バス・インターフェースを提供する。各ドライブ・アレー・コントローラのインターフェースは、バス “A” 208 及びバス “B” 210 の両者における通信をサポートできるように構築されており、コントローラのうちのいずれか一方が故障したときに、連続動作を提供する。“B” ドライブ・アレー 212 のデュアル・ポートの特性は、アレーにおける使用可能性がいずれかのドライブ・アレー・コントローラと通信可能にすることである。バス又はコントローラが故障した場合でも、システムはデータ・アクセスを提供し続ける。アクセスは転送速度及びアレーにおけるドライブ数に従って速度が低下する恐れがある。図 2 に示すアーキテクチャは、図 1 のシステムと比較すると、バスの故障後に継続したデータ使用可能性を維持する利点があるが、しかしデュアル・ポート・ディスク・ドライブを使用することによるコストの増加がある。図 1 及び図 2 のアーキテクチャは、例えば、SCSI、直列 SCSI、直列 ATA、又は光ファイバ・チャネルのような並列又は直列バス・インターフェースを使用してシステムを表すことができる。

10

20

【0017】

図 3 は、ループ・ストレージ・システムの構成を示す。システム 300 は、ホスト 302、ドライブ・アレー・コントローラ 304、バス 306、及びドライブ・アレー 308 を備えている。ドライブ・アレー・コントローラ 304 は、1 以上のバスによりホスト 302 に接続されている。バス 306 は、ドライブ・アレー・コントローラ 304、及びループにおけるドライブ・アレー 308 の各ドライブを直列に相互接続している。ドライブ・アレー・コントローラ 304 及びドライブ・アレー 308 は、バス 306 のループを形成するように入力ポート及び出力ポートを接続している。図 3 のシステムは、ディスク故障が発生したときに動作を継続することができ、バスの動作に影響しない。バス、コントローラの故障、又はバスの動作を中断させるディスク故障は、データの使用可能性の損失に帰結し、データをアクセスするためにバス、コントローラ又はディスク・ドライブの修理、又は他の取り付け具にドライブのインストールを必要とする。

30

【0018】

図 4 は、交換式のシングル・ポートによるディスク・ドライブを採用したストレージ・システムの構成を示す。システム 400 は、ホスト 402、ディスク・コントローラ “A” 404、ディスク・コントローラ “B” 406、スイッチ・コントロール 408、バス “A” 410、バス “B” 412、ディスク・ドライブ 414 ~ 422 及びスイッチング装置 424 ~ 432 を備えている。ディスク・コントローラ “A” 404 及びディスク・コントローラ “B” 406 は、1 以上のバスによりホスト 402 に接続されており、かつそれぞれ 2 ディスク・ドライブ・バスを提供するデュアル・ポート式である。バス “A” 410 及びバス “B” 412 は、ディスク・コントローラ “A” 404 及びディスク・コントローラ “B” 406 の両者に接続されている。他の実施例（図示なし）において、第 1 のディスク・コントローラがバス “A” 410 を備え、かつ第 2 のディスク・コントローラがバス “B” 412 を備えた 2 つのシングル・ポート・ディスク・コントローラを使用してもよい。スイッチング装置 424 ~ 432 は、スイッチ・コントロール 408 により制御され、かつバス “A” 410 又はバス “B” 412 にディスク・ドライブ 414 ~ 422 を従属接続している。スイッチング装置 424 ~ 432 は、クロス・ポイント・スイッチを含むが、限定されることなく、任意形式のスイッチング装置、ポート・マルチプ

40

50

レクサ等であってもよい。スイッチ・コントロールは、スイッチング装置 4 2 4 ~ 4 3 2 をホスト 4 0 2 に接続する 1 以上のバスを設けてもよく、かつ I 2 C バス、R S C 2 3 2、又は他の直列又は並列バスを設けてもよい。代わって、スイッチング装置は、ディスク・コントローラ “ A ” 4 0 4、ディスク・コントローラ “ B ” 4 0 6、又は両者により制御されてもよい。他の実施例において、スイッチ・コントロールは、バス “ A ” 4 1 0 及びバス “ B ” 4 1 2 またはそのいずれかを採用してもよい。従って、スイッチング装置は、ホスト 4 0 2 により、バス “ A ” 4 1 0 又はバス “ B ” 4 1 2 を介してホスト 4 0 2 により直接制御されてもよく、バス “ A ” 4 1 0 又はバス “ B ” 4 1 2 により制御されてもよい。図 4 のアーキテクチャは、多数のディスク及び図示よりもスイッチング装置を採用してもよい。図 4 の構成は、図示よりも多数のディスク及びスイッチング装置を採用してもよい。

10

【 0 0 1 9 】

スイッチング装置は、各ドライブがバス “ A ” 4 1 0 又はバス “ B ” 4 1 2 のいずれかを採用するように、各ドライブに対して個別的に構築され得る。これによって、バス故障の場合に通信を維持可能にし、かつバス間で負荷を平衡可能にする。図 4 の構成は、バス、ディスク又はコントローラ故障の場合に連続した動作を提供する。更に、スイッチング装置 4 2 4 ~ 4 3 2 は、両者のバスからディスク・ドライブを切り離し可能にする。ディスク故障、又はバスの動作を不良にするディスク故障の場合に、関連したスイッチング装置は、ドライブを両者のバスから切り離すように構築されてもよい。図 4 に示すスイッチング方法は、各ドライブの各ポートを選択的にバス “ A ” 4 1 0、バス “ B ” 4 1 2 に接続できる、又は両者のバスから切り離せるデュアル・ポート式ドライブに適用されてもよい。代わって、第 3 のバスは、バス故障の場合に更に高い転送速度を提供するように採用されてもよい。

20

【 0 0 2 0 】

図 5 は、交換式のシングル・ポートによるディスク・ドライブを採用したストレージ・システムの構成を示す。システム 5 0 0 は、ホスト 5 0 2、ディスク・コントローラ “ A ” 5 0 4、ディスク・コントローラ “ B ” 5 0 6、ディスク・コントローラ “ C ” 5 0 8、スイッチ・コントロール 5 1 0、バス “ A ” 5 2 0、バス “ B ” 5 2 2、バス “ C ” 5 2 4、及びドライブ/スイッチング・ユニット 5 1 2 から始まり、ドライブ/スイッチング・ユニット 5 2 6 で終わる複数のドライブ/スイッチング・ユニットを備えている。これらの実施例は、特定数のドライブ/スイッチング・ユニットに限定されない。ドライブ/スイッチング・ユニット 5 1 2 は、デュアル・ポート式ドライブ 5 1 4、デュアル・ポート式ドライブ 5 1 4 の第 1 ポートに接続された第 1 のスイッチング装置 5 1 6、及びデュアル・ポート式ドライブ 5 1 4 の第 2 ポートに接続された第 2 のスイッチング装置 5 1 8 を備えている。ストレージ装置 5 1 6 は、ドライブ 5 1 4 の第 1 ポートをバス “ A 5 2 0 ”、バス “ B ” 5 2 2 又はバス “ C ” 5 2 4 に接続可能にする。同様に、スイッチング装置 5 1 8 は、ドライブ 5 1 4 の第 1 ポートをバス “ A ” 5 2 0、バス “ B ” 5 2 2 又はバス “ C ” 5 2 4 に接続可能にしている。これらのスイッチング装置は、制御ロジック、例えば 1 2 C のようなバス・インターフェース、又はホスト 5 0 2 を各スイッチング装置の機能を制御可能にする他の回路のものであってもよいスイッチ・コントロール 5 1 0 を介して制御される。代わって、スイッチ・コントロール 5 1 0 は、1 以上のディスク・コントローラ、又は 1 以上のバスに接続されてもよい。ディスク・コントローラ “ A ” 5 0 4、ディスク・コントローラ “ B ” 5 0 6 及びディスク・コントローラ “ C ” 5 0 8 は、1 以上のバスによりホスト 5 0 2 に接続され、かつそれぞれ 2 つのディスク・ドライブ・バスを提供するデュアル・ポート式である。バス “ A ” 5 2 0 ~ 5 2 4 は、バスを動作不良にする 1 ディスク・コントローラの故障の場合に、全てのバスが可動状態に留まるようにして、ディスク・コントローラ “ A ” 5 0 4 ~ 5 0 8 のうちの異なるディスク・コントローラの 2 つのポートにそれぞれ接続される。図 5 の構成の他の実施例において、各ディスク・ドライブの第 1 ポートに接続されたスイッチング装置は、第 1 のスイッチ・コントロールにより制御され、かつ各ドライブの第 2 ポートに接続されたスイッチング装置は、第 2 の

30

40

50

スイッチ・コントロールに接続される。第 1 及び第 2 のスイッチ・コントロールは、ホストにより直接制御可能とされ、スイッチ・コントロールに接続された 1 以上のディスク・コントローラを介してホストにより制御可能とされ、又は 1 以上のディスク・コントローラにより接続可能とされる。スイッチング装置は、複数のバスのうちの 1 バスに対して複数のドライブ・ポート接続するように採用されてもよく、又は全てのバスからポートを分離するために採用されてもよい。スイッチング装置は、スイッチング、マルチプレクサ、ポート・コントローラ、クロス・ポイント・スイッチ、構造物等を含む前述の機能を提供するように構築可能な任意の装置を備えてもよい。

【0021】

図 5 の構成は、1 以上のディスク・コントローラの故障後に、システム動作を継続可能にする。加えて、図 5 の構成は、パフォーマンスを最適化するためにデータ負荷を複数のディスク・コントローラ間に分散可能にする。ディスク・ドライブ数と、ディスク・ドライブ、バス及びディスク・コントローラのデータ速度とに従って、図 5 の構成は、ディスク・ドライブ、バス又はディスク・コントローラの故障後の近最適パフォーマンス (near optimum performance) を提供することができる。従って、以上の構成は、ディスク・コントローラのバスの故障後に継続して高いパフォーマンスが望ましいシステムに採用されてもよい。

10

【0022】

図 6 は、ループ・バイパス・ストレージ・システムの構成を示す。システム 600 は、ホスト 602、ディスク・コントローラ 604、スイッチ・コントロール 606、ドライブ 608 ~ 616、スイッチング装置 618 ~ 626 及びバス 630 を備えている。ディスク・コントローラ 604 は、1 以上のバスによりホスト 602 に接続されている。バス 630 は、それぞれ関連するドライブをバス 630 に直列接続するか、又はドライブをバイパスするスイッチング装置 618 ~ 626 の各スイッチング装置に、ディスク・コントローラ 604 を直列接続する。全てのスイッチング装置がイネーブルされると、全てのドライブが直列接続される。これらのスイッチング装置は、スイッチ・コントロール 606 を介してホスト 602 により、又はディスク・コントローラ 604 により制御され得る。図 6 に示す構成は、ディスク故障、又はバス動作に影響するディスク故障の場合に、故障したドライブがバイパスされ得る、又はシステムが動作し続けられるように、ディスク接続を個別的にバイパス可能にする。スイッチング装置 618 ~ 626 は、複数のディスクを直列接続又はバイパスできる任意形式のものでよい。スイッチング装置 618 ~ 626 及びスイッチ・コントロール 606 は、単一ユニットとして実施されてもよい。スイッチング装置 618 ~ 626 及びスイッチ・コントロール 606 は、ポート・バイパス・コントローラを備えてもよい。

20

30

【0023】

ループ・バイパス方法は、1 以上のドライブを切り離すために採用されてもよい。1 以上のドライブは、ポート・バイパス・コントローラの各ポートに接続されてもよい。図 7 は、各バイパス・コントローラ・ポートに接続された 2 つのドライブを有するループ・バイパス・ストレージ・システムを示す。システム 700 は、ホスト 702、ディスク・コントローラ 704、ディスク・ドライブ 706 ~ 724、バイパス・コントローラ 726 及びバス 728 を備えている。これらのドライブは、ドライブ 706、708 がポート・バイパス・コントローラ 726 の第 1 ポートに接続され、ドライブ 710、712 が第 2 ポートに接続され、ドライブ 714、716 が第 2 ポートに接続され、ドライブ 718、720 が更に他のポートに接続され、かつドライブ 722、724 が更に他のポートに接続されるように、複数対に配列される。バス 728 は、ディスク・コントローラ 704 をポート・バイパス・コントローラ 726 に接続する。他の実施例において、2 つのバスは、バス故障の場合に、冗長性を提供するように、ディスク・コントローラ及びポート・バイパス・コントローラを接続してもよい。任意又はポート・バイパス・コントローラ 726 のポートは、ドライブ故障、又はバスを不良にするドライブ故障の場合に切り離せるように、信号が接続された 2 つのドライブを介してポートに転送可能に、又はポートをバイ

40

50

バス可能にさせるように構築されてもよい。図7はポート・バイパス・コントローラ726の各ポートに接続された2つのドライブを示しているが、本発明の範囲内で2つ以上のドライブが接続されてもよい。図7はポート・バイパス・コントローラを採用しているが、説明した機能を発生する任意の装置及び構成を採用してもよい。

【0024】

ループ・バイパス構成は、各ドライブがデュアル・ポート式である場合に、各ポートに接続される複数のドライブを採用することができる。図8は、各ポートに接続された2つのデュアル・ポート式ドライブを有するループ・バイパス・システムを示す。システム800は、ホスト802、ディスク・コントローラ804、ディスク・コントローラ806、ポート・バイパス・コントローラ808、バス810、ポート・バイパス・コントローラ812、バス814及びディスク・ドライブ816～824を備えている。ディスク・コントローラ804及びディスク・コントローラ806は、1以上のバスを介してホスト802にそれぞれ接続されている。ディスク・コントローラ804は、バス810を介してポート・バイパス・コントローラ808に接続されている。ディスク・コントローラ806は、バスbを介してポート・バイパス・コントローラ812に接続されている。他の実施例において、1以上のバスは、ディスク・コントローラ804をポート・バイパス・コントローラ808に接続してもよく、かつ1以上のバスは、ディスク・コントローラ806をポート・バイパス・コントローラ812に接続してもよい。他の実施例において、各ディスク・コントローラは、両ポート・バイパス・コントローラを接続してもよい。ディスク・ドライブ816～824は、デュアル・ポート式であり、かつ各ドライブがポート・バイパス・コントローラ808に接続された第1ポートを有し、かつポート・バイパス・コントローラ812に接続された第2ポートを有する。従って、各ディスク・ドライブは、第1ポートにおけるバス810、又はドライブの第2ポート上のバス814、又は両方のバスにより形成されたループに接続するように個別的に構築されてもよい。ディスク故障、又はバス信号を損なうディスク故障の場合には、ポート・バイパス・コントローラ808、又はポート・バイパス・コントローラ812の構成、又は両ポート・バイパス・コントローラの構成によってドライブを切り離してもよい。ディスク・コントローラ、バス故障、コネクタ故障、又はポート・バイパス・コントローラの故障の場合には、機能しているディスク・コントローラ、バス又はポート・バイパス・コントローラを使用してドライブからデータをアクセスしてもよい。

【0025】

2つ以上のデュアル・ポート式であるディスク・ドライブは、ポート・バイパス・コントローラの各ポートに接続されもよい。図9は、ポート・バイパス・コントローラに接続された2つのデュアル・ポート装置を有するループ・バイパス・ストレージ・システムを示す。システム900は、ホスト902、ディスク・コントローラ904、バス906、ポート・バイパス・コントローラ908、ディスク・ドライブ910～928、ディスク・コントローラ930、バス932、及びポート・バイパス・コントローラ934を備えている。ディスク・コントローラ904及びディスク・コントローラ930は、1以上のバスによりホスト902に接続されている。ディスク・コントローラ904は、バス906を介してポート・バイパス・コントローラ934に接続されている。ディスク・コントローラ930は、バス932を介してポート・バイパス・コントローラ934に接続されている。ディスク・ドライブ910～928は、デュアル・ポート式であり、かつ各ドライブは、ポート・バイパス・コントローラ908に接続された第1ポート、及びポート・バイパス・コントローラ934に接続された第2ポートを有する。他の実施例において、ディスク・コントローラ904は、更にポート・バイパス・コントローラ934に接続されており、かつディスク・コントローラ930もポート・バイパス・コントローラ908に接続されている。ポート・バイパス・コントローラ908及び934は、ディスク・ドライブ・ポートに対する接続を確立するように、又はディスク・ドライブに対する接続をバイパスするように個別的に構築可能であり、ディスク故障又はポート接続を損なう故障の場合に各ドライブを切り離せるようにしている。ディスク・ドライブはデュアル・ポート

式であり、かつ2つのポート・バイパス・コントローラを採用しているので、ディスク・コントローラ故障の場合に、図9のシステムは連続した動作が得られる。

【0026】

図10は、多数バスの冗長ストレージ・システムを示す。システム1000は、ホスト1002、ホスト・バス“A”1004、ホスト・バス“B”1006、ディスク・コントローラ“A”1008、ディスク・コントローラ“B”1010、構造物・バス“A”1012、構造物・バス“B”1014、構造物“A”1016、構造物“B”1018、及びディスク・ドライブ1020～1028を備えている。ディスク・コントローラ“A”1008、及びディスク・コントローラ“B”1010は、ホスト・バス“A”1004及びホスト・バス“B”1006によりホスト1002に共に接続されている。ディスク・ドライブ1020～1028は、構造物“A”1016に接続された第1ポート及び構造物“B”1018に接続された第2ポートによりそれぞれデュアル・ポート式である。構造物“A”1016及び構造物“B”1018は、ファイバ・チャネル構造物、スイッチ、マルチプレクサ、クロス・ポイント・スイッチ等を含む任意かつ全てのスイッチ形式及びスイッチング方法を含むものであってもよい。構造物はアドレス・マップド制御(address mapped control)を有してもよく、かつディスク・コントローラ“A”1008又はディスク・コントローラ“B”1010を介してホスト1002により制御されてもよい。代わって、個別的なバス、又は例えばI2Cのような複数のバス(図示なし)は、ホスト1002から構造物“A”1016及び構造物“B”1018へ制御及び構成情報を転送させてもよい。更に、構造物“A”1016及び構造物“B”1018は、ディスク・コントローラ“A”1008及びディスク・コントローラ“B”1010またはそのいずれかにより全体的にも部分的に制御及び構築されてもよい。構成及び制御タスクは、ホスト1002とディスク・コントローラ“A”1008及びディスク・コントローラ“B”1010またはそのいずれかとの間で共有されてもよい。

【0027】

図11は、他の多数バスの冗長ストレージ・システムを示す。システム1000は、システム・インターフェース1102、システム・バス“A”1104、システム・バス“B”1106、インターフェース・コントローラ“A”1108、インターフェース・コントローラ“B”1110、インターフェース・バス“A”1112、インターフェース・バス“B”1114、ディスク・コントローラ“A”1116、ディスク・コントローラ“B”1118、構造物バス“A”1120、構造物バス“B”1122、構造物“A”1124、構造物“B”1126、構造物制御バス“A”1128、構造物制御バス“B”1130、及びドライブ・グループ1132～1140を備えている。インターフェース・コントローラ“A”1108及びインターフェース・コントローラ“B”1110は、システム・バス“A”1104及びシステム・バス“B”1106に接続する。2つのシステム・バスは、冗長な通信バスを含み、複数のシステム・バスのうちの1システム・バスが故障した場合に、両インターフェース・コントローラと連続した通信を可能にする。インターフェース・コントローラ“A”1108及びインターフェース・コントローラ“B”1110は、インターフェース・バス“A”1112及びインターフェース・バス“B”1114を介してディスク・コントローラ“A”1116及びディスク・コントローラ“B”1118に接続されており、複数のインターフェース・バスのうちの1インターフェース・バスが故障した場合に、いずれかのインターフェース・コントローラと、いずれかのディスク・コントローラとの間で連続した通信を可能にさせる。ディスク・コントローラ“A”1116及びディスク・コントローラ“B”1118は、構造物バス“A”1120及び“A”ドライブ・アレー1122を介して構造物“A”1124及び構造物“B”1126に接続され、複数の構造物バスのうちの1構造物バスが故障した場合に、いずれかの構造物コントローラと、いずれかの構造物との間で連続した通信を提供する。構造物制御バス“A”1128及び構造物制御バス“B”1130は、インターフェース・コントローラ“A”1108からインターフェース・コントローラ“B”1110から“A”ドライブ・アレー1124及び構造物“B”1126へ冗長な制御バスを設け

10

20

30

40

50

、かついずれかの構造物制御バスが故障した場合に、いずれかのインターフェース・コントローラによりいずれかの構造物の構築を可能にする。構造物“ A ” 1 1 2 4 は、個別的な接続によりドライブ・グループ 1 1 3 2 ~ 1 1 4 0 の各ドライブ・グループに接続される。ドライブ・グループにおけるドライブは、デュアル・ポート式である。構造物“ B ” 1 1 2 6 は個別的な接続によりドライブ・グループ 1 1 3 2 ~ 1 1 4 0 における各グループに接続されている。構造物“ A ” 1 1 2 4 は、デュアル・ポート式ドライブ、又は各ドライブ・グループを備えた複数のドライブのうちの第 1 ポートに接続され、かつ“ B ” ドライブ・アレー 1 1 2 6 は、デュアル・ポート式ドライブ、又は各ドライブ・グループを備えた複数のドライブのうちの第 2 ポートに接続される。システム・バス、インターフェース・バス、構造物バス、構造物制御バス、及びドライブ・グループ接続の双対性は、システムにおけるあらゆるデータ・バスに対して独立性又は冗長バスを提供する。バスの双対性に関連したインターフェース・コントローラ、ディスク・コントローラ、及び構造物の双対性は、インターフェース・コントローラが故障した場合に、連続した動作が得られる。従って、図 1 1 に示したシステムは、バス、コントローラ又は構造物に関して単一点の故障は存在しない。

10

【 0 0 2 8 】

バス、コネクタ、ディスク・ドライブ、構造物及びコントローラに加えて、隔離及び冗長方法は、システムがシステムの動作不能になりかねない単一点の故障が存在しないように、ストレージ・システムにおける電力分配に適用されてもよい。図 1 2 は、冗長な多数バスのストレージ・システムの電力分配を示す。電力は、コネクタ 1 2 0 2 を介して供給される。代わって、1 以上のコネクタを採用してもよい。コネクタ内でコンタクト・ピン以上が同様電圧を提供してもよく、1 本のピンが接続に失敗した、又は所望の以上の抵抗より高い場合に、バスの双対性が得られる。電力バス“ A ” 1 2 0 4 は、ローカル・レギュレータ 1 2 0 8 に電力を供給し、ローカル・レギュレータ 1 2 1 2 は、オプションとしてローカル・レギュレータ 1 2 1 6 により示すように、1 以上の付加的なローカル・レギュレータに対して電力を供給してもよい。ローカル・レギュレータ 1 2 0 8 は構造物“ A ” 1 2 0 6 に電力を供給する。ローカル・レギュレータ 1 2 1 2 は構造物“ B ” 1 2 1 0 に電力を供給する。オプションのローカル・レギュレータ 1 2 1 6 は、ディスク・コントローラ 1 2 1 4 に電力を供給してもよい。他のローカル・レギュレータ（図示なし）は、付加的なディスク・コントローラ、及びインターフェース・コントローラ、離散的な回路、又は例えば環境モニタのような他の回路に電力を供給してもよい。ローカル・レギュレータは、ディスク・ドライブと比較して比較的に低電力を消費する集積回路のようなコンポーネントに、所望の電圧に調節された電力を供給するように採用されてもよい。冗長なインターフェース・コントローラを有するシステム、ディスク・コントローラ及び構造物は、データをアクセスするために冗長なコンポーネントを採用することができるので、各コンポーネント用にローカル・レギュレータを採用することもでき、単独のレギュレータ故障の場合に連続したシステム動作が得られる。更に、図 1 2 のコネクタ 1 2 0 2 は、電力バス“ B ” 1 2 1 8 に接続された 1 本以上のピンを有する。電力バス“ B ” 1 2 1 8 は、電圧レギュレータ 1 2 2 0 及び 1 2 2 2 に電力を供給する。レギュレータ 1 2 2 0 及び 1 2 2 2 は、いずれかのレギュレータにより電力を供給できるように接続され、かつダイオード又は他のコンポーネントのような切り離し回路を含むものでもよい。代わって、レギュレータ 1 2 2 0 及び 1 2 2 2 は、各レギュレータをイネーブル又はディスエーブル状態にすることが可能な入力信号を含むものでもよい。レギュレータは、書き込み可能レジスタ、I 2 C バス、又は他の信号線により制御されてもよい。電圧レギュレータ 1 2 2 0 及び 1 2 2 2 は、調節電力を制御 1 2 2 4、制御 1 2 2 8 及びオプションとして制御 1 2 3 2 により表す 1 以上の付加的な制御に供給される。制御 1 2 2 4 はディスク・グループ 1 2 2 6 に対する電力を制御する。制御 1 2 2 8 はディスク・グループ 1 2 3 0 に対する電力を制御する。制御 1 2 3 2 はディスク・グループ 1 2 3 4 に対する電力を制御する。付加的な制御ユニット（図示なし）は、付加的なディスク・グループ、又は環境モニタ、ファンのような他のコンポーネントに対する電力制御してもよい。制御 1 2 2 4、1 2 2

20

30

40

50

8、1232及び他の制御は、スイッチ、ヒューズ、ブレーカ、トランジスタ（電界効果トランジスタ、SCR（シリコン制御トランジスタ）又はディスク・グループ若しくは他のコンポーネントに対して選択的に電力を供給するように採用された任意の他の装置を含む）を備えてもよい。制御は、電流及び電圧またはそのいずれの検知を含むものでよく、かつ自動的な方法又は制御信号に応答して動作してもよい。図12は、電力冗長及び切り離し方法が、レギュレータの故障後に利用可能な状態を維持するように、及び故障したドライブを含むグループにおける1以上のディスク・ドライブに対する電力を遮断してシステムにおける電力を浪費しない又は過度の電力を流すコンポーネントを切り離すように、データ・ストレージ・システムのコンポーネントに適用可能であることを示す。前述のように、故障したドライブ又はディスク・グループからのデータは、予備容量を使用してコピー又は再構築され、かつセーブ可能とされる。従って、本発明の実施例は、データの損失に帰結する単独ポイントの故障がないデータ・ストレージ・システムを提供することができる。挿入用語構造物は、データ・ストレージ装置とディスク・コントローラとの間の構築可能な接続を提供することができる任意形式を示し、かつファイバ・チャネル構造物、スイッチ、クロス・ポイント・スイッチ、マルチプレクサ、ポート・バイパス・コントローラ及び他の装置を含まなければならない。構造物は、図に示されたスイッチ、スイッチング装置、又はポート・バイパス・コントローラを置換してもよい。

【0029】

以上の図は、スイッチ、スイッチング装置、ポート・バイパス・スイッチ及び構造物を含み、データ・ストレージ装置とディスク・コントローラとの間で構築可能な接続を提供した。

【0030】

本発明の実施例は、複数のスイッチング装置を備え、かつ単一ユニットとしてキャビネット又は他の取り付け具から挿入又は取り外される多数のディスク・アッセンブリ（MDA）に都合良く採用可能とされる。MDAは、スイッチング装置を含むことができ、スイッチング装置及び構造物を含むことができ、スイッチング装置、構造物及びディスク・コントローラを含むことができ、又はデータ・ストレージ装置、構造物及びディスク・コントローラを含むことができ、又はデータ・ストレージ装置、構造物、ディスク・コントローラ及びインターフェース・コントローラを含むことができる。換言すれば、図により例示された本発明の実施例は、MDAに配置されたコンポーネントと、キャビネット、棚又は他の取り付け具に配置されるコンポーネントとの間で分割されてもよい。このような分割は、MDAのサイズ、コネクタ数、インターフェース形式、バス信号の駆動力及び他の要素を反映させることができる。いくつかの実施例において、MDAは、横方向に搭載されたストレージ・システムを採用してもよく、そのデバイスは、少なくとも1ストレージ装置本体の最長軸がMDAをキャビネット、棚又は他の取り付け具に挿入する方向に対して直交して搭載される。これらの実施例は、例えばディスク・ドライブのようなストレージ装置のコネクタがバックプレーン上に配置されたコネクタと直接係合できるようにして、中間のコネクタ、ケーブル等、及び中間接続によりもたらされる故障の可能性のある追加ポイントをなくす。

【0031】

ホスト・システム及び1以上のインターフェース・コントローラ、またはそのいずれか、さらに1以上のディスク・コントローラにおいて動作するコンピュータ・プログラム・コードは、本発明の構造物を構築するために採用されてもよい。構造物は、1以上のホスト・コンピュータにおいて動作するコンピュータ・プログラム・コードにより制御されてもよい。このようなプログラム・コードは、パフォーマンス監視及び負荷平衡機能を含むものでもよい。構造物の構築は、例えばトランザクション処理又はビデオ・ストリームのように提供されたサービスを反映させるように、検出された故障の結果として、又は負荷、データ形式、データ・サイズ、データ・ストレージ・フォーマット、所望の応答時間等を含む他の条件に응答して実行されてもよい。1以上のディスク・コントローラは、複数の構造物を制御してもよい。ディスク・コントローラにおいて動作するコンピュータ・プ

プログラム・コードは、故障又は他の条件に回答して構造物を構築してもよい。複数の構造物の構築は、1以上のホスト・コンピュータと1以上のディスク・コントローラとの間で共有される。前述のように、スイッチ・コントロールは、I2Cのような1以上の制御バスを採用してもよく、1以上のディスク・バス又は両者を採用してもよい。構造物は、1以上のディスク・アレー・バス上の装置としてマッピングされてもよく、かつ1以上の構造物用の制御信号は、ディスク・アレー又はバスを介して搬送されてもよい。いくつかの図は、個別的なスイッチ・コントロール・ブロックを示す。いくつかの実施例において、スイッチ・コントロール・ブロックは、一対の構造物であってもよい。

【0032】

図13はホスト及びディスク・コントローラまたはそのいずれかにおいて動作するシステム構成コンピュータ・プログラム・コードにより実行されるステップを示す。図13の処理は、図10及び図11に示すようなシステムに適用可能とされる。処理1300はステップ1300から開始され、チェックを実行してエラー条件が存在するか否かを判断する。エラー条件は、例えばディスク・ドライブ、ディスク・コントローラ又はホスト・システムにより検出された読み出し又は書き込みエラーのようなエラーを含むものでもよい。ディスク・ドライブによりエラーが検出されたときは、エラーをディスク・コントローラに報告してもよく、かつディスク・コントローラによりチェックされてもよく、及びホスト・システムまたはそのいずれかに転送されてもよい。ディスク・コントローラがエラーを検出したときは、エラーをチェックしてもよく、かつホスト・システムまたはそのいずれかに転送されてもよい。代わって、エラーは、ホスト・システムによって検出されてもよい。ステップ1304において、テストを実行してホストがシステム・バス“A”を使用してインターフェース・コントローラ“A”と通信できるか否かを判断してもよい。ステップ1306において、テストを実行してホストがシステム・バス“B”を使用してインターフェース・コントローラ“A”と通信できるか否かを判断してもよい。ステップ1308において、テストを実行してホストがシステム・バス“A”を使用してインターフェース・コントローラ“B”と通信できるか否かを判断してもよい。ステップ1310において、テストを実行してホストがシステム・バス“A”を使用してインターフェース・コントローラ“B”と通信できるか否かを判断してもよい。ステップ1304~1310は、システム・バス“A”及びシステム・バス“B”を使用してインターフェース・コントローラ“A”及びインターフェース・コントローラ“B”と通信できるか否かを判断する。ステップ1312において、ステップ1304~1310により検出されたエラーをホスト又は他のシステムに報告する。ステップ1314において、例えば報告されたエラーを再点検するようなチェックを実行してホスト又は他のシステムが少なくとも1インターフェース・コントローラと通信することができるか否かを判断する。ホスト又は他のシステムが少なくとも1インターフェース・コントローラと通信できないのであれば、ステップ1316において処理を終了する。ホスト又は他のシステムは少なくとも1インターフェース・コントローラと通信できるとステップ1314において実行したチェックが判断したときは、処理をステップ1318に継続させ、テストを実行し、ディスク・コントローラ“A”を使用してディスク・コントローラ“A”をアクセスできるか否かを判断する。ステップ1320において、テストを実行し、インターフェース・バス“B”を使用してディスク・コントローラ“A”をアクセスできるか否かを判断する。ステップ1322において、テストを実行し、インターフェース・バス“A”を使用してディスク・コントローラ“B”をアクセスできるか否かを判断する。ステップ1324において、テストを実行し、インターフェース・バス“B”を使用してディスク・コントローラ“B”をアクセスできるか否かを判断する。ステップ1326において、ステップ1318~1324により検出されたエラーを報告する。ステップ1328において、テスト結果をチェックして少なくとも1ディスク・コントローラをアクセスできるか否かを判断する。どのディスク・コントローラもアクセスできないときは、ステップ1330において処理を終了する。少なくとも1ディスク・コントローラをアクセスできるときは、処理がステップ1332に行き、テストを実行し、ディスク・コントローラ“A”を使用して

構造物“ A ”をアクセスできるか否かを判断する。ステップ 1 3 3 4 において、テストを実行し、構造物“ B ”を使用して構造物“ A ”をアクセスできるか否かを判断する。ステップ 1 3 3 6 において、テストを実行し、構造物“ A ”を使用して構造物“ B ”をアクセスできるか否かを判断する。ステップ 1 3 3 8 において、テストを実行し、構造物“ B ”を使用して構造物“ B ”をアクセスできるか否かを判断する。ステップ 1 3 4 0 において、ステップ 1 3 3 2 ~ 1 3 3 8 において検出されたエラーを報告する。ステップ 1 3 4 2 において、テスト結果をチェックして少なくとも 1 構造物をアクセスできるか否かを判断する。どの構造物もアクセスできないときは、ステップ 1 3 4 4 において処理を終了する。少なくとも 1 構造物をアクセスできるときは、処理をステップ 1 3 4 6 に継続させる。ステップ 1 3 4 6 において、テストを実行して構造物“ A ”は取り付けられている全てのドライブをアクセスできるか否かを判断する。このようなテストは、ドライブ・レジスタの読み出し及び書き込みまたはそのいずれか、さらに、ドライブ媒体のデータ読み出し及び書き込みまたはそのいずれかを含むものでもよい。全てのドライブがアクセス不能又は正しく動作しないときは、ステップ 1 3 4 8 において 1 以上のドライブを切り離すように構造物“ A ”を構築し、次に処理をステップ 1 3 5 0 に継続させる。ステップ 1 3 4 6 において、テストを実行して全てのドライブがアクセス可能であり、かつ正しく動作すると判断したときは、処理をステップ 1 3 5 0 に継続させる。ステップ 1 3 5 0 において、テストを実行して構造物“ B ”が取り付けられた全てのドライブをアクセスできるか否かを判断する。いくつかのドライブをアクセスできない、又は正しく動作しないときは、ステップ 1 3 5 2 において 1 以上のドライブを切り離すように構造物“ B ”を構築し、次に処理をステップ 1 3 5 4 に継続させる。ステップ 1 3 5 4 におい、アクセス不能又は故障したドライブからのデータを再構築又はコピーし、かつ他の装置に格納してもよく、又はフォールト・トレランスが得られるように、他のシステムに格納してもよい。入出力コマンドは、再マッピングされて、機能しているインターフェース・コントローラ、ディスク・コントローラ又は構造物を前のテストにより認識されたように利用してもよい。次に、ステップ 1 3 5 6 において処理を終了する。ステップ 1 3 5 0 においてテストを実行して全てのドライブがアクセス可能であり、かつ正しく動作すると判断したときは、処理をステップ 1 3 5 6 に継続させる。ステップ 1 3 5 0 において、テストを実行して全てのドライブがアクセス可能であり、かつ正しく動作すると判断したときは、ステップ 1 3 5 6 において処理を終了する。更に、実行したテストの結果は、電力が故障したコンポーネントに供給されないように、例えば図 1 2 に示した電力回路を構築するために採用されてもよい。実行されるテスト、実行されるテストの順序、構造物の構成、データの再構築、及び入出力の再マッピングは、構造物又は複数の構造物のポートに取り付けられたディスク・ドライブの数を含め、ホスト・バスの数、インターフェース・コントローラ、ディスク・コントローラ、構造物の数及び形式、及びディスク・ドライブの数を含むストレージ・システムの構成に従って変更されてもよい。報告されたエラーの形式は、テスト又はテスト・セットを選択するために使用されてもよい。代わって、報告されたエラーに続き、テストの範囲は、ストレージ・サブシステムの総合条件を判断するように実行してもよい。種々のシステム・コンポーネントの動作が予め定めた順序により実行されるテストの階層的な順序が存在してもよい。図 1 3 において実行されたテストは、ホスト又は他のシステムにより実行されてもよく、又はストレージ・サブシステム内のコンポーネントにより実行されてもよい。テストを実行するコンピュータ・プログラム・コードは、システムの個々のコンポーネントに存在してもよく、又は他のシステム又は他のコンポーネントから転送されてもよい。テストは、コンポーネントにおいてセルフ・テストのコンピュータ・プログラム・コードの実行を含むものでもよい。例えば、ディスク・ドライブは、パワー・オンのセルフ・テスト・ルーチンを含むものでもよく、かつこのようなルーチンは、ディスク・ドライブの動作をチェックするために図 1 3 において実行されたテストの一部として実行されてもよい。

【 0 0 3 3 】

本発明の実施例は、ストレージ・キャビネット、仕切り、棚等のように取り付け具にイ

10

20

30

40

50

ンストール及び取り外し可能なメンテナンス・フリーの多数のディスク・ストレージ・アッセンブリを提供するように、採用されてもよい。多数のインターフェース・コントローラ、ディスク・コントローラ、バス及び構造物は、ディスク、ディスク・コントローラ、インターフェース・コントローラ、コネクタ又はバスの故障後の連続動作を可能とする。多数のドライブを有するシステムは、バス又はディスク・コントローラが故障した後、システム・パフォーマンスを高く維持できるように、図5に示すように、第3のバスを採用してもよい。本発明の精神内でディスク・ドライブの数、ディスク・コントローラ、インターフェース・コントローラ、バス、スイッチング装置の形式及びその制御を含め、開示した実施例の種々の置換が可能である。

【0034】

以上の説明は、本発明の実施例を説明するためにディスク・ドライブ及びディスク・コントローラを採用して種々の説明をしたものであった。本発明の実施例は、特定数のストレージ装置に限定されず、かつストレージ媒体の形式及びバスの形式を含むデータ・ストレージ装置に限定されない。ディスク・コントローラは、ストレージ装置からデータをアクセスするために採用された任意形式のコントローラに関連する必要がある。更に、ディスク・コントローラは、RAID、ECC又は他のフォーマットのようなフォールト・トレラント・データ・フォーマット機能を提供してもよい。データ・ストレージ装置は、限定されることなく、ハード・ディスク、光ドライブ、固体メモリ・デバイス等を含むRAMドライブを含む電氣的、磁氣的、光学的又は化学的データ・ストレージ装置を含む任意形式のデータ・ストレージ装置を備えていてもよく、かつそれらの組み合わせを含むものでもよく、更に揮発性及び不揮発性データ・ストレージ装置の組み合わせを含むものでもよい。1以上のディスク・コントローラと1以上のストレージ装置とを相互接続する構造物又は複数の構造物は、複数のディスク・コントローラと複数のスイッチ・コントロールとの間で構築可能な接続を可能にする任意の装置又は複数装置であってもよく、かつインターフェース形式及びデータ・フォーマット変換を含むものでもよい。例えば、構造物は、直列取り付けSCSIストレージ装置及びインターフェース信号をコントローラに通信されるファイバ・チャネル信号に変換してもよい。インターフェース・コントローラは、インターフェース形式及びデータ・フォーマット変換を提供してもよく、更に1以上の構造物を構築するようにコンピュータ・プログラム・コードを実行してもよい。

【0035】

本発明の以上の説明は、図示及び説明を目的として提供された。これは、余すことなく、又は本発明を開示したそのものフォームに制限されることを意図するものではなく、他の変更及び変形は以上の技術に照らして可能である。実施例は、本発明の原理及びその実際的なアプリケーションを最もよく説明するために選択し、説明したものであり、従って当該技術分野に習熟する者が意図した特定の使用に適しているとされる種々の実施例及び種々の変更において、本発明を最もよく利用可能にさせる。添付する請求項は、本発明の他の代替的な実施例を含むと解釈されることを意図している。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】シングル・ポートによるデータ・ストレージ・システムの構成を示す図。

【図2】デュアル・ポート式データ・ストレージ・システムの構成を示す図。

【図3】ループ・ストレージ・システムの構成を示す図。

【図4】交換式のシングル・ポートによるディスク・ドライブを採用したストレージ・システムの構成を示す図。

【図5】交換式のシングル・ポートによるディスク・ドライブを採用したストレージ・システムの構成を示す図。

【図6】ループ・バイパス・ストレージ・システムの実施例を示す図。

【図7】各バイパス・コントローラ・ポートに接続された2ドライブを有するループ・バイパス・ストレージ・システムを示す図。

【図8】各ポートに接続された2つのデュアル・ポート装置を有するループ・バイパス・

ストレージ・システムを示す図。

【図 9】ポート・バイパス・コントローラに接続された 2 つのデュアル・ポート装置を有するループ・バイパス・ストレージ・システムを示す図。

【図 10】多数パスの冗長ストレージ・システムを示す図。

【図 11】他の多数パスの冗長ストレージ・システムを示す図。

【図 12】多数パスの冗長ストレージ・システムの電力分配を示す図。

【図 13】ホスト及びディスク・コントローラまたはそのいずれかにおいて動作するシステム構成コンピュータ・プログラム・コードにより実行されるステップを示す図。

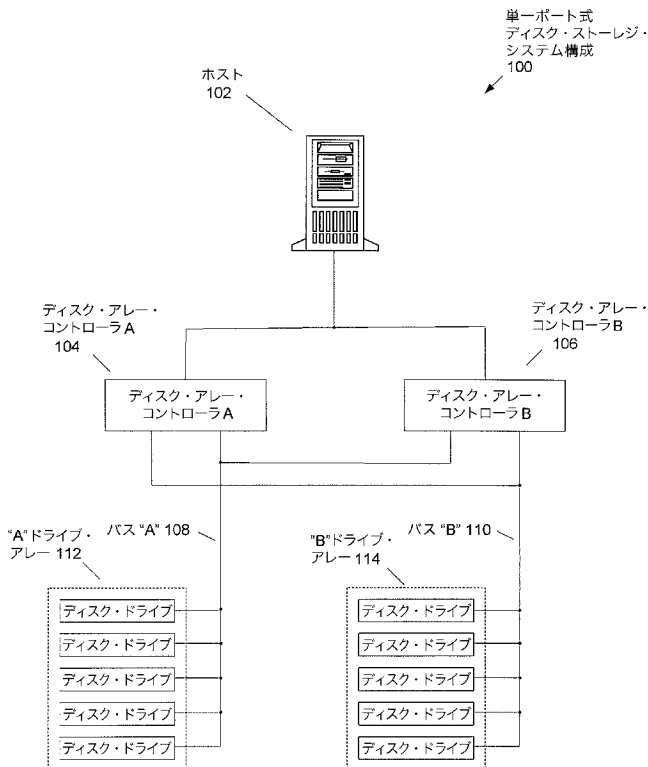
【符号の説明】

【0037】

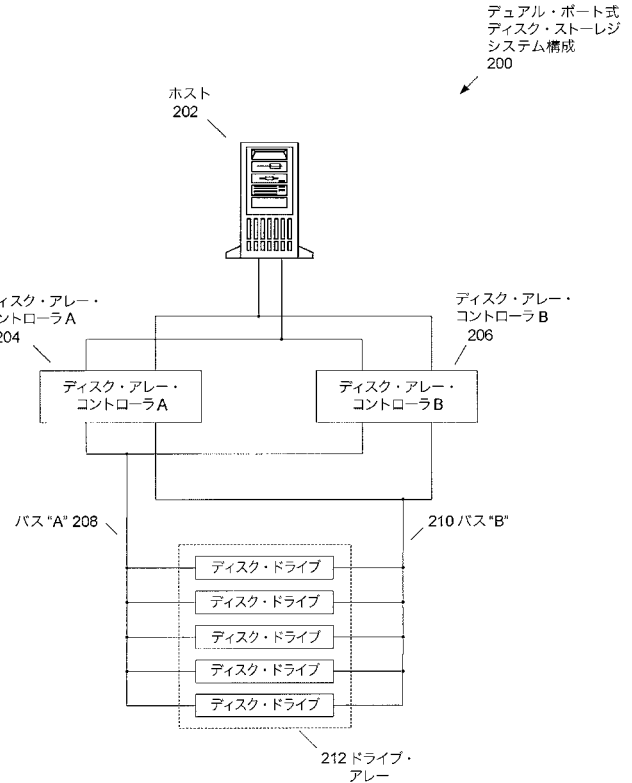
1002 ホスト
 1004 ホスト・バス "A"
 1006 ホスト・バス "B"
 1008 ドライブ・アレー・コントローラ A
 1010 ドライブ・アレー・コントローラ B
 1012 構造物バス "A"
 1014 構造物バス "B"
 1016、1018 構造物
 1020、1022、1024、1026、1028 ドライブ

10

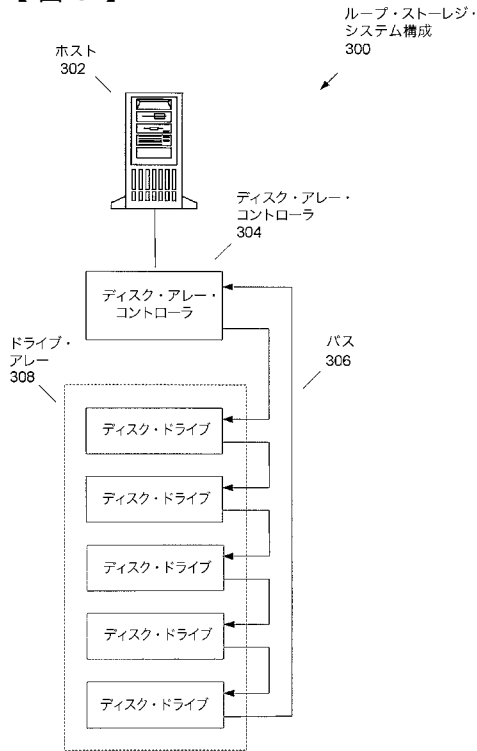
【図 1】



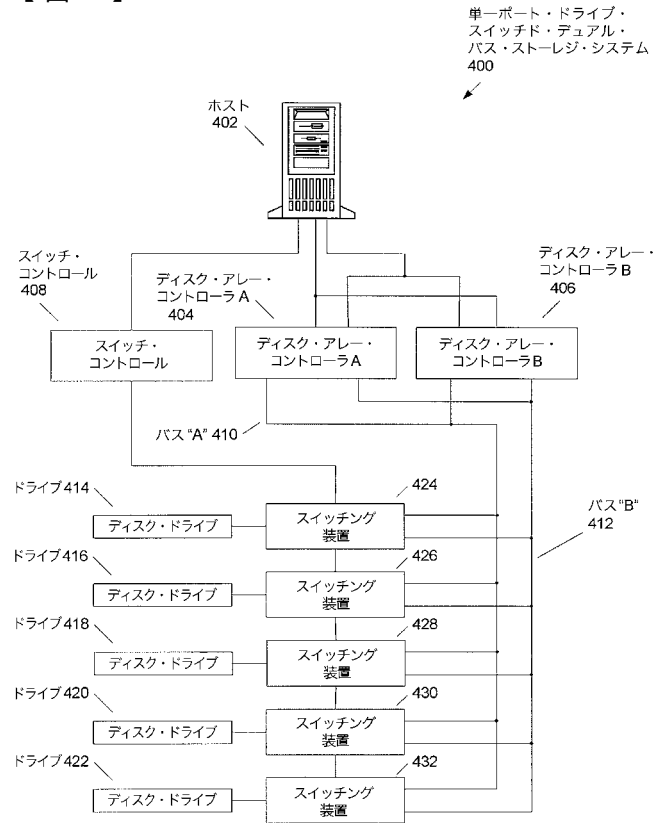
【図 2】



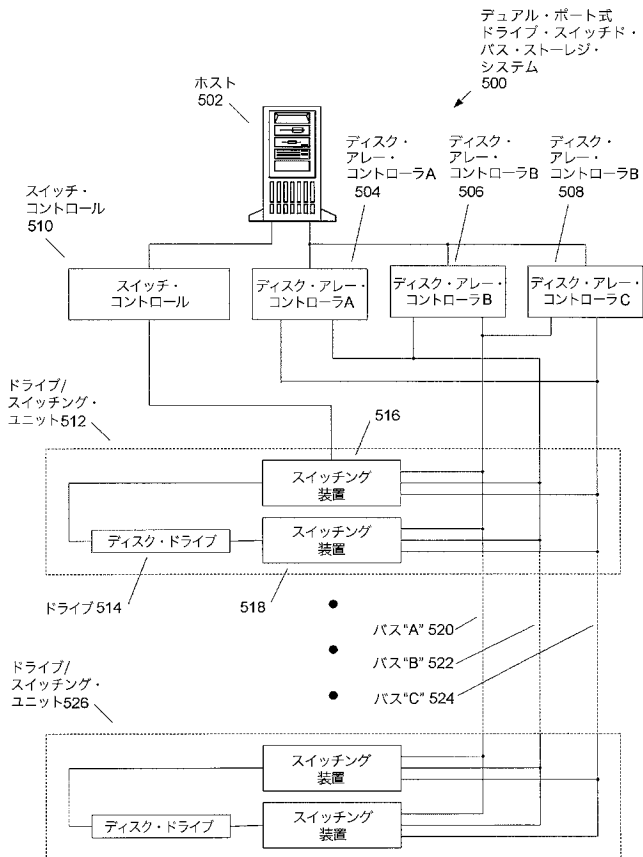
【図 3】



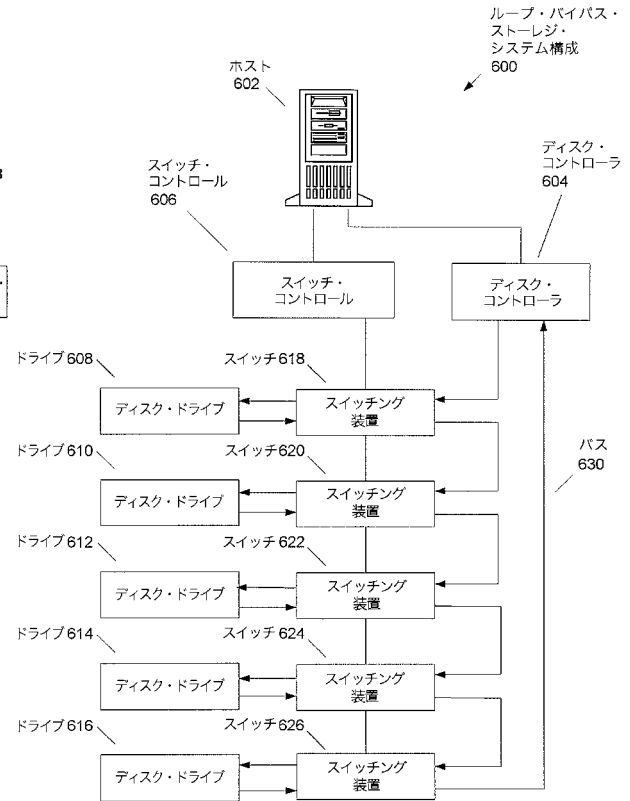
【図 4】



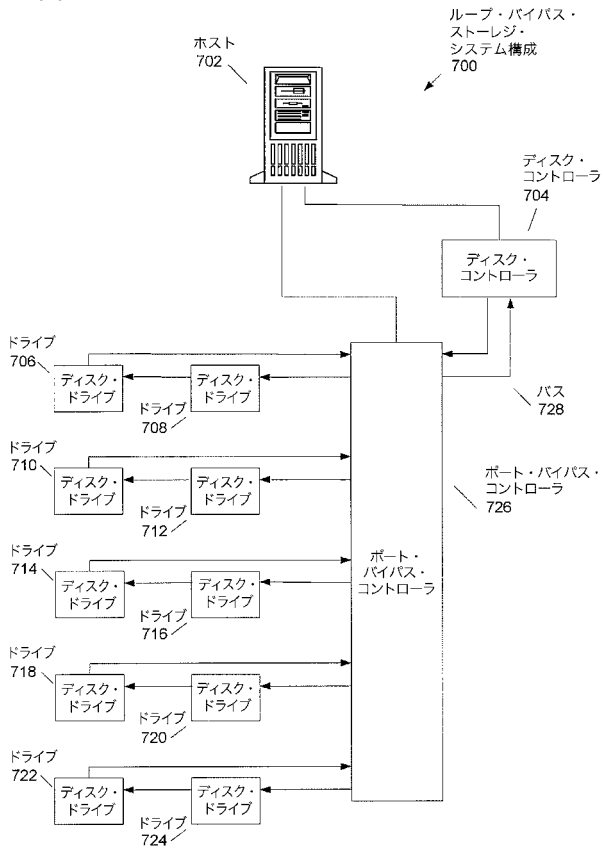
【図 5】



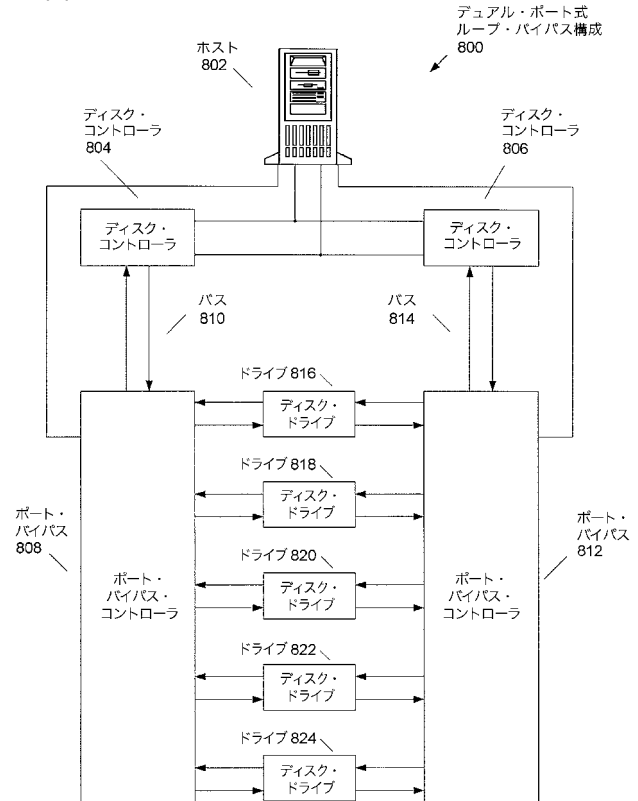
【図 6】



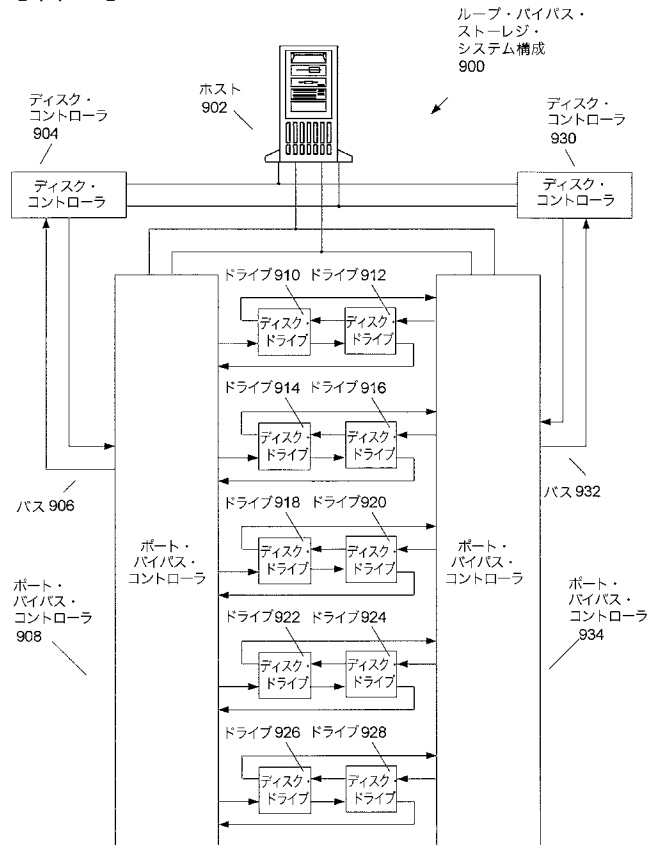
【図 7】



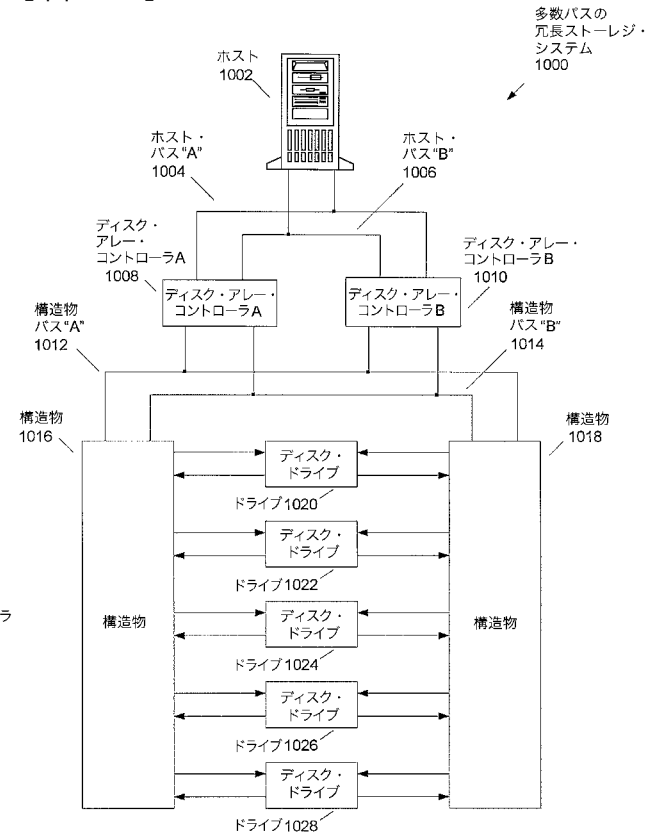
【図 8】



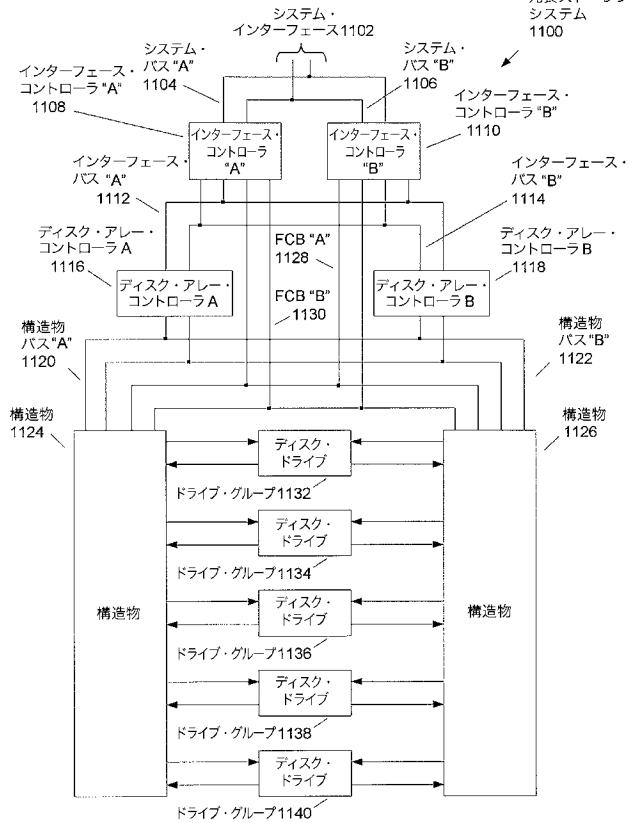
【図 9】



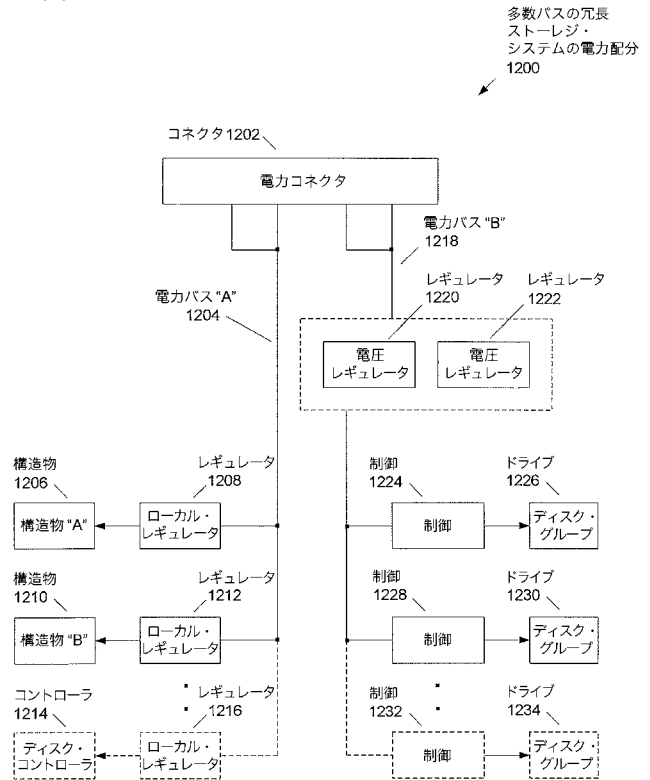
【図 10】



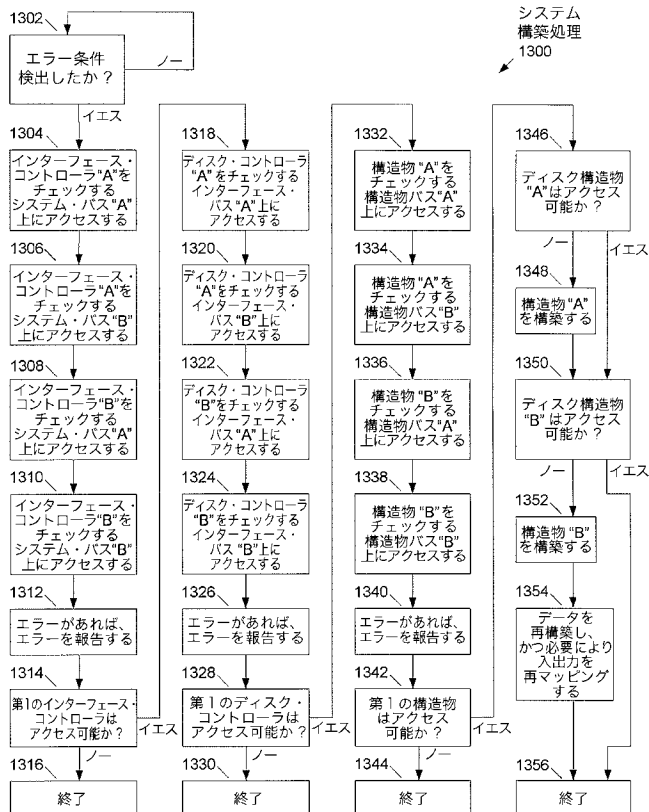
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

(72)発明者 デーヴィッド ピーター デセンゾ

アメリカ合衆国、コロラド、プエブロ、 ミッドナイト アベニュー 3 1 9

(72)発明者 ウィリアム エイ . パガーノ

アメリカ合衆国、コロラド、コロラド スプリングス、 クリフ ポイント サークル イー . 5
0 9 9

(72)発明者 スティーブン ジェイ . シコラ

アメリカ合衆国、コロラド、モニュメント、 フォレスト ビュー ウェイ 6 2 5

F ターム(参考) 5B065 BA01 CA11 CA30 EA18