

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5391994号  
(P5391994)

(45) 発行日 平成26年1月15日(2014.1.15)

(24) 登録日 平成25年10月25日(2013.10.25)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>G06F 13/10</b>	<b>(2006.01)</b>	G06F 13/10	340A		
<b>G06F 3/06</b>	<b>(2006.01)</b>	G06F 3/06	301A		
<b>G06F 13/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G06F 3/06	306B		
		G06F 13/00	301W		

請求項の数 7 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2009-240572 (P2009-240572)	(73) 特許権者	000005223 富士通株式会社
(22) 出願日	平成21年10月19日(2009.10.19)		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2011-86244 (P2011-86244A)	(74) 代理人	100092978 弁理士 真田 有
(43) 公開日	平成23年4月28日(2011.4.28)	(74) 代理人	100112678 弁理士 山本 雅久
審査請求日	平成24年7月20日(2012.7.20)	(72) 発明者	米田 祐介 石川県かほく市宇野気ヌ98番地の2 株式会社PFU内
		審査官	古河 雅輝

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ストレージシステム、制御装置および診断方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

記憶装置をそなえたストレージ機器をそなえ、複数の物理配線を並列して配線する並列配線により該ストレージ機器を接続するストレージシステムであって、

該複数の物理配線のうち少なくとも一の該物理配線を被選択物理配線として選択する選択部と、

該被選択物理配線を無効化する無効化部と、

該無効化された該被選択物理配線以外の該物理配線を用いたデータ転送において、当該ストレージシステムに接続された上位装置から該記憶装置に対して送信される制御信号に基づくアクセス制御信号の、該物理配線を介したデータ転送結果に基づいて、伝送路異常の発生の有無を確認する確認部と、

該確認部により該伝送路異常の発生が確認された場合に、該被選択物理配線を正常配線と認定する認定部と、

該ストレージ機器と当該ストレージ機器に接続された並列配線とを隔離状態にする隔離部と、

該記憶装置に対するアクセス制御信号を生成するアクセス制御信号生成部とをそなえ、

該選択部が、該隔離部によって隔離された該並列配線について、当該並列配線に含まれる該複数の物理配線のうち少なくとも一の該物理配線を被選択物理配線として選択し、

該無効化部が、該選択部により選択された該被選択物理配線を無効化し、

該確認部が、該上位装置から該記憶装置に対して送信される該制御信号に基づく該アク

セス制御信号に替えて、該アクセス制御信号生成部によって生成された該アクセス制御信号の、該無効化部により該無効化された該被選択物理配線以外の該物理配線を介したデータ転送結果に基づいて該伝送路異常の発生の有無を確認し、

該認定部が、該確認部によって該伝送路異常の発生が確認された場合に、該被選択物理配線を正常であると認定することを特徴とする、ストレージシステム。

【請求項 2】

エラーの発生頻度が所定値以上である場合に、

前記隔離部が該ストレージ機器と当該ストレージ機器に接続された並列配線とを隔離状態にして、該選択部が、該隔離部によって隔離された該並列配線について、当該並列配線に含まれる該複数の物理配線のうち少なくとも一の該物理配線を被選択物理配線として選択し、

該無効化部が、該選択部により選択された該被選択物理配線を無効化し、

該確認部が、該上位装置から該記憶装置に対して送信される該制御信号に基づく該アクセス制御信号に替えて、該アクセス制御信号生成部によって生成された該アクセス制御信号の、該無効化部により該無効化された該被選択物理配線以外の該物理配線を介したデータ転送結果に基づいて該伝送路異常の発生の有無を確認し、

該認定部が、該確認部によって該伝送路異常の発生が確認された場合に、該被選択物理配線を正常であると認定することを特徴とする、請求項 1 記載のストレージシステム。

【請求項 3】

記憶装置をそなえたストレージ機器に複数の物理配線を並列して配線する並列配線を介して接続される制御装置であって、

該複数の物理配線のうち少なくとも一の該物理配線を被選択物理配線として選択する選択部と、

該被選択物理配線を無効化する無効化部と、

該無効化された該被選択物理配線以外の該物理配線を用いたデータ転送において、当該ストレージシステムに接続された上位装置から該記憶装置に対して送信される制御信号に基づくアクセス制御信号の、該物理配線を介したデータ転送結果に基づいて、伝送路異常の発生の有無を確認する確認部と、

該確認部により該伝送路異常の発生が確認された場合に、該被選択物理配線を正常配線と認定する認定部と、

該ストレージ機器と当該ストレージ機器に接続された並列配線とを隔離状態にする隔離部と、

該記憶装置に対するアクセス制御信号を生成するアクセス制御信号生成部とをそなえ、

該選択部が、該隔離部によって隔離された該並列配線について、当該並列配線に含まれる該複数の物理配線のうち少なくとも一の該物理配線を被選択物理配線として選択し、

該無効化部が、該選択部により選択された該被選択物理配線を無効化し、

該確認部が、該上位装置から該記憶装置に対して送信される該制御信号に基づく該アクセス制御信号に替えて、該アクセス制御信号生成部によって生成された該アクセス制御信号の、該無効化部により該無効化された該被選択物理配線以外の該物理配線を介したデータ転送結果に基づいて該伝送路異常の発生の有無を確認し、

該認定部が、該確認部によって該伝送路異常の発生が確認された場合に、該被選択物理配線を正常であると認定することを特徴とする、制御装置。

【請求項 4】

エラーの発生頻度が所定値以上である場合に、

前記隔離部が該ストレージ機器と当該ストレージ機器に接続された並列配線とを隔離状態にして、該選択部が、該隔離部によって隔離された該並列配線について、当該並列配線に含まれる該複数の物理配線のうち少なくとも一の該物理配線を被選択物理配線として選択し、

該無効化部が、該選択部により選択された該被選択物理配線を無効化し、

該確認部が、該上位装置から該記憶装置に対して送信される該制御信号に基づく該ア

10

20

30

40

50

セス制御信号に替えて、該アクセス制御信号生成部によって生成された該アクセス制御信号の、該無効化部により該無効化された該被選択物理配線以外の該物理配線を介したデータ転送結果に基づいて該伝送路異常の発生の有無を確認し、

該認定部が、該確認部によって該伝送路異常の発生が確認された場合に、該被選択物理配線を正常であると認定することを特徴とする、請求項3記載の制御装置。

【請求項5】

当該制御装置に接続された該並列配線における該アクセス制御信号の伝送路異常を検出する異常検出部をそなえ、

該認定部が該複数の物理配線のうち正常配線であると認定しない該物理配線を異常配線と認定するとともに、

該無効化部が当該異常配線を無効化し、

該異常配線が無効化された状態で該確認部が該伝送路異常を検出した場合に、該隔離部が、当該伝送路異常にかかる該ストレージ機器および並列配線を隔離状態にすることを特徴とする、請求項3又は4記載の制御装置。

【請求項6】

記憶装置をそなえたストレージ機器をそなえ、複数の物理配線を並列して配線する並列配線により該ストレージ機器を接続するストレージシステムにおける診断方法であって、

該複数の物理配線のうち少なくとも一の該物理配線を被選択物理配線として選択する選択ステップと、

該被選択物理配線を無効化する無効化ステップと、

該無効化された該被選択物理配線以外の該物理配線を用いたデータ転送において、当該ストレージシステムに接続された上位装置から該記憶装置に対して送信される制御信号に基づくアクセス制御信号の、該物理配線を介したデータ転送結果に基づいて、伝送路異常の発生の有無を確認する確認ステップと、

該確認ステップにおいて該伝送路異常の発生が確認された場合に、該被選択物理配線を正常配線と認定する認定ステップと、

該ストレージ機器と当該ストレージ機器に接続された並列配線とを隔離状態にする隔離ステップと、

該記憶装置に対するアクセス制御信号を生成するアクセス制御信号生成ステップとをそなえ、

該選択ステップにおいて、該隔離ステップにおいて隔離された該並列配線について、当該並列配線に含まれる該複数の物理配線のうち少なくとも一の該物理配線を被選択物理配線として選択し、

該無効化ステップにおいて、該選択ステップにおいて選択された該被選択物理配線を無効化し、

該確認ステップにおいて、該上位装置から該記憶装置に対して送信される該制御信号に基づく該アクセス制御信号に替えて、該アクセス制御信号生成ステップにおいて生成された該アクセス制御信号の、該無効化ステップにおいて該無効化された該被選択物理配線以外の該物理配線を介したデータ転送結果に基づいて該伝送路異常の発生の有無を確認し、

該認定ステップにおいて、該確認ステップにおいて該伝送路異常の発生が確認された場合に、該被選択物理配線を正常であると認定することを特徴とする、診断方法。

【請求項7】

エラーの発生頻度が所定値以上である場合に、

前記隔離ステップにおいて該ストレージ機器と当該ストレージ機器に接続された並列配線とを隔離状態にして、該選択ステップにおいて、該隔離ステップにおいて隔離された該並列配線について、当該並列配線に含まれる該複数の物理配線のうち少なくとも一の該物理配線を被選択物理配線として選択し、

該無効化ステップにおいて、該選択ステップにおいて選択された該被選択物理配線を無効化し、

該確認ステップにおいて、該上位装置から該記憶装置に対して送信される該制御信号に

10

20

30

40

50

基づく該アクセス制御信号に替えて、該アクセス制御信号生成ステップにおいて生成された該アクセス制御信号の、該無効化ステップにおいて該無効化された該被選択物理配線以外の該物理配線を介したデータ転送結果に基づいて該伝送路異常の発生の有無を確認し、該認定ステップにおいて、該確認ステップにおいて該伝送路異常の発生が確認された場合に、該被選択物理配線を正常であると認定することを特徴とする、請求項 6 記載の診断方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本件は、ストレージ機器を接続する並列配線について、この並列配線に含まれる物理配線を診断する技術に関する。

10

【背景技術】

【0002】

近年、SASエキスパンダ (Serial Attached SCSI Expander) を内部に搭載したドライブエンクロージャをワイドリンク (Wide Link) で接続するデータストレージシステムが知られている (下記特許文献 1 参照)。ここで、ワイドリンクとは、複数の物理配線 (phy: 物理リンク) を並列的に配置することにより構成された配線である。

図 10 は複数のドライブエンクロージャをそなえたストレージシステムの構成を模式的に示す図である。

【0003】

20

この図 10 に示すデータストレージシステム 100 は、コントローラエンクロージャ 101 及びドライブエンクロージャ 102 - 1, 102 - 2 をそなえて構成されている。そして、このデータストレージシステム 100 においては、コントローラエンクロージャ 101 に対して、複数 (図 10 に示す例では 2 つ) のドライブエンクロージャ 102 - 1, 102 - 2 がカスケード接続されている。

【0004】

コントローラエンクロージャ 101 は、図示しない上位装置 (サーバコンピュータ等) に接続され、この上位装置からのストレージアクセス要求 (以下、ホスト I/O (Input/Output) という) に従って、後述する HDD (Hard Disk Drive) 105 へのアクセス制御等、各種制御を行なう。

30

このコントローラエンクロージャ 101 は、図 10 に示すように、コントローラモジュール 111 a, 111 b および HDD 105 をそなえて構成されている。

【0005】

コントローラモジュール 111 a, 111 b は種々の制御を行なうものであり、互いにほぼ同様の構成を有している。これらのコントローラモジュール 111 a, 111 b は、それぞれ RAID (Redundant Arrays of Inexpensive Disks) コントローラ 112 および SASエキスパンダ 104 をそなえて構成されている。

RAID コントローラ 112 は RAID の実現にかかる制御を行なうものである。SASエキスパンダ 104 は RAID コントローラ 112 と HDD 105 とを中継するものであり、ホスト I/O に基づくデータ転送を行なう。すなわち、RAID コントローラ 112 は、データストレージシステム 100 にそなえられた HDD 105 に対して、SASエキスパンダ 104 を介してアクセスする。

40

【0006】

HDD 105 はデータを読み書き可能に格納する記憶装置である。図 10 に示す例においては 5 つの HDD 105 がそなえられており、これらの HDD 105 は、互いにほぼ同様の構成をそなえている。又、各 HDD 105 は、コントローラモジュール 111 a, 111 b の各 SASエキスパンダ 104 にそれぞれ接続されている。

また、コントローラエンクロージャ 101 において、RAID コントローラ 112 は、同一のコントローラモジュール 111 a (111 b) 内の SASエキスパンダ 104 と、他のコントローラモジュール 111 b (111 a) の SASエキスパンダ 104 とにそれ

50

ぞれ接続されている。

【0007】

ドライブエンクロージャ102-1, 102-2は、複数(図10に示す例では5つ)のHDD105をそなえ、これらのHDD105の記憶領域を提供する装置である。これらのドライブエンクロージャ102-1, 102-2は互いにほぼ同様の構成を有しており、それぞれエキスパンダモジュール103a, 103bと5つのHDD105をそなえて構成されている。

【0008】

なお、以下、図中、既述の符号と同一の符号は同一もしくは略同一の部分を示している  
ので、その詳細な説明は省略する。 10

また、エキスパンダモジュール103a, 103bは互いにほぼ同様の構成を有しており、それぞれSASエキスパンダ104をそなえている。又、ドライブエンクロージャ102-1, 102-2においては、各HDD105はそれぞれエキスパンダモジュール103a, 103bの各SASエキスパンダ104とそれぞれ接続されている。

【0009】

そして、コントローラエンクロージャ101には、ワイドリンク201a-1, 201b-1を介してドライブエンクロージャ102-1が接続されている。又、ドライブエンクロージャ102-1には、ワイドリンク201a-2, 201b-2を介してドライブエンクロージャ102-2が接続されている。

より詳細には、コントローラエンクロージャ101のコントローラモジュール111a  
のSASエキスパンダ104には、ドライブエンクロージャ102-1のエキスパンダモ  
ジュール103aのSASエキスパンダ104がワイドリンク201a-1を介して接続  
されている。同様に、コントローラエンクロージャ101のコントローラモジュール11  
1bのSASエキスパンダ104には、ドライブエンクロージャ102-1のエキスパン  
ダモジュール103bのSASエキスパンダ104がワイドリンク201b-1を介して  
接続されている。 20

【0010】

また、ドライブエンクロージャ102-1のエキスパンダモジュール103aのSAS  
エキスパンダ104には、ドライブエンクロージャ102-2のエキスパンダモジュール  
103aのSASエキスパンダ104がワイドリンク201a-2を介して接続されてい  
る。同様に、ドライブエンクロージャ102-1のエキスパンダモジュール103bのS  
ASエキスパンダ104には、ドライブエンクロージャ102-2のエキスパンダモジ  
ュール103bのSASエキスパンダ104がワイドリンク201b-2を介して接続され  
ている。 30

【0011】

すなわち、これらのドライブエンクロージャ102-1, 102-2は、ワイドリンク  
201a-1, 201b-1, 201a-2, 201b-2を介して、コントローラエン  
クロージャ101にカスケード接続されている。

また、ドライブエンクロージャ102-2のエキスパンダモジュール103a, 103  
bの各SASエキスパンダ104は、ワイドリンク201a-3, 201b-3を介して  
他のデバイス(図示省略)に接続されている。 40

【0012】

なお、以下、ワイドリンクを示す符号としては、複数のワイドリンクのうち1つを特定  
する必要があるときには符号201a-1, 201b-1, 201a-2, 201b-2  
を用いるが、任意のワイドリンクを指すときには符号201を用いる。

ワイドリンク201は、物理配線(物理リンク)としてのphyを複数本(例えば4本)  
並列的に束ねることにより構成された通信線である。そして、データストレージシステム  
100においては、上位装置からのホストI/O等が、このワイドリンク201における  
いずれかphyを介して伝送される。

【0013】

このようなデータストレージシステムにおいては、同様の構成をそなえるコントローラモジュール111a, 111bやエキスパンダモジュール103a, 103bをそなえて冗長化することにより、I/O負荷分散による性能効率を向上させることができ、又、システム稼動状態での障害発生コンポーネント交換が冗長化により可能となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0014】

【特許文献1】特開2007-256993号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0015】

さて、上述の如きワイドリンク201をそなえたデータストレージシステム100においては、一般に、ホストI/Oの伝送経路として使用するphyがSASエキスパンダ104により選択され、イニシエータ(Initiator)からはデータ転送に使用するphyを指定することができない。これにより、従来においては、ワイドリンク201上のいずれかのphyに異常が生じ、ホストI/Oの伝達エラーが生じた場合においても、異常なphyを特定することができない。

【0016】

図11(a), (b)はワイドリンク201b-1の1つのphyに異常が生じた場合の例示する図である。

20

ここで、図11(a)に示すように、ワイドリンク201b-1の1つのphyに異常が生じた場合には、そのワイドリンク201b-1を経路とするホストI/Oで不定期にエラーが発生することになる。すなわち、図11(a), (b)に示す例においては、ワイドリンク201b-1のphy異常により、コントローラモジュール111a, 111bは、ドライブエンクロージャ103bのSASエキスパンダ104に対するホストI/Oにおいて不定期にエラーを検出する。

【0017】

従来のデータストレージシステム100においては、例えば、特定のSASエキスパンダ104に対するホストI/Oにおいてエラー(伝送路異常)が多数検出された場合に、そのSASエキスパンダ104を異常コンポーネントとして縮退させる。

30

このように、SASエキスパンダ104を縮退させると、システムの冗長性が失われ、又、ホストI/Oの性能効率も半減する。従って、SASエキスパンダ104の縮退を頻繁に行なうと、データストレージシステム100の性能が大きく低減するという課題がある。従って、システム管理者においては、データストレージシステム100の運用に際しては、SASエキスパンダ104の縮退は極力行ないたくないという要望がある。

【0018】

本件の目的の一つは、このような課題に鑑み創案されたもので、異常物理配線によるワイドリンクへの影響を低減し、システムの冗長性を失うことなく運用を継続できるようにすることである。

なお、前記目的に限らず、後述する発明を実施するための形態に示す各構成により導かれる作用効果であって、従来の技術によっては得られない作用効果を奏することも本発明の他の目的の一つとして位置付けることができる。

40

【課題を解決するための手段】

【0019】

このため、このストレージシステムは、記憶装置をそなえたストレージ機器をそなえ、複数の物理配線を並列して配線する並列配線により該ストレージ機器を接続するストレージシステムであって、該複数の物理配線のうち少なくとも一の該物理配線を被選択物理配線として選択する選択部と、該被選択物理配線を無効化する無効化部と、該無効化された該被選択物理配線以外の該物理配線を用いたデータ転送において、当該ストレージシステムに接続された上位装置から該記憶装置に対して送信される制御信号に基づくアクセス制

50

御信号の、該物理配線を介したデータ転送結果に基づいて、伝送路異常の発生の有無を確認する確認部と、該確認部により該伝送路異常の発生が確認された場合に、該被選択物理配線を正常配線と認定する認定部と、該ストレージ機器と当該ストレージ機器に接続された並列配線とを隔離状態にする隔離部と、該記憶装置に対するアクセス制御信号を生成するアクセス制御信号生成部とをそなえ、該選択部が、該隔離部によって隔離された該並列配線について、当該並列配線に含まれる該複数の物理配線のうち少なくとも一の該物理配線を被選択物理配線として選択し、該無効化部が、該選択部により選択された該被選択物理配線を無効化し、該確認部が、該上位装置から該記憶装置に対して送信される該制御信号に基づく該アクセス制御信号に替えて、該アクセス制御信号生成部によって生成された該アクセス制御信号の、該無効化部により該無効化された該被選択物理配線以外の該物理配線を介したデータ転送結果に基づいて該伝送路異常の発生の有無を確認し、該認定部が、該確認部によって該伝送路異常の発生が確認された場合に、該被選択物理配線を正常であると認定する。

10

**【 0 0 2 0 】**

また、この制御装置は、記憶装置をそなえたストレージ機器に複数の物理配線を並列して配線する並列配線を介して接続される制御装置であって、該複数の物理配線のうち少なくとも一の該物理配線を被選択物理配線として選択する選択部と、該被選択物理配線を無効化する無効化部と、該無効化された該被選択物理配線以外の該物理配線を用いたデータ転送において、当該ストレージシステムに接続された上位装置から該記憶装置に対して送信される制御信号に基づくアクセス制御信号の、該物理配線を介したデータ転送結果に基づいて、伝送路異常の発生の有無を確認する確認部と、該確認部により該伝送路異常の発生が確認された場合に、該被選択物理配線を正常配線と認定する認定部と、該ストレージ機器と当該ストレージ機器に接続された並列配線とを隔離状態にする隔離部と、該記憶装置に対するアクセス制御信号を生成するアクセス制御信号生成部とをそなえ、該選択部が、該隔離部によって隔離された該並列配線について、当該並列配線に含まれる該複数の物理配線のうち少なくとも一の該物理配線を被選択物理配線として選択し、該無効化部が、該選択部により選択された該被選択物理配線を無効化し、該確認部が、該上位装置から該記憶装置に対して送信される該制御信号に基づく該アクセス制御信号に替えて、該アクセス制御信号生成部によって生成された該アクセス制御信号の、該無効化部により該無効化された該被選択物理配線以外の該物理配線を介したデータ転送結果に基づいて該伝送路異常の発生の有無を確認し、該認定部が、該確認部によって該伝送路異常の発生が確認された場合に、該被選択物理配線を正常であると認定する。

20

30

**【 0 0 2 1 】**

さらに、この診断方法は、記憶装置をそなえたストレージ機器をそなえ、複数の物理配線を並列して配線する並列配線により該ストレージ機器を接続するストレージシステムにおける診断方法であって、該複数の物理配線のうち少なくとも一の該物理配線を被選択物理配線として選択する選択ステップと、該被選択物理配線を無効化する無効化ステップと、該無効化された該被選択物理配線以外の該物理配線を用いたデータ転送において、当該ストレージシステムに接続された上位装置から該記憶装置に対して送信される制御信号に基づくアクセス制御信号の、該物理配線を介したデータ転送結果に基づいて、伝送路異常の発生の有無を確認する確認ステップと、該確認ステップにおいて該伝送路異常の発生が確認された場合に、該被選択物理配線を正常配線と認定する認定ステップと、該ストレージ機器と当該ストレージ機器に接続された並列配線とを隔離状態にする隔離ステップと、該記憶装置に対するアクセス制御信号を生成するアクセス制御信号生成ステップとをそなえ、該選択ステップにおいて、該隔離ステップにおいて隔離された該並列配線について、当該並列配線に含まれる該複数の物理配線のうち少なくとも一の該物理配線を被選択物理配線として選択し、該無効化ステップにおいて、該選択ステップにおいて選択された該被選択物理配線を無効化し、該確認ステップにおいて、該上位装置から該記憶装置に対して送信される該制御信号に基づく該アクセス制御信号に替えて、該アクセス制御信号生成ステップにおいて生成された該アクセス制御信号の、該無効化ステップにおいて該無効化さ

40

50

れた該被選択物理配線以外の該物理配線を介したデータ転送結果に基づいて該伝送路異常の発生の有無を確認し、該認定ステップにおいて、該確認ステップにおいて該伝送路異常の発生が確認された場合に、該被選択物理配線を正常であると認定する。

【発明の効果】

【0022】

開示のストレージシステム、制御装置および診断方法によれば、以下の少なくともいずれか1つの効果ないし利点が得られる。

(1) 並列配線における正常な物理配線を明確にすることができる。

(2) 並列配線を構成する個々の物理配線の診断を容易且つ確実に行なうことができ利便性が高い。

10

【0023】

(3) ストレージシステムを、その冗長性を維持しつつ、且つ、I/O性能を大きく低減することなく運用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】実施形態の一例としてのストレージシステムの機能構成例を模式的に示す図である。

【図2】実施形態の一例としてのストレージシステムのハードウェア構成例を模式的に示す図である。

【図3】実施形態の一例としてのストレージシステムにおけるphyの診断手法を例示する図である。

20

【図4】実施形態の一例としてのストレージシステムにおけるphyの診断手法を例示する図である。

【図5】実施形態の一例としてのストレージシステムにおけるphyの診断手法を例示する図である。

【図6】実施形態の一例としてのストレージシステムにおいて切り離しを行なった状態を例示する図である。

【図7】実施形態の一例としてのストレージシステムにおけるphyの診断手法を説明するためのフローチャートである。

【図8】実施形態の一例としてのストレージシステムの運用中における伝送路異常発生時の処理を説明するためのフローチャートである。

30

【図9】(a)～(e)は実施形態の一例としてのストレージシステムにおけるphyの診断手法の変形例を説明するための図である。

【図10】複数のドライブエンクロージャをそなえたストレージシステムの構成を模式的に示す図である。

【図11】(a)、(b)はワイドリンクの1つのphyに異常が生じた場合の例示する図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

40

図1は実施形態の一例としてのストレージシステムの機能構成例を模式的に示す図であり、図2はそのハードウェア構成例を模式的に示す図である。

本実施形態のストレージシステム1は、図1に示すように、1以上(図1に示す例では1つ)の上位装置4に接続され、この上位装置4に対して記憶領域を提供するものである。なお、上位装置4は、例えば、サーバ機能をそなえたコンピュータ(情報処理)である。

【0026】

本ストレージシステム1は、コントローラエンクロージャ2及びドライブエンクロージャ3-1、3-2をそなえて構成されている。本ストレージシステム1においては、コントローラエンクロージャ2に対して、複数(図1に示す例では2つ)のドライブエンクロ

50

ージャ3-1, 3-2が、ワイドリンク70a-1, 70b-1, 70a-2, 70b-2を介してカスケード接続されている。

【0027】

ワイドリンク70a-1, 70b-1, 70a-2, 70b-2は、物理配線(物理リンク)としてのphyを複数本(本実施形態では4本:図2参照)並列的に束ねることにより構成された通信線であり、SASエキスパンダ20間を通信可能に接続する。なお、以下、ワイドリンクを示す符号としては、複数のワイドリンクのうち1つを特定する必要があるときには符号70a-1, 70b-1, 70a-2, 70b-2を用いるが、任意のワイドリンクを指すときには符号70を用いる。

【0028】

そして、本ストレージシステム1においては、上位装置4からのホストI/O等が、このワイドリンク70におけるいずれかのphyを介して伝送される。

以下、本実施形態においては、ワイドリンク70を構成する4本のphyを符号#0~#3を用いて特定する場合がある(図3~図5等参照)。

ドライブエンクロージャ3-1, 3-2は、それぞれ、複数(図1, 図2に示す例では6つ)のHDD60をそなえ、これらのHDD60の記憶領域を利用可能に提供する装置である。これらのドライブエンクロージャ3-1, 3-2は互いにほぼ同様の構成を有しており、それぞれエキスパンダモジュール40a, 40bと6つのHDD60をそなえて構成されている。

【0029】

なお、以下、ドライブエンクロージャを示す符号としては、複数のドライブエンクロージャのうち1つを特定する必要があるときには符号3-1, 3-2を用いるが、任意のドライブエンクロージャを指すときには符号3を用いる。

また、エキスパンダモジュール40a, 40bは互いにほぼ同様の構成を有しており、それぞれSASエキスパンダ20をそなえている。又、各ドライブエンクロージャ3において、各HDD60はそれぞれ各エキスパンダモジュール40a, 40bのSASエキスパンダ20と接続されている。

以下、エキスパンダモジュールを示す符号としては、複数のエキスパンダモジュールのうち1つを特定する必要があるときには符号40a, 40bを用いるが、任意のエキスパンダモジュールを指すときには符号40を用いる。

【0030】

なお、図中、既述の符号と同一の符号は同一もしくは略同一の部分を示しているため、その詳細な説明は省略する。

SASエキスパンダ20は、RAIDコントローラ10とHDD60とを中継するものであり、ホストI/Oに基づくデータ転送を行なう。すなわち、RAIDコントローラ10は、本ストレージシステム1にそなえられたHDD60に対して、SASエキスパンダ20を介してアクセスする。

【0031】

SASエキスパンダ20は、図2に示すように、ワイドポート(Wide Port)21, 22およびストレージポート23をそなえて構成されている。ストレージポート23は、複数(図2に示す例では6つ)のポートをそなえて構成され、これらのポートには、同一のドライブエンクロージャ3内のHDD60がそれぞれ1つずつ接続されている。

ワイドポート21, 22は、それぞれ他のSASエキスパンダ20と接続するためのポートであり、ワイドリンク70が接続される。すなわち、ワイドポート21, 22には、ワイドリンク70のphyと同数(本実施形態ではphy#0~#3の4つ)のポートがそなえられ、これらのポートにはワイドリンク70のphyがそれぞれ1つずつ接続される。すなわち、ワイドポート21, 22は、phy#0~#3に対応してそなえられている。

【0032】

ワイドポート21は、上位装置4に近い側(以下、上流側という場合がある)の他のSASエキスパンダ20のワイドポート22とワイドリンク70を介して接続される。又、

10

20

30

40

50

ワイドポート22は、上位装置4から遠い側（以下、下流側という場合がある）の他のSASエキスパンダ20のワイドポート21とワイドリンク70を介して接続される。

HDD60はデータを読み書き可能に格納する記憶装置である。図1に示す例においては6つのHDD60がそなえられており、これらのHDD60は、互いにほぼ同様の構成をそなえている。又、各HDD60は、エキスパンダモジュール40a, 40bの各SASエキスパンダ20にそれぞれ通信可能に接続されている。

【0033】

コントローラエンクロージャ2は、上位装置4に接続されるとともに、複数（図1に示す例では2つ）のドライブエンクロージャ3-1, 3-2がカスケード接続されている。

このコントローラエンクロージャ2は、図1に示すように、コントローラモジュール30a, 30bおよびHDD60をそなえて構成されている。

【0034】

コントローラモジュール30a, 30bは種々の制御を行なうものであり、上位装置4からのストレージアクセス要求（アクセス制御信号：以下、ホストI/Oという）に従って、後述するHDD60へのアクセス制御等、各種制御を行なう。又、コントローラモジュール30a, 30bは互いにほぼ同様の構成を有している。コントローラモジュール30aは、RAIDコントローラ（制御装置）10およびエキスパンダモジュール41aをそなえて構成されており、コントローラモジュール30bは、RAIDコントローラ10およびエキスパンダモジュール41bをそなえて構成されている。

【0035】

なお、以下、コントローラモジュールを示す符号としては、複数のコントローラモジュールのうち1つを特定する必要があるときには符号30a, 30bを用いるが、任意のコントローラモジュールを指すときには符号30を用いる。

コントローラエンクロージャ2には、ワイドリンク70a-1, 70b-1を介してドライブエンクロージャ3-1が接続されている。又、ドライブエンクロージャ3-1には、ワイドリンク70a-2, 70b-2を介してドライブエンクロージャ3-2が接続されている。

【0036】

より詳細には、コントローラエンクロージャ2のコントローラモジュール30aのSASエキスパンダ25には、ドライブエンクロージャ3-1のエキスパンダモジュール40aのSASエキスパンダ20がワイドリンク70a-1を介して接続されている。同様に、コントローラエンクロージャ2のコントローラモジュール30bのSASエキスパンダ25には、ドライブエンクロージャ3-1のエキスパンダモジュール40bのSASエキスパンダ20がワイドリンク70b-1を介して接続されている。

【0037】

そして、ドライブエンクロージャ3-1のエキスパンダモジュール40aのSASエキスパンダ20には、ドライブエンクロージャ3-2のエキスパンダモジュール40aのSASエキスパンダ20がワイドリンク70a-2を介して接続されている。同様に、ドライブエンクロージャ3-1のエキスパンダモジュール40bのSASエキスパンダ20には、ドライブエンクロージャ3-2のエキスパンダモジュール40bのSASエキスパンダ20がワイドリンク70b-2を介して接続されている。

【0038】

すなわち、これらのドライブエンクロージャ3-1, 3-2は、ワイドリンク70a-1, 70b-1, 70a-2, 70b-2を介して、コントローラエンクロージャ2にカスケード接続されている。

また、ドライブエンクロージャ3-2のエキスパンダモジュール40a, 40bの各SASエキスパンダ20は、ワイドリンク70a-3, 70b-3を介して他のデバイス（図示省略）に接続されている。

【0039】

また、コントローラエンクロージャ2において、RAIDコントローラ10は、同一の

10

20

30

40

50

コントローラモジュール30a(30b)内のSASキスパンダ25と、他のコントローラモジュール30b(30a)のSASキスパンダ25とにそれぞれ接続されている。

RAIDコントローラ10はRAIDの実現や種々の制御を行なうものであり、図2に示すように、プロセッサ301、メモリ302、およびSASコントローラ304、305をそなえて構成されている。

#### 【0040】

メモリ302は種々のプログラムやデータを記録する記憶装置であり、又、プロセッサ301が演算処理を行なうに際して、データ等が一時的に記録・展開される。

SASコントローラ304、305は、SASに関する種々の制御を行なうものであり、SASコントローラ304はワイドポート306を、SASコントローラ305はワイドポート307を、それぞれそなえている。ワイドポート306、307は、それぞれSASキスパンダ25と通信可能に接続するためのポートであり、ワイドリンク71が接続される。

#### 【0041】

このワイドリンク71もワイドリンク70と同様に、物理配線(物理リンク)としてのphyを複数本(本実施形態では4本:図2参照)並列的に束ねることにより構成された通信線である。

すなわち、ワイドポート306、307には、ワイドリンク71のphyと同数(本実施形態では4つ)のポートがそなえられ、これらのポートにはワイドリンク71のphyがそれぞれ1つずつ接続される。

#### 【0042】

ワイドポート306は、同一のコントローラモジュール30a(30b)のSASキスパンダ25のワイドポート21とワイドリンク71を介して接続される。又、ワイドポート307は、他のコントローラモジュール30b(30a)のSASキスパンダ25のワイドポート21とワイドリンク71を介して接続される。

これにより、コントローラモジュール30aのRAIDコントローラ10は、当該RAIDコントローラ10を搭載したコントローラモジュール30aのSASエキスパンダ25と、他のコントローラモジュール30bのSASエキスパンダ25との両方に対して接続可能に構成されている。同様に、コントローラモジュール30bのRAIDコントローラ10は、当該RAIDコントローラ10を搭載したコントローラモジュール30bのSASエキスパンダ25と、他のコントローラモジュール30aのSASエキスパンダ25との両方に対して接続可能に構成されている。

#### 【0043】

また、本ストレージシステム1においては、コントローラモジュール30aの下流側に、ワイドリンク70a-1を介してドライブエンクロージャ3-1のエキスパンダモジュール40aが接続されている。更に、このドライブエンクロージャ3-1のエキスパンダモジュール40aの下流側には、ワイドリンク70a-2を介してドライブエンクロージャ3-2のエキスパンダモジュール40aが接続されている。以下、これらのコントローラモジュール30aを上流とする、ワイドリンク70a-1、70a-2、70a-3を介するストレートの経路をa系と表現する場合がある。又、本実施形態においては、a系を構成するデバイス等を、その符号中に文字“a”を含めて表わす。

#### 【0044】

また、本ストレージシステム1においては、コントローラモジュール30bの下流側に、ワイドリンク70b-1を介してドライブエンクロージャ3-1のエキスパンダモジュール40bが接続されている。更に、このエキスパンダモジュール40bの下流側に、ワイドリンク70b-2を介してドライブエンクロージャ3-2のエキスパンダモジュール40bが接続されている。以下、これらのコントローラモジュール30bを上流とする、ワイドリンク70b-1、70b-2、70b-3を介するストレートの経路をb系と表現する場合がある。又、本実施形態においては、b系を構成するデバイス等を、その符号中に文字“b”を含めて表わす。

## 【 0 0 4 5 】

エキスパンダモジュール 4 1 a , 4 1 b は、互いにほぼ同様の構成を有しており、それぞれ S A S エクスパンダ 2 5 をそなえている。

S A S エクスパンダ 2 5 は、S A S エクスパンダ 2 0 と同様に、R A I D コントローラ 1 0 に対して、S A S エクスパンダ 2 0 やと H D D 6 0 を中継するものであり、ホスト I / O に基づくデータ転送を行なう。この S A S エクスパンダ 2 5 は S A S エクスパンダ 2 0 とほぼ同様の構成をそなえ、更に、ワイドポート 2 4 をそなえている。

## 【 0 0 4 6 】

このワイドポート 2 4 は、他系の R A I D コントローラ 1 0 の S A S コントローラ 3 0 5 のワイドポート 3 0 7 と接続するものであり、これにより、コントローラモジュール 3 0 a の R A I D コントローラ 1 0 とコントローラモジュール 3 0 b の S A S エクスパンダ 2 5 とが相互に通信可能に接続（クロス接続）される。同様に、コントローラモジュール 3 0 b の R A I D コントローラ 1 0 とコントローラモジュール 3 0 a の S A S エクスパンダ 2 5 とが相互に通信可能に接続される。

10

## 【 0 0 4 7 】

プロセッサ 3 0 1 は、種々の演算や制御を行なうものであり、メモリ 3 0 2 に格納された演算プログラム 3 0 3 を実行することにより、本ストレージシステム 1 における各種機能を実現する。

例えば、プロセッサ 3 0 1 は、R A I D の実現や上位装置 4 からのホスト I / O に応じた H D D 6 0 へのアクセス制御等、既知の R A I D コントローラとしての種々の機能を実現する。

20

## 【 0 0 4 8 】

また、本ストレージシステムにおいては、R A I D コントローラ 1 0 はワイドリンク 7 0 を構成する個々の phy について、データ通信可能であるか否かを診断する診断機能をそなえている。

具体的には、プロセッサ 3 0 1 は、制御プログラム 3 0 3 を実行することにより、後述する、選択部 1 1 , 無効化部 1 2 , 確認部 1 3 , 隔離部 1 4 , アクセス制御信号生成部 1 7 , 認定部 1 5 および異常検出部 1 6 として機能する。

## 【 0 0 4 9 】

なお、これらの各機能を実現するためのプログラム（制御プログラム 3 0 3 ）は、例えばフレキシブルディスク、C D（C D - R O M , C D - R , C D - R W 等）、D V D（D V D - R O M , D V D - R A M , D V D - R , D V D + R , D V D - R W , D V D + R W , H D D V D 等）、ブルーレイディスク、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク等の、コンピュータ読取可能な記録媒体に記録された形態で提供される。そして、コンピュータはその記録媒体からプログラムを読み取って内部記憶装置または外部記憶装置に転送し格納して用いる。又、そのプログラムを、例えば磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク等の記憶装置（記録媒体）に記録しておき、その記憶装置から通信経路を介してコンピュータに提供するようにしてもよい。

30

## 【 0 0 5 0 】

選択部 1 1 , 無効化部 1 2 , 確認部 1 3 , 隔離部 1 4 , アクセス制御信号生成部 1 7 , 認定部 1 5 および異常検出部 1 6 としての機能を実現する際には、内部記憶装置（本実施形態では R A I D コントローラ 1 0 のメモリ 3 0 2 ）に格納された制御プログラム 3 0 3 がコンピュータのマイクロプロセッサ（本実施形態ではプロセッサ 3 0 1 ）によって実行される。このとき、記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータが読み取って実行するようにしてもよい。

40

## 【 0 0 5 1 】

なお、本実施形態において、コンピュータとは、ハードウェアとオペレーティングシステムとを含む概念であり、オペレーティングシステムの制御の下で動作するハードウェアを意味している。又、オペレーティングシステムが不要でアプリケーションプログラム単独でハードウェアを動作させるような場合には、そのハードウェア自体がコンピュータに

50

相当する。ハードウェアは、少なくとも、CPU等のマイクロプロセッサと、記録媒体に記録されたコンピュータプログラムを読み取るための手段とをそなえており、本実施形態においては、RAIDコントローラ10がコンピュータとしての機能を有しているのである。

#### 【0052】

隔離部14は、SASエキスパンダ20, 25やこれらのSASエキスパンダ20, 25に接続されたワイドリンク70を本ストレージシステム1から隔離状態にする制御を行なう。この隔離状態は、障害に関連するSASエキスパンダ20やワイドリンク70等を、例えば、データパスから物理的もしくはソフトウェア的に切り離して、データアクセスを行なうことができない状態にすることにより行なう。なお、このような隔離部14によるSASエキスパンダ20等を隔離状態にする手法は既知の種々の手法により実現することができるものであり、その詳細な説明は省略する。

10

#### 【0053】

また、以下、これらのSASエキスパンダ20等のデバイスを隔離状態にすることを、切り離すもしくは縮退すると表現する場合もある。又、この隔離状態を実現するためには、対象のSASエキスパンダ20等への供給電力を遮断してもよい。そして、この隔離部14による切り離し処理は、既知の種々の手法を用いて実施することができる。

また、本ストレージシステム1において、いずれかのSASエキスパンダ20, 25が切り離された場合には、そのSASエキスパンダ20の下流の同系のSASエキスパンダ20やワイドリンク70に対するアクセスも遮断される。

20

#### 【0054】

選択部11は、ワイドリンク70を構成する複数(本実施形態では4つ)のphyのうち、診断対象となる少なくとも一のphyを被選択phy(被選択物理配線)として選択する。なお、この被選択phyの選択は、選択対象の複数のphyの中から、例えば、所定の順序に従って順次選択することにより行なってもよく、又、選択対象の中から任意に選択してもよく、種々変形して実施することができる。又、この選択部11による被選択phyの選択はワイドリンク70毎に行なうことができる。なお、本実施形態においては、被選択phyとして、選択部11が一のphyを選択する例について説明する。

#### 【0055】

無効化部12は、選択部11によって選択された被選択phyや、後述する認定部15により認定された異常phy(異常配線)を無効化する制御を行なう。具体的には、無効化部12は、例えば、SMP(Serial Management Protocol)のphyコントロールファンクションであるdisableと呼ばれる機能を用いて、SASポート単位でphyの切り離しを行なう。又、このphyの切り離しは、SASアドレスを指定することにより行なう。

30

#### 【0056】

図3は本ストレージシステム1におけるphyの診断手法を例示する図である。この図3に示す例においては、phy#0~#3の4つのphyについて、選択部11が、phy#0, phy#1, phy#2, phy#3, phy#0, ...の順で繰り返し1つのphyを選択し、無効化部12が、その選択されたphyを切り離す。

なお、本実施形態においては、a系もしくはb系のうち、同じ系を構成するようにカスケード接続されたワイドリンク70にそなえられたphy#0~#3の各phyは、それぞれ一体的に扱われる。

40

#### 【0057】

具体的には、無効化部12が、カスケード接続された複数のSASエキスパンダ20のそれぞれのワイドポート21, 22に対して、phy#0~#3のうち同一の識別番号(#0,#1,#2,#3)のphyを同時に無効化させる制御を行なう。

これにより、例えば、ワイドリンク70a-1のphy#0は、ワイドリンク70a-2およびワイドリンク70a-3の各phy#0と一体的に取り扱われる。すなわち、phy#0を切り離す(無効化する)という場合には、これらのワイドリンク70a-1, 70a-2, 70a-3の全てのphy#0が無効化される。同様に、a系を構成するワイドリンク70にお

50

いてphy#1を切り離す（無効化する）という場合にはワイドリンク70 a - 1 , 70 a - 2 , 70 a - 3の全てのphy#1が無効化される。又、a系を構成するワイドリンク70においてphy#2を切り離すという場合にはワイドリンク70 a - 1 , 70 a - 2 , 70 a - 3の全てのphy#2が無効化される。更に、a系を構成するワイドリンク70においてphy#3を切り離すという場合にはワイドリンク70 a - 1 , 70 a - 2 , 70 a - 3の全てのphy#3が無効化される。

【0058】

また、これらのカスケード接続された複数のワイドリンク70における、同一の識別番号を有する複数のphyを同時に無効化するというphyに対する一体的な取り扱いは、b系に対しても同様に行なわれる。すなわち、b系を構成するワイドリンク70 b - 1 , 70 b - 2 , 70 b - 3において、phy#0を切り離すという場合にはワイドリンク70 b - 1 , 70 b - 2 , 70 b - 3の全てのphy#0が無効化される。又、同様に、b系を構成するワイドリンク70においてphy#1を切り離すという場合にはワイドリンク70 b - 1 , 70 b - 2 , 70 b - 3の全てのphy#1が無効化される。又、b系を構成するワイドリンク70においてphy#2を切り離すという場合にはワイドリンク70 b - 1 , 70 b - 2 , 70 b - 3の全てのphy#2が無効化される。更に、b系を構成するワイドリンク70においてphy#3を切り離すという場合にはワイドリンク70 b - 1 , 70 b - 2 , 70 b - 3の全てのphy#3が無効化される。

【0059】

また、無効化部12は、メモリ302等の記憶装置の所定の領域に、無効化しているphyを特定するための情報を保存する。この情報の保存は、例えば、phy毎に設けられた格納領域に対してフラグを設定したり、無効化されているもしくは無効化されていないphyの識別番号等の情報を所定の格納領域に格納することにより行なう。これにより、本ストレージシステム1において、無効化部12によって無効化されているphyを容易に把握することができる。

確認部13は、ワイドリンク70のうち、無効化部12により無効化された被選択phy以外のphyを用いたデータ転送において伝送路異常によるデータ転送異常の発生の有無を確認する。具体的には、確認部13は、上位装置4から送信されるホストI/O（制御信号）に基づいてRAIDコントローラ10によって作成されたアクセス制御信号（ホストI/O制御信号）や、後述するアクセス制御信号生成部17によって生成されるアクセス制御信号（テストI/O制御信号）について、無効化部12により無効化された被選択phy以外のphyを介したデータ転送において、伝送路異常の発生の有無を確認する。

【0060】

すなわち、確認部13は、ストレージシステム1に接続された上位装置4からHDD60に対して送信されるホストI/Oに基づいて作成されたホストI/O制御信号や、後述するアクセス制御信号生成部17によって生成されるテストI/O制御信号をphyを介してデータ転送させることにより、伝送路異常の発生の有無を確認する。なお、伝送路異常の発生は、例えば、これらのI/O制御信号の送信に対する所望の応答が受信されないことや、エラー信号を受信することにより確認することができる。

【0061】

また、確認部13は、伝送路異常の発生の有無の確認結果を、メモリ302等の記憶装置所定の領域に保存する。この確認結果は、例えば、データ転送に用いたphyを特定するための情報（例えば、識別情報#0~#1）に対応させて、伝送路異常の有無を表すフラグ等を所定の領域に格納（設定）することにより保存する。

例えば、ホストI/O制御信号やテストI/O制御信号のphyを介したデータ転送中においてデータ転送エラーが検出された場合に、確認部13は、メモリ302等から無効化部12により無効化されているphyの識別情報を取得する。そして、確認部13は、メモリ302等に、当該識別番号に対応させて確認結果を示す情報（フラグ等）を格納する。

認定部15は、無効化部12により被選択phyが無効化されている状態において、この

10

20

30

40

50

被選択phy以外のphyを用いたデータ転送において、伝送路異常の発生が確認部13により確認された場合に、この被選択phyを正常配線と認定する。被選択phyを切り離れた状態での本ストレージシステム1の運用中において、伝送路異常が発生した場合には、この切り離していた被選択phyは安全なものであると判断できる。

#### 【0062】

すなわち、本ストレージシステム1においては、ワイドリンク70を構成する4つのphyのうち、少なくとも1本のphy(被選択phy)を試験的に切り離して残りの3本のphyで運用を行ない、エラーの発生を監視することにより、被選択phyを診断する。

図4および図5は本ストレージシステム1におけるphyの診断手法を例示する図である。ここで、図4は、図3に示した例においてphy#1を切り離れた状態での運用時に伝送路異常が生じた状態を示す図、図5は図4に示す例において伝送路異常が検出されたphy#1を無効化部12が切り離れた状態を示す図である。

10

#### 【0063】

図4に示すように、無効化部12がphy#1(被選択phy)を切り離れた状態で本ストレージシステム1を運用した際に伝送路異常が検出された場合には、この被選択phyであるphy#1は安全(安全phy)であると判断することができる。なお、この診断結果は、メモリ302等の記憶装置における所定の領域に格納される。この確認結果は、例えば、被選択phyを特定するための情報(例えば、識別情報#0~#1)に対応させて、エラーが発生したもしくはエラーが発生しなかったことを表すフラグ等を所定の領域に格納(設定)することにより保存する。これにより、被選択phyが安全phyであるか否かを容易に把握することができる。

20

#### 【0064】

このように安全と判断されたphyは診断対象から除外される。すなわち、安全phyは、無効化部12による切り離し対象から除外(切り離し状態を解除)される。

そして、図5に示すように、残りの未確認のphyの中から、同様に選択した1本の被選択phyを試験的に切り離して運用を行なう。このような処理をワイドリンク70を構成する全てのphyに対して順次行なうことにより、安全なphyを切り分け、異常なphyを特定する。最終的に、このように特定した異常phyを本ストレージシステム1から切り離すことで伝送路(ワイドリンク70)の安全が確保できる。なお、異常phyの認定に際して、認定部15は、ワイドリンク70を構成する複数のphyのうち、正常配線であると認定しないphyを異常phy(異常配線)と認定する。

30

#### 【0065】

さらに、上述の如き、選択部11による被選択phyの選択はワイドリンク70を構成する全てのphyについて順次行なわれ、被選択phyは、例えば所定時間ごとに切り替えたり、データ転送エラーの発生毎、もしくはこれらの組み合わせ(一定時間ごとにエラーが発生したタイミング)で行なう。

そして、このように切り替えられた被選択phyについて、無効化部12による被選択phyの無効化や、確認部13による被選択phy以外のphyを用いたデータ転送における伝送路異常の発生の有無の確認がそれぞれ行なわれる。

#### 【0066】

また、無効化部12は、この認定部15により認定された異常phy(異常配線)を無効化し、これ以降、本ストレージシステム1は、無効化部12により異常phyを無効化した状態で運用される。

40

また、このように無効化部12により異常配線が無効化された状態での運用において、確認部13が更に伝送路異常を検出した場合には、隔離部14は、その伝送路異常にかかるSASエキスパンダ20およびワイドリンク70を本ストレージシステム1から隔離状態にする。

#### 【0067】

アクセス制御信号生成部17は、HDD60に対するテストI/O制御信号(アクセス制御信号)を生成する。このテストI/O制御信号は、上位装置4からのテストI/Oに

50

基づくホストI/O制御信号と同様に、特定のHDD60に対するアクセス制御を行なうための信号であり、HDD60の所定の領域に、試験的にデータの書き込みや読み出しを行なうための制御信号である。

【0068】

異常検出部16は、本ストレージシステム1におけるホストI/O制御信号の伝送路異常を検出する。例えば、異常検出部16は、ホストI/Oのデータ転送異常(エラー)の発生頻度を測定する。そして、このエラーの発生頻度が高いとき、すなわち、所定時間内における通信エラーの発生回数が閾値を越えたことを検出した場合に、本ストレージシステム1への影響が大きいとして、伝送路異常を検出する。

【0069】

なお、この異常検出部16により伝送路異常が検出された場合には、隔離部14が、その障害に関連するSASエキスパンダ20やワイドリンク70等を隔離状態にする。

図6は本ストレージシステム1において切り離しを行なった状態を例示する図であり、コントローラモジュール30bの下流側のエキスパンダモジュール40b、40bを切り離した状態を示している。

【0070】

このように、エキスパンダモジュール40bの切り離しを行なうことにより、これらのエキスパンダモジュール40bにかかるSASエキスパンダ20やワイドリンク70にはホストI/O(ディスクI/O)は伝送されない。

そして、このようにSASエキスパンダ20を隔離状態にした場合には、切り離されたSASエキスパンダ20以外の部分を用いてストレージシステム1が運用される。

【0071】

また、本ストレージシステム1においては、切り離されたSASエキスパンダ20以外の部分を用いてストレージシステム1を運用しながら、隔離部14によって切り離された領域に含まれるワイドリンク70についても、そのphyについて、データ通信可能であるか否かを診断する機能もそなえている。

本ストレージシステム1を運用しながら、切り離されたSASエキスパンダ20に対してワイドリンク70のphyの診断を行なうことにより、異常phyの特定を早急に行なうことができる。これにより、ワイドリンク70における異常phyのみを切り離して運用することにより、ホストI/Oのデータ転送エラー発生を抑制することができる。

【0072】

具体的には、選択部11が、隔離部14によって縮退された領域に含まれるワイドリンク70についても、このワイドリンク70に含まれる複数のphyのうち一のphyを被選択phyとして選択する。

また、このように診断対象のワイドリンク70が隔離部14によって縮退された領域に含まれる場合には、確認部13は、上位装置4から送信されるホストI/Oに替えて、アクセス制御信号生成部17によって生成されたテストI/O制御信号(アクセス制御信号)を、無効化部12により無効化された被選択phy以外のphyを介してデータ転送させることにより伝送路異常によるデータ転送異常の発生の有無を確認する。

【0073】

認定部15は、無効化部12により被選択phyが無効化されている状態において、この被選択phy以外のphyを用いたデータ転送において、伝送路異常の発生が確認部13により確認された場合に、この被選択phyを正常配線と認定する。又、認定部15は、ワイドリンク70を構成する複数のphyのうち、正常配線であると認定しないphyを異常phyと認定する。なお、選択部11による被選択phyの選択は、診断対象のワイドリンク70を構成する全てのphyについて順次行なわれ、被選択phyは、例えば所定時間ごとに切り替えられる。そして、このように切り替えられた被選択phyについて、無効化部12による被選択phyの無効化や、確認部13による被選択phy以外のphyを用いたデータ転送における伝送路異常の発生の有無の確認がそれぞれ行なわれる。

【0074】

10

20

30

40

50

上述の如く構成された本ストレージシステム 1 における phy の診断手法を図 7 に示すフローチャート（ステップ A 1 0 ~ A 9 0 ）に従って説明する。

phy の診断を行なうに際して、例えば選択部 1 1 は、ワイドリンク 7 0 上の全ての phy に対して“危険 phy”である旨の設定（マーク）を行なう（ステップ A 1 0）。この危険 phy である旨のマークは、例えば、図示しないメモリ等の記憶領域において、各 phy に対応させた所定の領域に任意のフラグを設定することにより行なう。

【 0 0 7 5 】

そして、選択部 1 1 が、ワイドリンク 7 0 を構成するのうち未診断の phy を 1 つ選択して（選択ステップ）、無効化部 1 2 が、この選択された被選択 phy を切り離す（ステップ A 2 0：無効化ステップ）。

10

このように被選択 phy を切り離した状態（1 phy 切り離し状態）で、本ストレージシステム 1 を所定時間運用し、確認部 1 3 は、この 1 phy 切り離し状態での運用においてホスト I / O の伝送異常（エラー）が生じたか否かの確認を行なう（ステップ A 3 0：確認ステップ）。

【 0 0 7 6 】

この確認部 1 3 による確認の結果、エラーが発生した場合には（ステップ A 3 0 の YES ルート参照）、認定部 1 5 が、この被選択 phy に対して、危険 phy である旨のマークを取り消して安全 phy である旨のマークを行なう（ステップ A 4 0：認定ステップ）。なお、この安全 phy である旨のマークも、例えば、図示しないメモリ等の記憶領域において、各 phy に対応させた所定の領域に任意のフラグを設定することにより行なう。

20

【 0 0 7 7 】

また、認定部 1 5 は、診断対象のワイドリンク 7 0 における危険 phy の数を確認し、危険 phy が 1 つだけであるかの確認を行なう（ステップ A 5 0）。この確認の結果、危険 phy が 1 つだけである場合には（ステップ A 5 0 の YES ルート参照）、認定部 1 5 は、この残った 1 つの危険 phy を異常 phy と判断して（ステップ A 6 0：異常認定ステップ）、処理を終了する。

【 0 0 7 8 】

一方、1 phy 切り離し状態での運用において、ホスト I / O 制御信号の伝送異常が生じていない場合には（ステップ A 3 0 の NO ルート参照）、確認部 1 3 は、次に、無効化部 1 2 によるその被選択 phy の切り離しを行なってからの経過時間を確認する（ステップ S 7 0）。この確認の結果、一定時間が経過していない場合には（ステップ A 7 0 の NO ルート参照）、ステップ A 3 0 に戻る。

30

【 0 0 7 9 】

また、被選択 phy の切り離しを行なってから一定時間が経過している場合には（ステップ A 7 0 の YES ルート参照）、無効化部 1 2 は、被選択 phy の無効化を解除して、この切り離されていた被選択 phy を再接続する（ステップ A 8 0）。そして、選択部 1 1 は、他の phy を被選択 phy として選択することにより、診断対象の phy を切り替え（ステップ A 9 0）、ステップ A 2 0 に戻る。

【 0 0 8 0 】

さらに、危険 phy が 2 以上ある場合には（ステップ A 5 0 の NO ルート参照）、ステップ A 8 0 に移行する。

40

次に、本ストレージシステム 1 の運用中における伝送路異常発生時の処理を、図 8 に示すフローチャート（ステップ B 1 0 ~ B 1 3 0）に従って説明する。

本ストレージシステムの運用中においては、RAID コントローラ 1 0 のプロセッサ 3 0 1 は、伝送路異常が発生しているかを常時監視する（ステップ B 1 0、ステップ B 1 0 の NO ルート参照）。そして、伝送路異常の発生が検出されると（ステップ B 1 0 の YES ルート参照）、次に、プロセッサ 3 0 1 は、その伝送路異常の発生頻度を確認する（ステップ B 2 0）。すなわち、検出された伝送路異常が本ストレージシステム 1 に与える影響が大きいものであるか否かの確認を行なう。

【 0 0 8 1 】

50

ここで、検知された伝送路異常について、エラーの発生頻度が少ない、すなわち、システムへの影響が少ない場合には（ステップB20のNOルート参照）、異常phyを検出するための診断を行なう（ステップB30）。具体的には、RAIDコントローラ10は、図7を参照して上述したphy診断処理（ステップA10～A90参照）を行なう。

そして、無効化部12が、phy診断処理のステップA60において異常phyと診断されたphyを切り離し（ステップB40）、この異常phyが無効化されたワイドリンク70を用いた本ストレージシステム1の運用が行なわれる（ステップB50）。

#### 【0082】

RAIDコントローラ10は、異常phyを無効化した状態での運用において、伝送路異常が発生しているかを常時監視する（ステップB60、ステップB60のNOルート参照）。そして、伝送路異常の発生が検出された場合には（ステップB60のYESルート参照）、無効化部12が、対応するSASエキスパンダ20等の切り離しを行ない（ステップB130）、ステップB10に戻る。

#### 【0083】

ここで、対応するSASエキスパンダ20等の切り離しを行なう理由は、異常phyを無効化した状態で更に伝送路異常が検出されたことは、ワイドリンク70における複数のphyが異常になっている、もしくはSASエキスパンダ20に何らかの異常があることが原因と考えられるからである。

なお、SASエキスパンダ20等の切り離しを行なうことは、上位装置4や図示しない管理装置等を介して本ストレージシステム1の管理者に通知される。管理者は、所定のタイミングで、これらの切り離されたエキスパンダモジュール40やワイドリンク70の保守作業を行なう。

#### 【0084】

一方、検知された伝送路異常について、エラーの発生頻度が高い、すなわち、システムへの影響が大きい場合には（ステップB20のYESルート参照）、隔離部14が、対象のエキスパンダモジュール40（SASエキスパンダ20）を隔離状態にして、ホストI/O制御信号がこの隔離対象のSASエキスパンダ20に流れることがないように切り離す（ステップB70）。

#### 【0085】

RAIDコントローラ10は、アクセス制御信号生成部17にテストI/O制御信号を生成させ、この生成されたテストI/O制御信号を隔離対象のSASエキスパンダ20に対して流す（ステップB80）。そして、このテストI/O制御信号を用いて、この隔離対象SASエキスパンダ20における異常phyを検出するための診断が行なわれる（ステップB90）。具体的には、RAIDコントローラ10は、ホストI/O制御信号に代えてアクセス制御信号生成部17によって生成されたテストI/O制御信号を用いて、図7を参照して上述したphy診断処理（ステップA10～A90参照）を行なう。

#### 【0086】

そして、無効化部12が、phy診断処理のステップA60において異常phyと診断されたphyを切り離す（ステップB100）。RAIDコントローラ10は、アクセス制御信号生成部17にテストI/O制御信号を生成を停止させ（ステップB110）、隔離部14により隔離状態にされていたSASエキスパンダ20を、再度、本ストレージシステム1に組み込み（ステップB120）、ステップB50に移行する。すなわち、異常phyが無効化されたワイドリンク70を用いた本ストレージシステム1の運用が行なわれるのである。

#### 【0087】

このように、実施形態の一例としてのストレージシステム1によれば、ワイドリンク70を構成する複数のphyから選択した被選択phyを無効化部12により無効化した状態で、本ストレージシステム1を運用し、この運用時に伝送路異常が検出された場合に、この被選択phyを正常配線と認定する。これにより、ワイドリンク70における正常なphyを明確にすることができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 8 】

そして、この被選択phyに対する正常配線の認定を、ワイドリンク70を構成する各phyに対して順次行なうことにより、ワイドリンク70における異常なphyを特定して切り分けることができる。すなわち、ワイドリンク70を構成する個々のphyの診断を容易且つ確実に行なうことができ利便性が高い。

また、上述の如きワイドリンク70のphyの診断を、上位装置4からのホストI/Oに基づくホストI/O制御信号を用いて行なうことにより、本ストレージシステム1を運用しながら実施することができる。

## 【 0 0 8 9 】

さらに、ワイドリンク70において異常phyを検出した場合においても、無効化部12によりこの異常phyのみを無効化して、そのワイドリンク70に含まれる他の安全phyを用いて運用する。これにより、異常phyを有するワイドリンク70全体の切り離しや、SASエキスパンダ20の切り離しを行なうことなく、本ストレージシステム1を継続して運用することができる。従って、本ストレージシステム1を、その冗長性を維持しつつ、且つ、I/O性能を大きく低減することなく運用することができる。

## 【 0 0 9 0 】

また、伝送路異常が頻繁に検出された等の理由により、隔離部14が隔離状態にしたSASエキスパンダ20に関して、ホストI/O制御信号に代えて、アクセス制御信号生成部17によって生成したテストI/O制御信号を用いて、異常phyを検出するための診断が行なうことができる。

すなわち、隔離状態にされたSASエキスパンダ20に関して、ワイドリンク70を構成する複数のphyから選択した被選択phyを無効化部12により無効化した状態でテストI/Oの伝送を行なう。この際に伝送路異常が検出された場合に、この被選択phyを正常配線と認定することにより、ワイドリンク70における正常なphyを明確にすることができる。

## 【 0 0 9 1 】

また、この被選択phyに対する正常配線の認定を、隔離状態にされたワイドリンク70を構成する各phyに対して順次行なうことにより、ワイドリンク70における異常phyを特定して切り分けることができる。すなわち、本ストレージシステム1においては、切り離されたSASエキスパンダ20に関して、そのワイドリンク70を構成する個々のphyの診断を容易且つ確実に行なうことができ利便性が高い。

## 【 0 0 9 2 】

さらに、切り離し対象のSASエキスパンダ20において異常phyを特定した場合には、無効化部12によりこの異常phyのみを無効化して、当該SASエキスパンダ20を、再度、本ストレージシステム1に組み込んで運用する。これにより、異常phyを有するワイドリンク70全体の切り離しや、SASエキスパンダ20の切り離しを行なうことなく、本ストレージシステム1を継続して運用することができる。従って、本ストレージシステム1を、その冗長性を維持しつつ、且つ、I/O性能を大きく低減することなく運用することができる。

## 【 0 0 9 3 】

また、RAIDコントローラ10は、この切り離し対象のSASエキスパンダ20において異常phyを特定できなかった場合には、ディスク異常であるとして、そのSASエキスパンダ20を本ストレージシステム1には組み込まずに保守対象とする。これにより、伝送路異常を確実に解消することができる。

そして、開示の技術は上述した実施形態に限定されるものではなく、本実施形態の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

## 【 0 0 9 4 】

例えば、上述した実施形態においては、ストレージシステム1が、2つのドライブエンクロージャ3-1, 3-2をそなえた例を示しているが、これに限定されるものではなく、1つもしくは3以上のドライブエンクロージャ3をそなえて構成されてもよい。

10

20

30

40

50

また、上述した実施形態においては、a系およびb系の2系統に冗長化されたストレージシステム1を示しているが、これに限定されるものではなく、3以上の系統に冗長化して構成してもよい。

【0095】

さらに、上述した実施形態においては、同じ系を構成するようにカスケード接続されたワイドリンク70にそなえられたphy#0~#3の各phyを、それぞれ一体的に扱っている。すなわち、無効化部12が、カスケード接続された複数のSASエキスパンダ20のそれぞれのワイドポート21, 22に対して、phy#0~#3のうち同一の識別番号(#0,#1,#2,#3)のphyを同時に無効化させる制御を行なっているが、これに限定されるものではない。

【0096】

例えば、無効化部12が、カスケード接続された複数のSASエキスパンダ20のいずれかのワイドポート21, 22に対して、phy#0~#3のうち同一の識別番号(#0,#1,#2,#3)のphyを個別に無効化させる制御を行なってもよい。

図9(a)~(e)は本ストレージシステム1におけるphyの診断手法の変形例を説明するための図である。

【0097】

本変形例においては、まず、同系の全てのワイドリンク70についてのphy#0についての診断を行なう。

まず、図9(a)に示すように、選択部11がワイドリンク70a-1(もしくは70b-1)のphy#0だけを被選択phyとして選択し、無効化部12によりこの被選択phyを無効化した状態で、

【0098】

ここで、被選択phyを切り離した状態でのホストI/OやテストI/Oの送信において伝送路異常が検出された場合には、この被選択phyであるワイドリンク70a-1(もしくは70b-1)のphy#0が安全phyであると判断することができる。

次に、図9(b)に示すように、選択部11がワイドリンク70a-2(もしくは70b-2)のphy#0だけを被選択phyとして選択し、無効化部12によりこの被選択phyを無効化した状態で、ホストI/O制御信号もしくはテストI/O制御信号の送信を行ない、伝送路異常の有無の判断を行なうことで、この被選択phyの診断を行なう。

【0099】

以下、同様に、図9(c)に示すように、選択部11がワイドリンク70a-3(もしくは70b-3)のphy#0だけを被選択phyとして選択し、無効化部12によりこの被選択phyを無効化した状態で、ホストI/O制御信号もしくはテストI/O制御信号の送信を行ない、伝送路異常の有無の判断を行なうことで、この被選択phyの診断を行なう。

また、同系の全てのワイドリンク70についてのphy#0の診断を行なった後は、次に、同系の全てのワイドリンク70についてのphy#1の診断を行なう。

【0100】

すなわち、図9(d)に示すように、選択部11がワイドリンク70a-1(もしくは70b-1)のphy#1だけを被選択phyとして選択し、無効化部12によりこの被選択phyを無効化した状態で、ホストI/O制御信号もしくはテストI/O制御信号の送信を行ない、伝送路異常の有無の判断を行なうことで、この被選択phyの診断を行なう。

次に、図9(e)に示すように、選択部11がワイドリンク70a-2(もしくは70b-2)のphy#1だけを被選択phyとして選択し、無効化部12によりこの被選択phyを無効化した状態で、ホストI/O制御信号もしくはテストI/O制御信号の送信を行ない、伝送路異常の有無の判断を行なうことで、この被選択phyの診断を行なう。

【0101】

以下、同様に、phy#1についてワイドリンク70毎の診断を順次行ない、更に、他のphy#2, phy#3についてもワイドリンク70毎の診断を順次行なう。

このように、本ストレージシステム1のワイドリンク70における未確認のphyの中か

10

20

30

40

50

ら、選択した1本の被選択phyを試験的に切り離して運用を行なう。このような処理をワイドリンク70を構成する全てのphyに対して順次行なうことにより、安全なphyを切り分け、異常なphyを特定するのである。

【0102】

これにより、本ストレージシステム1にそなえられた複数のワイドリンク70a-1, 70a-2, 70a-3, 70b-1, 70b-2, 70b-3のうち任意のワイドリンク70において、任意のphyを選択的に無効化させることができる。

このように、カスケード接続された複数のワイドリンク70a-1, 70a-2, 70a-3(70b-1, 70b-2, 70b-3)において、いずれか一部のワイドリンク70のphyを部分的に無効化することにより、異常phyの位置をより厳密に特定することができ、利便性が高い。

10

【0103】

また、上述した開示により本実施形態を当業者によって実施・製造することが可能である。

以上の実施形態に関し、更に以下の付記を開示する。

(付記1)

記憶装置をそなえたストレージ機器をそなえ、複数の物理配線を並列して配線する並列配線により該ストレージ機器を接続するストレージシステムであって、

該複数の物理配線のうち少なくとも一の該物理配線を被選択物理配線として選択する選択部と、

20

該被選択物理配線を無効化する無効化部と、

該無効化された該被選択物理配線以外の該物理配線を用いたデータ転送において伝送路異常の発生の有無を確認する確認部と、

該確認部により該伝送路異常の発生が確認された場合に、該被選択物理配線を正常配線と認定する認定部とをそなえることを特徴とする、ストレージシステム。

【0104】

(付記2)

該確認部が、当該ストレージシステムに接続された上位装置から該記憶装置に対して送信される制御信号に基づくアクセス制御信号の、該物理配線を介したデータ転送結果に基づいて、該伝送路異常の発生の有無を確認することを特徴とする、付記1記載のストレージシステム。

30

【0105】

(付記3)

該ストレージ機器と当該ストレージ機器に接続された並列配線とを当該ストレージシステムから隔離状態にする隔離部と、

該記憶装置に対するアクセス制御信号を生成するアクセス制御信号生成部とをそなえ、

該選択部が、該隔離部によって隔離された該並列配線について、当該並列配線に含まれる該複数の物理配線のうち少なくとも一の該物理配線を被選択物理配線として選択し、

該無効化部が、該選択部により選択された該被選択物理配線を無効化し、

該確認部が、該上位装置から該記憶装置に対して送信される該制御信号に基づく該アクセス制御信号に替えて、該アクセス制御信号生成部によって生成された該アクセス制御信号の、該無効化部により無効化された該被選択物理配線以外の該物理配線を介したデータ転送結果に基づいて該伝送路異常の発生の有無を確認し、

40

該認定部が、該確認部によって該伝送路異常の発生が確認された場合に、該被選択物理配線を正常であると認定することを特徴とする、付記2記載のストレージシステム。

【0106】

(付記4)

当該ストレージシステムにおける該アクセス制御信号の伝送路異常を検出する異常検出部をそなえ、

該認定部が該複数の物理配線のうち正常配線であると認定しない該物理配線を異常配線

50

と認定するとともに、

該無効化部が当該異常配線を無効化し、

該異常配線が無効化された状態で該確認部が該伝送路異常を検出した場合に、該隔離部が、当該伝送路異常にかかる該ストレージ機器および並列配線を当該ストレージシステムから隔離状態にすることを特徴とする、付記 1 ~ 付記 3 のいずれか 1 項に記載のストレージシステム。

【 0 1 0 7 】

( 付記 5 )

記憶装置をそなえたストレージ機器に複数の物理配線を並列して配線する並列配線を介して接続される制御装置であって、

該複数の物理配線のうち少なくとも一の該物理配線を被選択物理配線として選択する選択部と、

該被選択物理配線を無効化する無効化部と、

該無効化された該被選択物理配線以外の該物理配線を用いたデータ転送において伝送路異常の発生の有無を確認する確認部と、

該確認部により該伝送路異常の発生が確認された場合に、該被選択物理配線を正常配線と認定する認定部とをそなえることを特徴とする、制御装置。

【 0 1 0 8 】

( 付記 6 )

該確認部が、当該制御装置に接続された上位装置から該記憶装置に対して送信される制御信号に基づくアクセス制御信号の、該物理配線を介したデータ転送結果に基づいて、該伝送路異常の発生の有無を確認することを特徴とする、付記 5 記載の制御装置。

( 付記 7 )

該ストレージ機器と当該ストレージ機器に接続された並列配線とを隔離状態にする隔離部と、

該記憶装置に対するアクセス制御信号を生成するアクセス制御信号生成部とをそなえ、

該選択部が、該隔離部によって隔離された該並列配線について、当該並列配線に含まれる該複数の物理配線のうち少なくとも一の該物理配線を被選択物理配線として選択し、

該無効化部が、該選択部により選択された該被選択物理配線を無効化し、

該確認部が、該上位装置から該記憶装置に対して送信される該制御信号に基づく該アクセス制御信号に替えて、該アクセス制御信号生成部によって生成された該アクセス制御信号の、該無効化部により該無効化された該被選択物理配線以外の該物理配線を介したデータ転送結果に基づいて該伝送路異常の発生の有無を確認し、

該認定部が、該確認部によって該伝送路異常の発生が確認された場合に、該被選択物理配線を正常であると認定することを特徴とする、付記 6 記載の制御装置。

【 0 1 0 9 】

( 付記 8 )

当該制御装置に接続された該並列配線における該アクセス制御信号の伝送路異常を検出する異常検出部をそなえ、

該認定部が該複数の物理配線のうち正常配線であると認定しない該物理配線を異常配線と認定するとともに、

該無効化部が当該異常配線を無効化し、

該異常配線が無効化された状態で該確認部が該伝送路異常を検出した場合に、該隔離部が、当該伝送路異常にかかる該ストレージ機器および並列配線を隔離状態にすることを特徴とする、付記 5 ~ 付記 7 のいずれか 1 項に記載の制御装置。

【 0 1 1 0 】

( 付記 9 )

記憶装置をそなえたストレージ機器をそなえ、複数の物理配線を並列して配線する並列配線により該ストレージ機器を接続するストレージシステムにおける診断方法であって、

該複数の物理配線のうち少なくとも一の該物理配線を被選択物理配線として選択する選

10

20

30

40

50

択ステップと、

該被選択物理配線を無効化する無効化ステップと、

該無効化された該被選択物理配線以外の該物理配線を用いたデータ転送において伝送路異常の発生の有無を確認する確認ステップと、

該確認ステップにおいて該伝送路異常の発生が確認された場合に、該被選択物理配線を正常配線と認定する認定ステップとをそなえることを特徴とする、診断方法。

【 0 1 1 1 】

( 付記 1 0 )

該確認ステップにおいて、当該ストレージシステムに接続された上位装置から該記憶装置に対して送信される制御信号に基づくアクセス制御信号の、該物理配線を介したデータ転送結果に基づいて、該伝送路異常の発生の有無を確認することを特徴とする、付記 9 記載の診断方法。

10

【 0 1 1 2 】

( 付記 1 1 )

該ストレージ機器と当該ストレージ機器に接続された並列配線とを当該ストレージシステムから隔離状態にする隔離ステップと、

該記憶装置に対するアクセス制御信号を生成するアクセス制御信号生成ステップとをそなえ、

該選択ステップにおいて、該隔離ステップにおいて隔離された該並列配線について、当該並列配線に含まれる該複数の物理配線のうち少なくとも一の該物理配線を被選択物理配線として選択し、

20

該無効化ステップにおいて、該選択ステップにおいて選択された該被選択物理配線を無効化し、

該確認ステップにおいて、該上位装置から該記憶装置に対して送信される該制御信号に基づく該アクセス制御信号に替えて、該アクセス制御信号生成ステップにおいて生成された該アクセス制御信号の、該無効化ステップにおいて無効化された該被選択物理配線以外の該物理配線を介したデータ転送結果に基づいて該伝送路異常の発生の有無を確認し、

該認定ステップにおいて、該確認ステップにおいて該伝送路異常の発生が確認された場合に、該被選択物理配線を正常であると認定することを特徴とする、付記 1 0 記載の診断方法。

30

【 0 1 1 3 】

( 付記 1 2 )

当該ストレージシステムにおける該アクセス制御信号の伝送路異常を検出する異常検出ステップをそなえ、

該認定ステップにおいて該複数の物理配線のうち正常配線であると認定しない該物理配線を異常配線と認定するとともに、

該無効化ステップにおいて当該異常配線を無効化し、

該異常配線が無効化された状態で該確認ステップにおいて該伝送路異常を検出した場合に、該隔離ステップにおいて、当該伝送路異常にかかる該ストレージ機器および並列配線を当該ストレージシステムから隔離状態にすることを特徴とする、付記 9 ~ 付記 1 1 のいずれか 1 項に記載の診断方法。

40

【 0 1 1 4 】

( 付記 1 3 )

記憶装置をそなえたストレージ機器に複数の物理配線を並列して配線する並列配線を介して接続される制御装置において、判断機能をコンピュータに実行させるための診断プログラムであって、

該診断プログラムが、

該複数の物理配線のうち少なくとも一の該物理配線を被選択物理配線として選択する選択部と、

該被選択物理配線を無効化する無効化部と、

50

該無効化された該被選択物理配線以外の該物理配線を用いたデータ転送において伝送路異常の発生の有無を確認する確認部と、

該確認部により該伝送路異常の発生が確認された場合に、該被選択物理配線を正常配線と認定する認定部として、該コンピュータを機能させることを特徴とする、診断プログラム。

【0115】

(付記14)

該確認部が、当該ストレージシステムに接続された上位装置から該記憶装置に対して送信される制御信号に基づくアクセス制御信号の、該物理配線を介したデータ転送結果に基づいて、該伝送路異常の発生の有無を確認することを特徴とする、付記13記載の診断プログラム。

10

【0116】

(付記15)

該ストレージ機器と当該ストレージ機器に接続された並列配線とを隔離状態にする隔離部と、

該記憶装置に対するアクセス制御信号を生成するアクセス制御信号生成部として該コンピュータを機能させるとともに、

該選択部が、該隔離部によって隔離された該並列配線について、当該並列配線に含まれる該複数の物理配線のうち少なくとも一の該物理配線を被選択物理配線として選択し、

該無効化部が、該選択部により選択された該被選択物理配線を無効化し、

20

該確認部が、該上位装置から該記憶装置に対して送信される該制御信号に基づく該アクセス制御信号に替えて、該アクセス制御信号生成部によって生成された該アクセス制御信号の、該無効化部により該無効化された該被選択物理配線以外の該物理配線を介したデータ転送結果に基づいて該伝送路異常の発生の有無を確認し、

該認定部が、該確認部によって該伝送路異常の発生が確認された場合に、該被選択物理配線を正常であると認定することを特徴とする、付記14記載の診断プログラム。

【0117】

(付記16)

当該制御装置に接続された該並列配線における該アクセス制御信号の伝送路異常を検出する異常検出部として該コンピュータを機能させるとともに、

30

該認定部が該複数の物理配線のうち正常配線であると認定しない該物理配線を異常配線と認定するとともに、

該無効化部が当該異常配線を無効化し、

該異常配線が無効化された状態で該確認部が該伝送路異常を検出した場合に、該隔離部が、当該伝送路異常にかかる該ストレージ機器および並列配線を隔離状態にすることを特徴とする、付記13～付記15のいずれか1項に記載の診断プログラム。

【符号の説明】

【0118】

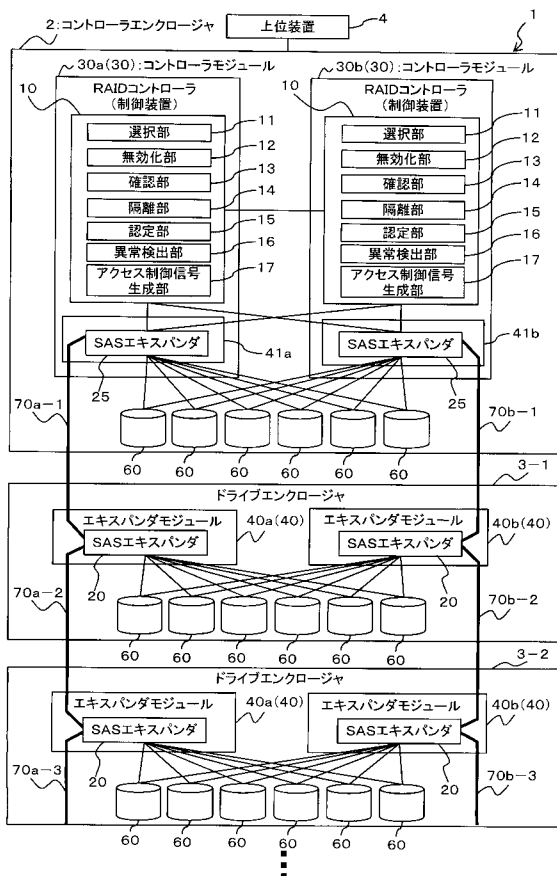
- 1     ストレージシステム
- 2     コントローラエンクロージャ
- 3 - 1, 3 - 2, 3     ドライブエンクロージャ
- 4     上位装置
- 10    RAIDコントローラ(制御装置)
- 11    選択部
- 12    無効化部
- 13    確認部
- 14    隔離部
- 15    認定部
- 16    異常検出部
- 17    アクセス制御信号生成部

40

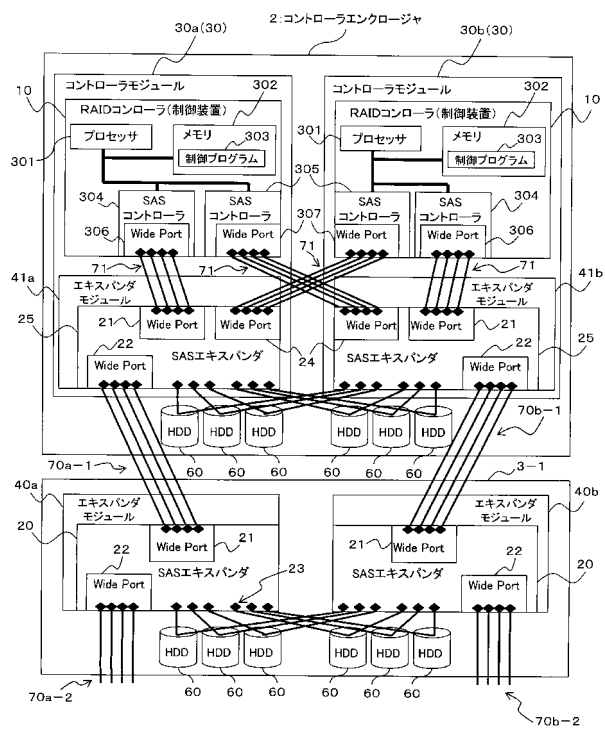
50

- 20 SASエキスパンダ
- 21, 22, 24, 306, 307 ワイドポート
- 30a, 30b, 30 コントローラモジュール
- 40a, 40b, 40 エクスパンダモジュール
- 60 HDD
- 70a-1, 70a-2, 70a-3, 70b-1, 70b-2, 70b-3, 70, 71 ワイドリンク(並列配線)
- 301 プロセッサ
- 302 メモリ
- 303 制御プログラム
- 304, 305 SASコントローラ

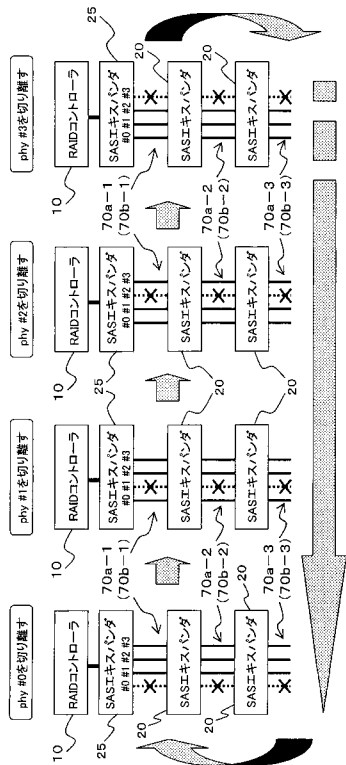
【図1】



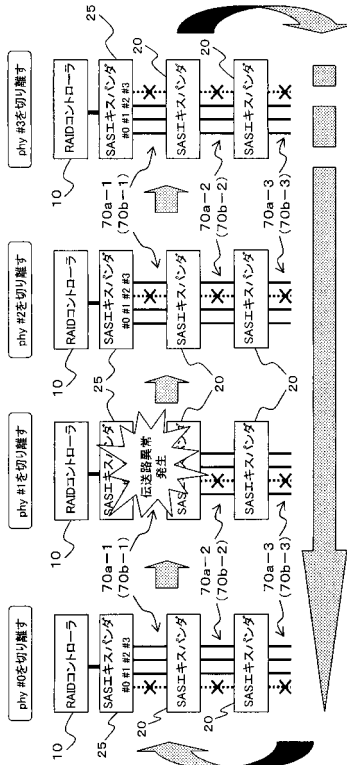
【図2】



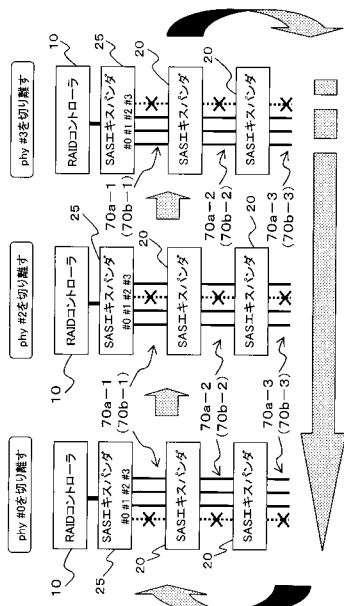
【図3】



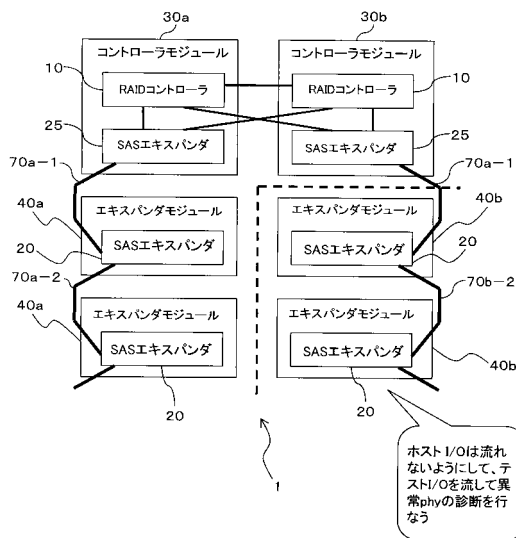
【図4】



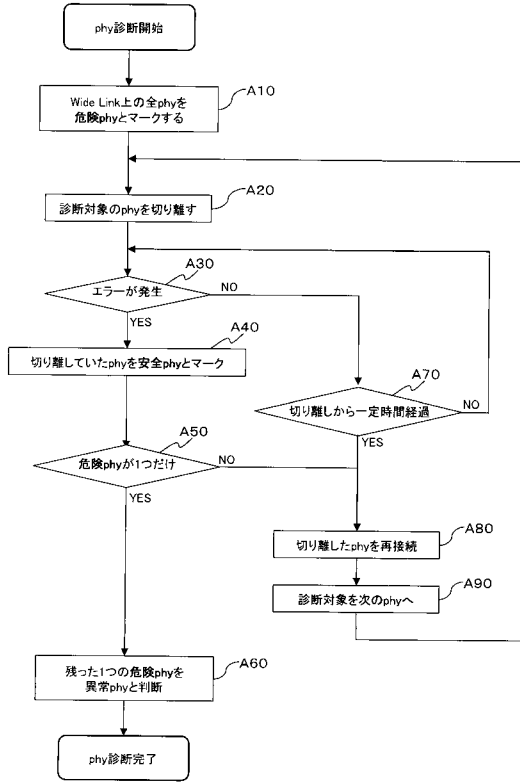
【図5】



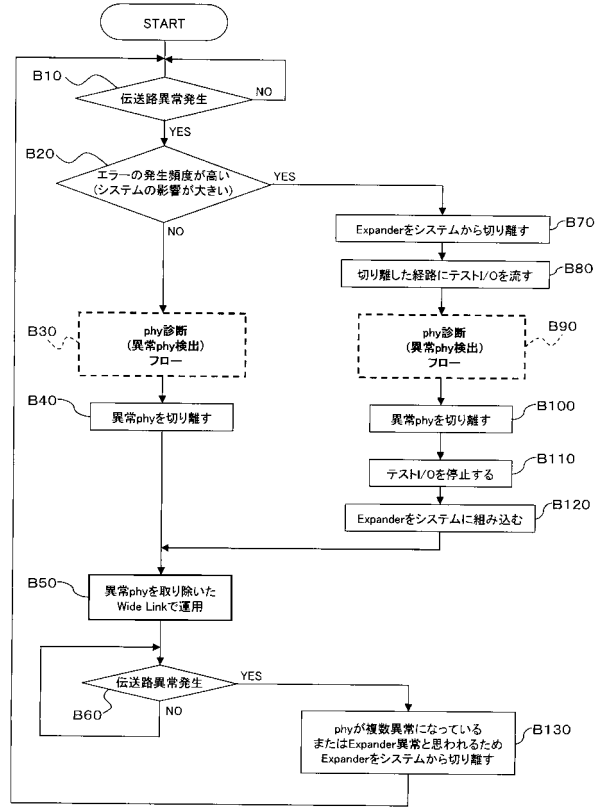
【図6】



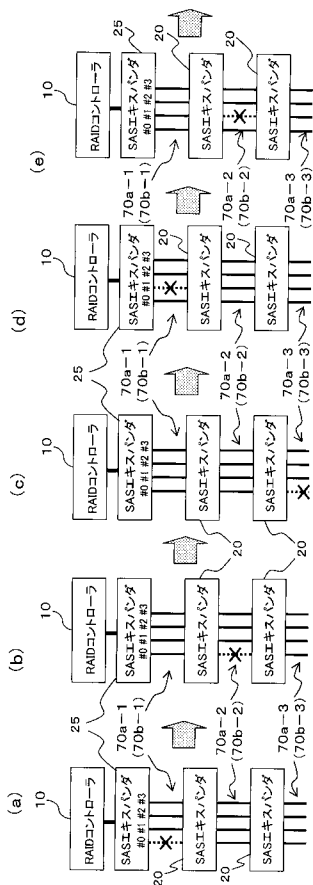
【図7】



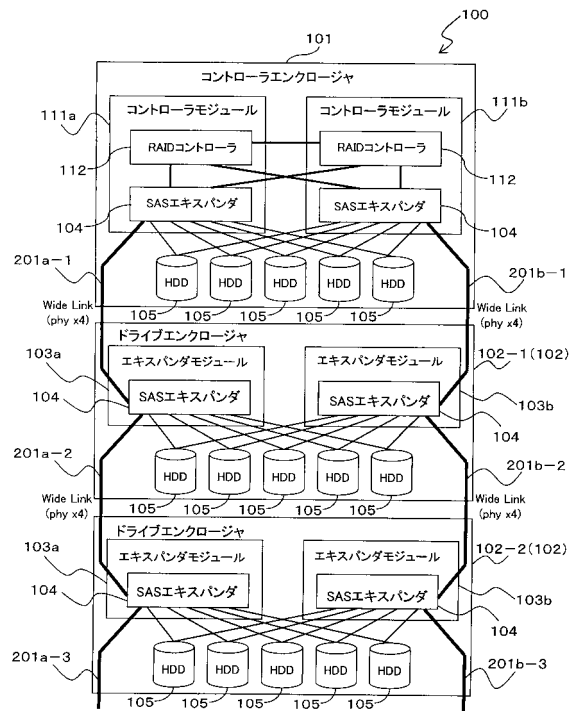
【図8】



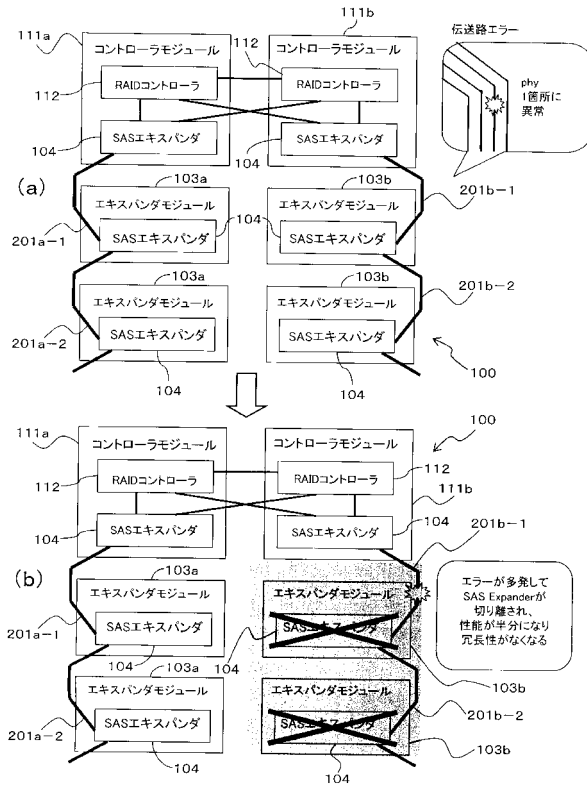
【図9】



【図10】



【図11】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許出願公開第2007/0070885 (US, A1)

特開平08 - 087458 (JP, A)

特開2001 - 216206 (JP, A)

特開2008 - 217234 (JP, A)

特開2009 - 009200 (JP, A)

特開2007 - 256993 (JP, A)

特開平11 - 296311 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 3/06 - 3/08

G06F 12/00

G06F 13/00

G06F 13/10 - 13/14