

(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2011-123783

(P2011-123783A)

(43) 公開日 平成23年6月23日(2011.6.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G06F 11/22 (2006.01)	G06F 11/22 360H	5B014
G06F 13/10 (2006.01)	G06F 13/10 340A	5B048
G06F 3/06 (2006.01)	G06F 3/06 304T	5B065

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 38 頁)

(21) 出願番号	特願2009-282462 (P2009-282462)	(71) 出願人	000006013
(22) 出願日	平成21年12月14日 (2009.12.14)		三菱電機株式会社
		(74) 代理人	100099461
			弁理士 溝井 章司
		(72) 発明者	船倉 英俊
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内
		(72) 発明者	亀丸 敏久
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内
		(72) 発明者	西川 浩司
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内
		Fターム(参考)	5B014 EB04

最終頁に続く

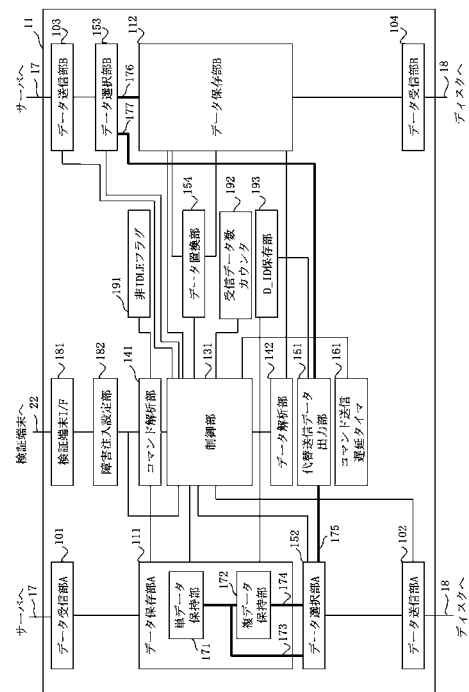
(54) 【発明の名称】 擬似障害発生装置及び擬似障害発生方法及び擬似障害発生プログラム及び試験システム

(57) 【要約】

【課題】 2つの装置間で送受信されるデータの内容に応じて擬似的に障害を発生させる。

【解決手段】 サーバとディスクとの間に接続された障害シミュレータ11において、データ保存部A111は、データ受信部A101によりサーバから受信されたデータを複数データ保持部172に順次保存する。コマンド解析部141は、複数データ保持部172に保存されている、最先のデータから1フレーム分のデータを解析して、当該1フレーム分のデータが特定のコマンドであるかどうかを判定する。特定のコマンドでなければ、制御部131は複数データ保持部172から最先のデータを取り出してデータ送信部A102によりディスクA14へ送信する。特定のコマンドであれば、制御部131は予め定められた時間が経過するまで待機してから当該1フレーム分のデータをデータ送信部A102によりディスクA14へ送信することで擬似障害を発生させる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数のデータで構成されたフレームを送信する送信装置と、当該フレームを受信する受信装置との間に接続され、当該フレームを用いた通信における擬似障害を発生させる擬似障害発生装置であって、

前記送信装置からデータを受信するデータ受信部と、

前記受信装置へデータを送信するデータ送信部と、

前記データ受信部により受信されたデータをバッファメモリに順次保存するデータ保存部と、

前記データ保存部により前記バッファメモリに保存されている、最先のデータから 1 フレーム分のデータを解析して当該 1 フレーム分のデータが所定のフレームであるかどうかを判定するデータ判定部と、

前記データ判定部により解析された 1 フレーム分のデータが前記所定のフレームでないと判定された場合、前記バッファメモリから最先のデータを取り出して前記データ送信部に送信させ、前記データ判定部により当該 1 フレーム分のデータが前記所定のフレームであると判定された場合、前記擬似障害を発生させる制御部とを備えることを特徴とする擬似障害発生装置。

【請求項 2】

前記データ判定部は、解析した 1 フレーム分のデータが前記所定のフレームでなければ、前記データ保存部により前記バッファメモリに保存されている、前記制御部により最先のデータが取り出されたことにより新たに最先のデータとなったデータから 1 フレーム分のデータを解析して当該 1 フレーム分のデータが前記所定のフレームであるかどうかを判定し、

前記制御部は、前記データ判定部による判定の結果が出る度に、当該結果に応じて動作することを特徴とする請求項 1 に記載の擬似障害発生装置。

【請求項 3】

前記擬似障害発生装置は、さらに、

前記データ保存部により保存されたデータの代わりとなるデータを生成するデータ生成部を備え、

前記制御部は、前記データ保存部により前記バッファメモリに保存されているデータが 1 フレーム分に満たない場合、前記データ生成部により生成されたデータを前記データ送信部に送信させることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の擬似障害発生装置。

【請求項 4】

前記制御部は、前記データ判定部により解析された 1 フレーム分のデータが前記所定のフレームであると判定された場合、予め定められた時間が経過するまで待機してから当該 1 フレーム分のデータを前記データ送信部に送信させることで前記擬似障害を発生させることを特徴とする請求項 1 から 3 までのいずれかに記載の擬似障害発生装置。

【請求項 5】

前記制御部は、前記データ判定部により解析された 1 フレーム分のデータが前記所定のフレームであると判定された場合、当該 1 フレーム分のデータを前記データ送信部に送信させないことで前記擬似障害を発生させることを特徴とする請求項 1 から 3 までのいずれかに記載の擬似障害発生装置。

【請求項 6】

前記擬似障害発生装置は、さらに、

前記所定のフレームに対して前記受信装置から返信されるフレームを前記送信装置へ転送するデータ転送部を備え、

前記制御部は、前記データ判定部により解析された 1 フレーム分のデータが前記所定のフレームであると判定された場合、当該 1 フレーム分のデータを前記データ送信部に送信させ、当該 1 フレーム分のデータに対して前記受信装置から返信されるフレームを前記データ転送部に転送させる際に、当該フレームの一部のデータを変更することで前記擬似障

10

20

30

40

50

害を発生させることを特徴とする請求項 1 から 3 までのいずれかに記載の擬似障害発生装置。

【請求項 7】

前記擬似障害発生装置は、さらに、前記擬似障害発生装置に対して時間を指定する信号を入力する端末装置と接続し、

前記制御部は、前記端末装置からの信号で指定された時間が経過するまで待機してから動作し始めることを特徴とする請求項 1 から 6 までのいずれかに記載の擬似障害発生装置。

【請求項 8】

前記擬似障害発生装置は、さらに、前記擬似障害発生装置に対して頻度を指定する信号を入力する端末装置と接続し、

前記制御部は、前記データ判定部により解析された 1 フレーム分のデータが前記所定のフレームであると判定された場合、毎回前記擬似障害を発生させる代わりに前記端末装置からの信号で指定された頻度で前記擬似障害を発生させることを特徴とする請求項 1 から 7 までのいずれかに記載の擬似障害発生装置。

【請求項 9】

前記擬似障害発生装置は、さらに、前記擬似障害発生装置から情報を収集する端末装置と接続し、

前記制御部は、前記擬似障害を発生させる度に、時刻を記録し、記録した時刻の一覧を履歴情報として前記端末装置へ出力することを特徴とする請求項 1 から 8 までのいずれかに記載の擬似障害発生装置。

【請求項 10】

前記擬似障害発生装置は、さらに、前記擬似障害発生装置から情報を収集する端末装置と接続し、

前記制御部は、前記データ判定部により解析された 1 フレーム分のデータが前記所定のフレームであると判定される度に、当該データを記録し、記録したデータの一覧をログ情報として前記端末装置へ出力することを特徴とする請求項 1 から 9 までのいずれかに記載の擬似障害発生装置。

【請求項 11】

複数のデータで構成されたフレームを送信する送信装置と、当該フレームを受信する受信装置との間に接続された擬似障害発生装置が、当該フレームを用いた通信における擬似障害を発生させる擬似障害発生方法であって、

前記擬似障害発生装置が、前記送信装置からデータを受信し、

前記擬似障害発生装置が、受信したデータをバッファメモリに順次保存し、

前記擬似障害発生装置が、前記バッファメモリに保存されている、最先のデータから 1 フレーム分のデータを解析して当該 1 フレーム分のデータが所定のフレームであるかどうかを判定し、

前記擬似障害発生装置が、解析した 1 フレーム分のデータが前記所定のフレームでない場合、前記バッファメモリから最先のデータを取り出して前記受信装置へ送信し、当該 1 フレーム分のデータが前記所定のフレームである場合、前記擬似障害を発生させることを特徴とする擬似障害発生方法。

【請求項 12】

複数のデータで構成されたフレームを送信する送信装置と、当該フレームを受信する受信装置との間に接続されたコンピュータにより実行され、当該フレームを用いた通信における擬似障害を発生させる擬似障害発生プログラムであって、

前記送信装置からデータを受信するデータ受信処理と、

前記受信装置へデータを送信するデータ送信処理と、

前記データ受信処理により受信されたデータをバッファメモリに順次保存するデータ保存処理と、

前記データ保存処理により前記バッファメモリに保存されている、最先のデータから 1

10

20

30

40

50

フレーム分のデータを処理装置により解析して当該１フレーム分のデータが所定のフレームであるかどうかを判定するデータ判定処理と、

前記データ判定処理により解析された１フレーム分のデータが前記所定のフレームでないと判定された場合、前記バッファメモリから最先のデータを取り出して前記データ送信処理に送信させ、前記データ判定処理により当該１フレーム分のデータが前記所定のフレームであると判定された場合、前記擬似障害を前記処理装置により発生させる制御処理とをコンピュータに実行させることを特徴とする擬似障害発生プログラム。

【請求項１３】

複数のデータで構成されたフレームを送信する送信装置と、当該フレームを受信する受信装置と、前記送信装置と前記受信装置との間に接続され当該フレームを用いた通信における擬似障害を発生させる擬似障害発生装置と、前記擬似障害発生装置と接続され試験の開始を指示する端末装置とを具備する試験システムであって、

前記擬似障害発生装置は、

前記送信装置からデータを受信するデータ受信部と、

前記受信装置へデータを送信するデータ送信部と、

前記端末装置により前記試験の開始を指示された場合、前記データ受信部により受信されたデータをバッファメモリに順次保存するデータ保存部と、

前記データ保存部により前記バッファメモリに保存されている、最先のデータから１フレーム分のデータを解析して当該１フレーム分のデータが所定のフレームであるかどうかを判定するデータ判定部と、

前記データ判定部により解析された１フレーム分のデータが前記所定のフレームでないと判定された場合、前記バッファメモリから最先のデータを取り出して前記データ送信部に送信させ、前記データ判定部により当該１フレーム分のデータが前記所定のフレームであると判定された場合、前記擬似障害を発生させる制御部とを備えることを特徴とする試験システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、擬似障害発生装置及び擬似障害発生方法及び擬似障害発生プログラム及び試験システムに関するものである。本発明は、特に、高信頼性システム向け試験システムに関するものである。

【背景技術】

【０００２】

システムの信頼性を高めるためにコンポーネントを冗長化し、二重系システムを構築することが多い。ホットスタンバイ方式では、１台が主系として業務を処理し、もう１台は従系として待機する。主系で障害が発生すると、系の切り替え機構が動作して、従系において業務を処理するようになる。この結果、障害が発生してもＭＴＴＲ（Mean・Time・To・Repair：平均復旧時間）を短くすることができ信頼性の高いシステムを実現できる。

【０００３】

ところで主系から従系への系切り替えの試験は、障害を発生させる必要があるため、試験を行うのは難しい。システムをフルカスタムで構成すれば、デバイスドライバ、ミドルウェアに障害モードを作り、ソフトウェア的に障害が発生したことを模擬することができ、容易に系切り替え試験を行うことができる。しかし実際は、ＩＨＶ（Independent・Hardware・Vendor）製品、ＩＳＶ（Independent・Software・Vendor）製品といったサードパーティの提供する製品を活用しながらシステムを組むために上記のような方法を取ることは難しく、細かい条件の障害を発生させることができていない。この結果、十分な試験を行えずに二重系システムの系切り替えを失敗し、二重系システムでありながらシステムがダウンするようなことが起こる。

【０００４】

ケーブルやバックボードを介して接続するコンポーネントの障害について特許文献1では、コンポーネント間に障害を模擬するような障害シミュレータを設置することであたかも故障が起こったように見せかける方法が開示されている。また、特許文献2では、ディスクアレイ装置内の障害模擬機能において、送受信するデータを停止することにより障害を模擬することが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平11-232316号公報

【特許文献2】特開2007-122396号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記の通り、ミッションクリティカルなシステムでは、二重系システムを構築し高い信頼性を実現する。二重系システムにおいても障害は発生するが、中でもストレージに関するものが多く見られる。そこで、系切り替えの品質を高めるために、ストレージに関する試験を充実させる必要がある。ストレージでは、故障してしまいまったく応答しなくなる障害から、「応答遅延」が大きくなるものや、リトライすれば救われるような現象でも程度の差により障害と見られるものまで、いろいろなレベルでの障害が起こる。しかし現状ではケーブルを抜いたり、電源オフしたりするしか障害を模擬する方法がなく、十分な試験を行えていないという課題がある。従来の障害シミュレータを設置しても、回線を転送されてくるデータを解析する手段がないので、ディスクの特定のエリアにアクセスする場合に発生する障害を模擬することはできないという課題がある。

20

【0007】

本発明は、例えば、2つの装置間で送受信されるデータの内容に応じて擬似的に障害を発生させることを目的とする。また、本発明は、例えば、障害レベルや障害発生タイミングを細かく調節することを目的とする。また、本発明は、例えば、二重系システム等の品質を高めるためにきめ細やかな試験を行うことを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

30

本発明の一の態様に係る擬似障害発生装置は、

複数のデータで構成されたフレームを送信する送信装置と、当該フレームを受信する受信装置との間に接続され、当該フレームを用いた通信における擬似障害を発生させる擬似障害発生装置であって、

前記送信装置からデータを受信するデータ受信部と、

前記受信装置へデータを送信するデータ送信部と、

前記データ受信部により受信されたデータをバッファメモリに順次保存するデータ保存部と、

前記データ保存部により前記バッファメモリに保存されている、最先のデータから1フレーム分のデータを解析して当該1フレーム分のデータが所定のフレームであるかどうかを判定するデータ判定部と、

40

前記データ判定部により解析された1フレーム分のデータが前記所定のフレームでないと判定された場合、前記バッファメモリから最先のデータを取り出して前記データ送信部に送信させ、前記データ判定部により当該1フレーム分のデータが前記所定のフレームであると判定された場合、前記擬似障害を発生させる制御部とを備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明の一の態様において、送信装置と受信装置との間に接続された擬似障害発生装置のデータ保存部は、送信装置からのデータをバッファメモリに順次保存する。擬似障害発生装置のデータ判定部は、データ保存部によりバッファメモリに保存されている、最先の

50

データから１フレーム分のデータを解析して当該１フレーム分のデータが所定のフレームであるかどうかを判定する。データ判定部により解析された１フレーム分のデータが所定のフレームでないと判定された場合、擬似障害発生装置の制御部は、バッファメモリから最先のデータを取り出してデータ送信部に送信させる。一方、データ判定部により当該１フレーム分のデータが所定のフレームであると判定された場合、制御部は、擬似障害を発生させる。このため、送信装置と受信装置との間で送受信されるフレームの内容に応じて擬似的に障害を発生させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】実施の形態１に係る試験システムの構成を示すブロック図である。

10

【図２】実施の形態１に係る障害シミュレータの構成を示すブロック図である。

【図３】実施の形態１に係る障害シミュレータのハードウェア構成の一例を示す図である。

【図４】実施の形態１に係る試験システムの動作を示すフローチャートである。

【図５】実施の形態１に係る障害注入指示コマンドのフォーマットを示す図である。

【図６】実施の形態１に係るFCP__CMNDのフォーマットを示す図である。

【図７】実施の形態１に係る障害シミュレータの動作を示すフローチャートである。

【図８】実施の形態１に係る障害シミュレータの動作を示すフローチャートである。

【図９】実施の形態１に係る障害シミュレータの動作を示すフローチャートである。

【図１０】実施の形態１に係る障害シミュレータの動作を示すフローチャートである。

20

【図１１】実施の形態１に係る障害シミュレータの動作を示すフローチャートである。

【図１２】実施の形態１に係る障害シミュレータの動作を示すフローチャートである。

【図１３】実施の形態２に係る障害シミュレータの構成を示すブロック図である。

【図１４】実施の形態２に係る障害シミュレータの動作を示すフローチャートである。

【図１５】実施の形態３に係る障害シミュレータの構成を示すブロック図である。

【図１６】実施の形態３に係る障害シミュレータの動作を示すフローチャートである。

【図１７】実施の形態４に係る障害シミュレータの構成を示すブロック図である。

【図１８】実施の形態４に係る障害シミュレータの動作を示すフローチャートである。

【図１９】実施の形態４に係る実行履歴データのフォーマットを示す図である。

【図２０】実施の形態４に係るステータスデータ要求コマンドのフォーマットを示す図である。

30

【図２１】実施の形態４に係るステータスデータのフォーマットを示す図である。

【図２２】実施の形態４に係る障害シミュレータの動作を示すフローチャートである。

【図２３】実施の形態５に係る障害シミュレータの構成を示すブロック図である。

【図２４】実施の形態５に係るFCP__CMNDモニタ要求コマンドのフォーマットを示す図である。

【図２５】実施の形態５に係るFCP__CMNDログのフォーマットを示す図である。

【図２６】実施の形態５に係る障害シミュレータの動作を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【００１１】

40

以下、本発明の実施の形態について、図を用いて説明する。

【００１２】

実施の形態１．

図１は、本実施の形態に係る試験システム１０の構成を示すブロック図である。

【００１３】

図１において、試験システム１０は、障害シミュレータ１１、サーバＡ１２、サーバＢ１３、ディスクＡ１４、ディスクＢ１５、検証端末１６を備える。障害シミュレータ１１、サーバＡ１２、サーバＢ１３、ディスクＡ１４、ディスクＢ１５は、いずれもＦＣ（ファイバチャネル）のコンポーネントとなっている。障害シミュレータ１１とサーバＡ１２は、ＦＣ１７で接続されている。障害シミュレータ１１とディスクＡ１４は、ＦＣ１８で

50

接続されている。サーバ B 1 3 とディスク B 1 5 は、F C 1 9 で接続されている。サーバ A 1 2 とサーバ B 1 3 は、L A N __ A 2 0 (ローカルエリアネットワーク) で接続されている。また、サーバ A 1 2 とサーバ B 1 3 は、検証端末 1 6 に L A N __ B 2 1 (ローカルエリアネットワーク) で接続されている。検証端末 1 6 は、障害シミュレータ 1 1 と U S B 2 2 (U n i v e r s a l ・ S e r i a l ・ B u s) で接続されている。

【 0 0 1 4 】

試験システム 1 0 は、主としてサーバ A 1 2 とサーバ B 1 3 で構成された二重系システムにおいて、障害シミュレータ 1 1 を使用して、障害を模擬的に起こして系切り替えの試験を実施する。サーバ A 1 2 は主系であり業務処理を行う。サーバ B 1 3 は従系でありサーバ A 1 2 に障害が発生したとき (例えば、サーバ A 1 2 の故障時) に業務処理を継続するために待機している。サーバ A 1 2 及びサーバ B 1 3 間の系切り替え等の二重系処理は、サーバ A 1 2 及びサーバ B 1 3 上で動作する二重系制御プログラムが行う。

10

【 0 0 1 5 】

障害シミュレータ 1 1 が模擬できる障害 (擬似障害) の分類 (障害タイプ) としては、以下のようなものがある。

- (1) 「応答遅延」：サーバからのコマンドに対してディスクからの応答が遅れる。
- (2) 「無応答」：サーバからのコマンドに対してディスクからの応答がない。
- (3) 「リンク断」：コンポーネント間の接続の同期が取れなくなる。
- (4) 「応答異常」：ディスクからの応答に異常が発生する。具体的には、C R C (C y c l i c ・ R e d u n d a n c y ・ C h e c k) エラーが発生する。

20

【 0 0 1 6 】

サーバ A 1 2 は、複数のデータで構成されたフレームを送信する送信装置の一例である。ディスク A 1 4 は、このフレームを受信する受信装置の一例である。なお、サーバ A 1 2 やディスク A 1 4 は、他の種類の装置 (例えば、コンピュータ) に置き換えても構わない。本実施の形態では、フレームの一例としてファイバチャネルのフレームを用いているが、他の種類のフレームを用いてもよい。例えば、H D L C (H i g h - L e v e l ・ D a t a ・ L i n k ・ C o n t r o l) のフレームを用いてもよい。また、複数のデータのかたまりであれば、フレーム以外のものを用いてもよい。障害シミュレータ 1 1 は、送信装置と受信装置との間に接続され、上記フレームを用いた通信における擬似障害を発生させる擬似障害発生装置の一例である。本実施の形態では、通信の一例としてファイバチャネルを用いているが、他の種類の通信でもよいことは前述した通りである。検証端末 1 6 は、擬似障害発生装置と接続され、試験の開始を指示する端末装置の一例である。

30

【 0 0 1 7 】

図 2 は、障害シミュレータ 1 1 の構成を示すブロック図である。

【 0 0 1 8 】

図 2 において、障害シミュレータ 1 1 は、データ受信部 A 1 0 1、データ送信部 A 1 0 2、データ送信部 B 1 0 3、データ受信部 B 1 0 4、データ保存部 A 1 1 1、データ保存部 B 1 1 2、制御部 1 3 1、コマンド解析部 1 4 1、データ解析部 1 4 2、代替送信データ出力部 1 5 1、データ選択部 A 1 5 2、データ選択部 B 1 5 3、データ置換部 1 5 4、コマンド送信遅延タイマ 1 6 1 を備える。データ保存部 A 1 1 1 は、単データ保持部 1 7 1 及び複データ保持部 1 7 2 を有する。データ送信部 B 1 0 3 及びデータ受信部 B 1 0 4 は、データ生成部の一例である。コマンド解析部 1 4 1 は、データ判定部の一例である。代替送信データ出力部 1 5 1 は、データ生成部の一例である。複データ保持部 1 7 2 は、バッファメモリの一例である。また、障害シミュレータ 1 1 は、検証端末 I / F 1 8 1 (インタフェース)、障害注入設定部 1 8 2、非 I D L E フラグ 1 9 1、受信データ数カウンタ 1 9 2、D __ I D 保存部 1 9 3 を備える。障害シミュレータ 1 1 の各部の動作については後述する。

40

【 0 0 1 9 】

障害シミュレータ 1 1 において、ディスク A 1 4 へ送信されるデータのパスとしては、第 1 データ経路 1 7 3、第 2 データ経路 1 7 4、第 3 データ経路 1 7 5 の 3 つがある。こ

50

これらのパスはデータ選択部 A 1 5 2 によって選択的に使用される。第 1 データ経路 1 7 3 は、データ受信部 A 1 0 1 によってサーバ A 1 2 から受信されたデータが、単データ保持部 1 7 1 で一旦保存された後、複データ保持部 1 7 2 をバイパスしてデータ送信部 A 1 0 2 によってそのままディスク A 1 4 へ送信されるパスである。第 2 データ経路 1 7 4 は、データ受信部 A 1 0 1 によってサーバ A 1 2 から受信されたデータが、単データ保持部 1 7 1 で一旦保存された後、複データ保持部 1 7 2 で暫く保持されてからデータ送信部 A 1 0 2 によってディスク A 1 4 へ送信されるパスである。第 3 データ経路 1 7 5 は、代替送信データ出力部 1 5 1 によって生成されたデータが、データ送信部 A 1 0 2 によってディスク A 1 4 へ送信されるパスである。

【0020】

障害シミュレータ 1 1 において、サーバ A 1 2 へ送信されるデータのパスとしては、第 4 データ経路 1 7 6、第 5 データ経路 1 7 7 の 2 つがある。詳細については後述するが、これらのパスはデータ選択部 B 1 5 3 によって選択的に使用される。第 4 データ経路 1 7 6 は、データ受信部 B 1 0 4 によってディスク A 1 4 から受信されたデータが、データ保存部 B 1 1 2 で保存された後、データ送信部 B 1 0 3 によってサーバ A 1 2 へ送信されるパスである。第 5 データ経路 1 7 7 は、代替送信データ出力部 1 5 1 によって生成されたデータが、データ送信部 B 1 0 3 によってサーバ A 1 2 へ送信されるパスである。

【0021】

図 2 に示していないが、障害シミュレータ 1 1 は、処理装置、記憶装置、入力装置、出力装置等のハードウェアを具備する。ハードウェアは障害シミュレータ 1 1 の各部によって利用される。例えば、処理装置は、障害シミュレータ 1 1 の各部でデータや情報の演算、加工、読み取り、書き込み等を行うために利用される。記憶装置は、そのデータや情報を記憶するために利用される。また、入力装置は、そのデータや情報を入力するために、出力装置は、そのデータや情報を出力するために利用される。

【0022】

図 3 は、障害シミュレータ 1 1 のハードウェア構成の一例を示す図である。なお、障害シミュレータ 1 1 と同様に、サーバ A 1 2、サーバ B 1 3、検証端末 1 6 を、以下に示すようなハードウェア構成で実現しても構わない。

【0023】

図 3 において、障害シミュレータ 1 1 は、コンピュータであり、LCD 9 0 1 (Liquid・Crystal・Display)、キーボード 9 0 2 (K/B)、マウス 9 0 3、FDD 9 0 4 (Flexible・Disk・Drive)、CDD 9 0 5 (Compact・Disc・Drive)、プリンタ 9 0 6 といったハードウェアデバイスを備えている。これらのハードウェアデバイスはケーブルや信号線で接続されている。LCD 9 0 1 の代わりに、CRT (Cathode・Ray・Tube)、あるいは、その他の表示装置が用いられてもよい。マウス 9 0 3 の代わりに、タッチパネル、タッチパッド、トラックボール、ペンタブレット、あるいは、その他のポインティングデバイスが用いられてもよい。

【0024】

障害シミュレータ 1 1 は、プログラムを実行する CPU 9 1 1 (Central・Processing・Unit) を備えている。CPU 9 1 1 は、処理装置の一例である。CPU 9 1 1 は、バス 9 1 2 を介して ROM 9 1 3 (Read・Only・Memory)、RAM 9 1 4 (Random・Access・Memory)、通信ボード 9 1 5、LCD 9 0 1、キーボード 9 0 2、マウス 9 0 3、FDD 9 0 4、CDD 9 0 5、プリンタ 9 0 6、HDD 9 2 0 (Hard・Disk・Drive) と接続され、これらのハードウェアデバイスを制御する。HDD 9 2 0 の代わりに、フラッシュメモリ、光ディスク装置、メモリカードリーダーライタ又はその他の記憶媒体が用いられてもよい。

【0025】

RAM 9 1 4 は、揮発性メモリの一例である。ROM 9 1 3、FDD 9 0 4、CDD 9 0 5、HDD 9 2 0 は、不揮発性メモリの一例である。これらは、記憶装置の一例である

10

20

30

40

50

。通信ボード 915、キーボード 902、マウス 903、FDD 904、CDD 905は、入力装置の一例である。また、通信ボード 915、LCD 901、プリンタ 906は、出力装置の一例である。

【0026】

通信ボード 915は、LAN等に接続されている。通信ボード 915は、LANに限らず、IP-VPN(Internet・Protocol・Virtual・Private・Network)、広域LAN、ATM(Asynchronous・Transfer・Mode)ネットワークといったWAN(ワイドエリアネットワーク)、あるいは、インターネットに接続されていても構わない。LAN、WAN、インターネットは、ネットワークの一例である。

10

【0027】

HDD 920には、オペレーティングシステム 921(OS)、ウィンドウシステム 922、プログラム群 923、ファイル群 924が記憶されている。プログラム群 923のプログラムは、CPU 911、オペレーティングシステム 921、ウィンドウシステム 922により実行される。プログラム群 923には、本実施の形態の説明において「～部」として説明する機能を実行するプログラムが含まれている。プログラムは、CPU 911により読み出され実行される。ファイル群 924には、本実施の形態の説明において、「～データ」、「～情報」、「～ID(識別子)」、「～フラグ」、「～結果」として説明するデータや情報や信号値や変数値やパラメータが、「～ファイル」や「～データベース」や「～テーブル」の各項目として含まれている。「～ファイル」や「～データベース」や「～テーブル」は、RAM 914やHDD 920等の記憶媒体に記憶される。RAM 914やHDD 920等の記憶媒体に記憶されたデータや情報や信号値や変数値やパラメータは、読み書き回路を介してCPU 911によりメインメモリやキャッシュメモリに読み出され、抽出、検索、参照、比較、演算、計算、制御、出力、印刷、表示といったCPU 911の処理(動作)に用いられる。抽出、検索、参照、比較、演算、計算、制御、出力、印刷、表示といったCPU 911の処理中、データや情報や信号値や変数値やパラメータは、メインメモリやキャッシュメモリやバッファメモリに一時的に記憶される。

20

【0028】

本実施の形態の説明において用いるブロック図やフローチャートの矢印の部分は主としてデータや信号の入出力を示す。データや信号は、RAM 914等のメモリ、FDD 904のフレキシブルディスク(FD)、CDD 905のコンパクトディスク(CD)、HDD 920の磁気ディスク、光ディスク、DVD(Digital・Versatile・Disc)、あるいは、その他の記録媒体に記録される。また、データや信号は、バス 912、信号線、ケーブル、あるいは、その他の伝送媒体により伝送される。

30

【0029】

本実施の形態の説明において「～部」として説明するものは、「～回路」、「～装置」、「～機器」であってもよく、また、「～ステップ」、「～工程」、「～手順」、「～処理」であってもよい。即ち、「～部」として説明するものは、ROM 913に記憶されたファームウェアで実現されていても構わない。あるいは、「～部」として説明するものは、ソフトウェアのみ、あるいは、素子、デバイス、基板、配線といったハードウェアのみで実現されていても構わない。あるいは、「～部」として説明するものは、ソフトウェアとハードウェアとの組み合わせ、あるいは、ソフトウェアとハードウェアとファームウェアとの組み合わせで実現されていても構わない。ファームウェアとソフトウェアは、プログラムとして、フレキシブルディスク、コンパクトディスク、磁気ディスク、光ディスク、DVD等の記録媒体に記憶される。プログラムはCPU 911により読み出され、CPU 911により実行される。即ち、プログラムは、本実施の形態の説明で述べる「～部」としてコンピュータを機能させるものである。あるいは、プログラムは、本実施の形態の説明で述べる「～部」の手順や方法をコンピュータに実行させるものである。

40

【0030】

上記のように、本実施の形態では、障害シミュレータ 11を、CPU 911(処理装置

50

の一例)を具備するコンピュータで実現しているが、障害シミュレータ11を、CPU911を具備しない専用のハードウェアで実現しても構わない。

【0031】

試験システム10は、前述したように、模擬的に障害を発生させて、業務処理を行うサーバをサーバA12からサーバB13に切り替えられることを確認する試験を行う。きめ細かい試験を行うためには、特定のコマンドを対象にして擬似的な障害を発生させる、あるいは、特定のディスクエリアへのアクセスを対象にして擬似的な障害を発生させる等、障害注入の対象を限定することが必要である。

【0032】

以下では、特定のコマンドを対象にして擬似的な障害を発生させる方法について、障害タイプ「応答遅延」を例に説明する。

【0033】

図4は、試験システム10の動作(本実施の形態に係る試験方法)を示すフローチャートである。

【0034】

図4において、障害発生に伴う系切り替え試験を開始するにあたり、サーバA12は、サーバA12からディスクA14にアクセスする処理を含む業務処理プログラムを起動する(ステップS101)。このとき、業務処理プログラムは、コンソールからの操作等により手動で起動するようにしてもよいし、タスクスケジューリング等により自動的に起動するようにしてもよい。また、検証端末16から業務処理プログラムの起動及び起動タイミングを指示するようにしてもよい。

【0035】

検証端末16は、障害シミュレータ11に障害注入指示コマンドを送信して障害発生を指示する(ステップS102)。障害注入指示コマンドは、どのような場合に障害を発生させるかを指示するデータである。例えば、サーバA12がディスクA14の特定エリアからデータを読み取る(リード処理を行う)場合やサーバA12がディスクA14の特定エリアへデータを書き込む(ライト処理を行う)場合等に障害を発生させるよう指示することができる。

【0036】

障害シミュレータ11は、例えば、リード処理の場合に障害を発生させるよう指示する障害注入指示コマンドを受信すると、サーバA12からディスクA14へ送信されるコマンド(フレーム)が指定されたエリアからのリード処理を行うものである場合にディスクA14の応答遅延が大きくなる障害を発生させる。なお、リード処理の場合、サーバA12及びディスクA14間の通信は以下のようにして行われる。

- (1)サーバA12からディスクA14にコマンドが送信される。
- (2)ディスクA14からサーバA12にリードデータが送信される。
- (3)ディスクA14からサーバA12にステータスが送信される。

【0037】

また、障害シミュレータ11は、例えば、ライト処理の場合に障害を発生させるよう指示する障害注入指示コマンドを受信すると、サーバA12からディスクA14へ送信されるコマンド(フレーム)が指定されたエリアへのライト処理を行うものである場合にディスクA14の応答遅延が大きくなる障害を発生させる。なお、ライト処理の場合、サーバA12及びディスクA14間の通信は以下のようにして行われる。

- (1)サーバA12からディスクA14にコマンドが送信される。
- (2)ディスクA14からサーバA12にREADYが送信される。
- (3)サーバA12からディスクA14にライトデータが送信される。
- (4)ディスクA14からサーバA12にステータスが送信される。

【0038】

ここで、障害注入指示コマンドのフォーマットを図5に示す。例えば、障害注入指示コマンドのbit0からbit6には、障害タイプを指定するFTYPEが含まれる。bit

10

20

30

40

50

t 7 には、障害注入処理を実行するかどうかを指定する I N J S T A R T が含まれる。b i t 8 から b i t 1 5 には、障害注入モードを指定する F M O D E (実施の形態 2 及び 3 で使用する) が含まれる。b i t 1 6 から b i t 2 3 には、障害注入対象の S C S I (S m a l l ・ C o m p u t e r ・ S y s t e m ・ I n t e r f a c e) コマンドを指定する S C S I C M D が含まれる。b i t 2 4 から b i t 3 1 には、障害注入スキップ頻度を指定する M D N U M (実施の形態 3 で使用する) が含まれる。b i t 3 2 から b i t 6 3 には、障害注入遅延時間を指定する M D T I M E (実施の形態 2 で使用する) が含まれる。b i t 6 4 から b i t 9 5 には、応答遅延時間を指定する D L Y T I M E が含まれる。b i t 9 6 から b i t 1 2 7 には、障害注入対象の F C ポート I D を指定する F C P O R T が含まれる。b i t 1 2 8 から b i t 1 5 9 には、障害注入対象の S C S I ロジカルブロックアドレスを指定する S C S I A D R が含まれる。

10

【 0 0 3 9 】

障害シミュレータ 1 1 は、サーバ A 1 2 からディスク A 1 4 に送信されるコマンドを検出し、必要な処理を行うことで「応答遅延」を実現することができる。F C ではこのコマンドは F C P _ C M N D と呼ばれるフレームである。

【 0 0 4 0 】

ここで、F C P _ C M N D のフォーマットを図 6 に示す。F C P _ C M N D は、w o r d 0 : b i t 0 から w o r d 1 6 : b i t 3 1 の順序で送信される。例えば、F C P _ C M N D の w o r d 0 には、フレームの先頭を示す S O F が含まれる。w o r d 1 には、フレームの送信先 I D (識別子) を示す D _ I D 、フレームの分類 (機能) を示す R _ C T L が含まれる。w o r d 2 には、フレームの送信元 I D を示す S _ I D が含まれる。w o r d 3 には、フレームのデータ部の分類を示す T Y P E が含まれる。w o r d 1 0 から w o r d 1 3 には、フレームのデータ部が含まれる。w o r d 1 5 には、誤り検出のための C R C - 3 2 が含まれる。

20

【 0 0 4 1 】

以下では、障害注入指示コマンドが、ディスク A 1 4 の特定エリアからのリード処理が行われる際に障害を発生させるよう指示するものである場合について説明する。

【 0 0 4 2 】

図 4 において、障害シミュレータ 1 1 は、サーバ A 1 2 からディスク A 1 4 へ送信されるコマンド (フレーム) を解析する (ステップ S 1 0 3) 。コマンドが、検証端末 1 6 により指定されたエリアからのリード処理を指示する F C P _ C M N D であれば (ステップ S 1 0 4) 、障害シミュレータ 1 1 は、その F C P _ C M N D を一定時間保持する (ステップ S 1 0 5) 。これによって遅延を発生させた後、障害シミュレータ 1 1 は、保持していた F C P _ C M N D をディスク A 1 4 へ送信する。ディスク A 1 4 は、F C P _ C M N D を受け取ると応答を返す。

30

【 0 0 4 3 】

サーバ A 1 2 からは F C P _ C M N D に対する応答遅延が大きくなったように見える。ディスク A 1 4 からの応答遅延が、サーバ A 1 2 の I O (I n p u t / O u t p u t) タイムアウト値よりも大きくなった場合、サーバ A 1 2 はディスク A 1 4 からのリード処理がタイムアウトになったと判定して I O タイムアウト処理を行う (ステップ S 1 0 6) 。

40

【 0 0 4 4 】

二重系制御プログラムはサーバ A 1 2 に障害があったと判定して、サーバ B 1 3 に処理系を切り替える (ステップ S 1 0 7) 。

【 0 0 4 5 】

以下では、障害シミュレータ 1 1 の詳細な動作について説明する。

【 0 0 4 6 】

障害シミュレータ 1 1 が動作する際には、前述したように、サーバ A 1 2 において業務処理プログラムが実行され、業務処理が開始されている。このプログラムにはサーバ A 1 2 からディスク A 1 4 へアクセスする処理が含まれている。

【 0 0 4 7 】

50

検証端末 16 は、試験を行うためにサーバ A 12 が業務処理を行っている状態で障害注入を指示する。ここでは、一例として、検証端末 16 が、以下のように設定された障害注入指示コマンドを障害シミュレータ 11 に送信することで、障害シミュレータ 11 に障害注入を指示するものとする。

(1) FTYPE (障害タイプ) : 「応答遅延」

(2) DLYTIME (応答遅延時間) : 1.5 秒

(3) FCPORT (障害注入対象 FC ポート ID) : ディスク A 14

(4) SCSSICMD (障害注入対象 SCSI コマンド) : READ (リード処理)

(5) SCSSIDR (障害注入対象 SCSI ロジカルブロックアドレス) : 1200____
0000h

10

【0048】

「応答遅延」は、障害シミュレータ 11 がサーバ A 12 から受信した FCP__CMND を保存し、その内容が指定された条件に一致したらディスク A 14 への送信を一時停止し、その後指定された時間が経過すると、保存していた FCP__CMND をディスク A 14 に送信することで実現する。FC では、コンポーネント間の接続同期を維持するために、有意なデータを送信しないときは IDLE プリミティブ (データパターン : BC95__B5B5h) を送信しなくてはならない。したがって、ディスク A 14 への FCP__CMND の送信を一時停止している間、障害シミュレータ 11 は FCP__CMND の代わりに IDLE プリミティブを送信しなくてはならない。また、検証端末 16 から障害注入処理開始の指示がなければ、障害シミュレータ 11 は特に多くのデータを保存する必要もなく、障害シミュレータ 11 の入出力遅延を短縮するために保存するデータ量を減らすことが望ましい。そこで、障害シミュレータ 11 では、制御部 131 がデータ選択部 A 152 を制御して、ディスク A 14 へ送信するデータをデータ送信部 A 102 に入力するための 3 つのデータ経路から 1 つを適宜選択する。3 つのデータ経路とは、前述した第 1 データ経路 173、第 2 データ経路 174、第 3 データ経路 175 のことである。

20

【0049】

第 1 データ経路 173 は、障害注入処理を開始していないときに選択されるデータ経路である。データ保存部 A 111 は、データ受信部 A 101 から入力された 1 回分のデータを保持する単データ保持部 171 と 68 バイトの FCP__CMND を保存するための複数データ保持部 172 を備えている。第 1 データ経路 173 は、単データ保持部 171 から複数データ保持部 172 を経ずに (データ選択部 A 152 を経て) データ送信部 A 102 に直接つながるデータ経路である。第 1 データ経路 173 は、複数データ保持部 172 をバイパスするため、このデータ経路を選択した場合には入出力遅延を短縮することができる。

30

【0050】

第 2 データ経路 174 は、障害注入処理を開始したときに選択されるデータ経路である。第 2 データ経路 174 は、単データ保持部 171 から複数データ保持部 172 (及びデータ選択部 A 152) を経てデータ送信部 A 102 につながるデータ経路である。このデータ経路を選択した場合には、データ受信部 A 101 から入力されるデータが全て単データ保持部 171、複数データ保持部 172 を経由してデータ送信部 A 102 に入力される。

40

【0051】

第 3 データ経路 175 は、複数データ保持部 172 でのデータ保存開始の直後や、データ (FCP__CMND である場合) 送信の一時停止によりサーバ A 12 からの受信データを利用できないときに選択されるデータ経路である。第 3 データ経路 175 は、代替送信データ出力部 151 から (データ選択部 A 152 を経て) データ送信部 A 102 につながるデータ経路である。このデータ経路を選択した場合には、サーバ A 12 からの受信データの代わりに代替送信データ出力部 151 が出力するデータ (例えば IDLE プリミティブ) がデータ送信部 A 102 に入力される。

【0052】

FC では、FCP__CMND に対し、R__RDY プリミティブ (データパターン : BC95__4A4Ah) を返信して、FCP__CMND を受信したことを送信元のコンポーネ

50

ントに通知する必要がある。そのため、ディスク A 1 4 への F C P _ C M N D の送信を一時停止する場合、障害シミュレータ 1 1 はディスク A 1 4 の代わりに R _ R D Y プリミティブを返信する必要がある。また、その後で F C P _ C M N D をディスク A 1 4 へ送信すると、ディスク A 1 4 から R _ R D Y プリミティブが返信されてくるため、これを破棄しなければならないが、このとき、障害シミュレータ 1 1 は R _ R D Y プリミティブの代わりに I D L E プリミティブを送信しなくてはならない。そこで、障害シミュレータ 1 1 では、制御部 1 3 1 がデータ選択部 B 1 5 3 を制御して、サーバ A 1 2 へ送信するデータをデータ送信部 B 1 0 3 に入力するための 2 つのデータ経路から 1 つを適宜選択する。2 つのデータ経路とは、前述した第 4 データ経路 1 7 6、第 5 データ経路 1 7 7 のことである。

10

【 0 0 5 3 】

第 4 データ経路 1 7 6 は、障害注入処理を開始していないときや、障害注入処理を行っているときに選択されるデータ経路である。第 4 データ経路 1 7 6 は、データ保存部 B 1 1 2 から（データ選択部 B 1 5 3 を経て）データ送信部 B 1 0 3 につながるデータ経路である。このデータ経路を選択した場合には、データ受信部 B 1 0 4 から入力されるデータが全てデータ保存部 B 1 1 2 を経由してデータ送信部 B 1 0 3 に入力される。なお、このデータ経路を使わないのは、R _ R D Y プリミティブの破棄のときと、F C P _ C M N D の受信通知のときだけである。

【 0 0 5 4 】

第 5 データ経路 1 7 7 は、R _ R D Y プリミティブの破棄、及び、F C P _ C M N D の受信通知のとき、即ち、受信データを利用しないときに選択されるデータ経路である。第 5 データ経路 1 7 7 は、代替送信データ出力部 1 5 1 から（データ選択部 B 1 5 3 を経て）データ送信部 B 1 0 3 につながるデータ経路である。このデータ経路を選択した場合には、ディスク A 1 4 からの受信データの代わりに代替送信データ出力部 1 5 1 が出力するデータ（例えば I D L E プリミティブ、R _ R D Y プリミティブ）がデータ送信部 B 1 0 3 に入力される。

20

【 0 0 5 5 】

図 7 は、障害シミュレータ 1 1 の動作（本実施の形態に係る擬似障害発生方法、本実施の形態に係る擬似障害発生プログラムの処理手順）を示すフローチャートである。

【 0 0 5 6 】

障害注入設定部 1 8 2 は、障害注入指示コマンドを検証端末 I / F 1 8 1 を介して検証端末 1 6 から受信すると、記憶装置に保存する。制御部 1 3 1 は、記憶装置から直近の（即ち、障害注入設定部 1 8 2 が最後に受信した）障害注入指示コマンドを読み出し、障害注入指示コマンドの I N J S T A R T フィールドを処理装置により確認する（ステップ S 2 0 1）。I N J S T A R T フィールドが 1 になっていれば、制御部 1 3 1 は、障害注入処理を開始する。I N J S T A R T フィールドが 0 であれば、制御部 1 3 1 は、障害注入処理を開始せず、次の障害注入指示コマンドを待つ。

30

【 0 0 5 7 】

制御部 1 3 1 は、ステップ S 2 0 1 で障害注入処理を開始すると、データ選択部 A 1 5 2 を制御し、第 3 データ経路 1 7 5 を選択する（ステップ S 2 0 2）。これにより、データ送信部 A 1 0 2 は、再びデータ経路が切り替えられるまで、I D L E プリミティブをディスク A 1 4 に送信することになる。なお、障害注入処理の開始前、即ち、デフォルトでは、第 1 データ経路 1 7 3 が選択されているものとする。

40

【 0 0 5 8 】

データ受信部 A 1 0 1 は、サーバ A 1 2 から送信されたデータを受信する。データ受信部 A 1 0 1 は、受信したデータのデシリアライズ及びデコードを行う。まず、データ受信部 A 1 0 1 は、デコードを終えたデータをデータ保存部 A 1 1 1 に 2 バイト送信する。データ保存部 A 1 1 1 は、データ受信部 A 1 0 1 から送られてきた 2 バイトのデータを単データ保持部 1 7 1 に一旦保存した後、複データ保持部 1 7 2 に保存する（ステップ S 2 0 3）。続けて、データ受信部 A 1 0 1 は、デコードを終えたデータをデータ保存部 A 1 1

50

1 に 2 バイトずつ送信する。データ保存部 A 1 1 1 は、データ受信部 A 1 0 1 から送られてきた 2 バイトのデータを複データ保持部 1 7 2 に保存する（ステップ S 2 0 4）。このとき、制御部 1 3 1 は、 $n = 2$ とする n バイト保存処理を処理装置により実行する。

【0059】

図 8 に示すように、 n バイト保存処理において、制御部 1 3 1 は、まず、受信データ数カウンタ 1 9 2 をクリアする（ステップ S 3 0 1）。即ち、受信データ数カウンタ 1 9 2 のカウンタ値を 0 にセットする。制御部 1 3 1 は、データ保存部 A 1 1 1 に、データ受信部 A 1 0 1 から送られてきた 2 バイトのデータを単データ保持部 1 7 1 に一旦保存させ、さらに、複データ保持部 1 7 2 に保存させる（ステップ S 3 0 2）。制御部 1 3 1 は、複データ保持部 1 7 2 に 6 8 バイトのデータが保存されているかどうかを判定する（ステップ S 3 0 3）。複データ保持部 1 7 2 に 6 8 バイトのデータが保存されていれば、複データ保持部 1 7 2 に有効なデータ、即ち、1 フレーム分のデータが保存されたことになる。そのため、次サイクルからは、保存したデータのうち、後述するチェックが済んだデータをディスク A 1 4 へ送信することが可能になる。そこで、制御部 1 3 1 は、データ選択部 A 1 5 2 を制御し、第 2 データ経路 1 7 4 を選択する（ステップ S 3 0 4）。これにより、データ送信部 A 1 0 2 は、再びデータ経路が切り替えられるまで、データ選択部 A 1 5 2 を介して複データ保持部 1 7 2 から入力されるデータをエンコード及びシリアルライズしてディスク A 1 4 に送信することになる。なお、制御部 1 3 1 は、直近の障害注入指示コマンドの INJ START フィールドが 0 になっている場合にも、データ選択部 A 1 5 2 を制御し、第 2 データ経路 1 7 4 を選択する。続けて、制御部 1 3 1 は、受信データ数カウンタ 1 9 2 を 1 つインクリメントする（ステップ S 3 0 5）。ステップ S 3 0 3 で複データ保持部 1 7 2 に 6 8 バイトのデータが保存されていなければ、制御部 1 3 1 は、データ経路の変更はせずに、受信データ数カウンタ 1 9 2 を 1 つインクリメントする（ステップ S 3 0 5）。制御部 1 3 1 は、受信データ数カウンタ 1 9 2 のカウンタ値が $n / 2$ であるかどうかを判定する。カウンタ値が $n / 2$ でなければ、ステップ S 3 0 2 から処理を繰り返す。カウンタ値が $n / 2$ であれば、 n バイト保存処理を終了する。

【0060】

データ保存部 A 1 1 1 は、ステップ S 2 0 4 で $n = 2$ とする n バイト保存処理により、2 バイトのデータを複データ保持部 1 7 2 に保存すると、直近の（即ち、最後に保存した）4 バイトのデータをコマンド解析部 1 4 1 に出力する。コマンド解析部 1 4 1 は、データ保存部 A 1 1 1 から受け取ったデータを解析し、そのデータが IDLE プリミティブであるかを処理装置により判定する。そして、コマンド解析部 1 4 1 は、判定結果を制御部 1 3 1 に通知する。制御部 1 3 1 は、判定結果に応じて、非 IDLE フラグ 1 9 1 を更新する（ステップ S 2 0 5）。非 IDLE フラグ 1 9 1 は、複データ保持部 1 7 2 に保存されているデータに IDLE プリミティブでないものが含まれているかどうかを示すフラグデータである。

【0061】

障害注入処理を終了するときには、データ経路をデフォルト設定の第 1 データ経路 1 7 3 に切り替える必要がある。そのための条件として、複データ保持部 1 7 2 に保存されているデータが全て破棄してよいデータ、即ち、IDLE プリミティブであることが必要である。これは、有効なデータを破棄しないためである。制御部 1 3 1 は、上記条件の判定のために非 IDLE フラグ 1 9 1 を記憶装置に記憶している。複データ保持部 1 7 2 に保存されている最大で 6 8 バイトのデータの中に、コマンド解析部 1 4 1 が IDLE プリミティブであると判定したデータしか含まれていなければ、制御部 1 3 1 は、非 IDLE フラグ 1 9 1 を無意に設定する。一方、1 つでもコマンド解析部 1 4 1 が IDLE プリミティブでないと判定したデータが含まれていれば、制御部 1 3 1 は、非 IDLE フラグ 1 9 1 を有意に設定する。

【0062】

制御部 1 3 1 は、記憶装置から直近の障害注入指示コマンドを読み出し、障害注入指示コマンドの INJ START フィールドを処理装置により確認する（ステップ S 2 0 6）

。INJSTARTフィールドが0になっていれば、制御部131は、障害注入処理を終了する。INJSTARTフィールドが1であれば、制御部131は、障害注入処理を継続する。

【0063】

コマンド解析部141は、ステップS206で制御部131が障害注入処理を継続する場合、ステップS205で解析した4バイトのデータがフレームの先頭であるかを処理装置により判定する(ステップS207)。具体的には、コマンド解析部141は、4バイトのデータがBCB5__5656hであれば、解析したデータがSOF、即ち、フレームの先頭であると判定する。コマンド解析部141が解析したデータがフレームの先頭である場合、制御部131は、 $n = 4$ とする n バイト保存処理を処理装置により実行する(ステップS208)。ステップS207でコマンド解析部141が解析したデータがフレームの先頭でない場合、ステップS204に戻る。その後、次の2バイトが読み込まれ、ステップS207まで進んだ場合、コマンド解析部141は、その直前の2バイトと合わせた4バイトのデータを解析する。コマンド解析部141は、フレームの先頭を検出するまで同様の処理を繰り返す。

10

【0064】

データ保存部A111は、ステップS208で $n = 4$ とする n バイト保存処理により、後続の4バイトのデータを複データ保持部172に保存すると、その4バイトのデータをコマンド解析部141に出力する。コマンド解析部141は、データ保存部A111から受け取ったデータを解析し、末尾の1バイトのデータ、即ち、フレームの先頭から8バイト目のR__CTLフィールドがFCP__CMNDを示すものであるかを処理装置により判定する(ステップS209)。具体的には、コマンド解析部141は、R__CTLフィールドが06hであれば、受信中のフレームがFCP__CMNDであると判定する。フレームがFCP__CMNDである場合、制御部131は、 $n = 36$ とする n バイト保存処理を処理装置により実行する(ステップS210)。ステップS209でフレームがFCP__CMNDでない場合、ステップS204に戻る。その後、次の2バイトが読み込まれ、ステップS207まで進んだ場合、コマンド解析部141は、その直前の2バイトと合わせた4バイトのデータを解析する。コマンド解析部141は、フレームの先頭を検出すると、R__CTLフィールドを解析する。コマンド解析部141は、FCP__CMNDを検出するまで同様の処理を繰り返す。

20

30

【0065】

データ保存部A111は、ステップS210で $n = 36$ とする n バイト保存処理により、後続の36バイトのデータを複データ保持部172に保存すると、その36バイトのデータをコマンド解析部141に出力する。コマンド解析部141は、データ保存部A111から受け取ったデータを解析し、末尾の1バイトのデータ、即ち、フレームの先頭から44バイト目のSCSI__CDB0フィールドがリード処理を示すものであるかを処理装置により判定する(ステップS211)。具体的には、コマンド解析部141は、SCSI__CDB0フィールドが28hであれば、受信中のFCP__CMNDがSCSIのREADコマンドであると判定する。FCP__CMNDがREADコマンドである場合、制御部131は、 $n = 4$ とする n バイト保存処理を処理装置により実行する(ステップS212)。ステップS211でFCP__CMNDがREADコマンドでない場合、ステップS204に戻る。その後、次の2バイトが読み込まれ、ステップS207まで進んだ場合、コマンド解析部141は、その直前の2バイトと合わせた4バイトのデータを解析する。コマンド解析部141は、フレームの先頭を検出すると、R__CTLフィールドを解析する。コマンド解析部141は、FCP__CMNDを検出すると、SCSI__CDB0フィールドを解析する。コマンド解析部141は、READコマンドを検出するまで同様の処理を繰り返す。

40

【0066】

データ保存部A111は、ステップS212で $n = 4$ とする n バイト保存処理により、後続の4バイトのデータを複データ保持部172に保存すると、その4バイトのデータを

50

コマンド解析部 141 に出力する。コマンド解析部 141 は、データ保存部 A 111 から受け取ったデータを解析し、フレームの先頭から 42 バイト目の S C S I _ C D B 2 フィールド、41 バイト目の S C S I _ C D B 3 フィールド、48 バイト目の S C S I _ C D B 4 フィールド、47 バイト目の S C S I _ C D B 5 フィールドの順番で 4 バイトのデータと、障害注入指示コマンドの S C S I A D R フィールドの値とを処理装置により比較する（ステップ S 213）。ここで、S C S I _ C D B 2 フィールド、S C S I _ C D B 3 フィールド、S C S I _ C D B 4 フィールド、S C S I _ C D B 5 フィールドからなる 4 バイトのデータでは、F C P _ C M N D がリード処理の対象として指定する S C S I ロジカルブロックアドレスが示されているものとする。この S C S I ロジカルブロックアドレスが障害注入指示コマンドの S C S I A D R フィールドの値と一致する場合、障害を注入する条件が揃ったことになる。この場合、制御部 131 は、 $n = 20$ とする n バイト保存処理を処理装置により実行する（ステップ S 214）。これにより、68 バイトの F C P _ C M N D の保存が完了したことになる。このとき、制御部 131 は、コマンド送信遅延タイマ 161 を開始する。ステップ S 213 で F C P _ C M N D がリード処理の対象として指定する S C S I ロジカルブロックアドレスが障害注入指示コマンドの S C S I A D R フィールドの値と一致しない場合、ステップ S 204 に戻る。その後、次の 2 バイトが読み込まれ、ステップ S 207 まで進んだ場合、コマンド解析部 141 は、その直前の 2 バイトと合わせた 4 バイトのデータを解析する。コマンド解析部 141 は、フレームの先頭を検出すると、R _ C T L フィールドを解析する。コマンド解析部 141 は、F C P _ C M N D を検出すると、S C S I _ C D B 0 フィールドを解析する。コマンド解析部 141 は、R E A D コマンドを検出すると、S C S I _ C D B 2 フィールド、S C S I _ C D B 3 フィールド、S C S I _ C D B 4 フィールド、S C S I _ C D B 5 フィールドを解析する。コマンド解析部 141 は、障害注入指示コマンドで指定された S C S I ロジカルブロックアドレスを処理対象とする R E A D コマンドを検出するまで同様の処理を繰り返す。

【0067】

制御部 131 は、ステップ S 214 でデータ保存部 A 111 が 68 バイトの F C P _ C M N D を複数データ保持部 172 に保存し終わると、データ保存部 A 111 を制御し、これ以降、データ受信部 A 101 から入力されるデータの保存を停止する。また、制御部 131 は、データ選択部 A 152 を制御し、第 3 データ経路 175 を選択する（ステップ S 215）。これにより、データ送信部 A 102 は、再びデータ経路が切り替えられるまで、I D L E プリミティブをディスク A 14 に送信することになる。

【0068】

さらに、制御部 131 は、データ選択部 B 153 を制御し、第 5 データ経路 177 を選択して、データ送信部 B 103 に R _ R D Y プリミティブを送信させる（ステップ S 216）。これにより、障害シミュレータ 11 は、ディスク A 14 に代わって F C P _ C M N D を受信したことをサーバ A 12 に通知したことになる。なお、デフォルトでは、第 4 データ経路 176 が選択されているものとする。制御部 131 は、ステップ S 216 でサーバ A 12 に R _ R D Y プリミティブを送信すると、データ選択部 B 153 を制御し、第 4 データ経路 176 を選択する（ステップ S 217）。これにより、データ送信部 B 103 は、再びデータ経路が切り替えられるまで、ディスク A 14 からの受信データをサーバ A 12 に送信することになる。

【0069】

制御部 131 は、コマンド送信遅延タイマ 161 のタイマ値と、障害注入指示コマンドの D L Y T I M E フィールドの値とを処理装置により比較する（ステップ S 218）。具体的には、制御部 131 は、コマンド送信遅延タイマ 161 が 1.5 秒に達しているかどうかを判定する。コマンド送信遅延タイマ 161 のタイマ値と障害注入指示コマンドの D L Y T I M E フィールドの値とが一致していなければ、一致するまで比較を続ける。ステップ S 218 でコマンド送信遅延タイマ 161 のタイマ値と障害注入指示コマンドの D L Y T I M E フィールドの値とが一致したら、F C P _ C M N D をディスク A 14 に送信する条件が整ったことになる。そのため、制御部 131 は、データ選択部 A 152 を制御し

、第2データ経路174を選択して、データ選択部A152にFCP__CMNDを送信させる(ステップS219)。また、制御部131は、データ保存部A111を制御し、データ受信部A101から入力されるデータの保存を再開して、ステップS204に戻る。

【0070】

上記のように、本実施の形態において、障害シミュレータ11のデータ受信部A101は、FC17でサーバA12からデータを受信する。障害シミュレータ11のデータ保存部A111は、データ受信部A101により受信されたデータを複データ保持部172に順次保存する。障害シミュレータ11のコマンド解析部141は、データ保存部A111により複データ保持部172に保存されている、最先のデータから1フレーム分のデータを処理装置により解析する。そして、コマンド解析部141は、解析した1フレーム分のデータがFCP__CMNDであるかどうかを処理装置により判定する。なお、本実施の形態では、所定のフレームの一例としてFCP__CMNDを用いているが、他の種類のフレームを用いてもよい。コマンド解析部141により解析された1フレーム分のデータがFCP__CMNDでないと判定された場合、障害シミュレータ11の制御部131は、複データ保持部172から最先のデータを取り出してデータ送信部A102に送信させる。障害シミュレータ11のデータ送信部A102は、FC18でディスクA14へデータを送信する。一方、コマンド解析部141により解析された1フレーム分のデータがFCP__CMNDであると判定された場合、制御部131は、擬似障害を処理装置により発生させる。この場合、具体的には、制御部131は、予め定められた時間(例えば、1.5秒)が経過するまで待機してから当該1フレーム分のデータをデータ送信部A102に送信させることで擬似障害を発生させる。

【0071】

コマンド解析部141は、解析した1フレーム分のデータがFCP__CMNDでなければ、再び、データ保存部A111により複データ保持部172に保存されている、最先のデータから1フレーム分のデータを処理装置により解析する。なお、このときの最先のデータは、制御部131により最先のデータ(コマンド解析部141が前回解析したデータ)が取り出されたことにより新たに最先のデータとなったデータである。コマンド解析部141は、前回と同様に、解析した1フレーム分のデータがFCP__CMNDであるかどうかを処理装置により判定する。制御部131は、コマンド解析部141の判定結果に応じて、前回と同様に処理を行う。以降、同様の処理が繰り返される。つまり、制御部131は、コマンド解析部141による判定の結果が出る度に、当該結果に応じて動作する。

【0072】

障害シミュレータ11の代替送信データ出力部151は、IDLEプリミティブを処理装置により生成する。なお、本実施の形態では、データ保存部A111により保存されたデータの代わりとなるデータの一例としてIDLEプリミティブを用いているが、他の種類のデータを用いてもよい。制御部131は、データ保存部A111により複データ保持部172に保存されているデータが1フレーム分に満たない場合、代替送信データ出力部151により生成されたIDLEプリミティブをデータ送信部A102に送信させる。データ送信部A102は、FC18でディスクA14へIDLEプリミティブを送信する。

【0073】

なお、本実施の形態では、データ保存部A111、制御部131、コマンド解析部141等は、データを2バイトずつ処理しているが、任意のバイト数を単位として処理を行ってよい。例えば、データを1バイトずつ処理してもよいし、4バイトずつ処理してもよい。

【0074】

以上説明した障害シミュレータ11の処理により、ディスクA14は、障害注入指示コマンドのDLTIMEフィールドで指定された時間(具体的には、1.5秒)が経過した後にFCP__CMND(具体的には、READコマンド)を受信することになる。ディスクA14は、障害シミュレータ11からFCP__CMNDを受信すると、FCP__CMNDを受信したことを通知するためにR__RDYプリミティブをサーバA12宛てに送信

10

20

30

40

50

する。その後、ディスク A 1 4 は、リードデータが準備できると、リードデータをサーバ A 1 2 宛てに送信する。また、ディスク A 1 4 は、リードデータの送信が完了すると、リード時のエラーの有無等を示すステータス情報をサーバ A 1 2 宛てに送信する。

【 0 0 7 5 】

障害シミュレータ 1 1 は、ディスク A 1 4 から送信されたデータをデータ受信部 B 1 0 4 で受信する。データ受信部 B 1 0 4 は、受信したデータのデシリアライズ及びデコードを行う。データ受信部 B 1 0 4 は、デコードを終えたデータをデータ保存部 B 1 1 2 に 2 バイトずつ送信する。データ保存部 B 1 1 2 は、データ受信部 B 1 0 4 から送られてきたデータを保存するとともに、直近の（即ち、最後に保存した）4 バイトのデータをデータ解析部 1 4 2 に出力する。

10

【 0 0 7 6 】

データ解析部 1 4 2 は、入力された 4 バイトのデータを解析し、そのデータが R __ R D Y プリミティブであるかを処理装置により判定する。そして、データ解析部 1 4 2 は、判定結果を制御部 1 3 1 に通知する。具体的には、データ解析部 1 4 2 は、データ保存部 B 1 1 2 から受け取った 4 バイトのデータが B C 9 5 __ 4 A 4 A h であれば、そのデータが R __ R D Y プリミティブであると判定して制御部 1 3 1 に通知する。制御部 1 3 1 は、データ選択部 B 1 5 3 及び代替送信データ出力部 1 5 1 を制御し、第 5 データ経路 1 7 7 を選択して、ディスク A 1 4 から受信した R __ R D Y プリミティブの代わりに I D L E プリミティブをデータ送信部 B 1 0 3 に出力する。これにより、ディスク A 1 4 から受信した R __ R D Y プリミティブを破棄する。これは、前述したように、障害シミュレータ 1 1 が F C P __ C M N D を受信したことを通知するための R __ R D Y プリミティブを既に送信しており、R __ R D Y プリミティブを二重に送信するのを避けるためである。制御部 1 3 1 は、I D L E プリミティブを送信すると、データ選択部 B 1 5 3 を制御し、データ経路を第 4 データ経路 1 7 6 に戻す。これにより、データ送信部 B 1 0 3 は、再びデータ経路が切り替えられるまで、ディスク A 1 4 からの受信データをサーバ A 1 2 に送信することになる。

20

【 0 0 7 7 】

上記のように、本実施の形態において、障害シミュレータ 1 1 のデータ受信部 B 1 0 4 は、F C P __ C M N D に対してディスク A 1 4 から返信されるフレームを受信する。障害シミュレータ 1 1 のデータ保存部 B 1 1 2 は、データ受信部 B 1 0 4 により受信されたデータを一時的に保存する。障害シミュレータ 1 1 のデータ送信部 B 1 0 3 は、データ保存部 B 1 1 2 により保存されたデータをサーバ A 1 2 へ送信（転送）する。

30

【 0 0 7 8 】

サーバ A 1 2 は、自身が発行した S C S I の R E A D コマンドに対する応答（リードデータ）を待つ。障害シミュレータ 1 1 によりディスク A 1 4 がコマンドを受信するのが、障害注入指示コマンドの D L Y T I M E フィールドで指定された時間（具体的には、1 . 5 秒）遅れるため、その分リードデータがディスク A 1 4 から送信されるタイミングも遅れる。したがって、サーバ A 1 2 では、見かけ上リードデータが到達するのが 1 . 5 秒遅れた形になる。この遅延時間がサーバ A 1 2 の I O タイムアウト値より大きいと I O タイムアウトとしてサーバ A 1 2 は異常時処理を行う。異常時処理では、二重系制御プログラムが、サーバ A 1 2 に異常があったことを検知し、系の切り替えを実行する。また、系切り替えの要因と時刻をログに記録し、I O タイムアウトが発生したことがわかるようにする。サーバ B 1 3 は、二重系制御プログラムによる系切り替えにより業務処理を開始する。また、サーバ B 1 3 は、業務処理の開始時刻をログに記録する。一方、上記遅延時間がサーバ A 1 2 の I O タイムアウト値より小さいと I O タイムアウトは発生しない。そのため、サーバ A は業務処理を続けることになる。

40

【 0 0 7 9 】

検証端末 1 6 は、サーバ A 1 2 及びサーバ B 1 3 からログを収集する。検証端末 1 6 は、定期的にログを確認することで系切り替え処理の有無等を確認する。検証端末 1 6 は、例えば、系切り替え処理が実行されたことを確認すると、I N J S T A R T フィールドを

50

0 に設定した障害注入指示コマンドを障害シミュレータ 1 1 に送信することで、障害シミュレータ 1 1 に障害注入の停止を指示する。

【 0 0 8 0 】

前述したように、障害注入設定部 1 8 2 は、障害注入指示コマンドを検証端末 I / F 1 8 1 を介して検証端末 1 6 から受信すると、記憶装置に保存する。ステップ S 2 0 6 において、制御部 1 3 1 は、記憶装置から直近の（即ち、障害注入設定部 1 8 2 が最後に受信した）障害注入指示コマンドを読み出し、障害注入指示コマンドの I N J S T A R T フィールドを処理装置により確認する。I N J S T A R T フィールドが 0 になっていれば、制御部 1 3 1 は、障害注入処理を終了する。I N J S T A R T フィールドが 1 であれば、制御部 1 3 1 は、障害注入処理を継続する。

10

【 0 0 8 1 】

制御部 1 3 1 は、ステップ S 2 0 6 で障害注入処理を終了する場合、非 I D L E フラグ 1 9 1 を処理装置により確認する（ステップ S 2 2 0 ）。非 I D L E フラグ 1 9 1 が有意であれば、ステップ S 2 0 4 に戻り、非 I D L E フラグ 1 9 1 が無意になるまでステップ S 2 2 0 までの動作を繰り返す。なお、ステップ S 2 0 4 では、直近の障害注入指示コマンドの I N J S T A R T フィールドが 0 になっているため、必ず第 2 データ経路 1 7 4 が選択される。これにより、データ送信部 A 1 0 2 は、複データ保持部 1 7 2 に保存されているデータをディスク A 1 4 に順次送信することになる。また、F C P _ C M N D が受信されても、直近の障害注入指示コマンドの I N J S T A R T フィールドが 0 になっているため、ステップ S 2 0 7 以降の処理において制御部 1 3 1 が「応答遅延」を発生させることはない。制御部 1 3 1 は、ステップ S 2 2 0 で非 I D L E フラグ 1 9 1 が無意になると、データ選択部 A 1 5 2 を制御し、データ経路を通常の第 1 データ経路 1 7 3 に戻す（ステップ S 2 2 1 ）。これにより、データ送信部 A 1 0 2 は、再びデータ経路が切り替えられるまで、サーバ A 1 2 からの受信データをディスク A 1 4 に送信することになる。

20

【 0 0 8 2 】

以上説明したように、本実施の形態では、障害シミュレータ 1 1 が、コマンド解析部 1 4 1 と、コマンド解析部 1 4 1 の判定結果に応じて制御を行う制御部 1 3 1 を備えることにより、2 つの装置間で送受信されるデータの内容に応じて擬似的に障害を発生させることができる。例えば、サーバ A 1 2 から送信される特定のコマンドやディスク A 1 4 内の特定のエリアに対するアクセスを対象に障害注入を行うことが可能である。このため、障害注入の対象を限定することができ、二重系システム等の品質を高めるためにきめ細やかな試験を行うことが可能となる。

30

【 0 0 8 3 】

以上、障害注入指示コマンドが、ディスク A 1 4 の特定エリアからのリード処理が行われる際に障害を発生させるよう指示するものである場合について説明したが、障害注入指示コマンドが、ディスク A 1 4 の特定エリアへのライト処理が行われる際に障害を発生させるよう指示するものである場合についても上記と同様である。例えば、サーバ A 1 2 がコマンドを発行後に待つのがリードデータではなく R E A D Y になり、また、その後サーバ A 1 2 からライトデータが送信されるといった違いはあるが、障害注入処理に関しては同様の動作となる。

40

【 0 0 8 4 】

以下では、特定のコマンドを対象にして擬似的な障害を発生させる方法について、障害タイプ「無応答」を例に説明する。なお、以下では、障害注入指示コマンドが、ディスク A 1 4 の特定エリアからのリード処理が行われる際に障害を発生させるよう指示するものである場合について説明するが、障害注入指示コマンドが、ディスク A 1 4 の特定エリアへのライト処理が行われる際に障害を発生させるよう指示するものである場合についても同様である。

【 0 0 8 5 】

図 9 は、障害シミュレータ 1 1 の動作（本実施の形態に係る擬似障害発生方法、本実施の形態に係る擬似障害発生プログラムの処理手順）を示すフローチャートである。

50

【 0 0 8 6 】

図 9 において、ステップ S 2 0 1 ~ S 2 1 7、S 2 2 0、S 2 2 1 の処理は、前述した障害タイプ「応答遅延」の例と同様である。

【 0 0 8 7 】

この例では、ステップ S 2 1 7 の後、ステップ S 2 0 4 に戻る。これにより、サーバ A 1 2 が発行したコマンドは、ディスク A 1 4 に送信されることなく破棄されたことになる。ディスク A 1 4 はコマンドを受信しないため、サーバ A 1 2 には応答（リードデータ）を送信しない。したがって、サーバ A 1 2 では、見かけ上ディスク A 1 4 からコマンドに対する応答が得られない形になる。このため、サーバ A 1 2 は異常時処理を行う。異常時処理では、前述したように、二重系制御プログラムが、サーバ A 1 2 に異常があったことを検知し、系の切り替えを実行する。

10

【 0 0 8 8 】

以下では、特定のコマンドを対象にして擬似的な障害を発生させる方法について、障害タイプ「リンク断」を例に説明する。なお、以下では、障害注入指示コマンドが、ディスク A 1 4 の特定エリアからのリード処理が行われる際に障害を発生させるよう指示するものである場合について説明するが、障害注入指示コマンドが、ディスク A 1 4 の特定エリアへのライト処理が行われる際に障害を発生させるよう指示するものである場合についても同様である。

【 0 0 8 9 】

図 1 0 は、障害シミュレータ 1 1 の動作（本実施の形態に係る擬似障害発生方法、本実施の形態に係る擬似障害発生プログラムの処理手順）を示すフローチャートである。

20

【 0 0 9 0 】

図 1 0 において、ステップ S 2 0 1 ~ S 2 1 4、S 2 2 0、S 2 2 1 の処理は、前述した障害タイプ「応答遅延」の例と同様である。

【 0 0 9 1 】

この例では、ステップ S 2 1 4 の後、制御部 1 3 1 は、データ送信部 A 1 0 2 及びデータ送信部 B 1 0 3 を制御し、電氣的アイドルな状態（例えばバッファ電源 OFF）に移る（ステップ S 2 3 1）。これにより、サーバ A 1 2 とディスク A 1 4 の接続同期がとれなくなり、リンク断の状態になる。このため、サーバ A 1 2 は異常時処理を行う。異常時処理では、前述したように、二重系制御プログラムが、サーバ A 1 2 に異常があったことを検知し、系の切り替えを実行する。

30

【 0 0 9 2 】

上記のように、本実施の形態において、コマンド解析部 1 4 1 により解析された 1 フレーム分のデータが F C P _ C M N D であると判定された場合、制御部 1 3 1 は、当該 1 フレーム分のデータをデータ送信部 A 1 0 2 に送信させないことで擬似障害を発生させることもできる。

【 0 0 9 3 】

以下では、特定のコマンドを対象にして擬似的な障害を発生させる方法について、障害タイプ「応答異常」を例に説明する。なお、以下では、障害注入指示コマンドが、ディスク A 1 4 の特定エリアからのリード処理が行われる際に障害を発生させるよう指示するものである場合について説明するが、障害注入指示コマンドが、ディスク A 1 4 の特定エリアへのライト処理が行われる際に障害を発生させるよう指示するものである場合についても同様である。

40

【 0 0 9 4 】

図 1 1 及び図 1 2 は、障害シミュレータ 1 1 の動作（本実施の形態に係る擬似障害発生方法、本実施の形態に係る擬似障害発生プログラムの処理手順）を示すフローチャートである。

【 0 0 9 5 】

図 1 1 において、ステップ S 2 0 1 ~ S 2 0 8、S 2 2 0、S 2 2 1 の処理は、前述した障害タイプ「応答遅延」の例と同様である。

50

【 0 0 9 6 】

制御部 1 3 1 は、ステップ S 2 0 8 で $n = 4$ とする n バイト保存処理により、データ保存部 A 1 1 1 が 4 バイトのデータを複データ保持部 1 7 2 に保存すると、その 4 バイトのデータの先頭から 3 バイトのデータ、即ち、D __ I D フィールドのデータを D __ I D 保存部 1 9 3 に保存させる（ステップ S 2 4 1）。ここで、D __ I D フィールドでは、ディスク A 1 4 のポート I D が示されているものとする。この後、ステップ S 2 0 9 ~ S 2 1 3 の処理が実行される。ステップ S 2 0 9 ~ S 2 1 3 の処理は、前述した障害タイプ「応答遅延」の例と同様である。

【 0 0 9 7 】

ステップ S 2 1 3 で F C P __ C M N D がリード処理の対象として指定する S C S I ロジカルブロックアドレスが障害注入指示コマンドの S C S I A D R フィールドの値と一致する場合、障害を注入する条件が揃ったことになる。この場合、コマンド解析部 1 4 1 は、制御部 1 3 1 に C R C エラーを発生させる条件が整ったことを通知する。制御部 1 3 1 は、C R C エラー注入処理を起動し、データ解析部 1 4 2 を制御してデータ保存部 B 1 1 2 のデータ解析を開始させる（ステップ S 2 4 2）。この後、ステップ S 2 1 4 の処理が実行される。ステップ S 2 1 4 の処理は、前述した障害タイプ「応答遅延」の例と同様である。ステップ S 2 1 4 の後は、ステップ S 2 0 4 に戻る。

【 0 0 9 8 】

以上説明した障害シミュレータ 1 1 の処理により、ディスク A 1 4 は、通常の F C P __ C M N D（具体的には、R E A D コマンド）を受信することになる。ディスク A 1 4 は、障害シミュレータ 1 1 から F C P __ C M N D を受信すると、F C P __ C M N D を受信したことを通知するために R __ R D Y プリミティブをサーバ A 1 2 宛てに送信する。その後、ディスク A 1 4 は、リードデータが準備できると、リードデータをサーバ A 1 2 宛てに送信する。また、ディスク A 1 4 は、リードデータの送信が完了すると、リード時のエラーの有無等を示すステータス情報をサーバ A 1 2 宛てに送信する。

【 0 0 9 9 】

図 1 2 において、障害シミュレータ 1 1 は、ディスク A 1 4 から送信されたデータをデータ受信部 B 1 0 4 で受信する。データ受信部 B 1 0 4 は、受信したデータのデシリアライズ及びデコードを行う。データ受信部 B 1 0 4 は、デコードを終えたデータをデータ保存部 B 1 1 2 に 2 バイトずつ送信する（ステップ S 4 0 1）。データ保存部 B 1 1 2 は、データ受信部 B 1 0 4 から送られてきたデータを保存するとともに、直近の（即ち、最後に保存した）4 バイトのデータをデータ解析部 1 4 2 に出力する。

【 0 1 0 0 】

データ解析部 1 4 2 は、入力された 4 バイトのデータを解析し、そのデータがフレームの先頭であるかを処理装置により判定する（ステップ S 4 0 2）。具体的には、データ解析部 1 4 2 は、4 バイトのデータが B C B 5 __ 5 6 5 6 h であれば、解析したデータが S O F、即ち、フレームの先頭であると判定する。データ解析部 1 4 2 は、解析したデータがフレームの先頭である場合、後続のデータを解析し、フレームの先頭から 9 ~ 1 1 バイト目の S __ I D フィールドのデータと、D __ I D 保存部 1 9 3 に保存されたデータとを処理装置により比較する（ステップ S 4 0 3）。一方、ステップ S 4 0 2 でデータ解析部 1 4 2 が解析したデータがフレームの先頭でない場合、ステップ S 4 0 1 に戻る。その後、次の 2 バイトが読み込まれ、ステップ S 4 0 2 で、データ解析部 1 4 2 は、その直前の 2 バイトと合わせた 4 バイトのデータを解析する。データ解析部 1 4 2 は、フレームの先頭を検出するまで同様の処理を繰り返す。

【 0 1 0 1 】

S __ I D フィールドでは、送信元コンポーネントのポート I D が示されている。そのため、制御部 1 3 1 は、ステップ S 4 0 3 で S __ I D フィールドのデータと D __ I D 保存部 1 9 3 に保存されたデータが一致すれば、データ解析部 1 4 2 により解析されたフレームがディスク A 1 4 から受信したものであると処理装置により判定する。そして、制御部 1 3 1 は、データ置換部 1 5 4 を制御し、受信したフレームのデータを加工する（ステップ

10

20

30

40

50

S 4 0 4)。例えば、データ置換部 1 5 4 は、データを加工しないで送り出す経路と、データを反転する経路を選択的に使用するものであり、制御部 1 3 1 からどちらの経路を使用させるか制御できるものとする。ここでは、一例として、加工対象とするデータを S _ I D フィールドのデータとする。制御部 1 3 1 は、S _ I D フィールドのデータのみについて、データを反転する経路を使用するようにデータ置換部 1 5 4 を制御する。データ置換部 1 5 4 は、データをデータ選択部 B 1 5 3 に出力する。データ送信部 B 1 0 3 は、データ選択部 B 1 5 3 を介して入力されるデータをエンコード及びシリアルライズしてサーバ A 4 に送信する (ステップ S 4 0 5)。

【 0 1 0 2 】

サーバ A 1 2 は、自身が発行した S C S I の R E A D コマンドに対する応答 (リードデータ) を待つ。障害シミュレータ 1 1 によりリードデータが C R C エラーを含むフレームに加工されているため、サーバ A 1 2 は異常時処理を行う。異常時処理では、前述したように、二重系制御プログラムが、サーバ A 1 2 に異常があったことを検知し、系の切り替えを実行してもよいし、他の処理が行われてもよい。

【 0 1 0 3 】

上記のように、本実施の形態において、コマンド解析部 1 4 1 により解析された 1 フレーム分のデータが F C P _ C M N D であると判定された場合、制御部 1 3 1 は、当該 1 フレーム分のデータをデータ送信部 A 1 0 2 に送信させる。そして、制御部 1 3 1 は、当該 1 フレーム分のデータに対してディスク A 1 4 から返信されるフレームをデータ送信部 B 1 0 3 に転送させる際に、当該フレームの一部のデータを変更することで擬似障害を発生させることもできる。

【 0 1 0 4 】

実施の形態 2 .

本実施の形態について、主に実施の形態 1 との差異を説明する。

【 0 1 0 5 】

図 1 3 は、本実施の形態に係る障害シミュレータ 1 1 の構成を示すブロック図である。

【 0 1 0 6 】

図 1 3 において、障害シミュレータ 1 1 は、実施の形態 1 と同様の構成要素に加えて、障害注入遅延タイマ 1 6 2 を備える。

【 0 1 0 7 】

実施の形態 1 において、業務処理プログラムを実行してからすぐに障害注入を開始すると、試験をしたいタイミングと違うタイミングで障害が注入されてしまう可能性がある。例えば、試験対象は業務プログラム内の定常処理であるが、業務処理プログラム内の初期化処理において障害注入対象となるコマンドが発行されるとその時点で障害が注入されてしまう。本実施の形態では、このようなことを防ぐために、障害シミュレータ 1 1 が障害注入を開始するタイミングを調整する機能 (障害注入遅延モード) を有する。

【 0 1 0 8 】

以下では、試験システム 1 0 の動作について、障害タイプ「応答遅延」を例に説明するが、障害タイプが「無応答」、「リンク断」、「応答異常」であっても同様の動作が可能である。また、以下では、障害注入指示コマンドが、ディスク A 1 4 の特定エリアからのリード処理が行われる際に障害を発生させるよう指示するものである場合について説明するが、障害注入指示コマンドが、ディスク A 1 4 の特定エリアへのライト処理が行われる際に障害を発生させるよう指示するものである場合についても同様である。

【 0 1 0 9 】

検証端末 1 6 は、実施の形態 1 と同様に、試験を行うためにサーバ A 1 2 が業務処理を行っている状態で障害注入を指示する。ここでは、一例として、検証端末 1 6 が、以下のように設定された障害注入指示コマンドを障害シミュレータ 1 1 に送信することで、障害シミュレータ 1 1 に障害注入を指示するものとする。

(1) F T Y P E (障害タイプ) : 「 応答遅延 」

(2) D L Y T I M E (応答遅延時間) : 1 . 5 秒

10

20

30

40

50

- (3) F C P O R T (障害注入対象 F C ポート I D) : ディスク A 1 4
- (4) S C S I C M D (障害注入対象 S C S I コマンド) : R E A D (リード処理)
- (5) S C S I A D R (障害注入対象 S C S I ロジカルブロックアドレス) : 1 2 0 0 _
0 0 0 0 h
- (6) F M O D E (障害注入モード) : 2 (障害注入遅延モード)
- (7) M D T I M E (障害注入遅延時間) : 2 . 5 秒
- 【 0 1 1 0 】

障害シミュレータ 1 1 は、障害注入指示コマンドの F M O D E フィールドに 2 が指定された場合には、障害注入指示コマンドを受け付けてもすぐに障害注入処理を開始しない。障害シミュレータ 1 1 は、障害注入遅延タイマ 1 6 2 で計時し、障害注入指示コマンドの M D T I M E フィールドで指定された時間が経過してから障害注入処理を開始する。なお、障害を注入する方法については実施の形態 1 と同様である。

10

【 0 1 1 1 】

図 1 4 は、障害シミュレータ 1 1 の動作（本実施の形態に係る擬似障害発生方法、本実施の形態に係る擬似障害発生プログラムの処理手順）を示すフローチャートである。

【 0 1 1 2 】

実施の形態 1 と同様に、障害注入設定部 1 8 2 は、障害注入指示コマンドを検証端末 I / F 1 8 1 を介して検証端末 1 6 から受信すると、記憶装置に保存する。制御部 1 3 1 は、記憶装置から直近の（即ち、障害注入設定部 1 8 2 が最後に受信した）障害注入指示コマンドを読み出し、障害注入指示コマンドの I N J S T A R T フィールドを処理装置により確認する（ステップ S 2 0 1）。I N J S T A R T フィールドが 0 であれば、制御部 1 3 1 は、障害注入処理を開始せず、次の障害注入指示コマンドを待つ。

20

【 0 1 1 3 】

制御部 1 3 1 は、ステップ S 2 0 1 で I N J S T A R T フィールドが 1 であれば、障害注入指示コマンドの F M O D E フィールドを処理装置により確認する（ステップ S 2 5 1）。F M O D E フィールドが 2 でなければ、制御部 1 3 1 は、障害注入処理を開始する。この後、ステップ S 2 0 2 ~ S 2 2 1 の処理が実行される。ステップ S 2 0 2 ~ S 2 2 1 の処理は、実施の形態 1 と同様である。

【 0 1 1 4 】

制御部 1 3 1 は、ステップ S 2 0 2 で F M O D E フィールドが 2 であれば、障害遅延注入モードが指定されていると処理装置により判定する。この場合、制御部 1 3 1 は、すぐに障害注入処理を開始せず、障害注入遅延タイマ 1 6 2 により障害注入処理の開始のタイミングを制御する。具体的には、制御部 1 3 1 は、まず、障害注入遅延タイマ 1 6 2 を起動させる。そして、制御部 1 3 1 は、障害注入遅延タイマ 1 6 2 のタイマ値と、障害注入指示コマンドの M D T I M E フィールドの値（具体的には、2 . 5 秒）とを処理装置により比較する。両者が一致しなければ、一致するまで制御部 1 3 1 は比較を続ける。両者が一致すれば、制御部 1 3 1 は、障害注入処理を開始する。この後、ステップ S 2 0 2 ~ S 2 2 1 の処理が実行される。ステップ S 2 0 2 ~ S 2 2 1 の処理は、実施の形態 1 と同様である。

30

【 0 1 1 5 】

上記のように、本実施の形態において、検証端末 1 6 は、障害シミュレータ 1 1 に対して時間を指定する信号を入力する。障害シミュレータ 1 1 の制御部 1 3 1 は、検証端末 1 6 からの信号で指定された時間が経過するまで待機してから動作し始める。

40

【 0 1 1 6 】

以上説明したように、本実施の形態では、障害シミュレータ 1 1 が、障害注入指示コマンドの M D T I M E フィールドで指定された時間を経過してから障害注入処理を開始する機能を有する。この機能を使うことで障害注入処理の開始タイミングを制御することができるようになる。これにより、試験をしたいタイミングと違うタイミングで障害が注入されてしまう事態を回避することができる。

【 0 1 1 7 】

50

実施の形態 3 .

本実施の形態について、主に実施の形態 1 との差異を説明する。

【0118】

図 15 は、本実施の形態に係る障害シミュレータ 11 の構成を示すブロック図である。

【0119】

図 15 において、障害シミュレータ 11 は、実施の形態 1 と同様の構成要素に加えて、障害注入回数カウンタ 163 を備える。

【0120】

実施の形態 1 において、サーバ A 12 に、I/O タイムアウト等の障害が発生してもリトライをして救済するようなシステムを採用することができる。このようなシステムでは、規定のリトライ回数まではリトライを繰り返すが、規定値を超えるとリトライをやめて、異常処理を行う。本実施の形態では、このような規定値に関する試験を可能にするため、障害シミュレータ 11 が障害注入を一旦停止する機能（障害間欠注入モード）を有する。

【0121】

以下では、試験システム 10 の動作について、障害タイプ「応答遅延」を例に説明するが、障害タイプが「無応答」、「リンク断」、「応答異常」であっても同様の動作が可能である。また、以下では、障害注入指示コマンドが、ディスク A 14 の特定エリアからのリード処理が行われる際に障害を発生させるよう指示するものである場合について説明するが、障害注入指示コマンドが、ディスク A 14 の特定エリアへのライト処理が行われる際に障害を発生させるよう指示するものである場合についても同様である。

【0122】

検証端末 16 は、実施の形態 1 と同様に、試験を行うためにサーバ A 12 が業務処理を行っている状態で障害注入を指示する。ここでは、一例として、検証端末 16 が、以下のように設定された障害注入指示コマンドを障害シミュレータ 11 に送信することで、障害シミュレータ 11 に障害注入を指示するものとする。

(1) FTYPE（障害タイプ）：「応答遅延」

(2) DLYTIME（応答遅延時間）：1.5 秒

(3) FCPORT（障害注入対象 FC ポート ID）：ディスク A 14

(4) SCSSICMD（障害注入対象 SCSS I コマンド）：READ（リード処理）

(5) SCSS IADR（障害注入対象 SCSS I ロジカルブロックアドレス）：1200__0000h

(6) FMODE（障害注入モード）：3（障害間欠注入モード）

(7) MDNUM（障害注入スキップ頻度）：4 回（4 回に 1 回）

【0123】

障害シミュレータ 11 は、障害注入指示コマンドの FMODE フィールドに 3 が指定された場合には、障害注入指示コマンドを受け付けるとすぐに障害注入処理を開始するが、障害注入指示コマンドの MDNUM フィールドで指定された回数に 1 回は障害を注入せずに受信データをそのままディスク A 14 に送信する。なお、障害を注入する方法については実施の形態 1 と同様である。

【0124】

図 16 は、障害シミュレータ 11 の動作（本実施の形態に係る擬似障害発生方法、本実施の形態に係る擬似障害発生プログラムの処理手順）を示すフローチャートである。

【0125】

図 16 において、ステップ S201～S214、S220、S221 の処理は、実施の形態 1 と同様である。

【0126】

制御部 131 は、ステップ S214 でデータ保存部 A111 が 68 バイトの FCP__CMND を複数データ保持部 172 に保存し終わると、記憶装置から直近の（即ち、障害注入設定部 182 が最後に受信した）障害注入指示コマンドを読み出し、障害注入指示コマンドの FMODE フィールドを処理装置により確認する（ステップ S261）。FMODE

フィールドが3でなければ、ステップS215～S219の処理が実行される。ステップS215～S219の処理は、実施の形態1と同様である。

【0127】

制御部131は、ステップS261でFMODEフィールドが3であれば、障害間欠注入モードが指定されていると処理装置により判定する。この場合、制御部131は、障害注入回数カウンタ163のカウント値（初期値は0とする）と、障害注入指示コマンドのMDNUMフィールドの値から1を減じた値（具体的には、3）とを処理装置により比較する（ステップS262）。両者が一致すれば、制御部131は、障害注入回数カウンタ163をリセットしてカウント値を0に戻した上で、障害注入をスキップしてFCP_CMNDを遅延させずにデータ送信部AによりディスクA14へ送信する。一方、両者が一致しなければ、制御部131は、障害注入回数カウンタ163を1つインクリメントする（ステップS263）。この後、ステップS215～S219の処理が実行される。ステップS215～S219の処理は、実施の形態1と同様である。

10

【0128】

上記のように、本実施の形態において、検証端末16は、障害シミュレータ11に対して頻度を指定する信号を入力する。障害シミュレータ11の制御部131は、コマンド解析部141により解析された1フレーム分のデータがFCP_CMNDであると判定された場合、毎回擬似障害を発生させる代わりに検証端末16からの信号で指定された頻度で擬似障害を発生させる。

【0129】

20

以上説明したように、本実施の形態では、障害シミュレータ11が、障害が発生してもリトライを行い救済するようなシステムにおいて、障害注入指示コマンドのMDNUMフィールドで指定された回数に1回は障害を注入しない機能を有する。この機能を使うことで、間欠障害を擬似的に発生させることができ、システムにおいてリトライによる救済が行えているかどうか等を確認することが可能になる。

【0130】

なお、本実施の形態では、障害シミュレータ11が、障害注入指示コマンドのMDNUMフィールドで指定された回数につき1回だけ障害注入をスキップするが、当該回数につき複数回障害注入をスキップするようにしてもよい。例えば、障害注入回数カウンタ163のカウント値が、障害注入指示コマンドのMDNUMフィールドの値から1を減じた値（具体的には、3）と一致した場合だけでなく、MDNUMフィールドの値から2を減じた値（具体的には、2）と一致した場合にも、障害シミュレータ11が障害注入をスキップするようにしてもよい。ただし、障害注入回数カウンタ163をリセットするのは、障害注入回数カウンタ163のカウント値が、障害注入指示コマンドのMDNUMフィールドの値から1を減じた値と一致した場合のみである。

30

【0131】

また、本実施の形態では、障害シミュレータ11が、障害注入指示コマンドのMDNUMフィールドで指定された回数につき1回だけ障害注入をスキップするが、当該回数につき1回だけ障害を注入するようにしてもよい。例えば、障害注入回数カウンタ163のカウント値が、障害注入指示コマンドのMDNUMフィールドの値から1を減じた値（具体的には、3）と一致した場合のみ、障害シミュレータ11が障害を注入し、それまでは、障害注入をスキップするようにしてもよい。また、例えば、障害注入指示コマンドのFMODEフィールドに4が指定された場合に、このような動作をするようにしてもよい。

40

【0132】

実施の形態4 .

本実施の形態について、主に実施の形態1との差異を説明する。

【0133】

図17は、本実施の形態に係る障害シミュレータ11の構成を示すブロック図である。

【0134】

図17において、障害シミュレータ11は、実施の形態1と同様の構成要素に加えて、

50

ステータスデータ生成部 183、実行履歴記録部 184、時計部 185を備える。

【0135】

実施の形態1において、系が切り替わったことは、検証端末16で収集するサーバA12及びサーバB13のログからわかる。しかし、実際に試験をしたときに、正しく指示がなされ、期待するタイミングで障害注入が行われたかどうかは、これらのログではわからない。本実施の形態では、試験システム10が、系切り替え処理に関する試験を行ったときに、どのようなタイミングで、どのような障害が注入されたのかを確認するための機能を有する。

【0136】

以下では、試験システム10の動作について、障害タイプ「応答遅延」を例に説明するが、障害タイプが「無応答」、「リンク断」、「応答異常」であっても同様の動作が可能である。また、以下では、障害注入指示コマンドが、ディスクA14の特定エリアからのリード処理が行われる際に障害を発生させるよう指示するものである場合について説明するが、障害注入指示コマンドが、ディスクA14の特定エリアへのライト処理が行われる際に障害を発生させるよう指示するものである場合についても同様である。

【0137】

図18は、障害シミュレータ11の動作（本実施の形態に係る擬似障害発生方法、本実施の形態に係る擬似障害発生プログラムの処理手順）を示すフローチャートである。

【0138】

図18において、ステップS201～S214、S220、S221の処理は、実施の形態1と同様である。

【0139】

制御部131は、ステップS214でデータ保存部A111が68バイトのFCP__CMNDを複数データ保持部172に保存し終わると、そのときの時刻を記録するように実行履歴記録部184に命令する（ステップS271）。実行履歴記録部184は、制御部131からの命令に応じて、時計部185から現在時刻を読み出す。このとき、時計部185は、時：分：秒：ミリ秒（上位3桁）の形式で現在時刻を示す8ビットのデータを出力する。実行履歴記録部184は、時計部185から読み出した時刻から実行履歴データを作成して記憶装置に保存する。

【0140】

ここで、実行履歴データのフォーマットを図19に示す。実行履歴データのbit0からbit31には、障害を注入した時刻を示すHOUR7（時）、MINUTE7（分）、SECOND7（秒）、MILLSEC7（ミリ秒）が含まれる。bit32からbit255にも、同様に、障害を注入した時刻を示すデータが含まれる。ここでは、一例として、最大8回分の時刻を示すデータを含むことにしているが、これより少ないデータを含むようにしてもよいし、これより多くのデータを含むようにしてもよい。なお、実行履歴記録部184は、9回目以降の障害注入時には、初回の中から上書きするようにして最新の8回分を記録する。

【0141】

ステップS271の後、ステップS215～S219の処理が実行される。ステップS215～S219の処理は、実施の形態1と同様である。

【0142】

検証端末16が障害シミュレータ11にステータスデータ要求コマンドを送信すると、障害シミュレータ11は、現在の設定や、障害注入の結果を示すステータスデータを生成し、検証端末16へ送信する。

【0143】

ここで、ステータスデータ要求コマンドのフォーマットを図20に示す。例えば、ステータスデータ要求コマンドのbit0には、ステータスデータを要求するかどうかを示すRQSTSが含まれる。

【0144】

また、ここで、ステータスデータのフォーマットを図 2 1 に示す。例えば、ステータスデータの `bit 0` から `bit 159` には、障害注入指示コマンドと同様に、`FTYPE`、`INJSTART`、`FMODE`、`SCSICMD`、`MDNUM`、`MDTIME`、`DLYTIME`、`FCPORT`、`SCSIADR` が含まれる。`bit 256` から `bit 511` には、実行履歴データと同様に、障害を注入した時刻を示すデータが含まれる。ここでは、一例として、最大 8 回分の時刻を示すデータを含むことにしているが、これより少ないデータを含むようにしてもよいし、これより多くのデータを含むようにしてもよい。

【0145】

図 2 2 は、ステータスデータを送信する際の障害シミュレータ 1 1 の動作を示すフローチャートである。

【0146】

障害シミュレータ 1 1 は、検証端末 1 6 から `USB 2 2` を介してステータスデータ要求コマンドが送信されると、検証端末 `I / F 1 8 1` を介してステータスデータ要求コマンドを受信して（ステップ `S 5 0 1`）、記憶装置で保持する（ステップ `S 5 0 2`）。

【0147】

ステータスデータ生成部 1 8 3 は、記憶装置からステータスデータ要求コマンドを読み出し、ステータスデータ要求コマンドの `RQSTS` ビットを処理装置により確認する（ステップ `S 5 0 3`）。`RQSTS` ビットが 0 であれば、コマンドは無効であるので、処理を終了する。`RQSTS` ビットが 1 であれば、ステータスデータ生成部 1 8 3 は、ステータスデータの生成処理を開始する。

【0148】

ステータスデータ生成部 1 8 3 は、実行履歴記録部 1 8 4 により記憶装置に保存されている実行履歴データを読み出して保持する（ステップ `S 5 0 4`）。また、ステータスデータ生成部 1 8 3 は、障害注入設定部 1 8 2 により記憶装置に保存されている直近の（即ち、障害注入設定部 1 8 2 が最後に受信した）障害注入指示コマンドを読み出し、障害注入指示コマンドで設定されている内容（データ）を保持する（ステップ `S 5 0 5`）。ステータスデータ生成部 1 8 3 は、ステップ `S 5 0 4`、`S 5 0 5` で保持したデータを合わせてステータスデータを生成する（ステップ `S 5 0 6`）。そして、ステータスデータ生成部 1 8 3 は、生成したステータスデータを検証端末 `I / F 1 8 1` を介して検証端末 1 6 へ送信する（ステップ `S 5 0 7`）。

【0149】

検証端末 1 6 は、障害シミュレータ 1 1 から送信されたステータスデータを受信して、例えば、出力装置により出力する。検証端末 1 6 のユーザは、出力されたステータスデータを見ることにより、障害シミュレータ 1 1 がどのような間隔でどのような障害を発生させたかを知ることができる。

【0150】

上記のように、本実施の形態において、検証端末 1 6 は、障害シミュレータ 1 1 から情報を収集する。障害シミュレータ 1 1 の制御部 1 3 1 は、擬似障害を発生させる度に、時刻を記録し、記録した時刻の一覧を履歴情報として検証端末 1 6 へ出力する。

【0151】

以上説明したように、本実施の形態では、検証端末 1 6 が、障害シミュレータ 1 1 で実行された障害注入処理に関する情報を獲得する。これにより、二重系システムにおいて系切り替え試験を実施したときに、試験結果の検証のために有用な情報となる、障害注入に関する設定情報や障害注入の履歴を獲得することができる。

【0152】

実施の形態 5 .

本実施の形態について、主に実施の形態 1 との差異を説明する。

【0153】

図 2 3 は、本実施の形態に係る障害シミュレータ 1 1 の構成を示すブロック図である。

【0154】

10

20

30

40

50

図 2 3 において、障害シミュレータ 1 1 は、実施の形態 1 と同様の構成要素に加えて、F C P __ C M N D 記録部 1 9 4 を備える。

【 0 1 5 5 】

実施の形態 1 では、ディスク A 1 4 の特定のエリアを指定することで障害注入の対象となるコマンドを限定していた。試験のときに、特定のエリアではなく、特定のファイルにアクセスすることを試験項目として設定している場合には、そのファイルとディスク A 1 4 のエリア (S C S I A D R) を関連付ける必要がある。本実施の形態では、検証端末 1 6 が、特定のファイルにアクセスすることが試験項目として設定されているときに、障害注入指示コマンドを発行するのに必要な情報を得る機能を有する。

【 0 1 5 6 】

以下では、試験システム 1 0 の動作について、障害タイプ「応答遅延」を例に説明するが、障害タイプが「無応答」、「リンク断」、「応答異常」であっても同様の動作が可能である。また、以下では、障害注入指示コマンドが、ディスク A 1 4 の特定エリアからのリード処理が行われる際に障害を発生させるよう指示するものである場合について説明するが、障害注入指示コマンドが、ディスク A 1 4 の特定エリアへのライト処理が行われる際に障害を発生させるよう指示するものである場合についても同様である。

【 0 1 5 7 】

検証端末 1 6 は、U S B 2 2 を介して障害シミュレータ 1 1 に F C P __ C M N D モニタ要求コマンドを送信する。障害シミュレータ 1 1 は、F C P __ C M N D モニタ要求コマンドを受信すると、F C P __ C M N D モニタ要求コマンドが F C P __ C M N D のモニタの開始を要求するものであるか、あるいは、F C P __ C M N D のモニタの停止を要求するものであるかを確認する。F C P __ C M N D モニタ要求コマンドが F C P __ C M N D のモニタの開始を要求するものであれば、障害シミュレータ 1 1 は、サーバ A 1 2 から受信するデータをモニタし、F C P __ C M N D を受信した場合には、F C P __ C M N D を保持する。一方、F C P __ C M N D モニタ要求コマンドが F C P __ C M N D のモニタの停止を要求するものであれば、障害シミュレータ 1 1 は、保持している複数の F C P __ C M N D から F C P __ C M N D ログを生成して検証端末 1 6 へ送信する。検証端末 1 6 は、F C P __ C M N D ログを解析し、障害注入指示コマンドの作成に必要な情報を取得する。

【 0 1 5 8 】

ここで、F C P __ C M N D モニタ要求コマンドのフォーマットを図 2 4 に示す。例えば、F C P __ C M N D モニタ要求コマンドの b i t 0 には、F C P __ C M N D のモニタの開始を要求するかどうかを示す M O N S T A R T が含まれる。b i t 1 には、F C P __ C M N D のモニタの停止を要求するかどうかを示す M O N S T O P が含まれる。

【 0 1 5 9 】

また、ここで、F C P __ C M N D ログのフォーマットを図 2 5 に示す。例えば、F C P __ C M N D ログには、障害シミュレータ 1 1 がサーバ A 1 2 から受信した複数の F C P __ C M N D が受信時刻の順に記録される。

【 0 1 6 0 】

図 2 6 は、障害シミュレータ 1 1 の動作を示すフローチャートである。

【 0 1 6 1 】

障害注入設定部 1 8 2 は、F C P __ C M N D モニタ要求コマンドを検証端末 I / F 1 8 1 を介して検証端末 1 6 から受信すると、記憶装置に保存する (ステップ S 6 0 1) 。制御部 1 3 1 は、記憶装置から直近の (即ち、障害注入設定部 1 8 2 が最後に受信した) F C P __ C M N D モニタ要求コマンドを読み出し、F C P __ C M N D モニタ要求コマンドの M O N S T A R T フィールドを処理装置により確認する (ステップ S 6 0 2) 。M O N S T A R T フィールドが 1 になっていれば、制御部 1 3 1 は、モニタを開始する。M O N S T A R T フィールドが 0 であれば、制御部 1 3 1 は、モニタを開始せず、次の F C P __ C M N D モニタ要求コマンドを待つ。

【 0 1 6 2 】

制御部 1 3 1 は、ステップ S 6 0 2 でモニタ開始するにあたり F C P __ C M N D 記録部

10

20

30

40

50

194にモニタの開始を通知し、記憶装置に記録されているFCP__CMNDログをクリアする(記録されているFCP__CMNDを削除する)。制御部131は、データ選択部A152を制御し、第1データ経路173を選択するが、複データ保持部172にデータを保存するようにデータ保存部A111も制御する。データ保存部A111が複データ保持部172に保存したデータは、FCP__CMNDログの生成のために使われるのであり、データ送信部A102に出力されることはない。

【0163】

サーバA12においてディスクA14上にあるファイルXをリードするようなプログラムが実行されると、サーバA12からディスクA14に対してFCP__CMNDが発行される。障害シミュレータ11は、サーバA12から送信されたデータをデータ受信部A101で受信する。データ受信部A101は、受信したデータのデシリアライズ及びデコードを行う。データ受信部A101は、デコードを終えたデータを2バイトずつデータ保存部A111に送信する。データ保存部A111は、データ受信部A101から送られてきたデータを複データ保持部172に保存するとともにコマンド解析部141に直近の(即ち、最後に受信した)4バイトのデータを出力する(ステップS603、S604)。

10

【0164】

制御部131は、記憶装置から直近の(即ち、障害注入設定部182が最後に受信した)FCP__CMNDモニタ要求コマンドを読み出し、FCP__CMNDモニタ要求コマンドのMONSTOPフィールドを処理装置により確認する(ステップS605)。MONSTOPフィールドが0になっていれば、制御部131は、モニタを継続する。

20

【0165】

コマンド解析部141は、ステップS605で制御部131がモニタを継続する場合には、データ保存部A111から入力されてきた4バイトのデータを解析し、このデータがフレームの先頭であるかを処理装置により判定する(ステップS606)。具体的には、コマンド解析部141は、4バイトのデータがBCB5__5656hであれば、解析したデータがSOF、即ち、フレームの先頭であると判定する。コマンド解析部141が解析したデータがフレームの先頭でない場合、ステップS604に戻る。その後、次の2バイトが読み込まれ、ステップS606まで進んだ場合、コマンド解析部141は、その直前の2バイトと合わせた4バイトのデータを解析する。コマンド解析部141は、フレームの先頭を検出するまで同様の処理を繰り返す。

30

【0166】

データ保存部A111は、ステップS606でコマンド解析部141が解析したデータがフレームの先頭である場合、後続の4バイトのデータを複データ保持部172に保存する(ステップS607)。そして、データ保存部A111は、その4バイトのデータをコマンド解析部141に出力する。コマンド解析部141は、データ保存部A111から受け取ったデータを解析し、末尾の1バイトのデータ、即ち、フレームの先頭から8バイト目のR__CTLフィールドがFCP__CMNDを示すものであるかを処理装置により判定する(ステップS608)。具体的には、コマンド解析部141は、R__CTLフィールドが06hであれば、受信中のフレームがFCP__CMNDであると判定する。ステップS608でフレームがFCP__CMNDでない場合、ステップS604に戻る。その後、次の2バイトが読み込まれ、ステップS606まで進んだ場合、コマンド解析部141は、その直前の2バイトと合わせた4バイトのデータを解析する。コマンド解析部141は、フレームの先頭を検出すると、R__CTLフィールドを解析する。コマンド解析部141は、FCP__CMNDを検出するまで同様の処理を繰り返す。

40

【0167】

データ保存部A111は、ステップS608でフレームがFCP__CMNDである場合、後続の60バイトのデータを複データ保持部172に保存する(ステップS609)。制御部131は、データ保存部A111でFCP__CMNDが保存されたことをFCP__CMND記録部194に通知する。FCP__CMND記録部194は、データ保存部A111が複データ保持部172に保存したFCP__CMNDを記録したFCP__CMNDロ

50

グを生成する（ステップS610）。例えば、FCP__CMND記録部194は、データ保存部A111でFCP__CMNDが保存される度に、新たに保存されたFCP__CMNDをFCP__CMNDログの末尾に追加する。FCP__CMND記録部194は、FCP__CMNDログが予め割り当てられた容量を超える場合には、新たに保存されたFCP__CMNDを無視する。

【0168】

制御部131は、ステップS605でMONSTOPフィールドが1になっていれば、モニタを停止する。制御部131は、FCP__CMND記録部194により記録されたFCP__CMNDログを記憶装置から読み出し、検証端末I/F181を介して検証端末16へ送信する（ステップS611）。

10

【0169】

検証端末16は、障害シミュレータ11から送信されたFCP__CMNDログを受信して、例えば、出力装置により出力する。検証端末16のユーザは、出力されたFCP__CMNDログを見ることにより、ファイルXにアクセスするときのSCSIアドレス、FCPORTに関する情報を入手することが可能になる。そして、この情報を利用して、検証端末16から障害シミュレータ11に送信する障害注入指示コマンドを作成することができる。

【0170】

上記のように、本実施の形態において、検証端末16は、障害シミュレータ11から情報を収集する。障害シミュレータ11の制御部131は、コマンド解析部141により解析された1フレーム分のデータがFCP__CMNDであると判定される度に、当該データを記録し、記録したデータの一覧をログ情報として検証端末16へ出力する。

20

【0171】

以上説明したように、本実施の形態では、検証端末16が、あるファイルへのアクセス時のFCP__CMNDのパラメータを得ることができる。これにより、障害注入指示コマンドの作成に必要な情報（SCSIADR、FCPORT等）を得ることができ、障害注入の限定条件がある特定のファイル名であるような試験でも実施が可能になる。

【0172】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、これらのうち、2つ以上の実施の形態を組み合わせても構わない。あるいは、これらのうち、1つの実施の形態を部分的に実施しても構わない。あるいは、これらのうち、2つ以上の実施の形態を部分的に組み合わせても構わない。

30

【符号の説明】

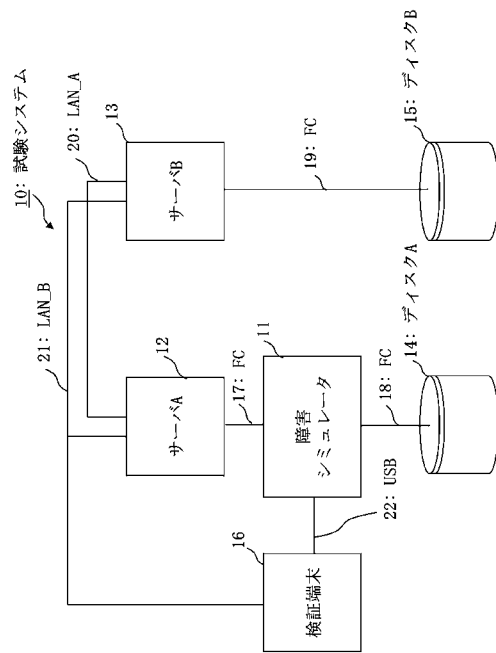
【0173】

10 試験システム、11 障害シミュレータ、12 サーバA、13 サーバB、14 ディスクA、15 ディスクB、16 検証端末、101 データ受信部A、102 データ送信部A、103 データ送信部B、104 データ受信部B、111 データ保存部A、112 データ保存部B、131 制御部、141 コマンド解析部、142 データ解析部、151 代替送信データ出力部、152 データ選択部A、153 データ選択部B、154 データ置換部、161 コマンド送信遅延タイマ、162 障害注入遅延タイマ、163 障害注入回数カウンタ、171 単データ保持部、172 複数データ保持部、173 第1データ経路、174 第2データ経路、175 第3データ経路、176 第4データ経路、177 第5データ経路、181 検証端末I/F、182 障害注入設定部、183 ステータスデータ生成部、184 実行履歴記録部、185 時計部、191 非IDLEフラグ、192 受信データ数カウンタ、193 D__ID保存部、194 FCP__CMND記録部、901 LCD、902 キーボード、903 マウス、904 FDD、905 CDD、906 プリンタ、911 CPU、912 バス、913 ROM、914 RAM、915 通信ボード、920 HDD、921 オペレーティングシステム、922 ウィンドウシステム、923 プログラム群、924 ファイル群。

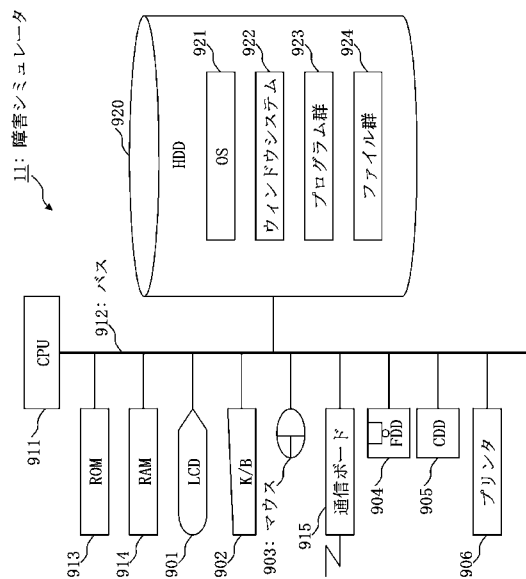
40

50

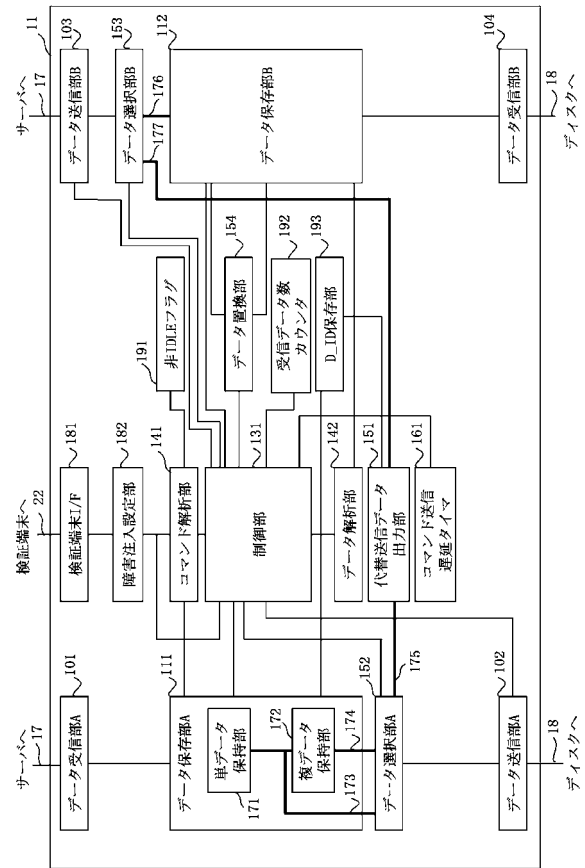
【 図 1 】



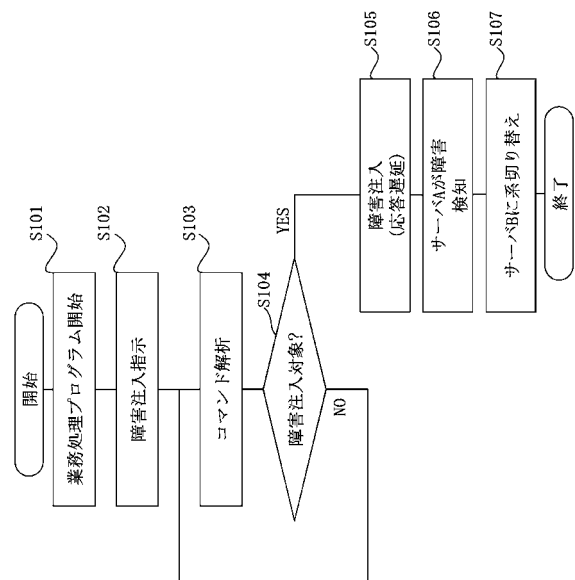
【 図 3 】



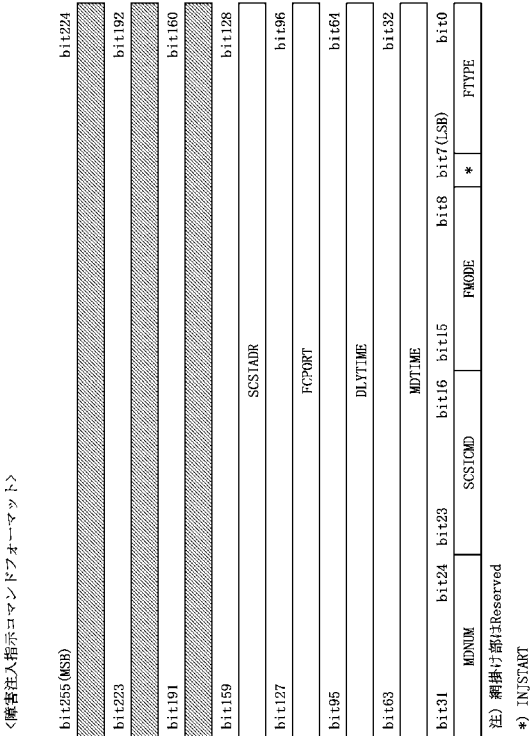
【 図 2 】



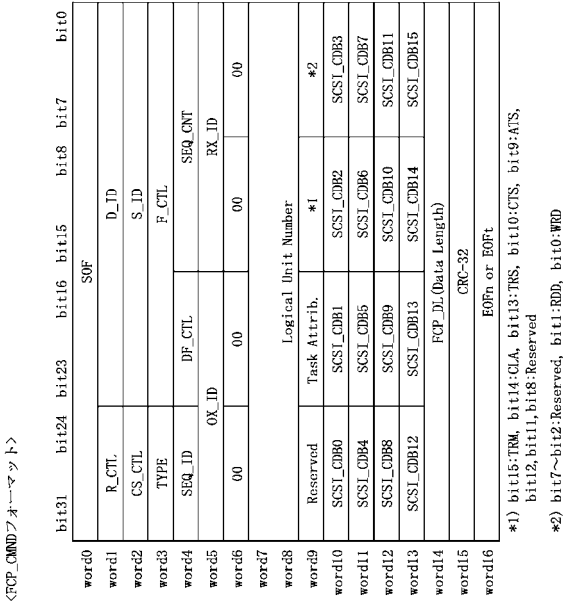
【 図 4 】



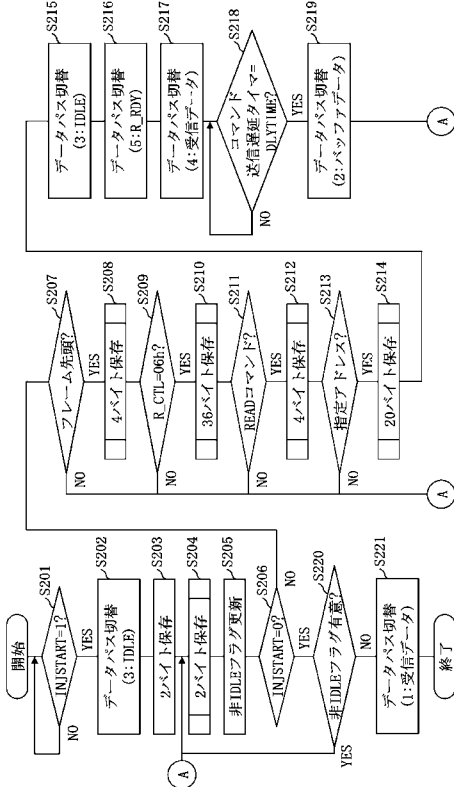
【図 5】



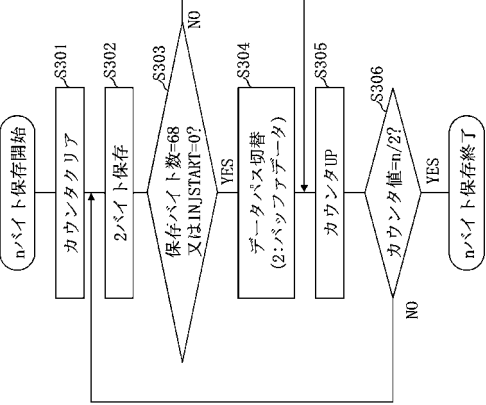
【図 6】



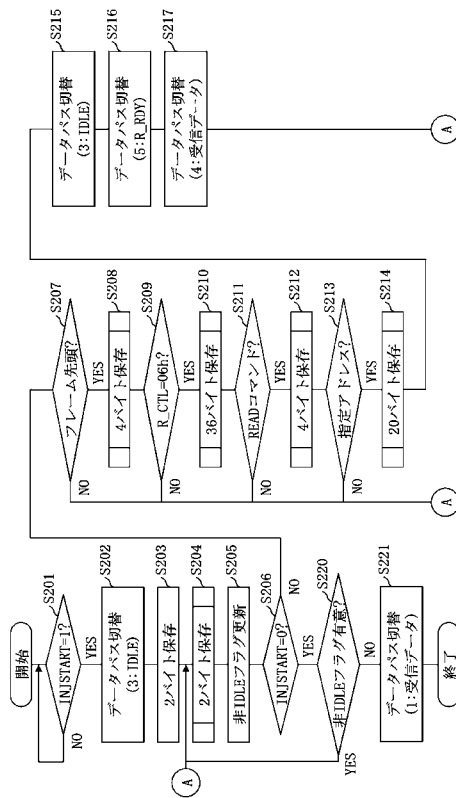
【図 7】



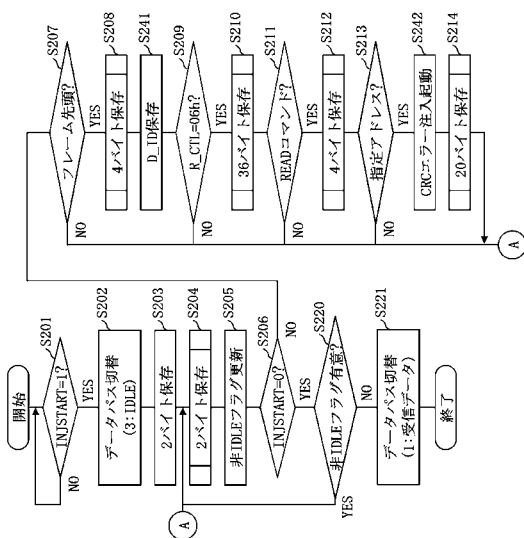
【図 8】



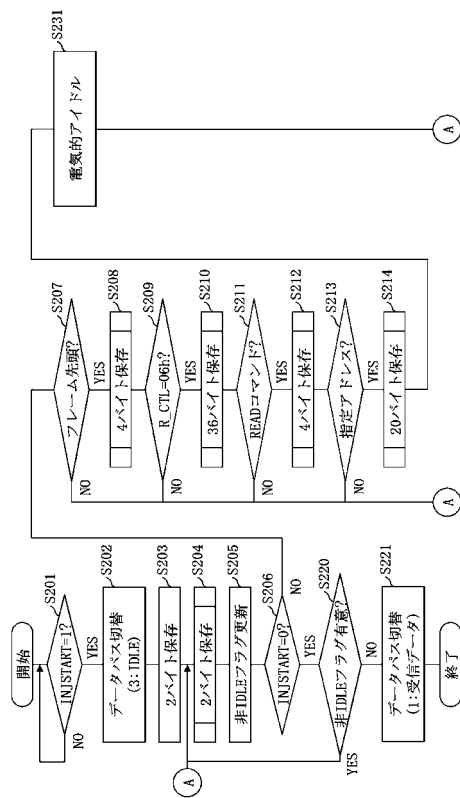
【図 9】



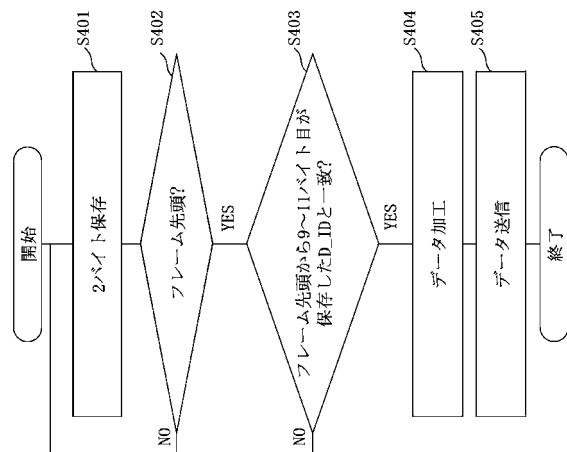
【図 1 1】



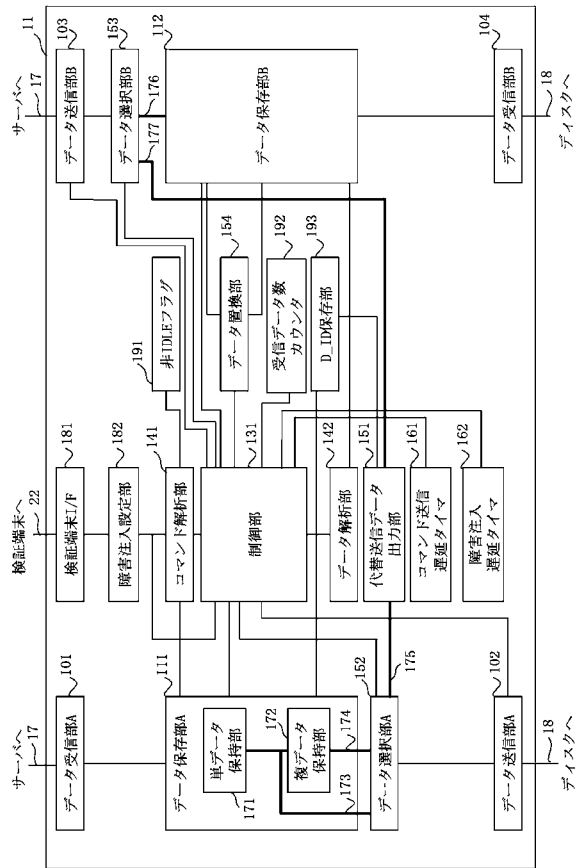
【図 1 0】



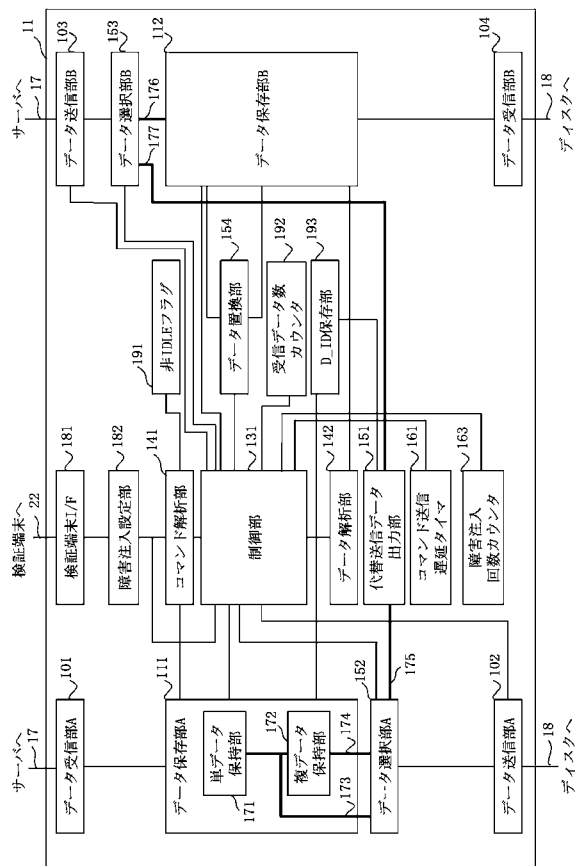
【図 1 2】



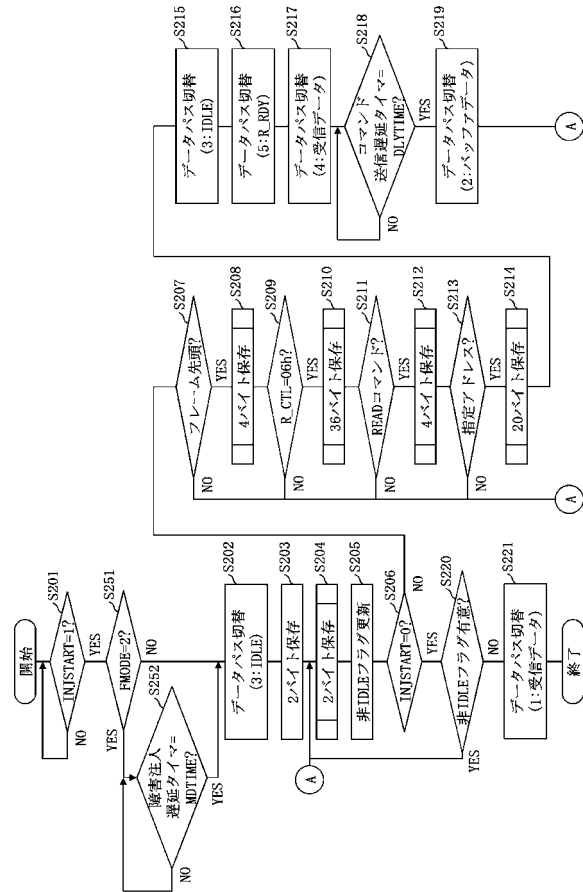
【 図 1 3 】



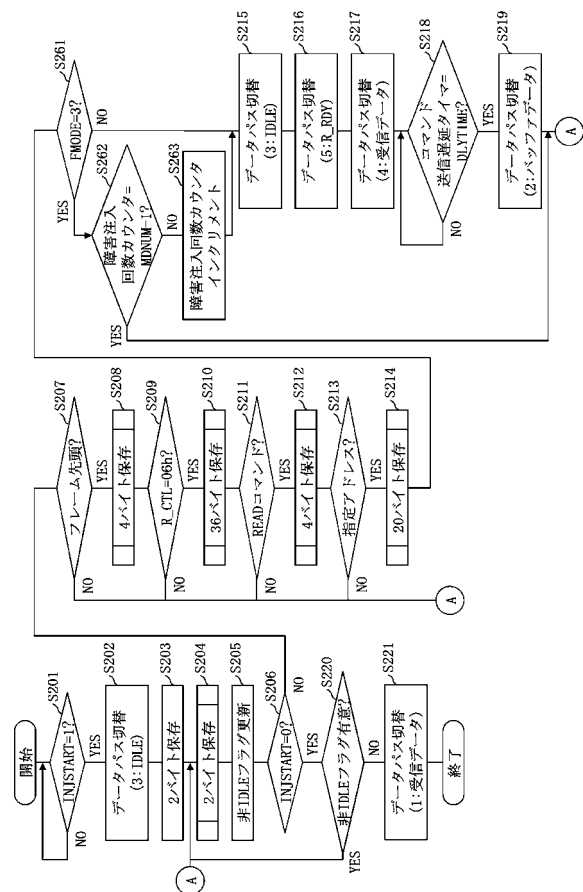
【 図 1 5 】



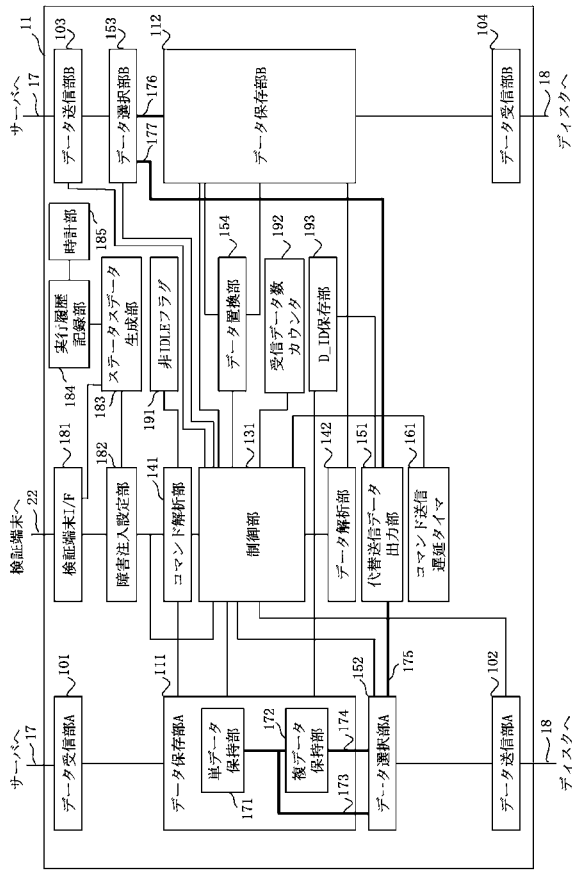
【 図 1 4 】



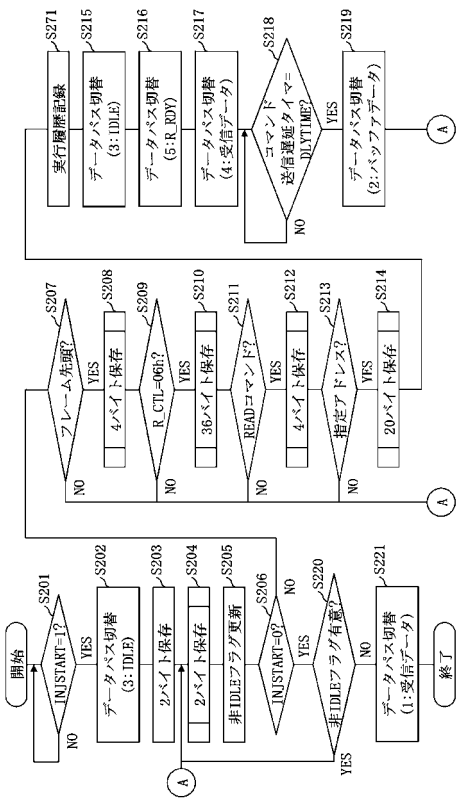
【 図 1 6 】



【図 17】



【図 18】

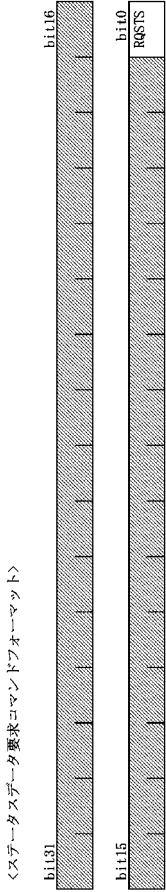


【図 19】

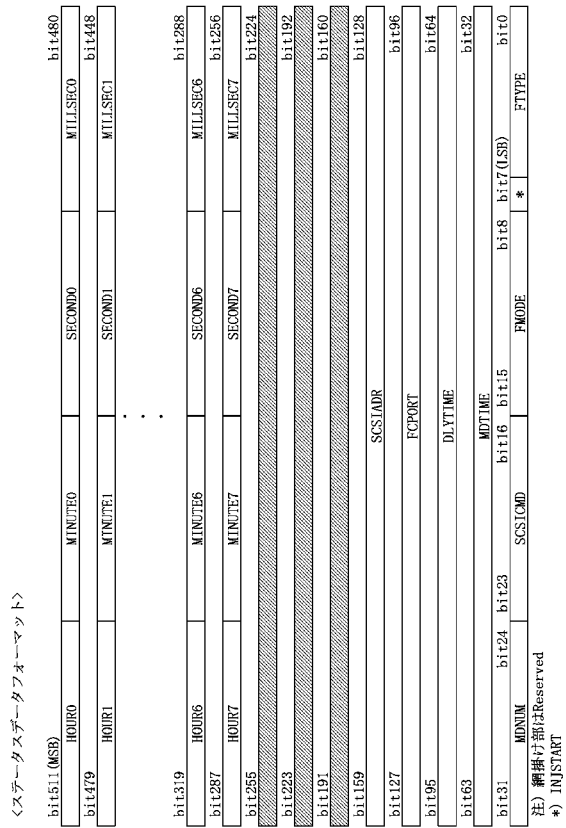
〈実行履歴データフォーマット〉

bit255 (MSB)	bit250	bit249	bit240	bit239	bit232	bit231	bit224
HOUR0	MINUTE0	SECOND0	SECOND0	SECOND0	SECOND0	SECOND0	MILLISEC0
bit223	bit216	bit215	bit208	bit207	bit200	bit199	bit192
HOUR1	MINUTE1	SECOND1	SECOND1	SECOND1	SECOND1	SECOND1	MILLISEC1
bit191	bit184	bit183	bit176	bit175	bit168	bit167	bit160
HOUR2	MINUTE2	SECOND2	SECOND2	SECOND2	SECOND2	SECOND2	MILLISEC2
bit159	bit151	bit150	bit143	bit142	bit134	bit133	bit126
HOUR3	MINUTE3	SECOND3	SECOND3	SECOND3	SECOND3	SECOND3	MILLISEC3
bit127	bit120	bit119	bit112	bit111	bit104	bit103	bit96
HOUR4	MINUTE4	SECOND4	SECOND4	SECOND4	SECOND4	SECOND4	MILLISEC4
bit95	bit88	bit87	bit80	bit79	bit72	bit71	bit64
HOUR5	MINUTE5	SECOND5	SECOND5	SECOND5	SECOND5	SECOND5	MILLISEC5
bit63	bit56	bit55	bit48	bit47	bit40	bit39	bit32
HOUR6	MINUTE6	SECOND6	SECOND6	SECOND6	SECOND6	SECOND6	MILLISEC6
bit31	bit24	bit23	bit16	bit15	bit8	bit7 (LSB)	bit0
HOUR7	MINUTE7	SECOND7	SECOND7	SECOND7	SECOND7	SECOND7	MILLISEC7

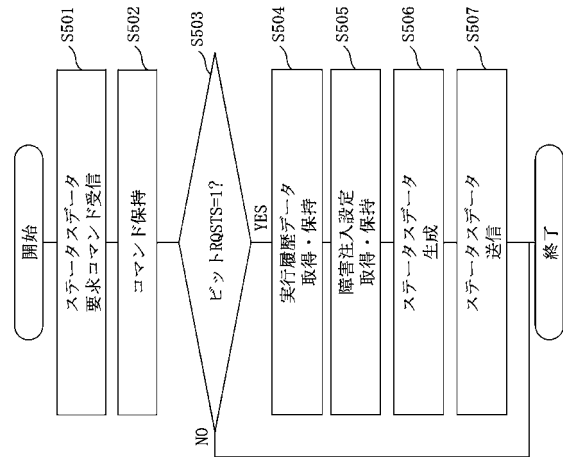
【図 20】



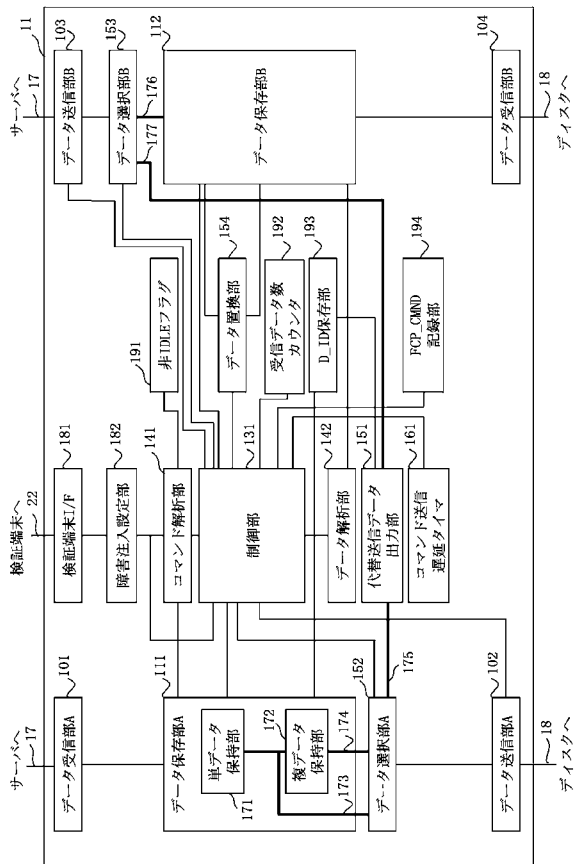
【 図 2 1 】



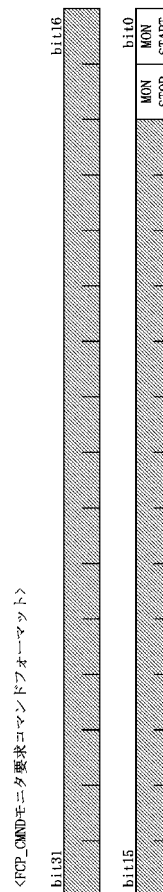
【 図 2 2 】

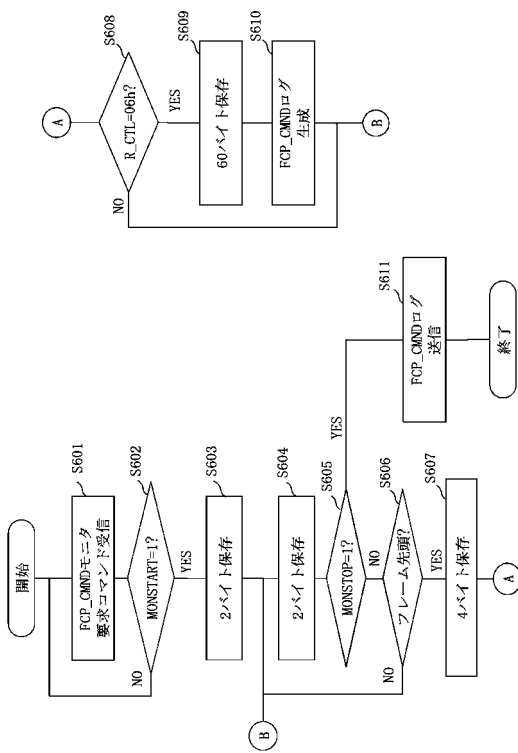
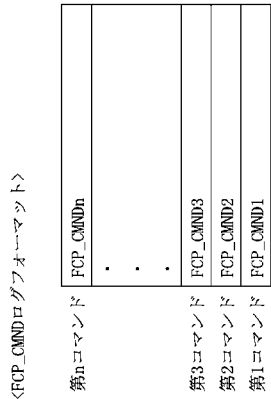


【 図 2 3 】



【 図 2 4 】





フロントページの続き

F ターム(参考) 5B048 AA06 DD18
5B065 BA01 EC02