

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7091923号  
(P7091923)

(45)発行日 令和4年6月28日(2022.6.28)

(24)登録日 令和4年6月20日(2022.6.20)

(51)国際特許分類	F I	
H 0 4 L 45/24 (2022.01)	H 0 4 L 45/24	
H 0 4 L 12/28 (2006.01)	H 0 4 L 12/28	2 0 0 Z
H 0 4 L 51/00 (2022.01)	H 0 4 L 51/00	

請求項の数 7 (全20頁)

(21)出願番号	特願2018-148897(P2018-148897)	(73)特許権者	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(22)出願日	平成30年8月7日(2018.8.7)	(74)代理人	110001807 特許業務法人磯野国際特許商標事務所
(65)公開番号	特開2020-25201(P2020-25201A)	(72)発明者	平澤 崇佳 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
(43)公開日	令和2年2月13日(2020.2.13)	(72)発明者	入野 仁志 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
審査請求日	令和2年12月4日(2020.12.4)	審査官	大石 博見

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 転送装置、転送方法及びプログラム

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

通信の経路で接続された転送装置群によるスイッチクラスタに外部から集中制御を行う集中制御装置と、主信号経路を介して経路制御の通信を行う当該スイッチクラスタの転送装置であって、

前記主信号経路を伝送する、前記スイッチクラスタの内部用パケットと、当該スイッチクラスタの外部の経路制御を行う外部用パケットとを分離する分離部と、

前記スイッチクラスタの内部の複数経路を自在に辿る経路を求める経路制御を行う内部経路制御部と

を備え、

前記分離部は前記スイッチクラスタの内部向けの経路制御パケットを分離し、前記内部経路制御部は、当該分離された内部向けの経路制御パケットの不通時に当該不通の経路を迂回する経路を生成する経路制御を行う

ことを特徴とする転送装置。

## 【請求項2】

前記内部経路制御部は、

前記スイッチクラスタの内部に転送装置群の接続経路が複数ある場合、前記主信号経路に係る通信を複数経路に分散することも可能な経路制御を行う

ことを特徴とする請求項1に記載の転送装置。

## 【請求項3】

前記内部経路制御部は、  
前記スイッチクラスタの内部経路を、当該スイッチクラスタの外部経路と独立して経路制御する  
ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の転送装置。

【請求項 4】

前記分離部で分離された前記スイッチクラスタの外部向けの経路制御パケットを、前記集中制御装置へ転送する外部ルートエージェントを更に備える  
ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載の転送装置。

【請求項 5】

前記内部経路制御部は、  
前記集中制御装置と前記スイッチクラスタの内部の転送装置との通信を、当該スイッチクラスタの内部経路を介して行うように制御する  
ことを特徴とする請求項 1 ~ 4 の何れか 1 項に記載の転送装置。

10

【請求項 6】

通信の経路で接続された転送装置群によるスイッチクラスタに外部から集中制御を行う集中制御装置と、主信号経路を介して経路制御の通信を行う当該スイッチクラスタの転送装置による転送方法であって、

前記転送装置は、

前記主信号経路を伝送する、前記スイッチクラスタの内部用パケットと、当該スイッチクラスタの外部用パケットとを分離するステップと、

20

前記スイッチクラスタ内部の複数経路を自在に辿る経路を求める経路制御を行うステップと、

前記分離において前記スイッチクラスタの内部向けの経路制御パケットを分離し、当該分離された内部向けの経路制御パケットの不通時に当該不通の経路を迂回する経路を生成する経路制御を行うステップと

を実行することを特徴とする転送方法。

【請求項 7】

通信の経路で接続された転送装置群によるスイッチクラスタに外部から集中制御を行う集中制御装置と、主信号経路を介して経路制御の通信を行う当該スイッチクラスタの転送装置としてのコンピュータを、

30

前記主信号経路を伝送する、前記スイッチクラスタの内部用パケットと、当該スイッチクラスタの外部用パケットとを分離する手段、

前記スイッチクラスタ内部の複数経路を自在に辿る経路を求める経路制御を行う手段、

前記分離において前記スイッチクラスタの内部向けの経路制御パケットを分離し、当該分離された内部向けの経路制御パケットの不通時に当該不通の経路を迂回する経路を生成する経路制御を行う手段、

前記スイッチクラスタ内部の経路情報及び前記スイッチクラスタ外部の経路情報を、パケット転送機能が用いる経路情報として通知する手段

として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、通信ネットワークを構成する転送装置群（スイッチクラスタ）の通信経路の拡張制御、並びに、通信経路における障害発生時の自動経路切替制御を行う転送装置、転送方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、OTT（Over The Top）の発展に伴い、汎用的な転送機能に特化したデータセンタ向けの汎用スイッチ市場が盛んになっている。通信キャリアとしても従来から用いられてきた転送装置として、キャリア向け専用開発装置を分離して汎用装置群とする検討が進

50

められている（特許文献1）。

【0003】

例えば、図10に従来の転送装置の構成を示す。この転送装置10は、転送装置10の制御を行うマネジメント機能10aと、他の転送装置と接続する経路を制御するルーティング機能10bと、パケットを転送するパケット転送機能10cの3つの機能を1パッケージに収容して構成されている。

【0004】

転送装置10の内部には、図11に示すように、NOS（Network Operating System）12で制御されるファブリックカード13a、13bと、ラインカード14a、14b、14cとが組み込まれている。ファブリックカード13a、13bと、ラインカード14a、14b、14cという2種類の装置コンポーネント間はClos型トポロジ15で接続されている。

10

【0005】

また、図12に示す従来の転送システムは、外部のサーバ11に切り離して収容したマネジメント機能10aと、このマネジメント機能10aにより制御される転送装置11a、11b、11c、11d、11e群とで構成される。この際、各転送装置11a～11eはパケット転送機能10cを備える。更に、各転送装置11a～11e及びサーバ11の何れか一方でルーティング機能10bを備える。

【0006】

図12に示す伝送システムの各転送装置11a～11eには、図13に示す構成要素が次のように収容されている。転送装置11aはスパインSW（Switch）17aであり、転送装置11bはスパインSW17b、転送装置11cはリーフSW18a、転送装置11dはリーフSW18b、転送装置11eはリーフSW18eである。

20

【0007】

図13に示す転送システムは、サーバ16に搭載されたCTL（Controller）16aで制御されるスパインSW17a、17bと、リーフSW18a、18b、18cという2種類の装置コンポーネント間が、Clos型トポロジ19で接続されて構成されている。Clos型トポロジ19で接続されたスパインSW17a、17b及びリーフSW18a～18cは、スイッチクラスタ20を構成している。この構成により大容量転送を実現している（非特許文献1）。

30

【0008】

図13に示すような、従来の転送装置と同様の転送容量を担保するために将来期待される通信ネットワーク構成においては、複数の転送装置を組み合わせる構成が検討されている。

【0009】

また、複数の汎用の転送装置群を制御する既存のアーキテクチャとして、自律分散型（非特許文献2）と、集中制御型（非特許文献3、4）がある。図14に自律分散型転送システム21を示し、図15に集中制御型転送システム31を示す。

【0010】

図14に示す自律分散型転送システム21は、コントロール機能としてのNOSCTL22aが搭載された外部のサーバ22と、NOSCTL22aによりマネジメントSW23を介して制御される転送装置24a～24e群とで構成されている。各転送装置24a～24eは、ルーティング機能とパケット転送機能を実現するNOSを備える。このように、各転送装置24a～24eに自律的な経路解決機能としてのNOSを配備することで、NOSCTL22aとの接続が切断された場合においても、各転送装置24a～24e上のNOS自身で自律的に経路構築できるため、従来同様の通信ネットワークの信頼性が維持できる利点がある。

40

【0011】

しかし、物理的な転送装置24a～24eの台数の増加に伴い経路情報も増加し、通信ネットワーク全体に影響が生じる。既存のネットワークで用いられている専用の転送装置2

50

4 a ~ 2 4 e は、図 1 4 に示すシステム 2 1 で置き換えを想定すると、装置台数の増加に伴う経路情報の増加により、ネットワーク全体に影響が生じるため、周囲に影響を与えずに置き換えることは困難である。そこで、下記集中制御型の転送システムが実現されている。

【 0 0 1 2 】

図 1 5 に示す集中制御型転送システム 3 1 は、R / F ( Routing / Forwarding ) 制御を行うコントローラである R / F C T L 3 2 a が搭載された外部のサーバ 3 2 と、転送装置 3 4 a ~ 3 4 e 群とを備えて構成されている。R / F C T L 3 2 a は、ルーティング機能とフォワーディング制御機能とを有する。転送装置 3 4 a ~ 3 4 e 群は、パケット転送機能を備え、R / F C T L 3 2 a によりマネジメント S W 3 3 を介して制御される。

10

【 0 0 1 3 】

このような集中制御型の転送システム 3 1 は、複数の転送装置 3 4 a ~ 3 4 e に対して、外部に切り離れた R / F C T L 3 2 a で一元的に経路構築を行うため、経路情報交換時に物理的な転送装置の台数を意識せずに、転送装置を論理的なノードとして制御できる利点がある。

【 0 0 1 4 】

非特許文献 5 における転送システムの実装例を図 1 6 に示す。ここで、上述の図 1 5 に示した集中制御型転送システム 3 1 では、R / F C T L 3 2 a から各転送装置 3 4 a ~ 3 4 e に破線で示す 1 本の制御線しか接続できず冗長性に欠けていた。しかし、図 1 6 の集中制御型の転送システム 4 1 では、データ転送用の線 4 3 も用いて、上記図 1 5 の 1 本の制御線

20

【 0 0 1 5 】

図 1 6 では、C T L 4 5 から、D - p l a n e ( 主信号 ) と同様の経路も用いて集中制御するために、追加機能 4 7 をマネジメントポート 4 8 を介して各転送装置 4 2 a , 4 2 b に接続している。また、各外部サーバ 4 3 a , 4 3 b と各転送装置 4 2 a , 4 2 b とは、マネジメントポート 4 8 で接続されている。更に、各転送装置 4 2 a , 4 2 b に D - p l a n e 用ポート 4 6 経由で外部装置 4 4 a , 4 4 b が接続されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 6 】

【 文献 】 特開 2 0 1 7 - 3 8 2 0 9 号公報

【 非特許文献 】

【 0 0 1 7 】

【 文献 】 C.Clos, " A Study of Non-Blocking Switching Networks. " The Bell System technical Journal, 32(2):406-424, March 1953.

" Multi-Service Fabric (MSF) ", [ online ], 2018 GitHub, Inc, [ 平成 3 0 年 7 月 1 8 日検索 ], インターネット URL: <https://github.com/multi-service-fabric/msf>

ONF, " Enabling next-generation solutions in service provider networks ", [ online ], 2018, [ 平成 3 0 年 7 月 1 8 日検索 ], インターネット URL: <https://onosp-roject.org/>

40

ONF, " CORD Installing a physical PoD ", [ online ], 2018, [ 平成 3 0 年 7 月 1 8 日検索 ], インターネット URL: [https://guide.opencord.org/cord-5.0/install\\_physical.html](https://guide.opencord.org/cord-5.0/install_physical.html)

平澤崇佳 他 2 名, " 複数ノードの論理ノード化に関する高信頼化の一検討 ", 信学技報, NS20 17-172, pp.27-32.

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 8 】

上述した非特許文献 3 ~ 5 では、通信ネットワークを構成する複数の転送装置を、1 台の集中制御装置 ( C T L ) で集中制御して管理する集中制御技術 ( O p e n f l o w ) が用

50

いられている。しかし、集中制御技術に対応した転送装置は、集中制御装置と接続するためのマネージメントポートを1つしか持たないものが多い。そこで、集中制御装置と複数の転送装置との接続には、マネージメントスイッチ（図15のマネージメントSW23，33参照）で集約して接続するため、この集約接続部分が単一障害点となってしまう問題があった。更に、集中制御装置と転送装置とのトラフィックが特定経路に集中してしまう問題があった。

【0019】

この他、図16に一例を示したように、外部サーバ等に搭載した集中制御装置（CTL45）から各転送装置を制御するための通信をD-plane（主信号）と同様の経路で行う技術も提案されている。しかし、スイッチクラスタ内のデータ転送は転送先ポートを静的（固定的）に指定して行っている。このため、スイッチクラスタ内の障害（例えば、図16にx印で示す経路障害）が発生すると、迂回経路の選択機能が無いため、集中制御装置との通信が途切れてしまう。

10

【0020】

つまり、図17に示すように、図示せぬ外部サーバ内に配備されて集中制御を行うCTL51が、矢印Y2～Y5で示すように、各転送装置52a～52dとD-plane（主信号）と同様の経路により通信を行っている場合に次のように通信が行えなくなる。即ち、図17にx印で示すように、転送装置52aと転送装置52d間の経路に断線等の障害が発生したとすると、迂回経路の選択機能が無いので、CTL51は、転送装置52b及び52dと矢印Y2，Y3で示す通信が行えなくなる問題が生じる。

20

【0021】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、集中制御装置と転送装置群との接続における単一障害点を回避できると共にトラフィックを複数経路に分散でき、スイッチクラスタ内の障害時に迂回経路を選択できる転送装置、転送方法及びプログラムを提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0022】

上記課題を解決するための手段として、請求項1に係る発明は、通信の経路で接続された転送装置群によるスイッチクラスタに外部から集中制御を行う集中制御装置と、主信号経路を介して経路制御の通信を行う当該スイッチクラスタの転送装置であって、前記主信号経路を伝送する、前記スイッチクラスタの内部用パケットと、当該スイッチクラスタの外部の経路制御を行う外部用パケットとを分離する分離部と、前記スイッチクラスタの内部の複数経路を自在に辿る経路を求め経路制御を行う内部経路制御部とを備え、前記分離部は前記スイッチクラスタの内部向けの経路制御パケットを分離し、前記内部経路制御部は、当該分離された内部向けの経路制御パケットの不通時に当該不通の経路を迂回する経路を生成する経路制御を行うことを特徴とする転送装置である。

30

【0023】

請求項6に係る発明は、通信の経路で接続された転送装置群によるスイッチクラスタに外部から集中制御を行う集中制御装置と、主信号経路を介して経路制御の通信を行う当該スイッチクラスタの転送装置による転送方法であって、前記転送装置は、前記主信号経路を伝送する、前記スイッチクラスタの内部用パケットと、当該スイッチクラスタの外部用パケットとを分離するステップと、前記スイッチクラスタ内部の複数経路を自在に辿る経路を求め経路制御を行うステップと、前記分離において前記スイッチクラスタの内部向けの経路制御パケットを分離し、当該分離された内部向けの経路制御パケットの不通時に当該不通の経路を迂回する経路を生成する経路制御を行うステップとを実行することを特徴とする転送方法である。

40

【0024】

請求項7に係る発明は、通信の経路で接続された転送装置群によるスイッチクラスタに外部から集中制御を行う集中制御装置と、主信号経路を介して経路制御の通信を行う当該スイッチクラスタの転送装置としてのコンピュータを、前記主信号経路を伝送する、前記ス

50

スイッチクラスタの内部用パケットと、当該スイッチクラスタの外部用パケットとを分離する手段、前記スイッチクラスタ内部の複数経路を自在に辿る経路を求める経路制御を行う手段、前記分離において前記スイッチクラスタの内部向けの経路制御パケットを分離し、当該分離された内部向けの経路制御パケットの不通時に当該不通の経路を迂回する経路を生成する経路制御を行う手段、前記スイッチクラスタ内部の経路情報及び前記スイッチクラスタ外部の経路情報を、パケット転送機能が用いる経路情報として通知する手段として機能させるためのプログラムである。

【0025】

請求項1の構成と請求項6の方法と請求項7のプログラムによれば、スイッチクラスタ（クラスタともいう）の内部用パケットと、クラスタの外部用パケットとを分離できるので、クラスタ内部では、クラスタ外部の経路と独立に動的な経路制御が可能となる。このため、クラスタと、クラスタ外部の集中制御装置との単一障害点が回避可能となると共に、クラスタ内の転送装置の故障や経路の故障においても、この故障経路を迂回する経路（迂回経路）を生成できるので、故障前の通信を継続できる。

10

【0026】

請求項2に係る発明は、前記内部経路制御部が、前記スイッチクラスタの内部に転送装置群の接続経路が複数ある場合、前記主信号経路に係る通信を複数経路に分散することも可能な経路制御を行うことを特徴とする請求項1に記載の転送装置である。

【0027】

この構成によれば、クラスタ内部に経路が複数ある場合は、集中制御装置との通信を複数経路に分散できる。これによって、クラスタと、クラスタ外部の集中制御装置との単一障害点が回避可能となる。

20

【0028】

請求項3に係る発明は、前記内部経路制御部が、前記スイッチクラスタの内部経路を、当該スイッチクラスタの外部経路と独立して経路制御することを特徴とする請求項1又は2に記載の転送装置である。

【0029】

この構成によれば、クラスタの内部経路は、外部経路と独立して制御されるので、クラスタ内部の故障を検知した際に迂回経路を生成し、故障前の通信を継続できる。

【0030】

請求項4に係る発明は、前記分離部で分離された前記スイッチクラスタの外部向けの経路制御パケットを、前記集中制御装置へ転送する外部ルートエージェントを更に備えることを特徴とする請求項1～3の何れか1項に記載の転送装置である。

30

【0031】

この構成によれば、クラスタの外部向けの経路制御パケットを、内部向けの経路制御パケットと独立して集中制御装置へ転送できるので、集中制御装置がクラスタ外部の経路制御を容易に行うことができる。

【0032】

請求項5に係る発明は、前記内部経路制御部が、前記集中制御装置と前記スイッチクラスタの内部の転送装置との通信を、当該スイッチクラスタの内部経路を介して行うように制御することを特徴とする請求項1～4の何れか1項に記載の転送装置である。

40

【0033】

この構成によれば、集中制御装置がクラスタ内部の転送装置と通信する際に、内部経路制御部が生成した迂回経路等を介して行うことができる。

【発明の効果】

【0036】

本発明によれば、集中制御装置と転送装置群との接続における単一障害点を回避できると共にトラフィックを複数経路に分散でき、スイッチクラスタ内の障害時に迂回経路を選択できる転送装置、転送システム、転送方法及びプログラムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 3 7 】

【 図 1 】 本発明の実施形態に係る転送装置を用いた転送システムの構成を示すブロック図である。

【 図 2 】 本実施形態の転送システムのスイッチクラスタ内部経路の構成を示すブロック図である。

【 図 3 】 本実施形態の転送システムのスイッチクラスタ外部経路及び集中制御装置とスイッチクラスタとの集中制御接続の構成を示すブロック図である。

【 図 4 】 本実施形態の転送装置の構成を示すブロック図である。

【 図 5 】 本実施形態の転送システムのスイッチクラスタ内部の経路故障時の動作を説明するための基本構成を示すブロック図である。

10

【 図 6 】 本実施形態の転送システムのスイッチクラスタ内部の経路故障を示すブロック図である。

【 図 7 】 本実施形態の転送システムのスイッチクラスタ内部の経路故障後の迂回経路を示すブロック図である。

【 図 8 】 本実施形態の転送システムのスイッチクラスタ内部の転送装置の故障を示すブロック図である。

【 図 9 】 本実施形態の転送システムのスイッチクラスタ内部の転送装置故障後の迂回経路を示すブロック図である。

【 図 1 0 】 従来の転送装置の構成を示す図である。

【 図 1 1 】 従来の転送システムにおいて、図 1 0 の転送装置に收容される構成要素であるファブリックカードとラインカード間が C l o s 型トポロジで接続された構成を示すブロック図である。

20

【 図 1 2 】 転送装置群によるスイッチクラスタと、当該スイッチクラスタ外部のサーバとの分離構成を示す図である。

【 図 1 3 】 従来の転送システムにおいて、図 1 2 の転送装置に收容される構成要素であるスパイン S W とリーフ S W 間が C l o s 型トポロジで接続された構成を示すブロック図である。

【 図 1 4 】 自律分散型転送システムの構成を示すブロック図である。

【 図 1 5 】 集中制御型転送システムの構成を示すブロック図である。

【 図 1 6 】 従来の集中制御型転送システムにおいて 1 本の制御線のみ依存しない構成を示すブロック図である。

30

【 図 1 7 】 従来の転送システムの転送装置間に経路故障が生じた様態を示すブロック図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 3 8 】

以下、本発明の実施形態を、図面を参照して説明する。但し、本明細書の全図において機能の対応する構成部分には同一符号を付し、その説明を適宜省略する。

< 実施形態の構成 >

図 1 は、本発明の実施形態に係る転送装置を用いた転送システムの構成を示すブロック図である。

40

【 0 0 3 9 】

図 1 に示す転送システム 6 0 は、複数の転送装置 6 1 a , 6 1 b , 6 1 c , 6 1 d と、この転送装置 6 1 a ~ 6 1 d 群によるスイッチクラスタ ( クラスタ ) 6 1 に接続された複数のサーバ 6 2 a , 6 2 b とを備えて構成されている。クラスタ 6 1 の外部には、外部ルータ 6 3 が接続されている。これら構成要素は、光ファイバや導電線等の経路 6 5 a ~ 6 5 g で接続されている。

【 0 0 4 0 】

本実施形態の特徴は、各転送装置 6 1 a ~ 6 1 d に、クラスタ 6 1 の内部 ( クラスタ内部という ) からの D - p l a n e ( 主信号 ) と同様の経路による経路制御パケットと、クラスタ 6 1 の外部 ( クラスタ外部という ) からの D - p l a n e ( 主信号 ) と同様の経路に

50

よる経路制御パケットとを分離する機能（図4のパケットフローコントローラ87）を備える。この分離機能で、クラスタ内部の経路制御パケットと、クラスタ外部の経路制御パケットとを分離し、クラスタ内部の経路制御パケットに応じてクラスタ内部向けの経路制御エンジン（図4の内部ルートエンジン85）が経路制御を行う。また、外部ルートエージェント84（図4）がクラスタ外部の経路制御パケットをサーバ62a, 62bに搭載される集中制御装置（図4の集中制御装置73）に転送するようにした。

【0041】

これによって、クラスタ内では、クラスタ外部の経路と独立に動的な経路制御が可能となるため、クラスタ61とこの外部の集中制御装置73（図4）との単一障害点が回避可能となると共に、クラスタ内の障害においても迂回経路を生成して障害を回避可能とした。更に、クラスタ内部に経路が複数ある場合は、集中制御装置73との通信を複数経路に分散可能とした。

10

【0042】

図2に示すように、各転送装置61a~61dに、上記分離されたクラスタ内の経路制御パケットから自律的な経路切替制御処理を行う自律分散制御機能85（図4の内部ルートエンジン85に対応）を備える。つまり、クラスタ外部の経路とは独立してクラスタ内部経路の制御が行われる。

【0043】

自律分散制御機能85は、D-plane（主信号）と同様の経路上で、転送装置61a~61dの故障（装置故障という）や、クラスタ内の経路65c~65fの故障（経路故障という）を契機に、自動で集中制御装置73との通信（集中制御用通信）の経路65a~65fを、自律的に故障を回避できる経路に切り替えて通信を継続する機能を有する。また、自律分散制御機能85は、転送装置61a~61d、クラスタ内の経路の増減設においても、自律的に経路を切り替えて通信を継続する機能を有する。

20

【0044】

但し、集中制御用通信をD-plane（主信号）と同様の経路上で流通させるために、集中制御用通信に用いるIP（Internet Protocol address）アドレスの経路交換を、各転送装置61a~61d上のクラスタ内部向けの自律分散制御機能85がD-plane（主信号）と同様の経路上で行っている。

【0045】

また、自律分散制御機能85は、クラスタ内の経路65c~65fの状態を監視し、経路障害時に経路を選択するルーティング機能を有する。ルーティング機能は、クラスタ内の経路65c~65fの故障解決に用いるルーティングプロトコル（プロトコル）を有する。また、ルーティング機能は、前述した自律分散型転送システム21（図14）による自律分散型の転送と同様に、各転送装置61a~61dと集中制御装置73と間の転送による疎通性を自律的に解決する処理を行う。つまり、クラスタ内部に経路が複数ある場合は、各転送装置61a~61dと集中制御装置73との通信を複数経路に分散する処理も可能である。

30

【0046】

クラスタ内部において、上記プロトコルは、OSPF（Open Shortest Path First）やIS-IS（Intermediate System to Intermediate System）等の動的に経路状態を取得し、自律的に経路計算を行うプロトコルであればどれでもよい。一方、クラスタの外部からくる経路情報においても同プロトコルを用いる場合があるが、その経路情報は、集中制御装置73で処理される。

40

【0047】

集中制御装置73から各転送装置61a~61dへのパケットの転送は、図3に示すように、転送装置61a~61dに外部ルートエージェント84を備え、この外部ルートエージェント84が集中制御装置73からの転送を仲介する。この仲介は、集中制御装置73において、特定の転送装置61aからのパケットの出力を命令する場合は、一度、集中制御装置73から外部ルートエージェント84にそのパケット出力指示を出し、この外部ル

50

ートエージェント 8 4 から出力されたパケットが転送装置 6 1 a から他の転送装置 6 1 b へ出力される様にするをいう。

【 0 0 4 8 】

また、転送装置 6 1 a ~ 6 1 d 上の外部ルートエージェント 8 4 は、集中制御装置 7 3 より集中制御により経路指示を受けるが、その経路としてはマネージメントポート ( 図 4 のマネージメントポート 8 1 ) 経由か、D - p l a n e 通信用ポート経由の何れか一方又は両方でもよい。クラスタ 6 1 の外部からの通信は、外部からの経路制御パケットを受信した集中制御装置 7 3 が集中制御をクラスタ 6 1 に行う。この集中制御の指示を、外部ルートエージェント 8 4 が受ける。

【 0 0 4 9 】

また、上述したクラスタ 6 1 の外部からの通信は、図 3 に示すように、転送システム 6 0 の外部に存在する外部ルータ 6 3 の外部ルーティング機能 7 4 が外部の経路制御パケットを、直接接続するクラスタ 6 1 内の転送装置 6 1 a ~ 6 1 d とこの装置上の外部ルートエージェント 8 4 を経由して集中制御装置 7 3 に転送する。

【 0 0 5 0 】

この構成により、クラスタ内の装置故障や経路故障時に、各転送装置 6 1 a ~ 6 1 d が自律的にクラスタ内の経路接続を解決する処理を行い、クラスタ 6 1 とマネージメントポート ( 図 4 のマネージメントポート 8 1 ) 及び D - p l a n e 通信用ポートの何れか一方又は両方を介した集中制御装置 7 3 間の通信を維持可能としている。また、ルーティング機能がルーティングプロトコルに応じて、クラスタ内の経路 6 5 c ~ 6 5 f を複数経路同時に利用可能とし、これにより効率的な帯域利用を可能としている。

【 0 0 5 1 】

また、クラスタ内部の経路故障解決のための通信 ( 内部通信 ) と、クラスタ外部からの通信 ( 外部通信 ) とは、各転送装置 6 1 a ~ 6 1 d に配備される上述した分離機能により区別される。しかし、区別するための条件は、M A C ( Media Access Control ) アドレス、I P アドレス、V L A N ( Virtual Local Area Network ) 番号等の固有情報を用いて行われている。なお、各固有情報を組み合わせて用いてもよい。

【 0 0 5 2 】

上記の内部通信と外部通信との分離機構により、内部で自律分散的に解決した経路の影響をクラスタ外部の転送装置へ与えることが無いため、クラスタ外部からはクラスタ 6 1 の転送装置 6 1 a ~ 6 1 d 群を論理的な単一ノードと見做すことが可能となる。また、クラスタ内部では複数の転送装置 6 1 a ~ 6 1 d の自律分散的な連携を実現可能としている。

【 0 0 5 3 】

次に、図 4 は同一構成の転送装置 6 1 a ~ 6 1 d の内、転送装置 6 1 a の構成を代表して示すブロック図である。

【 0 0 5 4 】

図 4 に示す転送装置 6 1 a は、マネージメントポート 8 1 と、A S I C による高速・大容量のハードウェア転送を実現する転送機能部 8 3 と、C P U によるソフトウェア処理が行われる計算処理部で構成されている。計算処理部にはハードウェア O S 8 2 があり、この O S 8 2 上で、外部ルートエージェント 8 4 と、内部ルートエンジン 8 5 と、パケット制御エージェント 8 6 と、パケットフローコントローラ 8 7 と、転送機能ドライバ ( ドライバともいう ) 8 8 とが動作している。

【 0 0 5 5 】

転送機能部 8 3 は、A S I C ( Application Specific Integrated Circuit ) 等の半導体集積回路で形成されており、これにより高速で大容量の転送が可能となっている。また、転送機能部 8 3 は、転送先のポートを備え、当該ポートを使用して書き込まれたフォワーディングルールに従ってパケットを転送可能となっている。

【 0 0 5 6 】

なお、内部ルートエンジン 8 5 は、上述した自律分散制御機能であり、請求項記載の内部経路制御部を構成する。パケットフローコントローラ 8 7 は、請求項記載の分離部を構成

10

20

30

40

50

する。

【 0 0 5 7 】

マネージメントポート 8 1 は、集中制御指示のパケットや、集中制御装置 7 3 で処理されるべきクラスタ外部からの経路情報パケットを、集中制御装置 7 3 があるサーバへ接続することができる。なお、集中制御指示のパケットや、集中制御装置 7 3 で処理されるべきクラスタ外部からの経路情報パケットは、転送機能部 8 3 経由で集中制御装置 7 3 があるサーバへ接続することもできる。

【 0 0 5 8 】

外部ルートエージェント 8 4 は、内部ルートエンジン 8 5 が後述のように生成した内部経路の情報を用いてマネージメントポート 8 1 や転送機能部 8 3 を介して集中制御装置 7 3 に接続し、集中制御装置 7 3 に経路制御を問い合わせる処理を行う。また、外部ルートエージェント 8 4 は、集中制御装置 7 3 が処理したクラスタ外部からの経路情報を外部ルートエージェント 8 4 内の記憶部（図示せず）に記憶する。パケットフローコントローラ 8 7 は、その外部ルートエージェント 8 4 に記憶された経路情報をドライバ 8 8 を介して転送機能部 8 3 にコピーする。更に、外部ルートエージェント 8 4 は、内部ルートエンジン 8 5 及び転送機能部 8 3 を介して、他のサーバ 6 2 c の集中制御装置 7 3 に接続することも可能である。即ち、外部ルートエージェント 8 4 は、クラスタ外部からの経路情報を受け取り、集中制御装置 7 3 へ転送することで集中制御されるためのエージェントであり、集中制御装置 7 3 間との通信により、クラスタ内部のトポロジ解決用通信パケットと、外部からの経路情報パケットを集中制御装置 7 3 まで転送する。

【 0 0 5 9 】

内部ルートエンジン 8 5 は、外部ルートエージェント 8 4 と集中制御装置 7 3 の間の通信経路を解決するための、内部経路情報を処理する。この内部ルートエンジン 8 5 は、ルーティングプロトコルに応じて内部経路の解決を次のように行う。即ち、パケット制御エージェント 8 6 に、転送機能部 8 3 の各ポートを模擬した仮想 I F ( Interface ) を用意する。次に、パケットフローコントローラ 8 7 がパケット制御エージェント 8 6 に用意された各ポートの中から転送先に対応するポートへブリッジして、転送機能部 8 3 の内部経路に係るパケットを内部ルートエンジン 8 5 へ転送する。この転送されたパケットを内部ルートエンジン 8 5 が処理する。

【 0 0 6 0 】

また、内部ルートエンジン 8 5 は、クラスタ内の各転送装置 6 1 a ~ 6 1 d に配備された内部ルートエンジン 8 5 同士で経路交換を行い、転送装置 6 1 a ~ 6 1 d の故障や経路故障時に自動で迂回経路を生成する等の経路再計算を行う。この経路再計算により内部経路の自動切り替えが可能となる。

【 0 0 6 1 】

パケット制御エージェント 8 6 は、転送機能部 8 3 からパケットフローコントローラ 8 7 により引き上げられたパケットを内部ルートエンジン 8 5 や外部ルートエージェント 8 4 に受け渡す。

【 0 0 6 2 】

転送機能ドライバ 8 8 は、転送機能部 8 3 の制御を可能とするものであり、経路情報の転送機能部 8 3 への書き込みと、パケット制御エージェント 8 6 に入ってきたパケットを、パケットフローコントローラ 8 7 経由で転送機能部 8 3 のポートから転送させる機能と、転送機能部 8 3 のポートに入ってきたパケットの内、自装置宛となるパケットをパケットフローコントローラ 8 7 経由でパケット制御エージェント 8 6 まで転送することを可能とする機能を担っている。

【 0 0 6 3 】

パケットフローコントローラ 8 7 は、後述のパケット分離と転送機能部の制御とを行う。即ち、パケット分離は、転送機能部 8 3 からパケットを取得し、内部ルートエンジン 8 5 と外部ルートエージェント 8 4 とに分離して出力する制御を行う処理である。転送機能部 8 3 の制御は、内部ルートエンジン 8 5 と外部ルートエージェント 8 4 に保存された経路

10

20

30

40

50

情報をドライバ 8 8 を介して転送機能部 8 3 にコピーするものである。

【 0 0 6 4 】

転送機能部 8 3 に経路情報をコピーしない場合、パケットが入力された際に経路情報が無い場合パケットの転送が不可能となる。転送機能部 8 3 は、経路情報があれば自転送機能部 8 3 自体でパケットの転送先を判断できる。

【 0 0 6 5 】

また、経路故障や装置故障の障害発生時の迅速な切り替えを実現するため、パケットフローコントローラ 8 7 は、転送機能部 8 3 の各ポートの経路ダウンを検知した際に、内部ルートエンジン 8 5 に接続される仮想 I F の内の対応するポートをダウンさせる。この機能により、ルーティングプロトコルのタイマ待ちによる経路再計算を行う場合と比較して高速な切り替えが可能となっている。

10

【 0 0 6 6 】

<実施形態の動作>

次に、本実施形態に係る転送システム 6 0 の経路故障時の動作を、図 5 ~ 図 7 を参照して説明する。

図 5 は 2 台のサーバ 6 2 a , 6 2 b と、4 台の転送装置 6 1 a ~ 6 1 d で構成されるスイッチクラスタとの構成を示すブロック図である。図 5 の矢印 Y 1 1 ~ Y 1 4 は、集中制御装置 7 3 a , 7 3 b と各転送装置 6 1 a ~ 6 1 d 間で集中制御を行うための通信を示す。矢印 Y 1 5 は、2 つある集中制御装置 7 3 a , 7 3 b 同士で情報を同期するための通信を示す。

20

【 0 0 6 7 】

この通信時に、図 6 に x 印で示すように経路 6 5 d に断線等の通信を不通とする故障が発生したとする。この場合、転送装置 6 1 d , 6 1 b 間では、経路 6 5 d を経由していたクラスタ内で処理されるパケットやクラスタ外からのパケットが不通となる。つまり、矢印 Y 1 4 で示す転送装置 6 1 d と集中制御装置 7 3 b 間の通信と、矢印 Y 1 5 で示す転送装置 6 1 a , 6 1 d , 6 1 b を介した集中制御装置 7 3 a , 7 3 b 間の通信とが不通となる。この際、故障経路 6 5 d の両側の転送装置 6 1 d , 6 1 b の内部ルートエンジン 8 5 ( 図 4 ) が、経路 6 5 d の故障を検知する。

【 0 0 6 8 】

この経路故障検知後、クラスタ内の各転送装置 6 1 a ~ 6 1 d の内部ルートエンジン 8 5 は、内部ルートエンジン 8 5 同士で経路交換を行い、ルーティングプロトコルに応じて自動的に故障経路 6 5 d を経由しない迂回経路を生成する経路再計算を行う。

30

【 0 0 6 9 】

この経路再計算により図 7 に矢印 Y 1 7 で示す迂回経路 ( 新経路 Y 1 7 ) と、矢印 Y 1 8 で示す迂回経路 ( 新経路 Y 1 8 ) とが生成される。新経路 Y 1 7 は、転送装置 6 1 d が転送装置 6 1 a を介して集中制御装置 7 3 a と繋がる経路である。新経路 Y 1 8 は、集中制御装置 7 3 a , 7 3 b 同士が転送装置 6 1 a , 6 1 c , 6 1 b を介して繋がる経路である。

【 0 0 7 0 】

また、矢印 Y 1 7 で示す経路上の転送装置 6 1 d , 6 1 a の外部ルートエージェント 8 4 が新経路 Y 1 7 を介して集中制御装置 7 3 a に接続する。この結果、集中制御装置 7 3 はクラスタ内部の経路構成変更を認識した上で、継続してクラスタを集中制御することが可能となる。

40

【 0 0 7 1 】

更に、矢印 Y 1 8 で示す経路上の転送装置 6 1 a , 6 1 c , 6 1 b の外部ルートエージェント 8 4 が新経路 Y 1 8 を介して集中制御装置 7 3 a , 7 3 b に接続し新経路 Y 1 8 の経路情報を転送する。これにより集中制御装置 7 3 a , 7 3 b に新経路 Y 1 8 の経路情報が記憶され、集中制御装置 7 3 a , 7 3 b 間で新経路 Y 1 8 を経由した通信が可能となる。この後、集中制御装置 7 3 a , 7 3 b a による外部経路の処理が行われ、外部ルートエージェント 8 4 ( 図 4 ) 経由で新たな経路情報を転送機能部 8 3 ( 図 4 ) が認識する。

【 0 0 7 2 】

50

新経路 Y 1 7 や Y 1 8 経由で外部ルートエージェント 8 4 や内部ルートエンジン 8 5 に蓄積された経路情報を、各転送装置 6 1 a ~ 6 1 d 上のパケットフローコントローラ 8 7 が各転送装置 6 1 a ~ 6 1 d の転送機能部 8 3 に更新する。

【 0 0 7 3 】

次に、図 5 に示した通信時に、図 8 に x 印で示すように転送装置 6 1 d に部品故障等の通信不能となる故障が発生したとする。この場合、故障した転送装置 6 1 d に繋がる経路 6 5 e、6 5 d が故障状態となるため、矢印 Y 1 4 で示す転送装置 6 1 d と転送装置 6 1 b を介した集中制御装置 7 3 b 間の通信が不通となり、矢印 Y 1 5 で示す転送装置 6 1 d を介した集中制御装置 7 3 a、7 3 b 間の通信が不通となる。この際、故障した転送装置 6 1 d に繋がる転送装置 6 1 a、6 1 b の内部ルートエンジン 8 5 が、経路 6 5 e、6 5 d の故障を検知する。

10

【 0 0 7 4 】

この経路故障検知後、正常な経路 6 5 c、6 5 f で繋がる転送装置 6 1 a ~ 6 1 c は、内部ルートエンジン 8 5 同士で経路交換を行い、次の経路再計算を行う。即ち、自律的なプロトコルに応じて故障経路 6 5 e、6 5 d を経由しない迂回経路を生成する経路再計算を行う。この経路再計算により図 9 に矢印 Y 1 9 で示す迂回経路（新経路 Y 1 9）が生成されたとする。新経路 Y 1 9 は、集中制御装置 7 3 a、7 3 b 同士が、正常な経路 6 5 c、6 5 f で繋がる転送装置 6 1 a、6 1 c、6 1 b を介して繋がる経路である。

【 0 0 7 5 】

その正常な転送装置 6 1 a、6 1 c、6 1 b の外部ルートエージェント 8 4 経由で新たな経路情報を転送機能部 8 3 が認識する。

20

【 0 0 7 6 】

また、集中制御装置 7 3 a、7 3 b 間は、各転送装置上の内部ルートエンジン 8 5 が構築した新経路 Y 1 9 の経路を用いて接続することが可能となる。その後、集中制御装置 7 3 a、7 3 b は故障前と同様に、クラスタ外部からの新たな経路情報の処理が継続可能となる。

【 0 0 7 7 】

但し、経路故障を各転送装置 6 1 a、6 1 c、6 1 b 上のソフトウェアで認識できていない場合は、内部ルートエンジン 8 5 での経路故障検知による内部経路の再計算はできない。しかし、ルーティングプロトコルの応答も無くなるため、無応答のプロトコルに通常設定されているタイマのタイムアップを契機に、内部ルートエンジン 8 5 が別経路での再計算を行う。これにより経路の疎通が回復する。

30

【 0 0 7 8 】

このようなパケット転送不能だが、各転送装置 6 1 a、6 1 c、6 1 b 上のソフトウェアで経路が未故障状態と認識されている場合に、高速な経路切替を実現するために、プロトコルのタイマを最小化することや、BFD (Bidirectional Forwarding Detection) 等の障害検知技術を併用してもよい。この機能により、経路故障又は、プロトコルの応答が無くなる場合の経路故障及び装置故障が発生した場合においても、集中制御装置 7 3 a、7 3 b による論理ノードとしての転送装置 6 1 a ~ 6 1 d の制御を維持するための、従来のプロトコルタイマよりも高速な経路自動切替が実現可能となる。

40

【 0 0 7 9 】

< 実施形態の効果 >

本実施形態に係る転送装置 6 1 a ~ 6 1 d の効果について説明する。転送装置 6 1 a ~ 6 1 d は、転送装置 6 1 a ~ 6 1 d 群によるクラスタ 6 1 に外部から集中制御を行う集中制御装置 7 3 と、主信号経路である D - p l a n e (主信号)と同様の経路を介して経路制御の通信を行う。

【 0 0 8 0 】

( 1 ) 転送装置 6 1 a ~ 6 1 d は、D - p l a n e (主信号)と同様の経路を伝送する、クラスタ 6 1 の内部用パケットと、当該クラスタ 6 1 の外部用パケットとを分離する分離部としてのパケットフローコントローラ 8 7 と、クラスタ 6 1 の内部の複数経路を自在に

50

迂る経路を求める経路制御を行う内部ルートエンジン 85 とを備える。パケットフローコントローラ 87 は、クラスタ 61 の内部向けの経路制御パケットを分離し、内部ルートエンジン 85 は、当該分離された内部向けの経路制御パケットの不通時に当該不通の経路を迂回する経路を生成する経路制御を行う構成とした。

【0081】

但し、内部用パケットは、クラスタ 61 のみで転送され、クラスタ 61 の集中制御を維持するために通信されるパケットである。具体的には、D - p l a n e（主信号）と同様の経路を介した集中制御通信パケットと、内部ルートエンジン 85 がクラスタ 61 内部の経路情報を交換するために D - p l a n e（主信号）と同様の経路を介する通信パケットの 2 つである。また、外部用パケットは、クラスタ 61 外より送られてくるクラスタ 61 外部の経路情報等のパケット { ルーティングプロトコルのパケットや、A R P（Address Resolution Protocol パケット）等 } である。

10

【0082】

この構成によれば、クラスタ 61 の内部用パケットと、クラスタ 61 の外部用パケットとを分離できるので、クラスタ内部では、クラスタ外部の経路と独立に動的な経路制御が可能となる。このため、クラスタ 61 と、クラスタ外部の集中制御装置 73 との単一障害点が回避可能となると共に、クラスタ内部の転送装置の故障や経路の故障においても、この故障経路を迂回する経路（迂回経路）を生成できるので、故障前の通信を継続できる。

【0083】

（2）内部ルートエンジン 85 は、クラスタ 61 の内部に各転送装置 61 a ~ 61 d と集中制御装置 73 との間に接続経路が複数ある場合、それらの集中制御用通信を複数経路に分散することを可能とする経路制御を行う構成とした。

20

【0084】

この構成によれば、クラスタ内部に経路が複数ある場合は、集中制御装置 73 との通信を複数経路に分散できる。これによって、クラスタ 61 と、クラスタ外部の集中制御装置 73 との単一障害点が回避可能となる。

【0085】

（3）内部ルートエンジン 85 は、クラスタ 61 の内部経路 65 c ~ 65 f を、当該クラスタ 61 の外部経路と独立して経路制御する構成とした。

【0086】

この構成によれば、クラスタの内部経路 65 c ~ 65 f は、外部経路と独立して制御されるので、クラスタ内部の故障を検知した際に迂回経路を生成し、故障前の通信を継続できる。

30

【0087】

（4）転送装置 61 a ~ 61 d は、パケットフローコントローラ 87 で分離されたクラスタ 61 の外部向けの経路制御パケットを、集中制御装置 73 へ転送する外部ルートエージェント 84 を更に備える構成とした。

【0088】

この構成によれば、クラスタの外部向けの経路制御パケットを、内部向けの経路制御パケットと独立して集中制御装置 73 へ転送できるので、集中制御装置 73 がクラスタ外部の経路制御を容易に行うことができる。

40

【0089】

（5）内部ルートエンジン 85 は、集中制御装置 73 とクラスタ 61 の内部の転送装置との通信を、当該クラスタ 61 の内部経路 65 a ~ 65 f を介して行うように制御する構成とした。

【0090】

この構成によれば、集中制御装置 73 がクラスタ内部の転送装置と通信する際に、内部ルートエンジン 85 が生成した迂回経路等を介して行うことができる。

【0091】

また、本実施形態の転送システムは、通信の経路で接続された転送装置群によるクラスタ

50

6 1 と、当該クラスタ 6 1 の外部から集中制御を行う集中制御装置 7 3 とを有し、集中制御装置 7 3 で主信号経路を介してクラスタ 6 1 の経路制御の通信を行う。集中制御装置 7 3 は、クラスタ 6 1 の外部向けの経路制御パケットに応じて、クラスタ 6 1 の外部から当該クラスタ 6 1 が単一ノードと見做せるように、当該外部との経路制御を行う構成とした。

【 0 0 9 2 】

この構成によれば、クラスタの外部から、クラスタ内の転送装置 6 1 a ~ 6 1 d 群を単一ノードと見做して通信を行うことができる。このため、転送装置 6 1 a ~ 6 1 d 群への通信を単純化できる。つまり、纏めて1つのノードとして見せることで、クラスタ外部に対して経路情報が増加するのを抑圧できる。

【 0 0 9 3 】

また、本実施形態のコンピュータで実行されるプログラムについて説明する。コンピュータは、経路接続された転送装置 6 1 a ~ 6 1 d 群によるクラスタ 6 1 に外部から集中制御を行う集中制御装置 7 3 に対して、D - p l a n e (主信号)と同様の経路を介して経路制御の通信を行う当該クラスタ 6 1 の転送装置であるとする。このコンピュータは請求項に記載されており、転送装置内の C P U、又は C P U 及び A S I C 等の半導体チップの両方を備えるものである。

【 0 0 9 4 】

このプログラムは、上記コンピュータを、D - p l a n e (主信号)と同様の経路又は主信号と同様の経路を伝送する、クラスタ 6 1 の内部用パケットと、当該クラスタ 6 1 の外部用パケットとを分離する手段、クラスタ 6 1 内部の複数経路を自在に辿る経路を求める経路制御を行う手段、分離においてクラスタ 6 1 の内部向けの経路制御パケットを分離し、当該分離された内部向けの経路制御パケットの不通時に当該不通の経路を迂回する経路を生成する経路制御を行う手段、クラスタ 6 1 内部の経路情報及びクラスタ 6 1 外部の経路情報を、パケット転送機能(転送機能部 8 3)が用いる経路情報として通知する手段として機能させる。

【 0 0 9 5 】

このプログラムによれば、上述した転送装置 6 1 a ~ 6 1 d と同様な効果を得ることができる。

【 0 0 9 6 】

その他、具体的な構成について、本発明の主旨を逸脱しない範囲で適宜変更が可能である。

【符号の説明】

【 0 0 9 7 】

- 6 0 転送システム
- 6 1 a ~ 6 1 d 転送装置
- 6 2 a , 6 2 b サーバ
- 6 3 外部ルータ
- 6 5 a ~ 6 5 g 経路
- 7 4 外部ルーティング機能
- 8 1 マネージメントポート
- 8 2 ハードウェア O S
- 8 3 転送機能部
- 8 4 外部ルートエージェント
- 8 5 内部ルートエンジン又は自律分散制御機能(内部経路制御部)
- 8 6 パケット制御エージェント(分離部)
- 8 7 パケットフローコントローラ(分離部)
- 8 8 転送機能ドライバ

10

20

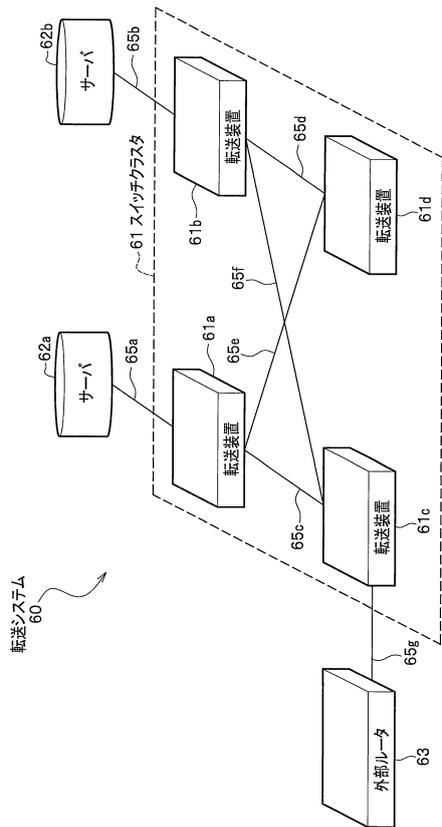
30

40

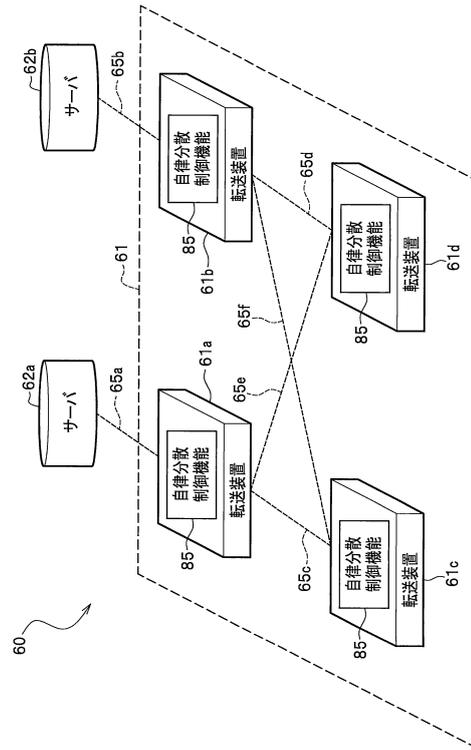
50

【図面】

【図 1】



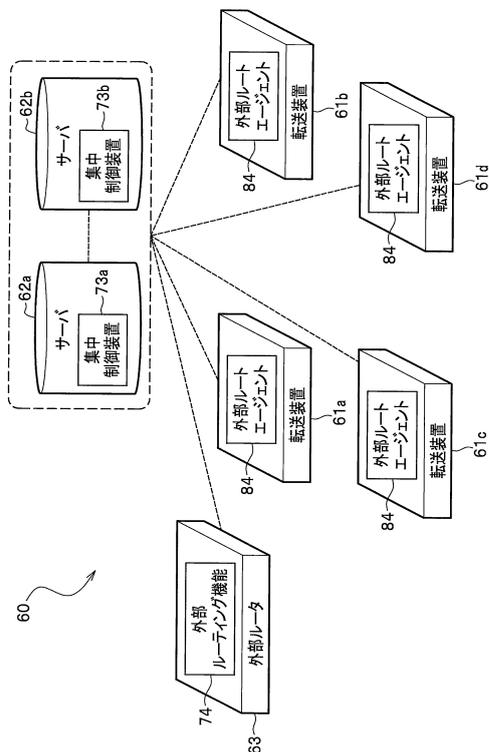
【図 2】



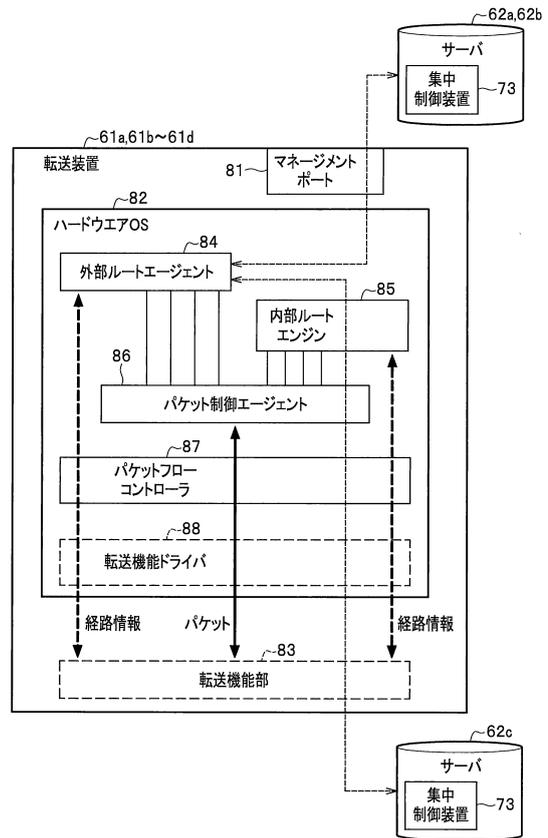
10

20

【図 3】



【図 4】

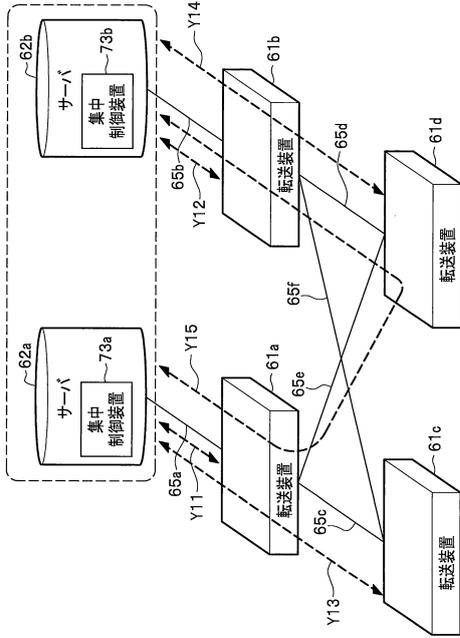


30

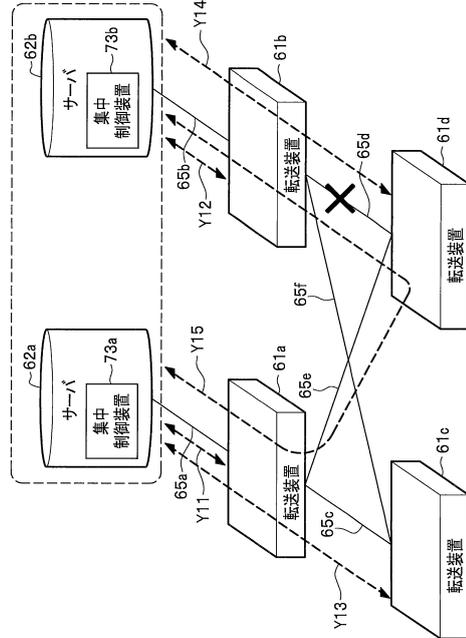
40

50

【図 5】



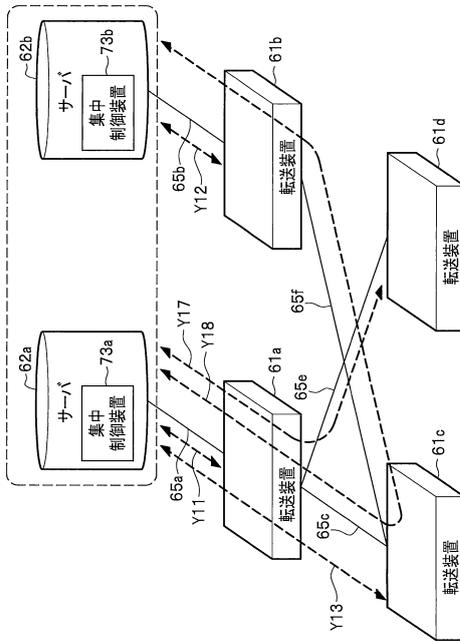
【図 6】



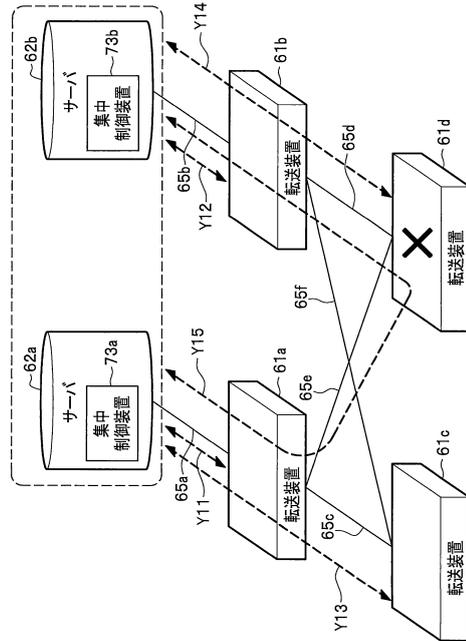
10

20

【図 7】



【図 8】

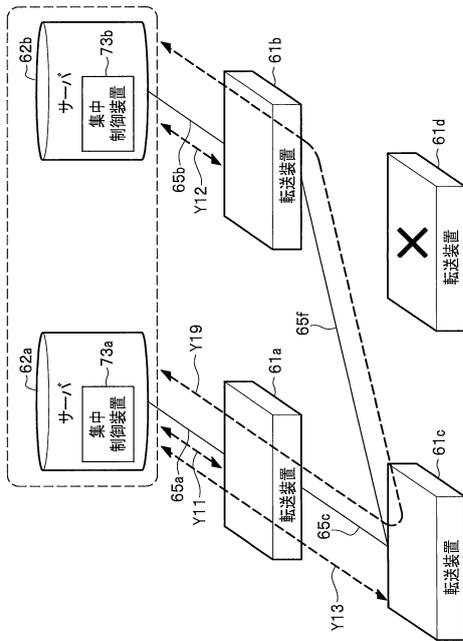


30

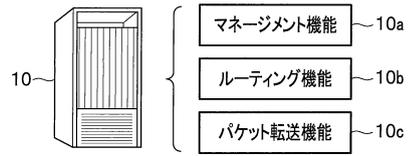
40

50

【図 9】



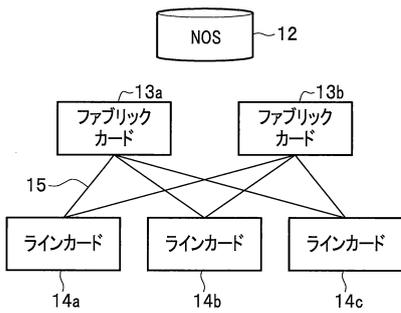
【図 10】



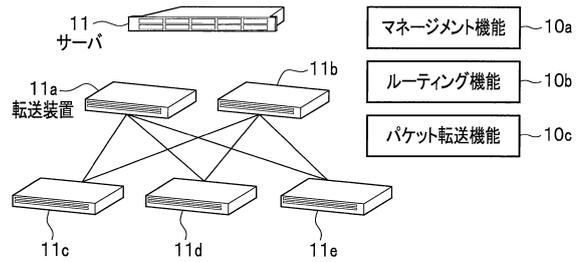
10

20

【図 11】



【図 12】

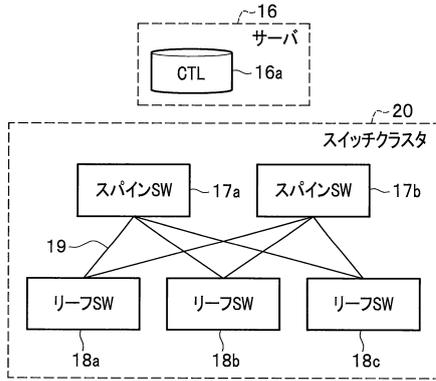


30

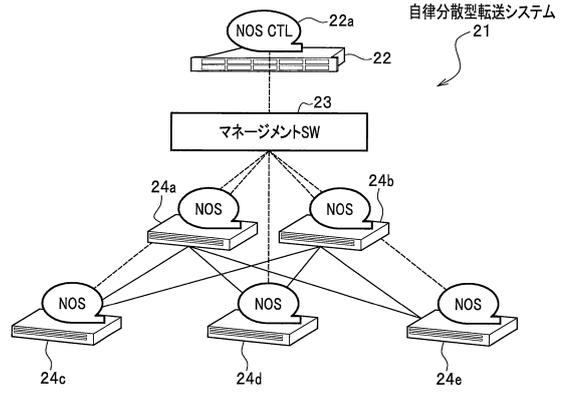
40

50

【図13】

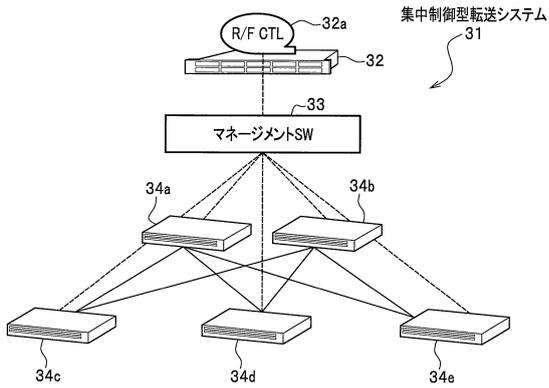


【図14】

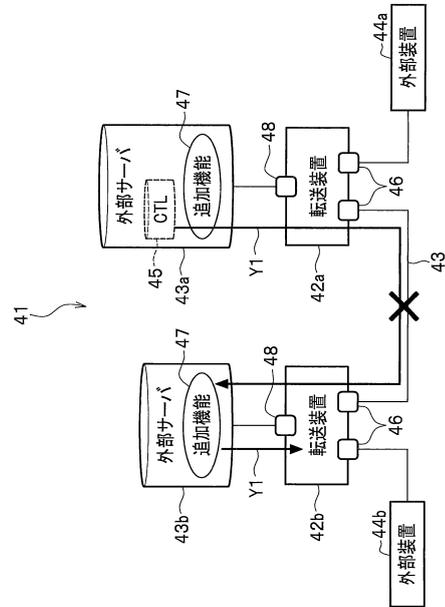


10

【図15】



【図16】



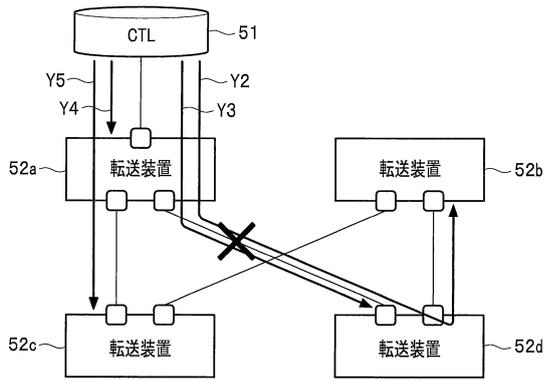
20

30

40

50

【 図 17 】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 7 - 2 2 8 9 3 5 ( J P , A )  
平澤 崇佳 他, 分散連携型Openflowコントローラにおける連携通信帯域の考察, 電子情報通信学会2017年通信ソサイエティ大会講演論文集2, 日本, 電子情報通信学会, 2017年08月29日, p.19(B-6-1), 「2.ネットワーク装置の提案装置制御手法」, Fig.1
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)  
H 0 4 L 4 5 / 2 4  
H 0 4 L 5 1 / 0 0  
H 0 4 L 1 2 / 2 8