

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6095583号  
(P6095583)

(45) 発行日 平成29年3月15日(2017.3.15)

(24) 登録日 平成29年2月24日(2017.2.24)

(51) Int.Cl.

F 1

H04L 12/42 (2006.01)  
H04L 12/437 (2006.01)H04L 12/42  
H04L 12/437M  
Z

請求項の数 5 (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願2014-2571 (P2014-2571)  
 (22) 出願日 平成26年1月9日 (2014.1.9)  
 (65) 公開番号 特開2015-133538 (P2015-133538A)  
 (43) 公開日 平成27年7月23日 (2015.7.23)  
 審査請求日 平成28年3月17日 (2016.3.17)

(73) 特許権者 504411166  
 アラクサラネットワークス株式会社  
 神奈川県川崎市幸区鹿島田一丁目1番2号  
 (74) 代理人 110001678  
 特許業務法人藤央特許事務所  
 (72) 発明者 持田 茂雄  
 神奈川県川崎市幸区鹿島田一丁目1番2号  
 アラクサラネットワークス株式会社内  
 (72) 発明者 田中 啓久  
 神奈川県川崎市幸区鹿島田一丁目1番2号  
 アラクサラネットワークス株式会社内

審査官 宮島 郁美

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】データ転送装置システム及びネットワークシステム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

リング状のネットワークシステムに属するデータ転送装置システムであつて、前記データ転送装置システムは、複数のデータ転送装置を含み、前記複数のデータ転送装置は第1のデータ転送装置及び前記第1のデータ転送装置に接続される第2のデータ転送装置を含み、

前記第1のデータ転送装置は、前記ネットワークシステムに属し、前記データ転送装置システムに含まれない第3のデータ転送装置に接続される第1のポートを有し、

前記第2のデータ転送装置は、前記ネットワークシステムに属し、前記データ転送装置システムに含まれない第4のデータ転送装置に接続される第2のポートを有し、

前記第1のデータ転送装置は、前記ネットワークシステムの状態、前記データ転送装置システムにおける前記第1のデータ転送装置の属性、及び、前記ネットワークシステムにおける前記データ転送装置システムの属性に基づいて、前記第1のポート及び前記第2のポートのデータ転送可否を制御し、

前記ネットワークシステムの状態は、前記ネットワークシステム内の前記第2のデータ転送装置若しくはその他の部分に障害が発生している障害状態、又は、障害が発生していない正常状態のいずれかであり、

前記ネットワークシステムにおける前記データ転送装置システムの属性は、前記ネットワークシステムの障害を監視するマスタノード、又は、前記ネットワークシステムの障害を監視しないトランジットノードであり、

10

20

前記データ転送装置システムにおける前記第1のデータ転送装置の属性は、前記第1のデータ転送装置及び前記第2のデータ転送装置によるデータ転送を制御し、前記データ転送装置システムが前記マスタノードである場合には前記マスタノードの処理を実行するマスタ装置、又は、前記マスタ装置である前記第2のデータ転送装置によって制御され、前記第2のデータ転送装置に障害が発生した場合に新たに前記マスタ装置となるバックアップ装置であり、

前記データ転送装置システムにおける前記第1のデータ転送装置の属性が前記バックアップ装置であり、前記ネットワークシステムにおける前記データ転送装置システムの属性が前記マスタノードである場合において、前記第2のデータ転送装置の障害が検出されたとき、前記第1のデータ転送装置は、前記データ転送装置システムにおける前記第1のデータ転送装置の属性を前記マスタ装置に変更し、前記第1のポートを、ユーザデータを転送可能な状態に制御し、

前記データ転送装置システムにおける前記第1のデータ転送装置の属性が前記マスタ装置であり、前記ネットワークシステムにおける前記データ転送装置システムの属性が前記マスタノードである場合において、前記ネットワークシステムの状態が前記障害状態であることが検出されたとき、前記第1のデータ転送装置は、前記第1のポート及び前記第2のポートを、ユーザデータを転送可能な状態に制御し、

前記第1のデータ転送装置は、前記ネットワークシステムの状態が前記障害状態から前記正常状態に復旧したことを検出した場合、前記第1のポート及び前記第2のポートのうち一方を、ユーザデータを転送可能な状態に制御し、他方を、ユーザデータを転送可能でない状態に制御することを特徴とするデータ転送装置システム。

#### 【請求項2】

請求項1に記載のデータ転送装置システムであって、

前記データ転送装置システムにおける前記第1のデータ転送装置の属性が前記バックアップ装置であり、前記ネットワークシステムにおける前記データ転送装置システムの属性が前記トランジットノードである場合において、前記第2のデータ転送装置の障害が検出されたとき、前記第1のデータ転送装置は、前記データ転送装置システムにおける前記第1のデータ転送装置の属性を前記マスタ装置に変更することを特徴とするデータ転送装置システム。

#### 【請求項3】

請求項1に記載のデータ転送装置システムであって、

前記第1のデータ転送装置は、第3のポートをさらに有し、

前記第2のデータ転送装置は、前記第3のポートに接続される第4のポートをさらに有し、

前記第1のデータ転送装置及び前記第2のデータ転送装置は、それぞれ、前記第3のポート及び前記第4のポートから第1の制御データを相互に送信し、

前記第1のデータ転送装置は、前記第2のデータ転送装置から前記第1の制御データを受信したか否かに基づいて、前記第2のデータ転送装置の障害を検出し、

前記データ転送装置システムにおける前記第1のデータ転送装置の属性が前記マスタ装置であり、前記ネットワークシステムにおける前記データ転送装置システムの属性が前記マスタノードである場合、前記第1のデータ転送装置は、前記第1のポート及び前記第3のポートから第2の制御データを送信し、前記第2の制御データを受信したか否かに基づいて、前記ネットワークシステムの状態を判定することを特徴とするデータ転送装置システム。

#### 【請求項4】

請求項1に記載のデータ転送装置システムであって、

前記第1のデータ転送装置及び前記第2のデータ転送装置は、それぞれ、第3のポート及び前記第3のポートに接続される第4のポートを有し、

前記第1のデータ転送装置は、前記第1のデータ転送装置の前記第1のポート及び前記第2のデータ転送装置の前記第2のポートがそれぞれ前記ネットワークシステムにおいて

10

20

30

40

50

前記データ転送装置システムに隣接するデータ転送装置に接続されることを示す情報、及び、前記第1のデータ転送装置の前記第3のポート及び前記第2のデータ転送装置の前記第4のポートが相互に接続されることを示す情報を含む設定情報を保持し、

前記第2のデータ転送装置が前記データ転送装置システムから削除された場合、前記第1のデータ転送装置は、前記第1のデータ転送装置の前記第3のポート及び前記第2のデータ転送装置の前記第4のポートが相互に接続されることを示す情報を削除し、前記第1のデータ転送装置のポートのうち前記第1のポート以外のポートが前記データ転送装置システムに隣接するデータ転送装置に接続されるように前記設定情報を更新し、

前記第2のデータ転送装置が前記データ転送装置システムに追加された場合、前記第1のデータ転送装置は、前記第1のデータ転送装置の前記第3のポート及び前記第2のデータ転送装置の前記第4のポートが相互に接続されることを示す情報を追加し、前記第2のデータ転送装置の前記第2のポートが前記データ転送装置システムに隣接するデータ転送装置に接続されるように前記設定情報を更新することを特徴とするデータ転送装置システム。  
10

#### 【請求項5】

リング状に接続され、各々が一つ以上のデータ転送装置からなる複数のノードを含むネットワークシステムであって、

前記複数のノードのうち第1のノードは、第1のデータ転送装置及び前記第1のデータ転送装置に接続される第2のデータ転送装置を含み、

前記第1のデータ転送装置は、前記複数のノードのうち第2のノードに接続される第1のポートを有し、  
20

前記第2のデータ転送装置は、前記複数のノードのうち第3のノードに接続される第2のポートを有し、

前記第1のデータ転送装置は、前記ネットワークシステムの状態、前記第1のノードにおける前記第1のデータ転送装置の属性、及び、前記ネットワークシステムにおける前記第1のノードの属性に基づいて、前記第1のポート及び前記第2のポートのデータ転送可否を制御し、

前記ネットワークシステムの状態は、前記ネットワークシステム内の前記第2のデータ転送装置若しくはその他の部分に障害が発生している障害状態、又は、障害が発生していない正常状態のいずれかであり、  
30

前記ネットワークシステムにおける前記第1のノードの属性は、前記ネットワークシステムの障害を監視するマスタノード、又は、前記ネットワークシステムの障害を監視しないトランジットノードであり、

前記第1のノードにおける前記第1のデータ転送装置の属性は、前記第1のデータ転送装置及び前記第2のデータ転送装置によるデータ転送を制御し、前記第1のノードが前記マスタノードである場合には前記マスタノードの処理を実行するマスタ装置、又は、前記マスタ装置である前記第2のデータ転送装置によって制御され、前記第2のデータ転送装置に障害が発生した場合に新たに前記マスタ装置となるバックアップ装置であり、

前記第1のノードにおける前記第1のデータ転送装置の属性が前記バックアップ装置であり、前記ネットワークシステムにおける前記第1のノードの属性が前記マスタノードである場合において、前記第2のデータ転送装置の障害が検出されたとき、前記第1のデータ転送装置は、前記第1のノードにおける前記第1のデータ転送装置の属性を前記マスタ装置に変更し、前記第1のポートを、ユーザデータを転送可能な状態に制御し、  
40

前記第1のノードにおける前記第1のデータ転送装置の属性が前記マスタ装置であり、前記ネットワークシステムにおける前記第1のノードの属性が前記マスタノードである場合において、前記ネットワークシステムの状態が前記障害状態であることが検出されたとき、前記第1のデータ転送装置は、前記第1のポート及び前記第2のポートを、ユーザデータを転送可能な状態に制御し、

前記第1のデータ転送装置は、前記ネットワークシステムの状態が前記障害状態から前記正常状態に復旧したことを検出した場合、前記第1のポート及び前記第2のポートのう  
50

ち一方を、ユーザデータを転送可能な状態に制御し、他方を、ユーザデータを転送可能でない状態に制御することを特徴とするネットワークシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、データ転送装置システム及びそれを含むネットワークシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

本技術分野の背景技術として、特開2008-136013号公報（特許文献1）、特開2013-102546号公報（特許文献2）及び特開2013-51481号公報（特許文献3）がある。

【0003】

特許文献1には、「リングネットワークを構成する装置として、監視装置とその他の中継装置という構成を取る。監視装置は自装置が属するリングネットワークのリング状態のみを監視する。監視装置は、リングポートからそれぞれヘルスチェックフレームを周期的に送信し、逆側のリングポートでこのヘルスチェックフレームを受信しているか否かを監視する。また、共有リンクありのマルチリングネットワークの構成では、補助ヘルスチェックフレームを2つある共有装置それぞれから共有リンク非監視リングの監視装置に対して周期的に送信する。監視装置は、ヘルスチェックフレームと共に、補助ヘルスチェックフレームも監視することで複数のリングネットワークを跨ったループを防止する。」と記載されている。

【0004】

特許文献2には、「複数の装置を連携させて仮想的に1台に見立てることができるパケット中継装置において、リンク最適化調整やパケット解析部を具備することによって、通信の流れ方や通信量などを自動的に判断し、主に稼動させる回線を最適化することによって、制御ポートに流れるトラフィックを管理して、制御ポートの帯域不足を補う。」と記載されている。

【0005】

特許文献3には、「旧監視ノードを備えるリングネットワークにおいて、旧監視ノードを新監視ノードに入れ替える。この入れ替えの際に、新監視ノードは、両リングポートがリンクアップの状態となったことが検出されると、中継ノードに対して、旧監視ノードのリングポートから送られたヘルスチェックフレームが新監視ノード側に転送されるように指示する。この結果、新監視ノードは、ヘルスチェックフレームを受信することにより、リングネットワークの監視を行う。」と記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2008-136013号公報

【特許文献2】特開2013-102546号公報

【特許文献3】特開2013-51481号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1又は3に記載されたリングネットワークにおいて、一つのリングは複数の中継装置をリング状に接続することによって形成される。一つのリングを構成する複数の中継装置のうち一つは、監視機能を有する中継装置（特許文献1では「監視装置」、特許文献3では「監視ノード」と記載）であり、残りは、監視機能を有しない中継装置（特許文献1では単に「中継装置」、特許文献3では「中継ノード」と記載）である。監視装置は、リングに接続される二つのリングポートのそれぞれからヘルスチェックフレームを送信することでリングの障害を監視し、障害が検出された場合には、リングポートの状態を変

10

20

30

40

50

更する。これによって、リングを通過するデータの通信経路が障害箇所を回避する経路に切り替えられる。しかし、監視装置に障害が発生した場合には、ヘルスチェックフレームを用いたリングの障害監視機能が停止し、経路の切り替えができなくなる。

#### 【0008】

一方、特許文献2には、物理的に複数の中継装置を仮想的に一つの中継装置として扱うことによって中継装置の耐障害性を改善する、装置間スタックの技術が開示されている。この技術を特許文献1又は3に記載されたリングネットワークに適用することによって、リングネットワークの耐障害性が向上することを発明者らは見出した。

#### 【0009】

しかし、特許文献1又は3に記載されたリングネットワークに、特許文献2に記載の装置間スタックの技術を適用しようとすると、例えば、物理的に二つの中継装置をリングネットワークの仮想的な一つの監視装置として使用する場合、仮想的な一つの監視装置の二つのリングポートは、物理的には二つの中継装置に分散して配置されることとなる。そのため、一つの中継装置による監視を前提としている従来のリングネットワークの制御方法では、二つの中継装置に分散して配置されるリングポートを制御することができない。

#### 【0010】

また、特許文献2に記載された装置間スタックの技術の制御方法は、物理的に複数の中継装置のうちの一つの中継装置が他の中継装置の動作を制御することで、仮想的に一つの中継装置として動作し冗長化を図っているため、仮想的な一つの中継装置を構成する他の中継装置は監視できるが、仮想的な一つの中継装置を構成する他の中継装置以外を監視することはできない。

#### 【0011】

従って、本発明は、例えば、リングネットワークを構成するノードの冗長性を向上しつつ、リングネットワーク内でのループを防止するとともに、リングの障害を監視し通信の継続性を担保することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0012】

上記の課題の少なくとも一を解決するために、本発明の一態様では、リング状のネットワークシステムに属するデータ転送装置システムであって、前記データ転送装置システムは、複数のデータ転送装置を含み、前記複数のデータ転送装置は第1のデータ転送装置及び前記第1のデータ転送装置に接続される第2のデータ転送装置を含み、前記第1のデータ転送装置は、前記ネットワークシステムに属し、前記データ転送装置システムに含まれない第3のデータ転送装置に接続される第1のポートを有し、前記第2のデータ転送装置は、前記ネットワークシステムに属し、前記データ転送装置システムに含まれない第4のデータ転送装置に接続される第2のポートを有し、前記第1のデータ転送装置は、前記ネットワークシステムの状態、前記データ転送装置システムにおける前記第1のデータ転送装置の属性、及び、前記ネットワークシステムにおける前記データ転送装置システムの属性に基づいて、前記第1のポート及び前記第2のポートのデータ転送可否を制御し、前記ネットワークシステムの状態は、前記ネットワークシステム内の前記第2のデータ転送装置若しくはその他の部分に障害が発生している障害状態、又は、障害が発生していない正常状態のいずれかであり、前記ネットワークシステムにおける前記データ転送装置システムの属性は、前記ネットワークシステムの障害を監視するマスタノード、又は、前記ネットワークシステムの障害を監視しないトランジットノードであり、前記データ転送装置システムにおける前記第1のデータ転送装置の属性は、前記第1のデータ転送装置及び前記第2のデータ転送装置によるデータ転送を制御し、前記データ転送装置システムが前記マスタノードである場合には前記マスタノードの処理を実行するマスタ装置、又は、前記マスタ装置である前記第2のデータ転送装置によって制御され、前記第2のデータ転送装置に障害が発生した場合に新たに前記マスタ装置となるバックアップ装置であり、前記データ転送装置システムにおける前記第1のデータ転送装置の属性が前記バックアップ装置であり、前記ネットワークシステムにおける前記データ転送装置システムの属性が前記マス

10

20

30

40

50

タノードである場合において、前記第2のデータ転送装置の障害が検出されたとき、前記第1のデータ転送装置は、前記データ転送装置システムにおける前記第1のデータ転送装置の属性を前記マスタ装置に変更し、前記第1のポートを、ユーザデータを転送可能な状態に制御し、前記データ転送装置システムにおける前記第1のデータ転送装置の属性が前記マスタ装置であり、前記ネットワークシステムにおける前記データ転送装置システムの属性が前記マスタノードである場合において、前記ネットワークシステムの状態が前記障害状態であることが検出されたとき、前記第1のデータ転送装置は、前記第1のポート及び前記第2のポートを、ユーザデータを転送可能な状態に制御し、前記第1のデータ転送装置は、前記ネットワークシステムの状態が前記障害状態から前記正常状態に復旧したことを検出した場合、前記第1のポート及び前記第2のポートのうち一方を、ユーザデータを転送可能な状態に制御し、他方を、ユーザデータを転送可能でない状態に制御することを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

本発明の一態様によれば、リングネットワークの耐障害性を高めることができる。

【0014】

上記以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の実施例1のネットワークシステムの構成を示すブロック図である。

20

【図2A】本発明の実施例1のネットワークシステムにおけるスイッチ間の接続を示すブロック図である。

【図2B】本発明の実施例1のネットワークシステムに含まれるスイッチの構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の実施例1のスイッチが保持するコンフィグレーションテーブルの説明図である。

【図4】本発明の実施例1のスイッチが保持するスタック状態管理テーブルの説明図である。

【図5】本発明の実施例1のスイッチが保持するポートリンク状態管理テーブルの説明図である。

30

【図6】本発明の実施例1のスイッチが保持するリングポート状態管理テーブルの説明図である。

【図7】本発明の実施例1のネットワークシステムにおいてマスタノードを構成するマスタスイッチに障害が発生した場合の動作を示す説明図である。

【図8】本発明の実施例1のネットワークシステムにおいてマスタノードを構成するバックアップスイッチに障害が発生した場合の動作を示す説明図である。

【図9】本発明の実施例1のネットワークシステムにおいてマスタノードを構成するスイッチが障害から復旧した場合の動作を示す説明図である。

【図10】本発明の実施例1のネットワークシステムにおいてトランジットノードを構成するマスタスイッチに障害が発生した場合の動作を示す説明図である。

40

【図11】本発明の実施例1のネットワークシステムにおいてトランジットノードを構成するスイッチが障害から復旧した場合の動作を示す説明図である。

【図12】本発明の実施例1のインターフェース制御部が実行する処理のフローチャートである。

【図13】本発明の実施例1のプロトコル共通制御部が実行する処理のフローチャートである。

【図14】本発明の実施例1のスタック管理 / 制御部が実行する処理のフローチャートである。

【図15A】本発明の実施例1のリング制御部が実行する処理のフローチャートの第1の部分である。

50

【図15B】本発明の実施例1のリング制御部が実行する処理のフローチャートの第2の部分である。

【図16】本発明の実施例2のネットワークシステムにおけるトランジットノードへのスイッチの増設の説明図である。

【図17】本発明の実施例2のネットワークシステムにおけるトランジットノードからのスイッチの減設の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。

【実施例1】

10

【0017】

図1は、本発明の実施例1のネットワークシステムの構成を示すプロック図である。

【0018】

図1に示すネットワークシステム100は、本実施例が適用されるネットワークシステムの一例であり、データ転送装置101A～101Jによって構成される。データ転送装置101A～101Jの各々は、任意の種類のものであってよいが、一例を挙げるとすれば、OSI参照モデルの第2層(データリンク層)のデータに基づいて、受信したデータを転送するデータ転送装置である。以下の説明において、データ転送装置101A～101Jをスイッチ101A～101Jとも記載する。また、スイッチ101A～101Jのいずれにも共通する説明をする場合等、スイッチ101A～101Jのいずれかを特定する必要がない場合には、スイッチ101とも記載する。後述する他のスイッチについても同様である。他の構成要素についても、同種の構成要素に共通する説明をする場合に、A、B、C等を省略した参照符号を記載する場合がある。

20

【0019】

ネットワークシステム100にはリングプロトコルが適用される。リングプロトコルとは、複数のノードをリング状に接続したネットワークにおける障害の検出及びそれに伴う経路切り替えを高速に行うネットワークの冗長化プロトコルである(特許文献1)。各ノードは、一つのスイッチ101であってもよいし、後述するスタックを構成する複数のスイッチ101であってもよい。図1の例では、スイッチ101G、101H、101I及び101Jの各々が一つのノードを構成する。以下、スイッチ101G、101H、101I及び101Jの各々によって構成されるノードを、それぞれ、ノード101G、101H、101I及び101Jとも記載する。一方、スイッチ101A及び101Bは一つのノード102Aを、スイッチ101C及び101Dは一つのノード102Bを、スイッチ101E及び101Fは一つのノード102Cを構成する。

30

【0020】

スタックとは、物理的に相互に接続された複数台のスイッチ101を仮想的に一台のスイッチとして動作させる機能であり、この機能によって、複数台の一部に障害が発生した場合にも通信を継続することができる(特許文献2)。以下、スタック機能による仮想的な一台のスイッチによって構成されるノード(例えば図1のノード102A～102C)を、「スタック構成のノード」のように記載する場合がある。また、仮想的な一台のスイッチを構成する複数のスイッチ101の集合(例えば図1のスイッチ101A及び101Bの集合)を「スタック」、スタックに含まれる各々のスイッチ101(例えば図1のスイッチ101A及び101Bの各々)を「スタックを構成するスイッチ」又は「スタックのメンバスイッチ」のように記載する場合がある。

40

【0021】

図1の例では、リンク104Aを介してノード102Aをノード102Cに接続し、リンク104Bを介してノード102Cをノード101Gに接続し、リンク104Cを介してノード101Gをノード101Hに接続し、リンク104Dを介してノード101Hをノード102Aに接続することによって、リング103Aが構成される。さらに、リンク104Gを介してノード102Aをノード101Jに接続し、リンク104Hを介してノ

50

ード101Jをノード102Bに接続し、リンク104Eを介してノード102Bをノード101Iに接続し、リンク104Fを介してノード101Iをノード102Aに接続することによって、もう一つのリング103Bが構成される。各リングを構成する複数のノードのうち一つはマスタノードであり、残りはトランジットノードである。これらの詳細な定義については後述する。図1の例では、ノード101Gがリング103Aのマスタノードであり、ノード102Bがリング103Bのマスタノードであり、その他のノードはそれぞれのリングのトランジットノードである。

#### 【0022】

また、スタック機能によって仮想的な一台のスイッチとして動作する二つのスイッチ101のうち、一方はマスタスイッチ、もう一方はバックアップスイッチである。これらの詳細な定義についても後述する。図1の例では、スイッチ101A、101C及び101Eがマスタスイッチであり、スイッチ101B、101D及び101Fがバックアップスイッチである。なお、本実施例では代表的な例として二台のスイッチ101がスタックを構成する例を示すが、本発明は、三台以上のスイッチ101がスタックを構成する場合にも適用できる。その場合、三台以上のメンバスイッチのうち一つがマスタスイッチ、別の一がバックアップスイッチとなる。

#### 【0023】

なお、上記のようにスタック構成のノード102Bがノード101I及び101Jに接続される場合、物理的には、ノード102Bを構成するスイッチ101C及び101Dのうち一方がリンク104Eを介してスイッチ101Iに接続され、もう一方がリンク104Hを介してスイッチ101Jに接続され、スイッチ101C及び101Dがリンク104Kによって接続されることによって、リング103Bが形成される。他のスタック構成のノード102A及び102Cについても同様である。スイッチ101A及び101Bを接続するリンク104I、スイッチ101E及び101Fを接続するリンク104J及び上記のリンク104Kのように、スタックを構成する二つのスイッチ間を接続するリンクは、スタックリンクとも記載される。

#### 【0024】

また、図1では省略されているが、実際には、図1に示したそれぞれのノードにさらに一つ以上のネットワーク装置が接続されてもよい。例えば、図1に示したいずれかのノードは、他のリングに属するノード（図示省略）が接続されることによって、当該他のリングにも属することができる。あるいは、図1に示したいずれかのノードに、いずれのリングにも属しないネットワーク装置（例えばデータ転送装置又はサーバ等）が接続されてもよい。それらのネットワーク装置は、図1に示したリングを通過するデータの転送元又は転送先となり得る。

#### 【0025】

図2Aは、本発明の実施例1のネットワークシステムにおけるスイッチ101間の接続を示すブロック図である。

#### 【0026】

図1に示すように、本実施形態は種々の形態のリングに適用され得るが、図2Aには、説明を容易にするために、スイッチ101K～101Nによって構成される一つのリング103Cを示す。この例において、スイッチ101K及び101Lは、リンク104Lによって接続され、スタック構成のマスタノード102Dとなる。一方、スイッチ101M及び101Nは、それぞれトランジットノードとなる。以下、スイッチ101M及び101Nをそれぞれノード101M及び101Nのように記載する場合がある。

#### 【0027】

各スイッチ101は、複数のポートを有する。図2Aには、例としてスイッチ101Kが有するポート201A～201C及びスイッチ101Lが有するポート201D～201Fのみを示し、他のポートの図示は省略する。リングを構成するノード間を接続するポートは、リングポートとも記載される。図2Aでは、ポート201A及び201Dがリングポートである。スイッチ101M及び101Nもそれぞれ二つのリングポート（図示省

10

20

30

40

50

略)を有する。ポート201Aはリンク104Oを介してスイッチ101Nの一方のリングポートに接続され、ポート201Dはリンク104Mを介してスイッチ101Mの一方のリングポートに接続される。スイッチ101Mのもう一方のリングポートは、リンク104Nを介してスイッチ101Nのもう一方のリングポートに接続される。

#### 【0028】

上記のように、一つのリングに属するノードは二つのリングポートを有するが、マスタノードのリングポートは、一方がプライマリポート、もう一方がセカンダリポートとして扱われる。リングに障害が発生していない場合、マスタノードは、セカンダリポートを、データフレームを送受信しないように論理的にブロックする。図2Aの例では、ポート201Aがプライマリポート、ポート201Dがセカンダリポートであるため、障害が発生していない場合には、ポート201Dがブロックされている。これらの詳細については後述する。

#### 【0029】

スイッチ101Kのポート201Bは、リンク104Lを介してスイッチ101Lのポート201Eに接続される。このように、スタックを構成する二つのスイッチ間を接続するポート(すなわちスタックリンクに接続されるポート)は、スタックポートとも記載される。

#### 【0030】

なお、各リンク104は、物理的には、例えばポート201間を接続するネットワークケーブル等によって実現される。

#### 【0031】

リング103Cを構成する各スイッチ101は、上記のリングポート以外のポート(上記のリングポートとは別のリングポート、又はリングポートではないポート)を介して、さらに他の一つ以上のネットワーク装置と接続され得る。図2Aの例では、ポート201C及び201Fが、それぞれリンク104P及び104Qを介して、リング103Cに属しないスイッチ101Oに接続される。この例において、リンク104P及び104Qは、いわゆるリンクアグリゲーションによって仮想的に一つのリンクとして扱われる。これによって、ノード102Dは、スイッチ101K又は101Lの一方に障害が発生した場合にも、正常なもう一方を使用してスイッチ101Oとの通信を継続することができる。ただし、リンクアグリゲーションの適用は一例であり、リンク104P及び104Qがそれぞれに別のスイッチ(図示省略)に接続されてもよい。同様に、スイッチ101M及び101Nには、それぞれリンク104R及び104Sを介して、図示しない任意のネットワーク装置が接続されてもよい。

#### 【0032】

図2Bは、本発明の実施例1のネットワークシステムに含まれるスイッチ101の構成を示すブロック図である。

#### 【0033】

図2Bには、例として、リング103Cに属し、スタックを構成するスイッチ101Kの構成を示す。他のスイッチ101の構成も基本的には図2Bと同様であるが、それぞれのスイッチ101の属性(例えば当該スイッチ101がリングに属するか否か及びスタックを構成するか否か等)によって保持される情報が相違する場合がある。また、ユーザがコマンドを入力するのに使用する管理装置240をリンク104Tを介してポート201G経由でスイッチ101Kに接続する。管理装置240の接続先ポートはポート201の何れかであればよい。また、管理装置は、図2Bのようにスイッチ101Kの外に存在する形態でもよいし、管理装置の機能をスイッチ101K内部に持たせてもよい。

#### 【0034】

スイッチ101Kは、相互に接続された制御部210、メモリ220、転送エンジン230、及び転送エンジン230に接続される複数のポート201を有する。制御部210は、プロトコル共通制御部211、スタック管理/制御部212、リング制御部213及びインターフェース制御部214を含む。これらは、専用のハードウェアによって実現され

10

20

30

40

50

てもよい。あるいは、制御部210がプロセッサであり、これがメモリ220に格納されたプログラムを実行することによって、プロトコル共通制御部211等の各制御部が実現されてもよい。その場合、以下の説明においてプロトコル共通制御部211等の各制御部が実行する処理は、実際には制御部210に相当するプロセッサによって実行される。

#### 【0035】

メモリ220には、コンフィグレーションテーブル221、スタック状態管理テーブル222、ポートリンク状態管理テーブル223及びリングポート状態管理テーブル224が格納される。コンフィグレーションテーブル211は、スイッチが属するノードのリンクネットワークを構成するネットワークシステムにおける属性（マスタノードかトランジットノード）を示す情報を含むリンクネットワークを構成するスイッチの情報を格納する。スタック状態管理テーブル222は、スタックを構成するデータ転送装置システムにおける属性（マスタかバックアップか）を示す情報を含む。ポートリンク状態管理テーブル223は、スタックを構成するスイッチが有するポートの状態に関する情報を保持する。リングポート状態管理テーブル224は、自スイッチの二つのリングポートに関する情報を含む。

#### 【0036】

制御部210は、外部からのコマンドの入力に応じて、コンフィグレーションテーブル221を更新することによりリンクプロトコル及びスタックに関するスイッチの設定を行う。

#### 【0037】

制御部210（インターフェース制御部214）は、スイッチのポートの状態変化を検出し、ポートリンク状態管理テーブル223を更新する。

#### 【0038】

制御部210（プロトコル共通制御部211）は、リンクにおけるヘルスチェックフレームの送信制御を、リンクネットワークシステムにおける自ノードの属性（マスタノードかトランジットノード）に基づいて行う。また、スタックにおけるヘルスチェックフレームの送信制御を、スタックを構成するデータ転送装置システムにおける属性（マスタかバックアップか）に基づいて行う。

#### 【0039】

制御部210（スタック管理／制御部212）は、スタックを構成するスイッチの状態を監視し、スイッチの障害を検知した場合に、スタック状態管理テーブル222に基づいてスタックを構成するデータ転送装置システムにおける属性（マスタかバックアップか）の切り替えを行う。

#### 【0040】

制御部210（リンク制御部213）は、コンフィグレーションテーブル221とスタック状態管理テーブル222に基づいてリンクポート状態管理テーブル224を更新する。また、リンクネットワークシステムの状態（障害が発生していない正常状態か、障害が発生している障害状態か）を監視し、監視結果に基づいてリンクポート状態管理テーブル224を更新することにより、スタックを構成するスイッチのリンクポートの設定を制御する。

#### 【0041】

転送エンジン230は、いずれかのポート201がリンク104を介して受信したデータを他のポート201に転送する。当該他のポート201は、転送されたデータを、そのポート201に接続されたリンク104を介して送信する。これによってスイッチ101Kのデータ転送機能が実現される。例えば、スイッチ101Kがレイヤ2スイッチである場合、スイッチ101Kは図示しないMAC（Media Access Control）アドレステーブルを保持し、転送エンジン230は、受信したフレームのヘッダに含まれる宛先MACアドレスとMACアドレステーブルとを照合して決定したポート201に当該フレームを転送する。また、転送エンジン230は、制御部210からの指示に従ってポート201の状態を変更する。

10

20

30

40

50

## 【0042】

次に、スイッチ101が保持するテーブルについて、図3～図6を参照して説明する。ここでは、例として、図2A及び図2Bに示すスイッチ101Kが保持するテーブルを説明する。

## 【0043】

図3は、本発明の実施例1のスイッチ101Kが保持するコンフィグレーションテーブル221の説明図である。

## 【0044】

コンフィグレーションテーブル221は、各スイッチ101の設定情報を保持する。このテーブルに保持される設定情報は、後述するように、ユーザがコマンドを入力して設定するものである。保持された設定情報は、ユーザがコマンドを入力して変更するまで維持される。ユーザは、各スイッチ101の何れかのポートに接続される管理装置240に対してコマンドを入力し、管理装置240はコマンドによって入力された情報をコンフィグレーションテーブル221に設定する。また、管理装置240は、コマンドを入力する際に接続し、入力が完了すると、各スイッチ101から外してもよい。なお、後述するスタックのヘルスチェックフレームによって、スイッチ101Kとスイッチ101Lとが同じコンフィグレーションテーブル221を保持するように同期処理を行ってもよい。また、スイッチ101Kとスイッチ101Lとが保持するコンフィグレーションテーブル221の設定情報が同じになるように、スイッチ101Kとスイッチ101Lのそれぞれに対してユーザがコマンドを入力して設定してもよい。

10

20

## 【0045】

図3に示すコンフィグレーションテーブル221は、スタックを構成するスイッチ101K及び101Lに対応するレコードを含み、各レコードは、スイッチ301、スタックプライオリティ302、スタックポート番号303、リングID304、リングモード305、リングポート番号306及びポートシャットダウン設定307を含む。

## 【0046】

スイッチ301は、各スイッチ101の識別情報である。図3の例において、「スイッチ1」はスイッチ101Kを識別し、「スイッチ2」はスイッチ101Lを識別する。

## 【0047】

スタックプライオリティ302は、各スイッチ101のスタックにおける優先度を示す。例えば、スタックプライオリティ302の値が大きいほど優先度が高いことを示す。この値は、スタックの運用を開始するときに、二つのスイッチのいずれをマスタスイッチとするかを決定するために参照される。例えば、スタックプライオリティ302が示す優先度が高いスイッチ101Kが最初にマスタスイッチとなる。

30

## 【0048】

スタックポート番号303は、スタックリンクが接続されるスタックポートの識別情報である。図3の例では、「1/0/1」がポート201Bを識別し、「2/0/5」がポート201Eを識別する。この例において、例えば「2/0/5」の最初の「2」は当該ポート201Eを有するスイッチ101Lの番号、「0」はスロット番号、「5」はスイッチ101Lにおけるポート201Eの番号であるが、このような識別情報の形式は一例であり、実際にはどのような形式が使用されてもよい。また、図3に示すスイッチ101K及び101Lは、それぞれ一つのスタックポートを有しているが、実際には複数のスタックポートを有し、複数のスタックリンクによって相互に接続されてもよい。

40

## 【0049】

リングID304は、スイッチ101K及び101Lが属するリング103Cの識別情報である。図3の例では、リング103CのリングID304は「2」である。図1に示すようにネットワークシステム100が複数のリング103を有する場合、それぞれのリング103に固有の識別情報が与えられる。

## 【0050】

リングモード305は、スイッチが属するノードのリングネットワークにおける属性を

50

示す。具体的には、リングモード 305 は、スイッチ 101K 及び 101L を含むノードがマスタノード又はトランジットノードのいずれであるかを示す。図 3 の例では、ノード 102D がマスタノードであるため、リングモード 305 は「マスタ」となる。

#### 【0051】

詳細は後述するが、リングモード 305 が「マスタ」の場合、スタックを構成するスイッチ 101K 及び 101L を含むノードは、リングネットワークのマスタノードとして、二つのリングポートの各々からリングのヘルスチェックフレームをリングネットワーク上の隣接するノードに送信し、各々のヘルスチェックフレームをリングネットワーク上の隣接するノードから受信し終端して、障害を監視する。一方、リングモード 305 が「トランジット」の場合、スタックを構成するスイッチ 101K 及び 101L を含むノードは、リングネットワークのトランジットノードとして、一方のリングポートにてリングのヘルスチェックフレームをリングネットワーク上の隣接するノードから受信すると、それをもう一方のリングポートからリングネットワーク上の隣接するノードに送信し転送する。  
10

#### 【0052】

リングポート番号 306 は、隣接するノードに接続されるリングポートの識別情報である。図 3 の例では、「1/0/40」がポート 201A を識別し、「2/0/35」がポート 201D を識別する。ポートシャットダウン設定 307 は、各リングポートがシャットダウンされているか否かを示す。ポートシャットダウン設定 307 の値「shutdown」はリングポートがシャットダウンされていることを、「No shutdown」はシャットダウンされていないことを示す。図 3 の例では、いずれのリングポートもシャットダウンされていない。  
20

#### 【0053】

以下、コンフィグレーションテーブル 221 に値を設定するためのコマンドの例を、図 2A 及び図 3 に沿って示す。スイッチ 101K 又は 101L のリング 103C におけるリングモード 305 をマスタモードに設定する場合、次のようなコマンドが使用される。

```
(config)# ring 2
(config-ring)# mode master
```

#### 【0054】

スイッチ 101K のポート 201A 及びスイッチ 101L のポート 201D をリングポートとして設定する場合、次のようなコマンドが使用される。  
30

```
(config)# interface 1/0/40
(config-if)# ring-port 2
(config-if)# exit
(config)# interface 2/0/35
(config-if)# ring-port 2
```

#### 【0055】

一方、スイッチ 101M 又は 101N のリング 103C におけるリングモード 305 をトランジットモードに設定する場合、次のようなコマンドが使用される。

```
(config)# ring 2
(config-ring)# mode transit
```

#### 【0056】

スイッチ 101K のスタックプライオリティを「20」に設定する場合、次のようなコマンドが使用される。

```
(config)# switch 1 priority 20
```

#### 【0057】

スイッチ 101K のポート 201B をスタックポートとして設定する場合、次のようなコマンドが使用される。

```
(config)# interface 1/0/1
(config-if)# switchport mode stack
(config-if)# exit
```

10

20

30

40

50

## 【0058】

スイッチ101Kのポート201Aをシャットダウンする場合、次のようなコマンドが使用される。

```
(config)# interface 1/0/40
(config-if)# shutdown
```

## 【0059】

スイッチ101Kのポート201Aのシャットダウンを解除する場合、次のようなコマンドが使用される。

```
(config)# interface 1/0/40
(config-if)# no shutdown
```

10

## 【0060】

図4は、本発明の実施例1のスイッチ101Kが保持するスタック状態管理テーブル222の説明図である。

## 【0061】

スタック状態管理テーブル222は、スタックを構成するスイッチ101がスタック状態を管理するために保持するテーブルである。

## 【0062】

図4に示すスタック状態管理テーブル222は、スタックを構成するスイッチ101K及び101Lに対応するレコードを含み、各レコードは、スイッチ401及びスタック状態402を含む。スイッチ401は、図3のスイッチ301と同様に、スタックを構成する各スイッチ101の識別情報である。スタック状態402は、スタックにおける各スイッチの属性を示す。具体的には、スタック状態402は、スタックにおける各スイッチ101の状態がマスタ、バックアップ又は初期状態のいずれであるかを示す。図3の例は、スイッチ101Kがマスタスイッチであり、スイッチ101Lがバックアップスイッチであることを示す。例えば各スイッチ101の電源が投入された直後等、各スイッチ101がマスタスイッチ又はバックアップスイッチのいずれであるか定まっていない時点では、スタック状態402の値は「初期状態」となる。

20

## 【0063】

図5は、本発明の実施例1のスイッチ101Kが保持するポートリンク状態管理テーブル223の説明図である。

30

## 【0064】

ポートリンク状態管理テーブル223は、各スイッチ101の各ポート201の状態を管理するためのテーブルである。図5に示すポートリンク状態管理テーブル223は、スタックを構成するスイッチ101K及び101Lの各ポート201に対応するレコードを含み、各レコードは、スイッチ501、ポート番号502及びポート状態503を含む。

## 【0065】

スイッチ501は、図3のスイッチ301と同様に、各スイッチ101の識別情報である。ポート番号502は、各スイッチ101の各ポート201の識別情報である。ポート状態503は、各ポート201の状態を示す情報であり、その値は「UP」又は「DOWN」のいずれかとなる。あるポート201が他のポート201に接続され、それらのポート201間の通信が可能である場合、それらのポート201のポート状態503は「UP」となる。あるポート201又はそのポート201に接続された他のスイッチ101のポート201のいずれかに障害が発生している場合、又は、そのポート201に何も接続されていない場合、そのポート201のポート状態503は「DOWN」となる。

40

## 【0066】

さらに、障害等が発生しておらず、リンクも正常に接続されているポート201であっても、そのポートに関するポートシャットダウン設定307が「shutdown」となっている場合には、そのポート201のポート状態503は「DOWN」となる。ポート状態503が「DOWN」となっているポート201はデータフレーム、リングのヘルスチェックフレーム、スタックのヘルスチェックフレーム及びフラッシュ制御フレーム等を送受信す

50

ることができない。

【0067】

図6は、本発明の実施例1のスイッチ101Kが保持するリングポート状態管理テーブル224の説明図である。

【0068】

リングポート状態管理テーブル224は、各ノードの各リングポートの状態を管理するためのテーブルである。具体的には、図6に示すリングポート状態管理テーブル224は、スイッチ101Kを含むノード102Dの各リングポートに対応するレコードを含み、各レコードは、スイッチ601、リングID602、リングポート番号603、リングポート604、リングポート状態605及びリング障害状態606を含む。

10

【0069】

スイッチ601、リングID602及びリングポート番号603は、それぞれ、図3のスイッチ301、リングID304及びリングポート番号306に対応する。

【0070】

リングポート604は、各リングポートがプライマリポート又はセカンダリポートのいずれであるかを示す。図6の例では、ポート201Aがプライマリポート、ポート201Dがセカンダリポートである。マスタノードの二つのリングポートの一方が必ずプライマリポートとなり、もう一方が必ずセカンダリポートとなるように決定される限り、リングポート604はどのような方法で決定されてもよい。例えば、より若いスイッチ番号が与えられたスイッチ101のリングポートがプライマリポートとなってもよい。二つのリングポートが同一のスイッチ101に設けられる場合（すなわちスタックが構成されない場合）には、より若いポート番号が与えられたポートがプライマリポートとなってもよい。

20

【0071】

リングポート状態605は、各リングポートの状態がフォワーディング又はブロッキングのいずれの状態であるかを示す。図6の例では、ポート201Aの状態がフォワーディング、ポート201Dの状態がブロッキングである。なお、状態がフォワーディングであるポート201は、後述するヘルスチェックフレーム及びフラッシュ制御フレームのような、リングを制御又は管理するためのフレームだけでなく、ユーザデータを含むデータフレームも送受信する。これに対して、状態がブロッキングであるポート201は、リングを制御又は管理するためのフレームは送受信するが、データフレームは送受信しない。

30

【0072】

初期状態においては、マスタノードの二つのリングポートのうち一方がフォワーディング、もう一方がブロッキングである必要がある。例えば、プライマリポートがフォワーディング、セカンダリポートがブロッキングであってもよい。一方、トランジットノードの二つのリングポートの初期状態はいずれもブロッキングであり、フラッシュ制御フレームを受信したときにいずれもフォワーディングに変更される。

【0073】

リング障害状態606は、ノードが属するリングに障害が発生しているか否かを示す。図6の例では、リング103Cに障害が発生していない（すなわち正常である）。

【0074】

40

図3～図6には、図2A等に示すスイッチ101Kが保持する情報を例示した。この例が示すように、スタックを構成するスイッチ101は、自スイッチ101に関する情報だけでなく、スタックを構成する相手方のスイッチに関する情報も保持する。そのために、スタックを構成するマスタスイッチ及びバックアップスイッチは、自スイッチに関する情報を相互に通信することによってテーブルの内容を同期する。したがって、図2A等に示すスイッチ101Lも、スタックに障害が発生していない限り、図3～図6に示したものと同一の情報を保持する。

【0075】

ただし、リングポート状態管理テーブル224のリング障害状態606は、スイッチ101K及び101Lの間で引き継がれない。後述するようにマスタスイッチに障害が発生

50

してバックアップスイッチが新たなマスタスイッチに遷移した場合、当該新たなマスタスイッチが改めてリング障害を検知して、当該リングが障害状態にあることを確認する。

【0076】

一方、リングに属しているがスタックを構成しないスイッチ101（例えば図2Aのスイッチ101M及び101N）は、スタックに関する情報を保持しない。例えばスイッチ101M及び101Nのコンフィグレーションテーブル221は、それぞれ、自スイッチ101M及び101Nが有する二つのリングポートに関する設定情報を含み、スタックプライオリティ302及びスタックポート番号303を含まない。また、スイッチ101M及び101Nは、スタック状態管理テーブル222を保持しない。スイッチ101M及び101Nのポートリンク状態管理テーブル223は、それぞれ、自スイッチ101M及び101Nのポートに関する情報を含む。スイッチ101M及び101Nのリングポート状態管理テーブル224は、自スイッチ101の二つのリングポートに関する情報を含む。

【0077】

また、本実施例では、トランジットノードであるスイッチ101M及び101Nのリングポート状態管理テーブル224は、リング障害状態606を含まない。

【0078】

ここで、図2A～図6を参照して、正常時（すなわちリング103Cのどの部分にも障害が発生していない場合）の各スイッチ101の動作について説明する。

【0079】

図2Aの例において、ノード102Dはリング103Cのマスタノードであり、ノード101M及び101Nはトランジットノードである。また、ノード102Dは、スイッチ101K及び101Lからなるスタック構成のノードであり、スイッチ101Kがマスタスイッチ、スイッチ101Lがバックアップスイッチである。

【0080】

ここで、まず、マスタノード及びトランジットノードについて説明する。マスタノードは、一つのリングに一つのみ存在するノードであり、ヘルスチェックフレームを用いてリングの障害状態を監視する。具体的には、マスタノードは、二つのリングポートからヘルスチェックフレームを送信し、所定の時間内に両方向のヘルスチェックフレームを受信するか否かを監視する。マスタノードは、監視によってリングの障害が検出されない場合、二つのリングポートのうち一方の状態をフォワーディング、もう一方の状態をブロッキングに設定し、障害が検出された場合、ブロッキングとなっていたリングポートの状態をフォワーディングに変更する。

【0081】

一方、トランジットノードは、一方のリングポートがヘルスチェックフレームを受信すると、そのヘルスチェックフレームを、もう一方のリングポートから、リング上の隣接するノードに転送する。また、トランジットノードの二つのリングポートのいずれも、データフレームを送受信する。マスタノードは、トランジットノードをこのように経由したヘルスチェックフレームの受信状況により障害監視を行う。なお、トランジットノードは、リングのヘルスチェックフレームを用いた障害監視を行わなくてもよい。

【0082】

次に、マスタスイッチ及びバックアップスイッチについて説明する。マスタスイッチは、スタックを構成する全てのメンバスイッチ及びその機能を制御するスイッチであり、バックアップスイッチは、マスタスイッチからの制御に従って動作するスイッチである。特に、リングに属するスタック構成のノードのマスタスイッチは、マスタスイッチが有するリングポートの状態（フォワーディング又はブロッキング）を設定し、さらに、バックアップスイッチが有するリングポートの状態も設定する。当該ノードがマスタノードである場合、マスタスイッチはマスタノードとしての機能を実現するための処理を実行する。一方、バックアップスイッチは、マスタスイッチに障害が発生した場合にマスタスイッチとなる。具体的には、マスタスイッチ及びバックアップスイッチは、スタックポートを介し

10

20

30

40

50

て相互にヘルスチェックフレームを送信し、所定の期間ヘルスチェックフレームを受信できなかった場合は相手方のスイッチに障害が発生したと判定する。

【0083】

なお、以下の説明において、リングの障害監視のためにマスタノードが送受信するヘルスチェックフレームをリングのヘルスチェックフレーム、スタックの障害監視のためにマスタスイッチ及びバックアップスイッチが相互に送信するヘルスチェックフレームをスタックのヘルスチェックフレームとも記載する。

【0084】

図2Aの例において、マスタノード102Dのマスタスイッチ101Kは、ポート201A及び201Bから、それぞれリングのヘルスチェックフレームを送信する。ポート201Aから送信されたリングのヘルスチェックフレームは、トランジットノードであるスイッチ101N及び101Mによって順次転送され、バックアップスイッチ101Lのポート201Dに到着する。バックアップスイッチ101Lは、受信したリングのヘルスチェックフレームをポート201Eからスタックリンク104Lを経由してマスタスイッチ101Kのポート201Bに送信する。

【0085】

その反対に、ポート201Bから送信されたリングのヘルスチェックフレームは、バックアップスイッチ101L、トランジットノードであるスイッチ101M及び101Nによって順次転送され、マスタスイッチ101Kのポート201Aに到着する。マスタスイッチ101Kは、ポート201Aから送信したリングのヘルスチェックフレームをポート201Bから受信し、ポート201Bから送信したリングのヘルスチェックフレームをポート201Aから受信すると、リング103Cに障害が発生していないと判定する。

【0086】

このようにリング103Cに障害が発生していない場合、マスタノード102Dの二つのリングポートのうちプライマリポートであるポート201Aの状態はフォワーディング、セカンダリポートであるポート201Dの状態はブロッキングである。この状態において、例えば、ノード102Dがスイッチ101Oからデータフレームを受信し、その宛先がリンク104Sの接続先のネットワーク装置（図示省略）である場合の当該データフレームの流れを説明する。

【0087】

スイッチ101Oから送信されたデータフレームは、リンク104Pを経由してポート201Cが、又はリンク104Qを経由してポート201Fが受信する。ポート201Dの状態がブロッキングであるため、ポート201Fがデータフレームを受信した場合、スイッチ101Lは、当該データフレームをポート201Eからスイッチ101Kに送信する。スイッチ101Kは、ポート201B又は201Cから受信したデータフレームをポート201Aから送信する。スイッチ101Nは、リンク104Oを経由して受信したデータフレームを、リンク104Sの接続先に転送する。

【0088】

仮に、データフレームの送信先がリンク104Rの接続先のネットワーク装置であれば、スイッチ101Nは、受信したデータフレームをスイッチ101Mに転送する。スイッチ101Mは、受信したデータフレームをリンク104Rの接続先のネットワーク装置に転送する。このように、リング103Cに障害が発生していないければ、リング103Cに属する任意の二つのノード間にデータフレームの通信経路を設定することができる。その一方で、ポート201Dの状態がブロッキングであるため、データフレームがリンク103C内を循環することは防止される。

【0089】

次に、リングに障害が発生した場合のスイッチ101の動作について説明する。

【0090】

図7は、本発明の実施例1のネットワークシステムにおいてマスタノードを構成するマスタスイッチに障害が発生した場合の動作を示す説明図である。

10

20

30

40

50

## 【0091】

図7に示すリング103Dは、図2Aのリング103Cと同様のスイッチ101K～101Nに加えて、スイッチ101Pを含む。スイッチ101Kがスイッチ101Pに接続され、スイッチ101Pがスイッチ101Nに接続されることを除いて、リング103Dのスイッチ101間の接続関係は、リング103Cに示したものと同様である。また、図7ではポート201等が省略されているが、スイッチ101K～101Nの構成は図2A～図6を参照して説明した通りであり、スイッチ101Pの構成はスイッチ101N等と同様である。

## 【0092】

以下、リング103Dの外のネットワーク装置（例えばスイッチ101O）からマスタノード102Dが受信したデータフレームが、リング103Dを通過して、スイッチ101Nからリング103Dの外のネットワーク装置に送信される例を説明する。マスタスイッチであるスイッチ101Kは、リングのヘルスチェックフレームによる障害監視を実行する。リングに障害が発生していない時点において、データフレームは、フォワーディング状態のポート201Aから送信され、スイッチ101P及び101Nによって順次転送される。さらに、スイッチ101K及び101Lは、相互にスタックのヘルスチェックフレームによる障害監視を実行する。上記のような障害監視が実行されている状態を以下の説明において障害監視状態とも記載する。

10

## 【0093】

その後、スイッチ101Kに障害が発生すると、スイッチ101Kからリングのヘルスチェックフレーム及びスタックのヘルスチェックフレームが送信されなくなる。バックアップスイッチであるスイッチ101Lは、スイッチ101Kからのスタックのヘルスチェックフレームを受信しなくなったときにスイッチ101Kの障害を検知し、自身が保持するスタック状態管理テーブル222のスイッチ101Lに対応するスタック状態402を「バックアップ」から「マスタ」に変更する。これによって、スイッチ101Lが新たなマスタスイッチとなる。

20

## 【0094】

次に、スイッチ101Lは、自身が保持するリングポート状態管理テーブル224のリングポート201Dに対応するリングポート状態605を「ブロッキング」から「フォワーディング」に変更する。さらに、スイッチ101Lは、リング103Dにフラッシュ制御フレームを送信する。フラッシュ制御フレームは、スイッチ101Lから、スイッチ101M、101N及び101Pに順次転送される。スイッチ101L及びフラッシュ制御フレームを受信したスイッチ101M、101N及び101Pは、各々が保持するMACアドレステーブル（図示省略）をクリアする。

30

## 【0095】

これによって、データフレームの転送経路が、スイッチ101Lからスイッチ101Mを経由してスイッチ101Nに至る経路に切り替えられる。スイッチ101Kに障害が発生することによってスイッチ101Kからスイッチ101Pを経由してスイッチ101Nに至る経路を使用できなくなるが、上記のように経路を切り替えることによってデータフレームの転送を継続することができる。スイッチ101Kに障害が発生しているため、リングポート201Dの状態をフォワーディングに変更してもデータフレームはリング103D内を循環しない。

40

## 【0096】

さらに、スイッチ101Lは、マスタスイッチとなつたため、リングのヘルスチェックフレームの双方向（すなわちスイッチ101Kの方向及びスイッチ101Mの方向）への送信を開始する。また、スイッチ101Lは、引き続きスタックのヘルスチェックフレームによる障害監視も実行する。これによって、スイッチ101Lは、スイッチ101Kが引き続き障害状態にある場合には、リング103Cが障害状態にあることを認識し、スイッチ101Kが復旧した場合にはその復旧を検知することができる。このように、障害からの復旧を監視する状態を、以下の説明において復旧監視状態とも記載する。

50

## 【0097】

図8は、本発明の実施例1のネットワークシステムにおいてマスタノードを構成するバックアップスイッチに障害が発生した場合の動作を示す説明図である。

## 【0098】

図8に示すリング103Dは、ノード102Dの二つのリングポートのうち、スイッチ101Kのポート201Aがセカンダリポートであり、スイッチ101Lのポート201Dがプライマリポートであることを除いて、図7に示したリング103Dと同様である。ただし、この変更は説明のためのものであり、例えばスタックプライオリティ302に応じてリングポート604が決定される場合には、実際には、コンフィグレーションテーブル221を変更しない限り、プライマリポート及びセカンダリポートは変更されない。

10

## 【0099】

この例において、リング103Dに障害が発生していない場合、ポート201Dの状態がフォワーディング、ポート201Aの状態がブロッキングであるため、ノード102Dからスイッチ101Nに至るデータフレームは、スイッチ101L、101M及び101Nによって順次転送される。

## 【0100】

マスタスイッチであるスイッチ101Kは、リングのヘルスチェックフレームによる障害監視を実行する。さらに、スイッチ101K及び101Lは、スタックのヘルスチェックフレームを用いてスタックの障害監視を実行する。スイッチ101Kは、スタックの障害監視によってスイッチ101Lの障害を検知した場合、リング103Dにフラッシュ制御フレームを送信する。スイッチ101K及びフラッシュ制御フレームを受信したスイッチ101P、101N及び101Mは、各々が保持するMACアドレステーブルをクリアする。

20

## 【0101】

さらに、スイッチ101Kは、自身が保持するリングポート状態管理テーブル224のリングポート201Aに対応するリングポート状態605を「ブロッキング」から「フォワーディング」に変更する。

## 【0102】

これによって、データフレームの転送経路が、スイッチ101Kからスイッチ101Pを経由してスイッチ101Nに至る経路に切り替えられる。スイッチ101Lに障害が発生することによってスイッチ101Lからスイッチ101Mを経由してスイッチ101Nに至る経路を使用できなくなるが、上記のように経路を切り替えることによってデータフレームの転送を継続することができる。

30

## 【0103】

スイッチ101Kは、復旧監視状態へ遷移する。具体的には、スイッチ101Kは、引き続き、リングのヘルスチェックフレームを双方向に送信する。また、スイッチ101Kは、引き続きスタックのヘルスチェックフレームによる障害監視も実行する。これによって、スイッチ101Kは、スイッチ101Lが復旧した場合にはその復旧を検知することができる。

## 【0104】

40

図9は、本発明の実施例1のネットワークシステムにおいてマスタノードを構成するスイッチが障害から復旧した場合の動作を示す説明図である。

## 【0105】

具体的には、図9には、図8に示した障害が復旧した場合の動作を示す。スイッチ101Lは、障害から復旧すると、バックアップスイッチとしてスタックに加入する。次に、スイッチ101Kは、セカンダリポートであるポート201Aの状態をブロッキングに変更する。さらに、スイッチ101Kは、フラッシュ制御フレームを送信する。その結果、リング103Dの各スイッチのMACアドレステーブルがクリアされる。これによって、データフレームの転送経路が、スイッチ101Lからスイッチ101Mを経由してスイッチ101Nに至る経路に切り替えられる。その後、スイッチ101K及び101Lは、障

50

害監視状態へ遷移する。

【0106】

図10は、本発明の実施例1のネットワークシステムにおいてトランジットノードを構成するマスタスイッチに障害が発生した場合の動作を示す説明図である。

【0107】

図10に示すリング103Dにおけるスイッチ101間の接続関係は図7～図9と同様であるが、スイッチ101Mがマスタノードであり、スイッチ101K及び101Lがスタック構成のトランジットノードである点は相違する。また、障害が発生する前の時点では、スイッチ101Kがマスタスイッチである。

【0108】

この例において、スイッチ101Kに障害が発生すると、バックアップスイッチであったスイッチ101Lがマスタスイッチに遷移する。一方、スイッチ101Mは、リングのヘルスチェックフレームを用いた障害監視によってリング障害を検出すると、障害動作を実行する。具体的には、スイッチ101Mは、セカンダリポートの状態をフォワーディングに変更し、フラッシュ制御フレームを送信する。これによって、スイッチ101M及びフラッシュ制御フレームを受信したスイッチ101（スイッチ101Lを含む）のMACアドレステーブルがクリアされる。

【0109】

これによって、データフレームの転送経路が、スイッチ101Lからスイッチ101Mを経由してスイッチ101Nに至る経路に切り替えられる。そして、スイッチ101Mは、復旧監視状態へ遷移する。

【0110】

図11は、本発明の実施例1のネットワークシステムにおいてトランジットノードを構成するスイッチが障害から復旧した場合の動作を示す説明図である。

【0111】

具体的には、図11には、図10に示した障害が復旧した場合の動作を示す。スイッチ101Kは、障害から復旧すると、バックアップスイッチとしてスタックに加入する。次に、スイッチ101Mは、リングのヘルスチェックフレームを用いた障害監視によってリング障害の復旧を検出して、復旧動作を実行する。具体的には、スイッチ101Mは、セカンダリポートの状態をブロッキングに変更し、フラッシュ制御フレームを送信する。これによって、スイッチ101M及びフラッシュ制御フレームを受信したスイッチ101（スイッチ101Lを含む）のMACアドレステーブルがクリアされる。

【0112】

これによって、データフレームの転送経路が、スイッチ101Lからスイッチ101Pを経由してスイッチ101Nに至る経路に切り替えられる。そして、スイッチ101Mは、障害監視状態へ遷移する。

【0113】

なお、図10及び図11に示すように、本実施例では、障害発生前にマスタスイッチであったスイッチ101Kは、障害から復旧した後、バックアップスイッチとしてスタックに加入する。しかし、このような動作は一例であり、実際にはスイッチ101Kが再びマスタスイッチとしてスタックに加入してもよい。例えば、スイッチ101Kの復旧が検出されると、スタックプライオリティ302に基づいて、優先度の高いスイッチ101Kがマスタスイッチとなってもよい。その場合、スイッチ101Lはマスタスイッチからバックアップスイッチへ遷移する。ノード102Dがマスタノードである場合も同様である。

【0114】

次に、ここまでに説明した動作を実現するためにスイッチ101の各部が実行する具体的な処理について、フローチャートを参照して説明する。

【0115】

図12は、本発明の実施例1のインターフェース制御部214が実行する処理のフローチャートである。

10

20

30

40

50

## 【0116】

インタフェース制御部214は、ポートの状態変化（リンクアップ又はリンクダウン）を検出すると（ステップ1201）、その変化がリンクアップ又はリンクダウンのいずれであるかを判定する（ステップ1202）。リンクアップが検出された場合、インタフェース制御部214は、ポートリンク状態管理テーブル223における当該ポート（すなわち状態変化が検出されたポート）のポート状態503を「UP」に変更する（ステップ1203）。

## 【0117】

次に、インタフェース制御部214は、スタックを構成するスイッチ間でポートリンク状態管理テーブル223を同期する（ステップ1204）。例えばスイッチ101Kのインタフェース制御部214がいずれかのポート201の状態変化を検出した場合、ステップ1203で「スイッチ1」に対応するいずれかのポート状態503が変更され、ステップ1204でその変更の内容がスタックリンク104Lを経由してスイッチ101Lに通知される。スイッチ101Lのインタフェース制御部214はその通知に従ってポートリンク状態管理テーブル223の当該ポートのポート状態503を変更する。これによって、スタックを構成する二つのスイッチのポートリンク状態管理テーブル223の内容が同一になる。

## 【0118】

次に、インタフェース制御部214は、コンフィグレーションテーブル221又はリングポート状態管理テーブル224を参照して、当該ポートがリングポートであるか否かを判定する（ステップ1205）。当該ポートがリングポートである場合、インタフェース制御部214は、スタックリンク状態管理テーブル222を参照して、当該スイッチ（すなわちこの処理を実行しているインタフェース制御部214が属するスイッチ101）のスタックリンク状態402がマスタスイッチであるか否かを判定する（ステップ1206）。当該スイッチのスタックリンク状態402がマスタスイッチである場合、インタフェース制御部214は、ポートリンク状態変更をリング制御部213に通知する（ステップ1207）。

## 【0119】

次に、インタフェース制御部214は、コンフィグレーションテーブル221を参照して、当該ポートがスタックリンクポートであるか否かを判定する（ステップ1208）。当該ポートがスタックリンクポートである場合、インタフェース制御部214は、ポートリンク状態変更をスタックリンク管理／制御部212に通知する（ステップ1209）。

## 【0120】

ステップ1205において当該ポートがリングポートでないと判定されたか、又は、ステップ1206において当該スイッチのスタックリンク状態402がマスタスイッチでない（すなわちバックアップスイッチ又は初期状態である）と判定された場合、インタフェース制御部214はステップ1207を実行しない。ステップ1208において当該ポートがスタックリンクポートでないと判定された場合、インタフェース制御部214はステップ1209を実行しない。

## 【0121】

ステップ1202においてリンクダウンが検出されたと判定された場合、インタフェース制御部214は、ポートリンク状態管理テーブル223における当該ポートのポート状態503を「DOWN」に変更する（ステップ1210）。インタフェース制御部214がステップ1210に続いて実行するステップ1211～1216は、それぞれステップ1204～1209と同様であるため、説明を省略する。

## 【0122】

以上でインタフェース制御部214が実行する処理が終了する。インタフェース制御部214は、ポートの状態変化を検出する度に上記のステップ1201～1216を実行する。

## 【0123】

図13は、本発明の実施例1のプロトコル共通制御部211が実行する処理のフロー

10

20

30

40

50

ヤートである。

【0124】

プロトコル共通制御部211は、当該スイッチ（すなわちこの処理を実行しているプロトコル共通制御部211が属するスイッチ101）がスタックポートを有しているか否かを判定する（ステップ1301）。当該スイッチがスタックポートを有している（すなわち当該スイッチがスタックを構成している）場合、プロトコル共通制御部211は、当該スタックポートからスタックのヘルスチェックフレームを送信する（ステップ1302）。送信されるスタックのヘルスチェックフレームは、そのフレームがスタックのヘルスチェックフレームであることを示す情報、当該スイッチのスタック状態402、当該スイッチのスタックプライオリティ302、当該スイッチの識別情報（すなわちスイッチ301）10、及び当該スイッチのスタックポート番号303等のデータを含む。各スイッチ101は、必要に応じて、例えば図3～図6に示したテーブルの情報のような、それぞれが保持している情報をスタックリンク経由で（例えばスタックのヘルスチェックフレームに含めて）通信することによって、保持している情報を相手スイッチとの間で同期することができる。

【0125】

次に、プロトコル共通制御部211は、当該スイッチがリングのマスタノードであるか否かを判定する（ステップ1303）。当該スイッチがリングのマスタノードである場合、プロトコル共通制御部211は、当該スイッチがスタックのマスタスイッチであるか否かを判定する（ステップ1304）。当該スイッチがスタックのマスタスイッチである場合、プロトコル共通制御部211は、当該スイッチのリングポートからリングのヘルスチェックフレームを送信する（ステップ1305）。リングのヘルスチェックフレームは、少なくとも、そのフレームがリングのヘルスチェックフレームであることを示す情報を含む。20

【0126】

ステップ1301において当該スイッチがスタックポートを有しないと判定された場合、プロトコル共通制御部211はステップ1302を実行しない。ステップ1303において当該スイッチがリングのマスタノードでないと判定されたか、又は、ステップ1304において当該スイッチがスタックのマスタスイッチでないと判定された場合、プロトコル共通制御部211はステップ1305を実行しない。30

【0127】

以上でプロトコル共通制御部211が実行する処理が終了する。プロトコル共通制御部211は、繰り返し（例えば定期的に）上記のステップ1301～1305を実行する。なお、実際には、プロトコル共通制御部211は、ステップ1301～1302とステップ1303～1305とを独立に実行してもよい。例えば、プロトコル共通制御部211がスタックのヘルスチェックフレームを送信する間隔とリングのヘルスチェックフレームを送信する間隔とが異なってもよい。

【0128】

図14は、本発明の実施例1のスタック管理／制御部212が実行する処理のフローチャートである。40

【0129】

スタック管理／制御部212は、最初に、当該スイッチ（すなわちこの処理を実行しているスタック管理／制御部212が属するスイッチ101）のスタック状態402が初期状態であるか否かを判定する（ステップ1401）。例えば、当該スイッチがスタックの新たな（又は障害から復旧した）メンバスイッチとして追加された場合、当該スイッチのスタック状態402は初期状態である。

【0130】

当該スイッチのスタック状態402が初期状態である場合、スタック管理／制御部212は、スタックのヘルスチェックフレームを受信したか否かを判定する（ステップ1402）。スタック管理／制御部212が所定の時間内にスタックのヘルスチェックフレーム50

を受信しなかった（すなわちタイムアウトした）場合、当該スイッチが属するスタックの相手スイッチ（例えば当該スイッチがスイッチ101Kである場合、スイッチ101L）に障害が発生している可能性があるため、当該スイッチがマスタスイッチとなる必要がある。このため、スタック管理／制御部212は、当該スイッチのスタック状態402をマスタに変更する（ステップ1403）。

【0131】

ステップ1402においてスタック管理／制御部212が所定の時間内にスタックのヘルスチェックフレームを受信した場合、スタック管理／制御部212は、受信したスタックのヘルスチェックフレームに含まれるスタック状態を参照して、相手スイッチの状態がマスタであるか否かを判定する（ステップ1404）。相手スイッチの状態がマスタである場合、スタック管理／制御部212は、当該スイッチのスタック状態402をバックアップに変更する（ステップ1405）。例えば、図9又は図11に示すように障害から復旧したスイッチ101Lのスタック管理／制御部212は、相手スイッチ101Kがマスタスイッチであるため、ステップ1405においてバックアップスイッチとしてスタックに加入される。

10

【0132】

ステップ1404において、相手スイッチの状態がマスタでないと判定された場合、スタック管理／制御部212は、当該スイッチと相手スイッチのスタックプライオリティ302を比較する（ステップ1406）。その結果、当該スイッチの優先度が高い場合、スタック管理／制御部212は、当該スイッチのスタック状態402をマスタに変更し（ステップ1407）、当該スイッチの優先度が低い場合、当該スイッチのスタック状態402をバックアップに変更する（ステップ1408）。

20

【0133】

ステップ1405、1407又は1408でスタック状態402が変更された場合、次に、スタック管理／制御部212は、スタックを構成するスイッチ間でポートリンク状態管理テーブル223及びスタック状態管理テーブル222を同期する（ステップ1409）。この同期は、当該スイッチが有するポートリンク状態管理テーブル223及びスタック状態管理テーブル222に含まれる各情報のうち当該スイッチに関する各情報を相手スイッチへ送信し、相手スイッチが送信した相手スイッチに関するポートリンク状態管理テーブル223及びスタック状態管理テーブル222に含まれる各情報によって、ポートリンク状態管理テーブル223及びスタック状態管理テーブル222に含まれる各情報のうち相手スイッチに関する各情報を更新することによって実行される。また、ポートリンク状態管理テーブル223及びスタック状態管理テーブル222に含まれる各情報のうち当該スイッチに関する各情報を更新対象として送信して更新してもよいし、変更された各情報を更新対象として送信して更新してもよい。例えば、当該スイッチが変更されたスタック状態402をスタックのヘルスチェックフレームに含めて送信し、相手スイッチが受信したスタック状態402に基づいてスタック状態管理テーブル222を変更することによって実行される。また、本実施例では明記していないが、スタックのヘルスチェックフレームは、各スイッチが固有で持つ情報（MAC学習情報など）を定期的に同期することに用いる。

30

【0134】

ステップ1403でスタック状態402が変更されたか、又はステップ1409でテーブルが同期した場合、次に、スタック管理／制御部212は、当該スイッチが追加されたことをリング制御部213に通知する（ステップ1410）。

40

【0135】

ステップ1401において、当該スイッチのスタック状態402が初期状態でない（すなわちマスタ又はバックアップである）と判定された場合、スタック管理／制御部212は、当該スイッチのスタックポートのポート状態503が変更されたか否かを判定する（ステップ1411）。この状態変更は、図12のステップ1209又は1219において通知されるものである。ポート状態503が変更されていない場合、スタック管理／制御

50

部 212 は、スタックのヘルスチェックフレームを受信したか否かを判定する（ステップ 1412）。スタックのヘルスチェックフレームを受信した場合、スタック管理 / 制御部 212 は、スタックを構成するスイッチ間でポートリンク状態管理テーブル 223 及びスタック状態管理テーブル 222 を同期する（ステップ 1413）。同期方法については、ステップ 1409 と同様である。

【0136】

ステップ 1411において、当該スイッチのスタックポートのポート状態 503 が変更されたと判定された場合、スタック管理 / 制御部 212 は、当該スイッチのスタックポートの変更されたポート状態 503 を判定する（ステップ 1414）。その結果、全てのスタックポートのポート状態 503 が「DOWN」であると判定された場合、当該スイッチは、相手スイッチの障害又はスタックリンクの障害等によって相手スイッチと通信できない状態にある。この場合、当該スイッチがバックアップスイッチであればマスタスイッチとなる必要があるため、スタック管理 / 制御部 212 は、当該スイッチのスタック状態 402 を判定する（ステップ 1415）。なお、ステップ 1412においてタイムアウトが検出された場合にもスタックが上記と同様の状態であるため、スタック管理 / 制御部 212 はステップ 1415 を実行する。

【0137】

ステップ 1415においてスタック状態 402 がバックアップであると判定された場合、スタック管理 / 制御部 212 は、当該スイッチのスタック状態 402 をマスタに変更する（ステップ 1416）。次に、スタック管理 / 制御部 212 は、当該スイッチのリングモード 305 がマスタであるか否かを判定する（ステップ 1417）。リングモード 305 がマスタである場合、スタック管理 / 制御部 212 は、当該スイッチが新たにマスタスイッチとなったことをリング制御部 213 に通知する（ステップ 1418）。

【0138】

ステップ 1417においてリングモード 305 がトランジットであると判定された場合、スタック管理 / 制御部 212 はステップ 1418 を実行しない。ステップ 1415においてスタック状態 402 がマスタであると判定された場合、スタック管理 / 制御部 212 はステップ 1416 ~ 1418 を実行しない。

【0139】

ステップ 1414において、全てのスタックポートのポート状態 503 が「DOWN」でない（すなわち少なくとも一つのスタックポートのポート状態 503 が「UP」である）と判定された場合、スタック管理 / 制御部 212 は、スタックのヘルスチェックフレームを受信したか否かを判定する（ステップ 1419）。スタックのヘルスチェックフレームを受信した場合、スタック管理 / 制御部 212 は、スタックを構成するスイッチ間でポートリンク状態管理テーブル 223 及びスタック状態管理テーブル 222 を同期する（ステップ 1420）。この同期方法については、ステップ 1409 と同様である。例えば、当該スイッチが、ステップ 1411 で変更されたと判定されたポート状態 503 及びそれに対応するスイッチ 501 及びポート番号 502 の値をスタックのヘルスチェックフレームに含めて送信し、相手スイッチが受信した値に基づいてポートリンク状態管理テーブル 223 を変更することによって実行される。

【0140】

ステップ 1419においてタイムアウトが検出された場合、スタック管理 / 制御部 212 はステップ 1420 を実行しない。

【0141】

以上でスタック管理 / 制御部 212 の処理が終了する。図 14 のフローは、定期的に行ってもよく、リングネットワークに新たにスイッチを追加した場合や、当該スイッチを再起動した場合、または外部からの処理の開始指示の入力を受けた場合に行ってよい。

【0142】

図 15A 及び図 15B は、本発明の実施例 1 のリング制御部 213 が実行する処理のフローチャートである。

10

20

30

40

50

## 【0143】

最初に、リング制御部213は、スイッチ追加通知を受けたか否かを判定する（ステップ1501）。このスイッチ追加通知は、スタック管理／制御部212がステップ1410で送信するものである。スイッチ追加通知を受けた場合、リング制御部213は、当該スイッチ（すなわちこの処理を実行しているリング制御部213が属するスイッチ101）のスタック状態402を判定する（ステップ1502）。スタック状態402がバックアップである場合、リング制御部213は、当該スイッチと当該スイッチが属するスタックの相手スイッチとの間でリングポート状態管理テーブル224を同期する（ステップ1503）。この同期方法については、図14のステップ1409と同様である。

## 【0144】

ステップ1502において、スタック状態402がマスタであると判定された場合、リング制御部213は、当該スイッチのリングモード305を判定する（ステップ1504）。リングモード305がトランジットである場合、リング制御部213は、リングポート状態を初期化する（プライマリポート、セカンダリポート共にブロッキング）する（ステップ1505）。一方、リングモード305がマスタである場合、リング制御部213は、リングポート状態を初期化（プライマリポートはフォワーディング、セカンダリポートはブロッキング）し（ステップ1506）、さらに、リングのフラッシュ制御フレームを送信する（ステップ1507）。

## 【0145】

ステップ1501においてスイッチ追加通知を受けなかったと判定された場合、リング制御部213は、当該スイッチのリングモード305を判定する（ステップ1508）。当該スイッチのリングモード305がマスタである場合、リング制御部213は、当該スイッチのスタック状態402を判定する（ステップ1509）。当該スイッチのスタック状態402がマスタである場合、リング制御部213は、リングのヘルスチェックフレームを受信したか否かを判定する（ステップ1510）。ステップ1510においてタイムアウトが検出された場合、当該スイッチが属するリングのいずれかの部位（例えば当該スイッチが属するスタックの相手スイッチ、又は当該リングのトランジットノード）に障害が発生しているため、リング制御部213は、当該スイッチのリング障害状態606を障害に変更する（ステップ1511）。

## 【0146】

次に、リング制御部213は、当該スイッチが属するノードのセカンダリポートのリングポート状態605がブロッキングであるか否かを判定する（ステップ1512）。セカンダリポートのリングポート状態605がブロッキングである場合、リング制御部213は、セカンダリポートのリングポート状態605をフォワーディングに変更する（ステップ1513）。これによって、図8に示すセカンダリポートの状態変更が実現される。次に、リング制御部は、リングのフラッシュ制御フレームを送信する（ステップ1514）。

## 【0147】

ここで、図7及び図8とは異なるいくつかの場合におけるステップ1513の処理を説明する。図8にはバックアップスイッチであるスイッチ101Lに障害が発生した例を示しているが、スイッチ101Lは正常であり、いずれかのトランジットノード（例えばスイッチ101M等）に障害が発生した場合にも、上記と同様の処理が実行され、セカンダリポート201Aのリングポート状態605がフォワーディングに変更される。その結果、プライマリポート201D及びセカンダリポート201Aのいずれのリングポート状態605もフォワーディングとなる。これによって、通信経路の切り替えが可能となる一方で、トランジットノードの障害のため、データフレームが循環するループは形成されない。

## 【0148】

一方、図7に示すように、マスタスイッチ101Kのポート201Aがプライマリポートであり、バックアップスイッチ101Lのポート201Dがセカンダリポートである場

10

20

30

40

50

合において、マスタスイッチ 101K 及びバックアップスイッチ 101L のいずれでもなく、いずれかのトランジットノードに障害が発生したとき、マスタスイッチ 101K のリング制御部 213 は、ステップ 1513において、ポート 201D の状態をブロッキングからフォワーディングに変更することを決定し、その変更の指示を、スタックポート 201B を介してバックアップスイッチ 101L に送信する。バックアップスイッチ 101L のリング制御部 213 は、受信した指示に従ってポート 201D の状態をフォワーディングに変更する。これによって、上記の例と同様に、ループを形成することなく、通信経路の切り替えが可能となる。

#### 【0149】

図 7 に示すように、マスタスイッチ 101K のポート 201A がプライマリポートであり、バックアップスイッチ 101L のポート 201D がセカンダリポートである場合において、マスタスイッチ 101K ではなくバックアップスイッチ 101L に障害が発生しているときも、マスタスイッチ 101K のリング制御部 213 は、ステップ 1513において、ポート 201D の状態をブロッキングからフォワーディングに変更することを決定し、その変更の指示を送信する。しかし、バックアップスイッチ 101L のリング制御部 213 は、障害のため、送信された指示に従う制御を実行できない場合がある。その場合にも、バックアップスイッチ 101L 以外のスイッチを利用した通信経路の切り替えが可能となる一方で、バックアップスイッチ 101L の障害のため、ループは形成されない。

#### 【0150】

ステップ 1509において、当該スイッチのスタック状態 402 がバックアップであると判定された場合、リング制御部 213 は、マスタ切り替え通知を受けたか否かを判定する（ステップ 1515）。この通知は、スタック管理 / 制御部 212 がステップ 1418（図 14 参照）で送信するものである。マスタ切り替え通知を受けた場合、当該スイッチがバックアップスイッチからマスタスイッチに変更された（すなわち当該スイッチの相手スイッチに障害が発生しており、その結果、当該スイッチが属するリングにも障害が発生している）ため、リング制御部 213 は、ステップ 1512 以降の処理を実行する。これによって、図 7 に示すセカンダリポートの状態変更が実現される。一方、マスタ切り替え通知を受けていない場合、当該スイッチは依然としてバックアップスイッチであるため、リング制御部 213 はステップ 1510 ~ 1514 を実行しない。

#### 【0151】

ステップ 1512において、セカンダリポートのリングポート状態 605 がフォワーディングであると判定された場合、リング制御部 213 は、リングポート状態 605 を変更する必要がないため、ステップ 1513 及び 1514 を実行しない。これによって、スタックの相手スイッチ又はトランジットノードに障害が発生する前からセカンダリポートがフォワーディングであった場合には、障害が発生した後もフォワーディングの状態が維持されるように、セカンダリポートが制御される。

#### 【0152】

ステップ 1510においてリングのヘルスチェックフレームを受信した場合、リング制御部 213 は、当該スイッチのリング障害状態 606 が障害であるか否かを判定する（ステップ 1516）。リング障害状態 606 が障害である場合、当該スイッチが属するリングに障害が発生していたが、ステップ 1510においてリングのヘルスチェックフレームを受信したことによってその障害が解消されたことが確認されたため、リング制御部 213 は、当該スイッチのリング障害状態 606 を正常に変更する（ステップ 1517）。

#### 【0153】

次に、リング制御部 213 は、セカンダリポートのリングポート状態 605 をブロッキングに変更し（ステップ 1518）、プライマリポートのリングポート状態 605 がブロッキングであった場合にはそれをフォワーディングに変更し（ステップ 1519）、リングのフラッシュ制御フレームを送信する（ステップ 1520）。これによって、図 9 に示すセカンダリポートの状態変更が実現される。なお、ステップ 1513 の場合と同様に、ステップ 1518 又は 1519 の制御対象のポートがバックアップスイッチ側にある場合

10

20

30

40

50

には、マスタスイッチのリング制御部 213 がリングポート状態 605 を変更する指示をバックアップスイッチに送信し、バックアップスイッチのリング制御部 213 がその指示に従ってリングポート状態 605 を変更する。

【0154】

ステップ 1516において、当該スイッチのリング障害状態 606 が正常であると判定された場合、既に、プライマリポートのリングポート状態 605 はフォワーディングに、セカンダリポートのリングポート状態 605 はブロッキングに設定されている。この状態を維持するため、リング制御部 213 はステップ 1517～1520 を実行する必要がない。

【0155】

以上のように、本実施例のスタック構成のマスタノードにおいて、マスタスイッチは、リングの状態が正常であるときに、二つのリングポートの一方の状態をフォワーディング、もう一方の状態をブロッキングに制御し、リングの障害を検出したときに、両方の状態をフォワーディングに制御する（ステップ 1513）。具体的には、マスタスイッチは、マスタスイッチのリングポートの状態がブロッキングである場合、リングの障害を検出したときにそのポートの状態をフォワーディングに変更し、バックアップスイッチのリングポートの状態がブロッキングである場合、リングの障害を検出したときに、マスタスイッチのリングポートの状態をフォワーディングに維持しながら、バックアップスイッチにリングポートの状態をフォワーディングに変更する指示を送信する。そして、マスタノードのマスタスイッチは、リングが障害から回復したことを検出したときに、再び一方の状態をフォワーディング、もう一方の状態をブロッキングに制御する（ステップ 1518、1519）。

10

【0156】

本実施例では、マスタノードの二つのリングポートの一方にプライマリポート、もう一方にセカンダリポートという属性（リングポート 604）が与えられ、プライマリポートの状態は、リングの正常時及び障害時のいずれもフォワーディングとなるように制御され、セカンダリポートの状態は、リングの正常時にブロッキング、障害時にフォワーディングとなるように制御される。しかし、このような制御方法は一例であり、正常時に一方がフォワーディング、もう一方がブロッキングとなるように制御され、障害時に両方がフォワーディングとなるように制御される限り、どのような制御方法を用いてもよい。

20

【0157】

ステップ 1508において、当該スイッチのリングモード 305 がトランジットであると判定された場合、リング制御部 213 は、当該スイッチのスタック状態 402 を判定する（ステップ 1521）。当該スイッチのスタック状態 402 がマスタである場合、リング制御部 213 は、当該スイッチが属するトランジットノードのいずれかのリングポートのポート状態 503 が変更されたか否かを判定する（ステップ 1522）。この状態変更は、図 12 のステップ 1207 又は 1214 において通知されるものである。いずれかのリングポートのポート状態 503 が変更された場合、リング制御部 213 は、当該変更が UP から DOWN への変更であるか否かを判定する（ステップ 1523）。当該変更が UP から DOWN への変更である場合、リング制御部 213 は、ポート状態 503 が UP から DOWN へ変更されたリングポートのリングポート状態 605 をブロッキングに変更する（ステップ 1524）。このように、ステップ 1522 からステップ 1524 を実行することで、ポート状態 503 が変更されたリングポートのリングポート状態 605 を初期化（ブロッキング）し、リングネットワークにループが発生することを防ぐ。

30

【0158】

当該トランジットノードのリングポートのポート状態 503 が変更されなかったか（ステップ 1522）、又は、変更されたとしても当該変更が DOWN から UP への変更であった場合（ステップ 1523）には、リング制御部 213 はステップ 1524 を実行しない。

40

【0159】

50

次に、リング制御部 213 は、フラッシュ制御フレームを受信したか否かを判定する（ステップ 1525）。フラッシュ制御フレームを受信した場合、リング制御部 213 は、当該スイッチが属するトランジットノードにブロッキング状態のリングポートがあるか否かを判定する（ステップ 1526）。ブロッキング状態のリングポートがある場合、当該リングポートのリングポート状態 605 をフォワーディングに変更する（ステップ 1527）。

【0160】

当該スイッチがフラッシュ制御フレームを受信しなかったか（ステップ 1525）、又は、受信したとしても当該スイッチが属するトランジットノードにブロッキング状態のリングポートがない場合（ステップ 1526）には、リング制御部 213 はステップ 1527 を実行しない。

10

【0161】

ステップ 1521において、当該スイッチのスタック状態 402 がバックアップであると判定された場合、リング制御部 213 は、マスタ切り替え通知（図 14 のステップ 1418）を受けたか否かを判定する（ステップ 1528）。マスタ切り替え通知を受けた場合、当該スイッチがバックアップスイッチからマスタスイッチに変更されたため、リング制御部 213 は、ポートの設定内容に基づいてリングポート状態 605 を更新する（ステップ 1529）。

【0162】

具体的には、当該スイッチがバックアップスイッチからマスタスイッチに切り替えられる前に、マスタスイッチによって当該スイッチのリングポートの状態がフォワーディングに設定されていた場合、リングポート状態 605 をフォワーディングに更新し、ブロッキングに設定されていた場合、リングポート状態 605 をブロッキングに更新する。

20

【0163】

一方、マスタ切り替え通知を受けていない場合、当該スイッチは依然としてバックアップスイッチであるため、リング制御部 213 はステップ 1529 を実行しない。

【0164】

図 15 のフローは、定期的に行ってもよく、リングネットワークに新たにスイッチを追加した場合や、当該スイッチを再起動した場合、または外部からの処理の開始指示の入力を受けた場合に行ってもよい。

30

【0165】

以上の本発明の実施例 1 によれば、リングネットワークのノードにスタックを適用し、スタックを構成する各スイッチが、相手スイッチの状態（すなわち障害が発生しているか否か）、スタックにおける自スイッチの属性（すなわちマスタスイッチであるか否か）及び自スイッチが属するノードの属性（すなわちマスタノードであるか否か）に応じてポートのデータフレーム転送を適切に制御することによって、リングネットワークの耐障害性を高めることができる。

【実施例 2】

【0166】

次に、本発明の実施例 2 について説明する。以下に説明する相違点を除き、実施例 2 のネットワークシステムの各部は、実施例 1 の同一の符号を付された各部と同一の機能又は内容を有するため、それらの説明は省略する。

40

【0167】

図 16 は、本発明の実施例 2 のネットワークシステムにおけるトランジットノードへのスイッチの増設の説明図である。

【0168】

図 16 を参照して、リングを構成するトランジットノードのうち、単独のスイッチによって構成される（すなわちスタック構成でない）トランジットノードを、新たなスイッチの増設によってスタック構成のトランジットノードを構築する手順を説明する。

【0169】

50

本実施例のネットワークシステムは、図16に示すリング103Eを含む。図16(1)には、スイッチを増設する前の正常状態のリング103Eを示す。このリング103Eは、スイッチ101Q～101Vがリング状に接続されたものであり、スイッチ101Qがマスタノードであり、スイッチ101R～101Vの各々が一つのトランジットノードである。各スイッチ101Q～101Vは実施例1のスイッチ101と同様であるため、詳細な説明は省略する。

#### 【0170】

実施例1で説明したマスタノードと同様、正常状態において、マスタノードであるスイッチ101Qのプライマリポート201I及びセカンダリポート201Jの状態はそれぞれフォワーディング及びブロッキングである。この状態において、スイッチ101Qがスイッチ101Rの方向及びスイッチ101Vの方向のそれぞれに送信したリングのヘルスチェックフレームはリング103Eを1周してスイッチ101Qによって受信される。

#### 【0171】

上記のリング103Eにおいてスイッチ101Tからなるトランジットノードに新たにスイッチを増設することによって、当該トランジットノードをスタック構成のノードに変更する手順を説明する。まず、図16(2)に示すように、増設対象であるスイッチ101Tに隣接するスイッチ101S及び101Uの、スイッチ101Tに接続されているリングポートのシャットダウンが実行される。これは、例えばユーザがスイッチ101Sにポート201Kを対象とするshutdownコマンド(図3の説明参照)を入力し、スイッチ101Uにポート201Nを対象とするshutdownコマンドを入力することによって実行される。

#### 【0172】

これによって、スイッチ101Sのコンフィグレーションテーブル221のポート201Kに関するポートシャットダウン設定307がshutdownに変更され、さらに、ポートリンク状態管理テーブル223のポート201Kに関するポート状態503がDOWNに変更される。スイッチ101Uのポート201Nについても同様である。

#### 【0173】

これによって、リングのヘルスチェックフレームがリング103Eを1周することができなくなるため、スイッチ101Qはリング103Eの障害を検出する。その結果、スイッチ101Qは、図16(3)に示すように、セカンダリポート201Jの状態をフォワーディングに変更する。さらに、スイッチ101Qは、フラッシュ制御フレームを送信する。これらの手順は実施例1の図15において説明したマスタノードの処理手順(ステップ1510からステップ1514)と同様である。これによって、スイッチ101Tがリング103Eから切り離された後も、リング103E上の通信経路のうちスイッチ101Tを含まない通信経路を経由したデータフレームの通信を継続することが可能になる。

#### 【0174】

さらに、スイッチ101Tのリングポートのうち一方が削除される。図16(3)の例では、スイッチ101Tの二つのリングポート201L及び201Mのうちスイッチ101S側のポート201Lが削除される。具体的には、この削除は、例えば、ユーザがポート201Kと201Lとを接続していたネットワークケーブルを物理的に取り外し、さらに、スイッチ101Tのコンフィグレーションテーブル221の内容を削除することによって実行される。

#### 【0175】

次に、新たなスイッチ101Wを追加することで、スイッチ101T及び101Wからなるスタック構成のノード102Eが構築される(図16(4))。具体的には、例えばユーザがスイッチ101Wをスイッチ101Tに接続し、さらに、それぞれにコマンドを入力することによってスイッチ101T及び101Wのコンフィグレーションテーブル221を作成する(図3の説明参照)。そして、スイッチ101T及び101Wが各々図14の動作フローを実行してスタック構成のノード102Eが構築される。

#### 【0176】

10

20

30

40

50

次に、ユーザがスイッチ101Wのリングポート201Oとスイッチ101Sのリングポート201Kとを接続する（図16（5））。

#### 【0177】

次に、構築されたノード102Eに隣接するスイッチ101S及び101Uの、ノード102Eに接続されているリングポートのシャットダウン解除が実行される（図16（6））。これは、例えばユーザがスイッチ101Sにポート201Kを対象とするNo shutdownコマンド（図3の説明参照）を入力し、スイッチ101Uにポート201Nを対象とするNo shutdownコマンドを入力することによって実行される。その結果、リングのヘルスチェックフレームがリング103Eを1周できるようになるため、スイッチ101Qはリング103Eが障害から復旧したことを検出する（図15のステップ1510）。この時点で、構築されたノード102Eのリングポート201O及び201M、並びにそれらに接続されるリングポート201K及び201Nの状態はブロッキングである（図15のステップ1521からステップ1524）。

#### 【0178】

リング103Eの復旧を検出したスイッチ101Qは、セカンダリポート201Jの状態をブロッキングに変更する（図16（7））。さらに、スイッチ101Qがフラッシュ制御フレームを送信することによって、ポート201K、201M、201N及び201Oの状態がブロッキングからフォワーディングに変更される。これによって、リング103Eの状態が正常になる（図15のステップ1516からステップ1520、図15のステップ1525からステップ1527）。

#### 【0179】

図16には、リング103Eの一部として稼働していたスイッチ101Tに新たにスイッチ101Wを追加することによってスタック構成のノード102Eを構築する例を示したが、初期状態においてスイッチ101Tを含まないリング103Eに、スイッチ101T及び101Wからなるスタック構成のノード102Eを追加することもできる。具体的には、例えば初期状態においてスイッチ101Sがスイッチ101Uに接続されていた場合に、それらのスイッチのリングポート201K及び201Nをシャットダウンし、それらの間にスタック構成のノード102Eを接続し、シャットダウンを解除することで、ノード102Eが追加される。このようなシャットダウン、シャットダウンの解除及びそれらの前後の処理は、図16に示したものと同様の手順で実現できるため、詳細な説明を省略する。

#### 【0180】

図17は、本発明の実施例2のネットワークシステムにおけるトランジットノードからのスイッチの減設の説明図である。

#### 【0181】

図17を参照して、リングを構成するトランジットノードのうち、スタック構成のトランジットノードから一方のスイッチを減設することによって、当該スタック構成のトランジットノードを単一のスイッチによるトランジットノードに変更する手順を説明する。

#### 【0182】

減設前のリング103Eは、図17（1）に示すように、スイッチ101Q～101Wがリング状に接続されたものであり、スイッチ101Qがマスタノードであり、スイッチ101R、101S、101U及び101Vの各々が一つのトランジットノードである。一方、スイッチ101Sと101Uの間に接続されたトランジットノード102Eは、スイッチ101T及び101Wからなるスタック構成のノードである。各スイッチ101Q～101Wは図16に示したものと同様であってよい。また、リング103Eは、初めから図17（1）に示される形態に構築されたものであってもよいし、図16に示す手順によって構築されたものであってもよい。

#### 【0183】

上記のリング103Eにおいてトランジットノード102Eからスイッチ101Wを減設することによって、当該トランジットノードをスイッチ101Tのみからなるノードに

変更する手順を説明する。まず、図17(2)に示すように、減設対象であるスイッチ101Tに隣接するスイッチ101S及び101Uの、ノード102Eに接続されているリングポート201K及び201Nのシャットダウンが実行される。これは、図16(2)と同様に実行される。その結果、スイッチ101Qは、リング103Eの障害を検出する(図15のステップ1510からステップ1511)。

#### 【0184】

そして、スイッチ101Qは、セカンダリポート201Jの状態をフォワーディングに変更する(図17(3))。さらに、スイッチ101Qは、フラッシュ制御フレームを送信する(図15のステップ1512から1514)。これによって、ノード102Eがリング103Eから切り離された後も、リング103E上の通信経路のうちノード102Eを含まない通信経路を経由したデータフレームの通信を継続することが可能になる。さらに、スイッチ101Wのリングポート201Oが削除される。これらの手順は、図16(3)と同様に実行される。

#### 【0185】

次に、スイッチ101Wが取り外される。(図17(3)、(4))。例えばユーザがスイッチ101Wをスイッチ101Tから切り離し、さらに、スイッチ101Tにコマンドを入力することによってスイッチ101Tのコンフィグレーションテーブル221を作成する(図3の説明参照)。なお、スイッチ101W取り外し後、スイッチ101Tが、図14の動作フローを実行してスタック構成のノード102Eを解除することも可能である。具体的には、ステップ1401にて「その他」と判断し、ステップ1414にて「全スタックポートDOWN」と判断することで、スタック状態としては「マスタ」であり、リングモードとしては「トランジット」であるスイッチ101Tとなる。そして、ユーザがスイッチ101Tのリングポート201Lとスイッチ101Sのリングポート201Kとを接続する(図17(5))。

#### 【0186】

次に、スイッチ101Tに隣接するスイッチ101S及び101Uの、スイッチ101Tに接続されているリングポートのシャットダウン解除が実行される(図17(6))。この処理は、(図16(6))と同様に実行される。スイッチ101Qはリング103Eが障害から復旧したことを検出する(図15のステップ1510)。この時点で、ポート201K～201Nの状態はブロッキングである(図15のステップ1521からステップ1524)。

#### 【0187】

リング103Eの復旧を検出したスイッチ101Qは、セカンダリポート201Jの状態をブロッキングに変更する(図17(7))。さらに、スイッチ101Qがフラッシュ制御フレームを送信することによって、ポート201K～201Nの状態がブロッキングからフォワーディングに変更される。これによって、リング103Eの状態が正常になる(図15のステップ1516からステップ1520、図15のステップ1521からステップ1527)。

#### 【0188】

図17には、スタック構成されたノード102Eからスイッチ101Wを減設し、スイッチ101Tをトランジットノードとして残す例を示したが、ノード102E全体を減設し、スイッチ101Sをスイッチ101Uに接続することによって5個のスイッチからなるリング103Eを構築することもできる。これは、例えば、スイッチ101Tのポート201K及びスイッチ101Uのポート201Nをシャットダウンし、ポート201Kとポート201Nとを新たに接続し、シャットダウンを解除することで実現される。このようなシャットダウン、シャットダウンの解除及びそれらの前後の処理は、図17に示したものと同様の手順で実現できるため、詳細な説明を省略する。

#### 【0189】

以上のように、実施例2によれば、リングを経由するデータフレームの通信を継続したまま、リングのトランジットノードをスタック構成のトランジットノードに変更する増設

10

20

30

40

50

又はスタック構成のトランジットノードを単独のスイッチからなるトランジットノードに変更する減設を実行することができる。

【0190】

なお、本発明は上述した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

【0191】

上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部または全部を、例えば集積回路で設計する等によってハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによってソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリ、ハードディスクドライブ、SSD (Solid State Drive) 等の記憶装置、または、I Cカード、SDカード、DVD等の計算機読み取り可能な非一時的データ記憶媒体に格納することができる。

【0192】

また、リングプロトコルは、上述のプロトコルには限定されず、たとえば、EAPS (Ethernet Automatic Protection System (Ethernetは登録商標)) のような、図1のような複数のノードをリング状に接続したネットワークにおける障害の検出及びそれに伴う経路切り替えを行う冗長化プロトコルであってもよい。

【0193】

また、図面には、実施例を説明するために必要と考えられる制御線及び情報線を示しており、必ずしも、本発明が適用された実際の製品に含まれる全ての制御線及び情報線を示しているとは限らない。実際にはほとんど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

【符号の説明】

【0194】

101A～101W スイッチ  
 102A～102E ノード  
 103A～103E リング  
 104A～104S リンク  
 201A～201O ポート  
 210 制御部  
 211 プロトコル共通制御部  
 212 スタック管理 / 制御部  
 213 リング制御部  
 214 インタフェース制御部  
 220 メモリ  
 221 コンフィグレーションテーブル  
 222 スタック状態管理テーブル  
 223 ポートリンク状態管理テーブル  
 224 リングポート状態管理テーブル  
 230 転送エンジン

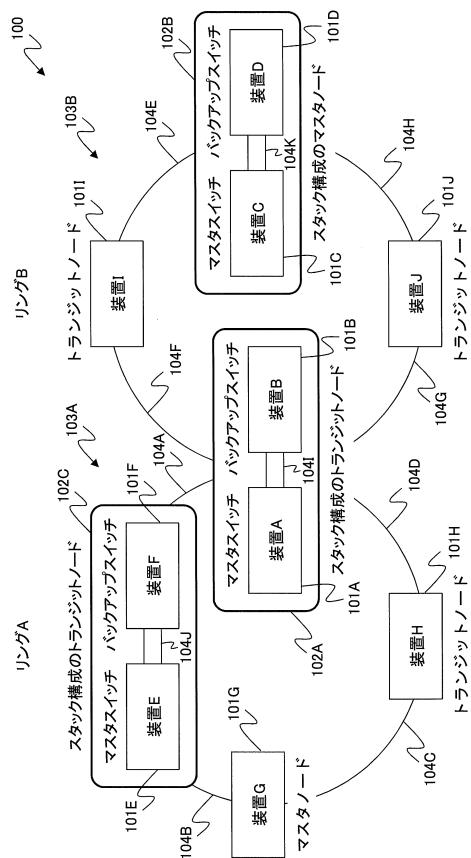
10

20

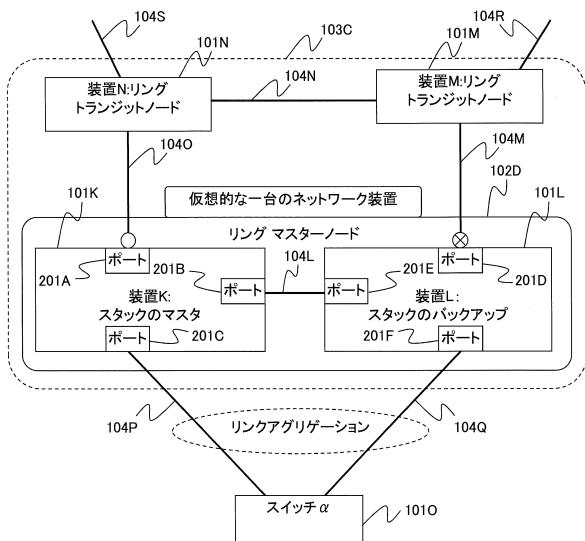
30

40

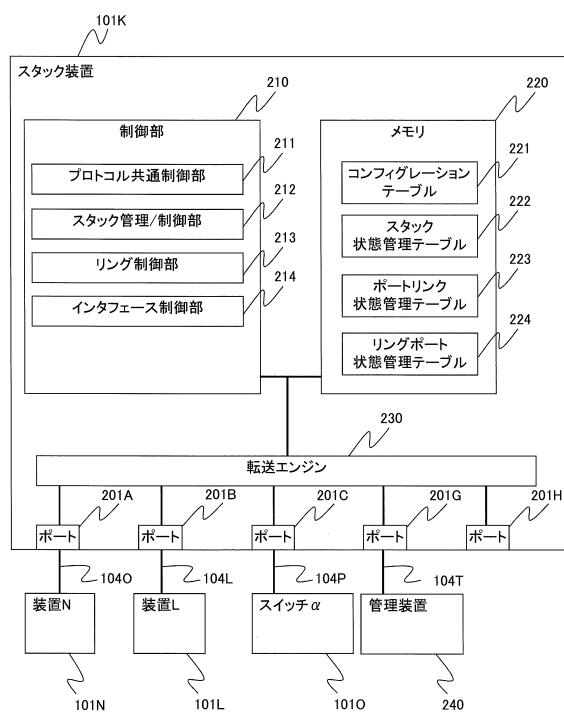
【図1】



【図2 A】



【図2 B】



【図3】

コンフィグレーションテーブル						
スイッチ	スタック プライオリティ	スタックポート 番号	リング ID	リング モード	リングポート 番号	ポート シャットダウン 設定
スイッチ1	20	1/0/1	2	マスタ	1/0/40	No shutdown
スイッチ2	10	2/0/5	2	マスタ	2/0/35	No shutdown

【図4】

スタック状態管理テーブル	
スイッチ	スタック状態
スイッチ1	マスタ
スイッチ2	バックアップ

【図5】

ポートリンク状態管理テーブル

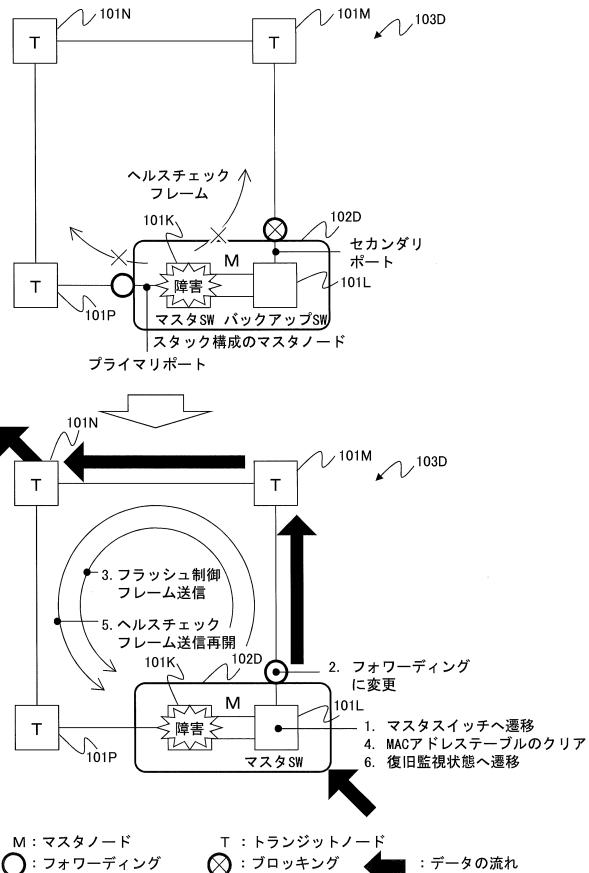
スイッチ	ポート番号	ポート状態
スイッチ1	1/0/1	UP
⋮	⋮	⋮
スイッチ1	1/0/40	UP
⋮	⋮	⋮
スイッチ2	2/0/5	UP
⋮	⋮	⋮
スイッチ2	2/0/35	UP
⋮	⋮	⋮

【図6】

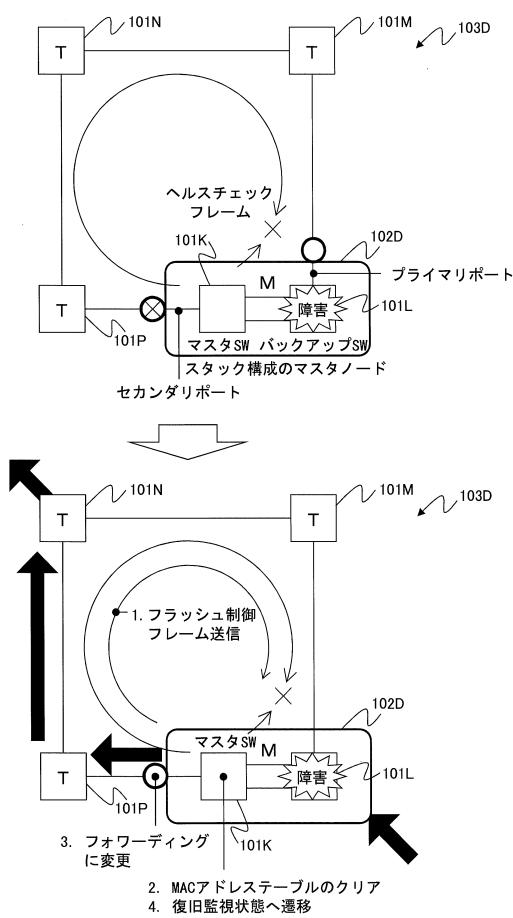
リングポート状態管理テーブル

スイッチ	リングID	リングポート番号	リングポート	リングポート状態	リング障害状態
スイッチ1	2	1/0/40	プライマリ	フォワーディング	正常
スイッチ2	2	2/0/35	セカンダリ	ブロッキング	正常

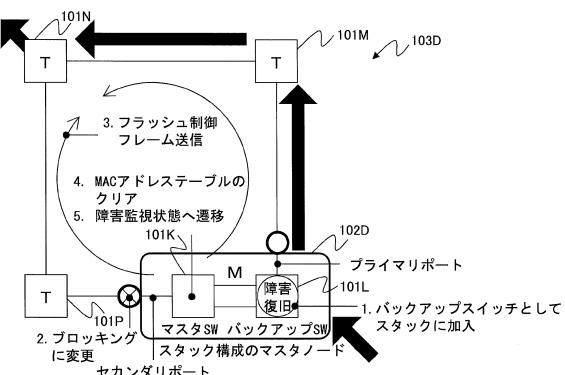
【図7】



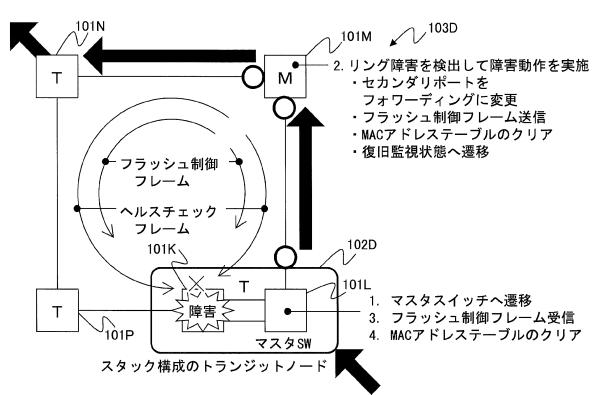
【図8】



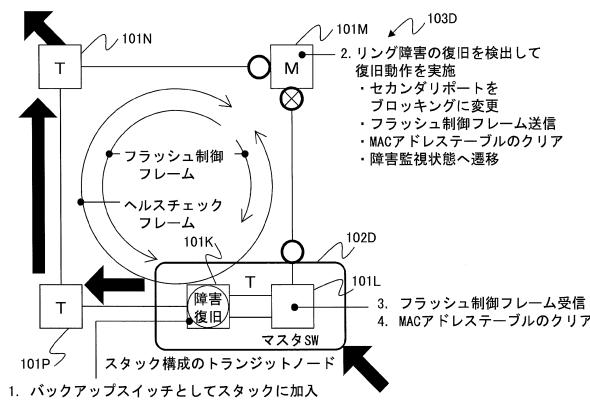
【図9】



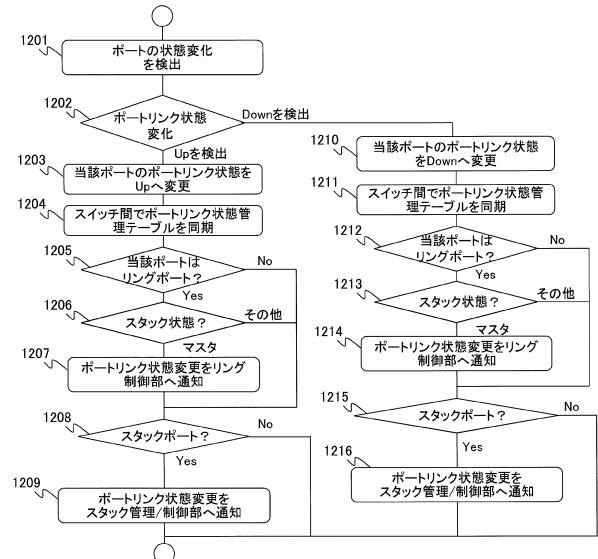
【図10】



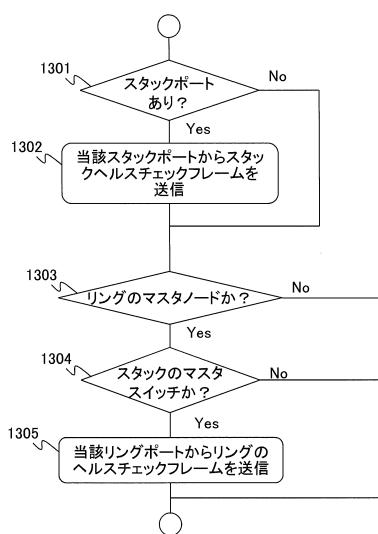
【図11】



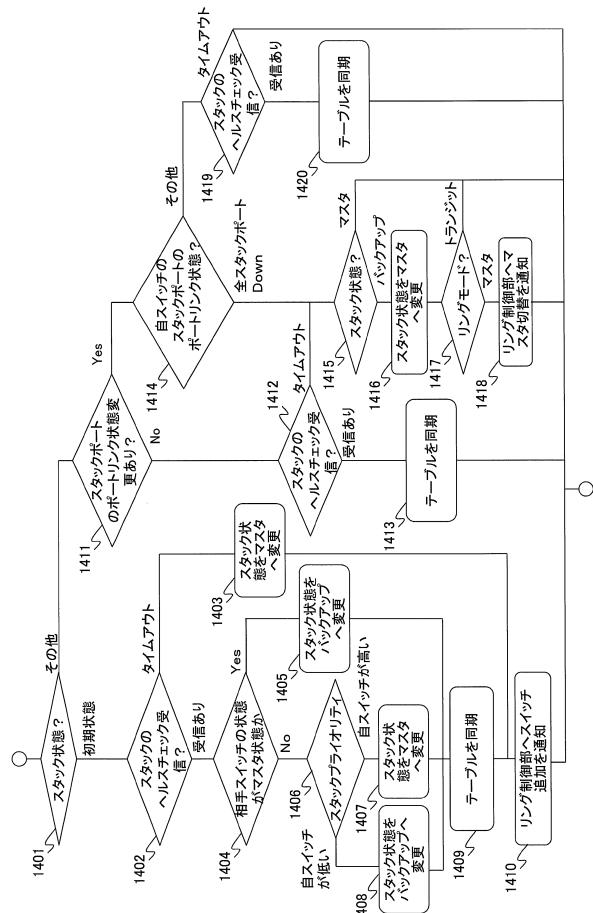
【図12】



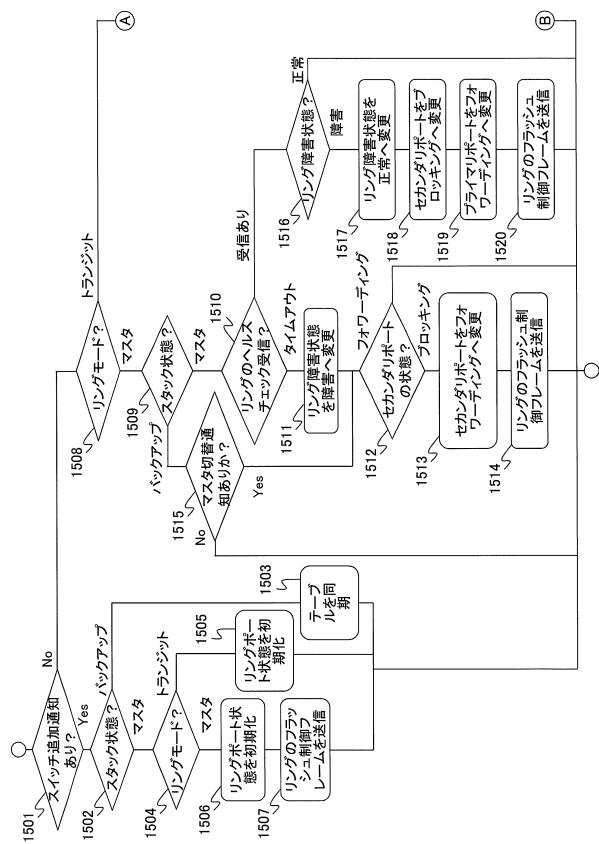
【図13】



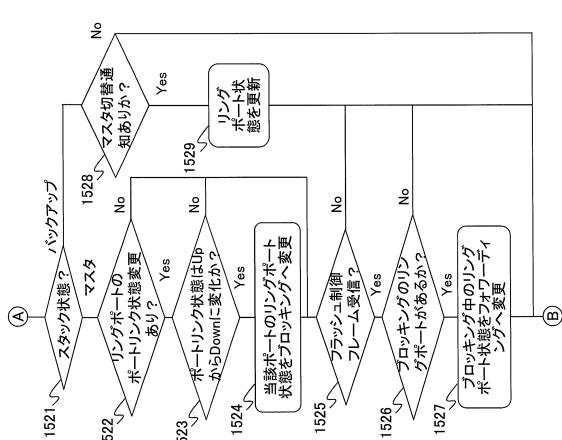
【図14】



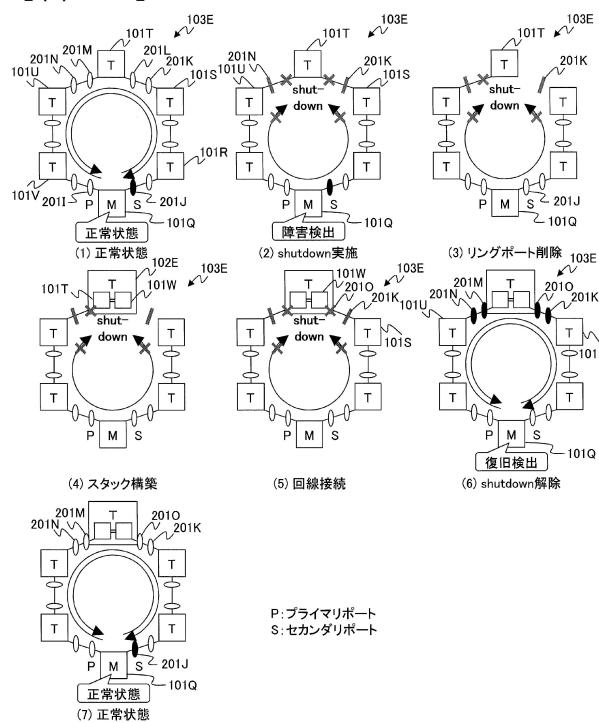
【図15A】



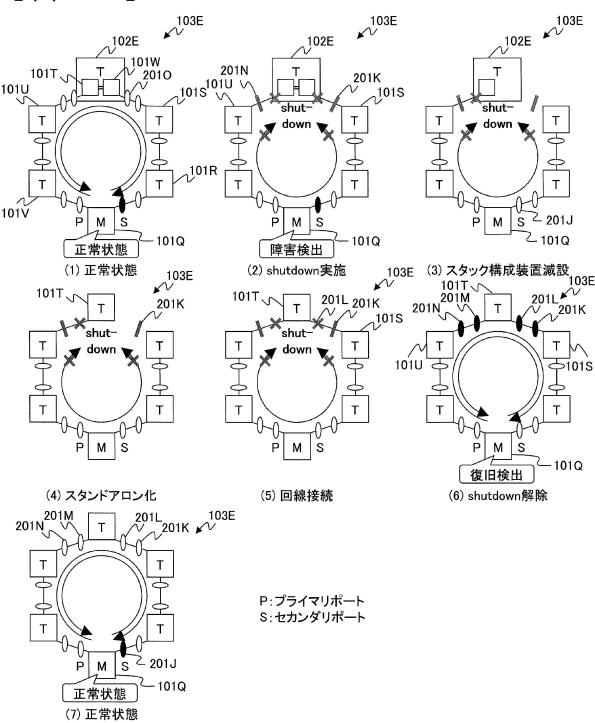
【図15B】



【図16】



【図17】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2013-098839(JP, A)  
特開2005-130049(JP, A)  
特開2008-136013(JP, A)  
特開2012-138902(JP, A)  
国際公開第2010/120556(WO, A1)  
米国特許出願公開第2003/0072259(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L12/42-12/437