

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5534026号
(P5534026)

(45) 発行日 平成26年6月25日 (2014. 6. 25)

(24) 登録日 平成26年5月9日 (2014. 5. 9)

(51) Int.Cl.
H04L 12/891 (2013.01)

F I
H04L 12/891

請求項の数 10 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2012-544024 (P2012-544024)	(73) 特許権者	000005223
(86) (22) 出願日	平成22年11月16日 (2010. 11. 16)		富士通株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/070331		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(87) 国際公開番号	W02012/066625	(74) 代理人	100074099
(87) 国際公開日	平成24年5月24日 (2012. 5. 24)		弁理士 大菅 義之
審査請求日	平成25年3月18日 (2013. 3. 18)	(74) 代理人	100133570
			弁理士 ▲徳▼永 民雄
		(72) 発明者	黒川 一滋
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		審査官	中木 努
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 通信システムの制御方法、通信システム、通信装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の通信装置の複数の第1ポートと第2の通信装置の複数の第2ポートとを接続する複数のリンクを、仮想的な1個のリンクであるリンクアグリゲーショングループとして使用して、前記第1の通信装置と前記第2の通信装置との間において通信を行う通信システムの制御方法であって、

前記第1の通信装置が、前記リンクアグリゲーショングループの使用帯域情報に基づいて、前記複数の第1ポートの中の少なくとも1個の第1ポートの物理層モジュールに対する電源供給を切断し前記少なくとも1個の第1ポートをリンクダウンするステップと、

前記第1の通信装置が、前記リンクダウンするステップの後に、前記第2の通信装置にリンクダウン終了通知を送信するステップと、

前記リンクダウン終了通知を受信した前記第2の通信装置が、前記複数の第2ポートの中のリンクダウンしている少なくとも1個の第2ポートの物理層モジュールに対する電源供給を切断するステップとを含む

ことを特徴とする通信システムの制御方法。

【請求項2】

前記第1の通信装置が、前記使用帯域情報に基づいて電源供給を切断された前記少なくとも1個の第1ポートを、リンクダウンを示すエラー通知の対象から除外し、

前記第2の通信装置が、前記使用帯域情報に基づいて電源供給を切断された前記少なくとも1個の第1ポートのリンクダウンに応じてリンクダウンした前記少なくとも1個の第

10

20

2 ポートを、リンクダウンを示すエラー通知の対象から除外することを特徴とする請求項 1 に記載の通信システムの制御方法。

【請求項 3】

前記通信システムの制御方法が、更に、

前記第 1 の通信装置が、前記リンクダウンするステップに先立って、前記第 2 の通信装置にリンクダウン開始通知を送信するステップと、

前記リンクダウン開始通知を受信した前記第 2 の通信装置が、前記複数の第 2 ポートの電源を投入し、前記リンクダウン開始通知に対する応答を前記第 1 の通信装置に返信するステップとを含む

ことを特徴とする請求項 1 に記載の通信システムの制御方法。

10

【請求項 4】

前記通信システムの制御方法が、更に、

前記第 1 の通信装置が、前記通信システムのグループの使用帯域情報に基づいて、前記複数の第 1 ポートの中の少なくとも 1 個の第 1 ポートの電源を投入し前記少なくとも 1 個の第 1 ポートをリンクアップするステップと、

前記第 1 の通信装置が、前記リンクアップするステップの後に、前記第 2 の通信装置にリンクアップ終了通知を送信するステップと、

前記リンクアップ終了通知を受信した前記第 2 の通信装置が、前記複数の第 2 ポートの中のリンクダウンしている第 2 ポートの電源供給を切断するステップとを含む

ことを特徴とする請求項 1 に記載の通信システムの制御方法。

20

【請求項 5】

前記通信システムの制御方法が、更に、

前記第 1 の通信装置が、前記リンクアップするステップに先立って、前記第 2 の通信装置にリンクアップ開始通知を送信するステップと、

前記リンクアップ開始通知を受信した前記第 2 の通信装置が、前記複数の第 2 ポートの電源を投入し、前記リンクアップ開始通知に対する応答を前記第 1 の通信装置に返信するステップとを含む

ことを特徴とする請求項 4 に記載の通信システムの制御方法。

【請求項 6】

前記通信システムの制御方法が、更に、

前記第 1 の通信装置が、前記通信システムのグループの使用帯域情報に基づいて必要なリンクの数を算出し、前記必要なリンクの数と現在リンクアップしているリンクの数とを比較するステップを含み、

前記第 1 の通信装置が、前記比較に基づいて、前記必要なリンクの数が現在リンクアップしているリンクの数より少ない場合に前記リンクダウンするステップを実行し、前記必要なリンクの数が現在リンクアップしているリンクの数より多い場合に前記リンクアップするステップを実行する

ことを特徴とする請求項 4 に記載の通信システムの制御方法。

30

【請求項 7】

前記通信システムの制御方法が、更に、

前記第 1 の通信装置が、前記通信システムのグループの使用帯域情報に基づいて、現在リンクアップしているリンクについて、前記リンクアップしている時間が予め定められた閾値を超えているかを判断するステップを含み、

前記第 1 の通信装置が、前記リンクアップしている時間が前記閾値を超えているリンクが存在する場合に、前記リンクアップするステップを実行した後に、前記リンクアップしている時間が前記閾値を超えているリンクについて、前記リンクダウンするステップを実行する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の通信システムの制御方法。

40

【請求項 8】

第 1 の通信装置の複数の第 1 ポートと第 2 の通信装置の複数の第 2 ポートとを接続する

50

複数のリンクを、仮想的な1個のリンクであるリンクアグリゲーショングループとして使用して、前記第1の通信装置と前記第2の通信装置との間において通信を行う通信システムであって、

前記リンクアグリゲーショングループの使用帯域情報に基づいて、前記複数の第1ポートの中の少なくとも1個の第1ポートの物理層モジュールに対する電源供給を切断し前記少なくとも1個の第1ポートをリンクダウンし、前記第2の通信装置にリンクダウン終了通知を送信する第1の通信装置と、

前記リンクダウン終了通知を受信した前記第2の通信装置が、前記複数の第2ポートの中のリンクダウンしている少なくとも1個の第2ポートの物理層モジュールに対する電源供給を切断する第2の通信装置とを含む

ことを特徴とする通信システム。

【請求項9】

複数のリンクを、仮想的な1個のリンクであるリンクアグリゲーショングループとして使用して、他の通信装置との間において通信を行う通信装置であって、

前記複数のリンクを介して、他の通信装置の複数の第2のポートと接続される複数の第1のポートと、

前記リンクアグリゲーショングループの使用帯域情報に基づいて、前記複数の第1のポートの中の少なくとも1個の第1のポートの物理層モジュールに対する電源供給を切断し前記少なくとも1個の第1のポートをリンクダウンし、前記他の通信装置にリンクダウン終了通知を送信するリンクアグリゲーション制御部とを含む

ことを特徴とする通信装置。

【請求項10】

複数のリンクを、仮想的な1個のリンクであるリンクアグリゲーショングループとして使用して、他の通信装置との間において通信を行う通信装置であって、

前記複数のリンクを介して、他の通信装置の複数の第1のポートと接続される複数の第2のポートと、

前記他の通信装置から、前記リンクアグリゲーショングループの使用帯域情報に基づいて前記複数の第1のポートの中の少なくとも1個の第1のポートの物理層モジュールに対する電源供給を切断し前記少なくとも1個の第1のポートをリンクダウンしたことを示す、リンクダウン終了通知を受信し、前記複数の第2ポートの中のリンクダウンしている少なくとも1個の第2ポートの物理層モジュールに対する電源供給を切断するリンクアグリゲーション制御部とを含む

ことを特徴とする通信装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、通信システムの制御方法、通信システム、通信装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ネットワークにおいて、複数の物理的なリンクを仮想的に1個のリンク（リンクアグリゲーショングループ（Link Aggregation Group））に束ねて使用することにより、束ねた複数の物理的なリンクの通信速度を合算した通信速度により通信を行うことができるリンクアグリゲーション（Link Aggregation）機能が知られている。リンクアグリゲーション機能は、イーサネット（登録商標）の機能の1つであり、IEEE（The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.）802.3adに規定されている。また、同様の機能として、ファイバチャネル（Fibre Channel）において、複数の物理的なポートを仮想的に1つのポートに束ねて使用することにより、束ねた複数の物理的なポートの通信速度を合算した通信速度により通信を行うことができるトランッキング（Trunking）機能が知られている。

【0003】

10

20

30

40

50

また、ネットワーク中継装置間の通信における予備リンクを用いてリンクの冗長化を行うリンクアグリゲーション冗長化方法であって、所定の二以上のリンクを運用リンクとして用いてリンクアグリゲーショングループを作成するとともに、所定のリンクを擬似的に閉塞して予備リンクとし、リンクアグリゲーショングループにおける運用リンクの状態を監視し、運用リンクのうち一部の運用リンクが使用不可能な状態となると、使用不可能な状態となった一部の運用リンクをリンクアグリゲーショングループからデタッチし（切離し）、予備リンクの擬似的な閉塞状態を解除して、予備リンクをリンクアグリゲーショングループに運用リンクとしてアタッチする（追加する）ことが、提案されている。

【0004】

さらに、複数の無線部を有する無線基地局装置において、データ量検出部が、無線端末から各無線部への通信データ量である上りデータ量と、無線部から無線端末への通信データ量である下りデータ量とを比較し、上りデータ量の方が下りデータ量より大きい場合には、制御部が電源制御部にいずれかの無線部の送信部への電力供給を停止させ、下りデータ量の方が上りデータ量より大きい場合には、制御部が電源制御部にいずれかの無線部の受信部への電力供給を停止させ、上りデータ量と下りデータ量とが共に所定の閾値よりも小さい場合には、制御部が電源制御部にいずれかの無線部の送信部と受信部への電力供給を共に停止させることが、提案されている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

【特許文献1】 特開2004-349764号公報

【特許文献2】 特開2008-252282号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

リンクアグリゲーションにおいては、仮想的に束ねられたリンクアグリゲーショングループが使用帯域の冗長性を持つ。従って、通信に必要な帯域に対しリンクアグリゲーショングループにより確保された使用帯域が余剰となる期間が必然的に生じることになる。そこで、リンクアグリゲーショングループにおける冗長性を維持しつつ、通信を行う際の消費電力を削減することが望まれる。

【0007】

本発明は、リンクアグリゲーショングループを用いた通信における消費電力を削減することができる通信システムの制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0008】**

開示される通信システムの制御方法は、第1の通信装置の複数の第1ポートと第2の通信装置の複数の第2ポートとを接続する複数のリンクを、仮想的な1個のリンクであるリンクアグリゲーショングループとして使用して、第1の通信装置と第2の通信装置との間において通信を行う通信システムの制御方法である。前記通信システムの制御方法は、第1の通信装置が、リンクアグリゲーショングループの使用帯域情報に基づいて、複数の第1ポートの中の少なくとも1個の第1ポートの電源供給を切断し前記少なくとも1個の第1ポートをリンクダウンするステップと、第1の通信装置が、リンクダウンするステップの後に、第2の通信装置にリンクダウン終了通知を送信するステップと、リンクダウン終了通知を受信した第2の通信装置が、複数の第2ポートの中のリンクダウンしている少なくとも1個の第2ポートの電源供給を切断するステップとを含む。

【発明の効果】**【0009】**

開示される通信システムの制御方法によれば、リンクアグリゲーショングループにおいてリンクダウンしたリンクの両端のポートに対する電源供給を停止することができるので、リンクアグリゲーショングループを用いた通信における消費電力を削減することができ

10

20

30

40

50

る。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】 ネットワークスイッチ装置を含む通信システムの実施形態の一例を示す図である。

。

【図2】 ネットワークスイッチ装置の構成の一例を示す図である。

【図3】 リンクアグリゲーション制御部の構成の一例を示す図である。

【図4】 LAG管理テーブルの一例を示す図である。

【図5】 ポート状態管理テーブルの一例を示す図である。

【図6】 LA-ECOフレームの一例を示す図である。

10

【図7A】 リンクアグリゲーション監視処理フロー（1）である。

【図7B】 リンクアグリゲーション監視処理フロー（2）である。

【図8】 ポート追加処理フローチャートである。

【図9】 ポート削除処理フローチャートである。

【図10】 ECOフレーム受信処理フローチャートである。

【図11】 リンク更新処理フローチャートである。

【図12】 リンク削除処理の説明図である。

【図13】 リンク追加処理の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

20

以下、通信システムの制御方法、通信システム及び通信装置の実施形態の一例を説明する。

【0012】

一般に、ネットワークスイッチ装置のポートに実装され、ネットワーク機器等の通信機能を階層構造を用いて定義したOSI参照モデルの第1層に定義される物理層モジュールであるPHYモジュール（PHYsical layer module）は、実際に通信しているか否かに拘わらず、電源が供給されている限り一定の電力を消費する。従って、リンクアグリゲーショングループにおいて確保された使用帯域が余剰である場合には、リンクアップしているポートのPHYモジュールは通信を行わないにも拘わらず電力を消費している。

【0013】

30

しかし、リンクアグリゲーショングループにおいて、リンクアップしているポートの電源供給を切断した場合、確立されたリンクが切断されることによるリンクエラーが出力され、ハードウェア故障や伝送路の異常として処理されてしまう。従って、リンクアグリゲーショングループにおいて、リンクアップしているポートの電源供給を切断することはできない。

【0014】

以上から、リンクが確立されているポートについては、常にそのPHYモジュールの電源をONにして、リンクを確立しておく必要がある。従って、リンクアグリゲーショングループにおいて確保された使用帯域が余剰である場合には、リンクの両端におけるポートのPHYモジュールの消費電力が無駄となる。

40

【0015】

一方、リンクアグリゲーショングループにおいて確保された使用帯域が余剰である場合には、リンクアグリゲーショングループからリンクを削除し、使用帯域が不足している場合には、リンクアグリゲーショングループにリンクを追加することが考えられる。

【0016】

しかし、リンクアグリゲーショングループからリンクを削除しても、リンクの両端におけるポートのPHYモジュールの電源供給を切断しない限り、消費電力は削減されない。換言すれば、1個のリンクアグリゲーショングループからリンクを削除しても、使用帯域の余剰分を削減できるが、消費電力の削減を図ることはできない。なお、前述したように、実際にはリンクアグリゲーショングループにおいて、リンクアップしているポートの電

50

源供給を切断することはできない。

【0017】

開示される通信システムの制御方法、通信システム及び通信装置によれば、リンクアグリゲーショングループにおける冗長性を維持しつつ、リンクアグリゲーショングループにおいてリンクダウンしたリンクの両端のポートの電源供給を切断し、通信装置における消費電力を削減する。

【0018】

図1は、ネットワークスイッチ装置を含む通信システムの一例を示す図である。

【0019】

通信システムは、通信装置である第1のネットワークスイッチ装置1と、通信装置である第2のネットワークスイッチ装置2と、これらの間を接続する複数のリンク3及び4とを含む。第1のネットワークスイッチ装置1は、フレームを中継するネットワーク中継装置であり、リンクアグリゲーション制御部11と、複数の第1ポート12と、第3ポート18とを含む。第2のネットワークスイッチ装置2は、フレームを中継するネットワーク中継装置であり、リンクアグリゲーション制御部21と、複数の第2ポート22と、第4ポート28とを含む。

10

【0020】

複数の第1ポート12は、各々、リンク3により、複数の第2ポート22と接続される。リンク3は、例えばケーブルや光ファイバ等の伝送経路である。複数の第1ポート12の数及び複数の第2ポート22の数は、「3」に限られない。

20

【0021】

通信システムは、LAG5を使用して、第1のネットワークスイッチ装置1と第2のネットワークスイッチ装置2との間において通信を行う。なお、以下の説明において、「リンクアグリゲーショングループ(Link Aggregation Group)」をLAGと言うこととする。LAG5は、リンクアグリゲーションによる通信におけるリンクの単位である。LAG5は、第1のネットワークスイッチ装置1の複数の第1ポート12と第2のネットワークスイッチ装置2の複数の第2ポート22とを接続する複数のリンク3を含む仮想的な1個のリンクである。

【0022】

LAG5を用いる通信は、リンクアグリゲーション制御部11及びリンクアグリゲーション制御部21により制御される。LAG5を用いる通信は、例えばリンクアグリゲーション制御プロトコル(LACP)に従って行われる通信である。リンクアグリゲーション制御プロトコルは、例えばIEEE802.3adにより規定されている。従って、リンクアグリゲーション制御部11及びリンクアグリゲーション制御部21が、リンクアグリゲーション制御プロトコルに従ってLAG5を制御することにより、LAG5を用いる通信が実行される。

30

【0023】

一方、第3ポート18は、第1のネットワークスイッチ装置1に含まれるポートであって、複数の第1ポート12以外のポートである。第3ポート18は、複数の第1ポート12と複数の第2ポート22とを接続するLAG5に属さないポートである。

40

【0024】

第4ポート28は、第2のネットワークスイッチ装置2に含まれるポートであって、複数の第2ポート22以外のポートである。第4ポート28は、複数の第1ポート12と複数の第2ポート22とを接続するLAG5に属さないポートである。

【0025】

第3ポート18はリンク4により第4ポート28と接続される。リンク4は、例えばケーブルや光ファイバ等の伝送経路である。第3ポート18の数及び第4ポート28の数は、「1」に限られず、複数であっても良い。複数の第3ポート18及び複数の第4ポート28が設けられる場合、複数の第3ポート18と複数の第4ポート28とを接続する複数のリンクを、第1ポート12及び第2ポート22が属するLAG5以外のリンクアグリゲ

50

ーショングループとして使用するようにしても良い。

【0026】

なお、第3ポート18は、第2のネットワークスイッチ装置2以外の通信装置と接続されるようにしても良い。第4ポート28は、第1のネットワークスイッチ装置1以外の通信装置と接続されるようにしても良い。

【0027】

図2は、ネットワークスイッチ装置の構成の一例を示す図である。

【0028】

第1のネットワークスイッチ装置1は、リンクアグリゲーション制御部11と複数の第1ポート12と第3ポート18に加えて、データスイッチング部13と、アグリゲータ部14と、送受信制御部15と、電源制御部16と、監視部17とを含む。リンクアグリゲーション制御部11は、スイッチ管理部111と、アグリゲーション制御部112とを含む。複数の第1ポート12は、各々、MAC部121と、PHYモジュール122と、LED (Light Emitting Diode) 123とを含む。第3ポート18は、MAC部181と、PHYモジュール182と、LED183とを含む。第3ポート18は、第1ポート12と同様の構成を有していても良く、第1ポート12と異なる構成を有していても良い。

10

【0029】

次に、第2のネットワークスイッチ装置2は、例えば第1のネットワークスイッチ装置1と同様の構成を有する。第2ポート22は第1ポート12と同様の構成を有し、第4ポート28は第3ポート18と同様の構成を有する。第2のネットワークスイッチ装置2が、第1のネットワークスイッチ装置1と異なる構成を有するようにしても良い。

20

【0030】

例えば、第1のネットワークスイッチ装置1のスイッチ管理部111と第2のネットワークスイッチ装置2のスイッチ管理部111とを区別する場合、第1のネットワークスイッチ装置1のスイッチ管理部を「111A」と表し、第2のネットワークスイッチ装置2のスイッチ管理部を「111B」と表すこととする。換言すれば、第1のネットワークスイッチ装置1の要素には符号Aを付して表し、第2のネットワークスイッチ装置2の要素には符号Bを付して表すこととする。

【0031】

PHYモジュール122は、送受信を行なう送受信フレームについて、ネットワークにおける機能を階層的に表したOSI参照モデルの第7階層のうち第1層目に位置する物理層においてデータの送受信及び信号変換を行う物理デバイスである。PHYモジュール122の実装位置は、ポート番号で示される。ポート番号は、第1のネットワークスイッチ装置1において第1ポート12を一意に識別する識別情報である。PHYモジュール122は、ケーブルや光ケーブル等を介して受信した受信フレームをMAC部121に送信する。また、PHYモジュール122は、MAC部121からの送信フレームをケーブルや光ケーブルを介して宛先のPHYモジュールに送信する。PHYモジュール182も同様である。

30

【0032】

MAC部121は、PHYモジュール122に対応して設けられ、送受信フレームの伝送制御を行う。伝送制御としては、例えば、フレーム形式の検出や誤り検出等が行われる。MAC部181も同様である。

40

【0033】

MAC部121は、PHYモジュール122からの受信フレームを送受信制御部15に送信する。また、MAC部121は、送受信制御部15からの送信フレームをPHYモジュール122に送信する。一方、MAC部181は、PHYモジュール182からの受信フレームをデータスイッチング部13に送信する。また、MAC部181は、データスイッチング部13からの送信フレームをPHYモジュール182に送信する。

【0034】

LED123は、アグリゲーション制御部112の制御に従って、第1ポート12の状

50

態を点灯を行なうことにより表示する。例えば、第1ポート12がリンクアップしている場合は「緑」、リンクダウンしている場合は「消灯」、エラーである場合は「橙点滅」により、各々の状態が表示される。LED183も同様である。

【0035】

電源制御部16は、複数のPHYモジュール122及びPHYモジュール182への電源供給を制御する。具体的には、電源制御部16は、スイッチ管理部111からの制御に従って、複数のPHYモジュール122及びPHYモジュール182に電源を供給し、また、電源の供給を切断する。

【0036】

送受信制御部15は、MAC部121に対応して設けられるコントローラ、パーサ、マルチプレクサ等である。送受信制御部15は、MAC部121からLACPフレームを受信した場合には、LACPフレームをアグリゲーション制御部112に送信する。また、送受信制御部15は、MAC部121からLACPフレーム以外のフレームを受信した場合には、LACPフレーム以外のフレームをアグリゲータ部14に送信する。更に、送受信制御部15は、アグリゲータ部14から送信されたフレームを、対応するMAC部121にそのまま送信する。

【0037】

アグリゲータ部14は、LAG5毎に設けられる。アグリゲータ部14は、対応する第1ポート12からの受信フレームを、データスイッチング部13に送信する。また、アグリゲータ部14は、データスイッチング部13からの送信フレームを、LAG5に属する第1ポート12に、予め定められた通信プロトコルに従って分散するように送信する。

【0038】

データスイッチング部13は、フレームのスイッチングを行う。換言すれば、データスイッチング部13は、アグリゲータ部14から受信したフレームにおける送信先MACに基づいて、送信先のアグリゲータ部14を決定し、受信したフレームを決定した送信先のアグリゲータ部14に送信する。

【0039】

監視部17は、監視対象である複数の第1ポート12の各々から収集した使用帯域情報を保持する。使用帯域情報としては、例えば、複数の第1ポート12毎の送受信量、LAG5の送受信量、複数の第1ポート12毎のエラー回数、LAG5のエラー回数がある。また、監視部17は、監視対象である第3ポート18から収集した使用帯域情報を保持する。使用帯域情報としては、例えば、第3ポート18の送受信量、第3ポート18のエラー回数がある。なお、複数のLAG5が存在する場合、送受信量やエラー回数は、リンクアグリゲーショングループ毎に収集される。

【0040】

スイッチ管理部111は、後述するポート状態管理テーブル113を用いて、第1のネットワークスイッチ装置1に含まれる複数の第1ポート12及び第3ポート18の各々を管理する。具体的には、スイッチ管理部111は、複数の第1ポート12及び第3ポート18の各々に実装されたPHYモジュール122及び182を監視する。そして、スイッチ管理部111は、監視の結果に基づいて、伝送路状態（リンクステータス）を判断し、また、アグリゲーション制御部112からの依頼に応じて、電源制御部16を介してPHYモジュール122及び182の電源供給を制御する。

【0041】

アグリゲーション制御部112は、後述するLAG管理テーブル114を用いて、LAG5を管理する。具体的には、アグリゲーション制御部112は、LAG5に必要な情報であるリンクアグリゲーション情報を、LACPフレームを用いて他のアグリゲーション制御部112と交換する。LACPフレームは、前述のリンクアグリゲーション制御プロトコルに従うフレームである。

【0042】

図3は、リンクアグリゲーション制御部の構成の一例を示す図である。

10

20

30

40

50

【0043】

リンクアグリゲーション制御部11は、スイッチ管理部111と、アグリゲーション制御部112と、ポート状態管理テーブル113と、LAG管理テーブル114とを含む。アグリゲーション制御部112は、LAG監視部115と、削除処理部116と、追加処理部117と、更新処理部118とを含む。

【0044】

なお、リンクアグリゲーション制御部21は、リンクアグリゲーション制御部11と同様の構成を有する。例えば、リンクアグリゲーション制御部11のアグリゲーション制御部112とリンクアグリゲーション制御部21のアグリゲーション制御部112とを区別する場合には、リンクアグリゲーション制御部11のアグリゲーション制御部を「112A」と表し、リンクアグリゲーション制御部21のアグリゲーション制御部を「112B」と表すこととする。換言すれば、リンクアグリゲーション制御部11の要素には符号Aを付して表し、リンクアグリゲーション制御部21の要素には符号Bを付して表すこととする。

10

【0045】

アグリゲーション制御部112は、自己の属する第1のネットワークスイッチ装置1がリンクアグリゲーション制御におけるマスタ装置である場合に、LAG5を監視した結果に基づいて、LAG5のリンクの削除処理又は追加処理を実行する。リンクアグリゲーション制御におけるマスタ装置は、ECO処理モードにおいて、LAG5のリンクの数を減少又は増加させる。LAG5の監視は、LAG監視部115により実行される。LAG5のリンクの削除処理は、削除処理部116により実行される。LAG5のリンクの追加処理は、追加処理部117により実行される。

20

【0046】

また、アグリゲーション制御部112は、自己の属する第1のネットワークスイッチ装置1がリンクアグリゲーション制御におけるスレーブ装置である場合に、マスタ装置である第2のネットワークスイッチ装置2によるLAG5のリンクの削除処理の結果又は追加処理の結果に従って、LAG5のリンクの更新処理を実行する。リンクアグリゲーション制御におけるスレーブ装置は、ECO処理モードにおいて、マスタ装置によるLAG5のリンクの数を削除処理又は増加処理に従う。マスタ装置によるリンクの削除処理の結果又は追加処理の結果に従うリンクの更新処理は、更新処理部118により実行される。

30

【0047】

図1～図3の例においては、第1のネットワークスイッチ装置1がリンクアグリゲーション制御におけるマスタ装置であり、第2のネットワークスイッチ装置2がリンクアグリゲーション制御におけるスレーブ装置である。ネットワークスイッチ装置1及び2のいずれをマスタ装置とするかは、LAG管理テーブル114において予め定められる。LAG管理テーブル114については、図4を参照して後述する。

【0048】

アグリゲーション制御部112は、LAG5の使用帯域情報に基づいて、必要なリンクの数を算出し、必要なリンクの数とLAG5に現在リンクアップしているリンクの数とを比較する。LAG5の使用帯域情報は、監視部17から取得される。そして、アグリゲーション制御部112は、必要なリンクの数とLAG5に現在リンクアップしているリンクの数との比較の結果に基づいて、必要なリンクの数が現在リンクアップしているリンクの数より少ない場合に、リンクの削除処理としてリンクダウン処理を実行する。また、アグリゲーション制御部112は、必要なリンクの数とLAG5に現在リンクアップしているリンクの数との比較の結果に基づいて、必要なリンクの数が現在リンクアップしているリンクの数より多い場合に、リンクの追加処理としてリンクアップ処理を実行する。

40

【0049】

アグリゲーション制御部112は、LAG5の使用帯域情報に基づいて、LAG5のリンクの削除処理を実行する。具体的には、アグリゲーション制御部112は、複数の第1ポート12の中の少なくとも1個の第1ポート12の電源供給を切断するとともにリンク

50

ダウン処理を行なう。

【0050】

第1ポート12の電源供給の切断と第1ポート12のリンクダウン処理とは、いずれを先に実行しても良い。図3の例においては、アグリゲーション制御部112は、少なくとも1個の第1ポート12の電源供給を切断することにより、少なくとも1個の第1ポート12のリンクダウン処理を行なう。

【0051】

アグリゲーション制御部112は、リンクダウン処理の後に、第2のネットワークスイッチ装置2にリンクダウン処理を終了した旨のリンクダウン終了通知を送信する。リンクダウン終了通知を受信した第2のネットワークスイッチ装置2は、複数の第2ポート22 10
の中のリンクダウンしている少なくとも1個の第2ポート22の電源供給を切断する。これにより、リンクの両端の第1ポート21及び第2ポート22の電源供給を切断することができる。

【0052】

アグリゲーション制御部112は、使用帯域情報に基づいて電源供給を切断された少なくとも1個の第1ポート12を、リンクダウンを示すエラー通知の対象から除外する。これにより、第1のネットワークスイッチ装置1において、使用帯域情報に基づいて電源供給を切断されたことに起因するリンクダウンとエラーの発生による本来のリンクダウンとを区別することができる。エラー通知の対象とするか否かは、ポート状態管理テーブル1 1 3において設定される。ポート状態管理テーブル1 1 3については、図5を参照して後述する。 20

【0053】

第2のネットワークスイッチ装置2において、アグリゲーション制御部112Bは、使用帯域情報に基づいて電源供給を切断されたことによりリンクダウンした第1ポート12にケーブル等を介して接続される第2ポート22を、リンクダウンを示すエラー通知の対象から除外する。これにより、第2のネットワークスイッチ装置2において、使用帯域情報に基づいて電源供給を切断されたことに起因するリンクダウンとエラーの発生による本来のリンクダウンとを区別することができる。

【0054】

アグリゲーション制御部112は、リンクの削除処理、換言すれば、リンクダウン処理に先立って、第2のネットワークスイッチ装置2にリンクダウン開始通知を送信する。リンクダウン開始通知を受信した第2のネットワークスイッチ装置2は、全ての第2ポート22の電源を一旦投入し、リンクダウン開始通知に対する応答をアグリゲーション制御部112に返信する。リンクダウン開始通知に対する応答を受信したアグリゲーション制御部112は、リンクダウン処理を実行する。 30

【0055】

これにより、複数の第2ポート22の全ての電源が一旦投入され、リンクアップされなかったリンクの第2ポート22のみについて電源が切断される。このため、アグリゲーション制御部112における第1ポート12のリンクダウン処理とは独立に、第2のネットワークスイッチ装置2における第2ポート22のリンクダウン処理を実行することができる。 40
また、ユーザやネットワーク監視装置によるアグリゲーション制御部112における第1ポート12の監視に基づいて、第2のネットワークスイッチ装置2における第2ポート22をユーザがリンクダウンする必要を無くすることができる。

【0056】

アグリゲーション制御部112は、LAG5の使用帯域情報に基づいて、LAG5のリンクの追加処理を実行する。具体的には、アグリゲーション制御部112は、複数の第1ポート12の中の少なくとも1個の第1ポート12の電源を投入するとともに第1ポート12をリンクアップする。なお、リンクアップされる第1ポート12は、電源を投入されたポートである。

【0057】

アグリゲーション制御部 112 は、リンクアップ処理の終了後に、第 2 のネットワークスイッチ装置 2 にリンクアップ終了通知を送信する。リンクアップ終了通知を受信した第 2 のネットワークスイッチ装置 2 は、複数の第 2 ポート 22 の中のリンクダウンしている第 2 ポート 22 の電源供給を切断する。これにより、リンクの両端の第 1 ポート 21 及び第 2 ポート 22 の電源供給を切断することができる。

【0058】

アグリゲーション制御部 112 は、リンクの追加処理の開始に先立って、第 2 のネットワークスイッチ装置 2 にリンクアップ開始通知を送信する。リンクアップ開始通知を受信した第 2 のネットワークスイッチ装置 2 は、一旦、全ての第 2 ポート 22 の電源を投入し、リンクアップ開始通知に対する応答をアグリゲーション制御部 112 に返信する。リンクアップ開始通知に対する応答を受信したアグリゲーション制御部 112 は、リンクアップ処理を実行する。

【0059】

これにより、複数の第 2 ポート 22 について一旦全ての電源が投入され、リンクアップされなかったリンクの第 2 ポート 22 のみについて電源が切断される。このため、アグリゲーション制御部 112 における第 1 ポート 12 のリンクアップとは独立に、第 2 のネットワークスイッチ装置 2 における第 2 ポート 22 のリンクアップ処理を実行することができる。また、ユーザやネットワーク監視装置によるアグリゲーション制御部 112 における第 1 ポート 12 の監視に基づいて、第 2 のネットワークスイッチ装置 2 における第 2 ポート 22 をリンクアップする必要を無くすることができる。

【0060】

アグリゲーション制御部 112 は、リンクアップ処理及びリンクダウン処理において、L A - E C O フレームを生成して使用する。L A - E C O フレームは、ポートの電源供給を切断して消費電力を削減するためのフレーム、換言すれば、後述する E C O 処理モードを実現するフレームである。具体的には、L A - E C O フレームは、L A C P フレームの一種であって、リンクアップ開始通知、リンクアップ終了通知、リンクダウン開始通知、リンクダウン終了通知のためのフレームである。また、L A - E C O フレームは、リンクアップ開始通知に対する応答、リンクアップ終了通知に対する応答、リンクダウン開始通知に対する応答、リンクダウン終了通知に対する応答としても使用される。

【0061】

例えば、フレームに含まれる複数の O C T E T の中の予め定められた位置の 1 又は複数の O C T E T (以下、特定 O C T E T という) が、そのフレームが L A - E C O フレームであるか否かを表すために用いられる。換言すれば、L A - E C O フレームの特定 O C T E T は、予め定められた値を有する。更に、L A - E C O フレームの特定 O C T E T の値に基づいて、そのフレームは、リンクアップ開始通知、リンクアップ終了通知、リンクダウン開始通知、リンクダウン終了通知、又は、これらの応答のいずれかであると判断される。L A - E C O フレームについては、図 6 を参照して後述する。

【0062】

アグリゲーション制御部 112 は、自己の属する第 1 のネットワークスイッチ装置 1 がリンクアグリゲーション制御におけるマスタ装置である場合に、L A G 5 を監視の結果に基づいて、L A G 5 のリンクアップするポート (換言すれば、リンク) の交替処理を実行する。具体的には、アグリゲーション制御部 112 は、L A G 5 の使用帯域情報に基づいて、現在リンクアップしているポートについて、リンクアップしている時間が予め定められた閾値を超えているかを判断する。リンクアップしている時間は、後述するように、ポート状態管理テーブル 113 における「リンクアップ稼働時間」である。

【0063】

そして、アグリゲーション制御部 112 は、リンクアップしている時間が閾値を超えているポートが存在する場合に、リンクアップ処理を実行した後におけるリンクアップしている時間が閾値を超えているポートについて、リンクダウン処理を実行する。また、アグリゲーション制御部 112 は、リンクダウン処理の対象となるポートの数と同一の数のポ

10

20

30

40

50

ートを、リンクダウンしている複数のポートの中から選択して、選択したポートについてリンクアップ処理を実行する。

【0064】

上記のポートの交代処理により、LAG5において、リンクアグリゲーショングループにおいて確保された使用帯域が余剰である場合であっても、特定のリンクがリンクダウンして電源が切断されたままとなることを防止することができる。例えば、特定のリンクがリンクダウンして電源が切断されたままである場合、その特定のリンクにおいてハードウェア故障等が発生しても、LAG5において使用帯域が不足してその特定のリンクをリンクアップするまで、ハードウェア故障等を検出することができない。しかし、特定のリンクが電源供給を切断され続けることを防止することができるので、随時ハードウェア故障等を検出することができ、瞬間的な帯域の不足を生じることを防止することができる。また、特定のリンクの部品のみの使用時間が増加することを防止して、ハードウェア故障を平準化することができる。

10

【0065】

図4は、LAG管理テーブルの一例を示す図である。

【0066】

LAG管理テーブル114は、項目毎にLAG5の現在の状況を示す情報を格納する。LAG5の状況を管理する項目としては、「Actor System ID」「Actor Aggregation Key」「Partner System ID」「Partner Aggregation Key」「PORT」「Actor ECO処理モード」「Partner ECO処理モード」「ECO処理役割」「ECO処理実行フラグ」「送信OCTET数」「受信OCTET数」がある。

20

【0067】

ここで、「Actor」は、自スイッチについての項目であることを示す。「Partner」は、接続先スイッチについての項目であることを示す。従って、第1のネットワークスイッチ装置1に設けられるLAG管理テーブル114においては、「Actor」は第1のネットワークスイッチ装置1を意味し、「Partner」は第2のネットワークスイッチ装置2を意味する。

【0068】

「Actor System ID」は、自スイッチ、換言すれば、第1のネットワークスイッチ装置1において、LAG5が使用するMACアドレスである。「Actor Aggregation Key」は、自スイッチ、換言すれば、第1のネットワークスイッチ装置1において、LAG5を識別する識別情報である。

30

【0069】

「Partner System ID」は、第1のネットワークスイッチ装置1のLAG5の接続先スイッチ、換言すれば、第2のネットワークスイッチ装置2のLAG5が使用するMACアドレスである。「Partner Aggregation Key」は、接続先スイッチ、換言すれば、第2のネットワークスイッチ装置2において、LAG5を識別する識別情報である。

【0070】

「PORT」は、自スイッチ、換言すれば、第1のネットワークスイッチ装置1においてLAG5に参加している第1ポート12のポート番号である。

40

【0071】

「Actor ECO処理モード」は、自スイッチ、換言すれば、第1のネットワークスイッチ装置1のLAG5においてECO処理モードが有効であるか無効であることを示す。「Partner ECO処理モード」は、接続先スイッチ、換言すれば、第2のネットワークスイッチ装置2のLAG5においてECO処理モードが「有効」であるか「無効」であることを示す。

【0072】

ここで、「ECO処理モード」は、ポートの電源供給を切断して消費電力を削減するモ

50

ード、換言すれば、LAGフレームにより実現されるモードである。従って、第1のネットワークスイッチ装置1は、「Actor ECO処理モード」が「有効」である場合にはECO状態とされ、「Actor ECO処理モード」が「無効」である場合にはECO状態以外の状態、換言すれば、通常の状態とされる。ECO状態については、図5を参照して後述する。第2のネットワークスイッチ装置2は、「Partner ECO処理モード」が「有効」である場合にはECO状態とされ、「Partner ECO処理モード」が「無効」である場合にはECO状態以外の状態、換言すれば、通常の状態とされる。

【0073】

「ECO処理役割」は、ECO処理モードにおいて、自スイッチ、換言すれば、第1のネットワークスイッチ装置1がマスタ装置であるかスレーブ装置であるかを示す。第1のネットワークスイッチ装置1がマスタ装置である場合、ECO処理役割は「MASTER」とされる。これにより、第1のネットワークスイッチ装置1は、使用帯域情報に基づいて、ECO処理モードにおいて、LAG5のリンクの数を増加又は減少させる。第1のネットワークスイッチ装置1がスレーブ装置である場合、ECO処理役割は「SLAVE」とされる。これにより、第1のネットワークスイッチ装置1は、ECO処理モードにおいて、マスタ装置である第2のネットワークスイッチ装置2が実行するECO処理に追従する。

10

【0074】

「ECO処理実行フラグ」は、自スイッチ、換言すれば、第1のネットワークスイッチ装置1がECO処理を実行中であるか停止中であるかを示す。換言すれば、「ECO処理実行フラグ」により、第1のネットワークスイッチ装置1がECO処理モードであるか否かが示される。

20

【0075】

「送信OCTET数」は、LAG5を介して送信されたOCTETの数である。「受信OCTET数」は、LAG5を介して受信されたOCTETの数である。

【0076】

LAG管理テーブル114は、アグリゲーション制御部112により作成される。LAG管理テーブル114において、「Actor System ID」、「Actor Aggregation Key」、「Partner System ID」、「Partner Aggregation Key」及び「PORT」は、LAG5を構成する際に、例えば第1又は第2ネットワーク装置に接続するコンピュータから、アグリゲーション制御部112にそれぞれ入力される。「Actor ECO処理モード」、「Partner ECO処理モード」、「ECO処理役割」及び「ECO処理実行フラグ」は、ECO処理モードを実行する際に、アグリゲーション制御部112によりそれぞれ設定される。「送信OCTET数」及び「受信OCTET数」は、ECO処理モードにおいて、監視部17から「送信OCTET数」及び「受信OCTET数」を取得したアグリゲーション制御部112により設定される。

30

【0077】

リンクアグリゲーション制御部11は、LAG5を管理するLAG管理テーブル114Aを含む。第1のネットワークスイッチ装置1において、LAG管理テーブル114Aには、第1のネットワークスイッチ装置1がマスタ装置として登録され、第2のネットワークスイッチ装置2がスレーブ装置として登録される。これにより、マスタ装置である第1のネットワークスイッチ装置1のアグリゲーション制御部112Aは、LAG5に属する複数のポートについてのリンクダウン処理及びリンクアップ処理を実行するか否かについて、それぞれ決定を行なう。

40

【0078】

リンクアグリゲーション制御部21は、LAG5を管理するLAG管理テーブル114Bを含む。第2のネットワークスイッチ装置2において、LAG管理テーブル114Bには、第1のネットワークスイッチ装置1がマスタ装置として登録され、第2のネットワー

50

クスイッチ装置2がスレーブ装置として登録される。これにより、スレーブ装置である第2のネットワークスイッチ装置2のアグリゲーション制御部112Bは、マスタ装置である第1のネットワークスイッチ装置1によるLAG5のリンクの削除処理の結果又は追加処理の結果に従って、LAG5のリンクの更新処理を実行する。

【0079】

図5は、ポート状態管理テーブルの一例を示す図である。

【0080】

ポート状態管理テーブル113は、ポート毎にポートの状態を示す情報を格納する。ポート状態管理テーブル113において、ポートはポート番号により表される。なお、図5においては、LAG5に属するポートがポート番号1～6までの6個存在し、6個のポートが各々異なるポート状態であるものとする。

10

【0081】

ポート状態を示す情報としては、「Link Up」、「Link Down」、「Power OFF」、「no PHY module」、「Link state unknown」及び「ECO auto-power off」がある。

【0082】

「Link Up」は、ポートがリンクアップしていることを示す。ポート状態がリンクアップである場合には、リンクアップ稼働時間も格納される。リンクアップ稼働時間は、ポートがリンクアップしてから稼働を継続している時間である。リンクアップ稼働時間の単位は、例えば秒である。

20

【0083】

「Link Down」は、ポートがリンクダウンしていることを示す。「Power OFF」は、ポートの電源供給が切断されていることを示す。「no PHY module」は、ポートのPHYモジュールが認識できない等、PHYモジュールの状態が不明であることを示す。「Link state unknown」は、ポートのリンクの状態が不明であることを示す。

【0084】

「ECO auto-power off」は、ポートがECO状態であることを示す。「ECO auto-power off」、換言すれば、ECO状態は、消費電力の削減のために、ポートの電源供給が切断されていることを示す。従って、ポートがECO状態である場合には、ポートはリンクダウンしているが、リンクダウンの原因はハードウェア故障や回線障害等ではなく、消費電力の削減のためにポートの電源供給が切断されたことが判別できる。

30

【0085】

ポート状態管理テーブル113は、スイッチ管理部111により作成される。ポート状態管理テーブル113において、「Link Up」、「Link Down」、「Power OFF」及び「no PHY module」は、スイッチ管理部111により更新される。また、「Link Up」、「Link Down」、「Link state unknown」及び「ECO auto-power off」は、後述するように、アグリゲーション制御部112の依頼に基づいて、スイッチ管理部111により、予め定められたタイミングで更新される。

40

【0086】

リンクアグリゲーション制御部11は、第1ポート12の状態を管理するポート状態管理テーブル113Aを含む。第1のネットワークスイッチ装置1において、ポート状態管理テーブル113Aには、使用帯域情報に基づいて電源供給を切断された少なくとも1個の第1ポート12の状態が、ECO状態、換言すれば、「ECO auto-power off」として登録される。ECO状態は、消費電力を削減するためにポートの電源供給を切断した状態であって、LAG5フレームにより実現される状態であり、使用帯域情報に基づかない電源の切断と区別される。これにより、アグリゲーション制御部112Aは、ポート状態管理テーブル113AにECO状態として登録された少なくとも1個の

50

第1ポート12についてのリンクダウンの発生を、エラー通知の対象から除外する。

【0087】

リンクアグリゲーション制御部21は、第2ポート22の状態を管理するポート状態管理テーブル113Bを含む。第2のネットワークスイッチ装置2において、ポート状態管理テーブル113Bには、使用帯域情報に基づいて電源供給を切断された少なくとも1個の第1ポート12のリンクダウンに応じてリンクダウンした少なくとも1個の第2ポート22の状態が、ECO状態、換言すれば、「ECO auto-power off」として登録される。これにより、アグリゲーション制御部112Bは、第2ポート状態管理テーブル113BにECO状態として登録された少なくとも1個の第2ポート22についてのリンクダウンを、エラー通知の対象から除外する。

10

【0088】

図6は、LA-ECOフレームの一例を示す図である。実際には、図6は、LA-ECOフレーム、換言すれば、ECO状態通知フレームにおける、各フィールドと、各フィールドのOCTETの数と、各フィールドに格納される情報についての説明を示す。

【0089】

「Destination Address」は、LA-ECOフレームの送信先MACアドレスを格納するフィールドである。「Source Address」は、LA-ECOフレームの送信元MACアドレスを格納するフィールドである。「Length/Type」は、LA-ECOフレームがLA-ECOフレームであることを示すType値を格納するフィールドである。「Subtype」は、図1及び図2の例のネットワークスイッチ装置1及び2においては使用されないフィールドである。「Version Number」は、リンクアグリゲーション制御プロトコルの版数を格納するフィールドである。

20

【0090】

「Actor System」は、自スイッチ、換言すれば、第1のネットワークスイッチ装置1のLAG5のMACアドレスを格納するフィールドである。従って、「Actor System」は、図4のLAG管理テーブル114に格納された「Actor System ID」を格納する。「Actor Key」は、自スイッチ、換言すれば、第1のネットワークスイッチ装置1において、LAG5を識別する識別情報を格納するフィールドである。従って、「Actor Key」は、図4のLAG管理テーブル114に格納された「Actor Aggregation Key」を格納する。

30

【0091】

「Partner System」は、LAG5において第1のネットワークスイッチ装置1の接続先スイッチ、換言すれば、LAG5において第2のネットワークスイッチ装置2が使用するMACアドレスを格納するフィールドである。従って、「Partner System」は、図4のLAG管理テーブル114に格納された「Partner System ID」を格納する。「Partner Key」は、接続先スイッチ、換言すれば、第2のネットワークスイッチ装置2において、LAG5を識別する識別情報を格納するフィールドである。従って、「Partner Key」は、図4のLAG管理テーブル114に格納された「Partner Aggregation Key」を格納する。

40

【0092】

「ECO mode」は、フレームがLA-ECOフレームであるか否かを示す情報を格納するフィールドである。「ECO mode」の値が「1」である場合、フレームはLA-ECOフレームであり、従って、ECO処理モードは有効である。「ECO mode」の値が「0」である場合、ECO処理モードは無効である。「Link Training」は、ECO処理モードにおいて、リンクを行なうポートを変更中であるか否かを示す情報を格納するフィールドである。「Link Training」の値が「1」である場合、第1のネットワークスイッチ装置1がリンクを行なうポートを変更中である旨を示す。「Link Training」の値が「0」である場合、第1のネットワー

50

クスイッチ装置1はリンクを行なうポートを変更中ではない旨を示す。

【0093】

「ACK」及び「NACK」は、各々、先に受信したフレームに対する応答を格納するフィールドである。「ACK」の値が「1」である場合、先に受信したフレームによる通知を了承することを示す。「NACK」の値が「1」である場合、先に受信したフレームによる通知を却下することを示す。「reserve」は、図1及び図2の例のネットワークスイッチ装置1及び2においては使用されない予約済みフィールドである。「FCS」は、フレームのチェックサムを格納するフィールドである。

【0094】

以下、図7A～図13を参照して、アグリゲーション制御部112について詳細に説明する。

10

【0095】

図7A及び図7Bは、一体となって、第1のネットワークスイッチ装置1のアグリゲーション制御部112Aが実行するリンクアグリゲーション監視処理フローを示す。

【0096】

アグリゲーション制御部112Aにおいて、LAG監視部115Aは、LAG管理テーブル114Aを参照して、「Actor ECO処理モード」及び「Partner ECO処理モード」が有効であるか無効であるかを判断する（ステップS1）。換言すれば、LAG監視部115Aは、「Actor」である第1のネットワークスイッチ装置1及び「Partner」である第2のネットワークスイッチ装置2がECO処理モードであるか否かを判断する。

20

【0097】

LAG管理テーブル114Aにおいて「Actor ECO処理モード」及び「Partner ECO処理モード」が無効である場合、LAG監視部115Aは、予め定められた時間の経過を待って（ステップS110）、ステップS1を繰り返す。

【0098】

LAG管理テーブル114Aにおいて「Actor ECO処理モード」及び「Partner ECO処理モード」が有効である場合、LAG監視部115Aは、LAG管理テーブル114Aを参照して、「ECO処理役割」を判断する（ステップS2）。換言すれば、LAG監視部115Aは、自己が属する第1のネットワークスイッチ装置1がマスタ装置であるか否かを判断する。

30

【0099】

「ECO処理役割」が「スレーブ装置（図7Aにおいては、SLAVEと表示）」である場合、LAG監視部115Aは、予め定められた時間の経過を待って（ステップS110）、ステップS1を繰り返す。

【0100】

「ECO処理役割」が「マスタ装置（図7Aにおいては、MASTERと表示）」である場合、LAG監視部115Aは、LAGチェック状況を格納するLAGチェック状況格納領域を初期化し（ステップS3）、LAG5をサーチする（ステップS4）。換言すれば、ステップS4において、LAG監視部115Aは、リンクアグリゲーション監視処理が未処理のLAG5が存在するか否かを判断する。LAGチェック状況格納領域は、例えばLAG監視部115Aが有するメモリ内に設けられる。

40

【0101】

リンクアグリゲーション監視処理が未処理のLAG5が存在しない場合、LAG監視部115Aは、予め定められた時間の経過を待って（ステップS110）、ステップS1を繰り返す。

【0102】

リンクアグリゲーション監視処理が未処理のLAG5が存在する場合、LAG監視部115Aは、リンクアグリゲーション監視処理が未処理のLAG5の中から1個のLAG5を選択して、監視部17Aから選択したLAG5についての統計情報を獲得する（ステッ

50

プ S 5)。統計情報としては、送信 O C T E T 数と、受信 O C T E T 数とが獲得される。監視部 1 7 A から獲得した送信 O C T E T 数は「現在の送信 O C T E T 数」であり、監視部 1 7 から獲得した受信 O C T E T 数は「現在の受信 O C T E T 数」である。「現在の送信 O C T E T 数」及び「現在の受信 O C T E T 数」は、L A G チェック状況格納領域に格納される。

【0103】

この後、L A G 監視部 1 1 5 A は、送信に必要なリンク数を算出する（ステップ S 6）。具体的には、L A G 監視部 1 1 5 A は、L A G 管理テーブル 1 1 4 A を参照して、「送信 O C T E T 数」を取得する。L A G 管理テーブル 1 1 4 A から取得した送信 O C T E T 数は「前回の送信 O C T E T 数」である。「前回の送信 O C T E T 数」は、L A G チェック状況格納領域に格納される。この後、L A G 監視部 1 1 5 A は、L A G チェック状況格納領域に格納した値を用いて、 $\{ (\text{現在の送信 O C T E T 数}) - (\text{前回の送信 O C T E T 数}) \}$ を（単位時間当たりの 1 個のリンクの基準帯域）で割る。これにより、「送信に必要なリンク数」が算出される。単位時間当たりの 1 個のリンクの基準帯域は、経験的に知ることができ、予め定められる。「送信に必要なリンク数」は、L A G チェック状況格納領域に格納される。

10

【0104】

次に、L A G 監視部 1 1 5 A は、受信に必要なリンク数を算出する（ステップ S 7）。具体的には、L A G 監視部 1 1 5 A は、L A G 管理テーブル 1 1 4 A を参照して、「受信 O C T E T 数」を取得する。L A G 管理テーブル 1 1 4 A から取得した受信 O C T E T 数は「前回の受信 O C T E T 数」である。「前回の受信 O C T E T 数」は、L A G チェック状況格納領域に格納される。この後、L A G 監視部 1 1 5 A は、L A G チェック状況格納領域に格納した値を用いて、 $\{ (\text{現在の受信 O C T E T 数}) - (\text{前回の受信 O C T E T 数}) \}$ を（単位時間当たりの 1 個のリンクの基準帯域）で割る。これにより、「受信に必要なリンク数」が算出される。「受信に必要なリンク数」は、L A G チェック状況格納領域に格納される。

20

【0105】

更に、L A G 監視部 1 1 5 A は、L A G チェック状況格納領域に格納した値を用いて、送信に必要なリンク数と受信に必要なリンク数とを比較して、大きい方を L A G 5 における「必要なリンク数」とする（ステップ S 8）。なお、「必要なリンク数」が「0」となった場合には、第 1 のネットワークスイッチ装置 1 と第 2 のネットワークスイッチ装置 2 との間の通信が全て遮断されるのを防ぐため、「必要なリンク数」を「1」とする。「必要なリンク数」は、L A G チェック状況格納領域に格納される。

30

【0106】

この後、L A G 監視部 1 1 5 A は、ポート状態管理テーブル 1 1 3 A を参照して、L A G 5 に属する第 1 ポート 1 2 の中で、その時点でリンクアップしている第 1 ポート 1 2 の数を調べる（ステップ S 9）。換言すれば、L A G 監視部 1 1 5 A は、ポート状態管理テーブル 1 1 3 A においてポート状態が「L i n k U p」である第 1 ポート 1 2 の数を、「現在のリンク数」として抽出する。「現在のリンク数」は、L A G チェック状況格納領域に格納される。

40

【0107】

この後、L A G 監視部 1 1 5 A は、L A G チェック状況格納領域に格納した値を用いて、「現在のリンク数」が「必要なリンク数」よりも小さいか否かを判断する（ステップ S 1 0）。「現在のリンク数」が「必要なリンク数」よりも小さい場合（ステップ S 1 0 Y e s）、L A G 監視部 1 1 5 A は、第 1 ポート 1 2 の追加処理を実行する（ステップ S 1 1）。第 1 ポート 1 2 の追加処理は、実際には、L A G 監視部 1 1 5 A により起動された追加処理部 1 1 7 A が実行する。第 1 ポート 1 2 の追加処理については、図 8 を参照して後述する。ステップ S 1 1 の後、ステップ S 1 4 が実行される。

【0108】

「現在のリンク数」が「必要なリンク数」以上の場合（ステップ S 1 0 N o）、L A

50

G監視部115Aは、更に、LAGチェック状況格納領域に格納した値を用いて、「現在のリンク数」が「必要なリンク数」よりも大きいかな否かを判断する（ステップS12）。

「現在のリンク数」が「必要なリンク数」よりも大きい場合（ステップS12 Yes）、LAG監視部115Aは、第1ポート12の削除処理を実行する（ステップS13）。第1ポート12の削除処理は、実際には、LAG監視部115Aにより起動された削除処理部116Aが実行する。第1ポート12の削除処理については、図9を参照して後述する。ステップS13の後、ステップS14が実行される。

【0109】

「現在のリンク数」が「必要なリンク数」以下の場合（ステップS12 No）、換言すれば、「現在のリンク数」が「必要なリンク数」と等しい場合、LAG監視部115Aは、第1ポート12の交替処理を実行する。具体的には、LAG監視部115Aは、LAG管理テーブル114Aを参照して、LAG5に属する第1ポート12を抽出し（ステップS14）、ポート状態管理テーブル113Aを参照して、LAG5に属する第1ポート12の中で、リンクアップ稼働時間が基準時間を越えている第1ポート12が存在するかな否かを判断する（ステップS15）。基準時間は、予め定められる。

10

【0110】

リンクアップ稼働時間が基準時間を越えている第1ポート12が存在しない場合（ステップS15 No）、LAG監視部115Aは、予め定められた時間の経過を待って（ステップS110）、ステップS1を繰り返す。

【0111】

20

リンクアップ稼働時間が基準時間を越えている第1ポート12が存在する場合（ステップS15 Yes）、LAG監視部115Aは、ポート状態管理テーブル113Aを参照して、LAG5に属する第1ポート12の中で、ポート状態が「ECO auto-power off」である第1ポート12が存在するかな否かを判断する（ステップS16）。

【0112】

ポート状態が「ECO auto-power off」である第1ポート12が存在しない場合（ステップS16 No）、LAG監視部115Aは、予め定められた時間の経過を待って（ステップS110）、ステップS1を繰り返す。

【0113】

ポート状態が「ECO auto-power off」である第1ポート12が存在する場合（ステップS16 Yes）、LAG監視部115Aは、第1ポート12の追加処理を実行する（ステップS17）。前述したように、第1ポート12の追加処理については、図8を参照して後述する。

30

【0114】

この後、LAG監視部115Aは、LAG5に属する第1ポート12の状態を確認することにより、リンクアップしているリンクの数が「現在のリンク数」よりも増えていることを確認する（ステップS18）。なお、リンクアップしているリンクの数が「現在のリンク数」よりも増えていない場合には、LAG監視部115Aは、ステップS17を繰り返す。この後、LAG監視部115Aは、ステップS15において抽出したリンクアップ稼働時間が基準時間を越えている第1ポート12を指定して、第1ポート12の削除処理を実行する（ステップS19）。前述したように、第1ポート12の削除処理については、図9を参照して後述する。この後、LAG監視部115Aは、ステップS4を繰り返す。

40

【0115】

図8は、第1のネットワークスイッチ装置1のアグリゲーション制御部112Aが実行するポート追加処理フローである。

【0116】

アグリゲーション制御部112Aにおいて、追加処理部117Aは、ポート状態管理テーブル113Aを参照して、LAG5に属する第1ポート12の中で、ポート状態が「ECO auto-power off」である第1ポート12を抽出する（ステップS21

50

）。そして、追加処理部117Aは、「ECO auto-power off」である第1ポート12の数が「0」であるか「1以上」であるかを判断する（ステップS22）。「ECO auto-power off」である第1ポート12の数が「0」である場合、追加処理部117Aは、処理を終了する。

【0117】

「ECO auto-power off」である第1ポート12の数が「1以上」である場合、追加処理部117Aは、「ECO auto-power off」である第1ポート12の中から、新たにリンクアップに追加する第1ポート12を決定する（ステップS23）。リンクアップに追加する第1ポート12は、例えば、「ECO auto-power off」である第1ポート12の中からランダムに選択される。

10

【0118】

この後、追加処理部117Aは、LAG5のリンクの更新処理を実行中であることを示すフレーム、換言すれば、LA-ECOフレームを第2のネットワークスイッチ装置2のアグリゲーション制御部112Bに送信する（ステップS24）。この時、LA-ECOフレームにおいて、「Link Training」が「1」とされる。このLA-ECOフレームは、リンクアップ開始通知である。

【0119】

この後、追加処理部117Aは、第2のネットワークスイッチ装置2のアグリゲーション制御部112Bから、送信したLA-ECOフレームに対する応答を待つ（ステップS25）。換言すれば、追加処理部117Aは、送信したLA-ECOフレームにおいて了承を示す「ACK」が「1」とされたフレームの受信を待つ。

20

【0120】

送信したLA-ECOフレームにおいて却下を示す「NACK」が「1」であるフレームを受信した場合、又は、何も受信することなくタイムアウトした場合、追加処理部117Aは、処理を終了する。タイムアウトの時間は予め定められる。

【0121】

送信したLA-ECOフレームにおいて「ACK」が「1」であるフレームを受信した場合、追加処理部117Aは、LAG管理テーブル114Aにおいて、LAG5についてのECO処理実行フラグを立てる（ステップS26）。更に、追加処理部117Aは、ポート状態管理テーブル113Aにおいて、ステップS23で決定したリンクアップに追加する第1ポート12の状態を、「ECO auto-power off」から「Link state unknown」にする（ステップS27）。更に、追加処理部117Aは、リンクアップに追加する第1ポート12のLED123を、リンクダウン状態の表示に変更する（ステップS28）。

30

【0122】

この後、追加処理部117Aは、スイッチ管理部111Aを介して、リンクアップに追加する第1ポート12のPHYモジュール122への電源を電源制御部16Aに供給させる（ステップS29）。換言すれば、追加処理部117Aは、スイッチ管理部111Aに対して電源制御部16Aへの電源供給の依頼を発行し、スイッチ管理部111Aは、受信した電源供給の依頼を電源制御部16Aへ送信し、電源制御部16Aは受信した電源供給を実行する。これにより、リンクアップに追加する第1ポート12のPHYモジュール122へ電源制御部16Aから電源が供給される。これに応じて、リンクアップに追加する第1ポート12がリンクアップする。また、追加処理部117Aは、ポート状態管理テーブル113Aにおいて、リンクアップに追加する第1ポート12の状態を、「Link state unknown」から「Link Up」にする。

40

【0123】

この後、追加処理部117Aは、LAG5のリンクの更新処理を終了したことを示すフレーム、換言すれば、LA-ECOフレームを第2のネットワークスイッチ装置2のアグリゲーション制御部112Bに送信する（ステップS210）。この時、LA-ECOフレームにおいて、「Link Training」が「0」とされる。このLA-ECO

50

フレームは、リンクアップ終了通知である。更に、追加処理部117Aは、LAG管理テーブル114Aにおいて、LAG5についてのECO処理実行フラグを「1」から「0」に落とす（ステップS211）。

【0124】

この後、追加処理部117Aは、LAG5に属する第1ポート12の状態を確認する。確認の結果、リンクアップに追加する第1ポート12がリンクアップしなかった場合には、追加処理部117Aは、ポート状態管理テーブル113Aにおいて、リンクアップに追加する第1ポート12の状態を、「Link state unknown」から「Link Down」にして、スイッチ管理部111Aにエラー通報を依頼する（ステップS212）。

10

【0125】

図9は、第1のネットワークスイッチ装置1のアグリゲーション制御部112Aが実行するポート削除処理フローである。

【0126】

アグリゲーション制御部112Aにおいて、削除処理部116Aは、ポート状態管理テーブル113Aを参照して、LAG5に属する第1ポート12の中で、ポート状態が「Link Up」である第1ポート12を抽出する（ステップS31）。そして、削除処理部116Aは、「Link Up」である第1ポート12の数が「1」であるか「2以上」であるかを判断する（ステップS32）。「Link Up」である第1ポート12の数が「1」である場合、削除処理部116Aは、ポートの削除処理を終了する。

20

【0127】

「Link Up」である第1ポート12の数が「2以上」である場合、削除処理部116Aは、「Link Up」である第1ポート12の中から、リンクダウンさせるポートを選択する、換言すれば、リンクアップ中の第1ポート12の仲から削除する第1ポート12を決定する（ステップS33）。リンクアップから削除する第1ポート12は、例えばリンクアップ中の第1ポート12の中からランダムに選択される。なお、ポート遷移タイム値が少ない第1ポート12を選択するようにしても良い。ポート遷移タイム値は、「ポートに割当てられた時間」から「リンクアップ稼動時間」を引いた時間であり、ポートがリンクアップしている時間の残り時間を表す。「ポートに割当てられた時間」は、ポート遷移タイム値が負の値にならないように、十分に長くされる。また、上位のコンピュータからリンクアップから削除する第1ポート12が指定された場合には、指定された第1ポート12がリンクアップから削除される。

30

【0128】

この後、削除処理部116Aは、LAG5のリンクの更新処理を実行中であることを示すフレーム、換言すれば、LA-ECOフレームを第2のネットワークスイッチ装置2のアグリゲーション制御部112Bに送信する（ステップS34）。この時、LA-ECOフレームにおいて、「Link Training」が「1」とされる。このLA-ECOフレームは、リンクダウン開始通知である。

【0129】

この後、削除処理部116Aは、第2のネットワークスイッチ装置2のアグリゲーション制御部112Bから、送信したLA-ECOフレームに対する応答を待つ（ステップS35）。換言すれば、削除処理部116Aは、送信したLA-ECOフレームにおいて了承を示す「ACK」が「1」とされたフレームの受信を待つ。

40

【0130】

送信したLA-ECOフレームにおいて却下を示す「NACK」が「1」とされたフレームを受信した場合、又は、何も受信することなくタイムアウトした場合、削除処理部116Aは、処理を終了する。タイムアウトの時間は予め定められる。

【0131】

送信したLA-ECOフレームにおいて「ACK」が「1」とされたフレームを受信した場合、削除処理部116Aは、LAG管理テーブル114Aにおいて、LAG5につい

50

てのECO処理実行フラグを「0」から「1」に立てる（ステップS36）。

【0132】

この後、削除処理部116Aは、スイッチ管理部111Aを介して、電源制御部16Aに、リンクアップから削除する第1ポート12のPHYモジュール122への電源供給を切断させる（ステップS37）。換言すれば、削除処理部116Aは、スイッチ管理部111Aに対して電源制御部16Aへの電源供給の切断の依頼を発行し、スイッチ管理部111Aは、受信した電源供給の切断の依頼を電源制御部16Aへ送信し、電源制御部16Aは受信した電源供給の切断を実行する。これにより、リンクアップから削除する第1ポート12のPHYモジュール122への電源供給が切断される。これに応じて、リンクアップから削除する第1ポート12がリンクダウンする。また、削除処理部116Aは、ポート状態管理テーブル113Aにおいて、リンクアップから削除する第1ポート12の状態を、「Link Up」から「ECO auto-power off」にする。更に、削除処理部116Aは、リンクアップから削除する第1ポート12のLED123を、ECO状態の表示とする（ステップS38）。

10

【0133】

この後、削除処理部116Aは、LAG5のリンクの更新処理を終了したことを示すフレーム、換言すれば、LA-ECOフレームを第2のネットワークスイッチ装置2のアグリゲーション制御部112Bに送信する（ステップS39）。この時、LA-ECOフレームにおいて、「Link Training」が「0」とされる。このLA-ECOフレームは、リンクダウン終了通知である。更に、削除処理部116Aは、LAG管理テーブル114Aにおいて、LAG5についてのECO処理実行フラグを「1」から「0」に落とす（ステップS310）。

20

【0134】

この後、削除処理部116Aは、ポート状態管理テーブル113Aにおいて、リンクアップから削除する第1ポート12のリンクアップ稼働時間を「0」として（ステップS311）、処理を終了する。

【0135】

図10は、第2のネットワークスイッチ装置2のアグリゲーション制御部112Bが実行するECOフレーム受信処理フローである。

【0136】

30

第2のネットワークスイッチ装置2のアグリゲーション制御部112Bにおいて、LAG監視部115Bは、第1のネットワークスイッチ装置1のアグリゲーション制御部112AからLA-ECOフレームを受信すると、受信したLA-ECOフレームにより指定されたLAG5をサーチする（ステップS41）。換言すれば、ステップS41において、LAG監視部115Bは、受信したLA-ECOフレームにより指定されたLAG5が存在するか否かを判断する。

【0137】

受信したLA-ECOフレームにより指定されたLAG5が存在しない場合、LAG監視部115Bは、処理を終了する。

【0138】

40

受信したLA-ECOフレームにより指定されたLAG5が存在する場合、LAG監視部115Bは、該当するLAG5について、実行中のリンクの更新処理があるか否かを判断する（ステップS42）。

【0139】

受信したLA-ECOフレームにより指定されたLAG5について、実行中のリンクの更新処理がない場合、LAG監視部115Bは、受信したLA-ECOフレームの「Link Training」が「1」であるか「0」であるかを判断する（ステップS43）。

【0140】

「Link Training」が「1」である場合、LAG監視部115Bは、受信

50

したLA-ECOフレームの「ACK」が「1」であるか「0」であるかを判断する（ステップS44）。「ACK」が「0」である場合、LAG監視部115Bは、リンクの更新処理を実行する更新処理部118Bを起動して（ステップS45）、その後、処理を終了する。リンクの更新処理については、図11を参照して後述する。「ACK」が「1」である場合、LAG監視部115Bは、処理を終了する。

【0141】

ステップS43において、「Link Training」が「0」である場合、LAG監視部115Bは、受信したLA-ECOフレームの「ECO mode」を参照して、「ECO mode」の値をLAG管理テーブル114Bの「Partner ECO 処理モード」に記録して（ステップS46）、処理を終了する。

10

【0142】

ステップS42において、受信したLA-ECOフレームにより指定されたLAG5について、実行中のリンクの更新処理がある場合、LAG監視部115Bは、受信したLA-ECOフレームの「Link Training」が「1」であるか「0」であるかを判断する（ステップS47）。

【0143】

「Link Training」が「1」である場合、LAG監視部115Bは、処理を終了する。「Link Training」が「0」である場合、LAG監視部115Bは、受信したLA-ECOフレームの「ACK」が「1」であるか「0」であるかを判断する（ステップS48）。「ACK」が「1」である場合、LAG監視部115Bは、処理を終了する。「ACK」が「0」である場合、LAG監視部115Bは、実行中のリンクの更新処理を実行中の更新処理部118Bに対して、「Link Training」が「0」であるLA-ECOフレームを受信したことを通知して（ステップS49）、処理を終了する。

20

【0144】

図11は、第2のネットワークスイッチ装置2のアグリゲーション制御部112Bが実行するリンク更新処理フローである。

【0145】

アグリゲーション制御部112Bにおいて、更新処理部118Bは、スイッチ管理部111Bを介して、全ての第2ポート22のPHYモジュールへ電源制御部16Bから電源を供給させる（ステップS51）。換言すれば、更新処理部118Bは、スイッチ管理部111Bに対して電源制御部16Bへの電源供給の依頼を発行し、スイッチ管理部111Bは、受信した電源供給の依頼を電源制御部16Bへ送信し、電源制御部16Bは受信した電源供給を実行する。これにより、全ての第1ポート22のPHYモジュールへ電源が供給される。

30

【0146】

この後、更新処理部118Bは、ポート状態管理テーブル113Bを参照して、状態が「ECO auto-power off」である第2ポート22のLEDを、「Link Down」の表示に変更する（ステップS52）。更に、更新処理部118Bは、状態が「ECO auto-power off」である第2ポート22の状態を、ポート状態管理テーブル113Bにおいて、「Link state unknown」に変更する（ステップS53）。

40

【0147】

この後、更新処理部118Bは、LAG管理テーブル114Bにおいて、LAG5についてのECO処理実行フラグを「0」から「1」に立てる（ステップS54）。

【0148】

この後、更新処理部118Bは、LAG5のリンクの更新処理の実行を了解することを示すフレームを第1のネットワークスイッチ装置1のアグリゲーション制御部112Aに送信する（ステップS55）。LAG5のリンクの更新処理の実行を了解することを示すフレームは、受信したLA-ECOフレームにおいて「ACK」が「1」とされたフレー

50

ムである。

【0149】

この後、更新処理部118Bは、第1のネットワークスイッチ装置1のアグリゲーション制御部112Aから「Link Training」が「0」とされたLA-ECOフレームを受信するのを待つ（ステップS56）。なお、実際には、前述したように、「Link Training」が「0」とされたLA-ECOフレームは、ステップS49において検出される。

【0150】

なお、何も受信することなくタイムアウトした場合、更新処理部118Bは、処理を終了する。タイムアウトの時間は予め定められる。

10

【0151】

「Link Training」が「0」とされたLA-ECOフレームを受信した場合、更新処理部118Bは、LAG5に属する第2ポート22の状態を確認することにより、リンクダウンしているリンクを抽出する（ステップS57）。

【0152】

この後、更新処理部118Bは、ポート状態管理テーブル113Bにおいて、リンクダウンしている第2ポート22の状態を、「ECO auto-power off」に変更する（ステップS58）。

【0153】

更に、更新処理部118Bは、スイッチ管理部111Bを介して、リンクダウンしている第2ポート22のPHYモジュールへの電源制御部16Bからの電源供給を切断させる（ステップS59）。換言すれば、更新処理部118Bは、スイッチ管理部111Bに対して電源制御部16Bへの電源供給の切断の依頼を発行し、スイッチ管理部111Bは、受信した電源供給の切断の依頼を電源制御部16Bへ送信し、電源制御部16Bは受信した電源供給の切断を実行する。これにより、リンクダウンしている第2ポート22のPHYモジュールへの電源供給が切断される。

20

【0154】

この後、更新処理部118Bは、リンクダウンしている第2ポート22のLED、換言すれば、リンクアップから削除された第2ポート22のLEDを、ECO状態の表示とする（ステップS510）。更に、更新処理部118Bは、LAG管理テーブル114Bにおいて、LAG5についてのECO処理実行フラグを「1」から「0」に落とす（ステップS511）。そして、更新処理部118Bは、ポート状態管理テーブル113Bにおいて、リンクダウンしている第2ポート22のリンクアップ稼働時間を「0」として（ステップS512）、処理を終了する。

30

【0155】

図12は、リンク削除処理の説明図である。

【0156】

第1のネットワークスイッチ装置1は、リンクダウン処理に先立って、第2のネットワークスイッチ装置2にLA-ECOフレームを送信する。この時、LA-ECOフレームにおいて、「Link Training」が「1」とされる。「Link Training」が「1」であり、「ACK」が「0」であるので、このLA-ECOフレームは、リンクダウン開始通知である。

40

【0157】

第2のネットワークスイッチ装置2が、リンクダウン開始通知としてのLA-ECOフレームを受信した場合、これに応じて、複数の第2ポート22の電源を投入し、LAG5についてのECO処理実行フラグを立てる。

【0158】

この後、第2のネットワークスイッチ装置2が、第1のネットワークスイッチ装置1にLA-ECOフレームを送信する。この時、LA-ECOフレームにおいて、「Link Training」が「1」とされ、「ACK」が「1」とされる。「Link Tr

50

aining」が「1」であり、「ACK」が「1」であるので、このLA-ECOフレームは、リンクダウン開始通知に対する応答である。

【0159】

第1のネットワークスイッチ装置1は、リンクダウン開始通知に対する応答としてのLA-ECOフレームを受信した場合、これに応じて、リンクダウン処理を実行する。

【0160】

具体的には、第1のネットワークスイッチ装置1は、LAG5についてのECO処理実行フラグを立てる。その後、第1のネットワークスイッチ装置1は、LAG5の使用帯域情報に基づいて、LAG5に属する複数の第1ポート12の中で、少なくとも1個の第1ポート12の電源供給を切断する。これにより、第1のネットワークスイッチ装置1は、10

【0161】

更に、第1のネットワークスイッチ装置1は、使用帯域情報に基づいて電源供給を切断された少なくとも1個の第1ポート12を、リンクダウンを示すエラー通知の対象から除外する。これに応じて、第1のネットワークスイッチ装置1は、使用帯域情報に基づいて電源供給を切断された少なくとも1個の第1ポート12のLED123を、ECO状態の表示とする。

【0162】

このリンクダウン処理の後に、第1のネットワークスイッチ装置1は、第2のネットワークスイッチ装置2にLA-ECOフレームを送信する。この時、LA-ECOフレーム20において、「Link Training」が「0」とされる。「Link Training」が「0」であり、「ACK」が「0」であるので、このLA-ECOフレームは、リンクダウン終了通知である。

【0163】

この後、第1のネットワークスイッチ装置1は、LAG5についてのECO処理実行フラグを落とす。

【0164】

第2のネットワークスイッチ装置2は、リンクダウン終了通知を受信した場合、これに応じて、LAG5に属する複数の第2ポート22の状態をチェックして、リンクダウンしている少なくとも1個の第2ポート22を抽出する。そして、第2のネットワークスイッチ装置2は、複数の第2ポート22の中で、第1ポート12のリンクダウンに応じてリンクダウンしている少なくとも1個の第2ポート22の電源供給を切断する。これにより、30リンクダウンしているリンクの両端のポートの電源供給が切断される。

【0165】

更に、第2のネットワークスイッチ装置2は、第1ポート12のリンクダウンに応じたリンクダウンに基づいて電源供給を切断された少なくとも1個の第2ポート22を、リンクダウンを示すエラー通知の対象から除外する。これに応じて、第2のネットワークスイッチ装置2は、第1ポート12のリンクダウンに応じたリンクダウンに基づいて電源供給を切断された少なくとも1個の第2ポート22のLEDを、ECO状態の表示とする。

【0166】

この後、第2のネットワークスイッチ装置2は、LAG5についてのECO処理実行フラグを落とす。40

【0167】

図13は、リンク追加処理の説明図である。

【0168】

第1のネットワークスイッチ装置1は、リンクアップ処理に先立って、第2のネットワークスイッチ装置2にLA-ECOフレームを送信する。この時、LA-ECOフレームにおいて、「Link Training」が「1」とされる。「Link Training」が「1」であり、「ACK」が「0」であるので、このLA-ECOフレームは、50リンクアップ開始通知である。

【0169】

第2のネットワークスイッチ装置2が、リンクアップ開始通知としてのL A－E C Oフレームを受信した場合、これに応じて、複数の第2ポート22の電源を投入し、L A G 5についてのE C O処理実行フラグを「0」から「1」に立てる。

【0170】

この後、第2のネットワークスイッチ装置2が、第1のネットワークスイッチ装置1にL A－E C Oフレームを送信する。この時、L A－E C Oフレームにおいて、「L i n k T r a i n i n g」が「1」とされ、「A C K」が「1」とされる。「L i n k T r a i n i n g」が「1」で「A C K」が「1」であるので、このL A－E C Oフレームは、リンクアップ開始通知に対する応答である。

10

【0171】

第1のネットワークスイッチ装置1は、リンクアップ開始通知に対する応答としてのL A－E C Oフレームを受信した場合、これに応じて、リンクアップ処理を実行する。

【0172】

具体的には、第1のネットワークスイッチ装置1は、L A G 5についてのE C O処理実行フラグを立てる。その後、第1のネットワークスイッチ装置1は、L A G 5の使用帯域情報に基づいて、L A G 5に属する複数の第1ポート12の中で、少なくとも1個の第1ポート12の電源を供給する。これにより、第1のネットワークスイッチ装置1は、前記少なくとも1個の第1ポート12をリンクアップする。

【0173】

20

更に、第1のネットワークスイッチ装置1は、使用帯域情報に基づいて電源を供給された少なくとも1個の第1ポート12を、リンクダウンを示すエラー通知の対象とする。これに応じて、第1のネットワークスイッチ装置1は、使用帯域情報に基づいて電源を供給された少なくとも1個の第1ポート12のL E D 1 2 3を、E C O状態の表示からリンクアップの表示とする。

【0174】

このリンクアップ処理の後に、第1のネットワークスイッチ装置1は、第2のネットワークスイッチ装置2にL A－E C Oフレームを送信する。この時、L A－E C Oフレームにおいて、「L i n k T r a i n i n g」が「0」とされる。「L i n k T r a i n i n g」が「0」であり、「A C K」が「0」であるので、このL A－E C Oフレームは、リンクアップ終了通知である。

30

【0175】

この後、第1のネットワークスイッチ装置1は、L A G 5についてのE C O処理実行フラグを「1」から「0」に落とす。

【0176】

第2のネットワークスイッチ装置2は、リンクアップ終了通知を受信した場合、これに応じて、L A G 5に属する複数の第2ポート22の状態をチェックして、リンクダウンしている第2ポート22を抽出する。そして、第2のネットワークスイッチ装置2は、複数の第2ポート22の中で、第1ポート12のリンクダウンに応じてリンクダウンしている第2ポート22の電源供給を切断する。これにより、新たにリンクアップしたポートを含むリンクアップしているポートを除いて、リンクダウンしているリンクの両端のポートの電源供給が切断される。

40

【0177】

更に、第2のネットワークスイッチ装置2は、第1ポート12のリンクダウンに応じたリンクダウンに基づいて電源供給を切断された第2ポート22を、リンクダウンを示すエラー通知の対象から除外する。これに応じて、第2のネットワークスイッチ装置2は、第1ポート12のリンクダウンに応じたリンクダウンに基づいて電源供給を切断された第2ポート22のL E Dを、E C O状態の表示とする。

【0178】

この後、第2のネットワークスイッチ装置2は、L A G 5についてのE C O処理実行フ

50

ラグを「1」から「0」に落とす。

【符号の説明】

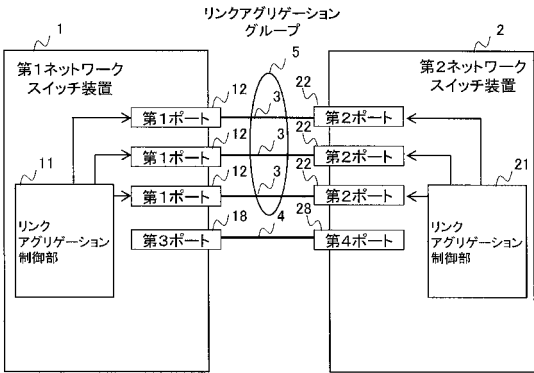
【0179】

- 1 第1のネットワークスイッチ装置
- 2 第2のネットワークスイッチ装置
- 3、4 リンク
- 5 リンクアグリゲーショングループ (LAG)
- 11、21 リンクアグリゲーション制御部
- 12 第1ポート
- 13 データスイッチング部
- 14 アグリゲータ部
- 15 送受信制御部
- 16 電源制御部
- 17 監視部
- 18 第3ポート
- 22 第2ポート
- 28 第4ポート
- 111 スイッチ管理部
- 112 アグリゲーション制御部
- 121 MAC部
- 122 PHYモジュール
- 123 LED
- 113 ポート状態管理テーブル
- 114 LAG管理テーブル
- 115 LAG監視部
- 116 削除処理部
- 117 追加処理部
- 118 更新処理部

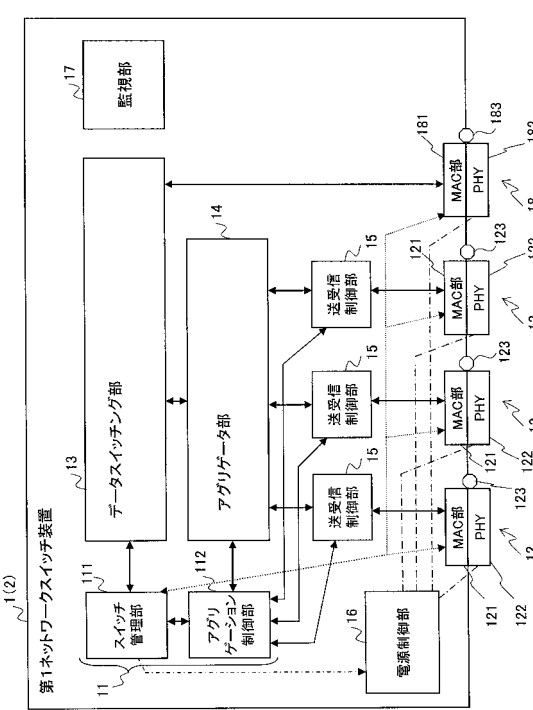
10

20

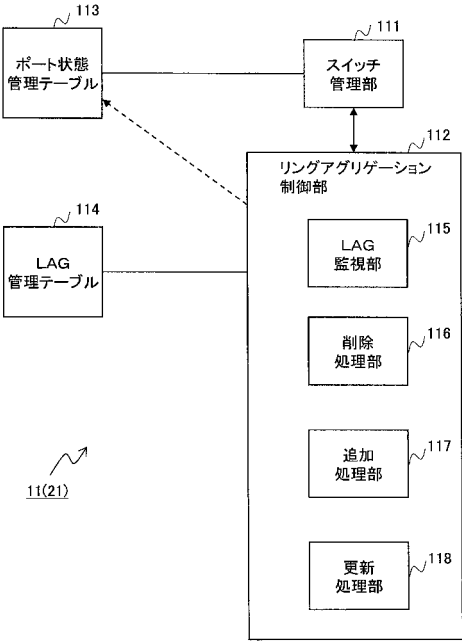
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

項目	値	説明
Actor System ID	XX:XX:XX:XX:XX:XX	使用するMACアドレス
Actor Aggregation Key	1	リンクアグリゲーションの識別用Key
Partner System ID	YY:YY:YY:YY:YY:YY	接続先リンクアグリゲーションのMACアドレス
Partner Aggregation Key	2	接続先リンクアグリゲーションのKey
PORT	0,1,2	参加しているポート番号
Actor ECO処理モード	有効/無効	自スイッチ側LAGのECO処理モード
Partner ECO処理モード	有効/無効	接続先スイッチ側LAGのECO処理モード
ECO処理役割	MASTER/SLAVE	MASTER: 帯域使用状況からECO処理のためリンクを増減する処理を開始する。 SLAVE: 相手スイッチ側のECO処理に追従するのみ。
ECO処理実行フラグ	実行中/非実行中	ECOモードの実行中を表す
送信OCTET数	896864444	前回記録時の送信OCTET数
受信OCTET数	456865254	前回記録時の受信OCTET数

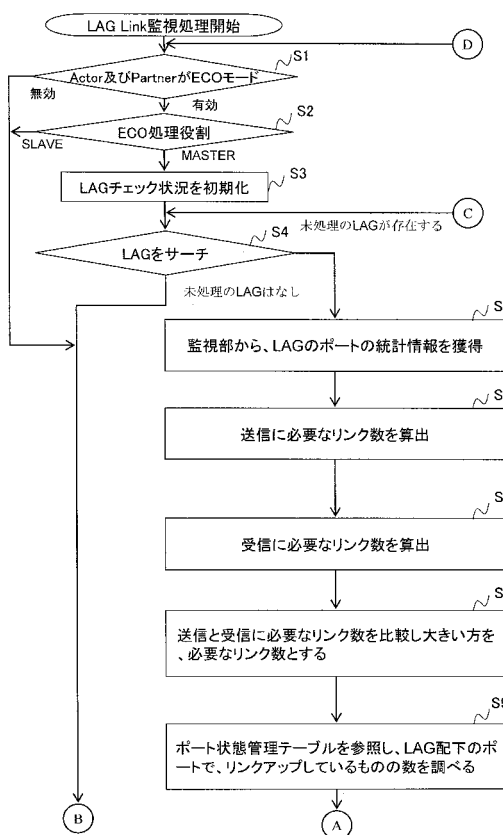
【図 5】

ポート番号	ポート状態	リンクアップ 稼働時間(秒)
1	Link Up	1523
2	Link Down	
3	Power OFF	
4	no PHY module	
5	Link state unknown	
6	ECO auto -poweroff	

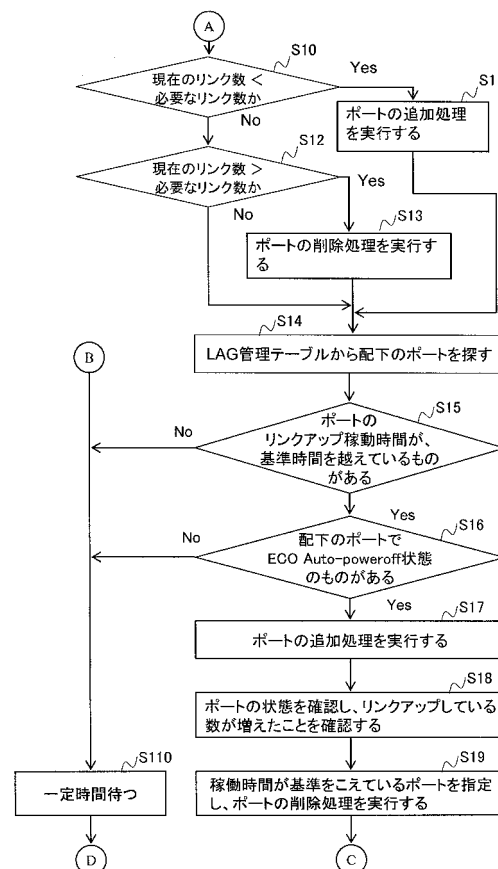
【図 6】

field	Octets	説明
Destination Address	6	送信先MACアドレス
Source Address	6	送信元MACアドレス
Length/Type	2	LA-ECOを示すType値
Subtype	1	不使用
Version Number	1	版数を示す
Actor_System	6	リンクアグリゲーションのMACアドレス
Actor_Key	2	リンクアグリゲーションのKey
Partner_System	6	接続先リンクアグリゲーションのMACアドレス
Partner_Key	2	接続先リンクアグリゲーションのKey
ECO_mode	1	1の場合、有効であることを示す
Link Training	1	1の場合、リンクを変更中であることを示す
ACK	1	1の場合、了承をしめす
NACK	1	1の場合、却下をしめす
reserve	24	不使用
FCS	4	フレームのチェックサム

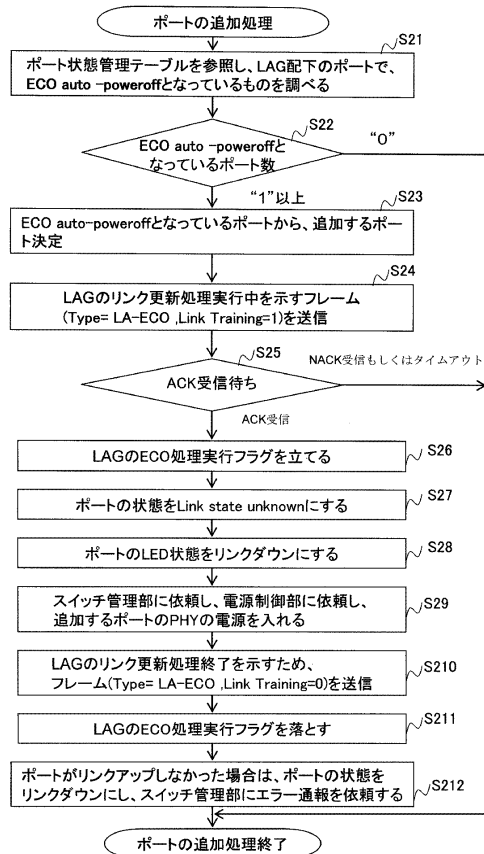
【図 7 A】



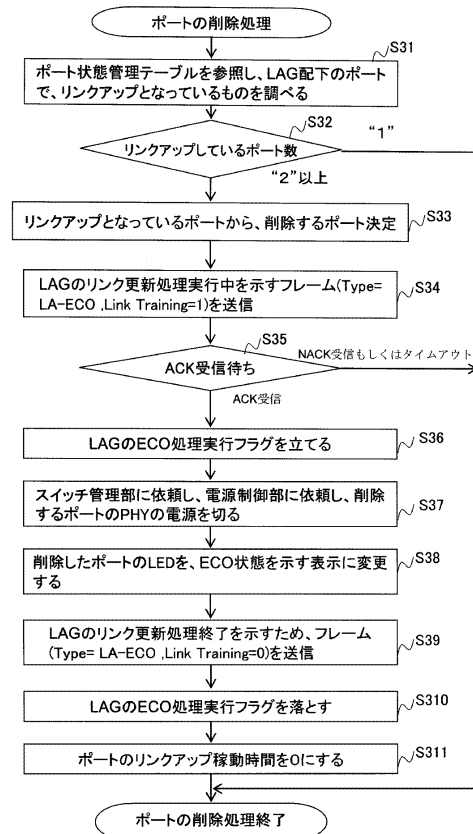
【図 7 B】



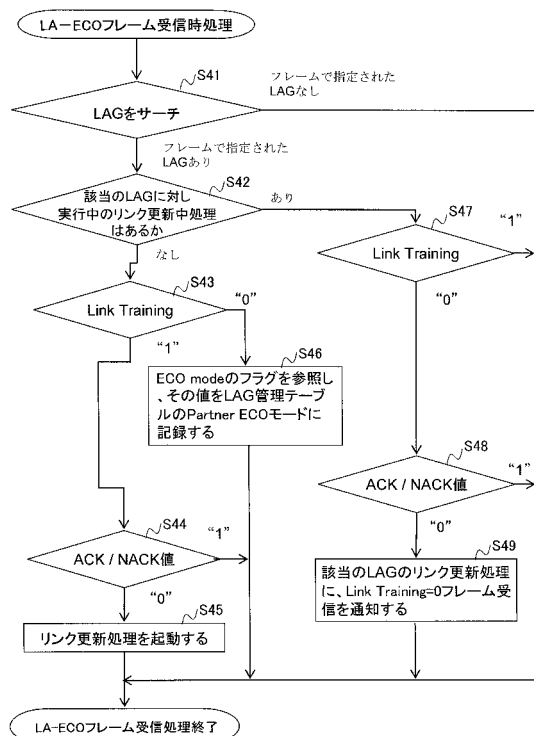
【図 8】



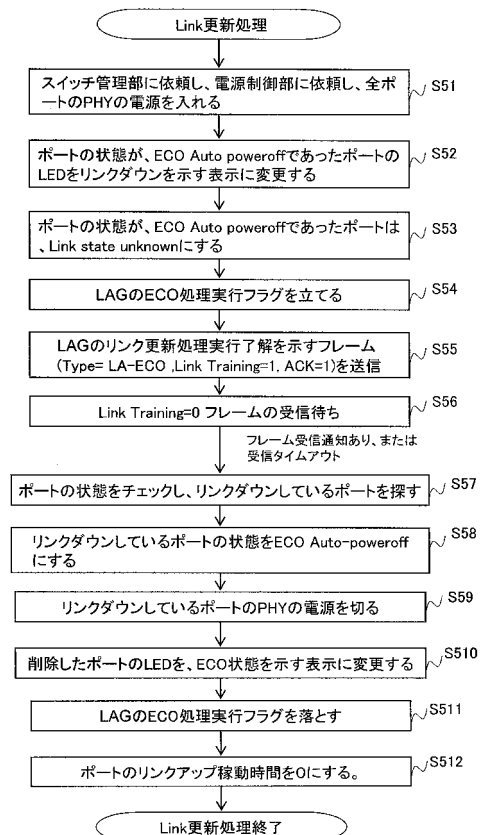
【図 9】



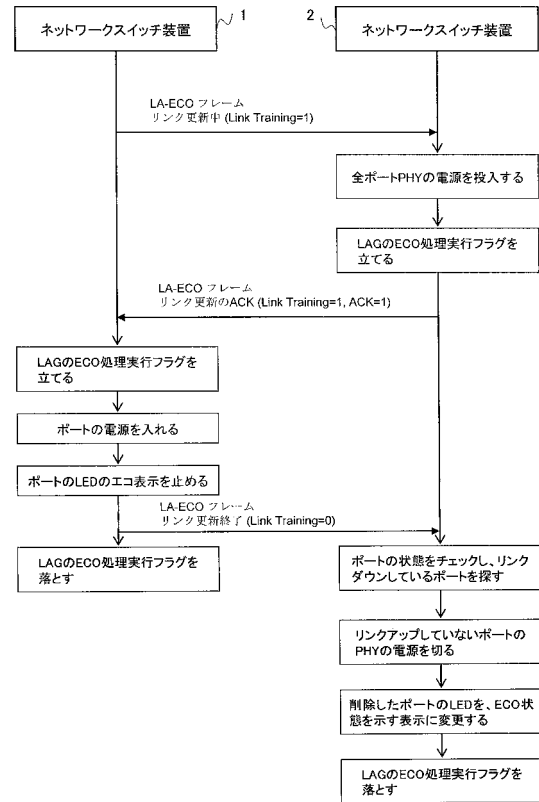
【図 10】



【図 11】



【図 1 3】



フロントページの続き

(56)参考文献 河野義幸，福田豊，田村瞳，川原憲治，尾家祐二，動的な物理リンク数制御によるスイッチ省電力化手法の提案，電子情報通信学会技術研究報告 Vol. 107 No. 525，日本，社団法人電子情報通信学会，2008年 2月28日，IN2007-216，p343-348

(58)調査した分野(Int.Cl.，DB名)
H04L 12/00-12/955