



(43) 国際公開日
2007 年 11 月 15 日 (15.11.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/129699 A1

- (51) 国際特許分類:
H04L 12/42 (2006.01) H04L 12/56 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/059492
- (22) 国際出願日: 2007 年 5 月 8 日 (08.05.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2006-130807 2006 年 5 月 9 日 (09.05.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080014 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 小笠原 大作 (OGASAHARA, Daisaku) [JP/JP]; 〒1080014 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).

坂内 正宏 (SAKAUCHI, Masahiro) [JP/JP]; 〒1080014 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).

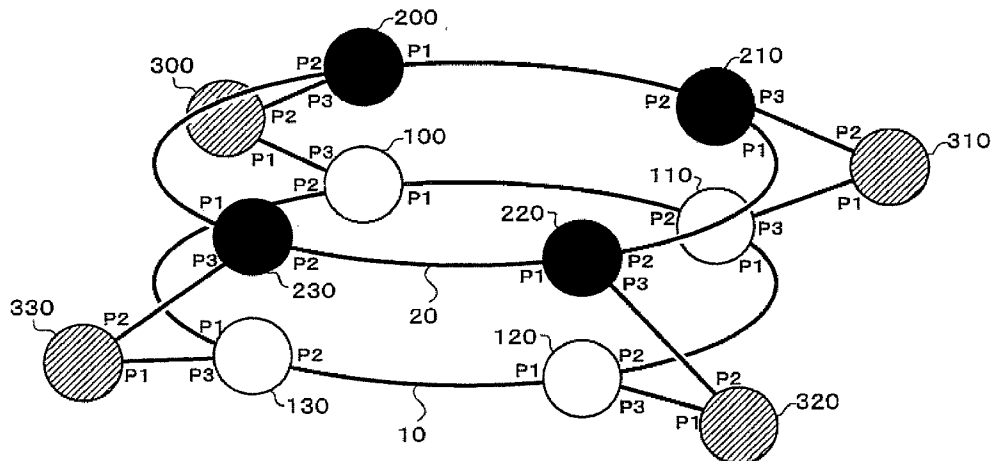
(74) 代理人: 山下 穰平 (YAMASHITA, Johei); 〒1050001 東京都港区虎ノ門五丁目 1 3 番 1 号 虎ノ門 4 O M T ビル 山下国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

/ 続葉有 /

(54) Title: COMMUNICATION SYSTEM, NODE, TERMINAL, COMMUNICATION METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 通信システム、ノード、端末、通信方法、およびプログラム



(57) Abstract: It is possible to increase the communication system transmission capacity flexibly and at a low cost in accordance with a communication system traffic amount. A terminal connected to a plurality of networks distributes and transmits a plurality of divided frames generated by dividing a single frame to the plurality of networks connected to the terminal. Moreover, the terminal reconfigures the original frame from the plurality of divided frames generated by dividing the single frame. It should be noted that the divided frames contain division configuration information indicating how the frame was divided (the number of divisions and the order of the divided frames) and also contain information required for performing MAC address learning for deciding the route to the terminal as the destination.

(57) 要約: 通信システムのトラフィック量に応じて、柔軟かつ安価に、通信システムの伝送容量を拡大することができるようにする。複数のネットワークに接続される端末が、単一のフレームを分割することにより生成した複数の分割フ

/ 続葉有 /



WO 2007/129699 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 補正書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

フレームを、自身に接続される複数のネットワークに分配して送信し、また、単一のフレームを分割して生成された複数の分割フレームから元のフレームを再構成する。なお、分割フレームには、どのように分割されたかを示す分割構成情報（分割数や、その分割フレームの順序）を含ませるだけでなく、接続先のネットワークにおいて、宛先となる端末までの経路を決定するためのMACアドレス学習を行うのに必要な情報を含ませる。

明 細 書

通信システム、ノード、端末、通信方法、およびプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、通信システム、ノード、端末、通信方法、およびプログラムに関し、特に、通信システムの伝送容量に関して高いスケーラビリティを有する通信システム、およびそのような通信システムを実現する端末、ノード、通信方法、端末用プログラム、およびノード用プログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年、インターネットの普及によって、トラフィック量が急増しているため、基幹系通信システムの伝送容量が圧迫されるようになってきている。通信システムの伝送容量が圧迫されると、輻輳が頻発し、通信を断続的にしか行えない、または通信が停止する等の問題が生じる。このため、通信システムの伝送容量を拡大することにより、安定した通信を継続的に提供可能な技術が要望されている。

[0003] 既設の通信システムの伝送容量を拡大する方法としては、より高速のビットレートで動作する光部品や電気部品を用いた通信インタフェースを搭載する通信装置を用いて、より大きな伝送容量を有する通信システムを新たに構築するのが一般的である。

[0004] しかしながら、高速な通信インタフェースは非常に高価であるため、通信システムを構築する費用が膨大になるという問題がある。特に、今後のトラフィック量の変化が推測し難い状況にある場合には、入手可能な通信インタフェースのうち、最大の速度で動作する通信インタフェースを利用せざるを得ないため、通信システムの構築費用はさらに増大する。また、仮に今後のトラフィック量の推移を見積もることが可能であったとしても、通信インタフェースの速度は多様性に乏しいため、所望の伝送容量を遙かに上回る通信インタフェースを使用した結果、不要な費用が発生する恐れもある。

[0005] 上記の課題を解決する技術として、安価な低速インタフェースを複数用いることにより、トラフィック量に応じて、通信システムの伝送容量を拡大することが可能なスケーラビリティの高い通信システムを実現する技術が考えられている。

[0006] 以降では、信頼性の高い基幹系通信システムを実現するネットワークの例として、

非特許文献1で開示されているRPR (Resilient Packet Ring)が適用されたネットワーク(以下、RPRネットワークと記述する。)を取り上げて、高いスケーラビリティを有する通信システムを構築する技術を説明する。非特許文献1は、2004年にIEEE (the Institute of Electrical and Electronics Engineers)から発行された標準化文書である。

[0007] 図24は、RPRネットワークの例を示す説明図である。RPRは、図24に示すようなリングトポロジのネットワーク上で、フレーム(パケット)を転送するためのネットワークプロトコルである。

[0008] 図24に示す通信システムは、4台のRPRに準拠して動作するノード(以下、RPRノードと記述する。)によりRPRネットワーク70を構成し、各RPRノードの配下に1台の端末を収容した例である。ここで、RPRノードの配下に端末を収容するとは、RPRノードに、そのRPRノードが属するリングネットワークに属していない端末を接続させることをいう。なお、端末は、そのRPRノードが属するリングネットワーク以外のリングネットワークに属していたり、その他の通信ネットワークに属していてもよい。また、RPRノードの配下に収容される端末を、単に、配下の端末と記す場合もある。

[0009] 図24に示す例では、各RPRノード700～730は、それぞれポートP1～P3を有する。各RPRノード700～730は、ポートP1, P2を用いて、隣接するRPRノードとRPRフレームを送受信する。また、各RPRノード700～730は、配下の端末(端末910～930のうちの1つ)を備える。個々のRPRノードと配下の端末とは、RPRノードのポートP3と、配下の端末が有するポート(図示せず。)とを用いてフレーム(ユーザフレーム)を送受信する。

[0010] RPRの主な特徴としては、高速のプロテクション機能が知られている。例えば、RPRネットワークにおいて、RPRノード間のリンクが切断された場合、そのリンクの両側のRPRノードが切断を検出し、即座に他の全てのRPRノードにその旨を通知する。障害発生のお知らせを受信した他のRPRノードは、リンクの切断箇所を迂回するように、トラフィックを操作する(通信方向やTTL等を制御する)動作状態に移行する。このため、通信を継続して行うことが可能となる。ここで、プロテクション機能とは、ある箇所に発生した障害によって通信が途絶えてしまうことを防止するための機能をいう。

[0011] RPRは、都市網のように、大容量のトラフィックが流れる基幹系通信システムへの採

用を前提として、SDH (Synchronous Digital Hierarchy) またはSONET (Synchronous Optical Network) といった伝送技術と同等の50ms以内の短時間で通信を回復するように設計されているため、信頼性の高い通信システムを構築することが可能である。

[0012] また、運用中のRPRネットワークの伝送容量を拡大する技術として、例えば、非特許文献2で開示されているLAG (Link Aggregation) がある。なお、非特許文献2もIEEEから発行された標準化文書である。

[0013] LAGは、複数の物理ポートをあたかも1個の論理ポートに仮想化する技術である。換言すれば、複数のリンクをあたかも1本の論理リンクに仮想化する技術である。LAGを適用すると、障害の発生していない通常時において、論理リンクに属する複数の物理リンクにトラフィックを分散させて送信するので、リンクの通信帯域を増大(最大で物理リンクの通信帯域の総和にまで)させることが可能となる。

[0014] 図25は、RPRネットワークにLAGを適用した例を示す説明図である。図25に示す通信システムは、RPRネットワーク70に属するRPRノード間およびRPRノードと配下の端末間にLAGを適用した例である。図25に示す例では、RPRネットワーク70に属するRPRノード700～730は、図24におけるRPRノードのポートP1～P3を二重化するために、LAGが適用されたポートP1～P6を有する。また、RPRノード700～730配下の端末900～930は、図24における配下の端末のポートP1を二重化するために、LAGが適用されたポートP1, P2を有する。このような構成により、図25に示す例では、RPRネットワーク70に属する各RPRノード間、および各RPRノードと配下の端末間の複数リンクを1本のリンクに仮想化した上で、仮想リンクを構成する複数リンクにトラフィックを分散させることができる。このため、通信システムの伝送容量を拡大することができる。

[0015] また、特許文献1には、LAGと同様、複数の回線を仮想的な1つの回線として提供するマルチリンク機能を持つ通信装置が記載されている。特許文献1に記載のマルチリンク通信装置は、マルチリンク処理部14に回線監視の機能を設け、監視結果をベースに、自身が備える複数の送受信部に対して通信の振り分けを行う。

[0016] このような、複数のリンクを1本のリンクに仮想化する技術によれば、トラフィック量に

合わせて物理リンクの本数を増やしていくことにより、所望の伝送容量を有する通信システムを構築することが可能である。

[0017] また、1つ以上の中継ノードが含まれる複数の通信経路を用いることによって、端末間の通信帯域を拡大する技術がある(例えば、特許文献2)。特許文献2に記載の複数回線利用情報転送装置は、通信媒体と通信利用者との間に、送信側および受信側共に配置される。送信側の複数回線利用情報転送装置は、通信利用者から受け入れたパケットを先頭から順に、同時並列転送するために用いる通信媒体の数に分割し、宛先情報を付加してフレームを構成する。そして、複数の通信媒体を介して分割したフレームを受信側の複数回線利用情報転送装置へ転送する。

[0018] 特許文献1:特開2000-216815号公報(段落0014-0016、図1)

特許文献2:特開2000-216791号公報(段落0010-0013、図1)

非特許文献1:“IEEE Std 802.17 Part17:Resilient packet ring(RPR) access method and physical layer specifications”, IEEE Inc, 2004, p.27-54

非特許文献2:“IEEE Std 802.3ad Amendment to Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection(CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications-Aggregation of Multiple Link Segments”, IEEE Inc, 2000, p.95-107

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0019] しかしながら、上述した従来の技術においては、以下に述べるような問題がある。非特許文献1に記載のLAG技術や、特許文献1に記載のマルチリンク機能のように、複数のリンクを1本のリンクに仮想化する技術を用いる場合、全てのRPRノードおよび配下の端末に、複数のリンクを接続するためのポートが予め配備されている必要がある。このため、通信システムの構築当初に将来のトラフィックの増大量を見積もることができなければ、適切な通信システムを構築することができないという問題がある。

[0020] 例えば、当初の見積もり以上にトラフィック量が増大したためにポート数が不足すると、より多くのポートが配備されたRPRネットワークおよび端末を用意して新しい通信システムを構築しなければならない上に、既存の通信システムを有効に活用できないため、構築費用が結果的に大きくなってしまう。

- [0021] また、例えば、RPRノードおよび配下の端末に過剰なポート数を配備すると、リンクの通信帯域のポート数に応じたスイッチング処理性能、およびフレーム多重化処理性能が必要となり、非常に高価な通信装置が必要となる。仮に、ポート数に見合った処理性能が備わっていない場合には、処理速度が間に合わず、輻輳が生じた結果、処理しきれないフレームが廃棄されてしまう。
- [0022] また、特許文献2も含めて、複数の通信経路を1本の通信経路に仮想化する技術を用いる場合、端末数が多くなると、リンク形態によっては、パスの設定数が膨大となるため、通信システム管理者の負担が非常に大きくなってしまうという問題点がある。
- [0023] 例えば、経路が常に確定しているIP (Internet Protocol)やMPLS (Multi-Protocol Label Switching)、SONETのような隣接スイッチ間リンクを介する通信システムであった場合、各端末をフルメッシュで接続する必要があるため、RPRネットワーク数をM、端末数をNとすると、端末間に設定されるパスの個数は、 $M \times N \times (N - 1)$ によって表されることになる。例えば、図24に示す通信システムがMPLSネットワークであるとすると、MPLSのパス数は12本(送信6本、受信6本)になる。なお、仮に、RPRネットワークが2個になると、MPLSパスは2倍の24本になる。
- [0024] また、現在一般的なイーサネットフレーム(イーサネットは登録商標)を用いる場合、イーサネットフレームを分割することによるオーバーヘッドに加えて、パスを管理するプロトコルのフレームに分割フレームをカプセル化することによるオーバーヘッドが生じるため、伝送容量の拡大効率が大きく低下してしまうという問題がある。
- [0025] そこで、本発明は、上述したような従来の技術が有する問題を鑑みてなされたものであって、所望の伝送容量を柔軟、かつ安価に実現可能なスケーラビリティの高い通信システム、およびそのような通信システムを実現する端末、ノード、通信方法、端末用プログラム、およびノード用プログラム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

- [0026] 本発明による通信システムは、端末が複数のネットワークに接続される通信システムであって、端末は、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによって、複数のネットワークを通信経路として有し、端末は、単一のフレームを分割したフレームであって、フレームの宛先端末を識別するための宛先ノード識別子と、

フレームの送信元端末を識別するための送信元ノード識別子とが格納される複数の分割フレームを生成する分割フレーム生成手段と、フレーム生成手段が生成した分割フレームを、当該端末が接続されるノードのうちの全てのノード、または一部のノードに対して、分配して送信する分割フレーム分配手段と、当該端末が接続されるノードから受信した、当該端末とは異なる端末が備える分割フレーム生成手段によって生成される複数の分割フレームから、分割前のフレームを再構成するフレーム再構成手段とを備え、端末が接続されるノードは、端末と、端末が配下の端末として接続されるノードとの対応関係を示す情報を記憶する対応関係記憶手段と、配下の端末から分割フレームを受信した際に、該分割フレームに格納された宛先ノード識別子と、対応関係記憶手段に記憶されている宛先ノード識別子で示される端末とノードとの対応関係とに基づいて、転送方法または転送先ノードを決定した上で、受信した分割フレームをペイロードに格納し、かつ当該ノードを識別するためのノード識別子を送信元アドレスとして格納したネットワーク内通信用フレームを生成するネットワーク内通信用フレーム生成手段と、受信したネットワーク内通信用フレームのペイロードに格納された分割フレームを抽出し、ネットワーク内通信用フレームの送信元アドレスで示されるノードと、抽出した分割フレームに格納される送信元ノード識別子で示される端末との対応関係を示す情報を対応関係記憶手段に登録する分割フレーム抽出手段とを備えたことを特徴とする。

- [0027] また、通信システムは、端末が複数のネットワークに接続される通信システムであって、端末は、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによって、複数のネットワークを通信経路として有し、端末は、端末と、端末が配下の端末として接続されるノードとの対応関係を示す情報を記憶する対応関係記憶手段と、単一のフレームを分割したフレームであって、フレームの宛先端末を識別するための宛先ノード識別子と、フレームの送信元端末を識別するための送信元ノード識別子とが格納される複数の分割フレームを生成する分割フレーム生成手段と、フレーム生成手段が生成した各分割フレームに対し、該分割フレームに格納された宛先ノード識別子と、対応関係記憶手段に記憶されている宛先ノード識別子で示される端末とノードとの対応関係とに基づいて、転送方法または転送先ノードを決定した上で、分割フレ

ームをペイロードに格納し、かつ当該端末が接続されるノードのいずれかのノードを識別するためのノード識別子を送信元アドレスとして格納したネットワーク内通信用フレームを生成するネットワーク内通信用フレーム生成手段と、ネットワーク内通信用フレーム生成手段が生成したネットワーク内通信用フレームを、当該端末が接続されるノードのうちの全てのノード、または一部のノードに対して、分配して送信する分割フレーム分配手段と、受信したネットワーク内通信用フレームのペイロードに格納された分割フレームを抽出し、ネットワーク内通信用フレームの送信元アドレスで示されるノードと、抽出した分割フレームに格納される送信元ノード識別子で示される端末との対応関係を示す情報を対応関係記憶手段に登録する分割フレーム抽出手段と、分割フレーム抽出手段が抽出した複数の分割フレームから、分割前のフレームを再構成するフレーム再構成手段とを備えていてもよい。

[0028] また、分割フレーム生成手段は、単一のフレームを分割することによって生成した分割データを格納する分割フレームに、分割された分割データを統合して元のフレームを構成するために必要な情報を示す分割フレーム情報を付与した分割フレームを生成してもよい。

[0029] また、分割フレーム生成手段は、分割フレームの元となるフレームを識別するためのフレーム識別子と、同一のフレームから生成される分割フレームのフレーム数および当該分割フレームの分割順序を認識するための分割数情報とを含む分割フレーム情報を付与した分割フレームを生成してもよい。

[0030] また、分割フレーム生成手段は、単一のフレームから生成する各分割フレームのフレーム長が、各分割フレームを送信するネットワークの伝送容量に比例するように分割フレームを生成してもよい。

[0031] また、分割フレーム生成手段は、単一のフレームから生成する各分割フレームのフレーム長が、予め定められた長さとなるように、分割フレームを生成してもよい。

[0032] また、分割フレーム生成手段は、当該端末に接続されるノードが属するネットワークの通信の可否に基づいて、生成する分割フレームのフレーム数を変更してもよい。

[0033] また、分割フレーム分配手段は、当該端末に接続されるノードが属するネットワークの通信の可否に基づいて、分割フレームを分配するネットワークとワークを変更しても

よい。

- [0034] また、ネットワーク内通信用フレーム生成手段は、単一のフレームを分割することにより生成された分割フレームの全てに重複して格納されるデータであって、分割フレームのいずれかを受信する他のノードが削除しないデータのうちの一部のデータ、または全てのデータを削除してもよい。
- [0035] また、ノードは、自ノードが属するネットワークを構成する他のノードと通信が不可能であることを検出した場合に、配下の端末にその旨を通知してもよい。
- [0036] また、異なるネットワークに属し、かつ、同一の端末を配下に収容する各ノードは、各ネットワークに分配された同一のフレームから生成される分割フレームを格納したネットワーク内通信用フレームが、それぞれ送信元ノードから宛先ノードまで転送される時間を一致させるように動作してもよい。なお、転送される時間を一致させるように動作するとは、例えば、異なるネットワークに属するノードにおいて、転送経路が一致するように、あらかじめ定められた転送経路の決定方法に従って分割フレームの転送経路を決定することである。
- [0037] また、異なるネットワークに属し、かつ、同一の端末を収容する各ノードは、自ノードが属するネットワークのトポロジを示すトポロジ情報を相互に通知してもよい。
- [0038] また、ノードは、自ノードが属するネットワークのトポロジ情報と、自ノードと同一の端末を収容するノードが属する他のネットワークのトポロジ情報とに基づいて、各ネットワークに分配された同一のフレームから生成される分割フレームを格納したネットワーク内通信用フレームが、それぞれ送信元ノードから宛先ノードに転送されるまでの転送時間が同一となるように、自ノードが属するネットワークに分配されたネットワーク内通信用フレームの転送経路を決定してもよい。
- [0039] また、ノードは、各ネットワークに分配された同一のフレームから生成される分割フレームを格納したネットワーク内通信用フレームが、それぞれ送信元ノードから宛先ノードに転送されるまでの転送時間が同一となるように、自ノードが属するネットワークに分配されたネットワーク内通信用フレームの送信を一定時間待機してもよい。
- [0040] また、分割フレーム生成手段は、単一のフレームを分割して生成される各分割フレームのフレーム長を、分配先となる各ネットワークの伝送容量に比例させてもよい。

- [0041] また、分割フレーム生成手段は、単一のフレームを分割して生成される各分割フレームのフレーム長を、各ネットワークにおける輻輳の度合いに応じて変更してもよい。
- [0042] また、分割フレーム分配手段は、各ネットワークに送信するトラフィックの通信帯域が、各ネットワークの伝送容量に比例するように分割フレームを分配してもよい。
- [0043] また、分割フレーム分配手段は、各ネットワークに送信するトラフィックの通信帯域を、各ネットワークにおける輻輳の度合いに応じて変更してもよい。
- [0044] また、分割フレーム再構成手段は、分割フレームを記憶する分割フレーム記憶手段と、分割フレーム記憶手段に記憶されている分割フレームを管理する分割フレーム管理手段とを含んでもよい。なお、記憶されている分割フレームを管理するとは、例えば、分割フレームを識別する情報と、分割フレームの記憶位置とを対応づけて記憶することによって、分割フレームの記憶有無、および記憶位置を参照可能にすることである。
- [0045] また、分割フレーム管理手段は、分割フレームの送信元ノード識別子と、分割フレームの元となるフレームを識別するためのフレーム識別子と、分割フレームの分割フレーム記憶手段における記憶位置と、分割フレームと同一のフレームから生成された複数の分割フレームのうち分割フレーム記憶手段に記憶されている分割フレームのフレーム数とを対応づけることによって、分割フレームを管理してもよい。
- [0046] また、本発明による端末は、端末が複数のネットワークに接続される通信システムに適用される端末であって、端末は、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによって、複数のネットワークを通信経路として有し、端末は、単一のフレームを分割したフレームであって、フレームの宛先端末を識別するための宛先ノード識別子と、フレームの送信元端末を識別するための送信元ノード識別子とが格納される複数の分割フレームを生成する分割フレーム生成手段と、フレーム生成手段が生成した分割フレームを、当該端末が接続されるノードのうちの全てのノード、または一部のノードに対して、分配して送信する分割フレーム分配手段と、当該端末が接続されるノードから受信した、当該端末とは異なる端末が備える分割フレーム生成手段によって生成される複数の分割フレームから、分割前のフレームを再構成するフレーム再構成手段とを備えたことを特徴とする。

[0047] また、端末が複数のネットワークに接続される通信システムに適用される端末であって、端末は、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによって、複数のネットワークを通信経路として有し、端末は、端末と、端末が配下の端末として接続されるノードとの対応関係を示す情報を記憶する対応関係記憶手段と、単一のフレームを分割したフレームであって、フレームの宛先端末を識別するための宛先ノード識別子と、フレームの送信元端末を識別するための送信元ノード識別子とが格納される複数の分割フレームを生成する分割フレーム生成手段と、フレーム生成手段が生成した各分割フレームに対し、該分割フレームに格納された宛先ノード識別子と、対応関係記憶手段に記憶されている宛先ノード識別子で示される端末とノードとの対応関係とに基づいて、転送方法または転送先ノードを決定した上で、分割フレームをペイロードに格納し、かつ当該端末が接続されるノードのいずれかのノードを識別するためのノード識別子を送信元アドレスとして格納したネットワーク内通信用フレームを生成するネットワーク内通信用フレーム生成手段と、ネットワーク内通信用フレーム生成手段が生成したネットワーク内通信用フレームを、当該端末が接続されるノードのうちの全てのノード、または一部のノードに対して、分配して送信する分割フレーム分配手段と、受信したネットワーク内通信用フレームのペイロードに格納された分割フレームを抽出し、ネットワーク内通信用フレームの送信元アドレスで示されるノードと、抽出した分割フレームに格納される送信元ノード識別子で示される端末との対応関係を示す情報を対応関係記憶手段に登録する分割フレーム抽出手段と、分割フレーム抽出手段が抽出した複数の分割フレームから、分割前のフレームを再構成するフレーム再構成手段とを備えていてもよい。

[0048] また、本発明によるノードは、端末が、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによって、複数のネットワークを通信経路として有する通信システムに適用されるノードであって、端末が接続されるノードは、端末と、端末が配下の端末として接続されるノードとの対応関係を示す情報を記憶する対応関係記憶手段と、配下の端末から分割フレームを受信した際に、該分割フレームに格納された宛先ノード識別子と、対応関係記憶手段に記憶されている宛先ノード識別子で示される端末とノードとの対応関係とに基づいて、転送方法または転送先ノードを決定した上で

、受信した分割フレームをペイロードに格納し、かつ当該ノードを識別するためのノード識別子を送信元アドレスとして格納したネットワーク内通信用フレームを生成するネットワーク内通信用フレーム生成手段と、受信したネットワーク内通信用フレームのペイロードに格納された分割フレームを抽出し、ネットワーク内通信用フレームの送信元アドレスで示されるノードと、抽出した分割フレームに格納される送信元ノード識別子で示される端末との対応関係を示す情報を対応関係記憶手段に登録する分割フレーム抽出手段とを備えたことを特徴とする。

[0049] また、本発明による通信方法は、端末が、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによって、複数のネットワークを通信経路として有する通信システムに適用される通信方法であって、単一のフレームを分割したフレームであって、フレームの宛先端末を識別するための宛先ノード識別子と、フレームの送信元端末を識別するための送信元ノード識別子とが格納される複数の分割フレームを生成し、生成した分割フレームを、接続されるノードのうちの全てのノード、または一部のノードに対して、分配して送信し、ノードから受信した複数の分割フレームから、分割前のフレームを再構成し、端末と、端末が配下の端末として接続されるノードとの対応関係を示す情報を記憶し、分割フレームを受信した際に、該分割フレームに格納された宛先ノード識別子と、記憶されている宛先ノード識別子で示される端末とノードとの対応関係とに基づいて、転送方法または転送先ノードを決定した上で、受信した分割フレームをペイロードに格納し、かつ当該ノードを識別するためのノード識別子を送信元アドレスとして格納したネットワーク内通信用フレームを生成し、受信したネットワーク内通信用フレームのペイロードに格納された分割フレームを抽出し、ネットワーク内通信用フレームの送信元アドレスで示されるノードと、抽出した分割フレームに格納される送信元ノード識別子で示される端末との対応関係を示す情報を登録することを特徴とする。

[0050] また、通信方法は、端末が、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによって、複数のネットワークを通信経路として有する通信システムにおいて適用される通信方法であって、端末と、端末が配下の端末として接続されるノードとの対応関係を示す情報を記憶し、単一のフレームを分割したフレームであって、フレ

ームの宛先端末を識別するための宛先ノード識別子と、フレームの送信元端末を識別するための送信元ノード識別子とが格納される複数の分割フレームを生成し、生成した各分割フレームに対し、該分割フレームに格納された宛先ノード識別子と、記憶されている宛先ノード識別子で示される端末とノードとの対応関係とに基づいて、転送方法または転送先ノードを決定した上で、分割フレームをペイロードに格納し、かつ当該端末が接続されるノードのいずれかのノードを識別するためのノード識別子を送信元アドレスとして格納したネットワーク内通信用フレームを生成し、生成したネットワーク内通信用フレームを、接続されるノードのうちの全てのノード、または一部のノードに対して、分配して送信し、受信したネットワーク内通信用フレームのペイロードに格納された分割フレームを抽出し、ネットワーク内通信用フレームの送信元アドレスで示されるノードと、抽出した分割フレームに格納される送信元ノード識別子で示される端末との対応関係を示す情報を登録し、抽出した複数の分割フレームから、分割前のフレームを再構成してもよい。

[0051] また、本発明による端末用プログラムは、端末が、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによって、複数のネットワークを通信経路として有する通信システムに適用される端末用プログラムであって、コンピュータに、単一のフレームを分割したフレームであって、フレームの宛先端末を識別するための宛先ノード識別子と、フレームの送信元端末を識別するための送信元ノード識別子とが格納される複数の分割フレームを生成する処理、生成した分割フレームを、当該端末が接続されるノードのうちの全てのノード、または一部のノードに対して、分配して送信する処理、および当該端末が接続されるノードから受信した、当該端末とは異なる端末が備える分割フレーム生成手段によって生成される複数の分割フレームから、分割前のフレームを再構成する処理を実行させることを特徴とする。

[0052] また、端末用プログラムは、端末と、端末が配下の端末として接続されるノードとの対応関係を示す情報を記憶する記憶装置を有するコンピュータに、単一のフレームを分割したフレームであって、フレームの宛先端末を識別するための宛先ノード識別子と、フレームの送信元端末を識別するための送信元ノード識別子とが格納される複数の分割フレームを生成する処理、生成した各分割フレームに対し、該分割フレーム

に格納された宛先ノード識別子と、記憶装置に記憶されている宛先ノード識別子で示される端末とノードとの対応関係とに基づいて、転送方法または転送先ノードを決定した上で、分割フレームをペイロードに格納し、かつ当該端末が接続されるノードのいずれかのノードを識別するためのノード識別子を送信元アドレスとして格納したネットワーク内通信用フレームを生成する処理、生成したネットワーク内通信用フレームを、当該端末が接続されるノードのうちの全てのノード、または一部のノードに対して、分配して送信する処理、受信したネットワーク内通信用フレームのペイロードに格納された分割フレームを抽出し、ネットワーク内通信用フレームの送信元アドレスで示されるノードと、抽出した分割フレームに格納される送信元ノード識別子で示される端末との対応関係を示す情報を記憶装置に登録する処理、および抽出した複数の分割フレームから、分割前のフレームを再構成する処理を実行させてもよい。

- [0053] また、本発明によるノード用プログラムは、端末が、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによって、複数のネットワークを通信経路として有する通信システムに適用されるノード用プログラムであって、端末と、端末が配下の端末として接続されるノードとの対応関係を示す情報を記憶する記憶装置を有するコンピュータに、配下の端末から分割フレームを受信した際に、該分割フレームに格納された宛先ノード識別子と、対応関係記憶手段に記憶されている記憶内容とに基づいて、転送方法または転送先ノードを決定した上で、受信した分割フレームをペイロードに格納し、かつ当該ノードを識別するためのノード識別子を送信元アドレスとして格納したネットワーク内通信用フレームを生成する処理、および受信したネットワーク内通信用フレームのペイロードに格納された分割フレームを抽出し、ネットワーク内通信用フレームの送信元アドレスで示されるノードと、抽出した分割フレームに格納される送信元ノード識別子で示される端末との対応関係を示す情報を記憶装置に登録する処理を実行させることを特徴とする。

発明の効果

- [0054] 本発明によれば、端末側で、接続先ネットワークにおいて転送方法または転送ノードを決定するために必要な情報を付加した分割フレームを生成して分配することによって、既存の通信システムを利用したフレーム転送が可能となる。従って、任意の伝

送容量を有する複数のネットワークを組み合わせることによって、柔軟に、伝送容量を拡大することができる。また、端末にのみ、複数のポートを配備すればよいので、安価に、信頼性の高い通信システムを構築することができる。

[0055] また、本発明によれば、フレームを分割して送信するため、各ネットワークの通信帯域を超える通信帯域を有し、かつフレーム順序の入れ替わりが禁止されたトラフィックを転送することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0056] [図1]本発明による通信システムの第1の実施の形態を示す説明図である。

[図2]第1の実施の形態におけるRPRノード100の構成例を示すブロック図である。

[図3]RPRノード100のFDBに登録された対応関係の例を示す説明図である。

[図4]RPRノード100のTDBに登録された情報の例を示す説明図である。

[図5]RPRノード100のMACアドレス管理テーブルに記憶される情報の例を示す説明図である。

[図6]RPRノード100のポート状態テーブルに記憶される情報の例を示す説明図である。

[図7]第1の実施の形態におけるノード300の構成例を示すブロック図である。

[図8]ノード300のポート状態テーブルに記憶される情報の例を示す説明図である。

[図9]フレームフォーマットの例を示す説明図である。

[図10]RPRノードがブロードキャストフレームを受信した場合の動作を示すフローチャートである。

[図11]イーサネットフレーム再構成部710の構成例を示すブロック図である。

[図12]ノード320の分割フレーム管理テーブルに登録された情報の例を示す説明図である。

[図13]ノード320の分割フレーム記憶テーブルに登録された情報の例を示す説明図である。

[図14]ノード320の分割フレーム格納アドレス管理テーブルに登録された情報の例を示す説明図である。

[図15]ノードが分割フレームを受信した場合の動作を示すフローチャートである。

[図16]RPRノードがユニキャストフレームを受信した場合の動作を示すフローチャートである。

[図17]第2の実施の形態におけるRPRノード100の構成例を示すブロック図である。

[図18]第2の実施の形態におけるノード300の構成例を示すブロック図である。

[図19]ノード300のFDBに登録される情報の例を示す説明図である。

[図20]ノード300のMACアドレス管理テーブルに登録される情報の例を示す説明図である。

[図21]本発明による通信システムの第3の実施の形態を示す説明図である。

[図22]第3の実施の形態におけるRPRノード100の構成例を示すブロック図である。

[図23]RPRノード100のTDBに登録される情報の例を示す説明図である。

[図24]RPRネットワークの例を示す説明図である。

[図25]RPRネットワークにLAGを適用した例を示す説明図である。

符号の説明

- [0057] 100～130, 200～230 RPRノード
 500-1～4 入力ポート
 510 RPRフレーム生成部
 520 RPRスイッチ処理部
 530 分割フレーム抽出部
 540-1～4 出力ポート
 550 FDB
 560 FDB管理部
 570 TDB
 580 MACアドレス管理テーブル
 590 ポート状態監視部
 600 ポート状態テーブル
 610 TDB管理部
 300～330 ノード
 700-1～2 入力ポート

710 イーサネットフレーム再構成部
711 イーサネットフレーム再構成処理部
712 分割フレーム管理テーブル
713 分割フレーム記憶テーブル
714 分割フレーム格納アドレス管理テーブル
720 イーサネットフレーム生成部
730 分割フレーム生成部
740-1~2 出力ポート
750 ポート状態監視部
760 ポート状態テーブル
810 分割フレーム抽出部
820 RPRフレーム生成部
830 FDB管理部
840 FDB
850 MACアドレス管理テーブル

発明を実施するための最良の形態

[0058] 実施の形態1.

図1は、本発明による通信システムの第1の実施の形態を示す説明図である。第1の実施の形態の通信システムは、RPRノード100~130を含むRPRネットワーク10と、RPRノード200~230を含むRPRネットワーク20と、RPRネットワーク10に属するRPRノードとRPRネットワーク20に属するRPRノードの両方に接続されるノード300~330とを備える。既に述べたように、RPRネットワークとは、RPRが適用されたネットワークである。

[0059] RPRノード100~130, 200~230は、“IEEE Std 802.17”に準拠して動作するだけでなく、他の動作(本発明の目的を実現するための動作)も行う。なお、本実施の形態では、RPRネットワーク10に属する各RPRノードと、RPRネットワーク20に属する各RPRノードとで共通の配下の端末(ノード300~320のうちのいずれか1つ)を収容している。ここで、RPRノードの配下に端末を収容するとは、RPRノードに、その

RPRノードが属するリングネットワークに属していない端末を接続させることをいう。以下、RPRノードの配下に収容される端末を、単に、配下の端末と記す場合もある。なお、配下の端末は、そのRPRノードが属するリングネットワーク以外のリングネットワークに属していたり、その他の通信ネットワークに属していてもよい。

[0060] 図1に示す通信システムにおいて、同一のRPRネットワークに属するRPRノード間では、RPRフレームを転送(送受信)する。また、RPRノードとその配下の端末間では、イーサネットフレーム(具体的には、分割されたイーサネットフレーム)を転送する。RPRフレームは、RPRノードとその配下の端末間で転送されるフレームをペイロード(ヘッダ部分等を除いたデータ本体)としてカプセル化したフレームであり、RPRフレームのヘッダには、送信元および宛先(送信先)のアドレスやTTL(Time to Live)が含まれる。なお、RPRフレームの送信元および送信先のアドレスとして、RPRノードのアドレスや、ブロードキャスト送信を示すアドレス、あるいはマルチキャスト送信を示すアドレスが格納される。

[0061] 各RPRノード100～130, 200～230は、それぞれポートP1～P3を有する。ポートP1, P2は、RPRフレームを送受信するためのポートであり、各RPRノード100～130, 200～230は、ポートP1, P2を用いて隣接するRPRノードとRPRフレームを送受信する。なお、隣接するRPRノードとは、そのノードに通信リンクを介して接続されるノードをいう。また、ポートP3は、配下に収容する端末(ノード300～330のうちのいずれか)との間でイーサネットフレーム(具体的には、分割されたイーサネットフレーム)を送受信するためのポートである。

[0062] ノード300～330は、RPRネットワーク10に属するRPRノードとRPRネットワーク20に属するRPRノードの両方に接続される端末であって、RPRネットワークを介して通信を行う通信端末である。

[0063] また、本実施の形態では、ノード300～330が、アプリケーションプログラムに従ってイーサネットフレームを生成する端末として説明するが、イーサネットフレームをスイッチ可能なノードであってもよい。そのような場合には、ノード300～330のそれぞれの配下に、別のノードまたは他のネットワークが接続される。

[0064] 各ノード300～330は、それぞれポートP1, P2を有する。ポートP1は、接続される

RPRノードのうち、RPRネットワーク10に属するRPRノードとの間でイーサネットフレーム(具体的には、分割されたイーサネットフレーム)を送受信するためのポートである。ポートP2は、接続されるRPRノードのうち、RPRネットワーク20に属するRPRノードとの間でイーサネットフレーム(具体的には、分割されたイーサネットフレーム)を送受信するためのポートである。以下、分割されたイーサネットフレームを、分割フレームと表現する。

[0065] 次に、RPRノードおよび配下の端末となるノードの構成について説明する。まず、RPRノードの構成について説明する。図2は、図1に示す通信システムが備えるRPRノード100の構成例を示すブロック図である。ここでは、図1に示すRPRノード100を例に説明するが、他のRPRノード110～130、200～230の構成も、RPRノード100の構成と同様である。

[0066] 図2に示すように、RPRノード100は、入力ポート500-1～3と、RPRフレーム生成部510と、RPRスイッチ処理部520と、分割フレーム抽出部530と、出力ポート540-1～3と、FDB550と、FDB管理部560と、TDB570と、MACアドレス管理テーブル580と、ポート状態監視部590と、ポート状態テーブル600とを備える。

[0067] RPRノード100の入力ポート500-1～3は、図1に示すRPRノード100のポートP1～P3における受信側に対応するポート(フレームを受信するポート)である。入力ポート500-1、2は、隣接するRPRノードから送信されるフレーム(RPRフレーム)を受信するポートである。なお、入力ポート500-1は、時計回り方向に隣接するRPRノードから送信されるRPRフレームを受信するポートであり、入力ポート500-2は、反時計回り方向に隣接するRPRノードから送信されるRPRフレームを受信するポートである。また、入力ポート500-3は、配下の端末から送信されるイーサネットフレーム(分割フレーム)を受信するポートである。

[0068] RPRノード100の出力ポート540-1～3は、図1に示すRPRノード100のポートP1～P3における送信側に対応するポート(フレームを送信するポート)である。出力ポート540-1、2は、隣接するRPRノードにフレーム(RPRフレーム)を送信するポートである。なお、出力ポート540-1は、時計回り方向に隣接するRPRノードにRPRフレームを送信するポートであり、出力ポート540-2は、反時計回り方向に隣接するR

PRノードにRPRフレームを送信するポートである。また、出力ポート540-3は、配下の端末にイーサネットフレーム(RPRフレームのペイロードに格納された分割フレーム)を送信するポートである。

[0069] 具体的には、RPRノード100の入力ポート500-1は、時計回り方向に隣接するRPRノード110の出力ポート540-2から送信されるRPRフレームを受信する。また、RPRノード100の入力ポート500-2は、反時計回り方向に隣接するRPRノード130の出力ポート540-1から送信されるRPRフレームを受信する。また、RPRノード100の入力ポート500-3は、配下の端末であるノード300の出力ポートから送信される分割フレームを受信する。

[0070] また、RPRノード100の出力ポート540-1は、時計回り方向に隣接するRPRノード110の入力ポート500-2にRPRフレームを送信する。また、RPRノード100の出力ポート540-2は、反時計回り方向に隣接するRPRノード130の入力ポート500-1にRPRフレームを送信する。また、RPRノード100の出力ポート540-3は、配下の端末であるノード300の入力ポートにRPRフレームのペイロードに格納された分割フレームを送信する。

[0071] RPRフレーム生成部510は、入力ポート500-3から入力されるフレームをカプセル化することにより、RPRフレームを生成する。

[0072] RPRスイッチ処理部520は、"IEEE Std 802.17"において定義されるRPRに関する処理を行う。RPRスイッチ処理部520が行う処理の例として、隣接RPRノードから受信したRPRフレームの転送、TDP(Topology Discovery Protocol)によるRPRネットワークのトポロジ情報の管理、FairnessによるRPRネットワーク上のトラフィックの通信帯域の動的制御、OAM(Operations, Administration, Maintenance)によるRPRネットワークの管理等がある。以下の説明では、RPRスイッチ処理部520の処理の詳細については、本発明によるノードの動作に深く関わる動作を除き、説明を省略する。

[0073] イーサネットフレーム抽出部530は、RPRスイッチ処理部520から入力されるRPRフレームのペイロードに格納されたフレームを抽出する。

[0074] FDB550は、自ノードと同一のRPRネットワークに属するRPRノードの配下に収容

される端末を管理するためのデータベースである。FDB550は、端末のノード識別子であるMACアドレスと、その端末を収容しているRPRノードのノード識別子であるMACアドレスとを対応づけて記憶する。なお、FDB550に記憶する対応関係は、後述のFDB管理部560によって登録される。フレームを送受する過程で、このような対応関係をFDB550に登録していく処理は、一般にMACアドレス学習と呼ばれる。

[0075] 図3は、RPRノード100のFDB550に登録された対応関係の例を示す説明図である。図3に示す例では、例えば、RPRノード120配下の端末のMACアドレス(具体的には、ノード320のMACアドレス)と、RPRノード120のMACアドレスとが対応づけられて登録されている。このことは、RPRノード100が、自ノード配下の端末から、RPRノード120配下の端末のMACアドレスを宛先MACアドレスとするイーサネットフレーム(具体的には、分割フレーム)を受信した場合に、そのイーサネットフレームをカプセル化したRPRフレームの宛先MACアドレスをRPRノード120のMACアドレスに設定すればよいことを意味する。つまり、イーサネットフレームの宛先MACアドレスに対し、どのRPRノード宛にRPRフレームを送信すればよいのかを示している。

[0076] FDB管理部560は、自ノード(そのFDB管理部560を備えるRPRノード)の各種状態に応じて、または、自ノードが備える他の構成要素からの要求に従って、FDB550に登録された内容を更新する。例えば、RPRノード100のFDB管理部560は、RPRフレーム受信時に、ノードのMACアドレスとそのノードを収容しているRPRノードのMACアドレスとの対応関係をFDB550に登録することによってMACアドレス学習を行う。具体的には、FDB管理部560は、分割フレーム抽出部530からの要求により、自ノードが受信したRPRフレームの送信元MACアドレスと、そのRPRフレームにペイロードとして格納された分割フレームの送信元MACアドレスとを対応づけてFDB550に登録する。

[0077] TDB(Topology Database)570は、自ノード(そのTDB570を備えるRPRノード)が属するRPRネットワークに関する情報を管理するためのデータベースである。TDB570は、自ノードが属するRPRネットワークのトポロジの状態および障害発生状況を示す情報を記憶する。例えば、TDB570は、自ノードが属するRPRネットワークに属する各RPRノードにおけるRPRノード間リンクの障害状態を示す情報や、自ノードから

各RPRノードまでのホップ数を記憶する。なお、TDB570に記憶するRPRネットワークに関する情報は、TDP (Topology Discovery Protocol) に従うRPRスイッチ処理部520によって管理(登録)される。

[0078] 図4は、RPRノード100のTDB570に登録された情報の例を示す説明図である。図4に示す例では、RPRノード100と同一のRPRネットワーク(RPRネットワーク10)に属する各RPRノードのポートP1, P2(隣接するRPRノードと接続されるポート)の状態を示す情報と、自ノードからの時計回り方向および反時計回り方向におけるホップ数とが、RPRノードのノード識別子(MACアドレス)と対応づけられて登録されている。すなわち、RPRネットワーク10に属する各RPRノードがどのような順番で接続されているか、および各RPRノードの隣接RPRノードとの接続ポートP1, P2がそれぞれ有効であるか無効であるかを示す情報が登録されている。なお、ポートが有効とは、ポートを運用可能な状態を意味し、無効とは、ポートを運用できない状態を意味する。

[0079] 図4に示す例では、例えば、RPRノード110は、時計回り方向にRPRノード120と接続され、反時計回り方向にRPRノード100と接続されていることが示されている。また、例えば、RPRノード130のポートP1(時計回り方向への転送ポート)のポート状態は無効であり、ポートP2(反時計回り方向への転送ポート)のポート状態も無効であることが示されている。このような情報がTDB570に登録されているということは、「RPRノード130は、ポートP1, P2の両方でRPRフレームを送受信できない。」ということを意味している。この情報から、何らかの理由により、RPRノード130が事実上ダウンしていることがわかる。

[0080] なお、各RPRノードのポート状態は、以下のように登録される。各RPRノードは、RPRネットワークのトポロジを管理するために、隣接するRPRノードとRPRフレームを送受信するポート(ポートP1, P2)の状態を格納したTPフレーム(Topology and Protection frame)を一定の時間間隔でブロードキャスト送信する。RPRスイッチ処理部520は、各RPRノードから送信されるTPフレームを参照して、TDB570に登録されている送信元RPRノードのポートP1, 2の状態を更新する。また、自ノードのポートP1, 2の状態は、ポート状態監視部590によって更新される。すなわち、ポート状態監視部

590が、自ノードのポートP1, 2の状態を監視し、監視した結果、ポートP1, 2の状態に応じて、TDB570に登録されている自ノードのポートP1, 2の状態を更新する。

[0081] 図4に示す例では、説明を簡単にするため、各RPRノードのポート状態が有効か無効かを示す情報およびホップ数のみを示しているが、“IEEE Std 802.17”で定義されているTDBでは、RPRネットワークを構成するRPRノードに関する様々な情報が管理される。図4に示すTDB570は、これらの情報についても登録される。

[0082] MACアドレス管理テーブル580は、自ノード(そのMACアドレス管理テーブル580を備えるRPRノード)のノード識別子として、自ノードに対し一意に割り当てられたMACアドレスを管理するためのテーブルである。図5は、RPRノード100のMACアドレス管理テーブル580に登録される情報の例を示す説明図である。図5に示すように、RPRノード100のMACアドレス管理テーブル580は、自ノード(RPRノード100)のMACアドレスを含む。MACアドレス管理テーブル580へのMACアドレスの登録は、予め通信システムの管理者によって、設定インタフェースを介して行われる。なお、MACアドレス管理テーブル580は、具体的には、RPRノードが備えるメモリ等の記憶装置に記憶される。

[0083] なお、MACアドレス管理テーブル580に登録されたMACアドレスは、RPRノードの他の構成要素によって参照される。少なくとも、RPRフレーム生成部510、RPRスイッチ処理部520および分割フレーム抽出部530は、MACアドレス管理テーブル580に登録されたMACアドレスを参照する。

[0084] ポート状態監視部590は、自ノード(そのポート状態監視部590を備えるRPRノード)の入力ポート500-1~3および出力ポート540-1~3の状態を監視するとともに、監視した状態に従って自ノードのポート状態に関する情報を更新する。ポート状態監視部590は、例えば、入力ポート500-1が受信可能な状態であり、かつ、出力ポート540-1が送信可能な状態である場合に、自ノードのTDB570に登録されている自ノードのポートP1の状態に「有効」を登録し、それ以外の場合に「無効」を登録する。また、例えば、入力ポート500-2が受信可能な状態であり、かつ、出力ポート540-2が送信可能な状態である場合に、自ノードのTDB570に登録されている自ノードのポートP2の状態に「有効」を登録し、それ以外の場合に「無効」を登録する。また、ポ

ート状態監視部590は、例えば、入力ポート500-3が受信可能な状態であり、かつ、出力ポート540-3が送信可能な状態である場合に、後述するポート状態テーブル600に「有効」を登録し、それ以外の場合に「無効」を登録する。

[0085] ポート状態テーブル600は、自ノード(そのポート状態テーブル600を備えるインタリンク接続ノード)のポートP3(配下の端末と接続されるポート)の状態を示す情報を管理するためのテーブルである。図6は、RPRノード100のポート状態テーブル600に登録されるポート状態の例を示す説明図である。図6に示すように、RPRノードのポート状態テーブル600は、自ノードのポートP3の状態を示す情報を含む。なお、ポート状態テーブル600は、具体的には、RPRノードが備えるメモリ等の記憶装置に記憶される。

[0086] 図6に示す例では、例えば、RPRノード100のポートP3のポート状態は無効であることが示されている。このような情報がポート状態テーブル600に登録されているということは、「RPRノード100は、ポートP3でイーサネットフレームを送受信できない。」ということを意味している。この情報から、何らかの理由により、RPRノード100と配下の端末(ノード300)とを接続するリンクに障害が発生していることがわかる。

[0087] 次に、RPRノードにとっては配下の端末となるノードの構成について説明する。図7は、図1に示す通信システムが備えるノード300の構成例を示すブロック図である。ここでは、図1に示すノード300を例に説明するが、他のノード310~330の構成も、ノード300の構成と同様である。

[0088] 図7に示すように、ノード300は、入力ポート700-1~2と、イーサネットフレーム再構成部710と、イーサネットフレーム生成部720と、分割フレーム生成部730と、出力ポート740-1~2と、ポート状態監視部750と、ポート状態テーブル760とを備える。

[0089] ノード300の入力ポート700-1~2は、図1に示すノードノード300のポートP1, P2における受信側に対応するポート(フレームを受信するポート)である。入力ポートP1, P2は、それぞれ接続先のRPRノードから送信されるフレームを受信するポートである。なお、入力ポート700-1は、RPRネットワーク10に属するRPRノードから送信されるイーサネットフレーム(RPRフレームのペイロードに格納された分割フレーム)を受信するポートである。また、入力ポート700-2は、RPRネットワーク20に属するRP

Rノードから送信されるイーサネットフレーム(RPRフレームのペイロードに格納された分割フレーム)を受信するポートである。

[0090] ノード300の出力ポート740-1~2は、図1に示すノード300のポートP1, 2における送信側に対応するポート(フレームを送信するポート)である。入力ポート700-1, 2は、それぞれ接続先のRPRノードにフレームを送信するポートである。なお、出力ポート740-1は、RPRネットワーク10に属するRPRノードにイーサネットフレーム(分割フレーム)を送信するポートである。また、出力ポート740-2は、RPRネットワーク20に属するRPRノードにイーサネットフレーム(分割フレーム)を送信するポートである。

[0091] 具体的には、ノード300の入力ポート700-1は、RPRネットワーク10に属するRPRノード100の出力ポート540-3から送信されるイーサネットフレーム(分割フレーム)を受信する。また、ノード300の入力ポート700-2は、RPRネットワーク20に属するRPRノード200の出力ポート540-3から送信されるイーサネットフレーム(分割フレーム)を受信する。また、ノード300の出力ポート740-1は、RPRネットワーク10に属するRPRノード100の出力ポート540-3にイーサネットフレーム(分割フレーム)を送信する。また、ノード300の出力ポート740-2は、RPRネットワーク20に属するRPRノード200の出力ポート540-3にイーサネットフレーム(分割フレーム)を送信する。

[0092] イーサネットフレーム再構成部710は、自ノード(そのイーサネットフレーム再構成部710を備えるノード)が受信した分割フレームから分割される前の、単一のイーサネットフレームを生成する。イーサネットフレーム再構成部710は、受信した分割フレームに含まれる分割構成を示す情報に基づいて、分割前と同じ内容となる、イーサネットフレームを生成する。なお、イーサネットフレーム再構成部710の具体的な構成例および分割フレームの再構成方法については、後述する。

[0093] イーサネットフレーム生成部720は、上位レイヤのアプリケーションからの要求に従って、イーサネットフレームを生成する。また、イーサネットフレーム生成部720は、生成したイーサネットフレームを分割フレーム生成部730に出力する。

[0094] 分割フレーム生成部730は、所定の条件に従って、イーサネットフレーム生成部72

0より出力されるイーサネットフレームを分割し、複数のイーサネットフレーム(分割フレーム)を生成する。また、分割フレーム生成部730は、生成した分割フレームを所定の条件に従って、出力ポート740-1~2に出力する。

[0095] ポート状態監視部750は、入力ポート700-1, 2および出力ポート740-1, 2の状態を監視して、その状態に従って後述のポート状態テーブル760に登録されているポート状態に関する情報(例えば、ポートの稼働状態を示す情報)を更新する。ポート状態監視部750は、例えば、入力ポート700-1が受信可能な状態であり、かつ、出力ポート740-1が送信可能な状態である場合に、ポート状態テーブル760のポートP1の状態に「有効」に登録し、それ以外の場合に「無効」に登録する。また、ポート状態監視部750は、例えば、入力ポート700-2が受信可能な状態であり、かつ、出力ポート740-2が送信可能な状態である場合に、ポート状態テーブル760のポートP2の状態に「有効」に登録し、それ以外の場合に「無効」に登録する。

[0096] ポート状態テーブル760は、自ノード(そのポート状態テーブル760を備えるノード)のポートP1およびポートP2(接続先のRPRノードとイーサネットフレームを送受信するポート)の状態を示す情報を管理するためのテーブルである。図8は、ノード300のポート状態テーブル760に登録されるポート状態の例を示す説明図である。図8に示すように、ノード300のポート状態テーブル760は、自ノードのポートP1およびポートP2の状態を示す情報を含む。なお、ポート状態テーブル760は、具体的には、インタリンク接続ノードが備えるメモリ等の記憶装置に記憶される。

[0097] 図8に示す例では、例えば、ノード300のポートP1のポート状態は有効であり、ポートP2のポート状態は無効であることが示されている。このような情報がポート状態テーブル760に登録されているということは、「ノード300は、ポートP1でイーサネットフレームを送受信でき、かつ、ポートP2でイーサネットフレームを送受信できない。」ということの意味している。この情報から、何らかの理由により、RPRノード200とノード300間リンクに障害が発生していることがわかる。

[0098] 次に、本実施の形態におけるフレーム転送動作について説明する。まず、正常時のフレーム転送動作について説明する。具体的には、正常時に、ノード300とノード320間で、イーサネットフレームを送受信し合う場合を例に説明する。

- [0099] なお、この時点では、分割フレームを受信する全RPRノードにおいてMACアドレス学習が行われていないものとする。すなわち、ノード300からノード320へのフレーム転送を行う時点で、RPRネットワーク10およびRPRネットワーク20に属する全てのRPRノードのFDB550には、情報が全く登録されていないものとする。
- [0100] まず、ノード300のイーサネットフレーム生成部720は、上位レイヤのアプリケーションからの要求に従って、ノード320宛のイーサネットフレームを生成する。また、イーサネットフレーム生成部720は、生成したイーサネットフレームを分割フレーム生成部730に送る。
- [0101] 次に、ノード300の分割フレーム生成部730は、所定の方法に従って、イーサネットフレームを複数のフレームに分割する。
- [0102] 以下に、イーサネットフレームの分割方法について説明する。イーサネットフレームの分割方法は、通信システムの運営方針により、多種多様ではあるが、本発明を効果的に利用可能な幾つかの例を説明する。
- [0103] まず、本実施の形態で用いるフレームフォーマットについて説明する。図9は、本実施の形態で用いるフレームフォーマットである、イーサネットフレーム、分割フレームフォーマット、およびRPRフレームフォーマットを示す説明図である。
- [0104] 図9(a)は、イーサネットフレームのフレームフォーマットを示す説明図である。図9(a)に示すように、イーサネットフレームは、そのイーサネットフレームの宛先MACアドレス、送信元MACアドレス、VLAN (Virtual LAN)タグ、タイプ、ペイロード(イーサネットフレームペイロード)、およびFCS (Frame Check Sequence)を含んでいる。なお、図9では、VLANタグ付きのイーサネットフレームを例に示しているが、VLANタグが含まれないイーサネットフレームであってもよい。
- [0105] 宛先MACアドレスには、そのイーサネットフレームの送信先のノードのMACアドレスが格納される。送信元MACアドレスには、そのイーサネットフレームの送信元のノードのMACアドレスが格納される。VLANタグには、そのイーサネットフレームのVLANを示す情報として、どのVLANに属しているかを示すVLAN識別子や優先度を示す情報等が格納される。タイプには、そのイーサネットフレームの上位プロトコルを示すプロトコル識別子が格納される。イーサネットフレームペイロードには、イーサネ

ットフレームとしての通信データが格納される。FCSには、そのイーサネットフレームから生成される、イーサネットフレームの誤りを検出するための情報が格納される。

- [0106] また、図9(b)は、本実施の形態における分割フレームのフレームフォーマットを示す説明図である。図9(b)に示すように、本実施の形態における分割フレームは、宛先MACアドレス、送信元MACアドレス、VLANタグ、タイプ、分割フレームヘッダ、ペイロード(分割フレームペイロード)、およびFCSを含んでいる。すなわち、分割フレームのフレームフォーマットは、ペイロードの前に分割フレームヘッダが挿入されている点以外は、イーサネットフレームのフレームフォーマットと同一である。
- [0107] 分割フレームのヘッダ情報のうち、イーサネットフレームと同一のヘッダ情報(宛先MACアドレスや送信元MACアドレス等)については、イーサネットフレームに格納されている値が格納される。ただし、FCSについては、分割フレームから生成される、分割フレームの誤りを検出するための情報が、再計算されて格納される。
- [0108] 分割フレームヘッダには、その分割フレームを、元のイーサネットフレームに再構成するために必要な情報が格納される。具体的には、どのイーサネットフレームから分割されたかを区別するためのフレーム識別子(例えば、シーケンス番号)と、どのように分割されたかを示す分割構成情報(例えば、分割フレームの数および順序を示す情報)とを含む情報をヘッダ情報として格納する。
- [0109] なお、フレーム識別子は、仮に複数のイーサネットフレームがそれぞれ分割されて、RPRネットワークに転送されていても、それらの分割フレームが混同されないように、十分なフィールド領域(ビット数)を用意する必要がある。また、分割数の値は、単一のイーサネットフレームから生成される分割フレームのフレーム数の値となるため、自然数である限り任意である。ただし、仮に自ノードに接続されるRPRノードのノード数よりも大きく設定する場合には、大きくなるに従って、分配先が重複し、分割フレームの生成により生じるオーバーヘッドが伝送容量の増大効率を低下させる点で注意が必要である。
- [0110] 分割フレームペイロードには、分割フレームとしての通信データとして、分割する前のイーサネットフレームのペイロードに格納されている通信データを複数に分割したデータのうちのいずれか1つが格納される。

- [0111] また、図9(c)は、RPRフレームのフレームフォーマットを示す説明図である。RPRフレームは、RPRネットワークに属する各RPRノードの配下の端末宛のイーサネットフレームを、各RPRノード間で転送するために、配下の端末から送信されるイーサネットフレーム(分割フレーム)をペイロードにカプセル化したフレームである。RPRフレームには、大きく分類すると、RPRフレームヘッダ、ペイロード、およびFCSが含まれている。RPRフレームヘッダには、送信元および宛先(送信先)のアドレスやTTL(Time to Live)が含まれる。なお、RPRフレームの送信元および送信先のアドレスとして、RPRノードのMACアドレスや、ブロードキャスト送信を示すアドレス、あるいはマルチキャスト送信を示すアドレスが格納される。
- [0112] なお、分割フレームのフレームフォーマットは、必ずしもイーサネットフレームと同一のヘッダ情報を含ませて、同一構造を維持しなければならない、というわけではない。分割フレームのフォーマットは、図9(b)に示すフォーマットに限定されず、分割フレームを受信したRPRノードが宛先ノードを認識してRPRフレームを生成でき、かつ、そのRPRフレームを転送する過程で、各RPRノードがそのRPRフレームからMACアドレス学習を行うことができる情報を含んでいればよい。イーサネットフレームの場合には、少なくとも、宛先MACアドレスと、送信元MACアドレスとが含まれていればよい。なお、本例は、イーサネットフレームと同一のヘッダ情報を含むことによって、RPRノードに分割フレームであることを意識させない場合に有効である。
- [0113] イーサネットフレームの分割方法としては、例えば、イーサネットフレームのペイロードを予め決められた固定長のフレーム長に分割することにより、フレームサイズが固定の分割フレームを生成する方法がある。この場合、イーサネットフレームのペイロードのサイズは固定ではないので、イーサネットフレームのペイロードの分割数は一定にならない。従って、分割フレームが、RPRネットワーク10とRPRネットワーク20のいずれか一方に偏って送信されることにより、伝送容量の拡大効率が低下しないように、端末がRPRノードに分割フレームを分配するアルゴリズムとして、ラウンドロビン方式を用いる等の工夫が必要である。
- [0114] また、イーサネットフレームのペイロードを分割するサイズを小さい値に設定すると、イーサネットフレームのペイロードの分割数が増大することにより、伝送容量の拡大効

率が低下する恐れがある。他方、イーサネットフレームのペイロードを分割するサイズを大きく設定すると、イーサネットフレームのペイロードのサイズが分割するサイズで割り切れないために、通信帯域を浪費する恐れがある。従って、ペイロードの分割サイズは、通信システムの運用状況に見合うように慎重に決定する必要がある。

[0115] また、他の分割方法としては、イーサネットフレームのペイロードを予め定められた分割数で分割する方法がある。この場合、イーサネットフレームのペイロードの分割数を、そのイーサネットフレームを送信するノードが接続されるRPRノードのノード数と同一にすれば、伝送容量の拡大効率を最大にすることが可能である。

[0116] ただし、イーサネットフレーム毎に分割フレームのサイズが異なってくるため、分割フレームの生成処理が複雑になる恐れがある。なお、上述の分割方法において、イーサネットフレームを分割するサイズの単位は任意であって、例えばビット単位であつても、バイト単位であつてもよい。

[0117] イーサネットフレームのペイロードサイズが、定められた分割数で割り切れない場合には、ペイロードに予約データを付加することによって、割り切れるサイズに修正した上で、イーサネットフレームのペイロードを分割してもよい。なお、付加する予約データは、予め決められた固定値(例えば、全てのビットが0のデータ)であつても、また、元のイーサネットフレームのペイロードサイズを含めてもよい。なお、元のイーサネットフレームのペイロードサイズは、分割フレームヘッダに含めてもよい。また、付加された予約データは、複数の分割フレームから元のイーサネットフレームを再構成する際に、前述のイーサネットフレームのペイロードサイズを参照することによって、削除される。

[0118] ノード300の分割フレーム生成部730は、予め定められた分割方法に従って、イーサネットフレームを分割し、複数の分割フレームを生成する。本実施の形態では、イーサネットフレームのペイロードの分割数を、そのイーサネットフレームを送出したいノードに接続されるRPRノードのノード数とし、かつ、イーサネットフレームの分割単位をバイト単位とする場合を例にとって説明する。

[0119] 分割フレーム生成部730は、まず、自ノードに接続されるRPRノードのノード数を分割数として認識する。分割フレーム生成部730は、定められた分割数分の分割フレ

ームを生成する。次に、分割フレーム生成部730は、各分割フレームの分割フレームヘッダに、シーケンス番号、及びイーサネットフレームのペイロードの分割数、分割フレームの通し番号を格納する。

[0120] また、各分割フレームのFCSを除くヘッダ情報(ここでは、宛先MACアドレス, 送信元MACアドレス, VLANタグ)にイーサネットフレームのヘッダ情報と同一の情報を格納する。また、必要に応じて、イーサネットフレームのペイロードが分割数で割り切れるようにイーサネットフレームのペイロードに予約データを付加した上で、イーサネットフレームのペイロードを分割数個に分割し、それぞれを各分割フレームのペイロードに格納する。最後に、各分割フレームのFCSに、フレーム誤りを検出するための情報を計算し、格納する。

[0121] 分割フレーム生成部730は、分割フレームを生成した後、複数ある接続先RPRノードに、各分割フレームを分配する。ここでは、分割フレームは、接続先RPRノードのノード数分生成されるので、各RPRノードに対し、1つの分割フレームを送信すればよい。具体的には、分割フレーム生成部730は、イーサネットフレーム生成部720により生成されたノード320宛のイーサネットフレームから2個の分割フレームを生成した後、ノード300の出力ポート740-1と出力ポート740-2とから、1個ずつ接続先のRPRノードに送信する。例えば、分割フレーム生成部730は、第1分割フレームを出力ポート740-1からRPRノード100に送信し、第2分割フレームを出力ポート740-2からRPRノード200に送信してもよい。

[0122] 次に、ノード300が分割フレームをRPRノード100およびRPRノード200に送信した後、各分割フレームがノード320に転送されるまでの動作を説明する。

[0123] ノード300の出力ポート740-1から分割フレームが送信されると、RPRノード100の入力ポート500-3はその分割フレームを受信する。入力ポート500-3が受信した分割フレームは、RPRフレーム生成部510に送られる。すなわち、RPRノード100のRPRフレーム生成部510は、入力ポート500-3を介して、ノード300からの分割フレームを入力する。

[0124] RPRノード100のRPRフレーム生成部510は、分割フレームの宛先MACアドレスを検索キーとして、FDB550を検索し、分割フレームの宛先MACアドレスが示す端

末を配下に収容しているRPRノードのMACアドレスを取得する。つまり、FDB550から、分割フレームの宛先MACアドレス(ノード320のMACアドレス)に対応づけられたRPRノードのMACアドレスを検索して読み込む。取得に成功した場合には、RPRフレーム生成部510は、分割フレームをカプセル化し、読み込んだRPRノードのMACアドレスを宛先MACアドレスとするRPRフレームを生成する。

[0125] ここでは、FDB550には情報が全く登録されていないため、RPRフレーム生成部510は、イーサネットフレームの宛先MACアドレスに対応づけられたRPRノードのMACアドレスの取得に失敗する。

[0126] RPRノードのMACアドレスの取得に失敗した場合、RPRフレーム生成部510は、宛先MACアドレスにブロードキャスト用MACアドレスを格納し、かつ、送信元MACアドレスに自ノード(RPRノード100)のMACアドレスを格納し、かつ、ペイロードに分割フレームを格納し、かつ、FCSにRPRフレームの誤りを検出するための情報を格納したRPRフレームを生成する。RPRフレーム生成部510は、自ノードのMACアドレスについては、MACアドレス管理テーブル580を参照することによって確認すればよい。RPRフレーム生成部510は、生成したRPRフレームをRPRスイッチ処理部520に送る。

[0127] なお、分割フレームの情報からRPRノードのMACアドレスを決定する処理が終了した後は、各分割フレームに重複されて格納されている元のイーサネットフレームのヘッダ情報(宛先MACアドレス、送信元MACアドレス、VLANタイプ、およびタイプ)は、RPRノードのMACアドレス学習に必要な情報(具体的には、送信元MACアドレス)を除いて、何れか1つの分割フレームに格納されていればよい。

[0128] 従って、RPRネットワーク10およびRPRネットワーク20の伝送容量を効率良く拡大するために、RPRノード100またはRPRノード200のいずれか一方が、分割フレームからRPRフレームを生成する際に、上記ヘッダ情報を削除しても構わない。もしくは、RPRノード100とRPRノード200とが、お互いに同一のデータを削除しないよう、上記ヘッダ情報のうち所定の情報だけを削除してもよい。例えば、各RPRノードに、RPRノードを識別するノード識別子と対応づけて、そのRPRノードが削除可能なヘッダ情報を記憶しておき、各RPRノードが、自ノードのノード識別子と対応づけられて記

憶されているヘッダ情報を削除することによって、他のRPRノードと重複しないように削除してもよい。

[0129] なお、接続先のRPRノードのそれぞれが、重複しないよう上記ヘッダ情報の一部を削除する場合に、フレームサイズの等しいRPRフレームを生成するようにすれば、RPRネットワーク10およびRPRネットワーク20におけるトラフィック量が等しくなるため、RPRによるトラフィックの通信帯域の動的制御機能が両RPRネットワークにおいて同様に機能するため、同一のイーサネットフレームより生成された複数の分割フレームが宛先のノードに到達する時刻の差が小さくなり、遅延時間を低減することができるという長所がある。

[0130] 次に、RPRノード100のRPRスイッチ処理部520は、RPRフレームの宛先MACアドレスがブロードキャスト用MACアドレスである場合、すなわち、RPRフレームがブロードキャストフレームである場合、RPRフレームをブロードキャスト送信する。

[0131] 具体的には、RPRスイッチ処理部520は、RPRフレームを複製し、各RPRフレームのTTLフィールドに、RPRネットワーク10に属するRPRノードのノード数から1を減算した値の $1/2$ の値を超えない最大数の自然数を設定した上で、一方を時計回り方向に、他方を反時計回り方向に送信する。なお、このようなブロードキャスト方法は、Bidirectional Broadcastと呼ばれる。RPRスイッチ処理部520は、RPRネットワーク10に属するRPRノードのノード数については、TDB570を参照することによって確認すればよい。例えば、図4に示す例では、RPRノード100のTDB570のエントリ数がRPRネットワーク10のRPRノードのノード数に対応する。

[0132] 他方、RPRフレームを複製せずに、RPRフレームのTTLフィールドに、RPRネットワーク10に属するRPRノードのノード数から1を減算した値を格納した上で、時計回り方向、または反時計回り方向のどちらか一方に送信する、Unidirectional Broadcastと呼ばれる方法もある。

[0133] 以降では、RPRネットワーク10およびRPRネットワーク20に属する全てのRPRノードが、Bidirectional Broadcastによるブロードキャスト方法を用いるものとして説明する。

[0134] RPRスイッチ処理部520は、例えば、複製した2個のRPRフレームのうち、一方のR

PRフレームのTTLフィールドに2を格納した上で、出力ポート540-1から送信し、また、他方のRPRフレームのTTLフィールドに1を格納した上で、出力ポート540-2から送信する。

[0135] RPRノード100の出力ポート540-1から送信されたRPRフレームは、RPRノード110に転送される。図10は、RPRノード(本例ではRPRノード130)がブロードキャスト送信されたRPRフレームを受信した場合の動作の一例を示すフローチャートである。基本的には、RPRノードは、"IEEE Std 802.17"に準拠して動作すればよい。

[0136] RPRノード110は、入力ポート500-2において、RPRノード100から送信されたRPRフレームを受信する(ステップS101)。入力ポート500-2が受信したRPRフレームは、RPRスイッチ処理部520に送られる。すなわち、RPRノード110のRPRスイッチ処理部520は、入力ポート500-2を介して、RPRノード100からのRPRフレームを入力する。

[0137] RPRノード110のRPRスイッチ処理部520は、受信したRPRフレームの送信元MACアドレスが自ノードのMACアドレスである場合(ステップS102のYes)、ループ構成によるブロードキャストストームの発生を防止するため、そのRPRフレームを破棄する(ステップS103)。本例では、RPRフレームの送信元MACアドレスは、RPRノード100のMACアドレスであるので、RPRノード110のRPRスイッチ処理部520は、この破棄処理を行わない。なお、RPRスイッチ処理部520は、MACアドレス管理テーブル580を参照することによって、自ノードのMACアドレスを確認すればよい。

[0138] 次に、RPRスイッチ処理部520は、RPRフレームの送信元MACアドレスが自ノードのMACアドレスでない場合であって、RPRフレームの宛先MACアドレスがブロードキャスト用MACアドレスである場合には、受信したRPRフレームを分割フレーム抽出部530に送る。このとき、RPRスイッチ処理部520は、受信したRPRフレームを隣接するRPRノードにも送信できるようRPRフレームのコピーを生成した上で、分割フレーム抽出部530に送ってもよい。

[0139] RPRノード110の分割フレーム抽出部530は、RPRスイッチ処理部520から送られたRPRフレームをデカプセル化し、ペイロードに格納されている分割フレームを抽出する。そして、抽出した分割フレームを自ノードの出力ポート540-3から自ノードの

配下の端末に送信する(ステップS105)。また、分割フレーム抽出部530は、分割フレームを抽出する際に、受信したRPRフレームに基づくMACアドレス学習を行うように、FDB管理部560に要求する。

[0140] RPRノード110のFDB管理部560は、イーサネットフレーム抽出部530からの要求に従って、受信したRPRフレームに基づくMACアドレス学習を行う(ステップS104)。FDB管理部560は、受信したRPRフレームのペイロードに格納されている分割フレームの送信元MACアドレス(ここでは、ノード300のMACアドレス)と、RPRフレームの送信元MACアドレス(ここでは、RPRノード100のMACアドレス)との対応関係をFDB550に登録する。すなわち、ノード300に関するMACアドレス学習を行う。

[0141] また、RPRスイッチ処理部520は、隣接RPRノードへ受信したRPRフレームを送信する制御として、まず、受信したRPRフレームに格納されたTTLの値を1だけ減算する(ステップS106)。減算後のTTLの値が0より大きければ、RPRスイッチ処理部520は、そのRPRフレームを次のRPRノードに送信する(ステップS107のYes, S108)。具体的には、RPRノード110のRPRスイッチ処理部520は、受信時の転送方向と同じ方向に転送するよう、自ノードの出力ポート540-1からRPRノード120に減算後のTTLを格納したRPRフレームを送信する。また、減算した結果、TTLの値が0であれば、RPRスイッチ処理部520は、そのRPRフレームを破棄する(ステップS107のNo, S103)。

[0142] 本例では、RPRノード110が受信するRPRフレームに格納されたTTLの値は、RPRノード100で設定されたTTLの値(=2)であるため、RPRスイッチ処理部520が1減算したとしても0にはならない。よって、RPRノード110は、隣接するRPRノード120に減算したTTLを格納したRPRフレームを転送する。

[0143] 以降、RPRネットワーク10に属するRPRノード120, 130は、上記のRPRノード110と同様に動作し、TTLで示される許容範囲内で次のRPRノードにRPRフレームを転送しつつ、配下の端末に分割フレームを送信する。従って、RPRノード100からブロードキャスト送信された2個のRPRフレームは、1つはRPRノード110, RPRノード120の順に転送され、RPRノード110, 120配下の端末(ノード310, 320)にそのRPRフレームに格納された分割フレームが送信される。もう1つは、RPRノード130に転

送され、RPRノード130配下の端末(ノード330)にそのRPRフレームに格納された分割フレームが送信される。なお、RPRノード120およびRPRノード130に到達した各RPRフレームは、その時点で、TTLが0となるために、隣接するRPRノードに転送されずに破棄される。

[0144] また、RPRネットワーク20に属するRPRノード200は、上記のRPRノード100と同様に動作し、ノード300から送信された分割フレームをカプセル化したRPRフレームを生成し、RPRノード210とRPRノード230にブロードキャスト送信する。なお、RPRネットワーク20に属するRPRノード210～230も、上記のRPRノード110と同様に動作し、TTLで示される許容範囲内で次のRPRノードにRPRフレームを転送しつつ、配下の端末に分割フレームを送信する。従って、RPRノード200からブロードキャスト送信された2個のRPRフレームは、1つはRPRノード210、RPRノード220の順に転送され、RPRノード210、220配下の端末(ノード310、320)にそのRPRフレームに格納された分割フレームが送信される。もう1つは、RPRノード230に転送され、RPRノード230配下の端末(ノード330)にそのRPRフレームに格納された分割フレームが送信される。

[0145] このようにして、ノード300がRPRノード100とRPRノード200とに分配して送信した2個の分割フレームは、ノード320に転送される。

[0146] 次に、ノード(本例では、ノード320)が、接続先のRPRノードから分割フレームを受信した場合の動作について説明する。ノード320は、入力ポート700-1および入力ポート700-2において、RPRノード100およびRPRノード200から分割フレームを受信すると、イーサネットフレーム再構成部710に送る。

[0147] 以下に、イーサネットフレーム再構成部710が行う、分割フレームから元のイーサネットフレームを再構成する方法について説明する。ここでは、ノード320のイーサネットフレーム再構成部710の動作を説明するが、他のノード(ノード310～330)も同様である。図11は、イーサネットフレーム再構成部710の構成例を示すブロック図である。図11に示すように、イーサネットフレーム再構成部710は、イーサネットフレーム再構成処理部711と、分割フレーム管理テーブル712と、分割フレーム記憶テーブル713と、分割フレーム格納アドレス管理テーブル714とを含む。

- [0148] イーサネットフレーム再構成処理部711は、イーサネットフレーム再構成部710の全体的な制御を行う。イーサネットフレーム再構成処理部711は、具合的には、接続先のRPRノードより受信した分割フレームから元のイーサネットフレームを再構成するための制御を行う。
- [0149] 分割フレーム管理テーブル712は、分割フレームを記憶しておく分割フレーム記憶テーブル713の記憶内容を管理するためのテーブルであって、分割フレーム記憶テーブル713に登録されている分割フレームに関する情報を含む。すなわち、自ノードが、現在どのような分割フレームを受信しているかを示す情報、および受信した分割フレームがどこに記憶されているかを示す情報を、その分割フレームが生成された元のイーサネットフレームを識別するための情報と対応づける。なお、分割フレーム管理テーブル712は、イーサネットフレーム再構成処理部711によって登録される。
- [0150] 図12は、ノード320の分割フレーム管理テーブル712に登録される情報の例を示す説明図である。図12に示すように、分割フレーム管理テーブル712は、例えば、受信した分割フレームの送信元MACアドレスと、分割フレームのシーケンス番号と、分割フレームの格納アドレスと、カウンタと、タイマを含む。
- [0151] 分割フレームの送信元MACアドレスは、どのノードから分割フレームの元となるイーサネットフレームが送信されたかを識別するためのノード識別子である。また、分割フレームのシーケンス番号は、どのイーサネットフレームから分割されたかを区別するためのフレーム識別子である。また、分割フレームの格納アドレスは、自ノードが備える分割フレーム記憶テーブル713において、同一のイーサネットフレームから生成された分割フレームの登録位置を示す情報である。また、カウンタは、同一のイーサネットフレームから分割された分割フレームに対し、あとどれだけの分割フレームを受信すべきかを示す情報である。なお、カウンタは、同一のイーサネットフレームから分割された全分割フレームを受信したことを検出できる情報であれば、受信していない分割フレームの数を登録しても、受信した分割フレームの数と分割数とを登録してもよい。
- [0152] また、タイマは、分割フレームを待機可能な時間を示す。すなわち、タイマは、同一のイーサネットフレームから生成された最初の分割フレームを待機させる際に所定の

値に設定され、以後、一定時間毎に減算され、タイマが0になった時点で、そのタイマが含まれるエントリにより管理されている分割フレームを破棄するための情報である。

- [0153] なお、図12で示す例では、例えば、ノード300から送信されたシーケンス番号100のイーサネットフレームから生成された分割フレームが、分割フレーム記憶テーブル713の格納アドレス1に1つ登録されていることが示されている。また、残りの1つの分割フレームが、「50/タイマ単位」が経過されるまでに受信されない場合には、そのイーサネットフレームは、再構成されずに破棄されることが示されている。
- [0154] 分割フレーム記憶テーブル713は、自ノードが受信した分割フレームを保持しておくためのテーブルである。図13は、ノード320の分割フレーム記憶テーブル713に登録される情報の例を示す説明図である。図13に示すように、分割フレーム記憶テーブル713は、例えば、分割フレーム格納アドレスをインデックスにして、同一のイーサネットフレームから生成された各分割フレームを登録するような構成であってもよい。つまり、分割フレームの格納アドレスが同一のエントリには、同一のイーサネットフレームから生成された分割フレームを格納する。
- [0155] また、図13では、分割フレームの記憶領域として、第1フレームと第2フレームとを記憶する領域が設けられているが、分割数が2より大きくなる通信システムの場合には、全分割フレームが記憶可能なよう十分な記憶領域を確保する。なお、図13に示す例では、例えば、格納アドレス1に対応づけられた分割フレーム領域に、第1分割フレームである分割フレームA1が格納されていることを示している。なお、図12から、格納アドレス1は、ノード300から送信されたシーケンス番号1のイーサネットフレームから生成された分割フレームが格納される領域であることがわかる。
- [0156] 分割フレーム格納アドレス管理テーブル714は、分割フレーム記憶テーブル713において、まだ分割フレームが登録されていない格納アドレスを管理するためのテーブルである。図14は、ノード320の分割フレーム格納アドレス管理テーブル714に登録される情報の例を示す説明図である。図14に示すように、分割フレーム格納アドレス管理テーブル714は、分割フレーム記憶テーブル713でまだ登録されていない格納アドレス、換言すると、次に登録する格納アドレスを示す情報を登録する。ここで、分

割フレーム格納アドレス管理テーブル714に、無効な値(例えば、NULL値)が登録されている場合に、分割フレーム記憶テーブル713に、新規なイーサネットフレームから生成された分割フレーム(分割フレーム格納アドレス管理テーブル714によって管理されていない分割フレーム)を記憶するための空き領域がないことを示してもよい。

[0157] なお、分割フレーム管理テーブル712、分割フレーム記憶テーブル713、および分割フレーム格納アドレス管理テーブル714はノードが備えるメモリ等の記憶装置に記憶される。

[0158] ノード320のイーサネットフレーム再構成処理部711は、入力ポート700-1または入力ポート700-2から分割フレームが受信すると(ステップS201)、その分割フレームが生成されたイーサネットフレームについて、既に分割フレーム管理テーブル712に登録されているか否かを確認する(ステップS202)。イーサネットフレーム再構成処理部711は、例えば、分割フレームの送信元MACアドレス、およびシーケンス番号を検索キーとして、分割フレーム管理テーブル712を検索することによって、分割フレーム格納アドレスを取得する。

[0159] ここで、分割フレーム格納アドレスの取得に失敗した場合(ステップS202のNo)、分割フレーム管理テーブル712には、受信した分割フレームと同一のイーサネットフレームから生成された分割フレームが登録されていないことがわかる。そのような場合には、イーサネットフレーム再構成処理部711は、分割フレーム格納アドレス管理テーブル714を参照することによって、分割フレーム記憶テーブル713に空き領域があるか否かを確認する(ステップS203)。ここで、例えば、分割フレーム格納アドレス管理テーブル714の格納アドレスに、無効な値が設定されている場合には、受信した分割フレームを破棄し(ステップS204)、再構成処理は行わない。または、無効な値でなければ、分割フレーム格納アドレス管理テーブル714に登録されている格納アドレスをインデックスとして、分割フレーム記憶テーブル713に、受信した分割フレームを登録する(ステップS205)。

[0160] そして、分割フレーム管理テーブル712の更新を行う(ステップS206)。イーサネットフレーム再構成処理部711は、分割フレーム管理テーブル712にエントリを1つ追

加して、分割フレーム記憶テーブル713に登録した分割フレームで示されるイーサネットフレームの情報や、分割構成を示す情報で示される未受信フレーム数、および、分割フレームを待機可能な時間の最大値を格納する。具体的には、新たに追加したエントリに対し、登録した分割フレームの送信元MACアドレス、シーケンス番号、分割数から1減算した値、および、分割フレームを待機させておく時間の最大値を登録する。

[0161] なお、イーサネットフレーム再構成処理部711は、分割フレーム格納アドレス管理テーブル714の更新も行う。イーサネットフレーム再構成処理部711は、分割フレーム管理テーブル712において、分割フレームが未登録のエントリのうち、いずれか1つのエントリの格納アドレスを分割フレーム格納アドレス管理テーブル714に登録する。なお、仮に、分割フレーム管理テーブル712に分割フレームが未登録のエントリがない場合には、無効な値(例えば、NULL値)を登録しておく。

[0162] ノード320のイーサネットフレーム再構成処理部711は、以後、分割フレーム管理テーブル712に登録したエントリのタイマを一定時間毎に一定値ずつ減算していく。ここで、タイマが0以下になった場合には、分割フレーム管理テーブル712からそのタイマが含まれるエントリを削除するとともに、そのエントリの分割フレームの格納アドレスによって示される分割フレーム記憶テーブル713のエントリも削除する。

[0163] 一方、イーサネットフレーム再構成処理部711は、受信した分割フレームから生成されるイーサネットフレームについて、既に分割フレーム管理テーブル712に登録されている場合、すなわち、分割フレーム管理テーブル712に対し分割フレーム格納アドレスの取得に成功した場合には(ステップS202のYes)、取得した格納アドレスをインデックスとして、分割フレーム記憶テーブル713に、受信した分割フレームを登録する(ステップS207)。

[0164] そして、分割フレーム管理テーブル712の更新を行う(ステップS208)。イーサネットフレーム再構成処理部711は、分割フレーム管理テーブル712において、取得した格納アドレスが管理されているエントリのカウンタ値を1減算する。

[0165] カウンタを1減算した結果、カウンタの値が0になった場合、イーサネットフレーム再構成処理部711は、同一のイーサネットフレームから生成された全分割フレームを受

信したことを認識し、それらの分割フレームから元のイーサネットフレームを再構成する。

[0166] 具体的には、分割フレームに含まれる分割フレームヘッダに格納されている情報に従って、分割フレームのペイロードに格納されているデータを統合させ、イーサネットフレームのペイロードに格納する。また、分割フレームに含まれるヘッダ情報に基づいて、イーサネットフレームのヘッダ情報を登録する。

[0167] なお、本実施の形態においては、全分割フレームに重複してイーサネットフレームのヘッダ情報が登録されているため、いずれか1つの分割フレームのヘッダ情報を、そのままイーサネットフレームのヘッダ情報に格納すればよい。ただし、RPRネットワークの伝送容量を効率よく拡大するために、RPRノードによって、重複していたヘッダ情報が削除されている場合には、削除されていない分割フレームのヘッダ情報から、イーサネットフレームのヘッダ情報を設定する。最後に、イーサネットフレームのFCSに、フレーム誤りを検出するための情報を計算し、格納する。

[0168] イーサネットフレーム再構成処理部711がイーサネットフレームを再構成した後は、ノード320は、従来のイーサネットフレーム受信時の動作と同様の処理を行う。例えば、イーサネットフレームの宛先MACアドレスから、自ノード宛のイーサネットフレームであることを認識した上で、上位のアプリケーションにイーサネットフレームを出力する。

[0169] なお、上記で示すイーサネットフレームの再構成の処理は、RPRノードから分割フレームを受信する各ノードにおいても、同様に行われる処理である。本例では、ノード320以外のノードでは、再構成されたイーサネットフレームは、自ノード宛でない判断され、破棄される。

[0170] 以上のように、複数のRPRネットワークに接続される端末(ノード)が、接続先RPRノードにおいてMACアドレス学習が可能な情報と、転送先の端末においてイーサネットフレームへの再構成が可能な情報とを付加した分割フレームを生成して、分配することによって、既存の通信システムを利用して、柔軟に、伝送容量を拡大することができる。例えば、RPRネットワーク10の伝送容量が不足したら、RPRネットワーク20をもう1個別に構築するだけでよい。なお、端末が複数のRPRネットワークに接続されるよ

うな構成を取ることができるのは、端末およびRPRノードが、ループ構成にならないようにフレーム転送動作を制御するからである。

[0171] また、各端末が、分割フレーム管理テーブル712で受信した分割フレームを管理することによって、送信元の異なる分割フレームを単一の記憶テーブルで管理することができるため、端末の装置価格を低減することができる。

[0172] 次に、前述の説明に続いて、ノード320からノード300にイーサネットフレームを返信する場合の動作について説明する。以下では、ノード300からノード320のフレーム転送によって、RPRネットワーク10, 20に属する全てのRPRノードで、ノード300についてのMACアドレス学習が行われているものとする。すなわち、RPRネットワーク10に属する全てのRPRノードのFDB550には、ノード300のMACアドレスと、RPRノード100のMACアドレスとの対応関係が登録されているものとする。また、RPRネットワーク20に属する全てのRPRノードのFDB550には、ノード300のMACアドレスと、RPRノード200のMACアドレスとの対応関係が登録されているものとする。

[0173] まず、ノード320のイーサネットフレーム生成部720は、上位レイヤのアプリケーションからの要求に従って、ノード300宛のイーサネットフレームを生成する。また、イーサネットフレーム生成部720は、生成したイーサネットフレームを分割フレーム生成部730に送る。

[0174] ノード320の分割フレーム生成部730が、イーサネットフレーム生成部720により生成されたイーサネットフレームを分割して、分割フレームを生成する動作、および、生成した各分割フレームを接続先RPRノード(ここでは、RPRノード120, 220)に送信する動作は、ノード300と同様である。

[0175] 次に、ノード320が分割フレームをRPRノード120およびRPRノード220に送信した後、各分割フレームがノード300に転送されるまでの動作を説明する。ノード320から分割フレームが送信されると、RPRノード120およびRPRノード220はそれぞれ分割フレームを受信する。

[0176] RPRノード120は、入力ポート500-3で、ノード320から送信された一方の分割フレームを受信すると、RPRフレーム生成部510に受信した分割フレームを送る。RPRノード120のRPRフレーム生成部510は、分割フレームの宛先MACアドレスを検索

キーとして、RPRノード120のFDB550を検索し、分割フレームの宛先MACアドレスが示す端末を配下に収容しているRPRノードのMACアドレスを取得する。つまり、FDB550から、分割フレームの宛先MACアドレス(ノード300のMACアドレス)に対応づけられたRPRノードのMACアドレスを検索して読み込む。

[0177] ここでは、RPRフレーム生成部510は、RPRノード(RPRノード100)のMACアドレスの取得に成功する。MACアドレスの取得に成功した場合には、取得したMACアドレスを宛先MACアドレスに格納し、かつ、送信元MACアドレスに自ノードのMACアドレスを格納し、かつ、ペイロードに自ノード配下の端末より受信した分割フレームを格納したRPRフレームを生成する。RPRフレーム生成部510は、生成したRPRフレームをRPRスイッチ処理部520に送る。なお、MACアドレスの取得に失敗した場合には、前述のRPRノード100の場合と同様に、ブロードキャスト用MACアドレスを宛先MACアドレスとする。

[0178] RPRノード120のRPRスイッチ処理部520は、RPRフレームの宛先MACアドレスがノード固有のMACアドレスである場合、すなわち、RPRフレームがユニキャストフレームである場合、出力ポート540-1または出力ポート540-2のうちのいずれか一方から、RPRノード100宛のRPRフレームをユニキャスト送信する。このとき、RPRフレームのTTLフィールドには、出力ポート540-1または出力ポート540-2のうち、実際にRPRフレームを出力する側から宛先となるRPRノードまでのホップ数が格納される。RPRスイッチ処理部520は、自ノードから宛先ノードまでのホップ数については、TDB570を参照することによって確認すればよい。

[0179] ここでは、RPRノード120のRPRスイッチ処理部520が、出力ポート540-1からRPRノード130経由でRPRフレームを送信する場合を例にして説明する。この場合、TTLフィールドには、RPRノード120から時計回りの経路におけるRPRノード100までのホップ数(=2)が格納される。RPRノード120が出力ポート540-1からRPRフレームを送信すると、RPRノード130がそのRPRフレームを受信する。

[0180] 図16は、RPRノード(本例ではRPRノード130)がユニキャスト送信されたRPRフレームを受信した場合の動作の一例を示すフローチャートである。基本的には、RPRノードは、"IEEE Std 802.17"に準拠して動作すればよい。

- [0181] RPRノード130は、入力ポート500-2において、RPRノード120の出力ポート540-1から送信されたRPRフレームを受信する(ステップS301)。RPRノード130の入力ポート500-2が受信したRPRフレームは、RPRスイッチ処理部520に送られる。
- [0182] RPRノード130のRPRスイッチ処理部520は、まず、RPRフレームの送信元MACアドレスが自ノードのMACアドレスである場合(ステップS302のYes)、ループ構成によるブロードキャストストームの発生を防止するため、RPRフレームを破棄する(ステップS303)。本例では、RPRフレームの送信元MACアドレスは、RPRノード120のMACアドレスであるので、RPRノード130のRPRスイッチ処理部520は、この破棄処理を行わない。
- [0183] 次に、RPRスイッチ処理部520は、RPRフレームの送信元MACアドレスが自ノードのMACアドレスでない場合であって、RPRフレームの宛先MACアドレスがノード固有(ユニキャスト用)のMACアドレスである場合には、RPRフレームの宛先MACアドレスが自ノードのMACアドレスか否かを判定する(ステップS304)。
- [0184] RPRスイッチ処理部520は、受信したRPRフレームの宛先MACアドレスが、自ノードのMACアドレスでない場合には(ステップS301のNo)、隣接RPRノードに、受信したRPRフレームを転送するための制御を行う。なお、受信したRPRフレームを転送するための制御は、前述のRPRノード110と同様である。すなわち、RPRスイッチ処理部520は、受信したRPRフレームの宛先MACアドレスと自ノードのMACアドレスとが一致しない場合には、そのRPRフレームに格納されたTTLの値を1だけ減算し(ステップS305)、減算後のTTLの値が0より大きければ、そのRPRフレームを次のRPRノードに送信する(ステップS306のYes, S307)。また、減算した結果、TTLの値が0であれば、RPRスイッチ処理部520は、そのRPRフレームを破棄する(ステップS306のNo, S303)。
- [0185] 一方、RPRスイッチ処理部520は、受信したRPRフレームの宛先MACアドレスが、自ノードのMACアドレスである場合には(ステップS304のYes)、配下の端末に、受信したRPRフレームのペイロードに格納されている分割フレームを送信するための制御を行う。なお、配下の端末に分割フレームを送信するための制御も、前述のRPRノード110と同様である。すなわち、RPRスイッチ処理部520は、受信したRPRフレ

ームのMACアドレスと自ノードのMACアドレスとが一致する場合には、そのRPRフレームを分割フレーム抽出部530に送る。分割フレーム抽出部530は、RPRフレームから分割フレームを抽出し、その分割フレームを、自ノードの出力ポート540-3から配下の端末に送信する(ステップS309)。また、この際、FDB管理部560が、ノード320とRPRノード120のMACアドレスの対応関係をFDB550に登録することによってMACアドレス学習を行う(ステップS308)。

[0186] 本例では、RPRノード120から送信されたユニキャストフレームの宛先MACアドレスは、RPRノード130のMACアドレスではないため、RPRノード130は、配下の端末にイーサネットフレームを送信せずに、TTLを減算した上で次のRPRノード(RPRノード100)にRPRフレームを転送する。

[0187] 以降、RPRネットワーク10に属するRPRノード100, 110は、上記のRPRノード130と同様に動作し、TTLで示される許容範囲内でRPRフレームを次のRPRノードに転送する。従って、RPRノード120からユニキャスト送信されたRPRノード100宛のRPRフレームは、RPRノード130, RPRノード100の順に転送され、RPRノード100によって、RPRノード100配下の端末(ノード300)にそのRPRフレームに格納された分割フレーム(例えば、第1分割フレーム)が送信される。

[0188] また、RPRネットワーク20に属するRPRノード220は、上記のRPRノード120と同様に動作し、ノード320から送信された分割フレームをカプセル化したRPRフレームを生成し、RPRノード200宛のRPRフレームとしてユニキャスト送信する。なお、RPRネットワーク20に属するRPRノード230, 210も、上記のRPRノード130, 100と同様に動作し、TTLで示される許容範囲内で次のRPRノードにRPRフレームを転送する。従って、RPRノード220からユニキャスト送信されたRPRノード200宛のRPRフレームは、RPRノード230, RPRノード200の順に転送され、RPRノード200によって、RPRノード200配下の端末(ノード300)にそのRPRフレームに格納された分割フレーム(例えば、第2分割フレーム)が送信される。

[0189] このようにして、ノード320がRPRノード120とRPRノード220とに分配して送信した2個の分割フレームは、ノード300に転送される。

[0190] ノード300は、入力ポート700-1および入力ポート700-2において、RPRノード

100およびRPRノード200から分割フレームを受信すると、ノード320と同様に、イーサネットフレームの再構成を行う。

[0191] 以上では、ノード300とノード320間の通信を例に、正常時におけるフレーム転送の動作を説明した。本実施の形態では、RPRノード配下の端末のみに、複数のポートを配備すればよいため、安価に信頼性の高い通信システムを構築することができる。

[0192] 次に、RPRネットワーク10またはRPRネットワーク20のいずれか一方、または両方で、リンクの切断やRPRノードの故障といった障害が発生した場合のフレーム転送動作について説明する。

[0193] 本実施の形態では、RPRネットワーク10、20において異常が発生したとしても、RPRネットワーク10に属する全てのRPRノード間で通信が可能である(接続性がある)、かつ、RPRネットワーク20に属する全てのRPRノード間で通信が可能である(接続性がある)場合には、正常時のフレーム転送の動作と同様にして、RPRネットワーク10およびRPRネットワーク20にフレームを分配することが可能である。なぜなら、RPRの障害回復動作によって、切断箇所を迂回するようにフレーム転送されることにより、RPRネットワークに属する各RPRノード間の通信が継続されるからである。

[0194] 例えば、あるRPRノードに障害が発生した場合、分割フレームが分配されて転送されていれば、障害が発生したRPRノード配下の端末とそれ以外のRPRノード配下の端末と間の通信を続行することは不可能である。しかしながら、各端末(ノード)が、障害が発生したRPRノードに分割フレームを分配しないように動作することによって、RPRネットワーク全体の伝送容量は低下するものの、通信を継続することが可能である。

[0195] 障害が発生したRPRノード配下の端末は、自ノードが備えるポート状態テーブル760を参照することによって、接続先のRPRノードとのリンクがダウンしたことを直接検出することができる。なお、ポート状態監視部590が、自ノードのポートP1、2(入力ポート500-1、2または出力ポート540-1、2)が無効(ポートを運用できない状態)になったことを検出し、ポート状態テーブル600に登録されている該当ポートのポート状態を「無効」に変更する。

- [0196] また、仮にRPRノードが正常であっても、同一のRPRネットワークに属する他のRPRノードがダウンしたことによって、そのRPRネットワークに接続性がなくなった場合には、配下の端末に異常を検出させるため、配下の端末が接続されるポート(ポートP3)を故意にダウン(停止)させる。
- [0197] 以上のような動作が行われた上で、端末が、イーサネットフレームを送出する際に、ポート状態テーブル760を参照して、ポート状態が有効であるポート数を分割数として認識するとともに、分配先をポート状態が有効なポートに制限すればよい。
- [0198] また、RPRノードが、自ノードが備えるTDB570の内容を、配下の端末に通知することによって、端末が、接続先のRPRネットワークにおける障害状態を認識し、イーサネットフレームの分割数および分配先RPRネットワークを変更してもよい。
- [0199] また、RPRノードと配下の端末間リンクが切断された場合も、その端末と他のRPRノード配下の端末間の通信を継続することは不可能である。しかしながら、RPRノードが、配下の端末が接続されるポート(ポートP3)の異常を検出した場合に、自ノードとその両側の隣接RPRノード間リンクを故意にダウン(停止)させればよい。そうすることによって、隣接RPRノードによって異常が検出されて、各RPRノードが配下の端末間リンクを故意にダウンさせる結果、RPRネットワークの伝送容量は低下するものの、通信を続行することができる。
- [0200] 以上のように、本実施の形態によれば、イーサネットフレームを分割したとしても、RPRネットワークのフレーム転送動作と矛盾することなく、RPRネットワーク全体の伝送容量を拡大することが可能である。従って、ノード間通信の複数経路として、RPRネットワークのようなMACアドレス学習を行うネットワークを用いることができるため、パスの設定数が端末の数に応じて膨大化することなく、管理者の負担も大きくなる。ない。
- [0201] なお、本実施の形態では、ノード300～330が、自身でイーサネットフレームを生成する端末として説明したが、例えば、イーサネットフレームをスイッチ可能なノードである場合には、イーサネットフレーム生成部720の替わりに、イーサネットフレームを送受信するためのスイッチ用ポートが追加されることになる。
- [0202] 実施の形態2.

以下に、本発明の第2の実施の形態について、図面を参照して説明する。本実施

の形態による通信システムの構成は、図1に示す第1の実施の形態と同様である。ただし、RPRノードがポートP3を介して配下の端末と送受信するフレームが、分割フレームではなく、RPRフレームである点が第1の実施の形態と異なる。

[0203] 次に、RPRノードおよび配下の端末となるノードの構成について説明する。図17は、第2の実施の形態におけるRPRノード100の構成例を示すブロック図である。ここでは、RPRノード100を例に説明するが、他のRPRノード110～130、200～230の構成も、RPRノード100の構成と同様である。

[0204] 本実施の形態では、図17に示すように、RPRノード100は、RPRフレーム生成部510と、分割フレーム抽出部530と、FDB550と、FDB管理部560とを備えない点で、図2に示す第1の実施の形態におけるRPRノードと異なる。

[0205] 入力ポート500-3は、第1の実施の形態においては、分割フレームを受信し、受信した分割フレームをRPRフレーム生成部510に送っていたが、本実施の形態では、RPRフレームを受信し、受信したRPRフレームをRPRスイッチ処理部520に送る。また、RPRスイッチ処理部520は、第1の実施の形態において、配下の端末への転送制御として分割フレーム抽出部530にRPRフレームを送っていたが、本実施の形態では、直接、出力ポート540-3を介して配下の端末にRPRフレームを送信する。なお、他の構成要素については、第1の実施の形態と同様である。

[0206] また、図18は、第2の実施の形態におけるノード300の構成例を示すブロック図である。ここでは、ノード300を例に説明するが、他のノード310～330の構成も、ノード300の構成と同様である。

[0207] 本実施の形態では、図18に示すように、ノード300は、分割フレーム抽出部810と、RPRフレーム生成部820と、FDB管理部830と、FDB840と、MACアドレス管理テーブル850とを更に備える点で、図7に示す第1の実施の形態におけるノードと異なる。

[0208] 分割フレーム生成部730は、第1の実施の形態において、接続先のRPRノードに送信していた分割フレームを、本実施の形態では、RPRフレーム生成部820に送る。

[0209] RPRフレーム生成部820は、分割フレーム生成部730より送られた分割フレームか

らRPRフレームを生成する。そして、出力ポート740-1~2を介して、生成したRPRフレームを接続先のRPRノード(RPRノード100, 200)に分配して送信する。

[0210] 分割フレーム抽出部810には、入力ポート700-1~2を介して、接続先のRPRノードから送信されるRPRフレームが入力される。分割フレーム抽出部810は、受信したRPRフレームに格納されている分割フレームを抽出する。そして、抽出した分割フレームをイーサネットフレーム再構成部710に送る。

[0211] FDB管理部830は、分割フレーム抽出部810の要求に従って、後述するFDB840に、RPRフレームの送信元ノードのノード識別子(RPRノードのMACアドレス)と、分割フレームの送信元ノードのノード識別子(ノードのMACアドレス)との対応関係を登録する。

[0212] FDB840は、自ノードが接続される各RPRネットワークに属するRPRノードの配下に収容される端末を管理するためのデータベースである。FDB550は、端末のノード識別子(MACアドレス)と、その端末を収容しているRPRノードのノード識別子(MACアドレス)とを対応づけて記憶する。なお、FDB840に記憶する対応関係は、前述のFDB管理部830によって登録される。

[0213] 図19は、ノード300のFDB840に登録される情報の例を示す説明図である。図19に示すように、FDB840は、例えば、1つの端末(ノード)のMACアドレスに対して、その端末を配下に収容するRPRノードとして、RPRネットワーク10に属するRPRノードのMACアドレスと、RPRネットワーク20に属するRPRノードのMACアドレスとが含まれる。

[0214] 図19に示す例では、例えば、RPRノード120配下の端末(ノード320)のMACアドレスに対応づけられて、RPRノード120のMACアドレスと、RPRノード220のMACアドレスとが登録されている。このことは、「ノード320が、RPRノード120とRPRノード220の両方の配下に収容されている」ことを示している。

[0215] また、MACアドレス管理テーブル850は、自ノードを配下の端末として収容しているRPRノードのMACアドレスを管理するためのテーブルである。図20は、ノード300のMACアドレス管理テーブル850に登録される情報の例を示す説明図である。図20に示すように、ノード300のMACアドレス管理テーブル850は、自ノード(ノード30

0)のポートP1に接続されるRPRノードのMACアドレスと、ポートP2に接続されるRPRノードのMACアドレスとを含む。MACアドレス管理テーブル850へのMACアドレスの登録は、予め通信システムの管理者によって、設定インタフェースを介して行われる。MACアドレス管理テーブル850は、具体的には、RPRノードが備えるメモリ等の記憶装置に記憶される。なお、他の構成要素については、第1の実施の形態と同様である。

[0216] 次に、本実施の形態におけるフレーム転送動作について説明する。本実施の形態では、端末(ノード)が、分割フレームを生成した後、RPRフレームを生成した上で、そのRPRフレームをRPRノードに転送する点と、端末が、RPRフレームのペイロードに格納される分割フレームではなく、RPRフレームをそのまま受信して、端末でそのRPRフレームから分割フレームを抽出した上で、元のイーサネットフレームを再構成する点とが第1の実施の形態と異なる。なお、本実施の形態における上記以外の動作については、第1の実施の形態と同様であるため、説明省略する。

[0217] まず、ノード300のRPRフレーム生成部820がRPRフレームを生成する動作について説明する。ノード300のRPRフレーム生成部820は、イーサネットフレーム生成部720より、単一のイーサネットフレームを分割することにより生成された分割フレームを受け取る。RPRフレーム生成部820は、受け取った分割フレームの宛先MACアドレスを探索キーとして、FDB840を検索することにより、分割フレームの宛先MACアドレスで示されるノードを配下に収容しているRPRノードのMACアドレスを取得する。

[0218] ここで、ノード300のFDB840に情報が登録されていないことによって、RPRノードのMACアドレスの取得に失敗した場合、RPRフレーム生成部820は、ブロードキャストアドレスを宛先とするRPRフレームを、分割フレームのフレーム数分生成する。具体的には、RPRフレームの宛先アドレスにブロードキャスト用MACアドレスを格納し、かつ、送信元MACアドレスに自ノード(ノード300)を配下の端末として収容しているRPRノードのMACアドレスを格納し、かつ、ペイロードに各分割フレームを格納したRPRフレームを生成する。

[0219] なお、RPRフレームの送信元MACアドレスには、そのRPRフレームを送信するボ

ートに接続されるRPRノードのMACアドレスを格納する。また、RPRフレームのペイロードには分割フレームのいずれか1つを重複しないように格納する。なお、接続先のRPRノードのMACアドレスについては、MACアドレス管理テーブル850を参照することによって確認すればよい。

[0220] そして、RPRフレーム生成部820は、出力ポート740-1および出力ポート740-2を介して、各RPRフレームの送信元MACアドレスに格納したMACアドレスが割り当てられているRPRノードに、そのRPRフレームを送信する。

[0221] ノード300が分割フレームをカプセル化したRPRフレームを、出力ポート740-1および出力ポート740-2を介して送信すると、接続先であるRPRノード100およびRPRノード200がそのRPRフレームを受信する。

[0222] RPRノード100およびRPRノード200は、入力ポート500-3を介して、受信したRPRフレームを、RPRスイッチ処理部520に送る。RPRスイッチ処理部520は、第1の実施の形態と同様に、隣接RPRノードへの転送制御および配下の端末への送信制御を行う。ただし、RPRスイッチ処理部520は、配下の端末への送信制御として、受信したRPRフレームをそのまま送信する。従って、各RPRフレームは、RPRノード100およびRPRノード200を経由して、元のイーサネットフレームの宛先ノード（例えば、ノード320）にそれぞれ転送される。

[0223] 次に、ノード320の分割フレーム抽出部810が受信したRPRフレームから分割フレームを抽出する動作について説明する。

[0224] RPRノードは、ユニキャスト送信された自ノード宛のRPRフレーム、およびブロードキャスト送信されたRPRフレームを受信すると、そのRPRフレームを配下の端末に送信する。ノード320は、入力ポート700-1, 2において、自ノードに接続されるRPRノードからRPRフレームを受信する。ノード320の入力ポート700-1, 2は、RPRフレームを受信すると、分割フレーム抽出部810に送る。

[0225] ノード320の分割フレーム抽出部810は、入力ポート700-1または入力ポート700-2から送られたRPRフレームをデカプセル化し、ペイロードに格納されている分割フレームを抽出する。そして、抽出した分割フレームをイーサネットフレーム再構成部710に送る。また、分割フレーム抽出部810は、分割フレームを抽出する際に、受信

したRPRフレームに基づくMACアドレスの対応付けを登録するように、FDB管理部830に要求する。

[0226] ノード320のFDB管理部830は、分割フレーム抽出部810からの要求に従って、受信したRPRフレームに基づくMACアドレスの対応付けをFDB840に登録する。FDB管理部830は、受信したRPRフレームのペイロードに格納されている分割フレームの送信元MACアドレス(例えば、ノード300のMACアドレス)と、RPRフレームの送信元MACアドレス(例えば、RPRノード100またはRPRノード200のMACアドレス)との対応関係をFDB840に登録することによって、ノード300とRPRノード100とを対応づける。

[0227] 以降、ノード320のイーサネットフレーム再構成部710が、分割フレームから、元のイーサネットフレームを再構成する動作は、第1の実施の形態と同様である。

[0228] 以上のように、本実施の形態によれば、第1の実施の形態においてRPRノードに配備されたRPRフレーム生成部510と、分割フレーム抽出部530と、FDB550と、FDB管理部560とを、端末側に配備することによっても、第1の実施の形態と同様の効果を実現することが可能である。また、本実施の形態によれば、RPRノードの構成が簡素になることによって、RPRノードの装置価格を低減することも可能であるため、RPRノードの伝送容量を拡大する際のコストを低減することができる。

[0229] 実施の形態3.

以下に、本発明の第3の実施の形態について、図面を参照して説明する。図21は、本実施の形態による通信システムの構成例を示す説明図である。図21に示す通信システムは、同一の端末を配下に収容しているRPRノード同士が通信リンクにより接続されている点が、図1に示す第1の実施の形態と異なる。図21に示すように、各RPRノード100～130, 200～230は、それぞれポートP1～P3の他に、ポートP4を有する。ポートP4は、異なるRPRネットワークに属するRPRノード間でトポロジ情報を送受信するためのポートである。

[0230] 次に、RPRノードおよび配下の端末となるノードの構成について説明する。図22は、本実施の形態におけるRPRノード100の構成例を示すブロック図である。ここでは、RPRノード100を例に説明するが、他のRPRノード110～130, 200～230の構成

も、RPRノード100の構成と同様である。

[0231] 本実施の形態では、図22に示すように、RPRノード100は、入力ポート500-4と、出力ポート540-4と、TDB管理部610とを更に備える点で、第1の実施の形態と異なる。

[0232] RPRノード100の入力ポート500-4は、図21に示すRPRノード100のポートP4における受信側に対応するポート(フレームを受信するポート)である。入力ポート500-4は、自ノードの配下の端末と同一の端末を配下の端末として収容している異なるRPRネットワークに属するRPRノードから送信されるフレームを受信するポートである。

[0233] RPRノード100の出力ポート540-4は、図21に示すRPRノード100のポートP4における送信側に対応するポート(フレームを送信するポート)である。出力ポート540-4は、自ノードの配下の端末と同一の端末を配下の端末として収容している異なるRPRネットワークに属するRPRノードにフレームを送信するポートである。

[0234] 具体的には、RPRノード100の入力ポート500-4は、RPRノード200の出力ポート540-4から送信される、RPRネットワーク20のトポロジ情報を通知するためのフレームを受信するポートである。また、RPRノード100の出力ポート540-4は、RPRノード200の入力ポート500-4に、RPRネットワーク10のトポロジ情報を通知するためのフレームを送信するためのポートである。

[0235] TDB管理部610は、入力ポート500-4を介して受信した他のRPRネットワーク(共通の端末を収容しているRPRノードが属するRPRネットワーク)のトポロジ情報をTDB570に登録するとともに、出力ポート540-4を介して、自ノードが属するRPRネットワークのトポロジ情報を、他のRPRネットワークに属するRPRノードに送信する。

[0236] 本実施の形態では、TDB570は、自ノードが属するRPRネットワークのトポロジ情報に加えて、自ノードと共通の端末を配下に収容しているRPRノードが属するRPRネットワークのトポロジ情報を管理する。図23は、RPRノード100のTDB570に登録される情報の例を示す説明図である。図23に示すように、TDB570は、第1の実施の形態におけるRPRネットワーク10に関する情報だけでなく、RPRネットワーク20に関する情報を含む。

[0237] なお、配下の端末となるノードの構成は、第1の実施の形態と同様である。

[0238] 第1の実施の形態、および第2の実施の形態において説明したように、本発明によれば、RPRネットワーク全体の伝送容量を柔軟かつ、安価に拡大することが可能となる。しかしながら、上記で示した実施の形態では、端末が、同一のイーサネットフレームから生成された全ての分割フレームを受信して初めて、元のイーサネットフレームを再構成するため、最初に到着した分割フレームと最後に到着した分割フレームの到着時間差により、遅延時間が増大するという問題がある。

[0239] 以下に、本発明が適用された通信システムにおいて、遅延時間を低減するための方法について説明する。分割フレームの到着時間差の要因の1つとして、分割フレームの通信経路(送信方向を含む)の相違が考えられる。例えば、同一のイーサネットフレームを分割して生成された分割フレームのうち、RPRネットワーク10により転送される分割フレーム(実際には、分割フレームを格納したRPRフレーム)が時計回り方向に送信され、RPRネットワーク20により転送される分割フレームが反時計回り方向に送信された場合、宛先端末が収容されるRPRノードまでのホップ数がお互いに異なると、それぞれの分割フレームの到着時間に差が生じてしまう。従って、分割フレームの到着時間差を軽減する方法として、同一のイーサネットフレームを分割して生成された分割フレームが格納されたRPRフレームを、同一の方向に送信するように制御する方法が考えられる。

[0240] 例えば、同一の端末を収容する全てのRPRノードが、同一のイーサネットフレームより生成された分割フレームを格納したRPRノードを、ユニキャスト送信する場合、宛先RPRノードまでのホップ数が最小となる方向に送信する最短アルゴリズムを用いるように、設定しておく。

[0241] なお、時計回り方向に送信した場合のホップ数と、反時計回り方向に送信した場合のホップ数とが同一となった場合に、RPRフレームを送信する方向が同一の端末を収容するRPRノード間で一致するよう、同一ホップ数の場合の方向等も予め設定しておく。

[0242] また、同一の端末を収容するすべてのRPRノードが、同一のイーサネットフレームより生成された分割フレームを格納するRPRフレームを、ブロードキャスト送信する場

合、同一の端末を収容するRPRノード間で送信方向およびホップ数が一致するよう、予め設定しておく。例えば、Unidirectional Broadcast方法を用いるならば、ブロードキャストフレームの送信方向が、一致するように設定すればよい。また、例えば、Bidirectional Broadcast方法を用いるならば、ノード数によってTTLに設定する値が時計回り方向と反時計回り方向で異なる場合に、TTLの値を大きく設定する方向が一致するように設定すればよい。

[0243] 以上のように、正常においては、同一のイーサネットフレームより生成された分割フレームが格納されたRPRフレームの送信方向を一致させることによって、遅延を低減することが可能である。

[0244] また、第1の実施の形態において説明したように、RPRネットワークにリンク障害、またはノード障害が発生した場合には、RPRのプロテクション機能により、障害箇所を迂回するようにRPRフレームが転送されることになる。このため、障害発生時には、上記のように設定した場合であっても、同一のイーサネットフレームより生成された分割フレームの通信経路が異なる場合がある。

[0245] 従って、上記問題を解決するために、本実施の形態では、他のRPRネットワークにおいて発生した障害を、TDB管理部610によって管理される他のネットワークのトポロジ情報から認識することによって、障害が発生したRPRネットワークに属するRPRノードがRPRフレームを送信する方向に、自ノードからのRPRフレームの送信方向を一致させるように動作する。

[0246] 以上のように、障害発生時においても、同一のイーサネットフレームより生成された分割フレームが格納されたRPRフレームの送信方向を一致させることができるので、遅延を低減することが可能である。

[0247] また、分割フレームの到着時間差の他の要因としては、RPRネットワーク間の輻輳の度合いの差が考えられる。全てのRPRネットワークにおいて、輻輳が発生していない場合には、遅延は発生しないが、あるRPRネットワークにおいて輻輳が発生したために、そのRPRネットワークにより転送された分割フレームの到着が遅れることによって、遅延時間が発生してしまう。従って、RPRネットワーク間で輻輳の度合いを同じにしておくことにより、分割フレームの到着時間差を低減することが考えられる。

- [0248] なお、第1の実施の形態において説明したように、例えば、フレームサイズが同一となる分割フレームを生成することによって、各RPRネットワークにおいて転送されるトラフィック量を同一とすることが可能であるため、上記問題を回避することができる。
- [0249] また、RPRネットワーク10とRPRネットワーク20との間で、伝送容量が異なる場合には、同一のイーサネットフレームより生成される分割フレームのサイズを同一とするのではなく、分割フレームのサイズの比を、RPRネットワークの伝送容量の比に一致させることによって、RPRネットワーク間で輻輳の度合いを同一にすることが可能である。
- [0250] また、TDB管理部610が自ノードが属するRPRネットワークの輻輳の度合いを示す情報をトポロジ情報に含めて通知する場合には、例えば、他のRPRネットワークの輻輳の度合いに応じて、RPRフレームの送信を、一定時間待機させてもよい。
- [0251] さらに、RPRノードとその配下の端末間で、RPRノードにおける輻輳の状況を通知する手段を設けることによって、RPRノードにおける空き帯域や、輻輳状況に応じて、分割フレームのフレームサイズを変更する、または、各RPRネットワークに分配するトラフィック量を調整することによって、分割フレームの到着時間差を低減する方法も考えられる。
- [0252] 以上のように、本実施の形態において説明した方法によれば、第1の実施の形態および第2の実施の形態における遅延問題を解決することが可能である。
- [0253] また、上記の各実施の形態では、RPRノードやノードが、RPRフレーム生成部510やイーサネットフレーム再構成部710などの各処理部を備える構成として説明したが、RPRノードやノードが、コンピュータを備え、そのコンピュータがプログラムに従って、各処理部と同様の動作をする構成であってもよい。なお、プログラムは、予めノードが備える記憶装置に記憶させておけばよい。
- [0254] 特許請求の範囲に記載された分割フレーム生成手段、分割フレーム分配手段は、例えば、ノードの分割フレーム生成部730によって実現される。また、フレーム再構成手段は、例えば、ノードのイーサネットフレーム再構成部710によって実現される。また、対応関係記憶手段は、例えば、RPRノードのFDB550、ノードのFDB840によって実現される。また、ネットワーク内通信用フレーム生成手段は、RPRノードのRPR

フレーム生成部510, ノードのRPRフレーム生成部820によって実現される。また、分割フレーム抽出手段は、例えば、RPRノードの分割フレーム抽出部530およびFDB管理部560, ノードの分割フレーム抽出部810およびFDB管理部830によって実現される。また、分割フレーム記憶手段は、例えば、ノードの分割フレーム記憶テーブル713によって実現される。また、分割フレーム管理手段は、例えば、ノードのイーサネットフレーム再構成処理部711および分割フレーム格納アドレス管理テーブル714によって実現される。

請求の範囲

- [1] 端末が複数のネットワークに接続される通信システムであって、
- 前記端末は、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによって、複数のネットワークを通信経路として有し、
- 前記端末は、
- 単一のフレームを分割したフレームであって、前記フレームの宛先端末を識別するための宛先ノード識別子と、前記フレームの送信元端末を識別するための送信元ノード識別子とが格納される複数の分割フレームを生成する分割フレーム生成手段と、
- 前記フレーム生成手段が生成した分割フレームを、当該端末が接続されるノードのうちの全てのノード、または一部のノードに対して、分配して送信する分割フレーム分配手段と、
- 当該端末が接続されるノードから受信した、当該端末とは異なる端末が備える前記分割フレーム生成手段によって生成される複数の分割フレームから、分割前のフレームを再構成するフレーム再構成手段とを備え、
- 前記端末が接続されるノードは、
- 端末と、前記端末が配下の端末として接続されるノードとの対応関係を示す情報を記憶する対応関係記憶手段と、
- 配下の端末から分割フレームを受信した際に、該分割フレームに格納された宛先ノード識別子と、前記対応関係記憶手段に記憶されている前記宛先ノード識別子で示される端末とノードとの対応関係とに基づいて、転送方法または転送先ノードを決定した上で、受信した分割フレームをペイロードに格納し、かつ当該ノードを識別するためのノード識別子を送信元アドレスとして格納したネットワーク内通信用フレームを生成するネットワーク内通信用フレーム生成手段と、
- 受信したネットワーク内通信用フレームのペイロードに格納された分割フレームを抽出し、前記ネットワーク内通信用フレームの送信元アドレスで示されるノードと、抽出した分割フレームに格納される送信元ノード識別子で示される端末との対応関係を示す情報を前記対応関係記憶手段に登録する分割フレーム抽出手段とを備えたことを特徴とする通信システム。

- [2] 端末が複数のネットワークに接続される通信システムであって、
前記端末は、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによ
って、複数のネットワークを通信経路として有し、
前記端末は、
端末と、前記端末が配下の端末として接続されるノードとの対応関係を示す情報を
記憶する対応関係記憶手段と、
単一のフレームを分割したフレームであって、前記フレームの宛先端末を識別する
ための宛先ノード識別子と、前記フレームの送信元端末を識別するための送信元ノ
ード識別子とが格納される複数の分割フレームを生成する分割フレーム生成手段と、
前記フレーム生成手段が生成した各分割フレームに対し、該分割フレームに格納
された宛先ノード識別子と、前記対応関係記憶手段に記憶されている前記宛先ノ
ード識別子で示される端末とノードとの対応関係とに基づいて、転送方法または転送先
ノードを決定した上で、分割フレームをペイロードに格納し、かつ当該端末が接続さ
れるノードのいずれかのノードを識別するためのノード識別子を送信元アドレスとして
格納したネットワーク内通信用フレームを生成するネットワーク内通信用フレーム生
成手段と、
前記ネットワーク内通信用フレーム生成手段が生成したネットワーク内通信用フレ
ームを、当該端末が接続されるノードのうちの全てのノード、または一部のノードに対
して、分配して送信する分割フレーム分配手段と、
受信したネットワーク内通信用フレームのペイロードに格納された分割フレームを抽
出し、前記ネットワーク内通信用フレームの送信元アドレスで示されるノードと、抽出
した分割フレームに格納される送信元ノード識別子で示される端末との対応関係を
示す情報を前記対応関係記憶手段に登録する分割フレーム抽出手段と、
前記分割フレーム抽出手段が抽出した複数の分割フレームから、分割前のフレー
ムを再構成するフレーム再構成手段とを備えた
ことを特徴とする通信システム。
- [3] 分割フレーム生成手段は、単一のフレームを分割することによって生成した分割デ
ータを格納する分割フレームに、分割された前記分割データを統合して元のフレー

ムを構成するために必要な情報を示す分割フレーム情報を付与した分割フレームを生成する

請求項1または請求項2記載の通信システム。

- [4] 分割フレーム生成手段は、分割フレームの元となるフレームを識別するためのフレーム識別子と、同一のフレームから生成される分割フレームのフレーム数および当該分割フレームの分割順序を認識するための分割数情報とを含む分割フレーム情報を付与した分割フレームを生成する

請求項3記載の通信システム。

- [5] 分割フレーム生成手段は、単一のフレームから生成する各分割フレームのフレーム長が、各分割フレームを送信するネットワークの伝送容量に比例するように分割フレームを生成する

請求項1又は2に記載の通信システム。

- [6] 分割フレーム生成手段は、単一のフレームから生成する各分割フレームのフレーム長が、予め定められた長さとなるように、分割フレームを生成する

請求項1又は2に記載の通信システム。

- [7] 分割フレーム生成手段は、当該端末に接続されるノードが属するネットワークの通信の可否に基づいて、生成する分割フレームのフレーム数を変更する

請求項1又は2に記載の通信システム。

- [8] 分割フレーム分配手段は、当該端末に接続されるノードが属するネットワークの通信の可否に基づいて、分割フレームを分配するネットワークとワークを変更する

請求項1又は2に記載の通信システム。

- [9] ネットワーク内通信用フレーム生成手段は、単一のフレームを分割することにより生成された分割フレームの全てに重複して格納されるデータであって、前記分割フレームのいずれかを受信する他のノードが削除しないデータのうちの一部のデータ、または全てのデータを削除する

請求項1又は2に記載の通信システム。

- [10] ノードは、自ノードが属するネットワークを構成する他のノードと通信が不可能であることを検出した場合に、配下の端末にその旨を通知する

請求項1又は2に記載の通信システム。

- [11] 異なるネットワークに属し、かつ、同一の端末を配下に収容する各ノードは、各ネットワークに分配された同一のフレームから生成される分割フレームを格納したネットワーク内通信用フレームが、それぞれ送信元ノードから宛先ノードまで転送される時間を一致させるように動作する

請求項1又は2に記載の通信システム。

- [12] 異なるネットワークに属し、かつ、同一の端末を収容する各ノードは、自ノードが属するネットワークのトポロジを示すトポロジ情報を相互に通知する

請求項1又は2に記載の通信システム。

- [13] ノードは、自ノードが属するネットワークのトポロジ情報と、自ノードと同一の端末を収容するノードが属する他のネットワークのトポロジ情報とに基づいて、各ネットワークに分配された同一のフレームから生成される分割フレームを格納したネットワーク内通信用フレームが、それぞれ送信元ノードから宛先ノードに転送されるまでの転送時間が同一となるように、自ノードが属するネットワークに分配されたネットワーク内通信用フレームの転送経路を決定する

請求項12に記載の通信システム。

- [14] ノードは、各ネットワークに分配された同一のフレームから生成される分割フレームを格納したネットワーク内通信用フレームが、それぞれ送信元ノードから宛先ノードに転送されるまでの転送時間が同一となるように、自ノードが属するネットワークに分配されたネットワーク内通信用フレームの送信を一定時間待機する

請求項13に記載の通信システム。

- [15] 分割フレーム生成手段は、単一のフレームを分割して生成される各分割フレームのフレーム長を、分配先となる各ネットワークの伝送容量に比例させる

請求項1から請求項14に記載の通信システム。

- [16] 分割フレーム生成手段は、単一のフレームを分割して生成される各分割フレームのフレーム長を、各ネットワークにおける輻輳の度合いに応じて変更する

請求項1又は2に記載の通信システム。

- [17] 分割フレーム分配手段は、各ネットワークに送信するトラフィックの通信帯域が、各

ネットワークの伝送容量に比例するように分割フレームを分配する

請求項1又は2に記載の通信システム。

- [18] 分割フレーム分配手段は、各ネットワークに送信するトラフィックの通信帯域を、各ネットワークにおける輻輳の度合いに応じて変更する

請求項1又は2に記載の通信システム。

- [19] 分割フレーム再構成手段は、
分割フレームを記憶する分割フレーム記憶手段と、
前記分割フレーム記憶手段に記憶されている分割フレームを管理する分割フレーム管理手段とを含む

請求項1又は2に記載の通信システム。

- [20] 分割フレーム管理手段は、分割フレームの送信元ノード識別子と、分割フレームの元となるフレームを識別するためのフレーム識別子と、分割フレームの分割フレーム記憶手段における記憶位置と、分割フレームと同一のフレームから生成された複数の分割フレームのうち分割フレーム記憶手段に記憶されている分割フレームのフレーム数とを対応づけることによって、分割フレームを管理する

請求項19に記載の通信システム。

- [21] 端末が複数のネットワークに接続される通信システムに適用される端末であって、
前記端末は、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによって、複数のネットワークを通信経路として有し、

前記端末は、

単一のフレームを分割したフレームであって、前記フレームの宛先端末を識別するための宛先ノード識別子と、前記フレームの送信元端末を識別するための送信元ノード識別子とが格納される複数の分割フレームを生成する分割フレーム生成手段と、
前記フレーム生成手段が生成した分割フレームを、当該端末が接続されるノードのうちの全てのノード、または一部のノードに対して、分配して送信する分割フレーム分配手段と、

当該端末が接続されるノードから受信した、当該端末とは異なる端末が備える前記分割フレーム生成手段によって生成される複数の分割フレームから、分割前のフレ

ームを再構成するフレーム再構成手段とを備えた
ことを特徴とする端末。

- [22] 端末が複数のネットワークに接続される通信システムに適用される端末であって、
前記端末は、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによ
って、複数のネットワークを通信経路として有し、
前記端末は、
端末と、前記端末が配下の端末として接続されるノードとの対応関係を示す情報を
記憶する対応関係記憶手段と、
単一のフレームを分割したフレームであって、前記フレームの宛先端末を識別する
ための宛先ノード識別子と、前記フレームの送信元端末を識別するための送信元ノ
ード識別子とが格納される複数の分割フレームを生成する分割フレーム生成手段と、
前記フレーム生成手段が生成した各分割フレームに対し、該分割フレームに格納
された宛先ノード識別子と、前記対応関係記憶手段に記憶されている前記宛先ノ
ード識別子で示される端末とノードとの対応関係とに基づいて、転送方法または転送先
ノードを決定した上で、分割フレームをペイロードに格納し、かつ当該端末が接続さ
れるノードのいずれかのノードを識別するためのノード識別子を送信元アドレスとして
格納したネットワーク内通信用フレームを生成するネットワーク内通信用フレーム生
成手段と、
前記ネットワーク内通信用フレーム生成手段が生成したネットワーク内通信用フ
レームを、当該端末が接続されるノードのうちの全てのノード、または一部のノードに
対して、分配して送信する分割フレーム分配手段と、
受信したネットワーク内通信用フレームのペイロードに格納された分割フレームを抽
出し、前記ネットワーク内通信用フレームの送信元アドレスで示されるノードと、抽出
した分割フレームに格納される送信元ノード識別子で示される端末との対応関係を
示す情報を前記対応関係記憶手段に登録する分割フレーム抽出手段と、
前記分割フレーム抽出手段が抽出した複数の分割フレームから、分割前のフレー
ムを再構成するフレーム再構成手段とを備えた
ことを特徴とする端末。

- [23] 端末が、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによって、複数のネットワークを通信経路として有する通信システムに適用されるノードであって、
- 前記端末が接続されるノードは、
- 端末と、前記端末が配下の端末として接続されるノードとの対応関係を示す情報を記憶する対応関係記憶手段と、
- 配下の端末から分割フレームを受信した際に、該分割フレームに格納された宛先ノード識別子と、前記対応関係記憶手段に記憶されている前記宛先ノード識別子で示される端末とノードとの対応関係とに基づいて、転送方法または転送先ノードを決定した上で、受信した分割フレームをペイロードに格納し、かつ当該ノードを識別するためのノード識別子を送信元アドレスとして格納したネットワーク内通信用フレームを生成するネットワーク内通信用フレーム生成手段と、
- 受信したネットワーク内通信用フレームのペイロードに格納された分割フレームを抽出し、前記ネットワーク内通信用フレームの送信元アドレスで示されるノードと、抽出した分割フレームに格納される送信元ノード識別子で示される端末との対応関係を示す情報を前記対応関係記憶手段に登録する分割フレーム抽出手段とを備えたことを特徴とするノード。
- [24] 端末が、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによって、複数のネットワークを通信経路として有する通信システムに適用される通信方法であって、
- 単一のフレームを分割したフレームであって、前記フレームの宛先端末を識別するための宛先ノード識別子と、前記フレームの送信元端末を識別するための送信元ノード識別子とが格納される複数の分割フレームを生成し、
- 生成した分割フレームを、接続されるノードのうちの全てのノード、または一部のノードに対して、分配して送信し、
- ノードから受信した複数の分割フレームから、分割前のフレームを再構成し、
- 端末と、前記端末が配下の端末として接続されるノードとの対応関係を示す情報を記憶し、

分割フレームを受信した際に、該分割フレームに格納された宛先ノード識別子と、記憶されている前記宛先ノード識別子で示される端末とノードとの対応関係とに基づいて、転送方法または転送先ノードを決定した上で、受信した分割フレームをペイロードに格納し、かつ当該ノードを識別するためのノード識別子を送信元アドレスとして格納したネットワーク内通信用フレームを生成し、

受信したネットワーク内通信用フレームのペイロードに格納された分割フレームを抽出し、前記ネットワーク内通信用フレームの送信元アドレスで示されるノードと、抽出した分割フレームに格納される送信元ノード識別子で示される端末との対応関係を示す情報を登録する

ことを特徴とする通信方法。

- [25] 端末が、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによって、複数のネットワークを通信経路として有する通信システムにおいて適用される通信方法であって、

端末と、前記端末が配下の端末として接続されるノードとの対応関係を示す情報を記憶し、

単一のフレームを分割したフレームであって、前記フレームの宛先端末を識別するための宛先ノード識別子と、前記フレームの送信元端末を識別するための送信元ノード識別子とが格納される複数の分割フレームを生成し、

生成した各分割フレームに対し、該分割フレームに格納された宛先ノード識別子と、記憶されている前記宛先ノード識別子で示される端末とノードとの対応関係とに基づいて、転送方法または転送先ノードを決定した上で、分割フレームをペイロードに格納し、かつ当該端末が接続されるノードのいずれかのノードを識別するためのノード識別子を送信元アドレスとして格納したネットワーク内通信用フレームを生成し、

生成したネットワーク内通信用フレームを、接続されるノードのうちの全てのノード、または一部のノードに対して、分配して送信し、

受信したネットワーク内通信用フレームのペイロードに格納された分割フレームを抽出し、前記ネットワーク内通信用フレームの送信元アドレスで示されるノードと、抽出した分割フレームに格納される送信元ノード識別子で示される端末との対応関係を

示す情報を登録し、

抽出した複数の分割フレームから、分割前のフレームを再構成する

ことを特徴とする通信方法。

- [26] 端末が、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによって、複数のネットワークを通信経路として有する通信システムに適用される端末用プログラムであって、

コンピュータに、

単一のフレームを分割したフレームであって、前記フレームの宛先端末を識別するための宛先ノード識別子と、前記フレームの送信元端末を識別するための送信元ノード識別子とが格納される複数の分割フレームを生成する処理、

生成した分割フレームを、当該端末が接続されるノードのうちの全てのノード、または一部のノードに対して、分配して送信する処理、および

当該端末が接続されるノードから受信した、当該端末とは異なる端末が備える前記分割フレーム生成手段によって生成される複数の分割フレームから、分割前のフレームを再構成する処理

を実行させるための端末用プログラム。

- [27] 端末が、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによって、複数のネットワークを通信経路として有する通信システムに適用される端末用プログラムであって、

端末と、前記端末が配下の端末として接続されるノードとの対応関係を示す情報を記憶する記憶装置を有するコンピュータに、

単一のフレームを分割したフレームであって、前記フレームの宛先端末を識別するための宛先ノード識別子と、前記フレームの送信元端末を識別するための送信元ノード識別子とが格納される複数の分割フレームを生成する処理、

生成した各分割フレームに対し、該分割フレームに格納された宛先ノード識別子と、前記記憶装置に記憶されている前記宛先ノード識別子で示される端末とノードとの対応関係とに基づいて、転送方法または転送先ノードを決定した上で、分割フレームをペイロードに格納し、かつ当該端末が接続されるノードのいずれかのノードを識別

するためのノード識別子を送信元アドレスとして格納したネットワーク内通信用フレームを生成する処理、

生成したネットワーク内通信用フレームを、当該端末が接続されるノードのうちの全てのノード、または一部のノードに対して、分配して送信する処理、

受信したネットワーク内通信用フレームのペイロードに格納された分割フレームを抽出し、前記ネットワーク内通信用フレームの送信元アドレスで示されるノードと、抽出した分割フレームに格納される送信元ノード識別子で示される端末との対応関係を示す情報を前記記憶装置に登録する処理、および

抽出した複数の分割フレームから、分割前のフレームを再構成する処理

を実行させるための端末用プログラム。

- [28] 端末が、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによって、複数のネットワークを通信経路として有する通信システムに適用されるノード用プログラムであって、

端末と、前記端末が配下の端末として接続されるノードとの対応関係を示す情報を記憶する記憶装置を有するコンピュータに、

配下の端末から分割フレームを受信した際に、該分割フレームに格納された宛先ノード識別子と、前記対応関係記憶手段に記憶されている記憶内容とに基づいて、転送方法または転送先ノードを決定した上で、受信した分割フレームをペイロードに格納し、かつ当該ノードを識別するためのノード識別子を送信元アドレスとして格納したネットワーク内通信用フレームを生成する処理、および

受信したネットワーク内通信用フレームのペイロードに格納された分割フレームを抽出し、前記ネットワーク内通信用フレームの送信元アドレスで示されるノードと、抽出した分割フレームに格納される送信元ノード識別子で示される端末との対応関係を示す情報を前記記憶装置に登録する処理

を実行させるためのノード用プログラム。

補正書の請求の範囲

[2007年9月7日 (07. 09. 2007) 国際事務局受理]

請求の範囲

- [1] (補正後) 端末が複数のネットワークに接続される通信システムであって、
- 前記端末は、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによって、複数のネットワークを通信経路として有し、
- 前記端末は、
- 単一のフレームを分割したフレームであって、前記フレームの宛先端末を識別するための宛先ノード識別子と、前記フレームの送信元端末を識別するための送信元ノード識別子とが格納される複数の分割フレームを生成する分割フレーム生成手段と、
- 前記フレーム生成手段が生成した分割フレームを、当該端末が接続されるノードのうちの全てのノード、または一部のノードに対して、分配して送信する分割フレーム分配手段と、
- 当該端末が接続されるノードから受信した、当該端末とは異なる端末が備える前記分割フレーム生成手段によって生成される複数の分割フレームから、分割前のフレームを再構成するフレーム再構成手段とを備え、
- 前記端末が接続されるノードは、
- 端末と、前記端末が配下の端末として接続されるノードとの対応関係を示す情報を記憶する対応関係記憶手段と、
- 配下の端末から分割フレームを受信した際に、該分割フレームに格納された宛先ノード識別子と、前記対応関係記憶手段に記憶されている前記宛先ノード識別子で示される端末とノードとの対応関係とに基づいて、転送方法または転送先ノードを決定した上で、受信した分割フレームをペイロードに格納し、かつ当該ノードを識別するためのノード識別子を送信元アドレスとして格納したネットワーク内通信用フレームを生成するネットワーク内通信用フレーム生成手段と、
- 受信したネットワーク内通信用フレームのペイロードに格納された分割フレームを抽出し、前記ネットワーク内通信用フレームの送信元アドレスで示されるノードと、抽出した分割フレームに格納される送信元ノード識別子で示される端末との対応関係を示す情報を前記対応関係記憶手段に登録する分割フレーム抽出手段と、
- 当該ノードが属するネットワークのトポロジ情報と、異なるネットワークに属し、かつ、当該ノード配下の端末を配下に收容する他のノードに属するネットワークのトポロジ情報とを管理するトポロジ情報管理手段とを備えた
- ことを特徴とする通信システム。

- [2] 端末が複数のネットワークに接続される通信システムであって、
- 前記端末は、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによって、複数のネットワークを通信経路として有し、
- 前記端末は、
- 端末と、前記端末が配下の端末として接続されるノードとの対応関係を示す情報を記憶する対応関係記憶手段と、
- 単一のフレームを分割したフレームであって、前記フレームの宛先端末を識別するための宛先ノード識別子と、前記フレームの送信元端末を識別するための送信元ノード識別子とが格納される複数の分割フレームを生成する分割フレーム生成手段と、
- 前記フレーム生成手段が生成した各分割フレームに対し、該分割フレームに格納された宛先ノード識別子と、前記対応関係記憶手段に記憶されている前記宛先ノード識別子で示される端末とノードとの対応関係とに基づいて、転送方法または転送先ノードを決定した上で、分割フレームをペイロードに格納し、かつ当該端末が接続されるノードのいずれかのノードを識別するためのノード識別子を送信元アドレスとして格納したネットワーク内通信用フレームを生成するネットワーク内通信用フレーム生成手段と、
- 前記ネットワーク内通信用フレーム生成手段が生成したネットワーク内通信用フレームを、当該端末が接続されるノードのうちの全てのノード、または一部のノードに対して、分配して送信する分割フレーム分配手段と、
- 受信したネットワーク内通信用フレームのペイロードに格納された分割フレームを抽出し、前記ネットワーク内通信用フレームの送信元アドレスで示されるノードと、抽出した分割フレームに格納される送信元ノード識別子で示される端末との対応関係を示す情報を前記対応関係記憶手段に登録する分割フレーム抽出手段と、
- 前記分割フレーム抽出手段が抽出した複数の分割フレームから、分割前のフレームを再構成するフレーム再構成手段とを備えた
- ことを特徴とする通信システム。
- [3] (補正後) 前記ノードは、当該ノードが属するネットワークのトポロジ情報と、異なるネットワークに属し、かつ、当該ノード配下の端末を配下に収容する他のノードに属するネットワークのトポロジ情報とを管理するトポロジ情報管理手段を備えた
- ことを特徴とする請求項 2 に記載の通信システム。

- [4] (追加) 分割フレーム生成手段は、単一のフレームを分割することによって生成した分割データを格納する分割フレームに、分割された前記分割データを統合して元のフレームを構成するために必要な情報を示す分割フレーム情報を付与した分割フレームを生成する
- 請求項 1 から請求項 3 までのうちいずれか 1 項に記載の通信システム
- [5] (補正後) 分割フレーム生成手段は、分割フレームの元となるフレームを識別するためのフレーム識別子と、同一のフレームから生成される分割フレームのフレーム数および当該分割フレームの分割順序を認識するための分割数情報とを含む分割フレーム情報を付与した分割フレームを生成する
- 請求項 1 から請求項 4 までのうちいずれか 1 項に記載の通信システム。
- [6] (補正後) 分割フレーム生成手段は、単一のフレームから生成する各分割フレームのフレーム長が、各分割フレームを送信するネットワークの伝送容量に比例するように分割フレームを生成する
- 請求項 1 から請求項 5 までのうちいずれか 1 項に記載の通信システム。
- [7] (補正後) 分割フレーム生成手段は、単一のフレームから生成する各分割フレームのフレーム長が、予め定められた長さとなるように、分割フレームを生成する
- 請求項 1 から請求項 6 までのうちいずれか 1 項に記載の通信システム。
- [8] (補正後) 分割フレーム生成手段は、当該端末に接続されるノードが属するネットワークの通信の可否に基づいて、生成する分割フレームのフレーム数を変更する
- 請求項 1 から請求項 7 までのうちいずれか 1 項に記載の通信システム。
- [9] (補正後) 分割フレーム分配手段は、当該端末に接続されるノードが属するネットワークの通信の可否に基づいて、分割フレームを分配するネットワークを変更する
- 請求項 1 から請求項 8 までのうちいずれか 1 項に記載の通信システム。
- [10] (補正後) ネットワーク内通信用フレーム生成手段は、単一のフレームを分割することにより生成された分割フレームの全てに重複して格納されるデータであって、前記分割フレームのいずれかを受信する他のノードが削除しないデータのうちの一部のデータ、または全てのデータを削除する

請求項 1 から請求項 9 までのうちいずれか 1 項に記載の通信システム。

- [11] (補正後) ノードは、自ノードが属するネットワークを構成する他のノードと通信が不可能であることを検出した場合に、配下の端末にその旨を通知する

請求項 1 から請求項 10 までのうちいずれか 1 項に記載の通信システム。

- [12] (補正後) 異なるネットワークに属し、かつ、同一の端末を配下に収容する各ノードは、各ネットワークに分配された同一のフレームから生成される分割フレームを格納したネットワーク内通信用フレームが、それぞれ送信元ノードから宛先ノードまで転送される時間を一致させるように動作する

請求項 1 から請求項 11 までのうちいずれか 1 項に記載の通信システム。

- [13] (補正後) 異なるネットワークに属し、かつ、同一の端末を収容する各ノードは、自ノードが属するネットワークのトポロジを示すトポロジ情報を相互に通知する

請求項 1 から請求項 12 までのうちいずれか 1 項に記載の通信システム。

- [14] (補正後) ノードは、自ノードが属するネットワークのトポロジ情報と、自ノードと同一の端末を収容するノードが属する他のネットワークのトポロジ情報とに基づいて、各ネットワークに分配された同一のフレームから生成される分割フレームを格納したネットワーク内通信用フレームが、それぞれ送信元ノードから宛先ノードに転送されるまでの転送時間が同一となるように、自ノードが属するネットワークに分配されたネットワーク内通信用フレームの転送経路を決定する

請求項 13 に記載の通信システム。

- [15] (補正後) ノードは、各ネットワークに分配された同一のフレームから生成される分割フレームを格納したネットワーク内通信用フレームが、それぞれ送信元ノードから宛先ノードに転送されるまでの転送時間が同一となるように、自ノードが属するネットワークに分配されたネットワーク内通信用フレームの送信を一定時間待機する

請求項 14 に記載の通信システム。

- [16] (補正後) 分割フレーム生成手段は、単一のフレームを分割して生成される各分割フレームのフレーム長を、分配先となる各ネットワークの伝送容量に比例させる

請求項 1 から請求項 15 までのうちいずれか 1 項に記載の通信システム。

- [17] (補正後) 分割フレーム生成手段は、単一のフレームを分割して生成される各分割フレームのフレーム長を、各ネットワークにおける輻輳の度合いに応じて変更する

請求項 1 から請求項 16 までのうちいずれか 1 項に記載の通信システム。

- [18] (補正後) 分割フレーム分配手段は、各ネットワークに送信するトラフィックの通信帯域が、各ネットワークの伝送容量に比例するように分割フレームを分配する

請求項 1 から請求項 17 までのうちいずれか 1 項に記載の通信システム。

- [19] (補正後) 分割フレーム分配手段は、各ネットワークに送信するトラフィックの通信帯域を、各ネットワークにおける輻輳の度合いに応じて変更する

請求項 1 から請求項 18 までのうちいずれか 1 項に記載の通信システム。

- [20] (補正後) 前記分割フレーム再構成手段は、
分割フレームを記憶する分割フレーム記憶手段と、
前記分割フレーム記憶手段に記憶されている分割フレームを管理する分割フレーム管理手段
とを含む

請求項 1 から請求項 19 までのうちいずれか 1 項に記載の通信システム。

- [21] (補正後) 前記分割フレーム管理手段は、分割フレームの送信元ノード識別子と、分割フレームの元となるフレームを識別するためのフレーム識別子と、分割フレームの分割フレーム記憶手段における記憶位置と、分割フレームと同一のフレームから生成された複数の分割フレームのうち分割フレーム記憶手段に記憶されている分割フレームのフレーム数とを対応づけることによって、分割フレームを管理する

請求項 1 から請求項 20 までのうちいずれか 1 項に記載の通信システム。

- [22] (補正後) 端末が複数のネットワークに接続される通信システムに適用される端末であって、
前記端末は、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによって、複数のネットワークを通信経路として有し、

前記端末は、

端末と、前記端末が配下の端末として接続されるノードとの対応関係を示す情報を記憶する対応関係記憶手段と、

単一のフレームを分割したフレームであって、前記フレームの宛先端末を識別するための宛先ノード識別子と、前記フレームの送信元端末を識別するための送信元ノード識別子とが格納される複数の分割フレームを生成する分割フレーム生成手段と、

前記フレーム生成手段が生成した各分割フレームに対し、該分割フレームに格納された宛先ノード識別子と、前記対応関係記憶手段に記憶されている前記宛先ノード識別子で示される端末と

ノードとの対応関係とに基づいて、転送方法または転送先ノードを決定した上で、分割フレームをペイロードに格納し、かつ当該端末が接続されるノードのいずれかのノードを識別するためのノード識別子を送信元アドレスとして格納したネットワーク内通信用フレームを生成するネットワーク内通信用フレーム生成手段と、

前記ネットワーク内通信用フレーム生成手段が生成したネットワーク内通信用フレームを、当該端末が接続されるノードのうちの全てのノード、または一部のノードに対して、分配して送信する分割フレーム分配手段と、

受信したネットワーク内通信用フレームのペイロードに格納された分割フレームを抽出し、前記ネットワーク内通信用フレームの送信元アドレスで示されるノードと、抽出した分割フレームに格納される送信元ノード識別子で示される端末との対応関係を示す情報を前記対応関係記憶手段に登録する分割フレーム抽出手段と、

前記分割フレーム抽出手段が抽出した複数の分割フレームから、分割前のフレ

ームを再構成するフレーム再構成手段とを備えた
ことを特徴とする端末。

- [23] 端末が複数のネットワークに接続される通信システムに適用される端末であって、
前記端末は、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによって、複数のネットワークを通信経路として有し、
前記端末は、
端末と、前記端末が配下の端末として接続されるノードとの対応関係を示す情報を記憶する対応関係記憶手段と、
単一のフレームを分割したフレームであって、前記フレームの宛先端末を識別するための宛先ノード識別子と、前記フレームの送信元端末を識別するための送信元ノード識別子とが格納される複数の分割フレームを生成する分割フレーム生成手段と、
前記フレーム生成手段が生成した各分割フレームに対し、該分割フレームに格納された宛先ノード識別子と、前記対応関係記憶手段に記憶されている前記宛先ノード識別子で示される端末とノードとの対応関係とに基づいて、転送方法または転送先ノードを決定した上で、分割フレームをペイロードに格納し、かつ当該端末が接続されるノードのいずれかのノードを識別するためのノード識別子を送信元アドレスとして格納したネットワーク内通信用フレームを生成するネットワーク内通信用フレーム生成手段と、
前記ネットワーク内通信用フレーム生成手段が生成したネットワーク内通信用フレームを、当該端末が接続されるノードのうちの全てのノード、または一部のノードに対して、分配して送信する分割フレーム分配手段と、
受信したネットワーク内通信用フレームのペイロードに格納された分割フレームを抽出し、前記ネットワーク内通信用フレームの送信元アドレスで示されるノードと、抽出した分割フレームに格納される送信元ノード識別子で示される端末との対応関係を示す情報を前記対応関係記憶手段に登録する分割フレーム抽出手段と、
前記分割フレーム抽出手段が抽出した複数の分割フレームから、分割前のフレームを再構成するフレーム再構成手段とを備えた
ことを特徴とする端末。

[24] (補正後) 端末が、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによって、複数のネットワークを通信経路として有する通信システムに適用されるノードであって、前記端末が接続されるノードは、

端末と、前記端末が配下の端末として接続されるノードとの対応関係を示す情報を記憶する対応関係記憶手段と、

配下の端末から分割フレームを受信した際に、該分割フレームに格納された宛先ノード識別子と、前記対応関係記憶手段に記憶されている前記宛先ノード識別子で示される端末とノードとの対応関係とに基づいて、転送方法または転送先ノードを決定した上で、受信した分割フレームをペイロードに格納し、かつ当該ノードを識別するためのノード識別子を送信元アドレスとして格納したネットワーク内通信用フレームを生成するネットワーク内通信用フレーム生成手段と、

受信したネットワーク内通信用フレームのペイロードに格納された分割フレームを抽出し、前記ネットワーク内通信用フレームの送信元アドレスで示されるノードと、抽出した分割フレームに格納される送信元ノード識別子で示される端末との対応関係を示す情報を前記対応関係記憶手段に登録する分割フレーム抽出手段と、

当該ノードが属するネットワークのトポロジ情報と、異なるネットワークに属し、かつ、同一の端末を配下に收容する他のノードが属するネットワークのトポロジ情報を管理するトポロジ情報管理手段とを備え、

各ネットワークに分配された同一のフレームから生成される分割フレームを格納したネットワーク内通信用フレームがそれぞれ送信元ノードから宛先ノードまで転送される時間を一致させるように、前記トポロジ情報に基づいて前記ネットワーク内通信用フレームを送信する

ことを特徴とするノード。

[25] (補正後) 端末が、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによって、複数のネットワークを通信経路として有する通信システムに適用される通信方法であって、

単一のフレームを分割したフレームであって、前記フレームの宛先端末を識別するための宛先ノード識別子と、前記フレームの送信元端末を識別するための送信元ノード識別子とが格納される複数の分割フレームを生成し、

生成した分割フレームを、接続されるノードのうちの全てのノード、または一部のノードに対して、分配して送信し、

ノードから受信した複数の分割フレームから、分割前のフレームを再構成し、

端末と、前記端末が配下の端末として接続されるノードとの対応関係を示す情報を記憶し、

分割フレームを受信した際に、該分割フレームに格納された宛先ノード識別子と、記憶されている前記宛先ノード識別子で示される端末とノードとの対応関係とに基づいて、転送方法または転送先ノードを決定した上で、受信した分割フレームをペイロードに格納し、かつ当該ノードを識別するためのノード識別子を送信元アドレスとして格納したネットワーク内通信用フレームを生成し、

各ネットワークに分配された同一のフレームから生成される分割フレームを格納したネットワーク内通信用フレームがそれぞれ送信元ノードから宛先ノードまで転送される時間を一致させるように、送信元ノード配下の端末に接続される各ノードが属するネットワークのトポロジ情報に基づいて前記ネットワーク内通信用フレームを送信し、

受信したネットワーク内通信用フレームのペイロードに格納された分割フレームを抽出し、前記ネットワーク内通信用フレームの送信元アドレスで示されるノードと、抽出した分割フレームに格納される送信元ノード識別子で示される端末との対応関係を示す情報を登録する

ことを特徴とする通信方法。

[26] 端末が、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによって、複数のネットワークを通信経路として有する通信システムにおいて適用される通信方法であって、

端末と、前記端末が配下の端末として接続されるノードとの対応関係を示す情報を記憶し、

単一のフレームを分割したフレームであって、前記フレームの宛先端末を識別するための宛先ノード識別子と、前記フレームの送信元端末を識別するための送信元ノード識別子とが格納される複数の分割フレームを生成し、

生成した各分割フレームに対し、該分割フレームに格納された宛先ノード識別子と、記憶されている前記宛先ノード識別子で示される端末とノードとの対応関係とに基づいて、転送方法または転送先ノードを決定した上で、分割フレームをペイロードに格納し、かつ当該端末が接続されるノードのいずれかのノードを識別するためのノード識別子を送信元アドレスとして格納したネットワーク内通信用フレームを生成し、

生成したネットワーク内通信用フレームを、接続されるノードのうちの全てのノード、または一部のノードに対して、分配して送信し、

受信したネットワーク内通信用フレームのペイロードに格納された分割フレームを抽出し、前記ネットワーク内通信用フレームの送信元アドレスで示されるノードと、抽出した分割フレームに格納される送信元ノード識別子で示される端末との対応関係を

示す情報を登録し、

抽出した複数の分割フレームから、分割前のフレームを再構成すること
ことを特徴とする通信方法。

[27] 端末が、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによって、複数のネットワークを通信経路として有する通信システムに適用される端末用プログラムであって、コンピュータに、

単一のフレームを分割したフレームであって、前記フレームの宛先端末を識別するための宛先ノード識別子と、前記フレームの送信元端末を識別するための送信元ノード識別子とが格納される複数の分割フレームを生成する処理、

生成した分割フレームを、当該端末が接続されるノードのうちの全てのノード、または一部のノードに対して、分配して送信する処理、および

当該端末が接続されるノードから受信した、当該端末とは異なる端末が備える前記分割フレーム生成手段によって生成される複数の分割フレームから、分割前のフレームを再構成する処理
を実行させるための端末用プログラム。

[28] 端末が、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによって、複数のネットワークを通信経路として有する通信システムに適用される端末用プログラムであって、
端末と、前記端末が配下の端末として接続されるノードとの対応関係を示す情報を記憶する記憶装置を有するコンピュータに、

単一のフレームを分割したフレームであって、前記フレームの宛先端末を識別するための宛先ノード識別子と、前記フレームの送信元端末を識別するための送信元ノード識別子とが格納される複数の分割フレームを生成する処理、

生成した各分割フレームに対し、該分割フレームに格納された宛先ノード識別子と、前記記憶装置に記憶されている前記宛先ノード識別子で示される端末とノードとの対応関係とに基づいて、転送方法または転送先ノードを決定した上で、分割フレームをペイロードに格納し、かつ当該端末が接続されるノードのいずれかのノードを識別

するためのノード識別子を送信元アドレスとして格納したネットワーク内通信用フレームを生成する処理、

生成したネットワーク内通信用フレームを、当該端末が接続されるノードのうちの全てのノード、または一部のノードに対して、分配して送信する処理、

受信したネットワーク内通信用フレームのペイロードに格納された分割フレームを抽出し、前記ネットワーク内通信用フレームの送信元アドレスで示されるノードと、抽出した分割フレームに格納される送信元ノード識別子で示される端末との対応関係を示す情報を前記記憶装置に登録する処理、および

抽出した複数の分割フレームから、分割前のフレームを再構成する処理

を実行させるための端末用プログラム。

[29] (補正後) 端末が、各ネットワークに属するノードに配下の端末として接続されることによって、複数のネットワークを通信経路として有する通信システムに適用されるノード用プログラムであって、

端末と、前記端末が配下の端末として接続されるノードとの対応関係を示す情報、および、当該ノードが属するネットワークのトポロジ情報と、当該ノードと異なるネットワークに属し、かつ、当該ノード配下の端末を配下に収容する他のノードが属するネットワークのトポロジ情報を記憶する記憶装置を有するコンピュータに、

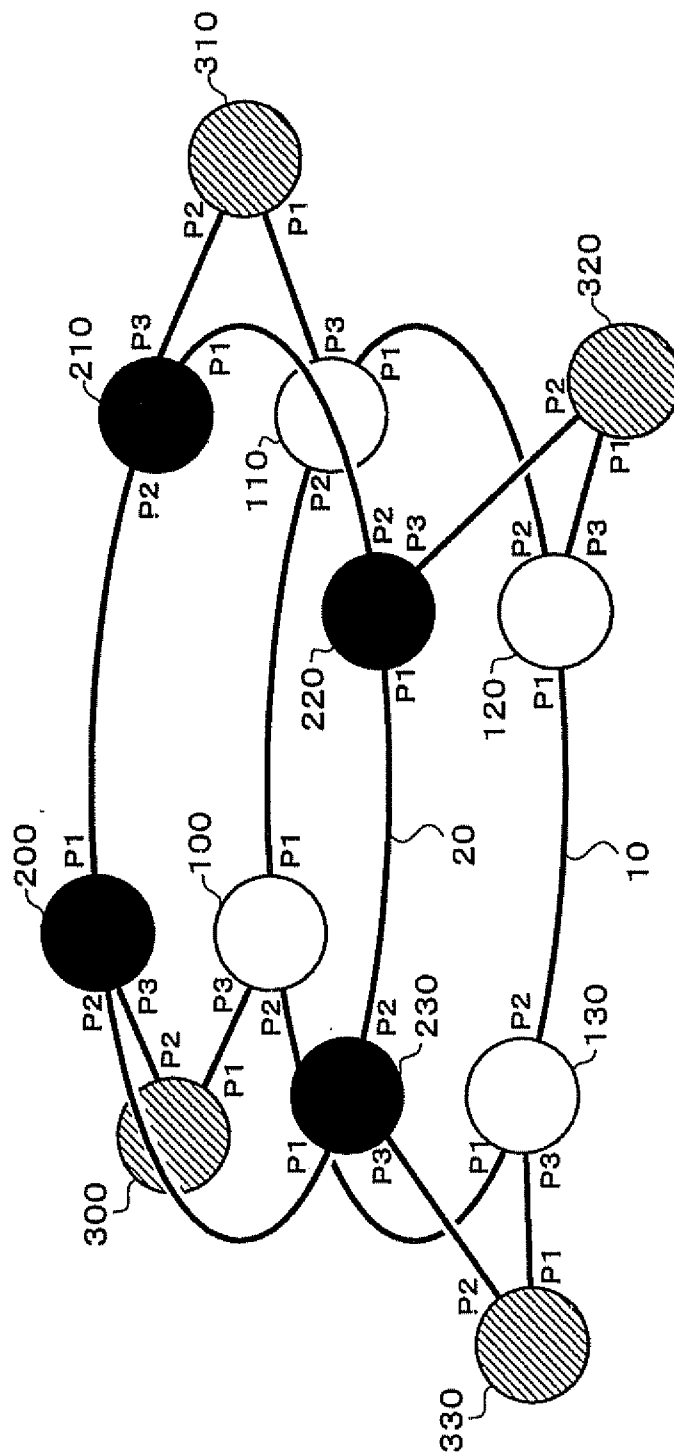
配下の端末から分割フレームを受信した際に、該分割フレームに格納された宛先ノード識別子と、前記対応関係記憶手段に記憶されている記憶内容とに基づいて、転送方法または転送先ノードを決定した上で、受信した分割フレームをペイロードに格納し、かつ当該ノードを識別するためのノード識別子を送信元アドレスとして格納したネットワーク内通信用フレームを生成する処理、および

受信したネットワーク内通信用フレームのペイロードに格納された分割フレームを抽出し、前記ネットワーク内通信用フレームの送信元アドレスで示されるノードと、抽出した分割フレームに格納される送信元ノード識別子で示される端末との対応関係を示す情報を前記記憶装置に登録する処理、および、

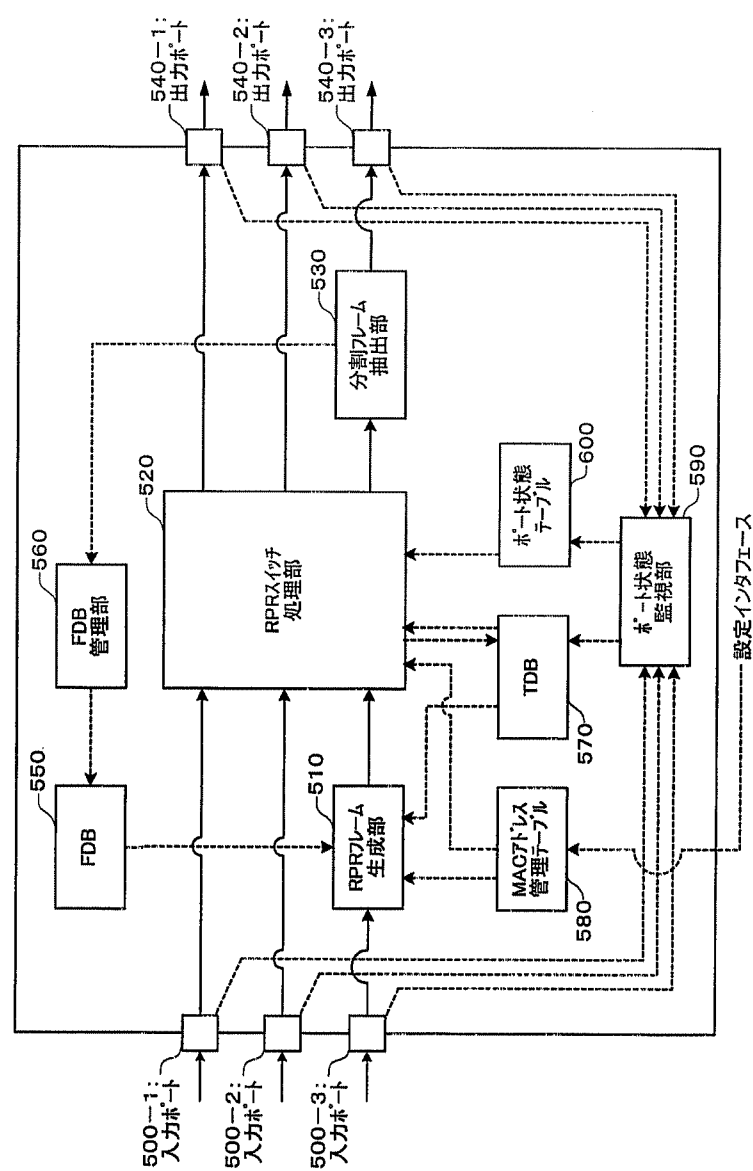
各ネットワークに分配された同一のフレームから生成される分割フレームを格納したネットワーク内通信用フレームがそれぞれ送信元ノードから宛先ノードまで転送される時間を一致させるように、前記トポロジ情報に基づいて前記ネットワーク内通信用フレームを送信する処理

を実行させるためのノード用プログラム。

[図1]



[図2]



[図3]

RPRノード100のFDB

端末のノード識別子	RPRノードのノード識別子
RPRノード110の配下の端末のMACアドレス	RPRノード110のMACアドレス
RPRノード120の配下の端末のMACアドレス	RPRノード120のMACアドレス
RPRノード130の配下の端末のMACアドレス	RPRノード130のMACアドレス

[図4]

RPRノード100のTDB

RPRネットワーク10に関する情報				
RPRノードのノード識別子	ポート状態		ホップ数	
	ポートP1	ポートP2	時計回り	反時計回り
RPRノード100のMACアドレス	有効	無効	0	0
RPRノード110のMACアドレス	有効	有効	1	3
RPRノード120のMACアドレス	無効	有効	2	2
RPRノード130のMACアドレス	無効	無効	3	1

[図5]

RPRノード100のMACアドレス管理テーブル

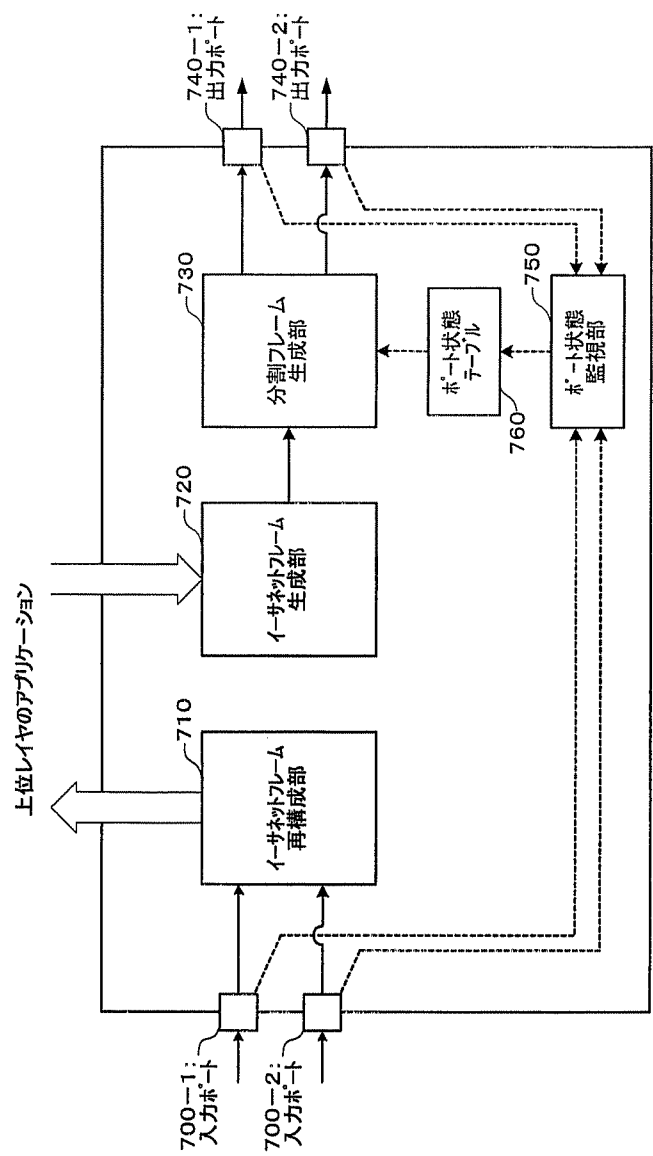
RPRノード100のMACアドレス

[図6]

RPRノード100のポート状態テーブル

ポート状態 P3	無効
----------	----

[図7]

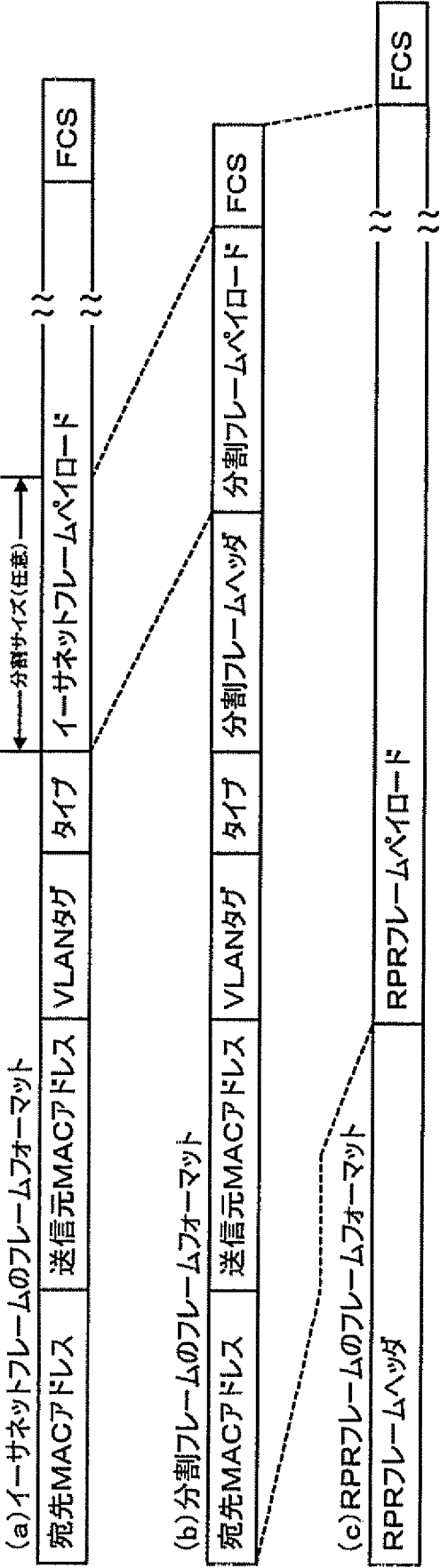


[図8]

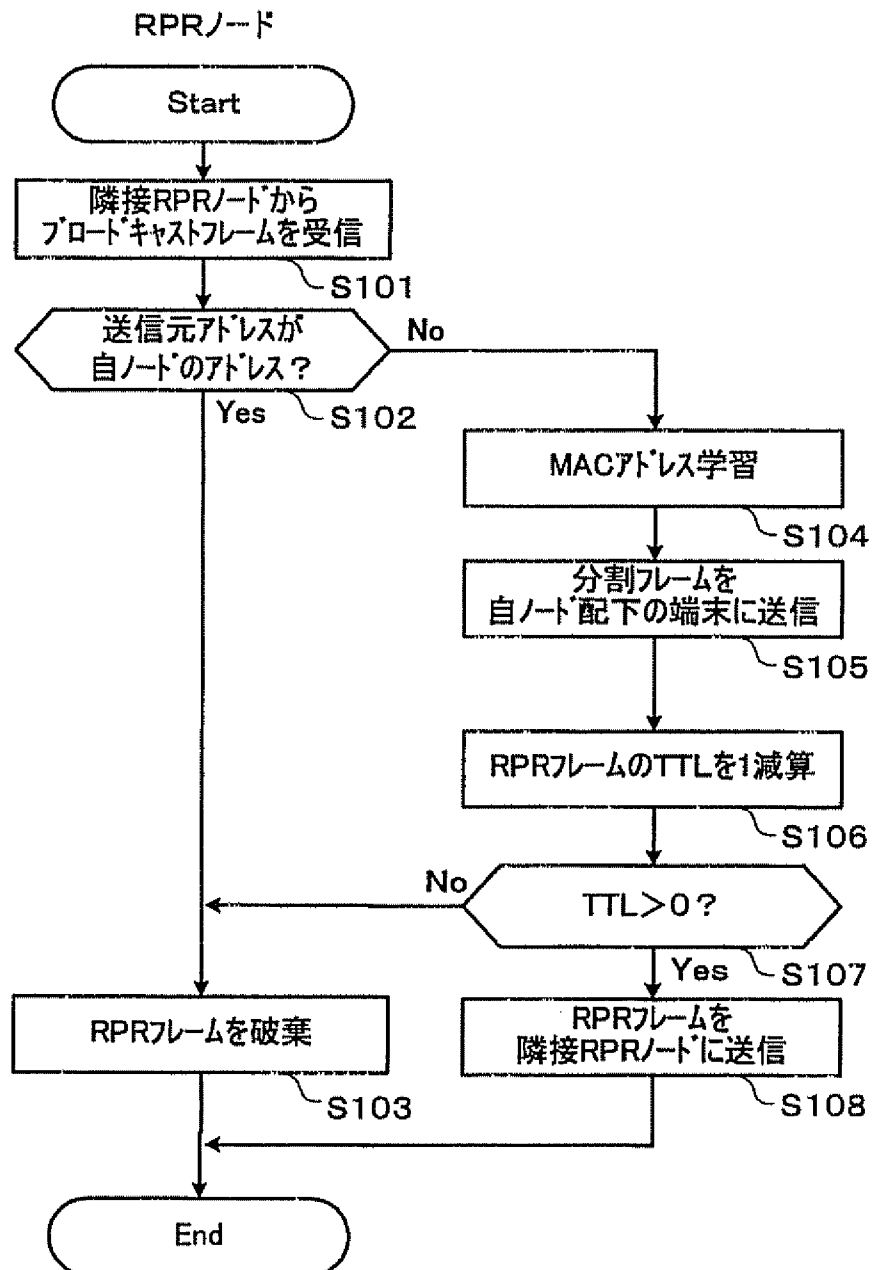
ノード300のポート状態テーブル

ポート状態 P1	有効
ポート状態 P2	無効

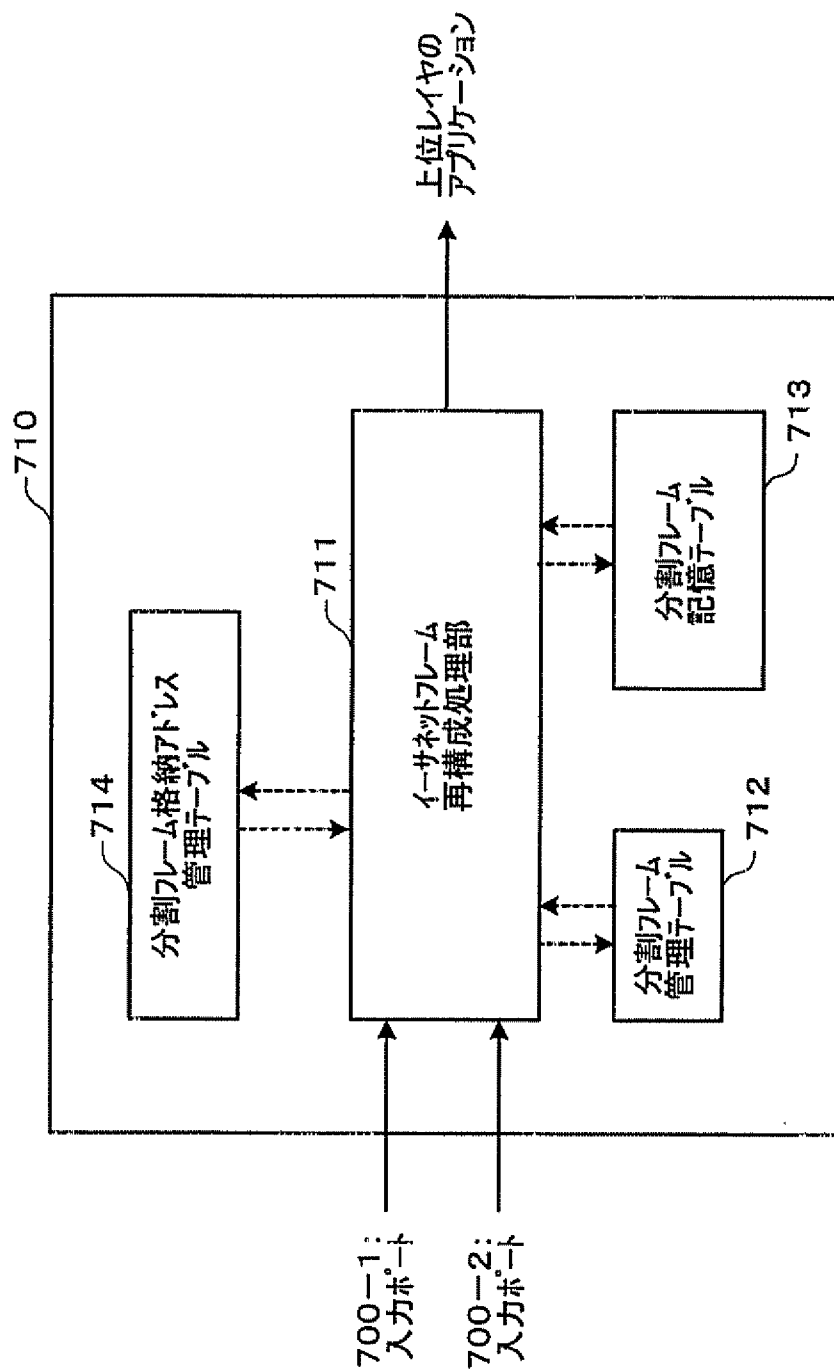
[図9]



[図10]



[図11]



[図12]

ノード320の分割フレーム管理テーブル

送信元端末のノード識別子	シーケンス番号	分割フレーム 格納アドレス	カウンタ	タイム
ノード300のMACアドレス	100	1	1	50
ノード300のMACアドレス	101	2	1	60
ノード310のMACアドレス	200	3	1	50
ノード310のMACアドレス	201	4	1	70
ノード300のMACアドレス	102	5	1	80
ノード310のMACアドレス	202	6	1	100
ノード310のMACアドレス	203	7	1	150
:				

[図13]

ノード320の分割フレーム記憶テーブル

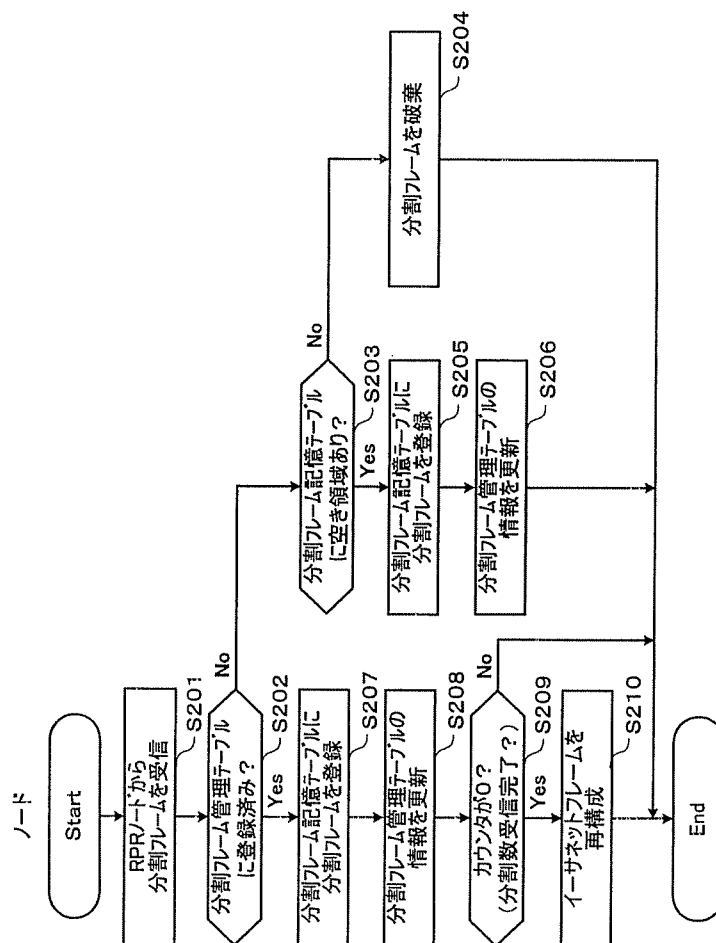
分割フレーム 格納アドレス	分割フレーム	
	第1フレーム	第2フレーム
1	A1	
2		B2
3	C1	
4	D1	
5		E2
6		F2
7	G1	
8		
:		

[図14]

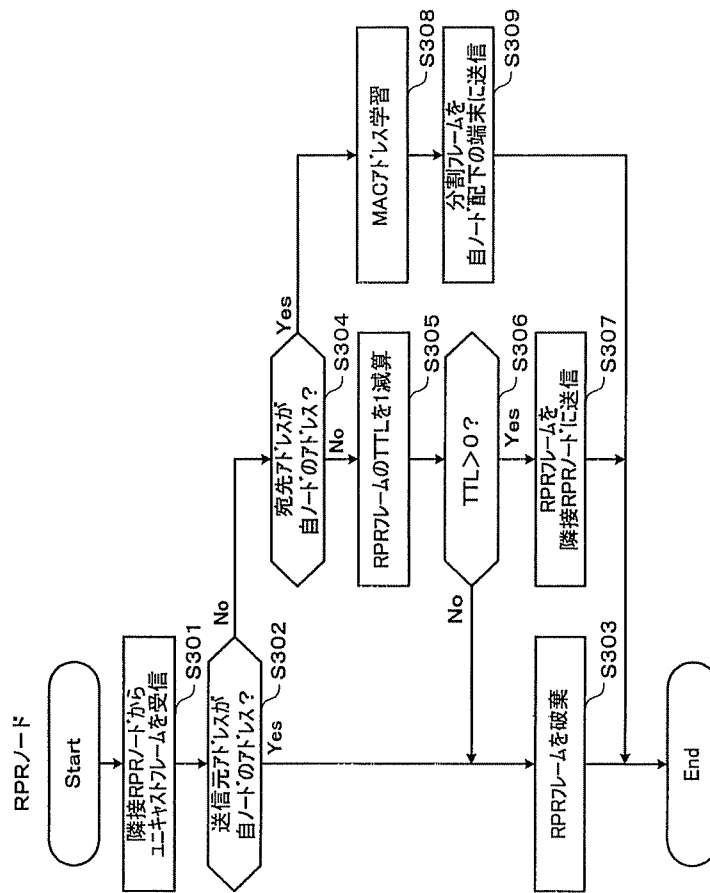
ノード320の分割フレーム格納アドレス管理テーブル

空き分割フレーム格納アドレス	8
----------------	---

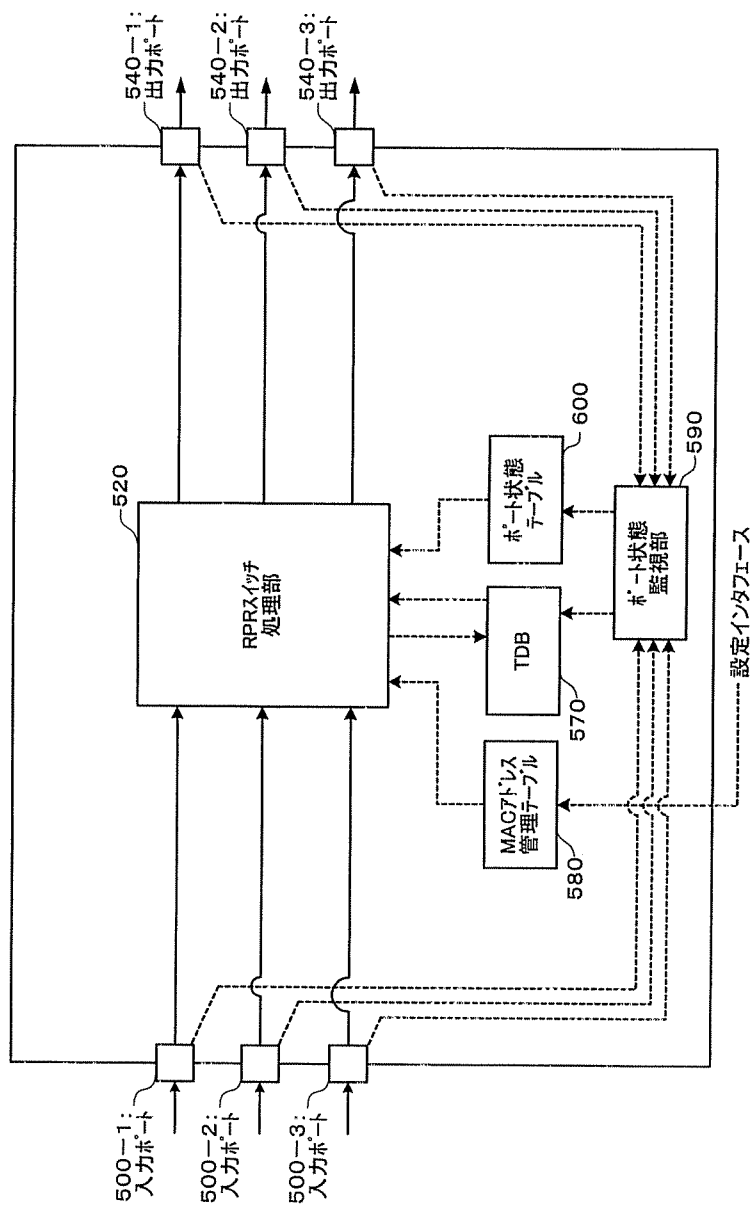
[図15]



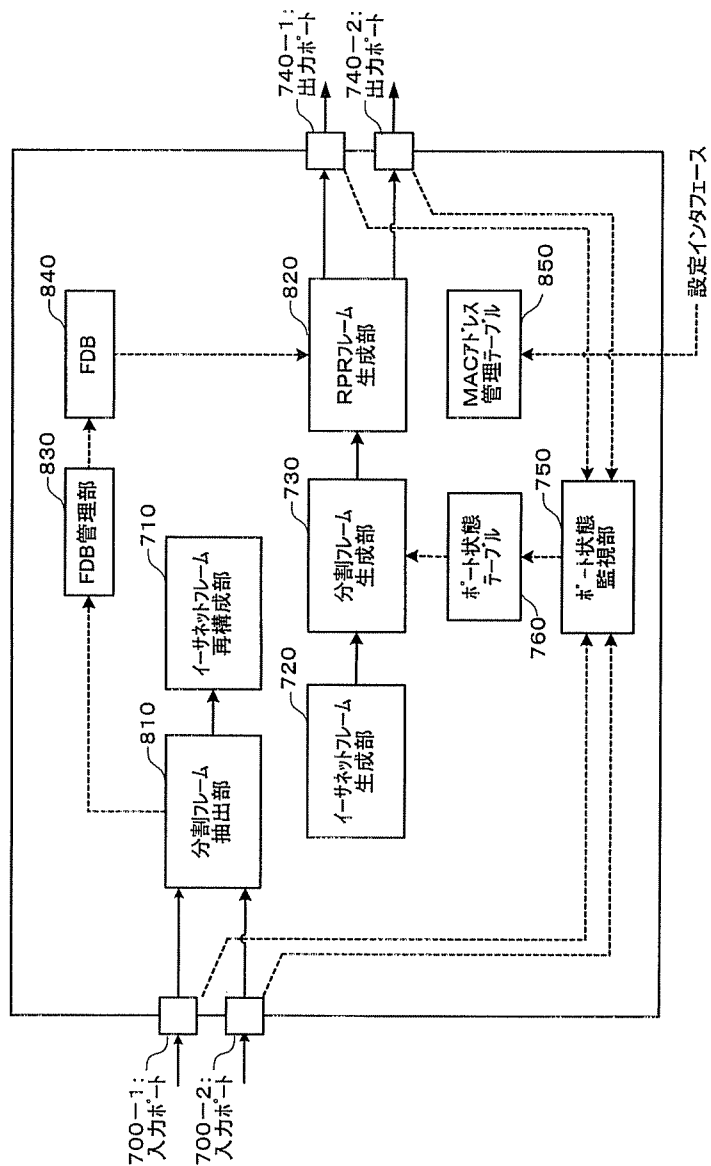
[図16]



[図17]



[図18]



[図19]

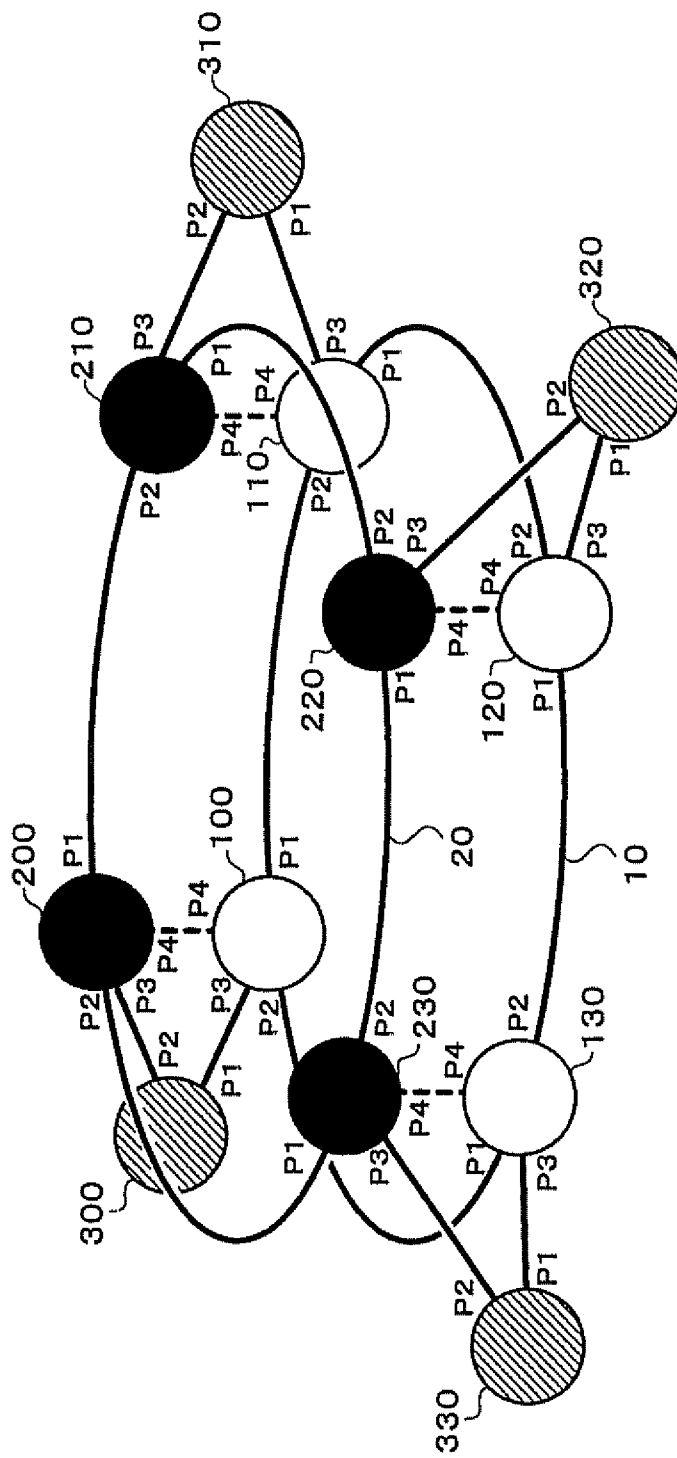
ノード300のFDB

端末のノード識別子	RPRノードのノード識別子	
	RPRネットワーク10	RPRネットワーク20
RPRノード110の配下の端末のMACアドレス	RPRノード110のMACアドレス	RPRノード210のMACアドレス
RPRノード120の配下の端末のMACアドレス	RPRノード120のMACアドレス	RPRノード220のMACアドレス
RPRノード130の配下の端末のMACアドレス	RPRノード130のMACアドレス	RPRノード230のMACアドレス

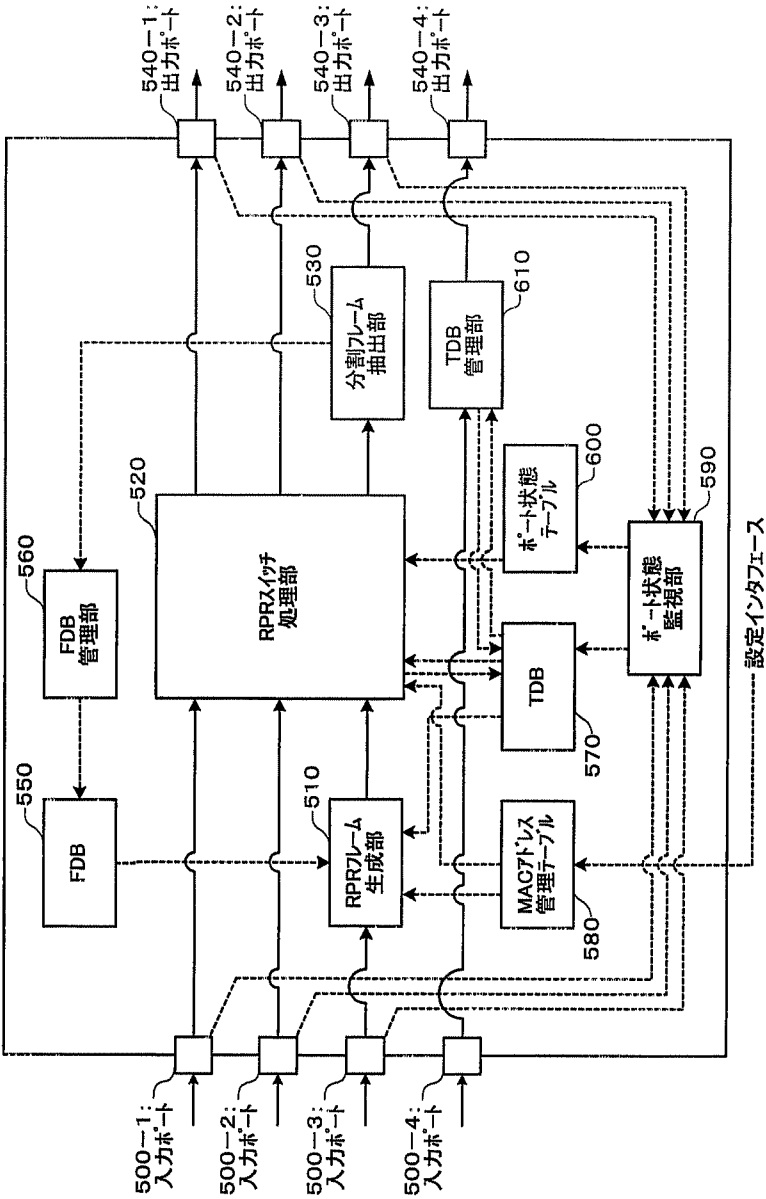
[図20]

ノード300のMACアドレス管理テーブル	
ポートP1に接続されたRPRノードのノード識別子	RPRノード100のMACアドレス
ポートP2に接続されたRPRノードのノード識別子	RPRノード200のMACアドレス

[図21]



[図22]

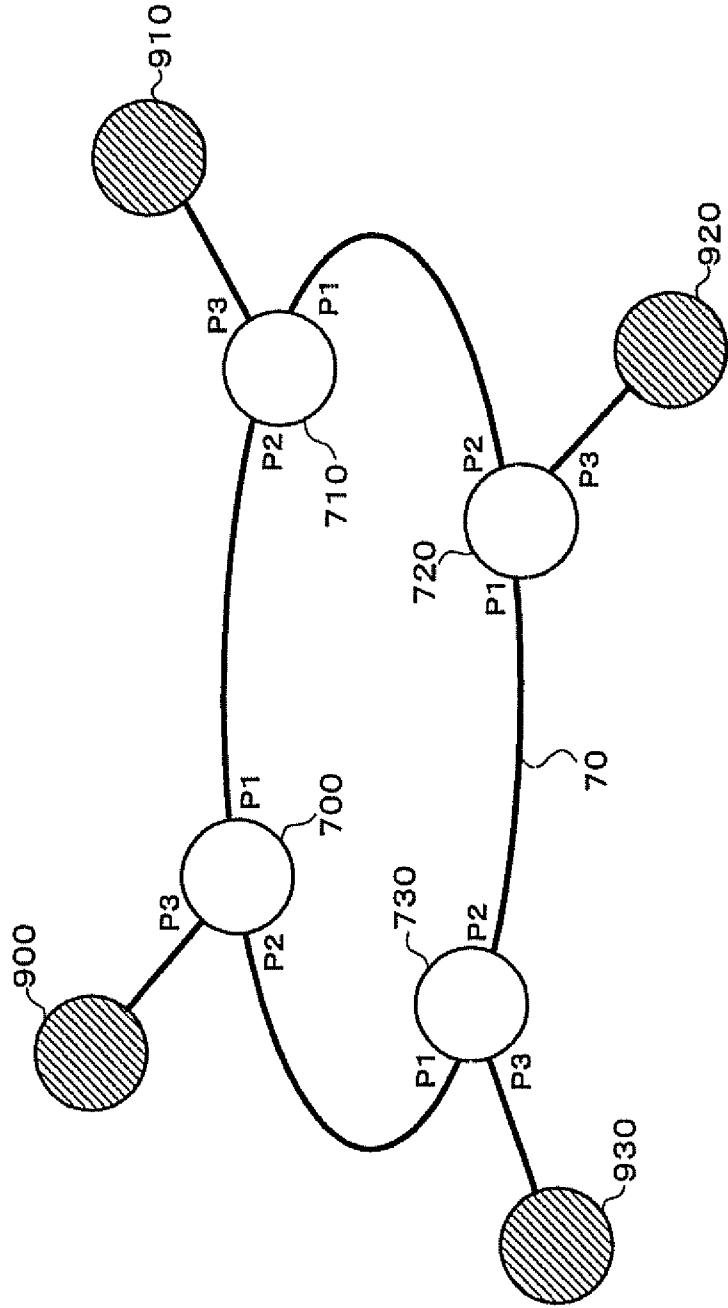


[図23]

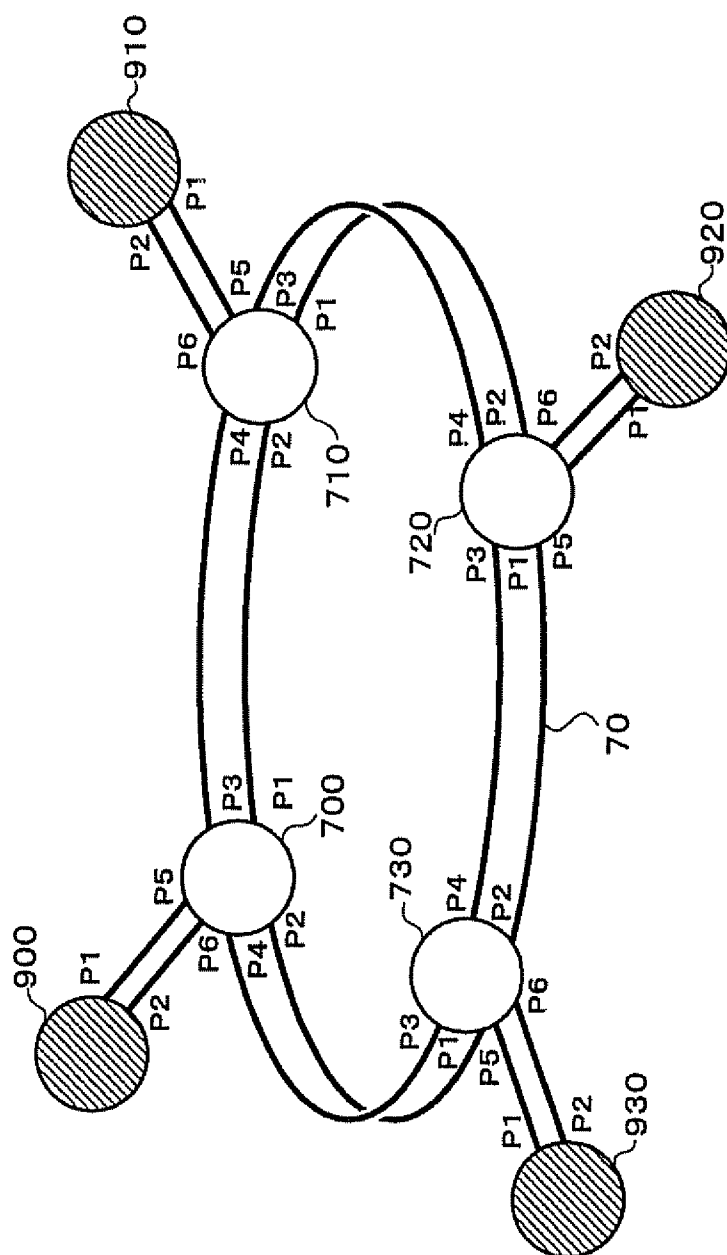
RPRノード100のTDB

RPRネットワーク10に関する情報				RPRネットワーク20に関する情報					
RPRノードのノード識別子	ポート状態		ホップ数		RPRノードのノード識別子	ポート状態		ホップ数	
	ポートP1	ポートP2	時計回り	反時計回り		ポートP1	ポートP2	時計回り	反時計回り
RPRノード100のMACアドレス	有効	有効	0	0	RPRノード200のMACアドレス	有効	有効	0	0
RPRノード110のMACアドレス	有効	有効	1	3	RPRノード210のMACアドレス	有効	有効	1	3
RPRノード120のMACアドレス	有効	有効	2	2	RPRノード220のMACアドレス	有効	有効	2	2
RPRノード130のMACアドレス	有効	有効	3	1	RPRノード230のMACアドレス	有効	有効	3	1

[図24]



[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/059492

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L12/42(2006.01) i, H04L12/56(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04L12/00-12/66, H04L13/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-216791 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 04 August, 2000 (04.08.00), Par. Nos. [0010] to [0023]; Fig. 2 (Family: none)	1, 3, 5-9, 15-19, 21, 24, 26
A		2, 4, 10-14, 20, 22, 25, 27
Y	JP 5-292142 A (Hitachi, Ltd.), 05 November, 1993 (05.11.93), Par. Nos. [0022] to [0026]; Fig. 2 (Family: none)	1, 3, 5-9, 15-19, 21, 24, 26
X	JP 3-101437 A (Hitachi, Ltd.), 26 April, 1991 (26.04.91), Full text; all drawings (Family: none)	23, 28
Y		1, 3, 5-9, 15-19, 24

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 June, 2007 (28.06.07)

Date of mailing of the international search report
10 July, 2007 (10.07.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/059492

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-216815 A (Toshiba Corp.), 04 August, 2000 (04.08.00), Par. Nos. [0020] to [0027]; Figs. 1 to 7 (Family: none)	5-8, 15-18

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04L12/42(2006.01)i, H04L12/56(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04L12/00-12/66, H04L13/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 7 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 7 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 7 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2000-216791 A(沖電気工業株式会社)2000.08.04, [0010]-[0023], 第2図 (ファミリーなし)	1, 3, 5-9, 15-19, 21, 24, 26
A		2, 4, 10-14, 20, 22, 25, 27

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 8 . 0 6 . 2 0 0 7

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 7 . 2 0 0 7

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

羽岡 さやか

5 X

3 1 4 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 9 6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 5-292142 A (株式会社日立製作所) 1993. 11. 05, [0022]-[0026], 第 2 図 (ファミリーなし)	1, 3, 5-9, 15-1 9, 21, 24, 26
X	JP 3-101437 A (株式会社日立製作所) 1991. 04. 26, 全文, 全図 (フ ァミリーなし)	23, 28
Y		1, 3, 5-9, 15-1 9, 24
Y	JP 2000-216815 A (株式会社東芝) 2000. 08. 04, [0020]-[0027], 第 1 図-第 7 図 (ファミリーなし)	5-8, 15-18