

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-147786  
(P2009-147786A)

(43) 公開日 平成21年7月2日(2009.7.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4L 12/56 (2006.01)	HO4L 12/56 300D	5K030
HO4W 84/12 (2009.01)	HO4L 12/28 300Z	5K033
HO4W 4/00 (2009.01)	HO4B 7/26 M	5K034
HO4L 29/06 (2006.01)	HO4L 13/00 305B	5K067

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2007-324577 (P2007-324577)  
(22) 出願日 平成19年12月17日(2007.12.17)

(71) 出願人 000004237  
日本電気株式会社  
東京都港区芝五丁目7番1号  
(74) 代理人 100103894  
弁理士 冢入 健  
(72) 発明者 藤波 誠  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内  
Fターム(参考) 5K030 GA03 HA08 JA05 JL01 KA03  
KA21 LA02 LB11 LC01 LE05  
MB04  
5K033 AA01 CB04 CB06 CC01 DB13  
EA06  
5K034 AA02 DD01 EE03 EE11 HH61  
5K067 AA13 BB21 CC08 EE02 EE10  
GG06 HH23 HH28 KK15

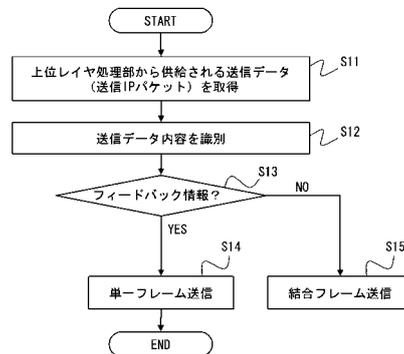
(54) 【発明の名称】 通信装置、データフレームの送信制御方法及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】上位レイヤでフィードバック型のフロー制御を行い、且つ下位レイヤで複数のデータフレームを結合した結合フレームを送受信して通信を行う通信システムにおいて、上位レイヤのスループットの向上を図る。

【解決手段】端末13は、MACフレームの送信制御を行うMAC部132と、MAC部132から供給されるデータを無線送信するPHY部133とを有する。MAC部132は、複数のMACフレームを結合させて結合フレームとしてPHY部133に供給する結合フレーム送信制御、及びMACフレームを他のデータフレームと結合せずに単一フレームとしてPHY部133に供給する単一フレーム送信制御の両方を行なうことができ、MACフレームのパイロードに収容されるデータセグメント種別に応じて、結合フレームとして送信するか単一フレームとして送信するかを決定する。

【選択図】 図5



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

データを通信媒体に送信する物理層処理部と、

データフレームを少なくとも1つの他のデータフレームと結合させて結合フレームとして前記物理層処理部に供給する結合フレーム送信制御、及び前記データフレームを他のデータフレームと結合せずに単一フレームとして前記物理層処理部に供給する単一フレーム送信制御の両方を行なうことが可能な下位レイヤ処理部とを備え、

前記下位レイヤ処理部は、

前記データフレームのペイロードに收容されるデータセグメントの種別に基づいて、前記データフレームを前記結合フレームとして送信するか、前記単一フレームとして送信するかを決定する、通信装置。

10

## 【請求項 2】

前記下位レイヤ処理部は、通信相手装置に対するフィードバック情報が前記データフレームのペイロードに含まれる場合に、前記単一フレーム送信制御により前記データフレームを前記物理層処理部に供給する請求項 1 に記載の通信装置。

## 【請求項 3】

前記フィードバック情報を含むデータフレームの前記単一フレーム送信制御による前記物理層処理部への供給は、当該通信装置と前記通信相手装置との間におけるデータセグメントの送信遅延又は再送が発生したことに応じて選択的に行われる請求項 2 に記載の通信装置。

20

## 【請求項 4】

前記下位レイヤ処理部は、前記データフレームが前記フィードバック情報を含むか否かによって、前記結合フレーム送信制御と前記単一フレーム送信制御との間で送信制御を切り替える請求項 2 又は 3 に記載の通信装置。

## 【請求項 5】

データセグメントの送受信を制御する上位レイヤ処理部と、

前記上位レイヤ処理部から前記下位レイヤ処理部に順次供給される複数の送信データセグメント、又は前記下位レイヤ処理部から前記上位レイヤ処理部に順次供給される複数の受信データセグメントに含まれるシーケンス番号の時間変化率に基づいて、前記データフレームの前記単一フレーム送信制御による供給の要否を判定する判定部と、  
をさらに備える請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の通信装置。

30

## 【請求項 6】

前記単一フレームが格納される第 1 の送信データキューと、

前記結合フレームが格納される第 2 の送信データキューと、

前記第 1 の送信データキューに格納されたデータを前記第 2 の送信データキューに格納されたデータに優先して前記物理層処理部に供給する送信キュー制御部と、  
をさらに備える請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の通信装置。

## 【請求項 7】

前記フィードバック情報は、前記通信相手装置におけるフロー制御に使用される請求項 2 又は請求項 2 に従属する請求項 3 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の通信装置。

40

## 【請求項 8】

前記フィードバック情報は、TCP (Transmission Control Protocol) の ACK セグメント又は RTP (RTP Control Protocol) のフィードバック情報である請求項 2 又は請求項 2 に従属する請求項 3 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の通信装置。

## 【請求項 9】

前記通信媒体は、無線通信チャネルである請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の通信装置。

(方法クレーム)

## 【請求項 10】

複数のデータフレームを結合させた結合フレームを通信媒体に送信可能な通信装置にお

50

けるデータフレームの送信制御方法であって、

データフレームのペイロードに収容される送信データセグメントの種別を識別するステップと、

前記送信データセグメントの識別結果に基づいて、前記データフレームを少なくとも1つの他のデータフレームと結合させて結合フレームとして通信媒体に送信するか、又は前記データフレームを前記他のデータフレームと結合せずに単一フレームとして前記通信媒体に送信するかを決定するステップと、

を備える送信制御方法。

【請求項 1 1】

前記送信データセグメントが通信相手装置に対するフィードバック情報を含む場合に、前記データフレームを前記単一フレームとして送信するよう決定する請求項 1 0 に記載の送信制御方法。

10

【請求項 1 2】

前記通信装置と前記通信相手装置との間におけるデータセグメントの送信遅延又は再送が発生したことを判定するステップをさらに備え、

前記データフレームの前記単一フレームでの送信の決定は、前記送信遅延又は再送が発生したことに応じて選択的に行われる請求項 1 0 又は 1 1 に記載の送信制御方法。

【請求項 1 3】

前記送信遅延又は再送の発生を、前記上位レイヤ処理部から前記下位レイヤ処理部に順次供給される複数の送信データセグメント、又は前記下位レイヤ処理部から前記上位レイヤ処理部に順次供給される複数の受信データセグメントに含まれるシーケンス番号の時間変化率に基づいて判定する請求項 1 2 に記載の送信制御方法。

20

(プログラムクレーム)

【請求項 1 4】

複数のデータフレームを結合させた結合フレームを通信媒体に送信可能な通信装置に関する制御処理をコンピュータに実行させるプログラムであって、

前記制御処理は、

データフレームのペイロードに収容される送信データセグメントの種別を識別する処理と、

前記送信データセグメントの識別結果に基づいて、前記データフレームを少なくとも1つの他のデータフレームと結合させて結合フレームとして通信媒体に送信するか、又は前記データフレームを前記他のデータフレームと結合せずに単一フレームとして前記通信媒体に送信するかを決定する処理と、

30

を含むプログラム。

【請求項 1 5】

前記送信データセグメントが通信相手装置に対するフィードバック情報を含む場合に、前記データフレームを前記単一フレームとして送信するよう決定する請求項 1 4 に記載のプログラム。

【請求項 1 6】

前記データフレームの前記単一フレームでの送信の決定は、前記通信装置と前記通信相手装置との間におけるデータセグメントの送信遅延又は再送が発生した場合に選択的に行われる請求項 1 4 又は 1 5 に記載のプログラム。

40

【請求項 1 7】

前記送信遅延又は再送の発生を、前記上位レイヤ処理部から前記下位レイヤ処理部に順次供給される複数の送信データセグメント、又は前記下位レイヤ処理部から前記上位レイヤ処理部に順次供給される複数の受信データセグメントに含まれるシーケンス番号の時間変化率に基づいて判定する請求項 1 6 に記載のプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

50

本発明はデータフレームの無線通信を行う通信装置に関し、特に、複数のデータフレームを結合した結合フレームを送受信可能な通信装置に関する。

【背景技術】

【0002】

パケット通信では、データパケット又はデータフレーム等と呼ばれる固定長又は可変長のデータユニットを端末間で送受信することによって通信が行なわれる。特にパケット通信を無線を介して行なう技術を、無線パケット通信と呼ぶ。無線パケット通信は、無線を介しているために、有線でのパケット通信と比較してデータフレーム（データパケット）の送受信中にデータ誤りが発生する確率が高い。このため、例えば、IEEE 802.11規格の媒体アクセス制御方法を用いた無線パケット通信では、データフレームの受信に成功した受信側の端末が、データフレームの受信成功を通知するためのACKフレームを、通信相手である送信側の端末に送り返すことで通信の信頼性を高めている。

10

【0003】

しかしながら、無線パケット通信において、1つのデータフレームの受信に応じて1つのACKフレームを送信したのでは、信頼性が向上する半面、ACKフレームを使用しない有線パケット通信比べて通信効率が悪くなる。そこで、ACKフレームの送受信に要する時間を減らし、データフレームを効率よく通信するために、図11に示すように、送信側端末851は複数のデータパケットを結合（アグリゲーション）したデータフレーム（以下、結合フレームと呼ぶ）80を送信し、受信側端末852は結合フレーム80に含まれる複数のデータフレーム82の各々に関する受信成功をブロックACKフレーム83により一括して返送する技術が提案されている。以下では、データフレームを結合させて送受信する技術をフレーム・アグリゲーションと呼ぶ。

20

【0004】

例えば、IEEE 802委員会にて策定作業中である無線LAN規格IEEE 802.11nでは、MAC副層にフレーム・アグリゲーションの採用が検討されている。図20は、IEEE 802.11nのドラフト2.0に記載されている結合フレームのパケットフォーマットを示している。図20の結合フレームは、複数のMPDU（MAC Protocol Data Unit）が結合されたA-MPDU（Aggregated MPDU）である。この結合フレームが、物理層へ供給されるデータユニットであるPSDU（Physical-layer Service Data Unit）とされる。図12において、複数のデータフレーム（MPDU）は、データパケットの区切りを示す制御データ（デリミタ）を挟んで互いに結合されている。

30

【0005】

上述した無線パケット通信は、OSI基本参照モデルでいうところの物理層及びデータリンク層で実現される。一方、無線パケット通信の上位レイヤであるトランスポート層での輻輳制御及びフロー制御を実現するプロトコルの代表例は、TCP（Transmission Control Protocol）である。TCPは、受信側からのフィードバック情報を用いて送信側が送信データレート等の調整を行なう、いわゆるフィードバック型のフロー制御を行うプロトコルである。TCPは、TCPセグメントの送信側端末及び受信側端末の各々が、ウィンドウと呼ばれる受信バッファ容量又は送信バッファ容量に対応する変数を管理することで、輻輳制御及びフロー制御を実現している。このようなウィンドウ変数を用いた制御はウィンドウ制御と呼ばれ、データ転送の制御方法として広く知られている。TCPヘッダのフォーマットには、受信ウィンドウのサイズを送信側に伝達するためのウィンドウ・サイズ・フィールドが定義されている。TCPセグメントの受信側端末が送信側端末に自身のウィンドウを通知するためには、TCPセグメントの1つであるTCP ACKセグメントを利用する。TCP ACKセグメントは、TCPヘッダのACKフラグをONに設定することで作られる。

40

【0006】

TCPセグメントの送信側は、受信側から到達するTCP ACKセグメント内の確認応答番号によって、次に送信すべきパケットの開始バイトとその長さを決定することができる。このため、TCPセグメントを受信した受信側端末は、受信完了を通知するため

50

の T C P A C K セグメントをなるべく早く送信側端末に送り出す必要がある。ただし、受信者側端末に T C P セグメントが到着するたびに T C P A C K セグメントを送り出すと、特に通信媒体に無線を用いた場合、無線リソースを消費して効率が悪い。このため、通常、T C P セグメントの受信者側端末は、タイマを用いて複数の受信 T C P セグメントがある程度蓄積した後に、複数の T C P セグメントの受信完了を示す T C P A C K セグメントを送信する。

【 0 0 0 7 】

なお、特許文献 1 には、T C P を使用したデータパケット転送制御において、データパケットの送受信の開始当初は、受信側端末が、受信ウィンドウサイズに応じて定められる所定の待ち時間の経過を待たずに、送信側端末に対して T C P A C K を返送する技術が開示されている。

10

【 0 0 0 8 】

また、特許文献 2 には、無線伝送が行われるレイヤより上位のレイヤにおいて生成されたデータパケットを送受信する無線基地局及び無線端末が開示されている。当該無線端末は、無線基地局から無線端末に向かう下り回線によるデータパケットの受信に成功したことを示す A C K パケット（具体的には T C P A C K セグメント）を上り回線で送信する際に、上り回線に適用する変調方式及び符号化率を、上り回線の符号誤り率が小さくなるように変更する。一方、無線基地局は、A C K パケットの送信許可を求める許可要求を無線基地局から受信した場合に、許可要求の送信元に優先的に送信許可を与える。

20

【特許文献 1】特開 2 0 0 1 - 1 8 6 1 7 9 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 3 - 1 9 8 5 5 6 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

上述した M A C 副層以下の下位レイヤで行なわれるフレーム・アグリゲーションと T C P 等の上位レイヤにおけるフィードバック型のフロー制御とを共に使用して通信が行われる場合、上位レイヤで行っているフロー制御に必要な受信側からの T C P A C K セグメント等のフィードバック情報の送信が、下位レイヤで行っている通信効率を向上させる為のフレーム・アグリゲーションのために待たされるという問題がある。すなわち、下位レイヤ（データリンク層以下）の通信効率を追求することにより、それを用いて通信を行っている上位レイヤ（T C P 層（トランスポート層））のスループットが低下してしまう。

30

【 0 0 1 0 】

なお、上述した特許文献 1 は、トランスポート層での T C P A C K セグメントの送信を受信ウィンドウサイズに応じて定められる所定の待ち時間の経過を待たずに行なうことを開示するのみである。つまり、下位レイヤのフレーム・アグリゲーションによるフィードバック情報の送信遅延によって上位レイヤのスループットが低下するという上述した課題の解決手段を何ら示唆するものではない。

【 0 0 1 1 】

また、特許文献 2 は、T C P A C K セグメントをペイロードに含む I P パケット（以下、T C P A C K パケット）の送信時に、物理層における変調方式及び符号化率を変更することによって無線リンクの通信品質を向上させ、T C P A C K パケットの到達可能性を向上させる技術を開示している。また、特許文献 2 は、無線基地局と複数の無線端末との間の上り回線の通信品質に応じて無線基地局から無線端末に与えられる送信許可の優先順位が決定される場合であっても、T C P A C K パケットの送信元となる無線端末に対しては、上り回線の通信品質に依らず優先的に送信許可を与える技術を開示している。しかしながら、下位レイヤのフレーム・アグリゲーションによるフィードバック情報の送信遅延によって上位レイヤのスループットが低下するという上述した課題の解決手段を何ら示唆するものではない。

40

【 0 0 1 2 】

なお、O S I 参照モデルのレイヤ 3 以上でフィードバック型のフロー制御を行うために

50

、受信側から送信側に送信されるフィードバック情報は、TCP ACKセグメントに限られない。例えば、ストリーミングデータの転送プロトコルであるRTP (Real-time Transport Protocol) と組み合わせて使用されるRTPC (RTP Control Protocol) により、RTPによるストリーミングデータの受信側から送信側に対して送信される受信者レポート (Receiver Report) も、フロー制御のためのフィードバック情報の一例である。RTPCの受信者レポートを受信側から受け取った送信側装置は、アプリケーションレイヤにおいて送信データレートの調整等を行なうことができる。

#### 【0013】

本発明は、上述した事情を考慮してなされたものであって、本発明の目的は、データリンク層以下の下位レイヤで行なわれるフレーム・アグリゲーションによって通信効率を上げながらも、フィードバック型のフロー制御を行う上位レイヤのスループットの低下を抑制することである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0014】

本発明の第1の態様にかかる通信装置は、データを通信媒体に送信する物理層処理部と、送信データフレームを前記物理層処理部に供給する下位レイヤ処理部とを有する。前記下位レイヤ処理部は、データフレームを少なくとも1つの他のデータフレームと結合させて結合フレームとして前記物理層処理部に供給する結合フレーム送信制御、及び前記データフレームを他のデータフレームと結合せずに単一フレームとして前記物理層処理部に供給する単一フレーム送信制御の両方を行なうことが可能である。さらに、前記下位レイヤ処理部は、前記データフレームのペイロードに収容されるデータセグメントの種別に基づいて、前記データフレームを前記結合フレームとして送信するか、前記単一フレームとして送信するかを決定する。なお、例えば、後述する発明の実施の形態1におけるPHY部133が、本発明の第1の態様における物理層処理部に相当する。また、例えば、後述する発明の実施の形態1におけるMAC部132が、本発明の第1の態様における下位レイヤ処理部に相当する。

#### 【発明の効果】

#### 【0015】

上述したように、本発明の第1の態様にかかる通信装置は、通信媒体にアクセスしてデータ送信を行う物理層処理部に対して、複数のデータフレームが結合された結合フレームを供給するか、結合されていない単一フレームを供給するかを選択可能である。さらに、本発明の第1の態様にかかる通信装置は、前記データフレームのペイロードに含まれるデータセグメントの種別に基づいて、前記データフレームを結合フレームとして送信するか、単一フレームとして送信するかを決定する。例えば、TCP ACKセグメント等の通信相手装置に対するフィードバック情報をペイロードに含むデータフレームについては、他のデータフレームと結合せずにデータフレーム単位で前記物理層処理部に供給することができる。したがって、本発明の第1の態様にかかる通信装置は、通常は下位レイヤでのフレーム・アグリゲーションによって物理レイヤの利用効率を上げる場合であっても、例えばフィードバック情報をペイロードに含むデータフレームを選択的に単一フレームとして送信することで、結合フレームを利用する場合に比べて、上位レイヤのデータセグメントの送信元である通信相手装置に対してフィードバック情報を早く返送することが可能となる。つまり、本発明の第1の態様にかかる通信装置によれば、フィードバック型のフロー制御を行う上位レイヤのスループットを改善することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0016】

以下では、本発明を適用した具体的な実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。各図面において、同一要素には同一の符号が付されており、説明の明確化のため、必要に応じて重複説明は省略される。

#### 【0017】

< 発明の実施の形態1 >

図1は、本発明の実施の形態1に係る通信システム1の構成図である。図1の例では、通信システム1は、FTP（File Transfer protocol）サーバ11、無線LANアクセスポイント12及び端末13を含む。FTPサーバ11は、FTPによりデータファイルの転送を実行する装置であって、TCPによるウィンドウ制御を利用してデータセグメントの送受信を行なう。図1の例では、FTPサーバ11は、IEEE802.3によって標準化された100BASE-TX等の有線LANで使用される通信ケーブル14によってアクセスポイント12と接続されている。

【0018】

アクセスポイント12は、無線LANのアクセスポイント装置であり、有線LANと無線LANとの間でデータ中継を行なうレイヤ2ブリッジとして機能する。端末13は、アクセスポイント12に無線インタフェースにより接続される。アクセスポイント12及び端末13の間は、無線LANのデータリンク層のデータユニットであるMAC（Media Access Control）フレームを連結した結合フレームを生成し、結合フレーム単位で無線送信することができる。このような、フレーム・アグリゲーション技術は、IEEE802.11nとして標準化が進められている高速無線LAN規格で採用されている。

10

【0019】

以下では、FTPサーバ11から端末13に対してFTPによるファイル転送が行われる場合を例にとって説明する。なお、FTPサーバ11は、ウィンドウ制御によりデータセグメントを送受信する通信装置の一例に過ぎないことはもちろんである。つまり、トランスポート層にTCPを採用する場合であれば、その上位のアプリケーションプロトコルは、FTPに限らず、例えば、HTTP（Hyper-Text Transfer Protocol）、SMTP（Simple Mail Transfer Protocol）等でもよい。また、TCPもウィンドウ制御を採用するトランスポートプロトコルの一例であって、他のプロトコルを利用してもよい。また、図1では、説明の便宜上、1台の端末13のみを示しているが、アクセスポイント12は、複数の端末13を接続可能に構成されてもよい。

20

【0020】

図2は、通信システム1に含まれるFTPサーバ11、アクセスポイント12及び端末13のプロトコルスタックを示す模式図である。FTPサーバ11のプロトコルスタックは、OSI基本参照モデル又はインターネットモデルに倣って複数のレイヤにわかれている。具体的には、最下層から順に、物理層（PHY）、データリンク層（MAC副層及びLLC副層）、ネットワーク層（IP層）、トランスポート層（TCP層）、アプリケーション層（APP層）である。

30

【0021】

同様に、アクセスポイント12のプロトコルスタックは、物理層（PHY）及びデータリンク層（MAC副層及びLLC副層）から構成されている。なお、アクセスポイント12はブリッジとして動作するから、図2には、有線LAN側及び無線LAN側の2つのプロトコルスタックを図示している。

【0022】

また同様に、端末13のプロトコルスタックは、物理層（PHY）、データリンク層（MAC副層及びLLC副層）、ネットワーク層（IP層）、トランスポート層（TCP層）、アプリケーション層（APP層）から構成されている。

40

【0023】

FTPサーバ11のAPP層で生成されたデータは、TCP層、IP層、MAC層において各プロトコルヘッダをその順番で付加されたあと、物理層で変調され送信される。FTPサーバ11によって通信ケーブル14に出力された信号は、アクセスポイント12の有線PHY層で復調され、復調されたMACフレームMAC層に送られる。アクセスポイント12のMAC層は、MACフレームの宛先MACアドレスに基づいて次に送るべき送信先端末を判断し、送信先端末に送るためのスケジューリングを行う。

【0024】

次に、アクセスポイント12のプロトコルスタックについて説明する。アクセスポイン

50

ト 1 2 の無線 M A C 層は、有線 L A N 側から中継されて無線 M A C 層に供給されるデータセグメント（具体的には I P パケット）をペイロードに含む M A C フレームを生成し、M A C フレームのまま又は複数の M A C フレームを連結した結合フレームとして無線 P H Y 層に供給する。

【 0 0 2 5 】

フレーム・アグリゲーションによって M A C フレームの転送効率を向上させつつ、パケットロスや遅延が生じたときの T C P のスループットの低下を抑制するために、アクセスポイント 1 2 の無線 M A C 層は、通常の T C P セグメントを含む I P パケットを格納した M A C フレームについては、フレーム・アグリゲーションを利用して結合フレームとして送信を行い、パケットロスや遅延が生じた場合に、通信相手端末に送信する T C P A C K パケットをペイロードに含む M A C フレームを他の M A C フレームと連結せずに送信する。以下では、結合フレームを P H Y 層に供給するための制御を「結合送信制御」と呼び、他の M A C フレームと連結されていない M A C フレームを P H Y 層に供給するための制御を「単発送信制御」と呼ぶ。

10

【 0 0 2 6 】

なお、T C P A C K パケットをペイロードに含む M A C フレームが既に他の M A C フレームと連結されている場合、アクセスポイント 1 2 の無線 M A C 層は、T C P A C K パケットを含む結合フレームを優先的に送信しても良い。また、T C P A C K パケットをペイロードに含む M A C フレームが他の M A C フレームとの連結するために送信待ち状態にある場合、アクセスポイント 1 2 の無線 M A C 層は、フレーム結合処理を中断して、T C P A C K パケットをペイロードに含む結合フレームを優先的に送信しても良い。

20

【 0 0 2 7 】

アクセスポイント 1 2 の無線 M A C 副層は、例えば、有線 L A N 側から中継されて無線 M A C 副層に供給されるデータセグメントに含まれるトランスポートヘッダ（つまり、は T C P ヘッダ）を監視することによって、パケットロスや遅延の発生を検出してもよい。具体的には、T C P ヘッダのシーケンス番号を順次取得し、取得したシーケンス番号を取得時間と対応付けて記録し、T C P ヘッダのシーケンス番号の時間変化の異常、例えば、時間変化率の変化やシーケンス番号の不連続な減少等が生じた場合に、T C P A C K パケットをペイロードに含む M A C フレームを他の M A C フレームと連結せずに送信する上述した処理を行えばよい。

30

【 0 0 2 8 】

なお、T C P セグメントの消失又は遅延が発生したと判断したことに応じて、T C P A C K パケットを含む M A C フレームを他の M A C フレームと連結せずに単発で送信する動作は一例に過ぎない。例えば、T C P A C K パケットを含む M A C フレームを常に他の M A C フレームと連結せずに単発送信してもよい。

【 0 0 2 9 】

アクセスポイント 1 2 による無線信号の受信処理についてみると、アクセスポイント 1 2 の無線 P H Y 層は、端末 1 3 から送信される無線信号を受信して復調処理を行い、復調された結合フレーム又は M A C フレームを無線 M A C 副層に供給する。アクセスポイント 1 2 の無線 M A C 副層は、無線 P H Y 層から供給される M A C フレームの宛先が他の無線端末である場合、M A C フレームを折り返して無線 P H Y 層に供給する。一方、無線 P H Y 層から供給される M A C フレームの宛先が自身の M A C アドレスである場合、言い換えると、無線 P H Y 層から供給される M A C フレームが有線 L A N 側に転送すべきデータを含む場合、当該データは有線 M A C 層に渡される。

40

【 0 0 3 0 】

次に、端末 1 3 のプロトコルスタックについて説明する。端末 1 3 の P H Y 層は、アクセスポイント 1 2 から送信される無線信号を受信して復調処理を行い、復調された結合フレーム又は M A C フレームを M A C 副層に供給する。端末 1 3 の M A C 副層、I P 層、T C P 層はそれぞれ送信側で付加されたヘッダを取り除き、A P P 層（つまり、F T P クライアント）に渡す。なお、端末 1 3 の T C P 層は、T C P セグメントの受信に応じて T C

50

P A C Kセグメントを生成し、M A C副層及びP H Y層を介して、T C Pセグメントの送信側(ここではアクセスポイント12)に送信する。

【0031】

端末13のM A C副層では、上述したアクセスポイント12の無線M A C副層と同様に、T C PセグメントT C P A C Kパケットを含むM A Cフレームを他のM A Cフレームと連結せずに単発で送信する。なお、端末13のM A C副層は、T C Pシーケンス番号の時間変化を監視し、T C Pセグメントの消失又は遅延が発生したと判断した場合に、その後のT C P A C Kパケットを含むM A Cフレームを他のM A Cフレームと連結せずに単発送信してもよい。また、T C P A C Kパケットを含むM A Cフレームを常に他のM A Cフレームと連結せずに単発送信してもよい。

10

【0032】

続いて以下では、端末13及びアクセスポイント12の構成例について詳しく説明する。図3は、端末13の機能ブロック図である。図3において、上位レイヤ処理部131は、上述した端末13のA P P層、T C P層及びI P層の処理を担う。M A C部132は、上述した端末13のデータリンク層(L L C副層及びM A C副層)の処理を担う。P H Y部133は、上述した端末13のP H Y層の処理を担う。アンテナ134は、アクセスポイント12との間で無線信号の送受信を行なうためのアンテナである。

【0033】

一方、図4は、アクセスポイント12の機能ブロック図である。図4において、ブリッジ部121は、無線M A C部122と有線M A C部125との間でデータ中継を行なう。無線M A C部122は、上述したアクセスポイント12の無線L A N側のL L C副層及び無線M A C副層の処理を担う。無線P H Y部123は、上述したアクセスポイント12の無線P H Y層の処理を担う。アンテナ124は、端末13との間で無線信号の送受信を行なうためのアンテナである。有線M A C部125は、上述したアクセスポイント12の有線L A N側のL L C副層及び有線M A C副層の処理を担う。有線P H Y部126は、上述したアクセスポイント12の有線P H Y層の処理を担う。

20

【0034】

続いて、端末13が有するM A C部132によるデータフレームの送信制御手順を説明する。図5は、M A C部132の送信制御手順の一例を示すフローチャートである。ステップS11では、上位レイヤ処理部131から供給される送信データ、具体的にはI Pパケットを取得する。ステップS12では、送信データの内容を識別する。ステップS12での識別の結果、送信データがF T Pサーバ11等の通信相手装置に対するフィードバック情報を含む場合は、当該送信データをペイロードに含むM A Cフレームを他のM A Cフレームと結合せずに単一のM A Cフレーム(以下、単一フレームと呼ぶ)として送信する(ステップS13及びS14)。例えば、ステップS12において、送信データ即ち送信I Pパケットに含まれるT C PセグメントのT C Pヘッダを参照し、当該送信I PパケットがT C P A C Kパケットである場合に、これを含むM A Cフレームを他のフレームと結合せずに、P H Y部133に供給すればよい。

30

【0035】

一方、ステップS12での識別の結果、送信データがF T Pサーバ11等の通信相手装置に対するフィードバック情報を含まない場合は、当該送信データをペイロードに含むM A Cフレームを他のM A Cフレームとアグリゲーションし、結合フレームとして送信する(ステップS13及びS15)。

40

【0036】

次に、本実施の形態にかかる通信システム1において、F T Pサーバ11と端末13の間でF T Pプロトコルによるファイル転送を実行する場合にF T Pサーバ11、アクセスポイント12及び端末13の各装置間で転送されるデータの一例について説明する。図6Aは、F T Pサーバ11、アクセスポイント12及び端末13の各装置間でのデータ転送の一例を示すタイミングチャートである。より具体的に述べると、図6Aは、端末13における送信T C Pセグメント又は受信T C PセグメントのT C Pシーケンス番号の監視結

50

果により、FTPサーバ11と端末13の間でパケットロス又は遅延等の異常が発生したときに、その後に端末13から送信されるTCP ACKパケットをアグリゲーションせずに送信する例を示している。なお、図6Aでは、簡略化のために、IP層、LLC副層及びPHY層の記載を省略している。

**【0037】**

FTPサーバ11から端末13宛てに送られる送信データ501は、FTPサーバ11のTCP層でTCPヘッダが付加され(TCPセグメント502)、IP層で端末13のIPアドレスを送信先とするIPヘッダが付加され(不図示)、MAC副層でMACヘッダが付加された後(MACフレーム503)、有線LAN(通信ケーブル14)を通してアクセスポイント12に送られる。MACフレーム503を受信したアクセスポイント12は、受信したMACフレーム503を他の送信MACフレームとともにアグリゲーションし、結合フレーム504を生成する。次にアクセスポイント12は結合フレーム504を端末13に向けて送信する。結合フレーム504を受信した端末13は、受信した結合フレーム504を、MAC副層(MAC部132)で分解し、連結されていたMACフレーム505を取り出す。その後、端末13のMAC副層、IP層(不図示)及びTCP層でそれぞれのプロトコルに対応したヘッダが取り除かれた後、FTPサーバ11の送信データ506(送信データ501に対応)がAPP層(FTP)に渡される。

10

**【0038】**

端末13のTCP層では、TCPセグメント506をAPP層(FTP)に渡すのに合わせて、TCPセグメント506に対応するTCP ACKセグメント508が生成される。端末13のMAC副層(MAC部132)は、TCPシーケンス番号の異常発生時には、上位層から受信したIPパケットが、TCP ACKセグメント508を含むIPパケット(TCP ACKパケット)であるかどうかを常に検査する。そして、TCP ACKセグメント508を含むTCP ACKパケットである場合には、これをアグリゲーションせずに単一のMACフレーム509のまま送信する。MACフレーム509はアクセスポイント12によって中継されFTPサーバ11に送られ、TCP ACKセグメント510(TCP ACKセグメント508に対応)がFTPサーバ11に到達する。

20

**【0039】**

なお、上述したTCP ACKパケットを含むMACフレーム509の後に送信されるTCP ACKパケットを含むMACフレーム511及び512は、シーケンス番号の異常が回復した場合を示している。このため、MACフレーム511及び512は、アグリゲーションされて結合フレームとして送信されている。

30

**【0040】**

一方、図6Bは、図6Aと対比するために、上述したTCP ACKパケットを含むMACフレームの単発送信を実行しない場合のタイミングチャートを示している。図6Bに示すデータ転送処理では、TCP ACKセグメント508を含むMACフレーム509が他のMACフレームと結合され、結合フレーム519として送信される。アクセスポイント12は、受信した結合フレーム519を分解してTCP ACKパケットを含むMACフレーム509を取り出し、これをFTPサーバ11に向けて送信する。このため、図10Bのデータ転送処理においてFTPサーバがTCPセグメント502を送信してからTCP ACKセグメント510を受信するまでの時間T2は、図6Aのデータ転送処理においてFTPサーバ11がTCPセグメント502を送信してからTCP ACKセグメント510を受信するまでの時間T1に比べて長くなる。換言すると、本実施の形態にかかる通信システム1によれば、下位層におけるフレーム結合に起因するTCP ACKセグメントの到達遅延を低減できる。このため、FTPサーバ11のTCP送信ウィンドウをいち早く開放し、次のTCPセグメントを送信可能にできる。

40

**【0041】**

上述したように、本実施の形態にかかる通信システム1は、MAC副層でMACフレームを結合して送信することでMACフレーム転送効率を向上させる通信方式において、MACフレームのペイロードに含まれる送信データが通信相手装置に対するフィードバック

50

情報、例えば、TCP ACKパケットである場合に、MACフレームの結合をやめてTCP ACKパケットを含むMACフレームを単一フレームとして送信する。これにより、TCP ACKセグメントを速やかに通信相手装置に返すことができ、通信相手装置のTCPの送信ウィンドウを速やかに再び増加させ、TCPでの平均スループットを向上させることができる。

#### 【0042】

続いて以下では、端末13が有するMAC部132の構成及び動作の具体例1～5について順に説明する。各具体例と図面との対応関係は以下の通りである。

- ・具体例1：図7、8、9、10、11A及び11B
- ・具体例2：図12及び13
- ・具体例3：図14
- ・具体例4：図15及び16
- ・具体例5：図17、18A及び18B

10

#### 【0043】

##### <具体例1>

本具体例にかかるMAC部132は、通信相手装置すなわちFTPサーバ11と端末13との間におけるパケットロス又は遅延の発生を検出した場合に、選択的にTCP ACKパケットを含むMACフレームを他のMACフレームとアグリゲーションせずに送信するよう構成されている。さらに、本具体例にかかるMAC部132は、端末13から送信されるTCPセグメントのシーケンス番号を監視することにより、パケットロス又は遅延の発生を検出するよう構成されている。

20

#### 【0044】

図7は、本具体例にかかるMAC部132のブロック図である。図7において、受信フレーム終端部401は、PHY部133で受信、復調されたデータを受け取り、格納する。また、受信フレーム終端部401は、送信側のアクセスポイント12の無線MAC層においてMACフレームに付加されたMACヘッダを取り除くとともに、ペイロードデータが上位レイヤのデータである場合には、上位レイヤ処理部131に受信したデータを渡す。一方、受信フレーム終端部401は、受信したMACフレームのペイロードデータがMAC層の制御データ又は管理データである場合は、MAC部132の制御部（不図示）が制御データ又は管理データに応じた適切な処理を行う。

30

#### 【0045】

送信フレーム生成部402は、上位レイヤ処理部131から供給されるIPパケットを受け取り、IPヘッダ内の宛先IPアドレスに対応した宛先MACアドレスを含むMACヘッダを生成し、これをIPパケットの先頭に付加する。さらに、送信フレーム生成部402は、後述する単発送信判定部407の指示に応じて、生成したMACフレームをフレーム結合部403又は単一フレーム送信キュー405に供給する。

#### 【0046】

フレーム結合部403は、送信フレーム生成部402によって生成された複数のMACフレームを連結して結合フレームを生成し、結合フレーム送信キュー404に格納する。結合フレーム送信キュー404に蓄積された結合フレームは、送信タイミングが到来した場合にPHY部133に供給される。PHY部133は、結合フレームを送信する為の変調を行って、無線信号の送信を行う。

40

#### 【0047】

単一フレーム送信キュー405は、他のフレームと結合せずに単一のMACフレーム単位で送信すべきMACフレームを送信フレーム生成部402から受け取り、送信タイミングが来るまで当該MACフレームを格納する。送信タイミングであると判断された場合、単一フレーム送信キュー405は、格納しているMACフレームをPHY部133に供給する。PHY部133は、結合フレームを送信する為の変調を行って、無線信号の送信を行う。

#### 【0048】

50

上位レイヤヘッダ取得部 406 は、送信フレーム生成部 402 に供給される IP パケットを受信し、当該 IP パケットに含まれる TCP ヘッダを取得し、TCP ヘッダに含まれるシーケンス番号を取得時刻と関連付けて記憶する。

【0049】

単発送信判定部 407 は、上位レイヤヘッダ取得部 406 によって取得されたシーケンス番号及びその取得時間を監視して、シーケンス番号の時間変化率を計算する。そして、単発送信判定部 407 は、アクセスポイント 12 からの受信パケットのパケットロスや遅延などの異常があるかどうかを、シーケンス番号の時間変化率の変動によって判断する。そして、パケットロスや遅延等の異常があると判断した場合、単発送信判定部 407 は、送信フレーム生成部 402、フレーム結合部 403、及び送信キュー制御部 408 に対して単発送信の指示を行う。

10

【0050】

キュー制御部 408 は、単発送信判定部 407 によって判断された単発送信をするかどうかの判断を基に、送信タイミング獲得時に、単一フレーム送信キュー 405 と、結合フレーム送信キュー 404 のうち適切なキューからの送信が行えるように制御を行う。例えば、キュー制御部 408 は、単一フレーム送信キュー 405 から送信すると判断された場合であっても、単一フレーム送信キュー 405 に送信すべきパケットがない場合には、結合フレーム送信キュー 404 からの送信を行う。

【0051】

なお、上述したフレーム結合部 403 によって生成される結合フレームの最大長は、連結される MAC フレームのデータ長やアグリゲーションする時間に応じて決定される。しかしながら、例えば、上記のように、単一フレーム送信キュー 405 に単発送信すべき MAC フレームがない場合には、MAC フレームのペイロードに含まれるデータが TCP ACK セグメントではない場合でも、フレーム結合部 403 は、結合途中のフレームを結合フレーム送信キュー 404 に前倒しして送り、結合フレーム送信キュー 404 にこれを送信させてもよい。

20

【0052】

また、第 1 の具体例にて示す上位レイヤヘッダ取得部 406 は、TCP ヘッダを取得することで、TCP ACK パケットの判別を目的としたものである。しかしながら、必ずしも取得されるパケットヘッダは TCP に限られるわけではなく、パケットロスや遅延の発生を判定可能なシーケンス番号、タイムスタンプ情報等を送信する例えば RTP (Real-Time Transport Protocol) 他のプロトコルのパケットヘッダであってもよい。

30

【0053】

なお、アクセスポイント 12 が有する無線 MAC 部 122 は、上述した MAC 部 132 と同様に構成すればよい。

【0054】

次に、図 8 乃至 10 並びに 11A 及び 11B を参照して、本具体例にかかる MAC 部 132 の動作について詳細に検討する。図 8 は上位レイヤヘッダ取得部 406 の動作を示し、図 9 は単発送信判定部 407 の動作を示し、図 11A 及び B は送信キュー制御部 408 の動作を示している。

40

【0055】

上位レイヤヘッダ取得部 406 は、端末 13 の通信期間中、図 8 に示す処理を繰り返し実行する。図 8 のステップ S101 では、上位レイヤヘッダ取得部 406 が、上位レイヤ処理部 131 から送信フレーム生成部 402 に供給される送信データ、つまり送信 IP パケットを取得する。ステップ S102 では、送信 IP パケットに含まれる TCP ヘッダを抽出し、TCP ヘッダに含まれるシーケンス番号を取得時刻と関連付けて記録する。

【0056】

単発送信判定部 407 は、端末 13 の通信期間中、図 9 に示す処理を繰り返し実行する。図 9 のステップ S201 では、単発送信判定部 407 が、上位レイヤヘッダ取得部 406 によって取得されるシーケンス番号の時間変化率を計算する。ステップ S202 では、

50

単発送信判定部 407 は、計算されたシーケンス番号の時間変化率を監視し、その値に異常な変化が無いかどうかを判断する。ここでシーケンス番号の時間変化率の異常とは、シーケンス番号の傾きの変化又はシーケンス番号の不連続な変化である。図 10A 及び B は、シーケンス番号の時間変化の一例を示すグラフであり、横軸は時間を表し、縦軸はシーケンス番号を表している。図 10A は、時間変化率が正常な場合の一例である "時間変化率が一定の状態" を示している。一方、図 10B は、時間変化率に異常が発生している場合を示している。具体的に述べると、図 10B の点線で囲まれた領域 701 は、シーケンス番号の時間変化率が減少した状態であり、送信される TCP セグメントに遅延が発生していることを表している。また、図 10B の点線で囲まれた領域 702 は、シーケンス番号が不連続に減少した状態であり、送信データの消失による TCP セグメントの再送が発生したことを表している。

10

**【0057】**

図 9 に戻り説明を続ける。ステップ S202 の判定においてシーケンス番号の時間変化率に異常な値がないと判定された場合、単発送信判定部 407 は、時間変化率の計算に用いた IP パケットを含む MAC フレームを結合フレームとして送信するよう指示する (ステップ S203)。当該指示に応じて、送信フレーム生成部 402 は、時間変化率の計算に使用されたシーケンス番号の IP パケットを含む MAC フレームをフレーム結合部 403 に送り、フレーム結合部 403 は当該 MAC フレームのアグリゲーションを行う。

**【0058】**

一方、ステップ S202 の判定においてシーケンス番号の時間変化率に異常があると判定された場合、単発送信判定部 407 は、異常が発生している直後のシーケンス番号の TCP ACK セグメントを含む IP パケットをアグリゲーションせずに単発送信するよう指示する (ステップ S204)。当該指示に応じて、送信フレーム生成部 402 は、異常が発生している直後のシーケンス番号の TCP ACK セグメントを含む IP パケットが収容された MAC フレームを、フレーム結合部 403 に送らずに単一フレーム送信キュー 405 に送る。

20

**【0059】**

次に図 11A 及び B を参照して、送信キュー制御部 408 の動作について詳細に説明する。送信キュー制御部 408 は、端末 13 の通信期間中、図 11A 及び B に示す処理を繰り返し実行する。

30

**【0060】**

送信キュー制御部 408 は、単発送信判定部 407 からの単発送信指示を入力として、送信タイミング時に、単一フレーム送信キュー 405 と結合フレーム送信キュー 404 とのいずれかを PHY 部 132 に送信データフレームを供給する送信用キューとして選択する。

**【0061】**

ステップ S301 において、単発送信判定部 407 から単発送信指示がない場合、送信キュー制御部 408 は、図 11A 及び B の処理を終了し、次の実行タイミングにステップ S301 に帰還して再び実行する。一方、単発送信判定部 407 から単発送信指示がある場合 (ステップ S301 で YES)、送信キュー制御部 408 は、単一フレーム送信キュー 405 に MAC フレームが存在するかどうかを判定する (ステップ S302)。単一フレーム送信キュー 405 に MAC フレームが存在する場合、送信キュー制御部 408 は、そのデータフレームを送信させる (ステップ S303)。なお、単一フレーム送信キュー 405 に複数の MAC フレームが存在する場合、送信キュー制御部 408 は、先頭の MAC フレームのみを送信させてもよいし、単一フレーム送信キュー 405 に蓄積された全ての MAC フレームを順次送信させてもよい。

40

**【0062】**

ステップ S302 において、単一フレーム送信キュー 405 に送信待ちの MAC フレームが存在しない場合 (ステップ S302 で NO)、送信キュー制御部 408 は、結合フレーム送信キュー 404 に未送信の結合フレームがあるかどうかを調べる (ステップ S30

50

4)。

【0063】

ステップS304において、未送信の結合フレームが結合フレーム送信キュー404にある場合(ステップS304でYES)、未送信の結合フレーム中にTCP ACKパケットが含まれているかどうかを検査する(ステップS305)。

【0064】

ステップS305においてTCP ACKパケットが存在すると判定された場合、送信キュー制御部408は、TCP ACKパケットを含む結合フレームを送信させる(ステップS306)。なお、送信キュー制御部408は、TCP ACKパケットを含むMACフレームを結合フレーム送信キュー404から抽出し、当該MACフレームを単独で送信させてもよい。

10

【0065】

ステップS304において、未送信の結合フレームが結合フレーム送信キュー404に存在しない場合(ステップS304でNO)、送信キュー制御部408は、フレーム結合部403が結合フレームを生成する処理を実行中であるかどうかを検査する(ステップS307)。

【0066】

フレーム結合部403がフレーム結合処理中である場合(ステップS307でYES)、送信キュー制御部408は、結合途中の結合フレームの中にTCP ACKパケットが存在するかどうかを検査する(ステップS308)。

20

【0067】

TCP ACKパケットが存在する場合(ステップS308、YES)、送信キュー制御部408は、結合途中の結合フレームの結合処理をその時点で中止し、結合途中の結合フレームを結合フレーム送信キュー404に出力するようフレーム結合部403に対して指示する(ステップS306)。なお、送信キュー制御部408は、結合途中の結合フレームに含まれているTCP ACKパケットを含むMACフレームのみを抽出して結合フレーム送信キュー404に出力させてもよい。

【0068】

上述したように、本具体例にかかるMAC部132は、MAC副層でMACフレームを結合して送信することでMACフレーム転送効率を向上させる通信方式において、送信TCPセグメントの損失又は遅延の発生を判定した場合には、TCP ACKパケットを含むMACフレームを他のMACフレームとアグリゲーションせずに単一MACフレームとして送信する。これにより、TCPセグメントの損失又は遅延の発生に起因して通信相手装置(FTPサーバ11)による輻輳制御が実行されると想定される状況下において、TCP ACKセグメントを速やかに送信元装置に返すことができる。このため、送信元である通信相手装置(FTPサーバ11)のTCPの送信ウィンドウを速やかに再び増加させ、TCPでの平均スループットを向上させることができる。

30

【0069】

<具体例2>

本具体例にかかるMAC部132は、上述した具体例1にかかるMAC部132と同様に、通信相手装置すなわちFTPサーバ11と端末13との間におけるパケットロス又は遅延の発生を検出した場合に、選択的にTCP ACKパケットを含むMACフレームを他のMACフレームとアグリゲーションせずに送信するよう構成されている。先に述べた具体例1と具体例2の相違点は、具体例1が送信TCPセグメントのシーケンス番号を監視するのに対し、本具体例にかかるMAC部132が、通信相手装置からの受信TCPセグメントのシーケンス番号を監視することにより、パケットロス又は遅延の発生を検出する点である。

40

【0070】

図12は、本具体例にかかるMAC部132のブロック図である。図7の構成図と図12との相違点は、上位レイヤヘッダ取得部406が受信フレーム終端部401から出力さ

50

れる受信IPパケットを取得する点である。図13は、図12の上位レイヤヘッダ取得部406の動作手順を示すフローチャートである。図13に示すように、本具体例にかかる上位レイヤヘッダ取得部406は、受信MACフレームに含まれる受信IPパケットを取得し(ステップS401)、受信IPパケットに含まれるTCPヘッダを抽出し、TCPヘッダに含まれるシーケンス番号を取得時刻と関連付けて記録する(ステップS402)。なお、上位レイヤヘッダ取得部406を除く他の要素の機能及び動作は、図7に示したものと同様であるため、ここでは詳細な説明を省略する。

#### 【0071】

本具体例のMAC部132を有する端末13も、TCPセグメントの損失又は遅延の発生に起因して通信相手装置(FTPサーバ11)による輻輳制御が実行されると想定される状況下において、TCP ACKセグメントを速やかに送信元装置に返すことができる。このため、送信元である通信相手装置(FTPサーバ11)のTCPの送信ウィンドウを速やかに再び増加させ、TCPでの平均スループットを向上させることができる。

10

#### 【0072】

##### <具体例3>

上述した具体例1及び2にかかるMAC部132は、TCPセグメントの損失又は遅延が発生した場合に、選択的にTCP ACKパケットを単一フレームとして送信し、それ以外の通常動作時には、TCP ACKパケットも結合して送信する例を示した。しかしながら、このような動作は一例であって、TCP ACKパケットを常時単一フレームとして送信してもよい。このような構成は、例えば、端末13が音声又は映像等のストリームデータを受信し、ストリームデータの送信元である通信相手装置に対してデータ受信の完了を示すACKパケットを送信する場合等の上り方向と下り方向のデータ転送量が非対称な通信形態において有効である。

20

#### 【0073】

本具体例にかかるMAC部132の構成例を図14に示す。図7の構成図と図14との相違点は、パケットロス又は遅延の発生を検出してMACフレームをアグリゲーションするか否かを切り替えるための上位レイヤヘッダ取得部406及び単発送信判定部407が省略されている点である。なお、図14における送信フレーム生成部602は、単発送信判定部407からの単発送信指示の有無に関わらず、TCP ACKパケットを含むMACフレームを単一フレーム送信キュー405に格納すればよい。また、送信キュー制御部608は、単発送信判定部407からの単発送信指示の有無に関わらず、TCP ACKパケットを含むMACフレームを優先的に送信するように、単一フレーム送信キュー405及び結合フレーム送信キュー404を制御すればよい。具体的に述べると、送信キュー制御部608は、図11A及びBに示したフローチャートにおいて、ステップS301を除くステップS302~308の処理を繰り返し実行すればよい。

30

#### 【0074】

##### <具体例4>

本具体例にかかるMAC部132は、上述した具体例1にかかるMAC部132の送信キュー制御部408の動作を変更したものである。本具体例にかかるMAC部132が有する送信キュー制御部708は、パケットロス又は遅延等の異常発生時に、結合フレーム送信キュー404及び単一フレーム送信キュー405のうち、いち早く送信タイミングが到来する送信キューを用いてTCP ACKパケットを含むMACフレームを送信する。

40

#### 【0075】

例えば、送信キュー制御部708は、図11A及びBに示したフローチャートのステップS302とS303の間で、図16に示すステップS501からS503の処理を行えばよい。ステップS501では、ステップS302で単一フレーム送信キュー405内にMACフレームが存在すると判定された場合に、結合フレーム送信キュー404内で結合フレームが送信可能状態にあるか否かを判定する。結合フレーム送信キュー404内に送信可能な結合フレームが存在しなければステップS303に進み、単一フレーム送信キュー405の送信タイミングの到来時に、単一フレーム送信キュー405からTCP ACK

50

K パケットを含む M A C フレームを送信させる。

【 0 0 7 6 】

一方、結合フレーム送信キュー 4 0 4 内に送信可能な結合フレームが存在する場合（ステップ S 5 0 1 で Y E S ）、結合フレーム送信キュー 4 0 4 にある結合フレームが、単一フレーム送信キュー 4 0 5 にある単一フレームより早期に送信されるか否かを判定する（ステップ S 5 0 2 ）。そして、結合フレーム送信キュー 4 0 4 にある結合フレームがより早期に送信されると判定された場合（ステップ S 5 0 2 で Y E S ）、送信キュー制御部 7 0 8 は、単発送信対象の M A C フレームを結合フレーム送信キュー 4 0 4 内の結合フレームに追加して送信させる（ステップ S 5 0 3 ）。

【 0 0 7 7 】

本具体例の M A C 部 1 3 2 は、単一フレームとして送信するより結合フレームとするほうがフィードバック情報（具体的には T C P A C K パケット）を含む M A C フレームを早期に送信可能である場合は、単一フレームとせずに結合フレームとして送信できる。すなわち、本具体例の M A C 部 1 3 2 を有する端末は、フィードバック情報を含む M A C フレームをいち早く通信相手装置に対して送信可能である。

【 0 0 7 8 】

< 具体例 5 >

本具体例にかかる M A C 部 1 3 2 の構成を図 1 7 に示す。図 1 7 において、送信フレーム生成部 8 0 2 は、送信 M A C フレームを生成して送信バッファ 8 0 3 に格納するとともに、送信ディスクリプタテーブル 8 0 4 を生成する。送信ディスクリプタテーブル 8 0 4 は、複数の送信ディスクリプタを記述するテーブルである。各々の送信ディスクリプタは、送信 M A C フレームが格納された送信バッファ 8 0 3 のアドレスを指定する。

【 0 0 7 9 】

本具体例にかかる M A C 部 1 3 2 と協調動作する P H Y 部 1 3 3 は、D M A (Direct Memory Access) コントローラ機能を有しており、送信ディスクリプタテーブル 8 0 4 に従って、送信バッファ 8 0 3 から送信 M A C フレームを読み出し、結合フレーム又は単一フレームとして送信する。

【 0 0 8 0 】

送信ディスクリプタテーブル 8 0 4 の一例を図 1 8 A に示す。図 1 8 A の例では、各々の送信ディスクリプタは、次のディスクリプタを指定する N E X T ポインタ 8 0 5 1、次のディスクリプタにより指定される M A C フレームとのアグリゲーションの有無を示すアグリゲーションビット 8 0 4 2、及び M A C フレームが格納されている送信バッファ 8 0 3 のアドレス（バッファアドレス 8 0 4 3）を含む。

【 0 0 8 1 】

図 1 8 A の例では、アグリゲーションビット 8 0 4 2 は 1 ビット情報であり、値 1 が "アグリゲーション有り" を示し、値 0 が "アグリゲーション無し" を示す。なお、アグリゲーションビット 8 0 4 2 の値 0 は、アグリゲーションされる複数の M A C フレームのうち最後尾の M A C フレームを指定するためにも使用される。例えば、2 つの M A C フレームがアグリゲーションされる場合、先頭 M A C フレームに対応する送信ディスクリプタのアグリゲーションビット 8 0 4 2 の値は 1 とされる。一方、この先頭 M A C フレームに対応する送信ディスクリプタの N E X T ポインタ 8 0 4 1 によって指される 2 つ目のディスクリプタのアグリゲーションビット 8 0 4 2 の値は、0 とされる。

【 0 0 8 2 】

また、図 1 8 A の例では、結合送信用ポインタ 9 0 1 によって、結合フレームを生成するための先頭の送信ディスクリプタのアドレスが指定される。同様に、単発送信用ポインタ 9 0 2 によって、単一フレームを生成するための先頭の送信ディスクリプタのアドレスが指定される。

【 0 0 8 3 】

なお、図 1 7 及び 1 8 A に示したような送信ディスクリプタテーブル 8 0 4 により送信 M A C フレームが格納されたアドレス及びアグリゲーションの有無を P H Y 部 1 3 3 に伝

10

20

30

40

50

達する構成を採用する場合、上述した具体例 4 の M A C 部 1 3 2 が行なう単一フレームを結合フレームに追加する処理も容易に実現可能である。

【 0 0 8 4 】

図 1 7 に示すアグリゲーション制御部 8 0 8 は、送信ディスクリプタテーブル 8 0 4 の書き換えを行なうことによって、単一フレームとして指定された M A C フレームを結合フレームに追加させる。アグリゲーション制御部 8 0 8 の動作の一例を、図 1 8 B を用いて説明する。図 1 8 B は、単一フレームとして指定された M A C フレームを結合フレームへの追加を、N E X T ポインタ 8 0 4 1 の付け替え及びアグリゲーションビット 8 0 4 2 の書き換えによって行なう例を示している。

【 0 0 8 5 】

具体的には、図 1 8 B において斜線でハッチングされている 2 つの N E X T ポインタ 8 0 4 1 の付け替え及び 2 つのアグリゲーションビット 8 0 4 2 の書き換えによって、単発送信用ポインタ 9 0 2 によって指定されていた単一フレームに関する送信ディスクリプタを、結合フレームに関する送信ディスクリプタに連結することができる。図 1 8 B のように N E X T ポインタ 8 0 4 1 の付け替えが行なわれた送信ディスクリプタテーブル 8 0 4 に従って、P H Y 部 1 3 3 が送信バッファ 8 0 3 から M A C フレームを順次読み出し、これらを連結させて送信することにより、T C P A C K パケット等のフィードバック情報を含む M A C フレームをいち早く送信することができる。

【 0 0 8 6 】

< その他の実施の形態 >

上述した発明の実施の形態 1 では、F T P サーバ 1 1 がアクセスポイント 1 2 と有線 L A N によって直接接続されたネットワーク構成を例にとって説明した。しかしながら、このようなネットワーク構成が一例に過ぎないことはもちろんである。例えば、F T P サーバ 1 1 は、アクセスポイント 1 2 とは別の I P サブネットに配置されてもよいし、インターネットを介して配置されてもよい。また、F T P サーバ 1 1 とアクセスポイント 1 2 は、1 台の共通のコンピュータとして構成されてもよい。この場合、有線 L A N と無線 L A N との間のブリッジは必ずしも必要ではないため、アクセスポイント 1 2 のブリッジ部 1 2 1 は、省略されてもよい。

【 0 0 8 7 】

また、上述した発明の実施の形態 1 では、F T P プロトコルによるファイル転送を行う例を示したが、上位層のプロトコルが F T P に限定されないことはもちろんである。また、ウィンドウ制御を行う上位層の通信プロトコルは、上述した実施の形態において具体的に示した F T P に限定されるものではない。

【 0 0 8 8 】

また、上述した発明の実施の形態 1 では、下位層においてフレーム結合を行なってフレーム転送効率を向上させるプロトコルの具体例の 1 つとして、I E E E 8 0 2 . 1 1 にて規格化が検討されている無線 L A N を示した。しかしながら、フィードバック型のフロー制御を行う上位層に対する下位層としてフレーム結合技術を用いてデータ転送を担う通信プロトコルは、上述した無線 L A N に限定されるものではない。

【 0 0 8 9 】

また、上述した発明の実施の形態 1 では、通信媒体が無線チャネルである場合について説明したが、通信媒体が有線伝送路であってもよいことはもちろんである。例えば、物理媒体としてツイストペアケーブルを使用する 1 0 0 0 B A S E - T において、複数の M A C フレームの連続送信を行なうフレームバーストにより M A C フレームを送信するか、単一の M A C フレームとして送信するかを、M A C フレームに収容されるデータセグメントの種別に基づいて決定してもよい。

【 0 0 9 0 】

さらに、本発明は上述した実施の形態のみに限定されるものではなく、既に述べた本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能であることは勿論である。

【 図面の簡単な説明 】

10

20

30

40

50

【 0 0 9 1 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態 1 にかかる通信システムを示す模式図である。

【 図 2 】 本発明の実施の形態 1 にかかる通信システムの論理的なレイヤ構成を示す図である。

【 図 3 】 本発明の実施の形態 1 にかかる通信システムに含まれる端末の装置構成を示すブロック図である。

【 図 4 】 本発明の実施の形態 1 にかかる通信システムに含まれるアクセスポイントの装置構成を示すブロック図である。

【 図 5 】 本発明の実施の形態 1 にかかる通信システムに含まれる端末が有する M A C 部の送信制御手順を示すフローチャートである。

10

【 図 6 A 】 発明の実施の形態 1 における F T P サーバ、アクセスポイント及び端末間のデータ転送の一例を示すタイミングチャートである。

【 図 6 B 】 図 1 1 A に示したデータ転送と対比するために示すタイミングチャートである。

【 図 7 】 本発明の実施の形態 1 にかかる通信システムに含まれる端末が有する M A C 部の第 1 の構成例を示すブロック図である。

【 図 8 】 第 1 の構成例にかかる M A C 部が有する上位レイヤヘッダ取得部の動作を示すフローチャートである。

【 図 9 】 第 1 の構成例にかかる M A C 部が有する単発送信判定部の動作を示すフローチャートである。

20

【 図 1 0 A 】 通信時間と T C P の送信セグメントのシーケンス番号との関係を示すグラフである。

【 図 1 0 B 】 通信時間と T C P の送信セグメントのシーケンス番号との関係を示すグラフである。

【 図 1 1 A 】 第 1 の具体例にかかる M A C 部が有する送信キュー制御部の動作を示すフローチャートである。

【 図 1 1 B 】 第 1 の具体例にかかる M A C 部が有する送信キュー制御部の動作を示すフローチャートである。

【 図 1 2 】 本発明の実施の形態 1 にかかる通信システムに含まれる端末が有する M A C 部の第 2 の具体例を示すブロック図である。

30

【 図 1 3 】 第 2 の具体例にかかる M A C 部が有する上位レイヤヘッダ取得部の動作を示すフローチャートである。

【 図 1 4 】 本発明の実施の形態 1 にかかる通信システムに含まれる端末が有する M A C 部の第 3 の具体例を示すブロック図である。

【 図 1 5 】 本発明の実施の形態 1 にかかる通信システムに含まれる端末が有する M A C 部の第 4 の具体例を示すブロック図である。

【 図 1 6 】 第 4 の具体例にかかる M A C 部が有する送信キュー制御部の動作を示すフローチャートである。

【 図 1 7 】 本発明の実施の形態 1 にかかる通信システムに含まれる端末が有する M A C 部の第 5 の具体例を示すブロック図である。

40

【 図 1 8 A 】 第 5 の具体例にかかる M A C 部が有するアグリゲーション制御部による送信ディスクリプタテーブルの変更動作を説明するための図である。

【 図 1 8 B 】 第 5 の具体例にかかる M A C 部が有するアグリゲーション制御部による送信ディスクリプタテーブルの変更動作を説明するための図である。

【 図 1 9 】 背景技術にかかるフレーム結合技術を模式的に示した図の一例である。

【 図 2 0 】 背景技術にかかるフレーム結合技術によって生成される結合フレームのパケットフォーマットを示す図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 2 】

1 通信システム

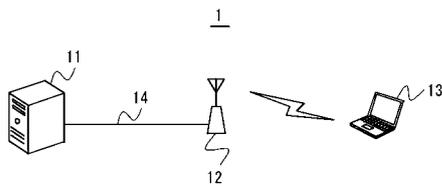
50

- 1 1 FTPサーバ
- 1 2 アクセスポイント
- 1 3 端末
- 1 4 通信ケーブル
- 1 2 1 ブリッジ部
- 1 2 2 無線MAC部
- 1 2 3 無線PHY部
- 1 2 4 アンテナ
- 1 2 5 有線MAC部
- 1 2 6 有線PHY部
- 1 3 1 上位レイヤ処理部
- 1 3 2 MAC部
- 1 3 3 PHY部
- 1 3 4 アンテナ
- 4 0 1、8 0 1 受信フレーム終端部
- 4 0 2、6 0 2、8 0 2 送信フレーム生成部
- 4 0 3 フレーム結合部
- 4 0 4 結合フレーム送信キュー
- 4 0 5 単一フレーム送信キュー
- 4 0 6 上位レイヤヘッダ取得部
- 4 0 7 単発送信判定部
- 4 0 8、6 0 8 送信キュー制御部
- 8 0 3 送信バッファ
- 8 0 4 送信ディスクリプタテーブル
- 8 0 8 アグリゲーション制御部

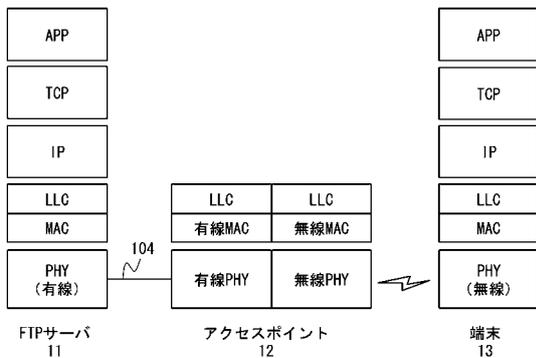
10

20

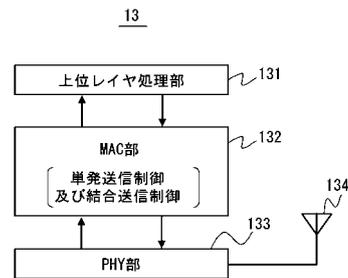
【図1】



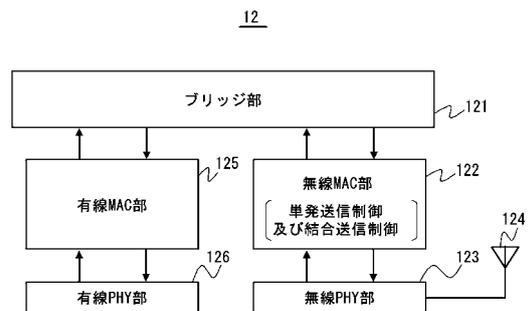
【図2】



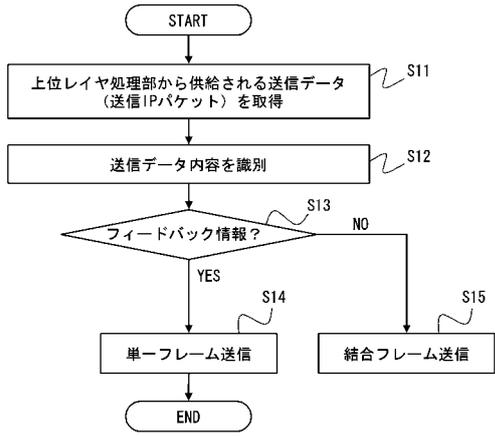
【図3】



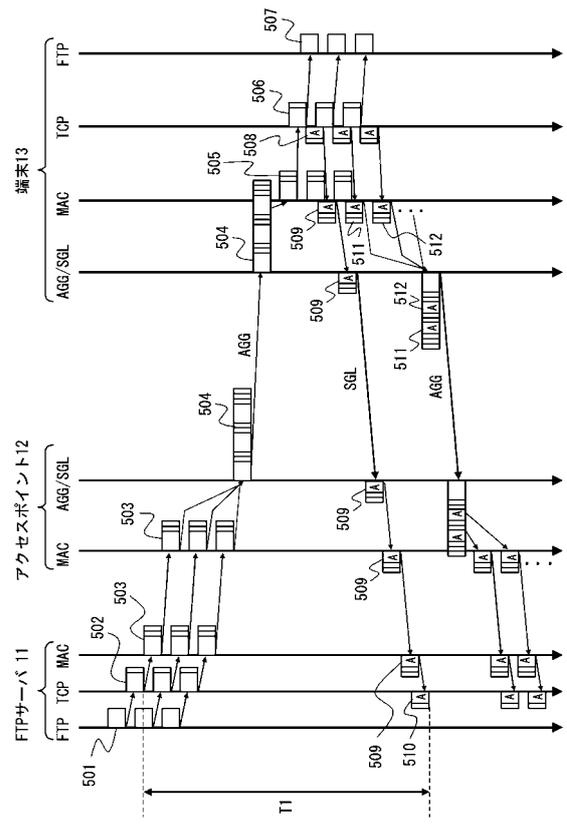
【図4】



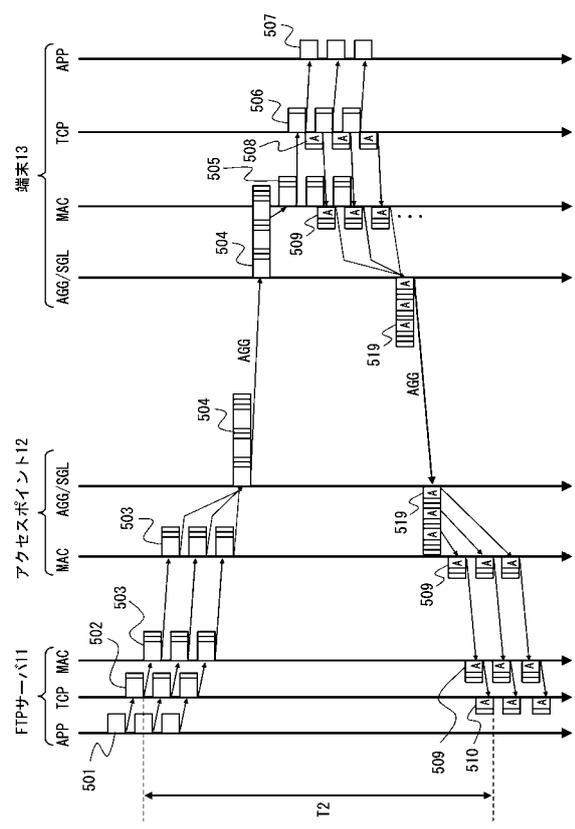
【 図 5 】



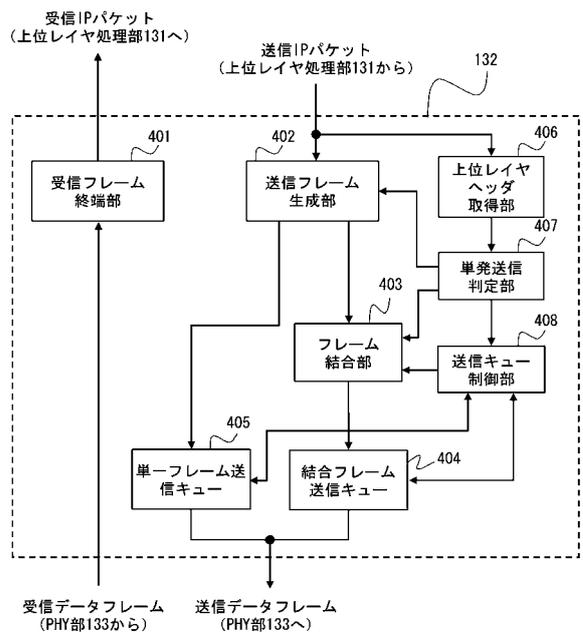
【 図 6 A 】



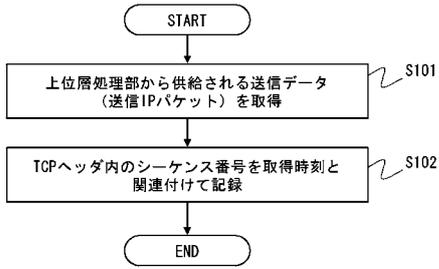
【 図 6 B 】



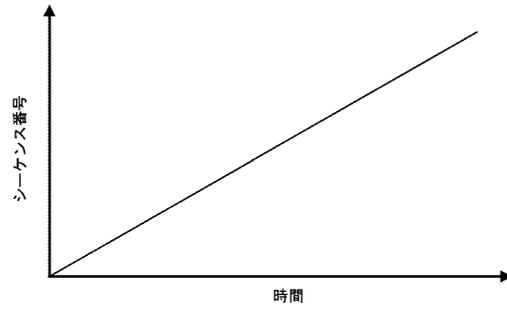
【 図 7 】



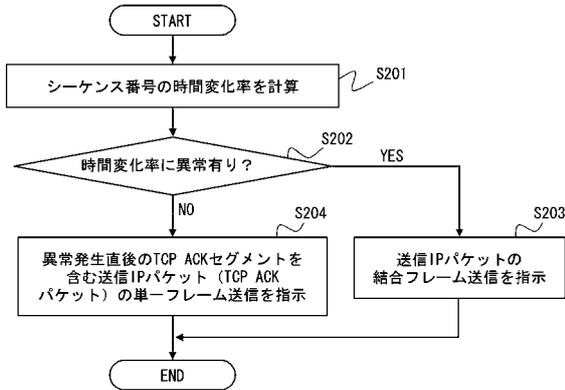
【図8】



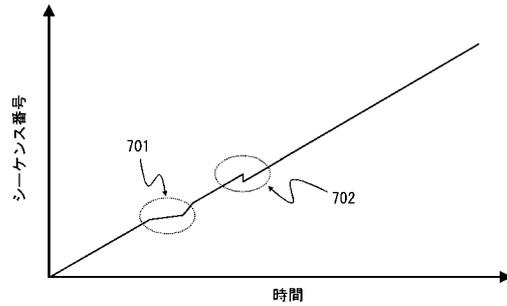
【図10A】



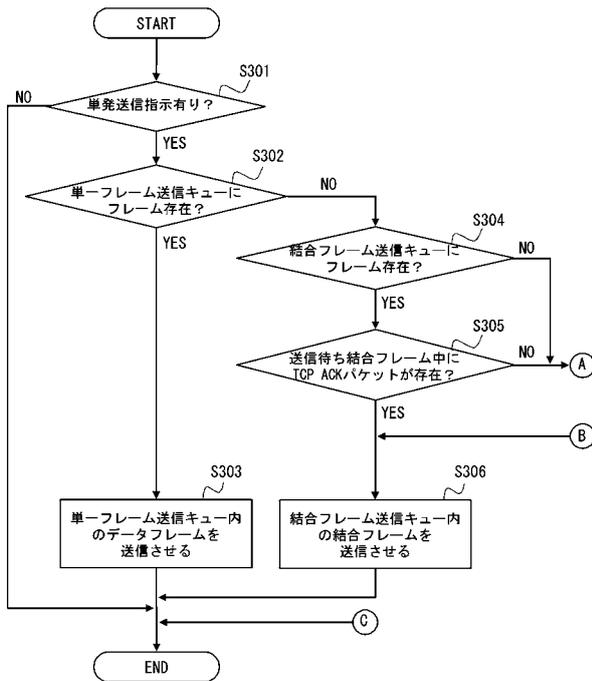
【図9】



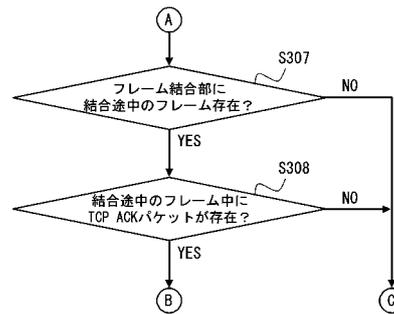
【図10B】



【図11A】

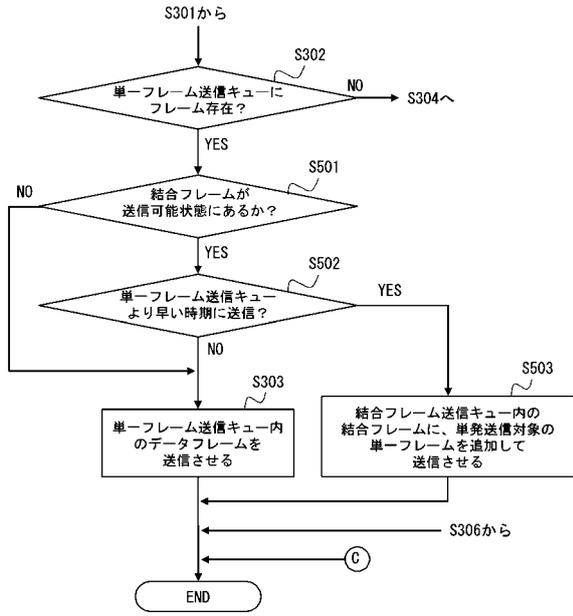


【図11B】

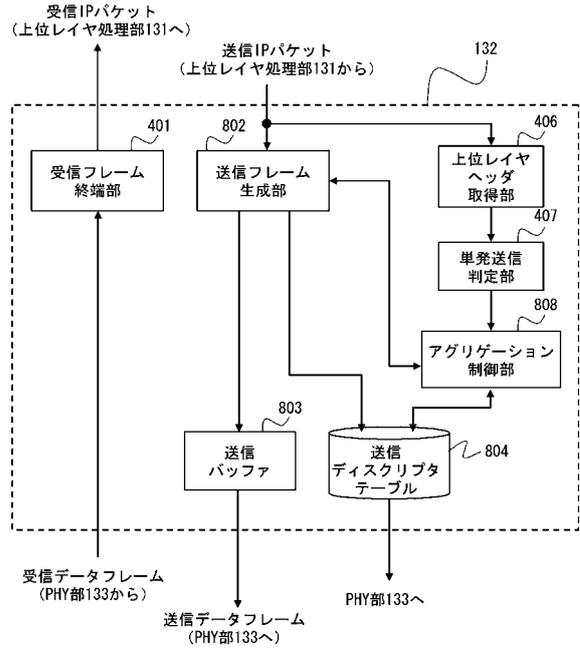




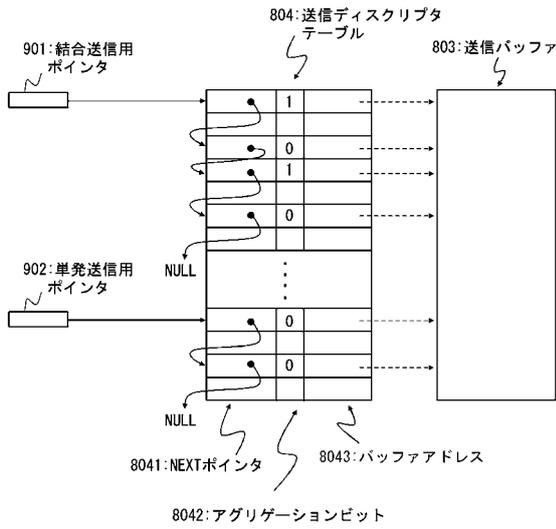
【図16】



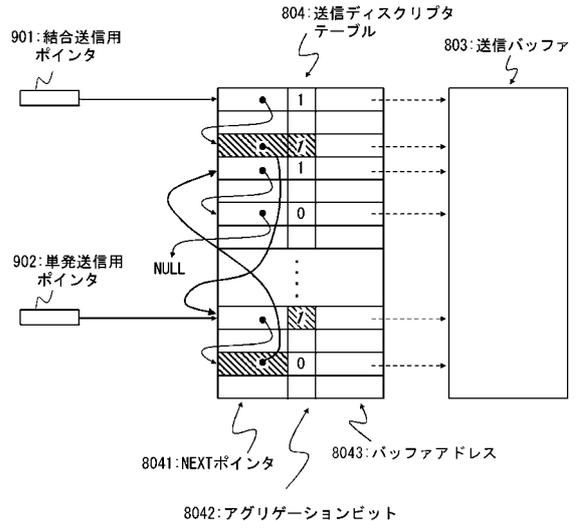
【図17】



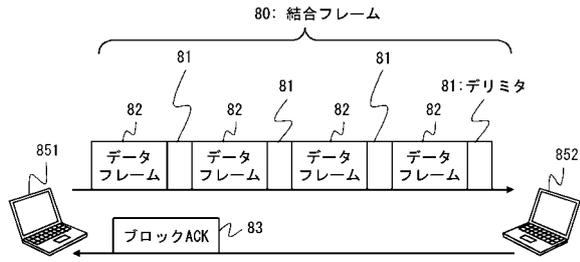
【図18A】



【図18B】



【図19】



【図20】

