

(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2019-165380
(P2019-165380A)

(43) 公開日 令和1年9月26日 (2019. 9. 26)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 4 L 12/875 (2013. 01)	HO 4 L 12/875	5 K O 3 O
HO 4 L 12/28 (2006. 01)	HO 4 L 12/28 2 O O D	5 K O 3 3

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2018-52532 (P2018-52532)	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成30年3月20日 (2018. 3. 20)	(74) 代理人	110002147 特許業務法人酒井国際特許事務所
		(72) 発明者	小林 優太 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		(72) 発明者	オゲ ヤーシン 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		(72) 発明者	山浦 隆博 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

最終頁に続く

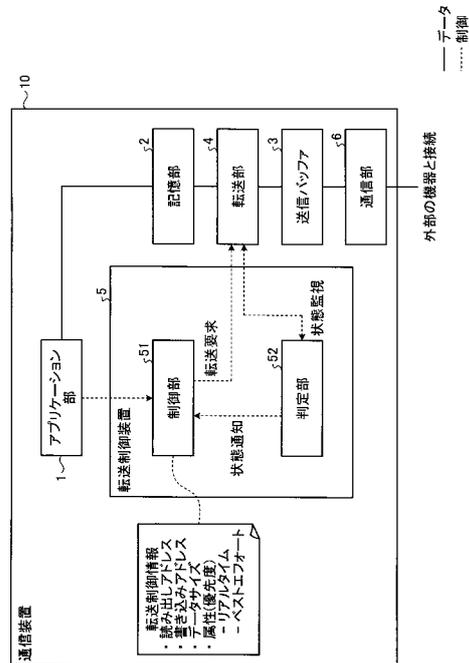
(54) 【発明の名称】 転送制御装置、転送制御方法及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】 通信部からデータが送信されるタイミングを考慮して、通信部にデータを転送する制御を行う。

【解決手段】 実施形態の転送制御装置は、通信装置に記憶されたデータの転送を制御する転送制御装置であって、制御部と判定部とを備える。制御部は、前記データを第1送信バッファに転送する制御を行う。判定部は、前記通信装置の状態に応じて、転送が制限されるデータを決定する。前記制御部は、転送が制限される場合、転送が制限されているデータの転送を遅延させる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

通信装置に記憶されたデータの転送を制御する転送制御装置であって、
前記データを第 1 送信バッファに転送する制御を行う制御部と、
前記通信装置の状態に応じて、転送が制限されるデータを決定する判定部と、を備え、
前記制御部は、転送が制限される場合、転送が制限されているデータの転送を遅延させる、
転送制御装置。

【請求項 2】

前記判定部は、転送元の記憶部、前記第 1 送信バッファ、及び、前記記憶部と前記第 1 送信バッファとを接続するバスの少なくとも 1 つのアクセス負荷がアクセス閾値よりも高い状態である場合、優先度が優先度閾値より小さいデータを、転送が制限されるデータに決定する、

10

請求項 1 に記載の転送制御装置。

【請求項 3】

前記判定部は、前記第 1 送信バッファに記憶された優先度閾値以上のデータの数がデータ数閾値よりも小さい状態である場合、優先度が優先度閾値より小さいデータを、転送が制限されるデータに決定し、前記第 1 送信バッファに記憶された前記優先度閾値以上のデータの数がデータ数閾値以上の状態である場合、前記優先度が前記優先度閾値以上のデータを、転送が制限されるデータに決定しない、

20

請求項 1 に記載の転送制御装置。

【請求項 4】

前記判定部は、前記第 1 送信バッファに記憶された優先度閾値以上のデータのサイズがデータサイズ閾値よりも小さい状態である場合、優先度が優先度閾値より小さいデータを、転送が制限されるデータに決定し、前記第 1 送信バッファに記憶された前記優先度閾値以上のデータのサイズがデータサイズ閾値以上の状態である場合、前記優先度が前記優先度閾値以上のデータを、転送が制限されるデータに決定しない、

請求項 1 に記載の転送制御装置。

【請求項 5】

前記判定部は、前記第 1 送信バッファに記憶されたデータ、及び、第 2 送信バッファに記憶されたデータの送信タイミングのスケジュールを示すスケジューリング情報に応じて、転送が制限されるデータを決定し、

30

前記制御部は、優先度が優先度閾値以上のデータを、すぐに前記第 1 送信バッファに転送するように制御し、前記優先度が優先度閾値より小さいデータは、転送が制限されていない場合、すぐに前記第 2 送信バッファに転送するように制御する、

請求項 1 に記載の転送制御装置。

【請求項 6】

前記判定部は、前記スケジューリング情報を参照して、次の送信タイミングで前記第 1 送信バッファから送信可能なデータの数を算出し、前記第 1 送信バッファに記憶されているデータの数が、前記送信可能なデータの数よりも少ない場合、前記優先度が優先度閾値より小さいデータを、転送が制限されるデータに決定し、

40

前記制御部は、前記優先度が優先度閾値より小さいデータの転送が制限されている場合、前記優先度が優先度閾値より小さいデータの転送を遅延させる、

請求項 5 に記載の転送制御装置。

【請求項 7】

前記スケジューリング情報は、IEEE 802.1Qbv のゲートコントロールリストである、

請求項 5 に記載の転送制御装置。

【請求項 8】

通信装置に記憶されたデータの転送を制御する転送制御装置の転送制御方法であって、

50

前記データを第1送信バッファに転送する制御を行うステップと、
前記通信装置の状態に応じて、転送が制限されるデータを決定するステップと、
転送が制限される場合、転送が制限されているデータの転送を遅延させるステップと、
を含む転送方法。

【請求項9】

通信装置に記憶されたデータの転送を制御するコンピュータを、
前記データを第1送信バッファに転送する制御を行う制御部と、
前記通信装置の状態に応じて、転送が制限されるデータを決定する判定部として機能させ、

前記制御部は、転送が制限される場合、転送が制限されているデータの転送を遅延させる、

プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は転送制御装置、転送制御方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

工場内の各産業用機器間を接続する産業用ネットワーク、及び、車内の制御コントローラを接続する車載ネットワークなどの分野では、高いリアルタイム性が求められる。近年、産業用ネットワーク及び車載ネットワークなどでは、イーサネット（登録商標）などの通信規格の利用が進んでおり、様々なリアルタイムイーサネット規格が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2016-82363号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、従来の技術では、通信部からデータが送信されるタイミングを考慮して、通信部にデータを転送する制御ができなかった。

【課題を解決するための手段】

【0005】

実施形態の転送制御装置は、通信装置に記憶されたデータの転送を制御する転送制御装置であって、制御部と判定部とを備える。制御部は、前記データを第1送信バッファに転送する制御を行う。判定部は、前記通信装置の状態に応じて、転送が制限されるデータを決定する。前記制御部は、転送が制限される場合、転送が制限されているデータの転送を遅延させる。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】第1実施形態の通信装置の機能構成の例を示す図。

【図2】第1実施形態のアプリケーション部の動作の例を示すフローチャート。

【図3】第1実施形態の制御部の動作の例を示す図。

【図4】第1実施形態の制御部の機能構成の例を示す図。

【図5】第1実施形態の発行処理部及び判定部の動作（ステップS11）の詳細を示すフローチャート。

【図6】第1実施形態の発行処理部の動作（ステップS24及びS28）の詳細を示すフローチャート。

【図7】第1実施形態の送信完了処理部の動作（ステップS12）の詳細を示すフローチャート。

10

20

30

40

50

【図 8】第 2 実施形態の通信装置の機能構成の例を示す図。

【図 9 A】第 2 実施形態の判定方法の例を示す図。

【図 9 B】第 2 実施形態の判定方法の例を示す図。

【図 10】第 2 実施形態の発行処理部及び判定部の動作（ステップ S 1 1）の詳細を示すフローチャート。

【図 11】第 3 実施形態の通信装置の機能構成の例を示す図。

【図 12】第 3 実施形態の判定方法の例を示す図。

【図 13 A】第 3 実施形態の転送制御の例を説明するための図。

【図 13 B】第 3 実施形態の転送制御の例を説明するための図。

【図 14】第 3 実施形態の発行処理部及び判定部の動作（ステップ S 1 1）の詳細を示すフローチャート。

10

【図 15】第 1 乃至第 3 実施形態の通信装置及び転送制御装置のハードウェア構成の例を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0007】

以下に添付図面を参照して、転送制御装置、転送制御方法及びプログラムの実施形態を詳細に説明する。

【0008】

（第 1 実施形態）

はじめに、高いリアルタイム性が求められる産業用ネットワーク及び車載ネットワークなどの分野で利用されている規格の例について説明する。

20

【0009】

例えば、イーサネット（登録商標）上でリアルタイム性を実現する規格として、TSN（Time-Sensitive Networking）の規格化が、IEEE 802.1 TSN Task で進んでいる。TSN は複数の規格から構成される。TSN は、プロオーディオなどで用いられている低遅延性を実現する AVB（Audio/Video Bridging）を拡張した規格である。TSN は、産業用ネットワーク及び車載ネットワークなどにも適用できるようにするため、AVB よりも高いリアルタイム性に加えて、高信頼性の実現を目指す規格である。

【0010】

30

TSN 規格の 1 つに IEEE 802.1 Qbv がある。IEEE 802.1 Qbv は、優先度が異なる複数の送信バッファ（IEEE 802.1 Qbv では、送信キュー）を事前に設定したスケジューリング情報（ゲートコントロールリスト）に従って制御することで、優先度ごとにデータ（フレーム）の送信タイミングを厳密に制御することが可能になる。各送信バッファにはデータの送信を許可するゲートを設ける。ゲートが開いている場合（オープン）は、データの送信が許可され、閉じている場合（クローズ）はデータの送信は禁止される。

【0011】

ゲートコントロールリストには、一周期分の各ゲートの状態が格納される。IEEE 802.1 Qbv に対応した NIC（Network Interface Card）などは、現在時刻、ゲートコントロールリスト、及び、ゲートコントロールの開始時刻などから、現在送信可能な優先度の送信バッファを選択してデータの送信処理を実施する。このように、データ送信タイミングが、ゲートコントロールリストに従って、厳密に制御されることで、優先度が異なるデータ間での送信タイミングの衝突を防ぎ、送信遅延時間及び送信時間の揺らぎを小さくすることが可能になる。

40

【0012】

ただし、IEEE 802.1 Qbv の送信制御は、NIC に利用される送信バッファに投入された後のイーサネットフレームに対して実行される。また、MAC などよりも上位のプロトコル処理を担当するネットワークスタックやアプリケーションは、IEEE 802.1 Qbv の送信制御とは独立に処理される。つまり、メインメモリなどから、N

50

ICにより利用される送信バッファヘデータを転送するDMA(Direct Memory Access)処理などは、IEEE 802.1Qbvの送信制御のタイミングとは非同期に実行される。このため、メモリ及びバス等へのアクセスが混雑している場合、低優先度データのDMA処理が高優先度データのDMA処理に影響を与える可能性がある。低優先度データのDMA処理がメモリ及びバス等を占有してしまうと、例えばアプリケーションや上位ネットワークスタック等では高優先度データの準備が完了しているにも関わらず、ゲートが開くタイミングまでにデータを送信バッファに投入できないといった問題(課題)が発生する。

【0013】

次に、実施形態の通信装置の機能構成の例について説明する。

10

【0014】

[機能構成の例]

図1は第1実施形態の通信装置10の機能構成の例を示す図である。第1実施形態の通信装置10は、例えば外部の機器へデータを送信する装置である。具体的には、第1実施形態の通信装置10は、例えばパーソナルコンピュータ、サーバ装置、専用LSI(Large-Scale Integration)、及び、FPGA(Field Programmable Gate Array)などの装置である。

【0015】

第1実施形態の通信装置10は、アプリケーション部1、記憶部2、送信バッファ3、転送部4、転送制御装置5及び通信部6を備える。転送制御装置5は、制御部51及び判定部52を備える。

20

【0016】

アプリケーション部1は、任意の機能を実行するアプリケーションにより実現される。アプリケーション部1は、外部の機器へ送信されるデータを生成する。アプリケーション部1は、外部の機器へデータを送信する送信要求を制御部51に入力する。送信要求は、データ送信を制御する制御情報を含む。

【0017】

制御情報は、例えば読み出しアドレス、書き込みアドレス、データサイズ、及び、優先度(属性)などを含む。読み出しアドレスは、読み出し元の領域の先頭アドレスを示す。書き込みアドレスは、書き込み先の領域の先頭アドレスを示す。データサイズは、送信対象のデータのサイズを示す。優先度(属性)は、データ送信の優先度を示す。第1実施形態の通信装置10では、優先度は、例えばリアルタイム又はベストエフォートなどである。

30

【0018】

なお、アプリケーション部1は複数あってもよい。例えば、車載システムを例にすると、ブレーキ制御などのリアルタイム性が求められるアプリケーション、カーナビなどのインフォテインメント、及び、走行記録などのデータを送信するアプリケーションなどのように、複数のアプリケーションが動作することが想定される。

【0019】

記憶部2はデータを記憶する。記憶部2に記憶されるデータは、例えばアプリケーション部1により生成されたデータである。また例えば、記憶部2に記憶されるデータは、アプリケーション部1及び制御部51で実行されるプログラム、転送部4の制御情報、及び、外部の機器と通信するためのセッション情報などである。

40

【0020】

具体的には、記憶部2は、例えばSRAM(Static Random Access Memory)、SDRAM(Synchronous Dynamic Random Access Memory)、SSD(Solid State Drive)、HDD(Hard Disk Drive)、及びSDカードなどの記憶装置である。なお、記憶部2は、物理的に分離された複数の記憶装置により構成してもよい。

【0021】

50

送信バッファ 3 はデータを記憶する。送信バッファ 3 は、例えば外部の機器に送信されるデータ（フレーム）を一時的に記憶する。

【 0 0 2 2 】

具体的には、送信バッファ 3 は、例えば S R A M、S D R A M、S S D、H D D 及び S D カードなどの記憶装置である。なお、送信バッファ 3 は、物理的に分離された複数の記憶装置により構成してもよい。また、記憶部 2 及び送信バッファ 3 を、論理的に分離された単一の記憶装置により構成してもよい。

【 0 0 2 3 】

転送部 4 は、制御部 5 1 から、上述の送信要求で指定されたデータの転送を要求する転送要求を受け付けると、記憶部 2 と送信バッファ 3 との間のデータ転送を行う。

10

【 0 0 2 4 】

具体的には、転送部 4 は、例えば D M A C (D i r e c t M e m o r y A c c e s s C o n t r o l l e r) である。転送要求は、例えば D M A 要求である。

【 0 0 2 5 】

制御部 5 1 は、データを送信バッファ 3 に転送する制御を行う。具体的には、制御部 5 1 は、アプリケーション部 1 から、上述の送信要求を受け付けると、記憶部 2 に記憶された当該データを送信バッファ 3 に転送する転送要求を転送部 4 に入力する（転送要求の発行）。制御部 5 1 は、転送部 4 から転送完了通知を受け付けると、転送が完了したデータの送信要求を通信部 6 に入力する。通信部 6 に入力される送信要求は、例えば送信されるデータ（フレーム）のアドレス及びデータサイズなどを含む。

20

【 0 0 2 6 】

なお、制御部 5 1 は、転送要求の発行の他に、データに対するプロトコル処理を更に実行してもよい。プロトコル処理は、例えば記憶部 2 に記憶されたデータから、1 フレーム分のデータを抽出し、当該データに I P (I n t e r n e t P r o t o c o l) ヘッダ、T C P (T r a n s m i s s i o n C o n t r o l P r o t o c o l) ヘッダ、及び、イーサネットヘッダなどを付加する処理などである。

【 0 0 2 7 】

また、制御部 5 1 は、転送が制限されているデータを示す通知を判定部 5 2 から受け付けた場合、例えば、当該転送が制限されているデータの転送を遅延させる。なお、転送が制限されているデータの転送制御方法は任意でよい。例えば、制御部 5 1 は、転送が制限されているデータの転送を禁止してもよい。また例えば、制御部 5 1 は、転送が制限されている複数のデータのうち、一部のデータの転送を許可し、一部のデータの転送を遅延させてもよい（又は一部のデータの転送を禁止してもよい）。

30

【 0 0 2 8 】

判定部 5 2 は、通信装置 1 0 の状態に応じて、転送が制限されるデータを決定する。具体的には、判定部 5 2 は、例えばメモリ及びバスのアクセス負荷などの状態から、低優先度データの転送要求の発行を許可するか否かを判定する。低優先度データは、例えば優先度が優先度閾値より小さいデータである。

【 0 0 2 9 】

なお、アクセス負荷の判定方法は任意でよい。例えば、アクセス負荷は、転送部 4 により現在受け付けている転送要求の数により判定されてもよい。また例えば、アクセス負荷は、通信装置 1 0 のメモリコントローラ、及び、バスコントローラ等に、現在のデータ転送量、及び、現在のアクセス回数などを取得する専用回路などを設け、当該専用回路により得られた情報から判定されてもよい。

40

【 0 0 3 0 】

通信部 6 は、制御部 5 1 からデータ（フレーム）の送信要求を受け付けると、送信バッファ 3 に記憶された当該データを外部の機器へ送信する。具体的には、通信部 6 は、例えばイーサネット（登録商標）の M A C (M e d i a A c c e s s C o n t r o l) 処理、及び、P H Y (p h y s i c a l L a y e r) などの処理を実行する。通信部 6 は、データの送信が完了すると、送信完了通知を制御部 5 1 に入力する。送信完了通知の通

50

知方法は任意でよい。送信完了通知の通知方法は、例えば割り込み信号による通知、及び、ディスクリプタによる通知などである。

【 0 0 3 1 】

[アプリケーション部の動作]

図 2 は第 1 実施形態のアプリケーション部 1 の動作の例を示すフローチャートである。具体的には、図 2 のフローチャートは、アプリケーション部 1 の送信要求処理の動作を示す。

【 0 0 3 2 】

はじめに、アプリケーション部 1 は、通信先の外部の機器との間でデータを送受信するための初期化を行う (ステップ S 1)。具体的には、アプリケーション部 1 は、通信先の外部の機器の指定、通信に使用されるネットワークインタフェースの指定、及び、通信に使用される通信プロトコルの指定などを制御部 5 1 に指示する。

10

【 0 0 3 3 】

ここで、第 1 実施形態の通信装置 1 0 では、送信されるデータの優先度が指定される。優先度の指定方法は任意でよい。例えば、優先度の指定方法は、IEEE 802.1p の PCP (Priority Code Point) を直接指定する方法でもよい。また例えば、優先度の指定方法は、ベストエフォートトラフィック又はリアルタイムトラフィックなどを指定する方法でもよい。また例えば、優先度の指定方法は、データの送信保留時に許容される遅延時間などを指定する方法でもよい。

20

【 0 0 3 4 】

また、送信されるデータに優先度が指定されるタイミングは任意でよい。例えば、優先度が指定されるタイミングは、ステップ S 1 の初期化処理時でもよい。また例えば、優先度が指定されるタイミングは、ステップ S 3 の処理で、データの送信要求が発行される際に、その都度指定されてもよい。

【 0 0 3 5 】

次に、アプリケーション部 1 は、送信対象のデータを記憶部 2 に記憶する (ステップ S 2)。ステップ S 2 の処理により記憶されるデータは任意でよい。例えば、アプリケーション部 1 がセンサを制御するアプリケーションの場合、ステップ S 2 の処理により記憶されるデータは、当該センサから取得されたセンサデータである。また例えば、アプリケーション部 1 がカメラを制御するアプリケーションの場合、ステップ S 2 の処理により記憶されるデータは、当該カメラから取得された動画データである。また例えば、アプリケーション部 1 がデータを解析するアプリケーションの場合、ステップ S 2 の処理により記憶されるデータは、解析結果を示すデータである。また例えば、アプリケーション部 1 が外部の機器を制御するアプリケーションの場合、ステップ S 2 の処理により記憶されるデータは、当該外部の機器を制御する制御データである。

30

【 0 0 3 6 】

次に、アプリケーション部 1 は、ステップ S 2 の処理により記憶されたデータの送信を要求する送信要求を発行することにより、当該データの送信を制御部 5 1 に指示する (ステップ S 3)。送信要求は、例えば送信されるデータが記憶された記憶部 2 のアドレス、送信されるデータのサイズ、及び、書き込み先のアドレスなどを含む。また、前述のとおり、送信要求にデータの優先度が含まれていてもよい。

40

【 0 0 3 7 】

次に、アプリケーション部 1 は、制御部 5 1 から送信完了通知を受信したか否かを判定する (ステップ S 4)。送信完了通知を受信していない場合 (ステップ S 4, No)、アプリケーション部 1 は、制御部 5 1 からの送信完了通知待ち状態となる。送信完了通知を受信した場合 (ステップ S 4, Yes)、アプリケーション部 1 は送信要求処理を終了する。

【 0 0 3 8 】

なお図では、説明の簡略化のために、送信要求処理は、送信完了通知を受けた場合に終了しているが、送信要求処理は、送信完了通知を受けた場合に終了せずに継続してもよい

50

。この場合、アプリケーション部 1 の送信要求処理は、ステップ S 2 の処理に戻る。

【 0 0 3 9 】

[制御部の動作]

図 3 は第 1 実施形態の制御部 5 1 の動作の例を示す図である。制御部 5 1 は、アプリケーション部 1 から初期化要求を受け付けると、インタフェースの設定、通信部 6 の初期化、及び、通信プロトコルの設定等の初期化処理を実行後、転送部 4 及び通信部 6 の制御処理を開始する。

【 0 0 4 0 】

転送部 4 及び通信部 6 の制御処理は、要求発行処理（ステップ S 1 1）、及び、送信完了処理（ステップ S 1 2）を含む。

【 0 0 4 1 】

要求発行処理は、アプリケーション部 1 から受け付けられた送信要求を基に、転送要求を発行する処理である。要求発行処理の詳細は、図 5 を参照して後述する。

【 0 0 4 2 】

送信完了処理は、通信部 6 から受け付けられた送信完了通知を処理する。送信完了処理の詳細は、図 7 を参照して後述する。

【 0 0 4 3 】

図 4 は第 1 実施形態の制御部 5 1 の機能構成の例を示す図である。第 1 実施形態の制御部 5 1 は、発行処理部 5 1 1、送信完了処理部 5 1 2、送信要求キュー 5 1 3、一時キュー 5 1 4 及び完了待ちキュー 5 1 5 を備える。

【 0 0 4 4 】

発行処理部 5 1 1 は、転送部 4 への転送要求、及び、通信部 6 への送信要求を発行する上述の要求発行処理を実行する。

【 0 0 4 5 】

送信完了処理部 5 1 2 は、通信部 6 から送信完了通知を受け付けると、上述の送信完了処理を実行する。

【 0 0 4 6 】

送信要求キュー 5 1 3 は、アプリケーション部 1 から受け付けられた送信要求を保持する。

【 0 0 4 7 】

一時キュー 5 1 4 は、アプリケーション部 1 から受け付けられた送信要求のうち、記憶部 2 から送信バッファ 3 への転送が制限されたデータの送信要求を一時的に保持する。

【 0 0 4 8 】

完了待ちキュー 5 1 5 は、転送要求が完了済みで、通信部からの送信完了通知待ち状態の送信要求を保持する。

【 0 0 4 9 】

[要求発行処理の例]

図 5 は第 1 実施形態の発行処理部 5 1 1 及び判定部 5 2 の動作（ステップ S 1 1）の詳細を示すフローチャートである。はじめに、発行処理部 5 1 1 が、処理を後回しにされた送信要求が、一時キュー 5 1 4 にあるか否かを判定する（ステップ S 2 1）。

【 0 0 5 0 】

一時キュー 5 1 4 に送信要求がある場合（ステップ S 2 1, Yes）、発行処理部 5 1 1 は、最も古くに一時キュー 5 1 4 へ退避された送信要求を確認し、退避時に設定された遅延時間を経過しているか否かを判定する（ステップ S 2 2）。

【 0 0 5 1 】

遅延時間を経過している場合（ステップ S 2 2, Yes）、発行処理部 5 1 1 は、一時キュー 5 1 4 から、遅延時間が経過している送信要求を取得する（ステップ S 2 3）。次に、発行処理部 5 1 1 は、ステップ S 2 3 の処理により取得された送信要求で指定されたデータの転送要求を発行し（ステップ S 2 4）、処理を終了する（次の送信要求の処理に移る）。なお、ステップ S 2 4 の処理の詳細は、図 6 を参照して後述する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

一時キュー 5 1 4 に送信要求がない場合（ステップ S 2 1 , N o ）、または、一時キュー 5 1 4 に送信要求があるが遅延時間を経過していない場合（ステップ S 2 2 , N o ）、発行処理部 5 1 1 は、送信要求キュー 5 1 3 に送信要求があるか否かを判定する（ステップ S 2 5 ）。なお、例えばステップ S 1 の初期化処理（図 2 参照）の直後は、一時キュー 5 1 4 に送信要求がない状態となる。

【 0 0 5 3 】

送信要求キュー 5 1 3 に送信要求がない場合（ステップ S 2 5 , N o ）、処理を終了する（次の送信要求の処理に移る）。ここで、送信要求キュー 5 1 3 に送信要求がない場合は、次の送信要求の処理を開始しても、処理すべき要求はない。そのため、発行処理部 5 1 1 は、アプリケーション部 1 が送信要求を発行するまで処理を中断してもよい。

10

【 0 0 5 4 】

送信要求キュー 5 1 3 に送信要求がある場合（ステップ S 2 5 , Y e s ）、発行処理部 5 1 1 が、当該送信要求が、高優先度データの送信要求であるか否かを判定する（ステップ S 2 6 ）。高優先度データは、例えば優先度が優先度閾値以上のデータである。

【 0 0 5 5 】

高優先度データの送信要求である場合（ステップ S 2 6 , Y e s ）、発行処理部 5 1 1 は、送信要求キュー 5 1 3 から、当該送信要求を取得する（ステップ S 2 7 ）。次に、発行処理部 5 1 1 は、ステップ S 2 7 の処理により取得された送信要求で指定されたデータの転送要求を発行し（ステップ S 2 8 ）、処理を終了する（次の送信要求の処理に移る）。なお、ステップ S 2 8 の処理の詳細は、図 6 を参照して後述する。

20

【 0 0 5 6 】

高優先度データの送信要求でない場合（ステップ S 2 6 , N o ）、判定部 5 2 が、通信装置 1 0 の状態を取得する（ステップ S 2 9 ）。第 1 実施形態では、通信装置 1 0 の状態は、例えば記憶部 2 、送信バッファ 3 、及び、記憶部 2 と前送信バッファ 3 とを接続するバスの少なくとも 1 つのアクセス状態である。

【 0 0 5 7 】

次に、判定部 5 2 は、高優先度でないデータ（すなわち低優先度データ）の転送を制限するか否かを判定する（ステップ S 3 0 ）。具体的には、判定部 5 2 は、例えば記憶部 2 、送信バッファ 3 、及び、記憶部 2 と前送信バッファ 3 とを接続するバスの少なくとも 1 つのアクセス負荷がアクセス閾値よりも高い状態である場合、高優先度でないデータの転送を制限することを決定する。

30

【 0 0 5 8 】

転送を制限しない場合（ステップ S 3 0 , N o ）、上述のステップ S 2 7 及び S 2 8 の処理が実行された後、処理は終了する（次の送信要求の処理に移る）。

【 0 0 5 9 】

転送を制限する場合（ステップ S 3 0 , Y e s ）、発行処理部 5 1 1 は、送信要求キュー 5 1 3 から、高優先度でないデータの送信要求を取得し、当該送信要求に、データの送信保留時に許容される遅延時間（送信要求を一時キュー 5 1 4 に退避させておく時間）を設定する（ステップ S 3 1 ）。なお、遅延時間の設定方法は任意でよい。例えば、遅延時間は、ステップ S 1 の初期化処理（図 2 参照）で指定された固定時間である。また例えば、遅延時間は、メモリ及びバスの利用帯域を基に、その都度計算で算出される。

40

【 0 0 6 0 】

次に、発行処理部 5 1 1 は、ステップ S 3 1 の処理により遅延時間が設定された送信要求を、一時キュー 5 1 4 に退避し（ステップ S 3 2 ）、処理を終了する（次の送信要求の処理に移る）。

【 0 0 6 1 】

図 6 は第 1 実施形態の発行処理部 5 1 1 の動作（ステップ S 2 4 及び 2 8 ）の詳細を示すフローチャートである。はじめに、発行処理部 5 1 1 は、送信要求から読み出しアドレス、書き込みアドレス及びデータサイズなどの制御情報を取得する（ステップ S 4 1 ）。

50

次に、発行処理部 5 1 1 は、1 フレームに格納可能なサイズのデータの転送要求を発行することにより、当該データの転送を転送部 4 に指示する（ステップ S 4 2）。なお、1 フレームの最大サイズは、ステップ S 1 の初期化処理（図 2 参照）などで設定された値が使用される。

【 0 0 6 2 】

次に、発行処理部 5 1 1 は、転送部 4 から転送完了通知を受け付けたか否かを判定する（ステップ S 4 3）。転送完了通知を受け付けていない場合（ステップ S 4 3, No）、発行処理部 5 1 1 は、転送完了通知待ちとなる。

【 0 0 6 3 】

転送完了通知を受け付けた場合（ステップ S 4 3, Yes）、発行処理部 5 1 1 は、転送が完了したデータの送信要求を通信部 6 へ発行することにより、当該データの送信を通信部 6 へ指示する（ステップ S 4 4）。 10

【 0 0 6 4 】

次に、発行処理部 5 1 1 は、送信要求で指定された全データの転送要求の発行が完了したか否かを判定する（ステップ S 4 5）。

【 0 0 6 5 】

全データの転送要求の発行が完了していない場合（ステップ S 4 5, No）、発行処理部 5 1 1 は、転送要求を発行したサイズ分だけ、読み出しアドレス及び書き込みアドレスを進めることにより、次の転送要求のアドレスを計算する（ステップ S 4 6）。ステップ S 4 6 の処理の後、処理はステップ S 4 2 に戻る。 20

【 0 0 6 6 】

全データの転送要求の発行が完了した場合（ステップ S 4 5, Yes）、発行処理部 5 1 1 は、送信要求キュー 5 1 3（ステップ S 2 8 の場合）、又は、一時キュー 5 1 4（ステップ S 2 4 の場合）から、送信要求を完了待ちキュー 5 1 5 へ移動し（ステップ S 4 7）、処理を終了する。

【 0 0 6 7 】

[送信完了処理]

図 7 は第 1 実施形態の送信完了処理部 5 1 2 の動作（ステップ S 1 2）の詳細を示すフローチャートである。はじめに、送信完了処理部 5 1 2 が、完了待ちキュー 5 1 5 から送信要求を取得する（ステップ S 5 1）。次に、送信完了処理部 5 1 2 は、通信部 6 から送信完了通知を受け付けたか否かを判定する（ステップ S 5 2）。送信完了通知を受け付けていない場合（ステップ S 5 2, No）、送信完了処理部 5 1 2 は、送信完了通知待ちとなる。 30

【 0 0 6 8 】

送信完了通知を受け付けた場合（ステップ S 5 2, Yes）、送信完了処理部 5 1 2 は、送信が完了したデータ（フレーム）が記憶されていた送信バッファ 3 の領域を解放する（ステップ S 5 3）。ここで、送信バッファ 3 の領域の解放は、通信部 6 により実行されてもよい。送信バッファ 3 の領域の解放が、通信部 6 により実行される場合、送信完了処理部 5 1 2 は、送信バッファ 3 の領域を解放しない。

【 0 0 6 9 】

次に、送信完了処理部 5 1 2 は、送信要求でアプリケーションから指定された全てのデータのフレーム送信が完了したか否かを判定する（ステップ S 5 4）。全てのデータのフレーム送信が完了していない場合（ステップ S 5 4, No）、ステップ S 5 2 の処理に戻る。 40

【 0 0 7 0 】

全てのデータのフレーム送信が完了した場合（ステップ S 5 4, Yes）、送信完了処理部 5 1 2 は、完了待ちキュー 5 1 5 から送信要求を削除する（ステップ S 5 5）。次に、送信完了処理部 5 1 2 は、アプリケーション部 1 に送信完了通知を入力する（ステップ S 5 6）。

【 0 0 7 1 】

以上説明したように、第1実施形態の転送制御装置5では、制御部51が、データを送信バッファ3（第1送信バッファ）に転送する制御を行う。判定部52は、通信装置10の状態に応じて、転送が制限されるデータを決定する。制御部51は、転送が制限される場合、転送が制限されているデータの転送を遅延させる。

【0072】

これにより第1実施形態の転送制御装置5によれば、通信部6からデータが送信されるタイミングを考慮して、通信部6（送信バッファ3）にデータを転送する制御をすることができる。具体的には、記憶部2、送信バッファ3、及び、記憶部2と前送信バッファ3とを接続するバスの少なくとも1つのアクセス負荷がアクセス閾値よりも高い状態である場合、低優先度データの転送を遅延させることができる。これにより、低優先度データの転送によるメモリ及びバス等の占有を防ぐことができるので、通信部6から高優先度データを遅延なく送信することができる。

10

【0073】

（第2実施形態）

次に第2実施形態について説明する。第2実施形態の説明では、第1実施形態と同様の説明については省略し、第1実施形態と異なる箇所について説明する。

【0074】

[機能構成の例]

図8は第2実施形態の通信装置10-2の機能構成の例を示す図である。第2実施形態の通信装置10-2は、アプリケーション部1、記憶部2、送信バッファ3a、送信バッファ3b、転送部4、転送制御装置5及び通信部6を備える。転送制御装置5は、制御部51及び判定部52を備える。

20

【0075】

送信バッファ3aは、高優先度データを記憶する。高優先度データは、例えば優先度が優先度閾値以上のデータである。具体的には、第2実施形態では、高優先度データはリアルタイムフレームである。

【0076】

送信バッファ3bは、低優先度データを記憶する。低優先度データは、例えば優先度が優先度閾値より小さいデータである。具体的には、第2実施形態では、低優先度データはベストエフォートフレームである。

30

【0077】

なお、優先度の種類は2以上であれば任意でよい。例えば、優先度の種類が2種類（0又は1）であり、値が大きいほど優先度が高い場合、送信バッファ3aは、優先度1のデータを記憶し、送信バッファ3bは、優先度0のデータを記憶する。なお、第2実施形態の通信装置10では、送信バッファ3の数は、優先度の種類と同じにする。

【0078】

送信バッファ3a及び3bは、例えばSRAM、SDRAM、SSD、HDD及びSDカードなどの記憶装置である。なお、送信バッファ3a及び3bは、物理的に分離された複数の記憶装置により構成してもよい。また、送信バッファ3a及び3bを、論理的に分離された単一の記憶装置により構成してもよい。

40

【0079】

通信部6は、送信バッファ3a及び3bに記憶されたデータ（フレーム）を外部の機器へ送信する。この時、通信部6は、優先度を考慮してデータの送信処理を実行する。優先度が考慮されたデータの送信処理は任意でよい。例えば、通信部6は、Strict Priorityのように、送信バッファ3aに高優先度データが記憶されている場合は、常に、送信バッファ3aの高優先度データを送信してもよい。また例えば、通信部6は、IEEE 802.1 QavのCredit Shaperのようなアルゴリズムを使用して、送信バッファ3a及び3bのどちらからデータを送信するかをその都度決定してもよい。

【0080】

50

判定部 5 2 は、通信装置 1 0 - 2 の送信バッファ 3 a 及び 3 b の状態から、低優先度データの転送要求を許可するか否かを判定し、判定結果を制御部 5 1 へ通知する。

【 0 0 8 1 】

[判定方法の例]

図 9 A 及び 9 B は、第 2 実施形態の判定方法の例を示す図である。判定部 5 2 は、送信バッファ 3 a に記憶された優先度閾値以上のデータ（リアルタイムフレーム）の数がデータ数閾値以上の状態である場合、優先度が優先度閾値より小さいデータ（ベストエフォートフレーム）を、転送が制限されるデータに決定しない（図 9 A 参照）。

【 0 0 8 2 】

一方、判定部 5 2 は、送信バッファ 3 a に記憶された優先度閾値以上のデータ（リアルタイムフレーム）の数がデータ数閾値よりも小さい状態である場合、優先度が優先度閾値より小さいデータ（ベストエフォートフレーム）を、転送が制限されるデータに決定する（図 9 B 参照）。

【 0 0 8 3 】

これにより、送信バッファ 3 a にリアルタイムフレームを記憶する処理を優先させることができるので、送信バッファ 3 a に記憶されるリアルタイムフレームの数を増大させることができる。具体的には、例えば送信バッファ 3 a にリアルタイムフレームが存在しない場合、ベストエフォートフレームの転送要求は、すぐに処理されずに抑制される。これによりアプリケーション部 1 がリアルタイムフレームの送信要求を発行したら、転送部 4 は、送信バッファ 3 a への当該リアルタイムフレームの転送を即座に開始することが可能になる。

【 0 0 8 4 】

なお、判定に使用される優先度閾値及びデータ数閾値は、例えばステップ S 1 の初期化処理（図 2 参照）などで設定された値が使用される。

【 0 0 8 5 】

また、判定部 5 2 は、データ（フレーム）の数ではなく、送信バッファ 3 a に記憶されているデータのサイズを判定してもよい。具体的には、判定部 5 2 は、送信バッファ 3 a に記憶された優先度閾値以上のデータのサイズがデータサイズ閾値以上の状態である場合、優先度が優先度閾値より小さいデータを、転送が制限されるデータに決定しない（図 9 A 参照）。一方、判定部 5 2 は、送信バッファ 3 a に記憶された優先度閾値以上のデータのサイズがデータサイズ閾値よりも小さい状態である場合、優先度が優先度閾値より小さいデータを、転送が制限されるデータに決定する（図 9 B ）。

【 0 0 8 6 】

[発行要求処理の例]

図 1 0 は第 2 実施形態の発行処理部 5 1 1 及び判定部 5 2 の動作（ステップ S 1 1 ）の詳細を示すフローチャートである。図 1 0 に示すフローチャートのうち、第 1 実施形態との違いは、ステップ S 2 9 - 2 及び S 3 0 - 2 の処理のため、ステップ S 2 9 - 2 及び S 3 0 - 2 について説明する。

【 0 0 8 7 】

< ステップ S 2 9 - 2 >

高優先度データの送信要求でない場合（ステップ S 2 6 , N o ）, 判定部 5 2 は、通信装置 1 0 の状態を取得する（ステップ S 2 9 - 2 ）。第 2 実施形態では、通信装置 1 0 の状態は、例えば送信バッファ 3 a に記憶された優先度閾値以上のデータ（リアルタイムフレーム）の数又はデータサイズである。

【 0 0 8 8 】

< ステップ S 3 0 - 2 >

判定部 5 2 は、高優先度でないデータ（すなわち低優先度データ）の転送を制限するか否かを判定する（ステップ S 3 0 - 2 ）。具体的には、判定部 5 2 は、例えば送信バッファ 3 a に記憶された優先度閾値以上のデータの数（サイズ）がデータ数（データサイズ）閾値よりも小さい状態である場合、高優先度でないデータ（ベストエフォートフレーム）

10

20

30

40

50

の転送を制限することを決定する。

【 0 0 8 9 】

以上、説明したように、第 2 実施形態の通信装置 1 0 - 2 (転送制御装置 5) は、高優先度データ (リアルタイムフレーム) が送信バッファ 3 a に十分投入されていない場合に、低優先度データ (ベストエフォートフレーム) の転送要求の発行を遅らせる。これにより、送信バッファ 3 a に十分な高優先度データが記憶されていない時に、アプリケーション部 1 が高優先度データの送信要求を発行した場合、転送部 4 が、低優先度データの転送処理に影響を受けることなく、即座に高優先度データの転送を実行することが可能になる。

【 0 0 9 0 】

(第 3 実施形態)

次に第 3 実施形態について説明する。第 3 実施形態の説明では、第 2 実施形態と同様の説明については省略し、第 2 実施形態と異なる箇所について説明する。

【 0 0 9 1 】

[機能構成の例]

図 1 1 は第 3 実施形態の通信装置 1 0 の機能構成の例を示す図である。第 3 実施形態の通信装置 1 0 - 3 は、アプリケーション部 1、記憶部 2、送信バッファ 3 a、送信バッファ 3 b、転送部 4、転送制御装置 5、通信部 6 及びスケジューリング情報記憶部 7 を備える。転送制御装置 5 は、制御部 5 1 及び判定部 5 2 を備える。

【 0 0 9 2 】

送信バッファ 3 a には、例えばリアルタイム通信で送信されるリアルタイムデータが記憶される。リアルタイムデータは、例えば周期的に送られる必要がある制御信号及びストリーミングデータ等である。ストリーミングデータは、例えば動画データ及び音声データなどである。

【 0 0 9 3 】

送信バッファ 3 b には、例えばログ情報などのベストエフォート通信で送信するデータなどを記憶する。

【 0 0 9 4 】

スケジューリング情報記憶部 7 は、スケジューリング情報を記憶する。スケジューリング情報は、送信バッファ 3 a に記憶されたデータ、及び、送信バッファ 3 b に記憶されたデータの送信タイミングのスケジュールを示す。スケジューリング情報は、ステップ S 1 の初期化处理 (図 2 参照) など事前に設定されてもよし、動作中にその都度更新されてもよい。

【 0 0 9 5 】

判定部 5 2 は、スケジューリング情報に応じて、転送が制限されるデータを決定する。そして、制御部 5 1 は、優先度が優先度閾値以上のデータを、すぐに送信バッファ 3 a に転送するように制御し、優先度が優先度閾値より小さいデータは、転送が制限されていない場合、すぐに送信バッファ 3 b に転送するように制御する。

【 0 0 9 6 】

具体的には、判定部 5 2 は、例えばスケジューリング情報を参照して、次の送信タイミングで送信バッファ 3 a から送信可能なデータの数を算出し、送信バッファ 3 a に記憶されているデータの数が、送信可能なデータの数よりも少ない場合、優先度が優先度閾値より小さいデータを、転送が制限されるデータに決定する。そして、制御部 5 1 は、優先度が優先度閾値より小さいデータの転送が制限されている場合、優先度が優先度閾値より小さいデータの転送を遅延させる。

【 0 0 9 7 】

スケジューリング情報は、例えば IEEE 8 0 2 . 1 Q b v のゲートコントロールリストである。スケジューリング情報がゲートコントロールリストの場合、通信部 6 は、現在時刻とスケジューリング情報とを参照し、現在送信が許可されている (ゲートがオープンになっている) 優先度を特定し、特定された優先度のデータの送信処理を実行する。通

10

20

30

40

50

信部 6 は、例えば、送信バッファ 3 a のゲートがオープンであり、かつ、送信バッファ 3 a にデータが存在している場合、送信バッファ 3 a に記憶されたデータの送信処理を実行する。また例えば、通信部 6 は、送信バッファ 3 a にデータが存在し、かつ、送信バッファ 3 a のゲートがクローズであり、かつ、送信バッファ 3 b のゲートがオープンであり、かつ、送信バッファ 3 b にデータが存在している場合、送信バッファ 3 b に記憶されたデータの送信処理を実行する。

【 0 0 9 8 】

なお、第 3 実施形態では、優先度の種類が 2 つであるが、優先度の種類は 3 種類以上でもよい。スケジューリング情報には、優先度の種類に対応した送信タイミングの情報が定義される。

10

【 0 0 9 9 】

通信部 6 は、スケジューリング情報を参照して、送信バッファ 3 a 及び 3 b からデータ（フレーム）を送信することにより、外部の機器へ決められた時刻に当該データを送ることが可能になる。これにより、リアルタイム通信が必要なデータの送信タイミングを保証することが可能になる。

【 0 1 0 0 】

なお、スケジューリング情報は、データ送信（フレーム送信）が発生する可能性があることを示しており、実際にデータの送信処理が発生するか否かは、送信バッファ 3 a 又は 3 b にデータが書き込まれているか否かによって決まる。つまり、転送制御装置 5、及び、当該転送制御装置 5 の上位に位置するアプリケーション部 1 の動作によって、実際にデータ送信が発生するか否かが決定される。

20

【 0 1 0 1 】

なお、アプリケーション部 1 の具体的な例は、車載システム及びファクトリーオートメーションシステムなどである。

【 0 1 0 2 】

車載システムでは、自動運転及びブレーキ制御などに係わるリアルタイム性が求められるデータは、送信バッファ 3 a に記憶される。一方、カーナビなどのインフォテイメント及び走行記録などのデータは、送信バッファ 3 b に記憶される。

【 0 1 0 3 】

ファクトリーオートメーションでは、各制御機器の制御信号などのリアルタイム性が求められるデータは、送信バッファ 3 a に記憶される。制御機器は、例えば PLC（programmable logic controller）、及び、I/O 機器などである。一方、各機器の動作状況、及び、生産管理などの情報は、送信バッファ 3 b に記憶される。

30

【 0 1 0 4 】

[判定方法の例]

図 1 2 は第 3 実施形態の判定方法の例を示す図である。RT 1 は、リアルタイムフレームを示す。また、BE 1 ~ BE 3 は、ベストエフォートフレームを示す。送信バッファ 3 a には、既に RT 1 が記憶されている。また、送信バッファ 3 b には、既に BE 1 及び BE 2 が記憶されている。

40

【 0 1 0 5 】

判定部 5 2 は、送信バッファ 3 a の状態とスケジューリング情報とを参照して、低優先度データ（ベストエフォートフレーム）の転送要求を制限するか否かを判定し、判定結果を制御部 5 1 へ通知する。図 1 2 の例は、送信バッファ 3 a に記憶されているベストエフォートフレームの数が 1 つ（RT 1）であり、次の送信タイミングで送信可能なデータの数よりも少ない場合を示す。また、図 1 2 の例は、BE 3 の転送要求が発行された時点のスケジューリング情報の状態（ゲートの状態）が、送信バッファ 3 a がオープンであり、かつ、送信バッファ 3 b がクローズである場合を示す。

【 0 1 0 6 】

図 1 2 のような例では、優先度が優先度閾値より小さいデータ（図 1 2 では BE 3）の

50

転送を遅延させた方がよいことを、図 1 3 A 及び 1 3 B を参照して説明する。

【 0 1 0 7 】

図 1 3 A 及び 1 3 B は、第 3 実施形態の転送制御の例を説明するための図である。図 1 3 A 及び 1 3 B では、発行処理部 5 1 1 が、アプリケーション部 1 から、R T 1、B E 3、R T 2 の順でデータの送信要求を受け付けた場合を示す。図 1 3 A の例は、転送要求が、送信要求を受け付けた順序で発行された場合を示す。一方、図 1 3 B の例は、第 3 実施形態の発行処理部 5 1 1 が、B E 3 の転送要求を R T 2 の転送要求の後に、発行する場合を示す。

【 0 1 0 8 】

図 1 3 A の横軸は、R T 1、B E 3 及び R T 2 を送信バッファ 3 a (3 b) へ投入するための転送時間と、B E 1、R T 1 及び B E 3 を送信するための送信時間と、送信バッファ 3 a 及び 3 b のゲートの状態とを示す時間軸である。

10

【 0 1 0 9 】

図 1 3 A の例では、転送部 4 が、B E 3 の転送要求の処理中に、R T 2 の転送要求が発行されている。したがって、図 1 3 A の例では、B E 3 の転送処理が終わるまで、R T 2 の転送処理を開始できない。そのため、通信部 6 は、次のリアルタイムフレームの送信タイミング (T 1) で、R T 1 と同時に R T 2 を送信できるリソースがある場合でも、R T 2 の転送処理が間に合わないため、次のリアルタイムフレームの送信タイミングで R T 2 を送信することができない。

【 0 1 1 0 】

一方、第 3 実施形態の発行処理部 5 1 1 の動作例を示す図 1 3 B では、送信バッファ 3 b への B E 3 の転送を遅らせることにより、先に R T 2 を送信バッファ 3 a に転送することができる。これにより通信部 6 が、次のリアルタイムフレームの送信タイミング (T 1) で、R T 1 と同時に R T 2 を送信することができる。

20

【 0 1 1 1 】

つまり、図 1 3 A では、次の送信バッファ 3 a のゲートオープン時に送信できる十分なリアルタイムフレームが、送信バッファ 3 a に記憶されていない状態で、ベストエフォートフレーム (B E 3) の転送が開始されてしまった結果、リアルタイムフレーム (R T 2) の送信ができなくなってしまったと言える。

【 0 1 1 2 】

図 1 3 A のような問題を回避するために、第 3 実施形態の判定部 5 2 は、送信バッファ 3 a のゲートが次にオープンになるタイミングで送信可能な数のリアルタイムフレームが、送信バッファ 3 a に記憶されているか否かを判定する。送信可能な数のリアルタイムフレームが記憶されていない場合、判定部 5 2 は、ベストエフォートフレームの転送を制限することを決定し、当該判定結果を制御部 5 1 へ通知する。一方、送信可能な数のリアルタイムフレームが記憶されている場合、判定部 5 2 は、ベストエフォートフレームの転送を制限しないことを決定し、当該判定結果を制御部 5 1 へ通知する。

30

【 0 1 1 3 】

これにより、例えばゲートオープン時に送信可能なリアルタイムフレームが送信バッファ 3 a に記憶されていない状態で、アプリケーション部 1 により高優先度データの送信要求が発行された場合は、転送部 4 が、当該高優先度データを含むリアルタイムフレームを即座に送信バッファ 3 a に転送することが可能になる。

40

【 0 1 1 4 】

判定部 5 2 が、送信バッファ 3 a に十分なリアルタイムフレームが記憶されているか否かを判定する具体的な方法としては、例えば、ゲートオープン時に送信可能な最大リアルタイムフレーム数をスケジューリング情報に定義しておき、送信バッファ 3 a に記憶されたリアルタイムフレームの数が、当該最大リアルタイムフレーム数より小さければ、ベストエフォートフレームの転送を制限することが考えられる。また、別の方法としては、判定部 5 2 が、転送の速度 (例えば、D M A 転送速度など) を基に、現在時刻から X 秒間の間にゲートがオープンされる総時間で送信可能なバイト数から閾値を算出し、送信バッ

50

ァ 3 a に記憶されたリアルタイムフレームのバイト数が、その閾値より小さければ、ベストエフォートフレームの転送を制限することが考えられる。

【 0 1 1 5 】

ここで、判定部 5 2 は、ベストエフォートフレームの転送を遅延させる遅延時間を算出し、当該遅延時間を制御部 5 1 へ通知してもよい。例えば、遅延時間は、スケジューリング情報を基に、次に送信バッファ 3 a のゲートがオープンになるまでの時間、及び、送信バッファ 3 b のゲートがオープンになるまでの時間などから算出される。この場合、制御部 5 1 は、一時キュー 5 1 4 へ送信要求を退避する際に、当該送信要求に遅延時間を設定する。

【 0 1 1 6 】

[発行要求処理の例]

図 1 4 は第 3 実施形態の発行処理部 5 1 1 及び判定部 5 2 の動作 (ステップ S 1 1) の詳細を示すフローチャートである。図 1 4 に示すフローチャートのうち、第 2 実施形態との違いは、ステップ S 2 9 - 3 及び S 3 0 - 3 の処理のため、ステップ S 2 9 - 3 及び S 3 0 - 3 について説明する。

【 0 1 1 7 】

< ステップ S 2 9 - 3 >

高優先度データの送信要求でない場合 (ステップ S 2 6 , N o)、判定部 5 2 は、通信装置 1 0 の状態を取得する (ステップ S 2 9 - 3)。第 3 実施形態では、通信装置 1 0 の状態は、例えば送信バッファ 3 a に記憶されているデータの数 (サイズ) 及びスケジューリング情報である。

【 0 1 1 8 】

< ステップ S 3 0 - 3 >

判断部 5 2 は、高優先度でないデータ (すなわち低優先度データ) の転送を制限するかどうかを判定する (ステップ S 3 0 - 3)。具体的には、判定部 5 2 は、例えばスケジューリング情報を参照して、次の送信タイミングで送信バッファ 3 a から送信可能なデータの数 (サイズ) を算出し、送信バッファ 3 a に記憶されているデータの数 (サイズ) が、送信可能なデータの数 (サイズ) よりも少ない場合、高優先度でないデータ (ベストエフォートフレーム) の転送を制限することを決定する。

【 0 1 1 9 】

以上、説明したように、第 3 実施形態の通信装置 1 0 - 3 (転送制御装置 5) では、発行処理部 5 1 1 が、スケジューリング情報により定義されたタイミングで送信可能な高優先度データ (リアルタイムフレーム) が送信バッファ 3 a に十分投入されていない場合に、低優先度フレーム (ベストエフォートフレーム) の転送要求の発行を遅らせる。これにより、送信バッファ 3 a に十分な高優先度データが格納されていない時に、アプリケーション部 1 が高優先度データの送信要求を発行した場合、転送部 4 が、低優先度データの転送処理に影響を受けることなく、即座に高優先度データの転送を実行することが可能になる。

【 0 1 2 0 】

最後に第 1 乃至第 3 実施形態の通信装置 1 0 及び転送制御装置 5 のハードウェア構成の例について説明する。

【 0 1 2 1 】

[ハードウェア構成の例]

図 1 5 は第 1 乃至第 3 実施形態の通信装置 1 0 及び転送制御装置 5 のハードウェア構成の例を示す図である。第 1 乃至第 3 実施形態の通信装置 1 0 及び転送制御装置 5 は、制御装置 3 0 1、主記憶装置 3 0 2、補助記憶装置 3 0 3、表示 I / F 3 0 4、入力 I / F 3 0 5 及び通信 I / F 3 0 6 を備える。主記憶装置 3 0 2、補助記憶装置 3 0 3、表示 I / F 3 0 4、入力 I / F 3 0 5 及び通信 I / F 3 0 6 は、バス 3 1 0 を介して接続されている。

【 0 1 2 2 】

10

20

30

40

50

なお、通信装置 10 及び転送制御装置 5 は、同一のハードウェアにより構成されてもよいし、別々のハードウェアにより実現されてもよい。通信装置 10 及び転送制御装置 5 が別々のハードウェアにより実現される場合は、例えば、転送制御装置 5 は、通信装置 10 の製造時に通信装置 10 に取り付けられる部品として実現されてもよい。また例えば、転送制御装置 5 は、通信装置 10 の拡張スロット等にオプションとして接続される拡張モジュールとして実現されてもよい。

【0123】

制御装置 301 は、補助記憶装置 303 から主記憶装置 302 に読み出されたプログラムを実行する。主記憶装置 202 は、ROM (Read Only Memory) 及び RAM (Random Access Memory) 等のメモリである。補助記憶装置 303 は、HDD (Hard Disk Drive) 及びメモリカード等である。

10

【0124】

表示 I / F 304 には、通信装置 10 及び転送制御装置 5 の状態等を表示する表示装置と接続するためのインタフェースである。表示装置は、例えば液晶ディスプレイ等である。

【0125】

入力 I / F 305 には、通信装置 10 及び転送制御装置 5 を操作するための入力装置と接続するためのインタフェースである。入力装置は、例えばキーボード及びマウス等である。

【0126】

通信 I / F 306 は、外部の機器等と通信するためのインタフェースである。

20

【0127】

第 1 乃至第 3 実施形態の通信装置 10 及び転送制御装置 5 で実行されるプログラムは、インストール可能な形式又は実行可能な形式のファイルで CD-ROM、メモリカード、CD-R 及び DVD 等のコンピュータで読み取り可能な記憶媒体に記録されてコンピュータ・プログラム・プロダクトとして提供される。

【0128】

また第 1 乃至第 3 実施形態の通信装置 10 及び転送制御装置 5 で実行されるプログラムを、インターネット等のネットワークに接続されたコンピュータ上に格納し、ネットワーク経由でダウンロードさせることにより提供するように構成してもよい。また第 1 乃至第 3 実施形態の通信装置 10 及び転送制御装置 5 で実行されるプログラムをダウンロードさせずにインターネット等のネットワーク経由で提供するように構成してもよい。

30

【0129】

また第 1 乃至第 3 実施形態の通信装置 10 及び転送制御装置 5 のプログラムを、ROM 等に予め組み込んで提供するように構成してもよい。

【0130】

第 1 乃至第 3 実施形態の通信装置 10 及び転送制御装置 5 で実行されるプログラムは、通信装置 10 及び転送制御装置 5 の機能ブロックのうち、プログラムによっても実現可能な機能ブロックを含むモジュール構成となっている。当該各機能ブロックは、実際のハードウェアとしては、制御装置 301 が記憶媒体からプログラムを読み出して実行することにより、上記各機能ブロックが主記憶装置 302 上にロードされる。すなわち上記各機能ブロックは主記憶装置 302 上に生成される。

40

【0131】

なお各機能ブロックの一部又は全部をソフトウェアにより実現せずに、IC等のハードウェアにより実現してもよい。

【0132】

また複数のプロセッサを用いて各機能を実現する場合、各プロセッサは、各機能のうち 1 つを実現してもよいし、各機能のうち 2 以上を実現してもよい。

【0133】

また第 1 乃至第 3 実施形態の通信装置 10 及び転送制御装置 5 の動作形態は任意でよい

50

。第1乃至第3実施形態の通信装置10及び転送制御装置5を、例えばネットワーク上のクラウドシステムを構成する装置として動作させてもよい。

【0134】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

10

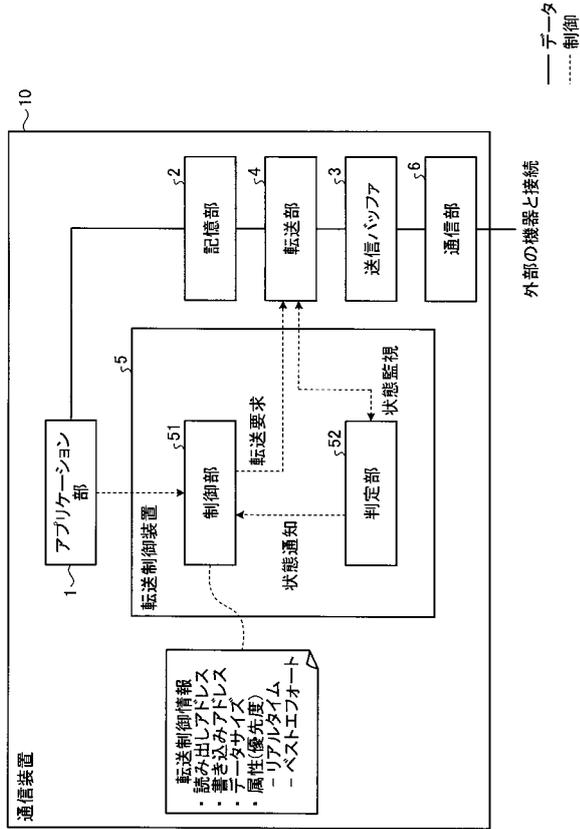
【0135】

- 1 アプリケーション部
- 2 記憶部
- 3 送信バッファ
- 4 転送部
- 5 転送制御装置
- 6 通信部
- 7 スケジューリング情報記憶部
- 10 通信装置
- 51 制御部
- 52 判定部
- 301 制御装置
- 302 主記憶装置
- 303 補助記憶装置
- 304 表示I/F
- 305 入力I/F
- 306 通信I/F
- 310 バス
- 511 発行処理部
- 512 送信完了処理部
- 513 送信要求キュー
- 514 一時キュー
- 515 完了待ちキュー

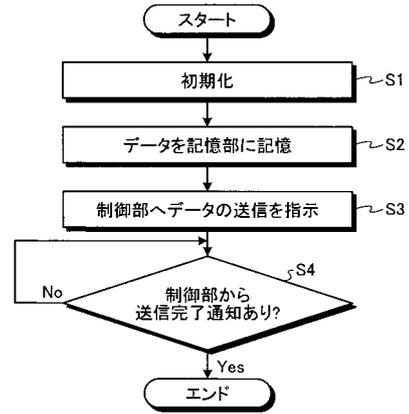
20

30

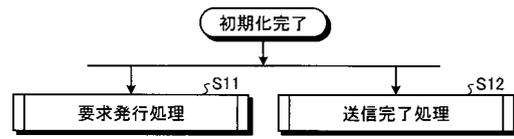
【 図 1 】



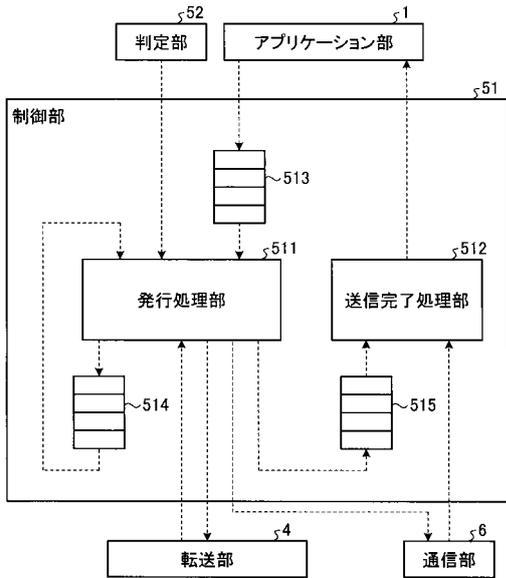
【 図 2 】



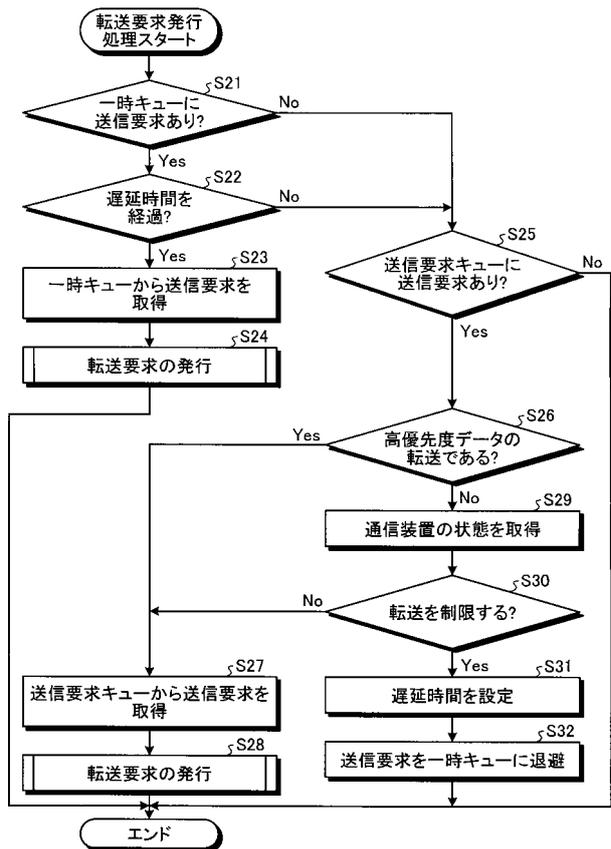
【 図 3 】



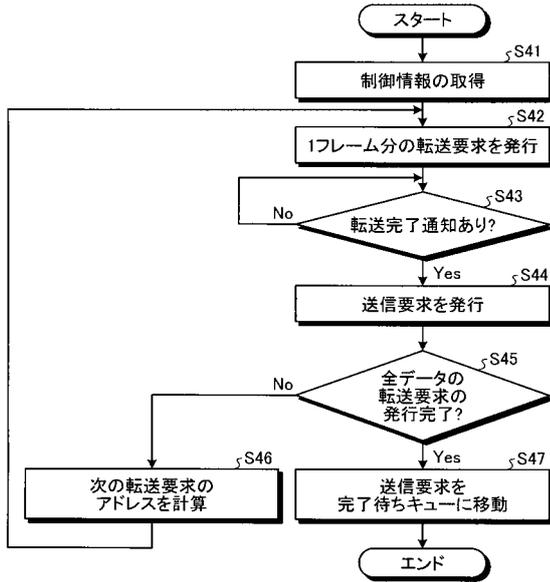
【 図 4 】



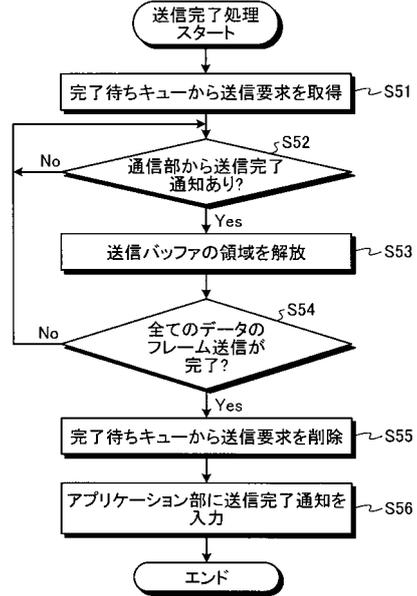
【 図 5 】



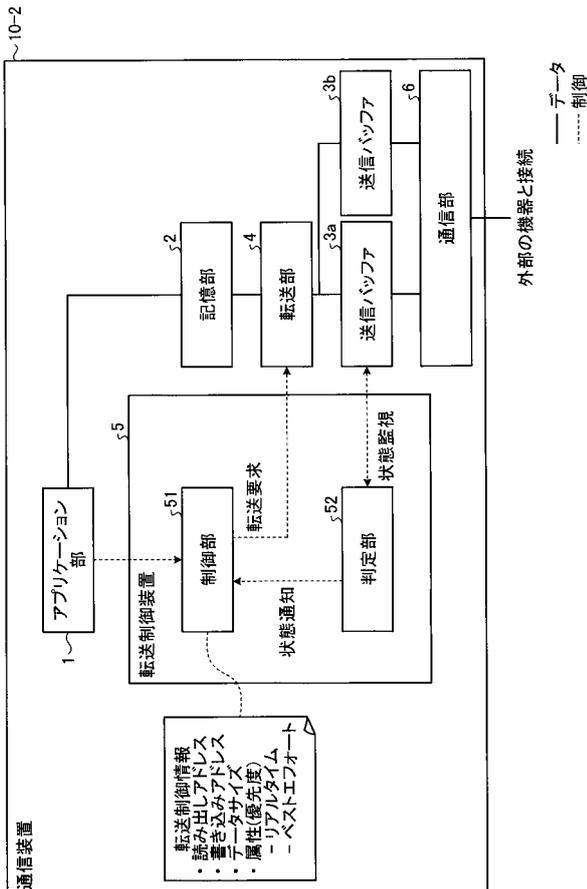
【 図 6 】



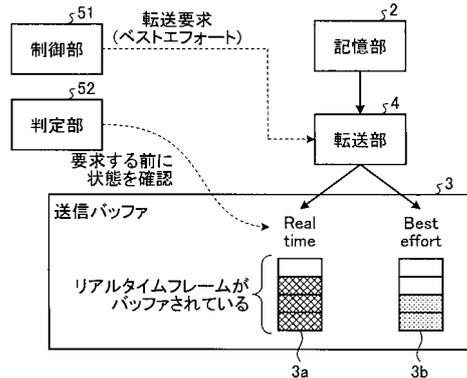
【 図 7 】



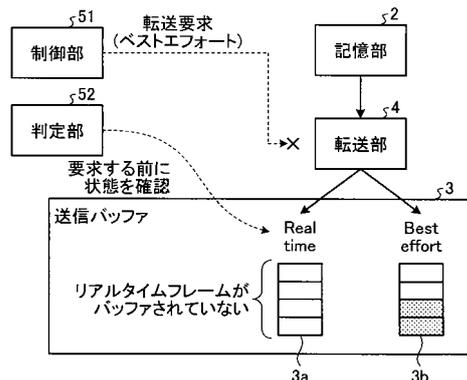
【 図 8 】



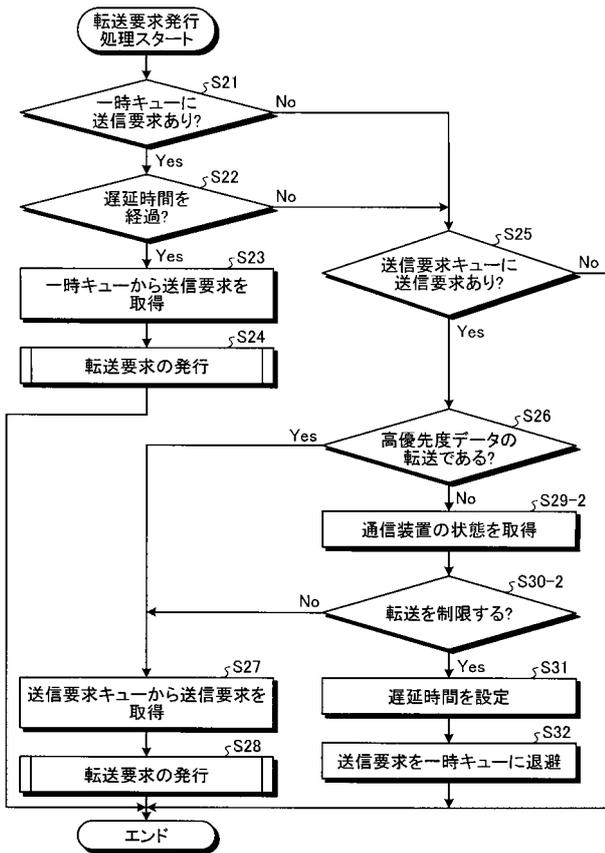
【 図 9 A 】



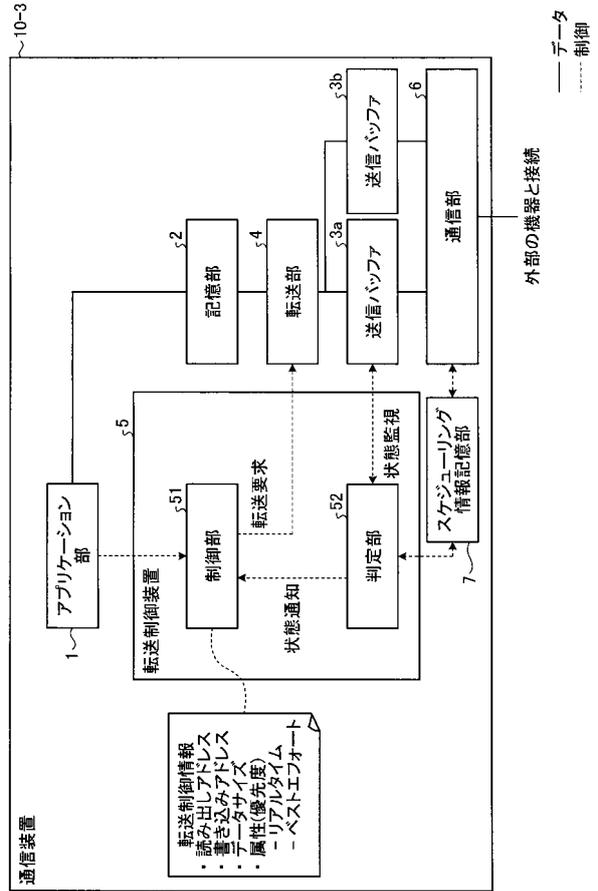
【 図 9 B 】



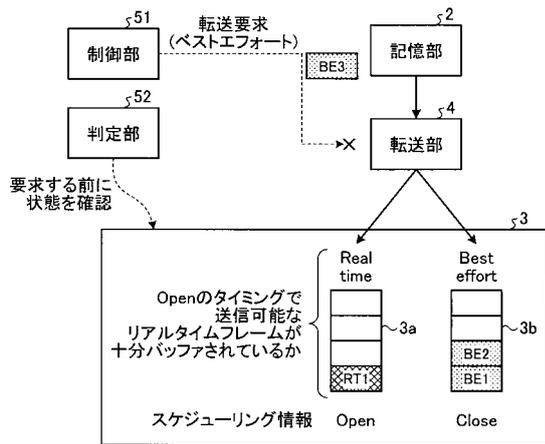
【図10】



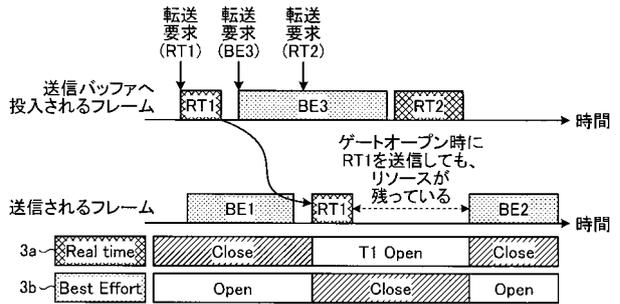
【図11】



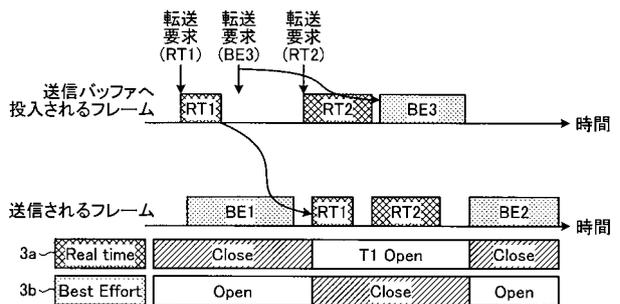
【図12】



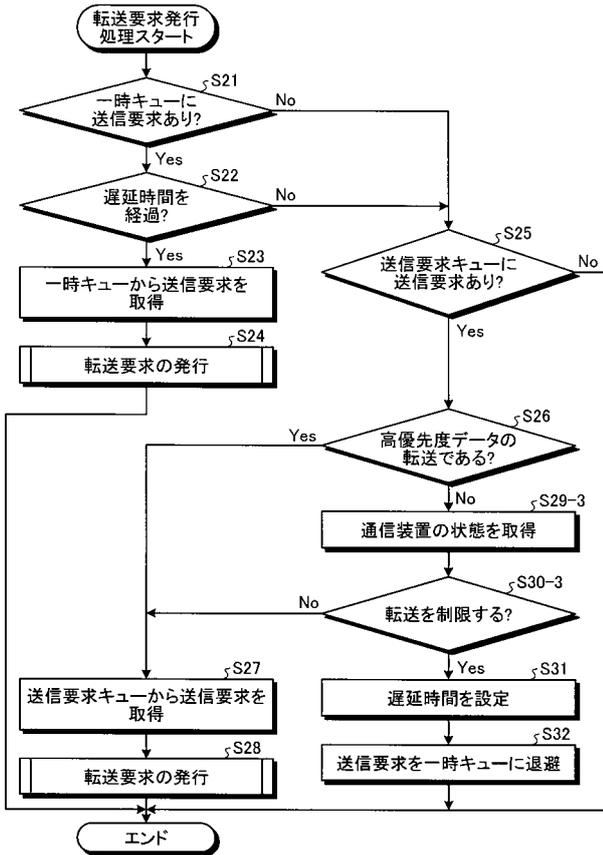
【図13A】



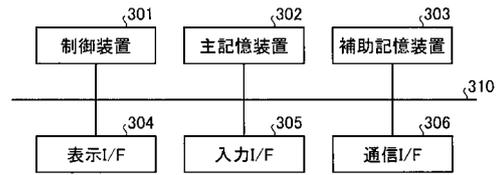
【図13B】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5K030 GA13 HB13 JA07 KA03 LC01 LC11 MA13 MB02 MB06
5K033 AA05 DA01 DB13 DB16