

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5569057号  
(P5569057)

(45) 発行日 平成26年8月13日(2014. 8. 13)

(24) 登録日 平成26年7月4日(2014. 7. 4)

(51) Int.Cl.

F I

H O 4 L 12/70 (2013.01)

H O 4 L 12/70 F

H O 4 L 12/44 (2006.01)

H O 4 L 12/44 3 0 0

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2010-57990 (P2010-57990)  
 (22) 出願日 平成22年3月15日(2010. 3. 15)  
 (65) 公開番号 特開2011-193261 (P2011-193261A)  
 (43) 公開日 平成23年9月29日(2011. 9. 29)  
 審査請求日 平成25年1月21日(2013. 1. 21)

前置審査

(73) 特許権者 000004075  
 ヤマハ株式会社  
 静岡県浜松市中区中沢町 1 〇 番 1 号  
 (74) 代理人 100111763  
 弁理士 松本 隆  
 (72) 発明者 ▲吉▼田 傑  
 静岡県浜松市中区中沢町 1 〇 番 1 号 ヤマ  
 ハ株式会社内

審査官 松崎 孝大

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信システム、スイッチングハブ、およびルータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(A) 下流側の通信装置が各々接続される複数の下流側ポートと上流側の通信装置に接続される上流側ポートとを備え、各ポートを介して受信したフレームの転送制御をそのフレームの送信先アドレスに基づいて行う 1 または複数のスイッチングハブと、前記 1 または複数のスイッチングハブの上流に位置するルータと、を含み、

(B) 前記 1 または複数のスイッチングハブの各々は、前記複数の下流側ポートの各々について、その下流側ポートにより受信したフレームに内包されているパケットがマルチキャスト通信を実現するための所定の通信プロトコルにしたがって送信されたものであるか否かをそのパケットのヘッダ部を参照して判定し、当該通信プロトコルにしたがって送信されたものであると判定した場合には、当該下流側ポートを示すポート識別子を前記ルータへ通知する第 1 の処理と、前記ルータからの指示にしたがって下流側ポートの開閉を行う第 2 の処理とを実行し、

(C) 前記ルータは、前記 1 または複数のスイッチングハブの何れかからポート識別子を通知された場合に、その通知元であるスイッチングハブにより当該ルータへ中継されたパケットがマルチキャストグループへの参加を前記通信プロトコルにしたがって通知するためのものであるか否かを、当該パケットのペイロード部を参照して判定し、マルチキャストグループへの参加を通知するためのものであると判定した場合には、当該ポート識別子の通知元のスイッチングハブに対して、当該ポート識別子の示す下流側ポートのみを当該マルチキャストグループに対して開放することを指示する

10

20

ことを特徴とする通信システム。

【請求項 2】

前記 1 または複数のスイッチングハブの各々は、前記第 1 の処理において、マルチキャスト通信を実現するための所定の通信プロトコルにしたがって送信されたパケットを内包したフレームのヘッダ部の所定の領域に当該フレームを受信したポートのポート識別子と自身の通信アドレスとを追記して前記ルータへ転送することを特徴とする請求項 1 に記載の通信システム。

【請求項 3】

前記 1 または複数のスイッチングハブの各々は、前記第 1 の処理において、マルチキャスト通信を実現するための所定の通信プロトコルにしたがって送信されたパケットを内包したフレームを受信したポートのポート識別子とともに当該パケットの送信元の通信アドレスを前記ルータへ通知することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の通信システム。

【請求項 4】

前記 1 または複数のスイッチングハブのうち、下流側に他のスイッチングハブが接続されていないスイッチングハブに、前記第 1 および第 2 の処理を実行させることを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載の通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、データの中継技術に関し、特に、マルチキャストされるデータの中継技術に関する。

【背景技術】

【0002】

通信システムを構築するために用いられる中継装置の一例として、ルータやスイッチングハブが挙げられる。ルータとは、OSI 参照モデルの第 1 層（物理層）から第 3 層（ネットワーク層）までの接続を行う中継装置であり、インターネットなどの IP（Internet Protocol）網を介して他のルータとデータの送受信を行う役割を担う。一方、スイッチングハブとは、第 1 層から第 2 層（データリンク層）までの接続を行う中継装置であって、データ通信の終端に位置する通信端末（例えば、パーソナルコンピュータなど）を通信網に収容する役割を担う。ここで、第 n 層の接続を行うとは、第 n 層の通信プロトコルにしたがってデータの転送制御を行うことをいう。

【0003】

例えば、第 2 層のデータブロックであるフレームのヘッダ部には、そのフレームの送信元および送信先の通信装置（中継装置や通信端末）のハードウェアアドレスである MAC（Media Access Control）アドレスがそのフレームの送信元アドレスおよび送信先アドレスとして書き込まれ、そのペイロード部には第 3 層のデータブロックであるパケットが書き込まれる。そして、パケットのヘッダ部には、第 3 層においてその送信元および送信先を識別するための通信アドレスである IP アドレスがそのパケットの送信元アドレスおよび送信先アドレスとして書き込まれる。ルータやスイッチングハブでは、受信したデータブロックのヘッダ部に書き込まれている送信先アドレスに基づいてそのデータブロックの転送制御が行われる。以下、図 8 を参照しつつ、ルータやスイッチングハブが行うデータブロックの転送制御について説明する。

【0004】

図 8 は、ルータおよびスイッチングハブを含む通信システムの一例を示す図である。図 8 に示す通信システムでは、送信装置 10 から受信装置 40 - k（k = 1 ~ 4）へのデータの送信が行われる。なお、図 8 では詳細な図示は省略したが、ルータ 20 と送信装置 10 との間には、ルータ 20 が接続されている IP 網と、この IP 網と送信装置 10 とを接続する他のルータが存在する。ルータ 20 にはスイッチングハブ 30 が接続されており、スイッチングハブ 30 には送信装置 10 から送信されるデータを受信する通信端末（受信装置 40 - 1 ~ 40 - 4）が接続されている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 5 】

図 8 のルータ 2 0 は、送信装置 1 0 から受信装置 4 0 - 1 へ宛てて送信されたパケットを内包したフレーム（当該パケットがペイロード部に書き込まれているフレーム）を受信すると、そのパケットのヘッダ部を参照し、その送信先 I P アドレスが自装置の配下の通信端末に割り当てられている I P アドレスである場合には、当該フレームをスイッチングハブ 3 0 へと転送する。逆に、受信したフレームに内包されているパケットが配下の通信端末へ宛てて送信されたものではない場合には、ルータ 2 0 は、ルーティングテーブルの格納内容にしたがって当該フレームを他のルータへと転送する。

## 【 0 0 0 6 】

図 8 のスイッチングハブ 3 0 は、各々他の通信装置（ルータや他のスイッチングハブ、通信端末）に接続される複数のポートを有しており、これら複数のポートの各々に対応付けてそのポートの接続先の通信装置の M A C アドレスを記憶している。そして、スイッチングハブ 3 0 は、何れかのポートを介してフレームを受信すると、そのフレームのヘッダ部に書き込まれている送信先 M A C アドレスを参照し、当該フレームをその送信先 M A C アドレスに対応するポートへと出力するのである。なお、以下では、スイッチングハブが有する複数のポートのうち、ルータに接続されているポート（或いは、他のスイッチングハブを介してルータに接続されているポート）を「上流側ポート」と呼び、その他のポート（図 8 では、受信装置 4 0 - k が接続されているポート）を「下流側ポート」と呼ぶ。

## 【 0 0 0 7 】

このように、スイッチングハブは、各ポートに対応付けた M A C アドレスと受信したフレームの送信先 M A C アドレスとに基づいてフレームの転送制御を行う。このため、I P マルチキャストされたパケットを内包したフレームを上流側から受信した場合に、当該スイッチングハブの下流側に無駄なデータストリームを発生させてしまう、といった不具合がある。その理由は、以下の通りである。I P マルチキャストとは、特定の通信端末に宛ててパケットを送信するのではなく、そのパケットの受信を表明した通信端末のグループ（マルチキャストグループ）に宛ててパケットを送信する態様である。I P マルチキャストにおいては、パケットの送信先アドレスはマルチキャストグループに割り当てられた I P アドレスとなる。同様に、I P マルチキャストされたパケットを内包したフレームの送信先 M A C アドレスも、特定の通信端末の M A C アドレスではなく、マルチキャストグループの I P アドレスから生成されるマルチキャスト M A C アドレスが用いられる。

## 【 0 0 0 8 】

マルチキャスト M A C アドレスはマルチキャストグループの I P アドレスから生成されるものであるから、スイッチングハブの各ポートに対応付けられている M A C アドレスの何れとも一致しない。このように、各ポートに対応付けられている M A C アドレスの何れにも一致しない送信先 M A C アドレスを有するフレームを受信した場合、スイッチングハブでは、当該フレームを全ての下流側ポートへ送出する処理（フラッディング）が実行される。例えば、図 8 に示す通信システムにおいて、送信装置 1 0 があるマルチキャストグループ宛てにパケットを送信しており、受信装置 4 0 - 1 のみがそのマルチキャストグループに参加している場合であっても、スイッチングハブ 3 0 においてフラッディングが行われるため、受信装置 4 0 - 2 ~ 4 0 - 4 に対しても上記マルチキャストグループ宛のパケットを内包したフレームの転送が行われる。受信装置 4 0 - 2 ~ 4 0 - 4 は、マルチキャストグループには参加していないのであるから、これらに対する当該フレームの転送は無駄なデータストリームに他ならない。これが、I P マルチキャストされたパケットを内包したフレームを受信した場合にスイッチングハブの下流で無駄なデータストリームが発生する理由である。

## 【 0 0 0 9 】

このような不具合の発生を回避するための技術が従来より種々提案されており、その一例としては I G M P（Internet Group Management Protocol）スヌーピングが挙げられる。ここで、I G M P とは、マルチキャスト通信を実現するための通信プロトコルの 1 つであって、マルチキャストグループへの参加を通信端末からルータに通知するための通信プ

10

20

30

40

50

ロトコルである。ルータは、I G M P にしたがって配下の通信端末からマルチキャストグループへの参加を通知されると、自装置の配下にマルチキャストグループに参加する通信端末があることを示す情報を記憶する処理（以下、参加管理処理と呼ぶ。また、マルチキャストグループからの離脱通知に応じて当該情報を削除する処理と合わせて、参加／離脱管理処理と呼ぶ）を行い、以後、上流側からそのマルチキャストグループ宛に送信されてくるパケットの下流側への転送を開始する。スヌーピングとは、「覗き見する」という意味であり、I G M P スヌーピング機能を備えたスイッチングハブは、下流側ポートにより受信したフレームに内包されているパケットのペイロード部を参照し、そのパケットがマルチキャストグループへの参加をルータに通知するためのパケット（I G M P J o i n）であれば、そのマルチキャストグループを示す識別子（例えば、マルチキャストM A C アドレス：以下、マルチキャストグループ識別子）を当該ポートに対応付けて記憶する。そして、上流側から転送されてくるフレームの送信先M A C アドレスが上記マルチキャストグループ識別子に一致する場合には、当該マルチキャストグループ識別子に対応付けた下流側ポートへのみそのフレームを送出し、他の下流側ポートには当該フレームを送出しないようにするのである。これにより、無駄なデータストリームの発生が回避されるのである。なお、I G M P スヌーピング機能を有するスイッチングハブに関する先行技術文献としては、特許文献 1 が挙げられる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 1 0】

20

【特許文献 1】特開 2 0 0 7 - 2 8 8 5 4 4 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 1 1】

ところで、近年では、環境問題への意識の高まりに起因して電子機器の消費電力をその機能に応じた最低限の値に抑えることが大きな課題となっており、所謂省エネ法などにより消費電力に法規制が課されている場合もある。スイッチングハブなどの通信装置についても、このような風潮は例外ではない（「エネルギー使用の合理化に関する法律施行令第 2 1 条特定機器」参照）。前述したように、無駄なデータストリームが発生しないようにするにはスイッチングハブにI G M P スヌーピング機能を実装する必要があるが、I G M P スヌーピング機能を実装する場合には、その機能を実装しない場合よりも高い処理能力が必要となり、自ずから消費電力が上昇してしまう。

30

本発明は上記課題に鑑みて為されたものであり、スイッチングハブにおける電力消費を抑えつつ、無駄なデータストリームが発生しないようにすることを可能にする技術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】

【0 0 1 2】

上記課題を解決するために本発明は、（ A ）下流側の通信装置が各々接続される複数の下流側ポートと上流側の通信装置に接続される上流側ポートとを備え、各ポートを介して受信したフレームの転送制御をそのフレームの送信先アドレスに基づいて行う 1 または複数のスイッチングハブと、前記 1 または複数のスイッチングハブの上流に位置するルータと、を含み、（ B ）前記 1 または複数のスイッチングハブの各々は、前記複数の下流側ポートの各々について、その下流側ポートにより受信したフレームに内包されているパケットがマルチキャスト通信を実現するための所定の通信プロトコルにしたがって送信されたものであるか否かをそのパケットのヘッダ部を参照して判定し、当該通信プロトコルにしたがって送信されたものであると判定した場合には、当該下流側ポートを示すポート識別子を前記ルータへ通知する第 1 の処理と、前記ルータからの指示にしたがって下流側ポートの開閉を行う第 2 の処理とを実行し、（ C ）前記ルータは、前記 1 または複数のスイッチングハブの何れかからポート識別子を通知された場合に、その通知元であるスイッチングハブにより当該ルータへ中継されたパケットがマルチキャストグループへの参加を前記

40

50

通信プロトコルにしたがって通知するためのものであるか否かを、当該パケットのペイロード部を参照して判定し、マルチキャストグループへの参加を通知するためのものであると判定した場合には、当該ポート識別子の通知元のスイッチングハブに対して、当該ポート識別子の示す下流側ポートのみを当該マルチキャストグループに対して開放することを指示することを特徴とする通信システム、を提供する。

【 0 0 1 3 】

従来の I G M P スヌーピング機能を備えたスイッチングハブにおいては、パケットのペイロード部を参照して I G M P J o i n であるか否かを判定する処理が行われていたのであるが、本通信システムに含まれるスイッチングハブにおいてはパケットのヘッダ部を参照している。パケットのヘッダ部を参照する処理は、パケットのペイロード部を参照する処理に比較して処理負荷が低い。このため、上記通信システムに含まれるスイッチングハブは、I G M P 機能を備えた従来のスイッチングハブよりも処理能力の低いもので充分であり、その消費電力を抑えることができる。なお、パケットのペイロード部を参照して I G M P J o i n であるか否かを判定する処理はルータで行われ、ルータは、この判定結果に応じてスイッチングハブに下流側ポートの開閉を指示する。スイッチングハブでは、ルータからの指示に応じて下流側ポートの開閉が行われるため、スイッチングハブの下流側に無駄なデータストリームが発生することはない。

【 0 0 1 4 】

また、上記課題を解決するために、本発明は、( A ) 1 または複数の他のスイッチングハブを介してルータとの間で、または他のスイッチングハブを介さずにルータとの間でフレームを送受信するための上流側ポートを備えるとともに、下流側の通信装置との間でフレームを送受信するための下流側ポートを複数備え、各ポートを介して受信したフレームの転送制御をそのフレームの送信先アドレスに基づいて行うスイッチングハブにおいて、( B ) 前記複数の下流側ポートの各々について、その下流側ポートを介して受信したフレームに内包されているパケットがマルチキャスト通信を実現するための所定の通信プロトコルにしたがって送信されたものであるか否かをそのパケットのヘッダ部を参照して判定し、前記通信プロトコルにしたがって送信されたものであると判定した場合には、当該下流側ポートを示すポート識別子を前記ルータへ通知する通知手段と、( C ) 前記ルータからの指示にしたがって下流側ポートの開閉を行うポート開閉制御手段とを有することを特徴とするスイッチングハブを提供する。なお、本発明の別の態様においては、コンピュータを上記通知手段およびポート開閉制御手段として機能させるプログラムを提供することが考えられる。

【 0 0 1 5 】

また、上記課題を解決するために、本発明は、( A ) 1 または複数のスイッチングハブを介して受信したパケットを他のルータへ転送する一方、当該他のルータから受信したパケットを前記 1 または複数のスイッチングハブを介してその宛先へ転送するルータにおいて、( B ) 前記 1 または複数のスイッチングハブの何れかから、マルチキャスト通信を実現するために所定の通信プロトコルにしたがって送信されたパケットを受信したことを示す通知であって、当該パケットを受信したポートを示すポート識別子を知らせる旨の通知を受信した場合に、当該パケットがマルチキャストグループへの参加を前記通信プロトコルにしたがって当該ルータへ通知するために送信されたものであるか否かを、当該パケットのペイロード部を参照して判定する判定手段と、( C ) マルチキャストグループへの参加を通知するためのものであると前記判定手段により判定された場合には、前記ポート識別子の通知を行ったスイッチングハブに対して、当該ポート識別子の示すポートのみを当該マルチキャストグループに対して開放することを指示するポート開閉指示手段とを有することを特徴とするルータを提供する。なお、本発明の別の態様においては、コンピュータを上記判定手段およびポート開閉指示手段として機能させるプログラムを提供することが考えられる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

【図１】本発明の第１実施形態の通信システム１Ａの構成例を示す図である。

【図２】同通信システム１Ａに含まれるスイッチングハブ５０の構成例を示すブロック図である。

【図３】同スイッチングハブ５０のスイッチングエンジン部５２０が実行するＩＧＭＰパケット判定処理の流れを示すフローチャートである。

【図４】同通信システム１Ａに含まれるルータ６０の構成例を示すブロック図である。

【図５】同ルータ６０のルーティングエンジン部６２０が実行するスイッチングハブ制御処理の流れを示すフローチャートである。

【図６】本発明の第２実施形態の通信システム１Ｂおよび１Ｃを示す図である。

【図７】変形例（１）のポート識別子の通知態様を説明するための図である。

【図８】ルータとスイッチングハブの機能を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【００１７】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施形態について説明する。

（Ａ：第１実施形態）

（Ａ－１：構成）

図１は、本発明の第１実施形態の通信システム１Ａの構成例を示す図である。図１においては、図８におけるものと同一の構成要素には同一の符号が付されている。図１と図８とを対比すれば明らかのように、この通信システム１Ａは、ルータ２０に代えてルータ６０を設けた点と、スイッチングハブ３０に代えてスイッチングハブ５０を設けた点が図８に示す通信システムと異なる。この通信システム１Ａにおいては、あるマルチキャストグループ宛に送信装置１０から送信されるパケットを受信装置４０－ｋ（ｋ＝１～４）の何れか１台が受信する場合であっても、ルータ６０とスイッチングハブ５０とに本実施形態の特徴を顕著に示す処理を行わせて両者を協働させることで、スイッチングハブ５０の下流側（すなわち、スイッチングハブ５０と他の受信装置４０－ｋの間）に無駄なデータストリームが発生しないようにしているのである。以下、本実施形態の特徴を顕著に示すスイッチングハブ５０およびルータ６０を中心に説明する。

【００１８】

図２は、スイッチングハブ５０の構成を示すブロック図である。図２に示すように、スイッチングハブ５０は、通信インタフェース（以下、Ｉ／Ｆ）部５１０、スイッチングエンジン部５２０、記憶部５３０および制御部５４０を有している。制御部５４０は、例えばＣＰＵ（Central Processing Unit）であり、記憶部５３０に格納されているファームウェアにしたがって各部の作動制御を中枢的に行う。このファームウェアにしたがって制御部５４０が実行する処理については後に詳細に説明する。

【００１９】

通信Ｉ／Ｆ部５１０は、他の通信装置との間でフレームの授受を行うインタフェースであり、各々他の通信装置が接続される複数のポート（図２では、ポート５１２Ｕおよび５１２Ｄ－１～５１２Ｄ－４の５つのポート）を有している。本実施形態では、これら複数のポートの各々を介してその接続先の通信装置との間でフレームの授受が行われる。図２のポート５１２Ｕはルータ６０に接続されている上流側ポートであり、ポート５１２Ｄ－ｋ（ｋ＝１～４）は各々受信装置４０－ｋに接続された下流側ポートである。これら複数のポートの各々には、各ポートを一意に識別するポート識別子が予め割り当てられている。本実施形態では、ポート５１２Ｕにはポート番号“０”が、ポート５１２Ｄ－ｋ（ｋ＝１～４）には、ポート番号“ｋ”が割り当てられており、これらポート番号がポート識別子の役割を果たす。

【００２０】

スイッチングエンジン部５２０は、例えばＡＳＩＣである。このスイッチングエンジン部５２０は、記憶部５３０に格納されているフレーム転送制御テーブルの格納内容を参照しつつ、通信Ｉ／Ｆ部５１０の各ポートを介して受信したフレームの送信先ＭＡＣアドレスに基づいて、前述したフレームの転送制御を行う。加えて、本実施形態のスイッチング

10

20

30

40

50

エンジン部 520 は、下流側ポートを介してフレームを受信した場合に、そのフレームの転送制御に先立って、図 3 に示す I G M P パケット判別処理を実行する。詳細については動作例において明らかにするが、この I G M P パケット判別処理は、下流側ポートを介して受け取ったフレームが I G M P パケット ( I G M P J o i n であるか否かは問わない) を内包したものである場合に、当該フレームを受信したポートのポート識別子をルータ 60 へ通知する処理である。本実施形態では、ルータ 60 へのポート識別子の通知には、専用のフレーム (以下、ポート識別子通知フレーム) が用いられる。このポート識別子通知フレームのヘッダ部には、当該フレームの送信元 (すなわち、スイッチングハブ 50) および送信先 (ルータ 60) の M A C アドレスに加えて当該フレームがポート識別子通知フレームであることを示す種別情報が書き込まれる。また、ポート識別子通知フレームのペイロード部には、I G M P パケットを内包したフレームを受信した下流側ポートのポート識別子が書き込まれる。

10

#### 【0021】

記憶部 530 は、図 2 では詳細な図示を省略したが、例えば R A M (Random Access Memory) などの揮発性メモリと E P R O M (Erasable Programmable ROM) などの不揮発性メモリとを含んでいる。上記ファームウェアは不揮発性メモリに記憶され、揮発性メモリには上記フレーム転送制御テーブルが格納される。また、この揮発性メモリは、上記ファームウェアを実行する際のワークメモリとして制御部 540 によって利用されるとともに、前述したフレーム転送制御の際にフレームを一時的に蓄積しておくバッファの役割も果たす。

20

#### 【0022】

図 2 のフレーム転送制御テーブルには、各ポートのポート識別子に対応付けてそのポートに接続されている通信装置の M A C アドレスが登録されている。なお、フレーム転送制御テーブルへの M A C アドレスおよびポート識別子の登録については周知の手法を採用すれば良い。また、このフレーム転送制御テーブルには、上記各ポートの接続先の通信装置がマルチキャストグループに参加している場合に、そのポートのポート識別子に対応付けてそのマルチキャストグループのマルチキャストグループ識別子が登録される。スイッチングエンジン部 520 は、通信 I / F 部 510 から受け取ったフレームがマルチキャストグループ宛のものである場合には、そのマルチキャストグループのマルチキャストグループ識別子に対応付けてフレーム転送制御テーブルに登録されているポート識別子の示すポートのみから当該フレームを出力し、これにより無駄なデータストリームの発生を回避するのである。

30

#### 【0023】

このようにポート識別子と対応付けてマルチキャストグループ識別子をフレーム転送制御テーブルに登録することは、そのマルチキャストグループ宛のフレームを当該ポート識別子の示すポートを通過させるようにすることであるから、「マルチキャストグループに対してポートを開放する」という。逆に、フレーム転送制御テーブルに互いに対応付けて登録されているポート識別子およびマルチキャストグループ識別子の組を削除すること、或いは、このような登録を行わないこと、を「マルチキャストグループに対してポートを閉塞する」という。詳細については後述するが、マルチキャストグループに対してポートの開放 (または閉塞) を行うポート開閉制御処理はルータ 60 からの指示に応じて制御部 540 が実行する。ルータ 60 からのポートの開閉指示についても新たに定義された専用のフレーム (ポート開閉指示フレーム) が用いられる。

40

以上がスイッチングハブ 50 の構成である。

#### 【0024】

次いで、図 4 を参照しつつルータ 60 の構成を説明する。図 4 は、ルータ 60 の構成を示すブロック図である。図 4 に示すように、ルータ 60 は、通信 I / F 部 610、ルーティングエンジン部 620 および記憶部 630 を有している。通信 I / F 部 610 は、図 2 の通信 I / F 部 510 と同様に、複数のポート (図 4 では、ポート 612 U および 612 D の 2 つのポート) を有している。図 4 のポート 612 U は I P 網 (図示略) に接続され

50

る上流側ポートであり、ポート 6 1 2 D はスイッチングハブ 5 0 に接続される下流側ポートである。なお、本実施形態の通信 I / F 部 6 1 0 は、下流側ポートを 1 つだけ有しているが複数の下流側ポートを有していても勿論良い。

#### 【 0 0 2 5 】

ルーティングエンジン部 6 2 0 は、CPU と RAM とを含んでいる（図 4 では、何れも図示略）。上記 CPU は、記憶部 6 3 0 に格納されているファームウェア（プログラム）にしたがって、記憶部 6 3 0 に記憶されているルーティングテーブルと通信 I / F 部 6 1 0 から引渡されるフレームのペイロード部に書き込まれているパケットの送信先 IP アドレスとに基づいたパケット転送制御やマルチキャストグループへの参加 / 離脱管理処理を行う。パケット転送制御処理については、一般的なルータが行うものと特段代わったところはないため説明を省略する。なお、本実施形態では、ルーティングエンジン部 6 2 0 を CPU と RAM により構成したが、ASIC で構成しても勿論良い。

#### 【 0 0 2 6 】

加えて、本実施形態のルーティングエンジン部 6 2 0 の CPU は、上記パケット転送制御処理やマルチキャストグループへの参加 / 離脱管理処理に先立って、図 5 に示すスイッチングハブ制御処理を上記ファームウェアにしたがって実行する。詳細については後述するが、このスイッチングハブ制御処理では、まず、通信 I / F 部 6 1 0 から引き渡されたフレームがポート識別子通知フレームであるか否かが判定され、さらに、当該ポート識別子通知フレームの送信元（すなわち、スイッチングハブ 5 0 ）から受信した他のフレームに内包されているパケットがマルチキャストグループへの参加（或いは、マルチキャストグループからの離脱）を通知するためのものであるか否かが判定される。そして、これらの要件を全て満たした場合には、ルーティングエンジン部 6 2 0 は、前述したポート開閉指示フレームを上記ポート識別子通知フレームの送信元へ返信するのである。つまり、上記ファームウェアにしたがって作動するルーティングエンジン部 6 2 0 は、上記各判定を行う判定手段、および、ポート開閉指示フレームを上記ポート識別子通知フレームの送信元へ返信し、下流側ポートの開閉を指示するポート開閉指示手段として機能するのである。このポート開閉指示フレームのヘッダ部には、送信元（すなわち、ルータ 6 0 ）および送信先（すなわち、スイッチングハブ 5 0 ）の MAC アドレスとともに、当該フレームがポート開閉指示フレームであることを示す種別情報が書き込まれる。また、ポート開閉指示フレームのペイロード部には、上記 IGMP パケットにより参加（或いは離脱）を通知されたマルチキャストグループを示すマルチキャストグループ識別子と、そのマルチキャストグループに対して開放（または閉塞）するべきポートのポート識別子（すなわち、上記ポート識別子通知フレームにより通知されたポート識別子）と、当該ポートを開放するのかそれとも閉塞するのかを指示する指示子と、が書き込まれる。

以上がルータ 6 0 の構成である。

#### 【 0 0 2 7 】

##### （ A - 2 : 動作 ）

次いで、図 1 に示す通信システム 1 A において、送信装置 1 0 からマルチキャストされるデータを受信装置 4 0 - 1 が受信する場合を例にとって、スイッチングハブ 5 0 およびルータ 6 0 が実行する動作を説明する。

#### 【 0 0 2 8 】

受信装置 4 0 - 1 のユーザは、送信装置 1 0 からマルチキャストされるデータの受信を所望する場合、まず、そのマルチキャストグループへの参加を指示する旨の操作を受信装置 4 0 - 1 に対して行う。このような操作が為されると、受信装置 4 0 - 1 の制御部（図示略）は、上記マルチキャストグループへの参加を通知する旨の IGMP パケット（すなわち、IGMP Join）を生成する。このようにして生成された IGMP パケットは、受信装置 4 0 - 1 内で第 2 層のデータブロックであるフレームのペイロード部に書き込まれ、ルータ 6 0 へ宛てて送信される。このフレームのヘッダ部には、その送信元 MAC アドレスとして受信装置 4 0 - 1 の MAC アドレスが、その送信先 MAC アドレスとしてルータ 6 0 の MAC アドレスが書き込まれている。



## 【 0 0 2 9 】

このようにして受信装置 4 0 - 1 から送信されたフレームは、スイッチングハブ 5 0 においてその受信装置 4 0 - 1 を接続するポート（本動作例では、ポート 5 1 2 D - 1）を介してスイッチングエンジン部 5 2 0 に入力される。前述したように、スイッチングエンジン部 5 2 0 は、下流側ポートを介してフレームを受信した場合には、図 3 に示す I G M P パケット判別処理を実行し、その後、その宛先に基づいたフレーム転送制御を行う。なお、上流側ポートを介してフレームを受信した場合には、スイッチングエンジン部 5 2 0 は、I G M P パケット判別処理を行うことなく、その宛先に基づくフレーム転送制御を行う。本動作例においては、スイッチングハブ 5 0 は下流側ポートであるポート 5 1 2 D - 1 を介してフレームを受信するのであるから、フレーム転送制御に先立って、図 3 の I G M P パケット判別処理が実行される。

10

## 【 0 0 3 0 】

図 3 は、スイッチングハブ 5 0 のスイッチングエンジン部 5 2 0 が実行する I G M P パケット判別処理の流れを示すフローチャートである。図 3 に示すように、スイッチングエンジン部 5 2 0 は、下流側ポートを介して受信したフレームのペイロード部に書き込まれているパケットのヘッダ部を参照し、当該パケットが I G M P パケットであるか否かを判定する（ステップ S A 1 0 0）。具体的には、スイッチングエンジン部 5 2 0 は、受信したフレームのペイロード部に書き込まれているパケットのヘッダ部を読み出し、そのヘッダ部に記述されているプロトコル種別が I G M P を示すものであるか否かを判定する。このプロトコル識別子が I G M P を示すものである場合には、ステップ S A 1 0 0 の判定結果は“ Y e s ”になり、その他のプロトコルを示すものである場合には、ステップ S A 1 0 0 の判定結果は“ N o ”になる。そして、スイッチングエンジン部 5 2 0 は、ステップ S A 1 0 0 の判定結果が“ Y e s ”である場合にのみ、I G M P パケットを受信した下流側ポートのポート識別子を通知するためのポート識別子通知フレームを生成し、ルータ 6 0 に送信する（ステップ S A 1 1 0）。

20

## 【 0 0 3 1 】

前述したように、本動作例において受信装置 4 0 - 1 からスイッチングハブ 5 0 へ送信されるフレームのペイロード部には、I G M P パケット（具体的には、I G M P J o i n）が書き込まれている。したがって、上記ステップ S A 1 0 0 の判定結果は“ Y e s ”になり、当該フレームを受信したポートのポート識別子（ポート 5 1 2 D - 1 のポート識別子）をペイロード部に書き込んだポート識別子通知フレームがスイッチングハブ 5 0 からルータ 6 0 へ送信される。また、このポート識別子通知フレームとは別個に、受信装置 4 0 - 1 から受信したフレーム（I G M P パケットを内包したフレーム）のルータ 6 0 への転送も行われる。

30

## 【 0 0 3 2 】

図 5 は、ルータ 6 0 のルーティングエンジン部 6 2 0 が実行するスイッチングハブ制御処理の流れを示すフローチャートである。図 5 に示すように、ルーティングエンジン部 6 2 0 は、下流側ポート（ポート 6 1 2 D）を介してフレームを受信すると、まず、そのフレームがポート識別子通知フレームであるか否かをそのフレームのヘッダ部に書き込まれている種別情報を参照して判定する（ステップ S B 1 0 0）。そして、ルーティングエンジン部 6 2 0 は、ステップ S B 1 0 0 の判定結果が“ Y e s ”である場合にのみ、ステップ S B 1 1 0 以降の処理を実行する。本動作例においてスイッチングハブ 5 0 からまず、ポート識別子通知フレームが送信されてくるのであるから、ステップ S B 1 0 0 の判定結果は“ Y e s ”になり、ステップ S B 1 1 0 以降の処理が実行される。

40

## 【 0 0 3 3 】

ステップ S B 1 1 0 の処理は、ポート識別子通知フレームの送信元から受信した他のフレームが、マルチキャストグループへの参加（或いはマルチキャストグループからの離脱）を通知する I G M P パケットを内包したものであるか否かを判定する処理である。ここで、ポート識別子通知フレームの送信元から受信した他のフレームに内包されているパケットがマルチキャストグループへの参加（或いはマルチキャストグループからの離脱）を

50

通知する I G M P パケットであるか否かの判定は、従来の I G M P スヌーピングにおける場合と同様に、そのフレームに内包されているパケットのペイロード部を参照して行えば良い。

【 0 0 3 4 】

そして、ステップ S B 1 1 0 の判定結果が “ Y e s ” である場合には、ルーティングエンジン部 6 2 0 は、上記 I G M P パケットの内容に応じて下流側ポートの開閉を指示する旨のポート開閉指示フレームを生成し、上記ポート識別子通知フレームの送信元へ宛てて送信する（ステップ S B 1 2 0）。例えば、ポート識別子通知フレームの送信元から受信した他のフレームに内包されているパケットが、マルチキャストグループへの参加を通知する旨の I G M P パケット（I G M P J o i n）である場合には、ルーティングエンジン部 6 2 0 は、上記ポート識別子通知フレームにて通知されたポート識別子の示すポートのみをそのマルチキャストグループに対して開放することを指示する旨のポート開閉指示フレームを生成して送信する。一方、マルチキャストグループからの離脱を通知する旨の I G M P パケットである場合には、ルーティングエンジン部 6 2 0 は、上記ポート識別子通知フレームにて通知されたポート識別子の示すポートを、当該離脱を通知されたマルチキャストグループに対して閉塞することを指示する旨のポート開閉指示フレームを生成して送信する。

10

【 0 0 3 5 】

本動作例では、スイッチングハブ 5 0 を介して受信装置 4 0 - 1 から送信されてくるパケットは I G M P J o i n であるから、ステップ S B 1 1 0 の判定結果は “ Y e s ” になり、ステップ S B 1 2 0 の処理が実行される。つまり、本動作例では、ポート番号 “ 1 ” のポートのみを上記 I G M P J o i n にて参加通知されたマルチキャストグループに対して開放すること（換言すれば、他の下流側ポートを閉塞すること）を指示する旨のポート開閉指示フレームがルータ 6 0 からスイッチングハブ 5 0 へ送信される。

20

【 0 0 3 6 】

スイッチングハブ 5 0 の制御部 5 4 0 は、通信 I / F 部 5 1 0 およびスイッチングエンジン部 5 2 0 を介してポート開閉指示フレームを受信すると、当該フレームの内容にしたがって下流側ポートの開閉（すなわち、フレーム転送制御テーブルの格納内容の更新）を行う。その結果、スイッチングハブ 5 0 の下流側の 4 つのポートのうち、ポート番号 “ 1 ” のポート（すなわち、ポート 5 1 2 D - 1）のみが上記マルチキャストグループに対して開放され、他の下流側ポートは閉塞される。このため、送信装置 1 0 から上記マルチキャストグループ宛のパケットの送信が開始され、当該パケットがルータ 6 0 からスイッチングハブ 5 0 へと転送されても、そのパケットが受信装置 4 0 - 2、4 0 - 3 および 4 0 - 4 に転送されることはなく、無駄なデータストリームが発生することはない。

30

以上が本実施形態の動作である。

【 0 0 3 7 】

従来の I G M P スヌーピング機能を備えたスイッチングハブにおいては、パケットのペイロード部を参照して I G M P J o i n であるか否かを判定する処理が行われていたのであるが、本実施形態のスイッチングハブ 5 0 においてはパケットのヘッダ部を参照しており、パケットのペイロード部を参照して I G M P J o i n であるか否かを判定する処理はルータ 6 0 で行われる。パケットのヘッダ部を参照する処理は、パケットのペイロード部を参照する処理に比較して処理負荷が低く、このため、スイッチングハブ 5 0 として、I G M P スヌーピング機能を備えたスイッチングハブよりも処理能力の低いものを用いることができ、その消費電力を抑えることができる。また、本実施形態においてスイッチングハブ 5 0 の下流に無駄なデータストリームが発生しないことは前述した通りである。このように、本実施形態によれば、スイッチングハブにおける電力消費を抑えつつ、そのスイッチングハブよりも下流側に無駄なデータストリームが発生しないようにすることが可能になる。

40

【 0 0 3 8 】

（ B ： 第 2 実施形態 ）

50

上述した第1実施形態の通信システム1Aでは、ルータ60にスイッチングハブが1台だけ接続されていたが、複数のスイッチングハブがルータ60の下流に接続されている態様も勿論考えられる。本実施形態は、ルータ60の下流に複数のスイッチングハブが接続されている点が、上述した第1実施形態と異なる。

#### 【0039】

ここで、ルータ60の下流に複数のスイッチングハブが接続される態様の具体例としては、以下の2つの態様が考えられる。第1に、図6(A)に示す通信システム1Bのように、複数のスイッチングハブ(図6(A)では、スイッチングハブ50A、50B、50Cおよび50Dの4台)が直接ルータに接続されている態様(換言すれば、各スイッチングハブが他のスイッチングハブを介さずにルータに接続されている態様)である。なお、図6(A)では、ルータ60よりも上流の通信装置(例えば、図1の送信装置10)の図示を省略した(図6(B)も同様)。そして、第2の態様は、図6(B)に示す通信システム1Cのように、複数のスイッチングハブに、1台または複数台の他のスイッチングハブを介してルータに接続されているものが含まれている態様である。例えば、図6(B)において、スイッチングハブ50Bは、1台の他のスイッチングハブ(スイッチングハブ50A)を介してルータ60に接続されており、スイッチングハブ50Cは、複数台の他のスイッチングハブ(すなわち、スイッチングハブ50Bおよび50A)を介してルータ60に接続されている。

#### 【0040】

図6(A)および図6(B)に示す何れの接続態様においても、図3のIGMPパケット判別処理およびポート開閉制御処理をスイッチングハブ50A~50Dの各々に実行させ、かつ、図5に示すスイッチングハブ制御処理をルータ60に実行させることで、無駄なデータストリームの発生を回避することができる。なお、図6(B)に示す接続態様において、下流側に他のスイッチングハブが接続されているスイッチングハブが、IGMPパケット判別処理およびポート開閉制御処理を行わず、また、IGMPスヌーピング機能も有していないスイッチングハブ(すなわち、マルチキャストパケットのフィルタリングを行わないスイッチングハブ)であっても、そのスイッチングハブがポート識別子通知フレームおよびポート開閉指示フレームを転送することができるものであり、さらに下流のスイッチングハブが図3のIGMPパケット判別処理およびポート開閉制御処理を実行可能なものであれば、当該下流側のスイッチングハブの下流には無駄なデータストリームは発生しない。

#### 【0041】

例えば、図6(B)に示す態様において、スイッチングハブ50AはIGMPパケット判別処理およびポート開閉制御処理を行わず、また、IGMPスヌーピング機能も有していないものであるとする。そして、スイッチングハブ50B~50Dは、何れも、IGMPパケット判別処理およびポート開閉制御処理を実行可能なものであるとする。この場合において、スイッチングハブ50Bに接続されている受信装置40BのみがIGMP Joinを送信すると、スイッチングハブ50Bは、受信装置40Bが接続されているポートのポート識別子をルータ60へ通知し、ルータ60からの指示に応じて当該ポートのみをそのマルチキャストグループに開放する。また、スイッチングハブ50Cおよび50Dは、各々の接続先の受信装置からIGMP Joinは送信されてこないものであるから、上記IGMPパケット判別処理を行うことはなく、そのマルチキャストグループに対するポートの開放をルータ60から指示されることはない。つまり、スイッチングハブ50Cおよび50Dの下流側の各ポートは上記マルチキャストグループに対して閉塞されたままである。

#### 【0042】

このような状況で上記マルチキャストグループ宛のパケットの送信が開始されると、スイッチングハブ50Aでは、マルチキャストパケットのフィルタリングは行われなため、当該パケットを内包したフレームは、スイッチングハブ50Bと50Dに転送される。しかし、スイッチングハブ50Dでは、上記マルチキャストグループに対する下流側ポー

トの開放は行われていないため、上記フレームがスイッチングハブ50Dの下流側に転送されることはない。一方、スイッチングハブ50Bでは、受信装置40Bが接続されているポートのみが上記マルチキャストグループに開放されているため、このポートを介してのみ当該フレームの転送が行われ、スイッチングハブ50Bからスイッチングハブ50Cに上記フレームが転送されることはない。このように、最上流のスイッチングハブ50Aがマルチキャストパケットのフィルタリングを行わないものであっても、その下流側のスイッチングハブ50B、50Cおよび50Dの下流には無駄なデータストリームは発生しないのである。

#### 【0043】

このように、ルータの下流に複数のスイッチングハブが接続されている場合においても、IGMPスヌーピングをスイッチングハブのみで行う場合に比較して各スイッチングハブの処理負荷を軽減しつつ、無駄なデータストリームが発生することを防止することができる。このため、IGMPスヌーピングを各スイッチングハブに実行させる場合に比較して各スイッチングハブの処理能力を低く抑えることができ、その電力消費を抑えることが可能になる。

#### 【0044】

(C：変形)

以上、本発明の第1および第2実施形態について説明したが、これら実施形態を以下のように変形しても勿論良い。

(1) 上述した実施形態では、ポート識別子通知フレームの送信により、IGMPパケットを内包したフレームを受信した下流側ポートのポート識別子をルータ60に通知したが、当該フレームのヘッダ部の所定の領域(例えば、オプションフィールドなど)に上記ポート識別子と当該ポート識別子の通知を行うスイッチングハブのMACアドレスとを追記して転送することでルータ60への通知を実現しても良い。ここで、ポート識別子の他にそのポート識別子の通知元のMACアドレスを追記するようにしたのは、その通知元をルータ60に伝達するためである。また、通信システムに、1または複数の他のスイッチングハブを介してルータに接続されているスイッチングハブが含まれている場合には、上流側のスイッチングハブほど上記所定の領域の先頭に近い位置にポート識別子およびMACアドレスを追記させるといった具合に、階層的にポート識別子およびMACアドレスの追記を行わせるようにすれば良い。例えば、図6(B)のスイッチングハブ50BがIGMPパケットを内包したフレームF1の転送を行う際には、そのフレームを受信したポートのポート識別子と当該ポート識別子の通知元のMACアドレス(すなわち、スイッチングハブ50BのMACアドレス)とをヘッダ部に追記したフレームF2(図7参照)をスイッチングハブ50Aに送信させ、スイッチングハブ50Aには、そのフレームを受信したポートのポート識別子と当該ポート識別子の通知元のMACアドレス(すなわち、スイッチングハブ50AのMACアドレス)とをヘッダ部に追記したフレームF3(図7参照)をルータ60に送信させるようにすれば良い。

#### 【0045】

(2) 上述した実施形態では、IGMPパケットを内包したフレームを受信したスイッチングハブ50に、そのフレームを受信した下流側ポートのポート識別子をルータ60へ通知させた。しかし、ポート識別子に加えてそのIGMPパケットの送信元の通信アドレス(MACアドレスまたはIPアドレス)を通知させるようにしても良い。このような態様によれば、各々マルチキャストアドレスが異なる複数のマルチキャストグループに受信装置40-k(k=1~4)の各々が参加するような場合であっても、各受信装置40-kから送信されたIGMP JoinとそのIGMP Joinを含むフレームを受信したスイッチングハブの下流側ポートのポート識別子とを、そのIGMP Joinの送信元アドレスと上記ポート識別子とともに通知される通信アドレスとに基づいて対応付け、各マルチキャストグループに対するポートの開閉を適切に行うことが可能になる。

#### 【0046】

(3) 上述した実施形態では、ポート識別子通知フレームの送信元のスイッチングハブに

よって中継されたフレームに内包されているパケットが、マルチキャストグループへの参加またはマルチキャストグループからの離脱を通知するためのものであるか否かをルータ 60 に判定させ、その判定結果に応じたポート開閉指示フレームをルータ 60 に送信させた。しかし、IGMP のバージョンによっては、マルチキャストグループからの離脱を通知するための IGMP パケットが定義されていない場合がある。このため、マルチキャストグループへの参加を通知するためのパケットのみをステップ S B 1 1 0 の判定対象としても勿論良い。このように、マルチキャストグループへの参加を通知するためのパケットのみをステップ S B 1 1 0 の判定対象とする場合には、当該パケットを受信してから一定時間が経過した時点でそのマルチキャストグループに対してポートを閉塞することを指示するポート開閉指示フレームを送信するなどのタイマ処理をルータ 60 に実行させるようにしても良い。

10

#### 【 0 0 4 7 】

( 4 ) 上述した実施形態では、スイッチングハブ 50 における IGMP パケット判別処理を ASIC (スイッチングエンジン部 520) に実行させ、同ポート開閉制御処理をファームウェアにしたがって制御部 540 に実行させた。つまり、上記実施形態では、IGMP パケット判別処理をハードウェアで実現し、ポート開閉制御処理をソフトウェアで実現したのである。しかし、両者をソフトウェア (またはハードウェア) で実現しても良く、また、IGMP パケット判別処理をソフトウェアで実現し、ポート開閉制御処理をハードウェアで実現しても良い。同様に、ルータ 60 におけるスイッチングハブ制御処理をハードウェアで実現するようにしても勿論良い。

20

#### 【 0 0 4 8 】

また、IGMP パケット判別処理とポート開閉制御処理をソフトウェア (すなわち、スイッチングハブのファームウェアで) で実現する態様においては、CD-ROM (Compact Disk-Read Only Memory) などのコンピュータ読み取り可能な記録媒体に当該ファームウェアを書き込んで配布しても良く、また、インターネットなどの電気通信回線経由のダウンロードにより当該ファームウェアを配布しても良い。このようにして配布されるファームウェアによって既存のスイッチングハブのファームウェアを書き換えることで、スイッチングハブ 50 と同一の機能を既存のスイッチングハブに付与することが可能になるからである。同様に、スイッチングハブ制御処理を実現するファームウェアについても、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に書き込んで配布しても良く、インターネットなどの電気通信回線経由のダウンロードにより配布しても良い。このようにして配布されるファームウェアによって既存のルータのファームウェアを書き換えることで、ルータ 60 と同一の機能を既存のルータに付与することが可能になるからである。なお、上記実施形態においてスイッチングハブ 50 の記憶部 530 に記憶されていたファームウェア (すなわち、ポート開閉制御処理を制御部 540 に実行させるプログラム) についても、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に書き込んで配布しても良く、また電気通信回線経由のダウンロードにより配布しても良い。

30

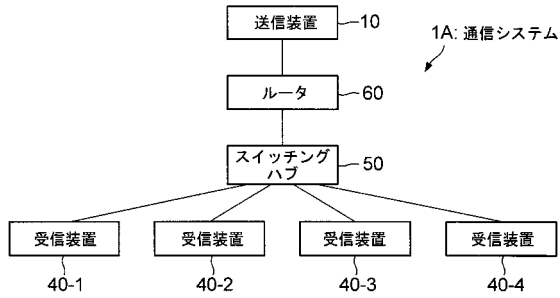
#### 【符号の説明】

#### 【 0 0 4 9 】

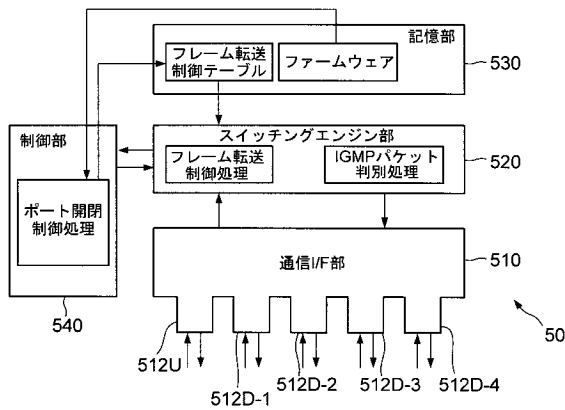
1 A , 1 B , 1 C ... 通信システム、10 ... 送信装置、20 , 60 ... ルータ、30 , 50 ... スwitchングハブ、40 - k ( k = 1 ~ 4 ) ... 受信装置、510 , 610 ... 通信 I / F 部、512 U , 512 D - k ( k = 1 ~ 4 ) , 612 U , 612 D ... ポート、520 ... スwitchングエンジン部、620 ... ルーティングエンジン部、530 , 630 ... 記憶部、540 ... 制御部。

40

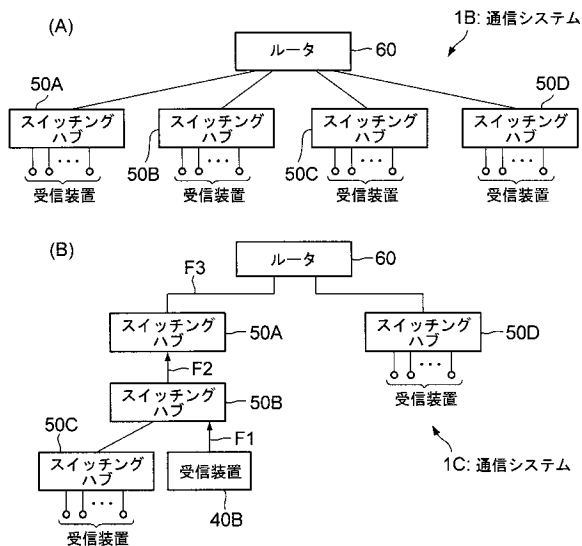
【図 1】



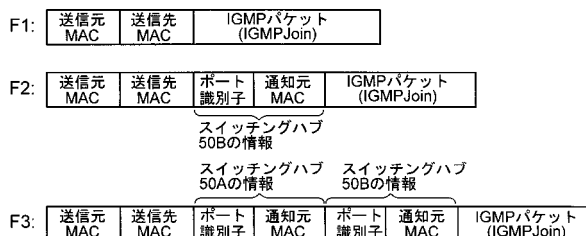
【図 2】



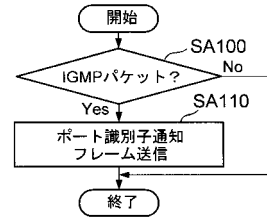
【図 6】



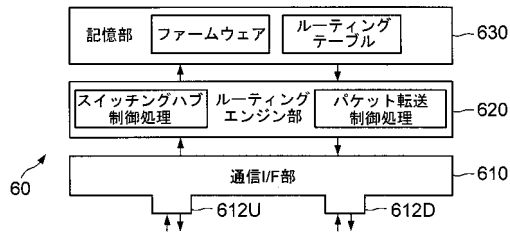
【図 7】



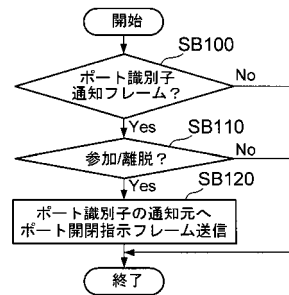
【図 3】



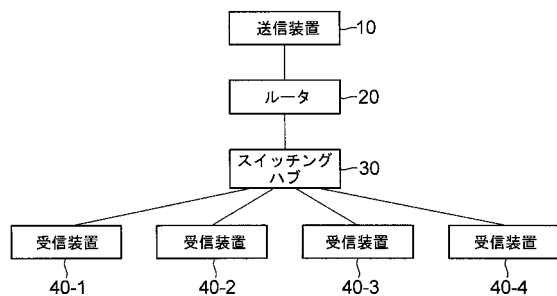
【図 4】



【図 5】



【図 8】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 0 0 4 2 5 1 ( J P , A )  
特表 2 0 0 5 - 5 1 6 5 4 4 ( J P , A )  
特開 2 0 0 8 - 0 6 0 6 3 1 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
H 0 4 L 1 2 / 7 0  
H 0 4 L 1 2 / 4 4