(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年6月30日(30.06.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/137286 A1

(51) 国際特許分類:
H04L 12/741 (2013.01) *H04L 12/44* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/047697

(22) 国際出願日： 2020年12月21日(21.12.2020)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (**NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目５番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 吉野 學(**YOSHINO Manabu**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ ＮＴＴ知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 志賀国際特許事務所 (**SHIGA INTERNATIONAL PATENT OFFICE**); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 Tokyo (JP).

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

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

(54) **Title:** COMMUNICATION SYSTEM, COMMUNICATION DEVICE, COMMUNICATION METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称： 通信システム、通信装置、通信方法及びプログラム

(57) **Abstract:** One embodiment of the present invention is a communication system comprising: a distribution information notification unit whereby distribution information indicating a route for distributing data is input to a device to which the data is to be transmitted before the device to which the data is to be transmitted distributes the data to routes in which the wavelength, polarization, mode, frequency, code, core, fiber, or at least part of a combination thereof differs; and a data communication unit that is provided to the device to which data is to be transmitted and distributes the data in accordance with the input distribution information.

(57) 要約：本発明の一態様は、データを、波長、偏波、モード、周波数、符号、コア、ファイバ、又はその組合せの少なくとも一部が異なる経路に前記データの伝送先の装置が振分する前に、前記データの伝送先の装置に、前記データを振分する経路を示す振分情報を入力する振分情報通知部と、前記伝送先の装置が備え、入力された前記振分情報に従って、前記データを振分するデータ通信部と、を備える通信システムである。

WO 2022/137286 A1

明　細　書

発明の名称 ： 通信システム、通信装置、通信方法及びプログラム

技術分野

[0001]　本発明は、通信システム、通信装置、通信方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002]　近年、コンテンツの大容量化、リアルタイムサービスの増加から、ネットワークの大容量化、超低遅延化が求められている。そこでこのような需要に応えるため、例えばオール光のオールフォトニクス・ネットワークなどのより通信容量の大きい通信の技術が提案されている（非特許文献１）。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：河原　光貴他、“オールフォトニクス・ネットワークを支える光フルメッシュネットワーク構成技術”、ＮＴＴ技術ジャーナル、２０２０、３、ｐｐ．１８－２１

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　しかしながらこれまで提案されて技術は、パケットのヘッダ等に含まれる、宛先アドレス、ポート番号、ＶＬＡＮ（Virtual Local Area Network）等のＩＥＥＥ８０２．１Ｑ等で規定されているＶＬＡＮタグのＶＬＡＮ ＩＤ（Identifier）（ＶＩＤ）等の宛先に関する情報を読出転送するパケット処理がフォトニックゲートウェイ等のスイッチにおいて発生する場合に遅延を軽減できない場合があった。パケット処理は、例えばパケットごとの誤り検出や、各パケットが含むユーザ情報又は宛先情報（通信相手を示す情報）の付与又は削除の処理や、蓄積交換の処理である。

[0005]　上記事情に鑑み、本発明は、蓄積交換の宛先の読出に要する時間を軽減する技術を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一態様は、データを、波長、偏波、モード、周波数、符号、コア、ファイバ、又はその組合せの少なくとも一部が異なる経路に前記データの伝送先の装置が振分する前に、前記データの伝送先の装置に、前記データを振分する経路を示す振分情報を入力する振分情報通知部と、前記伝送先の装置が備え、入力された前記振分情報に従って、前記データを振分するデータ通信部と、を備える通信システムである。

[0007] 本発明の一態様は、データを、波長、偏波、モード、周波数、符号、コア、ファイバ、又はその組合せの少なくとも一部が異なる経路に前記データの伝送先の装置が振分する前に、前記データの伝送先の装置に、前記データを振分する経路を示す振分情報を入力する振分情報通知部、を備える通信装置である。

[0008] 本発明の一態様は、波長、偏波、モード、周波数、符号、コア、ファイバ、又はその組合せの少なくとも一部が異なる経路にデータが振分される前に入力された情報であって前記データの振分先の経路を示す情報である振分情報に基づき、前記データを振分るデータ通信部、を備える通信装置である。

[0009] 本発明の一態様は、データを、波長、偏波、モード、周波数、符号、コア、ファイバ、又はその組合せの少なくとも一部が異なる経路に前記データの伝送先の装置が振分する前に、前記データの伝送先の装置に、前記データを振分する経路を示す振分情報を入力する振分情報通知ステップと、前記伝送先の装置が備え、入力された前記振分情報に従って、前記データを振分るデータ通信ステップと、を有する通信方法である。

[0010] 本発明の一態様は、上記の通信システムとしてコンピュータを機能させるためのプログラムである。

発明の効果

[0011] 本発明により、通信における遅延を軽減することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]第１実施形態の通信システム１００の構成を説明する説明図。

[図2]第１実施形態におけるデータパケットと通知パケットとの関係を説明す

る第１の説明図。

[図3]第１実施形態におけるデータパケットと通知パケットとの関係を説明する第２の説明図。

[図4]第１実施形態の通信システム１００における遅延を説明する説明図。

[図5]第１実施形態の通信システム１００におけるスイッチ４の振分の処理と従来技術との違いを説明する説明図。

[図6]第１実施形態におけるＯＬＴ１のハードウェア構成の一例を示す図。

[図7]第１実施形態における制御部１１が備える機能構成の一例を示す図。

[図8]第１実施形態のスイッチ４のハードウェア構成の一例を示す図。

[図9]第１実施形態の制御部４１の構成の一例を示す図。

[図10]第１実施形態においてＦＥＣ処理がある場合において通信システム１００で実行される処理の流れの一例を説明する説明図。

[図11]第１実施形態の通信システム１００が実行する処理の流れの一例を示すフローチャート。

[図12]第１実施形態における振分情報のスイッチ４への通知の流れの一例を説明する第１の説明図。

[図13]第１実施形態における振分情報のスイッチ４への通知の流れの一例を説明する第２の説明図。

[図14]第１実施形態の変形例における振分情報のスイッチ４への通知の流れの一例を説明する第１の説明図。

[図15]第１実施形態の変形例における振分情報のスイッチ４への通知の流れの一例を説明する第２の説明図。

[図16]第２実施形態の通信システム１００ａの概要を説明する説明図。

[図17]第２実施形態の通信システム１００ａにおいて振分情報がスイッチ４に通知される処理の流れの例について説明する説明図。

発明を実施するための形態

[0013] （第１実施形態）

図１は、第１実施形態の通信システム１００の概要を説明する説明図であ

る。通信システム１００は、ＯＬＴ（Optical Line Terminal）１と、１または複数のＯＮＵ（Optical Network Unit）２と、光スプリッタ３と、１または複数のスイッチ４とを備える。ＯＬＴ１と各ＯＮＵ２とは、光スプリッタ３を介して互いに通信可能に接続される。

[0014] ＯＬＴ１は、加入者線端局装置である。ＯＬＴ１は、ＯＤＮ通信網を経由する信号によって他の通信装置（例えば、ＯＮＵ２）と通信する装置である。ＯＬＴ１は、例えばＯＤＮ（Optical Distribution Network）と接続され、例えばＰＯＮ（Passive Optical Network）等の受動光通信網を構成する。以下、ＯＬＴ１を用いて構成されるシステムがＰＯＮである場合を例に説明をするが、それ以外のデータについて送信或いは到達する時間を指定或いは予約するシステムであってもよい。ＯＬＴ１は、例えば通信網に接続された局舎に設置される。

[0015] ＯＮＵ２は、加入者線終端装置（ＯＮＵ：Optical Network Unit）である。ＯＮＵ２は、通信網を経由する信号によって他の通信装置との通信を実現する装置である。ＯＮＵ２が接続される通信網は、例えばＰＯＮ等の受動光通信網である。ＯＮＵ２は、例えば通信サービスの提供を受けるユーザの宅内に設置される。ＯＮＵ２は、ＦＴＴＨ（Fiber to the Home）やＦＴＴＢ（Fiber to the Building）等の装置の一部でもよい。

[0016] 各ＯＮＵ２は、１または複数のユーザ装置９と通信可能に接続される。ユーザ装置９は、ユーザによって操作される機器である。ユーザ装置９は、例えば通信サービスの提供を受けるユーザの宅内にて使用される。ユーザ装置９は、例えばパーソナルコンピュータ、スマートフォン、携帯電話、タブレットコンピュータ、無線ＬＡＮ（Local Area Network）ルータ又はテレビ受像機等の通信可能な情報処理装置である。

[0017] 光スプリッタ３は、ＯＮＵ２から送信された上り信号を合流してＯＬＴ１に伝搬する。光スプリッタ３は、ＯＬＴ１から送信された下り信号を分岐してＯＮＵ２に伝搬する。なお、「上り」とはＯＮＵ２からＯＬＴ１に向かう方向を意味し、「下り」とはＯＬＴ１からＯＮＵ２に向かう方向を意味する

。

[0018] スイッチ（ＳＷ： Switch）４は、例えば、データパケット等のデータの振分を行う。すなわちスイッチ４は、例えば、データパケット等のデータを出力する方路（outgoing path）を切替する。方路は、波長、偏波、モード、周波数、符号、コア、ファイバ、又はその組合せの少なくとも一部が異なる経路であってもよい。ＳＷはスイッチを意味する。

[0019] 従来の蓄積交換では、パケットのヘッダ等に含まれる、宛先ＭＡＣ（Media Access Control）アドレス、宛先ＩＰ（Internet Protocol）アドレス、ＶＩＤ等の情報を読出、それに従って、振分する。

[0020] 第１実施形態の通信システム１００では、データが、波長、偏波、モード、周波数、符号、コア、ファイバ、又はその組合せの少なくとも一部が異なる経路に伝送先で振分される前に、該データを振分する経路を示す振分情報が伝送先に通知される。

[0021] 振分情報は、時分割多重で到着するデータの振分先に係る情報であり、当該経路のデータの到着時刻と振分先・宛先を紐づける情報である。振分情報は、例えばデータの送信或いは到達する時間を指定或いは割当あるいは予約する情報に基づいて算出される。振分情報は、例えばレポートパケットや上りＧＴＣ（G-PON transmission convergence）フレームを構成するＯＮＵ Ｂｕｒｓｔの物理層オーバーヘッド(ＰＬＯｕ)に含まれるＤＢＲｕ(Dynamic Bandwidth Report upstream)等の送信許可要求のための申告に基づいて算出されてもよい。なお、送信許可要求とは、データパケットの送信の許可を要求することを示す情報である。振分情報は、例えば、送信許可するＧａｔｅパケットや下りＧＴＣフレームのヘッダであるＰＣＢｄ(Physical Control Block Downstream)に含まれる上り帯域割当を通知する帯域幅マップ(ＢＷｍａｐ)等の算出された送信許可や予約の情報に基づいて算出されてもよい。また、振分情報は、それらの情報から算出されてもよい。それらの情報とは、データの送信或いは到達する時間を指定或いは割当あるいは予約する情報と、送信許可要求のための申告と、算出された送信許可や予約の情報とを意味する

。

[0022] なお、以下の説明では、説明の簡単のため伝送先がスイッチ４である場合を例に通信システム１００のより具体的な説明を行う。スイッチ４は、データパケットの受信前に通知パケット等の通知を受け、通知に含まれる振分情報に従って、波長、偏波、モード、周波数、符号、コア、ファイバ、又はその組合せの少なくとも一部が異なる経路に振分する。説明の簡単のためデータパケットと同様の伝送路を伝送できるように通知が通知パケットである場合を例に説明を行ったが、通知は、振分情報を伝送する信号であれば、パケット交換するパケット以外の形態であってもよい。パケット交換するパケット以外の形態は、例えば、回線交換による信号や、共通信号線を経由する信号である。

[0023] ＯＬＴ１がＤＢＡ（Dynamic Bandwidth Assignment、動的帯域割当）の処理をする場合のＤＢＡを説明する。

ＯＮＵ２は蓄積している上りデータの量をＯＬＴ１に申告する。ＯＬＴ１は申告に基づき、ＯＮＵ２に蓄積されている上りデータの量を把握する。ＯＬＴ１は、ＯＮＵ２の上りデータの量と使用帯域とに基づき、このＯＮＵ２に割当する上り帯域、例えば、このＯＮＵ２の上り送信開始時刻と送信が継続する時間とを算出する。ＯＬＴ１は、例えば、ＯＬＴ１にデータ到着が開始する時刻と送信が継続する時間とを算出してもよい。ＯＬＴ１は算出した値をＯＮＵ２に通知する。ＯＮＵ２は受信した通知の許可に従い、指定された時刻に上りデータを送信する。このときＯＮＵ２は、次回の帯域割当のために、再度バッファに蓄積している上りデータの量を通知することもある。

[0024] ＤＢＡの演算はＯＬＴ１以外の装置が実行してもよい。例えば、ＯＬＴ１外のＤＢＡの演算をする機能部を備える装置がＤＢＡの演算を行い、ＯＬＴ１外のＤＢＡの演算をする機能部を備える装置が許可をＯＬＴ１に転送してもよい。

[0025] 送信許可要求又は予約してから送信許可や予約に従ってデータを伝送する経路での待ち時間を活用することで、データパケットが到達する前に、スイ

ッチ４に振分情報は、予め通知される。スイッチ４は、データを振分する伝送先の装置である。

[0026] 予め通知するには、データを伝送する経路を構成する一部の経路が、送信許可要求又は予約してから送信許可や予約に従ってデータを伝送する経路であればよい。そのため、データを転送する経路を構成する一部の経路は、例えば、時間分割多重アクセスで、パケット多重するＰＯＮ区間であればよい。

[0027] したがって、振分情報は、送信許可や予約の情報を受信或いは生成する機能部又はその隣接の機能部が送信許可の要求或いは予約する情報を受けてから生成してもよい。振分情報は、送信許可の要求或いは予約する情報の転送先が送信許可の要求或いは予約する情報を受けてから生成してもよい。

[0028] 振分情報は、例えばＯＬＴ１への或いはＯＬＴ１に接続する伝送路におけるデータの送信或いは到着する時間を指定して送信許可を生成する機能部自体、又は機能部を備える装置が生成してもよい。

[0029] 振分情報は、例えば、ＤＢＡの機能部が生成してもよい。振分情報は、上位集線ＤＢＡのように、出力先のスイッチや、伝送路上の機器やその他の機器の備える演算部に配置したＤＢＡの機能部やその隣接する機能部で生成してもよい。

[0030] 振分情報は、例えば複数の装置を制御する制御装置やオペレーションシステムが生成してもよい。ＤＢＡの機能部や隣接した機能部が振分情報を生成する場合、ＤＢＡの機能部や隣接した振分情報を生成する機能部がＯＮＵ２に対して通知する送信許可の通知を複製してもよい。ＤＢＡの機能部や隣接した振分情報を生成する機能部が振分情報を生成する場合、送信許可の情報自体を活用してもよいし、ＤＢＡの機能部で使用するのと同じ申告や利用状況、設定値やアルゴリズムを用いて、ＤＢＡの機能部の通知する送信許可の通知を、振分情報を生成する機能部が推定してもよい。

[0031] 速やかに生成・利用する観点からは、送信許可するＯＬＴ１、振分する伝送先の装置であるスイッチ４の近傍に位置する装置で振分情報を生成するこ

とが望ましい。スイッチ４の近傍に位置する装置とは、例えばＯＬＴと１直接または他のＳＷ４等を介して接続する演算機能を備える通信装置である。このような通信装置の具体例として、ＳＷ４や他のＯＬＴがある。また、スイッチ４の近傍に位置する装置とは、管理制御する装置やオペレーションシステムやサーバ等の装置やエッジクラウドであってもよい。複数の装置での処理を統合的に処理する観点からは、振分情報は、複数の装置を制御する制御装置で生成することが望ましい。複数の装置からのトラフィックを集約して振分するスイッチ４で、自スイッチでの振分情報を生成する場合は、振分情報の生成と利用がスイッチ４の内部で行われる。

[0032] 振分情報は、スイッチ４へのデータの到着時刻自体を含んでいてもよい。ＯＬＴ１から当該データパケットを振分する装置（ここではスイッチ４）までの伝送遅延を加味して到着する時刻が算出される。到着する時刻の算出は、通知パケットの通知元、通知先、通知の途中の装置のいずれか或いは複数で按分して実施してもよい。通知先で算出する場合、例えば、ＯＬＴ１から振分する装置までの伝送遅延が一定である場合は、送信許可の通知又はその情報をそのまま振分する装置に通知して、振分する装置で算出してもよい。

[0033] なお、通知先は、当該データを伝送する装置であり、伝送先のＯＬＴ１である。伝送先のＯＬＴ１は、複数の例えば異なる周波数や偏波や波長や符号やモードやコアや芯線の入力からのデータを単一の出力に集約、又は単一の入力からのデータを複数の例えば異なる周波数や偏波や波長や符号やモードやコアや芯線の出力に振分、又は複数の例えば異なる周波数や偏波や波長や符号やモードやコアや芯線の入力からのデータを複数の例えば異なる周波数や偏波や波長や符号やモードやコアや芯線の出力に振分する。

[0034] 通知の途中の装置は、例えば伝送路のより前段に位置する通信装置、例えばスイッチ４であり、例えば管理制御する装置やオペレーションシステムやサーバである。なお、通知の途中の装置は、取得した振分情報を次段の装置に送信してもよいし、次段以降の全ての装置に送信してもよい。

[0035] ＯＬＴ１は、データパケットの伝送前に、振分先を取得して通知するため

、例えば、申告元や申告単位と宛先や振分先を紐づけする。紐づけは、例えば、送信許可要求又は予約の際の申告単位や送信元を表すパス情報、リンク情報、ＬＬＩＤ（Logical Link ID）、ＯＮＵ－ＩＤ、Ｔ－ＣＯＮＴ（Transmission Container）のＡＬＬＯＣ－ＩＤ(Allocation Identifier)、ＧＥＭ（GPON Encapsulation Method） Ｐｏｒｔ ＩＤのいずれかを用いてもよい。紐づけは、送信許可要求又は予約の際に明示的な宛先情報、例えば、ＯＮＵ２とＯＬＴ１との間で定めた任意のタグ又は、宛先ＭＡＣアドレス、宛先ＩＰアドレス、宛先又は送り元ＩＰアドレスと宛先又は送り元ポート番号の組合せや、ＶＩＤや、優先度等のいずれかを送信させることでデータと用いてもよい。紐づけは、過去の振分の履歴や、フレーム長から推定される宛先や、上位レイヤでの制御を学習やスヌーフィングして用いてもよい。フレーム長から推定される宛先とは、ファイル転送等で特定の宛先とのみジャンボフレームを用いる場合や、通話等に用いる宛先ではショートパケットを用いる場合である。上位レイヤで制御とは、Ｖｉｄｅｏ－Ｏｎ－Ｄｅｍａｎｄや映像配信のチャネルリクエストやその応答等である。これらの振分先を取得するための情報は、以下タグ情報と総称する。

[0036] そのため、振分情報は、データパケットの経由する経路の少なくとも一部において、送信許可要求又は予約の際の送信元を表すパス情報、リンク情報、ＯＮＵ－ＩＤ、ＬＬＩＤ又はＧＥＭ ＰＯＲＴ ＩＤのいずれか、送信許可要求又は予約の際に明示的な宛先情報、宛先ＭＡＣアドレス、宛先ＩＰアドレス、ＩＰアドレスとＰｏｒｔ情報の組合せ又はＶＩＤのいずれか、過去の振分情報、のいずれか又はそれらの全てまたはいくつかの組合せを用いてもよい。

[0037] ここで、ＯＮＵ－ＩＤは、ＰＬＯＡＭ（Physical Layer Operation, Administration and Maintenance）メッセージを介し、ＯＮＵ２のアクティブ化中にＯＬＴ１がＯＮＵ２に割当する８ビットの識別子である。ＯＮＵ－ＩＤは、ＰＯＮ全体でユニークなものであり、当該ＯＮＵ２への電力の供給が無くなるか、ＯＬＴ１によって非アクティブ化されるまで保持される。

[0038] ＡＬＬＯＣ－ＩＤは、ＯＬＴ１がＯＮＵ２に割当し、そのＯＮＵ２内の上り帯域割当の受信者であるトラフィックを運ぶエンティティを識別する１２ビットの番号である。トラフィックを運ぶエンティティは、Ｔ－ＣＯＮＴと呼称されることもある。各ＯＮＵ２には、そのＯＮＵ２のＯＮＵ－ＩＤと等しいデフォルトのＡＬＬＯＣ－ＩＤが割当される。ＯＬＴ１により追加のＡＬＬＯＣ－ＩＤが割当される場合もある。複数を宛先や振分先ごとに割当すれば、ＡＬＬＯＣ－ＩＤはそれぞれに紐づけられる。

[0039] Ｔ－ＣＯＮＴは、ＰＯＮにおける上り帯域幅割当の目的で単一のエンティティとして表示される論理接続のグループを表すＯＮＵオブジェクトである。

[0040] ＧＥＭ ＰｏｒｔはＯＬＴ１とＯＮＵ／ＯＮＴ（Optical Network Termination）の間でフレームを授受する際のＧＥＭカプセル化を実行するための仮想ポートである。ＯＵＮ２ごとの異なるトラフィッククラス（ＴＣ： Traffic Class）には、それぞれ異なるＧＥＭポートが割当される。各Ｔ－ＣＯＮＴは、１つ以上のＧＥＭポートで構成される。複数を宛先や振分先ごとに構成すれば、それぞれに紐づけられる。

[0041] ＬＬＩＤは、ＯＮＵ２が受信したフレームが自分宛か判断し、受信フレームの取捨選択に用いる識別子である。識別子はプリアンブルバイトの一部に上書きされる。複数のＬＬＩＤが１つのＯＮＵ２に紐づけられてもよい。複数を宛先や振分先ごとに割当すれば、それぞれに紐づけられる。

[0042] 以上のように、通信システム１００では、スイッチ４における遅延時間が、データパケットが到着後にデータパケットのオーバーヘッドから振分先に関する情報を読出する蓄積交換のスイッチと比べて短い。第１実施形態における遅延時間は、スイッチ４がデータパケットを受信してから当該データパケットから振分情報を読出せずに、振分先に送信するまでの時間である。

[0043] このように構成された第１実施形態の通信システム１００は、データパケットの受信前に振分情報をスイッチ４に通知するため、スイッチ４がデータパケットを受信して以降のパケット処理に要する時間を軽減することができ

る。より具体的には、通信システム１００は、蓄積交換のパケット受信後の宛先の読出に要する時間を軽減することができる。そのため、通信システム１００は、通信における遅延を軽減することができる。

[0044] このように構成された第１実施形態の通信システム１００では、伝送路の送信許可を受けるための申告の際に、当該データパケットの宛先情報が取得される。このように予め振分先が判明しているので、通信システム１００では、集線された宛先の異なるパケットを振分する場合に、経由する装置で都度パケットのヘッダ等を読出し識別する処理が実行される必要がない。

[0045] すなわち通信システム１００は、ＯＬＴ１がデータ送出以前に知った振分先を予めスイッチ４に伝えるので、ＴＤＭＡの遅延を用いて、振分の遅延を隠蔽することができる。その結果、通信システム１００は、パケットを伝送する場合も、パケットのスイッチによる振分に係る遅延を軽減することができる。なお遅延を隠蔽するとは、必ず発生してしまう発生する遅延時間を利用して、振分の際の遅延時間を軽減することを意味する。

[0046] なお、ユーザ装置９又はＯＮＵ２は、送信許可要求の申告、又はその申告に付加して振分先に関する情報等も申告する。申告に付加した振分先に関する情報は、例えばタグ情報や宛先情報である。申告は、既に送信許可を受けたデータパケットにピギーパックされて送信されてもいいし、単体として送信許可を受けて送信されてもよい。トークンの場合も同様である。

[0047] 通知パケットとデータパケットとは同一の経路で伝送されてもよいし、異なる経路で伝送されてもよい。これについて図２及び図３を用いて説明する。

[0048] 図２は、第１実施形態におけるデータパケットと通知パケットとの関係を説明する第１の説明図である。より具体的には、図２は、データパケットと通知パケットとが、同一の伝送路で伝送される場合におけるデータパケットと通知パケットとの関係の一例を示す図である。同一の伝送路で伝送される場合、通信システム１００において通知パケットは、データパケットの先頭の到着以前に到着する。

[0049] 図３は、第１実施形態におけるデータパケットと通知パケットとの関係を説明する第２の説明図である。より具体的には、図３はデータパケットと通知パケットとが異なる伝送路で伝送される場合におけるデータパケットと通知パケットとの関係の一例を示す図である。

[0050] 異なる伝送路で伝送される場合、データパケットの主たる部分の到着以前に通知パケットが到着し、当該パケットの振分情報が読出し、振分できればよい。そのため、データパケットに対して伝送路で付加削除されるプリアンブル等の主たる部分でない部分と、通知パケットの当該データパケットの振分情報との到着は時間的に重なってもよい。図３において第１伝送路は通知パケットを伝送する伝送路で、第２伝送路はデータパケットを伝送する伝送である。図３は、通知パケットに含まれる振分情報（データパケットに関する振分情報）の到着は、データパケットの到着と時間的に重なっている例を示している。

[0051] なお、通知パケットを受信したスイッチ４が通知パケットの示す振分情報を取得する処理（以下「読出」という。）に時間を要する場合、限界時刻よりも前に通知パケットはスイッチ４に到着している必要がある。限界時刻とは、データパケットの到着時刻よりも振分情報を読出して振分に反映するのに要する時間（読出時間）だけ前の時刻である。振分情報に含まれる当該データパケットの到着時間の算出や、振分先に関するタグ等を実際の振分に用いる情報に変換する処理等の算出時間を要する場合はその時間、ＦＥＣ（Forward Error Correction ： 前方誤り訂正）等の符号を復号したり、暗号を解読したりする場合はその時間も読出時間に含める。

[0052] 図４は、第１実施形態の通信システム１００のＯＮＵ２、ＯＬＴ１又は複数のスイッチ４における遅延の軽減を説明する説明図である。図４の上側には、通信システム１００の一部の構成が記載されており、図４の下側には、距離と遅延との関係を示すグラフが記載されている。ここで、ＯＬＴ１はＤＢＡの機能部として、ＤＢＡ実行部１０１を備える。また、ＤＢＡ実行部１０１は、ＤＢＡに加え、振分情報を生成する。

[0053] 図４のグラフにおいて、一点鎖線は、到着したデータパケットから振分先をスイッチ４が読出する従来技術の遅延を、二点鎖線は、振分情報をデータパケットの到着より前にスイッチ４に通知する通信システム１００の実行する第１実施形態における技術の遅延をそれぞれ表す。

例えば、伝搬遅延以外の遅延追加は、ＯＮＵ２でＤＢＡでの送信待ちで１ミリ秒、スイッチ４では１００バイト読出、振分、伝送路帯域が１０Ｇｂｉｔ／ｓ、スイッチ１０段とした場合、１００［Ｂ］×８［ｂｉｔ／Ｂ］×１０［段］÷10^{10}［ｂｉｔ／ｓ］≒１ミリ秒で計２ミリ秒となる。

[0054] 図４に示されているように、第１実施形態の技術（すなわち通信システム１００）では、従来技術と比べ、各スイッチ４における遅延が軽減される。これは、データパケットの到着以前に振分情報がスイッチ４に通知されるためである。

[0055] 第１実施形態の技術では、パケット伝送処理時間に、振分情報を算出する処理と算出された振分情報がスイッチ４に到達するように通知する処理とが実行される。振分情報は、各スイッチ４において、データパケットがそのスイッチ４に到着するよりも読出時間以上先行して、それぞれのスイッチ４に到達するように通知が実行される。パケット伝送処理時間とは、ＯＮＵ２が申告してから、ＯＮＵ２が送信許可を与えられ、送信許可に従ってＯＮＵ２がデータパケットを送信し、データパケットがＯＬＴ１に到着し、ＯＬＴ１からのデータパケットがスイッチ４に到着するまでの時間を意味する。従って、パケット伝送処理時間は、スイッチ４毎に異なることになる。振分情報が、データパケットの到達前に通知されているため、各スイッチ４は、データパケットから宛先情報を読出する時間を要しない。なお、図４における振分部４００は、データパケットを振分先の経路に振分する通信インタフェースである。

[0056] 図５は、第１実施形態の通信システム１００におけるスイッチ４の振分の処理と従来技術との違いを説明する説明図である。図５は、処理の時系列を上から順に示す。それぞれで、処理の末尾に「無」の記載がある処理は含ま

ない。つまり、従来技術は、パケット蓄積、パケット到着後のヘッダ解析、解析に基づいた振分の処理を含み、実施形態の技術は、振分情報の受信、パケット到着後に振分の処理を含む。

[0057] 従来技術においてスイッチは、ヘッダ解析待ちのためにパケット蓄積してから、ヘッダ解析し、ヘッダ解析の結果に基づいて振分先を決定する。ヘッダ解析に際しては、テーブル等の形式で予め記録済の情報を読出し、読出した結果を用いてヘッダの解析を行う。スイッチは、解析結果に基づき、振分先にデータパケットを振分する。ヘッダ解析を、パケット受信の途中で行う場合、振分に用いる情報が、ＯＮＵ－ＩＤ、Ｔ－ＣＯＮＴ、ＧＥＭ－ＰＯＲＴ、ＬＬＩＤであればＦＣＳ受信後、ＶＩＤであれば８０２．１Ｑヘッダ受信後、カットスルーイーサースイッチ等で用いる宛先ＭＡＣアドレスであれば宛先ＭＡＣアドレス受信後まで受信してから、ヘッダ解析をする。

[0058] 一方、通信システム１００においてスイッチ４は、振分情報の通知を受ける。スイッチ４は、振分情報から、データパケットの振分先に関する情報を読出す。スイッチ４は、当該データパケットが到着したら、当該データパケットの振分先にデータパケットを振分する。即ち、ヘッダ解析待ちのパケット蓄積、パケット到着後のヘッダ解析、ヘッダ解析に基づく振分がなく、その代わりに、振分情報の受信と、振分情報に基づく振分けがある。

[0059] なお、通信システム１００は、ＤＢＡによる送信許可の情報を用いることに代えて、送信予約の情報を用いて、振分情報を生成してもよい。予約情報は、予約情報を通知するトークン等から抽出してもよいし、その他の目的に用いるパケットのReserve等の追記可能な箇所に追記してもよい。但し、ＤＢＡの申告や、予約情報等で振分先が不明であるか、あるいは、送信元の情報等から振分先が推定できない場合は、申告等の情報伝送するパケット等で追記可能な箇所に、宛先又は振分先明記させる変更が必要である。

[0060] 図６は、第１実施形態におけるＯＬＴ１のハードウェア構成の一例を示す図である。

ＯＬＴ１は、バスで接続されたＣＰＵ（Central Processing Unit）等のプ

ロセッサ９１とメモリ９２とを備える制御部１１を備え、プログラムを実行する。ＯＬＴ１は、プログラムの実行によって制御部１１、ＯＬＴ通信部１２及び記録部１３を備える装置として機能する。

[0061] より具体的には、ＯＬＴ１は、プロセッサ９１が記録部１３に記録されているプログラムを読出し、読出したプログラムをメモリ９２に記録させる。プロセッサ９１が、メモリ９２に記録させたプログラムを実行することによって、ＯＬＴ１は、制御部１１、ＯＬＴ通信部１２、及び記録部１３を備える装置として機能する。

[0062] 制御部１１は、ＯＬＴ１が備える各機能部の動作を制御する。ＯＬＴ通信部１２は、ＯＬＴ１を外部装置に接続するための通信インタフェースを含んで構成される。ＯＬＴ通信部１２は、有線又は無線を介して外部装置と通信する。ＯＬＴ通信部１２は、より詳細には、ＯＬＴ第１通信部１２１、ＯＬＴ第２通信部１２２及びＯＬＴ第３通信部１２３を備える。ＯＬＴ第２通信部１２２とＯＬＴ第３通信部１２３は例えば図２の通知パケットとデータパケットを伝送する伝送路に接続される。

[0063] ＯＬＴ第２通信部１２２は例えば図３の第１伝送に接続され、ＯＬＴ第３通信部１２３は例えば図３の第２伝送路に接続される。ＯＬＴ第２通信部１２２及びＯＬＴ第３通信部１２３は、パケット以外の通知とデータとをそれぞれの形式に応じて送信すればよい。ＯＬＴ第２通信部１２２とＯＬＴ第３通信部１２３とは異なる装置として実装される必要は無く１つの装置として実装されてもよい。例えば、異なる装置として実装されるのは、図３のように通知パケットとデータパケットの到着に重なる時間がある場合や、通知がパケット以外の形態である場合である。異なる装置として実装される必要はないのは、図２のように通知が、通知パケットとしてデータパケットと同一の伝送路で伝送される場合である。

[0064] ＯＬＴ第１通信部１２１は、光スプリッタ３に接続するための通信インタフェースを含む。ＯＬＴ第１通信部１２１は、光スプリッタ３を介してＯＮＵ２と通信する。ＯＬＴ第１通信部１２１は、例えば申告をＯＮＵ２から受

信し、申告やデータの送信を許可する信号をＯＮＵ２に通知する。

[0065] ＯＬＴ第２通信部１２２は、スイッチ４に接続するための通信インタフェースを含む。ＯＬＴ第２通信部１２２は、スイッチ４との通信によりスイッチ４に通知する。すなわち、ＯＬＴ第２通信部１２２は、振分情報をスイッチ４に通知する。

[0066] ＯＬＴ第３通信部１２３は、スイッチ４に接続するための通信インタフェースを含む。ＯＬＴ第３通信部１２３は、伝送路を介してスイッチ４と通信する。ＯＬＴ第３通信部１２３は、スイッチ４とデータパケットを送受する。

[0067] 記録部１３は、例えば、磁気ハードディスク装置や半導体記録装置などの読出可能な記録媒体装置を用いて構成される。記録部１３はＯＬＴ１に関する各種情報を記録する。記録部１３は、例えばＯＬＴ１が備える各機能部の動作を制御するプログラムを予め記録する。記録部１３は、例えば振分情報と振分先の関係を、例えばＯＮＵ２側のＩＤ等のタグ情報と振分情報の関係を記録する。記録部１３は、例えば宛先情報を記録する。記録部１３は、例えば通信システム１００が備える各スイッチ４の情報等の、宛先情報に基づき振分情報を生成するために用いる各種情報、を記録する。

[0068] 図７は、第１実施形態における制御部１１が備える機能構成の一例を示す図である。制御部１１は、送信許可通知部１１０と、申告受信部１１１と、スケジューラ１１２と、振分情報通知部１１３とを備える。ここで、第１実施形態では、図１２や図１５に示す後述の実施形態と異なり、伝送路で後段に位置する振分する装置に振分情報を通知しなくてもよいので、振分情報通知部１１３は、必ずしも備えなくてもよい。図１２や図１５に示す後述の実施形態でも、最後尾のスイッチやＯＬＴ１は、同様に振分情報通知部１１３は、必ずしも備えなくてもよい。

[0069] 送信許可通知部１１０は、ＯＬＴ第１通信部１２１を介して、ＯＮＵ２に送信許可要求やデータパケットの送信を許可する信号を送信する。

[0070] 申告受信部１１１は、ＯＮＵ２が出力した申告を、ＯＬＴ第１通信部１２

１を介して、受信する。

[0071] スケジューラ１１２は、振分情報生成部１０２と送信許可演算部１０３とを備える。振分情報生成部１０２は、タグ情報と送信許可に基づき振分情報を生成する。送信許可演算部１０３は、ＯＮＵ２にデータパケットの送信を許可する時刻と送信の継続する時間とを演算する。スケジューラ１１２は、例えばＤＢＡ実行部１０１に相当する。

[0072] 振分情報に時刻を含んでいてもよい。含む場合の時刻は、データを送信する時刻、データがＯＬＴに到着する時刻、データがＯＬＴから送信される時刻であってもよい。この場合、振分情報に含まれる時刻に、その時刻から振分情報を受信する装置まで伝送する時刻を、振分情報を受信する装置が加算して使用すればよい。また、データが、送信先のそれぞれの装置に到着する時刻であってもよい。すなわち、振分情報に含まれる時刻は、送信許可されたデータがＯＬＴ１に到着する時刻に、ＯＬＴ１からそれぞれのスイッチ４に伝送する時間を加えた時刻、データパケットの伝送遅延分後の時刻を示す情報（以下「到着時刻情報」という。）であってもよい。この場合は、振分情報を受信する装置はその時刻をそのまま用いる。図１２や図１５に示す後述の実施形態の場合は、ＯＬＴ１は、伝送路上で最前段の装置、即ちＯＬＴ１と伝送路を介して接続するスイッチ４に到着する時刻で送信し、各スイッチ４は、受信した振分情報に含まれる時刻に、当該装置に到着してから次段の装置であるスイッチ４に等到着する時間を加算した時刻として、通知してもよいし、ＯＬＴ１を発出する時点で、各スイッチ４に到着する時刻をそれぞれ含め、各スイッチ４で自装置に到着する時刻を読出し利用してもよい。

[0073] データパケットが、所定の時間後に到着する場合は、振分情報通知部１１３は、到着時刻情報を送信しなくてもよい。所定の時間後に到着する場合は、振分情報通知部１１３は、到着時刻情報を送信しなくてもよい。振分情報通知部１１３は、例えば、通知パケット到着時間とデータパケット到着時間の差が一定となるように送信し、その一定時間後に到着として振分する。なお、伝搬遅延は、スイッチ４等、ＯＬＴ１との間に他の装置を含む場合には

、ＯＬＴ１との間に存在する各装置で生じる誤り訂正の処理等の遅延時間を含む。なお、通知パケット到着時間とは、通知パケットが到着する時刻である。なお、データパケット到着時間とは、データパケットの到着時刻である。

[0074] このように、振分する装置、例えばスイッチ４は、到着した当該データパケットを、データパケットのヘッダに記載される宛先に関する情報を読出することなく、振分して次に転送する。

[0075] 振分情報通知部１１３は、振分情報を取得する。振分情報通知部１１３は、例えばスケジューラ１１２が生成した振分情報を取得する。振分情報通知部１１３は、例えば、装置間で授受している予約情報やトークン等を用いて送信元や他の装置から振分情報を取得してもよいし、図１２や図１５に示す実施形態のように伝送路上で前段の装置や、図１３や図１６や図１７に示すように、管理装置等のサーバやオペレーションシステムから取得してもよい。

[0076] 振分情報通知部１１３は、振分情報を、送信先の装置に通知する。ＯＬＴ１にとっての送信先は、１又は複数のスイッチ４の少なくとも１つのスイッチ４である。

[0077] 図８は、第１実施形態のスイッチ４のハードウェア構成の一例を示す図である。スイッチ４は、バスで接続されたＣＰＵ等のプロセッサ９３とメモリ９４とを備える制御部４１を備え、プログラムを実行する。スイッチ４は、プログラムの実行によって制御部４１、スイッチ通信部４２及び記録部４３を備える装置として機能する。

[0078] より具体的には、制御部４１は、プロセッサ９３が記録部４３に記録されているプログラムを読出し、読出したプログラムをメモリ９４に記録させる。プロセッサ９３が、メモリ９４に記録させたプログラムを実行することによって、スイッチ４は、制御部４１、スイッチ通信部４２、及び記録部４３を備える装置として機能する。

[0079] 制御部４１は、スイッチ４が備える各機能部の動作を制御する。スイッチ

通信部４２は、振分部４００等を含むスイッチ４を外部装置に接続するための通信インタフェースを含んで構成される。スイッチ通信部４２は、有線又は無線を介して外部装置と通信する。スイッチ通信部４２の通信対象の外部装置の一例は、他のスイッチ４やＯＬＴ１である。

[0080] 記録部４３は、磁気ハードディスク装置や半導体記録装置などの読出可能な記録媒体装置を用いて構成される。記録部４３はスイッチ４に関する各種情報を記録する。記録部４３は、例えばスイッチ４が備える各機能部の動作を制御するプログラムを予め記録する。記録部４３は、例えば振分情報や振分情報と振分先との関係を示す情報を記録する。

[0081] 図９は、第１実施形態の制御部４１の構成の一例を示す図である。制御部４１は、振分情報受信部４１１を備える。ここで、第１実施形態では、図１２や図１５に示す後述の実施形態と異なり、伝送路で後段に位置する振分する装置に振分情報を通知しなくてもよいので、振分情報通知部４１４は、備えなくてもよい。図１２や図１５に示す後述の実施形態でも、最後尾のスイッチやＯＬＴは、同様に振分情報通知部４１４は、備えなくてもよい。

[0082] ところで通信システム１００において、振分情報は、スイッチ４から次段のスイッチ４へと転送されてもよい。通信システム１００において、振分情報は、スイッチ４から次段のスイッチ４へと転送される際に修正されてから転送されてもよいし、スイッチ４から次段のスイッチ４へと転送される際に生成されてもよい。このように振分情報は、通信システム１００において、スイッチ４から次段のスイッチ４へとスイッチ間の転送により伝送されてもよい。このように振分情報がスイッチ４から次段のスイッチ４へ転送される場合、制御部４１は振分情報通知部４１４をさらに備えてもよい。

[0083] 振分情報受信部４１１は、図８に示すスイッチ通信部４２を介して、振分情報を受信してもよいし、データパケットを授受するのとは別の他の伝送路、例えば、スイッチ４を制御するための伝送路を介して受信してもよい。

[0084] スイッチ通信部４２は、送信対象のデータパケットを、振分情報が示す振分先のスイッチ４に、制御部４１の制御に従い、送信する。スイッチ通信部

４２は、ＦＥＣがブロック単位で情報をエンコードしていて、そのブロック単位で、エンコードされたデータパケットをデコーダ（ＤＥＣ：Decoder）でデコードする場合、デコードするブロック単位でデータパケットの一部を蓄積し、デコードしてもよい。この場合でも、デコードした後にパケットを再構成し、そのパケットのヘッダを読出し、読出した情報で振分する従来技術より、パケットのヘッダを読出する時間について遅延が軽減される。ＧＴＣのＢＩＰ（Bit Interleaved Parity）演算についても同様に遅延が軽減される。なお、通知は、通知側で伝搬遅延分後の時間と指定するか、受信側で伝搬遅延分後に読替され、振分されてもよい。

[0085] 図１０は、第１実施形態においてＦＥＣ処理がある場合において通信システム１００で実行される処理の流れの一例を説明する説明図である。ＦＥＣ－ＤＥＣは、ＦＥＣのデコーダである。ＦＥＣ－ＤＥＣは、ブロック単位でＦＥＣエンコードされていたパケットの各ブロックをデコードしてブロック同士をつなげる。ＦＥＣ－ＤＥＣは、ブロック同士をつなげることで、エンコードされたデータパケットを元のパケットに戻し、パケットを再構成する。

この場合、パケット伝送処理時間は変わらないが、ＦＥＣをデコードしてパケットを再構成するまでに時間が要するので、振分する装置でパケット再構成する前に、振分できるように振分情報の通知が到着すれば、パケットを再構成後にヘッダを読出する従来技術に対して効果がある。

[0086] ＦＥＣ処理がある場合も、スイッチ４は、データパケットの受信前に振分情報を取得しているので、データパケットを再構成した後にパケットヘッダを読出することなく振分できる。そのため、スイッチ４は、少なくともパケットヘッダを読出する時間だけ遅延を軽減することができる。

[0087] 図１１は、第１実施形態の通信システム１００が実行する処理の流れの一例を示すフローチャートである。図１１では、説明の簡単のため、送信許可要求自体から振分情報又は宛先情報が判明する場合又は送信許可要求に振分先が識別可能な振分情報又は宛先情報も付加される場合であって、スイッチ

４が１つの場合を例に処理の流れの一例を説明する。

[0088] 送信許可通知部１１０は、スケジューラ１１２に従い、送信許可要求の申告を許可する信号をＯＮＵ２に送信する（ステップＳ１０１）。ステップＳ１０１が実行されることでＯＮＵ２が送信許可要求をＯＬＴ１に申告する（ステップＳ１０２）。ステップＳ１０２の次に、ＯＬＴ１が（宛先情報の付加された）送信許可要求を受信する（ステップＳ１０３）。ＯＬＴ１が（宛先情報の付加された）送信許可要求を受信するとは、具体的には、申告受信部１１１が、ＯＬＴ通信部１２を介して送信許可要求を取得することを意味する。

[0089] 次に、スケジューラ１１２が、送信許可要求に基づきスケジュールを作成する（ステップＳ１０４）。スケジュールの作成とは具体的には、ＤＢＡによりＯＮＵ２によるデータパケットの送信を開始する時刻とその継続する時間やＯＮＵ２からのデータパケットがＯＬＴ１に到着が開始する時刻とその継続する時間とを算出することと、ＯＮＵ２が送信したデータパケットがスイッチ４に到達した際に振分に用いる振分情報を算出することとを意味する。

[0090] 次に、振分情報通知部１１３が、スケジューラ１１２に従い、振分情報をＯＬＴ１から送信先のスイッチ４に通知する（ステップＳ１０５）。次に、送信先のスイッチ４の備える振分情報受信部４１１が、スイッチ通信部４２を介して振分情報を取得する（ステップＳ１０６）。

[0091] 次に、送信許可通知部１１０が、スケジューラ１１２に従い、データパケットの送信許可をＯＮＵ２に通知する（ステップＳ１０７）。なお、データパケットの送信許可とは、ステップＳ１０４において算出された、データパケットの送信を開始する時刻とその継続する時間とを示す情報やデータパケットのＯＬＴ１への到着が開始する時刻とその継続する時間とを示す情報を意味する。次にＯＮＵ２がデータパケットをＯＬＴ１に送信する（ステップＳ１０８）。ステップＳ１０８の次に、ＯＬＴ１はＯＮＵ２が送信したデータパケットを受信する（ステップＳ１０９）。

[0092] 次に、ＯＬＴ１がデータパケットを、送信先のスイッチ４に送信する（ステップＳ１１０）。次に、スイッチ４が、データパケットを受信する（ステップＳ１１１）。次に、スイッチ４のデータパケット送信部４１３がデータパケットを、振分情報に従い振分し、送信先に送信する（ステップＳ１１２）。

[0093] なお、ステップＳ１０５からステップＳ１０７までの各処理が実行される順番は、ステップＳ１１１の処理の実行前に、ステップＳ１０６の処理が実行されればどのような順番であってもよい。ステップＳ１０５からステップＳ１０７までの各処理は、例えば、ステップＳ１０５、ステップＳ１０６、ステップＳ１０７の順番に実行されてもよい。又、ステップＳ１０５、ステップＳ１０７、ステップＳ１０６の順番に実行されてもよい。又、ステップＳ１０７、ステップＳ１０５、ステップＳ１０６の順番に実行されてもよい。

[0094] 次に、図４に示される場合であって、振分情報がＯＬＴ１からＱ個のスイッチ４に直接通知される場合に関して、通信システム１００を説明する。

[0095] 通信相手にデータパケットが送信されるまでに、通信システム１００のＱ個（Ｑは１以上の整数）のスイッチ４をデータパケットが経由する場合、ステップＳ１１１とステップＳ１１２の各処理がＱ個のスイッチ４それぞれで順次実行される。具体的には、１つ目のスイッチ４についてステップＳ１１１とステップＳ１１２とが実行されると、ステップＳ１１２における送信先のスイッチ４についてステップＳ１１１とステップＳ１１２とがＱ個のスイッチについて順次行われる。

[0096] なお、ステップＳ１１１とステップＳ１１２とだけではなく、振分情報生成処理と、ステップＳ１０５及びステップＳ１０６の処理ともＱ個のスイッチ４に関しそれぞれで実行されてもよい。振分情報生成処理は、ステップＳ１０４で実行される処理の内の振分情報を生成する処理である。振分情報を生成する処理は、具体的にはステップＳ１０４における振分情報を算出する処理である。各スイッチ４に関して、振分情報生成処理と、ステップＳ１０

５と、ステップＳ１０６とが実行される順番は、ステップＳ１１１の前にステップＳ１０６が実行されればどのような順番で実行されてもよい。

[0097] 振分情報生成処理と、ステップＳ１０５と、ステップＳ１０６とは、例えば、振分情報生成処理、ステップＳ１０５、ステップＳ１０６の順番で実行されてもよい。又、ステップＳ１０５、振分情報生成処理、ステップＳ１０６の順番で実行されてもよい。又、ステップＳ１０６、振分情報生成処理、ステップＳ１０５の順番で実行されてもよい。又、例えば前段のスイッチ４より先に後段のスイッチ４に対して実行されてもよい。

[0098] このように、ＯＬＴ１は、データパケットの送信許可と、データパケットの送信先でのデータパケットの受信前に予め送信先でのデータパケットの振分情報とを、通知する通信装置である。

[0099] そのため、このように構成された第１実施形態におけるＯＬＴ１は、通信システム１００において生じる、蓄積交換時の宛先の読出に要する時間を軽減することができる。

[0100] また第１実施形態の通信システム１００はＯＬＴ１を含むため、蓄積交換時の宛先の読出に要する時間を軽減することができる。

[0101] 図１２は、第１実施形態における振分情報のスイッチ４への通知の流れの一例を説明する第１の説明図である。図１２は、ＯＬＴ１の次段のスイッチ４以外のスイッチ４については、振分情報がスイッチ４からスイッチ４に転送されることを示す。図１２が示す振分情報の通知の流れに関して、通信システム１００を説明する。

[0102] 通信相手にデータパケットが送信されるまでに、通信システム１００のＱ個のスイッチ４をデータパケットが経由する場合、ステップＳ１０５及びステップＳ１０６の各処理と、ステップＳ１１１及びステップＳ１１２の各処理がＱ個のスイッチ４それぞれで順次実行される。

[0103] 具体的には、１つ目のスイッチ４についてステップＳ１０５とステップＳ１０６が実行されると、ステップＳ１０６における送信先のスイッチ４についてステップＳ１０５とステップＳ１０６がＱ個のスイッチについて順次行

われる。１つ目のスイッチ４についてステップＳ１１１とステップＳ１１２が実行されると、ステップＳ１１２における送信先のスイッチ４についてステップＳ１１１及びステップＳ１１２がＱ個のスイッチについて順次行われる。

[0104] 但し、最初のスイッチ４以外でのステップＳ１０５では、ＯＬＴ１からの代わりに前段のスイッチ４が振分情報を通知する。なお、最初のスイッチ４は、ＯＬＴ１の次段のスイッチ４を意味する。なお、振分情報生成処理も最後のスイッチ４以外の残り（Ｑ－１）個のスイッチ４に関して実行されてもよい。

[0105] 各スイッチ４は、受信した振分情報を転送してもよいし、受信した振分情報を一部修正してもよい。各スイッチ４は、例えば、前段と次段のスイッチ４の間の伝送遅延だけ振分するデータが到着する時刻を後ろ倒しにしてもよい。各スイッチ４は、前段のスイッチ４におけるデータパケット同士の競合や、演算機能でのタスクの競合や、タスクやメモリの切替に伴い遅延時間が増減した場合に、その遅延時間の変化を加減してもよい。

[0106] 振分情報生成処理についてはＯＬＴ１のみが実行したり、ＯＬＴ１と最初のスイッチ４のみが実行したりし、後段のスイッチ４に送付するスイッチ４は、自装置の振分情報を一部修正して後段のスイッチ４に送信してもよい。スケジューラ１１２は、ＤＢＡに用いる申告等の情報を受信して、各スイッチ４で振分情報を生成してもよい。ステップＳ１０６と各スイッチ４についてのステップＳ１０４及びステップＳ１０５との順番については、各スイッチ４についてステップＳ１１１の前にステップＳ１０６が実行されれば、どのような順番で実行されてもよい。

[0107] このように、伝送先に後段のスイッチ４を備えるスイッチ４は、データパケットの送信先でのデータパケットの受信前に予め送信先でのデータパケットの振分情報を、通知する通信装置である。

[0108] そのため、このように構成された第１実施形態におけるＯＬＴ１と後段のスイッチ４に振分情報を通知するスイッチ４とは、通信システム１００にお

いて生じる蓄積交換時の宛先の読出に要する時間を軽減することができる。

[0109] また第１実施形態の通信システム１００はＯＬＴ１と後段のスイッチ４に振分情報を通知するスイッチ４とを含むため、蓄積交換時の宛先の読出に要する時間を軽減することができる。

[0110] 図１３は、第１実施形態における振分情報のスイッチ４への通知の流れの一例を説明する第２の説明図である。図１３は、少なくともＯＬＴ１の最初の送信先であるスイッチ４に通知される振分情報がＯＬＴ１の外部の装置で生成されることを示す。図１３において、外部の装置は、管理装置５である。図１３が示す振分情報の通知の流れに関して、通信システム１００を説明する。

[0111] 図１３の場合、 ステップＳ１０４における送信許可又は振分情報の生成については、送信許可と両方の生成を外部の装置が実行してもよい。送信許可と振分情報とのいずれ一方の生成をＯＬＴ１が実行し、他方を外部の装置が実行してもよい。例えば、ＯＬＴ１がステップＳ１０４における送信許可を生成する処理と、生成した送信許可を、振分情報を生成する外部の装置に転送する処理とを実行し、当該外部の装置がステップＳ１０４の振分情報を生成する処理を実行してもよい。その逆でもよい。

[0112] ステップＳ１０３で受信された送信許可要求は振分情報を生成する外部の装置に転送され、当該外部の装置でステップＳ１０４が実行され、生成された送信許可及び振分情報がＯＬＴ１に転送されて、ＯＬＴ１がステップＳ１０５とＳ１０７を実行してもよい。ＯＬＴが、ステップＳ１０３で受信された送信許可要求またはステップＳ１０４の一部として実行して生成した送信許可を、外部の装置に転送し、外部の装置がステップＳ１０４の内の振分情報の生成を実行して、振分情報をＯＬＴ１に転送して、ＯＬＴ１がステップＳ１０５とＳ１０７を実行してもよい。ＯＬＴが、ステップＳ１０３で受信された送信許可要求またはステップＳ１０４の一部として実行して生成した送信許可を、外部の装置に転送し、外部の装置がステップＳ１０４の内の振分情報の生成を実行して、外部の装置がステップＳ１０５を、ＯＬＴ１がス

テップＳ１０７を実行してもよい。

[0113] このように、ステップＳ１０４を実施する外部の装置は、データパケットの送信先がデータパケットを受信する前に、予めデータパケットの送信先にデータパケットの振分情報を直接又はＯＬＴ１を介して通知する通信装置である。

[0114] そのため、このように構成された第１実施形態におけるステップＳ１０４を実施する外部の装置は、通信システム１００において生じる、蓄積交換時の宛先の読出に要する時間を軽減することができる。

[0115] このように構成された第１実施形態の通信システム１００は、データパケットの受信前に振分情報をスイッチ４に通知するため、スイッチ４がデータパケットを受信して以降のパケット処理に要する時間を軽減することができる。より具体的には、通信システム１００は、蓄積交換のパケット受信後の宛先の読出に要する時間を軽減することができる。そのため、通信システム１００は、通信における遅延を軽減することができる。

[0116] （第１実施形態の変形例）

なお、振分情報を各スイッチ４が受信する方法は、各スイッチ４について、データパケットを受信する前に振分情報を各スイッチ４が受信可能な方法であればどのような方法であってもよい。振分情報を各スイッチ４が受信する方法は、例えば振分情報がＯＬＴ１から各スイッチ４に直接送信される方法（以下「ＯＬＴ指示方法」という。）であってもよい。ＯＬＴ指示方法の一例は図４に示す方法である。振分情報を各スイッチ４が受信する方法は、例えば図１２に示す方法（以下「通知リレー方法」という。）であってもよい。

[0117] 上記図１２を用いて通知リレー方法について説明する。図１２は、通知リレー方法を説明する説明図でもある。通知リレー方法は、図１２が示すように、振分情報を受信したスイッチ４が後段のスイッチ４でデータパケットの送信先のスイッチ４に振分情報を送信する方法である。通知リレー方法の場合、各スイッチ４は、振分情報通知部１１３を備え、振分情報通知部１１３

によって次段のスイッチ４に振分情報を送信する。

[0118] 通知リレー方法は、経路の途中のスイッチ４に複数の方路からのデータパケットが伝送されてきた場合であって、複数のデータパケットについて伝送する時間が重なり（すなわち、競合又は衝突し）伝送時間がずれる場合に、当該スイッチ４で、伝送先のスイッチ４における到着時間をずらせる効果がある。

[0119] 図１４は、第１実施形態の変形例における振分情報のスイッチ４への通知の流れの一例を説明する第１の説明図である。図４の方法と図１４の方法との差異は、振分情報の通知に対し、スイッチ４が応答をかえすところにある。図１４に記載の“１～Ｎ通知”、“Ｎ＋１応答”、“２Ｎ－２応答”、“２Ｎ－１応答”、“２Ｎ応答”及び“２Ｎ＋１送信許可”の数値（すなわち１～Ｎ、Ｎ＋１、２Ｎ－２等）は、通知の行われる順番を示す。図１４に記載の通知の行われる順番は、通知の行われる順番の一例である。“通知”、“応答”、“送信許可”はそれぞれ、振分情報の通知、振分情報の受信の応答の通知、送信許可の通知を表す。

[0120] パケットの伝送する経路上のスイッチ４の全てが当該パケットの導通する時点で振分を行うことが可能である場合に、ＯＬＴ１はＯＮＵ２に送信許可を通知してもよい。例えば、上りデータを有するＯＮＵ２の内、パケットの伝送する経路上のスイッチ４の全てが当該パケットの導通する時点で振分を行うことが可能なＯＮＵ２に送信許可を通知し、パケットの伝送する経路上のスイッチ４の全てが当該パケットの導通する時点で振分を行うことが可能でないＯＮＵ２には、可能となる時刻に送信許可を通知する。又は、パケットの伝送する経路上のスイッチ４の全てが当該パケットの導通する時点で振分を行うことが可能な経路に選択し直して送信許可を通知する。これらの場合、ＯＮＵを発出してからシステムに滞留する時間は削減できる。ＯＮＵに入力してから、前者の可能となる時間まで待つ場合は、送信完了までの許容される遅延の残量が所定の値、例えば、伝搬遅延と振分や多重処理の待ちによる遅延の総和や、総和に係数を掛けた時間になった場合は、振分や多重処

理による待ちがあっても、送信許可を通知してもよい。

当該振分がＯＬＴ１は、ＯＮＵ２への応答の通知の際に、振分情報の受入可否をＯＮＵ２に通知してもよい。受入可否を通知することで、例えば、送信前に、多重による遅延の有無が判明する。

[0121] ＯＬＴ１は、データパケットが伝搬する経路の全候補等の複数の経路に対して、振分情報を通知し、受入可の通知が多い経路を振分先として選択してもよいし、受入可の経路の内から遅延の少ない経路を選択してもよい。

[0122] ＯＬＴ１は、予測される遅延が少ない経路を選択してもよい。遅延は、例えば既設定のトラッフィクの数が原因で生じることもあれば、優先度が同等又は高優先のトラフィックと送信許可するトラフィックとがスイッチ４で衝突することで生じることもある。したがって、ＯＬＴ１は、例えば優先されないという理由で遅延が少ないと判定される経路を選択してもよい。経路を選択したり、遅延量を予測したりする観点からは、応答に既予約状況や予測される遅延情報を受入可否の通知に付加するとよい。

[0123] 図１４が示す方法は、パケット交換が実行される場合にも有効であるが、パス交換が実行される場合にも有効である。パス交換では、パケット交換とは異なり、パスとして経路やリンクや回線が他と時分割多重で共用されず、占有される。パケット交換では、通信が必要な時以外は回線が開放されており、同じ回線が複数人によって時分割多重で共有される。

[0124] パス交換の場合、例えば、宛先までの、全パス設定が終了した後に、データを送出してもよい。パス交換の場合、例えば、中継先までの全パス設定が終了した後に、データを送出してもよい。中継先は、例えば、参考文献１のオールフォトニクス・ネットワークを構成するフォトニックゲートウェイ（ＰｈＧＷ）や、オールフォトニクス・ネットワークの光バックボーン媒体網を構成する装置であるフォトニッククロスコネクト（ＰｈＸＣ）である。パス交換の場合、それらを含む全パス設定が終了した後に、データを送出してもよい。それらとは具体的には、宛先及び中継先である。

[0125] ＯＬＴ１や制御装置等の送信許可通知部１１０は、送信許可を与えず又は

送信許可を保留して、順次、又は先から順に振分情報の設定ＯＫとの応答を送信許可通知に戻し、応答が完了後(パスの予約が通ったら）送信を許可してもよい。なお、設定ＯＫとの応答とは、設定が完了したことを示す信号である。これはパケット交換の場合にも適用可能である。このような場合、送信元であるＯＮＵ２以外は、蓄積交換や衝突や競合による送信待機に備えたバッファを備える必要が無い。

[0126] 図１５は、第１実施形態の変形例における振分情報のスイッチ４への通知の流れの一例を説明する第２の説明図である。図１２の方法と図１５の方法との差異は図４の方法と図１４の方法との差異と同様に、振分情報の通知に対し、応答を通知するところにあり、その他は同様である。図１５において、“１通知”、“２通知”、“３通知”、“Ｎ通知”、“Ｎ＋１応答”、“２Ｎ－２応答”、“２Ｎ－１応答”、“２Ｎ応答”及び“２Ｎ＋１送信許可”の数値（すなわち１、２、３、Ｎ、Ｎ＋１、２Ｎ－２等）は、通知の行われる順番を意味する。“通知”、“応答”、“送信許可”はそれぞれ、通知の通知、応答の通知、送信許可の通知の処理を表す。

[0127] （第２実施形態）

振分情報は、例えば通信システム１００が振分情報を管理する管理装置５を備える場合には、必ずしもＯＬＴ１が出力する信号であってスイッチ４が受信する信号が示す必要は無い。通信システム１００が振分情報を管理する管理装置５を備える場合には、振分情報は、振分情報を管理する管理装置５によってスイッチ４に送信されてもよい。振分情報を管理する管理装置５を備える通信システム１００について、第２実施形態の通信システム１００ａとして詳細を説明する。

[0128] 図１６は、第２実施形態の通信システム１００ａの概要を説明する説明図である。通信システム１００ａは、ＯＬＴ１と、複数のＯＮＵ２と、光スプリッタ３と、複数のスイッチ４と、管理装置５とを備える。以下、通信システム１００が備える機能部と同様の機能を有するものについては、図１又は図６～図９と同じ符号を付すことで説明を省略する。

[0129] 管理装置５は、ＯＬＴ１とは異なる装置であって、ＯＬＴ１と対向するＯＮＵ２への送信許可の通知とスイッチ４への振分情報の通知とを行う装置である。このように、管理装置５は、ＯＬＴ１とは異なる装置であって、ＯＬＴ１及び各スイッチ４の方路を管理する装置である。方路を管理するとは、ＯＬＴ１と各スイッチ４とについてそれぞれにとってのデータパケットを送信する送信開始時間やＯＬＴへの到着時間や送信が継続する時間や送信先を決定することを意味する。

[0130] 管理装置５は、ユーザ装置９又はＯＮＵ２から宛先情報を取得する。管理装置５は、ＣＰＵ及びメモリを備える制御部５１と、ＯＮＵ２、ＯＬＴ１及びスイッチ４と、あるいはＯＬＴ１及びスイッチ４と、通信可能な管理通信部５２と、記録部５３とを備える。

[0131] 管理通信部５２は、管理装置５をＯＬＴ１及びスイッチ４に接続するための通信インタフェースを含んで構成される。管理通信部５２は有線又は無線を介してＯＬＴ１及びスイッチ４と通信する。管理通信部５２は、管理装置５をＯＮＵ２に接続するための、或いはＯＬＴ１を介してＯＮＵ２に接続するための通信インタフェースを含んで構成され、ＯＮＵ２と通信してもよい。

[0132] 制御部５１は管理通信部５２の動作の制御を含め管理装置５の各機能部の動作を制御する。制御部５１は、スケジューラ１１２と、振分情報通知部１１３とを備える。管理装置５は、取得した申告及び宛先情報に基づきスケジューラ１１２で、スケジュールを作成する。振分情報通知部１１３は、スケジュールの作成により生成された送信許可と振分情報をＯＬＴ１及びスイッチ４に通知する。

[0133] なお、ＯＬＴ１かその他の装置で送信許可を生成し通知し、振分情報通知部１１３が送信許可を通知しない場合は、送信許可通知部は備えなくともよい。但し、振分情報を生成するために、送信許可を生成するＯＬＴ１かその他の装置と同様の送信許可要求の申告又はその複写または生成した送信許可の情報を受信する。

[0134] 図１６の制御部５１で、振分情報通知部１１３の代わりに、図７の制御部１１と同様の申告受信部、送信許可通知部、振分情報通知部を備え、図１３、１７のように、申告受信部は、ＯＬＴ１又はＯＮＵ２から送信許可要求の申告又はその複製又は集約した情報を受け、送信許可通知部はＯＬＴ１又はＯＮＵ２に送信許可を通知し、振分情報部は振分情報をスイッチ４に通知してもよい。図１３、１７と異なり、送信許可を通知しない場合は、送信許可通知部は備えなくともよい。但し、振分情報を生成するために、送信許可を生成するＯＬＴ１かその他の装置と同様の送信許可要求の申告又はその複写または生成した送信許可の情報は受信する。

[0135] ＯＬＴ１は、管理装置５が通知した送信許可と振分情報を受信する。スイッチ４は、管理装置５が通知した振分情報を受信する。

[0136] 管理装置５による振分情報の送信のタイミングは、スイッチ４がデータパケットを受信する前に振分情報を受信できるタイミングである。

[0137] 送信許可がＯＬＴ１によって取得され、振分情報がスイッチ４によって取得された後は、図１１のステップＳ１０７からステップＳ１１２の処理と同様の処理が実行される。

[0138] なお、管理装置５は、例えば、光モバイル連携ＤＢＡにおけるＯＬＴをスケジュールする携帯基地局であるＣＵ（Central Unit）である（参考文献１参照）。管理装置５は、例えば上位集線ＤＢＡの上位集線部であってもよい。管理装置５が、ＣＵの場合、明示的にＯＬＴにＤＢＡを実施してＯＮＵに送信許可してもよいが、ＲＵ又はユーザ装置９へのスケジュール情報をスヌーフィングして、その結果でＯＬＴからＯＮＵに送信許可してもよい。

[0139] 参考文献１：” 超高速・低消費電力光ネットワーク技術の研究開発”、［online］、［令和２年１１月２３日検索］、インターネット〈URL：https://www.soumu.go.jp/main_content/000424157.pdf〉

[0140] ここで上記図１３を用いて通信システム１００ａにおいて振分情報がスイッチ４に通知される処理の流れの第１の例について説明する。上記図１３は、第２実施形態の通信システム１００ａにおいて振分情報を、管理装置５が

各スイッチ４に通知する方法（以下「管理装置通知方法」という。）を説明する説明図でもある。図１３と図４との違いは、ＯＬＴ１がＯＮＵ２に送信許可を通知しスイッチ４に振分情報を通知する代わりに、管理装置５が通知することにある。

[0141] 管理装置５は、ＯＬＴ１に対してＯＮＵ２に対する送信許可を通知するために、送信許可を算出するために要する情報をＯＬＴ１、ＯＮＵ２、ＣＵ、ＲＵ又は他の装置から通信によって取得してもよい。なお、送信許可を算出するために要する情報は、例えば送信許可要求の申告等の情報である。図１３において、管理装置５は振分情報を１つのスイッチ４に通知し、残りのスイッチは図１２と同様に、他のスイッチ４による通知により振分情報を取得してもよい。

[0142] 図１７は、第２実施形態の通信システム１００ａにおいて振分情報がスイッチ４に通知される処理の流れの第２の例について説明する説明図である。図１３と図１７の関係は図４と図１４の関係と同様である。図１７において、“１～Ｎの応答後送信許可”及び“１～Ｎ通知、応答”の数値（すなわち１～Ｎ）は、通信の行われる順番を意味する。“応答後送信許可”、“通知、応答”はそれぞれ、応答後に送信許可する処理、通知及び応答の処理を表す。“応答後送信許可”は単なる送信許可であってもよい。図１７において、管理装置５は振分情報を１つのスイッチ４に通知し、応答し、残りのスイッチは図１５と同様に、他のスイッチ４による通知により振分情報を取得し、応答してもよい。

[0143] このように構成された第２実施形態の通信システム１００ａは、データパケットの受信前に振分情報を送信する管理装置５を備えるため、スイッチ４がデータパケットを受信して以降のパケット処理に要する時間を軽減することができる。より具体的には、通信システム１００ａは、蓄積交換時の宛先の読出と蓄積交換時の演算に要する時間を軽減することができる。そのため、通信システム１００ａは、通信における遅延を軽減することができる。

[0144] また第２実施形態の通信システム１００ａは管理装置５を含むため、蓄積

交換時の宛先の読出に要する時間を軽減することができる。

[0145] （第１実施形態と第２実施形態とに共通する変形例）

通信システム１００及び通信システム１００ａは、ネットワークを介して通信可能に接続された複数台の情報処理装置を用いて実装されてもよい。この場合、通信システム１００及び通信システム１００ａが備える各機能部は、複数の情報処理装置に分散して実装されてもよい。

[0146] ＯＬＴ１は、ネットワークを介して通信可能に接続された複数台の情報処理装置を用いて実装されてもよい。この場合、ＯＬＴ１が備える各機能部は、複数の情報処理装置に分散して実装されてもよい。

[0147] 管理装置５は、ネットワークを介して通信可能に接続された複数台の情報処理装置を用いて実装されてもよい。この場合、管理装置５が備える各機能部は、複数の情報処理装置に分散して実装されてもよい。

[0148] なお、通信システム１００、通信システム１００ａ、ＯＬＴ１及び管理装置５の各機能の全て又は一部は、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）やＰＬＤ（Programmable Logic Device）やＦＰＧＡ（Field Programmable Gate Array）等のハードウェアを用いて実現されてもよい。プログラムは、コンピュータ読取可能な記録媒体に記録されてもよい。コンピュータ読取可能な記録媒体とは、例えばフレキシブルディスク、光磁気ディスク、ＲＯＭ、ＣＤ－ＲＯＭ等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記録装置である。プログラムは、電気通信回線を介して送信されてもよい。

[0149] なお、通信システム１００、通信システム１００ａ、ＯＬＴ１及び管理装置５の各機能の全て又は一部は、メモリの接続によって実現される組合せ回路で構成、例えば、メモリに記憶させ、プロセッサで実行するプログラム相当の処理を行う回路をハードウェアロジックで構成され処理されてもよいし、メモリの無いハードウェアロジックで構成され処理されてもよい。

[0150] なおこれまで説明してきたように、ＯＬＴ１は１又は複数のスイッチ４の少なくとも１つのスイッチ４に振分情報を送信する装置の一例である。その

ため、ＯＬＴ１は振分情報通知部を備える通信装置の一例である。また、管理装置５もまた振分情報通知部を備える通信装置の一例である。なお、スイッチ通信部４２はデータ通信部の一例である。また、スイッチ４も振分情報通知部を備える通信装置の一例である。

[0151] 振分情報は、データパケットが伝送先の装置に到着する時刻を示す情報を含んでもよい。データパケットが伝送先の装置に到着する時刻を示す情報は、振分情報に基づき生成されてもよい。そのため、振分情報は、データパケットが伝送先の装置に到着する時刻を示す情報を含むことと、データパケットが伝送先の装置に到着する時刻を示す情報が振分情報に基づき生成されることとのいずれか一方又は両方の性質を有してもよい。

[0152] なお、到着とは信号から見た表現であり、受信とはスイッチ４から見た表現である。そのため、信号が到着するタイミングはスイッチ４が到着した信号を受信するタイミングである。なお、ＯＬＴデータパケット送信部１１４はデータ送信部の一例である。なお、データ送信部が送信するデータパケットはデータの一例である。なお、スケジューラ１１２は振分情報取得部の一例である。なお、スイッチ４はデータ通信部を備える通信装置の一例である。

[0153] 以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

符号の説明

[0154] １００、１００ａ…通信システム、 １…ＯＬＴ、 ２…ＯＮＵ、 ３…光スプリッタ、 ４…スイッチ、 ５…管理装置、 １０１…ＤＢＡ実行部、 １１…制御部、 １２…ＯＬＴ通信部、 １３…記録部、 １２１…ＯＬＴ第１通信部、 １２２…ＯＬＴ第２通信部、 １２３…ＯＬＴ第３通信部、 １１０…送信許可通知部、 １１１…申告受信部、 １１２…スケジューラ、 １１３…振分情報通知部、 １１４…ＯＬＴデータパケット送信部、 １０２…振分情報生成部、 １０３…送信許可演算部、 ４１…制御

部、　４２…スイッチ通信部、　４３…記録部、　４００…振分部、　４１１…振分情報受信部、　４１４…振分情報通知部、　５１…制御部、　５２…管理通信部、　５３…記録部、　９…ユーザ装置、　９１…プロセッサ、　９２…メモリ、　９３…プロセッサ、　９４…メモリ

請求の範囲

[請求項1] データを、波長、偏波、モード、周波数、符号、コア、ファイバ、又はその組合せの少なくとも一部が異なる経路に前記データの伝送先の装置が振分する前に、前記データの伝送先の装置に、前記データを振分する経路を示す振分情報を入力する振分情報通知部と、

前記伝送先の装置が備え、入力された前記振分情報に従って、前記データを振分するデータ通信部と、

を備える通信システム。

[請求項2] 前記振分情報は、

前記データの経由する経路の少なくとも一部において、送信許可要求又は予約が行われてから、前記データが伝送されるまでの時間を活用して、前記データが振分される前に前記伝送先の装置に入力される、

請求項１に記載の通信システム。

[請求項3] 前記振分情報は、前記データの経由する経路の少なくとも一部において、

送信許可要求又は予約の際の送信元を表すパス情報、リンク情報、ＯＮＵ－ＩＤ、ＬＬＩＤ又はＧＥＭ ＰＯＲＴ ＩＤのいずれかと、送信許可要求又は予約の際に明示的な宛先情報、宛先ＭＡＣアドレス、宛先ＩＰアドレス、ＩＰアドレスとＰｏｒｔ情報の組合せ又はＶＩＤのいずれかと、のいずれか一方又は両方を含むことと、

過去の振分情報の学習により生成されることと、

のいずれか一方又は両方の性質を有する、

請求項１又は２に記載の通信システム。

[請求項4] 前記振分情報は、前記データが、前記伝送先の装置に到着する時刻を示す情報を含むことと、前記データが前記伝送先の装置に到着する時刻を示す情報が前記振分情報に基づき生成されることとのいずれか一方又は両方の性質を有する、

請求項１から３のいずれか一項に記載の通信システム。

[請求項5] データを、波長、偏波、モード、周波数、符号、コア、ファイバ、又はその組合せの少なくとも一部が異なる経路に前記データの伝送先の装置が振分する前に、前記データの伝送先の装置に、前記データを振分する経路を示す振分情報を入力する振分情報通知部、

を備える通信装置。

[請求項6] 波長、偏波、モード、周波数、符号、コア、ファイバ、又はその組合せの少なくとも一部が異なる経路にデータが振分される前に入力された情報であって前記データの振分先の経路を示す情報である振分情報に基づき、前記データを振分るデータ通信部、

を備える通信装置。

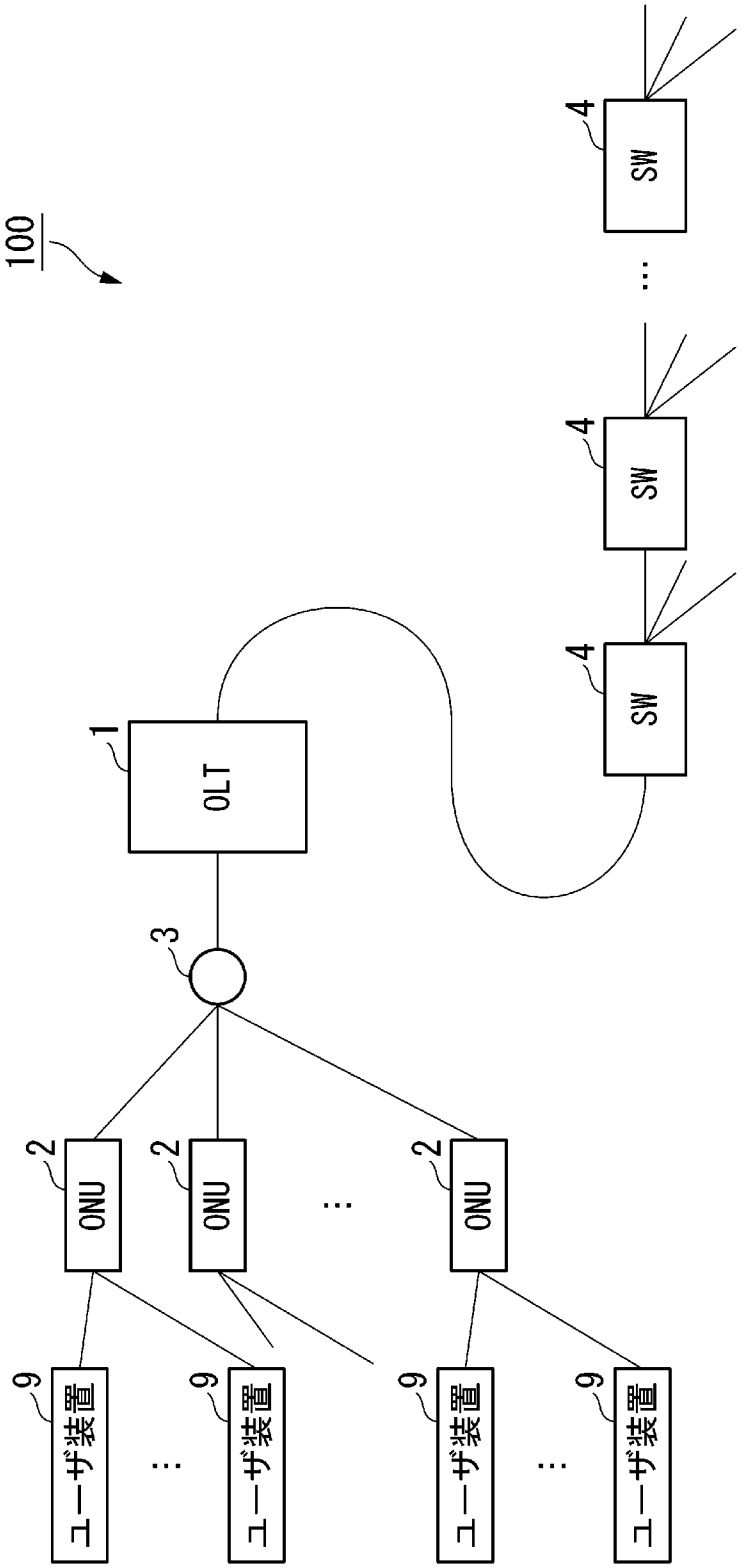
[請求項7] データを、波長、偏波、モード、周波数、符号、コア、ファイバ、又はその組合せの少なくとも一部が異なる経路に前記データの伝送先の装置が振分する前に、前記データの伝送先の装置に、前記データを振分する経路を示す振分情報を入力する振分情報通知ステップと、

前記伝送先の装置が備え、入力された前記振分情報に従って、前記データを振分るデータ通信ステップと、

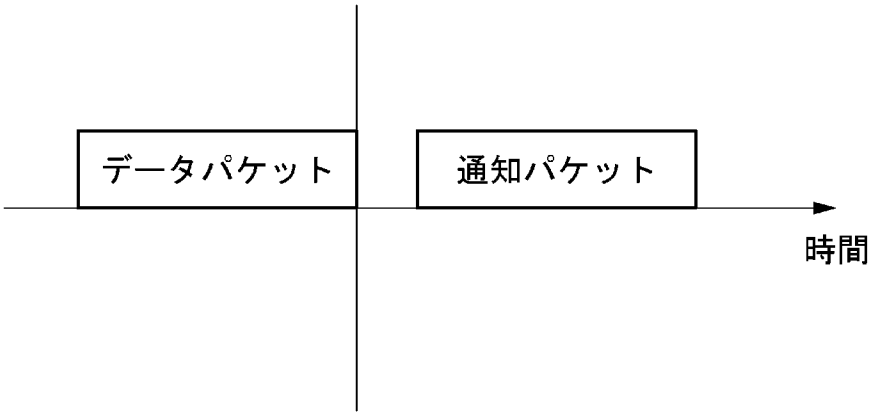
を有する通信方法。

[請求項8] 請求項１から４のいずれか一項に記載の通信システムとしてコンピュータを機能させるためのプログラム。

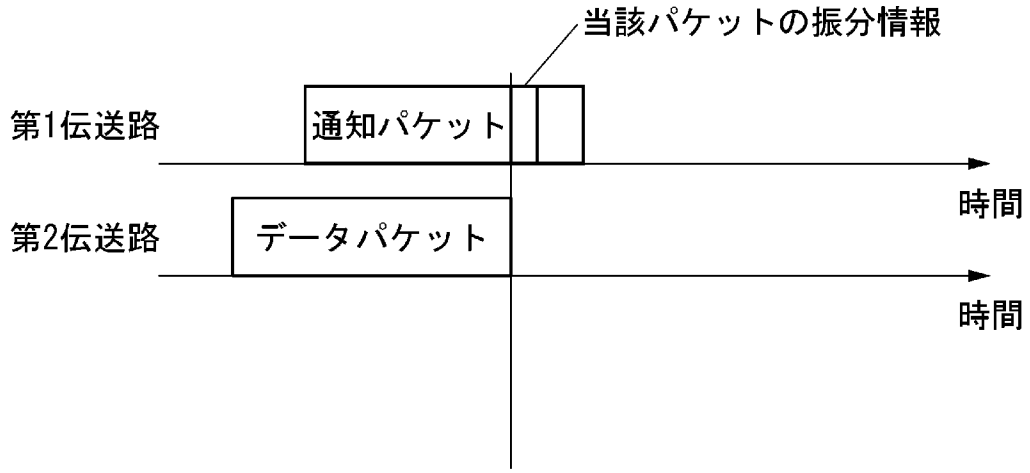
[図1]



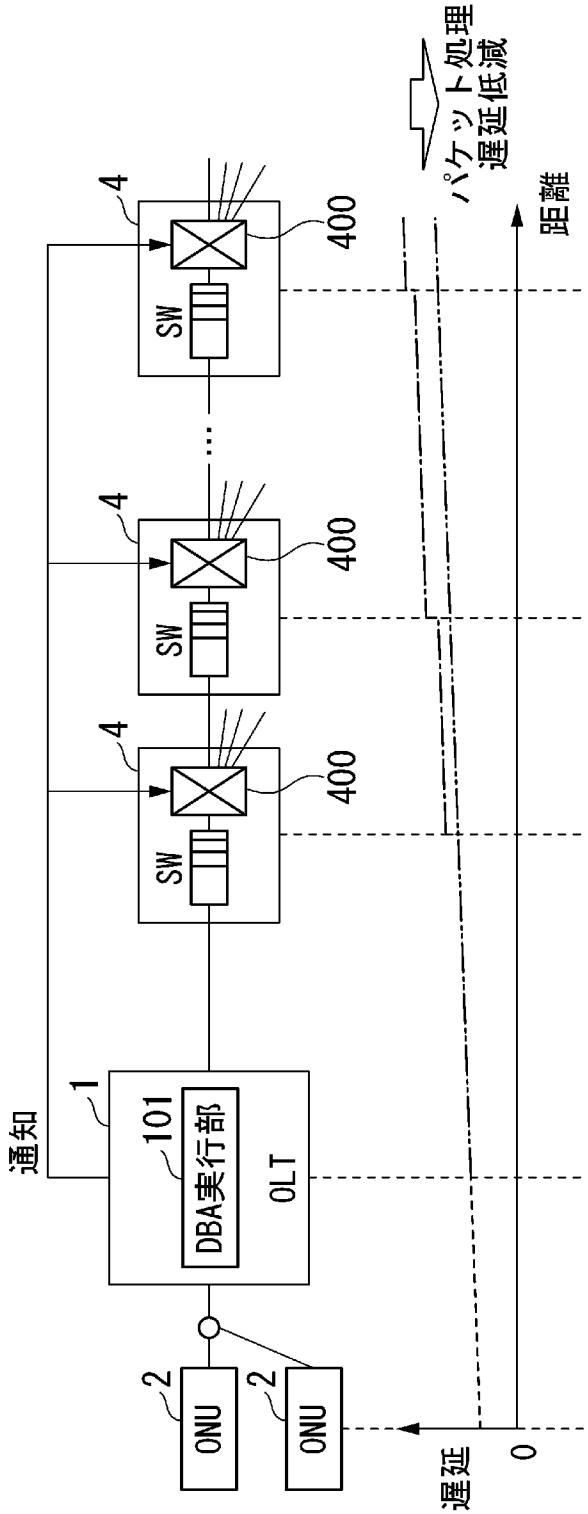
[図2]


データパケット
通知パケット
時間

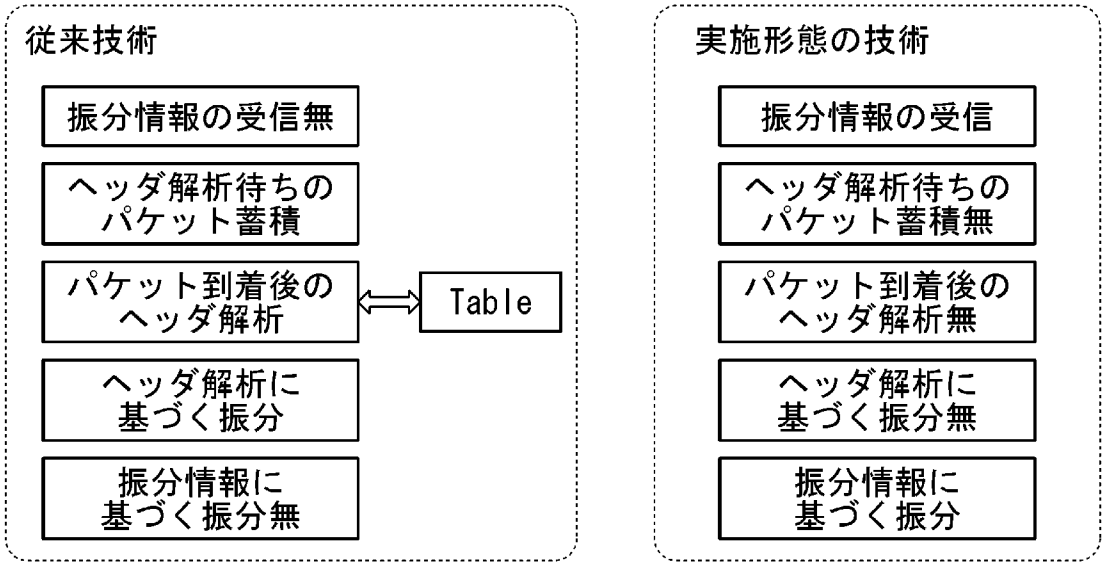
[図3]


当該パケットの振分情報
第1伝送路
通知パケット
時間
第2伝送路
データパケット
時間

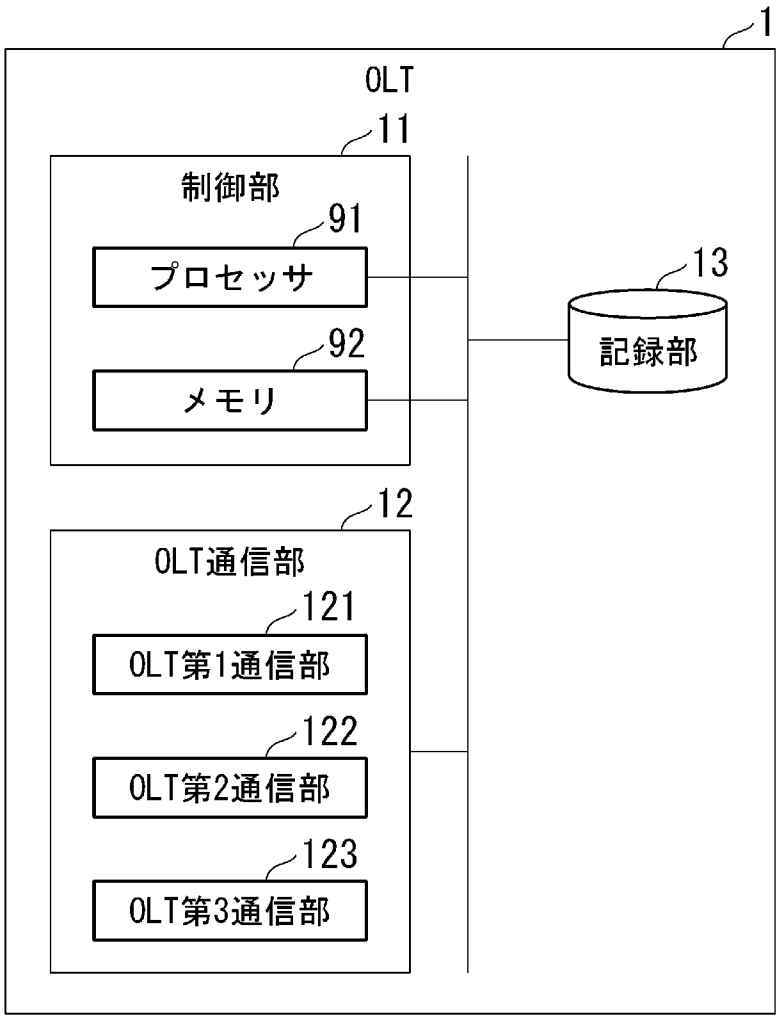
[図4]



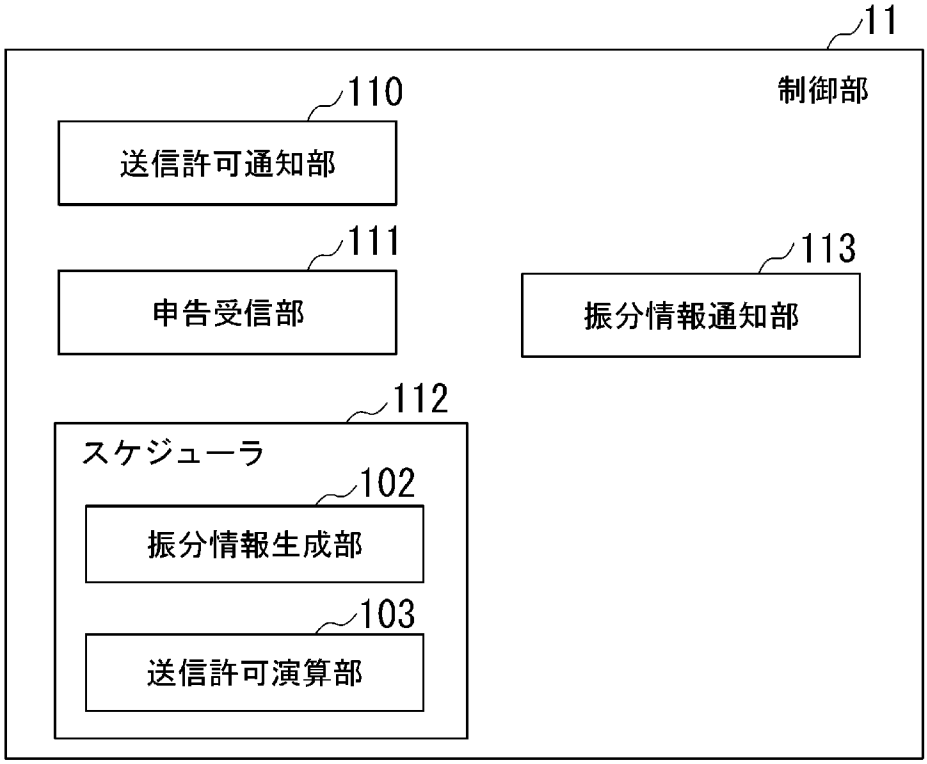
[図5]


従来技術
振分情報の受信無
ヘッダ解析待ちの
パケット蓄積
パケット到着後の
ヘッダ解析
Table
ヘッダ解析に
基づく振分
振分情報に
基づく振分無
実施形態の技術
振分情報の受信
ヘッダ解析待ちの
パケット蓄積無
パケット到着後の
ヘッダ解析無
ヘッダ解析に
基づく振分無
振分情報に
基づく振分

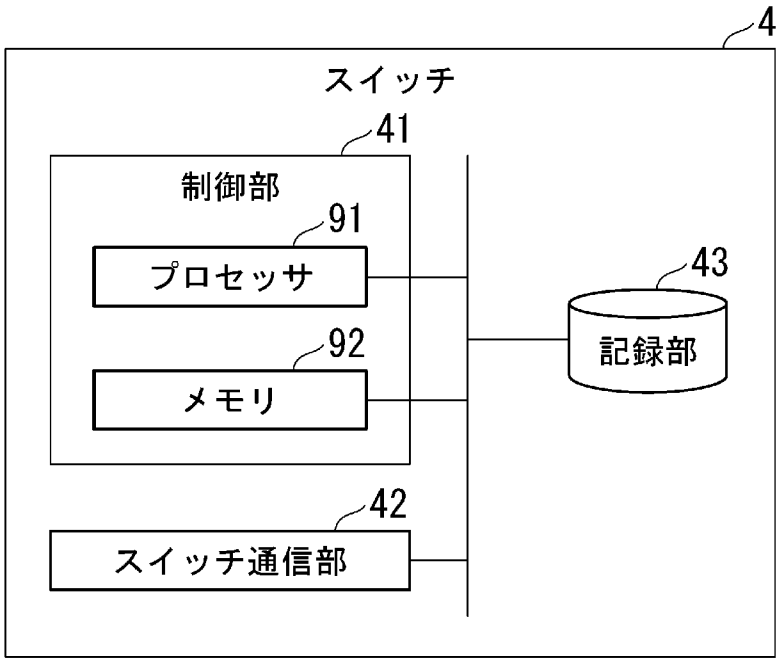
[図6]


1
OLT
11
制御部
91
プロセッサ
92
メモリ
13
記録部
12
OLT通信部
121
OLT第1通信部
122
OLT第2通信部
123
OLT第3通信部

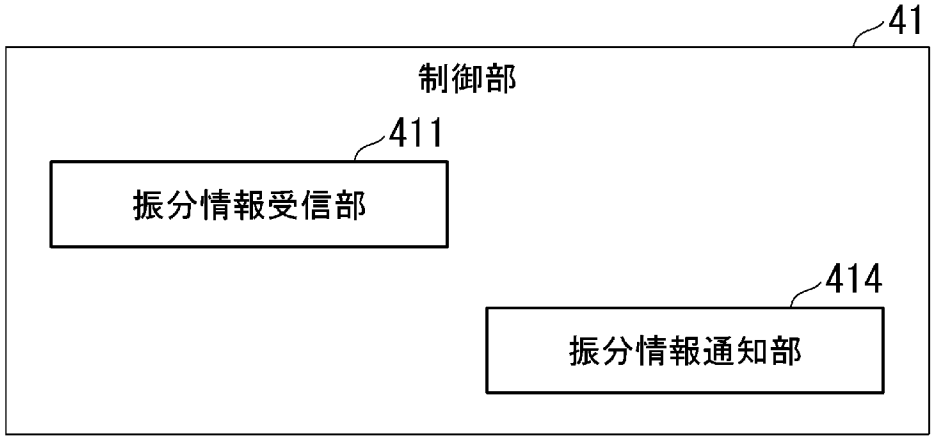
[図7]


11
制御部
110
送信許可通知部
111
申告受信部
113
振分情報通知部
112
スケジューラ
102
振分情報生成部
103
送信許可演算部

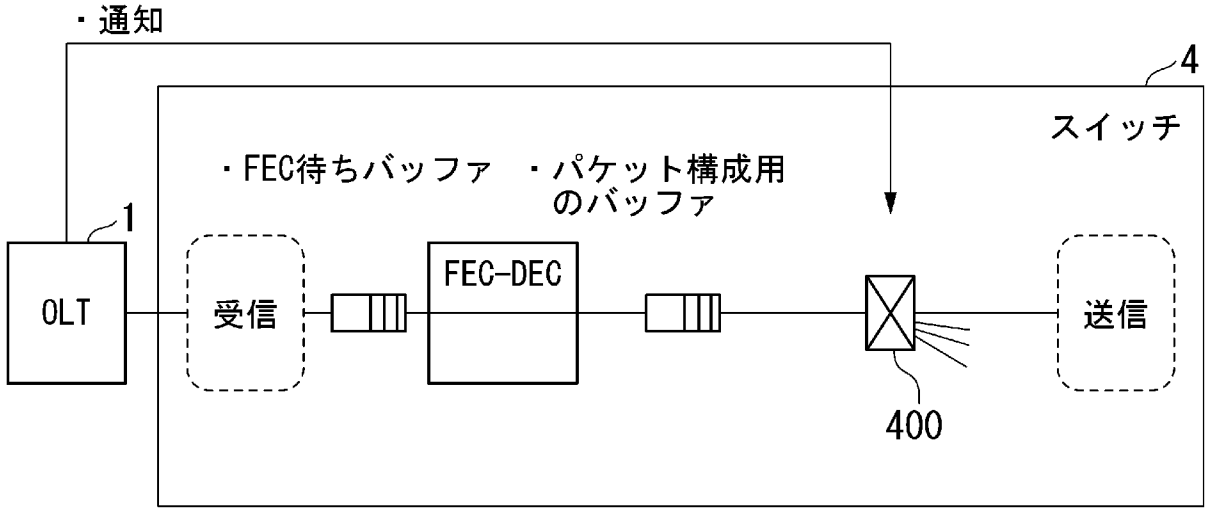
[図8]


4
スイッチ
41
制御部
91
プロセッサ
92
メモリ
43
記録部
42
スイッチ通信部

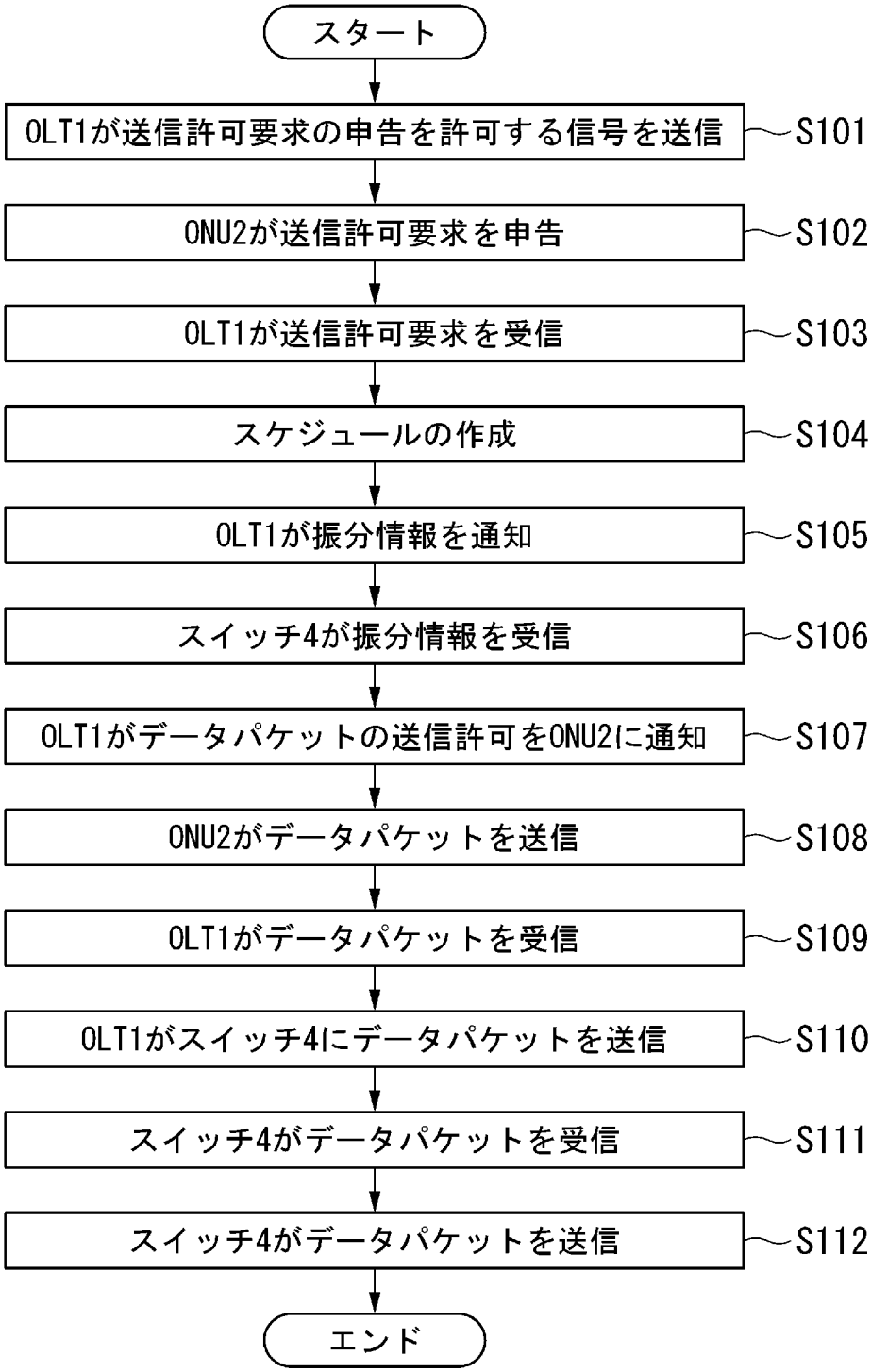
[図9]


41
制御部
411
振分情報受信部
414
振分情報通知部

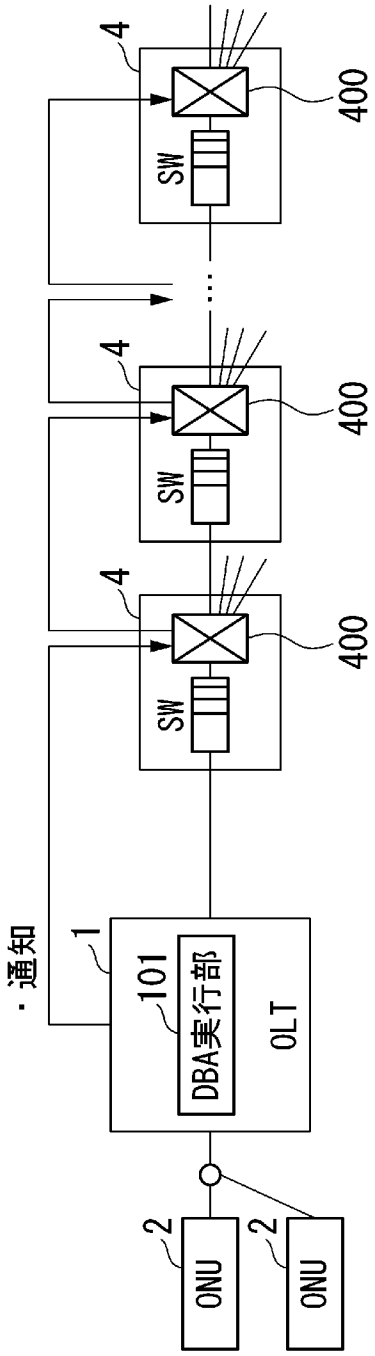
[図10]


・通知
4
スイッチ
・FEC待ちバッファ ・パケット構成用のバッファ
1
OLT
受信
FEC-DEC
送信
400

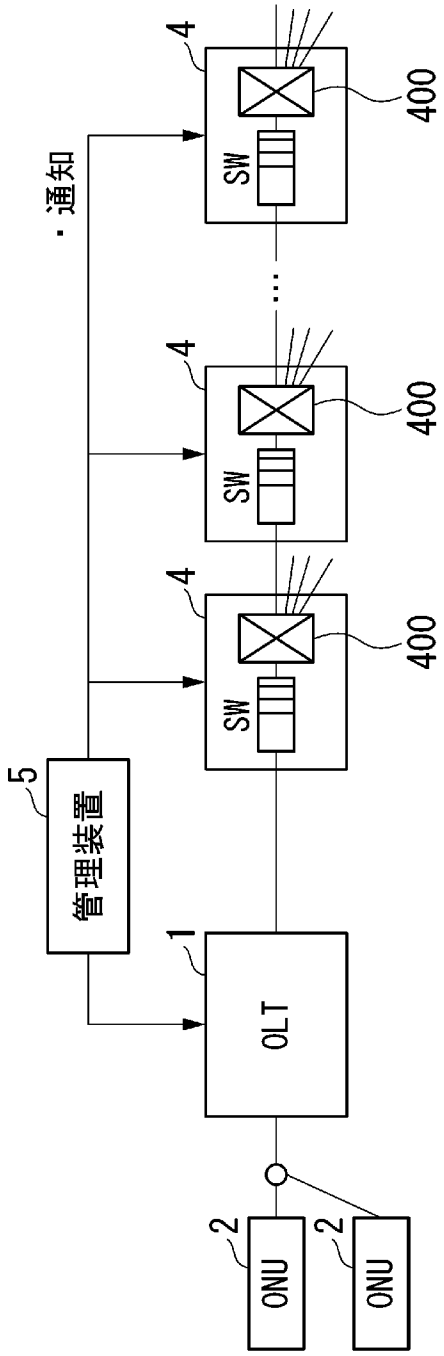
[図11]


スタート
OLT1が送信許可要求の申告を許可する信号を送信
S101
ONU2が送信許可要求を申告
S102
OLT1が送信許可要求を受信
S103
スケジュールの作成
S104
OLT1が振分情報を通知
S105
スイッチ4が振分情報を受信
S106
OLT1がデータパケットの送信許可をONU2に通知
S107
ONU2がデータパケットを送信
S108
OLT1がデータパケットを受信
S109
OLT1がスイッチ4にデータパケットを送信
S110
スイッチ4がデータパケットを受信
S111
スイッチ4がデータパケットを送信
S112
エンド

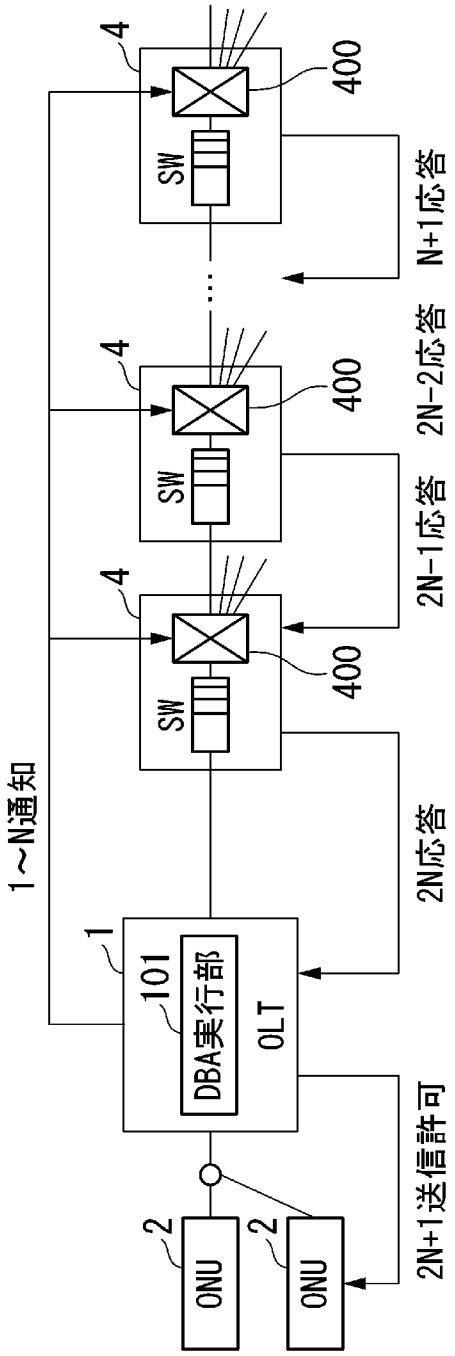
[図12]



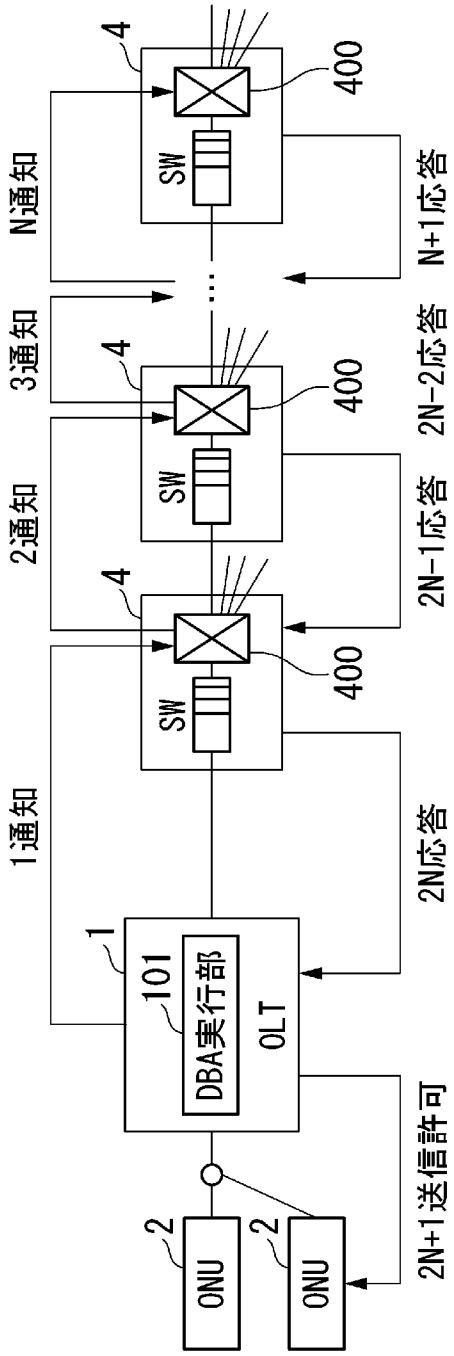
[図13]



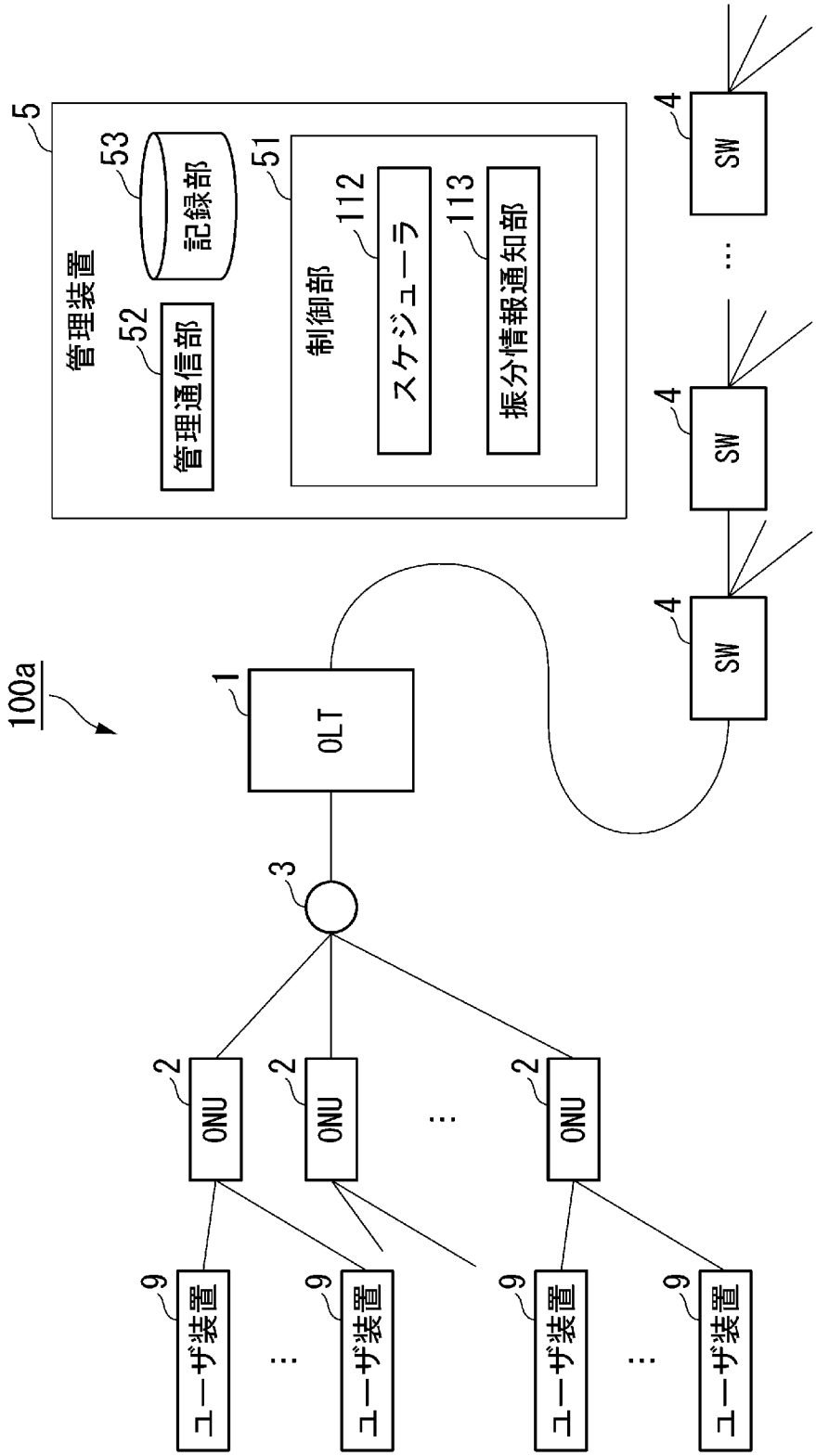
[図14]


4
400
SW
N+1応答
2N-2応答
2N-1応答
2N応答
1～N通知
1
101
DBA実行部
OLT
2
ONU
2N+1送信許可

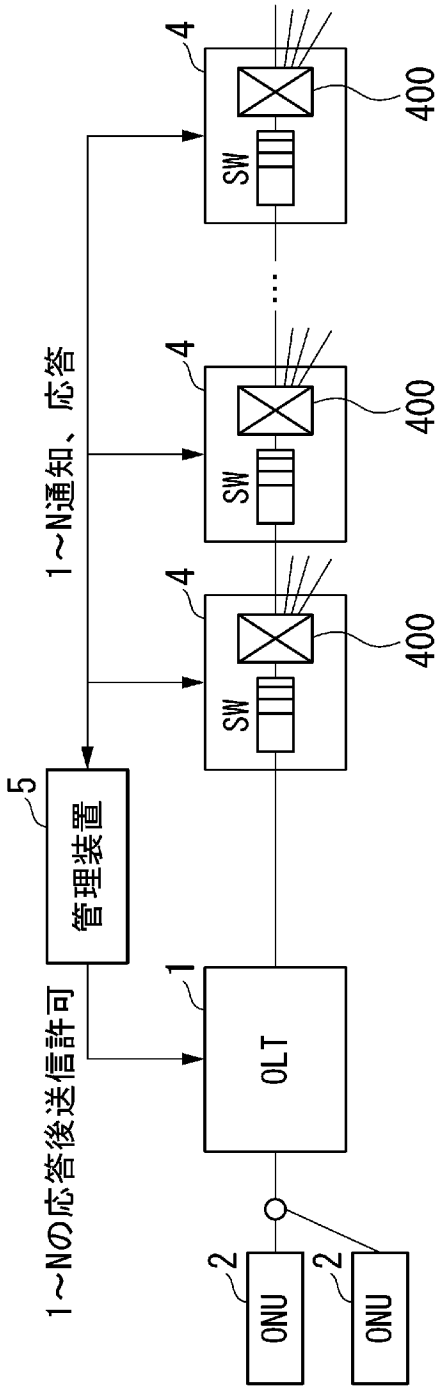
[図15]


4
400
SW
N通知
N+1応答
3通知
2N-2応答
2通知
2N-1応答
1通知
2N応答
1
101
DBA実行部
OLT
2
ONU
2N+1送信許可

[図16]


100a
1
OLT
3
2
ONU
9
ユーザ装置
4
SW
5
管理装置
51
制御部
52
管理通信部
53
記録部
112
スケジューラ
113
振分情報通知部

[図17]


4
400
SW
4
400
SW
4
400
SW
1～N通知、応答
5
管理装置
1～Nの応答後送信許可
1
OLT
2
ONU
2
ONU

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/047697

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H04L12/741(2013.01)i, H04L12/44(2006.01)i
FI: H04L12/741, H04L12/44200

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. H04L12/741, H04L12/44

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2010-028696 A (HITACHI, LTD.) 04 February 2010 (2010-02-04), paragraphs [0010]-[0124], fig. 1, 2, 4, 7, 9, 10	1-8 1, 3, 5-8
Y	JP 2017-156444 A (KAGAWA UNIV) 07 September 2017 (2017-09-07), paragraphs [0028]-[0032], fig. 9	1, 5-8
Y	JP 2017-157985 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 07 September 2017 (2017-09-07), paragraphs [0043]-[0051], fig. 3	1, 5-8
Y	WO 2009/123202 A1 (PANASONIC ELECTRIC WORKS CO., LTD.) 08 October 2009 (2009-10-08), paragraphs [0052], [0053]	3

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

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 17 February 2021	Date of mailing of the international search report 02 March 2021
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/047697

JP 2010-028696 A	04 February 2010	US 2010/0021160 A1 paragraphs [0035]-[0155], fig. 1, 2, 4, 7, 9, 10 EP 2148523 A2
JP 2017-156444 A	07 September 2017	(Family: none)
JP 2017-157985 A	07 September 2017	(Family: none)
WO 2009/123202 A1	08 October 2009	US 2011/0016211 A1 paragraphs [0059], [0060] CN 101981908 A

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/047697

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H04L 12/741(2013.01)i; H04L 12/44(2006.01)i
FI: H04L12/741; H04L12/44 200

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

H04L12/741; H04L12/44

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2010-028696 A (株式会社日立製作所) 04.02.2010 (2010-02-04) 段落［００１０］－［０１２４］，図１－２，４，７，９－１０	1-8
Y		1,3,5-8
Y	JP 2017-156444 A (国立大学法人　香川大学) 07.09.2017 (2017-09-07) 段落［００２８］－［００３２］，図９	1,5-8
Y	JP 2017-157985 A (日本電信電話株式会社) 07.09.2017 (2017-09-07) 段落［００４３］－［００５１］，図３	1,5-8
Y	WO 2009/123202 A1 (パナソニック電工株式会社) 08.10.2009 (2009-10-08) 段落［００５２］－［００５３］	3

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
"&" 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
17.02.2021	02.03.2021

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
平井　嗣人 5X 1160
電話番号 03-3581-1101 内線 3596

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/047697

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2010-028696 A	04.02.2010	US 2010/0021160 A1 段落［００３５］－［０１５５］，図１－２，４，７，９－１０ EP 2148523 A2	
JP 2017-156444 A	07.09.2017	（ファミリーなし）	
JP 2017-157985 A	07.09.2017	（ファミリーなし）	
WO 2009/123202 A1	08.10.2009	US 2011/0016211 A1 段落［００５９］－［００６０］ CN 101981908 A	