

(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1月20日(20.01.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/013986 A1

(51) 国際特許分類:

H04L 12/437 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/027562

(22) 国際出願日: 2020年7月15日(15.07.2020)

(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: 棚野 貴充 (TOCHINO, Takamitsu); 〒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).

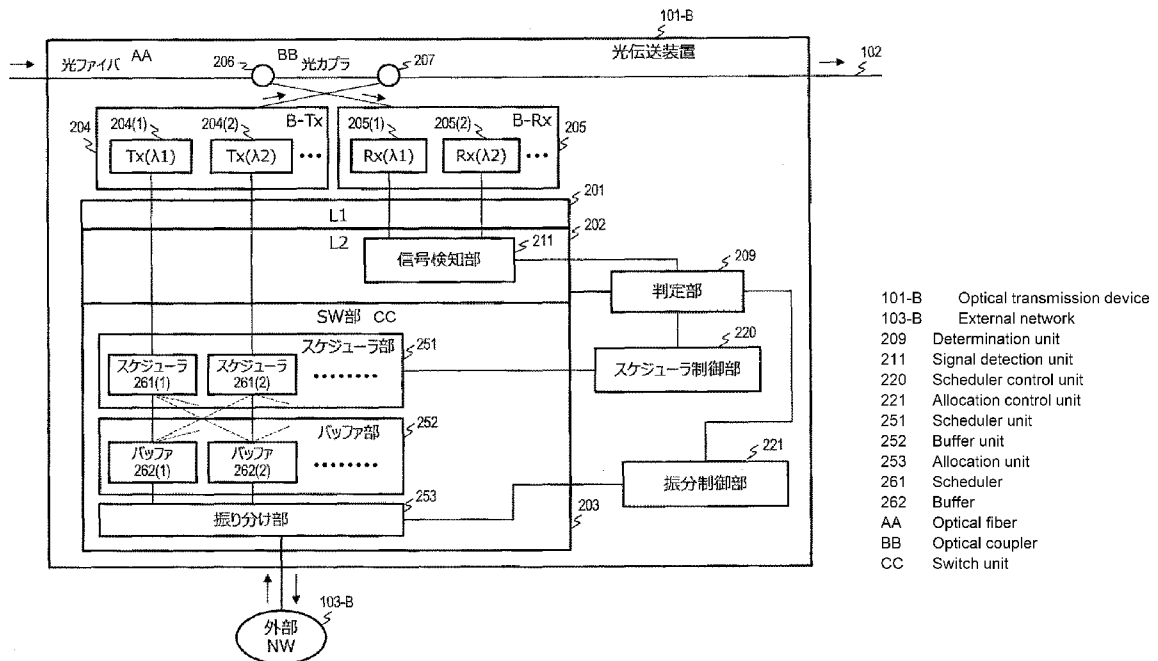
氏川 裕隆(UJIKAWA, Hirotaka); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 中村 浩崇(NAKAMURA, Hirotaka); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人高田・高橋国際特許事務所 (TAKADA, TAKAHASHI & PARTNERS); 〒1040045 東京都中央区築地1丁目12番2号 コンワビル7階 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,

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

(54) 発明の名称: 通信装置、通信方法、通信システムおよび通信プログラム



(57) Abstract: In the present invention: a connection is established with a wavelength-multiplexed optical ring network; communication is performed by subjecting an optical signal to time-division multiplexing for individual wavelengths; and, when a control signal transmitted from a parent communication device is not received in a predetermined period, the wavelength with which the parent communication device is evaluated not to be operating normally is regarded as a fault wavelength, a command is issued to a scheduler unit to stop transmitting data in the fault wavelength, a command is issued to the scheduler unit for data stored in a buffer in the fault wavelength to be transmitted over a different wavelength, and

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))

the allocating of new data to the buffer in the fault wavelength is stopped. Thus, it is possible to reduce any delay in the transmission of data in the fault wavelength.

(57) 要約: 波長多重された光リングネットワークに接続され、波長ごとに光信号を時分割多重して通信を行うとともに、予め決められた期間に親の通信装置から送信される制御信号が受信されない場合、親の通信装置が正常に動作していないと判定された波長を故障波長として、スケジューラ部に故障波長のデータの送信中止を指令するとともに、故障波長のバッファに蓄積されているデータを他の波長で送信するようにスケジューラ部に指令し、故障波長のバッファへの新たなデータの振り分けを中止する。これにより、故障波長のデータの送信遅延を低減することができる。

明 細 書

発明の名称：

通信装置、通信方法、通信システムおよび通信プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、通信システムを構成する波長多重された光リングネットワークにおいて、波長ごとに光信号を時分割多重して通信を行う技術に関する。

背景技術

[0002] 従来の光リングネットワークシステムは、光リングネットワークに接続される複数の光伝送装置のそれぞれに予め割り当てられた波長の光信号を OADM (Optical add-drop multiplexer) 技術により多重して通信を行っている（例えば非特許文献 1 参照）。

[0003] 一方、OADMではなく、時分割多重により光信号を伝送するバースト光リングネットワーク技術が知られている。この技術では、光リングネットワークに接続される複数の光伝送装置のうち、1 台の光伝送装置が親装置、他の光伝送装置が子装置、としてそれぞれ動作する。親装置は、割当信号と探索信号を送信することにより、自装置を含む子装置のデータ送信タイミングの制御と新たに光リングネットワークに接続される子装置の登録とを行う。このようにして、光リングネットワークに接続される複数の光伝送装置は、バースト光リングネットワーク技術により、光信号を時分割多重して通信することができる。

[0004] ここで、バースト光リングネットワーク技術において、親装置が故障などで正常に動作できない場合、子装置が親装置の故障を検知して、新たな親装置として動作を開始することにより、システム運用を継続する方法が考えられる。

先行技術文献

非特許文献

[0005] 非特許文献1：坂巻他，“より柔軟な光ノードを実現する光スイッチ技術，”

N T T 技術ジャーナル, 2013. 11. (<https://www.ntt.co.jp/journal/1311/files/jn201311016.pdf>)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] ところが、親装置の故障を検知した後、子装置が新たな親装置として動作を開始するまでの期間、送信されないデータが子装置のバッファに蓄積されるため、送信遅延が生じるという問題がある。
- [0007] 本発明は、波長多重された光リングネットワークに接続され、波長ごとに光信号を時分割多重して通信を行う複数の光伝送装置を制御する親装置が正常に動作できない場合に、子装置が新たな親装置として動作するまでの期間の送信遅延を低減することができる通信装置、通信方法、通信システムおよび通信プログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0008] 本発明の通信装置は、波長多重された光リングネットワークに接続され、波長ごとに光信号を時分割多重して通信を行うとともに、親の通信装置から送信される制御信号を受信する通信部と、予め決められた期間に前記制御信号を受信されない場合、前記親の通信装置が正常に動作していないことを波長ごとに判定する判定部と、送信するデータを波長ごとのバッファに振り分ける振り分け部と、波長ごとの前記バッファに蓄積されたデータを予め決められたスケジュールに従って波長ごとに送信するスケジューラ部と、前記親の通信装置が正常に動作していないと判定された波長を故障波長として、前記スケジューラ部に前記故障波長のデータの送信中止を指令するとともに、前記故障波長の前記バッファに蓄積されているデータを他の波長で送信するように前記スケジューラ部に指令するスケジューラ制御部と、前記故障波長の前記バッファへの新たなデータの振り分けを中止する振り分け制御部とを有することを特徴とする。
- [0009] また、本発明は、波長多重された光リングネットワークに接続される複数の通信装置のうち、1台を親の通信装置、その他を子の通信装置として、波

長ごとに光信号を時分割多重して通信を行う通信システムで用いる通信方法であって、前記親の通信装置は、複数の前記子の通信装置に制御信号を送信し、前記子の通信装置は、予め決められた期間に前記親の通信装置から前記制御信号が受信されない場合、前記親の通信装置が正常に動作していないことを波長ごとに判定し、前記親の通信装置が正常に動作していないと判定された波長を故障波長として、前記故障波長のデータの送信を制御するスケジューラ部に対してデータの送信中止を指令し、前記故障波長のバッファに蓄積されているデータがある場合、前記故障波長の前記バッファに蓄積されているデータを他の波長で送信するように前記スケジューラ部に指令し、前記故障波長の前記バッファへの新たなデータの振り分けを中止することを特徴とする。

[0010] また、本発明は、波長多重された光リングネットワークに接続される複数の通信装置のうち、1台を親の通信装置、その他を子の通信装置として、波長ごとに光信号を時分割多重して通信を行う通信システムにおいて、前記親の通信装置は、複数の前記子の通信装置に制御信号を送信し、前記子の通信装置は、予め決められた期間に前記親の通信装置から前記制御信号が受信されない場合、前記親の通信装置が正常に動作していないことを波長ごとに判定し、前記親の通信装置が正常に動作していないと判定された波長を故障波長として、前記故障波長のデータの送信を制御するスケジューラ部に対してデータの送信中止を指令し、前記故障波長のバッファに蓄積されているデータがある場合、前記故障波長の前記バッファに蓄積されているデータを他の波長で送信するように前記スケジューラ部に指令し、前記故障波長の前記バッファへの新たなデータの振り分けを中止することを特徴とする。

[0011] また、本発明の通信プログラムは、前記通信装置の前記判定部、前記スケジューラ制御部および前記振り分け制御部が行う処理をコンピュータもしくは集積回路に実行させることを特徴とする。

発明の効果

[0012] 本発明に係る通信装置、通信方法、通信システムおよび通信プログラムは

、波長多重された光リングネットワークに接続され、波長ごとに光信号を時分割多重して通信を行う複数の光伝送装置を制御する親装置が正常に動作できない場合に、子装置が新たな親装置として動作するまでの期間の送信遅延を低減することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]実施形態に係る光リングネットワークシステムの一例を示す図である。

[図2]子装置として動作する光伝送装置の構成例を示す図である。

[図3]親装置が故障などで正常に動作できないときの処理例を示す図である。

[図4]比較例の光リングネットワークシステムを示す図である。

[図5]比較例の光伝送装置の構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、図面を参照して本発明に係る通信装置、通信方法、通信システムおよび通信プログラムの実施形態について説明する。なお、実施形態では、複数の光伝送装置（通信装置に対応）が光リングネットワークで接続される光リングネットワークシステム（通信システムに対応）について説明する。

[0015] 図1は、実施形態に係る光リングネットワークシステム100の一例を示す。

[0016] 図1の例では、光伝送装置101-A、光伝送装置101-B、光伝送装置101-Cおよび光伝送装置101-Dが、光ファイバで構成されるリング型のネットワーク（光リングネットワーク102）で接続されている。

[0017] ここで、光伝送装置101-A、光伝送装置101-B、光伝送装置101-Cおよび光伝送装置101-Dに共通する説明を行う場合は、符号末尾のアルファベットを省略して光伝送装置101と記載する。複数の光伝送装置101のうち、特定の装置を指す場合は、符号末尾にアルファベットを付加して、例えば光伝送装置101-Aと記載する。外部NW（NetWork）103-A、外部NW103-B、外部NW103-Cおよび外部NW103-Dについても同様に記載する。

[0018] 各光伝送装置101には、外部NW103がそれぞれ接続され、光リング

ネットワーク 102 を介して、これらの外部 NW 103 間での通信が可能である。ここで、外部 NW 103 から受信するデータは、波長多重される複数の波長の光信号に振り分けられ、通信先の光伝送装置 101 に送信される。

[0019] 外部 NW 103 は、上述の光リングネットワークシステムに接続される NW であり、NW 装置などが接続される。

[0020] ここで、実施形態に係る光リングネットワークシステム 100 は、光信号を波長多重して通信を行う。例えば、図 1 では、 λ_{1-n} の n 個 (n は正の整数) の波長の光信号が波長多重されている。

[0021] さらに、光リングネットワークシステム 100 は、バースト光リングネットワーク技術を用いる。これにより、複数の光伝送装置 101 は、波長ごとに光信号を時分割多重 (光 TDMA (Time Division Multiple Access)) して、光リングネットワーク 102 上で通信を行う。

[0022] 図 1 において、複数の光伝送装置 101 のうち、1 台の光伝送装置 101 が親装置 (親の通信装置に対応)、他の光伝送装置 101 が子装置 (子の通信装置に対応) として動作する。親装置は、波長ごとに全装置の光信号の送信タイミングなどを制御する。ここで、初期状態における親装置は予め決められており、例えば光伝送装置 101-A が親装置である場合、光伝送装置 101-B、光伝送装置 101-C および光伝送装置 101-D は子装置となる。

[0023] 親装置の光伝送装置 101 は、自装置を含む全ての光伝送装置 101 の光信号の送信タイミングを決定し、子装置の光伝送装置 101 に対して、光信号の送信タイミングを割り当てるための制御信号 (割当信号) を送信する。また、親装置の光伝送装置 101 は、子装置の光伝送装置 101 が新たに光リングネットワーク 102 に接続されたか否かを検出するための制御信号 (探索信号) を送信する。なお、光信号を送信するごとに送信タイミングを割り当てる必要があり、割当信号は定期的に送信される。また、探索信号は、定期的に送信されてもよいし、不定期に送信されてもよい。

[0024] ここで、割当信号は、光信号の送信タイミングを割り当てるための情報を

有する。例えば割当信号は、割り当て対象の光伝送装置 101 を区別するための装置識別子、光信号の送信を開始する時刻を示す送信開始時刻、光信号を送信している時間を示す送信時間（送信継続時間）などの情報を含む。探索信号は、新たに接続された光伝送装置 101 が親装置に登録を要求するための登録要求信号の送信を開始する時刻を示す送信開始時刻、登録要求信号を送信している時間を示す送信時間などの情報を含む。

[0025] 子装置の光伝送装置 101 は、親装置から受信する割当信号により割り当てられた送信タイミングで光信号を送信する。また、子装置の光伝送装置 101 は、新たに光リングネットワーク 102 に接続する場合、親装置から受信する探索信号に基づいて、登録要求信号を親装置に送信する。これにより、新たに光リングネットワーク 102 に接続された子装置の光伝送装置 101 は、親装置に登録することができる。そして、登録された子装置の光伝送装置 101 は、親装置から受信する割当信号により割り当てられた送信タイミングで光信号を送信することができる。

[0026] このように、親装置として機能する光伝送装置 101 は、波長ごとに自装置を含む全ての光伝送装置 101 が光信号を送信するタイミングの制御および新規接続時の登録などを行う。ここで、実施形態では、全ての波長において同じ光伝送装置 101 が親装置として機能するものとして説明するが、波長ごとに異なる光伝送装置 101 が親装置として機能するようにしてもよい。あるいは、いくつかの波長をグループ化して、グループごとに異なる光伝送装置 101 が親装置として機能するようにしてもよい。

[0027] ここで、図 1 に示す光リングネットワークシステム 100 において、親装置が故障などで正常に動作できない場合、割当信号および探索信号の送信が行われなため、システム運用が継続できないという問題がある。そこで、実施形態に係る光伝送装置 101 は、親装置の光伝送装置 101 が正常に動作できない場合に、子装置の光伝送装置 101 が親装置として動作することにより、システム運用を継続できる機能を有する。

[0028] なお、上述の処理は波長ごとに行われるので、親装置が特定の波長（故障

波長と称する)で正常に動作できない場合、子装置が親装置に代わって動作するまでの期間に、故障波長でのデータが送信されず、バッファに蓄積されたデータの送信遅延が発生する。このため、実施形態に係る光リングネットワークシステム100は、子装置が親装置に代わって動作するまでの期間、故障波長のデータを他の波長で送信する機能を有する。なお、親装置における故障波長以外の他の波長は、正常に動作しているものとする。あるいは、複数の波長に対して一つの同じ親装置が設定されるのではなく、波長ごとに異なる親装置が設定されてもよい。これにより、ある波長の親装置が故障した場合でも他の波長の親装置による送信が可能である。

[0029] (光伝送装置101の構成例)

図1で説明した4つの光伝送装置101は、親装置と子装置の両方の機能を有し、いずれか一方を選択して親装置または子装置として動作する。例えば親装置の機能が選択された場合は、光伝送装置101-Aは親装置として動作し、子装置の機能が選択された場合は、光伝送装置101-Aは子装置として動作する。

[0030] ここで、以降の説明では、光伝送装置101-Aが親装置、光伝送装置101-B、光伝送装置101-Cおよび光伝送装置101-Dが子装置として運用中であるものとする。そして、親装置として動作する光伝送装置101-Aの故障により、特定波長の通信が正常に行えない状態になった場合を想定する。

[0031] 図2は、子装置として動作する図1に示す光伝送装置101-Bの構成例を示す。なお、光伝送装置101-Bと同じ子装置として動作する光伝送装置101-Cおよび光伝送装置101-Dは、光伝送装置101-Bと同様に動作する。

[0032] 図2において、光伝送装置101-Bは、レイヤ1処理部(L1部)201、レイヤ2処理部(L2部)202、スイッチ部(SW部)203、光送信部(B-Tx部)204、光受信部(B-Rx部)205、光カプラ206、光カプラ207、判定部209、スケジューラ制御部220および振分

制御部 221 を有する。

[0033] L1部201は、OSI参照モデル第1層（物理層）を処理する機能を有する。

[0034] L2部202は、OSI参照モデル第2層（データリンク層）を処理する機能を有する。実施形態では、L2部202は、後述の信号検知部211を有し、信号検知部211は、光リングネットワーク102から受信する光信号から割当信号または探索信号を検知する。また、L2部202は、親装置と子装置の両方の機能を有し、後述の判定部209の指令に基づいて、いずれかの機能で動作する。親装置の場合は、送信タイミングの制御および未登録の光伝送装置101の検知・登録を行う。子装置の場合は、親装置から指示された送信開始時刻および送信時間に従い、B-Tx部204から送信する光信号の送信タイミングを制御するとともに、親装置から探索信号を受信して登録を行う。なお、上述の処理は、波長ごとに行われる。

[0035] SW部203は、外部NW103-Bに接続されるL2-SWなどの電気パケットスイッチであり、予め設定されたルールに従い、L2部202と外部NW103-Bとの間のパケット転送を処理する機能を有する。実施形態では、SW部203は、スケジューラ部251、バッファ部252および振り分け部253を有する。

[0036] スケジューラ部251は、波長ごとにスケジューラ261を有する。スケジューラ261は、予め指定されたスケジュールの送信タイミングで、波長ごとのバッファ262に蓄積されたデータをB-Tx部204から送信する。例えば、波長 λ_1 での送信はスケジューラ261（1）、波長 λ_2 での送信はスケジューラ261（2）がそれぞれ対応する。なお、実施形態では、スケジューラ261は、担当する波長以外のバッファ262に蓄積されたデータを読み出して、担当する波長で送信する機能を有する。例えば、スケジューラ制御部220の指令により、バッファ部252の故障波長 λ_2 のバッファ262（2）に蓄積されているデータを故障していない他の波長 λ_1 のスケジューラ261（1）が読み出して送信することができる。

- [0037] バッファ部252は、振り分け部253から受け取るデータを蓄積し、スケジューラ部251の指令によりデータの送信を行う。なお、バッファ部252は、使用する波長ごとにバッファ262を有する。例えば、波長 λ_1 はバッファ262(1)、波長 λ_2 はバッファ262(2)がそれぞれ対応する。なお、実施形態では、バッファ262に蓄積されている各波長のデータは、スケジューラ部251のどの波長のスケジューラ261からでも送信可能である。例えば、図2の点線で示すように、波長 λ_1 のバッファ262(1)に蓄積されているデータは、波長 λ_2 のスケジューラ261(2)で読み出して送信することができる。同様に、波長 λ_2 のバッファ262(2)に蓄積されているデータは、波長 λ_1 のスケジューラ261(1)で読み出して送信することができる。不図示の他の波長についても同様である。
- [0038] 振り分け部253は、外部NW103-Bから入力する送信データをバッファ部252の波長ごとのバッファ262に振り分ける。実施形態では、振り分け部253は、振分制御部221の指令により、外部NW103-Bから入力する送信データをバッファ部252の故障波長のバッファ262に振り分けないようにすることができる。
- [0039] B-Tx部204は、光信号を断続的に出力する送信部で、光カプラを介して光ファイバに対して、L1部201から転送された信号を光信号としてバースト的に送信する。また、B-Tx部204は、複数の波長ごとに送信部(Tx)を有する。例えば波長 λ_1 のTx204(1)、波長 λ_2 のTx204(2)、・・・、波長 λ_n のTx204(n)(不図示)を有する。具体的には、例えばTx204(1)は、L1部201から転送された信号を波長 λ_1 の光信号としてバースト的に送信する。
- [0040] B-Rx部205は、断続的な光信号を受信する受信部で、光カプラを介して、光ファイバから光信号をバースト的に受信し、L1部201に信号を転送する。また、B-Rx部205は、複数の波長ごとに受信部(Rx)を有する。例えば波長 λ_1 のRx205(1)、波長 λ_2 のRx205(2)、・・・、波長 λ_n のRx205(n)(不図示)を有する。例えばRx2

05 (1) は、光ファイバから光信号をバースト的に受信し、L 1 部 2 0 1 に信号を転送する。ここで、先に説明した B-T x 部 2 0 4 および B-R x 部 2 0 5 は、通信部に対応する。

[0041] 光カプラ 2 0 6 および光カプラ 2 0 7 は、入力される光信号のパワーを分岐する機能を有する。

[0042] 判定部 2 0 9 は、L 2 部 2 0 2 の信号検知部 2 1 1 から割当信号または探索信号の受信状況の通知を受け、親装置の光伝送装置 1 0 1 が正常に動作しているか否かを判定する。例えば、判定部 2 0 9 は、予め決められた期間に親装置から送信される割当信号または探索信号が受信されない場合、親装置が正常に動作していないと判定する。なお、判定は、波長ごとに行われる。そして、判定部 2 0 9 は、親装置が故障などで正常に動作していないと判定した場合、自装置が親装置として動作すべきか否かを判断する。そして、判定部 2 0 9 は、自装置が親装置として動作するか、自装置が子装置として動作するかを L 2 部 2 0 2 に指示する。ここで、自装置が親装置として動作すべきか否かの判断は、光リングネットワーク 1 0 2 に接続される全ての子装置において並行して行われている。なお、複数の子装置が同時に親装置として動作しないように排他的に処理され、複数の子装置から選択された 1 台の子装置が親装置になる。

[0043] 信号検知部 2 1 1 は、光リングネットワーク 1 0 2 から受信する割当信号または探索信号を波長ごとに検知する。そして、信号検知部 2 1 1 は、割当信号または探索信号の受信状況を判定部 2 0 9 に通知する。ここで、割当信号または探索信号に関する情報には、装置識別子、送信開始時刻、送信時間などの情報が含まれている。また、受信状況は、例えば、割当信号または探索信号の受信の有無や受信時刻などの情報である。なお、判定部 2 0 9 は、これらの情報に基づいて、複数の子装置から新たな親装置として動作すべき 1 台の子装置を選択し、自装置が選択された場合は、L 2 部 2 0 2 の動作を親装置に切り替えて、自装置を親装置として動作させる。

[0044] スケジューラ制御部 2 2 0 は、判定部 2 0 9 により親装置が故障したと判

定された場合、スケジューラ部 251 に対して故障波長のデータ送信の中止を指令する（送信中止）。そして、スケジューラ制御部 220 は、バッファ部 252 の故障波長のバッファ 262 のバッファ量が 0 になるまで、他の波長のスケジューラ 261 に故障波長のバッファ 262 に蓄積されているデータを送信するように指令する。また、スケジューラ制御部 220 は、判定部 209 により親装置への切り替え完了が通知された場合、スケジューラ部 251 に対して故障波長のデータ送信の再開を指令する（送信再開）。

[0045] 振分制御部 221 は、判定部 209 により親装置が故障したと判定された場合、バッファ部 252 の故障波長のバッファ 262 へのデータの振り分けを中止するように、振り分け部 253 に指令する。また、振分制御部 221 は、判定部 209 により親装置への切り替え完了が通知された場合、バッファ部 252 の故障波長のバッファ 262 へのデータの振り分けを再開するように、振り分け部 253 に指令する。

[0046] このように、実施形態に係る光伝送装置 101 は、正常に動作できない親装置の代わりに子装置が新たな親装置として動作を開始するまでの期間、故障波長のデータの送信と故障波長のバッファ 262 へのデータの振り分けを中止するとともに、故障波長のバッファ 262 に蓄積されたデータを他の波長で送信することにより、送信遅延を低減することができる。

[0047] （親装置の故障判定時の処理）

図 3 は、親装置が故障などで正常に動作できないときの処理例を示す。ここで、図 3 は、光伝送装置 101 が子装置として動作している場合の処理であり、図 2 で説明した光伝送装置 101-B の主に信号検知部 211、判定部 209、スケジューラ制御部 220 および振分制御部 221 により実行される。なお、図 3 で説明する処理に対応するプログラムをコンピュータもしくは F P G A（Field Programmable Gate Array）などの集積回路で実行するようにしてもよい。また、プログラムは、記憶媒体に記録して提供されてもよいし、ネットワークを通して提供されてもよい。

[0048] ステップ S 101 において、子装置として動作中の光伝送装置 101 は、

親装置が故障などで正常に動作できないときの処理を開始する。

- [0049] ステップS 1 0 2において、判定部2 0 9は、親装置が故障などで正常に動作していないか否かを判定する（故障判定）。例えば、判定部2 0 9は、予め決められた期間に親装置から割当信号または探索信号を受信しなかった場合、親装置が故障であると判定する。親装置が故障と判定された場合（Y）は、ステップS 1 0 3の処理に進み、親装置が故障ではない場合（N）は、ステップS 1 0 2の処理を繰り返し実行する。
- [0050] ステップS 1 0 3において、スケジューラ制御部2 2 0は、スケジューラ部2 5 1の故障波長のスケジューラ2 6 1にスケジューリングの中止を指令する。また、振分制御部2 2 1は、外部NW 1 0 3から入力する送信データをバッファ部2 5 2に振り分けるときに、故障波長のバッファ2 6 2への振り分けを中止する。例えば故障波長が波長 λ 2である場合、スケジューラ制御部2 2 0は、スケジューラ部2 5 1のスケジューラ2 6 1（2）にスケジューリングの中止を指令する。また、故障波長が波長 λ 2である場合、振分制御部2 2 1は、バッファ部2 5 2のバッファ2 6 2（2）への送信データの振り分けを中止する。
- [0051] ステップS 1 0 4において、スケジューラ制御部2 2 0は、故障波長とは異なる他の波長のスケジューラ2 6 1に指令して、故障波長のバッファ2 6 2からデータを送信させる。例えば故障波長が波長 λ 2である場合、スケジューラ制御部2 2 0は、スケジューラ部2 5 1のスケジューラ2 6 1（1）に指令して、故障波長のバッファ2 6 2（2）に蓄積されたデータを波長 λ 1で送信させる。
- [0052] ステップS 1 0 5において、スケジューラ制御部2 2 0は、故障波長のバッファ量が0であるか否かを判別する。故障波長のバッファ量＝0である場合（Y）は、ステップS 1 0 6の処理に進み、故障波長のバッファ量＝0でない場合（N）は、ステップS 1 0 4の処理に戻る。
- [0053] ステップS 1 0 6において、判定部2 0 9は、故障した親装置の代わりに自装置または他の子装置が親装置への切り替えを完了したか否かを判別する

。親装置への切替完了である場合（Ｙ）は、ステップＳ１０７の処理に進み、親装置への切替完了でない場合（Ｎ）は、ステップＳ１０６の処理を繰り返す。ここで、親装置への切り替えが完了したか否かは、例えば故障波長において、親装置から割当信号または探索信号を再び受信できるようになったか否かにより判別できる。

[0054] ステップＳ１０７において、スケジューラ制御部２２０は、故障波長のスケジューラ２６１にスケジューリングの再開を指令する。また、振分制御部２２１は、振り分け部２５３に故障波長のバッファ２６２への振り分けの再開を指令する。例えば故障波長が波長λ２である場合、スケジューラ制御部２２０は、スケジューラ部２５１のスケジューラ２６１（２）にスケジューリングの再開を指令する。また、振分制御部２２１は、振り分け部２５３にバッファ２６２（２）への送信データの振り分けの再開を指令する。

[0055] ステップＳ１０８において、親装置が故障などで正常に動作できないときの処理を終了する。

[0056] このように、実施形態に係る光伝送装置１０１は、正常に動作できない親装置の代わりに子装置が新たな親装置として動作するまでの期間、故障波長のデータの送信と故障波長のバッファ２６２へのデータの振り分けを中止するとともに、故障波長のバッファ２６２に蓄積されたデータを他の波長で送信することにより、送信遅延を低減することができる。

[0057] [比較例]

図４は、比較例の光リングネットワークシステム８００を示す。なお、図４において、図１と同符号のブロックは図１と同様に動作する。

[0058] 図４の比較例では、光伝送装置８０１－Ａ、光伝送装置８０１－Ｂ、光伝送装置８０１－Ｃおよび光伝送装置８０１－Ｄが、光リングネットワーク１０２で接続されている。

[0059] 図４の比較例の光リングネットワークシステム８００と、図１の実施形態に係る光リングネットワークシステム１００との違いは、４つの光伝送装置８０１の機能である。比較例の光伝送装置８０１は、実施形態に係る光伝送

装置 101 と同様に、親装置または子装置として動作可能であり、正常に動作できない親装置の代わりに子装置が新たな親装置として動作する機能を有する。しかし、比較例の光伝送装置 801 は、子装置が新たな親装置として動作するまでの期間、故障波長のデータの送信が行われないので、送信遅延が発生するという問題がある。

[0060] 図 5 は、図 4 に示す子装置として動作する比較例の光伝送装置 801-B の構成例を示す。なお、光伝送装置 801-C および光伝送装置 801-D についても光伝送装置 801-B と同様に動作する。ここで、図 4 において、光伝送装置 801-A が親装置、光伝送装置 801-B、光伝送装置 801-C および光伝送装置 801-D が子装置として運用中であるものとする。そして、親装置の光伝送装置 801-A の故障により、特定の波長の通信が正常に行えない状態になった場合を想定する。ここで、図 5 の比較例の光伝送装置 801-B は、図 2 の実施形態に係る光伝送装置 101-B と同様に、正常に動作できない親装置の代わりに子装置が新たな親装置として動作する機能を有する。

[0061] 図 5 において、光伝送装置 801-B は、L1 部 901、L2 部 902、B-Tx 部 904、B-Rx 部 905、光カプラ 906、光カプラ 907、判定部 909 および信号検知部 911 を有する。ここで、光伝送装置 801-B の基本的な機能は、図 2 で説明した実施形態に係る光伝送装置 101-B の L1 部 201、L2 部 202、B-Tx 部 204、B-Rx 部 205、光カプラ 206、光カプラ 207、判定部 209 および信号検知部 211 と同じである。但し、比較例の SW 部 903 の動作が図 2 の実施形態の SW 部 203 と異なる。

[0062] SW 部 903 では、振り分け部 953 により波長ごとのバッファ 962 に振り分けられたデータは、各波長のスケジューラ 961 により送信される。これに対して、図 2 の実施形態に係る SW 部 203 では、振り分け部 253 により波長ごとのバッファ 262 に振り分けられたデータは、スケジューラ制御部 220 の指令に基づいて、他の波長のスケジューラ 261 により送信

可能である。

[0063] 比較例の光伝送装置 801 の SW 部 903 は、スケジューラ部 951、バッファ部 952 および振り分け部 953 を有する。

[0064] スケジューラ部 951 は、予め決められたスケジュールに従って、波長ごとにバッファ部 952 のバッファ 962 に蓄積されたデータを送信する。このため、正常に動作できない親装置の代わりに子装置が新たな親装置として動作するまでの期間、故障波長のバッファ 962 に蓄積されたデータの送信ができなくなる。

[0065] 振り分け部 953 は、外部 NW 103-B から入力する送信データをバッファ部 952 の波長ごとのバッファ 962 に振り分ける。このため、正常に動作できない親装置の代わりに子装置が新たな親装置として動作するまでの期間、故障波長のバッファ 962 にデータが蓄積され続ける。

[0066] このように、比較例の光伝送装置 801 は、子装置が新たな親装置として動作するまでの期間、故障波長のデータの送信が行われず、データがバッファ 962 に蓄積され続けるので、故障波長のデータに送信遅延が発生するという問題がある。

[0067] これに対して、図 2 および図 3 で説明した実施形態に係る光伝送装置 101 は、正常に動作できない親装置の代わりに子装置が新たな親装置として動作するまでの期間、故障波長のデータの送信と故障波長のバッファ 262 へのデータの振り分けを中止する。さらに、実施形態に係る光伝送装置 101 は、故障波長のバッファ 262 に蓄積されたデータを他の波長で送信する。これにより、図 1 の実施形態に係る光リングネットワークシステム 100 は、故障波長におけるデータの送信遅延を低減することができる。

[0068] 以上のように、本発明に係る通信装置、通信方法、通信システムおよび通信プログラムは、波長多重された光リングネットワークに接続される親装置と子装置とからなる複数の光伝送装置が波長ごとに光信号を時分割多重して通信を行うシステムに適用される。そして、子装置の光伝送装置は、正常に動作できない親装置の代わりに新たな親装置として動作するまでの期間、故

障波長のバッファに蓄積された送信データを他の波長で送信することにより、送信遅延を低減することができる。

符号の説明

[0069] 100, 800・・・光リングネットワークシステム；101, 801・・・光伝送装置；102・・・光リングネットワーク；103・・・外部NW；201, 901・・・L1部；202, 902・・・L2部；203, 903・・・SW部；204, 904・・・B-Tx部；205, 905・・・B-Rx部；206, 207, 906, 907・・・光カプラ；209, 909・・・判定部；211, 911・・・信号検知部；220・・・スケジューラ制御部；221・・・振分制御部；251, 951・・・スケジューラ部；252, 952・・・バッファ部；253, 953・・・振り分け部；261, 961・・・スケジューラ；262, 962・・・バッファ

請求の範囲

- [請求項1] 波長多重された光リングネットワークに接続され、波長ごとに光信号を時分割多重して通信を行うとともに、親の通信装置から送信される制御信号を受信する通信部と、
- 予め決められた期間に前記制御信号が受信されない場合、前記親の通信装置が正常に動作していないことを波長ごとに判定する判定部と、
- 送信するデータを波長ごとのバッファに振り分ける振り分け部と、
- 波長ごとの前記バッファに蓄積されたデータを予め決められたスケジュールに従って波長ごとに送信するスケジューラ部と、
- 前記親の通信装置が正常に動作していないと判定された波長を故障波長として、前記スケジューラ部に前記故障波長のデータの送信中止を指令するとともに、前記故障波長の前記バッファに蓄積されているデータを他の波長で送信するように前記スケジューラ部に指令するスケジューラ制御部と、
- 前記故障波長の前記バッファへの新たなデータの振り分けを中止する振り分け制御部と
- を有することを特徴とする通信装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の通信装置において、
- 前記判定部は、正常に動作していない前記親の通信装置の代わりに自装置を含む他の通信装置のいずれかが新たな親の通信装置として動作を開始したことを判定し、
- 前記スケジューラ制御部は、前記スケジューラ部に前記故障波長のデータの送信再開を指令し、
- 前記振り分け制御部は、前記振り分け部に前記故障波長の前記バッファへの新たなデータの振り分け再開を指令する
- ことを特徴とする通信装置。
- [請求項3] 波長多重された光リングネットワークに接続される複数の通信装置

のうち、1台を親の通信装置、その他を子の通信装置として、波長ごとに光信号を時分割多重して通信を行う通信システムで用いる通信方法であって、

前記親の通信装置は、

複数の前記子の通信装置に制御信号を送信し、

前記子の通信装置は、

予め決められた期間に前記親の通信装置から前記制御信号が受信されない場合、前記親の通信装置が正常に動作していないことを波長ごとに判定し、

前記親の通信装置が正常に動作していないと判定された波長を故障波長として、前記故障波長のデータの送信を制御するスケジューラ部に対してデータの送信中止を指令し、

前記故障波長のバッファに蓄積されているデータがある場合、前記故障波長の前記バッファに蓄積されているデータを他の波長で送信するように前記スケジューラ部に指令し、前記故障波長の前記バッファへの新たなデータの振り分けを中止する

ことを特徴とする通信方法。

[請求項4] 請求項3に記載の通信方法において、

前記子の通信装置は、

正常に動作していない前記親の通信装置の代わりに自装置を含む他の通信装置のいずれかが新たな親の通信装置として動作を開始したことを判定し、

前記故障波長の前記スケジューラ部に前記故障波長のデータの送信再開を指令し、

前記振り分け部に前記故障波長の前記バッファへの新たなデータの振り分け再開を指令する

ことを特徴とする通信方法。

[請求項5] 波長多重された光リングネットワークに接続される複数の通信装置

のうち、1台を親の通信装置、その他を子の通信装置として、波長ごとに光信号を時分割多重して通信を行う通信システムにおいて、

前記親の通信装置は、

複数の前記子の通信装置に制御信号を送信し、

前記子の通信装置は、

予め決められた期間に前記親の通信装置から前記制御信号が受信されない場合、前記親の通信装置が正常に動作していないことを波長ごとに判定し、

前記親の通信装置が正常に動作していないと判定された波長を故障波長として、前記故障波長のデータの送信を制御するスケジューラ部に対してデータの送信中止を指令し、

前記故障波長のバッファに蓄積されているデータがある場合、前記故障波長の前記バッファに蓄積されているデータを他の波長で送信するように前記スケジューラ部に指令し、前記故障波長の前記バッファへの新たなデータの振り分けを中止する

ことを特徴とする通信システム。

[請求項6]

請求項5に記載の通信システムにおいて、

前記子の通信装置は、

正常に動作していない前記親の通信装置の代わりに自装置を含む他の通信装置のいずれかが新たな親の通信装置として動作を開始したことを判定し、

前記故障波長の前記スケジューラ部に前記故障波長のデータの送信再開を指令し、

前記振り分け部に前記故障波長の前記バッファへの新たなデータの振り分け再開を指令する

ことを特徴とする通信システム。

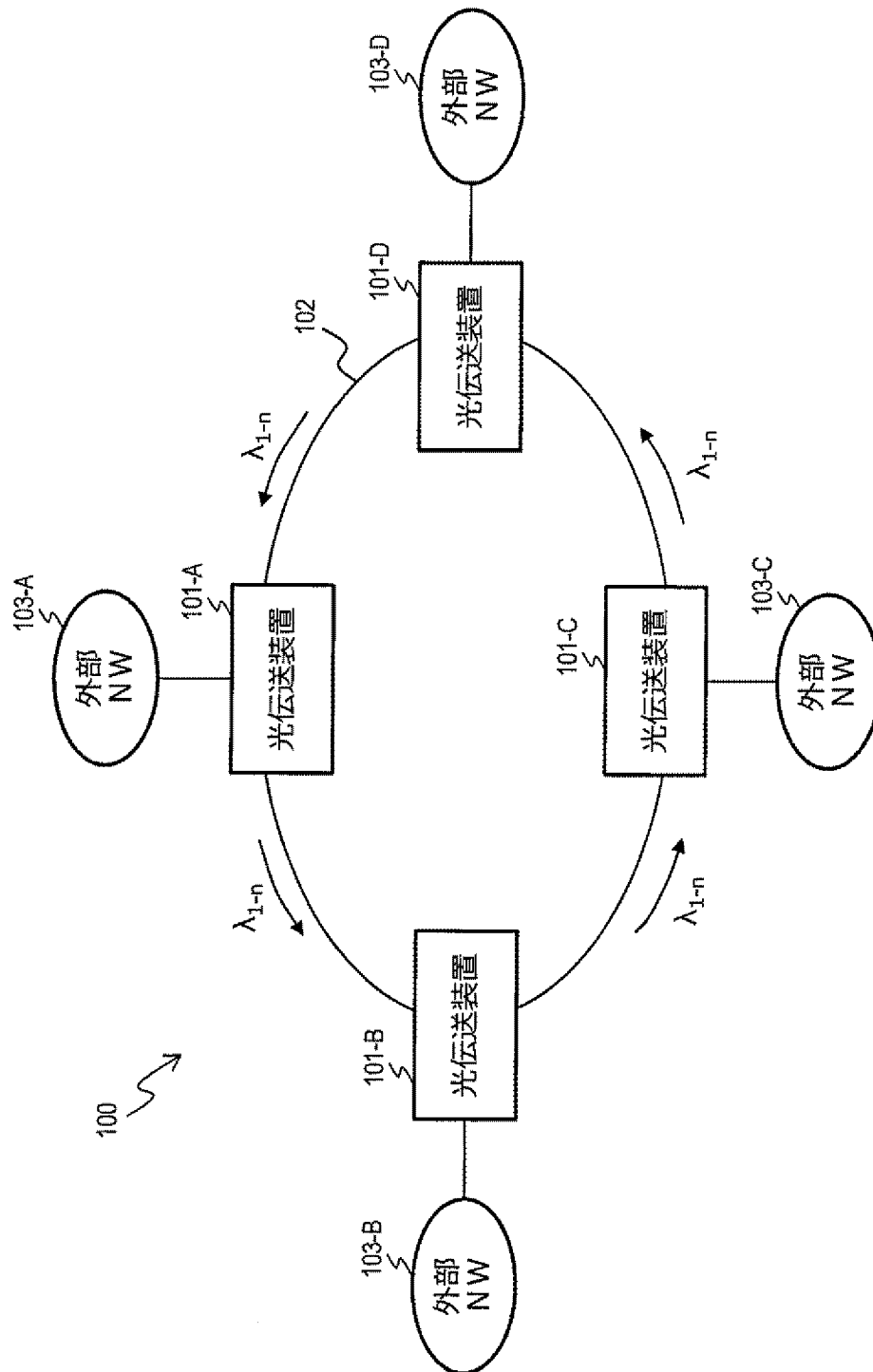
[請求項7]

請求項1または請求項2に記載の前記通信装置の前記判定部、前記スケジューラ制御部および前記振り分け制御部が行う処理をコンピュ

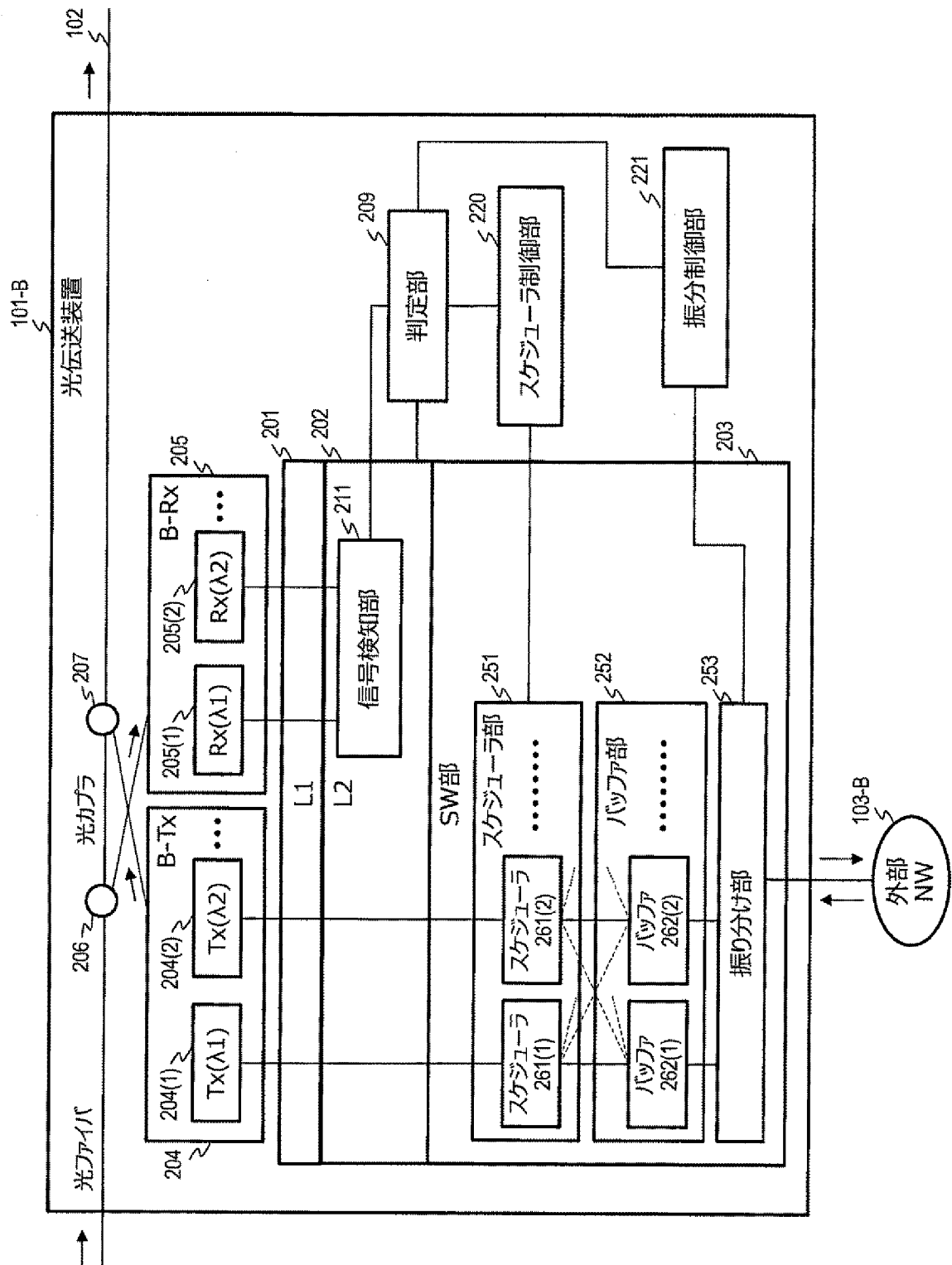
一タもしくは集積回路に実行させることを特徴とする通信プログラム

。

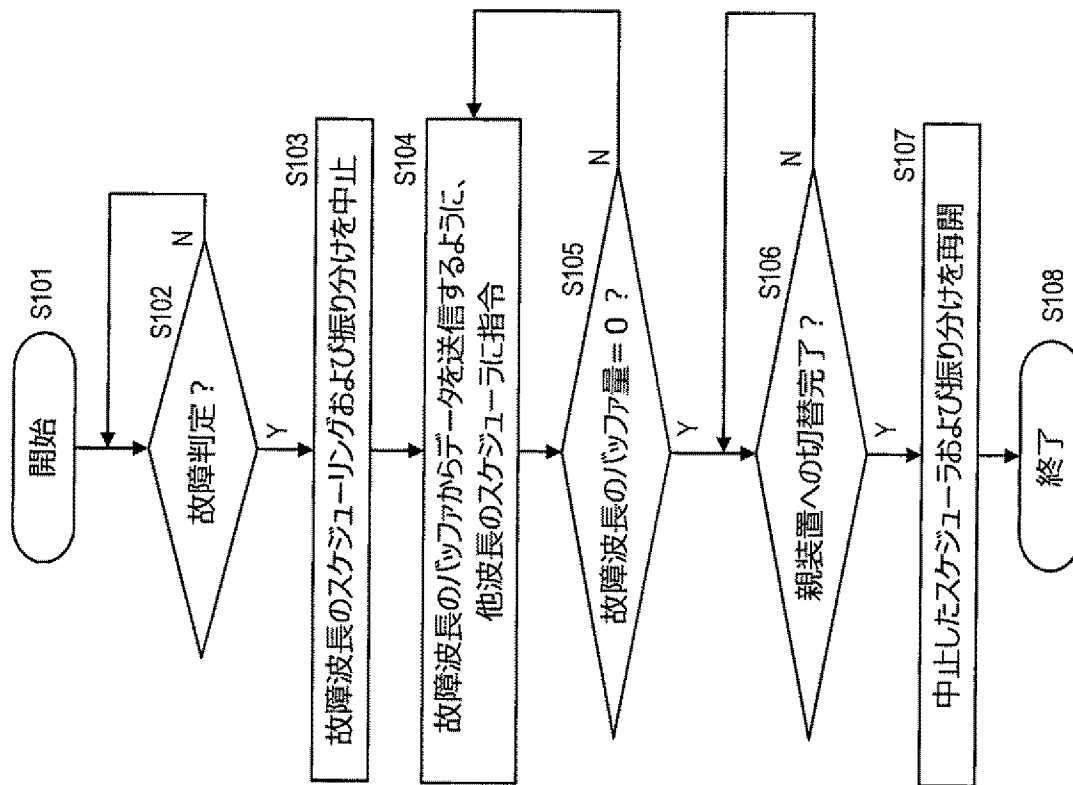
[図1]



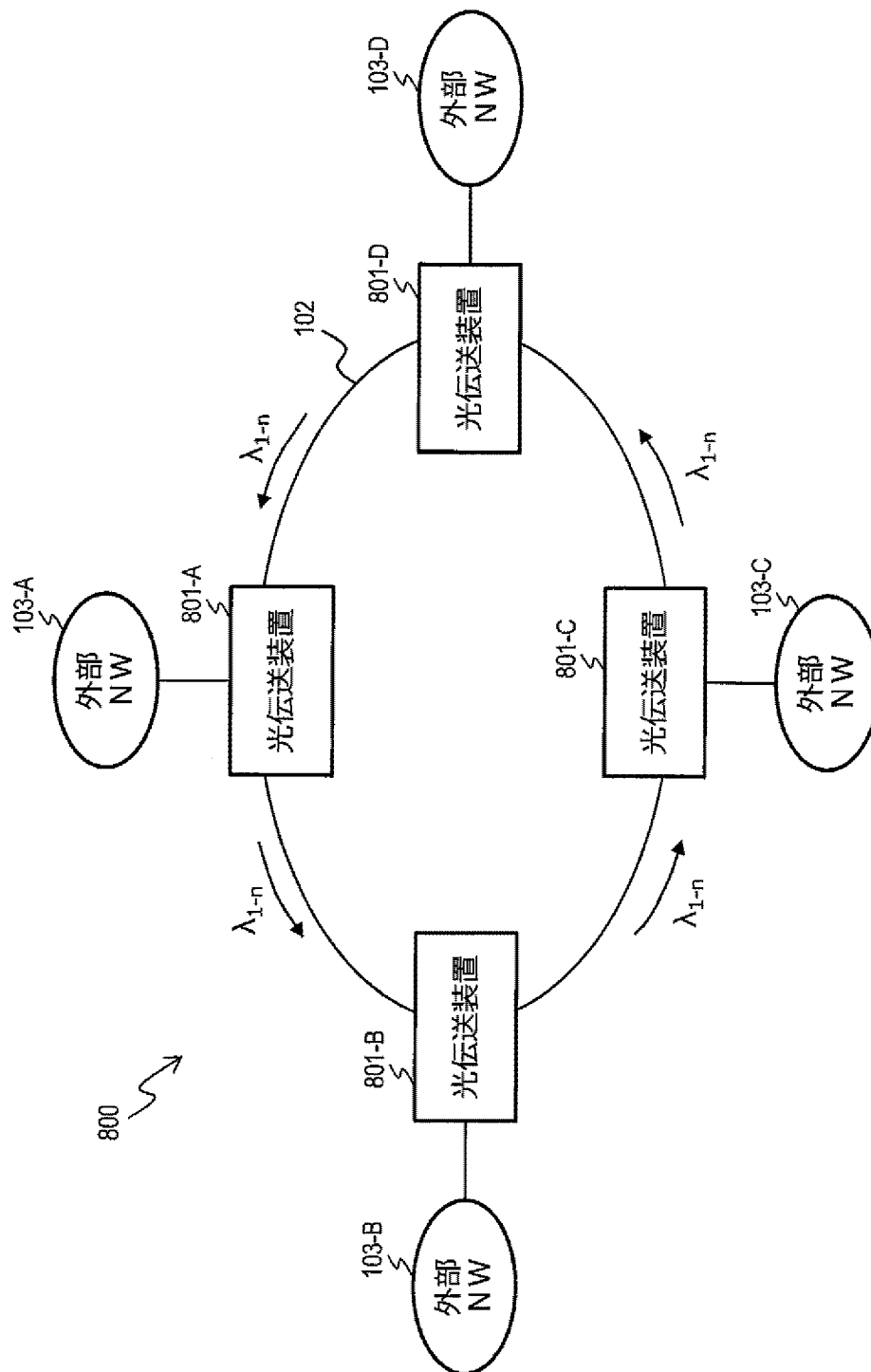
[図2]



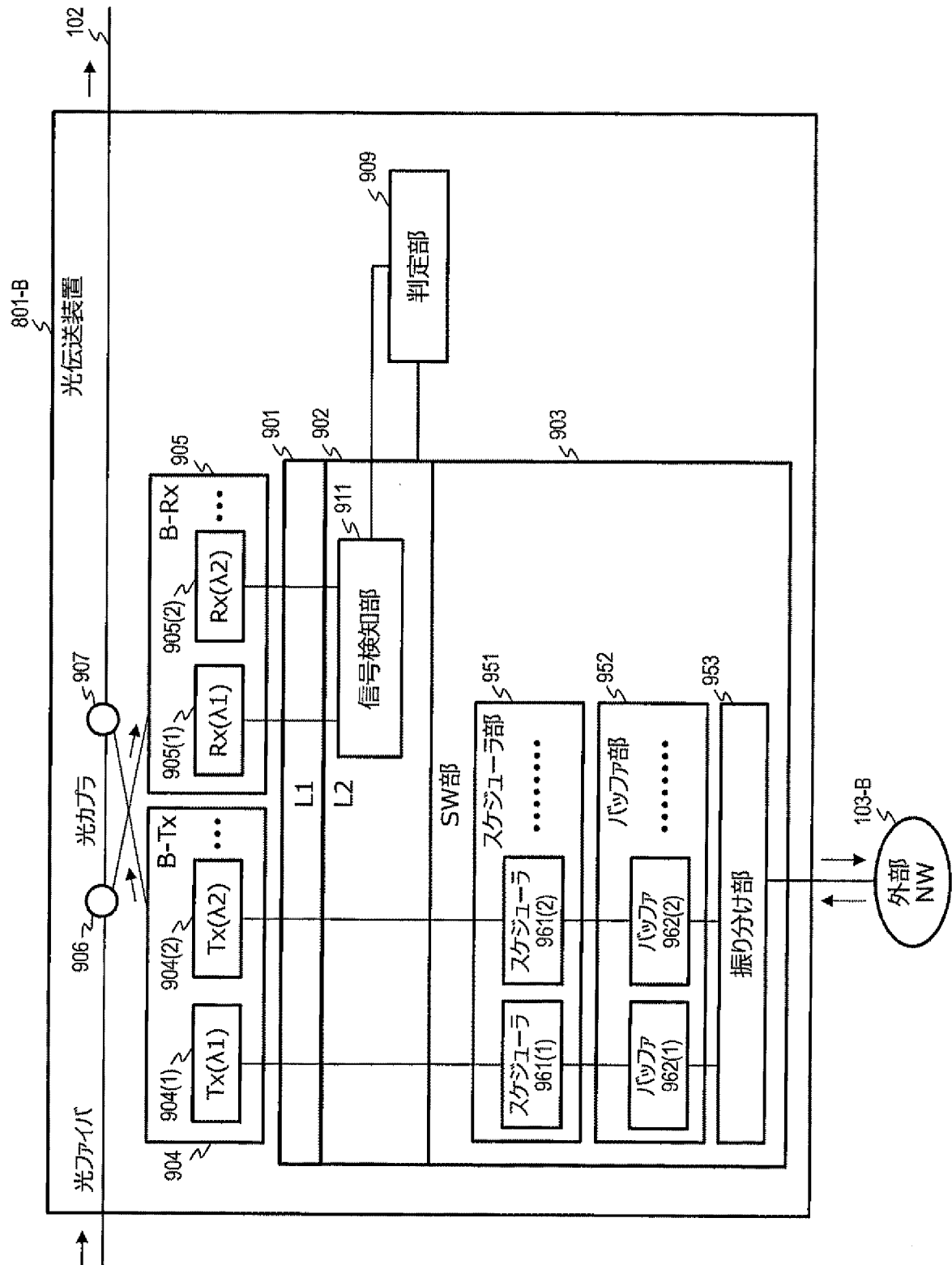
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/027562

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H04L12/437 (2006.01) i

FI: H04L12/437 S

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. H04L12/437

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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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.
A	JP 2018-170572 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 01 November 2018, entire text, all drawings	1-7
A	JP 2008-193611 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 21 August 2008, entire text, all drawings	1-7

☐ 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
07.12.2020

Date of mailing of the international search report
22.12.2020

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/JP2020/027562

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2018-170572 A	01.11.2018	(Family: none)	
JP 2008-193611 A	21.08.2008	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04L 12/437(2006.01)i FI: H04L12/437 S														
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）） H04L12/437														
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														
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020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												
A	JP 2018-170572 A（日本電信電話株式会社）01.11.2018（2018 - 11 - 01） 全文、全図	1-7												
A	JP 2008-193611 A（三菱電機株式会社）21.08.2008（2008 - 08 - 21） 全文、全図	1-7												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 07.12.2020	国際調査報告の発送日 22.12.2020													
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） 大石 博見 5X 4185 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/JP2020/027562

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2018-170572	A	01.11.2018	(ファミリーなし)	
JP	2008-193611	A	21.08.2008	(ファミリーなし)	