

(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
2020年5月14日(14.05.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/095982 A1

(51) 国際特許分類:

H04L 12/717 (2013.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2019/043622

(22) 国際出願日:

2019年11月7日(07.11.2019)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(30) 優先権データ:

特願 2018-210889 2018年11月8日(08.11.2018) JP

(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: 東條 琢也(TOJO, Takuya); 〒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). 岡田 真悟

(OKADA, Shingo); 〒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). 安川 正祥(YASUKAWA, Seisho); 〒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).

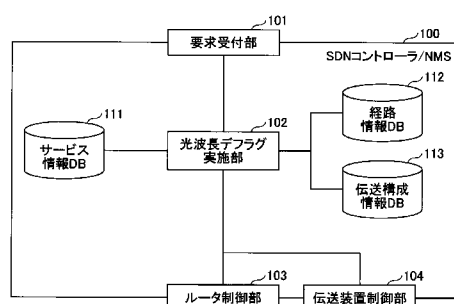
(74) 代理人: 伊東 忠重, 外(ITO, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 16階 Tokyo (JP).

(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, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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,

(54) Title: CONTROL DEVICE AND CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 制御装置及び制御方法

[図4]



100 SDN controller/NMS

101 Request reception unit

102 Optical wavelength defragmentation implementation unit

103 Router control unit

104 Transmission device control unit

111 Service information database

112 Route information database

113 Transmission configuration information database

(57) Abstract: This control device includes: an optical wavelength change control unit that, in response to a request for changing a wavelength band of a first optical wavelength path to be used by a first transmission device and a second transmission device to a wavelength band of a second optical wavelength path, identifies a first route between routers impacted by the request and a service using the first route, and identifies a second route between the routers to which the identified service can be diverted; a router control unit that transmits, to a start point router and an endpoint router of the first route, a request for diverting the identified service to the second route; and a transmission device control unit that transmits, to the first transmission device and the second transmission device, the request for changing the wavelength band of the first optical wavelength path to the wavelength band of the second optical wavelength path.

[続葉有]

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, 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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 制御装置は、第1の伝送装置及び第2の伝送装置において用いられる第1の光波長パスの波長帯を第2の光波長パスの波長帯に変更する要求に応じて、当該要求によって影響を受けるルータ間の第1の経路及び当該第1の経路を利用するサービスを特定し、当該特定されたサービスを迂回できるルータ間の第2の経路を特定する光波長変更制御部と、前記第1の経路の始点ルータ及び終点ルータに対して、前記特定されたサービスを前記第2の経路に迂回するための要求を送信するルータ制御部と、前記第1の伝送装置及び前記第2の伝送装置に対して、前記第1の光波長パスの波長帯を前記第2の光波長パスの波長帯に変更するための要求を送信する伝送装置制御部とを有する。

明 細 書

発明の名称： 制御装置及び制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、制御装置及び制御方法に関する。

背景技術

[0002] 伝送装置の高度化により、伝送装置に入出力される光波長を任意の方路に動的に選択することが可能なDirectionless機能を持つCDC-ROADM (Colorless, Directionless and Contentionless-Reconfigurable Optical Add/Drop Multiplexer) /CD-ROADM (Colorless and Directionless-Reconfigurable Optical Add/Drop Multiplexer) が普及してきている。このようなROADMを用いた光ネットワークでは、光波長を任意の経路に通すことができるため、柔軟な光ネットワークの運用が可能になり、複数の経路から空き波長を選択し、需要に応じて即座に光波長を払い出すことが可能となる。

[0003] しかしながら、光波長の払い出しと不要になった光波長の回収が繰り返されると、光ネットワークにおいて使用されている波長が区間毎で異なる状態になり、断片化（フラグメンテーション）された状態になることが指摘されている。フラグメンテーション状態にある光ネットワークでは、複数の区間を跨いで光波長を確保することが難しくなり、光ネットワークの使用効率が悪くなる。

[0004] このような問題を解決するため、光波長のフラグメンテーションを解消する光波長デフラグという技術が提案されている。光波長デフラグは、使用している光の波長帯を別の波長帯に変えることで、光ネットワークのフラグメンテーション状態を解消するものである。但し、光波長デフラグは、光波長を別の波長帯に変える際にクライアント信号が瞬断してしまう課題がある。

[0005] このような瞬断を防ぐために、上位レイヤからの信号を伝送装置内で複製し、光波長帯を変更している間は複製先の光波長で通信を継続させることが検討されている（特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2012-109928号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献1において光波長デフラグを無瞬断で実現する方法は、伝送装置に上位レイヤからの信号を複製する機能が必要となる。このような機能は一般的でないため、装置のコストが高くなるという課題がある。

[0008] また、伝送装置間で複数の光波長を含むサブキャリアを構成しておき、データ量が減少したときに、サブキャリア内の一部の光波長の波長帯を変更することも考えられるが、予めサブキャリアを構成する必要がある、単一の光波長には適用できないという課題がある。

[0009] 本発明の目的は、伝送装置における信号の複製のような特殊な機能を持たせる必要なく、光波長デフラグを実現することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の一形態に係る制御装置は、

複数のルータと、当該複数のルータ間を接続するための複数の伝送装置とで構成される通信ネットワークにおいて用いられる制御装置であって、

前記複数の伝送装置のうち第1の伝送装置及び第2の伝送装置において用いられる第1の光波長パスの波長帯を第2の光波長パスの波長帯に変更する要求に応じて、当該要求によって影響を受けるルータ間の第1の経路及び当該第1の経路を利用するサービスを特定し、当該特定されたサービスを迂回できるルータ間の第2の経路を特定する光波長変更制御部と、

前記複数のルータのうち前記第1の経路の始点ルータ及び終点ルータに対して、前記特定されたサービスを前記第2の経路に迂回するための要求を送信するルータ制御部と、

前記第1の伝送装置及び前記第2の伝送装置に対して、前記第1の光波長

パスの波長帯を前記第2の光波長パスの波長帯に変更するための要求を送信する伝送装置制御部と、

を有することを特徴とする。

[0011] また、本発明の一形態に係る制御方法は、

複数のルータと、当該複数のルータ間を接続するための複数の伝送装置とで構成される通信ネットワークにおいて用いられる制御装置が実施する制御方法であって、

前記複数の伝送装置のうち第1の伝送装置及び第2の伝送装置において用いられる第1の光波長パスの波長帯を第2の光波長パスの波長帯に変更する要求に応じて、当該要求によって影響を受けるルータ間の第1の経路及び当該第1の経路を利用するサービスを特定し、当該特定されたサービスを迂回できるルータ間の第2の経路を特定するステップと、

前記複数のルータのうち前記第1の経路の始点ルータ及び終点ルータに対して、前記特定されたサービスを前記第2の経路に迂回するための要求を送信するステップと、

前記第1の伝送装置及び前記第2の伝送装置に対して、前記第1の光波長パスの波長帯を前記第2の光波長パスの波長帯に変更するための要求を送信するステップと、

を有することを特徴とする。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、伝送装置における信号の複製のような特殊な機能を持たせる必要なく、光波長デフラグを実現することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の実施形態におけるIP／伝送ネットワークの構成を示す図である。

[図2]装置の物理的な接続構成例と光波長の構成例を示す図である。

[図3]ルータ間の経路制御の例を示す図である。

[図4]本発明の第1実施形態に係るSDNコントローラ／NMSのブロック構成図で

ある。

[図5]サービス情報DBに保持されるサービス情報の例である。

[図6]経路情報DBに保持される経路情報の例である。

[図7]伝送構成情報DBに保持される伝送構成情報の例である。

[図8]本発明の第2実施形態に係るSDNコントローラ／NMSのブロック構成図である。

[図9]帯域情報DBに保持される帯域情報の例である。

[図10]サービス情報DBに保持されるサービス情報の例である。

[図11]伝送構成情報DBに保持される伝送構成情報の例である。

[図12]本発明の実施形態に係るSDNコントローラ／NMSのハードウェア構成例である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、図面に基づいて本発明の実施形態を説明する。

[0015] 本発明の実施形態では、特殊な機能を持たない一般的な伝送装置を用いて、光波長デフラグを無瞬断で実現するために、ルータと伝送装置を制御する制御装置について説明する。

[0016] 図1に、本発明の実施形態におけるIP (Internet Protocol) /伝送ネットワークの構成を示す。図1に示すように、IP/伝送ネットワークは、ルータA, Bと、伝送装置A, B, C, Dとで構成される。伝送装置A, B, C, Dによって伝送ネットワーク（以下、光ネットワークと呼ぶ）が構成されており、ルータA, Bを光ネットワークに接続することで、IPネットワークが構成されている。SDN (Software Defined Network) コントローラ／NMS (Network Management System) 100は、ルータと伝送装置を制御する制御装置の例である。本実施形態ではルータと伝送装置を制御する制御装置をSDNコントローラ／NMS 100と記載するが、SDNコントローラ／NMS 100は、SDNコントローラ及びNMSの双方の機能を有する制御装置でもよく、SDNコントローラのための機能を有する制御装置でもよく、NMSのための機能を有する制御装置でもよく、SDNコントローラ及びNMSとは独立した他の制御装置でもよい。なお、図1には、2つ

のルータと4つの伝送装置が示されているが、IP／伝送ネットワークを構成するために如何なる数のルータ及び伝送装置が用いられてもよい。

[0017] 光ネットワークは、光波長パスの波長帯を動的に変えることができるCDC-R OADM等の伝送装置で構成されていることを前提とする。但し、光波長パスの波長帯を動的に変えることができれば、トランスポンダのみを用いて拠点間を1対1で接続する構成でも、本実施形態は適用することができる。また、ルータは、Segment Routing等によって経路を制御することができるルータである。但し、経路制御が可能であれば、MPLS (Multi-Protocol Label Switching) やIPルーティングが用いられる場合にも、本実施形態は適用することができる。

[0018] 図2に、装置の物理的な接続構成例と光波長の構成例を示す。伝送装置間に光波長パスが設定され、ルータは伝送装置間の光波長パスを利用することにより、互いに通信する。一例として、伝送装置Aの物理ポート1と伝送装置Bの物理ポート1との間に、波長帯λ1を用いる光波長パス（光波長パスID=1）が設定されており、伝送装置Bの物理ポート2と伝送装置Dの物理ポート1との間に、波長帯λ2を用いる光波長パス（光波長パスID=2）が設定されており、伝送装置Aの物理ポート2と伝送装置Dの物理ポート2との間に、波長帯λ3を用いる光波長パス（光波長パスID=3）が設定されているものとする。

[0019] 図3に、ルータ間の経路制御の例を示す。ルータ間には複数の経路が設定可能であり、SDNコントローラ／NMS100からの指示により、ルータ間で使用できる経路を選択できるものとする。一例として、ルータAとルータBは、図3に示すように2つの経路で接続され、SDNコントローラ／NMS100からの指示によりどちらの経路を使用するか選択できるものとする。例えば、Segment Routingを用いる場合は、リンクにAdjacency SIDとしてSegment Routingで使用するSID (Segment ID) を設定し、SDNコントローラ／NMS100から、LSP (Label Switched Path) が使用する経路をSIDで指定することで、VPN (Virtual Private Network) 毎に通信経路を制御することができる。ルータへのSIDの設定は、NETCONF (Network Configuration Protocol) ／YANG (Yet

Another Next Generation) やPCEP (Path Computation Element Protocol) 等の標準プロトコルによる設定、CLI (Command Line Interface) による設定がある。

[0020] SDNコントローラ／NMS 100は、光波長デフラグを行う際に、ルータを制御することにより、光波長デフラグの対象となる光波長を使用しているサービスの経路をIPレイヤにて一時的に別の経路に迂回し、光波長デフラグによる通信断の影響を受けなくする。例えば、SDNコントローラ／NMS 100は、図2の伝送装置Aと伝送装置Bとの間の光波長パスの波長帯 $\lambda 1$ を $\lambda 2$ に変更する光波長デフラグを行う際に、 $\lambda 1$ を使用しているルータA、B間のサービスの経路をIPレイヤにて別の経路（伝送装置Aと伝送装置Dの間の光波長パスの波長帯 $\lambda 3$ を使用するルータA、B間の経路）に迂回する。

[0021] その後、SDNコントローラ／NMS 100は、伝送装置を制御することにより、光波長デフラグのために光波長の波長帯を変更し、再びルータを制御することにより、該当のサービスを元の経路に戻す。例えば、SDNコントローラ／NMS 100は、 $\lambda 1$ を使用しているルータA、B間の経路を迂回した後に、伝送装置Aと伝送装置Bとの間の光波長パスの波長帯を $\lambda 2$ に変更し、その後、ルータA、B間の経路を元の経路に戻す。このようにSDNコントローラ／NMS 100がルータを制御して事前に経路を変更しておくことで、サービスに通信断の影響を与えることなく、光波長デフラグを実現することができる。また、特殊な機能を伝送装置に持たせる必要がないため、低コストでの実現が期待できる。さらに、複数の光波長によってサブキャリアを構成する必要もないため、単一の光波長が用いられる場合にも適用できる。

[0022] <第1実施形態>

図4に、本発明の第1実施形態に係るSDNコントローラ／NMS 100のブロック構成図を示す。SDNコントローラ／NMS 100は、機能部としての要求受付部101と、光波長デフラグ実施部102と、ルータ制御部103と、伝送装置制御部104とを有する。また、SDNコントローラ／NMS 100は、記憶部としてのサービス情報DB 111と、経路情報DB 112と、伝送構成情報D

B 1 1 3とを有する。

[0023] サービス情報DB 1 1 1 は、ルータ間に設定された経路（Segmentリスト）と当該経路を利用するサービスとの対応を管理する記憶部である。例えば、図 3 に示す例においてルータA, B間の経路Adjacency SID=100を利用するサービスVPN1が存在する場合、サービス情報DB 1 1 1 は、図 5 に示すように、サービスとSegmentリストとの対応を保持する。なお、Segment Routingは、片方向ずつ経路を指定するため、双方向通信のサービスの場合は 2 つの経路で 1 セットとなり、サービス情報DB 1 1 1 には双方向通信のサービス毎に 2 つの経路が保持される。

[0024] 経路情報DB 1 1 2 は、ルータ間に設定された経路（Segmentリスト）と当該経路で用いられる光波長パスとの対応を管理する記憶部である。例えば、図 2 及び図 3 に示す例においてAdjacency SID=100が伝送装置A, B間の光波長パスID=1と、伝送装置B, D間の光波長パスID=2の上に設定されており、Adjacency SID=101が伝送装置A, D間の光波長パスID=3の上に設定されている場合、経路情報DB 1 1 2 は、図 6 に示すように、始点ルータ、終点ルータ、Segmentリスト、波長パスIDを保持する。この場合においても、Segment Routingは、片方向ずつ経路を指定するため、双方向通信のサービスの場合は 2 つの経路で 1 セットとなり、経路情報DB 1 1 2 には双方向の経路が保持される。図 6 には、Segmentリストに 1 つのセグメントで構成される場合が示されているが、ルータ間に複数のセグメントが存在する場合には、Segmentリストの中に複数のSIDが入る。

[0025] 伝送構成情報DB 1 1 3 は、伝送装置間に設定された光波長パスの情報を管理する記憶部である。例えば、伝送構成情報DB 1 1 3 は、図 2 に示すような物理構成の接続情報を、図 7 に示すような形式で、光波長パス毎に、両端の伝送装置、ポート、波長帯を保持する。

[0026] 要求受付部 1 0 1 は、光波長デフラグが必要と判断されたときに、特定の光波長パスの波長帯の変更要求を受け付ける。例えば、要求受付部 1 0 1 は、図 2 に示す伝送装置Aと伝送装置Bとの区間において、光波長パスの波長帯

$\lambda 1$ を $\lambda 2$ に変更する要求を受け付ける。これはSDNコントローラ／NMS 100の外部からの要求でもよく、SDNコントローラ／NMS 100内に予め設定されたアルゴリズムで計算した結果からの要求でもよい。例えば、フラグメンテーションの状態が閾値を超えたという判断に基づき、要求受付部101は、光波長パスの波長帯の変更要求を受け付けてもよい。

[0027] 光波長デフラグ実施部102は、要求受付部101において受け付けた要求によって影響を受けるルータ間の経路及び当該経路を利用するサービスを特定する。具体的には、光波長デフラグ実施部102は、波長帯の変更要求をされた光波長パスを伝送構成情報DB113から検索する。図7の伝送構成情報から、伝送装置Aと伝送装置Bの区間において $\lambda 1$ を使用しているのは、光波長パスID=1であることが分かる。次に、光波長デフラグ実施部102は、経路情報DB112を検索し、光波長パスIDを使用している経路を特定する。図6の経路情報から、対象通信は光波長パスIDが1番に紐付いているSegmentリストとなり、A-to-B-1とB-to-A-1となる。また、光波長デフラグ実施部102は、サービス情報DB111を検索し、特定したSegmentリストを利用するサービスを特定する。図5のサービス情報から、該当のSegmentリストを利用しているサービスはVPN1であることが分かる。

[0028] 本実施形態は、サービス影響を与えずに光波長パスの波長帯を変えることが目的であるため、まず影響を受けるサービスを別の光波長パスに移すことで、波長帯変更時の通信断の影響をなくす。光波長デフラグ実施部102は、経路情報DB112から、該当のサービスを迂回できるルータ間の経路を特定する。具体的には、光波長デフラグ実施部102は、経路情報DB112から、始点ルータと終点ルータが同じで、光波長パスIDが1番を通らないSegmentリストを検索する。図6の経路情報から、A-to-B-2とB-to-A-2が該当することが分かる。VPN1の経路を変更するため、光波長デフラグ実施部102は、ルータ制御部103を介して、ルータAに対して、VPN1が使用する経路をA-to-B-2に変更する要求を出す。同様に、ルータBに対して、VPN1が使用する経路をB-to-A-2に変更する要求を出す。

[0029] ルータ制御部 103 は、光波長デフラグ実施部 102 からの要求に応じて、VPN1 が使用する経路を A-to-B-2 に変更するための要求をルータ A に送信する。同様に、ルータ制御部 103 は、VPN1 が使用する経路を B-to-A-2 に変更するための要求をルータ B に送信する。これにより、VPN1 の経路は、光波長パス ID が 3 番の経路に変更される。同様の処理を繰り返し、波長デフラグ対象の光波長パスが通るすべてのサービスの経路を変更する。

[0030] 次に、伝送装置 A と伝送装置 B の区間において、 $\lambda 1$ を $\lambda 2$ に変更する。光波長デフラグ実施部 102 は、伝送装置制御部 104 を介して、伝送装置 A と伝送装置 B に対して、1 番の光波長パス ID の波長帯を $\lambda 1$ から $\lambda 2$ に変更する要求を出す。

[0031] 伝送装置制御部 104 は、光波長デフラグ実施部 102 からの要求に応じて、 $\lambda 1$ を $\lambda 2$ に変更するための要求を伝送装置 A と伝送装置 B に送信し、伝送装置 A と伝送装置 B の区間において、 $\lambda 1$ を $\lambda 2$ に変更する。伝送装置制御部 104 が $\lambda 1$ を $\lambda 2$ に変更した場合、光波長デフラグ実施部 102 は、伝送構成情報 DB 113 の情報を更新し、光波長パス ID=1 の波長帯を $\lambda 1$ から $\lambda 2$ に変更する。

[0032] 最後に、一時的に経路を変更した VPN1 を元の経路に戻すため、光波長デフラグ実施部 102 は、ルータ制御部 103 を介して、ルータ A に対して、VPN1 が使用する経路を A-to-B-1 に変更する要求を出す。同様に、ルータ B に対して、VPN1 が使用する経路を B-to-A-1 に変更する要求を出す。

[0033] ルータ制御部 103 は、光波長デフラグ実施部 102 からの要求に応じて、VPN1 が使用する経路を A-to-B-1 に変更するための要求をルータ A に送信する。同様に、ルータ制御部 103 は、VPN1 が使用する経路を B-to-A-1 に変更するための要求をルータ B に送信する。

[0034] <第 2 実施形態>

第 2 実施形態では、SDN コントローラ / NMS 100 がサービスの使用帯域とルータの各経路の帯域を管理し、光波長デフラグの実施における一時的な経路変更の際に、サービスに必要な帯域が移行先の経路に十分あることを確認

することで、帯域不足によるパケットロス等の通信品質の低下を防止する。

[0035] 第1実施形態に加えて、図8のようにSDNコントローラ／NMS 100は、記憶部としての帯域情報DB 114を更に有する。

[0036] 帯域情報DB 114は、ルータ間に設定された経路毎の空き帯域を管理する。例えば、帯域情報DB 114は、図9のようにSIDで識別される回線の帯域と空き帯域（又は使用中の帯域）を保持する。また、サービス情報DB 111は、図10のようにサービスが使用しているSegmentリストに加えて、使用帯域も保持する。回線の帯域はネットワークの設計時に設定された最大使用可能帯域でもよく、サービスの使用帯域はサービスの契約帯域でもよく、回線の空き帯域は、最大使用可能帯域から当該回線を使用するサービスの使用帯域を減算することによって求められた帯域でもよい。

[0037] 第1実施形態と同様に、伝送装置Aと伝送装置Bの区間において、 λ_1 を λ_2 に変更する例にて本実施形態を説明する。

[0038] 光波長デフラグの実施手順としては、光波長デフラグ実施部102は、第1実施形態と同様に、波長帯の変更要求をされた光波長パスを伝送構成情報DB 113から検索し、経路情報DB 112とサービス情報DB 111のデータから、該当の光波長パスを使用しているサービスを特定する。第1実施形態と同様に、影響を受けるサービスは、VPN1であることが分かる。

[0039] 第2実施形態では、サービス影響を与えないように、該当するサービスを別の光波長パスに移す際に、サービスの使用帯域と回線の空き帯域を用いて、移行先の光波長パスを決定する。光波長デフラグ実施部102は、移行先の経路の回線の空き帯域がサービスの使用帯域以上である場合、移行先の経路に迂回できると判断する。移行先の経路の回線の空き帯域がサービスの使用帯域未満である場合、移行先の経路に迂回した場合には通信品質が低下するため、移行先の経路に迂回できないと判断し、別の経路を検索する。図10に示すようにVPN1の使用帯域は1Gであるため、1G以上の空き帯域を持つ別の光波長パスに経路変更する。具体的には、光波長デフラグ実施部102は、経路情報DB 112から、始点ルータと終点ルータが同じで、光波長パスID

が1番を通らないSegmentリストを検索する。図6の経路情報から、A-to-B-2とB-to-A-2が該当することが分かる。さらに、光波長デフラグ実施部102は、使用しているSegmentリスト101（SID=101）の空き帯域を図9の帯域情報から取得する。VPN1の使用帯域1Gに対して、Segmentリスト101の空き帯域は5Gであるため、回線帯域は足りると判断する。VPN1の経路を変更するため、光波長デフラグ実施部102は、ルータ制御部103を介して、ルータAに対して、VPN1が使用する経路をA-to-B-2に変更する要求を出す。同様に、ルータBに対して、VPN1が使用する経路をB-to-A-2に変更する要求を出す。これにより、VPN1の経路は、光波長パスIDが3番の経路に変更される。同様の処理を繰り返し、波長デフラグ対象の光波長パスが通るすべてのサービスの経路を変更する。

[0040] 次に、伝送装置Aと伝送装置Bの区間において、 $\lambda 1$ を $\lambda 2$ に変更する。光波長デフラグ実施部102は、伝送装置制御部104を介して、伝送装置Aと伝送装置Bに対して、1番の光波長パスIDの波長帯を $\lambda 1$ から $\lambda 2$ に変更する要求を出す。

[0041] 最後に、一時的に経路を変更したVPN1を元の経路に戻すため、光波長デフラグ実施部102は、ルータ制御部103を介して、ルータAに対して、VPN1が使用する経路をA-to-B-1に変更する要求を出す。同様に、ルータBに対して、VPN1が使用する経路をB-to-A-1に変更する要求を出す。

[0042] <第3実施形態>

第3実施形態では、SDNコントローラ／NMS100が光波長パスの伝送経路グループ（通常経路であるか予備経路であるかを区別するためのグルーピング）を管理し、光波長デフラグの実施における一時的な経路変更の際に、伝送経路グループを考慮して光波長パスを選択することで、信頼性を確保する。このように、サービスを別の光波長パスに移す際に、同じ伝送経路グループの光波長パスを選択することで、移行先の伝送経路が移行前の経路と信頼性の観点で同じものを選択することができ、通信網の設計時の冗長経路の考え方を踏襲することができる。

[0043] 第1実施形態に加えて、SDNコントローラ／NMS 100の伝送構成情報DB 113は、図11に示すような形式で、光波長パス毎に、伝送経路グループを保持する。伝送経路グループは、伝送路が通る物理的な経路をグルーピングしたもので、例えば、東京～長野への経路において、山梨を経由する通常経路と軽井沢を経由する予備経路を区別するグルーピングが考えられる。通常経路に求められる帯域や遅延等の品質要件は予備経路に求められる品質要件と異なってもよい。通信網において災害対策等のために異経路で伝送路を構築することは一般的であり、伝送構成情報DB 113において、通常経路と予備経路を明示的に管理し、冗長経路の確保を実現している。例えば、「1」は伝送経路が通常経路であることを示し、「2」は伝送経路が予備経路であることを示す。

[0044] 光波長デフラグの実施手順としては、光波長デフラグ実施部102は、第1実施形態と同様に、波長帯の変更要求をされた光波長パスを伝送構成情報DB 113から検索し、経路情報DB 112とサービス情報DB 111のデータから、該当の光波長パスを使用しているサービスを特定する。第1実施形態と同様に、影響を受けるサービスは、VPN1であることが分かる。

[0045] また、光波長デフラグ実施部102は、経路情報DB 112から、始点ルータと終点ルータが同じで、光波長パスIDが1番を通らないSegmentリストを検索する。図6の経路情報から、A-to-B-2とB-to-A-2が該当し、その光波長パスIDが3番であることが分かる。さらに、光波長デフラグ実施部102は、光波長パスIDが3番の伝送経路グループを図11の伝送構成情報から取得する。光波長パスIDが3番の伝送経路グループは1であり、波長帯の変更要求をされた光波長パスIDが1番の伝送経路グループ2と異なる。伝送経路グループが異なるため、光波長デフラグ実施部102は、VPN1が使用する経路をA-to-B-2及びB-to-A-2に変更できないと判断してもよい。但し、通常経路の品質要件が予備経路の品質要件より高く、予備経路を通常経路に変更しても信頼性が確保できる場合、光波長デフラグ実施部102は、VPN1が使用する予備経路をA-to-B-2及びB-to-A-2の通常経路に変更できると判断してもよい。この場

合、第1実施形態と同様に、VPN1の経路は、光波長パスIDが3番の経路に変更され、光波長デフラグが実施される。

[0046] <ハードウェア構成例>

図12に、本発明の実施形態に係るSDNコントローラ／NMS100のハードウェア構成例を示す。SDNコントローラ／NMS100は、CPU（Central Processing Unit）151等のプロセッサ、RAM（Random Access Memory）やROM（Read Only Memory）等のメモリ装置152、ハードディスク等の記憶装置153等から構成されたコンピュータでもよい。例えば、SDNコントローラ／NMS100の機能及び処理は、記憶装置153又はメモリ装置152に格納されているデータやプログラムをCPU151が実行することによって実現される。また、SDNコントローラ／NMS100へのデータの inputs は、入出力インタフェース装置154から行われ、SDNコントローラ／NMS100からのデータの出力は、入出力インタフェース装置154から行われてもよい。

[0047] <補足>

説明の便宜上、本発明の実施形態に係る装置は機能的なブロック図を用いて説明しているが、本発明の実施形態に係る装置は、ハードウェア、ソフトウェア又はそれらの組み合わせで実現されてもよい。例えば、本発明の実施形態は、コンピュータに対して本発明の実施形態に係る装置の機能を実現させるプログラム、コンピュータに対して本発明の実施形態に係る方法の各手順を実行させるプログラム等により、実現されてもよい。また、各機能部が必要に応じて組み合わせて使用されてもよい。また、本発明の実施形態に係る方法は、実施形態に示す順序と異なる順序で実施されてもよい。

[0048] 以上、伝送装置における信号の複製のような特殊な機能を持たせる必要なく、光波長デフラグを実現するための手法について説明したが、本発明は、上記の実施形態に限定されることなく、特許請求の範囲内において、種々の変更・応用が可能である。

符号の説明

[0049] 100 SDNコントローラ／NMS

- 1 0 1 要求受付部
- 1 0 2 光波長デフラグ実施部
- 1 0 3 ルータ制御部
- 1 0 4 伝送装置制御部
- 1 1 1 サービス情報DB
- 1 1 2 経路情報DB
- 1 1 3 伝送構成情報DB
- 1 1 4 帯域情報DB

請求の範囲

[請求項1] 複数のルータと、当該複数のルータ間を接続するための複数の伝送装置とで構成される通信ネットワークにおいて用いられる制御装置であって、

前記複数の伝送装置のうち第1の伝送装置及び第2の伝送装置において用いられる第1の光波長パスの波長帯を第2の光波長パスの波長帯に変更する要求に応じて、当該要求によって影響を受けるルータ間の第1の経路及び当該第1の経路を利用するサービスを特定し、当該特定されたサービスを迂回できるルータ間の第2の経路を特定する光波長変更制御部と、

前記複数のルータのうち前記第1の経路の始点ルータ及び終点ルータに対して、前記特定されたサービスを前記第2の経路に迂回するための要求を送信するルータ制御部と、

前記第1の伝送装置及び前記第2の伝送装置に対して、前記第1の光波長パスの波長帯を前記第2の光波長パスの波長帯に変更するための要求を送信する伝送装置制御部と、

を有する制御装置。

[請求項2] 前記ルータ制御部は、前記第1の伝送装置及び前記第2の伝送装置において前記第1の光波長パスの波長帯が前記第2の光波長パスの波長帯に変更された場合、前記第1の経路の始点ルータ及び終点ルータに対して、前記サービスを前記第1の経路に戻すための要求を送信する、請求項1に記載の制御装置。

[請求項3] ルータ間に設定された経路と当該経路を利用するサービスと経路との対応を管理するサービス情報記憶部と、

ルータ間に設定された経路と当該経路で用いられる光波長パスとの対応を管理する経路情報記憶部と、

伝送装置間に設定された光波長パスの情報を管理する伝送構成情報記憶部と、

を更に有し、

前記光波長変更制御部は、前記伝送構成情報記憶部及び前記経路情報記憶部を参照して、前記要求によって影響を受けるルータ間の第1の経路を特定し、前記サービス情報記憶部を参照して、前記第1の経路を利用するサービスを特定し、前記経路情報記憶部を参照して、前記特定されたサービスを迂回できるルータ間の第2の経路を特定する、請求項1又は2に記載の制御装置。

[請求項4] 前記光波長変更制御部は、サービス毎に設定された使用帯域と、ルータ間に設定された経路毎の空き帯域とに基づいて、前記第2の経路の空き帯域が前記第1の経路を利用するサービスの使用帯域以上である場合、前記特定されたサービスを前記第2の経路に迂回できると判断する、請求項1乃至3のうちいずれか1項に記載の制御装置。

[請求項5] 前記光波長変更制御部は、前記第1の経路が通常経路であるか予備経路であるかを考慮して前記第2の経路を特定する、請求項1乃至4のうちいずれか1項に記載の制御装置。

[請求項6] 複数のルータと、当該複数のルータ間を接続するための複数の伝送装置とで構成される通信ネットワークにおいて用いられる制御装置が実施する制御方法であって、

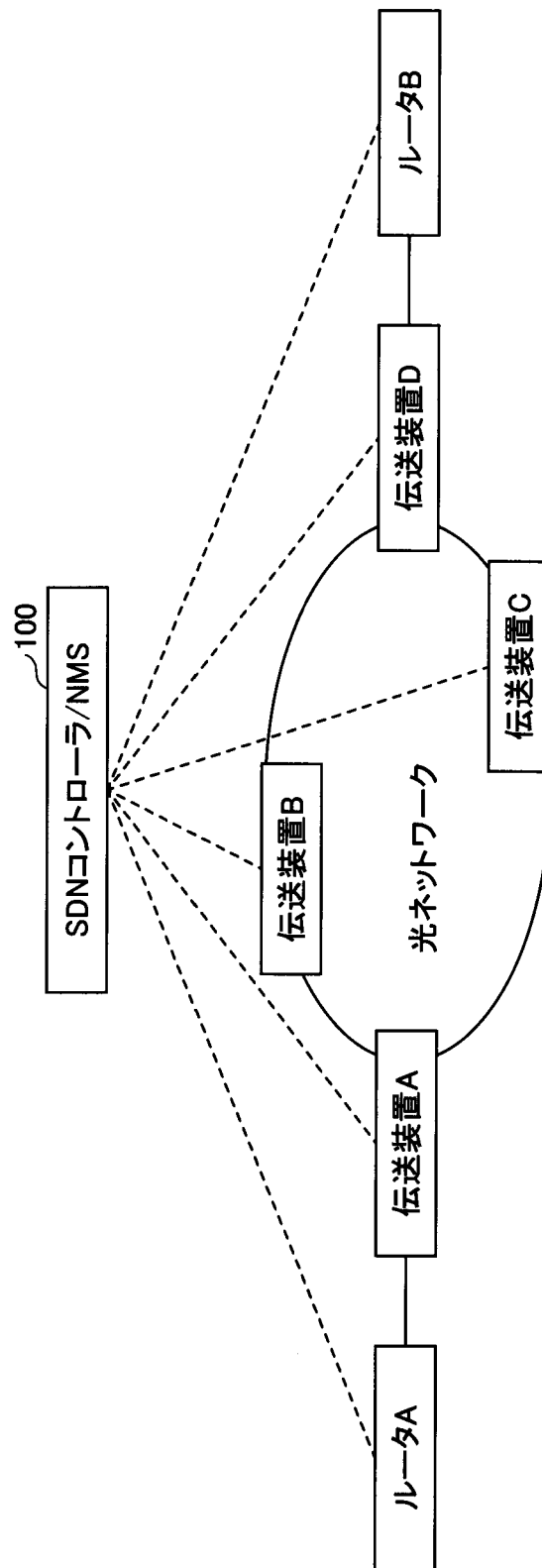
前記複数の伝送装置のうち第1の伝送装置及び第2の伝送装置において用いられる第1の光波長パスの波長帯を第2の光波長パスの波長帯に変更する要求に応じて、当該要求によって影響を受けるルータ間の第1の経路及び当該第1の経路を利用するサービスを特定し、当該特定されたサービスを迂回できるルータ間の第2の経路を特定するステップと、

前記複数のルータのうち前記第1の経路の始点ルータ及び終点ルータに対して、前記特定されたサービスを前記第2の経路に迂回するための要求を送信するステップと、

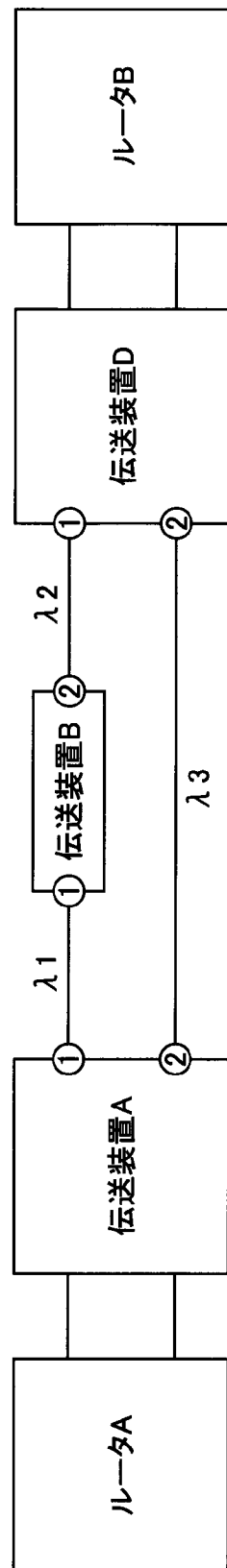
前記第1の伝送装置及び前記第2の伝送装置に対して、前記第1の

光波長パスの波長帯を前記第 2 の光波長パスの波長帯に変更するための要求を送信するステップと、
を有する制御方法。

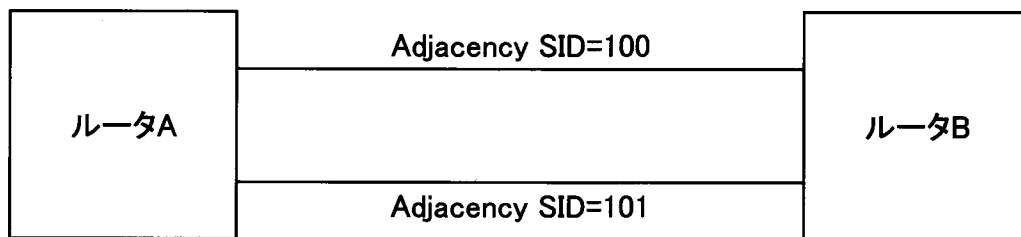
[図1]



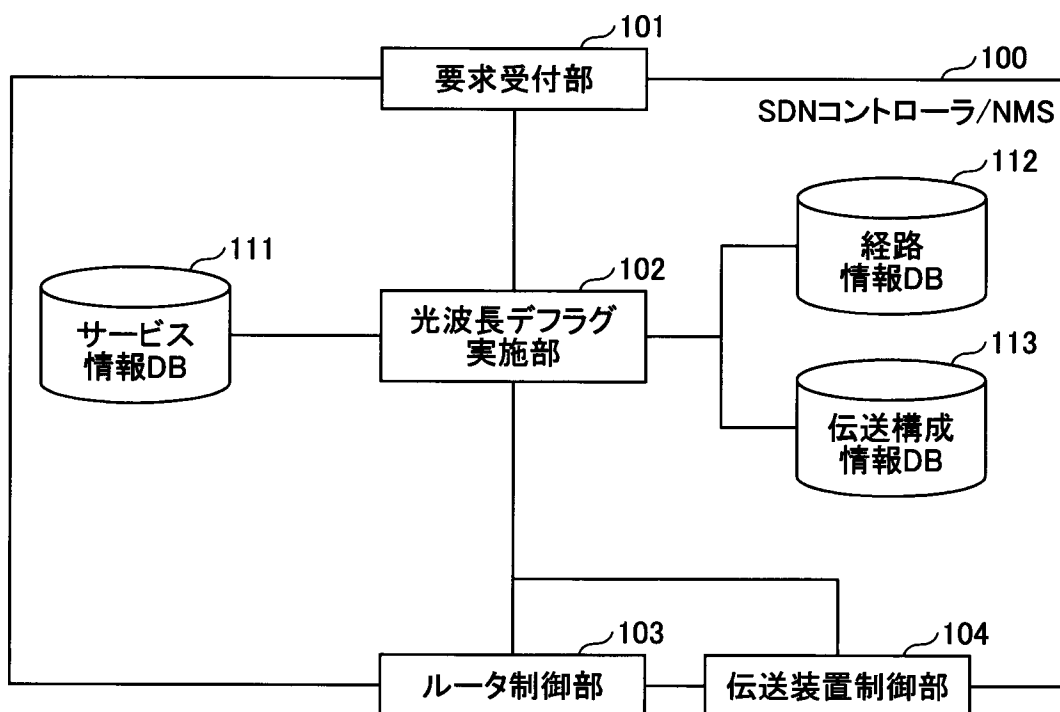
[図2]



[図3]



[図4]



[図5]

サービス名	Segment リスト名1	Segment リスト名2
VPN1	A-to-B-1	B-to-A-1

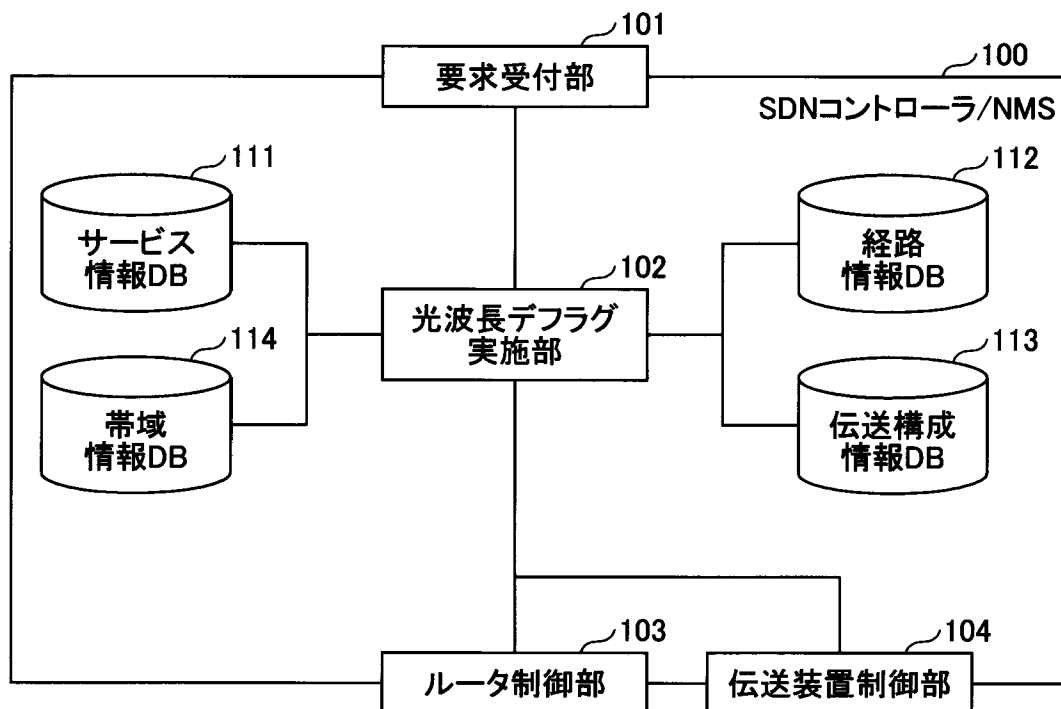
[図6]

Segment リスト名	始点 ルータ	終点 ルータ	Segment リスト	光波長 パスID
A-to-B-1	ルータA	ルータB	100	1,2
B-to-A-1	ルータB	ルータA	100	1,2
A-to-B-2	ルータA	ルータB	101	3
B-to-A-2	ルータB	ルータA	101	3

[図7]

光波長 パスID	伝送装置1			伝送装置2		
	伝送装置名	ポート	波長	伝送装置名	ポート	波長
1	伝送装置A	1	$\lambda 1$	伝送装置B	1	$\lambda 1$
2	伝送装置B	2	$\lambda 2$	伝送装置D	1	$\lambda 2$
3	伝送装置A	2	$\lambda 3$	伝送装置D	2	$\lambda 3$

[図8]



[図9]

SID	回線帯域	空き帯域
100	10G	5G
101	10G	5G

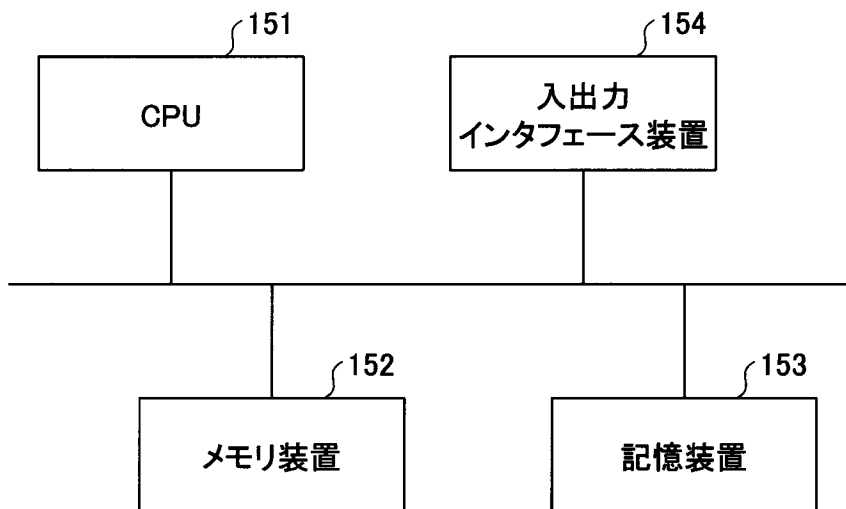
[図10]

サービス名	Segment リスト名1	Segment リスト名2	使用帯域
VPN1	A-to-B-1	B-to-A-1	1G

[図11]

光波長 パスID	伝送装置1			伝送装置2			伝送経路 グループ
	伝送装置名	ポート	波長	伝送装置名	ポート	波長	
1	伝送装置A	1	$\lambda 1$	伝送装置B	1	$\lambda 1$	2
2	伝送装置B	2	$\lambda 2$	伝送装置D	1	$\lambda 2$	2
3	伝送装置A	2	$\lambda 3$	伝送装置D	2	$\lambda 3$	1

[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/043622

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 12/717 (2013.01) i

FI: H04L12/717

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)

H04L12/717

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 2018-98714 A (FUJITSU LTD.) 21.06.2018 (2018-06-21) entire text, all drawings	1-6
A	WO 2017/033223 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 02.03.2017 (2017-03-02) entire text, all drawings	1-6
A	JP 2015-530767 A (NEC CORP.) 15.10.2015 (2015-10-15) entire text, all drawings	1-6

☐ 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 January 2020 (17.01.2020)

Date of mailing of the international search report
28 January 2020 (28.01.2020)

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/JP2019/043622

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2018-98714 A	21 Jun. 2018	US 20180175965 A1 entire text, all drawings	
WO 2017/033223 A1	02 Mar. 2017	(Family: none)	
JP 2015-530767 A	15 Oct. 2015	US 2015/0236919 A1 entire text, all drawings	
		WO 2014/050143 A1	
		EP 2901633 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04L 12/717(2013.01)i FI: H04L12/717														
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）） H04L12/717														
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 2018-98714 A（富士通株式会社）21.06.2018（2018 - 06 - 21） 全文、全図	1 - 6												
A	WO 2017/033223 A1（三菱電機株式会社）02.03.2017（2017 - 03 - 02） 全文、全図	1 - 6												
A	JP 2015-530767 A（日本電気株式会社）15.10.2015（2015 - 10 - 15） 全文、全図	1 - 6												
☐ 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、一般的な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、一般的な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、一般的な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 17.01.2020	国際調査報告の発送日 28.01.2020													
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） 宮島 郁美 5X 8523 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/JP2019/043622

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2018-98714	A	21.06.2018	US	20180175965	A1	
				全文、全図			
WO	2017/033223	A1	02.03.2017	(ファミリーなし)			
JP	2015-530767	A	15.10.2015	US	2015/0236919	A1	
				全文、全図			
				WO	2014/050143	A1	
				EP	2901633	A	