

(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8月6日(06.08.2020)



(10) 国際公開番号

**WO 2020/158533 A1**

(51) 国際特許分類:

*H04L 12/24* (2006.01) *H04L 12/717* (2013.01)  
*H04L 12/711* (2013.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/002080

(22) 国際出願日: 2020年1月22日(22.01.2020)

(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 2019-013660 2019年1月29日(29.01.2019) 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).

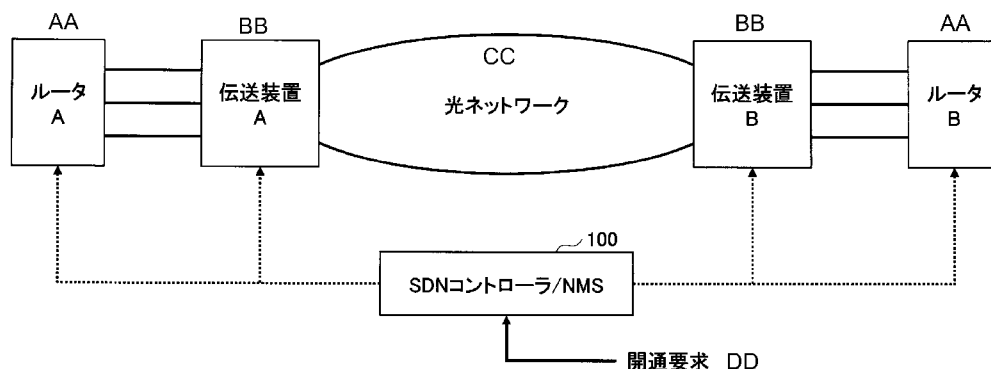
(72) 発明者: 岡田 真悟(OKADA, Shingo); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 東條 琢也(TOJO, Takuya); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 安川 正祥(YASUKAWA, Seisho); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(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).

(54) Title: CONTROL DEVICE AND CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 制御装置及び制御方法

[図2]



100 SDN controller/NMS  
AA Router  
BB Transmission device  
CC Optical network  
DD Opening request

(57) Abstract: A control device is provided with: a transmission configuration information storage unit that manages a transmission path connecting between transmission devices, and whether a redundant configuration in a transmission layer is available with respect to the transmission path; a route information storage unit that manages a route which is set between routers and a transmission path used by the route; and a transfer path opening execution unit that, in accordance with an opening request including a requirement of a redundant configuration with respect to a transfer path connecting between

[続葉有]

(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, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

the routers, with reference to the transmission configuration information storage unit and the route information storage unit, when the redundant configuration in the transfer layer is required as the requirement of the redundant configuration, opens a transfer path which uses a redundant route, and when the redundant configuration in the transmission layer is required as the requirement of the redundant configuration, opens a transfer path which does not use the redundant route and is associated with the transmission path of the redundant configuration in the transmission layer.

(57) 要約: 制御装置は、伝送装置間を接続する伝送パスと、当該伝送パスに対して伝送レイヤにおける冗長構成が利用可能であるか否かを管理する伝送構成情報記憶部と、ルータ間に設定された経路と、当該経路で用いられる伝送パスとを管理する経路情報記憶部と、ルータ間を接続する転送パスに対する冗長構成の要件を含む開通要求に応じて、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、当該冗長構成の要件として転送レイヤにおける冗長構成が求められた場合には、冗長の経路を利用する転送パスを開通させ、当該冗長構成の要件として伝送レイヤにおける冗長構成が求められた場合には、伝送レイヤにおける冗長構成の伝送パスに紐付く、冗長の経路を利用しない転送パスを開通させる転送パス開通実施部とを有する。

## 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] 5G時代のネットワークは、キャリア網の仮想化（NWスライス）が重要であり、サービス提供の迅速性も必要となるためSDN（Software Defined Network）技術を用いて実現していく必要がある。また、5GではIoT（Internet of Things）・自動運転・高解像度動画配信等の多様なサービスが想定されており、NWスライスとしても多様な要件のネットワークを構築する必要がある。

[0003] 一方で、キャリア網において5Gにおける多様なNWスライスを実現するためのNWパスを実現するためには、伝送レイヤ・転送レイヤの統合制御（マルチレイヤSDN制御）が課題となり、それらを管理する手段がONOS（Open Network Operating System）やONAP（Open Network Automation Platform）のようなOSS（Open Source Software）プロジェクトで検討されている（非参考文献1及び2参照）。

### 先行技術文献

#### 非特許文献

[0004] 非特許文献1：ONOS，インターネット<URL：https://onosproject.org/>，平成30年12月20日検索

非特許文献2：ONAP，インターネット<URL：https://www.onap.org/>，平成30年12月20日検索

非特許文献3：NTT DOCOMOテクニカル・ジャーナル，Vol.23，No.4，76～77ページ，インターネット<URL https://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/technical\_journal/bn/vol23\_4/vol23\_4\_000jp.pdf>，平成30年12月20日検索

### 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0005] 5Gでは適切な信頼性確保とコスト削減を実現するために、収容する端末やデバイスのトラフィック特性や優先度に応じて、サービス要求レベルを調整してネットワークを設計することが想定されている（非特許文献3参照）。例えば、5GではIoT等の高すぎる信頼性を求めないNWのユースケースも定義されることが想定される。

[0006] 図1に、従来のネットワーク構成を示す。図1に示すように、従来のネットワーク構成は、転送レイヤ（L2/L3装置）と伝送レイヤ（L0/L1装置）が別々に構成される。転送レイヤのサービスの例としてVPN（Virtual Private Network）サービスがあり、伝送レイヤのサービスの例として波長占有専用線サービスがある。従来、転送レイヤのVPNに設定可能な冗長構成は転送レイヤで実現可能な構成（転送プロテクション・冗長なし等）に限られる。伝送レイヤの冗長構成として伝送リストラクションが存在するが、伝送レイヤの冗長構成は転送レイヤにおいてVPNを構築する際のアンダーレイNW全体あるいはアンダーレイNWのパス毎に適用されるものである。このように、転送レイヤと冗長レイヤはそれぞれ独立して管理されており、パスの冗長構成もそれぞれのレイヤで担保する仕組みとなっているため、転送レイヤのVPN毎に伝送レイヤの冗長構成を設定することができない。その結果、5GのNWのユースケースで想定される多様な信頼性の要件に十分に対応できない可能性がある。

[0007] 本発明は、転送レイヤの転送パスに対して伝送レイヤの冗長構成を適用可能にすることで、より多くの信頼性の要件を満たす転送パス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、  
伝送装置間を接続する伝送パスと、当該伝送パスに対して伝送レイヤにおける冗長構成が利用可能であるか否かを管理する伝送構成情報記憶部と、

ルータ間に設定された経路と、当該経路で用いられる伝送パスとを管理する経路情報記憶部と、

ルータ間を接続する転送パスに対する冗長構成の要件を含む開通要求に応じて、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、当該冗長構成の要件として転送レイヤにおける冗長構成が求められた場合には、冗長の経路を利用する転送パスを開通させ、当該冗長構成の要件として伝送レイヤにおける冗長構成が求められた場合には、伝送レイヤにおける冗長構成の伝送パスに紐付く、冗長の経路を利用しない転送パスを開通させる転送パス開通実施部と、

を有することを特徴とする。

[0009] 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、

伝送装置間を接続する伝送パスと、当該伝送パスに対して伝送レイヤにおける冗長構成が利用可能であるか否かを伝送構成情報記憶部において管理するステップと、

ルータ間に設定された経路と、当該経路で用いられる伝送パスとを経路情報記憶部において管理するステップと、

ルータ間を接続する転送パスに対する冗長構成の要件を含む開通要求に応じて、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、当該冗長構成の要件として転送レイヤにおける冗長構成が求められた場合には、冗長の経路を利用する転送パスを開通させ、当該冗長構成の要件として伝送レイヤにおける冗長構成が求められた場合には、伝送レイヤにおける冗長構成の伝送パスに紐付く、冗長の経路を利用しない転送パスを開通させるステップと、

を有することを特徴とする。

**発明の効果**

[0010] 本発明によれば、転送レイヤの転送パスに対して伝送レイヤの冗長構成を適用可能にすることで、より多くの信頼性の要件を満たす転送パスを提供することが可能になる。

### 図面の簡単な説明

[0011] [図1]従来のネットワーク構成を示す図である。

[図2]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3]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4]ルータ間の経路制御の例を示す図である。

[図5]本発明の実施形態のネットワーク構成を示す図である。

[図6]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7]転送パス情報DBに保持される転送パス情報の例である。

[図8]経路情報DBに保持される経路情報の例である。

[図9]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10]伝送リストレーション迂回経路情報DBに保持される伝送リストレーション迂回経路情報の例である。

[図11]本発明の第2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12]本発明の第2実施形態における伝送パスの構成例を示す図である。

[図13]本発明の第2実施形態における転送パスの構成例を示す図である。

[図14]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15]伝送パス情報DBに保持される伝送パス情報の例である。

[図16]利用者接続情報DBに保持される利用者接続情報の例である。

[図17]L2スイッチ接続情報DBに保持されるL2スイッチ接続情報の例である。

[図18]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

[0012] 以下、図面に基づいて本発明の実施形態を説明する。

[0013] 本発明の実施形態では、転送レイヤの転送パスに対して伝送レイヤの冗長構成を適用可能にする制御装置について説明する。

[0014] 図2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2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とで構成される。伝送装置A, Bによって伝送レイヤのネットワーク (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、転送レイヤの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コントローラのみの機能を有する制御装置でもよく、NMSのみ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2には、2つのルータと2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。

[0015] 光ネットワークは、光波長パスの波長を動的に変えることができるCDC-ROADM (Colorless, Directionless and Contentionless-Reconfigurable Optical Add/Drop Multiplexer) 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。

- [0016] ルータ及び伝送装置はSDNコントローラ／NMS 100が受け取るパス開通要求の条件に応じた転送パス及び伝送パスを開通できることを前提とする。転送パスとは転送レイヤにおいて設定されるパスであり、転送パスを利用したサービスの例としてVPNサービスがある。伝送パスとは伝送レイヤにおいて設定されるパスであり、伝送パスを利用したサービスの例として波長占有専用線サービスがある。以下の説明において、VPNサービスにおいて用いられる転送パスを単にVPNと呼び、波長占有専用線サービスにおいて用いられる伝送パスを光波長パスと呼ぶ。伝送パス開通要求には冗長構成の要件が含まれており、要求条件（冗長構成）に応じたパスが構成できれば、SDNコントローラ／NMS 100がからの直接制御に限らず装置間の自律分散型のプロトコル等を利用した構成でも本実施形態は適用することができる。
- [0017] 以下に説明するルータ及び伝送装置間の物理配線情報・ポート情報はSDNコントローラ／NMS 100に登録されているものとする。
- [0018] 図3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。光波長パスには伝送レイヤの冗長構成である伝送リストレーションを設定できる。一例として、伝送装置Aの物理ポート4と伝送装置Bの物理ポート4との間に、伝送リストレーションが設定された波長 $\lambda_1$ を用いる光波長パス（光波長パスID=1）が設定されているものとする。さらに、伝送装置Aの物理ポート4と伝送装置Bの物理ポート4との間に、伝送リストレーションが設定されていない波長 $\lambda_2$ 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5と伝送装置Bの物理ポート5との間に、伝送リストレーションが設定されていない波長 $\lambda_3$ 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] 伝送装置Aの物理ポート4と伝送装置Bの物理ポート4との間で障害が発生し、光波長パスの接続断が発生した場合、SDNコントローラ／NMS 100は、伝送リストレーション制御対象の光波長パス（光波長パスID=1）を伝送装置Aの物理ポート5と伝送装置Bの物理ポート5との間に迂回させて復旧する。ただし

、伝送リストレーション制御非対象の光波長パス（光波長パスID=2, 3）は、接続断が発生した場合でも、SDNコントローラ／NMS 100による迂回制御は行われない。SDNコントローラ／NMS 100による伝送リストレーション時に用いる迂回経路は静的に設定していてもよく、利用可能な経路をSDNコントローラ／NMS 100によって自動的に計算してもよい。

[0020] 図4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／NMS 100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4に示すように3つの経路で接続され、SDNコントローラ／NMS 100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／NMS 100から、LSP（Label Switched Path）が使用する経路をSIDで指定することで、VPN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。

[0021] SDNコントローラ／NMS 100は、ルータ間の経路（図4のAdjacency SID=101, 102, 103）が伝送装置間のどの光波長パス（図3の光波長パスID=1, 2, 3）の上に構築されているかを把握しており、転送レイヤの転送パス（VPN）を構築する際に、伝送レイヤの冗長構成（リストレーション）の有無を要件としてどのルータ間の経路を利用するかを設定できるものとする。

[0022] 例えば、Adjacency SID=101の経路は、伝送リストレーション制御対象の光波長パス（光波長パスID=1）上に構築され、Adjacency SID=102の経路は、伝送リストレーション制御非対象の光波長パス（光波長パスID=2）上に構築され、Adjacency SID=103の経路は、伝送リストレーション制御非対象の光波長パス（光波長パスID=3）上に構築されるものとし、これらの関係はSDNコントローラ／NMS 100によって管理される。

- [0023] また、SDNコントローラ／NMS 100は転送レイヤの経路を把握しているため、転送レイヤにおいて2つの経路（Adjacency SID=102, 103）を転送パスとして利用することで、伝送レイヤの冗長構成である転送プロテクションを設定できる。
- [0024] 図5に、図2～図4において説明した本発明の実施形態のネットワーク構成を示す。上記のように、SDNコントローラ／NMS 100は伝送レイヤ及び転送レイヤを含む系全体を制御する。SDNコントローラ／NMS 100は、転送パスの開通要求を受け付け、開通要求において求められた冗長要件を満たす転送パス（VPN）を設定する。
- [0025] 例えば、転送パスの開通要求において転送プロテクションが求められた場合には、伝送リストラクションは必要ないため、伝送リストラクションが設定されていない伝送パス（光波長パスID=2）を利用する。そして、この伝送パス上に、転送レイヤにおいて転送プロテクションが設定された転送パスを開通させる。
- [0026] 例えば、転送パスの開通要求において伝送リストラクションが求められた場合には、伝送リストラクションが設定された伝送パス（光波長パスID=1）を利用する。転送プロテクションは必要ないため、この伝送パス上に、転送レイヤにおいて冗長なしのパスを開通させる。
- [0027] 例えば、転送パスの開通要求において冗長構成の必要がない場合には、伝送リストラクションは必要ないため、伝送リストラクションが設定されていない伝送パス（光波長パスID=2）を利用する。転送プロテクションも必要ないため、この伝送パス上に、転送レイヤにおいて冗長なしのパスを開通させる。
- [0028] このように、SDNコントローラ／NMS 100が転送レイヤの冗長構成だけでなく、伝送レイヤの冗長構成も管理することで、転送パスを構築する際のアンダーレイNWの経路毎に利用可能な伝送レイヤの冗長構成を識別し、転送パスの開通要求の要件に合わせた経路で転送パスを開通させる。上記の例の通り、SDNコントローラ／NMS 100は、転送パスに対して複数の冗長構成（転

送プロテクション・伝送リストレーション・冗長なし)を設定することが可能になる。

[0029] 以下、本発明の実施形態について更に詳細に説明する。

[0030] <第1実施形態>

第1実施形態では、転送レイヤのパスを構築する際に伝送レイヤの冗長構成を設定する手法について説明する。本実施形態では、図3を参照して説明した通り、伝送装置Aと伝送装置Bの区間において、波長 $\lambda_1$ を用いる光波長パスID=1を伝送リストレーション制御対象としており、波長 $\lambda_2$ 及び $\lambda_3$ を用いる光波長パスID=2, 3を伝送リストレーション制御非対象としていることを前提に説明する。

[0031] 図6に、本発明の第1実施形態に係るSDNコントローラ/NMS100のブロック構成図を示す。SDNコントローラ/NMS100は、機能部としての要求受付部101と、転送パス開通実施部102と、伝送パス開通実施部103と、伝送リストレーション実施部104と、ルータ制御部105と、伝送装置制御部106とを有する。また、SDNコントローラ/NMS100は、記憶部としての転送パス情報DB111と、経路情報DB112と、伝送構成情報DB113と、伝送リストレーション迂回経路情報DB114とを有する。

[0032] 転送パス情報DB111は、ルータ間に設定された転送パス(VPN)と経路(Segmentリスト)と冗長構成との対応を管理する記憶部である。転送パス情報DB111には、以下に説明する転送パス開通実施部102が開通した転送パスの情報が登録される。例えば、図4に示す例においてルータA, B間の経路Adjacency SID=101を利用する伝送リストレーションが設定された転送パスVPN1が開通した場合、転送パス情報DB111は、図7の1行目に示すような情報を保持する。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、転送パス情報DB111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。

[0033] 経路情報DB112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

3 及び図 4 に示す例においてAdjacency SID=101が伝送装置A, B間の光波長パスID=1の上に設定されている場合、経路情報DB 1 1 2は、図 8 の 1 行目及び 2 行目に示すように、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 8 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。

[0034] 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 3 に示すような物理構成の接続情報を、図 9 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、冗長構成（伝送リストレーション制御）の有無を保持する。

[0035] 伝送リストレーション迂回経路情報DB 1 1 4は、伝送リストレーション制御の迂回経路情報を管理する記憶部である。例えば、伝送リストレーション迂回経路情報DB 1 1 4は、図 3 において説明した、波長 $\lambda$ 1の光波長パスID=1を物理ポート5間の迂回経路に迂回させるという迂回経路情報を、図 1 0 に示すような形式で保持する。

[0036] 要求受付部 1 0 1 は、転送パス（VPN）に対する冗長構成の要件（転送プロテクション／伝送リストレーション／冗長なし）を含む開通要求を受け付ける。開通要求には、転送パスの始点・終点も含まれる。これはSDNコントローラ／NMS 1 0 0 の外部からの要求でもよく、SDNコントローラ／NMS 1 0 0 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。

[0037] 転送パス開通実施部 1 0 2 は、開通要求に応じて、転送パス開通要求の冗長構成を実現可能な経路を経路情報DB 1 1 2 から検索し、開通要求の冗長構成を実現可能な経路を伝送構成情報DB 1 1 3 から検索する。

[0038] 転送パス（VPN1）を開通させるときの冗長構成の要件として伝送リストレーションが求められた場合には、転送パス開通実施部 1 0 2 は、伝送リスト

レーションが設定された伝送パスに紐付く冗長構成のない転送パスを開通させる必要がある。具体的には、転送パス開通実施部 102 は、初めに伝送構成情報DB 113 より伝送リストレーションが有効 (Enable) の波長 ( $\lambda 1$ ) を検索し、次に伝送リストレーションが有効な波長 ( $\lambda 1$ ) を利用していてかつ、要求された転送パスの始点・終点が一致するSegmentリスト名を経路情報DB 112 から検索する。利用可能なSegmentリスト名が複数存在する場合には、最短パスを動的に検出してもよいし何らかの重みづけアルゴリズムを利用した動的な決定やオペレータが選択する静的な決定をしてもよい。また、Segment Routingは、片方向ずつ経路を指定するため、双方向通信の場合は2つで1セットとなり、始点から終点と、終点から始点との2経路を抽出する必要がある。このように抽出した情報をもとに図7の1行目に示すような転送パス情報を作成する。伝送リストレーションの場合には転送プロテクションは設定されないため、Backup-pathはNullとする。

[0039] 転送パス開通実施部 102 は、転送パス情報DB 111 に情報を登録するとともに、ルータ制御部 105 を介して始点・終点のルータに対して転送パス (VPN1) の設定を実施する。ルータへの設定投入方法はNetconf等のオープンAPI (Application Programming Interface) でもよいしルータ独自のプロトコルを利用してもよい。

[0040] 転送パス (VPN2) を開通させるときの冗長構成の要件として冗長なしが求められた場合には、転送パス開通実施部 102 は、伝送リストレーションが設定されていない伝送パスに紐付く冗長構成のない転送パスを開通させる必要がある。具体的には、転送パス開通実施部 102 は、初めに伝送構成情報DB 113 より伝送リストレーションが無効 (Disable) の波長 ( $\lambda 2$ ,  $\lambda 3$ ) を検索し、次に伝送リストレーションが無効な波長 ( $\lambda 2$ ,  $\lambda 3$ ) を利用していてかつ、要求された転送パスの始点・終点が一致するSegmentリスト名を経路情報DB 112 から検索する。利用可能なSegmentリスト名が複数存在する場合には、最短パスを動的に検出してもよいし何らかの重みづけアルゴリズムを利用した動的な決定やオペレータが選択する静的な決定をしてもよい。また

、Segment Routingは、片方向ずつ経路を指定するため、双方向通信の場合は2つで1セットとなり、始点から終点と、終点から始点との2経路を抽出する必要がある。このように抽出した情報をもとに図7の2行目に示すような転送パス情報を作成する。冗長なしの場合には転送プロテクションは設定されないため、Backup-pathはNullとする。

[0041] 転送パス開通実施部102は、転送パス情報DB111に情報を登録するとともに、ルータ制御部105を介して始点・終点のルータに対して転送パス(VPN2)の設定を実施する。

[0042] 転送パス(VPN3)を開通させるときの冗長構成の要件として転送プロテクションが求められた場合には、転送パス開通実施部102は、伝送リストレーションが設定されていない伝送パスに紐付く冗長構成の転送パスを開通させる必要がある。具体的には、転送パス開通実施部102は、初めに伝送構成情報DB113より伝送リストレーションが無効(Disable)の波長( $\lambda 2$ ,  $\lambda 3$ )を検索し、次に伝送リストレーションが無効な波長( $\lambda 2$ ,  $\lambda 3$ )を利用してかつ、要求された転送パスの始点・終点が一致するSegmentリスト名を経路情報DB112から検索する。この場合、利用可能なSegmentリスト名がActive-PathとBackup-Path用の2経路分が存在していなければならない。2経路以上存在する場合には、最短パスを動的に検出してもよいし何らかの重みづけアルゴリズムを利用した動的な決定やオペレータが選択する静的な決定をしてもよい。決定した2経路のどちらをActive-Pathにするかも同様に決定してもよい。また、Segment Routingは、片方向ずつ経路を指定するため、双方向通信の場合は2つで1セットとなり、始点から終点と、終点から始点との2経路を抽出する必要がある。このように抽出した情報をもとに図7の3行目に示すような転送パス情報を作成する。転送プロテクションの場合にはBackup-pathはActive-Pathに選ばれなかった経路とする。

[0043] 転送パス開通実施部102は、転送パス情報DB111に情報を登録するとともに、ルータ制御部105を介して始点・終点のルータに対して転送パス(VPN3)の設定を実施する。

[0044] なお、転送パス開通実施部102は、伝送構成情報DB113の中に伝送レイヤの冗長構成の要件を満たす伝送パスが存在しない場合、伝送パス開通実施部103に対して、伝送パスの開通を要求する。例えば、転送パス開通実施部102が伝送構成情報DB113から伝送リストレーションが有効の波長を見つけることができなかった場合、転送パス開通実施部102は、伝送パス開通実施部103に対して伝送リストレーションが設定された伝送パスの開通を要求する。

[0045] 伝送パス開通実施部103は、伝送パスを開通させ、開通させた伝送パスの情報を伝送構成DB113に登録する。伝送パスの冗長構成の要件として伝送リストレーションが求められた場合には、伝送パス開通実施部103は図9の伝送構成情報DB113に情報を登録する際に伝送リストレーション制御を有効（Enable）にした伝送パスを登録する。伝送パスの冗長構成の要件として伝送リストレーションが求められていない場合には、伝送パス開通実施部103は図9の伝送構成情報DB113に情報を登録する際に伝送リストレーション制御を無効（Disable）にした伝送パスを登録する。利用するポートや波長はオペレータが手動で登録してもよいし、その他のリソースプール等の情報から自動的に割り当ててもよい。伝送パス開通実施部103は、伝送構成情報DB113に情報を登録するとともに、伝送装置制御部106を介して伝送装置に設定を投入することで伝送パスを開通させる。伝送装置への設定投入方法はNetconf等のオープンAPIでもよいし伝送装置独自のプロトコルを利用してもよい。

[0046] 伝送リストレーション実施部104は、伝送装置間で障害が発生して伝送装置からポートダウンのアラートを受けた場合、アラートを受けたポートを利用している波長を伝送構成情報DB113から検索して特定する。例えば、伝送装置Aの物理ポート4と伝送装置Bの物理ポート4との間で障害が発生した場合、伝送構成情報DB113から伝送装置Aの物理ポート4及び伝送装置Bの物理ポート4を利用している波長（ $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ）を抽出する。波長 $\lambda_2$ は伝送リストレーション制御が無効（Disable）であるため、迂回経路に迂回されない。

伝送リストレーション実施部104は、抽出した波長のリストレーション制御が有効(Enable)な波長( $\lambda 1$ )の光波長パスID=1を抽出し、図10の伝送リストレーション迂回経路情報DB114から迂回経路を検索する。伝送リストレーション実施部104は、その情報をもとに伝送装置制御部106を介して伝送装置を制御して迂回経路で動的に復旧させる。上記の例では、波長 $\lambda 1$ の光波長パスを、伝送装置Aの物理ポート5と伝送装置Bの物理ポート5との間の迂回経路に迂回させる。

[0047] このようにマルチレイヤ(伝送レイヤ・転送レイヤ)の情報をSDNコントローラ/NMS100が一元的に保持することで、転送レイヤのパスに対して伝送レイヤの冗長構成を設定することが可能となる。特に、ルータ及び伝送装置をSDNコントローラ/NMS100が制御するネットワークにおいて、開通要求に応じて転送パス(L2VPN/L3VPN)を開通させる際に、転送パスの経路となるルータ間のリンクが利用している伝送レイヤの波長パスの冗長構成(伝送リストレーション・冗長なし)の情報をもとに転送パスの経路を決定することで、転送パスの冗長構成として転送レイヤで実現される冗長構成(転送プロテクション・冗長なし)に加えて伝送レイヤで実現される冗長構成(冗長プロテクション)も設定することができる。

[0048] <第2実施形態>

第2実施形態では、上記のように、SDNコントローラ/NMS100が伝送レイヤ及び転送レイヤを含む系全体を制御するという概念を応用して、利用者に対してネットワークパス(伝送パス(光波長パス)又は転送パス(VPN))を複数の冗長構成で利用可能にする手法について説明する。

[0049] 第2実施形態では、図2のようにルータと伝送装置を直接接続せず、図11に示すようにL2スイッチと利用者・ルータ・伝送装置がそれぞれ接続する構成とする。L2スイッチを利用者とネットワークパスの接続点として用い、パス開通要求に応じたネットワークパスを利用者の接続ポートまで開通する方法を提供する。本実施形態ではネットワークパスの端点をルータ又は伝送装置が接続されているL2スイッチのポートとし、利用者の接続点を同一のL2

スイッチのポートとする。

[0050] 図11に、本発明の第2実施形態におけるIP／伝送ネットワークの構成を示す。図11に示すように、利用者が接続するL2スイッチAとL2スイッチBとの間を接続するために、ルータA、Bと、伝送装置A、Bとが用いられる。なお、図11には、2つのルータと2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。また、L2スイッチと利用者・ルータ・伝送装置が接続されている構成であれば光ネットワークの接続構成等が変わっても本実施形態は適用できる。

[0051] 利用者をL2スイッチを介してルータ及び伝送装置に接続することにより、図1の従来のネットワーク構成とは異なり、利用者が同一の端点（L2スイッチ）から、伝送リストレーションを設定した伝送パスを利用可能にするとともに、転送プロテクションを利用した転送パスを利用可能にする。

[0052] 図12に、本発明の第2実施形態における伝送パスの構成例を示す。SDNコントローラ／NMS100は、伝送パスを開通させるときは、伝送装置Aと伝送装置Bとの間に、伝送レイヤの冗長構成の要件（伝送リストレーション／冗長なし）を満たす伝送パスを開通させる。例えば、伝送リストレーションが求められている場合には、伝送装置Aの物理ポート4と伝送装置Bの物理ポート4との間に、伝送リストレーションが設定された波長 $\lambda_1$ を用いる光波長パス（光波長パスID=1）を開通させる。

[0053] L2スイッチ及び伝送装置間の物理配線情報・ポート情報はSDNコントローラ／NMS100に登録されているものとする。また、伝送装置内の接続関係も、SDNコントローラ／NMS100に登録されているものとする。すなわち、上記のように波長 $\lambda_1$ を用いる光波長パス（光波長パスID=1）を開通させたときに、L2スイッチAのポート5が伝送リストレーションのある光波長パスの端点であることを、SDNコントローラ／NMS100は把握することができる。

[0054] SDNコントローラ／NMS100は、伝送パスの冗長構成に応じてネットワーク上に伝送パスを構成するとともに、L2スイッチにおいて利用者の接続ポー

トと、構成した伝送パスの端点となっているL2スイッチのポートとの対応付けを行う。対応付けの手段は本実施形態ではVLAN (Virtual Local Area Network) を用いる例で説明するが、接続ポートの通信を伝送パスに通すことが可能であれば他の技術を用いた場合でも本実施形態は適用することができる。

冗長構成として伝送リストレーションが求められた場合、SDNコントローラ／NMS 100は、上記のように光波長パス（光波長パスID=1）を開通させ、伝送パス開通時に利用者の接続ポート（L2スイッチA, Bのポート7）と伝送パスの端点（L2スイッチA, Bのポート5）を同じVLANに所属させる。

[0055] 図13に、本発明の第2実施形態における転送パスの構成例を示す。SDNコントローラ／NMS 100は、転送パスを開通させるときは、伝送装置A, Bを介してルータAとルータBとの間に、転送レイヤの冗長構成の要件（転送プロテクション／冗長なし）を満たす転送パスを開通させる。例えば、冗長構成が求められていない場合には、伝送装置Aの物理ポート5と伝送装置Bの物理ポート5との間に、伝送リストレーションが設定されていない波長 $\lambda_3$ を用いる光波長パス（光波長パスID=3）を開通させる。そして、ルータAの物理ポート3とルータBの物理ポート3との間に、L2スイッチA, Bを介して波長 $\lambda_3$ を用いる光波長パス上に1経路の転送パス（VPN）を設定する。なお、転送プロテクションが求められており伝送リストレーションが求められていない場合には、同様に伝送リストレーションが設定されていない波長 $\lambda_3$ を用いる光波長パス（光波長パスID=3）を開通させ、ルータ間に2経路の転送パスを設定すればよい。

[0056] L2スイッチ・ルータ・伝送装置間の物理配線情報・ポート情報はSDNコントローラ／NMS 100に登録されているものとする。また、ルータ内の接続関係及び伝送装置内の接続関係も、SDNコントローラ／NMS 100に登録されているものとする。すなわち、上記のように冗長構成のない転送パス（VPN）を開通させたときに、L2スイッチAのポート2が冗長構成のない転送パスの端点であることを、SDNコントローラ／NMS 100は把握することができる。

[0057] SDNコントローラ／NMS 100は、転送パスの冗長構成に応じてネットワー

ク上に転送パスを構成するとともに、L2スイッチにおいて利用者の接続ポートと、構成した転送パスの端点となっているL2スイッチのポートとの対応付けを行う。冗長構成が求められていない場合、SDNコントローラ／NMS 100は、上記のように光波長パス（光波長パスID=3）上に1経路の転送パスを開通させ、転送パス開通時に利用者の接続ポート（L2スイッチA, Bのポート8）と転送パスの端点（L2スイッチA, Bのポート2）を同じVLANに所属させる。

[0058] 図14に、本発明の第2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。第1実施形態に加えて、SDNコントローラ／NMS 100は、機能部としてのネットワークパス判断実施部107と、L2スイッチ内部開通実施部108と、L2スイッチ制御部109とを更に有する。また、SDNコントローラ／NMS 100は、記憶部としての伝送パス情報DB 115と、利用者接続情報DB 116と、L2スイッチ接続情報DB 117とを更に有する。以下、第1実施形態と異なる点について説明する。

[0059] 伝送パス情報DB 115は、利用者の開通要求に応じて設定された伝送パスを管理する記憶部である。伝送パス情報DB 115には、以下に説明する伝送パス開通実施部103が開通した伝送パスの端点の情報が登録される。例えば、図12に示す例においてL2スイッチA, B間に伝送装置A, B間の伝送リステーションが設定された伝送パスが開通した場合、伝送パス情報DB 115は、図15に示すような情報を保持する。

[0060] 利用者接続情報DB 116は、利用者の開通要求に応じて設定されたネットワークパス（伝送パス及び転送パス）の利用者側の接続情報を管理する記憶部である。利用者接続情報DB 116には、以下に説明する伝送パス開通実施部103及び転送パス開通実施部102が開通した伝送パス及び転送パスについて、図16に示すような形式でL2スイッチの利用者側のポートの情報を保持する。

[0061] L2スイッチ接続情報DB 117は、L2スイッチ内に設定されたVLANの情報を管理する記憶部である。L2スイッチ接続情報DB 117には、以下に説明するL2スイッチ内部開通実施部108が開通したL2スイッチ内のVLANの情報を、図

17に示すような形式で保持する。

[0062] 要求受付部101は、利用者からネットワークパスに対する冗長構成の要件（転送プロテクション／伝送リストレーション／冗長なし）を含む開通要求を受け付ける。これはSDNコントローラ／NMS100の外部からの要求でもよく、SDNコントローラ／NMS100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。開通要求には、利用者の接続点及びネットワークパスを構築するために必要な条件（冗長構成）が含まれているものとする。

[0063] ネットワークパス判断実施部107は、要求されたネットワークパスが伝送パスか転送パスを判断する。転送パスである場合には転送パス開通実施部102に転送パスを開通させるための転送パス開通要求を行う。伝送パスである場合には伝送パス開通実施部103に伝送パスを開通させるための伝送パス開通要求を行う。冗長構成の要件として転送プロテクションが求められた場合には、ネットワークパス判断実施部107は、転送パス開通実施部102に対して転送プロテクションを設定した転送パスを開通させるための要求を行う必要がある。冗長構成の要件として冗長リストレーションが求められた場合には、ネットワークパス判断実施部107は、伝送パス開通実施部103に対して冗長リストレーションを設定した伝送パスを開通させるための要求を行う必要がある。

[0064] 転送パス開通実施部102は、転送パス開通要求に応じて転送パス情報を生成し、第1実施形態と同様に転送パス情報DB111に情報を登録するとともに、利用者接続情報DB116に情報を登録する。構築可能な転送パス情報の生成はSDNコントローラ／NMS100内のアルゴリズムで計算してもよいし、外部から与えられてもよい。例えば、利用者2から冗長なしの転送パスが求められた場合、図13に示すように、伝送装置A、Bを介して（光波長パス（光波長パスID=3）上に）、ルータA、B間に1経路の転送パスを開通させる。なお、転送プロテクションが設定された転送パスが求められた場合には、ルータA、B間に2経路の転送パスを開通させる。

- [0065] 転送パスの開通に際し、転送パス開通実施部 102 は、転送パス情報DB 111に加えて利用者接続情報DB 116に情報を登録するとともに、ルータ制御部 105を介して始点・終点のルータに対して転送パスの設定を実施する。ルータへの設定投入方法はNetconf等のオープンAPIでもよいしルータ独自のプロトコルを利用してもよい。
- [0066] 伝送パス開通実施部 103 は、伝送パス開通要求に応じて伝送パス情報を生成し、第 1 実施形態と同様に伝送構成情報DB 113に情報を登録するとともに、伝送パス情報DB 115 及び利用者接続情報DB 116に情報を登録する。構築可能な伝送パス情報の生成はSDNコントローラ／NMS 100内のアルゴリズムで計算してもよいし、外部から与えられてもよい。例えば、利用者1から伝送リストレーションが設定された伝送パスが求められた場合、図 12に示すように、伝送装置A, Bの物理ポート4の間に伝送リストレーションが設定された伝送パスを開通させる。
- [0067] 伝送パスの開通に際し、伝送パス開通実施部 103 は、伝送構成情報DB 113に加えて伝送パス情報DB 115 及び利用者接続情報DB 116に情報を登録するとともに、伝送装置制御部 106を介して伝送装置に設定を投入することで伝送パスを開通させる。伝送装置への設定投入方法はNetconf等のオープンAPIでもよいし伝送装置独自のプロトコルを利用してもよい。
- [0068] L2スイッチ内部開通実施部 108 は、利用者が接続する始点・終点のL2スイッチにおいて、開通したネットワークパス（転送パス又は伝送パス）の端点であるL2スイッチのポートと利用者の接続点とを接続させる。具体的には、L2スイッチ内部開通実施部 108 は、転送パス開通実施部 102 又は伝送パス開通実施部 103 が構築したネットワークパスにそれぞれ紐づくL2スイッチの利用者接続ポート情報とネットワークパス端点のポート情報を利用者接続情報DB 116 又は伝送パス情報DB 115 から取得し、L2スイッチ接続情報DB 117に情報を登録する。L2スイッチ接続情報DBのVLAN情報（VLAN1, VLAN2）はコントローラが空いてるVLAN番号から自動的に設定してもよいし、静的に設定してもよい。L2スイッチ内部開通実施部 108 は、L2スイッチ接続

情報DB 117に登録された情報をもとに、L2スイッチ制御部109を介して利用者の接続ポートとネットワークパスの端点のそれぞれのL2スイッチのポート間の通信が可能にする。L2スイッチのポート間の開通方法はVLANに限定されず、ルーティングやVXLAN (Virtual eXtensible Local Area Network) 等を利用してもよい。L2スイッチへの設定投入方法はNetconf等のオープンAPIでもよいしL2スイッチ独自のプロトコルを利用してもよい。

[0069] このように、L2スイッチを利用した通信ネットワークにおいて、伝送パス（波長占有専用線）と転送パス（L2VPN/L3VPN）の端点を同一のL2スイッチに收容し、利用者の接続点も同一のL2スイッチとしたうえで、転送パス又は伝送パスの端点で利用しているL2スイッチのポートと利用者の接続点のL2スイッチのポートを通信可能になるようにコントローラが制御することで、多様な条件の伝送パスと転送パスを同一の接続点で提供することができる。

[0070] <第3実施形態>

第3実施形態では、第1実施形態及び第2実施形態において、伝送リステーションの通信断を短くするために、伝送リステーションを行っている間に、対象の波長を利用している転送パス又は伝送パスのトラフィックを一時的に開通済みの転送パス又は伝送パスに收容し、伝送リステーションが完了した後に、伝送リステーションによって復旧可能な迂回経路にトラフィックを收容し直す手法について説明する。

[0071] 伝送リステーションは伝送パスの障害時に伝送装置による波長の方路切替によって伝送パスを復旧する技術であるが、伝送装置の制御には一般的にある程度の時間がかかるため、復旧までの通信断時間が転送プロテクションに比べて長くなる。伝送装置による波長の方路切替が完了するまでの間、一時的に開通済みの転送パス又は伝送パスに利用者のトラフィックを收容し、波長の方路切替が完了した後に、方路切替後の伝送パスに利用者のトラフィックを收容しなおすことで伝送リステーションの通信断時間を短くすることが可能となる。以下の説明において、一時的に利用する開通済みの転送パス又は伝送パスを一時迂回パスと呼び、方路切替後の伝送パスを迂回パスと

呼ぶ。

[0072] 一時迂回パスはこの用途のための専用パスとして開通しておいてもよいし、既存の他利用者が利用しているパスを共用してもよいものとする。一時迂回パスの決定方法は伝送リストレーション対象の伝送パスの契約帯域から利用可能なパスを選定してもよいし、別のロジックで選定してもよい。

[0073] 第3実施形態のSDNコントローラ／NMS 100のブロック構成図は、図6に示す第1実施形態のブロック構成図又は図14に示す第2実施形態のブロック構成図と同じである。

[0074] まず、図6に示す第1実施形態のブロック構成図を参照して、第3実施形態のSDNコントローラ／NMS 100の機能部における処理を説明する。

[0075] 伝送リストレーション実施部104は、伝送装置間で障害が発生して伝送装置からポートダウンのアラートを受けた場合、アラートを受けたポートを利用している波長を伝送構成情報DB113から検索して特定する。例えば、伝送装置Aの物理ポート4と伝送装置Bの物理ポート4との間で障害が発生した場合、伝送構成情報DB113から伝送装置Aの物理ポート4及び伝送装置Bの物理ポート4を利用している波長（ $\lambda 1$ ,  $\lambda 2$ ）を抽出する。波長 $\lambda 2$ は伝送リストレーション制御が無効（Disable）であるため、迂回パスに迂回されない。伝送リストレーション実施部104は、抽出した波長のリストレーション制御が有効（Enable）な波長（ $\lambda 1$ ）の光波長パスID=1を抽出する。また、経路情報DB112から光波長パスID=1によって影響を受けるSegmentリスト（A-to-B-1及びB-to-A-1）を抽出し、そのSegmentリストを利用する転送パス（VPN1）を抽出する。光波長パスID=1と始点・終点が一致する別の開通済みの光波長パスが存在する場合、伝送リストレーション実施部104は、その開通済みの光波長パスを、光波長パスID=1の一時迂回パスとして利用する。また、転送パス（VPN1）と始点・終点が一致する別の開通済みの転送パスが存在する場合、伝送リストレーション実施部104は、その開通済みの転送パスを、転送パス（VPN1）の一時迂回パスとして利用してもよい。伝送リストレーション実施部104は、光波長パスID=1の波長の方路切替が完了するまで、

影響を受ける転送パス又は伝送パスを一時迂回パスに迂回させる。その後、伝送リストレーション実施部104は、図10の伝送リストレーション迂回経路情報DB114から迂回パスを検索する。伝送リストレーション実施部104は、その情報をもとに伝送装置制御部106を介して伝送装置を制御して迂回パスへの波長の方路切替を実施する。迂回パスへの波長の方路切替が完了した後に、伝送リストレーション実施部104は一時迂回パスのトラフィックを波長の方路切替が完了した迂回パスに収容し直す。

[0076] 次に、図14に示す第2実施形態のブロック構成図を参照して、第3実施形態のSDNコントローラ／NMS100の機能部における処理を説明する。

[0077] 伝送リストレーション実施部104は、伝送装置間で障害が発生して伝送装置からポートダウンのアラートを受けた場合、上記のようにアラートによって影響を受ける転送パス又は転送パスを特定する。特定した転送パス又は伝送パスの波長のリストレーション制御が有効（Enable）である場合、波長の方路切替が完了するまで、影響を受ける転送パス又は伝送パスを一時迂回パスに迂回させ、波長の方路切替が完了した後に、一時迂回パスを迂回パスに迂回させる。

[0078] L2スイッチ内部開通実施部108は、上記のように伝送リストレーション実施部104において転送パス又は伝送パスを一時迂回パスに迂回させる場合、一時迂回パスの端点と利用者の接続点とを接続させる。具体的には、伝送リストレーション実施部104が伝送リストレーション対象となっている転送パス又は伝送パスを迂回させる一時迂回パスを選定したとき、その転送パス又は伝送パスの端点となっているL2スイッチのポートをL2スイッチ接続情報DB117を参照して特定する。また、一時迂回パスの端点となっているL2スイッチのポートも、L2スイッチ接続情報DB117を参照して特定する。L2スイッチ内部開通実施部108は、一時迂回パスの端点となっているL2スイッチのポートと利用者の接続ポートとを接続させる。

[0079] さらに、L2スイッチ内部開通実施部108は、上記のように伝送リストレーション実施部104において一時迂回パスを迂回パスに迂回させる場合、

迂回パスの端点と利用者の接続点とを接続させる。具体的には、伝送リストレーション実施部104が伝送リストレーション対象となっている伝送パスの迂回パスを選定したとき、その迂回パスの端点となっているL2スイッチのポートをL2スイッチ接続情報DB117を参照して特定する。L2スイッチ内部開通実施部108は、利用者の接続ポートと接続している一時迂回パスの端点となっているL2スイッチのポートを、迂回パスの端点となっているL2スイッチのポートに紐付け直す。

[0080] <ハードウェア構成例>

図18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。

[0081] <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で使用されてもよい。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。

[0082] 以上、転送レイヤの転送パスに対して伝送レイヤの冗長構成を適用可能に

することで、より多くの信頼性の要件を満たす転送パスを提供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

- [0083]    1 0 0   SDNコントローラ／NMS
- 1 0 1   要求受付部
- 1 0 2   転送パス開通実施部
- 1 0 3   伝送パス開通実施部
- 1 0 4   伝送リストレーション実施部
- 1 0 5   ルータ制御部
- 1 0 6   伝送装置制御部
- 1 0 7   ネットワークパス判断実施部
- 1 0 8   L2スイッチ内部開通実施部
- 1 0 9   L2スイッチ制御部
- 1 1 1   転送パス情報DB
- 1 1 2   経路情報DB
- 1 1 3   伝送構成情報DB
- 1 1 4   伝送リストレーション迂回経路情報DB
- 1 1 5   伝送パス情報DB
- 1 1 6   利用者接続情報DB
- 1 1 7   L2スイッチ接続情報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、

伝送装置間を接続する伝送パスと、当該伝送パスに対して伝送レイヤにおける冗長構成が利用可能であるか否かを管理する伝送構成情報記憶部と、

ルータ間に設定された経路と、当該経路で用いられる伝送パスとを管理する経路情報記憶部と、

ルータ間を接続する転送パスに対する冗長構成の要件を含む開通要求に応じて、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、当該冗長構成の要件として転送レイヤにおける冗長構成が求められた場合には、冗長の経路を利用する転送パスを開通させ、当該冗長構成の要件として伝送レイヤにおける冗長構成が求められた場合には、伝送レイヤにおける冗長構成の伝送パスに紐付く、冗長の経路を利用しない転送パスを開通させる転送パス開通実施部と、

を有する制御装置。

[請求項2] 伝送装置間を接続する伝送パスを開通させ、当該伝送パスに対して伝送レイヤにおける冗長構成が利用可能であるか否かを前記伝送構成情報記憶部に登録する伝送パス開通実施部

を更に有する、請求項1に記載の制御装置。

[請求項3] 伝送装置からアラートを受信した場合、当該アラートによって影響を受ける転送パス又は伝送パスを特定し、前記転送パス又は前記伝送パスに対して伝送レイヤにおける冗長構成が利用可能である場合、前記転送パス又は前記伝送パスの伝送レイヤにおける迂回パスへの迂回処理が完了するまで、前記転送パス又は前記伝送パスを一時迂回パスに迂回させ、前記転送パス又は前記伝送パスの前記迂回パスへの迂回処理が完了した後に、前記一時迂回パスを前記迂回パスに迂回させる

迂回実施部

を更に有する、請求項 1 又は 2 に記載の制御装置。

[請求項4]

前記通信ネットワークは、利用者が接続する始点レイヤ 2 スイッチ及び終点レイヤ 2 スイッチを更に有し、

前記始点レイヤ 2 スイッチ及び前記終点レイヤ 2 スイッチは、前記複数のルータのいずれか及び前記複数の伝送装置のいずれかに接続され、

当該制御装置は、

前記利用者からの冗長構成の要件を含む開通要求に応じて、当該冗長構成の要件として転送レイヤにおける冗長構成が求められた場合には、前記転送パス開通実施部に対して転送レイヤにおける冗長構成の転送パスを開通させるための開通要求を行い、当該冗長構成の要件として伝送レイヤにおける冗長構成が求められた場合には、前記伝送パス開通実施部に対して伝送レイヤにおける冗長構成の伝送パスを開通させるための開通要求を行うネットワークパス判断実施部と、

前記始点レイヤ 2 スイッチ及び前記終点レイヤ 2 スイッチにおいて、開通した転送パス又は伝送パスの端点と前記利用者の接続点とを接続させるレイヤ 2 スイッチ内部開通実施部と、

を更に有する、請求項 2 に記載の制御装置。

[請求項5]

伝送装置からアラートを受信した場合、当該アラートによって影響を受ける転送パス又は伝送パスを特定し、前記転送パス又は前記伝送パスに対して伝送レイヤにおける冗長構成が利用可能である場合、前記転送パス又は前記伝送パスの伝送レイヤにおける迂回パスへの迂回処理が完了するまで、前記転送パス又は前記伝送パスを一時迂回パスに迂回させ、前記転送パス又は前記伝送パスの前記迂回パスへの迂回処理が完了した後に、前記一時迂回パスを前記迂回パスに迂回させる迂回実施部

を更に有し、

前記レイヤ２スイッチ内部開通実施部は、前記転送パス又は前記伝送パスを前記一時迂回パスに迂回させる場合、前記一時迂回パスの端点と前記利用者の接続点とを接続させ、前記一時迂回パスを前記迂回パスに迂回させる場合、前記迂回パスの端点と前記利用者の接続点とを接続させる、請求項４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、

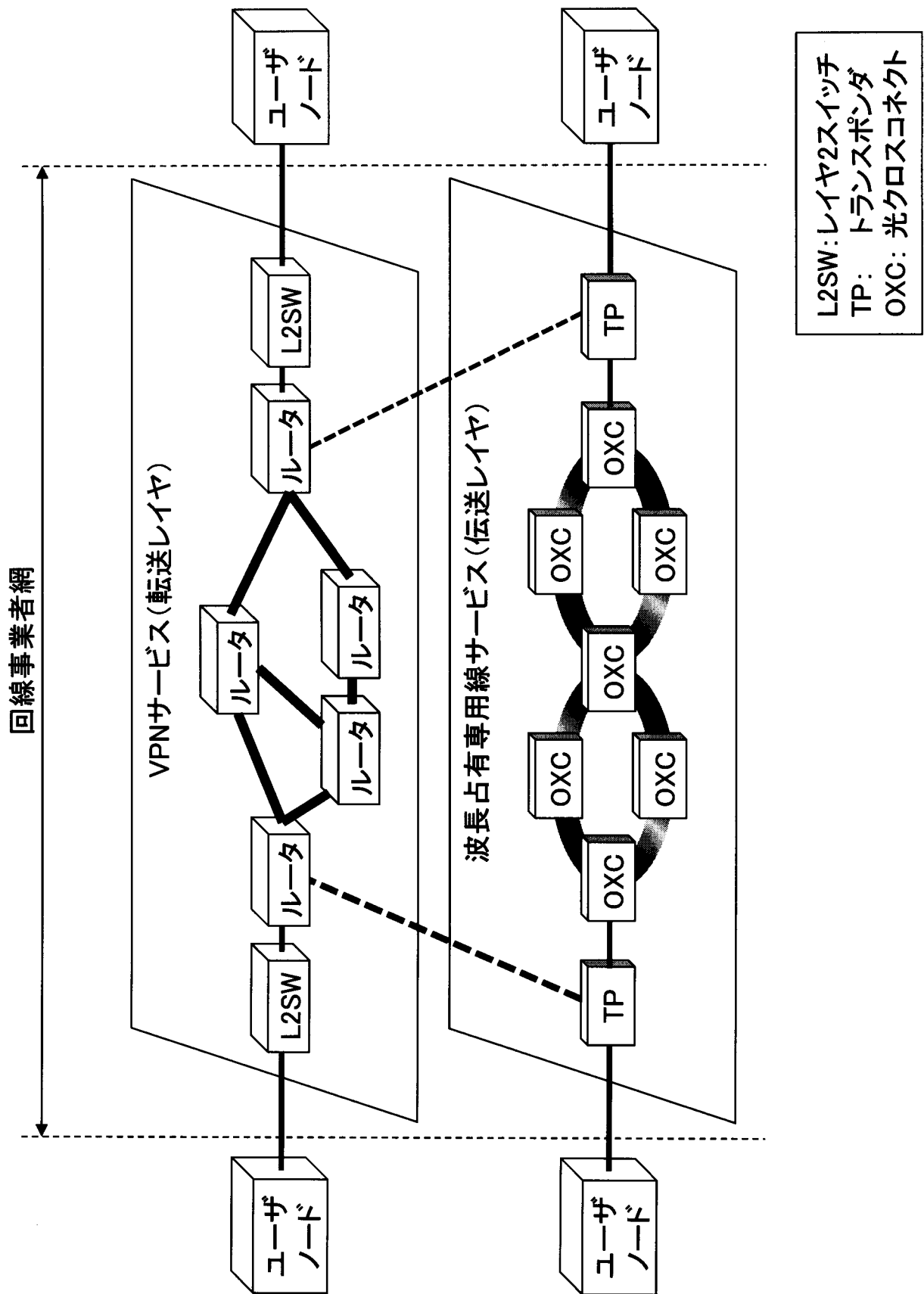
伝送装置間を接続する伝送パスと、当該伝送パスに対して伝送レイヤにおける冗長構成が利用可能であるか否かを伝送構成情報記憶部において管理するステップと、

ルータ間に設定された経路と、当該経路で用いられる伝送パスとを経路情報記憶部において管理するステップと、

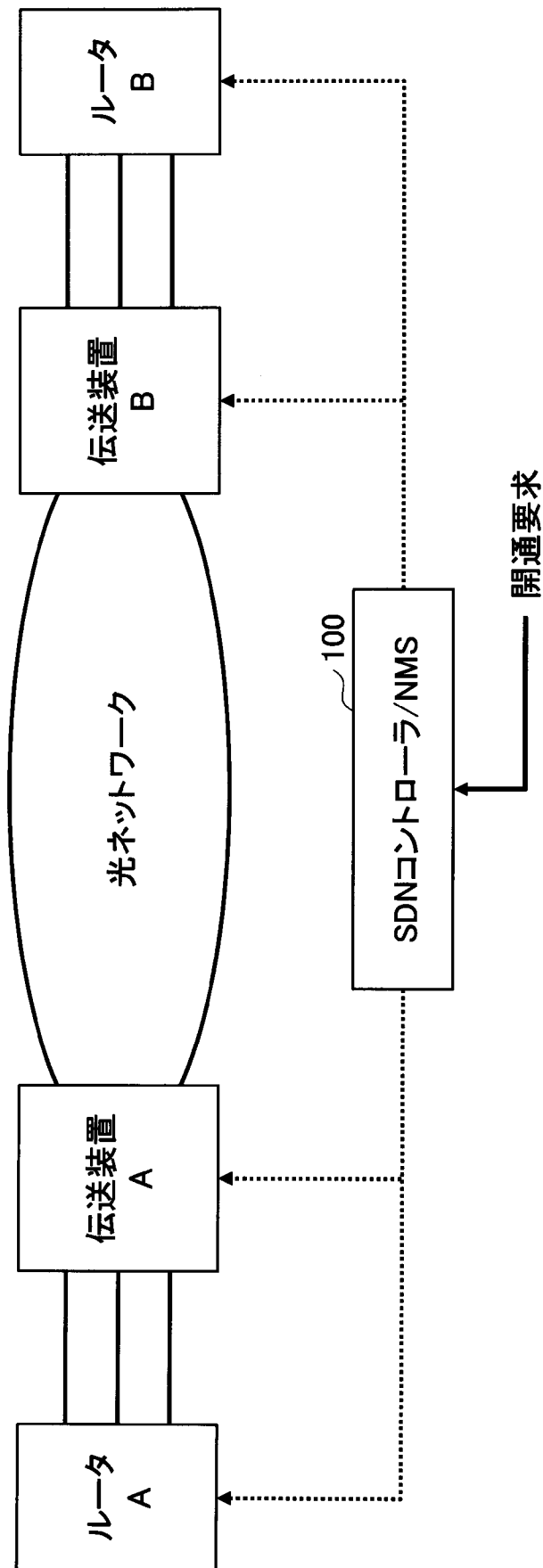
ルータ間を接続する転送パスに対する冗長構成の要件を含む開通要求に応じて、前記伝送構成情報記憶部及び前記経路情報記憶部を参照して、当該冗長構成の要件として転送レイヤにおける冗長構成が求められた場合には、冗長の経路を利用する転送パスを開通させ、当該冗長構成の要件として伝送レイヤにおける冗長構成が求められた場合には、伝送レイヤにおける冗長構成の伝送パスに紐付く、冗長の経路を利用しない転送パスを開通させるステップと、

を有する制御方法。

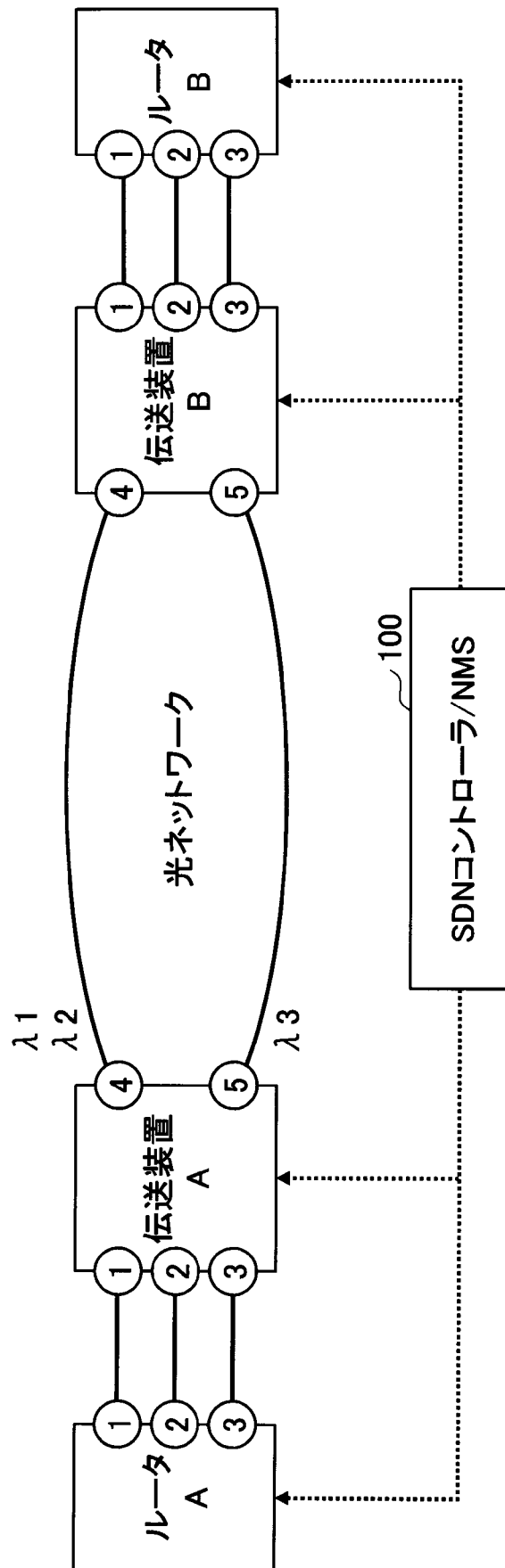
[図1]



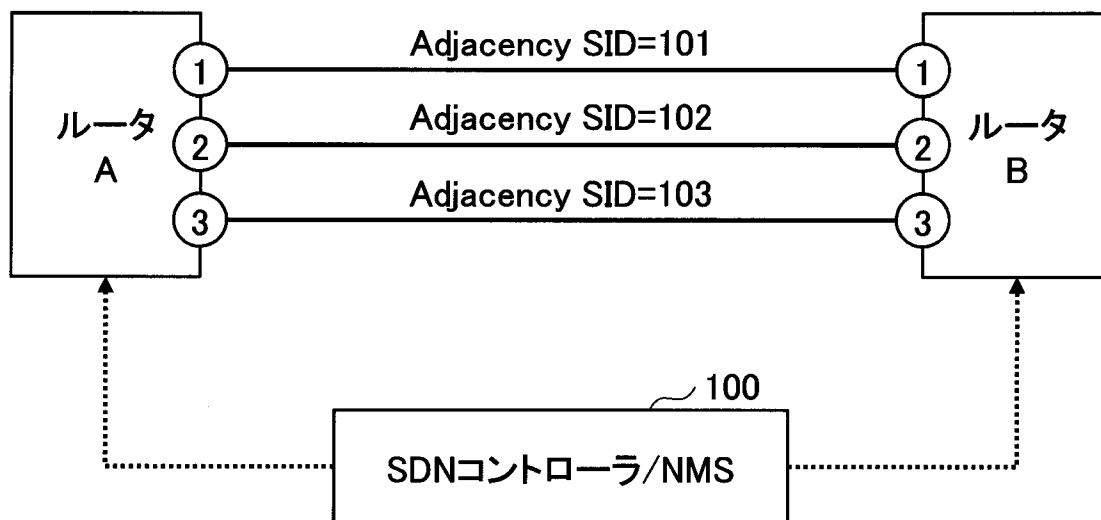
[図2]



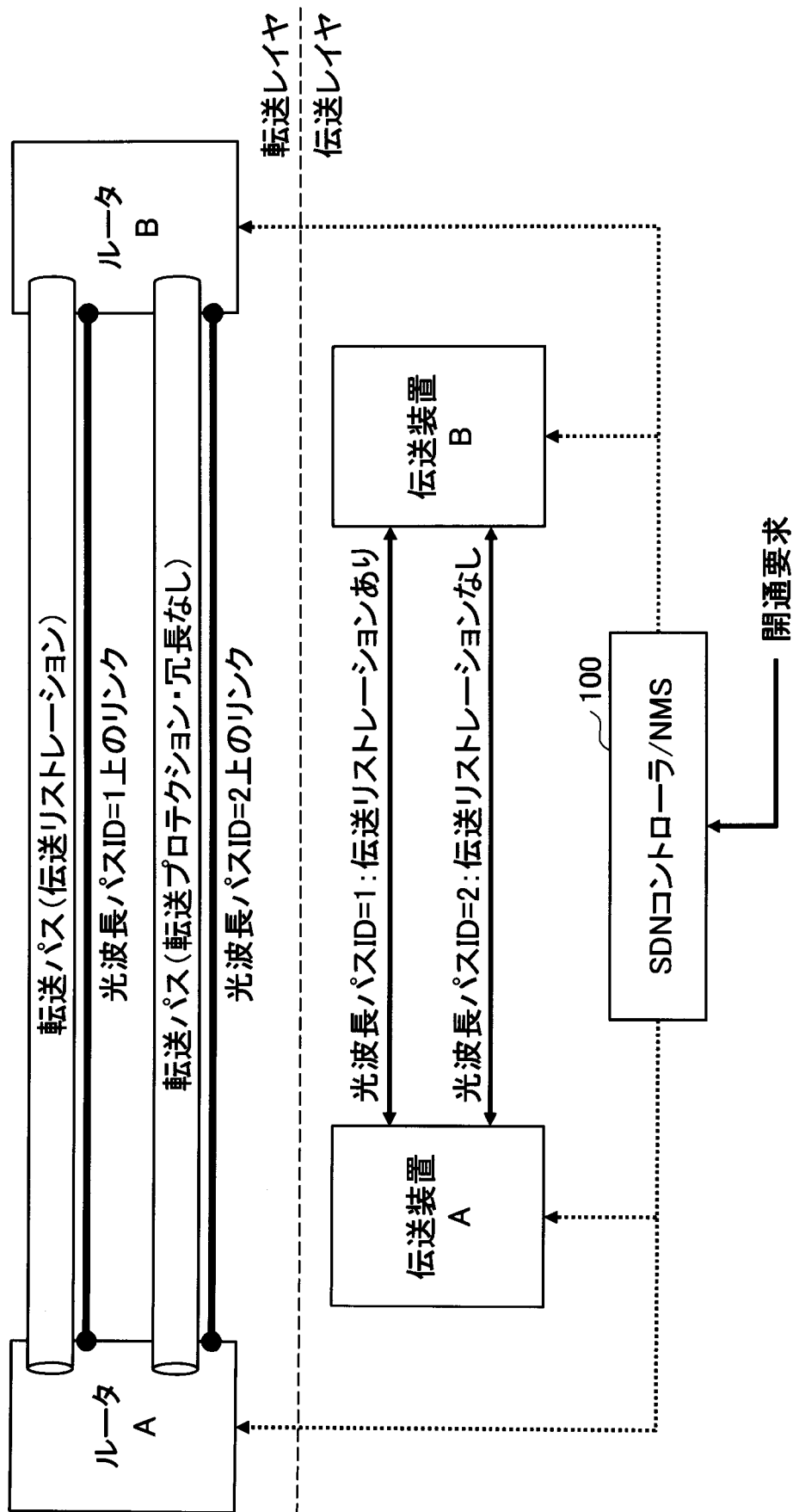
[図3]



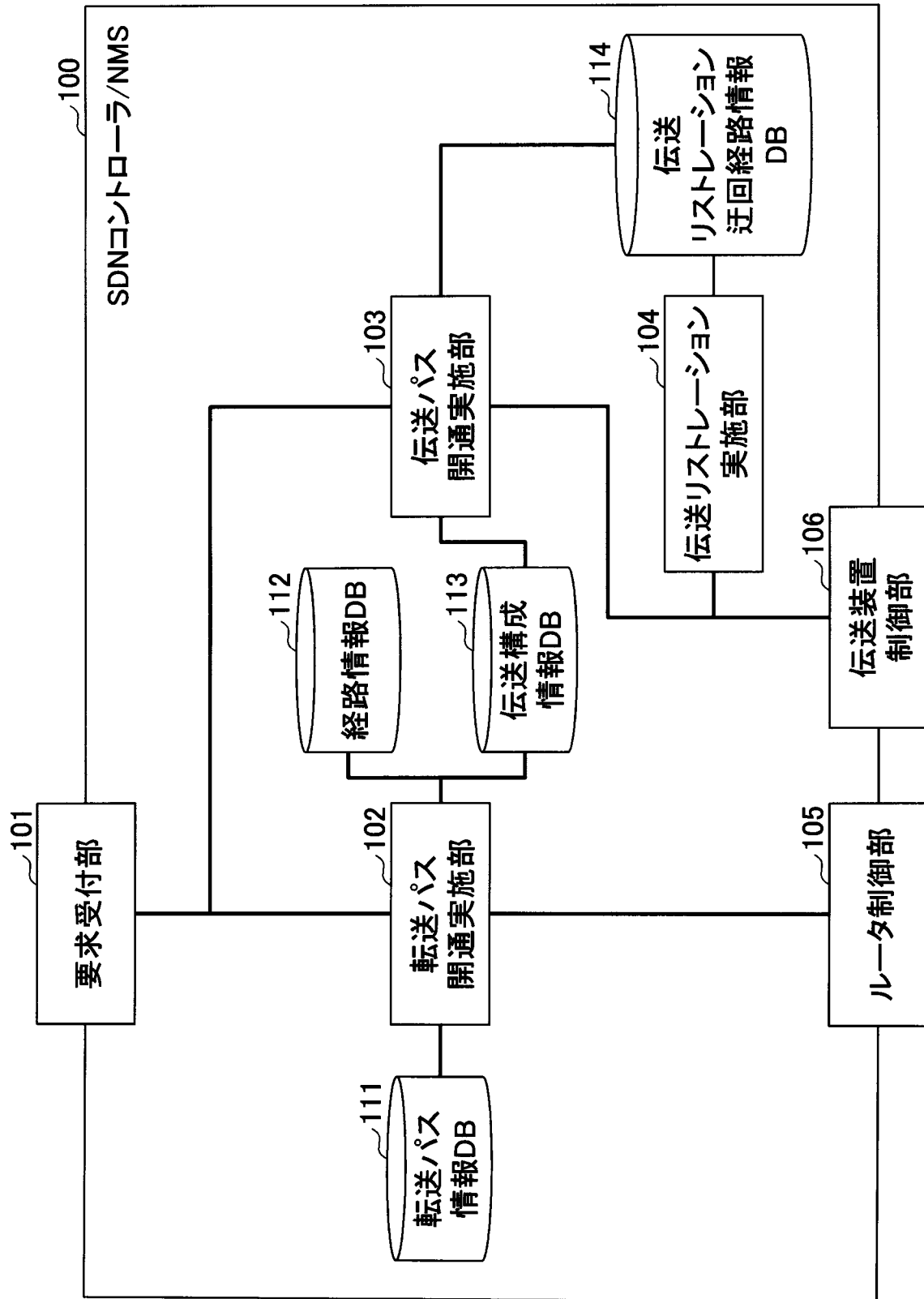
[図4]



[図5]



[図6]



[図7]

| 転送パス名 | Active-path      |                  | Backup-path      |                  | 冗長構成        |
|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------|
|       | Segment<br>リスト名1 | Segment<br>リスト名2 | Segment<br>リスト名1 | Segment<br>リスト名2 |             |
| VPN1  | A-to-B-1         | B-to-A-1         | Null             | Null             | 伝送リストラレーション |
| VPN2  | A-to-B-2         | B-to-A-2         | Null             | Null             | 冗長なし        |
| VPN3  | A-to-B-2         | B-to-A-2         | A-to-B-3         | B-to-A-3         | 転送プロテクション   |

[図8]

| Segment<br>リスト名 | 始点<br>ルータ | 終点<br>ルータ | Segmentリスト<br>(Adjacency SID) | 光波長<br>パスID |
|-----------------|-----------|-----------|-------------------------------|-------------|
| A-to-B-1        | ルータA      | ルータB      | 101                           | 1           |
| B-to-A-1        | ルータB      | ルータA      | 101                           | 1           |
| A-to-B-2        | ルータA      | ルータB      | 102                           | 2           |
| B-to-A-2        | ルータB      | ルータA      | 102                           | 2           |
| A-to-B-3        | ルータA      | ルータB      | 103                           | 3           |
| B-to-A-3        | ルータB      | ルータA      | 103                           | 3           |

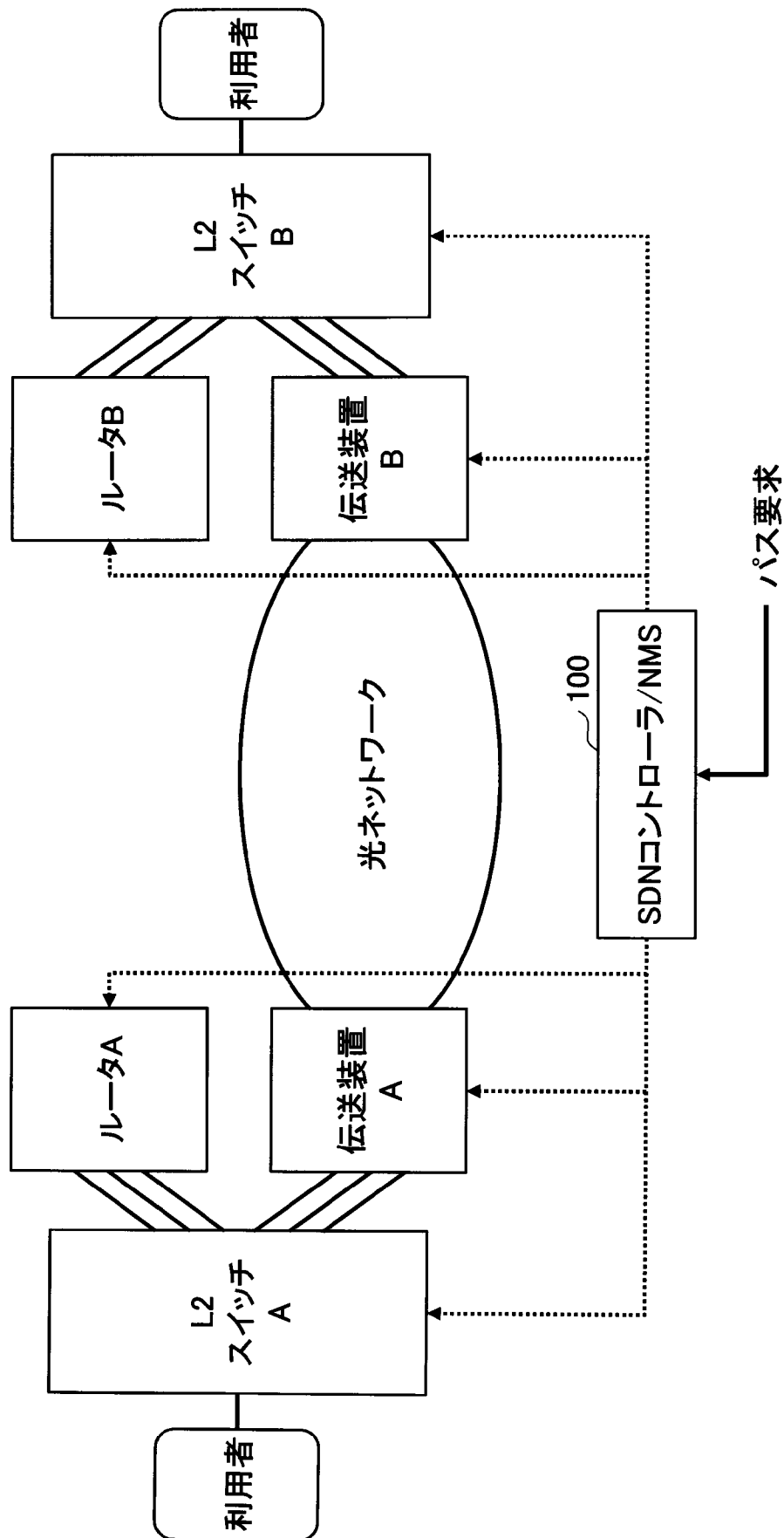
[図9]

| 光波長<br>パスID | 伝送装置1 |     |             | 伝送装置2 |     |             | 伝送リストレーション<br>制御 |
|-------------|-------|-----|-------------|-------|-----|-------------|------------------|
|             | 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 | 4   | $\lambda 1$ | 伝送装置B | 4   | $\lambda 1$ | Enable           |
| 2           | 伝送装置A | 4   | $\lambda 2$ | 伝送装置B | 4   | $\lambda 2$ | Disable          |
| 3           | 伝送装置A | 5   | $\lambda 3$ | 伝送装置B | 5   | $\lambda 3$ | Disable          |

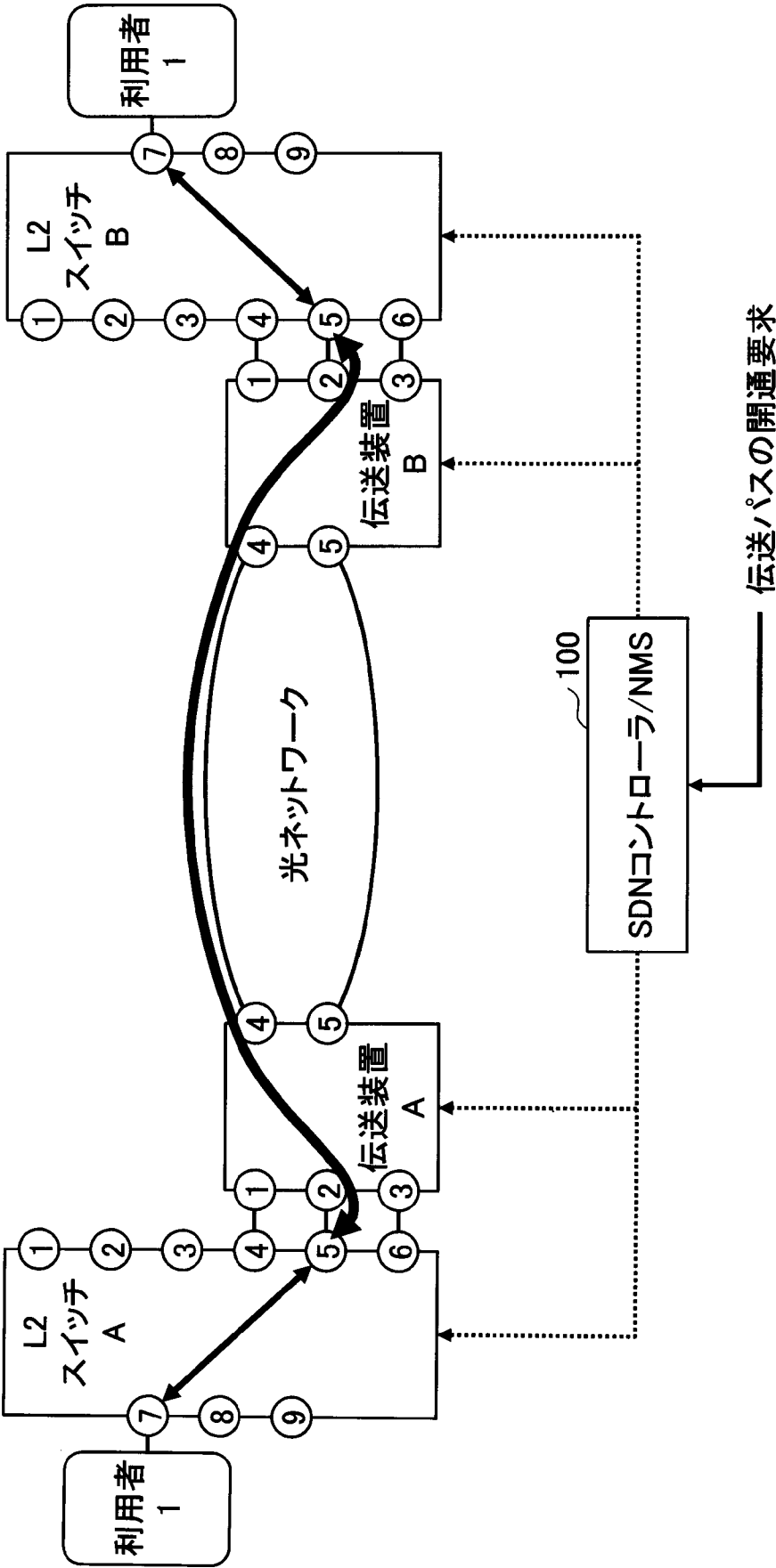
[図10]

| 光波長<br>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 | 5   | $\lambda 1$ | 伝送装置B | 5   | $\lambda 1$ |

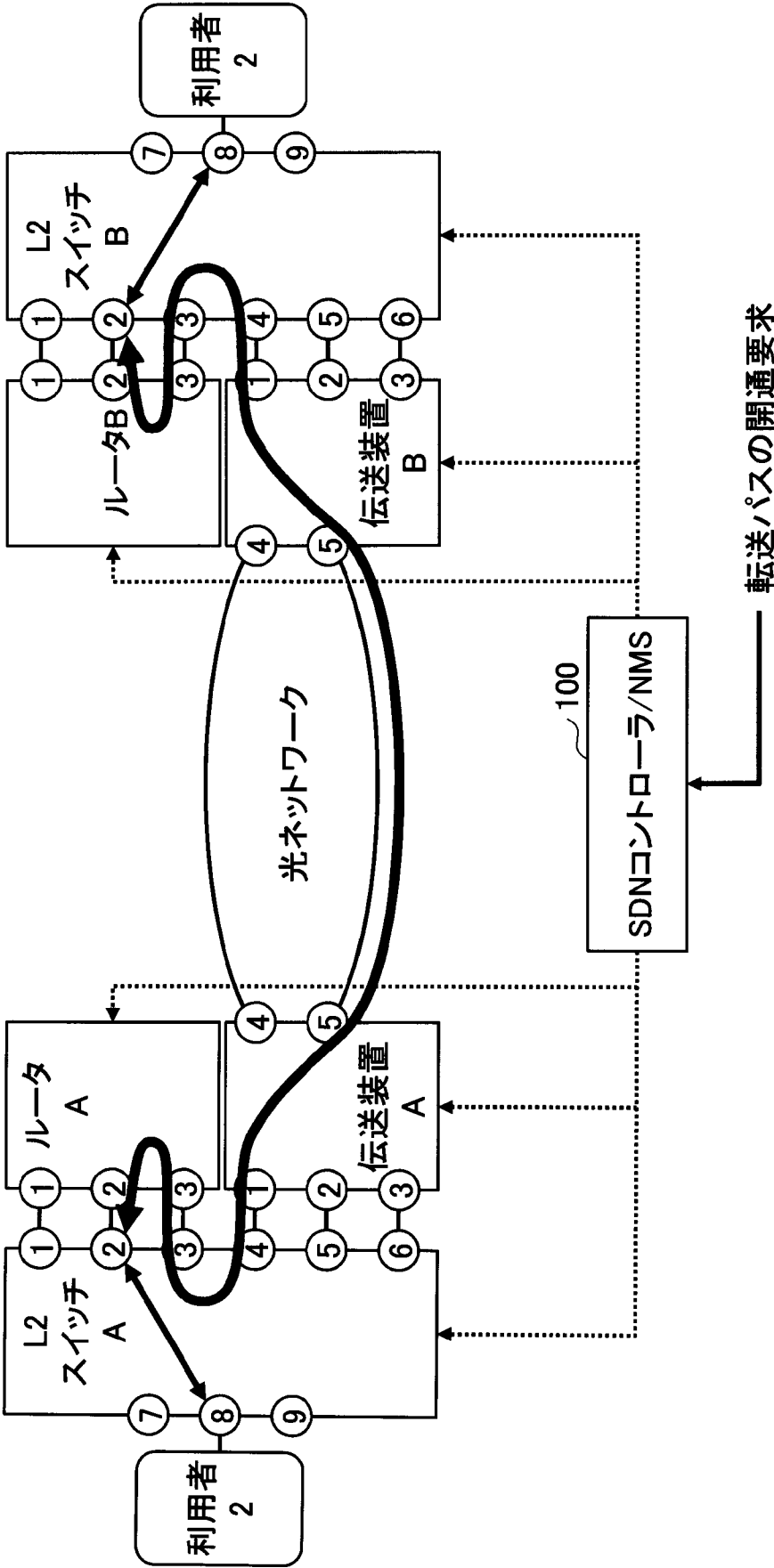
[図11]

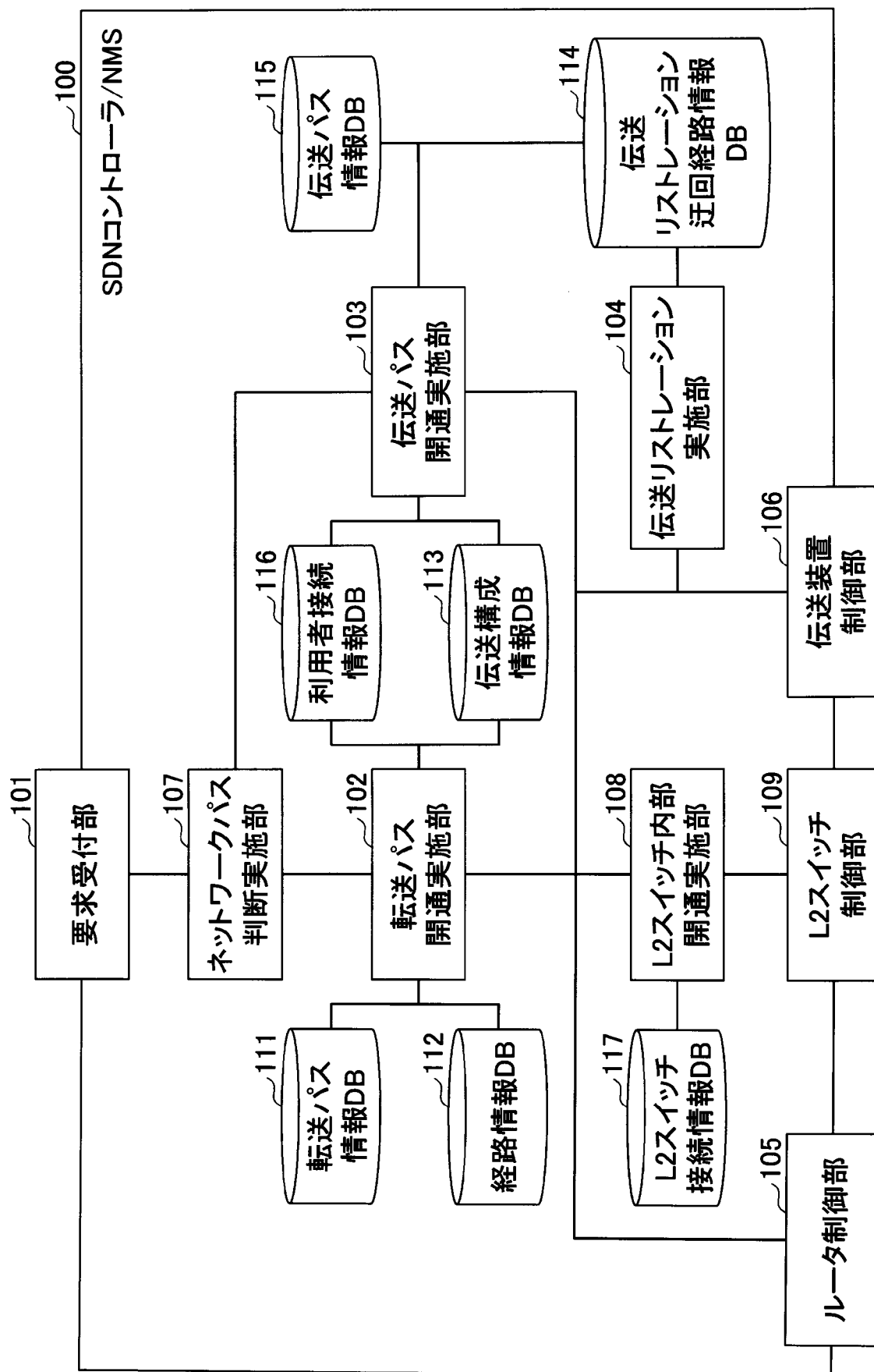


[図12]



[図13]





[図15]

| 伝送パス名     | 端点1     | 端点1ポート | 端点2     | 端点2ポート | 冗長構成       |
|-----------|---------|--------|---------|--------|------------|
| User1-Opt | L2スイッチA | 5      | L2スイッチB | 5      | 伝送リストラクション |

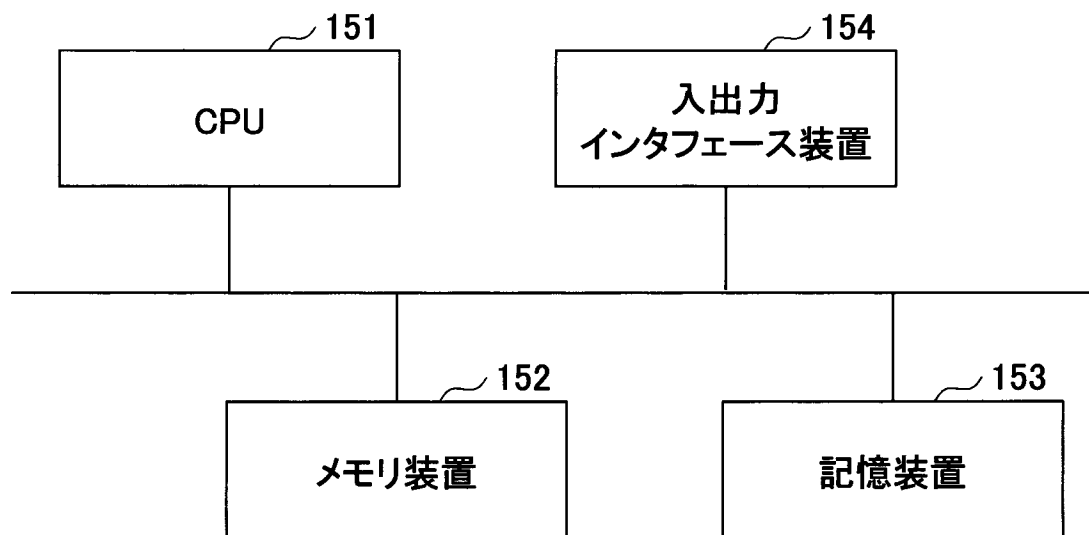
[図16]

| 利用者  | ユーザ接続<br>L2スイッチ1 | L2スイッチ1<br>ポート | ユーザ接続<br>L2スイッチ2 | L2スイッチ2<br>ポート | ネットワークパス名   |
|------|------------------|----------------|------------------|----------------|-------------|
| 利用者1 | L2スイッチA          | 7              | L2スイッチB          | 7              | User1-Opt   |
| 利用者2 | L2スイッチA          | 8              | L2スイッチB          | 8              | User2-L3VPN |

[図17]

| ネットワーク<br>パス名 | L2スイッチ1 | L2スイッチ1<br>ポート1 | L2スイッチ1<br>ポート2 | VLAN<br>1 | L2スイッチ2 | L2スイッチ2<br>ポート1 | L2スイッチ2<br>ポート2 | VLAN<br>2 |
|---------------|---------|-----------------|-----------------|-----------|---------|-----------------|-----------------|-----------|
| User1-Opt     | L2スイッチA | 7               | 5               | 100       | L2スイッチB | 7               | 5               | 100       |
| User2-L3VPN   | L2スイッチA | 8               | 2               | 200       | L2スイッチB | 8               | 2               | 200       |

[図18]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/002080

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 12/24(2006.01)i; H04L 12/711(2013.01)i; H04L 12/717(2013.01)i  
FI: H04L12/711; H04L12/717; H04L12/24

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)

H04L12/24; H04L12/711; 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 2019-4235 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 10.01.2019 (2019-01-10) paragraphs [0028], [0034]-[0035], fig. 1  | 1-6                   |
| A         | JP 2016-103689 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 02.06.2016 (2016-06-02) paragraphs [0021], [0047]-[0048], [0057], fig. 1-5 | 1-6                   |
| A         | WO 2016/103632 A1 (NEC CORP.) 30.06.2016 (2016-06-30) paragraphs [0024], [0032], fig. 1-4                               | 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

"I" 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 March 2020 (17.03.2020)

Date of mailing of the international search report  
31 March 2020 (31.03.2020)

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

International application No.

PCT/JP2020/002080

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | 東條 琢也, 岡田 真悟, 平田 義幸, 安川 正祥, Ip レイヤと伝送レイヤを統合的に制御するマルチレイヤ SDN 制御技術, NTT 技術ジャーナル, 01 May 2018, vol. 30, no. 5, pp. 47-50, JSSN 0915-2318, entire text, all drawings, non-official translation (TOJO, Takuya, OKADA, Shingo, HIRATA, Yoshiyuki, YASUKAWA, Seisho, "Multi-layer SDN control technology that controls Integratedly Ip layer and transmission layer", NTT Technical Journal) | 1-6                   |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/002080

| Patent Documents<br>referred in the<br>Report | Publication<br>Date | Patent Family                                                                    | Publication<br>Date |
|-----------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| JP 2019-4235 A                                | 10 Jan. 2019        | (Family: none)                                                                   |                     |
| JP 2016-103689 A                              | 02 Jun. 2016        | (Family: none)                                                                   |                     |
| WO 2016/103632 A1                             | 30 Jun. 2016        | US 2017/0353244 A1<br>paragraphs [0037],<br>[0045], fig. 1-4<br>JP 2019-201429 A |                     |

| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>H04L 12/24(2006.01)i; H04L 12/711(2013.01)i; H04L 12/717(2013.01)i<br>FI: H04L12/711; H04L12/717; H04L12/24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                              |                                                              |           |            |             |            |             |            |             |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| B. 調査を行った分野<br>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））<br>H04L12/24; H04L12/711; H04L12/717<br>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<br><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> 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）                                                                                            |                                                                                                                                              |                                                              | 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                                                                                                                                   |                                                              |           |            |             |            |             |            |             |            |
| C. 関連すると認められる文献                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                              |                                                              |           |            |             |            |             |            |             |            |
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号                                               |           |            |             |            |             |            |             |            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | JP 2019-4235 A（日本電信電話株式会社）10.01.2019（2019-01-10）<br>段落[0028], [0034]-[0035], 図1                                                              | 1-6                                                          |           |            |             |            |             |            |             |            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | JP 2016-103689 A（三菱電機株式会社）02.06.2016（2016-06-02）<br>段落[0021], [0047]-[0048], [0057], 図1-5                                                    | 1-6                                                          |           |            |             |            |             |            |             |            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | WO 2016/103632 A1（日本電気株式会社）30.06.2016（2016-06-30）<br>段落[0024], [0032], 図1-4                                                                  | 1-6                                                          |           |            |             |            |             |            |             |            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 東條 琢也, 岡田 真悟, 平田 義幸, 安川 正祥, I Pレイヤと伝送レイヤを統合的に<br>制御するマルチレイヤSDN制御技術, NTT技術ジャーナル, 2018.05.01, 第30<br>巻 第5号, pp.47-50, ISSN 0915-2318<br>全文, 全図 | 1-6                                                          |           |            |             |            |             |            |             |            |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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<br>“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<br>“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<br>公表されたもの<br>“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<br>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<br>付す）<br>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>“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<br>後に公表された文献<br>“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<br>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<br>用するもの<br>“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<br>又は進歩性がないと考えられるもの<br>“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<br>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<br>いと考えられるもの<br>“&” 同一パテントファミリー文献 |                                                                                                                                              |                                                              |           |            |             |            |             |            |             |            |
| 国際調査を完了した日<br>17.03.2020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                              | 国際調査報告の発送日<br>31.03.2020                                     |           |            |             |            |             |            |             |            |
| 名称及びあて先<br>日本国特許庁(ISA/JP)<br>〒100-8915<br>日本国<br>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）<br>鈴木 肇 5X 9847<br>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/JP2020/002080

| 引用文献 |             |    | 公表日        | パテントファミリー文献            | 公表日 |
|------|-------------|----|------------|------------------------|-----|
| JP   | 2019-4235   | A  | 10.01.2019 | (ファミリーなし)              |     |
| JP   | 2016-103689 | A  | 02.06.2016 | (ファミリーなし)              |     |
| WO   | 2016/103632 | A1 | 30.06.2016 | US 2017/0353244 A1     |     |
|      |             |    |            | 段落[0037], [0045], 図1-4 |     |
|      |             |    |            | JP 2019-201429 A       |     |