

(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  
2024年11月21日(21.11.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/236810 A1

- (51) 国際特許分類:  
H04L 45/16 (2022.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/018611
- (22) 国際出願日: 2023年5月18日(18.05.2023)
- (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: 横井 花深(YOKOI, Hanami); 〒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). 小野 孝太

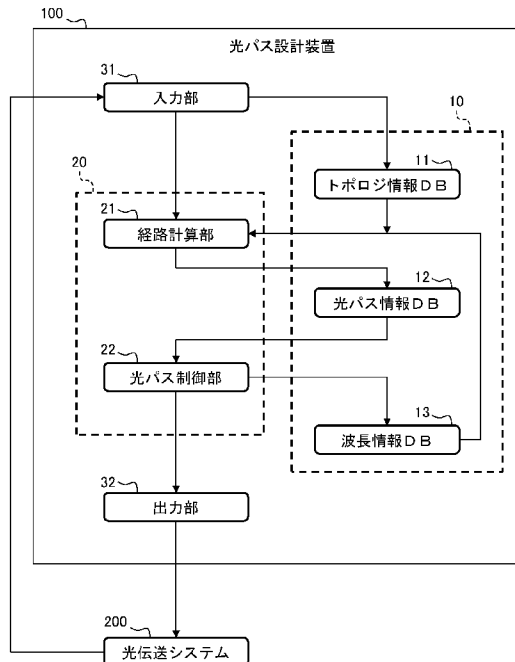
郎(ONO, Kotaro); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 越地 弘順(KOSHIJI, Kojun); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 徳永 和宏(TOKUNAGA, Kazuhiro); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 松川 達哉(MATSUKAWA, Tatsuya); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 宮村 崇(MIYAMURA, Takashi); 〒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: 弁理士法人磯野国際特許商標事務所 (ISONO INTERNATIONAL PATENT

(54) Title: OPTICAL PATH DESIGN DEVICE, OPTICAL PATH DESIGN METHOD, AND OPTICAL PATH DESIGN PROGRAM

(54) 発明の名称: 光パス設計装置、光パス設計方法、および、光パス設計プログラム

[図1]



- 100 Optical path design device
- 11 Topology information database
- 12 Optical path information database
- 13 Wavelength information database
- 21 Route calculation unit
- 22 Optical path control unit
- 31 Input unit
- 32 Output unit
- 200 Optical transmission system

(57) Abstract: This optical path design device (100) sets optical paths connecting one fixed node serving as a fixed end point and a plurality of switching nodes serving as end points to be switched with a time difference. To that end, the optical path design device (100) comprises: a route calculation unit (21) for calculating, as a route of an optical path for each switching node connecting a fixed node and each switching node, a route of an optical path including a route obtained by aggregating common routes of a plurality of optical paths; and an optical path control unit (22) for reserving



WO 2024/236810 A1

OFFICE, P.C.); 〒1020082 東京都千代田区一番町 2 1 一番町東急ビル 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

a communication resource used by an optical path in which a usage period and a usage wavelength are designated on the route of the optical path calculated by the route calculation unit (21), and opening an optical path using the usage wavelength reserved for the reserved usage period.

(57) 要約: 光パス設計装置 (100) は、固定端点となる1つの固定ノードと、時間差で切り替える端点となる複数の切替ノードとを接続する光パスを設定する。そのため、光パス設計装置 (100) は、固定ノードと各切替ノードとを接続する切替ノードごとの光パスの経路について、複数の光パスの共通経路を集約した経路を含む光パスの経路を計算する経路計算部 (21) と、経路計算部 (21) が計算した光パスの経路上で使用期間および使用波長を指定した光パスが使用する通信資源を予約するとともに、予約された使用期間において予約された使用波長を用いた光パスを開通させる光パス制御部 (22) とを有する。

## 明 細 書

発明の名称：

光パス設計装置、光パス設計方法、および、光パス設計プログラム

### 技術分野

[0001] 本発明は、光パス設計装置、光パス設計方法、および、光パス設計プログラムに関する。

### 背景技術

[0002] 光伝送システムに使用される光パスは、ある端点から別の端点への経路に沿って設定される。同時に使用可能な光パスの本数などの光伝送システムのネットワーク資源は有限である。そのため、光伝送システム上で大量の通信需要を満たすためには、ネットワーク資源の利用効率の良い光パスの経路設計を行うことが求められる。

[0003] そこで、光マルチキャストとして、光レイヤで1端点に対して多端点が同時に通信する「1対多同時通信」を可能とする光パス接続形態が提案されている。非特許文献1、2には、光マルチキャストの経路選択アルゴリズムが記載されている。光マルチキャストを用いることにより、1端点に対して多端点の光パスを設計することが可能となる。

### 先行技術文献

#### 非特許文献

[0004] 非特許文献1：Xijun Zhang, John Y. Wei, and Chunming Qiao, "Constrained Multicast Routing in WDM Networks with Sparse Light Splitting," J. Lightwave Technol. 18, 1917- (2000)

非特許文献2：L. H. Sahasrabudhe and B. Mukherjee, "Light trees: optical multicasting for improved performance in wavelength routed networks," in IEEE Communications Magazine, vol. 37, no. 2, pp. 67-73, Feb. 1999, doi: 10.1109/35.747251.

### 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0005] なお、光レイヤで1端点と多端点を接続する1対多通信は、1対多同時通信だけでない。1対多通信であっても、多端点に対する通信は同時には発生せず、1端点に対して多端点が時間差で（時系列的に）通信できればよい通信需要（以下、「1対多切替通信」）も存在する。以下では、例えば、1端点のユーザ拠点で発生した履歴データを、多端点のデータセンタに分散してバックアップするような1対多切替通信を検討する。

この場合、ユーザ拠点から接続先のデータセンタへのデータ送信は、同時には1カ所のデータセンタだけ行えばよく、その間には他のデータセンタとの接続は行わない。そして、ユーザ拠点は、あるデータセンタへのデータ送信を終えた後、別のデータセンタへと接続を切り替えてデータ送信を開始すればよい。

[0006] 図8は、光伝送システム200Aにおいて、光パスが設定される前のネットワークトポロジを示す構成図である。

光パスを設定するノードは、図8では縦4台×横4台＝16台が用意されている。具体的には、1列目のノードA1～A4と、2列目のノードB1～B4と、3列目のノードC1～C4と、4列目のノードD1～D4とが格子状に接続されている。

また、1対多通信の「1」に該当するノードD4には、ユーザ拠点Yが収容されている。そして、1対多通信の「多」に該当するノードA1, A2, A3には、各拠点X1, X2, X3が収容されている。ここで、ユーザ拠点Yが、拠点X1, X2, X3との間で1対多切替通信を行う場面を想定する。

[0007] 図9は、図8の光伝送システム200Aにおいて、複数本の1対1通信を用意する光伝送システム200Bを示す構成図である。

光伝送システム200Bには、以下のように、「多」に該当する各拠点への光パスが、別々の経路であるユニキャストの光パスとして、作成されている。

- ・第1の光パスは、ノードD4, D3, D2, D1, C1, B1, A1の経路を通過し、ユーザ拠点Yと拠点X1とを接続する。

- ・第2の光パスは、ノードD4, D3, D2, C2, B2, A2の経路を通過し、ユーザ拠点Yと拠点X2とを接続する。

- ・第3の光パスは、ノードD4, C4, B4, A4, A3の経路を通過し、ユーザ拠点Yと拠点X3とを接続する。

この図9の方式では、1対3切替通信であっても、3本の光パスを常時使用可能にするため、3本の光パスの経路上の各ノードは、波長を常に占有しており、ネットワーク資源の利用効率は高くない。

[0008] 図10は、図8の光伝送システム200Aにおいて、1対多同時通信を用意する光伝送システム200Cを示す構成図である。

光伝送システム200Cには、以下のように、「多」に該当する各拠点への光パスが、非特許文献1, 2のような1本から途中で3本へと分岐するマルチキャストの光パスとして、作成されている。この光パス（図10では実線）は、ノードD4, C4, C3, B3, B2, A2までは1本の共通経路であり、その先は、A2→A1の第1分岐線と、A2→A3の第2分岐線とに分岐する。

- ・ユーザ拠点Yと拠点X1との通信は、共通経路→第1分岐線の光パスで接続されている。

- ・ユーザ拠点Yと拠点X2との通信は、共通経路の光パスで接続されている。

- ・ユーザ拠点Yと拠点X3との通信は、共通経路→第2分岐線の光パスで接続されている。

[0009] この図10の方式は、データ受信をしない期間であっても、常時光パスのネットワーク資源（第1分岐線、第2分岐線）は占有的に確保されてしまっているため、ネットワーク資源の利用効率は高くない。

例えば、ノードD3, D2, D1, C1, B1, A1, A2の経路を通過し、ユーザ拠点Zと拠点X2とを接続する新たな光パス（図10では破線）を作成しようとしても、ユーザ拠点Yと拠点X1～X3とを接続する既存の光パス（図10では実

線)と、経路が一部重複してしまう。そのため、既存の光パスが占有しているネットワーク資源を新たな光パスが使用できないため、新たな光パスを作成できない。

[0010] このように、図9の複数本の1対1通信方式でも、図10の1対多同時通信方式でも、1対多切替通信を前提に設計されていない。よって、ある端点間で通信が行われている間は他の端点間を結ぶ光パスで使用される波長リソースは占有されるのみで、活用がされていない状態となってしまう。

[0011] そこで、本発明は、1対多地点の通信を時系列で切り替えながら通信する場合に、光パスの利用効率を向上させ、低コストで光通信を実現することを主な課題とする。

### 課題を解決するための手段

[0012] 前記課題を解決するために、本発明の光パス設計装置は、以下の特徴を有する。

本発明は、光パスを設定する光パス設計装置であって、

前記光パス設計装置は、固定端点となる1つの固定ノードと、時間差で切り替える端点となる複数の切替ノードとを接続する光パスを設定するものであり、

前記固定ノードと前記各切替ノードとを接続する前記切替ノードごとの光パスの経路について、複数の光パスの共通経路を集約した経路を含む光パスの経路を計算する経路計算部と、

前記経路計算部が計算した光パスの経路上で使用期間および使用波長を指定した光パスが使用する通信資源を予約するとともに、予約された使用期間において予約された使用波長を用いた光パスを開通させる光パス制御部とを有することを特徴とする。

### 発明の効果

[0013] 本発明により、1対多地点の通信を時系列で切り替えながら通信の場合に、光パスの利用効率を向上させ、低コストで光通信を実現することができる。

## 図面の簡単な説明

- [0014] [図1]本実施形態に関する光パス設計装置の構成図である。
- [図2]本実施形態に関する光パス設計装置の処理を示すフローチャートである。
- [図3]本実施形態に関する1対多通信の候補経路上で波長を予約した状態の光伝送システムを示す構成図である。
- [図4]本実施形態に関する図3の光伝送システムにおいて、第1光パスを作成した状態の光伝送システムを示す構成図である。
- [図5]本実施形態に関する図4の光伝送システムにおいて、第1光パスから第2光パスに切り替えた状態の光伝送システムを示す構成図である。
- [図6]本実施形態に関する図5の光伝送システムにおいて、第2光パスから第3光パスに切り替えた状態の光伝送システムを示す構成図である。
- [図7]本実施形態に関する光パス設計装置のハードウェア構成図である。
- [図8]光伝送システムにおいて、光パスが設定される前のネットワークポロジを示す構成図である。
- [図9]図8の光伝送システムにおいて、複数本の1対1通信を用意する光伝送システムを示す構成図である。
- [図10]図8の光伝送システムにおいて、1対多同時通信を用意する光伝送システムを示す構成図である。

## 発明を実施するための形態

- [0015] 以下、本発明の一実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。
- [0016] 図1は、光パス設計装置100の構成図である。
- 光伝送システム200は、IP通信ネットワーク等の基幹ネットワークであり、光信号による通信が行われるネットワークである（図3－図6で詳細を説明）。光パス設計装置100は、光伝送システム200とネットワークで接続されており、光伝送システム200に対して1対多切替通信の光パスを設計する。
- [0017] なお、以下では、1対多切替通信の第*i*光パス（ $i = 1, 2, \dots, N$ ）とは

、多端点側のN個の端点をそれぞれ切替ノードとする光パスとする。また、1端点側の固定ノードと、多端点側のN個の切替ノードとの組み合わせを、「端点組」と呼ぶ。同じ端点組から作成され、同じ固定ノードと接続する第i光パスは、それぞれ光パスIDは異なるものの、使用する波長は同じである。

また、第i光パスの使用順序として、初期開通対象の切替ノードを第1切替ノードとし、その第1切替ノードを端点とする光パスを第1光パスとする。第1切替ノードの次に使用されるノードを第2切替ノードとし、その第2切替ノードを端点とする光パスを第2光パスとする。以下、同様に、第i切替ノードを端点とする第i光パスが作成される。

[0018] 光パスの設計とは、以下の処理により具体化される。

・光パスの「波長予約」とは、光パス設計装置100が、光伝送システム200（各ノードおよび各リンク）に対して、予約内容（光パスの経路、使用波長、および、使用期間）を指定して、その指定された範囲内で1つの光パスを独占的に使用させるための前処理である。そのため、先予約済の予約内容と重複する後予約は、却下される。

・光パスの「作成」とは、光パスの経路上の光伝送システム200（各ノードおよび各リンク）が、予約内容に沿って、端点組を接続する光パスを新たに光伝送システム200に開通させる処理である。開通した光パスは、端点組の通信需要を満たすようにデータ送受信が可能となる。

・光パスの「削除」とは、光パスの経路上の光伝送システム200（各ノードおよび各リンク）が、開通した光パスを光伝送システム200から削除する処理である。

・光パスの「切替」とは、光パス設計装置100が、1対多切替通信において、切替ノードを切り替えるために、光伝送システム200（各ノードおよび各リンク）に光パスを再設定する処理である。例えば、第1光パスから第2光パスへの光パスの切替処理を行うために、光パス設計装置100は、光伝送システム200から第1光パスを削除した後、第2光パスを作成する

。

[0019] このように、光パス設計装置 100 は、光パスが使用する端点や使用する期間が、事前に予約内容として決定している 1 対多切替通信を扱う。そのため、光パスの切替時間が許容される以下のような光伝送システム 200 に応用することが望ましい。

- ・ データセンタバックアップシステム
- ・ 低価格帯の光パス提供システム
- ・ 災害時における非被災地域の光パス再接続システム

[0020] また、光パス設計装置 100 は、多数の光パスが乱立し、波長リソースの確保の確実性が求められる将来の光伝送システム 200 において、オンデマンド光パスを設計する用途に適している。

「オンデマンド光パス」は、使用期間が設定される光パスである。一方、オンデマンドでない光パス（常時光パス）とは、使用期間が設定されず、開通した後は基本的に常時使用される光パスである。そして、光伝送システム 200 は、常時光パスを様々な通信需要で兼用する運用手法よりも、通信需要に応じてオンデマンド光パスを期間限定で設定する運用手法により、常時光パスの非稼働期間を抑制し、有限である通信資源を効率的に活用できる。

さらに、オンデマンド光パスは個々の通信需要に応じて個別に設定可能であるため、厳しい要件が課される通信需要に対しても、使用する通信資源の過不足なく、適切な光パスを開通できる。厳しい要件とは、例えば、遅延要件、信頼性要件、帯域要件等である。一方、常時光パスを様々な通信需要で使いまわすと、場合によっては通信資源の過剰が発生したり、通信資源の不足が発生したりする。

[0021] 光パス設計装置 100 は、記憶部 10 と、光パス設計部 20 と、入力部 31 と、出力部 32 とを有する。

入力部 31 は、光パスを介して通信される通信需要の情報などの情報を入力する。通信需要の情報は、例えば、1 対多切替通信の光パス設定要求における以下の情報である。

- ・ 端点組のうちの固定ノード。
- ・ 端点組のうちの複数の切替ノード。各切替ノードは、それぞれ使用期間が異なり、時間経過により使用する切替ノードが変更される。
- ・ 各切替ノードの使用期間および使用順序。

[0022] 出力部32は、光パス設計装置100の実行結果として、波長予約の結果、および、光パスの制御（作成、削除、切替）の結果を光伝送システム200に出力することで、光パスの設計内容を光伝送システム200に反映させる。

[0023] 記憶部10には、トポロジ情報DB11と、光パス情報DB12と、波長情報DB13とが格納されている。

トポロジ情報DB11は、光伝送システム200のトポロジ情報として、ノードとリンクとの接続関係を表す情報（図8など）や、ノード間の距離情報（リンクコスト）などを記憶する。

光パス情報DB12は、光伝送システム200で開通させる光パスの情報として、経路計算部21で計算した光パスの経路情報などを記憶する。波長情報DB13は、光伝送システム200の各リンクについて、波長予約の情報（波長の割当状況）を記憶する。

[0024] 光パス設計部20は、経路計算部21と、光パス制御部22とを有する。

経路計算部21は、入力部31から得られる情報を基に、例えば、端点組を対象とした最小全域木問題をクラスカル法などで解くことで、光パスの経路を計算する。

「全域木」とは、無向連結グラフが連結であるという条件を保ったまま辺を消去して得られる木のことである。

「最小全域木」とは、全域木を構成する辺のコストの総和が最小となるものである。

「最小全域木問題」は、与えられたグラフの最小全域木またはそのコストを求める問題である。このとき、コストとして以下のいずれかを用いる。

- ・ ホップ数

- ・波長利用率の総和
- ・距離
- ・光パスの帯域や接続距離に応じたコスト

[0025] 光パス制御部 22 は、入力部 31 から得られる情報と経路計算部 21 から得られる光パスの経路に従い、光伝送システム 200 に対し光パスの制御（作成、削除、切替、波長予約）を指示する。

以上説明した光パス設計装置 100 の各処理部や各 DB はあくまで一例であり、光パス設計装置 100 はさらに別の処理部や別の DB を備えていてもよい。また、光パス設計装置 100 は、1 台の装置として実装してもよいし、役割を分担した複数の装置群として実装してもよい。

[0026] このように、図 1 の光パス設計装置 100 は、固定端点となる 1 つの固定ノードと、時間差で切り替える端点となる複数の切替ノードとを接続する光パスを設定する。

経路計算部 21 は、固定ノードと各切替ノードとを接続する切替ノードごとの光パスの経路について、複数の光パスの共通経路を集約した経路を含む光パスの経路を計算する。

光パス制御部 22 は、経路計算部 21 が計算した光パスの経路上で使用期間および使用波長を指定した光パスが使用する通信資源を予約するとともに、予約された使用期間において予約された使用波長を用いた光パスを開通させる。

[0027] 図 2 は、光パス設計装置 100 の処理を示すフローチャートである。

入力部 31 は、前記した通信需要の情報に加え、トポロジ情報 DB 11 に格納するトポロジ情報を、入力された情報から抽出する（S11）。

経路計算部 21 は、トポロジ情報 DB 11 を参照して、S11 の通信需要の情報に含まれる端点組を接続する光パスの候補経路を計算する（S12）。

[0028] 光パス制御部 22 は、波長情報 DB 13 を参照して、S12 の候補経路について波長の予約が可能か否かを判定する（S13）。光パス制御部 22 は

、今回の波長の予約が不可なら（S 1 3でNoなら）、処理をS 1 2に戻して、経路計算部 2 1 に別の候補経路を計算させる。つまり、光パス制御部 2 2 は、既に予約した経路上の使用期間および使用波長と重複する別の予約が発生したときには、別の予約を却下する。

S 1 3でNoとは、例えば、波長情報DB 1 3内の先予約と、今回受け付けた後予約とで予約内容（光パスの経路、使用波長、および、使用期間）が重複する場合、または、波長情報DB 1 3内に新たに予約可能な波長資源が不足している場合が該当する。

一方、S 1 3でYesなら、光パス制御部 2 2 は、S 1 2の候補経路に含まれるすべてのリンクに対し、同一波長を予約し、その結果を波長情報DB 1 3に書き出す（S 1 4）。

[0029] 光パス制御部 2 2 は、S 1 4で予約した波長の使用期間になったら、波長情報DB 1 3から予約された波長を用いて、固定ノード、第1切替ノード間で第1光パスを作成し、その結果を光パス情報DB 1 2に書き出す（S 1 5）。そして、出力部 3 2 は、光パス情報DB 1 2内の第1光パスを光伝送システム 2 0 0に反映させることで、固定ノード、第1切替ノード間で第1光パスが開通する。

[0030] 光パス制御部 2 2 は、固定ノードの通信相手となる端点を、第1切替ノードから第2切替ノードに変更する契機が発生したか否かを判定する（S 1 6）。例えば、現在時刻が第1切替ノードの使用期間外になり、第2切替ノードの使用期間内になった場合には、S 1 6でYesとなり、S 1 7へ移行する。一方、契機が発生しない場合（S 1 6, No）は、光パス制御部 2 2 は、処理を終了する。

光パス制御部 2 2 は、光パス情報DB 1 2からS 1 5の第1光パスを削除する。そして、光パス制御部 2 2 は、S 1 4で予約された波長を用いて、固定ノード、第2切替ノード間で第2光パスを作成し、その結果を光パス情報DB 1 2に書き出す（S 1 7）。そして、出力部 3 2 は、光パス情報DB 1 2内の情報に従い、第1光パスの削除および第2光パスの作成を光伝送シス

テム200に反映させる。なお、第2光パスから第3光パスへ切り替える場合や、それ以降の光パスの切り替えも同様に処理する。

[0031] これにより、光パス制御部22は、第1光パスから第2光パスへと切り替える。なお、第1光パスも第2光パスも、同じ波長を使用するが、経路が異なる。

つまり、光パス制御部22は、所定の切替ノードの使用期間が経過し、別の切替ノードの使用期間が開始されるときに、所定の切替ノードに接続するために開通された第1光パスを削除した後、別の切替ノードに接続するための第2光パスを新たに開通させる。

[0032] 以下、図1の光伝送システム200の具体例について、図3～図6を参照して説明する。

図3は、図8の光伝送システム200Aにおいて、1対多通信の候補経路上で波長を予約した(S14)状態の光伝送システム200Dを示す構成図である。

経路計算部21は、例えば、固定ノードと切替ノードとを接続する最小全域木問題を解くことで、図3の破線で示す光パスの経路を計算する。

光パス制御部22は、固定ノードD4および各切替ノードA1, A2, A3の光パスに対して、候補経路の各リンクに対して同一波長を予約する(S14)。

[0033] なお、図3では、予約される各リンクの使用期間は以下の3通りである。なお、リンクD4-C4とは、ノードD4とノードC4とを接続するリンクという意味である。

・リンクD4-C4, リンクC4-C3, リンクC3-B3, リンクB3-B2, リンクB2-A2の各共通区間は、ユーザ拠点Yと拠点X2とを第1切替ノードA2を介して接続する第1光パスだけでなく、後記する第2光パスにも第3光パスにも使用される。よって、この各共通区間は、1対多通信の全光パス(第1光パス～第3光パス)の使用期間で予約される。

・リンクA2-A1は、ユーザ拠点Yと拠点X1とを第2切替ノードA1を介し

て接続する第2光パスでのみ使用される分岐区間であり、第2光パスの使用期間で予約される。

・リンクA2-A3は、ユーザ拠点Yと拠点X3とを第3切替ノードA3を介して接続する第3光パスでのみ使用される分岐区間であり、第3光パスの使用期間で予約される。

[0034] 図4は、図3の光伝送システム200Dにおいて、第1光パスを作成した(S15)状態の光伝送システム200Eを示す構成図である。

光パス制御部22は、共通区間の集約経路(ノードD4, C4, C3, B3, B2, A2)に沿って、ユーザ拠点Yと拠点X2とを接続するための第1光パスを作成する(S15)。なお、図4では、ノードD4-A2間で開通した第1光パスの経路を、実線で示している。

[0035] 図5は、図4の光伝送システム200Eにおいて、第1光パスから第2光パスに切り替えた(S17)状態の光伝送システム200Fを示す構成図である。

光パス制御部22は、光伝送システム200Eから第1光パスを削除した後、共通区間からリンクA2-A1に分岐する経路(ノードD4, C4, C3, B3, B2, A2, A1)に沿って、ユーザ拠点Yと拠点X1とを接続するための第2光パスを作成する(S17)。なお、図5の光伝送システム200Fでは、ノードD4-A1間で開通した第2光パスの経路を、実線で示している。

ここで、光パス制御部22は、事前に複数の端点に対して光パス予約を行うことにより、端点変更の際に、迅速かつ省リソースで光パスの切り替えができる。

[0036] 図6は、図5の光伝送システム200Fにおいて、第2光パスから第3光パスに切り替えた(2回目のS17)状態の光伝送システム200Gを示す構成図である。

光パス制御部22は、光伝送システム200Fから第2光パスを削除した後、共通区間からリンクA2-A3に分岐する経路(ノードD4, C4, C3, B3, B2, A2, A3)に沿って、ユーザ拠点Yと拠点X3とを接続するための第3光パスを作成

する（２回目のS17）。なお、図6の光伝送システム200Gでは、ノードD4-A3間で開通した第3光パスの経路を、実線で示している。

[0037] 以上説明した光伝送システム200は、例えば、以下の配信系サービスに応用される。

- ・双方向リアルタイム映像配信サービス。例えば、ライブ鑑賞等において、遠く離れた多数の観客とアーティストが高品質な映像とリアルタイム通信によって高品質なコミュニケーションをとることができるサービス。

- ・チャンネル切替配信サービス。つまり、映像配信サービスにおいて、視聴者の固定ノードが、複数の映像配信サーバ（切替ノード）を切り替えて映像データを受信するサービス。

- ・XR（Cross Reality）、Volumetric Video等の没入感の高い映像を用いた高臨場映像配信サービス。

- ・カメラ映像トラヒック等の拠点間通信サービス（工場内の複数の監視カメラ映像によるリアルタイムでの監視拠点への送信）

[0038] さらに、光伝送システム200は、例えば、以下のサービスに応用してもよい。

- ・データセンタバックアップサービス（同じユーザ拠点から複数データセンタへのバックアップ、あるデータセンタから別のデータセンタへのデータのバックアップなど）。

- ・遠隔制御サービス。例えば、固定ノード（手術室の医療端末）に対して、切替ノード（医師端末や検査技師端末）を切り替える遠隔手術が挙げられる。または、固定ノード（オペレータ端末）から切替ノード（遠隔地にある工場内の複数装置）を制御してもよい。さらに、固定ノード（配送員端末）から、切替ノード（各ドローン端末）を遠隔運転させるドローン配送サービスとしてもよい。

- ・移動基地局のコアネットワーク接続サービス。

[0039] 図7は、光パス設計装置100のハードウェア構成図である。

光パス設計装置100は、CPU901と、RAM902と、ROM90

3と、HDD904と、通信I/F905と、入出力I/F906と、メディアI/F907とを有するコンピュータ900として構成される。

通信I/F905は、外部の通信装置915と接続される。入出力I/F906は、入出力装置916と接続される。メディアI/F907は、記録媒体917からデータを読み書きする。さらに、CPU901は、RAM902に読み込んだプログラム（光パス設計プログラム）を実行することにより、各部を制御する。そして、このプログラム（アプリケーション、その略のアプリとも呼ばれる）は、通信回線を介して配布したり、CD-ROM等の記録媒体917に記録して配布したりすることも可能である。

[0040] [効果]

[0041] 本発明の光パス設計装置100は、固定端点となる1つの固定ノードと、時間差で切り替える端点となる複数の切替ノードとを接続する光パスを設定する光パス設計装置100であって、

固定ノードと各切替ノードとを接続する切替ノードごとの光パスの経路について、複数の光パスの共通経路を集約した経路を含む光パスの経路を計算する経路計算部21と、

経路計算部21が計算した光パスの経路上で使用期間および使用波長を指定した光パスが使用する通信資源を予約するとともに、予約された使用期間において予約された使用波長を用いた光パスを開通させる光パス制御部22とを有することを特徴とする。

[0042] これにより、光パス設計装置100は、共通経路を集約した経路の光パスを、使用期間を限定して予約させる。よって、光パス設計装置100は、1対多地点の通信を時系列で切り替えながら通信する場合に、光パスの占有リソース量を削減することで光パスの利用効率を向上させ、低コストで光通信を実現できる。

つまり、同じ固定ノードを接続する複数の光パスについて、共通経路を持たせずに複数の光パスを端点間にそれぞれ設定するよりも、共通経路を持たせることで予約リソース量を削減できる。この予約リソース量の削減により

、通信事業者やサービス事業者は、コスト削減の恩恵を得られるとともに、通信資源に余裕ができるため、災害の影響等による予期しない通信資源の需要にも対応できる。

[0043] 本発明の光パス設計装置100は、経路計算部21が、固定ノードと各切替ノードとを接続する最小全域木問題を解くことで、光パスの経路を計算することを特徴とする。

[0044] これにより、光パス設計装置100は、狭帯域のリンクなどの高コストのリンクを迂回するように光パスの経路を設定できるので、光パスの開通コストを低減できる。

[0045] 本発明の光パス設計装置100は、光パス制御部22が、既に予約した経路上の使用期間および使用波長と重複する別の予約が発生したときには、別の予約を却下することを特徴とする。

[0046] これにより、光パス設計装置100は、重複予約を予防することで、光パスを常時開通させなくても、必要時に光パスを使用させることができる。

[0047] 本発明の光パス設計装置100は、光パス制御部22が、所定の切替ノードの使用期間が経過し、別の切替ノードの使用期間が開始されるときに、所定の切替ノードに接続するために開通された第1光パスを削除した後、別の切替ノードに接続するための第2光パスを新たに開通させることを特徴とする。

[0048] これにより、光パス設計装置100は、使用期間が限定される光パスを適宜発生させたり削除させたりすることで、通信資源の使用効率を高めることができる。

## 符号の説明

- [0049] 10 記憶部  
11 トポロジ情報DB  
12 光パス情報DB  
13 波長情報DB  
20 光パス設計部

- 2 1 経路計算部
- 2 2 光パス制御部
- 3 1 入力部
- 3 2 出力部
- 1 0 0 光パス設計装置
- 2 0 0 光伝送システム

## 請求の範囲

- [請求項1] 光パスを設定する光パス設計装置であって、  
前記光パス設計装置は、固定端点となる1つの固定ノードと、時間差で切り替える端点となる複数の切替ノードとを接続する光パスを設定するものであり、  
前記固定ノードと前記各切替ノードとを接続する前記切替ノードごとの光パスの経路について、複数の光パスの共通経路を集約した経路を含む光パスの経路を計算する経路計算部と、  
前記経路計算部が計算した光パスの経路上で使用期間および使用波長を指定した光パスが使用する通信資源を予約するとともに、予約された使用期間において予約された使用波長を用いた光パスを開通させる光パス制御部とを有することを特徴とする  
光パス設計装置。
- [請求項2] 前記経路計算部は、前記固定ノードと前記各切替ノードとを接続する最小全域木問題を解くことで、光パスの経路を計算することを特徴とする  
請求項1に記載の光パス設計装置。
- [請求項3] 前記光パス制御部は、既に予約した経路上の使用期間および使用波長と重複する別の予約が発生したときには、別の予約を却下することを特徴とする  
請求項1に記載の光パス設計装置。
- [請求項4] 前記光パス制御部は、所定の切替ノードの使用期間が経過し、別の切替ノードの使用期間が開始されるときに、前記所定の切替ノードに接続するために開通された第1光パスを削除した後、前記別の切替ノードに接続するための第2光パスを新たに開通させることを特徴とする  
請求項1に記載の光パス設計装置。
- [請求項5] 光パスを設定する光パス設計装置は、経路計算部と、光パス制御部

とを有しており、

前記光パス設計装置は、固定端点となる1つの固定ノードと、時間差で切り替える端点となる複数の切替ノードとを接続する光パスを設定するものであり、

前記経路計算部は、前記固定ノードと前記各切替ノードとを接続する前記切替ノードごとの光パスの経路について、複数の光パスの共通経路を集約した経路を含む光パスの経路を計算し、

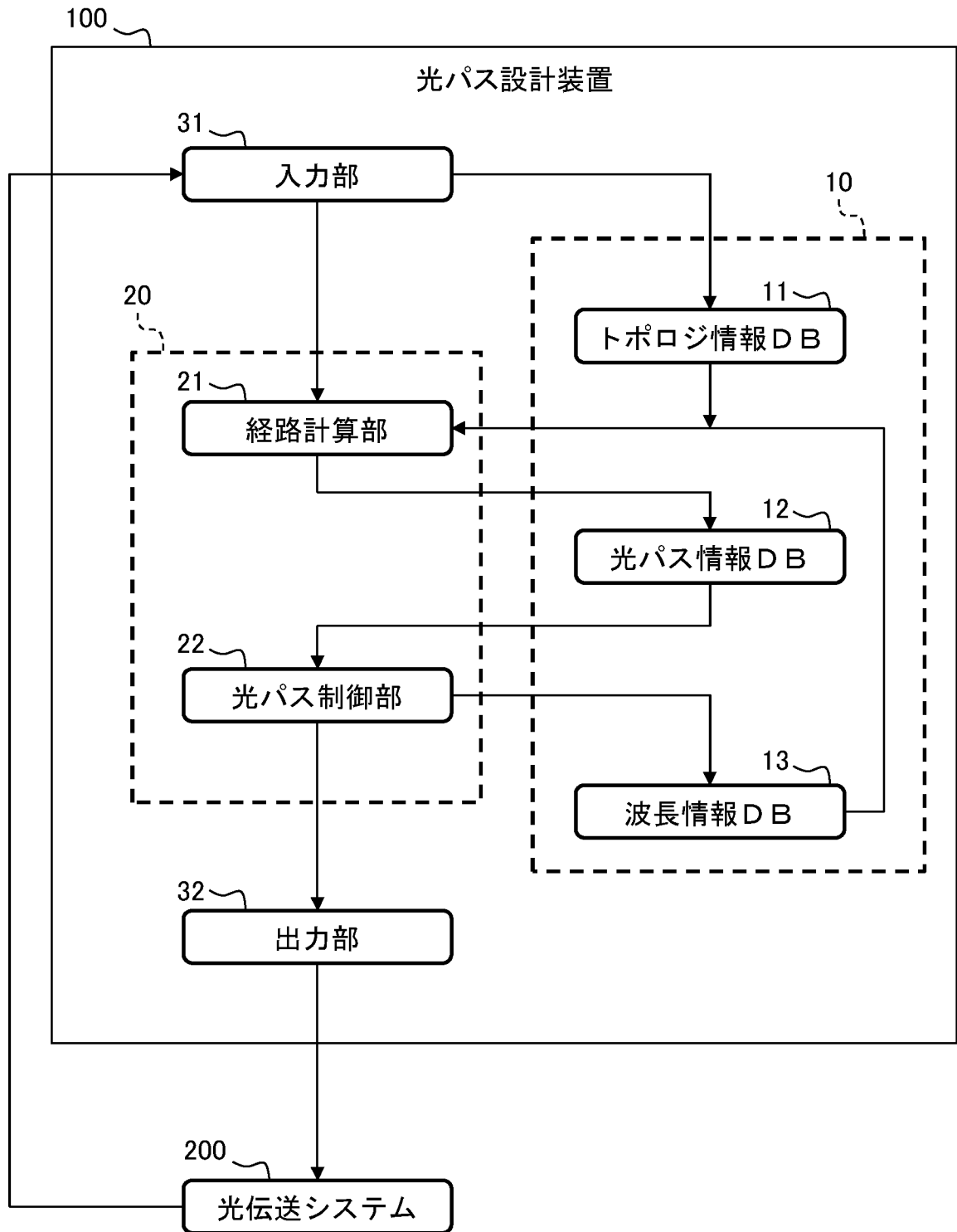
前記光パス制御部は、前記経路計算部が計算した光パスの経路上で使用期間および使用波長を指定した光パスが使用する通信資源を予約するとともに、予約された使用期間において予約された使用波長を用いた光パスを開通させることを特徴とする

光パス設計方法。

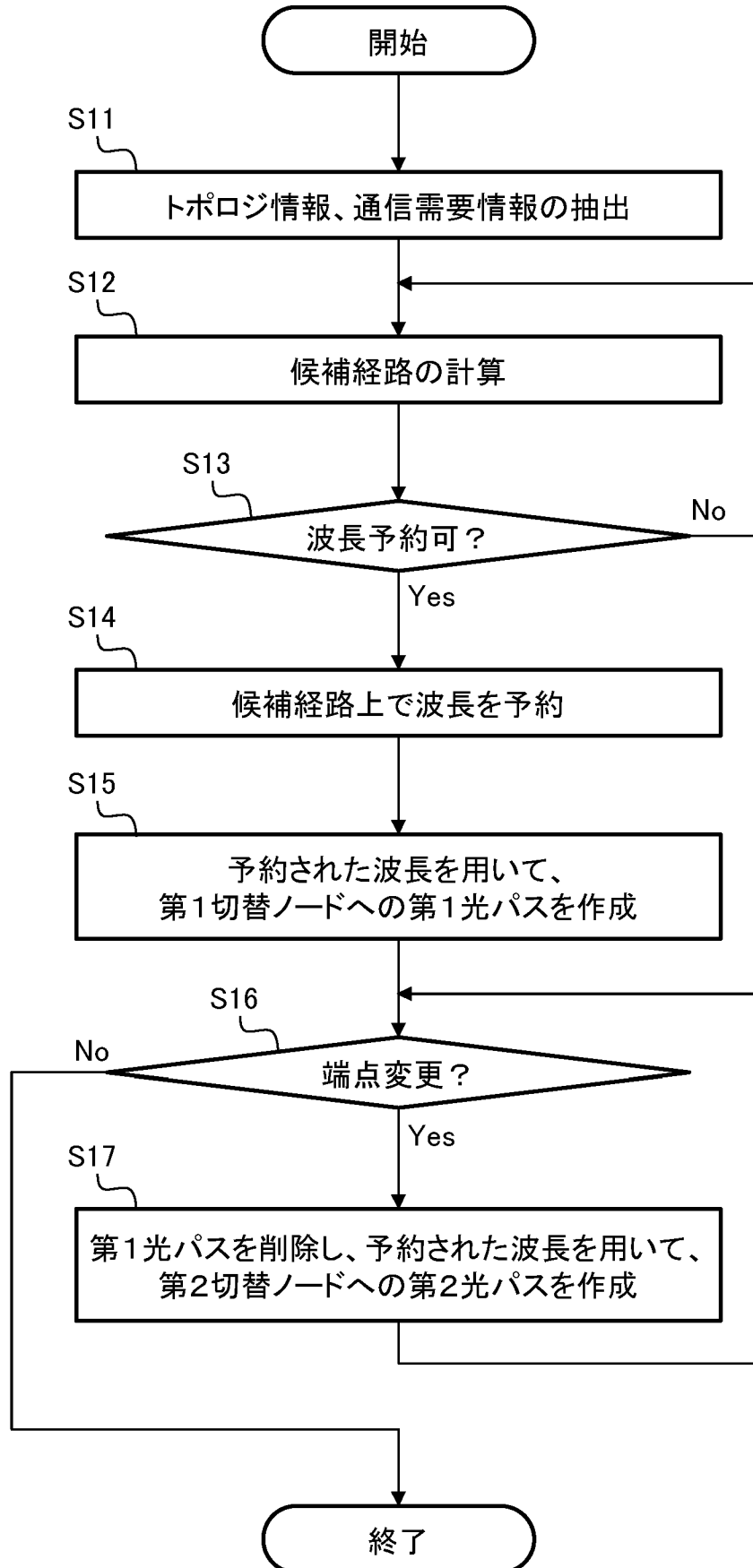
[請求項6]

コンピュータを、請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の光パス設計装置として機能させるための光パス設計プログラム。

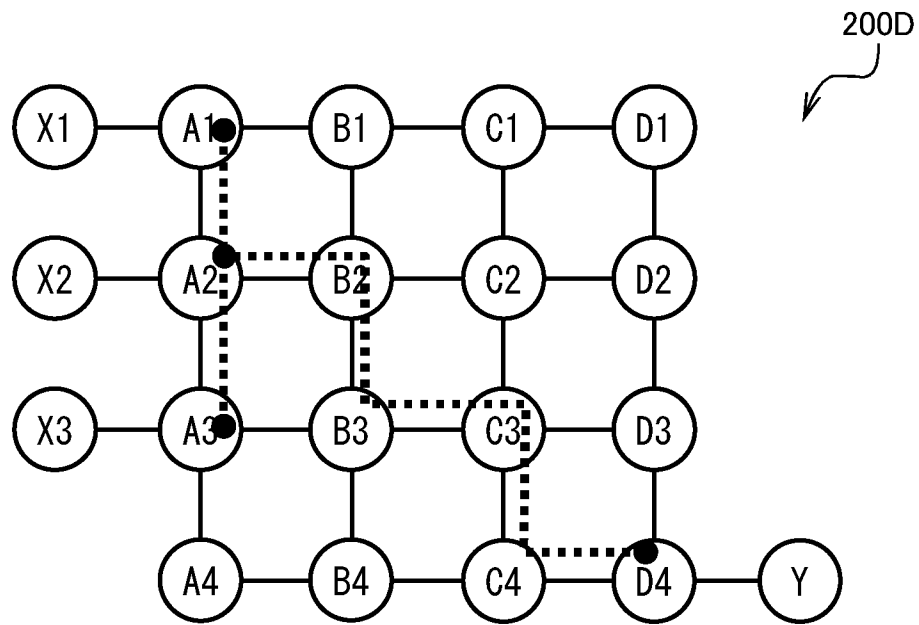
[図1]



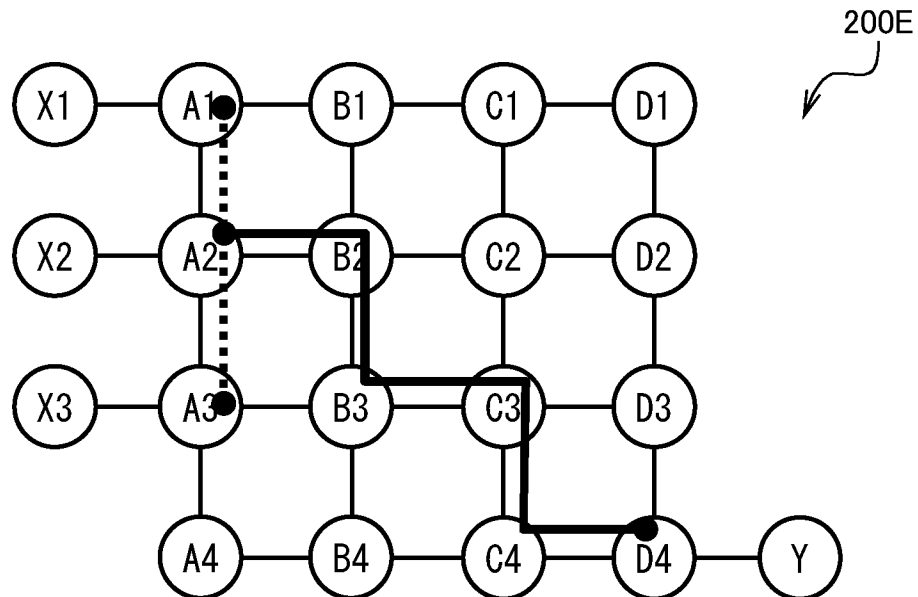
[図2]



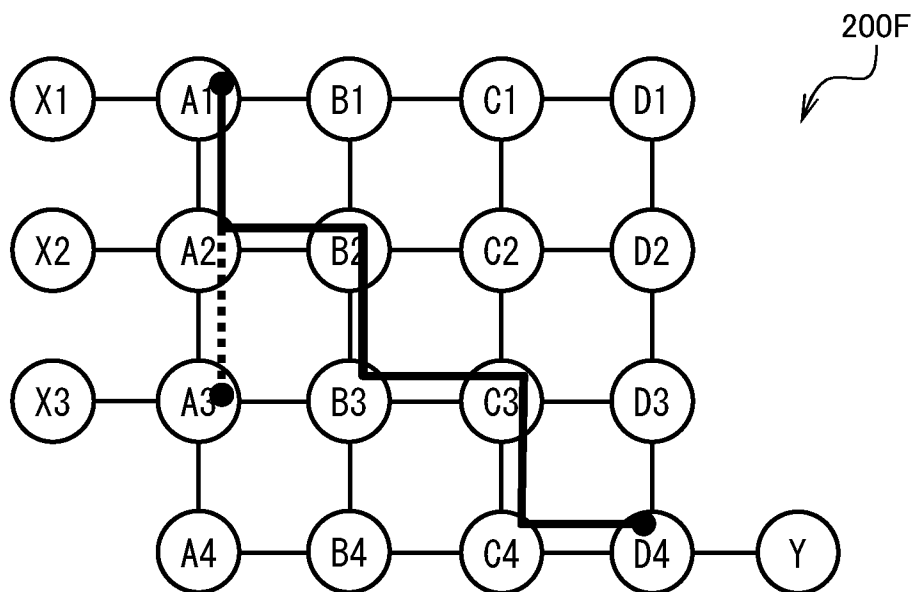
[図3]



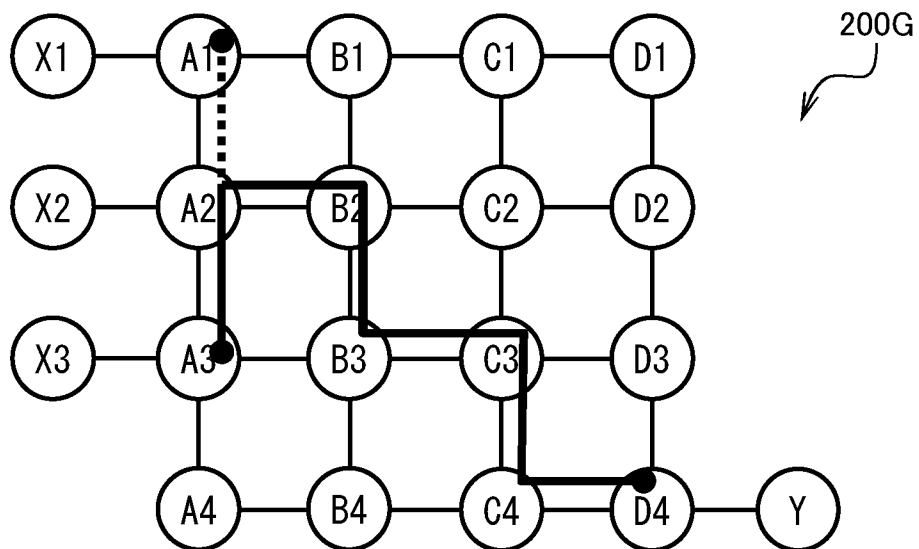
[図4]



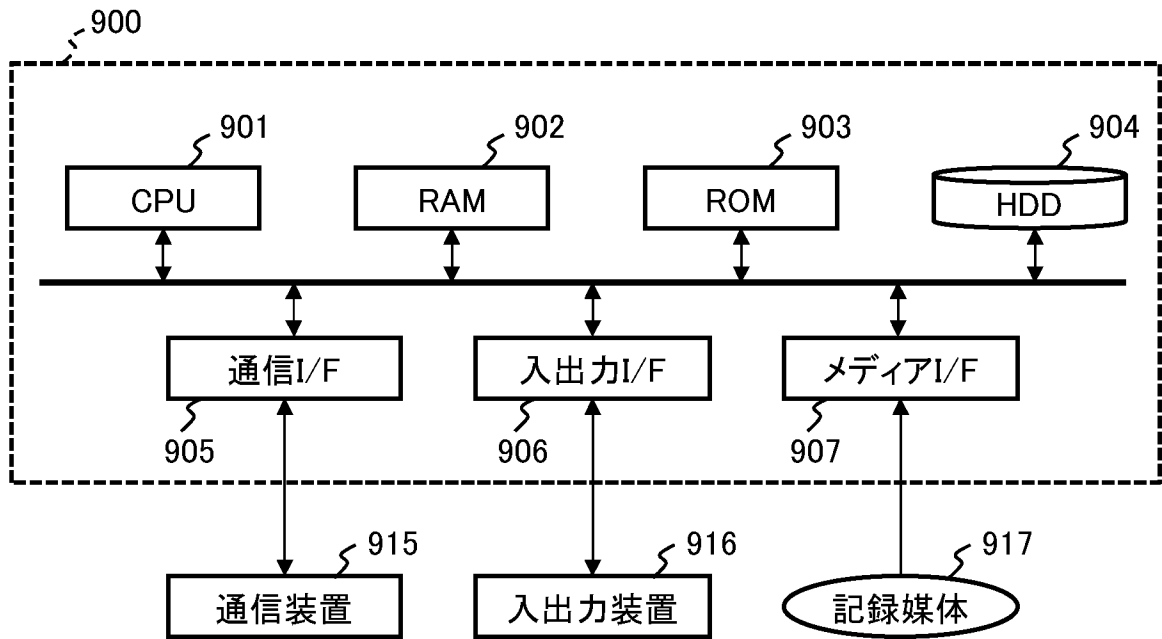
[図5]



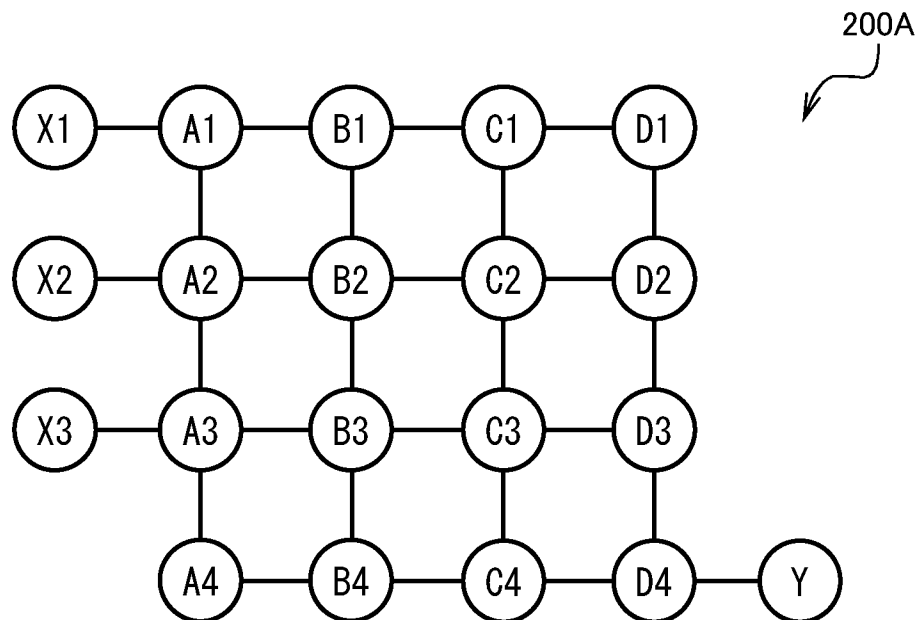
[図6]



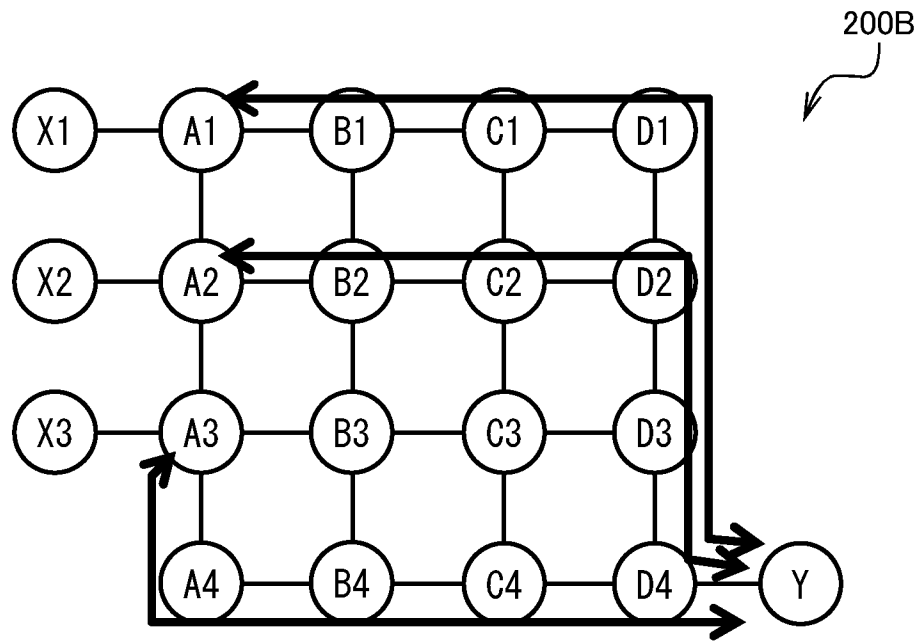
[図7]



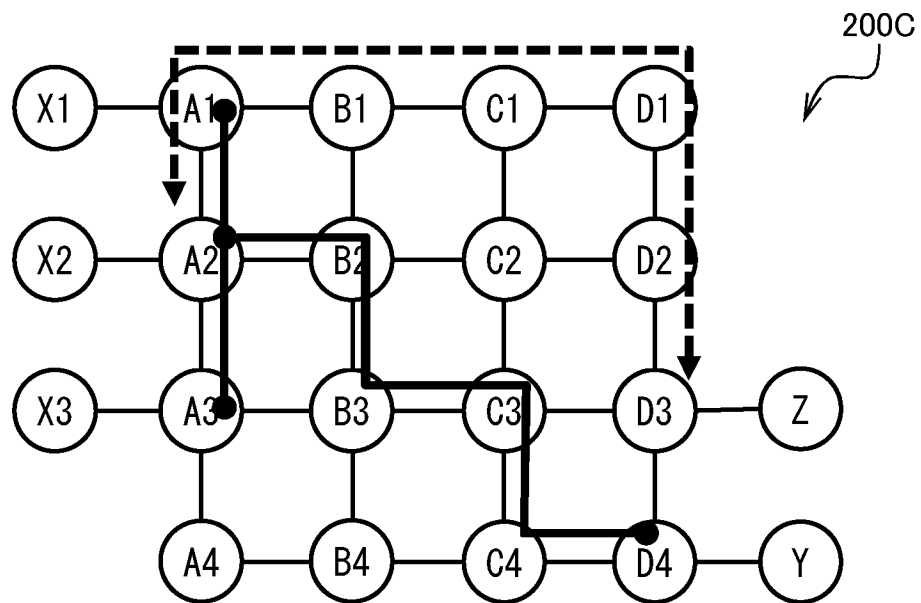
[図8]



[図9]



[図10]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/018611

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>H04L 45/16</i> (2022.01) FI: H04L45/16		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04L45/16		
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 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2022/102134 A1 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 19 May 2022 (2022-05-19) entire text, all drawings	1-6
A	JP 2011-188046 A (HITACHI, LTD.) 22 September 2011 (2011-09-22) entire text, all drawings	1-6
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>21 June 2023</b>		Date of mailing of the international search report <b>25 July 2023</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2023/018611**

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2022/102134 A1	19 May 2022	(Family: none)	
JP 2011-188046 A	22 September 2011	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04L 45/16(2022.01)i FI: H04L45/16		
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）） H04L45/16 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2023年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2023年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2023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	WO 2022/102134 A1（日本電信電話株式会社）19.05.2022（2022 - 05 - 19） 全文、全図	1-6
A	JP 2011-188046 A（株式会社日立製作所）22.09.2011（2011 - 09 - 22） 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 “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
21.06.2023	25.07.2023	
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/JP2023/018611

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2022/102134 A1	19.05.2022	(ファミリーなし)	
JP 2011-188046 A	22.09.2011	(ファミリーなし)	