

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-192425

(P2015-192425A)

(43) 公開日 平成27年11月2日(2015.11.2)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
H04L 12/70 (2013.01) H04L 12/70 100Z 5K030
H04L 12/717 (2013.01) H04L 12/717

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2014-70374 (P2014-70374)
 (22) 出願日 平成26年3月28日 (2014.3.28)

(出願人による申告)平成25年度、独立行政法人情報
 通信研究機構、「高度通信・放送研究開発委託研究／エ
 ラスティック光通信ネットワーク構成技術の研究開発」
 、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(71) 出願人 000005223
 富士通株式会社
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号
 (74) 代理人 100074099
 弁理士 大菅 義之
 (74) 代理人 100133570
 弁理士 ▲徳▼永 民雄
 (72) 発明者 瀧田 裕
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内
 (72) 発明者 橋口 知弘
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

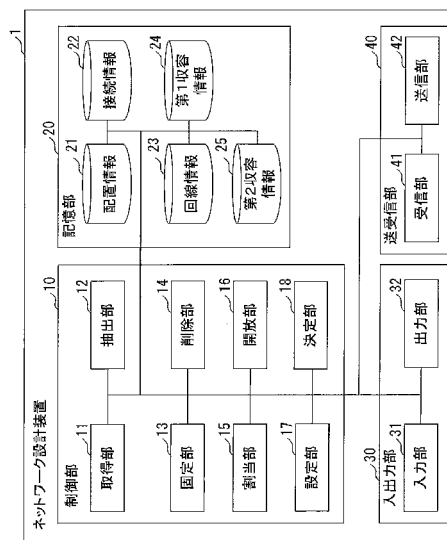
(54) 【発明の名称】 デマンド収容変更順序決定方法、およびデマンド収容変更順序決定プログラム

(57) 【要約】

【課題】再最適化処理における計算処理の負荷を軽減する。

【解決手段】デマンドの経路を変更する順序を求めるデマンド収容変更順序決定方法は、取得処理と、抽出処理と、固定処理と、削除処理と、決定処理とを含む。取得処理は、同じ光回線経路を経由する光回線の中で、変更後に削除される回線の数を示す第1回線数を求める。抽出処理は、変更前後で収容される第1デマンドがない回線を抽出する。さらに、抽出処理は、抽出した回線の数が第1回線数未満のとき、合計の抽出数が前記第1回線数になるまで、第1デマンドを有する回線の中から、第1デマンドの帯域が大きい順に回線を抽出する。固定処理は、抽出した回線の数が第1回線数と同じになると、抽出されていない回線に収容された第1デマンドを固定する。削除処理は、抽出した回線を削除する。決定処理は、デマンドの回線経路を変更する変更順序を決定する。

ネットワーク設計装置の一実施例を示す
 機能ブロック図



【選択図】 図4

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

デマンドの経路を変更する順序を求める変更順序決定方法であって、
同じ回線経路を経由する回線の中で、変更後に削除される回線の数を表す第 1 回線数を求め、

変更前および変更後で収容される第 1 デマンドがない回線を抽出し、

抽出した前記回線の数が前記第 1 回線数未満のとき、合計の抽出数が前記第 1 回線数になるまで、第 1 デマンドを有する回線の中から、前記第 1 デマンドの帯域が大きい順に回線を抽出し、

抽出した前記回線の数が前記第 1 回線数と同じになると、抽出した前記回線を削除し、

抽出されていない回線に収容された第 1 デマンドを固定し、

デマンドの経路を変更する順序を求める

ことを特徴とするデマンド収容変更順序決定方法。

【請求項 2】

抽出した前記回線の数が前記第 1 回線数と同じになったとき、抽出されていない前記回線の空き帯域を変更後に収容される第 2 デマンドに割り当て、

収容できない前記第 2 デマンドがあるとき、前記第 2 デマンドを収容する回線の第 2 回線数を求め、

抽出されていない第 1 デマンドを有する前記回線の中から、空き帯域が小さい順に前記第 2 回線数と同じ数の回線のデマンドを開放し、

抽出されていない回線に収容された第 1 デマンドを固定する処理を実行する

ことを特徴とする請求項 1 に記載のデマンド収容変更順序決定方法。

【請求項 3】

デマンドの回線経路を変更する順序を求める変更順序決定プログラムであって、

同じ回線経路を経由する回線の中で、変更後に削除される回線の数を表す第 1 回線数を求め、

変更前および変更後で収容される第 1 デマンドがない回線を抽出し、

抽出した前記回線の数が前記第 1 回線数未満のとき、合計の抽出数が前記第 1 回線数になるまで、第 1 デマンドを有する回線の中から、前記第 1 デマンドの帯域が大きい順に回線を抽出し、

抽出した前記回線の数が前記第 1 回線数と同じになると、抽出した前記回線を削除し、

抽出されていない回線に収容された第 1 デマンドを固定し、

デマンドの経路を変更する順序を求める

処理をコンピュータに実行させることを特徴とするデマンド収容変更順序決定プログラム。

【請求項 4】

抽出した前記回線の数が前記第 1 回線数と同じになったとき、抽出されていない前記回線の空き帯域を変更後に収容される第 2 デマンドに割り当て、

収容できない前記第 2 デマンドがあるとき、前記第 2 デマンドを収容する回線の第 2 回線数を求め、

抽出されていない第 1 デマンドを有する前記回線の中から、空き帯域が小さい順に前記第 2 回線数と同じ数の回線のデマンドを開放し、

抽出されていない回線に収容された第 1 デマンドを固定する処理を実行する

処理をコンピュータに実行させることを特徴とする請求項 3 に記載のデマンド収容変更順序決定プログラム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明はネットワーク上の光回線にデマンドを収容する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

WDM光ネットワークでは、TDMを用いて、光回線が有する通信帯域（一定時間あたりに通信できるデータ量）を所定の時間間隔で区切ったタイムスロットをデマンドに割り当てることにより、光回線にデマンドを収容している。以下の説明では、WDM光ネットワークのことを単にネットワークとも言う。また、通信帯域のことを、単に帯域とも言う。さらに、光回線のことを、単に回線とも言う。タイムスロットのことを単にスロットとも言う。

【0003】

WDMとは、Wavelength Division Multiplexingの略である。そして、WDM光ネットワークでは、波長分割多重することにより、光ファイバに複数の光回線を載せている。TDMとは、Time Division Multiplexingの略である。

10

【0004】

デマンドとは、ユーザにより始点となる局舎、終点となる局舎、および要求する帯域が指定されたネットワーク上のリソースの使用要求のことである。光回線とは、始点となる局舎と終点となる局舎とを結ぶ光回線経路が定められた光通信で用いられる回線のことである。以下の説明では、光回線経路のことを、単に経路とも言う。また、始点となる局舎のことを始点局舎とも言う。そして、終点となる局舎のことを、終点局舎とも言う。

【0005】

ネットワーク上の光回線にデマンドを収容するときには、例えば、図1に示すネットワーク設計装置1が用いられる。ネットワーク設計装置1は、ネットワーク101の運用を開始するとき、ネットワーク101のリソース（ノード装置111～117やリンク121～126）を有効活用するように、デマンドを収容する光回線の光回線経路を設定する。そして、ネットワーク設計装置1は、設定した光回線経路を通る光回線にデマンドを収容する。以下の説明では、デマンドを収容する光回線の光回線経路のことをデマンドの経路とも言う。ネットワーク上の光回線にデマンドを収容することを、ネットワークにデマンドを収容するとも言う。また、ノード装置111～117を特に区別しない場合には、ノード装置110とも言う。さらに、リンク121～126を特に区別しない場合には、リンク120とも言う。

20

【0006】

ネットワーク設計装置1は、例えば、局舎Aと局舎Eとの間の帯域の使用を要求するデマンドが与えられたとき、図2に示すように、短いデマンドの経路を設定し、設定した経路上の光回線201にデマンドを収容する。これにより、ネットワーク設計装置1は、例えば、光回線201よりも長い光回線経路を経由する光回線202にデマンドを収容するよりも、ネットワークのリソースを有効活用した設計をする。

30

【0007】

ネットワーク設計装置1は、例えば、局舎に設置されたノード装置110のスイッチング機能を利用して、光回線が有するスロットをデマンドに割り当てる。これにより、ネットワーク設計装置1は、デマンドが収容される光回線を切替え、デマンドの経路を変更することができる。ネットワークの規格がOTN（Optical Transport Network）規格である場合、スイッチング機能は、例えば、ODU（Optical Data Unit）－XC（Cross Connect）機能により実現される。

40

【0008】

ネットワークでは、運用中において、デマンドの変化、ネットワークトポロジの変化、およびネットワーク構成の変化などにより、デマンドが収容される光回線が変更され、ネットワークのリソースが有効活用されていない状態になることがある。この一例としては、例えば、図3（a）のネットワーク300に示すように、デマンドの経路が迂回することにより長くなっている状態などがある。

【0009】

このとき、ネットワーク設計装置1は、ネットワークのリソースを有効活用するため、

50

デマンドの経路の再最適化を実行し、デマンドの経路を短くする処理を実行する。この一例としては、図3(b)に示すように、ネットワーク300において、デマンドに含まれる始点局舎と、終点局舎とを示す情報を参照し、デマンドの経路を短く変更する処理がある。これにより、ネットワーク設計装置1は、使用するスロットの数を、図3(a)に示す11スパン×4スロットから、図3(b)に示す5スパン×4スロットに削減し、リソースを有効活用する。なお、図3において、デマンドD5～D8は、それぞれデマンドD1～D4の経路を変更したデマンドである。以下の説明では、デマンドの経路が短くなるように、デマンドの経路を変更する処理のことを、再最適化処理とも言う。

【0010】

関連する他の技術として、パラメタ決定部と、優先度数算出部と、仮想ノード決定部とを備え、仮想ネットワークの作成要求に応じて仮想ノードを作成する物理ノードを決定する仮想ネットワーク管理システムがある。パラメタ決定部は、物理ノードの優先度数決定時における仮想ノードの要求位置と物理ノード位置との差異に対する重み係数を決定する。優先度数算出部は、物理ノード状態と、物理リンク状態と、パラメタ決定部が決定した重み係数と、仮想ノードの要求位置と、物理ノード位置とを用いて、物理ノードに対して優先度を算出する。仮想ノード決定部は、優先度数算出部が算出した優先度数に基づいて、仮想ノードを作成する物理ノードを決定する技術が知られている（例えば、特許文献1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開2012-199644号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

前述した通信技術のネットワーク設計装置は、例えば、デマンドの経路を再最適化するとき、デマンドの経路の変更を考慮するデマンドの数が多くなると、再最適化処理における計算処理の負荷が増加するという問題がある。

【0013】

本発明は、一側面として、再最適化処理における計算処理の負荷を軽減する技術を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本明細書で開示するデマンドの経路を変更する順序を求めるデマンド収容変更順序決定方法のひとつに、取得処理と、抽出処理と、固定処理と、削除処理と、決定処理とを含むデマンド収容変更順序決定方法がある。取得処理は、同じ光回線経路を経由する光回線の中で、変更後に削除される回線の数を示す第1回線数を求める。抽出処理は、変更前および変更後で収容される第1デマンドがない回線を抽出する。さらに、抽出処理は、抽出した回線の数第1回線数未満のとき、合計の抽出数が前記第1回線数になるまで、第1デマンドを有する回線の中から、第1デマンドの帯域が大きい順に回線を抽出する。固定処理は、抽出した回線の数第1回線数と同じになると、抽出されていない回線に収容された第1デマンドを固定する。削除処理は、抽出した回線を削除する。決定処理は、デマンドの回線経路を変更する変更順序を決定する。

【発明の効果】

【0015】

1実施態様によれば、再最適化処理における計算処理の負荷を軽減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】ネットワーク設計システムの一実施例を示す図である。

【図2】光回線と光回線経路とを示す図である。

10

20

30

40

50

【図 3】再最適化におけるデマンドの経路の変更を示す図である。

【図 4】ネットワーク設計装置の一実施例を示す機能ブロック図である。

【図 5】光回線のスロットの割り当てを説明する図である。

【図 6】再最適化の手順を説明する図（その 1）である。

【図 7】再最適化の手順を説明する図（その 2）である。

【図 8】光回線のスロットの割り当てパターンを説明する図である。

【図 9】全てのデマンド D b を固定するデマンド収容変更順序決定処理を示すフローチャートである。

【図 10】全てのデマンド D b を固定するデマンド収容変更順序決定処理を説明する図（その 1）である。

10

【図 11】全てのデマンド D b を固定するデマンド収容変更順序決定処理を説明する図（その 2）である。

【図 12】適切なデマンド D b を固定するデマンド収容変更順序決定処理を示すフローチャート（その 1）である。

【図 13】適切なデマンド D b を固定するデマンド収容変更順序決定処理を示すフローチャート（その 2）である。

【図 14】適切なデマンド D b を固定したデマンド収容変更順序決定処理を説明する図である。

【図 15】コンピュータ装置の一実施例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0017】

[実施形態]

実施形態のネットワーク設計装置について説明する。

図 1 は、ネットワーク設計システムの一実施例を示す図である。

図 1 を参照して、データ通信で利用されるネットワーク設計システムについて説明する。

【0018】

ネットワーク設計システム 100 は、例えば、ネットワーク設計装置 1 と、ノード装置 111～117 と、リンク 121～リンク 126 とを備える。ネットワーク設計装置 1 と、ノード装置 110 とは、例えば、後述するコンピュータ装置である。

30

【0019】

ノード装置 110 は、例えば、局舎に設置される。そして、ノード装置 110 は、ネットワーク設計装置 1 からの要求に応じて、接続されたリンク 120 を通る光回線のスロット（帯域）をデマンドに割り当てる。すなわち、ノード装置 110 は、デマンドの経路を切替える機能を有する。

【0020】

リンク 120 は、ノード装置 110 間を接続し、ノード装置 110 間で送受信されるデータを転送する。リンク 120 は、例えば、電気信号と光信号との変換を行なう変換器と、データの伝送路である光ファイバとを組合せた光通信システムにより実現されても良い。

40

【0021】

図 4 は、ネットワーク設計装置の一実施例を示す機能ブロック図である。

図 4 を参照して、ネットワーク設計装置 1 について説明する。

【0022】

ネットワーク設計装置 1 は、例えば、制御部 10 と、記憶部 20 と、入出力部 30 と、送受信部 40 とを備える。

【0023】

制御部 10 は、取得部 11 と、抽出部 12 と、固定部 13 と、削除部 14 と、割当部 15 と、開放部 16 と、設定部 17 と、決定部 18 とを含む。記憶部 20 は、配置情報 21 と、接続情報 22 と、回線情報 23 と、第 1 収容情報 24 と、第 2 収容情報 25 とを含む

50

。また、入出力部 30 は、入力部 31 と、出力部 32 とを含む。送受信部 40 は、受信部 41 と、送信部 42 とを含む。

【0024】

取得部 11 は、ユーザや、通信接続されたサーバから各種情報を取得する。

取得部 11 は、ネットワーク 101 のどこに局舎が配置されているかを示す配置情報 21 を取得する。また、取得部 11 は、ネットワーク 101 が有する局舎の中で、どの局舎間がリンク 120（ファイバ）で接続されているか否かを示す接続情報 22 を取得する。さらに、取得部 11 は、ネットワーク 101 の光回線に収容されている各デマンドの帯域とデマンドの経路とを示す回線情報 23 を取得する。

【0025】

取得部 11 は、再最適化前（変更前）のネットワーク 101 内にある光回線の配置と、光回線に収容されているデマンドとを示す第 1 収容情報 24 を取得する。また、取得部 11 は、再最適化後（変更後）のネットワーク 101 内にある光回線の配置と、光回線に収容されているデマンドとを示す第 2 収容情報 25 を取得する。

【0026】

そして、取得部 11 は、取得した配置情報 21 と、接続情報 22 と、回線情報 23 と、第 1 収容情報 24 と、第 2 収容情報 25 とを記憶部 20 に書き込む。

【0027】

取得部 11 は、同じ光回線経路を経由する光回線の中で、再最適化後に削除される光回線の数（第 1 回線数）を取得する。同じ光回線経路を経由する光回線とは、始点局舎と、終点局舎とが同じであり、かつ始点局舎と終点局舎とを結ぶ光回線経路が同じ光回線のことを言う。取得部 11 は、例えば、第 1 収容情報 24 と、第 2 収容情報 25 とを参照し、再最適化前後で同じ光回線経路を経由する光回線の数の変化を求める。そして、取得部 11 は、再最適化前後で同じ光回線経路を経由する光回線の数が増加しているとき、その増加した光回線の数を変更後に削除される（減少する）光回線の数として取得する。

【0028】

抽出部 12 は、再最適化前および再最適化後（再最適化前後）で収容されるデマンド（第 1 デマンド）を収容していない光回線を抽出する。再最適化前後で収容されるデマンドとは、再最適化前後で同じ光回線経路を経由する光回線に収容されるデマンドである。抽出部 12 は、第 1 収容情報 24 と、第 2 収容情報 25 とを参照し、再最適化前後において、同じ光回線経路を経由する光回線のグループに収容されるデマンドの変化を求める。そして、抽出部 12 は、再最適化前後で同じ光回線経路を経由する光回線のグループに収容されているデマンドがあるとき、そのデマンドを再最適化前後で収容されるデマンドと判定する。以下の説明では、再最適化前後において、同じ光回線経路を経由する光回線のグループに収容されるデマンドのことをデマンド D b とも言う。

【0029】

また、抽出部 12 は、デマンド D b を収容しない光回線の数が増加したときに、合計の抽出数が削除される光回線の数になるまで、デマンド D b を有する回線の中から、デマンド D b の帯域が大きい順に光回線を抽出する。合計の抽出数とは、デマンド D b を収容しない光回線の抽出数と、デマンド D b を収容した光回線の抽出数の総数である。

【0030】

固定部 13 は、抽出した光回線の数が増加したときに、再最適化後に削除される光回線の数と同じになると、抽出されていない回線に収容されたデマンド D b を固定する。デマンド D b を固定するとは、後述する決定部 18 によるデマンドの経路を変更する順序を求める処理において、デマンド D b に割り当てるスロットを変更しないことを示す。すなわち、固定部 13 は、再最適化前後において、抽出されていない光回線のスロットを同じデマンド D b に割り当てる設定をする。

【0031】

抽出部 12 は、デマンド D b を収容しない光回線の数が増加したときに、再最適化後に削除される光回線

10

20

30

40

50

の数以上のとき、デマンド D b を収容しない光回線を再最適化後に削除される光回線の数だけ抽出する。そして、固定部 1 3 は、抽出されていない回線に収容されたデマンド D b を固定する。

【0032】

削除部 1 4 は、抽出部 1 2 が抽出した光回線を削除する。抽出した光回線を削除するとは、後述する決定部 1 8 によるデマンドの経路を変更する順序を求める処理において、再最適化後に抽出した光回線にデマンドを収容しないことを示す。

【0033】

割当部 1 5 は、抽出した光回線の数と再最適化後に削除される光回線の数と同じになったとき、抽出されていない光回線の空き帯域（空きスロット）を変更後に収容されるデマンド（第 2 デマンド）に割り当てる。変更後に収容されるデマンドとは、再最適化後に新たにネットワーク 1 0 1 に収容されるデマンド、または再最適化前と経路が変更されたデマンドのことである。再最適化前と経路が変更されたデマンドとは、例えば、再最適化前に他の光回線経路を経由する光回線に収容されていたデマンドのことである。以下の説明では、再最適化後に新たにネットワーク 1 0 1 に収容されるデマンドのことを、デマンド D n とも言う。

【0034】

開放部 1 6 は、収容できないデマンド D n があるとき、デマンド D n を収容する光回線の数（第 2 回線数）を求める。収容できないデマンド D n とは、再最適化後に用いられる光回線の帯域の不足等により、割当部 1 5 が抽出されていない光回線の空き帯域を割り当てることのできないデマンド D n のことを言う。デマンド D n を収容する光回線の数とは、収容できないデマンド D n を収容する帯域を確保するための光回線の数のことである。

【0035】

そして、開放部 1 6 は、抽出されていないデマンド D b を有する光回線の中から、空き帯域が小さい順にデマンド D n を収容する光回線の数と同じ数の光回線のデマンドを開放する。光回線のデマンドを開放するとは、後述する決定部 1 8 によるデマンド収容変更順序決定処理において、光回線に収容されていたデマンドの経路の変更を考慮することを示す。

【0036】

固定部 1 3 は、開放部 1 6 により光回線に収容されたデマンドが開放されると、抽出されていない、かつデマンドが開放されていない光回線に収容されたデマンド D b を固定する。

【0037】

設定部 1 7 は、決定部 1 8 がデマンドの経路を変更する順序を求める処理を実行するとき、固定部 1 3 により固定されたデマンド D b を収容する光回線を固定するように、計算モデルに条件を設定する。デマンド D b を収容する光回線を固定するとは、例えば、デマンド D b に割り当てられた光回線のタイムスロットを固定することである。

【0038】

また、設定部 1 7 は、決定部 1 8 がデマンドの経路を変更する順序を求める処理を実行するとき、デマンドの解消をしないように、計算モデルに条件を設定しても良い。デマンドの解消とは、デマンドに対する光回線のスロットの割り当てを解消することにより、デマンドで要求されているデータの通信を切断することを行う。

【0039】

また、設定部 1 7 は、後述する最善設計の条件や次善設計の条件を、計算モデルに設定しても良い。

【0040】

決定部 1 8 は、設定部 1 7 で条件が設定された計算モデルを用いて、設定部 1 7 で設定された条件を満たすように、デマンドの経路を変更する順序を決定する。決定部 1 8 は、例えば、I L P（Integer Linear Programming）計算によりデマンドの経路を変更する順序を求めても良い。

10

20

30

40

50

【0041】

入力部31は、例えば、ユーザからのデータの入力を受け付ける。ユーザから入力されるデータには、例えば、配置情報21と、接続情報22と、回線情報23と、第1收容情報24と、第2收容情報25とが含まれても良い。

【0042】

出力部32は、例えば、接続された機器にデータを出力する。

送信部42は、例えば、制御部10から出力されたデータをサーバや端末に送信する。

【0043】

受信部41は、例えば、図示しないサーバや端末からデータを受信する。そして、受信部41は、受信したデータを制御部10に入力する。サーバや端末からデータを受信するデータには、例えば、配置情報21と、接続情報22と、回線情報23と、第1收容情報24と、第2收容情報25とが含まれても良い。

10

【0044】

送信部42は、例えば、制御部10から出力されたデータをサーバや端末に送信する。

図5～図7を参照して、再最適化におけるデマンドの経路を変更する手順の決定について説明する。

【0045】

図5、図6を参照して、最善設計について説明する。

図5は、光回線のスロットの割り当てを説明する図である。図6は、再最適化の手順を説明する図（その1）である。

20

【0046】

最善設計とは、例えば、デマンドを解消しない、かつ各デマンドの経路の変更を1回までという条件のもと、デマンドの経路を再最適化前の経路から、再最適化後の経路に変更する順序を求める設計である。

【0047】

図5（a）に示す再最適化後のスロットが割り当てられたとき、ネットワーク設計装置1は、図6に示すように、デマンドの経路を変更することにより、最善設計をすることができる。

【0048】

図5、図7を参照して、次善設計について説明する。

30

次善設計とは、例えば、デマンドの解消を1つまで、かつ各デマンドの経路の変更を1回までという条件のもと、デマンドの経路を再最適化前の経路から、再最適化後の経路に変更する順序を求める設計である。

【0049】

図5（b）に示す再最適化後のスロットが割り当てられたとき、ネットワーク設計装置1は、最善設計をしようとする、デマンドD1の経路の変更をするために、デマンドD2の経路を先に変更しなければならい状態になる。また、図5（b）に示す再最適化後のスロットが割り当てられたとき、ネットワーク設計装置1は、最善設計をしようとする、デマンドD2の経路の変更をするために、デマンドD1の経路を先に変更しなければならい状態になる。このように、図5（b）に示す再最適化後のスロットが割り当てられたとき、ネットワーク設計装置1が最善設計をしようとする、いわゆるデッドロックが発生する。

40

【0050】

そこで、ネットワーク設計装置1は、図7に示すように、デマンドD1を解消し、デマンドの経路を変更することにより、次善設計を実行する。

【0051】

図5（a）に示す再最適化後のスロットの割り当てボタンと、図5（b）に示す再最適化後のスロットの割り当てボタンとは、光回線D-Cに收容されるデマンドに割り当てたスロットが異なるだけである。しかし、ネットワーク設計装置1では、図5（a）に示す再最適化後のスロットの割り当てボタンを用いると最善設計が可能であり、図5（b）に

50

示す再最適化後のスロットの割り当てパターンを用いると最善設計ができないという違いが生じる。

【0052】

図8に示すように、スロットの割り当てパターンは、複数の種類がある。

そして、図5を参照して説明したように、再最適化前のスロットの割り当てパターンは既に決まっているので、再最適化後のスロットの割り当てパターンをどのように設定するかにより、最善設計ができるか、次善設計となるかが決まる。したがって、再最適化後のスロットの割り当てパターンは、できる限り最善設計が可能となるように考慮して決定しても良い。

【0053】

図9は、全てのデマンドD_bを固定するデマンド収容変更順序決定処理を示すフローチャートである。

【0054】

図9を参照して、全てのデマンドD_bを固定するデマンド収容変更順序決定処理を説明する。デマンド収容変更順序決定処理とは、再最適化前のスロットの割り当てパターンから、再最適化後のスロットの割り当てパターンとなるように、デマンドの経路を変更する順序を求める処理のことである。以下の説明において、再最適化後のスロットの割り当てパターンは、ユーザやサーバにより与えられる、またはネットワーク設計装置1で求められることにより決定されているものとする。

【0055】

ネットワーク設計装置1は、全てのデマンドD_bへのスロットの割り当てを固定する(S101)。ネットワーク設計装置1は、例えば、図10(a)、図11(a)に示すように、同じ光回線経路上に光回線Aと、光回線Bとがあるとき、再最適化前後で収容されるデマンドD₂と、デマンドD₃との経路を固定する。なお、図10、図11において、太線で示すデマンドは、デマンドD_bである。また、図10(a)、図11(a)において、細線で示すデマンドは、再最適化後にネットワーク上から削除されるデマンドである。図10(b)、図11(b)において、細線で示すデマンドは、デマンドD_nである。

【0056】

そして、ネットワーク設計装置1は、デマンドの経路を変更する順序を求める(S102)。

【0057】

ネットワーク設計装置1は、変更順序が求まったか否かを判定する(S103)。

ネットワーク設計装置1は、変更順序が求まらないとき(S103にてNo)、全てのD_bへのスロットの割り当ての固定を解除する(S104)。そして、ネットワーク設計装置1は、S102の処理を実行する。ネットワーク設計装置1は、例えば、図11(b)に示すように、再最適化後に新たなデマンドD₇が追加されると、光回線A、または光回線Bを開放しないと、デマンドD₇をネットワークに収容することができないので、変更順序がないと判定する。そして、ネットワーク設計装置1は、光回線A、および光回線Bを開放し、次にデマンドの経路を変更する順序を求めるとき、デマンドD₂とデマンドD₃との経路の変更を考慮に入れる。このように、ネットワーク設計装置1は、デマンドD_bを固定してデマンドの経路を変更する順序を求めたとき、最善設計ができない場合、全てのデマンドD_bの固定を解除してデマンドの経路を変更する順序を求めるので、計算処理の負荷が増加することがある。

【0058】

ネットワーク設計装置1は、変更順序が求まったとき(S103にてYes)、デマンド収容変更順序決定処理を終了する。ネットワーク設計装置1は、例えば、図10(b)に示すように、再最適化後に新たなデマンドD₅とデマンドD₆とが追加されたとき、最善設計が可能なので、デマンド収容変更順序決定処理を終了する。この場合には、デマンドD_bを固定しているので、デマンドの経路を変更する順序を求めるとき、デマンドD_bの経路の変更を考慮しないので、全てのデマンドの経路を考慮するのと比較して、計算処

10

20

30

40

50

理の負荷が小さい。

【0059】

図12、図13は、適切なデマンドD_bを固定するデマンド収容変更順序決定処理を示すフローチャートである。

【0060】

図12、図13を参照して、適切なデマンドD_bを固定するデマンド収容変更順序決定処理を説明する。以下の説明において、再最適化後のスロットの割り当てパターンは、ユーザやサーバにより与えられる、またはネットワーク設計装置1で求められることにより決定されているものとする。

【0061】

ネットワーク設計装置1は、再最適化後に削除する光回線の数を取得する(S201)。ネットワーク設計装置1は、図14に示すように、同じ光回線経路を経由する光回線数が再最適化前の6本から再最適化後の4本に減少するとき、削除する光回線の数として、2本を取得する。なお、図14において、太線で示すデマンドは、デマンドD_bである。また、図14(a)において、細線で示すデマンドは、再最適化後にネットワーク上から削除されるデマンドである。図14(b)において、細線で示すデマンドは、デマンドD_nである。

【0062】

そして、ネットワーク設計装置1は、デマンドD_bがない光回線があるか否かを判定する(S202)。

【0063】

ネットワーク設計装置1は、デマンドD_bがない光回線があるとき(S202にてYes)、デマンドD_bがない光回線を抽出する(S203)。ネットワーク設計装置1は、図14(a)に示す再最適化前の光回線があるとき、細線で示す再最適化後に削除されるデマンドD₁₀、およびデマンドD₁₁を収容している光回線Fを抽出する。

【0064】

ネットワーク設計装置1は、削除する数の光回線を抽出したか否かを判定する(S204)。

ネットワーク設計装置1は、削除する数の光回線を抽出していないとき(S204にてNo)、S202の処理を実行する。

【0065】

S202において、ネットワーク設計装置1は、デマンドD_bがない光回線がないとき(S202にてNo)、収容するデマンドD_bの帯域が大きい(空き帯域が小さい)光回線を抽出する(S205)。そして、ネットワーク設計装置1は、S204の処理を実行する。ネットワーク設計装置1は、図14(a)に示す再最適化前の光回線があるとき、デマンドD_bの帯域が大きい、デマンドD₃を収容する光回線Bを抽出する。

【0066】

S204において、ネットワーク設計装置1は、削除する数の光回線を抽出したとき(S204にてYes)、抽出した光回線を削除する(S206)。そして、ネットワーク設計装置1は、S207の処理を実行する。

【0067】

図13を参照して説明する。

ネットワーク設計装置1は、デマンドD_nを抽出されていない光回線に割り当てる(S207)。ネットワーク設計装置1は、図14(b)に示す再最適化後の光回線があるとき、デマンドD₁₂を、空き帯域の小さい光回線Cに割り当てる。そして、ネットワーク設計装置1は、光回線Cの空き帯域を10G-4.5G-2G=3.5Gであると記憶する。S207において、ネットワーク設計装置1は、例えば、帯域の小さいデマンドD_nから順に、空き帯域の小さい光回線に割り当てても良い。

【0068】

そして、ネットワーク設計装置1は、割り当てできないデマンドD_nがあるか否かを判

10

20

30

40

50

定する（S208）。

【0069】

ネットワーク設計装置1は、割り当てできないデマンドDnがないとき（S208にてYes）、抽出されていない光回線のDbを固定する（S209）。

【0070】

そして、ネットワーク設計装置1は、デマンドの経路を変更する順序を求める処理を実行する（S210）。

【0071】

S208において、ネットワーク設計装置1は、割り当てできないデマンドDnがあるとき（S208にてYes）、デマンドDnを割り当てできる光回線の数を求める（S211）。ネットワーク設計装置1は、図14（b）に示す再最適化後の光回線があるとき、帯域が10GのデマンドD13に帯域の割り当てができない。したがって、ネットワーク設計装置1は、デマンドD13を収容するために1本の光回線を開放すると判定する。

10

【0072】

そして、ネットワーク設計装置1は、デマンドDbの帯域が大きい光回線を開放する（S212）。なお、ネットワーク設計装置1は、S212において、デマンドDbの帯域が大きい光回線を開放することで、デマンドの経路を変更する順序を求める処理における、設計の自由度を向上させることができる。

【0073】

ネットワーク設計装置1は、デマンドDnを割り当てできる光回線の数に光回線を開放したか否かを判定する（S213）。

20

【0074】

ネットワーク設計装置1は、デマンドDnを割り当てできる光回線の数に光回線を開放していないとき（S213にてNo）、S212の処理を実行する。

【0075】

ネットワーク設計装置1は、デマンドDnを割り当てできる光回線の数に光回線を開放したとき（S213にてNo）、S209の処理を実行する。

【0076】

図15は、コンピュータ装置の一実施例を示すブロック図である。

図15を参照して、ネットワーク設計装置1の構成について説明する。

30

【0077】

図15において、コンピュータ装置400は、制御回路401と、記憶装置402と、読書装置403と、記録媒体404と、通信インターフェイス405（通信I/F）と、入出力インターフェイス406（入出力I/F）と、表示装置407と、ネットワーク408とを備えている。また、各構成要素は、バス409により接続されている。

【0078】

制御回路401は、コンピュータ装置400全体の制御をする。そして、制御回路401は、例えば、CPU、マルチコアCPU、FPGA（Field Programmable Gate Array）およびPLD（Programmable Logic Device）などである。制御回路401は、例えば、図4において、制御部10として機能する。なお、図4において、記憶部20に記憶された配置情報21と、接続情報22と、回線情報23と、第1収容情報24と、第2収容情報25とは、例えば、CPU、FPGA、およびPLDのキャッシュに記憶されても良い。

40

【0079】

記憶装置402は、各種データを記憶する。そして、記憶装置402は、例えば、ROM（Read Only Memory）およびRAM（Random Access Memory）などのメモリや、HDなどで構成される。記憶装置402は、例えば、図4において、記憶部20として機能する。

【0080】

また、ROMは、ブートプログラムなどのプログラムを記憶している。RAMは、制御

50

回路４０１のワークエリアとして使用される。ＨＤは、ＯＳ、アプリケーションプログラム、ファームウェアなどのプログラム、および各種データを記憶している。

【００８１】

記憶装置４０２は、例えば、制御回路４０１を、制御部１０として機能させるデマンド収容変更順序決定プログラムを記憶する。

【００８２】

デマンド収容変更順序決定処理をするとき、ネットワーク設計装置１は、記憶装置４０２に記憶されたデマンド収容変更順序決定プログラムをＲＡＭに読み出す。ＲＡＭに読み出されたデマンド収容変更順序決定プログラムを制御回路４０１で実行することにより、ネットワーク設計装置１は、デマンド収容変更順序決定処理を実行する。デマンド収容変更順序決定処理は、取得処理と、抽出処理と、固定処理と、削除処理と、割当処理と、開放処理と、設定処理と、決定処理との１以上を含む。

【００８３】

なお、デマンド収容変更順序決定プログラムは、制御回路４０１が通信インターフェイス４０５を介してアクセス可能であれば、ネットワーク４０８上のサーバが有する記憶装置に記憶されていても良い。

【００８４】

読書装置４０３は、制御回路４０１に制御され、着脱可能な記録媒体４０４のデータのリード／ライトを行なう。そして、読書装置４０３は、例えば、ＦＤＤ（Floppy Disk Drive）、ＣＤＤ（Compact Disc Drive）、ＤＶＤＤ（Digital Versatile Disk Drive）、ＢＤＤ（Blu-ray（登録商標） Disk Drive）およびＵＳＢ（Universal Serial Bus）などである。

【００８５】

記録媒体４０４は、各種データを保存する。記録媒体４０４は、例えば、デマンド収容変更順序決定プログラムを記憶する。さらに、記録媒体４０４は、図４に示す、配置情報２１と、接続情報２２と、回線情報２３と、第１収容情報２４と、第２収容情報２５とを記憶しても良い。

【００８６】

そして、記録媒体４０４は、読書装置４０３を介してバス４０９に接続され、制御回路４０１が読書装置４０３を制御することにより、データのリード／ライトが行なわれる。また、記録媒体４０４は、例えば、ＦＤ（Floppy Disk）、ＣＤ（Compact Disc）、ＤＶＤ（Digital Versatile Disk）、ＢＤ（Blu-ray Disk：登録商標）、およびフラッシュメモリなどである。

【００８７】

通信インターフェイス４０５は、ネットワーク４０８を介してコンピュータ装置４００と他の装置とを通信可能に接続する。通信インターフェイス４０５は、通信接続されたサーバから提供される、配置情報２１と、接続情報２２と、回線情報２３と、第１収容情報２４と、第２収容情報２５とを受信しても良い。そして、通信インターフェイス４０５は、例えば、図４において、送受信部４０として機能する。

【００８８】

入出力インターフェイス４０６は、例えば、キーボード、マウス、およびタッチパネルなどと接続され、接続された装置から各種情報を示す信号が入力されると、バス４０９を介して入力された信号を制御回路４０１に出力する。また、入出力インターフェイス４０６は、制御回路４０１から出力された各種情報を示す信号がバス４０９を介して入力されると、接続された各種装置にその信号を出力する。入出力インターフェイス４０６は、例えば、ユーザにより入力される、配置情報２１と、接続情報２２と、回線情報２３と、第１収容情報２４と、第２収容情報２５とを受け付けても良い。そして、入出力インターフェイス４０６は、例えば、図４において、入出力部３０として機能する。

【００８９】

10

20

30

40

50

表示装置 407 は、例えば、入出力インターフェイス 406 に接続され、各種情報を表示する。

【0090】

ネットワーク 408 は、例えば、LAN、無線通信、またはインターネットなどであり、コンピュータ装置 400 と他の装置を通信接続する。

【0091】

以上のように、実施形態のデマンド収容変更順序決定処理では、再最適化前後で収容されるデマンド D_b がない光回線と、デマンド D_b の帯域が大きい光回線とを再最適化により減少する回線数だけ削除し、デマンドの経路変更手順を決定する。これにより、デマンド収容変更順序決定処理では、再最適化処理における計算処理の負荷を軽減することができる。

10

【0092】

また、実施形態のデマンド収容変更順序決定処理では、ネットワークに含まれる同じ光回線経路を経由する光回線の中で、再最適化後に削除される光回線の数を求める。また、デマンド収容変更順序決定処理では、デマンド D_b を収容していない光回線と、収容するデマンド D_b の帯域が大きい光回線とを抽出し、再最適化後に削除される光回線の数と同じ数だけ抽出した光回線を削除する。そして、デマンド収容変更順序決定処理では、抽出されていない光回線に収容されたデマンド D_b を固定して、デマンドの回線経路を変更する変更順序を求める。すなわち、デマンド収容変更順序決定処理では、デマンドの回線経路を変更する変更順序を求めるとき、デマンド D_b を固定する光回線について空き帯域が大きいものから順に考慮に入れることになる。これにより、デマンド収容変更順序決定処理は、再最適化後に用いられる光回線の空き帯域を、固定していないデマンドに割り当てできる可能性を向上させる。よって、デマンド収容変更順序決定処理では、変更順序が求まらないことによる再計算の発生を抑制し、再最適化処理における計算処理の負荷を軽減することができる。

20

【0093】

さらに、実施形態のデマンド収容変更順序決定処理では、再最適化後に用いられる光回線の空き帯域を、再最適化後に新たに収容されるデマンド D_n に割り当てる。そして、デマンド収容変更順序決定処理では、再最適化後に用いられる光回線に収容できないデマンド D_n があるとき、デマンド D_n を収容するのに用いられる帯域を確保するために、空き帯域が小さい順に固定されている光回線のデマンド D_b を開放する。すなわち、デマンド収容変更順序決定処理では、デマンドの回線経路を変更する変更順序を求めるとき、デマンド D_n を収容できる光回線を予め確保する。これにより、デマンド収容変更順序決定処理は、再最適化後に用いられる光回線の空き帯域を、固定していないデマンドに割り当てできる可能性を向上させる。よって、デマンド収容変更順序決定処理では、変更順序が求まらないことによる再計算の発生を抑制し、再最適化処理における計算処理の負荷を軽減することができる。

30

【0094】

なお、本実施形態は、以上に述べた実施形態に限定されるものではなく、本実施形態の要旨を逸脱しない範囲内で種々の構成または実施形態を取ることができる。

40

【0095】

以上記載した各実施例を含む実施形態に関し、さらに以下の付記を開示する。なお、本発明は、以下の付記に限定されるものではない。

(付記 1)

デマンドの経路を変更する順序を求める変更順序決定方法であって、

同じ回線経路を経由する回線の中で、変更後に削除される回線の数を示す第 1 回線数を求め、

変更前および変更後で収容される第 1 デマンドがない回線を抽出し、

抽出した前記回線の数の前記第 1 回線数未満のとき、合計の抽出数が前記第 1 回線数になるまで、第 1 デマンドを有する回線の中から、前記第 1 デマンドの帯域が大きい順に回

50

線を抽出し、

抽出した前記回線の数が前記第 1 回線数と同じになると、抽出した前記回線を削除し、
抽出されていない回線に収容された第 1 デマンドを固定し、
デマンドの経路を変更する順序を求める
ことを特徴とするデマンド収容変更順序決定方法。

(付記 2)

抽出した前記回線の数が前記第 1 回線数と同じになったとき、抽出されていない前記回線の空き帯域を変更後に収容される第 2 デマンドに割り当て、
収容できない前記第 2 デマンドがあるとき、前記第 2 デマンドを収容する回線の第 2 回線数を求め、

抽出されていない第 1 デマンドを有する前記回線の中から、空き帯域が小さい順に前記第 2 回線数と同じ数の回線のデマンドを開放し、

抽出されていない回線に収容された第 1 デマンドを固定する処理を実行する
ことを特徴とする付記 1 に記載のデマンド収容変更順序決定方法。

(付記 3)

前記回線は、時分割多重方式のタイムスロットを有し、

前記第 1 デマンドを固定する処理において、抽出されていない前記回線のタイムスロットの、前記第 1 デマンドへの割り当てを固定する

ことを特徴とする付記 1 または 2 に記載のデマンド収容変更順序決定方法。

(付記 4)

デマンドの回線経路を変更する順序を求める変更順序決定プログラムであって、
同じ回線経路を経由する回線の中で、変更後に削除される回線の数を表す第 1 回線数を求め、

変更前および変更後で収容される第 1 デマンドがない回線を抽出し、

抽出した前記回線の数が前記第 1 回線数未満のとき、合計の抽出数が前記第 1 回線数になるまで、第 1 デマンドを有する回線の中から、前記第 1 デマンドの帯域が大きい順に回線を抽出し、

抽出した前記回線の数が前記第 1 回線数と同じになると、抽出した前記回線を削除し、
抽出されていない回線に収容された第 1 デマンドを固定し、
デマンドの経路を変更する順序を求める

処理をコンピュータに実行させることを特徴とするデマンド収容変更順序決定プログラム。

(付記 5)

抽出した前記回線の数が前記第 1 回線数と同じになったとき、抽出されていない前記回線の空き帯域を変更後に収容される第 2 デマンドに割り当て、

収容できない前記第 2 デマンドがあるとき、前記第 2 デマンドを収容する回線の第 2 回線数を求め、

抽出されていない第 1 デマンドを有する前記回線の中から、空き帯域が小さい順に前記第 2 回線数と同じ数の回線のデマンドを開放し、

抽出されていない回線に収容された第 1 デマンドを固定する処理を実行する

処理をコンピュータに実行させることを特徴とする付記 4 に記載のデマンド収容変更順序決定プログラム。

(付記 6)

前記回線は、時分割多重方式のタイムスロットを有し、

前記第 1 デマンドを固定する処理において、抽出されていない前記回線のタイムスロットの、前記第 1 デマンドへの割り当てを固定する

ことを特徴とする付記 4 または 5 に記載のデマンド収容変更順序決定プログラム。

【符号の説明】

【0096】

1 ネットワーク設計装置

10

20

30

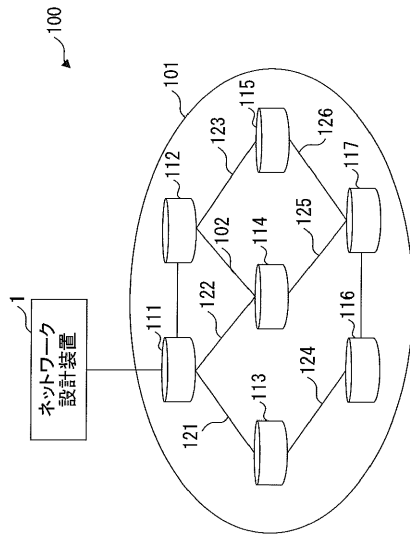
40

50

1 0	制御部	
1 1	取得部	
1 2	抽出部	
1 3	固定部	
1 4	削除部	
1 5	割当部	
1 6	開放部	
1 7	設定部	
1 8	決定部	
2 0	記憶部	10
2 1	配置情報	
2 2	接続情報	
2 3	回線情報	
2 4	第 1 収容情報	
2 5	第 2 収容情報	
3 0	入出力部	
3 1	入力部	
3 2	出力部	
4 0	送受信部	
4 1	受信部	20
4 2	送信部	
1 0 0	ネットワーク設計システム	
1 0 1	ネットワーク	
1 1 0	ノード装置	
1 2 0	リンク	
4 0 0	コンピュータ装置	
4 0 1	制御回路	
4 0 2	記憶装置	
4 0 3	読書装置	
4 0 4	記録媒体	30
4 0 5	通信インターフェイス	
4 0 6	入出力インターフェイス	
4 0 7	表示装置	
4 0 8	ネットワーク	
4 0 9	バス	

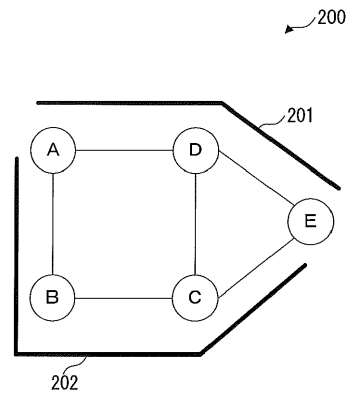
【図 1】

ネットワーク設計システムの一実施例を示す図



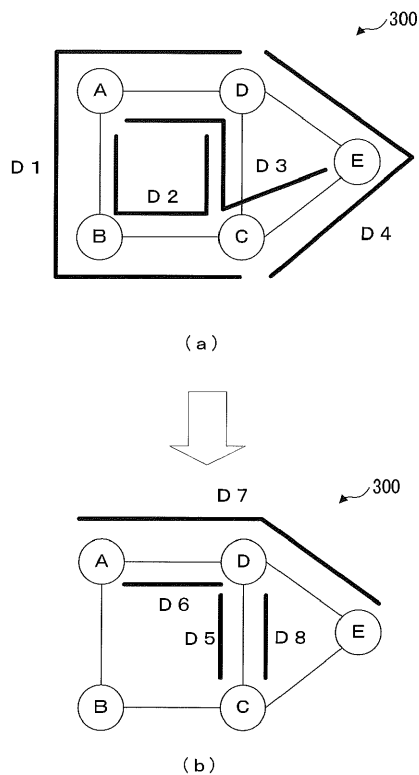
【図 2】

光回線と光回線経路とを示す図



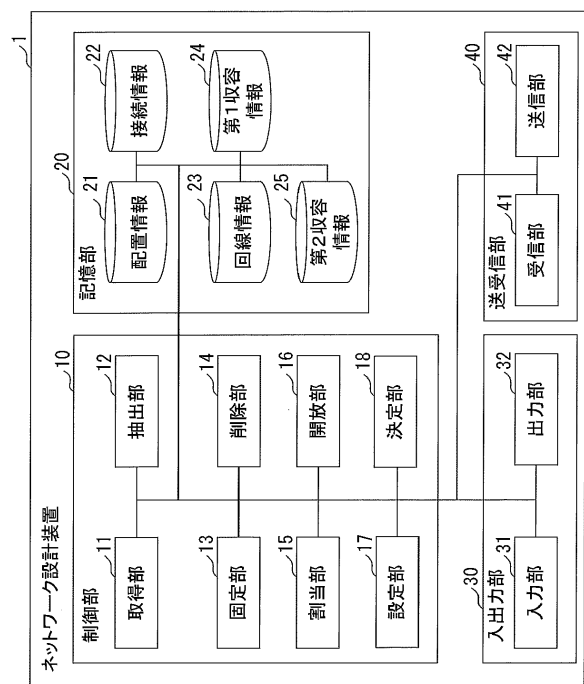
【図 3】

再最適化におけるデマンドの経路の変更を示す図



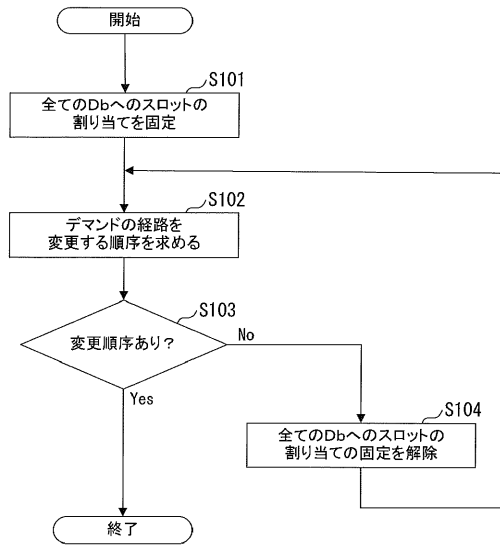
【図 4】

ネットワーク設計装置の一実施例を示す機能ブロック図



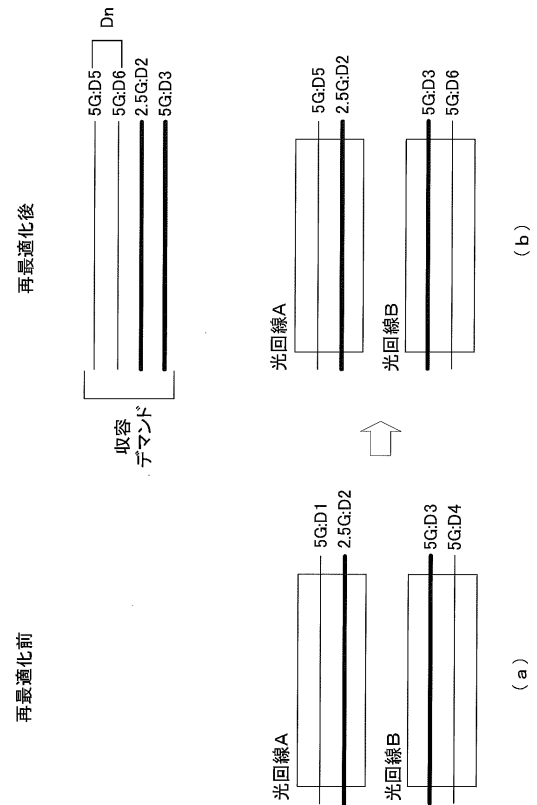
【図 9】

全てのデマンドDbを固定する
デマンド収容変更順序決定処理を示すフローチャート



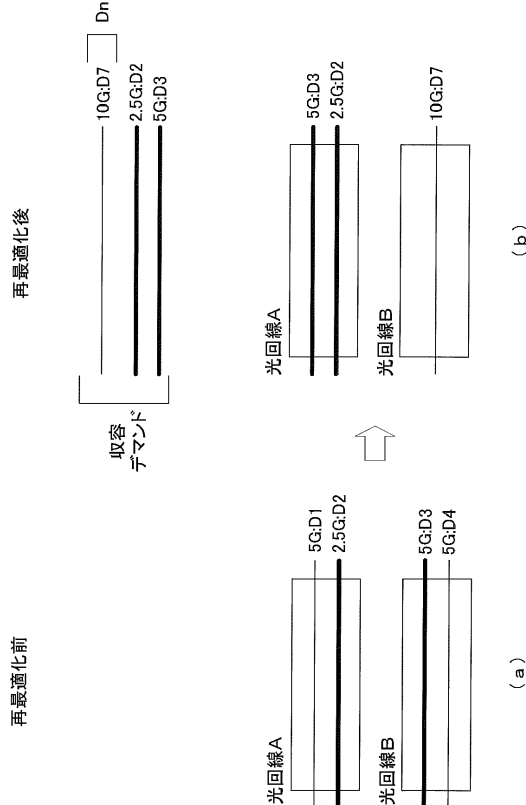
【図 10】

全てのデマンドDbを固定する
デマンド収容変更順序決定処理を説明する図(その1)



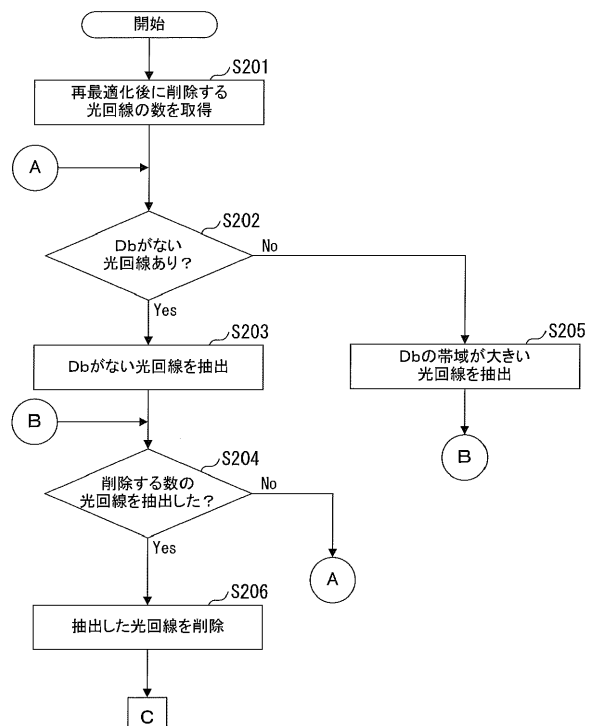
【図 11】

全てのデマンドDbを固定する
デマンド収容変更順序決定処理を説明する図(その2)



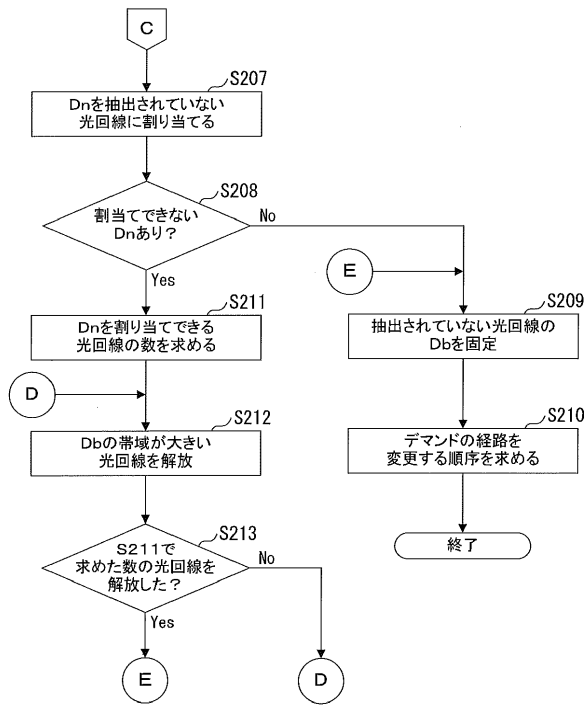
【図 12】

適切なデマンドDbを固定する
デマンド収容変更順序決定処理を示す
フローチャート(その1)



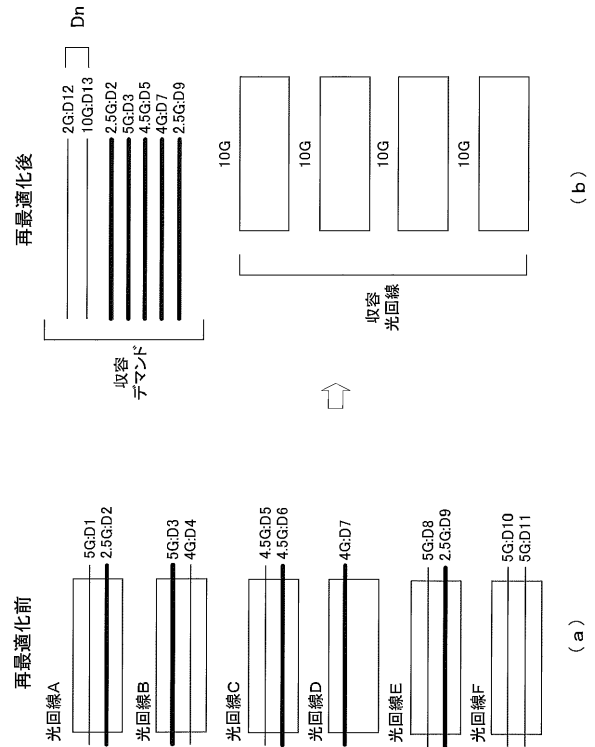
【図 13】

適切なデマンドDbを固定する
デマンド収容変更順序決定処理を示す
フローチャート(その2)



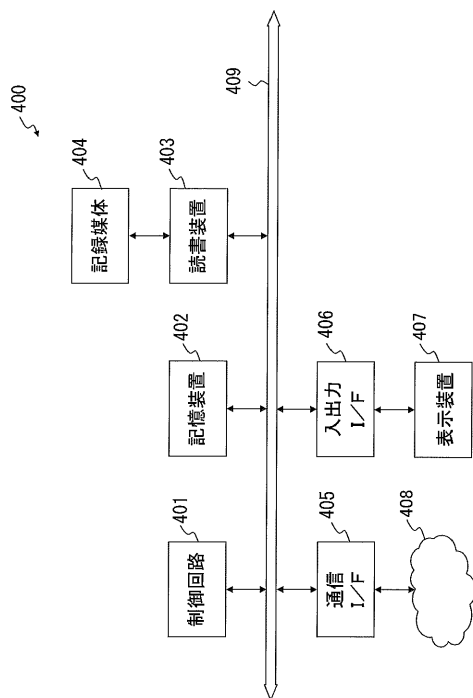
【図 14】

適切なデマンドDbを固定した
デマンド収容変更順序決定処理を説明する図

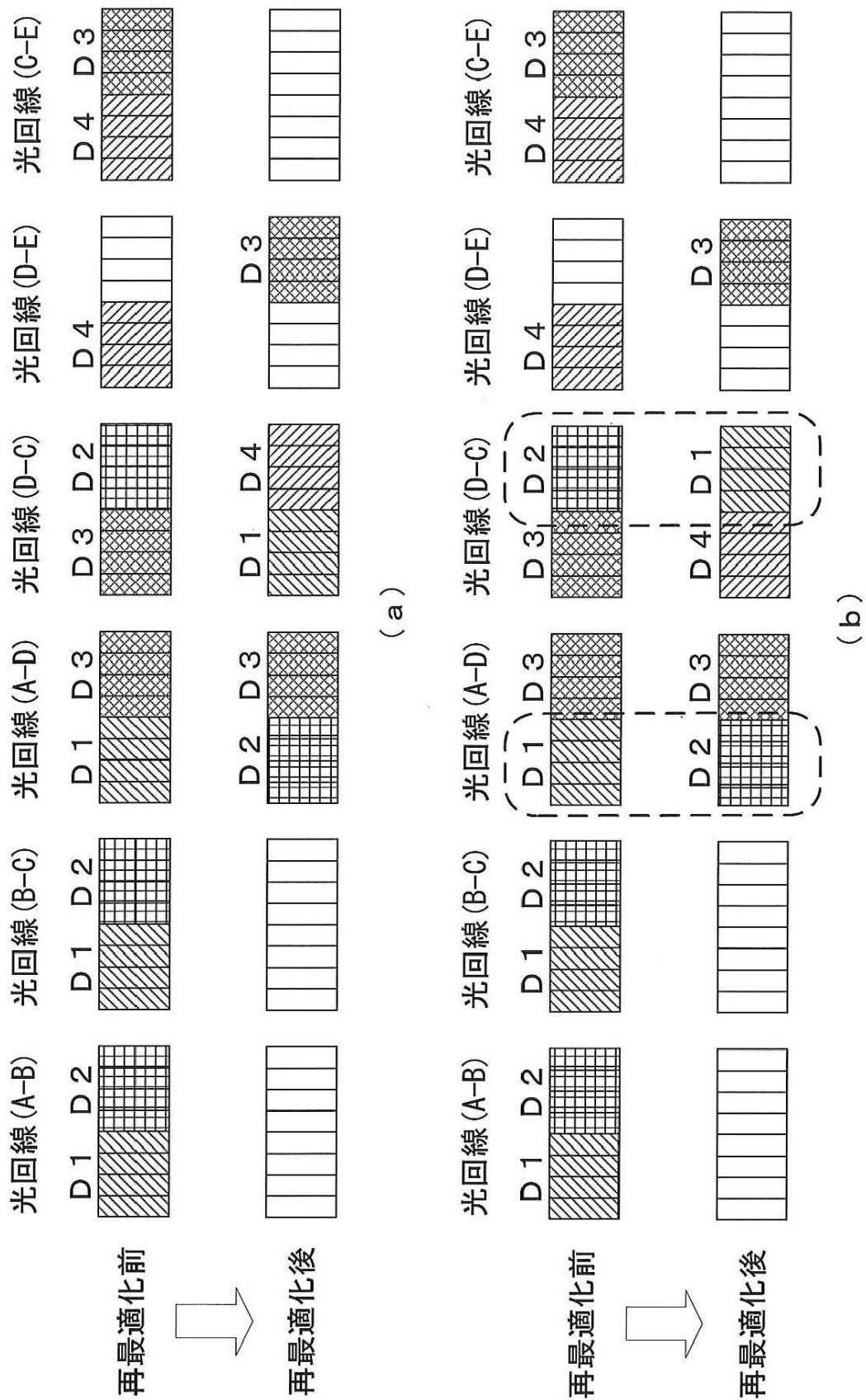


【図 15】

コンピュータ装置の
一実施例を示すブロック図

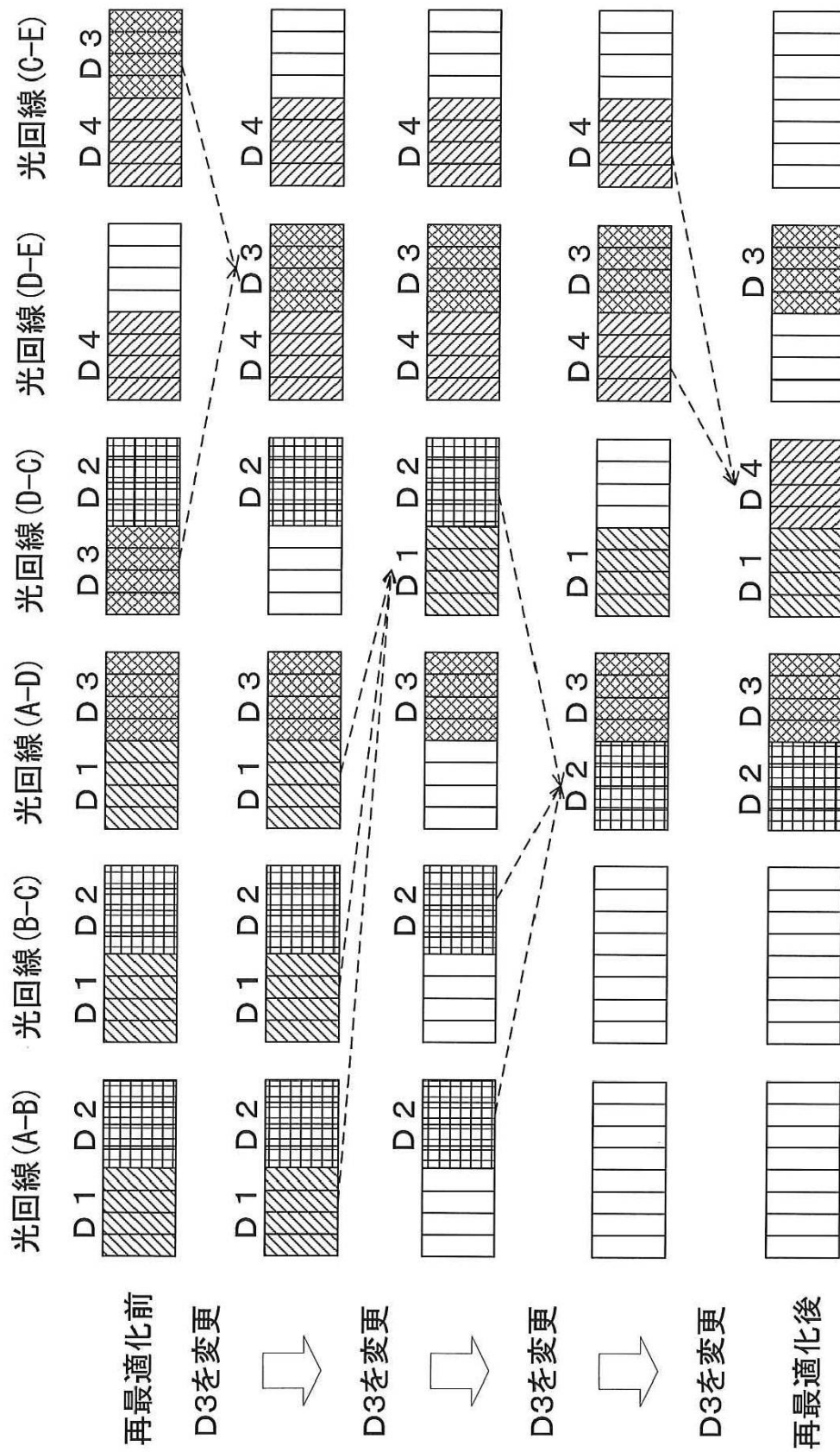


光回線のスロットの割り当てを説明する図



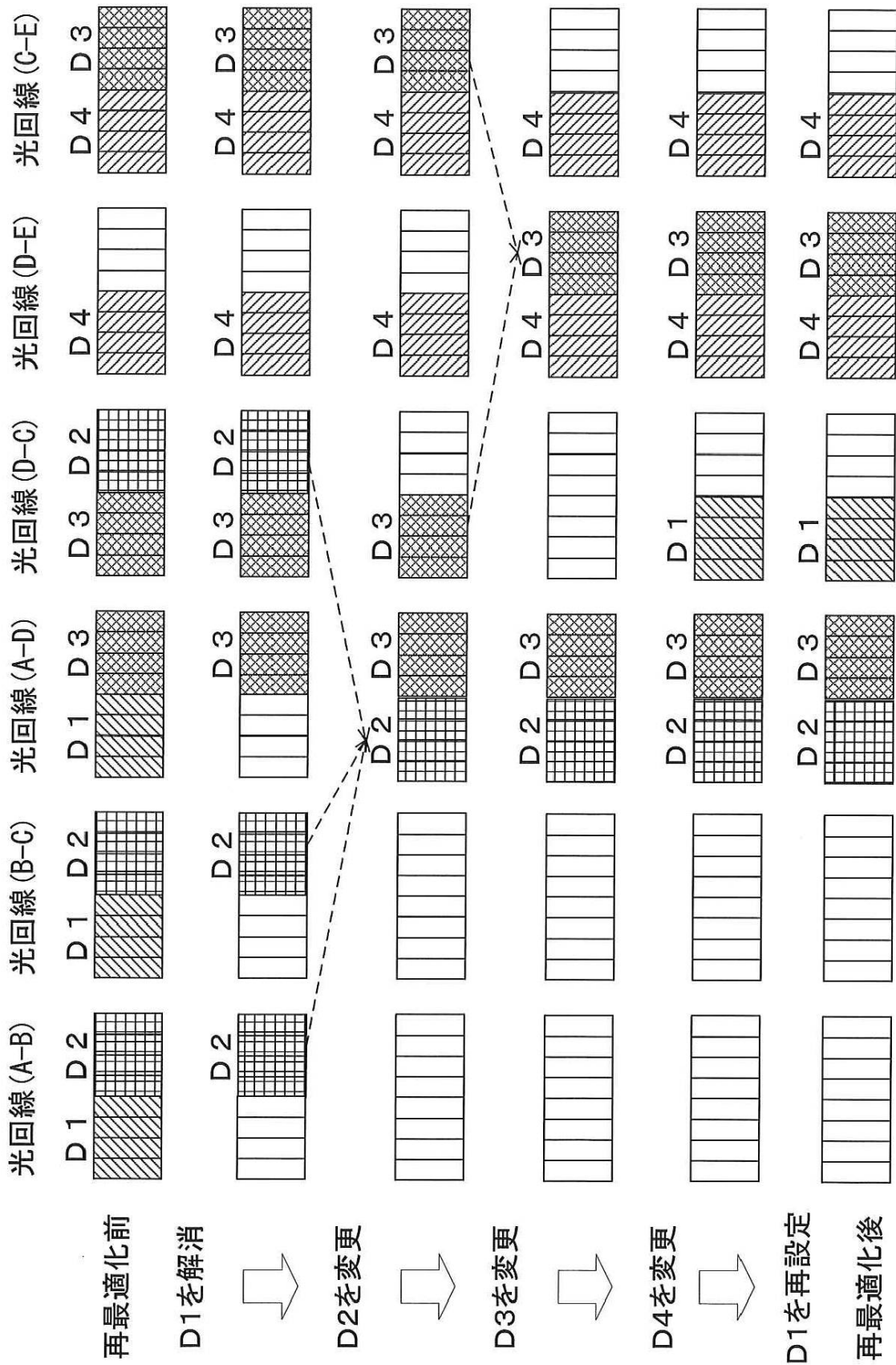
【図 6】

再最適化の手順を説明する図(その1)



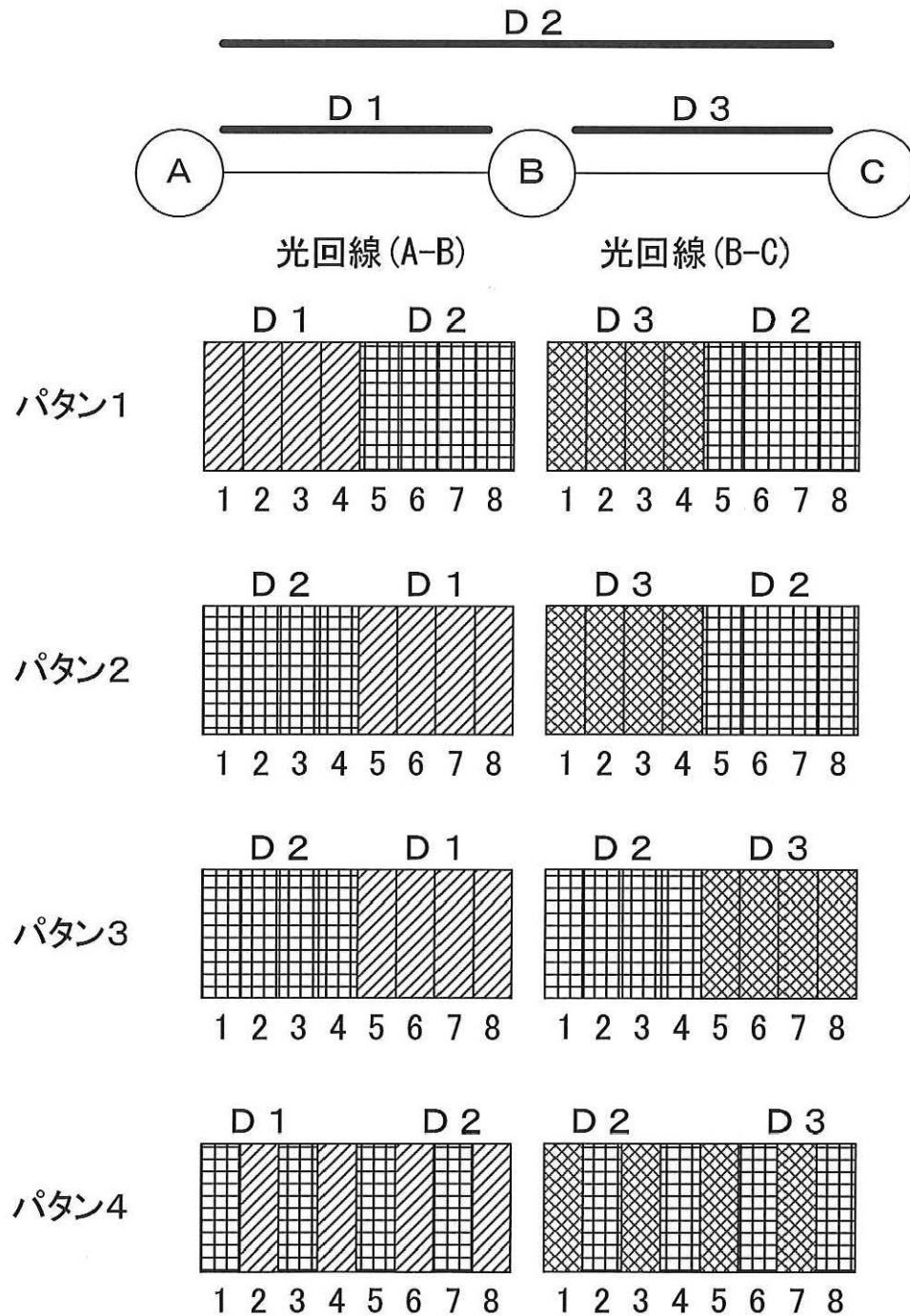
【図 7】

再最適化の手順を説明する図(その2)



【図 8】

光回線のスロットの割り当てパターンを説明する図



【手続補正書】

【提出日】平成27年2月16日(2015.2.16)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0074

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0074】

ネットワーク設計装置1は、デマンドD_nを割り当てできる光回線の数の光回線を開放していないとき（S213にてYes）、S212の処理を実行する。

フロントページの続き

(72)発明者 田島 一幸

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

Fターム(参考) 5K030 GA03 HA15 KA01 KA05 LB07