

(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
2015 年 10 月 29 日(29.10.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/162635 A1

- (51) 国際特許分類:
H04L 12/707 (2013.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/002251
- (22) 国際出願日: 2014 年 4 月 22 日(22.04.2014)
- (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: 日本電気株式会社(NEC CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号
Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 福井 賢二(FUKUI, Kenji); 〒1088001 東
京都港区芝五丁目 7 番 1 号日本電気株式会社内
Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 下坂 直樹(SHIMOSAKA, Naoki); 〒
1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号日本電気
株式会社内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,

CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LR, LS,
LT, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

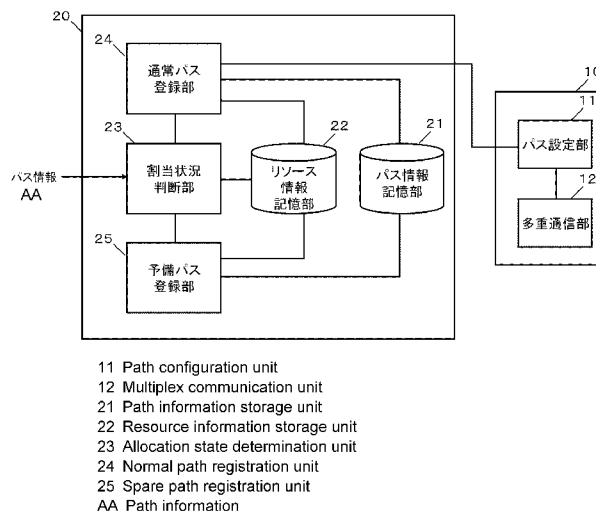
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: NETWORK MANAGEMENT DEVICE AND NETWORK MANAGEMENT METHOD

(54) 発明の名称: ネットワーク管理装置及びネットワーク管理方法



(57) Abstract: In order to efficiently utilize communication resources for a detour for a path in a network comprising a plurality of nodes, a network management device is provided with: a path information storage unit (21) that stores a communication route between two nodes and a communication resource allocated thereto; a resource information storage unit (22) that stores communication resource allocation states; an allocation state determination unit (23) that determines the allocation state of a communication resource scheduled to be allocated to a path not yet registered; a normal path registration unit (24) that, when a normal path is registered, if the communication resource scheduled to be allocated has not been allocated to another already registered path, notifies each node on the normal path of the route configuration, registers the normal path in the path information storage unit (21) and updates the allocation state of the allocated communication resource; and a spare path registration unit (25) that, when a spare path is registered, if the communication resource scheduled to be allocated has not been allocated to another already registered path, registers the spare path in the path information storage unit (21) and updates the allocation state of the allocated communication resource.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/162635 A1



複数のノードからなるネットワークにおけるパスに対する迂回路用の通信リソースを効率的に活用するために、ネットワーク管理装置は、2ノード間の通信経路および割り当てられた通信リソースを記憶するパス情報記憶部21と、各通信リソースの割当状況を記憶するリソース情報記憶部22と、登録前のパスに割当予定の通信リソースの割当状況を判断する割当状況判断部23と、通常パスを登録する場合、割当予定の通信リソースが他の登録済のパスに割り当てられていない場合に、通常パス上の各ノードに経路設定を通知し、パス情報記憶部21に通常パスを登録し、割り当てた通信リソースの割当状況を更新する通常パス登録部24と、予備パスを登録する場合、割当予定の通信リソースが他の登録済の通常パスに割り当てられていない場合に、パス情報記憶部21に予備パスを登録し、割り当てた通信リソースの割当状況を更新する予備パス登録部25とを備える。

明 細 書

発明の名称： ネットワーク管理装置及びネットワーク管理方法 技術分野

[0001] 本発明は、通信システムにおいて通信リソースを管理するネットワーク管理装置及びネットワーク管理方法に関する。

背景技術

[0002] 複数の通信装置（ノード）からなる通信システムは、様々な冗長構成をとることにより、E n d - t o - E n d のパスにおける通信の信頼性を高めている。しかしながら、例えば、小規模なネットワークの限られた通信リソースの中で多くのパスを運用する通信システムは、すべてのパスに冗長性を確保できず、一部のパスにしか冗長構成を持てないことがある。

[0003] 冗長構成を持たないパスは、通信障害発生時やパッケージ交換時などに一時的な迂回路が必要となる。しかしながら、迂回路が必要となった時点で迂回路を構築すると、その度に通信リソースの追加や運用コストが必要になる。ここで、通信リソースとは、多重通信において物理的な伝送路を論理的に分割するために用いられるリソースをいう。このような通信リソースとしては、例えば、TDM（Time Division Multiplex）ネットワークにおけるタイムスロットや、WDM（Wavelength Division Multiplex）ネットワークにおける波長がある。このような、通信リソースの追加および迂回路の構築を、必要となった時点で無計画に行うことは、非効率な通信リソースの活用を招くという問題がある。

[0004] このような問題に関連する技術の一例が、特許文献1に記載されている。この関連技術は、始点のノードから終点のノードまでの現用パスを設定する際に、現用パス上の各ノードを始点とする複数の予備パスを設定する。

[0005] また、上述の問題に関連する技術の他の一例が、特許文献2に記載されている。この関連技術では、現用パス上のあるノードは、そのノードより下流のノードまでの現用パスを通らない迂回路に対して予備パスの予約設定メッ

セージを転送することにより、予備パスを予約する。そして、予備パスの終端となった現用パス上のノードは、さらに下流のノードまでの現用パスを通らない迂回路に対する予備パスの予約設定メッセージの転送を連鎖的に繰り返す。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2002-344491号公報

特許文献2：特開2005-210514号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、特許文献1および特許文献2に記載された関連技術には、以下のような課題がある。

[0008] 特許文献1には、同時に使用されることのない複数の予備パスは、同一のノード間のリンクにおいて通信リソースを共有することができると記載されている。しかしながら、特許文献1には、共有される通信リソースをどのように管理するかの詳細については記載されていない。

[0009] また、特許文献2には、複数の予備パスで通信リソースを共有する際に、複数の予備パス上の共通のノードにおける必要な通信リソース量を算出しておくことについて記載されている。しかしながら、特許文献2には、共有される通信リソースがどのように管理されるかの詳細については記載されていない。

[0010] 本発明は、上述の課題を解決するためになされたもので、複数のノードからなるネットワークにおけるパスに対する迂回路用の通信リソースを、効率的に活用するよう管理する技術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

[0011] 本発明のネットワーク管理装置は、互いに通信可能な複数の通信装置（ノード）のうち2つの組の各々について、該2つのノード間の通常または予備

の通信経路（パス）、および、前記パスに割り当てられた１つ以上の通信リソースをそれぞれ表す情報を含むパス情報を記憶するパス情報記憶手段と、前記各通信リソースについて、前記パスに対する割当状況を表す割当状況情報を記憶するリソース情報記憶手段と、登録前の前記パス情報が入力されると、該パス情報の示すパスに割り当てられる１つ以上の通信リソースについての前記割当状況を、前記リソース情報記憶手段を参照して判断する割当状況判断手段と、前記入力されたパス情報が登録前の通常のパスを示す場合、該登録前の通常のパスに割り当てられる１つ以上の通信リソースがいずれも他の登録済の前記パスに割り当てられていないと前記割当状況判断手段によって判断された場合に、前記入力されたパス情報に基づく経路設定を該通常のパス上の各ノードに通知し、前記入力されたパス情報を前記パス情報記憶手段に登録するとともに、該通常のパスに割り当てる１つ以上の通信リソースについて前記割当状況情報を更新する通常パス登録手段と、前記入力されたパス情報が登録前の予備のパスを示す場合、該登録前の予備のパスに割り当てられる１つ以上の通信リソースがいずれも他の登録済の前記通常のパスに割り当てられていないと前記割当状況判断手段によって判断された場合に、前記入力されたパス情報を前記パス情報記憶手段に登録するとともに、該予備のパスに割り当てる１つ以上の通信リソースについて前記割当状況情報を更新する予備パス登録手段と、を備える。

[0012] また、本発明の通信装置は、上述のネットワーク管理装置から前記パス情報に基づく経路設定を行うよう通知されると、該パス上で自装置が隣接する他の通信装置との間で、該パスに割り当てられた通信リソースを使用して通信を行うよう経路設定を行うパス設定手段と、前記パス設定手段による設定に基づいて、前記他の通信装置との間で多重通信を行う多重通信手段と、を備える。

[0013] また、本発明の通信システムは、上述のネットワーク管理装置と、上述の通信装置と、を備える。

[0014] また、本発明のネットワーク管理方法は、互いに通信可能な複数の通信装

置（ノード）のうち2つの組の各々について、該2つのノード間の通常または予備の通信経路（パス）、および、前記パスに割り当てられた1つ以上の通信リソースをそれぞれ表す情報を含むパス情報を記憶するパス情報記憶手段と、前記各通信リソースについて、前記パスに対する割当状況を表す割当状況情報を記憶するリソース情報記憶手段とを用いて、登録前の前記パス情報が入力されると、該パス情報の示すパスに割り当てられる1つ以上の通信リソースについての前記割当状況を、前記リソース情報記憶手段を参照して判断し、前記入力されたパス情報が登録前の通常のパスを示す場合、該登録前の通常のパスに割り当てられる1つ以上の通信リソースがいずれも他の登録済の前記パスに割り当てられていないと判断した場合に、前記入力されたパス情報に基づく経路設定を該通常のパス上の各ノードに通知し、前記入力されたパス情報を前記パス情報記憶手段に登録するとともに、該通常のパスに割り当てる1つ以上の通信リソースについて前記割当状況情報を更新し、前記入力されたパス情報が登録前の予備のパスを示す場合、該登録前の予備のパスに割り当てられる1つ以上の通信リソースがいずれも他の登録済の前記通常のパスに割り当てられていないと判断した場合に、前記入力されたパス情報を前記パス情報記憶手段に登録するとともに、該予備のパスに割り当てる1つ以上の通信リソースについて前記割当状況情報を更新する。

[0015] また、本発明のプログラムの記憶媒体は、互いに通信可能な複数の通信装置（ノード）のうち2つの組の各々について、該2つのノード間の通常または予備の通信経路（パス）、および、前記パスに割り当てられた1つ以上の通信リソースをそれぞれ表す情報を含むパス情報を記憶するパス情報記憶手段と、前記各通信リソースについて、前記パスに対する割当状況を表す割当状況情報を記憶するリソース情報記憶手段とを用いて、登録前の前記パス情報が入力されると、該パス情報の示すパスに割り当てられる1つ以上の通信リソースについての前記割当状況を、前記リソース情報記憶手段を参照して判断する割当状況判断ステップと、前記入力されたパス情報が登録前の通常のパスを示す場合、該登録前の通常のパスに割り当てられる1つ以上の通信

リソースがいずれも他の登録済の前記パスに割り当てられていないと前記割当状況判断ステップで判断された場合に、前記入力されたパス情報に基づく経路設定を該通常のパス上の各ノードに通知し、入力されたパス情報を前記パス情報記憶手段に登録するとともに、該通常のパスに割り当てる１つ以上の通信リソースについて前記割当状況情報を更新する通常パス登録ステップと、前記入力されたパス情報が登録前の予備のパスを示す場合、該登録前の予備のパスに割り当てられる１つ以上の通信リソースがいずれも他の登録済の前記通常のパスに割り当てられていないと前記割当状況判断ステップで判断された場合に、前記入力されたパス情報を前記パス情報記憶手段に登録するとともに、該予備のパスに割り当てる１つ以上の通信リソースについて前記割当状況情報を更新する予備パス登録ステップと、をコンピュータ装置に実行させるコンピュータプログラムを記憶する。

発明の効果

[0016] 本発明は、複数のノードからなるネットワークにおけるパスに対する迂回路用の通信リソースを、効率的に活用するよう管理する技術を提供する。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の第１の実施の形態としての通信システムの構成を示すブロック図である。

[図2]第１の実施の形態としての通信システムを構成する各装置の機能ブロック図である。

[図3]第１の実施の形態における通信装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

[図4]第１の実施の形態におけるネットワーク管理装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

[図5]第１の実施の形態におけるパス情報記憶部に記憶される情報の一例を示す図である。

[図6]第１の実施の形態におけるリソース情報記憶部に記憶される情報の一例を示す図である。

[図7]第1の実施の形態としての通信システムのパス登録動作を説明するフローチャートである。

[図8]第1の実施の形態としての通信システムの構成の具体例を示す図である。

[図9]第1の実施の形態の具体例においてパス登録前のリソース情報記憶部に記憶される情報の一例を示す図である。

[図10]第1の実施の形態の具体例においてパス情報記憶部に記憶された通常パスの一例を示す図である。

[図11]第1の実施の形態の具体例において通常パス登録時にリソース情報記憶部で更新される情報の一例を示す図である。

[図12]第1の実施の形態の具体例において登録された通常パスを模式的に示す図である。

[図13]第1の実施の形態の具体例においてパス情報記憶部に記憶された通常パスに対する予備パスの一例を示す図である。

[図14]第1の実施の形態の具体例において予備パス登録時にリソース情報記憶部で更新される情報の一例を示す図である。

[図15]第1の実施の形態の具体例において登録された通常パスおよび予備パスを模式的に示す図である。

[図16]第1の実施の形態の具体例においてパス情報記憶部に記憶された他の通常パスの一例を示す図である。

[図17]第1の実施の形態の具体例において他の通常パス登録時にリソース情報記憶部で更新される情報の一例を示す図である。

[図18]第1の実施の形態の具体例において登録された他の通常パスを模式的に示す図である。

[図19]第1の実施の形態の具体例においてパス情報記憶部に記憶された他の通常パスに対する予備パスの一例を示す図である。

[図20]第1の実施の形態の具体例において登録されたパス群を模式的に示す図である。

[図21]本発明の第2の実施の形態としての通信システムの構成を示すブロック図である。

[図22]第2の実施の形態としての通信システムの機能ブロック図である。

[図23]第2の実施の形態におけるパス情報記憶部に記憶される情報の一例を示す図である。

[図24]第2の実施の形態におけるリソース情報記憶部に記憶される情報の一例を示す図である。

[図25]第2の実施の形態としての通信システムのパス切替動作を説明するフローチャートである。

[図26]第2の実施の形態の具体例においてパス切替時にリソース情報記憶部で更新される情報の一例を示す図である。

[図27]第2の実施の形態の具体例においてパス切替時にパス情報記憶部で更新される情報の一例を示す図である。

[図28]第2の実施の形態の具体例において切り替えられたパス群を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

[0019] (第1の実施の形態)

本発明の第1の実施の形態としての通信システム1の構成を図1に示す。図1において、通信システム1は、通信装置10と、ネットワーク管理装置20とを含む。以下では、通信装置10を、ノード10とも記載する。ネットワーク管理装置20は、複数のノード10からなるネットワーク100と通信可能に接続される。各ノード10は、ネットワーク100において、1つ以上の他のノード10と通信可能に接続される。なお、図1には、4つの通信装置10および1つのネットワーク管理装置20を示したが、本発明の通信システムにおける各装置の数を限定するものではない。

[0020] ノード10は、多重通信を行う通信装置であり、クロスコネクト機能を有する。クロスコネクト機能とは、多重化された複数の入出力信号間で任意に

方路設定を行う機能である。すなわち、ノード１０は、多重化されて入力された各信号が他のいずれのノード１０からいずれの通信リソースを用いて入力されたかに基づいて、その信号をいずれの通信リソースを用いて他のいずれのノード１０に対して出力するかを設定し、設定にしたがって方路毎に信号を多重化して出力する。ここで、通信リソースとは、多重通信において物理的な伝送路を論理的に分割するために用いられるリソースをいう。例えば、通信リソースとしては、ＴＤＭ（Time Division Multiplex）におけるタイムスロットや、ＷＤＭ（Wavelength Division Multiplex）ネットワークにおける波長等が挙げられる。また、各ノード１０には、他のノードとの通信に用いることができる１つ以上の通信リソースがあらかじめ実装されている。

[0021] 次に、通信システム１を構成する各装置の機能ブロック図を図２に示す。図２において、ノード１０は、パス設定部１１と、多重通信部１２とを含む。また、ネットワーク管理装置２０は、パス情報記憶部２１と、リソース情報記憶部２２と、割当状況判断部２３と、通常パス登録部２４と、予備パス登録部２５とを含む。

[0022] ここで、通信システム１を構成する各装置のハードウェア構成の一例を図３～図４に示す。

[0023] 図３は、通信装置（ノード）１０のハードウェア構成の一例を示す図である。図３において、ノード１０は、１つ以上のインタフェース１００１と、スイッチ１００２と、プロセッサおよびメモリを含む制御部１００３とを備える。

[0024] インタフェース１００１は、他のノード１０、ネットワーク管理装置２０またはその他の外部装置とリンクを介して接続される。また、インタフェース１００１は、リンクを介して入力される多重化された信号を分離してスイッチ１００２に出力する。また、インタフェース１００１は、スイッチ１００２から入力される信号を多重化してリンクを介して出力する。

[0025] スイッチ１００２は、各インタフェース１００１から入力される信号の経路設定を行って適切なインタフェース１００１に出力する。

[0026] 制御部１００３のメモリには、装置を本実施の形態のノード１０として機能させるためのコンピュータプログラムおよび各種データが記憶されている。制御部１００３は、メモリに記憶されたコンピュータプログラムおよび各種データを読み込んで実行することにより、スイッチ１００２の経路設定を制御する。上述のパス設定部１１は、制御部１００３によって構成される。また、多重通信部１２は、インタフェース１００１およびスイッチ１００２によって構成される。なお、ノード１０およびその各機能ブロックを構成するハードウェア構成は、上述の構成に限定されない。

[0027] 図４は、ネットワーク管理装置２０のハードウェア構成の一例を示す図である。図４において、ネットワーク管理装置２０は、プロセッサ２００１と、メモリ２００２と、ハードディスク等の記憶装置２００３と、ネットワークインタフェース２００４と、入力装置２００５と、出力装置２００６とを備える。

[0028] 記憶装置２００３には、装置を本実施の形態のネットワーク管理装置２０として機能させるためのコンピュータプログラムおよび各種データが記憶されている。

[0029] プロセッサ２００１は、記憶装置２００３に記憶されたコンピュータプログラムおよび各種データをメモリ２００２に読み込んで実行することにより、通信システム１における通信を管理する。

[0030] ネットワークインタフェース２００４は、ネットワーク１００を介してノード１０と通信する。

[0031] 上述のパス情報記憶部２１およびリソース情報記憶部２２は、記憶装置２００３によって構成される。また、割当状況判断部２３は、入力装置２００５とプロセッサ２００１とによって構成される。また、通常パス登録部２４は、ネットワークインタフェース２００４と、プロセッサ２００１とによって構成される。また、予備パス登録部２５は、プロセッサ２００１によって構成される。上記の各部を構成するプロセッサ２００１は、記憶装置２００３に記憶されたコンピュータプログラムおよび各種データをメモリ２００２

に読み込んで実行する。なお、ネットワーク管理装置 20 およびその各機能ブロックを構成するハードウェア構成は、上述の構成に限定されない。

[0032] なお、ネットワーク管理装置 20 は、各ノード 10 と直接通信可能に接続されていなくてもよい。ネットワーク管理装置 20 は、いずれかのノード 10 に接続されることにより各ノード 10 と通信してもよい。あるいは、ネットワーク管理装置 20 は、ノード 10 によって構成されるネットワーク 100 に対して、さらに他のネットワークを介して接続されてもよい。

[0033] 次に、ノード 10 の機能ブロックの詳細について説明する。

[0034] パス設定部 11 は、ネットワーク管理装置 20 から通知される情報に基づいて、自装置に現用パスを設定する。具体的には、パス設定部 11 は、ネットワーク管理装置 20 から、現用パスの経路を表す情報および使用する通信リソースを表す情報を受信する。そして、パス設定部 11 は、通知された経路上で自装置と隣接する一方のノード 10 から、通知された通信リソースを用いて入力される信号を、隣接する他方のノード 10 に対して、通知された通信リソースを用いて出力するようパスの設定を行う。

[0035] 多重通信部 12 は、パス設定部 11 による設定に基づいて、他のノード 10 との間で多重通信を行う。

[0036] 次に、ネットワーク管理装置 20 の各機能ブロックの詳細について説明する。

[0037] パス情報記憶部 21 は、任意の 2 つのノード 10（端点ノード）間の通信経路（パス）に関するパス情報を記憶する。詳細には、パス情報記憶部 21 は、2 つのノード間の通常または予備の通信経路（パス）、および、そのパスに割り当てられた 1 つ以上の通信リソースをそれぞれ表す情報を含むパス情報を記憶している。ここで、予備のパス（予備パス）とは、端点ノード間の通常のパス（通常パス）とは異なる通信経路である。

[0038] 例えば、パス情報記憶部 21 に記憶されるパス情報の一例を図 5 に示す。図 5 において、各行は、パス情報を表す。この例では、パス情報は、パス ID と、端点情報と、通常パス経路情報と、通常パスリソース情報と、予備パ

ス経路情報と、予備パスリソース情報とからなる。

[0039] パスIDは、パスを識別する情報である。図5の例では、パスIDは、#Nで表される。以降、パスIDが#Nのパスを、パス#Nとも記載する。Nは自然数である。

[0040] また、端点情報は、2つの端点ノードを表す。図5の例では、パス#2の端点情報「A, C」は、端点のノード10の識別子がそれぞれ「A」および「C」であることを表す。以下では、識別子が「X」のノード10を、ノード10Xとも記載する。

[0041] また、図5の例では、パス#2の通常パス経路情報「A-E-F-C」は、端点ノードであるノード10Aおよびノード10C間の通常の通信経路を表す。この例では、通常パス経路情報は、通常パス上のノード10の識別情報を順に並べたリストとして表される。

[0042] また、図5の例では、パス#2の通常パスリソース情報「ch7」は、通常パスに対して、チャンネル7（ch7）の通信リソースが割り当てられていることを表す。詳細には、この通常パスリソース情報は、通常パス「A-E-F-C」に対して、リンク「A-E」におけるch7、「E-F」におけるch7、および「F-C」におけるch7の3つの通信リソースが割り当てられていることを表す。なお、リンク「X-Y」とは、ノード10Xおよびノード10Y間を接続するリンクをさす。

[0043] また、図5の例では、パス#2の予備パス経路情報「A-B-C」は、端点ノードであるノード10Aおよびノード10C間の通常パスとは異なる通信経路を表す。この例では、予備パス経路情報も、通常パス経路情報と同様に、経路上のノード10の識別情報を順に並べたリストとして表される。

[0044] また、図5の例では、パス#2の予備パスリソース情報「ch2」は、予備パスに対して、チャンネル2（ch2）の通信リソースが割り当てられていることを表す。詳細には、この予備パスリソース情報は、予備パス「A-B-C」に対して、リンク「A-B」におけるch2、および、「B-C」におけるch2の2つの通信リソースが割り当てられていることを表す。

[0045] リソース情報記憶部22は、各通信リソースに関する割当状況情報を記憶する。例えば、ネットワーク100において、各ノード10間を接続するリンクがN本あるとする。また、各ノード10には、n個の通信リソースが実装されたとする。nは自然数である。この場合、リソース情報記憶部22は、N本の各リンクにおけるn個ずつの各通信リソースについて、割当状況情報を記憶する。割当状況情報は、各通信リソースのパスに対する割当状況を表す。例えば、割当状況情報は、共有リソース、専有リソース、未割当リソースのいずれかを表す情報でもよい。ここで、共有リソースとは、複数の予備パスに対して共有して割当可能な通信リソースである。また、専有リソースとは、1つの通常パスに対して専有して割り当てられた通信リソースである。また、未割当リソースとは、いずれのパスに対しても未だ割り当てられていない通信リソースである。

[0046] 例えば、リソース情報記憶部22に記憶される割当状況情報の一例を図6に示す。図6では、例えば、1～n行目までの各行は、ノード10Aおよびノード10B間のリンク「A-B」において使用可能なn個の各通信リソース(c h 1～c h n)に関する割当状況情報を表している。図6の例では、リンク「A-B」におけるc h 1およびc h 2の通信リソースは、共有リソースである。また、リンク「A-B」のc h 3およびc h 4の通信リソースは、専有リソースである。また、リンク「A-B」のc h 5の通信リソースは、未割当リソースである。なお、リソース情報記憶部22は、各リンクの各通信リソースについて、2ビットで表された割当状況情報を記憶してもよい。例えば、図6に示すように、共有リソースは「01」で表され、専有リソースは「11」で表され、未割当リソースは「00」で表されていてもよい。その他、割当状況情報は、各通信リソースのパスに対する割当状況を表す情報であれば、どのような形式でもよい。

[0047] 割当状況判断部23は、登録前のパス情報が入力されると、該パス情報の示すパスに割り当てられる1つ以上の通信リソースについての割当状況を、リソース情報記憶部22を参照して判断する。

[0048] なお、割当状況判断部23は、入力装置2005を介してパス情報を取得してもよい。

あるいは、割当状況判断部23は、通信可能に接続されたオペレータ端末（図示せず）からパス情報を取得してもよい。

[0049] 通常パス登録部24は、入力されたパス情報が登録前の通常パスを示す場合に機能するように構成される。登録前の通常パスを表すパス情報には、通常パスとしての経路情報と、その通常パスに割り当てられる予定の通信リソースを表す情報が含まれる。

[0050] また、通常パス登録部24は、登録前の通常パスに割り当てられる予定の1つ以上の通信リソースについての割当状況が、いずれも他のパスに割り当てられていないと割当状況判断部23によって判断された場合に、以下の処理を行う。例えば、通常パス登録部24は、登録前の通常パスに割り当てられる予定の1つ以上の通信リソースが、いずれも未割当リソースである場合に、以下の処理を行えばよい。

[0051] 具体的には、通常パス登録部24は、入力された通常パス上の各ノード10に対して、パス情報に基づく経路設定を行うように通知する。例えば、通常パス登録部24は、該当する各ノード10に対して、その通常パス上で隣接する一方のノード10からその通信リソースを用いて入力される情報を、他方のノード10に対してその通信リソースを用いて出力するようにクロスコネクトの設定を要求するメッセージを送信すればよい。

[0052] また、通常パス登録部24は、通常パスの経路設定に成功すると、パス情報記憶部21に対して、入力された通常パスを表すパス情報を登録する。例えば、通常パス登録部24は、新たなパスIDを付与したパス情報を登録し、そのパス情報の通常パス経路情報および通常パスリソース情報に、入力された通常のパスの経路を表す情報および通信リソースを表す情報を設定すればよい。

[0053] また、通常パス登録部24は、通常パスの経路設定に成功すると、リソース情報記憶部22を更新する。例えば、通常パス登録部24は、通常パスに

割り当てられた各通信リソースについての割当状況情報を「専有リソース」に更新してもよい。

[0054] なお、通常パス登録部 24 は、入力された通常パスに割り当てられる予定の 1 つ以上の通信リソースの少なくともいずれかが他のパスに割り当てられている（例えば、専有リソースまたは共有リソースである）場合には、通常パスの経路設定および通常パスの登録を行わない。この場合、例えば、通常パス登録部 24 は、その通信リソースが既に他のパスに対して割り当てられているため専有リソースとして割り当てられないことを表すメッセージを、出力装置 2006 に出力してもよい。

[0055] 予備パス登録部 25 は、入力されたパス情報が登録前の予備パスを示す場合に機能するように構成される。登録前の予備パスを表すパス情報には、予備パスとしての経路情報と、その予備パスに割り当てられる予定の通信リソースを表す情報とが含まれる。また、登録前の予備パスを表すパス情報には、どの通常パスに対する予備パスであるかを特定可能な情報として、パス ID や端点ノードに関する情報が含まれてもよい。

[0056] また、予備パス登録部 25 は、登録前の予備パスに割り当てられる予定の 1 つ以上の通信リソースについての割当状況が、いずれも他の通常パスに割り当てられていないことを表すと割当状況判断部 23 によって判断された場合に、以下の処理を行う。例えば、予備パス登録部 25 は、登録前の予備パスに割り当てられる予定の 1 つ以上の通信リソースのいずれもが共有リソースまたは未割当リソースである場合、以下の処理を行えばよい。

[0057] 具体的には、予備パス登録部 25 は、パス情報記憶部 21 に対して、予備パスを表すパス情報を登録する。詳細には、予備パス登録部 25 は、入力された予備パスに対応する通常パスを含むパス情報をパス情報記憶部 21 から検索する。そして、予備パス登録部 25 は、検索したパス情報の予備パス経路情報および予備パスリソース情報に、入力された予備パスの経路を表す情報および通信リソースを表す情報を設定すればよい。

[0058] また、予備パス登録部 25 は、リソース情報記憶部 22 を更新する。例え

ば、予備パス登録部 25 は、予備パスに割り当てられた各通信リソースについて、割当状況情報を「共有リソース」に更新してもよい。

[0059] なお、予備パス登録部 25 は、予備パスの登録時に、その経路上の各ノード 10 に対して経路設定を通知しない。

[0060] また、予備パス登録部 25 は、入力された予備パスに対して割り当てられる予定の 1 つ以上の通信リソースの少なくともいずれかが他の通常パスに割り当てられている（例えば、専有リソースである）場合には、予備パスの登録を行わない。この場合、例えば、予備パス登録部 25 は、その通信リソースは既に他の通常パスによって専有されているため共有リソースとして割り当てられないことを表すメッセージを、出力装置 2006 に出力してもよい。

[0061] 以上のように構成された通信システム 1 のパス登録動作について、図 7 を参照して説明する。図 7 は、第 1 の実施形態の通信システムのパス登録動作を説明するフローチャートである。

[0062] まず、割当状況判断部 23 は、外部から入力される登録前のパス情報を取得する（ステップ S 1）。ここで入力される登録前のパス情報には、通常パスまたは予備パスの経路を表す情報と、該パスに割り当てられる予定の 1 つ以上の通信リソースを表す情報とが少なくとも含まれる。また、前述のように、入力されるパス情報が登録前の予備パスを表す場合、入力されるパス情報には、対応する通常パスを特定可能なパス ID や端点ノード等の情報が含まれていてもよい。

[0063] 次に、割当状況判断部 23 は、ステップ S 1 で取得された 1 つ以上の通信リソースに関する割当状況情報を、リソース情報記憶部 22 から取得する（ステップ S 2）。

[0064] 次に、割当状況判断部 23 は、ステップ S 1 で取得されたパス情報が、登録前の通常パスを表すか登録前の予備パスを表すかを判断する（ステップ S 3）。

[0065] ここで、登録前の通常パスを表す場合（ステップ S 3：通常パス）、割当

状況判断部 23 は、ステップ S 2 で取得された各通信リソースの割当状況が、いずれも他のパスに割り当てられていないかを判断する（ステップ S 4）。

[0066] 例えば、割当状況情報が 2 ビットの情報で表され、未割当リソースが「00」、共有リソースが「01」、専有リソースが「11」で表されている場合、割当状況判断部 23 は、上位 1 ビット目が 0 であるか否かによって、各通信リソースが他のパスに割り当てられていない未割当リソースであるか否かを判断すればよい。

[0067] ここで、各通信リソースのうち少なくともいずれかが他のパスに割り当てられていると判断された場合（ステップ S 4 : No）、通常パス登録部 24 は、入力された通常パスを登録できないと判断し、動作を終了する。この場合、通常パス登録部 24 は、この通信リソースを通常パスに割り当てられないことを表すメッセージを出力してもよい。

[0068] 一方、ステップ S 4 で、各通信リソースがいずれも他のパスに割り当てられていないと判断された場合（ステップ S 4 : Yes）、通常パス登録部 24 は、入力された通常パス上の各ノード 10 に対して、このパス情報に基づく経路設定を通知する（ステップ S 5）。

[0069] 次に、通常パス登録部 24 は、パス情報記憶部 21 に、この通常パスを表すパス情報を登録する（ステップ S 6）。例えば、通常パス登録部 24 は、新たなパス ID を付与したパス情報を登録し、その通常パス経路情報に、入力された通常パスの経路を表す情報を設定し、その通常パスリソース情報に、入力された 1 つ以上の通信リソースを表す情報を設定する。

[0070] 次に、通常パス登録部 24 は、ステップ S 6 で登録した通常パスに割り当てた 1 つ以上の通信リソースについて、リソース情報記憶部 22 に記憶された割当状況情報を更新する（ステップ S 7）。例えば、通常パス登録部 24 は、該当する各通信リソースの割当状況情報を「専有リソース」に更新してもよい。

[0071] なお、通常パス登録部 24 は、ステップ S 5 で通常パスの経路設定に成功

しなかった場合、ステップS 6～S 7を実行しないで、動作を終了する。この場合、通常パス登録部2 4は、通常パスの経路設定に失敗したことを表すメッセージを出力してもよい。

[0072] 一方、ステップS 3において、ステップS 1で取得されたパス情報が登録前の予備パスを示すと判断された場合（ステップS 3：予備パス）、割当状況判断部2 3は、ステップS 2で取得された各通信リソースの割当状況が、いずれも他の通常パスに割り当てられていないかを判断する（ステップS 8）。

[0073] 例えば、割当状況情報が上述のような2ビットの情報で表されている場合、割当状況判断部2 3は、上位から2ビット目が0であるか否かによって、他の通常パスに割り当てられていない共有リソースまたは未割当リソースであるか否かを判断すればよい。

[0074] ここで、各通信リソースのうち少なくともいずれかが他の通常パスに割り当てられている（例えば、専有リソースである）と判断された場合（ステップS 8：N o）、予備パス登録部2 5は、入力された予備パスを登録できないと判断し、動作を終了する。このとき、予備パス登録部2 5は、この通信リソースを予備パスに割り当てられないことを表すメッセージを出力してもよい。

[0075] 一方、ステップS 8で、各通信リソースのいずれもが他の通常パスに割り当てられていないと判断された場合（ステップS 8：Y e s）、予備パス登録部2 5は、パス情報記憶部2 1に、この予備パスを表すパス情報を登録する（ステップS 9）。例えば、予備パス登録部2 5は、パス情報記憶部2 1において、ステップS 1で入力されたパス情報に含まれるパスIDを付与したパス情報を検索する。そして、予備パス登録部2 5は、検索したパス情報の予備パス経路情報に、入力された予備パスの経路を表す情報を設定し、その予備パスリソース情報に、入力された1つ以上の通信リソースを表す情報を設定する。

[0076] 次に予備パス登録部2 5は、ステップS 9で登録した予備パスに割り当て

られた各通信リソースについて、リソース情報記憶部 22 に記憶された割当状況情報を更新する（ステップ S 10）。例えば、予備パス登録部 25 は、該当する各通信リソースについての割当状況情報を、「共有リソース」に更新してもよい。

[0077] 以上で、通信システム 1 は、パス登録動作を終了する。

[0078] 次に、通信システム 1 の動作を具体例で示す。

[0079] まず、この具体例で説明する通信システム 1 の構成を、図 8 に示す。図 8 では、通信システム 1 は、識別子が「A」～「F」までの 6 つのノード 10 と、ネットワーク管理装置 20 とを含む。また、ノード 10 A～10 F 間を結ぶ実線は、各ノード 10 間を接続するリンクを表す。すなわち、この例では、各ノード 10 間に、7 本のリンクがある。また、この例では、各ノード 10 は、それぞれ ch 1～ch 88 までの 88 チャネルの通信リソースを有し、88 本のパスを登録可能である。

[0080] この場合、リソース情報記憶部 22 は、7 本のリンクを介して行われる通信においてそれぞれのリンクで使用可能な 88 個の通信リソースについて、その割当状況情報を記憶する。この具体例において、リソース情報記憶部 22 に記憶される情報の一例を図 9 に示す。図 9 では、まだ 1 本のパスも登録されていないため、全ての通信リソースが未割当リソースとなっている。

[0081] このような具体例において、ネットワーク管理装置 20 が、ノード 10 E および 10 F 間の通常パスおよび予備パスと、ノード 10 A および 10 C 間の通常パスおよび予備パスを登録する動作について説明する。以下の具体例の説明におけるステップは、対応する図 7 のステップを示す。

[0082] ＜ノード 10 E およびノード 10 F 間の通常パスの登録動作＞

まず、ネットワーク管理装置 20 が、ノード 10 E およびノード 10 F 間の通常パスを登録する動作について説明する。

[0083] ここでは、まず、割当状況判断部 23 は、登録前の通常パスとしての経路「E－F」を表す情報と、この通常パスに割り当てられる予定の通信リソース「ch 2」を表す情報とを取得する（ステップ S 1）。

- [0084] 次に、割当状況判断部23は、パス「EーF」上のリンク「EーF」における通信リソース「ch2」の割当状況情報を、リソース情報記憶部22から取得する（ステップS2）。ここでは、割当状況判断部23は、リソース情報記憶部22に記憶された、図9に示された情報から、「未割当リソース」を表す情報を取得したものとする。
- [0085] 入力されたパス情報が登録前の通常パスを表し（ステップS3で「通常パス」）、その通常パスに割り当てられる予定の通信リソースが「未割当リソース」であるため（ステップS4でYes）、ネットワーク管理装置20の動作は、ステップS5に進む。
- [0086] すなわち、通常パス登録部24は、入力された通常パス上のノード10Eおよびノード10Fに対して、ch2を用いた通常パス「EーF」の経路設定を通知する（ステップS5）。これにより、ノード10Eおよびノード10Fは、ch2を用いた通常パス「EーF」の経路設定を実行する。
- [0087] そして、通常パス登録部24は、パス情報記憶部21に、新たなパスIDである「#1」を付与したパス情報を登録し、その通常パス経路情報に「EーF」を設定し、その通常パスリソース情報に「ch2」を設定する（ステップS6）。
- [0088] これにより、パス情報記憶部21には、図10に示すような情報が記憶される。
- [0089] 次に通常パス登録部24は、通常パス「EーF」上のリンク「EーF」に割り当てた通信リソース「ch2」について、リソース情報記憶部22に記憶された割当状況情報を、「専有リソース」に更新する（ステップS7）。
- [0090] これにより、リソース情報記憶部22には、図11に示すような情報が記憶される。図11において、太字で示した情報は、リソース情報記憶部22において更新された情報を表している。
- [0091] このようにして、パス#1の通常パス「EーF」が現用パスとして設定された状態を、模式的に図12に示す。図12では、ch1～ch88の参照符号が付された矩形は、各リンクにおいて使用可能な88チャンネルの通信リ

ソースを表している。また、斜線パターンで塗りつぶされた矩形は、「専有リソース」を表している。また、二重線で囲まれた矩形は、該当するリンクにおいて該当するノード10により使用されている通信リソースを表している。つまり、図12では、リンク「E-F」における「ch2」の通信リソースは、専有リソースであり、ノード10Eおよびノード10Fによって使用されている状態である。

[0092] <ノード10Eおよびノード10F間の予備パスの登録動作>

次に、ネットワーク管理装置20が、ノード10Eおよびノード10F間の通常パスに対する予備パスを登録する動作について説明する。

[0093] ここでは、まず、割当状況判断部23は、パス#1の登録前の予備パスとしての経路「E-A-B-C-F」を表す情報と、この予備パスに割り当てられる予定の通信リソース「ch2」を表す情報とを取得する（ステップS1）。

[0094] 次に、割当状況判断部23は、パス「E-A-B-C-F」上の各リンクにおける通信リソース「ch2」の割当状況情報を、リソース情報記憶部22からそれぞれ取得する（ステップS2）。ここでは、割当状況判断部23は、リソース情報記憶部22に記憶された、図11に示された情報から、リンク「E-A」、「A-B」、「B-C」、「C-F」における各通信リソース「ch2」について、「未割当リソース」を表す情報を取得したものとする。

[0095] 入力されたパス情報が登録前の予備パスを表し（ステップS3で「予備パス」）、その予備パスに割り当てられる予定の各通信リソースのいずれもが「未割当リソース」であるため（ステップS8でYes）、ネットワーク管理装置20の動作は、ステップS9に進む。

[0096] すなわち、予備パス登録部25は、パス情報記憶部21において、パス#1のパス情報の予備パス経路情報に「E-A-B-C-F」を設定し、その予備パスリソース情報に「ch2」を設定する（ステップS9）。

[0097] これにより、パス情報記憶部21には、図13に示すような情報が記憶さ

れる。

[0098] 次に予備パス登録部25は、予備パス「E-A-B-C-F」上の各リンクに割り当てた通信リソース「ch2」について、リソース情報記憶部22に記憶された割当状況情報を、「共有リソース」に更新する（ステップS10）。

[0099] これにより、リソース情報記憶部22には、図14に示すような情報が記憶される。

[0100] このようにして、パス#1に対して、ch2を用いた予備パス「E-A-B-C-F」が確保された状態を、模式的に図15に示す。なお、以下の図面では、ドットパターンで塗りつぶされた矩形は、「共有リソース」を表している。つまり、図15では、リンク「E-A」、「A-B」、「B-C」および「C-F」における「ch2」の各通信リソースは、共有リソースである。なお、これらの各リンクにおける「ch2」の通信リソースは、ネットワーク管理装置20のリソース情報記憶部22において共有リソースとして管理されているが、該当するノード10に使用されていない状態である。

[0101] <ノード10Aおよびノード10C間の通常パスの登録動作>

次に、ネットワーク管理装置20が、ノード10Aおよびノード10C間の通常パスを登録する動作について説明する。

[0102] まず、割当状況判断部23は、登録前の通常パスとしての経路「A-E-F-C」を表す情報と、この通常パスに割り当てられる予定の通信リソース「ch7」を表す情報とを取得する（ステップS1）。

[0103] 次に、割当状況判断部23は、パス「A-E-F-C」上の各リンクにおける通信リソース「ch7」の割当状況情報を、リソース情報記憶部22からそれぞれ取得する（ステップS2）。ここでは、割当状況判断部23は、リソース情報記憶部22に記憶された、図14に示された情報から、リンク「A-E」、「E-F」、および、「F-C」における各通信リソース「ch7」について、「未割当リソース」を表す情報を取得したものとする。

[0104] 入力されたパス情報が登録前の通常パスを表し（ステップS3で「通常パ

ス」)、その通常パスに割り当てられる予定の通信リソースのいずれもが「未割当リソース」であるため(ステップS4でYes)、ネットワーク管理装置20の動作は、ステップS5に進む。

[0105] すなわち、通常パス登録部24は、入力された通常パス上のノード10A、ノード10E、ノード10Fおよびノード10Cに対して、ch7を用いた通常パス「A-E-F-C」のパス設定を通知する(ステップS5)。これにより、ノード10A、ノード10E、ノード10Fおよびノード10Cは、隣接するノード10とのch7を用いた通信の経路設定を実行する。

[0106] そして、通常パス登録部24は、パス情報記憶部21に、新たなパスIDである「#2」を付与したパス情報を登録し、その通常パス経路情報に「A-E-F-C」を設定し、その通常パスリソース情報に「ch7」を設定する(ステップS6)。

[0107] これにより、パス情報記憶部21には、図16に示すような情報が記憶される。

[0108] 次に通常パス登録部24は、通常パス「A-E-F-C」上の各リンクにおける通常パスリソース「ch7」について、リソース情報記憶部22に記憶された割当状況情報を、「専有リソース」に更新する(ステップS7)。

[0109] これにより、リソース情報記憶部22には、図17に示すような情報が記憶される。

[0110] このようにして、パス#1の通常パス(現用パス)および予備パスに加えて、パス#2の通常パスが現用パスとして設定された状態を、模式的に図18に示す。図18では、リンク「A-E」、「E-F」、「F-C」における「ch7」の通信リソースは、専有リソースであり、該当するノード10によって使用されている状態である。

[0111] <ノード10Aおよびノード10C間の予備パスの登録動作>

次に、ネットワーク管理装置20が、ノード10Aおよびノード10C間の通常パスに対する予備パスを登録する動作について説明する。

[0112] まず、割当状況判断部23は、パス#2の登録前の予備パスとしての経路

「A－B－C」を表す情報と、この予備パスに割り当てられる予定の通信リソース「c h 2」を表す情報とを取得する（ステップS 1）。

[0113] 次に、割当状況判断部23は、パス「A－B－C」上の各リンクにおける通信リソース「c h 2」の割当状況情報を、リソース情報記憶部22からそれぞれ取得する（ステップS 2）。ここでは、割当状況判断部23は、リソース情報記憶部22に記憶された、図17に示された情報から、リンク「A－B」、「B－C」における通信リソース「c h 2」について、「共有リソース」を表す情報を取得したものとする。

[0114] 入力されたパス情報が登録前の予備パスを表し（ステップS 3で「予備パス」）、その予備パスに割り当てられる予定の各通信リソースのいずれもが「共有リソース」であるため（ステップS 8でY e s）、ネットワーク管理装置20の動作は、ステップS 9に進む。

[0115] すなわち、予備パス登録部25は、パス情報記憶部21において、パス#2のパス情報の予備パス経路情報に「A－B－C」を設定し、その予備パスリソース情報に「c h 2」を設定する（ステップS 9）。

[0116] これにより、パス情報記憶部21には、図19に示すような情報が記憶される。

[0117] 次に、予備パス登録部25は、予備パス「A－B－C」上の各リンクに割り当てた通信リソース「c h 2」について、リソース情報記憶部22に記憶された割当状況情報を、「共有リソース」に更新する（ステップS 10）。なお、ここでは、リンク「A－B」および「B－C」における通信リソース「c h 2」の割当状況情報は、既に「共有リソース」となっている。この場合、予備パス登録部25は、割当状況情報の更新を行わなくてもよい。

[0118] したがって、この時点でリソース情報記憶部22に記憶されている情報は、図17に示したものと同様である。

[0119] このようにして、パス#2に対して、c h 2を用いた予備パス「A－B－C」が確保された状態を、模式的に図20に示す。図20に示すように、パス#1およびパス#2に対する各予備パスには、リンク「A－B」およびリ

ンク「B-C」において、c h 2 が共有して割り当てられている。

[0120] 以上で、具体例の説明を終了する。

[0121] 次に、本発明の第 1 の実施の形態の効果について述べる。

[0122] 本発明の第 1 の実施の形態としての通信システムは、複数のノードからなるネットワークにおけるパスに対する迂回路用の通信リソースを、効率的に活用するよう管理することができる。

[0123] その理由は、ネットワーク管理装置のリソース情報記憶部が、ネットワークにおける各通信リソースについて、パスに対する割当状況を表す割当状況情報を記憶し、割当状況判断部が、入力されたパスに割り当てられる予定の通信リソースの割当状況を判断するからである。具体的には、割当状況判断部によって、登録前の通常パス上の各リンクに割り当てられる予定の各通信リソースのいずれもが他の登録済のパスに割り当てられていないと判断された場合に、通常パス登録部が、入力された通常パス上の各ノードに、入力されたパス情報に基づく経路設定を通知するからである。そして、通常パス登録部が、入力された通常パスを表すパス情報をパス情報記憶部に登録するとともに、その通常パスに割り当てた各通信リソースについての割当状況情報を更新するからである。また、割当状況判断部によって、登録前の予備パス上の各リンクに割り当てられる予定の各通信リソースのいずれもが他の登録済の通常パスに割り当てられていないと判断された場合に、予備パス登録部が、入力された予備パスを表すパス情報をパス情報記憶部に登録するとともに、その予備パスに割り当てた各通信リソースについての割当状況情報を更新するからである。

[0124] このように、本発明の第 1 の実施の形態のネットワーク管理装置は、1つの通常パスに対して専有して割り当てられる通信リソースと、複数の予備パスに対して共有して割当可能な通信リソースとを区別して管理することができる。これにより、通常パスに割り当てられた通信リソースは、その通常パスによって専有され、他の通常パスや予備パスに対して割り当てられない。また、予備パスに割り当てられた通信リソースは、他の予備パスに対して共

有して割り当てられることが可能となる。これにより、本発明の第１の実施の形態のネットワーク管理装置を用いる管理者は、ネットワークの設計段階において、どの通信リソースをあらかじめ共有可能な通信リソースとして確保しておけばよいか事前に計画することができる。したがって、本実施の形態は、運用コストも削減することができる。

[0125] （第２の実施の形態）

次に、本発明の第２の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。なお、本実施の形態の説明において参照する各図面において、本発明の第１の実施の形態と同一の構成および同様に動作するステップには同一の符号を付して本実施の形態における詳細な説明を省略する。

[0126] まず、本発明の第２の実施の形態としての通信システム２の構成を図２１に示す。図２１において、通信システム２は、本発明の第１の実施の形態としての通信システム１に対して、ネットワーク管理装置２０に替えてネットワーク管理装置３０を備える点異なる。

[0127] また、ネットワーク管理装置３０の機能ブロックを図２２に示す。図２２において、ネットワーク管理装置３０は、本発明の第１の実施の形態としてのネットワーク管理装置２０に対して、パス情報記憶部２１に替えてパス情報記憶部３１と、リソース情報記憶部２２に替えてリソース情報記憶部３２と、通常パス登録部２４に替えて通常パス登録部３４とを備え、さらに、パス切替部３６とを備える点異なる。

[0128] ここで、ネットワーク管理装置３０は、本発明の第１の実施の形態において図４を用いて説明したネットワーク管理装置２０と同様のハードウェア構成要素によって構成可能である。この場合、パス切替部３６は、ネットワークインタフェース２００４と、入力装置２００５と、記憶装置２００３に記憶されたコンピュータプログラムおよび各種データをメモリ２００２に読み込んで実行するプロセッサ２００１とによって構成される。なお、ネットワーク管理装置３０およびその各機能ブロックを構成するハードウェア構成は、上述の構成に限定されない。

- [0129] パス情報記憶部 31 は、パス情報として、本発明の第 1 の実施の形態と同様の情報に加えて、端点ノード間の通信経路として経路設定されている現用パスが、通常パスおよび予備パスのいずれであるかを表す現用パス情報をさらに記憶する。
- [0130] 例えば、パス情報記憶部 31 に記憶される情報の一例を図 23 に示す。図 23 では、パス # 1 およびパス # 2 のいずれも、通常パスが現用パスである。
- [0131] リソース情報記憶部 32 は、ネットワーク 100 において隣接するノード 10 間で使用可能な各通信リソースに関して、本発明の第 1 の実施の形態と同様の割当状況情報に加えて、ノード 10 による使用状況情報を記憶する。使用状況情報は、その通信リソースがそのリンクを介した通信においてノード 10 によって使用されているか否かを表す。
- [0132] 例えば、リソース情報記憶部 32 に記憶される情報の一例を図 24 に示す。図 24 では、例えば、ノード 10A およびノード 10E 間のリンク「A-E」において、共有リソースである「ch2」は、「OFF（使用されていない）」状態であり、専有リソースである「ch7」は、「ON（使用されている）」状態である。
- [0133] 通常パス登録部 34 は、本発明の第 1 の実施の形態における通常パス登録部 24 と同様に構成されることに加えて、パス情報記憶部 31 に通常パスを登録する際に、パス情報の現用パス情報に、「通常パス」を設定する。また、通常パス登録部 34 は、登録した通常パスリソース情報の示す通信リソースの使用状況情報を、「ON（使用されている）」状態に更新する。
- [0134] パス切替部 36 は、パス切替情報が入力されると、パス切替情報が示すパスへの切替が可能かどうかを判断する。ここで、パス切替情報とは、通常パスおよび予備パスのうちいずれを現用パスとするかの切替指示を表す情報である。パス切替情報には、パスを特定する情報（パス ID や、端点ノード情報など）と、切替後のパス（通常パスまたは予備パス）を表す情報とが含まれる。具体的には、パス切替部 36 は、通常パスへの切替であれば、パスが

切替可能と判断する。これは、通常パスに割り当てられた通信リソースは専有リソースとして管理されており、他の現用パスによって使用されないからである。

[0135] また、パス切替部 36 は、予備パスへの切替であれば、その予備パスに割り当てられた通信リソースが、他の現用パスによる通信において使用されているか否かを判断する。このとき、パス切替部 36 は、リソース情報記憶部 32 に記憶された各通信リソースについての使用状況情報を参照することにより、予備パスへの切替が可能か否かを判断してもよい。例えば、パス切替部 36 は、予備パスに割り当てられた各通信リソースのいずれもが、使用されていない状態（「OFF」）であれば、予備パスへの切替が可能であると判断する。

[0136] また、パス切替部 36 は、パスの切替が可能であれば、現用パスの設定を解除してからパスの切替を実行する。例えば、パス切替部 36 は、パス情報記憶部 31 の現用パス情報を参照することにより、切替前の現用パスとして設定されているパス上の各ノード 10 を特定する。そして、パス切替部 36 は、切替前の現用パス上の各ノード 10 に対して、現用パスの設定を解除して、使用していた通信リソースを解放するよう通知する。

[0137] また、パス切替部 36 は、現用パスの設定の解除に成功すると、パス切替情報の示すパス上の各ノード 10 に対して、該パスに割り当てられた通信リソースを用いて現用パスを設定するよう通知する。

[0138] また、パス切替部 36 は、パスの切替に成功後、パス情報記憶部 31 における現用パス情報を更新する。また、パス切替部 36 は、パスの切替により使用状況が変化した通信リソースについて、リソース情報記憶部 32 に記憶された使用状況情報を更新する。具体的には、パス切替部 36 は、切替前の現用パスが解除されることにより解放された通信リソースに関する使用状況情報を、「OFF（使用されていない）」状態を表す情報に更新する。また、パス切替部 36 は、切替後の現用パスにより使用されている通信リソースに関する使用状況情報を、「ON（使用されている）」状態を表す情報に更

新する。

[0139] 以上のように構成された通信システム 2 の動作について図面を参照して説明する。

[0140] まず、通信システム 2 のパス登録動作について説明する。通信システム 2 のパス登録動作は、図 7 を参照して説明した本発明の第 1 の実施の形態としての通信システム 1 のパス登録動作と略同様である。ただし、本実施の形態では、図 7 のステップ S 6 およびステップ S 7 における動作の詳細が異なる。通常パス登録部 3 4 は、ステップ S 6 において、通常パスをパス情報記憶部 3 1 に登録する際に、さらに、登録したパス情報における現用パス情報に「通常パス」を設定する。また、通常パス登録部 3 4 は、ステップ S 7 において、リソース情報記憶部 3 2 において該当する通信リソースの割当状況情報を「専有リソース」に更新することに加えて、さらに、その使用状況情報を「ON（使用されている）」状態を表す情報に更新する。

[0141] 次に、通信システム 2 のパス切替動作について、図 2 5 を参照して説明する。

[0142] まず、パス切替部 3 6 は、パス切替情報を取得する（ステップ S 1 1）。前述のように、パス切替情報には、パスを特定するパス ID などの情報と、切替後のパス（通常パスか予備パスか）を表す情報とが含まれる。

[0143] 次に、パス切替部 3 6 は、パス切替情報が、通常パスへの切替を示すものであるか、予備パスへの切替を示すものであるかを判断する（ステップ S 1 2）。

[0144] ここで、通常パスへの切替を示すものであれば（S 1 2：通常パス）、パス切替部 3 6 は、切替可能と判断し、ステップ S 1 4 に進む。

[0145] 一方、予備パスへの切替を示す場合（S 1 2：予備パス）、パス切替部 3 6 は、パス切替情報の示す予備パスに割り当てられた共有リソースが使用されているか否かを判断する（ステップ S 1 3）。具体的には、ステップ S 1 3 では、パス切替部 3 6 は、パス切替情報の示す予備パスに割り当てられた 1 つ以上の通信リソースがいずれも「OFF（使用されていない）」状態で

ある否かを判断する。この際、パス切替部 36 は、パス情報記憶部 31 を参照することにより、パス切替情報の示す予備パスに割り当てられた各通信リソースを特定する。そして、パス切替部 36 は、予備パスに割り当てられた各通信リソースの使用状況情報を、リソース情報記憶部 32 から取得する。そして、パス切替部 36 は、取得した使用状況情報がいずれも「OFF（使用されていない）」状態を表すか否かを判断すればよい。

[0146] ここで、パス切替情報の示す予備パスに割り当てられた 1 つ以上の通信リソースの少なくともいずれかが「ON（使用されている）」状態であれば（S13: Yes）、共有リソースであるその通信リソースは、他の予備パスが現用パスとして設定されることにより使用されていることになる。したがって、パス切替情報の示す予備パスに切り替えることはできないので、通信システム 2 は、動作を終了する。

[0147] 一方、パス切替情報の示す予備パスに割り当てられた 1 つ以上の通信リソースのいずれもが、「OFF（使用されていない）」状態であれば（S13: No）、パス切替部 36 は、パス切替情報の示す予備パスへ切替可能と判断し、ステップ S14 に進む。

[0148] ステップ S14 では、パス切替部 36 は、パス情報記憶部 31 の現用パス情報を参照することにより、現用パス上の各ノード 10 を特定する。具体的には、パス切替部 36 は、現用パス情報が通常パスを示していれば通常パス上の各ノード 10 を特定し、現用パス情報が予備パスを示していれば予備パス上の各ノード 10 を特定すればよい。そして、パス切替部 36 は、現用パス上の各ノード 10 に対して、現用パスの設定を解除して使用していた通信リソースを解放するよう通知する（ステップ S14）。

[0149] 次に、パス切替部 36 は、パス切替情報の示すパス上の各ノード 10 に対して、そのパスに割り当てられた各通信リソースを用いて現用パスを設定するよう通知する（ステップ S15）。

[0150] ステップ S14～S15 の処理に成功すると、パス切替部 36 は、リソース情報記憶部 32 を更新する（ステップ S16）。具体的には、パス切替部

36は、ステップS14で解放した通信リソースの使用状況情報を、「OFF（使用されていない）」状態を表す情報に更新する。また、パス切替部36は、ステップS15で設定したパス上の通信リソースの使用状況情報を、「ON（使用されている）」状態を表す情報に更新する。

[0151] 次に、パス切替部36は、該当するパス情報の現用パス情報を更新する（ステップS17）。

[0152] 以上で、通信システム2は、パス切替動作を終了する。

[0153] 次に、通信システム2の動作を具体例で示す。この具体例における通信システム2の構成は、図8を用いて説明した通信システム1の具体例の構成と同様であるものとする。また、パス情報記憶部31には、図23に示した情報が記憶され、リソース情報記憶部32には、図24に示した情報が記憶されているものとする。

[0154] このような具体例において、ネットワーク管理装置30が、パス#1の現用パスを切り替える動作と、パス#2の現用パスを切り替える動作について説明する。以下の具体例の説明におけるステップは、対応する図25のステップを示す。

[0155] ＜パス#1の現用パスの切替動作（通常パス→予備パス）＞

まず、パス切替部36は、パス切替情報として「パス#1において予備パスへ切替」を指示する情報を取得する（ステップS11）。

[0156] パス切替情報が予備パスへの切替を示すので（ステップS12で「予備パス」）、パス切替部36は、該当する予備パス「E-A-B-C-F」上の各リンクに割り当てられた通信リソース「ch2」の使用状況情報を、リソース情報記憶部32に記憶された図24に示された情報から取得する。図24では、各リンクのch2はいずれも「OFF（使用されていない）」状態なので（ステップS13でNo）、パス切替部36は、パス切替情報の示す予備パスに切替可能と判断し、ステップS14に進む。

[0157] そこで、パス切替部36は、パス情報記憶部31を参照することにより、パス#1の現用パスである通常パス上のノード10Eおよびノード10Fを

特定する。そして、パス切替部36は、特定したノード10Eおよびノード10Fに対して、現用パスの設定を解除して使用していた通信リソース「ch2」を解放するよう通知する（ステップS14）。

[0158] 次に、パス切替部36は、パス切替情報の示す予備パス上の各ノード10E、10A、10B、10Cおよび10Fに対して、この予備パスに割り当てられた各通信リソース「ch2」を用いて現用パスを設定するよう通知する（ステップS15）。

[0159] ステップS14～S15の処理に成功すると、パス切替部36は、ステップS14で解放したリンク「E-F」における通信リソース「ch2」の使用状況情報を、「OFF（使用されていない）」状態を表す情報に更新する。また、パス切替部36は、ステップS15で設定した予備パス上の各リンク「E-A」、「A-B」、「B-C」、「C-F」における各通信リソース「ch2」の使用状況情報を、「ON（使用されている）」状態を表す情報に更新する（ステップS16）。

[0160] これにより、リソース情報記憶部32には、図26に示すような情報が記憶されることになる。

[0161] 次に、パス切替部36は、パス情報記憶部31において、パス#1のパス情報の現用パス情報を、「予備パス」に更新する（ステップS17）。

[0162] これにより、パス情報記憶部31には、図27に示すような情報が記憶されることになる。

[0163] このようにして、パス#1の現用パスが通常パスから予備パスに変更された状態を、模式的に図28に示す。図28において、斜線パターンで塗りつぶされた矩形は、前述のように、ネットワーク管理装置30によって専有リソースとして管理されている通信リソースを表している。また、ドットパターンで塗りつぶされた矩形は、前述のように、ネットワーク管理装置30によって共有リソースとして管理されている通信リソースを表している。また、前述のように、二重線で囲まれた矩形は、該当するリンクにおいてノード10によって使用されている通信リソースを表している。

[0164] なお、図28の状態において、リンク「EーF」の通信リソース「c h 2」は使用されていないが、専有リソースである。この状態において、リンクEーFに通信リソース「c h 2」を割り当てようとする登録前のパス情報が、ネットワーク管理装置30に入力された場合について考える。この場合、ネットワーク管理装置30は、本発明の第1の実施の形態と同様に動作することにより、リンクEーF間の通信リソース「c h 2」が「専有リソース」であるため、新たな通常パスの専有リソース（または新たな予備パスの共有リソース）として割り当てられないと判断する。したがって、この場合、ネットワーク管理装置30は、通信リソース「c h 2」を使用する新たな通常パス（または予備パス）の登録を行わない。このように、ネットワーク管理装置30は、専有リソースとして管理している通信リソースを、その使用状況に関わらず、他の通常パスまたは予備パスに割り当ててことはない。

[0165] <パス#2の現用パスの切替動作（通常パス→予備パス）>

図28の状態において、パス#2に関するパス切替情報が取得された場合の通信システム2の動作について説明する。

[0166] まず、パス切替部36は、パス切替情報として「パス#2において予備パスへ切替」を指示する情報を取得する（ステップS11）。

[0167] パス切替情報が予備パスへの切替を示すので（ステップS12で「予備パス」）、パス切替部36は、該当する予備パス「AーBーC」上の各リンクに割り当てられた通信リソース「c h 2」の使用状況情報を、リソース情報記憶部32に記憶された図26に示された情報から取得する。図26では、予備パス「AーBーC」上のリンク「AーB」およびリンク「BーC」において「c h 2」はいずれも「ON（使用されている）」状態である（ステップS13でYes）。したがって、パス切替部36は、パス切替情報の示す予備パスに切替できないと判断する。そして、通信システム2は動作を終了する。

[0168] このように、ネットワーク管理装置30は、ある端点ノード間において予備パスが現用パスとして設定されている場合、その予備パスによって使用さ

れている共有リソースを共有して割り当てている他の端点ノード間の予備パスへの切替を実行しないようにする。

[0169] 例えば、図20に示したようにパス群が設定されている状態において、ノード10Eおよびノード10Aにおいてパッケージ交換等の必要が生じたことを想定する。この場合、通信システム2は、例えば、次のように動作可能である。

ステップS21) : まず、通信システム2は、パス#1の現用パスを通常パスから予備パスに切り替える。ここで、管理者等によりノード10Eのパッケージが交換されてもよい。

ステップS22) : 次に、通信システム2は、パス#1の現用パスを予備パスから通常パスに切り替える。

ステップS23) : 次に、通信システム2は、パス#2の現用パスを通常パスから予備パスに切り替える。ここで、管理者等によりノード10Aのパッケージが交換されてもよい。

ステップS24) : 次に、通信システム2は、パス#2の現用パスを予備パスから通常パスに切り替える。

[0170] なお、通信システム2は、ステップS21～S24の動作を、オペレータによるパス切替情報の入力に応じて実行してもよい。あるいは、通信システム2は、外部のスケジュール装置によりあらかじめスケジュールされたタイミングで出力されるパス切替情報の取得に応じて、ステップS21～S24の動作を実行してもよい。あるいは、通信システム2は、パッケージ交換等のメンテナンス作業の開始または終了を検出する外部の検出装置により出力されるパス切替情報の取得に応じて、ステップS21～S24の動作を実行してもよい。

[0171] 以上で、通信システム2の動作の具体例の説明を終了する。

[0172] 次に、本発明の第2の実施の形態の効果について述べる。

[0173] 本発明の第2の実施の形態としての通信システムは、複数のノードからなるネットワークにおけるパスに対する迂回路用の通信リソースを効率的に活

用しながら、迂回路への切替動作を適切に実行することができる。

[0174] その理由は、パスの切替指示を表すパス切替情報が入力されると、パス切替部が、予備パスへの切替指示である場合に、その予備パスに割り当てられている1つ以上の通信リソースが、他の予備パスにより使用されているか否かを判断し、使用されていない場合に、切替前の現用パスの設定を解除して、予備パス上の各ノードに対してその通信リソースを用いて現用パスを設定するよう通知するからである。また、そのために、リソース情報記憶部が、各通信リソースについて、現用パスの通信において使用されているか否かを表す使用状況情報を記憶しておくからである。また、そのために、パス情報記憶部が、通常パスまたは予備パスのいずれが現用パスであるかを表す現用パス情報を記憶しておくからである。

[0175] これにより、本発明の第2の実施の形態としてのネットワーク管理装置は、異なる通常パスに対する予備パスが同時に必要となる可能性が低いことを利用して、異なる予備パスに対して通信リソースを共有して割り当てておき、同一の通信リソースを共有する異なる予備パスに同時に切り替えることのないよう制御するので、迂回路への切替動作を適切に実行することができる。

[0176] なお、上述した本発明の各実施の形態では、通常パスに対して予備パスが1つずつ設定可能である例を中心に説明したが、各実施の形態において、1つの通常パスに対して複数の予備パスが設定可能となってもよい。この場合、各実施の形態のパス情報記憶部は、1つのパス情報に1つ以上の予備パス経路情報およびその予備パスリソース情報を含めて記憶するようにしてもよい。

[0177] また、上述した本発明の各実施の形態において、パス情報記憶部およびリソース情報記憶部に格納される情報のデータ構造は一例であり、その他のデータ構造であってもよい。例えば、パス情報記憶部は、パスIDに対して通常パスおよび予備パスの経路情報や通信リソース情報を対応付けたパス経路情報テーブルと、パスIDに対して現用パス情報や端点ノード情報を対応付

けたパス構成情報テーブルとを記憶していてもよい。

[0178] また、上述した本発明の各実施の形態において、割当状況判断部は、入力装置やオペレータ端末からパス情報を取得して登録する例を中心に説明した。この他、各実施の形態における割当状況判断部は、通信システムにおいて端点ノード間の通常パスやその予備パスを生成するパス生成装置等の外部の装置から、パス情報を取得して登録を行ってもよい。

[0179] また、上述した本発明の第2の実施の形態において、パス切替部は、入力装置やオペレータ端末からパス切替情報を取得して切替を実行する例を中心に説明した。この他、本発明の第2の実施の形態におけるパス切替部は、通信システムにおいて障害が発生したパスを検出する障害発生パス検出装置等の外部の装置から、パス切替情報を取得して切替を実行してもよい。

[0180] また、上述した本発明の各実施の形態において、ネットワーク管理装置は、いずれかの通信装置と同一の装置によって構成されていてもよい。

[0181] また、上述した本発明の各実施の形態において、各フローチャートを参照して説明したネットワーク管理装置の動作を、本発明のコンピュータプログラムとしてコンピュータ装置の記憶装置（記憶媒体）に格納しておき、係るコンピュータプログラムを当該CPU（Central Processing Unit）が読み出して実行するようにしてもよい。そして、このような場合において、本発明は、係るコンピュータプログラムのコードあるいは記憶媒体によって構成される。

[0182] また、上述した各実施の形態は、適宜組み合わせて実施されることが可能である。

[0183] 以上、実施形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施形態に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明のスコープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

符号の説明

[0184] 1、2 通信システム
 10 通信装置（ノード）

- 1 1 パス設定部
- 1 2 多重通信部
- 2 0、3 0 ネットワーク管理装置
- 2 1、3 1 パス情報記憶部
- 2 2、3 2 リソース情報記憶部
- 2 3 割当状況判断部
- 2 4、3 4 通常パス登録部
- 2 5 予備パス登録部
- 3 6 パス切替部
- 1 0 0 ネットワーク
- 1 0 0 1 インタフェース
- 1 0 0 2 スイッチ
- 1 0 0 3 制御部
- 2 0 0 1 プロセッサ
- 2 0 0 2 メモリ
- 2 0 0 3 記憶装置
- 2 0 0 4 ネットワークインタフェース
- 2 0 0 5 入力装置
- 2 0 0 6 出力装置

請求の範囲

[請求項1]

互いに通信可能な複数の通信装置（ノード）のうち2つの組の各々について、該2つのノード間の通常または予備の通信経路（パス）、および、前記パスに割り当てられた1つ以上の通信リソースをそれぞれ表す情報を含むパス情報を記憶するパス情報記憶手段と、

前記各通信リソースについて、前記パスに対する割当状況を表す割当状況情報を記憶するリソース情報記憶手段と、

登録前の前記パス情報が入力されると、該パス情報の示すパスに割り当てられる1つ以上の通信リソースについての前記割当状況を、前記リソース情報記憶手段を参照して判断する割当状況判断手段と、

前記入力されたパス情報が登録前の通常のパスを示す場合、該登録前の通常のパスに割り当てられる1つ以上の通信リソースがいずれも他の登録済の前記パスに割り当てられていないと前記割当状況判断手段によって判断された場合に、前記入力されたパス情報に基づく経路設定を該通常のパス上の各ノードに通知し、前記入力されたパス情報を前記パス情報記憶手段に登録するとともに、該通常のパスに割り当てる1つ以上の通信リソースについて前記割当状況情報を更新する通常パス登録手段と、

前記入力されたパス情報が登録前の予備のパスを示す場合、該登録前の予備のパスに割り当てられる1つ以上の通信リソースがいずれも他の登録済の前記通常のパスに割り当てられていないと前記割当状況判断手段によって判断された場合に、前記入力されたパス情報を前記パス情報記憶手段に登録するとともに、該予備のパスに割り当てる1つ以上の通信リソースについて前記割当状況情報を更新する予備パス登録手段と、

を備えたネットワーク管理装置。

[請求項2]

前記リソース情報記憶手段は、前記各通信リソースの前記割当状況情報として、該通信リソースが前記通常のパスに対して専有して割り

当てられたことを表す専有リソース、前記予備のパスに対して他の前記予備のパスと共有可能に割り当てられたことを表す共有リソース、および、前記通常のパスにも前記予備のパスにも割り当てられていないことを表す未割りリソースのいずれかを表す情報を記憶し、

前記通常パス登録手段は、前記登録前の通常のパスに割り当てられる1つ以上の通信リソースに関して前記リソース情報記憶手段に記憶された割当状況情報が、いずれも前記未割りリソースを表すと前記割当状況判断手段によって判断された場合に機能し、

前記予備パス登録手段は、前記登録前の予備のパスに割り当てられる1つ以上の通信リソースに関して前記リソース情報記憶手段に記憶された割当状況情報が、いずれも前記共有リソースまたは前記未割りリソースを表すと前記割当状況判断手段によって判断された場合に機能することを特徴とする請求項1に記載のネットワーク管理装置。

[請求項3]

前記パス情報記憶手段は、前記任意の2つのノード間における通信経路として経路設定されているパス（現用パス）が、前記通常のパスおよび前記予備のパスのいずれであるかを表す現用パス情報をさらに記憶し、

前記リソース情報記憶手段は、前記各通信リソースが前記現用パスにおいて使用されているか否かを表す使用状況情報をさらに記憶し、

前記現用パスの切替を指示するパス切替情報が入力されると、該パス切替情報の示すパスに割り当てられた1つ以上の前記通信リソースについての前記使用状況情報が、いずれも使用されていないことを表す場合に、切替前の現用パス上の各ノードに対して経路設定を解除するよう通知するとともに、前記パス切替情報の示すパス上の各ノードに対して該パスに基づく経路設定を行うよう通知し、切替により使用状況が変化した各通信リソースについて前記使用状況情報を更新するとともに、切替により現用パスが変更された前記任意の2つのノードの組について前記現用パス情報を更新することを特徴とする請求項1

または請求項2に記載のネットワーク管理装置。

[請求項4] 請求項1から請求項3のいずれか1項に記載のネットワーク管理装置から前記パス情報に基づく経路設定を行うよう通知されると、該パス上で自装置が隣接する他の通信装置との間で、該パスに割り当てられた通信リソースを使用して通信を行うよう経路設定を行うパス設定手段と、

前記パス設定手段による設定に基づいて、前記他の通信装置との間で多重通信を行う多重通信手段と、

を備えた通信装置。

[請求項5] 請求項1から請求項3のいずれか1項に記載のネットワーク管理装置と、

請求項4に記載の通信装置と、

を備えた通信システム。

[請求項6] 互いに通信可能な複数の通信装置（ノード）のうち2つの組の各々について、該2つのノード間の通常または予備の通信経路（パス）、および、前記パスに割り当てられた1つ以上の通信リソースをそれぞれ表す情報を含むパス情報を記憶するパス情報記憶手段と、

前記各通信リソースについて、前記パスに対する割当状況を表す割当状況情報を記憶するリソース情報記憶手段とを用いて、

登録前の前記パス情報が入力されると、該パス情報の示すパスに割り当てられる1つ以上の通信リソースについての前記割当状況を、前記リソース情報記憶手段を参照して判断し、

前記入力されたパス情報が登録前の通常のパスを示す場合、該登録前の通常のパスに割り当てられる1つ以上の通信リソースがいずれも他の登録済の前記パスに割り当てられていないと判断した場合に、前記入力されたパス情報に基づく経路設定を該通常のパス上の各ノードに通知し、前記入力されたパス情報を前記パス情報記憶手段に登録するとともに、該通常のパスに割り当てる1つ以上の通信リソースにつ

いて前記割当状況情報を更新し、前記入力されたパス情報が登録前の予備のパスを示す場合、該登録前の予備のパスに割り当てられる1つ以上の通信リソースがいずれも他の登録済の前記通常のパスに割り当てられていないと判断した場合に、前記入力されたパス情報を前記パス情報記憶手段に登録するとともに、該予備のパスに割り当てる1つ以上の通信リソースについて前記割当状況情報を更新する、ネットワーク管理方法。

[請求項7] 前記リソース情報記憶手段が、前記各通信リソースの前記割当状況情報として、該通信リソースが前記通常のパスに対して専有して割り当てられたことを表す専有リソース、前記予備のパスに対して他の前記予備のパスと共有可能に割り当てられたことを表す共有リソース、および、前記通常のパスにも前記予備のパスにも割り当てられていないことを表す未割りリソースのいずれかを表す情報を記憶するとき、

前記登録前の通常のパスに割り当てられる1つ以上の通信リソースに関して前記リソース情報記憶手段に記憶された割当状況情報が、いずれも前記未割りリソースを表すと判断した場合に、前記経路設定の通知、前記通常のパスを表すパス情報の登録、および、前記割当状況情報の更新を実行し、

前記登録前の予備のパスに割り当てられる1つ以上の通信リソースに関して前記リソース情報記憶手段に記憶された割当状況情報が、いずれも前記共有リソースまたは前記未割りリソースを表すと判断した場合に、前記予備のパスを表すパス情報の登録および前記割当状況情報の更新を実行することを特徴とする請求項6に記載のネットワーク管理方法。

[請求項8] 互いに通信可能な複数の通信装置（ノード）のうち2つの組の各々について、該2つのノード間の通常または予備の通信経路（パス）、および、前記パスに割り当てられた1つ以上の通信リソースをそれぞれ表す情報を含むパス情報を記憶するパス情報記憶手段と、前記各通

信リソースについて、前記パスに対する割当状況を表す割当状況情報を記憶するリソース情報記憶手段とを用いて、

登録前の前記パス情報が入力されると、該パス情報の示すパスに割り当てられる1つ以上の通信リソースについての前記割当状況を、前記リソース情報記憶手段を参照して判断する割当状況判断ステップと、

前記入力されたパス情報が登録前の通常のパスを示す場合、該登録前の通常のパスに割り当てられる1つ以上の通信リソースがいずれも他の登録済の前記パスに割り当てられていないと前記割当状況判断ステップで判断された場合に、前記入力されたパス情報に基づく経路設定を該通常のパス上の各ノードに通知し、入力されたパス情報を前記パス情報記憶手段に登録するとともに、該通常のパスに割り当てる1つ以上の通信リソースについて前記割当状況情報を更新する通常パス登録ステップと、

前記入力されたパス情報が登録前の予備のパスを示す場合、該登録前の予備のパスに割り当てられる1つ以上の通信リソースがいずれも他の登録済の前記通常のパスに割り当てられていないと前記割当状況判断ステップで判断された場合に、前記入力されたパス情報を前記パス情報記憶手段に登録するとともに、該予備のパスに割り当てる1つ以上の通信リソースについて前記割当状況情報を更新する予備パス登録ステップと、

をコンピュータ装置に実行させるコンピュータプログラム、
を記憶したプログラムの記憶媒体。

[請求項9]

前記コンピュータプログラムは、

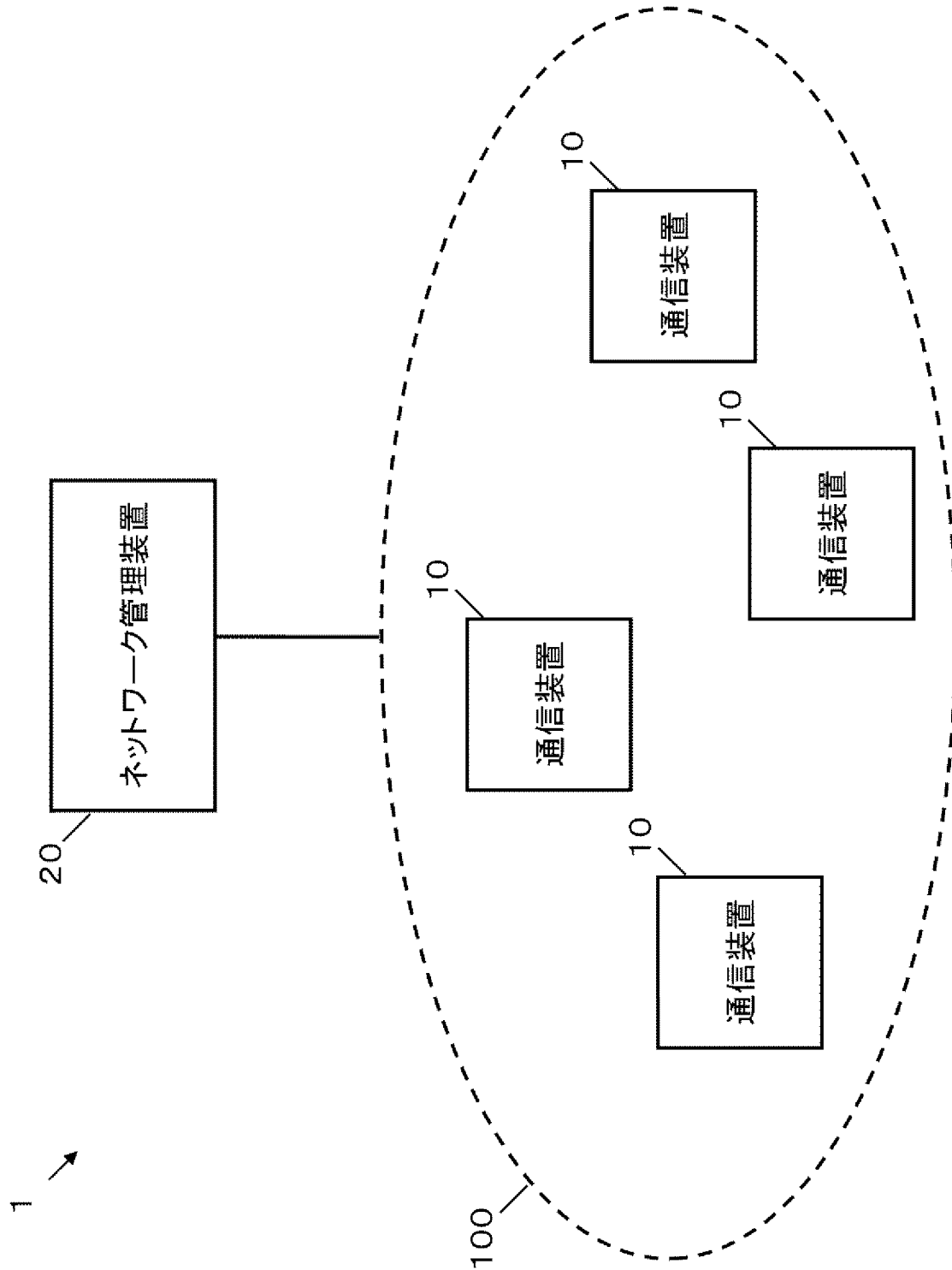
前記リソース情報記憶手段が、前記各通信リソースの前記割当状況情報として、該通信リソースが前記通常のパスに対して専有して割り当てられたことを表す専有リソース、前記予備のパスに対して他の前記予備のパスと共有可能に割り当てられたことを表す共有リソース、

および、前記通常のパスにも前記予備のパスにも割り当てられていないことを表す未割りリソースのいずれかを表す情報を記憶するとき、

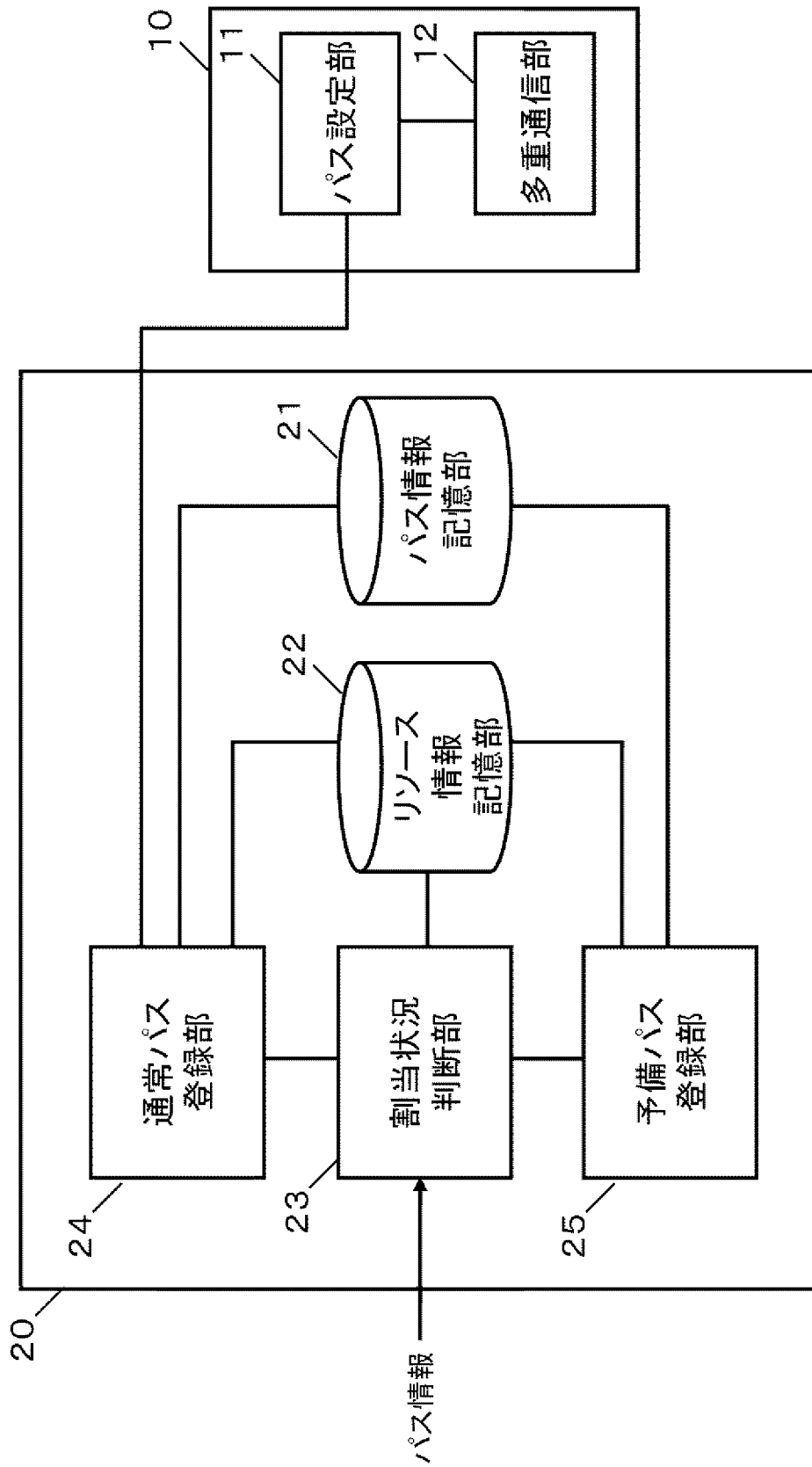
前記割当状況判断ステップにおいて、前記登録前の通常のパスに割り当てられる1つ以上の通信リソースに関して前記リソース情報記憶手段に記憶された割当状況情報が、いずれも前記未割りリソースを表すと判断された場合に、前記通常パス登録ステップを実行し、

前記割当状況判断ステップにおいて、前記登録前の予備のパスに割り当てられる1つ以上の通信リソースに関して前記リソース情報記憶手段に記憶された割当状況情報が、いずれも前記共有リソースまたは前記未割りリソースを表すと判断された場合に、前記予備パス登録ステップを実行することを特徴とする、
請求項8に記載のプログラムの記憶媒体。

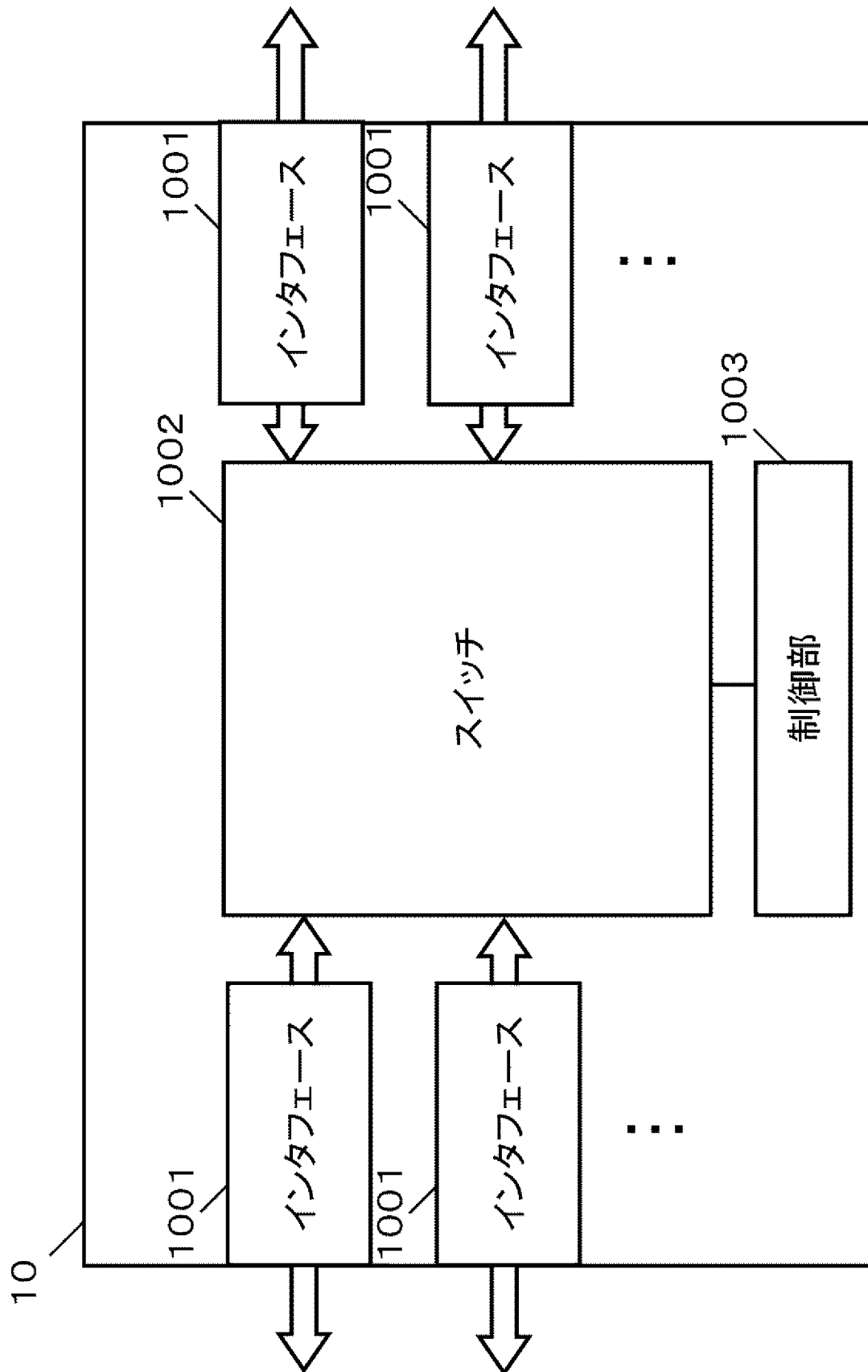
[図1]



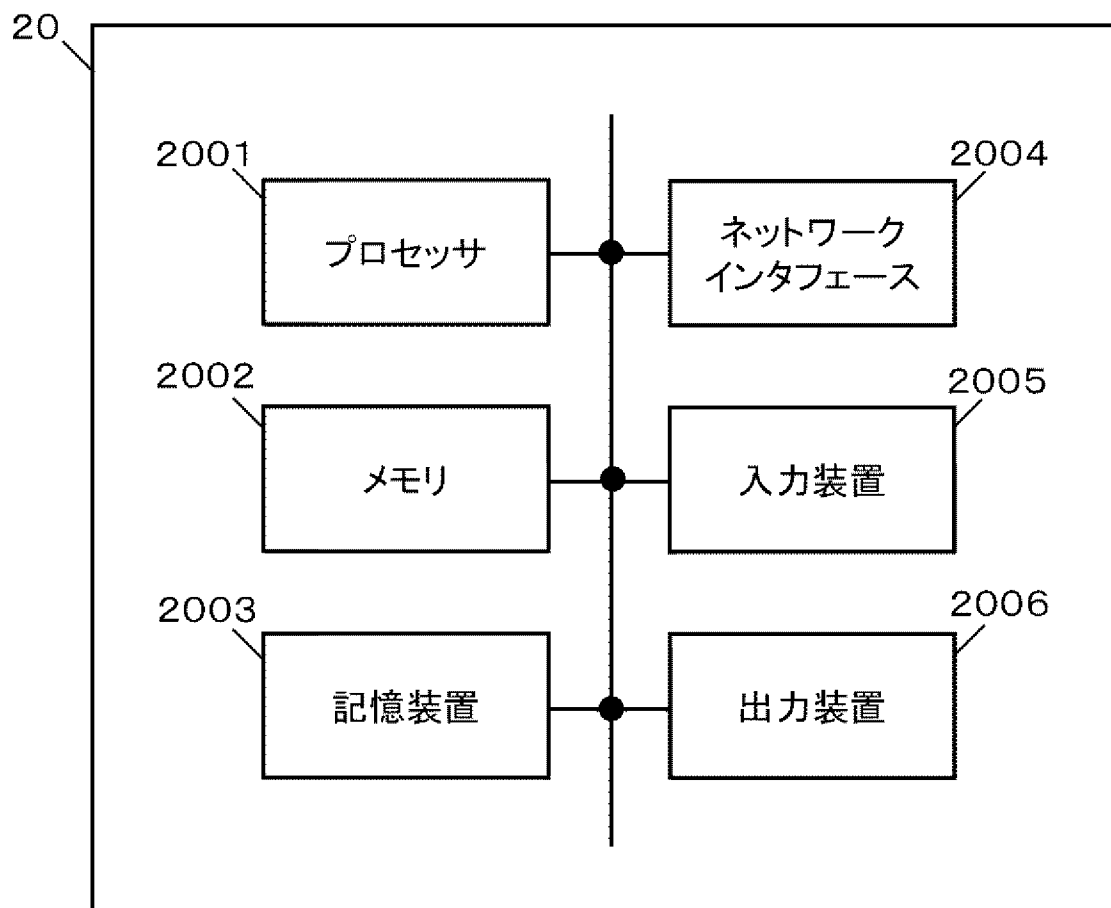
[図2]



[図3]



[図4]



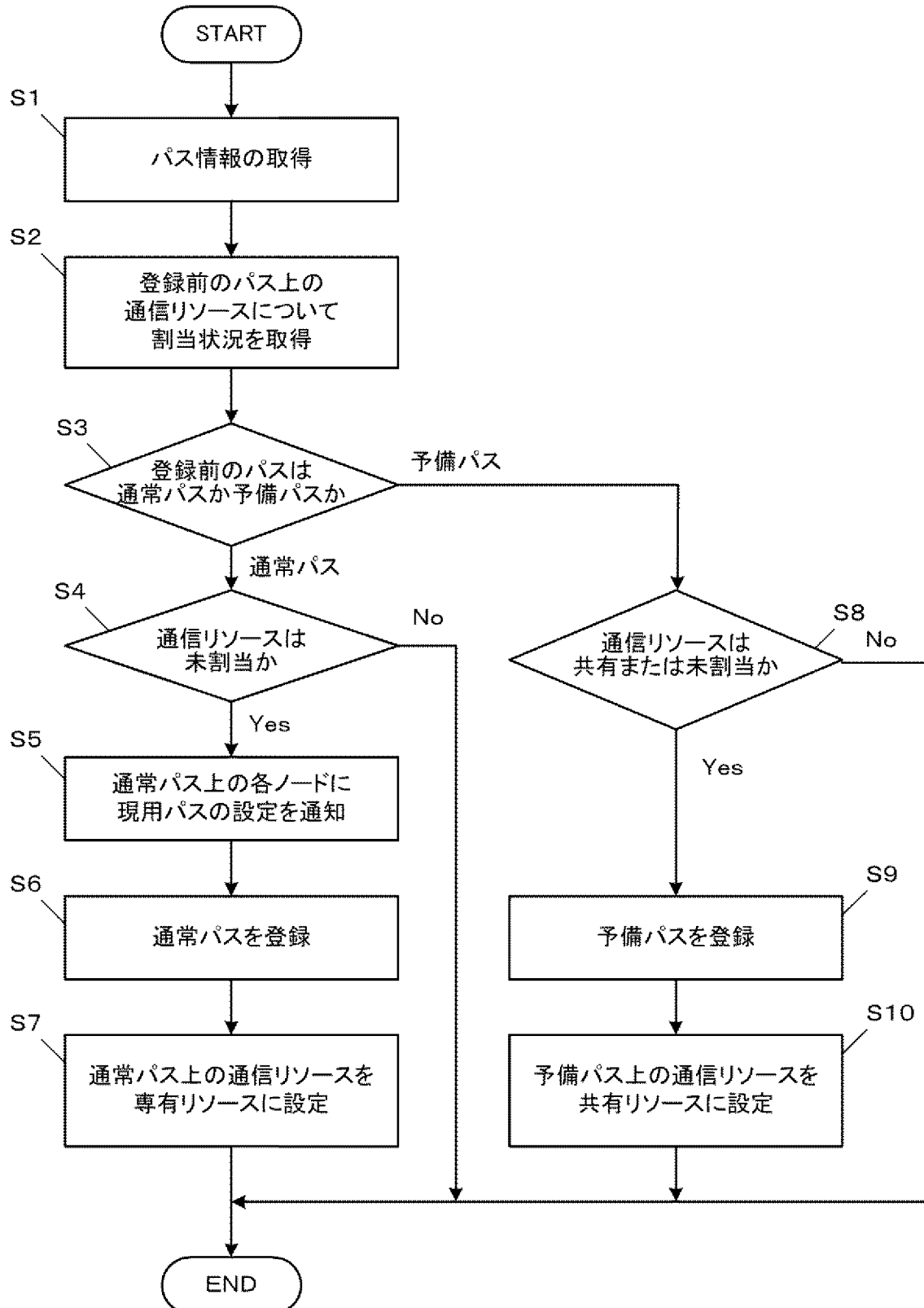
[図5]

パスID	端点	通常パス経路	通常パスリソース	予備パス経路	予備パスリソース
#1	E, F	E—F	ch2	—	—
#2	A, C	A—E—F—C	ch7	A—B—C	ch2
:	:	:	:	:	:

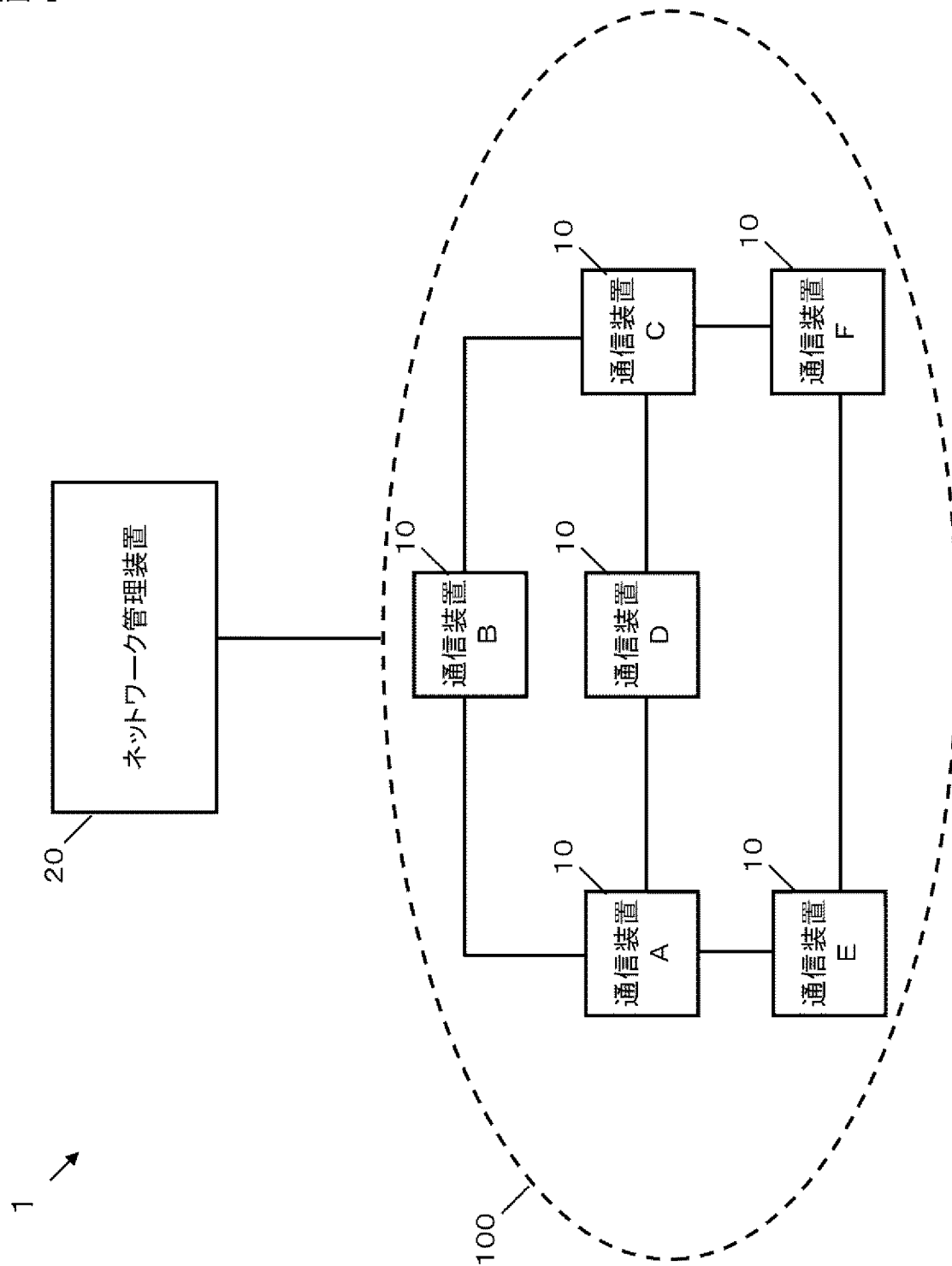
[図6]

リンク	通信リソース	割当状況
AーB	ch1	共有リソース(01)
	ch2	共有リソース(01)
	ch3	専有リソース(11)
	ch4	専有リソース(11)
	ch5	未割当リソース(00)
	:	:
	ch n	:
:	ch1	:
	:	:
	ch n	:
:	:	:

[図7]



[図8]



[図9]

リンク	通信リソース	割当状況
A－B	ch1	未割当リソース(00)
	:	:
	ch88	:
A－D	ch1	:
	:	:
	ch88	:
A－E	ch1	:
	:	:
	ch88	:
B－C	ch1	:
	:	:
	ch88	:
C－D	ch1	:
	:	:
	ch88	:
C－F	ch1	:
	:	:
	ch88	:
E－F	ch1	:
	:	:
	ch88	:

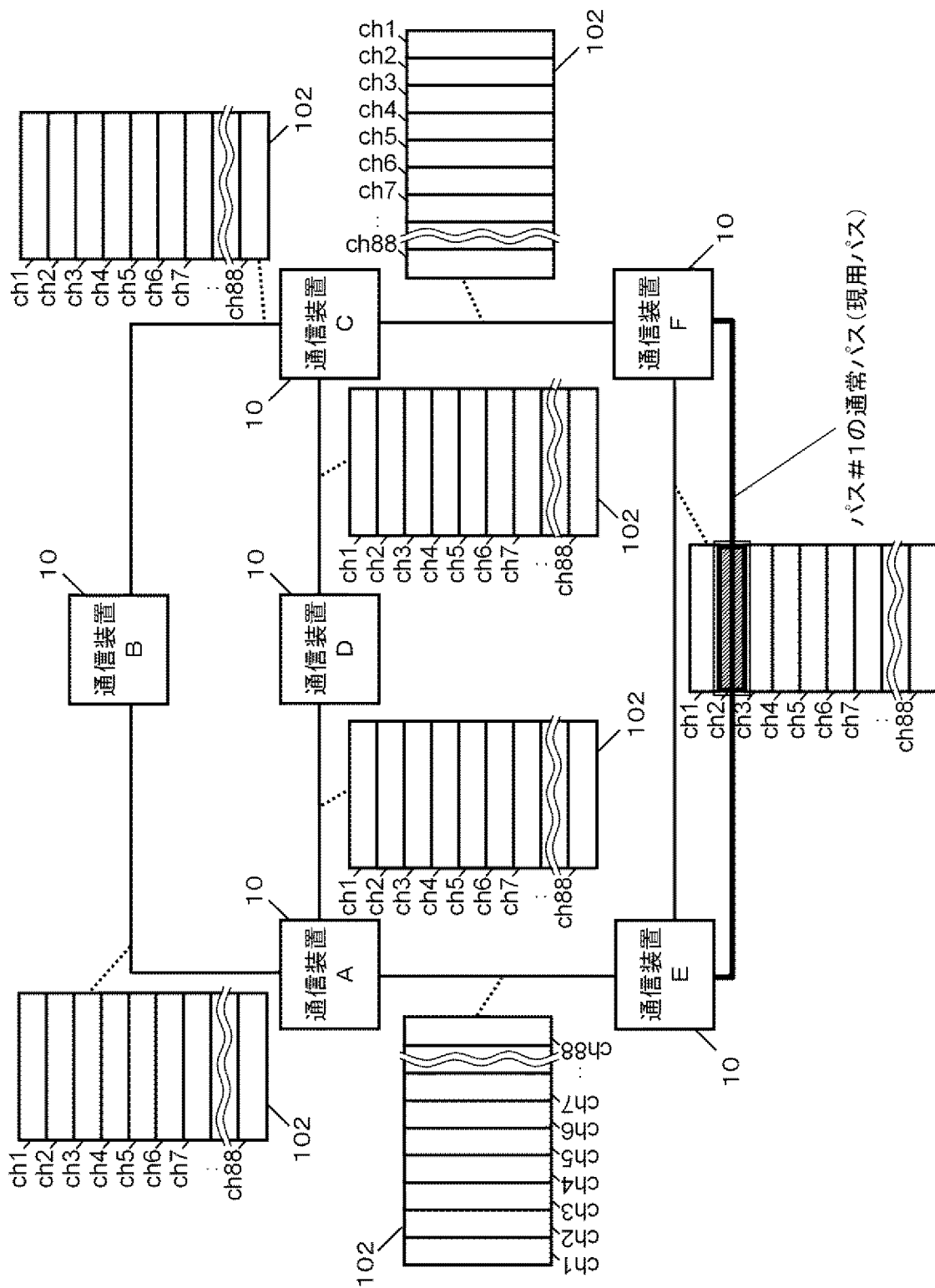
[図10]

パスID	端点	通常パス経路	通常パスリソース	予備パス経路	予備パスリソース
#1	E, F	E-F	ch2	-	-

[図11]

リンク	通信リソース	割当状況
A－B	ch1	未割当リソース(00)
	:	:
	ch88	:
A－D	ch1	:
	:	:
	ch88	:
A－E	ch1	:
	:	:
	ch88	:
B－C	ch1	:
	:	:
	ch88	:
C－D	ch1	:
	:	:
	ch88	:
C－F	ch1	:
	:	:
	ch88	:
E－F	ch1	:
	ch2	専有リソース(11)
	:	:
	ch88	:

[図12]



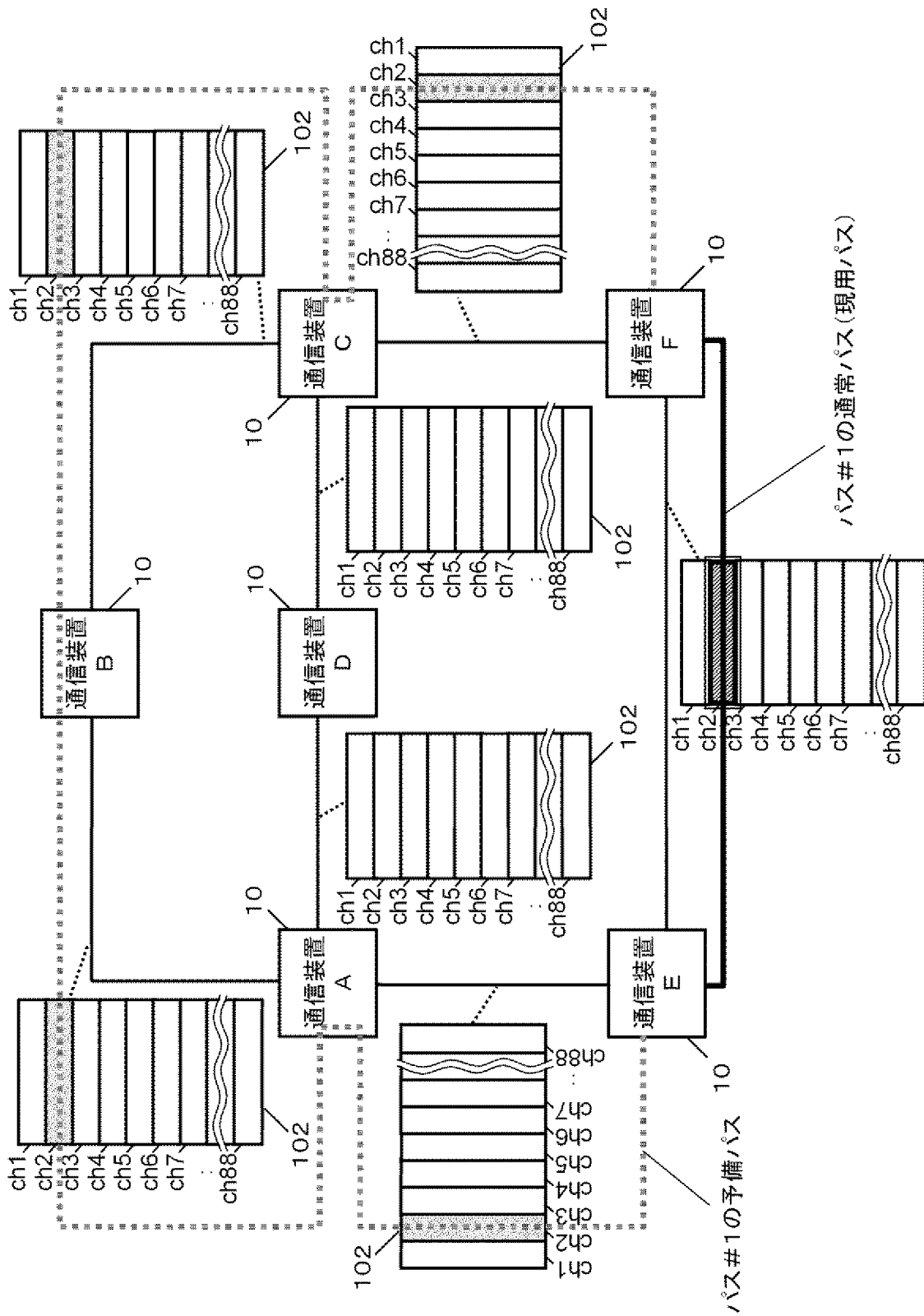
[図13]

パスID	端点	通常パス経路	通常パスリソース	予備パス経路	予備パスリソース
#1	E, F	E→F	ch2	E→A→B→C→F	ch2

[図14]

リンク	通信リソース	割当状況
A-B	ch1	未割当リソース(00)
	ch2	共有リソース(01)
	:	:
	ch88	:
A-D	ch1	:
	:	:
	ch88	:
A-E	ch1	:
	ch2	共有リソース(01)
	:	:
	ch88	:
B-C	ch1	:
	ch2	共有リソース(01)
	:	:
	ch88	:
C-D	ch1	:
	:	:
	ch88	:
C-F	ch1	:
	ch2	共有リソース(01)
	:	:
	ch88	:
E-F	ch1	:
	ch2	専有リソース(11)
	:	:
	ch88	:

[図15]



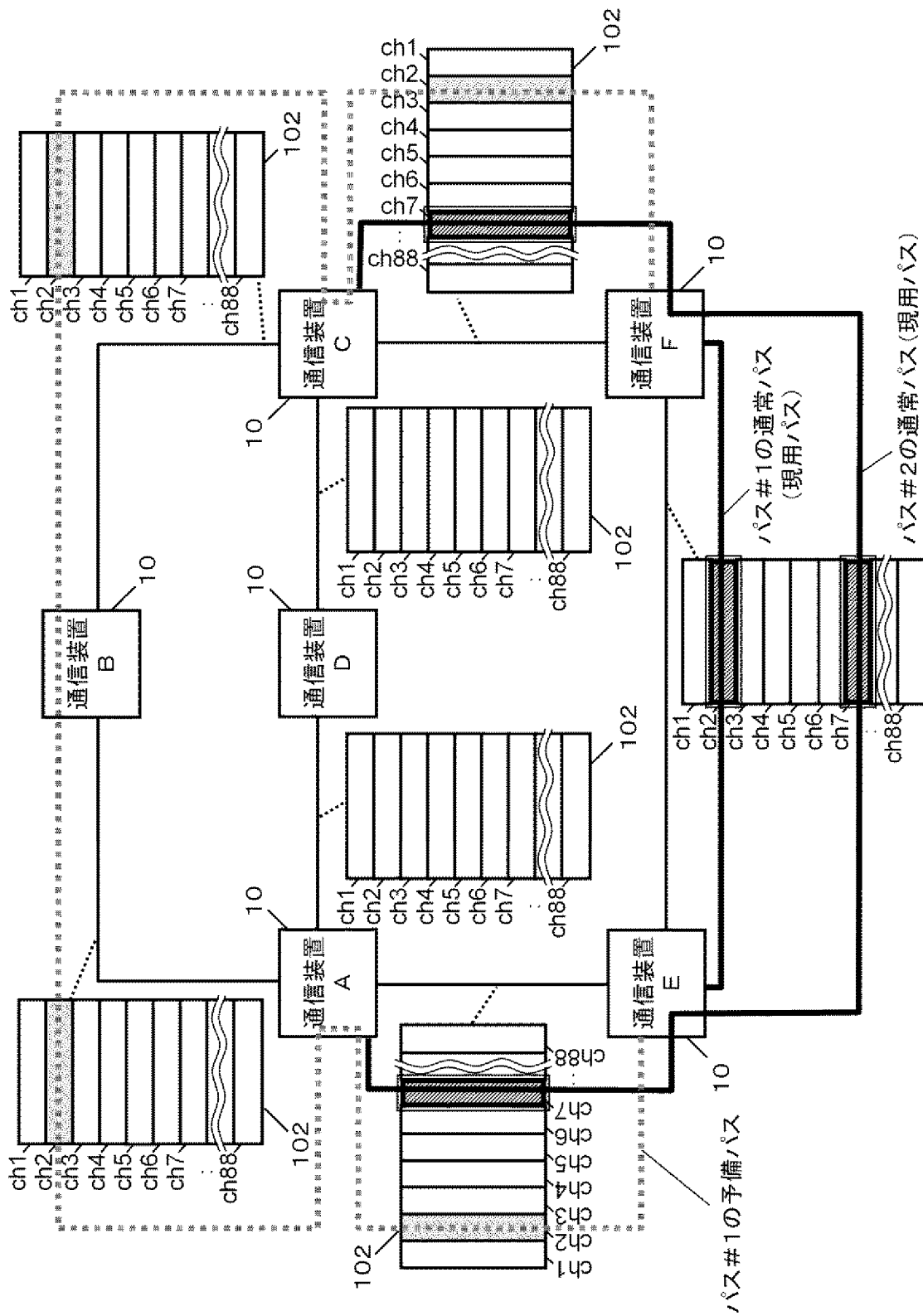
[図16]

パスID	端点	通常パス経路	通常パスリソース	予備パス経路	予備パスリソース
#1	E, F	E-F	ch2	E-A-B-C-F	ch2
#2	A, C	A-E-F-C	ch7	—	—

[図17]

リンク	通信リソース	割当状況
A-B	ch1	未割当リソース(00)
	ch2	共有リソース(01)
	:	:
	ch88	:
A-D	ch1	:
	:	:
	ch88	:
A-E	ch1	:
	ch2	共有リソース(01)
	:	:
	ch7	専有リソース(11)
	:	:
	ch88	:
B-C	ch1	:
	ch2	共有リソース(01)
	:	:
	ch88	:
C-D	ch1	:
	:	:
	ch88	:
C-F	ch1	:
	ch2	共有リソース(11)
	:	:
	ch7	専有リソース(11)
	:	:
	ch88	:
E-F	ch1	:
	ch2	専有リソース(11)
	:	:
	ch7	専有リソース(11)
	:	:
	ch88	:

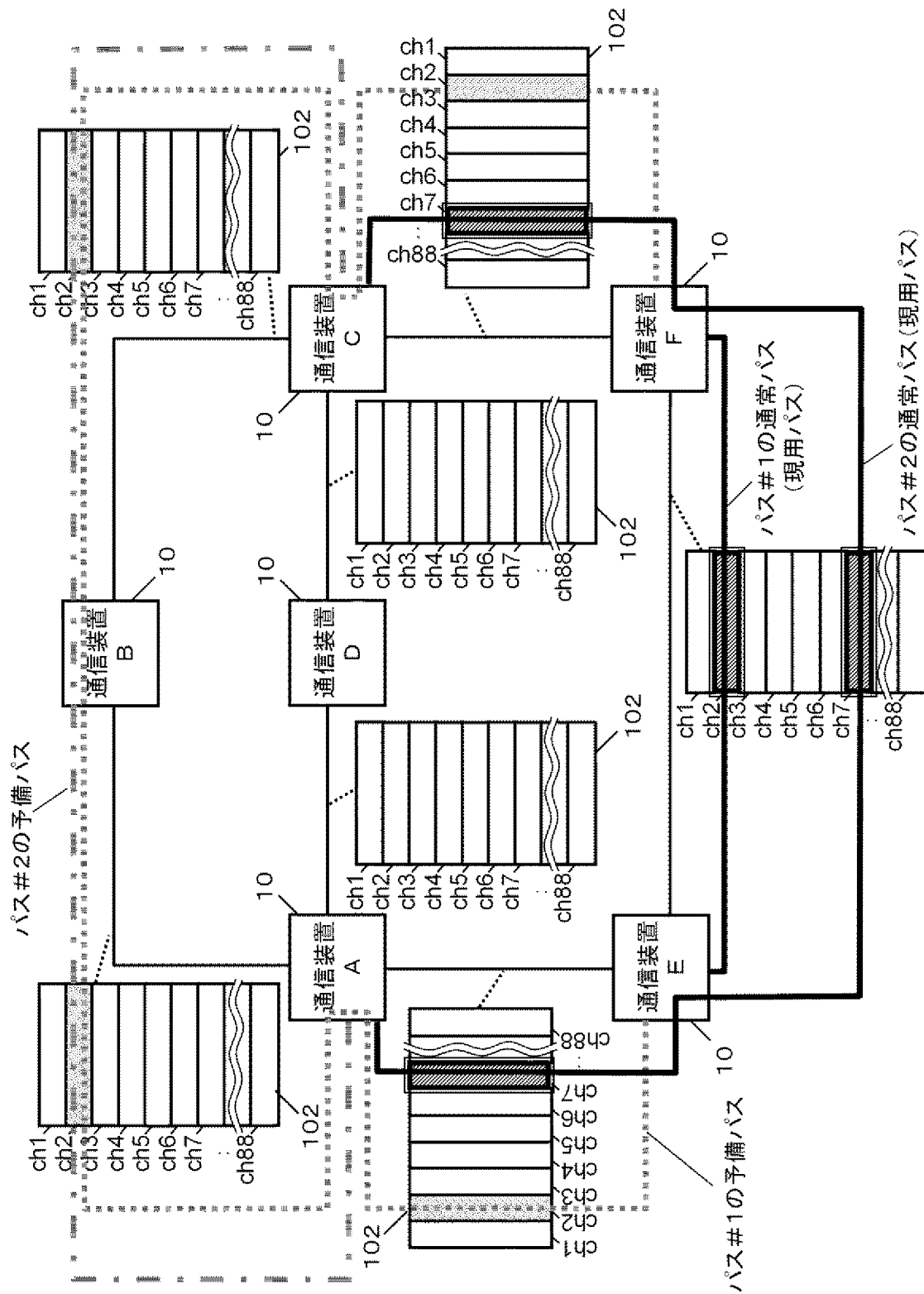
[図18]



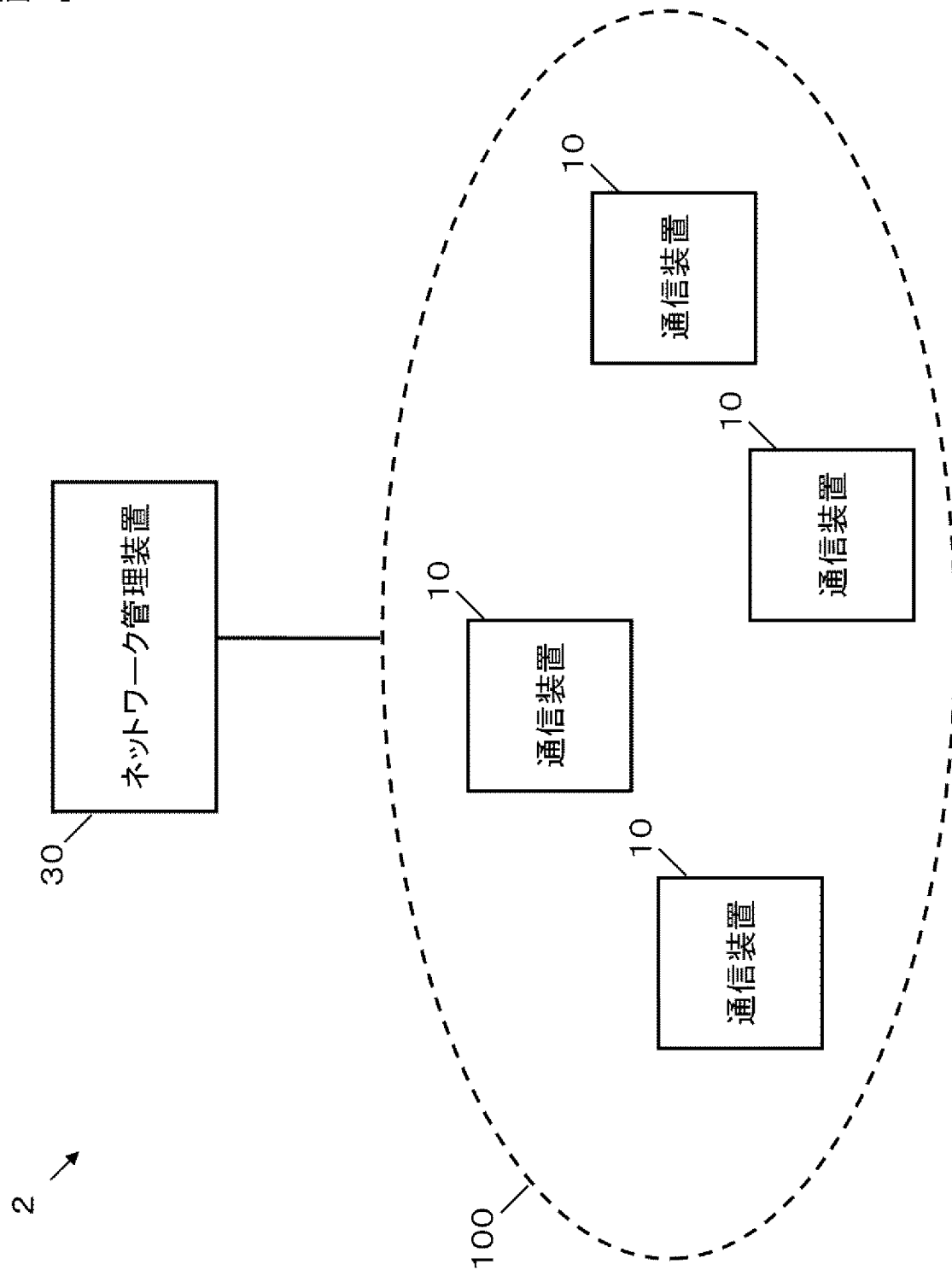
[図19]

パスID	端点	通常パス経路	通常パスリソース	予備パス経路	予備パスリソース
#1	E, F	E-F	ch2	E-A-B-C-F	ch2
#2	A, C	A-E-F-C	ch7	A-B-C	ch2

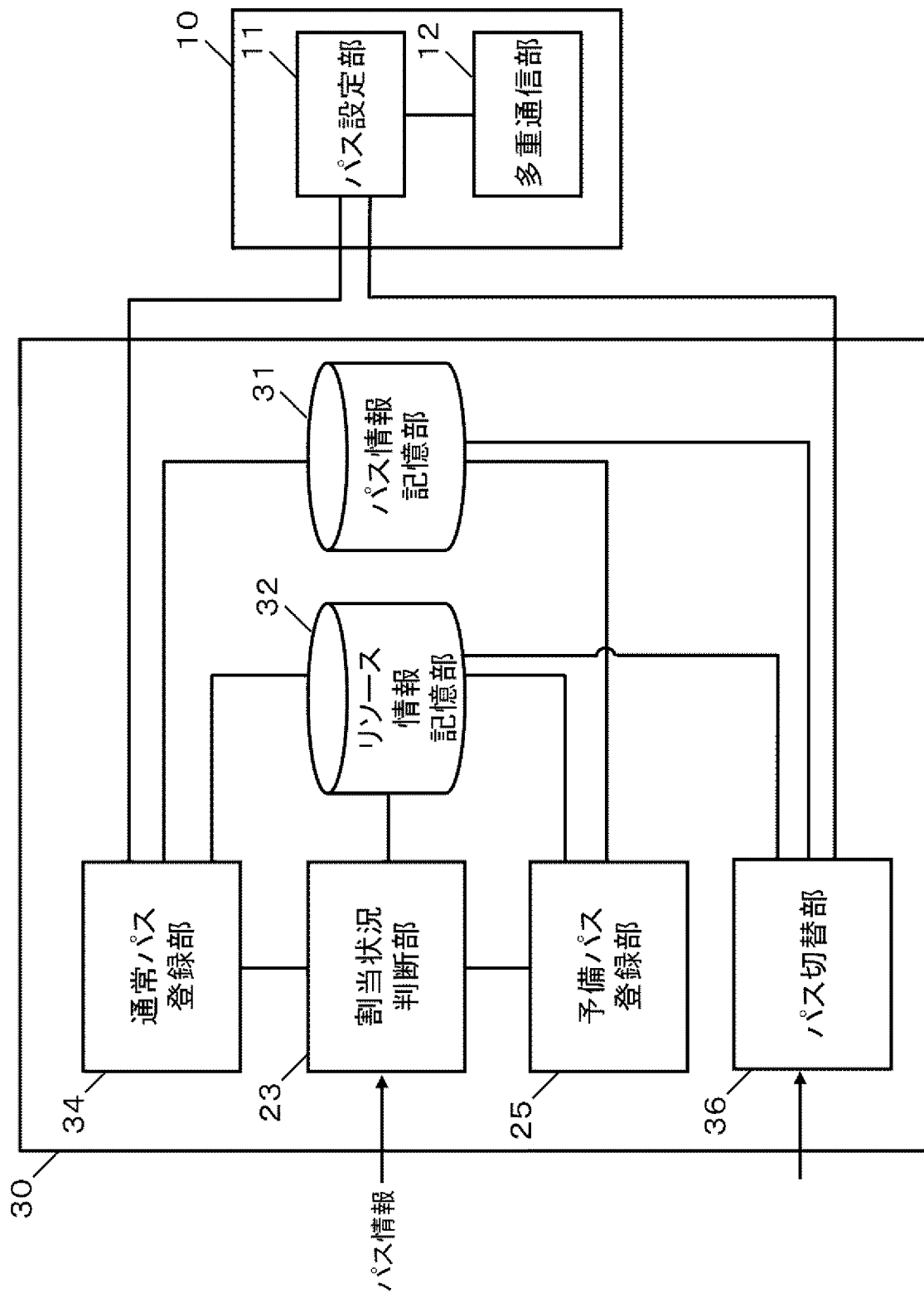
[図20]



[図21]



[図22]



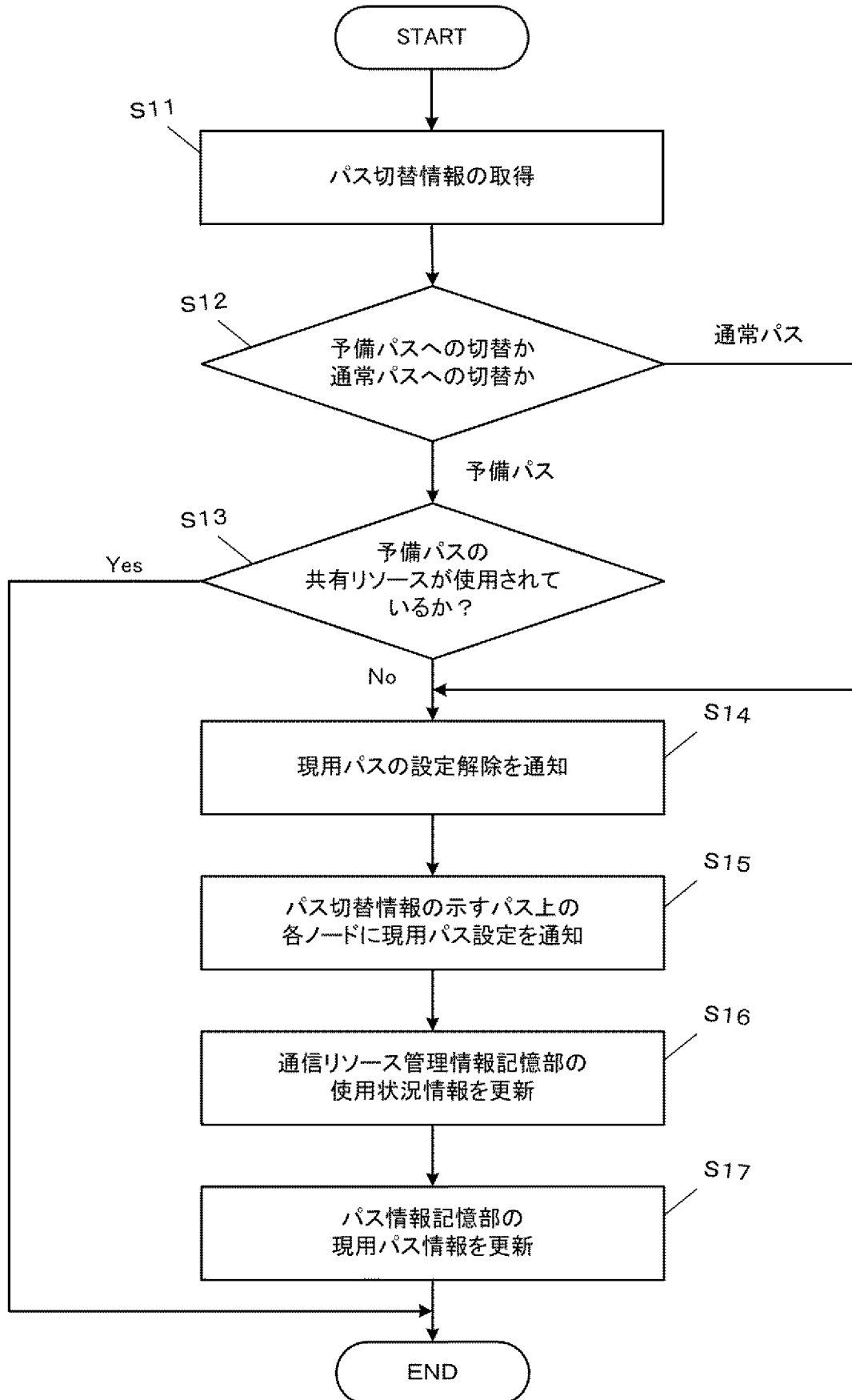
[図23]

パスID	端点	通常パス経路	通常パスリソース	予備パス経路	予備パスリソース	現用パス
#1	E, F	E-F	ch2	E-A-B-C-F	ch2	通常パス
#2	A, C	A-E-F-C	ch7	A-B-C	ch2	通常パス

[図24]

リンク	通信リソース	使用状況	割当状況
A-B	ch1	OFF	未割当リソース(00)
	ch2	OFF	共有リソース(01)
	:	OFF	:
	ch88	OFF	:
A-D	ch1	OFF	:
	:	OFF	:
	ch88	OFF	:
A-E	ch1	OFF	:
	ch2	OFF	共有リソース(01)
	:	OFF	:
	ch7	ON	専有リソース(11)
	:	OFF	:
	ch88	OFF	:
B-C	ch1	OFF	:
	ch2	OFF	共有リソース(01)
	:	OFF	:
	ch88	OFF	:
C-D	ch1	OFF	:
	:	OFF	:
	ch88	OFF	:
C-F	ch1	OFF	:
	ch2	OFF	共有リソース(01)
	:	OFF	:
	ch7	ON	専有リソース(11)
	:	OFF	:
	ch88	OFF	:
E-F	ch1	OFF	:
	ch2	ON	専有リソース(11)
	:	OFF	:
	ch7	ON	専有リソース(11)
	:	OFF	:
	ch88	OFF	:

[図25]



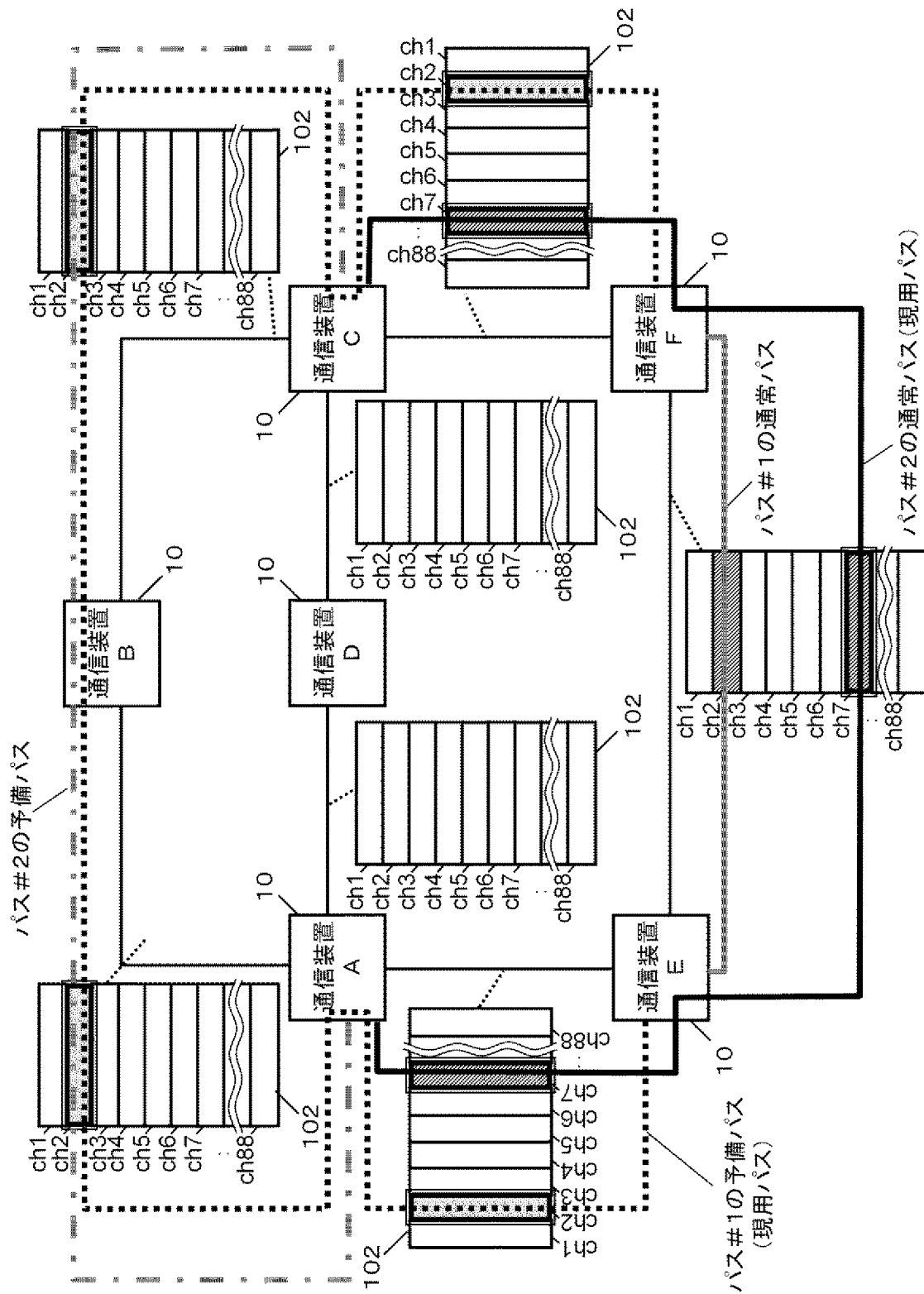
[図26]

リンク	通信リソース	使用状況	割当状況
A-B	ch1	OFF	未割当リソース(00)
	ch2	ON	共有リソース(01)
	:	OFF	:
	ch88	OFF	:
A-D	ch1	OFF	:
	:	OFF	:
	ch88	OFF	:
A-E	ch1	OFF	:
	ch2	ON	共有リソース(01)
	:	OFF	:
	ch7	ON	専有リソース(11)
	:	OFF	:
	ch88	OFF	:
B-C	ch1	OFF	:
	ch2	ON	共有リソース(01)
	:	OFF	:
	ch88	OFF	:
C-D	ch1	OFF	:
	:	OFF	:
	ch88	OFF	:
C-F	ch1	OFF	:
	ch2	ON	共有リソース(01)
	:	OFF	:
	ch7	ON	専有リソース(11)
	:	OFF	:
	ch88	OFF	:
E-F	ch1	OFF	:
	ch2	ON	専有リソース(11)
	:	OFF	:
	ch7	ON	専有リソース(11)
	:	OFF	:
	ch88	OFF	:

[図27]

パスID	端点	通常パス経路	通常パスリソース	予備パス経路	予備パスリソース	現用パス
#1	E, F	E-F	ch2	E-A-B-C-F	ch2	予備パス
#2	A, C	A-E-F-C	ch7	A-B-C	ch2	通常パス

[図28]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/002251

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L12/707(2013.01) i

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)

H04L12/707

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
X Y	JP 2011-15332 A (NEC Corp.), 20 January 2011 (20.01.2011), paragraphs [0015] to [0023]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1, 6, 8 2-5, 7, 9
Y	JP 2007-49336 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 22 February 2007 (22.02.2007), paragraph [0080] (Family: none)	2-5, 7, 9
Y	JP 2008-60755 A (Fujitsu Ltd.), 13 March 2008 (13.03.2008), paragraphs [0002], [0026], [0081] to [0086]; fig. 1, 2, 13 & US 2008/0056294 A1	3-5,

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 July, 2014 (17.07.14)

Date of mailing of the international search report
29 July, 2014 (29.07.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/002251

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-135686 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 25 May 2006 (25.05.2006), paragraphs [0030] to [0049] (Family: none)	1-9
A	JP 2005-210514 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 04 August 2005 (04.08.2005), abstract (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04L12/707 (2013.01) i

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（I P C））

Int.Cl. H04L12/707

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
X	JP 2011-15332 A（日本電気株式会社）2011.01.20 ，段落[0015]-[0023]，第 1-5 図	1, 6, 8
Y	（ファミリーなし）	2-5, 7, 9

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 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矛盾するものではなく、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

1 7 . 0 7 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 9 . 0 7 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

佐々木 洋

5 X

3 3 6 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 9 6

C (続き) . 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
Y	JP 2007-49336 A (日本電信電話株式会社) 2007. 02. 22 ，段落[0080] (ファミリーなし)	2-5, 7, 9
Y	JP 2008-60755 A (富士通株式会社) 2008. 03. 13 ，段落[0002], [0026], [0081]-[0086], 第1, 2, 13 図 & US 2008/0056294 A1	3-5,
A	JP 2006-135686 A (日本電信電話株式会社) 2006. 05. 25 ，段落[0030]-[0049] (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2005-210514 A (日本電信電話株式会社) 2005. 08. 04 ，要約 (ファミリーなし)	1-9