

(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
2014 年 7 月 3 日(03.07.2014)



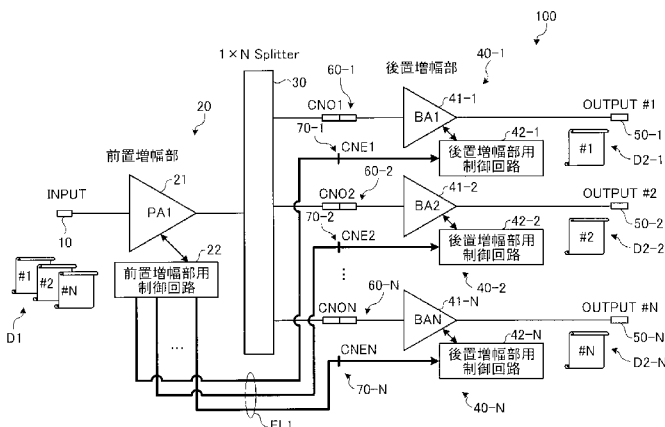
(10) 国際公開番号
WO 2014/104355 A1

- (51) 国際特許分類:
H04B 10/03 (2013.01) *H04B 10/272* (2013.01)
H01S 3/10 (2006.01) *H04B 10/291* (2013.01)
H01S 3/131 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/085239
- (22) 国際出願日: 2013 年 12 月 27 日(27.12.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-288611 2012 年 12 月 28 日(28.12.2012) JP
- (71) 出願人: 古河電気工業株式会社(FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 鈴木 幹哉(SUZUKI, Mikiya); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 酒井 宏明, 外(SAKAI, Hiroaki et al.); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目 2 番 5 号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 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, LK, 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: OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM

(54) 発明の名称: 光伝送システム

[図1]



20... PRE-AMPLIFICATION UNIT
22... CONTROL CIRCUIT FOR PRE-AMPLIFICATION UNIT
41-1, 41-2, 41-N... POST-AMPLIFICATION UNIT
42-1, 42-2, 42-N... CONTROL CIRCUIT FOR POST-AMPLIFICATION UNIT

(57) Abstract: A plurality of optical transmission devices each configured to be replaceable are disposed on a branched optical transmission line, the plurality of optical transmission devices include a first optical transmission device and a second optical transmission device, the first optical transmission device has a first control unit for controlling the operation of the first optical transmission device, the second optical transmission device has a second control unit for controlling the operation of the second optical transmission device, the second control unit stores data relating to information serving as a reference and used for the first control unit to control the first optical transmission device and is configured to mutually communicate with the first control unit and transmit the data to the first control unit. Consequently, it is possible to provide an optical transmission system (100) in which a plurality of optical amplifiers are disposed in a branched optical transmission line, the optical transmission system being suitable for use when the optical amplifiers are replaced.

(57) 要約: 分岐した光伝送路上に、交換可能に構成された複数の光伝送装置が配置され、前記複数の光伝送装置は、第1光伝送装置と第2光伝送装置とを含み、前記第1光伝送装置は、前記第1光伝送装置の動作を制御する第1制御部を有し、前記第2光

伝送装置は、前記第2光伝送装置の動作を制御する第2制御部を有し、前記第2制御部は、前記第1制御部が前記第1光伝送装置を制御するために使用する基準となる情報のデータを記憶しており、前記第1制御部と相互に通信を行って前記データを前記第1制御部に送信するように構成されている。これにより、分岐した光伝送路上に複数の光増幅器を配置した光伝送システム100において、光増幅器を交換して使用するのに適する光伝送システムを提供することができる。

明 細 書

発明の名称：光伝送システム

技術分野

[0001] 本発明は、光伝送システムに関するものである。

背景技術

[0002] FTTx用映像分配システムにおいて、従来、光伝送装置としての光増幅器は、1つの高出力の光増幅器の出力側に複数の光分配器を接続して、マルチポートの出力構成としている。しかしながら、光増幅器に障害が発生した場合には、すべての出力ポートに接続された多数の加入者へ障害が波及するおそれがある。そこで、障害波及範囲を極力狭い領域に収めるために複数の光増幅器を用いる場合がある。（特許文献1参照）。

[0003] 図6は、光分配器によって分岐した光伝送路上に複数の光増幅器を配置した光伝送システムの一例の模式的な構成図である。この光伝送システム1000では、Nを2以上の整数として、1×Nの光分配器1030によって分岐した光伝送路上に、前置光増幅器1020と、N個の後置光増幅器1040-1～1040-Nが配置されている。

[0004] 前置光増幅器1020は、光増幅部である前置増幅部1021と、前置光増幅器1020の動作を制御する制御部である前置増幅部用制御回路1022とを備えている。前置増幅部用制御回路1022は前置光増幅器1020の動作を制御するために使用される情報のデータD1001（#Aで示す）を記憶している。

[0005] 後置光増幅器1040-1～1040-Nは、それぞれ、光増幅部である後置増幅部1041-1～1041-Nと、後置光増幅器1040-1～1040-Nの動作を制御する制御部である後置増幅部用制御回路1042-1～1042-Nとを備えている。後置増幅部用制御回路1042-1～1042-Nはそれぞれ、後置光増幅器1040-1～1040-Nのそれぞれの動作を制御するために使用される情報のデータD1002-1～D10

02-N（＃1～＃Nで示す）をそれぞれ記憶している。

[0006] 光分配器1030は、1ポート側が前置光増幅器1020の光出力ポートに接続し、Nポート側が後置光増幅器1040-1～1040-Nのそれぞれの光入力ポートに光コネクタ1060-1～1060-Nを介して接続している。

[0007] 光入力ポート1010から前置光増幅器1020の光入力ポートに信号光が入力されると、前置光増幅器1020は信号光を増幅し、光分配器1030に出力する。光分配器1030は入力された信号光を略等分にN分岐し、後置光増幅器1040-1～1040-Nのそれぞれに出力する。後置光増幅器1040-1～1040-Nはそれぞれ入力された信号光を増幅して光出力ポート1050-1～1050-Nのそれぞれに出力する。光出力ポート1050-1～1050-Nから出力された各信号光は加入者に分配される。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特許第4948085号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 図6に示した光伝送システムでは、或る光増幅器が故障した場合には、故障した光増幅器は予備の光増幅器に交換される。各光増幅器の制御回路は、その光増幅器を制御するために使用されるデータを記憶しているので、置き換えられた後、記憶されたデータに基づく動作状態で動作する。

[0010] ここで、光出力ポート1050-1～1050-Nから加入者までの距離が、ポートごとで異なる場合がある等の理由によって、光増幅器ごとに必要な特性、たとえば光増幅特性が異なる。したがって、故障による交換を行う場合には、特性が異なる光増幅器ごとに予備の光増幅器を用意する必要があるため、用意すべき光増幅器の品種が多くなり、管理が煩雑になる。

[0011] また、この煩雑さを解消するために、各光増幅器として使用できる汎用の光増幅器を用意する場合、汎用の光増幅器とたとえば光減衰器などの増幅特性を調整するための装置とを組み合わせる必要がある。たとえば、加入者までの伝送路の距離が、汎用の光増幅器の光出力に比して短い場合は、光減衰器で汎用の光増幅器の光出力を減衰させた上で、使用する必要がある。この場合、使用する装置点数の増加や電力の無駄な消費などの問題が生じる。

[0012] また、交換前後で光増幅器の動特性が異なる場合などには、交換後の光増幅器と、その前後に接続された光増幅器との動作タイミングの不整合が生じ、意図せず問題動作を誘発させる場合がある。たとえば、後置光増幅器に前置光増幅器からの信号光の入力がない状態で後置光増幅器が立ち上がり、その後、前置光増幅器から信号光が入力された場合に、光サージが発生する等の問題が生じる。

[0013] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、分岐した光伝送路上に複数の光増幅器を配置した光伝送システムにおいて、光増幅器を交換して使用するのに適する光伝送システム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

[0014] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る光伝送システムは、分岐した光伝送路上に、交換可能に構成された複数の光伝送装置が配置され、前記複数の光伝送装置は、第1光伝送装置と第2光伝送装置とを含み、前記第1光伝送装置は、前記第1光伝送装置の動作を制御する第1制御部を有し、前記第2光伝送装置は、前記第2光伝送装置の動作を制御する第2制御部を有し、前記第2制御部は、前記第1制御部が前記第1光伝送装置を制御するために使用する基準となる情報のデータを記憶しており、前記第1制御部と相互に通信を行って前記データを前記第1制御部に送信するように構成されていることを特徴とする。

[0015] また、本発明に係る光伝送システムは、上記発明において、前記第2制御部は、前記第1制御部からの要求に従って前記データを送信することを特徴

とする。

[0016] また、本発明に係る光伝送システムは、上記発明において、前記複数の光伝送装置は、後置光伝送装置と、前記光伝送路上において前記後置光伝送装置よりも上位に位置する前置光伝送装置とを含み、前記第 1 光伝送装置は、前記後置光伝送装置であり、前記第 2 光伝送装置は、前記前置光伝送装置であることを特徴とする。

[0017] また、本発明に係る光伝送システムは、上記発明において、前記複数の光伝送装置は、後置光伝送装置と、前記光伝送路上において前記後置光伝送装置よりも上位に位置する前置光伝送装置とを含み、前記第 1 光伝送装置は、前記前置光伝送装置であり、前記第 2 光伝送装置は、前記後置光伝送装置であることを特徴とする。

[0018] また、本発明に係る光伝送システムは、上記発明において、前記複数の光伝送装置は、複数の後置光伝送装置と、前記光伝送路上において前記複数の後置光伝送装置よりも上位に位置する前置光伝送装置とを含み、前記第 1 光伝送装置および前記第 2 光伝送装置は、前記複数の後置光伝送装置に含まれることを特徴とする。

[0019] また、本発明に係る光伝送システムは、上記発明において、前記複数の光伝送装置は、複数の後置光伝送装置と、前記光伝送路上において前記複数の後置光伝送装置よりも上位に位置する前置光伝送装置と、前記前置光伝送装置よりもさらに上位に位置する上位光伝送装置とを含み、前記第 1 光伝送装置は、前記上位光伝送装置であり、前記第 2 光伝送装置は、前記前置光伝送装置または前記後置光伝送装置であることを特徴とする。

[0020] また、本発明に係る光伝送システムは、上記発明において、前記基準となる情報は、前記第 1 光伝送装置の静特性、動特性、アラーム条件、または固有情報の情報と、該情報と関連付けられた、前記第 1 光伝送装置を特定するための位置情報とを含むことを特徴とする。

[0021] また、本発明に係る光伝送システムは、上記発明において、前記複数の光伝送装置は光増幅器を含むことを特徴とする。

発明の効果

[0022] 本発明によれば、光増幅器を交換して使用するのに適する光伝送システムを実現できるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]図1は、実施の形態1に係る光伝送システムの模式的な構成図である。

[図2]図2は、前置光増幅器の模式的な構成図である。

[図3]図3は、実施の形態2に係る光伝送システムの模式的な構成図である。

[図4]図4は、実施の形態3に係る光伝送システムの模式的な構成図である。

[図5]図5は、実施の形態4に係る光伝送システムの模式的な構成図である。

[図6]図6は、光分配器を用いて分岐した光伝送路上に複数の光増幅器を配置した光伝送システムの一例の模式的な構成図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下に、図面を参照して本発明に係る光伝送システムの実施の形態を詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。また、各図面において、同一または対応する要素には適宜同一の符号を付している。また、図面は模式的なものであり、各要素の寸法の比率などは現実のものとは異なることに留意すべきである。また、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれている。

[0025] 図1は、本発明の実施の形態1に係る光伝送システムの模式的な構成図である。この光伝送システム100では、 $1 \times N$ の光分配器30によって分岐した光伝送路上に、光伝送装置としての前置光増幅器20と、光伝送装置としてのN個の後置光増幅器40-1～40-Nが配置されている。

[0026] 前置光増幅器20は、光増幅部である前置増幅部21と、前置光増幅器20の動作を制御する制御部である前置増幅部用制御回路22とを備えている。

[0027] 後置光増幅器40-1～40-Nは、それぞれ、光増幅部である後置増幅部41-1～41-Nと、後置光増幅器40-1～40-Nの動作を制御する制御部である後置増幅部用制御回路42-1～42-Nとを備えている。

- [0028] 光分配器 30 は、1 ポート側が前置光増幅器 20 の光出力ポートに接続し、N ポート側が後置光増幅器 40-1 ~ 40-N のそれぞれの光入力ポートに光コネクタ 60-1 ~ 60-N を介して接続している。
- [0029] 前置光増幅器 20 の光入力ポートは光入力ポート 10 に接続しており、後置光増幅器 40-1 ~ 40-N の光出力ポートはそれぞれ光出力ポート 50-1 ~ 50-N に接続している。
- [0030] また、前置光増幅器 20 の前置増幅部用制御回路 22 は、電気信号伝送路 EL1 と電気コネクタ 70-1 ~ 70-N とを介して後置光増幅器 40-1 ~ 40-N の後置増幅部用制御回路 42-1 ~ 42-N のそれぞれに接続している。
- [0031] つぎに、光増幅器の構成の一例について説明する。図 2 は、前置光増幅器の模式的な構成図である。なお、後置光増幅器 40-1 ~ 40-N のそれぞれも、図 2 に示す構成と同様の構成を有することができる。また、前置光増幅器 20 および後置光増幅器 40-1 ~ 40-N は、故障した場合に予備の光増幅器に交換可能に構成されている。
- [0032] 前置増幅部 21 は、光カプラ 21a と、光カプラ 21a に接続した光検出器 21b と、前記光カプラ 21a に接続した波長多重合分波カプラ 21c と、波長多重合分波カプラ 21c に接続した励起レーザ素子 21d と、波長多重合分波カプラ 21c に接続した増幅用光ファイバ 21e と、増幅用光ファイバ 21e に接続した光カプラ 21f と、光カプラ 21f に接続した光検出器 21g とを備えている。
- [0033] 光カプラ 21a、21f は、入力された光の一部（たとえば 1% ~ 10%）を分岐するものであり、たとえば熔融型やフィルタ型の光カプラである。光検出器 21b、21g は、光を受光してその受光強度に応じた値の電流を出力するものであり、たとえばフォトダイオードである。励起レーザ素子 21d は、増幅用光ファイバ 21e を励起するための励起レーザ光を出力するものであり、たとえば半導体レーザ素子である。波長多重合分波カプラ 21c は、光カプラ 21a から入力された光と励起レーザ素子 21d から出力さ

れた励起レーザ光を合波して増幅用光ファイバ21eに出力するものであり、たとえば溶融型やフィルタ型の光カプラである。

[0034] 増幅用光ファイバ21eは、光増幅媒体であるエルビウムやイッテルビウムなどの希土類元素がコアに添加された光ファイバであり、光増幅作用を有するものである。増幅用光ファイバ21eとしてはたとえばダブルクラッド型の光ファイバを用いても良い。

[0035] つぎに、前置増幅部用制御回路22は、デジタル／アナログ変換部22aと、アナログ／デジタル変換部22bと、演算処理部22cと、記憶部22dと、入出力部22eとを備えている。

[0036] デジタル／アナログ変換部22aは、デジタル電気信号をアナログ電気信号に変換するものである。アナログ／デジタル変換部22bは、アナログ電気信号をデジタル電気信号に変換するものである。演算処理部22cは、前置光増幅器20の制御のための各種演算処理を行うものであり、たとえばCPU (Central Processing Unit) で構成される。記憶部22dは、演算処理部22cが演算処理を行うために使用する各種プログラムやデータ (ファームウェアなど) 等が格納される部分と、演算処理部22cが演算処理を行う際の作業スペース等として使用される部分を含み、たとえばROM (Read Only Memory) とRAM (Random Access Memory) とで構成される。入出力部22eは、電気信号伝送路EL1 (図1参照) を介して他の制御回路と電気信号の入出力を行ったり、外部のパーソナルコンピュータPCと電気信号の入出力を行ったりするものである。入出力部22eはたとえばRS232Cポートやイーサネット (登録商標) ポートである。

[0037] 前置光増幅器20の基本的な動作について説明する。紙面左側の光入力ポートから信号光が入力されると、光カプラ21aは信号光を通過させるとともにその一部を光検出器21b側に分岐する。一方、励起レーザ素子21dは前置増幅部用制御回路22により制御された駆動電流を供給されて励起レーザ光を出力する。波長多重合分波カプラ21cは、光カプラ21aから入

力された信号光と励起レーザ素子 2 1 d から出力された励起レーザ光を合波して増幅用光ファイバ 2 1 e に出力する。増幅用光ファイバ 2 1 e では、希土類元素が励起レーザ光によって光励起されて光増幅作用を有しており、これによって信号光はレーザ増幅されて出力される。光カプラ 2 1 f は増幅された信号光を通過させて出力するとともにその一部を光検出器 2 1 g 側に分岐する。

[0038] 光検出器 2 1 b は、光カプラ 2 1 a から光検出器 2 1 b 側に分岐された信号光を受光し、その受光強度に応じた値の電流をアナログ電気信号としてアナログ／デジタル変換部 2 2 b に出力する。光検出器 2 1 b からアナログ／デジタル変換部 2 2 b に入力された電気信号は光入力モニタに使用される。光検出器 2 1 g は、光カプラ 2 1 f から光検出器 2 1 g 側に分岐された、増幅された信号光を受光し、その受光強度に応じた値の電流をアナログ電気信号としてアナログ／デジタル変換部 2 2 b に出力する。光検出器 2 1 g からアナログ／デジタル変換部 2 2 b に入力された電気信号は光出力モニタに使用される。また、アナログ／デジタル変換部 2 2 b には、励起レーザ素子 2 1 d から励起レーザ素子 2 1 d の温度、および出力している励起レーザ光の強度、若しくは、駆動している励起レーザ素子の駆動電流を示す電気信号が入力される。これらの電気信号は励起レーザ素子 2 1 d の制御に用いられる。

[0039] 演算処理部 2 2 c は、アナログ／デジタル変換部 2 2 b に入力された各電気信号をもとに所定の演算処理を行い、前置増幅部 2 1 が所定の制御状態となるように励起レーザ素子 2 1 d に駆動電流を流す制御を行う。たとえば、前置増幅部 2 1 を光出力が一定となるように制御する A L C (A u t o m a t i c L e v e l C o n t r o l) 制御や、前置増幅部 2 1 を利得が一定となるように制御する A G C (A u t o m a t i c G a i n C o n t r o l) 制御や、励起レーザ素子 2 1 d に流れる駆動電流が一定となるように制御する A C C (A u t o m a t i c C u r r e n t C o n t r o l) 制御、或いは、励起レーザ素子 2 1 d が出力する励起レーザ光のパワーを

一定制御するAPC (Automatic Pump Power Control) を行う。なお、前置光増幅器においては、ACCまたはALC制御が使用されることが多く、後置光増幅器においては、ALC制御が使用されることが多い。

[0040] また、演算処理部22cは、前置増幅部21の状態をモニタしており、たとえば光入力や光出力が所定の値以下になったり、励起レーザ素子21dの温度が所定値以上になったり等の異常動作を検知した場合に、励起レーザ素子21dへの駆動電流を遮断したり、アラームを発出したりする制御を行なう。また、励起レーザ素子21dに供給する駆動電流の値が所定値以上になった場合にも、前置増幅部21の異常動作として検知し、上記制御を行う。アラームの発出はたとえばパーソナルコンピュータPCにて音声や画像表示によって行われる。

[0041] ここで、図1に示すように、後置光増幅器40-1~40-Nの後置増幅部用制御回路42-1~42-Nはそれぞれの記憶部において、図6の場合と同様に、後置光増幅器40-1~40-Nのそれぞれの動作を制御するために使用される情報のデータD2-1~D2-N (#1~#Nで示す)をそれぞれ記憶している。

[0042] 一方、前置光増幅器20の前置増幅部用制御回路22は、記憶部22dにおいて、後置増幅部41-1~41-Nのそれぞれの動作を制御するために使用される情報のデータD2-1~D2-Nのすべてを含むデータD1を記憶している。また、前置増幅部用制御回路22は、上述したように、記憶部22dにおいて前置増幅部21の動作を制御するために使用される情報のデータを記憶している。したがって、記憶部22dは、自身が対応する光増幅部の動作を制御するための記憶領域Aと、他の制御回路が対応する他の光増幅の動作の制御のための記憶領域Bとを有している。これを実現するために、記憶部22dは、1または複数の記憶素子からなり、記憶領域A、Bにはそれぞれ、独立した記憶素子または記憶素子群が割り当てられていてもよいし、記憶領域A、Bが、1または複数の記憶素子がなすデータ空間の分割さ

れた領域に対応するように構成してもよい。

[0043] この光伝送システム100において、仮に後置光増幅器40-1が故障した場合、後置光増幅器40-1は、予備の後置光増幅器に交換される。交換後、前置光増幅器20の前置増幅部用制御回路22は、電気信号伝送路EL1を介して、交換された後置光増幅器の後置増幅部用制御回路と双方向の通信を行い、交換前の後置増幅部41-1の動作を制御するために使用されていた情報のデータD2-1を、交換後の後置増幅部用制御回路に送信する。これによって、交換後の後置光増幅器は、送信されたデータの情報に基づいて、交換前の後置増幅部41-1と同様の動作条件で動作することができる。なお、データ通信は、たとえばTeInetやTCP/IP等の各種プロトコルを用いて行なうことができる。

[0044] 上述したように、図6に示すような従来の光伝送システムでは、各光増幅器の制御回路は、当該増幅部の動作を制御するために使用される情報のデータのみを記憶していたので、交換に伴い種々の問題を生じていた。

[0045] しかしながら、本実施の形態1に係る光伝送システム100では、第2光伝送装置としての前置光増幅器20の第2制御部としての前置増幅部用制御回路22が、後置増幅部41-1～41-Nのそれぞれの動作を制御するために使用される情報のデータD2-1～D2-Nのすべてを含むデータD1を記憶している。そして、或る後置光増幅器が交換された場合に、交換後の後置光増幅器（第1光伝送装置）を制御するために使用される情報を、交換後の後置光増幅器の後置増幅部用制御回路（第1制御部）に送信する。この送信は、たとえば前置増幅部用制御回路22の演算処理部22cが、後置光増幅器40-1～40-Nの状態を監視しており、或る後置光増幅器が交換されたら、交換後の後置光増幅器にデータを送信することによって行われてもよい。あるいは、交換後の後置光増幅器が自律的に前置増幅部用制御回路22にデータの送信を要求し、その要求に従ってデータを送信するようにしてもよい。

[0046] これらのデータD2-1～D2-Nに含まれる情報は、交換後の後置光増

幅器が、交換前の後置光増幅器と同様に動作するための基準の情報となるものである。これによって、特性が異なる光増幅器ごとに予備の光増幅器を用意する必要がなく、使用する装置点数の増加や電力の無駄な消費などの問題が生じず、かつ交換後の光増幅器と、その前後に接続された光増幅器との動作タイミングの不整合が生じず、予期せぬ問題動作を誘発させることも防止される。その結果、この光伝送システム100は、後置光増幅器を交換して使用するのに適する光伝送システムである。

[0047] 後置増幅部を制御するために使用される情報としては、たとえば、後置光増幅器の静特性、動特性、アラーム条件、または固有情報である。これらの情報は、その後置光増幅器を特定するための位置情報と関連して記憶される。

[0048] 後置光増幅器の静特性に関する情報には、たとえば、ACC制御のための励起レーザ素子の駆動条件、ALC制御のための出力信号光のパワー、AGC制御のための利得、光入出力のモニタ情報などが含まれる。

[0049] 後置光増幅器の動特性に関する情報には、たとえば、後置光増幅器が交換された後の後置光増幅器の起動のタイミング、後置光増幅器のシャットダウンおよびその後の再起動のタイミングなどが含まれる。なお、後置光増幅器の起動または再起動とは、起動させる後置光増幅器の励起レーザ素子21dをOFF状態からON状態にすることであり、後置光増幅器のシャットダウンとは、シャットダウンさせる後置光増幅器の励起レーザ素子21dをON状態からOFF状態にすることであり、これらの動作時において、光伝送システム100は常にON状態である。

[0050] シャットダウンおよび再起動のタイミングの情報は、交換された後置光増幅器の前後に接続された光増幅器との動作タイミングの整合のために必要となる。この動作タイミングの整合は、たとえば、前置光増幅器20が動作状態信号（フラグ）としてON状態を示すものを送信し、後置光増幅器がこれを受信した場合に、後置光増幅器が所定の起動または再起動のタイミングの情報に従って起動または再起動することにより行われる。同様に、この動作

タイミングの整合は、たとえば、前置光増幅器 20 がフラグとして OFF 状態を示すものを送信し、後置光増幅器がこれを受信した場合（または、後置光増幅器が ON 状態のフラグを受信しない場合、後置光増幅器が接続されていないと認められる場合など）に、後置光増幅器が所定のシャットダウンのタイミングの情報に従ってシャットダウンすることにより行われる。このように、動作タイミングの整合は、前置光増幅器 20 がフラグを送信し、後置光増幅器がフラグを受信することにより実現される。

[0051] 動作タイミングを整合させることによって、光サージの発生等の問題動作の発生を回避することができる。なお、このタイミングの情報は、励起レーザ素子 21 d からの励起レーザ光のシャットダウン時の立下り時間または再起動時の立上がり時間の情報も含まれている。立下り時間または立上がり時間の不整合によっても、予期せぬ誤動作が生じる可能性があるからである。

[0052] 後置光増幅器のアラーム条件に関する情報には、アラームの発出、解除の閾値や、アラームの発出、解除のタイミング、保持・非保持条件、マスクなどが含まれる。保持・非保持条件とは、たとえばアラームの発出を保持または非保持とする条件である。たとえば、アラームの発出を、異常動作が起こった場所や原因が特定されるまで保持するように条件を設定しておけば、故障箇所の特定が容易となる。また、マスクとは、アラームを発出するための判定期間や判定回数の設定であり、たとえばアラームの発出条件が所定の回数だけ発生したときに、初めてアラームを発出するようにマスクを設定する。

[0053] 後置光増幅器の固有情報とは、たとえば静特性、動特性等の動作を設定するための条件や、ファームウェアやハードウェアのバージョン情報である。

[0054] データ D2-1 ~ D2-N のそれぞれは、上述したすべての情報を含んでも良いし、その中から適宜選択された情報を含んでもよい。あるいは、交換前の後置光増幅器に関する情報と、交換後の後置光増幅器に関する情報との差分を、前置光増幅器 20 の前置増幅部用制御回路 22 または交換後の後置光増幅器が判定して、その差分だけを、交換後の後置光増幅器が前

置増幅部用制御回路 22 から受信するようにしてもよい。

[0055] (実施の形態 2)

図 3 は、本発明の実施の形態 2 に係る光伝送システムの模式的な構成図である。この光伝送システム 200 は、前置光増幅器 20 の上位側に、光入力ポート 10 を介して上位ネットワークエレメント 80 が接続されている点で、光伝送システム 100 とは異なっており、その他の点では同一である。

[0056] 上位ネットワークエレメント 80 は、たとえば、信号光を出力する光伝送装置である光送信装置や、前置光増幅器 20 よりもさらに上位の光増幅器等の光伝送装置で構成されている。上位ネットワークエレメント 80 は、監視制御装置とも呼ばれるものであり、システムの故障管理、構成の管理、また、必要に応じてパフォーマンスやセキュリティを管理・監視する機能を有する装置を含むものであってもよい。

[0057] この光伝送システム 200 では、上位ネットワークエレメント 80 を構成するいずれかの光伝送装置（第 1 光伝送装置）の制御回路（第 1 制御回路）が、後置光増幅器 40-1 ~ 40-N のそれぞれの動作を制御するために使用される情報のデータ D2-1 ~ D2-N のすべてを含むデータ D1、および、前置光増幅器 20 の動作を制御するために使用される情報のデータを記憶している。そして、前置光増幅器 20 および後置光増幅器 40-1 ~ 40-N のいずれかが故障し、交換された場合に、交換後の前置または後置光増幅器（第 2 光伝送装置）の制御回路（第 2 制御回路）は、上位ネットワークエレメント 80 の光伝送装置の制御回路と通信を行い、交換前の前置または後置増幅部の動作を制御するために使用されていた情報のデータを取得する。なお、交換後の後置光増幅器については、前置光増幅器 20 を経由してデータの取得を行う。この光伝送システム 200 では、交換後の前置または後置光増幅器は、前置光増幅器 20 よりも上位の光伝送装置から使用される情報のデータを取得する構成となっている。これによって、前置および後置光増幅器のいずれが交換されても、動作タイミングの連動性等が保たれるので、さらにインテリジェントな動作制御を設定することが可能となる。

[0058] (実施の形態3)

図4は、本発明の実施の形態3に係る光伝送システムの模式的な構成図である。この光伝送システム300は、以下の2点において、光伝送システム100とは異なっている。

[0059] まず、光伝送システム300では、前置光増幅器20の前置増幅部用制御回路22を介して後置増幅部用制御回路42-1～42-Nの相互を接続する電気信号伝送路EL2が構成されている。なお、図4では、例として、後置増幅部用制御回路42-1と後置増幅部用制御回路42-Nとを接続する電気信号の経路EL3を示している。

[0060] また、光伝送システム300では、後置増幅部用制御回路42-1～42-Nのそれぞれが、データD2-1～D2-Nのすべてを含むデータD1を記憶している。

[0061] 光伝送システム300では、後置光増幅器40-1～40-Nのいずれかが故障し、交換された場合に、交換後の後置光増幅器の後置増幅部用制御回路は、他の後置光増幅器の後置増幅部用制御回路と通信を行い、交換前の後置光増幅器の動作を制御するために使用される情報のデータを取得する。通信の態様としては、経路EL3を用いた後置光増幅器の後置増幅部用制御回路同士の直接的な通信や、電気信号伝送路EL2を用いた、前置光増幅器20の前置増幅部用制御回路22を介した、後置光増幅器の後置増幅部用制御回路同士の通信が例示される。

[0062] この光伝送システム300では、後置光増幅器40-1～40-Nが相互に通信し、データの送受信を行うので、より冗長性、信頼性が高い光伝送システムである。

[0063] (実施の形態4)

図5は、本発明の実施の形態4に係る光伝送システムの模式的な構成図である。この光伝送システム400は、以下の点において、光伝送システム100とは異なっている。

[0064] すなわち、光伝送システム400では、後置増幅部用制御回路42-1～

4 2 - Nのそれぞれが、後置光増幅器 4 0 - 1 ~ 4 0 - Nのそれぞれの動作を制御するために使用される情報のデータ D 2 - 1 ~ D 2 - Nのすべて、および、前置光増幅器 2 0 の動作を制御するために使用される情報のデータ（# P Aで示す）を含むデータ D 3 を記憶している。なお、前置増幅部用制御回路 2 2 は、電気信号伝送路と電気コネクタとを介して後置増幅部用制御回路 4 2 - 1 ~ 4 2 - Nのそれぞれに接続しているが、図 5 では、前置増幅部用制御回路 2 2 と後置増幅部用制御回路 4 2 - 2、4 2 - Nとを接続する電気信号伝送路 E L 4 のみを示している。

[0065] この光伝送システム 4 0 0 では、光伝送システム 3 0 0 と同様に、後置光増幅器 4 0 - 1 ~ 4 0 - Nのいずれかが故障し、交換された場合に、交換後の後置光増幅器の後置増幅部用制御回路は、他の後置光増幅器の後置増幅部用制御回路と、前置光増幅器 2 0 の前置増幅部用制御回路 2 2 を介した通信を行い、交換前の後置光増幅器の動作を制御するために使用されていた情報のデータを取得する。

[0066] さらに、光伝送システム 4 0 0 では、前置光増幅器 2 0 が故障し、交換された場合に、交換後の前置光増幅器の前置増幅部用制御回路は、後置光増幅器 4 0 - 1 ~ 4 0 - Nのいずれか（図 5 では後置光増幅器 4 0 - 2）の後置増幅部用制御回路と通信を行い、交換後の前置光増幅器の動作を制御するために使用される情報のデータを取得する。

[0067] この光伝送システム 4 0 0 では、後置光増幅器 4 0 - 1 ~ 4 0 - Nが相互に通信し、データの送受信を行うとともに、上位の前置光増幅器 2 0 の制御に関する情報を、下位の後置光増幅器 4 0 - 1 ~ 4 0 - Nが有する構成とすることによって、冗長性、信頼性を高めている。

[0068] ここで、前置光増幅器 2 0 の動作を制御するために使用される情報としては、実施の形態 1 と同様に、たとえば、前置光増幅器 2 0 の静特性、動特性、アラーム条件、または固有情報である。前置光増幅器 2 0 の静特性、アラーム条件、固有情報は、実施の形態 1 で述べた後置光増幅器の静特性、アラーム条件、固有情報と同様の情報であってよい。

[0069] 前置光増幅器 20 の動特性に関する情報には、たとえば、前置光増幅器 20 が交換された後の前置光増幅器 20 の起動のタイミング、前置光増幅器 20 のシャットダウンおよびその後の再起動のタイミングなどが含まれる。シャットダウンおよび再起動のタイミングの情報は、交換された前置光増幅器 20 の前後に接続された光増幅器との動作タイミングの整合のために必要となる。この動作タイミングの整合は、たとえば、後置光増幅器がフラグとして OFF 状態を示すものを送信し、前置光増幅器 20 が接続されたすべての後置光増幅器から OFF 状態のフラグを受信した場合に、前置光増幅器 20 が所定のタイミングの情報に従って起動、再起動またはシャットダウンすることにより行われる。また、この動作タイミングの整合は、たとえば、前置光増幅器 20 のフラグの受信状態から、すべての後置光増幅器が OFF 状態または接続されていないと認められる場合に、前置光増幅器 20 が所定のタイミングの情報に従って起動、再起動またはシャットダウンすることにより行われてもよい。このように、動作タイミングの整合は、後置光増幅器がフラグを送信し、前置光増幅器 20 がフラグを受信することにより実現される。このような動作タイミングの整合により、たとえば、後置光増幅器が前置光増幅器 20 より先に ON 状態となることがないように、起動または再起動のタイミングの整合を行うことができる。

[0070] なお、上記実施の形態に係る光増幅器の構成は例示である。光増幅器は、たとえば複数の励起レーザ素子を備える構成や、多段構成等でもよい。

[0071] また、上記実施の形態では、前置光増幅器と後置光増幅器で構成されているが、後置光増幅器の出力側にさらに光分配器と複数の後置光増幅器とを接続してもよい。

[0072] また、上記実施の形態では、データの通信を、電気信号伝送路を介して行っているが、無線や光信号にて通信をおこなってもよい。

[0073] また、上記実施の形態では、分岐した光伝送路上に配置されている光伝送装置としては、おもに光増幅器であるが、他の光伝送装置に適宜置き換えてもよい。また、異なる種類の光伝送装置が混在して配置されていてもよい。

[0074] また、上記実施の形態により本発明が限定されるものではない。上述した各構成要素を適宜組み合わせ構成したものも本発明に含まれる。また、さらなる効果や変形例は、当業者によって容易に導き出すことができる。よって、本発明のより広範な態様は、上記の実施の形態に限定されるものではなく、様々な変更が可能である。

産業上の利用可能性

[0075] 以上のように、本発明に係る光伝送システムは、光通信の分野に利用して好適なものである。

符号の説明

- [0076]
- 1 0 光入力ポート
 - 2 0 前置光増幅器
 - 2 1 前置増幅部
 - 2 1 a、2 1 f 光カプラ
 - 2 1 b、2 1 g 光検出器
 - 2 1 c 波長多重合分波カプラ
 - 2 1 d 励起レーザ素子
 - 2 1 e 増幅用光ファイバ
 - 2 2 前置増幅部用制御回路
 - 2 2 a デジタル／アナログ変換部
 - 2 2 b アナログ／デジタル変換部
 - 2 2 c 演算処理部
 - 2 2 d 記憶部
 - 2 2 e 入出力部
 - 3 0 光分配器
 - 4 0 - 1 ～ 4 0 - N 後置光増幅器
 - 4 1 - 1 ～ 4 1 - N 後置増幅部
 - 4 2 - 1 ～ 4 2 - N 後置増幅部用制御回路
 - 5 0 - 1 ～ 5 0 - N 光出力ポート

60-1~60-N 光コネクタ

70-1~70-N 電気コネクタ

80 上位ネットワークエレメント

100、200、300、400 光伝送システム

D1 データ

D2-1~D2-N データ

D3 データ

EL1、EL2、EL4 電気信号伝送路

EL3 経路

PC パーソナルコンピュータ

請求の範囲

- [請求項1] 分岐した光伝送路上に、交換可能に構成された複数の光伝送装置が配置され、
- 前記複数の光伝送装置は、第1光伝送装置と第2光伝送装置とを含み、
- 前記第1光伝送装置は、前記第1光伝送装置の動作を制御する第1制御部を有し、
- 前記第2光伝送装置は、前記第2光伝送装置の動作を制御する第2制御部を有し、前記第2制御部は、前記第1制御部が前記第1光伝送装置を制御するために使用する基準となる情報のデータを記憶しており、前記第1制御部と相互に通信を行って前記データを前記第1制御部に送信するように構成されていることを特徴とする光伝送システム。
- [請求項2] 前記第2制御部は、前記第1制御部からの要求に従って前記データを送信することを特徴とする請求項1に記載の光伝送システム。
- [請求項3] 前記複数の光伝送装置は、後置光伝送装置と、前記光伝送路上において前記後置光伝送装置よりも上位に位置する前置光伝送装置とを含み、
- 前記第1光伝送装置は、前記後置光伝送装置であり、前記第2光伝送装置は、前記前置光伝送装置であることを特徴とする請求項1または2に記載の光伝送システム。
- [請求項4] 前記複数の光伝送装置は、後置光伝送装置と、前記光伝送路上において前記後置光伝送装置よりも上位に位置する前置光伝送装置とを含み、
- 前記第1光伝送装置は、前記前置光伝送装置であり、前記第2光伝送装置は、前記後置光伝送装置であることを特徴とする請求項1または2に記載の光伝送システム。
- [請求項5] 前記複数の光伝送装置は、複数の後置光伝送装置と、前記光伝送路

上において前記複数の後置光伝送装置よりも上位に位置する前置光伝送装置とを含み、

前記第 1 光伝送装置および前記第 2 光伝送装置は、前記複数の後置光伝送装置に含まれることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光伝送システム。

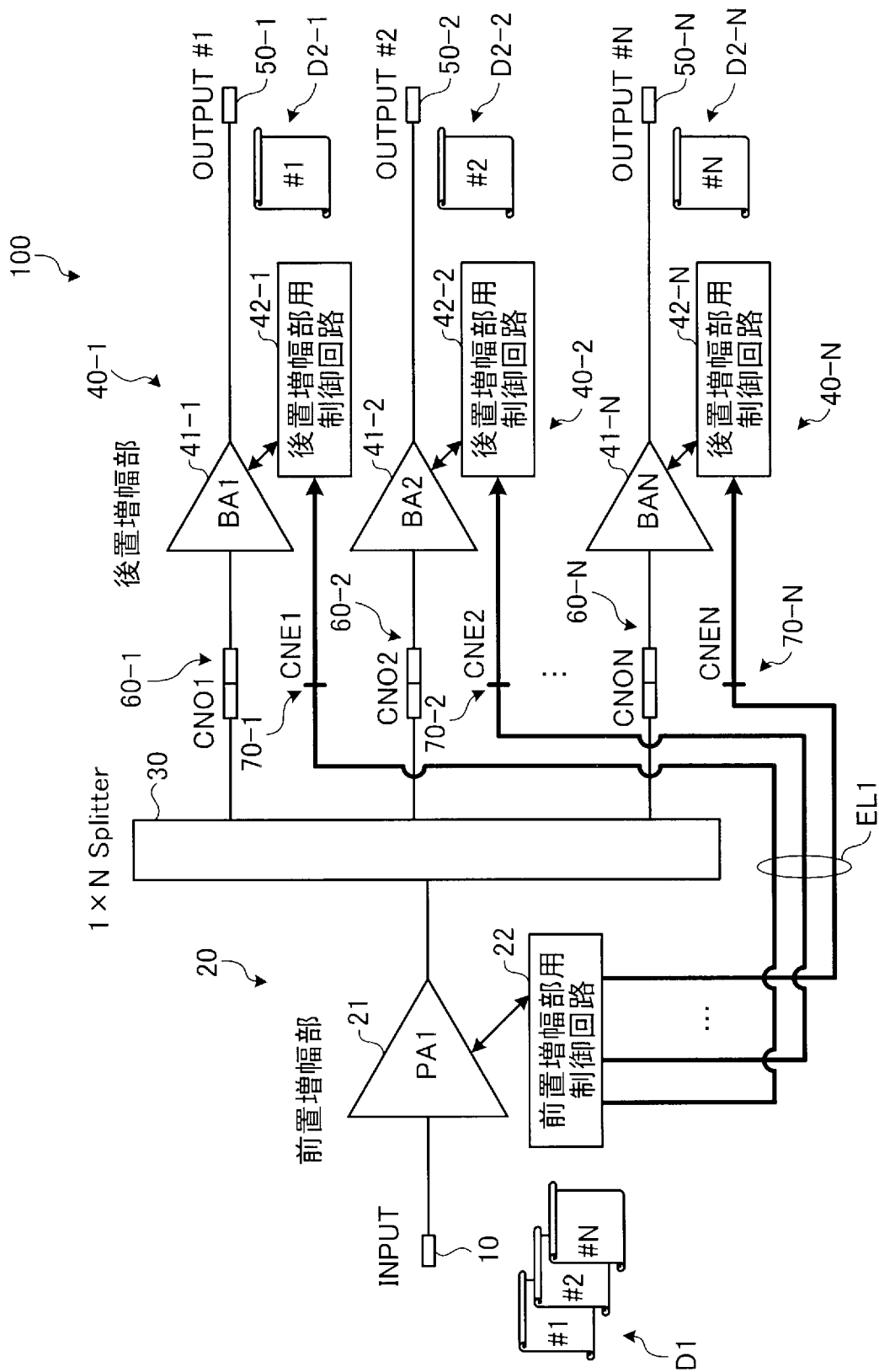
[請求項6] 前記複数の光伝送装置は、複数の後置光伝送装置と、前記光伝送路上において前記複数の後置光伝送装置よりも上位に位置する前置光伝送装置と、前記前置光伝送装置よりもさらに上位に位置する上位光伝送装置とを含み、

前記第 1 光伝送装置は、前記上位光伝送装置であり、前記第 2 光伝送装置は、前記前置光伝送装置または前記後置光伝送装置であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光伝送システム。

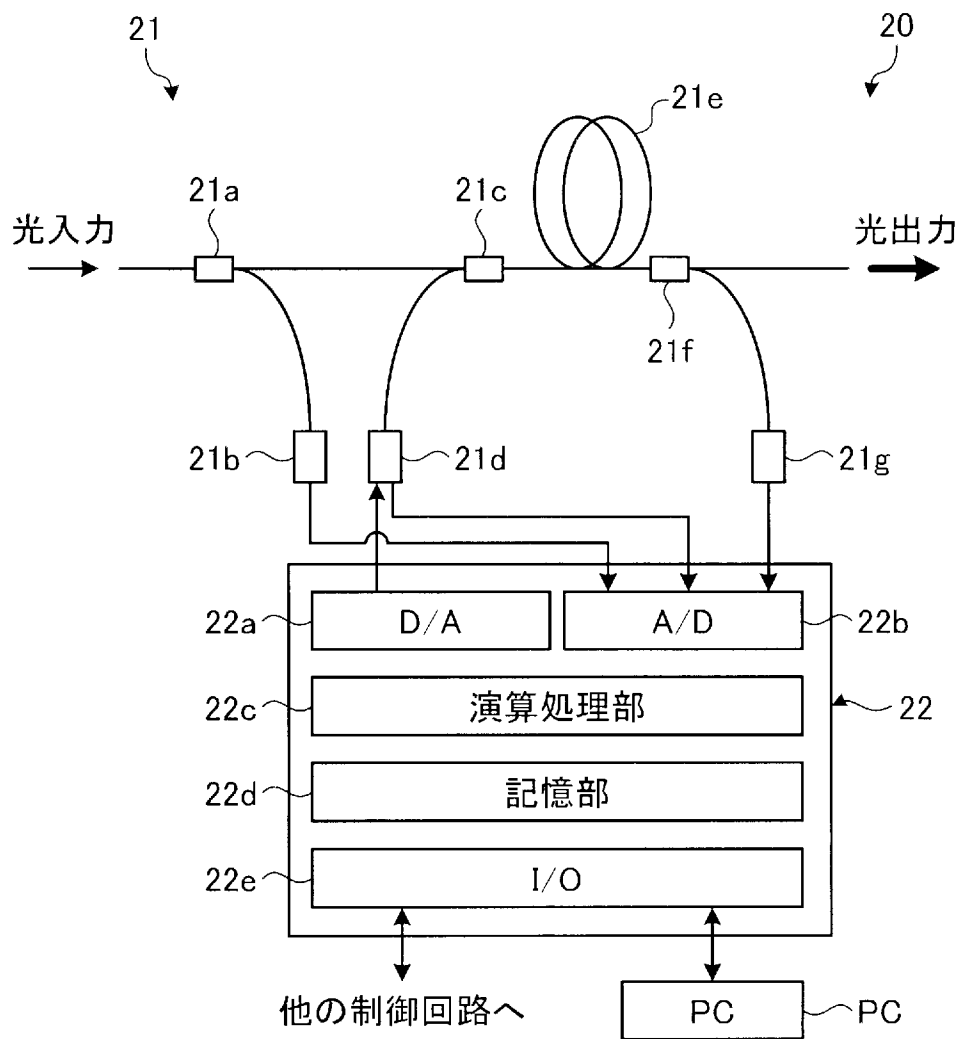
[請求項7] 前記基準となる情報は、前記第 1 光伝送装置の静特性、動特性、アラーム条件、または固有情報の情報と、該情報と関連付けられた、前記第 1 光伝送装置を特定するための位置情報とを含むことを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか一つに記載の光伝送システム。

[請求項8] 前記複数の光伝送装置は光増幅器を含むことを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれか一つに記載の光伝送システム。

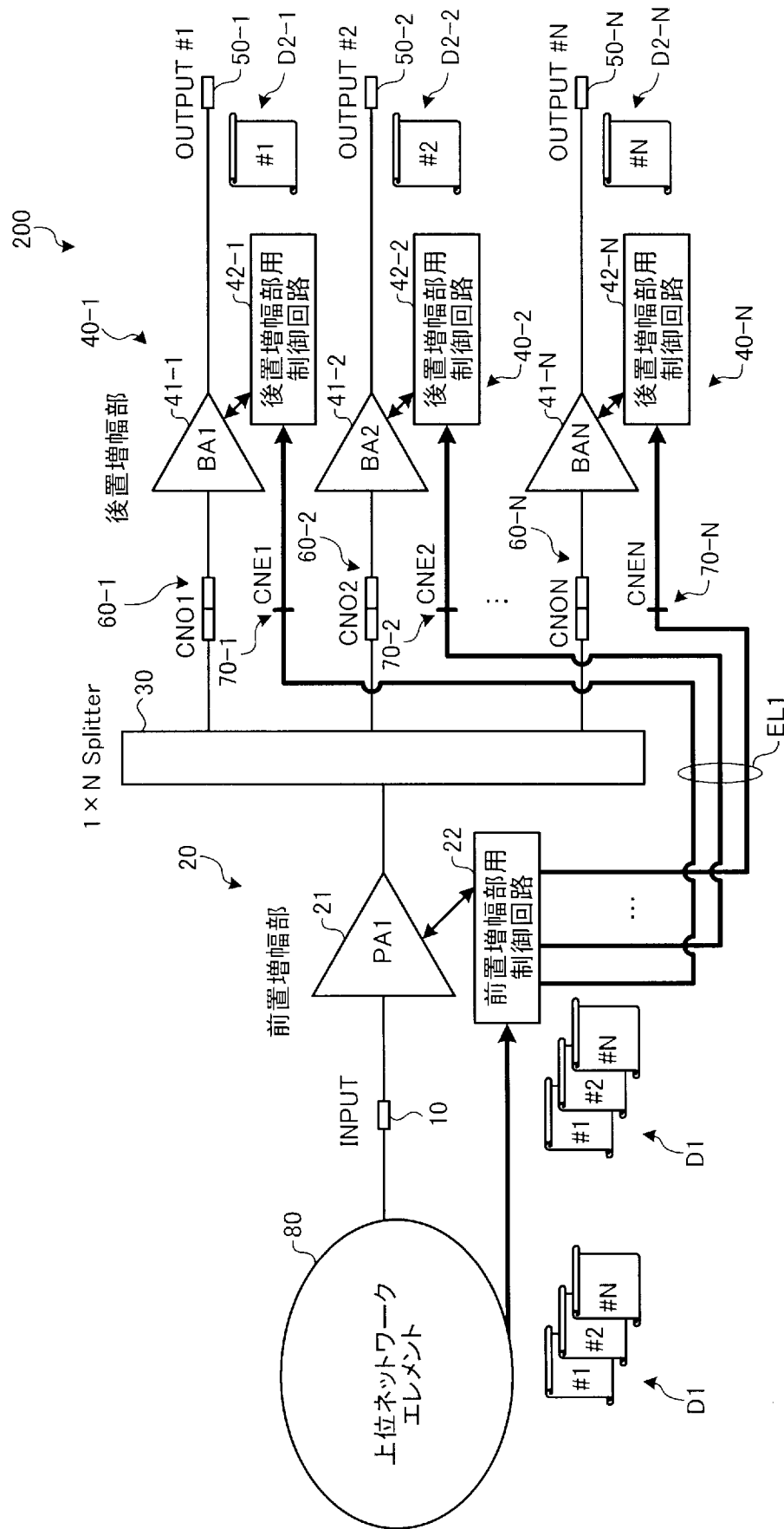
[図1]



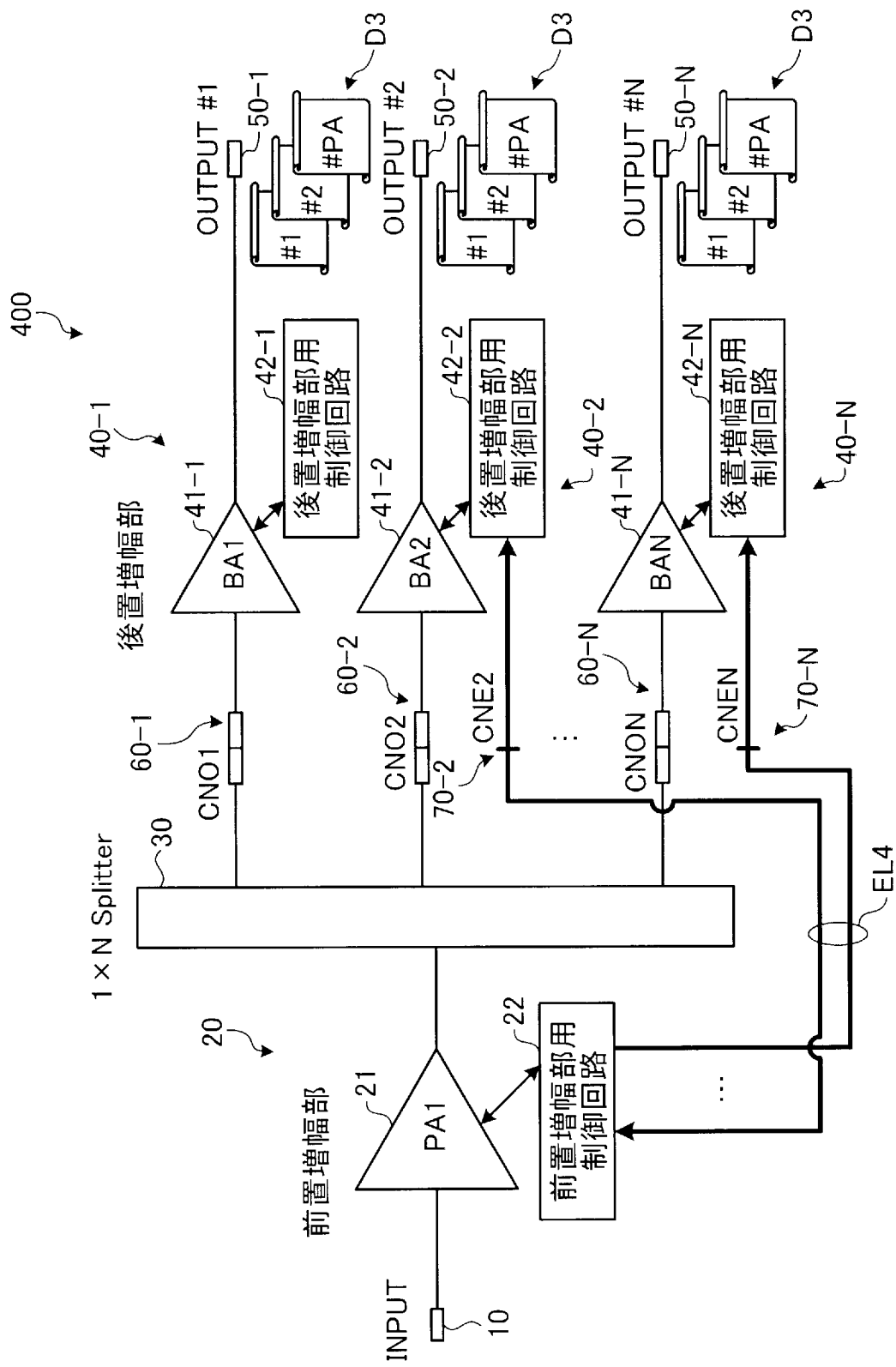
[図2]



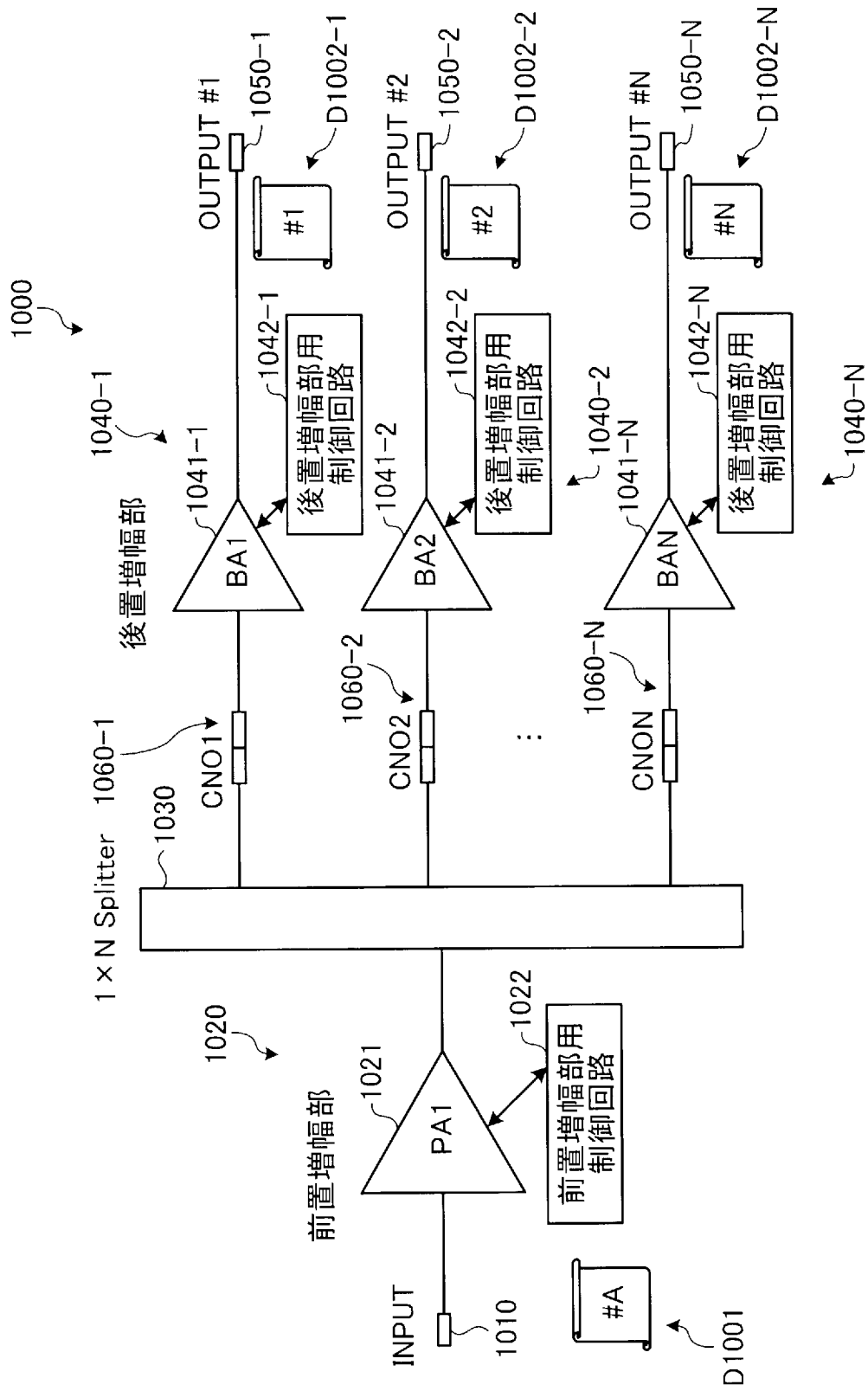
[図3]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/085239

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B10/03(2013.01)i, H01S3/10(2006.01)i, H01S3/131(2006.01)i, H04B10/272(2013.01)i, H04B10/291(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)

H04B10/00-10/90, H04J14/00-14/08, H01S3/10, H01S3/131

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.
Y A	JP 2008-98873 A (NEC Corp.), 24 April 2008 (24.04.2008), paragraphs [0020] to [0027], [0034]; fig. 1, 3 & US 6333805 B1	1-6, 8 7
Y A	JP 11-68201 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 09 March 1999 (09.03.1999), paragraph [0003]; fig. 2 (Family: none)	1-6, 8 7
Y A	JP 2011-250005 A (Hitachi, Ltd.), 08 December 2011 (08.12.2011), paragraphs [0009] to [0010], [0015] to [0022], [0027] to [0028]; fig. 2, 3, 5 (Family: none)	1-6, 8 7

☒ 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
20 January, 2014 (20.01.14)

Date of mailing of the international search report
28 January, 2014 (28.01.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/085239

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 2004-6710 A (Fitel USA Corp.), 08 January 2004 (08.01.2004), paragraphs [0034] to [0047], [0061], [0068] to [0069], [0084]; fig. 2, 16, 20 & US 2003/0174387 A1 & EP 1345294 A2 & CN 1445600 A	7
A	JP 2007-220977 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 30 August 2007 (30.08.2007), paragraph [0016]; fig. 1, 2 & US 2008/0205460 A1 & EP 1892805 A1 & WO 2007/094425 A1	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04B10/03(2013.01)i, H01S3/10(2006.01)i, H01S3/131(2006.01)i, H04B10/272(2013.01)i, H04B10/291(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. H04B10/00-10/90, H04J14/00-14/08, H01S3/10, H01S3/131

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
Y A	JP 2008-98873 A（日本電気株式会社）2008.04.24, 段落 0020-0027, 0034, 図 1, 3 & US 6333805 B1	1-6, 8 7
Y A	JP 11-68201 A（沖電気工業株式会社）1999.03.09, 段落 0003, 図 2 （ファミリーなし）	1-6, 8 7
Y A	JP 2011-250005 A（株式会社日立製作所）2011.12.08, 段落 0009-0010, 0015-0022, 0027-0028, 図 2, 3, 5（ファミリーなし）	1-6, 8 7

☒ 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

2 0 . 0 1 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 8 . 0 1 . 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）

木下 直哉

5 J

3 8 5 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 3 4

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
A	JP 2004-6710 A (ファイテル ユーエスエー コーポレーション) 2004.01.08, 段落 0034-0047, 0061, 0068-0069, 0084, 図 2, 16, 20 & US 2003/0174387 A1 & EP 1345294 A2 & CN 1445600 A	7
A	JP 2007-220977 A (古河電気工業株式会社) 2007.08.30, 段落 0016, 図 1, 2 & US 2008/0205460 A1 & EP 1892805 A1 & WO 2007/094425 A1	1-8