

(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
2023年8月31日(31.08.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/162185 A1

- (51) 国際特許分類:
H04B 10/079 (2013.01) **H04J 14/02** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/008084
- (22) 国際出願日: 2022年2月25日(25.02.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 久保 貴志(KUBO, Takashi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 伊達 拓紀(DATE, Hiroki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 渡邊 紘平(WATANABE, Kohei); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的

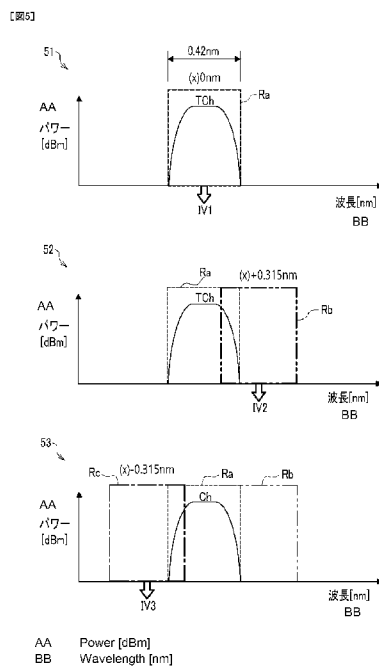
財産センタ内 Tokyo (JP). 青柳 健一(AOYAGI, Kenichi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 島崎 大作(SHIMAZAKI, Daisaku); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 前田 英樹(MAEDA, Hideki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人磯野国際特許商標事務所 (ISONO INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目1番18号 ヒューリック虎ノ門ビル Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) Title: MONITORING DEVICE, MONITORING METHOD, AND MONITORING PROGRAM

(54) 発明の名称: 監視装置、監視方法及び監視プログラム



(57) Abstract: A data acquisition unit (11) of a monitoring device (1) acquires, from an optical channel monitor (106) for measuring the power value of an optical signal outputted by each of nodes (110 to 140), a power value (IV1) in a range (Ra) including all wavelengths of a target channel (TCh), and acquires power values (IV2, IV3) in ranges (Rb, Rc) each including some of the wavelengths of the target channel (TCh). A determination unit (12) determines an abnormality in each node (110 to 140) by comparing the power values (IV1, IV2, IV3) respectively with threshold values (TH1, TH2, TH3) based on the power value in a stationary state of the node (110 to 140).

(57) 要約: 監視装置(1)のデータ取得部(11)は、ノード(110~140)が出力する光信号のパワー値を測定する光チャネルモニタ(106)から、対象チャネル(TCh)の波長全体を含む範囲(Ra)のパワー値(IV1)を取得し、対象チャネル(TCh)の波長の一部を含む範囲(Rb、Rc)のパワー値(IV2、IV3)を取得する。判定部(12)は、パワー値(IV1、IV2、IV3)を、それぞれノード(110~140)の定常状態におけるパワー値に基づいた閾値(TH1、TH2、TH3)と比較して、ノード(110~140)の異常を判定する。

KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：監視装置、監視方法及び監視プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、監視装置、監視方法および監視プログラムに関する。

背景技術

[0002] 光伝送システムでは、光ファイバによって相互に接続された複数のノードによって、光信号の通信経路である光パスが構築されている。光パスにおいて、送信端ノードと受信端ノードが、複数の中継ノードを介して接続されている。

[0003] 光パスを構成する複数のノードのいずれかに異常が生じると、光パスで送信される光信号の品質に影響を与えるため、異常が生じたノードを特定することが求められている。

たとえば、各ノードにOSA (Optical Spectrum Analyzer) 等の高分解能のモニタを設けて、監視装置においてノードから出力される光信号の波形形状を正確に把握することで、ノードの異常を判定することが提案されている（例えば、非特許文献1 参照）。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1: Behnam Shariati, et al. "Learning From the Optical Spectrum: Failure Detection and Identification" JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, VOL. 37, NO. 2 (2019)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、高分解能のモニタを各ノードに設けることで、光伝送システムにおける設置コストが増加する。各モニタから監視装置に送信されるデータ量も増加するため通信負荷が増大する。

[0006] 監視装置において、モニタの設置コストおよびモニタとの通信負荷を低減

しつつ、ノードの異常を判定する精度を向上させることが求められている。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明に係る監視装置は、前記伝送装置が出力する前記光信号のパワー値を測定するモニタから、前記チャネルの波長全体を含む第1範囲の第1パワー値を取得し、前記チャネルの波長の一部を含む第2範囲の第2パワー値を取得するデータ取得部と、前記第1パワー値および前記第2パワー値を、それぞれ前記伝送装置の定常状態におけるパワー値に基づいた閾値と比較して、前記伝送装置の異常を判定する判定部と、を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、モニタの設置コストおよびモニタとの通信負荷を低減しつつ、ノードの異常を判定する精度を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本実施形態に係る監視装置が適用される光伝送システムの概念図である。

[図2]ノードの構成を示す図である。

[図3]WSSから出力される複数のチャネルの光信号の波形を示す図である。

[図4]監視装置の構成を示す機能ブロック図である。

[図5]データ取得部がパワー値を取得する範囲を説明する図である。

[図6]WSSのフィルタ機能の異常によって生じる波形の異常の例を説明する図である。

[図7]異常が生じた波形に対してパワー値を取得する態様を説明する図である。

[図8]閾値の設定の一例を説明する図である。

[図9]異常判定処理の一例を説明する図である。

[図10]異常判定処理の流れを示すフローチャートである。

[図11]閾値設定処理の流れを示すフローチャートである。

[図12]本実施形態に係る監視装置の機能を実現するコンピュータの一例を示すハードウェア構成図である。

[図13]変形例1においてパワー値を取得する範囲を説明する図である。

[図14]比較例を説明する図である。

[図15]変形例1に係る異常判定処理の流れを示すフローチャートである。

[図16]変形例2においてパワー値を取得する範囲を説明する図である。

[図17]変形例3に係る監視装置の構成を示す機能ブロック図である。

[図18]変形例3に係る閾値補正処理の流れを示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0010] 次に、本発明を実施するための形態（以下、「本実施形態」と称する。）について、図面を参照して説明する。本実施形態では、監視装置を光伝送システムに適用する例を説明する。

図1は、本実施形態に係る監視装置が適用される光伝送システムの概念図である。

図2は、ノードの構成を示す図である。

[0011] 図1に示すように、光伝送システム100は、光伝送路である光ファイバfbによって相互に接続された複数のノードを有する。図1では、4つのノード110、120、130、140によって、光信号の通信経路である光パスOPが構成される例を示している。光パスOPにおいて、光信号が、ノード110からノード140に送信される例を示している。すなわち、ノード110が送信端ノードであり、ノード140が受信端ノードであり、ノード120、130は中継ノードである。

なお、図1では、光伝送システム100において複数のノード110、120、130、140が直列に接続される例を示しているが、ノードはメッシュ状またはリング状に接続されていても良い。すなわち、各ノードは、図示されない他のノードに接続可能であり、他のノードとの間で光信号の出力および入力を行うことができる。

[0012] 各ノード110、120、130、140は、伝送装置として構成される。伝送装置は、たとえば、光クロスコネクタ（Optical Cross Connect, OXC）装置とすることができる。各ノード110、120、130、140は

、複数のチャネルの光信号が波長多重された光波長多重信号を伝送するものである。図示は省略するが、光パスOPの各ノード110、120、130、140の間には、光波長多重信号を増幅するインラインアンプ（InLine-Amplifier、ILA）を設けても良い。

[0013] 送信端ノード110と受信端ノード140は、それぞれ、送受信器であるトランスポンダ（TPD、Transponder）111、141を備える。なお、図示は省略するが、中継ノードであるノード120、130もトランスポンダを備えていても良く、ノード120、130を、他の光パスOPにおける送信端ノードまたは受信端ノードとしても良い。

[0014] 送信端ノード110は、トランスポンダ111から入力された光信号を波長多重して光波長多重信号を出力する。中継ノード120、130は、入力された光波長多重信号に含まれる光信号を分離する。中継ノード120、130は、分離した光信号を再び波長多重して光波長多重信号を出力する。受信端ノード140は、入力された光波長多重信号に含まれる光信号を分離して、トランスポンダ141で受信する。

[0015] ノード110～140は同じ構成を有するが、図2では、代表してノード120の構成を示している。

図2に示すように、ノード120は、前段アンプ101、カプラ（CPL、Coupler）102、波長選択スイッチ（Wave Selective Switch、以降、「WSS」とも表記する）103と、後段アンプ104、選択器（SEL：Selector）105および光チャネルモニタ（OCM、Optical Channel Monitor）106等を備えている。ノード120は、また、ノード120の動作を制御するノードコントローラ152を備えている。

[0016] 前段アンプ101の出力側が、カプラ102およびWSS103を介して、後段アンプ104の入力側に接続される。選択器105は、前段アンプ101の出力と、カプラ102の出力と、WSS103の出力のうち何れかを選択して光チャネルモニタ106に出力する。

[0017] 光チャネルモニタ106（モニタ）は、選択器105から入力された前段

アンプ101、カプラ102またはWSS103の出力パワーを測定する。
後述する監視装置1の異常判定処理には、WSS103の出力パワーの測定値が用いられる。測定値はノードコントローラ152に入力される。

[0018] 前段アンプ101は、光伝送路である光ファイバfbから入力される光波長多重信号を増幅して、WSS103に入力する。

[0019] WSS103は、光波長多重信号を、複数のチャネルの光信号に分離する。WSS103は、分離した光信号を、設定された出力先に出力する。WSS103は、ドロップ対象の光信号をトランスポンダ（不図示）に出力する。WSS103は、トランスポンダから入力されたアド対象の光信号を、設定されたチャネルに入力し、スルー対象の光信号と共に多重化して、光波長多重信号を生成し、後段アンプ104に入力する。後段アンプ104は光波長多重信号を増幅して、光ファイバfbに出力する。

[0020] WSS103は、図示は省略するが、例えば、LCOS (Liquid Crystal on Silicon) 等のアレイ型光ビーム偏向素子を備える。LCOSは、数百万画素の二次元マトリックス構造を有し、光信号に対して複数の制御画素を割り当てることができる。これにより、WSS103は、チャネルごとの光信号の通過帯域を、ハードウェア構成によらず、ノードコントローラ152の制御により変化させることができる。すなわち、WSS103は、各チャネルの光信号を、ノードコントローラ152が設定した波長帯域にフィルタリングするフィルタ機能を備えている。

[0021] 図3は、WSS103から出力される複数のチャネルCh1、Ch2、Ch3の光信号の波形を示す図である。図3では、3つのチャネルCh1、Ch2、Ch3を示しているが、チャネル数は任意である。

[0022] ノードコントローラ152は、利用可能な波長帯域全体をグリッド幅で分割し、チャネルCh1、Ch2、Ch3にそれぞれの波長帯域BWを割り当てる。グリッド幅は12.5GHzを最小単位とし、12.5GHz、25GHz、50GHz、100GHzと可変である。すなわち、ノードコントローラ152は、グリッド幅を変更することにより、チャネルの数とそれぞ

れの波長帯域BWの幅を変更可能である。

[0023] 図3は、WSS103のフィルタ機能が正常に機能した状態（定常状態）における波形を示している。定常状態において、チャンネルCh1、Ch2、Ch3の波形は概ね左右対称の形状を有し、中央になだらかなピークを有する。

なお、以下の説明において、チャンネルCh1、Ch2、Ch3を区別する必要がなければ、単にチャンネルChともいう。

[0024] WSS103は、図示は省略するが、可変光減衰器を備えている。WSS103は、チャンネルCh1～Ch3の光信号を減衰して多重化する。可変光減衰器における減衰量は、ノードコントローラ152によって制御される。ノードコントローラ152は、光チャンネルモニタ106から、チャンネルCh単位の光パワーの測定値を取得する。ノードコントローラ152は、測定値に基づいて、可変光減衰器における減衰量を制御する。ノードコントローラ152は、各チャンネルChの光信号がWSS103でフィルタリングされることによって生じるパワーの損失を補償するようにパワー制御を行う。

[0025] 光チャンネルモニタ106は、各チャンネルChの光信号のパワー値を測定する。光チャンネルモニタ106は、選択器105から入力された各チャンネルChの光信号をフィルタで切り出して、切り出した範囲のパワーの合計値を測定する。光チャンネルモニタ106は、フィルタの分解能の設定を変更することで、光信号の切り出し範囲は変更可能である。光チャンネルモニタ106の分解能の設定はノードコントローラ152によって制御される。後述する監視装置1の異常判定処理の際に、ノードコントローラ152は、光チャンネルモニタ106の分解能を変更しながら、複数の範囲におけるパワー値の測定を行う。

[0026] 図1に示すように、ノード110、120、130、140は、それぞれノードコントローラ151、152、153、154を備えている。監視装置1は、各ノードコントローラ151、152、153、154と通信ネットワークを介して接続されている。監視装置1はさらに、送信端ノード11

０と受信端ノード１４０に設けられたトランスポンダ１１１、１４１にも、通信ネットワークを介して接続されている。

[0027] トランスポンダ１１１、１４１は、内部にデジタル信号処理（DSP）のチップが含まれており、余剰リソースを活用して光パスOPで送信される光信号の品質を監視する。監視方法は、たとえば、特開２０２０－０８８６２８号公報に記載される公知の方法を用いることができる。トランスポンダ１１１、１４１は、信号品質の劣化を検出した場合、監視装置１に通知を入力する。通知には、劣化を検出した光信号を特定する情報が含まれている。また、トランスポンダ１１１、１４１自体の異常が劣化の原因として特定されていれば、通知にはトランスポンダ１１１、１４１の異常を示す情報が含まれている。

[0028] 図４は、監視装置１の構成を示す機能ブロック図である。

監視装置１は、例えば、光伝送システム１００全体の管理を行うネットワークコントローラとして構成することができる。すなわち、監視装置１は、ノードコントローラ１５１、１５２、１５３、１５４およびトランスポンダ１１１、１４１と通信を行うことによって、これらを制御すると共に、光伝送システム１００の異常を監視する。

図４に示すように、監視装置１は、制御部１０と、入出力部１５と、記憶部１６と、を備える。

[0029] 入出力部１５は、ノードコントローラ１５１、１５２、１５３、１５４およびトランスポンダ１１１、１４１との間で、データの入出力を行う。この入出力部１５は、通信回線を介して情報の送受信を行う通信インタフェースと、不図示のキーボード等の入力装置やディスプレイ等の出力装置との間で情報の入出力を行う入出力インタフェースとから構成される。

[0030] 記憶部１６には、さらに、制御部１０の各機能部を実行させるためのプログラム（監視プログラム）や、制御部１０の処理に必要な情報が記憶される。一例として、記憶部１６には、ノード１１０、１２０、１３０、１４０の識別情報および構成情報等が記憶されている。さらに、記憶部１６には、光

パスOPで送信される各光信号のチャネルの割り当て情報を含む経路情報が記憶される。また、記憶部16には、後述する異常判定処理において用いる閾値等の情報が記憶されている。

[0031] 制御部10は、監視装置1が実行する処理の全般を司る。制御部10は、トランスポンダ111、141から信号品質の劣化の通知が入力され、かつ通知にトランスポンダ111、141自体の異常が含まれていなかった場合、ノード110、120、130、140に対して異常判定処理を行う。制御部10は、これによって異常が生じたノードを特定する。

[0032] 制御部10は、データ取得部11、判定部12および閾値設定部13を含んで構成される。

データ取得部11は、トランスポンダ141の通知から、劣化が検出された光信号を特定する。データ取得部11は、記憶部16に記憶された経路情報を参照して、劣化した光信号の経路であるチャネルCh（以降、「対象チャネルTch」という）を特定する。

データ取得部11は、ノードコントローラ151、152、153、154と通信を行い、各ノード110、120、130、140の光チャネルモニタ106に、対象チャネルTchのパワー値を測定させる。ノードコントローラ151、152、153、154は、光チャネルモニタ106および選択器105（図2参照）を制御して、WSS103が出力した対象チャネルTchのパワー値を光チャネルモニタ106に測定させる。ノードコントローラ151、152、153、154は、光チャネルモニタ106の測定値を取得して、データ取得部11に入力する。

[0033] 図5は、データ取得部11がパワー値を取得する範囲を説明する図である。

データ取得部11は、対象チャネルTchに対して、3つの範囲Ra、Rb、Rcにおけるパワー値IV1、IV2、IV3を、光チャネルモニタ106から取得する。

図5の符号51の図に示すように、データ取得部11は、対象チャネルT

c hの光信号の波長全体を含む範囲R aのパワー値I V 1を取得する。

図5の符号5 2の図に示すように、データ取得部1 1は、対象チャネルT c hの光信号の波長の一部を含む範囲R bのパワー値I V 2を取得する。

図5の符号5 3の図に示すように、データ取得部1 1は、対象チャネルT c hの光信号の波長の一部を含み、範囲R bと位置をずらした範囲R cのパワー値I V 3を取得する。

パワー値I V 1は、第1パワー値に対応し、パワー値I V 2、I V 3は、第2パワー値に対応する。

[0034] 光チャネルモニタ1 0 6は、フィルタの分解能を変更して光信号から範囲R a、R b、R cの光を切り出し、それぞれのパワー値I V 1、I V 2、I V 3を測定する。パワー値は、各範囲におけるパワーの合計値、すなわちパワーの積分値を意味する。

範囲R a、R b、R cの幅は、各チャネルC hに割り当てられた波長帯域BW（図3参照）に応じて決定される。図5では、一例として、グリッド幅が5 0 G H zである場合に、範囲R a、R b、R cの幅を0. 4 2 n mとしている。なお、範囲R b、R cの幅は、範囲R aと同じとしても良く、異なるものとしても良い。

[0035] 範囲R b、R cは、互いに位置をずらして設定すれば良く、その位置は限定されない。範囲R b、R cの位置は、たとえば、範囲R aを挟んで対称となる位置としても良い。範囲R b、R cは、互いの一部が重なるように設定しても良く、あるいは互いに間隔を空けるように設定しても良い。

図5では、一例として、範囲R aの位置を(X)とした場合、範囲R bの位置を(X+0. 3 1 5 n m)とし、範囲R cの位置を(X-0. 3 1 5 n m)としている。

[0036] 判定部1 2は、データ取得部1 1が取得したパワー値I V 1、I V 2、I V 3を、それぞれ閾値T H 1、T H 2、T H 3と比較する。閾値T H 1、T H 2、T H 3は、後述する閾値設定部1 3において予め設定され、記憶部1 6に記憶されている。閾値T H 1、T H 2、T H 3は、それぞれ、定常状態

における範囲 R_a 、 R_b 、 R_c のパワー値に基づいて設定される。

[0037] 判定部 12 は、パワー値 I_{V1} 、 I_{V2} 、 I_{V3} と閾値 $TH1$ 、 $TH2$ 、 $TH3$ との差分 $D1$ 、 $D2$ 、 $D3$ を、絶対値として算出する。判定部 12 は、差分 $D1$ 、 $D2$ 、 $D3$ のいずれかが所定値 PD を超えた場合、そのノードに異常が発生していると判定する。判定部 12 は、判定結果を、入出力部 15 を介してユーザに報知する。

[0038] パワー値 I_{V1} ~ I_{V3} は、ノード 110、120、130、140 の異常を把握するために取得される。特に、パワー値 I_{V2} 、 I_{V3} は、 $WSS103$ のフィルタ機能の異常によって生じた、光信号の波形の異常を把握するために取得される。

図 6 は、 $WSS103$ のフィルタ機能の異常によって生じる波形の異常の例を説明する図である。

図 6 の符号 61 ~ 符号 63 の図では、定常状態の波形を実線で示し、異常が生じた波形を、破線で示している。

前記したように、定常状態の場合、波形は概ね左右対称の形状を有し、中央になだらかなピークを有する。 $WSS103$ のフィルタ機能に異常が生じると、波形に歪みが生じることがある。

図 6 の符号 61 の図は、フィルタシフトと呼ばれる波形の異常を示している。符号 61 の図に示すように、フィルタシフトの波形は左右非対称であり、中央より左側において、ピークが定常状態よりも大きく突出している。

符号 62 の図および符号 63 の図は、画素欠陥と呼ばれる波形の異常を示している。画素欠陥は、 $WSS103$ において光信号をフィルタリングする $LCOS$ に画素欠陥が生じた状態を意味する。定常状態の波形が中央になだらかなピークを有するのに対し、符号 62 の図および符号 63 の図に示すように、画素欠陥の波形はピークとなる部分にパワーの大きな急落が生じている。符号 62 の図に示すように、パワーの急落は波形の中央に生じることもある。符号 63 の図に示すように、中央より右側、または左側にずれて生じることもある。

[0039] このような波形の異常は光信号の品質劣化に繋がるため、監視装置1において、波形の異常の原因であるノードを特定することが求められる。たとえば、OSA等の高分解能のモニタを用いれば、図6の符号61～符号63の図のような波形の異常を正確に把握して、ノードの異常を判定することができる。しかしながら、各ノード110、120、130、140にOSAを設けることによって設置コストが増加する。さらにOSAから監視装置1に送信されるデータ量が増加することで、通信負荷が増大する。

[0040] 本実施形態において、各ノード110、120、130、140に設けられた光チャネルモニタ106は、前記したように、対象チャネルChの波長帯域BWに応じて設定された分解能でパワー値の測定を行う。すなわち、光チャネルモニタ106は、OSAに比べて、低い分解能でパワー値を測定している。光チャネルモニタ106の分解能を低くすることで、OSAに比べて設置コストおよび通信負荷が低減される。しかしながら、光チャネルモニタ106が測定するパワー値から、図6の符号61～符号63の図に示すような正確な波形の異常は把握できない。

[0041] 本実施形態では、低い分解能に設定した光チャネルモニタ106を用いてノードの異常の判定をするために、複数の範囲Ra、Rb、Rcから取得したパワー値IV1、IV2、IV3のそれぞれを閾値TH1、TH2、TH3と比較する。

[0042] まず、波長全体を覆う範囲Raから測定されたパワー値IV1が、定常状態に基づいた閾値TH1と大きく異なっていた場合、ノード110、120、130、140の異常が生じていると判定することができる。

ただし、図6の符号61～符号63の図に示すような、WSS103のフィルタ機能の異常によって生じた波形の異常は、パワー値IV1と閾値TH1との比較では判定できないことがある。

[0043] 前記したように、ノードコントローラ151、152、153、154は、WSS103のフィルタリングによって生じた損失を補償するようにパワー制御を行う。WSS103のフィルタ機能の異常によって損失が生じた場

合も、同様のパワー制御が行われる。

図6の符号61の図に示すように、フィルタシフトの波形は、左側に寄ったパワーのピークが定常状態より大きく突出しているが、右側のパワーは定常状態より小さくなっている。すなわち、波長全体のパワーが同じとなるようにパワー制御が行われている。この場合、波長全体を覆う範囲R_aのパワー値I_{V1}と閾値T_{H1}との差分D₁が、所定値P_Dを超えるほど大きくなる可能性がある。

図6の符号62の図および符号63の図に示すように、画素欠陥の波形も、パワーの急落が生じた箇所の両側は、定常状態よりもパワーが大きくなっている。すなわち、波長全体のパワーが同じとなるようにパワー制御が行われている。この場合、波長全体を覆う範囲R_aのパワー値I_{V1}と閾値T_{H1}との差分D₁が、所定値P_Dを超えるほど大きくなる可能性がある。

[0044] 図7は、異常が生じた波形に対して範囲R_b、R_cからパワー値I_{V2}、I_{V3}を取得する態様を説明する図である。

図7の符号71～符号73の図に示すように、波長の一部を含む範囲R_b、R_cを設定することで、異常が生じた波形と定常状態とのパワーの差が大きい箇所が含まれやすくなる。

たとえば、符号71の図に示すように、範囲R_bには、フィルタシフトの波形の右側の、定常状態よりパワーが小さい箇所が含まれる。そのため、範囲R_bのパワー値I_{V2}と閾値T_{H2}との差分D₂が大きくなりやすい。範囲R_cには、フィルタシフトの波形の左側の、定常状態よりパワーが大きい箇所が含まれる。そのため、範囲R_cのパワー値I_{V3}と閾値T_{H3}との差分D₂が大きくなりやすい。

[0045] 図7の符号72の図は、波形の中央にパワーの急落が生じた画素欠陥を示しているが、範囲R_b、R_cには、両端側のパワーが上昇した箇所がそれぞれ含まれている。そのため、範囲R_b、R_cのパワー値I_{V2}、I_{V3}と閾値T_{H2}、T_{H3}との差分D₂、D₃が大きくなりやすい。

[0046] 図7の符号73の図は、波形の右側にパワーの急落が生じた画素欠陥を示

しているが、範囲 R b は、パワーの急落が生じた箇所と上昇が生じた箇所にまたがっている。この場合、範囲 R b のパワー値 I V 2 と閾値 T H 2 との差分 D 2 が大きくならない可能性がある。しかしながら、範囲 R c では、パワーが上昇した箇所のみが含まれるため、範囲 R c のパワー値 I V 3 と閾値 T H 3 との差分 D 3 が大きくなりやすい。

[0047] このように、波長の一部を含む範囲 R b、R c を設定することで、定常状態とのパワーの差が大きい箇所を捕捉しやすくなる。図 7 の符号 7 3 の図に示したように、波長の一部を含む範囲 R b であっても、その範囲内でパワーの損失に対する補償が行われていると、定常状態とパワーの差が大きくなりえないこともある。その場合でも、複数の範囲 R b、R c を設定することで、定常状態とのパワーの差が大きい箇所が捕捉される可能性を高めることができる。

このような方法により、分解能が低い光チャネルモニタ 1 0 6 から取得した測定値を用いた場合でも、ノード 1 1 0、1 2 0、1 3 0、1 4 0 の異常を判定する精度を高めることができる。

[0048] さらに、前記したように、パワー値 I V 1 で異常が判定された場合、W S S 1 0 3 以外の構成要素の異常が原因と判定することができ、パワー値 I V 2、I V 3 で異常が判定された場合、W S S 1 0 3 の異常が原因と判定することができる。すなわち、パワー値 I V 1、I V 2、I V 3 を取得することで、異常が発生したノードの特定に加えて、ノードにおける異常個所の切り分けも行うことができる。

[0049] 図 8 は、閾値の設定の一例を説明する図である。

閾値 T H 1、T H 2、T H 3 の設定は同じ方法で行うことができるため、図 8 では閾値 T H 1、T H 2、T H 3 をまとめて閾値 T H を表記している。

光パス O P で伝送される光信号の増波、減波、経路変更等の切り替えが行われると、切り替えが行われた光信号の経路となるチャネルの定常状態のパワー値に変動が生じる。そのため、閾値設定部 1 3 は、光信号の切り替えに応じて、閾値 T H 1、T H 2、T H 3 を更新する。閾値設定部 1 3 は、更新

した閾値 $TH1$ 、 $TH2$ 、 $TH3$ を記憶部 16 に記憶させる。記憶部 16 には、チャンネルごとに設定された閾値 $TH1$ 、 $TH2$ 、 $TH3$ が記憶されている。

[0050] 閾値設定部 13 は、各ノード 110、120、130、140 のノードコントローラ 151、152、153、154 を介して、光チャンネルモニタ 106 で測定される $WSS103$ の出力パワーの測定値を一定時間分取得することで、各チャンネルの時系列データを取得する。閾値設定部 13 は、範囲 Ra 、 Rb 、 Rc のそれぞれについて時系列データを取得する。

図 8 は、一例として、グリッド幅を 50GHz から 12.5GHz に変更した場合に得られる時系列データを示している。閾値設定部 13 は、たとえば、パワーの中央値を閾値 TH として設定することができる。さらに、変動幅を所定値 PD として設定する。これにより、閾値 TH とパワー値との差分が、定常状態の変動幅の範囲内であれば異常は判定されないため、誤判定が低減される。

時系列データにおける変動幅が大きい場合には、変動幅の半分の値を所定値 PD として設定しても良い。また、閾値 TH は、中央値に限定されず、たとえば、平均値を閾値 TH としても良い。閾値 TH の設定方法は、これらの例に限定されず、光伝送システム 100 の環境に応じて適宜変更可能である。

[0051] 光信号の切り替えがあった際に更新の対象となるのは、切り替えられた光信号の経路となるチャンネル Ch と、その両側に隣接するチャンネル Ch である。図 5 および図 7 では図示は省略しているが、範囲 Rb 、 Rc には隣接するチャンネル Ch の波形も含まれている。そのため、一つのチャンネル Ch の光信号の定常状態のパワー値が変動すると、隣接するチャンネル Ch の範囲 Rb 、 Rc から測定されるパワー値にも変動が生じる。そのため、隣接するチャンネル Ch も更新対象となる。

たとえば、図 3 に示すチャンネル $Ch2$ の光信号に切り換えがあった場合、閾値設定部 13 は、チャンネル $Ch2$ の閾値 $TH1$ 、 $TH2$ 、 $TH3$ を更新す

る。閾値設定部 13 は、また、チャネル C h 2 の左隣に隣接するチャネル C h 1 の閾値 T H 3 を更新する。閾値設定部 13 は、また、チャネル C h 2 の右隣に隣接するチャネル C h 3 の閾値 T H 1 を更新する。すなわち、閾値設定部 13 は、合計 5 点の閾値を更新する。

[0052] 以下に、監視装置 1 の制御部 10 における処理を用いて説明する。

図 9 は、異常判定処理の一例を説明する図である。

図 10 は、異常判定処理の流れを示すフローチャートである。

図 9 では、受信端ノード 140 のトランスポンダ 141 から信号品質の劣化が通知された例を説明している。

[0053] 図 10 に示すように、トランスポンダ 141 が光信号の品質の劣化を検出すると、監視装置 1 に通知が入力される（ステップ S 0 1）。通知が、トランスポンダ 141 自体の異常を含む場合（ステップ S 0 2 : Y e s）、制御部 10 はトランスポンダ 141 の異常を判定し（ステップ S 1 3）。入出力部 15 を介して、トランスポンダ 141 の異常を報知する。

通知が、トランスポンダ 141 自体の異常を含まない場合（ステップ S 0 2 : N o）、制御部 10 は、ステップ S 0 3 に進む。

[0054] データ取得部 11 は、劣化が検出された光信号の経路である対象チャネル T c h を特定する（ステップ S 0 3）。データ取得部 11 は、i 番目のノードの対象チャネル T c h のパワー値 I V 1、I V 2、I V 3 を取得する（ステップ S 0 4）。

i の初期値は、ノードの個数 n に設定され、i 番目とは、送信端ノード 110 側から数えた番号である。図 9 の例では、 $n = 4$ である。図 9 に示すように、異常判定処理は、番号とは逆順に、受信端ノード 140 側から送信端ノード 110 側に遡って行われる。図 9 の例では、4 番目の受信端ノード 140 から異常判定処理が行われる。

データ取得部 11 は、受信端ノード 140 のノードコントローラ 154 を介して、光チャネルモニタ 106 を制御し、範囲 R a、R b、R c のそれぞれで測定したパワー値 I V 1、I V 2、I V 3 を取得する。

[0055] 図10に示すように、判定部12は、パワー値 I_V1 と閾値 $TH1$ との差分 $D1$ と、パワー値 I_V2 と閾値 $TH2$ との差分 $D2$ と、パワー値 I_V2 と閾値 $TH3$ との差分 $D3$ と、を算出する（ステップS05）。

[0056] 判定部12は、差分 $D1$ が所定値 PD を超えた場合（ステップS06：Yes）、 i 番目のノードの、 $WSS103$ 以外の構成要素の異常を判定する（ステップS09）。判定部12は、入出力部15を介して、判定結果をユーザに報知する。

判定部12は、差分 $D1$ が所定値 PD を超えない場合（ステップS06：No）、ステップS07に進む。

判定部12は、差分 $D2$ と差分 $D3$ の少なくとも一つが所定値 PD を超えた場合（ステップS07：Yes）、 i 番目のノードの、 $WSS103$ の異常を判定する（ステップS08）。判定部12は、入出力部15を介して、判定結果をユーザに報知する。

[0057] 判定部12は、差分 $D2$ と差分 $D3$ のいずれも所定値 PD を超えなかった場合（ステップS07：No）、 i 番目のノードの異常判定処理を終了し、「 $i = i - 1$ 」とする（ステップS10）。

[0058] 判定部12は、 i が1でなければ（ステップS11：No）、ステップS04に戻り、 i 番目のノードの異常判定処理を行う。すなわち、異常判定処理を終了したノードの、送信端側に隣接するノードに移行して、同様に異常判定処理を行う。

[0059] 判定部12は、 i が1の場合（ステップS11：Yes）、1番目のノード（送信端ノード110）の異常を判定し（ステップS12）、判定結果をユーザに放置する。すなわち、ステップS10でノード120の異常判定処理が終了した場合、ノード140、130、120において異常が判定されなかったこととなる。この場合、残った送信端ノード110に異常が生じていたことになるため、送信端ノード110については、異常判定処理を行わなくても消去法で異常を判定することができる。判定部12は、入出力部15を介して、送信端ノード110の異常をユーザに報知することができる。

なお、異常の原因がWSS103か、WSS103以外の要素であるかを判定するために、送信端ノード110についても異常判定処理を行っても良い。

[0060] 図11は、閾値設定処理の流れを示すフローチャートである。

閾値設定部13は、光パスOPで伝送される光信号の増波、減波、経路変更等の切り替えがあるかを判定する（ステップS21）。そして、閾値設定部13は、切り替えがあると（ステップS21：Yes）、更新対象チャンネルを特定する（ステップS22）。更新対象チャンネルは、切り替えられた光信号の経路となるチャンネル（切り替えチャンネル）と、その両側に隣接するチャンネルである。

閾値設定処理は、異常判定処理と同様に、受信端ノード140側から送信端ノード110側に遡って行うことができる。

閾値設定部13は、i番目のノードのノードコントローラ154を介して、光チャンネルモニタ106を制御し、更新対象チャンネルChのパワー値を取得する（ステップS23）。閾値設定部13は、切り替えチャンネルについては、範囲Ra、Rb、Rcのパワー値を取得する。隣接するチャンネルについては、切り替えチャンネルの波形が含まれる範囲Rb、Rcのいずれかの一方のパワー値を取得する。閾値設定部13は、パワー値をそれぞれ一定時間分取得することで、それぞれの時系列データを取得する。

[0061] 閾値設定部13は、範囲Ra、Rb、Rcの時系列データから、閾値TH1、TH2、TH3と、所定値PDを設定する（ステップS24）。閾値設定部13は、閾値TH1、TH2、TH3と所定値PDを記憶部16に記憶させて更新する。

閾値設定部13は、i番目のノードの閾値設定処理を終了し、「i=i-1」とする（ステップS25）。

[0062] 閾値設定部13は、iが0でなければ（ステップS26：No）、ステップS23に戻り、i番目のノードの閾値設定処理に移行する。すなわち、閾値設定処理を終了したノードの、送信端側に隣接するノードに移行して、同

様に閾値設定処理を行う。

閾値設定部13は、iが0であれば（ステップS26：Yes）、全てのノード110、120、130、140の閾値設定処理が完了しているため、処理を終了する。

[0063] <ハードウェア構成>

本実施形態に係る監視装置1は、例えば図12に示すようなコンピュータ900によって実現される。

図12は、本実施形態に係る監視装置1の機能を実現するコンピュータ900の一例を示すハードウェア構成図である。

コンピュータ900は、CPU（Central Processing Unit）901、ROM（Read Only Memory）902、RAM（Random Access Memory）903、HDD（Hard Disk Drive）904、入出力I/F（Interface）905、通信I/F906およびメディアI/F907を有する。

[0064] CPU901は、ROM902またはHDD904に記憶されたプログラム（監視プログラム）に基づき作動し、図4に示す監視装置1の制御部10による制御を行う。ROM902は、コンピュータ900の起動時にCPU901により実行されるブートプログラムや、コンピュータ900のハードウェアに係るプログラム等を記憶する。

[0065] CPU901は、入出力I/F905を介して、マウスやキーボード等の入力装置910、および、ディスプレイ等の出力装置911を制御する。CPU901は、入出力I/F905を介して、入力装置910からデータを取得するとともに、生成したデータを出力装置911へ出力する。なお、プロセッサとしてCPU901とともに、GPU（Graphics Processing Unit）等を用いても良い。

[0066] HDD904は、CPU901により実行されるプログラムおよび当該プログラムによって使用されるデータ等を記憶する。通信I/F906は、通信網（例えば、NW（Network）920）を介してノードコントローラ151、152、153、154（図1参照）等の他の装置からデータを受信して

CPU901へ出力し、また、CPU901が生成したデータを、通信網を介して他の装置へ送信する。

[0067] メディアI/F907は、記録媒体912に格納されたプログラムまたはデータを読み取り、RAM903を介してCPU901へ出力する。CPU901は、目的の処理に係るプログラムを、メディアI/F907を介して記録媒体912からRAM903上にロードし、ロードしたプログラムを実行する。記録媒体912は、DVD (Digital Versatile Disc)、PD (Phase change rewritable Disk) 等の光学記録媒体、MO (Magneto Optical disk) 等の光磁気記録媒体、磁気記録媒体、導体メモリテープ媒体又は半導体メモリ等である。

[0068] 例えば、コンピュータ900が本実施形態に係る監視装置1として機能する場合、コンピュータ900のCPU901は、RAM903上にロードされたプログラムを実行することにより監視装置1の機能を実現する。また、HDD904には、RAM903内のデータが記憶される。CPU901は、目的の処理に係るプログラムを記録媒体912から読み取って実行する。この他、CPU901は、他の装置から通信網 (NW920) を介して目的の処理に係るプログラムを読み込んでもよい。

[0069] <上記実施形態の構成とその作用効果>

(1) 監視装置1は、複数のチャネルCh1、Ch2、Ch3の光信号を含む光波長多重信号を伝送する伝送装置 (ノード110、120、130、140) を監視するものである。

監視装置1は、データ取得部11と、判定部12と、を備える。

データ取得部11は、ノード110、120、130、140が出力する光信号のパワー値を測定する光チャネルモニタ106 (モニタ) から、対象チャネルTch (チャネル) の波長全体を含む範囲Ra (第1範囲) のパワー値IV1 (第1パワー値) を取得し、対象チャネルTchの波長の一部を含む範囲Rb、Rc (第2範囲) のパワー値IV2、IV3 (第2パワー値) を取得する。

判定部12は、パワー値IV1、IV2、IV3を、それぞれノード110、120、130、140の定常状態におけるパワー値に基づいた閾値TH1、TH2、TH3と比較して、ノード110、120、130、140の異常を判定する。

[0070] 本実施形態に係る監視装置1によれば、分解能が低い光チャネルモニタ106から取得した測定値を用いた場合でも、ノード110、120、130、140における異常の判定精度を向上させることができる。これによって、OSA等の分解能が高いモニタを各ノードに設ける場合に比べて、設置コストを低減することができる。さらに、モニタから取得するデータ量が低減されるため、通信負荷を低減することができる。

[0071] 具体的には、監視装置1は、受信端ノード140のトランスポンダ141で光信号の品質の劣化が検出された際に、通信経路である光パスOP上において異常が発生しているノード110、120、130、140を特定するための処理を行う。

監視装置1のデータ取得部11は、各ノード110、120、130、140の出力側に設けられた光チャネルモニタ106から、異常が検出された対象チャネルTchの光信号のパワー値を取得する。

データ取得部11は、対象チャネルTchの波長全体を覆う範囲Ra（第1範囲）のパワー値IV1（第1パワー値）を取得する。判定部12は、パワー値IV1を定常状態での範囲Raのパワー値に基づいて設定した閾値TH1と比較する。対象チャネルTchの波形に異常によって、パワー値IV1と閾値TH1との差分D1が所定値PDを超えた場合、判定部12は、その光信号を出力したノードの異常を判定することができる。

[0072] ここで、パワー値IV1と閾値TH1の比較処理のみでは、ノード110、120、130、140のWSS103のフィルタ機能の異常は判定できないことがある。

ノードコントローラ151、152、153、154では、WSS103のフィルタリングによって生じた波形の損失が補償されるようにパワー制御

が行われる。これは、WSS103のフィルタ機能の異常によって損失が生じた場合も同様である。

そのため、WSS103のフィルタ異常による波形は、定常状態の波形と、波長全体のパワーが同じになることがある。この場合、波長全体を覆う範囲Raから取得されたパワー値IV1と閾値TH1との差分D1が、所定値PDを超えるほど大きくなることがある。この場合は、ノード110、120、130、140の異常を判定することができない。

[0073] 本実施形態において、データ取得部11は、パワー値IV1に加えて、対象チャネルTchの波長の一部を含む範囲Rb、Rc（第2範囲）におけるパワー値IV2、IV3（第2パワー値）を取得する。判定部12は、パワー値IV2、IV3に対しても、それぞれ定常状態での範囲Rb、Rcに基づいて設定した閾値TH2、TH3との比較を行う。

波長の一部を含む範囲Rb、Rcを設定することで、異常が生じた波形と定常状態との波形の差が大きい箇所が含まれやすくなる。さらに範囲Rb、Rcは波長全体を覆うものではないため、範囲内のパワー値が結果として定常状態と同じになる可能性が、範囲Raよりも低くなる。そのため、範囲Rb、Rcのパワー値IV2、IV3と閾値TH2、TH3との差分D2、D3が所定値PDを超えて異常が判定される可能性を高めることができる。

[0074] (2) ノード110、120、130、140は、複数のチャネルCh1、Ch2、Ch3の光信号を多重化して光波長多重信号を生成すると共に、各チャネルCh1、Ch2、Ch3に割り当てられた波長帯域BWに応じて光信号をフィルタリングするWSS103（波長選択スイッチ）を備える。

監視装置1の判定部12は、パワー値IV1と閾値TH1との比較に基づいて、ノード110、120、130、140におけるWSS103以外の構成要素（要素）の異常を判定する。判定部12は、パワー値IV2、IV3と閾値TH2、TH3との比較に基づいて、WSS103の異常を判定する。

[0075] パワー値IV1によって異常が判定された場合はWSS103以外の構成

要素が原因の可能性が高く、パワー値 I_{V2} 、 I_{V3} によって異常が判定された場合は $WSS103$ が原因の可能性が高い。データ取得部 11 が異なる範囲 R_a 、 R_b 、 R_c から複数のパワー値 I_{V1} 、 I_{V2} 、 I_{V3} を取得することで、判定部 12 において、ノード 110、120、130、140 内の異常の原因の切り分けも行うことができる。これによって、監視装置 1 の利便性を向上させることができる。

[0076] (3) 監視装置 1 のデータ取得部 11 は、対象チャネル Tch (チャネル) の波長の一部を含み、互いに位置をずらした 2 つの範囲 R_b 、 R_c を第 2 範囲として設定し、範囲 R_b 、 R_c のそれぞれにおけるパワー値 I_{V2} 、 I_{V3} を、第 2 パワー値として取得する。

[0077] 第 2 パワー値として範囲 R_b のパワー値 I_{V2} のみを取得した場合、範囲 R_b 内でパワー制御により波形の損失が補償されると、結果として定常状態と同じパワーとなることがある。この場合、パワー値 I_{V2} と閾値 $TH2$ との差分 $D2$ が所定値 PD を超えず、ノード 110、120、130、140 の異常を判定できない可能性がある。データ取得部 11 は、第 2 範囲として、互いに位置をずらした 2 つの範囲 R_b 、 R_c を設定し、それぞれからパワー値 I_{V2} 、 I_{V3} を第 2 パワー値として取得する。複数の範囲の設定によってチャネル Ch の広い範囲がカバーされることになり、範囲 R_b 、 R_c のいずれかで定常状態とのパワーの差が大きい箇所が捕捉される可能性が高くなる。判定部 12 は、パワー値 I_{V2} 、 I_{V3} の少なくともいずれかが閾値 $TH2$ 、 $TH3$ を超えればノード 110、120、130、140 の異常を判定することができたため、異常判定の精度を向上することができる。

なお、第 2 範囲として設定する範囲の数は 2 箇所限定されず、3 箇所以上の範囲を設定し、それぞれの範囲のパワー値を第 2 パワー値として取得しても良い。

[0078] (4) 監視装置 1 は、閾値 $TH1$ 、 $TH2$ 、 $TH3$ を設定する閾値設定部 13 を備える。

閾値設定部 13 は、光信号の切り替えが行われた際に、光チャネルモニタ

106から、切り替えが行われた光信号の経路となるチャンネルと、隣接するチャンネルのパワー値を取得して、閾値TH1、TH2、TH3を設定する。

[0079] 光伝送システム100において、光信号の切り替えが行われると、切り替えが行われた光信号の経路となるチャンネルの定常状態のパワー値に変動が生じる。閾値設定部13は、切り替えのタイミングで閾値TH1、TH2、TH3を更新することで、閾値TH1、TH2、TH3は定常状態のパワー値を反映するものとなり、ノード110、120、130、140の異常を判定する精度を向上させることができる。

[0080] 上記した効果は、監視装置1が実施する監視方法と、コンピュータ900を監視装置1として機能させるための監視プログラムにも適用することができる。

[0081] <変形例1>

本実施形態の変形例1について、図面を参照して説明する。

変形例1の、本実施形態と同じ構成および処理については、詳細な説明は省略する。

図13は、変形例1においてパワー値を取得する範囲を説明する図である。

図14は、比較例を説明する図である。

前記した実施形態では、WSS103のフィルタ機能の異常によって、特定のチャンネルの波形に歪みが生じる例を説明したが（図6参照）、図13に示すように、フィルタ機能の異常により、全てのチャンネルCh1、Ch2、Ch3の波形に影響を与えることがある。変形例1は、前記した実施形態の処理を変形することにより、全てのチャンネルCh1、Ch2、Ch3の波形に異常が生じた際にも、ノード110、120、130、140の異常を判定可能とするものである。

[0082] 図13は、全てのチャンネルCh1、Ch2、Ch3の波形に、フィルタタイトニングと呼ばれる異常が生じた例を示している。図13は、定常状態の波形を点線で示し、フィルタタイトニングの波形を実線で示している。フィ

ルタタイトニングの波形は、定常状態の波形と比較すると、端部の成分C 1のパワーが減少し、中央の成分C 2のパワーが増加している。

[0083] 変形例1における監視装置1の制御部10の構成は図4と同じであるため、図4を参照して説明する。

制御部10は、実施形態と同様に、トランスポンダ111、141から光信号の劣化を検出した通知が入力された場合に、異常判定処理を行う。データ取得部11は、劣化が検出された光信号の経路である対象チャネルTchを特定するが、全てのチャネルCh1、Ch2、Ch3が対象チャネルTchとして特定された場合に、変形例1の異常判定処理を行う。

データ取得部11は、全てのチャネルCh1、Ch2、Ch3の中から、終端チャネルを選択する。終端チャネルは、波形の両端部のいずれかに、他のチャネルが隣接していないチャネルを意味する。図13の例では、チャネルCh3を終端チャネルとして選択している。チャネルCh3は、左側の端部にはチャネルCh2が隣接しているが、右側の端部には他のチャネルが隣接していない。

なお、データ取得部11は、チャネルCh1を終端チャネルとして選択しても良い。チャネルCh1は、右側の端部にはチャネルCh2が隣接しているが、左側の端部には他のチャネルが隣接していない。

[0084] データ取得部11は、実施形態と同様に、チャネルCh3の光信号の波長全体を含む範囲Raにおけるパワー値IV1を取得する。

データ取得部11は、変形例1では、チャネルCh3の波長の、他のチャネルが隣接しない右側の端部を含む範囲Rb'のパワー値IV2'を取得する。範囲Rb'は、波長全体を覆わず、波長の一部のみを含む範囲である。

なお、チャネルCh1を終端チャネルとした場合、データ取得部11は、チャネルCh1の、他のチャネルが隣接しない左側の端部を含む範囲Rb'からパワー値IV2'を取得する。

[0085] 図14では、比較例として、両側の端部にチャネルCh1、Ch3が隣接しているチャネルCh2に、実施形態と同様に範囲Ra、範囲Rbを設定し

た場合を示している。

前記したように、ノードコントローラ151、152、153、154では、WS S103のフィルタ機能の異常によって生じた損失が補償されるようにパワー制御が行われる。そのため、図14に示すように、フィルタタイトニングの波形は、端部の成分C1が定常状態よりパワーが減少しているが、中央の成分C2は、定常状態よりパワーが増加している。すなわち、フィルタタイトニングの場合も、範囲Raのパワー値IV1と閾値TH1の差分D1が大きくなり、ノード110、120、130、140の異常が判定されない可能性がある。

[0086] 続いて、図14に示すように、チャネルCh2に範囲Rbを設定した場合、範囲Rbには隣接するチャネルCh3の波形も含まれることとなる。範囲Rbには、チャネルCh2、Ch3のパワーが減少した端部の成分C1が含まれると共に、チャネルCh3のパワーが増加した中央の成分C2が含まれる。範囲Rb内でパワーの増加分とパワーの減少分が近い値となった場合、範囲Rbのパワー値IV2と閾値TH2の差分D2が所定値PDを超えず、ノード110、120、130、140の異常が判定されない可能性がある。

[0087] 図13に示すように、変形例1では、データ取得部11は、終端チャネルCh3において、範囲Ra、範囲Rb'を設定する。さらに、データ取得部11は、範囲Rb'を、終端チャネルCh3の他のチャネルが隣接しない右側の端部を含むように設定する。これによって、範囲Rb'には、隣接するチャネルの波形が含まれない。すなわちチャネルCh3の端部の成分C1によるパワーの減少分が、隣接するチャネルの中央の成分C2の増加分で減殺されない。そのため、範囲Rb'のパワー値IV2'は端部の成分C1によって小さくなり、閾値TH2'との差分D2'が、所定値PDを超えやすくなる。これによって、ノード110、120、130、140の異常を判定する精度を向上させることができる。

なお、閾値TH2'は、終端チャネルCh3の光信号の切り替えがあった

際に、実施形態の閾値設定処理と同様の処理を行うことにより設定することができる。

[0088] 図15は、変形例1に係る異常判定処理の流れを示すフローチャートである。

ここでは、受信端ノード140のトランスポンダ141から信号品質の劣化が通知された例を説明する。

図15に示すように、トランスポンダ141が光信号の品質の劣化を検出すると、監視装置1に通知が入力される（ステップS101）。通知が、トランスポンダ141自体の異常を含む場合（ステップS102：Yes）、制御部10はトランスポンダ141の異常を判定し（ステップS114）、入出力部15を介して、トランスポンダ141の異常を報知する。

通知が、トランスポンダ141自体の異常を含まない場合（ステップS102：No）、制御部10は、ステップS103に進む。

[0089] データ取得部11は、劣化が検出された光信号の経路である対象チャネルTchを特定する（ステップS103）。

対象チャネルTchが全チャネルCh1、Ch2、Ch3でない場合（ステップS104：No）、データ取得部11は、図10のステップS04の処理に進み、実施形態と同じ異常判定処理を行う。

[0090] 対象チャネルTchが全チャネルCh1、Ch2、Ch3である場合（ステップS104：Yes）、データ取得部11は、終端チャネルであるチャネルCh3を選択する。データ取得部11は、i番目のノードの終端チャネルCh3の範囲Ra、Rb'のそれぞれから、パワー値IV1、IV2'を取得する（ステップS105）。

[0091] 図15に示すように、判定部12は、パワー値IV1と閾値TH1との差分D1と、パワー値IV2'と閾値TH2'との差分D2'を算出する（ステップS106）。

[0092] 判定部12は、差分D1が所定値PDを超えた場合（ステップS107：Yes）、ノードのWSS103以外の構成要素の異常を判定する（ステッ

プS 1 1 0)。判定部 1 2 は、入出力部 1 5 を介して、判定結果をユーザに報知する。

判定部 1 2 は、差分 D 1 が所定値 P D を超えない場合（ステップ S 1 0 7 : N o）、ステップ S 1 0 8 に進む。

判定部 1 2 は、差分 D 2' が所定値 P D を超えた場合（ステップ S 1 0 8 : Y e s）、ノードの W S S 1 0 3 の異常を判定する（ステップ S 1 0 9）。判定部 1 2 は、入出力部 1 5 を介して、判定結果をユーザに報知する。

[0093] 判定部 1 2 は、差分 D 2' が所定値 P D を超えなかった場合（ステップ S 1 0 8 : N o）、i 番目のノードの異常判定処理を終了し、「 $i = i - 1$ 」とする（ステップ S 1 1 1）。

[0094] 判定部 1 2 は、i が 1 でなければ（ステップ S 1 1 2 : N o）、ステップ S 1 0 5 に戻り、i 番目のノードの異常判定処理を行う。判定部 1 2 は、i が 1 の場合（ステップ S 1 1 2 : Y e s）、1 番目のノードである送信端ノード 1 1 0 の異常を判定する（ステップ S 1 1 3）。

[0095] <変形例 1 の構成とその作用効果>

（5）変形例 1 において、監視装置 1 のデータ取得部 1 1 は、終端チャンネル C h 3 の波長の、他のチャンネルが隣接しない端部を含む範囲 R b' を第 2 範囲として設定して、パワー値 I V 2'（第 2 パワー値）を取得する。

[0096] 全チャンネル C h 1、C h 2、C h 3 の波長にフィルタタイトニングが発生した場合、チャンネル C h の一部を含むように設定した範囲 R b には、隣接するチャンネル C h の波長が含まれることがある。隣接するチャンネル C h の波長にもフィルタタイトニングが生じているため、範囲 R b のパワー値 I V 2 と閾値 T H 2 との差分 D 2 が所定値 P D を超えず、ノード 1 1 0、1 2 0、1 3 0、1 4 0 の異常を判定することができない可能性がある。変形例 2 では、終端チャンネル C h 1、C h 3 の、他のチャンネルが隣接していない端部を含むように範囲 R b' を設定する。これによって、範囲 R b' のパワー値 I V 2' は隣接チャンネルの影響を受けないため、フィルタタイトニングが生じた際に、パワー値 I V 2' と閾値 T H 2' との差分 D 2' が所定値 P D を超え

る可能性が大きくなるため、ノード110、120、130、140の異常を判定する精度を向上することができる。

[0097] 図15では、対象チャネルTchが全チャネルCh1、Ch2、Ch3の場合（ステップS104：YES）、終端チャネルCh3から2点のパワー値IV1、IV2'を取得して異常判定処理を行う例を説明した。図15の例では、パワー値の取得が2点で済むため、異常判定処理の際のデータ処理量を低減することができる。

なお、図15の例に限定されず、対象チャネルが全チャネルCh1、Ch2、Ch3である場合にも、図10のステップS04に進み、各チャネルに対して、順次範囲Ra、Rb、Rcからパワー値IV1、IV2、IV3の取得を行い、異常判定処理を行っても良い。その場合、範囲Rbはチャネルの端部を含むように設定する。これによって、終端チャネルで範囲Rbからパワー値IV2の取得を行うと、結果的に範囲Rb'におけるIV2'の取得を行うことになるため、フィルタタイトニングによるノードの異常も判定することができる。判定部12は、いずれかのチャネルで異常が判定された時点で、異常判定処理を終了することができる。

[0098] <変形例2>

図16は、変形例2においてパワー値を取得する範囲を説明する図である。

変形例1では、フィルタタイトニングが発生した際に、終端チャネルであるチャネルCh3に範囲Rb'を設定することで、隣接するチャネルの波形が含まれないようにした。

変形例2では、フィルタタイトニングが発生した際に、両側にチャネルが隣接しているチャネルにおいても異常が判定できるように範囲Rb''を設定する。図16では、チャネルCh2に範囲Rb''を設定する例を示している。

具体的には、データ取得部11は、波長全体を覆う範囲Raと異なる幅を有し、チャネルCh2の波長の端部を含む範囲Rb''を設定する。データ

取得部 11 は、光チャネルモニタ 106 から、範囲 $R_{b'}$ のパワー値 $I_{V2'}$ を取得する。図 16 では、範囲 $R_{b'}$ は右側の端部を含むように設定しているが、左側の端部を含むように設定しても良い。

判定部 12 は、実施形態と同様に、範囲 $R_{b'}$ のパワー値 $I_{V2'}$ と閾値 $TH2'$ との差分 $D2'$ を算出する。判定部 12 は、差分 $D2'$ が所定値 PD を超えていればノードの異常を判定する。

閾値 $TH2'$ は、実施形態の閾値設定処理と同様の処理を行うことにより設定することができる。

[0099] 図 16 の符号 161 の図に示すように、範囲 $R_{b'}$ の幅は、範囲 R_a よりも狭くしても良い。これによって、範囲 $R_{b'}$ には、隣接するチャネル $Ch3$ のパワーが増加した中央の成分 $C2$ が含まれない。これによって、チャネル $Ch2$ 、 $Ch3$ の端部の成分 $C1$ によるパワーの減少分が、中央の成分 $C2$ による増加分に減殺されないため、範囲 $R_{b'}$ のパワー値 $I_{V2'}$ が小さくなる。これによって、パワー値 $I_{V2'}$ と閾値 $TH2'$ との差分 $D2'$ が大きくなり、異常が判定されやすくなる。

[0100] 図 16 の符号 162 の図に示すように、範囲 $R_{b'}$ の幅は、範囲 R_a よりも広くしても良い。範囲 $R_{b'}$ を広くすることで、範囲 $R_{b'}$ においてチャネル $Ch3$ の中央の成分 $C2$ が含まれる比率が高くなる。範囲 $R_{b'}$ における中央の成分 $C2$ によるパワーの増加分が、端部の成分 $C1$ によるパワーの減少分を上回ると、範囲 $R_{b'}$ のパワー値 $I_{V2'}$ が大きくなる。これによって、パワー値 $I_{V2'}$ と閾値 $TH2'$ との差分 $D2'$ が大きくなり、異常が判定されやすくなる。

[0101] データ取得部 11 は、ノードコントローラ 151、152、153、154 を介して、光チャネルモニタ 106 の分解能の設定を変更することで、範囲 R_a と範囲 $R_{b'}$ の幅を変更する。光チャネルモニタ 106 の分解能を細かくすることで、図 16 の符号 161 の図に示すように、範囲 $R_{b'}$ の幅を狭くすることができる。光チャネルモニタ 106 の分解能を粗くすることで、図 16 の符号 162 の図に示すように、範囲 $R_{b'}$ の幅を広くする

ことができる。

[0102] <変形例2の構成とその作用効果>

(6) 監視装置1のデータ取得部11は、範囲R_a (第1範囲) と異なる幅を有し、チャネルの波長の端部を含む範囲R_b' 'を第2範囲として設定して、パワー値I_V2' ' (第2パワー値) を取得する。

[0103] 波長全体を覆う範囲R_aと幅が異なる範囲R_b' 'を設定することによって、範囲R_b' '内に含まれる、パワーが減少する成分(成分C₁)と、パワーが増加する成分(成分C₂)の比率を異ならせることができる。これによって、パワー値I_V2' 'と閾値TH2' 'との差分D2' 'が大きくなり、ノードの異常を判定する精度を向上させることができる。

変形例2によれば、終端チャネルに限定されず、両端側にチャネルが隣接しているチャネルC_hにおいてもノードの異常を判定することができるため、監視装置1の利便性を向上させることができる。

[0104] 変形例2の処理は、変形例1において図15に示した処理と同様に、対象チャネルT_chが全チャネルC_h1、C_h2、C_h3の場合(ステップS104: Yes)に行うことができる。その場合、データ取得部11は、全チャネルC_h1、C_h2、C_h3から任意のチャネルを選択して、範囲R_a、範囲R_b' 'の2点のパワー値I_V1、I_V2' 'を取得して異常判定処理を行うことができる。この場合、変形例1と同様に、パワー値の取得が2点で済むため、監視装置1におけるデータ処理量を低減することができる。なお、データ取得部11は、範囲R_b' 'の幅を広くしたパワー値と、狭くしたパワー値の両方を取得しても良い。

[0105] また、図15の例に限定されず、対象チャネルが全チャネルC_h1、C_h2、C_h3でない場合にも、図10のステップS04に進み、各チャネルに対して、順次異常判定処理を行っても良い。その際、各チャネルに対して、範囲R_a、R_b、R_cからパワー値I_V1、I_V2、I_V3の取得を行うのに加えて、範囲R_b' 'のパワー値I_V2' 'を取得する。判定部12は、いずれかのチャネルで異常が判定された時点で、異常判定処理を終了するこ

とができる。

[0106] <変形例 3>

図 1 7 は、変形例 3 に係る監視装置 1 A の構成を示す機能ブロック図である。

図 1 7 に示すように、変形例 3 に係る監視装置 1 A は、実施形態で説明した構成に加えて、閾値補正部 1 4 を有する。

変形例 3 において、データ取得部 1 1 は、実施形態と同様に、各ノードの対象チャネル T c h において、範囲 R a、R b、R c のそれぞれから、パワー値 I V 1、I V 2、I V 3 の取得を行う。データ取得部 1 1 は、その際、範囲 R a のパワー値 I V 1 のみ、光チャネルモニタ 1 0 6 に所定時間 T 測定を行わせて、所定時間 T 分のパワー値 I V 1 のデータを取得する。

閾値設定部 1 3 は、データ取得部 1 1 が取得した所定時間 T 分のデータから、パワー値 I V 1 の変動があるかを判定する。閾値設定部 1 3 は、パワー値 I V 1 の変動があった場合は、その変動量に基づいてオフセット値を決定する。閾値設定部 1 3 は、決定したオフセット値を閾値 T H 1、T H 2、T H 3 のそれぞれに加えることで、閾値 T H 1、T H 2、T H 3 を補正する。

判定部 1 2 は、パワー値 I V 1、I V 2、I V 3 と、補正した閾値 T H 1、T H 2、T H 3 を比較することで、実施形態と同様に異常判定処理を行う。

[0107] 通常、グリッド幅が変更されていなければ、W S S 1 0 3 からは一定のパワー値 I V 1 が出力されるが、過酷な環境状況等の要因によって、パワー値 I V 1 が一定とならず変動する場合がある。閾値設定部 1 3 において、パワー値 I V 1 の変動量に基づいてオフセット値を決定し、閾値 T H 1、T H 2、T H 3 を補正することで、環境状況に応じた異常判定処理を行うことができる。

[0108] 図 1 8 は、変形例 3 に係る閾値補正処理の流れを示すフローチャートである。

図 1 8 のステップ S 2 0 1 ~ S 2 0 3 の処理は、図 1 0 のステップ S 0 1

～S 0 3 の処理と同じであるため、説明を省略する。

ステップS 2 0 4 において、データ取得部 1 1 は、i 番目のノードの対象チャネルT c h において、範囲R a、R b、R c のそれぞれから、パワー値I V 1、I V 2、I V 3 の取得を行う。データ取得部 1 1 は、パワー値I V 1 に関しては、所定時間T 分のデータを取得する。

[0109] 閾値補正部 1 4 は、パワー値I V 1 の所定時間T 分のデータを参照して、パワー値I V 1 に変動があるかを判定する（ステップS 2 0 5）。閾値補正部 1 4 は、パワー値I V 1 に変動が無ければ（ステップS 2 0 5 : N o）、閾値T H 1、T H 2、T H 3 を、補正を行わずに判定部 1 2 に入力する。

閾値補正部 1 4 は、パワー値I V 1 に変動があれば（ステップS 2 0 5 : Y e s）、変動量からオフセット値を決定し、閾値T H 1、T H 2、T H 3 にオフセット値を加えて補正する（ステップS 2 0 6）。閾値補正部 1 4 は、補正した閾値T H 1、T H 2、T H 3 を判定部 1 2 に入力する。

判定部 1 2 は、パワー値I V 1、I V 2、I V 3 と、閾値補正部 1 4 から入力された閾値T H 1、T H 2、T H 3 との差分D 1、D 2、D 3 をそれぞれ算出する（ステップS 2 0 7）。

ステップS 2 0 8～ステップS 2 1 5 の処理は、図 1 0 のステップS 0 6～S 1 3 の処理と同じであるため、説明を省略する。

[0110] <変形例 3 の構成とその作用効果>

（7）監視装置 1 A は、データ取得部 1 1 が取得した、所定時間T におけるパワー値I V 1（第 1 パワー値）の変動量に基づいて、閾値T H 1、T H 2、T H 3 を補正する閾値補正部 1 4 を備える。

これにより、パワー値I V 1、I V 2、I V 3 が変動する環境状況においても、ノードの異常判定の精度を向上させることができる。

[0111] 前記した実施形態および変形例では、監視装置を光伝送システム 1 0 0 全体の管理を行うネットワークコントローラに適用する例を説明したが、これに限定されない。監視装置は、各ノード 1 1 0～1 4 0 を制御するノードコントローラ 1 5 1～1 5 4 に適用しても良い。あるいは、監視装置 1 の一部

の機能構成を、ノードコントローラ151、152、153、154で実現しても良い。たとえば、閾値の設定はネットワークコントローラで行い、異常判定処理は各ノードコントローラ151、152、153、154で行っても良い。

[0112] なお、本発明は、以上説明した実施形態に限定されるものではなく、多くの変形が本発明の技術的思想内で当分野において通常の知識を有する者により可能である。

符号の説明

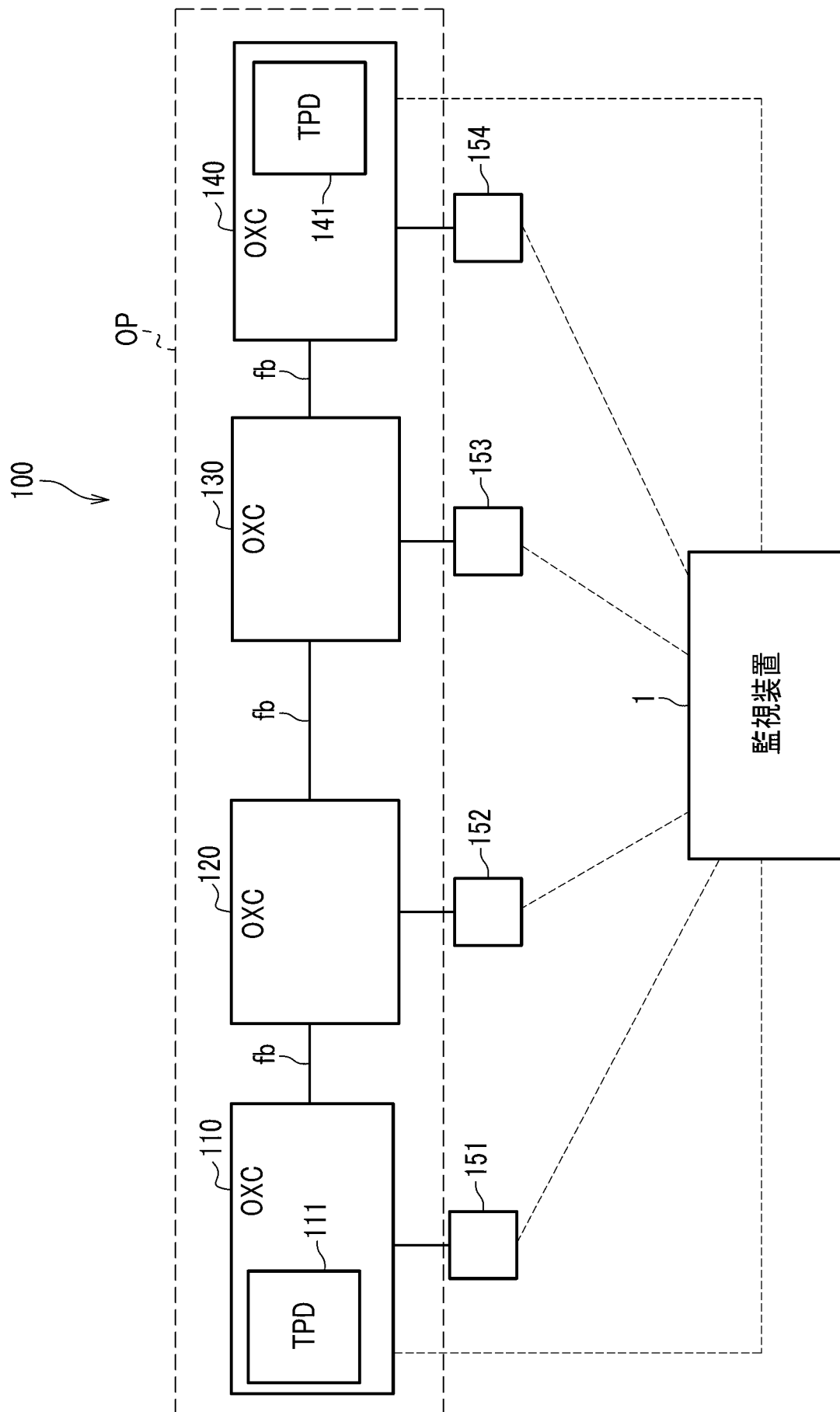
- [0113]
- 1 監視装置
 - 11 データ取得部
 - 12 判定部
 - 13 閾値設定部
 - 14 閾値補正部
 - 15 入出力部
 - 16 記憶部
 - 110、120、130、140 ノード（伝送装置，OXC）
 - 103 波長選択スイッチ（WSS）
 - 106 光チャネルモニタ（モニタ）
 - Ra 範囲（第1範囲）
 - Rb、Rb'、Rb''、Rc 範囲（第2範囲）
 - IV1 パワー値（第1パワー値）
 - IV2、IV2'、IV2''、IV3 パワー値（第2パワー値）

請求の範囲

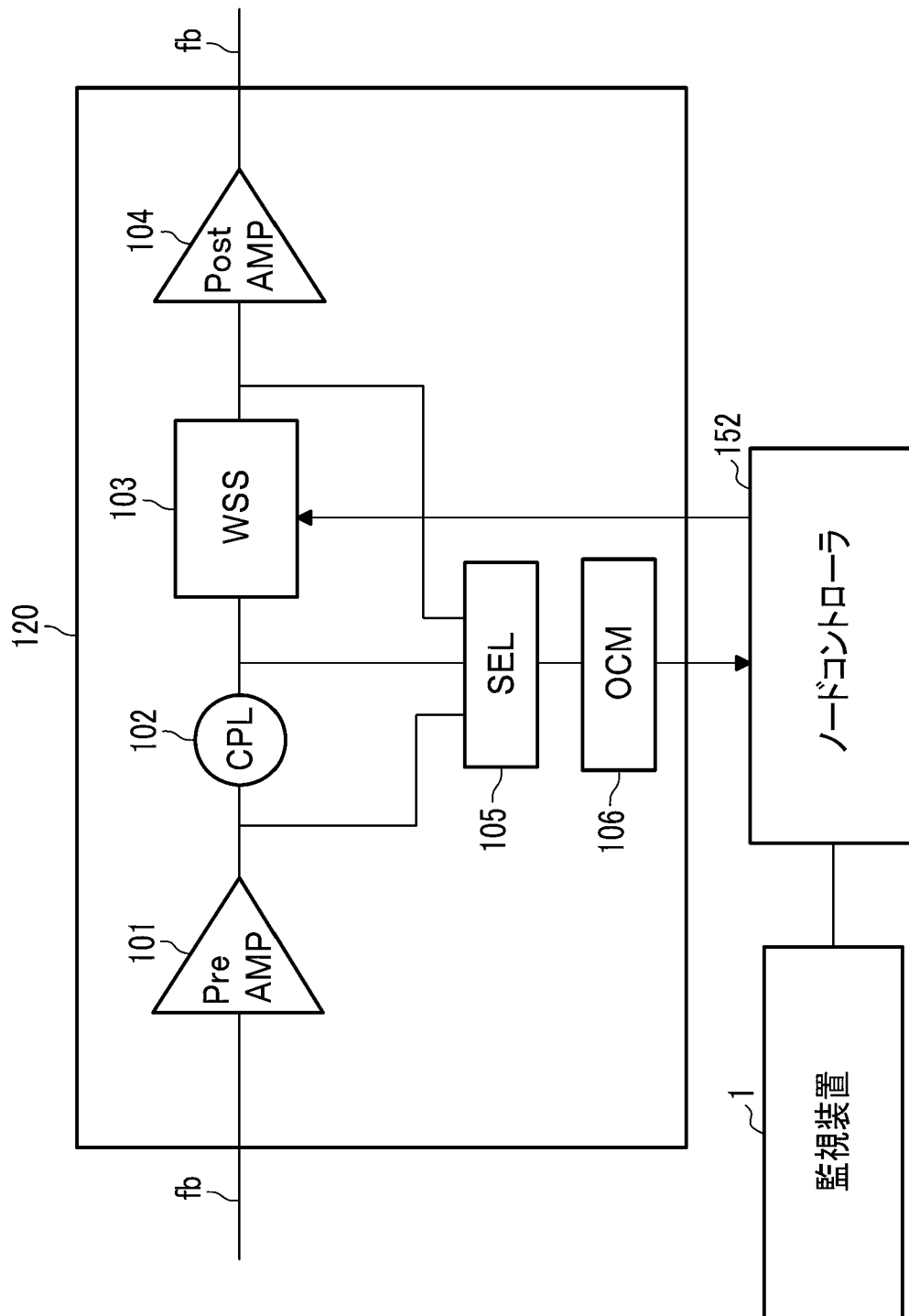
- [請求項1] 複数のチャネルの光信号を含む光波長多重信号を伝送する伝送装置の監視装置であって、
- 前記伝送装置が出力する前記光信号のパワー値を測定するモニタから、前記チャネルの波長全体を含む第1範囲の第1パワー値を取得し、前記チャネルの波長の一部を含む第2範囲の第2パワー値を取得するデータ取得部と、
- 前記第1パワー値および前記第2パワー値を、それぞれ前記伝送装置の定常状態におけるパワー値に基づいた閾値と比較して、前記伝送装置の異常を判定する判定部と、を備えることを特徴とする監視装置。
- [請求項2] 前記伝送装置は、前記複数のチャネルの光信号を多重化して前記光波長多重信号を生成すると共に、各チャネルに割り当てられた波長帯域に応じて前記光信号をフィルタリングする波長選択スイッチを備え、
- 前記判定部は、前記第1パワー値と前記閾値との比較に基づいて、前記伝送装置における前記波長選択スイッチ以外の要素の異常を判定し、前記第2パワー値と前記閾値との比較に基づいて、前記波長選択スイッチの異常を判定することを特徴とする請求項1記載の監視装置。
- [請求項3] 前記データ取得部は、前記チャネルの波長の一部を含み、互いに位置をずらした2つの範囲を前記第2範囲として設定し、前記2つの範囲のそれぞれにおけるパワー値を、前記第2パワー値として取得することを特徴とする、請求項1または2記載の監視装置。
- [請求項4] 前記データ取得部は、
- 前記チャネルの波長の、他のチャネルが隣接しない端部を含む範囲を前記第2範囲として設定して、前記第2パワー値を取得することを特徴とする、請求項1または2記載の監視装置。

- [請求項5] 前記データ取得部は、
前記第1範囲と異なる幅を有し、前記チャンネルの波長の端部を含む範囲を前記第2範囲として設定して、前記第2パワー値を取得することを特徴とする、請求項1または2記載の監視装置。
- [請求項6] 前記閾値を設定する閾値設定部を備え、
前記閾値設定部は、前記光信号の切り替えが行われた際に、前記モニタから、切り替えが行われた光信号の経路となるチャンネルと、隣接するチャンネルのパワー値を取得して、前記閾値を設定することを特徴とする請求項2記載の監視装置。
- [請求項7] 複数のチャンネルの光信号を含む光波長多重信号を伝送する伝送装置の監視方法であって、
前記伝送装置が出力する前記光信号のパワー値を測定するモニタから、前記チャンネルの波長全体を含む第1範囲の第1パワー値を取得し、前記チャンネルの波長の一部を含む第2範囲の第2パワー値を取得するステップと、
前記第1パワー値および前記第2パワー値を、それぞれ前記伝送装置の定常状態におけるパワー値に基づいた閾値と比較して、前記伝送装置の異常を判定するステップと、を含むことを特徴とする監視方法。
- [請求項8] コンピュータを、請求項1～6のいずれか一項に記載の監視装置として機能させるための監視プログラム。

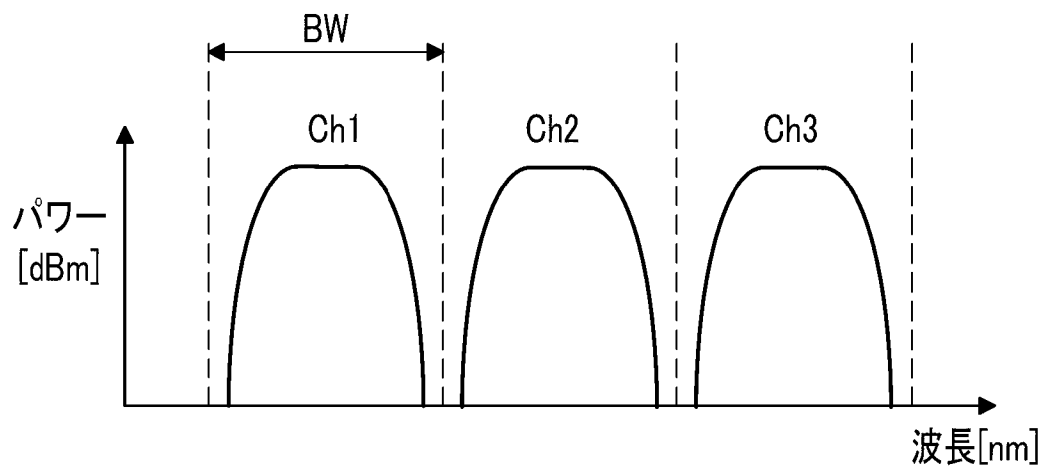
[図1]



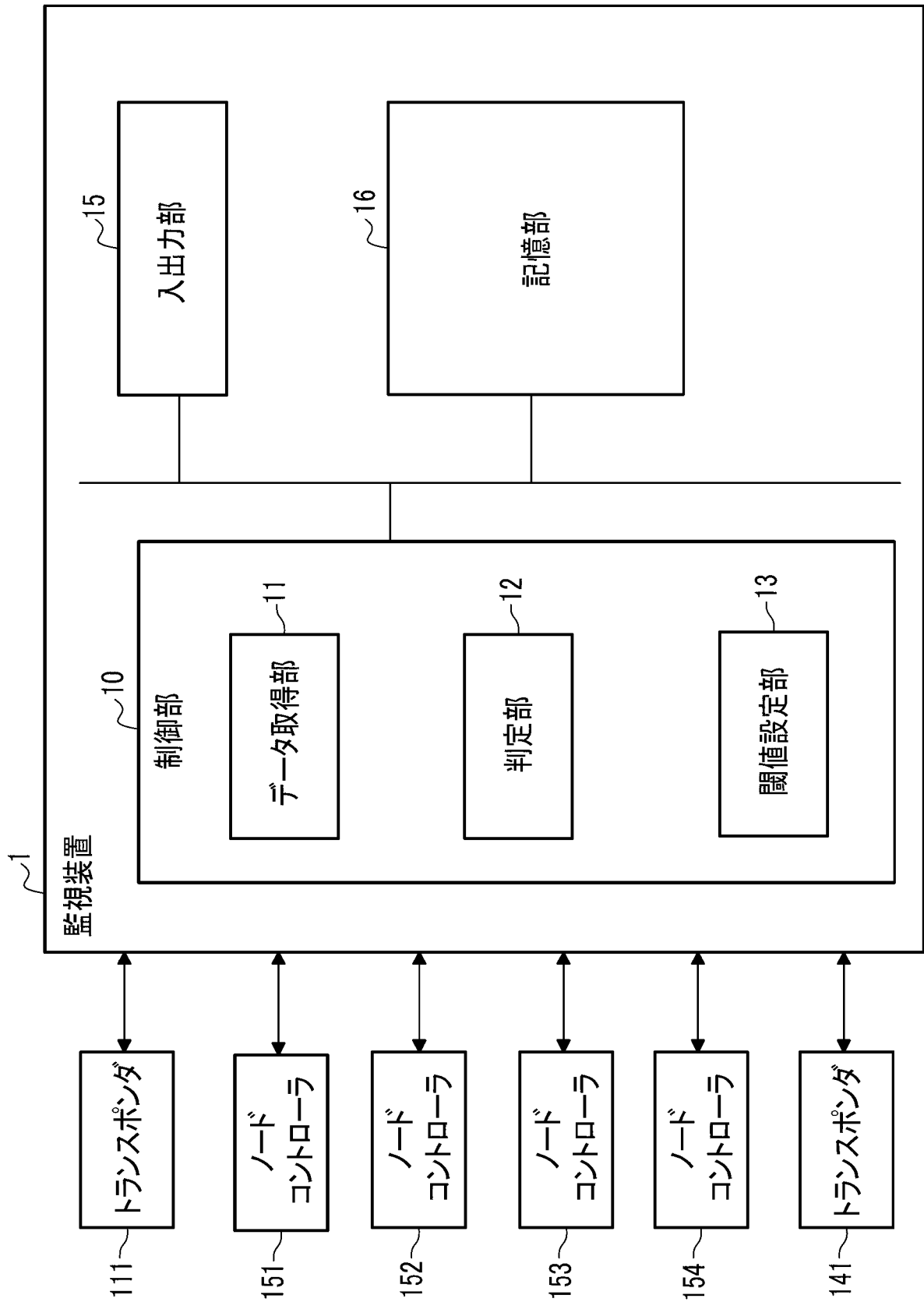
[図2]



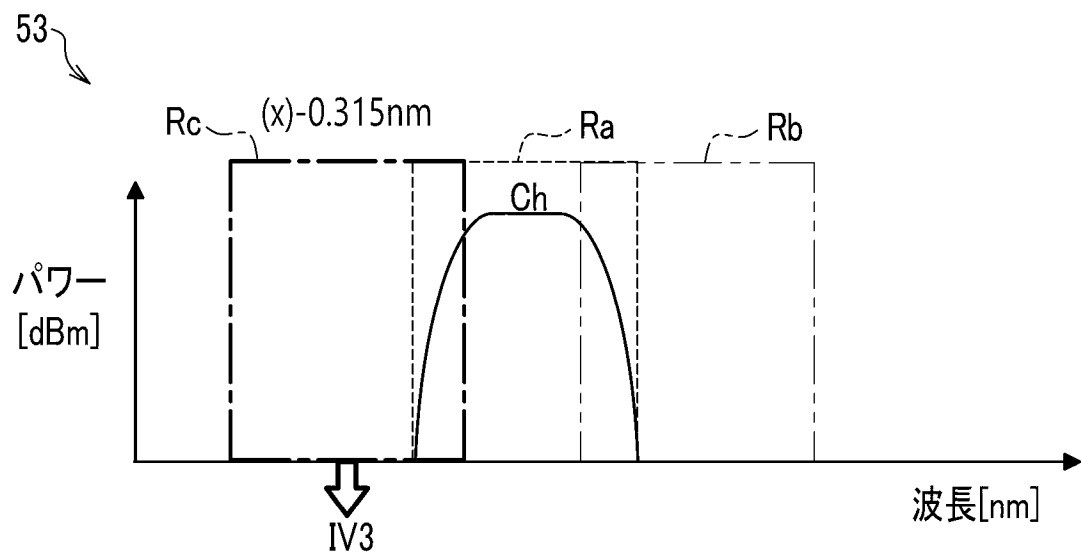
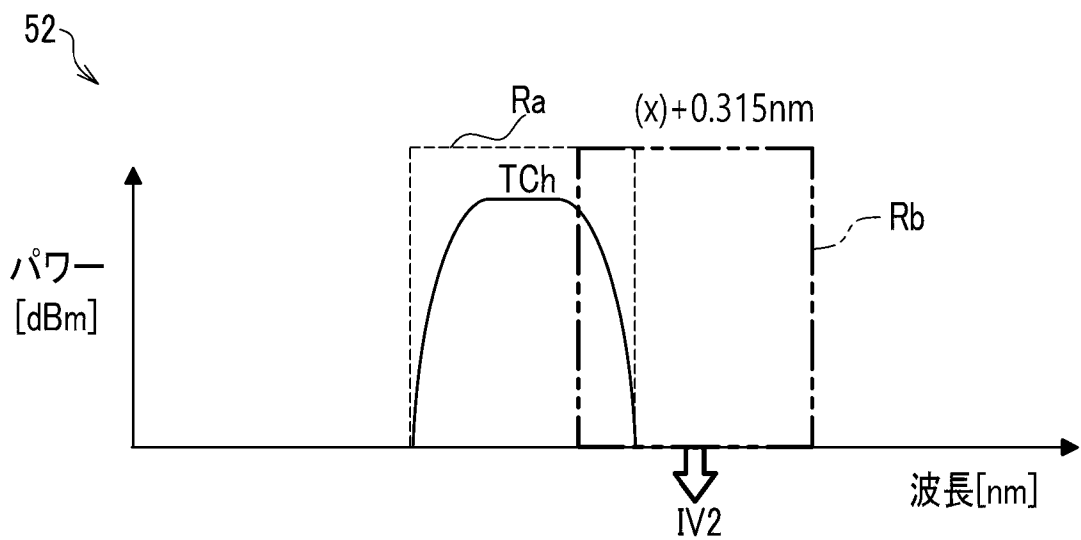
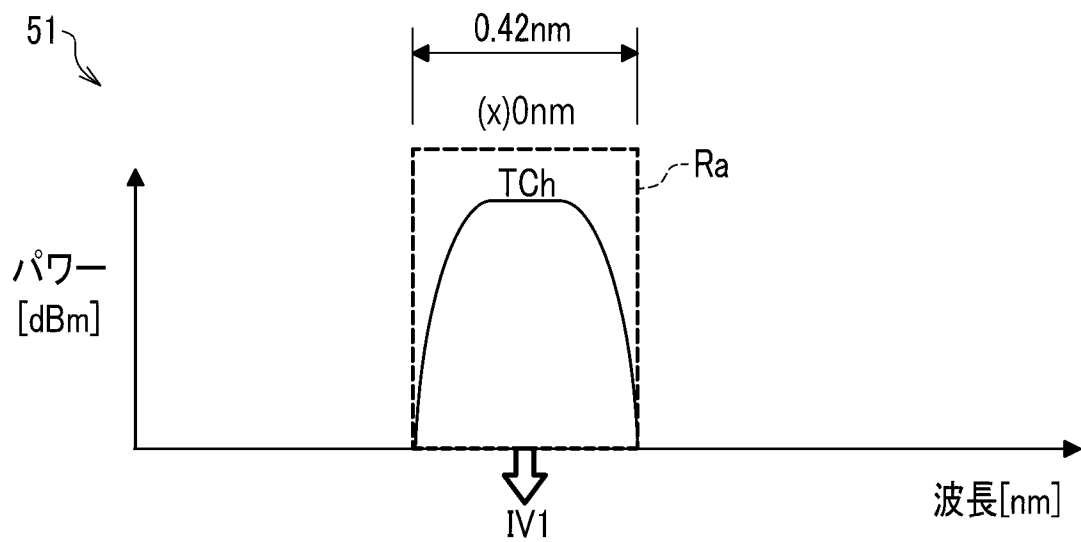
[図3]



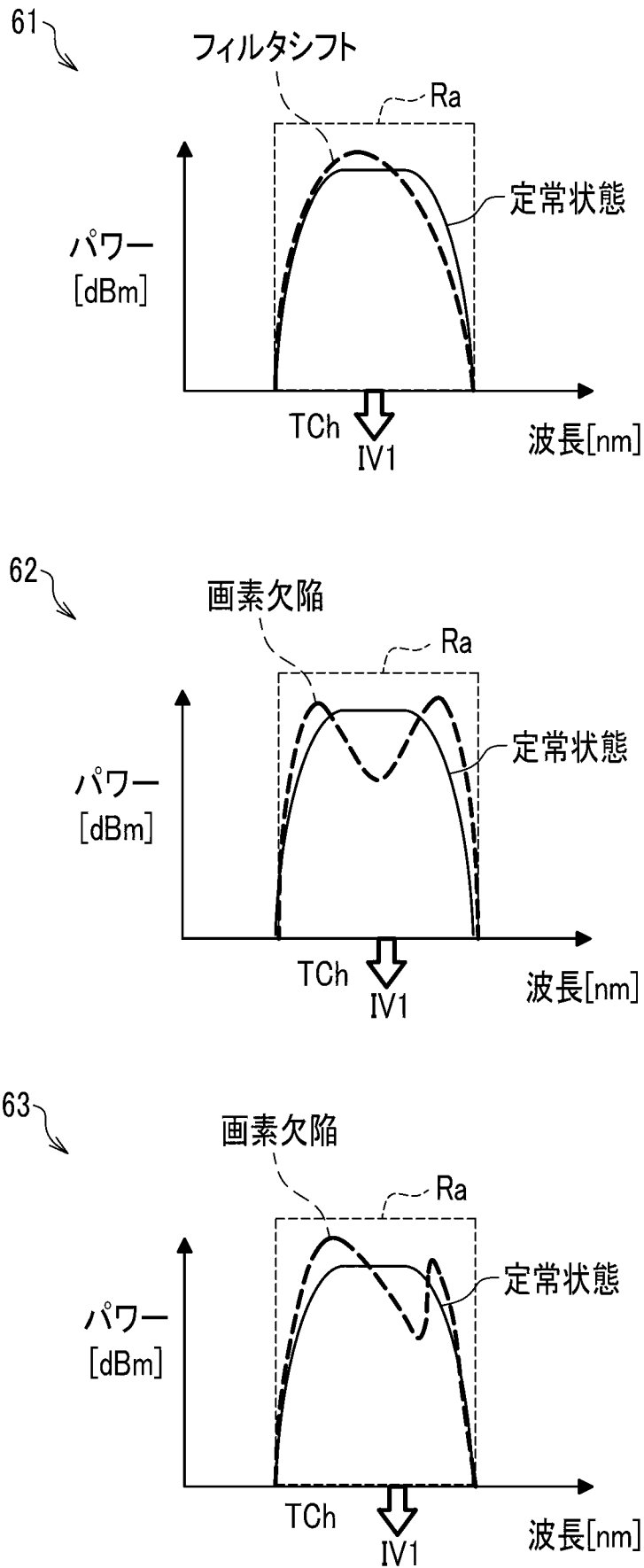
[図4]



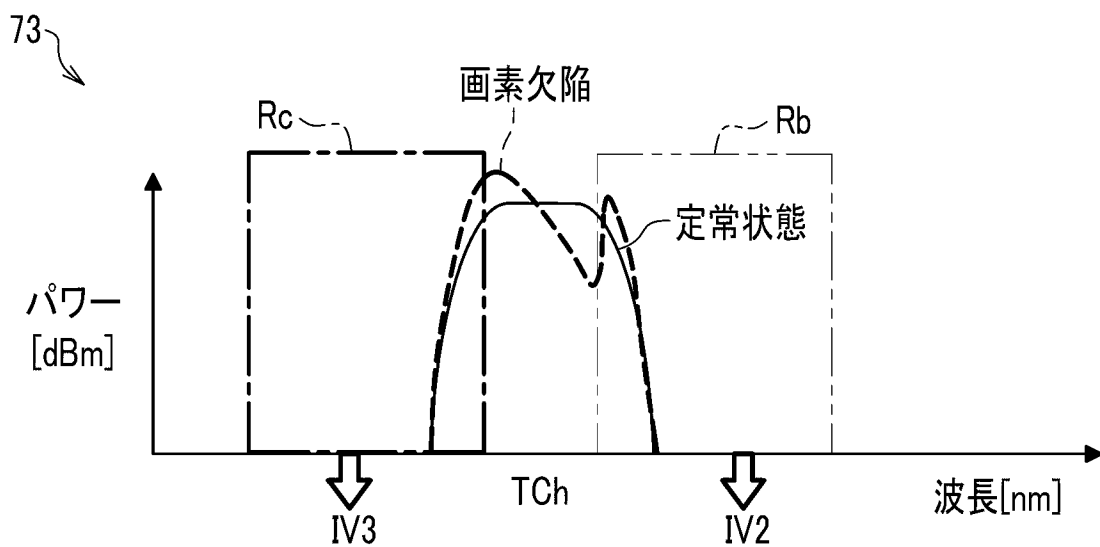
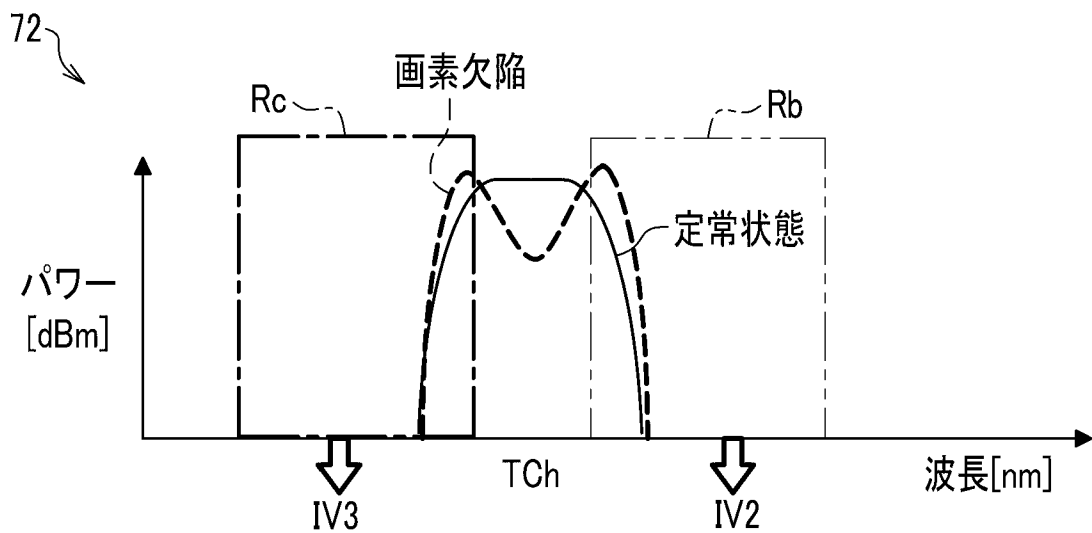
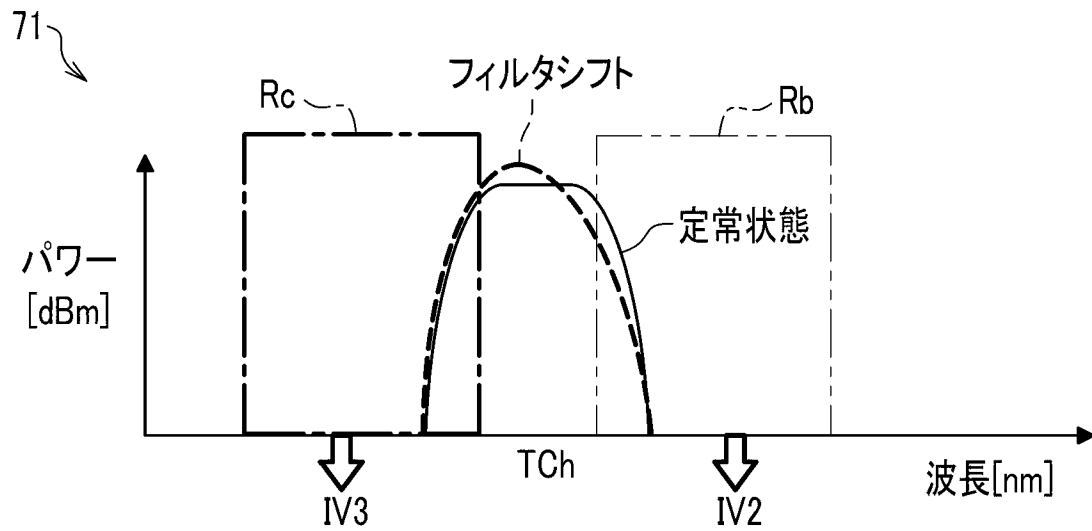
[図5]



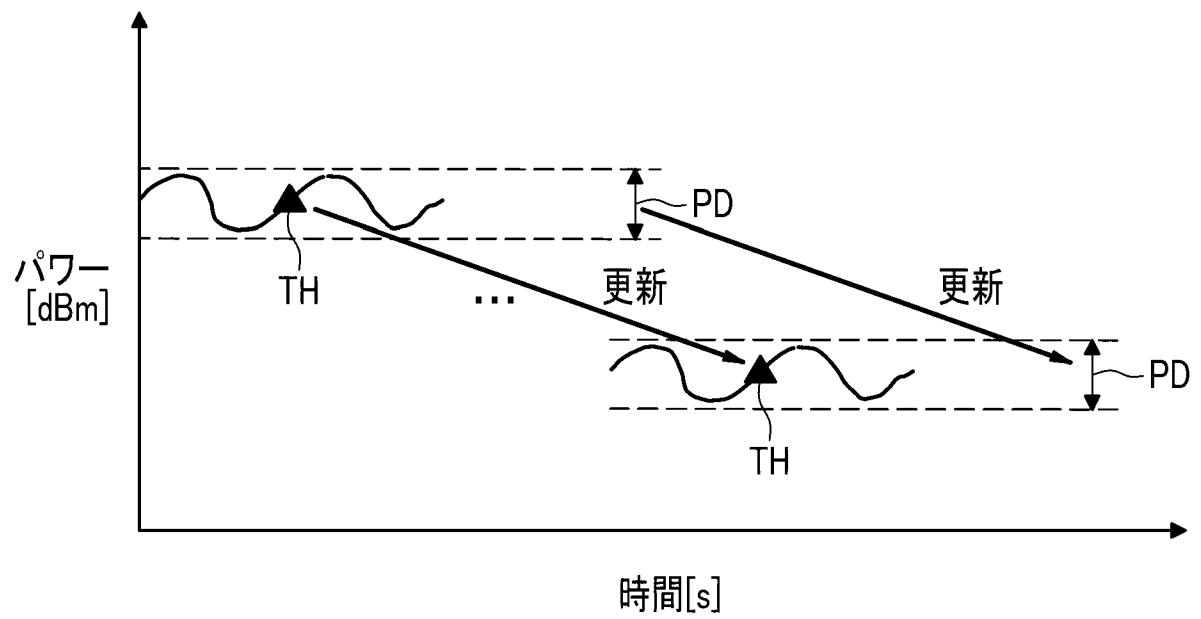
[図6]



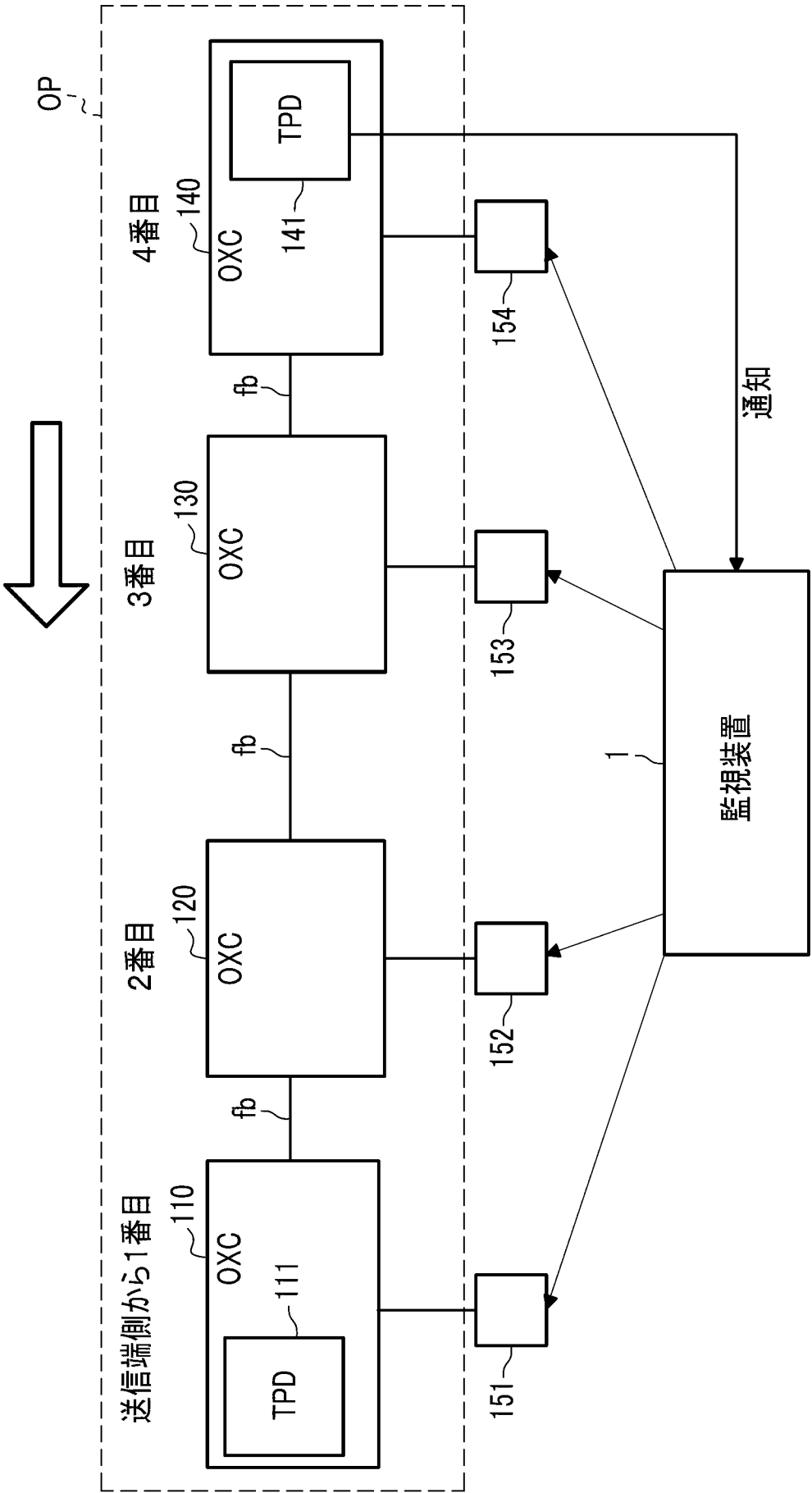
[図7]



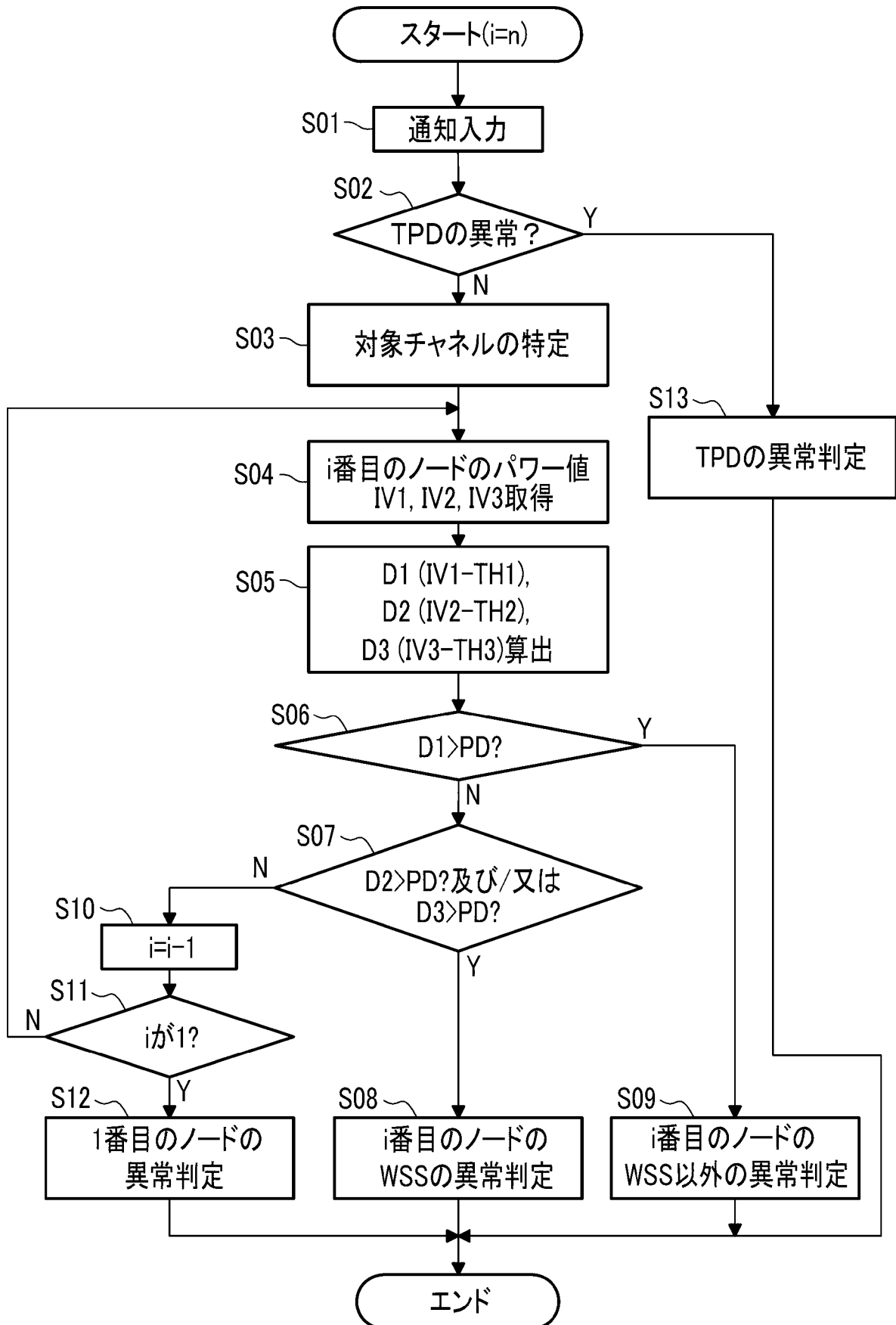
[図8]



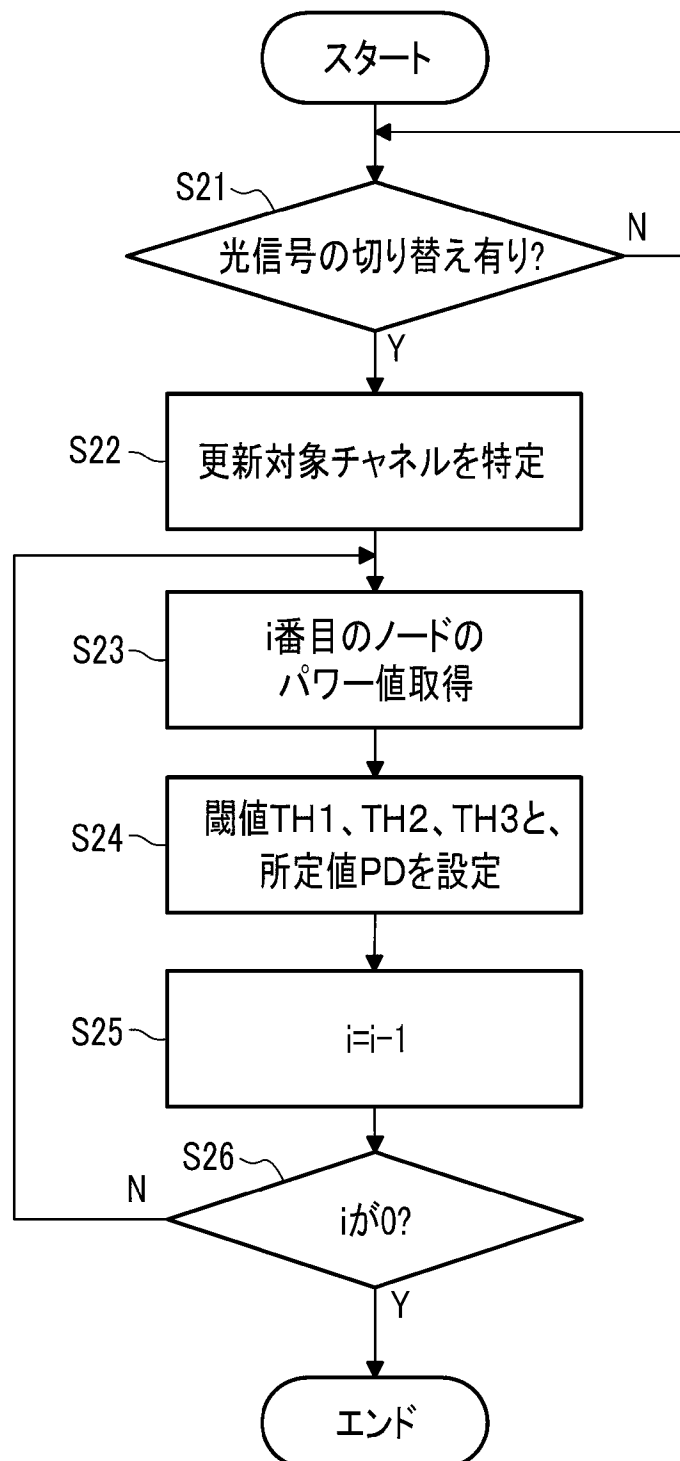
[図9]



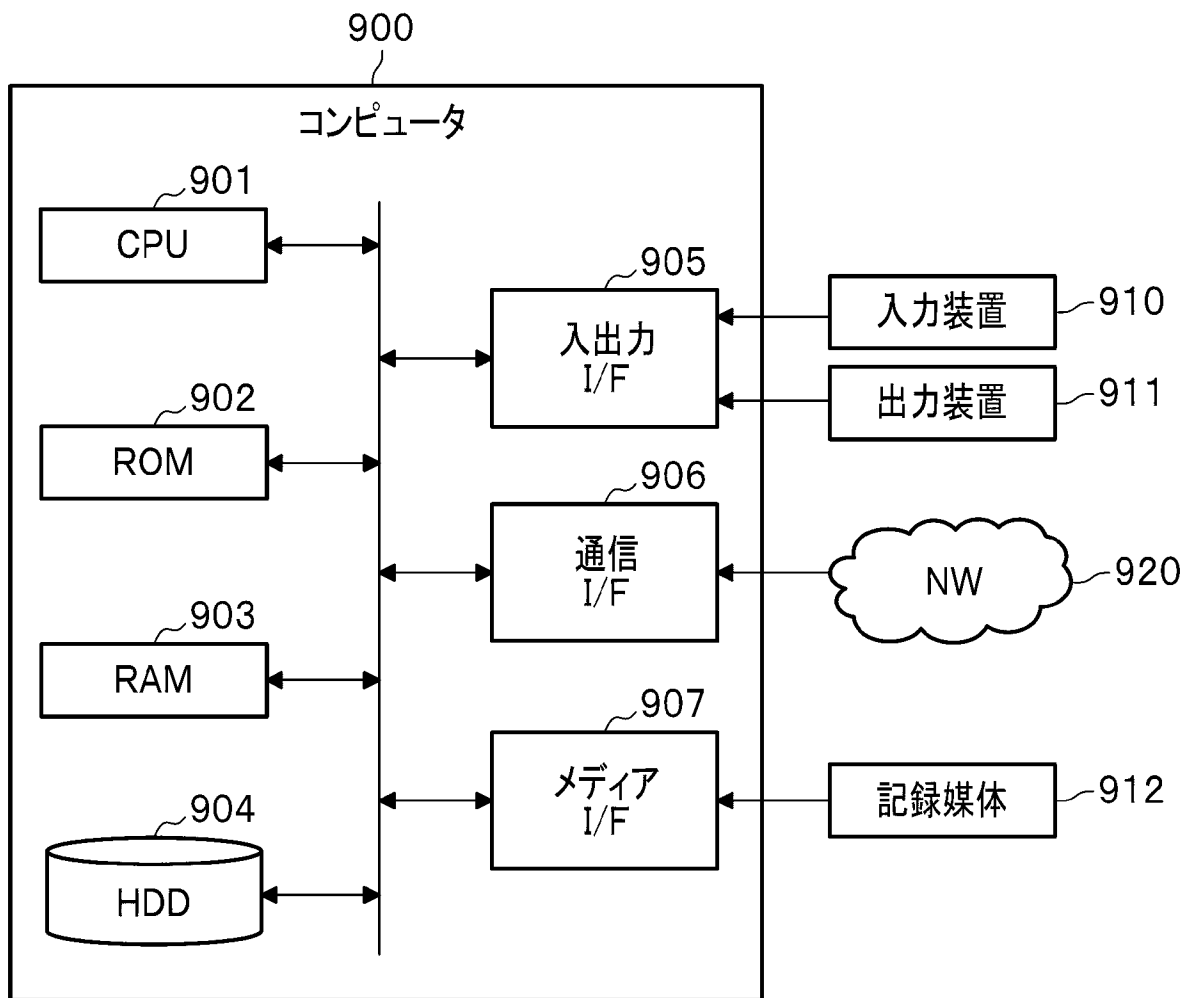
[図10]



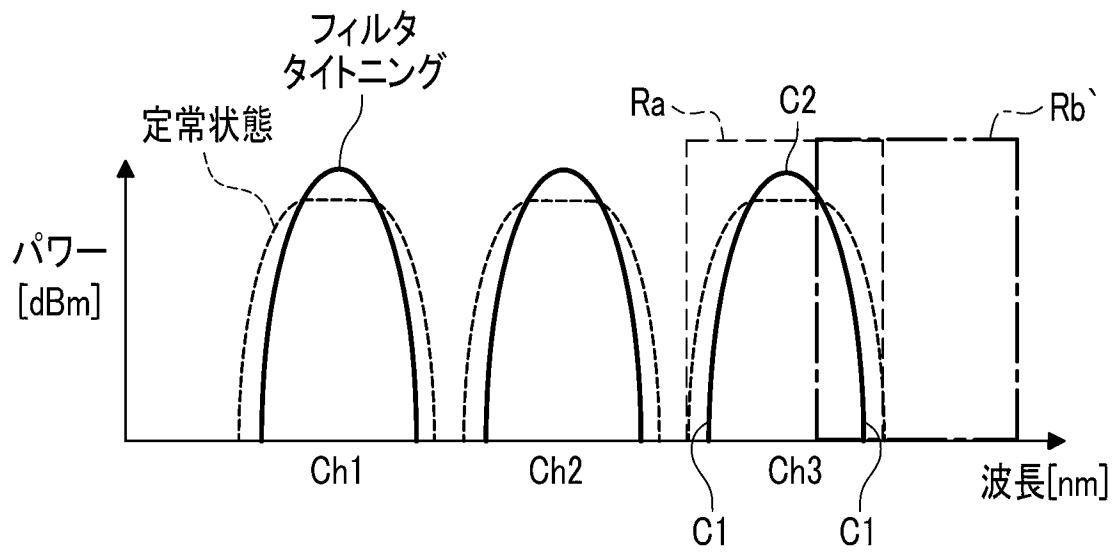
[図11]



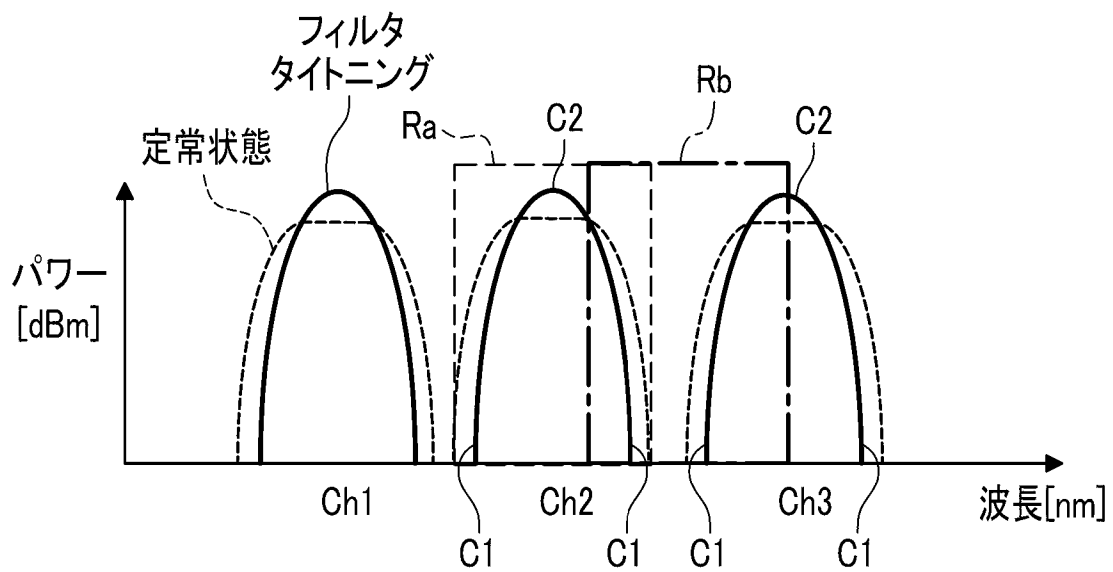
[図12]



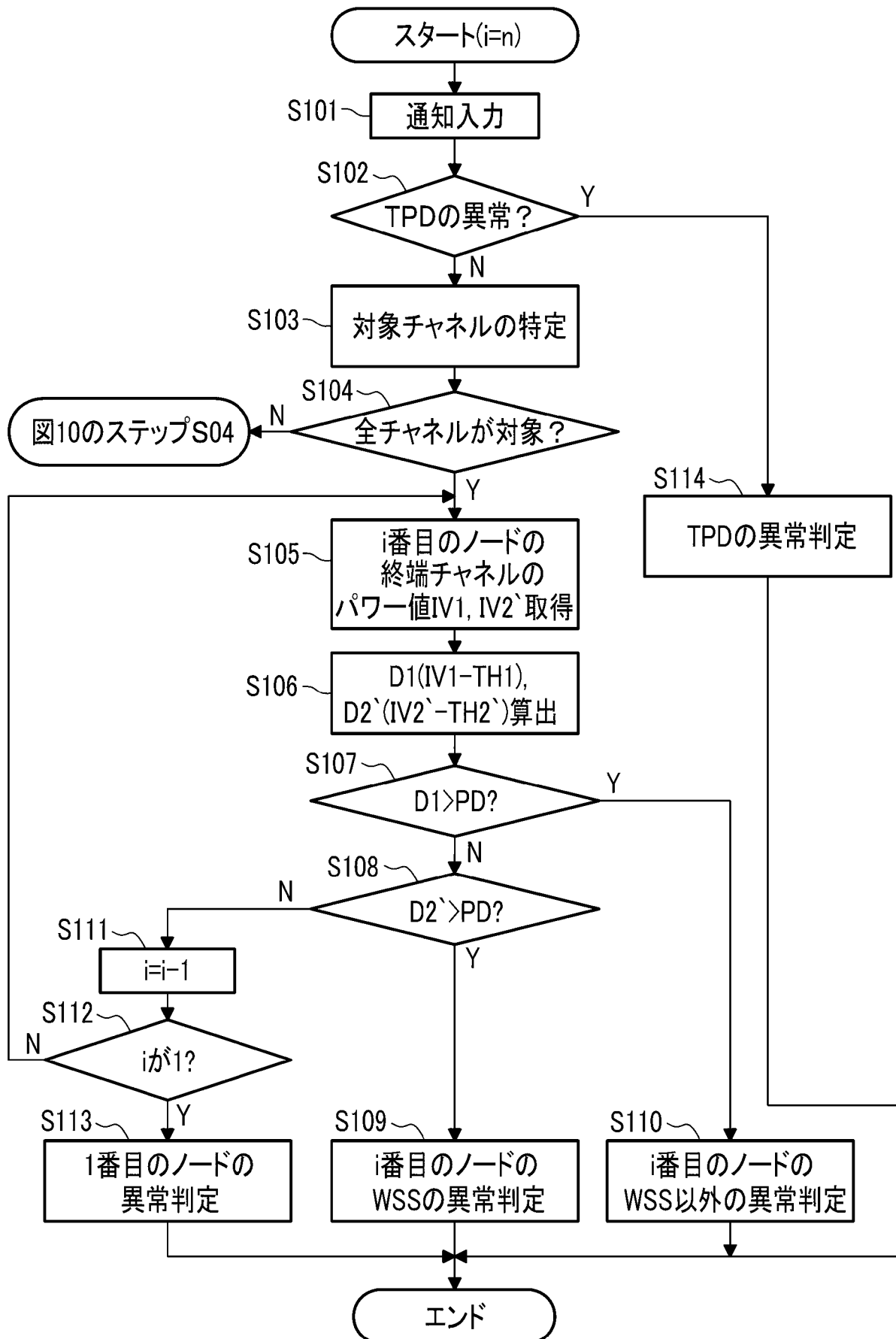
[図13]



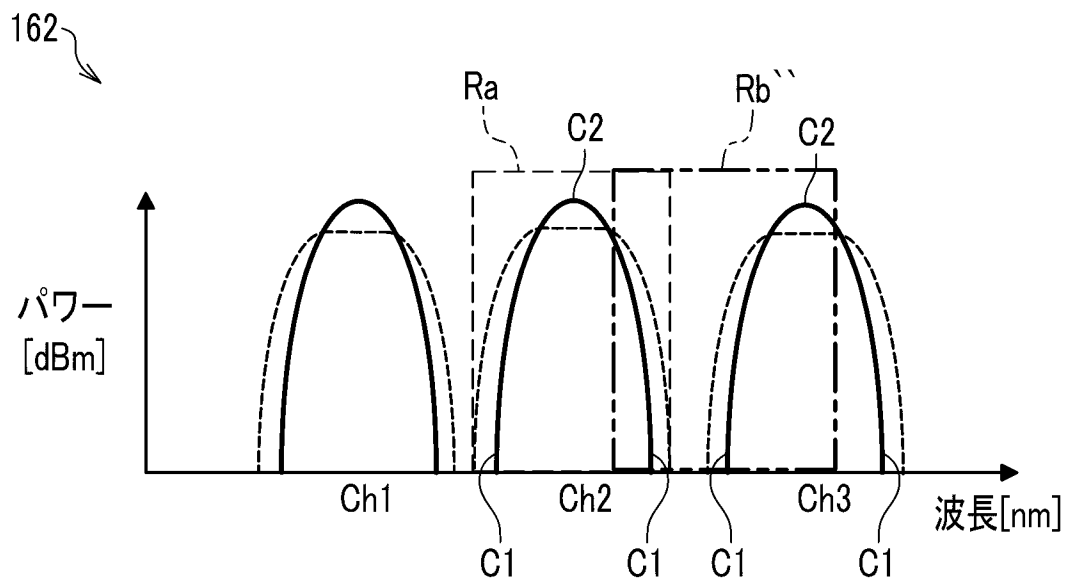
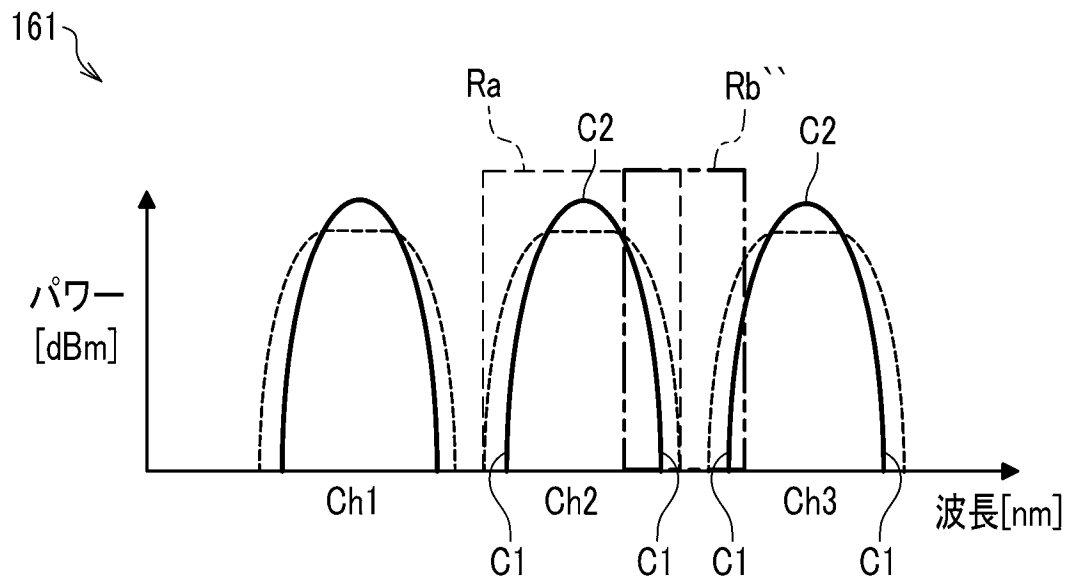
[図14]



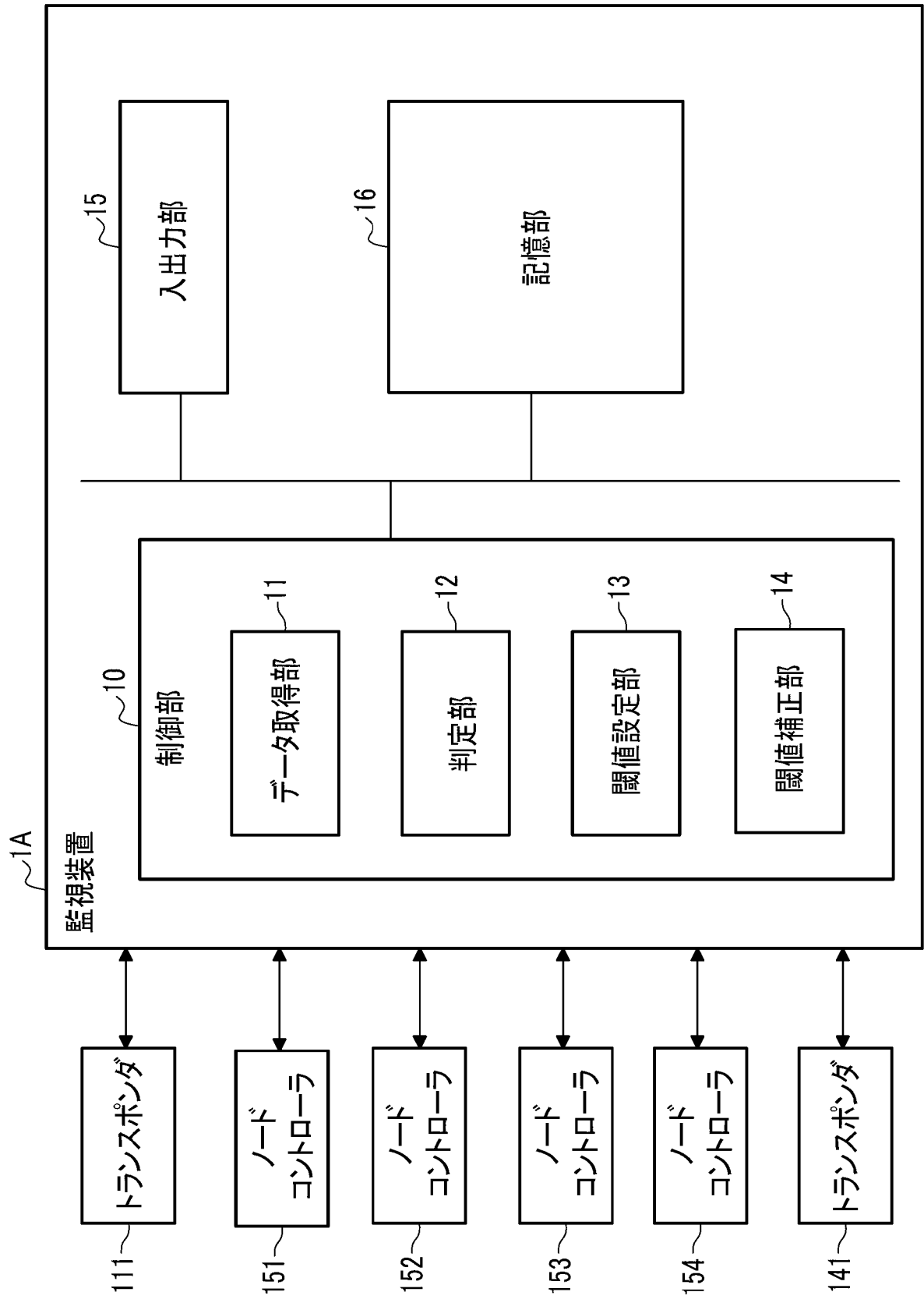
[図15]



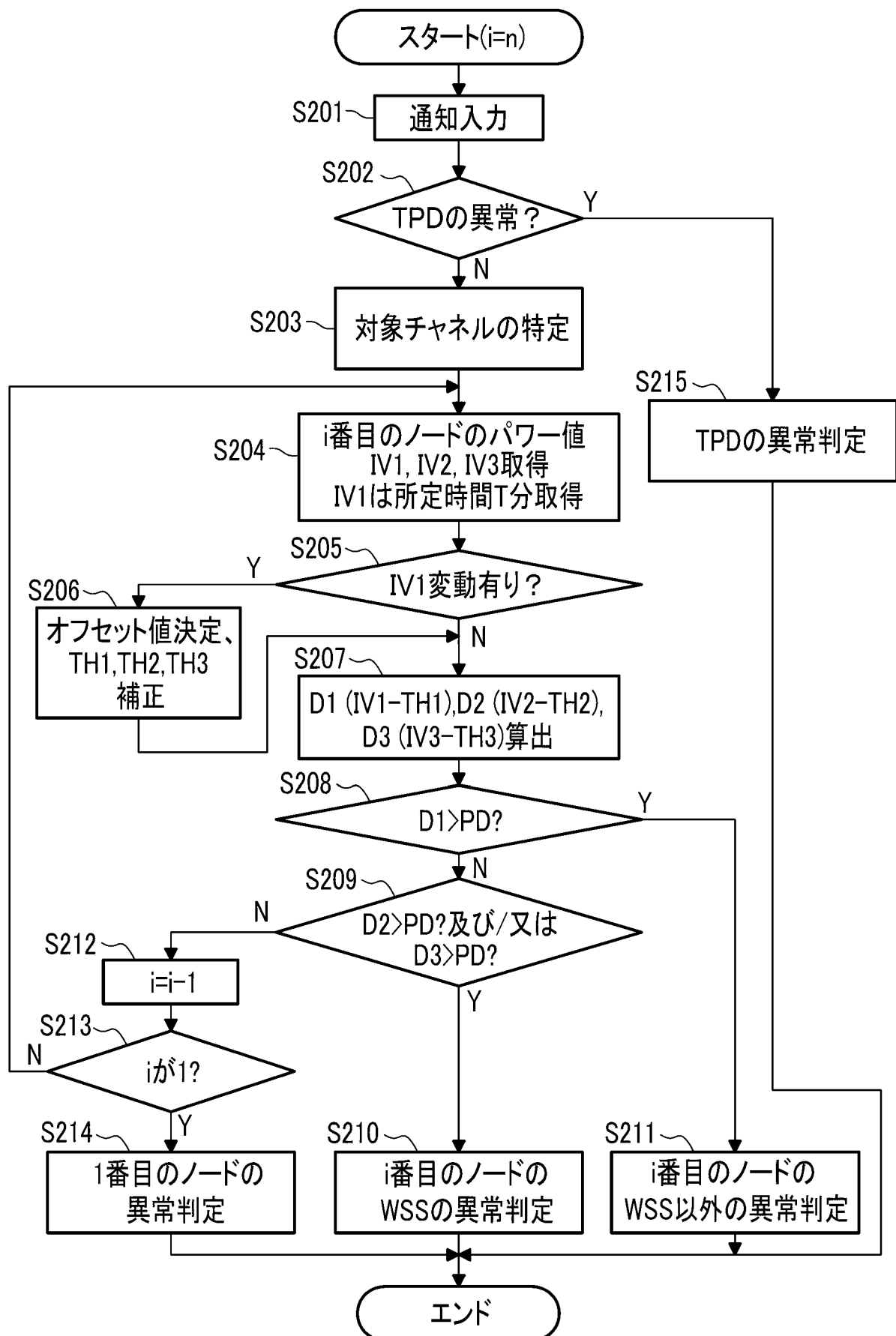
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/008084

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H04B 10/079**(2013.01)i; **H04J 14/02**(2006.01)i

FI: H04B10/079; H04J14/02

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)

H04B10/079; H04J14/02

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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	JP 2015-19289 A (FUJITSU LTD.) 29 January 2015 (2015-01-29) paragraphs [0022]-[0077], fig. 1-9	1-8
Y	JP 2015-164264 A (FUJITSU LTD.) 10 September 2015 (2015-09-10) paragraphs [0011]-[0016], fig. 1-3	1-8
A	WO 2022/009293 A1 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 13 January 2022 (2022-01-13) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2018-133720 A (FUJITSU LTD.) 23 August 2018 (2018-08-23) paragraph [0030]	1-8
A	SHARIATI, Behnam et al. Learning From the Optical Spectrum: Failure Detection and Identification. Journal of Lightwave Technology. 24 July 2018, vol. 37, issue 2, pages 433-440 pages 433-440	1-8

☐ 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

13 May 2022

Date of mailing of the international search report

24 May 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/008084

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2015-19289	A	29 January 2015	US 2016/0381441 A1 paragraphs [0029]-[0084], fig. 1-9	
JP	2015-164264	A	10 September 2015	US 2015/0249519 A1 paragraphs [0018]-[0023], fig. 1-3	
WO	2022/009293	A1	13 January 2022	(Family: none)	
JP	2018-133720	A	23 August 2018	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04B 10/079(2013.01)i; H04J 14/02(2006.01)i FI: H04B10/079; H04J14/02														
B. 調査を行った分野														
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H04B10/079; H04J14/02														
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														
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022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	JP 2015-19289 A（富士通株式会社）29.01.2015（2015 - 01 - 29） [0022]-[0077], 図1-9	1-8												
Y	JP 2015-164264 A（富士通株式会社）10.09.2015（2015 - 09 - 10） [0011]-[0016], 図1-3	1-8												
A	WO 2022/009293 A1（日本電信電話株式会社）13.01.2022（2022 - 01 - 13） 全文, 全図	1-8												
A	JP 2018-133720 A（富士通株式会社）23.08.2018（2018 - 08 - 23） [0030]	1-8												
A	SHARIATI, Behnam et al., Learning From the Optical Spectrum: Failure Detection and Identification, Journal of Lightwave Technology, 2018.07.24, Volume 37, Issue 2, pages 433 - 440 pages 433 - 440	1-8												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 13.05.2022	国際調査報告の発送日 24.05.2022													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 前田 典之 5K 9073 電話番号 03-3581-1101 内線 3556													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/008084

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2015-19289	A	29.01.2015	US 2016/0381441 A1 [0029]-[0084], 図1-9	
JP	2015-164264	A	10.09.2015	US 2015/0249519 A1 [0018]-[0023], 図1-3	
WO	2022/009293	A1	13.01.2022	(ファミリーなし)	
JP	2018-133720	A	23.08.2018	(ファミリーなし)	