

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年10月3日(03.10.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/201608 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/JP2023/011973

(22) 国際出願日: 2023年3月24日(24.03.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 榮 純明 (SAKAE, Yoshiaki); 〒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). 児玉 純 (KODAMA, Jun); 〒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). 溝口 毅彦 (MIZOGUCHI, Takehiko); 〒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). 小林 佑嗣 (KOBAYASHI, Yuji); 〒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). 網代 育大 (AJIRO, Yasuhiro); 〒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: 馬場 資博, 外 (BABA, Motohiro et al.); 〒3500046 埼玉県川越市菅原町25番地1 石井ビル2階 Saitama (JP).

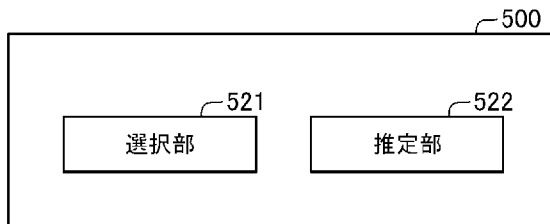
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

(54) Title: ESTIMATION DEVICE

(54) 発明の名称: 推定装置

[図7]



521 Selection unit

522 Estimation unit

(57) Abstract: An estimation device 500 includes: a selection unit 521 that selects a representative signal from among optical signals as estimation candidates on the basis of noise characteristic information indicating noise characteristics in an optical amplifier; and an estimation unit 522 that estimates an optical signal-to-noise ratio for the representative signal selected by the selection unit 521.

(57) 要約: 推定装置 500 は、光増幅器におけるノイズ特性を示すノイズ特性情報に基づいて、推定候補となる光信号の中から代表信号を選択する選択部 521 と、前記選択部 521 が選択した代表信号について光信号対雑音比を推定する推定部 522 と、を有する。

[続葉有]



WO 2024/201608 A1

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：推定装置

技術分野

[0001] 本発明は、推定装置、推定方法、記録媒体、選択装置に関する。

背景技術

[0002] 光ネットワークにおいて、光信号対雑音比（OSNR：Optical Signal to Noise Ratio）を推定する際に用いられる技術が知られている。

[0003] 例えば、特許文献1には、同一経路上を伝送される光信号のOSNRのうち、最大／最小のOSNRを効率よく絞り込んで推定する方法が開示されている。具体的に、特許文献1によると、上記方法では、ベイズ最適化を利用して次に推定する波長を決定することで、推定するOSNRを絞り込んでいく。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2020-031400号公報

[0005] 非特許文献1：Xiaojuan Xie et al. “Deep Learning-Based Signal-To-Noise Ratio Estimation Using Constellation Diagrams” Hindawi Mobile Information Systems Volume 2020, Article ID 8840340, [令和5年3月22日検索], <URL: <https://www.hindawi.com/journals/misy/2020/8840340/>>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1に記載の技術の場合、ベイズ最適化により段階的に経路を代表する最大／最小のOSNRを絞り込む。そのため、OSNRの推定を複数回繰り返す必要がある。その結果、OSNRを推定する際のコストが依然とし

てかかってしまっていた。このように、特許文献 1 に記載の技術を用いたとしても、OSNR を推定する際のコストを抑制することが難しい、という課題が生じていた。

[0007] そこで、本発明は、上述した課題を解決することが可能な推定装置、推定方法、記録媒体、選択装置を提供することを目的の一つとする。

課題を解決するための手段

[0008] かかる目的を達成するため本開示の一形態である推定装置は、
光増幅器におけるノイズ特性を示すノイズ特性情報に基づいて、推定候補となる光信号の中から代表信号を選択する選択部と、
前記選択部が選択した代表信号について光信号対雑音比を推定する推定部と、

を有する
という構成をとる。

[0009] また、本開示の他の形態である推定方法は、
情報処理装置が、
光増幅器におけるノイズ特性を示すノイズ特性情報に基づいて、推定候補となる光信号の中から代表信号を選択し、
選択した代表信号について光信号対雑音比を推定する
という構成をとる。

[0010] また、本開示の他の形態である記録媒体は、
情報処理装置に、
光増幅器におけるノイズ特性を示すノイズ特性情報に基づいて、推定候補となる光信号の中から代表信号を選択し、
選択した代表信号について光信号対雑音比を推定する
処理を実現させるためのプログラムを記録した、コンピュータが読み取り可能な記録媒体である。

[0011] かかる目的を達成するため本開示の一形態である選択装置は、
光増幅器におけるノイズ特性を示すノイズ特性情報を取得して、取得した

前記ノイズ特性情報に基づいて、光信号対雑音比を推定する候補となる光信号の中から光信号対雑音比を推定する代表信号を選択する選択部を有するという構成をとる。

発明の効果

[0012] 上述したような各構成によると、上述したような課題を解決することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]光信号対雑音比（OSNR : Optical Signal to Noise Ratio）の一例を説明するための図である。

[図2]推定システムの構成例を示す図である。

[図3]ノイズ特性情報の一例を示す図である。

[図4]端局装置の動作例を示すフローチャートである。

[図5]端局装置の他の構成例を示す図である。

[図6]本開示の第2の実施形態における推定装置のハードウェア構成例を示す図である。

[図7]推定装置の構成例を示すブロック図である。

[図8]選択装置の構成例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0014] [第1の実施形態]

本発明の第1の実施形態を図1から図5までを参照して説明する。図1は、光信号対雑音比（OSNR : Optical Signal to Noise Ratio）の一例を説明するための図である。図2は、推定システム100の構成例を示す図である。図3は、ノイズ特性情報420の一例を示す図である。図4は、端局装置300の動作例を示すフローチャートである。図5は、端局装置300の他の構成例を示す図である。

[0015] 本開示の第1の実施形態では、コンスタレーション波形などのコヒーレント受信された信号情報に基づいて通信品質を推定する推定システム100について説明する。例えば、推定システム100は、信号情報を予め学習した

モデルに入力することで、光信号対雑音比などの通信品質を推定する。なお、信号情報に基づく通信品質の推定について記載された文献としては、例えば、非特許文献１がある。

[0016] また、後述するように、本開示における推定システム１００は、同じ経路で伝送された複数の光信号における光信号対雑音比の推定を、代表の光信号での推定値で代替することができる。例えば、推定システム１００は、光増幅器におけるノイズ特性を示すノイズ特性情報４２０に基づいて、同じ経路で伝送された複数の光信号のうち代表となる光信号を特定する。そして、推定システム１００は、特定した光信号について光信号対雑音比を推定する。なお、推定システム１００は、代表の光信号を一つのみ特定してもよいし、複数特定してもよい。

[0017] なお、光信号対雑音比は、信号強度と雑音強度の比を表す値である。例えば、光信号対雑音比は、光増幅器で付加される自然放射増幅光（ASE：Amplified Spontaneous Emission）により雑音が乗ることで悪化する。図１は、光の増幅と雑音との関係の一例を示している。図１を参照すると、光ネットワークにおいては、光増幅器を通過するごとに光増幅器由来の雑音を追加され、光信号対雑音比が悪化していることが分かる。

[0018] 推定システム１００は、光ファイバに９６波長や１２８波長など複数波長の光信号を重畳して通信する光波長多重通信（WDM：Wavelength Division Multiplexing）を行うシステムである。図２は、推定システム１００の構成例を示している。図２を参照すると、推定システム１００は、例えば、アンプ２００と、端局装置３００と、NMS（Network Management System）４１０と、ノイズ特性情報４２０と、を含んでいる。

[0019] アンプ２００は、光信号を増幅する光増幅器である。アンプ２００は、光信号の伝送距離に応じて、伝送経路上に任意の間隔で設置されている。

[0020] 一例として、アンプ２００は、エルビウム添加ファイバ増幅器（EDFA：Erbium Doped Fiber Amplifier）である。アンプ２００では、励起光と信号光とを合波して、エルビウムを添加した光ファイバ内に通すことで、光信号の信

号強度を増幅させることができる。ただし、図1で例示したように、アンプ200により光信号の信号強度が増幅する一方で光信号に雑音も乗ることとなる。

[0021] なお、アンプ200は、エルビウム添加ファイバ増幅器以外であってもよい。例えば、アンプ200は、プラセオジウムやツリウムなどエルビウム以外の希土類を添加したファイバを用いた光増幅器などであってもよい。

[0022] 端局装置300は、他方に位置する端局装置300などが送信した光信号を受信する処理装置である。また、端局装置300は、光信号対雑音比の推定を行うことができる。図2を参照すると、端局装置300は、例えば、分波器310と、受信機320と、を有している。端局装置300は、重畳して伝送する波長の数に応じた受信機320を有してよい。また、端局装置300は、上記構成のほか、グループ判定部330と、代表信号選択部340と、受信光データ収集部350と、通信品質推定部360と、推定結果出力部370と、を有することができる。例えば、端局装置300は、CPU (Central Processing Unit) などの演算装置と、記憶装置と、を有している。端局装置300は、記憶装置に格納されたプログラムを演算装置が実行することで、上記各処理部を実現してよい。

[0023] なお、演算処理部は、上述したCPUの代わりに、GPU (Graphic Processing Unit)、DSP (Digital Signal Processor)、MPU (Micro Processing Unit)、FPU (Floating point number Processing Unit)、PPU (Physics Processing Unit)、TPU (Tensor Processing Unit)、量子プロセッサ、マイクロコントローラ、又は、これらの組み合わせなどを有してもよい。

[0024] 分波器310は、光ファイバを伝送してきた波長の異なる複数の光信号を波長ごとに分波する。例えば、光波長多重通信では、複数の波長が重畳して光ファイバを伝送する。分波器310は、重畳して伝送する複数の波長を波長ごとに分波することができる。

[0025] 受信機320は、分波器310が分波した光信号を受信して、OE (Optic

al signal / Electrical signal) 変換やA D (Analog / Digital) 変換などを行う。図2を参照すると、受信機320は、OE変換部321と、AD変換部322と、DSP (Digital Signal Processor) 323と、を有している。

[0026] 例えば、OE変換部321は、分波器310から受信した光信号を電気信号に変換する。また、AD変換部322は、OE変換部321が出力するアナログ信号をデジタル信号に変換する。また、DSP323は、デジタル信号に基づく所定の処理を行う。例えば、DSP323は、誤り訂正符号化処理や光信号対雑音比を推定するために必要となる各種処理などを行うことができる。DSP323が行う処理は一般的なものであってよい。

[0027] グループ判定部330は、受信機320が受信した各波長の光信号のうち、同じ経路で伝送された光信号を特定する。そして、グループ判定部330は、同じ経路で伝送された光信号が同一のグループに属するように、各光信号をグループ化する。換言すると、グループ判定部330は、推定候補となる各波長の光信号のうち、同じ光ファイバやアンプ200を経由した光信号が同一のグループに属するように、各波長の光信号をグループ分けする。

[0028] 例えば、グループ判定部330は、光ファイバを伝送する光通信を管理するNMS410から経路情報などを取得することにより、受信機320が受信した各波長の光信号のうち、同じ経路で伝送された光信号を特定する。そして、グループ判定部330は、特定した結果に応じてグループ分けを行う。このように、グループ判定部330は、NMS410から各光信号が伝送する経路を示す経路情報などを取得することで、光信号のグループ分けを行うことができる。

[0029] 代表信号選択部340は、グループ判定部330がグループ分けを行ったグループごとに、グループを代表する代表信号を選択する。換言すると、代表信号選択部340は、同じ経路を伝送した光信号の中から代表信号を選択する。代表信号選択部340は、代表信号として一つの光信号を選択してもよいし、複数の光信号を選択してもよい。

- [0030] 本開示の場合、代表信号選択部340は、光増幅器であるアンプ200におけるノイズ特性を示すノイズ特性情報420を参照して、参照した結果に応じて代表信号を選択することができる。例えば、図3は、アンプ200としてエルビウム添加ファイバ増幅器を用いる場合におけるノイズ特性情報420の一例を示している。図3を参照すると、ノイズ特性情報420では、雑音の大きさに応じた値である雑音指数を波長ごとに示している。図3で示す例の場合、雑音指数の値が大きいほど雑音が大きくなることを示している。従って、例えば、図3の例では、1540nm辺りの波長において最も雑音が増えることが分かる。
- [0031] 代表信号選択部340は、上記のようなノイズ特性情報420を参照して、同一グループに含まれる各波長に対応する雑音指数を特定することで、代表信号を選択する。例えば、代表信号選択部340は、グループに含まれる各波長に対応する雑音指数を特定する。そして、代表信号選択部340は、特定した雑音指数が最も高くなる波長の光信号を代表信号として選択することができる。
- [0032] また、代表信号選択部340は、同じグループに含まれる光信号のうち、雑音指数が最も高くなる波長の光信号以外を代表信号として選択してもよい。例えば、代表信号選択部340は、同じグループに含まれる光信号のうち雑音指数が最も低くなる波長の光信号を代表信号として選択してもよい。代表信号選択部340は、同じグループに含まれる光信号のうち雑音指数が中央に位置する波長の光信号を代表信号として選択してもよい。また、代表信号選択部340は、所定時間ごとに選択する代表信号を切り替えるよう構成してもよいし、雑音指数が最も高くなる波長の光信号と雑音指数が最も低くなる波長の光信号とを選択するなど、複数の光信号を代表信号として選択してもよい。
- [0033] なお、後述するように、ノイズ特性情報420では、アンプ200に添加されている希土類の種類、アンプ200の製造元、製品種別ごとなど、ノイズ特性が異なる可能性のあるアンプ200の種別ごとに各波長のノイズ特性

を示す情報を含むことができる。代表信号選択部 340 は、経路上に存在する各アンプ 200 に対応するノイズ特性を示す情報のうち、代表信号を選択する際に用いるノイズ特性を示す情報を、任意の方法を用いて決定するよう構成してもよい。例えば、代表信号選択部 340 は、端局装置 300 の最も近くに存在するアンプ 200 に対応するノイズ特性を示す情報を、代表信号を選択する際に用いるものと決定することができる。また、代表信号選択部 340 は、経路上に存在するアンプ 200 のうち、最も数の多い種別のアンプ 200 に対応するノイズ特性を示す情報を、代表信号を選択する際に用いるものと決定してもよい。なお、代表信号選択部 340 は、経路上に存在する各アンプ 200 の種別それぞれに対応するノイズ特性を示す情報を用いて、代表信号を選択してもよい。例えば、代表信号選択部 340 は、複数のノイズ特性を示す情報に基づく雑音指数の合計値や平均値などを算出した結果を用いて、代表信号を選択してもよい。

[0034] 受信光データ収集部 350 は、代表信号選択部 340 が代表信号として選択した波長の光信号について、コンスタレーション波形などの信号情報を収集する。

[0035] 通信品質推定部 360 は、受信光データ収集部 350 が収集した信号情報を予め学習したモデルに入力することで、信号対雑音比の推定を行うなど、通信品質の推定を行う。通信品質推定部 360 は、既知の技術を用いて上記推定を行ってよい。例えば、通信品質推定部 360 は、信号情報の入力に応じて信号対雑音比の推定結果などを出力するよう、予め教師データなどを用いて学習したモデルを有している。通信品質推定部 360 は、上記のような学習済みモデルに対して信号情報を入力することで、信号対雑音比の推定結果などを取得することができる。

[0036] また、通信品質推定部 360 は、代表信号について推定した結果に基づいて、同じグループに属するほかの光信号について信号対雑音比の推定を行うことができる。例えば、通信品質推定部 360 は、ノイズ特性情報 420 に基づいて、推定した代表信号と同じグループに属するほかの光信号について

信号対雑音比の推定を行うことができる。例えば、上述したように、ノイズ特性情報 420 を参照することで、波長ごとの雑音指数を特定することができる。そこで、通信品質推定部 360 は、代表信号とそのほか光信号における雑音指数の差異に応じた補正を各光信号について行うことで、代表信号の信号対雑音比に基づいてそのほかの光信号の信号対雑音比を推定することができる。なお、雑音指数の差異に応じた具体的な補正量などは任意に設定してよい。また、同じグループにおいて複数の代表信号について信号対雑音比の推定を行った場合、通信品質推定部 360 は、推定した信号対雑音比の最大値や中央値などを、代表信号以外の光信号における信号対雑音比として推定してもよい。通信品質推定部 360 は、代表信号以外の光信号における信号対雑音比として、代表信号の信号対雑音比を採用してもよい。

[0037] 推定結果出力部 370 は、通信品質推定部 360 が推定した結果を出力する。例えば、推定結果出力部 370 は、画面表示装置に上に通信品質推定部 360 が推定した結果を表示させてもよいし、そのほか外部装置などに対して通信品質推定部 360 が推定した結果を送信してもよい。なお、推定結果出力部 370 は、グループ判定部 330 が判定したグループごとに、通信品質推定部 360 が推定した結果を出力することができる。

[0038] 例えば、以上のように、端局装置 300 は、同じ経路を伝送した光信号の中から代表信号を選択して、選択した代表信号について信号対雑音比を推定する。また、端局装置 300 は、上記選択を行う際、ノイズ特性情報 420 に基づく選択を行うことができる。

[0039] NMS 410 は、光ファイバを伝送する光通信を管理する。NMS 410 は、一般的なネットワークマネジメントシステムであってよい。例えば、NMS 410 は、各波長の光信号が伝送する経路を示す経路情報を有している。NMS 410 は、端局装置 300 からの指示などに応じて、経路情報を端局装置 300 に対して送信することができる。

[0040] ノイズ特性情報 420 は、光増幅器であるアンプ 200 におけるノイズ特性を示している。例えば、ノイズ特性情報 420 では、雑音の大きさに応じ

た値である雑音指数が波長ごとに示されている。上述したように、アンプ200としてエルビウム添加ファイバ増幅器を用いる場合におけるノイズ特性情報420の一例が図3である。例えば、ノイズ特性情報420が示す各波長のノイズ特性を示す情報は、各種別のアンプ200を用いて光信号を増幅した結果を実際に測定することなどにより予め取得され、外部の記憶装置などに格納されている。

[0041] なお、ノイズ特性情報420では、アンプ200に添加されている希土類の種類、アンプ200の製造元、製品種別ごとなど、ノイズ特性が異なる可能性のあるアンプ200の種別ごとに各波長のノイズ特性を示す情報を含むことができる。また、ノイズ特性情報420は、上記例示した以外の光増幅器由来のノイズ特性を示す情報を含んでもよい。

[0042] 以上が、推定システム100の構成例である。続いて、図4を参照して、端局装置300の動作例について説明する。

[0043] 図4は、端局装置300の動作例を示すフローチャートである。図4を参照すると、グループ判定部330は、受信機320が受信した各波長の光信号のうち、同じ光ファイバやアンプ200を経由した光信号が同一のグループに属するように、各波長の光信号をグループ分けする（ステップS101）。

[0044] 代表信号選択部340は、グループ判定部330がグループ分けを行ったグループごとに、グループを代表する代表信号を選択する。例えば、代表信号選択部340は、ノイズ特性情報420を参照して、参照した結果に基づいて代表信号を選択する（ステップS102）。

[0045] 受信光データ収集部350は、代表信号選択部340が代表信号として選択した波長の光信号について、コンスタレーション波形などの信号情報を収集する（ステップS103）。

[0046] 通信品質推定部360は、受信光データ収集部350が収集した信号情報を予め学習したモデルに入力することで、信号対雑音比の推定を行う（ステップS104）。また、通信品質推定部360は、代表信号について推定し

た結果に基づいて、同じグループに属するほかの光信号について信号対雑音比の推定を行ってもよい。

[0047] 推定結果出力部 370 は、通信品質推定部 360 が推定した結果を出力する（ステップ S105）。例えば、推定結果出力部 370 は、画面表示装置に上に通信品質推定部 360 が推定した結果を表示させてもよいし、そのほか外部装置などに対して通信品質推定部 360 が推定した結果を送信してもよい。

[0048] 以上が、端局装置 300 の動作例である。

[0049] このように、端局装置 300 は、代表信号選択部 340 と通信品質推定部 360 とを有している。このような構成によると、通信品質推定部 360 は、各光信号のうち代表信号選択部 340 が選択した代表信号を代表として、信号対雑音比の推定を行うことができる。これにより、端局装置 300 は、信号対雑音比を推定する際におけるデータ量、管理するモデル数、計算リソースなどのコストを抑制することができる。

[0050] また、端局装置 300 は、グループ判定部 330 を有している。このような構成によると、通信品質推定部 360 は、同じ経路を伝送した光信号の中から選択した代表信号について信号対雑音比の推定を行うことができる。その結果、コストを抑制しつつより適切な推定を行うことができる。

[0051] なお、端局装置 300 の構成は、図 2 で例示した場合に限定されない。例えば、図 5 は、端局装置 300 の他の構成例を示している。図 5 で例示するように、端局装置 300 は、グループ判定部 330 と代表信号選択部 340 とを有する選択装置と、受信光データ収集部 350 と、通信品質推定部 360 と、推定結果出力部 370 と、を有する端局装置と、から構成されてもよい。また、端局装置 300 がノイズ特性情報 420などを予め有していてもよい。

[0052] [第 2 の実施形態]

次に、本開示の第 2 の実施形態について、図 6 から図 8 までを参照して説明する。図 6 は、推定装置 500 のハードウェア構成例を示す図である。図

7は、推定装置500の構成例を示すブロック図である。図8は、選択装置600の構成例を示すブロック図である。

[0053] 本開示の第2の実施形態においては、光信号対雑音比を推定する情報処理装置である推定装置500について説明する。また、本開示の第2の実施形態においては、推定対象となる光信号を選択する選択装置600について説明する。図6は、推定装置500のハードウェア構成例を示している。図6を参照すると、推定装置500は、一例として、以下のようなハードウェア構成を有している。

- ・CPU (Central Processing Unit) 501 (演算装置)

- ・ROM (Read Only Memory) 502 (記憶装置)

- ・RAM (Random Access Memory) 503 (記憶装置)

- ・RAM 503にロードされるプログラム群504

- ・プログラム群504を格納する記憶装置505

- ・情報処理装置外部の記録媒体510の読み書きを行うドライブ装置506

- ・情報処理装置外部の通信ネットワーク511と接続する通信インターフェース507

- ・データの入出力を行う入出力インターフェース508

- ・各構成要素を接続するバス509

[0054] また、推定装置500は、プログラム群504をCPU 501が取得して当該CPU 501が実行することで、図7に示す選択部521、推定部522としての機能を実現することができる。なお、プログラム群504は、例えば、予め記憶装置505やROM 502に格納されており、必要に応じてCPU 501がRAM 503などにロードして実行する。また、プログラム群504は、通信ネットワーク511を介してCPU 501に供給されてもよいし、予め記録媒体510に格納されており、ドライブ装置506が該プ

プログラムを読み出してCPU 501に供給してもよい。

[0055] なお、図6は、推定装置500のハードウェア構成例を示している。推定装置500のハードウェア構成は上述した場合に限定されない。例えば、推定装置500は、ドライブ装置506を有さないなど、上述した構成の一部から構成されてもよい。また、CPU 501は、第1の実施形態で例示したGPUなどであってもよい。

[0056] 選択部521は、光増幅器におけるノイズ特性を示すノイズ特性情報に基づいて、推定候補となる光信号の中から代表信号を選択する。例えば、選択部521は、光信号が伝送する経路上に存在する光増幅器におけるノイズ特性を示す情報に基づいて代表信号を選択することができる。

[0057] 推定部522は、選択部521が選択した代表信号について光信号対雑音比を推定する。推定部522は、予め学習したモデルに基づいて光信号対雑音比を推定するなど、既知の手段を用いて上記推定を行ってよい。

[0058] このように、推定装置500は、選択部521と推定部522とを有している。このような構成によると、推定部522は、選択部521が選択した代表信号について光信号対雑音比を推定することができる。これにより、推定装置500は、信号対雑音比を推定する際におけるコストを抑制することができる。

[0059] なお、上述した推定装置500は、当該推定装置500などの情報処理装置に所定のプログラムが組み込まれることで実現できる。具体的に、本発明の他の形態であるプログラムは、推定装置500などの情報処理装置に、光増幅器におけるノイズ特性を示すノイズ特性情報に基づいて、推定候補となる光信号の中から代表信号を選択し、選択した代表信号について光信号対雑音比を推定する、処理を実現するためのプログラムである。

[0060] また、上述した推定装置500などの情報処理装置により実行される推定方法は、情報処理装置が、光増幅器におけるノイズ特性を示すノイズ特性情報に基づいて、推定候補となる光信号の中から代表信号を選択し、選択した代表信号について光信号対雑音比を推定する、という方法である。

[0061] 上述した構成を有する、プログラム、又は、プログラムを記録したコンピュータが読み取り可能な記録媒体、又は、推定方法、の発明であっても、上述した推定装置500と同様の作用・効果を奏するために、上述した本開示の目的を達成することができる。

[0062] また、推定対象となる光信号を選択する選択装置600も、上述した推定装置500と同様に、上述した本開示の目的を達成することができる。図8は、選択装置600の構成例を示している。図8を参照すると、選択装置600は、選択部621を有している。なお、選択装置600のハードウェア構成は、図6を参照して説明した推定装置500と同様であってよい。

[0063] 選択部621は、光増幅器におけるノイズ特性を示すノイズ特性情報を取得して、取得した前記ノイズ特性情報に基づいて、光信号対雑音比を推定する候補となる光信号の中から光信号対雑音比を推定する代表信号を選択する。例えば、選択装置600は、選択部621が選択した代表信号を示す情報を外部装置へと出力する。これに応じて、推定装置などの外部装置は、代表信号に対する推定を行うことができる。

[0064] 例えば、上述したような構成を有する選択装置600であっても、上述した推定装置500と同様の作用・効果を奏するために、上述した本開示の目的を達成することができる。なお、同様の構成を有するプログラム、又は、プログラムを記録したコンピュータが読み取り可能な記録媒体、又は、選択方法、の発明であっても、同様である。

[0065] <付記>

上記実施形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載されうる。以下、本発明における推定装置などの概略を説明する。但し、本発明は、以下の構成に限定されない。

[0066] (付記1)

光増幅器におけるノイズ特性を示すノイズ特性情報に基づいて、推定候補となる光信号の中から代表信号を選択する選択部と、

前記選択部が選択した代表信号について光信号対雑音比を推定する推定部

と、

を有する

推定装置。

(付記 2)

付記 1 に記載の推定装置であって、

光信号が伝送する経路を示す経路情報に基づいて推定候補となる光信号をグループ分けするグループ判定部を有し、

前記選択部は、前記グループ判定部がグループ分けしたグループごとに代表信号を選択する

推定装置。

(付記 3)

付記 2 に記載の推定装置であって、

前記グループ判定部は、同一のファイバと同一の光増幅器を経由した光信号が同一のグループに属するように、前記経路情報に基づいてグループ分けを行う

推定装置。

(付記 4)

付記 1 から付記 3 までのうちのいずれか 1 項に記載の推定装置であって、

前記ノイズ特性情報は、雑音の大きさに応じた値を波長ごとに示しており

、

前記選択部は、同一のグループに属する光信号の中から前記ノイズ特性情報が示す雑音の大きさに応じた値に基づいて代表信号を選択する

推定装置。

(付記 5)

付記 4 に記載の推定装置であって、

前記選択部は、同一のグループに属する光信号のうち、前記ノイズ特性情報が示す雑音の大きさに応じた値が最も高くなる光信号を代表信号として選択する

推定装置。

(付記 6)

付記 1 から付記 5 までのうちのいずれか 1 項に記載の推定装置であって、
前記推定部は、前記選択部が選択した代表信号について光信号対雑音比を
推定した後、代表信号とは異なる光信号について光信号対雑音比を推定する
推定装置。

(付記 7)

付記 6 に記載の推定装置であって、
前記推定部は、前記選択部が選択した代表信号について光信号対雑音比を
推定した結果と前記ノイズ特性情報とに基づいて、代表信号とは異なる光信
号について光信号対雑音比を推定する
推定装置。

(付記 8)

情報処理装置が、
光増幅器におけるノイズ特性を示すノイズ特性情報に基づいて、推定候補
となる光信号の中から代表信号を選択し、
選択した代表信号について光信号対雑音比を推定する
推定方法。

(付記 9)

情報処理装置に、
光増幅器におけるノイズ特性を示すノイズ特性情報に基づいて、推定候補
となる光信号の中から代表信号を選択し、
選択した代表信号について光信号対雑音比を推定する
処理を実現するためのプログラムを記録した、コンピュータが読み取り可
能な記録媒体。

(付記 10)

光増幅器におけるノイズ特性を示すノイズ特性情報を取得して、取得した
前記ノイズ特性情報に基づいて、光信号対雑音比を推定する候補となる光信

号の中から光信号対雑音比を推定する代表信号を選択する選択部を有する選択装置。

[0067] なお、上記各実施形態及び付記において記載したプログラムは、記憶装置に記憶されていたり、コンピュータが読み取り可能な記録媒体に記録されていたりする。例えば、記録媒体は、フレキシブルディスク、光ディスク、光磁気ディスク、及び、半導体メモリ等の可搬性を有する媒体である。

[0068] 以上、上記各実施形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は、上述した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、本願発明の範囲内で当業者が理解しうる様々な変更をすることができる。

符号の説明

- [0069] 1 0 0 推定システム
2 0 0 アンプ
3 0 0 端局装置
3 1 0 分波器
3 2 0 受信機
3 2 1 O E 変換部
3 2 2 A D 変換部
3 2 3 D S P
3 3 0 グループ判定部
3 4 0 代表信号選択部
3 5 0 受信光データ収集部
3 6 0 通信品質推定部
3 7 0 推定結果出力部
4 1 0 N M S
4 2 0 ノイズ特性情報
5 0 0 推定装置
5 0 1 C P U
5 0 2 R O M

- 5 0 3 R A M
- 5 0 4 プログラム群
- 5 0 5 記憶装置
- 5 0 6 ドライブ装置
- 5 0 7 通信インタフェース
- 5 0 8 入出力インタフェース
- 5 0 9 バス
- 5 1 0 記録媒体
- 5 1 1 通信ネットワーク
- 5 2 1 選択部
- 5 2 2 推定部
- 6 0 0 選択装置
- 6 2 1 選択部

請求の範囲

- [請求項1] 光増幅器におけるノイズ特性を示すノイズ特性情報に基づいて、推定候補となる光信号の中から代表信号を選択する選択部と、
前記選択部が選択した代表信号について光信号対雑音比を推定する推定部と、
を有する
推定装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の推定装置であって、
光信号が伝送する経路を示す経路情報に基づいて推定候補となる光信号をグループ分けするグループ判定部を有し、
前記選択部は、前記グループ判定部がグループ分けしたグループごとに代表信号を選択する
推定装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の推定装置であって、
前記グループ判定部は、同一のファイバと同一の光増幅器を経由した光信号が同一のグループに属するように、前記経路情報に基づいてグループ分けを行う
推定装置。
- [請求項4] 請求項1に記載の推定装置であって、
前記ノイズ特性情報は、雑音の大きさに応じた値を波長ごとに示しており、
前記選択部は、同一のグループに属する光信号の中から前記ノイズ特性情報が示す雑音の大きさに応じた値に基づいて代表信号を選択する
推定装置。
- [請求項5] 請求項4に記載の推定装置であって、
前記選択部は、同一のグループに属する光信号のうち、前記ノイズ特性情報が示す雑音の大きさに応じた値が最も高くなる光信号を代表

信号として選択する

推定装置。

[請求項6]

請求項1に記載の推定装置であって、

前記推定部は、前記選択部が選択した代表信号について光信号対雑音比を推定した後、代表信号とは異なる光信号について光信号対雑音比を推定する

推定装置。

[請求項7]

請求項6に記載の推定装置であって、

前記推定部は、前記選択部が選択した代表信号について光信号対雑音比を推定した結果と前記ノイズ特性情報とに基づいて、代表信号とは異なる光信号について光信号対雑音比を推定する

推定装置。

[請求項8]

情報処理装置が、

光増幅器におけるノイズ特性を示すノイズ特性情報に基づいて、推定候補となる光信号の中から代表信号を選択し、

選択した代表信号について光信号対雑音比を推定する

推定方法。

[請求項9]

情報処理装置に、

光増幅器におけるノイズ特性を示すノイズ特性情報に基づいて、推定候補となる光信号の中から代表信号を選択し、

選択した代表信号について光信号対雑音比を推定する

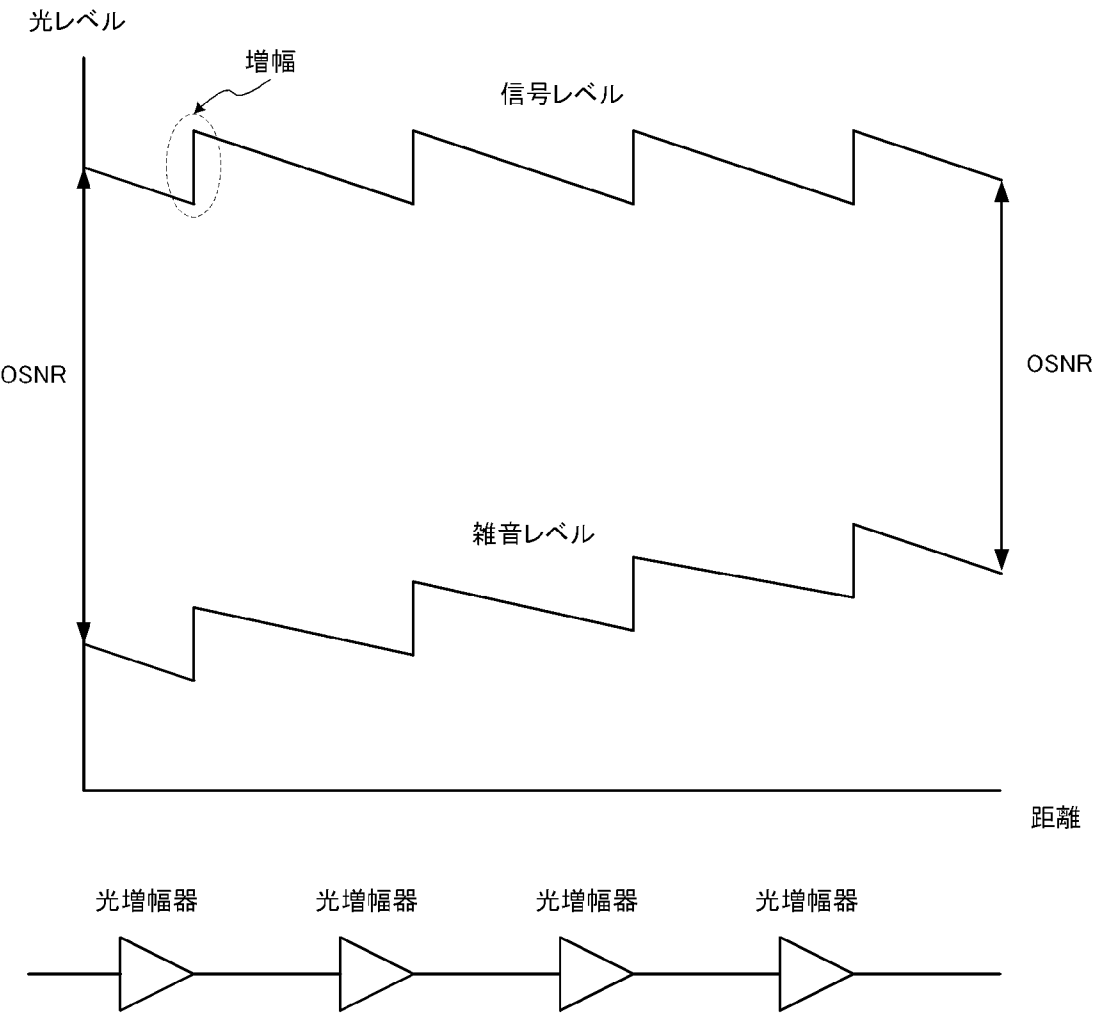
処理を実現するためのプログラムを記録した、コンピュータが読み取り可能な記録媒体。

[請求項10]

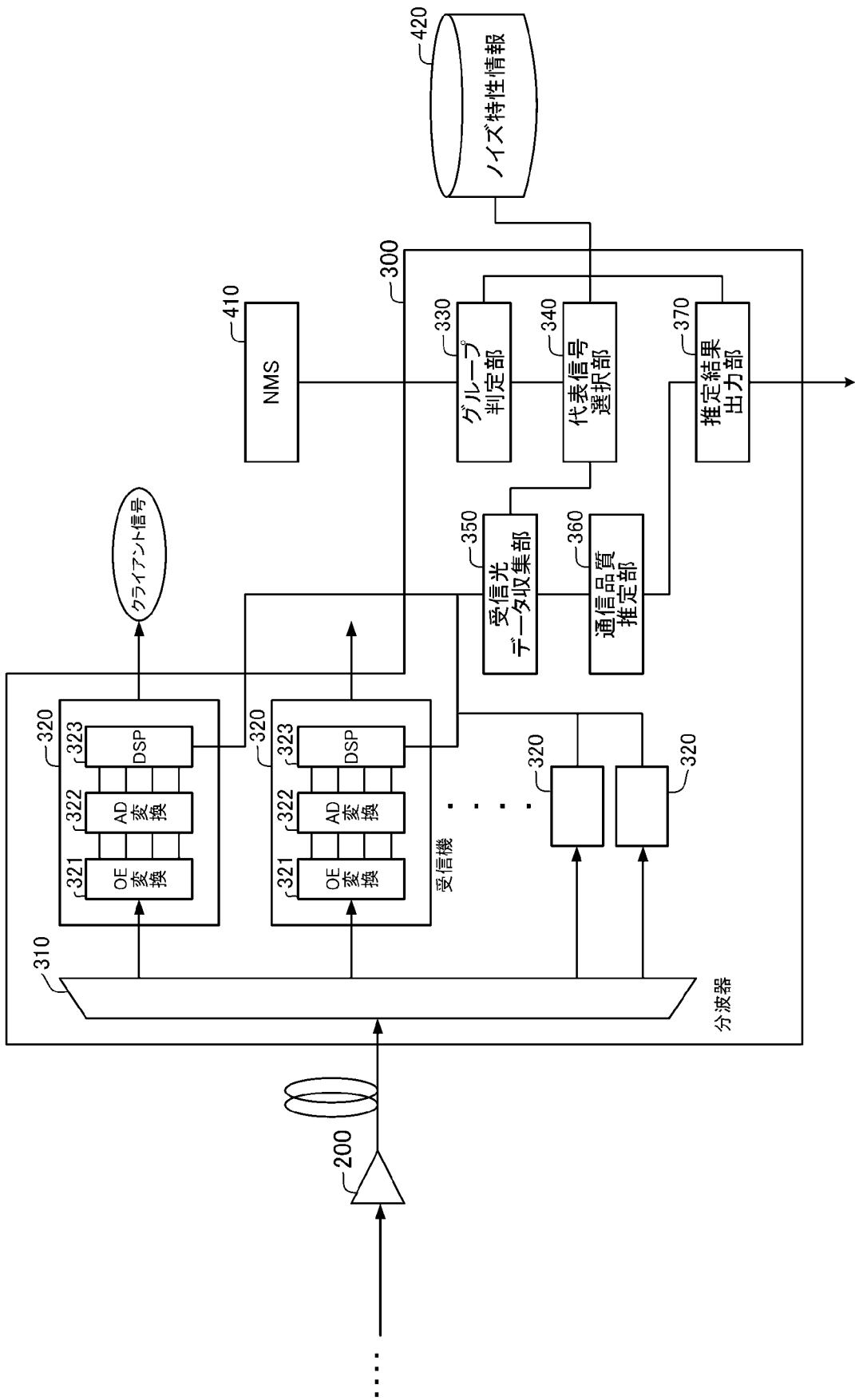
光増幅器におけるノイズ特性を示すノイズ特性情報を取得して、取得した前記ノイズ特性情報に基づいて、光信号対雑音比を推定する候補となる光信号の中から光信号対雑音比を推定する代表信号を選択する選択部を有する

選択装置。

[図1]

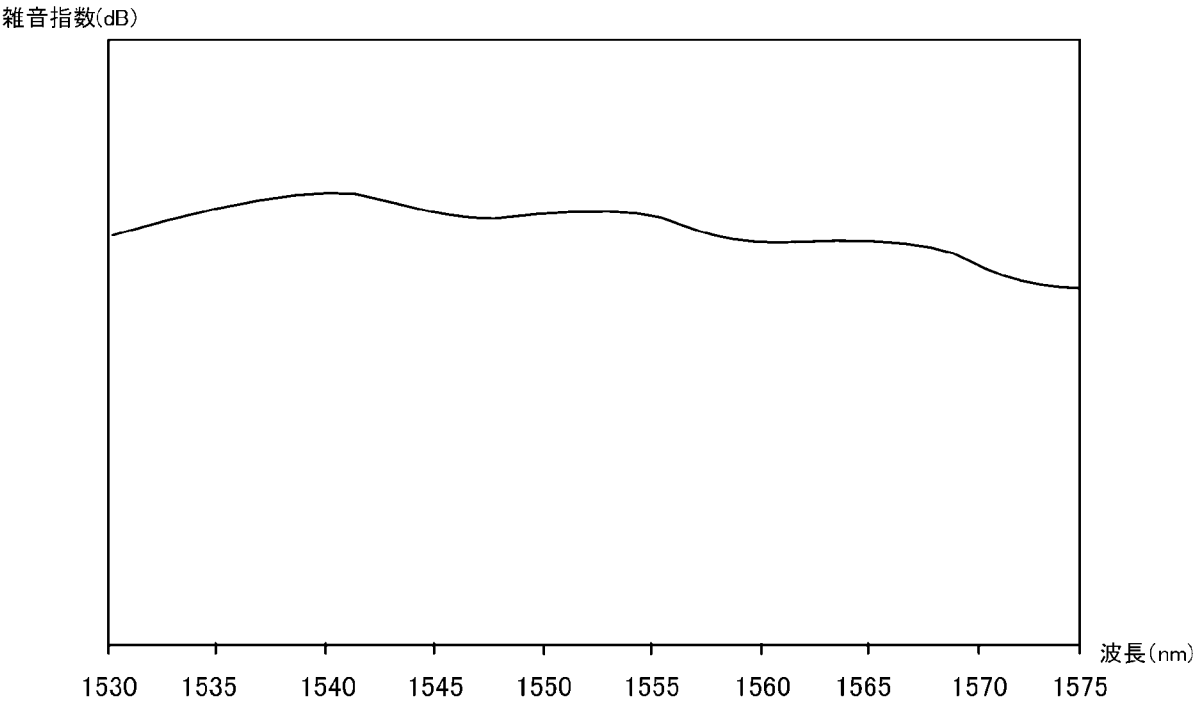


[図2]

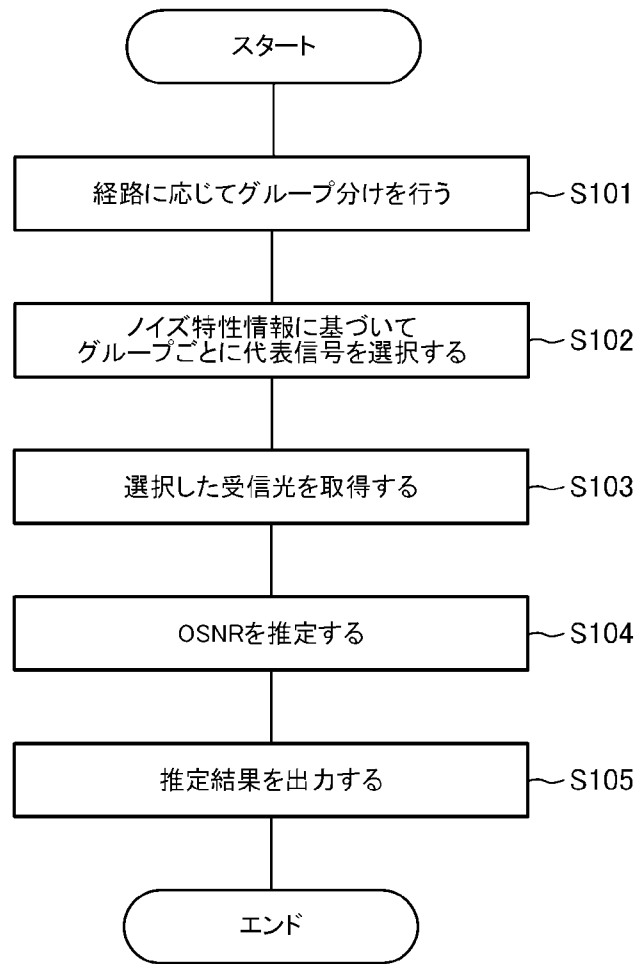


推薦システム 100

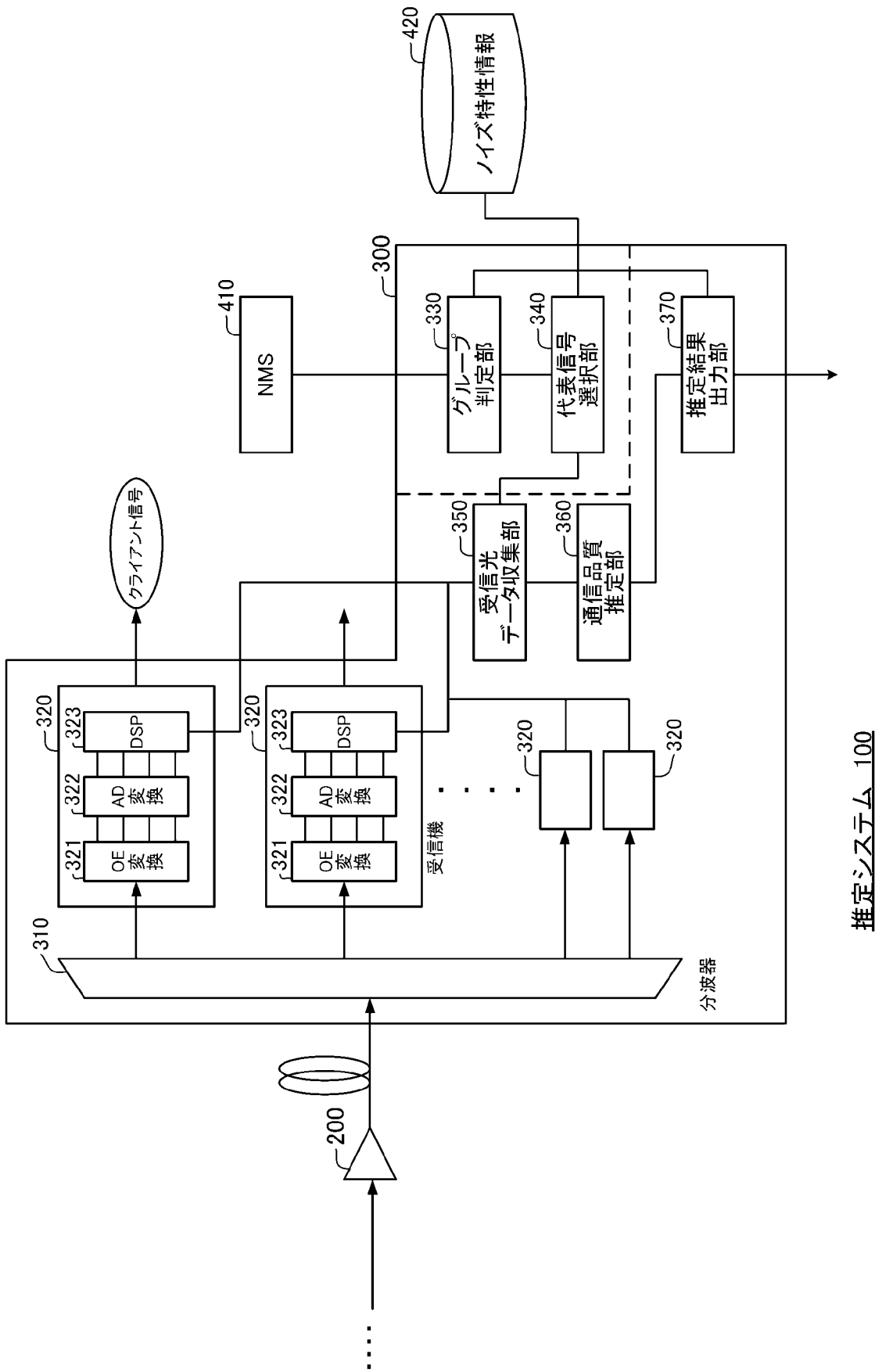
[図3]



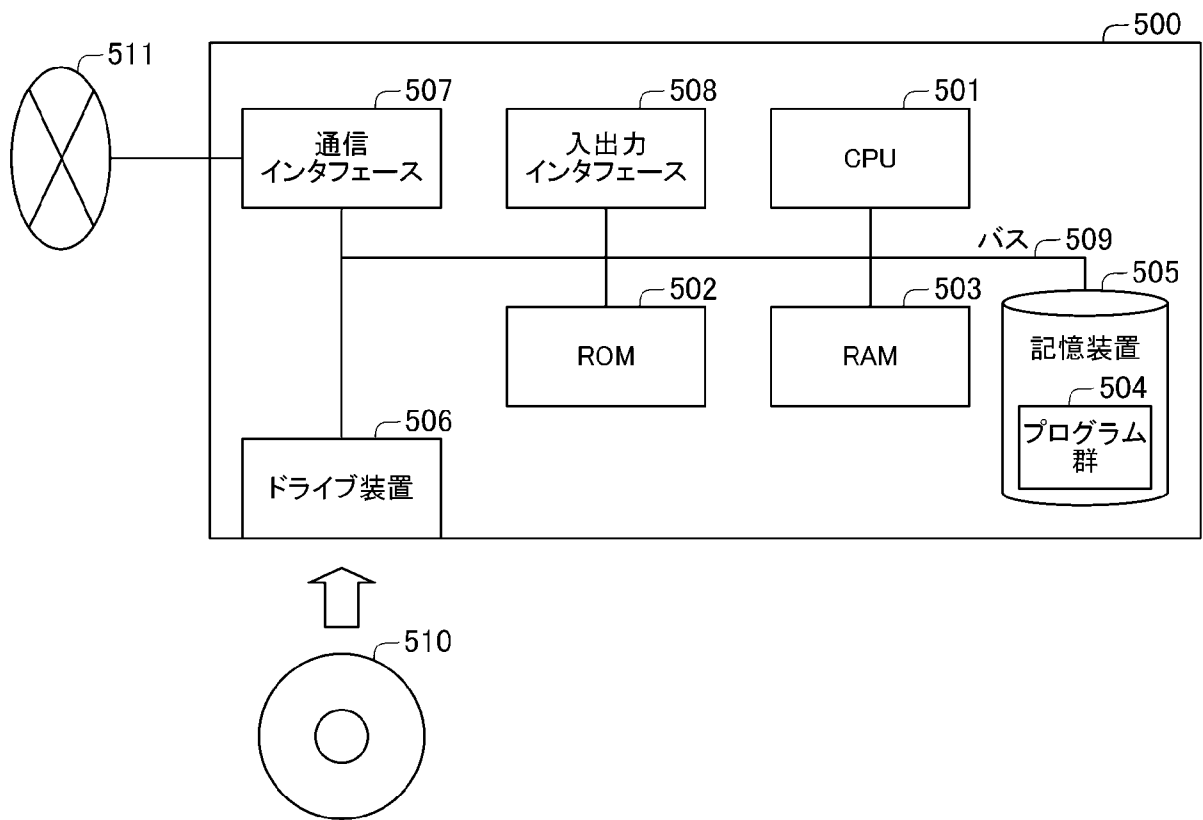
[図4]



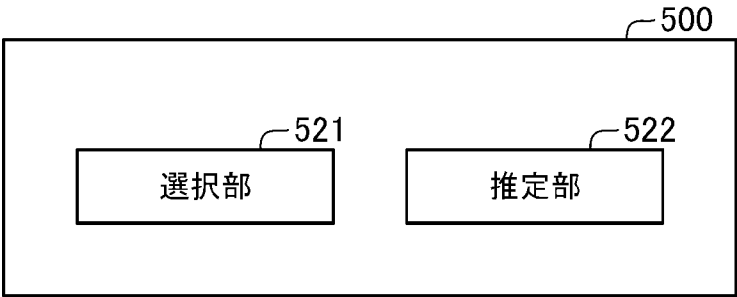
[図5]



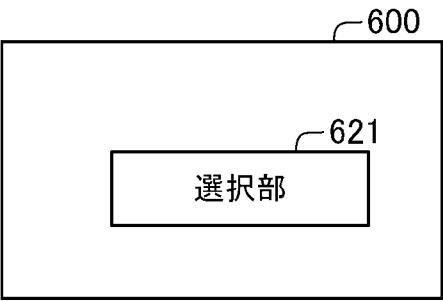
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/011973

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

FI: H04B10/079 150; 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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

IEEE Xplore

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2003-258739 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 12 September 2003 (2003-09-12)	1, 6, 8-10
A	paragraphs [0055]-[0059], [0071], fig. 3, 5	2-5, 7
A	US 2021/0203415 A1 (XIEON NETWORKS S.A.R.L.) 01 July 2021 (2021-07-01)	1-10
A	JP 2012-9911 A (FUJITSU LTD.) 12 January 2012 (2012-01-12)	1-10
A	CHRISTODOULOPOULOS, K. et al., ORCHESTRA- Optical Performance Monitoring Enabling Flexible Networking, 2015 17th International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON) [online], 2015, [retrieved on 25 May 2023], Retrieved from the Internet: <URL: https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7193584 >, <DOI: 10.1109/ICTON.2015.7193584> entire text, all drawings	1-10



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

25 May 2023

Date of mailing of the international search report

06 June 2023

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/JP2023/011973

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2003-258739	A	12 September 2003	(Family: none)	
US	2021/0203415	A1	01 July 2021	WO 2018/167325	A1
				EP 3376687	A1
				CN 108966687	A
JP	2012-9911	A	12 January 2012	US 2011/0311222	A1

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: H04B10/079 150; 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 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023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 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年									
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語） IEEE Xplore										
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 2003-258739 A（三菱電機株式会社）12.09.2003（2003 - 09 - 12） 段落[0055]-[0059], [0071], 図3, 5	1, 6, 8-10								
A		2-5, 7								
A	US 2021/0203415 A1（XIEON NETWORKS S.A.R.L.）01.07.2021（2021 - 07 - 01）	1-10								
A	JP 2012-9911 A（富士通株式会社）12.01.2012（2012 - 01 - 12）	1-10								
A	CHRISTODOULOPOULOS, K. et al., ORCHESTRA - Optical Performance Monitoring Enabling Flexible Networking, 2015 17th International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON) [online], 2015, [retrieved on 2023.05.25], Retrieved from the Internet : <URL: https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7193584>, <DOI: 10.1109/ICTON.2015.7193584> 全文, 全図	1-10								
☐ 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、一般的技术水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献										
国際調査を完了した日 25.05.2023		国際調査報告の発送日 06.06.2023								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 後澤 瑞征 5K 4540 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/JP2023/011973

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2003-258739	A	12.09.2003	(ファミリーなし)			
US	2021/0203415	A1	01.07.2021	WO	2018/167325	A1	
				EP	3376687	A1	
				CN	108966687	A	
JP	2012-9911	A	12.01.2012	US	2011/0311222	A1	