

(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 2024/201675 A1

(51) 国際特許分類:
H04B 10/077 (2013.01) *H04B 10/61* (2013.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/012293

(22) 国際出願日: 2023年3月27日(27.03.2023)

(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: 蓑口 恭(MINOGUCHI Kyo); 〒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). 岡本 聖司

(OKAMOTO Seiji); 〒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). 木坂 由明(KISAKA Yoshiaki); 〒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).

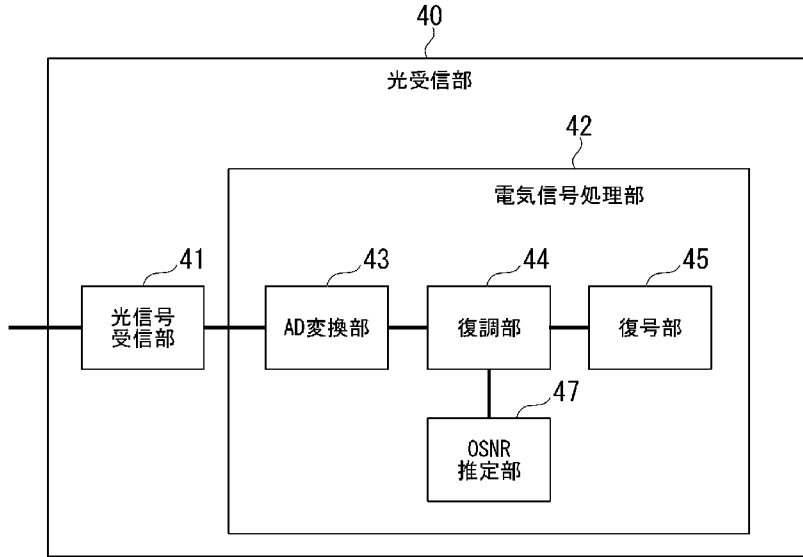
(74) 代理人: 弁理士法人志賀国際特許事務所 (SHIGA INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).

(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, 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,

(54) Title: OPTICAL RECEPTION DEVICE AND SIGNAL PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 光受信装置及び信号処理方法

[図3]



- 40 Optical reception unit
41 Optical signal reception unit
42 Electric signal processing unit
43 AD conversion unit
44 Demodulation unit
45 Decoding unit
47 OSNR estimation unit

(57) Abstract: This optical reception device comprises an optical signal reception unit, an electric signal processing unit, and an estimation unit. The optical signal reception unit receives a phase-modulated or quadrature-amplitude-modulated optical signal generated by an optical transmission device, and coherently detects the received optical signal so as to convert the same into an electric signal. The electric signal processing unit demodulates the electric signal obtained as a result of the conversion by the optical signal reception unit. On the basis of the result of the demodulation by the electric signal processing unit, the estimation unit calculates wavelength consistency quantitatively representing the consistency between a waveform represented by the electric signal and a known waveform, and estimates an optical-signal-to-noise ratio by using the calculated waveform consistency.

[続葉有]

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, 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))

(57) 要約：光受信装置は、光信号受信部と、電気信号処理部と、推定部とを有する。光信号受信部は、光送信装置が生成した位相変調または直交振幅変調の光信号を受信し、受信した光信号をコヒーレント検波して電気信号に変換する。電気信号処理部は、光信号受信部が変換した電気信号を復調する。推定部は、電気信号処理部による復調結果に基づいて、電気信号が表す波形と既知の波形との一致を定量的に表す波形一致性を算出し、算出した波形一致性を用いて光信号対雑音比を推定する。

明 細 書

発明の名称：光受信装置及び信号処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、光受信装置及び信号処理方法に関する。

背景技術

[0002] コヒーレント光通信においては、偏波／位相ダイバーシティ送受信が実現されている。また、受信側で得られる位相情報を活用したデジタル信号処理が実現されている（例えば、非特許文献１、２参照）。

[0003] 図１３は、光ファイバ伝送路や光増幅器を通過して受信機に着信した光信号のスペクトルの例を示す図である。受信機は、光信号だけではなく、雑音も受信する。P１は光信号スペクトルであり、P２は雑音スペクトルである。受信機が受信した光信号の品質は、Optical to Signal and Noise Ratio（OSNR）により測られる。OSNRは、光信号と雑音の電力比である。OSNRは、以下の式（１）により算出される。

[0004] $OSNR = \text{光信号電力} / 0.1 \text{ nmあたりの雑音電力} \quad \dots (1)$

[0005] 例えば、1550 nm付近では、周波数換算すると約12.5 GHzである。

先行技術文献

非特許文献

[0006] 非特許文献１：Seb J. Savory, "Digital filters for coherent optical receivers," Optics express, Vol. 16, Issue 2, pp. 804-817 (2008).

非特許文献２：K. Kikuchi, "Fundamentals of Coherent Optical Fiber Communications," in Journal of Lightwave Technology, Vol. 34, No. 1, pp. 157-179, 1 Jan.1, 2016.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 光ファイバ伝送路におけるOSNRを計測する環境下では、OSNR測定

を実施する都度、外部測定器を接続する必要がある。そのため、構成およびその運用が煩雑化する。

[0008] 上記事情に鑑み、本発明は、構成及び運用の煩雑化を低減しながら光ファイバ伝送路におけるOSNRを計測することができる光受信装置及び信号処理方法を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の一態様は、光送信装置が生成した位相変調または直交振幅変調の光信号を受信し、受信した前記光信号をコヒーレント検波して電気信号に変換する光信号受信部と、前記光信号受信部が変換した前記電気信号を復調する電気信号処理部と、前記電気信号処理部による復調結果に基づいて、前記電気信号が表す波形と既知の波形との一致を定量的に表す波形一致性を算出し、算出した前記波形一致性を用いて光信号対雑音比を推定する推定部と、を備える光受信装置である。

[0010] 本発明の一態様は、光送信装置が生成した位相変調または直交振幅変調の光信号を受信し、受信した前記光信号をコヒーレント検波して電気信号に変換する受信ステップと、前記電気信号を復調する信号処理ステップと、前記信号処理ステップにおける復調結果に基づいて、前記電気信号が表す波形と既知の波形との一致を定量的に表す波形一致性を算出し、算出した前記波形一致性を用いて光信号対雑音比を推定する推定ステップと、を有する信号処理方法である。

発明の効果

[0011] 本発明により、構成及び運用の煩雑化を低減しながら光ファイバ伝送路におけるOSNRを計測可能となる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の第1の実施形態による光通信システムの構成図である。

[図2]同実施形態による光送信部の構成例を示す図である。

[図3]同実施形態による光受信部の構成例を示す図である。

[図4]同実施形態によるアナログデバイスの例を示す図である。

[図5]同実施形態による光伝送路のOSNR算出手順を示すフロー図である。

[図6]同実施形態による波形一致性事前測定のための接続構成を示す図である。

。

[図7]第2の実施形態におけるOSNR推定を説明するための図である。

[図8]同実施形態による光伝送路のOSNR算出手順を示すフロー図である。

[図9]同実施形態による波形一致性事前測定のための接続構成を示す図である。

。

[図10]同実施形態による波形一致性事前測定の例を示す図である。

[図11]同実施形態による波形一致性事前測定のための接続構成を示す図である。

[図12]同実施形態による波形一致性事前測定の例を示す図である。

[図13]受信機に着信した光信号のスペクトルの例を示す図である。

[図14]従来技術の光受信部を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を詳細に説明する。

[0014] [第1の実施形態]

図1は、本実施形態の光通信システム1の構成例を示す図である。光通信システム1は、光送信装置2と、光伝送路3と、光受信装置4とを有する。

[0015] 光送信装置2は、光送信部20を有する。光送信部20は、光信号を生成し、生成した光信号を光伝送路3に出力する。光伝送路3は、光送信装置2が出力した光信号を伝送する。光伝送路3を伝送した光信号は、光受信装置4に入力される。光伝送路3は、光信号の伝送媒体である光ファイバ31を含む。光伝送路3は、光ファイバ31を含んでいれば、途中で光増幅器32や図示しない光スイッチ、再生中継器などのデバイスが挿入されてもよい。光受信装置4は、光受信部40を有する。光受信部40は、光伝送路3が伝送した光信号を受信する。光受信部40は、受信した光信号に基づいてOSNRを測定する。

[0016] 図2は、光送信部20の構成例を示す図である。光送信部20には、従来

技術の光送信機を用いることができる。光送信部 20 は、電気信号生成部 21 と、光信号生成部 26 とを有する。

[0017] 電気信号生成部 21 は、情報源を符号化して電気信号波形に変換する。電気信号波形は、位相変調または直交振幅変調により変換されたデジタル変調信号の波形である。電気信号生成部 21 は、符号化部 22 と、マッピング部 23 と、スペクトル整形部 24 と、DA（デジタルアナログ）変換部 25 とを備える。

[0018] 符号化部 22 は、情報源の送信ビット系列を符号化して送信信号を生成する。マッピング部 23 は、符号化された送信信号を、位相変調または直交振幅変調のシンボルにマッピングする。スペクトル整形部 24 は、シンボルマッピングされた送信信号をサンプリングすることにより、送信信号のスペクトル（波形）を整形する。スペクトル整形部 24 は、スペクトルを整形した送信信号の波形の歪みを予等化により補償してもよい。DA変換部 25 は、送信信号をデジタル信号からアナログ信号に変換し、変換されたアナログ信号を光信号生成部 26 に出力する。

[0019] 光信号生成部 26 は、局部発振レーザが出力した光を、電気信号生成部 21 から出力された電気信号波形により変調し、変調信号が重畳された光信号に変換する。光信号生成部 26 は、変換された光信号を光伝送路 3 に出力する。

[0020] ここで、本実施形態の光受信部 40 の構成を説明する前に、OSNR測定を行うための従来構成を説明する。図 14 は、従来光受信部 90 の構成を示す図である。従来光通信システムは、図 1 に示す光受信部 40 に代えて、図 14 示す光受信部 90 を有する。光受信部 90 は、光信号受信部 91 と、電気信号処理部 92 と、分岐部 93 とを有する。光信号受信部 91 は、受信した光信号を電気信号に変換し、変換された電気信号を電気信号処理部 92 へ出力する。電気信号処理部 92 は、光信号受信部 91 から入力した電気信号にデジタル信号受信処理を行う。OSNRの測定時、分岐部 93 と OSNR 推定装置 94 とが光ファイバにより接続される。分岐部 93 は、光伝

送路 3 から光信号受信部 9 1 へ入力される光信号の一部を分岐して O S N R 推定装置 9 4 に出力する。O S N R 推定装置 9 4 は、分岐部 9 3 が分岐した光信号を用いて、O S N R を測定する。

[0021] このように、従来の O S N R 測定では、光伝送路 3 と光信号受信部 9 1 との間に分岐部 9 3 を挿入して O S N R 推定装置 9 4 を接続する必要があった。加えて、O S N R 推定装置 9 4 は大型の装置であることが多い。よって、O S N R 測定のための構成や運用は煩雑であった。

[0022] 図 3 は、光受信部 4 0 の構成例を示す図である。光受信部 4 0 は、光信号受信部 4 1 と、電気信号処理部 4 2 とを有する。光信号受信部 4 1 は、コヒーレント光受信部である。光信号受信部 4 1 として、従来の光受信部 9 0 が備える光信号受信部 9 1 を用いてもよい。光信号受信部 4 1 は、9 0 度光ハイブリッド回路、局部発振光源、光検出器およびそれらを結合する光ファイバを最小単位として構成される。光信号受信部 4 1 は、光減衰器など他の光デバイスを含んでも構わない。光信号受信部 4 1 は、光伝送路 3 を伝送した光信号を受信する。光信号受信部 4 1 は、受信した光信号の位相及び振幅を保ったまま電気信号に変換し、変換された電気信号を電気信号処理部 4 2 へ出力する。

[0023] 電気信号処理部 4 2 は、光信号受信部 4 1 から入力した電気信号に復調などのデジタル信号受信処理を行う。電気信号処理部 4 2 が行うデジタル信号受信処理は、従来の光受信部 9 0 の電気信号処理部 4 2 が行うデジタル信号受信と同様でもよい。さらに、電気信号処理部 4 2 は、復調により得られたシンボルを用いて、光伝送路 3 の O S N R を推定する。電気信号処理部 4 2 は、アナログデジタル (A D) 変換部 4 3 と、復調部 4 4 と、復号部 4 5 と、O S N R 推定部 4 6 とを備える。

[0024] A D 変換部 4 3 は、光信号受信部 4 1 が出力した受信信号を、アナログ信号からデジタル信号に変換する。復調部 4 4 は、A D 変換部 4 3 によりデジタル信号に変換された受信信号のシンボルを判定し、判定したシンボルをバイナリデータに変換する。なお、復調部 4 4 は、シンボル判定前に、受信信

号に、光信号受信部41における周波数特性の補償や、光伝送路3において受けた波長分散の補償などを行ってもよい。さらに、復調部44は、補償が行われた電気信号に等化処理を行ってもよい。復号部45は、復調部44によりデマッピングされたバイナリデータを復号して受信ビット系列を得る。

[0025] なお、復調部44における周波数特性の補償、波長分散の補償、等化処理、シンボル判定、及び、復号部45における復号には任意の処理方式を用いることができる。OSNR推定部46は、復調部44において判定されたシンボルと、既知のシンボルとの差分を用いて、光伝送路3のOSNRを算出する。

[0026] 図4は、図1に示す光通信システム1におけるアナログデバイスの例を示す図である。光送信部200は、図2に示す光送信部20として用いられ、光受信部400は、図3に示す光受信部40として用いられる。

[0027] 光送信部200は、デジタル回路211と、DAC（デジタルアナログ変換器）212と、光信号生成部260とを有する。デジタル回路211は、図2に示す符号化部22、マッピング部23及びスペクトル整形部24に対応し、DAC212は、図2示すDA変換部25に対応し、光信号生成部260は、図2に示す光信号生成部26に対応する。

[0028] デジタル回路211は、送信ビット列を符号化し、符号化された送信信号をシンボルにマッピングする。デジタル回路211は、シンボルマッピングされた送信信号のアップサンプリングを行い、サンプリングされた送信信号に帯域制限や、波形の歪みを補償する予等化を行った後、DAC212に出力する。DAC212は、送信信号のX偏波及びY偏波それぞれのI（同相）成分及びQ（直交）成分を光信号生成部260に出力する。

[0029] 光信号生成部260の増幅器261-1～261-4はそれぞれ、DAC212から入力したX偏波のI成分（XI）、X偏波のQ成分（XQ）、Y偏波のI成分（YI）、Y偏波のQ成分（YQ）を増幅して光変調器262に出力する。光変調器262は、LD（Laser Diode；半導体レーザ）263が出力した光を、X偏波のI成分（XI）及びX偏波のQ成分（XQ）によ

り変調してX偏波の光信号を生成する。さらに、光変調器262は、LD263が出力した光を、Y偏波のI成分(XI)及びX偏波のQ成分(XQ)により変調してY偏波の光信号を生成する。光変調器262は、X偏波の光信号とY偏波の光信号とを偏波合成した光信号を出力する。

[0030] 光受信部400は、光信号受信部410と、ADC（アナログデジタル変換器）421と、デジタル回路422とを有する。光信号受信部410は、図3に示す光信号受信部41に対応し、ADC421は、図3に示すAD変換部43に対応し、デジタル回路422は、図3に示す復調部44、復号部45及びOSNR推定部46に対応する。

[0031] 光信号受信部410の光90度ハイブリッド411は、光送信部200が出力した光信号を受信する。受信した光信号のX偏波をSX、受信した光信号のY偏波をSYとし、LD（レーザーダイオード）412から出力された局発光をL、位相を90度ずらした局発光をLjとする。光90度ハイブリッド411は、 $SX+L$ をPD（フォトダイオード）413-1に、 $SX-L$ をPD413-2に、 $SX+Lj$ をPD413-3に、 $SX-Lj$ をPD413-4に、 $SY+L$ をPD413-5に、 $SY-L$ をPD413-6に、 $SY+Lj$ をPD413-7に、 $SY-Lj$ をPD413-8に出力する。

[0032] 増幅器414-1は、PD413-1及びPD413-2それぞれから出力された光電流の差分として抽出されたX偏波のI成分(XI)を増幅してADC421に出力する。増幅器414-2は、PD413-3及びPD413-4それぞれから出力された光電流の差分として抽出されたX偏波のQ成分(XQ)を増幅してADC421に出力する。増幅器414-3は、PD413-5及びPD413-6それぞれから出力された光電流の差分として抽出されたY偏波のI成分(YI)を増幅してADC421に出力する。増幅器414-4は、PD413-7及びPD413-8それぞれから出力された光電流の差分として抽出されたY偏波のQ成分(YQ)を増幅してADC421に出力する。

[0033] ADC 4 2 1 は、増幅器 4 1 4 - 1 ~ 4 1 4 - 4 それぞれから出力された電気信号をアナログ信号からデジタル信号に変換し、変換されたデジタル信号をデジタル回路 4 2 2 に出力する。デジタル回路 4 2 2 は、ADC 4 2 1 から受信したデジタル信号に復調、デマッピング及び復号を含むデジタル信号受信処理と、OSNR 推定とを行う。

[0034] 図 4 の構成において、光信号生成部 2 6 0 及び光信号受信部 4 1 0 は、アナログデバイス 1 1 である。

[0035] 続いて、光伝送路 3 の OSNR の算出について説明する。ここでまず、波形一致性について説明する。波形一致性 γ は、以下の式 (2) のように算出及び定義される。

[0036] [数1]

$$\gamma = \frac{\sum_{k=1}^N s(k)^2 - \sum_{k=1}^N (s(k) - d(k))^2}{\sum_{k=1}^N (s(k) - d(k))^2} \quad \dots (2)$$

[0037] 式 (2) において、 k はインデックスであり、 N は波形一致性 γ を算出する対象のシンボル数であり、 $s(k)$ はインデックス k の受信シンボルであり、 $d(k)$ はインデックス k の既知シンボルである。歪みが残留する状況化においては、式 (3) の関係が成立する。

[0038] $\gamma = \text{信号電力} / (\text{雑音電力} + \text{歪みの電力}) \quad \dots (3)$

[0039] 図 5 は、光伝送路 3 の OSNR 算出手順を示すフロー図である。まず、光増幅器 3 2 による雑音がない条件下において、光送信部 2 0 から送信された光信号を、光受信部 4 0 が受信した場合の波形一致性 γ_{pre} を事前測定する (ステップ S 1 1)。

[0040] 図 6 は、ステップ S 1 1 の事前測定における接続構成を示す図である。図 6 に示すように、事前測定においては、光送信部 2 0 を備えた通信装置 5 1 と光受信部 4 0 を備えた通信装置 5 2 とを、短い光伝送路 5 3 により接続する。通信装置 5 1 は光送信装置 2 でもよく、通信装置 5 2 は光受信装置 4 でもよい。光送信部 2 0 は既知信号の光信号を生成し、光伝送路 5 3 に出力する。光受信部 4 0 は、光伝送路 5 3 を伝送した光信号を受信し、受信処理を

行う。光受信部40のOSNR推定部46は、復調部44からN個のシンボルの判定結果を受信する。判定結果は、受信シンボル $s(1) \sim s(N)$ を示す。OSNR推定部46は、受信シンボル $s(k)$ と、既知シンボル $d(k)$ とを用いて、式(2)により波形一致性 γ_{pre} を算出する(k は1以上N以下の整数)。

[0041] 続いて、図5に示すように、光送信装置2及び光受信装置4の運用環境下におけるOSNRを算出する(ステップS12)。すなわち、図1に示す運用環境の光通信システム1において、光送信装置2の光送信部20は既知信号の光信号を生成し、光伝送路3に出力する。光受信装置4の光受信部40は、光伝送路3を伝送した光信号を受信し、受信処理を行う。OSNR推定部46は、復調部44からN個のシンボルの判定結果を受信する。OSNR推定部46は、判定結果の受信シンボル $s(k)$ と、既知シンボル $d(k)$ とを用いて、式(2)により波形一致性 γ_{est} を算出する(k は1以上N以下の整数)。なお、光受信部40のOSNR推定部46は、ステップS11において測定された波形一致性 γ_{pre} を予め取得し、記憶している。

[0042] 続いて、OSNR推定部46は、光伝送路3におけるOSNRを推定する。光伝送路3におけるOSNRは、以下の式(4)により算出される。

[0043] [数2]

$$OSNR [dB] = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{1}{\gamma_{est}^{-1} - \gamma_{pre}^{-1}} \right) + 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{BDR}{12.5} \right) \quad \dots (4)$$

[0044] 式(4)において、BDRは、信号のボーレート(単位: G b a u d)である。式(4)は、光信号の中心波長が1550nmである場合を想定した式である。そのため、OSNRの定義に従い、その波長を周波数換算した12.5GHzによりBDRを除算している。光信号の中心波長が他の波長帯にある場合は、その中心波長の周波数換算に応じて12.5以外の値が式(4)に使用され得る。OSNR推定部46は、ステップS12において算出された波形一致性 γ_{est} の逆数 γ_{est}^{-1} から、ステップS11において測定さ

れた波形一致性 γ_{pre} の逆数 γ_{pre}^{-1} を減算する（ステップS13）。

[0045] OSNR推定部46は、ステップS13における $(\gamma_{est}^{-1} - \gamma_{pre}^{-1})$ の算出結果を式(4)に代入し、光信号のボーレートを考慮したOSNRを算出する（ステップS14）。

[0046] 本実施形態により、光ファイバ伝送路のOSNRを計測する場合に、計測のための構成およびその運用に必要な装置点数を削減し、システム規模を小さくすることができる。

[0047] また、一般に、図14に示すOSNR推定装置94などの光スペクトラムアナライザで計測されるOSNRは、信号電力と雑音電力の差で表され、計測されるOSNRには歪みの電力は表れない。本実施形態のOSNR推定部46は、歪みの電力を波形一致性から差し引いて計算するため、光伝送路3におけるOSNRの推定精度を高めることができる。

[0048] [第2の実施形態]

第2の実施形態では、アナログデバイスやデジタル回路のビット幅や信号処理の影響を除いたOSNRを測定する。第2の実施形態を、第1の実施形態との差分を中心に説明する。

[0049] 第2の実施形態の光通信システムの構成は、図1に示す第1の実施形態の光通信システム1と同様である。図7は、第2の実施形態におけるOSNR推定を説明するための図である。

[0050] 光送信部200のデジタル回路211に相当する光送信部20の回路においてビット幅がない理想波形の電気信号が生成されたとする。この場合、光送信部20の電気信号生成部21や光受信部40の電気信号処理部42などのデジタル回路(A)で、ビット幅の広がりや制御誤差が発生するため、波形一致性が低下する。デジタル回路(A)の影響を受けた波形一致性を γ_{dsp} とする。また、光送信部20の光信号生成部26及び光受信部40の光信号受信部41を含むアナログデバイスの不完全性(B)により、さらに波形一致性が低下する。このアナログデバイスの不完全性(B)の影響を受けた波形一致性を γ_{dev} とする。

- [0051] 光伝送路3におけるOSNRの真値は、光受信部40へ出力される直前に計測される(C)。しかしながら、光受信部40が受信処理を行った後に推定される波形一致性には、 γ_{dsp} 及び γ_{dev} の影響が含まれるため、外部測定器などで測定されるOSNRの真値よりも小さな値となる。そこで、光受信部40のOSNR推定部46は、測定したOSNRから、 γ_{dsp} 及び γ_{dev} による劣化分を差し引くことで、光伝送路3で生じる雑音のみを計上したOSNRの真値を推定する。
- [0052] 図8は、光伝送路3のOSNR算出手順を示すフロー図である。まず、光送信部30及び光受信部40のアナログデバイスに理想信号波形を通過させた後に計測される波形一致性 γ_{dev} を、図9又は図10に示すように事前測定する(ステップS21)。
- [0053] 図9は、波形一致性 γ_{dev} の事前測定における接続構成を示す図である。波形一致性 γ_{dev} の事前測定のため、理想波形生成機61、アナログデバイス62、理想波形抽出機63、及び、オフライン波形処理装置64を順に接続する。
- [0054] 理想波形生成機61は、Arbitrary Waveform Generatorなどの実験用の装置である。理想波形生成機61は、DA変換部25からの出力を模擬し、X偏波のI成分(XI)、X偏波のQ成分(XQ)、Y偏波のI成分(YI)、Y偏波のQ成分(YQ)を出力する。ただし、理想波形生成機61は、DA変換部25よりもビット幅の階調が小さいため、ビット幅がない理想波形の信号を生成する。
- [0055] アナログデバイス62は、光信号生成部26と光信号受信部41とを、例えば、短い光伝送路53により接続して構成される。アナログデバイス62は、例えば、図4に示すアナログデバイス11に相当する。光信号生成部26は、理想波形生成機61から出力された電気信号を光信号に変換し、変換した光信号を出力する。光信号受信部41は、光信号生成部26から出力された光信号を電気信号に変換し、変換した電気信号を出力する。
- [0056] 理想波形抽出機63は、例えば、Digital Storage Oscilloscopeなどであ

る。理想波形抽出機 63 は、アナログデバイス 62 が出力した電気信号をアナログ信号からデジタル信号に変換して、オフライン波形処理装置 64 に出力する。

[0057] オフライン波形処理装置 64 は、理想波形抽出機 63 からデジタルの電気信号を受信する。この電気信号は、ビット幅がなく、かつ、制御誤差も小さい。オフライン波形処理装置 64 は、受信した電気信号に対して、電気信号処理部 42 の復調部 44 と同様のデジタル信号受信処理をオフラインで実行する。オフライン波形処理装置 64 は、デジタル信号受信処理において得られた受信シンボルと、既知のシンボルとの差分を用いて、式 (2) により波形一致性 γ_{dev} を測定する。

[0058] 図 10 は、シミュレーションによる波形一致性 γ_{dev} の事前測定の例を示す図である。図示しないシミュレータは、C、C#、MATLAB（登録商標）、python などにより記述されたオフライン処理により以下の処理を行う。まず、シミュレータは、ビット幅がない理想波形の X 偏波の I 成分 (X I)、X 偏波の Q 成分 (X Q)、Y 偏波の I 成分 (Y I)、Y 偏波の Q 成分 (Y I) を生成する (ステップ S 31)。シミュレータは、アナログデバイス 62 の数理モデルを用いて、光信号生成部 26 がステップ S 31 において生成した電気信号を光信号に変換し、光信号受信部 41 が、その光信号を電気信号に変換して得られるアナログの電気信号を計算する (ステップ S 32)。シミュレータは、ステップ S 32 において計算されたアナログ信号をデジタル信号に変換して、ビット幅がない信号を得る (ステップ S 33)。シミュレータは、ステップ S 33 において得られた信号に対して、電気信号処理部 42 の復調部 44 と同様のデジタル信号受信処理をオフラインで実行し、式 (2) により波形一致性 γ_{dev} を計測する (ステップ S 34)。

[0059] 図 8 の説明に戻る。ステップ S 21 の処理の後、デジタル回路のビット幅や信号処理の影響を受けた信号の波形一致性 γ_{dsp} を、図 11 又は図 12 に示すように事前測定する (ステップ S 22)。なお、ステップ S 22 の処理を、ステップ S 21 の処理と並行して、又は、ステップ S 21 の処理の前に行

ってもよい。

[0060] 図 1 1 は、波形一致性 γ_{dsp} の事前測定における接続構成を示す図である。波形一致性 γ_{dsp} の事前測定のため、波形生成機 6 5、及び、オフライン波形処理装置 6 4 を順に接続する。

[0061] 波形生成機 6 5 は、電気信号生成部 2 1 の符号化部 2 2、マッピング部 2 3 及びスペクトル整形部 2 4 と同様の処理をオフラインで実行する。これにより、ビット幅があり、制御誤差が大きな送信信号波形のデジタル信号が生成される。オフライン波形処理装置 6 4 は、波形生成機 6 5 が生成したデジタル信号に対して、電気信号処理部 4 2 の復調部 4 4 と同様のデジタル信号受信処理をオフラインで実行する。オフライン波形処理装置 6 4 は、デジタル信号受信処理において得られた受信シンボルと、既知のシンボルとの差分を用いて、式 (2) により波形一致性 γ_{dsp} を測定する。

[0062] 図 1 2 は、シミュレーションにより波形一致性 γ_{dsp} の事前測定の例を示す図である。図示しないシミュレータは、C、C#、MATLAB（登録商標）、python などにより記述されたオフライン処理により以下の処理を行う。まず、シミュレータは、電気信号生成部 2 1 の符号化部 2 2、マッピング部 2 3 及びスペクトル整形部 2 4 と同様の処理により、ビット幅があり、制御誤差が大きな送信信号波形のデジタル信号を生成する（ステップ S 4 1）。シミュレータは、図 1 0 のステップ S 3 4 と同様の処理を行い、ステップ S 4 1 において得られた信号に対して、電気信号処理部 4 2 の復調部 4 4 と同様のデジタル信号受信処理をオフラインで実行する。シミュレータは、デジタル信号受信処理において得られた受信シンボルと、既知のシンボルとの差分を用いて、式 (2) により波形一致性 γ_{dsp} を計測する（ステップ S 4 2）。

[0063] 続いて、図 8 に示すように、光送信装置 2 及び光受信装置 4 の運用環境下における OSNR を算出する（ステップ S 2 3）。これは、図 5 に示す第 1 の実施形態のステップ S 1 2 と同様に行われる。すなわち、図 1 に示す運用環境の光通信システム 1 において、光送信装置 2 の光送信部 2 0 は既知信号の光信号を生成し、光伝送路 3 に出力する。光受信装置 4 の光受信部 4 0 は

、光伝送路3を伝送した光信号を受信し、受信処理を行う。光受信部40のOSNR推定部46は、復調部44が判定したシンボルを用いて、式(2)により波形一致性 γ_{est} を算出する。

[0064] OSNR推定部46は、光伝送路3におけるOSNRを推定する。光伝送路3におけるOSNRは、以下の式(5)により算出される。

[0065] [数3]

$$OSNR [dB] = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{1}{\gamma_{est}^{-1} - \gamma_{dev}^{-1} - \gamma_{dsp}^{-1}} \right) + 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{BDR}{12.5} \right) \quad \dots (5)$$

[0066] 式(5)において、BDRは、信号のボーレート(単位: Gbaud)である。式(5)は、光信号の中心波長が1550nmである場合を想定した式である。そのため、OSNRの定義に従い、その波長を周波数換算した12.5GHzによりBDRを除算している。光信号の中心波長が他の波長帯にある場合は、その中心波長の周波数換算に応じて12.5以外の値が式(5)に使用され得る。光受信部40のOSNR推定部46は、ステップS21において測定された波形一致性 γ_{dev} 及びステップS22において測定された波形一致性 γ_{dsp} を取得し、記憶している。OSNR推定部46は、ステップS23において算出された波形一致性 γ_{est} の逆数 γ_{est}^{-1} から、ステップS21において測定された波形一致性 γ_{dev} の逆数 γ_{dev}^{-1} 及びステップS22において測定された波形一致性 γ_{dsp} の逆数 γ_{dsp}^{-1} を減算する(ステップS24)。

[0067] OSNR推定部46は、ステップS24における($\gamma_{est}^{-1} - \gamma_{dev}^{-1} - \gamma_{dsp}^{-1}$)の算出結果を式(5)に代入し、光信号のボーレートを考慮したOSNRを算出する(ステップS25)。

[0068] なお、ステップS21の処理を行わない場合、OSNR推定部46は、($\gamma_{est}^{-1} - \gamma_{dev}^{-1} - \gamma_{dsp}^{-1}$)に代えて($\gamma_{est}^{-1} - \gamma_{dsp}^{-1}$)を用いてOSNRを算出する。また、ステップS22の処理を行わない場合、OSNR推定部46は、($\gamma_{est}^{-1} - \gamma_{dev}^{-1} - \gamma_{dsp}^{-1}$)に代えて、($\gamma_{est}^{-1} - \gamma$

σ_{dev}^{-1}) を用いて O S N R を算出する。

- [0069] 電気信号処理部 42 は、バスで接続されたプロセッサやメモリや補助記憶装置などを備え、プロセッサがプログラムを実行することによって O S N R 推定部 46 の機能を実現してもよい。プロセッサは、例えば、C P U (Central Processing Unit) や G P U (Graphics Processing Unit) である。なお、O S N R 推定部 46 の機能の全て又は一部は、A S I C (Application Specific Integrated Circuit) や P L D (Programmable Logic Device) や F P G A (Field Programmable Gate Array) 等のハードウェアを用いて実現されてもよい。O S N R 推定部 46 のプログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録されてもよい。コンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、例えばフレキシブルディスク、光磁気ディスク、R O M、C D - R O M 等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置である。O S N R 推定部 46 のプログラムは、電気通信回線を介して送信されてもよい。
- [0070] O S N R 推定部 46 は、電気信号処理部 42 の外部又は光受信部 40 の外部に設けられてもよい。
- [0071] 上述した実施形態によれば、光受信装置は、光信号受信部と、電気信号処理部と、推定部とを有する。光信号受信部は、光送信装置が生成した位相変調または直交振幅変調の第一の光信号を受信し、受信した第一の光信号をコヒーレント検波して第一の電気信号に変換する。電気信号処理部は、光信号受信部が変換した第一の電気信号を復調する。推定部は、電気信号処理部による復調結果に基づいて、第一の電気信号が表す波形と既知の波形との一致を定量的に表す第一の波形一致性 γ_{est} を算出し、算出した第一の波形一致性を用いて光信号対雑音比を推定する。
- [0072] 推定部は、光送信装置の第一のアナログデバイスが歪みおよび雑音が重畳されていない理想信号波形の電気信号を変調して生成した第二の光信号を、光信号受信部が第二の電気信号に変換し、電気信号処理部が第二の電気信号を復調した場合の復調結果に基づき算出された第二の波形一致性 γ_{dev} を取得

してもよい。推定部は、第一の波形一致性 γ_{est} と第二の波形一致性 γ_{dev} とを用いて、第一のアナログデバイスおよび光信号受信部に用いられる第二のアナログデバイスによる信号波形への影響を除いた光信号対雑音比を推定してもよい。例えば、第一のアナログデバイスは実施形態の光信号生成部26、260に対応し、第二のアナログデバイスは実施形態の光信号受信部41、410に対応する。

[0073] 推定部は、光送信装置の第一のデジタル回路が生成した第三の電気信号を電気信号処理部において復調した場合の復調結果に基づき算出された第三の波形一致性 γ_{dsp} を取得してもよい。推定部は、第一の波形一致性 γ_{est} と第三の波形一致性 γ_{dsp} とを用いて、第一のデジタル回路及び電気信号処理部に用いられる第二のデジタル回路による信号波形への影響を除いた光信号対雑音比を推定する。例えば、第一のデジタル回路は実施形態の符号化部22、マッピング部23及びスペクトル整形部24、デジタル回路211に対応し、第二のデジタル回路は実施形態の復調部44、デジタル回路422に対応する。

[0074] 推定部は、第一の波形一致性 γ_{est} と、第二の波形一致性 γ_{dev} と、第三の波形一致性 γ_{dsp} とを用いて、第一のアナログデバイス、第二のアナログデバイス、第一のデジタル回路及び第二のデジタル回路による信号波形への影響を除いた光信号対雑音比を推定してもよい。

[0075] 推定部は、光送信装置から光増幅器を経由せずに受信した第四の光信号を、光信号受信部が第四の電気信号に変換し、電気信号処理部が第四の電気信号を復調した場合の復調結果に基づき算出された第四の波形一致性 γ_{pre} を取得してもよい。推定部は、第一の波形一致性 γ_{est} と第四の波形一致性 γ_{pre} とを用いて、光増幅器による信号歪みの影響を除いた光信号対雑音比を推定する。

[0076] 以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこれら実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

符号の説明

- [0077] 1 光通信システム
- 2 光送信装置
 - 3 光伝送路
 - 4 光受信装置
 - 1 1 アナログデバイス
 - 2 1 電気信号生成部
 - 2 2 符号化部
 - 2 3 マッピング部
 - 2 4 スペクトル整形部
 - 2 5 D A変換部
 - 2 6 光信号生成部
 - 3 1 光ファイバ
 - 3 2 光増幅器
 - 4 1 光信号受信部
 - 4 2 電気信号処理部
 - 4 3 A D変換部
 - 4 4 復調部
 - 4 5 復号部
 - 4 6 O S N R推定部
 - 5 1、5 2 通信装置
 - 6 1 理想波形生成機
 - 6 2 アナログデバイス
 - 6 3 理想波形抽出機
 - 6 4 オフライン波形処理装置
 - 6 5 波形生成機
 - 2 0 0 光送信部
 - 2 1 1 デジタル回路

2 1 2 D A C
2 6 0 光信号生成部
2 6 1 増幅器
2 6 2 光変調器
2 6 3 L D
4 1 1 光90度ハイブリッド
4 1 2 L D
4 1 3 - 1 ~ 4 1 3 - 8 P D
4 1 4 - 1 ~ 4 1 4 - 8 増幅器
4 2 1 A D C
4 2 2 デジタル回路

請求の範囲

[請求項1] 光送信装置が生成した位相変調または直交振幅変調の第一の光信号を受信し、受信した前記第一の光信号をコヒーレント検波して第一の電気信号に変換する光信号受信部と、

前記光信号受信部が変換した前記第一の電気信号を復調する電気信号処理部と、

前記電気信号処理部による復調結果に基づいて、前記第一の電気信号が表す波形と既知の波形との一致を定量的に表す第一の波形一致性を算出し、算出した前記第一の波形一致性を用いて光信号対雑音比を推定する推定部と、

を備える光受信装置。

[請求項2] 前記推定部は、

前記光送信装置の第一のアナログデバイスが歪みおよび雑音が重畳されていない理想信号波形の電気信号を変調して生成した第二の光信号を、前記光信号受信部が第二の電気信号に変換し、前記電気信号処理部が前記第二の電気信号を復調した場合の復調結果に基づき算出された第二の波形一致性を取得し、

前記第一の波形一致性と前記第二の波形一致性とを用いて、前記第一のアナログデバイスおよび前記光信号受信部に用いられる第二のアナログデバイスによる信号波形への影響を除いた光信号対雑音比を推定する、

請求項1に記載の光受信装置。

[請求項3] 前記推定部は、

前記光送信装置の第一のデジタル回路が生成した第三の電気信号を前記電気信号処理部において復調した場合の復調結果に基づき算出された第三の波形一致性を取得し、

前記第一の波形一致性と前記第三の波形一致性とを用いて、前記第一のデジタル回路及び前記電気信号処理部に用いられる第二のデジタ

ル回路による信号波形への影響を除いた光信号対雑音比を推定する、
請求項 1 に記載の光受信装置。

[請求項4]

前記推定部は、

前記光送信装置の第一のデジタル回路が生成した第三の電気信号を
前記電気信号処理部において復調した場合の復調結果に基づき算出さ
れた第三の波形一致性をさらに取得し、

前記第一の波形一致性と前記第二の波形一致性と前記第三の波形一
致性とを用いて、前記第一のアナログデバイス、前記光信号受信部に
用いられる第二のアナログデバイス、前記第一のデジタル回路、及び
、前記電気信号処理部に用いられる第二のデジタル回路による信号波
形への影響を除いた光信号対雑音比を推定する、

請求項 2 に記載の光受信装置。

[請求項5]

前記推定部は、

前記光送信装置から光増幅器を経由せずに受信した第四の光信号を
、前記光信号受信部が第四の電気信号に変換し、前記電気信号処理部
が前記第四の電気信号を復調した場合の復調結果に基づき算出された
第四の波形一致性を取得し、

前記第一の波形一致性と、前記第四の波形一致性とを用いて、前記
光増幅器による信号歪みの影響を除いた光信号対雑音比を推定する、

請求項 1 に記載の光受信装置。

[請求項6]

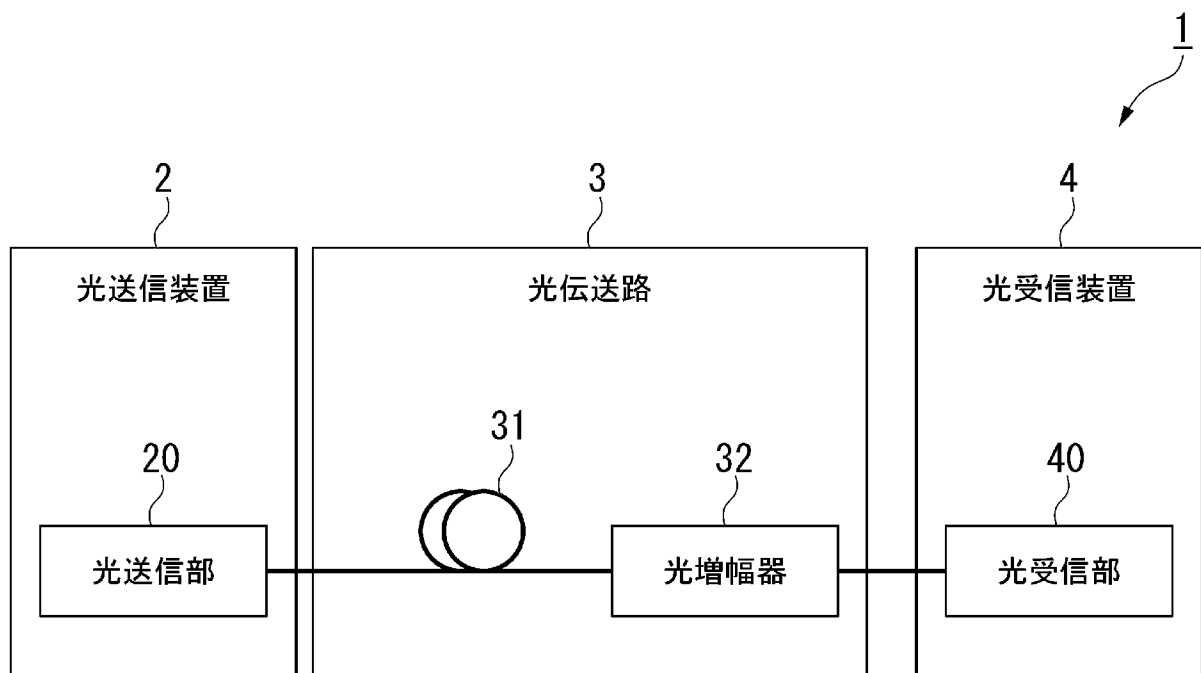
光送信装置が生成した位相変調または直交振幅変調の光信号を受信
し、受信した前記光信号をコヒーレント検波して電気信号に変換する
受信ステップと、

前記電気信号を復調する信号処理ステップと、

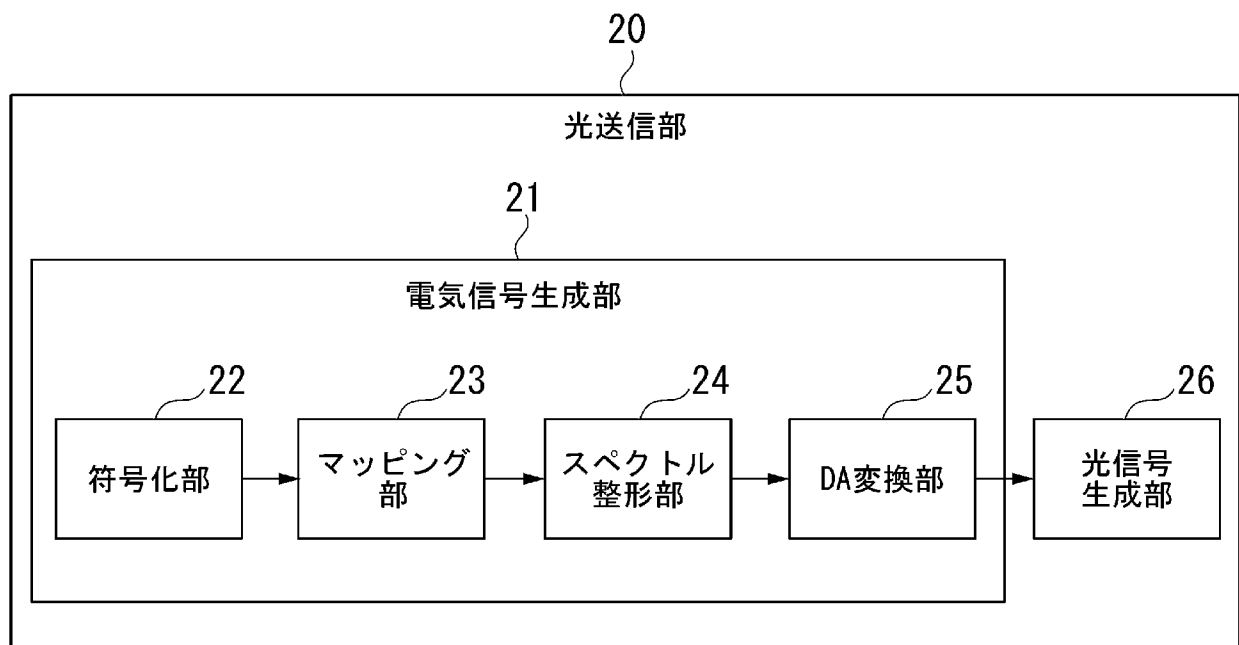
前記信号処理ステップにおける復調結果に基づいて、前記電気信号
が表す波形と既知の波形との一致を定量的に表す波形一致性を算出し
、算出した前記波形一致性を用いて光信号対雑音比を推定する推定ス
テップと、

を有する信号処理方法。

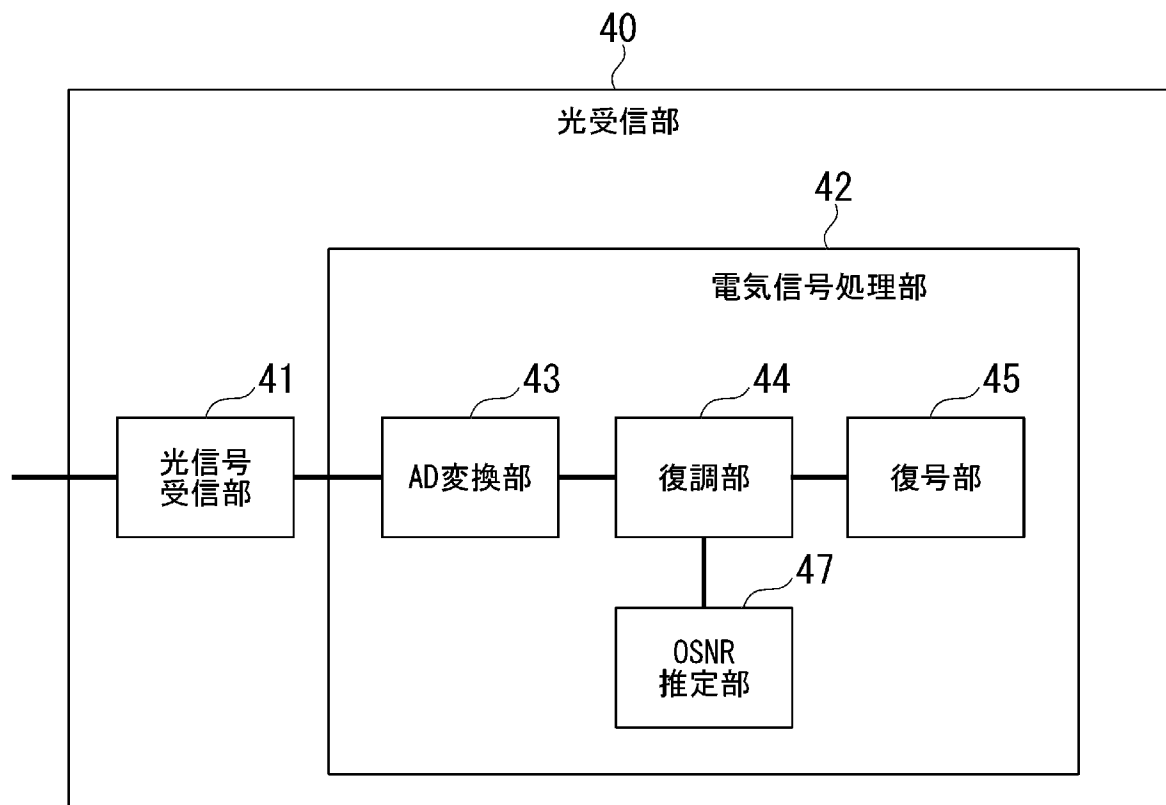
[図1]



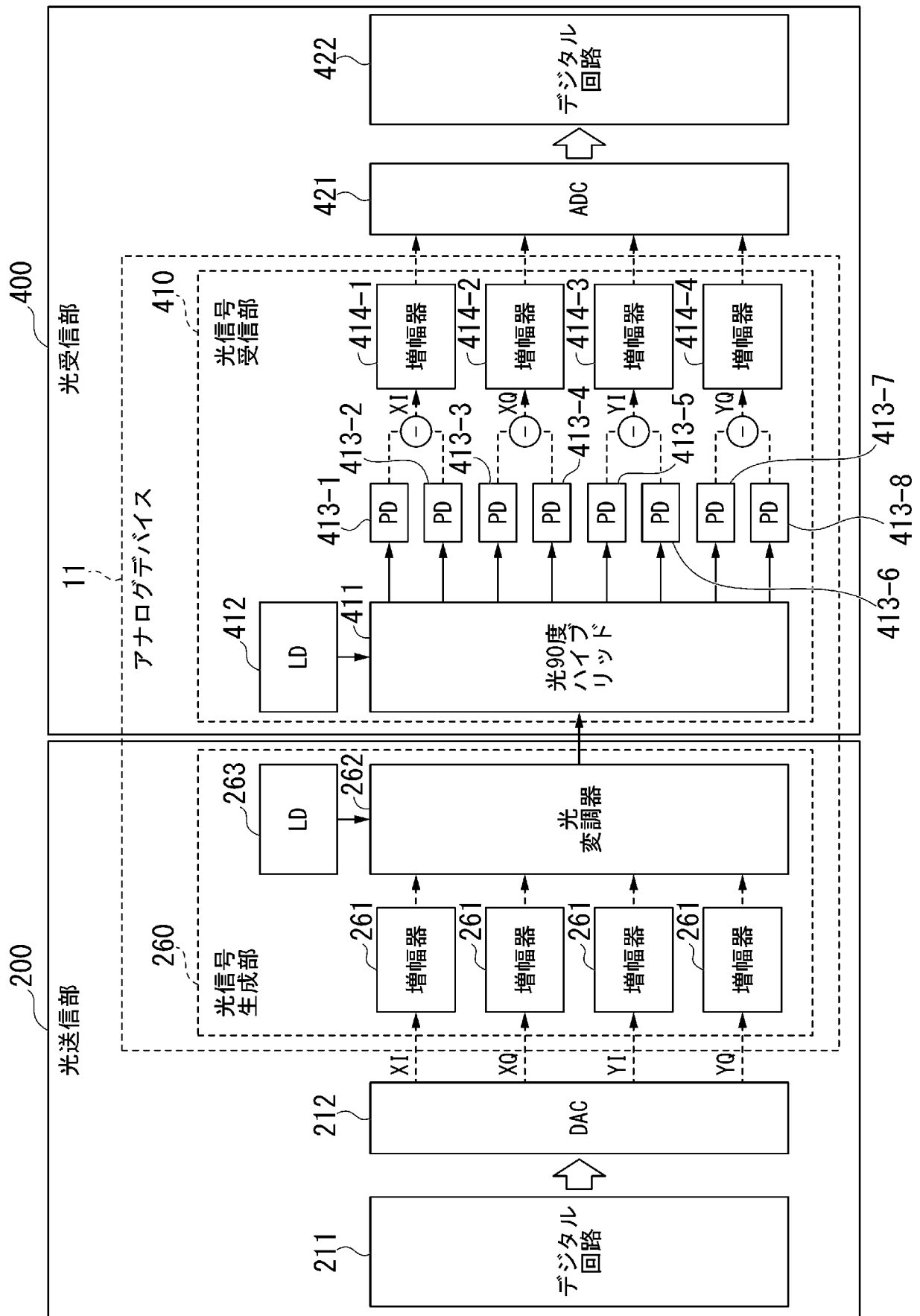
[図2]



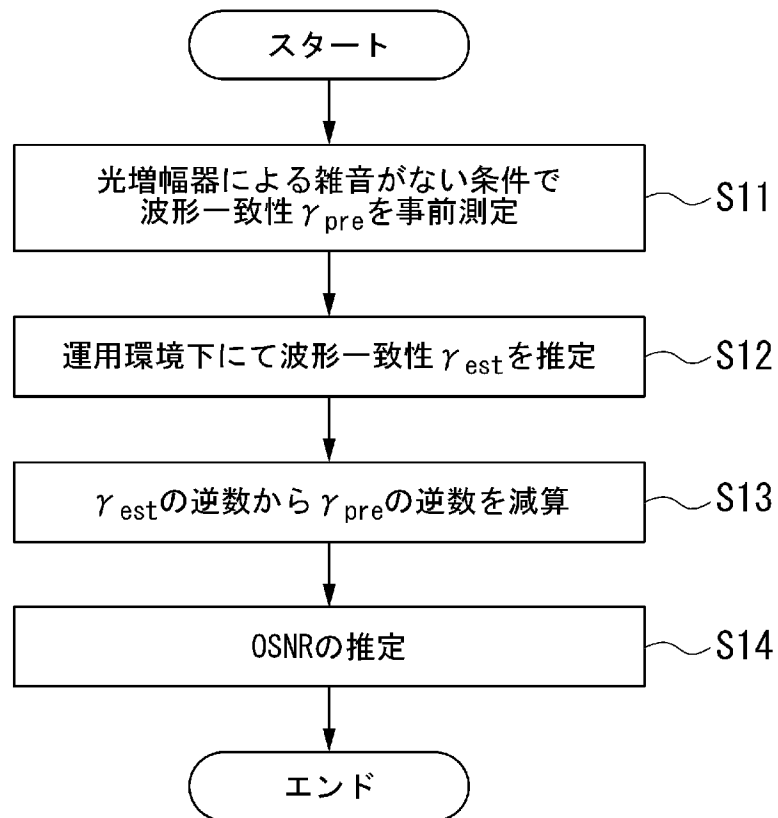
[図3]



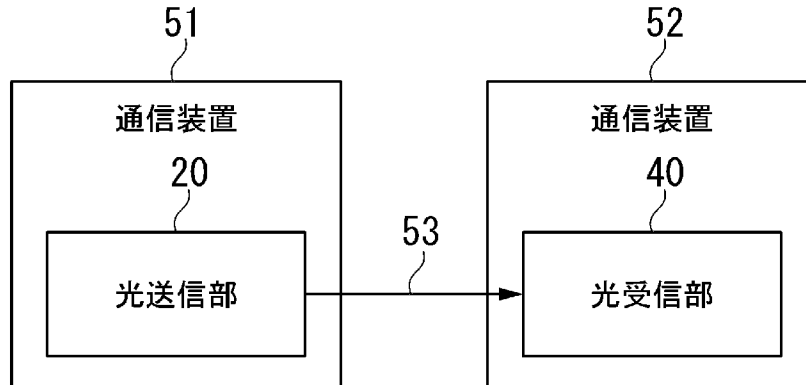
[図4]



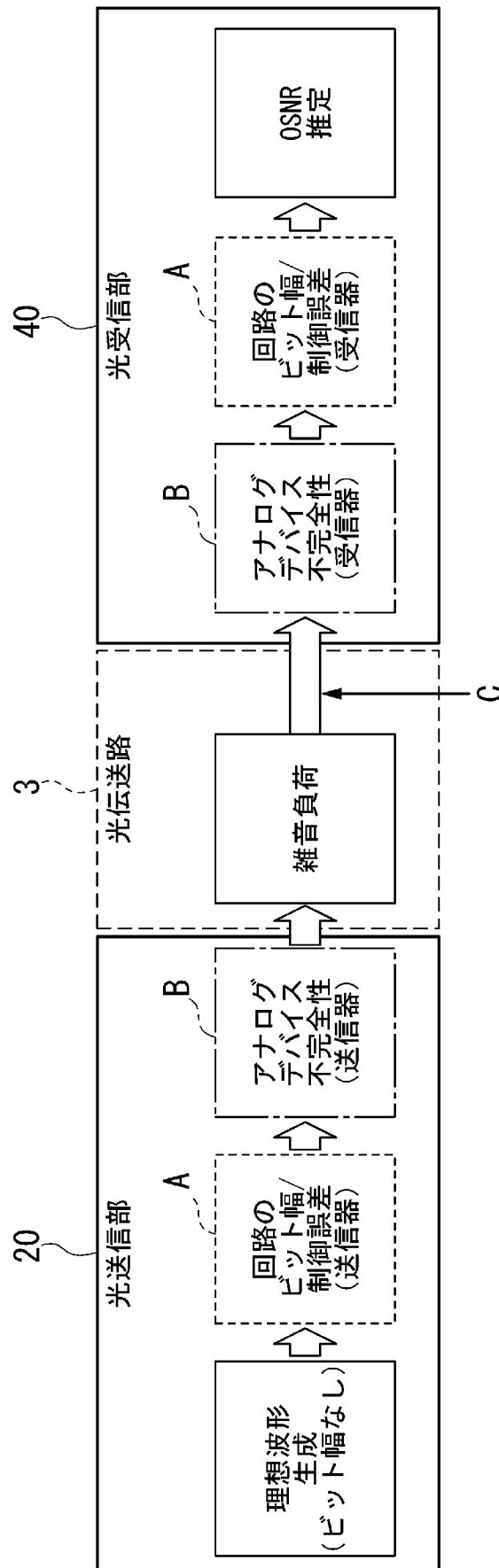
[図5]



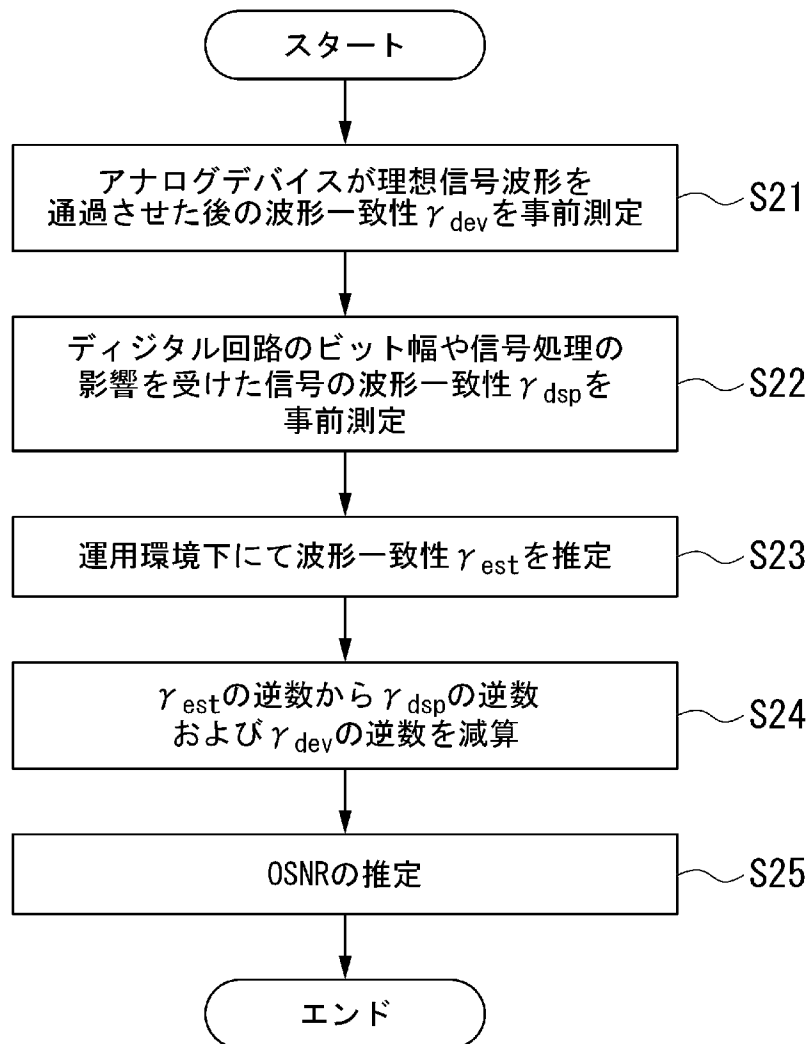
[図6]



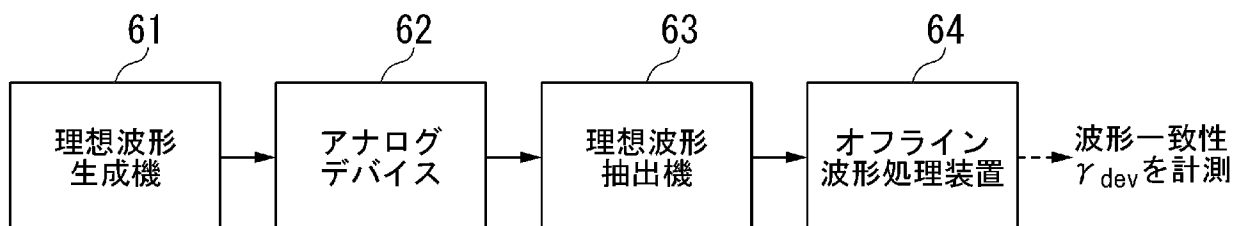
[図7]



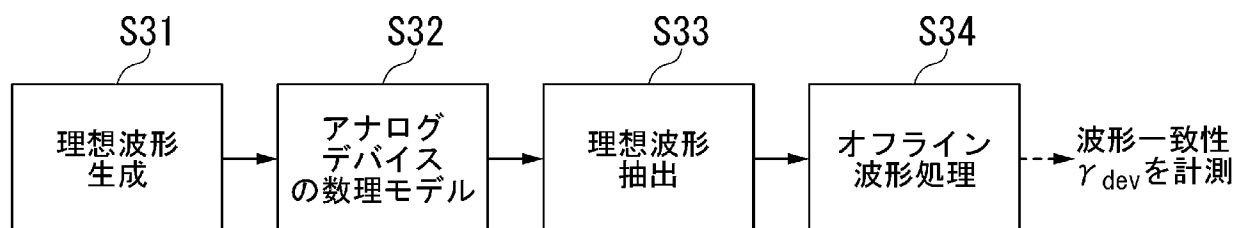
[図8]



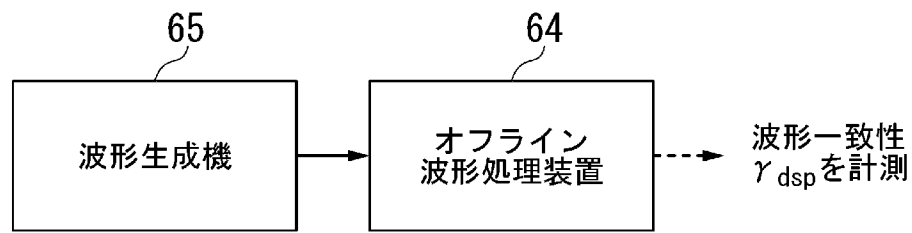
[図9]



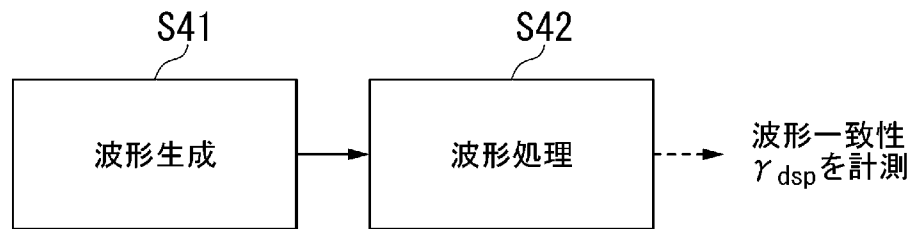
[図10]



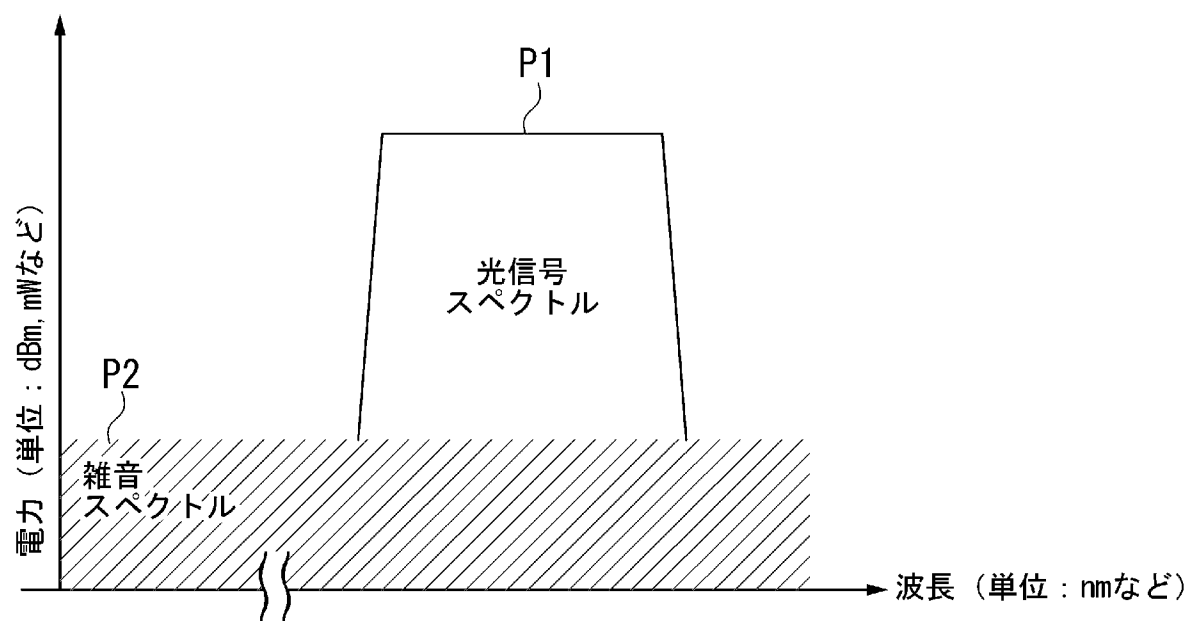
[図11]



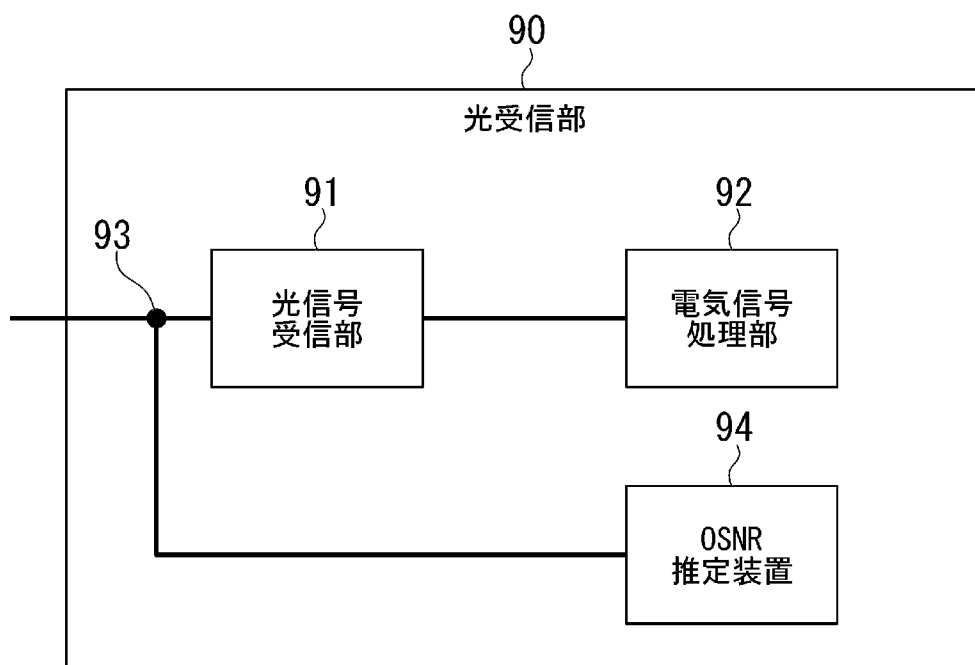
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/012293

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H04B 10/077**(2013.01)i; **H04B 10/61**(2013.01)i

FI: H04B10/077 150; H04B10/61

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)

H04B10/077; H04B10/61

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2005/101703 A1 (NEC CORPORATION) 27 October 2005 (2005-10-27) paragraphs [0070]-[0084], [0120], fig. 1, 4	1, 6
A		2-5
A	JP 2012-124755 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 28 June 2012 (2012-06-28) entire text, all drawings	1-6
A	JP 2018-182485 A (FUJITSU LIMITED) 15 November 2018 (2018-11-15) entire text, all drawings	1-6



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

18 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/JP2023/012293

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2005/101703	A1	27 October 2005	(Family: none)	
JP	2012-124755	A	28 June 2012	(Family: none)	
JP	2018-182485	A	15 November 2018	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04B 10/077(2013.01)i; H04B 10/61(2013.01)i FI: H04B10/077 150; H04B10/61														
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）） H04B10/077; H04B10/61 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> 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）			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													
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	WO 2005/101703 A1（日本電気株式会社）27.10.2005（2005 - 10 - 27） 段落0070 - 0084、0120、図1、4	1, 6												
A		2-5												
A	JP 2012-124755 A（日本電信電話株式会社）28.06.2012（2012 - 06 - 28） 全文, 全図	1-6												
A	JP 2018-182485 A（富士通株式会社）15.11.2018（2018 - 11 - 15） 全文, 全図	1-6												
☐ 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 18.05.2023	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） 対馬 英明 5K 1211 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/JP2023/012293

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2005/101703	A1	27.10.2005	(ファミリーなし)	
JP	2012-124755	A	28.06.2012	(ファミリーなし)	
JP	2018-182485	A	15.11.2018	(ファミリーなし)	