

(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8月15日(15.08.2024)



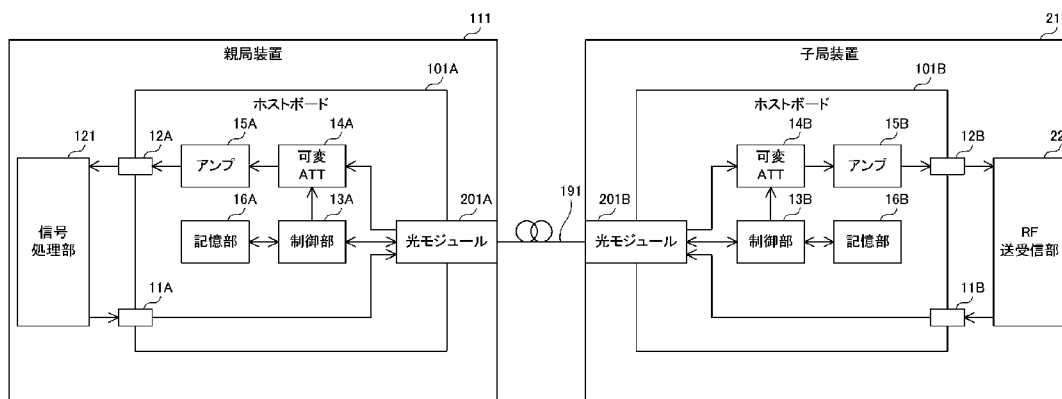
(10) 国際公開番号
WO 2024/166484 A1

- (51) 国際特許分類:
H04B 10/69 (2013.01) *H04B 10/079* (2013.01)
H04B 10/077 (2013.01) *H04B 10/58* (2013.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/041384
- (22) 国際出願日: 2023年11月17日(17.11.2023)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2023-015954 2023年2月6日(06.02.2023) JP
- (71) 出願人: 住友電気工業株式会社
(SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.)
- [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 川瀬大輔 (KAWASE Daisuke); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 船田知之(FUNADA Tomoyuki); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 弁理士法人ワンディーIPパートナーズ (ONEDEE IP PARTNERS); 〒5320003 大阪府大阪市淀川区宮原五丁目1番28号新大阪八千代ビル別館 Osaka (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,

(54) Title: SIGNAL PROCESSING DEVICE, OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM, AND OPTICAL COMMUNICATION METHOD

(54) 発明の名称: 信号処理装置、光通信システムおよび光通信方法

301



13A, 13B Control unit
14A, 14B Variable ATT
15A, 15B Amplifier
16A, 16B Storage unit
101A, 101B Host board
111 Master station device
121 Signal processing unit
201A, 201B Optical module
211 Slave station device
221 RF transmission/reception unit

(57) Abstract: A signal processing device according to the present invention comprises: an adjustment unit to which can be connected an optical module that converts an optical signal received via an optical fiber into an electric signal, and which amplifies and/or attenuates a communication signal included in the electric signal output from the optical module connected to the signal processing device; and a control unit that acquires, from the optical module, reception level information indicating the reception strength of the optical signal received by the optical module, and that adjusts

[続葉有]

WO 2024/166484 A1

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, 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))

the gain of the adjustment unit on the basis of the acquired reception level information and the set value of the gain of the communication signal in an optical communication system.

(57) 要約 : 信号処理装置は、光ファイバを介して受信した光信号を電気信号に変換する光モジュールを接続可能であり、前記信号処理装置に接続された前記光モジュールから出力される前記電気信号に含まれる通信信号の増幅および減衰の少なくともいずれか一方を行う調整部と、前記光モジュールにおいて受信された前記光信号の受信強度を示す受信レベル情報を前記光モジュールから取得し、取得した前記受信レベル情報、および光通信システムにおける前記通信信号のゲインの設定値に基づいて、前記調整部のゲインを調整する制御部とを備える。

明 細 書

発明の名称： 信号処理装置、光通信システムおよび光通信方法
技術分野

[0001] 本開示は、信号処理装置、光通信システムおよび光通信方法に関する。

この出願は、2023年2月6日に提出された日本出願特願2023-15954号を基礎とする優先権を主張し、その開示のすべてをここに取り込む。

背景技術

[0002] 特許文献1（特開平7-264139号公報）には、以下のような光受信装置が開示されている。すなわち、光受信装置は、高周波信号が重畳された一定レベルの光出力を不特定の長さの光ケーブルを介して受光し高周波信号に変換する光／電気変換器と、該光／電気変換器の出力を増幅して規定レベルの高周波出力信号を出力する可変利得増幅器とを備えた光受信装置において、前記光／電気変換器に入力される不特定レベルの受信光のレベル変化に対応して直線的に変化する該光／電気変換器の電流値を検出する電流検出器と、該電流検出器から得られる検出電流値に対して前記高周波出力信号が規定レベルとなるような利得制御信号を前記可変利得増幅器に与える制御回路とを備え、前記光ケーブルの長さに比例する損失を補償して該光ケーブルの長さの如何にかかわらず高周波出力信号が前記規定レベルとなるように構成されている。

[0003] また、特許文献2（特開2004-153758号公報）には、以下のような光受信装置が開示されている。すなわち、光受信装置は、光ファイバを介して入力される光信号を電気信号に変換する光受信装置であって、前記光ファイバを介して入力される光信号を電気信号に変換する光電変換手段と、前記光電変換手段が変換した電気信号の強度を検出する強度検出手段と、前記強度検出手段が検出した前記電気信号の強度が一定となるように、前記光ファイバを介して入力される光信号の強度を調節する光信号強度調節手段と

を備える。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平7－264139号公報

特許文献2：特開2004－153758号公報

発明の概要

[0005] 本開示の信号処理装置は、光通信システムに用いられる信号処理装置であって、光ファイバを介して受信した光信号を電気信号に変換する光モジュールを接続可能であり、前記信号処理装置に接続された前記光モジュールから出力される前記電気信号に含まれる通信信号の増幅および減衰の少なくともいずれか一方を行う調整部と、前記信号処理装置に接続された前記光モジュールにおいて受信された前記光信号の受信強度を示す受信レベル情報を前記光モジュールから取得し、取得した前記受信レベル情報、および前記光通信システムにおける前記通信信号のゲインの設定値に基づいて、前記調整部のゲインを調整する制御部とを備える。

[0006] 本開示の一態様は、このような特徴的な処理部を備える信号処理装置として実現され得るだけでなく、かかる特徴的な処理のステップをコンピュータに実行させるためのプログラムとして実現され得る。また、本開示の一態様は、信号処理装置の一部または全部を実現する半導体集積回路として実現され得たり、信号処理装置を含むシステムとして実現され得る。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図1は、本開示の第1の実施の形態に係る光通信システムの構成を示す図である。

[図2]図2は、本開示の第1の実施の形態に係る光通信システムにおける親局装置および子局装置の構成を示す図である。

[図3]図3は、本開示の第1の実施の形態に係る光通信システムにおける可変ATTのゲイン調整のシーケンスの一例を示す図である。

[図4]図4は、本開示の第2の実施の形態に係る光通信システムにおける親局装置および子局装置の構成を示す図である。

[図5]図5は、本開示の第2の実施の形態に係る光通信システムにおける光モジュールの後段の可変アンプのゲイン調整のシーケンスの一例を示す図である。

[図6]図6は、本開示の第3の実施の形態に係る光通信システムにおける親局装置および子局装置の構成を示す図である。

[図7]図7は、本開示の第3の実施の形態に係る光通信システムにおける光モジュールの前段の可変アンプのゲイン調整のシーケンスの一例を示す図である。

[図8]図8は、本開示の第4の実施の形態に係る光通信システムにおける親局装置および子局装置の構成を示す図である。

[図9]図9は、本開示の第4の実施の形態に係る光通信システムにおける電気信号の歪み補正の一例を示す図である。

[図10]図10は、本開示の第4の実施の形態に係る光通信システムにおける歪み補正のシーケンスの一例を示す図である。

[図11]図11は、本開示の第5の実施の形態に係る光通信システムにおける親局装置および子局装置の構成を示す図である。

[図12]図12は、本開示の第5の実施の形態に係る光通信システムにおける電気信号の歪み補正の一例を示す図である。

[図13]図13は、本開示の第5の実施の形態に係る光通信システムにおける歪み補正のシーケンスの一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0008] 従来、光通信システムにおける通信性能を向上するための技術が開発されている。

[0009] [本開示が解決しようとする課題]

特許文献1および2に記載の技術を超えて、光ファイバの長さに応じた光損失を補償する優れた光通信システムを構築することが可能な技術が望まれ

る。

[0010] 本開示は、上述の課題を解決するためになされたもので、その目的は、光ファイバの長さに応じた光損失を補償する優れた光通信システムを構築することが可能な信号処理装置、光通信システムおよび光通信方法を提供することである。

[0011] [本開示の効果]

本開示によれば、光ファイバの長さに応じた光損失を補償する優れた光通信システムを構築することができる。

[0012] [本開示の実施形態の説明]

最初に、本開示の実施形態の内容を列記して説明する。

[0013] (1) 本開示の実施の形態に係る信号処理装置は、光通信システムに用いられる信号処理装置であって、光ファイバを介して受信した光信号を電気信号に変換する光モジュールを接続可能であり、前記信号処理装置に接続された前記光モジュールから出力される前記電気信号に含まれる通信信号の増幅および減衰の少なくともいずれか一方を行う調整部と、前記信号処理装置に接続された前記光モジュールにおいて受信された前記光信号の受信強度を示す受信レベル情報を前記光モジュールから取得し、取得した前記受信レベル情報、および前記光通信システムにおける前記通信信号のゲインの設定値に基づいて、前記調整部のゲインを調整する制御部とを備える。

[0014] このように、信号処理装置は、受信レベル情報を光モジュールから取得し、受信レベル情報および通信信号のゲインの設定値に基づいて、光モジュールから出力される電気信号に含まれる通信信号の増幅または減衰におけるゲインを調整する構成である。これにより、信号処理装置では、たとえば光モジュールに調整部および制御部を配置する構成と比べて、光モジュールの構成を複雑化することなく、通信信号のダイナミックレンジを拡張しながら、光ファイバの長さに応じた光損失が補償される。したがって、光ファイバの長さに応じた光損失を補償する優れた光通信システムを構築することができる。

- [0015] (2) 上記(1)において、前記制御部は、前記光信号を前記光ファイバへ送信する装置における前記光信号の送信強度を示す送信レベル情報を取得し、取得した前記送信レベル情報にさらに基づいて、前記調整部のゲインを調整してもよい。
- [0016] このような構成により、光ファイバにおける光損失をより正確に補償することができる。
- [0017] (3) 上記(2)において、前記制御部は、前記電気信号から前記送信レベル情報を取得してもよい。
- [0018] このような構成により、送信レベル情報を光信号の送信装置から信号処理装置へ伝送するための専用線を必要とすることなく、送信レベル情報を簡易な構成で取得することができる。
- [0019] (4) 上記(1)から(3)のいずれかにおいて、前記制御部は、前記設定値に基づいて作成された、前記受信強度と、前記調整部のゲインとの対応関係を示す対応情報に基づいて、前記調整部のゲインを調整してもよい。
- [0020] このような構成により、光信号の受信強度に応じて調整部のゲインを簡単に調整することができる。
- [0021] (5) 本開示の実施の形態に係る光通信システムは、第1の光通信装置と、光ファイバを介して前記第1の光通信装置に接続された第2の光通信装置とを備え、前記第1の光通信装置は、通信信号を含む第1の光信号を前記第2の光通信装置へ送信し、前記第2の光通信装置は、前記第1の光通信装置から受信した前記第1の光信号を電気信号に変換し、前記電気信号に含まれる前記通信信号を増幅または減衰し、前記第2の光通信装置は、前記第1の光信号の受信強度、および前記光通信システムにおける前記通信信号のゲインの設定値に基づいて、前記通信信号の増幅または減衰におけるゲインを調整する。
- [0022] このように、光通信システムでは、第2の光通信装置が、第1の光通信装置から受信した第1の光信号の受信強度および光通信システムにおける通信信号のゲインの設定値に基づいて、第1の光信号に含まれる通信信号の増幅

または減衰におけるゲインを調整する構成である。これにより、光通信システムでは、光ファイバの長さに応じた光損失が補償される。したがって、光ファイバの長さに応じた光損失を補償する優れた光通信システムを構築することができる。

[0023] (6) 上記(5)において、前記第1の光通信装置は、前記第1の光信号の送信強度を示す送信レベル情報を含む第1の制御用信号を生成し、生成した前記第1の制御用信号をさらに含む前記第1の光信号を前記第2の光通信装置へ送信してもよく、前記第2の光通信装置は、受信した前記第1の光信号に含まれる前記第1の制御用信号から前記送信レベル情報を取得し、取得した前記送信レベル情報にさらに基づいて、前記通信信号の増幅または減衰におけるゲインを調整してもよい。

[0024] このような構成により、光ファイバにおける光損失をより正確に補償することができる。

[0025] (7) 上記(5)または(6)において、前記第1の光通信装置は、増幅または減衰した前記通信信号を変調することにより前記第1の光信号を生成してもよく、前記第2の光通信装置は、受信した前記第1の光信号のOMI (Optical Modulation Index) を示すOMI情報を含む第2の制御用信号を生成し、生成した前記第2の制御用信号を含む第2の光信号を前記第1の光通信装置へ送信してもよく、前記第1の光通信装置は、受信した前記第2の光信号に含まれる前記第2の制御用信号から前記OMI情報を取得し、取得した前記OMI情報に基づいて、前記通信信号の増幅または減衰におけるゲインを調整してもよい。

[0026] このような構成により、第1の光信号を生成するEO素子におけるEO変換曲線の個体ばらつきを補償することができる。

[0027] (8) 上記(5)から(7)のいずれかにおいて、前記第2の光通信装置は、前記第1の光通信装置における光変調特性を示す特性情報を取得し、取得した前記特性情報に基づいて前記通信信号を補正してもよい。

[0028] このような構成により、第2の光通信装置において、第1の光信号を生成

するE O素子におけるE O変換曲線の非線形性を補償することができる。

[0029] (9) 上記(5)から(7)のいずれかにおいて、前記第1の光通信装置は、前記第1の光通信装置における光変調特性を示す特性情報を取得し、取得した前記特性情報に基づいて前記通信信号を補正し、補正後の前記通信信号を変調することにより前記第1の光信号を生成してもよい。

[0030] このような構成により、第1の光通信装置において、第1の光信号を生成するE O素子におけるE O変換曲線の非線形性を補償することができる。

[0031] (10) 本開示の実施の形態に係る光通信方法は、第1の光通信装置と、光ファイバを介して前記第1の光通信装置に接続された第2の光通信装置とを備える光通信システムにおける光通信方法であって、前記第1の光通信装置が、通信信号を含む第1の光信号を前記第2の光通信装置へ送信するステップと、前記第2の光通信装置が、前記第1の光通信装置から受信した前記第1の光信号を電気信号に変換し、前記電気信号に含まれる前記通信信号を増幅または減衰するステップとを含み、前記第2の光通信装置が前記通信信号を増幅または減衰するステップにおいては、前記第1の光信号の受信強度、および前記光通信システムにおける前記通信信号のゲインの設定値に基づいて、前記通信信号の増幅または減衰におけるゲインを調整する。

[0032] このように、光通信方法は、第2の光通信装置が、第1の光通信装置から受信した第1の光信号の受信強度および光通信システムにおける通信信号のゲインの設定値に基づいて、第1の光信号に含まれる通信信号の増幅または減衰におけるゲインを調整する方法である。これにより、光通信方法では、光ファイバの長さに応じた光損失が補償される。したがって、光ファイバの長さに応じた光損失を補償する優れた光通信システムを構築することができる。

[0033] 以下、本開示の実施の形態について図面を用いて説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。また、以下に記載する実施の形態の少なくとも一部を任意に組み合わせてもよい。

[0034] <第1の実施の形態>

[構成および基本動作]

図1は、本開示の第1の実施の形態に係る光通信システムの構成を示す図である。図1を参照して、光通信システム301は、親局装置111と、子局装置211とを備える。親局装置111および子局装置211は、第1の光通信装置の一例であり、かつ第2の光通信装置の一例である。親局装置111および子局装置211は、光ファイバ191を介して互いに接続されている。なお、光通信システム301は、複数の子局装置211を備える構成であってもよい。この場合、たとえば、複数の子局装置211は、1本の光ファイバ191および光カプラを介して親局装置111と接続される。たとえば、光通信システム301は、アナログRoF (Radio over Fiber) システムである。

[0035] 親局装置111および子局装置211は、光ファイバ191を介して通信データを含む光信号の送受信を行う。以下、子局装置211から親局装置111へ送信される光信号を上り光信号とも称し、親局装置111から子局装置211へ送信される光信号を下り光信号とも称する。上り光信号および下り光信号は、第1の光信号の一例であり、かつ第2の光信号の一例である。なお、親局装置111および子局装置211は、2本の光ファイバ191を介して互いに接続されてもよい。この場合、親局装置111および子局装置211は、第1の光ファイバ191を介して上り光信号の送受信を行い、第2の光ファイバ191を介して下り光信号の送受信を行う。

[0036] 移動体無線通信に光通信システム301を適用した場合、たとえば移動体無線通信においてTDD (Time Division Duplex) 方式が採用される。この場合、光通信システム301において、子局装置211から親局装置111へ通信データを送信するための上り送信期間と、親局装置111から子局装置211へ通信データを送信するための下り送信期間とが切り替えられ、交互に繰り返される。

[0037] より詳細には、親局装置111は、通信データを含むOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiple

xing) 変調されたアナログ信号を図示しない基地局装置から受信する。親局装置111は、受信したアナログ信号を周波数変換することによりRF (Radio Frequency) 信号Srdを生成する。親局装置111は、下り送信期間において、生成したRF信号Srdを含む下り光信号を光ファイバ191経由で子局装置211へ送信する。なお、親局装置111は、RF信号Srdを基地局装置から受信する構成であってもよい。RF信号Srdは、通信信号の一例である。

[0038] 子局装置211は、光ファイバ191経由で親局装置111から下り光信号を受信する。子局装置211は、受信した下り光信号からRF信号Srdを取得し、取得したRF信号Srdを図示しないアンテナ経由で送信する。なお、子局装置211は、取得したRF信号Srdに基づく信号を有線経由で他の装置へ送信する構成であってもよい。

[0039] また、子局装置211は、通信データを含むOFDM変調されたミリ波帯のRF信号Sruを図示しないアンテナ経由で受信する。子局装置211は、上り送信期間において、受信したRF信号Sruを含む上り光信号を光ファイバ191経由で親局装置111へ送信する。なお、子局装置211は、RF信号Sruをアンテナ経由で受信する代わりに、通信データを含む信号を有線経由で受信し、受信した信号に基づいてRF信号Sruを生成する構成であってもよい。RF信号Sruは、通信信号の一例である。

[0040] 親局装置111は、光ファイバ191経由で子局装置211から上り光信号を受信する。親局装置111は、受信した上り光信号からRF信号Sruを取得し、取得したRF信号Sruに基づく信号を基地局装置へ送信する。

[0041] 図2は、本開示の第1の実施の形態に係る光通信システムにおける親局装置および子局装置の構成を示す図である。図2を参照して、親局装置111は、ホストボード101Aと、光モジュール201Aと、信号処理部121とを備える。子局装置211は、ホストボード101Bと、光モジュール201Bと、RF送受信部221とを備える。以下、ホストボード101A、101Bの各々をホストボード101とも称し、光モジュール201A、2

01Bの各々を光モジュール201とも称する。ホストボード101は、光通信システム301に用いられる信号処理装置の一例である。

[0042] ホストボード101Aは、入力コネクタ11Aと、出力コネクタ12Aと、制御部13Aと、可変ATT (Attenuator) 14Aと、アンプ15Aと、記憶部16Aとを備える。ホストボード101Bは、入力コネクタ11Bと、出力コネクタ12Bと、制御部13Bと、可変ATT 14Bと、アンプ15Bと、記憶部16Bとを備える。なお、ホストボード101Aはアンプ15Aを備えない構成であってもよいし、ホストボード101Bはアンプ15Bを備えない構成であってもよい。

[0043] 以下、入力コネクタ11A, 11Bの各々を入力コネクタ11とも称し、出力コネクタ12A, 12Bの各々を出力コネクタ12とも称し、制御部13A, 13Bの各々を制御部13とも称し、可変ATT 14A, 14Bの各々を可変ATT 14とも称し、アンプ15A, 15Bの各々をアンプ15とも称し、記憶部16A, 16Bの各々を記憶部16とも称する。可変ATT 14は、調整部の一例である。可変ATT 14およびアンプ15は、差動駆動であってもよいし、シングルエンド駆動であってもよい。制御部13の一部または全部は、たとえば、1または複数のプロセッサを含む処理回路 (Circuitry) により実現される。記憶部16は、たとえば上記処理回路に含まれる不揮発性メモリである。

[0044] 光モジュール201は、電気信号を光信号に変換するEO素子と、光信号を電気信号に変換するOE素子とを含む。光モジュール201Aおよび光モジュール201Bは、光ファイバ191を介して互いに接続されている。たとえば、光モジュール201は、小型プラグブルタイプのモジュールであり、たとえばSFP (Small Form-Factor Pluggable) である。なお、光モジュール201は、SFPに限定されず、QSFP (Quad Small Form-factor Pluggable) またはXFP (10 Gigabit Small Form Factor Pluggable) であってもよい。

[0045] 光モジュール201は、ホストボード101における入力コネクタ11経由で電気信号を受けて、受けた電気信号を光信号に変換する。光モジュール201は、変換した光信号を光ファイバ191へ送信する。また、光モジュール201は、光ファイバ191を介して光信号を受信し、受信した光信号を電気信号に変換する。

[0046] ホストボード101は、光モジュール201を接続可能である。光通信システム301では、光モジュール201Aがホストボード101Aに接続されており、光モジュール201Bがホストボード101Bに接続されている。なお、1つのホストボード101に複数の光モジュール201が接続されてもよい。

[0047] 光通信システム301では、可変ATT14およびアンプ15を光モジュール201の外部に配置する構成により、光モジュール201の小型化を実現することができる。また、EO素子およびOE素子と可変ATT14およびアンプ15との熱結合を低減することができるので、可変ATT14およびアンプ15の温度上昇を抑制することができる。

[0048] (下り通信)

親局装置111において、信号処理部121は、通信データを含むOFDM変調されたアナログ信号を図示しない基地局装置から受信する。信号処理部121は、受信したアナログ信号を周波数変換することによりRF信号S_{r d}を生成する。信号処理部121は、下り送信期間において、生成したRF信号S_{r d}をホストボード101Aへ出力する。なお、信号処理部121は、基地局装置からRF信号S_{r d}を受信し、受信したRF信号S_{r d}をホストボード101Aへ出力する構成であってもよい。また、信号処理部121は、基地局装置から受信した信号のレベルが光モジュール201Aにおける入力レベルに適合しない場合、基地局装置から受信した信号のレベルを調整する構成であってもよい。

[0049] 光モジュール201Aは、ホストボード101Aにおける入力コネクタ11A経由で信号処理部121からRF信号S_{r d}を受けて、電気信号である

RF信号 S_{rd} が光変調された波長 λ_1 の下り光信号を生成する。光モジュール201Aは、生成した下り光信号を光ファイバ191へ送信する。

[0050] 子局装置211における光モジュール201Bは、光ファイバ191経由で下り光信号を受信し、受信した下り光信号の強度に応じたレベルの電気信号を生成し、生成した電気信号であるRF信号 S_{rd} を可変ATT14Bへ出力する。

[0051] 可変ATT14Bは、光モジュール201Bから出力される電気信号の減衰を行う。より詳細には、可変ATT14Bは、光モジュール201Bから受けたRF信号 S_{rd} を減衰し、減衰後のRF信号 S_{rd} をアンプ15Bへ出力する。

[0052] アンプ15Bは、可変ATTBから受けたRF信号 S_{rd} を所定の増幅率で増幅し、増幅後のRF信号 S_{rd} を出力コネクタ12B経由でRF送受信部221へ出力する。

[0053] RF送受信部221は、光モジュール201BからRF信号 S_{rd} を受けて、受けたRF信号 S_{rd} を増幅し、増幅後のRF信号 S_{rd} を図示しないアンテナ経由で送信する。

[0054] (上り通信)

子局装置211において、RF送受信部221は、通信データを含むOFDM変調されたミリ波帯のRF信号 S_{ru} を図示しないアンテナ経由で受信する。RF送受信部221は、上り送信期間において、受信したRF信号 S_{ru} を増幅し、増幅後のRF信号 S_{ru} をホストボード101Bへ出力する。

[0055] 光モジュール201Bは、ホストボード101Bにおける入力コネクタ11B経由でRF送受信部221からRF信号 S_{ru} を受けて、電気信号であるRF信号 S_{ru} が光変調された波長 λ_2 の上り光信号を生成する。光モジュール201Bは、生成した上り光信号を光ファイバ191へ送信する。

[0056] 親局装置111における光モジュール201Aは、光ファイバ191経由で上り光信号を受信し、受信した上り光信号の強度に応じたレベルの電気信

号を生成し、生成した電気信号であるRF信号 S_{ru} を可変ATT14Aへ出力する。

[0057] 可変ATT14Aは、光モジュール201Aから出力される電気信号の減衰を行う。より詳細には、可変ATT14Aは、光モジュール201Aから受けたRF信号 S_{ru} を減衰し、減衰後のRF信号 S_{ru} をアンプ15Aへ出力する。

[0058] アンプ15Aは、可変ATT14Aから受けたRF信号 S_{ru} を所定の増幅率で増幅し、増幅後のRF信号 S_{ru} を出力コネクタ12A経由で信号処理部121へ出力する。

[0059] 信号処理部121は、光モジュール201AからRF信号 S_{ru} を受けて、受けたRF信号 S_{ru} を周波数変換たとえばダウンコンバートしたアナログ信号を基地局装置へ送信する。なお、信号処理部121は、光モジュール201Aから受けたRF信号 S_{ru} を、周波数変換することなく基地局装置へ送信する構成であってもよい。また、信号処理部121は、光モジュール201Aから受けたRF信号 S_{ru} のレベルを調整し、レベル調整後のRF信号 S_{ru} を周波数変換した信号、またはレベル調整後のRF信号 S_{ru} を基地局装置へ送信する構成であってもよい。

[0060] (可変ATT14Bのゲイン調整)

子局装置211は、下り光信号の受信強度、および光通信システム301におけるRF信号 S_{rd} のゲインの設定値 SV_d に基づいて、RF信号 S_{rd} の減衰におけるゲインを調整する。ここで、設定値 SV_d は、ホストボード101Aが受けるRF信号 S_{rd} と、ホストボード101Bが出力するRF信号 S_{rd} とのゲインの設定値である。

[0061] より詳細には、ホストボード101Bにおける制御部13Bは、光モジュール201Bにおいて受信された下り光信号の受信強度を示す電流値 C_{1d} を光モジュール201Bから取得する。制御部13Bは、たとえば所定周期に従う調整タイミングにおいて、取得した電流値 C_{1d} 、および設定値 SV_d に基づいて、可変ATT14Bのゲインを調整する。電流値 C_{1d} は、受

信レベル情報の一例である。

[0062] 一例として、光モジュール201Bは、下り光信号を受信し、下り光信号の受信強度に応じた電流を出力するPD (Photodiode) を含む。光モジュール201Aは、当該PDにより出力された電流の大きさを示す電流値C1dを保持する。

[0063] ホストボード101Bにおける制御部13Bは、調整タイミングが到来すると、光モジュール201Bから電流値C1dを取得する。

[0064] たとえば、記憶部16Bは、所定の設定値SVdに基づいて作成された、電流値C1dと、可変ATT14Bのゲインとの対応関係を示すゲイン設定テーブルTS1dを記憶している。ゲイン設定テーブルTS1dは、対応情報の一例である。

[0065] 制御部13Bは、記憶部16Bにおけるゲイン設定テーブルTS1dに基づいて、可変ATT14Bのゲインを調整する。より詳細には、制御部13Bは、電流値C1dを取得すると、記憶部16Bにおけるゲイン設定テーブルTS1dを参照して、取得した電流値C1dに対応するゲインを取得する。そして、制御部13Bは、可変ATT14Bのゲインを、取得したゲインに設定する。

[0066] (可変ATT14Aのゲイン調整)

親局装置111は、上り光信号の受信強度、および光通信システム301におけるRF信号Sruのゲインの設定値SVuに基づいて、RF信号Sruの減衰におけるゲインを調整する。ここで、設定値SVuは、ホストボード101Bが受けるRF信号Sruと、ホストボード101Aが出力するRF信号Sruとのゲインの設定値である。設定値SVuは、設定値SVdと同じであってもよいし、異なってもよい。

[0067] より詳細には、ホストボード101Aにおける制御部13Aは、光モジュール201Aにおいて受信された上り光信号の受信強度を示す電流値C1uを光モジュール201Aから取得する。制御部13Aは、たとえば所定周期に従う調整タイミングにおいて、取得した電流値C1u、および設定値SV

uに基づいて、可変ATT14Aのゲインを調整する。電流値C1uは、受信レベル情報の一例である。

[0068] 一例として、光モジュール201Aは、上り光信号を受信し、上り光信号の受信強度に応じた電流を出力するPDを含む。光モジュール201Aは、当該PDにより出力された電流の大きさを示す電流値C1uを保持する。

[0069] ホストボード101Aにおける制御部13Aは、調整タイミングが到来すると、光モジュール201Aから電流値C1uを取得する。

[0070] たとえば、記憶部16Aは、所定の設定値SVuに基づいて作成された、電流値C1uと、可変ATT14Aのゲインとの対応関係を示すゲイン設定テーブルTS1uを記憶している。ゲイン設定テーブルTS1uは、対応情報の一例である。

[0071] 制御部13Aは、記憶部16Aにおけるゲイン設定テーブルTS1uに基づいて、可変ATT14Aのゲインを調整する。より詳細には、制御部13Aは、電流値C1uを取得すると、記憶部16Aにおけるゲイン設定テーブルTS1uを参照して、取得した電流値C1uに対応するゲインを取得する。そして、制御部13Aは、可変ATT14Aのゲインを、取得したゲインに設定する。

[0072] [動作の流れ]

図3は、本開示の第1の実施の形態に係る光通信システムにおける可変ATTのゲイン調整のシーケンスの一例を示す図である。

[0073] 図3を参照して、まず、親局装置111は、下り送信期間において、RF信号Srdを含む下り光信号を光ファイバ191経由で子局装置211へ送信する（ステップS11）。

[0074] 次に、子局装置211は、光モジュール201Bにおいて受信された下り光信号の受信強度を示す電流値C1dを取得する（ステップS12）。

[0075] 次に、子局装置211は、取得した電流値C1dおよび設定値SVdに基づいて、可変ATT14Bのゲインを調整する。より詳細には、ホストボード101Bにおける制御部13Bは、記憶部16Bにおけるゲイン設定テ

ブルTS1dを参照して、電流値C1dに対応するゲインを取得する。そして、制御部13Bは、可変ATT14Bのゲインを、取得したゲインに設定する（ステップS13）。

[0076] 次に、子局装置211は、上り送信期間において、RF信号Sruを含む上り光信号を光ファイバ191経由で親局装置111へ送信する（ステップS14）。

[0077] 次に、親局装置111は、光モジュール201Aにおいて受信された上り光信号の受信強度を示す電流値C1uを取得する（ステップS15）。

[0078] 次に、親局装置111は、取得した電流値C1uおよび設定値SVuに基づいて、可変ATT14Aのゲインを調整する。より詳細には、ホストボード101Aにおける制御部13Aは、記憶部16Aにおけるゲイン設定テーブルTS1uを参照して、電流値C1uに対応するゲインを取得する。そして、制御部13Aは、可変ATT14Aのゲインを、取得したゲインに設定する（ステップS16）。

[0079] なお、ステップS12、S13と、ステップS15、S16との順番は、上記に限らず、順番を入れ替えてもよいし、並行して行われてもよい。

[0080] なお、本開示の第1の実施の形態に係る親局装置111では、ホストボード101Aにおける制御部13Aは、記憶部16Aにおけるゲイン設定テーブルTS1uに基づいて、可変ATT14Aのゲインを調整する構成であるとしたが、これに限定するものではない。制御部13Aは、光モジュール201Aから設定値SVuを取得し、取得した設定値SVuおよび電流値C1uに基づいて、可変ATT14Aのゲインの目標値を算出し、可変ATT14Aのゲインを、算出した目標値に設定する構成であってもよい。

[0081] 同様に、子局装置211のホストボード101Bにおける制御部13Bは、光モジュール201Bから設定値SVdを取得し、取得した設定値SVdおよび電流値C1dに基づいて、可変ATT14Bのゲインの目標値を算出し、可変ATT14Bのゲインを、算出した目標値に設定する構成であってもよい。

- [0082] また、本開示の第1の実施の形態に係る親局装置111では、ホストボード101Aは、可変ATT14Aおよびアンプ15Aを備える構成であるとしたが、これに限定するものではない。ホストボード101Aは、RF信号Sruを増幅する可変アンプを備え、かつ可変ATT14Aおよびアンプ15Aを備えない構成であってもよい。この場合、制御部13Aは、電流値C1uおよび設定値SVuに基づいて、当該可変アンプのゲインを調整する。
- [0083] 同様に、子局装置211のホストボード101Bは、RF信号Srdを増幅する可変アンプを備え、かつ可変ATT14Bおよびアンプ15Bを備えない構成であってもよい。この場合、制御部13Aは、電流値C1dおよび設定値SVdに基づいて、当該可変アンプのゲインを調整する。
- [0084] また、本開示の第1の実施の形態に係る光通信システム301は、アナログRoFシステムであるとしたが、これに限定するものではない。たとえば、光通信システム301は、IFoF (Intermediate Frequency over Fiber) システムであってもよい。
- [0085] この場合、信号処理部121は、RF信号Srdの代わりに、たとえば数GHzのIF信号Srdifをホストボード101Aへ出力する。光モジュール201Aは、ホストボード101Aにおける入力コネクタ11A経由で信号処理部121からIF信号Srdifを受けて、IF信号Srdifが光変調された波長 λ_1 の下り光信号を生成し、生成した下り光信号を光ファイバ191へ送信する。IF信号Srdifは、通信信号の一例である。
- [0086] 子局装置211における光モジュール201Bは、光ファイバ191経由で下り光信号を受信し、受信した下り光信号の強度に応じたレベルのIF信号Srdifを生成し、生成したIF信号Srdifを可変ATT14Bへ出力する。可変ATT14Bは、光モジュール201Bから受けたIF信号Srdifを減衰し、減衰後のIF信号Srdifをアンプ15Bへ出力する。アンプ15Bは、可変ATTBから受けたIF信号Srdifを所定の増幅率で増幅し、増幅後のIF信号Srdifを出力コネクタ12B経由でRF送受信部221へ出力する。RF送受信部221は、光モジュール20

1 BからIF信号 S_{rdif} を受けて、受けたIF信号 S_{rdif} をアップコンバートすることによりミリ波帯のRF信号 S_{rd} を生成し、生成したRF信号 S_{rd} を増幅して図示しないアンテナ経由で送信する。子局装置211における制御部13Bは、下り光信号の受信強度、および光通信システム301におけるIF信号 S_{rdif} のゲインの設定値 SV_d に基づいて、IF信号 S_{rdif} の減衰におけるゲインを調整する。

[0087] また、RF送受信部221は、RF信号 S_{ru} をダウンコンバートすることにより、たとえば数GHzのIF信号 S_{ruif} を生成し、生成したIF信号 S_{ruif} をホストボード101Bへ出力する。光モジュール201Bは、ホストボード101Bにおける入力コネクタ11B経由でRF送受信部221からIF信号 S_{ruif} を受けて、受けたIF信号 S_{ruif} が光変調された波長 λ_2 の上り光信号を生成し、生成した上り光信号を光ファイバ191へ送信する。IF信号 S_{ruif} は、通信信号の一例である。

[0088] 親局装置111における光モジュール201Aは、光ファイバ191経由で上り光信号を受信し、受信した上り光信号の強度に応じたレベルのIF信号 S_{ruif} を生成し、生成したIF信号 S_{ruif} を可変ATT14Aへ出力する。可変ATT14Aは、光モジュール201Aから受けたIF信号 S_{ruif} を減衰し、減衰後のIF信号 S_{ruif} をアンプ15Aへ出力する。アンプ15Aは、可変ATT14Aから受けたIF信号 S_{ruif} を所定の増幅率で増幅し、増幅後のIF信号 S_{ruif} を出力コネクタ12A経由で信号処理部121へ出力する。信号処理部121は、光モジュール201AからIF信号 S_{ruif} を受けて、受けたIF信号 S_{ruif} を基地局装置へ送信する。親局装置111における制御部13Aは、上り光信号の受信強度、および光通信システム301におけるIF信号 S_{ruif} のゲインの設定値 SV_u に基づいて、IF信号 S_{ruif} の減衰におけるゲインを調整する。

[0089] 次に、本開示の他の実施の形態について図面を用いて説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

[0090] <第2の実施の形態>

[構成および基本動作]

本実施の形態は、第1の実施の形態に係る光通信システム301と比べて、光信号の送信強度にさらに基づいて調整部のゲインを調整する光通信システム302に関する。以下で説明する内容以外は第1の実施の形態に係る光通信システム301と同様である。

[0091] 図4は、本開示の第2の実施の形態に係る光通信システムにおける親局装置および子局装置の構成を示す図である。図4を参照して、光通信システム302は、光通信システム301と比べて、親局装置111の代わりに親局装置112を備え、子局装置211の代わりに子局装置212を備える。

[0092] 親局装置112は、親局装置111と比べて、ホストボード101Aの代わりにホストボード102Aを備える。子局装置212は、子局装置211と比べて、ホストボード101Bの代わりにホストボード102Bを備える。以下、ホストボード102A、102Bの各々をホストボード102とも称する。ホストボード102は、光通信システム302に用いられる信号処理装置の一例である。

[0093] ホストボード102Aは、ホストボード101Aと比べて、制御部13Aおよび記憶部16Aの代わりに、制御部21Aおよび記憶部25Aを備える。また、ホストボード102Aは、ホストボード101Aと比べて、可変ATT14Aおよびアンプ15Aを備えず、かつ多重部22A、可変アンプ23Aおよび分離部24Aを備える。ホストボード102Bは、ホストボード101Bと比べて、制御部13Bおよび記憶部16Bの代わりに、制御部21Bおよび記憶部25Bを備える。また、ホストボード102Bは、ホストボード101Bと比べて、可変ATT14Bおよびアンプ15Bを備えず、かつ多重部22B、可変アンプ23Bおよび分離部24Bを備える。

[0094] 以下、制御部21A、21Bの各々を制御部21とも称し、多重部22A、22Bの各々を多重部22とも称し、可変アンプ23A、23Bの各々を可変アンプ23とも称し、分離部24A、24Bの各々を分離部24とも称

し、記憶部 25 A, 25 B の各々を記憶部 25 とも称する。可変アンプ 23 は、調整部の一例である。たとえば、多重部 22 および分離部 24 は、ダイプレクサである。制御部 21 の一部または全部は、たとえば、1 または複数のプロセッサを含む処理回路 (Circuitry) により実現される。記憶部 25 は、たとえば上記処理回路に含まれる不揮発性メモリである。

[0095] 可変アンプ 23 は、光モジュール 201 から出力される電気信号の増幅を行う。より詳細には、可変アンプ 23 は、光モジュール 201 から受けた電気信号を増幅し、増幅後の電気信号を分離部 24 へ出力する。制御部 21 は、可変アンプ 23 のゲインを調整する。

[0096] (可変アンプ 23 B のゲイン調整)

親局装置 112 は、下り光信号の送信強度を示す電流値 C2d を含むデジタル信号 Sdd1 を生成し、生成したデジタル信号 Sdd1 をさらに含む下り光信号を子局装置 212 へ送信する。たとえば、親局装置 112 は、AMCC (Auxiliary Management and Control Channel) 技術に従い、RF 信号 Srd およびデジタル信号 Sdd1 を含む下り光信号を子局装置 212 へ送信する。電流値 C2d は、送信レベル情報の一例である。デジタル信号 Sdd1 は、第 1 の制御用信号の一例である。

[0097] 一例として、光モジュール 201 A は、生成した下り光信号の送信強度に応じた電流を出力する PD を含む。光モジュール 201 A は、当該 PD により出力された電流の大きさを示す電流値 C2d を保持する。

[0098] ホストボード 102 A における制御部 21 A は、たとえば所定周期に従う調整タイミングが到来すると、光モジュール 201 A から電流値 C2d を取得する。制御部 21 A は、取得した電流値 C2d を含むデジタル信号 Sdd1 を生成し、生成したデジタル信号 Sdd1 を多重部 22 A へ出力する。

[0099] 多重部 22 A は、入力コネクタ 11 A 経由で信号処理部 121 から受けた RF 信号 Srd と、制御部 21 A から受けたデジタル信号 Sdd1 とを周波数多重する。多重部 22 A は、RF 信号 Srd とデジタル信号 Sdd1 とが

周波数多重された電気信号を生成して光モジュール201Aへ出力する。

- [0100] 光モジュール201Aは、多重部22Aから受けた電気信号が光変調された波長 $\lambda 1$ の下り光信号を生成し、生成した下り光信号を光ファイバ191へ送信する。
- [0101] 子局装置212における光モジュール201Bは、光ファイバ191経由で下り光信号を受信し、受信した下り光信号の強度に応じたレベルの電気信号を生成し、生成した電気信号を可変アンプ23Bへ出力する。
- [0102] 可変アンプ23Bは、光モジュール201Bから受けた電気信号を増幅して分離部24Bへ出力する。
- [0103] 分離部24Bは、可変アンプ23Bから受けた電気信号に含まれるRF信号 S_{rd} とデジタル信号 S_{dd1} とを分離し、RF信号 S_{rd} を出力コネクタ12B経由でRF送受信部221へ出力し、デジタル信号 S_{dd1} を制御部21Bへ出力する。
- [0104] 子局装置212は、受信した下り光信号に含まれるデジタル信号 S_{dd1} から電流値 C_{2d} を取得し、取得した電流値 C_{2d} にさらに基づいて、RF信号 S_{rd} の増幅におけるゲインを調整する。すなわち、子局装置212は、RF信号 S_{rd} およびデジタル信号 S_{dd1} を含む下り光信号を受信し、デジタル信号 S_{dd1} から取得した電流値 C_{2d} に基づいて、RF信号 S_{rd} の増幅におけるゲインを調整する。
- [0105] より詳細には、ホストボード102Bにおける制御部21Bは、たとえば光モジュール201Bから出力される電気信号から、電流値 C_{2d} を取得する。制御部21Bは、取得した電流値 C_{2d} にさらに基づいて、可変アンプ23Bのゲインを調整する。
- [0106] 具体的には、制御部21Bは、分離部24Bから受けたデジタル信号 S_{dd1} から、電流値 C_{2d} を取得する。また、制御部21Bは、光モジュール201Bから電流値 C_{1d} を取得する。そして、制御部21Bは、下り光信号の送信強度を示す電流値 C_{2d} から、下り光信号の受信強度を示す電流値 C_{1d} を差し引いた差分電流値 D_d を算出する。

- [0107] たとえば、記憶部25Bは、所定の設定値SVdに基づいて作成された、差分電流値Ddと、可変アンプ23Bのゲインとの対応関係を示すゲイン設定テーブルTS2dを記憶している。ゲイン設定テーブルTS2dは、対応情報の一例である。
- [0108] 制御部21Bは、差分電流値Ddを算出すると、記憶部25Bにおけるゲイン設定テーブルTS2dを参照して、算出した差分電流値Ddに対応するゲインを取得する。そして、制御部21Bは、可変アンプ23Bのゲインを、取得したゲインに設定する。
- [0109] (可変アンプ23Aのゲイン調整)
- 子局装置212は、上り光信号の送信強度を示す電流値C2uを含むデジタル信号Sdu1を生成し、生成したデジタル信号Sdu1をさらに含む上り光信号を親局装置112へ送信する。たとえば、子局装置212は、AMCC技術に従い、RF信号Sruおよびデジタル信号Sdu1を含む上り光信号を親局装置112へ送信する。電流値C2uは、送信レベル情報の一例である。デジタル信号Sdu1は、第1の制御用信号の一例である。
- [0110] 一例として、光モジュール201Bは、生成した上り光信号の送信強度に応じた電流を出力するPDを含む。光モジュール201Bは、当該PDにより出力された電流の大きさを示す電流値C2uを保持する。
- [0111] ホストボード102Bにおける制御部21Bは、たとえば所定周期に従う調整タイミングが到来すると、光モジュール201Bから電流値C2uを取得する。制御部21Bは、取得した電流値C2uを含むデジタル信号Sdu1を生成し、生成したデジタル信号Sdu1を多重部22Bへ出力する。
- [0112] 多重部22Bは、入力コネクタ11B経由でRF送受信部221から受けたRF信号Sruと、制御部21Bから受けたデジタル信号Sdu1とを周波数多重する。多重部22Bは、RF信号Sruとデジタル信号Sdu1とが周波数多重された電気信号を生成して光モジュール201Bへ出力する。
- [0113] 光モジュール201Bは、多重部22Bから受けた電気信号が光変調された波長 λ_2 の上り光信号を生成し、生成した上り光信号を光ファイバ191

へ送信する。

- [0114] 親局装置 1 1 2 における光モジュール 2 0 1 A は、光ファイバ 1 9 1 経由で上り光信号を受信し、受信した上り光信号の強度に応じたレベルの電気信号を生成し、生成した電気信号を可変アンプ 2 3 A へ出力する。
- [0115] 可変アンプ 2 3 A は、光モジュール 2 0 1 A から受けた電気信号を増幅して分離部 2 4 A へ出力する。
- [0116] 分離部 2 4 A は、可変アンプ 2 3 A から受けた電気信号に含まれる R F 信号 S_{ru} とデジタル信号 S_{du1} とを分離し、R F 信号 S_{ru} を出力コネクタ 1 2 A 経由で信号処理部 1 2 1 へ出力し、デジタル信号 S_{du1} を制御部 2 1 A へ出力する。
- [0117] 親局装置 1 1 2 は、受信した上り光信号に含まれるデジタル信号 S_{du1} から電流値 C_{2u} を取得し、取得した電流値 C_{2u} にさらに基づいて、R F 信号 S_{ru} の増幅におけるゲインを調整する。すなわち、親局装置 1 1 2 は、R F 信号 S_{ru} およびデジタル信号 S_{du1} を含む上り光信号を受信し、デジタル信号 S_{du1} から取得した電流値 C_{2u} に基づいて、R F 信号 S_{ru} の増幅におけるゲインを調整する。
- [0118] より詳細には、ホストボード 1 0 2 A における制御部 2 1 A は、たとえば光モジュール 2 0 1 A から出力される電気信号から、電流値 C_{2u} を取得する。制御部 2 1 A は、取得した電流値 C_{2u} にさらに基づいて、可変アンプ 2 3 A のゲインを調整する。
- [0119] 具体的には、制御部 2 1 A は、分離部 2 4 A から受けたデジタル信号 S_{du1} から、電流値 C_{2u} を取得する。また、制御部 2 1 A は、光モジュール 2 0 1 A から電流値 C_{1u} を取得する。そして、制御部 2 1 A は、上り光信号の送信強度を示す電流値 C_{2u} から、上り光信号の受信強度を示す電流値 C_{1u} を差し引いた差分電流値 D_u を算出する。
- [0120] たとえば、記憶部 2 5 A は、所定の設定値 S_{Vu} に基づいて作成された、差分電流値 D_u と、可変アンプ 2 3 A のゲインとの対応関係を示すゲイン設定テーブル T_{S2u} を記憶している。ゲイン設定テーブル T_{S2u} は、対応

情報の一例である。

[0121] 制御部 21A は、差分電流値 D_u を算出すると、記憶部 25A におけるゲイン設定テーブル T_{S2u} を参照して、算出した差分電流値 D_u に対応するゲインを取得する。そして、制御部 21A は、可変アンプ 23A のゲインを、取得したゲインに設定する。

[0122] [動作の流れ]

図 5 は、本開示の第 2 の実施の形態に係る光通信システムにおける光モジュールの後段の可変アンプのゲイン調整のシーケンスの一例を示す図である。

[0123] 図 5 を参照して、まず、親局装置 112 は、下り送信期間において、RF 信号 S_{rd} を含む下り光信号を光ファイバ 191 経由で子局装置 212 へ送信する（ステップ S21）。

[0124] また、子局装置 212 は、上り送信期間において、RF 信号 S_{ru} を含む上り光信号を光ファイバ 191 経由で親局装置 112 へ送信する（ステップ S22）。

[0125] 次に、親局装置 112 は、所定周期に従う調整タイミングが到来すると、下り送信期間において送信した下り光信号の送信強度を示す電流値 C_{2d} を取得する（ステップ S23）。

[0126] 次に、親局装置 112 は、たとえば次の下り送信期間において、電流値 C_{2d} を含むデジタル信号 S_{dd1} を生成し、生成したデジタル信号 S_{dd1} および RF 信号 S_{rd} を含む下り光信号を光ファイバ 191 経由で子局装置 212 へ送信する（ステップ S24）。

[0127] 次に、子局装置 212 は、受信した下り光信号に含まれるデジタル信号 S_{dd1} から電流値 C_{2d} を取得する（ステップ S25）。

[0128] 次に、子局装置 212 は、光モジュール 201B において受信された下り光信号の受信強度を示す電流値 C_{1d} を取得する（ステップ S26）。

[0129] 次に、子局装置 212 は、電流値 C_{2d} 、電流値 C_{1d} および設定値 S_{vd} に基づいて、可変アンプ 23B のゲインを調整する。より詳細には、ホス

トボード102Bにおける制御部21Bは、電流値C2dから電流値C1dを差し引いた差分電流値Ddを算出する。制御部21Bは、記憶部25Bにおけるゲイン設定テーブルTS2dを参照して、算出した差分電流値Ddに対応するゲインを取得する。そして、制御部21Bは、可変アンプ23Bのゲインを、取得したゲインに設定する（ステップS27）。

[0130] 次に、子局装置212は、上り送信期間において送信した上り光信号の送信強度を示す電流値C2uを取得する（ステップS28）。

[0131] 次に、子局装置212は、たとえば次の上り送信期間において、電流値C2uを含むデジタル信号Sdu1を生成し、生成したデジタル信号Sdu1およびRF信号Sruを含む上り光信号を光ファイバ191経由で親局装置112へ送信する（ステップS29）。

[0132] 次に、親局装置112は、受信した上り光信号に含まれるデジタル信号Sdu1から電流値C2uを取得する（ステップS30）。

[0133] 次に、親局装置112は、光モジュール201Aにおいて受信された上り光信号の受信強度を示す電流値C1uを取得する（ステップS31）。

[0134] 次に、親局装置112は、電流値C2u、電流値C1uおよび設定値Svuに基づいて、可変アンプ23Aのゲインを調整する。より詳細には、ホストボード102Aにおける制御部21Aは、電流値C2uから電流値C1uを差し引いた差分電流値Duを算出する。制御部21Aは、記憶部25Aにおけるゲイン設定テーブルTS2uを参照して、算出した差分電流値Duに対応するゲインを取得する。そして、制御部21Aは、可変アンプ23Aのゲインを、取得したゲインに設定する（ステップS32）。

[0135] なお、ステップS23、S24、S25、S26、S27と、ステップS28、S29、S30、S31、S32との順番は、上記に限らず、順番を入れ替えてもよいし、並行して行われてもよい。

[0136] なお、本開示の第2の実施の形態に係る親局装置112では、ホストボード101Aにおける制御部21Aは、光モジュール201Bから出力される電気信号から、電流値C2uを取得する構成であるとしたが、これに限定す

るものではない。たとえば、制御部21Aは、専用の通信線を介して子局装置212からデジタル信号S_{du1}を受信し、受信したデジタル信号S_{du1}から電流値C_{2u}を取得する構成であってもよい。

[0137] 同様に、子局装置212のホストボード101Bにおける制御部21Bは、専用の通信線を介して親局装置112からデジタル信号S_{dd1}を受信し、受信したデジタル信号S_{dd1}から電流値C_{2d}を取得する構成であってもよい。

[0138] また、本開示の第2の実施の形態に係る光通信システム302では、親局装置112は、電流値C_{2d}を含むデジタル信号S_{dd1}を生成する構成であるとしたが、これに限定するものではない。親局装置112は、デジタル信号S_{dd1}の代わりに、電流値C_{2d}を示すアナログ信号S_{ad1}を生成し、RF信号S_{rd}およびアナログ信号S_{ad1}を含む下り光信号を子局装置212へ送信する構成であってもよい。この場合、子局装置212は、受信した下り光信号に含まれるアナログ信号S_{ad1}から電流値C_{2d}を取得し、取得した電流値C_{2d}に基づいて、RF信号S_{rd}の増幅におけるゲインを調整する。アナログ信号S_{ad1}は、第1の制御用信号の一例である。

[0139] また、本開示の第2の実施の形態に係る光通信システム302では、子局装置212は、電流値C_{2u}を含むデジタル信号S_{du1}を生成する構成であるとしたが、これに限定するものではない。子局装置212は、デジタル信号S_{du1}の代わりに、電流値C_{2u}を示すアナログ信号S_{au1}を生成し、RF信号S_{ru}およびアナログ信号S_{au1}を含む上り光信号を親局装置112へ送信する構成であってもよい。この場合、親局装置112は、受信した上り光信号に含まれるアナログ信号S_{au1}から電流値C_{2u}を取得し、取得した電流値C_{2u}に基づいて、RF信号S_{ru}の増幅におけるゲインを調整する。アナログ信号S_{au1}は、第1の制御用信号の一例である。

[0140] 次に、本開示の他の実施の形態について図面を用いて説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

[0141] <第3の実施の形態>

[構成および基本動作]

本実施の形態は、第1の実施の形態に係る光通信システム301と比べて、光変調前のRF信号の増幅または減衰におけるゲインを調整する光通信システム303に関する。以下で説明する内容以外は、第1の実施の形態に係る光通信システム301および第2の実施の形態に係る光通信システム302と同様である。

[0142] 図6は、本開示の第3の実施の形態に係る光通信システムにおける親局装置および子局装置の構成を示す図である。図6を参照して、光通信システム303は、光通信システム302と比べて、親局装置112の代わりに親局装置113を備え、子局装置212の代わりに子局装置213を備える

[0143] 親局装置113は、親局装置112と比べて、ホストボード102Aの代わりにホストボード103Aを備える。子局装置213は、子局装置212と比べて、ホストボード102Bの代わりにホストボード103Bを備える。以下、ホストボード103A、103Bの各々をホストボード103とも称する。ホストボード103は、光通信システム303に用いられる信号処理装置の一例である。

[0144] ホストボード103Aは、ホストボード102Aと比べて、制御部21Aおよび記憶部25Aの代わりに制御部31Aおよび記憶部33Aを備え、可変アンプ32Aをさらに備える。ホストボード103Bは、ホストボード102Bと比べて、制御部21Bおよび記憶部25Bの代わりに制御部31Bおよび記憶部33Bを備え、可変アンプ32Bをさらに備える。

[0145] 以下、制御部31A、31Bの各々を制御部31とも称し、可変アンプ32A、32Bの各々を可変アンプ32とも称し、記憶部33A、33Bの各々を記憶部33とも称する。制御部31の一部または全部は、たとえば、1または複数のプロセッサを含む処理回路(Circuitry)により実現される。記憶部33は、たとえば上記処理回路に含まれる不揮発性メモリである。

[0146] 可変アンプ32は、多重部22から電気信号を受けて、受けた電気信号を

増幅し、増幅後の電気信号を光モジュール201へ出力する。制御部31は、可変アンプ32のゲインを調整する。

[0147] (可変アンプ32Aのゲイン調整)

親局装置113のホストボード103Aにおける制御部31Aは、たとえば所定周期に従う調整タイミングが到来すると、可変アンプ32Aのゲインを所定値に設定する。

[0148] 可変アンプ32Aは、多重部22Aから受けた電気信号を、制御部31Aにより設定された所定の増幅率で増幅し、増幅後の電気信号を光モジュール201Aへ出力する。

[0149] 光モジュール201Aは、可変アンプ32Aから受けた電気信号が光変調された波長 λ_1 の下り光信号を生成し、生成した下り光信号を光ファイバ191へ送信する。

[0150] 子局装置213は、受信した下り光信号のOMIを示すOMI値 V_d を含むデジタル信号 S_{du2} を生成し、生成したデジタル信号 S_{du2} をさらに含む上り光信号を親局装置113へ送信する。OMI値 V_d は、OMI情報の一例である。デジタル信号 S_{du2} は、第2の制御用信号の一例である。

[0151] より詳細には、ホストボード103Bにおける制御部31Bは、光モジュール201Bから所定長のモニタ期間における電流値 C_{1d} を取得し、取得した電流値 C_{1d} および所定の変換式に基づいて、下り光信号の光パワー P_{Wd} を算出する。そして、制御部31Bは、以下の式(1)により表されるOMI値 V_d を算出する。

$$V_d = (P_{dmax} - P_{dave}) / P_{dave} \quad \dots \quad (1)$$

[0152] ここで、 P_{dmax} は、モニタ期間における光パワー P_{Wd} の最大値である。 P_{dave} は、モニタ期間における光パワー P_{Wd} の平均値である。OMI値 V_d は、親局装置113における光モジュール201Aの電光変換曲線の傾きを示す値である。

[0153] 制御部31Bは、算出したOMI値 V_d を含むデジタル信号 S_{du2} を生成し、生成したデジタル信号 S_{du2} を多重部22Bへ出力する。

- [0154] 多重部22Bは、入力コネクタ11B経由でRF送受信部221から受けたRF信号 S_{ru} と、制御部31Bから受けたデジタル信号 S_{du2} とを周波数多重する。多重部22Bは、RF信号 S_{ru} とデジタル信号 S_{du2} とが周波数多重された電気信号を生成して可変アンプ32Bへ出力する。
- [0155] 可変アンプ32Bは、多重部22Bから電気信号を受けて、受けた電気信号を増幅して光モジュール201Bへ出力する。
- [0156] 光モジュール201Bは、可変アンプ32Bから受けた電気信号が光変調された波長 λ_2 の上り光信号を生成し、生成した上り光信号を光ファイバ191へ送信する。
- [0157] 親局装置113における光モジュール201Aは、光ファイバ191経由で上り光信号を受信し、受信した上り光信号の強度に応じたレベルの電気信号を生成し、生成した電気信号を可変アンプ23Aへ出力する。
- [0158] 可変アンプ23Aは、光モジュール201Aから受けた電気信号を増幅して分離部24Aへ出力する。
- [0159] 分離部24Aは、可変アンプ23Aから受けた電気信号に含まれるRF信号 S_{ru} とデジタル信号 S_{du2} とを分離し、RF信号 S_{ru} を出力コネクタ12A経由で信号処理部121へ出力し、デジタル信号 S_{du2} を制御部31Aへ出力する。
- [0160] 親局装置113は、受信した上り光信号に含まれるデジタル信号 S_{du2} からOMI値 V_d を取得し、取得したOMI値 V_d に基づいて、RF信号 S_{rd} の増幅におけるゲインを調整する。
- [0161] より詳細には、制御部31Aは、分離部24Aから受けたデジタル信号 S_{du2} から、OMI値 V_d を取得する。制御部31Aは、予め設定された下り光信号のOMIの目標値 V_{td} から、OMI値 V_d を差し引いた差分OMI値 V_{dd} を算出する。
- [0162] たとえば、記憶部33Aは、差分OMI値 V_{dd} と、可変アンプ32Aのゲインとの対応関係を示すゲイン設定テーブル T_{S3d} を記憶している。
- [0163] 制御部31Aは、差分OMI値 V_{dd} を算出すると、記憶部33Aにお

るゲイン設定テーブルTS3dを参照して、算出した差分OMI値Vddに対応するゲインを取得する。そして、制御部31Aは、可変アンプ32Aのゲインを、取得したゲインに設定する。

[0164] たとえば、光通信システム303では、制御部31Aにより算出される差分OMI値Vddが所定値以下となるまで可変アンプ32Aのゲイン調整を繰り返し、制御部31Aにより算出される差分OMI値Vddが所定値以下となった場合、上述した手順により、可変アンプ23Aのゲイン調整を行う。

[0165] (可変アンプ32Bのゲイン調整)

子局装置213のホストボード103Bにおける制御部31Bは、たとえば所定周期に従う調整タイミングが到来すると、可変アンプ32Bのゲインを所定値に設定する。

[0166] 可変アンプ32Bは、多重部22Bから受けた電気信号を、制御部31Bにより設定された所定の増幅率で増幅し、増幅後の電気信号を光モジュール201Bへ出力する。

[0167] 光モジュール201Bは、可変アンプ32Bから受けた電気信号が光変調された波長 λ_2 の上り光信号を生成し、生成した上り光信号を光ファイバ191へ送信する。

[0168] 親局装置113は、受信した上り光信号のOMIを示すOMI値Vuを含むデジタル信号Sdd2を生成し、生成したデジタル信号Sdd2を含む下り光信号を子局装置213へ送信する。OMI値Vuは、OMI情報の一例である。デジタル信号Sdd2は、第2の制御用信号の一例である。

[0169] より詳細には、ホストボード103Aにおける制御部31Aは、光モジュール201Aから所定長のモニタ期間における電流値C1uを取得し、取得した電流値C1uおよび所定の変換式に基づいて、下り光信号の光パワーPuを算出する。そして、制御部31Aは、以下の式(2)により表されるOMI値Vuを算出する。

$$V_u = (P_{u\max} - P_{u\text{ave}}) / P_{u\text{ave}} \cdots (2)$$

- [0170] ここで、 $P_{u\max}$ は、モニタ期間における光パワー P_{Wu} の最大値である。 $P_{u\text{ave}}$ は、モニタ期間における光パワー P_{Wu} の平均値である。OMI値 V_u は、子局装置213における光モジュール201Bの電光変換曲線の傾きを示す値である。
- [0171] 制御部31Aは、算出したOMI値 V_u を含むデジタル信号 S_{dd2} を生成し、生成したデジタル信号 S_{dd2} を多重部22Aへ出力する。
- [0172] 多重部22Aは、入力コネクタ11A経由で信号処理部121から受けたRF信号 S_{rd} と、制御部31Aから受けたデジタル信号 S_{dd2} とを周波数多重する。多重部22Aは、RF信号 S_{rd} とデジタル信号 S_{dd2} とが周波数多重された電気信号を生成して可変アンプ32Aへ出力する。
- [0173] 可変アンプ32Aは、多重部22Aから電気信号を受けて、受けた電気信号を増幅して光モジュール201Aへ出力する。
- [0174] 光モジュール201Aは、多重部22Aから受けた電気信号が光変調された波長 λ_1 の下り光信号を生成し、生成した下り光信号を光ファイバ191へ送信する。
- [0175] 子局装置213における光モジュール201Bは、光ファイバ191経由で下り光信号を受信し、受信した下り光信号の強度に応じたレベルの電気信号を生成し、生成した電気信号を可変アンプ23Bへ出力する。
- [0176] 可変アンプ23Bは、光モジュール201Bから受けた電気信号を増幅して分離部24Bへ出力する。
- [0177] 分離部24Bは、可変アンプ23Bから受けた電気信号に含まれるRF信号 S_{rd} とデジタル信号 S_{dd2} とを分離し、RF信号 S_{rd} を出力コネクタ12B経由でRF送受信部221へ出力し、デジタル信号 S_{dd2} を制御部31Bへ出力する。
- [0178] 子局装置213は、受信した下り光信号に含まれるデジタル信号 S_{dd2} からOMI値 V_u を取得し、取得したOMI値 V_u に基づいて、RF信号 S_{ru} の増幅におけるゲインを調整する。
- [0179] より詳細には、制御部31Bは、分離部24Bから受けたデジタル信号 S

d d 2 から、OMI 値 V_u を取得する。制御部 3 1 B は、予め設定された上り光信号の OMI の目標値 $V_{t u}$ から、OMI 値 V_u を差し引いた差分 OMI 値 $V_{d u}$ を算出する。

[0180] たとえば、記憶部 3 3 B は、差分 OMI 値 $V_{d u}$ と、可変アンプ 3 2 B のゲインとの対応関係を示すゲイン設定テーブル $T S 3 u$ を記憶している。

[0181] 制御部 3 1 B は、差分 OMI 値 $V_{d u}$ を算出すると、記憶部 3 3 B におけるゲイン設定テーブル $T S 3 u$ を参照して、算出した差分 OMI 値 $V_{d u}$ に対応するゲインを取得する。そして、制御部 3 1 B は、可変アンプ 3 2 B のゲインを、取得したゲインに設定する。

[0182] たとえば、光通信システム 3 0 3 では、制御部 3 1 B により算出される差分 OMI 値 $V_{d u}$ が所定値以下となるまで可変アンプ 3 2 B のゲイン調整を繰り返し、制御部 3 1 B により算出される差分 OMI 値 $V_{d u}$ が所定値以下となった場合、上述した手順により、可変アンプ 2 3 B のゲイン調整を行う。

[0183] [動作の流れ]

図 7 は、本開示の第 3 の実施の形態に係る光通信システムにおける光モジュールの前段の可変アンプのゲイン調整のシーケンスの一例を示す図である。

[0184] 図 7 を参照して、まず、親局装置 1 1 3 は、下り送信期間において、下り光信号を光ファイバ 1 9 1 経由で子局装置 2 1 3 へ送信する（ステップ S 4 1）。

[0185] 次に、子局装置 2 1 3 は、受信した下り光信号の OMI を示す OMI 値 V_d を算出する（ステップ S 4 2）。

[0186] 次に、子局装置 2 1 3 は、上り送信期間において、OMI 値 V_d を含むデジタル信号 $S_{d u 2}$ を生成し、生成したデジタル信号 $S_{d u 2}$ および RF 信号 $S_{r u}$ を含む上り光信号を光ファイバ 1 9 1 経由で親局装置 1 1 3 へ送信する（ステップ S 4 3）。

[0187] 次に、親局装置 1 1 3 は、受信した上り光信号に含まれるデジタル信号 S

- $d u 2$ からOMI値 $V d$ を取得する（ステップS44）。
- [0188] 次に、親局装置113は、OMI値 $V d$ に基づいて、可変アンプ32Aのゲインを調整する。より詳細には、ホストボード103Aにおける制御部31Aは、目標値 $V t d$ からOMI値 $V d$ を差し引いた差分OMI値 $V d d$ を算出する。制御部31Aは、記憶部33Aにおけるゲイン設定テーブルTS3dを参照して、算出した差分OMI値 $V d d$ に対応するゲインを取得する。そして、制御部31Aは、可変アンプ32Aのゲインを、取得したゲインに設定する（ステップS45）。
- [0189] 次に、親局装置113は、受信した上り光信号のOMIを示すOMI値 $V u$ を算出する（ステップS46）。
- [0190] 次に、親局装置113は、下り送信期間において、OMI値 $V u$ を含むデジタル信号 $S d d 2$ を生成し、生成したデジタル信号 $S d d 2$ およびRF信号 $S r d$ を含む下り光信号を光ファイバ191経由で子局装置213へ送信する（ステップS47）。
- [0191] 次に、子局装置213は、受信した下り光信号に含まれるデジタル信号 $S d d 2$ からOMI値 $V u$ を取得する（ステップS48）。
- [0192] 次に、子局装置213は、OMI値 $V u$ に基づいて、可変アンプ32Bのゲインを調整する。より詳細には、ホストボード103Bにおける制御部31Bは、目標値 $V t u$ からOMI値 $V u$ を差し引いた差分OMI値 $V d u$ を算出する。制御部31Bは、記憶部33Bにおけるゲイン設定テーブルTS3uを参照して、算出した差分OMI値 $V d u$ に対応するゲインを取得する。そして、制御部31Bは、可変アンプ32Bのゲインを、取得したゲインに設定する（ステップS49）。
- [0193] なお、ステップS42, S43, S44, S45と、ステップS46, S47, S48, S49との順番は、上記に限らず、順番を入れ替えてもよいし、並行して行われてもよい。
- [0194] また、本開示の第3の実施の形態に係る光通信システム303では、子局装置213は、OMI値 $V d$ を含むデジタル信号 $S d u 2$ を生成する構成で

あるとしたが、これに限定するものではない。子局装置 2 1 3 は、デジタル信号 S_{du2} の代わりに、OMI 値 V_d を示すアナログ信号 S_{au2} を生成し、RF 信号 S_{ru} およびアナログ信号 S_{au2} を含む上り光信号を親局装置 1 1 3 へ送信する構成であってもよい。この場合、親局装置 1 1 3 は、受信した上り光信号に含まれるアナログ信号 S_{au2} から OMI 値 V_d を取得し、取得した OMI 値 V_d に基づいて、RF 信号 S_{rd} の増幅におけるゲインを調整する。アナログ信号 S_{au2} は、第 2 の制御用信号の一例である。

[0195] また、本開示の第 3 の実施の形態に係る光通信システム 3 0 3 では、親局装置 1 1 3 は、OMI 値 V_u を含むデジタル信号 S_{dd2} を生成する構成であるとしたが、これに限定するものではない。親局装置 1 1 3 は、デジタル信号 S_{dd2} の代わりに、OMI 値 V_u を示すアナログ信号 S_{ad2} を生成し、RF 信号 S_{rd} およびアナログ信号 S_{ad2} を含む下り光信号を子局装置 2 1 3 へ送信する構成であってもよい。この場合、子局装置 2 1 3 は、受信した下り光信号に含まれるアナログ信号 S_{ad2} から OMI 値 V_u を取得し、取得した OMI 値 V_u に基づいて、RF 信号 S_{ru} の増幅におけるゲインを調整する。アナログ信号 S_{ad2} は、第 2 の制御用信号の一例である。

[0196] 次に、本開示の他の実施の形態について図面を用いて説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

[0197] <第 4 の実施の形態>

[構成および基本動作]

本実施の形態は、第 1 の実施の形態に係る光通信システム 3 0 1 と比べて、光モジュール 2 0 1 から出力される電気信号を補正する光通信システム 3 0 4 に関する。以下で説明する内容以外は、第 1 の実施の形態に係る光通信システム 3 0 1、第 2 の実施の形態に係る光通信システム 3 0 2 および第 3 の実施の形態に係る光通信システム 3 0 3 と同様である。

[0198] 図 8 は、本開示の第 4 の実施の形態に係る光通信システムにおける親局装置および子局装置の構成を示す図である。図 8 を参照して、光通信システム 3 0 4 は、光通信システム 3 0 2 と比べて、親局装置 1 1 2 の代わりに親局

装置 1 1 4 を備え、子局装置 2 1 2 の代わりに子局装置 2 1 4 を備える。

[0199] 親局装置 1 1 4 は、親局装置 1 1 2 と比べて、ホストボード 1 0 2 A の代わりにホストボード 1 0 4 A を備える。子局装置 2 1 4 は、子局装置 2 1 2 と比べて、ホストボード 1 0 2 B の代わりにホストボード 1 0 4 B を備える。以下、ホストボード 1 0 4 A、1 0 4 B の各々をホストボード 1 0 4 とも称する。ホストボード 1 0 4 は、光通信システム 3 0 4 に用いられる信号処理装置の一例である。

[0200] ホストボード 1 0 4 A は、ホストボード 1 0 2 A と比べて、制御部 2 1 A および記憶部 2 5 A の代わりに制御部 4 1 A および記憶部 4 3 A を備え、補正部 4 2 A をさらに備える。ホストボード 1 0 4 B は、ホストボード 1 0 2 B と比べて、制御部 2 1 B および記憶部 2 5 B の代わりに制御部 4 1 B および記憶部 4 3 B を備え、補正部 4 2 B をさらに備える。

[0201] 以下、制御部 4 1 A、4 1 B の各々を制御部 4 1 とも称し、補正部 4 2 A、4 2 B の各々を補正部 4 2 とも称し、記憶部 4 3 A、4 3 B の各々を記憶部 4 3 とも称する。制御部 4 1 の一部または全部は、たとえば、1 または複数のプロセッサを含む処理回路 (Circuitry) により実現される。記憶部 4 3 は、たとえば上記処理回路に含まれる不揮発性メモリである。

[0202] 補正部 4 2 は、可変アンプ 2 3 から受けたアナログの電気信号を補正する。たとえば、補正部 4 2 は、初期状態において、可変アンプ 2 3 から受けた電気信号を補正することなく分離部 2 4 へ出力する。補正部 4 2 は、制御部 4 1 から補正開始時指示を受けた場合、可変アンプ 2 3 から受けた電気信号の補正を開始し、補正後の電気信号を分離部 2 4 へ出力する。

[0203] (RF 信号 S_{rd} の補正)

子局装置 2 1 4 は、親局装置 1 1 4 における光変調特性を示す高調波歪み HD_d を取得し、取得した高調波歪み HD_d に基づいて RF 信号 S_{rd} を補正する。

[0204] より詳細には、ホストボード 1 0 4 B における制御部 4 1 B は、光モジュール 2 0 1 B から出力される電気信号の高調波歪み HD_d を算出する。高調

波歪み HD_d は、親局装置114における光モジュール201Aの電光変換曲線の非線形性を示す値である。高調波歪み HD_d は、特性情報の一例である。

[0205] たとえば、記憶部43Bは、高調波歪み HD_d と、補正係数 C_d との対応関係を示す補正テーブル TC_d を記憶している。

[0206] 制御部41Bは、高調波歪み HD_d を算出すると、記憶部43Bにおける補正テーブル TC_d を参照して、算出した高調波歪み HD_d に対応する補正係数 C_d を取得する。そして、制御部41Bは、取得した補正係数 C_d を含む補正開始指示を補正部42Bへ出力する。

[0207] 補正部42Bは、制御部41Bから補正開始指示を受けて、受けた補正開始指示に含まれる補正係数 C_d を保持する。補正部42Bは、当該補正係数 C_d を用いて、可変アンプ23Bから受けた電気信号の歪み補正を行う。

[0208] 図9は、本開示の第4の実施の形態に係る光通信システムにおける電気信号の歪み補正の一例を示す図である。図9において、縦軸は電気信号の振幅 $[V]$ であり、横軸は時刻 $[t]$ である。図9における破線は、可変アンプ23Bから補正部42Bへ出力される電気信号の波形を示している。図9における実線は、補正部42Bによる補正後の電気信号の波形を示している。

[0209] 図9を参照して、光モジュール201Bから出力される電気信号は、光モジュール201Aの電光変換曲線の非線形性の影響により、振幅のピークの波形が低く変形している。

[0210] 補正部42Bは、可変アンプ23Aから受けた電気信号において、所定の閾値 THV_2 より大きい振幅の値および所定の閾値 THV_1 より小さい振幅の値に、1以上の値である補正係数 C_d を乗じることにより、当該電気信号の歪み補正を行う。補正部42Bは、歪み補正後の電気信号を分離部24Bへ出力する。

[0211] たとえば、光通信システム304では、補正部42Bによる歪み補正の開始後、上述した手順により、可変アンプ23Bのゲイン調整を行う。

[0212] (RF信号 S_{ru} の補正)

再び図8を参照して、親局装置114は、子局装置214における光変調特性を示す高調波歪み HD_u を取得し、取得した高調波歪み HD_u に基づいてRF信号 S_{ru} を補正する。

[0213] より詳細には、ホストボード104Aにおける制御部41Aは、光モジュール201Aから出力される電気信号の高調波歪み HD_u を算出する。高調波歪み HD_u は、子局装置214における光モジュール201Bの電光変換曲線の非線形性を示す値である。高調波歪み HD_u は、特性情報の一例である。

[0214] たとえば、記憶部43Aは、高調波歪み HD_u と、補正係数 C_u との対応関係を示す補正テーブル TC_u を記憶している。

[0215] 制御部41Aは、高調波歪み HD_u を算出すると、記憶部43Aにおける補正テーブル TC_u を参照して、算出した高調波歪み HD_u に対応する補正係数 C_u を取得する。そして、制御部41Aは、取得した補正係数 C_u を含む補正開始指示を補正部42Aへ出力する。

[0216] 補正部42Aは、制御部41Aから補正開始指示を受けて、受けた補正開始指示に含まれる補正係数 C_u を保持する。補正部42Aは、当該補正係数 C_u を用いて、可変アンプ23Aから受けた電気信号の歪み補正を行う。

[0217] より詳細には、補正部42Aは、可変アンプ23Aから受けた電気信号において、閾値 THV_2 より大きい振幅の値および閾値 THV_1 より小さい振幅の値に、1以上の値である補正係数 C_u を乗じることにより、当該電気信号の歪み補正を行う。補正部42Aは、歪み補正後の電気信号を分離部24Aへ出力する。

[0218] たとえば、光通信システム304では、補正部42Aによる歪み補正の開始後、上述した手順により、可変アンプ23Aのゲイン調整を行う。

[0219] [動作の流れ]

図10は、本開示の第4の実施の形態に係る光通信システムにおける歪み補正のシーケンスの一例を示す図である。

[0220] 図10を参照して、まず、親局装置114は、下り送信期間において、下

り光信号を光ファイバ191経由で子局装置214へ送信する（ステップS51）。

[0221] 次に、子局装置214は、光モジュール201Bから出力される電気信号の高調波歪み $H D d$ を算出する（ステップS52）。

[0222] 次に、子局装置214は、記憶部43Bにおける補正テーブル $T C d$ を参照して、算出した高調波歪み $H D d$ に対応する補正係数 $C d$ を取得する（ステップS53）。

[0223] 次に、子局装置214は、補正係数 $C d$ を用いた歪み補正を開始する。より詳細には、ホストボード104Bにおける補正部42Bは、補正係数 $C d$ を用いて、可変アンプ23Bから受けた電気信号の歪み補正を開始する（ステップS54）。

[0224] 次に、子局装置214は、上り送信期間において、上り光信号を光ファイバ191経由で親局装置114へ送信する（ステップS55）。

[0225] 次に、親局装置114は、光モジュール201Aから出力される電気信号の高調波歪み $H D u$ を算出する（ステップS56）。

[0226] 次に、親局装置114は、記憶部43Aにおける補正テーブル $T C u$ を参照して、算出した高調波歪み $H D u$ に対応する補正係数 $C u$ を取得する（ステップS57）。

[0227] 次に、親局装置114は、補正係数 $C u$ を用いた歪み補正を開始する。より詳細には、ホストボード104Aにおける補正部42Aは、補正係数 $C u$ を用いて、可変アンプ23Aから受けた電気信号の歪み補正を開始する（ステップS58）。

[0228] なお、ステップS52、S53、S54と、ステップS56、S57、S58との順番は、上記に限らず、順番を入れ替えてもよいし、並行して行われてもよい。

[0229] なお、本開示の第4の実施の形態に係る親局装置114では、ホストボード104Aにおける補正部42Aは、可変アンプ23Aから受けたアナログの電気信号の歪み補正を行う構成であるとしたが、これに限定するものでは

ない。補正部42Aは、可変アンプ23Aから出力されてデジタル変換された電気信号の示す波形の歪み補正を行う構成であってもよい。

[0230] 同様に、子局装置214のホストボード104Bにおける補正部42Bは、可変アンプ23Bから出力されてデジタル変換された電気信号の示す波形の歪み補正を行う構成であってもよい。

[0231] <第5の実施の形態>

[構成および基本動作]

本実施の形態は、第1の実施の形態に係る光通信システム301と比べて、光モジュール201へ出力される電気信号を補正する光通信システム305に関する。以下で説明する内容以外は、第1の実施の形態に係る光通信システム301、第2の実施の形態に係る光通信システム302、第3の実施の形態に係る光通信システム303および第4の実施の形態に係る光通信システム304と同様である。

[0232] 図11は、本開示の第5の実施の形態に係る光通信システムにおける親局装置および子局装置の構成を示す図である。図11を参照して、光通信システム305は、光通信システム304と比べて、親局装置114の代わりに親局装置115を備え、子局装置214の代わりに子局装置215を備える。

[0233] 親局装置115は、親局装置114と比べて、ホストボード104Aの代わりにホストボード105Aを備える。子局装置215は、子局装置214と比べて、ホストボード104Bの代わりにホストボード105Bを備える。以下、ホストボード105A、105Bの各々をホストボード105とも称する。ホストボード105は、光通信システム305に用いられる信号処理装置の一例である。

[0234] ホストボード105Aは、ホストボード104Aと比べて、制御部41Aおよび補正部42Aの代わりに制御部51Aおよび補正部52Aを備える。ホストボード105Bは、ホストボード104Bと比べて、制御部41Bおよび補正部42Bの代わりに制御部51Bおよび補正部52Bを備える。

- [0235] 以下、制御部51A、51Bの各々を制御部51とも称し、補正部52A、52Bの各々を補正部52とも称する。制御部51の一部または全部は、たとえば、1または複数のプロセッサを含む処理回路(Circuitry)により実現される。
- [0236] 補正部52は、多重部22から受けた電気信号を補正する。たとえば、補正部52は、初期状態において、多重部22から受けた電気信号を補正することなく光モジュール201へ出力する。補正部52は、制御部51から補正開始時指示を受けた場合、多重部22から受けた電気信号の補正を開始し、補正後の電気信号を光モジュール201へ出力する。
- [0237] (RF信号Srdの補正)
親局装置115は、親局装置115における光変調特性を示す高調波歪みHDdを取得し、取得した高調波歪みHDdに基づいてRF信号Srdを補正する。親局装置115は、補正後のRF信号Srdを変調することにより下り光信号を生成する。
- [0238] より詳細には、ホストボード105Bにおける制御部51Bは、上述した手順により補正係数Cdを取得する。制御部51Bは、取得した補正係数Cdを含むデジタル信号Sdu3を生成し、生成したデジタル信号Sdu3を多重部22Bへ出力する。
- [0239] 多重部22Bは、入力コネクタ11B経由でRF送受信部221から受けたRF信号Sruと、制御部51Bから受けたデジタル信号Sdu3とを周波数多重する。多重部22Bは、RF信号Sruとデジタル信号Sdu3とが周波数多重された電気信号を生成して補正部52Bへ出力する。
- [0240] 補正部52Bは、多重部22Bから電気信号を受けて、受けた電気信号を補正することなく光モジュール201Bへ出力する。
- [0241] 光モジュール201Bは、補正部52Bから受けた電気信号が光変調された波長 λ_2 の上り光信号を生成し、生成した上り光信号を光ファイバ191へ送信する。
- [0242] 親局装置115における光モジュール201Aは、光ファイバ191経由

で上り光信号を受信し、受信した上り光信号の強度に応じたレベルの電気信号を生成し、生成した電気信号を可変アンプ23Aへ出力する。

[0243] 可変アンプ23Aは、光モジュール201Aから受けた電気信号を増幅して分離部24Aへ出力する。

[0244] 分離部24Aは、可変アンプ23Aから受けた電気信号に含まれるRF信号 S_{ru} とデジタル信号 S_{du3} とを分離し、RF信号 S_{ru} を出力コネクタ12A経由で信号処理部121へ出力し、デジタル信号 S_{du3} を制御部51Aへ出力する。

[0245] 制御部51Aは、分離部24Aから受けたデジタル信号 S_{du3} から、補正係数 C_d を取得する。そして、制御部51Aは、取得した補正係数 C_d を含む補正開始指示を補正部52Aへ出力する。

[0246] 補正部52Aは、制御部51Aから補正開始指示を受けて、受けた補正開始指示に含まれる補正係数 C_d を保持する。補正部52Aは、当該補正係数 C_d を用いて、多重部22Aから受けた電気信号の歪み補正を行う。

[0247] 図12は、本開示の第5の実施の形態に係る光通信システムにおける電気信号の歪み補正の一例を示す図である。図12において、縦軸は電気信号の振幅[V]であり、横軸は時刻[t]である。図12における破線は、多重部22Aから補正部52Aへ出力される電気信号の波形を示している。図12における実線は、補正部52Aによる補正後の電気信号の波形を示している。

[0248] 図12を参照して、補正部52Aは、多重部22Aから受けた電気信号において、所定の閾値 THV_4 より大きい振幅の値および所定の閾値 THV_3 より小さい振幅の値に、1以上の値である補正係数 C_d を乗じることにより、当該電気信号の歪み補正を行う。補正部52Aは、歪み補正後の電気信号を光モジュール201Aへ出力する。

[0249] たとえば、光通信システム305では、補正部52Aによる歪み補正の開始後、上述した手順により、可変アンプ23Aのゲイン調整を行う。

[0250] (RF信号 S_{ru} の補正)

再び図 11 を参照して、子局装置 215 は、子局装置 215 における光変調特性を示す高調波歪み $H D u$ を取得し、取得した高調波歪み $H D u$ に基づいて RF 信号 $S r u$ を補正する。子局装置 215 は、補正後の RF 信号 $S r u$ を変調することにより上り光信号を生成する。

[0251] より詳細には、ホストボード 105A における制御部 51A は、上述した手順により補正係数 $C u$ を取得する。制御部 51A は、取得した補正係数 $C u$ を含むデジタル信号 $S d d 3$ を生成し、生成したデジタル信号 $S d d 3$ を多重部 22A へ出力する。

[0252] 多重部 22A は、入力コネクタ 11A 経由で信号処理部 121 から受けた RF 信号 $S r d$ と、制御部 51A から受けたデジタル信号 $S d d 3$ とを周波数多重する。多重部 22A は、RF 信号 $S r d$ とデジタル信号 $S d d 3$ とが周波数多重された電気信号を生成して補正部 52A へ出力する。

[0253] 補正部 52A は、多重部 22A から電気信号を受けて、受けた電気信号の歪み補正を行い、補正後の電気信号を光モジュール 201B へ出力する。

[0254] 光モジュール 201A は、補正部 52A から受けた電気信号が光変調された波長 $\lambda 1$ の下り光信号を生成し、生成した下り光信号を光ファイバ 191 へ送信する。

[0255] 子局装置 215 における光モジュール 201B は、光ファイバ 191 経由で下り光信号を受信し、受信した下り光信号の強度に応じたレベルの電気信号を生成し、生成した電気信号を可変アンプ 23B へ出力する。

[0256] 可変アンプ 23B は、光モジュール 201B から受けた電気信号を増幅して分離部 24B へ出力する。

[0257] 分離部 24B は、可変アンプ 23B から受けた電気信号に含まれる RF 信号 $S r d$ とデジタル信号 $S d d 3$ とを分離し、RF 信号 $S r d$ を出力コネクタ 12A 経由で RF 送受信部 221 へ出力し、デジタル信号 $S d d 3$ を制御部 51B へ出力する。

[0258] 制御部 51B は、分離部 24B から受けたデジタル信号 $S d d 3$ から、補正係数 $C u$ を取得する。そして、制御部 51B は、取得した補正係数 $C u$ を

含む補正開始指示を補正部 5 2 B へ出力する。

[0259] 補正部 5 2 B は、制御部 5 1 B から補正開始指示を受けて、受けた補正開始指示に含まれる補正係数 C_u を保持する。補正部 5 2 B は、当該補正係数 C_u を用いて、多重部 2 2 B から受けた電気信号の歪み補正を行う。

[0260] より詳細には、補正部 5 2 B は、多重部 2 2 B から受けた電気信号において、閾値 THV_4 より大きい振幅の値および閾値 THV_3 より小さい振幅の値に、1 以上の値である補正係数 C_u を乗じることにより、当該電気信号の歪み補正を行う。補正部 5 2 B は、歪み補正後の電気信号を光モジュール 2 0 1 B へ出力する。

[0261] たとえば、光通信システム 3 0 5 では、補正部 5 2 A による歪み補正の開始後、上述した手順により、可変アンプ 2 3 B のゲイン調整を行う。

[0262] [動作の流れ]

図 1 3 は、本開示の第 5 の実施の形態に係る光通信システムにおける歪み補正のシーケンスの一例を示す図である。

[0263] 図 1 3 を参照して、まず、親局装置 1 1 5 は、下り送信期間において、下り光信号を光ファイバ 1 9 1 経由で子局装置 2 1 5 へ送信する（ステップ S 6 1）。

[0264] 次に、子局装置 2 1 5 は、光モジュール 2 0 1 B から出力される電気信号の高調波歪み HD_d を算出する（ステップ S 6 2）。

[0265] 次に、子局装置 2 1 5 は、記憶部 4 3 B における補正テーブル TC_d を参照して、算出した高調波歪み HD_d に対応する補正係数 C_d を取得する（ステップ S 6 3）。

[0266] 次に、子局装置 2 1 5 は、上り送信期間において、補正係数 C_d を含むデジタル信号 S_{du3} を生成し、生成したデジタル信号 S_{du3} および RF 信号 S_{ru} を含む上り光信号を光ファイバ 1 9 1 経由で親局装置 1 1 5 へ送信する（ステップ S 6 4）。

[0267] 次に、親局装置 1 1 5 は、受信した上り光信号に含まれるデジタル信号 S_{du3} から補正係数 C_d を取得する（ステップ S 6 5）。

- [0268] 次に、親局装置 115 は、補正係数 C_d を用いた歪み補正を開始する。より詳細には、ホストボード 105A における補正部 52A は、補正係数 C_d を用いて、多重部 22A から受けた電気信号の歪み補正を開始する（ステップ S66）。
- [0269] 次に、親局装置 115 は、光モジュール 201A から出力される電気信号の高調波歪み $H D_u$ を算出する（ステップ S67）。
- [0270] 次に、親局装置 115 は、記憶部 43A における補正テーブル $T C_u$ を参照して、算出した高調波歪み $H D_u$ に対応する補正係数 C_u を取得する（ステップ S68）。
- [0271] 次に、親局装置 115 は、下り送信期間において、補正係数 C_u を含むデジタル信号 $S d d_3$ を生成し、生成したデジタル信号 $S d d_3$ および RF 信号 $S r d$ を含む下り光信号を光ファイバ 191 経由で子局装置 215 へ送信する（ステップ S69）。
- [0272] 次に、子局装置 215 は、受信した下り光信号に含まれるデジタル信号 $S d d_3$ から補正係数 C_u を取得する（ステップ S70）。
- [0273] 次に、子局装置 215 は、補正係数 C_u を用いた歪み補正を開始する。より詳細には、ホストボード 105B における補正部 52B は、補正係数 C_u を用いて、多重部 22B から受けた電気信号の歪み補正を開始する（ステップ S71）。
- [0274] なお、ステップ S62, S63, S64, S65, S66 と、ステップ S67, S68, S69, S70, S71 との順番は、上記に限らず、順番を入れ替えてもよいし、並行して行われてもよい。
- [0275] 上記実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記説明ではなく請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。
- [0276] 上述の実施形態の各処理（各機能）は、1 または複数のプロセッサを含む処理回路（Circuitry）により実現される。上記処理回路は、上記

1 または複数のプロセッサに加え、1 または複数のメモリ、各種アナログ回路、各種デジタル回路が組み合わされた集積回路等で構成されてもよい。上記1 または複数のメモリは、上記各処理を上記1 または複数のプロセッサに実行させるプログラム（命令）を格納する。上記1 または複数のプロセッサは、上記1 または複数のメモリから読み出した上記プログラムに従い上記各処理を実行してもよいし、予め上記各処理を実行するように設計された論理回路に従って上記各処理を実行してもよい。上記プロセッサは、CPU（Central Processing Unit）、GPU（Graphics Processing Unit）、DSP（Digital Signal Processor）、FPGA（Field Programmable Gate Array）、およびASIC（Application Specific Integrated Circuit）等、コンピュータの制御に適合する種々のプロセッサであってよい。なお、物理的に分離した上記複数のプロセッサが互いに協働して上記各処理を実行してもよい。たとえば、物理的に分離した複数のコンピュータのそれぞれに搭載された上記プロセッサがLAN（Local Area Network）、WAN（Wide Area Network）、およびインターネット等のネットワークを介して互いに協働して上記各処理を実行してもよい。上記プログラムは、外部のサーバ装置等から上記ネットワークを介して上記メモリにインストールされても構わないし、CD-ROM（Compact Disc Read Only Memory）、DVD-ROM（Digital Versatile Disk Read Only Memory）、および半導体メモリ等の記録媒体に格納された状態で流通し、上記記録媒体から上記メモリにインストールされても構わない。

符号の説明

- [0277] 11, 11A, 11B 入力コネクタ
12, 12A, 12B 出力コネクタ
13, 13A, 13B, 21, 21A, 21B, 31, 31A, 31B,

4 1, 4 1 A, 4 1 B, 5 1, 5 1 A, 5 1 B 制御部
1 4, 1 4 A, 1 4 B 可変ATT
1 5, 1 5 A, 1 5 B アンプ
1 6, 1 6 A, 1 6 B, 2 5, 2 5 A, 2 5 B, 3 3, 3 3 A, 3 3 B,
4 3, 4 3 A, 4 3 B 記憶部
2 2, 2 2 A, 2 2 B 多重部
2 3, 2 3 A, 2 3 B, 3 2, 3 2 A, 3 2 B 可変アンプ
2 4, 2 4 A, 2 4 B 分離部
4 2, 4 2 A, 4 2 B, 5 2, 5 2 A, 5 2 B 補正部
1 0 1, 1 0 1 A, 1 0 1 B, 1 0 2, 1 0 2 A, 1 0 2 B, 1 0 3, 1
0 3 A, 1 0 3 B, 1 0 4, 1 0 4 A, 1 0 4 B, 1 0 5, 1 0 5 A, 1 0
5 B ホストボード
1 1 1, 1 1 2, 1 1 3, 1 1 4, 1 1 5 親局装置
1 2 1 信号処理部
1 9 1 光ファイバ
2 0 1, 2 0 1 A, 2 0 1 B 光モジュール
2 2 1 RF送受信部
2 1 1, 2 1 2, 2 1 3, 2 1 4, 2 1 5 子局装置
3 0 1, 3 0 2, 3 0 3, 3 0 4, 3 0 5 光通信システム

請求の範囲

- [請求項1] 光通信システムに用いられる信号処理装置であって、
光ファイバを介して受信した光信号を電気信号に変換する光モジュールを接続可能であり、
前記信号処理装置に接続された前記光モジュールから出力される前記電気信号に含まれる通信信号の増幅および減衰の少なくともいずれか一方を行う調整部と、
前記信号処理装置に接続された前記光モジュールにおいて受信された前記光信号の受信強度を示す受信レベル情報を前記光モジュールから取得し、取得した前記受信レベル情報、および前記光通信システムにおける前記通信信号のゲインの設定値に基づいて、前記調整部のゲインを調整する制御部とを備える、信号処理装置。
- [請求項2] 前記制御部は、前記光信号を前記光ファイバへ送信する装置における前記光信号の送信強度を示す送信レベル情報を取得し、取得した前記送信レベル情報にさらに基づいて、前記調整部のゲインを調整する、請求項1に記載の信号処理装置。
- [請求項3] 前記制御部は、前記電気信号から前記送信レベル情報を取得する、請求項2に記載の信号処理装置。
- [請求項4] 前記制御部は、前記設定値に基づいて作成された、前記受信強度と、前記調整部のゲインとの対応関係を示す対応情報に基づいて、前記調整部のゲインを調整する、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の信号処理装置。
- [請求項5] 光通信システムであって、
第1の光通信装置と、
光ファイバを介して前記第1の光通信装置に接続された第2の光通信装置とを備え、
前記第1の光通信装置は、通信信号を含む第1の光信号を前記第2の光通信装置へ送信し、

前記第2の光通信装置は、前記第1の光通信装置から受信した前記第1の光信号を電気信号に変換し、前記電気信号に含まれる前記通信信号を増幅または減衰し、

前記第2の光通信装置は、前記第1の光信号の受信強度、および前記光通信システムにおける前記通信信号のゲインの設定値に基づいて、前記通信信号を増幅または減衰におけるゲインを調整する、光通信システム。

[請求項6]

前記第1の光通信装置は、前記第1の光信号の送信強度を示す送信レベル情報を含む第1の制御用信号を生成し、生成した前記第1の制御用信号をさらに含む前記第1の光信号を前記第2の光通信装置へ送信し、

前記第2の光通信装置は、受信した前記第1の光信号に含まれる前記第1の制御用信号から前記送信レベル情報を取得し、取得した前記送信レベル情報に基づいて、前記通信信号を増幅または減衰におけるゲインを調整する、請求項5に記載の光通信システム。

[請求項7]

前記第1の光通信装置は、増幅または減衰した前記通信信号を変調することにより前記第1の光信号を生成し、

前記第2の光通信装置は、受信した前記第1の光信号のOMI (Optical Modulation Index) を示すOMI情報を含む第2の制御用信号を生成し、生成した前記第2の制御用信号を含む第2の光信号を前記第1の光通信装置へ送信し、

前記第1の光通信装置は、受信した前記第2の光信号に含まれる前記第2の制御用信号から前記OMI情報を取得し、取得した前記OMI情報に基づいて、前記通信信号を増幅または減衰におけるゲインを調整する、請求項5または請求項6に記載の光通信システム。

[請求項8]

前記第2の光通信装置は、前記第1の光通信装置における光変調特性を示す特性情報を取得し、取得した前記特性情報に基づいて前記通信信号を補正する、請求項5から請求項7のいずれか1項に記載の光

通信システム。

[請求項9] 前記第1の光通信装置は、前記第1の光通信装置における光変調特性を示す特性情報を取得し、取得した前記特性情報に基づいて前記通信信号を補正し、補正後の前記通信信号を変調することにより前記第1の光信号を生成する、請求項5から請求項7のいずれか1項に記載の光通信システム。

[請求項10] 第1の光通信装置と、光ファイバを介して前記第1の光通信装置に接続された第2の光通信装置とを備える光通信システムにおける光通信方法であって、

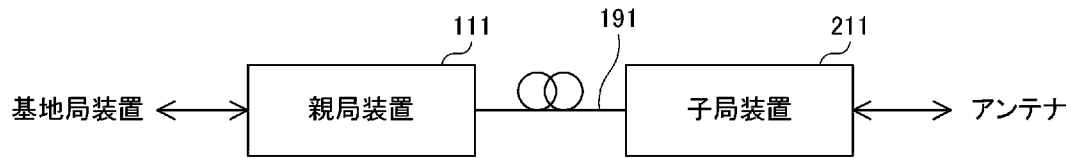
前記第1の光通信装置が、通信信号を含む第1の光信号を前記第2の光通信装置へ送信するステップと、

前記第2の光通信装置が、前記第1の光通信装置から受信した前記第1の光信号を電気信号に変換し、前記電気信号に含まれる前記通信信号を増幅または減衰するステップとを含み、

前記第2の光通信装置が前記通信信号を増幅または減衰するステップにおいては、前記第1の光信号の受信強度、および前記光通信システムにおける前記通信信号のゲインの設定値に基づいて、前記通信信号の増幅または減衰におけるゲインを調整する、光通信方法。

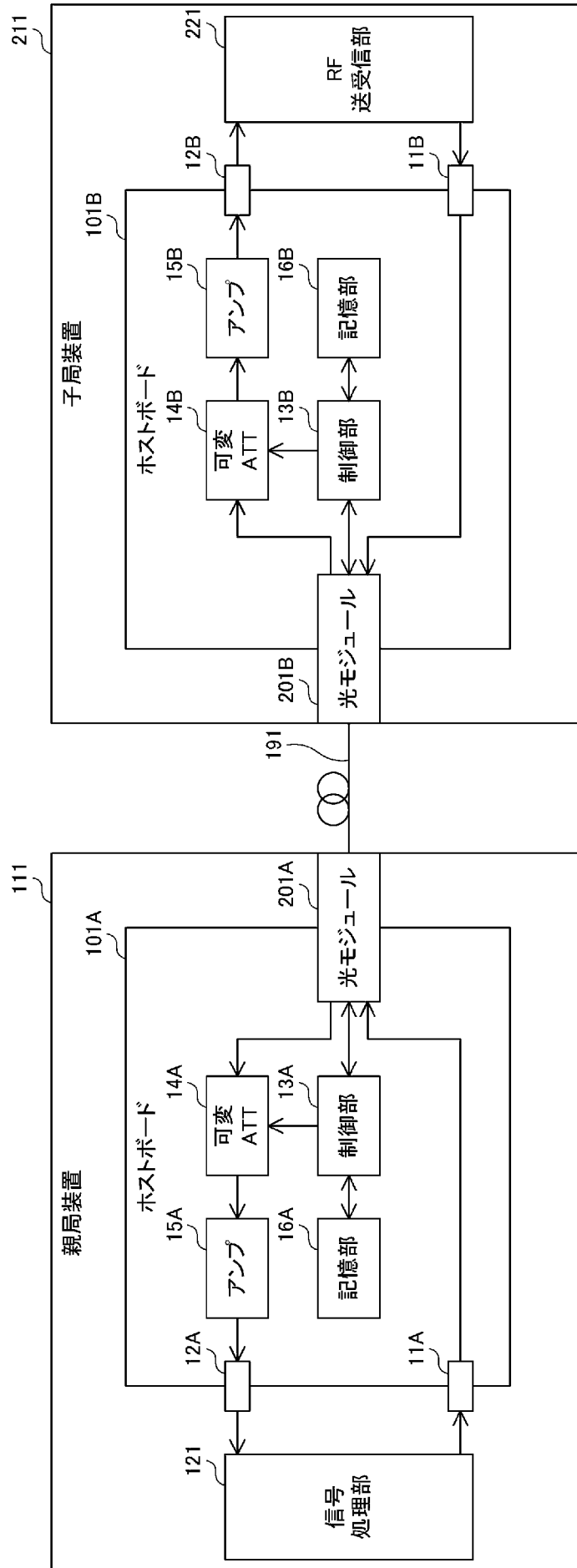
[図1]

301

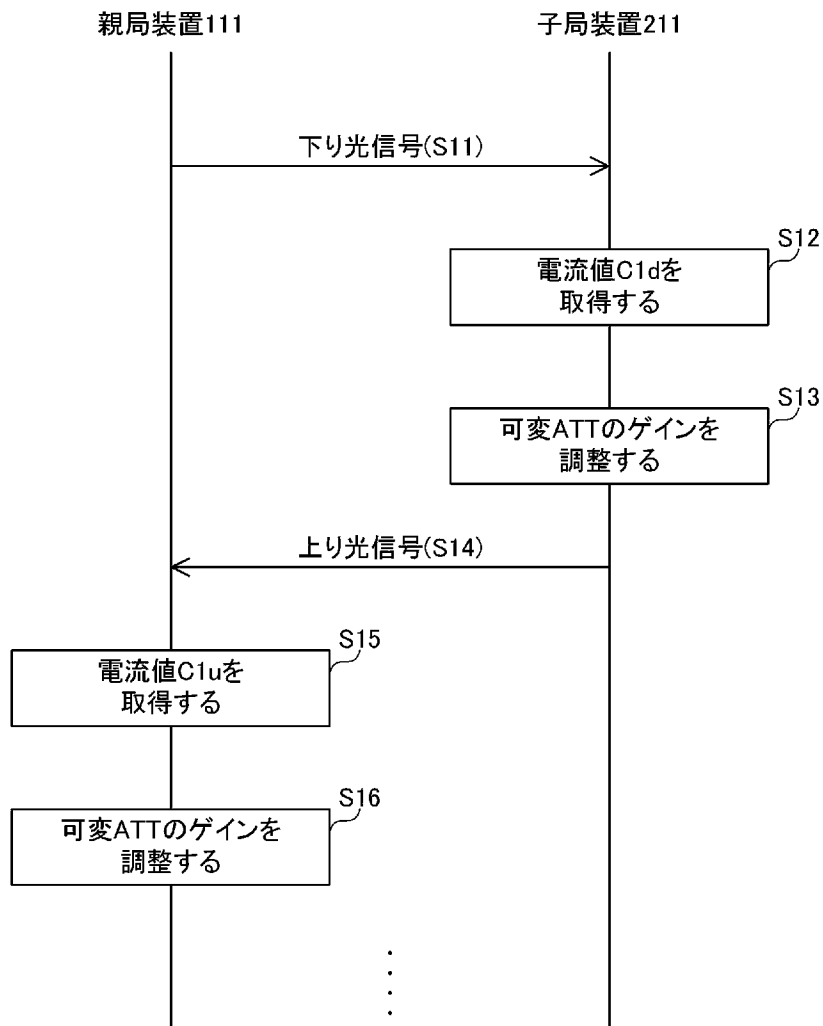


[図2]

301

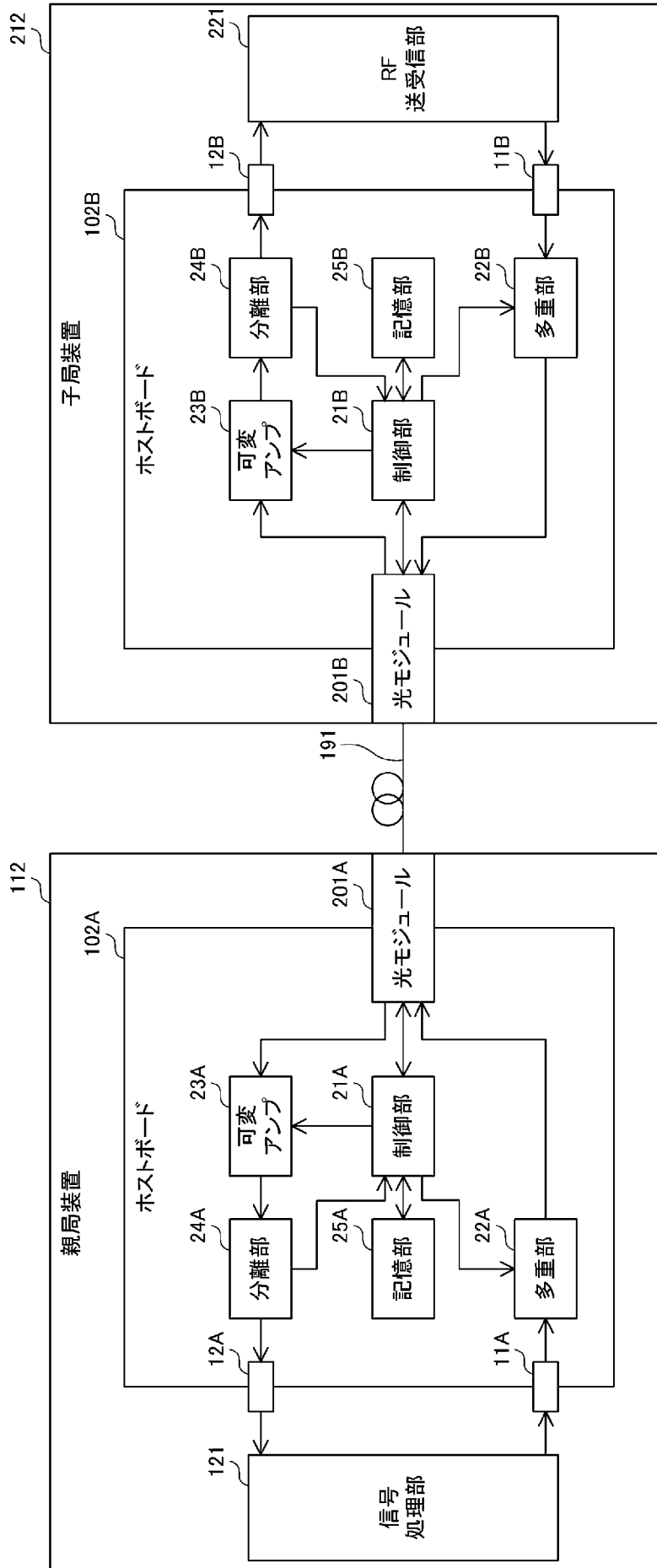


[図3]

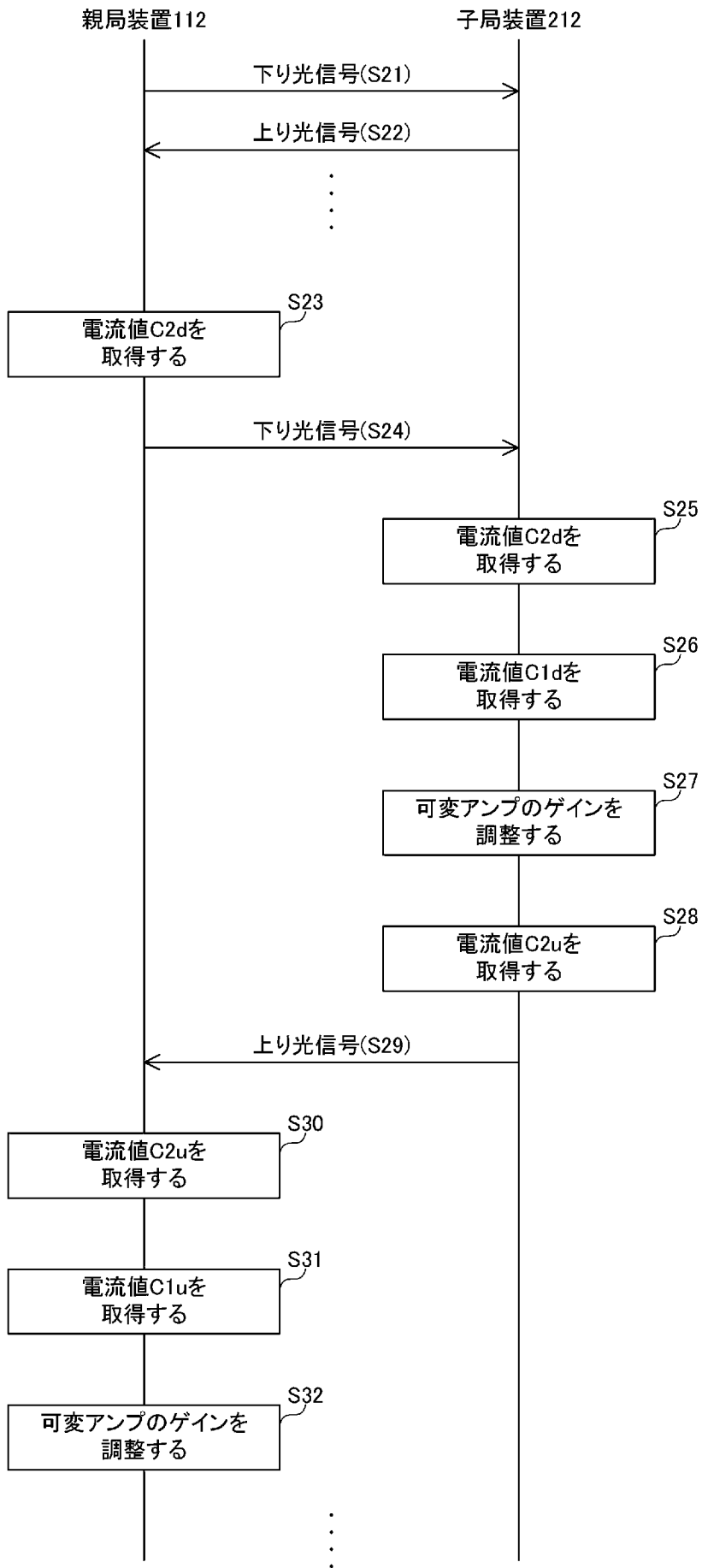


[図4]

302

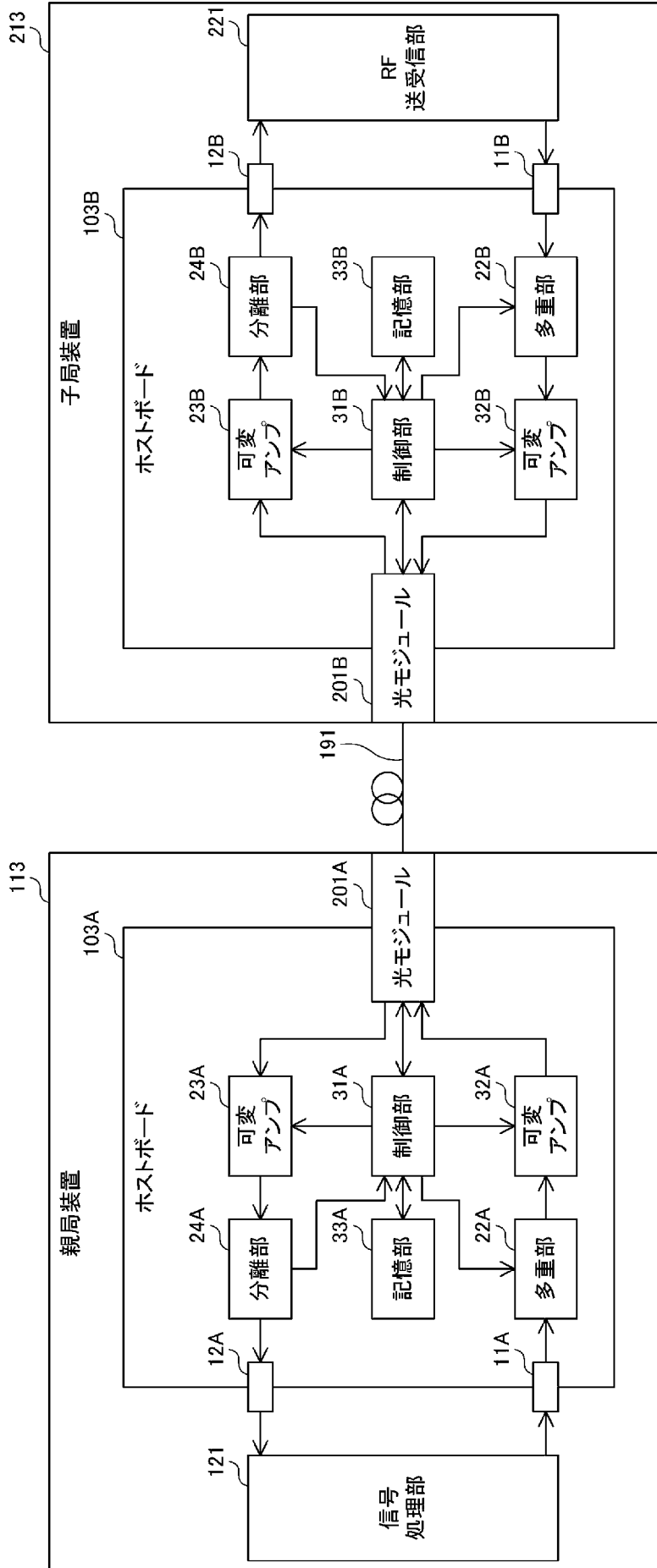


[図5]

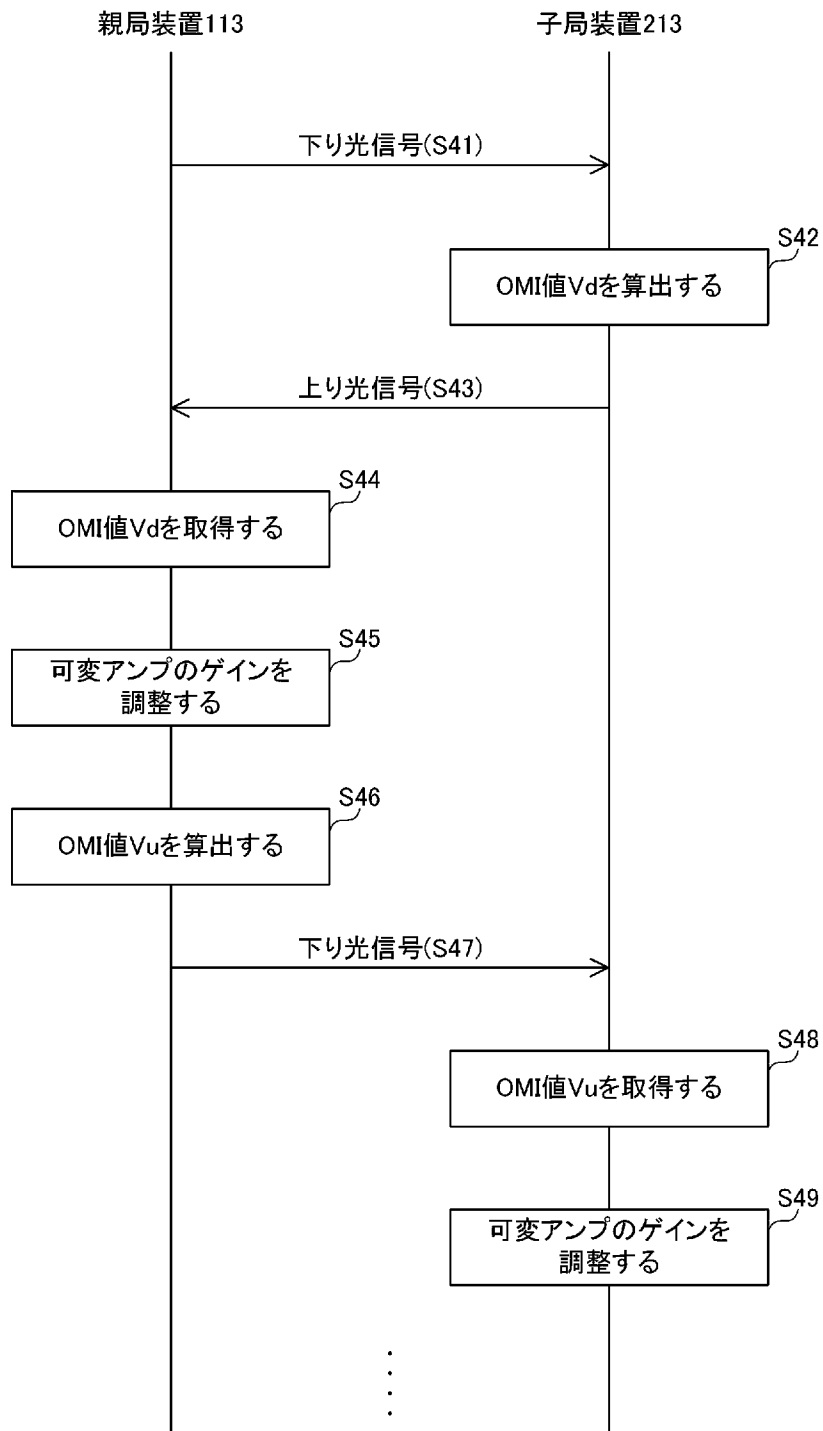


[図6]

303

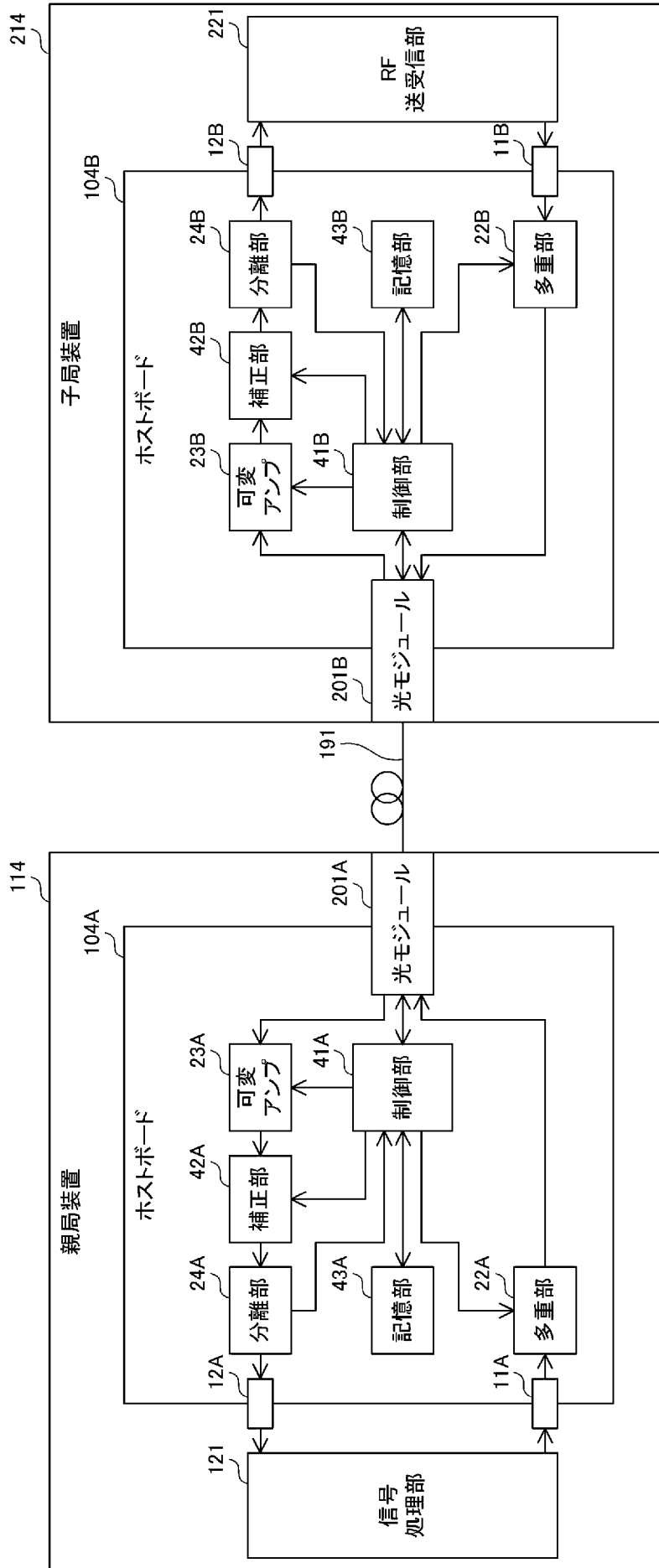


[図7]

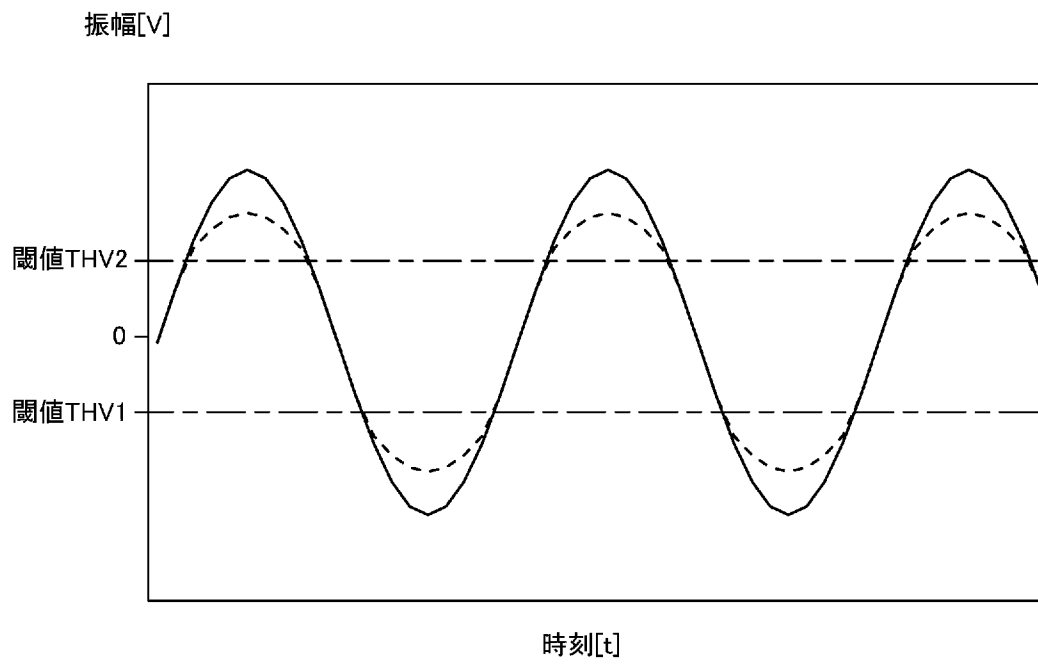


[図8]

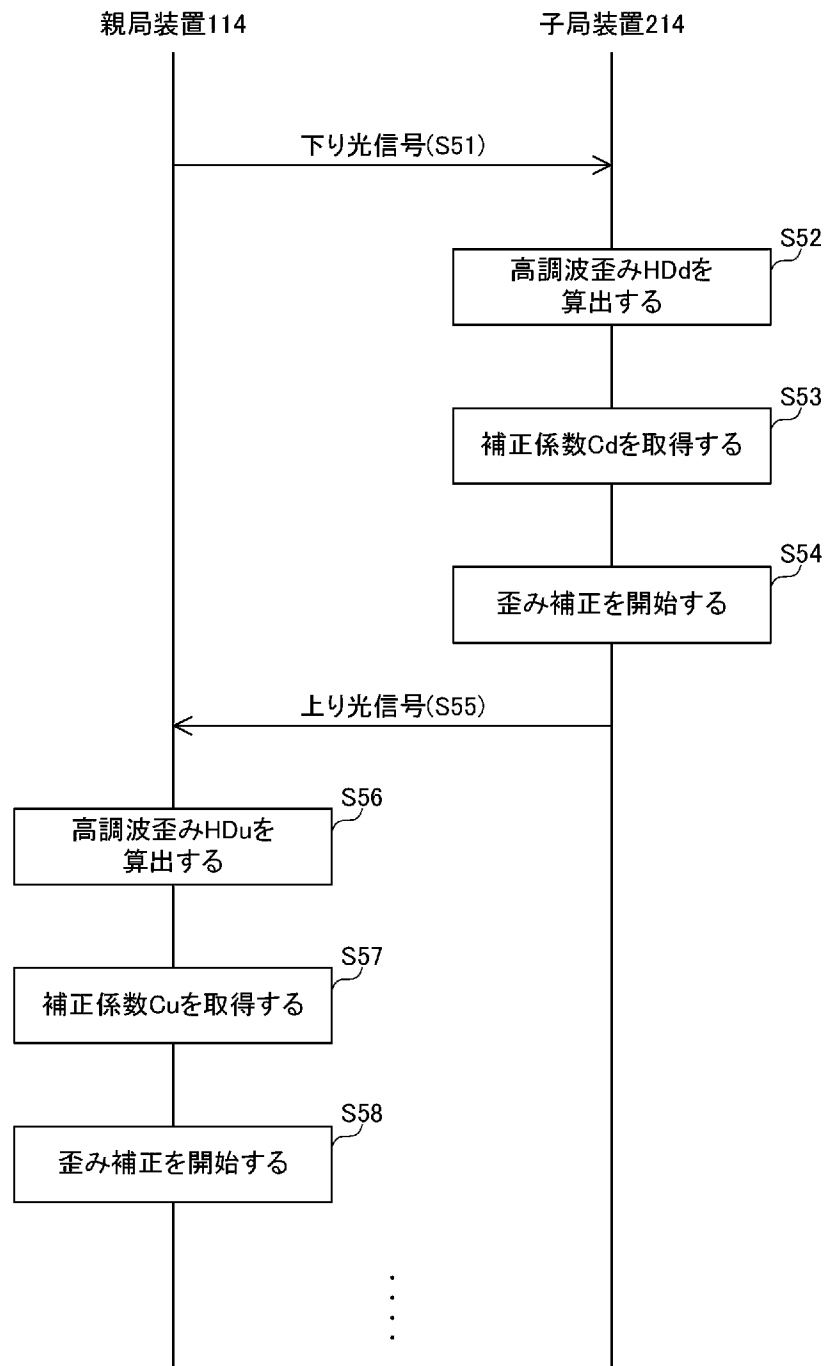
304



[図9]

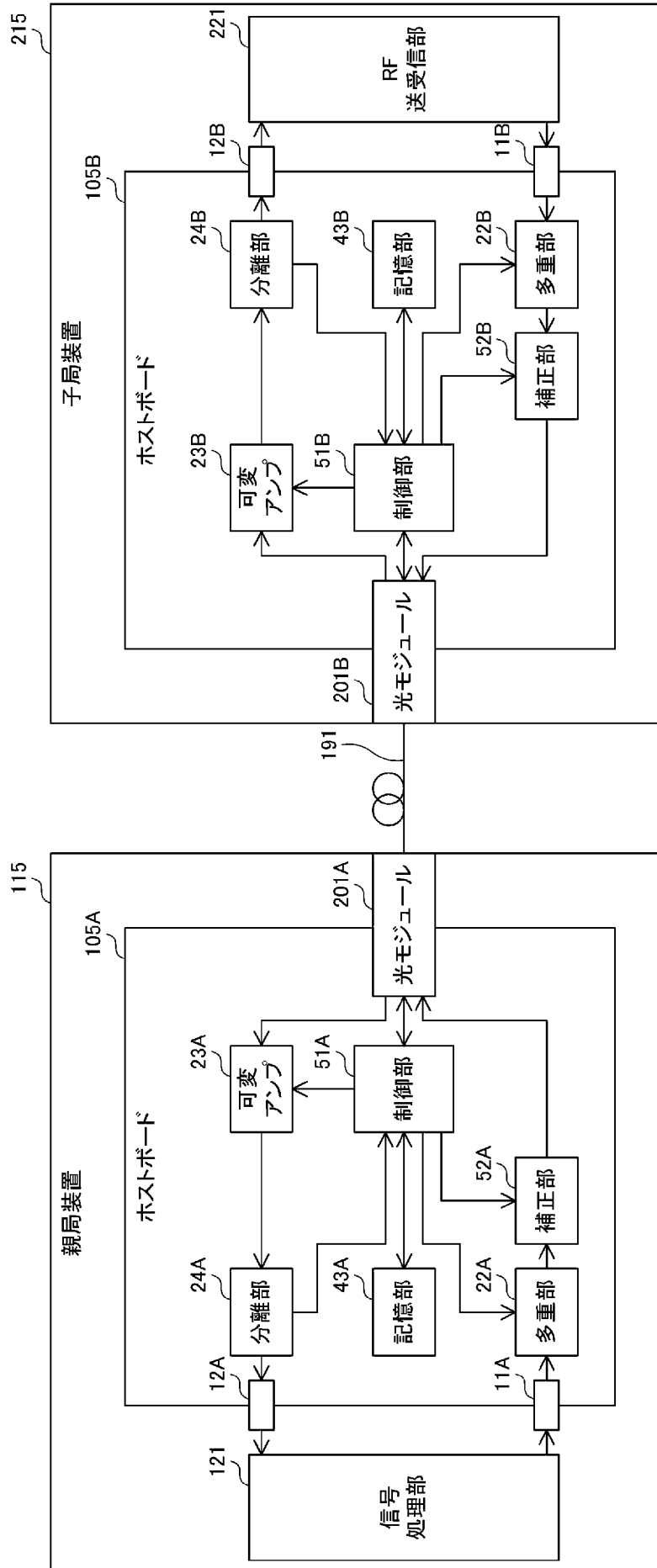


[図10]

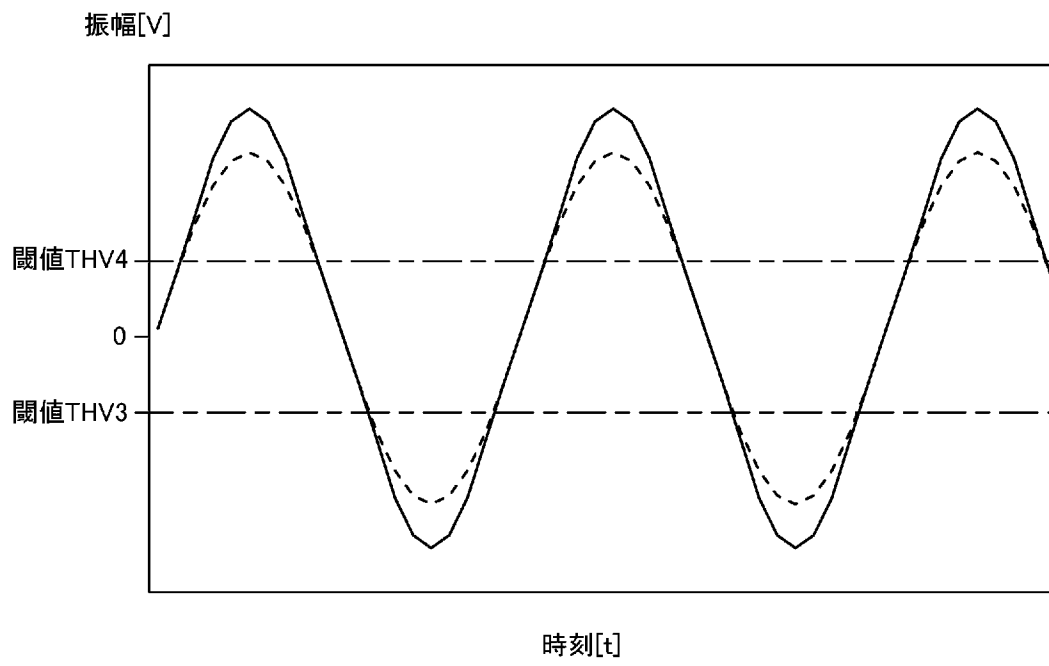


[図11]

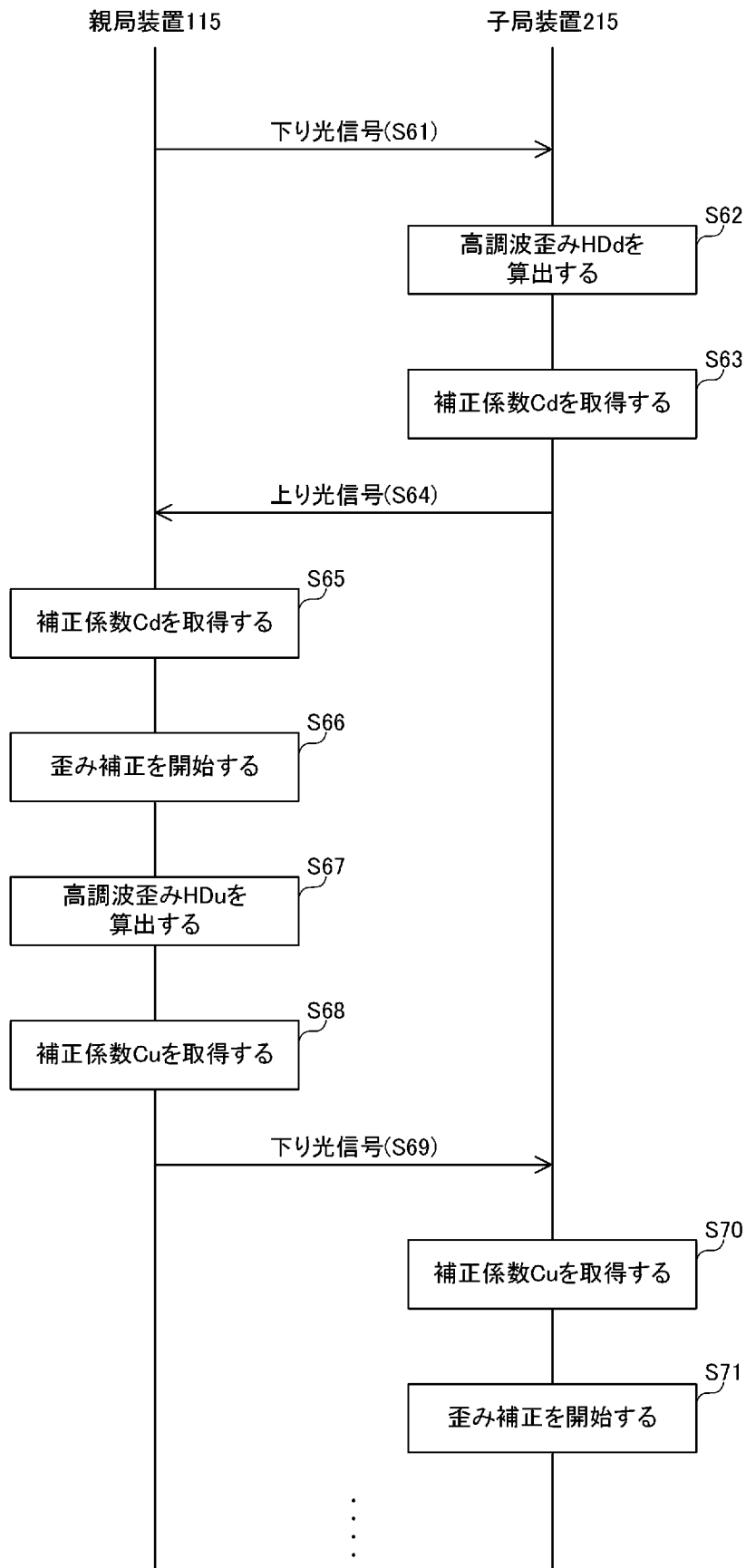
305



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/041384

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H04B 10/69 (2013.01)i; H04B 10/077 (2013.01)i; H04B 10/079 (2013.01)i; H04B 10/58 (2013.01)i FI: H04B10/69; H04B10/079; H04B10/077; H04B10/58		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04B10/00-10/90; H04J14/00-14/08		
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	JP 2000-216733 A (KOKUSAI ELECTRIC CO., LTD.) 04 August 2000 (2000-08-04) paragraphs [0032], [0039]-[0044], [0048], [0073]-[0074], fig. 1, 7, 9, 11	5, 10
Y		1-4, 6-9
Y	JP 2019-208158 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 05 December 2019 (2019-12-05) paragraphs [0001], [0027], [0045], [0050]	1-4
Y	JP 11-122190 A (KOKUSAI ELECTRIC CO., LTD.) 30 April 1999 (1999-04-30) paragraphs [0010]-[0011], [0015]-[0016], [0019]-[0024], fig. 1	2-3, 6
Y	JP 2017-139642 A (FUJITSU LIMITED) 10 August 2017 (2017-08-10) fig. 8	7
Y	JP 2016-122910 A (JAPAN OCLARO INC.) 07 July 2016 (2016-07-07) paragraphs [0040]-[0042], [0063], fig. 1, 6, 9	8-9
A	JP 2011-205508 A (KABUSHIKI KAISHA TOYOTA CHUO KENKYUSHO) 13 October 2011 (2011-10-13) abstract	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 21 December 2023		Date of mailing of the international search report 09 January 2024
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/JP2023/041384

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2000-216733	A	04 August 2000	US 2002/0122233 A1 paragraphs [0059], [0071]- [0078], [0085], [0122]-[0124], fig. 1, 7, 9, 11	
JP	2019-208158	A	05 December 2019	US 2021/0143911 A1 paragraphs [0001], [0035], [0053], [0058] WO 2019/230514 A1	
JP	11-122190	A	30 April 1999	(Family: none)	
JP	2017-139642	A	10 August 2017	US 2017/0230120 A1 fig. 8	
JP	2016-122910	A	07 July 2016	(Family: none)	
JP	2011-205508	A	13 October 2011	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04B 10/69(2013.01)i; H04B 10/077(2013.01)i; H04B 10/079(2013.01)i; H04B 10/58(2013.01)i FI: H04B10/69; H04B10/079; H04B10/077; H04B10/58		
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）） H04B10/00-10/90; H04J14/00-14/08 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 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）		
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 2000-216733 A (国際電気株式会社) 04.08.2000 (2000-08-04) 段落[0032], [0039]-[0044], [0048], [0073]-[0074], 図1, 7, 9, 11	5, 10
Y		1-4, 6-9
Y	JP 2019-208158 A (日本電信電話株式会社) 05.12.2019 (2019-12-05) 段落[0001], [0027], [0045], [0050]	1-4
Y	JP 11-122190 A (国際電気株式会社) 30.04.1999 (1999-04-30) 段落[0010]-[0011], [0015]-[0016], [0019]-[0024], 図1	2-3, 6
Y	JP 2017-139642 A (富士通株式会社) 10.08.2017 (2017-08-10) 図8	7
Y	JP 2016-122910 A (日本オクラロ株式会社) 07.07.2016 (2016-07-07) 段落[0040]-[0042], [0063], 図1, 6, 9	8-9
A	JP 2011-205508 A (株式会社豊田中央研究所) 13.10.2011 (2011-10-13) 要約	1-10
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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 21.12.2023	国際調査報告の発送日 09.01.2024	
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） 川口 貴裕 5K 3055 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/JP2023/041384

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2000-216733 A	04.08.2000	US 2002/0122233 A1 段落[0059],[0071]-[0078], [0085],[0122]-[0124], 図 1, 7, 9, 11	
JP 2019-208158 A	05.12.2019	US 2021/0143911 A1 段落[0001],[0035],[0053], [0058] WO 2019/230514 A1	
JP 11-122190 A	30.04.1999	(ファミリーなし)	
JP 2017-139642 A	10.08.2017	US 2017/0230120 A1 図8	
JP 2016-122910 A	07.07.2016	(ファミリーなし)	
JP 2011-205508 A	13.10.2011	(ファミリーなし)	