

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-129960
(P2012-129960A)

(43) 公開日 平成24年7月5日(2012.7.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4B 10/04 (2006.01)	HO4B 9/00 Y	5K102
HO4B 10/28 (2006.01)		
HO4B 10/26 (2006.01)		
HO4B 10/14 (2006.01)		
HO4B 10/06 (2006.01)		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2010-282300 (P2010-282300)
(22) 出願日 平成22年12月17日 (2010.12.17)

(71) 出願人 000005223
富士通株式会社
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(74) 代理人 100104190
弁理士 酒井 昭徳
(72) 発明者 田中 俊毅
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
(72) 発明者 ▲高▼原 智夫
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
Fターム(参考) 5K102 AA01 AA20 AH11 AH24 AH27
KA02 KA28 MA02 MB09 MB13
MC11 MH17 MH22 PH42 RD26
RD28

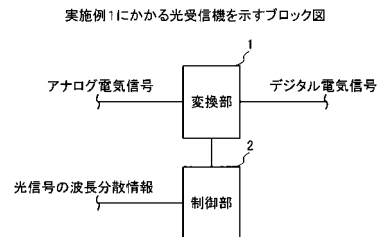
(54) 【発明の名称】 光受信機及び光受信方法

(57) 【要約】

【課題】 光受信機の消費電力を削減すること。

【解決手段】 光受信機は、変換部1及び制御部2を備えている。変換部1は、光信号に基づいて生成されたアナログ電気信号をデジタル電気信号に変換する。変換部1は、アナログ電気信号をデジタル電気信号に変換する際のダイナミックレンジを変更することができる構成となっている。制御部2は、光信号の波長分散に基づいて変換部1に制御信号を出力し変換部1のダイナミックレンジを変更する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光信号に基づいて生成されたアナログ電気信号をデジタル電気信号に変換する際のダイナミックレンジを変更可能な変換部と、

前記光信号の波長分散に基づいて前記変換部のダイナミックレンジを変更する制御部と、

を備えることを特徴とする光受信機。

【請求項 2】

前記光信号を前記アナログ電気信号に変換するフロントエンド部と、

前記変換部で変換されたデジタル電気信号を復調するデジタル信号処理部と、

前記デジタル信号処理部で復調された復調信号の波長分散をモニタするモニタ部と、

を備え、

前記変換部は、前記フロントエンド部で変換されたアナログ電気信号をデジタル電気信号に変換し、

前記制御部は、前記モニタ部でモニタした波長分散に応じて前記変換部のダイナミックレンジを変更することを特徴とする請求項 1 に記載の光受信機。

【請求項 3】

前記変換部のダイナミックレンジは所定間隔のビットで定められ、前記ビット数を増減させることで、前記ダイナミックレンジを変更することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光受信機。

【請求項 4】

前記変換部のダイナミックレンジはビットで定められ、前記モニタ部でモニタした波長分散のピーク値が閾値より大きい場合、閾値より大きい範囲でのビット間隔を、閾値より小さい範囲でのビット間隔よりも大きくすることを特徴とする請求項 2 に記載の光受信機。

【請求項 5】

前記モニタ部でモニタした波長分散と信号の振幅の関係に応じて前記変換部のダイナミックレンジを変更することを特徴とする請求項 2 または 4 に記載の光受信機。

【請求項 6】

光信号をアナログ電気信号に変換し、

前記アナログ電気信号をデジタル電気信号に変換し、

前記デジタル電気信号を復調し、

復調された復調信号の波長分散をモニタし、

前記アナログ電気信号を前記デジタル電気信号に変換する際のダイナミックレンジを前記波長分散に応じて変更することを特徴とする光受信方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、光受信機及び光受信方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、伝送トラフィックの増加に伴い、40 Gbit/s 以上の伝送容量を持つ光伝送システム導入の要求が高まっている。これに対して、従来の NRZ (Non Return to Zero) 変調方式に比べて、周波数利用効率、OSNR (Optical Signal Noise Ratio、光信号雑音比) 耐力及び非線形性耐力などに優れた様々な変調方式が検討されている。例えば、DP-QPSK (Dual Polarization - Quadrature Phase Shift Keying、偏波直交 QPSK) 変調方式が検討されている。また、コヒーレント受信とデジタル信号処理を組み合わせたデジタルコヒーレント受信方式が検討されている。また、デジタルコヒーレント受信方式のデジタルコヒーレント受信機において実現される分散モニタが知られて

10

20

30

40

50

いる。

【0003】

ところで、受信レベル及び受信レベルの変動量に基づいてアナログデジタル変換器 (ADC: Analog to Digital Converter) の分解能を切り替えるようにした無線通信装置がある。また、受信信号のレベル (受信電界強度) に基づいて、アナログデジタル変換器から出力されるデジタル信号の有効なビット範囲を限定して復調するようにした無線通信装置がある。また、データの伝送レートに基づいてアナログデジタル変換器の分解能を制御するようにした通信装置がある。また、受信信号のC/N (Carrier-to-Noise ratio) に基づいてアナログデジタル変換器の分解能を切り替えるようにしたOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiple access、直交周波数分割多重) 受信機がある。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2002-368673号公報

【特許文献2】特開2001-339455号公報

【特許文献3】特開2005-159456号公報

【特許文献4】特開2004-320377号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

光受信機においてはアナログデジタル変換器は高速で動作するため、消費電力が多くなる。従って、光受信機の低消費電力化を図るには、アナログデジタル変換器の省電力化を図ることが重要となる。従来のアナログデジタル変換器では、分解能を下げることで消費電力を低減することができる。

【0006】

しかし、光受信機において、無線通信装置に用いられているアナログデジタル変換器のように、受信レベルや受信レベルの変動量や伝送レートに基づいて分解能を切り替えると、伝送劣化が生じる場合がある。一方、伝送劣化の影響があまり生じないようにしたのでは、特性上過剰なマージンを与えることになり、十分な消費電力の削減効果を得ることができない。また、光伝送システムにおいては、伝送路で生じる波長分散により、光受信機で受信する光信号に波長分散が累積される。

30

【0007】

図1は、光伝送システムにおける累積波長分散と伝送波形の振幅との関係の一例を示す特性図である。例えば図1に示すように、伝送波形の振幅は、光受信機で受信されるまでに光信号に累積付加された波長分散量 (累積波長分散) に応じて大きく変化する。累積波長分散は光伝送システムごとに異なるため、伝送波形の振幅も光伝送システムごとに異なる。伝送波形の振幅が異なると、デジタルコヒーレント受信方式で適用される光受信機に搭載されるアナログデジタル変換器に要求されるダイナミックレンジが異なるため、光伝送システムごとにダイナミックレンジの異なるアナログデジタル変換器を用意する必要がある。

40

【0008】

しかし、ダイナミックレンジの異なるアナログデジタル変換器を用意したのでは、アナログデジタル変換器の開発工数が増え、コストの増大を招くことになる。累積波長分散の異なる種々の光伝送システムに対して、ダイナミックレンジが固定のアナログデジタル変換器を用いる場合、例えば伝送波形の振幅に対してダイナミックレンジが過大になることがある。このような場合、ダイナミックレンジが大きいほどアナログデジタル変換器での消費電力が多くなるため、アナログデジタル変換器で無駄に電力を消費してしまうという問題点がある。

50

【 0 0 0 9 】

本願は、消費電力を削減することができる光受信機及び光受信方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本発明の一側面によれば、変換部及び制御部を備える光受信機が提供される。変換部は、光信号に基づいて生成されたアナログ電気信号をデジタル電気信号に変換する。変換部は、アナログ電気信号をデジタル電気信号に変換する際のダイナミックレンジを変更することができる構成となっている。制御部は、光信号の波長分散に基づいて変換部のダイナミックレンジを変更する。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

この光受信機及び光受信方法によれば、消費電力を削減することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】図 1 は、光伝送システムにおける累積波長分散と伝送波形の振幅との関係の一例を示す特性図である。

【図 2】図 2 は、実施例 1 にかかる光受信機を示すブロック図である。

【図 3】図 3 は、実施例 1 にかかる光受信方法を示すフローチャートである。

20

【図 4】図 4 は、実施例 2 にかかる光受信機を示すブロック図である。

【図 5】図 5 は、実施例 3 にかかる光受信機を示すブロック図である。

【図 6】図 6 は、ピーク対平均電力比推定及び所要ビット数決定用のルックアップテーブルの一例を示す図表である。

【図 7】図 7 は、累積波長分散とピーク対平均電力比との関係の一例を示す特性図である。

【図 8】図 8 は、累積波長分散とピーク対平均電力比との関係の一例を示す特性図である。

【図 9】図 9 は、ピーク対平均電力比と所要ビット数との関係の一例を示す特性図である。

30

【図 10】図 10 は、フラッシュ型アナログデジタル変換器について説明する図である。

【図 11】図 11 は、逐次処理型アナログデジタル変換器について説明する図である。

【図 12】図 12 は、実施例 3 にかかる光受信方法を示すフローチャートである。

【図 13】図 13 は、実施例 4 にかかる光受信機を示すブロック図である。

【図 14】図 14 は、実施例 4 にかかる光受信方法を示すフローチャートである。

【図 15】図 15 は、実施例 5 にかかる光受信機を示すブロック図である。

【図 16】図 16 は、実施例 5 にかかる光受信方法を示すフローチャートである。

【図 17】図 17 は、実施例 6 にかかる光受信機を示すブロック図である。

【図 18】図 18 は、実施例 6 にかかる光受信方法を示すフローチャートである。

【図 19】図 19 は、実施例 6 にかかる光受信方法を示すフローチャートである。

40

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

以下に添付図面を参照して、この光受信機及び光受信方法の好適な実施の形態を詳細に説明する。光受信機及び光受信方法は、光信号に基づいて生成されたアナログ電気信号をデジタル電気信号に変換する際のダイナミックレンジを、光信号の波長分散に基づいて変更するものである。以下の各実施例の説明においては、同様の構成要素には同一の符号を付して、重複する説明を省略する。

【 0 0 1 4 】

(実施例 1)

・光受信機の説明

50

図 2 は、実施例 1 にかかる光受信機を示すブロック図である。図 2 に示すように、光受信機は、変換部 1 及び制御部 2 を備えている。光受信機は、受信した光信号に基づいてアナログ電気信号を生成する。変換部 1 は、生成されたアナログ電気信号をデジタル電気信号に変換する。変換部 1 の、アナログ電気信号をデジタル電気信号に変換する際のダイナミックレンジは、制御部 2 から与えられる制御信号に基づいて変更され得る。制御部 2 は、光信号の波長分散に基づいて変換部 1 のダイナミックレンジを変更する。

【 0 0 1 5 】

・光受信方法の説明

図 3 は、実施例 1 にかかる光受信方法を示すフローチャートである。図 3 に示すように、光受信機が稼働され、光信号を受信すると、光受信機は、受信した光信号をアナログ電気信号に変換する（ステップ S 1、光電変換）。次いで、光受信機は、変換部 1 によりアナログ電気信号をデジタル電気信号に変換する（ステップ S 2、アナログデジタル変換）。次いで、光受信機は、デジタル電気信号を復調する（ステップ S 3）。次いで、光受信機は、復調された復調信号の波長分散をモニタする（ステップ S 4）。次いで、光受信機は、モニタした波長分散に応じて、変換部 1 におけるアナログデジタル変換の際のダイナミックレンジを調整する（ステップ S 5）。

10

【 0 0 1 6 】

実施例 1 によれば、光信号が伝送路中を伝搬する際に生じる波長分散に応じて、変換部 1 のダイナミックレンジが調整される。波長分散が生じると、その波長分散の程度に応じて、光受信機が受信する際の光信号の振幅が変化する。従って、光受信機が受信した光信号の振幅が波長分散の程度に応じて変化していても、その変化した振幅に応じて変換部 1 のダイナミックレンジが調整される。例えば、受信した光信号の振幅が大きいときにはその振幅に適した程度に変換部 1 のダイナミックレンジを大きくし、受信した光信号の振幅が小さいときにはその振幅に適した程度に変換部 1 のダイナミックレンジを小さくすることができる。ダイナミックレンジが大きいほど変換部 1 での消費電力が多くなるので、変換部 1 のダイナミックレンジを波長分散に応じて調整することによって、光受信機の消費電力を削減することができる。

20

【 0 0 1 7 】

（実施例 2）

・光受信機の説明

図 4 は、実施例 2 にかかる光受信機を示すブロック図である。図 4 に示すように、光受信機は、変換部 1、制御部 2、フロントエンド部 3、デジタル信号処理部 4 及びモニタ部 5 を備えている。

30

【 0 0 1 8 】

フロントエンド部 3 は、光受信機で受信した光信号をアナログ電気信号に変換する。フロントエンド部 3 は、出力するアナログ電気信号のレベルを制御することができるようになっている。例えば、フロントエンド部 3 は、例えば光アッテネータを備えており、受信した光信号の強度を調整するようになっていてもよい。また、フロントエンド部 3 は、例えばトランスインピーダンスアンプなどのプリアンプを備えており、光電変換後のアナログ電気信号の強度を調整することができるようになっていてもよい。

40

【 0 0 1 9 】

変換部 1 はフロントエンド部 3 に接続されている。変換部 1 は、フロントエンド部 3 から出力された例えば 4 つのアナログ電気信号をそれぞれデジタル電気信号に変換する。つまり、変換部 1 はアナログデジタル変換器を備えている。このアナログデジタル変換器は、ダイナミックレンジを調整することができるようになっていて、アナログデジタル変換器のダイナミックレンジは、例えばビット数を変更することにより調整することができる。従って、変換部 1 は、アナログデジタル変換器の例えばビット数を変更することができるようになっていて、

【 0 0 2 0 】

ここで、フロントエンド部 3 から 4 つのアナログ電気信号が出力されるのは、実施例 2

50

にかかる光受信機を含む光伝送システムが、特に限定しないが、例えばDP-QPSK変調方式を採用しているからである。このようにフロントエンド部3から出力されるアナログ電気信号の数は、光伝送システムが採用する変調方式に応じた数となる。

【0021】

光伝送システムにおいて採用可能な変調方式として、DP-QPSK変調方式以外にも、DP-RZ-QPSK(DP-Return to Zero-QPSK)変調方式、DP-16QAM(DP-16Quadrature Amplitude Modulation)変調方式またはDP-OFDM変調方式などがある。また、偏波多重方式(DP)ではなく、単偏波方式(SP)の変調方式でもよいし、位相変調の多重度を増したmPSK変調方式もしくは強度変調の多重度を増したmASK(m Amplitude Shift Keying)変調方式でもよい(mは整数)。

10

【0022】

デジタル信号処理部4は、変換部1で変換されたデジタル電気信号を復調し、波形歪が補償された信号を出力する。モニタ部5は、デジタル信号処理部4で復調された復調信号に基づいて光信号の伝送状態をモニタする。伝送状態をモニタした結果、モニタ部5は波長分散情報を取得する。モニタ部5は偏波分散や非線形効果量などの情報を取得してもよい。モニタ部5は、例えば光伝送システムの運用を開始するとき、または光伝送システムの運用中に適宜、光信号の伝送状態をモニタしてもよい。

【0023】

制御部2は、モニタ部5により取得された波長分散に応じて変換部1のアナログデジタル変換器のダイナミックレンジを変更する。制御部2は、波長分散とともに偏波分散や非線形効果量などに応じて変換部1のアナログデジタル変換器のダイナミックレンジを変更してもよい。アナログデジタル変換器のダイナミックレンジは所定間隔のビットで定められていてもよい。この場合、制御部2は、アナログデジタル変換器のビット数を増減させることによって、アナログデジタル変換器のダイナミックレンジを変更してもよい。例えば、累積波長分散が大きいほどアナログデジタル変換器のビット数を増やしてもよい。

20

【0024】

また、アナログデジタル変換器のダイナミックレンジはビットで定められていてもよい。この場合、制御部2は、波長分散のピーク値が閾値より大きい場合に、閾値より大きい範囲でのビット間隔を、閾値より小さい範囲でのビット間隔よりも大きくしてもよい。そうすることによって、波長分散のピーク値が閾値より大きい範囲と波長分散のピーク値が閾値より小さい範囲とで、ダイナミックレンジが異なってもアナログデジタル変換器のビット数を同じにすることができる。例えば、波長分散のピーク値が閾値より大きい範囲の出現割合が、波長分散のピーク値が閾値より小さい範囲の出現割合に比べて小さい場合に、出現割合の高い範囲についてはアナログデジタル変換器の分解能を高くし、出現割合の低い範囲についてはアナログデジタル変換器の分解能を低くすることができる。

30

【0025】

制御部2は、変換部1のアナログデジタル変換器のダイナミックレンジに応じてフロントエンド部3の出力信号または変換部1への入力信号のレベルを調整してもよい。例えば、制御部2は、フロントエンド部3の光アッテネータやプリアンプを制御することによって、フロントエンド部3の出力信号または変換部1への入力信号のレベルを調整してもよい。

40

【0026】

また、光受信機はOSNR(Optical Signal to Noise Ratio、光信号対雑音比)モニタ部6及び局発光源7を備えていてもよい。光受信機が局発光源7を備えている場合、フロントエンド部3は、光受信機で受信した光信号と局発光源7から出力された局発光とを混合して元の信号を復号し、アナログ電気信号に変換する。制御部2は、変換部1のアナログデジタル変換器のダイナミックレンジに応じて局発光のレベルを制御してもよい。

【0027】

50

光受信機がOSNRモニタ部6を備えている場合、OSNRモニタ部6は、光受信機が受信した光信号をカプラなどで分岐してモニタし、OSNR値を制御部2に渡す。制御部2は、モニタ部5から得られる伝送状態のモニタ情報とOSNRモニタ部6からのOSNR値とに基づいて、変換部1、フロントエンド部3及び局発光源7を制御してもよい。

【0028】

実施例2によれば、実施例1と同様の効果が得られる。

【0029】

(実施例3)

・光受信機の説明

図5は、実施例3にかかる光受信機を示すブロック図である。図5に示すように、光受信機は、フロントエンド部として例えば光アッテネータ(光ATT)11、90°光ハイブリッド12、例えば4個のフォトダイオード(PD)13及び例えば4個の電気アンプ14を備えている。4個のフォトダイオード13は、2対のバランスPD(Balanced PD)であってもよい。

10

【0030】

光アッテネータ11は、光受信機で受信した光信号のパワーを調整する。90°光ハイブリッド12は光アッテネータ11及び局発光源22に接続されている。局発光源22は、適切に光パワーを制御された局発光を出力する。90°光ハイブリッド12は、光アッテネータ11の出力光(直交する2つの偏波の信号)と局発光とを混合し、各偏波の信号について直交成分I、Qの信号を出力する。

20

【0031】

各フォトダイオード13は90°光ハイブリッド12の、各偏波の信号の直交成分I、Qの信号を出力するポートに接続されている。各フォトダイオード13は光電変換を行う。各電気アンプ14は対応するフォトダイオード13に接続されている。各電気アンプ14は、各フォトダイオード13から出力されたアナログ電気信号を増幅し、アナログ電気信号のレベルがアナログデジタル変換器15の所定のレンジに入るようにアナログ電気信号の振幅を一定に調整する。

【0032】

また、光受信機は変換部として例えばアナログデジタル変換器(ADC)15を備えている。アナログデジタル変換器15は各電気アンプ14に接続されている。アナログデジタル変換器15は、各電気アンプ14から出力されたアナログ電気信号をデジタル電気信号に変換する。アナログデジタル変換器15として、例えばフラッシュ型アナログデジタル変換器または逐次処理型アナログデジタル変換器を用いることができる。フラッシュ型アナログデジタル変換器及び逐次処理型アナログデジタル変換器については後述する。

30

【0033】

また、光受信機はデジタル信号処理部として例えばDSP(Digital Signal Processor)16を備えている。DSP16はアナログデジタル変換器15に接続されている。DSP16は、アナログデジタル変換器15から出力された各デジタル電気信号に対して波形歪補償処理などの種々の処理を行う。

【0034】

また、光受信機はモニタ部として例えば波長分散モニタ部17を備えている。波長分散モニタ部17は、例えばDSP16の一部として実現されてもよい。波長分散モニタ部17は、DSP16において波形歪補償処理がなされるときに抽出される情報に基づいて累積波長分散を算出する。

40

【0035】

また、光受信機は制御部として例えばPAPR(Peak to Average Power Ratio、ピーク対平均電力比)推定部18、ADC所要ビット数決定部19及びデバイス制御部20を備えている。PAPR推定部18は、プロセッサがピーク対平均電力比を算出するプログラムを実行することにより、実現されてもよい。ピーク対平均電力比は、平均パワー一定値に対するピーク相対値を表す。

50

【 0 0 3 6 】

P A P R 推定部 1 8 は、波長分散モニタ部 1 7 から送られてきた累積波長分散の情報に基づいてピーク対平均電力比を推定する。P A P R 推定部 1 8 は、ピーク対平均電力比を推定する際に、例えば光受信機のトランスポンダ制御部 2 1 から現状の変調方式やボーレート (B a u d R a t e) の情報を取得してもよい。そして、P A P R 推定部 1 8 は、変調方式やボーレートの情報と、ピーク対平均電力比の推定用の関数またはルックアップテーブルとに基づいてピーク対平均電力比を推定してもよい。

【 0 0 3 7 】

A D C 所要ビット数決定部 1 9 は、プロセッサがアナログデジタル変換器 1 5 の所要ビット数を決定するプログラムを実行することにより、実現されてもよい。A D C 所要ビット数決定部 1 9 は、P A P R 推定部 1 8 から送られてきたピーク対平均電力比の情報に基づいてアナログデジタル変換器 1 5 の所要ビット数を決定する。A D C 所要ビット数決定部 1 9 は、ピーク対平均電力比の情報と、アナログデジタル変換器 1 5 の所要ビット数決定用の関数またはルックアップテーブルとに基づいてアナログデジタル変換器 1 5 の所要ビット数を決定してもよい。

【 0 0 3 8 】

図 6 は、ピーク対平均電力比推定及び所要ビット数決定用のルックアップテーブルの一例を示す図表である。P A P R 推定部 1 8 は、図 6 に示すルックアップテーブル 2 6 を参照することによって、例えば変調方式とボーレートと累積波長分散とに基づいてピーク対平均電力比を推定することができる。A D C 所要ビット数決定部 1 9 は、図 6 に示すルックアップテーブル 2 6 を参照することによって、例えば変調方式とボーレートと累積波長分散とに基づいてアナログデジタル変換器 1 5 の所要ビット数を決定することができる。なお、図 6 には変調方式が D P - Q P S K であり、ボーレートが 2 8 G b a u d である場合が示されているが、ルックアップテーブル 2 6 には、その他の変調方式やボーレートについても記述されている。

【 0 0 3 9 】

P A P R 推定部 1 8 は、ルックアップテーブル 2 6 の代わりに、ピーク対平均電力比の推定用の関数を用いてもよい。A D C 所要ビット数決定部 1 9 は、ルックアップテーブル 2 6 の代わりに、アナログデジタル変換器 1 5 の所要ビット数決定用の関数を用いてもよい。

【 0 0 4 0 】

図 7 は、累積波長分散とピーク対平均電力比との関係の一例を示す特性図である。図 7 に示す特性図において、プロットは実測値またはシミュレーション値である。ピーク対平均電力比の推定用の関数は、図 7 に示す特性図のプロット群を近似した曲線で表される。この近似した曲線の近似式は次式で表される。ただし、 x は累積波長分散を表し、 y はピーク対平均電力比を表す。この近似式より、累積波長分散からピーク対平均電力比を求めることができる。

【 0 0 4 1 】

【 数 1 】

$$y = -2.6716 \times 10^{-24} x^6 + 2.2098 \times 10^{-19} x^5 - 7.0794 \times 10^{-15} x^4 + 1.1080 \times 10^{-10} x^3 - 8.8107 \times 10^{-7} x^2 + 3.3402 \times 10^{-3} x + 2.8811$$

【 0 0 4 2 】

図 8 は、種々の変調方式及びボーレートについて累積波長分散とピーク対平均電力比との関係の一例を示す特性図である。図 7 に示すプロット群の分布状態や近似曲線の形状は、変調方式やボーレートによって異なることがある。従って、図 8 に示すように、変調方式とボーレートとの組み合わせに応じて図 7 と同様の特性図が用意されていてもよい。そ

して、変調方式とボーレートとの組み合わせごとにプロット群を近似した曲線の近似式が求められていてもよい。

【 0 0 4 3 】

図 9 は、ピーク対平均電力比と所要ビット数との関係の一例を示す特性図である。図 9 に示す特性図に基づいて、上述したピーク対平均電力比の推定用の関数から求められたピーク対平均電力比に対するアナログデジタル変換器 1 5 の所要ビット数を決定することができる。

【 0 0 4 4 】

図 5 に示すように、デバイス制御部 2 0 は、A D C 所要ビット数決定部 1 9 から送られてきたアナログデジタル変換器 1 5 の所要ビット数の情報に基づいてアナログデジタル変換器 1 5 のビット数を制御する。また、デバイス制御部 2 0 は、電気アンプ 1 4 の出力信号の振幅がアナログデジタル変換器 1 5 のダイナミックレンジに入るように、アナログデジタル変換器 1 5 のビット数に応じて電気アンプ 1 4 の出力レベルを制御してもよい。電気アンプ 1 4 として、例えば電気アンプ 1 4 の制御電圧と出力振幅との関係が既知であるものを用いることによって、デバイス制御部 2 0 から与えられる制御電圧に応じて電気アンプ 1 4 の出力レベルを制御することができる。

【 0 0 4 5 】

また、デバイス制御部 2 0 は、光アッテネータ 1 1 の損失量や局発光源 2 2 の出力光パワーを調整してもよい。そうすることによって、電気アンプ 1 4 が非線形領域で動作するのを防ぐことができるので、電気アンプ 1 4 で特性が劣化するのを抑制することができる。

【 0 0 4 6 】

・フラッシュ型アナログデジタル変換器の説明

図 1 0 は、フラッシュ型アナログデジタル変換器について説明する図である。ここでは、出力されるデジタル値が 4 ビットである場合を例にして説明する。図 1 0 において、左側の模式図 3 1 は、フラッシュ型アナログデジタル変換器のアナログ入力電圧とデジタル出力値との関係を表している。右側の回路図 3 2 は、フラッシュ型アナログデジタル変換器の等価回路を表している。左側の模式図 3 1 の 0 ~ 1 5 の数値と右側の回路図 3 2 の # 0 ~ # 1 5 を付した C O M P アンプ 3 3 とは、同じ数値のもの同士で対応している。

【 0 0 4 7 】

入力端子 V_{in} にアナログ入力電圧が印加されると、# 0 ~ # 1 5 の各 C O M P アンプ 3 3 は入力電圧と基準電圧とを比較し、その結果として比較信号を出力する。各 C O M P アンプ 3 3 の基準電圧として、電源電圧 V_{EE} を抵抗分圧した電圧を用いることができる。エンコーダ 3 4 は各 C O M P アンプ 3 3 からの比較信号に基づいてレベルを認識する。例えば、# 1 2 の C O M P アンプ 3 3 において基準電圧に対して入力電圧が最適になる場合、# 1 2 の C O M P アンプ 3 3 の出力が「 1 」となり、他の C O M P アンプ 3 3 の出力が「 0 」となる。エンコーダ 3 4 は、# 0 ~ # 1 5 の C O M P アンプ 3 3 の出力値に基づいて、左側の模式図 3 1 に示すように「 1 1 0 0 」を出力する。このようにして、ある瞬間のアナログ電気信号の電圧がデジタル電気信号に変換される。

【 0 0 4 8 】

図 1 0 に示すフラッシュ型アナログデジタル変換器において、ビット数は次のようにして減らされる。例えばビット数が 4 ビット (1 6 階層) から 3 ビット (8 階層) に減る場合、例えば入力端子 V_{in} へのアナログ入力電圧が 4 ビット時の半分にされる。そして、# 8 ~ # 1 5 の 8 つの C O M P アンプ 3 3 の駆動電圧がオフにされる。また、エンコーダ 3 4 の、# 8 ~ # 1 5 の各 C O M P アンプ 3 3 から比較信号が入力される各ポートに出力なしとして「 0 」の情報が与えられる。3 ビット (8 階層) から 2 ビット (4 階層) に減る場合や 2 ビット (4 階層) から 1 ビット (2 階層) に減る場合も同様である。

【 0 0 4 9 】

なお、入力端子 V_{in} へのアナログ入力電圧のオフセットを調整することにより、# 0 ~ # 7 の C O M P アンプ 3 3 をオフにしたり、# 4 ~ # 1 1 の C O M P アンプ 3 3 をオフ

10

20

30

40

50

にしたりすることができる。

【 0 0 5 0 】

・逐次処理型アナログデジタル変換器の説明

図 1 1 は、逐次処理型アナログデジタル変換器について説明する図である。ここでは、出力されるデジタル値が 4 ビットである場合を例にして説明する。図 1 1 において、左側の模式図 4 1 は、逐次処理型アナログデジタル変換器のアナログ入力電圧とデジタル出力値との関係を表している。この模式図 4 1 において、C - 1 ~ C - 8 は、一番下が C - 1 であり、上に向かって C - 2、C - 3、・・・、C - 8 である。D - 1 ~ D - 1 6 についても同様である。右側の回路図 4 2 は、逐次処理型アナログデジタル変換器の等価回路を表している。

10

【 0 0 5 1 】

図 1 1 において右側の回路図 4 2 に示すように、逐次処理型アナログデジタル変換器では、入力端子 V_{in} に印加されたアナログ入力電圧がサンプルホールド回路 4 3 で保持される。SAR (S u c c e s s i v e A p p r o x i m a t i o n R e g i s t e r) 論理回路 4 6 は N ビットレジスタ 4 5 の値を設定する。N は整数であるが、図 1 1 に示す例では 4 である。

【 0 0 5 2 】

まず、SAR 論理回路 4 6 は N ビットレジスタ 4 5 の最上位ビットを「1」とし、その他のビットを「0」に設定する。N ビットデジタルアナログ変換器 (N ビット DAC) 4 4 は、N ビットレジスタ 4 5 に設定されたデジタル値をアナログ電圧に変換する。COMP アンプ 4 7 は、N ビットデジタルアナログ変換器 4 4 の出力電圧とサンプルホールド回路 4 3 の出力電圧とを比較する。その比較結果に基づいて、SAR 論理回路 4 6 は、サンプルホールド回路 4 3 の出力電圧の方が大きければ N ビットレジスタ 4 5 の最上位ビットを「1」で確定し、サンプルホールド回路 4 3 の出力電圧の方が小さければ N ビットレジスタ 4 5 の最上位ビットを「0」で確定する。

20

【 0 0 5 3 】

次いで、SAR 論理回路 4 6 は、N ビットレジスタ 4 5 の最上位ビットより一つ下の位のビットを「1」として同様の比較を行い、最上位ビットより一つ下の位のビットの値を確定する。これを N ビットレジスタ 4 5 の最下位ビットまで繰り返す。例えば、入力端子 V_{in} へのアナログ入力電圧が左側の模式図 4 1 の # 1 2 のレベルである場合、まず COMP アンプ 4 7 における 1 回目の比較によってアナログ入力電圧が A - 1 レンジに含まれるか A - 2 レンジに含まれるかが決まる。ここでは、A - 2 レンジに含まれることが確定する。次いで、COMP アンプ 4 7 における 2 回目の比較によってアナログ入力電圧が B - 3 レンジに含まれるか B - 4 レンジに含まれるかが決まる。ここでは、B - 4 レンジに含まれることが確定する。次いで、COMP アンプ 4 7 における 3 回目の比較によってアナログ入力電圧が C - 7 レンジに含まれるか C - 8 レンジに含まれるかが決まる。ここでは、C - 7 レンジに含まれることが確定する。最後に、COMP アンプ 4 7 における 4 回目の比較によってアナログ入力電圧が D - 1 3 レンジに含まれるか D - 1 4 レンジに含まれるかが決まる。ここでは、D - 1 3 レンジに含まれることが確定する。このようにして、ある瞬間のアナログ電気信号の電圧がデジタル電気信号に変換される。

30

40

【 0 0 5 4 】

図 1 1 に示す逐次処理型アナログデジタル変換器において、ビット数は次のようにして減らされる。例えばビット数が 4 ビット (1 6 階層) から 3 ビット (8 階層) に減る場合、例えば入力端子 V_{in} へのアナログ入力電圧が 4 ビット時の半分にされる。そして、N ビットデジタルアナログ変換器 4 4 の出力電圧の振幅が 4 ビット時の半分に設定される。また、N ビットレジスタ 4 5 のシフト量が 4 ビット時の半分に設定される。このような設定によって、例えば、A - 2、B - 3、B - 4、C - 5 ~ C - 8 及び D - 9 ~ D - 1 6 の各レンジに対する比較処理を省略することができる。つまり、4 ビット時の逐次処理の半分のステップ数でアナログデジタル変換を実現することができる。3 ビット (8 階層) から 2 ビット (4 階層) に減る場合や 2 ビット (4 階層) から 1 ビット (2 階層) に減る場

50

合も同様である。

【 0 0 5 5 】

なお、入力端子 V_{in} へのアナログ入力電圧のオフセットを調整することにより、A - 1、B - 1、B - 2、C - 1 ~ C - 4 及び D - 1 ~ D - 8 の各レンジに対する比較処理を省略するようにしてもよい。

【 0 0 5 6 】

・光受信方法の説明

図 1 2 は、実施例 3 にかかる光受信方法を示すフローチャートである。図 1 2 に示すように、光伝送システムの運用が開始され、光受信機が稼働されると、光受信機はデバイス制御部 2 0 により、光電変換後のアナログ電気信号のレベルがアナログデジタル変換器 1 5 の所定のレンジに入るように、電気アンプ 1 4 の出力振幅を一定に調整する（ステップ S 1 1 ）。

10

【 0 0 5 7 】

次いで、光受信機は、DSP 1 6 で波形歪補償処理などの種々の処理を行う際に抽出された情報に基づいて波長分散モニタ部 1 7 により累積波長分散をモニタする（ステップ S 1 2 ）。次いで、光受信機は、PAPR 推定部 1 8 によりピーク対平均電力比を推定する（ステップ S 1 3 ）。次いで、光受信機は、ADC 所要ビット数決定部 1 9 によりアナログデジタル変換器 1 5 の所要ビット数を算出する（ステップ S 1 4 ）。

【 0 0 5 8 】

次いで、光受信機は、デバイス制御部 2 0 によりアナログデジタル変換器 1 5 の所要ビット数が現状の値と同じであるか否かを判断する（ステップ S 1 5 ）。アナログデジタル変換器 1 5 の所要ビット数が現状の値と同じである場合（ステップ S 1 5 : Yes）、ステップ S 1 2 に戻り、ステップ S 1 2 以降の制御動作を繰り返す。アナログデジタル変換器 1 5 の所要ビット数が現状の値と同じでない場合（ステップ S 1 5 : No）、光受信機は、デバイス制御部 2 0 によりアナログデジタル変換器 1 5 の所要ビット数が現状の値よりも小さいか否かを判断する（ステップ S 1 6 ）。

20

【 0 0 5 9 】

アナログデジタル変換器 1 5 の所要ビット数が現状の値よりも小さい場合の一例として、例えば累積波長分散が 0 ps/nm 付近まで低減した場合などが挙げられる。アナログデジタル変換器 1 5 の所要ビット数が現状の値よりも大きい場合の一例として、例えば累

30

【 0 0 6 0 】

積波長分散が 0 ps/nm 付近から増えた場合などが挙げられる。

アナログデジタル変換器 1 5 の所要ビット数が現状の値よりも小さい場合（ステップ S 1 6 : Yes）、光受信機は、デバイス制御部 2 0 により電気アンプ 1 4 の出力レベルを、ステップ S 1 4 で算出されたアナログデジタル変換器 1 5 の所要ビット数分に相当する比率で低減する（ステップ S 1 7 ）。次いで、光受信機は、デバイス制御部 2 0 により光アッテネータ 1 1 の損失量すなわち出力レベル、及び局発光の光パワーすなわち局発光源 2 2 の出力レベルを制御する（ステップ S 1 8 ）。次いで、光受信機は、デバイス制御部 2 0 によりアナログデジタル変換器 1 5 のビット数を削減する（ステップ S 1 9 ）。そして、ステップ S 1 2 に戻り、ステップ S 1 2 以降の制御動作を繰り返す。

40

【 0 0 6 1 】

一方、アナログデジタル変換器 1 5 の所要ビット数が現状の値よりも小さくない場合（ステップ S 1 6 : No）、光受信機は、デバイス制御部 2 0 によりアナログデジタル変換器 1 5 のビット数を増大させる（ステップ S 2 0 ）。次いで、光受信機は、デバイス制御部 2 0 により電気アンプ 1 4 の出力レベルを、ステップ S 1 4 で算出されたアナログデジタル変換器 1 5 の所要ビット数分に相当する比率で増大させる（ステップ S 2 1 ）。次いで、光受信機は、デバイス制御部 2 0 により光アッテネータ 1 1 の出力レベル及び局発光源 2 2 の出力レベルを制御する（ステップ S 2 2 ）。そして、ステップ S 1 2 に戻り、ステップ S 1 2 以降の制御動作を繰り返す。

【 0 0 6 2 】

50

実施例 3 によれば、実施例 1 と同様の効果が得られる。

【 0 0 6 3 】

(実施例 4)

・ 光受信機の説明

図 1 3 は、実施例 4 にかかる光受信機を示すブロック図である。図 1 3 に示すように、実施例 4 にかかる光受信機は、実施例 3 にかかる光受信機において、電気アンプ出力信号振幅モニタ部 2 7 を備えている。電気アンプ出力信号振幅モニタ部 2 7 は電気アンプ 1 4 の出力端に接続されている。電気アンプ出力信号振幅モニタ部 2 7 は、各電気アンプ 1 4 の出力信号の振幅をモニタする。デバイス制御部 2 0 は、アナログデジタル変換器 1 5 の所要ビット数と、電気アンプ出力信号振幅モニタ部 2 7 による各電気アンプ 1 4 の出力信号の振幅モニタ値とに基づいて、電気アンプ 1 4 の出力レベルを制御してもよい。その他の構成は実施例 3 と同様である。

10

【 0 0 6 4 】

・ 光受信方法の説明

図 1 4 は、実施例 4 にかかる光受信方法を示すフローチャートである。図 1 4 に示すように、実施例 4 にかかる光受信方法が実施例 3 にかかる光受信方法と異なるのは、ステップ S 1 1 とステップ S 1 2 との間、ステップ S 1 6 とステップ S 1 7 との間及びステップ S 2 0 とステップ S 2 1 との間にそれぞれ、光受信機が、電気アンプ出力信号振幅モニタ部 2 7 により各電気アンプ 1 4 の出力信号の振幅をモニタするという制御動作（ステップ S 2 3、ステップ S 2 4、ステップ S 2 5）が挿入されていることである。

20

【 0 0 6 5 】

ステップ S 1 1 の後にステップ S 2 3 を行うことによって、ステップ S 1 1 で調整された各電気アンプ 1 4 の出力振幅が適切に調整されていることを確認することができる。ステップ S 2 4 の後にステップ S 1 7 を行うことによって、ステップ S 2 4 でモニタされた各電気アンプ 1 4 の出力信号の振幅に応じて電気アンプ 1 4 の出力レベルを適切に低減することができる。ステップ S 2 5 の後にステップ S 2 1 を行うことによって、ステップ S 2 5 でモニタされた各電気アンプ 1 4 の出力信号の振幅に応じて電気アンプ 1 4 の出力レベルを適切に増大させることができる。

【 0 0 6 6 】

なお、ステップ S 1 1 の前にステップ S 2 3 を行ってもよい。そうすれば、各電気アンプ 1 4 の出力信号の振幅に応じて電気アンプ 1 4 の出力振幅を適切に調整することができる。また、ステップ S 2 4 の前にステップ S 1 7 を行ってもよい。そうすれば、ステップ S 1 7 で各電気アンプ 1 4 の出力レベルが適切に低減されていることを確認することができる。また、ステップ S 2 5 の前にステップ S 2 1 を行ってもよい。そうすれば、ステップ S 2 1 で各電気アンプ 1 4 の出力レベルが適切に増大していることを確認することができる。

30

【 0 0 6 7 】

実施例 4 によれば、実施例 1 と同様の効果が得られる。

【 0 0 6 8 】

(実施例 5)

・ 光受信機の説明

図 1 5 は、実施例 5 にかかる光受信機を示すブロック図である。図 1 5 に示すように、実施例 5 にかかる光受信機は、実施例 3 にかかる光受信機において、A D C 入力信号振幅モニタ部 2 8 を備えている。A D C 入力信号振幅モニタ部 2 8 はアナログデジタル変換器 1 5 の入力端に接続されている。A D C 入力信号振幅モニタ部 2 8 は、アナログデジタル変換器 1 5 への入力信号の振幅をモニタする。デバイス制御部 2 0 は、アナログデジタル変換器 1 5 の所要ビット数と、A D C 入力信号振幅モニタ部 2 8 によるアナログデジタル変換器 1 5 への入力信号の振幅モニタ値とに基づいて、電気アンプ 1 4 の出力レベルを制御してもよい。その他の構成は実施例 3 と同様である。

40

【 0 0 6 9 】

50

・光受信方法の説明

図16は、実施例5にかかる光受信方法を示すフローチャートである。図16に示すように、実施例5にかかる光受信方法が実施例3にかかる光受信方法と異なるのは、ステップS11とステップS12との間、ステップS16とステップS17との間及びステップS20とステップS21との間にそれぞれ、光受信機が、ADC入力信号振幅モニタ部28によりアナログデジタル変換器15への入力信号の振幅をモニタするという制御動作(ステップS26、ステップS27、ステップS28)が挿入されていることである。

【0070】

ステップS11の後にステップS26を行うことによって、ステップS11で調整された各電気アンプ14の出力振幅が適切に調整されていることを確認することができる。ステップS27の後にステップS17を行うことによって、ステップS27でモニタされたアナログデジタル変換器15への入力信号の振幅に応じて電気アンプ14の出力レベルを適切に低減することができる。ステップS28の後にステップS21を行うことによって、ステップS25でモニタされたアナログデジタル変換器15への入力信号の振幅に応じて電気アンプ14の出力レベルを適切に増大させることができる。

10

【0071】

なお、ステップS11の前にステップS26を行ってもよい。そうすれば、アナログデジタル変換器15への入力信号の振幅に応じて電気アンプ14の出力振幅を適切に調整することができる。また、ステップS27の前にステップS17を行ってもよい。そうすれば、ステップS17で各電気アンプ14の出力レベルが適切に低減されていることを確認することができる。また、ステップS28の前にステップS21を行ってもよい。そうすれば、ステップS21で各電気アンプ14の出力レベルが適切に増大していることを確認することができる。

20

【0072】

実施例5によれば、実施例1と同様の効果が得られる。

【0073】

(実施例6)

・光受信機の説明

図17は、実施例6にかかる光受信機を示すブロック図である。図17に示すように、実施例6にかかる光受信機は、実施例3にかかる光受信機において、電気アンプ出力信号振幅モニタ部27及びADC入力信号振幅モニタ部28を備えている。すなわち、実施例6は実施例4と実施例5とを組み合わせたものである。

30

【0074】

・光受信方法の説明

図18及び図19は、実施例6にかかる光受信方法を示すフローチャートである。図18及び図19に示すように、実施例6にかかる光受信方法が実施例3にかかる光受信方法と異なるのは、ステップS11とステップS12との間、ステップS16とステップS17との間及びステップS20とステップS21との間にそれぞれ、次の2つの制御動作が挿入されていることである。

【0075】

挿入されている制御動作のうち1番目の動作では、光受信機は、電気アンプ出力信号振幅モニタ部27及びADC入力信号振幅モニタ部28により各電気アンプ14の出力信号の振幅及びアナログデジタル変換器15への入力信号の振幅をモニタする(ステップS29、ステップS31、ステップS33)。2番目の動作では、光受信機は、デバイス制御部20により各電気アンプ14の出力信号の振幅モニタ値及びアナログデジタル変換器15への入力信号の振幅モニタ値をクロスチェックする(ステップS30、ステップS32、ステップS34)。

40

【0076】

ステップS11の後にステップS29及びステップS30を行うことによって、ステップS11で調整された各電気アンプ14の出力振幅が適切に調整されていることを確認す

50

ることができる。ステップS 3 1及びステップS 3 2の後にステップS 1 7を行うことによって、各電気アンプ1 4の出力信号の振幅及びアナログデジタル変換器1 5への入力信号の振幅に応じて電気アンプ1 4の出力レベルを適切に低減することができる。ステップS 3 3及びステップS 3 4の後にステップS 2 1を行うことによって、各電気アンプ1 4の出力信号の振幅及びアナログデジタル変換器1 5への入力信号の振幅に応じて電気アンプ1 4の出力レベルを適切に増大させることができる。

【0077】

なお、ステップS 1 1の前にステップS 2 9及びステップS 3 0を行ってもよい。そうすれば、各電気アンプ1 4の出力信号の振幅及びアナログデジタル変換器1 5への入力信号の振幅に応じて電気アンプ1 4の出力レベルを適切に調整することができる。また、ステップS 3 1及びステップS 3 2の前にステップS 1 7を行ってもよい。そうすれば、ステップS 1 7で各電気アンプ1 4の出力レベルが適切に低減されていることを確認することができる。また、ステップS 3 3及びステップS 3 4の前にステップS 2 1を行ってもよい。そうすれば、ステップS 2 1で各電気アンプ1 4の出力レベルが適切に増大していることを確認することができる。

10

【0078】

実施例6によれば、実施例1と同様の効果が得られる。

【0079】

上述した実施例1～6に関し、さらに以下の付記を開示する。

【0080】

20

(付記1) 光信号に基づいて生成されたアナログ電気信号をデジタル電気信号に変換する際のダイナミックレンジを変更可能な変換部と、前記光信号の波長分散に基づいて前記変換部のダイナミックレンジを変更する制御部と、を備えることを特徴とする光受信機。

【0081】

(付記2) 前記光信号を前記アナログ電気信号に変換するフロントエンド部と、前記変換部で変換されたデジタル電気信号を復調するデジタル信号処理部と、前記デジタル信号処理部で復調された復調信号の波長分散をモニタするモニタ部と、を備え、前記変換部は、前記フロントエンド部で変換されたアナログ電気信号をデジタル電気信号に変換し、前記制御部は、前記モニタ部でモニタした波長分散に応じて前記変換部のダイナミックレンジを変更することを特徴とする付記1に記載の光受信機。

30

【0082】

(付記3) 前記変換部のダイナミックレンジは所定間隔のビットで定められ、前記ビット数を増減させることで、前記ダイナミックレンジを変更することを特徴とする付記1または2に記載の光受信機。

【0083】

(付記4) 前記変換部のダイナミックレンジはビットで定められ、前記モニタ部でモニタした波長分散のピーク値が閾値より大きい場合、閾値より大きい範囲でのビット間隔を、閾値より小さい範囲でのビット間隔よりも大きくすることを特徴とする付記2に記載の光受信機。

40

【0084】

(付記5) 前記モニタ部でモニタした波長分散と信号の振幅の関係に応じて前記変換部のダイナミックレンジを変更することを特徴とする付記2または4に記載の光受信機。

【0085】

(付記6) 前記制御部は、前記変換部のダイナミックレンジに応じて前記変換部への入力信号のレベルを調整することを特徴とする付記1～5のいずれか一つに記載の光受信機。

【0086】

(付記7) 光信号をアナログ電気信号に変換し、前記アナログ電気信号をデジタル電気信号に変換し、前記デジタル電気信号を復調し、復調された復調信号の波長分散をモニタし、前記アナログ電気信号を前記デジタル電気信号に変換する際のダイナミックレンジを前記波長分散に応じて変更することを特徴とする光受信方法。

50

【 0 0 8 7 】

(付記 8) 前記ダイナミックレンジは所定間隔のビットで定められ、前記ビット数を増減させることで、前記ダイナミックレンジを変更することを特徴とする付記 7 に記載の光受信方法。

【 0 0 8 8 】

(付記 9) 前記ダイナミックレンジはビットで定められ、前記波長分散のピーク値が閾値より大きい場合、閾値より大きい範囲でのビット間隔を、閾値より小さい範囲でのビット間隔よりも大きくすることを特徴とする付記 7 に記載の光受信方法。

【 0 0 8 9 】

(付記 10) 前記波長分散と信号の振幅の関係に応じて前記ダイナミックレンジを変更することを特徴とする付記 7 ~ 9 のいずれか一つに記載の光受信方法。

10

【 0 0 9 0 】

(付記 11) 前記ダイナミックレンジを変更する際に、変更後の前記ダイナミックレンジに合わせて前記アナログ電気信号のレベルを調整することを特徴とする付記 7 ~ 10 のいずれか一つに記載の光受信方法。

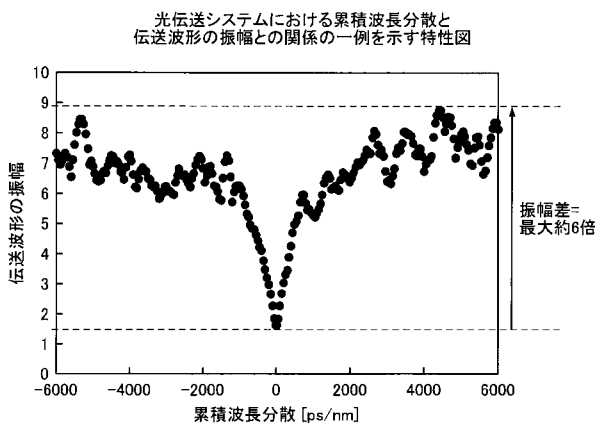
【 符号の説明 】

【 0 0 9 1 】

- 1, 15 変換部
- 2, 18, 19, 20 制御部
- 3, 11, 12, 13, 14 フロントエンド部
- 4, 16 デジタル信号処理部
- 5, 17 モニタ部

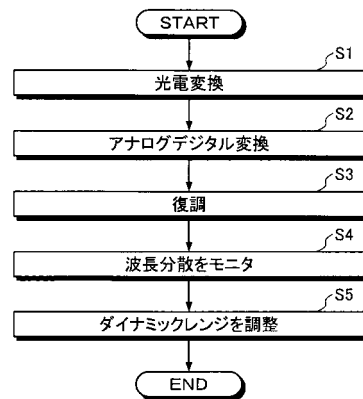
20

【 図 1 】



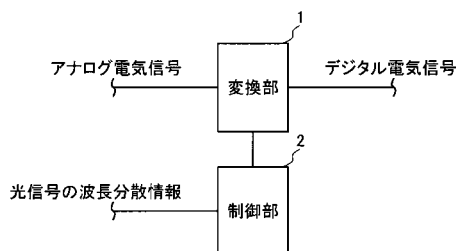
【 図 3 】

実施例1にかかる光受信方法を示すフローチャート



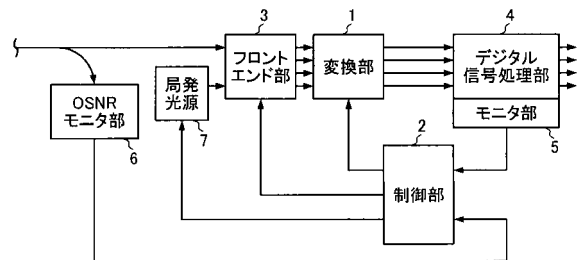
【 図 2 】

実施例1にかかる光受信機を示すブロック図

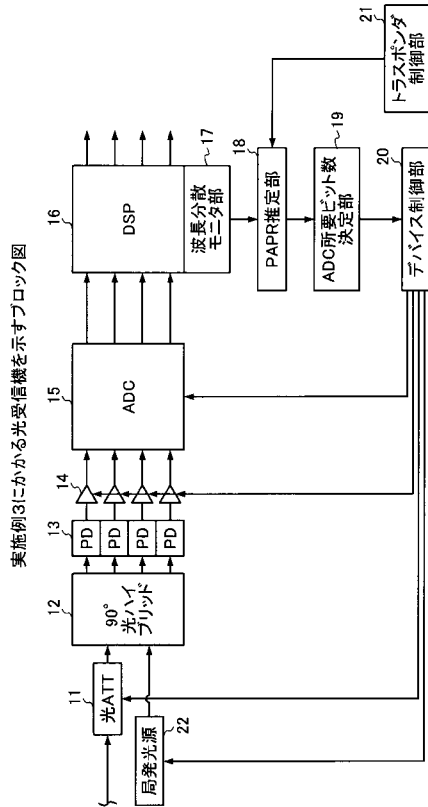


【 図 4 】

実施例2にかかる光受信機を示すブロック図



【 図 5 】



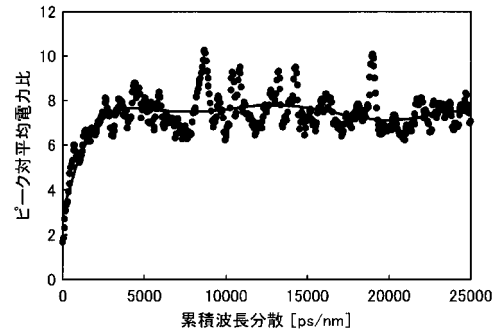
【 図 6 】

ピーク対平均電力比推定及び所要ビット数決定用の
ルックアップテーブルの一例を示す図表

変調方式	ボーレート [baud]	累積波長分散 [ps/nm]	ピーク対平均 電力比 [a.u.]	ADC所要ビット 数 [ビット]
DP-QPSK	28G	0	1.7	2
DP-QPSK	28G	250	3.3	3
DP-QPSK	28G	500	5	4
...

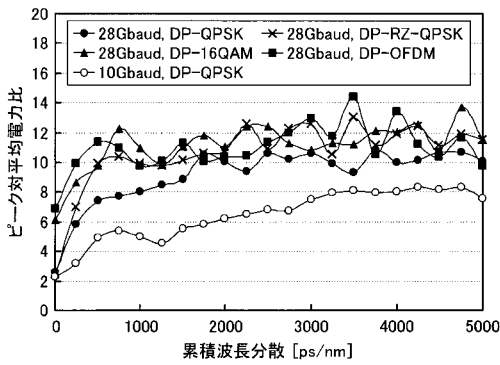
【 図 7 】

累積波長分散とピーク対平均電力比との関係の一例を示す特性図



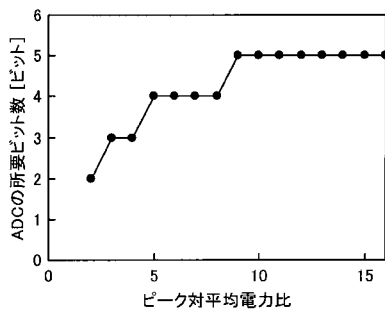
【 図 8 】

累積波長分散とピーク対平均電力比との関係の一例を示す特性図



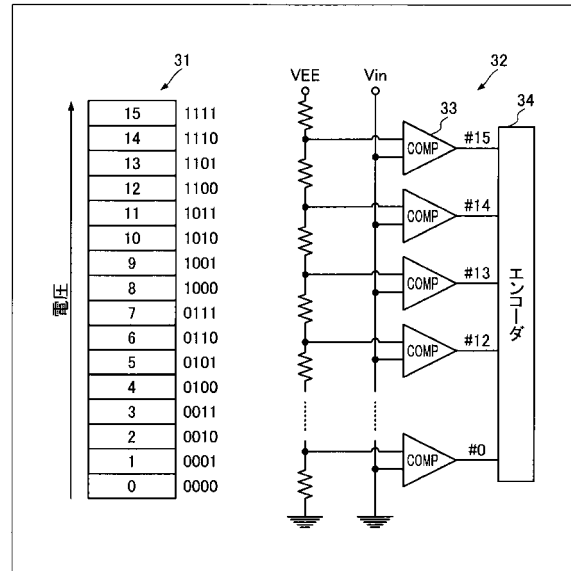
【 図 9 】

ピーク対平均電力比と所要ビット数との関係の一例を示す特性図



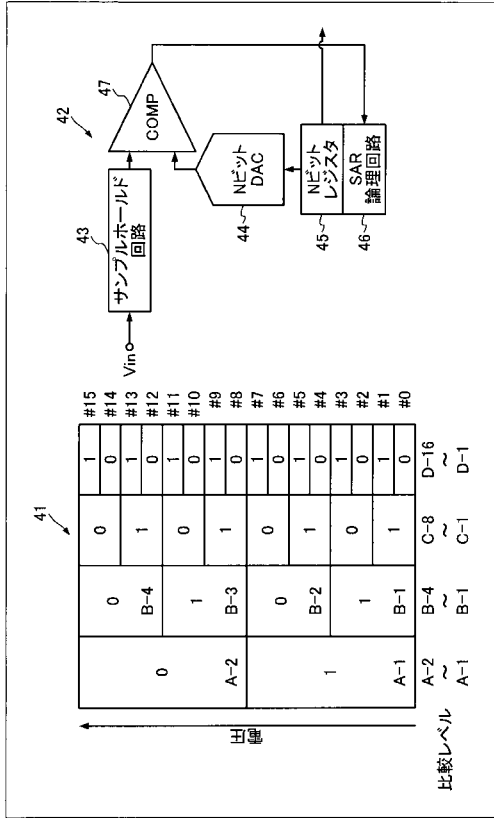
【 図 10 】

フラッシュ型アナログデジタル変換器について説明する図



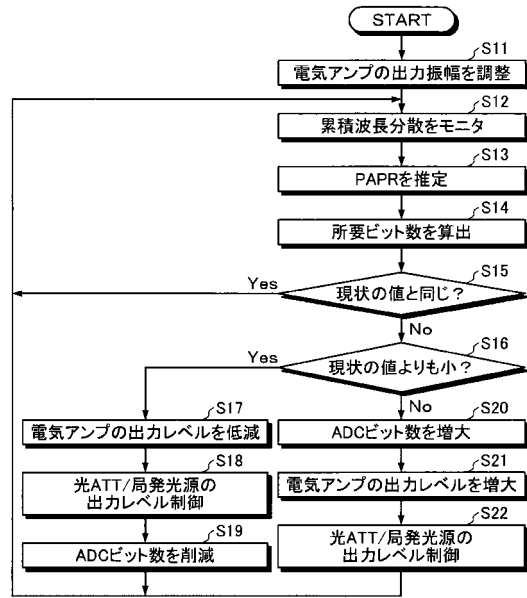
【 図 1 1 】

逐次処理型アナログデジタル変換器について説明する図



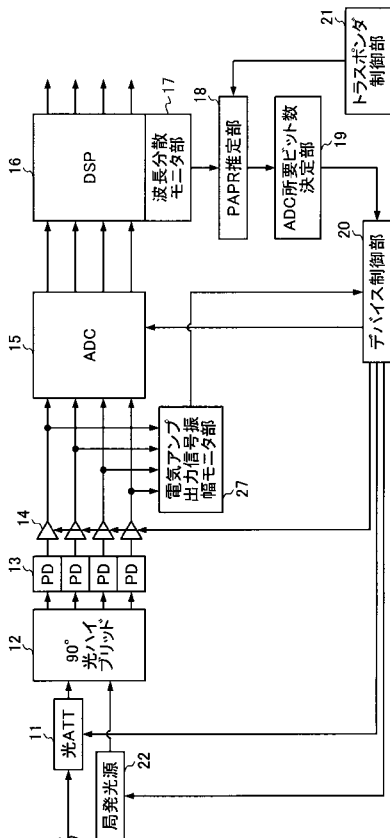
【 図 1 2 】

実施例3にかかる光受信方法を示すフローチャート



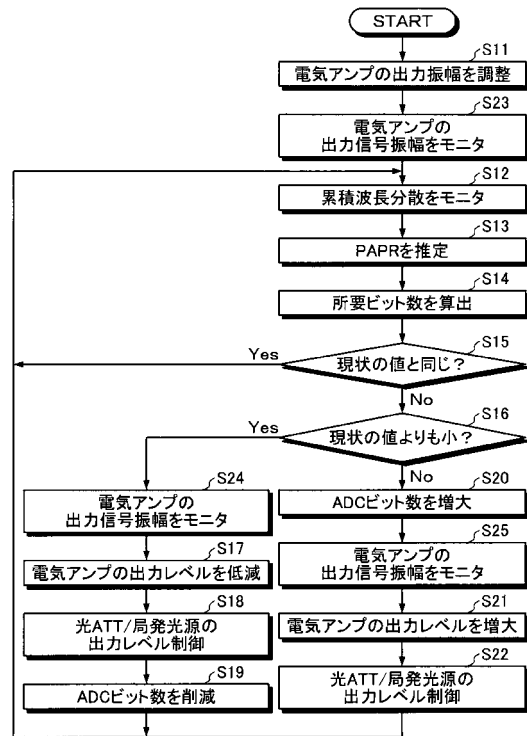
【 図 1 3 】

実施例4にかかる光受信機を示すブロック図

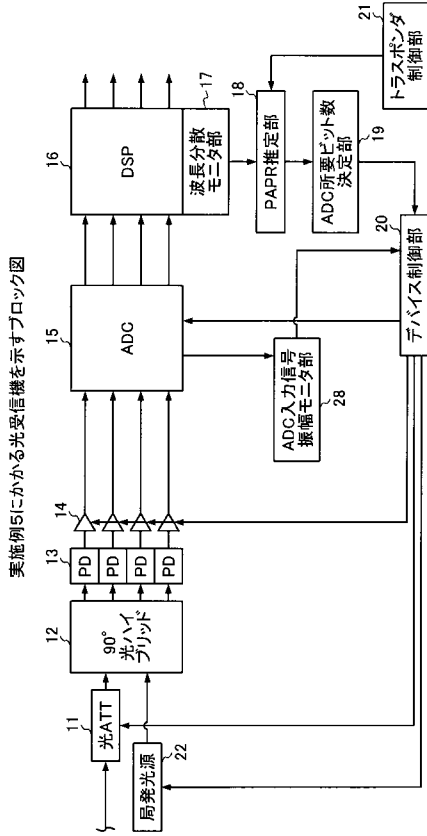


【 図 1 4 】

実施例4にかかる光受信方法を示すフローチャート

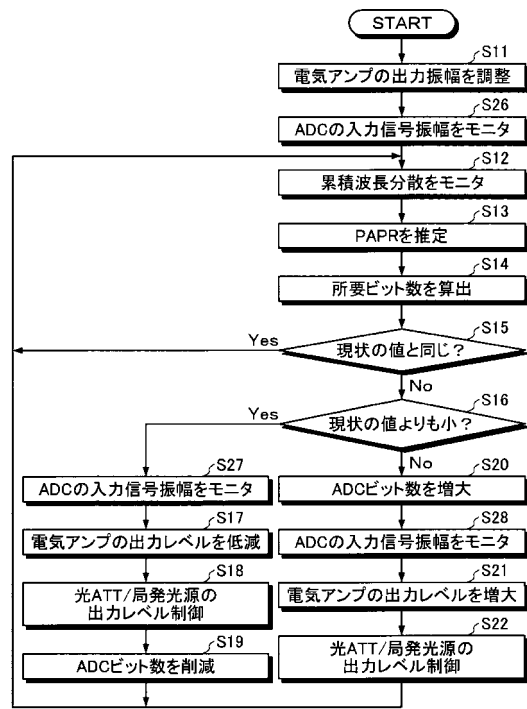


【 図 1 5 】

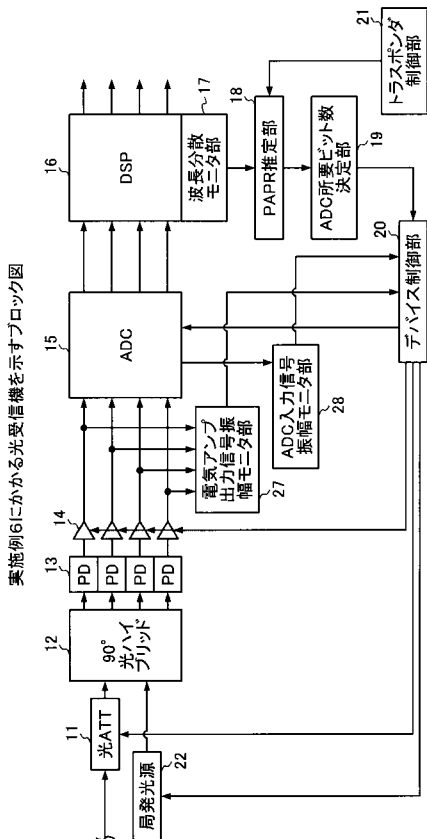


【 図 1 6 】

実施例5にかかる光受信方法を示すフローチャート

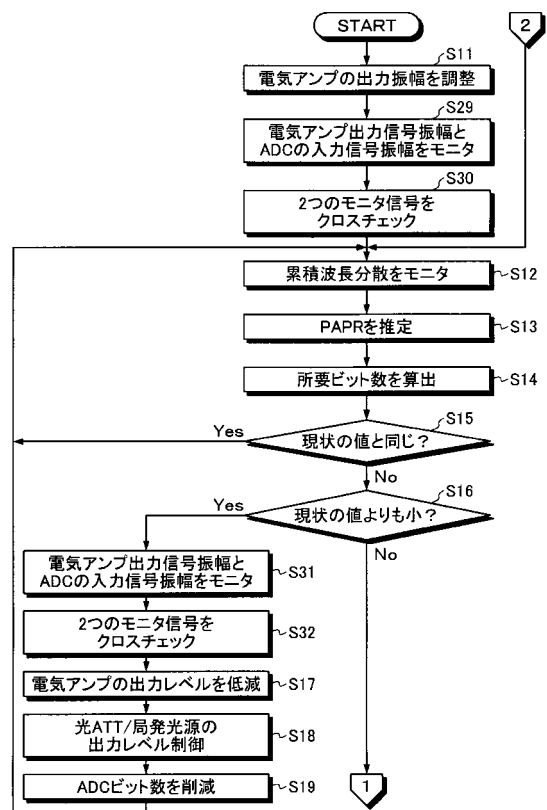


【 図 1 7 】



【 図 1 8 】

実施例6にかかる光受信方法を示すフローチャート



【 図 1 9 】

実施例6にかかる光受信方法を示すフローチャート

