

(11) 特許出願公開番号

特開2004-112781

(P2004-112781A)

(43) 公開日 平成16年4月8日(2004.4.8)

(51) Int.Cl.⁷

H04J 1/04

H04B 10/00

H04B 10/08

H04 J 11/00

H04J 14/00

F 1

H04 J 1/04

HO 4 J 11/00

HO4B 9/00

HO4B 9/00

HO4B 9/00

テーマコード (参考)

5 K 0 2 2

5 K 1 0 2

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-301963 (P2003-301963)

(22) 出願日 平成15年8月26日 (2003. 8. 26)

(31) 優先權主張番号 特願2002-249330 (P2002-249330)

(32) 優先日 平成14年8月28日 (2002. 8. 28)

(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(74) 代理人 100098291

弁理士 小笠原 史朗

(72) 発明者 安江 敏彦

大阪府門真市大字門真1006番地 松下
電器産業株式会社内

(72) 発明者 笹井 裕之

大阪府門真市大字門真1006番地 松下
電器産業株式会社内

(72) 發明者 布施 優

大阪府門真市大字門真1006番地 松下
電器産業株式会社内

F ターム (参考) 5K022 AA12 AA22

最終頁に続く

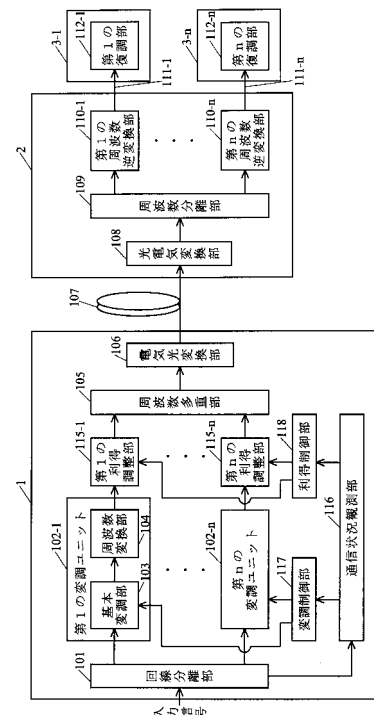
(54) 【発明の名称】 光伝送システム

(57) 【要約】

【課題】 加入者回線を用いた光伝送システムを低コストで提供し、かつ、光伝送路を効率的に利用することができる光伝送システムを提供する。

【解決手段】 送信装置 1 において通信状況観測部 1 1 6 は、各加入者の通信状況に基づいて、加入者を複数のグループに分類し、グループごとに異なる符号数情報およびレベル情報を出力する。変調制御部 1 1 7、および利得制御部 1 1 8 は、グループごとに異なる基本変調部 1 0 3 の Q A M 符号数および信号レベルを一定周期ごとに設定する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

所定の通信回線によって第 1 から第 n (n は 2 以上の自然数) の端末装置と接続される受信装置へ光伝送路を介して光信号を送信する光送信装置であって、

前記第 1 から第 n の端末装置にそれぞれ伝送すべき第 1 から第 n のデータ信号に基づいて、それぞれ個別の変調パラメータによって変調された第 1 から第 n の変調信号を生成する変調部と、

前記変調部によって生成された第 1 から第 n の変調信号を光信号に変換し、当該光信号を前記光伝送路を介して前記受信装置へ送信する光送信部と、

前記第 1 から第 n のデータ信号の各データ量を推定するデータ量推定部と、

10

前記データ量推定部によって推定された各データ量に基づいて、前記変調部における各変調パラメータをそれぞれ設定するパラメータ制御部とを備える、光送信装置。

【請求項 2】

前記変調部は、前記第 1 から第 n の変調信号を互いに異なる周波数に周波数変換する周波数変換部を含む、請求項 1 に記載の光送信装置。

【請求項 3】

前記データ量推定部は、前記第 1 から第 n のデータ信号に基づいて当該データ信号の各データ量を推定する、請求項 1 に記載の光送信装置。

【請求項 4】

前記データ量推定部は、前記所定の通信回線の利用に関する各前記端末装置の情報を予め保持しておき、当該情報と現在時刻とに基づいて、前記第 1 から第 n のデータ信号の各データ量を推定する、請求項 1 に記載の光送信装置。

20

【請求項 5】

前記パラメータ制御部は、

前記データ量推定部によって推定された各データ量に応じて、前記第 1 から第 n のデータ信号を複数のグループに分類するグループ分類部と、

前記グループ分類部によって同じグループに分類された各データ信号について変調パラメータを同じ値に設定するパラメータ設定部とを含む、請求項 1 に記載の光送信装置。

【請求項 6】

前記パラメータ制御部は、前記データ量推定部によって推定された各データ量に基づいて、当該各データ量を所定単位の区分ごとに区分分けしたヒストグラムを作成するヒストグラム作成部をさらに含み、

30

前記グループ分類部は、前記ヒストグラム作成部によって作成されたヒストグラムを用いて前記複数のグループを作成する、請求項 5 に記載の光送信装置。

【請求項 7】

前記パラメータ制御部は、前記第 1 から第 n の変調信号が前記光伝送路における伝送品質に関する条件を満たす範囲内において、前記各変調パラメータの値を設定する、請求項 1 に記載の光送信装置。

【請求項 8】

前記パラメータ制御部は、

40

前記各変調パラメータに基づいて、前記第 1 から第 n の変調信号が前記光伝送路における伝送品質に関する条件を満たすか否かを判断する条件判断部と、

前記条件判断部が条件を満たさないと判断した場合、前記各変調パラメータを修正する修正部とをさらに含む、請求項 7 に記載の光送信装置。

【請求項 9】

前記条件は、第 1 から第 n の変調信号における各変調パラメータから決定される総合実効光変調度が所定値以下となることである、請求項 8 に記載の光送信装置。

【請求項 10】

前記変調パラメータは、各前記データ信号について直交振幅変調を行う際の符号数と、直交振幅変調によって得られた変調信号の信号レベルとを含む、請求項 1 に記載の光送信

50

装置。

【請求項 1 1】

前記変調パラメータは、各前記データ信号について離散マルチトーン変調を行う際のサブキャリア数を含む、請求項 1 に記載の光送信装置。

【請求項 1 2】

光伝送路を介して信号を送信する送信装置と、当該光伝送路から送信されてくる信号を受信する受信装置と、当該受信装置と所定の通信回線によってそれぞれ接続される第 1 から第 n (n は 2 以上の自然数) の端末装置とを備える光伝送システムであって、

前記送信装置は、

前記第 1 から第 n の端末装置にそれぞれ伝送すべき第 1 から第 n のデータ信号に基づいて、それぞれ個別の変調パラメータによって変調された第 1 から第 n の変調信号を生成する変調部と、

前記変調部によって生成された第 1 から第 n の変調信号を光信号に変換し、当該光信号を前記光伝送路を介して前記受信装置へ送信する光送信部と、

前記第 1 から第 n のデータ信号の各データ量を推定するデータ量推定部と、

前記データ量推定部によって推定された各データ量に基づいて、前記変調部における各変調パラメータをそれぞれ設定するパラメータ制御部とを備え、

前記受信装置は、

前記光伝送路を介して送信されてくる光信号を受信して電気信号に変換する光受信部と、

前記光受信部によって変換された電気信号に含まれる第 1 から第 n の変調信号を、前記所定の通信回線を介して伝送すべき第 1 から第 n の端末へ送信する電気送信部とを備え、

各前記端末装置は、

前記所定の通信回線を介して送信されてくる変調信号を復調する復調部を備える、光伝送システム。

【請求項 1 3】

前記受信装置と前記送信装置とを接続する第 1 の上り伝送路をさらに備え、

前記受信装置は、

前記光受信部によって光電気変換された電気信号における所定周波数の歪レベルを検出する検出する歪モニタ部と、

前記歪モニタ部によって検出される歪レベルに関する歪レベル情報を前記第 1 の上り伝送路を介して前記送信装置へ送信する歪情報送信部とをさらに備え、

前記パラメータ制御部は、前記第 1 の上り伝送路を介して送信されてくる歪レベル情報により示される歪レベルが所定の歪レベル値以下となるように、前記各変調パラメータを設定する、請求項 1 2 に記載の光伝送システム。

【請求項 1 4】

各前記端末と前記送信装置とを接続する第 2 の上り伝送路をさらに備え、

各前記端末装置は、

前記所定の通信回線を介して送信されてくる変調信号の信号品質を検出する品質検出部と、

前記品質検出部によって検出された信号品質に関する信号品質情報を前記第 2 の上り伝送路を介して前記送信装置へ送信する品質情報送信部とをさらに備え、

前記パラメータ制御部は、前記第 2 の上り伝送路を介して送信されてくる信号品質情報により示される信号品質が所定の品質を満たすように、前記各変調パラメータを設定する、請求項 1 2 に記載の光伝送システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光伝送システムに関し、より特定のには、複数の通信回線を用いて通信を行う光伝送システムに関する。

【背景技術】

【0002】

複数の通信回線を用いて通信を行う光伝送システムとしては、次のような技術が知られている。図13は、従来の光伝送システムの構成を示すブロック図である。図13において、従来の光伝送システムは、多重化部81と、光変調部82と、光伝送路83と、光検波部84と、多重分離部85と、第1から第nの基本変調部86-1~86-nと、第1から第nの電気伝送部87-1~87-nと、第1から第nの復調部88-1~88-nとを備えている。以下、図13に示す光伝送システムの動作を説明する。

10

【0003】

多重化部81は、入力される複数のデジタルデータ信号を多重化する。光変調部82は、多重化部81によって多重化された信号を光信号に変換して、光伝送路83に送出する。光検波部84は、光伝送路83を介して伝送されてきた光信号を電気信号に再変換する。多重分離部85は、光検波部84によって再変換された電気信号に多重化されている複数のデジタルデータ信号を分離する。第1から第nの基本変調部86-1~86-nは、多重分離部85によって分離されたデジタルデータ信号を所定の変調信号に変換して、第1から第nの電気伝送部87-1~87-nに送出する。第1から第nの復調部88-1~88-nは、第1から第nの電気伝送部87-1~87-nを介して伝送されてきた変調信号を複数の元のデジタルデータ信号に再変換する。

20

【0004】

図13に示す光伝送システムは、一般に、デジタル加入者回線(DSL)サービスに適用されている。DSLサービスでは、光変調部82を含む光送出設備801は電話会社等のセンタ局に設置され、光検波部84および各基本変調部86-1~86-nを含む光終端装置802は電柱の上部、加入者宅の側壁、あるいは集合住宅の共用施設等に設置され、各復調部88-1~88-nをそれぞれ含む第1から第nの加入者端末803-1~803-nは加入者宅内に設置される。ここで、加入者端末とは、一般的に顧客宅内機器(CPE)と呼ばれるものをいう。また、各電気伝送路87-1~87-nには加入者回線が用いられる。

【0005】

30

以上のような従来の伝送装置では、局設備から加入者端末までに至る全伝送経路の大部分を低損失な光ファイバで構成し、かつその区間ではデジタル信号を伝送することにより、伝送特性を向上させ、伝送路に対する要求性能を大幅に緩和することができる。また、全伝送経路の末端部分(光終端装置から加入者端末まで)に相当する加入者宅内配線部分をツイストペア等の電気線路で構成し、かつその区間ではDSL変調信号を伝送することにより、加入者宅内配線の取り扱い性を向上させ、その低コスト化を図ることができる。このように、従来の技術によれば、伝送システム全体の長距離化と、加入者宅内設備の設置性向上およびその経済性とを両立することができる。

【特許文献1】特開平9-116506号公報

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記のような従来の伝送装置には、以下に示すように、光終端装置が大型化するために光伝送システムに収容できる加入者数が制限され、装置のコストが高くなるという問題がある。すなわち、図13に示す構成では、光伝送システムが収容する加入者の数に応じて光終端装置802が第1から第nの基本変調部86-1~86-nを備える必要があるため、光終端装置802が大型化し、光終端装置802のコストが高くなる。従って、加入者近傍に設置される光終端装置802が大型化し、そのコストが高くなるので、光伝送システム全体の経済性が非常に悪くなってしまう。

【0007】

50

なお、上記の問題を解決するために、例えば、デジタルデータ信号から変調信号への変換を光送出設備において行うことが考えられる。具体的には、光送出設備において各加入者回線に対応する複数の変調信号を生成し、当該変調信号を光伝送路へ送出する。この場合、光終端装置において基本変調部が必要ではなくなるので、光終端装置の大型化および高コスト化の問題を解消することができる。

【0008】

ここで、光送出設備において変調を行うこととした場合において、変調を行う際の変調パラメータを各加入者端末に伝送すべきデジタルデータ信号の全てについて等しく設定してしまうと、各加入者端末へ送信されるデータの伝送速度を固定的に設定してしまうこととなる。このように、各加入者端末の通信状況にかかわらずデータの伝送速度が固定的に設定されると、光伝送路を効率的に利用することができない。例えば、ある加入者端末Aに対して多くのデータを伝送しており、他の加入者端末Bに対してデータを全く伝送していない場合を考える。この場合、光伝送路の伝送可能なデータ量には余裕があるにもかかわらず、加入者端末Aに対するデータ伝送の速度を向上することができない。つまり、光伝送路を効率的に利用することができない。

10

【0009】

それ故に、本発明の目的は、複数の回線を用いた光伝送システムを低コストで提供し、かつ、光伝送路を効率的に利用することができる光伝送システムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するため、本発明は以下の特徴を有する。すなわち、第1の発明は、所定の通信回線によって第1から第n（nは2以上の自然数）の端末装置と接続される受信装置へ光伝送路を介して光信号を送信する光送信装置である。光送信装置は、変調部と、光送信部と、データ量推定部と、パラメータ制御部とを備えている。変調部は、第1から第nの端末装置にそれぞれ伝送すべき第1から第nのデータ信号に基づいて、それぞれ個別の変調パラメータによって変調された第1から第nの変調信号を生成する。光送信部は、変調部によって生成された第1から第nの変調信号を光信号に変換し、当該光信号を光伝送路を介して受信装置へ送信する。データ量推定部は、第1から第nのデータ信号の各データ量を推定する。パラメータ制御部は、データ量推定部によって推定された各データ量に基づいて、変調部における各変調パラメータをそれぞれ設定する。

20

30

【0011】

また、第2の発明では、変調部は、第1から第nの変調信号を互いに異なる周波数に周波数変換する周波数変換部を含んでいる。

【0012】

また、第3の発明では、データ量推定部は、第1から第nのデータ信号に基づいて当該データ信号の各データ量を推定する。

【0013】

また、第4の発明では、データ量推定部は、所定の通信回線の利用に関する各端末装置の情報を予め保持しておき、当該情報と現在時刻とに基づいて、第1から第nのデータ信号の各データ量を推定する。

40

【0014】

また、第5の発明では、パラメータ制御部は、データ量推定部によって推定された各データ量に応じて、第1から第nのデータ信号を複数のグループに分類するグループ分類部と、グループ分類部によって同じグループに分類された各データ信号について変調パラメータを同じ値に設定するパラメータ設定部とを含んでいる。

【0015】

また、第6の発明では、パラメータ制御部は、データ量推定部によって推定された各データ量に基づいて、当該各データ量を所定単位の区分ごとに区分分けしたヒストグラムを作成するヒストグラム作成部をさらに含んでいる。このとき、グループ分類部は、ヒストグラム作成部によって作成されたヒストグラムを用いて複数のグループを作成する。

50

【0016】

また、第7の発明では、パラメータ制御部は、第1から第nの変調信号が光伝送路における伝送品質に関する条件を満たす範囲内において、各変調パラメータの値を設定する。

【0017】

また、第8の発明では、パラメータ制御部は、各変調パラメータに基づいて、第1から第nの変調信号が光伝送路における伝送品質に関する条件を満たすか否かを判断する条件判断部と、条件判断部が条件を満たさないと判断した場合、各変調パラメータを修正する修正部とをさらに含んでいる。

【0018】

また、第9の発明では、上記の条件は、第1から第nの変調信号における各変調パラメータから決定される総合実効光変調度が所定値以下となることである。 10

【0019】

また、第10の発明では、変調パラメータは、各データ信号について直交振幅変調を行う際の符号数と、直交振幅変調によって得られた変調信号の信号レベルとを含んでいる。

【0020】

また、第11の発明では、変調パラメータは、各データ信号について離散マルチトーン変調を行う際のサブキャリア数を含んでいる。

【0021】

また、第12の発明は、光伝送路を介して信号を送信する上記の光送信装置と、当該光伝送路から送信されてくる信号を受信する受信装置と、当該受信装置と所定の通信回線によってそれぞれ接続される第1から第n（nは2以上の自然数）の端末装置とを備える光伝送システムである。なお、受信装置は、光伝送路を介して送信されてくる光信号を受信して電気信号に変換する光受信部と、光受信部によって変換された電気信号に含まれる第1から第nの変調信号を、所定の通信回線を介して伝送すべき第1から第nの端末へ送信する電気送信部とを備えている。また、各端末装置は、所定の通信回線を介して送信されてくる変調信号を復調する復調部を備えている。 20

【0022】

また、第13の発明では、光伝送システムは、受信装置と送信装置とを接続する第1の上り伝送路をさらに備えている。このとき、受信装置は、光受信部によって光電気変換された電気信号における所定周波数の歪レベルを検出する検出歪モニタ部と、歪モニタ部によって検出される歪レベルに関する歪レベル情報を第1の上り伝送路を介して送信装置へ送信する歪情報送信部とをさらに備えている。また、パラメータ制御部は、第1の上り伝送路を介して送信されてくる歪レベル情報により示される歪レベルが所定の歪レベル値以下となるように、各変調パラメータを設定する。 30

【0023】

また、第14の発明では、光伝送システムは、各端末と送信装置とを接続する第2の上り伝送路をさらに備えている。このとき、各端末装置は、所定の通信回線を介して送信されてくる変調信号の信号品質を検出する品質検出部と、品質検出部によって検出された信号品質に関する信号品質情報を第2の上り伝送路を介して送信装置へ送信する品質情報送信部とをさらに備えている。また、パラメータ制御部は、第2の上り伝送路を介して送信されてくる信号品質情報により示される信号品質が所定の品質を満たすように、各変調パラメータを設定する。 40

【発明の効果】

【0024】

上記第1の発明によれば、変調部は送信装置側に設けられる。従って、受信装置において変調部が不要となるので、受信装置の大型化および高コスト化を防止できる。これによって、光伝送システムを低コストで提供することができる。

【0025】

また、上記第1の発明によれば、変調信号の符号化数および信号レベルは、データ信号のデータ量に応じて変化する。従って、受信装置と端末装置とを接続する各通信回線の通 50

信状況に応じて、各通信回線に伝送する信号の通信品質を適切に設定することができる。例えば、少ないデータ量しか伝送していない通信回線については、伝送速度が小さくなるように変調パラメータの値を設定し、伝送速度が大きくなるように変調パラメータの値を設定する。これによって、光伝送路を効率的に利用することができる。

【0026】

上記第2の発明によれば、第1から第nの変調信号を周波数多重してから光伝送を行うので、確実に光伝送を行うことができる。

【0027】

上記第3の発明によれば、データ信号そのものからデータ量の推定を行うので、データ量を正確に推定することができる。

10

【0028】

上記第4の発明によれば、予め用意しておいた各端末装置の情報に基づいてデータ量の推定を行うので、データ信号を検出する必要がなく、簡易な構成でデータ量の推定を行うことができる。

【0029】

上記第5の発明によれば、同程度のデータ量を送信するためのデータ信号は、同一のグループに割り当てられる。また、同一のグループに属するデータ信号については、同一の値の変調パラメータが設定される。このように、グループごとに変調パラメータの値を設定することによって、制御部はグループの数だけ変調パラメータの値を用意すればよいこととなる。従って、変調パラメータの設定を容易にすることができる。

20

【0030】

上記第6の発明によれば、ヒストグラムを用いてグループが作成される。ヒストグラムを用いることによって、グループの作成を容易に行うことができる。

【0031】

上記第7の発明によれば、第1から第nの変調信号の各変調パラメータの値は、光伝送路における伝送品質に関する条件を満たす範囲内において決定される。第1の発明のように、各変調パラメータの値を動的に決定できる場合、各変調信号について伝送速度が大きくなるように変調パラメータの値を設定してしまうことによって、変調信号全体では光伝送路が許容する伝送容量を超えてしまうおそれがある。これに対して、上記第5の発明によれば、変調信号全体で光伝送路が許容する伝送容量を越えてしまうような値は設定されない。従って、光伝送路における伝送を常に確実に行うことができる。

30

【0032】

上記第8の発明によれば、条件を満たさないような変調パラメータの値が設定された場合には修正が行われる。これによって、上記条件判断を正確に行うことができる。

【0033】

上記第9の発明によれば、光伝送路における伝送品質に関する条件が満たされるか否かを、総合実効光変調度を用いて判断する。総合実効光変調度とは、後述する式1)によって決定されるものであり、第1から第nの変調信号における各変調パラメータの値から算出することができる。従って、総合実効光変調度を用いることによって、容易に条件を判断することができる。

40

【0034】

上記第10の発明によれば、変調部が直交振幅変調(QAM)を用いる手段で構成された光伝送システムにおいても、本発明を適用することができる。

【0035】

上記第11の発明によれば、変調部が離散マルチトーン変調(DMT(discrete multi-tone))を用いる手段で構成された光伝送システムにおいても、本発明を適用することができる。

【0036】

なお、上記第12の発明によっても、第1の発明と同様の効果を与えることができる。

【0037】

50

上記第13の発明によれば、受信装置における歪の影響を考慮して変調パラメータを決定することができる。従って、信号品質の劣化をより確実に防止することができる。

【0038】

上記第14の発明によれば、各端末装置における信号品質を考慮して変調パラメータを決定することができる。従って、信号品質の劣化をより確実に防止することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0039】

(第1の実施形態)

以下、本発明の第1の実施形態に係る光伝送システムについて説明する。図1は、第1の実施形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図である。図1において、本光伝送システムは、送信装置1と、光伝送路107と、受信装置2と、第1から第nの加入者回線111-1~111-n、および第1から第nの端末装置3-1~3-nとを備えている。送信装置1は、例えばインターネットプロバイダや電話会社等のセンタ局に設置される。送信装置1は、光伝送路107によって受信装置2と接続されている。受信装置2は、例えば、集合住宅の共用施設等に設置される。受信装置2は、各加入者回線(第1から第nの加入者回線111-1~111-n)によって、第1から第nの復調部112-1~112-nと接続されている。各加入者回線は、例えば電話回線が利用される。第1から第nの端末装置3-1~3-nは、それぞれ、各加入者宅内に設置される。第1の実施形態に係る光伝送システムは、以上のようないわゆるFTTB(Fiber To The Building)やFTTC(Fiber To The Curb)の形態で、VDSL(Very High Speed Digital Subscriber Line)技術を用いる構成である。

【0040】

また、送信装置1は、回線分離部101と、第1から第nの変調ユニット102-1~102-nと、第1から第nの利得調整部115-1~115-nと、周波数多重部105と、電気光変換部106と、通信状況観測部116と、変調制御部117と、利得制御部118とを備えている。さらに、第1の変調ユニット102-1は、基本変調部103と、周波数変換部104とを含んでいる。ここで、図中には示していないが、第k(kは、2からnまでの整数;以下同様)の変調ユニット102-kの構成は、第1の変調ユニット102-1に準ずる。また、受信装置2は、光電気変換部108と、周波数分離部109と、第1から第nの周波数逆変換部110-1~110-nとを備えている。また、第1から第nの端末装置3-1~3-nは、第1から第nの復調部112-1~112-nとを備えている。以下、本光伝送システムにおいて、送信装置1(センタ局)から各端末装置3-1~3-n(各加入者宅)へデータ信号が伝送される動作を説明する。

【0041】

本光伝送システムは、第1から第nの加入者回線111-1~111-nを収容し、送信装置1と受信装置2とを具備して通信を行う。まず、送信装置1の動作を説明する。回線分離部101は、入力するデータ信号を、第1から第nのデータ信号に分離して出力する。ここで、第1から第nのデータ信号は、それぞれ、第1から第nの加入者回線111-1~111-nを介して第1から第nの復調部112-1~112-nに伝送される信号である。

【0042】

回線分離部101によって分離された各データ信号は、変調ユニットおよび利得制御部によって変調信号にそれぞれ変換される。第1から第nのデータ信号は、それぞれ、第1から第nの変調ユニット102-1~102-nに入力される。以下、第1から第nの変調ユニット102-1~102-n、および第1から第nの利得調整部115-1~115-nの動作を、それぞれ第1の変調ユニット102-1、および第1の利得調整部115-1を例にとって説明する。第1の変調ユニット102-1は、回線分離部101から出力された第1のデータ信号に対応して設けられ、当該第1のデータ信号を所定の変調パラメータ(符号数)に基づいて、第1の搬送波変調信号に変換して出力する。搬送波変調

信号とは、周波数変換によって所定の周波数帯域の信号に変換された変調信号をいう。ここで、第 k の変調ユニット 102 - k から出力される信号を、第 k の搬送波変調信号と呼ぶ。

【0043】

第 1 の変調ユニット 102 - 1 の動作をより詳細に説明すると、基本変調部 103 は、所定の符号数に応じて、回線分離部 101 から出力された第 1 のデータ信号を所定の変調信号に変調して出力する。第 1 の実施形態においては、基本変調部 103 は、所定の符号数で直交振幅変調 (M 値の QAM) を行う。また、基本変調部 103 は、符号数を随時変化させて変調することが可能であるとする。所定の符号数は、変調制御部 117 から入力される。所定の符号数の値は、通信状況観測部 116 によって決定される。所定の符号数の設定については詳細を後に説明する。周波数変換部 104 は、基本変調部 103 から出力された変調信号の周波数を、所定の周波数帯に変換して出力する。以下、周波数変換部 104 で行われる周波数変換について説明する。

10

【0044】

図 2 は、第 1 の実施形態に係る周波数変換の方法を示す図である。図 2 (a) に、第 1 および第 2 の変調ユニット 102 - 1 および 102 - 2 における周波数変換を例として示す。なお、図中には示していないが、第 k の変調ユニット 102 - k 、および第 k の周波数逆変換部 110 - k における周波数変換の方法は、それぞれ第 1 の変調ユニット 102 - 1 と第 1 の周波数逆変換部 110 - 1 の方法に準ずる。また、図 2 において、第 k の復調部 112 - n (第 k の加入者に対応) に対応する搬送波変調信号を “# k ” と示す。換言すれば、第 k のデータ信号に対応する搬送波変調信号が # k である。図 2 (a) に示すように、第 1 から第 n の変調ユニット 102 - 1 ~ 102 - n の各周波数変換部は、互いに異なる周波数帯となるように、入力されるデータ信号を周波数変換する。換言すれば、第 1 から第 n の搬送波変調信号の周波数帯は、互いに異なる周波数帯となる。

20

【0045】

また、図 2 (b) に、第 1 および第 2 の周波数逆変換部 110 - 1 および 110 - 2 における周波数変換を例として示す。図 2 (b) に示すように、第 1 から第 n の周波数逆変換部 110 - 1 ~ 110 - n は、互いに異なる周波数帯である入力信号を、元の周波数帯 (周波数変換部によって周波数変換される前の周波数帯) に周波数変換する。

【0046】

30

図 1 の説明に戻り、第 1 から第 n の搬送波変調信号は、それぞれ、第 1 から第 n の利得調整部 115 - 1 ~ 115 - n に入力される。第 1 から第 n の利得調整部 115 - 1 ~ 115 - n は、それぞれ、第 1 から第 n の変調ユニット 102 - 1 ~ 102 - n に対応して設けられている。第 1 の利得調整部 115 - 1 は、第 1 の搬送波変調信号を所定の信号レベルに調整して出力する。ここで、所定の信号レベルは、利得制御部 118 から入力される。また、所定の信号レベルは、通信状況観測部 116 によって決定される。信号レベルの設定については詳細を後に説明する。なお、第 2 から第 n の利得制御部 115 - 2 から 115 - n の動作は、第 1 の利得制御部 115 - 1 の動作に準ずる。

【0047】

周波数多重部 105 は、第 1 から第 n の利得調整部 115 - 1 ~ 115 - n から出力された第 1 から第 n の搬送波変調信号を、周波数多重する。ここで、搬送波変調信号が周波数多重された信号を周波数多重信号と呼ぶ。電気光変換部 106 は、周波数多重信号を光変調信号に変換して出力する。光伝送路 107 は、電気光変換部 106 から出力された光変調信号を受信装置 2 へ伝播する。ここで、電気光変換部 106 は、例えば、半導体レーザを光源とし、抽入電流を周波数多重信号で変調することによって光変調信号を出力する直接変調方式によって、光変調信号を生成するものとする。また、周波数多重信号を構成する第 1 から第 n の搬送波変調信号の信号レベルは、半導体レーザにおいてクリッピング歪が発生しないように、通信状況観測部 116 によって予め設定される。

40

【0048】

通信状況観測部 116 は、各端末装置 3 - 1 ~ 3 - n へ伝送すべき各データ信号 (第 1

50

～第 n のデータ信号) のデータ量を推定する。そして、推定したデータ量が多い端末装置に対してデータ量が少ない端末装置よりも高速にデータを伝送することができるように、変調パラメータを変化させる。なお、ここでは、変調パラメータとは、変調信号に含まれるデータ信号の情報量、および変調信号の信号品質に影響を与えるパラメータを意味するものとする。

【0049】

第1の実施形態においては、通信状況観測部116は、上述の第1から第 n のデータ信号のそれぞれについてデータ量を検出する。さらに、通信状況観測部116は、検出した各データ量に基づいて、変調パラメータを設定する。具体的には、変調パラメータとして、第1から第 n のデータ信号を変調するための符号数の値と、各データ信号によって変調された変調信号(搬送波変調信号)の信号レベルとを設定する。通信状況観測部116は、符号数情報を変調制御部117へ出力する。符号数情報とは、第1から第 n のデータ信号をそれぞれ変調するための n 個の符号数を含む情報である。また、通信状況観測部116は、信号レベル情報を利得制御部118へ出力する。信号レベル情報とは、第1から第 n のデータ信号についてそれぞれ設定すべき n 個の信号レベル値を含む情報である。

10

【0050】

変調制御部117は、通信状況観測部116から出力された符号数情報に基づいて、第1から第 n の変調ユニット102-1～102- n の各基本変調部において用いられる符号数を設定する。利得制御部118は、通信状況観測部116から出力された信号レベル情報に基づいて、第1から第 n の利得調整部115-1～115- n において調整される信号レベル値を設定する。

20

【0051】

次に、受信装置2、第1から第 n の加入者回線111-1～111- n 、および第1から第 n の復調部112-1～112- n の動作を説明する。光電気変換部108は、光伝送路107を介して伝送された光変調信号を周波数多重信号に再変換する。周波数分離部109は、光電気変換部108から出力された周波数多重信号を、第1から第 n の搬送波変調信号にそれぞれ分離して出力する。

【0052】

第1から第 n の周波数逆変換部110-1～110- n は、周波数分離部109から出力された第1から第 n の搬送波変調信号に対応して設けられる。各周波数逆変換部110-1～110- n は、それぞれ、第1から第 n の搬送波変調信号を所定の周波数帯に変換して出力する。各周波数逆変換部110-1～110- n における周波数逆変換の方法については、図2(b)において第1および第2の周波数逆変換部を例として示されている。

30

【0053】

第1から第 n の加入者回線111-1～111- n は、第1から第 n の周波数逆変換部110-1～110- n に対応して設けられる。第1から第 n の加入者回線111-1～111- n は、それぞれ、第1から第 n の周波数逆変換部110-1～110- n によって周波数逆変換された信号を伝播する。第1から第 n の復調部112-1～112- n は、第1から第 n の加入者回線111-1～111- n のそれぞれに接続される。第1から第 n の復調部112-1～112- n は、それぞれ、各加入者回線111-1～111- n を介して伝送されてきた信号を復調する。ここで、第1の実施形態においては、各復調部112-1～112- n は、例えばVDSLモデムを構成する手段であり、複数の符号数に対応して復調することができるものとする。さらに、各復調部112-1～112- n は、復調したデータ信号を再生する。以上のように、送信装置1(センタ局)から各復調部112-1～112- n (各加入者宅)へ、データ信号が伝送される。

40

【0054】

次に、通信状況観測部116における処理を説明する。まず、当該処理の概要を説明する。ここでは、符号数 M に基づくQAM変調手段を用いた場合を説明する。通信状況観測部116は、第1から第 n の加入者回線を、第1から第 P (P は、 $1 < P < n$ である自然

50

数)のグループに分類する。そして、グループごとに異なる符号数Mを与える。具体的には、符号数を、第1のグループから順番に、かつ低い符号数から順番に割り当てる。なお、一般に、より高い符号数を有するQAM変調器は、より高速の通信容量を提供できる。例えば、変調帯域等を一定とした場合、符号数256を有するQAM変調器の提供できる通信容量は、符号数4を有する同変調器の容量の4倍である。第1の実施形態では、第1のグループには低い符号数を与えることによって、相対的に低速の通信によって伝送を行う。一方、第Pのグループには高い符号数を与えることによって、相対的に高速の通信により伝送を行う。以上のようにして、通信状況(伝送されるパケット量)に応じて各加入者をグループに分類し、グループごとに異なる符号数を割り当てることによって、各グループごとに異なる通信容量を提供する。以下、例として、グループを第1から第Pのグループに分ける場合について説明する。また、第1のグループには、符号数4を与え、第Pのグループには符号数256を与えた場合について説明する。

10

【0055】

また、通信状況観測部116は、第1から第Pのグループに対応して、グループごとに異なる所定のレベル情報出力する。利得制御部118は、所定のレベル情報に基づいて、所定の光変調度を設定する。具体的には、高速の通信容量を提供しようとするグループにはより大きな光変調度(信号レベル)を割り当てる。逆に、低速の通信容量を提供しようとするグループにはより小さな光変調度を割り当てる。これによって、総合実効光変調度の限度内で光変調度の設定を通信状況に応じて最適化することができる。以下、通信状況観測部116における処理の詳細を説明する。

20

【0056】

図3は、図1に示す通信状況観測部116における処理の流れを示すフローチャートである。通信状況観測部116は、CPUによって構成され、通信状況観測部116の機能は、所定のプログラムによって図3に示すフローチャートをCPUに実行させることによって実現される。

【0057】

図3において、まず、通信状況観測部116は、回線分離部101から出力される第1から第nのデータ信号の各データ量を推定する(ステップS1)。第1の実施形態では、第1から第nのデータ信号におけるそれぞれのデータ量を検出する。より具体的には、通信状況観測部116は、各データ信号のデータ量としてパケット量を検出する。なお、ステップS1の処理は、所定の周期Tで行われる。次に、通信状況観測部116は、検出したパケット量に対する加入者回線の数の分布を表すヒストグラムを作成する(ステップS2)。ここで、加入者回線の数とは、データ信号の数である。さらに、通信状況観測部116は、ステップS2で作成したヒストグラムに示される分布に基づいて、複数のグループを作成する(ステップS3)。以下、ステップS2およびS3における処理を詳細に説明する。

30

【0058】

図4は、図1に示す通信状況観測部116において作成されるヒストグラムの一例を示す図である。図4において、横軸はパケット量を示し、縦軸は各区分に含まれる加入者回線の数を示す。ステップS2において、通信状況観測部116は、第1から第nまでの各加入者回線を各区分(所定パケット量ごとの区分)に分類し、図4に示すようなヒストグラムを作成する。

40

【0059】

さらに、通信状況観測部116は、ヒストグラムを用いて、第1から第nまでの各加入者回線をP個に分けたグループを作成する(ステップS3)。具体的には、第1のグループには、パケット量が最も小さい区分(図4に示すA)から所定数の区分(図4では3つ分の区分、すなわち、AからC)が割り当てられる。第2のグループには、グループが割り当てられていない区分の内、パケット量が最も小さい区分(図4に示すD)から所定数の区分(図4では3つ分の区分、すなわち、DからF)が割り当てられる。通信状況観測部116は、第3のグループ以降についても第1および第2のグループと同様の処理を行

50

うことによって、結果としてP個のグループを作成する。なお、所定の区分数はどのように決定されてもよい。例えば、所定の区分数は、ヒストグラムの区分数をグループの数Pで割った値としてもよい。具体的には、ヒストグラムの区分数が10であり、グループの数Pが5であった場合、所定の区分数は2となる。この場合、グループ作成処理は、パケット量が小さい区分を下から2つずつ、グループに割り当てていくことになる。

【0060】

また、通信状況観測部116は、すべての加入者回線がいずれかのグループに割り当てられるように、グループを作成する。以上のように、通信状況観測部116は、パケット量の大きさが同程度、すなわち、使用通信容量が同程度の加入者回線が同じグループに属するようにグループ分けを行う。例えば、パケット量が小さいグループから順にグループ番号を付して説明すると、図4に示す左から3番目の区分(図中のC)に属する加入者回線が第2のグループに属しているとき、左から4番目の区分(図中のD)に属する加入者回線が第1のグループに属することはない。以下、グループ作成処理についてより具体的に説明する。

10

【0061】

図5は、図1に示す通信状況観測部116におけるグループ作成処理に用いられるテーブルを示す図である。ステップS3におけるグループ作成処理の際に、図5に示すテーブルが作成される。なお、第1の実施形態において、グループ分けの処理には、加入者番号が用いられる。加入者番号とは、各加入者回線ごとに固有の番号である。図5では、第1から第nの加入者回線に対するそれぞれの加入者番号として、1から順にnまでの番号を付す。グループ作成処理において、通信状況観測部116は、第1のグループに割り当てられた各加入者番号に、グループ番号1を対応付ける。さらに、第2のグループに割り当てられた各加入者番号に、グループ番号2を対応付ける。第3のグループ以降についても、第1のグループの場合と同様に、グループに割り当てられた各加入者番号について当該グループのグループ番号を対応付けていく。

20

【0062】

さらに、通信状況観測部116は、加入者番号にグループ番号を対応付ける際に、符号数および信号レベルの値を対応付ける。ここで、グループ番号、符号数および信号レベルの対応は、後述する式1)に基づいて適宜決めることができる。従って、符号数および信号レベルは、同一のグループ番号が対応付けられた加入者番号については同一の値が対応付けられる。なお、符号数は、グループ番号が大きくなるにつれて符号数も大きくなるように決定される。ここでは、第1、第2および第3のグループに属する加入者回線について、符号数は、それぞれ、4、16および32と決定される。また、信号レベルは、後述する図6に示す関係を満たすように、符号数に基づいて予め定められる。なお、図5においては、符号数4、16、32に対して、信号レベルL1、L2、L3が対応付けられている。以上のように作成されたテーブルは、通信状況観測部116の内部メモリに記憶される。また、以前に記憶したテーブルが存在する場合、通信状況観測部116は以前のテーブルの内容を新たに作成したテーブルの内容に更新する。

30

【0063】

なお、符号数および信号レベルは、次の条件を満たすように予め定めておく必要がある。図6は、第1の実施形態において用いられる所要光変調度とSNR(信号雑音比)との関係を示す図である。所要光変調度とは、所要SNRに対応する光変調度である。また、所要SNRとは、所定の符号数を有するQAM変調信号を伝送する際に必要とされるSNRである。図6において、 S_4 は、QAM変調における符号数が4である場合の所要SNRを示す。このとき、信号レベルは、光変調度が所要光変調度 O_4 以上となるように定められる。同様に、 S_{64} および S_{256} は符号数が64および256である場合の所要SNRである。このとき、信号レベルは、光変調度が O_{64} (S_{64} に対応)、 O_{256} (S_{256} に対応)以上となるように定められる。以上のように、符号数および信号レベルは、SNRおよび光変調度が図6に示す関係を満たすように定められる必要がある。

40

【0064】

50

図 3 の説明に戻り、ステップ S 3 の次に、通信状況観測部 116 は、総合実効光変調度 μ を算出する（ステップ S 4）。 μ は、以下の式で与えられる。

【0065】

【数 1】

$$\mu = \left(\sum_p \text{OMI}_{M\text{-QAM}}^2 \cdot N_p \right)^{1/2} = \left(\text{OMI}_4^2 \cdot N_1 + \dots + \text{OMI}_{256}^2 \cdot N_p \right)^{1/2} \dots \textcircled{1}$$

ここで、 OMI_4 は、符号数が 4 の場合に対応する信号レベルに応じた光変調度である。同様に、 OMI_{256} は、符号数が 256 の場合に対応する信号レベルに応じた光変調度である。これらの光変調度の値は、信号レベルから予め決定することができる。また、 $N_1 \sim N_p$ は、それぞれ第 1 から第 P のグループに含まれる加入者回線の数である。上式 1) では、各加入者番号に対応する信号レベルから総合実効光変調度を算出することができる。また、信号レベルの値をグループごとに予め定めておけば、 $N_1 \sim N_p$ を上式 1) に代入することによって、総合実効光変調度を算出することができる。本実施例のように、第 1 から第 P のグループに対応する信号レベルが予め決定されている場合は、 $N_1 \sim N_p$ を変数として μ を算出することができる。逆に、 $N_1 \sim N_p$ が決定されている場合は、信号レベルを変数として算出してもよい。あるいは、信号レベルと $N_1 \sim N_p$ とを両方同時に修正しても構わない。

【0066】

次に、通信状況観測部 116 は、ステップ S 4 で算出した総合実効光変調度 μ が、上限値 μ_{\max} 以下であるか否かを判断する（ステップ S 5）。ここで、上限値 μ_{\max} は、電気光変換部 106 を構成する半導体レーザの特性に依存する。ステップ S 5 において、 μ が μ_{\max} 以下である場合、ステップ S 6 の処理が行われる。すなわち、通信状況観測部 116 は、作成したテーブル（図 5 参照）に従って、符号数情報および信号レベル情報を出力する（ステップ S 6）。具体的には、内部メモリに記憶されているテーブルにおける符号数の欄に含まれる情報を符号数情報として変調制御部 117 に出力し、当該テーブルにおける信号レベルの欄に含まれる情報を信号レベル情報として利得制御部 118 に出力する。ステップ S 6 の後、通信状況観測部 116 はステップ S 1 に戻って処理を続ける。なお、通信状況観測部 116 は、前にステップ S 1 を行ってから時間 T が経過した後に、ステップ S 1 を行う。

【0067】

一方、ステップ S 5 において、 μ が μ_{\max} 以下でない場合、ステップ S 7 の処理が行われる。すなわち、通信状況観測部 116 は、グループを修正して作成する（ステップ S 7）。具体的には、ステップ S 2 において作成されたヒストグラムを用いて、複数のグループを作成する。ここで、通信状況観測部 116 は、現在記憶されているテーブルとはグループ構成が異なるように、テーブルを修正して記憶する。なお、グループの修正は、総合実効光変調度 μ が小さくなるように修正されることが好ましい。ステップ S 7 の後、通信状況観測部 116 は、ステップ S 4 に戻り処理を続ける。

【0068】

次に、各搬送波変調信号の符号数および信号レベルの動的変化を説明する。図 7 は、第 1 の実施形態における各搬送波変調信号の符号数および信号レベルの動的な変化の一例を示す図である。図 7 においては、第 1 から第 n の搬送波変調信号のスペクトルと、符号数と、加入者番号とが対応付けて示されている。また、図 7 (a) は、時間 $t = 0$ の時点における各搬送波変調信号の状態を示しており、図 7 (b) および (c) は、 $t = T$ および $t = 2T$ の時点における各搬送波変調信号の状態を示している。ここで、T は制御周期であり、通信状況観測部 116 が観測結果を出力する周期を指す。換言すれば、T は、図 3 に示されるステップ S 1 を行う周期である。なお、T は、変調制御部 117 が各基本変調部 103 における符号数を設定するのに要する時間と、利得制御部 118 が各利得調整部 115 - 1 ~ 115 - n における信号レベルを設定するのに要する時間との和以上でなけ

10

20

30

40

50

ればならない。

【0069】

図7(a)において、 $t = 0$ の時点では、すべての搬送波変調信号について、等しい符号数(64)と等しい信号レベル(光変調度)が設定されている。これは、初期設定である。次に、 $t = 0$ から時間が経過し、例えば、所望のパケット量が#4、#2、#5、#3、#n、#1の順に多いような通信状況が検出された場合を考える。ここで、「#k」は、加入者番号を表す。(なお、#kは、上述の搬送波変調信号の番号を表すものであるが、加入者番号とも対応しているので、同一の符号を用いて表す。)この場合、図7(b)に示されるように、符号数、信号レベルが通信状況に適応して制御される。さらに時間が経過し、所望のパケット量が#n、#1、#3、#5、#4、#2の順に多いような通信状況が検出された場合、図7(c)に示されるように、符号数、信号レベルが通信状況に適応して変化している。

10

【0070】

なお、以上の実施形態では、送信装置1から各端末装置3-1~3-nへ伝送されるデータ信号の伝送レート(符号数)は可変的に設定される。従って、送信装置1と各端末装置3-1~3-nとの間で、伝送レートの調整が行われる必要がある。ここで、伝送レートの調整処理は、基本変調部において符号数が変化する毎に行われる。具体的には、送信装置1は、基本変調部において符号数が変化した場合、符号数を変化させて変調されたデータを送信するよりも先に、変化後の符号数に関する情報を送信する。各復調部112-1~112-nは、送信装置1から送信されてくる、変化後の符号数に関する情報に基づいて復調を行う。なお、調整の際の符号数は、光伝送路における通信を確実にを行うため、低い符号数(例えば、4QAM)で行うことが望ましい。また、かかる調整の方法については、既知のVDSLの技術(いわゆるハンドシェイク技術)を用いることができる。

20

【0071】

以上のようにして、加入者の通信状況に応じて、各搬送波変調信号に与えられる所定の符号数と光変調度を制御することによって、最も多くのデータ量を要求している加入者のグループ(例えば、前述の第Pのグループ)に対してより高品質の伝送品質を実現するなど、最適な通信品質を提供することができる。

【0072】

なお、第1の実施形態においては、受信装置2が集合住宅の共用施設に設置され、各端末装置3-1~3-nが各加入者宅内に設置された形態として説明したが、本発明を適用可能な形態はこれに限らない。例えば、端末装置は無線LANのアクセスポイントであり、受信装置が商業施設に設置されるような形態であってもよい。

30

【0073】

なお、第1の実施形態においては、基本変調部103における変調方式がM値のQAMである場合を例として説明したが、変調方式はこれに限らない。変調方式は、変調パラメータによって通信速度および通信品質を調整可能な変調方式であればどのような方式であってもよい。例えば、VSB方式で用いられるようなAM変調であってもよい。また、基本変調部は、1つのデータ信号をさらに複数のサブキャリアに分割して変調を行う離散マルチトーン(DMT)変調を行うものであってもよいし、無線通信等で用いられるOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)方式を用いたものであってもよい。なお、以上の変調方式では、変調パラメータとして、符号数や信号レベルを用いることができる。さらに、離散マルチトーン変調やOFDM変調を行う場合には、サブキャリア数を変調パラメータとしても用いてもよい。その他の変調方式としては、例えばCDMA(Code Division Multiple Access)方式が挙げられる。CDMA方式においては、拡散率やチャンネル数を変調パラメータとして用いることができる。

40

【0074】

(第2の実施形態)

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。図8は、第2の実施形態に係る光伝

50

送システムの構成を示すブロック図である。図 8 に示すように、第 2 の実施形態に係る光伝送システムは、図 1 に示す第 1 の実施形態に係る光伝送システムの受信装置 2 に、歪モニタ部 119 と、歪情報送信部 120 をさらに付加した構成である。従って、図 8 において、図 1 と同一の構成については同一の参照符号を付し、説明を省略する。

【0075】

以下、受信装置 2 に設置される歪モニタ部 119 および歪情報送信部 120 の動作を説明する。受信装置 2 において、歪モニタ部 119 は、光電気変換部 108 から出力された周波数多重信号から所定周波数の歪レベルを検出する。なお、歪モニタ部 119 は、周波数分離部 109 の出力側から歪レベルを検出する構成であってもよい。以下、図 9 を参照して歪レベル検出の具体例を説明する。

10

【0076】

図 9 は、図 8 に示す歪モニタ部 119 において検出される 2 次歪および 3 次歪の一例を示す図である。図 9 (a) は、2 次歪の周波数特性を示し、図 9 (b) は 3 次歪の周波数特性を示す。また、図 9 は、100 (MHz) から 1300 (MHz) までの間に搬送波変調信号を配置した場合の例である。ここで、図 9 (a) に示すように、2 次歪の歪レベルは、搬送波変調信号の周波数が配置された周波数帯域において、最低または最高の周波数において最大値をとる。従って、2 次歪の影響は、搬送波変調信号の周波数が配置された周波数帯域において最低の周波数近傍および最高の周波数近傍の歪レベルを測定することによって、歪の最大値を検出することができる。図 9 を例にとって説明すると、最低の周波数 (100 (MHz)) 近傍および最高の周波数 (1300 (MHz)) 近傍の歪レベルを測定することによって、2 次歪の最大値を検出することができる。また、図 9 (b) に示すように、3 次歪の歪レベルは、搬送波変調信号の周波数が配置された周波数帯域の中心付近において最大値をとる。従って、3 次歪の影響は、搬送波変調周波数が配置された周波数帯域の中心周波数の歪レベルを測定することによって、歪の最大値を検出することができる。図 9 を例にとって説明すると、中心周波数 (700 (MHz)) 近傍の歪レベルを測定することによって、3 次歪の最大値を検出することができる。

20

【0077】

図 8 の説明に戻り、歪モニタ部 119 は、検出した歪レベルの大きさを示す歪レベル情報を歪情報送信部 120 へ出力する。歪情報送信部 120 は、双方向通信用に設置された伝送路を介して歪レベル情報を送信装置 1 の通信状況観測部 116 へ送信する。なお、受信装置 2 から送信装置 1 への伝送路の形態はどのようなものであってもよく、光伝送であっても電気伝送であってもよい。通信状況観測部 116 は、歪情報送信部 120 から送信されてくる歪レベル情報を参照して、符号数情報と信号レベル情報とを出力する。以下、通信状況観測部 116 の動作を詳細に説明する。

30

【0078】

図 10 は、第 2 の実施形態に係る通信状況観測部 116 における処理の流れを示すフローチャートである。第 2 の実施形態では、ステップ S5 において、 μ が μ_{max} 以下である場合、ステップ S8 の処理が行われる。すなわち、通信状況観測部 116 は、受信装置 2 の電気変換部 108 から出力された周波数多重信号における歪量が所要の歪レベル値以下であるか否かを判定する (ステップ S8)。具体的には、通信状況観測部 116 は、受信装置 2 の歪情報送信部 120 から送信されてくる歪レベル情報が、所要の歪レベル値以下であるか否かを判定する。ここで、所要の歪レベル値は、通信状況観測部 116 において予め定められている。

40

【0079】

ステップ S8 において、所要の歪レベル値を越える場合、通信状況観測部 116 は、ステップ S7 の処理を行う。つまり、第 2 の実施形態においては、ステップ S5 で μ が μ_{max} 以下の場合であっても、歪レベルが所要の歪レベル値を越える場合、ステップ S7 に移動してグループを修正する。一方、所要の信号品質を満たす場合、通信状況観測部 116 は、ステップ S6 の処理を行う。

【0080】

50

以上のような第2の実施形態によれば、受信装置2における歪の影響を考慮して、符号数および信号レベルを決定することができる。さらに、複数の搬送波変調周波数が配置された周波数帯域の内、歪の影響が最も大きい特定の周波数帯のみを選択して監視するので、全ての周波数帯に関して歪レベルを測定しなくとも歪の影響を検出することができる。

【0081】

(第3の実施形態)

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。図11は、第3の実施形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図である。図11に示すように、第3の実施形態に係る光伝送システムは、図1に示す第1の実施形態に係る光伝送システムの各端末装置に、品質検出部と、品質情報送信部とをさらに付加した構成である。従って、図11において、図1と同一の構成については同一の参照符号を付し、説明を省略する。なお、各端末装置3-1~3-nは品質検出部130-nおよび品質情報送信部131-nと同機能の品質検出部および品質情報送信部を有するが、図11においては品質検出部130-nのみを図示し、他は図示していない。

10

【0082】

以下、各端末装置3-1~3-nに設置される品質検出部および品質情報送信部の動作を、第nの端末装置3-nを例として説明する。品質検出部130-nは、第nの端末装置3-nに接続されている加入者回線111-nから伝送されてくる変調信号の信号品質を監視する。具体的には、品質検出部130-nは、信号品質として、SNRやビット誤り率を検出する。また、品質検出部130-nは、当該変調信号の信号品質を示す信号品質情報を品質情報送信部131-nへ出力する。品質情報送信部131-nは、双方向通信に設置された伝送路を介して信号品質情報を通信状況観測部116へ送信する。なお、各端末装置3-1~3-nから送信装置1への伝送路の形態はどのようなものであってもよく、光伝送であっても電気伝送であってもよい。以上に説明した信号品質の監視および信号品質情報の送信に関しては、VDSLの標準的な技術(いわゆる物理層モニタ機能)を利用することができる。通信状況観測部116は、信号品質送信部131-nから送信されてくる信号品質情報を参照して、符号数情報およびレベル情報を出力する。以下、通信状況観測部116の動作を詳細に説明する。

20

【0083】

図12は、第3の実施形態に係る通信状況観測部116における処理の流れを示すフローチャートである。第3の実施形態では、ステップS5において、 μ が μ_{max} 以下である場合、ステップS9の処理が行われる。すなわち、通信状況観測部116は、各端末装置3-1~3-nにおける各信号品質が所定の品質を満たすか否かを判定する(ステップS9)。具体的には、通信状況観測部116は、各端末装置3-1~3-nの品質情報送信部から送信されてくる各信号品質情報が、それぞれ所要の信号品質を満たすか否かを判定する。ここで、所要の信号品質は、通信状況観測部116において予め定められている。

30

【0084】

ステップS9において、所要の信号品質を満たさない場合、通信状況観測部116は、ステップS7の処理を行う。つまり、第3の実施形態においては、第1から第nの端末装置3-1~3-nの内、1台でも所要の信号品質を満たさない場合、グループの修正が行われる。一方、所要の信号品質を満たす場合、通信状況観測部116は、ステップS6の処理を行う。

40

【0085】

上記のように、第3の実施形態によれば、各端末装置における信号品質を参照して、符号数および信号レベルを決定することができる。また、信号品質の監視および信号品質情報の送信についてVDSLの標準的な技術を利用することができるので、容易に実現することができる。

【0086】

なお、以上に説明した実施形態では、通信状況観測部116は、第1~第nのデータ信号の各データ量を直接検出することによって、各データ量を推定した。ここで、他の実施

50

形態においては、通信回線（加入者回線）の利用に関する各端末装置の情報（端末情報）を用いて各データ量を推定してもよい。具体的には、サービス時間を端末情報として用いてもよい。サービス時間とは、各端末装置が通信回線を利用する時間に関する情報であり、予め定められている情報である。例えば、サービス時間は、利用頻度の高い時間帯（例えば、20:00～23:00や、夜間または昼間等）を示す情報である。通信状況観測部116は、現在時刻とサービス時間とを参照し、現在時刻がサービス時間の時間帯であれば、データ量が多いと推定する。逆に、現在時刻がサービス時間の時間帯でなければ、データ量が少ないと推定する。さらに、この例の場合には、データ量が多いグループおよびデータ量が少ないグループという2つのグループに分類され、変調パラメータが設定される。

10

【0087】

また、上記端末情報は、端末装置を利用するユーザの種類を示す情報であってもよい。当該情報は、例えば、個人ユーザであるか企業ユーザであるかを示す情報である。この場合、通信状況観測部116は、個人ユーザは通信回線の利用が夜間に多く、企業ユーザは当該利用が昼間に多いと推定する。具体的には、現在時刻と当該情報とを参照し、現在時刻が昼間の時間帯であれば、個人ユーザの端末装置へ伝送されるデータ量が多いと推定し、企業ユーザの端末装置へ伝送されるデータ量が少ないと推定する。

【0088】

なお、個人ユーザであるか企業ユーザであるかを示す情報は、予め定められて通信状況観測部116において保持されている他、伝送されるデータの種類によって判断するようにしてもよい。通信状況観測部116は、各端末装置に伝送されるデータを読み取ることによって、例えば、伝送されるデータにゲームのコンテンツが多く含まれている場合は、当該データの伝送先の端末装置のユーザは個人ユーザであると判断することができる。また、伝送されるデータに文書のコンテンツが多く含まれている場合は、当該データの伝送先の端末装置の企業ユーザであると判断することができる。なお、その他、端末情報としては、例えば、通信回線の使用料金を示す情報や、使用時間（継続して使用している時間）を示す情報が考えられる。具体的には、使用料金が低いユーザはデータ量が多いと推定することができる。また、使用時間が多いユーザは、データ量が多いと推定することができる。なお、通信状況観測部116は、データ量が多いと推定した場合であっても、多くのデータ量を伝送できるように変調パラメータを設定する必要はない。例えば、使用時間

20

30

【産業上の利用可能性】

【0089】

以上のように、本発明は、複数の回線を用いた光伝送システムを低コストで提供すること、光伝送路を効率的に利用することができる光伝送システムを提供すること等を目的として利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0090】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図

【図2】第1の実施形態に係る周波数変換の方法を示す図

40

【図3】図1に示す通信状況観測部116における処理の流れを示すフローチャート

【図4】図1に示す通信状況観測部116において作成されるヒストグラムの一例を示す図

【図5】図1に示す通信状況観測部116におけるグループ作成処理に用いられるテーブルを示す図

【図6】第1の実施形態において用いられる所要光変調度とSNRとの関係を示す図

【図7】第1の実施形態における各搬送波変調信号の符号数および信号レベルの動的な変化の一例を示す図

【図8】第2の実施形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図

【図9】図8に示す歪モニタ部119において検出される2次歪および3次歪の一例を示

50

す図

【図 1 0】第 2 の実施形態に係る通信状況観測部 1 1 6 における処理の流れを示すフローチャート

【図 1 1】第 3 の実施形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図

【図 1 2】第 3 の実施形態に係る通信状況観測部 1 1 6 における処理の流れを示すフローチャート

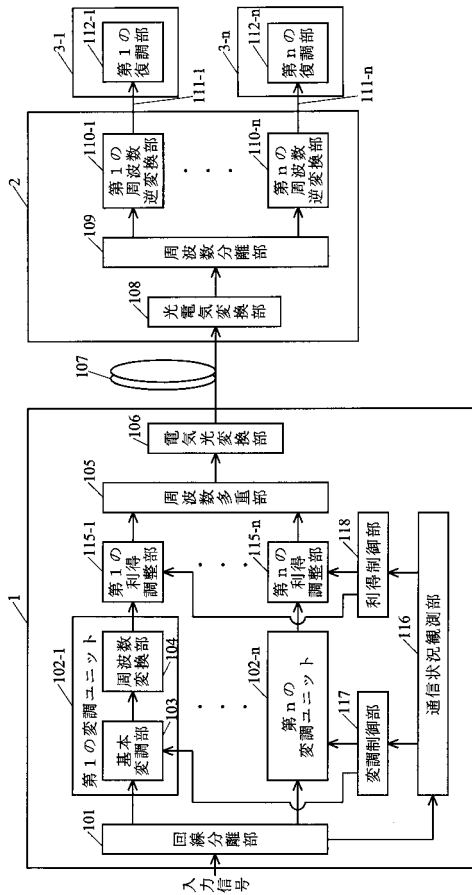
【図 1 3】従来の光伝送システムの構成を示すブロック図

【符号の説明】

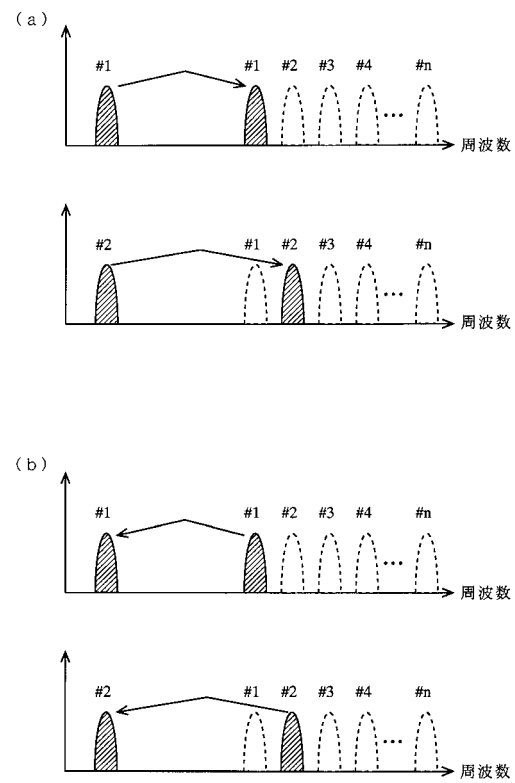
【 0 0 9 1 】

1	送信装置	10
2	受信装置	
3	端末装置	
1 0 1	回線分離部	
1 0 2	変調ユニット	
1 0 3	基本変調部	
1 0 4	周波数変換部	
1 1 5	利得調整部	
1 0 5	周波数多重部	
1 0 6	電気光変換部	
1 0 7	光伝送路	20
1 0 8	光電気変換部	
1 0 9	周波数分離部	
1 1 0	周波数逆変換部	
1 1 1	加入者回線	
1 1 2	復調部	
1 1 5	利得調整部	
1 1 6	通信状況観測部	
1 1 7	変調制御部	
1 1 8	利得制御部	
1 1 9	歪モニタ部	30
1 2 0	歪情報送信部	
1 3 0	品質検出部	
1 3 1	品質情報送信部	

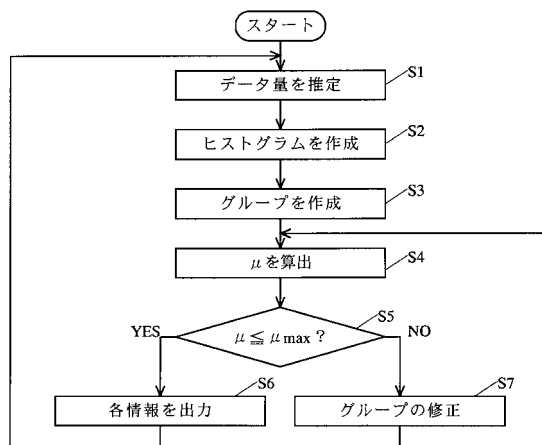
【図 1】



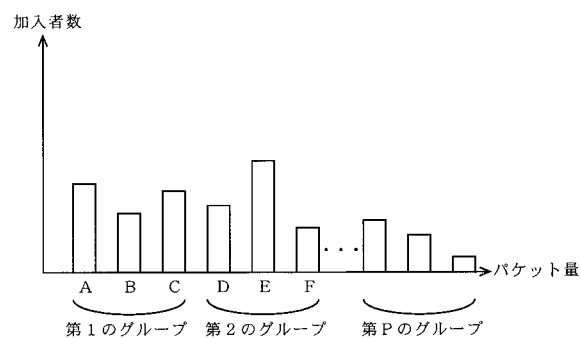
【図 2】



【図 3】



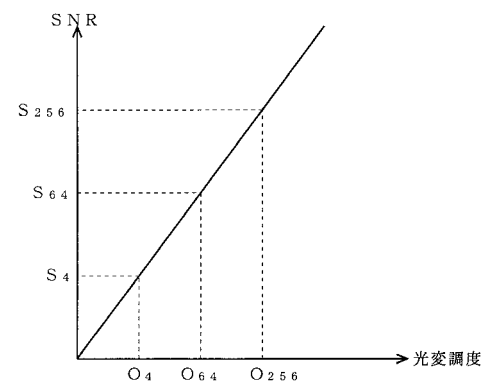
【図 4】



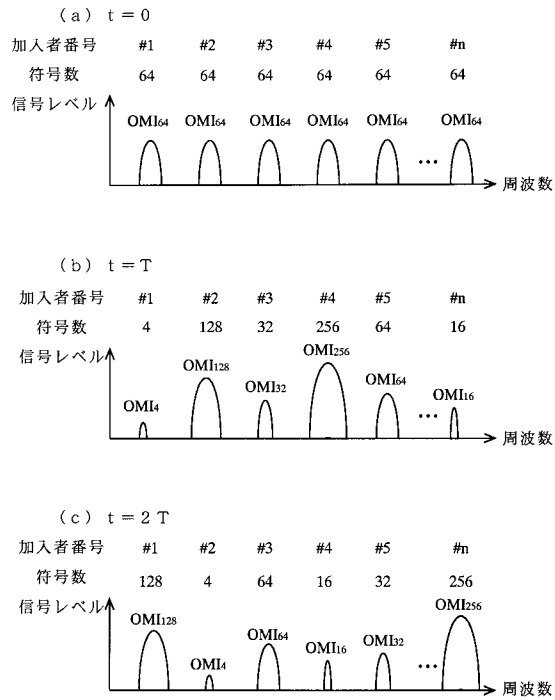
【図 5】

加入者番号	グループ	符号数 (M値)	信号レベル
1	2	16 QAM	L 2
2	1	4 QAM	L 1
3	3	32 QAM	L 3
⋮	⋮	⋮	⋮
n	1	4 QAM	L 1

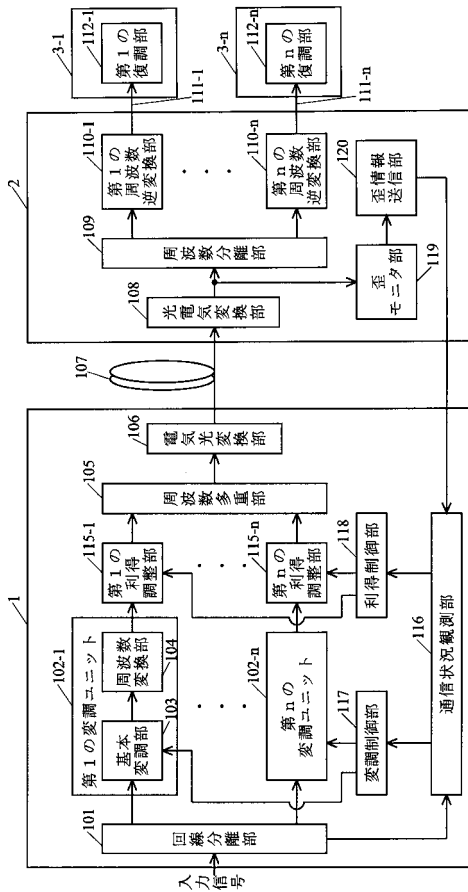
【図 6】



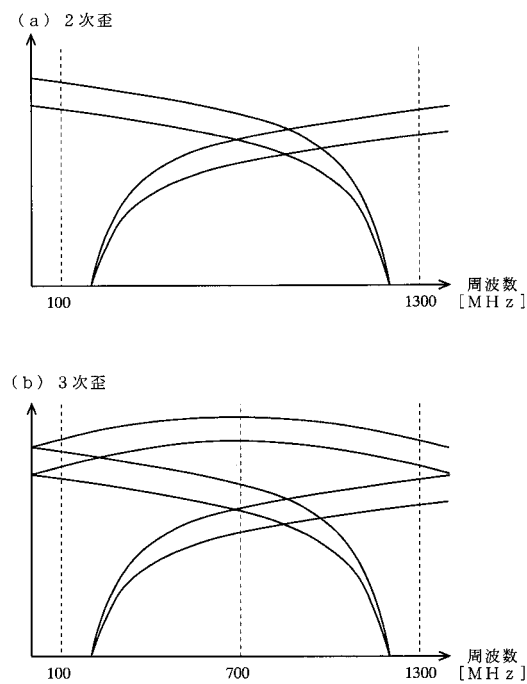
【図 7】



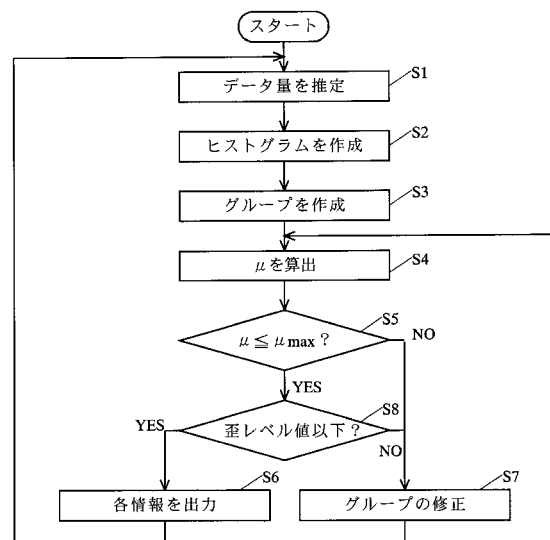
【図 8】



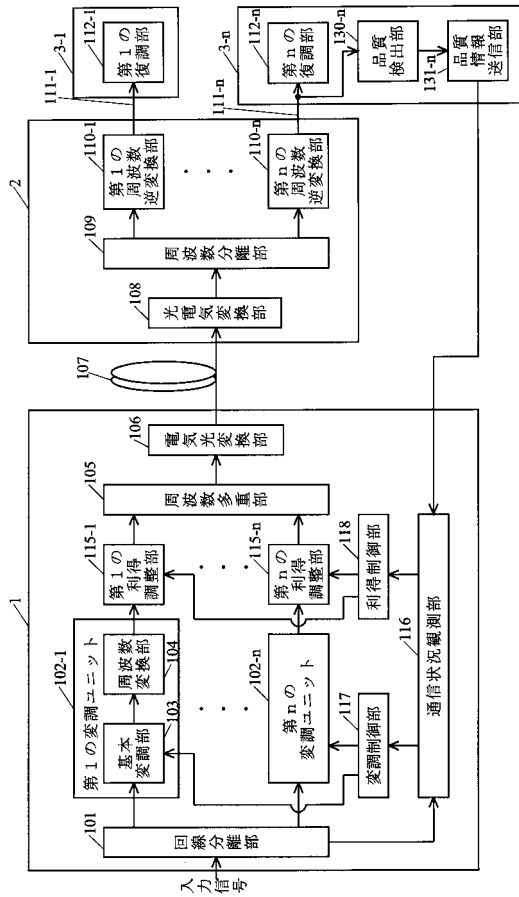
【図 9】



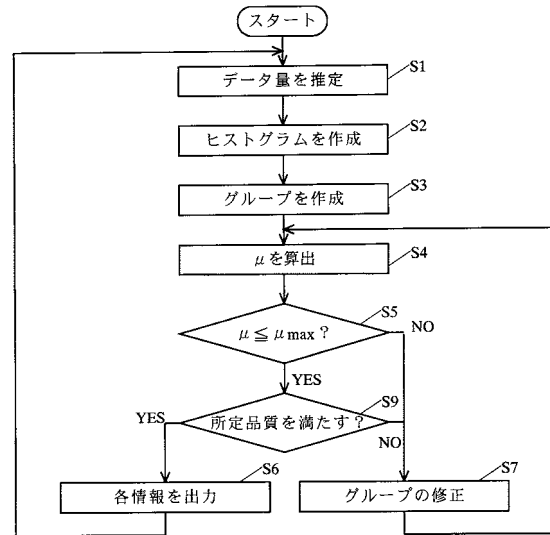
【図 10】



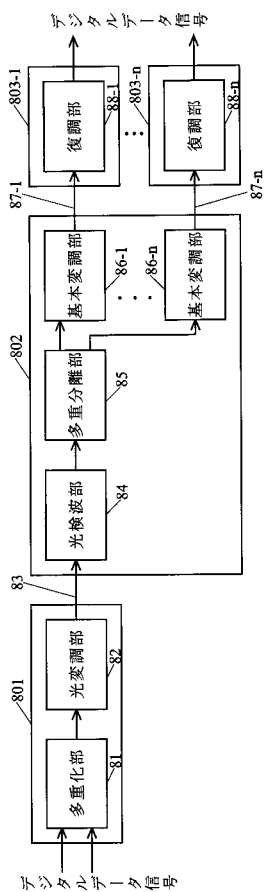
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き(51)Int.Cl.⁷

F I

テーマコード(参考)

H 0 4 J 14/02

F ターム(参考) 5K102 AA05 AA11 AA61 AB10 AD05 AH24 AH26 AH31 AL07 AM02
AM10 KA19 KA39 LA05 LA11 LA26 LA42 LA52 MA01 MC11
MC28 MD01 MD04 MH03 MH14