

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3774066号  
(P3774066)

(45) 発行日 平成18年5月10日(2006.5.10)

(24) 登録日 平成18年2月24日(2006.2.24)

(51) Int. Cl.		F I			
HO 4 B	10/04	(2006.01)	HO 4 B	9/00	S
HO 4 B	10/06	(2006.01)	HO 4 B	9/00	J
HO 4 B	10/14	(2006.01)	HO 4 B	9/00	E
HO 4 B	10/16	(2006.01)			
HO 4 B	10/17	(2006.01)			

請求項の数 24 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願平10-185062	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成10年6月30日(1998.6.30)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開2000-22638(P2000-22638A)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公開日	平成12年1月21日(2000.1.21)	(74) 代理人	100089244
審査請求日	平成15年8月27日(2003.8.27)		弁理士 遠山 勉
		(74) 代理人	100090516
			弁理士 松倉 秀実
		(72) 発明者	和田 哲雄
			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
		審査官	望月 章俊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光通信システム及びその光信号制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

主信号たる電気信号を受信し光信号に変換して送出する光送信装置と、  
光送信装置から主信号を受信しその受信装置へ向けて転送する中継器とを備え、  
前記中継器は、前記光送信装置から受信された主信号に平均レベル一定制御を施し前記受信装置へ向けて出力する自動レベル制御部を有し、

前記光送信装置は、光信号に変換された直後の主信号からその平均レベルを示す平均レベル検出信号を前記自動レベル制御部の応答速度と等価な検出帯域幅で検出する平均レベル検出部を有し、

前記自動レベル制御部は、前記平均レベル検出部にて検出された平均レベル検出信号を基準として前記平均レベル一定制御を行うことを特徴とする光通信システム。

【請求項2】

主信号たる電気信号を受信し光信号に変換して送出する光送信装置と、  
光送信装置から主信号を受信しその受信装置へ向けて転送する中継器とを備え、  
前記中継器は、前記光送信装置から受信した主信号に平均レベル一定制御を施し前記受信装置へ向けて出力する自動レベル制御部を有し、

前記光送信装置は、光信号に変換される前の主信号からその平均レベルを示す平均レベル検出信号を前記自動レベル制御部の応答速度と等価な検出帯域幅で検出する平均レベル検出部を有し、

10

20

前記自動レベル制御部は、前記平均レベル検出部にて検出された平均レベル検出信号を基準として前記平均レベル一定制御を行うことを特徴とする光通信システム。

【請求項 3】

前記自動レベル制御部は、自身が出力する主信号の平均レベルに応じて前記平均レベル検出信号の振幅を調整することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の光通信システム。

【請求項 4】

前記光送信装置は、主信号が光信号に変換されてから前記中継器へ向けて送出されるまでの時間を固定的に遅延させる遅延部をさらに有することを特徴とする請求項 1 記載の光通信システム。

10

【請求項 5】

前記遅延部が、分散補償ファイバであることを特徴とする請求項 4 記載の光通信システム。

【請求項 6】

前記光送信装置は、主信号が光信号に変換されるまでの時間を固定的に遅延させる遅延部をさらに有することを特徴とする請求項 2 記載の光通信システム。

【請求項 7】

前記平均レベル検出部は、平均レベル検出信号の電気信号を検出し、  
前記光送信装置は、前記平均レベル検出信号の電気信号を光信号に変換し前記中継器に向けて送出することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の光通信システム。

20

【請求項 8】

前記光送信装置は、主信号の光信号と平均レベル検出信号の光信号とを多重化し前記中継器へ向けて送出することを特徴とする請求項 7 記載の光通信システム。

【請求項 9】

前記平均レベル検出部は、平均レベル検出信号のアナログ電気信号を検出し、  
前記光送信装置は、前記平均レベル検出信号のアナログ電気信号をデジタル電気信号に変換し光信号に変換して前記中継器へ向けて送出し、  
前記中継器は、前記光送信装置から受信した平均レベル検出信号の光信号をデジタル電気信号に変換し、  
前記自動レベル制御部が、平均レベル検出信号のデジタル電気信号をアナログ電気信号に変換することを特徴とする請求項 7 記載の光通信システム。

30

【請求項 10】

前記光送信装置は、主信号と同期したフレームパルスを前記中継器へ向けて送出し、  
前記自動レベル制御部が、前記光送信装置から送出されたフレームパルスに基づいて前記主信号と前記平均レベル検出信号との位相を調整することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の光通信システム。

【請求項 11】

主信号たる複数の電気信号を受信し光信号に変換して送出する光送信装置と、  
光送信装置から光信号を受信しその受信装置へ向けて転送する中継器とを備え、  
前記光送信装置は、  
前記複数の電気信号をそれぞれ光信号に変換する複数の電気/光変換部と、  
前記各電気/光変換部にて光信号に変換された主信号を多重化する多重部と、  
前記多重部にて多重化された主信号に平均レベル一定制御を施し前記中継器へ向けて送出する第 1 自動レベル制御部と、  
前記多重部によって多重化された主信号からその平均レベルを示す平均レベル検出信号を検出する平均レベル検出部とを有し、  
前記中継器は、

40

50

前記光送信装置から受信した主信号に平均レベル一定制御を施し前記受信装置へ向けて出力する第2自動レベル制御部を有し、

前記平均レベル検出部は、前記第1自動レベル制御部及び前記第2自動レベル制御部の応答速度と等価な検出帯域幅で前記平均レベル検出信号を検出し、

前記第1自動レベル制御部及び前記第2自動レベル制御部は、前記平均レベル検出信号を基準として前記平均レベル一定制御を行うことを特徴とする光通信システム。

【請求項12】

主信号たる複数の電気信号を受信し光信号に変換して送出する光送信装置と、  
光送信装置から主信号を受信しその受信装置へ向けて転送する中継器とを備え、  
前記光送信装置は、

前記複数の電気信号をそれぞれ光信号に変換する複数の電気/光変換部と、  
前記各電気/光変換部にて光信号に変換された主信号を多重化する多重部と、  
前記多重部によって多重化された主信号に平均レベル一定制御を施し前記中継器へ向けて送出する第1自動レベル制御部と、

前記各電気信号からその平均レベル検出信号を検出しこれらを加算する平均レベル検出部とを有し、

前記中継器は、

光送信装置から受信した主信号に平均レベル一定制御を施し前記受信装置へ向けて出力する第2自動レベル制御部を有し、

前記平均レベル検出部は、前記第1自動レベル制御部及び前記第2自動レベル制御部の応答速度と等価な検出帯域幅で前記平均レベル検出信号を検出し、

前記第1自動レベル制御部及び前記第2自動レベル制御部は、前記平均レベル検出部による加算結果を基準として前記平均レベル一定制御を行うことを特徴とする光通信システム。

【請求項13】

前記平均レベル検出部は、各電気信号から検出した平均レベル検出信号の振幅をその光平均レベルに応じて補正し、補正後の平均レベル検出信号を加算することを特徴とする請求項12記載の光通信システム。

【請求項14】

主信号たる電気信号を受信し光信号に変換して送出する光送信装置と、  
光送信装置から送出された主信号を受信し平均レベル一定制御を施しその受信装置へ向けて転送する中継器とを備える光通信システムの光信号制御方法であって、

前記光送信装置が、光信号に変換された直後の主信号からその平均レベルを示す平均レベル検出信号を、前記平均レベル一定制御の応答速度と等価な検出帯域幅で検出し、

前記中継器が、前記光送信装置にて検出された平均レベル検出信号を基準として前記平均レベル一定制御を行う

ことを特徴とする光通信システムの光信号制御方法。

【請求項15】

主信号たる電気信号を受信し光信号に変換して送出する光送信装置と、光送信装置から送出された主信号を受信し平均レベル一定制御を施しその受信装置へ向けて転送する中継器とを備える光通信システムの光信号制御方法であって、

前記光送信装置が、光信号に変換される前の主信号からその平均レベルを示す平均レベル検出信号を、前記平均レベル一定制御の応答速度と等価な検出帯域幅で検出し、

前記中継器が、前記光送信装置にて検出された平均レベル検出信号を基準として前記平均レベル一定制御を行う

ことを特徴とする光通信システムの光信号制御方法。

【請求項16】

前記中継器が、自身が出力する主信号の平均レベルに応じて前記平均レベル検出信号の振幅を調整する

10

20

30

40

50

ことを特徴とする請求項 1 4 又は 1 5 記載の光通信システムの光信号制御方法。

【請求項 1 7】

前記光送信装置が、主信号が光信号に変換されてから前記中継器へ向けて送出されるまでの時間を固定的に遅延させる

ことを特徴とする請求項 1 4 記載の光通信システムの光信号制御方法。

【請求項 1 8】

前記光送信装置が、主信号が光信号に変換されるまでの時間を固定的に遅延させることを特徴とする請求項 1 5 記載の光通信システムの光信号制御方法。

【請求項 1 9】

前記光送信装置は、平均レベル検出信号の電気信号を検出し、光信号に変換し前記中継器 10 に向けて送出する

ことを特徴とする請求項 1 4 又は 1 5 記載の光通信システムの光信号制御方法。

【請求項 2 0】

前記光送信装置は、主信号の光信号と平均レベル検出信号の光信号とを多重化し前記中継器 10 に向けて送出する

ことを特徴とする請求項 1 9 記載の光通信システムの光信号制御方法。

【請求項 2 1】

前記光送信装置は、平均レベル検出信号のアナログ電気信号を検出し、デジタル電気信号に変換し、光信号に変換して前記中継器 10 に向けて送出し、

前記中継器は、前記光送信装置から受信した平均レベル検出信号の光信号をデジタル電気信号に変換し、このデジタル電気信号をアナログ電気信号に変換する 20

ことを特徴とする請求項 1 9 記載の光通信システムの光信号制御方法。

【請求項 2 2】

前記光送信装置は、主信号と同期したフレームパルスの前記中継器 10 に向けて送出し、

前記中継器は、前記光送信装置から送出されたフレームパルスに基づいて前記主信号と前記平均レベル検出信号との位相を調整する

ことを特徴とする請求項 1 4 又は 1 5 記載の光通信システムの光信号制御方法。

【請求項 2 3】

複数の光信号を多重化し平均レベル一定制御を施して送出する光送信装置と、光送信装置から送出された光信号を受信し平均レベル一定制御を施しその受信装置へ向けて転送する中継器とを備える光通信システムの光信号制御方法であって、 30

前記光送信装置は、多重化した光信号からその平均レベルを示す平均レベル検出信号を、自身による平均レベル一定制御及び前記中継器による平均レベル一定制御の応答速度と等価な検出帯域幅で検出し、平均レベル検出信号を基準として前記平均レベル一定制御を行い、

前記中継器は、前記光送信装置から平均レベル検出信号を受け取り、この平均レベル検出信号を基準として前記平均レベル一定制御を行う

ことを特徴とする光通信システムの光信号制御方法。

【請求項 2 4】

複数の電気信号を受信し光信号に変換し多重化し平均レベル一定制御を施して送出する光送信装置と、光送信装置から送出された光信号を受信し平均レベル一定制御を施しその受信装置へ向けて転送する中継器とを備える光通信システムの光信号制御方法であって、 40

前記光送信装置は、光信号に変換される前の各電気信号からその平均レベル検出信号を、自身による平均レベル一定制御及び前記中継器による平均レベル一定制御の応答速度と等価な検出帯域幅で検出し、各平均レベル検出信号を加算し、この加算結果を基準として前記平均レベル一定制御を行い、

前記中継器は、前記光送信装置から複数の平均レベル検出信号の加算結果を受け取り、この加算結果を基準として前記平均レベル一定制御を行う

ことを特徴とする光通信システムの光信号制御方法。

【発明の詳細な説明】

## 【 0 0 0 1 】

## 【 発明の属する技術分野 】

本発明は、例えば、音声、画像、テキスト等のデジタルデータを光伝送路を用いて伝送する際に使用される光通信システムに関する。

## 【 0 0 0 2 】

## 【 従来技術 】

図6は、従来における光通信システムの一例を示す全体構成図である。図6において、光通信システムは、同一の構成を持つ光端局装置1,2の間に、光線形の中継器3が光ファイバOFを介して一つ設けられている。これによって、光端局装置1,2間で主信号(光端局装置間を介して通信される信号)を双方向で伝送するための二つの光通信路が形成されている。

10

## 【 0 0 0 3 】

ここでは、光端局装置1から光端局装置2への光通信路を例として説明する。光端局装置1の光送信部4は、電気/光変換部(E/O)5によって送信電気信号を光信号に変換し、光ポストアンプ6によって所定のレベルまで増幅した後、伝送路に送出する。中継器3は、伝送路ロスにより減衰した主信号を光インラインアンプ7によって光信号のまま(電気信号に変換せずに)所定レベルまで増幅した後、再度伝送路に送出する。光端局装置2の光受信部8は、伝送路ロスにより減衰した主信号を光プリアンプ9によって増幅した後、光/電気変換部(O/E)10によって電気信号に変換して出力する。

## 【 0 0 0 4 】

上記したように、中継器3の光インラインアンプ7は、主信号を電気信号に変換しない。このため、主信号に係る電気信号を光インラインアンプ7から検出し、これに基づいて光インラインアンプ7を監視・制御する構成を採ることができない。従って、光インラインアンプ7の中継器3の監視・制御を行うため、監視・制御用の光信号(光監視伝送信号(OSC:Optical Supervised Channel))が利用されている。

20

## 【 0 0 0 5 】

本例では、光端局装置1,2及び中継器3が監視信号処理部11,12を有している。監視信号処理部11は、主信号と光波長の異なる光監視伝送信号を送出する。光監視伝送信号は、光学系13によって主信号と光波長多重された後、中継器3に伝送され、光学系14を経て監視信号処理部12に入力される。そして、監視信号処理部12が、光監視伝送信号を用いて光インラインアンプ7の動作を監視・制御する。一方、監視信号処理部12は、光インラインアンプ7の状態(動作)を示す光監視伝送信号を出力する。この光監視伝送信号は、光学系15a,16を経て光端局装置1の監視信号処理部11に入力される。監視信号処理部11は、この光監視伝送信号を用いて光インラインアンプ7を監視・制御する。なお、光監視伝送信号を中継器3に伝送する他の手法として、光監視伝送信号を光領域で主信号に重畳して中継器3に伝送する手法もある。

30

## 【 0 0 0 6 】

図7は、図6に示した光インラインアンプ7の構成例を示す図である。図7において、光インラインアンプ7は、直列に接続された光プリアンプ(AGC部)19,分散補償ファイバ(DCF)20及び光ポストアンプ(ALC部)21からなる。光プリアンプ19は、主信号をゲイン一定制御(AGC:Auto Gain Control)によって低雑音増幅する。DCF20は、伝送路における光の分散による波形歪みを補償する。光ポストアンプ21は、光プリアンプ19で増幅された主信号を、出力レベル一定制御(ALC:Auto Level Control)により所定レベルまで増幅する。

40

## 【 0 0 0 7 】

図8は、図7に示した光ポストアンプ21の構成例を示す図である。光ポストアンプ21は、自身から出力される主信号の平均レベルをALCによって一定にする。このため、光ポストアンプ21は、光レベル制御部(光アンプ)22,光学系23,O/E24,低域通過フィルタ(LPF)25及び比較器26からなる。光レベル制御部22は、DCF20から出力された主信号を増幅する。

50

## 【 0 0 0 8 】

光学系 2 3 は、光レベル制御部 2 2 から出力された主信号の一部を分岐して O / E 2 4 に入力する。O / E 2 4 は、光学系 2 3 からの光出力信号を光 / 電気変換する。L P F 2 5 は、O / E 2 4 から出力された主信号の平均レベル信号を検出する。比較器 2 6 は、L P F 2 5 から出力された平均レベル信号を基準信号と比較し、その誤差信号を出力する。この誤差信号によって光レベル制御部 2 2 のゲインが制御される。このような制御ループによって A L C が実行される。A L C の応答速度は、制御ループの最も応答速度の遅い部分で決定される。この応答速度は、回路安定化の見地から通常 L P F によって決定される。また、基準信号には、通常、光レベル制御部 2 2 から出力される主信号のレベルに応じた固定値が与えられる。

10

## 【 0 0 0 9 】

A L C との比較のため、図 9 に光プリアンプ 1 9 の構成例を示す。図 9 に示すように、光プリアンプ 1 9 は、A G C によって光レベル制御部 2 7 のゲインを一定に制御する。このため、光学系 2 8 , O / E 2 9 及び L P F 3 0 によって主信号の入力平均レベルをモニタリングするとともに、光学系 3 1 , O / E 3 2 及び L P F 3 3 によって主信号の出力平均レベルをモニタリングし、これらを比較器 3 4 によって比較し、両者の差が一定になるように光レベル制御部 2 7 のゲインを制御する。

## 【 0 0 1 0 】

ところで、中継器 3 は、伝送路ロスにより減衰した主信号を可能な限り元の波形に近い形で所定レベルまで増幅するために設けられる。これは、本来主信号の振幅を所定のレベルにするという意味であり、主信号の平均レベルを一定にするという意味ではない。従って、A L C は主信号のピーク検出結果に基づいて制御を行うことが望ましい。しかしながら、ピークを検出するには主信号の速度よりも十分に高速な回路が必要であり、このような回路は、光信号を増幅することによる回路簡略化とビットレートフリーという光アンプの優位性を阻害する。また、複数の光信号を多重化してから増幅する光波長分割多重 (O W D M) 伝送のシステムでは、チャンネル毎にピーク検出と A L C を行うことになる。このため、複数の光信号を光アンプにて一括増幅できるという O W D M の大きな利点が失われる。これらの理由から平均レベル一定制御が一般的に行われている。

20

## 【 0 0 1 1 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

ところで、図 8 に示した光ポストアンプ 2 1 による A L C では、以下の問題があった。即ち、中継器 3 に伝送される主信号は、1 / 0 の論理データを光信号の O N / O F F に対応させて伝送されるデジタル信号である。この主信号は、同符号の連続による平均レベルの変動を極力抑えるため、擬似ランダムパターン (P N) を用いたスクランブルが一般にかけられる。

30

## 【 0 0 1 2 】

図 1 0 ( A ) は、例として P N 5 段 ( 3 1 ビット周期 ) で変調された主信号 ( の光信号 ) の例を示す図である。図 1 0 ( A ) において、グラフの縦軸は、主信号の 1 / 0 のレベルに対して規格化している。図 1 0 ( B ) は、図 1 0 ( A ) に示した主信号に対応する平均レベルを示す図である。図 1 0 ( B ) 中の破線は 3 1 ビット分のトータルでの平均レベルを示し、 $16 / 31$   $1 / 2$  で一定の値を取る。これに対し、図 1 0 ( B ) 中の実線は前後の 2 ビットを含むトータル 5 ビットの平均レベルの変化を示す。このように、主信号の平均レベルは、比較的長い時間で見えた場合には一定となるが、短い時間で見えた場合には変動する。なお、実際に検出される光信号の平均レベルは、図 1 0 ( B ) と比較してなだらかな曲線となる。また、ここでは P N 5 段の光信号について説明したが、実際にはこれよりも長い周期の変動となる。

40

## 【 0 0 1 3 】

ここで、平均レベルを長い時間で見るということは、A L C の応答速度が遅いということに対応し、短い時間で見るということは A L C の応答速度が速いということに対応する。このため、A L C の応答速度を速くしすぎると、図 1 0 ( B ) 中の実線のように、光ポスト

50

アンプ主信号のピーク値がビット毎に変化してしまう。即ち、主信号の変動パターンに依存した信号劣化が生じる。この結果、主信号の受信側にてその変動部分がノイズとして除去され、元の送信電気信号とは異なってしまい、エラーを生じさせる可能性があった。

【0014】

この問題を回避する観点では、ALCの応答速度は十分に遅い方が望ましい。ところが、ALCの応答速度を十分に遅くすると、主信号の入力レベルの変動を抑圧できない場合があった。即ち、ALCの応答速度が十分に遅くても、非常に遅い主信号の入力レベルの変動(例えば、伝送路ロスの温度ドリフト)は抑圧可能である。これに対し、比較的速い主信号の入力レベルの変動(例えば、伝送路(光ファイバ)の振動によって生じる曲げロス)は抑圧できない場合があった。このように、ALCの応答速度については、基本的にトレード

10

【0015】

本発明は、上記問題に鑑みなされたものであり、中継器におけるALCの応答速度を要因として生じる光信号の劣化を従来に比べて抑えることができる光通信システム及びその光信号制御方法を提供することを課題とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上述した課題を解決するために以下の構成を採用する。すなわち、請求項1の発明は、主信号たる電気信号を受信し光信号に変換して送出する光送信装置と、光送信装置から主信号を受信しその受信装置へ向けて転送する中継器とを備える光通信システムである。この光通信システムは、前記中継器が、前記光送信装置から受信された主信号に平均レベル一定制御を施し前記受信装置へ向けて出力する自動レベル制御部を有し、前記光送信装置が、前記自動レベル制御部の応答速度と等価な検出帯域幅を持ち光信号に変換された直後の主信号からその平均レベルを示す平均レベル検出信号を検出する平均レベル検出部を有し、前記自動レベル制御部が、前記平均レベル検出部にて検出された平均レベル検出信号を基準として前記平均レベル一定制御を行うことを特徴とする。

20

【0017】

請求項1の発明によると、中継器の自動レベル制御部が平均レベル検出信号を基準として主信号に平均レベル一定制御を施す。これによって、中継器に受信される主信号の入力レベルの急激な変化が、自動レベル制御部によって抑えられる。そして、自動レベル制御部の応答速度を主信号の変動パターンに依存した信号劣化が生じない程度に設定すれば、中継器において、自動レベル制御部の応答速度を要因とする主信号の劣化を抑えることができる。

30

【0018】

請求項2の発明は、主信号たる電気信号を受信し光信号に変換して送出する光送信装置と、光送信装置から主信号を受信しその受信装置へ向けて転送する中継器とを備えた光通信システムである。この光通信システムは、前記中継器が、前記光送信装置から受信した主信号に平均レベル一定制御を施し前記受信装置へ向けて出力する自動レベル制御部を有し、前記光送信装置が、前記自動レベル制御部の応答速度と等価な検出帯域幅を持ち光信号に変換される前の主信号からその平均レベルを示す平均レベル検出信号を検出する平均レベル検出部を有し、前記自動レベル制御部は、前記平均レベル検出部にて検出された平均レベル検出信号を基準として前記平均レベル一定制御を行うことを特徴とする。

40

【0019】

請求項3の発明は、請求項1又は2記載の自動レベル制御部が、自身が出力する主信号の出力レベルに応じて前記平均レベル検出信号の振幅を調整することで特定したものである。

【0020】

請求項4の発明は、請求項1記載の光送信装置が、主信号が光信号に変換されてから前記中継器へ向けて送出されるまでの時間を固定的に遅延させる遅延部をさらに有することで特定したものである。

50

## 【 0 0 2 1 】

請求項 5 の発明は、請求項 4 記載の前記遅延部が、分散補償ファイバであることで特定したものである。

## 【 0 0 2 2 】

請求項 6 の発明は、請求項 2 記載の光送信装置が、主信号が光信号に変換されるまでの時間を固定的に遅延させる遅延部をさらに有することで特定したものである。

## 【 0 0 2 3 】

請求項 7 の発明は、請求項 1 又は 2 記載の平均レベル検出部が、平均レベル検出信号の電気信号を検出し、前記光送信装置が、前記平均レベル検出信号の電気信号を光信号に変換し前記中継器に向けて送出することで特定したものである。

10

## 【 0 0 2 4 】

請求項 8 の発明は、請求項 7 記載の光送信装置が、主信号の光信号と平均レベル検出信号の光信号とを多重化し前記中継器へ向けて送出することで特定したものである。

## 【 0 0 2 5 】

請求項 9 の発明は、請求項 7 記載の平均レベル検出部が、平均レベル検出信号のアナログ電気信号を検出し、前記光送信装置が、前記平均レベル検出信号のアナログ電気信号をデジタル電気信号に変換し光信号に変換して前記中継器へ向けて送出し、前記中継器が、前記光送信装置から受信した平均レベル検出信号の光信号をデジタル電気信号に変換し、前記自動レベル制御部が、平均レベル検出信号のデジタル電気信号をアナログ電気信号に変換することで特定したものである。

20

## 【 0 0 2 6 】

請求項 10 の発明は、請求項 1 又は 2 記載の光送信装置が、主信号と同期したフレームパルスを実記中継器へ向けて送出し、前記自動レベル制御部が、前記光送信装置から送出されたフレームパルスに基づいて前記主信号と前記平均レベル検出信号との位相を調整することで特定したものである。

## 【 0 0 2 7 】

請求項 11 の発明は、主信号たる複数の電気信号を受信し光信号に変換して送出する光送信装置と、光送信装置から光信号を受信しその受信装置へ向けて転送する中継器とを備える光通信システムである。この光通信システムは、光送信装置が、前記複数の電気信号をそれぞれ光信号に変換する複数の電気 / 光変換部と、前記各電気 / 光変換部にて光信号に変換された主信号を多重化する多重部と、前記多重部にて多重化された主信号に平均レベル一定制御を施し前記中継器へ向けて送出する第 1 自動レベル制御部と、前記多重部によって多重化された主信号からその平均レベルを示す平均レベル信号を検出する平均レベル検出部とを有し、前記中継器が、前記光送信装置から受信した主信号に平均レベル一定制御を施し前記受信装置へ向けて出力する第 2 自動レベル制御部を有し、前記平均レベル検出部は、前記第 1 自動レベル制御部及び前記第 2 自動レベル制御部の応答速度と等価な検出帯域幅を持ち、前記第 1 自動レベル制御部及び前記第 2 自動レベル制御部は、前記平均レベル検出信号を基準として前記平均レベル一定制御を行うことを特徴とする。

30

## 【 0 0 2 8 】

請求項 12 の発明は、主信号たる複数の電気信号を受信し光信号に変換して送出する光送信装置と、光送信装置から主信号を受信しその受信装置へ向けて転送する中継器とを備える光通信システムである。この光通信システムは、前記光送信装置は、前記複数の電気信号をそれぞれ光信号に変換する複数の電気 / 光変換部と、前記各電気 / 光変換部にて光信号に変換された主信号を多重化する多重部と、前記多重部によって多重化された主信号に平均レベル一定制御を施し前記中継器へ向けて送出する第 1 自動レベル制御部と、前記各電気信号からその平均レベル信号を検出しこれらを加算する平均レベル検出部とを有し、前記中継器は、光送信装置から受信した主信号に平均レベル一定制御を施し前記受信装置へ向けて出力する第 2 自動レベル制御部を有し、前記平均レベル検出部は、前記第 1 自動レベル制御部及び前記第 2 自動レベル制御部の応答速度と等価な検出帯域幅を持ち、前記第 1 自動レベル制御部及び前記第 2 自動レベル制御部は、前記平均レベル検出部による

40

50



加算結果を基準として前記平均レベル一定制御を行うことを特徴とする。

【0029】

請求項13の発明は、請求項12記載の平均レベル検出部が、各電気信号から検出した平均レベル信号の振幅をその光出力レベルに応じて補正し、補正後の平均レベル信号を加算することで特定したものである。

【0030】

請求項14の発明は、主信号たる電気信号を受信し光信号に変換して送出する光送信装置と、光送信装置から送出された主信号を受信し平均レベル一定制御を施しその受信装置へ向けて転送する中継器とを備える光通信システムの光信号制御方法であって、前記光送信装置が、光信号に変換された直後の主信号からその平均レベルを示す平均レベル検出信号を、前記平均レベル一定制御の応答速度と等価な検出帯域幅で検出し、前記中継器が、前記光送信装置にて検出された平均レベル検出信号を基準として前記平均レベル一定制御を行うことを特徴とする。

10

【0031】

請求項15の発明は、主信号たる電気信号を受信し光信号に変換して送出する光送信装置と、光送信装置から送出された主信号を受信し平均レベル一定制御を施しその受信装置へ向けて転送する中継器とを備える光通信システムの光信号制御方法であって、前記光送信装置が、光信号に変換される前の主信号からその平均レベルを示す平均レベル検出信号を、前記平均レベル一定制御の応答速度と等価な検出帯域幅で検出し、前記中継器が、前記光送信装置にて検出された平均レベル検出信号を基準として前記平均レベル一定制御を行うことを特徴とする。

20

【0032】

請求項16の発明は、請求項14又は15記載の中継器が、自身が出力する主信号の出力レベルに応じて前記平均レベル検出信号の振幅を調整することで特定したものである。

【0033】

請求項17の発明は、請求項14記載の光送信装置が、主信号が光信号に変換されてから前記中継器へ向けて送出されるまでの時間を固定的に遅延させることで特定したものである。

【0034】

請求項18の発明は、請求項15記載の光送信装置が、主信号が光信号に変換されるまでの時間を固定的に遅延させることで特定したものである。

30

【0035】

請求項19の発明は、請求項14又は15記載の光送信装置が、平均レベル検出信号の電気信号を検出し、光信号に変換し前記中継器に向けて送出することで特定したものである。

【0036】

請求項20の発明は、請求項19記載の光送信装置が、主信号の光信号と平均レベル検出信号の光信号とを多重化し前記中継器へ向けて送出することで特定したものである。

【0037】

請求項21の発明は、請求項19記載の光送信装置が、平均レベル検出信号のアナログ電気信号を検出し、デジタル電気信号に変換し、光信号に変換して前記中継器へ向けて送出し、前記中継器が、前記光送信装置から受信した平均レベル検出信号の光信号をデジタル電気信号に変換し、このデジタル電気信号をアナログ電気信号に変換することで特定したものである。

40

【0038】

請求項22の発明は、請求項14又は15記載の光送信装置が、主信号と同期したフレームパルスの前記中継器へ向けて送出し、前記中継器は、前記光送信装置から送出されたフレームパルスに基づいて前記主信号と前記平均レベル検出信号との位相を調整することで特定したものである。

【0039】

50

請求項 2 3 の発明は、複数の光信号を多重化し平均レベル一定制御を施して送出する光送信装置と、光送信装置から送出された光信号を受信し平均レベル一定制御を施しその受信装置へ向けて転送する中継器とを備える光通信システムの光信号制御方法であって、前記光送信装置は、多重化した光信号からその平均レベルを示す平均レベル検出信号を、自身による平均レベル一定制御及び前記中継器による平均レベル一定制御の応答速度と等価な検出帯域幅で検出し、平均レベル検出信号を基準として前記平均レベル一定制御を行い、前記中継器は、前記光送信装置から平均レベル検出信号を受け取り、この平均レベル検出信号を基準として前記平均レベル一定制御を行うことを特徴とする。

【 0 0 4 0 】

請求項 2 4 の発明は、複数の電気信号を受信し光信号に変換し多重化し平均レベル一定制御を施して送出する光送信装置と、光送信装置から送出された光信号を受信し平均レベル一定制御を施しその受信装置へ向けて転送する中継器とを備える光通信システムの光信号制御方法であって、前記光送信装置は、光信号に変換される前の各電気信号からその平均レベル信号を、自身による平均レベル一定制御及び前記中継器による平均レベル一定制御の応答速度と等価な検出帯域幅で検出し、各平均レベル信号を加算し、この加算結果を基準として前記平均レベル一定制御を行い、前記中継器は、前記光送信装置から複数の平均レベル信号の加算結果を受け取り、この加算結果を基準として前記平均レベル一定制御を行うことを特徴とする。

【 0 0 4 1 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

【 0 0 4 2 】

〔実施形態 1〕

光通信システムの構成

図 1 は、実施形態 1 による光通信システムの一例を示す全体構成図である。この光通信システムは、音声、画像、テキスト等のデジタルデータを伝送するための光伝送路(例えば、B - I S D N の基幹回線)として利用される。

【 0 0 4 3 】

図 1 において、光通信システムは、光伝送路の両端に配置される光端局装置 4 1, 4 2 と、各光端局装置 4 1, 4 2 と光ファイバ O F を介して接続された光線形の中継器 4 3 とからなる。

【 0 0 4 4 】

各光端局装置 4 1, 4 2 は、同一の構成を有しており、光送信部 4 4, 光受信部 4 5 及び監視信号処理部 4 6 からなる。光送信部 4 4 には、音声、画像、テキスト等のデジタルデータの伝送信号たる主信号が送信電気信号として入力される。光送信部 4 4 は、主信号を光信号に変換し、中継器 4 3 へ向けて送出する。光受信部 4 5 は、中継器 4 3 から入力された光信号を増幅して電気信号に変換し、受信電気信号として送出する。監視信号処理部 4 6 は、中継器 4 3 を監視・制御する。即ち、監視信号処理部 4 6 は、中継器 4 3 の監視・制御用の光信号(光監視伝送信号)を生成し、光送信部 4 4 に与える。一方、監視信号処理部 4 6 は、中継器 4 3 から送出された光監視伝送信号を、光受信部 4 5 から受け取る。

【 0 0 4 5 】

中継器 4 3 は、伝送路ロスにより減衰した光信号を可能な限り元の波形に近い形で所定レベルまで増幅する。中継器 4 3 は、光学系 6 0, 6 4 と、光インラインアンプ 4 7, 4 7 と、監視信号処理部 4 9 とからなる。各光インラインアンプ 4 7 は、光送信部 4 4 から受信した光信号を増幅し、光受信部 4 5 へ向けて送出する。監視信号処理部 4 9 は、各光端局装置 4 1, 4 2 から送出される光監視伝送信号に基づいて、各光インラインアンプ 4 7 の動作を監視・制御する。

【 0 0 4 6 】

10

20

30

40

50

図2は、図1に示した光送信部44及び光インラインアンプ47の詳細構成図である。図2において、光送信部44は、送信電気信号が入力される電気/光変換部(E/O)50と、E/O50の後段に設けられた光学系51と、光学系51の後段に設けられた分散補償ファイバ(DCF)52と、DCF52の後段に設けられた光ポストアンプ53と、光ポストアンプ53の後段に設けられた光学系54とを有している。光ポストアンプ53は、図8に示す構成を有している。

また、光送信部44は、光/電気変換部(O/E)55と、O/E55の後段に設けられた低域透過フィルタ(LPF)56と、LPF56の後段に設けられたアナログ/デジタル変換器(A/D)57とを有しており、A/D57の出力端子は、監視信号処理部46の入力端子に接続されている。

#### 【0047】

中継器43の光インラインアンプ47は、光学系60の後段に設けられた光プリアンプ(AGC部)61と、光プリアンプ61の後段に設けられたDCF62と、DCF62の後段に設けられた光ポストアンプ(ALC部)63とを有している。光プリアンプ61は、図9に示す構成を有している。

光ポストアンプ63は、図2に示すように、DCF62からの主信号が入射する光アンプ70と、光アンプ70の後段に設けられた光学系71と、光学系71から射出された主信号の一部が入射するO/E72と、O/E72の出力端子に入力端子が接続されたLPF73とを有している。

#### 【0048】

また、光ポストアンプ63は、入力端子が監視信号処理部49に接続された基準信号発生部74と、一方の入力端子がLPF73の出力端子に接続され、他方の入力端子が基準信号発生部74の出力端子に接続され、出力端子が光アンプ70に接続された比較器74とを有している。

#### 【0049】

##### 光通信システムの動作

次に、図1及び図2に示した光通信システムの動作(光端局装置41,42及び中継器43による処理)について説明する。ここでは、例として光端局装置41から光端局装置42へ主信号を伝送する場合について説明する。

#### 【0050】

図2において、光端局装置41の光送信部44のE/O50には、主信号として送信電気信号が入力される。E/O50は、主信号(送信電気信号)を光信号に変換して送出する。光学系51は、E/O50から送出された主信号を二方向に分岐させ、その一方をDCF52に入射させるとともに、他方をO/E55に入射させる。

#### 【0051】

DCF52は、光学系51から射出された主信号の分散による波形歪みを補償し、光ポストアンプ53に入射させる。光ポストアンプ53は、DCF52から入射された主信号を平均レベル一定制御(ALC)によって所定レベルまで増幅し、光学系54へ向けて射出する。

#### 【0052】

一方、O/E55は、光学系51から射出された主信号を電気信号に変換して出力する。LPF56は、O/E55から出力された電気信号の平均レベルを示す信号(「平均レベル検出信号」と称する)を検出して出力する。ここに、LPF56の平均レベル検出信号の検出帯域幅は、光ポストアンプ63によるALCの応答速度と等価な値に設定されている。本実施形態では、光ポストアンプ63によるALCの応答速度は、LPF73によって決定されている。このため、LPF56の応答速度は、LPF73の応答速度と同じ値に設定されている。A/D57は、LPF56から出力された平均レベル検出信号をアナログ/デジタル変換して出力する。

#### 【0053】

監視信号処理部46には、A/D57から出力された平均レベル検出信号と主信号に同期

10

20

30

40

50

したフレームパルス(F P)とが入力される。監視信号処理部46は、平均レベル検出信号及びフレームパルスに他の監視制御情報のデジタルデータを加えた光監視伝送信号を生成し、光信号に変換して射出する。この光監視伝送信号は、光学系54に入射する。

【0054】

光学系54は、主信号と光監視伝送信号とが光波長多重された信号(多重信号)を生成し、中継器53へ向けて射出する。光学系54から射出された多重信号は、光ファイバOFを通じて中継器43へ伝送される。

【0055】

中継器43の光インラインアンプ47の光学系60は、光端局装置41から受信した多重信号を、主信号と光監視伝送信号とに分離する。このとき、分離された主信号は、光プリアンプ61に入射し、光監視伝送信号は、監視信号処理部49に入射する。

10

【0056】

光プリアンプ61は、主信号をAGCによって低雑音増幅して送出する。DCF62は、光プリアンプ61から送出された主信号の分散による波形歪みを補償して送出する。光アンプ70は、DCF62から送出された主信号をALCによって増幅して送出する。光学系71は、光アンプ70から送出された主信号を光学系64へ向けて送出するとともに、主信号の一部をO/E72へ向けて送出する。O/E72は、光学系71から送出された主信号を電気信号に変換して出力する。LPF73は、O/E72から出力された主信号の平均レベル信号を検出し、比較器75に入力する。

【0057】

20

一方、監視信号処理部49は、光学系60から送出された光監視伝送信号を電気信号に変換し、フレームパルスと平均レベル検出信号とを抽出し、光ポストアンプ63に入力する。また、監視信号処理部49は、光感監視伝送信号から監視制御情報を抽出し、これを用いて光インラインアンプ47の動作を監視・制御する。さらに、監視信号処理部49は、例えば、光端局装置42に中継器43の状態(監視結果)を通知するための光監視伝送信号を生成し、光学系64へ向けて送出する。

【0058】

基準信号発生部74は、監視信号処理部49から受け取った平均レベル検出信号をデジタル/アナログ変換する。続いて、基準信号発生部74は、フレームパルスを基準として平均レベル検出信号の位相調整を行う。即ち、基準信号発生部74は、監視信号処理部46における平均レベル検出信号とフレームパルスとの位相関係を、光ポストアンプ63で再現する。そして、基準信号発生部74は、平均レベル検出信号に振幅調整を施し、基準信号として比較器75へ向けて出力する。

30

【0059】

上記した基準信号発生部74による位相調整は、以下の理由により行われる。即ち、比較器75に入力される平均レベル検出信号は、主信号とある程度位相を合わせる必要がある。平均レベル検出信号の変化は主信号のビットレートに比べれば十分に低速である。このため、主信号のビットレベルの精度での位相調整は不要である。もっとも、本実施形態では、平均レベル検出信号は主信号より抽出され、その後A/D変換等の処理が施される。従って、平均レベル検出信号は、位相的には主信号よりも遅れてしまう。この遅れが無視できない場合に位相調整が必要となる。

40

【0060】

即ち、光送信部44の平均レベル検出信号の検出ポイント(E/O50)から光ポストアンプ63までの間で主信号に遅延を与えることを要する。このとき、主信号に与える遅延量の制御によって平均レベル検出信号との位相合わせを行うと、回路規模が増大する可能性が高い。このため、主信号には固定の遅延を多めに与え、平均レベル検出信号の位相を制御することで主信号と平均レベル検出信号との位相を合わせるのが望ましい。従って、各DCF52,62は、主信号に固定的な遅延を与える遅延部としての機能を有している。

【0061】

また、基準信号発生部74による平均レベル検出信号の振幅調整についてであるが、平均

50

レベル検出信号の振幅方向の絶対値は、光ポストアンプ(A L C部)63からの出力レベルに対して一義的に決定できる値に設定されており、基準信号発生部74は、この絶対値に従って振幅調整を行う。

【0062】

その後、中継器43の光学系64には、光学系71から送出された主信号と、監視信号処理部49から送出された光監視伝送信号とが入射する。光学系64は、両者を光波長多重し、光ファイバOFへ送出する。これによって、光端局装置42の光受信部44に多重信号が伝送される。

【0063】

光受信部45は、図6に示した光受信部8とほぼ同じ構成を有しており、多重信号を主信号と光監視伝送信号とに分離し、主信号をA G Cによって増幅し、電気信号に変換し、受信電気信号として送出する。

10

【0064】

なお、光端局装置42の光送信部44から光端局装置41の光受信部45へ主信号を伝送する場合にも上記した動作が行われる。

【0065】

実施形態1による作用

実施形態1による光通信システムによると、図2に示すように、光送信部44が、従来の構成(図6に示す光送信部4)に加え、光学系51、O/E55及びLPF56を有している。これらは、主信号の平均レベル信号(平均レベル検出信号)を光ポストアンプ63によるA L Cの応答速度と等価の検出帯域幅で検出する平均レベル信号検出部として機能する。

20

【0066】

中継器43の光ポストアンプ63は、基準信号発生部74を有し、基準信号発生部74は、従来の固定値に代えて、平均レベル検出信号を基準信号として比較器75に入力する。これによって、光ポストアンプ63は、光ポストアンプ63から出力される主信号の平均レベルと光送信部44のE/O50から出力される主信号の平均レベルとの誤差が一定となるように、A L Cを行う(自動レベル制御部に相当)。

【0067】

従って、A L Cの応答速度を十分遅くすることによって光ポストアンプ63が主信号の比較的速い変化(例えば、曲げロス)を抑圧できなくなることを防止することができる。一方、A L Cの応答速度が速すぎることによって主信号の変動パターンに応じた信号劣化が生じるのを抑えることができる。

30

【0068】

このように、本実施形態による光通信システムによれば、中継器43において、A L Cの応答速度を要因とする主信号の劣化を抑えることができる。従って、光受信部45に適正な主信号を伝送でき、主信号の信号劣化によるエラー等を回避することが可能となる。

【0069】

実施形態1の変形例

本実施形態では、光送信部44にて検出された平均レベル検出信号を光監視伝送信号に含めて中継器43に伝送している。光監視伝送信号は、他の監視制御情報も含んだデジタルデータを想定している。このため、平均レベル検出信号がA/D変換、D/A変換される構成となっているが、平均レベル検出信号がアナログ信号まま中継器43に伝送される構成としても良い。この場合には、A/D57及び基準信号発生部74のD/A変換機能は不要である。

40

【0070】

また、本実施形態では、E/O50の後段に光学系51を設け、電気/光変換された直後の主信号の平均レベル検出信号を検出しているが、光学系51の設置位置(主信号の検出位置)は、例えば、D C F 5 2の後段でも良い。

【0071】

50

また、本実施形態では、光送信部 4 4 内の光ポストアンプ 5 3 でも A L C が行われており、その比較器 2 6 (図 8 参照)には、固定値の基準信号が入力されている。これに代えて、L P F 5 6 によって検出された平均レベル検出信号が基準信号として比較器 2 6 に入力されるようにしても良い。但し、この場合には、L P F 5 6 の応答速度が L P F 2 5 (図 8 参照)の応答速度と等しくされていることを要する。なお、光ポストアンプ 5 3 に入力される主信号の伝送路は、図 2 に示すように、光端局装置 4 1 (4 2)の筐体内部に配置されるので、光伝送路の振動による入力レベル変動が起こりにくい。従って、本実施形態では、光ポストアンプ 5 3 による A L C の応答速度が十分に遅く設定されている。

#### 【 0 0 7 2 】

また、本実施形態では、監視信号処理部 4 6 が、主信号に同期したフレームパルスの中継器 4 3 に伝送し、中継器 4 3 の基準信号発生部 7 4 がフレームパルスを用いて平均レベル検出信号の位相を調整する。このように、フレームパルスが利用されているので、本実施形態の構成に代え、A / D 変換後の平均レベル検出信号のフレームパルスに対する位置の制御によってデジタル的な平均レベル検出信号の位相制御が行われるようにしても良い。

#### 【 0 0 7 3 】

##### 実施形態 2

次に、本発明の実施形態 2 による光通信システムを説明する。実施形態 2 は、全体構成を図 1 に示した実施形態 1 と同じくし、光送信部の構成を実施形態 1 と異にする。このため、相違点のみについて説明する。図 3 は、実施形態 2 による光通信システムの一部を示す構成図である。図 3 において、実施形態 1 と同様の構成については同一の符号が付されている。

#### 【 0 0 7 4 】

光端局装置 1 4 1 の光送信部 1 4 4 は、実施形態 1 による光送信部 4 4 (図 2 参照)と以下の点で異なる。即ち、光学系 5 1 及び O / E 5 5 が除かれている。また、E / O 5 0 の前段に遅延回路 1 4 2 が設けられ、送信電気信号の伝送ケーブルが遅延回路 1 4 2 に接続されている。そして、遅延回路 1 4 2 の前段から信号線 1 4 3 が引き出され、L P F 5 6 の入力端子に接続されている。

#### 【 0 0 7 5 】

この光送信部 1 4 4 の動作は、L P F 5 6 が送信電気信号から平均レベル検出信号を検出する点、及び遅延回路 1 4 2 が送信電気信号を遅延させる点を除き、実施形態 1 と同様である。

#### 【 0 0 7 6 】

実施形態 2 は、実施形態 1 の効果に加え、以下の効果を奏する。即ち、実施形態 2 によれば、電気 / 光変換される前の主信号(送信電気信号)から平均レベル検出信号を検出する。このため、実施形態 1 と異なり、主信号の電気段に遅延回路 1 4 2 を設けることができる。このため、実施形態 1 に比べて容易に主信号に固定遅延を与えることができ、主信号と平均レベル検出信号との位相調整を容易に行うことができる。

#### 【 0 0 7 7 】

なお、遅延回路 1 4 2 のみで主信号に十分な固定遅延を与えることができる場合には、D C F 5 2 は不要である。

#### 【 0 0 7 8 】

##### 実施形態 3

次に、本発明の実施形態 3 による光通信システムを説明する。実施形態 3 も、全体構成を図 1 に示した実施形態 1 と同じくし、光送信部及び光受信部の構成を実施形態 1 と異にする。このため、相違点のみについてのみ説明する。図 4 は、実施形態 3 による光通信システムの一部を示す構成図である。図 4 において、実施形態 1 と同様の構成については同一の符号が付されている。

#### 【 0 0 7 9 】

光端局装置 2 4 1 の光送信部 2 4 4 は、光波長分割多重(O W D M)伝送方式により、複数

10

20

30

40

50

の主信号 ( $n$  波長チャンネルの送信電気信号) を光信号に変換して光波長多重し、多重化主信号として一括して伝送する。この光送信部 244 は、実施形態 1 による光送信部 44 (図 2 参照) と以下の点で異なる。即ち、光送信部 244 には、送信電気信号の伝送ケーブルが複数個接続されており、各伝送ケーブルに対応づけて複数個の E/O50-1 ~ 50-n が設けられている。

【0080】

各 E/O50-1 ~ 50-n の後段には、光多重部 242 が設けられている。また、光ポストアンプ 243 は、光ポストアンプ 53 (図 8 参照) と異なり、固定値の基準信号の代わりに、LPF56 によって検出された平均レベル検出信号が比較器 26 に入力される。

【0081】

また、中継器 43 は、光送信部 244 から受信した多重化主信号を一括して増幅することができるので、実施形態 1, 2 と同じものが用いられている。

【0082】

また、図示はしないが、光受信部は、中継器 43 から受信した光信号を多重化主信号と光監視伝送信号とに分離する光学系と、この光学系によって分離された多重化主信号を AGC によって増幅する光プリアンプと、この光プリアンプによって増幅された多重化主信号を  $n$  チャンネル分の光信号に分離する光分離部と、光分離部によって分離された各主信号を電気信号に変換し、受信電気信号として送出する複数個の O/E とからなる。

【0083】

実施形態 3 によると、光送信部 244 の各 E/O50-1 ~ 50-n に主信号たる送信電気信号が入力される。すると、各 E/O50-1 ~ 50-n は、送信電気信号を光信号に変換して送出する。各 E/O50-1 ~ 50-n から送出された主信号は、光多重部 242 にて光波長多重され、多重化主信号として送出される。

【0084】

多重化主信号は、光学系 51 及び DCF52 を経て光ポストアンプ (ALC 部) 243 に入力される。光ポストアンプ 243 は、多重化主信号の出力平均レベルと LPF56 で検出された平均レベル検出信号との誤差が一定となるように多重化主信号を増幅して送出する。その後、多重化主信号は、光学系 54 にて平均レベル検出信号及びフレームパルスを含む光監視伝送信号と光波長多重され、中継器 43 へ伝送される。そして、中継器 43 では、実施形態 1 にて説明した動作 (処理) が行われる。

【0085】

実施形態 3 は、実施形態 1 の効果に加え、以下の効果を奏する。即ち、実施形態 3 によれば、光ポストアンプ 243 による ALC の基準信号として、LPF56 によって検出された平均レベル検出信号が用いられる。このため、光送信部 244 に接続される波長チャンネル数の増減によって光ポストアンプ 243 に入力される多重化主信号の入力レベルに変動が生じた場合でも、この変動に応じた基準信号 (平均レベル検出信号) を比較器 26 に入力することができる。このため、波長チャンネル数の増減による光ポストアンプ 243 の誤動作を回避することができる。

【0086】

実施形態 4

次に、本発明の実施形態 4 による光通信システムを説明する。実施形態 4 は、実施形態 3 と同様に光波長分割多重 (OWDM) 伝送方式を用いた光通信システムであり、光送信部は、基準信号たる平均レベル検出信号を、送信電気信号から等価的に作成する。図 5 は、実施形態 4 による光通信システムの一部を示す構成図である。図 5 において、実施形態 4 は、光送信部の構成のみを実施形態 3 と異にする。このため、実施形態 3 と同様の構成については同一の符号を付し、説明を省略する。

【0087】

光端局装置 341 の光送信部 344 は、実施形態 3 による光送信部 244 (図 4 参照) と以下の点で異なる。即ち、各 E/O50-1 ~ 50-n の前段に遅延回路 142 が設けられ、各遅延回路 42 には、各波長チャンネルの送信電気信号の伝送ケーブルが接続されている

10

20

30

40

50

。各伝送ケーブルからは信号線が引き出され、各信号線には、LPF56の入力端子が接続されている。各LPF56の出力端子には、アンプ342の入力端子が接続されている。また、各アンプ342の出力端子には、加算器343の入力端子が接続されている。そして、加算器343の出力端子は、A/D57の入力端子及び比較器26の他方の入力端子に接続されている。

【0088】

上述した光送信部344は、以下の理由により構成されている。即ち、OWDMにおける各波長チャンネルのレベルは必ずしも同一とは限らない。これは、各波長チャンネルに異なったビットレートの信号を混在させる場合があるためである。このため、受信部にて同一の光SNR(S/N比)を得るには各主信号のビットレートに応じて光出力レベルを変える必要がある。このため、平均レベル信号の振幅を調整するためのアンプ342が設けられている。

10

【0089】

実施形態4によれば、実施形態1の効果に加えて以下の効果を奏する。即ち、実施形態3と同様に、波長チャンネル数の増減に応じてALCの基準信号を変更することができる。また、実施形態2と同様に、電気信号の段階で主信号に固定遅延を与えることができるので、主信号の遅延時間の調整を実施形態3よりも容易に図ることができる。

【0090】

【発明の効果】

本発明による光通信システム及びその光信号制御方法によれば、中継器において、光信号の変調パターンに依存した信号劣化を抑えることができるとともに、光信号の入力レベルの比較的速い変化を抑圧することができる。即ち、中継器にて光信号のALCの応答速度を要因とする信号劣化が生じることを抑えることができる。従って、従来に比べて適正な光信号をその受信装置へ向けて伝送することができ、信号劣化によるエラーの発生を抑えることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態による光通信システムの一部を示す全体構成図

【図2】図1に示した光送信部及び中継器の詳細構成図

【図3】本発明の実施形態2の一部を示す構成図

【図4】本発明の実施形態3の一部を示す構成図

30

【図5】本発明の実施形態4の一部を示す構成図

【図6】従来における光通信システムの一部を示す全体構成図

【図7】図6に示した光インラインアンプの構成図

【図8】図7に示した光ポストアンプ(ALC部)の構成図

【図9】図7に示した光プリアンプ(AGC部)の構成図

【図10】光信号の例と光信号に対応する平均レベルの説明図

【符号の説明】

43 中継器

44, 144, 244, 344 光送信部(光送信装置)

45 光受信部(受信装置)

40

51 光学系(平均レベル検出部)

52 分散補償ファイバ(遅延部)

55 光/電気変換部(平均レベル検出部)

56 低周波透過フィルタ(平均レベル検出部)

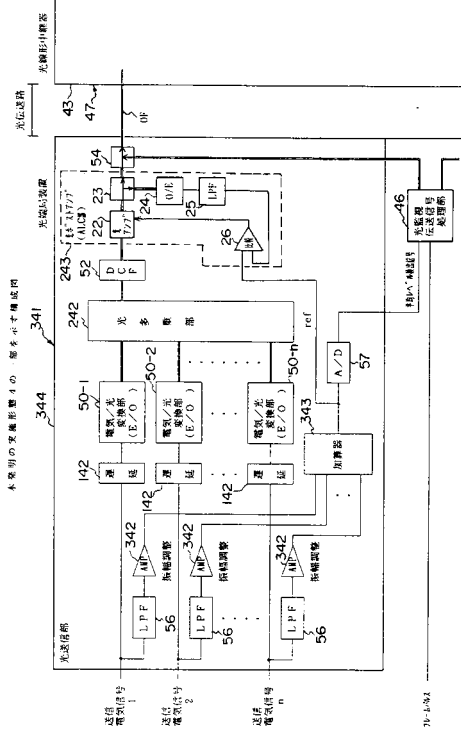
63 光ポストアンプ(ALC部:自動レベル制御部)

142 遅延回路(遅延部)

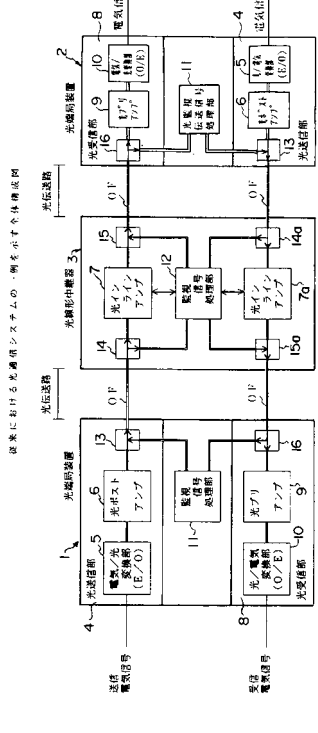




【 図 5 】

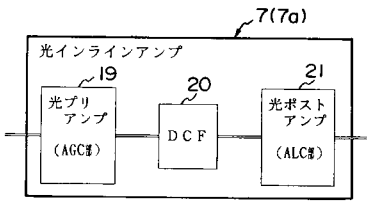


【 図 6 】



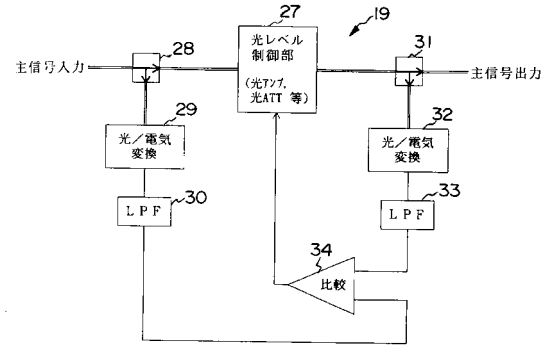
【 図 7 】

図 6 に示した光インラインアンプの構成図



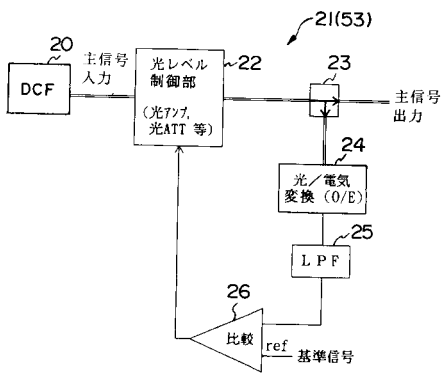
【 図 9 】

図 7 に示した光プリアンプ (AGC 部) の構成図



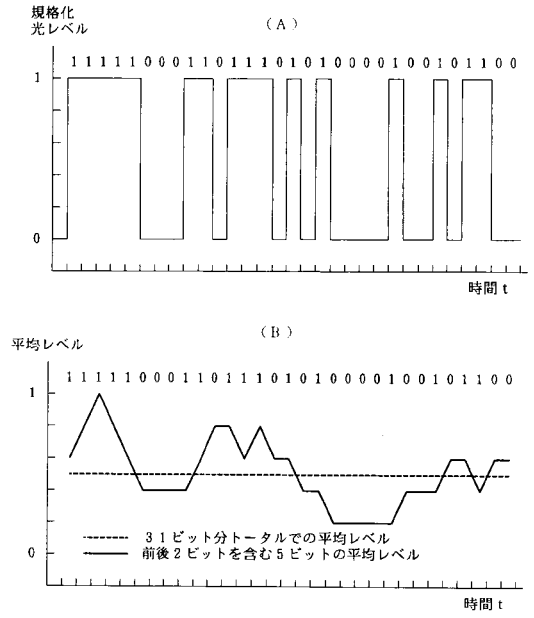
【 図 8 】

図 7 に示した光ポストアンプ (ALC 部) の構成図



【 図 1 0 】

光信号の例と光信号に対応する平均レベルの説明図



---

フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I

**H 0 4 J 14/00 (2006.01)**

**H 0 4 J 14/02 (2006.01)**

(56) 参考文献 特開平 1 1 - 2 6 1 4 9 0 ( J P , A )

特開平 0 7 - 0 6 6 7 8 2 ( J P , A )

特開平 0 7 - 0 5 8 7 0 1 ( J P , A )

特開平 0 8 - 1 6 3 0 4 3 ( J P , A )

(58) 調査した分野(Int.Cl. , D B名)

H04B10/00-10/28

H04J14/00-14/08