

(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2015-39110
(P2015-39110A)

(43) 公開日 平成27年2月26日(2015.2.26)

(51) Int. Cl.		F I			テーマコード (参考)
HO4B 10/077 (2013.01)		HO4B 9/00	177		5K102
HO4J 14/00 (2006.01)		HO4B 9/00	E		
HO4J 14/02 (2006.01)					

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2013-169391 (P2013-169391)
(22) 出願日 平成25年8月19日 (2013.8.19)

(71) 出願人 000004237
日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号
(74) 代理人 100124811
弁理士 馬場 資博
(74) 代理人 100088959
弁理士 境 廣巳
(72) 発明者 田中 宏明
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内
Fターム(参考) 5K102 AD01 AH01 AH02 AH26 LA33
MH03 MH14 MH21 PH02 PH03
PH13 PH43 PH47 PH48

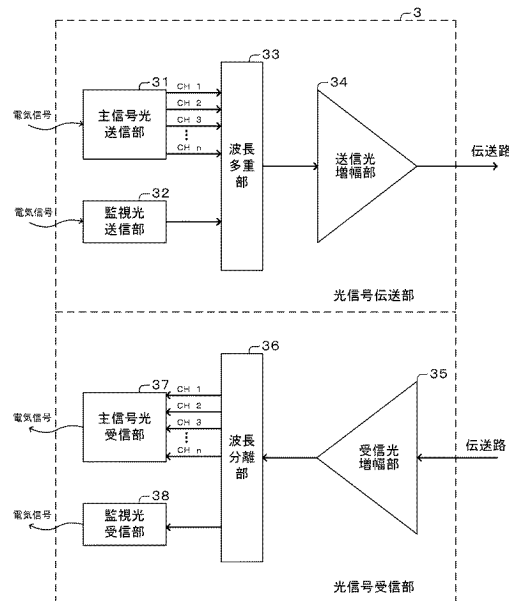
(54) 【発明の名称】 伝送装置

(57) 【要約】

【課題】 監視光を増幅することが出来ないため、監視光を長距離伝送することが出来ない、という問題を解決すること。

【解決手段】 送信する主信号光と、主信号光と異なる波長の監視光と、を重畳する波長多重部と、入力された光信号を増幅して出力する送信光増幅部と、を備え、主信号光の波長と監視光の波長とは、送信光増幅部が光を増幅することが可能な増幅帯域内の波長であり、送信光増幅部は、波長多重部により主信号光と監視光とを重畳した後の波長多重信号を増幅するよう構成した光信号伝送部と、波長多重部により重畳された波長多重信号を受信し、受信した波長多重信号を増幅して出力する受信光増幅部と、受信光増幅部により増幅された波長多重信号を、主信号光と、主信号光と異なる波長の監視光と、に分離する波長分離部と、を備えた光信号受信部と、を備える。

【選択図】 図8



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

送信する主信号光と、前記主信号光と異なる波長の監視光と、を重畳する波長多重部と、
入力された光信号を増幅して出力する送信光増幅部と、を備え、
前記主信号光の波長と前記監視光の波長とは、前記送信光増幅部が光を増幅することが可能な増幅帯域内の波長であり、
前記送信光増幅部は、前記波長多重部により前記主信号光と前記監視光とを重畳した後の波長多重信号を増幅するよう構成した、
伝送装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の伝送装置であって、
前記主信号光は、それぞれ波長が異なる複数の主信号光により構成され、
前記監視光の波長は、前記複数の主信号光の波長のいずれとも異なる波長であり、
前記複数の主信号光の波長と前記監視光の波長とは、前記送信光増幅部が光を増幅することが可能な増幅帯域内の波長である、
伝送装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の伝送装置であって、
前記監視光の波長は、前記送信光増幅部が光を増幅することが可能な帯域である増幅帯域の少なくとも最短波近傍又は最長波近傍の波長である、
伝送装置。

20

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 いずれか 1 項に記載の伝送装置であって、
前記監視光の波長は、前記主信号光の波長と、予め定められた所定の周波数だけ前記増幅帯域の前記最短波又は前記最長波側に離れた波長である、
伝送装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 いずれか 1 項に記載の伝送装置であって、
前記監視光は、前記主信号光の出力よりも予め定められた所定の強さ分強く出力される、
伝送装置。

30

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 いずれか 1 項に記載の伝送装置であって、
前記監視光の転送速度を、前記主信号光の転送速度よりも予め定められた所定の速さ分低く設定した、
伝送装置。

【請求項 7】

波長多重部により重畳された波長多重信号を受信し、受信した前記波長多重信号を増幅して出力する受信光増幅部と、
前記受信光増幅部により増幅された前記波長多重信号を、主信号光と、前記主信号光と異なる波長の監視光と、に分離する波長分離部と、を備えた、
受信装置。

40

【請求項 8】

請求項 7 に記載の受信装置であって、
前記波長分離部で分離された前記主信号光を受信する主信号光受信部と、前記監視光を受信する監視光受信部と、を併え、
前記監視光受信部は、前記主信号光受信部が受信する前記主信号光よりも高い感度で前記監視光を受信するよう構成した、
受信装置。

50

【請求項 9】

光を増幅することが可能な増幅帯域内に配置された、主信号光と、前記主信号光と異なる波長の監視光と、を重畳して波長多重信号とし、
前記波長多重信号を増幅して伝送する、
伝送方法。

【請求項 10】

送信する主信号光と、前記主信号光と異なる波長の監視光と、を重畳する波長多重部と、

入力された光信号を増幅して出力する送信光増幅部と、を備え、

前記主信号光の波長と前記監視光の波長とは、前記送信光増幅部が光を増幅することが可能な増幅帯域内の波長であり、

前記送信光増幅部は、前記波長多重部により前記主信号光と前記監視光とを重畳した後の波長多重信号を増幅するよう構成した、光信号伝送部と、

前記波長多重部により重畳された前記波長多重信号を受信し、受信した前記波長多重信号を増幅して出力する受信光増幅部と、

前記受信光増幅部により増幅された前記波長多重信号を、前記主信号光と、前記主信号光と異なる波長の前記監視光と、に分離する波長分離部と、を備えた、光信号受信部と、
を備える、光信号送受信装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、伝送装置、受信装置、伝送方法、光信号送受信装置にかかり、特に、複数の波長の光信号を重畳して伝送する伝送装置、受信装置、伝送方法、光信号送受信装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

光ファイバを用いて高速で大容量の通信を行うための技術の一つとして、WDM (Wavelength Division Multiplexing、波長分割多重通信) 方式が知られている。

【0003】

WDM方式では、対抗する装置間の制御信号やユーザ回線、遠隔監視のためのDDC (Digital Communication Channel) 等を転送するために、主信号とは別の監視光信号の送受信を行うことがある。この時、監視光としては、主信号の使用可能な波長帯域を減少させないため、光増幅器の増幅帯域外の波長を使用する事が一般的である。

【0004】

監視光を検出するための技術としては、特許文献1が知られている。特許文献1には、検出した監視光にビット誤りが存在するか判別することで伝送路ファイバの切断の可能性を検出する方法が記載されている。これにより、よりノイズに強い光伝送システムを実現することが出来る。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

【特許文献1】特開2008-288849号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

しかしながら、特許文献1に記載されている技術では、例えば伝送路の損失が大きい場合には、監視光受信部の最小受光レベルを満たせず監視光を伝送できない場合があった。このように、監視光そのものを長距離伝送することが出来ないという問題が生じていた。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

そこで、本発明の目的は、上述した課題である、監視光を長距離伝送することが出来ない、という問題を解決することが出来る伝送装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

かかる目的を達成するため本発明の一形態である伝送装置は、送信する主信号光と、主信号光と異なる波長の監視光と、を重畳する波長多重部と、入力された光信号を増幅して出力する送信光増幅部と、を備え、主信号光の波長と監視光の波長とは、送信光増幅部が光を増幅することが可能な増幅帯域内の波長であり、送信光増幅部は、波長多重部により主信号光と監視光とを重畳した後の波長多重信号を増幅するよう構成した、という構成を採る。

10

【 0 0 0 9 】

また、本発明の他の形態である受信装置は、波長多重部により重畳された波長多重信号を受信し、受信した波長多重信号を増幅して出力する受信光増幅部と、受信光増幅部により増幅された波長多重信号を、主信号光と、主信号光と異なる波長の監視光と、に分離する波長分離部と、を備えた、という構成を採る。

20

【 0 0 1 0 】

また、本発明の他の形態である伝送方法は、光を増幅することが可能な増幅帯域内に配置された、主信号光と、主信号光と異なる波長の監視光と、を重畳して波長多重信号とし、波長多重信号を増幅して伝送する、という構成を採る。

【 0 0 1 1 】

また、本発明の他の形態である光信号送受信装置は、送信する主信号光と、主信号光と異なる波長の監視光と、を重畳する波長多重部と、入力された光信号を増幅して出力する送信光増幅部と、を備え、主信号光の波長と監視光の波長とは、送信光増幅部が光を増幅することが可能な増幅帯域内の波長であり、送信光増幅部は、波長多重部により主信号光と監視光とを重畳した後の波長多重信号を増幅するよう構成した、光信号伝送部と、波長多重部により重畳された波長多重信号を受信し、受信した波長多重信号を増幅して出力する受信光増幅部と、受信光増幅部により増幅された波長多重信号を、主信号光と、主信号光と異なる波長の監視光と、に分離する波長分離部と、を備えた、光信号受信部と、を備える、という構成を採る。

30

40

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明は、以上のように構成されることにより、監視光を長距離伝送することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態における伝送装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】第 1 の実施形態における受信装置の構成を示すブロック図である。

【図 3】図 1 で示す伝送装置における光信号の流れを矢印で示すブロック図である。

【図 4】図 1 の示す伝送装置における光信号の流れを示すフローチャートである。

50

【図5】図2で示す受信装置における光信号の流れを矢印で示すブロック図である。

【図6】図2で示す受信装置における光信号の流れを示すフローチャートである。

【図7】第2の実施形態における光信号送受信装置の構成を示すブロック図である。

【図8】図7で示す光信号送受信装置における光信号の流れを矢印で示すブロック図である。

【図9】図7で示す主信号光送信部の構成の一例を示すブロック図である。

【図10】第2の実施形態における主信号光及び監視光の波長配置を示す図である。

【図11】図7で示す送信光増進部の構成の一例を示すブロック図である。

【図12】第2の実施形態における光信号の出力のレベルの変化を示すグラフ図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

<実施形態1>

本発明の第1の実施形態を、図1乃至図6を用いて説明する。図1は、伝送装置1の構成を示すブロック図である。図2は、受信装置2の構成を示すブロック図である。図3は、伝送装置1における光信号の流れを示すブロック図である。図4は、伝送装置1における光信号の伝送の流れを示すフローチャートである。図5は、受信装置2における光信号の流れを示すブロック図である。図6は、受信装置2における光信号の伝送の流れを示すフローチャートである。

【0015】

本発明の第1の実施形態では、入力された主信号光及び監視光を増幅して伝送する伝送装置1と、伝送装置1により伝送された光信号を受信する受信装置2について説明する。なお、本実施形態では、伝送装置1、受信装置2の概略について説明する。また、本実施形態では、伝送装置1と受信装置2とは、伝送路を介して接続されている。

【0016】

(構成)

まず、伝送装置1の構成の概略について説明する。図1で示すように、本実施形態における伝送装置1は、波長多重部11と送信光増幅部12とを備えている。また、図示しない主信号光送信手段と監視光送信手段を備えている。

【0017】

また、主信号光送信手段と波長多重部11の間、監視光送信手段と波長多重部11の間、波長多重部11と送信光増幅部の間は、光信号を伝送することが可能な伝送路により接続されている。

【0018】

主信号光送信手段及び監視光送信手段について説明する。主信号光送信手段は、主信号光を出力する手段である。後述する送信光増幅部12及び受信光増幅部21が光信号を増幅することが可能な増幅帯域内に主信号光の波長が位置するように、主信号光送信手段は主信号光を出力する。また、監視光送信手段は、監視光を出力する手段である。監視光の波長も、後述する送信光増幅部12及び受信光増幅部21が光信号を増幅することが可能な増幅帯域内に位置するように、監視光送信手段は監視光を出力する。また、監視光送信手段は、監視光の波長が主信号光送信手段により出力される主信号光とは異なる波長になるように、監視光を出力する。

【0019】

なお、本実施形態では、主信号光の波長が一つの場合について説明する。しかしながら、本発明の実施は、必ずしも主信号光の波長が一つの場合に限られない。それぞれ波長の異なる複数の主信号光を用いることも可能である。

【0020】

次に、波長多重部11について説明する。波長多重部11は、主信号光送信手段が出力した主信号光と監視光送信手段が出力した監視光とを重畳する部分である。具体的には、波長多重部11はまず、主信号光送信手段により出力された主信号光と監視光送信手段により出力された監視光とを受信する。次に、波長多重部11は、受信した主信号光と監視

10

20

30

40

50

光とを重畳して波長多重信号とする。そして、波長多重部 1 1 は、重畳した波長多重信号を後述する送信光増幅部 1 2 へと出力する。

【 0 0 2 1 】

なお、上述したように、主信号光の波長と監視光の波長とは互いに異なる波長である。そのため、波長多重部 1 1 が主信号光と監視光を重畳しても、主信号光と監視光とは干渉しない。

【 0 0 2 2 】

次に、送信光増幅部 1 2 について説明する。送信光増幅部 1 2 は、波長多重部 1 1 が重畳した波長多重信号を増幅する部分である。具体的には、送信光増幅部 1 2 はまず、波長多重部 1 1 が出力した波長多重信号を受信する。次に、送信光増幅部 1 2 は、受信した波長多重信号を増幅する。その後、送信光増幅部 1 2 は、増幅した波長多重信号を伝送路へと出力する。

10

【 0 0 2 3 】

なお、上述したように、本実施形態において、主信号光の波長と監視光の波長とはそれぞれ、送信光増幅部 1 2 が光信号を増幅することが出来る増幅帯域内に配置されている。そのため、送信光増幅部 1 2 は、波長多重信号に含まれるそれぞれの波長の光を増幅することが出来る。

【 0 0 2 4 】

また、本実施形態における伝送路は光ファイバである。本発明は、光ファイバの伝搬モードや素材などには依存せず実施可能である。

20

【 0 0 2 5 】

以上が、本実施形態における伝送装置 1 の構成の概略である。次に、受信装置 2 の構成の概略について説明する。受信装置 2 は、伝送装置 1 により伝送される波長多重信号を受信する装置である。上述したように、伝送装置 1 と受信装置 2 との間は伝送路である光ファイバにより接続されている。

【 0 0 2 6 】

図 2 で示すように、本実施形態における受信装置 2 は、受信光増幅部 2 1 と波長分離部 2 2 とを備えている。また、図示しない主信号光受信手段と監視光受信手段を備えている。

【 0 0 2 7 】

また、受信光増幅部 2 1 と波長分離部 2 2 の間、波長分離部 2 2 と主信号光受信手段の間、波長分離部 2 2 と監視光受信手段の間は、光信号を伝送することが可能な伝送路により接続されている。

30

【 0 0 2 8 】

まず、受信光増幅部 2 1 について説明する。受信光増幅部 2 1 は、伝送路により伝送される波長多重信号を受信して増幅する部分である。具体的には、受信光増幅部 2 1 はまず、伝送路を介して伝送装置 1 より伝送される波長多重信号を受信する。次に、受信光増幅部 2 1 は、受信した波長多重信号を増幅する。そして、受信光増幅部 2 1 は、波長多重信号を増幅した後、増幅後の波長多重信号を出力する。

【 0 0 2 9 】

なお、上述したように、伝送装置 1 により伝送される波長多重信号は、受信光増幅部 2 1 により増幅することが可能な増幅帯域内の波長の主信号光、監視光により構成される。そのため、受信光増幅部 2 1 は、受信した波長多重信号内のそれぞれの波長の光を増幅することが出来る。

40

【 0 0 3 0 】

次に、波長分離部 2 2 について説明する。波長分離部 2 2 は、受信光増幅部 2 1 により増幅された波長多重信号を主信号光と監視光とに分離する部分である。具体的には、波長分離部 2 2 はまず、受信光増幅部 2 1 により増幅された波長多重信号を受信する。そして、波長分離部 2 2 は、受信した波長多重信号を主信号光と監視光とに分離する。その後、波長分離部 2 2 は、分離した主信号光と監視光とをそれぞれ出力することになる。

50

【 0 0 3 1 】

なお、波長分離部 2 2 は、波長多重信号の主信号光がそれぞれ波長が異なる複数の主信号光により構成されていた場合には、それぞれの波長の主信号光へと、波長毎に波長多重信号を分離することが出来るよう構成することが出来る。

【 0 0 3 2 】

次に、主信号光受信手段と監視光受信手段について説明する。主信号光受信手段は、波長分離部 2 2 が波長多重信号から分離した主信号光を受信する手段である。また、監視光受信手段は、波長分離部 2 2 が波長多重信号から分離した監視光を受信する手段である。受信装置 2 は、主信号光受信手段及び監視光受信手段を備えることで、伝送装置 1 が伝送する光信号を受信することが出来る。

10

【 0 0 3 3 】

以上が、本実施形態における受信装置 2 の構成の概略である。次に、本実施形態における伝送装置 1 内の光信号の流れを図 3、図 4 を用いて説明する。

【 0 0 3 4 】

(流れ)

まず、図 3 の矢印で示すように、主信号光送信手段は主信号光を出力する。また、監視光送信手段は監視光を出力する。

【 0 0 3 5 】

次に、図 4 で示すように、主信号光送信手段が出力した主信号光と監視光送信手段が出力した監視光とを、波長多重部 1 1 が受信する (s 0 0 1)。すると、主信号光と監視光とを受信した波長多重部 1 1 は、主信号光と監視光とを重畳して波長多重信号とする (S 0 0 2)。そして、波長多重部 1 1 は、主信号光と監視光とを重畳した波長多重信号を送信光増幅部 1 2 へと出力する (s 0 0 3)。

20

【 0 0 3 6 】

次に、波長多重部 1 1 が出力した波長多重信号を、送信光増幅部 1 2 が受信する (s 0 0 4)。そこで、送信光増幅部 1 2 は、受信した波長多重信号を増幅する (s 0 0 5)。そして、送信光増幅部 1 2 は、増幅した波長多重信号を出力する (s 0 0 6)。その後、増幅した波長多重信号は、伝送路を介して伝送されることになる。

【 0 0 3 7 】

以上が、本実施形態における伝送装置 1 内の光信号の流れである。次に、本実施形態における受信装置 2 内の光信号の流れを図 5、図 6 を用いて説明する。

30

【 0 0 3 8 】

上述したように、本実施形態において伝送装置 1 と受信装置 2 とは伝送路を介して接続されている。そのため、図 5 の矢印で示すように、伝送装置 1 から伝送される波長多重信号は、伝送路を介して受信装置 2 へと伝送される。

【 0 0 3 9 】

受信装置 2 内部の光信号の動きについて説明する。図 6 で示すように、まずは受信光増幅部 2 1 が、伝送路を介して伝送される波長多重信号を受信する (S 1 0 1)。すると、波長多重信号を受信した受信光増幅部 2 1 は、受信した波長多重信号を増幅する (S 1 0 2)。そして、受信光増幅部 2 1 は、増幅した波長多重信号を波長分離部 2 2 に出力する (S 1 0 3)。

40

【 0 0 4 0 】

次に、受信光増幅部 2 1 が出力した波長多重信号を、波長分離部 2 2 が受信する (S 1 0 4)。そして、波長分離部 2 2 は、受信した波長多重信号を、主信号光と監視光とに分離する (S 1 0 5)。その後、波長分離部 2 2 は、分離した主信号光と監視光とをそれぞれ出力する。

【 0 0 4 1 】

そして、波長分離部 2 2 が出力した主信号光と監視光とは、それぞれ、主信号光受信手段及び監視光受信手段により受信されることになる。

【 0 0 4 2 】

50

以上が、本実施形態における受信装置 2 内の光信号の流れである。

【0043】

このように、本実施形態の伝送装置 1 は、送信する主信号光と主信号光と異なる波長の監視光とを重畳する波長多重部と、波長多重部で重畳された光信号（波長多重信号）を増幅して出力する送信光増幅部と、を備える。これにより、主信号光と監視光とを重畳した後、主信号光と監視光とを重畳した波長多重信号を増幅することが出来るようになる。その結果、監視光を長距離伝送することが出来る。

【0044】

また、本実施形態の受信装置 2 は、波長多重部により重畳された（伝送装置が伝送した）波長多重信号を受信し、受信した波長多重信号を増幅して出力する受信光増幅部と、受信光増幅部により増幅された波長多重信号を主信号光と主信号光と異なる波長の監視光とに分離する波長分離部と、を備える。これにより、監視光を含む波長多重信号を増幅した後、波長多重信号を分離して受信することが出来るようになる。その結果、監視光の長距離伝送をより確実にを行うことが可能になる。

10

【0045】

なお、上述した伝送装置 1 により実行される伝送方法は、光を増幅することが可能な増幅帯域内に配置された、主信号光と、主信号光と異なる波長の監視光と、を重畳して波長多重信号とし、波長多重信号を増幅して伝送する、という伝送方法である。このような伝送方法であっても、上述した伝送装置 1 と同様の効果を奏するために、本発明の目的を発生することが出来る。

20

【0046】

また、上述した伝送装置 1 の機能及び受信装置 2 の機能を備える光信号送受信装置によっても、上述した伝送装置 1 及び受信装置 2 と同様の効果を奏するために、本発明の目的を達成することが出来る。

【0047】

<実施形態 2 >

次に、本発明の第 2 の実施形態を、図 7 乃至図 12 を用いて説明する。図 7 は、光信号送受信装置 3 の構成を示すブロック図である。図 8 は光信号送受信装置 3 内の光信号の流れを示すブロック図である。図 9 は、光信号送受信装置 3 が備える主信号光送信部 31 の構成の一例を示すブロック図である。図 10 は、主信号光及び監視光の波長配置を示すグラフ図である。図 11 は、光信号送受信装置 3 が備える送信光増幅部 34 の構成の一例を示すブロック図である。図 12 は、光信号送信部において光信号が送信されてから光信号受信部において光信号が受信されるまでの光信号の出力のレベルを示すグラフ図である。

30

【0048】

ここで、本実施形態は、上述した実施形態 1 にて開示した伝送装置 1 及び受信装置 2 の具体的な一例を示すものである。以下では、実施形態 1 の伝送装置 1 に相当する光信号伝送部と、実施形態 1 の受信装置 2 に相当する光信号受信部と、を備える光信号送受信装置 3 について説明する。なお、本実施形態では、光信号伝送部の機能と光信号受信部の機能とが一つの装置により実現されるとする。しかしながら、本実施形態の実施は、第 1 の実施形態と同様に、光信号伝送部の機能を実現する装置と光信号受信部の機能を実現する装置との 2 つの装置によっても、実現することが出来る。

40

【0049】

（構成）

図 7 で示すように、本実施形態における光信号送受信装置 3 は、光信号伝送部と光信号受信部とより構成されている。光信号送信部は、主信号光送信部 31 と、監視光送信部 32 と、波長多重部 33 と、送信光増幅部 34 と、を備えている。また、光信号受信部は、受信光増幅部 35 と、波長分離部 36 と、主信号光受信部 37 と、監視光受信部 38 と、を備えている。

【0050】

また、図 8 で示すように、主信号光送信部 31 と波長多重部 33 の間、監視光送信部 3

50

2と波長多重部33の間、波長多重部33と送信光増幅部34の間のそれぞれは、光信号を送信可能なように接続されている。本実施形態において具体的には、光ファイバにより接続されている。なお、後述するように、主信号光送信部31は、複数の波長の主信号光を波長多重部に送信することが出来るよう構成されている。そのため、主信号光送信部31と波長多重部33の間は、複数の光ファイバで接続されている。また、光信号受信部においても、光信号伝送部と同様に、各構成の間は光ファイバにより接続されている。以下、各構成について詳述する。

【0051】

まず、主信号光送信部31について説明する。主信号光送信部31は、主信号光を出力する光デバイスである。図8で示すように、主信号光送信部31は、それぞれ波長(CH、チャンネル)の異なる複数の波長の主信号光(光信号)を出力することが出来るように構成されている。また、複数の主信号光それぞれの波長が、後述する送信光増幅部34、受信光増幅部35において増幅することが可能な増幅帯域内にそれぞれ位置するように、主信号光送信部31は主信号光を出力する。

10

【0052】

ここで、ある一つの波長の主信号光を出力する際に用いられる構成について、図9を用いて説明する。図9で示すように、主信号光は、半導体レーザ41と光変調器42と用いることで出力される。

【0053】

本実施形態において半導体レーザ41は発光素子を備えて構成されており、一定の強さで光を出力するよう調整されている。また、光変調器42はEA(Electro Absorption modulator)変調器を用いており、電気信号を入力可能なよう構成されている。このように構成することにより、主信号光送信部31は、電気信号に応じた主信号光を出力することが出来る。具体的には、まず、半導体レーザ41は所定の強さの一定の光を出力する。そして、半導体レーザ41が出力した光を光変調器42に入射する。一方、光変調器42は、光変調器42に入力される電気信号に応じて、入射した光の吸収を増減させる。その結果、光の点滅が実現し、電気信号を光信号に変換することが出来る。つまり、主信号光送信部31は、電気信号に応じた光信号を出力することが出来る。

20

【0054】

なお、本実施形態においては、外部変調方式により強度変調を行う場合について説明した。しかしながら、本発明の実施は、光信号の伝送方式には依存しない。そのため、例えば、電気信号に応じて直接半導体レーザのオン、オフを行う直接変調により、強度変調を行っても構わない。また、多値変調方式を用いても構わない。さらに、本実施形態では、半導体レーザとEA変調器を用いている。しかしながら、本発明は、特定の方式に依存せず実施することが可能である。例えばLN(ニオブ酸リチウム)導波路型の変調器を用いる、半導体レーザ以外の光源を用いる、などを行っても構わない。

30

【0055】

次に、監視光送信部32について説明する。監視光送信部32は、監視光を出力する光デバイスである。監視光の波長も、後述する送信光増幅部34、受信光増幅部35において増幅することが可能な増幅帯域内に位置するよう、監視光送信部32により出力される。さらに、監視光の波長は、複数の主信号光の波長のいずれとも異なるように、監視光送信部32により出力される。また、監視光送信部32の構成は、主信号光送信部31の構成と同様である。そのため、詳細な構成については省略する。

40

【0056】

本実施形態においては、監視光送信部32が備える半導体レーザ41は、主信号光送信部31が備える半導体レーザ41よりも、所定の強さ分(例えば数db程度)光を強く出力するよう調整する。後述するように、増幅帯域の端を用いて監視光を増幅することで、監視光が得ることの出来る増幅ゲインは低下する。そこで、監視光送信部32は、増幅帯域の端を使用することによる増幅ゲインの低下を補うことが出来るように、監視光を主信号

50

光よりも強く出力する。さらに、本実施形態では、監視光送信部 3 2 が出力する監視光信号（監視光による信号）が、主信号光送信部 3 1 が出力する主信号（主信号光による信号）よりも低速の信号になるように、監視光送信部 3 2 を調整する。具体的には、主信号光送信部 3 1 が出力する主信号が G b i t / s 以上の高速信号であるのに対して、監視光送信部 3 2 が出力する監視光信号は M b i t / s レベルの低速信号になるように、監視光送信部 3 2 を調整する。

【 0 0 5 7 】

ここで、監視光送信部 3 2 が出力する監視光の波長について、図 1 0 を用いてより詳しく説明する。

【 0 0 5 8 】

図 1 0 で示すように、送信光増幅部 3 4 や受信光増幅部 3 5 により光を増幅することが可能な増幅帯域は、増幅帯域の端（最短波近傍、最長波近傍）に行くほど光増幅ゲインや平坦度などの特性を得ることが出来なくなる。さらに、一般には、増幅帯域の最短波、最長波付近は伝送路での損失も大きくなる傾向にある。そのため、増幅帯域の最短波、最長波近傍の波長は、通常、主信号光では使用していない。そこで、通常は主信号光では使用しない波長、つまり増幅帯域の端側に監視光の波長を配置する。

【 0 0 5 9 】

具体的には、図 1 0 で示すように、送信光増幅部 3 4 、受信光増幅部 3 5 が増幅する事の出来る増幅帯域内の最短波近傍または最長波近傍に位置するように、監視光を出力する。さらに、監視光は、主信号帯を構成する各主信号光の各波長のいずれからも、予め定められた所定の周波数分少なくとも離れるように出力する。一般に、主信号帯を構成する主信号光は 1 0 0 G H z 若しくは 5 0 G H z 間隔で出力されている。一方、監視光は、各主信号光の間隔よりも十分な間隔を持つように出力する。具体的には、主信号帯を構成する各主信号光の波長のいずれからも、最低数百 G H z 離れたところに位置するように（主信号光間の間隔よりも最低でも数倍は離れるように）監視光を出力する。

【 0 0 6 0 】

このように、本実施形態では、通常主信号光では使用しない増幅帯域内の最短波または最長波近傍に監視光の波長を配置する。これにより、主信号光が使用する事が可能な波長を狭めることなく監視光を増幅帯域内に配置することが出来る。その結果、主信号光が使用可能な波長を制限することなく、監視光を増幅して長距離伝送することが可能になる。また、本実施形態では、監視光の波長は主信号帯から数百 G H z の間隔を空けて（主信号光間の間隔よりも数倍の間隔を空けて）配置する。これにより、監視光の精密な波長制御が不要になる。その結果、監視光の精密な波長制御のための装置が不要となり、コストを削減することが出来る。

【 0 0 6 1 】

さらに、上述したように、監視光送信部 3 2 が備える半導体レーザ 4 1 は、主信号光送信部 3 1 が備える半導体レーザ 4 1 よりも、所定の強さ分（増幅ゲインの低下を抑えられる分）光を高く出力するよう調整されている。このように、監視光送信部 3 2 が主信号光送信部 3 1 よりも所定の強さ分高い出力レベルで監視光を出力することで、増幅帯域の端に監視光を配置することによる増幅ゲインの低下を補うことが出来る。その結果、増幅帯域の端に監視光の波長を配置したとしても、より確実に監視光を長距離伝送することが可能になる。

【 0 0 6 2 】

次に、波長多重部 3 3 について説明する。波長多重部 3 3 は、波長多重部 3 3 に入力された、波長がそれぞれ異なる主信号光と、主信号光のいずれとも波長の異なる監視光と、を合波する光デバイスである。具体的には、波長多重部 3 3 は、波長多重部 3 3 に入力された主信号光と監視光とを合波して波長多重信号とする。そして、波長多重部 3 3 は、合波した波長多重信号を 1 本の光ファイバに挿入する。波長多重部 3 3 は例えば、誘電体多層膜フィルタや、アレイ導波路回折格子などにより構成される。

【 0 0 6 3 】

10

20

30

40

50

次に、送信光増幅部 3 4 について説明する。送信光増幅部 3 4 は、受信した波長多重信号を増幅する光デバイスである。図 1 1 で示すように、送信光増幅部 3 4 は、励起光源 5 1 と合波器 5 2 と E r (エルビウム) 添加ファイバ 5 3 と光アイソレータ 5 4 とにより構成される。

【 0 0 6 4 】

励起光源 5 1 は、励起波長が 1 . 4 8 μ m の光源である。励起光源により出力される励起光は、合波器 5 2 を介して E r 添加ファイバへと入射される。そして、送信光増幅部 3 4 に入射された波長多重信号を増幅することになる。

【 0 0 6 5 】

合波器 5 2 は、送信光増幅部 3 4 が受信した波長多重信号と励起光源 5 1 が出力した励起光とを合波する光デバイスである。合波器 5 2 を介して、波長多重信号と励起光とを E r 添加ファイバ 5 3 に入射することになる。

10

【 0 0 6 6 】

E r 添加ファイバ 5 3 は、E r (エルビウム) を光ファイバ中に添加した光ファイバである。上述したように、E r 添加ファイバ 5 3 に所定の波長の励起光を入射することで、送信光増幅部 5 3 は、受信した波長多重信号を増幅することが出来る。

【 0 0 6 7 】

光アイソレータ 5 4 は、一方向には光を通すが、別方向には光を通さない光学素子である。これにより、波長多重部から入力された光信号を伝送路側に通す一方で、反対方向の光信号を遮断することが出来る。光アイソレータ 5 4 は、光学部品に反射して光源に戻る戻り光から光源を保護するために使用される。

20

【 0 0 6 8 】

このように励起光源 5 1 と合波器 5 2 と E r 添加ファイバ 5 3 と光アイソレータ 5 4 とを用いることで、送信光増幅部 3 4 は、送信光増幅部 3 4 に入力された波長多重信号を増幅して伝送路へと伝送することが出来る。

【 0 0 6 9 】

なお、本実施形態では、送信光増幅部 3 4 の一例として E r 添加ファイバを用いる場合を挙げた。しかしながら、本発明は、送信光増幅部 3 4 による光信号の増幅の方法には依存せず実施することが出来る。そのため、例えば、送信光増幅部 3 4 として、ラマン増幅器や半導体光増幅器等を用いても構わない。

30

【 0 0 7 0 】

そして、送信光増幅部 3 4 により増幅された波長多重信号は、伝送路により伝送されることになる。また、伝送路を介して光信号受信部が受信した波長多重信号は、受信光増幅部 3 5 で増幅されることになる。ここで、伝送路について説明する。本実施形態における伝送路は光ファイバである。本発明は、光ファイバの伝搬モードや素材などには依存せず実施可能である。そのため、光ファイバの種類については特に言及しない。

【 0 0 7 1 】

次に、受信光増幅部 3 5 について説明する。受信光増幅部 3 5 は、光信号受信部で受信した波長多重信号を増幅する光デバイスである。受信光増幅部 3 5 の構成は、送信光増幅部 3 4 の構成と同様である。そのため、詳細については省略する。

40

【 0 0 7 2 】

次に、波長分離部 3 6 について説明する。波長分離部 3 6 は、波長分離部 3 6 が受信した波長多重信号を、それぞれの波長の主信号光、監視光に、波長毎に分波するための光デバイスである。具体的には、波長分離部 3 6 は、受信光増幅部 3 5 が増幅した波長多重信号を受信する。そして、波長分離部 3 6 は、受信した波長多重信号を、波長毎に、主信号光と監視光とに分波する。そして、分波した主信号光と監視光とを出力する。その後、主信号光は主信号光受信部 3 7 で受信され、監視光は監視光受信部 3 8 で受信されることになる。波長分離部 3 6 は、例えば、誘電体多層膜フィルタや、アレイ導波路回折格子などにより構成される。

【 0 0 7 3 】

50

次に、主信号光受信部 37 について説明する。主信号光受信部 37 は、波長分離部 36 で分離した主信号光を受光する光デバイスである。主信号光受信部 37 は、受信した光信号を電気信号に変換する受光素子により構成される。主信号光受信部 37 が主信号光を受光することで、光信号受信部は受信した光信号を電気信号に変換することが出来る。

【0074】

次に、監視光受信部 38 について説明する。監視光受信部 38 は、波長分離部 36 で分離した監視光を受光する光デバイスである。監視光受信部 38 は、受信した光信号を電気信号に変換する受光素子により構成される。監視光受信部 38 が監視光を受光することで、光信号受信部は受信した光信号を電気信号に変換することが出来る。

【0075】

なお、本実施形態においては、監視光受信部 38 の最小受光感度は、主信号光受信部 37 の最小受光感度に対して低く設定される。これは、主信号よりも監視光信号が低速の信号を使用しているため可能になる。このように、監視光受信部 38 の最小受光感度を主信号光受信部 37 の最小受光感度に対して低く設定することで、増幅帯域の端に監視光の波長を配置することによる増幅ゲインの低下や伝送路での損失を補うことが可能になる。その結果、監視光をより確実に長距離伝送することが出来るようになる。

【0076】

以上が、本実施形態における光信号送受信装置 3 の構成である。次に、本実施形態における光信号送受信装置 3 内の光信号の流れを図 8、図 10、図 14 を用いて説明する。まずは光信号を伝送する際の光信号の流れについて説明する。

【0077】

(流れ)

図 8 の矢印で示すように、主信号光送信部 31 及び監視光送信部 32 は、受信した電気信号を光信号に変調して出力する。なお、主信号光送信部 31 は、複数の波長の光信号を送信することにより、複数の情報を送信することが出来る。

【0078】

また、この際には、図 12 で示すように、監視光送信部 32 は、主信号光送信部 31 が送信する主信号光よりも所定の強さ分 (+ dB 程度) 強く監視光を出力する。また、主信号光送信部 31 が送信する複数の主信号光と、監視光送信部 32 が送信する監視光とは、それぞれ互いに異なる波長である。そして、複数の主信号光、監視光の波長のいずれもが、送信光増幅部 34、受信光増幅部 35 が光を増幅することの出来る増幅帯域内にあるように、主信号光送信部 31 及び監視光送信部 32 は、主信号光、監視光を出力する。

【0079】

次に、主信号光送信部 31 と監視光送信部 32 が出力した主信号光、監視光を、波長多重部 33 が受信して合波する。そして、波長多重部 33 は、合波した波長多重信号を 1 本の光ファイバに挿入する。

【0080】

次に、波長多重部 33 が合波した波長多重信号を、送信光増幅部 34 が受信して増幅する。なお、図 10 で示すように、本実施形態において監視光の波長は、送信光増幅部 34 の増幅帯域の端に配置されている。そのため、図 12 で示すように、監視光が得ることの出来る増幅ゲインは、主信号光が得ることの出来る増幅ゲインと比べて小さくなる。

【0081】

そして、送信光増幅部 34 で増幅された波長多重信号は、光ファイバを介して伝送されることになる。なお、一般には、増幅帯域の端付近は、伝送路での損失も大きくなる。そのため、図 12 で示すように、光ファイバを通過する際には、監視光は、主信号光よりも大きく減衰することになる。

【0082】

以上が、光信号送受信装置 3 が光信号を伝送する際の光信号の流れである。次に、光信号送受信装置 3 が光信号を受信する際の光信号の流れについて説明する。

【0083】

10

20

30

40

50

図 8 の矢印で示すように、光ファイバを経由して伝送された波長多重信号は、受信光増幅部 35 が受信する。そして、受信光増幅部 35 は、図 12 で示すように、受信した波長多重信号を増幅する。

【0084】

次に、増幅した波長多重信号を波長分離部 36 が受信する。そして、波長分離部 36 は、図 8 で示すように、受信した波長多重信号を、主信号光と監視光とに、波長毎にそれぞれ分離する。そして、波長毎に分離したそれぞれの光信号をそれぞれ、光ファイバに挿入する。

【0085】

その後、主信号光受信部 37 と監視光受信部 38 とが、それぞれ主信号光、監視光とを受光する。なお、この際には、図 12 で示すように、監視光の方がより大きく減衰していることが考えられる。そのため、監視光受信部 38 の最小受光感度は、主信号光受信部 37 の最小受光感度に対して低く設定する。これにより、監視光がより大きく減衰していたとしても、安定的に受光することが出来る。

10

【0086】

<付記>

上記実施形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載されうる。以下、本発明における伝送装置などの概略を説明する。但し、本発明は、以下の構成に限定されない。

【0087】

(付記 1)

20

送信する主信号光と、前記主信号光と異なる波長の監視光と、を重畳する波長多重部と、

入力された光信号を増幅して出力する送信光増幅部と、を備え、

前記主信号光の波長と前記監視光の波長とは、前記送信光増幅部が光を増幅することが可能な増幅帯域内の波長であり、

前記送信光増幅部は、前記波長多重部により前記主信号光と前記監視光とを重畳した後の波長多重信号を増幅するよう構成した、

伝送装置。

【0088】

この構成によると、伝送装置が、主信号光と、主信号光と異なる波長の監視光と、を重畳する波長多重部と、波長多重部が重畳した後の光信号を増幅する送信光増幅部と、を備えることになる。このため、伝送装置は、主信号光と監視光とを重畳した後の波長多重信号を増幅することが出来るようになる。その結果、波長多重信号に含まれる監視光も増幅されることになり、監視光を長距離伝送することが出来るようになる。

30

【0089】

(付記 2)

付記 1 に記載の伝送装置であって、

前記主信号光は、それぞれ波長が異なる複数の主信号光により構成され、

前記監視光の波長は、前記複数の主信号光の波長のいずれとも異なる波長であり、

前記複数の主信号光の波長と前記監視光の波長とは、前記送信光増幅部が光を増幅することが可能な増幅帯域内の波長である、

40

伝送装置。

【0090】

この構成によると、波長が異なる複数の主信号光を重畳した後に、伝送することが出来る。その結果、より多くの情報を送信することが出来るようになる。

【0091】

(付記 3)

付記 1 又は 2 に記載の伝送装置であって、

前記監視光の波長は、前記送信光増幅部が光を増幅することが可能な帯域である増幅帯域の少なくとも最短波近傍又は最長波近傍の波長である、

50

伝送装置。

【0092】

この構成によると、監視光の波長は、送信光増幅部が光を増幅することが可能な帯域である増幅帯域の最短波、又は最長波近傍の波長となる。一般に、増幅帯域の最短波、又は最長波近傍の波長は主信号光としては利用されない。そのため、最短波、又は最長波近傍に監視光の波長を配置することで、主信号光の利用可能な増幅帯域を減らすことなく、監視光の波長を増幅帯域内に配置することが出来るようになる。その結果、伝送する主信号光を減らすことなく、監視光を増幅して長距離伝送することが出来るようになる。

【0093】

(付記4)

10

付記1乃至3いずれか1項に記載の伝送装置であって、

前記監視光の波長は、前記主信号光の波長と、予め定められた所定の周波数だけ前記増幅帯域の前記最短波又は前記最長波側に離れた波長である、

伝送装置。

【0094】

この構成によると、監視光の波長は、主信号光の波長と、予め定められた所定の周波数だけ増幅帯域の最短波又は最長波側に離れた波長となる。このように所定の周波数分だけ主信号光の波長と監視光の波長を離すことで、監視光の精密な波長制御が不要になる。その結果、監視光の出力に関するコストを下げることが可能になる。

【0095】

20

(付記5)

付記1乃至4いずれか1項に記載の伝送装置であって、

前記監視光は、前記主信号光の出力よりも予め定められた所定の強さ分強く出力される

、

伝送装置。

【0096】

この構成によると、監視光は、主信号光の出力よりも予め定められた所定の強さ分強く出力される。一般に、増幅帯域の端部分は得られる増幅ゲインが小さくなる。つまり、増幅帯域の端部分(最短波、又は最長波近傍)に監視光の波長を配置すると、得られる増幅ゲインは減少する。そのため、監視光を所定の強さ分強く主信号光よりも出力することで、得られる増幅ゲインの減少を補うことが出来る。その結果、より安定的に監視光を長距離伝送することが出来るようになる。

30

【0097】

(付記6)

付記1乃至5いずれか1項に記載の伝送装置であって、

前記監視光の転送速度を、前記主信号光の転送速度よりも予め定められた所定の速さ分低く設定した、

伝送装置。

【0098】

この構成によると、監視光信号の転送速度を、前記主信号光の転送速度よりも予め定められた所定の速さ分低く設定する。これにより、監視光受信部の入力レベルの最小受光感度を主信号のレベルに対して低く設定することが出来るようになる。その結果、監視光が主信号光よりも減衰していても受光出来るようになり、より安定的に監視光を長距離伝送することが出来るようになる。

40

【0099】

(付記7)

波長多重部により重畳された波長多重信号を受信し、受信した前記波長多重信号を増幅して出力する受信光増幅部と、

前記受信光増幅部により増幅された前記波長多重信号を、主信号光と、前記主信号光と異なる波長の監視光と、に分離する波長分離部と、を備えた、

50

受信装置。

【0100】

この構成によると、受信した波長多重信号を増幅する受信光増幅部と、受信光増幅部が増幅した波長多重信号を分離する波長分離部と、を受信装置が備えることになる。これにより、受信装置は、監視光を含む波長多重信号を増幅した後で、増幅後の波長多重信号を分離することが出来るようになる。その結果、監視光も増幅した後に分離することが出来ることになり、より安定的に監視光を長距離伝送することが出来るようになる。

【0101】

(付記8)

付記7に記載の受信装置であって、

前記波長分離部で分離された前記主信号光を受信する主信号光受信部と、前記監視光を受信する監視光受信部と、を併え、

前記監視光受信部は、前記主信号光受信部が受信する前記主信号光よりも高い感度で前記監視光を受信するよう構成した、

受信装置。

【0102】

この構成によると、受信装置の監視光受信部は、前記主信号光受信部が受信する前記主信号光よりも高い感度で前記監視光を受信するよう構成される。これにより、監視光が主信号光よりも減衰していても受光出来るようになる。その結果、より安定的に監視光を長距離伝送することが出来るようになる。

【0103】

(付記9)

光を増幅することが可能な増幅帯域内に配置された、主信号光と、前記主信号光と異なる波長の監視光と、を重畳して波長多重信号とし、

前記波長多重信号を増幅して伝送する、

伝送方法。

【0104】

(付記10)

送信する主信号光と、前記主信号光と異なる波長の監視光と、を重畳する波長多重部と

、
入力された光信号を増幅して出力する送信光増幅部と、を備え、

前記主信号光の波長と前記監視光の波長とは、前記送信光増幅部が光を増幅することが可能な増幅帯域内の波長であり、

前記送信光増幅部は、前記波長多重部により前記主信号光と前記監視光とを重畳した後の波長多重信号を増幅するよう構成した、光信号伝送部と、

前記波長多重部により重畳された前記波長多重信号を受信し、受信した前記波長多重信号を増幅して出力する受信光増幅部と、

前記受信光増幅部により増幅された前記波長多重信号を、前記主信号光と、前記主信号光と異なる波長の前記監視光と、に分離する波長分離部と、を備えた、光信号受信部と、

を備える、光信号送受信装置。

【符号の説明】

【0105】

- 1 伝送装置
- 1 1 波長多重部
- 1 2 送信光増幅部
- 2 受信装置
- 2 1 受信光増幅部
- 2 2 波長分離部
- 3 光信号送受信装置
- 3 1 主信号光送信部

10

20

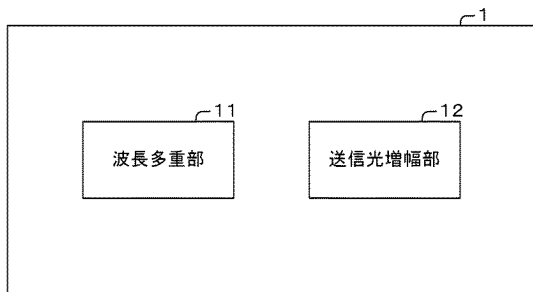
30

40

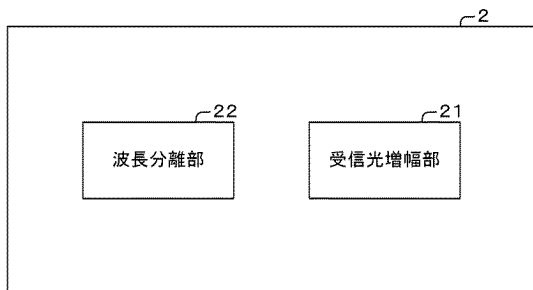
50

- 3 2 監視光送信部
- 3 3 波長多重部
- 3 4 送信光増幅部
- 3 5 受信光増幅部
- 3 6 波長分離部
- 3 7 主信号光受信部
- 3 8 監視光受信部
- 4 1 半導体レーザ
- 4 2 光変調器
- 5 1 励起光源
- 5 2 光合波器
- 5 3 Er添加ファイバ
- 5 4 光アイソレータ

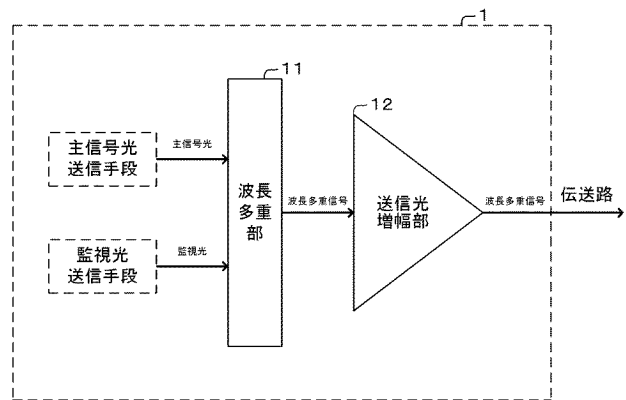
【図1】



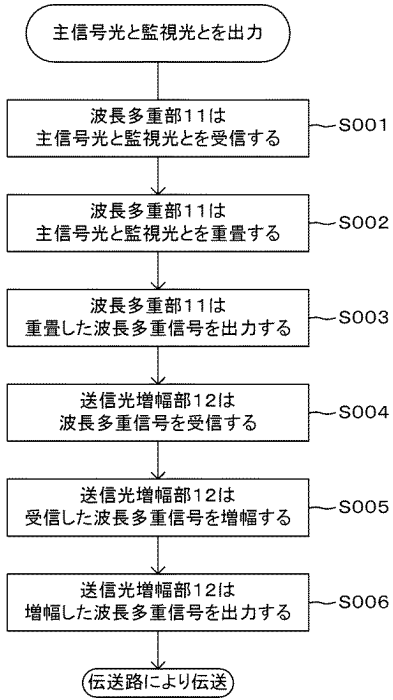
【図2】



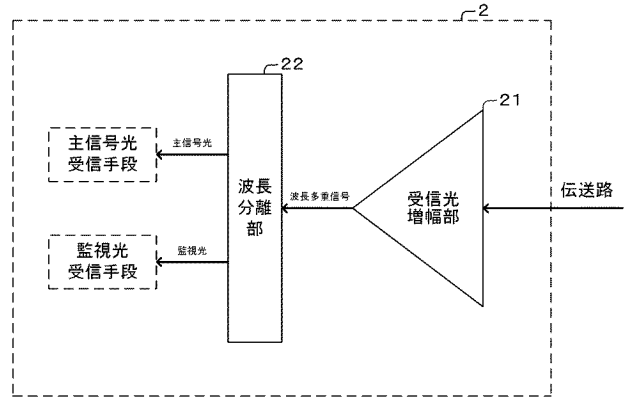
【図3】



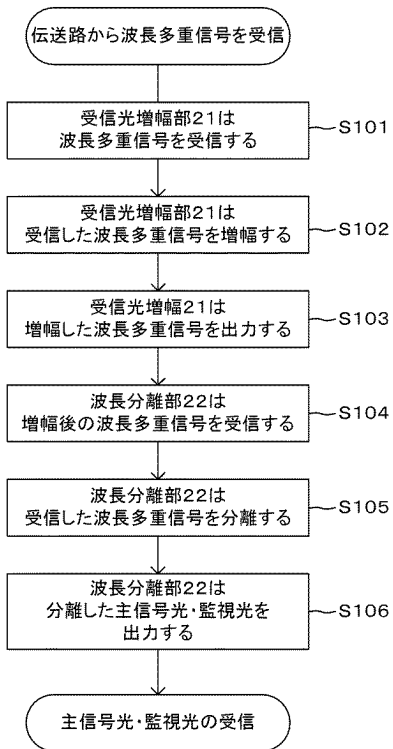
【 図 4 】



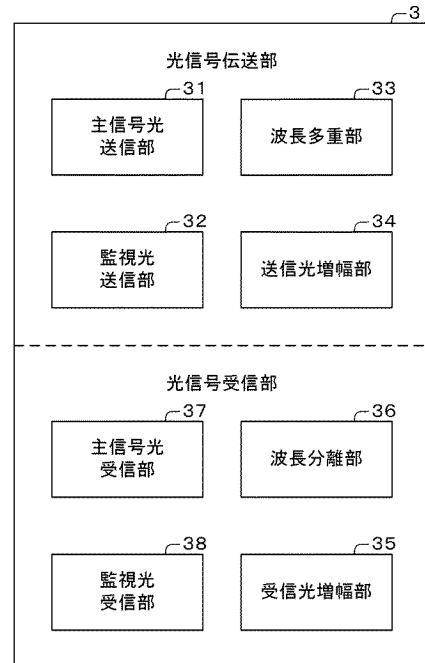
【 図 5 】



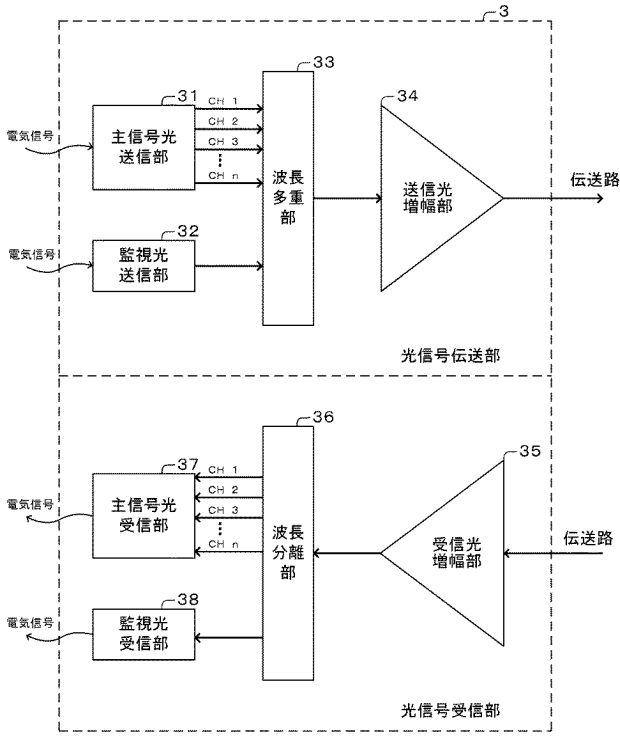
【 図 6 】



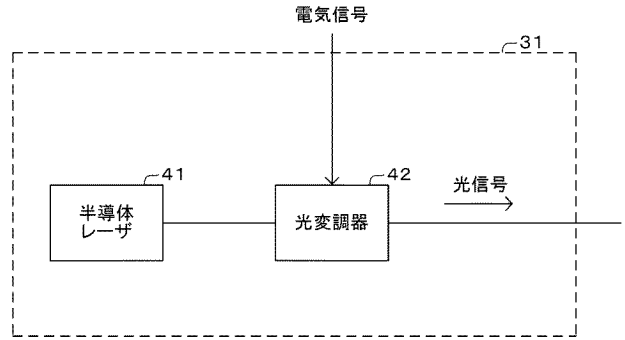
【 図 7 】



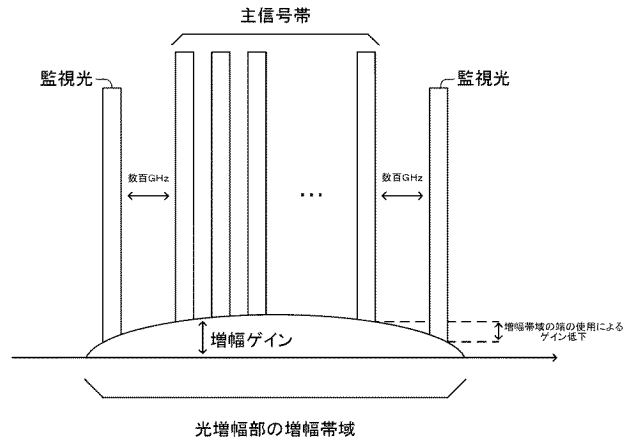
【図 8】



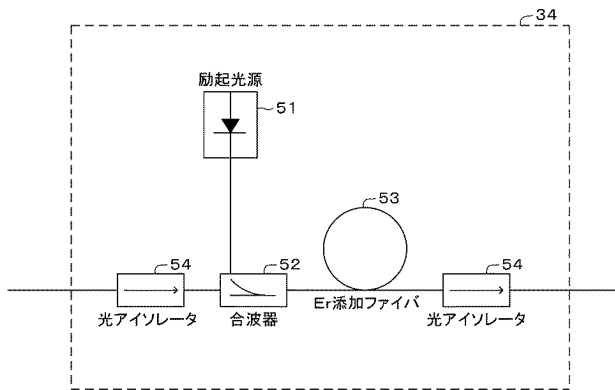
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【図 12】

