

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6339401号
(P6339401)

(45) 発行日 平成30年6月6日 (2018.6.6)

(24) 登録日 平成30年5月18日 (2018.5.18)

(51) Int.Cl.

F I

H O 4 J 14/00 (2006.01)

H O 4 J 14/00

H O 4 B 10/2581 (2013.01)

H O 4 B 10/2581

請求項の数 4 (全 5 頁)

(21) 出願番号	特願2014-73623 (P2014-73623)	(73) 特許権者	000208891
(22) 出願日	平成26年3月31日 (2014.3.31)		K D D I 株式会社
(65) 公開番号	特開2015-198262 (P2015-198262A)		東京都新宿区西新宿二丁目3番2号
(43) 公開日	平成27年11月9日 (2015.11.9)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成28年7月14日 (2016.7.14)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モード多重伝送の光送信装置及び光通信システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モード多重伝送のための光送信装置であって、

各伝搬モードのそれぞれに対応する複数の送信手段であって、それぞれが波長多重信号を出力する前記複数の送信手段と、

送信手段により出力される波長多重信号が、当該送信手段に対応する伝搬モードで伝搬される様にマルチモードファイバに出力するガイド手段と、
を備えており、

送信手段が出力する波長多重信号に含まれる波長は、当該送信手段に対応する伝搬モードとの伝搬定数の差が所定値以内である他の伝搬モードに対応する送信手段が出力する波長多重信号には含まれない、ことを特徴とする光送信装置。

【請求項 2】

モード多重伝送のための光送信装置であって、

各伝搬モードのそれぞれに対応する送信手段と、

送信手段により出力される波長多重信号が、当該送信手段に対応する伝搬モードで伝搬される様にマルチモードファイバに出力するガイド手段と、
を備えており、

送信手段は、当該送信手段に対応する伝搬モードの伝搬定数より大きく、かつ、最も近い伝搬定数の伝搬モードに対応する第1の送信手段、及び、当該送信手段に対応する伝搬モードの伝搬定数より小さく、かつ、最も近い伝搬定数の伝搬モードに対応する第2の送

10

20

信手段のそれぞれとは互いに異なる波長を使用することを特徴とする光送信装置。

【請求項 3】

前記モード多重伝送において使用される波長は、所定の波長間隔の波長グリッドに対応する波長であり、

前記マルチモードファイバの異なる伝搬モードのそれぞれに対応する送信手段において使用される波長は、異なる波長グリッドに対応する波長であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光送信装置。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の光送信装置と、前記光送信装置と前記マルチモードファイバ経由で通信する光受信装置と、を含む光通信システムであって、

前記光受信装置は、

前記各伝搬モードのそれぞれに対応し、対応する伝搬モードの波長多重信号を受信する受信手段を備えており、

前記受信手段は、対応する伝搬モードの波長を選択する光フィルタを有することを特徴とする光通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モード多重伝送による光通信技術に関する。

【背景技術】

【0002】

光ファイバによる伝送容量を増加させるために、非特許文献 1 は、同じ波長の信号を複数のモードで伝搬させ、各モードで伝搬する信号には独立した情報を搬送させるモード多重伝送を開示している。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【非特許文献 1】R. Ryf, et al., "Space-division multiplexing over 10 km of three-mode fiber using coherent 6x6 MIMO processing", OSA/OFC/NFOEC 2011, Postdeadline Papers 2011 年

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

一般的なマルチモードファイバではモード間結合が生じる。モード間結合が生じた場合、各モードで伝搬する信号の独立性が維持できなくなるため、モード多重伝送による伝送容量拡大ができない。モード間結合を小さくするために、特別に設計したマルチモードファイバ、モード合波器及びモード分波器を使用することが考えられる。しかしながら、ファイバ接続時のわずかな位置ずれや、モード合波器やモード分波器の設計値からのずれ等がモード結合を誘発するため、モード結合を十分に小さくすることは一般的には難しい。このため、各受信機において、無線通信システムで用いられている MIMO 伝送と同様のデジタル信号処理を用いることでモード分離を行う構成が非特許文献 1 には開示されているが、モード数が多くなるに従い、信号処理に必要な回路規模が莫大となり、その実現が困難となる。

【0005】

本発明は、効果的にモード間結合の影響を抑圧できる、モード多重伝送の光送信装置及び光通信システムを提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一側面によると、モード多重伝送のための光送信装置は、各伝搬モードのそれぞれに対応する複数の送信手段であって、それぞれが波長多重信号を出力する前記複数の送信手段と、送信手段により出力される波長多重信号が、当該送信手段に対応する伝搬モードで伝搬される様にマルチモードファイバに出力するガイド手段と、を備えており、送信手段が出力する波長多重信号に含まれる波長は、当該送信手段に対応する伝搬モードとの伝搬定数の差が所定値以内である他の伝搬モードに対応する送信手段が出力する波長多重信号には含まれない、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

モード間結合の影響を抑圧できる。

10

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】伝搬モードの説明図。

【図2】一実施形態によるモード多重伝送を行う光通信システムの構成図。

【図3】一実施形態による波長配置を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の例示的な実施形態について図面を参照して説明する。なお、以下の各図においては、実施形態の説明に必要な構成要素については図から省略する。

【0010】

20

図1は、伝搬モードについて説明する図である。マルチモードファイバを伝搬するモード数は、導波路パラメータ（規格化周波数）によって変化する。ここで、ある伝搬モードの伝搬定数と異なる伝搬定数の伝搬モードは、異なる伝搬モードである。なお、図1の規格化周波数が示す波長範囲は大変広く、波長多重で使用する複数の波長は、図1の横軸のスケールにおいては略点で表される。例えば、図1において規格化周波数が4の波長付近においては、伝搬定数の異なる3つの伝搬モードが存在する。

【0011】

図2は、本実施形態による光通信システムの構成図である。光送信装置1は、マルチモードファイバ3の各伝搬モードに対応する送信部11-1～11-Kを備えている。各送信部11-1～11-Kは、対応する伝搬モードで使用する波長の光信号を送信データで変調し、波長多重してモード合波部12に出力する。なお、各伝搬モードで使用する波長の考え方については後述する。モード合波部12は、各送信部11-1～11-Kからの波長多重された光信号が、対応するモードでマルチモードファイバ3を伝搬する様に、波長多重された光信号をマルチモードファイバ3に出力する導材（ガイド部）である。

30

【0012】

光受信装置2のモード分波部22は、マルチモードファイバ3の各モードで伝搬する光信号に対応する受信部に入力させるための導材である。各受信部21-1～21-Kは、対応する伝搬モードでマルチモードファイバ3を伝搬した光信号を波長分離し、各波長の光信号を復調する。

【0013】

40

続いて、本実施形態による、各伝搬モードで使用する波長配置について説明する。まず、本実施形態では、ある伝搬モードの伝搬定数と、その差が所定値以内である伝搬定数の伝搬モードを特定する。例えば、図3においてモード#B及び#Cの伝搬定数は、モード#Aの伝搬定数との差が所定値以内であるものとする。一実施形態において、モード#Aで伝搬させる波長は、モード#B及び#Cでは伝搬させない。この様に、伝搬定数が所定値以内のモードにおいては互いに異なる波長のみを伝搬させることでモード間結合が発生した場合においても、受信部21-1～21-Kに具備される、帯域通過型光フィルタにより、その信号特性への影響を低減させることができる。

【0014】

また、他の実施形態として、伝搬定数が、ある伝搬モードの伝搬定数より大きく、かつ

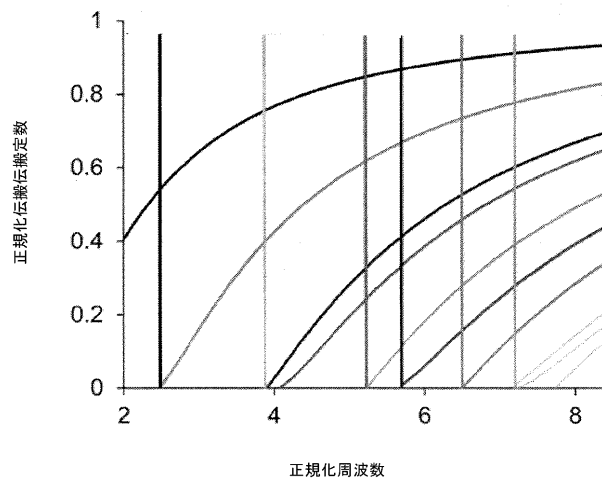
50

、最も近い伝搬モードを第１の伝搬モードとし、伝搬定数が、ある伝搬モードの伝搬定数より小さく、かつ、最も近い伝搬モードを第２の伝搬モードとし、これら第１の伝搬モード及び第２の伝搬モードを、纏めて、当該ある伝搬モードの隣接伝搬モードとする。そして、ある伝搬モードで使用する波長は、隣接伝搬モードで使用する波長とは互いに異なる様にする。この様に構成することで、モード間結合の影響を低減させることができる。

【 0 0 1 5 】

なお、モード多重伝送において使用される波長は、所定の波長間隔の波長グリッドに対応する波長である。つまり、送信部 1 1 - 1 ~ 1 1 - K が使用する波長は、異なる波長グリッドに対応する波長である。

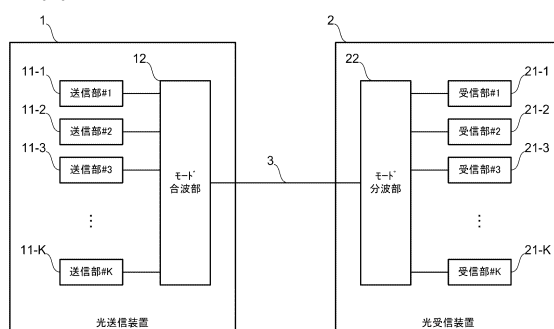
【 図 1 】



【 図 3 】

	モード#A	モード#B	モード#C
$\lambda 1$	○		
$\lambda 2$		○	
$\lambda 3$			○
$\lambda 4$	○		
$\lambda 5$		○	
$\lambda 6$			○
$\lambda 7$	○		
$\lambda 8$		○	
$\lambda 9$			○
$\lambda 10$	○		
$\lambda 11$		○	
$\lambda 12$			○
$\lambda 13$	○		
$\lambda 14$		○	
$\lambda 15$			○
$\lambda 16$	○		
$\lambda 17$		○	
$\lambda 18$			○
$\lambda 19$	○		
$\lambda 20$		○	
$\lambda 21$			○
$\lambda 22$	○		
...			

【 図 2 】



フロントページの続き

(74)代理人 100131886

弁理士 坂本 隆志

(74)代理人 100170667

弁理士 前田 浩次

(72)発明者 森田 逸郎

埼玉県ふじみ野市大原二丁目1番15号 株式会社KDDI研究所内

(72)発明者 釣谷 剛宏

埼玉県ふじみ野市大原二丁目1番15号 株式会社KDDI研究所内

審査官 鴨川 学

(56)参考文献 特開2013-243682(JP,A)

特表2012-530386(JP,A)

特開2013-175831(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

H04B 10/00-10/90

H04J 14/00-14/08