



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109804285 A

(43)申请公布日 2019.05.24

(21)申请号 201780050835.X

(22)申请日 2017.08.18

(30)优先权数据

15/242,005 2016.08.19 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.02.19

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2017/047569 2017.08.18

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/035438 EN 2018.02.22

(71)申请人 祥茂光电科技股份有限公司

地址 美国德克萨斯州舒格兰杰西比特尔大道13139

(72)发明人 林恺声 蔡子良 陈史黛拉凉

(74)专利代理机构 宁波市鄞州甬致专利代理事务所(普通合伙) 33228

代理人 李迎春

(51)Int.Cl.

G02B 6/12(2006.01)

G02B 6/42(2006.01)

G02B 6/293(2006.01)

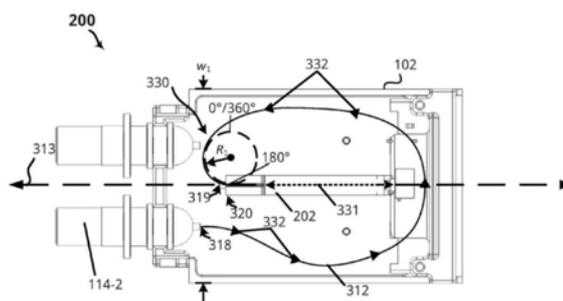
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

## (54)发明名称

在收发器壳体内具有用以减少光纤弯曲损耗的位于偏心位置的多路复用器的光收发器

## (57)摘要

本申请公开了一种用于在光收发器中减少光纤弯曲损耗的技术。在一个实施例中,小外型封装(SFF)光收发器壳体包括解多路复用器,例如具有从SFF光收发器壳体的纵向中心线横向偏移距离 $D_{offset}$ 的纵向中心线的阵列波导光栅(AWG)装置。横向偏移距离 $D_{offset}$ 可以有利地使中间光纤以光耦合插座(例如LC连接器)耦合至解多路复用器,中间光纤以避免引入小于与中间光纤电缆相关的最小弯曲半径的弯曲的方式在SFF光收发器壳体内布线。因此,当在壳体内布线中间光纤时,本申请的一些实施例能够允许更大的容差,否则将由于其约束尺寸而引入弯曲损耗。



1. 一种光收发器,其特征在于,该光收发器包括:

壳体,包括沿着纵轴从第一端延伸到第二端的多个侧壁,其中该些侧壁定义出具有第一纵向中心线的凹处;

阵列波导光栅AWG装置,其至少部分地设置在所述凹处内并具有第二纵向中心线,该第二纵向中心线基本上与所述凹处的所述第一纵向中心线平行地延伸,所述第二纵向中心线相对于所述第一纵向中心线设置在横向偏移距离 $D_{\text{offset}}$ ;

光耦合插座,其至少部分地设置在所述凹处内,用于光学耦合到接收光纤;以及

中间光纤,设置在所述凹处内,并具有光学耦合到所述光耦合插座的第一端和光学耦合到所述AWG装置的第二端,所述中间光纤具有与所述中间光纤的所述第二端相邻的弯曲,其弯曲半径等于或大于与所述中间光纤相关的最小弯曲半径 $R_{\text{min}}$ ,以减少光纤弯曲损耗。

2. 根据权利要求1所述的光收发器,其特征在于,所述弯曲半径比所述最小弯曲半径 $R_{\text{min}}$ 大至少1.5倍。

3. 根据权利要求1所述的光收发器,其特征在于,其中所述中间光纤的直径约为0.20-0.25毫米,所述弯曲半径等于或大于4毫米。

4. 根据权利要求1所述的光收发器,其特征在于,其中所述横向偏移距离 $D_{\text{offset}}$ 相对于所述凹处的所述第一纵向中心线测量至少1毫米。

5. 根据权利要求1所述的光收发器,其特征在于,所述横向偏移距离 $D_{\text{offset}}$ 使AWG装置相对于所述凹处的所述第二纵向中心线朝向所述光学耦合插座移位。

6. 根据权利要求1所述的光收发器,其特征在于,所述壳体的长度 $L_1$ 约为20mm,宽度 $W_1$ 约为10mm。

7. 根据权利要求1所述的光收发器,其特征在于,所述光学插座是一种LC型插座。

8. 根据权利要求1所述的光收发器,其特征在于,还包括:

柔性印刷电路FPC至少部分地设置在所述凹处内并电耦合到所述AWG装置,其中所述FPC包括具有宽度 $W_4$ 和长度 $L_5$ 的插槽,所述宽度 $W_4$ 和所述长度 $L_5$ 被配置为接收并包围所述AWG装置的至少一部分。

9. 根据权利要求1所述的光收发器,其特征在于,所述AWG装置形成光接收次组件ROSA装置的至少一部分。

10. 根据权利要求1所述的光收发器,其特征在于,所述AWG装置包括平面光波电路芯片,其被配置为对N个通道波长进行解复用。

11. 一种光收发器模块,其特征在于,该光收发器模块包括:

收发器壳体,包括沿着纵轴从第一端延伸到第二端的多个侧壁,其中该些侧壁定义出具有第一纵向中心线的凹处;

多通道光接收次组件ROSA装置,位于所述收发器壳体的所述凹处,所述光接收次模块装置包括:

阵列波导光栅AWG装置,其至少部分地设置在所述凹处内并具有第二纵向中心线,该第二纵向中心线基本上与所述凹处的所述第一纵向中心线平行地延伸,所述第二纵向中心线相对于所述第一纵向中心线设置在横向偏移距离 $D_{\text{offset}}$ ;

光耦合插座,其至少部分地设置在所述凹处内,用于光学耦合到接收光纤;以及

中间光纤,设置在所述凹处内,并具有光学耦合到所述光耦合插座的第一端和光学耦

合到所述AWG装置的第二端,所述中间光纤具有与所述中间光纤的所述第二端相邻的弯曲,其弯曲半径等于或大于与所述中间光纤相关的最小弯曲半径 $R_{\min}$ ,以减少光纤弯曲损耗,以及

多通道光发射次组件TOSA,包括位于所述收发器壳体中的至少一个激光封装,用于传输不同通道波长的光信号。

12.根据权利要求11所述的光收发器模块,其特征在于,所述弯曲半径比所述最小弯曲半径 $R_{\min}$ 大至少1.5倍。

13.根据权利要求11所述的光收发器模块,其特征在于,所述中间光纤的直径约为0.20-0.25毫米,所述弯曲半径等于或大于4毫米。

14.根据权利要求11所述的光收发器模块,其特征在于,所述横向偏移距离 $D_{\text{offset}}$ 相对于所述凹处的所述第一纵向中心线测量至少1毫米。

15.根据权利要求11所述的光收发器模块,其特征在于,所述横向偏移距离 $D_{\text{offset}}$ 使AWG装置相对于所述凹处的所述第二纵向中心线朝向所述光学耦合插座移位。

16.根据权利要求11所述的光收发器模块,其特征在于,所述收发器壳体的长度 $L_1$ 约为20mm,宽度 $W_1$ 约为10mm。

17.根据权利要求11所述的光收发器模块,其特征在于,所述光耦合插座是一种LC型插座。

18.一种光收发器,其特征在于,该光收发器包括:

壳体,包括沿着纵轴从第一端延伸到第二端的多个侧壁,其中该些侧壁定义出具有第一纵向中心线的凹处;

阵列波导光栅AWG装置,其至少部分地设置在所述凹处内并具有第二纵向中心线,该第二纵向中心线基本上与所述凹处的所述第一纵向中心线平行地延伸,所述第二纵向中心线相对于所述第一纵向中心线设置在横向偏移距离 $D_{\text{offset}}$ ;

光耦合插座,其至少部分地设置在所述凹处内,用于光学耦合到接收光纤;以及

中间光纤,设置在所述凹处内,并具有光学耦合到所述光耦合插座的第一端和光学耦合到所述AWG装置的第二端,所述中间光纤具有与所述中间光纤的所述第二端相邻的弯曲,其弯曲半径等于或大于与所述中间光纤相关的最小弯曲半径 $R_{\min}$ ,所述最小弯曲半径 $R_{\min}$ 为4毫米。

19.根据权利要求18所述的光收发器,其特征在于,所述中间光纤的直径约为0.20-0.25毫米。

20.根据权利要求18所述的光收发器,其特征在于,所述光收发器是在小外型封装SFF壳体中实现。

## 在收发器壳体内具有用以减少光纤弯曲损耗的位于偏心位置的多路复用器的光收发器

### 技术领域

本申请一般涉及光收发器模块,特别是涉及光收发器壳体内具有位于偏心位置的多路复用器(例如阵列波导光栅(AWG)装置),而将光信号光学耦合至AWG装置中的光纤所引入的光纤弯曲损耗便得以减少。

### 背景技术

光收发器用于发送和接收用于各种应用的光信号,包括但不限于互联网数据中心、有线电视宽带和光纤到户(fiber to the home, FTTH)应用。例如与铜缆传输相比,光收发器在更长的距离上提供更高的速度和带宽。例如在维持光学效率(功率)、热管理、插入损耗和制造产量方面,欲以更低的成本在更小的光收发器模块中提供更高的速度是富含挑战的。

光收发器可以包括用于发送和接收光信号的一个或多个光发射次组件(transmitter optical subassemblies, TOSA)和光接收次组件(receiver optical subassemblies, ROSA)。随着通道密度成为光收发器益发重要的一面,在保持标称收发器性能的同时按比例缩小的能力引发了许多不容小觑的挑战。

### 附图说明

此处所说明的附图用来提供对本申请的进一步理解,构成本申请的一部分,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。在附图中:

图1示意性地示出了光收发器模块的实施例,光收发器模块包括多通道光发射次组件(TOSA)和多通道光接收次组件(ROSA)。

图2为根据本申请实施例所示出的具有多通道TOSA配置和多通道ROSA的示例性小外型封装(SFF)可插拔收发器的透视图。

图3为根据本申请实施例所示出的图2之示例性SFF可插拔收发器的俯视图。

图4为根据本申请实施例所示出的具有偏心阵列波导光栅(AWG)装置的图2的示例性SFF可插拔收发器的另一俯视图。

图5为根据本申请实施例所示出的用于图4的光收发器中的示例性柔性印刷电路。

通过阅读以下详细描述并配合参考本文描述的附图,将更好地理解本实施例的这些和其他特征。附图不旨在按比例绘制。在附图中,在各个图中所绘示的每个相同或几乎相同的部件由相同的数字表示。为清楚起见,并非每个组件都在每个图中标记。

### 具体实施方式

为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本申请具体实施例及相应的附图对本申请技术方案进行清楚、完整地描述。显然,所描述的实施例仅是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

光收发器可以包括光接收次组件 (ROSA), 光接收次组件用以经由共用光纤接收多个通道波长并在检测、放大和转换的目的下对其进行解复用。为了对诸如波分复用 (wavelength division multiplexed, WDM) 信号的接收信号进行解复用, ROSA 可以使用阵列波导光栅 (AWG) 装置来分离通道波长并将分离的通道波长提供给相关的检测器装置, 例如光电二极管。为了将所接收的光信号耦合到 AWG 装置中, 收发器可以包括一段中间光纤, 该中间光纤从例如 LC 连接器插座延伸到 AWG 装置的耦合端口。在某些情况下, 中间光纤是通信级光纤, 例如符合基于直径为约 125 微米 ( $\mu\text{m}$ ) 或更小的玻璃或“包层”的 IEC 60793-2-10 和 60793-50。承载光信号的光纤中心的区域通常被称为“芯”, 并且例如可以测量从几微米至 62.5 微米的直径。尽管术语“波导”也可适用于整个光纤, 定义光学性能的光纤特性, 例如纤芯、折射率分布等通常被称为该术语“波导”。

在介绍由宏观和微观弯曲所引起的损耗之前, 需先理解弯曲的程度也取决于光纤的光纤特性。光纤的宏观弯曲举例来说是指人眼通常可见的弯曲, 并且可以引入信号衰减。当弯曲变得更尖锐并且改变光纤的折射率分布时, 这种弯曲可以使光“泄漏”的量增加。另一方面, 微观弯曲通常是指纤芯的小的、可能难以察觉的半径弯曲, 举例来说, 是由于纤芯与收发器壳体中的表面横向接触和在光缆中的扭曲而引起的。制造商通常建议光纤的最小 ( $R_{\text{min}}$ ) 弯曲半径大约不小于光纤直径的 15-20 倍, 以避免引入宏观和/或微观弯曲并保持标称性能。换句话说, 小于光纤直径的 15 倍的锐弯曲半径可能引入不可接受的功率损耗。例如, 0.25mm 的光纤直径可包括 4mm 的最小弯曲半径。

然而, 光纤在 SFF 壳体内部的路由通常需要一定量的弯曲以将其耦合到 TOSA 和 ROSA 的多路复用和/或其他处理组件中。举例来说, 图 3 示出了光收发器 200 的俯视平面图示例, 并且示出了以弯曲/环形的方式路由以与 AWG 装置 202 相耦合的中间光纤 312。为了实用性和清晰起见, 光收发器 200 以高度简化的形式示出。如图所示, 中间光纤 312 设置在收发器壳体 102 内并包括耦合到例如为 LC 连接器插座的光耦合插座 114-2 的第一端 318, 以及耦合到 AWG 装置 202 的耦合区域 320 的第二端 319。中间光纤 312 可以包括由箭头 332 共同描绘的路径或路线, 其需要包括与中间光纤 312 的第二端 319 相邻的弯曲 330 的一个或多个弯曲。如进一步所示, AWG 装置 202 的纵向中心线 331 与收发器壳体 102 的纵向中心线 313 同轴, 这造成弯曲半径  $R_1$ 。如上所述, 中间光纤 312 中的弯曲越尖锐, 与其相关的折射率分布的变化越显著。为了说明, 考虑示例情况, 其中收发器壳体 102 包括约 8mm 的横向宽度  $W_1$ 。在这种情况下, 弯曲半径  $R_1$  可以基本上等于或小于 4mm, 这大约是收发器壳体 102 的横向宽度  $W_1$  的一半。即使在最佳情况下, 由于在收发器壳体 102 内的约束尺寸, 弯曲半径  $R_1$  的范围可能已经处于或低于与中间光纤 312 相关联的最小弯曲半径 ( $R_{\text{min}}$ ), 遗憾的是, 这对于将中间光纤 312 作为弯曲半径  $R_1$  的布线而言几乎没有留下容差。

因此, 本申请已经确定了光解多路复用器 (例如阵列波导光栅 (AWG) 装置) 的设置, 从光收发器壳体的纵向中心线横向偏移可以为中间光纤的路由提供额外的容差。光解多路复用器 (optical demultiplexer device) 的横向偏移位置也可以精确地称为偏心壳体位置。在一个实施例中, 与光解多路复用器的输入区域相邻的中间光纤的长度具有相应的弯曲半径, 该弯曲半径相对于横向偏移成比例地增加。举例来说, 相对于光收发器壳体 102 的纵向中心线 313, 具有 1 毫米 (mm) 的横向偏移的 AWG 装置 202 可以使弯曲 330 的弯曲半径增加相等的量。横向偏移可以根据期望的实施方式而变化。举例来说, 横向偏移的范围可以在 0.05mm

至5mm之间,这取决于特定光收发器壳体的尺寸。通过对比于图3中所示的实施例,图4示出了用于造成弯曲半径R2的AWG装置202的示例性横向偏移距离 $D_{\text{offset}}$ 的示例,这将在下面进一步详细讨论。因此,本申请提供了用于选择性地将光学多路复用器/解多路复用器定位在收发器壳体内部的技术,以减少布线中间光纤所需的弯曲的严重程度,并通过扩展,保持光收发器的标称性能。虽然本文于此公开的具体示例和情况引用了具有AWG解复用器装置的ROSA装置,但是诸如TOSA的其他光学次组件也在本申请的范围内。此外,其他多路复用/解多路复用器也在本申请的范围内,并且本申请不必限于AWG。

如本文所使用的,“通道波长”是指与光学通道相关联的波长,并且可以包括围绕中心波长的特定波长带。在一个示例中,通道波长可以由国际电信 (ITU) 标准所定义,例如ITU-T密集波分复用 (dense wavelength division multiplexing, DWDM) 网格或粗波分复用 (coarse wavelength division multiplexing, CWDM)。

这里使用的术语“耦合”是指任何连接、耦接、链接等,“光耦合”是指将来自一个元件的光传递至另一个元件。这种“耦合”装置不一定彼此直接连接,并且可以由可以操纵或修改这种信号的中间部件或装置分开。同样地,如本文所用的术语“直接耦合”或“直接光耦合”是指允许光从一个元件传递到另一个元件而不使用诸如光纤的中间装置的任何光学连接。

如本文所使用的,诸如“一”、“一个”和“所述”的单数表达不限于它们的单数形式,并且除非上下文另有明确说明,旨在涵盖复数形式。

有时可以使用范围来描述本申请的一个或多个方面。在这种情况下,应该理解,除非另有明确说明,否则所示范围仅是示例性的。此外,所指的范围应该被理解为包括落入所示范围内的所有单个值,就好像这些值被明确记载一样。此外,该范围应该被理解为包括在所示范范围内的子范围,就好像这些子范围被明确地叙述一样。举例来说,1到10的范围应理解为包括2、3、4...等,以及2到10、3到10、2到8等的范围,好像这些值和范围是明确记载的。

#### [0001] 示例性光收发器系统

现在请翻阅至图1,有一光收发器100符合本申请的实施例。详细来说,光收发器100使用四个不同的通道波长 ( $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ 、 $\lambda_4$ ) 来发送和接收四个通道,并且可以具有每通道至少约25千兆比特 (Gbs) 或更高的传输速率。在一个示例中,通道波长 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ 、 $\lambda_4$ 可以分别是1270nm、1290nm、1310nm和1330nm。光收发器100还可以具有数十米的短传输距离至例如2千米或更长的距离。光收发器100可以用于例如互联网数据中心应用或光纤到户 (FTTH) 应用。在一个实施例中,光收发器100实现四通道小尺寸插入式 (Quad Small Form-Factor Plugging, QSFP) 收发器。举例来说,光收发器100可以在QSFP收发器内实现,该收发器与2013年5月10日公布的《用于QSFP+28Gb/s 4X可插拔收发器解决方案 (QSFP28) 的SFF委员会规范SFF-8665》相符。于此公开的态样和实施例可以在其他收发器类型中使用,并且不必限于QSFP或QFSP+收发器。光收发器100可取决于期望的配置而用于密集波分复用 (DWDM) 或粗波分复用 (CWDM)。虽然本文公开的态样和情况讨论了四个通道配置,但是其他通道配置 (例如,2、4、16、32等等) 也在本申请的范围内。

如图所示,光收发器100包括收发器壳体102,收发器壳体102包括用于在不同的通道波长上发送光信号的多通道TOSA装置110,以及用于在不同的通道波长上接收光信号的多通道ROSA装置112。发送连接电路104和接收连接电路108分别在收发器壳体102内提供电连接到多通道TOSA装置110和多通道ROSA装置112。发送连接电路104和接收连接电路108可以经

由数据总线103与外部系统通信。在某些情况下,数据总线103是38引脚连接器,与物理连接器QSFP标准和数据通信协议兼容。

无论如何,发送连接电路104电耦合到多通道TOSA装置110中的电子部件,例如激光器组件,并且接收连接电路108电耦合到多通道ROSA装置112中的电子部件,例如阵列波导光栅(AWG)、检测器、放大电路等。发送连接电路104和接收连接电路108至少包括导电路径以提供电连接,并且还可以包括附加电路。多通道TOSA装置110发送并复用多个不同的通道波长,并且耦合到光接口端口114。光接口端口114可以包括LC连接器端口,但是其他连接器类型也在本申请的范围内。

在光接口端口114包括双工或双向LC插座的情况下,LC连接器插座提供光学连接到多通道TOSA装置110,并提供光学连接到多通道ROSA装置112。LC连接器插座可用以接收并耦合到匹配的LC连接器116,使得外部光纤124的发送光纤122光学耦合到多通道TOSA装置110,并且外部光纤124的接收光纤117光学耦合到多通道ROSA装置112。

多通道TOSA装置110可包括多个激光封装和用于产生相关通道波长的光学器件,并且可将其耦合到发送光纤122中。特别地,多通道TOSA装置110中的激光器可以将经由发送连接电路104所接收的电数据信号(TX\_D1至TX\_D4)转换为通过发送光纤122发送的调制光信号。激光器可以包括例如具有衍射光栅的分布式反馈(DFB)激光器。在其他情况下,激光器可以包括电吸收调制激光(EML)激光二极管封装。多通道TOSA装置110还可以包括用于监视激光器所发射的光的监视光电二极管。多通道TOSA装置110还可包括用于控制激光器的温度以例如控制或稳定激光波长的一个或多个温度控制装置(例如电阻加热器和/或热电冷却器(TEC))。

多通道ROSA装置112可以包括如下面进一步讨论的光解多路复用器,例如AWG装置402,以及多个检测器,例如用以接收解复用的通道波长的光电二极管封装复用。ROSA装置112可以使用检测器和相关电路(例如,TIA)来检测、放大和转换解复用的通道波长,并且可以提供与电数据信号相同的信号,例如RX\_D1至RX\_D4。

参考图2,根据本申请的实施例示出了具有多通道TOSA装置110和多通道ROSA装置112的示例小外型封装(SFF)可插拔光收发器200。图2中所示的实施例是以小外型封装(SFF)配置来实现图1的光收发器100的一个示例。在一些情况下,光收发器200可以实现QSFP+规范或其他适用的可插拔小外型封装规范。为此,并且在一个实施例中,光收发器200可以符合QSFP28MSA标准,并且可以包括符合SFF-8661规范的物理尺寸。在其他情况下,光收发器200可以实现C形状因子可插拔(CFP)标准。在任何这样的情况下,光收发器200可以用以分别以至少100Gb/s的线路速率发送和接收。当根据IEEE 802.3ba标准在例如100GBASE-LR4应用中使用光收发器时,这可能是特别有利的。

如图所示,光收发器200包括收发器壳体102、包括多个激光封装111-1至111-N以产生相关的通道波长和相关电路的多通道TOSA装置110。多通道TOSA装置110电耦合到柔性印刷电路FPC 104并且在收发器壳体102的一端耦合到光耦合插座114-1。多通道ROSA装置112电耦合到接收FPC108,并且在收发器壳体102的一端耦合到光耦合插座114-2。在一个实施例中,光收发器200可以用以在WDM无源光网络(PON)中操作,并且为此,AWG装置202可以被配置为无源光学装置。然而,在一些情况下,AWG装置202可以包括有源组件,并且在这方面不一定受限。

多通道TOSA装置110可包括多个激光封装111-1至111-N,每个激光封装111-1至111-N包括例如EML激光二极管封装。举例来说,每个EML激光器可以在单个芯片上包括集成的电吸收调制器(EAM)。其他激光器类型也在本申请的范围,例如,直接调制激光器(DML)二极管和TO罐型激光二极管。基于期望的应用而可选择所定的激光类型。举例来说,需要长距离(例如,大约10km或更大)的应用可能有利于EML激光器。相反地,需要较短距离的应用可能使用DML。在任何情况下,并且根据实施例,多通道TOSA装置110的每个激光封装111-1至111-N可以被配置为以大约25Gb/s或更大的值发送。多通道TOSA装置110的每个激光封装111-1到111-N可以提供相对窄谱的通道波长,例如单个通道波长,或者可以被配置为基于相关光学器件提供广谱的通道波长。在一个实施例中,激光器可以提供例如375nm至1650nm的中心波长。

多通道ROSA装置112可包括解多路复用器,例如阵列波导光栅(AWG)装置202。AWG装置202可以被配置为将经由光接口端口115接收的信号(例如,WDM信号)解复用为单独的通道波长。在2016年4月25日提交的名称为《光电探测器与光学解多路复用器输出的直接耦合技术和使用此技术的光收发器》的美国专利申请序列号15/137,823中公开了特别适合于本文公开的技术的AWG装置的一个示例,其全部内容通过引用合并于此。中间光纤312(图3和图4)可以从光接口端口114-2延伸到AWG装置202的输入端。如下面进一步讨论的,AWG装置202在收发器壳体内的位置可以提供用于中间光纤的布线,其减小在光耦合插座和解复用装置之间对其进行布线时所必需的弯曲的严重性。

AWG装置202装置的输出可以耦合到例如,四个p-本征-n(PIN)二极管和相关的TIA 203的阵列以为了检测、放大和转换每个通道波长为电信号。AWG装置202可以与例如25nm IEEE LX-4网格、20-nm ITU G.694.2CWDM网格和400GHz至800GHz(例如,2nm至4nm)范围内的一系列ITU G.694.1DWDM网格相符合的通道间隔配置兼容。

虽然本文公开的具体示例和情况涉及ROSA装置内的AWG装置,但是本申请不应被解释为限制在这方面。于此公开的技术可以同样适用于对寻求在收发器壳体内布线中间光纤的其他次组件(例如TOSA)的微小修改。

请翻阅至图4,示出了根据本申请的实施例的光收发器200的另一示例。光收发器200以简化的方式示出。举例来说,为了清楚和实用的目的,省略了光耦合插座114-1、TOSA装置110和顶盖部分。如图所示,收发器壳体301包括多个侧壁,例如侧壁304-1至304-2,其沿着纵轴313从第一端306延伸到第二端308。纵轴313通常还表示收发器壳体102的纵向中心线。多个侧壁(侧壁304-1和侧壁304-2)的内表面可以定义出凹处314的至少一部分。如进一步所示,AWG装置202至少部分地设置在凹处314内。AWG装置202可以与纵向中心313平行地纵向延伸。具有接收连接电路108的柔性印刷电路板(FPC)322也可以至少部分地设置在凹处314内。

FPC 322的接收连接电路108可以包括例如TIA 203,或被配置为从例如与AWG装置202相关联的光电探测器(未示出)接收数据的其他合适的电路,以将其放大并转换成电信号(例如RX\_D1到RX\_D4)。下面参考图5更详细地讨论接收FPC 322。支架316可以与收发器壳体301形成干涉或压合,并且可以帮助将FPC 322保持定位。

继续图4,AWG装置202可设置在凹处314内并且定位成至少部分地延伸到FPC 322的插槽324(图5)中。因此,AWG装置202可以设置在与收发器壳体102的第一端306相邻的后向位

置,以便为中间光纤312提供足够的间隙以耦合到AWG装置202中而不会超过最小弯曲半径,下面将更详细地讨论最小弯曲半径。

在一个实施例中,光收发器200可以包括相对受约束的尺寸,例如SFF配置。例如,收发器壳体102可包括约20mm的总长度 $L_1$ 和约10mm的横向宽度 $W_1$ ,但是其它总长度 $L_1$ 和宽度 $W_1$ 在本申请的范围,取决于特定光收发器壳体的尺寸。如上面关于图3所讨论的,这样的约束尺寸因此使得中间光纤312所采用的布线而引入的弯曲具有的弯曲半径为小于与中间光纤312相关联的最小弯曲半径( $R_{min}$ )。举例来说,收发器壳体102的约束,例如10mm的宽度 $W_1$ ,中间光纤312的所得弯曲半径 $R_1$ 可以约等于或小于中间光纤312的最小弯曲半径( $R_{min}$ ),也就是说,为了提供一个特定的非限制性示例,约为4mm。如前所述, $R_{min}$ 可以根据电缆的中间光纤312的特定属性而变化,并且本文讨论的特定具体示例半径和测量不旨在限制本申请。

另一方面,根据一个实施例,当AWG装置202相对于侧壁304-2设置在距离 $D_1$ 处时,以距离 $D_1$ 从收发器壳体102的纵向中心线313横向偏移了横向偏移距离 $D_{offset}$ 而得到弯曲半径 $R_2$ 。如图所示,横向偏移距离 $D_{offset}$ 的横向偏移使AWG装置202大致朝向光耦合插座114-2移位。因此,所得到的弯曲半径 $R_2$ 相对于弯曲半径 $R_1$ 提供了更大的弯曲半径,并且因此对于中间光纤312在相邻于侧壁304-1的凹处314的区域中所采用的布线具有更大的容差。

在一个特定示例性实施例中,横向偏移距离 $D_{offset}$ 至少约为1mm,但是根据特定收发器壳体的尺寸,其他偏移量也是适用的。在一些情况下,横向偏移距离 $D_{offset}$ 例如在约0.5mm和10mm之间。因为中间光纤312包括所得弯曲半径 $R_2$ ,因此所观察到弯曲半径相对于弯曲半径 $R_1$ 成比例增加(例如, $R_1 + D_{offset} = R_2$ )。如图所示,中间光纤312包括连续的曲线部分,例如邻近AWG装置202的弯曲330,连续曲线线性部分具有至少90度的弧长。如此一来,弯曲半径 $R_2$ 可以相对于弯曲半径 $R_1$ 显著减小损耗,此外,当在制造期间布线和固定中间光纤312时,提供相对较大程度的容差。如此一来,取决于所选择的特定横向偏移距离 $D_{offset}$ ,弯曲半径 $R_2$ 可以比弯曲半径 $R_1$ 和/或与中间光纤312相关联的最小弯曲半径 $R_{min}$ 大至少约1.5倍。因此,可以有利地最小化或以其他方式降低光纤损耗。

图5示出了根据一个实施例的单独的FPC 322。如图所示,FPC 322包括用于与外部匹配电路和控制器(未示出)连接的引线503、TIA 203和插槽324。FPC 322包括总长度 $L_5$ 和总宽度 $W_5$ 。总长度 $L_5$ 可以测量为大约10mm并且宽度 $W_5$ 可以测量为大约9mm,但是其他长度和宽度也在本申请的范围。在一些情况下,总宽度 $W_5$ 允许FPC 322位于收发器壳体102的所占区域内,并且更具体地,小于或约等于收发器壳体102的宽度 $W_1$ 。

在一个实施例中,插槽324被配置为围绕AWG装置202的至少一部分,并且通过允许AWG装置202的一端抵靠插槽324的边缘509而允许AWG装置202占据壳体501的后向位置。插槽324也可以精确地称为凹口、开口或切口。FPC322的插槽324可包括宽度 $W_4$ ,其宽度 $W_4$ 基本上等于或略大于(例如,+5%)AWG装置202的对应横向宽度 $W_5$ 。同样地,FPC 322的插槽324可包括长度 $L_5$ ,其被配置为允许AWG装置202的至少一部分延伸到插槽324中。在一个特定示例性实施例中,插槽324包括约2mm的宽度 $W_4$ 和约2mm的长度 $L_5$ ,但是取决于AWG装置202所选择的特定尺寸,可以使用其他长度和宽度。

#### 其他示例性实施例

根据本申请的一个实施例,公开了一种光收发器。光收发器包括壳体,该壳体包括沿纵轴从第一端延伸到第二端的多个侧壁,其中所述多个侧壁定义出具有第一纵向中心线的凹

处、阵列波导光栅 (AWG) 装置, 该AWG装置至少部分地设置在凹处内并具有第二纵向中心线, 该第二纵向中心线基本上与凹处的第一纵向中心线平行地延伸, 第二纵向中心线相对于第一纵向中心线设置在横向偏移距离 $D_{\text{offset}}$ 处、光耦合插座, 其至少部分地设置在凹槽内, 用于光学耦合到接收光纤, 以及中间光纤, 中间光纤设置在凹处内并具有光耦合到光耦合插座的第一端和光耦合到AWG装置的第二端, 中间光纤具有与中间光纤的第二端相邻的弯曲, 其弯曲半径等于或大于与中间光纤相关的最小弯曲半径 $R_{\text{min}}$ , 以减小光纤弯曲损耗。

根据本申请的另一方面, 公开了一种光收发器模块。光收发器模块包括收发器壳体, 该收发器壳体包括沿纵轴从第一端延伸到第二端的多个侧壁, 其中所述多个侧壁定义了具有第一纵向中心线的凹处、多通道光接收次模块 (ROSA) 装置, 位于收发器壳体的凹处, 光接收次模块装置包括至少部分地设置在凹处内并具有第二纵向中心线的阵列波导光栅 (AWG) 装置, 该第二纵向中心线基本上与凹处的第一纵向中心线平行地延伸, 第二纵向中心线相对于第一纵向中心线设置在横向偏移距离 $D_{\text{offset}}$ 处、光耦合插座, 其至少部分地设置在凹槽内, 用于光学耦合到接收光纤、中间光纤, 设置在凹槽内, 并且具有光耦合到光耦合插座的第一端和光耦合到AWG装置的第二端, 中间光纤具有邻近中间光纤的第二端的弯曲, 其弯曲半径等于或大于与中间光纤相关的最小弯曲半径 $R_{\text{min}}$ , 以减少光纤弯曲损耗、以及多通道光发射次模块 (TOSA), 包括位于收发器壳体中的至少一个激光封装, 用于在不同的通道波长发送光信号。

根据本申请的另一方面, 公开了一种光收发器。光收发器包括壳体, 所述壳体包括沿纵轴从第一端延伸到第二端的多个侧壁, 其中所述多个侧壁限定具有第一纵向中心线的凹部、阵列波导光栅 (AWG) 装置, 至少部分地设置在凹处内并具有第二纵向中心线, 该第二纵向中心线基本上与凹处的第一纵向中心线平行地延伸, 第二纵向中心线相对于第一纵向中心线设置在横向偏移距离 $D_{\text{offset}}$ 处、光耦合插座, 其至少部分地设置在凹槽内, 用于光学耦合到接收光纤; 以及中间光纤, 设置在凹槽内, 并且具有光耦合到光耦合插座的第一端和光耦合到AWG装置的第二端, 中间光纤具有与中间光纤的第二端相邻的弯曲, 其弯曲半径大于或等于与中间光纤相关的最小弯曲半径 $R_{\text{min}}$ , 最小弯曲半径 $R_{\text{min}}$ 为4毫米。

虽然本文已经描述了本申请的原理, 但是本领域技术人员应当理解, 该描述仅通过示例的方式进行, 而不是作为对本申请范围的限制。除了本文所示和所述的示例性实施例之外, 其他实施例也在本申请的范围内。本领域普通技术人员的修改和替换被认为是在本申请的范围内, 除了以下权利要求之外, 本申请的范围不受限制。

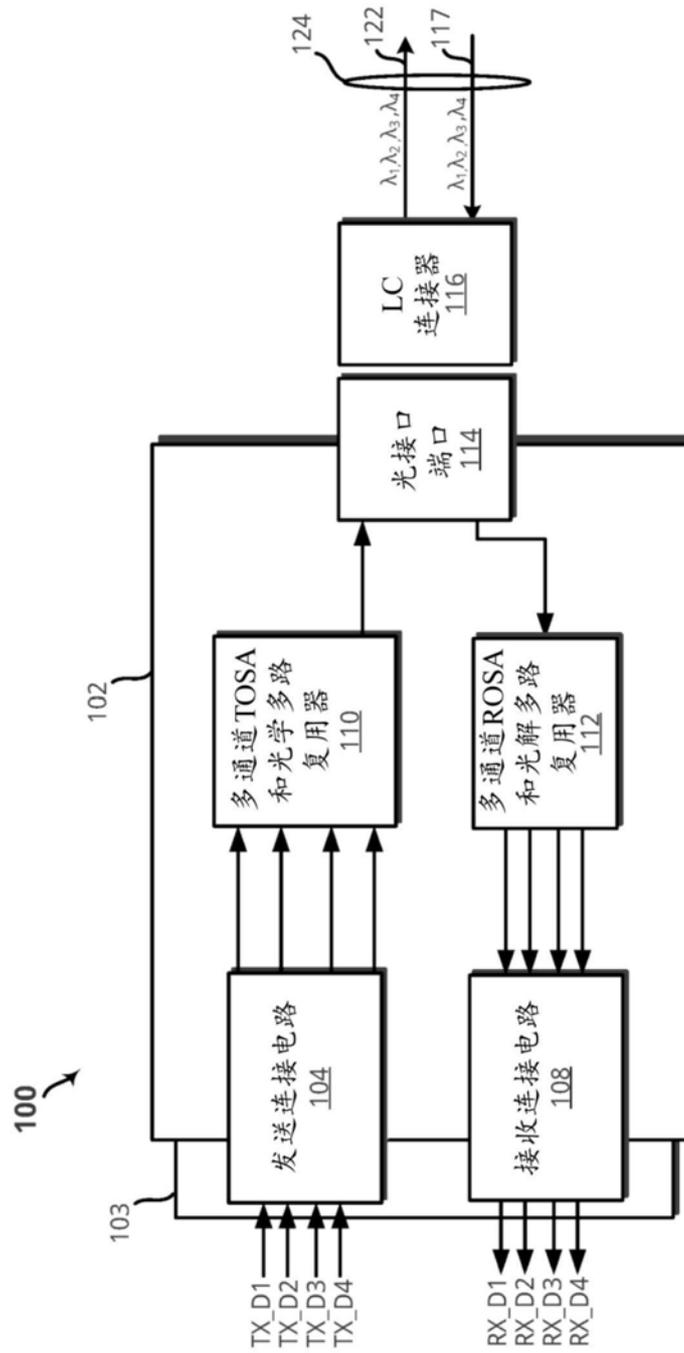


图1

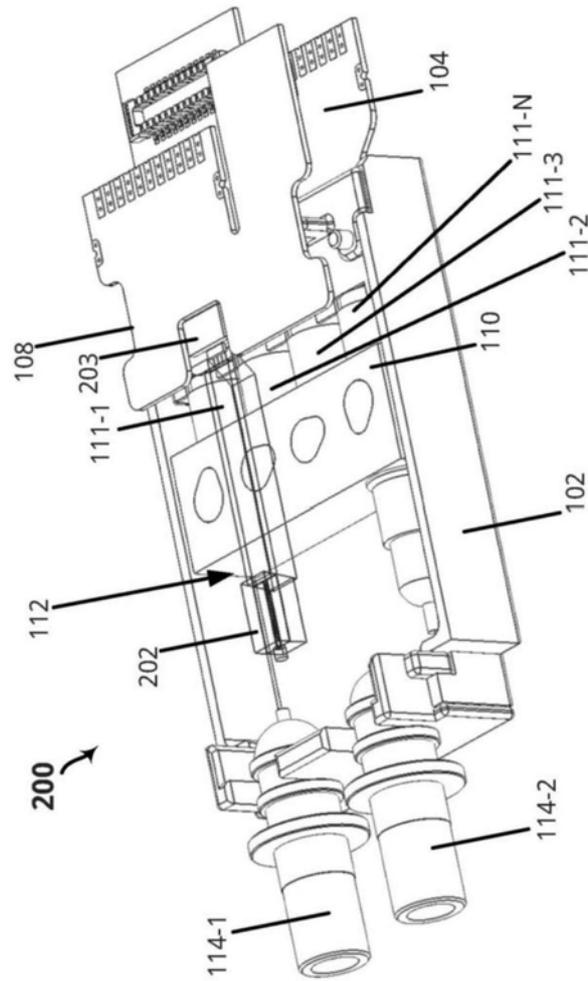


图2

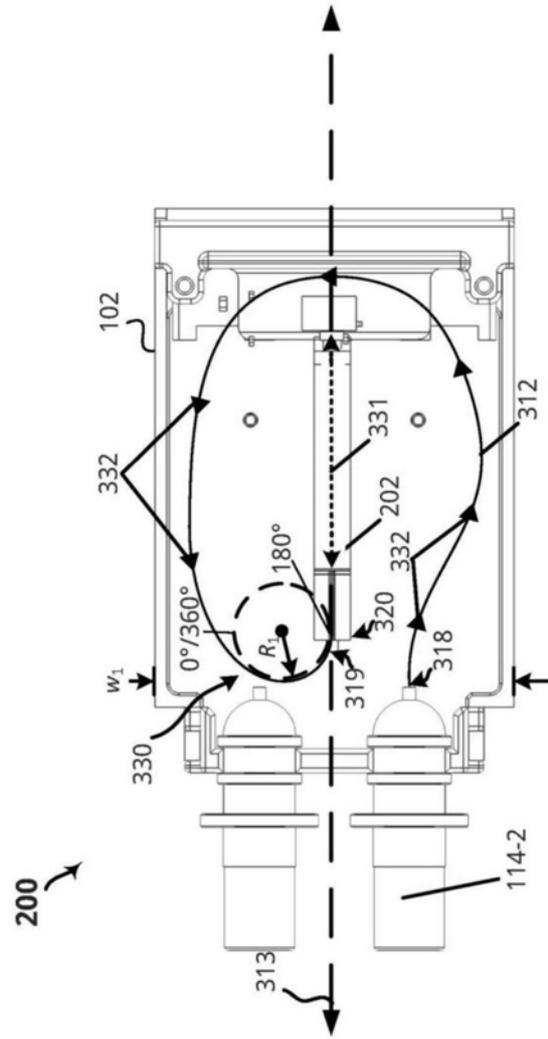


图3



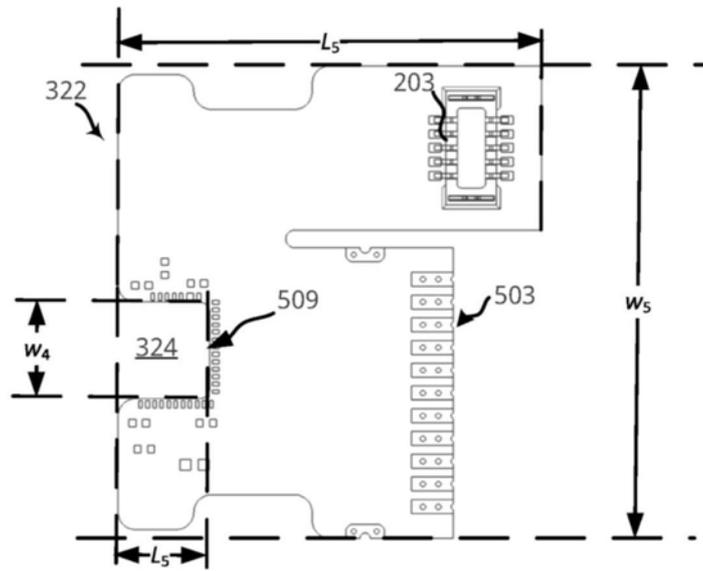


图5