

一种光接收组件及控制方法和光模块

技术领域

[0001] 本申请涉及光通信技术领域，尤其涉及一种光接收组件及控制方法和光模块。

背景技术

[0002] 长距离传输一直是光通信领域的一个重要难点，利用APD可以适当延长传输距离，但是也只适合在40km以下。应用相干技术可以传输更长的距离，但是成本太高。在实际使用中，光信号经过长距离传输后，信号衰减严重，受灵敏度限制，光接收机可能无法检测到衰减严重的光信号。为了能检测到衰减严重的光信号，通常光信号在传输到光接收机之前会经过光放大器放大光信号，以使光接收机能够检测到光信号。光放大器一般采用半导体光放大器（Semiconductor Optical Amplifier，SOA），对入射的光信号进行放大，当入射的光信号过大时，SOA将进入增益饱和状态，影响放大后的光信号质量，所以必须保证入射光小于其增益饱和点，同时要保证足够的灵敏度。所以在SOA前面还会设置一个可调光衰减器（Variable Optical Attenuator，VOA），工作时，先由VOA对光接收机接收到的光信号进行衰减，防止因为光接收机接收到的光信号过大导致SOA进入增益饱和状态；然后再由SOA对衰减后的光信号进行光放大；光接收器件再将经SOA放大后的光信号转换为电信号。

[0003] 中国专利《控制光接收机的方法与装置及光接收机》（专利号：CN201410853664.2）公开了一种控制光接收机的方法和光接收机，其光接收机包括VOA、SOA、光接收器件和计算控制器。通常VOA、SOA都是独立气密封装的器件，在接收机里增加VOA和SOA，常用于CFP2和CFP型号的光模块，模块体积较大，不利于小型化。上述专利公开的控制光接收机的方法为通过获取光接收器件输出的电压，以及VOA的电压和SOA的电流，再分别与各初始值比较，根据比较结果判断是否调节VOA的电压或者SOA的电流，控制方法繁琐复杂。

发明概述

技术问题

[0004] 本申请的目的在于提供一种光接收组件及控制方法和光模块，具有体积小，控制简单等优点。

问题的解决方案

技术解决方案

[0005] 为了实现上述目的之一，本申请提供了一种光接收组件，包括光接收端口、可调光路偏转组件、半导体光放大器、光探测器和控制器；所述光接收端口接收的光信号经所述可调光路偏转组件后入射到所述半导体光放大器内，所述半导体光放大器对入射的光信号放大之后耦合到所述光探测器上，所述光探测器将接收到的光信号转换成电信号输出；

[0006] 所述控制器根据所述光探测器输出的电信号强度控制所述可调光路偏转组件，以调节光信号从所述光接收端口耦合到所述半导体光放大器的耦合效率，使所述光探测器输出的电信号保持在预设区间；

[0007] 所述可调光路偏转组件通过调节光信号的偏转角度来调节光信号从所述光接收端口耦合到所述半导体光放大器内的耦合效率。

[0008] 作为实施方式的进一步改进，所述可调光路偏转组件为透射型偏转组件。

[0009] 作为实施方式的进一步改进，所述可调光路偏转组件为MEMS折射镜；或者，

[0010] 所述可调光路偏转组件包括折射率可调的折射棱镜；或者，

[0011] 所述可调光路偏转组件包括折射棱镜和角度调节机构，所述控制器控制所述角度调节机构调节所述折射棱镜的角度。

[0012] 作为实施方式的进一步改进，所述可调光路偏转组件为反射型偏转组件。

[0013] 作为实施方式的进一步改进，所述可调光路偏转组件为MEMS反射镜；或者，

[0014] 所述可调光路偏转组件包括反射镜和角度调节机构；所述控制器控制所述角度调节机构调节所述反射镜的偏转角度。

[0015] 作为实施方式的进一步改进，所述光接收组件还包括一光路偏转单元，所述光路偏转单元位于所述光接收端口与所述可调光路偏转组件之间的光路中，或者位于所述可调光路偏转组件与所述半导体光放大器之间的光路中；所述光路偏转单元用于将所述光接收端口接收的光信号偏转到所述可调光路偏转组件上，或者将所述可调光路偏转组件反射的光信号偏转到所述半导体光放大器上。

- [0016] 作为实施方式的进一步改进，所述光路偏转单元为反射镜或折射棱镜。
- [0017] 作为实施方式的进一步改进，所述光接收组件还包括两个光路偏转单元，所述两个光路偏转单元分别位于所述可调光路偏转组件之前和之后和光路中；所述两个光路偏转单元分别用于将所述光接收端口接收的光信号偏转到所述可调光路偏转组件上，以及将所述可调光路偏转组件反射的光信号偏转到所述半导体光放大器上。
- [0018] 作为实施方式的进一步改进，所述两个光路偏转单元分别为两个分离的反射镜或两个折射棱镜；或者，所述两个光路偏转单元为分别设于一三角棱镜上的两个反射镜。
- [0019] 作为实施方式的进一步改进，所述光接收组件还包括准直透镜组、第一耦合透镜、第二耦合透镜和跨阻放大器；
- [0020] 所述准直透镜组位于所述光接收端口与所述可调光路偏转组件之间的光路中；
- [0021] 所述第一耦合透镜位于所述可调光路偏转组件与所述半导体光放大器之间的光路中，用于将光信号耦合到所述半导体光放大器内；
- [0022] 所述第二耦合透镜位于所述光探测器之前的光路中，用于将所述半导体光放大器放大之后的光信号耦合到所述光探测器内；
- [0023] 所述跨阻放大器电连接所述光探测器，用于放大所述光探测器输出的电信号。
- [0024] 作为实施方式的进一步改进，所述半导体光放大器与所述第二耦合透镜之间还设有光隔离器、光滤波器、波分解复用器和光路偏转器其中的一种、两种或多种的组合；和/或，
- [0025] 所述半导体光放大器与所述可调光路偏转组件之间还设有光隔离器。
- [0026] 作为实施方式的进一步改进，所述半导体光放大器包括半导体光放大芯片和TEC；所述半导体光放大芯片通过一基板设置于所述TEC上；所述控制器控制所述TEC稳定所述半导体光放大芯片的工作温度。
- [0027] 作为实施方式的进一步改进，所述光接收组件还包括密封壳体；
- [0028] 所述密封壳体内具有一气密性容置腔，所述光接收端口设于所述密封壳体的一端，所述密封壳体的另一端或一侧设有电接口；所述电接口电连接外部电路板，所述控制器设于所述外部电路板上；

- [0029] 所述可调光路偏转组件、半导体光放大器和光探测器设于所述气密性容置腔内。
- [0030] 本申请还提供了一种光模块，包括封装外壳和设于所述封装外壳内的电路板，以及上述任一实施例所述的光接收组件；所述光接收组件设于所述封装外壳内，所述光接收组件电连接所述电路板。
- [0031] 本申请另外提供了一种用于光接收组件的控制方法，所述光接收组件包括可调光路偏转组件、半导体光放大器和光探测器，所述方法包括如下步骤：
- [0032] 设置所述半导体光放大器的工作电压和工作温度，并将所述工作电压和工作温度分别保持在电压预设值和温度预设值；
- [0033] 监测所述光探测器输出的电信号强度，判断所述电信号强度是否在预设区间内；
- [0034] 当所述电信号强度在所述预设区间内时，保持所述可调光路偏转组件的状态不变；当所述电信号强度不在所述预设区间内时，根据所述电信号强度的变化控制所述可调光路偏转组件调节光信号入射到所述半导体光放大器的偏转角度，以调节所述光信号耦合到所述半导体光放大器的耦合效率，使所述光探测器输出的电信号强度保持在所述预设区间内。
- [0035] 作为实施方式的进一步改进，所述监测所述光探测器输出的电信号强度的方法为通过检测与所述光探测器电连接的跨阻放大器的接收信号强度指示（RSSI）来监测所述电信号强度。
- [0036] 作为实施方式的进一步改进，所述电压预设值和温度预设值为特定光功率入射到所述半导体光放大器内时，所述半导体光放大器的最佳工作点；
- [0037] 所述特定光功率小于或等于所述光接收组件所要求的灵敏度点对应的光功率，所述特定光功率大于或等于所述光接收组件的最佳灵敏度点对应的光功率；
- [0038] 所述光接收组件所要求的灵敏度点对应的光功率大于或等于所述光接收组件的最佳灵敏度点对应的光功率。
- [0039] 作为实施方式的进一步改进，所述预设区间为在所述特定光功率入射到所述半导体光放大器内时，监测到的所述电信号强度。

发明的有益效果

有益效果

[0040] 本申请的有益效果：本申请采用气密封装模式将可调光路偏转组件和半导体光放大芯片一起封装在光接收组件内，有效减小了光接收端的体积，利于光模块的小型化，可用于QSFP系列和OSFP型号及以上尺寸的光模块；简化了控制方法，可实现快速高效的控制，同时具有较高的灵敏度。

对附图的简要说明

附图说明

[0041] 图1为本申请光模块的光接收组件与电路板结构示意图；
[0042] 图2为本申请实施例1中光接收组件的结构原理示意图；
[0043] 图3为实施例1的光接收组件的一种变形结构原理示意图；
[0044] 图4为本申请实施例2中光接收组件的结构原理示意图；
[0045] 图5为本申请实施例3中光接收组件的结构原理示意图；
[0046] 图6为本申请实施例4中光接收组件的结构原理示意图；
[0047] 图7为本申请实施例5中光接收组件的结构原理示意图；
[0048] 图8为本申请实施例6中光接收组件的结构原理示意图；
[0049] 图9为本申请实施例6中光接收组件的封装结构示意图；
[0050] 图10为实施例6中光接收组件的封装结构分解示意图。

发明实施例

本发明的实施方式

[0051] 以下将结合附图所示的具体实施方式对本申请进行详细描述。但这些实施方式并不限制本申请，本领域的普通技术人员根据这些实施方式所做出的结构、方法、或功能上的变换均包含在本申请的保护范围内。

[0052] 在本申请的各个图示中，为了便于图示，结构或部分的某些尺寸会相对于其它结构或部分夸大，因此，仅用于图示本申请的主题的基本结构。

[0053] 另外，本文使用的例如“上”、“上方”、“下”、“下方”等表示空间相对位置的术语是出于便于说明的目的来描述如附图中所示的一个单元或特征相对于另一个单元或特征的关系。空间相对位置的术语可以旨在包括设备在使用或工作中除了图中所示方位以外的不同方位。例如，如果将图中的设备翻转，则

被描述为位于其他单元或特征“下方”或“之下”的单元将位于其他单元或特征“上方”。因此，示例性术语“下方”可以囊括上方和下方这两种方位。设备可以以其他方式被定向（旋转90度或其他朝向），并相应地解释本文使用的与空间相关的描述语。当元件或层被称为在另一部件或层“上”、与另一部件或层“连接”时，其可以直接在该另一部件或层上、连接到该另一部件或层，或者可以存在中间元件或层。

[0054] 本申请提供一种光模块，包括封装外壳，设于该封装外壳内的光接收组件100和电路板20。如图1所示，为光接收组件100与电路板20结构示意图。光接收组件100包括一密封壳体10，该密封壳体10包括下壳体11和盖板12，下壳体11和盖板12密封形成一气密性容置腔13，密封壳体10的一端设置有光接收端口110，密封壳体10的另一端或一侧设有电接口14。该电接口14电连接上述光模块的电路板20，该实施例中，密封壳体10的电接口14通过柔性电路板（软板）30电连接上述电路板20。在其它实施例中，密封壳体的电接口也可通过打线（wire bonding）等其它方式电连接上述电路板。

[0055] 上述光接收组件100还包括设于密封壳体10的气密性容置腔13内的可调光路偏转组件、半导体光放大器和光探测器，以及设于上述光模块的电路板20上的控制器。在其它实施例中，控制器也可以设于密封壳体内。该实施例中，控制器采用的是MCU（Micro Control Unit，微控制单元）。光接收端口接收的光信号经可调光路偏转组件调节偏转角度之后入射到半导体光放大器内，半导体光放大器对入射的光信号放大之后耦合到光探测器上，光探测器将接收到的光信号转换成电信号输出。控制器根据光探测器输出的电信号强度控制可调光路偏转组件，以调节光信号从光接收端口耦合到半导体光放大器的耦合效率，使光探测器输出的电信号保持在预设区间。其中，可调光路偏转组件通过调节光信号的偏转角度来调节光信号从光接收端口耦合到半导体光放大器内的耦合效率。

[0056] 本申请还提供了一种用于上述光接收组件的控制方法，包括如下步骤：

[0057] 启动后，设置半导体光放大器的工作电压和工作温度，并将该工作电压和工作温度分别保持在电压预设值和温度预设值；

[0058] 监测光探测器输出的电信号强度，判断该电信号强度是否在预设区间内；

- [0059] 当该电信号强度在上述预设区间内时，保持可调光路偏转组件的状态不变；当该电信号强度不在上述预设区间内时，根据该电信号强度的变化控制可调光路偏转组件调节光信号的偏转角度，以调节光信号耦合到半导体光放大器的耦合效率，使光探测器输出的电信号强度保持在上述预设区间内。
- [0060] 该实施例中，监测光探测器输出的电信号强度的方法为通过检测与光探测器电连接的跨阻放大器的接收信号强度指示（RSSI，Received Signal Strength Indication）来监测电信号强度。上述电压预设值和温度预设值为特定光功率入射到半导体光放大器内时，同时使光接收组件的误码率小于或等于通信系统要求的误码率时，半导体光放大器的工作条件（工作电压和工作温度），也可称为最佳工作点。该特定光功率小于或等于光模块所要求的灵敏度点对应的的光功率，大于或等于光接收组件的最佳灵敏度点对应的的光功率。光模块所要求的灵敏度点对应的的光功率大于或等于光接收组件的最佳灵敏度点对应的的光功率。该实施例中，特定光功率设为光模块所要求的灵敏度点对应的的光功率。上述预设区间为在该特定光功率入射到半导体光放大器内时，监测到的电信号强度。上述光模块所要求的灵敏度点指满足通信系统要求的误码率（比如E-12误码率）所需要的最小光功率值。光接收组件的最佳灵敏度点指光接收组件达到特定误码率时所需要的最小光功率值。
- [0061] 该实施例中，控制器监测光探测器输出的电信号强度，并根据监测到的电信号强度的变化控制可调光路偏转组件调节光信号的偏转角度，以调节光信号到半导体光放大器的耦合效率，使入射到半导体光放大器内的光功率稳定在光模块接收光强度（光功率）的较低点，并使半导体光放大器始终工作在该较低入光（特定光功率）的最佳工作点，从而使光探测器输出的电信号强度保持在预设区间内，以保证光模块的灵敏度性能。这里，光接收组件调试完成后，电信号强度的预设区间和半导体光放大器的工作条件（工作温度和工作电压等）便固定下来，工作时使半导体光放大器始终保持在上述特定光功率的最佳工作点，使光接收组件工作在其最佳灵敏度点与光模块所要求的灵敏度点之间，以保证光模块的灵敏度性能。
- [0062] 半导体光放大器的工作性能会随入射光信号的光功率大小、工作温度和工作电

压的变化而改变。该控制方法中，光接收组件调试完成后，便将半导体光放大器的上述影响因素都控制在固定的工作点，使半导体光放大器始终工作在较低的入光点（特定光功率）的最佳工作点，以保证系统（光接收组件或光模块）的灵敏度性能。即，不管光接收端口接收到的光信号强度有多高，控制器控制可调光路偏转组件调节光信号的偏转角度，改变光信号的偏转角度，以调节光信号到半导体光放大器的耦合效率，使入射到半导体光放大器内的光信号保持在较低的光功率，同时将半导体光放大器的工作温度和工作电压保持在该较低光功率的最佳工作点。光接收端口接收到的光信号的功率变化，将导致入射到半导体光放大器内的光功率的变化，经半导体光放大器放大后的光信号的功率也会变化，则光探测器接收的光信号的功率也会变化，最终导致光探测器输出的电信号产生变动。控制器通过监测跨阻放大器的RSSI来获取光探测器接收到的光信号强度（功率）。当监测到光探测器接收的光信号强度产生变化时，控制器便控制可调光路偏转组件偏转光信号的角度，调节光信号入射到第一耦合透镜的角度，以改变光信号耦合到半导体光放大器内的耦合效率，使耦合到半导体光放大器内的光信号始终保持在特定光功率，以保证光接收系统的灵敏度性能。

[0063] 该控制方法中，半导体光放大器的工作温度和工作电压保持固定不变，只通过监测光探测器输出的电信号强度的变化，反馈控制调光系统的可调光路偏转组件偏转光信号的角度，以使入射到半导体光放大器的光信号强度始终保持在较低值，保证半导体光放大器工作在最佳工作点。该控制方法简单便捷，可实现快速高效的控制，同时具有较高的灵敏度。

[0064] 本申请中，光接收组件的可调光路偏转组件和半导体光放大器都采用芯片级封装，即将可调光路偏转组件和半导体光放大器的芯片集成封装在光接收组件的密封壳体内，可有效减小光接收组件的体积。光接收组件的密封壳体可做到21mm长、7mm宽和5mm高的尺寸，甚至更小，可用于QSFP系列和OSFP型号及以上尺寸的光模块中。光接收组件的具体结构将在下面的实施例中详细阐述。

[0065] 实施例1

[0066] 如图2所示，为实施例1的光接收组件的结构原理示意图，该光接收组件100a包

括光接收端口110、可调光路偏转组件120、半导体光放大器130、光探测器140和控制器150。其中，半导体光放大器130采用的是半导体光放大芯片（SOA芯片），可调光路偏转组件120与半导体光放大器130之间还设有第一耦合透镜131，用于将光信号耦合到半导体光放大器130内。半导体光放大器130与光探测器140之间还设有第二耦合透镜141，用于将半导体光放大器130输出的光信号耦合到光探测器140内。可调光路偏转120与光接收端口110之间还设有准直透镜组121，准直透镜组121用于将光接收端口110输入的光信号准直后输入到可调光路偏转组件120，可调光路偏转组件120用于调节光信号入射到第一耦合透镜131的角度，第一耦合透镜131将相应的光信号耦合到半导体光放大器130内。该实施例中，准直透镜组121包括单个准直透镜，在其它实施例中，也可以包括多个透镜的组合。

[0067] 该实施例中，可调光路偏转组件120为透射型偏转组件，控制器150控制该透射型偏转组件调节光信号入射到第一耦合透镜131的角度，从而调节耦合到半导体光放大器130内的光信号的强度。该实施例中，透射型偏转组件采用的是MEMS折射镜122，控制器150通过控制该MEMS折射镜122的工作电压改变透射光信号的偏转角度。该MEMS折射镜122为结合微机电系统（MEMS，Micro-Electro-Mechanical System）的折射镜。工作时，光信号从光接收端口输入，由准直透镜组121准直后入射到MEMS折射镜122上，光信号透射过该MEMS折射镜122之后由第一耦合透镜131耦合到半导体光放大器130内；经半导体光放大器130放大之后的光信号由第二耦合透镜141耦合到光探测器140内，光探测器140将接收到的光信号转换成电信号输出，通常为电流 I_{out} 。该实施例中，光接收组件还包括跨阻放大器142，用于放大光探测器140输出的电信号，再将放大的电信号输出给外部电路，该外部电路例如光模块的电路板等。

[0068] 如图3所示的光接收组件100b，为该实施例1的光接收组件的一种变形，不同的是，该实施例中，可调光路偏转组件120包括折射率可调的折射棱镜123，如具有电光效应的材料制成的折射棱镜。控制器150通过控制该折射棱镜123的电压，改变折射棱镜123的折射率，从而改变出射光信号的偏转角度，以改变光信号入射到第一耦合透镜131的角度，最终改变光信号耦合到半导体光放大器130内

的耦合效率，以使半导体光放大器130始终工作在最佳工作点。在其它实施例中，也可以采用具有磁光效应或热光效应等材料制成的折射棱镜作为透射型偏转元件。上述透射型偏转元件也可以包括折射棱镜和角度调节机构，控制器通过控制角度调节机构来调节折射棱镜的角度，以偏转光信号。角度调节机构可以是各种常用的机械结构。

[0069] 由于半导体光放大器的增益谱线比较宽，噪声比较大，该实施例还可在半导体光放大器与光探测器之间的光路中增加滤光器（图中未示出），以滤掉噪声，提升组件性能。

[0070] 实施例2

[0071] 如图4所示的光接收组件200a，同样包括光接收端口210、可调光路偏转组件220、第一耦合透镜231、半导体光放大器230、第二耦合透镜241、光探测器240和控制器250。其中，可调光路偏转组件220与光接收端口210之间还设有准直透镜221。与实施例1不同的是，该实施例中，可调光路偏转组件220为反射型偏转组件，该反射型偏转组件包括一反射面222a。控制器250控制该反射型偏转组件调节光信号入射到第一耦合透镜231的角度。该实施例中，反射型偏转组件采用的是MEMS反射镜222，该MEMS反射镜222具有上述反射面222a。在其它实施例中，反射型偏转组件也可以包括反射镜和角度调节机构，该反射镜具有上述反射面；控制器通过控制角度调节机构调节反射面的角度，以调节光信号偏转的角度。该角度调节机构可以是各种常用的机械结构。

[0072] 工作时，光信号从光接收端口210输入，由准直透镜组221准直后入射到MEMS反射镜222上，光信号被该MEMS反射镜222反射到第一耦合透镜231上，由第一耦合透镜231耦合到半导体光放大器230内；经半导体光放大器230放大之后的光信号由第二耦合透镜241耦合到光探测器240内，光探测器240将接收到的光信号转换成电信号输出。

[0073] 如图4所示，为了进一步提高半导体光放大器230的放大性能，该实施例在半导体光放大器230之前和之后的光路中都设置了光隔离器232，以防止各光学端面的反射光进入半导体光放大器230内而影响其性能。位于半导体光放大器230之前的光隔离器可以设于第一耦合透镜231之前的光路中，也可以设于第一耦合透

镜231与半导体光放大器230之间的光路中。位于半导体光放大器230之后的光隔离器232可以设于半导体光放大器230与第二耦合透镜241之间的光路中，也可以设于第二耦合透镜241之后的光路中。

[0074] 实施例3

[0075] 如图5所示的光接收组件200b，可调光路偏转组件220同样为反射型偏转组件，同样采用的是MEMS反射镜222。与实施例2不同的是，该实施例中，光接收组件200b还包括一光路偏转单元，位于光接收端口210与可调光路偏转组件220之间的光路上。该光路偏转单元为一反射镜260，该反射镜260的反射面261与MEMS反射镜222的反射面222a相对，且大致平行设置。在其它实施例中，光路偏转单元也可以采用折射棱镜或具有反射面的棱镜，如直角棱镜等。

[0076] 工作时，光信号从光接收端口210输入，由准直透镜组221准直后入射到反射镜260的反射面261上，反射镜260将光信号反射到MEMS反射镜222的反射面222a上，光信号被该MEMS反射镜222的反射面222a反射后入射到第一耦合透镜231上，由第一耦合透镜231耦合到半导体光放大器230内；经半导体光放大器230放大之后的光信号由第二耦合透镜241耦合到光探测器240内，光探测器240将接收到的光信号转换成电信号输出。该实施例中，同样在半导体光放大器230之前和之后的光路中设置了光隔离器232，以防止各光学端面的反射光进入半导体光放大器230内而影响其性能。

[0077] 该结构在光接收端口210和可调光路偏转组件220之间增加了光路偏转单元（反射镜260），可调节半导体光放大器230和光探测器240等主光路在密封壳体内部的位置，使得主光路可不与光接收端口210在同一轴线上，光路中各元器件和芯片可灵活布置。当然，在其它实施例中，光路偏转单元和可调光路偏转组件220在光路中的前后位置可互换。

[0078] 实施例4

[0079] 如图6所示的光接收组件200c，与实施例3不同的是，该实施例中，光接收组件200c还包括一三角棱镜270，该三角棱镜270包括第一反射镜271和第二反射镜272，该第一反射镜271和第二反射镜272作为两个光路偏转单元，分为位于可调光路偏转组件220之前和之后的光路中。其中，第一反射镜271位于光接收端口210

与可调光路偏转组件220之间的光路上，用于将光信号反射偏转到可调光路偏转组件220的反射面222a上；可调光路偏转组件220再将光信号反射到第二反射镜272上，第二反射镜272将光信号反射偏转入射到第一耦合透镜231。该实施例中，可调光路偏转组件220同样采用MEMS反射镜222。在其它实施例中，上述两个光路偏转单元也可以采用相互独立设置的两个反射镜，或者，采用两个相互独立设置的折射棱镜，通过折射棱镜来偏转光路的方向。

[0080] 工作时，光信号从光接收端口210输入，由准直透镜组221准直后入射到第一反射镜271上，第一反射镜271将光信号反射到MEMS反射镜222（可调光路偏转组件220）上，光信号被该MEMS反射镜222反射后入射到第二反射镜272上，第二反射镜272再将光信号反射到第一耦合透镜231上，由第一耦合透镜231耦合到半导体光放大器230内；经半导体光放大器230放大之后的光信号由第二耦合透镜241耦合到光探测器240内，光探测器240将接收到的光信号转换成电信号输出。该实施例中，同样在半导体光放大器230之前和之后的光路中设置了光隔离器232，以防止各光学端面的反射光进入半导体光放大器230内而影响其性能。

[0081] 该实施例的光接收组件增加了两个光路偏转单元：第一光路偏转单元（第一反射镜）和第二光路偏转单元（第二反射镜），对光路进行偏转之后再由可调光路偏转组件（MEMS反射镜）对光路的偏转角度进行调节，使得除MEMS反射镜之外的其它器件都可以在同一轴向上，结构更加紧凑。

[0082] 该实施例中，准直透镜组221包括单个准直透镜，该单个准直透镜位于光接收端口210与第一光路偏转单元之间的光路上。当然，该准直透镜组221也可以包括多个透镜的组合。

[0083] 实施例5

[0084] 如图7所示的光接收组件200d，与实施例4不同的是，该实施例中，准直透镜组位于可调光路偏转组件220与两个光路偏转单元（第一反射镜271和第二反射镜272）之间的光路上。该实施例中，准直透镜组包括一个大准直透镜223。光接收端口210接收的光信号入射到第一光路偏转单元（第一反射镜271），经第一光路偏转单元（第一反射镜272）反射的光信号经过该大准直透镜223准直后入射到可调光路偏转组件220（MEMS反射镜222）的反射面222a上，经该反射面222a

反射之后再次经过该大准直透镜223后汇聚并入射到第二光路偏转单元（第二反射镜272）上。第二光路偏转单元（第二反射镜272）再将光信号反射到第一耦合透镜231上，第一耦合透镜231将光信号耦合到半导体光放大器230内，经半导体光放大器230放大之后的光信号由第二耦合透镜241耦合到光探测器240内，经光探测器240转换成电信号输出。该实施例中，在光接收端口210与第一光路偏转单元（第一反射镜271）之间还设有光束整形元件224，该光束整形元件224用于缩小光信号的光斑。该实施例中光束整形元件224采用的是聚焦透镜，对光信号进行缩束，减小光信号的发散角。在其它实施例中，准直透镜组也可以包括两个准直透镜，分别位于第一光路偏转单元与可调光路偏转组件之间的光路中和可调光路偏转组件与第二光路偏转单元之间的光路中。光束整形元件也可以采用楔角棱镜等其它光学元件。

[0085] 实施例6

[0086] 如图8所示的光接收组件200e，与实施例1-5不同的是，该实施例包括了多个波长通道，在半导体光放大器230之后增加了波分解复用器280，光探测器240的数量有多个。具体的，该实施例的光接收组件200e包括光接收端口210、可调光路偏转组件220、第一耦合透镜231、半导体光放大器230、准直透镜233、波分解复用器280、第二耦合透镜241、光探测器240和控制器250。该实施例中，光探测器240的数量有多个，分别用于接收波分解复用器280分解输出的各单通道光信号。相应地，第二耦合透镜241的数量也有多个，与各光探测器240一一对应。

[0087] 工作时，包含多个波长的光信号从光接收端口210输入，经可调光路偏转组件220调节光信号入射到第一耦合透镜231的角度之后，第一耦合透镜231将光信号耦合到半导体光放大器230内。经半导体光放大器230放大之后的光信号由准直透镜233准直后入射到波分解复用器280内，波分解复用器280将多个波长的光信号分解成多个单通道光信号输出，各单通道光信号分别经各第二耦合透镜241耦合到相应的光探测器240上，各光探测器240再将各自接收到的各通道的光信号转换成电信号输出。该实施例中，同样可在半导体光放大器230之前和/或之后的光路中设置光隔离器（图中未示出），以防止各光学端面的反射光进入半导

体光放大器内而影响其性能。半导体光放大器的工作电压和工作温度设置在兼顾各光波长的工作点，如在4通道的光接收组件中，半导体光放大器的工作电压和工作温度设置在放大性能最差的波长通道的较低入光的最佳工作点，同时保证其它波长小于饱和点。工作时，控制器同时监测各个光探测器输出的电信号强度，保证各个光探测器输出的电信号强度都保持在各自的预设区间内，以确保持各通道的灵敏度性能。

[0088] 具体的，如图9和10所示，为该光接收组件的封装结构，该封装结构包括一密封壳体10，为清楚显示，图中省略了密封壳体10的盖板。该密封壳体10内具有一气密性容置腔13，密封壳体10的一端设置有光接收端口210，密封壳体210的另一端或一侧设有电接口14，该电接口14用于电连接光模块的电路板。密封壳体10的气密性容置腔13内依次设有可调光路偏转组件（MEMS反射镜222）、第一耦合透镜231、半导体光放大器230、准直透镜233、波分解复用器280、第二耦合透镜241和光探测器240，光接收组件的控制器设于光模块的电路板上。

[0089] MEMS反射镜222与光接收端口210之间还设有准直透镜组221，MEMS反射镜222的上方设有三角棱镜270，该三角棱镜270包括第一反射镜271和第二反射镜272。其中第一反射镜271位于准直透镜组221与MEMS反射镜222之间的光路中，第二反射镜272位于MEMS反射镜222与第一耦合透镜231之间的光路中。半导体光放大器230采用的是半导体光放大芯片（SOA芯片），通过一基板234设置于一TEC（Thermo Electric Cooler，半导体制冷器）235上，控制器通过控制TEC 235工作以使半导体光放大器230的工作温度稳定在最佳工作点。该实施例中，第一耦合透镜231和准直透镜233也置于TEC 235上，在准直透镜233与波分解复用器280之间的光路中还设有一光隔离器232，以防止各光学端面的反射光进入半导体光放大器230内而影响其性能。光探测器240采用的是面接收的光电二极管（PD），其光接收面的法线与光接收组件的主光轴垂直，所以在第二耦合透镜241后面还设有一直角棱镜243，以将各通道的光信号反射到各光探测器240上。光探测器240设于一导电基板244上，该导电基板244上还设有跨阻放大器242，光探测器240输出的电信号经跨阻放大器242放大之后，经导电基板244传输到密封壳体10的电接口14，由该电接口14传输到光模块的电路板上。

- [0090] 实施例1-3的封装可参考上述光接收组件的封装结构，该封装结构体积小，可达到20.35mm长、6.5mm宽和4.5mm高的尺寸，甚至更小，可用于QSFP系列和OSFP型号及以上尺寸的光模块中。
- [0091] 上文所列出的一系列的详细说明仅仅是针对本申请的可行性实施方式的具体说明，它们并非用以限制本申请的保护范围，凡未脱离本申请技艺精神所作的等效实施方式或变更均应包含在本申请的保护范围之内。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种光接收组件，其特征在于：包括光接收端口、可调光路偏转组件、半导体光放大器、光探测器和控制器；所述光接收端口接收的光信号经所述可调光路偏转组件后入射到所述半导体光放大器内，所述半导体光放大器对入射的光信号放大之后耦合到所述光探测器上，所述光探测器将接收到的光信号转换成电信号输出；
- 所述控制器根据所述光探测器输出的电信号强度控制所述可调光路偏转组件，以调节光信号从所述光接收端口耦合到所述半导体光放大器的耦合效率，使所述光探测器输出的电信号保持在预设区间；
- 所述可调光路偏转组件通过调节光信号的偏转角度来调节光信号从所述光接收端口耦合到所述半导体光放大器内的耦合效率。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的光接收组件，其特征在于：所述可调光路偏转组件为透射型偏转组件。
- [权利要求 3] 根据权利要求2所述的光接收组件，其特征在于：
- 所述可调光路偏转组件为MEMS折射镜；或者，
- 所述可调光路偏转组件包括折射率可调的折射棱镜；或者，
- 所述可调光路偏转组件包括折射棱镜和角度调节机构，所述控制器控制所述角度调节机构调节所述折射棱镜的角度。
- [权利要求 4] 根据权利要求1所述的光接收组件，其特征在于：所述可调光路偏转组件为反射型偏转组件。
- [权利要求 5] 根据权利要求4所述的光接收组件，其特征在于：
- 所述可调光路偏转组件为MEMS反射镜；或者，
- 所述可调光路偏转组件包括反射镜和角度调节机构；所述控制器控制所述角度调节机构调节所述反射镜的偏转角度。
- [权利要求 6] 根据权利要求4所述的光接收组件，其特征在于：
- 所述光接收组件还包括一光路偏转单元，所述光路偏转单元位于所述光接收端口与所述可调光路偏转组件之间的光路中，或者位于所述可调光路偏转组件与所述半导体光放大器之间的光路中；所述光路偏转

单元用于将所述光接收端口接收的光信号偏转到所述可调光路偏转组件上，或者将所述可调光路偏转组件反射的光信号偏转到所述半导体光放大器上。

- [权利要求 7] 根据权利要求6所述的光接收组件，其特征在于：所述光路偏转单元为反射镜或折射棱镜。
- [权利要求 8] 根据权利要求4所述的光接收组件，其特征在于：所述光接收组件还包括两个光路偏转单元，所述两个光路偏转单元分别位于所述可调光路偏转组件之前和之后和光路中；所述两个光路偏转单元分别用于将所述光接收端口接收的光信号偏转到所述可调光路偏转组件上，以及将所述可调光路偏转组件反射的光信号偏转到所述半导体光放大器上。
- [权利要求 9] 根据权利要求8所述的光接收组件，其特征在于：所述两个光路偏转单元分别为两个分离的反射镜或两个折射棱镜；或者，所述两个光路偏转单元为分别设于一三角棱镜上的两个反射镜。
- [权利要求 10] 根据权利要求1所述的光接收组件，其特征在于：
所述光接收组件还包括准直透镜组、第一耦合透镜、第二耦合透镜和跨阻放大器；
所述准直透镜组位于所述光接收端口与所述可调光路偏转组件之间的光路中；
所述第一耦合透镜位于所述可调光路偏转组件与所述半导体光放大器之间的光路中，用于将光信号耦合到所述半导体光放大器内；
所述第二耦合透镜位于所述光探测器之前的光路中，用于将所述半导体光放大器放大之后的光信号耦合到所述光探测器内；
所述跨阻放大器电连接所述光探测器，用于放大所述光探测器输出的电信号。
- [权利要求 11] 根据权利要求10所述的光接收组件，其特征在于：所述半导体光放大器与所述第二耦合透镜之间还设有光隔离器、光滤波器、波分解复用器和光路偏转器其中的一种、两种或多种的组合；和/或，

所述半导体光放大器与所述可调光路偏转组件之间还设有光隔离器。

[权利要求 12] 根据权利要求1所述的光接收组件，其特征在于：所述半导体光放大器包括半导体光放大芯片和TEC；所述半导体光放大芯片通过一基板设置于所述TEC上；所述控制器控制所述TEC稳定所述半导体光放大芯片的工作温度。

[权利要求 13] 根据权利要求1-12任一项所述的光接收组件，其特征在于：
所述光接收组件还包括密封壳体；
所述密封壳体内具有一气密性容置腔，所述光接收端口设于所述密封壳体的一端，所述密封壳体的另一端或一侧设有电接口；所述电接口电连接外部电路板，所述控制器设于所述外部电路板上；
所述可调光路偏转组件、半导体光放大器和光探测器设于所述气密性容置腔内。

[权利要求 14] 一种光模块，包括封装外壳和设于所述封装外壳内的电路板，其特征在于：还包括权利要求1-13任一项所述的光接收组件；所述光接收组件设于所述封装外壳内，所述光接收组件电连接所述电路板。

[权利要求 15] 一种用于光接收组件的控制方法，其特征在于：所述光接收组件包括可调光路偏转组件、半导体光放大器和光探测器，所述方法包括如下步骤：

设置所述半导体光放大器的工作电压和工作温度，并将所述工作电压和工作温度分别保持在电压预设值和温度预设值；

监测所述光探测器输出的电信号强度，判断所述电信号强度是否在预设区间内；

当所述电信号强度在所述预设区间内时，保持所述可调光路偏转组件的状态不变；当所述电信号强度不在所述预设区间内时，根据所述电信号强度的变化控制所述可调光路偏转组件调节光信号入射到所述半导体光放大器的偏转角度，以调节所述光信号耦合到所述半导体光放大器的耦合效率，使所述光探测器输出的电信号强度保持在所述预设区间内。

- [权利要求 16] 根据权利要求15所述的控制方法，其特征在于：
所述监测所述光探测器输出的电信号强度的方法为通过检测与所述光探测器电连接的跨阻放大器的接收信号强度指示（RSSI）来监测所述电信号强度。
- [权利要求 17] 根据权利要求15所述的控制方法，其特征在于：所述电压预设值和温度预设值为特定光功率入射到所述半导体光放大器内时，所述半导体光放大器的最佳工作点；
所述特定光功率小于或等于所述光接收组件所要求的灵敏度点对应的的光功率，所述特定光功率大于或等于所述光接收组件的最佳灵敏度点对应的的光功率；
所述光接收组件所要求的灵敏度点对应的的光功率大于或等于所述光接收组件的最佳灵敏度点对应的的光功率。
- [权利要求 18] 根据权利要求17所述的控制方法，其特征在于：所述预设区间为在所述特定光功率入射到所述半导体光放大器内时，监测到的所述电信号强度。