



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107462950 A

(43)申请公布日 2017.12.12

(21)申请号 201710779051.2

(22)申请日 2017.08.31

(71)申请人 武汉光迅科技股份有限公司

地址 430205 湖北省武汉市江夏区藏龙岛
开发区潭湖路1号

(72)发明人 吴凡 李长安 凌九红 胡家艳

(74)专利代理机构 北京天奇智新知识产权代理
有限公司 11340

代理人 刘黎明

(51)Int.Cl.

G02B 6/12(2006.01)

G05D 23/32(2006.01)

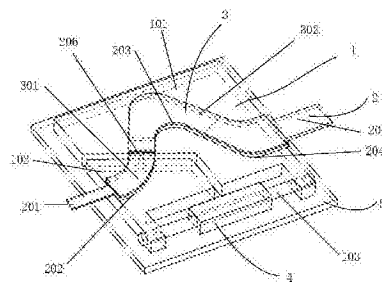
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

一种宽温、低功耗阵列波导光栅模块及波长控制方法

(57)摘要

本发明涉及一种光模块及波长控制方法,属于光通信技术领域,具体涉及一种基于位移进行波长补偿的光模块及封装方法。包括:温度补偿装置,包括若干个独立子区域构成的光路底座和用于连接各光路底座子区域的驱动杆;AWG芯片组件,被切割成若干个子区域,每个子区域设置于一光路底座子区域上;其中,所述光路底座上设置有模块温度控制装置。通过模块温度控制装置控制光模块温度,将实际工作温度范围分成二段或多段,降低能耗,且更加精确的控制光模块波长的补偿量。



1. 一种宽温、低功耗阵列波导光栅模块及波长控制方法,其特征在于,包括:

温度补偿装置(1),包括若干个独立子区域构成的光路底座;

AWG芯片组件(2),被切割成若干个子区域,每个子区域设置于一光路底座子区域上;

其中,所述光路底座上设置有模块温度控制装置(5)。

2. 根据权利要求1所述的一种宽温、低功耗阵列波导光栅模块及波长控制方法,其特征在于,基于模块温度控制装置和现有无热AWG技术,所述模块温度控制装置(5)固定于光路底座下方并且包含多个部分,每个部分对应于光路底座的每个子区域。

3. 根据权利要求1所述的一种宽温、低功耗阵列波导光栅模块及波长控制方法,其特征在于,所述光路底座包括能够发生相对移动的第一区域(101)和第二区(102),了区域间通过铰链或驱动杆连接。

4. 一种宽温、低功耗阵列波导光栅模块及波长控制方法,其特征在于,

包括:

将AWG芯片组件(2)切割成若干子区域并分别置于温度补偿装置相互独立的光路底座子区域上;

利用驱动杆(103)驱动光路底座子区域相对移动从而在AWG芯片组件子区域间产生驱动位移,利用所述驱动位移来补偿波长漂移;

利用模块温度控制装置(5)控制模块温度,从而调整光路底座子区域间相对移动的驱动位移。

5. 根据权利要求4所述的一种宽温、低功耗阵列波导光栅模块及波长控制方法,其特征在于,包括:过补偿调整步骤,在 $\frac{d\lambda'}{dT}$ 大于b时适用,其中, $d\lambda'$ 为驱动杆驱动芯片两部分产生的位移引起的中心波长变化, dT 为温度变化,b为芯片中心波长 λ 随温度T变化函数的一次项系数;具体为:将模块工作温度范围划分为多二段,在低温区域-40-25℃通过模块温度控制装置(5)对模块整体进行加热,使模块在环境温度为低温区域时表现有热AWG模块状态,环境温度为常温至高温区域时表现为无热AWG模块状态。

6. 根据权利要求4所述的一种宽温、低功耗阵列波导光栅模块及波长控制方法,其特征在于,包括:欠补偿调整步骤,在 $\frac{d\lambda'}{dT}$ 小于b时适用,其中, $d\lambda'$ 为驱动杆驱动芯片两部分产生的位移引起的中心波长变化, dT 为温度变化,b为芯片中心波长 λ 随温度T变化函数的一次项系数;具体为:将模块工作温度范围划分为多二段,在高温区域25-85℃通过模块温度控制装置(5)对模块整体进行制冷,使模块在环境温度为高温区域时表现有热AWG模块状态,环境温度为低温至常温区域时表现为无热AWG模块状态。

7. 根据权利要求4所述的一种宽温、低功耗阵列波导光栅模块及波长控制方法,其特征在于,包括:对称补偿调整步骤,在 $\frac{d\lambda'}{dT}$ 与b一致时适用,其中, $d\lambda'$ 为驱动杆驱动芯片两部分产生的位移引起的中心波长变化, dT 为温度变化,b为芯片中心波长 λ 随温度T变化函数的一次项系数;具体为:

将模块工作温度范围划分为多段:在环境温度为高温区域65℃至85℃区间时,通过模块温度控制装置对模块整体制冷;在环境温度为低温区域-40℃至-5℃区间时,通过模块温

度控制装置对模块整体进行加热,使模块在这两段温度区间内表现为有热AWG模块状态;在模块处于环境温度为-5℃至-65℃的中间温度区间时,模块温度控制装置停止工作,使得模块在该区域内表现为无热AWG模块状态。

一种宽温、低功耗阵列波导光栅模块及波长控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种光模块及封装方法,属于光通信技术领域,具体涉及一种宽温、低功耗阵列波导光栅模块及波长控制方法。

背景技术

[0002] 阵列波导光栅(Arrayed Waveguide Gratings,简称AWG)是基于平面光波导的光器件,由输入波导、输入平板波导、阵列波导、输出平板波导和输出波导组成,其中相邻阵列波导具有固定的长度差。AWG是密集波分复用系统的关键光器件,具有集成度高、通道数目多、插入损耗小,易于批量自动化生产等优点。AWG密集波分复用系统对复用/解复用器件的中心波长稳定性要求较高,中心波长精度需要控制在通道间隔的 $\pm 5\%$ 以内,通常在100GHz,50GHz和25GHz间隔的波分复用系统中,中心波长精度分别需要控制 $\pm 0.04\text{nm}$, $\pm 0.02\text{nm}$ 和 $\pm 0.01\text{nm}$ 以内。但是,传统的硅基AWG芯片对温度比较敏感,一般中心波长随温度的漂移为 $0.0118\text{nm}/^\circ\text{C}$,在波分复用系统工作环境温度内(-40°C 至 85°C),AWG芯片的中心波长漂移量明显超出了系统要求,因此,需要采取措施来控制AWG模块的中心波长,使其能在工作环境温度内正常工作。

[0003] 无热AWG(Athermal AWG,简称AAWG)技术是一种常用的中心波长控制技术,无热AWG模块通常采用温度补偿的技术保持波长的稳定,通过温度驱动杆的热胀冷缩驱动波导相对移动来补偿波长随温度的漂移。AWG芯片被切割成两部分后,中心波长的变化 $d\lambda$ 与芯片两部分的相对位移 dx 具有如下关系:

$$[0004] \quad \frac{dx}{d\lambda} = R \frac{m n_g}{n_s d n_c} \quad (1)$$

[0005] 其中 R 是罗兰圆焦距, n_s 和 n_c 分别是AWG的输入平板波导、输出平板波导,也叫罗兰圆的有效折射率和阵列波导的有效折射率, n_g 是群折射率, d 是相邻阵列波导在罗兰圆周上的间距, m 是衍射级次。 λ 是真空波长。

[0006] 驱动杆的热膨胀系数比光路底座的热膨胀系数大,当温度变化时,驱动杆会驱动光路底座的第一区域101和第二区域102产生相对运动,进而带动AWG芯片的两部分沿着切割缝隙206相对移动,从而对AWG芯片的波长随温度的漂移起到补偿作用。设驱动杆103的长度为 L ,相对光路基座的热膨胀系数为 α ,则驱动杆驱动芯片两部分产生的相对位移为:

$$[0007] \quad dx = kL\alpha dT \quad (2)$$

[0008] 其中 k 为比例系数,与具体结构有关。

[0009] 设由驱动杆驱动芯片两部分产生的位移引起的中心波长变化为 $d\lambda'$,结合公式(1)和公式(2)得出:

$$[0010] \quad \frac{d\lambda'}{dT} = \frac{kL\alpha n_s d n_c}{R m n_g} \quad (3)$$

[0011] 如果 dx/dT 以及 $d\lambda/dT$ 都是等同线性变化,则可以直接通过驱动杆来完成中心波长对于温度变化偏移的补偿,但实际运用中, dx/dT 以及 $d\lambda/dT$ 与温度的关系是非线性的,低温

到常温(-40℃~25℃)变化量以及常温到高温(25℃~85℃)的变化量相差约0.04nm。通过公式(2)和(3)可以近似的推导出中心波长 $d\lambda$ 随温度 T 的变化量,如公式(4)所示。

$$[0012] \quad d\lambda = a * dT^2 + b * dT + c \quad (4)$$

[0013] 从式(4)可以看出,温度补偿装置1只能补偿中心波长随温度变化的一次项,不能补偿其二次项。因为实际应用中硅基二氧化硅波导的折射率随温度变化具有高阶系数,经过补偿后的中心波长-温度曲线是开口向上的抛物线,如图4所示。如果补偿系数 $\frac{d\lambda}{dT}$ 与 b 相等,那么是对称补偿;如果补偿系数 $\frac{d\lambda}{dT}$ 大于 b ,那么是过补偿;如果补偿系数 $\frac{d\lambda}{dT}$ 小于 b ,那么是欠补偿。

[0014] 无热AWG的优点是不需要功耗,缺点是需要通过常温25℃牺牲各通道中心波长精度来满足模块全温度范围内指标要求。从图4可以看出,对称补偿的无热AWG的中心波长变化量约为0.05nm,因此该方法只能在有限的温度范围内保持波长的稳定性,例如工作环境温度在-5℃至65℃范围内,中心波长精度满足100G系统的要求,而工作环境温度扩展到-40℃至85℃时,模块波长变化量 >0.1 nm,完全不满足中心波长精度需要控制的 ± 0.04 nm,且各通道波长偏离ITU-T值所造成的波长不一致性对模块串扰等重要指标影响严重。

[0015] 显然,现有的无热AWG技术波长精度补偿能力有限,主要体现无法同时满足高温、低温区域波长精度控制要求。需要一种方案,使得AWG在宽温(-40~85℃)工作时,不仅功耗低、且中心波长满足50G、25G甚至更密集波分复用系统的要求。

发明内容

[0016] 本发明的目的是克服现有技术存在上述的技术缺陷,提供一种基于驱动位移进行波长补偿的光模块及波长控制的封装方法。该模块及波长控制的封装方法通过模块温度控制装置控制模块的整体温度,将工作温度分为二段或者多段,对波长控制进行分段处理,从而实现降低功耗,且在更为宽的工业温度范围内更为精确的控制AWG模块波长补偿量的封装方法。

[0017] 本发明的技术方案是:

[0018] 一种宽温、低功耗阵列波导光栅模块及波长控制方法,包括:

[0019] 温度补偿装置,包括若干个独立子区域构成的光路底座和用于连接各光路底座子区域的驱动杆。所述的光路底座包含第一区域、第二区域,子区域间通过铰链连接或完全分开;

[0020] AWG芯片组件,被切割成若干个子区域,每个子区域设置于一光路底座子区域上;

[0021] 其中,所述光路底座上设置有模块温度控制装置。

[0022] 优选的,上述的一种宽温、低功耗阵列波导光栅模块及波长控制方法,驱动杆的两端固定于所述光路底座的两个子区域上,驱动杆的热膨胀系数不同于所述光路底座,所述模块温度控制装置位于所述光路底座的底部。

[0023] 一种宽温、低功耗阵列波导光栅模块及波长控制方法,包括:

[0024] 将AWG芯片组件切割成若干子区域并分别置于温度补偿装置相互独立的光路底座子区域上;

[0025] 利用驱动杆驱动光路底座子区域相对移动,从而在AWG芯片组件子区域间产生驱动位移,利用所述驱动位移来补偿波长漂移;

[0026] 利用模块温度控制装置,对温度补偿装置1和AWG芯片组件2进行加热或制冷,调整驱动杆的温度,从而控制驱动位移。

[0027] 优选的,上述的一种宽温、低功耗阵列波导光栅模块及波长控制方法,包括:欠补偿调整步骤,在 $\frac{d\lambda}{dT}$ 小于b时适用,其中, $d\lambda'$ 为驱动杆驱动芯片两部分产生的位移引起的中心

波长变化, dT 为温度变化,b为芯片中心波长 λ 随温度 T 变化函数的一次项系数;具体为:在高温区域25-85℃通过模块温度控制装置对温度补偿装置1和AWG芯片组件2进行制冷,使得模块在高温环境中处于可控制的定标温度,表现为有热AWG技术特性。而在其他温度区域内,表现为无热AWG技术。

[0028] 优选的,一种宽温、低功耗阵列波导光栅模块及波长控制方法,,过补偿调整步骤,

在 $\frac{d\lambda}{dT}$ 大于b时适用,其中, $d\lambda'$ 为驱动杆驱动芯片两部分产生的位移引起的中心波长变化,

dT 为温度变化,b为芯片中心波长 λ 随温度 T 变化函数的一次项系数;具体为:在低温区域-40-25℃通过模块温度控制装置对温度补偿装置1和AWG芯片组件2进行加热,使得模块在低温环境中处于可控制的定标温度,表现为有热AWG技术特性,而在其他温度区域内,表现为无热AWG技术特性。

[0029] 优选的,一种宽温、低功耗阵列波导光栅模块及波长控制方法,包括:对称补偿调整步骤,在 $\frac{d\lambda}{dT}$ 与b一致时适用,其中, $d\lambda'$ 为驱动杆驱动芯片两部分产生的位移引起的中心

波长变化, dT 为温度变化,b为芯片中心波长 λ 随温度 T 变化函数的一次项系数;具体为:在低温区域-40-5℃通过模块温度控制装置对模块整体进行加热,使得模块在低温环境中处于可控制的定标温度,表现为有热AWG技术特性,而在高温区域65-85℃通过模块温度控制装置对温度补偿装置1和AWG芯片组件2进行制冷,使得模块在高温环境中处于可控制的定标温度,表现为有热AWG技术特性。而在中间温度区域-5-65℃,表现为无热AWG技术特性。

[0030] 因此,本发明具有如下优点:

[0031] 1.本发明在无热AWG的基础上,对波长漂移采取进一步控制,波长漂移的控制精度比无热AWG高,更适合面向工业温度范围要求的100G以及甚至更密集波分复用系统需求。

[0032] 2.本发明可将模块工作温度范围划分为二段或多段,相比有热AWG模块在整个工作范围内对模块的整体加热方式,功耗低,稳定时间短;

[0033] 3.采用驱动杆来实现温度补偿的无热AWG技术已经相当成熟,本发明在现有技术增加模块温度控制装置,很容易实施。

[0034] 因此,本发明具有如下优点:

附图说明

[0034] 图1、本发明AWG的示意图;

[0035] 图2、现有无热AWG的温度补偿装置示意图;

[0036] 图3、本发明AWG芯片组件示意图;

[0037] 图4、本发明芯片温度控制装置示意图;

- [0038] 图5、现有无热AWG在不同补偿效果下的温度曲线图；
- [0039] 图6A、本发明第一、二实施例与无热AWG欠补偿情况温度曲线对比图；
- [0040] 图6B、本发明第一、二实施例与无热AWG过补偿情况温度曲线对比图；
- [0041] 图6C、本发明第一、二实施例与无热AWG对称补偿情况温度曲线对比图；
- [0042] 图7、本发明第二实施例与无热AWG对称补偿情况温度曲线对比图；
- [0043] 图8、本发明第三实施例与无热AWG对称补偿情况温度曲线对比图；
- [0044] 图9A、本发明第四实施例与无热AWG过补偿情况温度曲线对比图；
- [0045] 图9B、本发明第四实施例与无热AWG欠补偿情况温度曲线对比图；
- [0046] 图9C、本发明第四实施例与无热AWG对称补偿情况温度曲线对比图；
- [0047] 图10、本发明第一实施例示意图；
- [0048] 图11、本发明第二实施例示意图；
- [0049] 图12、本发明第三实施例示意图；
- [0050] 图13A、本发明第四实施例示意图
- [0051] 图13B、本发明第四实施例的另外一种实现方式示意图；
- [0052] 其中：
- [0053] 1、温度补偿装置； 2、AWG芯片组件；
- [0054] 3、芯片温度控制装置； 4、驱动杆温度控制装置；
- [0055] 5、模块温度控制装置；
- [0056] 101、光路底座第一区域；
- [0057] 102、光路底座第二区域； 103、驱动杆；
- [0058] 201、输入装置； 202、输入平板波导；
- [0059] 203、阵列波导； 204、输出平板波导；
- [0060] 205、输出装置； 206、切割缝隙
- [0061] 301至302、芯片温度控制装置的两个区域。

具体实施方式

[0062] 下面通过实施例,并结合附图,对本发明的技术方案作进一步具体的说明。

[0063] 实施例：

[0064] 以下结合实施例和附图对本发明作进一步说明。

[0065] 本发明的一种实现宽温、低功耗的阵列波导光栅参见图1,包括温度补偿装置1、AWG芯片组件2、芯片温度控制装置3、驱动杆温度控制装置4、模块温度控制装置5。温度补偿装置1如图2所示,包括光路底座和驱动杆103,光路底座为膨胀系数不敏感材料,可以为硅材料、耐热玻璃、石英或因瓦合金等制成。光路底座被切割成第一区域101和第二区域102,第一区域101和第二区域102通过铰链连接或完全分开,二者之间能够发生相对移动,包括旋转、平行移动或者更为复杂的混合移动方式。

[0066] 驱动杆103的两端分别固定在第一区域101和第二区域102上。AWG芯片组件2如图3所示,包括输入装置201、输出装置205、AWG芯片,其中AWG芯片包括输入平板波导202、阵列波导203和输出平板波导204,AWG芯片被切割开,切割产生缝隙206,切割缝隙206可以位于输入平板波导202或者阵列波导203或者输出平板波导204任意位置处,输入装置201耦合在

输入平板波导202的端面上,输出装置205耦合在输出平板波导204的端面上。芯片温度控制装置3如图3所示,包括两个区域301和302。

[0067] AWG芯片组件2固定于光路底座的第一区域101和第二区域102上,芯片的两部分分别位于光路底座的两个区域上面。芯片温度控制装置3固定于AWG芯片上面,芯片温度控制装置3的两个区域301和302分别对应与AWG芯片的两个部分。驱动杆温度控制装置4安装在驱动杆103上。

[0068] 温度补偿装置1中的光路基座的热膨胀系数与AWG芯片的热膨胀系数相等或者近似相等,这样,当温度变化时,不会因为热变形不一致在芯片上产生应力和变形。

[0069] 驱动杆温度控制装置4用来调整温度补偿装置1中的驱动杆的温度,当驱动杆温度变化是,其驱动位移 dx 发生变化,对波长的补偿量也发生变化。

[0070] 芯片温度控制装置3用来调节芯片的温度,使其波长发生一定的漂移。

[0071] 模块温度控制装置5用来调节整个模块的温度,使得仅在某些温度范围内,模块工作在恒温状态。

[0072] 本发明通过温度补偿装置对波长进行补偿,然后通过芯片温度控制装置、驱动杆温度控制装置、模块温度控制装置进一步降低波长在宽温(-40~80℃)范围内的变化,实现对AWG波长更精确的控制。芯片温度控制装置、驱动杆温度控制装置、模块温度控制装置可以单独使用或者组合使用。为了进一步理解本发明的装置和方法,下面给出几种组合的实施例。

[0073] 第一个实施例中:包含温度补偿装置1、驱动杆温度控制装置4,AWG芯片组件2,如图10所示。驱动杆温度控制装置4可以对驱动杆进行温度控制,调节驱动位移,从而调整补偿效果。例如,对于欠补偿情况, dx/dT_{env} 较小,在低温区域(-40至25℃)补偿效果好,但在高温区域(25至85℃)补偿效果差,那么,在高温区域(25至85℃)通过驱动杆温度控制装置4对驱动杆进行加热,增大驱动位移 dx ,使得在高温区域(25至85℃)具有类似过补偿的补偿效果,从而在整个温度范围内具有较好的补偿效果,得到的中心波长漂移与温度的关系如图6A所示,波长漂移-温度曲线变的平坦且变化幅度降低。类似的,对于过补偿情况, dx/dT_{env} 较大,在高温区域(25至85℃)补偿效果好,但在低温区域(-40至25℃)补偿效果差,那么在低温温区域(-40至25℃)通过驱动杆温度控制装置4对驱动杆进行加热,减小驱动位移 dx ,使得在低温区域(-40至25℃)具有类似欠补偿的补偿效果,从而在整个温度范围内具有较好的补偿效果,得到的中心波长漂移与温度的关系如图6B所示,波长漂移-温度曲线变的平坦且变化幅度降低。同理,对于对称补偿情况,在低温区域(-40至-5℃)和高温区域(60至85℃)的波长漂移较大,在这两个温度区域通过驱动杆温度控制装置4对驱动杆进行加热,增大高温区域(60至85℃)的驱动位移,减小低温区域(-40至-5℃)的驱动位移,使得在这两个温度区域内也具有较好的补偿效果,得到的中心波长漂移与温度的关系如图6C所示,中心波长-温度曲线变的平坦且变化幅度降低。

[0074] 第二个实施例中:包含温度补偿装置1、芯片温度控制装置3,AWG芯片组件2,如图11所示。该实施例通过温度补偿装置对波长进行补偿,然后通过芯片温度控制装置进一步降低波长在宽温(-40至80℃)范围内的变化,实现对AWG波长更精确的控制。芯片温度控制装置3可以调节AWG芯片的温度,从而调节波长漂移。对于对称补偿的情况,波长在高温区域(60至85℃)和低温区域(-40至-5℃)都向长波方向漂移较多。那么在中间温度区域(例如-5

至60℃),通过芯片温度控制装置对芯片加热,使得波长在该温度区域内向长波方向漂移,从而使得整个温度范围(-40至85℃)波长-温度变化幅度减小,得到的中心波长漂移与温度的关系如图6A所示。也可以在高温区域(例如60至85℃)和低温区域(例如-40至-5℃)通过芯片温度控制装置对芯片制冷,使得波长在这两个温度区域内向短波方向漂移,从而使得整个温度范围(-40至85℃)波长-温度变化幅度减小,得到的中心波长漂移与温度的关系如图6B所示。对于欠补偿的情况,波长在高温区域(25~85℃)朝长波方向漂移较多,通过温度控制装置对芯片进行制冷,使得波长在高温区域内向短波方向漂移,得到的中心波长漂移与温度的关系如图6C所示。对于过补偿的情况,波长在低温区域(-40~25℃)朝长波方向漂移较多,通过温度控制装置对芯片进行制冷,使得波长在低温区域内向短波方向漂移,得到的中心波长漂移与温度的关系如图7所示。

[0075] 第三个实施例中:包含:温度补偿装置1、驱动杆温度控制装置4,芯片温度控制装置3,AWG芯片组件2,如图12所示。对于对称补偿的情况,在低温区域(-40~-10℃)和高温区域(60~85℃),通过驱动杆温度控制装置对驱动杆进行加热,使得在这两个温度区域范围内波长朝短波方向移动;在中间温度区域(-10~60℃),通过芯片温度控制装置对芯片加热,使得波长在该温度区域内向长波方向漂移,从而使得整个温度范围(-40~85℃)波长-温度变化幅度减小,得到的中心波长漂移与温度的关系如图8所示。

[0076] 第四个实施例中:包括:温度补偿装置1,模块温度控制装置5,AWG芯片组件2,模块温度补偿装置5对温度补偿装置1和AWG芯片组件2进行温度控制,使模块在一定工作段内达到恒温效果,从而调整补偿效果。如图13所示。

[0077] 温度补偿装置1保持高温过补偿状态,在25~85摄氏度具有较好的补偿效果,在-40~25℃补偿效果较差。当环境温度在-40~25℃时,通过模块温度控制装置5对温度补偿装置1和AWG芯片组件2进行加热,使模块温度维持在25℃恒温上,从而使得整个温度范围(-40~85℃)波长-温度变化幅度减小,得到的中心波长漂移与温度的关系如图9A所示。

[0078] 温度补偿装置1保持高温欠补偿状态,在-40~25℃具有较好的补偿效果,在25~85℃补偿效果较差。当环境温度在25~85℃时,通过模块温度控制装置5对温度补偿装置1和AWG芯片组件2进行制冷,使模块温度维持在25℃恒温下,从而使得整个温度范围(-40~85℃)波长-温度变化幅度减小,得到的中心波长漂移与温度的关系如图9B所示。

[0079] 温度补偿装置1保持全温对称补偿状态,在-5~65℃具有较好的补偿效果,在-40~-5℃以及65~85℃温度段内补偿效果较差。当环境温度在-40~-5℃时,通过模块温度控制装置5对温度补偿装置1和AWG芯片组件2进行加热,使模块温度维持在-5℃恒温上;当环境温度在65~85℃时,通过模块温度控制装置5对温度补偿装置1和AWG芯片组件2进行制冷,使模块温度维持在65℃恒温下。从而使得从而使得整个温度范围(-40~85℃)波长-温度变化幅度减小,得到的中心波长漂移与温度的关系如图9C所示。

[0080] 本发明通过模块温度控制装置对温度补偿装置以及AWG芯片组件温度进行控制,将实际工作温度分为二段或多段,从而达到降低波长在宽温(-40至80℃)范围内的变化,实现对AWG波长更精确的控制。

[0081] 虽然本发明已经详细地示出并描述了相关的特定的实施例参考,但本领域的技术人员能够应该理解,在不背离本发明的精神和范围内可以在形式上和细节上作出各种改变,例如温度控制区域的改变等,这些改变都将落入本发明的权利要求所要求的保护范围。

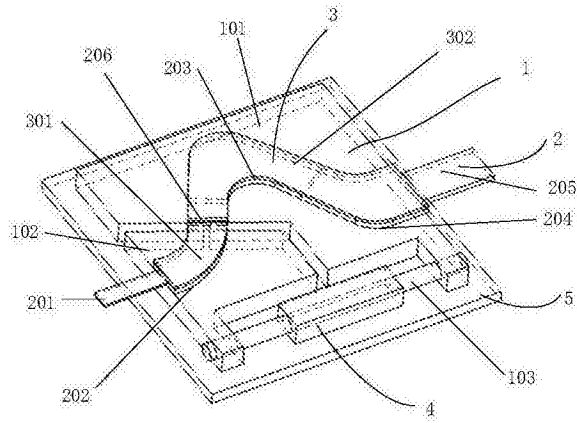


图1

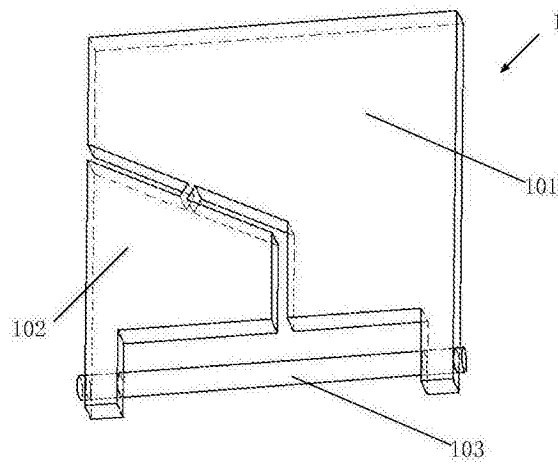


图2

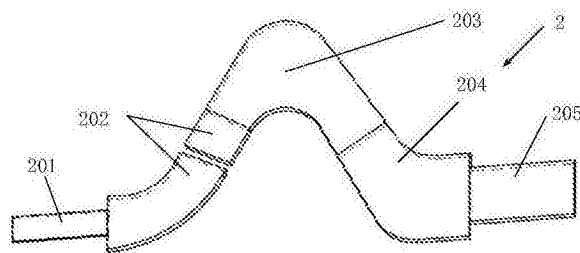


图3

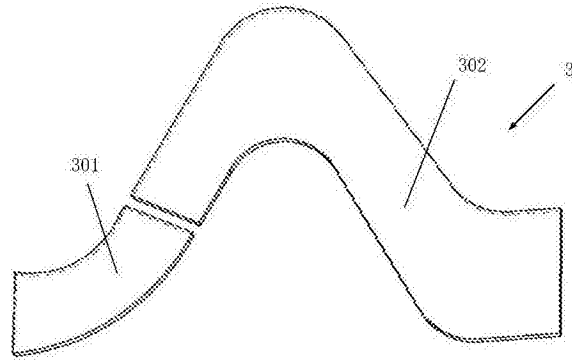


图4

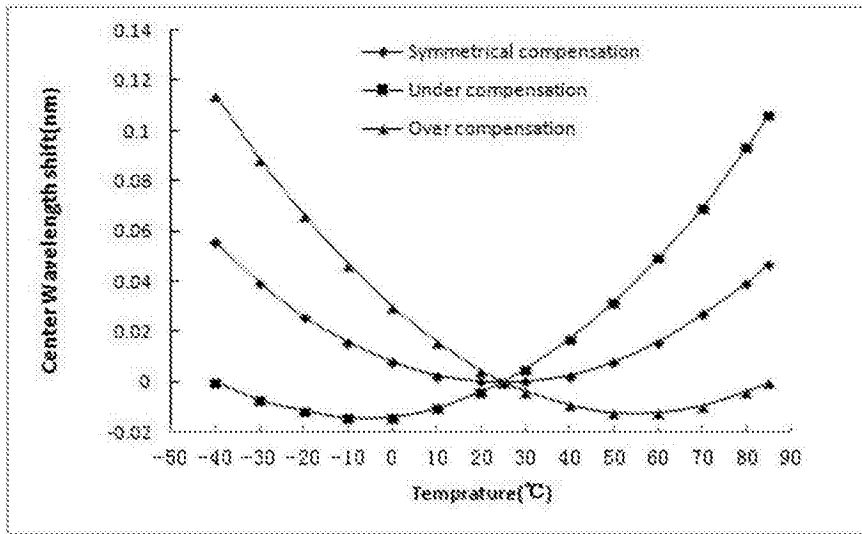


图5

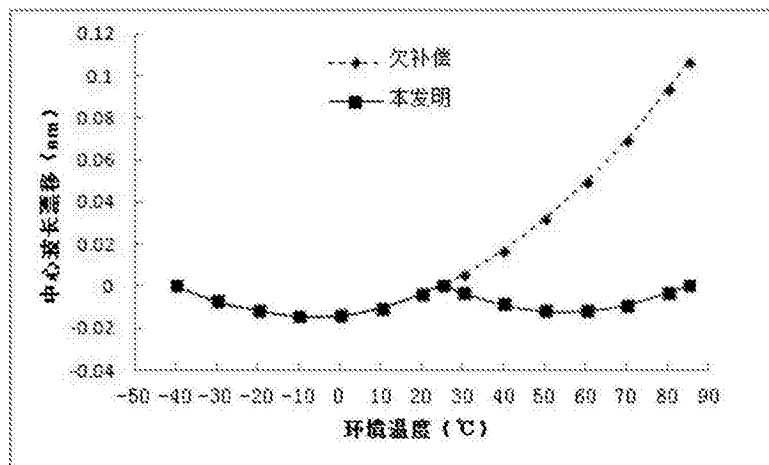


图6A

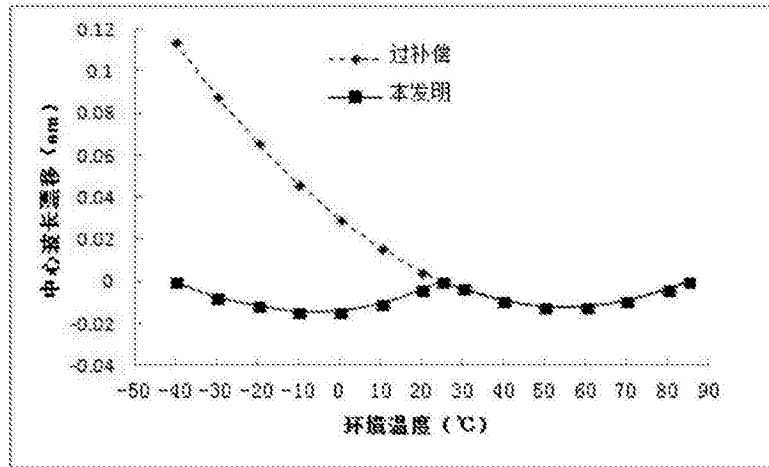


图6B

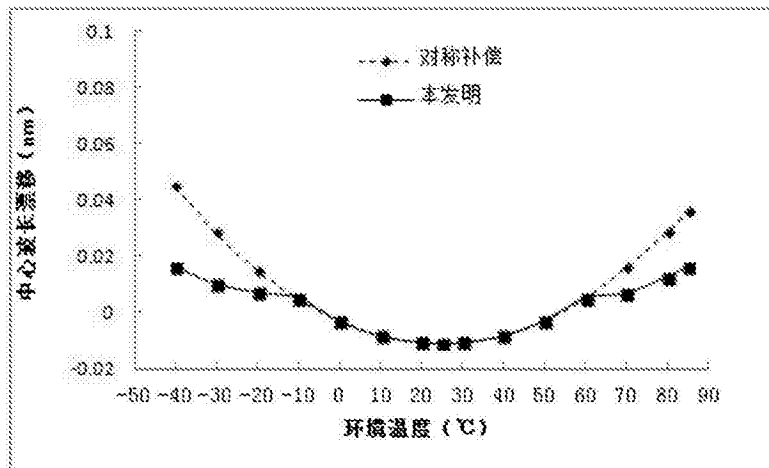


图6C

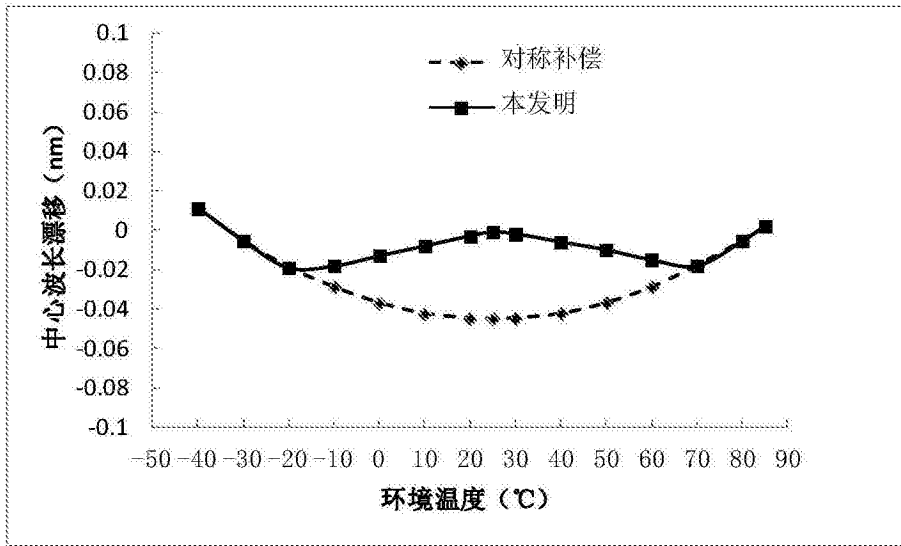


图7

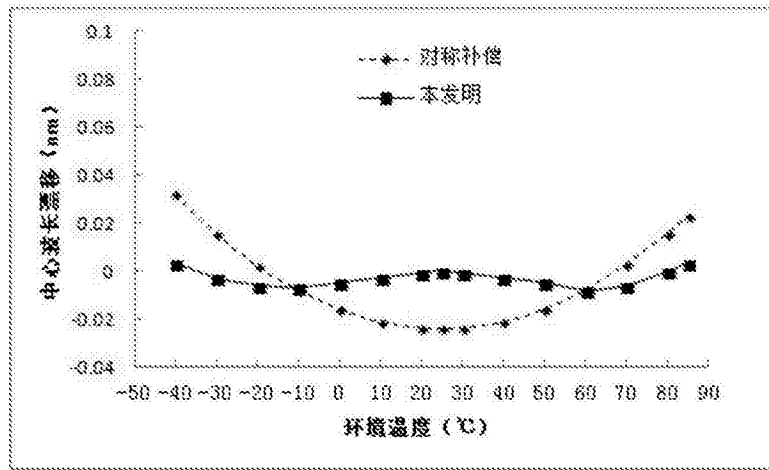


图8

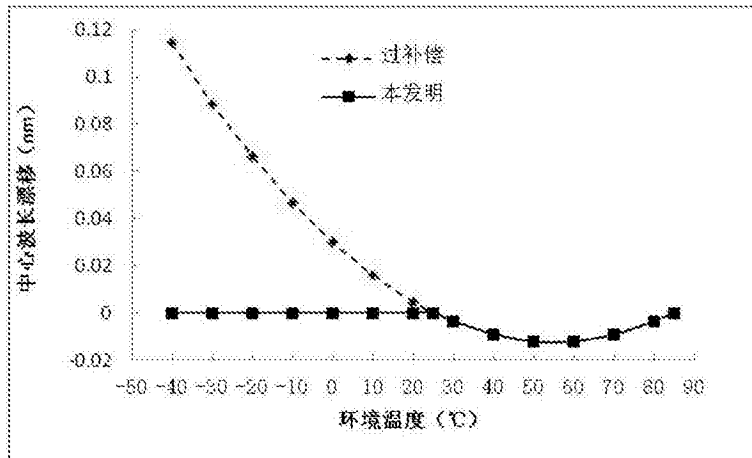


图9A

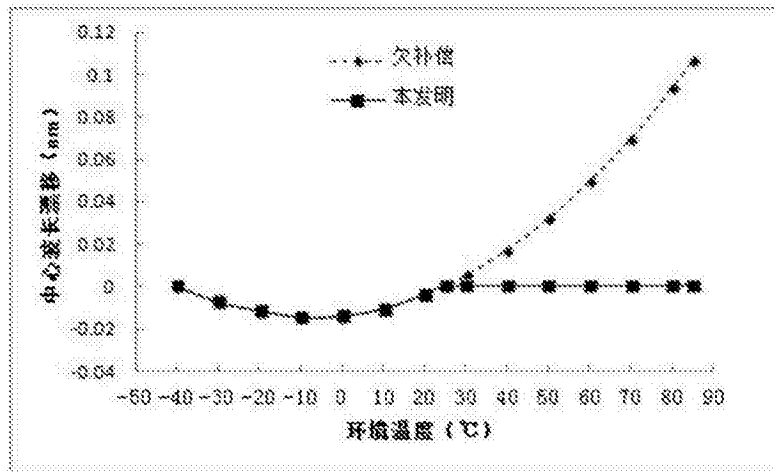


图9B

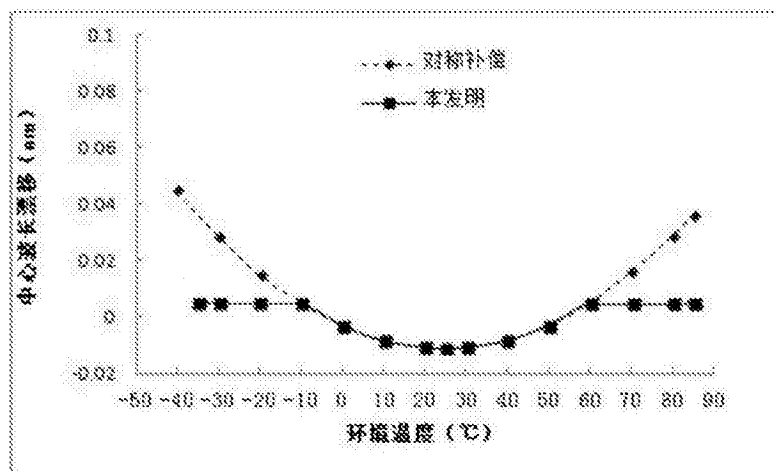


图9C

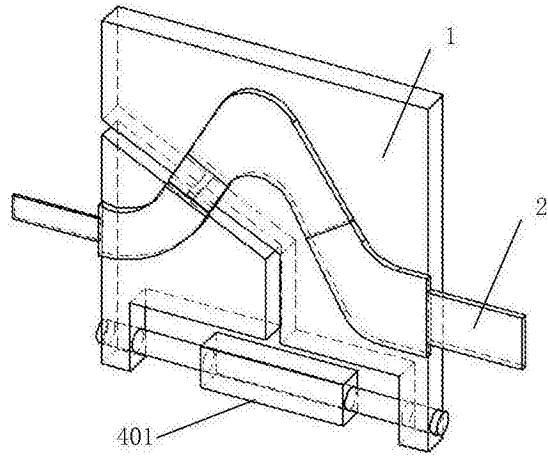


图10

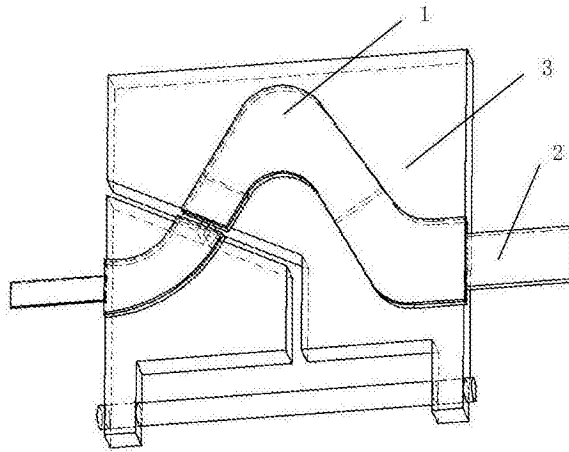


图11

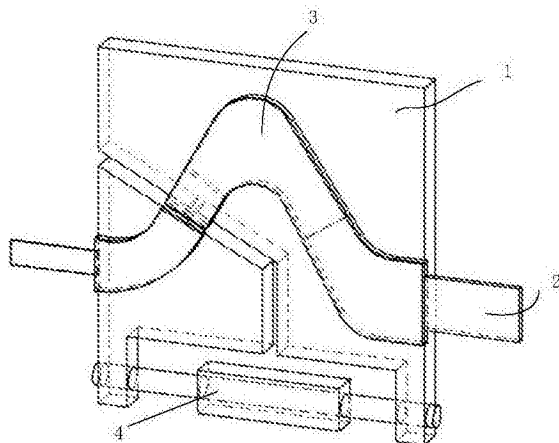


图12

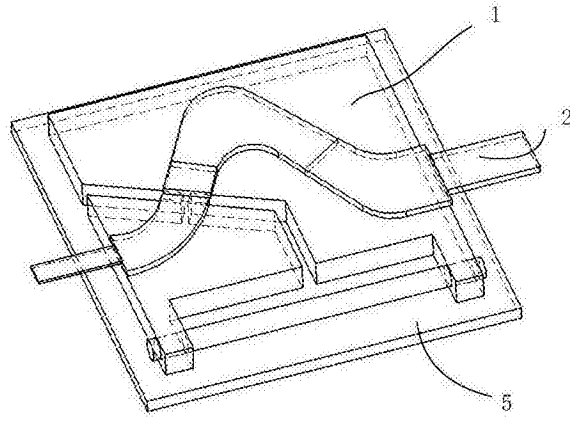


图13A

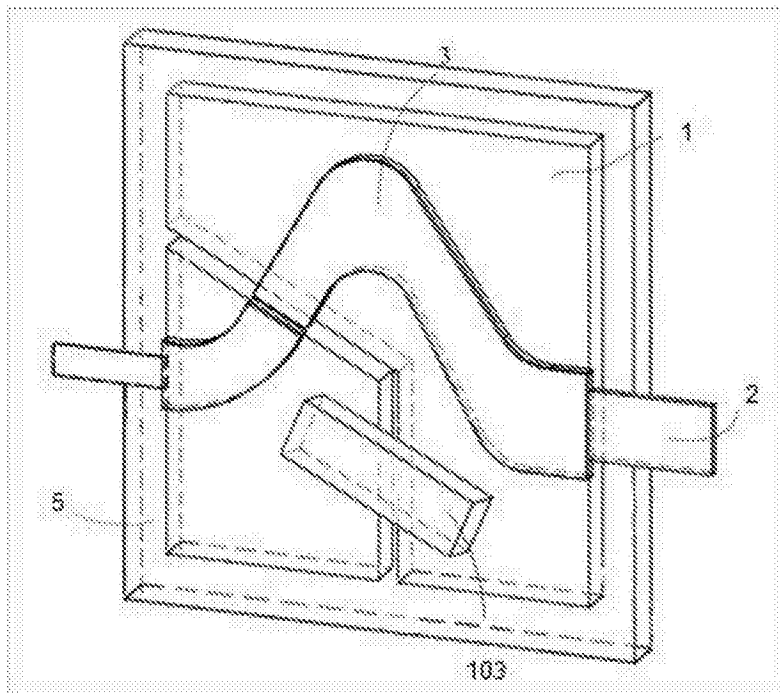


图13B