



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110998400 B

(45) 授权公告日 2021.03.23

(21) 申请号 201780094042.8

(22) 申请日 2017.08.21

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110998400 A

(43) 申请公布日 2020.04.10

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.02.18

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/CN2017/098265 2017.08.21

(87) PCT国际申请的公布数据
W02019/036834 ZH 2019.02.28

(73) 专利权人 华为技术有限公司
地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

(72) 发明人 余力强 杨素林

(74) 专利代理机构 深圳市深佳知识产权代理事务所(普通合伙) 44285
代理人 夏欢

(51) Int.Cl.
G02B 6/42 (2006.01)

审查员 王瑜

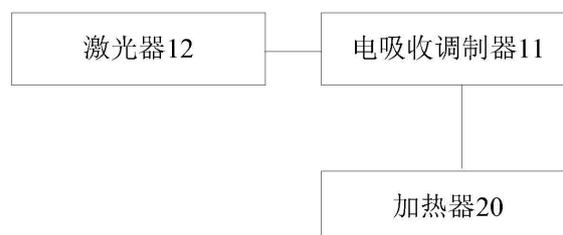
权利要求书1页 说明书13页 附图8页

(54) 发明名称

光发送组件及光模块

(57) 摘要

本申请实施例提供了一种光模块发送组件及光模块,包括:电吸收调制器、激光器和加热器;其中,激光器用于发射激光,电吸收调制器用于吸收激光器发射的激光,产生光生电流;加热器用于基于所述光生电流的大小,调节输出给所述电吸收调制器的加热功率,从而在光发送组件所处的环境温度较低时,利用加热器对电吸收调制器加热,提高电吸收调制器的工作温度,在光发送组件所处的环境温度较高时,减小加热器的加热功率或关闭加热器,从而使得电吸收调制器的工作温度较为稳定,减小在不同的环境温度下,EML器件的性能差异,以获得一致的工作特性,同时避免了热电制冷器成本较高和功耗较高,导致光发送组件成本和功耗也较高的问题。



1. 一种光发送组件,其特征在于,包括:电吸收调制器、激光器和加热器;其中,所述激光器用于发射激光,所述电吸收调制器用于吸收所述激光器发射的激光,产生光生电流;所述加热器用于基于所述光生电流的大小,调节输出给所述电吸收调制器的加热功率,以使在不同的环境温度下,所述电吸收调制器的吸收峰波长与所述激光器的激射波长之间的间隔相同。

2. 根据权利要求1所述的光发送组件,其特征在于,所述加热器仅用于给所述电吸收调制器加热。

3. 根据权利要求1所述的光发送组件,其特征在于,所述加热器用于给所述电吸收调制器和所述激光器加热。

4. 根据权利要求1-3任一项所述的光发送组件,其特征在于,还包括:控制器,所述控制器分别与所述电吸收调制器和加热器连接,用于根据所述光生电流控制输出给所述加热器的驱动信号,以调节所述加热器输出给所述电吸收调制器的加热功率。

5. 根据权利要求4所述的光发送组件,其特征在于,所述控制器具体用于在所述光生电流小于预设的标定电流值时,提高输出给所述加热器的工作电流。

6. 根据权利要求5所述的光发送组件,其特征在于,所述控制器还具体用于在所述光生电流与所述预设的标定电流值之间的差值大于预设电流阈值时,降低输出给所述加热器的工作电流。

7. 根据权利要求6所述的光发送组件,其特征在于,所述控制器还具体用于在所述光生电流与所述预设的标定电流值之间的差值小于或等于所述预设电流阈值时,控制输出给所述加热器的工作电流保持不变。

8. 根据权利要求4所述的光发送组件,其特征在于,所述控制器还与所述激光器连接,控制输出给所述激光器的驱动信号。

9. 根据权利要求8所述的光发送组件,其特征在于,所述光发送组件还包括功率传感器,所述功率传感器与所述控制器连接;所述功率传感器监测所述激光器的输出功率;所述控制器还用于在所述功率传感器监测的功率小于预设的标定功率值时,提高输出给所述激光器的工作电流。

10. 一种光模块,其特征在于,包括光发送组件和光吸收组件,其中,所述光发送组件为权利要求1至9任一项所述的光发送组件。

11. 一种光模块,其特征在于,包括光发送组件、光吸收组件和控制器,其中,所述光发送组件为权利要求1至3任一项所述的光发送组件,所述控制器为权利要求4至9任一项所述的控制器。

光发送组件及光模块

技术领域

[0001] 本申请涉及光纤通信技术领域,尤其涉及一种光发送组件及一种光模块。

背景技术

[0002] 光纤通信技术是现今通信行业甚至整个信息产业的热门技术之一,同时也是通信技术未来发展的主要方向。如图1所示,无源光网络(Passive Optical Network,PON)由局侧的光线路终端(Optical Line Terminal,OLT)、用户侧的光网络单元(Optical Network Unit,ONU)或者光网络终端(Optical Network Terminal,ONT)以及光分配网络(Optical Distribute Network,ODN)组成。

[0003] 对于OLT和ONU来说,光模块是不可或缺的重要组成部分,包括收发光组件(Bi-Directional Optical Sub-Assembly,BOSA),BOSA包括光发送组件(Transmitter Optical Subassembly,TOSA)和光接收组件(Receiver Optical Subassembly,ROSA)。但是,现有光发送组件的成本较高,从而导致光模块的成本较高,无法满足当前光模块对低成本的诉求。

发明内容

[0004] 为解决上述问题,本申请实施例提供了以下技术方案:

[0005] 第一方面,本申请实施例提供了一种光发送组件,包括:电吸收调制器、激光器和加热器;其中,所述激光器用于发射激光,所述电吸收调制器用于吸收所述激光器发射的激光,产生光生电流;所述加热器用于基于所述光生电流的大小,控制输出给所述电吸收调制器的加热功率。

[0006] 本申请实施例所提供的光发送组件,在所述光发送组件所处的环境温度较低时,利用加热器对所述电吸收调制器加热,提高所述电吸收调制器的工作温度,在所述光发送组件所处的环境温度较高时,减小所述加热器的加热功率或关闭所述加热器,从而使得所述电吸收调制器的工作温度较为稳定,减小在不同的环境温度下,EML器件的性能差异,以获得一致的工作特性。

[0007] 另外,本申请实施例所提供的光发送组件,利用所述加热器替换所述热电制冷器来减小不同的环境温度下,EML器件的性能差异,避免了所述热电制冷器成本较高和功耗较高,导致所述光发送组件成本和功耗也较高的问题。而且,由于相较于所述热电制冷器的制冷效率,所述加热器的加热效率较高,从而可以进一步降低所述光发送组件的功耗。

[0008] 在一种实现方式中,所述加热器仅用于给所述电吸收调制器加热,以应用于对激光器发射的波长范围没有限制的场景。

[0009] 在一种实现方式中,所述加热器用于给所述电吸收调制器和所述激光器加热,以应用于对激光器发射的波长范围有限制的场景。

[0010] 在一种实现方式中,还包括:控制器,所述控制器分别与所述电吸收调制器和加热器连接,用于根据所述光生电流控制输出给所述加热器的驱动信号,以调节所述加热器输出给所述电吸收调制器的加热功率。

[0011] 在一种实现方式中,所述控制器具体用于在所述光生电流小于预设的标定电流值时,提高输出给所述加热器的工作电流。

[0012] 在一种实现方式中,所述控制器还具体用于在所述光生电流与所述预设的标定电流值之间的差值大于预设温度阈值时,降低输出给所述加热器的工作电流。

[0013] 在一种实现方式中,所述控制器还具体用于在所述光生电流与所述预设的标定电流值之间的差值小于或等于所述预设温度阈值时,控制输出给所述加热器的工作电流保持不变。

[0014] 在一种实现方式中,所述控制器还与所述激光器连接,控制输出给所述激光器的驱动信号。

[0015] 在一种实现方式中,所述光发送组件还包括功率传感器,所述功率传感器与所述控制器连接;所述功率传感器监测所述激光器的输出功率;所述控制器还用于在所述功率传感器监测的功率小于预设的标定功率值时,提高输出给所述激光器的工作电流。

[0016] 在一种实现方式中,所述加热器的形状为直线形、折线形或螺旋形,以在相同体积的空间内,通过设置所述加热器的形状,增大所述加热器的电阻,从而提高所述加热器的调节能力。

[0017] 第二方面,本申请实施例提供了一种光模块,包括光发送组件和光吸收组件,所述光发送组件为上述任一种光发送组件。

[0018] 第三方面,本申请实施例还提供了一种光模块,包括光发送组件、光吸收组件和控制器,其中,所述光发送组件包括:电吸收调制器、激光器和加热器;其中,所述控制器分别与所述电吸收调制器和加热器连接,所述激光器用于发射激光,所述电吸收调制器用于吸收所述激光器发射的激光,产生光生电流;所述控制器用于根据所述光生电流控制输出给所述加热器的驱动信号,以调节所述加热器输出给所述电吸收调制器的加热功率。

[0019] 本申请实施例所提供的光模块,在所述光发送组件所处的环境温度较低时,利用控制器增大加热器对所述电吸收调制器的加热功率,提高所述电吸收调制器的工作温度,在所述光发送组件所处的环境温度较高时,利用控制器减小所述加热器的加热功率或关闭所述加热器,从而使得所述电吸收调制器的工作温度较为稳定,减小在不同的环境温度下,EML器件的性能差异,以获得一致的工作特性。

[0020] 另外,本申请实施例所提供的光模块,利用所述加热器替换所述热电制冷器来减小不同的环境温度下,EML器件的性能差异,避免了所述热电制冷器成本较高和功耗较高,导致所述光发送组件成本和功耗也较高的问题。而且,由于相较于所述热电制冷器的制冷效率,所述加热器的加热效率较高,从而可以进一步降低所述光发送组件的功耗。

[0021] 在一种实现方式中,所述加热器仅用于给所述电吸收调制器加热,以应用于对激光器发射的波长范围没有限制的场景。

[0022] 在一种实现方式中,所述加热器用于给所述电吸收调制器和所述激光器加热,以应用于对激光器发射的波长范围有限制的场景。

[0023] 在一种实现方式中,所述控制器具体用于在所述光生电流小于预设的标定电流值时,提高输出给所述加热器的工作电流。

[0024] 在一种实现方式中,所述控制器还具体用于在所述光生电流与所述预设的标定电流值之间的差值大于预设电流阈值时,降低输出给所述加热器的工作电流。

[0025] 在一种实现方式中,所述控制器还具体用于在所述光生电流与所述预设的标定电流值之间的差值小于或等于所述预设电流阈值时,控制输出给所述加热器的工作电流保持不变。

[0026] 在一种实现方式中,所述控制器还与所述激光器连接,控制输出给所述激光器的驱动信号。

[0027] 在一种实现方式中,所述光发送组件还包括功率传感器,所述功率传感器与所述控制器连接;所述功率传感器监测所述激光器的输出功率;所述控制器还用于在所述功率传感器监测的功率小于预设的标定功率值时,提高输出给所述激光器的工作电流。

[0028] 在一种实现方式中,所述加热器的形状为直线形、折线形或螺旋形,以在相同体积的空间内,通过设置所述加热器的形状,增大所述加热器的电阻,从而提高所述加热器的调节能力。

附图说明

[0029] 图1为无源光网络的结构示意图;

[0030] 图2为EML中EAM在不同温度下的吸收系数随吸收波长的变化曲线图以及激光器发射激光光强随波长的变化曲线示意图,其中,图2(a)为工作温度是0℃时EML中EAM在不同温度下的吸收系数随吸收波长的变化曲线图以及激光器发射激光光强随波长的变化曲线示意图,图2(b)为工作温度是20℃时EML中EAM在不同温度下的吸收系数随吸收波长的变化曲线图以及激光器发射激光光强随波长的变化曲线示意图,图2(c)为工作温度是40℃时EML中EAM在不同温度下的吸收系数随吸收波长的变化曲线图以及激光器发射激光光强随波长的变化曲线示意图,图2(d)为工作温度是60℃时EML中EAM在不同温度下的吸收系数随吸收波长的变化曲线图以及激光器发射激光光强随波长的变化曲线示意图,图2(e)为工作温度是80℃时EML中EAM在不同温度下的吸收系数随吸收波长的变化曲线图以及激光器发射激光光强随波长的变化曲线示意图;

[0031] 图3为不同温度下,EAM的吸收光强随EAM上所施加偏压的变化曲线示意图;

[0032] 图4为EML在不同温度下的消光比示意图,其中,图4(a)为EML在85℃的环境温度下的消光比示意图,图4(b)为EML在0℃的环境温度下的消光比示意图;

[0033] 图5为本申请一个实施例所提供的光发送组件的结构示意图;

[0034] 图6为本申请另一个实施例所提供的光发送组件的结构示意图;

[0035] 图7为本申请一个实施例所提供的光发送组件中,电吸收调制激光器的结构示意图;

[0036] 图8为本申请另一个实施例所提供的光发送组件中,电吸收调制激光器的结构示意图;

[0037] 图9为本申请一个实施例所提供的光模块中,光发送组件的结构示意图;

[0038] 图10为本申请另一个实施例所提供的光模块的结构示意图;

[0039] 图11为本申请一个实施例所提供的光模块中,电吸收调制器在不同环境温度下,其消光比随施加偏压的曲线示意图;

[0040] 图12为本申请一个实施例所提供的光模块中,电吸收调制器在不同环境温度下,其吸收系数随施加偏压的曲线示意图,其中,其中,图12(a)为EML在85℃的环境温度下的消

光比示意图,图12 (b) 为EML在0℃的环境温度下的消光比示意图。

具体实施方式

[0041] 目前,TOSA(光发送组件)根据光源的调制方式不同可以分为直接调制方式和利用外部调制器的外调制方式。其中,直接调制方式成本低,但是传输距离有限(<20km)。因此,目前长距离传输的信号都是利用外部调制器的方式产生,外部调制器有很多种,其中电吸收调制激光器(Electro-absorption Modulation Laser,EML)就是很重要的一种。

[0042] 通常EML包括电吸收调制器(Electro-absorption Modulation,EAM)和激光器,如图2和图3所示,图2(a)-图2(e)示出了EML中EAM在不同温度下的吸收系数随吸收波长的变化曲线图e以及激光器发射激光光强随波长的变化曲线示意图f,其中,图2(a)为工作温度是0℃时EML中EAM的吸收系数随吸收波长的变化曲线图以及激光器发射激光光强随波长的变化曲线示意图,图2(b)为工作温度是20℃时EML中EAM的吸收系数随吸收波长的变化曲线图以及激光器发射激光光强随波长的变化曲线示意图,图2(c)为工作温度是40℃时EML中EAM的吸收系数随吸收波长的变化曲线图以及激光器发射激光光强随波长的变化曲线示意图,图2(d)为工作温度是60℃时EML中EAM的吸收系数随吸收波长的变化曲线图以及激光器发射激光光强随波长的变化曲线示意图,图2(e)为工作温度是80℃时EML中EAM的吸收系数随吸收波长的变化曲线图以及激光器发射激光光强随波长的变化曲线示意图;图3示出了不同温度下,EAM的吸收光强随EAM上所施加偏压的变化曲线示意图。从图2可以看出,不同工作温度下,EAM的吸收系数随吸收波长的变化曲线e不同,不同工作温度下,激光器发射光谱不同(即激光器发射激光光强随波长的变化曲线f不同),且不同工作温度下EAM的吸收峰波长g与激光器的激射波长h之间的距离也不同。从图3可以看出,不同工作温度下,EAM的吸收光强随EAM上所施加偏压的变化曲线不同,由此可见,在不同的工作温度下,EML器件的性能差异很大,无法获得一致的工作特性。

[0043] 发明人研究发现,这是因为EML中的电吸收调制器(EAM)是波长敏感的,当EML的工作温度改变时,EAM的吸收峰波长和激光器的激射波长随温度的变化是不同步的,其中,EAM的吸收峰波长随温度变化比激光器的激射波长随温度的变化快0.8nm/℃。如图4所示,图4为EML在不同温度下的消光比示意图,其中,图4(a)为EML在85℃的环境温度下的消光比示意图,图4(b)为EML在0℃的环境温度下的消光比示意图。从图4可以看出,EML在高温下可以满足需要的消光比时,在低温下只能得到很低的消光比。如表1所示,表1示出了固定调制电压下,EML在不同温度下的消光比。从表1中也可以看出,EML在高温和低温下的消光比不同。

温度 /℃	0	5	10	15	20	25	30	35	40
消光 比/dB	6.5	6.9	7.4	7.6	7.8	8.1	8.4	8.9	9.4
温度 /℃	45	50	55	60	65	70	75	80	
消光 比/dB	9.6	9.8	10.1	10.4	10.8	11.2	11.8	12.4	

[0045] 现有光发送组件都采用热电制冷器 (Thermoelectric cooling, TEC) 来控制 EML 芯片工作在某一个固定的温度, 以获得稳定的工作特性。但是, TEC 的成本较高 (5-20 美元), 从而使得光发送组件成本也较高, 无法满足当前光模块对低成本的诉求。而且, TEC 的功耗较高, 一般是 EML 光芯片功耗的两倍, 从而导致光发送组件的功耗也较高。

[0046] 有鉴于此, 本申请实施例提供了一种光发送组件, 如图 5 所示, 所述光发送组件包括: 电吸收调制器 11、激光器 12 和加热器 20; 其中, 所述激光器 12 用于发射激光, 所述电吸收调制器 11 用于吸收所述激光器 12 发射的激光, 产生光生电流; 所述加热器 20 用于基于所述光生电流的大小, 控制输出给所述电吸收调制器 11 的加热功率。

[0047] 在本申请实施例中, 所述激光器 12 发射激光, 所述电吸收调制器 11 吸收所述激光器 12 发射的激光, 产生光生电流, 其中, 所述电吸收调制器 11 吸收光线的光功率以及所述电吸收调制器 11 的吸收峰波长与激光器 12 的激射波长之间的距离决定了所述电吸收调制器 11 所产生的光生电流的大小。

[0048] 具体的, 在上述实施例的基础上, 在本申请的一个实施例中, 所述激光器 12 为分布式反馈激光器 DFB (Distributed Feedback Laser, 简称 DFB), 但本申请对此并不做限定, 在本申请的其他实施例中, 所述激光器 12 还可以为其他可以产生激光的器件, 具体视情况而定。

[0049] 需要说明的是, 所述激光器 12 和电吸收调制器 11 均是电吸收调制激光器的组成元件, 具体的, 在上述任一实施例的基础上, 在本申请的一个实施例中, 所述电吸收调制激光器为激光器 12 和电吸收调制器 11 的单片集成结构; 在本申请的另一个实施例中, 所述电吸收调制激光器为激光器、电吸收调制器 11 和半导体光放大器 (Semiconductor Optical Amplifier, 简称 SOA) 的单片集成结构, 在本申请的其他实施例中, 所述电吸收调制激光器还可以为其他基于电吸收调制器 11 的单片集成器件。具体的, 在本申请的一个实施例中, 所述加热器单片集成在 EAM 或 EML 芯片上面。

[0050] 本申请实施例所提供的光发送组件, 在所述光发送组件所处的环境温度较低时, 利用加热器 20 对所述电吸收调制器 11 加热, 提高所述电吸收调制器 11 的工作温度, 在所述光发送组件所处的环境温度较高时, 减小所述加热器 20 的加热功率或关闭所述加热器 20, 从而使得所述电吸收调制器 11 的工作温度较为稳定, 减小在不同的环境温度下, EML 器件的性能差异, 以获得一致的工作特性。

[0051] 另外, 本申请实施例所提供的光发送组件, 利用所述加热器 20 替换所述热电制冷器来减小不同的环境温度下, EML 器件的性能差异, 避免了所述热电制冷器成本较高和功耗较高, 导致所述光发送组件成本和功耗也较高的问题。而且, 由于相较于所述热电制冷器的制冷效率, 所述加热器 20 的加热效率较高, 从而可以进一步降低所述光发送组件的功耗。

[0052] 此外, 在本申请实施例中, 所述光发送组件省却了所述热电制冷器, 直接通过监测所述电吸收调制器的光生电流调节所述电吸收调制器的工作温度, 而不再需要热敏电阻监测所述 EAM 芯片的温度, 从而进一步降低所述光发送组件的成本和功耗。

[0053] 在上述任一实施例的基础上, 在本申请的一个实施例中, 如图 6 所示, 所述光发送组件还包括控制器 30, 所述控制器 30 分别与所述电吸收调制器 11 和加热器 20 连接, 用于根据所述光生电流控制输出给所述加热器 20 的驱动信号, 以调节所述加热器 20 输出给所述电吸收调制器 11 的加热功率, 其中, 所述驱动信号可以为电流, 也可以为电压。在该实施例中,

控制器30可以集成在光发送组件内部,作为光发送组件的一部分。可以理解的是,在其他实施例中,控制器30还可以独立于光发送组件存在,控制器30与光发送组件共同集成在光模块内部。

[0054] 具体的,所述控制器30用于接收和监控所述电吸收调制器11的光生电流,从而依据所述光生电流的大小,为所述加热器20提供工作电流,进而通过控制所述加热器20的加热功率,调节所述电吸收调制器的工作温度。需要说明的是,在本申请的一个具体实施例中,所述加热器20为微型加热器,但本申请对此并不做限定,只要保证所述加热器20的尺寸与所述电吸收调制激光器的尺寸相匹配即可。

[0055] 在上述实施例的基础上,在本申请的一个实施例中,所述控制器30具体用于在所述光生电流小于预设的标定电流值时,提高输出给所述加热器20的工作电流,以提高所述加热器20输出给所述电吸收调制器的加热功率,从而提高所述电吸收调制器的工作温度。

[0056] 在上述实施例的基础上,在本申请的一个实施例中,所述控制器30还具体用于在所述光生电流与所述预设的标定电流值之间的差值大于预设电流阈值时,降低输出给所述加热器的工作电流,以降低所述加热器20输出给所述电吸收调制器的加热功率,从而降低所述电吸收调制器的工作温度。

[0057] 在上述任一实施例的基础上,在本申请的一个实施例中,所述控制器30还具体用于在所述光生电流与所述预设的标定电流值之间的差值小于或等于所述预设电流阈值时,控制输出给所述加热器的工作电流保持不变,以维持所述电吸收调制器的工作温度不变。

[0058] 在上述实施例的基础上,在本申请的一个实施例中,所述控制器30还与所述激光器12连接,控制输出给所述激光器12的驱动信号。具体的,在本申请的一个实施例中,所述控制器30用于为所述激光器12提供偏置的电流,并为所述电吸收调制器11提供偏置电压和调制电压。

[0059] 在上述任一实施例的基础上,在本申请的一个实施例中,如图7所示,所述加热器20位于所述电吸收调制器11的脊波导附近,仅用于给所述电吸收调制器11加热,控制所述电吸收调制器11的工作温度,从而控制所述电吸收调制器11的吸收峰位置。为了提高加热器20的加热效率,优选为将加热器作为悬浮结构,制作在光芯片脊波导结构附近。

[0060] 具体的,当所述光发送组件所处的环境温度降低时(即所述电吸收调制器所处的环境温度降低时),所述光生电流会减小,在所述光生电流小于预设的标定电流值时,所述控制器30提高输出给所述加热器20的驱动信号,从而提高所述加热器输出给所述电吸收调制器的加热功率,进而提高所述电吸收调制器的工作温度,使得所述电吸收调制器11的吸收峰位置右移,所述电吸收调制器11的吸收峰波长与激光器12的激射波长之间的距离减小,增大所述电吸收调制器输出的光生电流。同理,当所述光发送组件所处的环境温度升高时(即所述电吸收调制器所处的环境温度升高时),所述光生电流会增大,在所述光生电流与预设的标定电流值之间的差值大于预设电流阈值时,所述控制器30降低输出给所述加热器20的驱动信号,从而降低所述加热器输出给所述电吸收调制器的加热功率,进而降低所述电吸收调制器的工作温度,使得所述电吸收调制器11的吸收峰位置左移,所述电吸收调制器11的吸收峰波长与激光器12的激射波长之间的距离增大,减小所述电吸收调制器输出的光生电流。

[0061] 除此之外,所述激光器区111还包括N⁺电极层100、衬底101、下限制层102、量子阱

层103、上限制层104、光栅层105、P+波导层106、聚合物介质层107、P+金属层109；所述电吸收调制器区112还包括N+电极层100、衬底101、下限制层102、量子阱层108、上限制层104、P+波导层106、聚合物介质层107、P+金属层109。

[0062] 在本申请的另一个实施例中，如图8所示，所述加热器20位于所述电吸收调制激光器的脊波导附近，用于同时给所述电吸收调制器11和所述激光器12加热，控制整个电吸收调制激光器的工作温度，即控制所述电吸收调制器11和所述激光器12的工作温度。

[0063] 在上述实施例的基础上，在本申请的一个实施例中，当所述光发送组件所处的环境温度降低时（即所述电吸收调制器和所述激光器所处的环境温度降低时），所述光生电流会减小，在所述光生电流小于预设的标定电流值时，所述控制器30提高输出给所述加热器20的驱动信号，从而提高所述加热器输出给所述电吸收调制器和所述激光器的加热功率，进而提高所述电吸收调制器和所述激光器的工作温度，使得所述电吸收调制器11的吸收峰位置右移，所述电吸收调制器11的吸收峰波长与激光器12的激射波长之间的距离减小，所述激光器发射的光功率增大，所述电吸收调制器吸收的光功率增大，增大所述电吸收调制器输出的光生电流。同理，当所述光发送组件所处的环境温度升高时（即所述电吸收调制器和所述激光器所处的环境温度升高时），所述光生电流会增大，在所述光生电流与预设的标定电流值之间的差值大于预设电流阈值时，所述控制器30降低输出给所述加热器20的驱动信号，从而降低所述加热器输出给所述电吸收调制器和所述激光器的加热功率，进而降低所述电吸收调制器和所述激光器的工作温度，使得所述电吸收调制器11的吸收峰位置左移，所述激光器发射的光功率减小，所述电吸收调制器11的吸收峰波长与激光器12的激射波长之间的距离增大，所述电吸收调制器吸收的光功率减小，减小所述电吸收调制器输出的光生电流。

[0064] 在本申请的另一个实施例中，所述光组件还包括温度传感器，所述温度传感器用于监测所述电吸收调制器和/或所述激光器的工作温度，当所述电吸收调制器和所述激光器的工作温度降低，以至于小于预设的标定温度值时，所述控制器30提高输出给所述加热器20的驱动信号，从而提高所述加热器输出给所述电吸收调制器和所述激光器的加热功率，进而提高所述电吸收调制器和所述激光器的工作温度，直至该工作温度等于预设的标定温度值，或者该工作温度与预设的标定温度值之间的差值小于预设温度阈值为止，使得所述电吸收调制器11的吸收峰位置右移，所述激光器发射的光功率增大，所述电吸收调制器11的吸收峰波长与激光器12的激射波长之间的距离减小，所述电吸收调制器吸收的光功率增大，增大所述电吸收调制器输出的光生电流。当所述电吸收调制器和所述激光器的工作温度升高，以至于该工作温度与预设的标定温度值之间的差值大于或等于预设温度阈值时，所述控制器30降低输出给所述加热器20的驱动信号，从而降低所述加热器输出给所述电吸收调制器和所述激光器的加热功率，进而降低所述电吸收调制器和所述激光器的工作温度，直至该工作温度与预设的标定温度值之间的差值小于预设温度阈值为止，使得所述电吸收调制器11的吸收峰位置左移，所述激光器发射的光功率减小，所述电吸收调制器11的吸收峰波长与激光器12的激射波长之间的距离增大，所述电吸收调制器吸收的光功率减小，减小所述电吸收调制器输出的光生电流。

[0065] 除此之外，所述激光器区111还包括N+电极层100、衬底101、下限制层102、量子阱层103、上限制层104、光栅层105、P+波导层106、聚合物介质层107、P+金属层109；所述电吸

收调制器区112还包括N+电极层100、衬底101、下限制层102、量子阱层108、上限制层104、P+波导层106、聚合物介质层107、P+金属层109。

[0066] 需要说明的是,在本申请实施例中,所述激光器区111的长度为300微米,所述电吸收调制器区112的长度为100微米,下限制层102用于垂直方向限制载流子和光子,由In、Ga、Al、As等四元材料制成,厚度为150纳米;量子阱层103用于将电能转化为光子,由轻掺杂的In、Ga、Al、As等四元材料制成,厚度为80纳米至100纳米,该量子阱层103可为多量子阱有源区层;上限制层104用于垂直方向限制载流子和光子,由In、Ga、Al、As等四元材料制成,厚度为150纳米。光栅层105为InP和InGaAlAs的交替结构,光栅长度为300微米。为实现激光器的单模工作,光栅结构采用部分增益耦合光栅或者 $\lambda/4$ 相移光栅。波导层106用于形成光传输的波导,由InP材料制成,厚度为1.5微米至2微米。聚合物介质层107用于垫高金属电极,减小电极的等效电容,提高高频工作速率,由低介电常数的polymer组成。量子阱层108用于光的吸收和调制,由不掺杂的In、Ga、Al、As等四元材料制成,其材料的增益峰比量子阱层103的增益峰短30nm-120nm,对于1310nm左右的量子阱层103增益峰,量子阱层108的增益峰为1260nm左右。P+电极层109和P+电极层110为钛/金,厚度为500纳米。N+电极层100为金锗镍合金/金,厚度为200至500纳米。所述加热器20的制作材料为金属或合金,具体可以为加热效率高的金属或合金。

[0067] 还需要说明的是,在本申请的一个实施例中,当所述加热器20的制作材料为导体材料时,所述加热器20与所述电吸收调制器11的电极相互电绝缘,从而保证所述加热器20不会影响所述电吸收调制器11的调制信号。

[0068] 在上述任一实施例的基础上,在本申请的一个实施例中,当所述加热器20为导体材料时,所述加热器20的阻值取值范围为 $1\ \Omega$ - $1\text{M}\ \Omega$,包括端点值,本申请对此并不做限定,具体视所述光发送组件工作时所在的环境温度而定。需要说明的是,所述光发送组件工作的环境温度变化幅度越大,所述加热器20的阻值取值范围越大,对所述电吸收调制激光器和所述激光器的调节作用越大;所述光发送组件工作的环境温度变化幅度越小,所述加热器20的阻值取值范围越小,对所述电吸收调制激光器和所述激光器的调节作用越小。

[0069] 在上述任一实施例的基础上,在本申请的一个具体实施例中,所述加热器20的形状可以为直线形,也可以为折线形,还可以为螺旋形,本申请对此并不做限定,具体视情况而定。需要说明的是,在相同体积的空间内,所述加热器20的形状越简单,所述加热器20的电阻越小,所述加热器20的形状越复杂,所述加热器20的电阻越大,如在相同体积的空间内,直线形的加热器20的电阻小于折线形加热器20的电阻小于螺旋形的加热器20的电阻。

[0070] 需要说明的是,随着所述光发送组件使用时间的增加,所述激光器的输出功率会降低,故在上述任一实施例的基础上,在本申请的一个实施例中,如图9所示,所述光发送组件还包括:功率传感器40,所述功率传感器40与所述控制器连接;所述功率传感器40监测所述激光器的输出功率;所述控制器还用于在所述功率传感器40监测的功率小于预设功率值时,提高输出给所述激光器的工作电流,从而增加所述激光器的输出功率。直至功率传感器40监测的功率等于预设功率标定值,或者功率传感器监测的功率与预设功率标定值之间的差值小于预设功率阈值为止。从而使得激光器的输出功率保持恒定,或者恒定在预设的功率范围内。所述电吸收调制器11吸收光线的光功率保持恒定或者恒定在预设的功率范围内。预设功率阈值的大小可以根据实际需要进行设置,只要保证该光发送组件的性能变化

位于可容忍的范围之内即可。

[0071] 在一实施例中,预设的标定电流值可以为光发送组件或光模块在预设的环境温度值下工作时的电流值。预设的环境温度值可以根据实际需要进行设置。可选的,预设的环境温度值可以为该光发送组件或光模块可正常工作环境温度范围的最高环境温度值或者较高的环境温度值。例如,若光发送组件或光模块的可正常工作环境温度范围为-40℃至85℃,则预设的环境温度值可以设置为85℃。或者,预设的环境温度值也可以设置为60℃。或者,预设的环境温度值也可以设置为60℃至85℃之间的任一温度值。所述预设电流阈值可以根据实际需要进行设置,在此不做限定,只需要保证光生电流在该预设电流阈值范围内波动时,该光发送组件的性能变化位于可容忍的范围之内即可。

[0072] 上述预设的标定温度值可以为上述预设的环境温度值。上述预设温度阈值可以根据实际需要进行设置。例如,可以为2℃,或者5℃,等等。只需要保证环境温度在该预设温度阈值范围内波动时,该光发送组件的性能变化位于可容忍的范围之内即可。

[0073] 上述预设功率标定值即为光发送组件或光模块在上述预设的环境温度值下工作时的电吸收调制器11吸收光线的光功率,也可以为上述预设功率标定值即为光发送组件或光模块在上述预设的环境温度值下工作时的功率传感器监测的功率值。

[0074] 需要说明的是,在上述任一实施例中,所述控制器根据所述光生电流控制所述加热器的驱动信号可以通过软件实现,也可以通过硬件(如驱动电路)实现,还可以通过软件和硬件结合的方式实现。

[0075] 相应的,本申请实施例还提供了一种光模块,所述光模块包括光发送组件和光接收组件,其中,所述光发送组件为本申请上述任一实施例所提供的光发送组件。

[0076] 此外,本申请实施例还提供了另一种光模块,如图10所示,所述光模块包括光发送组件100、光接收组件200和控制器300,其中,所述光发送组件100包括电吸收调制器11、激光器12和加热器20;其中,所述激光器12用于发射激光,所述电吸收调制器11用于吸收所述激光器12发射的激光,产生光生电流;所述控制器300用于根据所述光生电流控制输出给所述加热器30的驱动信号,以调节所述加热器30输出给所述电吸收调制器11的加热功率。本实施例中的光模块,其所包括的光发送组件100和控制器300相互独立的集成在光模块内部。该实施例的光模块的光发送组件100和控制器300的具体细节、工作原理等,均可以参照上述各个实施例,在此不再赘述。本实施例中的光模块也同样具有上述各个实施例的有益效果。

[0077] 本申请实施例所提供的光模块,在所述光发送组件所处的环境温度较低时,利用所述控制器300增大加热器20输出给所述电吸收调制器11加热功率,提高所述电吸收调制器11的工作温度,在所述光发送组件所处的环境温度较高时,利用控制器300减小所述加热器20输出给所述电吸收调制器11的加热功率或关闭所述加热器20,从而使得所述电吸收调制器11的工作温度较为稳定,减小在不同的环境温度下,EML器件的性能差异,以获得一致的工作特性。

[0078] 另外,本申请实施例所提供的光模块,利用所述加热器20替换所述热电制冷器来减小不同的环境温度下,EML器件的性能差异,避免了所述热电制冷器成本较高和功耗较高,导致所述光发送组件成本和功耗也较高的问题。而且,由于相较于所述热电制冷器的制冷效率,所述加热器20的加热效率较高,从而可以进一步降低所述光发送组件的功耗。

[0079] 此外,在本申请实施例中,所述光发送组件省却了所述热电制冷器,直接通过监测所述电吸收调制器的光生电流调节所述电吸收调制器的工作温度,而不再需要热敏电阻监测所述EAM芯片的温度,因此,在本申请实施例中,所述光发送组件也可以选择性的省去热敏电阻,从而进一步降低所述光发送组件的成本和功耗,从而降低了所述光模块的成本和功耗。

[0080] 需要说明的是,本申请实施例所提供的光模块的应用场景可以为接入网10G、25G应用场景,或者PTN、路由器等客户侧应用场景,也可以为也可以是其它任何使用EML器件,并且对低成本、低功耗有诉求的应用场景。需要说明的是,PON中光模块对降成本的需求特别强烈,因此,本申请实施例所提供的光组件在PON应用场景中具有很大的应用前景和应用价值。目前,具有代表性的PON技术是GPON(Gigabit-Capable Passive Optical Network,千兆无源光网络)、EPON(Ethernet Passive Optical Network,以太网无源光网络)、10G-GPON(也可以称为XG-PON)、10G-EPON以及时分和波分复用无源光网络(Time and Wavelength Division Multiplexed Passive Optical Network,TWDM-PON)。

[0081] 还需要说明的是,本申请实施例所提供的光模块除可以应用于无源光网络外,还可以应用于其他网络结构,本申请对此并不做限定。

[0082] 下面结合具体的应用场景,对本申请实施例所提供的光模块的工作过程进行描述。在本申请实施例中,假定所述光模块工作的环境温度范围为-40℃至85℃,但本申请对此并不做限定,具体视情况而定。

[0083] 在上述实施例的基础上,在本申请的一个实施例中,所述光模块的应用场景为对激光器12发射的激光波长没有波长范围限制,或标准规定的波长范围大于15nm。这些应用场景不用担心所述激光器12发射的激光波长的波长偏移问题,因此,在本申请实施例中,所述加热器20位于所述电吸收调制器11的脊波导附近,仅用于给所述电吸收调制器11加热,控制所述电吸收调制器11的吸收峰波长位置,使得所述电吸收调制器11在不同的环境温度下保持一致的工作特性。需要说明的是,在本申请实施例中,所述加热器20与所述电吸收调制器11可以共同选择悬浮结构,以保证所述加热器20的加热功率不会对所述激光器12的工作特性造成影响。

[0084] 具体的,在本申请的一个实施例中,所述光模块的标定温度可以为60℃,也可以为85℃,也可以为60℃和85℃之间的某一个温度值,只要保证所述光模块的标定温度不小于所述光模块所处环境温度最高值的预设幅度,且位于所述光模块的承受范围内即可,其中,所述预设幅度可以为10℃,也可以为15℃,或其他数值,本申请对此并不做限定,具体视情况而定。需要说明的是,在所述光模块的可承受范围内,所述标定温度可选为不小于所述光模块工作环境温度的最大值。

[0085] 下面以所述标定温度为85℃,对本申请实施例所提供的光模块的工作过程进行描述。

[0086] 首先,在所述光模块具体工作前,在环境温度为85℃的条件下,对所述光模块进行参数标定,包括标定所述激光器12的电流、所述电吸收调制器11的偏置电压和所述电吸收调制器11的光生电流(即预设的标定电流值),功率传感器监测的功率值等,以使得所述光模块在85℃条件下的调制特性满足所需的性能需求。然后,在所述光模块具体工作时,不论所述光模块所处的环境温度为多少℃,利用所述控制器固定所述激光器12的电流和电吸收

调制器11的偏置电压为标定值,并监测所述电吸收调制器11的光生电流(所述电吸收调制器11的光生电流与所述电吸收调制器11的工作温度呈正比),当所述电吸收调制器11的光生电流小于预设的标定电流值时,所述控制器提高输出给加热器的工作电流,控制所述加热器20给所述电吸收调制器11加热,直至所述电吸收调制器11的光生电流等于预设的标定电流值,或者直至所述电吸收调制器11的光生电流与预设的标定电流值之间的差值小于预设电流阈值为止。当所述光生电流与所述预设的标定电流值之间的差值大于预设温度阈值时,降低输出给所述加热器的工作电流。从而使得所述光模块在不同的环境温度下,所述电吸收调制器11的吸收峰波长与所述激光器12的激射波长之间的间隔相同,使得所述电吸收调制激光器呈现一致的调制特性,即所述光模块呈现一致的调制特性。还需要说明的是,随着所述光模块使用时间的增加,所述激光器在所述标定电流的驱动下,其输出功率会降低,因此,在所述功率传感器监测的功率小于预设功率值时,提高输出给所述激光器的工作电流,直至功率传感器监测的功率等于预设功率值,或者直至功率传感器监测的功率值与预设的标定功率值之间的差值小于预设功率阈值为止。。

[0087] 在本申请的另一个实施例中,所述光模块的应用场景为对所述激光器12发射的激光波长有波长范围限制,假设标准规定的波长范围小于15nm。在本实施例中,所述加热器20位于所述电吸收调制激光器的脊波导附近,用于同时给所述电吸收调制器11和所述激光器加热,控制整个电吸收调制激光器的工作温度,即控制所述电吸收调制器11和所述激光器12的工作温度。

[0088] 在本申请的一个实施例中,所述光模块的标定温度为85℃。在所述光模块具体工作前,在环境温度为85℃的条件下,对所述光模块进行参数标定,包括标定所述激光器的电流、所述电吸收调制器11的偏置电压和所述电吸收调制器的光生电流(即预设的标定电流值),功率传感器监测的功率值等,以使得所述光模块在85℃条件下的调制特性满足所需的性能需求。然后,在所述光模块具体工作时,不论所述光模块所处的环境温度为多少℃,利用所述控制器控制所述激光器的电流和电吸收调制器的偏置电压为标定值,并监测所述电吸收调制器11的光生电流(所述电吸收调制器11的光生电流与所述电吸收调制器11的工作温度呈正比),当所述电吸收调制器11的光生电流小于预设的标定电流值时,所述控制器提高输出给加热器的工作电流,控制所述加热器20给所述电吸收调制器11加热,直至所述电吸收调制器11的光生电流等于预设的标定电流值,此时,所述电吸收调制器11和所述激光器的工作温度为85℃。

[0089] 在本申请的另一个实施例中,所述光发送组件还包括温度传感器,所述温度传感器用于监测所述电吸收调制器和/或所述激光器的工作温度,当所述电吸收调制器和所述激光器的工作温度小于85℃时,所述控制器提高输出给所述加热器20的驱动信号,从而提高所述加热器输出给所述电吸收调制器和所述激光器的加热功率,进而提高所述电吸收调制器和所述激光器的工作温度,直至所述电吸收调制器和所述激光器的工作温度达到85℃,此时,所述电吸收调制器的光生电流值达到预设的标定电流值。

[0090] 本申请实施例所提供的光模块在不同的环境温度下,所述电吸收调制器11的吸收峰波长与所述激光器的激射波长之间的间隔相同,使得所述电吸收调制激光器10呈现一致的调制特性,即所述光模块呈现一致的调制特性。

[0091] 在本申请的另一个实施例中,所述标定温度为60℃。在所述光模块具体工作前,在

环境温度为60℃的条件下,对所述光模块进行参数标定,包括标定所述激光器的电流、所述电吸收调制器11的偏置电压和所述电吸收调制器11的光生电流,以使得所述光模块在60℃条件下的调制特性满足所需的性能需求。然后,在所述光模块具体工作时,不论所述光模块所处的环境温度是多少℃,利用所述控制器控制所述激光器的电流和电吸收调制器11的偏置电压为标定值,并监测所述电吸收调制器11的光生电流(所述电吸收调制器11的光生电流与所述电吸收调制器11的工作温度呈正比)。当所述光模块所处的环境温度小于60℃时,所述电吸收调制器11的光生电流小于标定值,所述控制器控制所述加热器20给所述电吸收调制器11和所述激光器12加热,直至所述电吸收调制器11的光生电流等于标定值,此时,所述电吸收调制器11和所述激光器12的工作温度为60℃。当所述光模块所处的环境温度大于或等于60℃且小于85℃时,所述加热器20保持当前加热功率不变,所述电吸收调制器11和所述激光器12的工作温度随着其所处环境温度的变化而变化。

[0092] 本申请实施例所提供的光模块在不同的环境温度下,所述电吸收调制器的吸收峰波长与所述激光器12的激光波长之间的间隔相同,使得所述电吸收调制激光器呈现一致的调制特性,即所述光模块呈现一致的调制特性。

[0093] 而且,由于当所述光模块所处的环境温度大于或等于60℃且小于85℃时,所述加热器20不工作,因此,相较于标定温度为85℃的实施方式,本申请实施例所提供的光模块的功耗更低,且工作在高温(85℃)的时间减小,延长了所述电吸收调制器11的使用寿命,提高了所述电吸收调制器11的可靠性,从而提高了所述光模块的可靠性。

[0094] 需要说明的是,所述电吸收调制器11的偏置电压也会影响所述电吸收调制器11的吸收峰波长位置,所述电吸收调制器11的偏置电压减小时,所述电吸收调制器11的吸收峰波长位置向短波长方向移动,因此,当所述光模块工作的环境温度升高时,减小所述电吸收调制器11的偏置电压,也可以减小所述电吸收调制器11的光生电流,实现对所述电吸收调制器11的微调,获得需要的消光比和调制眼图。

[0095] 还需要说明的是,在本申请实施例中,不论所述标定温度是60℃还是85℃,所述激光器12发射的波长随温度偏移都非常小,只有0nm-2.5nm。

[0096] 如图11所示,图11示出了本申请实施例所提供的光模块中电吸收调制器11在不同环境温度下,其消光比随施加偏压的曲线示意图。从图11中可以看出,在不同的环境温度下,所述电吸收调制器11在不同环境温度下,其消光比随施加偏压的曲线为同一条曲线,即在不同的环境温度下,所述电吸收调制器11具有一致的调制特性。

[0097] 如图12所示,图12示出了本申请实施例所提供的光模块中电吸收调制器11在不同环境温度下,其吸收系数随施加偏压的曲线示意图,其中,其中,图12(a)为EML在85℃的环境温度下的消光比示意图,图12(b)为EML在0℃的环境温度下的消光比示意图。从该图中可以看出,在不同的环境温度下,所述电吸收调制器11在不同环境温度下,其输出信号相同,即在不同的环境温度下,所述电吸收调制器11具有一致的调制特性。

[0098] 综上所述,本申请实施例所提供的光发送组件及光模块,在所述光发送组件所处的环境温度较低时,利用加热器20对所述电吸收调制器11加热,提高所述电吸收调制器11的工作温度,在所述光发送组件所处的环境温度较高时,减小所述加热器20的加热功率或关闭所述加热器20,从而使得所述电吸收调制器11的工作温度较为稳定,减小在不同的环境温度下,EML器件的性能差异,以获得一致的工作特性。

[0099] 另外,本申请实施例所提供的光发送组件及光模块,利用所述加热器20替换所述热电制冷器来减小不同的环境温度下,EML器件的性能差异,避免了所述热电制冷器成本较高和功耗较高,导致所述光发送组件成本和功耗也较高的问题。而且,由于相较于所述热电制冷器的制冷效率,所述加热器20的加热效率较高,从而可以进一步降低所述光发送组件及包括该光发送组件的光模块的功耗。

[0100] 此外,在本申请实施例所提供的光发送组件及光模块中,所述光发送组件省却了所述热电制冷器,直接通过监测所述电吸收调制器的光生电流调节所述电吸收调制器的工作温度,而不再需要热敏电阻监测所述EAM芯片的温度,因此,在本申请实施例中,所述光发送组件也可以选择性的省去热敏电阻,从而进一步降低所述光发送组件的成本和功耗。

[0101] 以上所述,仅为本申请的具体实施方式,但本申请的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此,本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

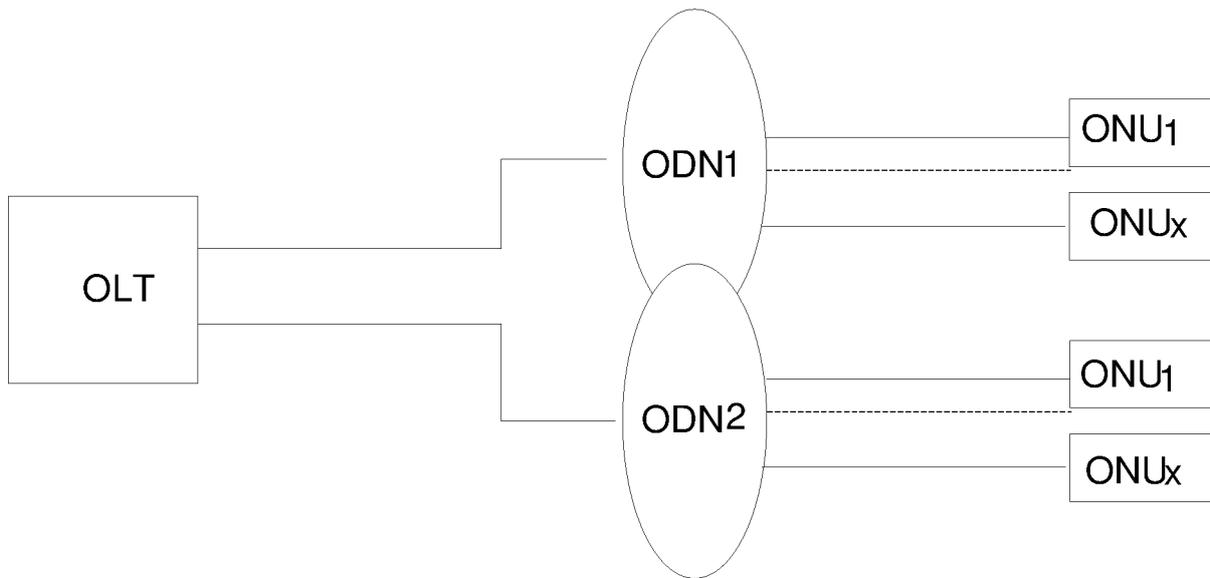


图1

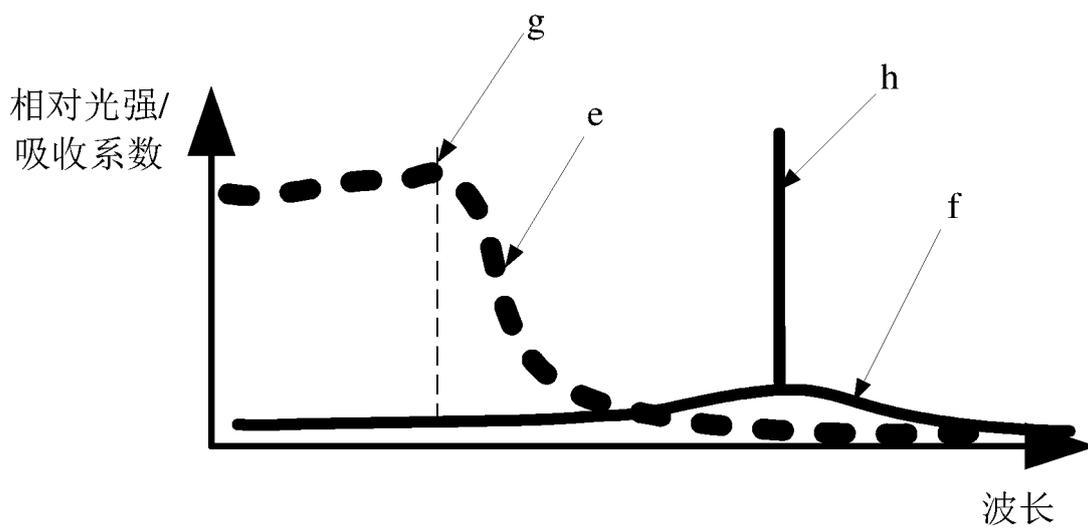


图2(a)

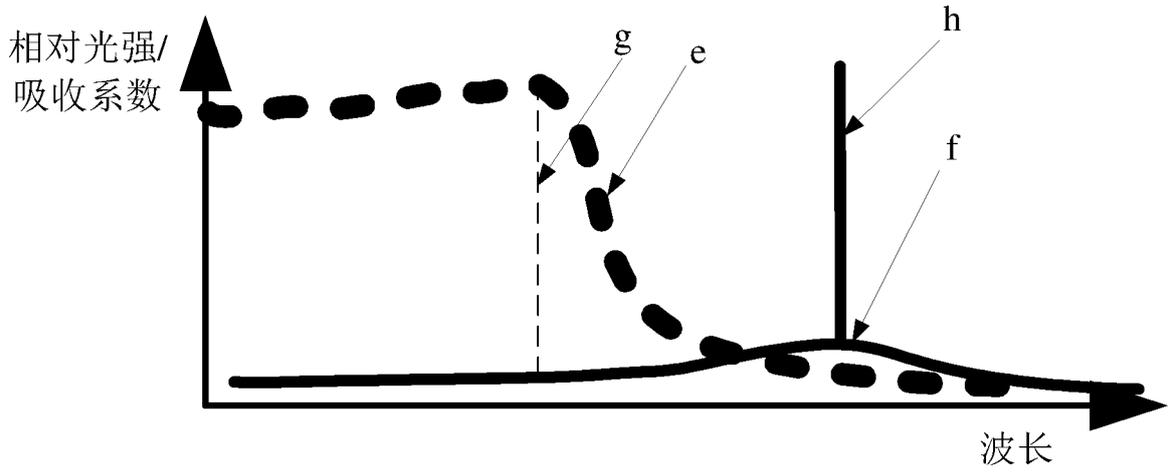


图2 (b)

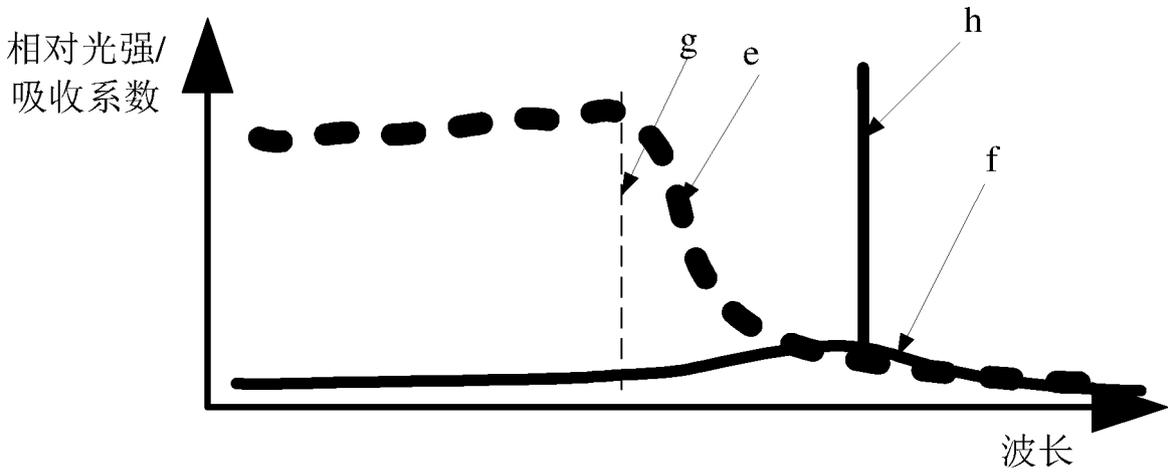


图2 (c)

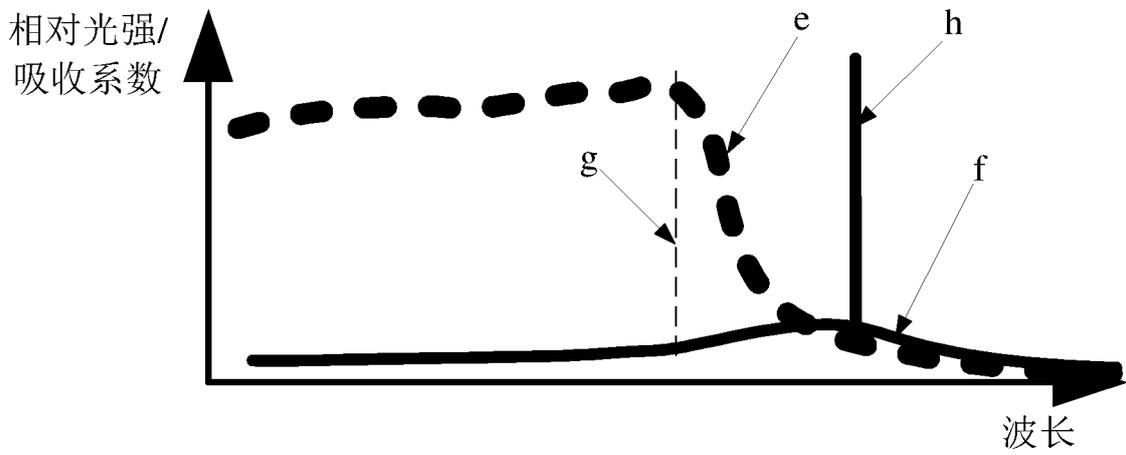


图2 (d)

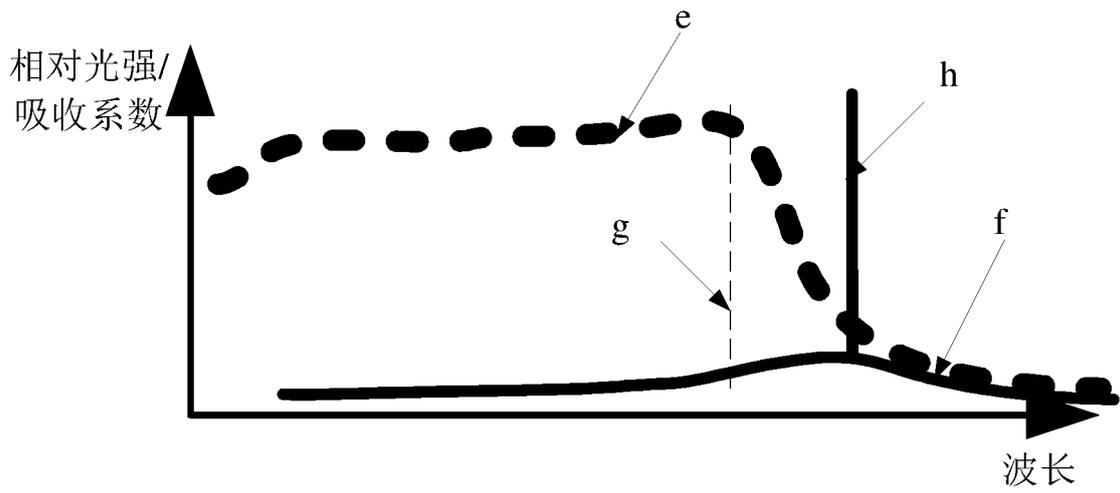


图2(e)

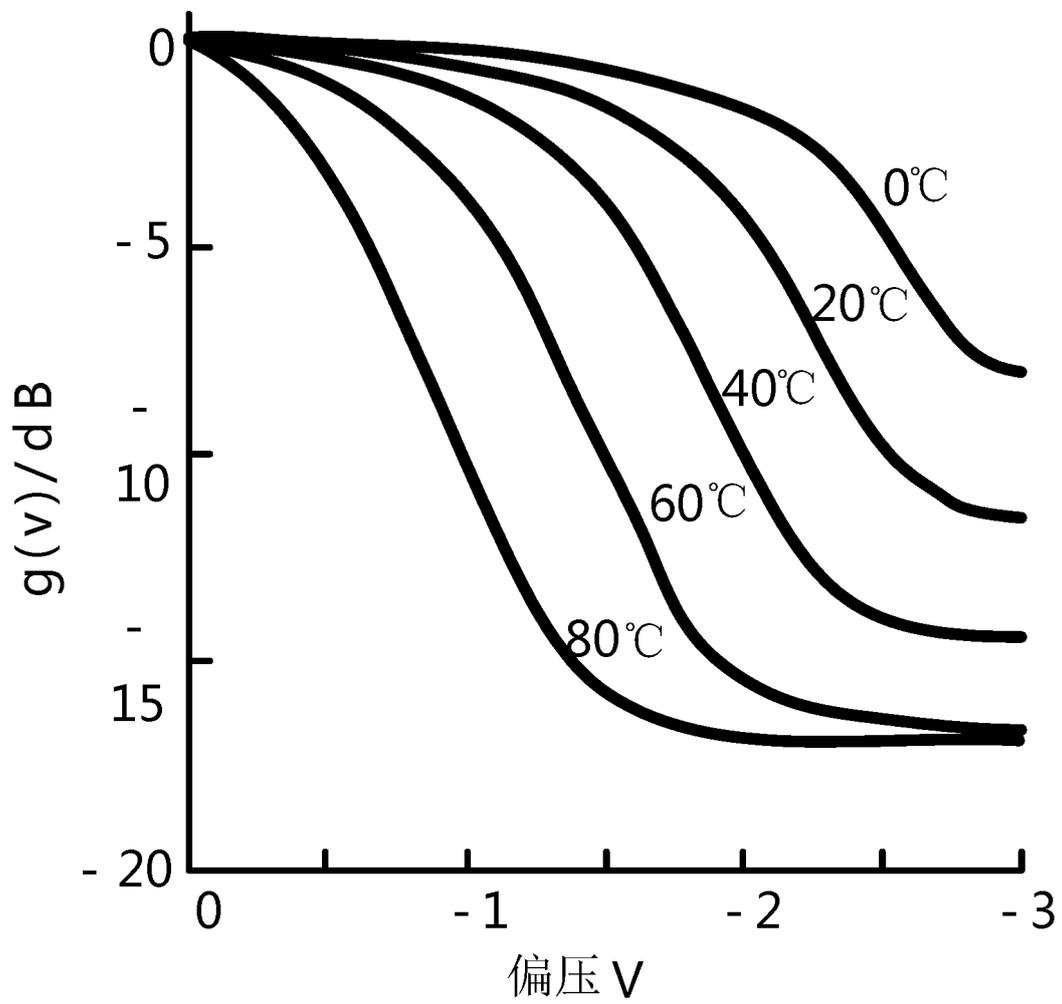


图3

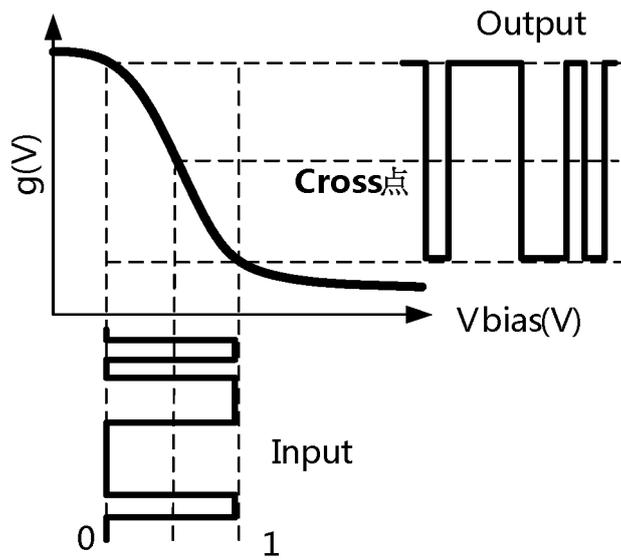


图4 (a)

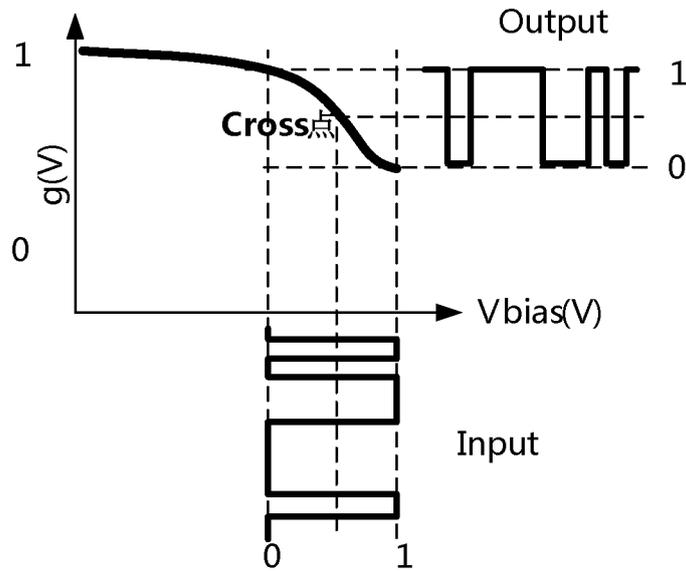


图4 (b)

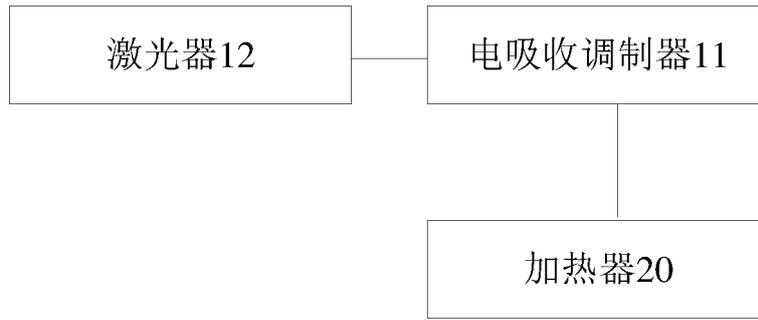


图5

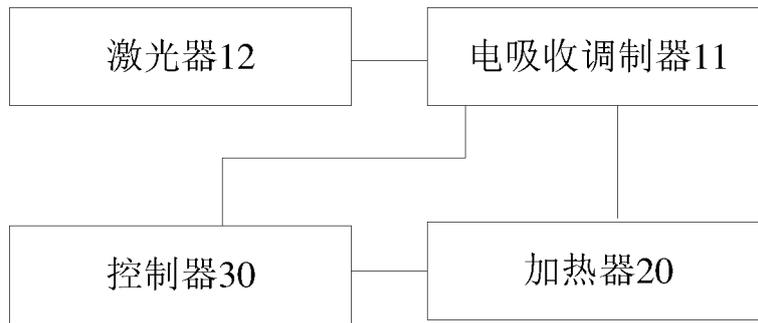


图6

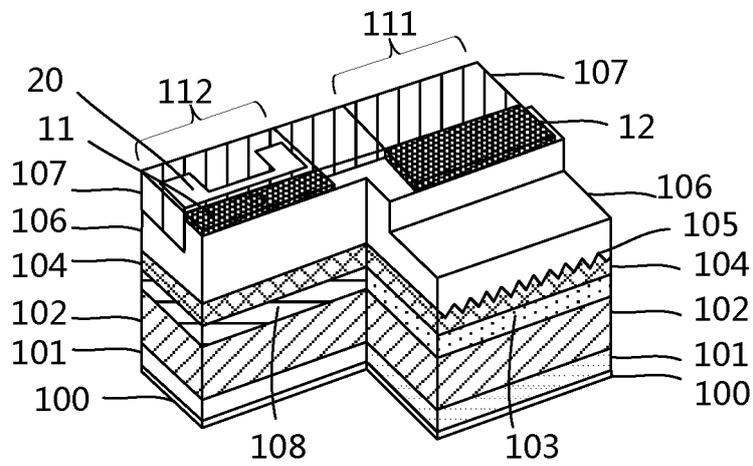


图7

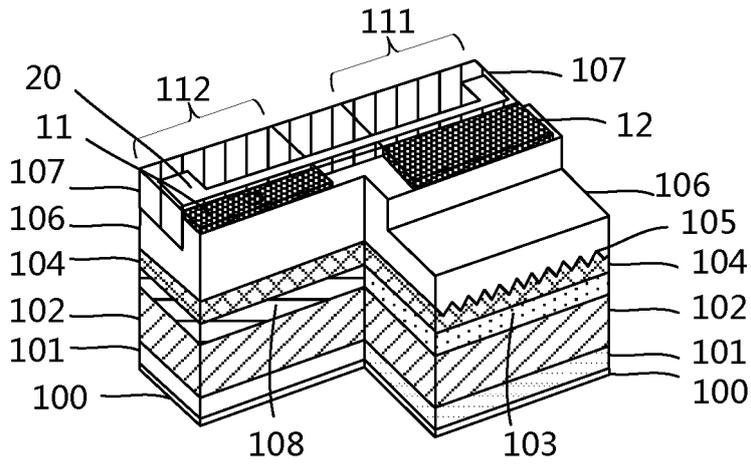


图8



图9

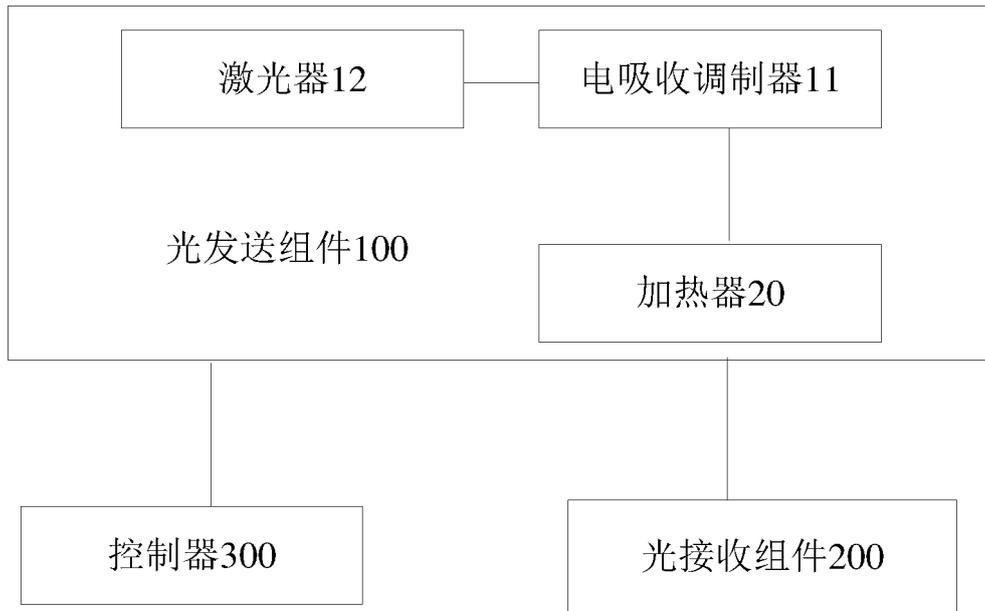


图10

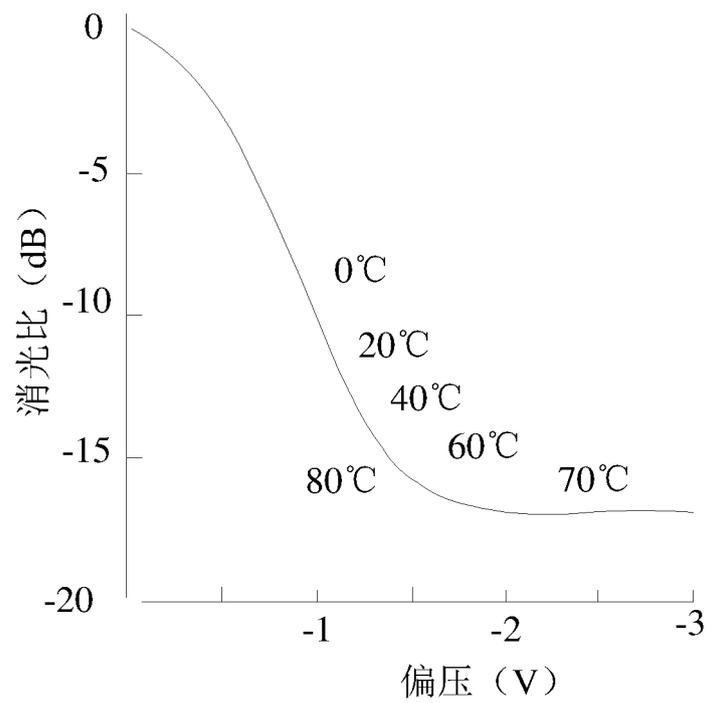


图11

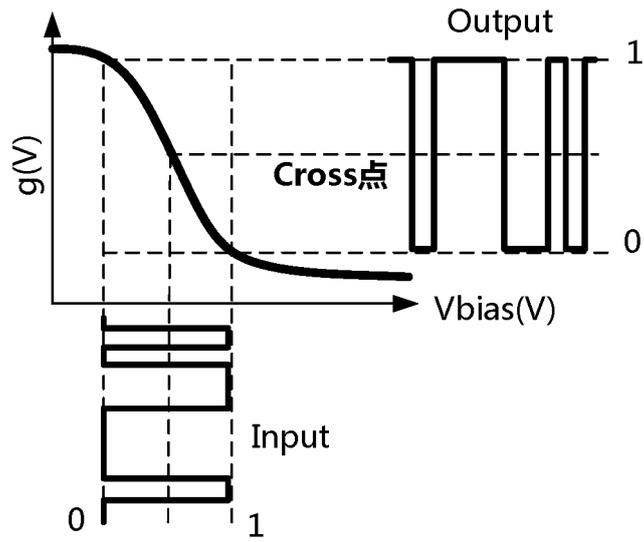


图12 (a)

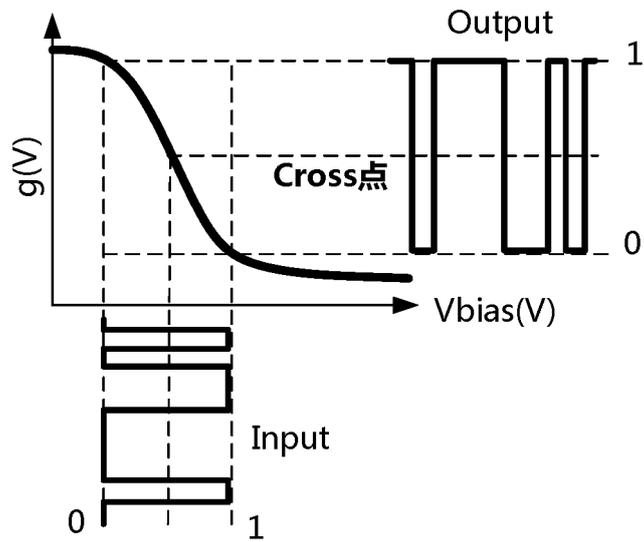


图12 (b)