



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101895350 B

(45) 授权公告日 2013. 06. 05

(21) 申请号 201010254908. 7

CN 201430592 Y, 2010. 03. 24,

(22) 申请日 2010. 08. 17

CN 1512686 A, 2004. 07. 14,

(73) 专利权人 索尔思光电(成都)有限公司

审查员 叶坚

地址 611731 四川省成都市高新区西区科新路8号成都出口加工区西区2号5号标准厂房

(72) 发明人 蒋旭 杨毅 卢勇 宋媛

(74) 专利代理机构 成都九鼎天元知识产权代理有限公司 51214

代理人 徐宏 吴彦峰

(51) Int. Cl.

H04B 10/25(2013. 01)

H04Q 11/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101447830 A, 2009. 06. 03,

CN 201369735 Y, 2009. 12. 23,

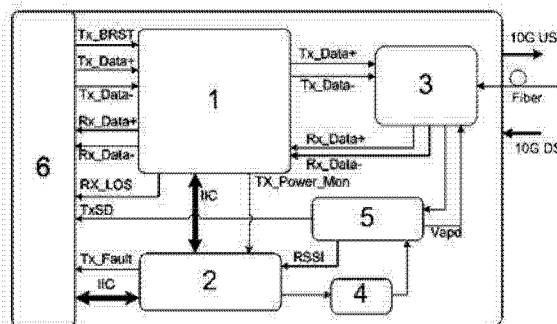
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种 10G 以太网无源网络单纤双向光模块

(57) 摘要

本发明公开了一种 10G 单纤双向光模块,包括突发式激光驱动器、突发光功率指示、微控制器、单纤双向光器件、雪崩光电二极管偏压控制电路、限幅放大器、收端光功率监控和 SFP+ 连接器;微控制器主要用于控制突发激光驱动器和限幅放大器;单纤双向光器件连接在突发式激光驱动器和限幅放大器之间,实现电信号和光信号之间的转换;雪崩光电二极管偏压控制电路为收端雪崩光电二极管提供高偏压并根据温度特性对其进行电压补偿;本发明的优点是:设计成本低,电路设计简单,且能很好地满足 10GEPONONU 对称方案的要求。



1. 10G EPON ONU单纤双向光模块,包括突发式激光驱动器(1)、微控制器(2)、单纤双向光器件(3)、雪崩光电二极管偏压控制电路(4)、限幅放大器(8)和 SFP+ 连接器(6);其特征在于,所述突发式激光驱动器(1)与激光器(13)连接,通过外部电平控制逻辑,控制该激光器(13)按需求快速发光和关断;所述微控制器通过其内部的采样电路监控该单纤双向光模块的实时温度,所述微控制器(2)通过查表法实现对所述激光器(13)输出光功率、所述激光器(13)电流和所述雪崩光电二极管(11)偏压的全温补偿,其具体过程如下:首先,测得全温度下该激光器(13)电流和所述雪崩光电二极管(11)偏压所需的补偿值;其次,根据测试得到的补偿值建立温度和补偿值的对应关系;最后,该微控制器(2)通过该对应关系建立的查找表格对该激光器(13)光功率和电流以及该雪崩光电二极管(11)偏压进行温度变化的实时补偿;

所述单纤双向光模块包括实时指示输出 Tx_SD 和突发模式应用中的光功率 Tx_Power_Mon,同时也提供工作在连续模式下的接收端的光功率监控值 RSSI;其中,在前述激光器(13)上设置有背向光敏二极管(14),背向光敏二极管(14)按一定比例将部分光信号转换为电流信号反馈给激光驱动器(1),激光驱动器(1)通过将该电流信号转换为电压信号并由模数转换器采样得到突发模式下的输出光功率监控值,微处理器(2)在 500 微秒内完成突发光信号采样,并将采样值储存到内部的监控寄存器中;当该激光器(13)输出光功率时,激光驱动器(1)有输出偏置电流,突发光功率指示电路(17)根据偏置电流的变化实时产生光功率的快速指示 Tx_SD 输出,该输出光功率指示信号的最大响应延迟小于 20 纳秒;连续模式下的接收端的光功率监控是由 APD 升压和收端光功率监控电路(16)实现,该电路通过从该 APD 升压和收端光功率监控电路(16)中的 APD 升压电路给雪崩光电二极管(11)提供的电流信号中取样,并经过微控制器(2)的模数转换器 ADC 采样得到连续模式下的输入光功率监控值;

所述微控制器(2)通过查表法实现对所述激光器(13)输出光功率、所述激光器(13)电流和所述雪崩光电二极管(11)偏压的全温补偿进一步包括以下步骤:

通过测得商业级温度范围内、一定温度间隔和保证相同光功率和消光比情况下,光功率和消光比所需设置的电流值;得到温度与数字模拟控制器的数字设置值的对应关系,生成温度与数字设置量的查找表格;微控制器根据实时监控光模块所得温度信息,从查找表中读出光功率和消光比的数字模拟控制器所需设置的数字量并设置到数字模拟控制器(DAC)的控制寄存器;通过数字模拟控制器(DAC)根据查找表的温度和数字值的关系设置雪崩光电二极管偏压,实现温度补偿。

2. 根据权利要求 1 所述的单纤双向光模块,其特征在于:所述雪崩光电二极管的接收器包含雪崩光电二极管(11)和跨阻放大器(10),将接收到的经过光纤传输的 10Gb/s 光信号转变成小电压信号,再通过所述限幅放大器(9)将信号整形放大至收端信号 RXD 输出。

3. 根据权利要求 2 所述的单纤双向光模块,其特征在于:所述的通过所述限幅放大器(9)将信号整形放大至收端信号 RXD 输出的过程是:转换光信号到电流信号后,由跨阻放大器(10)将电流信号转换为小幅度的电压信号送入限幅放大器(9)和收端时钟信号恢复器(7),最终送出满足上升下降时间、幅度和抖动指标要求的 10Gb/s 电信号;其中,限幅放大器(9)和收端光功率指示电路(15)检测跨阻放大器(10)输出电信号幅度,当电信号幅度低于微控制器(2)设置的门限时收端光功率指示电路(15)输出无光指示 LOS 信号。

一种 10G 以太网无源网络单纤双向光模块

技术领域

[0001] 发明涉及 10G 以太网无源光网络 (10GEPON) 技术,特别是涉及一种高速单纤双向 SFP+ 10G EPON ONU 光模块。

背景技术

[0002] 随着 FTTx (光纤到用户终端) 技术的推广和普及,高速宽带业务逐步改变着人们的生活和工作方式,SOHO 将非常容易实现,家庭高清晰互动影视节目、远程医疗、远程教育等不再遥远。人们对带宽的需求不断增加,使目前的 1G EPON 技术所提供的带宽逐渐不能满足宽带业务的需求。因此,能够提供更高带宽的 10G EPON 技术成为非常有吸引力的解决方案,而 10G EPON ONU 光模块是该系统的重要组成部分。

[0003] 在光模块应用中,具有检测光输出功率和输入功率的功能可以为模块用户提供光模块的实时监控信息,确保光模块的性能并正常工作。在传统连续模式光发射器应用中,光功率检测器的数值是源自于对安装于激光器驱动器上的背向光敏二极管 (MPD) 的电流,此电流与发射器光输出功率近似成正比关系。然而在突发模式应用中激光器仅在相对较短的时间周期内发光,且每次突发时间的长短也不相同,因此,要快速反应突发模式下的输出光功率指示和功率大小相对比较困难。另外,由于收发光信号速率为 10Gb/s,在保证该方案接收端的接收性能和对收端光功率进行实时监控的同时,保证突发工作模式满足 10G EPON 系统时序及发端通信指标要求也是一个难点。

[0004] 简写说明:

[0005] (ONT Optical Network Termination);

[0006] (SFP Small Form Factor Pluggable);

[0007] ONU (Optical Network Unit) 光节点。ONU 分为有源光网络单元和无源光网络单元;

[0008] (OLT Optical Line Termination);

[0009] (EPON Ethernet Passive Optical Networks)。

发明内容

[0010] 本发明克服了现有技术中的缺点,提供了一种高速单纤双向 10Gb/s 光模块,并对突发模式输出光功率提供实时指示。

[0011] 本发明的技术方案如下:一种高速单纤双向光模块,包括突发式激光驱动器、突发模式下输出功率监控和指示电路、微控制器、单纤双向光器件、雪崩光电二极管偏压控制电路、限幅放大器、收端光功率监控电路和 SFP+ 连接器;其特征在于,所述突发模式激光器和驱动器,在外部控制逻辑控制下,能够正确输出满足 10G EPON 系统分时复用时序和光通信要求的光信号,并成功用于 10G EPON 系统通信;所述突发模式下输出功率监控和指示电路能够对不同突发时间长短的光信号提供实时指示和功率监控;所述微控制器通过采样电路,能够在商业级温度 (0°C~70°C) 范围内,对激光器的偏置电流和调制电流以及雪崩光电二

极管 (APD) 的偏压提供温度补偿, 保证光器件的工作性能不受温度变化影响, 满足突发模式下发端光信号和连续接收模式下收端电信号指标要求。

[0012] 根据本发明的实施例, 突发式激光驱动器和激光器在系统突发控制逻辑控制下, 在纳秒级时间内, 用于将 10Gb/s 电信号快速转换为稳定输出光信号。突发模式下输出功率监控和指示电路则提供发送光信号的快速功率和电平指示。

[0013] 根据本发明的实施例, 所述雪崩光电二极管 (APD) 接收器包含的 APD 和跨阻抗放大器, 用于提供高速光电转换, 将接收到的光信号转成小电压信号, 并通过带有时钟 (CDR) 恢复功能的限幅放大器 (LA) 将信号整形放大至收端信号 (RXD) 输出。由于采用具有时钟恢复功能的限幅放大器, 输出电信号可以满足 10G EPON 对收端信号输出幅度和抖动要求。另外, 限幅放大器 (LA) 还提供收端信号指示功能, 当输入光信号在可接受范围内时, 信号指示输出高电平。

[0014] 根据本发明实施例, 所述微控制器通过查表法实现对激光器输出光功率、激光器调制电流和雪崩光电二极管 (APD) 偏压的全温补偿。其原理如下: 首先, 测得全温度下, 激光器电流和雪崩光电二极管 (APD) 偏压所需的补偿值; 其次, 根据测试得到的补偿值建立温度和补偿值的对应关系; 最后, 微控制器通过该对应关系建立的查找表格对激光器光功率和调制电流以及雪崩光电二极管 (APD) 偏压进行温度变化的实时补偿。

[0015] 与现有技术相比, 本发明的优点是: 10Gb/s 突发模式激光驱动器和收端限幅放大器集成于同一芯片, 既降低了成本又节省了设计布局空间; 突发模式激光驱动器直接通过系统控制逻辑控制激光器突发模式光信号输出并且提供 APC (自动光功率控制环路) 和背光电流采样功能, 减少了激光器老化带来的光功率劣化, 无需外部附加开关逻辑电路和模拟采样电路, 保证了突发模式下激光器的工作特性; 突发模式光功率指示电路和微控制器提供了对突发功率的指示和监控, 有效保证了系统的性能上报; 带时钟恢复和收端信号指示功能的限幅放大器很好的满足了系统对 10Gb/s 电信号的输出幅度和抖动等信号质量的要求, 保证了光信号的传输特性和系统对收端光信号的监控功能。

附图说明

[0016] 本发明将通过例子并参照附图的方式说明, 其中:

[0017] 图 1 是 SFP+ 10G EPON ONU 光模块框架原理图;

[0018] 图 2 是 SFP+ 10G EPON ONU 收发电路结构图;

[0019] 图 3 是突发模式输出光功率监控和指示电路及收端光功率监控电路;

[0020] 10Gb/s 单芯片突发式激光驱动器和限幅放大器 1、微控制器 2、单纤双向光器件 (BOSA) 3、雪崩光电二极管 (APD) 偏压控制电路 4、突发光功率指示和收端光功率监控电路 5、连接器 6、收端时钟信号恢复器 7、收发控制电路 8、限幅放大器 (LA) 9、跨阻放大器 (TIA) 10、雪崩光电二极管 (APD) 11、自动功率控制环路 (APC) 12、激光器 13、背光检测二极管 (MPD) 14、收端光功率指示电路 15、APD 升压和收端光功率监控电路 16、突发光功率指示电路 17。

具体实施方式

[0021] 本说明书中公开的所有特征, 或公开的所有方法或过程中的步骤, 除了互相排斥

的特征和 / 或步骤以外,均可以以任何方式组合。

[0022] 本说明书(包括任何附加权利要求、摘要和附图)中公开的任一特征,除非特别叙述,均可被其他等效或具有类似目的的替代特征加以替换。即,除非特别叙述,每个特征只是一系列等效或类似特征中的一个例子而已。

[0023] 如图 1 所示 SFP+ 10G EPON ONU 光模块框架原理图,包括 10G 突发模式激光驱动器和连续模式限幅放大器 1、微控制器(MCU) 2、单纤双向光器件(BOSA) 3、雪崩光电二极管(APD) 偏压控制电路 4、发端光功率指示和收端光功率监控电路 5;其中 10G 发端电信号通过 SFP+ 连接器 6 送入,由突发模式激光器根据微控制器设置值输出 BOSA 中激光器所需偏置和调制电流,从而得到满足光功率和消光比指标要求的光信号,同时突发模式激光驱动器可根据背光二极管反馈回的电流信号提供激光器输出光功率的监控信息,并将模拟量转换为数字量上报微控制器;收端雪崩光电二极管(APD) 的偏压由微控制器设置偏压控制电路产生,光信号经 BOSA 中的雪崩光电二极管(APD) 和跨阻放大器(TIA)转换为幅度较小的电压信号后送入 10G 限幅放大器,由限幅放大器和时钟数据恢复模块放大整形送出满足电口信号指标要求的 10G 电信号到 SFP+ 连接器。

[0024] 突发模式激光驱动器 1 用于将电压调制信号转化为电流信号驱动单纤双向光器件 3 中的激光器产生光信号并经过光纤传输至局端光线路终端器(OLT, Optical Line Terminal),其光信号的使能由系统输出至光模块 Tx_BRST 管脚的逻辑电平控制,光信号的建立和关断时间满足 IEEE P802.3av 的指标要求。

[0025] 单纤双向光器件 3 包括中心波长为 1270nm 激光器和 1577nm 雪崩光电二极管(APD)。由于激光器将电流转换为光信号的强弱和雪崩光电二极管(APD) 将光信号转换为电信号幅度的大小与环境温度的大小密切相关,在相同的驱动电流和雪崩光电二极管(APD) 偏压情况下,随温度的上升,激光器的输出光功率和 APD 的输出电信号幅度都会减小。因此,需要通过微控制器 2 根据温度的变化对激光器的驱动电流和雪崩光电二极管(APD) 偏压进行补偿,以保证光器件的光电特性,从而满足在商业级温度范围内的光纤通信要求。

[0026] 微控制器 2 采用查找表的方式对激光器电流和雪崩光电二极管(APD) 偏压进行补偿。

[0027] 对激光器电流的补偿具体实现方式如下:激光器的工作电流分为偏置电流和调制电流两部分,在交流耦合情况下,偏置电流决定输出光功率,调制电流决定消光比,需要两张不同的查找表根据温度特性分别进行补偿。首先,测得商业级温度温范围内(0~70 °C)、一定温度间隔(3°C 或 5°C)和保证相同光功率和消光比情况下,光功率和消光比所需设置的电流值,该电流值硬件设计上是通过微控制器 2 的数字模拟控制器(DAC) 输出不同的模拟电压控制激光驱动器实现配置。因此,温度与电流值的对应关系转变为温度与数字模拟控制器(DAC) 的数字设置值的对应关系,但这种方式测试的数字设置值较多。为了更简单的找出温度与所需数字模拟控制器的数字设置值,可选择几个关键的温度点(比如:最少 3 个温度点 0°C、25°C 和 70°C,点越多补偿精度越高)找出其对应的光功率和消光比的设置数字量。然后,通过对所得测试点的温度和数字设置量的一次线性拟合,计算出所有温度点(间隔 3°C 或 5°C)对应的数字设置量,从而生成温度与数字设置量的查找表格即在光模块工作的 0~70 °C 范围内每个温度点上,数字模拟控制器所需要设置的数字量(DAC 值),该查找表

保存在微控制器的Flash中,掉电后不会丢失。最后,微控制器2根据实时监控光模块所得温度信息,从查找表中读出光功率和消光比的数字模拟控制器所需设置的数字量并设置到数字模拟控制器(DAC)的控制寄存器。

[0028] 对雪崩光电二极管(APD)偏压的补偿方式与激光器的光功率补偿方式类似,主要区别在于数字模拟控制器(DAC)控制的是APD升压电路产生的输出高电压,所以查找表表现的是温度和雪崩光电二极管(APD)偏压的对应关系,微控制器2根据实时监控光模块所得温度信息,通过数字模拟控制器(DAC)根据查找表的温度和数字量的关系设置APD偏压。

[0029] 本发明中的光模块能够实时指示输出(Tx_SD)和突发模式应用中的光功率(Tx_Power_Mon),同时也能提供工作在连续模式下的接收端的光功率监控值(RSSI)。如图3所示,突发式激光驱动器1与激光器13连接,在激光器上设置有背向光敏二极管(MPD)14,背向光敏二极管按一定比例将部分光信号转换为电流信号反馈给激光驱动器,激光驱动器通过将该电流信号转换为电压信号并由模数转换器(ADC)采样得到突发模式下的输出光功率监控值,微处理器可在500微秒内完成突发光信号采样,并将采样值储存到监控寄存器中;当激光器输出光功率时,激光驱动器必定有输出偏置电流,突发光功率指示电路17根据偏置电流的变化实时产生光功率的快速指示(Tx_SD)输出,该输出光功率指示信号的最大响应延迟可小于20纳秒;连续模式下的接收端的光功率监控是由APD升压和收端光功率监控电路16实现,该电路通过从升压电路给APD提供的电流信号中取样,并经过微控制器2的模数转换器(ADC)采样得到连续模式下的输入光功率监控值。

[0030] 本发明中的10G光信号接收部分如图2所示,经过光纤传输的光信号送入单纤双向光器件(BOSA)3后,由雪崩光电二极管(APD)11实现光信号到电流信号的转换,再由跨阻放大器(TIA)10将电流信号转换为小幅度的电压信号送入限幅放大器9和收端时钟信号恢复器7,最终送出满足上升下降时间、幅度和抖动等指标要求的10Gb/s电信号。其中,限幅放大器9和收端光功率指示电路15会检测跨阻放大器(TIA)10输出电信号幅度,当电信号幅度低于微控制器2设置的门限时收端光功率指示电路15输出无光指示(LOS)信号。

[0031] 本发明并不局限于前述的具体实施方式。本发明扩展到任何在本说明书中披露的新特征或任何新的组合,以及披露的任一新的方法或过程的步骤或任何新的组合。

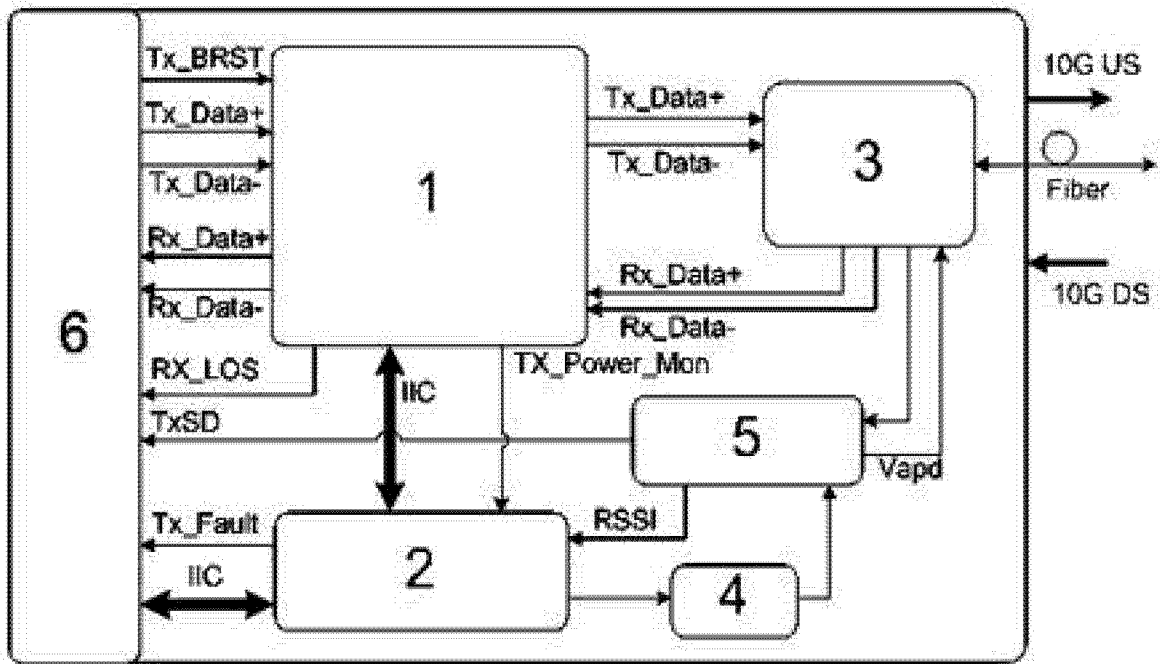


图 1

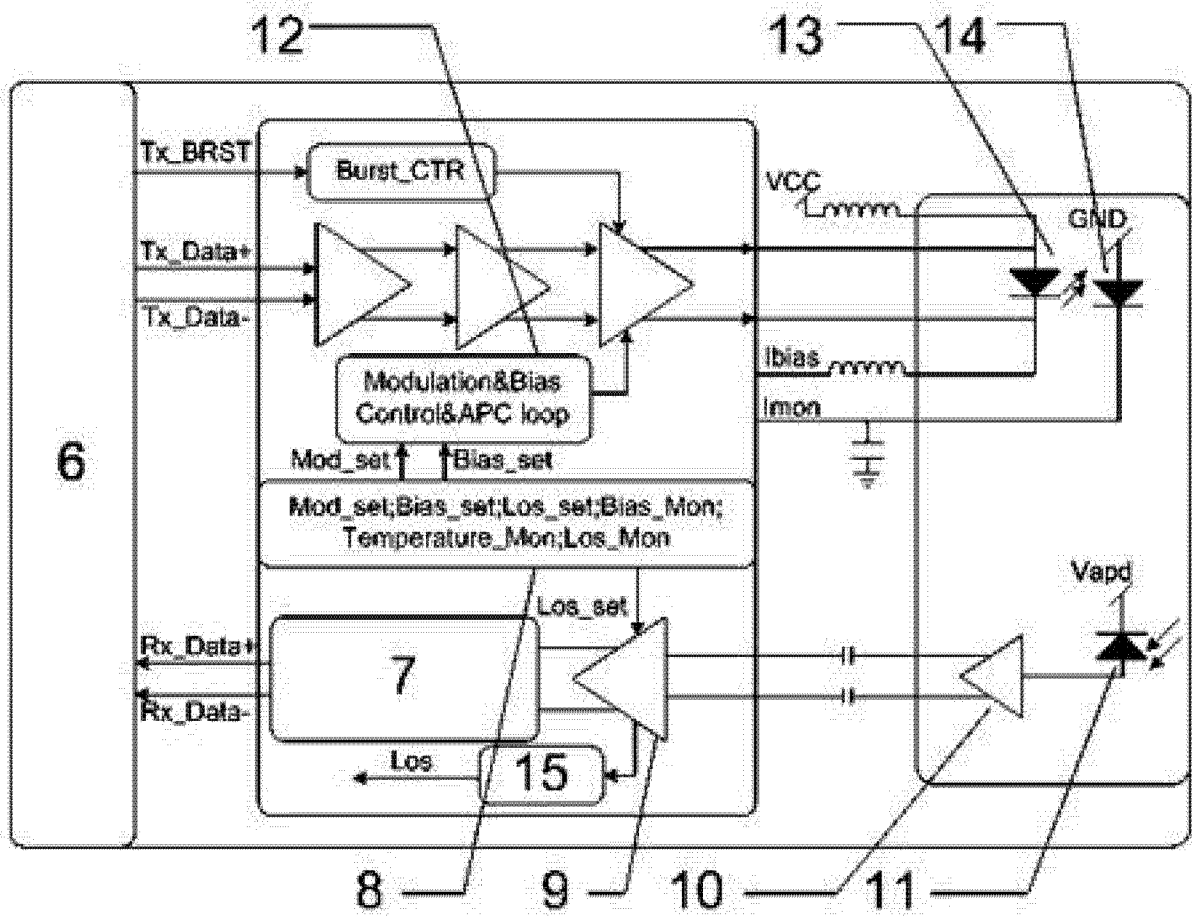


图 2

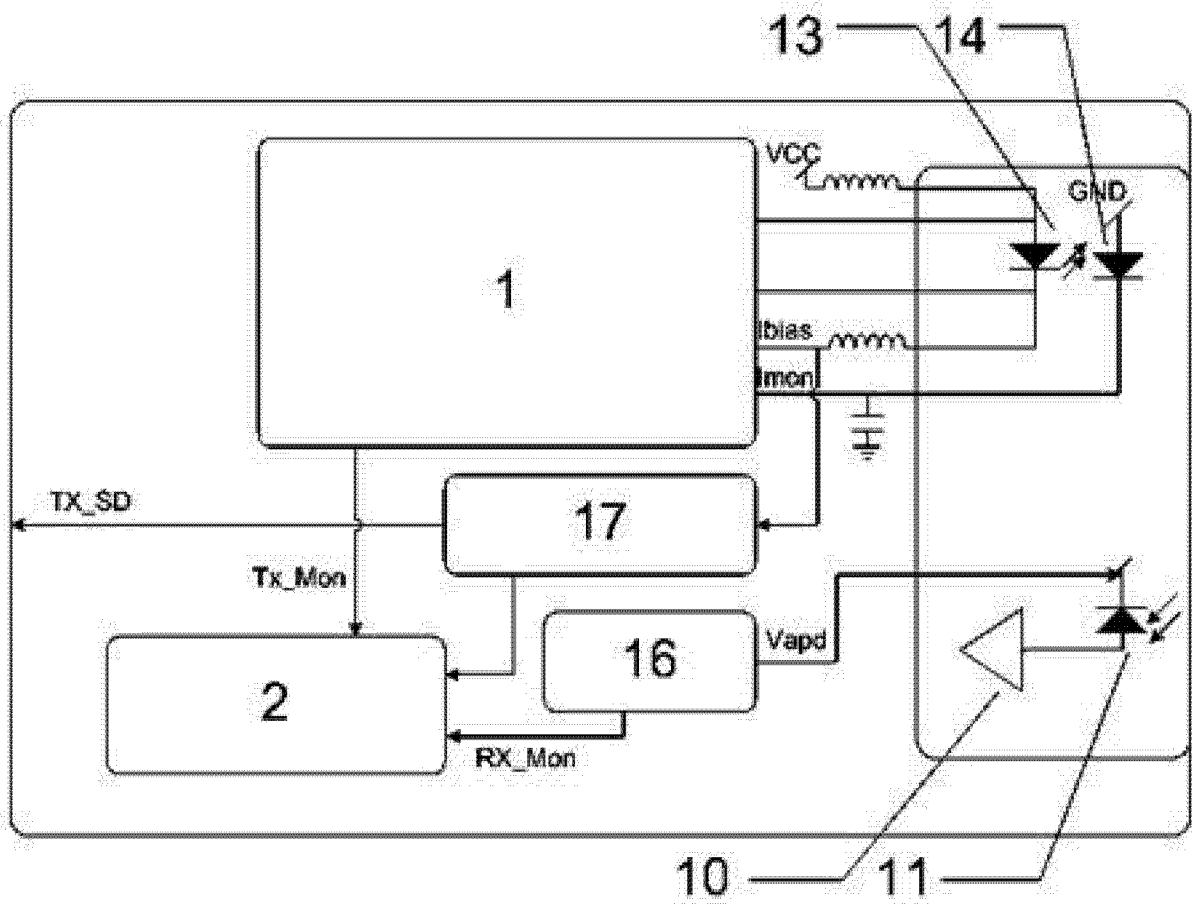


图 3