

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1905431 B

(45) 授权公告日 2012.07.04

(21) 申请号 200610093150.7

US 6919716 B1, 2005.07.19, 全文.

(22) 申请日 2006.06.22

US 20030210917 A1, 2003.11.13, 说明书第 28 段至第 48 段、附图 2-4, 8.

(30) 优先权数据

11/189,291 2005.07.26 US

审查员 朱丹

(73) 专利权人 阿尔卡特公司

地址 法国巴黎市

(72) 发明人 尤金·H·鲁格 理查德·C·斯塔米

贾森·T·蒂特

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 朱海波

(51) Int. Cl.

H04J 14/02 (2006.01)

H04B 10/08 (2006.01)

(56) 对比文件

WO 2004047317 A2, 2004.06.03, 全文.

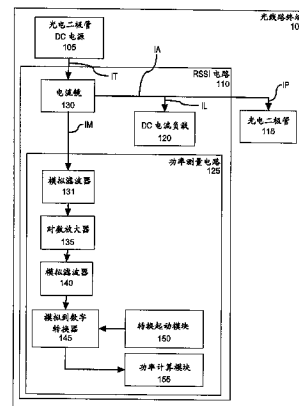
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 3 页

(54) 发明名称

用于实现突发模式光功率测量的方法和系统

(57) 摘要

本发明公开了一种光线路终端,包括:DC 电流负载、功率测量电路、上行数据路径电路和电流镜电路。电流镜电路连接在 DC 电流负载、功率测量电路和上行数据路径电路之间。DC 电流负载与上行数据路径电路的光电二极管并联。DC 电流负载呈现为基本上固定的负载。电流镜将聚集电流的副本提供给功率测量电路。聚集电流是由 DC 电流负载所引出的电流和光电二极管所引出的电流之和。功率测量电路被配置为用来根据聚集电流输出功率电平。因而,该光线路终端提供了用于测量光输入功率的非侵入式方案,并且由此使得能够监控测量的光功率。



1. 一种光线路终端,包括:
上行数据路径电路,包括光电二极管;
功率测量电路,包括对数放大器,所述对数放大器根据镜电流的平均值按照对数比例输出模拟电压;
DC 电流负载,其设置为使对数放大器保持在其工作区中,在该工作区中,对于任何有效输入对数放大器的响应时间为可接受的;以及
电流镜电路,该电流镜电路连接在所述 DC 电流负载、所述功率测量电路和所述上行数据路径电路之间,其中所述电流镜将聚集电流的副本提供给所述功率测量电路,并且其中所述聚集电流是由所述 DC 电流负载所引出的电流和由所述光电二极管所引出的电流之和。
2. 根据权利要求 1 所述的光线路终端,其中所述 DC 电流负载与所述上行数据路径电路的所述光电二极管并联连接。
3. 根据权利要求 1 所述的光线路终端,其中:
所述功率测量电路包括模拟放大电路和模拟到数字转换电路;
所述模拟放大电路包括所述对数放大器;以及
所述模拟放大电路连接在所述电流镜电路和所述模拟到数字转换电路之间。
4. 根据权利要求 3 所述的光线路终端,其中,所述功率测量电路包括:
第一模拟滤波器,其连接在所述电流镜电路和所述模拟放大电路之间;以及
第二模拟滤波器,其连接在所述模拟放大电路和所述模拟到数字转换电路之间。
5. 根据权利要求 3 所述的光线路终端,其中:
所述模拟放大电路根据所述聚集电流输出模拟电压;
所述模拟到数字转换电路根据所述模拟电压输出数字电压;以及
所述功率测量电路包括根据所述数字电压输出功率电平的功率测量模块。
6. 一种用于产生接收信号强度指示的方法,包括:
提供聚集电流的副本,其中所述聚集电流是由 DC 电流负载所引出的电流和由无源光网络中的上行数据路径电路的光电二极管所引出的电流之和;
将所述聚集电流转换为数字电压,其中将所述聚集电流转换为数字电压包括将所述聚集电流提供给对数放大器,所述对数放大器根据聚集电流的平均值按照对数比例输出模拟电压,并且将所述聚集电流转换为数字电压包括使得由所述 DC 电流负载所引出的电流为如下值,该值使对数放大器保持在其工作区中,在该工作区中,对于任何有效输入对数放大器的响应时间为可接受的;以及
将所述数字电压转换为功率电平。
7. 根据权利要求 6 所述的方法,其中提供聚集电流的副本包括:将由 DC 电流负载所引出的电流和由上行数据路径电路的所述光电二极管所引出的电流提供给电流镜电路。
8. 根据权利要求 7 所述的方法,其中:
将所述聚集电流转换为数字电压包括:将所述聚集电流提供给用于根据所述聚集电流产生模拟电压的模拟放大电路,以及将所述模拟电压提供给用于根据所述模拟电压产生数字电压的模拟到数字转换电路;
所述模拟放大电路包括所述对数放大器和连接到所述对数放大器的至少一个模拟滤

波器 ; 以及

将所述数字电压转换为功率电平包括 : 将所述数字电压提供给用于根据所述数字电压产生功率电平的功率测量模块。

9. 根据权利要求 8 所述的方法, 其中所述将模拟电压转换为数字电压包括 :

响应于给所述光电二极管供电来启动计数器 ; 以及

当所述计数器到达指定计数数目时, 启动所述模拟电压的模拟到数字转换。

10. 根据权利要求 9 所述的方法, 其中响应于所述将模拟电压转换为数字电压的完成来执行所述将数字电压转换为功率电平。

用于实现突发模式光功率测量的方法和系统

技术领域

[0001] 在此所作的公开一般涉及无源光网络中的光功率测量,以及更特别地,涉及用于实现突发模式光功率测量的技术。

背景技术

[0002] 传统的用于光数据网络的光输入功率测量方案包括由转阻放大器 (TIA) 或者限制放大器 (LimAmp) 所执行的平均的电流到电压转换。TIA 或者 LimAmp 提供在光数据网络的接收数据路径中。在无源光网络 (PON) 的情况中,在光线路终端 (OLT) 应用中使用这些设备之一的主要作用在于将高频光电二极管电流转换为用于数据恢复的数字电压电平。在一些情况中,TIA 或者 LimAmp 也提供与平均光输入功率成比例的输出电压,其被外部电路用来产生接收信号强度指示 (RSSI) 测量。

[0003] 例如 BPON(即宽带无源光网络)和 GPON(即吉比特无源光网络)的已知光网络技术使用在相对高比特率下的突发模式传输。因而,BPON 和 GPON 在此被称为支持突发模式的 PON 技术。实现用于支持突发模式的 PON 技术的输入功率测量要求实施在网络媒体接入控制器 (MAC) 中的功能性,以对光网络单元 (ONU) 突发与 RSSI 测量进行协调。但是,迄今为止,不存在用于为实现这些传统光输入功率测量所要求的 MAC 层功能性的方案。这种 MAC 层功能性的一个例子是实现用于将模拟信令信息转换成相应的数字信令信息的模拟到数字转换器 (ADC) 的控制。

[0004] 在没有造成成本和复杂性极大增加的情况下,传统光输入功率测量方案当实施在例如 GPON 的相对高比特率应用中时会呈现出一个或者多个限制。一个限制是对于当使用传统光输入功率测量方案时实现这种测量的响应时间。它通常超过 1 毫秒。在例如 GPON 的突发模式系统(其中必须将在共享媒体上的时隙(通常为几微秒)分配给该测量)中,测量来自一个 ONU 的功率所花费的时间会影响系统满足其他终端用户的服务质量要求的能力。因而,在 GPON 系统中,毫秒数量级的响应时间被认为是不可接受的。另一个限制是与这种测量相关联的动态范围。它受到使用随平均光电二极管电流线性变化的电压输出的限制,这导致电压输出在输入功率范围的上限处为伏特数量级以及在输入功率范围的下限处为毫伏数量级。在该输出电压参考接地电势的情况下,在电路的实施中,要求对克服例如噪声和偏移电压的影响给予特别关注。要求在实现输入电压测量中使用的 ADC 具有相对高的分辨率,以便满足低功率电平下的精确度要求。该分辨率要求导致增加的成本以及较长的转换时间。此外,确定电流到电压增益以及因此影响精确度的 TIA 转阻趋向于随着温度和设备批次 (lot) 而极大地变化。此外另一个限制是:精确度是不可接受的。利用线性的电流到电压转换的传统光输入功率测量方案要求对数函数计算,以便将电压转换成以 dBm 为单位的光功率。在 OLT 上的这种计算和表查询会导致由于 OLT 的有限处理能力和/或存储器引起的附加误差。还有另外一个限制是:构造在 TIA 或者其他数据路径设备中的 RSSI 测量方案具有限制可以在数据路径中使用哪些设备的影响。

[0005] 因此,以至少部分地克服与用于实现光输入功率测量的传统方法相关联的限制的

方式来实现光输入功率测量将是有益的且有优势的。

发明内容

[0006] 本发明提供一种用于测量光输入功率的非侵入式方案,并且由此使得能够监控测量的光功率。这样,本发明使光系统装置能够在正常工作期间调整系统参数以便根据测量的光输入功率提高系统性能。例如,利用在相对高比特率下进行突发模式传输的光网络技术(例如 GPON 和 BPON)特别好地适合于和受益于实施这种非侵入式测量方案,因为可以使用从光输入功率测量导出的信息来减少相关无源光网络的光接口的性能要求,由此支持系统性能的提高。此外,与传统测量方案所提供的相比,根据本发明而实现光输入功率测量提供了更快的响应、更大的动态范围和更高的精确度,这对于在例如 GPON 和 BPON 的高级高带宽的光网络中根据光输入功率测量调整系统参数来说是必需的。

[0007] 在本发明的一个实施例中,光线路终端包括 DC 电流负载、功率测量电路、上行数据路径电路和电流镜电路。电流镜电路连接在 DC 电流负载、功率测量电路和上行数据路径电路之间。

[0008] 在本发明的另一个实施例中,光输入功率监控装置包括电流镜电路和功率测量电路。电路镜电路包括第一输出端和第二输出端。功率测量电路连接到第二输出端。电流镜电路被配置为用来产生第一电流的副本,用来通过第二输出端输出第一电流的副本,以及用来通过第一输出端输出第一电流。

[0009] 在本发明的另一个实施例中,一种方法被配置为用来产生接收信号强度指示。执行用来提供聚集电流的副本的操作。聚集电流是由 DC 电流负载所引出的电流和由无源光网络中的上行数据路径电路的光电二极管所引出的电流之和。在提供聚集电流的副本之后,执行用来将聚集电流转换成数字电压的操作,然后执行用来将数字电压转换成功率电平的操作。

[0010] 现在回到本发明的具体方面,在至少一个实施例中,DC 电流负载与上行数据路径电路中的光电二极管并联。

[0011] 在本发明的至少一个实施例中,DC 电流负载呈现为基本上固定的负载。

[0012] 在本发明的至少一个实施例中,电流镜将聚集电流的副本提供给功率测量电路,以及聚集电流是由 DC 电流负载所引出的电流和光电二极管所引出的电流之和。

[0013] 在本发明的至少一个实施例中,功率测量电路包括模拟放大电路和模拟到数字转换电路,模拟放大电路连接在电流镜电路和模拟到数字转换电路之间,电流镜电路将聚集电流的副本提供给模拟放大电路,以及聚集电流是由 DC 电流负载所引出的电流和上行数据路径电路的光电二极管所引出的电流之和。

[0014] 在本发明的至少一个实施例中,功率测量电路包括:第一模拟滤波器,其连接在电流镜电路和模拟放大电路之间;以及第二模拟滤波器,其连接在模拟放大电路和模拟到数字转换电路之间。

[0015] 在本发明的至少一个实施例中,模拟放大电路根据聚集电流输出模拟电压;模拟到数字转换电路根据模拟电压输出数字电压;以及功率测量电路包括根据数字电压输出功率电平的功率测量模块。

[0016] 在本发明的至少一个实施例中,功率测量电路包括计数器,并且功率测量电路被

配置为用来响应于在模拟电流和模拟电压其中至少之一中的期望变化启动计数器,以及用来当计数器达到指定计数数目时启动模拟电压的模拟到数字转换。

[0017] 在本发明的至少一个实施例中,用于提供聚集电流的副本的操作包括:将由 DC 电流负载所引出的电流和由上行数据路径电路的光电二极管所引出的电流提供给电流镜电路。

[0018] 在本发明的至少一个实施例中,将聚集电流转换成数字电压包括:将聚集电流提供给用来根据聚积电流产生模拟电压的模拟放大电路,以及将模拟电压提供给用来根据模拟电压产生数字电压的模拟到数字转换电路。

[0019] 在本发明的至少一个实施例中,将数字电压转换成功率电平包括:将数字电压提供给用来根据数字电压产生功率电平的功率测量模块。

[0020] 在本发明的至少一个实施例中,将模拟电压转换成数字电压包括:响应于给光电:极管通电来启动计数器,以及当计数器达到指定计数数目时启动模拟电压的模拟到数字转换。

[0021] 在本发明的至少一个实施例中,响应于将模拟电压转换成数字电压的完成来执行将数字电压转换成功率电平。

[0022] 通过进一步研究以下说明、相关的附图以及所附权利要求,本发明的这些和其他目的、实施例的优点和 / 或者差别将变得更加明显。

附图说明

[0023] 图 1 描述了根据本发明的包括接收信号强度指示电路的光线路终端的实施例;

[0024] 图 2 描述了根据本发明的配置为提供闭环光电二极管增益控制的 GPON OLT 的实施例;以及

[0025] 图 3 描述了在图 2 的 OLT 中使用的控制环的实施例。

具体实施方式

[0026] 在无源光网络 (PON) 中,每个光线路终端 (OLT) 通过光纤设备连接到若干光网络单元 (ONU)。OLT 是通常位于服务提供者场所处的单元,以及每个 ONU 位于用户场所处或者附近。ONU 依次发送数据给 OLT。由于输出校准、光纤损耗等等的差异,OLT 从一个 ONU 可以接收到相对强的光信号,而从另一个 ONU 可以接收到相对弱的光信号。对于 OLT 来说,接收光信号强度的这种变化可能会使得正确地恢复输入数据很难 (并且昂贵)。

[0027] 为了减少与这种信号强度变化相关联的不利影响,有利的是:实施功率电平调节 (power leveling) 机制,用于减少在 OLT 的接收器处经历的输入光功率的范围。功率电平调节机制发送消息给 ONU,使得它们调整它们的输出功率。但是,OLT 必须以某种精确度知道它从每个 ONU 收到什么功率电平,以便确定应当如何调整 ONU 的输出功率。当前的 OLT 接收器技术没有提供这种测量作为标准特征,因此要求实施独立的接收信号强度指示 (RSSI) 电路。根据本发明的 OLT 包括这种 RSSI 电路,并且由此支持这种功率电平调节功能性。

[0028] 除了要求功率电平调节之外,也期望 OLT 能够在每个 ONU 基础上提供以 dBm 为单位的输入功率值,目的在于由系统操作者对系统条件进行非侵入式监控 (例如系统性能监控或周期性维护)。因而,根据本发明实现的光输入功率测量可以被用来满足功率电平调节

推荐,并且也可以用于上述目的。

[0029] 在 ITU-T 推荐 G. 984 中定义的吉比特 PON (GPON) 是 PON 技术的具体例子,其中可以实施根据本发明的 OLT,目的在于支持功率电平调节功能性。但是,在此公开:根据本发明的功率电平调节和相应的 RSSI 电路的益处可用于其他的光网络技术,以及也许其他通常的应用。

[0030] GPON 物理媒体依赖 (PMD) 层规范 (即在 2003 年 3 月的推荐 G. 984. 2 中) 描述了一种功率电平调节机制,其可以实施在 OLT 上,以便放宽对 OLT 突发模式接收器的动态范围要求。该规范包括大量对于这种机制的具体推荐。第一个具体推荐是:OLT 测量每个 ONU 突发的平均光输入功率 (P)。这限制了测量技术的响应时间,因为必须在 PON 的正常工作期间执行测量。OLT 控制分配给每个 ONU 的突发时间,因此 ONU 突发时间可以变化。期望典型的突发时间在毫秒数量级上。OLT 可以分配较大的突发时间,但是较大的突发时间会增加来自其他 ONU 的业务延迟。第二个具体推荐是:OLT Rx 必须能够测量低于灵敏度 (由 ITU G. 984 定义) 5dB 的突发功率。该推荐用于定义测量技术的动态范围。Rx 灵敏度要求是在 -30dBm (dB 毫瓦) 的数量级上,并且输入功率范围的上限将达到 -5dBm。这产生对于光输入功率为 30dB 以及对于 OLT 的光电二极管的电流输出为 60dB 的动态范围。第三个推荐是:该测量在 OLT 的全部工作范围上的不确定度范围最大值为 4dB。这定义在 OLT 的工作范围上测量的容差,包括温度和输入功率电平的偏差。根据本发明的功率测量功能性提供了用于满足这些推荐的手段。

[0031] 除了用于功率电平调节的要求之外,也期望 GPON OLT 能够在每个 ONU 基础上提供以 dBm 为单位的输入功率值,目的在于由系统操作者对系统条件进行非侵入式监控 (系统性能监控或者 PM)。用来满足功率电平调节的推荐的测量服务于该目的。

[0032] 图 1 描述了根据本发明的光线路终端的实施例,其在此被称为光线路终端 (OLT) 100。光线路终端 100 包括光电二极管 DC 电源 105、接收信号强度指示 (RSSI) 电路 110 和光电二极管 115。RSSI 电路 110 连接在光电二极管 DC 电源 105 和光电二极管 115 之间。DC 电源 105 在光电二极管 115 的信令工作期间为光电二极管 105 提供输入功率电流。光电二极管 DC 电源 105 和光电二极管 115 是传统的 OLT 组件,并且因此在此没有进行特别详细的讨论。

[0033] RSSI 电路 110 包括 DC 电流负载 120、功率测量电路 125 和电流镜电路 130。DC 电流负载 120 与光电二极管 115 并联,这有助于减少 RSSI 电路 110 的总体响应时间。电流镜电路 130 连接在 DC 电流负载 120、DC 电源 105 和功率测量电路 125 之间。正如在传统光电二极管 OLT 实施中的电流那样,光输入信号导致光电二极管 DC 电源 105 提供电流给光电二极管 115 (即光电二极管电流 I_P)。但是,根据本发明,光电二极管 115 与 DC 电流负载 120 的并联导致光电二极管电源 105 提供电流给 DC 电流负载 120 (即 DC 负载电流 I_L)。光电二极管电流 I_P 和 DC 负载电流 I_L 一起表示聚集电流 (即聚集电流 I_A)。优选地,DC 电流负载 120 实施温度补偿技术,以提供很少随温度变化的偏移电流。

[0034] 电流镜电路 130 将聚集电流 I_A 的副本提供给功率测量电路 125 (即镜电流 I_M),这使得能够与数据路径的实施无关地执行光电二极管电流 I_P 的测量。有利的是,根据本发明的光电二极管电流 I_P 的测量与数据路径组件无关 (以及反之亦然),使得可以实施对 RSSI 电路或者数据路径电路的改善,而彼此互不影响。

[0035] 优选地, DC 电流负载 120 呈现为基本上固定的负载, 以及据此引出已知电流 (即 DC 负载电流 I_L), 使得镜电流 I_M 与光电二极管电流 I_P 具有已知的关系, 并且可以在不影响 OLT 的接收器电路的情况下测量镜电流 I_M 。接收 ONU 信号并且对其进行上行发送的 OLT 100 的光电二极管 DC 电源 105、光电二极管 115 和其他传统电路是接收器电路的例子。电流镜 130 有利地用于将 OLT 100 的接收器电路与功率测量电路 125 隔离, 这是有利的, 因为光电二极管电路 115 在 OLT 100 中的位置对于噪声污染是非常敏感的。

[0036] 功率测量电路 125 包括第一模拟滤波器 131、对数放大器 135、第二模拟滤波器 140、模拟到数字转换器 145、转换起动模块 150 和功率计算模块 155。对数放大器 135 连接在第一模拟滤波器 131 和第二模拟滤波器 140 之间。第二模拟滤波器 140 连接在对数放大器 135 和模拟到数字转换器 145 之间。转换起动模块 150 和功率计算模块 155 各自连接到模拟到数字转换器 145。

[0037] 正如上面所公开的, 电流镜电路 130 将聚集电流 I_A 的副本提供给功率测量电路 125 (即镜电流 I_M)。镜电流 I_M 是模拟形式的。优选地, 但不是必须地, 镜电流 I_M 包括增益 (即 $I_M = \text{增益} \times I_P + I_L$)。通过第一模拟滤波器 131 从电流镜电路 130 (即经由镜电流输出) 提供镜电流 I_M 到对数放大器 135 的输入。第一模拟滤波器 131 对镜电流 I_M 提供频率补偿和噪声抑制。对数放大器 135 根据镜电流 I_M 的平均值输出模拟电压 (即转换镜电流 I_M)。镜电流 I_M 的平均值按照对数比例转换成模拟电压, 这增加了动态范围并且简化了以 dBm 为单位的光电二极管输入功率的计算。例如, $1 \mu\text{A}$ 镜电流 I_M 对应于 0.2V 的模拟电压, 而 $10 \mu\text{A}$ 镜电流 I_M 对应于 0.4V 的模拟电压, $100 \mu\text{A}$ 镜电流 I_M 对应于 0.6V 的模拟电压, 以此类推。有利的是, 通过将输入功率电平的较宽范围转换成电压范围, 按照对数比例的镜电流 I_M 的转换改善了动态范围, 其中所述电压范围适合于通过在典型中心局环境中由相对低成本的模拟到数字转换器进行的测量 (即存在来自本地开关式电源或者其它电子设备的噪声的情况下)。

[0038] 对数放大器 135 极大地影响 RSSI 电路 110 的响应时间。已知的集成对数放大器 (例如对数放大器 135) 的响应时间与施加的输入电流 (即镜电流 I_M) 成比例地变化。当初始输入功率 (即从镜电流 I_M 导出的功率) 非常低时, 对数放大器 135 的响应时间可能会大得不可接受。例如, 当以零输入功率启动并且前进到非常低的平均输入功率时, 典型对数放大器的响应时间是几百微秒。大于约 100 微秒的响应时间可以对上行 ONU 带宽分配产生不可接受的限制。因而, 有利的是, DC 电流负载 120 与光电二极管 115 并联 (即并联负载), 以改善总体响应时间。并入 DC 电流负载 120 用于吸收 (sink) 恒定的电流量, 使得对数放大器 135 的输入呈现输入电流偏移。由 DC 电流负载 120 产生的反向电流 (sink current) 足够大, 以使对数放大器 135 进入工作区, 在该工作区中对于有效输入的响应时间为可接受的。例如, 1 微安的反向电流可能导致达到大约 50 微秒的最大响应时间。反向电流具有在对数放大器 135 输出端抬高偏移电压的影响, 但不影响其对数增益。

[0039] 通过第二滤波器 140, 将对数放大器 135 输出的模拟电压提供给模拟到数字转换器 145 的输入 (即模拟到数字转换器输入)。第二模拟滤波器 140 对模拟电压提供频率补偿和噪声抑制。模拟到数字转换器 145 根据模拟电压输出数字电压 (即转换模拟电压)。

[0040] 将从对数放大器 135 输出的模拟电压连续地提供给模拟到数字转换器 145。根据本发明, 转换起动模块 150 起动模拟到数字转换, 用于实现对应于特定光电二极管突发的

功率计算。在此公开的是：可以对于 OLT 来说本地地或者从系统的更高级来触发用于特定光电二极管突发功率计算的功率计算。例如，转换起动模块 150 和功率计算模块 155 可以是 GPON MAC 接口的组件，通过该接口可以触发功率计算。在本实例中，MAC 接口为待测量的特定光网络单元 (ONU) 分配上行时隙，并且了解（例如每个标准 GPON 工作）何时 ONU 突发开始。模拟到数字转换的 MAC 控制有助于光电二极管输入功率测量相对于 ONU 突发的紧密协调。当上行突发启动（即被供电）时，MAC 接口启动转换起动模块 150 的计数器，已经根据系统配置设置了转换起动电路的终值。优选地，终值代表 RSSI 电路 110 的建立时间加上一定的裕量。当计数器达到它的终值时，转换起动模块 150 触发模拟电压的模拟到数字转换。按照这种方式，RSSI 电路 110 的响应时间与单个 ONU 突发一致，使得可以在光电二极管 115 的正常工作期间进行输入功率测量，同时减少对信令业务的影响。

[0041] 当完成模拟到数字转换时，模拟到数字转换器 145 触发功率计算模块，用以实现根据由模拟到数字转换器输出的数字电压的以 dBm 为单位的光电二极管输入功率计算。在本发明的一个实施例中，通过以下等式计算来定义数字电压到以 dBm 为单位的光电二极管输入功率 (Pin) 的转换：

$$[0042] \quad \text{Pin(dBm)} = A \times \text{Vout} + B + f(\text{Vout})$$

[0043] 其中，A 和 B 是常数，以及 $f(\text{Vout})$ 是 Vout 的函数，其中 Vout 考虑当存在零光输入时来自光电二极管和 DC 电流吸收器的偏移电流。优选地，当校准 OLT 100 时计算和存储 A、B 和 $f(\text{Vout})$ 的值，使得在运行时间只需要执行算术运算（例如乘法和加法运算）。

[0044] 在本发明的可选实施例中，使用电阻器或者其它线性转换电路而不是对数放大器来将电流转换成电压。在这种情况下，不要求 DC 电流负载来改善总体响应时间。但是，DC 电流负载仍然提供与使模拟到数字转换器的输入在低输入功率电平时远离 0V 相关联的益处。对于动态范围和精确度，这种可选实施例可能会呈现出与已知的现有输入功率测量方案相同的一些问题。但是，有利的是，本发明的该可选实施例提供了一种在正常工作期间测量每个 ONU 的光输入功率的手段，其与数据路径组件无关并且对信令业务具有最小的影响。

[0045] 现在回到对于根据本发明的输入功率测量功能性的特定实用性的讨论，在 PON 中的典型 OLT 上的突发模式接收器电路通常设计为支持特定的光功率范围（例如 -27dBm 到 -6dBm），该范围基于例如比特率和光分布网络 (ODN) 类的网络参数。现有 PON 系统使用开环技术相对于来自每个 ONU 的测量输入功率来设置接收器工作点，并且仅仅考虑 OLT 处的条件（例如温度）而不考虑 PON 处的条件。但是，在根据本发明的系统中，其中可以测量来自每个光网络单元 (ONU) 的输入功率以及可以调整输入光 - 电增益，可以按照闭环方式创造性地控制 OLT 的输入范围，以考虑不同的光网络的电平条件。有利的是，该能力可以将工作范围额外地扩展差不多 6dBm（例如 -30dBm 到 -3dBm）。

[0046] 例如 GPON 的 PON 技术（即按照 ITU 推荐 G. 984 定义的）要求 OLT 接收器电路支持来自多个光网络单元 (ONU) 的突发模式光输入功率电平的较宽动态范围。这通常通过在某初始条件下优化接收器工作点以使得在例如温度和老化的工作条件上满足系统要求来实现。正如以上讨论的，GPON 标准描述了使得 ONU 输出功率电平能够被分组的功率电平调节机制。这样，可以使用功率电平调节来将 OLT 接收器的动态范围要求减少大约 6dB。但是，不理想的是，传统的用于实现 ONU 功率调节的方法是粗糙的并且在范围上受限。

[0047] 在 OLT 接收器使用例如雪崩光电二极管 (APD) 的可变增益光电二极管的情况下, 则可以通过控制 APD 电压偏置来调节接收器光输入范围, 因为 APD 的光-电增益取决于偏置电平。在一些情形下, 期望在工作期间调节 OLT 接收器的工作范围, 以便考虑原始接收器工作点不支持的光链路条件。这种情形的一个例子是来自一个或者多个 ONU 的输入功率高于所支持的范围并且因此超过了接收器输入过载电平的系统。在这种情况下, 可以向上移动接收器的工作范围 (通过降低 APD 增益), 以支持较高的输入过载电平。这种情形的另一个例子是来自每个 ONU 的输入功率随着时间极大地降低 (表示了 ODN 或者接收器 APD 特性的变化) 的系统。在这种情况下, 可以向下移动接收器的工作范围 (通过增大 APD 增益), 以改善低输入电平下的比特误差率 (BER)。

[0048] 总之, 根据本发明的利用 RSSI 电路实现光电二极管输入功率测量 (即 ONU 输入功率测量) 使得能够精确测量来自 PON 上的每个 ONU 的输入功率。输入功率的精确测量允许 OLT 确定例如 ONU 是否工作在所允许的范围之外或者来自一组 ONU 的功率随时间变化了多少之类的情况。这样, 与合适光电二极管增益控制相结合来实施根据本发明的 RSSI 电路提供了闭环系统, 该闭环系统可以响应于特定 PON 条件来调节光电二极管增益。

[0049] 所述 RSSI 电路和光电二极管增益控制的这种结合实施的优势在于: 调节 OLT 接收器增益, 以考虑所测量到的 PON 条件和接收器特性的变化。这使得能够配置 OLT 以采取校正措施以及扩展 OLT 的输入工作范围。此外, 可以以相对精细的分辨率和相对较宽的范围来进行这些调节。

[0050] 使用设置 DC-DC 电源的工作点的电路来控制 OLT 上所使用的 APD 的电压偏置。增加电压偏置具有增大 APD 的光-电增益的效果。通常, OLT 使用提供最大的信噪比 (SNR) 的 APD 偏置并且仅仅调整该偏置以考虑温度的变化, 因为最大 SNR 的偏置点会随温度变化。

[0051] 现在参考图 2, 描述了配置为用于提供根据本发明的闭环光电二极管增益控制的 GPON OLT 的实施例。GPON OLT 在此被称为 OLT 200。OLT 200 包括光电二极管 DC 电源 205、RSSI 电路 210、光电二极管 215、GPON 接收器数据路径电路 220 和 GPON MAC 电路 225。RSSI 电路 210 基本上与图 1 所描述的相同, 并且连接在 DC 电源 205、光电二极管 215 和 GPON MAC 电路 225 之间。优选地, 光电二极管 215 是雪崩光电二极管, 或者可选地, 是提供合适偏置电平依赖增益的光电二极管。

[0052] 光电二极管 215 连接在 RSSI 电路 210 和 GPON 接收器数据路径电路 220 之间。闭环路径 230 提供在 DC 电源 205、RSSI 电路 210 和 GPON MAC 225 之间。通过光电二极管 DC 电源 205 的控制, 以上参考图 1 讨论的 RSSI 输入功率测量的结果被用来设置光电二极管 DC 电源 205 的特定输出 (例如经由光电二极管 DC 电源 205 的控制部分)。

[0053] 图 3 描述了图 2 的 OLT 200 中所使用的控制环的实施例, 该控制环被称为控制环 300。光电二极管光-电转移函数 305 的输出与 RSSI 电路转移函数 310 的输入串联。在 RSSI 电路转移函数 310 的输出处, 提供 OLT 200 的所有 ONU 的测量光输入功率电平 $P(n)$ 。将该测量光输入功率电平 $P(n)$ 提供给光电二极管偏置调节逻辑 315 的输入。在光电二极管偏置调节逻辑 315 的输出处提供光电二极管调节参数 $B(\text{adj})$ 。将光电二极管偏置调节参数 $B(\text{adj})$ 与参考电压 $V(\text{ref})$ 进行比较, 将产生的电压差施加到光电二极管光-电转移函数 305 的输入处。

[0054] 在前述详细说明中, 已经参考了附图, 这些附图形成该说明书的一部分, 并且在这

些附图中作为示例示出了可以实现本发明的具体实施例。已经充分详细地说明了这些实施例及其某些变型,以使本领域技术人员能够实现本发明的实施例。应当理解,可以使用其它合适的实施例,以及可以在不偏离本发明公开的精神和范围的情况下做出逻辑的、机械的、化学的和电学的变化。为了避免不必要的细节,本说明书省略了本领域技术人员公知的某些信息。因此,上述详细说明并非意图局限于在此所阐述的具体形式,而是相反,其意图涵盖可以合理地包括在所附权利要求的精神和范围内的这些替代、修改和等效。

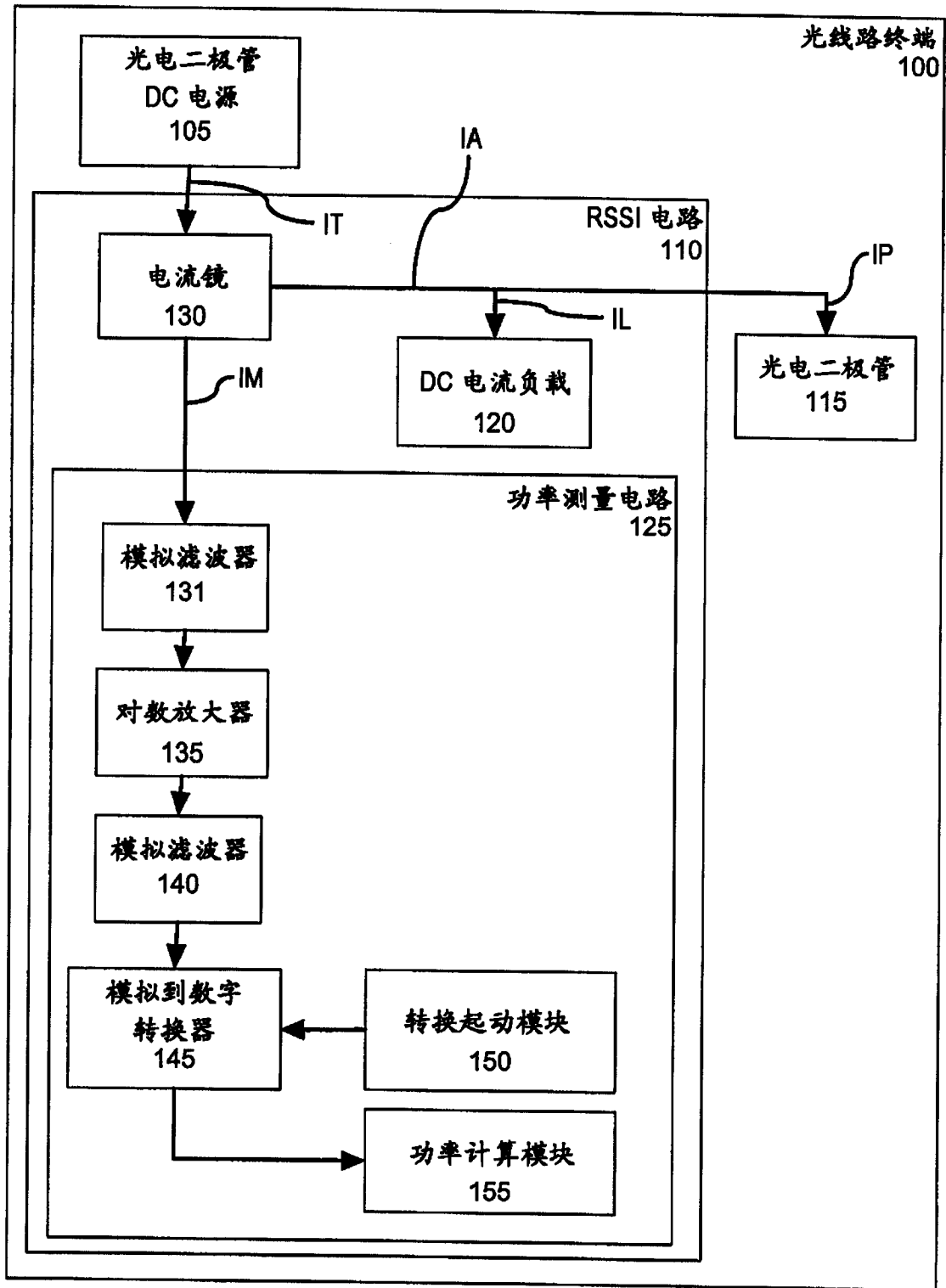


图 1

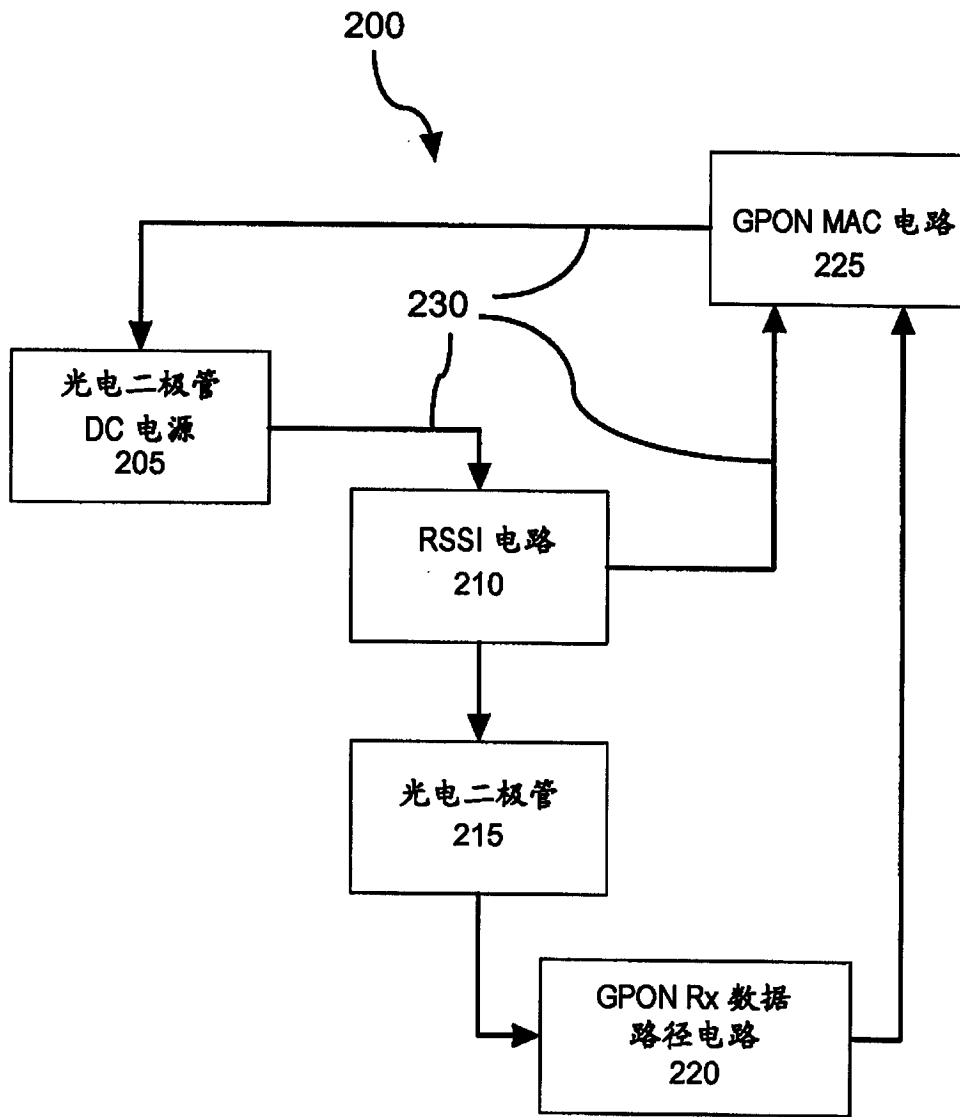


图 2

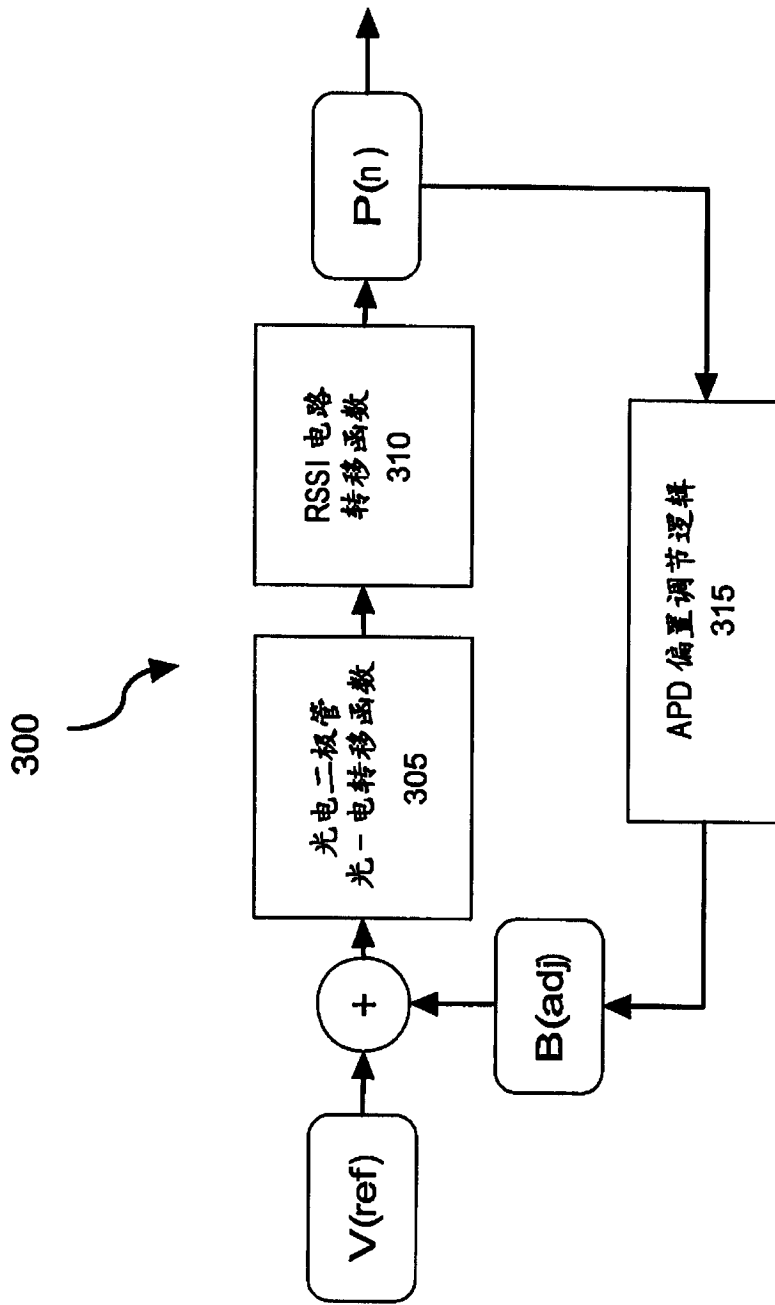


图 3