



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109565150 B

(45) 授权公告日 2020.11.06

(21) 申请号 201780042380.7

(22) 申请日 2017.07.07

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109565150 A

(43) 申请公布日 2019.04.02

(30) 优先权数据
1611938.0 2016.07.08 GB

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.01.08

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2017/067090 2017.07.07

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/007587 EN 2018.01.11

(73) 专利权人 高亮半导体有限公司
地址 英国汉普郡

(72) 发明人 W·雷德曼-怀特 D·库埃
C·惠特菲尔德

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038
代理人 张小稳

(51) Int.Cl.
H01S 5/0683 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 101395771 A, 2009.03.25
US 7962117 B2, 2011.06.14
CN 102017469 A, 2011.04.13
US 7443896 B2, 2008.10.28

审查员 朱海

权利要求书3页 说明书9页 附图7页

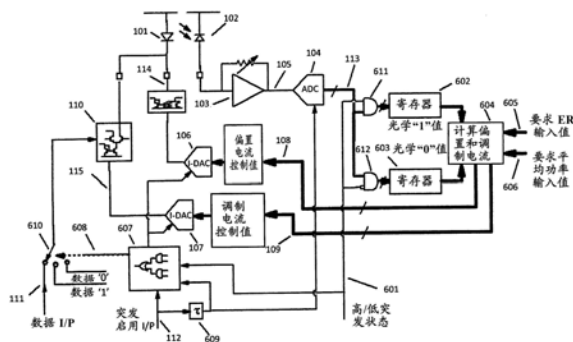
(54) 发明名称

激光功率控制器

(57) 摘要

一种系统,包括:选择电路(610),被配置为选择数据输入值、逻辑高值或逻辑低值中的一个,使得选择电路在限定的突发时段期间、在数据传输时段期间选择数据输入值,并在限定的突发时段期间并紧接数据传输时段的扩展时间段期间选择逻辑高值和逻辑低值中的一个;驱动电路,被配置为向激光二极管(101)施加电流,该电流对应于在限定的突发时段期间由选择电路选择的值或者否则为零值,该电流使得激光二极管被配置为提供光学输出;光学传感器模块(102),被配置为提供对应于激光二极管的光学输出的传感器模块输出;其中传感器模块输出被配置为提供与激光二极管的光学输出成比例的电输出,该电输出对应于逻辑高值或逻辑低值;控制器(604),被配置为接收关于激光二极管的最小和最大光学输出功率电平的期望值,并且接收来自光学传感器模块的电输出,该电输出与光学输出功率电平成比例、对应于逻辑高值和逻辑低值;

其中控制器被配置为使用所接收的信息来为驱动电路提供控制值。



1. 一种用于在光纤通信系统中传输至少两个数据突发的序列的系统,该系统包括:

选择电路,被配置为选择数据输入值、逻辑高值或逻辑低值中的一个,使得所述选择电路在限定的突发时段期间、在数据传输时段期间选择所述数据输入值,并在所述限定的突发时段期间并紧接数据传输时段的扩展时间段期间选择所述逻辑高值和所述逻辑低值中的一个,使得对于至少两个突发的序列,至少一个突发具有逻辑低值扩展时段并且至少一个突发具有逻辑高值扩展时段;

驱动电路,被配置为向激光二极管施加电流,该电流在所述限定的突发时段期间对应于由所述选择电路选择的值或者不在所述限定的突发时段期间对应于零值,该电流使得所述激光二极管被配置为提供光学输出;

光学传感器模块,被配置为提供对应于所述激光二极管的光学输出的传感器模块输出;其中所述传感器模块输出被配置为提供与所述激光二极管的光学输出成比例、对应于至少两个突发的序列中的逻辑高值和逻辑低值的电输出;以及

控制器,被配置为接收关于所述激光二极管的期望最小和最大光学输出功率电平的值,并且接收来自所述光学传感器模块的电输出,该电输出与光学输出功率电平成比例、对应于所述逻辑高值和所述逻辑低值;其中所述控制器被配置为使用所接收的信息来为所述驱动电路提供控制值。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述光学传感器模块包括光电二极管输出功率检测器。

3. 根据前述任一权利要求所述的系统,其中所述光学传感器模块包括光学传感器和跨阻放大器,所述跨阻放大器被配置为提供所述传感器模块输出。

4. 根据权利要求1或2中任一项所述的系统,其中所述控制值被配置为控制所述激光二极管的光学输出的平均功率。

5. 根据权利要求1或2中任一项所述的系统,其中所述控制值被配置为控制所述激光二极管的光学输出的峰值功率。

6. 根据权利要求1或2中任一项所述的系统,其中所述控制值被配置为控制所述激光二极管的光学输出的调制指数。

7. 根据权利要求1或2中任一项所述的系统,其中施加到所述激光二极管的所述电流包括稳定成分和可变成分。

8. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述驱动电路被配置为根据偏置控制值和调制控制值的组合来设置施加到所述激光二极管的电流。

9. 根据权利要求8所述的系统,其中所述控制值被配置为控制所述驱动电路以设置施加到所述激光二极管的偏置电流和调制电流中的至少一个。

10. 根据权利要求1或2中任一项所述的系统,其中所述驱动电路包括偏置电路,所述偏置电路被配置为向所述激光二极管提供偏置电流。

11. 根据权利要求1或2中任一项所述的系统,其中所述驱动电路包括调制电路,所述调制电路被配置为向所述激光二极管提供调制电流。

12. 根据权利要求1或2中任一项所述的系统,其中,所述驱动电路被配置为根据平均值和调制值的组合来设置施加到所述激光二极管的电流。

13. 根据权利要求1或2中任一项所述的系统,其中突发时段由突发启用信号门控。

14. 根据权利要求1或2中任一项所述的系统,其中所述控制值控制所述驱动电路以传送所述激光二极管的期望最小和最大光学输出功率电平。

15. 根据权利要求1或2中任一项所述的系统,其中所述扩展时间段大于所述传感器模块输出的沉降时间。

16. 根据权利要求1或2中任一项所述的系统,其中所述选择电路交替地为每个连续的扩展时间段选择所述逻辑高值和所述逻辑低值中的一个。

17. 根据权利要求1或2中任一项所述的系统,其中所述选择电路根据预限定的序列为每个连续的扩展时间段选择所述逻辑高值和所述逻辑低值。

18. 根据权利要求1或2中任一项所述的系统,其中所述选择电路在已经选择了所述逻辑高值的扩展时间段之后立即选择所述逻辑低值。

19. 根据权利要求1或2中任一项所述的系统,其中所述选择电路包括选择器开关功能。

20. 根据权利要求1或2中任一项所述的系统,其中所述选择电路的带宽被配置为在显著小于所述扩展时间段的时间内在数据输入、所述逻辑高值和所述逻辑低值之间切换。

21. 根据权利要求1或2中任一项所述的系统,其中该系统包括数字电路。

22. 根据权利要求1或2中任一项所述的系统,其中所述控制值是通过数字计算功能计算的。

23. 根据权利要求1或2中任一项所述的系统,其中,所述系统包括模拟电路。

24. 一种用于在光纤通信系统中传输至少两个数据突发的序列的方法,该方法包括:

选择数据输入值、逻辑高值或逻辑低值中的一个,使得在限定的突发时段期间、在数据传输时段期间选择所述数据输入值,并在所述限定的突发时段期间并紧接数据传输时段的扩展时间段期间选择所述逻辑高值和所述逻辑低值中的一个,使得对于至少两个突发的序列,至少一个突发具有逻辑低值扩展时段并且至少一个突发具有逻辑高值扩展时段;

将电流施加到激光二极管,该电流在所述限定的突发时段期间对应于所选择的值或者不在所述限定的突发时段期间对应于零值,该电流使得所述激光二极管被配置为提供光学输出;

通过使用对应于所述光学输出的传感器模块输出,确定与激光二极管的光学输出成比例、对应于至少两个突发的序列中的逻辑高值和逻辑低值的电输出;

接收关于所述激光二极管的期望最小和最大光学输出功率电平的值;以及

基于与所述光学输出成比例、对应于所述逻辑高值和所述逻辑低值的电输出以及关于所述激光二极管的期望最小和最大光学输出功率电平的所接收的值,提供针对施加到所述激光二极管的电流的控制值。

25. 根据权利要求24所述的方法,包括使用跨阻放大器来提供所述传感器模块输出。

26. 根据权利要求24或25中任一项所述的方法,包括使用光电二极管输出功率检测器来提供所述传感器模块输出。

27. 根据权利要求24或25中任一项所述的方法,包括使用所述控制值来控制所述激光二极管的光学输出的平均功率。

28. 根据权利要求24或25中任一项所述的方法,包括使用所述控制值来控制所述激光二极管的光学输出的峰值功率。

29. 根据权利要求24或25中任一项所述的方法,包括使用所述控制值来控制所述激光

二极管的光学输出的调制指数。

30. 根据权利要求24或25中任一项所述的方法, 其中施加到所述激光二极管的所述电流包括稳定成分和可变成分。

31. 根据权利要求24所述的方法, 包括根据偏置控制值和调制控制值的组合来设置施加到所述激光二极管的电流。

32. 根据权利要求31所述的方法, 包括使用所述控制值来控制施加到所述激光二极管的偏置控制值和调制控制值中的至少一个。

33. 根据权利要求24或25中任一项所述的方法, 包括根据平均值和调制值的组合来设置施加到所述激光二极管的电流。

34. 根据权利要求24或25中任一项所述的方法, 其中突发时段由突发启用信号门控。

35. 根据权利要求24或25中任一项所述的方法, 包括使用所述控制值进行控制以传送期望最小和最大光学输出功率电平。

36. 根据权利要求24或25中任一项所述的方法, 其中所述扩展时间段大于所述传感器模块输出的沉降时间。

37. 根据权利要求24或25中任一项所述的方法, 包括对于每个连续的扩展时间段, 交替地选择所述逻辑高值和所述逻辑低值。

38. 根据权利要求24或25中任一项所述的方法, 包括根据预限定的序列为每个连续的扩展时间段选择所述逻辑高值和所述逻辑低值。

39. 根据权利要求24或25中任一项所述的方法, 包括在已经选择了所述逻辑高值的扩展时间段之后立即选择所述逻辑低值。

40. 根据权利要求24或25中任一项所述的方法, 包括使用选择器开关功能进行选择。

41. 根据权利要求24或25中任一项所述的方法, 其中所述方法由数字电路执行。

42. 根据权利要求24或25中任一项所述的方法, 包括使用数字计算功能来计算所述控制值。

43. 根据权利要求24或25中任一项所述的方法, 其中所述方法由模拟电路执行。

激光功率控制器

发明内容

[0001] 在光纤通信系统中,由于多种原因,能够控制传输激光二极管的输出功率是很重要的。首先,激光器的平均功率和峰值功率不得超过一定限度,以避免损坏。其次,必须设置对应于二进制(或其它基数)数据值的不同功率电平,使得调制指数(可替换地,限定为消光比)在整个系统规范内,以确保链路端部处的可靠接收。在任何控制系统中要解决的一个难点是激光器的特性会随着温度显著地改变,并且随着时间的推移会随着老化而发生改变,并且偏离理想的线性响应,因此,“高”和“低”驱动电流电平的传统工厂设置不够。

[0002] 现有技术中存在许多技术,其描述了用于估计最小和最大传输光学输出的瞬时值并补偿设备特性的改变的方法。由于监测二极管及其相关电路的带宽受限,大多数方法效力有限。

[0003] 在以一系列离散突发传输数据的光通信链路中监测传输输出功率甚至更具挑战性,因为光学输出的平均值可能变化很大,并且瞬时电平对于现有技术中描述的大多数方法达到最小和最大电平的充分估计而言不够稳定。温度相关的效应可能更严重,因为传输激光二极管在被激活用于数据突发之前可能长时间处于断开状态,因此在数据突发期间加热之前可能已经冷却到环境温度。

[0004] 因此,期望能够在几乎连续的基础上在数据突发期间感测对应于逻辑“1”和逻辑“0”的最小和最大光学输出。进一步期望能够使用仅具有中等带宽的传输功率监测功能进行这种测量,并且借助于不干扰传输数据有效载荷并且不损害接收信号与噪声性能的装置。

[0005] 根据一个方面,提供了一种系统,包括:选择电路,被配置为选择数据输入值、逻辑高值或逻辑低值中的一个,使得所述选择电路在限定的突发时段期间、在数据传输时段期间选择所述数据输入值,并在所述限定的突发时段期间并紧接数据传输时段的扩展时间段期间选择所述逻辑高值和所述逻辑低值中的一个;驱动电路,被配置为向激光二极管施加电流,该电流对应于在所述限定的突发时段期间由所述选择电路选择的值或者否则为零值,该电流使得所述激光二极管被配置为提供光学输出;光学传感器模块,被配置为提供对应于所述激光二极管的光学输出的传感器模块输出;其中所述传感器模块输出被配置为提供与所述激光二极管的光学输出成比例的电输出,该电输出对应于逻辑高值或逻辑低值;以及控制器,被配置为从所述光学传感器模块接收关于所述激光二极管的最小和最大光学输出功率电平的期望值,并且接收电输出,该电输出与光学输出功率电平成比例、对应于所述逻辑高值和所述逻辑低值;其中所述控制器被配置为使用所接收的信息来为所述驱动电路提供控制值。

[0006] 光学传感器模块可以包括光电二极管输出功率检测器。

[0007] 光学传感器模块可以包括光学传感器和跨阻放大器,跨阻放大器被配置为提供传感器模块输出。

[0008] 控制值可以被配置为控制激光二极管的光学输出的平均功率。

[0009] 控制值可以被配置为控制激光二极管的光学输出的峰值功率。

- [0010] 控制值可以被配置为控制激光二极管的光学输出的调制指数。
- [0011] 电流可以包括稳定成分和可变成分。
- [0012] 驱动电路可以被配置为根据偏置控制值和调制控制值的组合来设置施加到激光二极管的电流。
- [0013] 控制值可以被配置为控制驱动电路以设置施加到激光二极管的偏置电流和调制电流中的至少一个。
- [0014] 驱动电路可以包括偏置电路,该偏置电路被配置为向激光二极管提供偏置电流。
- [0015] 驱动电路可以包括调制电路,该调制电路被配置为向激光器二极管提供调制电流。
- [0016] 驱动电路可以被配置为根据平均值和调制值的组合来设置施加到激光二极管的电流。
- [0017] 突发时段可以由突发启用信号门控。
- [0018] 数据传输时段的持续时间可以遵循用于突发模式操作的标准规范。
- [0019] 控制值可以控制驱动电路以传送关于期望最小和最大光学输出功率电平的光学输出期望值。
- [0020] 扩展时间段可以大于传感器模块输出的沉降时间(settling time)。
- [0021] 选择电路可以交替地为每个连续的扩展时间段选择逻辑高值和逻辑低值中的一个。
- [0022] 选择电路可以根据预限定的序列为每个连续的扩展时间段选择逻辑高值或逻辑低值。
- [0023] 选择电路可以在已经选择了逻辑高值的扩展时间段之后立即选择逻辑低值。
- [0024] 选择电路可以包括选择器开关功能。
- [0025] 选择电路的带宽可以被配置为在显着小于扩展时间段的时间内在数据输入、逻辑高值和逻辑低值之间切换。
- [0026] 该系统可以包括基本上数字的电路。
- [0027] 可以通过数字计算功能来计算控制值。
- [0028] 该系统可以包括基本上模拟的电路。
- [0029] 根据另一方面,提供了一种系统,包括:用于选择数据输入值、逻辑高值或逻辑低值中的一个的装置,使得在限定的突发时段期间、在数据传输时段期间选择电路选择所述数据输入值,并在所述限定的突发时段期间并紧接数据传输时段的扩展时间段期间选择所述逻辑高值和所述逻辑低值中的一个;用于将电流施加到激光二极管的装置,该电流对应于在所述限定的突发时段期间由所述选择电路选择的值或者否则为零值,该电流使得所述激光二极管被配置为提供光学输出;用于提供对应于激光二极管的光学输出的传感器模块输出的装置;其中传感器模块输出被配置为提供电输出,该电输出与激光二极管的光学输出成比例、对应于逻辑高值或逻辑低值;以及用于从光学传感器模块接收关于所述激光二极管的最小和最大光学输出功率电平的期望值并且接收电输出的装置,该电输出与光学输出功率电平成比例、对应于所述逻辑高值和所述逻辑低值;其中所述控制器被配置为使用所接收的信息来为所述驱动电路提供控制值。
- [0030] 用于提供传感器模块输出的装置可以包括光电二极管输出功率检测器。

- [0031] 用于提供传感器模块输出的装置可以包括光学传感器和跨阻放大器,跨阻放大器被配置为提供传感器模块输出。
- [0032] 控制值可以被配置为控制激光二极管的光学输出的平均功率。
- [0033] 控制值可以被配置为控制激光二极管的光学输出的峰值功率。
- [0034] 控制值可以被配置为控制激光二极管的光学输出的调制指数。
- [0035] 电流可以包括稳定成分和可变成分。
- [0036] 用于向激光二极管施加电流的装置可以被配置为根据偏置控制值和调制控制值的组合来设置施加到激光二极管的电流。
- [0037] 控制值可以被配置为控制驱动电路以设置施加到激光二极管的偏置电流和调制电流中的至少一个。
- [0038] 用于向激光二极管施加电流的装置可以包括偏置电路,该偏置电路被配置为向激光二极管提供偏置电流。
- [0039] 用于向激光二极管施加电流的装置可以包括调制电路,该调制电路被配置为向激光二极管提供调制电流。
- [0040] 用于向激光二极管施加电流的装置可以被配置为根据平均值和调制值的组合来设置施加到激光二极管的电流。
- [0041] 突发时段可以由突发启用信号门控。
- [0042] 数据传输时段的持续时间可以遵循用于突发模式操作的标准规范。
- [0043] 控制值可以控制驱动电路以传送关于期望最小和最大光学输出功率电平的光学输出期望值。
- [0044] 扩展时间段可以大于传感器模块输出的沉降时间。
- [0045] 用于选择的装置可以交替地为每个连续的扩展时间段选择逻辑高值和逻辑低值中的一个。
- [0046] 用于选择的装置可以根据预限定的序列为每个连续的扩展时间段选择逻辑高值或逻辑低值。
- [0047] 用于选择的装置可以在已经选择了逻辑高值的扩展时间段之后立即选择逻辑低值。
- [0048] 用于选择的装置可以包括选择器开关功能。
- [0049] 选择电路的带宽可以被配置为在显着小于扩展时间段的时间内在数据输入、逻辑高值和逻辑低值之间切换。
- [0050] 该系统可包括基本上数字的电路。
- [0051] 可以通过数字计算功能来计算控制值。
- [0052] 该系统可包括基本上模拟的电路。
- [0053] 根据另一方面,提供了一种用于通信的方法,包括:选择数据输入值、逻辑高值或逻辑低值中的一个,使得在限定的突发时段期间、在数据传输时段期间选择所述数据输入值,并在所述限定的突发时段期间并紧接数据传输时段的扩展时间段期间选择所述逻辑高值和所述逻辑低值中的一个;将电流施加到激光二极管,该电流对应于在所述限定的突发时段期间所选择的值或者否则为零值,该电流使得所述激光二极管被配置为提供光学输出;通过使用对应于所述光学输出的传感器模块输出,确定与激光二极管的光学输出成比

例的电输出,该电输出对应于逻辑高值或逻辑低值;接收关于所述激光二极管的期望最小和最大光学输出功率电平的期望值;以及基于与所述光学输出成比例、对应于所述逻辑高值或所述逻辑低值的电输出以及所接收的期望值,提供施加到所述激光二极管的电流的控制值。

[0054] 该方法可以包括使用跨阻放大器来提供传感器模块输出。

[0055] 该方法可以包括使用光电二极管输出功率检测器来提供传感器模块输出。

[0056] 该方法可以包括使用控制值来控制激光二极管的光学输出的平均功率。

[0057] 该方法可以包括使用控制值来控制激光二极管的光学输出的峰值功率。

[0058] 该方法可以包括使用控制值来控制激光二极管的光学输出的调制指数。

[0059] 电流可以包括稳定成分和可变成分。

[0060] 该方法可以包括根据偏置控制值和调制控制值的组合来设置施加到激光二极管的电流。

[0061] 该方法可以包括使用控制值来控制施加到激光二极管的偏置控制值和调制控制值中的至少一个。

[0062] 该方法可以包括根据平均值和调制值的组合来设置施加到激光二极管的电流。

[0063] 突发时段可以由突发启用信号门控。

[0064] 数据传输时段的持续时间可以遵循用于突发模式操作的标准规范。

[0065] 该方法可以包括使用控制值来控制施加的电流以传送光学输出期望的最小和最大光学输出功率电平。

[0066] 扩展时间段可以大于传感器模块输出的沉降时间。

[0067] 该方法可以包括为每个连续的扩展时间段交替地选择逻辑高值和逻辑低值。

[0068] 该方法可以包括根据预限定的序列为每个连续的扩展时间段选择逻辑高值或逻辑低值。

[0069] 该方法可以包括在已经选择了逻辑高值的扩展时间段之后立即选择逻辑低值。

[0070] 该方法可以包括使用选择器开关功能进行选择。

[0071] 该方法可以由基本上数字的电路执行。

[0072] 该方法可以包括使用数字计算功能来计算控制值。

[0073] 该方法可以由基本上模拟的电路执行。

附图说明

[0074] 现在将仅通过示例的方式并参考附图来描述本发明,在附图中:

[0075] 图1示出了突发模式光纤链路中的发射机的典型布置。

[0076] 图2示出了激光二极管输出特性和温度效应的表示。

[0077] 图3示出了其中激光特性中存在曲度的传统估计方法的局限性。

[0078] 图4示出了具有典型允许的激光关闭时间的典型数据突发的结构。

[0079] 图5示出了具有嵌入在有效数据分组内的高和低参考电平的突发模式光信号。

[0080] 图6示出了本发明的实施例。

[0081] 图7示出了本发明的另一个实施例。

具体实施方式

[0082] 该描述不是限制性的,而仅仅是为了描述本发明的实施例的一般原理的目的。例如,例示说明为使用数字信号和数字电路执行的操作也可以使用基本上模拟的信号和模拟的电路来实现。

[0083] 图1示出了适用于光通信系统的发射机中的典型布置。激光二极管101通过驱动电路被提供具有稳定成分和可变成分的电流。这可以是平均电流的形式,其中双向调制电流加上和减去电流以产生光学最大值和最小值;或者可以存在较小的稳定偏置电流114和调制电流115,调制电流115借助于切换功能110断开以指示调制数据输入111中的逻辑低电平。后一种变型在图中表示。这些电流可以由数模转换器106和107提供,数模转换器106和107具有分别由控制器功能118设置的数字值108和109控制的电流输出。当以突发模式操作时,可以借助于对应于规定突发的长度的另一信号或信号112以对应于数据突发中的有效时段的方式门控这些电流。激光二极管101的光学输出由例如监测光电二极管102之类的光学传感器感测,以产生与所感测的光学电平成比例的电流,并且可以利用跨阻放大器103将电流转换为电压105。监测二极管102和放大器103的组合通常具有基本上小于主数据信道带宽的带宽。该监测值105可以借助于模数转换器104被转换为数字形式113,并且由控制器118使用这些数据来根据某种算法设置电流电平。监测信道的带宽限制在任何传输光学电平控制机制的实现中非常重要,因为它限制了光信号的峰值和谷值的可观察性。

[0084] 图2是光通信系统中使用的典型激光二极管的特性的图解表示。当用于生成调制光信号时,通过激光二极管的电流被调制,使得最小电流高于激光器的阈值203,并且最大电流低于制造商对设备的额定值。当激光二极管冷或电流电平相对低时,简单的线性模型201可能就足够了。然而,当激光二极管加热或者其特性随着年龄而改变时,阈值电流可以改变204并且关系可以呈现更弯曲的形状202。因此,在系统的生命内在操作期间维持期望的光学输出和期望的ER,并不被认为是微不足道的。

[0085] 在任何给定的实际系统中,可以设置最大电流,使得激光器的平均操作功率相对于要建立可靠通信要求的信号电平被设置为限定的电平。这种系统中的关键参数是最大光学输出与最小光学输出的比,通常称为消光比(ER),因为这会影响到接收机的信噪比级别。ER是根据最小和最大激光二极管电流值的,并且有时表示为简单的线性关系,但实际上这不是准确的表示。

[0086] 图3示出了在升高的温度下激光二极管的平均光功率301如何不适合作为准确估计最小302和最大303光学电平并因此准确估计ER的基础。这也暗示着控制获得期望平均功率和ER所需的最小304和最大305电流电平存在问题。当系统以连续数据流操作时,平均值相对容易监测,因为激光器可以达到稳态温度。此外,有时间从监测二极管系统收集数据以通过测量的某种平均来测量峰值和谷值光学数据电平,以提供ER和平均光功率的估计。用于此目的的系统在现有技术中是已知的(例如,Smith等人,Electronics Letter Vol 14, 1978,以及类似的衍生布置)。

[0087] 图4示出了用于在符合突发模式操作规范(例如,标准ITU-T建议G.984.2)的系统中传输数据突发的光信号的一般形式。在数据信号111用于调制激光输出之前,通过突发启用信号112对激光器的偏置电流进行门控。在这样的标准中,数据突发403的持续时间T1是精确地限定的,并且通常为几个100纳秒的数量级。注意,在数据突发结束时,逻辑值可以处

于高状态(逻辑高值)或低状态(逻辑低值)。这种标准通常还将T2限定为时间间隔404,在该时间间隔404内激光输出必须返回到零。为了允许实际偏置控制系统的带宽,该间隔为10ns的数量级。

[0088] 在这种突发模式系统中,控制平均功率和ER的问题是困难的。在突发开始之前,激光器将处于相对冷的状态。一旦数据分组被传输,激光器就会开始加热并在典型的突发期间继续这样。标准的要求是系统在例如5个或更少之类的仅少量训练突发之后操作,其中系统的操作参数受到控制。

[0089] 在该公开中没有解决在突发序列开始之后能够快速建立操作条件的要求。为了通过其它方式解决该问题,仍然要求提供用于在初始训练突发之后准确地控制激光输出的消光比的装置,其中激光器已经基本上升温到升高的平均温度。峰值和谷值的任何测量都具有与连续系统中相同的监测信道带宽限制,但是由于信号的间歇性质使得有意义的平均化更加困难,因此需求变得更加复杂。

[0090] 在本发明的实施例中,提供了用于快速和准确地估计表示数据“1”和数据“0”值的光学输出的瞬时值或者可以限定的其它这样的值的装置。使用所述估计,提供了其它装置,该其它装置能够计算传送期望的输出电平所需的偏置电流和调制电流的要求值并且尽管由于短期加热和/或长期老化导致的激光特性改变仍然维持这些值。

[0091] 在图4中,将注意到在数据突发之后关闭激光器的时间不是恒定的,而是取决于数据传输时段401结束时的逻辑值。在数据传输时段结束时从高状态405的激光偏置关闭时间大于数据传输时段结束时从低状态406的激光偏置关闭时间。响应于调制数据信号111的调制电路110的带宽非常快。因此,不是使用偏置电流控制从高状态关闭,而是调制电路可以用于首先将激光输出非常快速地降低到低状态,通常在数十皮秒的数量级的时间内。一旦激光输出处于所述低状态,关闭到充分消光的任务变得更容易。此外,确保偏置电流114在基本上小于标准所要求的间隔404的时间间隔内响应于突发启用信号112或基本等效的信号并不是困难的任务。该方法使得虽然不大但仍然大于这种监测信道电路的典型瞬态沉降时间的时间间隔可用。利用该知识,可以利用在指明的关闭间隔404中可用的时间来执行主要的光学高和低输出电平的有价值的测量。

[0092] 图5示出了与突发模式系统相关联的光学电平,其中对传输信号进行了细微的修改,便于测量高和低电平。进行所述修改使得它们不影响突发分组内的数据的正常转移,并且不违反相关标准设置的规范。

[0093] 为了提供用于所述修改的框架,首先限定时间间隔以满足条件,该时间间隔基本上小于标准所允许的激光关闭时间405,但是足够长以基本上长于监测信道输出105的沉降时间,并且同时允许在时段405内有足够的剩余时间用于偏置电流控制电路以完全熄灭激光器。本发明的一个特征是用激光调制信号501的修改形式替换原始数据信号111,其中在每个突发结束时,已知的逻辑值被保持扩展时间段T3 502。同时,到激光器的偏置电流114由突发启用信号(偏置控制信号506)的修改版本控制,使得偏置在该突发的数据停止之后在限定的时段内仍然有效。使数据突发的该扩展的逻辑值在图5中表示为503的“1”和图5中表示为504的“0”之间交替。使该逻辑值保持时段502的持续时间足以使监测信道输出105能够沉降到基本准确的测量结果。如果在数据突发结束时保持的逻辑值是“1”,则激光调制电流115在该扩展时段502结束时借助于到数据调制电路110的命令边缘505返回到“0”。以这

种方式,在一些非常短的时间中(在该示例中,数十皮秒),借助于高带宽电路功能,激光电流基本上朝向其消光状态减小,而不是通过可能更慢的偏置电流控制。该状态一到达,偏置电流114被偏置控制信号506关闭,并在相关标准允许的时间结束之前衰减到零。通过这些或基本相似的装置,因此监测输出105可以在逻辑“1”和逻辑“0”数据状态两者期间传送真实主要光学输出的基本准确的表示,而不受如现有技术中常见的那样的特定数据格式和/的运行长度的显着限制。根据从交替数据突发中得到的这些测量结果,可以将模拟值转换成数字形式113,并且可以采用简单算法来完成系统以确定主要的消光比和平均光功率,并进一步确定对调制电流和偏置电流的任何要求的调整,使得ER和平均功率与系统的期望目标值相对应。

[0094] 本发明的一个优点是,如此构成的控制系统测量逻辑“1”和逻辑“0”两者的稳态光学值,不受关于系统的其它部分的性能的重要假设的影响,并且基本上不是从间接计算导出的。

[0095] 本发明的另一个优点是突发模式信号的间歇性质不会减损控制系统的操作。

[0096] 图6示出了根据本发明的实施例的布置。偏置电流114由电流输出数模转换器(DAC) 106设置,并且调制电流115类似地由另一个DAC 107设置。所述DAC的控制数字值由数字计算功能604确定,数字计算功能604采取系统反馈值和对应于期望的平均功率606和调制深度(或ER 605)的数字输入作为其输入。调制电路110不再由数据输入111直接控制,而是现在可以借助于选择电路使其输入在数据输入111和逻辑“1”或逻辑“0”之间切换,选择电路例如是选择器开关功能610。当突发启用信号112被断言以指示数据突发的开始时,逻辑控制功能607将使用选择器610设置调制输入路径以将进入数据直接传递到调制电路110。将由激光器101生成调制光信号,并且将由监测二极管102及其相关联的放大器103产生调制光信号的带宽限制表示105。该监测信号105由模数转换器(ADC) 104转换成数字值113。在数据突发的有效载荷期间,可以使用该输出113,但由于该信道的带宽限制,它将具有受限值。在数据有效载荷结束时,突发启用信号将指示该传输的结束。在传统系统中,这将完全禁用调制电流115和偏置电流114。

[0097] 根据本发明的该实施例,控制逻辑607采取限定的延迟时间609并保持偏置和调制电流导通。由实施例提供附加的突发状态信号601,其随每个数据突发改变逻辑值,有效地将突发指定为“高”或“低”。作为示例实施例,如果突发被指定为“高”,则在突发结束时的延迟期间,调制输入选择器610被设置为逻辑“1”503,使得光学输出保持在高电平303。该调制光学值保持时间段502,该时间段足够长以使监测信道尽管其带宽有限但仍能进行准确测量;但仍然足够短,以至于有时间充分熄灭激光器。监测信道输出105被转换为数字形式113,然后在合适的时刻经由通过突发状态信号601启用的逻辑门611传递到第一寄存器602。然后该寄存器将测量的光学高值提供给计算功能604。

[0098] 在该延迟时段503结束时,调制选择器被设置为逻辑“0”,以使用正常调制电路去除激光调制电流115并且因此非常迅速地减小光学输出。在同一时刻505,控制逻辑607命令偏置电流DAC 106和调制电流DAC 107停止输出电流,使得激光器101在相关通信标准要求的时段404内完全熄灭。

[0099] 如果突发状态信号601将突发指定为“低”,则在数据有效载荷结束时,调制选择器610被设置为逻辑“0”504,使得激光输出处于低电平302。即使在突发数据有效载荷中的最

后一个标志(symbol)在突发结束时要求逻辑“1”,然后通过使用正常调制电路110可以以很快的速度实现向逻辑“0”的转变。再次,该调制光学值保持时间段502,该时间段502足够长以使监测信道尽管其带宽有限仍可以进行准确测量;但仍然足够短,以至于有时间充分熄灭激光器。

[0100] 然后,监测信道输出105被转换为数字形式113,然后在合适的时刻经由通过突发状态信号601的逻辑补码启用的逻辑门612传递到第二寄存器603。该寄存器然后提供测量的光学低值到计算功能604。

[0101] 方便和有效的布置将以交替的方式将突发指定为“高”和“低”。然而,本发明还可以采用“高”和“低”状态的一些其它序列,其中可能需要比另一个更快地获得一个电平的估计,或者考虑系统的一些其它要求。

[0102] 然后,计算功能604采取平均值606和ER 605的要求的目标值输入,并且使用简单计算导出新的偏置电流控制值108和新的调制电流值109,使得计算的ER和平均值与对应的要求ER和平均值之间的误差被最小化并且达到可忽略或可接受的电平。该过程可能采取数次“高”和“低”突发的迭代,并且系统的精确收敛速率将取决于为特定应用选择的系数和比例因子。

[0103] 图7示出了根据本发明的第二实施例的布置。在这种布置中,利用更多的模拟处理来执行对偏置和调制电流的校正的导出。激光调制和监测电路基本上与根据图6的先前布置相同。不是将监测信道105的输出转换成数字形式,而是将模拟值与由DAC从用户限定的输入值生成的参考模拟值导出的另一模拟值直接进行比较。操作如下:

[0104] 期望的光学高值701和期望的光学低值702以明确的形式从用户供应并用于分别控制两个DAC 703和704。这些DAC的输出705和706相当于在理想光学偏置条件和期望调制值下用于光学“1”和光学“0”的期望监测光电二极管放大器105输出。本领域技术人员还将立即认识到,还可以将期望的操作电流作为平均值和ER值供应,然后借助于简单的运算电路将其转换为等效的高值和低值。

[0105] 当激光器在理想条件下以逻辑高状态操作时,电压105和705应该基本上相同。当激光器在理想条件下以逻辑低状态操作时,电压105和706应该基本上相同。比较器703和704用于确定指示的电平和期望电平之间的任何差异的符号。

[0106] 当数据突发被指定为“高”时,则在保持时段502结束时,比较器707输出经由通过突发状态信号601控制的逻辑门611传递到计数器712,其中计数器712用于控制计数过程向上或向下,这取决于比较器707的输出的符号。如果监测信号105此时小于来自DAC 703的参考信号705,则计数器将递减,指示高光学状态的负误差。如果监测信号105大于参考信号705,则计数器712将递增。

[0107] 类似地,当数据突发被指定为“低”时,则在保持时段502结束时,然后比较器708输出经由通过突发状态信号601的补码控制的逻辑门612传递到计数器713,其中计数器713用于控制类似的计数过程向上或向下,这取决于比较器708的输出的符号。如果监测信号105此时小于来自DAC 704的参考信号706,则计数器将递减,指示低光学状态的负误差。如果监测输出在此时高于副本,则将发生对应的递增。

[0108] 根据来自计数器712和713的值,在任何给定时间,逻辑运算块604可以容易地计算校正在监测输出105和复制路径710之间观察到的误差所需的偏置控制值108和调制值109。

在多个数据突发的情况下,系统将调整电流以使误差最小化,因此激光器将以基本上期望的平均光学输出和基本上期望的ER来操作。

[0109] 虽然已经参考特定示例及其可能的实施例描述了本发明,但是这些不应该被解释为以任何方式限制本发明的范围。应该清楚的是,在不脱离权利要求中所述的本发明的范围的情况下,可以将许多其它可能的实施例、修改和改进结合到本发明中或与本发明一起使用。

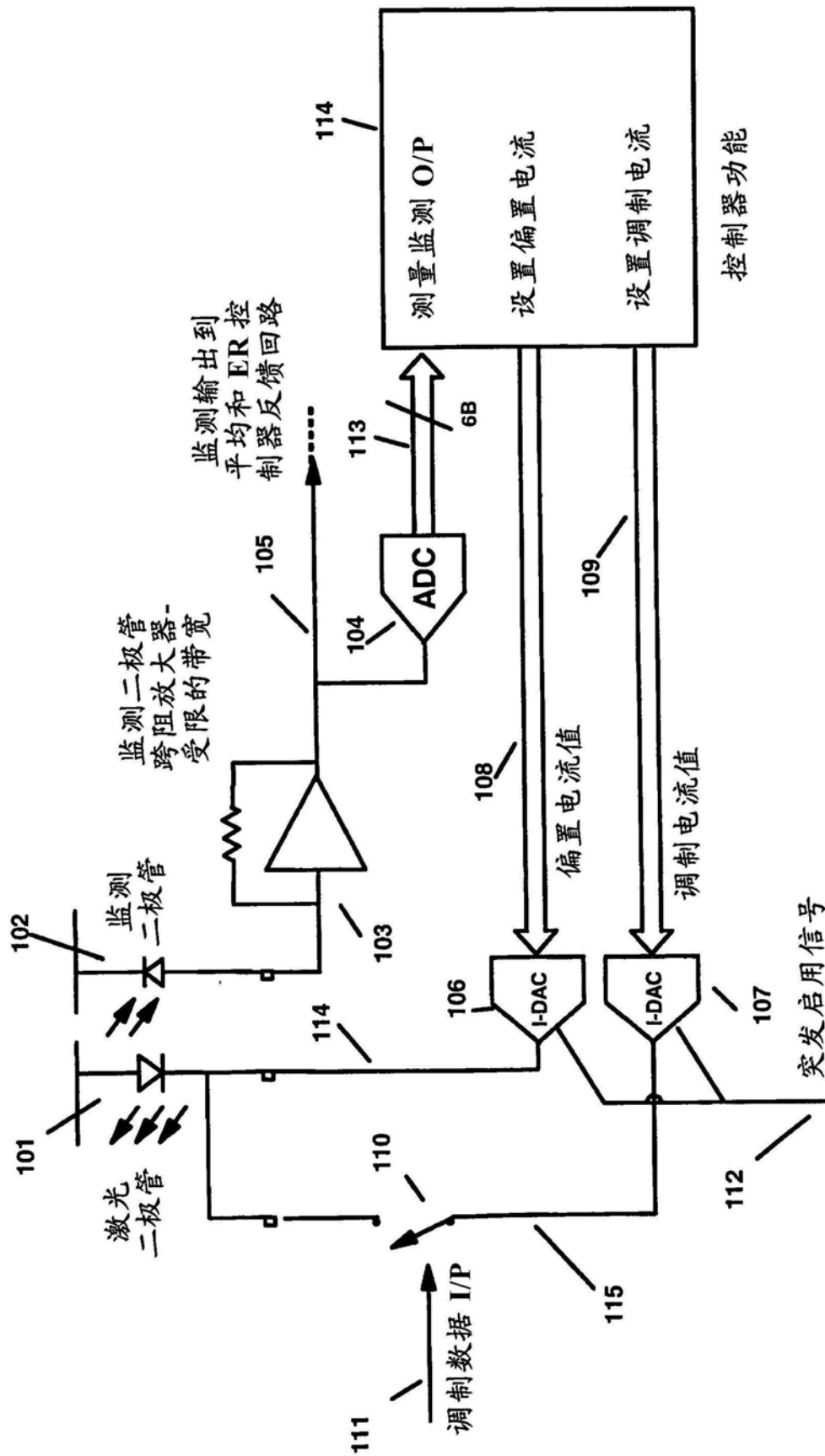


图1

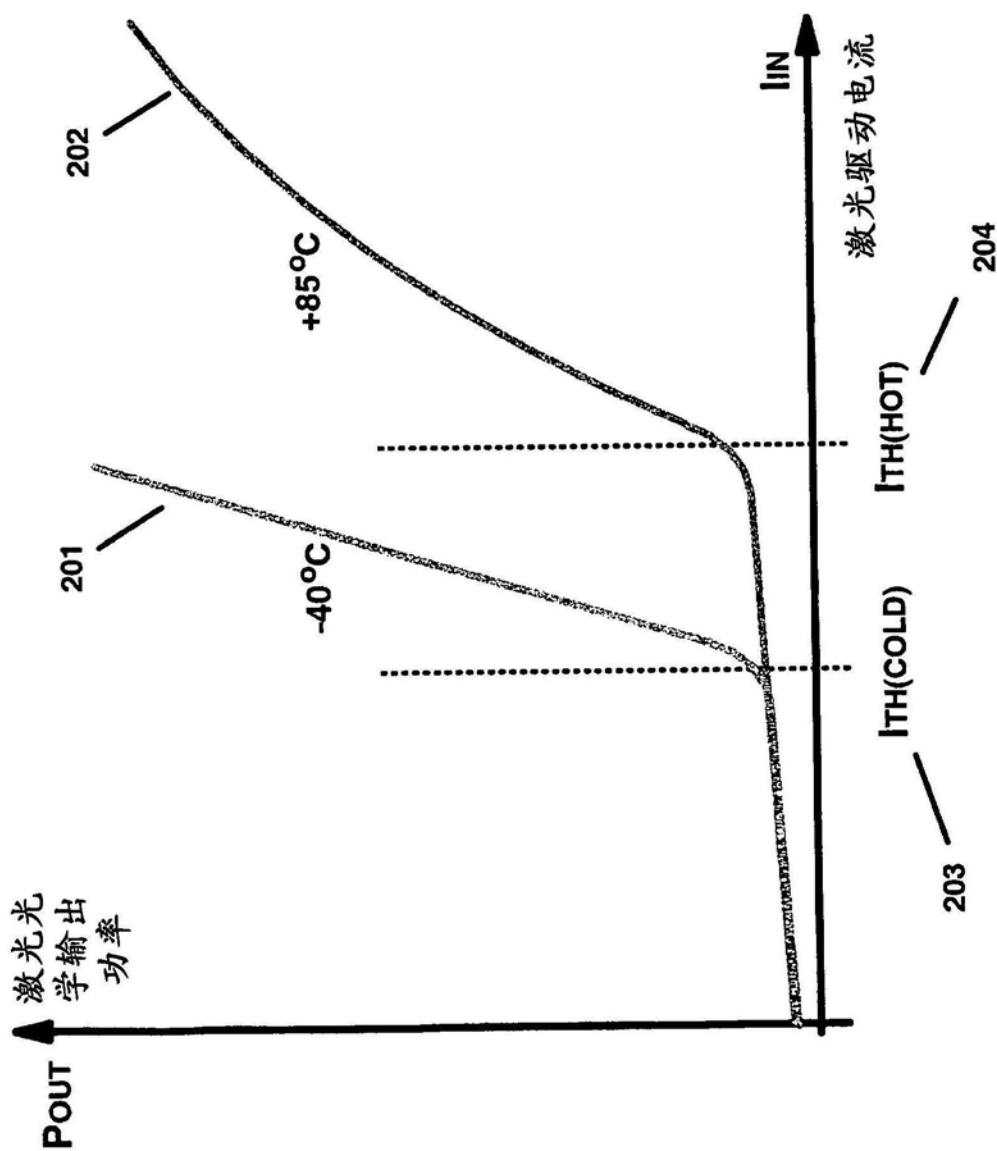


图2

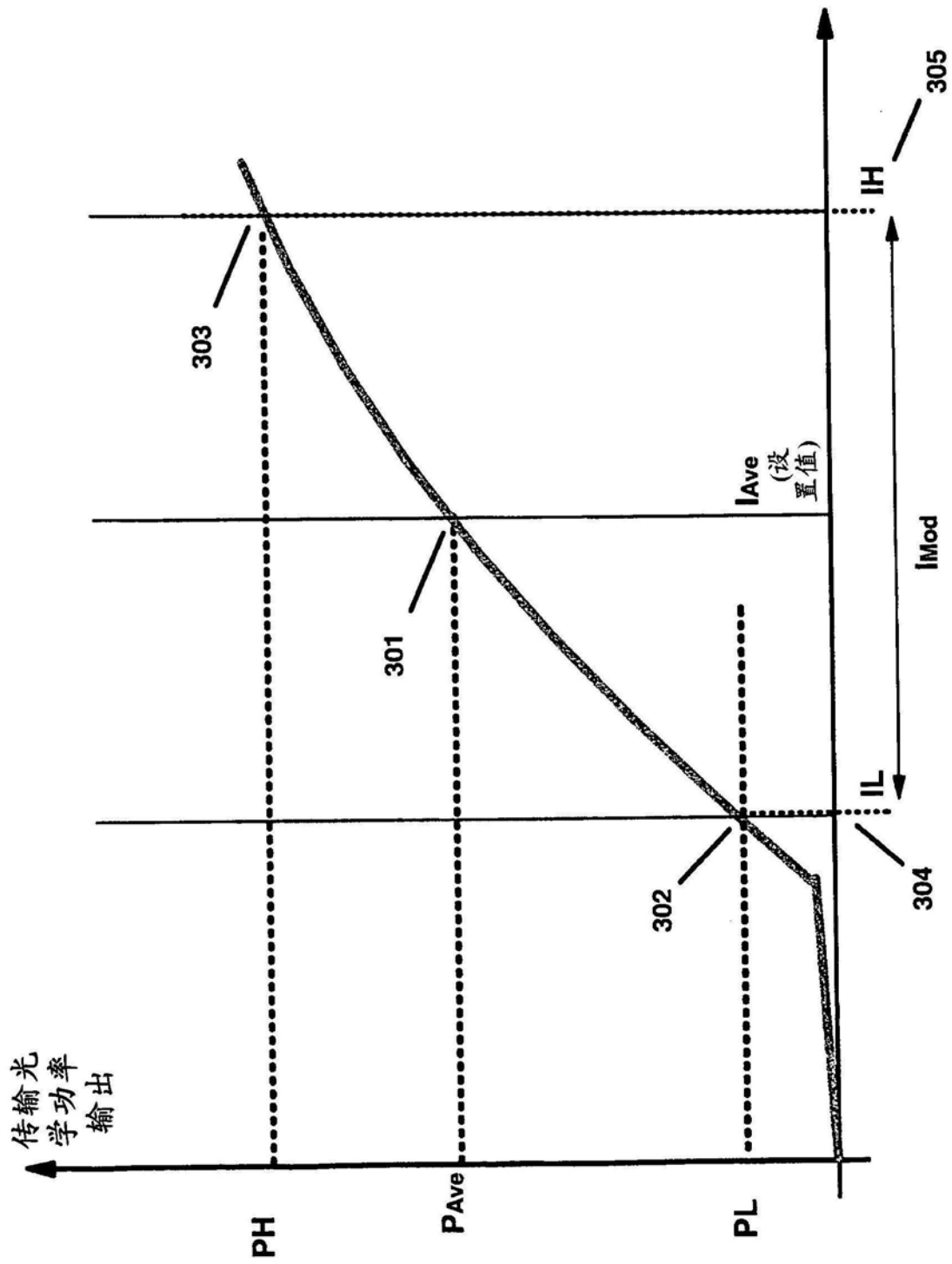


图3

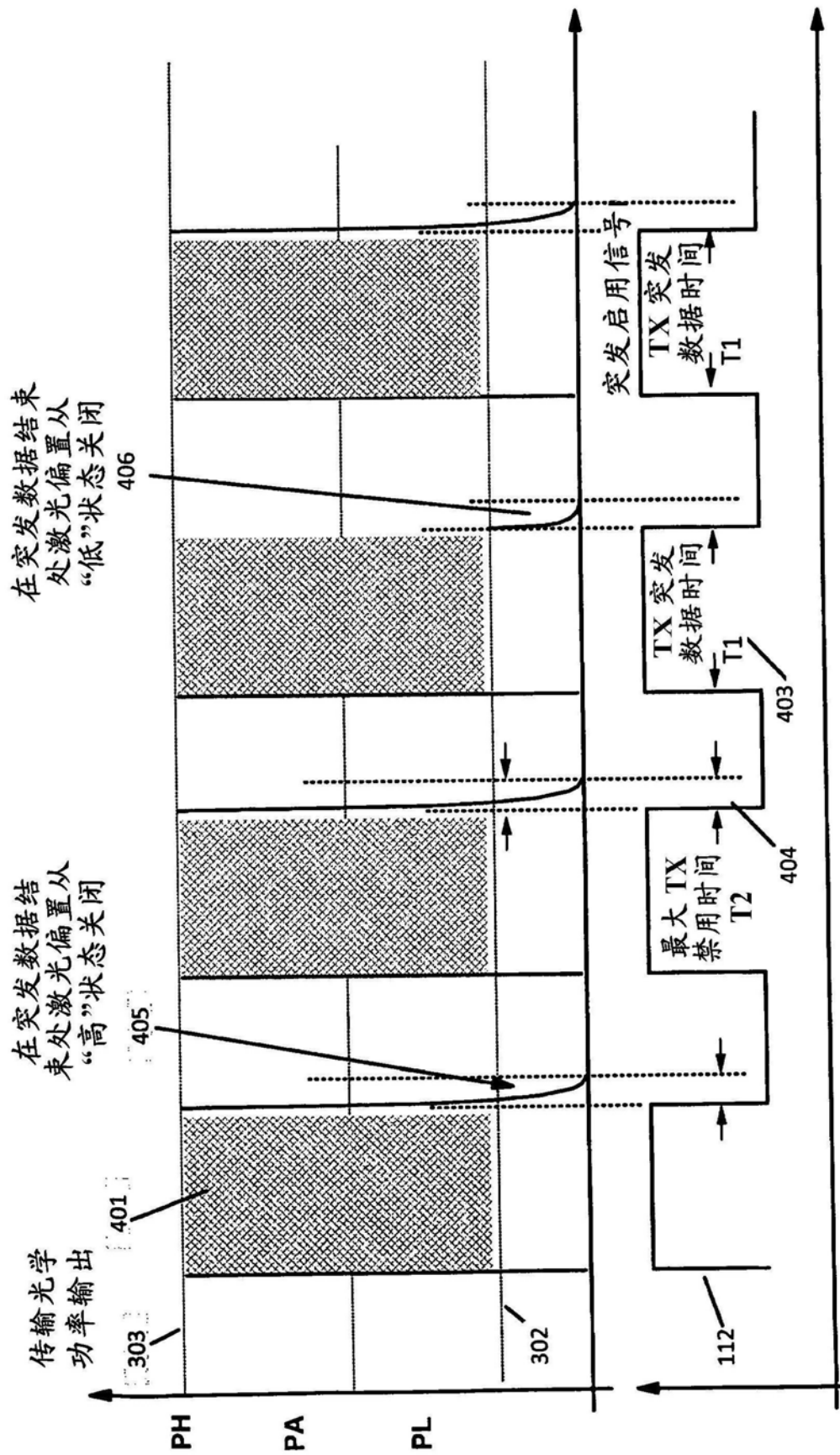


图4

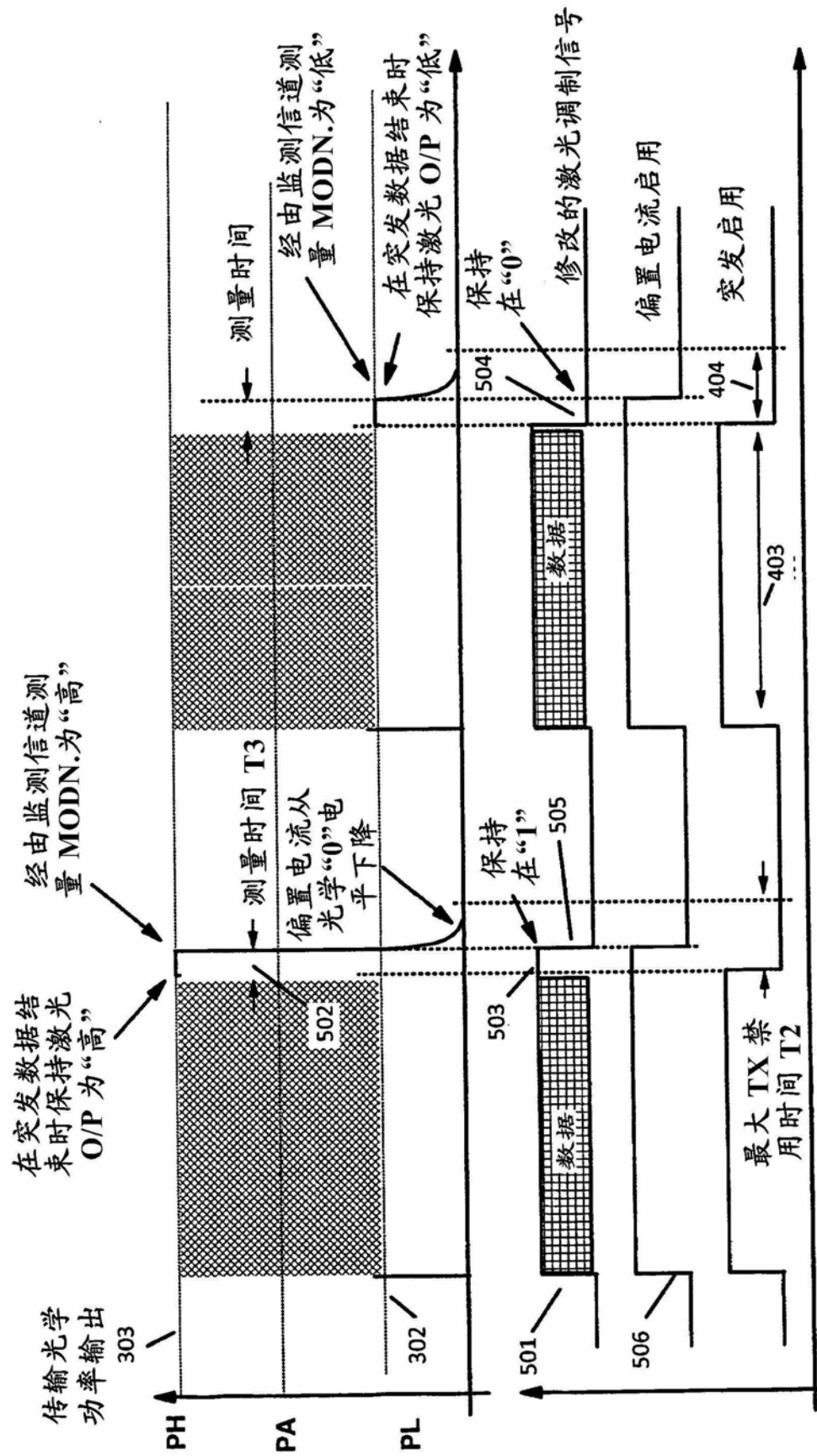


图5

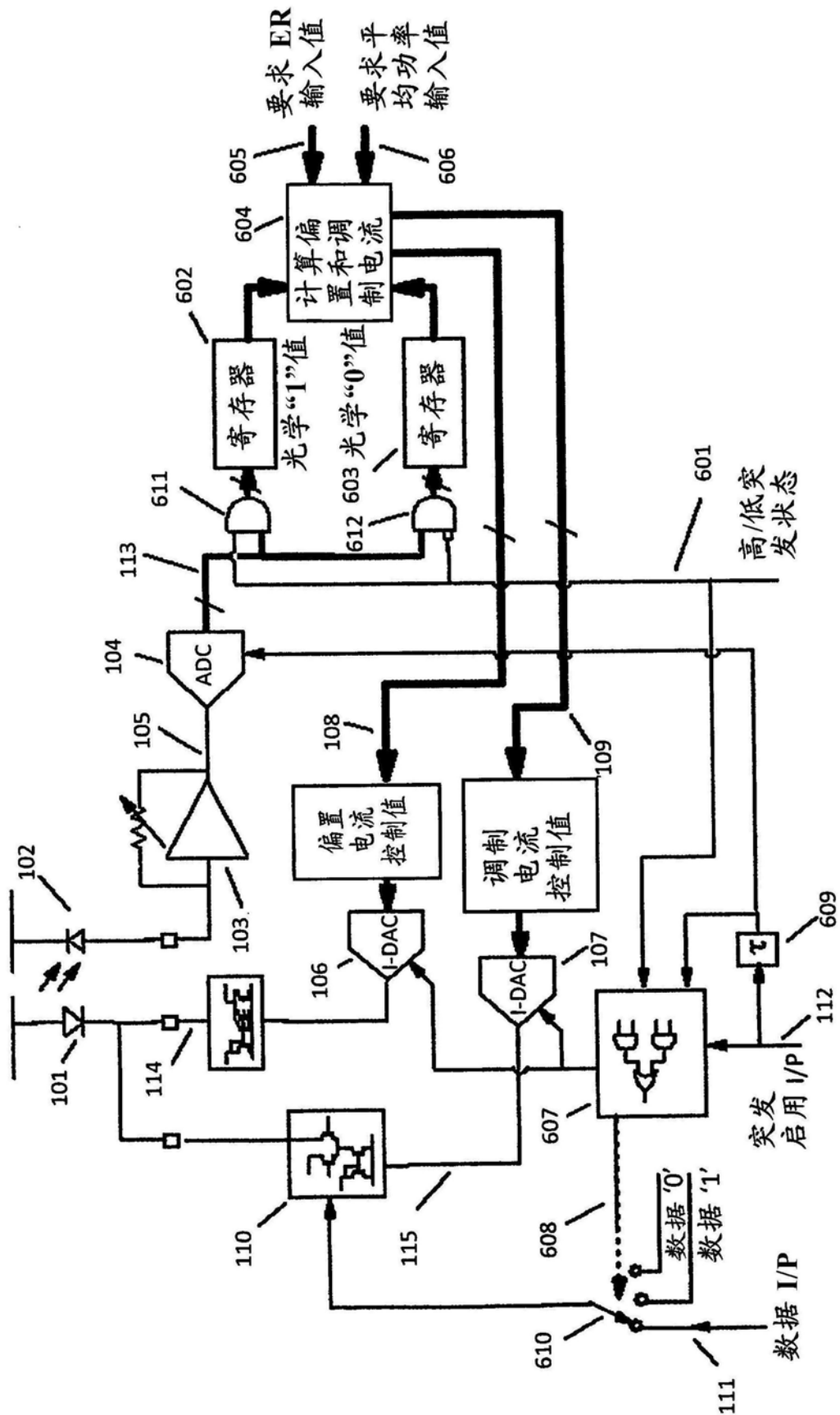


图6

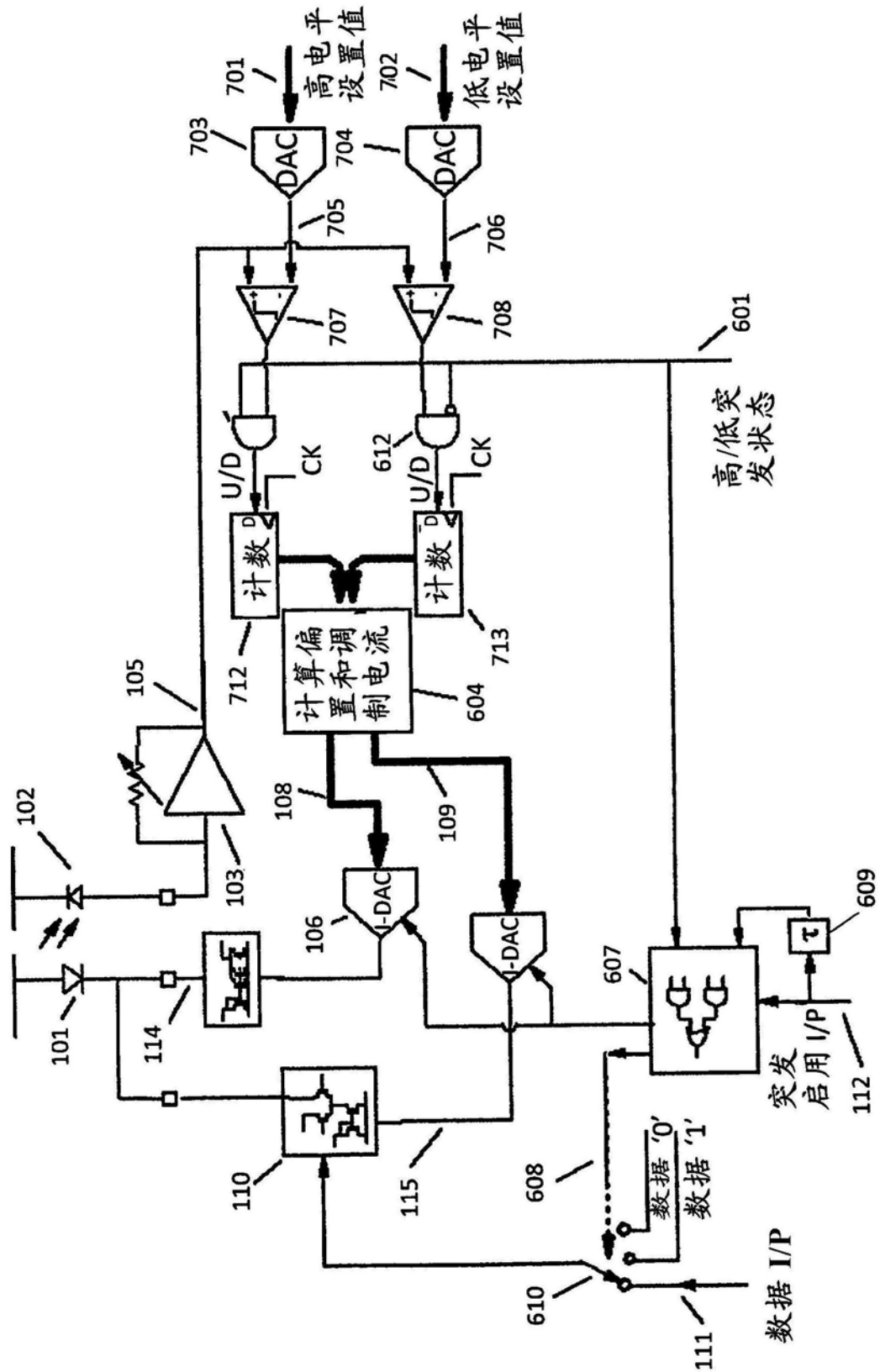


图7