



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109863702 B

(45) 授权公告日 2022.09.23

(21) 申请号 201780064831.7

(22) 申请日 2017.10.11

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109863702 A

(43) 申请公布日 2019.06.07

(30) 优先权数据
16195066.2 2016.10.21 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.04.19

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2017/075929 2017.10.11

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/073069 EN 2018.04.26

(73) 专利权人 昕诺飞控股有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬市

(72) 发明人 J-P·M·G·林纳茨 K·阿鲁兰杜
A·塞沃 陶海敏

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

专利代理人 郑立柱

(51) Int.Cl.
H04B 10/116 (2013.01)
H05B 45/30 (2020.01)
H05B 45/36 (2020.01)

(56) 对比文件
CN 103687186 A, 2014.03.26

审查员 陈鑫

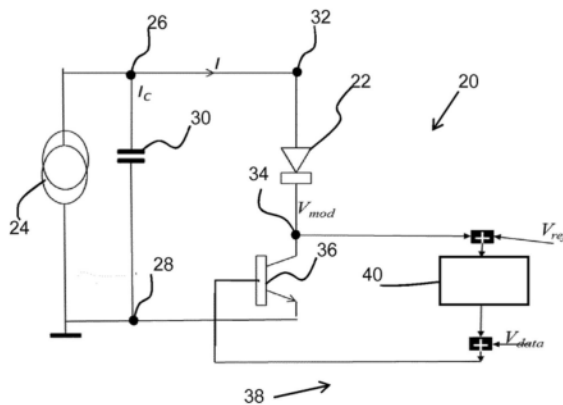
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

电流调制电路、驱动电路以及利用电流调制驱动照明负载的方法

(57) 摘要

本发明提供一种电流调制电路,例如用于在用于驱动诸如LED装置的照明负载的驱动电路中使用。电流调制元件被设置为与照明负载串联,并且基于数据输入信号来调制电流。反馈系统控制电流调制元件,并且它具有第一反馈控制路径和第二反馈控制路径,第一反馈控制路径使用跨电流调制元件的电压,第二反馈控制路径使用数据输入信号。电压反馈用于维持总电流等于从驱动器输出的电流。电流的差由在驱动器的输出处的电容器吸收。



1. 一种用于调制通过照明负载的驱动电流的电流调制器电路,包括:
电流调制元件 (36), 用于基于数据输入信号调制所述照明负载的光输出, 其中所述电流调制元件被适配为与所述照明负载串联连接; 以及
反馈系统 (40, 44), 用于控制所述电流调制元件, 从而实现对通过所述照明负载的所述电流的调制, 其中所述反馈系统包括:
- 第一反馈控制路径, 具有作为输入的跨所述电流调制元件的电压, 其中所述第一反馈控制路径包括比较器装置和低通滤波器 (40), 所述比较器装置用于将跨所述电流调制元件的测量电压与基准电压进行比较, 并且所述低通滤波器 (40) 位于所述比较器装置的输出处; 和
- 第二反馈控制路径, 具有作为输入的所述数据输入信号, 其中所述第二反馈控制路径位于所述低通滤波器和所述电流调制元件的控制输入之间。
 2. 根据权利要求1所述的电路, 其中所述电流调制元件 (36) 包括晶体管。
 3. 根据权利要求1所述的电路, 其中所述测量电压是跨所述电流调制元件的平均电压。
 4. 根据权利要求1所述的电路, 其中所述测量电压是跨所述电流调制元件的最小峰值电压。
 5. 根据权利要求1所述的电路, 其中所述电流调制元件 (36) 包括晶体管, 并且所述基准电压被选择为使得所述晶体管在饱和极限操作。
 6. 根据权利要求1所述的电路, 其中所述数据输入信号 (Vdata) 被提供给所述低通滤波器的一个端子。
 7. 根据权利要求1所述的电路, 其中所述第二反馈控制路径是基于对通过所述电流调制晶体管的电流的测量, 其中将通过所述电流调制晶体管的所述电流与所述数据输入信号进行比较, 并且结果通过高通滤波器而被提供给加法器的一个端子, 所述加法器的另一端子被连接到所述低通滤波器, 并且所述加法器的输出被连接到所述电流调制元件的所述控制输入。
 8. 根据权利要求7所述的电路, 其中所述高通滤波器以比所述低通滤波器高的频率操作。
 9. 根据前述任一权利要求所述的电路, 其中所述第二反馈控制路径具有基于对所述照明负载的光学输出的测量的另一输入信号。
10. 一种用于驱动照明负载的驱动电路, 包括:
驱动器 (24), 用于在第一驱动器输出端子和第二驱动器输出端子之间递送受控的电流;
输出电容器 (30), 被连接在所述第一驱动器输出端子和所述第二驱动器输出端子之间;
根据前述任一权利要求所述的电流调制器电路; 以及
第一驱动电路输出 (32) 和第二驱动电路输出 (34), 用于连接到照明负载。
11. 一种照明电路, 包括:
根据权利要求10所述的驱动电路; 以及
照明负载, 由被连接在所述第一驱动电路输出和所述第二驱动电路输出之间的所述驱动电路进行驱动。

12. 一种调制通过照明负载的驱动电流的方法,包括:

通过使用电流调制元件调制通过所述照明负载的所述电流,来调制所述照明负载的光输出,其中所述方法包括:使用反馈系统控制所述电流调制元件,所述反馈系统包括第一反馈控制路径和第二反馈控制路径,所述第一反馈控制路径具有作为输入的跨所述电流调制元件的电压,其中所述第一反馈控制路径将跨所述电流调制元件的测量电压与基准电压进行比较,并且在比较器装置的输出处进行低通滤波;并且所述第二反馈控制路径接收数据输入信号作为输入,并且所述第二反馈控制路径位于所述低通滤波和所述电流调制元件的控制输入之间。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中所述电流调制元件包括晶体管,并且所述方法包括:针对所述第一反馈控制路径设置所述基准电压,使得所述晶体管在饱和极限操作。

14. 根据权利要求12所述的方法,其中所述第二反馈控制路径测量通过所述电流调制元件的电流,将通过所述电流调制元件的所述电流与所述数据输入信号进行比较,并且通过高通滤波器将结果提供给加法器的端子,所述加法器的另一端子被连接到所述低通滤波器,并且所述加法器的输出被连接到所述电流调制元件的所述控制输入。

15. 根据权利要求14所述的方法,其中所述高通滤波器以比所述低通滤波器高的频率操作。

电流调制电路、驱动电路以及利用电流调制驱动照明负载的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及通过编码光输出来进行数据的通信。

背景技术

[0002] LED用于传输数据的可见光通信系统是公知的。提供LED电流的快速变化,这产生传送数据流的变化光输出。光波动可以足够快,以避免任何可见的光闪烁。以该方式,照明部件可以彼此通信或与中央系统控制器通信,例如以将传感器数据无线地从灯具传输到中央控制器。

[0003] 需要一种可以用于利用数据来调制LED电流(或任何其他电流驱动的照明负载的电流)的合适的电路。但是,标准的现成驱动器递送恒定的AC电流。这使得难以调制通过LED的电流,以便提供期望的调制光输出。

[0004] 图1以示意图形式示出了用于向LED负载10提供经调制的输出电流的三种可能的通用方法。

[0005] 第一种方法是基于对主驱动器(通常是开关模式功率转换器)的修改控制来实现电流调制。模拟输入电压“Vref”或数字脉冲宽度调制禁用信号“PWM禁用”控制在驱动器的输出处的传输门12。这适合慢速数据,例如小于20kbit/秒的数据,其对应于开关模式电源转换器的开关频率。

[0006] 第二种方法是使用并联分流器14。这通过为LED电流提供旁路来关断LED。这会浪费大量的能量。

[0007] 第三种方法是使用线性调制器16。这通过控制用作与LED负载10串联的电流调节器的晶体管来提供电流修改。这是一种更节能的解决方案。

[0008] 驱动器的输出具有输出电容器。对于上面的第一种和第二种方法,输出电容器应当非常小,而对于第三种方法,它应当非常大。

[0009] 对于递送输出电压的驱动器,线性调制器的实施方式是可能的。在这种情况下,线性调制器用作电流控制元件,以用于控制在固定电压轨之间的电流。例如,它包括具有受控源极-漏极电流的MOS晶体管。产生的电流可以用作反馈控制参数以控制调制功能。

[0010] 然而,标准LED驱动器递送调节电流而不是电压。然后,在主驱动器的调节输出电流与本地电流控制之间存在不兼容性。

[0011] 特别地,已知与电流调制晶体管串联的电流调节LED驱动器难以控制。基本上,电路包括串联的两个电流源:作为源的LED驱动器和充当负载的电流调制器。在这两个电流之间存在微小的不匹配的情况下,可能会发生调制电流的削波,或者可能发生驱动器输出电压的快速升级,这还会在电流调制器中引起显著的功率损耗。

[0012] EP 2 547 174示出了根据第三种方法的线性调制器的使用,其中向驱动器提供电流反馈回路以用于维持LED中的恒定平均电流。EP 2 547 174的反馈回路包括低通滤波器,使得调制电流在反馈回路中最小化。这种反馈回路不补偿驱动器的输出电压中的可能的漂

移,因为它只考虑平均电流。

[0013] 在US 2015/0115809中示出了其他调制可能性,但是当调制元件与LED串联安装时,它们都没有指示如何补偿在标准电流驱动器的输出处的电压漂移。

[0014] 因此,需要一种电路设计,其实现将要获得的线性调制器的效率益处,但是还允许使用标准且因此低成本的调节电流驱动器。

发明内容

[0015] 本发明由权利要求限定。

[0016] 根据本发明的一方面的示例,提供了一种电流调制器电路,以用于调制通过照明负载的驱动电流,包括:

[0017] 电流调制元件,用于基于数据输入信号调制照明负载的光输出,其中电流调制元件被适配于与照明负载串联连接;以及

[0018] 反馈系统,用于控制电流调制元件,从而实现对通过照明负载的电流的调制,其中反馈系统包括第一反馈控制路径和第二反馈路径。第一反馈路径具有作为输入的跨电流调制元件的电压,并且包括比较器装置和低通滤波器。比较器装置被连接成用于将跨调制元件的测量电压与基准电压进行比较。低通滤波器位于电流调制元件的输出和电流调制元件的控制输入之间。第二反馈控制路径具有作为输入的数据输入信号。

[0019] 该调制器电路提供两个反馈控制路径。一个以相对低的频率(例如在DC)操作,并且控制是基于跨电流调制元件的电压。通过低通滤波获得的平均DC电压表示在驱动器的输出处的平均电压。因此,该电压反馈稳定了电流调制元件的一般稳态操作条件。第二反馈路径操作提供数据调制。以这种方式,可以对调制电流进行补偿,以匹配由驱动器提供的恒定输入电流以用于防止电压漂移。

[0020] 电流调制元件例如包括晶体管(诸如MOSFET、其他类型的FET或其他类型的晶体管)或任何其他可控的半导体器件。

[0021] 基于跨电流调制元件的电压的反馈旨在将电流调制元件保持在明确定义的操作模式中,同时保持低损耗。

[0022] 可以在积分时间上测量在到电流调制电路的供电电流和通过电流调制元件的平均电流之间的误差,作为在电流调制电路的操作电压和照明负载电压之间的电压差。电压降为电流调制元件提供调节平均电流和调制电流的余量。电压余量太小将会使调制电流恶化,而电压余量过高将会导致功率损耗过大。

[0023] 备选地,为了基于控制电流强度和/或电容器(通常是电解电容器)的老化(电容减小会增加电压峰峰值幅度)来容忍调光,这两者都会对电流调制元件的操作产生影响,可以监控最低电压并将其用作反馈信号。以这种方式,跨电流调制元件的电压取动态值,该动态值取决于照明负载的性质。

[0024] 因此,本发明是基于控制电流调制元件的低频(例如,DC平均)电压或控制峰值(例如,最小)电压为等于基准控制电压。通过LED负载的AC(高频)电流(等于通过电流调制元件的电流)与调制数据信号成比例地被控制。

[0025] 第一反馈控制路径(例如,DC控制回路)例如包括运算放大器(例如包括积分器功能和比例积分控制),以测量跨电流调制元件的电压并且将其朝向基准电压进行调制。如上

所述,测量电压例如是跨电流调制元件的平均电压,或者它可以是跨电流调制元件的峰值电压,特别是跨电流调制元件的最小峰值电压。

[0026] 对于跨电流调制元件的平均电压降的要求很大程度上取决于照明负载的V-I特性(对于不同的照明负载类型而变化)和照明负载的配置(诸如,串联和并联的照明元件的数目)以及平均电流和调制深度。

[0027] 最小峰值电压提供了由电流调制元件提供的余量的测量。通过确保其处于低水平,系统的效率通过保持低损耗而得以改进。

[0028] 通过示例的方式,LED的ESR(等效串联电阻)取决于驱动电流:在较低的电流水平时(例如当调暗灯具时)ESR通常增加。调制效率的优化需要跨调制器的平均电压降最小,并且需要跨调制器的电压最小以确保调制信号不会失真。为了使调制器在照明负载类型和配置方面具有灵活性,驱动电流需要有调整其平均电压降的能力,以便提高效率。由于这个原因,以动态方式控制跨调制器的平均电压降的良好输入信号实际上是跨调制器的最小电压(以使它永远不会饱和)。

[0029] 电流调制元件例如包括如上所述的晶体管,然后基准电压被选择为使得晶体管以线性模式操作但接近饱和极限。这提供了电路的有效操作。

[0030] 反馈系统可以包括在电流调制元件的输出和电流调制元件的控制输入之间的滤波器。这用于使得能够基于DC电流流动进行控制。为此目的,滤波器例如包括低通滤波器。它可以被实现为比例积分滤波器。

[0031] 可以将数据输入信号提供给滤波器的一个端子。这提供了联合的高频(AC)和低频(DC)控制回路。第一(DC)反馈控制路径是基于与电流调制元件相关联的电压,第二(AC)反馈控制路径通过注入数据输入信号来实现。这提供了闭环AC控制。

[0032] 备选地,AC控制回路可以是基于对通过电流调制晶体管的电流的测量,其中将通过电流调制晶体管的电流与数据输入信号进行比较,并且通过高通滤波器将结果提供给低通滤波器的一个端子。高通滤波器以比低通滤波器高的频率操作。

[0033] 这为低频反馈控制路径和高频反馈控制路径提供了分离的闭环AC控制回路和DC控制回路。

[0034] AC控制回路还可以包括基于对LED负载的光学输出的测量的输入信号。这使得能够考虑不同的光学效率。

[0035] 调制器还可以被设计成抑制通常出现在单级LED驱动器的输出处的市电纹波。为此,可以测量LED电流并通过滤波器进行馈送,然后将其施加到调制器输入信号。

[0036] 本发明还提供了一种用于驱动照明负载的驱动电路,包括:

[0037] 驱动器,用于在第一和第二驱动器输出端子之间递送受控的电流;

[0038] 输出电容器,被连接在第一和第二驱动器输出端子之间;

[0039] 如上文所限定的电流调制器电路;以及

[0040] 用于连接到照明负载的第一和第二驱动电路输出。

[0041] 该电路利用电容器使得来自驱动器的输出电流和通过照明负载的电流能够在短时间内有所不同,但是在时间上平均电流相同。因此,电流调制元件递送平均电流,该平均电流等于由驱动器递送的电流。该变化是在平均电流之上的叠加的调制电流。反馈系统确保平均电流保持相等。

[0042] 第一反馈控制路径设置针对电流调制元件的操作点,并且在时间上提供总驱动器电流和照明负载积分电流的匹配。第二反馈控制路径实现数据调制,并且在驱动器电流和照明负载电流之间的波动导致电荷流入和流出电容器。

[0043] 本发明还提供一种照明电路,包括:

[0044] 如上文所限定的驱动电路;以及

[0045] 由驱动电路驱动的照明负载。

[0046] 照明负载优选地包括LED装置,其包括串联和/或并联的LED。

附图说明

[0047] 现在将参考附图详细描述本发明的示例,其中:

[0048] 图1以示意图的形式示出了用于向LED负载提供经调制的输出电流的三种可能的通用现有技术方法;

[0049] 图2示出了用于施加光调制的驱动电路的第一种设计;

[0050] 图3示出了具有两个控制回路的备选设计;

[0051] 图4示出了使得能够模拟电路的操作的电路模型;

[0052] 图5示出了模拟结果;

[0053] 图6A和图6B示出了图3的电路的更详细的实施方式。

具体实施方式

[0054] 本发明提供一种电流调制电路,该电流调制电路例如用于在驱动诸如LED装置的照明负载的驱动电路中使用。电流调制元件被设置为与照明负载串联,并且基于数据输入信号调制电流。反馈系统控制电流调制元件,并且它具有第一反馈控制路径和第二反馈控制路径,第一反馈控制路径使用跨电流调制元件的电压,第二反馈控制路径使用数据输入信号。电流的差由在驱动器的输出处的电容器吸收。电压反应用于避免跨在驱动器的输出处的电容器的电压的漂移,同时平均电流被保持为接近由驱动器输出的电流。

[0055] 图2示出了用于驱动诸如LED负载22的照明负载的驱动电路20。驱动电路20是在图2中所示的除LED负载22之外的所有部件。

[0056] LED驱动器被示出为电流源24,其表示在第一驱动器输出端子26和第二驱动器输出端子28之间递送受控的电流的电源(通常为开关模式电源)。这些输出端子连接到电流调制器电路,以用于控制向LED负载提供的电流。

[0057] 输出电容器30被连接在第一驱动器输出端子26和第二驱动器输出端子28之间,并且它吸收或递送电流,使得即使在负载电流变化时,驱动器输出电流也可以恒定。

[0058] 电路20具有用于连接到LED负载22的第一驱动电路输出32和第二驱动电路输出34。

[0059] 晶体管(诸如双极型晶体管或场效应晶体管,特别是MOSFET)形式的电流调制元件36与LED负载22串联。它被设置用于基于数据输入信号Vdata来调制LED负载22的光输出。第一驱动电路输出32被连接到第一驱动器输出端子26,并且第二驱动电路输出34通过电流调制晶体管36连接到第二驱动器输出端子28。晶体管36可以替代地位于高侧(以使终端28可以被认为是“第一”驱动器输出端子)。

[0060] 反馈系统38被设置用于控制电流调制晶体管36,从而实现通过LED负载22的电流的调制。反馈系统38包括跨电流调制晶体管36的电压的第一输入Vmod以及数据输入信号Vdata的第二输入。这两个输入实现了分离的反馈控制路径,它们以不同的频率操作。一个控制路径是低频稳态控制路径,另一控制路径是高频数据调制控制路径。

[0061] 例如,通过控制跨晶体管的源极-漏极的平均电压来保证晶体管36的操作范围。基于LED驱动器输出26、28与LED电压之间的电压差,在时间上监控LED驱动器24的供电电流和通过晶体管36的平均电流之间的电流差。

[0062] 跨晶体管36的电压降为晶体管提供了调节平均电流以及调制电流的余量。电压余量太小将会使调制电流恶化,而余量电压过高将会导致功率损耗过大。

[0063] 代替监控通过晶体管的平均电压(由平均电流产生),可以监控由最高电流产生的电压。这对应于最低电压。这使得系统能够容忍电流强度调光,其中电流调光使平均电压下移。类似地,可以补偿电解电容器30的老化。这两者都对晶体管的操作有影响。

[0064] 反馈系统38包括滤波器40,特别是低通滤波器,使得仅(跨晶体管的电压Vmod的)缓慢的平均电压变化被用作反馈参数。低通滤波器可以包括比例积分(PI)滤波器。滤波器位于电流调制晶体管36的输出(例如,漏极)和电流调制晶体管36的控制输入(例如,栅极)之间。

[0065] 图2的电路具有单个回路,其组合了两个反馈控制路径。滤波器40实现DC反馈控制路径,并且数据输入信号Vdata被提供给滤波器的一个端子,从而将AC控制路径添加到单个回路。在控制回路中,使用加法器(具有用于Vmod的负输入,即使用运算放大器实现的减法器/比较器)生成在测量电压Vmod和基准电压Vref之间的第一差电压,并且将数据电压Vdata添加到控制回路。

[0066] 替代地,可以存在两个不同的控制回路来实现AC反馈控制路径(Vdata)和DC反馈控制路径(Vref)。

[0067] 图3示出了具有用于两个反馈控制路径的两个控制回路的备选设计。

[0068] DC控制回路包括如上所述的低通滤波器40。

[0069] AC控制回路是基于使用与晶体管36和LED负载22串联的电流感应电阻器42而对通过电流调制晶体管36的电流的测量。将基于通过电流调制晶体管36的电流(具体地,跨电流感应电阻器的电压)的信号与数据输入信号Vdata进行比较,并且通过高通滤波器44来将结果提供给低通滤波器的一个端子。

[0070] 在DC控制回路中,使用加法器(具有用于Vmod的负输入,即使用运算放大器实现的减法器/比较器)生成在测量电压Vmod和基准电压Vref之间的第一差电压。在AC控制回路中,使用第二加法器(具有用于电阻器电压的负输入,即,使用运算放大器实现的减法器/比较器)生成在跨电阻器42的感应电压与数据电压之间的第二差电压。然后将经高通滤波的结果添加到DC控制回路中。

[0071] 因此,AC控制路径可以通过将调制信号直接耦合到晶体管的控制输入从而提供开环前馈控制(图2)来实现,或者通过使用将实际晶体管电流或LED负载电流与调制信号进行比较的反馈回路,并且经由具有高通滤波器的反馈回路(图3)馈送差值来实现。高通滤波器阻止DC。

[0072] 用于高速数据的开环控制和用于低频数据(约100Hz至300Hz)的闭环的组合还可

以用于减少来自主功率驱动器的闪烁。例如,测得的LED电流可以通过滤波器馈送,然后被施加到调制器输入信号。

[0073] DC控制回路使晶体管保持在明确定义的操作模式,同时保持低损耗,例如以线性模式进行操作,但是接近饱和点以实现低损耗。

[0074] 通过在线性模式下操作,晶体管用作可控电流源。例如,如果跨晶体管的电压增加,则驱动器电流的较大部分流入电容器,因此较少的电流流过LED。

[0075] 电压基准 V_{ref} 可以是恒定的电压电平。然而,它还可以是自适应的,以确保其足够大以实现LED负载的光输出的期望调制深度。例如,调制器可以自动适应未知数目的LED或者来自驱动器的可变电流,并且使得能够实现可变调制深度。下面参考图6详细解释该方法。

[0076] 为了提供给定的调制深度(即,与基本信号相比较的调制信号的相对大小),晶体管应当处理的电压裕度线性地取决于与晶体管串联的LED的数目。电压裕度还线性地取决于电流强度,这例如对于可调光驱动器是相关的。最后,电压裕度还线性地取决于调制深度。

[0077] 为了提供对电压基准 V_{ref} 的自动配置,AC反馈回路还可以使用对LED光学输出的测量。在这种情况下,还可以考虑LED输出中的非线性。在没有数据调制的长时间期间,跨晶体管的电压可以缓慢地降低到几乎为零。当没有施加调制时,这限制了调制器的损耗。

[0078] 当晶体管的漏极(或集电极)上的最小峰值电压用作反馈参数时,可以通过DC反馈回路来实现在没有调制的长时间期间的对基准电压和跨晶体管的电压降低的自动调整。

[0079] 基准电压 V_{ref} 可以是动态可调整的,以便它可以根据不同的驱动电流、LED以及LED配置进行设置。对于固定的输出和固定的LED灯具,可以将 V_{ref} 设置在固定值。

[0080] 为了获得最有效的调制电路,跨晶体管的电压降应当尽可能低。必要的电压摆幅取决于LED的数目、电流强度和调制深度。然而,为了使晶体管正常工作,确保其漏极(或集电极)电压不会达到接近0V(或实际上,漏极-源极(或发射极-集电极)电压与漏极(或发射极)电路中的感应电阻器上的电压之和不应降到接近零)就足够了。

[0081] 测量源极(或发射器)上的最小电压的电路通过提供将该最小峰值电压调节到基准 V_{ref} 的反馈回路来实现该控制。以这种方式,确保了针对LED的数目、电流强度和调制深度中的所有变化的最佳效率,避免了晶体管的饱和。

[0082] 在上述电路中,晶体管以模拟方式来被控制,用作模拟可控电流源。然而,替代地,晶体管可以以快速开关速率在硬开关模式下进行操作。晶体管可以以这种方式执行脉冲宽度调制。然后,AC控制回路和DC控制回路可以在充分低于开关速率的频率来进行操作。AC控制回路还将对PWM信号进行滤波。

[0083] 通过示例的方式,对于在16kHz具有脉冲开关调制的编码光注入器电路,AC控制回路应当具有从几百Hz到几kHz(并且低于16kHz)的通带。

[0084] AC控制回路还可以以市电频率的两倍(即100Hz或120Hz)控制LED电流。在该情况下,来自主驱动器的纹波减少。然后,电路可以用作纹波减少电路。

[0085] 已经模拟了电路的操作。图4示出了模拟电路。

[0086] LED驱动器24被模拟为理想电流源I1、由二极管D2和电压源V1实现的过电压保护、输出二极管D3和输出电容器C1。

- [0087] 编码光注入器包括输入电容器30 (C2)、晶体管36 (Q1) 和电流感应电阻器42 (R42)。
- [0088] 电压Vmod的低通滤波版本被提供为VCTRL,并且感应电流(I_DC)和数据输入的比较结果的高通滤波版本被提供为VCTRL2。它们在晶体管36的栅极处求和。
- [0089] 图5示出了模拟结果。顶部的图示出了LED功率。第二个图示出了在调制晶体管Q1内的功率损耗。第三个图示出了数据输入,并且底部的图示出了LED电流。
- [0090] 这些仿真结果示出:平均LED电流为700mA,调制晶体管上的功率损耗为305W,相对而言平均LED功率为39326W。由驱动器提供的功率为40W。模拟证实了电路能够有效地操作的程度。
- [0091] 图6示出了利用对跨电流调制元件的最小电压的检测的电路的第二示例。
- [0092] 图6A示出:
- [0093] 振幅调制电路60;
- [0094] 电流调节电路62;
- [0095] 负反馈路径64;
- [0096] 平均电流设置电路66;
- [0097] LED电流感应电路68;以及
- [0098] 平均漏极电压检测器电路70。
- [0099] 图6A的电路在被示出为X和Y的节点处被连接到图6B的电路。图6B示出了最小峰值检测器72。
- [0100] 图6A中的晶体管M1是调制晶体管。LED电流经由电流感应电路68的电阻器R16而被感应,并且经由平均电流设置电路66内的低通滤波器R14和C2进行平均。跨C2的电压表示平均LED电流并且被馈送到在电流调节单元62内的运算放大器U1的输入‘+’。
- [0101] 瞬时LED电流经由LED电流感应电路内的R10和R16 (R10可以是0欧姆)而被感应。该信号被馈送到电流调节单元62中的运算放大器U1的‘-’输入。以这种方式,误差信号(‘+’和‘-’之间的差电压)是LED电流的AC分量。运算放大器U1及其反馈电容器C10形成PI控制器。误差信号被积分,并且运算放大器U1的输出为调制晶体管M1提供驱动信号。
- [0102] 晶体管M1的漏极电压经由平均漏极电压检测器电路70中的分压器R7和R8而被感应。然后该电压由平均电流设置电路66中的C2和R5进行平均。因此,仅平均漏极电压被添加到反馈电路中。这是慢反应回路。
- [0103] 数据调制经由振幅调制电路60内的电容器C9的AC耦合而被注入到运算放大器U1的‘-’输入。这将数据调制添加到瞬时电流感应值。这是闭环调制。电阻器R27确定调制深度。
- [0104] 反馈回路将抑制由于回路66中的低通滤波器导致的低频调制(例如,来自LED驱动器的100Hz纹波),同时通过对反馈回路64的带宽的适当调谐来使高频调制(数据)通过。以这种方式,低频纹波由调制器去除,并且LED电流将不包含低频纹波,而只包含高频调制数据。
- [0105] 电路还包括图6B中所示的最小峰值检测器。该电路经由快反应电路来感应漏极电压的谷值。漏极电压经由D5和R9来对电容器C7充电。该电路具有长时间常数。另外,Vcc电压还对C7充电并试图将C7保持在高电平。C7的放电直接经由D2,因此具有更快的时间常数。以这种方式,跨C7的电压将表示晶体管M1的漏极的谷值电压(即最小峰值)。由R13、R6、C8和

D10对该信号进行进一步滤波。在电容器C8处的电压是干净的信号,表示漏极的最小峰值电压。

[0106] 运算放大器U2将最小峰值与由分压器R15和R19提供的(恒定)设置点进行比较。U2的输出被注入到U1的‘+’输入节点。以这种方式,反馈回路将漏极电压的最小峰值维持在恒定水平。以这种方式,平均漏极电压以动态方式受到控制,并且取决于LED电流、LED类型、调制深度和电解电容以及老化等。

[0107] 通过替代地使用对最小谷值电流的检测并且将其设置为恒定水平,该电路示出了如何以动态方式有效地控制跨电流调制晶体管的电压。

[0108] 图6的电路的基本原理与图4的相同。在运算放大器U1的输入处执行信号的相加和相减。在图6中,数据调制被注入到运算放大器的‘-’输入。因此,数据信号首先被反相。

[0109] 本发明一般涉及照明应用,其中数据通过诸如所谓的编码光和所谓的LiFi的光来进行调制。室内定位系统可以例如利用编码可视光通信。

[0110] 本发明替代地实现低成本驱动器或镇流器的节能的电流纹波减少。

[0111] 通过研究附图、公开内容和所附权利要求,本领域技术人员在实践所要求保护的发明时可以理解和实现所公开的实施例的其他变型。在权利要求中,词语“包括”不排除其他元件或步骤,并且不定冠词“一”或“一个”不排除多个。在相互不同的从属权利要求中陈述某些措施的纯粹的事实并不表示这些措施的组合不能用于获益。权利要求中的任何附图标记不应当被解释为限制范围。

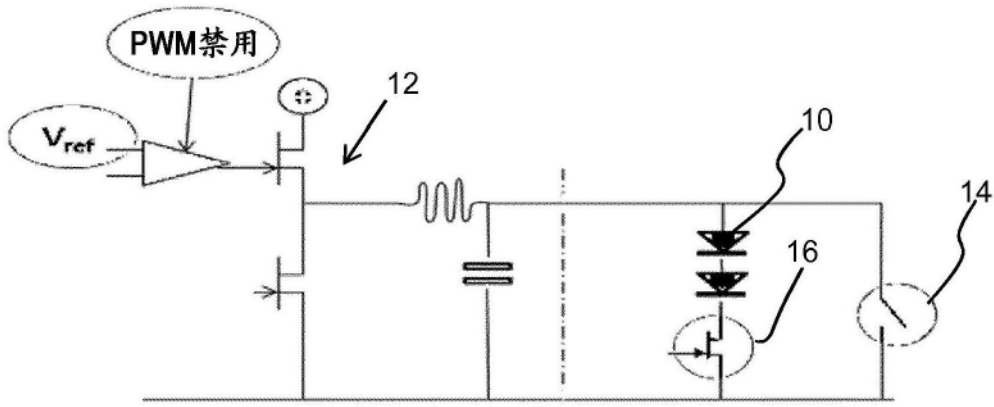


图1

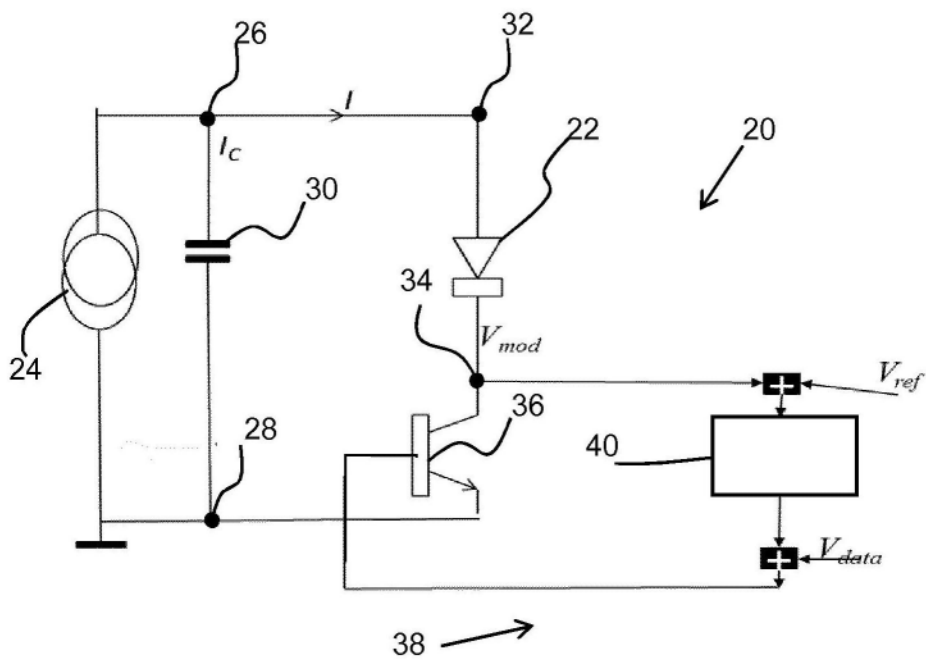


图2

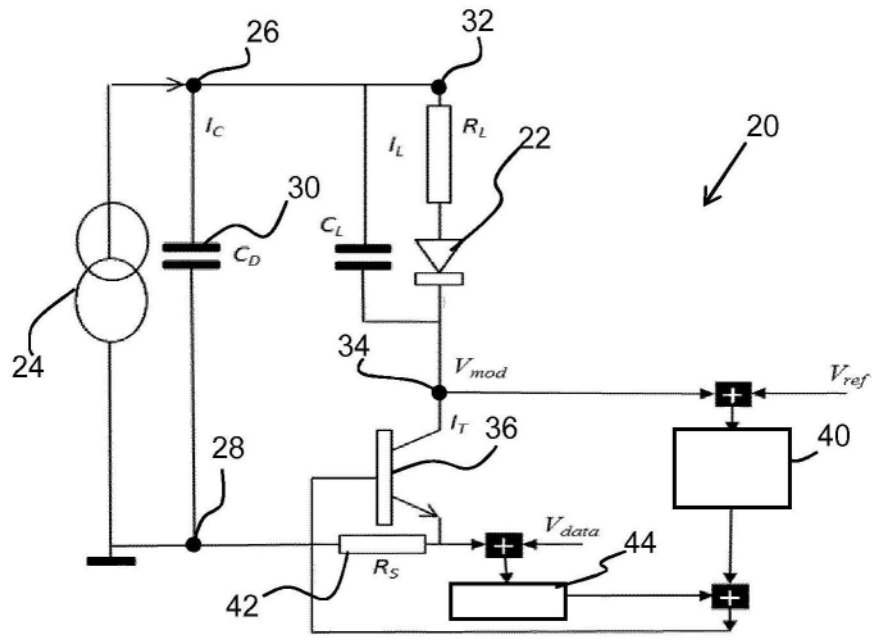


图3

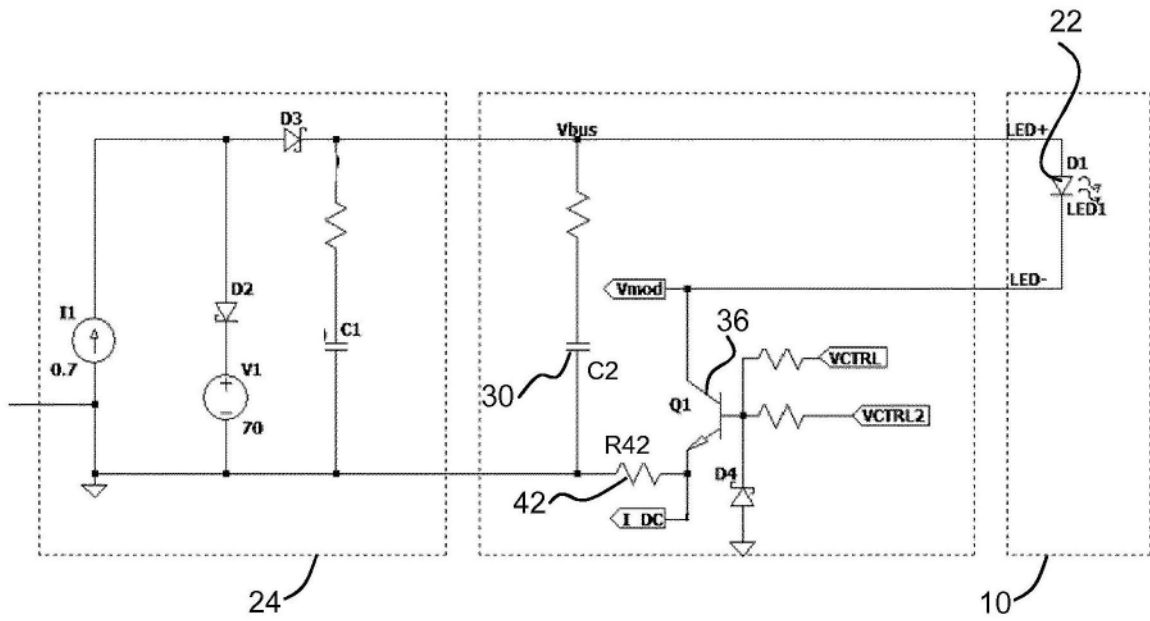


图4

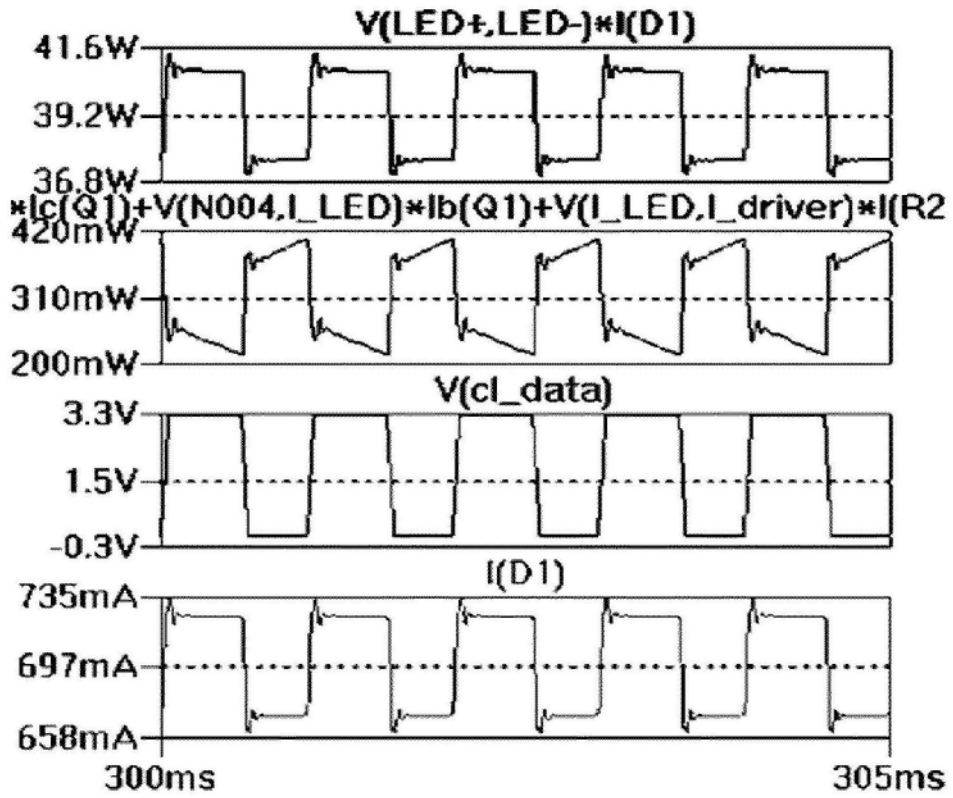


图5

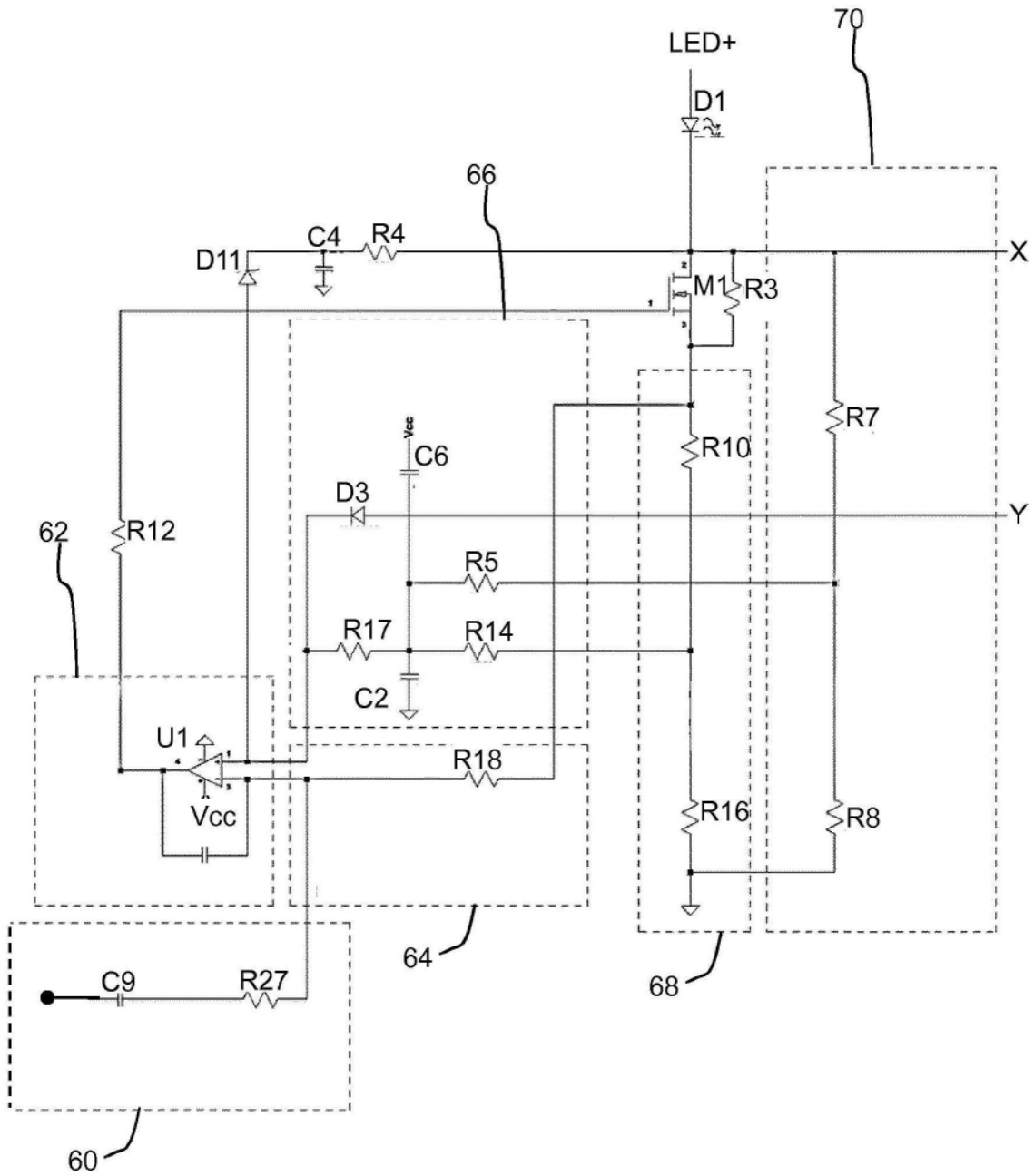


图6A

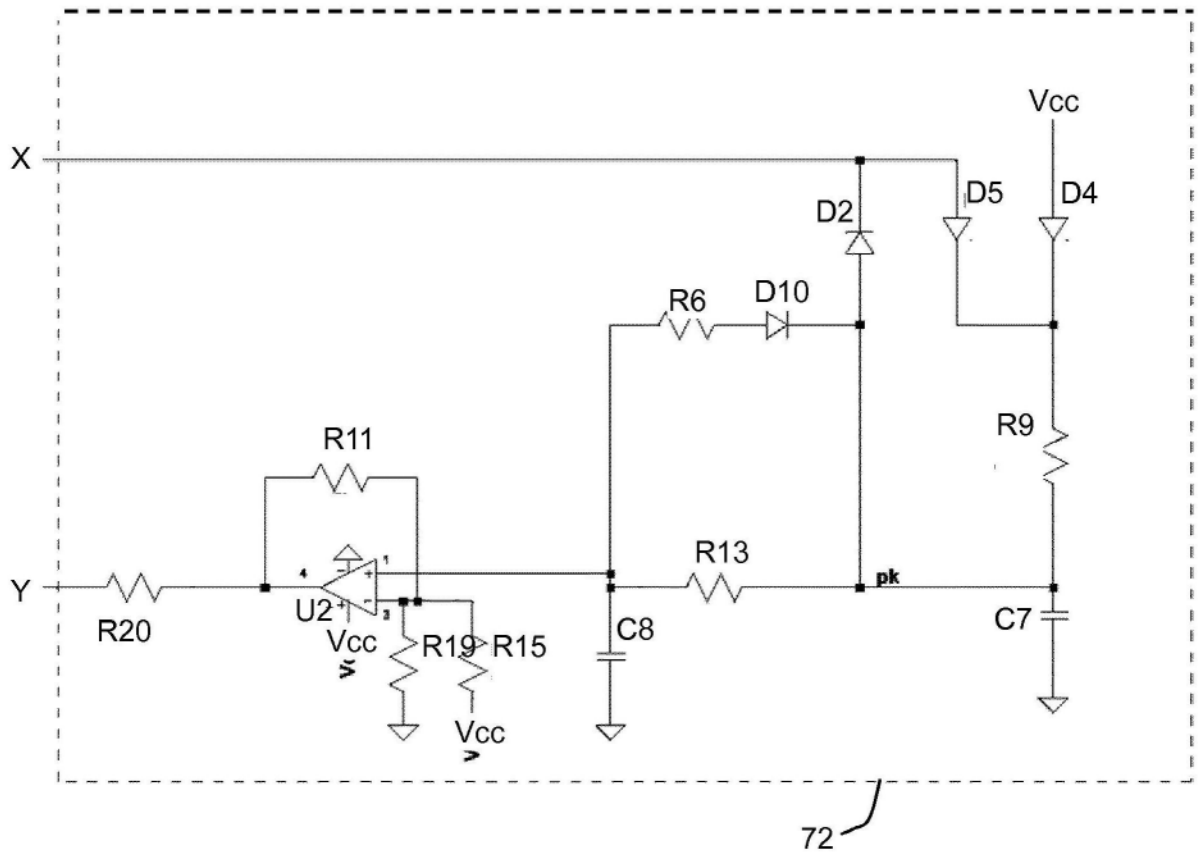


图6B