



(10) 授权公告号 CN 112567891 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 05

(21) 申请号 201980053994.4

(22) 申请日 2019.08.12

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112567891 A

(43) 申请公布日 2021.03.26

(30) 优先权数据
18204418.0 2018.11.05 EP

(66) 本国优先权数据
PCT/CN2018/101182 2018.08.17 CN

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.02.10

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2019/071553 2019.08.12

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/035436 EN 2020.02.20

(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 石亮 付洁 王刚

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

专利代理师 王茂华 李春辉

(51) Int.Cl.
H05B 45/30 (2020.01)
H05B 45/20 (2020.01)
H05B 45/395 (2020.01)

(56) 对比文件
CN 101926224 A, 2010.12.22
CN 103582217 A, 2014.02.12
US 2013020951 A1, 2013.01.24
US 2013082624 A1, 2013.04.04
CN 103052207 A, 2013.04.17
CN 103348773 A, 2013.10.09
CN 103617782 A, 2014.03.05
CN 104244513 A, 2014.12.24
CN 105191498 A, 2015.12.23
CN 107094329 A, 2017.08.25
CN 107683630 A, 2018.02.09
EP 0695112 A1, 1996.01.31 (续)
审查员 张浩天

权利要求书2页 说明书8页 附图5页

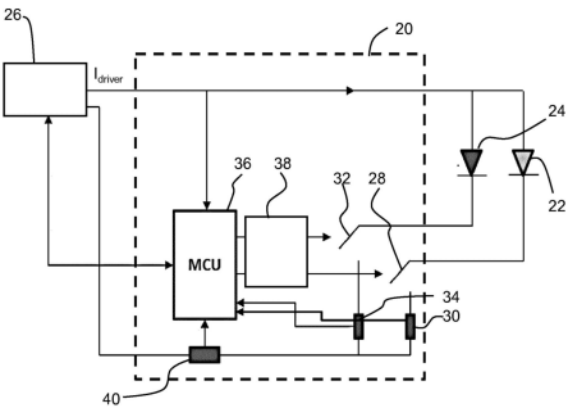
(54) 发明名称

LED驱动电路

(57) 摘要

LED驱动电路 (20) 用于使用具有电流纹波振幅的输入电流来驱动不同颜色或色温的至少两个LED段 (22, 24)。LED驱动电路 (20) 包括: 输入, 用于接收输入电流; 输出, 用于连接到至少两个LED段 (22, 24); 以及电流分配电路, 当电流处于峰部分处时, 其将输入电流提供给两个LED段中的单个LED段, 其中电流分配电路适于: 当在峰部分期间将输入电流提供给两个LED段中的单个LED段时, 将输入电流交替提供给两个LED段中的单个LED段, 并且当电流处于波谷中时, 将输入电流分割成用于不同LED段的两个非零电流。当所有电流被提供给一个LED段时, 光转换效率低于

当以较低电流驱动两个段时的光转换效率。这意味着减小了电流纹波对光输出的影响。驱动电路通过调整光转换效率有效补偿电流纹波, 从而获得更平坦的光输出特性。



[接上页]

(56) 对比文件

JP 2010021008 A, 2010.01.28
JP 2014160574 A, 2014.09.04
JP 2017503351 A, 2017.01.26
US 2011062872 A1, 2011.03.17
US 2013015781 A1, 2013.01.17
US 2014333216 A1, 2014.11.13
US 2015130861 A1, 2015.05.14

US 2016157319 A1, 2016.06.02

US 2016323972 A1, 2016.11.03

US 2016330814 A1, 2016.11.10

WO 2016164928 A1, 2016.10.13

吴南冰;林维明.一种无电解电容的单级复合LED驱动电路.电源学报.2016,(第01期),全文.

刘益宏;屠大维.LED汽车前照灯驱动电路设计与仿真.现代电子技术.2011,(第06期),全文.

1. 一种LED驱动电路(20), 用于驱动不同颜色或色温的至少两个LED段(22, 24), 其中所述驱动电路(20)适于接收在振幅上具有纹波的输入电流, 所述输入电流具有峰部分(64)和谷部分(66), 所述峰部分(64)具有高于所述输入电流中的界线振幅的第一振幅, 所述谷部分(66)具有小于所述界线振幅的第二振幅,

其中所述LED驱动电路(20)包括

输入, 用于接收所述输入电流;

输出, 用于连接到所述至少两个LED段(22, 24); 以及

电流分配电路, 所述电流分配电路适于:

在所述峰部分(64)期间, 将所有所述输入电流交替提供给所述两个LED段(22, 24)中的一个LED段和另一个LED段, 其中在所述峰部分处, 每个LED段具有第一电流到光转换效率; 以及

在所述谷部分(66)期间, 将所述输入电流分割成两个非零电流, 并且将所述两个非零电流同时提供给相应且不同的LED段(22, 24), 同时每个LED段(22, 24)当接收经分割的输入电流时, 具有高于所述第一电流到光转换效率的第二电流到光转换效率。

2. 根据权利要求1所述的LED驱动电路(20), 其中所述电流分配电路适于: 当在所述峰部分(64)期间将所述输入电流交替提供给所述两个LED段(22, 24)中的所述一个LED段和所述另一个LED段时, 控制交替时间比率, 从而控制总体输出颜色或色温。

3. 根据权利要求1至2中任一项所述的LED驱动电路(20), 其中所述电流分配电路适于: 当在所述谷部分(66)期间将所述输入电流分割成两个非零电流时, 控制所述两个非零电流之间的电流比率, 从而控制总体输出颜色或色温。

4. 根据权利要求1至2中任一项所述的LED驱动电路(20), 其中所述电流分配电路包括: 与第一LED段(22)串联的第一开关(28)、与第二LED段(24)串联的第二开关(32)、以及用于控制所述第一开关(28)和所述第二开关(32)的开关控制器(36)。

5. 根据权利要求4所述的LED驱动电路(20), 其中所述电流分配电路还包括栅极驱动器(38), 所述栅极驱动器(38)用于驱动所述第一开关(28)和所述第二开关(32)。

6. 根据权利要求5所述的LED驱动电路(20), 其中

所述第一开关(28)和所述第二开关(32)包括晶体管,

所述开关控制器(36)适于: 当所述电流分配电路正在将所述输入电流提供给所述两个LED段(22, 24)中的单个LED段时, 将所述第一开关(28)和所述第二开关(32)中的一个开关控制在饱和模式中, 并且将另一个开关控制在断开模式中, 并且

所述开关控制器(36)适于: 当所述电流分配电路正在将所述输入电流分割成两个非零电流时, 将所述第一开关(28)和所述第二开关(32)控制在线性模式中。

7. 根据权利要求5或6所述的LED驱动电路(20), 包括电流传感器装置(30, 34, 40), 所述电流传感器装置(30, 34, 40)用于感测通过每个LED段的电流和总输入电流, 并且将感测的电流提供给所述开关控制器(36)。

8. 根据权利要求7所述的LED驱动电路(20), 其中所述开关控制器(36)适于检测所述总输入电流何时穿过平均值(I_{avg}), 从而检测所述峰部分(64)和所述谷部分(66), 其中所述界线振幅是所述输入电流的所述平均值(I_{avg})。

9. 一种照明装置, 包括:

根据权利要求1至8中任一项所述的LED驱动电路(20);以及
由所述LED驱动电路(20)驱动的所述至少两个LED段(22,24)。

10.一种照明电路,包括:

根据权利要求9所述的照明装置;以及

LED驱动器(26),用于将在振幅上具有所述纹波的电流输出到所述LED驱动电路(20),
作为所述LED驱动电路(20)的所述输入电流。

11.一种驱动不同颜色或色温的至少两个LED段(22,24)的方法,包括:

接收(80)在振幅上具有纹波的输入电流,所述输入电流具有峰部分(64)和谷部分
(66),所述峰部分(64)具有高于所述输入电流中的界线振幅的第一振幅,所述谷部分(66)
具有小于所述界线振幅的第二振幅,

通过以下方式分配所述输入电流:

在所述峰部分(64)期间,将所述输入电流交替提供(84)给所述两个LED段(22,24)中的
一个LED段和另一个LED段,同时在所述峰部分处,每个LED段具有第一电流到光转换效率;
以及

在所述谷部分(66)期间,将所述输入电流分割(86)成两个非零电流,并且将所述两个
非零电流同时提供给相应且不同的LED段(22,24),同时每个LED段(22,24)当接收经分割的
输入电流时,具有高于所述第一电流到光转换效率的第二电流到光转换效率。

12.根据权利要求11所述的方法,包括:

当将所述输入电流交替提供给所述两个LED段(22,24)中的所述一个LED段和所述另一
个LED段时,控制交替时间比率,从而控制总体输出颜色或色温;以及

当将所述输入电流分割成两个非零电流时,控制所述两个非零电流之间的电流比率,
从而控制所述总体输出颜色或色温。

13.根据权利要求11至12中任一项所述的方法,包括控制与相应LED段(22,24)串联的
第一开关和第二开关,包括:

当将所述输入电流提供给所述两个LED段(22,24)中的单个LED段时,将所述第一开关
和所述第二开关中的一个开关控制在饱和模式中,并且将另一个开关控制在断开模式中,
以及

当将所述输入电流分割成两个非零电流时,将所述第一开关和所述第二开关控制在线
性模式中。

LED驱动电路

技术领域

[0001] 本发明涉及LED驱动电路和使用该LED驱动电路的照明装置。

背景技术

[0002] LED越来越多地被用在当前的照明应用中,并且越来越低成本的LED驱动器可用于向LED应用期望的恒定驱动电流。

[0003] 输出电流并不是真正恒定,并且在驱动器组件的成本和电流驱动信号的质量之间存在折中。在平均电流值上总是存在纹波。

[0004] 基于当前标准,在(经整流)干线频率(100Hz或120Hz)处的30%的纹波是可接受的,并且为了限制驱动器成本,LED驱动器被设计为接近该可接受性极限。特别是当驱动器是单级驱动器时,驱动器的PFC要求使得在输出处的纹波几乎不可避免。

[0005] 然而,客户要求增加光的均匀性,特别是在专业应用中。因此,由大纹波电流(诸如30%纹波)产生的照明闪烁变得不可接受。

[0006] 因此,需要减少由于电流纹波水平引起的光闪烁,但是在最小的成本增加和效率损失的情况下。

[0007] 色温调谐和/或全色控制也变得越来越流行。实施色温控制的最经济方法是使用单通道驱动器,并且针对不同的色温的LED,简单地在两个或更多LED通道之间分割电流。

[0008] 对于在两个(或更多)LED通道之间分割电流,存在两种方法。一种方法是应用脉冲宽度调制,由此所有电流在某个时间处总是流入一个LED通道中,从而提供了一种时分方法。控制器简单地选择通过每个LED通道的电流的占空比。

[0009] 另一种方法是使用线性控制模式来调谐流到两个通道的电流。控制器选择每个LED通道的电流振幅,并且总电流对应于LED驱动器输出电流。

[0010] 这两种方法都将电流纹波从LED驱动器传递到照明负载,从而光闪烁取决于LED驱动器的性能。如果需要较少量的闪烁,则具有较低纹波的驱动器(因此成本更高)是必要的。如果在例如线性电流源电路内提供纹波吸收电路,则这将造成功率损耗。

[0011] 因此,需要一种驱动器,该驱动器可以减少由电流纹波造成的光闪烁,而不需要显著增加成本或功率损耗。

[0012] CN107094329A公开了在不同的总输入电流振幅处,将电流分割到不同的LED中。更具体地,在高输入电流振幅处,所有输入电流被注入到仅一个LED;而在较低的输入电流振幅处,输入电流被分割并且同时被注入到不同的LED。

[0013] US2016/157318A1公开了一种电流分割器,该电流分割器用于将电流分割到具有不同颜色的两个LED阵列中。

发明内容

[0014] 本发明由权利要求限定。

[0015] 本发明的一个概念是,取决于在输入处的电流纹波的瞬时值,使用输入电流来驱

动LED电路的不同颜色或色温的多个段。电流以如下方式被控制:根据电流纹波的瞬时值来选择光转换效率,以提供对电流纹波的补偿,从而在存在电流纹波的情况下提供更恒定的光输出。更具体地,当电流纹波的瞬时值在高部分或峰部分处时,电流分配电路适于:当在峰部分期间将输入电流提供给两个LED段中的单个LED段时,将所有输入电流交替提供给两个LED段,并且LED被设置为在低输出效率状态中操作;否则,在低部分或谷部分处,将输入电流分割成两个非零电流,并且将这两个非零电流同时提供给相应且不同的LED段,LED段被设置为在高输出效率状态中操作。LED的输出效率取决于输入电流。因此,通过动态路由整体电流,可以改变进入LED的电流,并且可以以不同的输出效率状态操作LED。

[0016] 根据本发明的一个方面的示例,提供了一种LED驱动电路,用于驱动不同颜色或色温的至少两个LED段,其中驱动电路适于接收在振幅上具有纹波的输入电流,输入电流具有峰部分和谷部分,峰部分具有高于输入电流中的界线振幅的第一振幅,谷部分具有小于界线振幅的第二振幅,

[0017] 其中LED驱动电路包括:

[0018] 输入,用于接收输入电流;

[0019] 输出,用于连接到至少两个LED段(22,24);以及

[0020] 电流分配电路,该电流分配电路适于:

[0021] 在峰部分期间,将输入电流提供给两个LED段中的单个LED段;以及

[0022] 在谷部分期间,将输入电流分割成两个非零电流,并且将这两个非零电流同时提供给相应且不同的LED段;

[0023] 其中电流分配电路适于:当在峰部分期间将输入电流提供给两个LED段中的单个LED段时,将所有输入电流交替提供给两个LED段(22,24)中的单个LED段。

[0024] 该驱动电路能够将所接收的所有输入电流(例如,从LED驱动器接收)递送到一个LED段,或者在两个LED段之间分割电流。当在峰部分中所有电流被提供给一个LED段时,该LED段的光转换效率低于当以较低电流驱动两个段时的光转换效率。这意味着与将相同电流在两个段之间分割时相比较,当将输入电流提供给一个段时,光输出降低。结果,减小了电流纹波对光输出强度的影响。当在谷部分期间将电流同时分割给LED段时,相反的情况适用:针对每个LED段,在低操作电流处效率更高,因此与相同总电流被注入到仅一个LED段时相比较,总的光输出增加。驱动电路通过调整光转换效率有效地补偿了电流纹波,从而获得更平坦的光输出特性。

[0025] 注意,该概念可以被扩展到第三LED段或另外的LED段。

[0026] 峰部分和谷部分可以一起覆盖全时间段。然而,在峰部分和谷部分之间可以存在时间段(即,该时间段覆盖在平均电流的任一侧的带)。在该平均电流带期间,两种电流分配方法中的任一种都可以是适当的。因此,峰部分和谷部分可以仅仅是在纹波输入电流的最大和最小电流水平附近的那些时间段。

[0027] 因此,即使在峰部分的时间期间,两个LED段也可以被使用。交替切换频率将高于输入电流纹波的频率,并且可以使其足够高而不会被视觉感知。

[0028] 该驱动电路可以用于驱动不同颜色或色温的两个LED段,并且其中电流分配电路适于:当在峰部分期间将输入电流提供给两个LED段中的单个LED段时,控制交替时间比率,从而控制总体输出颜色或色温。

[0029] 因此,可以控制颜色输出,以及随着时间的推移,提供更恒定的光输出强度。通常将两个LED段用于颜色控制(特别地,色温控制),因此,随着时间的推移更均匀的光输出的附加特征几乎没有带来附加的复杂性。

[0030] 在一个实施例中,当在峰部分期间将输入电流提供给两个LED段中的单个LED段时,该单个LED段被设置为以第一电流到光转换效率操作;并且当在谷部分期间将输入电流分割成两个非零电流并且将这两个非零电流同时提供给相应且不同的LED段时,该不同的LED段被设置为以高于第一电流到光转换效率的第二电流到光转换效率操作。

[0031] 该电路可以再次用于驱动不同颜色或色温的两个LED段,并且其中电流分配电路适于:当在谷部分期间将输入电流分割成两个非零电流时,控制两个非零电流之间的电流比率,从而控制总体输出颜色或色温。因此,针对峰时间和谷时间,使用不同的颜色控制方法。

[0032] 该电路可以代替地用于驱动相同颜色或色温的两个LED段。因此,本发明不限于具有颜色控制的照明电路。补偿电流纹波的优点还适用于单色照明系统。

[0033] 电流分配电路可以包括:与第一LED段串联的第一开关、与第二LED段串联的第二开关、以及用于控制第一和第二开关的开关控制器。优选地,两个段并联以形成两个支路,并且每个支路具有串联开关。

[0034] 例如,第一和第二开关包括晶体管,诸如双极型晶体管或MOSFET,

[0035] 开关控制器适于:当电流分配电路正在将输入电流提供给两个LED段中的单个LED段时,将第一和第二开关中的一个开关控制在饱和模式中,并且将另一个开关控制在断开模式中,并且

[0036] 开关控制器适于:当电流分配电路正在将输入电流分割成两个非零电流时,将第一和第二开关控制在线性模式中。

[0037] 通过提供不同的控制模式,利用饱和开关的脉冲宽度调制模式可以用于峰时间段,并且模拟电流控制(线性模式)可以用于谷时间段。

[0038] 可以提供电流传感器装置,以用于感测通过每个LED段的电流和总输入电流,并且将所感测的电流提供给开关控制器。

[0039] 这使得能够基于反馈控制回路,来设置线性模式晶体管驱动信号,以用于在两个支路之间提供期望的电流划分。

[0040] 例如,开关控制器适于检测总输入电流何时穿过平均值,从而检测峰部分和谷部分,其中界线振幅是输入电流的平均值(I_{avg})。

[0041] 本发明还提供一种照明装置,该照明装置包括:

[0042] 如上限定的LED驱动电路;以及

[0043] 由LED驱动电路驱动的所述至少两个LED段。

[0044] 本发明还提供了一种照明电路,该照明电路包括:

[0045] 如上限定的照明装置;以及

[0046] LED驱动器,用于将在振幅上具有纹波的电流输出到LED驱动电路,作为LED驱动电路的输入电流。

[0047] 本发明还提供一种驱动不同颜色或色温的至少两个LED段的方法,该方法包括:

[0048] 接收在振幅上具有纹波的输入电流,输入电流具有峰部分和谷部分,峰部分具有

高于输入电流中的界线振幅的第一振幅,谷部分具有小于界线振幅的第二振幅,

[0049] 通过以下方式来分配输入电流:

[0050] 在峰部分期间,将输入电流提供给两个LED段中的单个LED段;以及

[0051] 在谷部分期间,将输入电流分割成两个非零电流,并且将这两个非零电流同时提供给相应且不同的LED段。

[0052] 方法可以包括:当将输入电流提供给两个LED段中的单个LED段时,将全部接收电流交替提供给两个LED段。

[0053] 然后,方法可以用于驱动不同颜色或色温的两个LED段,并且方法可以包括:

[0054] 当将输入电流提供给两个LED段中的单个LED段时,控制交替时间比率,从而控制总体输出颜色或色温;以及

[0055] 当将输入电流分割成两个非零电流时,控制两个非零电流之间的电流比率,从而控制总体输出颜色或色温。

[0056] 方法可以用于控制与相应LED段串联的第一和第二开关,并且方法还可以包括:

[0057] 当将输入电流提供给两个LED段中的单个LED段时,将第一和第二开关中的一个开关控制在饱和模式中,并且将另一个开关控制在断开模式中,以及

[0058] 当将输入电流分割成两个非零电流时,将第一和第二开关控制在线性模式中。

[0059] 参考下文描述的一个或多个实施例,本发明的这些和其他方面将显而易见,并且得以阐述。

附图说明

[0060] 为了更好地理解本发明,并且为了更清楚地示出本发明可以如何被实现,现在将仅通过示例的方式参考附图,其中:

[0061] 图1示出了用于实施颜色(或色温)调谐的已知驱动器;

[0062] 图2示出了用于驱动至少两个LED段的LED驱动电路;

[0063] 图3示出了一个FET驱动器电路的一个示例;

[0064] 图4示出了相对光输出强度(y轴,任意单位)与正向电流(x轴,mA)之间的典型关系;

[0065] 图5示出了用于说明本发明的电路的操作的波形;

[0066] 图6更详细地示出了在峰部分和谷部分中通过两个LED段的电流;以及

[0067] 图7示出了驱动至少两个LED段的方法。

具体实施方式

[0068] 将参考附图描述本发明。

[0069] 应当理解,具体实施方式和具体示例虽然指示了装置、系统和方法的示例性实施例,但是仅旨在用于说明的目的,并不旨在限制本发明的范围。根据以下描述、所附权利要求书和附图,本发明的装置、系统和方法的这些和其他特征、方面和优点将变得更好理解。应当理解,附图仅是示意性的,并未按比例绘制。还应当理解,相同的附图标记在所有附图中用于指示相同或相似的部分。

[0070] 本发明提供一种LED驱动电路,该LED驱动电路用于使用具有电流纹波的输入电流

来驱动至少两个LED段。该电路包括电流分配电路,电流分配电路在电流处于峰处时将输入电流提供给两个LED段中的单个LED段,并且在电流处于波谷中时将输入电流分割成用于不同的LED段的两个非零电流。当所有电流被提供给一个LED段时,光转换效率低于以较低电流驱动两个段时的光转换效率。这意味着减小了电流纹波对光输出的影响。驱动电路通过调整光转换效率有效地补偿电流纹波,从而获得更平坦的光输出特性。

[0071] 图1示出了用于实施颜色(或色温)调谐的已知驱动器。存在主驱动器10,主驱动器10接收干线输入11,并且向其输出端子12提供单通道输出电流。颜色控制单元14将输出电流递送给两个LED段16、18。颜色控制单元用作DALI主设备,并且接收DALI输入命令19。它通过DALI接口连接到驱动器10,并且驱动器10用作DALI从设备。颜色控制单元操作PWM方案,从而将来自驱动器10的输出电流递送给LED段16、18中的一个或另一个。

[0072] 颜色控制单元14包括用于每个LED段的串联开关,以用于实施PWM控制。

[0073] 图2示出了根据本发明的一个示例的用于驱动至少两个LED段22、24的LED驱动电路20。每个LED段被示意性地示出为单个二极管。然而,通常每个段是LED的串联串,或者它甚至可以是串联和并联LED支路的组合。驱动电路20从驱动器26接收具有电流纹波的输入电流 I_{driver} 。因此,驱动器输出电流具有峰部分和谷部分,峰部分具有第一值,谷部分具有小于第一值的第二值。第一峰值高于平均电流,平均电流例如是驱动器要递送的预期稳态电流,并且第二谷值低于该平均值。注意,峰部分和谷部分被限定为仅在大振幅和小振幅方面彼此区分。具有高于其他部分的振幅的部分可以被认为是峰部分,而其他部分可以被认为是谷部分。整体电流的平均值不必是在峰部分与谷部分之间的界线。例如,假设纹波是从0到 2π 的正弦波形,则相对于作为谷部分的时段 π 到 2π ,时段0到 π 可以被认为是峰部分,从而平均值是界线。然而,代替地,还可以将时段 $1/4\pi$ 至 $3/4\pi$ 认为是峰部分,并且将其余部分认为是谷部分,从而平均值不是界线。

[0074] 第一LED段22具有第一串联开关28,第一串联开关28通过第一电流感测电阻器30连接到低电压轨,并且第二LED段24具有第二串联开关32,第二串联开关32通过第二电流感测电阻器34连接到低电压轨。

[0075] 如下面所解释的,这些电流感测电阻器用于当开关28、32在线性模式中操作时对开关28、32的反馈控制。

[0076] 开关控制器36被提供,以用于控制第一开关28和第二开关32。以该方式,形成了两个并联支路,每个支路包括LED段、串联开关和电流感测电阻器。第一开关28和第二开关32包括诸如场效应晶体管(FET)的晶体管,并且FET栅极驱动器电路38被提供,以用于基于由开关控制器36提供的指令,来控制应用到晶体管的栅极信号。

[0077] 第三电流感测电阻器40使得能够测量从驱动器26汲取的总电流。该电流是通过两个支路的电流之和,从而只需要两个电流感测测量结果,并且第三个可以代替地从其他两个导出。

[0078] 通过监测总电流,可以监测从驱动器接收的电流波形中存在的电流纹波。以该方式,开关控制器36能够确定电流是处于峰部分还是处于谷部分。

[0079] 开关控制器36、FET驱动器38和开关28、32一起限定了电流分配电路。电流分配电路在峰部分期间始终将输入电流提供给两个LED段22、24中的单个LED段,并且在谷部分期间,始终将输入电流分割成两个非零电流,并且将两个非零电流同时提供给相应且不同的

LED段。

[0080] 以该方式,驱动电路将从LED驱动器接收的所有输入电流递送给一个LED段,或者驱动电路在两个LED段之间分割电流。

[0081] 当将所有输入电流提供给仅一个LED段时,对应的开关在最低阻抗(饱和)状态中闭合,并且另一开关在最高阻抗(开路)状态中。为了分割电流,第一和第二晶体管被控制在线性模式中,从而提供对两个电流的模拟控制,其中总电流被约束为由驱动器递送的电流。因此,模拟控制实施期望的电流分割比率。

[0082] 以该方式,针对峰时间段,与饱和开关一起使用脉冲宽度调制模式,并且针对谷时间段使用线性模拟电流控制。

[0083] 图3示出了用于第一LED段22的晶体管28的一个FET驱动器电路的一个示例。电流基准 I_{ref} (被编码为电压水平)被提供给比较器电路50。比较器电路还接收来自电流感测电阻器30的测量电流(再次作为电压水平)。因此,反馈控制系统用于基于被应用到处于其线性控制区域中的晶体管的栅极控制信号,来调节输出电流。

[0084] 图4示出了相对光输出强度(y轴,任意单位)和正向电流(x轴, mA)之间的典型关系。绘图60偏离线性路径62,这是因为光转换效率在较高电流处较低。

[0085] 因此,当所有电流被提供给一个LED段时,总体光转换效率低于利用较低电流驱动两个段时的总体光转换效率。这意味着:与当相同电流在两个或更多段之间被分割时相比,当输入电流被提供给一个段时,光输出较低。结果,减小了电流纹波对光输出强度的影响。驱动电路通过调整光转换效率有效地补偿了电流纹波,从而获得更平坦的光输出特性。

[0086] 图5示出了用于说明图2的电路的操作的波形。

[0087] 顶部绘图示出了由驱动器26供应的电流 I_{driver} 。它包括高于平均值 I_{avg} 的峰部分64和低于平均值的谷部分66。峰部分包括作为最大电流的第一值,并且谷部分包括作为最小电流的第二值。平均值是输出电流的DC分量,并且是驱动器旨在递送的静态驱动器输出电流水平。电流纹波是由驱动器电路产生的(例如,由于使用具有高公差值的低成本组件或简单电路而产生的)不期望的附加分量。

[0088] 第二绘图示出了用于第一晶体管28的栅极驱动信号Gate1,并且第三绘图示出了用于第二晶体管32的栅极驱动信号Gate2。

[0089] 在峰部分64期间,两个栅极驱动信号是互补的,即它们在时间上在全导通(最低阻抗饱和驱动条件)和全关断(开路最大阻抗)状态之间交替。这是开环控制,其不需要反馈调节。在该时间期间,两个LED段都被使用。交替切换频率高于输入电流纹波的频率,并且可以使其足够高而不被视觉感知。

[0090] 在谷部分66期间,两个栅极驱动信号都导通,并且处于相同的模拟水平或不同的模拟水平(未示出)。模拟驱动水平由如上面所解释的反馈机制控制,从而提供闭环控制。

[0091] 第四绘图示出了被提供给第一LED段22的所得电流 I_{LED1} 。第五绘图示出了被提供给第二LED段24的所得电流 I_{LED2} 。这些绘图示出了通过两个LED段的电流在谷部分期间减小(但是被同时递送)。注意,这些绘图仅是示意性的,仅用于示出时序。在图6中示出了更具代表性的电流绘图。

[0092] 底部绘图示出了光输出强度。所得电流包括来自两个波形的部分。第一波形70是线性模式光输出强度波形,其由分割电流产生。第二波形72是PWM模式光输出强度波形,其

由使用全部可用电流来交替驱动两个LED段产生。第一波形70和第二波形72中的每个波形基本跟随电流的纹波的波形,并且由于更高的光转换效率,第一波形70总是高于72。

[0093] 本发明的实施例在峰部分处选择低效率波形,并且在谷部分处选择高效率波形,因此减小了输出光强度水平之间的偏差。基于检测总输入电流何时穿过平均值,从而检测峰部分和谷部分,而进行两种模式之间的切换。然而,模式选择可以更加复杂,例如具有一些迟滞以防止模式之间的快速振荡。例如,可以基于高于平均电流的电流阈值而检测峰部分,并且可以基于低于平均电流的电流阈值而检测谷部分。因此,针对在平均值附近的带(其可以被认为是迟滞带)内的电流,可以使用任一种模式。模式选择在最小电流值和最大电流值处明显最重要。

[0094] 图5是基于针对每个通道50%的期望电流分割,其仅作为易于说明的一个示例。

[0095] 如果 $I_{\text{driver}} > I_{\text{avg}}$, 则 $I_{\text{LED1}} = I_{\text{LED2}} = I_{\text{driver}}$

[0096] 在这种情况下,驱动器以PWM模式工作。LED的效率低,使得输出被限制为波形72,不如波形70高。

[0097] 如果 $I_{\text{drive}} < I_{\text{avg}}$, 则 $I_{\text{LED1}} + I_{\text{LED2}} = I_{\text{driver}}$ 。

[0098] 在这种情况下,驱动器以线性模式工作。两个LED段都在较高效率处工作,从而导致如波形70的较高光输出,使得输出不像波形72那么低。

[0099] 粗黑色实线的曲线示出了根据本发明的该实施例的光输出。

[0100] 针对相同的平均电流,两个模式之间的LED光输出是不同的,并且与任一单独的波形70、72相比较,峰到峰光输出强度显著降低。

[0101] 图6比图5更详细地示出了两个LED段中的每个LED段的电流波形。

[0102] 顶部波形是针对LED 24,并且底部波形是针对LED 22。

[0103] 当 $I_{\text{driver}} > I_{\text{avg}}$ 时,LED段以PWM模式工作,并且针对其余时间被切换到连续模式。

[0104] PWM模式是脉冲的部分(在33ms至35ms、40ms至45ms等)。它们是互补信号,即彼此异相,从而在某个时间处仅一个信号为非零。作为一个示例,使用用于PWM信号的1ms周期,对应于1kHz频率。连续模式是两个电流波形同时为正的时候。纹波被示出为具有100Hz的频率(10ms的周期)。

[0105] 基于具有大纹波(出于展示目的,峰至平均纹波为60%)的10W 300mA的恒定电流源,用以驱动两个30V LED段,进行实验。基于本发明的方法,SVM(频闪效应可见性测量)从针对始终PWM分配电流的值2下降到低于1的值。

[0106] 两个LED段通常具有不同的色温(例如,蓝白色和黄白色)或不同的颜色。当在峰部分期间将输入电流提供给两个LED段中的单个LED段时,可以控制交替时间比率(即,两个段的导通时间的比率),从而控制总体输出颜色或色温。类似地,可以在谷部分中控制两个LED段之间的电流比率,以实现期望的光输出颜色或色温。

[0107] 代替地,电路可以用于驱动相同颜色或色温的两个LED段。因此,本发明不限于具有颜色控制的照明电路。补偿电流纹波的优点还适用于单色照明系统。

[0108] 开关控制器36可以包括数字集成电路(微控制器),但是它还可以由模拟电路来实施。

[0109] 图7示出了驱动至少两个LED段的方法。方法包括在步骤80中接收具有纹波的输入电流,该输入电流具有峰部分和谷部分。

[0110] 在步骤82中,检测峰部分(P)和谷部分(V)。然后分配输入电流。

[0111] 在峰部分期间,在步骤84中,输入电流被提供给两个LED段中的单个LED段。全部电流被交替提供给两个LED段。还可以选择交替时间比率,从而控制总体输出颜色或色温。

[0112] 在谷部分期间,在步骤86中,输入电流被分割成两个非零电流,并且它们被同时提供给相应且不同的LED段。还可以控制两个非零电流之间的电流比率,从而控制总体输出颜色或色温。

[0113] 本发明可以被应用于具有多于两个段的照明装置。所示电路仅是一个示例。当然,其他电路实施方式也可以实施底层概念,即在模式之间切换,其中取决于输入电流纹波,在不同模式中驱动不同数目的LED段。

[0114] 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。单个处理器或其他单元可以实现权利要求中记载的几个项的功能。在相互不同的从属权利要求中记载某些措施的简单事实,并不指示不能有利地使用这些措施的组合。计算机程序可以被存储/分布在合适介质上,诸如与其他硬件一起被供应或作为其他硬件的部分被供应的光学存储介质或固态介质,但是计算机程序还可以以其他形式(诸如经由互联网或其他有线或无线电信系统)分布。权利要求中的任何附图标记都不应被解释为限制范围。

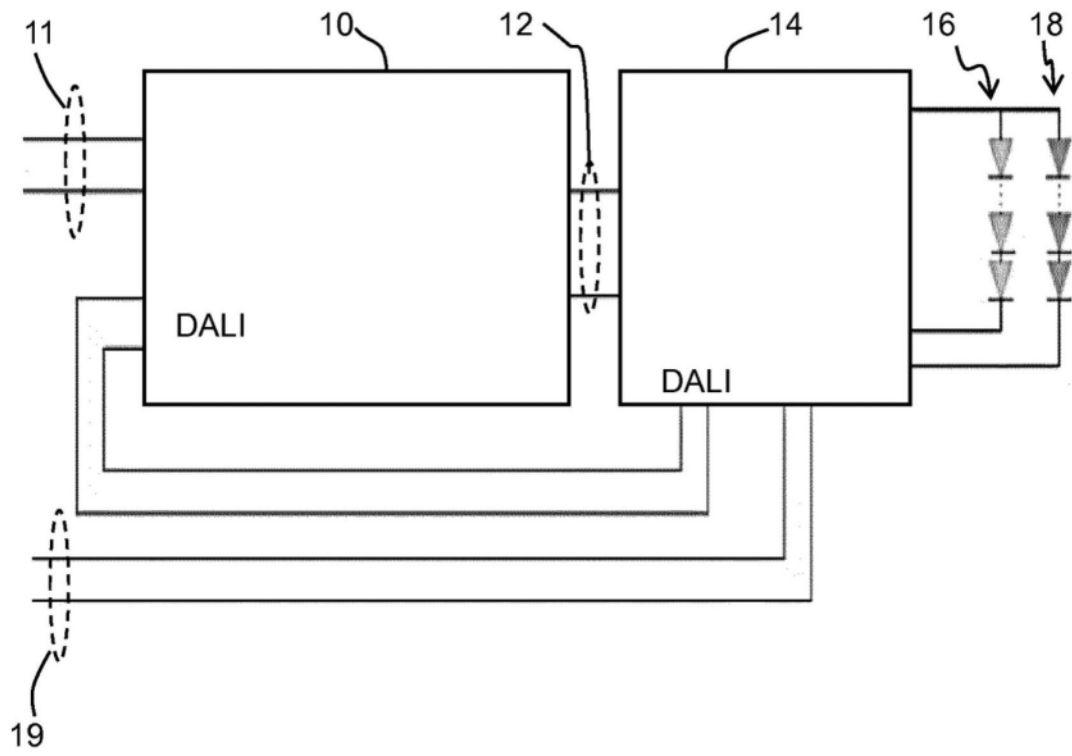


图1

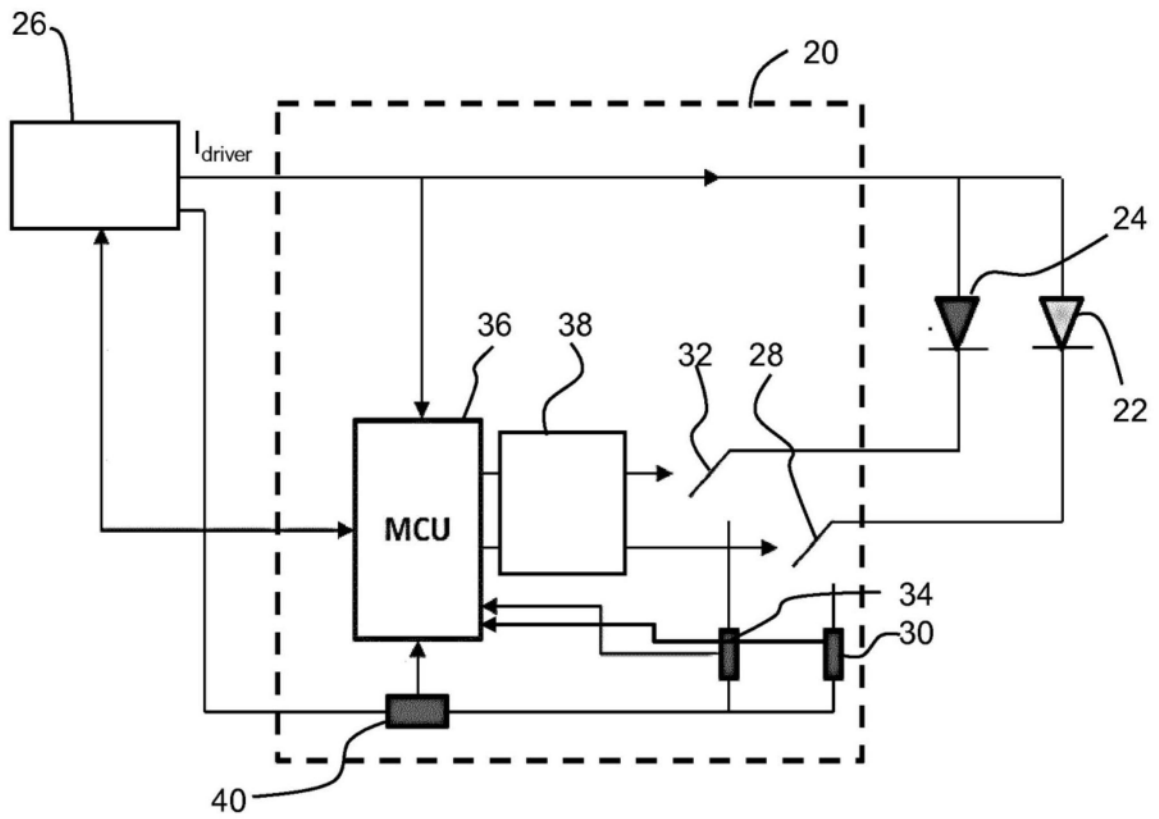


图2

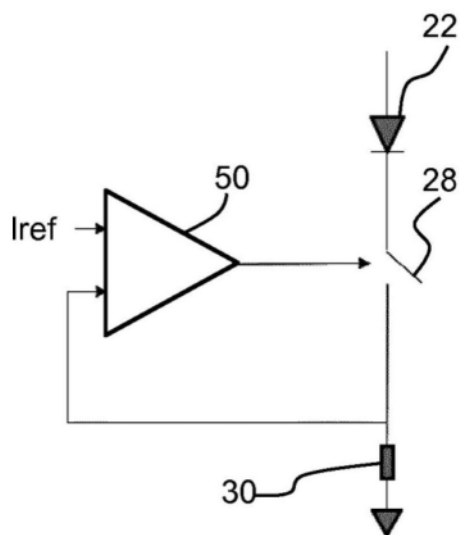


图3

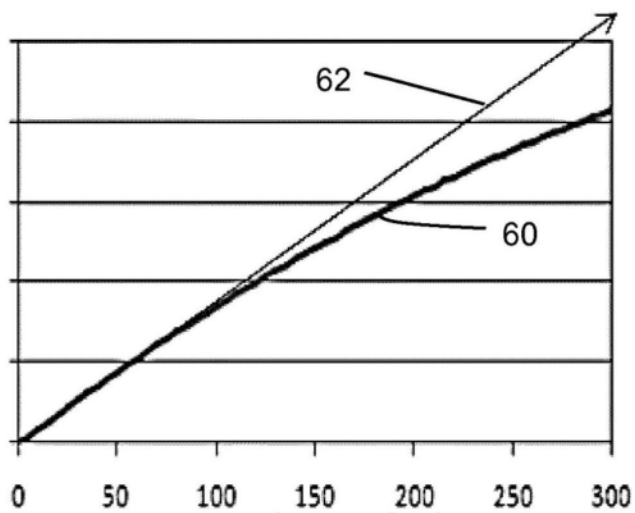


图4

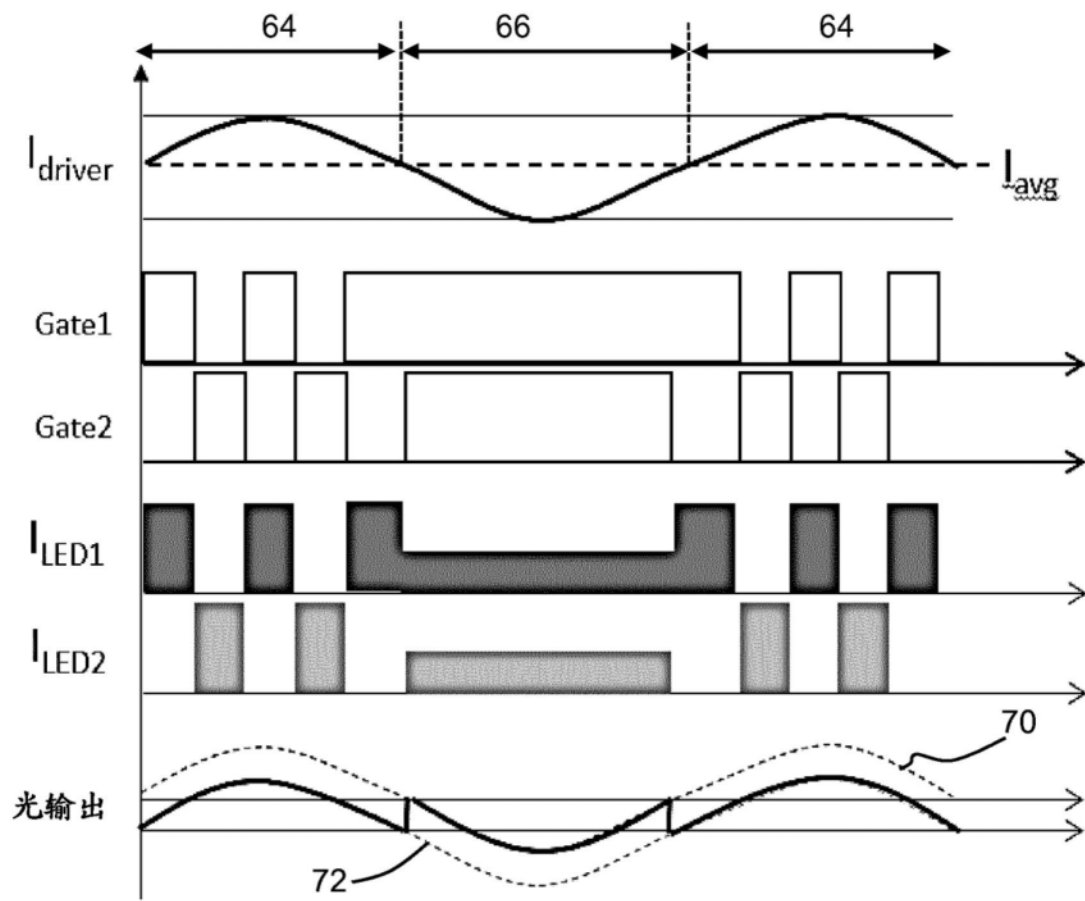


图5

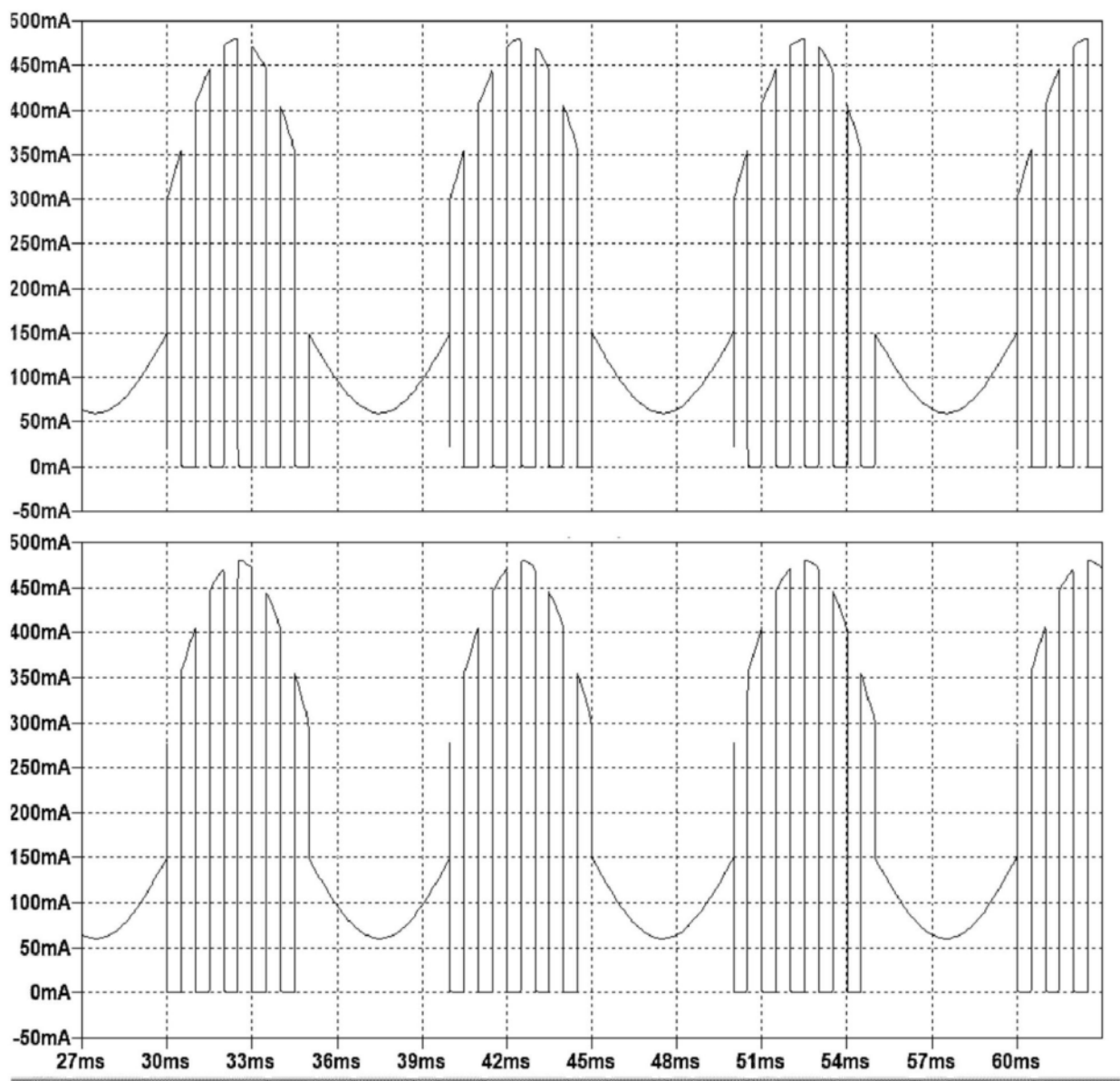


图6

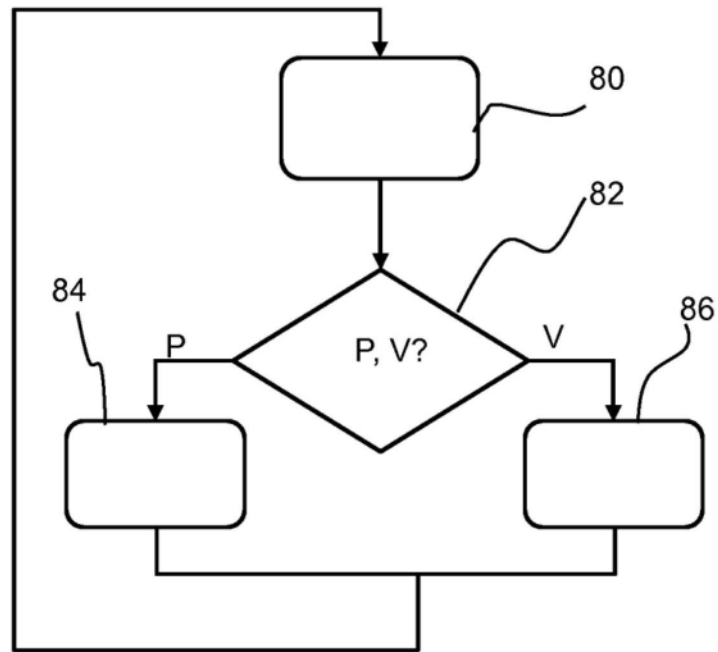


图7