(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103327682 B
(45)授权公告日 2016.06.22

(21)申请号 201310110889.4
(22)申请日 2013.03.21
(30)优先权数据
61/614,353 2012.03.22 US
13/763,256 2013.02.08 US
(73)专利权人 戴乐格半导体公司
地址 美国加利福尼亚州
(72)发明人 王晓艳 J·W·克斯特森 C·普恩
严亮
(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256
代理人 王茂华
(51)Int.Cl.
H05B 37/02(2006.01)
(56)对比文件
CN 101663918 A,2010.03.03,
CN 201851911 U,2011.06.01,
US 6707263 B1,2004.03.16,

审查员 陈伟

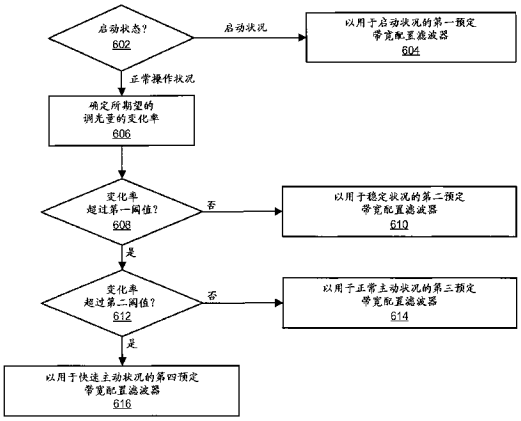
权利要求书3页 说明书8页 附图6页

(54)发明名称

用于对LED的调光进行控制的方法和装置

(57)摘要

本发明的各实施方式总体上涉及用于LED调光器的自适应滤波器。具体地,涉及一种用于LED灯的调光控制器,其使用自适应滤波器控制调光以在主动调光期间减少或消除可感知闪烁并提供平滑过渡。在稳定状况期间,自适应滤波器利用相对窄的带宽进行操作以过滤掉可能导致可感知闪烁的噪声。在主动状况或启动状况期间,自适应映射滤波器利用高带宽进行操作以提供对调光器开关的快速响应。



CN 103327682 B

1.一种用于控制LED灯的调光的方法,所述方法包括:

从调光开关接收指示所述LED灯的所期望的调光量的输入信号;

确定所期望的调光量的变化率;

响应于所述变化率低于第一阈值变化率,配置自适应滤波器以具有对应于所述LED灯的稳定状况的第一预定带宽;以及

响应于所述变化率超过所述第一阈值变化率,配置所述自适应滤波器以具有对应于所述LED灯的主动状况的第二预定带宽,所述第二预定带宽与所述第一预定带宽不同;

生成指示用于提供至一个或多个LED以实现所述所期望的调光量的功率的比例的调光比信号;

所述自适应滤波器对所述调光比信号进行滤波以产生用于控制所述一个或多个LED的调光的经后滤波的调光比信号。

2.根据权利要求1所述的方法,其中生成所述调光比信号包括:

根据非线性映射将所述所期望的调光量映射至所述调光比信号。

3.一种用于控制LED灯的调光的方法,所述方法包括:

从调光开关接收指示所述LED灯的所期望的调光量的输入信号;

检测所述LED灯的状态为处于启动状况还是正常操作状况;

响应于检测到所述启动状况,配置自适应滤波器以具有第一预定带宽;以及

响应于检测到所述正常操作状况,配置所述自适应滤波器以具有比所述第一预定带宽更窄的第二预定带宽;

生成指示用于提供至一个或多个LED以实现所述所期望的调光量的功率的比例的调光比信号;

所述自适应滤波器对所述调光比信号进行滤波以产生用于控制所述一个或多个LED的调光的经后滤波的调光比信号。

4.根据权利要求1所述的方法,其中确定所述所期望的调光量的所述变化率包括:

将所述调光比信号与所述经后滤波的调光比进行比较。

5.根据权利要求1所述的方法,其中对应于所述主动状况的所述第二预定带宽比对应于所述稳定状况的所述第一预定带宽更宽。

6.根据权利要求1所述的方法,其中所述自适应滤波器包括数字滤波器,并且其中配置所述自适应滤波器包括调节所述自适应滤波器的滤波器采样率。

7.根据权利要求1所述的方法,其中动态地调节所述自适应滤波器的所述带宽包括:

响应于所述变化率超过第二阈值变化率,配置所述自适应滤波器以具有对应于所述LED灯的快速主动状况的第三预定带宽,所述第二阈值变化率大于所述第一阈值变化率。

8.根据权利要求7所述的方法,其中对应于所述快速主动状况的所述第三预定带宽比对应于所述稳定状况的所述第一预定带宽更宽,并且比和正常主动状况相关联的所述第二预定带宽更宽。

9.根据权利要求7所述的方法,其中所述第三预定带宽包括所述自适应滤波器的最大允许带宽。

10.根据权利要求9所述的方法,其中所述自适应滤波器包括数字滤波器,并且其中配置所述自适应滤波器以具有所述第三预定带宽包括配置所述自适应滤波器的寄存器以跟

随到所述自适应滤波器的输入值。

11.一种用于对LED灯的调光进行控制的LED控制器，所述LED控制器包括：

相位检测器，用于确定从调光开关所接收的输入信号的相位并且用于生成指示用于所述LED灯的所期望的调光量的相位输出信号；

调光曲线映射单元，用于将对应于所述所期望的调光量的所述相位输出信号映射至指示用于提供至一个或多个LED以实现所述所期望的调光量的功率的比率的调光比信号；

自适应滤波器，用于对所述调光比信号进行滤波以产生用于对所述一个或多个LED的亮度进行控制的经后滤波的调光比信号；

带宽控制单元，响应于检测到所期望的调光量的变化率低于第一阈值变化率而生成滤波器控制信号以配置所述自适应滤波器具有对应于所述LED灯的稳定状况的第一预定带宽，以及响应于检测到所期望的调光量的变化率超过所述第一阈值变化率而生成滤波器控制信号来配置所述自适应滤波器以具有对应于所述LED灯的主动状况的第二预定带宽；以及

升压电路和电流调节器控制器，用于生成用于基于所述经后滤波的调光比信号调节所述LED灯中的电流以实现所述所期望的调光量的控制信号。

12.一种用于对LED灯的调光进行控制的LED控制器，所述LED控制器包括：

相位检测器，用于确定从调光开关所接收的输入信号的相位并且用于生成指示用于所述LED灯的所期望的调光量的相位输出信号；

调光曲线映射单元，用于将对应于所述所期望的调光量的所述相位输出信号映射至指示用于提供至一个或多个LED以实现所述所期望的调光量的功率的比率的调光比信号；

自适应滤波器，用于对所述调光比信号进行滤波以产生用于对所述一个或多个LED的亮度进行控制的经后滤波的调光比信号；

电源控制状态机，用于检测所述LED灯的状态为处于启动状况还是正常操作状况，所述电源控制状态机生成指示所检测的状态的状态信号；

带宽控制单元，被配置为接收所述状态信号并且响应于指示所述启动操作状况的所述状态信号配置所述自适应滤波器以具有第一预定带宽，并且响应于指示所述正常操作状况的所述状态信号配置所述自适应滤波器以具有第二预定带宽，所述第二预定带宽比所述第一预定带宽更窄。

13.根据权利要求11所述的LED控制器，其中对应于所述主动状况的所述第二预定带宽比对应于所述稳定状况的所述第一预定带宽更宽。

14.根据权利要求11所述的LED控制器，其中所述带宽控制单元进一步被配置为将所述调光比信号与所述经后滤波的调光比进行比较以确定所期望的调光量的变化率。

15.根据权利要求11所述的LED控制器，其中所述自适应滤波器包括数字滤波器，并且其中所述带宽控制单元进一步被配置为通过调节所述自适应滤波器的滤波器采样率来配置所述自适应滤波器。

16.根据权利要求11所述的LED控制器，其中所述带宽控制单元进一步被配置为响应于检测到所述所期望的调光量的所述变化率超过第二阈值变化率配置所述自适应滤波器以具有对应于所述LED灯的快速主动状况的第三预定带宽，所述第二阈值变化率大于所述第一阈值变化率。

17.根据权利要求16所述的LED控制器，其中与所述快速主动状况相关联的所述第三预定带宽比对应于所述稳定状况的所述第一预定带宽更宽并且比对应于正常主动状况的所述第二预定带宽更宽。

18.根据权利要求16所述的LED控制器，其中所述第三预定带宽包括所述自适应滤波器的最大允许带宽。

19.根据权利要求18所述的LED控制器，其中所述自适应滤波器包括数字滤波器，并且其中所述带宽控制单元进一步被配置为通过将所述自适应滤波器的寄存器设置为跟随到所述自适应滤波器的输入值配置所述自适应滤波器以具有所述第三预定带宽。

20.一种用于配置LED灯系统中的自适应滤波器的方法，所述自适应滤波器对指示所述LED灯的所期望的调光量的信号进行滤波，所述方法包括：

检测所述LED灯的状态为处于启动状况还是正常操作状况；

响应于检测到所述启动状况，配置所述自适应滤波器以具有第一预定带宽；以及

响应于检测到所述正常操作状况，确定所述所期望的调光量的变化率；

响应于所述变化率低于第一阈值变化率，配置所述自适应滤波器以具有对应于所述LED灯的稳定状况的第二预定带宽；

响应于所述变化率超过所述第一阈值变化率，将所述变化率与第二阈值变化率进行比较；

响应于所述变化率低于所述第二阈值变化率，配置所述自适应滤波器以具有对应于所述LED灯的正常主动状况的第三预定带宽；以及

响应于所述变化率超过所述第二阈值变化率，配置所述自适应滤波器以具有对应于所述LED灯的快速主动状况的第四预定带宽。

用于对LED的调光进行控制的方法和装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求Xiaoyan Wang等人于2012年3月22日提交的题为“Adaptive Filter for LED Dimmer”的美国临时申请号61/614,353的权益，其内容通过引用结合于此。

技术领域

[0003] 本发明涉及驱动LED(发光二极管)灯，并且更具体地涉及控制LED灯的调光。

背景技术

[0004] LED在各种电子应用中正得以采用，例如，建筑照明、车辆头灯和尾灯、液晶显示器设备的背光、闪光灯，等等。与诸如白炽灯和荧光灯之类的常规光源相比，LED具有明显的优势，包括高效率、良好的指向性、色彩稳定性、高可靠性、长寿命、小尺寸和环境安全性。

[0005] 预计LED在照明应用中的使用会有所扩展，因为它们在功率效率(每瓦特流明)和光谱质量方面较白炽灯(灯泡)提供了明显的优势。此外，LED灯与可以导致作为荧光灯处置的结果的汞污染的荧光照明系统(与荧光灯相结合的荧光镇流器)相比代表着更低的环境影响。

[0006] 然而，在没有对已经构建在白炽灯泡周围的电流线路和组件设施进行修改的情况下，常规LED灯无法直接替代白炽灯和可调光的荧光系统。这是因为常规的白炽灯是电压驱动设备，而LED则是电流驱动设备，需要不同技术来对它们各自的光输出的强度进行控制。

[0007] 图1示出了常规住宅和商业照明应用中典型的调光器线路配置。主要地，白炽灯利用交变电流(AC)系统进行操作。特别地，

[0008] 许多调光器开关通过控制施加于白炽灯的AC输入功率的相位角来调节V-RMS以对白炽灯进行调光。图2A、图2B和图2C示出了输出至白炽灯20的典型的灯输入电压波形。图2A示出了没有调光开关10时或者调光器开关10被设置为最大光强度并且来自输入电压源15的电压信号不受调光器开关10的影响时的典型的灯输入电压波形30。图2B示出了具有基于前沿相位角调制的调光效果(即，前沿调光器)的灯输入电压30。在前沿调光器中，调光器开关10取消了灯输入电压30在AC半周期的过零点之后和峰值之前的具有周期Td_off的部分32。输入电压30在周期Td_on期间是不变的。随着调光输入信号25增加所期望的调光效果，所取消部分32的周期Td_off增大，周期Td_on减小，并且输出光强度减小。对于最小调光(最大光强度)而言，所取消部分32的周期Td_off变为非常小或者为零。

[0009] 图2C示出了具有基于后沿相位角调制的调光效果(即，后沿调光器)的灯输入电压30。后沿调光器开关通过去除AC电压半周期在峰值之后和过零点之前的后部34而进行操作。输入电压30在周期Td_on期间是不变的。同样，随着调光输入信号25增加所期望的调光效果，所去除部分34的周期Td_off增大，周期Td_on减小，并且光强度减小。对于最小调光(最大光强度)而言，所去除部分34的周期Td_off变为非常小或者为零。

[0010] 控制相位角是一种对提供至白炽灯泡的RMS电压进行调节并且提供调光能力的非常有效且简单的方法。然而，对输入电压的相位角进行控制的常规调光器开关并不直接与

常规LED灯兼容，因为LED(并且因此LED灯)是电流驱动设备。

发明内容

[0011] LED控制器使用自适应滤波对LED灯的调光进行控制。滤波器带宽基于操作状况进行自适应，因此使得LED灯能够基于操作状况对噪声抑制和响应时间之间的权衡进行管理。

[0012] 在一个实施例中，LED控制器从调光开关接收指示LED灯的所期望的调光量的输入信号。LED控制器基于所监视的LED灯的特性检测LED灯的操作状况。LED控制器随后基于所检测的操作状况动态地调节自适应滤波器的带宽。该自适应滤波器用于对指示用于提供至一个或多个LED以实现所期望的调光量的功率的比例的调光比信号进行滤波。

[0013] 在一个实施例中，电源控制状态机检测LED灯的状态为处于启动状况还是正常操作状况。响应于检测到启动状况，LED灯被配置为具有第一预定带宽。响应于检测到正常操作状况，自适应滤波器被配置为具有比第一预定带宽更窄的第二预定带宽。

[0014] 在一个实施例中，LED控制器确定所期望的调光量的变化率。响应于该变化率低于第一阈值变化率，LED控制器配置自适应滤波器以具有与稳定操作状况相关联的第二预定带宽。响应于该变化率超过第一阈值变化率，LED控制器确定该变化率是否超过第二阈值。如果该变化率低于第二阈值，则LED控制器配置自适应滤波器以具有对应于正常有效状况的第三预定带宽。该第三预定带宽具有比第二预定带宽更宽的带宽。否则，如果LED控制器确定该变化率超过第二阈值，则LED控制器配置自适应滤波器以具有对应于快速有效状况的第四预定带宽。该第四预定带宽比第二预定带宽和第三预定带宽更宽。

[0015] 说明书中所描述的特征和优势并非是无所不包的，并且特别地，许多附加特征和优势在考虑附图和说明书的情况下对本领域普通技术人员将是显而易见的。此外，应当注意的是，已经主要出于可读性和指导性的目的对说明书中所使用的语言进行了选择，这些语言并非 被选择用来对发明的技术方案进行描绘或限制。

附图说明

[0016] 通过结合附图考虑以下详细描述可以容易地理解本发明的教导。

[0017] 图1是示出了用于白炽灯的调光系统的框图。

[0018] 图2A示出了由针对无调光进行配置的调光开关所产生的示例波形。

[0019] 图2B示出了由针对前沿调光进行配置的调光开关所产生的示例波形。

[0020] 图2C示出了由针对后沿调光进行配置的调光开关所产生的示例波形。

[0021] 图3示出了根据本发明的一个实施例的LED灯电路。

[0022] 图4是示出了根据本发明的一个实施例的用于控制LED灯的LED控制器的框图。

[0023] 图5示出了根据本发明的一个实施例的来自调光开关的相位调制信号和用于控制LED调光的调光比信号之间的映射曲线。

[0024] 图6是示出了根据本发明的一个实施例的用于控制LED灯的过程的流程图。

具体实施方式

[0025] 附图和以下描述仅通过说明而涉及本发明的优选实施例。从以下讨论应当注意的是，这里所公开的结构和方法的备选实施例将容易被认为是可以在不背离所请求保护的发

明的原则的情况下采用的可变备选形式。

[0026] 现在将详细参考本发明的若干实施例，在附图中示出其示例。注意到，只要可行，在图中可以使用相似或相同的附图标记并且可以指示相似或相同的功能。附图仅出于说明的目的描绘本发明的实施例。本领域技术人员从以下描述将会容易地认识到，可以在不背离这 里所描述的发明的原则的情况下采用这里所示出的结构和方法的备选实施例。

[0027] 用于LED灯的调光控制器使用自适应滤波器来控制调光以在主动改变调光水平时减少或消除可感知闪烁并提供平滑过渡。该调光控制器检测LED灯是在启动状况、主动状况(即，调光开关被调节)还是稳定状况(即，调光开关没有被调节)下进行操作。在稳定状况期间，自适应滤波器利用相对窄的带宽进行操作以过滤掉可能导致可感知闪烁的噪声。在主动状况和启动状况期间，自适应映射滤波器利用相对宽的带宽进行操作以提供对调光器开关的快速响应。以下更详细地描述了LED灯的实施例。

[0028] 图3示出了包括随调光器开关10(例如，常规的调光器开关)使用的LED灯300的LED灯系统。根据各个实施例的LED灯300可以是诸如图1的设置之类的常规的调光器开关设置中的白炽灯20的直接替换。调光器开关10与AC输入电压源15和LED灯300串联耦合。调光器开关10经由AC输入电压的相位调制(例如，经由前沿调光或后沿调光)控制调光。调光器开关10接收调光输入信号25，其被用来设置LED灯300的所期望的光输出强度。调光器开关10接收AC输入电压信号82并且响应于调光输入信号25对灯输入电压84的V-RMS值进行调节。换句话说，通过对施加于LED灯300的灯输入电压84的V-RMS值进行调节的调光器开关10来实现对由LED灯300输出的光强度的控制。调光输入信号25可以被手动提供(经由旋钮或滑动器开关，这里未示出)或者经由自动照明控制系统(这里未示出)提供。LED灯300控制光输出强度以与灯输入电压84成比例地变化，展现出类似于白炽灯的行为。

[0029] 美国专利第7,936,132号中描述了调光器开关10的一个示例。在一个实施例中，调光器开关10通过使用TRIAC电路(未示出)而采用相位角切换来调节灯输入电压82。TRIAC是可以在被触发或导通时以任一方向导通电流的双向设备。一旦被触发，TRIAC就持续导通直至电流降至被称为保持电流的特定阈值以下。为了TRIAC调光 器的内部时序正常工作，必须在特定时间从调光器开关10引出电流。在一个实施例中，LED灯300被配置为以允许调光器开关10的内部电路正常工作的方式从调光器开关10引出电流。

[0030] LED灯300基于调光输入信号25控制LED的调光以实现所期望的调光。LED灯300以遍布调光范围减少或消除LED的可感知闪烁的方式控制调光，并且将使得LED亮度在到调光器开关10的调光器输入信号25被调节时快速且平滑地进行响应。

[0031] LED灯300的实施例包括输入滤波器304、桥式整流器306、升压电路320、LED控制器310、电流调节器330以及一个或多个LED302。

[0032] 输入滤波器304(例如，RL滤波器)对灯输入电压84进行滤波。这些滤波器304通过限制电磁干扰(EMI)和起动电流而有助于减少噪声。桥式整流器306从经滤波的灯输入电压84生成经整流的输入电压112。升压电路320是AC-DC转换器，其接收经整流的输入电压112并基于来自LED控制器310的升压控制信号BDRV生成DC升压电压V_{BOOST}。升压电路320还向LED控制器310提供感应输入电压VINS和感应升压电流信号BISNS。如下文将要描述的，这些信号被LED控制器310用来有效地控制升压电路320。

[0033] 在一个实施例中，升压电路320包括电阻器R1、R2和Rb，电感Lb、二极管D1和D2、开

关Qb、输入电容器C1和输出电容器C2。电感Lb在开关Qb导通时存储来自整流输入电压112的(跨电容器C1存储的)功率并且在升压开关Qb断开时向电流调节器330释放(跨电容器C2存储的)功率。二极管D1串联耦合在电感Lb和电流调节器330之间,并且在开关Qb断开时将来自升压电感Lb的功率提供给电源转换器330。升压电阻器Rb与升压开关Qb串联耦合并且在开关Qb导通时消耗来自电感Lb的功率。二极管D2耦合在整流输入电压112和电流调节器330之间,并且在V_{BOOST}低于整流输入电压112时(通常在启动状况期间)对电容器C2进行充电。电阻器R1和R2形成分压器以提供表示整流输入电压112的感应电压VINS。此外,跨电阻器Rb的反馈电压BISNS表示通过Qb的感应电流。开关Qb由开关控制信号BDRV进行控制以基于反馈信号BISNS、VINS以将电源电压V_{BOOST}有效地传递到电源转换器330的方式对Qb的基极电流进行控制。升压晶体管Qb被显示为双极结晶体管(BJT),但是在其它实施例中,驱动晶体管Qb可以是金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)。

[0034] 电流调节器330接收来自升压电路320的升压DC电压V_{BOOST}以及来自LED控制器310的控制信号FDRV。基于这些信号,电流调节器330对通过LED302的电流进行调节。电流调节器330可以采用脉冲宽度调制(PWM)和/或恒定电流控制来实现用于LED302的目标光输出强度。在一个实施例中,电流调节器330包括反激式转换器以对通过LED302的电流进行调节。

[0035] 在一个实施例中,电流调节器330包括变压器T1、开关Q1(例如,MOSFET晶体管)、电阻器Rs、R3和R4、二极管D3以及输出电容器C3。

[0036] 变压器T1在开关Qc导通时存储来自升压电压Vboost的功率并且在开关Qc断开时经由二极管D3向LED302释放(跨电容器C3存储的)功率。电阻器R3、R4被部署在分压器配置中以产生反馈电压FVSNS,其表示跨变压器T1的辅助绕组的电压。电压FISNS以跨感应电阻器Rs的电压的形式表示通过T1的初级绕组的初级电流。基于反馈信号FVSNS、FISNS,LED控制器310生成驱动信号FDRV以控制电流调节器320的开关以有效地控制到LED302的功率。

[0037] 在一个实施例中,LED控制器310控制电流调节器330以实现恒定电流操作,其中保持基本上恒定的电流通过LED302。通过LED302的输出电流与电流感应电阻器Rs上的峰值电压(由FISNS表示)和变压器T1的重置时间的乘积成正比。变压器T1的重置时间是开关Q1断开和变压器辅助电压(由FSNS表示)的下降沿之间的时间。在一个实施例中,LED控制器310使用恒定电流控制来实施峰值电流开关以通过感应电压FISNS对通过T1的初级绕组的初级电流Ip进行 限制并且在FISNS超过阈值Vipeak时断开开关Q1。LED控制器310还在电流调节器330的每个开关周期结束时对电压FVSNS进行采样以测量变压器T1的重置时间。通过与前一周期中所测量的变压器T1的重置时间成反比地调节阈值Vipeak来保持恒定电流调节。在2008年10月28日被授权的题为“On-time Control for Constant Current Mode in a Flyback Power Supply”的美国专利第7,443,700号中更详细地描述了恒定电流控制操作的示例实施例。

[0038] LED控制器

[0039] LED控制器310接收感应输入电压VINS和各个反馈信号BISNS、FISNS、FVSNS,并且生成输出控制信号BDRV和FDRV以分别控制升压电路320和电流调节器330的开关以便实现LED302的所期望的调光。此外,LED控制器310进行操作以控制开关,以便减少或消除可感知闪烁并且确保所感知的LED亮度将快速且平滑地对调光开关进行响应。

[0040] 图4示出了LED控制器310的示例实施例。LED控制器310包括调光器检测单元410、

调光处理单元420、升压电路和电流调节器控制单元430、电源控制状态机440以及带宽控制模块450。

[0041] 调光器检测单元410基于表示调光器开关输出的VINS检测用以施加到LED302的调光量。在一个实施例中，调光器检测单元410包括相位检测器415，其接收表示经整流的调光器电压的感应输入电压VINS并且生成表示在感应输入电压VINS中所检测的(如果有)相位调制量(例如，在0和100％之间)的调光相位信号phase_out。

[0042] 调光处理单元420接收调光相位信号phase_out并且生成表示用于控制LED亮度的调光比的调光比信号dim_out。例如，在一个实施例中，调光比表示传递到LED302以实现所期望的调光的功率的部分。因此，当调光比＝1时，LED控制器310产生控制信号以控制升压电路320和电流调节器330以使得向LED302输出100％的可用功率。当调光比＝0.1时，LED控制器310产生控制信号以向LED302 输出10％的可用功率。在一个实施例中，调光处理单元420将phase_out映射到dim_out以使得LED灯300在其对调光控制信号25的光度响应方面表现得类似于白炽灯。因此，例如，如果调光器开关10被设置为50％调光，则LED控制器310将对通过LED302的电流进行控制以使得LED输出其最大输出光度的50％。此外，如以下将要描述的，调光处理单元420根据操作状况自适应地对调光比信号进行滤波以便提供没有大量的可感知闪烁的平滑响应。调光比信号dim_out被升压电路和电流调节器控制单元430用来基于反馈信号BISNS、FISNS、FVSNS生成适当的驱动信号BDRV、FDRV以实现所期望的调光。

[0043] 在一个实施例中，调光处理单元420包括调光曲线映射单元422和映射滤波器424。调光曲线映射单元422基于LED灯300的光度曲线而将调光相位信号phase_out映射至经预先滤波的调光比信号426。图5中示出了由调光曲线映射单元422所执行的映射的实施例。如图5中可以看到的，映射是非线性的并且在中部范围更陡峭(即，相位调制的微小变化将会导致传递到LED302以实现所期望的调光的功率部分的大幅变化)，并且在极点处更平缓(即，相位调制的大幅变化将仅仅导致传递到LED302以实现所期望的调光的功率部分的微小变化或者不会导致其变化)。

[0044] 再次参考图4，由映射滤波器424对经预先滤波的调光比426进行滤波，映射滤波器424具有基于LED灯300的当前操作状况进行自适应调节的带宽。映射滤波器424的带宽与群延时相关，群延时定义了通过滤波器424的延迟并且因此控制滤波器424对经预先滤波的调光比426的变化特性的响应时间。映射滤波器424的较窄的带宽将具有通过映射滤波器424的较大群延时。例如，在映射滤波器424的一个实施例中，当带宽增加两倍时群延时减少一半。基于操作状况，可能期望改变噪声抑制(即，更窄的滤波器带宽)和响应时间(即，更宽的滤波器带宽)之间的权衡。

[0045] 在一个实施例中，带宽控制单元450检测LED灯300的操作状 况并且基于所检测的状况对映射滤波器424的带宽进行配置。例如，在一个实施例中，带宽控制单元450检测LED灯300是否在以下状况之一中进行操作：(1)稳定操作(当调光器开关10没有被调节时)，(2)主动操作(当调光器开关10被调节时)，(3)启动操作(当电源导通时的状况)。带宽控制单元450使用以下进一步详细描述的技术基于从电源控制状态机440所接收的启动信号452、经预先滤波的调光信号426和调光输出信号dim_out来检测操作状况。

[0046] 在启动状况期间，LED控制器310没有关于调光器相位状况的初始知识。因此，在启动状况期间，期望低的DC群延时。因此，映射滤波器424被配置以相对宽的带宽(例如，第一

预定带宽)以使得控制器310能够快速确定调光器相位角并且输送适当的LED亮度。

[0047] 在稳定操作期间,因为调光器开关没有被调节,所以响应时间没有噪声抑制重要。在稳定操作期间,如果不进行适当滤波,则可能出现可导致LED输出的可感知闪烁的低频噪声。人眼对于低频范围(大约50Hz或更低)内的LED电流纹波的效果特别敏感。例如,这样的噪声可能基于(1)来自升压电路320和电流调节器330(例如,在1kHz至240kHz的频率范围内操作);(2)来自AC线路的浪涌(surge)和骤降(sag);以及/或者(3)来自调光器开关的ON/OFF切换的开关噪声而存在。为了有效减小或消除该噪声,滤波器在稳定调光状况期间被配置以相对窄的带宽(例如,第二预定带宽)。

[0048] 在主动调光器操作期间,滤波器进行操作以对调光比变化进行平滑以使得当调光器被调节时LED亮度存在平滑响应。如图5中所看到的,从调光器相位phase_out到调光器比率dim_out的映射是非线性的并且在范围的低端和高端具有比在范围的中部更低的斜率。因此,映射滤波器424将平滑调光器响应以在调光曲线的低/高与中间范围之间提供更一致的操作。在一个实施例中,滤波器带宽因此被配置为在主动操作期间相对宽(例如,第三预定带宽)以允许其快速地响应调光器开关10。主动操作期间的带宽可以类似于启动状况期间使用的第一预定带宽,或者可以比第一预定带宽稍窄,但是仍然比稳定调 光状况期间所使用的第二预定带宽更宽。

[0049] 在另一个实施例中,主动操作被划分为两个子操作之一:正常主动操作或快速主动操作。正常主动操作在调光器以正常速率(例如,高于调光器位置的第一阈值变化率并且低于其第二阈值变化率)被调节时出现,并且映射滤波器424的带宽被配置为相对宽(例如,第三预定带宽)。快速主动操作在调光器以快速速率(例如,诸如在调光器开关被快速地上下切换时高于调光器位置的阈值变化率)被调节时出现。这里,滤波器的带宽被配置为具有甚至比正常主动操作更宽的带宽(例如,第四预定带宽)。例如,在一个实施例中,快速主动操作下的带宽被配置为和可允许以最小化群延时的带宽一样宽。

[0050] 在一个实施例中,映射滤波器424被实施为第一阶无限冲激响应(IIR)低通滤波器,其对于所检测的不同操作状况具有如下相关的带宽和群延时数据:

[0051]

所检测的状况	带宽(Hz)	DC群延时(ms)
启动	2.5	52.8
稳定	1	132
正常主动	2	66
快速主动	最大	最小

[0052] 在备选实施例中,可以在不同的操作状况中使用不同的带宽。

[0053] 电源控制状态机440基于从调光器检测单元410和/或调光处理器420所接收的信号来确定LED控制器是否在启动状况下进行操作。电源控制状态机向带宽控制单元450发送启动状况信号452,启动状况信号452指示LED灯的状态为启动状态或者为正常操作状态。电源控制状态机440还经由连接462、464向调光器检测单元410、调光器处理单元420以及升压和电流调节器控制单元430发送启动状况信号。该信息可以被各个单元410、420、430用来更准确地在启动状况下进行操作。

[0054] 当带宽控制单元450检测到启动状况信号452时,带宽控制单元450经由映射滤波

器控制信号454而将映射滤波器424设置为具有用于启动状况的适当带宽(例如,第一预定带宽)。否则,如果没有检测到启动状况,则带宽控制单元450监视经预先滤波的调光比信号426和经后滤波的调光比信号dim_out。当经预先滤波的调光比信号426和dim_out之间的差很小(例如,低于第一预定义阈值)时,带宽控制单元450确定LED控制器300处于稳定操作状况。否则,当该差因为调光比在当前样本和前一个样本之间明显地变化而很大时,带宽控制单元450确定LED控制器300处于主动操作状况。如果调光比变化非常快(例如,高于比第一阈值更高的第二阈值变化率),则带宽控制单元450确定LED控制器300在快速主动操作状况下进行操作。带宽控制单元450继而经由控制信号454基于所检测的状况对映射滤波器454的带宽进行调节(例如,调节至第四预定带宽)。

[0055] 可以使用多种不同的方法来调节映射滤波器424的带宽。在一个实施例中,通过经由映射滤波器控制信号454控制滤波器采样率来调节映射滤波器的带宽。以下表格是在各种操作状况下采样率变化的示例。在该表格中,以下1X意味着采样率是AC线路频率的一半,“再充电”意味着滤波器被配置为具有尽可能宽的带宽(例如,最大带宽配置)。例如,在最大带宽配置中,滤波器424的内部寄存器(例如,存储器单元)可以被设置为跟随到滤波器424的输入值。这有效地旁路掉了滤波器,因此具有非常宽的带宽的效果。

[0056]

	启动	主动操作		稳定操作
		正常	快速	
映射滤波器	2.5X	2X	再充电	1X

[0057] 在备选实施例中,可以作为替代通过改变滤波器系数、切换滤波器类型或者多种技术的组合来调节带宽。

[0058] 可以例如使用数字电路、模拟电路或者数字电路和模拟电路的 组合来实施图4中所示出的LED控制器。此外,LED控制器310的一个或多个组件可以被实施为存储用于由处理器(例如,微处理器或微控制器)执行的指令的非瞬态的计算机可读存储介质。

[0059] 图6示出了用于基于LED灯300的操作状况调节自适应滤波器424的带宽的过程的实施例。LED控制器310确定602LED灯300的启动状态为处于启动状况还是正常操作状况。响应于检测到启动状况,自适应滤波器424被配置604为具有适用于启动状况的(例如,为了快速响应时间而相对宽的)第一预定带宽。否则,LED控制器310确定606所期望的调光量的变化率。LED控制器继而将该变化率与第一阈值进行比较608。响应于该变化率没有超过第一阈值变化率,LED控制器310确定LED灯300在稳定状况下进行操作并且配置610自适应滤波器424以具有适用于稳定状况的第二预定带宽。该第二预定带宽通常比第一预定带宽窄(例如,2-2.5倍)以便提供改善的噪声抑制。响应于该变化率超过第一阈值变化率,LED控制器310将该变化率与高于第一阈值(即,更快的变化率)的第二阈值进行比较612。响应于该变化率没有超过第二阈值变化率,LED控制器310确定LED灯在正常主动状况下进行操作,并且配置614自适应滤波器424以具有适用于正常主动状况的第三预定带宽。该第三带宽通常比第二预定带宽宽(例如,2-2.5倍)并且可以类似于或稍窄于第一预定带宽。响应于该变化率超过第二阈值变化率,LED控制器310确定LED灯在快速主动状况下进行操作并且配置616自适应滤波器424以具有适用于快速主动状况的第四预定带宽。该第四预定带宽通常比第一

预定带宽、第二预定带宽和第三预定带宽更宽并且在一个实施例中和可由自适应滤波器424所允许的一样宽。

[0060] 通过阅读本公开内容，本领域技术人员将会意识到还有用于使用自适应滤波器对LED灯的调光进行控制的另外的备选设计。因此，虽然已经示出并描述了本发明的特定实施例和应用，但是所要理解的是，本发明并不局限于这里所公开的确切的构造和组件，并且可以在这里所公开的本发明的方法和装置的部署、操作和细节方面做出对于 本领域技术人员而言将是显而易见的各种修改、改变和变化而不背离本发明的精神和范围。

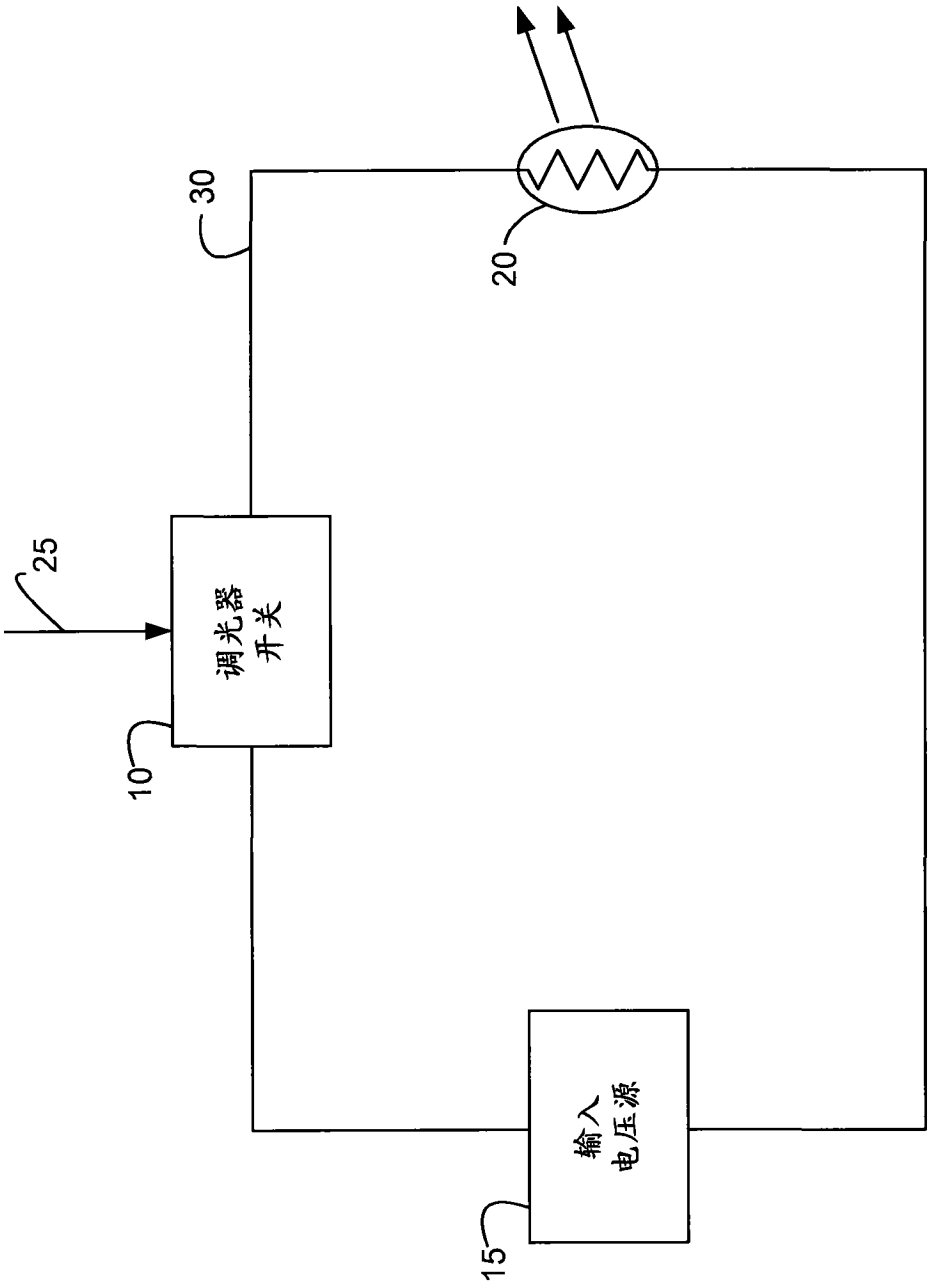


图1

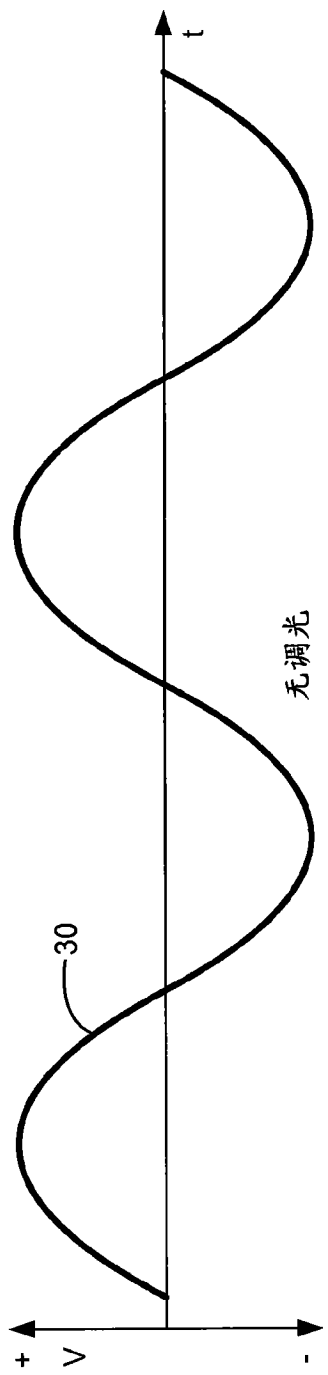

+
V
-
30
t
无调光

图 2A

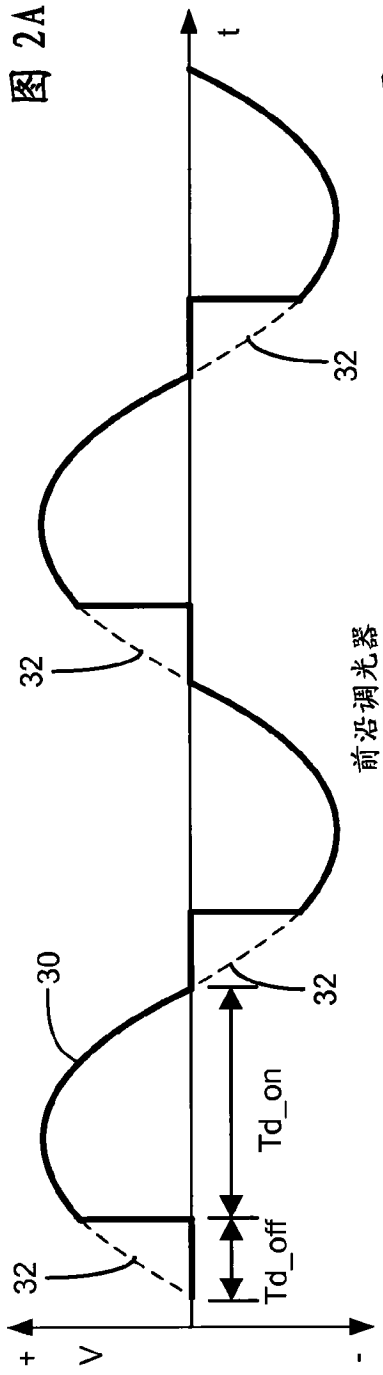

+
V
-
30
32
32
32
Td_on
Td_off
t
前沿调光器

图 2B

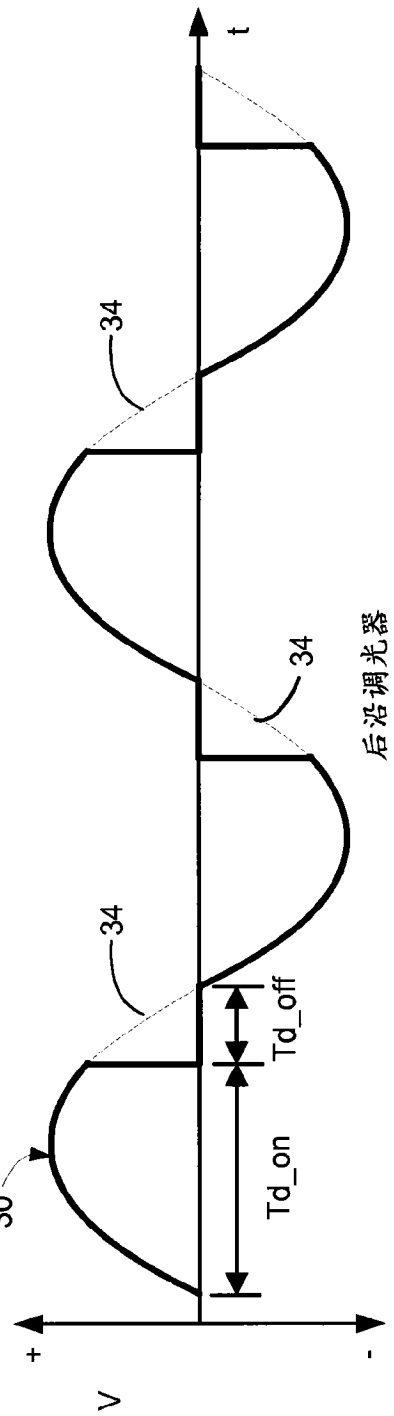

+
V
-
30
34
34
34
Td_on
Td_off
t
后沿调光器

图 2C

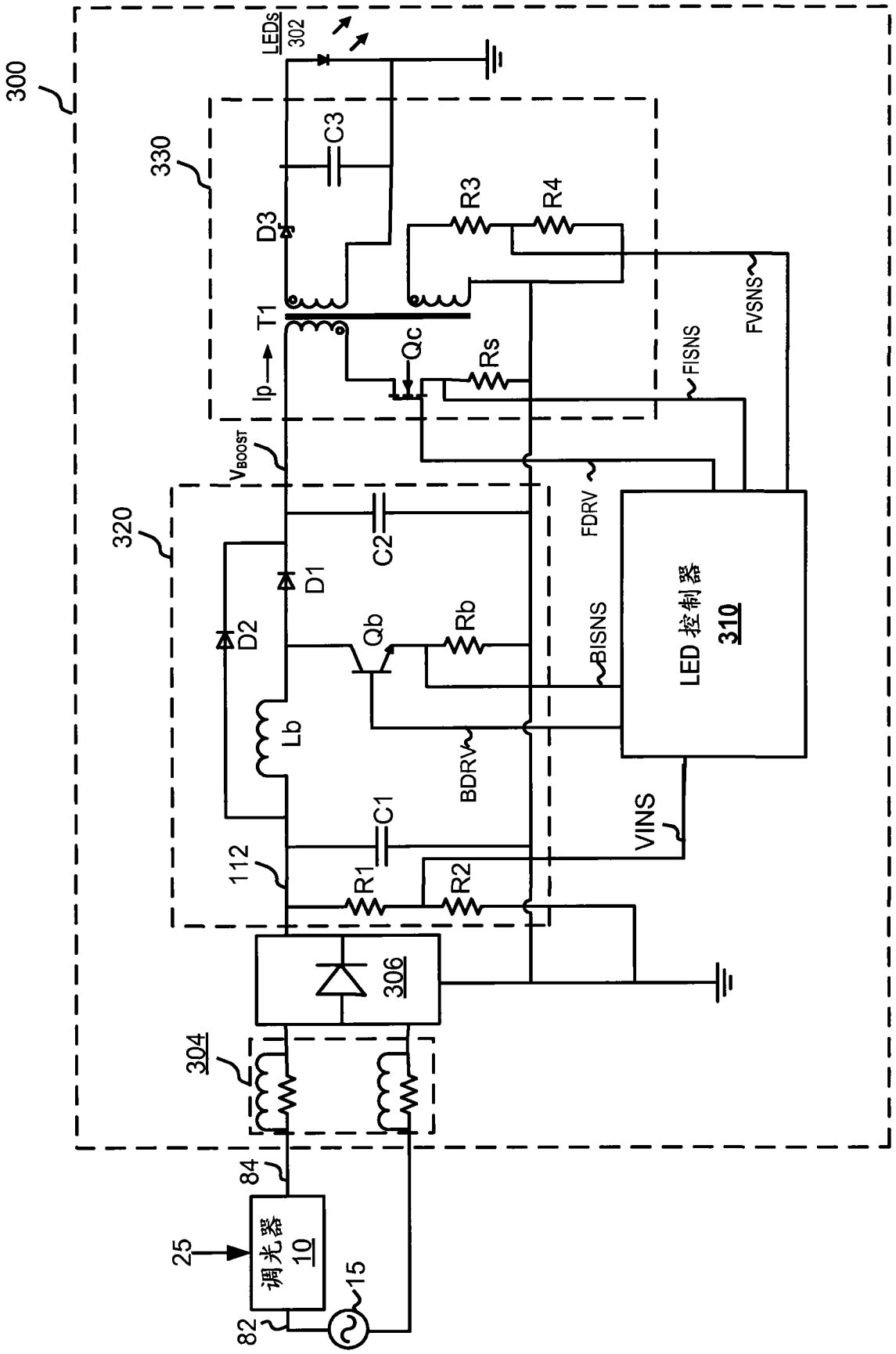

300
330
320
LEDs
302
C3
D3
T1
Ip
Qc
Rs
R3
R4
FVSNS
FISNS
VBOOST
FDRV
C2
D1
D2
Qb
Rb
BISNS
LED 控制器
310
Lb
BDRV
C1
VINS
112
R1
R2
306
304
84
25
调光器
10
15
82

图3

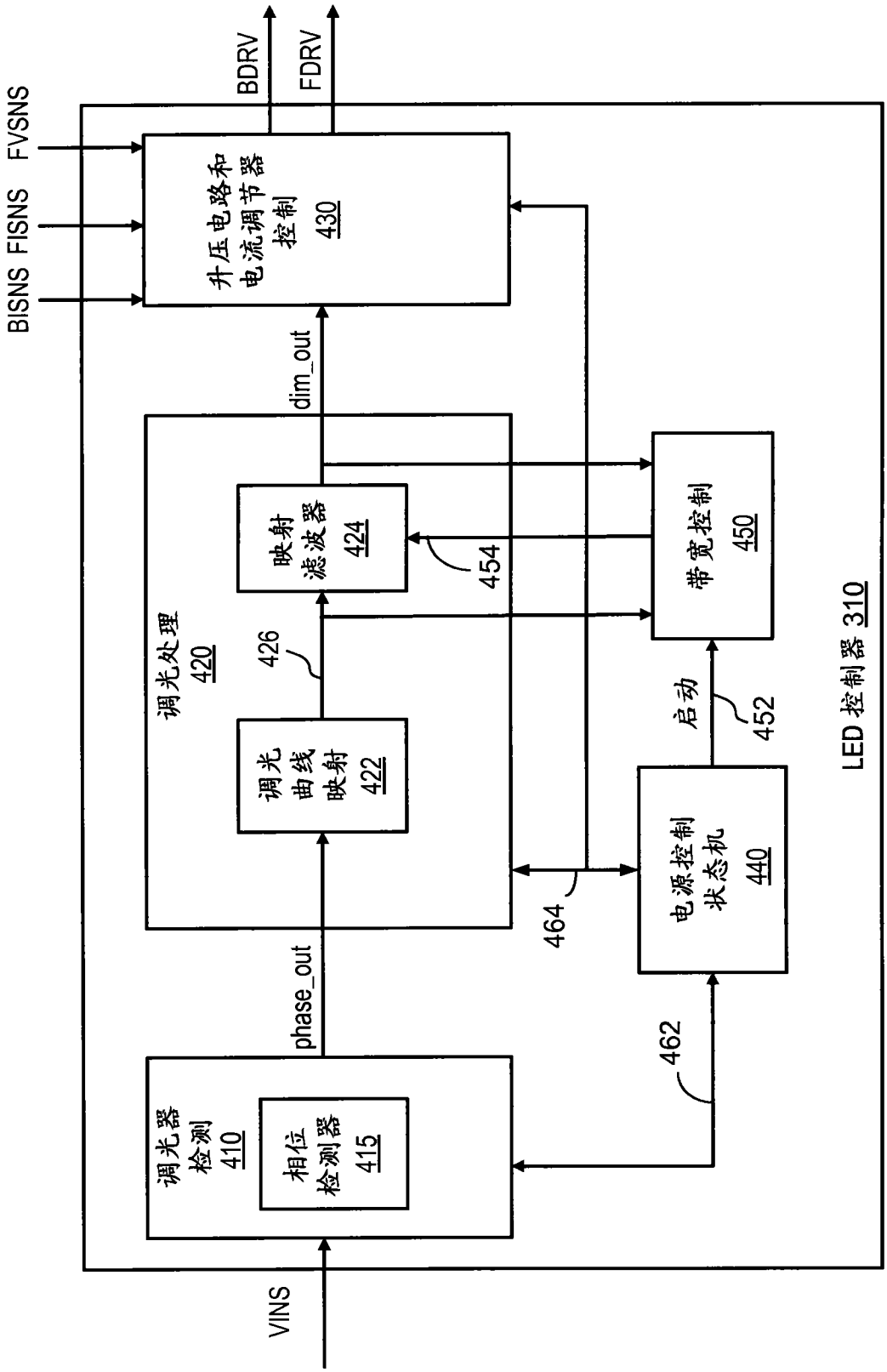

BISNS
FISNS
FVSNS
BDRV
FDRV
升压电路和电流调节器控制 430
dim_out
调光处理 420
映射滤波器 424
454
426
调光曲线映射 422
带宽控制 450
启动
452
电源控制状态机 440
464
phase_out
462
调光器检测 410
相位检测器 415
VINS
LED 控制器 310

图4

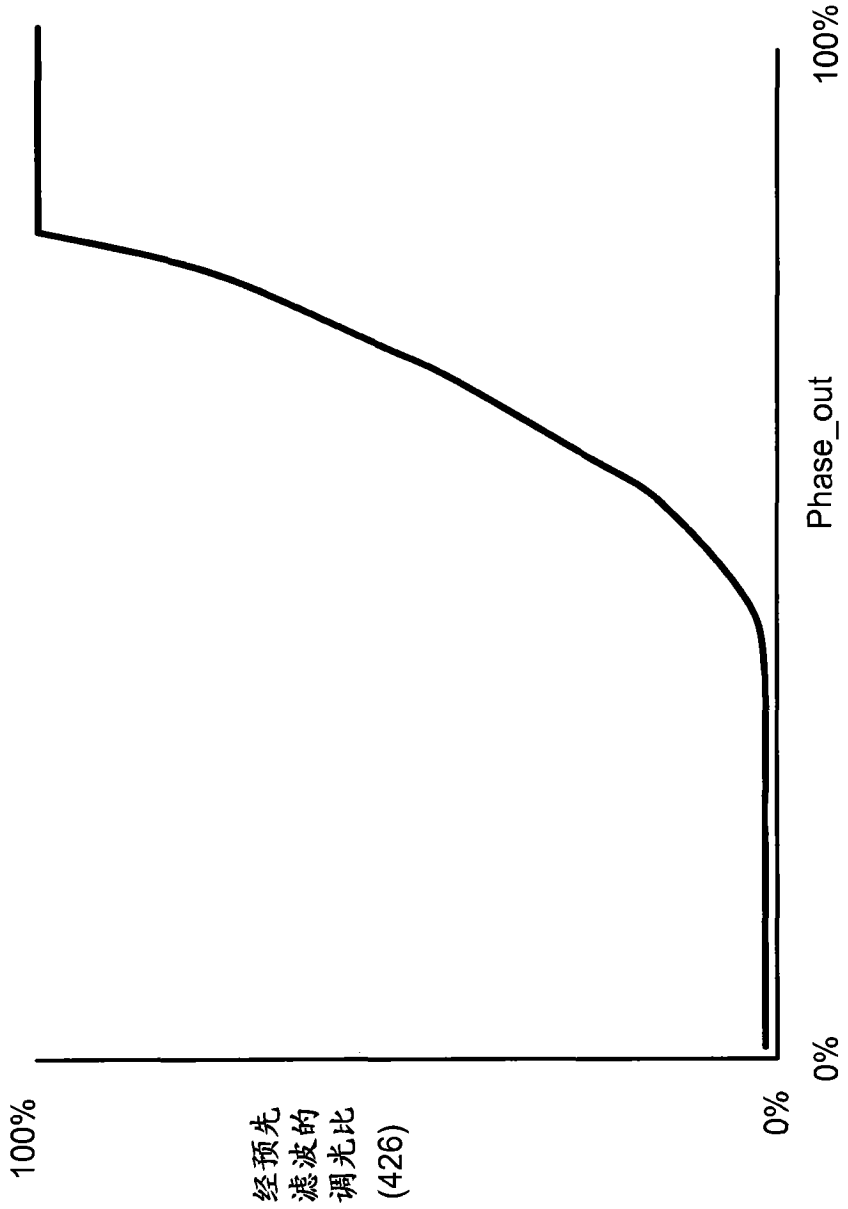


图5

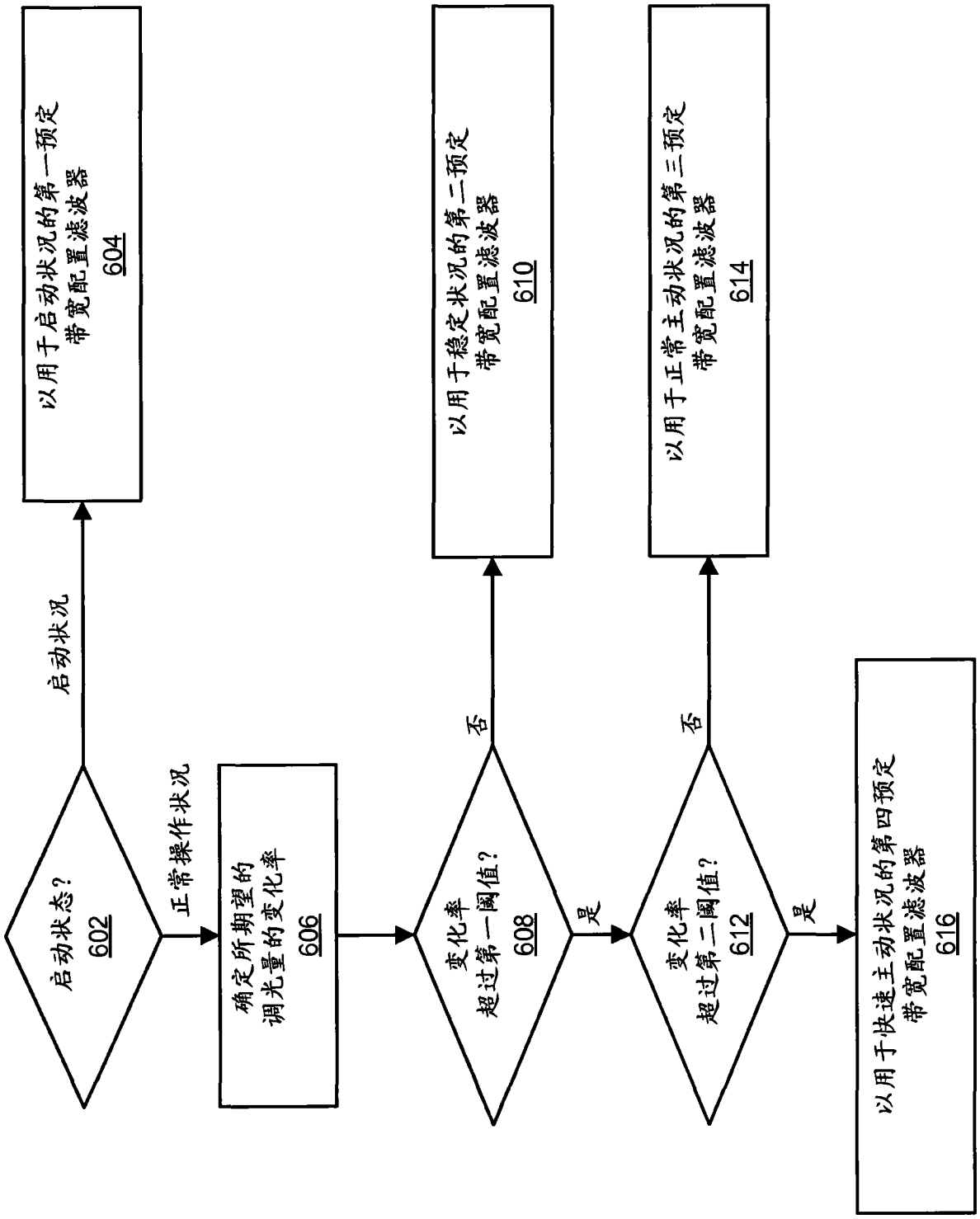

启动状态？
602
启动状况
以用于启动状况的第一预定
带宽配置滤波器
604
正常操作状况
确定所期望的
调光量的变化率
606
变化率
超过第一阈值？
608
否
以用于稳定状况的第二预定
带宽配置滤波器
610
是
变化率
超过第二阈值？
612
否
以用于正常主动状况的第三预定
带宽配置滤波器
614
是
以用于快速主动状况的第四预定
带宽配置滤波器
616

图6