



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103270681 A

(43) 申请公布日 2013.08.28

(21) 申请号 201180053501.0

(22) 申请日 2011.11.04

(30) 优先权数据

61/410,168 2010.11.04 US

13/290,003 2011.11.04 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013.05.06

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/059460 2011.11.04

(87) PCT申请的公布数据

WO2012/061782 EN 2012.05.10

(71) 申请人 塞瑞斯逻辑公司

地址 美国德克萨斯州

(72) 发明人 约翰·L·梅兰松 埃里克·J·金

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

代理人 余刚 吴孟秋

(51) Int. Cl.

H02M 3/00(2006.01)

H05B 33/08(2006.01)

H05B 37/02(2006.01)

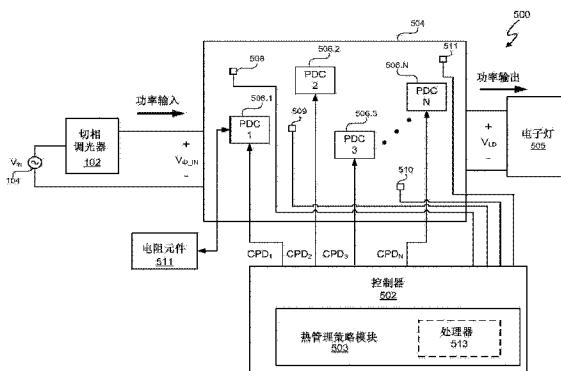
权利要求书2页 说明书18页 附图19页

(54) 发明名称

利用多个受控功率耗散电路在照明系统中的热管理

(57) 摘要

一种照明系统包括控制器,所述控制器配置为通过利用多个功率耗散电路分配照明系统中的过剩能量来对照明系统进行热管理。在至少一个实施方式中,所述照明系统是切相兼容可调光照明系统,具有选自至少一个发光二极管及至少一个紧凑型荧光灯组成的组中的一个或多个光源。在至少一个实施方式中,所述控制器配置为根据热管理策略控制多个功率耗散电路以便消耗切相兼容可调光照明系统中的多余能量。特定热管理策略是设计选择的问题。功率分配电路包括受控开关路径功率耗散电路、受控连接路径功率耗散电路及受控回扫路径功率耗散电路中的两个或更多的电路。



CN 103270681 A

1. 一种装置,包括:

控制器,被配置为根据热管理策略控制多个功率耗散电路以耗散切相兼容可调光照明系统中的过剩能量,所述切相兼容可调光照明系统具有选自至少一个发光二极管及至少一个紧凑型荧光灯组成的组中的一个或多个光源。

2. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述功率耗散电路包括选自受控开关路径功率耗散电路、受控连接路径功率耗散电路及受控回扫路径功率耗散电路组成的组中的两个或更多的功率耗散电路。

3. 根据权利要求2所述的装置,其中,所述受控开关路径功率耗散电路被配置为在受控功率耗散阶段至少通过开关功率变换器的升压开关耗散过剩能量,并且所述受控功率耗散阶段出现在所述开关功率变换器的充电阶段开始之后且后继回扫阶段结束之前。

4. 根据权利要求2所述的装置,其中,所述受控连接路径功率耗散电路被配置为耗散过剩能量以耗散开关功率变换器的连接路径中的功率。

5. 根据权利要求2所述的装置,其中,所述受控回扫路径功率耗散电路被配置为在受控功率耗散阶段至少通过回扫开关耗散过剩能量,并且受控功率耗散阶段出现在开关功率变换器的充电阶段开始之后且后继回扫阶段结束之前。

6. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述过剩能量包括由开关功率变换器接收的、大于要提供给与所述开关功率变换器耦接的负载的能量量的能量。

7. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述功率耗散电路中的至少一个包括在开关功率变换器中。

8. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述功率耗散电路包括在功率变换电路中。

9. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述控制器被进一步配置为响应于在所述照明系统中的观察到的事件并根据所述热管理策略将功率耗散动态分配给所述功率耗散电路。

10. 根据权利要求1所述的装置,其中,一个或多个所述观察到的事件选自局部温度测量结果及各个功率耗散电路的活动性组成的组。

11. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述控制器被进一步配置为根据所述热管理策略以预设方式将功率耗散分配给所述功率耗散电路。

12. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述控制器包括接收热管理策略数据的至少一个端子,其中所述热管理策略数据至少部分确立所述热管理策略。

13. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述控制器被进一步配置为从多个热传感器接收温度数据以根据热管理策略控制所述多个功率耗散电路,所述热管理策略包括根据所述温度数据将功率耗散分配给所述功率耗散电路。

14. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述热管理策略数据是特定类型的照明系统所特有的。

15. 一种方法,包括:

根据热管理策略控制多个功率耗散电路以耗散切相兼容可调光照明系统中的过剩能量,所述切相兼容可调光照明系统具有选自至少一个发光二极管及至少一个紧凑型荧光灯组成的组中的一个或多个光源。

16. 根据权利要求15所述的方法,其中,所述功率耗散电路包括选自受控开关路径功率耗散电路、受控连接路径功率耗散电路及受控回扫路径功率耗散电路组成的组中的两

个或更多功率耗散电路。

17. 根据权利要求 16 所述的方法,进一步包括:

在受控功率耗散阶段控制所述受控开关路径功率耗散电路的升压开关以耗散至少一部分过剩能量,并且所述受控功率耗散阶段出现在所述开关功率变换器的充电阶段开始之后且后继回扫阶段结束之前。

18. 根据权利要求 16 所述的方法,进一步包括:

控制所述连接路径功率耗散电路以耗散开关功率变换器的连接路径中的至少一部分过剩能量。

19. 根据权利要求 16 所述的方法,进一步包括:

在受控功率耗散阶段控制所述回扫路径功率耗散电路以至少通过回扫开关耗散过剩能量,并且所述受控功率耗散阶段出现在所述开关功率变换器的充电阶段开始之后且后继回扫阶段结束之前。

20. 根据权利要求 15 所述的方法,其中,所述过剩能量包括由开关功率变换器接收的、大于要提供给与所述开关功率变换器耦接的负载的能量量的能量。

21. 根据权利要求 15 所述的方法,其中,所述功率耗散电路中的至少一个包括在开关功率变换器中。

22. 根据权利要求 15 所述的方法,其中,所述功率耗散电路包括在功率变换电路中。

23. 根据权利要求 15 所述的方法,进一步包括:

响应于在所述照明系统中的观察到的事件并根据所述热管理策略将功率耗散动态分配给所述功率耗散电路。

24. 根据权利要求 15 所述的方法,其中,一个或多个所述观察到的事件选自自由局部温度测量结果及各个功率耗散电路的活动性组成的组。

25. 根据权利要求 15 所述的方法,进一步包括:

根据所述热管理策略以预设方式将功率耗散分配给所述功率耗散电路。

26. 根据权利要求 15 所述的方法,其中,所述控制器包括接收热管理策略数据的至少一个端子,其中所述热管理策略数据至少部分确立所述热管理策略。

27. 根据权利要求 15 所述的方法,进一步包括:

从多个热传感器接收温度数据以根据热管理策略控制所述多个功率耗散电路;以及根据所述温度数据将功率耗散分配给所述功率耗散电路。

28. 根据权利要求 15 所述的方法,其中,所述热管理策略数据是特定类型的照明系统所特有的。

29. 一种装置,包括:

构件,用于根据热管理策略控制多个功率耗散电路以耗散切相兼容可调光照明系统中的过剩能量,所述切相兼容可调光照明系统具有选自至少一个发光二极管及至少一个紧凑型荧光灯组成的组中的一个或多个光源。

利用多个受控功率耗散电路在照明系统中的热管理

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请根据 35U. S. C. § 119(e) 和 37C. F. R. § 1. 78 要求于 2010 年 11 月 4 日提交的申请号为 61/410, 168 的美国临时申请的利益, 该临时申请通过引用全部并入本文。本申请根据 35U. S. C. § 120 和 37C. F. R. § 1. 78 要求于 2011 年 11 月 4 日提交的申请号为 13/290, 003 的美国申请的利益, 该申请通过引用全部并入本文。

技术领域

[0003] 本发明总体涉及电子学领域, 更具体地涉及在照明系统中利用多个受控功率耗散电路提供热管理的方法及系统。

背景技术

[0004] 节能技术的开发及利用对包括许多公司及国家的多需实体来说仍然受到高度关注。感兴趣的一个领域是用更节能的灯比如基于电子光源的灯来替代白炽灯。对于本说明书, 电子光源是发光二极管(LED) 或紧凑型荧光灯(CFL)。如随后结合图 4 的描述, 电子光源每流明的光输出所用的能量明显少于白炽灯。换句话说, 对于给定量的能量, LED 和 CFL 都比白炽灯更亮。

[0005] 开发基于电子光源的灯有不少挑战。一个挑战是开发与现有基础设施兼容的基于电子光源的灯。另一个挑战是在基于电子光源的灯中散热。以下讨论侧重于基于 LED 的照明系统, 但也适用于基于 CFL 的照明系统及基于 LED 及 CFL 组合的照明系统。

[0006] 图 1 示出了至少与现有基础设施具有兼容性的示例性的基于 LED 的灯 100。灯 100 包括设计为与现有白炽灯座兼容的螺纹体 102。在其他实施方式中, 灯 100 仅仅具有 2 线或 3 线连接器(未示出)。灯 100 从电压源 104 接收功率。电压源 104 提供输入电源电压 V_{IN} , 该电源电压例如是美国标称 60Hz/110V 的线路电压, 或欧洲标称的 50Hz/220V 线路电压。调光器 102 对输入电源电压 V_{IN} 的进行相位切割以生成切相输入电压(phase cut input voltage) V_{ϕ_IN} 。白炽灯直接根据切相输入电压 V_{ϕ_IN} 进行操作。然而, LED108 根据大致恒定的输出电压 V_{LD} 进行操作并吸取(draw, 消耗) 大致恒定的电流 i_{LED} 以达到指定亮度。

[0007] 灯 100 包括功率变换电路 110, 该功率变换电路 110 用于将切相输入电压 V_{ϕ_IN} 及调光器输入电流 i_{DIM} 转换为 LED108 所使用的输出电压 V_{LD} 及输出电流 i_{LED} 。功率变换电路 110 包括接口 112, 用于对切相输入电压 V_{ϕ_IN} 进行整流处理并提供电磁干扰(EMI)保护。升压型开关功率变换器 114 将切相输入电压 V_{ϕ_IN} 转换为调节后的大致恒定的连接电压(link voltage) V_{LINK} 。变压器电路 116 将连接电压 V_{LINK} 转换为输出电压 V_{LD} 。功率变换电路 110 还包括用于控制开关功率变换器 114 及变压器电路 116 进行的功率变换的控制器 118。透镜 120 包围 LED108 以便进行保护和光扩散。

[0008] LED108 发热, 并且热量会劣化并缩短 LED108 的使用寿命。为了帮助管理 LED108 产生的热量, 灯 100 包括围绕 LED108 并提供传导冷却的散热器 122。

[0009] 功率变换电路 110 在操作过程中也发热。灯 100 的许多组件变成静态热源。另外,

在某些情况下,如随后更详细的讨论,至灯 100 的功率输入大于 LED108 的功率输出需求加上任何固有功率损耗。开关功率变换器(switching power converter)将从电源(比如电压源)接收的功率转换为适用于负载的功率。从电压源 104 接收的功率被称为“功率输入(Power IN)”,提供给 LED108 的功率被称为“功率输出(Power OUT)”。所有开关功率变换器因非理想组件特性而存在一些固有功率损耗。此等固有功率损耗倾向于最小化以便提高开关功率变换器的效率。固有功率损耗在本文中用“ P_{INH} ”表示。在某些场景中,提供给开关功率变换器的功率的量可以超过由开关功率变换器提供给负载的功率的量,即,功率输入 > 功率输出 + P_{INH} 。当功率输入大于功率输出 + P_{INH} 时,升压开关功率变换器 114 利用无源功率耗散电阻器 126 被动地耗散过剩能量。

[0010] 包括低功率灯(比如一个或多个发光二极管(LED))的可调光照明系统代表当至开关功率变换器的功率输入可以大于开关功率变换器的功率输出 P_{INH} 时的一种情形。在该示例性情形下,开关功率变换器通过基于交流用三极管(“三端双向可控硅开关(triac)”)的调光器接收电流。一旦基于 triac 的调光器开始在交流(“AC”)电源电压的周期导通以防止 triac 在电源电压的周期中间(mid-cycle)不利地、过早地断开,开关功率变换器吸取被称为“保持电流”的最小电流。只要至开关功率变换器的输入电流大于或等于保持电流,基于 triac 的调光器不应过早断开。对于前沿调光器(leading edge dimmer)来说,当调光器开始导通并在到达电源电压的零交叉(zero crossing)之前停止导通时出现过早断开。过早断开可能会导致照明系统出问题,比如闪烁、不稳定。

[0011] 因此,为了防止基于 triac 的调光器过早断开,至开关功率变换器的最小功率输入等于至开关功率变换器的保持电流(“ i_{HOLD} ”)乘以输入电压“ V_{IN} ”。传统的基于 triac 的调光器设计为给白炽灯泡供电。对于所需的调光水平,白炽灯泡通常会消耗至少等于所有可用调光水平的保持电流的电流。然而,其他灯,比如 LED 就功率与光输出而言比白炽灯泡更有效,并因此提供等量光输出,同时利用比白炽灯泡小的功率。因此,具有 LED 的照明系统利用的功率及电流通常比白炽灯泡少。为了在照明系统吸取的功率输入比照明系统固有耗散多并且作为功率输出提供给灯时平衡功率,照明系统使用一个或多个无源电阻器来内部耗散过剩功率。

[0012] 因此,除了在正常操作过程中由灯 100 产生的热量之外,灯 100 还耗散由功率输入与功率输出 + P_{INH} 之差表示的热量形式的过剩能量。功率变换电路 110 包括用于以热形式耗散过剩能量的功率耗散电阻器 126。功率变换电路 110 通常由稳定材料 124 比如灌注胶 124 包围,以便提供结构支持。然而,灌注胶往往会使功率变换电路 110 热绝缘。因此,由包括功率耗散电阻器 126 的功率变换电路 110 耗散的能量往往会保持静态集中。

[0013] 图 2、图 3、图 4 更详细地描述了照明系统中的功率变换电路。图 2 描述了包括前沿切相调光器 202 的照明系统 200。图 3 示出了与照明系统 200 相关联的理想的示例性电压曲线图 300。参照图 2 及图 3,照明系统 200 从电压源 104 接收 AC 电源电压 V_{IN} 。前沿调光器 102 相位切割电源电压 V_{IN} 的各个半个周期的前沿,比如前沿 304 及 306。由于电源电压 V_{IN} 的各个半个周期是输入电源电压 V_{IN} 的 180 度,因此前沿调光器 202 以大于 0 度小于 180 度的角度相位切割电源电压 V_{IN} 。通常情况下,前沿调光器 202 的电压相位切割范围为 20 ~ 170 度。对电源电压进行“相位切割”处理是指对交流(“AC”)电源电压的每个周期的前沿相位角进行调制。电源电压的“相位切割”通常也称为“斩波”。对电源电压进行相位

切割减少了提供给负载比如照明系统的平均功率,由此控制提供给负载的能量。

[0014] 至照明系统 200 的输入信号电压 V_{ϕ_IN} 表示调光水平,调光水平使照明系统 200 调整输送至灯 222 的功率,并因此根据调光水平增加或降低灯 222 的亮度。存在许多不同类型的调光器。一般情况下,调光器使用指示所需调光水平的数字或模拟编码调光信号。例如,基于 triac 的调光器 202 对 AC 输入电源电压 V_{IN} 的前沿进行相位切割。前沿调光器 202 可以是可从美国宾夕法尼亚州 Coopersberg 的 Lutron Electronics, Inc. (“Lutron”) 购买的任意类型的前沿调光器比如基于 triac 的前沿调光器。在 2010 年 8 月 17 日提交的申请号为 12/858,164、题目为“Dimmer Output Emulation”、发明人为 John L. Melanson 的美国专利申请的背景部分中描述了基于 triac 的前沿调光器。

[0015] 切相调光器(phase cut dimmer) 202 将如切相调光器 202 修改的输入电压 V_{ϕ_IN} 提供给全桥二极管整流器 206。全桥整流器 206 将 AC 整流电压 $V_{\phi_R_IN}$ 提供给开关功率变换器 208。电容器 220 对来自整流电压 $V_{\phi_R_IN}$ 的高频分量进行滤波处理。为了控制开关功率变换器 208 的操作,控制器 220 生成用于控制场效应晶体管(FET) 开关 212 的导电性的控制信号 CS_0 。控制信号 CS_0 是脉冲宽度调制信号。控制信号 CS_0 波形 214 表示示例性控制信号 CS_0 。控制器 220 生成具有如波形 114 所示的两个状态的控制信号 CS_0 。控制信号 CS_0 的各个脉冲接通开关 212 (即导通),表示使开关 212 有效操作并利用开关 212 最小化功率耗散的第一状态。在控制信号 CS_0 的各个脉冲期间,电感器电流 i_L 增加,如示例性电感器电流波形 215 中所示,以便在充电阶段 T_C 给电感器 216 充电。二极管 218 防止电流从连接电容器 220 流入开关 212。当控制信号 CS_0 的脉冲结束时,控制信号 CS_0 处于第二状态,并且电感器 216 使电压极性反向(通常称为“回扫(flyback)”)。电感器电流 i_L 在回扫阶段 T_{FB} 减少,如电感器电流波形 215 中所示。电感器电流 i_L 使连接电容器 220 上的连接电压通过二极管 218 升高。回扫阶段 T_{FB} 什么时候结束以及下一个充电阶段 T_C 什么时候开始取决于开关功率变换器的操作模式。在间断导电模式(DCM)下,在下一个充电阶段 T_C 开始之前,回扫阶段 T_{FB} 结束。然而,不管开关功率变换器 208 是在间断导电模式、连续导通模式或临界导电模式下操作,充电阶段 T_C 一结束,回扫阶段 T_{FB} 就开始。

[0016] 开关功率变换器 208 是升压型变换器,因此连接电压 V_{LINK} 大于整流输入电压 $V_{\phi_R_IN}$ 。控制器 220 感测节点 224 处的整流输入电压 $V_{\phi_R_IN}$ 并感测节点 226 处的连接电压 V_{LINK} 。控制器 220 对开关功率变换器 208 进行操作以便保持灯 222 的大致恒定的连接电压 V_{LINK} ,提供功率因数校正,并使连接电流 I_{LINK} 与整流输入电压 $V_{\phi_R_IN}$ 的切相角(phase cut angle)相关联。灯 222 包括一个或多个 LED 或 CFL。

[0017] 图 3 示出了示例性光输出/功率曲线图 800,其将示例性白炽灯及示例性发光二极管(LED) 的每瓦特功率的光输出进行比较。每瓦特功率,LED 提供的光输出比白炽灯泡多。与白炽灯泡用操作电流相比,LED 的低功率使用与相对低的操作电流相关。由于 LED 的光输出与功率大致成线性关系,并且 LED 以大致恒定的电压操作,LED 用操作电流随光输出及功率减少而大致线性地减少。

[0018] 参照图 2、图 3 及图 4,为了减少灯 222 的光输出,切相调光器 202 使整流输入电压 $V_{\phi_R_IN}$ 的切相角增加,即时间 T_{OFF} 增加,时间 T_{ON} 减少。控制器 220 通过减少提供给灯 222 的电流 i_{LINK} (这减少了灯 222 的光输出)对增加的切相角作出响应。

[0019] 开关功率变换器 208 包括功率耗散电阻器 228,使得调光器电流 i_{DIM} 不低于保持电

流值并在整流输入电压 $V_{\phi_{R_IN}}$ 的周期内不会过早断开。提供给开关功率变换器 208 的“功率输入”等于 $V_{\phi_{IN}} \cdot i_{DIM}$ 。由开关功率变换器 208 提供的“功率输出”等于 $V_{LINK} \cdot i_{LINK}$ 。由于基于 LED 的灯 222 的功率需求相对较低,特别处于低光输出水平,如果功率输入等于功率输出 $+P_{INH}$,则调光器电流 i_{DIM} 可能下降低于保持电流值并使切相调光器 202 过早断开。在这种情况下,为了防止调光器电流 i_{DIM} 下降低于保持电流值,控制器 220 使开关功率变换器 208 将调光器电流 i_{DIM} 保持在保持电流值以上,从而使功率输入大于功率输出 $+P_{INH}$ 。由于功率输入大于功率输出 $+P_{INH}$,因此开关功率变换器 208 通过功率耗散电阻器 228 耗散多余功率。

[0020] 由于组件的非理想性,开关功率变换器 208 包括固有功率损耗。固有功率损耗包括导体电阻及开关 212 的开关损耗。然而,电路通常设计为最小化固有功率损耗,这些固有功率损耗通常可以忽略不计,因此不足以耗散足够的功率补偿功率输入与一定功率输出水平下的功率输出 $+P_{INH}$ 之间的差。为了提高开关功率变换器的功率损耗使得调光器电流 i_{DIM} 甚至在灯 222 的较低功率需求的情况下也保持在保持电流值以上,开关功率变换器 208 包括电阻器 228,用于在开关 212 传导电感器电流 i_L 时产生被动功率损耗。对于可忽略不计的固有功率损耗,电阻器 228 的电阻值经选择使得当开关功率变换器正在提供最新连接电流 i_{LINK} 时,功率输入 = 功率输出 $+P_{INH}$ + 无源功率耗散(PASSIVE POWER DISSIPATE)。

[0021] 电阻器 228 相对便宜,作为开关功率变换器 208 的一部分实现。然而,当连接电流 i_{LINK} 足够高使得功率输入等于功率输出 $+P_{INH}$ 时,能够将调光器输入电流 i_{DIM} 维持在保持电流值之上,而不用通过电阻器 228 耗散功率。然而,由于开关 208 导通时调光器输入电流 i_{DIM} 总是流过电阻器 228,因此无论功率输入是否等于功率输出 $+P_{INH}$,电阻器 228 仍然被动地耗散功率,这降低了照明系统 200 的效率。

发明内容

[0022] 在本发明的一个实施方式中,一种装置包括控制器,该控制器配置为根据热管理策略控制多个功率耗散电路以便耗散切相兼容可调光照明系统中的过剩能量,所述切相兼容可调光照明系统具有选自由至少一个发光二极管及至少一个紧凑型荧光灯组成的组中的一个或多个光源。

[0023] 在本发明的另一个实施方式中,一种方法包括根据热管理策略控制多个功率耗散电路以便耗散切相兼容可调光照明系统中的过剩能量,所述切相兼容可调光照明系统具有选自由至少一个发光二极管及至少一个紧凑型荧光灯组成的组中的一个或多个光源。

[0024] 在本发明的又一个实施方式中,一种装置包括构件,该构件用于根据热管理策略控制多个功率耗散电路以便耗散切相兼容可调光照明系统中的过剩能量,所述切相兼容可调光照明系统具有选自由至少一个发光二极管及至少一个紧凑型荧光灯组成的组中的一个或多个光源。

附图说明

[0025] 通过参照附图能够更好地理解本发明并使本发明的众多目的、特征和优点对本领域技术人员显而易见。在整个这几幅图中,所用的相同参考标号表示相同的或相似的元件。

[0026] 图 1 (标有现有技术) 示出了具有基于 LED 的灯的照明系统。

- [0027] 图 2 (标有现有技术) 示出了包括前沿调光器的照明系统。
- [0028] 图 3 (标有现有技术) 示出了与图 2 的照明系统相关联的示例性电压曲线图。
- [0029] 图 4 (标有现有技术) 示出了示例性白炽灯泡和发光二极管的功率与光输出。
- [0030] 图 5 示出了包括配置为对照明系统进行热管理的控制器 502 的照明系统。
- [0031] 图 6 示出了表示图 5 的照明系统的一个实施方式的照明系统。
- [0032] 图 7 示出了表示图 5 的照明系统的一个实施方式的照明系统。
- [0033] 图 8 示出了包括至少一个或多个功率耗散电路的照明系统。
- [0034] 图 9 示出了包括开关路径功率耗散电路的照明系统。
- [0035] 图 10 示出了图 9 的开关路径功率耗散电路的实施方式。
- [0036] 图 11 及图 12 示出了图 10 的开关功率耗散电路的示例性操作过程中存在的示例性波形。
- [0037] 图 13 示出了图 9 的开关路径功率耗散电路的另一实施方式。
- [0038] 图 14 示出了包括回扫路径功率耗散电路的照明系统。
- [0039] 图 15 及图 16 分别示出了图 14 的回扫路径功率耗散电路的实施方式。
- [0040] 图 17 及图 18 示出了图 15 及图 17 的回扫路径功率耗散电路的示例性操作过程中存在的示例性波形。
- [0041] 图 19 示出了图 14 的回扫路径功率耗散电路的另一实施方式。
- [0042] 图 20 示出了包括连接路径功率耗散电路的照明系统。
- [0043] 图 21 及图 22 示出了图 20 的连接路径功率耗散电路的各个示例性实施方式。
- [0044] 图 23 示出了示例性功率耗散阶段穿插时间轴。
- [0045] 图 24 示出了示例性功率耗散混杂及穿插时间轴 (intermixing and interspersing timeline)。

具体实施方式

[0046] 照明系统包括控制器,配置为通过利用多个功率耗散电路在照明系统中分配 (distribute) 过剩能量来对照明系统进行热管理。在至少一个实施方式中,所述照明系统是切相兼容可调光照明系统 (phase cut compatible, dimmable lighting system), 具有选自由至少一个发光二极管及至少一个紧凑型荧光灯组成的组的一个或多个光源。因此,在至少某些实施方式中,照明系统是基于 LED 的照明系统、基于 CFL 的照明系统和 / 或基于 LED 及 CFL 组合的照明系统。在至少一个实施方式中,所述控制器配置为根据热管理策略控制多个功率耗散电路以便耗散照明系统中的过剩能量。在至少一个实施方式中,所述控制器还配置为控制照明系统的开关功率变换器。要耗散的过剩能量包括由开关功率变换器接收的能量,该能量大于要提供给与所述开关功率变换器耦接的负载的能量的量。

[0047] 功率耗散电路被实体设置在照明系统中的多个位置,以便功率可以在照明系统的不同物理位置被耗散。在至少一个实施方式中,功率耗散电路设置在基于 LED 的灯的外壳内。特定热管理策略是设计选择的问题。在至少一个实施方式中,热管理策略以在功率耗散电路之间大致均匀分配过剩能量产生的热量的方式分配过剩能量。在至少一个实施方式中,控制器根据热管理策略动态管理功率耗散电路之间的功率耗散。在至少一个实施方式中,控制器将更多功率耗散分配给不太活跃的功率分配电路,原因是不太活跃的电路的固

有发热较少,因此更能忍耐过剩能量产生的热量。

[0048] 功率耗散电路的特定类型、操作及物理位置是设计选择的问题。在至少一个实施方式中,功率耗散电路包括以下功率耗散电路中的至少两个并且可以包括其中的全部:受控开关路径功率耗散电路、受控连接路径(controlled link path)功率耗散电路、受控回扫路径功率耗散电路。

[0049] 图 5 示出了照明系统 500。照明系统 500 包括配置为对照明系统 500 进行热管理的控制器 502。当功率输入大于功率变换电路 504 的功率输出加上任何固有功率损耗(通常称为寄生损耗)时,控制器 502 通过 N 个功率耗散电路 506.1 ~ 506.N 分配照明系统 500 中的过剩能量,其中 N 是大于 1 的整数。功率耗散电路 506 的数量及物理布置是设计选择的问题。控制器 502 通过生成功率耗散控制信号 $CPD_1, CPD_2, CPD_3, \dots, CPD_N$ 来分配过剩能量以便分别控制功率耗散电路 506.1, 506.2, 506.3, $\dots, 506.N$ 的功率耗散。功率变换电路 504 可以包括任意类型的功率变换器技术,比如升压型、降压型、升降压型或 Cúk 型开关功率变换器。

[0050] 控制器 502 包括热管理策略模块 503,其使控制器根据热管理策略控制多个功率耗散电路 506.1 ~ 506.N,以便耗散照明系统中的过剩能量。在功率耗散电路 506.1 ~ 506.N 之间分配过剩能量的特定热管理策略是设计选择的问题。

[0051] 在至少一个实施方式中,热管理策略使控制器 502 在功率变换电路 500 的各区域或存在功率耗散电路的照明系统 500 的其他位置分配功率耗散,所述其他位置更冷,低于工作温度极限,能极好地忍耐额外功率耗散的,和 / 或将有助于冷却负载(电子灯) 505。照明系统的其他区域例如包括位于功率变换电路 504 外侧的可选功率耗散电阻元件 511。

[0052] 在至少一个实施方式中,将热管理策略预设到控制器 502 中。热管理策略的预设方式是设计选择的问题。在至少一个实施方式中,一个或多个热管理策略被作为软件、硬件或硬件和软件的组合硬编码到控制器 502 中。在至少一个实施方式中,将热管理策略加载到控制器 502 中作为数据。在至少一个实施方式中,控制器 502 包括一个或多个端子,这些端子接收一次或多次可编程位作为实现热管理策略和 / 或将特定预存热管理策略激活到控制器 502 中的热管理策略数据。

[0053] 例如,在至少一个实施方式中,热管理模块 503 包括存储器,用于存储控制器 502 用来对照明系统 500 进行热管理的热管理策略数据。在至少一个实施方式中,热管理策略数据包括由可选处理器执行以执行热管理策略的代码。在至少一个实施方式中,热管理策略模块 503 利用热管理策略进行预编程,并且热管理策略数据配置热管理策略模块 503。例如,在至少一个实施方式中,热管理策略模块 503 包括多个类型的光源及灯型中的每一个的热管理策略。灯型不同之处可在于灯中的光源的类型、功率变换电路 504 的类型、功率耗散电路 506.1 ~ 506.N 的数量及功能、及组件的物理位置。在至少一个实施方式中,热管理策略数据识别特定的灯型并配置热管理策略模块 503,以使控制器的热管理被定制用于特定的灯型。

[0054] 在至少一个实施方式中,热管理策略是动态的并对特定事件做出反应,特定事件例如为指示可在什么时候以及,在至少一个实施方式中,在哪里分配功率耗散的实时运行参数数据或实际热数据等。例如,切相输入电压 V_{ϕ_IN} 的大切相角使提供给功率变换电路 504 的能量的量减少。在至少一个实施方式中,因为提供给功率变换电路 504 的能量的量减

少,功率变换电路 504 的升压开关很少使用,由此产生的固有热就小。相应地,控制器 502 可以按比例将更多功率耗散分配给功率耗散电路,比如随后描述的包括升压开关的受控开关路径功率耗散电路。在至少一个实施方式中,因为负载的功率需求减少,控制器 502 可以将更多功率耗散分配给随后描述的受控连接路径功率耗散电路和 / 或受控回扫路径功率耗散电路。

[0055] 另外,在至少一个实施方式中,功率变换电路 504 包括向控制器 502 提供温度数据的热传感器 508 ~ 511。在至少一个实施方式中,控制器 502 将功率耗散分配给最接近照明系统 500 的冷却区域的功率耗散电路 506.1 ~ 506.N。在至少一个实施方式中,除了通过功率分配向多个功率耗散电路 506.1 ~ 506.N 而提供热管理之外,控制器 502 还执行其他控制功能,比如控制功率变换器 504 的功率变换。

[0056] 另外,在至少一个实施方式中,热管理策略通过在一组或多组功率耗散电路 506.1 ~ 506.N 之间轮流功率耗散或控制在 N 个功率耗散电路 506.1 ~ 506.N 中的两个或更多之间的任意其他排序策略而在多个功率耗散电路 506.1 ~ 506.N 之间分配功率耗散。

[0057] 图 6 示出了照明系统 600,其代表照明系统 500 的一个实施方式。功率变换电路 504 及控制器 502 设置在灯 602 的外壳 102 中并配置为将输入电源电压 V_{IN} 转换为输出电压 V_{LD} ,供电子光源 604 使用。电子光源 604 包括一个或多个 LED、一个或多个 CFL 或一个或多个 LED 及一个或多个 CFL 的组合。控制器 502 根据之前描述的热管理策略来管理功率耗散电路 506.1 ~ 506.N 的功率耗散。

[0058] 图 7 示出了包括控制器 702 的照明系统 700,该控制器 702 用于对照明系统 700 进行热管理。照明系统 700 代表照明系统 500 的一个实施方式,并且控制器 702 代表控制器 502 的一个实施方式。控制器 702 包括用于存储热管理策略数据 706 的存储器 704。控制器 702 的热管理策略模块 705 使用热管理策略数据 706 来使控制器 702 管理功率变换电路 714 的功率耗散电路 708、710、712 之间的功率耗散分配。在至少一个实施方式中,热管理策略数据 706 向控制器 702 提供信息以指示控制器 702 管理功率耗散电路 708、710 和 712 之间的功率耗散分配,如结合控制器 502 所述。

[0059] 功率耗散电路 708、710 和 712 是受控开关路径功率耗散电路 708、受控连接路径功率耗散电路 710 及受控回扫路径功率耗散电路 712。随后描述功率耗散电路 708、710 和 712 的示例性实现及操作说明。在至少一个实施方式中,控制器 702 以与控制器 502 相同的方式管理功率耗散电路 708、710 和 712 的功率耗散。控制器 702 还控制通过功率变换电路 716 进行的 LED 715 的切相输入电压 V_{ϕ_IN} 及输出电压 V_{LD} 的转换。

[0060] 参照图 5,在至少一个实施方式中,控制器 502 管理照明系统中的过剩能量耗散以便防止切相调光器过早断开。在至少一个实施方式中,控制器 502 通过生成一个或多个信号来主动控制功率耗散以主动且选择性地控制照明系统中的功率耗散。通过主动且选择性地控制照明系统 500 中的功率耗散,控制器 502 在进入照明系统 500 的功率应大于来自照明系统的灯的功率时有意地管理功率。然而,当“功率输入”可以等于“功率输出”加上任何固有功率损耗,而不导致切相调光器 102 过早断开时,控制器 502 通过减少或消除照明系统 500 中的有意的功率耗散来使照明系统 500 更有效地操作。

[0061] 为了控制过剩能量的耗散,控制器 502 根据热管理策略在一个或多个受控功率耗散阶段(controlled power dissipation phase)对一个或多个功率耗散电路进行控制。在

至少一个实施方式中,控制器 502 产生一个或多个混杂和 / 或穿插功率耗散阶段,其具有一个或多个开关功率变换器充电和 / 或回扫阶段。“混杂(的)”是指将一个或多个功率耗散阶段与充电和 / 或回扫阶段混合在一起。“穿插(的)”是指将一个或多个功率耗散阶段穿插在一个或多个充电和 / 或回扫阶段之间。在开关功率变换器的充电阶段开始之后且后继回扫阶段(subsequent flyback phase)结束之前出现受控功率耗散阶段。在至少一个实施方式中,对于升压型开关功率变换器(boost switching power converter),当开关功率变换器的电感器电流增加并给开关功率变换器的升压电感器充电时属于充电阶段。当电感器电流减少并使开关功率变换器的连接电压升高时属于回扫阶段。

[0062] 在至少一个实施方式中,照明系统 500 包括开关路径功率耗散电路、连接路径功率耗散电路和回扫路径功率耗散电路中的一个、一些或全部以便主动且选择性地控制照明系统 500 的开关功率变换器中的过剩能量的功率耗散。开关路径功率耗散电路通过照明系统 500 的开关功率变换器中的开关路径耗散功率。在至少一个实施方式中,控制器 502 配置为控制切相兼容可调光照明系统的开关功率变换器中的升压开关。该控制器 502 配置为在高效率模式下及在功率耗散模式下对升压开关进行控制。在高效率模式下,控制器 502 配置为对升压开关进行操作以便最小化升压开关中的功率耗散,在功率耗散模式下,控制器 502 配置为对升压开关进行操作以便使升压开关中的能量耗散相对于高效率模式操作过程中的升压开关中的任何功率耗散增加。在至少一个实施方式中,开关路径包括用于通过升压开关限制电感器电流的电流源。通过升压开关限制电感器电流使得电流源和 / 或升压开关耗散功率。

[0063] 在至少一个实施方式中,控制器 502 对流过升压开关的电流的定时、顺序和 / 或大小中的一个或多个、或其任意组合进行控制,以便控制照明系统 500 的功率耗散。在至少一个实施方式中,控制电流的定时是指电流受限制的持续时间。在至少一个实施方式中,控制流过升压开关的电流的顺序是指选择哪一个充电及回扫阶段时间帧和 / 或开关功率变换器的输入电压的周期以控制照明系统中的功率耗散。在至少一个实施方式中,各个充电及回扫时间帧出现在前一回扫阶段之后的第一充电阶段开始时与在正好在下一充电阶段之前的回扫阶段结束时之间。在至少一个实施方式中,这周期的顺序是连续的一系列周期,以及在至少一个实施方式中,时间帧或周期的顺序是不连续的一系列时间帧或周期。在至少一个实施方式中,控制电流的大小包括控制升压开关的内电阻和 / 或控制对流过升压开关的电流的一种或多个电流限制。

[0064] 回扫路径功率耗散电路通过开关功率变换器的回扫路径耗散功率。在至少一个实施方式中,照明系统通过控制回扫路径中的变压器初级电流,例如用电流源限制初级电流并耗散电流源中的功率来通过回扫路径控制功率耗散。在至少一个实施方式中,回扫路径功率耗散电路包括回扫开关以限制回扫开关中的回扫电流。在至少一个实施方式中,回扫路径包括电流源以限制回扫电流。限制流过回扫开关的回扫电流使得电流源和 / 或回扫开关耗散功率。在至少一个实施方式中,照明系统对流过回扫开关的电流的定时、顺序和 / 或大小中的一个或多个、或其任意组合进行控制,以便控制照明系统的功率耗散。

[0065] 连接路径功率耗散电路通过控制开关功率变换器的连接电流(link current)而利用开关功率变换器的连接路径来耗散功率。在至少一个实施方式中,控制器对连接路径功率耗散电路进行控制以便与电流源一起限制连接电流并耗散电流源中的功率。在至少一

个实施方式中,连接路径功率耗散电路包括用于通过控制开关的内电阻来限制连接电流的输出开关。在至少一个实施方式中,连接路径包括用于限制连接电流的电流源。限制流过输出开关的链路电流使得电流源和 / 或输出开关耗散功率。在至少一个实施方式中,照明系统对流过输出开关的电流的定时、顺序和 / 或大小中的一个或多个、或其任意组合进行控制,以便控制照明系统的功率耗散。

[0066] 以下说明对不同功率耗散电路的示例性实现及控制进行描述。在随后描述的图中的控制器 808 (其是控制器 502 的一个实施方式) 根据热管理策略模块 807 实现的热管理策略对功率耗散电路的控制进行协调。热管理策略模块 807 代表热管理策略模块 503 的一个实施方式。

[0067] 图 8 描述了照明系统 800, 该照明系统 800 包括受控开关路径功率耗散电路 802、受控连接路径功率耗散电路 804、受控回扫路径功率耗散电路 806 及用于主动且选择性地根据热管理策略模块 503 实现的热管理策略控制照明系统 800 的开关功率变换器 810 中的功率耗散的控制器 808 中的至少一个、一些或全部。用点线示出功率耗散电路 802、804 和 806, 原因是功率耗散电路 802、804 和 806 中的一个或两个是可选的。照明系统 800 中是否包括功率耗散电路 802、804 和 806 中的一个、两个或三个并且包括哪一个或哪几个功率耗散电路是设计选择的问题。包括功率耗散电路 802、804 和 806 中的两个或三个使得可在所包括的功率耗散电路之间分配功率耗散。在至少一个实施方式中, 功率分配由控制器 808 主动控制。在至少一个实施方式中, 功率分配是固定的或预编程的。然而, 包括功率分配电路 802、804 和 806 中的至少一个会增加开关功率变换器 810 的复杂度及成本和 / 或控制器 808 的复杂度及成本。另外, 虽然功率分配电路 802、804 和 806 被示为开关功率变换器 810 的一部分, 但在至少一个实施方式中, 功率耗散电路 802、804 和 806 的全部或部分位于控制器 808 中。

[0068] 如前所述, 切相调光器 102 可以对电压源 104 提供的输入电压 V_{IN} 进行相位切割。全桥二极管整流器 106 对相位切割输入电压 V_{ϕ_IN} 进行整流以生成整流输入电压 $V_{\phi_R_IN}$ 。在某些情况下, 特别是在较低功率输出水平下, 为了将调光器电流 i_{DIM} 维持在保持电流值之上, 开关功率变换器 810 从电压源 104 吸取的功率输入比开关功率变换器 810 的 P_{INH} 加上功率输出大。假设开关功率变换器 810 的固有损耗不足以耗散等于功率输入与功率输出 $+P_{INH}$ 之差的足够的功率, 照明系统 800 对功率耗散电路 802、804 和 806 中的一个或多个进行控制, 以便功率输入等于功率输出 $+P_{INH}$ 加上功率耗散电路 802、804 和 / 或 806 中的一个或多个耗散的功率。开关功率变换器 810 向负载 818 提供功率。在至少一个实施方式中, 负载 818 包括一个或多个发光二极管 (LED), 比如串联连接的一系列 N 个 LED820。“ N ”表示正整数。

[0069] 控制器 808 生成用于照明系统 800 中包括的各个功率耗散电路 802、804 和 806 的一个或多个相应的控制信号。控制信号 CS、CO 及 CF 分别控制开关路径功率耗散电路 802、连接路径功率耗散电路 804 及回扫路径功率耗散电路 806 中的功率耗散。开关路径功率耗散电路 802 根据控制信号 CS 通过开关路径 812 耗散照明系统 800 的开关功率变换器 810 中的功率。连接路径功率耗散电路 804 根据控制信号 CO 通过连接路径 814 在开关功率变换器 810 中耗散功率。回扫路径功率耗散电路 806 根据控制信号 CF 通过回扫路径 816 在开关功率变换器 810 中耗散功率。用于实现功率耗散电路 802、804 和 806 以及通过开关路径 812

控制功率耗散的特定方法及电路是设计选择的问题。另外,控制功率耗散电路 802、804 和 806 中的功率耗散的定时、顺序和 / 或大小是设计选择的问题。随后对功率耗散电路 802、804 和 806 的示例性实施方式进行了描述。在图 8 中示出了功率耗散电路 802、804 和 806 整体位于控制器 808 外侧。然而,在至少一个实施方式中,一个或多个功率耗散电路 802、804 和 806 中的全部或部分被包括在控制器 808 内。

[0070] 控制器 808 的特定实现是设计选择的问题。例如,控制器 808 可以(i)实现为包括用于执行存储器中存储的软件或固件指令的集成处理器, (ii) 利用分离组件来实现,或(iii)利用前述的任意组合来实现。在至少一个实施方式中,控制器 808 通常调节连接电压,如在 2007 年 12 月 31 日提交的申请号为 11/967, 269、题目为“Power Control System Using aNonlinear Delta-Sigma Modulator With Nonlinear Power Conversion Process Modeling”、发明人为 John L. Melanson 的美国专利申请(本文中称为“Melanson I”)、2007 年 12 月 31 日提交的申请号为 11/967, 275、题目为“Programmable Power Control System”、发明人为 John L. Melanson 的美国专利申请(本文中称为“Melanson II”)、2009 年 6 月 30 日提交的申请号为 12/495, 457、题目为“Cascode Configured Switching Using at Least One Low Breakdown Voltage Internal, Integrated Circuit Switch to Control At Least One High Breakdown Voltage External Switch”、发明人为 John L. Melanson 的美国专利申请(本文中称为“Melanson III”)、2011 年 6 月 30 日提交的申请号为 12, 174, 404、题目为“Constant Current Controller With Selectable Gain”、发明人为 John L. Melanson、Rahul Singh、Siddharth Maru 的美国专利申请中所述,所有申请通过引用全部并入本文。开关功率变换器 810 可以是任意类型的开关功率变换器,比如升压型、降压型、升降压型或 Cúk 型开关功率变换器。开关功率变换器 810 包括其他组件,比如 EMI 电容器、电感器及连接电容器,这些组件在图 8 为了清楚起见未被示出但随后将在具体实施方式中进行描述。

[0071] 确定功率输入是否大于 P_{INH} + 功率输出的方式是设计选择的问题。在至少一个实施方式中,控制器 808 包括功率监测电路 822。当负载 818 的功率需求增加时,连接电压 V_{LINK} 减少,这表示功率输出增加。相反,当负载 818 的功率需求下降时,连接电压 V_{LINK} 增加,这表示功率输出减少。功率监测电路 822 的比较器 824 由此将连接电压 V_{LINK} 与参考连接电压 V_{LINK_REF} 进行比较。在至少一个实施方式中,将参考连接电压 V_{LINK_REF} 设定为电压电平,该电压电平是为几伏特或比设定用于负载 818 的标称电压高几个百分点。如果连接电压 V_{LINK} 减少到参考连接电压 V_{LINK_REF} 以下,则比较器 824 的输出 P_{HIGH} 为 HIGH,这表示功率输出增加。如果连接电压 V_{LINK} 增加到参考连接电压 V_{LINK_REF} 之上,则比较器 824 的输出 P_{HIGH} 为 LOW,这表示功率输出减少。在至少一个实施方式中,如果开关功率变换器 810 的正常操作无法防止连接电压 V_{LINK} 增加到参考连接电压 V_{LINK_REF} 之上,则功率输入大于功率输出 + P_{INH} ,并且控制器 808 对一个或多个功率耗散电路 812、814 和 816 进行操作以耗散用功率输入与功率输出 + P_{INH} 之差表示的过剩能量。

[0072] 图 9 示出了表示照明系统 800 的一个实施方式的照明系统 900。照明系统 900 包括用于耗散照明系统 900 中的过剩功率的开关路径功率耗散电路 902。开关路径功率耗散电路 902 代表开关路径功率耗散电路 802 的一个实施方式。开关路径功率耗散电路 902 的特定实现及控制是设计选择的问题(事项)。开关路径功率耗散电路 902 包括升压型开关功

率变换器 908 中的 FET 升压开关 904 并包括可控制电流源 910。在至少一个实施方式中,控制器 808 通过限制电感器电流 i_L 而在功率耗散阶段在开关功率转换器 908 中主动耗散功率,由此主动且选择性地耗散照明系统 900 中的功率。通过升压开关 904 限制电感器电流 i_L 使电流源 910 和 / 或升压开关 904 通过开关路径 911 耗散过剩功率。

[0073] 当功率输入大于 P_{INH} 至负载 918 的功率输出时,控制器 808 对开关路径功率耗散电路 902 进行控制以便至少通过升压开关 904 耗散过剩能量。在至少一个实施方式中,栅电压 V_G 偏置升压开关 904 的栅极以便控制器 808 利用源控制信号 CS_1 对升压开关 904 的导电性进行控制,例如如 Melanson III 中的概述。在其他实施方式中,控制器 808 对升压开关 904 的栅电压 V_G 进行控制以便控制升压开关 904 的导电性,例如如 Melanson I 及 Melanson II 中的概述。控制器 808 代表控制器 808 的一个实施方式。在至少一个实施方式中,控制信号 CS_1 对电感器电流 i_L 的值进行控制,如示例性可变电感器电流波形 910 所示。

[0074] 电感器电流波形 910 代表通过升压开关 904 控制功率耗散过程中的示例性电感器电流 i_L 波形。在充电阶段 T_C ,控制器 808 生成控制信号 CS_1 以使升压开关 904 导通。当升压开关 904 导通时,电感器电流 i_L 增加。当功率输入大于功率输出 $+P_{\text{INH}}$ 时,控制器 808 不是最小化功率损耗,而是有意地限制电感器电流 i_L ,从而导致在功率耗散阶段 T_{PD} 至少通过升压开关 904 耗散过剩能量。假设开关功率变换器 908 的固有损耗可忽略不计,“过剩能量”等于功率输入减去(功率输出 $+P_{\text{INH}}$)。在功率耗散阶段 T_{PD} 限制电感器电流 i_L 使电感器电流的变化 di_L/dt 接近 0。由于跨电感器 116 的电压 V_L 等于 $L \cdot di_L/dt$,因此电压 V_L 与电感器电流的变化速率 di_L/dt 成正比。“L”是电感器 116 的电感。因此,当电感器电流的变化速率 di_L/dt 接近 0 时,电感器 116 的能量存储率向 0 减少,并且升压开关功率耗散电路 902 耗散更多功率。

[0075] 参照控制信号 CS_1 波形 911,在至少一个实施方式中,控制器 808 配置为在高效率模式下及在功率耗散模式下对升压开关 904 进行控制。在高效率模式下,控制器 808 生成双态控制信号 CS_1 ,比如控制信号 CS_0 的两个状态(图 1),以便对升压开关 904 进行操作以便最小化升压开关 904 中的功率耗散。在功率耗散模式下,控制器 808 配置为对升压开关 904 进行操作以便使升压开关中的能量耗散相对于高效率模式操作过程中的升压开关 904 中的任何功率耗散增加。在至少一个实施方式中,为了使升压开关 904 在功率耗散模式下操作,控制器 808 在波形 911 中生成具有至少三个(3)状态,比如状态“1”、“2”、“3”的控制信号 CS_1 。在状态 1 及 2 期间,控制器 808 使升压开关 904 在高效率模式下操作以便最小化升压开关 904 的功率耗散。在状态 3 期间,控制器 808 使升压开关 904 在功率耗散模式下操作。在状态 3 下,控制器 808 限制电感器电流 i_L 并使控制信号 CS_1 具有大于状态“2”但小于状态“1”的电压。因此,升压开关 904 在状态 3 下不会完全关断。状态 3 不仅仅是瞬时状态,即,控制信号 CS_1 在状态 1 及 2 之间连续过渡。状态 3 是改变升压开关 904 进行的功率耗散的有意的非瞬时状态。因此,在状态 3 下,控制器 808 过限制电感器电流 i_L 来生成控制信号 CS_1 以便在升压开关 904 上产生非零电压 V_{DS} ,同时电流 i_L 流过升压开关 904。升压开关 904 上的电压 V_{DS} 及流过升压开关 904 的电流 i_L 同时出现使升压开关 904 产生功率耗散。状态的数量是设计选择的问题并且可以通过控制电感器电流 i_L 的不同限制来增加或减少。

[0076] 例如,在至少一个实施方式中,电感器电流的变化速率 di_L/dt 由控制器 808 驱动

为大致 0。当电感器电流 i_L 的变化速率 di_L/dt 为 0 时,电感器电流 i_L 保持在恒定值,并且电感器 116 上的电压 V_L 大致为 0。在充电阶段,电感器电流 i_L 增加。为了在充电阶段 T_C 耗散功率,电感器电流的变化速率 di_L/dt 减小,从而降低电感器 116 上的电压 V_L 。随着电感器电压 V_L 降低,开关路径功率耗散电路 902 耗散的功率比例增加。在回扫阶段,电感器电流的变化速率 di_L/dt 及电感器电压 V_L 为负。因此,为了在回扫阶段耗散功率,电感器电流的变化速率 di_L/dt 朝向 0 增加至,从而使电感器电压 V_L 向 0 增大并使开关路径功率耗散电路 902 耗散的功率比例增加。

[0077] 在至少一个实施方式中,电流源 910 将电感器电流限制到电感器电流极限值 i_{LIM} 。因此,当通过升压开关 904 的电感器电流 i_L 的值达到电感器电流极限值 i_{LIM} 时, di_L/dt 降低 0 或降低至在没有功率耗散阶段 T_{PD} 的情况下会出现的更小的值。在至少一个实施方式中,控制器 808 将功率耗散阶段 TPD 穿插在充电阶段 T_C 与回扫阶段 T_{FB} 之间并使开关路径功率耗散电路 902 耗散能量直至回扫期间 T_{FB} 在升压开关 904 被关断时开始为止。

[0078] 在至少一个实施方式中,电感器电流极限值 i_{LIM} 可由控制器 808 控制以便对功率耗散阶段 T_{PD} 的持续时间进行调整。在至少一个实施方式中,源控制信号 CS_1 控制电阶段 T_C 和回扫阶段 T_{FB} 在整流输入电压 V_{OR_IN} 的每个周期开始的时间。在至少一个实施方式中,当回扫阶段 T_{FB} 开始时,功率耗散阶段 T_{PD} 结束。因此,由于控制器 808 生成源控制信号 CS_1 ,控制器 808 通过控制何时开始回扫阶段 T_{FB} 来控制功率耗散阶段 T_{PD} 的持续时间。

[0079] 控制器 808 控制将一个或多个功率耗散阶段与一个或多个充电和 / 或回扫阶段穿插和 / 或混杂在一起。在至少一个实施方式中,控制器 808 通过随时间减少电感器电流 i_L 的变化,即 di_L/dt ,通过将 di_L/dt 降至零,将功率耗散阶段 TPD 穿插在充电阶段或回扫阶段之间。当将 di_L/dt 降至零时,通过升压开关 904 出现功率耗散。在至少一个实施方式中,控制器通过将 di_L/dt 降至非零值来将功率耗散阶段 T_{PD} 与充电阶段 T_C 或回扫阶段 T_{FB} 混杂在一起。当将 di_L/dt 降至非零值时,充电阶段 T_C 或回扫阶段 T_{FB} 结合由开关路径功率耗散电路 902 通过升压开关 904 进行的功率耗散而继续。

[0080] 图 10 示出了开关路径功率耗散电路 1000,其代表开关路径功率耗散电路 902 的一个实施方式。图 11 示出了在开关功率耗散电路 1000 的示例性操作过程中存在的示例性电感器电流 i_L 、升压开关 904 漏源极电压 V_{DS} 及控制信号 CS_1 的示例性波形 1100。参照图 9、图 10 和图 11,开关路径功率耗散电路 1000 包括可控电流源 1002,其代表可控电流源 910 的一个实施方式。电流源 1002 包括 FET1004 及 1006,这些 TFT 被配置为电流镜。在至少一个实施方式中,控制器 808 对控制信号 CS_1 进行调制以便利用至少三个(3)状态控制流过开关 904 的电流。当最小化升压开关 904 的功率耗散时,状态 1 及 2 是高效率状态。当控制器 808 有意且主动地使升压开关 904 耗散功率时,状态 3 是低效率或功率耗散状态。

[0081] 当控制器 808 使源控制信号 CS_1 变成逻辑 0 时,升压开关 904 接通,并且电感器电流 i_L 在充电阶段 T_{C0} 开始时上升。当电感器电流 i_L 上升时,控制信号 CS_1 处于状态 2 下,从而允许升压开关 904 高效率地操作,即,最小化升压开关 904 的内部功率损耗。在至少一个实施方式中,升压开关 904 在状态 2 下接通,电感器电流 i_L 流过升压开关 904 及 FET1004。电流源 1008 提供流过 FET1006 的参考电流 i_{REF} 。在至少一个实施方式中,控制信号 CS_1 利用充足的电压在状态 2 下接通升压开关 904 以便最小化升压开关 904 的内部电阻。以比例因数 (scaling factor) Z 将 FET1004 的尺寸缩放到 FET1006 的尺寸。比例因数 Z 的值为正数

且是设计选择的问题。比例因数 Z 的值乘以参考电流 i_{REF} 的值设定电感器电流极限值 i_{LIM} 。因此,当电感器电流 i_L 达到电感器电流极限值 i_{LIM} 时,电感器电流 i_L 将停止增加。在至少一个实施方式中,当电感器电流 i_L 达到电感器电流极限值 i_{LIM} 时,充电阶段 T_{C_0} 结束且功率耗散阶段 T_{PD_0} 开始。在电流极限 i_{LIM} 下,控制信号 CS_1 处于非瞬时状态 3 下,并且开关 904 耗散功率。一旦电感器电流 i_L 达到电流极限值 i_{LIM} 时,电感器电流 i_L 就变成等于 i_{LIM} 的恒量,并且升压开关 904 及 FET1004 耗散开关功率变换器 908 中的过剩能量。

[0082] 当升压开关 904 关断时,功率耗散阶段 T_{PD_0} 结束,回扫阶段 T_{FB_0} 开始。在间断导电模式 (DCM) 及临界导电模式 (CRM) 下,回扫阶段 T_{FB_0} 继续直至电感器电流 i_L 达到零为止。在连续导电模式 (CCM) 下,在电感器电流 i_L 达到零之前,下一充电阶段 T_{C_1} 开始。波形 1100 示出了在 DCM 下操作的开关功率变换器 908。开关功率变换器 908 也可以在 CCM 及 CRM 下操作。在至少一个实施方式中,当在 DCM 下操作时,一旦连接电压 V_L 下降至预定值,控制器 808 就生成控制信号 CS_1 以使升压开关 504 导通并发起下一充电阶段 T_{C_1} 。当电感器电流 i_L 达到电感器电流极限值 i_{LIM} 时,下一功率耗散阶段 T_{PD_1} 开始,以此类推。

[0083] 功率耗散阶段 T_{PD_0} 、 T_{PD_1} 等的持续时间由控制器 808 进行控制且是设计选择的问题。在至少一个实施方式中,功率耗散阶段的持续时间在整流输入电压 $V_{\Phi_{R_IN}}$ 的单个周期内足以耗散所有过剩能量。在至少一个实施方式中,功率耗散阶段的持续时间被改变并排序 (sequence) 以便在整流输入电压 $V_{\Phi_{R_IN}}$ 的连续或非连续周期内耗散所有过剩能量。

[0084] 另外,在至少一个实施方式中,电流源 1008 可根据控制器 808 生成的可选电流参考控制信号 C_{IREF} 来改变参考电流 i_{REF} 的值。改变参考电流 i_{REF} 的值也根据比例因数 Z 来改变电感器极限电流 i_{LIM} 。通过在整流输入电压 $V_{\Phi_{R_IN}}$ 的单个周期内改变参考电流 i_{REF} 及由此改变电感器极限电流 i_{LIM} ,控制器 808 可以分阶段进行功率耗散。控制器 808 也可以改变整流输入电压 $V_{\Phi_{R_IN}}$ 的连续或非连续周期内的电感器极限电流 i_{LIM} 以管理开关功率变换器 908 中的功率耗散。

[0085] 另外,在至少一个实施方式中,电流源 1008 可根据控制器 808 生成的可选比例因数控制信号 C_{SCALE} 来改变比例因数 Z 的值。改变比例因数 Z 也改变根据比例因数 Z 的电感器极限电流 i_{LIM} 。通过改变整流输入电压 $V_{\Phi_{R_IN}}$ 的单个周期内的比例因数 Z 及由此改变电感器极限电流 i_{LIM} ,控制器 808 可以分阶段进行功率耗散。控制器 808 也可以改变整流输入电压 $V_{\Phi_{R_IN}}$ 的连续或非连续周期内的电感器极限电流 i_{LIM} 以便管理开关功率变换器 908 中的功率耗散。在至少一个实施方式中,FET1004 和 / 或 1006 利用多个并联连接的 FET (未示出) 来实现。在至少一个实施方式中,比例因数控制信号 C_{SCALE} 改变用于实现 FET1004 和 / 或 1006 的 FET 的数量,并因此改变比例因数。例如,在至少一个实施方式中,一个 FET 用于实现 FET1006,与用于实现 FET1006 的一个 FET 相同的 200 个 FET 用于实现 FET1004,从而提供比例因数 200。通过禁用用于实现 FET1004 的一个或多个 FET,该控制器可以改变比例因数 Z 。另外,在至少一个实施方式中,控制器 808 对参考电流 i_{REF} 及比例因数 C_{SCALE} 进行控制以便控制电感器电流 i_L 。

[0086] 图 12 示出了当控制器 808 使开关路径功率耗散电路 902 耗散过剩能量时的示例性电感器电流 i_L 及控制信号 CS_1 波形 1200。参照图 9、图 10 及图 12,充电阶段和回扫阶段可以根据需要穿插有并混杂有功率耗散阶段,以便控制升压开关 904 中的功率耗散的定时、顺序及大小。混杂和穿插开关路径功率耗散电路 1000 中功率耗散的特定定时和数量是

设计选择的问题。波形 800 代表一个示例性选择。

[0087] 在至少一个实施方式中,控制器 808 对控制信号 CS_1 进行调制以便利用至少四个(4)状态来控制流过开关 904 的电流。当控制器 808 使升压开关 904 在高效率模式下操作,因此通过升压开关 904 最小化功率耗散时,状态 1 及 2 是高效率状态。当控制器 808 使升压开关 904 在功率耗散模式下操作时,状态 3 及 4 是低效率状态。在功率耗散模式下的状态 3 及 4 下,控制器 808 有意且主动地使升压开关 904 耗散功率。

[0088] 参照波形 800 及开关路径功率耗散电路 1000,在充电阶段 T_{C_1} ,控制信号 CS_1 使升压开关 904 饱和并且电感器电流 i_L 随时间增加。在混杂充电阶段 T_{C_2} 及功率耗散阶段 T_{PD_1} 开始时,控制器 808 生成电流参考控制信号 C_{IREF} 和 / 或比例控制信号 C_{SCALE} 以减少电感器电流 i_L 的增长速率,即减少 di_L/dt ,并且控制信号 CS_1 处于状态 3 下。

[0089] 在第三充电阶段 T_{C_3} 开始时,控制器 808 重新进入升压开关 904 的高效率模式并增加电感器电流 i_L 的变化速率 di_L/dt ,从而减少升压开关 904 中的功率耗散。在状态 3 下,控制器 904 使升压开关 904 在功率耗散模式下操作。控制器 808 通过将电感器电流 i_L 的变化速率 di_L/dt 限制为 0 来将第二功率耗散阶段 T_{PD_2} 穿插在混杂的第二充电阶段 T_{C_2} 与第一功率耗散阶段 T_{PD_1} 之间。将 di_L/dt 限制为 0 使电感器电流 i_L 保持恒定并耗散通过升压开关 904 及在电流源 1002 中的过剩功率。控制器 808 生成微弱地使升压开关 904 接通但使回扫阶段 T_{FB_1} 与第三功率耗散阶段 T_{PD_3} 混杂在一起的控制信号 CS_1 。在穿插的功率耗散阶段 T_{PD_4} ,控制器 808 关断升压开关 904,并且控制器 808 使电感器电流 i_L 受到限制并使 di_L/dt 等于零。在第二回扫阶段 T_{FB_2} ,控制器 902 接通升压开关 904 以使全电感器电流 i_L 给连接电容器 120 充电。

[0090] 在功率耗散阶段 T_{PD_4} ,控制器 808 通过生成在状态 4 下的控制信号 CS_1 来使升压开关 904 在功率耗散模式下操作。状态 4 对应于将电感器电流 i_L 的极限限制为小于与状态 3 相关的极限。

[0091] 图 13 示出了开关路径功率耗散电路 1300,其代表开关路径功率耗散电路 902 的一个实施方式。运算放大器 1302 提供反馈路径以便控制升压开关 904 的栅电压 V_G 及源电压 V_S 。控制器 808 控制参考电压 V_{REF} ,并且比较器 1302 驱动栅电压 V_G ,使得升压开关 904 的源电压 V_S 等于参考电压 V_{REF} 。源电压 V_S 及控制信号 CS_1 的电压电平构成功率耗散电阻器 1304 上的电压差,从而设定电感器电流 i_L 的值。电感器电流 i_L 流过升压开关 904 及功率耗散电阻器 1304。由于控制器 808 控制源电压 V_S 及控制信号 CS_1 的电压电平,因此控制器 808 控制电感器电流 i_L 的值。因此,控制器 808 可以控制电感器电流 i_L 并混杂和 / 或穿插结合图 11 和图 12 描述的功率耗散阶段。在开关路径功率耗散电路 902、1000 和 1300 中混杂和穿插功率耗散的特定定时和数量是设计选择的问题。

[0092] 图 14 示出了照明系统 1400,其代表照明系统 800 的一个实施方式。照明系统 1400 包括受控回扫路径功率耗散电路 1402,其代表受控回扫路径功率耗散电路 806 的一个实施方式。在至少一个实施方式中,照明系统 1400 通过控制回扫路径 1402 中的变压器初级电流 i_p 并限制初级电流 i_p 来控制功率耗散,从而控制通过回扫路径 1404 的功率耗散。

[0093] 照明系统 1400 还包括对回扫路径功率耗散电路 1402 进行控制并生成控制信号 CS_2 以控制开关功率变换器 1408 的控制器 808。在至少一个实施方式中,开关功率变换器 1408 是升压型开关功率变换器,比如开关功率变换器 108 (图 1),并且控制器 808 如例如

Melanson I 及 Melanson II 中概述地控制开关功率变换器 1408。

[0094] 在至少一个实施方式中,回扫路径功率耗散电路 1402 对初级电流 i_p 进行调制以便给变压器 1412 的初级侧线圈 1410 供电。变压器 1412 将初级侧线圈 1410 的能量转移到次级侧线圈 1414 以使次级电流 i_s 流过二极管 1416 并将负载电压电容器 1418 充电到负载电压 V_{LD} 。负载电压 V_{LD} 提供跨灯 1020 的电压。

[0095] 当功率输入大于功率输出 $+P_{IMH}$ 时,控制器 808 对回扫路径功率耗散电路 1402 进行操作以便耗散过剩能量。耗散过剩能量的回扫路径功率耗散电路 1402 的特定实现及操作是设计选择的问题。

[0096] 图 15 示出了回扫功率耗散电路 1500,其代表回扫功率耗散电路 1402 的一个实施方式。回扫功率耗散电路 1500 包括用于控制流过回扫 FET1504 的初级电流 i_p 的可控电流源 1502。控制器 808 生成一个或多个电流源控制信号 CSCS 及控制信号 CS_2 以控制流过回扫开关 1504 的初级电流。控制初级电流 i_p 使回扫功率耗散电路 1500 以与控制开关路径功率耗散电路 902 (图 9) 的功率耗散类似的方式来控制功率耗散。

[0097] 图 16 示出了回扫路径功率耗散电路 1600,其代表回扫路径功率耗散电路 1402 的一个实施方式。在至少一个实施方式中,控制器 808 通过控制变压器初级电流 i_p ,例如用电流源 1602 限制初级电流 i_p ,并且耗散电流源 1602 中的功率,从而控制通过回扫路径 1404 的功率耗散。在至少一个实施方式中,电流源 1602 与电流源 1002 (图 10) 相同并起到结合电流源 1002 描述的作用。在至少一个实施方式中,电流源 1602 限制流过回扫 FET1504 的初级电流 i_p 以便限制初级电流 i_p (也称为“回扫电流”)。限制流过回扫开关 1504 的初级电流 i_p 使得电流源 1602 耗散功率。在至少一个实施方式中,控制器 808 控制通过回扫开关 1504 及电流源 1602 的功率耗散的穿插、混杂及排序以控制照明系统 1400 (图 14) 的功率耗散。与照明系统 900 一样,在至少一个实施方式中,当不利用回扫开关 1504 耗散功率时,控制器 808 生成控制信号 CS_2 以使回扫开关 1504 在高效率模式下操作。同样与照明系统 900 一样,控制器 808 通过限制初级电流 i_p 来生成控制信号 CS_2 以使回扫开关 1504 在功率耗散模式下操作。因此,控制器 808 生成具有至少三个(3)状态的控制信号 CS_2 。状态的数量是设计选择的问题,并且例如通过控制初级电流 i_p 的不同极限可以增加或减少。

[0098] 图 17 示出了波形 1702 及 1704,其示出了回扫功率耗散电路 1400 及 1500 的示例性初级侧及次级侧电流。参照图 12 及图 13,波形 1702 中的电流 i_{p_0} 及 i_{s_0} 分别表示初级侧电流及次级侧电流。当没有利用控制器 808 对回扫路径功率耗散电路 1600 中的功率耗散进行主动控制时,回扫开关 1504 在初级侧电流 i_{p_0} 上升的充电阶段 T_c 接通。当控制器 506 关断回扫开关 1104 时,回扫阶段 T_{FB_0} 开始。与照明系统 900 一样,在至少一个实施方式中,当回扫开关 1504 没有耗散功率时,控制器 808 生成控制信号 CS_2 以使回扫开关 1504 在高效率模式下操作。

[0099] 参照波形 1704,当控制器 808 主动控制回扫路径功率耗散电路 1600 中的功率耗散,在至少一个实施方式中,电流源 1602 生成初级侧极限电流 i_{LIM_FB} 以便限制初级侧电流 i_p 并延迟回扫阶段 T_{FB_1} 直至完成功率耗散阶段 T_{PD} 。在功率耗散阶段 T_{PD} ,初级侧电流 i_p 是恒定的,因此跨初级侧线圈 1410 的电压为零,并通过回扫 FET1504 及电流源 1602 耗散功率。

[0100] 图 18 示出了波形 1800,其示出了回扫功率耗散电路 1400 及 1500 的示例性初级侧及次级侧电流。在至少一个实施方式中,控制器 808 对多个初级侧极限电流比如极限电流

$i_{LIM_FB_1}$ 及 $i_{LIM_FB_2}$ 进行协调以便利用回扫路径功率耗散电路 1600 进行分阶段功率耗散。控制器 808 可以通过用控制信号 C_{IREF} 设定参考电流 i_{REF} 、用控制信号 C_{SCALE} 设定比例因数 Z 、或设定参考电流 i_{REF} 与比例因数 Z 来控制多个极限电流 $i_{LIM_FB_1}$ 及 $i_{LIM_FB_2}$ ，如结合电流源 1002 (图 10) 的描述。分阶段回扫路径功率耗散电路 1600 的功率耗散以例如热管理回扫开关 1504 及电流源 1602 的功率耗散。

[0101] 图 19 示出了回扫路径功率耗散电路 1900，其代表回扫路径功率耗散电路 1402 的一个实施方式。在至少一个实施方式中，回扫路径功率耗散电路 1900 通过电阻器 1902 耗散功率。辅助功率绕组 1904 在初级侧线圈的回扫阶段从初级侧线圈 1210 接收能量。栅电压 V_G 偏置 FET1906，控制器 808 利用源控制信号 CS_3 对 FET1906 的导电性进行控制。当控制器 808 确定功率输入不等于功率输出 $+P_{INH}$ 时，控制器 808 接通 FET1906，从而使辅助绕组 1904 的电流 i_{AUX} 流过二极管 1908 及电阻器 1902。在至少一个实施方式中，控制器 808 在辅助电流 i_{AUX} 的一个或多个周期耗散等于功率输入与功率输出 $+P_{INH}$ 之差的量的功率。

[0102] 图 20 示出了照明系统 2000，其代表照明系统 800 的一个实施方式。照明系统 2000 包括用于耗散照明系统 2000 中的过剩功率的连接路径功率耗散电路 2002。连接路径功率耗散电路 2002 代表连接路径功率耗散电路 804 的一个实施方式。通常，当功率输入超过功率输出 $+P_{INH}$ 时，连接路径功率耗散电路 2002 通过输出功率耗散路径 2004 耗散过剩能量。在至少一个实施方式中，连接路径功率耗散电路 2002 监测连接电压 V_{LINK} 。当功率输入超过功率输出 $+P_{INH}$ 时，如果照明系统 2000 没有耗散过剩能量，则连接电压 V_{LINK} 将增加。因此，在至少一个实施方式中，连接路径功率耗散电路 2002 监测连接电压 V_{LINK} ，并且当连接电压 V_{LINK} 超过预定参考连接电压时，连接路径功率耗散电路 2002 耗散过剩能量。连接路径功率耗散电路 2002 的特定实现及控制是设计选择的问题。

[0103] 图 21 示出了示例性连接路径功率耗散电路 2100，其代表连接路径功率耗散电路 2002 的一个实施方式。连接路径功率耗散电路 2100 包括形成基于电阻器的分压器以生成标度连接电压(scaled link voltage) V_{LINK_SCALE} 的串联连接电阻器 2102 及 2104。连接路径功率耗散电路 2100 通过比较标度连接电压 V_{LINK_SCALE} 与参考连接电压 V_{LINK_REF} 来监测连接电压 V_{LINK} 。参考连接电压 V_{LINK_REF} 利用连接路径功率耗散电路 2100 来建立功率耗散的阈值。标度连接电压 V_{LINK_SCALE} 偏置(biase)比较器 2106 的正相输入端，并且参考连接电压 V_{LINK_REF} 偏置比较器 2106 的反相输入端。当标度连接电压 V_{LINK_SCALE} 超过参考连接电压 V_{LINK_REF} 时，比较器 2106 偏置开关 2108，这使得初级电流 i_p 流过功率耗散电阻器 2110 及开关 2108。开关 2108 的实现是设计选择的问题。在至少一个实施方式中，开关 2108 是双极结型晶体管 (BJT)，并且比较器 2106 偏置 BJT 开关 2108 的基极。在至少一个实施方式中，开关 2108 是 FET，并且比较器 2106 偏置 FET 开关 2108 的栅极。相反，当标度连接电压 V_{LINK_SCALE} 小于参考连接电压 V_{LINK_REF} 时，比较器 2106 关断开关 2108，从而中止电流流入及功率耗散电阻器 2110 的功率耗散。与参考连接电压 V_{LINK_REF} 对应的特定连接电压 V_{LINK} 是设计选择的问题，并且例如是正常操作连接电压 V_{LINK} 的 105% ~ 120%。在至少一个实施方式中，参考连接电压 V_{LINK_REF} 大约是等于 110Vrms 的输入电压 V_{IN} 的 115%，并且是等于 230Vrms 的输入电压 V_{IN} 的 107%。

[0104] 图 22 示出了示例性连接路径功率耗散电路 2200，其代表连接路径功率耗散电路 2002 的一个实施方式。连接路径功率耗散电路 2200 包括形成基于电阻器的分压器以生成

标度连接电压 $V_{\text{LINK_SCALE}}$ 的串联连接电阻器 2202 及 2204。连接路径功率耗散电路 2200 利用用于将模拟标度连接电压 $V_{\text{LINK_SCALE}}$ 转换为数字值标度连接电压 $V_{\text{LINK_SCALE}}(n)$ 的模数变换器 2206 来监测连接电压 V_{LINK} 。逻辑 2208 通过确定标度连接电压 $V_{\text{LINK_SCALE}}$ 是否表示连接电压 V_{LINK} 大于特定阈值来确定连接路径功率耗散电路 2200 是否应该耗散过剩能量。特定阈值是设计选择的问题,并且是标准操作连接电压 V_{LINK} 的 105% ~ 120%。如果逻辑 2208 确定连接路径功率耗散电路 2200 应该耗散过剩能量,则逻辑 1808 对开关 2212 的导电性进行控制。在至少一个实施方式中,开关 2212 是 BJT,逻辑 2208 对电流源 2212 进行控制以偏置 BJT 开关 2212 的发射极并对初级电流 i_p 流过功率耗散电阻器 2214 进行控制。在至少一个实施方式中,开关 2212 是 FET,逻辑 2208 对电流源 2212 进行控制以便偏置 FET 开关 2212 的源极并对初级电流 i_p 流过功率耗散电阻器 2214 进行控制。

[0105] 逻辑 2208 及电流源 2210 的实现是设计选择的问题。在至少一个实施方式中,电流源 2210 与电流源 1002 (图 10)相同,逻辑 2208 可以对电流源 2210 的参考电流(未示出)和 / 或比例因数(未示出)进行控制。在至少一个实施方式中,逻辑 2208 包括处理器(未示出),该处理器执行代码以便根据预定算法确定在功率耗散过程中初级电流的特定混杂、穿插及极限。在至少一个实施方式中,算法被作为可执行代码存储在逻辑 2208 的存储器(未示出)中。特定算法是设计选择的问题。在至少一个实施方式中,算法使功率耗散电阻器 2214 耗散功率直至标度连接电压 $V_{\text{LINK_SCALE}}$ 表示连接电压 V_{LINK} 已降至预定值,比如负载 818 (图 8 及图 16)的正常操作水平。

[0106] 参照图 8,在至少一个实施方式中,控制器 808 控制开关路径功率耗散电路 802、连接路径功率耗散电路 804 和 / 或回扫路径功率耗散电路 806 以在功率输入大于功率输出 $+P_{\text{INH}}$ 加上照明系统 800 的固有损耗时耗散功率。在至少一个实施方式中,控制器 808 可以根据需要引入功率耗散阶段来耗散过剩能量。图 23 描述了三个示例性时间帧 A、B 和 C 的示例性功率耗散阶段穿插时间轴 2300。在至少一个实施方式中,单个时间帧,比如时间帧 A、B 或 C,是指紧随先前回扫阶段之后的第一充电阶段开始时和直接在下一充电阶段之前的回扫阶段结束时之间的时间。在时间帧 A 中,功率耗散阶段 2302 穿插在充电阶段 2304 与回扫阶段 2306 之间。在整流输入电压 $V_{\Phi_{\text{R_IN}}}$ 的后续时间帧 B 中,回扫阶段 2308 紧随充电阶段 2310,并且时间帧 B 中不存在功率耗散阶段。时间帧 B 可以是在时间帧 A 之后的连续 (consecutive, 相邻)时间帧、或非连续时间帧。由于各种原因,例如在功率输入等于功率输出 $+P_{\text{INH}}$ 时或允许在发起另一个功率耗散阶段之前使组件冷却,控制器 808 (图 9)可以在时间帧 B 中包括功率耗散阶段。在整流输入电压 $V_{\Phi_{\text{R_IN}}}$ 的时间帧 C 中,控制器 808 将功率耗散阶段 2312 穿插在充电阶段 2314 与回扫阶段 2316 之间。

[0107] 图 24 示出了单个时间帧的示例性功率耗散混杂及穿插时间轴 2400。在至少一个实施方式中,单个时间帧是指紧随先前回扫阶段之后的第一充电阶段开始时与直接在下一充电阶段之前的回扫阶段结束时之间的时间。功率耗散阶段 2402 与充电阶段 2404 混杂在一起并穿插有后继充电阶段 2406。后继功率耗散阶段 2408 出现在充电阶段 2406 之后。功率耗散阶段 2410 穿插在回扫阶段 2412 和 2414 之间并且还混杂有回扫阶段 2414。功率耗散阶段 2409 在充电阶段 2406 开始之后、后继回扫阶段 2412 结束之前开始。穿插和混杂的充电和回扫阶段以及功率耗散阶段的数量及定时是设计选择的问题,并且取决于例如要耗散的功率量及组件的热管理。

[0108] 因此,照明系统包括控制器,该控制器配置为通过利用多个功率耗散电路分配在照明系统中的过剩能量来提供照明系统的热管理。

[0109] 尽管已经详细描述了实施方式,但应当理解的是,在没有背离所附权利要求限定的本发明的精神和范围的情况下,可以在此进行各种修改、代替和改变。

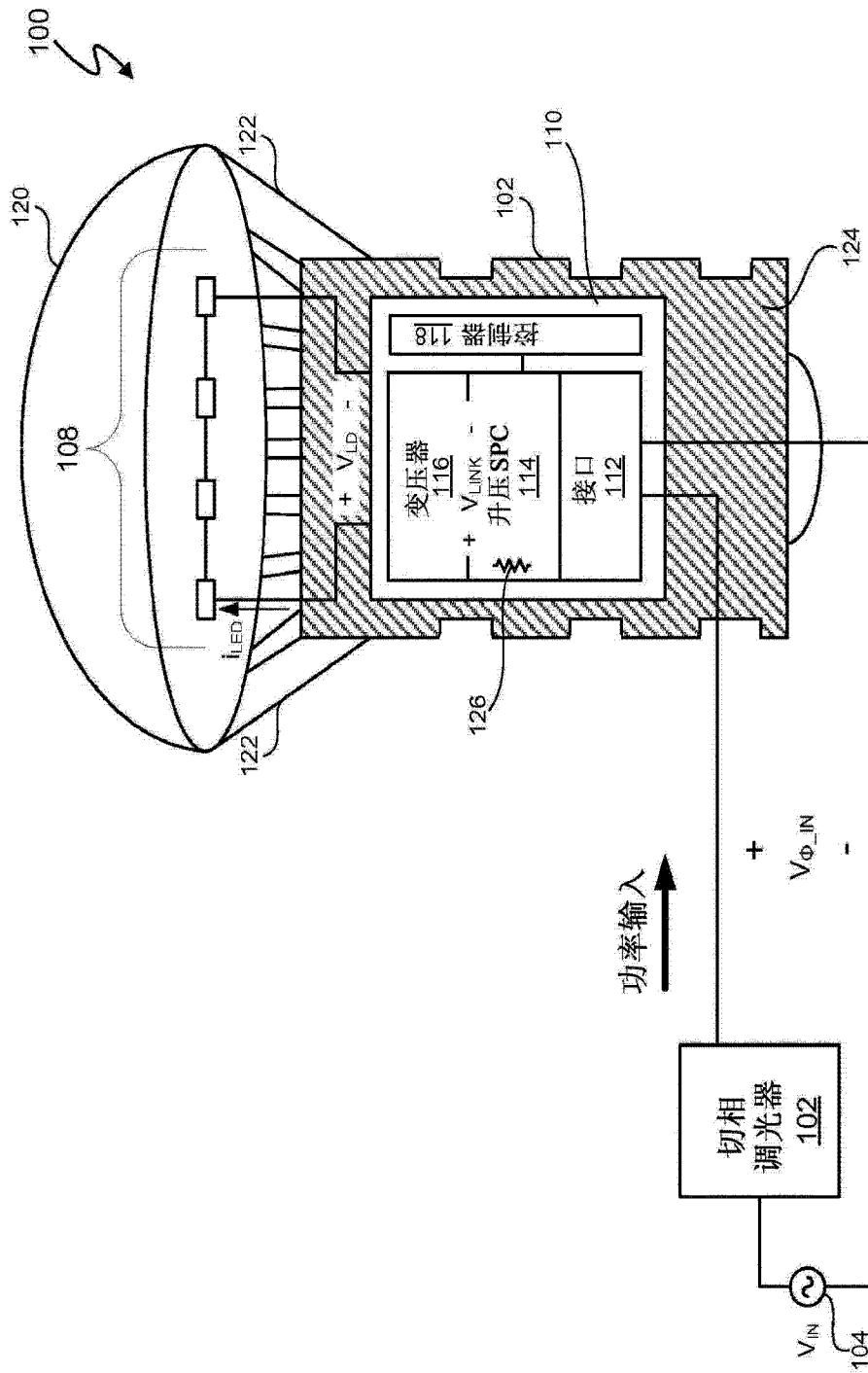


图 1(现有技术)

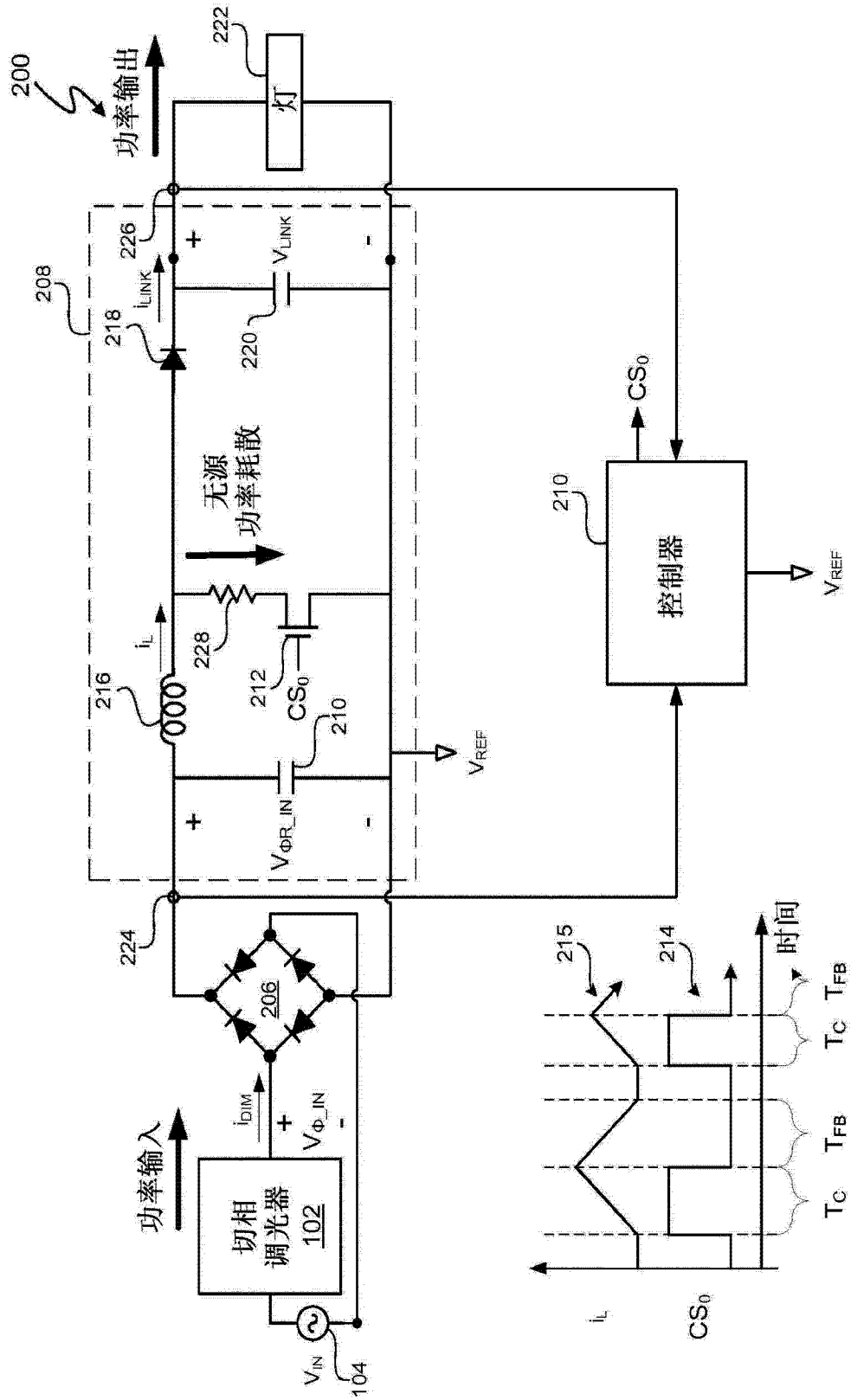


图 2(现有技术)

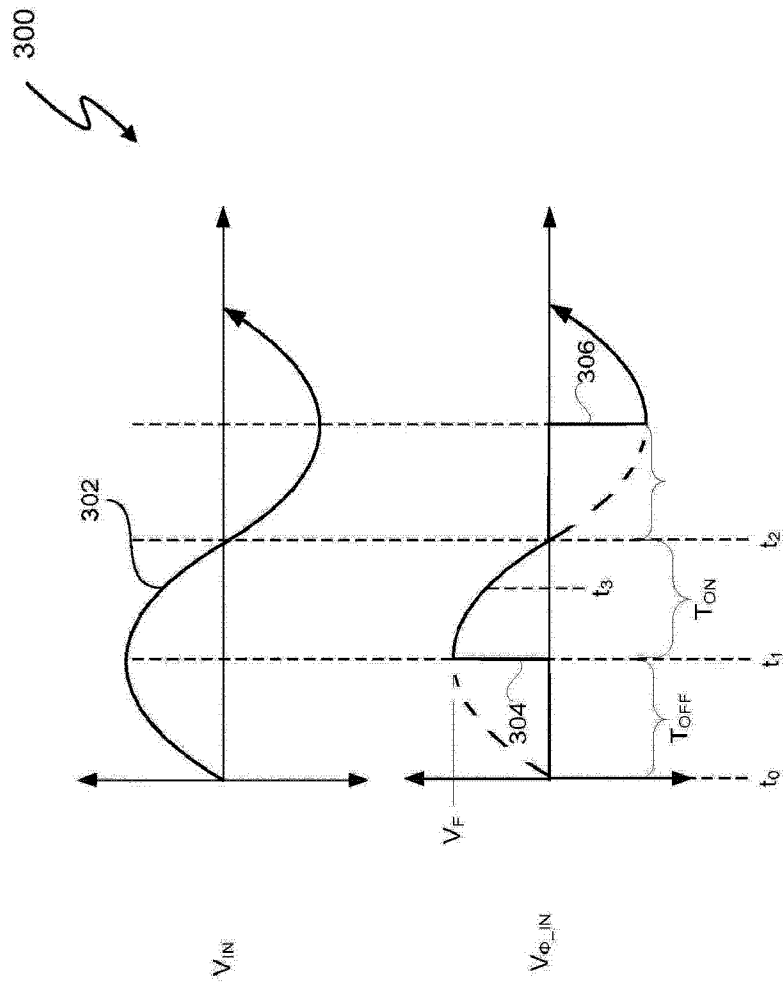


图3(现有技术)

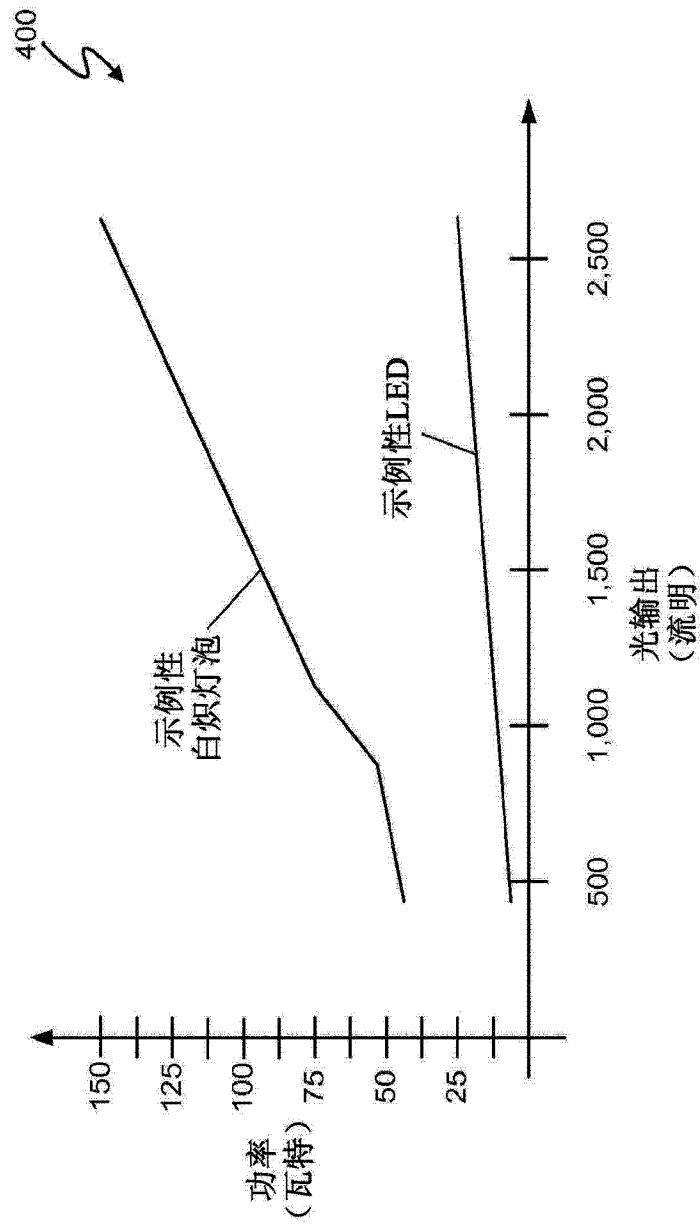


图 4(现有技术)

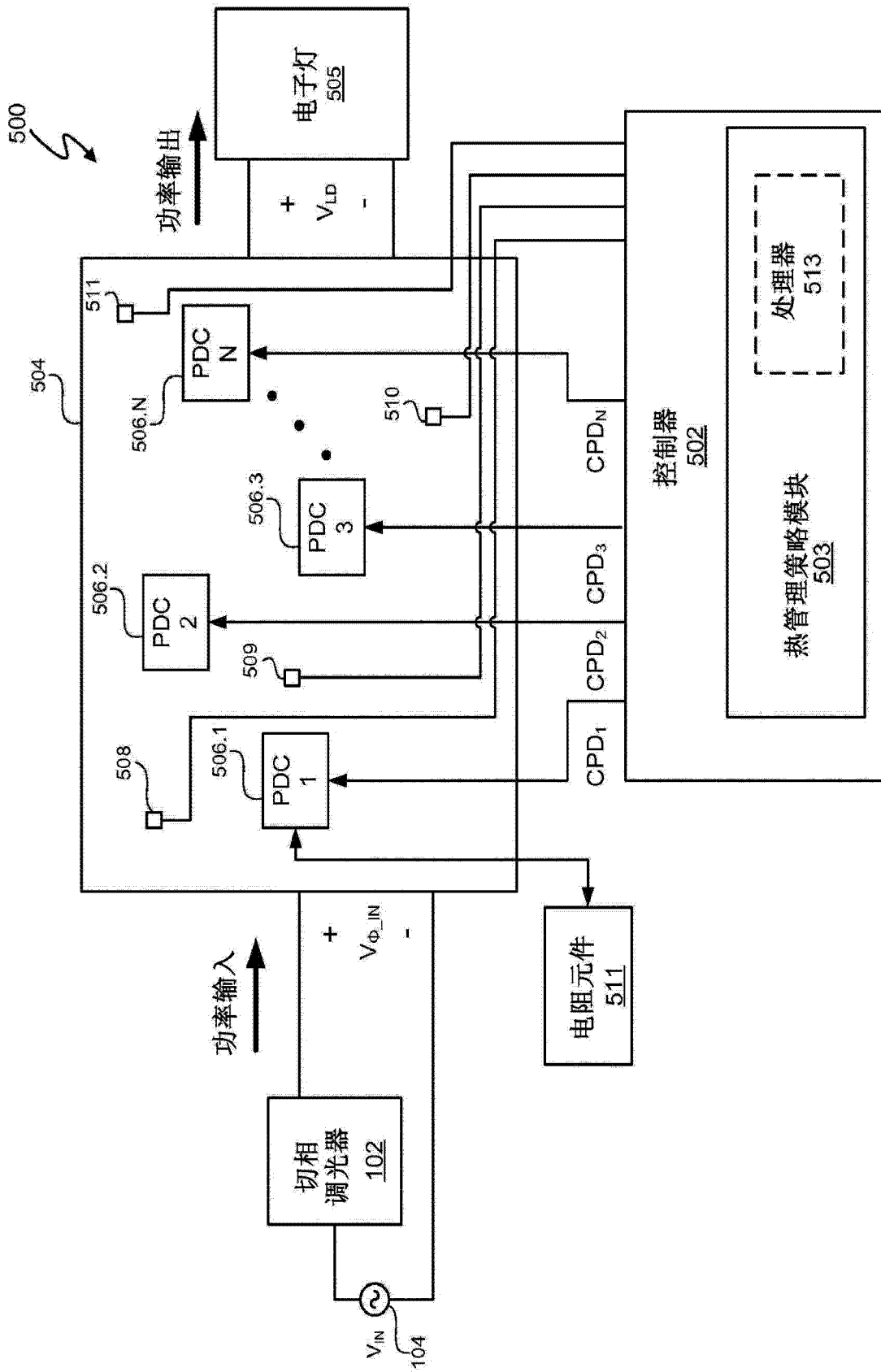


图 5

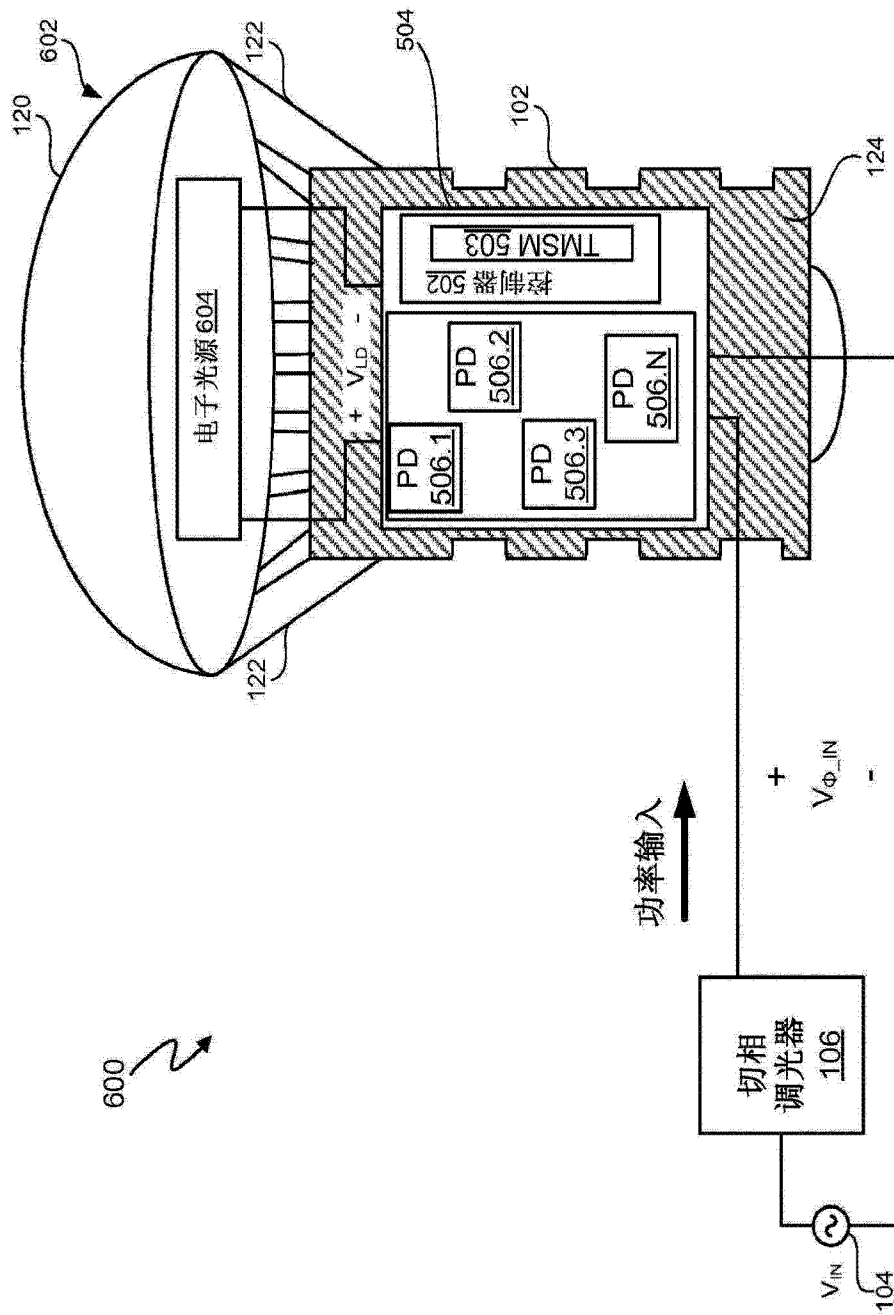


图 6

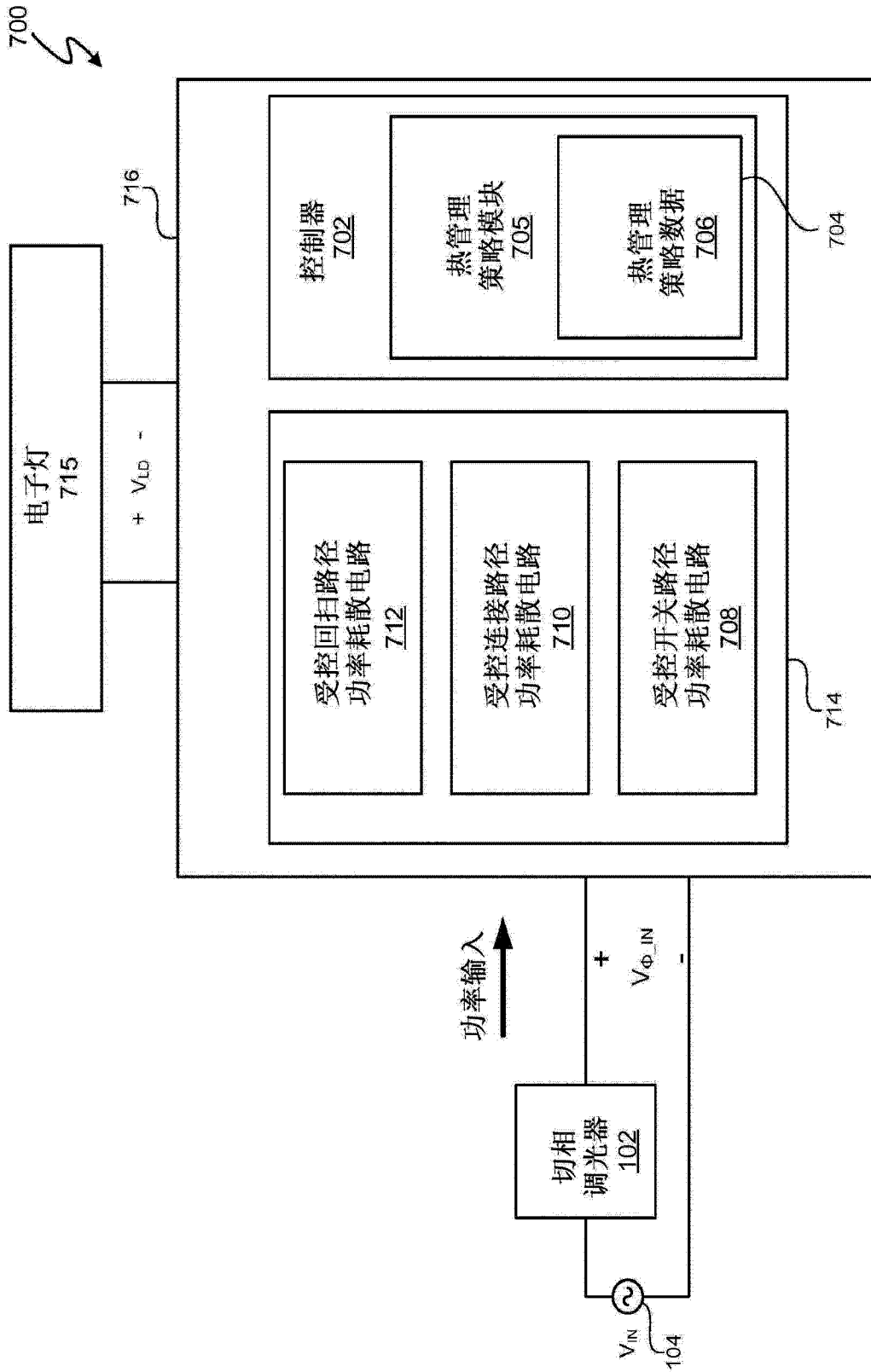


图 7

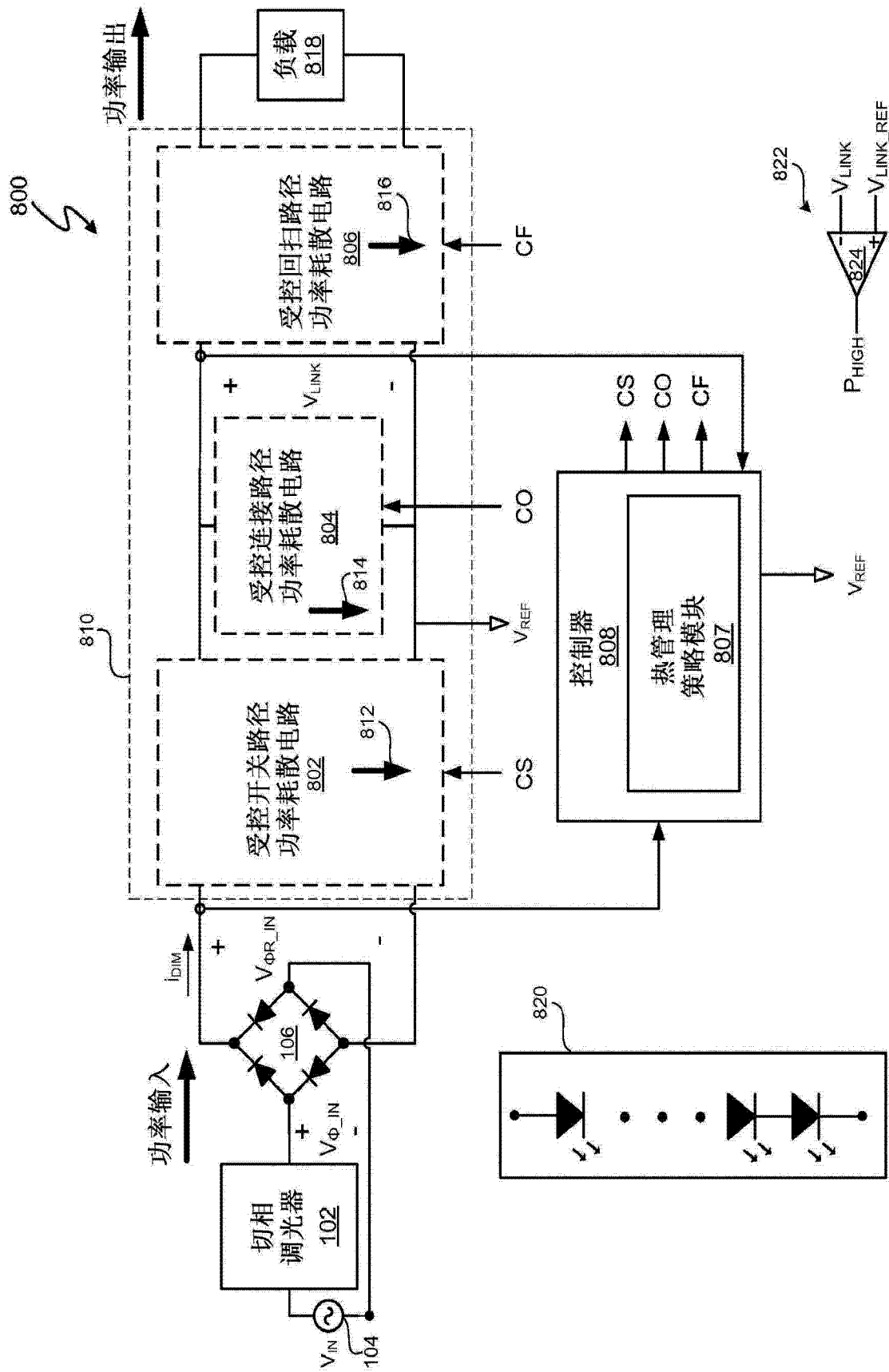


图 8

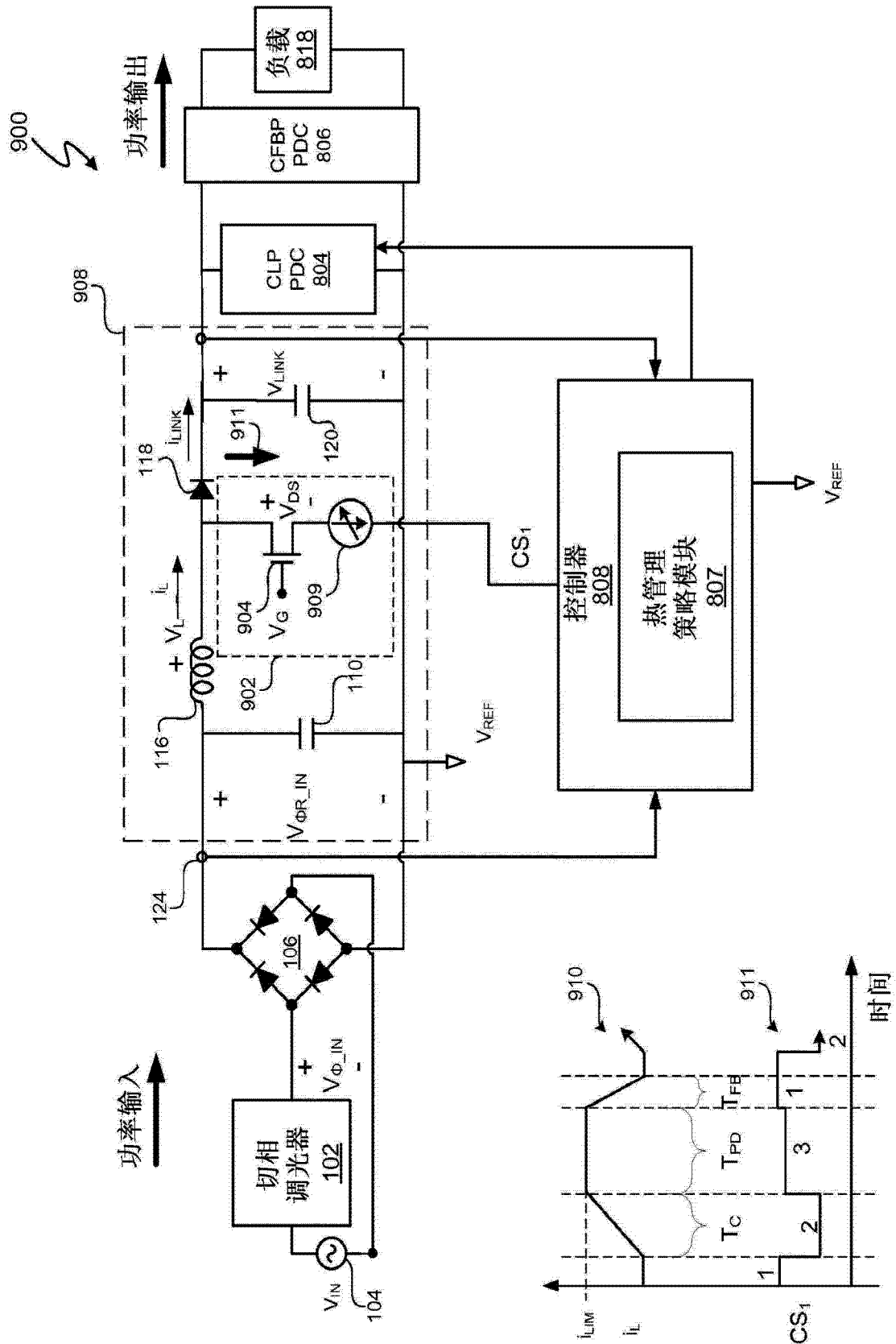


图 9

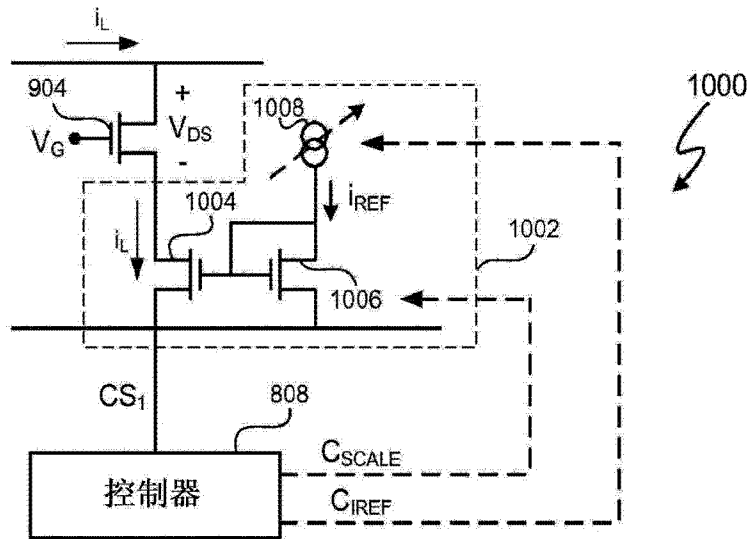


图 10

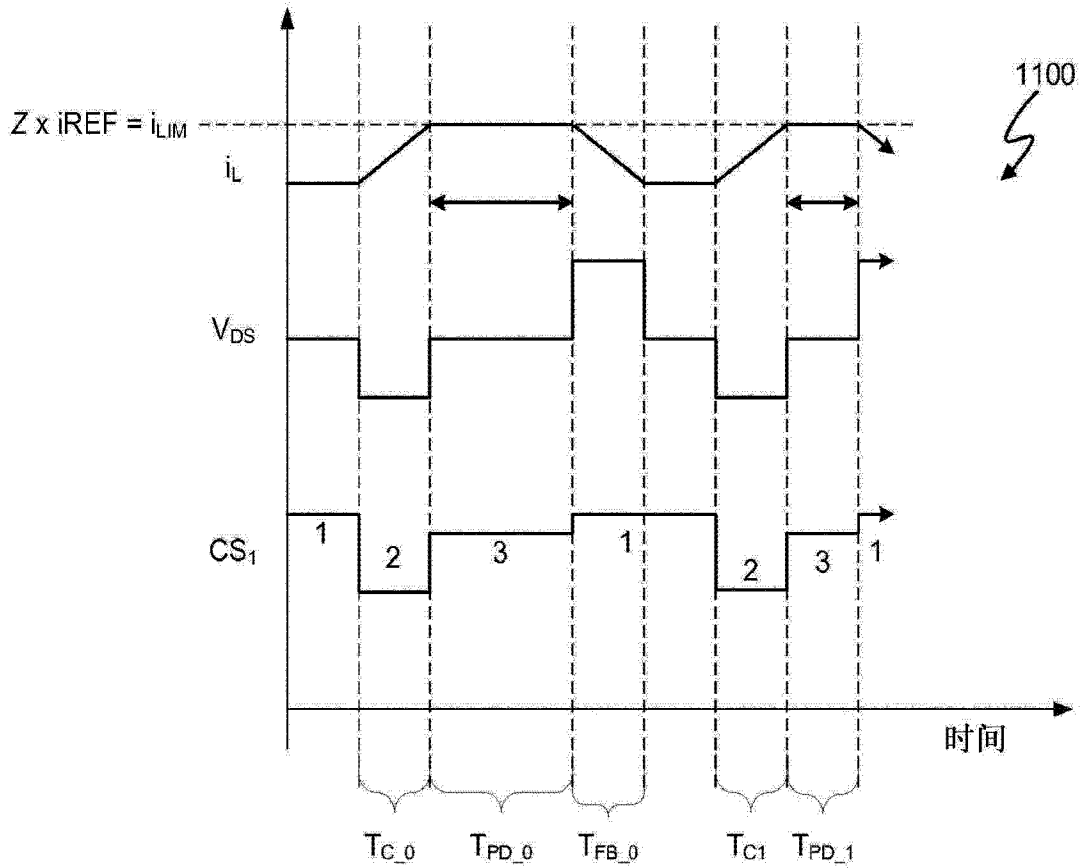


图 11

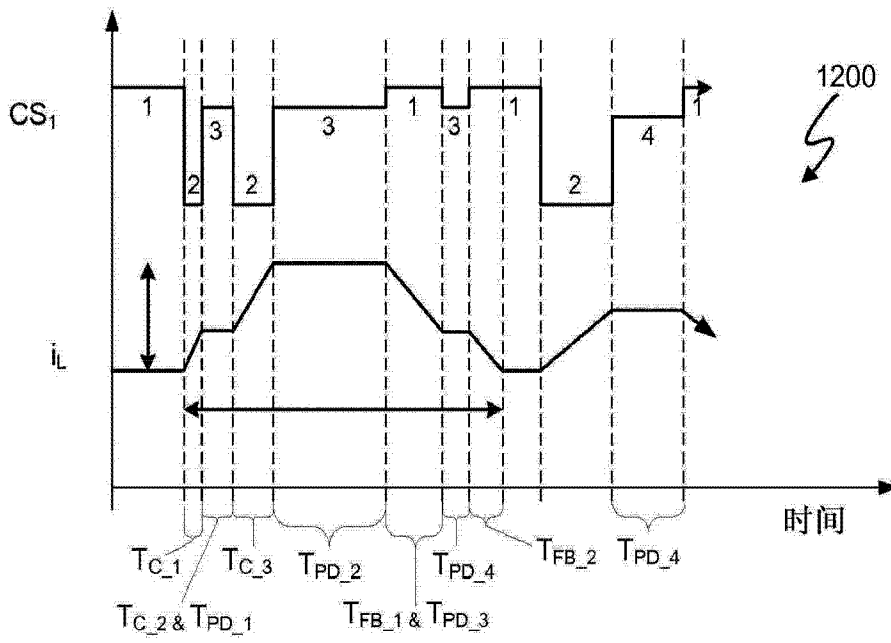


图 12

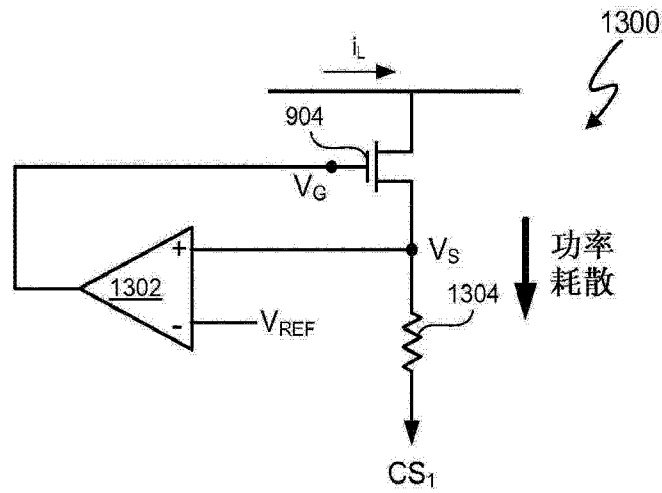


图 13

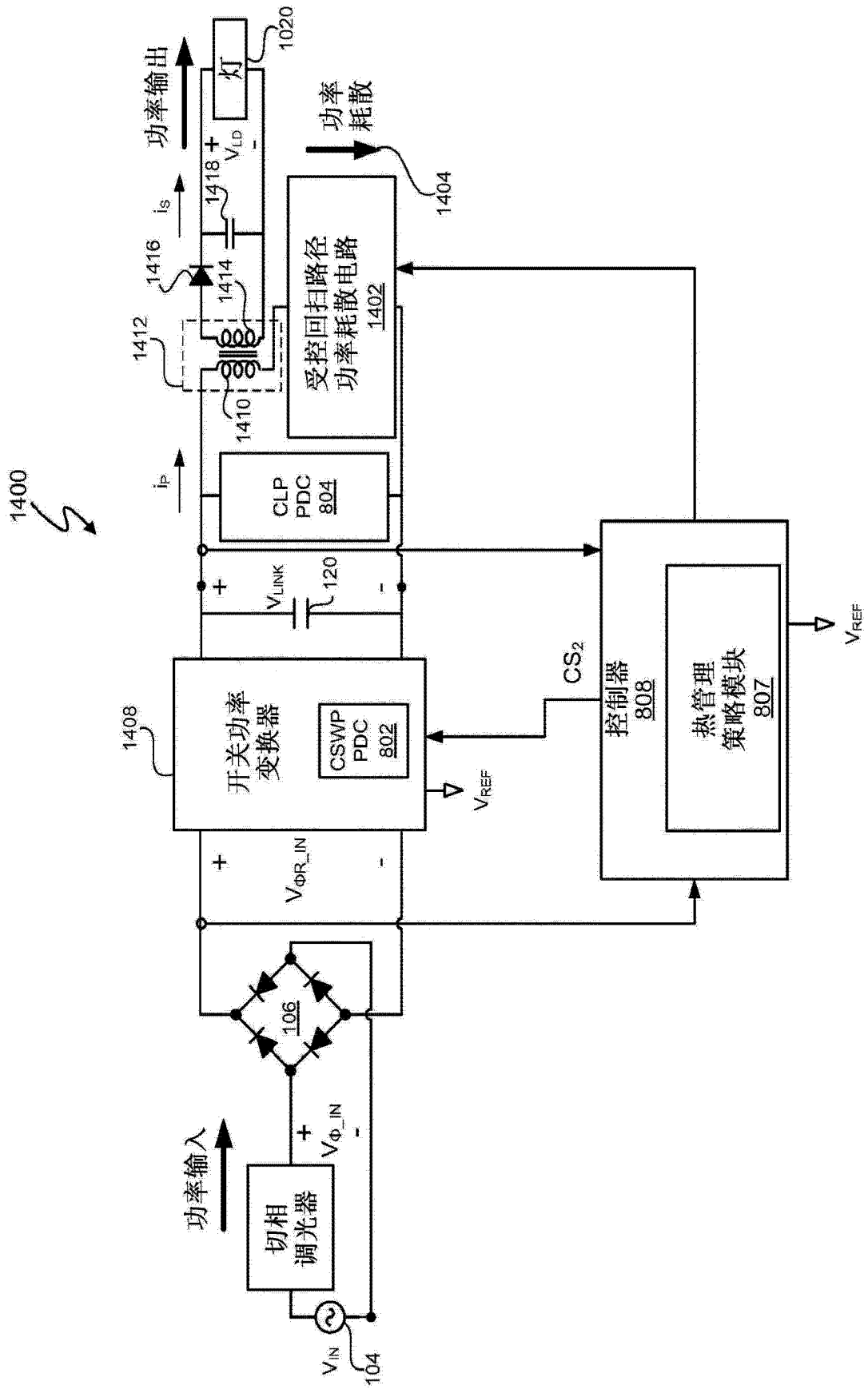


图 14

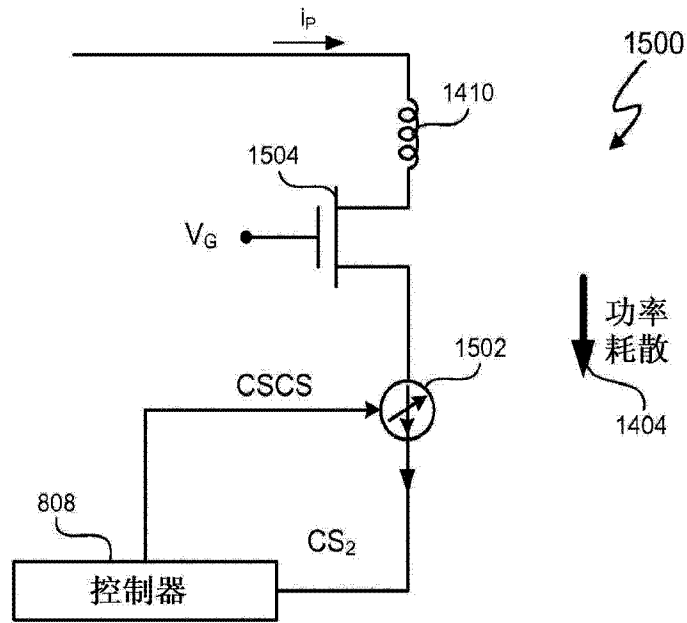


图 15

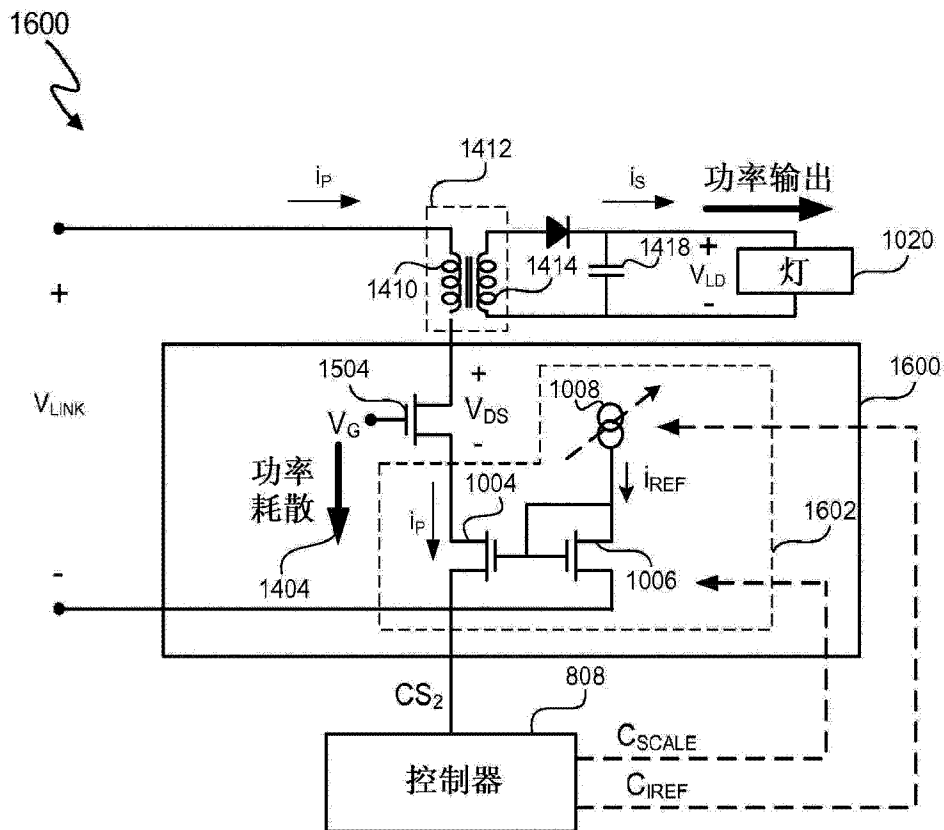


图 16

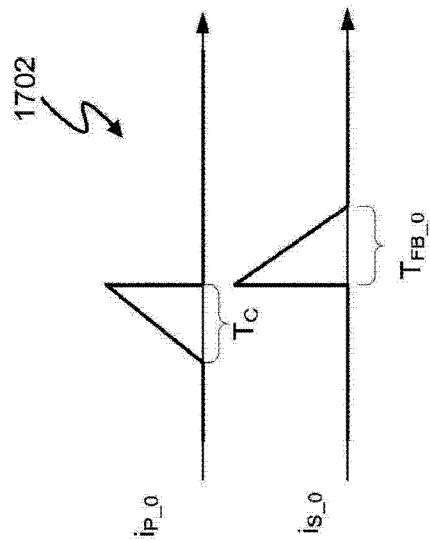
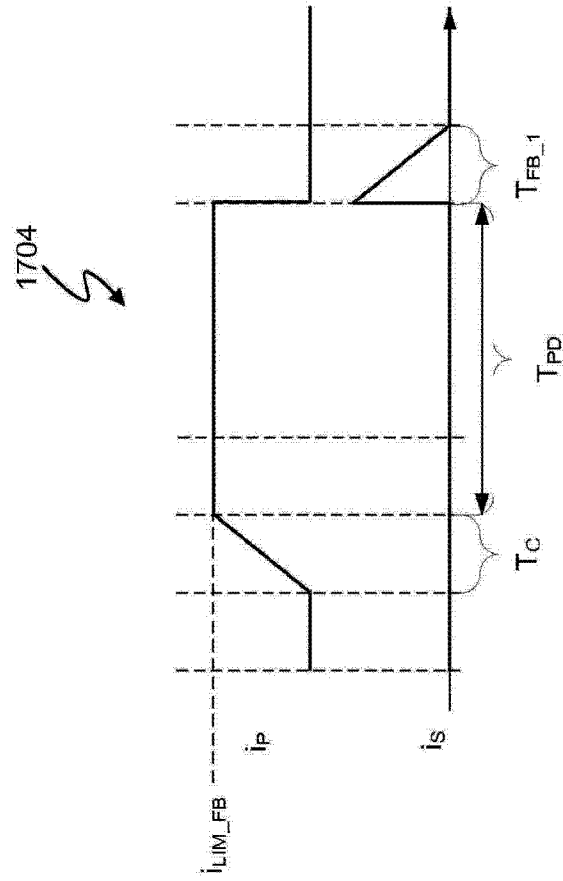


图 17

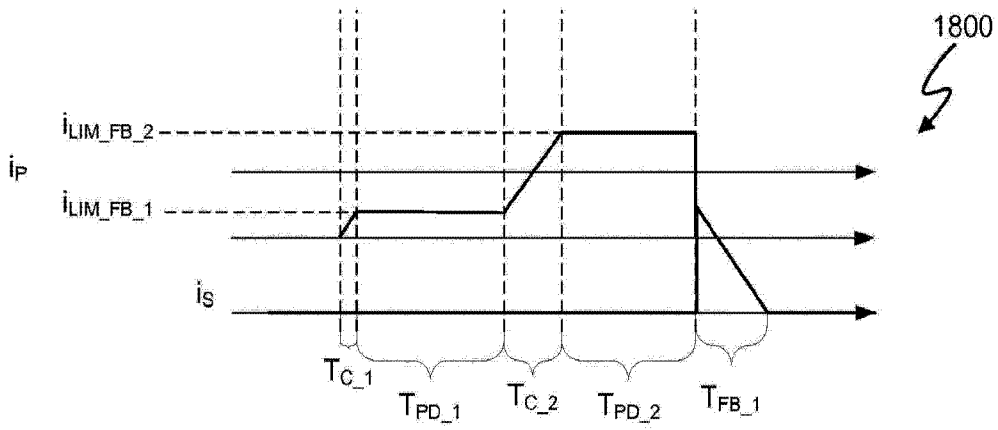


图 18

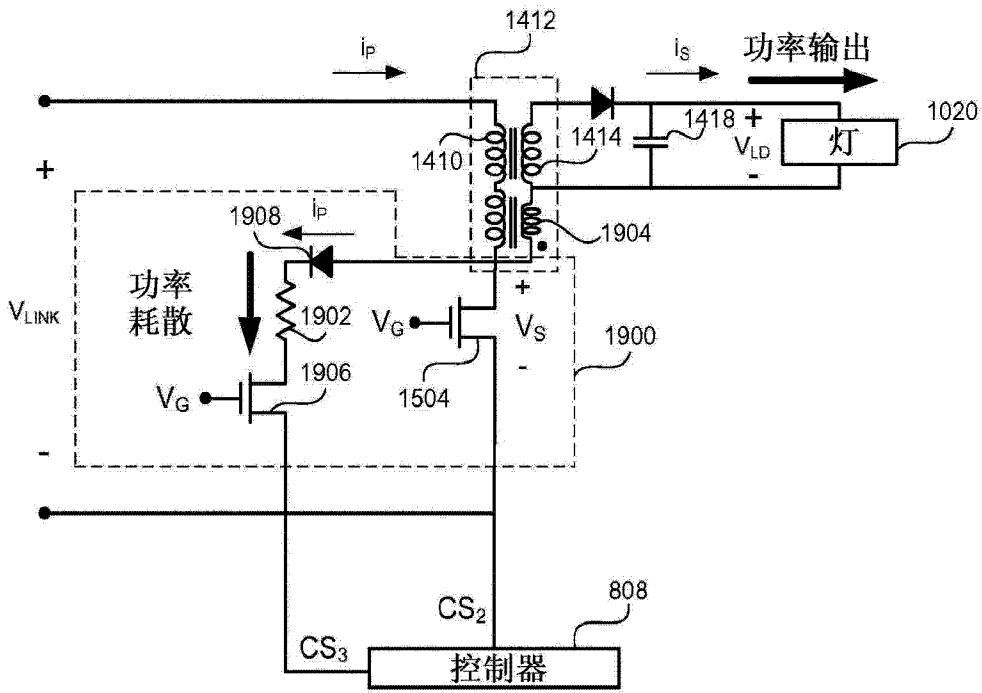


图 19

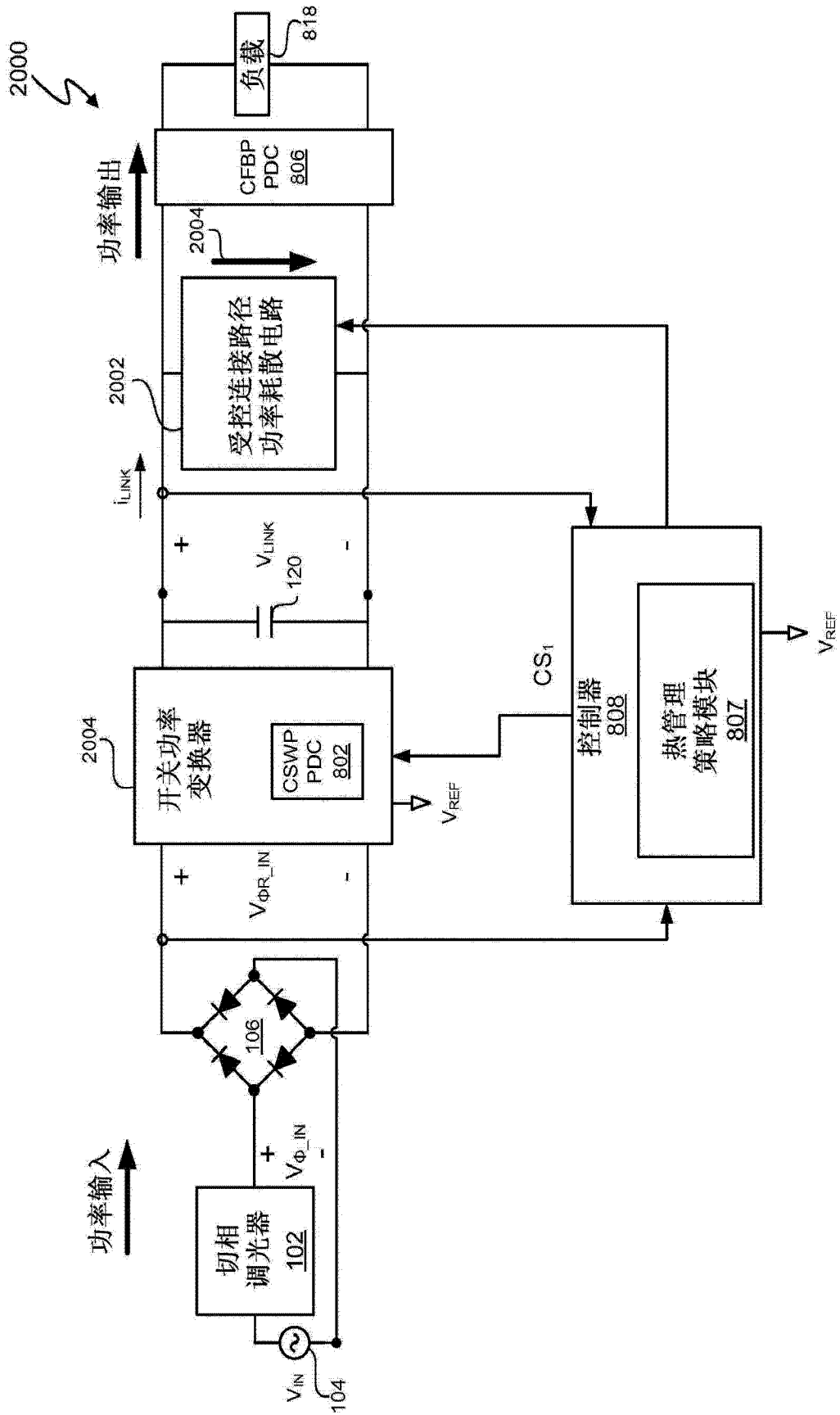


图 20

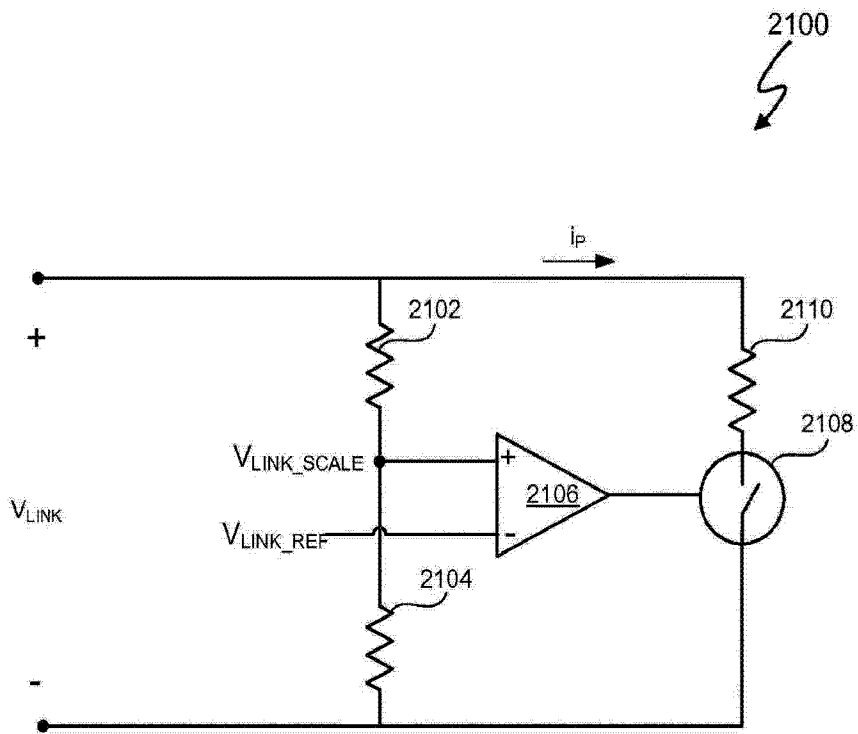


图 21

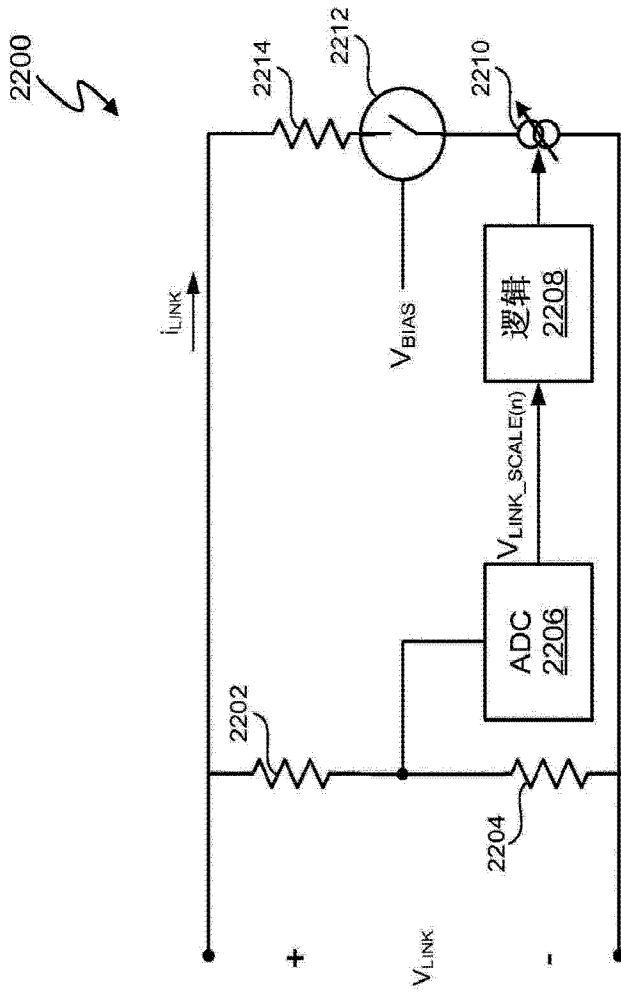


图 22

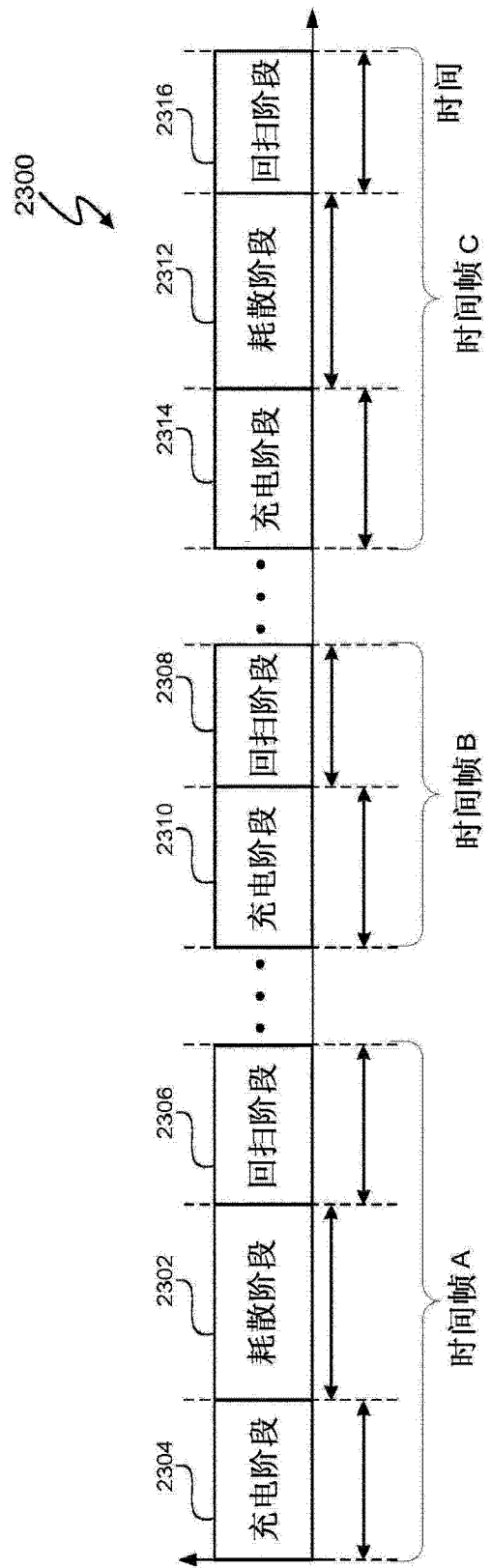


图 23

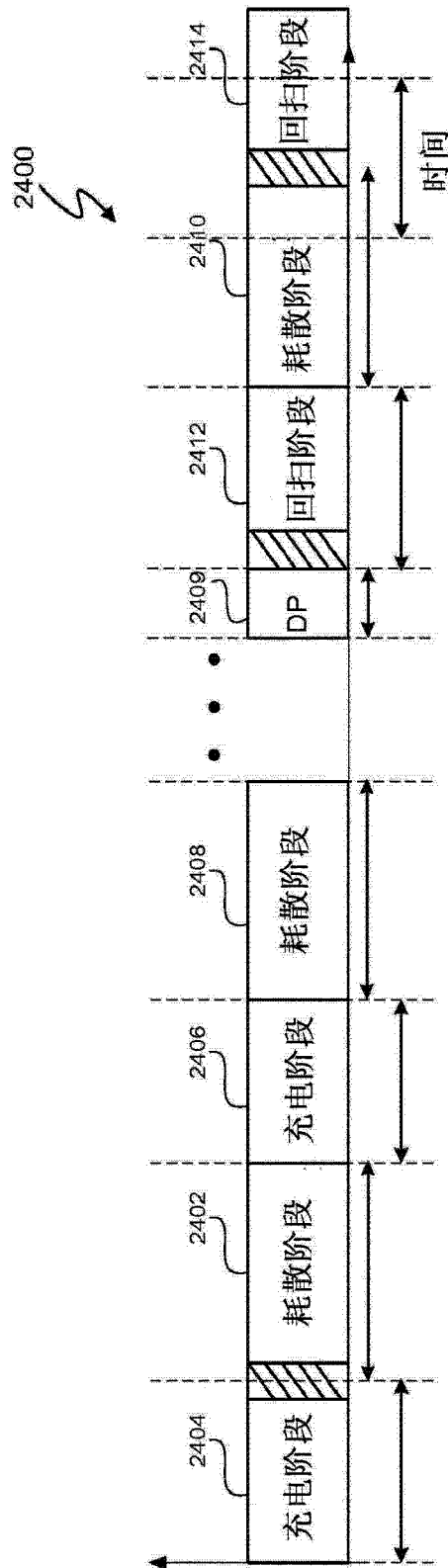


图 24