



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117413440 A

(43) 申请公布日 2024. 01. 16

(21) 申请号 202280039432.6

(22) 申请日 2022.05.30

(30) 优先权数据

21177036.7 2021.06.01 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.11.30

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2022/064574 2022.05.30

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/253740 EN 2022.12.08

(71) 申请人 昕诺飞控股有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬市

(72) 发明人 K·阿鲁兰杜 M·温特

O·V·维多文

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

专利代理师 成城

(51) Int.Cl.

H01S 5/062 (2006.01)

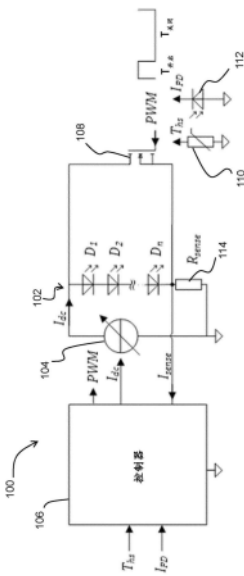
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

对激光源的控制

(57) 摘要

一种激光器电路,具有用于将电流递送给激光器设备的电流源。使用脉宽调制激光器驱动电流,并且依据所估计的结温度来设置激光器驱动电流的振幅和占空比。以此方式,对于不同的操作温度和期望的光学输出功率,可以保持较高的效率。



1. 一种激光器电路(100),包括:
激光器设备(102);
电流源(104),适于向所述激光器设备(102)提供电流,其中所述电流具有振幅和占空比;
控制器(106),用于控制所述电流源(104);以及
传感器布置(110、112),用于监测使得所述激光器设备(102)的结温度能够被估计的信号,
其中所述控制器(106)适于:
- 估计所述激光器设备(102)的结温度;
- 依据所述结温度来设置到所述激光器设备(102)的所述电流的所述振幅,以及
- 依据所述激光器设备(102)所需的功率来设置到所述激光器设备(102)的所述电流的所述占空比。
2. 根据权利要求1所述的激光器电路,其中所述电流源(104)包括开关元件(108),所述开关元件(108)与所述激光器设备(102)并联耦合或与所述激光器设备(102)串联耦合,其中所述开关元件(108)被布置为控制到所述激光器设备(102)的所述电流的所述占空比。
3. 根据权利要求1或2所述的激光器电路,其中所述控制器(106)适于控制所述脉宽调制激光器驱动电流的所述电流振幅和所述占空比,以实现期望的效率和期望的光学输出功率。
4. 根据权利要求3所述的激光器电路,其中所述控制器(106)适于控制所述脉宽调制激光器驱动电流的所述电流振幅和所述占空比,以与最大效率相对应的振幅操作,且以用于递送所述期望的光学输出功率的占空比操作。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的激光器电路,其中所述传感器布置包括用于测量所述激光器设备的外壳温度的温度传感器(110)。
6. 根据权利要求1至4中任一项所述的激光器电路,其中所述传感器布置包括用于测量光学输出功率的光通量传感器(112)。
7. 根据权利要求1至6中任一项所述的激光器电路,还包括用于测量激光器设备电流的电流振幅测量设备(114)。
8. 根据权利要求1至7中任一项所述的激光器电路,其中所述控制器(106)还适于确定所述激光器的所述输出功率并且还依据所述输出功率来设置所述激光器驱动电流的所述振幅和所述占空比。
9. 根据权利要求1至8中任一项所述的激光器电路,其中所述激光器设备(102)包括垂直腔表面发射激光器。
10. 根据权利要求1至9中任一项所述的激光器电路,其中所述激光器设备(102)包括一个或多个激光二极管。
11. 根据权利要求1至10中任一项所述的激光器电路,包括用于递送恒定光输出功率的照明电路。
12. 一种控制激光器设备(102)的方法,包括:
估计所述激光器设备的结温度;
依据所述结温设置脉宽调制激光器驱动电流的振幅;

依据所述激光器设备 (102) 所需的功率来设置所述脉宽调制激光器驱动电流的占空比,以及

将所述激光器驱动器电流递送到所述激光器设备 (102)。

13. 根据权利要求12所述的方法,包括:控制设置所述脉宽调制激光器驱动电流的所述电流振幅和所述占空比,以实现期望的效率和期望的光学输出功率。

14. 根据权利要求13所述的方法,包括:设置所述脉宽调制激光器驱动电流的所述电流振幅和所述占空比,以与最大效率相对应的振幅操作,且以用于递送所述期望的光学输出功率的占空比操作。

15. 一种计算机程序,包括计算机程序代码装置,所述计算机程序代码装置适于当所述程序在计算机上运行时,实现根据权利要求12至14中任一项所述的方法。

对激光源的控制

技术领域

[0001] 本发明涉及对激光源的控制。

背景技术

[0002] 众所周知,激光器需要比激光发射阈值电流更高的驱动电流,以便发射相当大的光学输出功率。在该激光发射电流以下,光子生成效率非常低,使得激光发射电流可以主要被视为对效率损失的主要贡献。因此,从效率的视角来看,使驱动电流最大使得驱动电流显著高于激光发射电流是有益的。

[0003] 针对最大效率的最大驱动电流很大程度上取决于(诸如垂直腔表面发射激光器 VCSEL)激光器的结温度。在结温度升高时,可以预期作为正向电流的函数的光学输出功率的较早翻转(在局部最大值之后),并且这种最大效率取决于结温度。激光照射源的主要目标是确保以尽可能高的效率发射特定量的光。

[0004] 因此,期望使得能够在所有操作条件下提供恒定输出功率(与期望的光量相对应),从而给出不同的结温度。

发明内容

[0005] 本发明由权利要求限定。

[0006] 根据按照本发明的一个方面的示例,提供了一种激光器电路,包括:

[0007] 激光器设备;

[0008] 电流源,适于向激光器设备提供电流,其中电流具有振幅和占空比;

[0009] 控制器,用于控制电流源;以及

[0010] 传感器布置,用于监测使得激光器设备的结温度能够被估计的信号,

[0011] 其中控制器适于:

[0012] -估计激光器设备的结温度;

[0013] -依据结温度设置到激光器设备的电流的振幅,以及

[0014] -依据激光器设备所需的功率来设置到激光器设备的电流的占空比。

[0015] 该激光器电路使用脉宽调制激光器驱动电流的振幅和占空比两者,以使得能够在不同的结温度下高效操作。通过使得能够高效进行操作,不仅节省了能量,而且还减轻了功耗问题。

[0016] 具体地,温度的增加会导致控制器实现电流的振幅的减小以转移到高效操作点,并且增加占空比以维持类似的平均电流。

[0017] 已知激光器的平均输出功率可以通过调节PWM控制信号的占空比或通过调节驱动电流来控制。如上文所解释的,因为增加激光发射电流的贡献会削弱效率,所以降低驱动电流以降低功率并非有益。由于用于最大效率的驱动电流振幅取决于温度,所以仅通过控制PWM控制信号的占空比来降低激光器的输出功率也并不可取。

[0018] 因此,本发明结合了这两种方法,以实现高效操作以及维持期望输出。

[0019] 电流源可以包括开关元件,该开关元件与激光器设备并联耦合或与激光器设备串联耦合,其中开关元件被布置为控制到激光器设备的电流的占空比。

[0020] 这可能起到分流开关或串联开关的作用。相反,电流源本身可以生成脉宽调制输出电流。

[0021] 控制器例如适于控制脉宽调制激光器驱动电流的电流振幅和占空比,以实现期望效率和期望光学输出功率。期望光学输出功率可以例如是恒定的。

[0022] 控制器例如适于控制脉宽调制激光器驱动电流的电流振幅和占空比,以与最大效率相对应的振幅操作,并且以用于递送期望的光学输出功率的占空比操作。通过实现以最大效率进行操作,不仅节省了能量,而且还减轻了功耗问题。可以基于激光器设备的已知特性来估计最大效率点,或可以监测效率以提供反馈控制。

[0023] 传感器布置可以包括用于测量激光器设备的外壳温度的温度传感器。外壳温度可以用于提供对激光器设备结温度的估计。这可以例如使用与设备和设备外壳有关的热信息。

[0024] 传感器布置可以附加地或备选地包括用于测量光学输出功率的光通量传感器。所测量的光学输出功率可以与数据结合使用,该数据将光学输出功率表征为特定设备的结温度的函数。该表征信息可以例如在激光器设备本身的制造过程期间或在整个激光器电路的组装和工厂校准期间获得。

[0025] 还可以提供电流振幅测量设备以用于测量激光器设备电流。这提供了驱动电流的反馈测量。根据电流源的设置使用电流驱动激光器,但是测量电流使得能够检测电流设置中的误差。

[0026] 控制器还可以适于确定激光器的输出功率,并且还依据输出功率设置激光器驱动电流的振幅和占空比。

[0027] 以此方式,提供反馈控制回路以使得输出功率能够维持在期望的恒定水平,而非基于驱动条件来假设输出功率。

[0028] 激光器设备可以包括垂直腔表面发射激光器。备选地,激光器设备可以包括一个或多个激光二极管。

[0029] 激光器电路例如是用于递送恒定光输出功率的照明电路。

[0030] 本发明还提供了一种控制激光器设备的方法,包括:

[0031] 估计激光器设备的结温度;

[0032] 依据结温度设置脉宽调制激光器驱动电流的振幅;

[0033] 依据激光器设备所需的功率来设置脉宽调制激光驱动电流的占空比,以及

[0034] 将激光器驱动器电流递送到激光器设备。

[0035] 该方法可以包括:控制设置脉宽调制激光器驱动电流的电流振幅和占空比,以实现期望的效率和期望的光学输出功率。

[0036] 然后,该方法可以包括:设置脉宽调制激光器驱动电流的电流振幅和占空比以与最大效率相对应的振幅操作,并且以用于递送期望的光学输出功率的占空比操作。

[0037] 本发明还提供了一种计算机程序,包括计算机程序代码装置,该计算机程序代码装置适于当所述程序在计算机上运行时,实现上文所定义的方法。

[0038] 根据以下所描述的(多个)实施例,本发明的这些和其他方面变得显而易见,并且

参考下文所描述的(多个)实施例,进行阐述。

附图说明

[0039] 为了更好地理解本发明并且更清楚地示出如何实施本发明,现在,仅通过示例参考附图,在附图中:

[0040] 图1示出了如针对特定VCSEL测量的作为正向电流的函数的输出功率;

[0041] 图2示出了对于不同结温度具有可变电流振幅和占空比的PWM驱动电流的一个示例;

[0042] 图3示出了激光器电路的简化框图。

具体实施方式

[0043] 本发明将参考附图进行描述。

[0044] 应当理解,详细描述和具体示例在指示装置、系统和方法的示例性实施例的同时,旨在仅用于说明的目的,而不旨在限制本发明的范围。本发明的装置、系统和方法的这些和其他特征、方面和优点将根据以下描述、所附权利要求和附图变得更好理解。应当理解,这些图仅仅是示意图,并非按比例绘制。还应当理解,在整个附图中使用相同的附图标记来指示相同或相似的部件。

[0045] 本发明提供了一种激光器电路,具有用于向激光器设备递送电流的电流源。使用脉宽调制激光器驱动电流,并且依据所估计的结温度来设置激光器驱动电流的振幅和占空比。以此方式,对于不同的操作温度和期望的光学输出功率,可以保持较高效率。

[0046] 本发明可以应用于任何激光器,该激光器在不同结温度处表现出输出功率对驱动电流的不同函数。这适用于激光器和激光器二极管。仅通过示例,将使用对垂直腔表面发射激光器VCSEL采取的测量来解释本发明。

[0047] 图1示出了作为如针对特定VCSEL测量的正向电流(x轴)的函数的光学输出功率(y轴)。绘图10表示在20℃的外壳温度处作为正向电流的函数的光学输出功率,绘图20示出了在60℃的外壳温度处作为正向电流函数的VCSEL的输出功率。

[0048] 为了更准确地评价,实际结温度可以通过以下方式确定:

$$[0049] \quad T_j = P_{\text{diss}} R_{\text{th}, (j-c)} + T_c$$

[0050] 其中 T_j 为VCSEL的结温度; P_{diss} 为所耗散的功率; $R_{\text{th}, (j-c)}$ 为结与外壳之间的热阻; T_c 为外壳温度。

[0051] 图1反而仅基于外壳温度的测量。

[0052] 当观察VCSEL的主要效率方面时,可以大致认为:

$$[0053] \quad \eta_{\text{VCSEL}} = \frac{P_{\text{opt}}}{P_{\text{elec}}}$$

[0054] 其中 η_{VCSEL} 为VCSEL的效率, P_{opt} 为VCSEL的光学输出功率,并且 P_{elec} 为施加到VCSEL的电功率。

[0055] 在图1中,可以看出,低于激光发射阈值电流的驱动电流电平的输出功率保持接近零。电流电平高于激光发射电流导致成比例的更大的输出功率。在较高的电流电平处,输入电流与输出功率之间的比例性丢失,并且曲线开始变平,这指示在较高电流处效率降低,例

如,超过绘图10的600mA驱动电流。在外壳温度升高的情况下,甚至会出现翻转效应,例如,如绘图20中的800mA之后可以看出的,使得VCSEL的输出功率甚至随着正向电流的增加而变得更小。

[0056] 因此,可以得出以下结论:VCSEL具有取决于结温度的最大操作效率。超过特定驱动电流的效率的下降与结中的载流子浓度有关,其本身取决于结温度。因此,已经发现峰值的效率与结温度密切相关。

[0057] 激光器照明应用通常需要恒定的预定平均光学输出功率。由于该约束,可以通过使正向电流最大来实现最高效率,使得与正向电流相比较,激光发射电流的部分很小,同时不超过由于结内的高电流密度而导致的降低效率的操作。

[0058] 实际上,预计该最大正向电流略微超过(输出功率与输入电流的)线性比例斜率,因此在该最大正向电流处斜率开始略微减小。因此,基于激光器设备的已知特性曲线,可以基于结温度的测量或估计来确定(所估计的)最大效率的点。

[0059] 然后,可以通过设置PWM控制信号的占空比来获得期望的平均输出功率。

[0060] 依据应用,外壳温度以及由此间接地结温度可以变化,因此即使对于给定应用,也期望依据温度调节对激光器设备的控制。

[0061] 图2示出了具有可变电流振幅和占空比的PWM驱动电流的一个示例,以在两个不同的结温度处使VCSEL输出功率的效率最大。绘图30用于25°C的结温度,而绘图40用于60°C的结温度。

[0062] 可以看出,在较高的结温度处,电流振幅减小,但占空比增加。因为图1的绘图的线性部分以较低的驱动电流处结束,所以电流振幅减小。增加占空比以维持期望的光学输出功率。

[0063] 如上文所解释的控制信号的使用导致在低外壳温度处或在初始启动时以高电流振幅和低占空比进行的电路操作。随着系统升温,占空比将增加,同时电流振幅将减小。然而,平均光学输出功率保持恒定。

[0064] 根据图1,应当理解,温度增加会导致效率降低,这可能会导致半导体加热增加。因此,在一些情形下,可能会出现热失控情形。因此,对热失控的保护可以用作激光器控制技术的一部分。增加加热可以例如根据所确定的或估计的结温度来确定,如下文所解释的。

[0065] 图3示出了激光器电路100的简化框图,该激光器电路100包括激光器设备102,在这种情况下,该激光器设备102被表示为激光二极管D1至Dn的串联连接;以及用于向激光器设备递送电流的电流源104。

[0066] 控制器106控制由电流源104递送给激光器设备的脉宽调制激光驱动电流的电流振幅 I_{dc} 和占空比。生成PWM信号“PWM”,该PWM信号“PWM”实现该占空比。PWM信号被施加到开关元件108,使得当开关元件被接通时,电流绕过激光器设备。然而,由该电流路径引入的损失最小。优选地,开关元件是晶体管,更优选地,金属氧化物场效应晶体管MOSFET。注意,开关元件反而可以被形成为电流源与激光器设备之间的串联开关。此外,如果电流源能够直接提供基于PWM的信号,则无需外部PWM开关。在这种情况下,控制器可以被认为是电流源104的电流源电路的一部分。

[0067] 传感器布置被用来提供使得激光器设备102的结温度能够被确定和估计的信号。在所示出的示例中,传感器布置包括热敏电阻温度传感器110,该热敏电阻温度感测器110

测量激光器设备的外壳温度。这提供了基于感测散热器的温度 T_{hs} 对结温度的间接测量。

[0068] 备选地,传感器布置可以包括光通量传感器,该光通量传感器在图3中被示为光电二极管112,该光通量传感器生成表示光学输出通量的信号 I_{pd} 。

[0069] 在这种情况下,系统的热特性(功率和散热器特性)可以被用作存储在控制器的寄存器中的参数,使得结温度可以通过控制器内的计算,从所测量的光学输出功率和所存储的这些参数来估计。

[0070] 具体地,所测量的光学输出功率可以与数据结合使用,该数据将光学输出功率表征为特定设备的结温度的函数。该表征信息可以例如在激光器设备本身的制造期间或在整个激光器电路的组装和工厂校准期间获得。

[0071] 因此,结温度测量是通过开环感测系统进行的。

[0072] 然而,使用生成检测器电流 I_{pd} 的光电二极管意味着可以使用反馈回路来优化效率。效率可以从所测量的光学输出功率和确定电输入功率的驱动条件(电流和电压)中导出。

[0073] LED或激光器的正向电压是给定参数,使得只需要控制电流振幅。如果光学功率借助于光电探测器测量,则由于可以测量光学输出功率,所以不一定需要测量驱动电流。如果使用闭环电流控制器,则无需实际测量即可设置电流电平。

[0074] 驱动电流基于对电流源104的控制。然而,还可以提供电流振幅测量设备来测量激光器设备电流。在所示出的示例中,这是电流感测电阻器114,并且电流感测电阻器两端的电压指示电流 I_{sense} 。

[0075] 控制器106估计激光器设备的结温度,并且依据结温度设置激光驱动电流的振幅和占空比。控制器106由此能够实现最大效率的VCSEL驱动方案。如上文所解释的,如果测量光学输出功率,则不一定需要电流感测。

[0076] 作为最低要求,只需要温度估计,即,温度传感器和/或光学输出传感器。基于提供给电流传感器的电流设置 I_{dc} 和占空比,可以假设电流驱动条件是已知的。控制器使用关于作为温度函数的通量输出的信息(即,图1的信息),并且该信息可能来自工厂校准或部件数据表。然而,还可以提供附加的电流感测反馈。

[0077] 由于激光发射阈值电流以及电流密度效果对于每个部件可能是变化的,所以可以在工厂校准期间使用自学习循环。以此方式,控制器获知激光器部件在各种温度的行为。这也将补偿冷却界面质量的差异。

[0078] 依据可用感测,可以在激光器设备的寿命期间使用自学习过程,以便适配半导体的老化效应。这可以例如使用所感测的值来将它们与激光发射阈值和激光发射效率翻转的预期值进行比较。自学习过程包括使用计算机程序,该计算机程序具有跟踪老化趋势并且应用反馈控制信号或前馈控制信号以调节占空比或电流振幅的能力,而无需连续地或在每次启动/加电时扫描最佳效率操作点。

[0079] 本发明可以应用于任何类型的激光器,不仅是VCSEL,而且包括激光二极管。

[0080] 本发明对于低频操作特别感兴趣。操作频率例如在10Hz至100kHz的范围内,通常在1kHz至20kHz的范围内。占空比可以在0.1至0.9之间变化,通常在0.5至0.9的范围内。

[0081] 本发明可以用于基于激光器的照明系统,也可以用于其他激光器系统,诸如基于工业激光器的加热系统。

[0082] 如上文所讨论的,实施例利用控制器。控制器可以使用软件和/或硬件以多种方式实现,以执行所需的各种功能。处理器是采用一个或多个微处理器的控制器的一个示例,该一个或多个微处理器可以使用软件(例如,微码)进行编程以执行所需功能。然而,控制器可以在使用或不使用处理器的情况下实现,并且还可以被实现为执行一些功能的专用硬件和执行其他功能的处理器(例如,一个或多个编程微处理器和关联电路系统)的组合。

[0083] 可以在本公开的各种实施例中使用的控制器部件的各示例包括但不限于常规微处理器、专用集成电路(ASIC)和现场可编程门阵列(FPGA)。

[0084] 在各种实现方式中,处理器或控制器可以与一个或多个存储介质(诸如易失性计算机存储器和非易失性计算机存储器,诸如RAM、PROM、EPROM和EEPROM)相关联。存储介质可以使用一个或多个程序进行编码,该一个或多个程序当在一个或多个处理器和/或控制器上执行时,执行所需功能。各种存储介质可以固定在处理器或控制器内,或可以是可运输的,使得存储在其上的一个或多个程序可以被加载到处理器或控制器中。

[0085] 通过对附图、本公开和所附权利要求的研究,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对所公开的实施例的变化。在权利要求书中,“包括”一词不排除其他元件或步骤,不定冠词“一”或“一个”不排除复数。

[0086] 仅在相互不同的从属权利要求中列举某些措施这一事实并不表明这些措施的组合不能被有利地使用。

[0087] 如果在权利要求或说明书中使用术语“适于”,则应当注意,术语“适于”旨在等同于术语“被配置为”。

[0088] 权利要求中的任何附图标记不应被解释为限制范围。

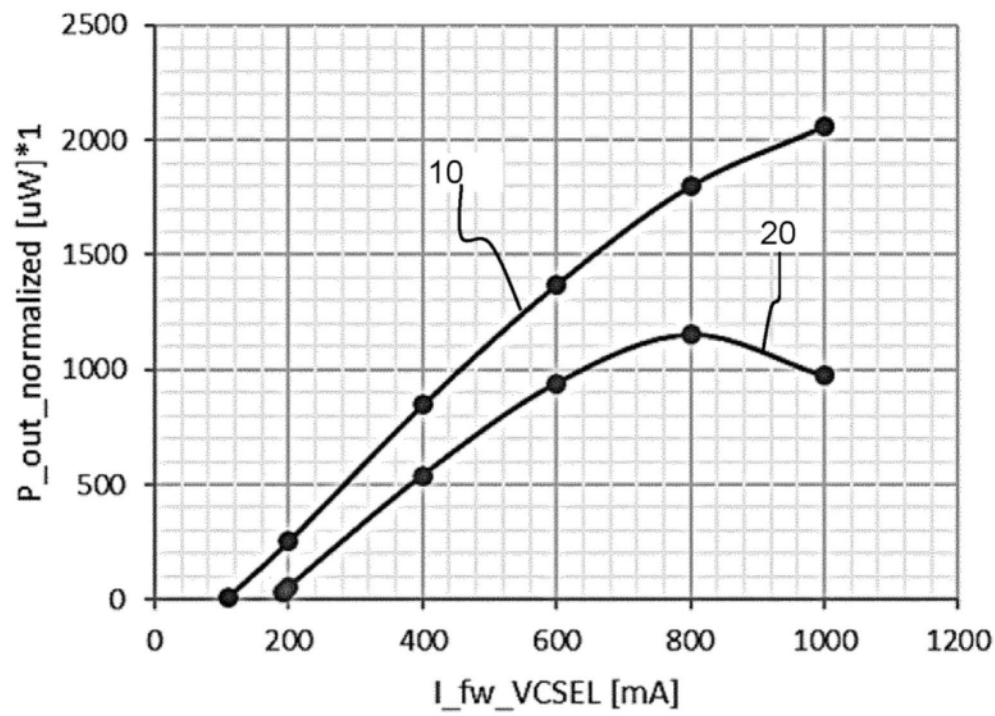


图1

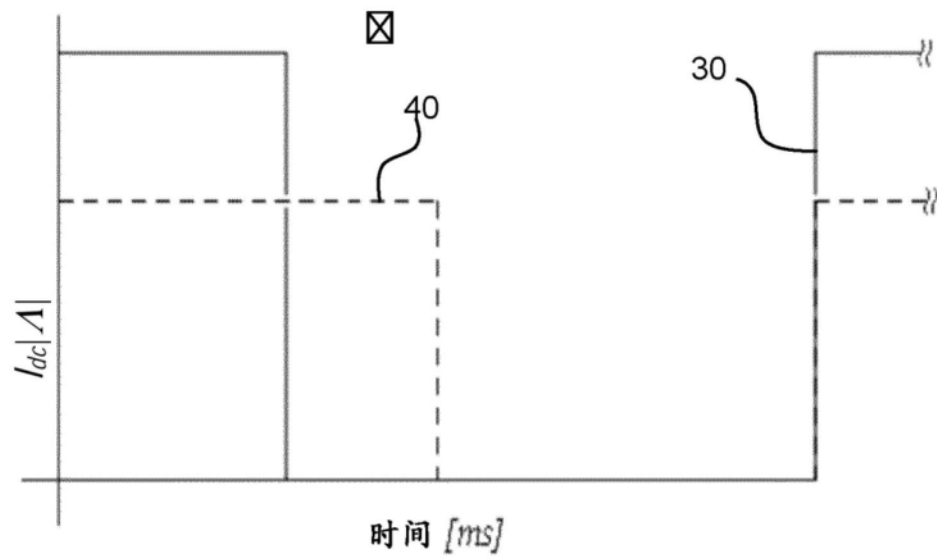


图2

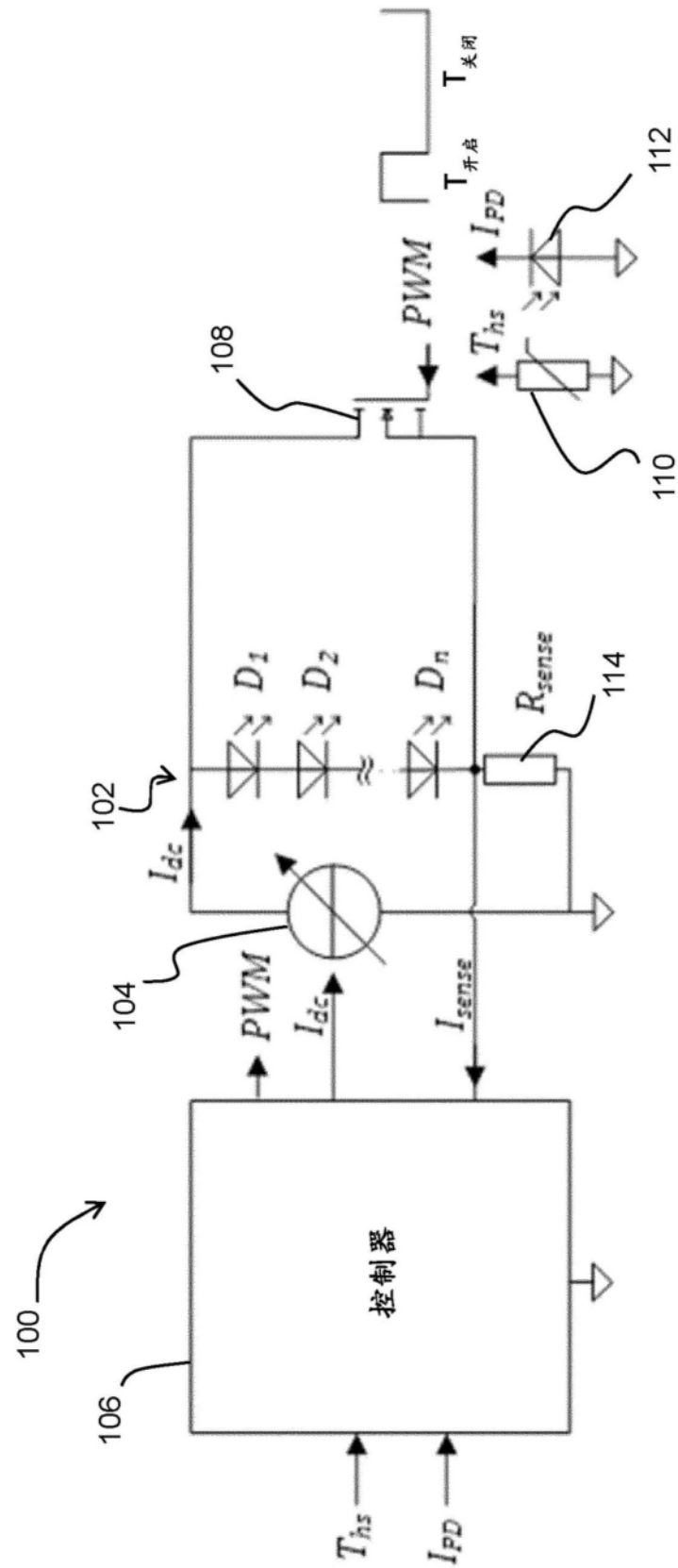


图3