



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209627751 U

(45)授权公告日 2019.11.12

(21)申请号 201822097118.7

(22)申请日 2018.12.14

(73)专利权人 普诚创智(成都)科技有限公司

地址 611731 四川省成都市高新西区西芯
大道3号1栋402号

(72)发明人 张胜有

(74)专利代理机构 成都九鼎天元知识产权代理
有限公司 51214

代理人 韩雪

(51)Int.Cl.

H05B 33/08(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

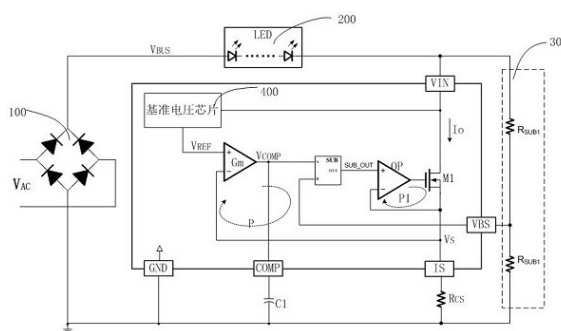
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)实用新型名称

一种高效闭环线性LED恒流控制电路

(57)摘要

本实用新型公开了一种高效闭环线性LED恒流控制电路,其特征在于:包括整流桥(100)、发光二极管群组(200)、电流控制环(P1)、闭环控制电路(P)和线电压电阻采样网络(300);所述整流桥(100),用于对交流电进行全波整流,经过发光二极管群组(200)为内部电路供电;所述电流控制环(P1)的输入端(VIN)连接发光二极管群组(200)的负极;所述线电压电阻采样网络(300),得到采样电压VBS;所述闭环控制电路(P)包括基准电压芯片(400)、第二运算放大器(Gm)、减法器、环路补偿电容(C1)和电阻(RCS)。本实用新型解决传统线性LED驱动电路,灯电压选择范围狭窄,效率低下,线性调整率差的问题。



1. 一种高效闭环线性LED恒流控制电路,其特征在于:包括整流桥(100)、发光二极管群组(200)、电流控制环(P1)、闭环控制电路(P)和线电压电阻采样网络(300);所述整流桥(100),用于对交流电进行全波整流,并产生输出电压VBUS,经过发光二极管群组(200)为内部电路供电;所述电流控制环(P1)的输入端(VIN)连接发光二极管群组(200)的负极;所述线电压电阻采样网络(300),用于采样线电压,得到采样电压VBS;

所述闭环控制电路(P)包括基准电压芯片(400)、第二运算放大器(Gm)、减法器(SUB)、环路补偿电容(C1)和电阻(RCS);

所述基准电压芯片(400)的输入端连接电流控制环(P1)的输入端(VIN),基准电压芯片(400)的输出端连接第二运算放大器(Gm)的同相输入端;

所述第二运算放大器(Gm)的反向输入端连接电流控制环(P1),输出端连接减法器(SUB)的A输入端,输出电压COMP;

所述减法器(SUB)的B输入端连接线电压电阻采样网络(300),输出端连接电流控制环(P1),输出电压SUB_OUT;

所述环路补偿电容(C1)一端与所述第二运算放大器(Gm)的输出端连接,另一端接地;

所述电阻(RCS)的一端与第二运算放大器(Gm)的反相输入端连接,另一端接地。

2. 如权利要求1所述的高效闭环线性LED恒流控制电路,其特征在于:所述线电压电阻采样网络(300)包括串联的电阻(RSUB1)和电阻(RSUB2);所述线电压电阻采样网络(300)一端连接发光二极管群组(200)的负极,另一端接地。

3. 如权利要求1所述的高效闭环线性LED恒流控制电路,其特征在于:所述线电压电阻采样网络(300)一端连接发光二极管群组(200)的正极,另一端接地。

4. 如权利要求1所述的高效闭环线性LED恒流控制电路,其特征在于:所述电流控制环(P1)包括第一运算放大器(OP),第一运算放大器(OP)的同向输入端连接减法器输出电压SUB_OUT,反相输入端连接电阻(RCS),输出端连接MOS开关管(M1)的栅极;MOS开关管(M1)的漏极连接电流控制环(P1)输入端(VIN),源极连接电流控制环(P1)输出端。

5. 如权利要求1所述的高效闭环线性LED恒流控制电路,其特征在于:所述减法器(SUB)接收第二运算放大器(Gm)的输出电压COMP,以及线电压电阻采样网络(300)的采样电压VBS,并将两个电压做差处理。

6. 如权利要求1所述的高效闭环线性LED恒流控制电路,其特征在于:所述第二运算放大器(Gm)与环路补偿电容(C1)构成对LED电流进行积分的积分器。

一种高效闭环线性LED恒流控制电路

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种LED驱动电路,特别是一种高效闭环线性LED恒流控制电路。

背景技术

[0002] 由LED的电学特性可知,LED的平均正向电流随着正向电压的增大呈现大幅度的线性增长,LED在正向导通后其正向电压的细小变动将引起LED电流的很大变化,且电流对LED结温影响很大,过大的电流很容易导致LED灯珠结温升高而损坏。此外,由LED的光学特性可知随着正向电流的增加,LED光通量随之增大,即亮度增加。因此为了保持LED发光亮度的恒定,就要保证LED正向电流的稳定。因此设计合理的驱动电源对于LED照明灯具就显得十分重要。

[0003] 传统线性LED驱动,多采用开环控制,LED导通时,LED电流保持恒定的,由LED的导通原理可知,当AC弦波电压刚刚大于LED灯电压时,效率是最高的,随着AC弦波电压的抬高,大于灯电压的幅度越高,损耗就越大,效率就越低。例如针对220V应用,灯电压必须串联到250V左右,效率才能勉强达到85%左右,灯电压越低损耗就越大。

[0004] 同时由于LED灯电流在整个AC周期内是开环控制的,当电网波动时,LED的导通角会随电网波动而波动,而LED导通时的电流是恒定的,所以当电网波动方向是AC电压升高,导通角变大,LED的平均电流就会升高,反之,电网波动方向是AC电压降低,导通角变小,LED的平均电流就会降低,造成线性调整率较差。

[0005] 如图1所示,在传统的线性LED驱动电路中,LED灯串连接到输入整流桥的正端,通过由OP、MOS管M1、VREF电压、RCS电阻组成的线性电流控制环P1来设定流过LED的电流 I_o ;

[0006] 根据LED导通原理,只有在输入电压高于LED正向导通电压 V_{LED} 时,LED灯串才会被点亮,系统的有效功率 $P_O = V_{LED} * I_O$,而系统损耗 $P_{LOSS} = (V_{BUS} - V_{LED}) * I_O$,由以上两个公式及线性电路的工作原理可知DCBUS电压刚刚大于LED电压时效率是最高的,如图2所示,由于LED的电流 I_O 保持恒定,所以当AC弦波电压达到峰值点时,系统的损耗最大。

[0007] 据美国能源之星标准要求,线性效率要达到84%以上,PF值要达到0.7以上,传统的线性电路很难在120V电网下达到上述效率要求。

实用新型内容

[0008] 本实用新型的发明目的在于:针对上述存在的问题,提供一种高效闭环线性LED恒流控制电路,解决传统线性LED驱动电路,灯电压选择范围狭窄,效率低下,线性调整率差的问题;通过控制灯电流波形,使AC弦波电压刚刚高于灯电压时,灯电流最大,AC弦波电压越高,灯电流越小,大大提升效率;同时由于闭环控制,使输出LED平均电流又能保持恒定。

[0009] 本实用新型采用的技术方案如下:

[0010] 本实用新型一种高效闭环线性LED恒流控制电路,包括整流桥100、发光二极管群组200、电流控制环P1、闭环控制电路P和线电压电阻采样网络300;所述整流桥100,用于对交流电进行全波整流,并产生输出电压 V_{BUS} ,经过发光二极管群组200为内部电路供电;所

述电流控制环P1的输入端 VIN连接发光二极管群组200的负极;所述线电压电阻采样网络300,用于采样线电压,得到采样电压VBS;

[0011] 所述闭环控制电路P包括基准电压芯片400、第二运算放大器Gm、减法器SUB、环路补偿电容C1和电阻RCS;

[0012] 所述基准电压芯片400的输入端连接电流控制环P1的输入端 VIN,基准电压芯片400的输出端连接第二运算放大器Gm的同相输入端;

[0013] 所述第二运算放大器 (Gm) 的反向输入端连接电流控制环P1,输出端连接减法器SUB的A输入端,输出电压COMP;

[0014] 所述减法器SUB的B输入端连接线电压电阻采样网络300,输出端连接电流控制环P1,输出电压SUB_OUT;

[0015] 所述环路补偿电容C1一端与所述第二运算放大器Gm的输出端连接,另一端接地;

[0016] 所述电阻器RCS的一端与第二运算放大器Gm的反相输入端连接,另一端接地。

[0017] 作为优选,所述线电压电阻采样网络300包括串联的电阻RSUB1和电阻RSUB2;所述线电压电阻采样网络300一端连接发光二极管群组200的负极,另一端接地。

[0018] 作为优选,所述线电压电阻采样网络300一端连接发光二极管群组200的正极,另一端接地。

[0019] 作为优选,所述电流控制环P1包括第一运算放大器OP,第一运算放大器OP的同向输入端连接减法器输出电压SUB_OUT,反相输入端连接电阻RCS,输出端连接MOS开关管M1的栅极;MOS开关管M1的漏极连接电流控制环P1的输入端 VIN,源极连接电流控制环P1的输出端。

[0020] 作为优选,所述减法器SUB接收第二运算放大器Gm的输出电压COMP,以及线电压采样网络300的采样电压VBS,并将两个电压做差处理。

[0021] 作为优选,所述第二运算放大器Gm与环路补偿电容C1构成对LED电流进行积分的积分器。

[0022] 综上所述,由于采用了上述技术方案,本实用新型的有益效果是:与现有技术相比,本发明公开了高效闭环线性LED恒流控制电路,并通过控制灯电流波形,使AC弦波电压刚刚高于灯电压时,灯电流最大,AC弦波电压越高,灯电流越小,大大提升效率;同时由于闭环控制,使输出LED平均电流又能保持恒定。

附图说明

[0023] 图1是传统LED线性恒流控制电路图。

[0024] 图2是传统LED线性恒流控制波形图。

[0025] 图3是本发明一种高效闭环线性LED恒流控制电路图。

[0026] 图4是实施例中高效闭环线性恒流控制各重要节点时序图。

[0027] 图5是高效闭环线性恒流控制电路高VBS采样电压重要节点波形图。

[0028] 图6是另一个实施例的高效闭环线性LED恒流控制电路图。

[0029] 图中标记:100为整流桥,200为发光二极管群组,300为线电压电阻采样网络,400为基准电压芯片。

具体实施方式

[0030] 下面结合附图,对本实用新型作详细的说明。

[0031] 为了使本实用新型的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本实用新型进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本实用新型,并不用于限定本实用新型。

[0032] 如图3所示,本实用新型一种高效闭环线性LED恒流控制电路,包括整流桥100、发光二极管群组200、电流控制环P1、闭环控制电路P和线电压电阻采样网络300;所述整流桥100,用于对交流电进行全波整流,并产生输出电压VBUS,经过发光二极管群组200为内部电路供电;所述电流控制环P1的输入端 VIN连接发光二极管群组200的负极;所述线电压电阻采样网络300,用于采样线电压,得到采样电压VBS;所述线电压电阻采样网络300包括串联的电阻RSUB1和电阻RSUB2;

[0033] 所述闭环控制电路P包括基准电压芯片400、第二运算放大器Gm、减法器SUB、环路补偿电容C1和电阻RCS;所述基准电压芯片400的输入端连接电流控制环P1的输入端 VIN,基准电压芯片400的输出端连接第二运算放大器Gm的同相输入端;所述第二运算放大器Gm的反向输入端连接电流控制环P1,输出端连接减法器SUB的A输入端,输出电压COMP;所述减法器SUB的B输入端连接线电压电阻采样网络300,输出端连接电流控制环P1,输出电压SUB_OUT;所述环路补偿电容C1一端与所述第二运算放大器Gm的输出端连接,另一端接地;所述电阻器RCS的一端与第二运算放大器Gm的反相输入端连接,另一端接地;所述闭环控制电路P,用来确定LED的平均电流 $I_{LED\text{AVG}} = V_{REF}/RCS$,其中 V_{REF} 是第二运算放大器Gm的基准电压,RCS是电阻器RCS的阻值。

[0034] 在一个实施例中,所述线电压电阻采样网络300一端连接发光二极管群组200的负极,另一端接地。

[0035] 在实施例中,所述电流控制环P1包括第一运算放大器OP,第一运算放大器OP的同向输入端连接减法器输出电压SUB_OUT,反相输入端连接电阻RCS,输出端连接MOS开关管M1的栅极;MOS开关管M1的漏极连接输入端 VIN,源极连接输出端;所述电流控制环P1,确定单个周期LED导通时LED的电流 $I_{LED\text{SINGLE}} = V_{SUB_OUT}/RCS$,其中 V_{SUB_OUT} 是减法器的输出电压,RCS是电阻器RCS的阻值。

[0036] 在实施例中,所述减法器SUB接收第二运算放大器Gm的输出电压COMP,以及线电压电阻采样网络300的采样电压VBS,并将两个电压做差处理,得到 V_{SUB_OUT} ,控制LED导通时的瞬态电流波形。

[0037] 在实施例中,所述第二运算放大器Gm与环路补偿电容C1构成积分器;所述积分器,用于对LED电流进行积分。

[0038] 如图4所示,在系统上电时,整流桥对交流电VAC进行全波整流,并产生输出电压VBUS,当VBUS电压大于发光二极管群组正向导通电压时,IC通过VIN脚取电,并开始工作,IC内部对VCOMP进行快速预充电,得到COMP的初始电压,COMP电压与VBS脚采样所得的VBS电压做减法处理,得到 V_{SUB_OUT} ,由 V_{SUB_OUT} 确定LED导通的电流大小: $V_{SUBOUT} = K(m \cdot V_{COMP} - n \cdot VBS)$;

[0039] 由线性电路的工作原理可知,系统的有效功率为 $P_0 = V_{LED} \cdot I_0$,而系统损耗等于 $P_{LOSS} = (VBUS - V_{LED}) \cdot I_0$,当整流后的VBUS电压刚刚大于LED电压时,系统效率是最高的,当

VBUS的电压达到峰值的时候,系统的损耗最高。

[0040] 在LED导通时,即Ton时段内,环路补偿电容C1放电,导致VCOMP下降;而同时由于采样电压VBS随着输入电压VBUS升高而上升,根据减法器计算公式,减法器的输出电压VSUBOUT下降;又由于单个周期LED导通时LED的电流 $I_{LED_SINGLE} = V_{SUB_OUT} / R_{CS}$,LED的电流 I_o 下降;所以LED的电流 I_o 随着VBUS的升高而减小,随着VBUS的下降而增大。

[0041] 在高效闭环线性LED恒流控制电路工作中,当VBUS电压刚刚达到LED电压时,通过减法器SUB将第二运算放大器Gm积分CS电压所得的输出电压VCOMP与线电压电阻采样网络300的采样电压VBS做相减处理,放大LED的导通电流;随着弦波电压的逐渐升高,将LED电流逐渐减小,当VBUS电压达到峰值点附近时,LED电流降到最小;随着弦波电压进一步越过峰值点开始下降,将LED的电流逐渐增大,当弦波电压降到LED电压附近时,LED电流达到最大。

[0042] 在VBUS电压刚刚达到LED电压时,尽量放大LED的导通电流,使此时的LED有效功率在整个周期内的占比最高,而随着弦波电压的逐渐升高,LED电流逐渐减小,当VBUS电压达到峰值点附近时,LED电流降到最小,根据有损耗的公式可知,这样可以最大程度的减小损耗,从而达到在整个周期内提升系统效率的目的。

[0043] 在实施例中,电流控制环P1和闭环控制电路P封装在单个芯片IC上,VIN、IS、GND、COMP、VBS代表芯片IC管脚;环路补偿电容C1和电阻器Rcs可以封装在IC中,也可以设置在芯片外。

[0044] 如图5图所示,在实施例中还可以通过调整线电压电阻采样网络采样的电压VBS的大小,即调整采样电阻网络RSUB1与RSUB2的比例,来调整提升效率的幅度;当VBS采样的电压足够大时,减法器输出电压会在峰值点附近降到零,LED导通电流仅限于LED刚刚导通时的一段时间内,同时由于MOS的导通能力限制,电路内部会限制SUB_OUT电压的最高值;由线性工作原理可知:VBS采样电压越高,系统的效率越高。

[0045] 如图6所示,在另一个实施例中,所述线电压电阻采样网络300一端连接发光二极管群组200的正极,另一端接地。

[0046] 以上所述仅为本实用新型的较佳实施例而已,并不用以限制本实用新型,凡在本实用新型的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

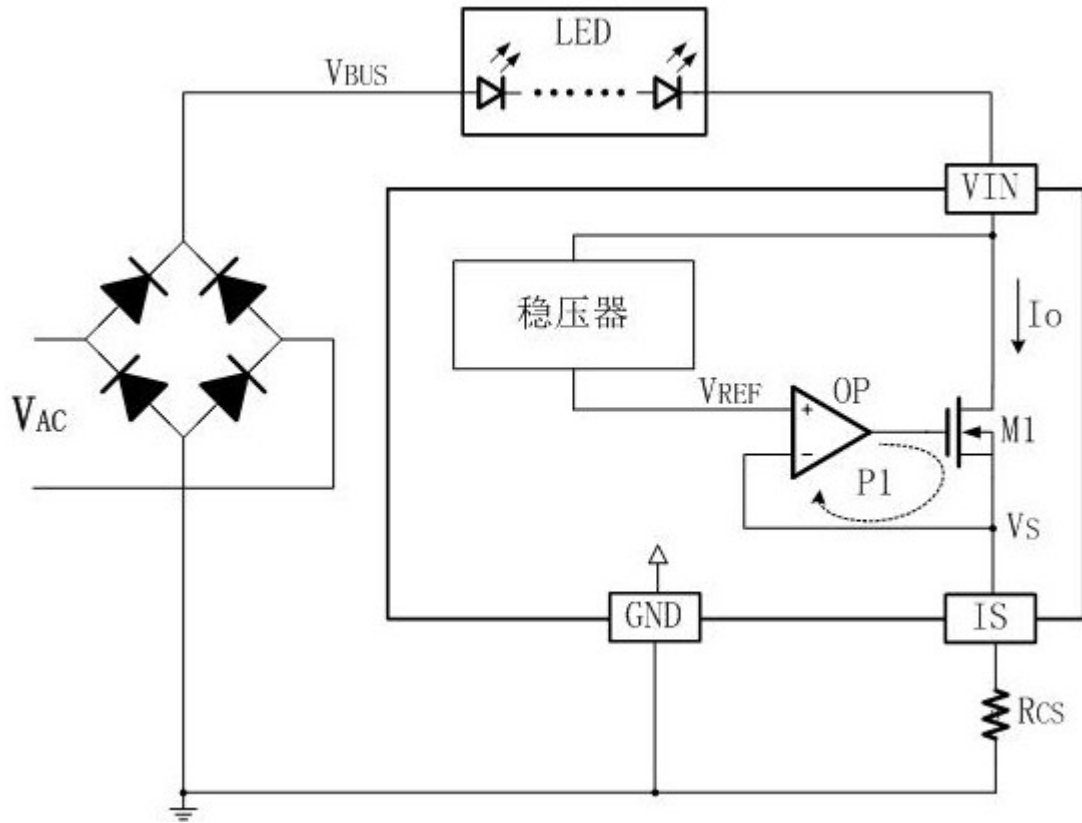


图1

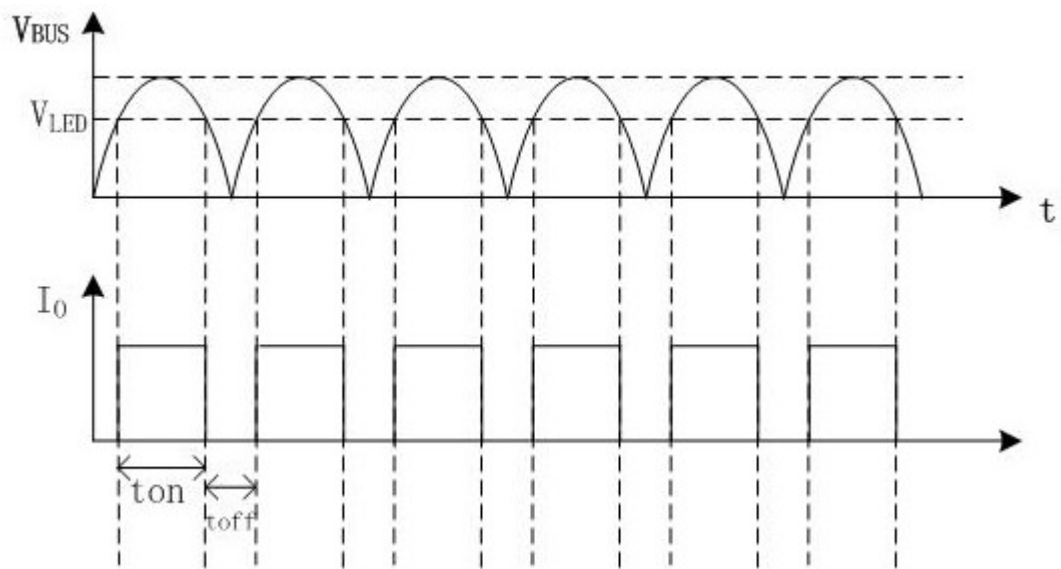


图2

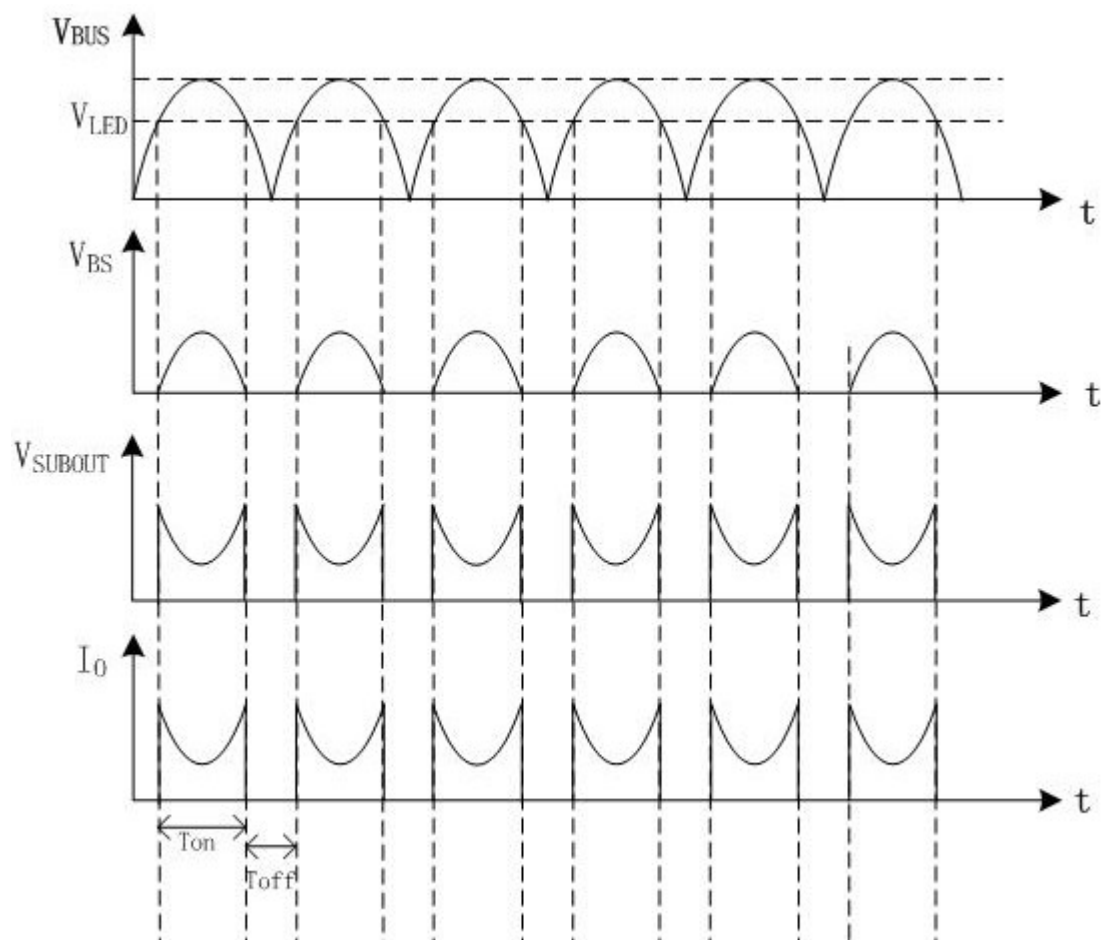


图4

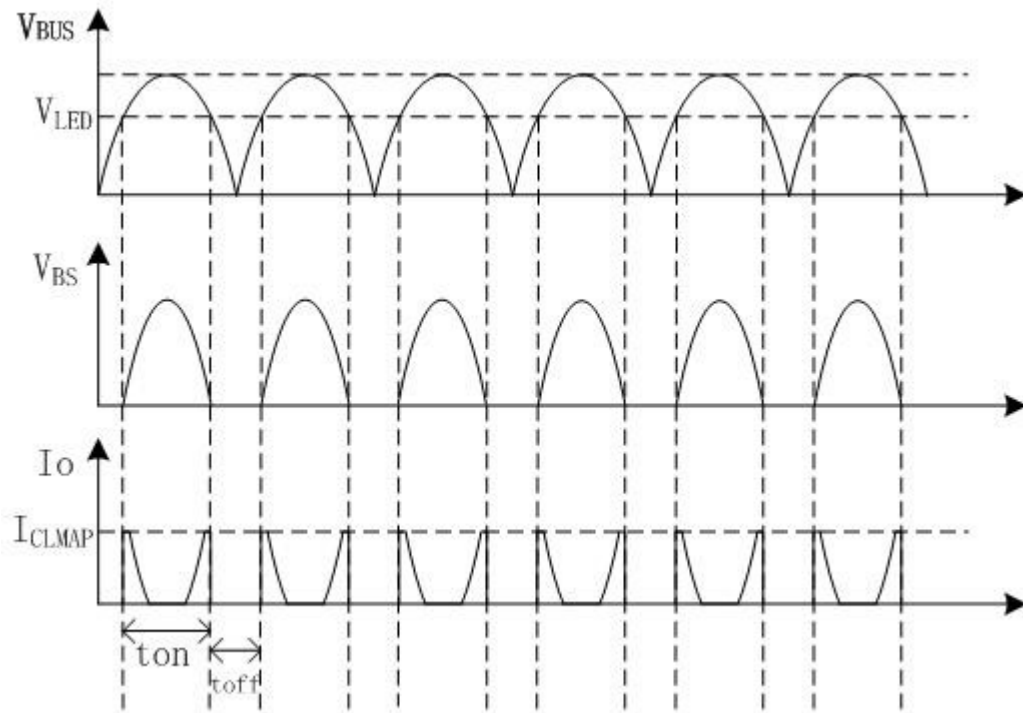


图5

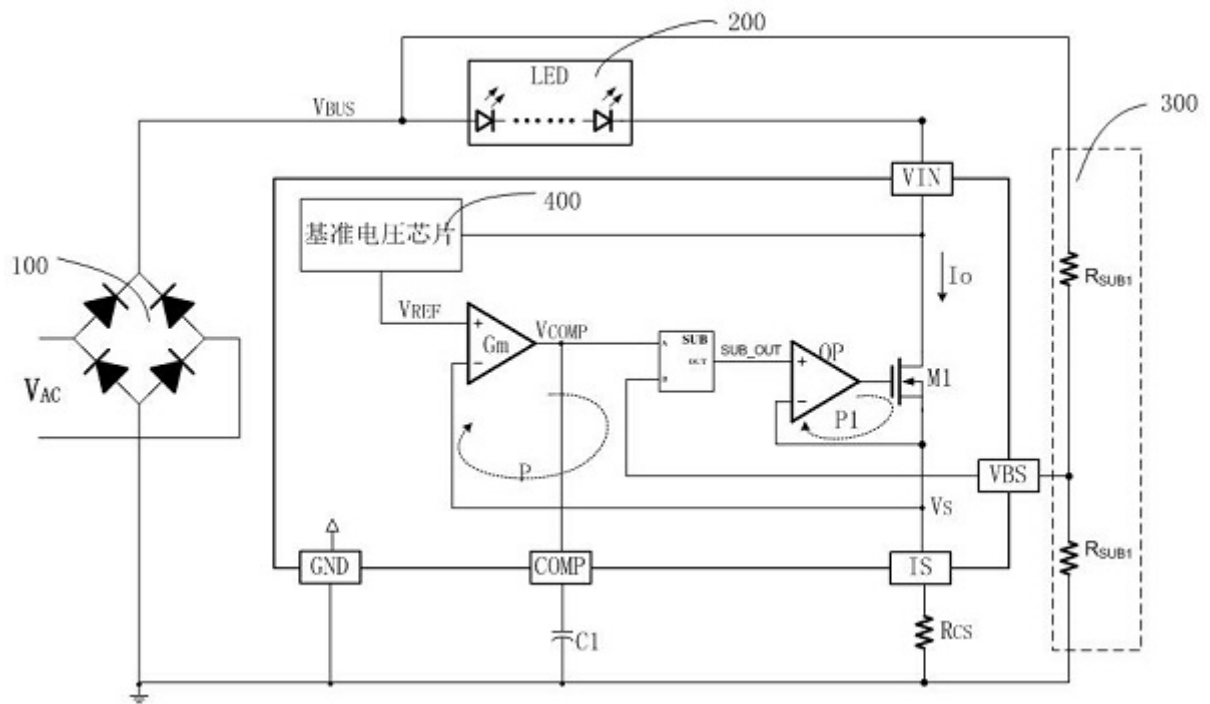


图6