



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102186283 B

(45) 授权公告日 2013.06.12

(21) 申请号 201110069796.2

审查员 何石

(22) 申请日 2011.03.23

(73) 专利权人 矽力杰半导体技术(杭州)有限公司

地址 310012 浙江省杭州市文三路90号东部软件园科技大厦A1501

(72) 发明人 陈圣伦 徐孝如 陈伟

(51) Int. Cl.

H05B 37/02(2006.01)

(56) 对比文件

CN 101489342 A, 2009.07.22, 全文.

CN 101909391 A, 2010.12.08, 全文.

CN 101605413 A, 2009.12.16, 权利要求1, 见说明书第2页第1-5段.

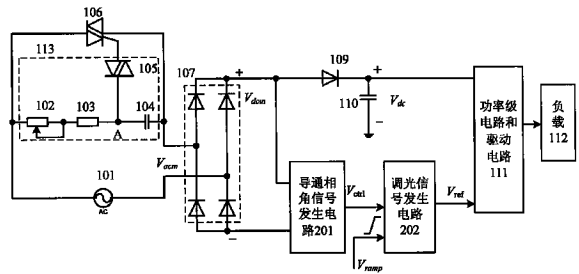
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

一种可控硅调光电路、调光方法以及应用其的一种LED驱动电路

(57) 摘要

本发明涉及一种可控硅调光电路,用以接收一外部交流电源并产生一调光信号,以调节后续LED灯负载的亮度,包括:一可控硅整流电路,用以接收所述交流电源,并输出一缺相的交流电压信号;一整流桥,接收所述缺相的交流电压信号,并将其转换为缺一相的直流电压信号;导通相角信号发生电路,与所述整流桥连接,用以接收所述缺相的直流电压信号,并产生一表征所述可控硅整流元件导通相角范围的控制信号;调光信号发生电路,其具有一由预设的起始相角和截止相角确定的相角调光范围;所述调光信号发生电路与所述导通相角信号发生电路连接,用以接收所述控制信号和一基准斜坡信号,并将两者进行比较,其输出结果作为所述调光信号。



1. 一种可控硅调光电路,用以接收一外部交流电源并产生一调光信号,以调节后续LED负载的亮度,其特征在于,包括:

一可控硅整流电路,其包括一可控硅整流元件,用以接收所述交流电源,并输出一缺相的交流电压信号;

一整流桥,与所述可控硅整流电路的输出连接,用以接收所述缺相的交流电压信号,并将其转换为一缺相的直流电压信号;

所述缺相的直流电压信号通过一滤波电容产生一平滑的直流电压,以给后级驱动器提供电源;

导通相角信号发生电路,与所述整流桥连接,用以接收所述缺相的直流电压信号,并产生一表征所述可控硅整流元件导通相角范围的控制信号;

调光信号发生电路,其具有一由预设的起始相角和截止相角确定的相角调光范围,所述相角调光范围由所述滤波电容和所述交流电源的数值确定;

所述调光信号发生电路与所述导通相角信号发生电路连接,用以接收所述控制信号和一基准斜坡信号,并将两者进行比较,其输出结果作为所述调光信号;

所述基准斜坡信号表征半周期所述交流电源在各相角处的平均值,具有与起始相角对应的第一基准值和与截止相角对应的第二基准值;

当所述控制信号等于所述第一基准值时,所述调光信号控制所述LED灯负载以最大亮度工作;

当所述控制信号等于所述第二基准值时,所述调光信号控制所述LED灯负载以最小亮度工作;

当所述控制信号在所述第一基准值和第二基准值之间时,所述调光信号控制LED灯负载在最大亮度和最小亮度之间连续线性变化。

2. 根据权利要求1所述的可控硅调光电路,其特征在于,所述起始相角为 $0^{\circ}$  - $90^{\circ}$ 之间的一相角,所述截止相角为 $90^{\circ}$ 相角。

3. 根据权利要求1所述的可控硅调光电路,其特征在于,所述导通相角信号发生电路进一步包括:

相角检测电路,与所述整流桥的输出连接,用以接收所述整流桥输出的缺相的直流电压信号,以输出一方波信号;

控制信号发生电路,与所述相角检测电路连接,用以接收所述方波信号,并对其进行整理和滤波处理,以获得一相对平滑的表征可控硅整流元件导通相角范围的控制信号。

4. 根据权利要求3所述的可控硅调光电路,其特征在于,所述相角检测检测电路进一步包括一由稳压二极管组成的箝位电路和一晶体管,所述稳压二极管的击穿电压设置为与所述起始相角相对应的交流电压值;所述稳压二极管的阳极连接至所述整流桥的第二输出端,阴极通过一电阻连接至所述整流桥的第一输出端;所述晶体的控制端连接至所述稳压二极管的阴极,第一端连接至所述整流桥的第一输出端;第二端通过一电阻连接至地,以获得一表征可控硅整流元件导通相角范围的方波信号。

5. 根据权利要求4所述的可控硅调光电路,其特征在于,所述控制信号发生电路进一步包括第一反相器和一由电阻和电容组成的第一滤波电路,所述反相器的一端接收所述方波信号,所述电阻和电容依次串联连接在所述反相器的另一端和所述整流桥的第二输出

端；所述电阻和电容的公共连接点的电压作为所述控制信号。

6. 根据权利要求 1 所述的可控硅调光电路，其特征在于，所述调光信号发生电路进一步包括：

基准斜坡信号发生电路，用以产生表征半周期所述交流电源在各相角处的平均值，具有与起始相角对应的第一基准值和与截止相角对应的第二基准值；

比较和处理电路，其第一输入端接收所述控制信号，第二输入端接收所述基准斜坡信号，并将两者进行比较和处理，以作为所述可控硅调光电路输出的调光信号，以调节后灯负载的亮度。

7. 一种可控硅调光方法，用以输出一定的调光信号以对后续 LED 负载其特征在于，包括：

接收外部输入交流电源，利用可控硅整流电路将其转换为一缺相的交流电压；

接收所述缺相的交流电压，并对其进行整流，以获得一缺相的直流电压；

接收所述缺相的直流电压，并对其进行转换，以获得一表征可控硅整流元件导通相角范围的控制信号；

将所述控制信号和一参考斜坡信号进行比较和处理，以作为所述调光信号；

当控制信号等于所述斜坡信号的第一基准值时，输出一调光信号，使得此时 LED 灯处于最大亮度状态；

当控制信号等于所述斜坡信号的第二基准值时，输出一调光信号，使得此时 LED 灯处于最小亮度状态；

当控制信号处于所述斜坡信号的第一基准值和第二基准值之间时，输出一调光信号，以在 LED 最大亮度状态和最小亮度状态之间连续调节 LED 灯负载的亮度；

当控制信号小于第二基准值时，所述调光信号控制所述后续 LED 灯负载以一预设固定亮度工作。

8. 根据权利要求 7 所述的可控硅调光方法，其特征在于，进一步包括：

接收所述缺相的直流电压，并对其进行箝位，以获得一表征所述可控硅整流元件导通相角范围的方波信号；

接收所述方波信号，并根据一基准值进行滤波运算，以获得一表征所述可控硅整流元件导通相角范围平滑的电压信号。

9. 一种 LED 驱动电路，其特征在于，包括权利要求 1-6 任一项所述的可控硅调光电路，还包括：功率级电路和驱动电路；

所述功率级电路和驱动电路接收所述滤波电容产生的直流电压和所述调光信号，以驱动后续 LED 灯，并进行亮度调节动作。

## 一种可控硅调光电路、调光方法以及应用其的一种 LED 驱动电路

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种应用于驱动灯负载的调光电路,具体的说更涉及一种可控硅调光电路、可控硅调光方法及应用其的一种 LED 驱动电路。

### 背景技术

[0002] 对照明领域而言,由于可控硅相控(斩波法)调光方法具有体积小、价格合理和调光功率范围宽的优点,因此可控硅相控调光法是目前应用最为广泛的调光方法,广泛应用于舞台照明和环境照明领域。应用可控硅相控工作原理,通过控制可控硅整流元件的导通角,将交流电网输入的正弦波电压斩掉一部分,以降低输出电压的平均值,从而控制灯电路的供电电压,实现对灯负载的调光功能。

[0003] 参考图 1A,所示为一种现有的采用可控硅相控调光方法的调光电路原理框图,其包括交流输入源 101、可控硅整流元件 106、触发电路 113、整流桥 107、维持电阻 108 和由二极管 109 和滤波电容 110 组成的滤波电路。其中,触发电路 113 可以为由双向触发二极管 105 以及由可调电阻 102、电阻 103 和电容 104 等几部分组成。可控硅整流元件 106 的阳极连接至交流输入源 101 的一端,阴极连接至整流桥 107;依次串联连接的可调电阻 102、电阻 103 和电容 104 组成的触发电路中的 A' 点连接至可控硅整流元件 106 的控制极。

[0004] 在工作过程中,通过调节可调电阻 102 的电阻值,改变可控硅整流元件 106 控制极的电压,当控制极的电压大于一定电压时,可控硅整流元件 106 开始导通,从而控制可控硅整流元件 106 的导通角相对于交流输入源 101 的相位。从图 1B 所示的可控硅前沿触发的相控调光工作波形原理图可以看出,在正弦交流输入源 101 的电压过零后的某一时刻  $t_1$  (或某一相位  $w_{t1}$ ),在可控硅整流元件 106 的控制极上加一正触发脉冲  $V_{trg1}$ ,使可控硅整流元件 106 触发导通,根据可控硅整流元件的开关特性,这一导通将维持到正弦波的正半周结束。所以在正弦波的正半周(即  $0 \sim \pi$  区间)中, $0 \sim w_{t1}$  范围内即  $\alpha$  控制角内,可控硅整流元件 106 不导通;而在  $w_{t1} \sim \pi$  的相位区间即  $\phi$  导通角内可控硅导通,这一范围见图 1B 中的斜线部分。同样在正弦交流电的负半周,在  $t_2$  时刻(即相位角  $w_{t2}$ )施加触发脉冲  $V_{trg2}$ ,使其导通。通过改变触发脉冲的触发时间(或相位)就可以改变可控硅导通角  $\phi$  (或控制角  $\alpha$ ) 的大小,从而获得一缺相的交流电压  $V_{ac\text{in}}$ ,经过整流桥 107 进行整流后,获得一直流电压  $V_{dc\text{in}}$ ,可见导通角  $\phi$  越大,电路的输出电压  $V_{dc}$  越高,通过功率级电路和驱动电路 111 对负载 112 进行控制,从而使得负载 112 的发光越亮。

[0005] 由于可控硅通过零交点时处于关闭状态,传统的交流/直流切换模式 LED 驱动器会关闭,同时无法驱动 LED 负载。因此,可控硅调光器在极低导通角的状况下,人眼将会辨识出 LED 负载在两倍频率(如 100Hz/120Hz)下的短开启时间,造成眼睛看的出的闪烁效果。

[0006] 因此,要使可控硅整流元件 TRIAC 维持在开通状态的最低要求,就必须满足其要求的维持电流。许多采用桥式整流器的交流/直流 LED 驱动器,一般均具有一滤波电路以

对整流桥输出的波动较大的直流电压进行滤波,如较大的滤波电容 110。因此,电流只在电压峰值出现时的一小段时间内出现,而在每个半周期的其余时间都不会有电流出现。因此没有足够的交流电流可以维持 TRIAC 的导通。

[0007] 通常,当外部供电电压处于较小值状态时,为了能够得到维持可控硅整流元件 TRIAC 正常导通的电流,必须增加额外的维持电阻 108 来维持该正常电流,因此不可避免的带来了额外的功率损耗,降低了电路的工作效率,调光工作性能差。

## 发明内容

[0008] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种高效率、无闪烁、调光性能较佳的可控硅调光电路及其调光方法。

[0009] 由于滤波电容的存在,使得电流在一与滤波电容的电容值和交流电源电压值相关的一起始相角和  $90^\circ$  相角之间存在,因此利用该相角范围进行调光操作,避免维持电阻的使用。

[0010] 根据本发明的一种可控硅调光电路的优选实施例,包括,

[0011] 一可控硅整流电路,其包括一可控硅整流元件,用以接收所述交流电源,并输出一缺相的交流电压信号;

[0012] 一整流桥,与所述可控硅整流电路的输出连接,用以接收所述缺相的交流电压信号,并将其转换为一缺相的直流电压信号;

[0013] 所述缺相的直流电压信号通过一滤波电容产生一平滑的直流电压,以给后级驱动器提供电源;

[0014] 导通相角信号发生电路,与所述整流桥连接,用以接收所述缺相的直流电压信号,并产生一表征所述可控硅整流元件导通相角范围的控制信号;

[0015] 调光信号发生电路,其具有一由预设的起始相角和截止相角确定的相角调光范围,所述相角调光范围由所述滤波电容和所述交流电源的数值确定;

[0016] 所述调光信号发生电路与所述导通相角信号发生电路连接,用以接收所述控制信号和一基准斜坡信号,并将两者进行比较,其输出结果作为所述调光信号;

[0017] 所述基准斜坡信号表征半周期所述交流电源在各相角处的平均值,具有与起始相角对应的第一基准值和与截止相角对应的第二基准值;

[0018] 当所述控制信号等于所述第一基准值时,所述调光信号控制所述 LED 灯负载以最大亮度工作;

[0019] 当所述控制信号等于所述第二基准值时,所述调光信号控制所述 LED 灯负载以最小亮度工作;

[0020] 当所述控制信号在所述第一基准值和第二基准值之间时,所述调光信号控制 LED 灯负载在最大亮度和最小亮度之间连续线性变化;

[0021] 优选的,所述起始相角为  $0^\circ$  - $90^\circ$  之间的一相角,所述截止相角为  $90^\circ$  相角。进一步的,所述导通相角信号发生电路进一步包括:

[0022] 相角检测电路,与所述整流桥的输出连接,用以接收所述整流桥输出的缺相的直流电压信号,以输出一方波信号;

[0023] 控制信号发生电路,与所述相角检测电路连接,用以接收所述方波信号,并对其进

行整理和滤波处理,以获得一相对平滑的表征可控硅整流元件导通相角范围的控制信号。

[0024] 进一步的,所述相角检测电路进一步包括一由稳压二极管组成的箝位电路和一晶体管,所述稳压二极管的击穿电压设置为与所述起始相角相对应的交流电压值;所述稳压二极管的阳极连接至所述整流桥的第二输出端,阴极通过一电阻连接至所述整流桥的第一输出端;所述晶体的控制端连接至所述稳压二极管的阴极,第一端连接至所述整流桥的第一输出端;第二端通过一电阻连接至地,以获得一表征可控硅整流元件导通相角范围的方波信号。

[0025] 进一步的,所述控制信号发生电路进一步包括第一反相器和一由电阻和电容组成的第一滤波电路,所述第一反相器的一端接收所述方波信号,所述电阻和电容依次串联连接在所述第一反相器的另一端和所述整流桥的第二输出端;所述电阻和电容的公共连接点的电压作为所述控制信号。

[0026] 优选的,所述调光信号发生电路进一步包括:

[0027] 基准斜坡信号发生电路,用以产生表征半周期所述交流电源在各相角处的平均值,具有与起始相角对应的第一基准值和与截止相角对应的第二基准值;

[0028] 比较和处理电路,其第一输入端接收所述控制信号,第二输入端接收所述基准斜坡信号,并将两者进行比较和处理,以产生所述可控硅调光电路输出的调光信号,以调节后续 LED 灯负载的亮度。

[0029] 根据本发明的一种可控硅调光方法的优选实施例,包括以下步骤:

[0030] 接收外部输入交流电源,利用可控硅整流电路将其转换为一缺相的交流电压;

[0031] 接收所述缺相的交流电压,并对其进行整流,以获得一缺相的直流电压;

[0032] 接收所述缺相的直流电压,并对其进行转换,以获得一表征可控硅整流元件导通相角范围的控制信号;

[0033] 将所述控制信号和一参考斜坡信号进行比较,比较结果作为所述调光信号;

[0034] 当所述控制信号等于所述参考斜坡信号的第一基准值时,输出一调光信号,使得此时 LED 灯处于最大亮度状态;

[0035] 当控制信号等于所述参考斜坡信号的第二基准值时,输出一调光信号,使得此时 LED 灯处于最小亮度状态;

[0036] 当所述控制信号处于所述参考斜坡信号的第一基准值和第二基准值之间时,输出一调光信号,以在 LED 最大亮度状态和最小亮度状态之间线性调节 LED 灯负载的亮度;

[0037] 进一步的,进一步包括:

[0038] 接收所述缺相的直流电压,并对其进行箝位,以获得一表征所述可控硅整流元件导通相角范围的方波信号;

[0039] 接收所述方波信号,并根据一基准值进行滤波运算,以获得一表征所述可控硅整流元件导通相角范围平滑的电压信号。

[0040] 依据本发明的一种 LED 驱动电路的优选实施例,包括所述的可控硅调光电路,

[0041] 完全理解本发明。

[0042] 与图 1A 所示的现有的可控硅调光技术不同,图 2A 所示的根据本发明第一实施例的可控硅调光电路增加了导通相角信号发生电路 201 和调光信号发生电路 202。

[0043] 导通相角信号发生电路 201 与所述整流桥 107 的输出连接,通过对整流桥输出的

缺相的直流电压  $V_{dcin}$  进行检测,从而获得一表征可控硅整流元件 106 导通角范围的控制信号  $V_{ctrl}$ 。

[0044] 调光信号发生电路 202 接收所述导通相角信号发生电路 201 输出的控制信号  $V_{ctrl}$  和一基准斜坡信号  $V_{ramp}$ ,并将两者进行比较,并据此产生一表征所述可控硅整流元件导通相角范围的调光信号  $V_{ref}$ 。

[0045] 调光信号发生电路 202,其具有一预设的起始相角和截止相角确定的相角调光范围,所述相角调光范围由所述滤波电容 110 和所述交流电源 101 的数值确定。

[0046] 所述基准斜坡信号  $V_{ramp}$  表征半周期所述交流电源在各相角处的平均值,具有与起始相角对应的第一基准值和与截止相角对应的第二基准值;

[0047] 当所述控制信号  $V_{ctrl}$  等于所述第一基准值时,所述调光信号  $V_{ref}$  控制所述 LED 灯负载以最大亮度工作;

[0048] 当所述控制信号  $V_{ctrl}$  等于所述第二基准值时,所述调光信号  $V_{ref}$  控制所述 LED 灯负载以最小亮度工作;

[0049] 当所述控制信号  $V_{ctrl}$  在所述第一基准值和第二基准值之间时,所述调光信号  $V_{ref}$  控制 LED 灯负载在最大亮度和最小亮度之间连续线性变化;

[0050] 当控制信号  $V_{ctrl}$  小于所述第二基准值时,所述调光信号  $V_{ref}$  控制所述后续 LED 灯负载以一预设固定亮度(如 10%亮度)工作。

[0051] 所述起始相角为  $0^\circ - 90^\circ$  之间的一相角,所述截止相角为  $90^\circ$  相角。

[0052] 假设有电流流过所述滤波电容 110 的相对于半周期正弦交流电压的相角范围为  $30^\circ - 90^\circ$  相角范围,则起始相角即为  $30^\circ$  相角,因此可以将  $30^\circ - 90^\circ$  的相角范围作为相角调光范围。在该相角范围内,一定有一定的电流流过滤波电容 110,足以提供可控硅整流元件 106 维持正常导通的维持电流,从而在该相角调光范围内连续调节后续灯负载的亮度。参考图 2B,所示为此时的基准斜坡信号和控制信号之间的对应关系图。基准斜坡信号的第一基准值  $V_{ref1}$  对应为  $30^\circ - 180^\circ$  相角的平均值  $5V_{pi}/6$ ;第二基准值  $V_{ref2}$  对应为  $90^\circ - 180^\circ$  相角的平均值  $V_{pi}/2$ 。

[0053] 当所述控制信号  $V_{ctrl}$  等于所述第一基准值  $V_{ref1}$  时,所述调光信号控制所述 LED 灯负载以最大亮度工作;

[0054] 当所述控制信号  $V_{ctrl}$  等于所述第二基准值  $V_{ref2}$  时,所述调光信号控制所述 LED 灯负载以最小亮度工作;

[0055] 当所述控制信号  $V_{ctrl}$  在所述第一基准值  $V_{ref1}$  和第二基准值  $V_{ref2}$  之间时,所述调光信号控制 LED 灯负载在最大亮度和最小亮度之间连续线性变化。

[0056] 当所述控制信号  $V_{ctrl}$  大于所述第一基准值  $V_{ref1}$  时,所述调光信号控制所述后续灯负载 112 以一预设固定亮度工作(如 10%亮度)。

[0057] 当所述控制信号  $V_{ctrl}$  小于所述第二基准值  $V_{ref2}$  时,所述调光信号控制所述后续灯负载 112 熄灭或者以一预设固定亮度工作。

[0058] 可见,采用图 2A 所示的依据本发明的可控硅调光电路,通过导通相角信号发生电路 201 检测可控硅整流元件 106 的导通相角范围,并通过调光信号发生电路 202 控制其在一定的相角调光范围内,进行相应的调光操作。相角调光范围由滤波电容和输入交流源确定,从而不再需要阻值较小的维持电阻 108;并且,相角调光范围对应的电压值也较高,不

会出现现有的可控硅调光电路引起的灯闪烁的问题。

[0059] 参考图 3A, 所示为图 2A 所示的根据本发明的可控硅调光电路的另一实施例的电路原理框图。在该实施例中, 导通相角信号发生电路 201 包括相角检测电路 306 和控制信号发生电路 310; 调光信号发生电路 202 包括比较电路 316。

[0060] 以下以相角调光范围为  $30^{\circ}$  -  $90^{\circ}$  相角为例, 结合图 3B 详细说明该实施例的工作原理。图 3B 所示为图 3A 所述的相角检测电路的工作波形图。

[0061] 相角检测电路 306 接收整流桥 107 输出的缺相的直流电压  $V_{dcin}$ , 并对其进行箝位, 从而输出一表征可控硅整流元件 106 导通相角范围的方波信号。

[0062] 所述相角检测电路 306 进一步包括一由稳压二极管 301 组成的箝位电路和一晶体管 303, 所述稳压二极管的击穿电压设置为与所述起始相角相对应的交流电压值; 所述稳压二极管 301 的阳极连接至所述整流桥 107 的第二输出端, 阴极通过一电阻 302 连接至所述整流桥 107 的第一输出端, 其公共连接点为 A 点; 所述晶体管 303 的控制端连接至所述稳压二极管 301 的阴极, 所述晶体管 303 的第一端连接至所述整流桥 107 的第一输出端, 其第二端通过一电阻 304 连接至地, 其公共连接点为 B 点。

[0063] 当整流桥 107 的第一输出端的电压小于所述稳压二极管 301 的击穿电压时, 晶体管 303 处于关断状态, A 点的电压为零; 当整流桥 107 的第一输出端的电压大于所述稳压二极管 301 的击穿电压时, 晶体管 303 导通, A 点的电压为所述稳压二极管 301 的击穿电压, 从而在 A 点获得一表征可控硅整流元件 106 导通相角范围  $\psi$  的方波信号  $V_A$ 。由于晶体管 303 的压降, B 点的电压  $V_B$  略低于 A 点的电压。B 点的电压  $V_B$  经过电阻 305 传递至后级电路。

[0064] 然后, 通过控制信号发生电路 310 将该方波信号转换为一相对平滑的控制信号  $V_{ctrl}$ 。

[0065] 控制信号发生电路 310 进一步包括第一反相器 307、电阻 308 和电容 309, 其中所述第一反相器 307 的一端接收所述方波信号, 所述电阻 308 和电容 309 依次串联连接在所述第一反相器 307 的另一端和所述整流桥 107 的第二输出端; 所述电阻 308 和电容 309 的公共连接点 C 的电压作为所述控制信号  $V_{ctrl}$ 。在 C 端输出的控制信号  $V_{ctrl}$  的数值为:

[0066]

$$V_{ctrl} = \frac{V_{pi} \cdot \psi}{\pi} \quad (1)$$

[0067] 其中,  $V_{pi}$  表示第一反相器 307 的输入电压,  $\psi$  表示可控硅整流元件 106 的导通相角。

[0068] 优选的, 控制信号发生电路 310 还可以进一步包括晶体管 311、晶体管 312 和恒流源 314。当电压  $V_B$  大于晶体管 311 的阈值电压时, 晶体管 311 导通, 电流通过晶体管 311 镜像至晶体管 312, 通过恒流源 314 对该电流进行限制。

[0069] 调光信号发生电路 202 包括基准斜坡信号发生电路 316 和比较和处理电路 315。

[0070] 基准斜坡信号发生电路 316 用以产生表征半周期所述交流电源在各相角处的平均值的基准斜坡信号  $V_{ramp}$ , 具有与起始相角对应的第一基准值  $V_{ref1}$  和与截止相角对应的第二基准值  $V_{ref2}$ 。

[0071] 基准斜坡信号发生电路 316 可以采用各种类型的斜坡信号发生电路, 如计数器结



构以及恒流源对电容的充电电路等结构。

[0072] 比较和处理电路 315 接收所述控制信号  $V_{ctrl}$  和基准斜坡信号  $V_{ramp}$ ，以对两者进行实时比较，并对比较结果进行相应处理。

[0073] 当所述控制信号  $V_{ctrl}$  等于所述第一基准值  $V_{ref1}$  时，所述调光信号控制所述 LED 灯负载以最大亮度工作；

[0074] 当所述控制信号  $V_{ctrl}$  等于所述第二基准值  $V_{ref2}$  时，所述调光信号控制所述 LED 灯负载以最小亮度工作；

[0075] 当所述控制信号  $V_{ctrl}$  在所述第一基准值  $V_{ref1}$  和第二基准值  $V_{ref2}$  之间时，所述调光信号控制 LED 灯负载在最大亮度和最小亮度之间连续线性变化。

[0076] 当所述控制信号  $V_{ctrl}$  大于所述第一基准值  $V_{ref1}$  时，所述调光信号控制所述后续灯负载 112 以一预设固定亮度工作（如 10% 亮度）。

[0077] 当所述控制信号  $V_{ctrl}$  小于所述第二基准值  $V_{ref2}$  时，所述调光信号控制所述后续灯负载 112 熄灭或者以一预设固定亮度工作。

[0078] 采用图 3A 所示的可控硅调光电路的实施例，通过导通相角信号发生电路检测可控硅整流元件 106 的导通相角范围，并通过调光信号发生电路 202 控制其在一定的调节相角范围内，进行相应的调光操作。

[0079] 参考图 4，所示为依据本发明的可控硅调光方法的一优选实施例的流程图。在该实施例中，包括以下步骤：

[0080] S401：接收外部输入交流电源，利用可控硅整流电路将其转换为一缺相的交流电压；

[0081] S402：接收所述缺相的交流电压，并对其进行整流，以获得一缺相的直流电压；

[0082] S403：接收所述缺相的直流电压，并对其进行转换，以获得一表征可控硅整流元件导通相角范围的控制信号；

[0083] S404：将所述控制信号和一参考斜坡信号进行比较和处理，以产生调光信号。

[0084] 当所述控制信号等于所述参考斜坡信号的第一基准值时，输出一调光信号，使得此时 LED 灯处于最大亮度状态；

[0085] 当所述控制信号等于所述参考斜坡信号的第二基准值时，输出一调光信号，使得此时 LED 灯处于最小亮度状态；

[0086] 当所述控制信号处于所述参考斜坡信号的第一基准值和第二基准值之间时，输出一调光信号，以在 LED 最大亮度状态和最小亮度状态之间连续调节 LED 灯负载的亮度；

[0087] 当控制信号大于所述第一基准值时，所述调光信号控制所述后续 LED 灯负载以一预设固定亮度工作；

[0088] 当所述控制信号小于所述第二基准值时，所述调光信号控制所述后续 LED 灯负载熄灭或者以一预设固定亮度工作。

[0089] 优选的，所述可控硅调光方法，进一步包括：

[0090] 接收所述缺相的直流电压，并对其进行箝位，以获得一表征所述可控硅整流元件导通相角范围的方波信号；

[0091] 接收所述方波信号，并根据一基准值进行滤波运算，以获得一表征所述可控硅整流元件导通相角范围平滑的电压信号。

[0092] 本发明还公开了依据本发明的一种 LED 驱动电路,包括图 2A 或者 3A 所示的可控硅调光电路,还包括:功率级电路和驱动电路。

[0093] 如图 2A 所示,所述功率级电路和驱动电路 111 接收所述滤波电容 110 产生的直流电压  $V_{dc}$  和所述调光信号  $V_{ref}$ ,以驱动后续 LED 灯负载 112,并进行亮度调节动作。

[0094] 以上对依据本发明的优选实施例的可控硅调光电路及其调光方法进行了详尽描述,本领域普通技术人员据此可以推知其他技术或者结构以及电路布局、元件等均可应用于所述实施例,晶体管可以为 MOSFET 晶体管,斜坡信号发生电路、滤波电路可以为任何形式的合适的电路。本发明的实施例中采用的前沿触发的控制方式,本领域技术人员可以得知,基于本发明思想的采用后沿触发的控制方式也可以实现本发明的目的,达到相同的有益效果。

[0095] 依照本发明的实施例如上文所述,这些实施例并没有详尽叙述所有的细节,也不限制该发明仅为所述的具体实施例。显然,根据以上描述,可作很多的修改和变化。本说明书选取并具体描述这些实施例,是为了更好地解释本发明的原理和实际应用,从而使所属技术领域技术人员能很好地利用本发明以及在本发明基础上的修改使用。本发明仅受权利要求书及其全部范围和等效物的限制。

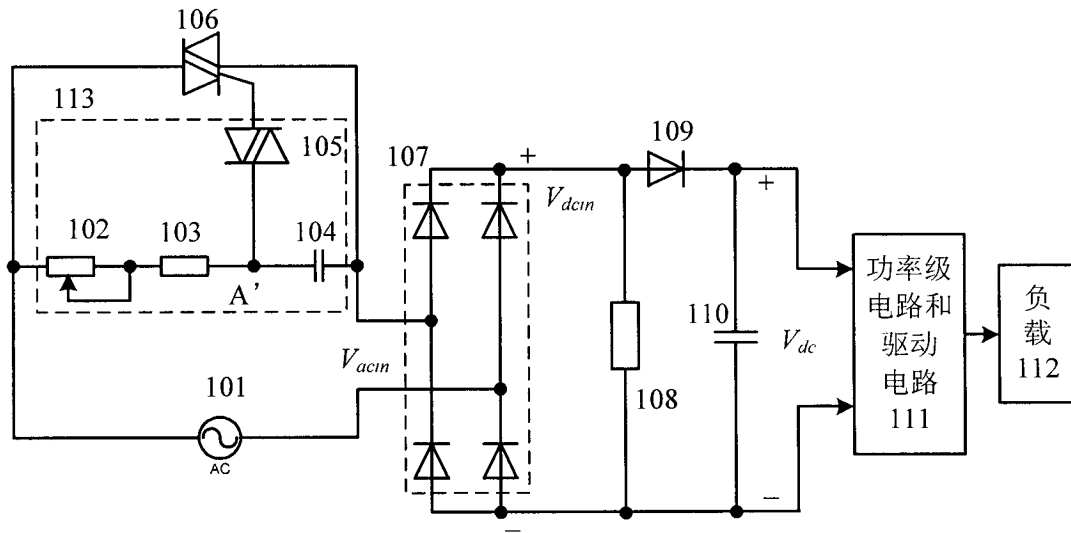


图 1A

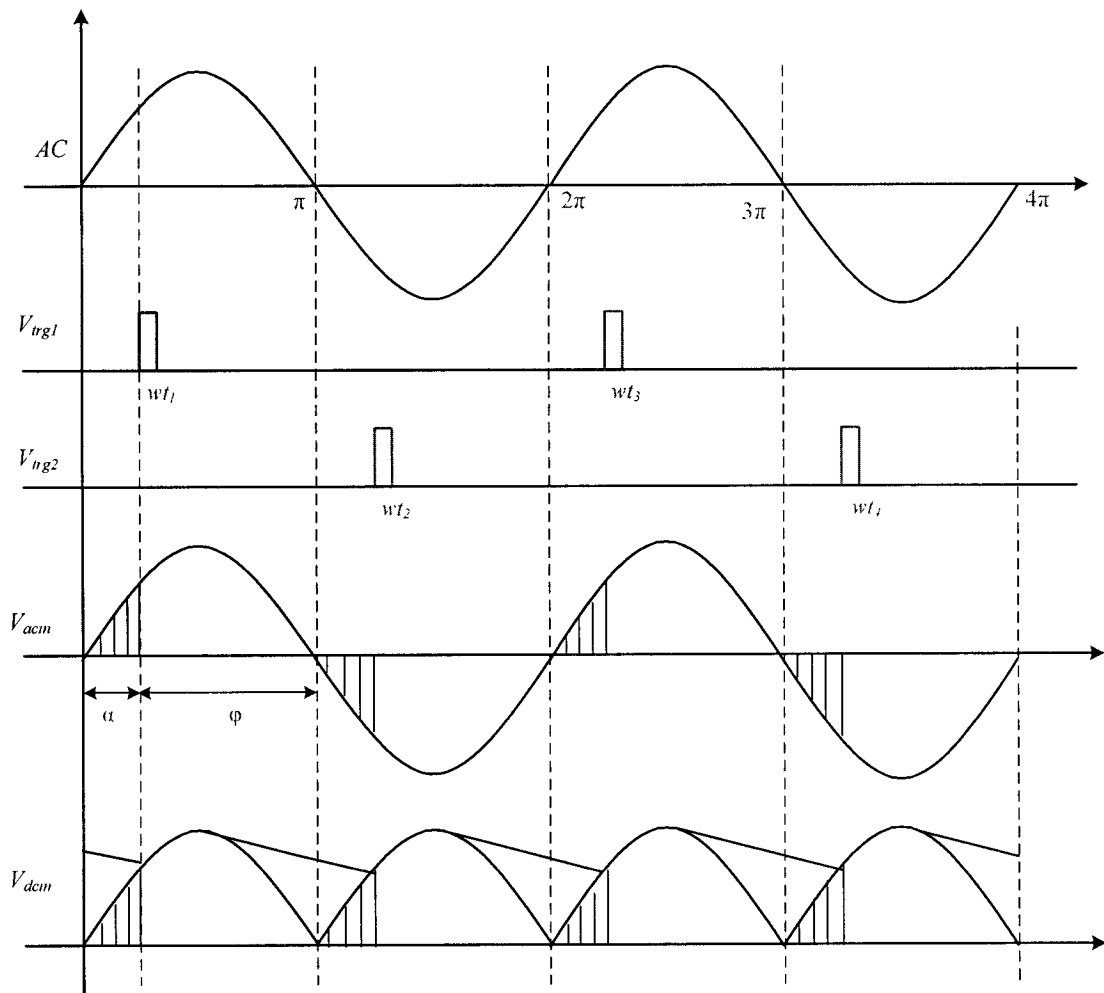


图 1B

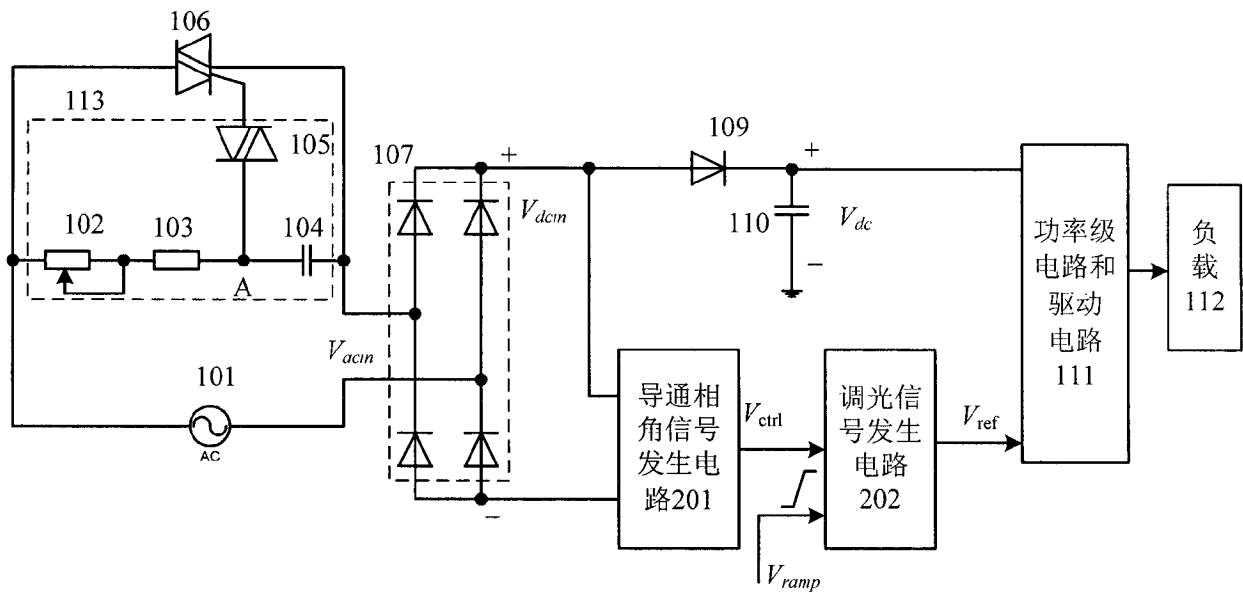


图 2A

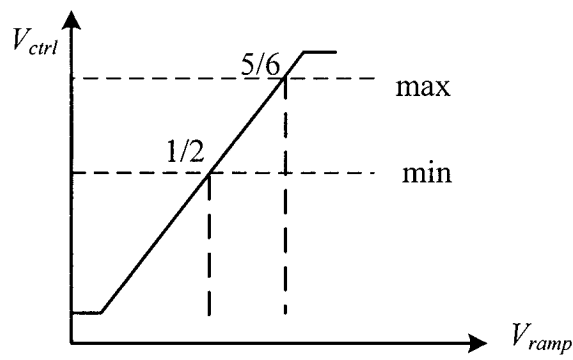


图 2B

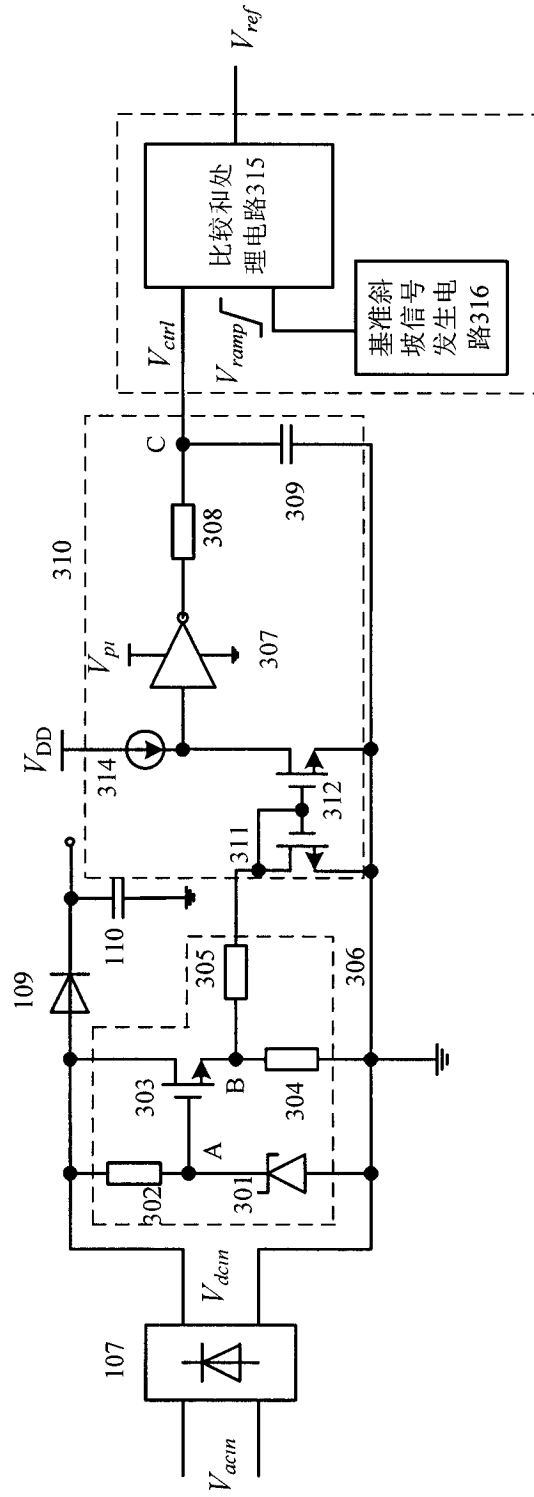


图 3A

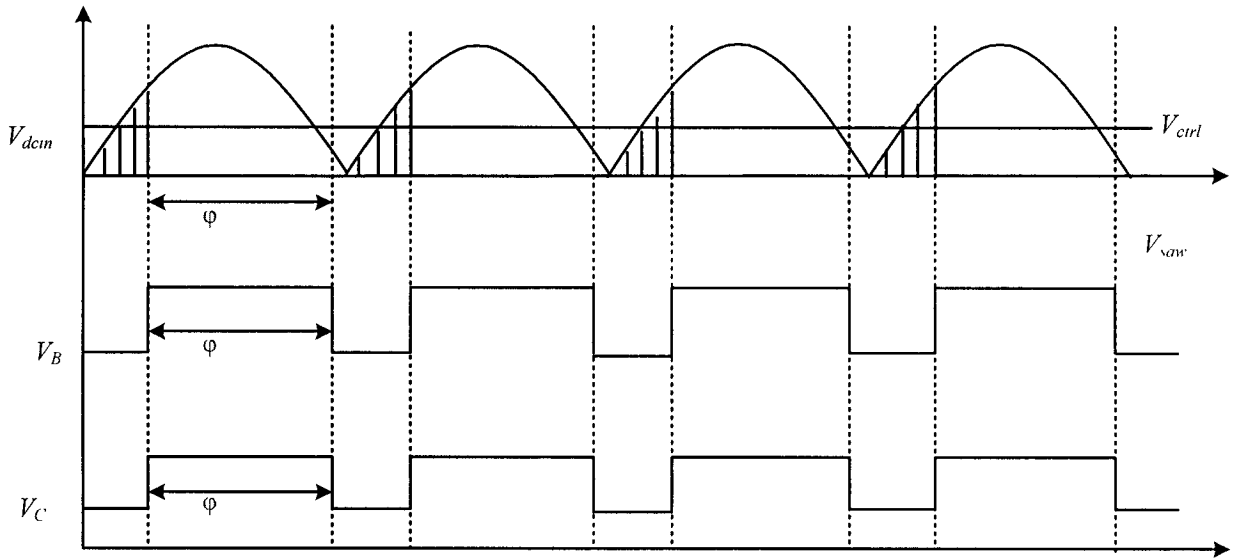


图 3B

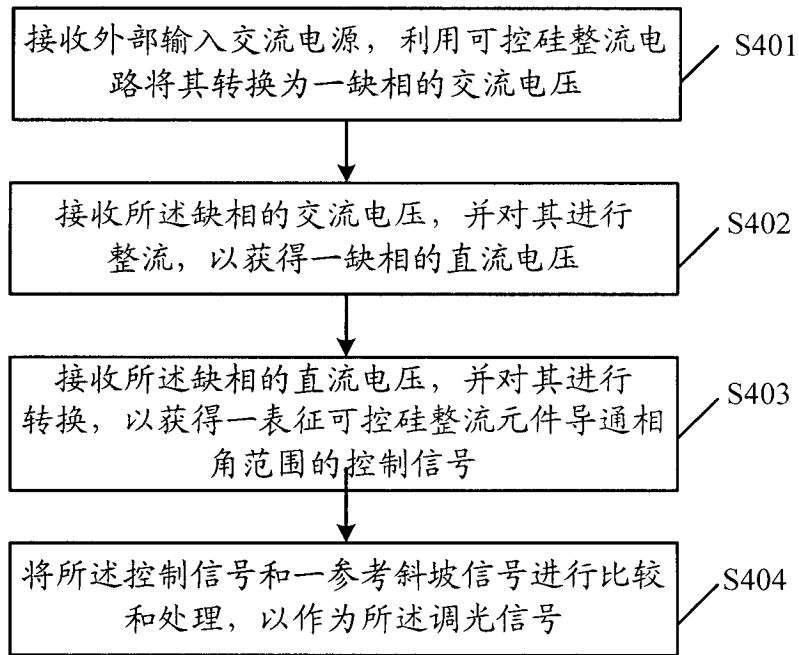


图 4