



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203301820 U

(45) 授权公告日 2013. 11. 20

(21) 申请号 201320325724. 4

(22) 申请日 2013. 06. 07

(73) 专利权人 陕西亚成微电子股份有限公司  
地址 710075 陕西省西安市雁塔区高新三路  
9 号信息港大厦 3A02 室

(72) 发明人 杨波 杨世红

(51) Int. Cl.

H05B 37/02 (2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

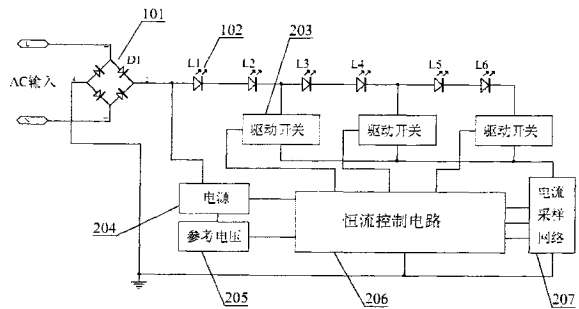
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 实用新型名称

一种线性高压 LED 驱动电路

(57) 摘要

本实用新型提供一种线性高压 LED 驱动电路, 包括整流桥堆; 不少于两段 LED 串; 与各 LED 串对应的驱动开关; 用于检测各路驱动开关电流的电流采样电路; 用于控制各驱动开关导通阻抗的恒流控制电路; 本实用新型通过恒流控制电路和驱动开关控制至少两段 LED 串随着直流脉动电压的变化部分或全部导通发光, 在一个电压脉动周期中既提高了 LED 串的导通发光时间也降低了驱动开关的功耗, 大大提高了 LED 驱动的效率。



1. 一种线性高压 LED 驱动电路,其特征在于,包括:

整流桥堆,所述整流桥堆为整流二极管组成的具有整流功能的全波或半波整流电路;

相互串联的至少 2 段 LED 串,所述 LED 串包括由若干 LED 或 LED 晶粒以串联形式组成的 LED 串或以串联和并联组合的形式组成的 LED 串,所述 LED 串的导通电压比单个 LED 或 LED 晶粒的导通电压高;

与 LED 串数目相对应、用于根据其导通阻抗来控制每段 LED 串导通状态的至少 2 路驱动开关;

用于监测流过每路驱动开关电流的电流采样电路;

用于根据电流采样电路提供电流值来控制相应驱动开关导通阻抗的恒流控制电路;

用于为恒流控制电路提供工作电压的电源;

基准参考电压;

整流桥堆的输出端正极与电源及首段 LED 串的输入端连接;所述电源与基准参考电压及恒流控制电路连接;每路驱动开关的输入端分别对应连接每段 LED 串的负极,每路驱动开关的控制端分别连接至恒流控制电路,每路驱动开关的输出端共同连接至电流采样电路,电流采样电路用于监测每路驱动开关电流的每路监测电路分别连接至恒流控制电路;基准参考电压与恒流控制电路连接;整流桥堆的输出端负极连同恒流控制电路、电流采样电路共同接地。

2. 根据权利要求 1 所述的线性高压 LED 驱动电路,其特征在于,所述每路驱动开关包括控制端、开关输入端和开关输出端,驱动开关的控制端与恒流控制电路连接、其开关输入端与每段 LED 串的输出端负极连接,其开关输出端与电流采样电路的输入端连接,通过改变控制端的电压或电流来控制开关输入端到开关输出端的导通阻抗。

3. 根据权利要求 1 所述的线性高压 LED 驱动电路,其特征在于,所述电流采样电路包括不少于两个相互串联的采样电阻,每路驱动开关的开关输出端共同连接第一个采样电阻的输入端;最后一个采样电阻的输出端接地;每个采样电阻的输入端分别连接恒流控制电路。

4. 根据权利要求 1 所述的线性高压 LED 驱动电路,其特征在于,后一路驱动开关的恒流电流大于前一路驱动开关的恒流电流,当后一路驱动开关有电流通过时恒流控制电路会关闭之前所有驱动开关。

5. 根据权利要求 1-4 任一项所述的线性高压 LED 驱动电路,其特征在于,所述驱动开关包括 NMOS 管 Q1、NMOS 管 Q2、NMOS 管 Q3;所述电流采样电路包括电阻 R1、电阻 R2、电阻 R3;所述恒流控制电路包括放大器 U1、放大器 U2、放大器 U3;

整流桥堆的输出端负极接地、其输出端正极与电源及首段 LED 串的输入端连接;所述电源与基准参考电压及运算放大器 U1、运算放大器 U2、运算放大器 U3 的正极连接;每路 NMOS 管的漏极分别对应连接每段 LED 串的负极,每路 NMOS 管的源极共同连接至电阻 R1 的输入端,每路 NMOS 管的栅极分别对应连接运算放大器 U1、运算放大器 U2、运算放大器 U3 的输出端;电阻 R1、电阻 R2、电阻 R3 相互串联后由电阻 R3 接地;所述运算放大器 U1、运算放大器 U2、运算放大器 U3 的同相输入端分别与基准参考电压连接,运算放大器 U1 的反相输入端与电阻 R1 的输入端连接;运算放大器 U2 的反相输入端与电阻 R1 和电阻 R2 的连接点连接;运算放大器 U3 的反相输入端与电阻 R2 和电阻 R3 的连接点连接;运算放大器 U1、运算

放大器 U2、运算放大器 U3 的负极共同接地。

6. 根据权利要求 1-4 任一项所述的线性高压 LED 驱动电路,其特征在于,所述驱动开关包括 NMOS 管 Q1、NMOS 管 Q2、NMOS 管 Q3 ;所述电流采样电路包括电阻 R8、电阻 R9、电阻 R10 ;所述恒流控制电路包括 NPN 三极管 Q4、NPN 三极管 Q5、NPN 三极管 Q6、电阻 R2、电阻 R3、电阻 R4、电阻 R5、电阻 R6、电阻 R7 ;所述电源包括电阻 R1、稳压管 D2 ;所述基准参考电压为 NPN 三极管 Q4、NPN 三极管 Q5、NPN 三极管 Q6 基极和发射极之间的导通电压 ;

整流桥堆的输出端负极接地、其输出端正极与电阻 R1 的一端及首段 LED 串的输入端连接,电阻 R1 的另一端分别与稳压管 D2 及电阻 R2、电阻 R3、电阻 R4 的一端连接,电阻 R2、电阻 R3、电阻 R4 的另一端分别对应与 NPN 三极管 Q4、NPN 三极管 Q5、NPN 三极管 Q6 的基极连接 ;每路 NMOS 管的漏极分别对应连接每段 LED 串的负极,每路 NMOS 管的源极共同连接至电阻 R8 的输入端,每路 NMOS 管的栅极分别对应连接 NPN 三极管 Q4、NPN 三极管 Q5、NPN 三极管 Q6 的集电极 ;电阻 R8、电阻 R9、电阻 R10 相互串联后由电阻 R10 接地 ;所述 NPN 三极管 Q4、NPN 三极管 Q5、NPN 三极管 Q6 的发射极连同稳压管 D2 的另一端共同接地 ;NPN 三极管 Q4 的基极经电阻 R5 后与电阻 R8 的输入端连接 ;NPN 三极管 Q5 的基极经电阻 R6 后与电阻 R8 和电阻 R9 的连接点连接 ;NPN 三极管 Q6 的基极经电阻 R7 后与电阻 R9 和电阻 R10 的连接点连接。

## 一种线性高压 LED 驱动电路

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于发光二极管 (Light Emitting Diode, 以下简称 :LED) 照明技术领域, 具体涉及一种线性高压 LED 驱动电路。

### 背景技术

[0002] 目前, LED 照明电源主要采用的是开关电源, 开关电源具有效率高体积小的优点。但开关电源也有难以克服的缺点, 具体表现为 : 由于开关电源使用的是电解电容器和变压器或电感, 而电解电容器的最大缺点是寿命短, 可靠性不高, 其使用寿命最多也只能达到 5000-8000 小时 ; 而铝电解电容器的工作温度每提高 10℃ 其使用寿命一般会减少 10%, 而 LED 灯的开关电源的工作温度一般都在 70℃ 左右。因此, 电解电容器的使用寿命直接决定了开关电源的使用寿命, 但是, LED 灯珠的寿命一般却可以达到 50000 小时, 因此, LED 照明用开关电源的使用寿命与 LED 灯珠的寿命及其不匹配, 从而影响了 LED 灯珠的使用寿命, 造成资源的浪费。

[0003] 一些公司使用线性恒流驱动 LED 串发光, 附图 1 为现有技术线性恒流 LED 驱动电路结构示意图, 如图 1, LED 串 102 的正极接在整流桥堆 101 的输出端正极, LED 串 102 的负极通过一恒流控制器 103 后接地 (LED 串 102 和恒流控制器 103 位置可以互换)。这种应用只有当整流桥堆的输出电压高于 LED 串的导通电压时, LED 串才正常发光 ; 而当整流桥堆的输出电压低于 LED 串的导通电压时, 大部分功率都消耗在恒流控制器上, 而且即使是整流桥堆的输出电压高于 LED 串的导通电压, 也有很大一部分电能消耗在恒流控制器上。所以这种传统的线性恒流 LED 驱动方式不但发光效率低、而且电能利用率也低。

### 实用新型内容

[0004] 本实用新型的目的在于解决上述现有技术存在的缺陷, 提供一种至少两段 LED 串的控制电路, 当电压变化时至少两段 LED 串以一定的规律组合导通发光, 提高了 LED 的发光效率和电能的利用效率。

[0005] 为实现上述实用新型目的, 本实用新型采用以下的技术方案 :

[0006] 一种线性高压 LED 驱动电路, 包括 :

[0007] 整流桥堆, 所述整流桥堆为整流二极管组成的具有整流功能的全波或半波整流电路 ;

[0008] 相互串联的至少 2 段 LED 串, 所述 LED 串包括由若干 LED 或 LED 晶粒以串联形式组成的 LED 串或以串联和并联组合的形式组成的 LED 串, 所述 LED 串的导通电压比单个 LED 或 LED 晶粒的导通电压高 ;

[0009] 与 LED 串数目相对应、用于根据其导通阻抗来控制每段 LED 串导通状态的至少 2 路驱动开关 ;

[0010] 用于监测流过每路驱动开关电流的电流采样电路 ;

[0011] 用于根据电流采样电路提供电流值来控制相应驱动开关导通阻抗的恒流控制电

路；

[0012] 用于为恒流控制电路提供工作电压的电源；

[0013] 基准参考电压；

[0014] 整流桥堆的输出端正极与电源及首段 LED 串的输入端连接；所述电源与基准参考电压及恒流控制电路连接；每路驱动开关的输入端分别对应连接每段 LED 串的负极，每路驱动开关的控制端分别连接至恒流控制电路，每路驱动开关的输出端共同连接至电流采样电路，电流采样电路用于监测每路驱动开关电流的每路监测电路分别连接至恒流控制电路；基准参考电压与恒流控制电路连接；整流桥堆的输出端负极连同恒流控制电路、电流采样电路共同接地。

[0015] 进一步地，所述每路驱动开关包括控制端、开关输入端和开关输出端，驱动开关的控制端与恒流控制电路连接、其开关输入端与每段 LED 串的输出端负极连接，其开关输出端与电流采样电路的输入端连接，通过改变控制端的电压或电流来控制开关输入端到开关输出端的导通阻抗。

[0016] 进一步地，所述电流采样电路包括不少于两个相互串联的采样电阻，每路驱动开关的开关输出端共同连接第一个采样电阻的输入端；最后一个采样电阻的输出端接地；每个采样电阻的输入端分别连接恒流控制电路。

[0017] 进一步地，后一路驱动开关的恒流电流大于前一路驱动开关的恒流电流，当后一路驱动开关有电流通过时恒流控制电路会关闭之前所有驱动开关。

[0018] 进一步地，所述驱动开关包括 NMOS 管 Q1、NMOS 管 Q2、NMOS 管 Q3；所述电流采样电路包括电阻 R1、电阻 R2、电阻 R3；所述恒流控制电路包括放大器 U1、放大器 U2、放大器 U3；

[0019] 整流桥堆的输出端负极接地、其输出端正极与电源及首段 LED 串的输入端连接；所述电源与基准参考电压及运算放大器 U1、运算放大器 U2、运算放大器 U3 的正极连接；每路 NMOS 管的漏极分别对应连接每段 LED 串的负极，每路 NMOS 管的源极共同连接至电阻 R1 的输入端，每路 NMOS 管的栅极分别对应连接运算放大器 U1、运算放大器 U2、运算放大器 U3 的输出端；电阻 R1、电阻 R2、电阻 R3 相互串联后由电阻 R3 接地；所述运算放大器 U1、运算放大器 U2、运算放大器 U3 的同相输入端分别与基准参考电压连接，运算放大器 U1 的反相输入端与电阻 R1 的输入端连接；运算放大器 U2 的反相输入端与电阻 R1 和电阻 R2 的连接点连接；运算放大器 U3 的反相输入端与电阻 R2 和电阻 R3 的连接点连接；运算放大器 U1、运算放大器 U2、运算放大器 U3 的负极共同接地。

[0020] 进一步地，所述驱动开关包括 NMOS 管 Q1、NMOS 管 Q2、NMOS 管 Q3；所述电流采样电路包括电阻 R8、电阻 R9、电阻 R10；所述恒流控制电路包括 NPN 三极管 Q4、NPN 三极管 Q5、NPN 三极管 Q6、电阻 R2、电阻 R3、电阻 R4、电阻 R5、电阻 R6、电阻 R7；所述电源包括电阻 R1、稳压管 D2；所述基准参考电压为 NPN 三极管 Q4、NPN 三极管 Q5、NPN 三极管 Q6 基极和发射极之间的导通电压；

[0021] 整流桥堆的输出端负极接地、其输出端正极与电阻 R1 的一端及首段 LED 串的输入端连接，电阻 R1 的另一端分别与稳压管 D2 及电阻 R2、电阻 R3、电阻 R4 的一端连接，电阻 R2、电阻 R3、电阻 R4 的另一端分别对应与 NPN 三极管 Q4、NPN 三极管 Q5、NPN 三极管 Q6 的基极连接；每路 NMOS 管的漏极分别对应连接每段 LED 串的负极，每路 NMOS 管的源极共同连接至电阻 R8 的输入端，每路 NMOS 管的栅极分别对应连接 NPN 三极管 Q4、NPN 三极管 Q5、NPN 三

极管 Q6 的集电极 ;电阻 R8、电阻 R9、电阻 R10 相互串联后由电阻 R10 接地 ;所述 NPN 三极管 Q4、NPN 三极管 Q5、NPN 三极管 Q6 的发射极连同稳压管 D2 的另一端共同接地 ;NPN 三极管 Q4 的基极经电阻 R5 后与电阻 R8 的输入端连接 ;NPN 三极管 Q5 的基极经电阻 R6 后与电阻 R8 和电阻 R9 的连接点连接 ;NPN 三极管 Q6 的基极经电阻 R7 后与电阻 R9 和电阻 R10 的连接点连接。

[0022] 本实用新型提供的线性高压 LED 驱动电路,通过恒流控制电路控制至少两路驱动开关的导通阻抗来控制 LED 串的导通和电流,当整流桥堆整流后的直流电压升高到第一段 LED 串导通时电流通过对应的第一个驱动开关导通并恒流于一较低电流值,当电压继续上升到第一段和第二段 LED 串同时导通时恒流控制电路关断第一个驱动开关并通过第二个驱动开关导通前两段 LED 串,并使前两段 LED 串恒流于一较高电流值,当电压再继续上升到第一段、第二段和第三段 LED 串同时导通时,恒流控制电路关断第二个驱动开关,并通过第三个驱动开关导通前三段 LED 串,并使前三段 LED 串恒流于一更高电流值,如果有更多 LED 串则以此类推;当电压开始下降时过程正好相反。这样随着直流脉动电压的变化 LED 串部分或全部导通,既增加了一个脉动周期中 LED 串的导通时间又降低了驱动开关的损耗,大大提高了 LED 驱动的效率,而且结构简单,成本低,易于实现。

#### 附图说明

[0023] 附图 1 为现有技术线性恒流 LED 驱动电路结构示意图 ;

[0024] 附图 2 为本实用新型多段线性高压 LED 驱动电路结构示意图 ;

[0025] 附图 3 为本实用新型多段线性高压 LED 驱动电路实施例一电路结构示意图 ;

[0026] 附图 4 为本实用新型多段线性高压 LED 驱动电路实施例二电路结构示意图 ;

[0027] 附图 5 为本实用新型多段线性高压 LED 驱动电路电压和电流波形示意图。

[0028] 附图标记说明 :101- 整流桥堆,102-LED 串,103- 恒流控制器,203- 驱动开关,204- 电源,205- 基准参考电压,206- 恒流控制电路,207- 电流采样电路,208- 电压波形,209- 电流波形。

#### 具体实施方式

[0029] 为使本实用新型的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本实用新型中的附图,对本实用新型中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本实用新型一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本实用新型中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本实用新型保护的范围。

[0030] 附图 2 为本实用新型多段线性高压 LED 驱动电路结构示意图 ;如图 2 所示,包括 :整流桥堆 101、LED 串 102、驱动 LED 串 102 导通的驱动开关 203、控制各个驱动开关导通阻抗的恒流控制电路 206、为恒流控制电路供电的电源 204、基准参考电压 205、电流采样电路 207。所述整流桥堆 101 为整流二极管组成的具有整流功能的全波或半波整流电路 ;所述 LED 串 102 包括由若干 LED 或 LED 晶粒以串联形式组成的 LED 串或以串联和并联组合的形式组成的 LED 串,所述 LED 串的导通电压比单个 LED 或 LED 晶粒的导通电压高 ;所述驱动开关 203 用于根据其导通阻抗来控制每段 LED 串导通状态,其包括至少 2 路驱动开关 ;所述电

流采样电路 207 用于监测流过每路驱动开关电流 ;所述恒流控制电路 206 用于根据电流采样电路 207 提供电流值来控制相应驱动开关的导通阻抗 ;所述电源 204 用于为恒流控制电路提供工作电压 ;所述基准参考电压 205 用于为恒流控制电路提供基准电压。

[0031] 具体地,整流桥堆的输出端正极与电源及首段 LED 串的输入端连接 ;所述电源与基准参考电压及恒流控制电路连接 ;每路驱动开关的输入端分别对应连接每段 LED 串的负极,每路驱动开关的控制端分别连接至恒流控制电路,每路驱动开关的输出端共同连接至电流采样电路,电流采样电路用于监测每路驱动开关电流的每路监测电路分别连接至恒流控制电路 ;基准参考电压与恒流控制电路连接 ;整流桥堆的输出端负极连同恒流控制电路、电流采样电路共同接地。

[0032] 其工作原理为 :整流桥堆 101 将输入的市电交流电压整流成在 0 伏和最高峰值电压间变化的直流脉动电压,并加在至少两段串联的 LED 串 102 上,(附图 2 中 L1、L2 为一段 LED 串 ;L3、L4 为一段 LED 串 ;L5、L6 为一段 LED 串)当电压上升到第一段 LED 串 102 导通时,恒流控制电路控制与第一段 LED 串负极连接的驱动开关导通并恒流于一个较小的电流值,此时第一段 LED 串发光 ;当电压继续上升到第一段和第二段 LED 串同时导通时,恒流控制电路控制关断与第一个 LED 串负极连接的驱动开关,同时使与第二段 LED 串负极连接的驱动开关导通并恒流于一个较大的电流值,此时第一段和第二段 LED 串发光 ;当电压再继续上升到第一段、第二段和第三段 LED 串同时导通时,恒流控制电路控制关断与第二个 LED 串负极连接的驱动开关,同时使与第三段 LED 串负极连接的驱动开关导通并恒流于一个更大的电流值,此时第一段、第二段和第三段 LED 串发光 ;如果有更多 LED 串控制过程以此类推 ;当电压下降时控制过程正好相反。

[0033] 本实用新型通过恒流控制电路和驱动开关控制至少两段 LED 串随着直流脉动电压的变化部分或全部导通发光,在一个电压脉动周期中既提高了 LED 串的导通发光时间也降低了驱动开关的功耗,大大提高了 LED 驱动的效率。

[0034] 进一步地,所述每路驱动开关包括控制端、开关输入端和开关输出端,驱动开关的控制端与恒流控制电路连接、其开关输入端与每段 LED 串的输出端负极连接,其开关输出端与电流采样电路的输入端连接,通过改变控制端的电压或电流来控制开关输入端到开关输出端的导通阻抗。

[0035] 进一步地,所述电流采样电路包括不少于两个相互串联的采样电阻,每路驱动开关的开关输出端共同连接第一个采样电阻的输入端 ;最后一个采样电阻的输出端接地 ;每个采样电阻的输入端分别连接恒流控制电路。

[0036] 进一步地,后一路驱动开关的恒流电流大于前一路驱动开关的恒流电流,当后一路驱动开关有电流通过时恒流控制电路会关闭之前所有驱动开关。

[0037] 以下通过以下 2 个具体实施例来对本实用新型做进一步阐述 :

[0038] 附图 3 为本实用新型多段线性高压 LED 驱动电路实施例一电路结构示意图,如图 3 所示,驱动开关 203 包括 NMOS 管 Q1、NMOS 管 Q2、NMOS 管 Q3 ;所述电流采样电路 207 包括电阻 R1、电阻 R2、电阻 R3 ;所述恒流控制电路 206 包括运算放大器 U1、运算放大器 U2、运算放大器 U3。

[0039] 具体地,整流桥堆 101 的输出端负极接地、其输出端正极与电源 204 及首段 LED 串的输入端连接 ;所述电源 204 与基准参考电压 205 及放大器 U1、放大器 U2、放大器 U3 的正

极连接；每路 NMOS 管的漏极分别对应连接每段 LED 串的负极，每路 NMOS 管的源极共同连接至电阻 R1 的输入端，每路 NMOS 管的栅极分别对应连接运算放大器 U1、运算放大器 U2、运算放大器 U3 的输出端；电阻 R1、电阻 R2、电阻 R3 相互串联后由电阻 R3 接地；所述运算放大器 U1、运算放大器 U2、运算放大器 U3 的同相输入端分别与基准参考电压连接，运算放大器 U1 的反相输入端与电阻 R1 的输入端连接；运算放大器 U2 的反相输入端与电阻 R1 和电阻 R2 的连接点连接；运算放大器 U3 的反相输入端与电阻 R2 和电阻 R3 的连接点连接；运算放大器 U1、运算放大器 U2、运算放大器 U3 的负极共同接地。

[0040] 本实施例的工作原理为：如图 3 所示，交流市电电压经过全波整流桥 D1 整流后，其正极输出端连接电源、LED 串 L1-L6，当直流脉动电压从 0 伏开始升高至电源启动后，运算放大器 U1、U2 和 U3 开始工作，此时三个运算放大器的负极输入端电压远小于正极输入端的基准电压所以运算放大器输出端为高电压输出接近电源电压，NMOS 管 Q1、Q2 和 Q3 的栅极均为高电压，三个 NMOS 管均处于低阻导通状态；当电压升高到第一段 LED 串 L1、L2 导通时电流通过 NMOS 管 Q1 的漏极到源极流经采样电阻 R1、R2 和 R3 到地，当 R1 上的电压等于基准电压时，运算放大器 U1 的输出电压迅速降低至一适当值使 Q1 漏极至源极的导通阻抗增大电流减小并维持于一恒流值，电压继续升高运算放大器 U1 会根据采样电阻 R1 的电压值调节输出电压使 Q1 的电流维持不变。当电压升高到第一段和第二段 LED 串 L1、L2、L3 和 L4 同时导通时流过第二段 LED 串 L3 和 L4 的电流通过 NMOS 管 Q2 的漏极到源极流经采样电阻 R1、R2 和 R3 到地，这样流过采样电阻 R1、R2 和 R3 到地的电流增大，同时电阻 R1 的电压也同时增大，运算放大器 U1 的输出电压进一步下降，Q1 的电流减小；当电压升高第二段 LED 串的电流继续增大使采样电阻 R2 的电压等于基准参考电压时运算放大器 U2 的输出电压迅速降低至一适当值使 Q2 漏极至源极的导通阻抗增大电流减小并维持于一恒流值；此时采样电阻 R1 的电压已经远远超过基准参考电压运算放大器 U1 的输出电压迅速降低使 Q1 栅极电压接近 0 伏从而 Q1 截止，电压继续升高运算放大器 U2 根据采样电阻 R2 的电压值调节输出电压使 Q2 的电流维持不变。当电压升高到第一段、第二段和第三段 LED 串 L1、L2、L3、L4、L5 和 L6 同时导通时流过第三段 LED 串 L5 和 L6 的电流通过 NMOS 管 Q3 的漏极到源极流经采样电阻 R1、R2 和 R3 到地，这样流过采样电阻 R1、R2 和 R3 到地的电流继续增大，同时电阻 R2 的电压也同时增大，运算放大器 U2 的输出电压同步减小，Q2 的电流减小；当电压升高第三段 LED 串的电流继续增大使采样电阻 R3 的电压等于基准参考电压时运算放大器 U3 的输出电压迅速降低至一适当值使 Q3 漏极至源极的导通阻抗增大电流减小并维持于一恒流值；此时采样电阻 R2 的电压已经远远超过基准参考电压了所以运算放大器 U2 的输出电压进一步降低使 Q2 栅极电压接近 0 伏从而 Q2 截止。如果有更多 LED 串工作过程以此类推，当电压达到峰值后开始下降时工作过程正好相反。

[0041] 本实施例当电压变化时至少两段 LED 串以一定的规律组合导通发光，提高了 LED 的发光效率和电能的利用效率，其驱动控制电路结构简单，成本低，适合大量推广应用。

[0042] 附图 4 为本实用新型多段线性高压 LED 驱动电路实施例二电路结构示意图，如图 4 所示，驱动开关 203 包括 NMOS 管 Q1、NMOS 管 Q2、NMOS 管 Q3；电流采样电路 207 包括电阻 R8、电阻 R9、电阻 R10；恒流控制电路 206 包括 NPN 三极管 Q4、NPN 三极管 Q5、NPN 三极管 Q6、电阻 R2、电阻 R3、电阻 R4、电阻 R5、电阻 R6、电阻 R7；电源 204 包括电阻 R1、稳压管 D2；所述基准参考电压为 NPN 三极管 Q4、NPN 三极管 Q5、NPN 三极管 Q6 基极和发射极之间的导通电



压,该导通电压一般为 0.4 伏至 0.7 伏。

[0043] 具体地,整流桥堆 101 的输出端负极接地、其输出端正极与电阻 R1 的一端及首段 LED 串中输入端连接,电阻 R1 的另一端分别与稳压管 D2 及电阻 R2、电阻 R3、电阻 R4 的一端连接,电阻 R2、电阻 R3、电阻 R4 的另一端分别对应与 NPN 三极管 Q4、NPN 三极管 Q5、NPN 三极管 Q6 的集电极连接;每路 NMOS 管的漏极分别对应连接每段 LED 串的负极,每路 NMOS 管的源极共同连接至电阻 R8 的输入端,每路 NMOS 管的栅极分别对应连接 NPN 三极管 Q4、NPN 三极管 Q5、NPN 三极管 Q6 的集电极;电阻 R8、电阻 R9、电阻 R10 相互串联后由电阻 R10 接地;所述 NPN 三极管 Q4、NPN 三极管 Q5、NPN 三极管 Q6 的发射极连同稳压管 D2 的另一端共同接地;NPN 三极管 Q4 的基极经电阻 R5 后与电阻 R8 的输入端连接;NPN 三极管 Q5 的基极经电阻 R6 后与电阻 R8 和电阻 R9 的连接点连接;NPN 三极管 Q6 的基极经电阻 R7 后与电阻 R9 和电阻 R10 的连接点连接。

[0044] 本实施例的工作原理具体地,如图 4 所示,交流市电电压经过全波整流桥 101 整流后,其输出端连接电阻 R1、LED 串 L1-L6,当电压高于稳压管 D2 的稳压值时,稳压管正极的电压为稳压管的稳压值,此时 NMOS 管 Q1、Q2 和 Q3 的栅极均为高电压(稳压管的稳压值)三个 NMOS 管均处于低阻导通状态;当电压升高到第一段 LED 串 L1、LED 串 L2 导通时,电流通过 NMOS 管 Q1 的漏极到源极最后流经采样电阻 R8、电阻 R9 和电阻 R10 到地,当电阻 R8 上的电压等于 NPN 三极管 Q4 基极到发射极的导通电压时,Q4 的集电极到发射极导通,由于电阻 R2 的分压使 Q4 集电极、Q1 栅极电压迅速降低至一适当值使 Q1 漏极至源极的导通阻抗增大电流减小并维持于一恒流值,电压继续升高 NPN 三极管 Q4 会根据采样电阻 R8 的电压值调节集电极电压使 Q1 的电流维持不变。当电压升高到第一段和第二段 LED 串 L1、LED 串 L2、LED 串 L3 和 LED 串 L4 同时导通时流过第二段 LED 串 L3 和 LED 串 L4 的电流通过 NMOS 管 Q2 的漏极到源极流经采样电阻 R8、R9 和 R10 到地,这样流过采样电阻 R8、电阻 R9 和电阻 R10 到地的电流增大,同时电阻 R8 的电压也同时增大,Q4 基极的电压同步增大,Q4 集电极到发射极的导通阻抗减小 R2 分压增加集电极电压进一步下降,Q1 的电流减小;当电压升高第二段 LED 串 L3 的电流继续增大使采样电阻 R9 的电压等于 NPN 三极管 Q5 基极到发射极的导通电压时,Q5 的集电极到发射极导通,由于电阻 R3 的分压使 Q5 集电极、Q2 栅极电压迅速降低至一适当值使 Q2 漏极至源极的导通阻抗增大电流减小并维持于一恒流值;此时采样电阻 R8 的电压已经远远超过 Q4 基极到发射极的导通电压了所以 Q4 饱和导通,R2 分压使 Q1 栅极电压接近 0 伏从而 Q1 截止,电压继续升高 NPN 三极管 Q5 会根据采样电阻 R9 的电压值调节集电极电压使 Q2 的电流维持不变。当电压升高到第一段、第二段和第三段 LED 串 L1、LED 串 L2、LED 串 L3、LED 串 L4、LED 串 L5 和 LED 串 L6 同时导通时流过第三段 LED 串 L5 和 LED 串 L6 的电流通过 NMOS 管 Q3 的漏极到源极流经采样电阻 R8、R9 和 R10 到地,这样流过采样电阻 R8、电阻 R9 和电阻 R10 到地的电流继续增大,同时电阻 R9 的电压也同时增大,Q5 基极的电压同步增大,Q5 集电极到发射极的导通阻抗减小 R3 分压增加集电极电压进一步下降,Q2 的电流减小;当电压升高第三段 LED 串 L5 的电流继续增大使采样电阻 R10 的电压等于 NPN 三极管 Q6 基极到发射极的导通电压时 Q6 的集电极到发射极导通,由于电阻 R4 的分压使 Q6 集电极、Q3 栅极电压迅速降低至一适当值使 Q3 漏极至源极的导通阻抗增大电流减小并维持于一恒流值;此时采样电阻 R9 的电压已经远远超过 Q5 基极到发射极的导通电压了所以 Q5 饱和导通,R3 分压使 Q2 栅极电压接近 0 伏从而 Q2 截止。如果有更多 LED 串

工作过程以此类推,当电压达到峰值后开始下降时工作过程正好相反。

[0045] 本实用新型恒流控制电路还可以为三极管, MOS 管或逻辑控制器件组成的具有相同功能的电路。本实用新型驱动开关器件还可以为 PMOS 管、NPN 三极管、PNP 三极管。

[0046] 附图 5 为本实用新型多段线性高压 LED 驱动电路电压和电流波形示意图,如图 5 所示,208 是线性高压 LED 驱动器正常工作时的电流波形、209 是线性高压 LED 驱动器正常工作时的电压波形。

[0047] 本实用新型的驱动开关均为高耐压器件不会被击穿,具有很好的散热性和能承受较大的功耗的性能。

[0048] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本实用新型的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本实用新型进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本实用新型各实施例技术方案的精神和范围。

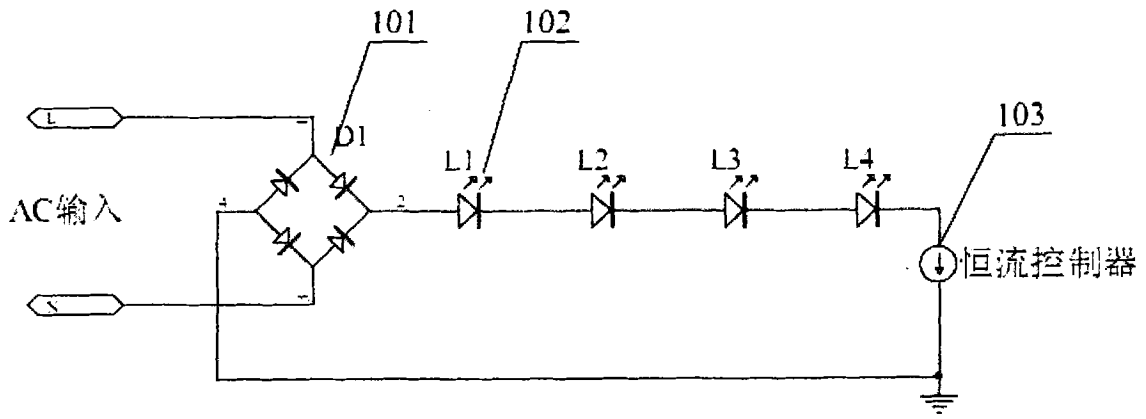


图 1

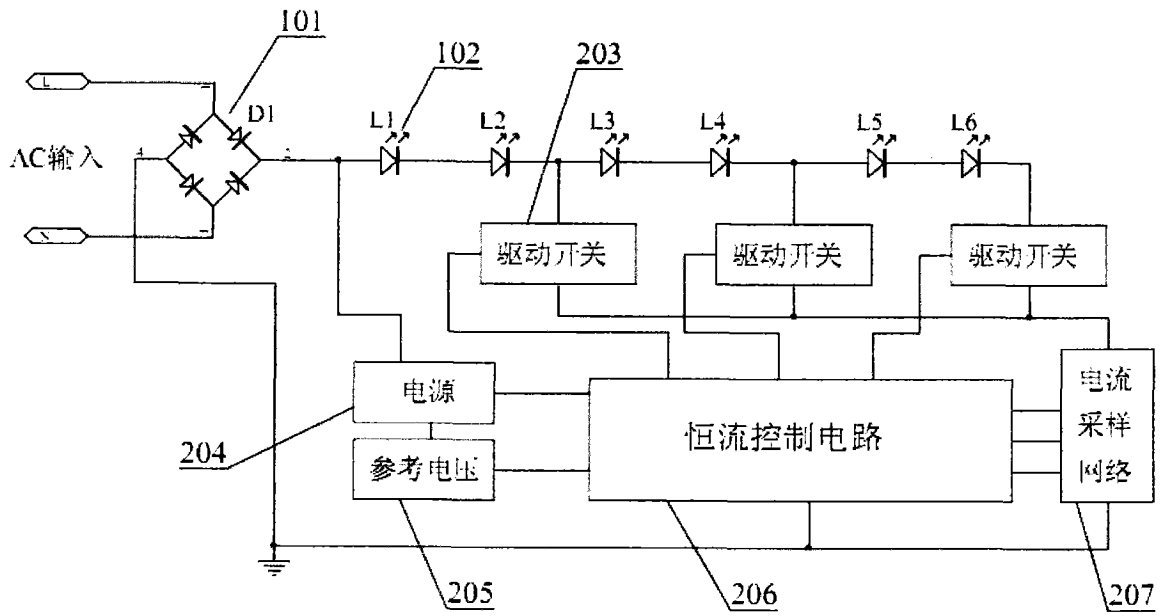


图 2

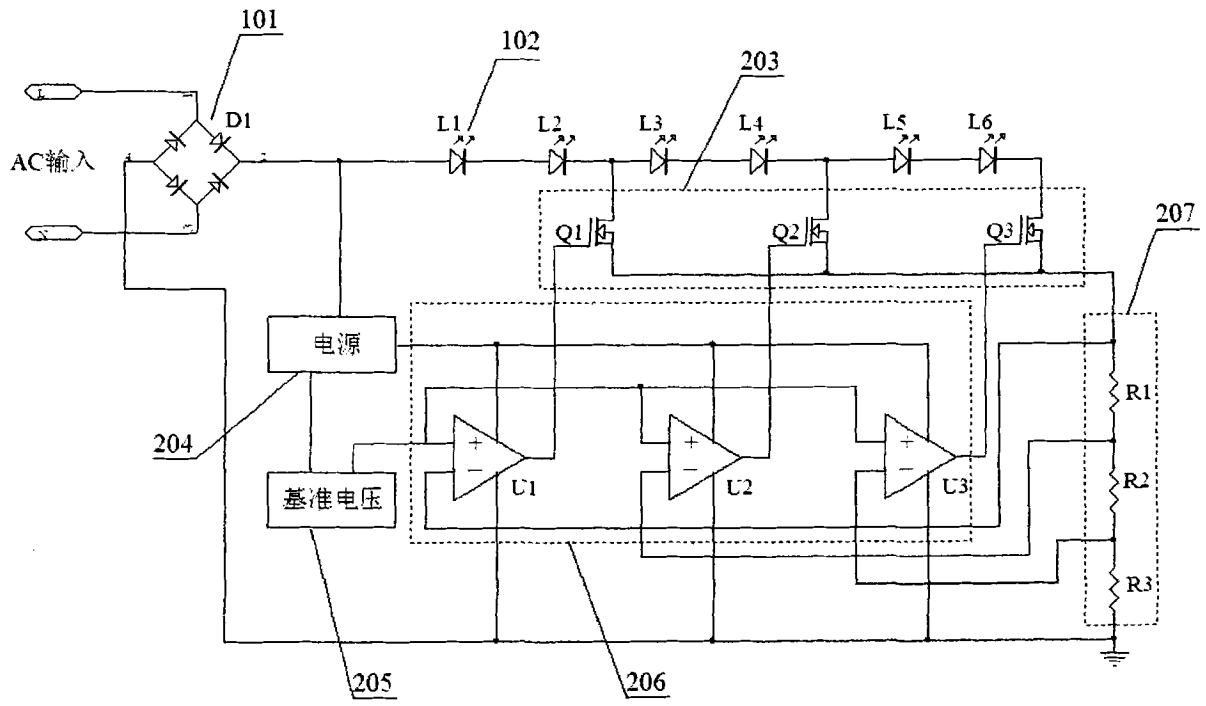


图 3

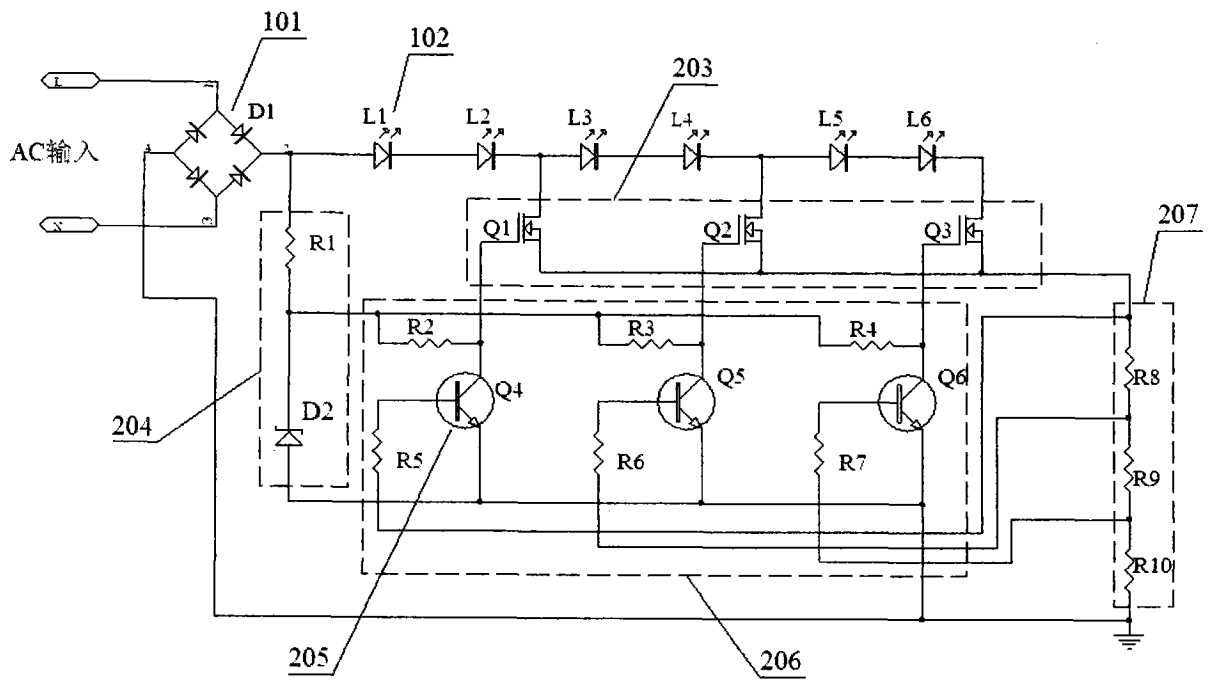


图 4

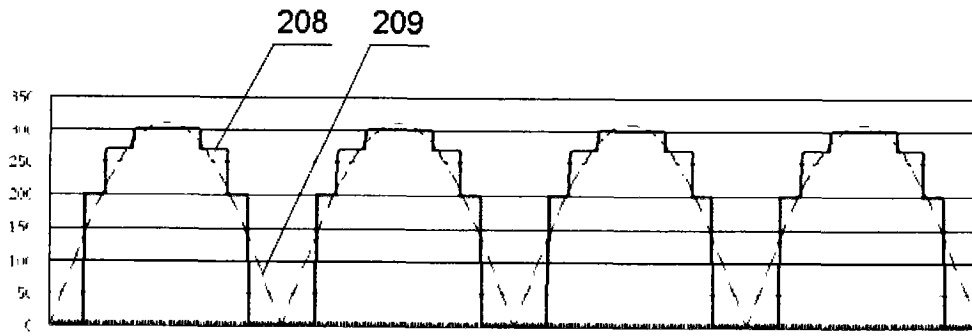


图 5