



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102625548 A

(43) 申请公布日 2012. 08. 01

(21) 申请号 201210125825. 7

(22) 申请日 2012. 04. 26

(71) 申请人 重庆大学

地址 400044 重庆市沙坪坝区沙正街 174 号

(72) 发明人 罗全明 支树播 卢伟国 周维维

(74) 专利代理机构 重庆博凯知识产权代理有限公司 50212

代理人 李海华

(51) Int. Cl.

H05B 37/02 (2006. 01)

H02M 3/335 (2006. 01)

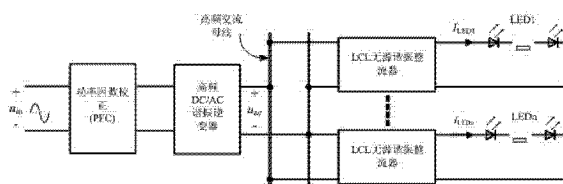
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种多路输出大功率 LED 恒流驱动电源

(57) 摘要

本发明公开了一种多路输出大功率 LED 恒流驱动电源,包括 AC-AC 交交变频单元,用于将交流市电变换为频率与峰值稳定的高频交流电压形成高频交流母线,高频交流母线的输出分别与多路 LCL 无源谐振整流器的输入端连接,每路 LCL 无源谐振整流器用于驱动对应的 LED 串发光。每路 LCL 无源谐振整流器由 LCL 谐振网络单元和整流单元构成,整流单元用于将 LCL 谐振网络单元输出的交变电流整流成直流电流后进而驱动对应路的 LED 串。本发明可以避免多串 LED 并联使用引起的电流不均问题,电路结构简单、成本低;可以工作于高频状态,具有其体积小,功率密度高等优势。



1. 一种多路输出大功率 LED 恒流驱动电源,其特征在于:包括 AC-AC 交交变频单元,用于将交流市电变换为频率与峰值稳定的高频交流电压形成高频交流母线,高频交流母线的输出分别与多路 LCL 无源谐振整流器的输入端连接,每路 LCL 无源谐振整流器用于驱动对应的 LED 串发光。

2. 根据权利要求 1 所述的多路输出大功率 LED 恒流驱动电源,其特征在于:每路 LCL 无源谐振整流器由 LCL 谐振网络单元和整流单元构成,整流单元用于将 LCL 谐振网络单元输出的交变电流整流成直流电流后进而驱动对应路的 LED 串;LCL 谐振网络单元由两个谐振电感 L_1 、 L_{a1} 和一个谐振电容 C_0 构成,整流单元由四个整流二极管 D_{r1} 、 D_{r2} 、 D_{r3} 、 D_{r4} 构成的全桥整流电路和一个滤波电容 C_f 构成;

高频交流母线第一端与 LCL 谐振网络单元中谐振电感 L_1 的第一端相连,谐振电感 L_1 第二端与另外一个谐振电感 L_{a1} 的第一端及谐振电容 C_0 的第一端相连,谐振电感 L_{a1} 的第二端与整流单元中的整流二极管 D_{r1} 的正极及整流二极管 D_{r2} 负极相连;电容 C_0 的第二端与高频交流母线第二端相连后再与整流单元中的整流二极管 D_{r3} 的正极及整流二极管 D_{r4} 的负极相连;整流单元中的整流二极管 D_{r1} 的负极与整流二极管 D_{r3} 的负极相连后再与滤波电容 C_f 第一端相连,滤波电容 C_f 第一端用于与 LED 串的正极性端相连;整流单元中的整流二极管 D_{r2} 的正极与整流二极管 D_{r4} 的正极相连后再与滤波电容 C_f 第二端相连,滤波电容 C_f 第二端用于与 LED 串的负极性端相连。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的多路输出大功率 LED 恒流驱动电源,其特征在于:所述 AC-AC 交交变频单元由功率因素校正单元和高频 DC/AC 谐振逆变器构成,交流市电经功率因素校正单元后得到的直流电源作为高频 DC/AC 谐振逆变器的输入,所述高频 DC/AC 谐振逆变器由四个功率开关管 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 构成的全桥拓扑结构、谐振网络和高频隔离变压器 T 构成,功率开关管 S_1 的输入端与功率开关管 S_2 的输入端相连后再与功率因素校正单元输出的直流电源正极相连,功率开关管 S_1 的输出端与功率开关管 S_4 的输入端相连后再与谐振网络输入端的第一端相连接,功率开关管 S_2 的输出端与功率开关管 S_3 的输入端相连后再与谐振网络输入端的第二端相连接,功率开关管 S_3 与功率开关管 S_4 的输出端相连后再与功率因素校正单元输出的直流电源负极相连;谐振网络输出端的第一端与高频隔离变压器 T 原边输入端的第一端相连,谐振网络输出端的第二端与高频隔离变压器 T 原边输入端的第二端相连;高频隔离变压器 T 副边输出端形成高频交流母线,高频隔离变压器 T 副边输出端通过反馈电路与所述由四个功率开关管 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 构成的全桥拓扑结构连接,以对四个功率开关管的开通关断进行控制,使得高频交流母线电压为设定下的恒定频率和恒定峰值的高频交流电压。

4. 根据权利要求 1 或 2 或 3 所述的多路输出大功率 LED 恒流驱动电源,其特征在于:所述 AC-AC 交交变频单元为单级 AC/AC 高频变换器。

一种多路输出大功率 LED 恒流驱动电源

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体照明的驱动电源,具体说是一种具有多路输出功能的大功率 LED 恒流驱动电源,属于驱动电源技术领域。

[0002]

背景技术

[0003] 半导体照明亦称固态照明,主要是指用大功率高亮度发光二极管(High-Brightness Light Emitting Diode, HB-LED)作为光源的照明。LED 具有发光效率高、体积小、重量轻、光学性能好、寿命长(约 10 万小时)、环境友好等优点,是极具发展前景的新一代绿色节能照明光源。2009 年 10 月,发改委等六部委发布《半导体照明节能产业发展意见》,标志着半导体照明产业正式上升为国家战略,也意味着中国半导体照明产业将进入提速发展阶段。2012 年 1 月 6 日,中国半导体照明 /LED 产业与应用联盟成立,意味着中国半导体照明产业将进入规模应用阶段。

[0004] 驱动电源是 LED 的动力之源,其输出电流决定 LED 的亮度、光通量、发光效率等光度学性能指标。由于 LED 两端正向电压的波动会导致正向电流大范围变化,LED 采用恒流驱动已逐渐形成共识,因此,LED 驱动电源必须具备恒流输出功能。另外,受目前封装及散热技术的限制,单颗 LED 的功率等级为瓦级,因此在实际应用时将多颗 LED 进行串联、并联、或者串并联是必然采取的措施。考虑安规以及可靠性要求,多只 LED 串联后再多串并联是常用的方案。但是,由于 LED 自身的导通压降具有离散型,将多颗 LED 串联后再并联的应用将不可避免的引起每串 LED 电流不均衡,这将会引起 LED 的光输出总量和质量下降、可靠性降低、寿命缩短问题,因此,LED 驱动电源还必须具备多路恒流输出的功能。

[0005] 现阶段应用于市电照明的 LED 驱动电源,其大多采用交流输入经工频 AC/DC 变换单元后再通过多路隔离型 DC/DC 变换单元以驱动多串 LED 负载,即通过为每串 LED 配置独立的驱动电源,以实现多路恒流输出功能,这样的驱动电源由于各个驱动电源的主电路拓扑、控制电路、驱动电源完全独立,因而会导致 LED 驱动成本增加。另外,也有驱动电源使用工频变压器来达到降压的目的,但是使用工频变压器存在驱动电源体积过大的缺陷。

[0006]

发明内容

[0007] 针对现有 LED 驱动电源结构复杂、体积较大、成本高等问题,本发明的目的就在于提供一种结构简单、体积小、成本低、易于实现的具有多路输出功能的大功率 LED 恒流驱动电源。

[0008] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案如下:

一种多路输出大功率 LED 恒流驱动电源,包括 AC-AC 交交变频单元,用于将交流市电变换为频率与峰值稳定的高频交流电压形成高频交流母线,高频交流母线的输出分别与多路 LCL 无源谐振整流器的输入端连接,每路 LCL 无源谐振整流器用于驱动对应的 LED 串发光。

[0009] 每路 LCL 无源谐振整流器由 LCL 谐振网络单元和整流单元构成, 整流单元用于将 LCL 谐振网络单元输出的交变电流整流成直流电流后进而驱动对应路的 LED 串; LCL 谐振网络单元由两个谐振电感 L_1 、 L_{a1} 和一个谐振电容 C_0 构成, 整流单元由四个整流二极管 D_{r1} 、 D_{r2} 、 D_{r3} 、 D_{r4} 构成的全桥整流电路和一个滤波电容 C_f 构成;

高频交流母线第一端与 LCL 谐振网络单元中谐振电感 L_1 的第一端相连, 谐振电感 L_1 第二端与另外一个谐振电感 L_{a1} 的第一端及谐振电容 C_0 的第一端相连, 谐振电感 L_{a1} 的第二端与整流单元中的整流二极管 D_{r1} 的正极及整流二极管 D_{r2} 负极相连; 电容 C_0 的第二端与高频交流母线第二端相连后再与整流单元中的整流二极管 D_{r3} 的正极及整流二极管 D_{r4} 的负极相连; 整流单元中的整流二极管 D_{r1} 的负极与整流二极管 D_{r3} 的负极相连后再与滤波电容 C_f 第一端相连, 滤波电容 C_f 第一端用于与 LED 串的正极性端相连; 整流单元中的整流二极管 D_{r2} 的正极与整流二极管 D_{r4} 的正极相连后再与滤波电容 C_f 第二端相连, 滤波电容 C_f 第二端用于与 LED 串的负极性端相连。

[0010] 所述 AC-AC 交交变频单元由功率因素校正单元和高频 DC/AC 谐振逆变器构成, 交流市电经功率因素校正单元后得到的直流电源作为高频 DC/AC 谐振逆变器的输入, 所述高频 DC/AC 谐振逆变器由四个功率开关管 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 构成的全桥拓扑结构、谐振网络和高频隔离变压器 T 构成, 功率开关管 S_1 的输入端与功率开关管 S_2 的输入端相连后再与功率因素校正单元输出的直流电源正极相连, 功率开关管 S_1 的输出端与功率开关管 S_4 的输入端相连后再与谐振网络输入端的第一端相连接, 功率开关管 S_2 的输出端与功率开关管 S_3 的输入端相连后再与谐振网络输入端的第二端相连接, 功率开关管 S_3 与功率开关管 S_4 的输出端相连后再与功率因素校正单元输出的直流电源负极相连; 谐振网络输出端的第一端与高频隔离变压器 T 原边输入端的第一端相连, 谐振网络输出端的第二端与高频隔离变压器 T 原边输入端的第二端相连; 高频隔离变压器 T 副边输出端形成高频交流母线, 高频隔离变压器 T 副边输出端通过反馈电路与所述由四个功率开关管 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 构成的全桥拓扑结构连接, 以对四个功率开关管的开通关断进行控制, 使得高频交流母线电压为设定下的恒定频率和恒定峰值的高频交流电压。

[0011] 在中小功率场合下, 为降低成本, 可以在本发明基本方案的基础上将前级 AC/DC 功率因数校正单元与后级高频 DC/AC 谐振逆变器整合, 即采用单级 AC/AC 高频变频器结构, 使其在工频交流电直接输入下可以输出高频交流电压形成高频交流母线, 进而驱动多串 LCL 谐振整流器。

[0012] 与现有技术相比, 本发明具有如下有益效果:

1. 本发明是由单个高频 DC/AC 逆变器或单级 AC/AC 变频器和多路 LCL 无源谐振整流器通过高频交流母线连接而成, 由于每一路 LCL 无源谐振整流器驱动一串 LED 发光, 因此可以避免多串 LED 并联使用引起的电流不均问题, 又由于 LCL 无源谐振整流器不需任何开关元器件和控制电路即可实现恒定电流输出, 因此本发明电路结构简单、成本低。

[0013] 2. 又由于谐振变换器工作时易实现软开关, 所以本发明可以工作于高频状态, 因此具有其体积小, 功率密度高等优势。

[0014]

附图说明

[0015] 图 1- 本发明电路原理图。

[0016] 图 2- 本发明实施例 1 电路结构图。

[0017] 图 3- 本发明实施例 2 结构图, 即高频 DC/AC 谐振逆变器采用有均压电容半桥拓扑结构。

[0018] 图 4- 本发明实施例 3 结构图, 即高频 DC/AC 谐振逆变器采用无均压电容半桥拓扑结构。

[0019] 图 5- 本发明实施例 4 结构图, 即采用单级 AC/AC 变频器结构形成高频交流母线的电路结构图。

[0020] 图 6- 本发明在两路输出, 驱动两串 LED 负载时的稳态电压, 电流波形图; 其中, 每串 LED 负载为 10 颗 LED 串联。

[0021] 图 7- 本发明单个 LCL 无源谐振整流器驱动 LED 负载, 在 LED 颗数由 1 颗变为 10 颗时其输出电流电压暂态变化波形图。

[0022]

具体实施方式

[0023] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0024] 参见图 1-2, 从图上可以看出, 本发明是以市电作为输入电源的大功率 LED 恒流驱动电源, 包括 AC-AC 交交变频单元, 用于将交流市电变换为频率与峰值稳定的高频交流电压形成高频交流母线, 高频交流母线的输出分别与多路 LCL 无源谐振整流器的输入端连接, 每路 LCL 无源谐振整流器用于驱动对应的 LED 串发光。AC-AC 交交变频单元由功率因素校正单元和高频 DC/AC 谐振逆变器构成, 交流市电经功率因素校正单元后得到的直流电源作为高频 DC/AC 谐振逆变器的输入。通过对高频 DC/AC 谐振逆变器进行恒频移相控制, 使其输出的高频交流电压经过高频隔离变压器后形成高频交流母线以驱动多路 LCL 无源谐振整流器, 而每路 LCL 无源谐振整流器又驱动单串 LED 负载, 因此可以实现驱动多串 LED 发光。

[0025] 因此本电源包括三个部分:

第一部分为工频 AC/DC 整流环节, 即功率因数校正环节 (PFC), 其输出直流电压为 400V 左右, 由于现在的 PFC 技术已经相对成熟, 这里不再进行赘述。

[0026] 第二部分为高频 DC/AC 谐振逆变器环节, 高频 DC/AC 谐振逆变器由四个功率开关管 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 构成的全桥拓扑结构、谐振网络和高频隔离变压器 T 构成; 功率开关管 S_1 的输入端与功率开关管 S_2 的输入端相连后再与直流电压源正极相连, 功率开关管 S_1 的输出端与功率开关管 S_4 的输入端相连后再与谐振网络输入端的第一端相连接, 功率开关管 S_2 的输出端与功率开关管 S_3 的输入端相连后再与谐振网络输入端的第二端相连接, 功率开关管 S_3 与功率开关管 S_4 的输出端相连后再与直流电压源的负极相连。谐振网络可以采用二阶、三阶以及三阶以上的谐振网络结构, 谐振网络输出端的第一端与高频隔离变压器 T 原边输入端的第一端相连, 其输出端的第二端与高频隔离变压器 T 原边输入端的第二端相连。高频隔离变压器 T 副边输出端形成高频交流母线, 高频隔离变压器 T 副边输出端通过反馈电路与所述由四个功率开关管 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 构成的全桥拓扑结构连接, 通过对变压器副边电压的采集、整流、比较控制后, 以对四个功率开关管的开通关断进行控制, 使得高频交流

母线电压为设定下的恒定频率和恒定峰值的高频交流电压。从图 2- 图 5 可以看出,电压控制器、恒频移相调节器和高频门极驱动器构成反馈电路。另外,只要是为了得到频率与峰值一定的交流电压,本发明中的高频 DC/AC 谐振逆变器也可以有其它方式的拓扑结构或者控制方式。

[0027] 第三部分为驱动 LED 负载的若干路 LCL 无源谐振整流器,每路 LCL 无源谐振整流器包括 LCL 谐振网络单元、整流单元两部分。整流单元用于将 LCL 谐振网络单元输出的交变电流整流成直流电流后进而驱动对应路的 LED 串;LCL 谐振网络单元由两个谐振电感 L_1 、 L_{al} 和一个谐振电容 C_0 构成,整流单元由四个整流二极管 D_{r1} 、 D_{r2} 、 D_{r3} 、 D_{r4} 构成的全桥整流电路和一个滤波电容 C_f 构成。以其中一路 LCL 谐振整流器为例,高频交流输入电源的第一端与 LCL 谐振网络单元中谐振电感 L_1 的第一端相连,谐振电感 L_1 第二端与另外一个谐振电感 L_{al} 的第一端及谐振电容 C_0 的第一端相连,谐振电感 L_{al} 的第二端与整流单元中的整流二极管 D_{r1} 的正极及整流二极管 D_{r2} 负极相连,谐振电容 C_0 的第二端与高频交流输入电源第二端相连后再与整流单元中的整流二极管 D_{r3} 的正极及整流二极管 D_{r4} 的负极相连,整流单元中的整流二极管 D_{r1} 的负极与整流二极管 D_{r3} 的负极相连后再与滤波电容 C_f 第一端相连,然后再与 LED 阵列的正极性端相连,整流单元中的整流二极管 D_{r2} 的正极与整流二极管 D_{r4} 的正极相连后再与滤波电容 C_f 第二端相连,然后再与 LED 阵列的负极性端相连。其中,与 LED 阵列相连接的滤波电容 C_f 也可以省去,这样所得到的 LED 的驱动电流为恒定的且脉动的直流电流。

[0028] 所有的功率开关选择 Mosfet、IGBT 等全控型器件,二极管可用上述全控型器件代替。

[0029] 参见图 3,本发明的第一种拓展方案,与图 2 不同之处在于高频 DC/AC 谐振逆变器采用电容均压半桥拓扑结构,即功率开关管 S_2 、 S_3 分别用两个均压电容 C_{b1} 和 C_{b2} 替代。

[0030] 参见图 4,本发明的第二种拓展方案,与图 2 不同之处在于高频 DC/AC 谐振逆变器采用无电容均压半桥拓扑结构,即只用两个功率开关管 S 实现斩波功能。

[0031] 参见图 5,本发明的第三种拓展方案,与图 2 不同之处在于在将前级 AC/DC 功率因数校正单元与后级 DC/AC 高频逆变单元整合,即采用高频 AC/AC 单级变频器结构。

[0032] 下面根据图 2 叙述本发明的工作原理和工作过程:

(1). 本发明是以市电作为输入电源的大功率 LED 恒流驱动电源,第一级为功率因数校正 (PFC) 环节,其作用是将交变的交流电源转换为恒定的直流电源,即实现功率因数校正 (PFC) 功能,由于现在的 PFC 技术已经相对成熟,所以在此不再过多赘述,而且在图 2 中也省去了这一环节。

[0033] (2). 本发明的第二级结构为 DC/AC 高频谐振逆变器,通过对变压器副边电压的采集、整流、比较控制后,并对功率开关进行恒频移相控制或者恒频变占空比控制,使得谐振网络输出的高频交流电压的频率与峰值符合设定目标,然后再经过高频隔离变压器后形成高频交流母线以驱动多路 LCL 无源谐振整流器,进而驱动多串 LED 发光。

[0034] (3). LCL 无源谐振整流器单元由 LCL 谐振网络单元和整流单元构成,LCL 谐振网络单元由两个谐振电感,一个谐振电容构成,其输入端与高频交流母线连接。整流单元是由四个整流二极管构成的全桥整流电路和一个滤波电容构成,其输入端与 LCL 谐振网络的输出端相连接,其输出端与 LED 阵列连接。

[0035] (4). 当高频交流电源的频率 f , 峰值 U_m 为一确定值时, 通过对 LCL 谐振网络中谐振电感感值 L , 谐振电容容值 C 进行设计, 使其满足公式

$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$, 即输入的高频交流电源使谐振电感, 谐振电容处于谐振状态, 此时 LCL 谐振

网络可以输出幅值大小恒定, 频率与其输入交流电源频率相同的交变电流, 并且高频交流电源输出功率完全为有功功率, 即实现了功率因数校正功能, 后面的整流单元将 LCL 谐振网络单元输出的交变电流整流成直流电流后进而驱动 LED 阵列。理论上 LCL 无源谐振整流器后面接入的 LED 颗数无论多大值, 其输出的电流幅值大小都保持恒定不变, 但实际应用时, 由于非理想因素的影响(如两个电感感值不可能绝对相同, 电感与电容取值不可能与理论值绝对相等等), LCL 无源谐振整流器后面所接入的负载值必须限制在一定范围内, 其输出的电流可以恒流输出。

[0036] (5). 本发明其他拓展方案, 如可以用有均压电容的半桥谐振逆变器代替全桥谐振逆变器, 如图 3 所示; 也可以用不含均压电容的半桥谐振逆变器代替全桥谐振逆变器, 如图 4 所示; 在中小功率应用场合下, 也可以用单级 AC/AC 高频变换器代替 PFC 和 DC/AC 高频逆变环节, 从而节省了资金, 其如图 5 所示。

[0037] 本发明的实验波形图如图 6, 图 7 所示, 图 6 为在高频 DC/AC 谐振逆变器后接入两路 LCL 谐振整流器, 驱动两串 LED 负载时的稳态电压, 电流波形图, 其中, 每串 LED 负载为 10 颗 LED 串联。图 7 为在无任何开关元件和反馈控制回路情况下, 单个 LCL 无源谐振整流器驱动 LED 负载, 在 LED 颗数由 1 颗变为 10 颗时其输出电流电压变化波形图, 可见其基本实现了恒流输出。

[0038] 由上可以看出本发明与现有 LED 驱动单元相比较, 具有结构简单、成本低、可靠性高、体积小、功率密度高等优势, 因此具有很好的实用性。

[0039] 本发明的上述实施大部分为说明本发明所作的举例, 其并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的技术人员来说, 在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化。这里无法对所有的实施方式进行穷举。凡是属于本发明的技术方案所引申的显而易见的变化或者变动仍处于本发明的保护范围之列。

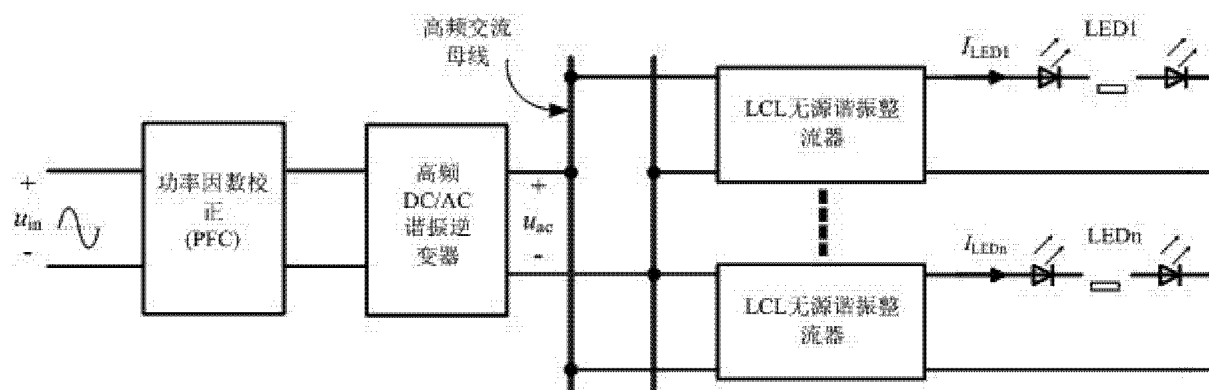


图 1

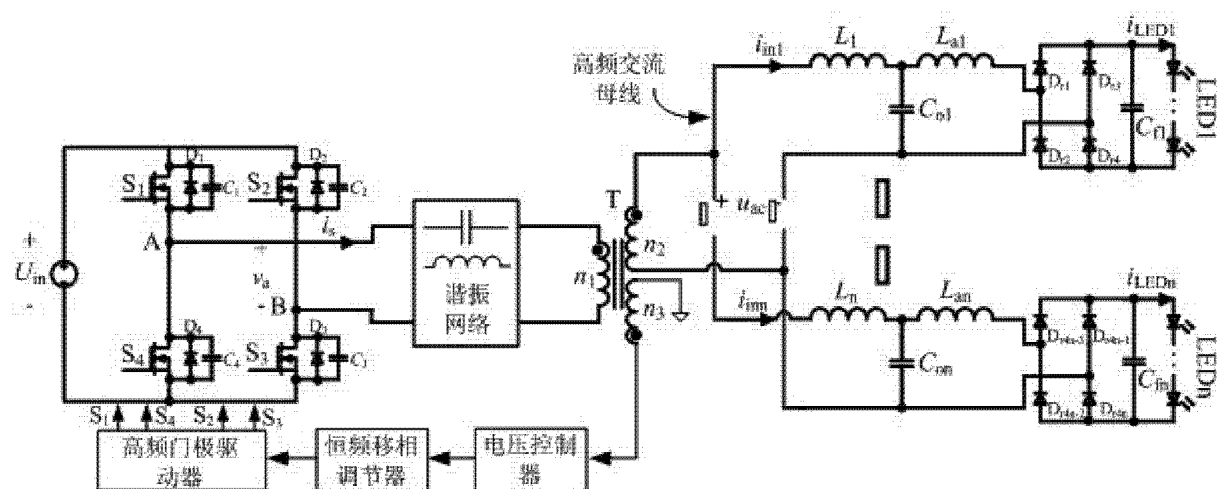


图 2

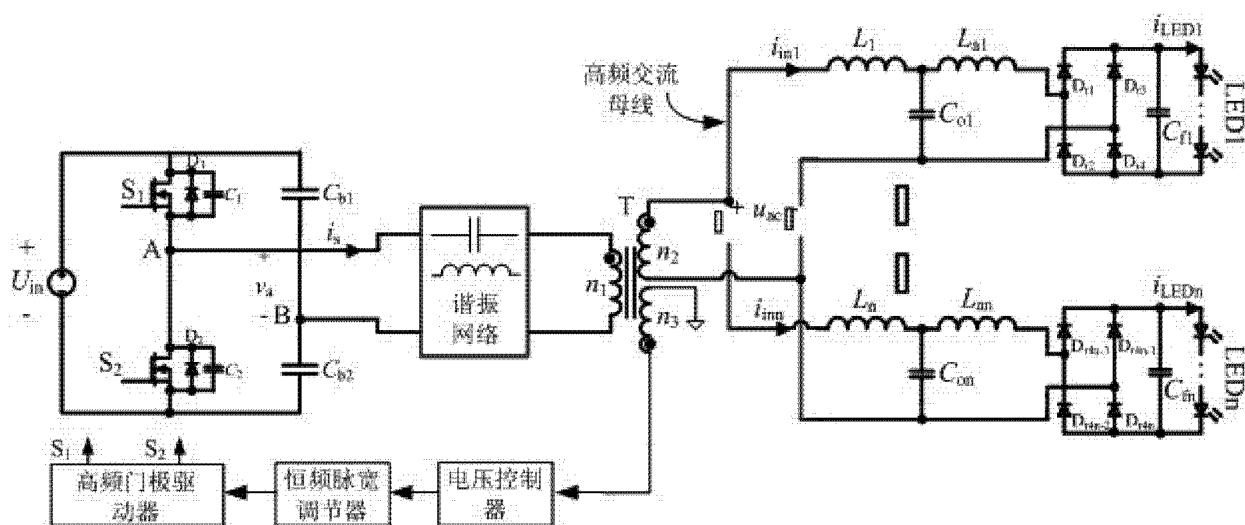


图 3

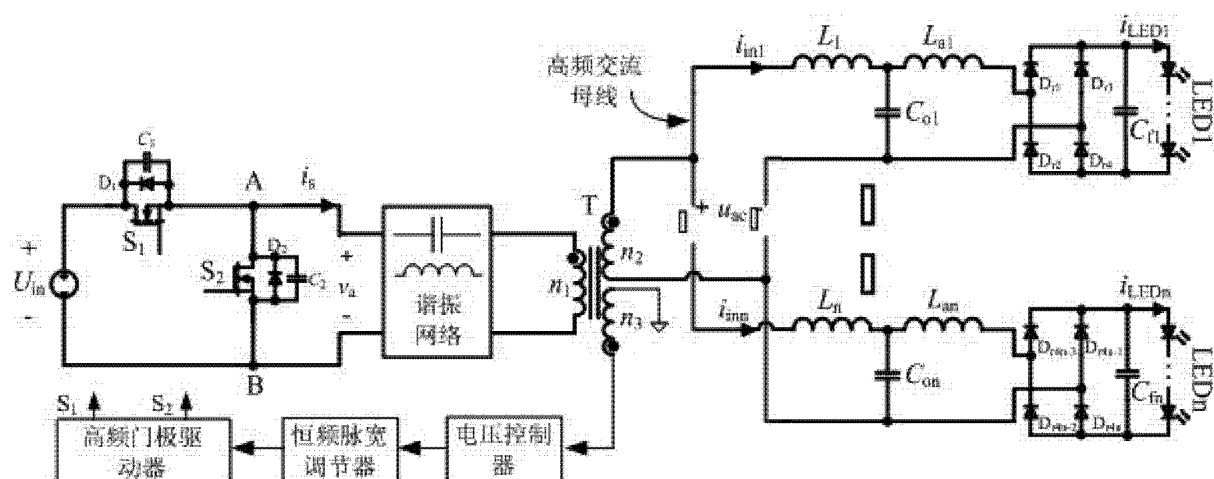


图 4

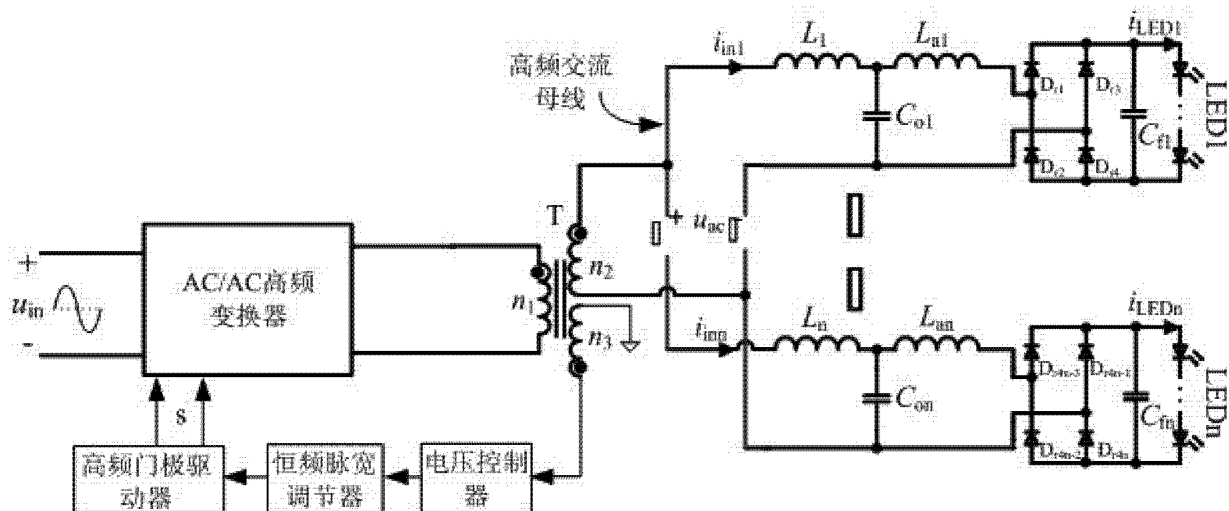


图 5

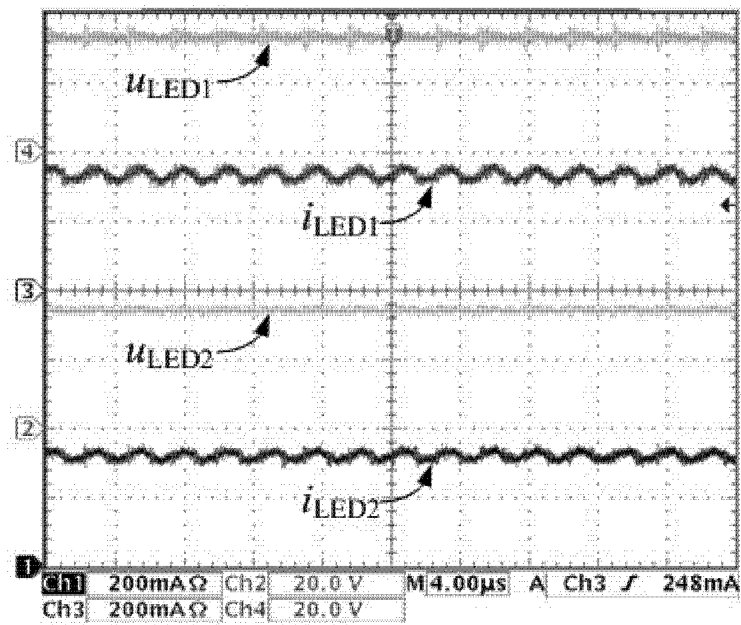


图 6

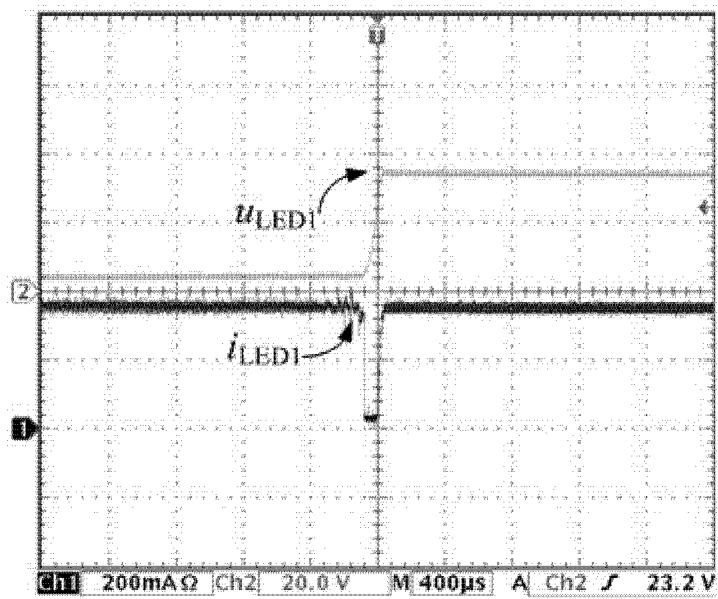


图 7