



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106879110 A

(43)申请公布日 2017.06.20

(21)申请号 201710089754.2

(22)申请日 2017.02.20

(71)申请人 广东工业大学

地址 510062 广东省广州市越秀区东风东
路729号大院

(72)发明人 叶远茂 章云 陈思哲 张桂东

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限
公司 11227

代理人 罗满

(51)Int.Cl.

H05B 33/08(2006.01)

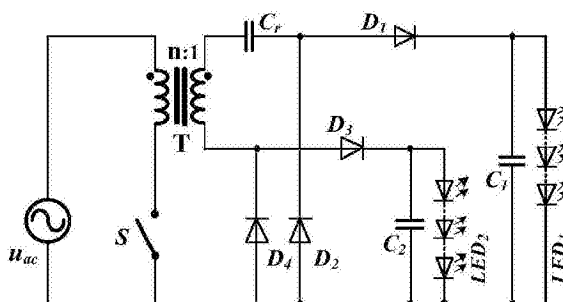
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种基于无桥PFC的LED驱动电路

(57)摘要

本发明公开了一种基于无桥PFC的LED驱动电路,包括:交流电源、双向全控开关、变压器、均流电容器、第一二极管、第二二极管、第三二极管、第四二极管、第一滤波电容和第二滤波电容;本发明通过调节双向全控开关的导通占空比可以调节交流电源通过驱动电路向LED模组提供的能量,实现LED亮度调节的功能,通过控制双向全控开关的导通占空比也可以对交流电源的功率因数进行调节,并且根据流入均流电容器的电流积分与流出它的电流积分达到的平衡,可知流过LED模组的电流的平均值在交流电源电压的一个周期内相等,因而实现本LED驱动电路的电流均衡的功能,同时本LED驱动电路还具有结构简单和成本低的优点,有利于市场推广。



1. 一种基于无桥PFC的LED驱动电路,其特征在于,包括:交流电源、双向全控开关、变压器、均流电容器、第一二极管、第二二极管、第三二极管、第四二极管、第一滤波电容和第二滤波电容;

其中,所述交流电源的零线端与所述双向全控开关的第一端连接,所述双向全控开关的第二端与所述变压器的原边绕组的负端相连,所述变压器的原边绕组的正端与所述交流电源的火线端相连,所述变压器的副边绕组的第一端与所述均流电容器的第一端相连,所述均流电容器的第二端与所述第一二极管的阳极相连,所述第一二极管的阴极与所述第一滤波电容的第一端相连,所述第一滤波电容的第二端与所述第二二极管的阳极相连,所述第二二极管的阴极与所述均流电容器的第二端相连,所述变压器的副边绕组的第二端与所述第三二极管的阳极相连,所述第三二极管的阴极与所述第二滤波电容的第一端相连,所述第二滤波电容的第二端与所述第四二极管的阳极相连,所述第四二极管的阴极与所述变压器的副边绕组的第二端相连,所述第二二极管的阳极与所述第四二极管的阳极相连。

2. 根据权利要求1所述的基于无桥PFC的LED驱动电路,其特征在于,还包括:第一LED模组和第二LED模组;

其中,所述第一LED模组的阳极与所述第一滤波电容的第一端相连,所述第一LED模组的阴极与所述第一滤波电容的第二端相连,所述第二LED模组的阳极与所述第二滤波电容的第一端相连,所述第二LED模组的阴极与所述第二滤波电容的第二端相连。

3. 根据权利要求1所述的基于无桥PFC的LED驱动电路,其特征在于,还包括:谐振电感器;

其中,所述谐振电感器与所述均流电容器串联,所述谐振电感器的第一端与所述变压器的副边绕组的第一端相连,所述谐振电感器的第二端与所述均流电容器的第一端相连。

4. 根据权利要求3所述的基于无桥PFC的LED驱动电路,其特征在于,所述双向全控开关包括:反向串联的两个型号相同的金属氧化物半导体场效应管。

5. 根据权利要求1至4任一项所述的基于无桥PFC的LED驱动电路,其特征在于,还包括:第三滤波电容和第四滤波电容;

其中,所述均流电容器的第二端与所述第一二极管的阳极相连,所述第一二极管的阴极与所述第一滤波电容的第一端相连,所述第一滤波电容的第二端与所述第三滤波电容的第一端相连,所述第三滤波电容的第二端与所述第二二极管的阳极相连,所述第二二极管的阴极与所述均流电容器的第二端相连,所述变压器的副边绕组的第二端与所述第三二极管的阳极相连,所述第三二极管的阴极与所述第二滤波电容的第一端相连,所述第二滤波电容的第二端与所述第四滤波电容的第一端相连,所述第四滤波电容的第二端与所述第四二极管的阳极相连,所述第四二极管的阴极与所述变压器的副边绕组的第二端相连,所述第一滤波电容的第二端与所述第二滤波电容的第二端相连。

6. 根据权利要求5所述的基于无桥PFC的LED驱动电路,其特征在于,还包括:第三LED模组和第四LED模组;

其中,所述第三LED模组的阳极与所述第三滤波电容的第一端相连,所述第三LED模组的阴极与所述第三滤波电容的第二端相连,所述第四LED模组的阳极与所述第四滤波电容的第一端相连,所述第四LED模组的阴极与所述第四滤波电容的第二端相连。

一种基于无桥PFC的LED驱动电路

技术领域

[0001] 本发明涉及LED驱动技术领域,特别涉及一种基于无桥PFC的LED驱动电路。

背景技术

[0002] 随着现代社会科技的发展,LED灯因其效率高、寿命长等优点,已经成为了目前市场主打的照明产品。鉴于单个的LED模块的发光能力有限以及热管理等因素的限制,一个LED系统内通常含有多个LED模块。为了确保每个LED模块发出相同的亮度,需要驱动电路具有确保所有LED模块电流一致性的功能。最为简单的均流方案是将所有的LED单体串联在一起共享一个电流,但这会降低系统的可靠性。

[0003] 现有技术中,国内外的学者通过各种不同的电力电子电路设计出了各种LED驱动电路。这些驱动电路不但可以调节LED灯的亮度,同时也可以确保并联在一起的多个LED串具有相同的电流,这极大的提供了系统的可靠性。比如中国专利CN105636270A中采用半桥变换器实现了基于直流输入的两路LED电流均衡。但遗憾的是这些驱动电路都具有复杂的结构且大多数需要使用直流电源作为输入。因此,如何能够满足日用LED市场的需求,以交流市电(220V/50Hz或110V/60Hz)作为LED驱动电路的输入且具有功率因数校正(PFC)功能,同时还兼具结构简单和成本低廉的特点,是现今亟需解决的问题。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种基于无桥PFC的LED驱动电路,以满足使用交流电源驱动LED模块的目的,并且结构简单和成本低廉,具有调节LED亮度和电流均衡的功能。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明提供一种基于无桥PFC的LED驱动电路,包括:交流电源、双向全控开关、变压器、均流电容器、第一二极管、第二二极管、第三二极管、第四二极管、第一滤波电容和第二滤波电容;

[0006] 其中,所述交流电源的零线端与所述双向全控开关的第一端连接,所述双向全控开关的第二端与所述变压器的原边绕组的负端相连,所述变压器的原边绕组的正端与所述交流电源的火线端相连,所述变压器的副边绕组的第一端与所述均流电容器的第一端相连,所述均流电容器的第二端与所述第一二极管的阳极相连,所述第一二极管的阴极与所述第一滤波电容的第一端相连,所述第一滤波电容的第二端与所述第二二极管的阳极相连,所述第二二极管的阴极与所述均流电容器的第二端相连,所述变压器的副边绕组的第二端与所述第三二极管的阳极相连,所述第三二极管的阴极与所述第二滤波电容的第一端相连,所述第二滤波电容的第二端与所述第四二极管的阳极相连,所述第四二极管的阴极与所述变压器的副边绕组的第二端相连,所述第二二极管的阳极与所述第四二极管的阳极相连。

[0007] 可选的,该电路还包括:第一LED模块和第二LED模块;

[0008] 其中,所述第一LED模块的阳极与所述第一滤波电容的第一端相连,所述第一LED模块的阴极与所述第一滤波电容的第二端相连,所述第二LED模块的阳极与所述第二滤波

电容的第一端相连,所述第二LED模组的阴极与所述第二滤波电容的第二端相连。

[0009] 可选的,该电路还包括:谐振电感器;

[0010] 其中,所述谐振电感器与所述均流电容器串联,所述谐振电感器的第一端与所述变压器的副边绕组的第一端相连,所述谐振电感器的第二端与所述均流电容器的第一端相连。

[0011] 可选的,所述双向全控开关包括:反向串联的两个型号相同的金属氧化物半导体场效应管。

[0012] 可选的,该电路还包括:第三滤波电容和第四滤波电容;

[0013] 其中,所述均流电容器的第二端与所述第一二极管的阳极相连,所述第一二极管的阴极与所述第一滤波电容的第一端相连,所述第一滤波电容的第二端与所述第三滤波电容的第一端相连,所述第三滤波电容的第二端与所述第二二极管的阳极相连,所述第二二极管的阴极与所述均流电容器的第二端相连,所述变压器的副边绕组的第二端与所述第三二极管的阳极相连,所述第三二极管的阴极与所述第二滤波电容的第一端相连,所述第二滤波电容的第二端与所述第四滤波电容的第一端相连,所述第四滤波电容的第二端与所述第四二极管的阳极相连,所述第四二极管的阴极与所述变压器的副边绕组的第二端相连,所述第一滤波电容的第二端与所述第二滤波电容的第二端相连。

[0014] 可选的,该电路还包括:第三LED模组和第四LED模组;

[0015] 其中,所述第三LED模组的阳极与所述第三滤波电容的第一端相连,所述第三LED模组的阴极与所述第三滤波电容的第二端相连,所述第四LED模组的阳极与所述第四滤波电容的第一端相连,所述第四LED模组的阴极与所述第四滤波电容的第二端相连。

[0016] 本发明所提供的一种基于无桥PFC的LED驱动电路,包括:交流电源、双向全控开关、变压器、均流电容器、第一二极管、第二二极管、第三二极管、第四二极管、第一滤波电容和第二滤波电容;其中,所述交流电源的零线端与所述双向全控开关的第一端连接,所述双向全控开关的第二端与所述变压器的原边绕组的负端相连,所述变压器的原边绕组的正端与所述交流电源的火线端相连,所述变压器的副边绕组的第一端与所述均流电容器的第一端相连,所述均流电容器的第二端与所述第一二极管的阳极相连,所述第一二极管的阴极与所述第一滤波电容的第一端相连,所述第一滤波电容的第二端与所述第二二极管的阳极相连,所述第二二极管的阴极与所述均流电容器的第二端相连,所述变压器的副边绕组的第二端与所述第三二极管的阳极相连,所述第三二极管的阴极与所述第二滤波电容的第一端相连,所述第二滤波电容的第二端与所述第四二极管的阳极相连,所述第四二极管的阴极与所述变压器的副边绕组的第二端相连,所述第二二极管的阳极与所述第四二极管的阳极相连;

[0017] 可见,本发明通过调节高频交替运行在开通和关断两种状态之间的双向全控开关的导通占空比,可以调节交流电源通过驱动电路向LED模组提供的能量,实现LED亮度调节的功能,通过控制双向全控开关的导通占空比也可以对交流电源的功率因数进行调节,并且在交流电源电压的一个周期内,根据流入均流电容器的电流积分与流出它的电流积分达到的平衡,可知流过LED模组的电流的平均值在交流电源电压的一个周期内相等,因而实现本LED驱动电路的电流均衡的功能,同时本LED驱动电路还具有结构简单和成本低的优点,有利于市场推广。

附图说明

[0018] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0019] 图1为本发明实施例所提供的一种基于无桥PFC的LED驱动电路的结构示意图;

[0020] 图2为本发明实施例所提供的一种基于无桥PFC的LED驱动电路在输入电压正半周且开关开通时的工作状态示意图;

[0021] 图3为本发明实施例所提供的一种基于无桥PFC的LED驱动电路在输入电压正半周且开关关断时的工作状态示意图;

[0022] 图4为本发明实施例所提供的一种基于无桥PFC的LED驱动电路在输入电压负半周且开关开通时的工作状态示意图;

[0023] 图5为本发明实施例所提供的一种基于无桥PFC的LED驱动电路在输入电压负半周且开关关断时的工作状态示意图;

[0024] 图6为本发明实施例所提供的另一种基于无桥PFC的LED驱动电路的结构示意图;

[0025] 图7为本发明实施例所提供的另一种基于无桥PFC的LED驱动电路的结构示意图。

具体实施方式

[0026] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例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发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0027] 请参考图1、图2、图3、图4和图5,图1为本发明实施例所提供的一种基于无桥PFC的LED驱动电路的结构示意图;图2为本发明实施例所提供的一种基于无桥PFC的LED驱动电路在输入电压正半周且开关开通时的工作状态示意图;图3为本发明实施例所提供的一种基于无桥PFC的LED驱动电路在输入电压正半周且开关关断时的工作状态示意图;图4为本发明实施例所提供的一种基于无桥PFC的LED驱动电路在输入电压负半周且开关开通时的工作状态示意图;图5为本发明实施例所提供的一种基于无桥PFC的LED驱动电路在输入电压负半周且开关关断时的工作状态示意图。该LED驱动电路可以包括:交流电源、双向全控开关、变压器、均流电容器、第一二极管、第二二极管、第三二极管、第四二极管、第一滤波电容和第二滤波电容。

[0028] 其中,交流电源的零线端与双向全控开关的第一端连接,双向全控开关的第二端与变压器的原边绕组的负端相连,变压器的原边绕组的正端与交流电源的火线端相连,变压器的副边绕组的第一端与均流电容器的第一端相连,均流电容器的第二端与第一二极管的阳极相连,第一二极管的阴极与第一滤波电容的第一端相连,第一滤波电容的第二端与第二二极管的阳极相连,第二二极管的阴极与均流电容器的第二端相连,变压器的副边绕组的第二端与第三二极管的阳极相连,第三二极管的阴极与第二滤波电容的第一端相连,第二滤波电容的第二端与第四二极管的阳极相连,第四二极管的阴极与变压器的副边绕组

的第二端相连,第二二极管的阳极与第四二极管的阳极相连。

[0029] 可选的,该LED驱动电路还可以包括:第一LED模组和第二LED模组;

[0030] 其中,第一LED模组的阳极与第一滤波电容的第一端相连,第一LED模组的阴极与第一滤波电容的第二端相连,第二LED模组的阳极与第二滤波电容的第一端相连,第二LED模组的阴极与第二滤波电容的第二端相连。

[0031] 可以理解的是,本实施例所示提供的基于无桥PFC的LED驱动电路可以如图1所示的一种基于无桥PFC的LED驱动电路,包括:作为输入的交流电源(u_{ac})、双向全控开关(S)、具有匝数比 $n:1$ 的变压器(T)、均流电容器(C_r)、含有第一二极管(D_1)和第二二极管(D_2)的第一整流半桥、含有第三二极管(D_3)和第四二极管(D_4)的第二整流半桥以及第一滤波电容(C_1)和第二滤波电容(C_2),两路分别与 C_1 和 C_2 并联的第一LED模组(LED₁)和第二LED模组(LED₂)为负载。

[0032] 也可以说,第一整流半桥的中点与均流电容器(C_r)的第二端相连,第二整流半桥的中点与变压器(T)的副边绕组的第二端相连;第二整流半桥中下桥臂二极管(D_4)的阳极与第一整流半桥中下桥臂二极管(D_2)的阳极相连。

[0033] 对于只要可以达到本实施例使用交流电源作为输入实现对LED模组进行驱动的目的,对于本实施例所提供的LED驱动电路中各个硬件的具体数值的设置,本实施例不受任何限制。

[0034] 需要说明的是,因为双向全控开关(S)高频交替运行在开通和关断两种状态之间。在输入交流电压(u_{ac})的正半周,当双向全控开关(S)开通时,状态电路可以如图2所示,交流电源(u_{ac})的瞬时电压通过双向全控开关(S)施加到变压器(T)原边绕组给变压器(T)充电,与此同时,变压器(T)副边绕组上的感应电动势 u_{ac}/n 与均流电容器(C_r)串联并通过第一二极管(D_1)和第四二极管(D_4)给第一LED模组(LED₁)和第一滤波电容(C_1)供电,第二二极管(D_2)和第三二极管(D_3)截止,第二LED模组(LED₂)由第二滤波电容(C_2)供电。

[0035] 在输入交流电压(u_{ac})的正半周,当双向全控开关(S)关断时,状态电路可以如图3所示,变压器(T)副边绕组与均流电容器(C_r)串联并通过第二二极管(D_2)和第三二极管(D_3)给第二LED模组(LED₂)和第二滤波电容(C_2)供电,第一二极管(D_1)和第四二极管(D_4)截止,第一LED模组(LED₁)由第一滤波电容(C_1)供电。

[0036] 在输入交流电压(u_{ac})的负半周,当双向全控开关(S)开通时,状态电路可以如图4所示,交流电源(u_{ac})的瞬时电压通过双向全控开关(S)施加到变压器(T)原边绕组给变压器(T)充电,与此同时,变压器(T)副边绕组上的感应电动势 u_{ac}/n 与均流电容器(C_r)串联并通过第二二极管(D_2)和第三二极管(D_3)给第二LED模组(LED₂)和第二滤波电容(C_2)供电,第一二极管(D_1)和第四二极管(D_4)截止,第一LED模组(LED₁)由第一滤波电容(C_1)供电。

[0037] 在输入交流电压(u_{ac})的负半周,当双向全控开关(S)关断时,状态电路可以如图5所示,变压器(T)副边绕组与均流电容器(C_r)串联并通过第一二极管(D_1)和第四二极管(D_4)给第一LED模组(LED₁)和第一滤波电容(C_1)供电,第二二极管(D_2)和第三二极管(D_3)截止,第二LED模组(LED₂)由第二滤波电容(C_2)供电。

[0038] 可以理解的是,双向全控开关开通时,交流电源的瞬时电压通过双向全控开关施加到变压器原边给变压器充电,与此同时,变压器副边绕组上的感应电动势与均流电容器串联并通过第一、二整流半桥向第一、二LED模组中的一个模组供电;双向全控开关关断时,

变压器副边绕组通过第一、二整流半桥向第一、二LED模组中的另一个模组和均流电容器放电。

[0039] 具体的,双向全控开关可以由两个型号相同的金属氧化物半导体场效应管(MOS管)反向串联构成,也可以由两个不同型号的MOS管构成,只要可以达到本实施例中双向全控开关的功能,对于具体的双向全控开关的构成本实施例不做任何限制。

[0040] 本实施例中,本发明实施例通过双向全控开关在开通和关断两种状态之间高频交替,可以依靠调节它的导通占空比来调节交流电源通过驱动电路向LED模组提供的能量,从而实现LED亮度调节的功能;与此同时,通过控制双向全控开关导通占空比也可以实现交流电源的功率因数的调节;在交流电源电压的一个周期内,根据流入均流电容器的电流积分与流出它的电流积分达到平衡,可知流过第一、二LED模组电流的平均值在交流电源电压的一个周期内相等,因而使LED驱动电路具有电流均衡的功能,同时本LED驱动电路还具有结构简单和成本低的优点,有利于市场推广。

[0041] 基于上一实施例所提供的一种基于无桥PFC的LED驱动电路,还可以加入谐振电感器,使电路具有限制脉冲电流的功能。具体的可以参考图6,图6为本发明实施例所提供的另一种基于无桥PFC的LED驱动电路的结构示意图,该LED驱动电路还可以包括:谐振电感器。

[0042] 其中,谐振电感器与均流电容器串联,谐振电感器的第一端与变压器的副边绕组的第一端相连,谐振电感器的第二端与均流电容器的第一端相连。

[0043] 可以理解的是,谐振电感器(L_r)与均流电容器(C_r)串联构成的谐振支路,可以限制脉冲电流,减少脉冲电流对电路中的器件造成的损伤。

[0044] 本实施例中,通过加入与均流电容器串联的谐振电感器,可以限制本实施例所提供的LED驱动电路中的脉冲电流,减少脉冲电流对电路中的器件造成的损伤。

[0045] 基于上述任一实施例,通过对LED驱动电路中新的滤波电容和连接方式的少量改变,加入更多的LED模组,使该LED驱动电路可以加入更多的LED模组。请参考图7,图7为本发明实施例所提供的另一种基于无桥PFC的LED驱动电路的结构示意图。该LED驱动电路还可以包括:第三滤波电容和第四滤波电容。

[0046] 其中,均流电容器的第二端与第一二极管的阳极相连,第一二极管的阴极与第一滤波电容的第一端相连,第一滤波电容的第二端与第三滤波电容的第一端相连,第三滤波电容的第二端与第二二极管的阳极相连,第二二极管的阴极与均流电容器的第二端相连,变压器的副边绕组的第二端与第三二极管的阳极相连,第三二极管的阴极与第二滤波电容的第一端相连,第二滤波电容的第二端与第四滤波电容的第一端相连,第四滤波电容的第二端与第四二极管的阳极相连,第四二极管的阴极与变压器的副边绕组的第二端相连,第一滤波电容的第二端与第二滤波电容的第二端相连。

[0047] 可以理解的是,本实施例所提供的LED驱动电路加入了与第一滤波电容(C_1)串联的第三滤波电容(C_3)和与第二滤波电容(C_2)串联的第四滤波电容(C_4),并且将原本第二二极管(D_2)的阳极与第四二极管(D_4)的阳极相连变为第一滤波电容(C_1)的第二端与第二滤波电容(C_2)的第二端相连,使第一滤波电容(C_1)和第三滤波电容(C_3)的连接点与第二滤波电容(C_2)和第四滤波电容(C_4)的连接点相连。

[0048] 可选的,该LED驱动电路还可以如图7所示,加入第三LED模组(LED₃)和第四LED模组(LED₄)。

[0049] 其中,第三LED模组的阳极与第三滤波电容的第一端相连,第三LED模组的阴极与第三滤波电容的第二端相连,第四LED模组的阳极与第四滤波电容的第一端相连,第四LED模组的阴极与第四滤波电容的第二端相连。

[0050] 可以理解的是,本实施例所示提供的LED驱动电路在上述任意实施例的基础上,加入第三滤波电容和第四滤波电容和对应与之并联的第三LED模组和第四LED模组,使本实施例所示提供的LED驱动电路可以驱动4个LED模组。本实施例是以最优方案进行的阐述展示,也就是说,不加入第三滤波电容和第四滤波电容两个电容,只加入其中一个且对应并联一个LED模组也可达到本实施例的目的,本实施例对此不受任何限制。

[0051] 本实施例中,本发明实施例通过加入的第三滤波电容和第四滤波电容使LED驱动电路可以驱动4个LED模组,增加了LED驱动电路的负载接入数量,进一步提升了用户体验。

[0052] 说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。专业人员还可以进一步意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现,为了清楚地说明硬件和软件的可互换性,在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各示例的组成及步骤。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0053] 以上对本发明所提供的基于无桥PFC的LED驱动电路进行了详细介绍。本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以对本发明进行若干改进和修饰,这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。

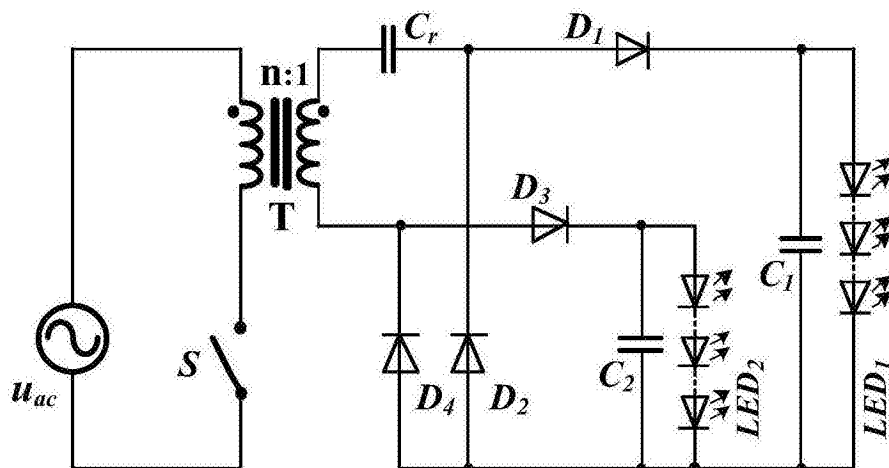


图1

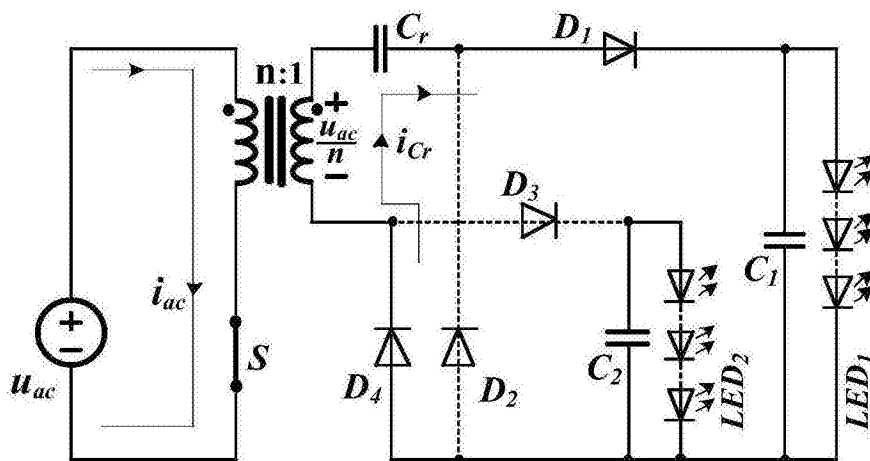


图2

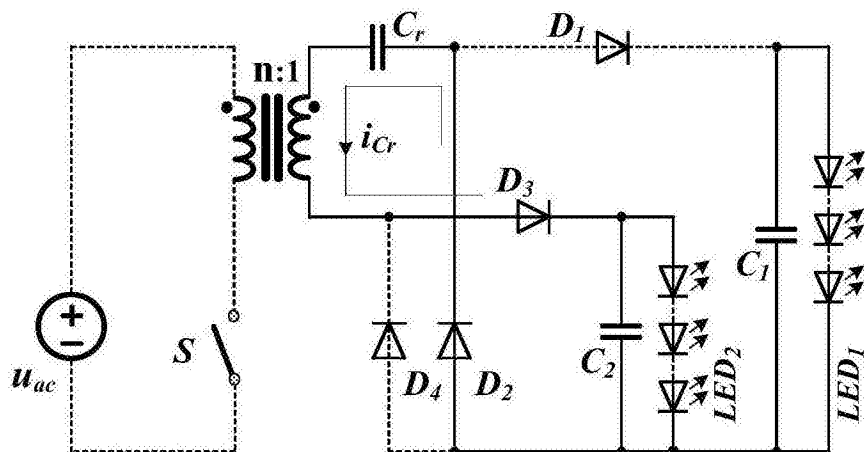


图3

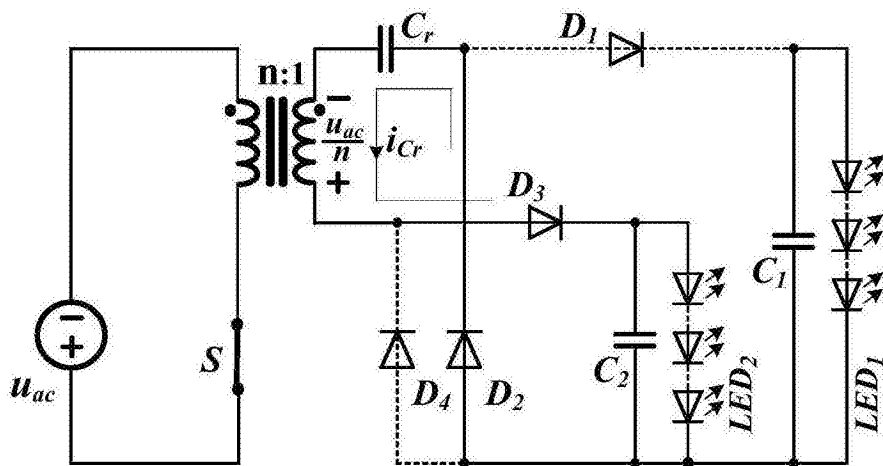


图4

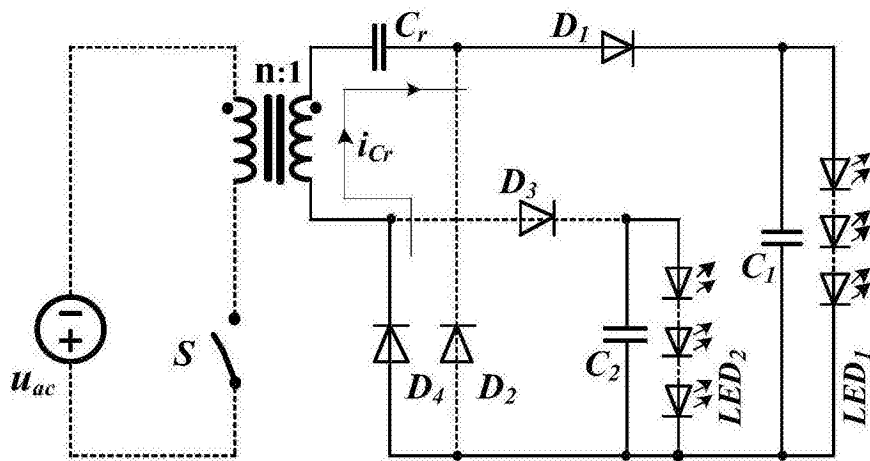


图5

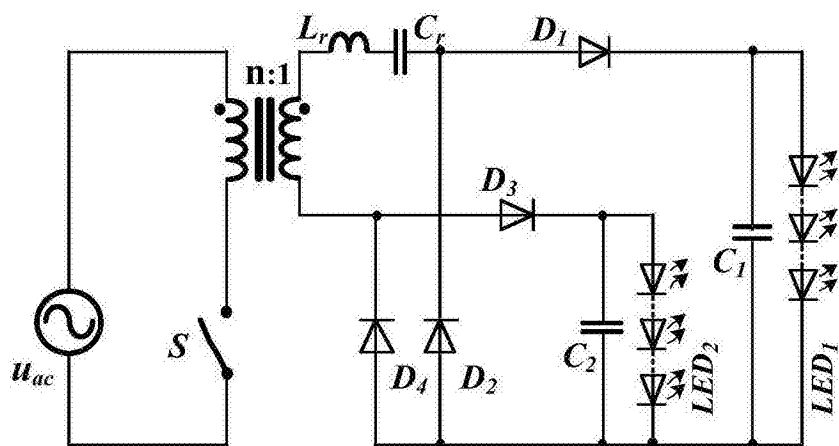


图6

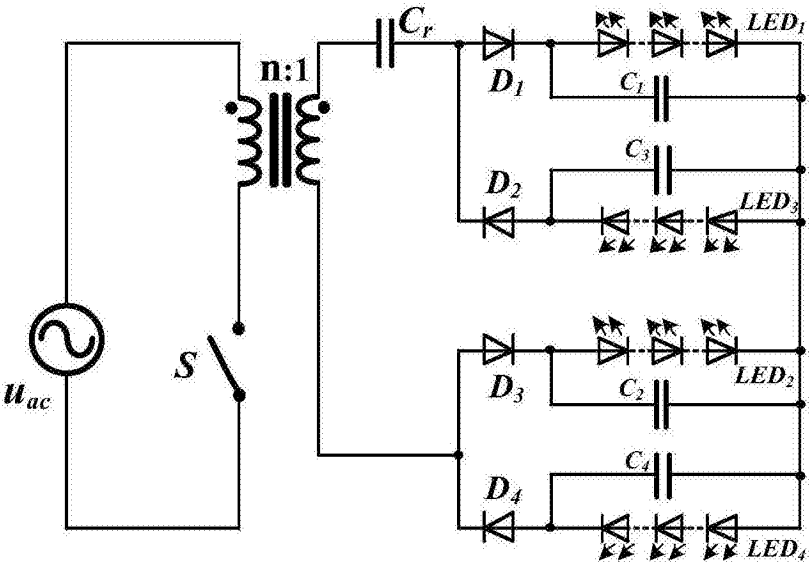


图7