

基于ACT112的MR16 LED射灯驱动器

杨 恒

(技领半导体(上海)有限公司, 上海 201203)

摘 要: 鉴于MR16卤素射灯目前的市场占有率极大, 高性价比的MR16 LED驱动器设计将成为LED灯取代卤素灯的关键因素。本文给出一种基于ACT112构成的MR16 LED射灯驱动器, 并其具有的高性价比和多种应用电路结构作了介绍。

关键词: LED; 灯驱动器; 电子变压器

A MR16 LED Driver Based on ACT112

YANG Heng

(Active-semi (Shanghai) Co., Ltd, Shanghai 201203, China)

Abstract: In view of the enormous market occupancy of MR16 halogen lamps, MR16 LED driver will become the key factor for the LED replacing halogen lamps, due to its high performance-to-price ratio. In this paper, a MR16 LED driver based on ACT112 is proposed and its high performance-to-price ratio as well as many kinds of applications is described.

Keywords: LED; LED Driver; Transformer

中图分类号: TM923.34

文献标识码: B

文章编号: 0219-2719(2010)01-0013-06

0 引言

居室照明离不开灯具, 而灯具是照明的集中反映, 它既是完成居室建筑功能、创造视觉条件的工具, 又是居室装潢的一部分, 是照明技术与建筑艺术的有机统一。现代灯具不仅在居室内起到照明的作用, 而且更是营造与渲染居室环境氛围的主要组成部分。

MR16卤素灯在市场上至少有20亿只以上, 大量地使用卤素灯不但消耗了大量的电能, 而且给环境带来了诸多的不利, 加剧了地球温室效应地产生; 同时由于卤素灯使用寿命很短, 一般卤

素灯使用寿命仅为400小时左右, 因此如何合理地处置废弃卤素灯产生的垃圾又给人们带来了新的困惑。随着人们对能源与环保的新要求, 使用MR16 LED射灯替代传统的MR16卤素灯已是迫在眉睫。如将20亿只卤素灯中的25%改用LED, 则市场容量至少存在5亿以上, 因此, 许多IC公司都意识到MR16 LED未来市场潜力的巨大, 因此纷纷推出适合于MR16 LED射灯的驱动IC, 以满足日益蓬勃的市场需求。

1 可能用作MR16 LED射灯的驱动IC

可能用作MR16驱动器控制IC的生产厂家较多, 因此可选择性较大, 但如何对这些IC的性能特点了解的更多, 设计的产品更具有生命力与市

收稿日期: 2009-07-02

市场竞争能力,这是许多LED灯饰厂及LED驱动器厂家的工程师不一定所熟知的,表1给出了目前可用于MR16驱动器IC的主要数据,以使产品设计工程师有比较清晰地了解,设计出适合于MR16 LED且具有较高的性价比的驱动器。

选择驱动IC着重考虑的是性价比,从IC的内部开关管来分主要有内置NPN与MOSFET之分(MOSFET又有P-MOSFET与N-MOSFET之区别)。我们知道内置开关管的导通电阻越小,则其导通损耗就越小。对于MR16 LED驱动器来说,因其内部空间很小,因此我们希望IC的工作频率高一些,这样可以使用较小的电感与电容,同时IC本身的封装尺寸小一些也有利于PCB排版。MR16 LED射灯输入电压通常是12VAC/DC,因此若采用太大的输入电压范围(如LM3402HV, LM3404HV)显然是浪费资源。在综合以上因素之后当然要考虑的是IC的价格。从表1所列IC的性能中可见,我们推荐ACT112比较符合性价比优化的条件。

2 ACT112的主要性能

ACT112是使用电流型驱动模式、在4.5~30V

输入电压范围内具有高效降压结构的转换器,其输出电流能力达到1.5A。ACT112设计工作在1.4MHz恒定的工作频率内,其内部包括一个PWM控制电路;一个高精度的带隙电压基准;一个振荡器和一个误差放大器;具有内部补偿功能,无需外部补偿元件;内置低导通电阻的N沟道MOSFET。利用与LED串联回路的检测电阻取样,具有高精度性;反馈电压低至0.2V,极大地提高了转换器的效率。IC内置多种故障保护功能电路,包括电流限制,UVLO,过热保护等电路。

ACT112适合于驱动1~5W的LED,具有非常低的反馈电压,非常低的纹波电流,只用很少的外部元件如电感、电容和检测电阻就构成降压式LED驱动器,其效率能达到90%左右。

1) ACT112的引脚排列及功能

图1是ACT112引脚排列图,各引脚功能如下:

引脚1(SW):内置N沟道功率MOSFET的源极输出端,外部与功率电感器连接。

引脚2(IN):电源输入端。在该引脚对GND端需连接上10 μ F的瓷片电容作旁路电容,电容的放置位置尽量靠近该引脚与GND之间。

表1 目前国内市场上用于MR16 LED驱动IC的性能比较

序号	厂商	型号	U_{in} (V)	I_o (A)	FB(mv)	SW(Ω)	频率(Hz)	封装	效率(%)
1	Addtec	AMC7150	4~40	1.5	330	NPN/1.3V	200k	TO-252	70
2	ON	NCP3065	3~40	1.5	235	NPN/1.3V	250k	SO-8	70
3	Powtech	PT4105	5~18	0.5	200	P-MOS/0.3	500k	SO-8	80
4	Powtech	PT4115	8~30	1.2	100	N-MOS/0.6	可变	SO-8	90
5	Zetex	ZXLD1350	7~30	0.35	100	N-MOS/1.5	可变	TSOT23-5	90
6	Zetex	ZXLD1360	7~30	1.0	100	N-MOS/1.0	可变	TSOT23-5	90
7	National	LM3402	6~42	0.5	200	N-MOS/1.5	可变	MSOP-8	90
8	National	LM3402HV	6~75	0.5	200	N-MOS/1.5	可变	MSOP-8	90
9	National	LM3404	6~42	1.0	200	N-MOS/0.75	可变	SO-8	90
10	National	LM3404HV	6~75	1.0	200	N-MOS/0.75	可变	SO-8	90
11	Active	ACT112	4.5~30	1.5	200	N-MOS/0.3	1.4M	SOT23-6	90
12	AXElite	AX2003	3.6~23	3	250	N-MOS/0.14	330k	SOP-8L	90
13	KF, QX, UTC	KF5241 QX5241 UTC4170	5.5~36	外置MOSFET	220	外置MOSFET	可变	SOT23-6	90
14	Maxim	MAX16820	4.5~28	外置MOSFET	210	外置MOSFET	可变	TDFN	90
15	Princeton	PT6901	8~18	外置MOSFET	240	外置MOSFET	300k	SOP-8	90
16	Shamrock	SMD736	40	3	1230	NPN	150k	TO-220 TO-263	79
17	Feeling-tech	FP7102	3.6~25	2.0	250	P-MOS/0.07	320k	SOP-8	88
18	Feeling-tech	FP7101A	4.75~23	2.0	200	N-MOS/0.22	380k	SOP-8	90
19	Diodes	AP8801	8~48	1.0	200	N-MOS/0.65	可变	SOP-8	90
20	Richtek	RT8450	4.5~40	1.0	190	NPN/1.3V	1.0M	WDFN-12L	80

表1 目前国内市场上用于MR16 LED驱动IC的性能比较

序号	厂商	型号	$U_{in}(V)$	$I_o(A)$	FB (mv)	SW(Ω)	频率 (Hz)	封装	效率 (%)
1	Addtec	AMC7150	4~40	1.5	330	NPN/1.3V	200k	TO-252	70
2	ON	NCP3065	3~40	1.5	235	NPN/1.3V	250k	SO-8	70
3	Powtech	PT4105	5~18	0.5	200	P-MOS/0.3	500k	SO-8	80
4	Powtech	PT4115	8~30	1.2	100	N-MOS/0.6	可变	SO-8	90
5	Zetex	ZXLD1350	7~30	0.35	100	N-MOS/1.5	可变	TSOT23-5	90
6	Zetex	ZXLD1360	7~30	1.0	100	N-MOS/1.0	可变	TSOT23-5	90
7	National	LM3402	6~42	0.5	200	N-MOS/1.5	可变	MSOP-8	90
8	National	LM3402HV	6~75	0.5	200	N-MOS/1.5	可变	MSOP-8	90
9	National	LM3404	6~42	1.0	200	N-MOS/0.75	可变	SO-8	90
10	National	LM3404HV	6~75	1.0	200	N-MOS/0.75	可变	SO-8	90
11	Active	ACT112	4.5~30	1.5	200	N-MOS/0.3	1.4M	SOT23-6	90
12	AXElite	AX2003	3.6~23	3	250	N-MOS/0.14	330k	SOP-8L	90
13	KF, QX, UTC	KF5241 QX5241 UTC4170	5.5~36	外置MOSFET	220	外置MOSFET	可变	SOT23-6	90
14	Maxim	MAX16820	4.5~28	外置MOSFET	210	外置MOSFET	可变	TDFN	90
15	Princeton	PT6901	8~18	外置MOSFET	240	外置MOSFET	300k	SOP-8	90
16	Shamrock	SMD736	40	3	1230	NPN	150k	TO-220 TO-263	79
17	Feeling-tech	FP7102	3.6~25	2.0	250	P-MOS/0.07	320k	SOP-8	88
18	Feeling-tech	FP7101A	4.75~23	2.0	200	N-MOS/0.22	380k	SOP-8	90
19	Diodes	AP8801	8~48	1.0	200	N-MOS/0.65	可变	SOP-8	90
20	Richtek	RT8450	4.5~40	1.0	190	NPN/1.3V	1.0M	WDFN-12L	80

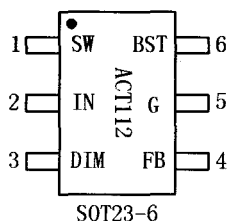


图1 ACT112引脚图

引脚3(DIM): PWM调光信号输入端。使用PWM信号时其电平要高于2V; 当将该引脚接到GND时, IC被禁止工作。

引脚4(FB): LED电流反馈调节输入端。该端的反馈电压为0.2V, LED检测电流通过外部电阻连接到GND端, 将检测电阻上的电压连接到该引脚。

引脚5(G): 地。

引脚6(BST): 自举端。该引脚给内部高边N沟道MOSFET的栅极提供驱动电压。该端与SW端接一2.2nF的电容。

2) ACT112的主要元件选择

(1) 电感选择

在一定的工作条件下, 我们能设计出最适合的电感值。我们知道, 在连续电流模式下(CCM), 电感电流波形是三角波, 其平均值等于负载电流。峰值开关电流等于输出电流加上输出电感纹波脉冲电流峰-峰值的一半, 在功率级过载时, 其内部限制电流为1.8A。因此最大输出负载电流可依靠开关电流来限制电感值、输入和输出电压值。

电感峰-峰值纹波电流通常控制在输出电流的20%~30%之间, 因此可根据式(1)来选择电感值:

$$L = \frac{(1-D) \times (U_O + U_F)}{\Delta I_L \times f} \quad (1)$$

这里, f 是ACT112的开关频率(1.4MHz); U_O 是输出电压; U_F 是续流肖特基二极管的正向电压降(约0.4V); D 是开关频率占空比。

占空比 D 可由式(2)来计算:

$$D = \frac{U_O + U_F}{U_{IN} + U_F} \quad (2)$$

电感器的RMS额定电流值必须比最大负载电

流大30%以上, 以防止电感出现饱和现象。为了获得更高的效率和更好的热特性, 电感的直流阻抗(DCR)必须小于 0.25Ω 。峰值电感电流和开关电流可由式(3)计算:

$$I_{L(PK)} = I_{SW(PK)} = I_O + \frac{\Delta I_L}{2} \quad (3)$$

峰值电流必须小于电流限制值。

在实际电路设计时, 千万要注意电感是电路中的关键元件, 从原理上讲电感量越大, 则恒流精度越高。例如在4.5~30V的输入电压范围内, 用22 μ H的电感恒流精度可达到2%, 如果用10 μ H的电感则恒流精度下降到3%, 但是到底是用10 μ H还是22 μ H的电感要做综合考虑。因为电感量的大小不但与体积有关, 还有DCR及成本有关。影响电感质量的主要因素是磁性材料, 常用的磁性材料主要有镍锌和锰锌。在同样尺寸、同样感量时通常锰锌磁性材料比镍锌磁性材料在成本上贵1.2~1.5倍, 在大部分的应用时主要采用居里点为240的镍锌磁性, 若使用条件更高时建议采用锰锌4000、居里点400的磁性材料。磁性电感的最大缺点是很容易产生硬饱和, 这种现象在用户的设计时经常发生, 一旦发生磁饱和其结果将是灾难性的, 会瞬间烧毁IC或LED。因此电感的饱和电流要比实际输出电流至少大50%, 一般饱和电流小的电感, 其绕组铜线较细, 且其 Q 值也较低, 这类电感在设计使用时即使不发生饱和, 但其稳流特性也较差, 因设法避免使用。

(2) 输入电容选择

降压式调节器从电源端吸取脉冲电流。因此输入电容要求减少ACT112的输入电压纹波和降低脉冲电流对EMI的影响。输入电容在额定的电流容量下必须具有低的输入阻抗(RMS), 在开关频率下能有效地降低电压纹波和EMI干扰信号。输入电容的RMS值可按式(4)计算:

$$I_{CIN-RMS} = I_O \times \frac{\sqrt{U_O(U_{IN} - U_O)}}{U_{IN}} < \frac{I_O}{2} \quad (4)$$

选择具有最好性能的瓷电容X5R或X7R, 它们具有低的ESR和稳定的温度特性。同样, 具有低ESR的钽电容也是不错的选择, 能提供比额定输出电流低50%的纹波电流。在许多应用中, 使用

一个10μF的瓷电容已足够了。在ACT112的应用中,该电容必需放置在IN端与GND端之间,且保持走线短而粗。在使用钽电容的时候,可在钽电容两端再并联一个0.1μF的瓷片电容,以尽可能降低ESR阻抗。

(3)输出电容选择

使用一个X5R或X7R的瓷片电容是最好的选择,因为它能满足大部分的应用要求。输出电容同样需要具有低的ESR要求,以保持输出电压具有低的纹波。输出纹波电压可由式(5)计算:

$$U_{O-RIPPLE} = I_O \times K_{RIPPLE} \times ESR + \frac{I_O \times K_{RIPPLE}}{8 \times f \times C_O} \quad (5)$$

这里: I_O 是输出电流; K_{RIPPLE} 是纹波系数(典型值是20%~30%); ESR 是输出电容的等效阻抗; f 是1.4MHz的开关频率; L 是电感值; C_O 是输出电容。采用瓷片输出电容,ESR非常小,且提供了小的纹波电压。在使用钽电容或电解电容时候,纹波电压就是ESR和纹波电流的乘积。在本例中,应选用输出电容的ESR典型值低于50mΩ。

(4)整流二极管的选择

当ACT112内部的MOSFET关闭时,通过外部的肖特基二极管来构成电流通路。在稳定的工作条件下,二极管的平均电流可由式(6)来计算:

$$I_{D-AVG} = I_O \times \frac{U_{IN} - U_O}{U_O} \quad (6)$$

肖特基二极管必须具有比最大输出电流更高的电流容量,且其耐压比最高输入电压更高。

(5)电流取样电阻的选择

因ACT112的 U_{FB} 反馈电压仅为0.2V,因此在工程设计上取样电阻值可按式(7)计算:

$$R_s = \frac{0.2}{I_{LED}} \quad (7)$$

这里,0.2是ACT112的 U_{FB} 电压, I_{LED} 是希望得到的输出电流值。采样电阻可选用0805或1206封装的金属膜电阻,重点是要满足精度(可选1%精度)与耗散功率值。

3) ACT112的调光方式

LED的调光控制可直接由DIM端来实现,调光频率范围是0.1kHz至10kHz。如果不在DIM端加PWM信号,IC也能正常工作,因为DIM端正常

状态为高电平。采用DIM端调光方式时,电路如图2所示;ACT112也可使用模拟调光电压,电路如图3所示。采用模拟调光方式时,在模拟电压回路的串联电阻 R_{DIM} 可按式(8)计算:

$$R_{DIM} = R_1 \times \frac{U_{DIM(MAX)} - U_{FB}}{U_{FB}} \quad (8)$$

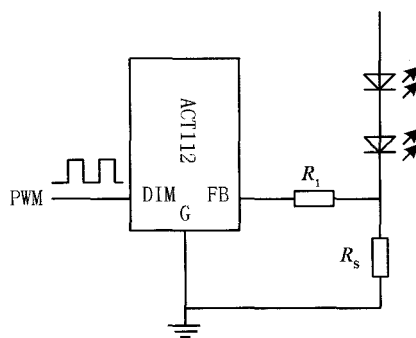


图2 ACT112 PWM调光方式

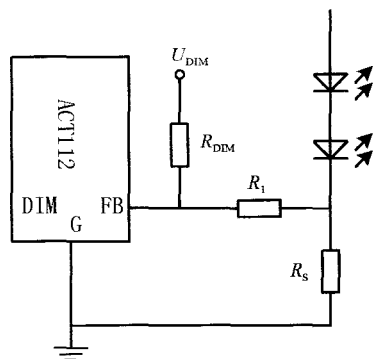


图3 ACT112模拟调光方式

3 基于ACT112构成的MR16 LED射灯驱动器

MR16 LED射灯具有多种输出功率与外形,输出功率主要分为1W、3W、5W等,目前在该类灯杯中输出功率大于5W的较少见,主要是从灯杯本身的散热体系来考虑的。

1) 基于ACT112构成5W降压式LED驱动器

在MR16 5W LED射灯大部分输入电压为交流12V±10%, 50/60Hz,或使用DC12V。

ACT112被专门设计用在MR16 LED灯的驱动应用中,采用了非常小的6引脚SOT23-6封装。ACT112具有4.5~30V输入电压范围,这使得采用ACT112的驱动电路能提供很宽的驱动电流范

围。此外, ACT112的工作温度高达125℃, 可以在MR16灯具内的高温环境中安全地工作。虽然ACT112可以控制的输出功率达到5W, 甚至更高, 但其1.4MHz的开关频率使驱动电路可以采用小尺寸的电感和电容, 这样便可以将驱动电路放置在MR16灯具中。

图4是基于ACT112的5W MR16 LED驱动器。它由整流桥VD₁~VD₄、滤波电容C₁与C₂和降压型转换器电路组成, 其中降压型转换器电路包含了LED驱动器ACT112、电感(L₁)、续流二极管(VD₅)和电流检测电阻(R₂)。

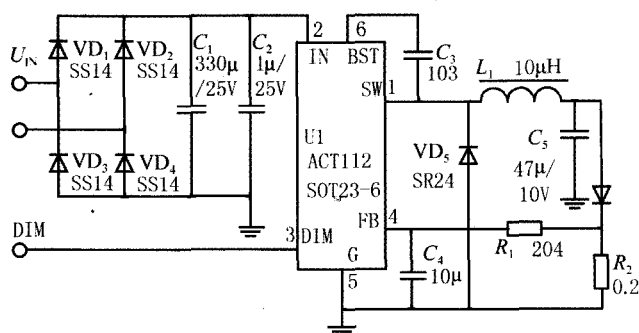


图4 基于ACT112的MR16 LED驱动器

5W的高亮度LED需要1A的驱动电流, 因此降压型LED驱动电路被设计成可以提供1A的直流输出电流。ACT112所采用的PWM电流控制方法使驱动电路非常简单, 且具有很高的电流控制精度, 从而保证5%的LED电流精度。

表2是ACT112在12V输入电压时效率, 表3是ACT112在5W输出功率时主要元件的温度。

表2 ACT112在 $U_{in}=12V$, $I_o=1000mA$ 时的效率

LEDs	输入电压 (V)	输出电流 (mA)	输出电压 (V)	效率(%)	电流纹波 (mA)
1	12DC	1000	4.25	88.17	7.2
1	12VAC	1000	4.22	80.78	9.3

表3 ACT112在 $U_{in}=12V$, $I_o=1000mA$ 时的温度 ($T_a=25^{\circ}C$)

$U_{in}(V)$	L_1	VD ₅	VD ₁ ~VD ₄	U_1
12VAC	55℃	49℃	51℃	53℃
12VDC	59℃	49℃	45℃	58℃

2) 基于ACT112构成5W降-升压式LED驱动器

在MR16射灯中有种应用是我们比较难处理的, 即输入电压在6~12V之间变化, 而输出需带三个或三个以上的LED灯。当然三个灯有串联与并联的方式, 对于串联来讲, 若按每个LED的 $U_F=3.5V$, 则总的 $U_F=3 \times 3.5V=10.5V$, 若此时输入电压正好处于6V, 而ACT112原有的电路拓扑为降压式, 那么显然是不能带动三个串联的LED工作的。若三个LED采用并联的工作模式, 我们知道每个LED之间存在着 U_F 的差异, 为了兼顾三个LED之间工作电流的平衡性与发光强度的一致性, 在三个LED之间需要加入电流平衡电路, 对于MR16 LED射灯来讲, 从空间和成本的角度考虑显然是不能接受的, 因此我们所采用的电路拓扑最好具有升-降压的功能。图5是将ACT112应用在降压-升压的电路模式。

图5与图4相比, 增加了VT₁、R₃、VD₆三个元件, 工作原理简述如下: ACT112的SW端与内部开关管组成降压电路, VT₁、L₁、VD₆组成升压电路, 当 $U_{in}<U_{out}$ 时, 电路进入升压工作模式以满足输出电压的要求; 当 $U_{in}>U_{out}$ 时, 电路自动进入降压工作模式, 同样能满足输出电压的需求。恒流电流仍由R₂、R₁及U₁的FB端执行。采用降压-升压工作模式后, 唯一的缺点是整体转换效率比原有的降压电路稍低, 且因增加了三个元件, 在PCB排板时要合理地布局。表4是采用降压-升压电路模式效率测试数据。

3) MR16 LED驱动器提高效率的方法

我们知道由于留给MR16 LED驱动器的空间很小, 因此限制了输入整流桥(肖特基)的电流容量和电感的尺寸, 特别要满足升-降压模式时其转换效率下降明显, 由表2、表4可见, 同样在12VDC输入电压时, 效率分别是88.17%和84.5%, 要补偿这4%的效率损失可采用MOSFET管整流的电路结构, 图6就是采用MOSFET管整流的原理图。

输入侧MOSFET管整流有两种电路结构, 一种是图6所示的在整流桥壁上采用两只N沟道MOSFET与两只肖特基二极管组成, 另一种则是四只均采用MOSFET, 上面两只(VD₁、VD₂)采用P沟道的MOSFET, 下面两只(VD₃、VD₄)采用N

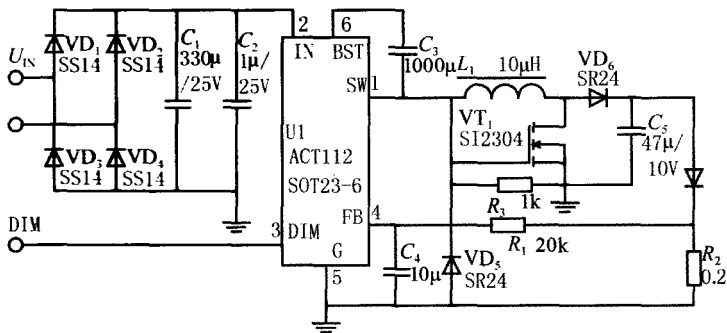


图5 ACT112降压-升压电路模式

表4 ACT112降压-升压模式效率

输入电压 (V)	LED数量	效率(%)
12VDC	4	84.5
12VAC	4	75.8

沟道MOSFET组成。从我们实际应用与测量结果来看,采用图6的电路模式具有较高的性价比,因为若VD₁、VD₂采用P沟道MOSFET与采用肖特基二极管在转换效率上贡献有限,但成本却上升不少,同时由于输入回路都是MOSFET,因此在驱动MOSFET时显得比较麻烦,参数选择稍有不合理,很容易烧毁MOSFET。

输入侧MOSFET管整流工作原理简述:由图6可见,若输入为50Hz 12VAC时,假设上端为正时,则输入电压经VD₁→C₁(负载)→VD₄源极(S)→VD₄漏极(D)→输入电压的另一端构成MOSFET管整流回路;若输入下端为正时,则输入电压经VD₂→C₁(负载)→VD₃源极(S)→VD₃漏极(D)→输入

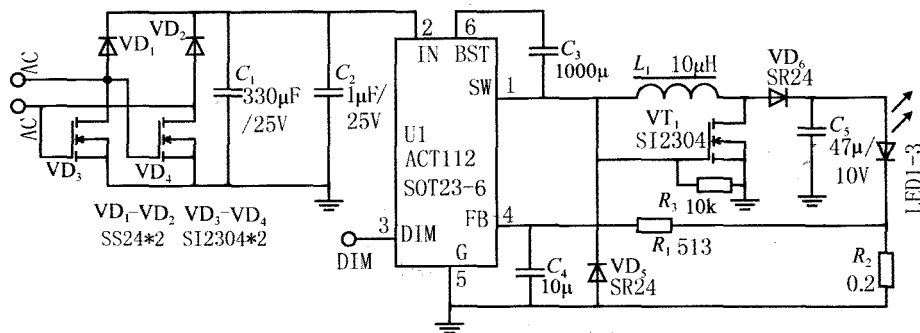


图6 ACT112输入侧采用MOSFET整流方式

电压的另一端构成MOSFET管整流回, MOSFET管(VD₃、VD₄)的驱动电压直接取自输入电压;若输入端采用12VDC电压时,不管哪端为正电压,VD₃或VD₄的栅极(G)均具有导通的可能,到底是VD₃还是VD₄导通,取决于输入电压的极性,这样同样可以完成MOSFET管整流的作用。

MR16的输入电压一般为12VAC或12VDC, MOSFET整流通常采用低压MOSFET,其栅极驱动电压通常为4.5V左右,对于ACT112控制IC来讲,其输入电压为4.5V,因此,在同样的输入电压与负载条件下,可明显地发现输出提早了(即LED的点亮时间提前);若输入电压大于12V时,则为了保证MOSFET栅-源极的安全,可在栅-源极并联10kΩ电阻与10V的稳压管。

输入侧采用MOSFET管整流技术,在同样的输入电压与负载条件下,整体转换效率可提升3%~5%;缺点是成本与采用肖特基二极管比较略有上升。这种电路结构在比较高端的客户中很受欢迎。

4) MR16 LED驱动器设计难点

我们认为MR16 LED驱动器设计难点主要在于以下几个方面:

(1)所设计的LED驱动器恒流精度问题。目前能用于MR16 LED的控制IC主要分两类,一类是所谓的PWM控制模式,如ACT112, PT4105, AMC7150, NCP3065等;另一类则是迟滞控制方式,如PT4115, LM3404, ZXLD1350, ZXLD1360等。PWM控制方式的恒流精度比迟滞

控制方式的高,但就是电路结构稍复杂,元件数量稍多,可根据MR16底座空间作合理地取舍。

(2)所设计的LED驱动器的转换效率问题。转换效率与控制IC的开关频率、内部开关管的

(下转p.23)

(上接p.18)

导通电组、续流电感的DCR值等密切相关。目前内置NPN三极管的控制IC基本不再适合MR16 LED驱动器,因为现在该类驱动器的输出功率越来越大,输出功率越大在开关管上的功耗就越大,因此严重地阻碍了整个转换器效率的提升。同时采用NPN开关管的电路其工作频率较低,在同样的输出功率下,其要求的电感值与滤波电容值也大,同样影响了转换器效率的提升,还有就是大尺寸的电感器可能会在PCB排板时造成困难。

(3)所设计的LED驱动器的成本问题。我们知道任何电子产品在其面市的初期,可能具有比较丰厚的利润,而一旦当其进入正常生产流程,其利润空间可能存在大幅下降的可能,因此对于MR16 LED驱动器来讲,其输入电压一般仅为12VAC或12VDC,所以控制IC的工作电压范围不宜选得过宽。因为控制IC的工作电压范围越宽,则其成本越高,且控制IC占整个驱动器的比例较高,因此要做出合理地选择。

4 结束语

MR16射灯在商业照明与居家照明中具有较大的市场占有率,采用LED MR16来替代原有的卤素灯,能充分发挥节能减排的效果;而要设计好LED MR16射灯,驱动器的性价比直接决定了该类灯具的特性。本文较详细地给出了基于ACT112构成的MR16 LED驱动器,可作为生产商提供一些有益地参考。

参考文献

ACT112 Data Sheet.

作者简介

杨恒(1964—),男,高级工程师,技领半导体(上海)有限公司产品开发经理。现已出版个人专业书籍三本,并在国内多种专业期刊上发表论文三十多篇。现为上海市电子学会会员,上海市电源学会理事。