

1. 5A 大功率 LED 恒流驱动电路 UCT4150

一. 概述:

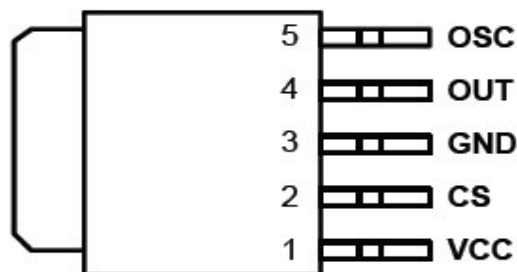
UCT4150是一款专为LED照明应用而设计的开关降压型大功率LED恒流驱动电路。其输入工作电压范围为4V~40V；通过外部的电阻设定，输出驱动电流范围可恒定在几毫安培至1.5安培之间；电路的工作频率最高可达200 KHz，而且也用外部电容调整，以便适合于不同的应用并且有利于电路的最优化。

UCT4150可驱动多颗串联的1~5瓦大功率LED，也可以驱动上百颗串并联组合的普通LED。UCT4150的应用电路简单，具有较高的工作效率。

二. 性能特点:

- 只需5颗外部元器件，电路简单
- 最大输出恒流电流可达1.5A
- +4V~+40V宽范围的输入工作电压
- 输出电流精度±10%
- TO-252-5L 封装
- HBM 2KV ESD保护
- 效率可高达90%

三. 管脚说明:



TO-252-5L (Top View)

引脚编号	名称	功能说明
1	Vcc	输入电压引脚
2	CS	峰值电流检测引脚
3	GND	公共地引脚
4	OUT	恒流输出引脚
5	OSC	工作频率定时电容引脚

四. 技术指标:

1. 极限参数

输入电压 Vcc	-0.3V to +40V
输出引脚 OUT 耐压	-0.3V to +40V
最高结温 Tj	+150°C
存储温度范围	-40°C to +150°C
焊接温度	+260°C (10 秒)

注：超过以上额定参数可能导致器件的损坏。

2. 建议工作条件

- ◇ 工作电压： 4 ~ 40 V
- ◇ 输出电流： ≤ 1.5 A
- ◇ 工作温度： -40°C ~ +85°C

3. 工作参数 (Vcc = 5V, Ta = 25 °C, 除非另行说明)

参数名	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位	引脚
工作电流	Icc	Vcc = 4~40V			4	mA	Vcc
输出压降	VDP	Iout=1A, Vcs—Vout		1	1.3	V	OUT
输出漏电流	ILK	Vcs—Vout=40V		0.01	10	uA	
电流反馈电压	Vcs	Vcc—Vcs	270	300	330	mV	CS
最大占空比	TDC	Vcs = Vcc		85		%	OSC
OSC 脚电流	ICH	C _T 充电电流		35		uA	

五. 工作原理:

UCT4150工作于PWM开关模式，电路结构采用典型的降压型变换器(Buck converter)类型。外部元器件由肖特基二极管 D_F 、功率电感 L 、电流取样电阻 R_{sense} 、定时电容 C_T 及滤波电容 C_{IN} 等组成。

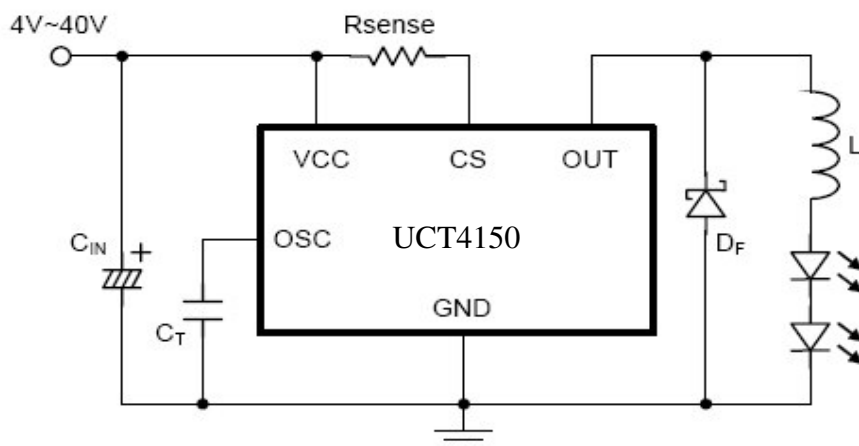


图 1. 典型电路图

UCT4150 内部的 PWM 控制器驱动集成的功率 MOSFET 管周期性的导通/关闭; 当 MOS 管导通时 (T_{ON} 期间), 输入电流经由 $R_{sense} \rightarrow CS$ 引脚 \rightarrow 内部 MOSFET \rightarrow OUT 引脚 $\rightarrow L \rightarrow LED \rightarrow GND$, 流过功率电感 L 的电流同时转换成磁场能量储存在其中。

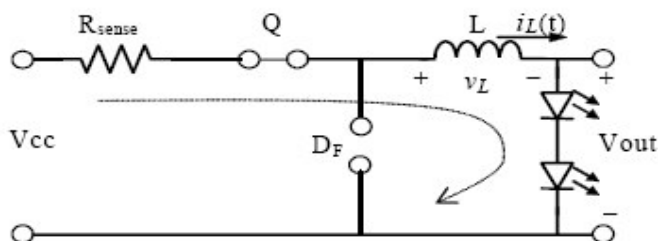


图 2. MOS 管导通时电流通路

MOS 管关闭时 (T_{OFF} 期间), 储存在功率电感 L 中的磁场能量转换成电能, 维持电流经由肖特基二极管 $D_F \rightarrow L \rightarrow LED \rightarrow GND$ 继续流通。如此循环往复, 负载 LED 上即得到了单向持续的脉动电流 (见图 4)。

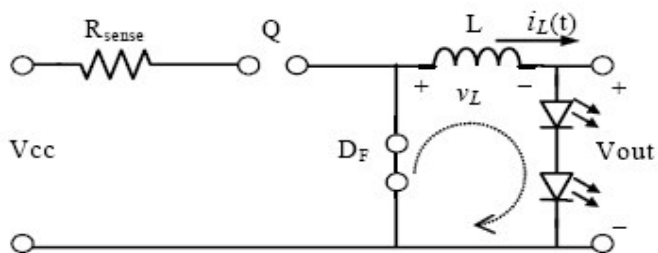


图 3. MOS 管关断时电流通路

R_{sense} 两端的电压降间接反映了输出电流的大小，UCT4150 根据此电压来不断调节 MOS 管导通的时间 T_{ON} ，即输出电流脉冲的宽度（也就是输入到功率电感 L 中的能量）。当输出电流下降时，MOS 管导通的时间 T_{ON} 会加长，从而使得输入到功率电感 L 中的能量增加，导致流过负载的输出电流变大；反之则反，如此闭环调节使得输出电流能够得到恒定。

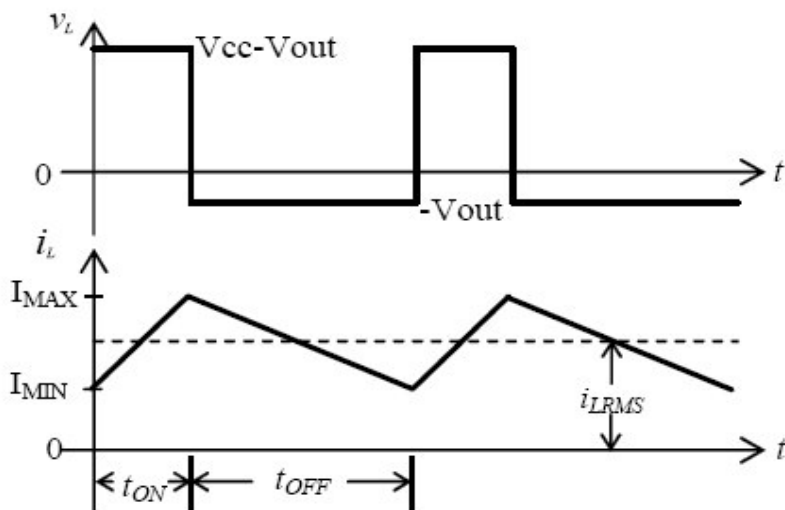


图 4. 连续模式下电感上的电压与电流波形

六. 应用说明:

1. 功率电感 L 的选择

BUCK 电路在工作时，输入电源仅在开关管导通 T_{ON} 期间直接对负载提供能量，其余时间则由电感内储存的能量来维持负载电流。换句话说，电感是在开关管导通时储能，开关管关闭时释放能量，负载上的电流方向始终是不变的。电感的充放电在输出电流上形成锯齿状纹波电流（见图 4）。纹波电流（ $I_{RP} = I_{MAX} - I_{MIN}$ ）的上升下降斜率及幅度直接与电感上的电压和电感量相关，其关系如下式：

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{v_L}{L}$$

$$T_{ON} \text{ 时: } v_L = V_{CC} - V_{DP} - V_{CS} - V_{LED}; \quad T_{OFF} \text{ 时: } v_L = -V_{LED} - V_F$$

纹波电流 I_{RP} 的大小与功率电感的电感量成反比例，当纹波电流过大时，将导致输出电流的断续。因而，不同的工作电压、负载、不同的电感元件参数，流过负载的电流会有连续模式和非连续模式。

在驱动 LED 的情况下，为保持 LED 电流的恒定，不希望出现非连续模式。因此，在工作电压、负载一定的情况下，应该合理地选择功率电感保证电路工作于连续电流模式下。

当功率电感的电感量足够大时，即可保证电路不会出现非连续模式。同时大的电感量也使得流过负载的电流脉动分量较小，有利于延长 LED 的寿命。

通常可根据以下公式估算出保证连续模式工作的最小电感量，然后在条件许可的情况下，尽可能地采用较大的电感量值。

$$L_{MIN} = V_L \times T_{ON} / I_{PK}; \quad V_L = V_{IN} - V_{DP} - V_{CS} - V_{LED};$$

$$T_{ON} = V_{LED} / (V_{IN} \times F); \quad F \text{ 为由 } C_T \text{ 决定的工作频率。}$$

2. 电流取样电阻 R_{sense} 的决定

可由下式计算：

$$R_{sense} = 330\text{mV} / I_{PK} \quad I_{PK} = I_{LED} + 0.5 * I_{RP}$$

式中 I_{PK} 为流过电感的脉动电流； I_{RP} 是纹波电流，其大小与功率电感有关，一般取其为 I_{LED} 的 10~20% 。

为了使输出电流不至于超过 1.5A， R_{sense} 的值必须大于 0.2 欧姆。

3. 定时电容 C_T 与内部电流源构成振荡器，工作频率可根据下面的曲线选择：

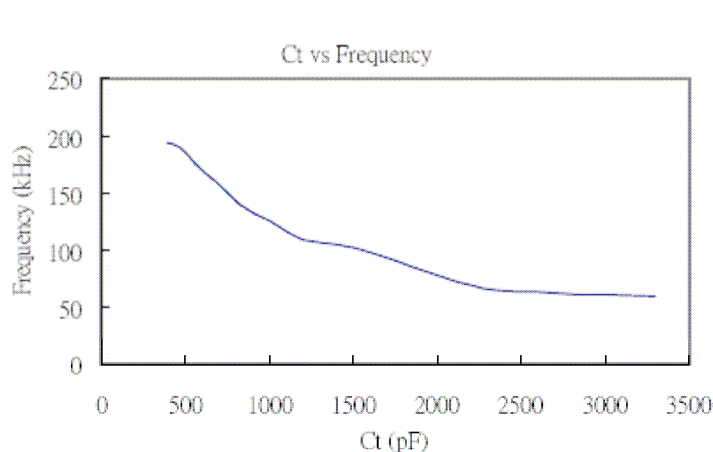


图 5. 定时电容 C_T 与工作频率的关系

一般来说，较高的工作频率意味着所需的功率电感其电感量也相对较小。

4. 最低工作电压

必须满足： $V_{MIN} \gg V_{LED} + V_{DP} + V_{CS} + I_{LED} * R_L \approx V_{LED} + 3V$

其中： R_L —功率电感内阻， I_{LED} —LED 电流

5. 典型应用参考（电路见图 1）

以驱动 1 到 3 颗 3W 的大功率 LED 为例，其主要元器件值参考如下：

元件名称	规格
L	CD1307-160uH
R_{sense}	0R39-1210
C_{in}	470uF/50V
C_T	1000pF
D_F	SS24

6. 实测结果

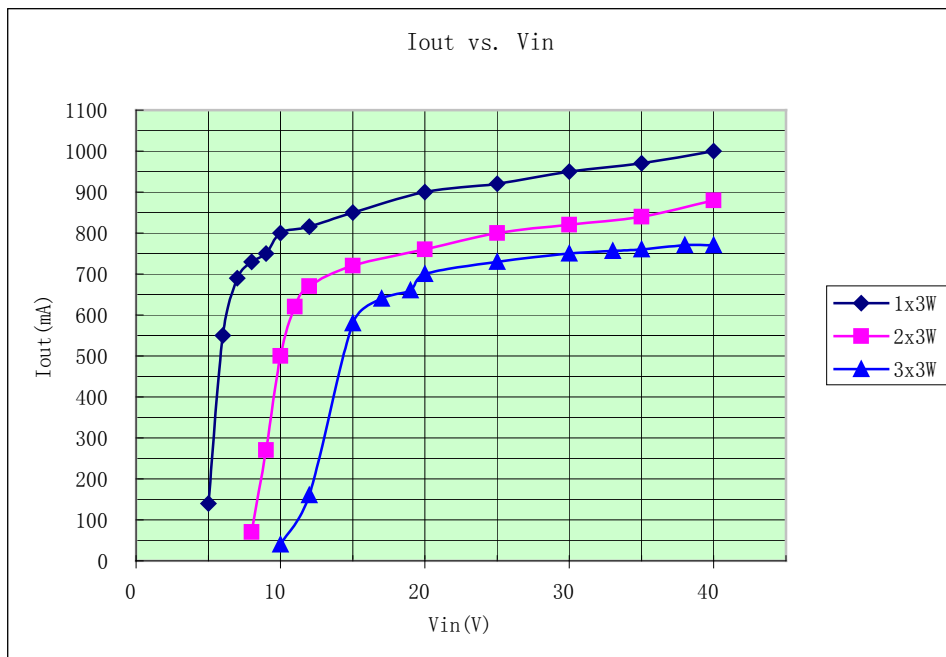


图 6. 输出电流与输入电压的关系

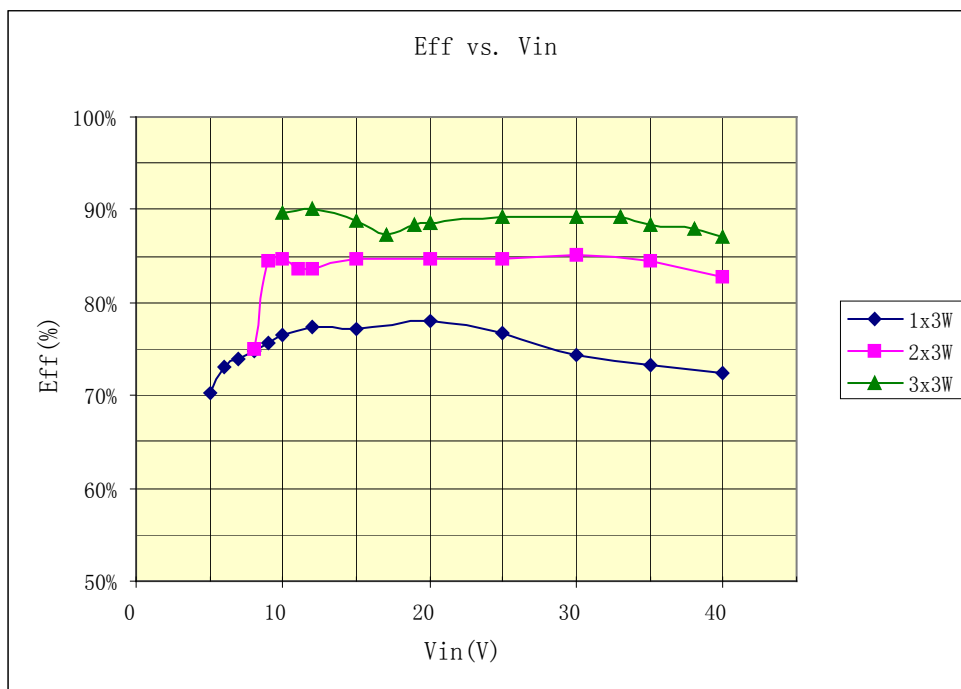
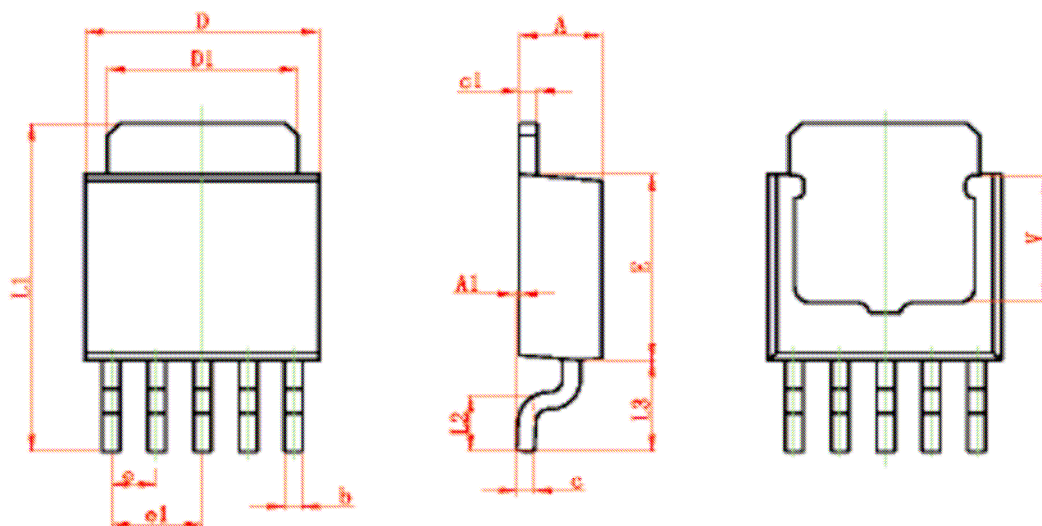


图 7. 效率与输入电压的关系

七. 封装尺寸图:

TO-252-5L



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	2.200	2.400	0.087	0.094
A1	0.000	0.127	0.000	0.005
b	0.400	0.600	0.016	0.024
c	0.430	0.580	0.017	0.023
c1	0.430	0.580	0.017	0.023
D	6.350	6.850	0.250	0.262
D1	5.200	5.400	0.205	0.213
E	5.400	5.700	0.213	0.224
e	1.270 TYP		0.050 TYP	
e1	2.540 TYP		1.000 TYP	
L1	9.500	9.900	0.374	0.390
L2	1.400	1.780	0.055	0.070
L3	2.550	2.900	0.100	0.114
V	3.000 REF		0.150 REF	