

# 高端电流检测大功率LED驱动控制器

## UCT4170

### 概述

UCT4170 是一款连续电流模式的开关型降压、恒流、高效率的 LED 驱动控制器。输入电压范围可以从 5.5V 到 36V，特别适合宽输入电压范围的应用。由于采用外接功率 MOSFET 管，因此输出可以驱动单个或者多个串、并联组合的大功率 LED 发光管，也可以驱动上百颗串、并联组合的普通 LED，具有很高的应用灵活性。

UCT4170 的外围电路非常简单，仅须通过一个外接电阻设定输出电流，同时只需很少的外接元件。电路的最高工作频率可达到 2MHz，有利于采用低量值、小体积的功率电感和滤波电容，配合其 SOT23-6 的小型封装，可以大大缩小电路板的体积空间。

UCT4170 采用高端电流检测方式，其精度达到  $\pm 5\%$ ，足以满足一般显示及照明的亮度稳定性要求。通过 DIM 引脚可以实现 PWM 模式的亮度控制功能。由于采用滞环控制方式，UCT4170 对负载瞬变具有非常快的响应速度，对输入电压的波动具有较高的抑制能力。

芯片的工作温度范围可从  $-40^{\circ}\text{C}$  到  $125^{\circ}\text{C}$ 。

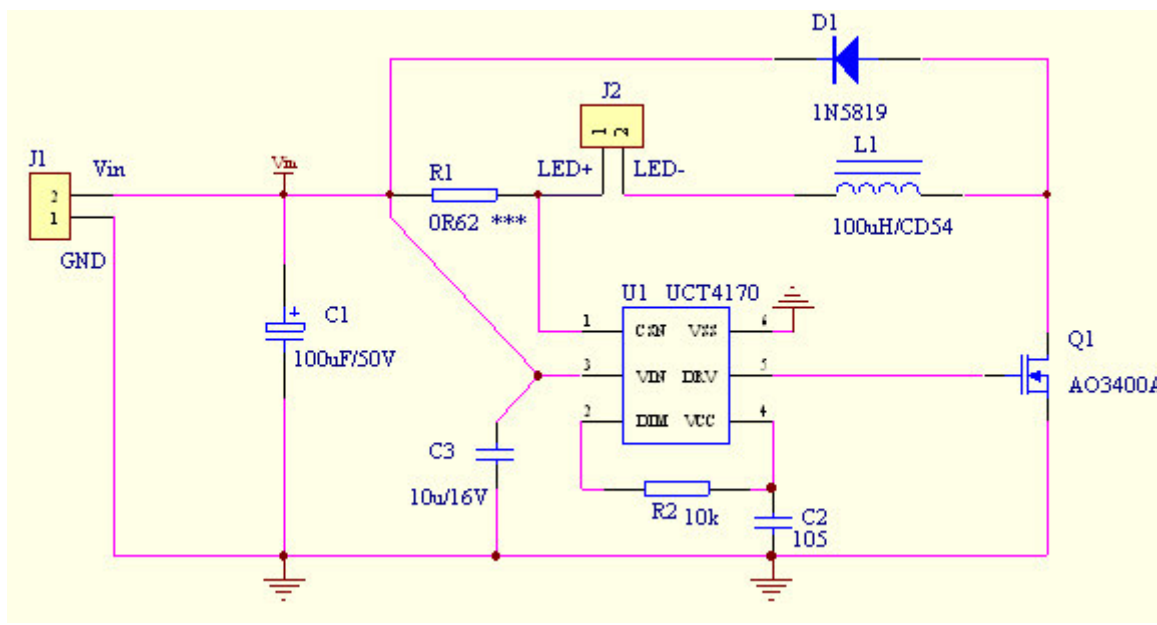
### 特点

- 5.5V 到 36V 输入电压
- 可高达 25W 的输出功率
- 高端电流检测方式
- $\pm 5\%$  恒流输出电流精度
- 外部亮度控制引脚
- PWM 亮度控制频率可达 20KHz
- 滞环控制，无需外部补偿
- 工作频率高达 2MHz
- 5V/5mA 片内 LDO 稳压器
- 输入电压欠压保护功能
- $-40^{\circ}\text{C}$  到  $125^{\circ}\text{C}$  工作温度范围
- SOT23-6 封装

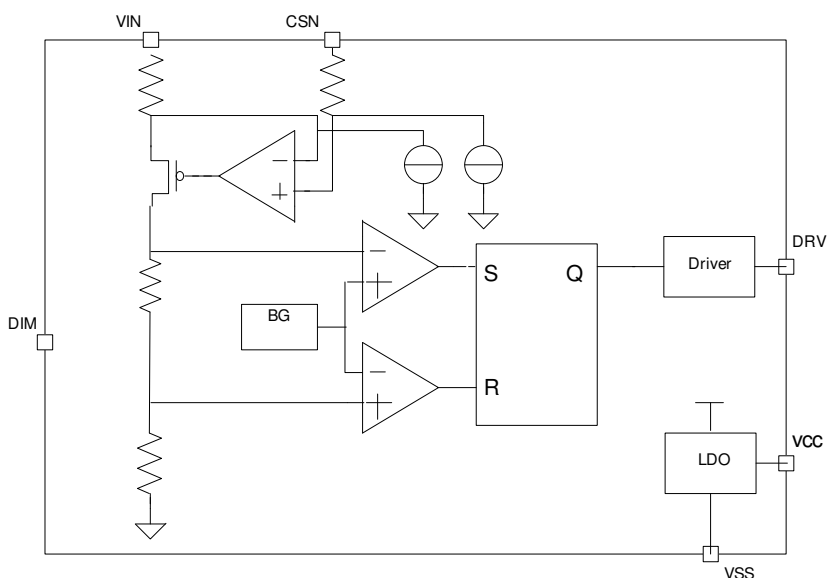
### 应用

- 建筑、工业低压照明灯
- 装饰及环境照明灯
- 汽车尾灯、雾灯、辅助灯光
- 广告灯箱及其它 LED 灯具
- 信号灯、指示灯
- 应急照明灯

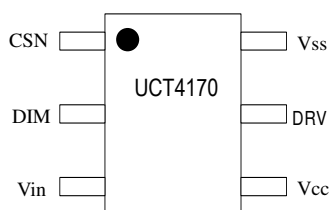
### 典型应用电路



### 内部电路框图



### 管脚配置图



## 引脚定义

编号	管脚名称	功能描述
1	CSN	电流检测引脚，该引脚与 Vin 引脚间接电流取样电阻 R <sub>SENSE</sub>
2	DIM	PWM 亮度控制引脚，外接 PWM 信号源，不做亮度控制时可悬空，此时为全亮状态。
3	V <sub>in</sub>	电源输入引脚，紧靠该引脚应接入一个适当容值的电源去耦电容
4	V <sub>cc</sub>	内部供电的 LDO 输出引脚，紧靠该引脚应接入一个适当容值的电源去耦电容
5	DRV	输出驱动引脚，接功率 MOSFET 管栅极
6	V <sub>SS</sub>	电源地引脚

## 极限参数

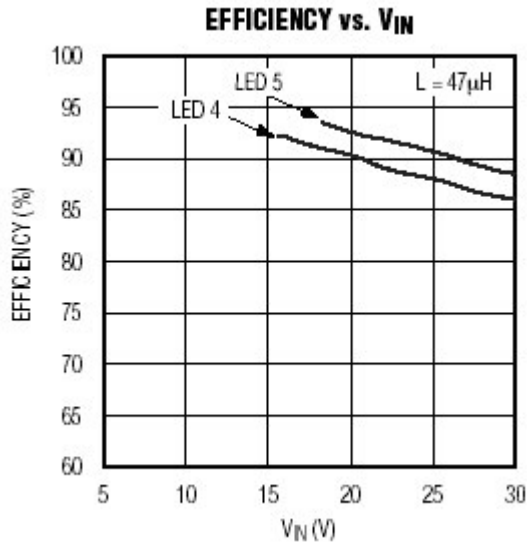
符号	参数	数值	单位
V <sub>MAX</sub>	IC 各引脚极限电压 (DIM 引脚除外)	40	V
V <sub>DIMMAX</sub>	DIM 引脚极限电压	6	V
I <sub>MAX</sub>	IC 各引脚极限电流 (V <sub>in</sub> , V <sub>cc</sub> , DRV 除外)	20	mA
T <sub>OPR</sub>	工作温度范围	-40 ~ +125	°C
T <sub>STG</sub>	存贮温度	-65 ~ +150	°C
P <sub>MAX</sub>	持续消耗功率	1454	mW
V <sub>ESD</sub>	ESD 电压(人体模型)	2000	V

超出以上所列的极限参数可能造成器件的永久损坏。以上给出的仅仅是极限范围，在这样的极限条件下工作，器件的技术指标将得不到保证，长期在这种条件下工作还会影响器件的可靠性。

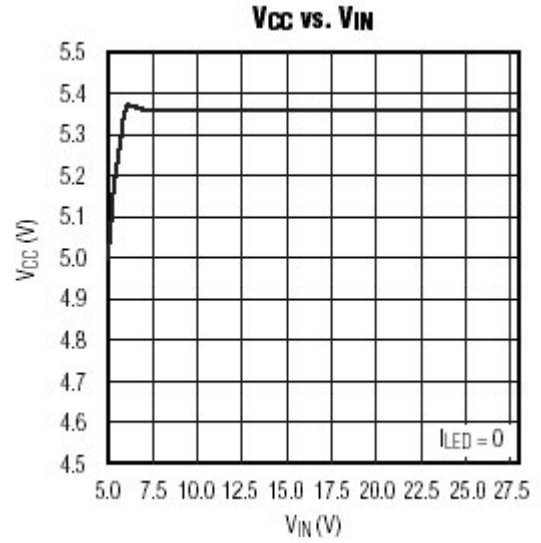
## 电气特性

符号	参数描述	条件	最小	典型	最大	单位
V <sub>in</sub>	输入电压范围		5.5		36	V
f <sub>sw</sub>	开关频率				2	MHz
I <sub>GND</sub>	接地端电流	DRV open			5	mA
I <sub>in</sub>	输入电流	V <sub>DIM</sub> < 0.6V			400	uA
UVLO	欠压保护	V <sub>IN</sub> = V <sub>CSEN</sub> = V <sub>DIM</sub> , V <sub>IN</sub> falling from 6V, until V <sub>DRV</sub> < 0.5V		4.5	5.0	V
HYSUV	欠压保护迟滞			0.5		V
<b>电流检测比较器</b>						
V <sub>SNHI</sub>	检测电压高端	(V <sub>IN</sub> - V <sub>CSEN</sub> ) rising from 0V until V <sub>DRV</sub> < 0.5V		220		mV
V <sub>SNLO</sub>	检测电压低端	(V <sub>IN</sub> - V <sub>CSEN</sub> ) falling from 0.26V until V <sub>DRV</sub> > (V <sub>CC</sub> - 0.5V)		180		mV
t <sub>DPDH</sub>	输出高电平的传输延迟			80		ns
t <sub>DPDL</sub>	输出低电平的传输延迟			80		ns
I <sub>CSEN</sub>	电流检测比较器输入电流			5		uA
CS-HYS	电流检测阈值电压迟滞			40		mV
<b>亮度控制</b>						
f <sub>DIM</sub>	最大 PWM 控制频率				20	KHz
V <sub>IH</sub>	DIM 输入高电平	V <sub>CSEN</sub> = V <sub>IN</sub> , increase V <sub>DIM</sub> until V <sub>DRV</sub> > (V <sub>CC</sub> - 0.5V)	2.8			V
V <sub>IL</sub>	DIM 输入低电平	V <sub>CSEN</sub> = V <sub>IN</sub> , decrease V <sub>DIM</sub> until V <sub>DRV</sub> < 0.5V			0.6	V
DIM-HYS	DIM 迟滞			200		mV
t <sub>DIMON</sub>	DIM 导通时间	V <sub>DIM</sub> rising edge to V <sub>DRV</sub> = 0.5 x V <sub>CC</sub> , C <sub>DRV</sub> = 1nF		100		ns
t <sub>DIMOFF</sub>	DIM 关断时间	V <sub>DIM</sub> falling edge to V <sub>DRV</sub> = 0.5 x V <sub>CC</sub> , C <sub>DRV</sub> = 1nF		100		ns
	DIM 输入高电平的漏电流	V <sub>DIM</sub> = V <sub>IN</sub>			10	uA
	DIM 输入低电平的漏电流	V <sub>DIM</sub> = 0			1	uA
<b>LDO 特性</b>						
V <sub>CC</sub>	LDO 输出电压	I <sub>VCC</sub> = 0.1mA to 5mA, V <sub>IN</sub> = 5.5V to 36V	4.5		5.5	V
	负载调整特性	I <sub>VCC</sub> = 0.1mA to 5mA, V <sub>IN</sub> = 12V		4		Ohm
	电源调整特性	V <sub>IN</sub> = 6V to 36V, I <sub>VCC</sub> = 5mA		11		mV
PSRR	电源纹波抑制比	V <sub>IN</sub> = 12V, I <sub>VCC</sub> = 2mA, f <sub>IN</sub> = 10kHz		-35		dB
t <sub>STRAT</sub>	启动时间	V <sub>CC</sub> = 0 to 4.5V		350		us

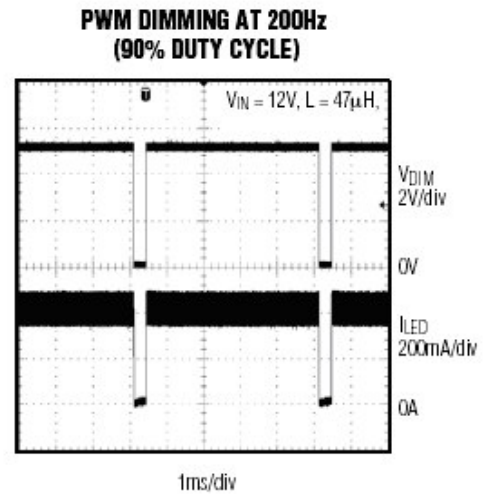
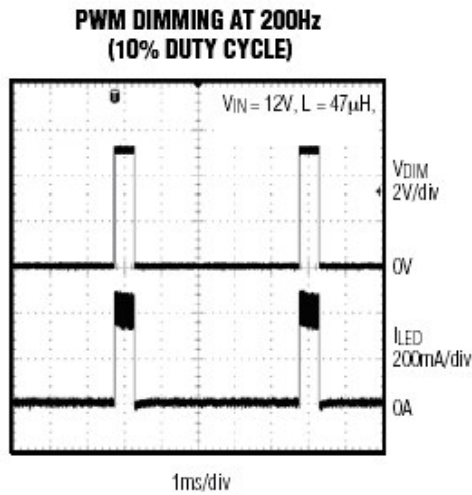
典型转换效率曲线图



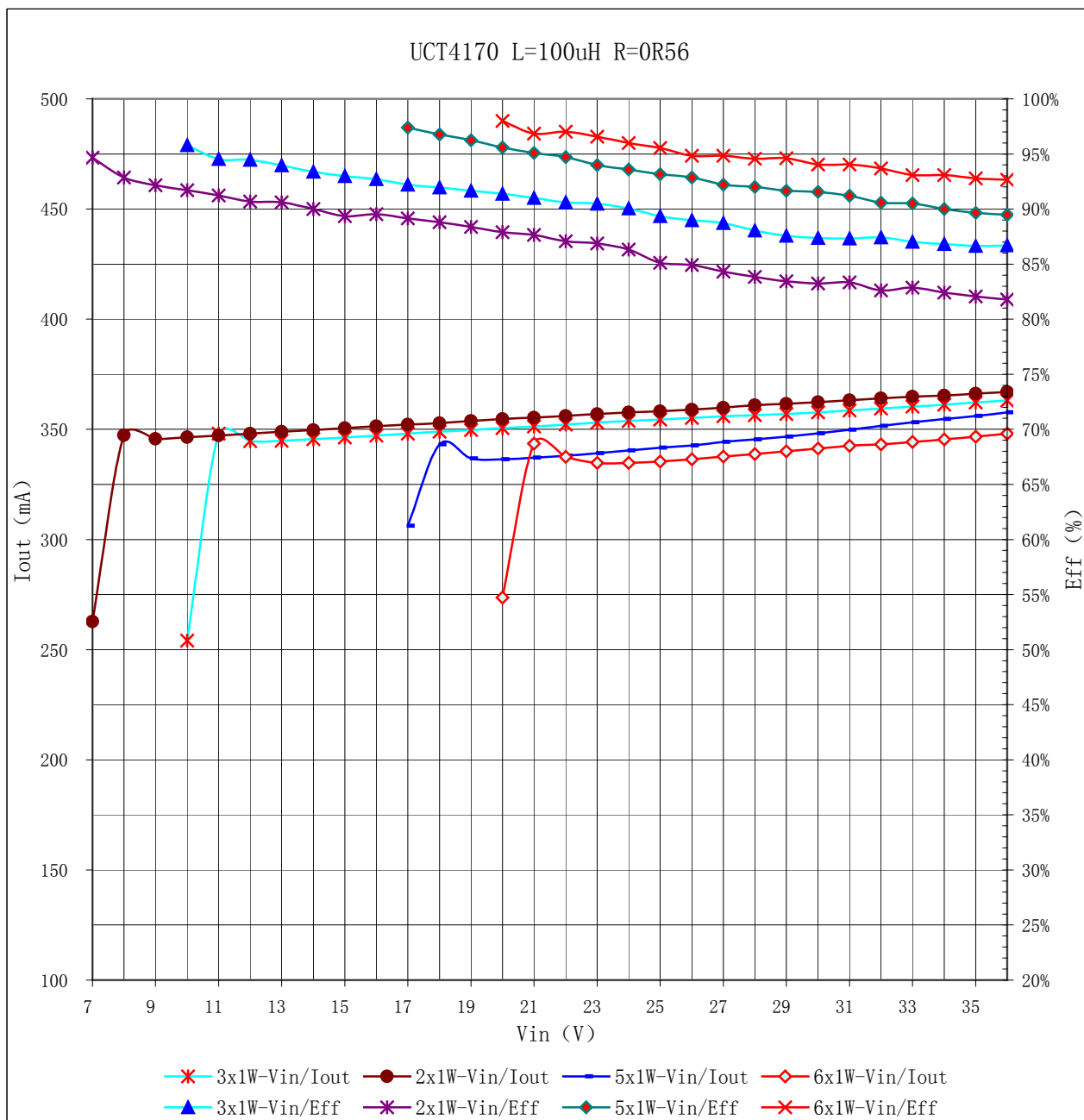
LDO 输出特性曲线



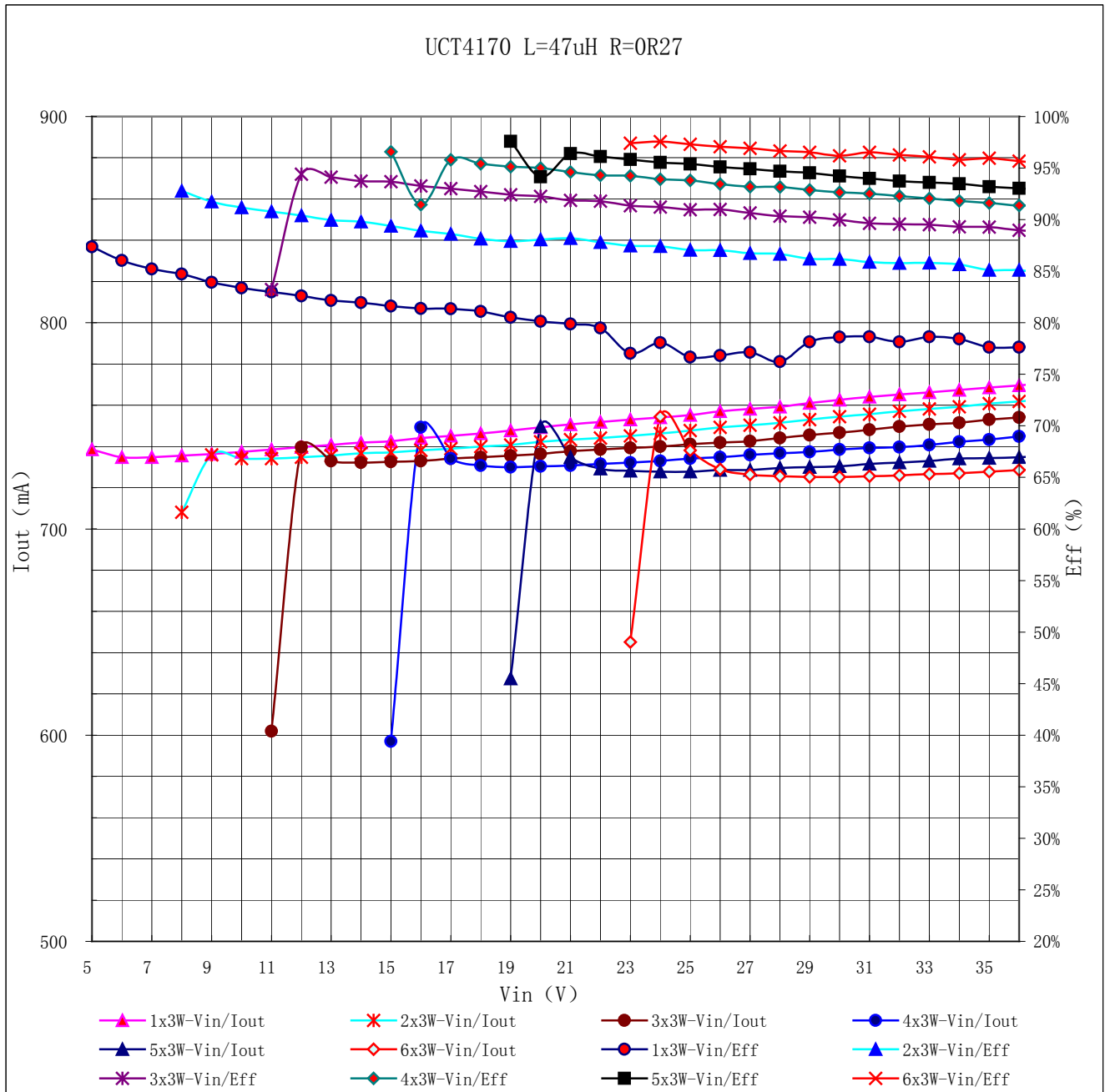
PWM 亮度控制波形图



### 实测恒流特性及效率 (1W 白光 LED)



### 实测恒流特性及效率 (3W 白光 LED)



## 应用信息

### 1. 输出电流的设定（选择电阻 R<sub>SENSE</sub>）

输出电流通过连接在 Vin, CSN 引脚之间的电流取样电阻 R<sub>SENSE</sub> 来设定。其计算公式为：

$$I_{LED} = V_{sn} / R_{sense}$$

其中  $V_{sn} = V_{in} - V_{csn}$ ，是芯片的电流取样反馈电压。实际的取值，对于 UCT4170A 可为 0.18V，而 UCT4170B 可取为 0.20V，UCT4170C 可取为 0.22V。

为保证产品输出电流的一致性，建议该电阻采用 1% 的精度，同时应该注意该电阻的耗散功率应该有足够的富裕量。

### 2. 功率电感的选择

功率电感量值的大小会影响工作频率，电感越小工作频率会越高。工作频率的计算公式为：

$$f_{sw} = \frac{(VIN - n \times V_{LED}) \times n \times V_{LED} \times R_{SENSE}}{VIN \times \Delta V \times L}$$

其中 n 是串联 LED 的个数，V<sub>LED</sub> 是单个 LED 的正向导通电压， $\Delta V = (V_{SNHI} - V_{SNLO})$ 。

应该提醒注意的是：由于 UCT4170 的工作频率比较高，而一般的廉价功率电感所用的磁性材料只能工作于几十 KHz 的频率之下，所以应该注意选用采用高频铁氧体材料制作的功率电感，以减少高频损耗。

另外，UCT4170 工作时流过功率电感的峰值电流可高达安培级以上，所选用的功率电感必须具有足够的 DC 工作电流容量，否则电感会发生磁饱和，造成电路的效率大大下降，甚至不能正常输出稳定电流。同时，在重负载条件下，功率电感上的等效串联电阻（ESR）不可忽视，它会极大地影响转换效率。综合以上考虑，如果需要提高重负载下的工作效率，就需要采用高频铁氧体材料、较粗的导线绕制的功率电感（一般来说意味着较大的磁性元件体积）。

### 3. 肖特基二极管的选择

用于整流的二极管对电路的效率影响很大，所以应该采用正向导通电压低、响应时间快的肖特基二极管，该二极管的工作电流应该大于 LED 驱动电流的 2 倍，并且耐压也应该是输入电压的 2 倍以上。常用的型号有 1N5819、1N5822、SB160、SB260、SB360 等。

### 4. 亮度控制

DIM 引脚是使能以及亮度控制输入端。

当作为使能端使用时，DIM 接低电平（ $V_{DIM} < 0.3V$ ），则 IC 停止工作，外部功率 MOSFET 管



关闭。如果 DIM 接高电平 ( $V_{DIM} > 2.5V$ ) 或者该引脚悬空, 则驱动电路正常工作, 功率 MOSFET 管按照一定的时序正常输出开关信号。

通过在 DIM 管脚加入可变占空比的 PWM 信号可以调小输出电流以实现 PWM 调光, 通过 PWM 调光, LED 的输出电流可以从 0% 到 100% 变化。LED 的电流 (亮度) 是由 PWM 信号的占空比决定的, 例如 PWM 信号为 25% 占空比, 则 LED 的平均电流为  $(0.2/R_{SENSE})$  的 25%。建议设置 PWM 调光频率在 100Hz 以上, 以避免人的眼睛可以看到 LED 的闪烁, PWM 调光比模拟调光的优势在于不改变 LED 的色度。

如果不需亮度控制功能则可将该引脚悬空或者上拉。

特别要注意的是: 与其他引脚不同, DIM 引脚的耐压是 6V。如果需要外接上拉电阻, 则上拉电压不得高于 6V, 否则可能损坏 IC。推荐将上拉电阻接到 VCC 脚 (4 脚)。

## 5. 功率 MOSFET 管的选择

功率 MOSFET 管的耐压值应高过最大输入工作电压的 2 倍。选择导通电阻  $R_{DS(on)}$  小的功率 MOSFET 管有助于提高转换效率。

## 6. LDO 输出端

UCT4170 的内部 LDO 可对外提供最大 5mA 的输出电流。片内 LDO 的输出端  $V_{CC}$  引脚需接一个大于等于 1uF 的陶瓷滤波电容。该滤波电容的位置要尽量靠近  $V_{CC}$  引脚。

## 7. 输入滤波电容

为了使电路能够稳定地工作, 输出低纹波、低噪声的电流, 建议在 UCT4170 的电源输入端  $V_{in}$  引脚加上一个低 ESR 的 10uF 以上的陶瓷滤波电容。该滤波电容的位置要尽量靠近  $V_{in}$  引脚。电容的耐压值应高于最大输入电压。

## 8. 最低工作电压

UCT4170 的最低工作电压取决于输出所串联驱动的 LED 个数。必须满足:

$$V_{MIN} \gg n \times V_{LED} + V_{DP} + V_{CS} + I_{LED} \times R_L \approx n \times V_{LED} + 3V$$

其中:  $n$  是串联 LED 的个数;

$V_{LED}$  是单个 LED 的正向导通电压;

$R_L$ —功率电感内阻;

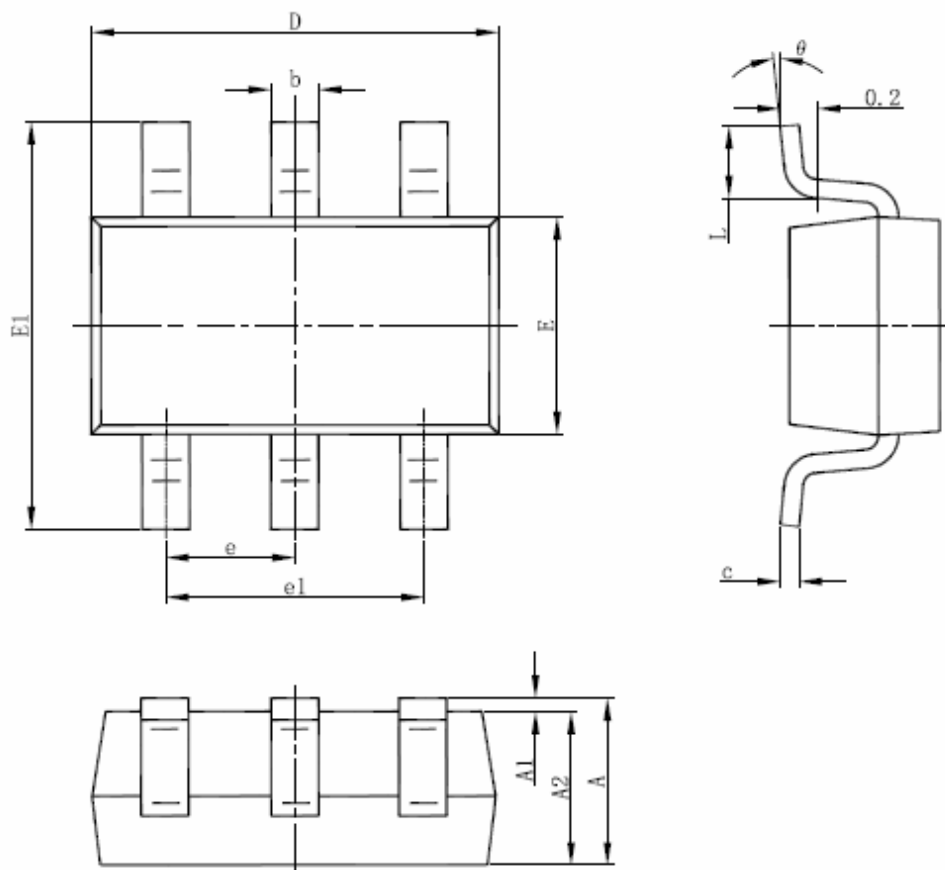
$I_{LED}$ —LED 电流;

$V_{CS}$ —输出电流的检测电压 (0.2V)

$V_{DP}$ —功率 MOSFET 管的压降

## 封装尺寸

## SOT-23-6L PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.050	1.250	0.041	0.049
A1	0.000	0.100	0.000	0.004
A2	1.050	1.150	0.041	0.045
b	0.300	0.500	0.012	0.020
c	0.100	0.200	0.004	0.008
D	2.820	3.020	0.111	0.119
E	1.500	1.700	0.059	0.067
E1	2.650	2.950	0.104	0.116
e	0.950(BSC)		0.037(BSC)	
e1	1.800	2.000	0.071	0.079
L	0.300	0.600	0.012	0.024
$\theta$	0°	8°	0°	8°