

## 概述

MT7201 是一款连续电感电流导通模式的降压恒流源，用于驱动一颗或多颗串联 LED。MT7201 输入电压范围从 7 伏到 40 伏，输出电流可调，最大可达 1 安培。根据不同的输入电压和外部器件，MT7201 可以驱动高达 32 瓦的 LED。MT7201 内置功率开关，使用外部电阻设置 LED 平均电流，并通过 ADJ 引脚可以接受模拟调光和很宽范围的 PWM 调光。当 ADJ 的电压低于 0.2 伏时，功率开关关断，MT7201 进入极低工作电流的待机状态。

MT7201 采用 SOT89-5 封装。

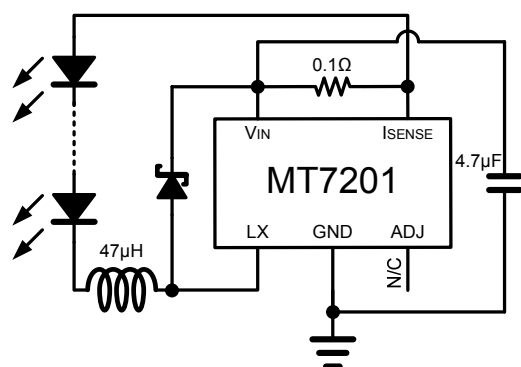
## 特点

- 通过4千伏ESD测试
- 极少的外部元器件
- 很宽的输入电压范围：从7V到40V
- 最大输出1A的电流
- 复用ADJ引脚进行LED开关、模拟调光和PWM调光
- 2%的输出电流精度
- LED 开路保护
- 高达97%的效率
- 输出可调的恒流控制方法

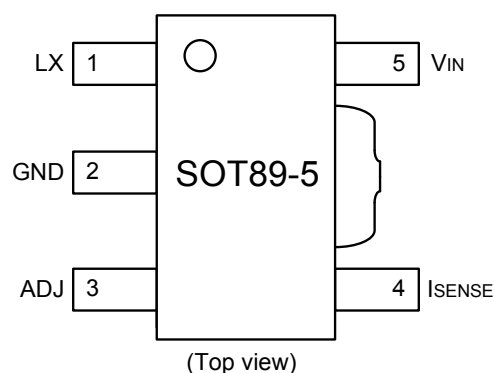
## 应用

- 低压LED 射灯代替卤素灯
- 车载LED 灯
- LED 备用灯
- LED 信号灯

## 典型应用



## 管脚图



## 订购信息

型号	卷轴尺寸(mm)	卷轴宽度 (mm)	每卷轴数量	产品打印
MT7201	180	8	1,000	MT7201

## 管脚描述

管脚	编号	描述
LX	1	功率开关的漏端
GND	2	信号和功率地
ADJ	3	开关使能、模拟和 PWM 调光端： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 一般工作情况时处于悬空状态，此时输出电流为 <math>I_{OUTnom}=0.1/R_S</math>)</li> <li>• <math>V_{ADJ}</math> 小于 0.2V 时系统属于关闭状态</li> <li>• <math>V_{ADJ}</math> 处于 0.3V 到 2.5V 区间时，对输出电流进行调节，从 25% 到 200% <math>I_{OUTnom}</math></li> <li>• 用 PWM 信号通过开漏或者开集连接方式的晶体管也可以控制输出电流</li> </ul>
ISENSE	4	电流采样端，采样电阻 $R_S$ 接在 ISENSE 和 $V_{IN}$ 端之间来决定输出电流 $I_{OUTnom}=0.1/R_S$ (注释：当 ADJ 管脚悬空时， $R_S$ 最小值是 0.1 $\Omega$ )
$V_{IN}$	5	电源输入端，必须就近接旁路电容

## 极限工作参数

输入电压 ( $V_{IN}$ )	-0.3V to +40V
ISENSE 端电压 ( $V_{SENSE}$ )	+0.3V to -5V (相对 $V_{IN}$ )
LX 电压 ( $V_{LX}$ )	-0.3V to +40V
ADJ 电压 ( $V_{ADJ}$ )	-0.3V to +6V
功率开关输出电流 ( $I_{LX}$ )	1.25A
功耗 ( $P_{tot}$ )	1W
工作结温度范围 ( $T_{OP}$ )	-40 to 105° C
存储结温度范围 ( $T_{ST}$ )	-55 to 150° C
最高结温度 ( $T_{j MAX}$ )	150° C
热阻, SOT89-5 ( $R_{\theta JA}$ )	140° C/W

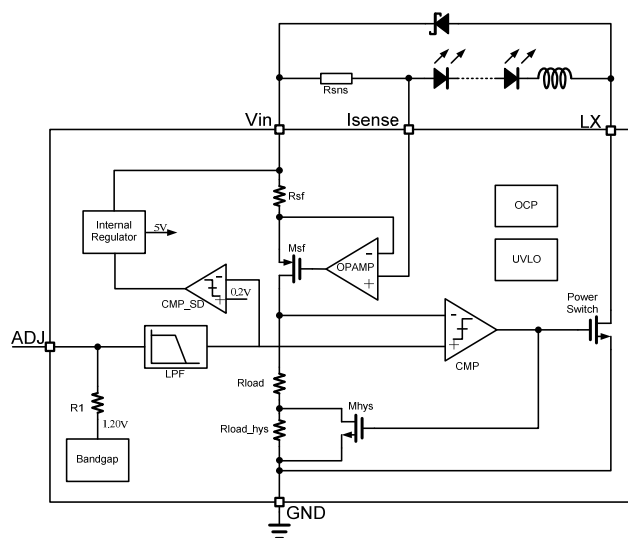
## 电气特性

(测试条件: 无特别说明时,  $V_{IN}=12V$ ,  $T_{amb}=25^\circ$ )

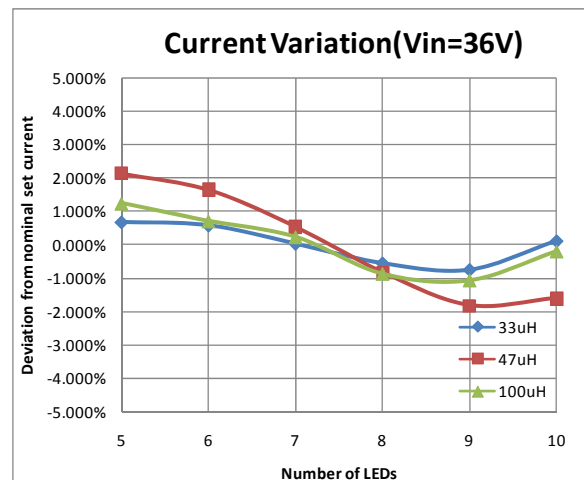
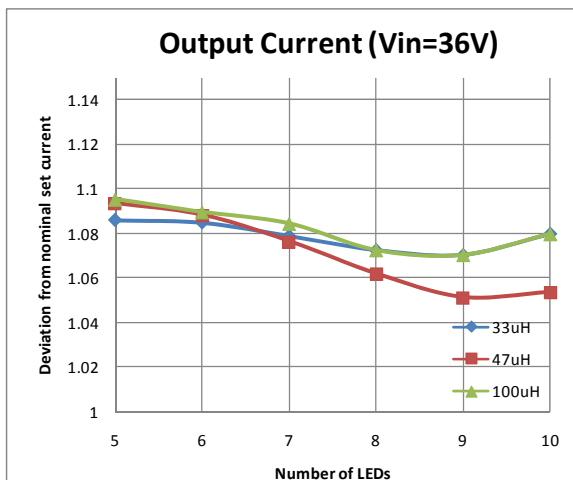
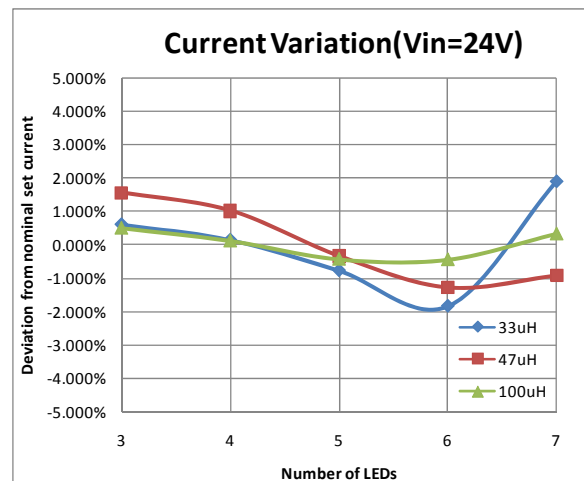
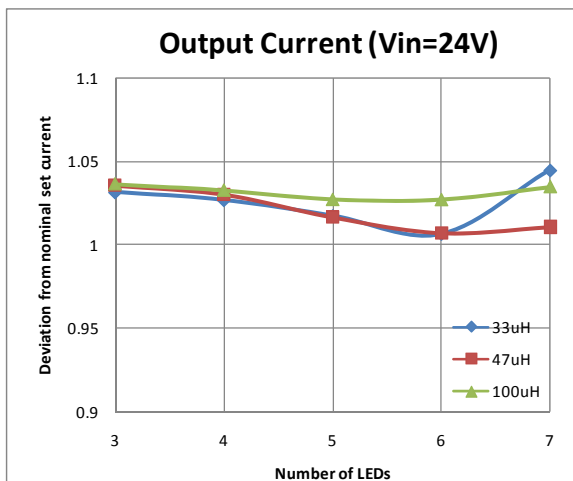
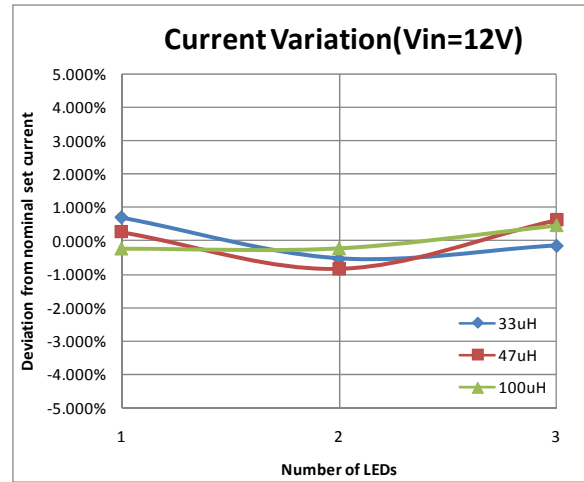
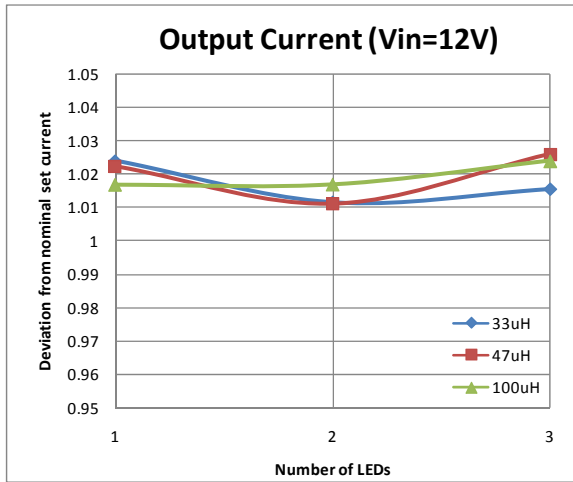
符号	参数	测试条件	最小	典型	最大	单位
$V_{IN}$	输入电压		7		40	V
$V_{SU}$	欠压保护	$V_{IN}$ 上升		5.8		V
$I_{INQoff}$	关断电流	ADJ 接地		45		$\mu A$
$I_{INQon}$	静态电流	ADJ 悬空		300		$\mu A$
$V_{SENSE}$	平均采样电压	ADJ 悬空, $V_{IN}-V_{SENSE}$	95	100	105	mV
$V_{SENSEHYS}$	采样电压迟滞			$\pm 15$		%
ISENSE	ISENSE 管脚输入电流	$V_{SENSE}=V_{IN}-0.1$		1.25	10	$\mu A$

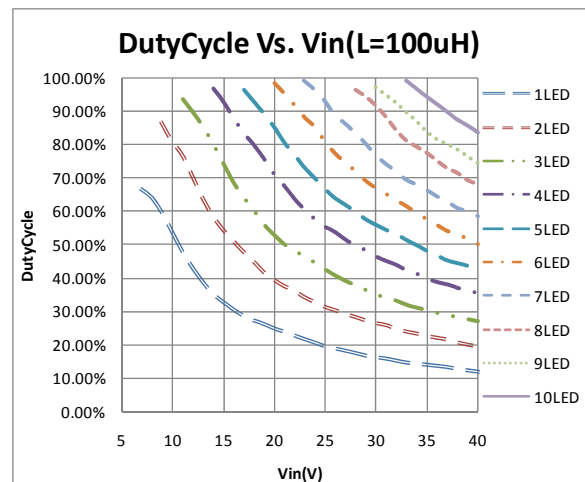
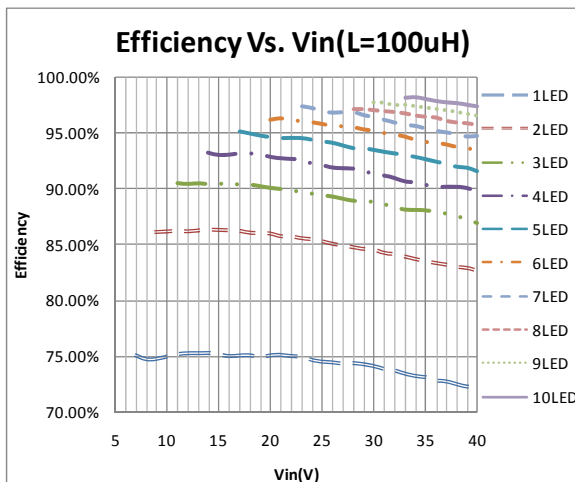
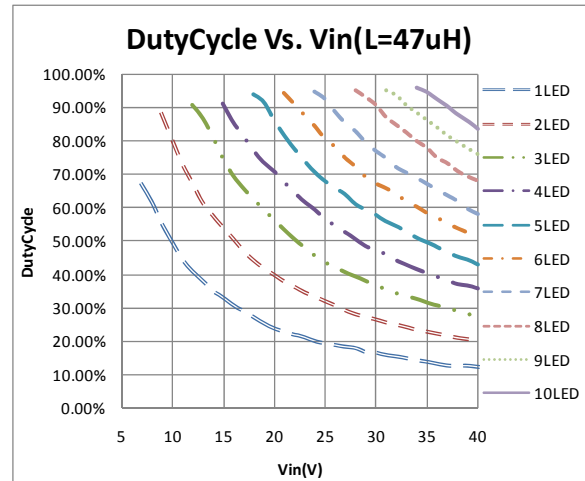
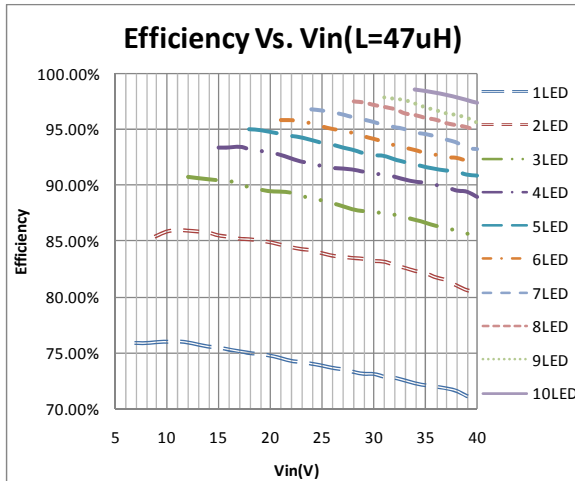
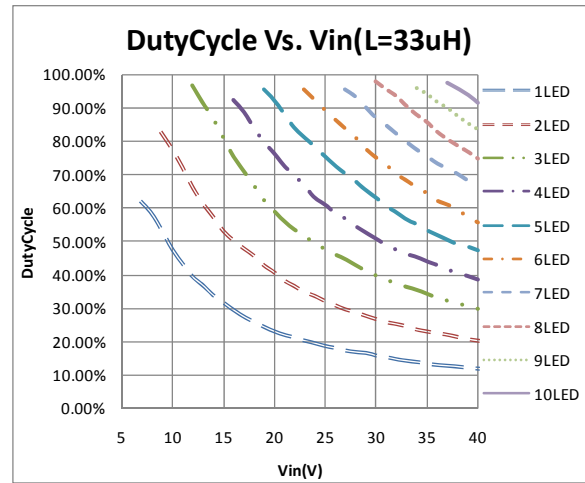
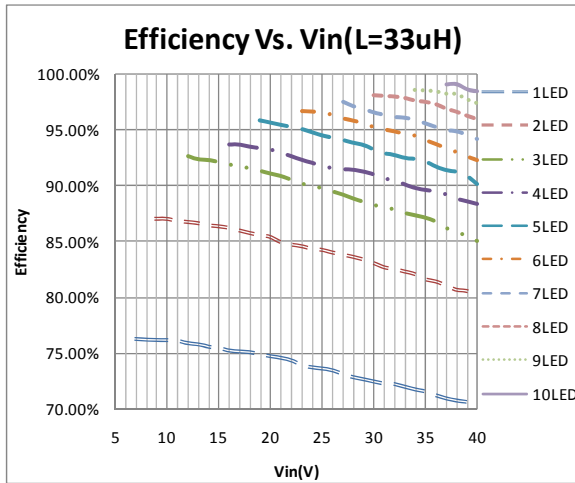
V <sub>REF</sub>	内部基准电压	ADJ 悬空时测量		1.20		V
ΔV <sub>REF</sub> /ΔT	V <sub>REF</sub> 温度系数				50	ppm/°C
V <sub>ADJ</sub>	模拟调光电压范围		0.3		2.5	V
V <sub>ADJoff</sub>	关闭系统时 ADJ 脚电压	V <sub>ADJ</sub> 减小		0.2		V
V <sub>ADJon</sub>	打开系统时 ADJ 脚电压	V <sub>ADJ</sub> 增大		0.25		V
R <sub>ADJ</sub>	ADJ 脚和内部 V <sub>REF</sub> 间电阻		170	200	260	kΩ
I <sub>LXmean</sub>	LX 输入平均电流				1	A
R <sub>LX</sub>	功率开关导通电阻			0.6		Ω
I <sub>LX(leak)</sub>	功率开关漏电流				1	μA
DPWM(LF)	低频 PWM 调光占空比范围	频率小于 500Hz	0.01		1	
	低频 PWM 调光比				100:1	
DPWM(HF)	高频 PWM 调光占空比范围	频率大于 10kHz	0.16		1	
	高频 PWM 调光比				5:1	
T <sub>SS</sub>	软启动时间			800		μs
f <sub>LX</sub>	工作频率	ADJ 悬空, L=33uH 输出电流 1A, 驱动 1 颗正偏电压 3.2V 的 LED		300		kHz
T <sub>ONmin</sub>	功率开关最小打开时间		200			ns
T <sub>OFFmin</sub>	功率开关最小关断时间		200			ns
f <sub>LXmax</sub>	建议最大工作频率				1.1	MHz
DLX	最大工作频率时建议占空比		0.3		0.7	
T <sub>PD</sub>	内部比较器延时			50		Ns
T <sub>SD</sub>	过温保护阈值			165		°C
T <sub>SD-HYS</sub>	过温保护迟滞			30		°C

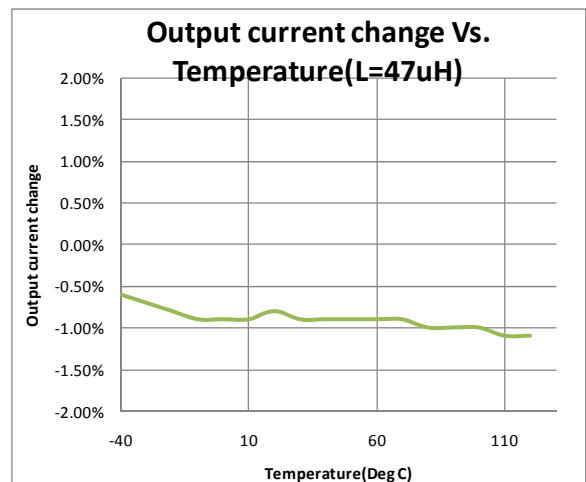
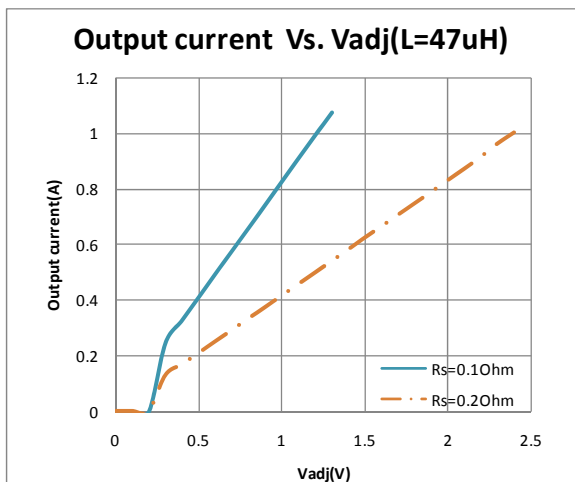
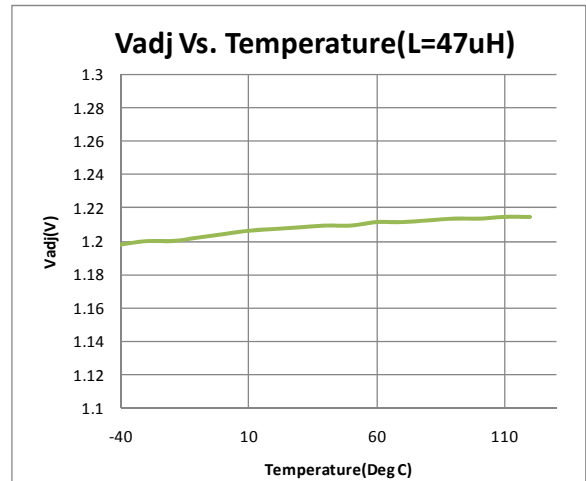
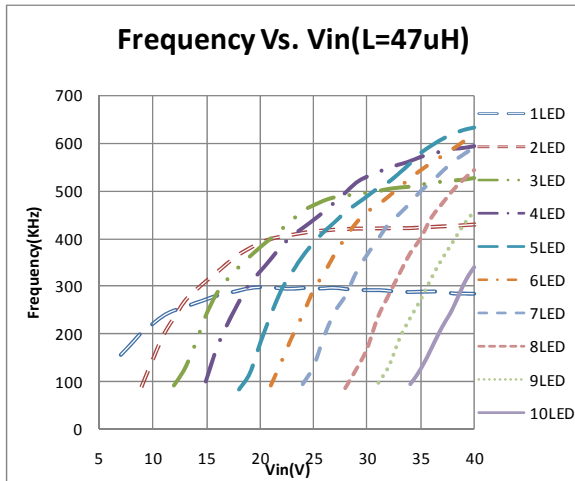
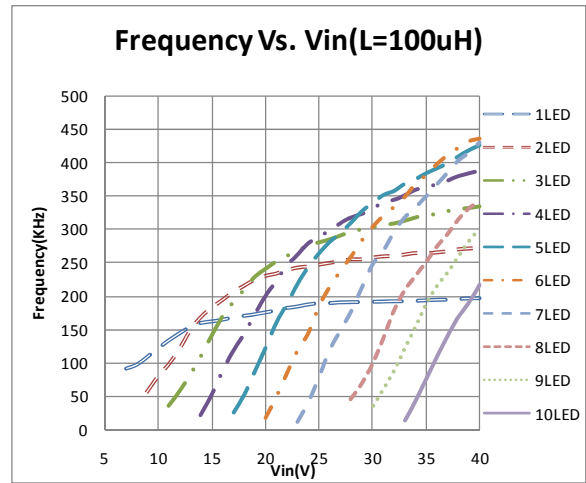
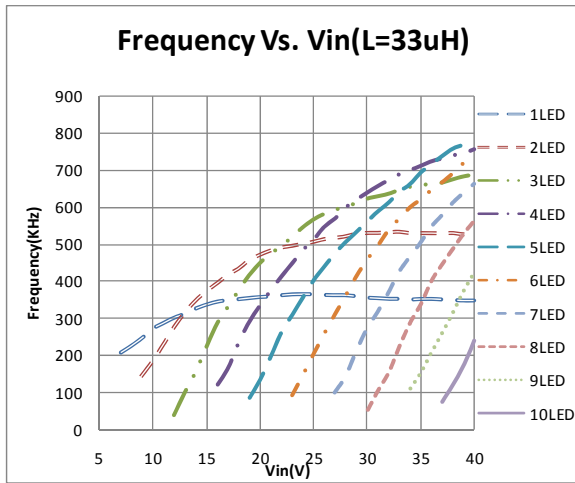
## 内部框图

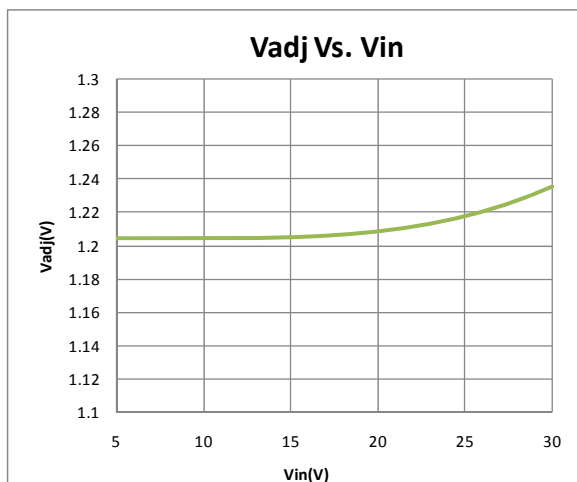


## 典型工作曲线









## 应用说明

通过外部电流采样电阻  $R_s$  设定 LED 平均电流

LED 的平均电流由连接在  $V_{IN}$  和  $I_{SENSE}$  两端的电阻  $R_s$  决定:

$$I_{OUTnom} = 0.1/R_s \text{ [for } R_s > 0.1\text{]}$$

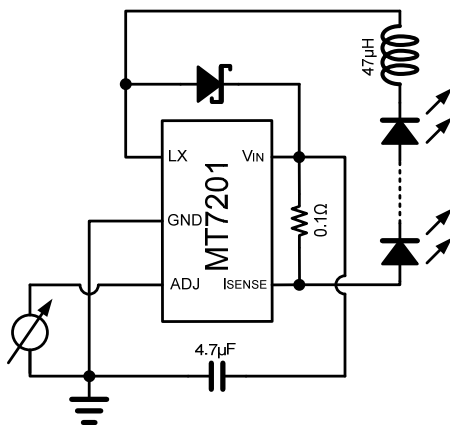
下表给出了输出电流和  $R_s$  关系的一些典型例子:

$R_s(\Omega)$	输出平均电流 (mA)
0.1	1000
0.13	760
0.15	667

以上说明成立的前提是 ADJ 脚悬空, 或者等于内部参考电压  $V_{REF}$

通过直流电压实现模拟调光

ADJ 端可以外加一个直流电压 ( $V_{ADJ}$ ) 调小 LED 输出电流, 最大 LED 输出电流由  $(0.1/R_s)$  设定, 如图所示:



LED 平均输出电流计算公式:

$$I_{OUTdc} = V_{ADJ}/1.2/R_s \text{ [for } 0.3 < V_{ADJ} < 2.5\text{V}]$$

当  $V_{ADJ}=V_{REF}$  时, 输出电流达到 100%亮度, 如果要让  $V_{ADJ}>V_{REF}$ ,  $R_s$  必须相应的增加, 保证输出电流在任何情况下都不能超过 1A 的限制。

通过 PWM 信号实现调光

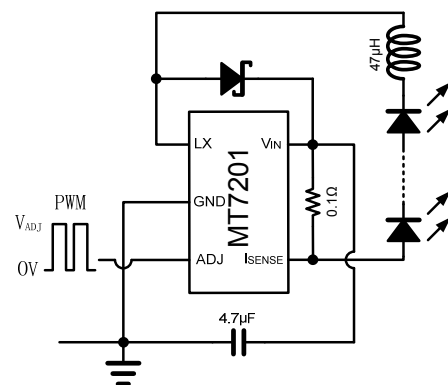
通过 PWM 调光, LED 的输出电流可以从 0%到 100%变化。LED 的亮度是由 PWM 信号的占空比决定的。例如 PWM 信号 25%占空比, LED 的平均电流为  $(0.1/R_s)$  的 25%。建议设置 PWM 调光频率在 100Hz 以上, 以避免人的眼睛可以看到 LED 的闪

烁。PWM 调光比模拟调光的优势在于不改变 LED 的色度。PWM 调光模式可以有三种实现方式:

### 1. 直接用 PWM 信号控制

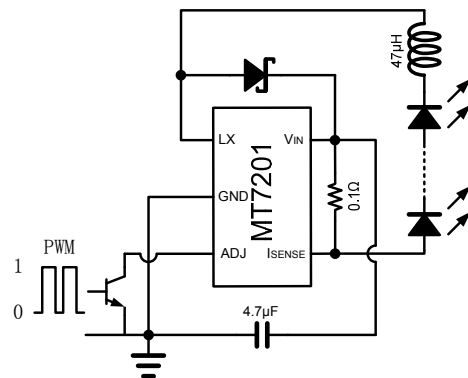
LED 的最大平均电流由连接在  $V_{IN}$  和  $I_{SENSE}$  两端的电阻  $R_s$  决定, 通过在 ADJ 管脚加入可变占空比的 PWM 信号 ( $0\sim 1.2\text{V}$ ) 可以调小输出电流以实现调光, 计算方法如下所示:

$$I_{OUTdc} = 0.1 \cdot D/R_s$$



### 2. 通过开集极/漏极晶体管用 PWM 信号控制

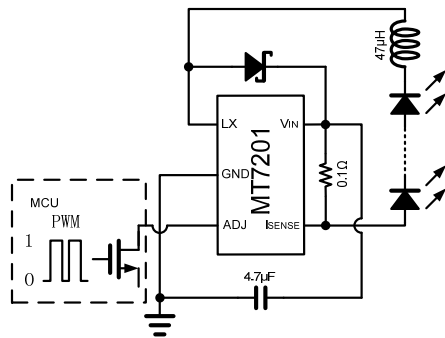
推荐的 PWM 控制方式是通过一个开集/漏极晶体管控制 ADJ 管脚电平, 电路形式如下:



### 3. 用微控制器产生的 PWM 信号控制

用微处理器的开漏输出端产生 PWM 控制信号, 是另一种有效的控制方法, 电路形式如下:





### 关断模式

通过在 ADJ 端接入 0.2V 以下的电压，实现系统关断，通常情况下，系统的静态电流保持在  $50\mu\text{A}$  以下。

### LED 开路保护

如果 LED 开路，电感就会和 LX 失去连接，整个环路就没有电流流过，从而不会造成器件损坏。

### 选取电容

在电源输入必须就近接一个低等效串联电阻 (ESR) 的旁路电容，ESR 越大，效率损失会变大。该旁路电容要能承受较大的峰值电流，并能使电源的输入电流平均，减小对输入电源的冲击。直流输入时，该旁路电容的最小值为  $4.7\mu\text{F}$ ，在交流输入或低电压输入，旁路电容需要  $100\mu\text{F}$  的钽电容或类似电容。该旁路电容尽可能靠近芯片的输入管脚。

为了保证在不同温度和工作电压下的稳定性，建议使用 X5R/X7R 的电容。以下网页查询到相关的参数信息，会对您的选型有所帮助。

[www.murata.com](http://www.murata.com)

### 选取电感

MT7201 推荐使用的电感参数范围为  $27\mu\text{H} \sim 100\mu\text{H}$ 。电感的饱和电流必须要比输出电流高 30% 到 50%。LED 输出电流越小，建议采用的电感值越大。在电流能力满足要求的前提下，希望电感取得大一些，这样恒流的效果会更好一些。电感器在布板时请尽量靠近  $V_{\text{IN}}$  和 LX，以避免寄生电阻所造成的效率损失。

电感值的选取需要考虑到工作占空比以及功率开关的打开、关断时间，保证其满足电气特性表中的要求。

下面的公式可以作为参考：

功率开关打开时间

$$T_{\text{ON}} = \frac{L\Delta I}{V_{\text{IN}} - V_{\text{LED}} - I_{\text{avg}}(R_{\text{S}} + r_{\text{L}} + R_{\text{LX}})}$$

功率开关断开时间

$$T_{\text{OFF}} = \frac{L\Delta I}{V_{\text{D}} + V_{\text{LED}} + I_{\text{avg}}(R_{\text{S}} + r_{\text{L}})}$$

参数说明：

L	电感值 (H)
$r_{\text{L}}$	电感寄生阻抗 ( $\Omega$ )
$I_{\text{avg}}$	LED 平均电流 (A)
$\Delta I$	电感电流峰峰值 (A) {内部设置为 $0.3 \times I_{\text{avg}}$ }
$V_{\text{IN}}$	供电电压 (V)
$V_{\text{LED}}$	总 LED 正偏压降 (V)
$R_{\text{LX}}$	功率开关导通电阻 ( $\Omega$ )
$V_{\text{D}}$	肖特基二极管正偏压降 (V)

### 选取二极管

为了保证最大的效率以及性能，二极管 (D) 应选择快速恢复、低正向压降、低寄生电容、低漏电流的肖特基二极管，电流能力以及耐压视具体的应用而定，但应保持 30% 的余量，有助于稳定可靠的工作。

另外值得注意的一点是应考虑温度高于  $85^{\circ}\text{C}$  时肖特基的反向漏电流。过高的漏电流会导致增加系统的功率耗散。一定要选用低压降的肖特基二极管，以降低自身功率耗散。

### 降低输出纹波

如果需要减少输出电流纹波，一个最有效的方法即在 LED 的两端并联一个电容  $1\mu\text{F}$  的电容可以使输出纹波减少大约  $1/3$ 。适当的增大输出电容可以抑制更多的纹波。需要注意的是输出电容不会影响系统的工作频率和效率，但是会影响系统启动延时以及调光频率。

### 低输入电压下工作注意事项

系统在输入电压低于  $V_{SU}$  时 IC 内部的功率开关管处于关断状态，直到输入电压高于 ( $V_{SU} + 500mV$ ) 系统才会正常启动。但是有一种特殊情况即输入电压虽然高于 ( $V_{SU} + 500mV$ )，但是过于接近输出电压，会导致系统长时间工作在高占空比的状态，特别是低输入电压（比如小于 10V），功率耗散也会增大。在实际应用中，适当的保持输入输出电压的压差是非常必要的。在工作状态下，输入电压降至  $V_{SU}$  以下时，内部开关管会关闭，系统停止输出。需要注意的是输入电压过低通常会导致较多的功率耗散，因而会降低整个系统的效率。

### PCB 布板的注意事项

合理的 PCB 布局 对于最大程度保证系统

稳定性以及低噪声来说很重要。使用多层 PCB 板是避免噪声干扰的一种很有效的办法。为了有效减小电流回路的噪声，输入旁路电容应当另行接地。PCB 铜箔与 MT7201 的散热 PAD 和 GND 的接触面积面积要尽可能大，以利散热。

### LX 端

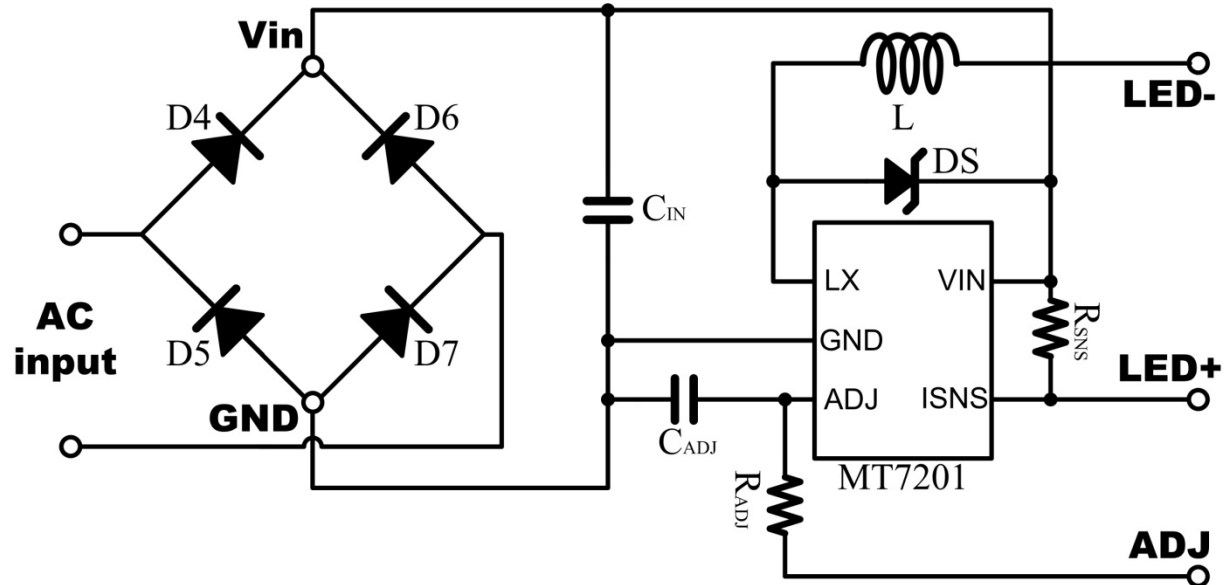
LX 端处在快速开关的节点，所以 PCB 走线应当尽可能的短，另外芯片的 GND 端应保持尽量良好的接地。

### 电感、电流采样电阻

布板中要注意的电感应当距离相应管脚尽可能的近一些，否则会影响整个系统的效率。另外一个需要注意的事项是尽量减小  $R_s$  两端走线引起的寄生电阻，以保证采样电流的准确。

## 测试板

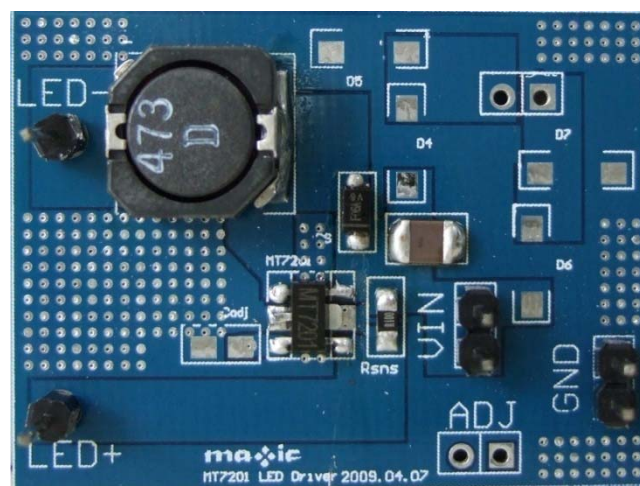
电路图



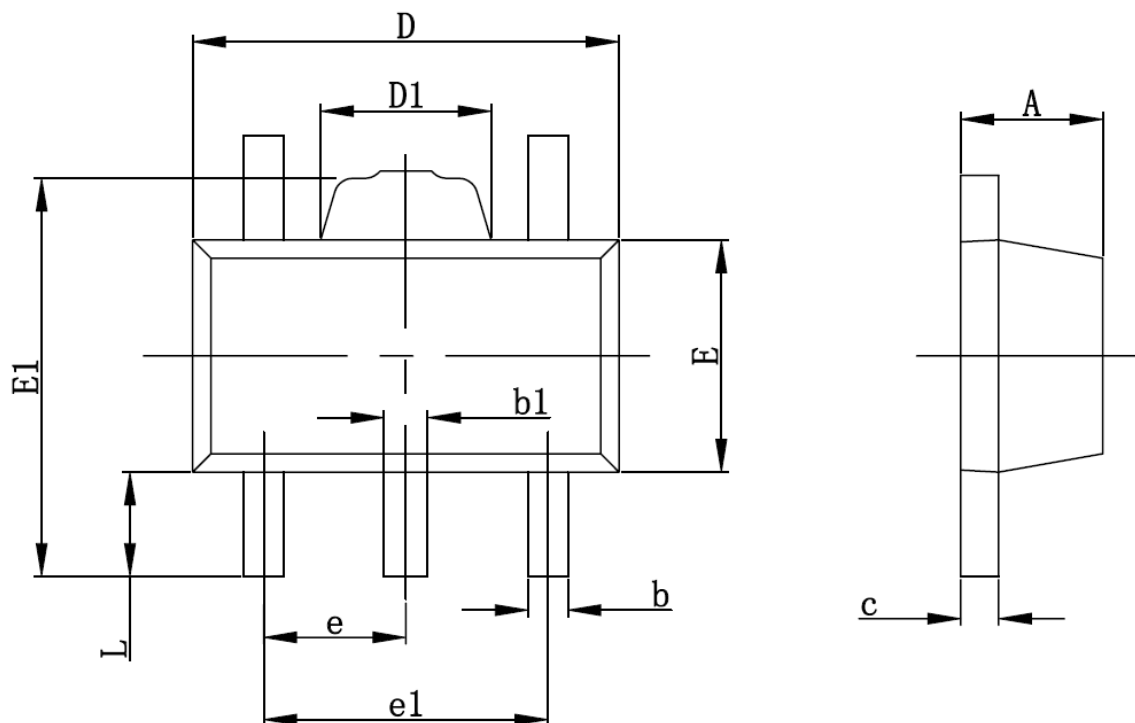
元器件列表

数量	标示	描述	规格
5	D4,D5,D6,D7,DS	大电流肖特基二极管, DFLS240	PowerDI
1	CIN	输入电容, 100uF (AC 供电), 4.7uF (DC 供电)	
1	CADJ	调光电容	0603
1	RADJ	调光电阻	0603
1	L	环路电感, 47uH	
1	RSNS	测流电阻	0603
1	MT7201	MT7201, 1A LED 驱动芯片	SOT89-5

照片



## 封装信息



符号	单位 (mm)		单位 (英寸)	
	最小	最大	最小	最大
A	1.400	1.600	0.055	0.063
b	0.320	0.520	0.013	0.020
b1	0.360	0.560	0.014	0.022
c	0.350	0.440	0.014	0.017
D	4.400	4.600	0.173	0.181
D1	1.400	1.800	0.055	0.071
E	2.300	2.600	0.091	0.102
E1	3.940	4.250	0.155	0.167
e	1.500TYP		0.060TYP	
e1	2.900	3.100	0.114	0.122
L	0.900	1.100	0.035	0.043

美芯晟科技（香港）有限公司 Maxic Technology Corporation (Hong Kong Office)  
香港上环苏杭街 49-51 号建安商业大厦 7-D1

美芯晟科技（北京）有限公司 Maxic Technology Corporation (Beijing Office)  
中国北京市海淀区紫金数码科技园 3 号楼 911 室, 100190  
电话: 86-10-62662828  
传真: 86-10-62662951  
网址: [www.maxictech.com](http://www.maxictech.com)  
邮箱: [sales@maxictech.com](mailto:sales@maxictech.com), [info@maxictech.com](mailto:info@maxictech.com)