

# LM3404

*Application Note 1545 LM3404/LM3404HV Evaluation Board*



Literature Number: ZHCA265



## 引言

LM3404/04HV是一款由降压型调节器衍生出来的受控电流源，是针对驱动一串正向电流达1A的高功率、高亮度LED，如Luxeon™ K2发光管而设计的。当采用LM3404器件时，评估板可接受范围从6V到42V的输入电压。当使用与之管脚兼容的LM3404HV时，输入电压的上限可达75V。为了维持LED串电流为一个恒定值，需要调整转换器的输出电压。LM3404/04HV是个真正的降压型调节器，其输出电压范围可扩展为从200 mV（参考电压）的最低电压 $V_{O(MIN)}$ 到由最小关断时间（典型为300 ns）决定的最高电压 $V_{O(MAX)}$ 。只要串联的二极管串的组合正向电压不超过 $V_{O(MAX)}$ ，器件可使流过以任意数量串联的LED的稳定电流保持不变。

## LM3404的电路性能

设计的LM3404电路和元件清单可接受一个 $24V \pm 10\%$ 的输入电压，为一个正向电压约为3.7V（使用InGaN材料生产的白色、蓝色和绿色LED的典型值）的单个LED提供一个恒定的1.0A电流。在6V到42V的整个输入电压范围内，LED的平均电流 $I_F$ 是 $1.0A \pm 10\%$ ，脉动电流 $\Delta I_F$ 不大于400 mA<sub>P-P</sub>，开关频率为 $450 \text{ kHz} \pm 10\%$ 。

## LM3404HV的电路性能

设计的LM3404HV电路和元件清单可接受一个 $48V \pm 10\%$ 的输入电压，为一个正向电压约为3.7V的单个LED提供一个恒定的1.0A的电流。在6V到75V的整个输入电压范围，LED的平均电流 $I_F$ 是 $1.0A \pm 10\%$ ，脉动电流 $\Delta I_F$ 不大于400 mA<sub>P-P</sub>，开关频率为 $200 \text{ kHz} \pm 10\%$ 。

## LED串的连接

LM3404/04HV评估板有一个6引脚SIP母连接器J1，以及连接LED串的负极和正极的两个标准94mil塔立式连接器。图1显示了J1的引脚定义。能不用焊接且方便地将绝缘剥掉约1厘米的18或20号（线规）的实心导线接到J1上。

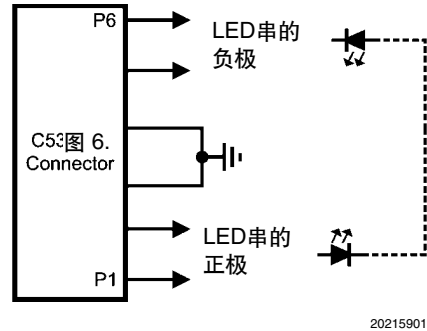


图 1.

20215901

## 设置LED电流

输送到LED串的默认正向电流 $I_{LED}$ 为1.0A，是许多3W LED的典型值。按照如下等式改变电流设定电阻器， $R_{SNS}$ 可以调整这一电流值：

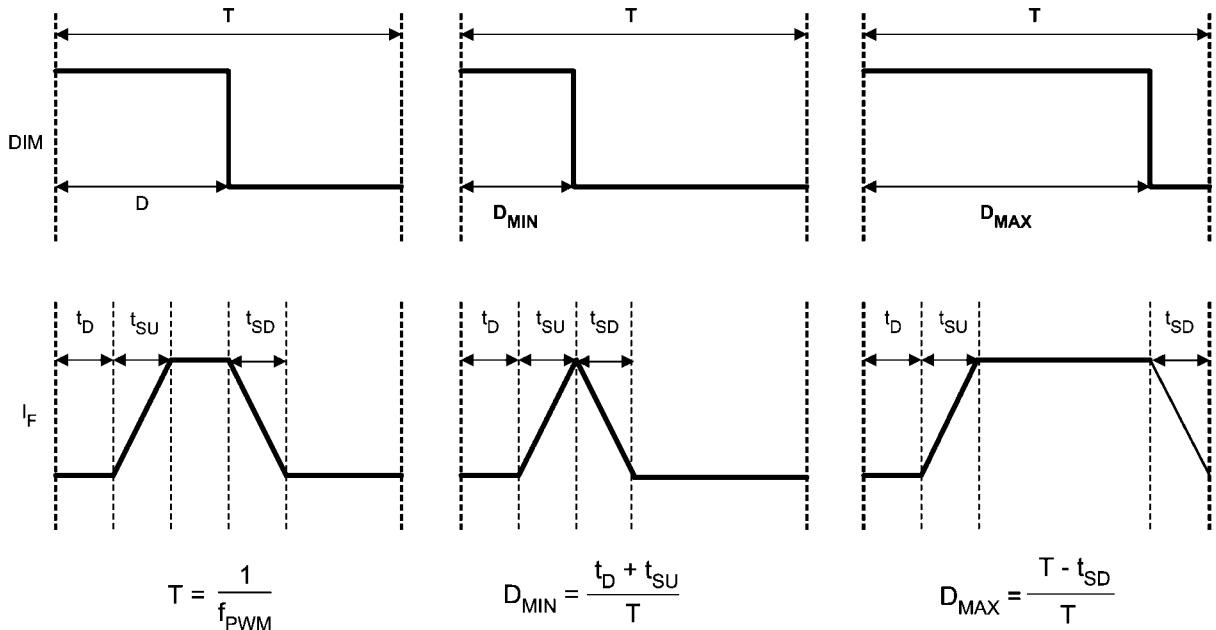
$$R_{SNS} = \frac{0.2 \times L}{I_F \times L + V_O \times t_{SNS} - \frac{V_{IN} - V_O}{2} \times t_{ON}}$$

$$t_{SNS} = 220 \text{ ns}$$

电阻的额定功率应满足LED电流引起的功耗。例如，设定LED电流为1.0A，误差在5%内最接近计算值的电阻器是 $0.22 \Omega$ 。在稳定状态下，这个电阻器的功耗 $(1.0 \times 0.22) = 220 \text{ mW}$ ，这表明一个额定功率为1/4W的电阻器是合适的。

## 用脉冲宽度调制方式调光

在印刷电路板上的DIM1端口提供了一个脉冲宽度调制信号输入点，用来对LED串调光。为了完全启动或禁止LM3404/04HV，脉冲宽度调制（PWM）信号应有0.8V的最高逻辑低电平和2.2V的最低逻辑高电平。图2显示了最大的PWM调光频率、最小PWM占空比和最大PWM占空比。PWM频率应至少比LM3404/04HV的开关频率低一个数量级。间隔 $t_D$ 表示从DIM引脚上的逻辑高开始到开通输出电流的延时。 $t_{SU}$ 和 $t_{SD}$ 的数量分别表示输出电流从零转换到稳态值和从稳态值转换到零所需要的时间。标准LM3404/04HV评估板电路的典型响应时间在典型性能特性一节中说明。



20215902

图 2. PWM调光的限制

**DIM1**引脚的逻辑是正逻辑控制输出的，因此，当**DIM1**为高电平时，LM3404/04HV就送出调整后的输出电流，当**DIM1**为低电平时，就禁止输出电流。连接一个恒定的逻辑低将禁止输出，如果DIM引脚悬空，LM3404/04HV被激活。**DIM1**的功能只是禁止功率MOS场效应管，但电路的所有其它部分保持正常运行，这样可得到最小的转换响应时间。

**DIM2**端口提供第二种PWM调光的方法，是将PWM调光信号接到MOS场效应管选件**Q1**的栅极。注意，**Q1**并没有列入标准的元件清单中，若要使用**DIM2**端口功能，则必须加上**Q1**。**Q1**提供了一个LED电流的并联通路。小型MOS场效应管的开关速度要比LM3404/04HV内部的MOS场效应管快，因此对于更高频率的PWM信号可以提供更快的响应时间拟或更高的分辨率。这种方法的代价是在LED关断时，全部电流都要流过**Q1**，其结果会使效率降低。

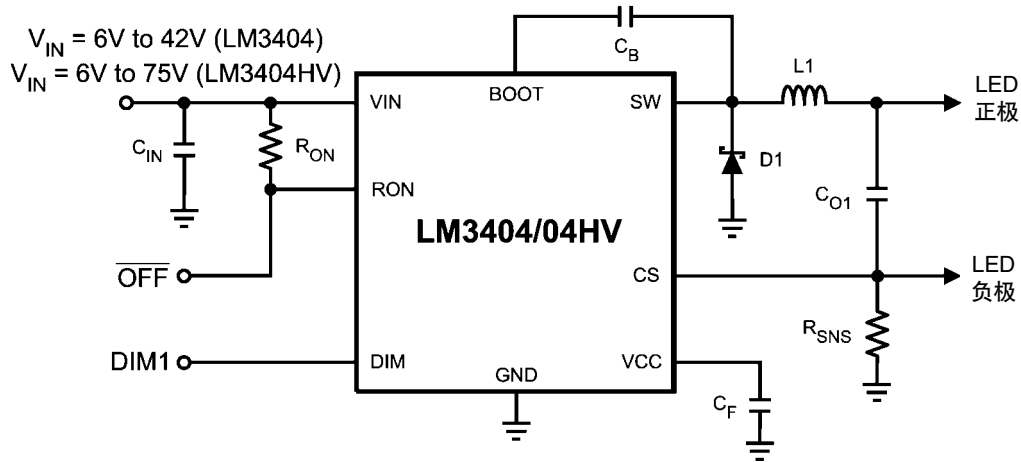
**DIM2**的逻辑是反向的，即**DIM2**为低电平时，LM3404/04HV送出调整后的输出电流，当**DIM2**为高电平时，禁止输出电流。在**DIM2**上加一个恒定的逻辑高将关断LED，但并不停止LM3404/04HV的运行。

## 低功率停机

将**OFF\***端口接地，可使LM3404/04HV进入一个低功率停机状态（典型值为90  $\mu$ A）。在正常操作时，该端口应该为开路。

## 输出开路

将DIM引脚悬空或者接到逻辑高电平，一旦有至少6V的输入电压，LM3404/04HV就会开始工作。在有输入但输出没有联接LED串的情况下，输出电压会升高直到等于输入电压。LM3404电路的输出额定电压为50V，或是100V（LM3404HV），因此芯片不会损坏，但应注意，如果输出电压高于LED串的稳态正向电压时，不要接上LED串。作为选择，可将一个齐纳二极管和一个齐纳二极管限流电阻放在**Z1**和**R<sub>2</sub>**的位置上。在输出偶然开路时，**Z1**就会进入反向偏置，并试图将CS引脚的电压拉到输出电压。一个内部的比较器会监视CS引脚的电压，并且在上述情况下禁止内部MOS场效应管。其结果是一个低功率的打盹模式，这样设计是为了防止输出的过压，以及防止在电感器、内部MOS场效应管和输入电压源上的热应力。



20215904

图 3. 标准原理图

表1.元件清单之一 (LM3404)

元件标识	元件型号	说明	尺寸	参数	数量	制造商
U1	LM3404	LED驱动器	SO-8	42V, 1.0A	1	NSC
L1	SLF10145T- 330M1R6	电感器	10.1 x 10.1 x 4.5mm	33 $\mu$ H, 1.6A, 82m $\Omega$	1	TDK
D1	CMSH2-60M	肖特基二极管	SMA	60V, 2A	1	Central Semi
Cf	VJ0805Y104KXXAT	电容器	0805	100nF 10%	1	Vishay
Cb	VJ0805Y103KXXAT	电容器	0805	10nF 10%	1	Vishay
Cin	C3225X7R1H335M	电容器	1210	3.3 $\mu$ F, 50V	1	TDK
Rsns	ERJ8BQFR22V	电阻器	1206	0.22 $\Omega$ 1%	1	Panasonic
Ron	CRCW08056812F	电阻器	0805	68.1k $\Omega$ 1%	1	Vishay
Rz	CRCW08050R00F	电阻器	0805	0 $\Omega$	1	Vishay
DIM1, DIM2, OFF*	160-1512	端口	0.062"		3	Cambion
GND1, GND2, GND3, VIN, Vo/LED+, CS/LED-	160-1026	端口	0.094"		6	Cambion
J1	535676-5	连接器	定制	6 Pins	1	Tyco/AMP

表 2. 元件清单之二 (LM3404HV)

元件标识	元件型号	说明	尺寸	参数	数量	制造商
U1	LM3404HV	LED驱动器	MSOP-8	75V, 0.5A	1	NSC
L1	SLF12555T-680M1R3	电感器	12.5 x 12.5 x 5.5mm	68 $\mu$ H, 1.3A, 83m $\Omega$	1	TDK
D1	CMSH2-100	肖特基二极管	SMB	100V, 2A	1	Central Semi
Cf	VJ0805Y104KXXAT	电容器	0805	100nF 10%	1	Vishay
Cb	VJ0805Y103KXXAT	电容器	0805	10nF 10%	1	Vishay
Cin	C4532X7R2A225M	电容器	1812	2.2 $\mu$ F, 100V	1	TDK
Co1	C3216X7R2A105M	电感器	1206	1.0 $\mu$ F, 100V	1	TDK
Rsns	ERJ8BQFR22V	电阻器	1206	0.22 $\Omega$ 1%	1	Panasonic
Ron	CRCW08051743F	电阻器	0805	174k $\Omega$ 1%	1	Vishay
Rz	CRCW08050R00F	电阻器	0805	0 $\Omega$	1	Vishay
DIM1, DIM2, OFF*	160-1512	端口	0.062"		3	Cambion
GND1, GND2, GND3, VIN, Vo/LED+, CS/LED-	160-1026	端口	0.094"		6	Cambion
J1	535676-5	连接器	定制	6 Pins	1	Tyco/AMP

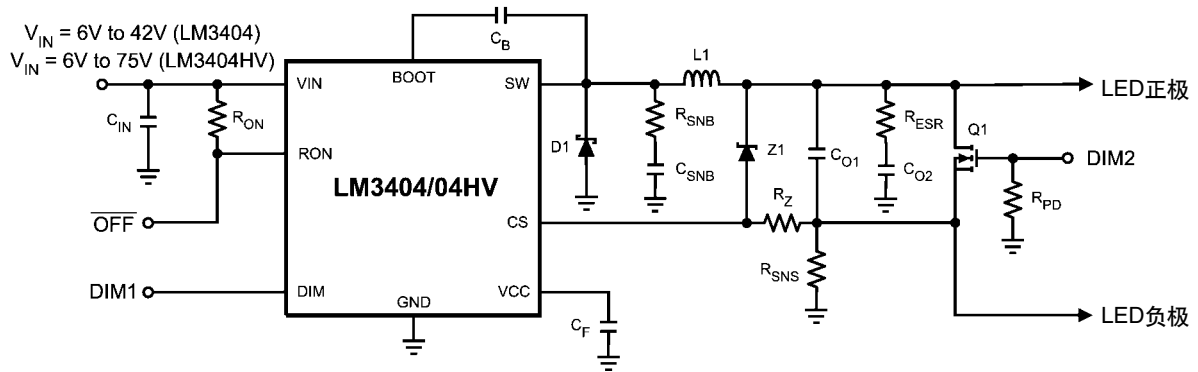
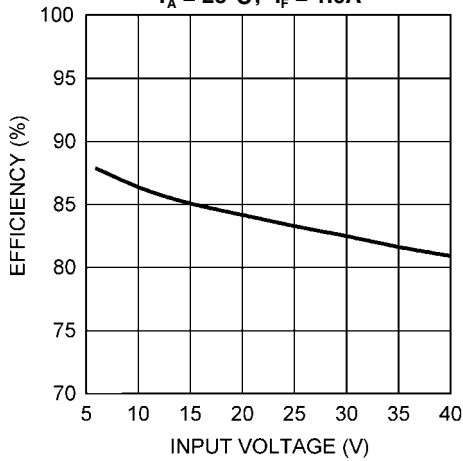


图 4. 完整的评估板电路图

20215905

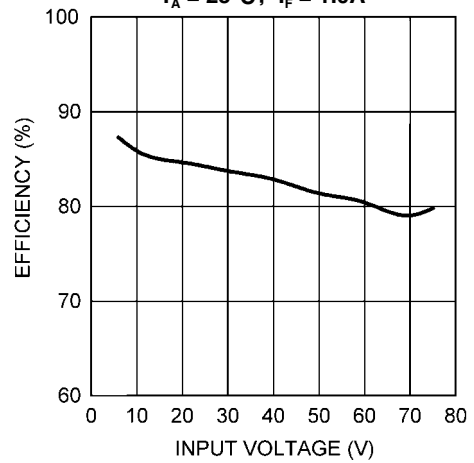
# 典型的性能特性

用表1元件组装的电路效率  
 $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $I_F = 1.0\text{A}$



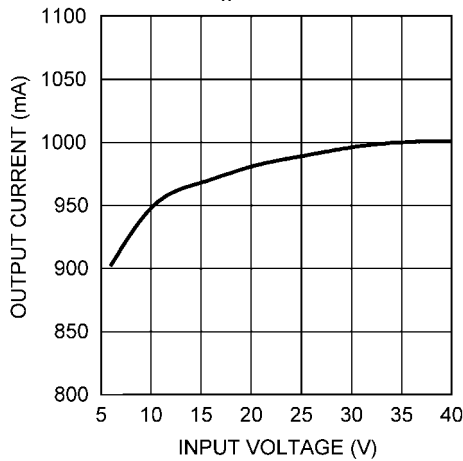
20215908

用表2元件组装的电路效率  
 $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $I_F = 1.0\text{A}$



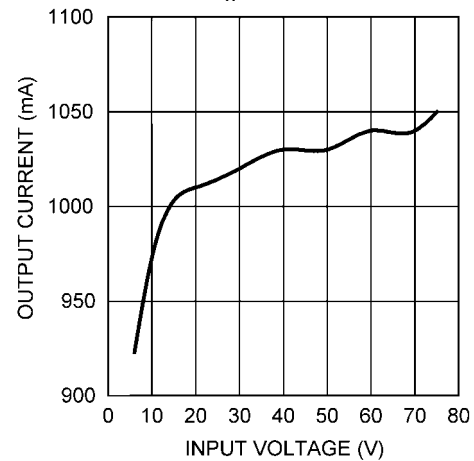
20215909

对应表1电路的 $I_F$ 与 $V_{IN}$ 的关系  
 $T_A = 25^\circ\text{C}$



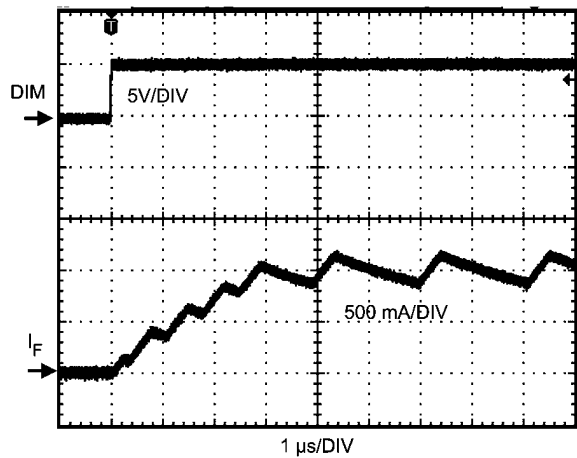
20215910

对应表2电路的 $I_F$ 与 $V_{IN}$ 的关系  
 $T_A = 25^\circ\text{C}$



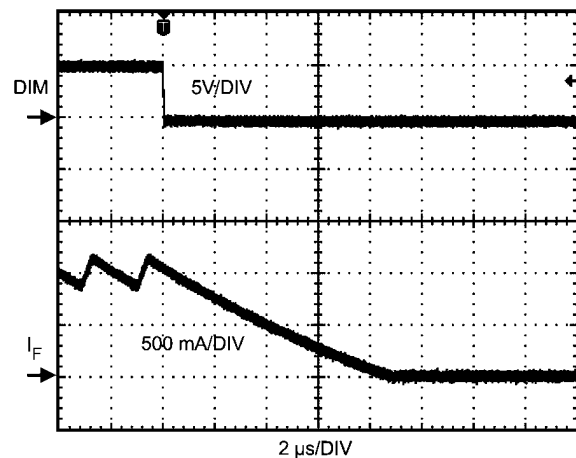
20215911

对应表1电路的DIM引脚启动



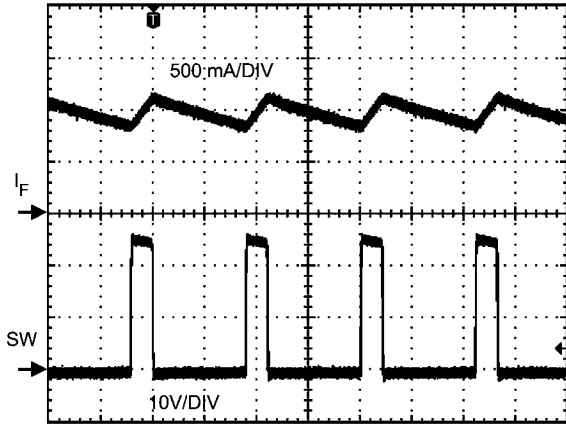
20215912

对应表1电路的DIM引脚禁止



20215913

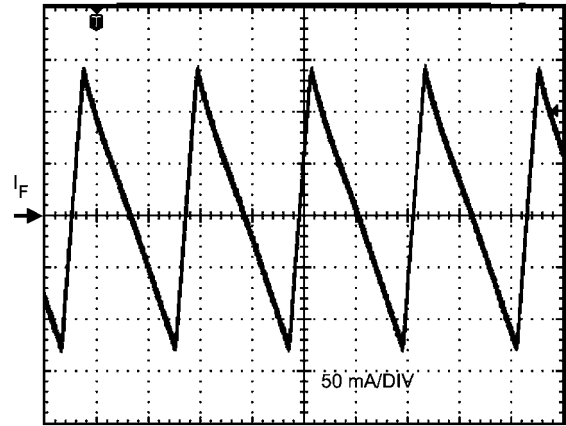
对应表1电路的开关波形



1  $\mu$ s/DIV

20215914

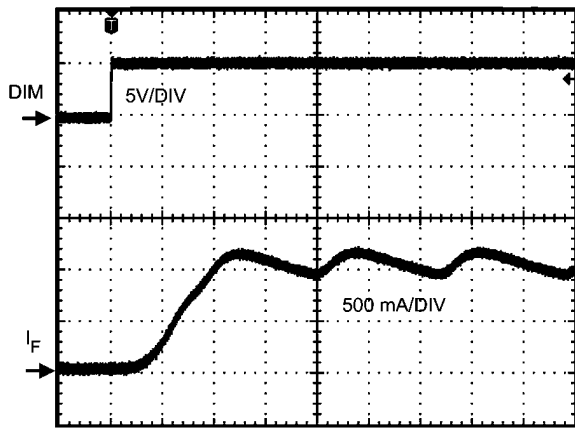
对应表1电路的输出纹波电流



1  $\mu$ s/DIV

20215915

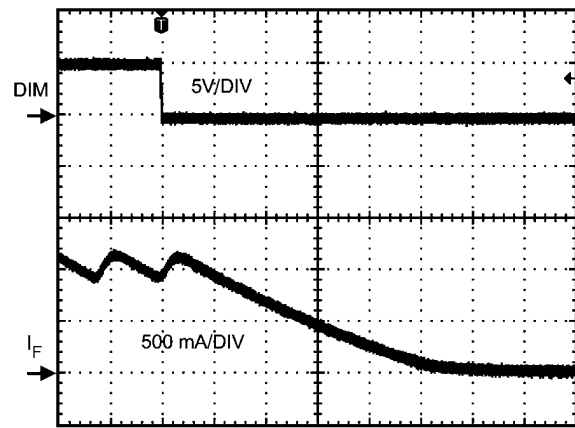
对应表2电路的DIM引脚的启动



2  $\mu$ s/DIV

20215916

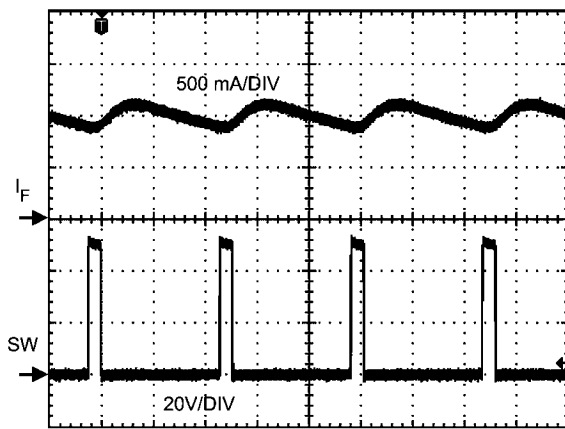
对应表2电路的DIM引脚的禁止



4  $\mu$ s/DIV

20215917

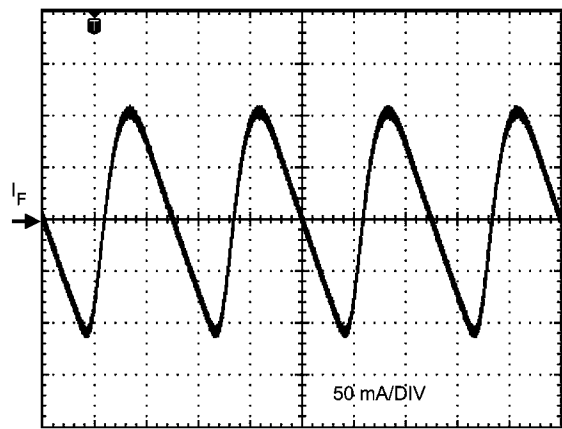
对应表2电路的开关波形



2  $\mu$ s/DIV

20215918

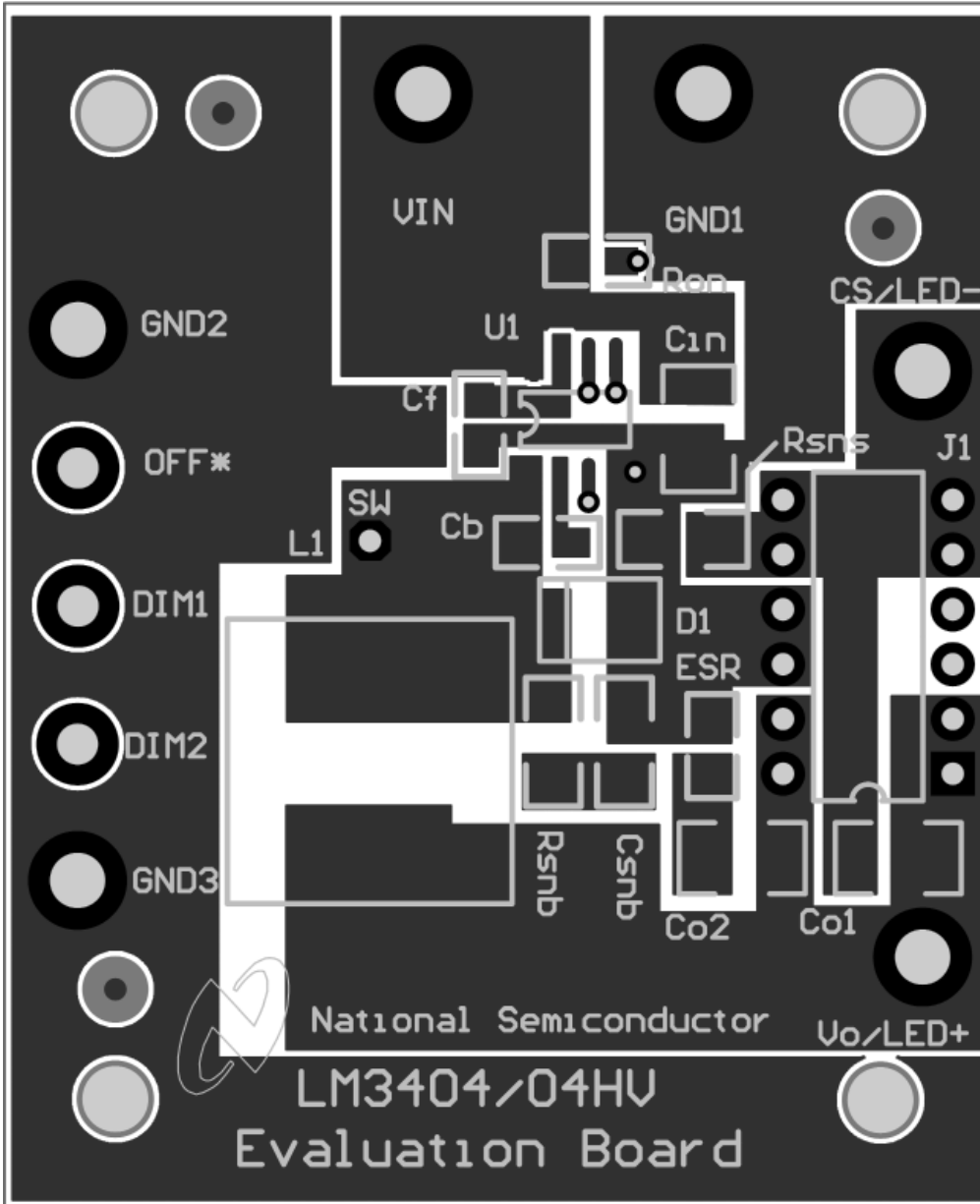
对应表2电路的输出纹波电流



2  $\mu$ s/DIV

20215919

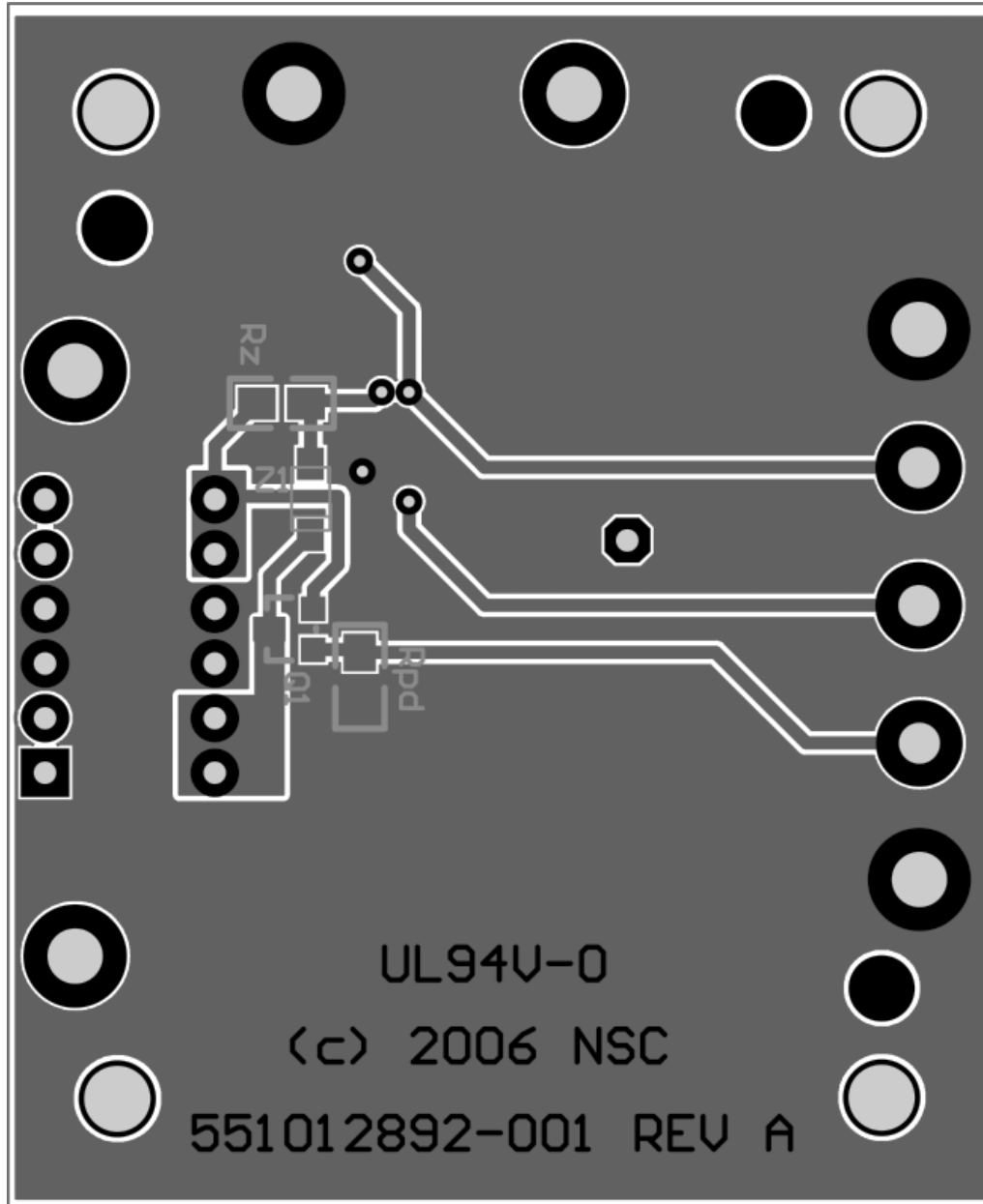
印刷电路板布局图



顶层和顶层视图

20215906





底层和底层视图

20215907

# 注释

## 注释

对于上述任何电路的使用，美国国家半导体公司不承担任何责任且不默示任何电路专利许可。美国国家半导体公司保留随时更改上述电路和规格的权利，恕不另行通知。  
想了解最新的产品信息，请访问我们的网址：[www.national.com](http://www.national.com)。

**生命支持策略**

未经美国国家半导体公司的总裁和首席律师的明确书面审批，不得将美国国家半导体公司的产品作为生命支持设备或系统中的关键部件使用。特此说明：

1. 生命支持设备/系统指：(a) 打算通过外科手术移植到体内的生命支持设备或系统；(b) 支持或维持生命，依照使用说明书正确使用时，有理由认为其失效会造成用户严重伤害。
2. 关键部件是在生命支持设备或系统中，有理由认为其失效会造成生命支持设备/系统失效，或影响生命支持设备/系统的安全性或效力的任何部件。

**禁用物质合规**

美国国家半导体公司制造的产品和使用的包装材料符合《消费产品管理规范（CSP-9-111C2）》以及《相关禁用物质和材料规范（CSP-9-111S2）》的条款，不包含CSP-9-111S2限定的任何“禁用物质”。  
无铅产品符合RoHS指令。



**National Semiconductor**  
Americas Customer  
Support Center  
Email: [new.feedback@nsc.com](mailto:new.feedback@nsc.com)  
Tel: 1-800-272-9959

**National Semiconductor**  
Europe Customer Support Center  
Fax: +49 (0) 180-530 85 86  
Email: [europe.support@nsc.com](mailto:europe.support@nsc.com)  
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208  
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171  
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

**National Semiconductor**  
Asia Pacific Customer  
Support Center  
Email: [ap.support@nsc.com](mailto:ap.support@nsc.com)

**National Semiconductor**  
Japan Customer Support Center  
Fax: 81-3-5639-7507  
Email: [jpn.feedback@nsc.com](mailto:jpn.feedback@nsc.com)  
Tel: 81-3-5639-7560

## 重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下, 随时对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权随时中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的硬件产品的性能符合TI 标准保修的适用规范。仅在TI 保证的范围内, 且TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非政府做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了TI 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的TI 知识产权中授予的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于TI 的产品手册或数据表, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售TI 产品或服务时, 如果存在对产品或服务参数的虚假陈述, 则会失去相关TI 产品或服务的明示或暗示授权, 且这是非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

TI 产品未获得用于关键的安全应用中的授权, 例如生命支持应用(在该类应用中一旦TI 产品故障将预计造成重大的人员伤亡), 除非各方官员已经达成了专门管控此类使用的协议。购买者的购买行为即表示, 他们具备有关其应用安全以及规章衍生所需的所有专业技术和知识, 并且认可和同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由TI 提供, 但他们将独力负责满足在关键安全应用中使用其产品及TI 产品所需的所有法律、法规和安全相关要求。此外, 购买者必须全额赔偿因在此类关键安全应用中使用TI 产品而对TI 及其代表造成的损失。

TI 产品并非设计或专门用于军事/航空应用, 以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品属于“军用”或“增强型塑料”产品。只有TI 指定的军用产品才满足军用规格。购买者认可并同意, 对TI 未指定军用的产品进行军事方面的应用, 风险由购买者单独承担, 并且独力负责在此类相关使用中满足所有法律和法规要求。

TI 产品并非设计或专门用于汽车应用以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品符合ISO/TS 16949 要求。购买者认可并同意, 如果他们在汽车应用中使用任何未被指定的产品, TI 对未能满足应用所需要求不承担任何责任。

可访问以下URL 地址以获取有关其它TI 产品和应用解决方案的信息:

	产品		应用
数字音频	<a href="http://www.ti.com.cn/audio">www.ti.com.cn/audio</a>	通信与电信	<a href="http://www.ti.com.cn/telecom">www.ti.com.cn/telecom</a>
放大器和线性器件	<a href="http://www.ti.com.cn/amplifiers">www.ti.com.cn/amplifiers</a>	计算机及周边	<a href="http://www.ti.com.cn/computer">www.ti.com.cn/computer</a>
数据转换器	<a href="http://www.ti.com.cn/dataconverters">www.ti.com.cn/dataconverters</a>	消费电子	<a href="http://www.ti.com/consumer-apps">www.ti.com/consumer-apps</a>
DLP® 产品	<a href="http://www.dlp.com">www.dlp.com</a>	能源	<a href="http://www.ti.com/energy">www.ti.com/energy</a>
DSP - 数字信号处理器	<a href="http://www.ti.com.cn/dsp">www.ti.com.cn/dsp</a>	工业应用	<a href="http://www.ti.com.cn/industrial">www.ti.com.cn/industrial</a>
时钟和计时器	<a href="http://www.ti.com.cn/clockandtimers">www.ti.com.cn/clockandtimers</a>	医疗电子	<a href="http://www.ti.com.cn/medical">www.ti.com.cn/medical</a>
接口	<a href="http://www.ti.com.cn/interface">www.ti.com.cn/interface</a>	安防应用	<a href="http://www.ti.com.cn/security">www.ti.com.cn/security</a>
逻辑	<a href="http://www.ti.com.cn/logic">www.ti.com.cn/logic</a>	汽车电子	<a href="http://www.ti.com.cn/automotive">www.ti.com.cn/automotive</a>
电源管理	<a href="http://www.ti.com.cn/power">www.ti.com.cn/power</a>	视频和影像	<a href="http://www.ti.com.cn/video">www.ti.com.cn/video</a>
微控制器 (MCU)	<a href="http://www.ti.com.cn/microcontrollers">www.ti.com.cn/microcontrollers</a>		
RFID 系统	<a href="http://www.ti.com.cn/rfidsys">www.ti.com.cn/rfidsys</a>		
OMAP 机动性处理器	<a href="http://www.ti.com/omap">www.ti.com/omap</a>		
无线连通性	<a href="http://www.ti.com.cn/wirelessconnectivity">www.ti.com.cn/wirelessconnectivity</a>		
	德州仪器在线技术支持社区		<a href="http://www.deyisupport.com">www.deyisupport.com</a>

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道 1568 号, 中建大厦 32 楼 邮政编码: 200122  
Copyright © 2011 德州仪器 半导体技术 (上海) 有限公司