

LM3402

Application Note 1500 LM3402/02HV Demo Board



Literature Number: ZHCA240

LM3402/02HV 演示板

美国国家半导体公司
应用注释1500
Chris Richardson
2006年10月



引言

LM3402 / LM3402HV是一款由可控电流源衍生的降压型稳压器，设计该器件来驱动串联的大功率、高亮度发光二极管（HBLEDs）串，例如前馈电流高达500 mA的“Luxeon™ I发射器”模块。当使用LM3402时，电路板可以接受范围在6V至42V的输入电压。当使用引脚兼容的LM3402HV时，输入电压的上限可达到75V。按照需要对转换器的输出电压进行调节，以维持通过LED阵列的恒定电流水平。LM3402/02HV是一款真正的降压型稳压器，其输出电压范围从 $V_{O(MIN)}$ 为200 mV（参考电压）扩展到由最小关断时间（典型值300 ns）决定的 $V_{O(MAX)}$ 。只要LED阵列的组合前馈电压不超过 $V_{O(MAX)}$ ，则电路能保持任意数量的LED中的调节电流不变。

LM3402的电路性能

设计LM3402电路和元件清单的目的是为单个LED提供350 mA的恒定前馈电流，其前馈电压约为3.5V（使用InGaN技术的白光、蓝光和绿光LED的典型值）。当采用 $24V \pm 5\%$ 输入供电时，演示板会维持LED的平均电流 I_F 在 $350 \text{ mA} \pm 10\%$ 范围以内。纹波电流 Δi_F 不会超过70 mA峰峰值。在输入电压6V至42V的范围内，演示板的开关频率为 $600 \text{ kHz} \pm 10\%$ 。

LM3402HV的电路性能

设计LM3402HV电路和元件清单的目的在于为前馈电压约为3.5V的单个LED提供350 mA的恒定前馈电流。当采用 $48V \pm 5\%$ 输入电压供电时，演示板会维持LED的平均电流 I_F 在 $350 \text{ mA} \pm 5\%$ 范围以内。纹波电流将不会超过70 mA峰峰值。在输入电压6V至75V的范围内，演示板的开关频率为 $250 \text{ kHz} \pm 10\%$ 。

LED阵列的连接

LM3402/02HV演示板包含一个6引脚单列排母(SIP)，连接器J1以及两个标准的94密耳直立连接器，用于连接LED阵列的阳极和阴极。图1所示为J1的引脚排列。实心的18或20号标准线采用1厘米的绝缘剥离，使J1的无焊连接更加方便。

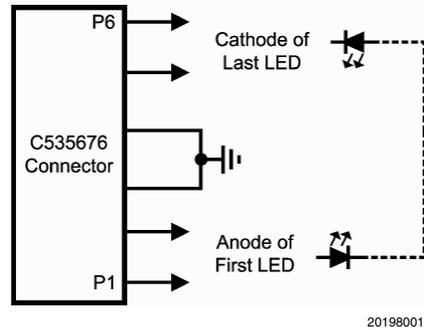


图1.

设定LED电流

默认传送至LED阵列的前馈电流 I_{LED} 为350 mA，其为许多1瓦功率LED的典型值。为了调节该值，电流设定电阻 R_{SNS} 值可以根据下式变化：

$$R_{SNS} = \frac{0.2 \times L}{L \times I_F + V_O \times t_{SNS} - 0.5 \times t_{ON} (V_{IN} \times V_O)}$$

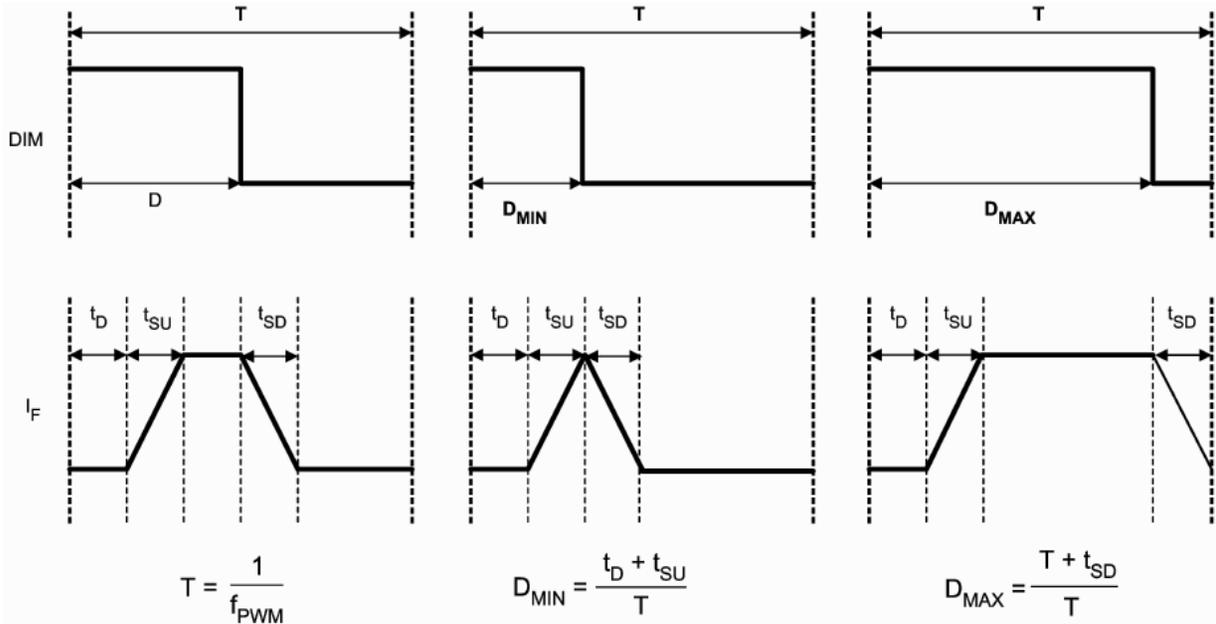
$$t_{SNS} = 220 \text{ ns}$$

为能承受LED电流引起的功耗，应将该电阻功率容量取额定值。例如，为设定350 mA的LED电流，最接近5%容差的电阻为 0.56Ω 。稳定状态下该电阻将消耗 $(0.352 \times 0.56) = 69 \text{ mW}$ ，表明适合采用1/8W额定功耗的电阻。

PWM调光

印刷板上的DIM1端口为脉冲宽度调制(PWM)信号提供输入端，可对LED阵列进行调光。为了对LM3402/02HV进行完全赋能和止能，PWM信号的最大逻辑低电平应为0.8V，最小逻辑高电平为2.2V。最大的PWM调光频率，最小的PWM占空比和最大的占空比如图2所示。PWM频率应至少比LM3402/02HV的开关频率低一个数量级。间隔 t_D 表征从DIM引脚为逻辑高电平至输出电流开始上升的延迟时间。 t_{SU} 和 t_{SD} 的数值分别代表了输出电流开始上升转换到稳态和开始下降转换至零所需要的时间。在典型的性能特性部分会图示标准LM3402和LM3402HV演示板电路的典型响应时间。

PWM调光 (续)



20198002

图2. PWM调光限制

DIM1的逻辑是直接的，因此当**DIM1**端口为高电平时，LM3402/02HV会输出稳定的电流。当**DIM1**处为低电平时，禁止任何电流输出。连接**DIM**到一个固定的逻辑低电平会禁止输出，**DIM**引脚处于开路状态时，对LM3402/02HV进行赋能。**DIM1**功能仅禁止功率NFET，IC内其他电路模块仍然工作，由此可将转换器的响应时间降到最低。

通过连接到可选NFET **Q1**的栅极，**DIM2**为PWM调光提供了第二种方法。注意到在标准元件清单上没有列出**Q1**，所以必须为执行**DIM2**的功能添加**Q1**。**Q1**提供LED电流的分流路径。这种小型NFET的开启和关闭比LM3402/02HV启闭内置的NFET更加迅速，从而为更高频率和/或更高精度的PWM调光信号提供更快的响应时间。该方法所取的折衷就是，当LED关闭时会有满幅电流通过**Q1**，会导致较低的效率。

DIM2的逻辑是反相的，因此当**DIM2**为低电平时，LM3402/02HV会输出稳定的电流。当**DIM2**处为高电平时，则禁止电流输出。将**DIM2**连接一个固定逻辑高电平则关闭LED，但不会关闭LM3402/02HV。

低功率关机

将**OFF**端口接地，从而将LM3402/02HV置于一个低功率关机状态（典型值为90 μ A）。在正常工作期间，该端口应始终保持在开路状态。

输出开路

将**DIM**端口悬浮或者接至逻辑高电平，一旦输入达到6V，LM3402/02HV就开始运作。在输入供电但输出未连接任何LED阵列的情况下，输出电压将会上升到和输入电压相等。电路的额定输出为50V（LM3402）或100V（LM3402HV），此时器件不会受到损坏。然而在稳定状态下，输出电压高于LED阵列的预期前馈电压时，则应当小心，不要连接任何LED阵列。还有一种方法就是，在位置**Z1**和**R_z**处放置齐纳二极管和齐纳限流电阻。在输出**Z1**处的一个意外开路将会使电路进入反向偏置，并迫使**CS**引脚电压上拉至等于输出电压。一个内置的比较器监测**CS**引脚电压，在该情况下会禁止内置的NFET工作。结果是电路进入一个低功率打嗝模式，用以防止输出端的过压以及电感、内置NFET和输入电压源上的热应力。

输出开路 (续)

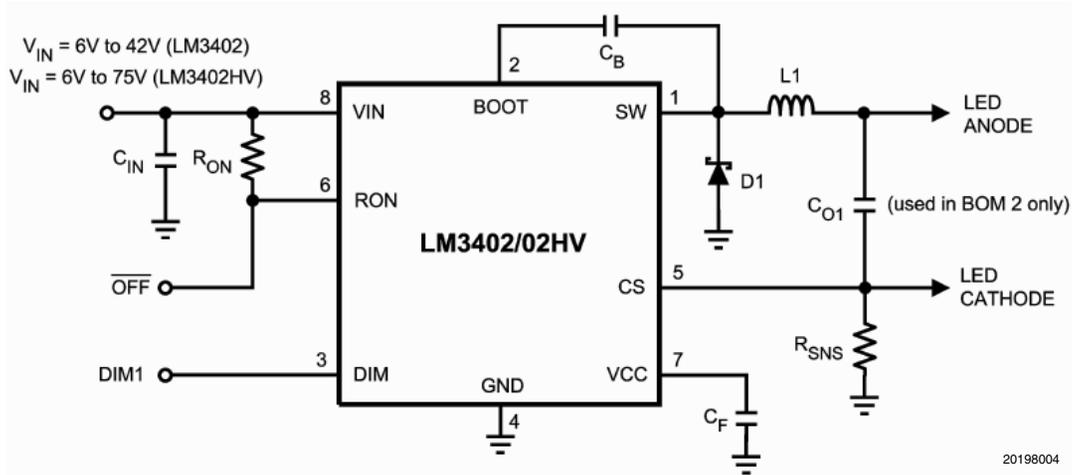


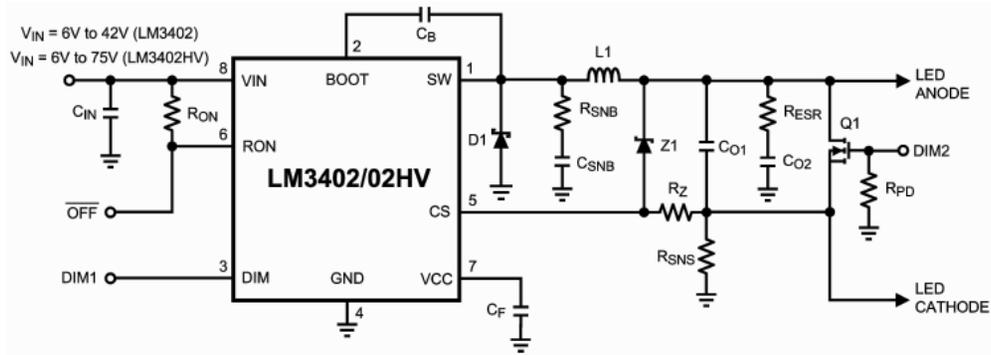
图3. 标准的电路图

表1. 元件清单1 (LM3402)

元件标识	器件型号	类型	尺寸	参数	数量	供应商
U1	LM3402	LED驱动器	MSOP-8	42V, 0.5A	1	美国国家半导体
L1	SLF10145T-101M1R0	电感	10.1 x 10.1 x 4.5mm	100 μ H, 1A, 0.2 Ω	1	TDK
D1	CMSH1-60M	肖特基二极管	SMA	60V, 1A	1	Central Semi
Cf	VJ0805Y104KXXAT	电容	0805	100nF 10%	1	Vishay
Cb	VJ0805Y103KXXAT	电容	0805	10nF 10%	1	Vishay
Cin	C3216X7R1H105M	电容	1206	1 μ F 50V	1	TDK
Rsns	ERJ6BQFR56V	电阻	0805	0.56 Ω 1%	1	Panasonic
Ron	CRCW08054642F	电阻	0805	46.4k Ω 1%	1	Vishay
Rz	CRCW08050R00F	电阻	0805	0 Ω	1	Vishay
DIM1, DIM2	160-1512	镀银端口	0.062"		2	Cambion
GND1, GND2, GND3, VIN, ISNS / C, Vo / A, SW	160-1026	镀银端口	0.094"		7	Cambion
J1	535676-5	连接器	定制	6引脚	1	Tyco/AMP

表2. 元件清单2 (LM3402HV)

元件标识	器件型号	类型	尺寸	参数	数量	供应商
U1	LM3402HV	LED驱动器	MSOP-8	75V, 0.5A	1	美国国家半导体
L1	SLF10145T-151MR79	电感	10.1 x 10.1 x 4.5mm	150 μ H, 0.8A, 0.2 Ω	1	TDK
D1	CMSH1-100M	肖特基二极管	SMA	100V, 1A	1	Central Semi
Cf	VJ0805Y104KXXAT	电容	0805	100nF 10%	1	Vishay
Cb	VJ0805Y103KXXAT	电容	0805	10nF 10%	1	Vishay
Cin	C3225X7R2A105M	电容	1210	1 μ F 100V	1	TDK
Co1	C3216X7R1E225M	电容	1206	2.2 μ F 25V	1	TDK
Rsns	ERJ6BQFR68V	电阻	0805	0.68 Ω 1%	1	Panasonic
Ron	CRCW08051303F	电阻	0805	130k Ω 1%	1	Vishay
Rz	CRCW08050R00F	电阻	0805	0 Ω	1	Vishay
DIM1, DIM2	160-1512	镀银端口	0.062"		2	Cambion
GND1, GND2, GND3, VIN, ISNS / C, Vo / A, SW	160-1026	镀银端口	0.094"		7	Cambion
J1	535676-5	连接器	定制	6引脚	1	Tyco/AMP

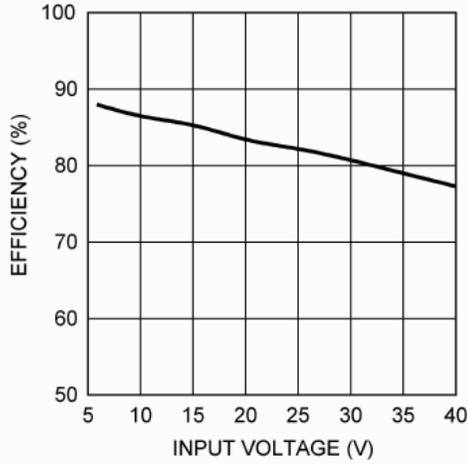


20198005

图4. 完整的评估电路板电路图

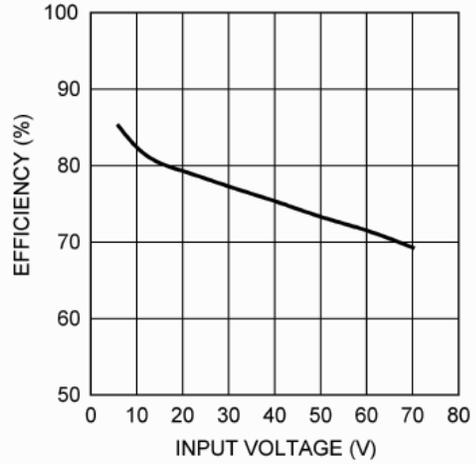
典型的性能特性

表1电路的效率
 $T_A = 25^\circ\text{C}$, $I_F = 350\text{mA}$



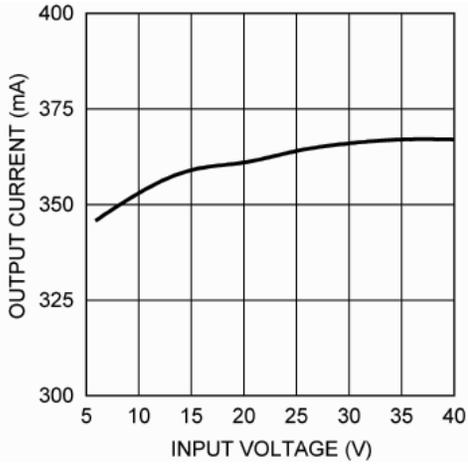
20198008

表2电路的效率
 $T_A = 25^\circ\text{C}$, $I_F = 350\text{mA}$



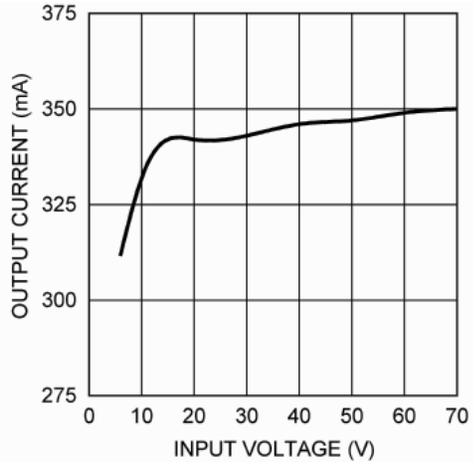
20198009

表1电路中 I_F 和 V_{IN} 之间的关系
 $T_A = 25^\circ\text{C}$



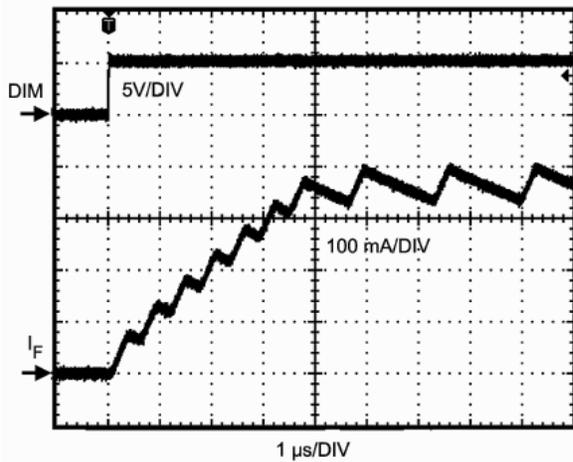
20198010

表2电路中 I_F 和 V_{IN} 之间的关系
 $T_A = 25^\circ\text{C}$



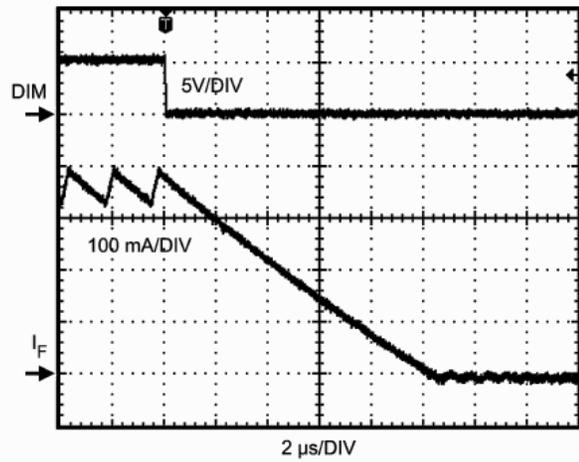
20198011

表1电路的DIM引脚赋能



20198012

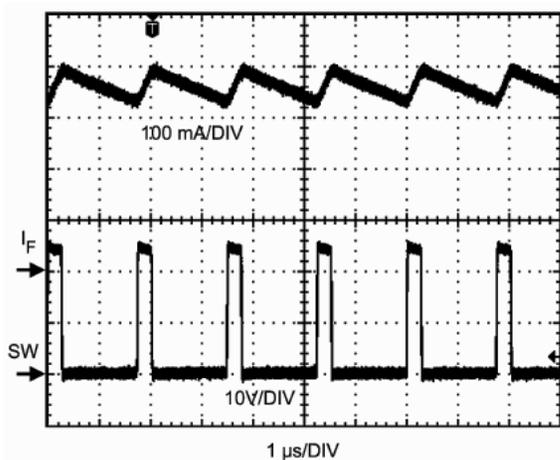
表1电路的DIM引脚止能



20198013

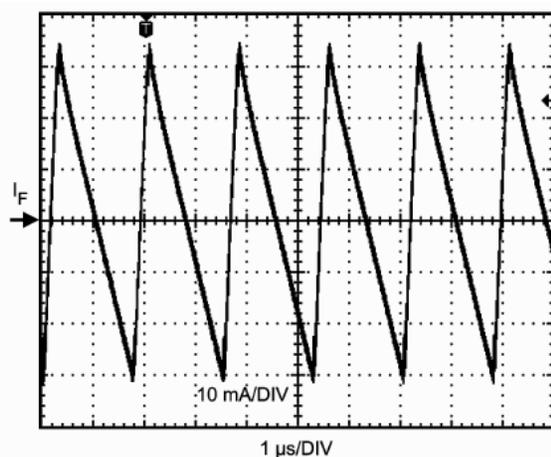
典型的性能特性 (续)

表1电路的开关波形



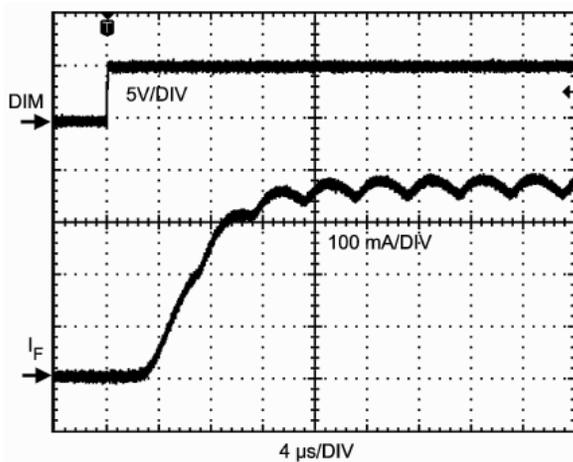
20198014

表1电路的输出纹波电流



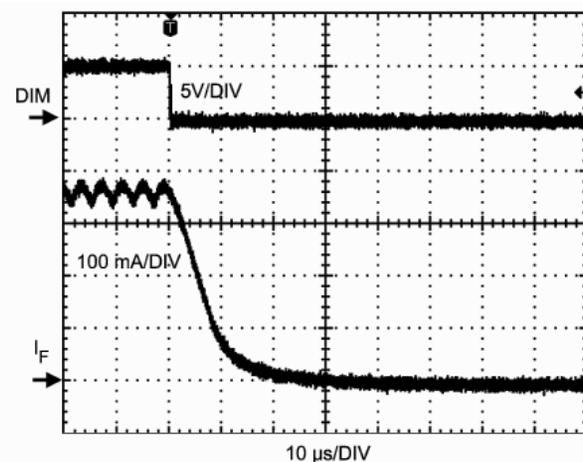
20198015

表2电路的DIM引脚赋能



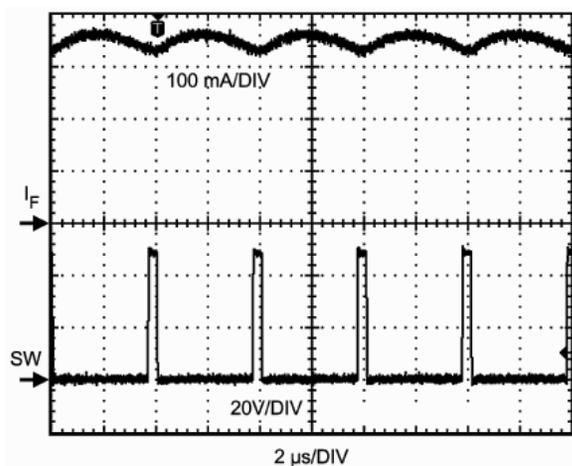
20198016

表2电路的DIM引脚止能



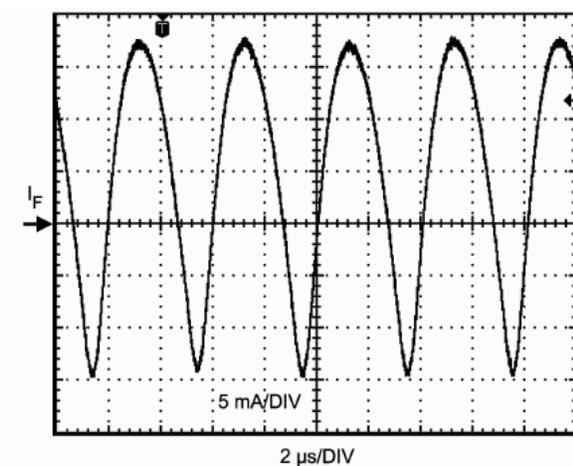
20198017

表2电路的开关波形



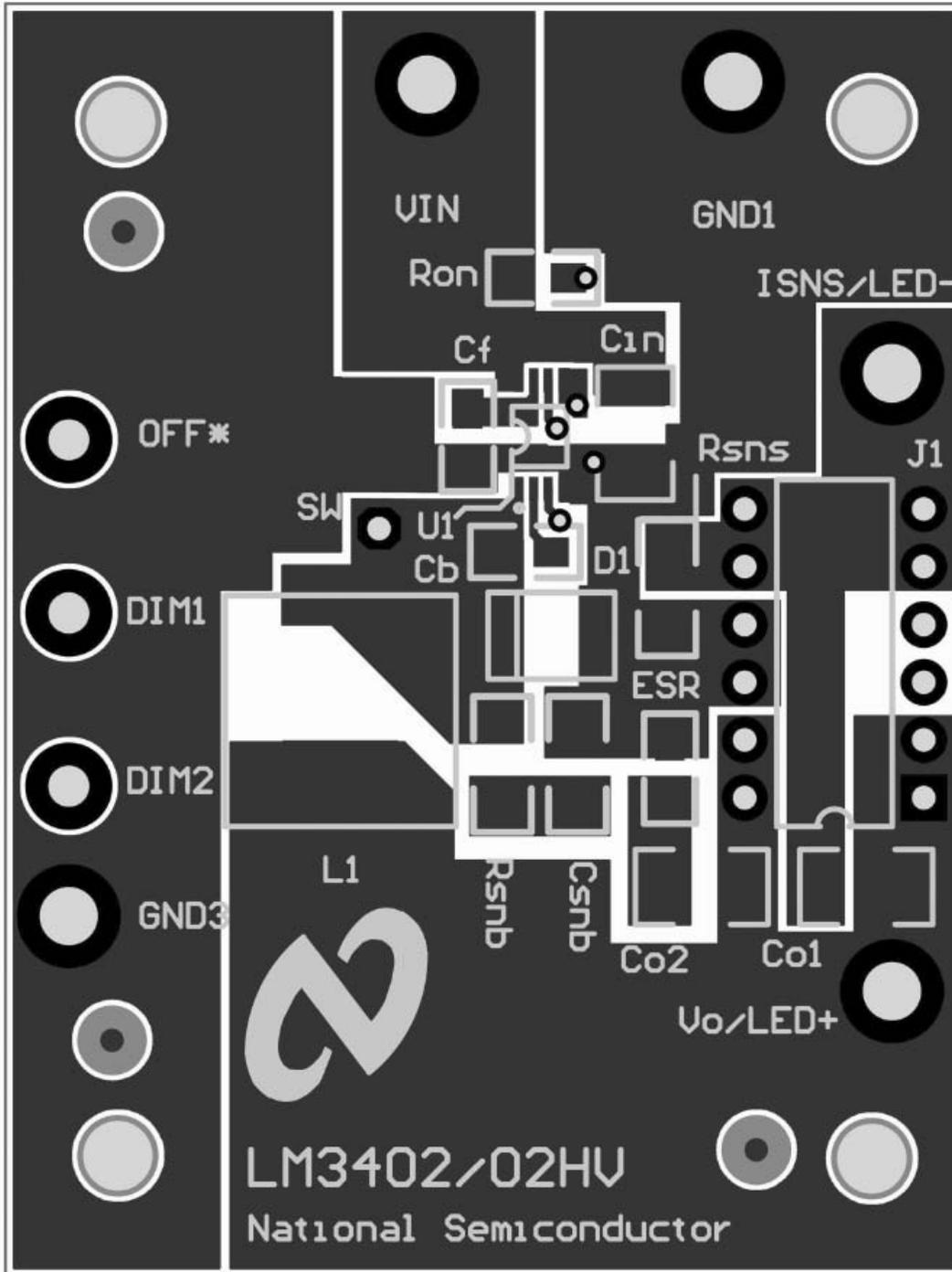
20198018

表2电路的输出纹波电流



20198019

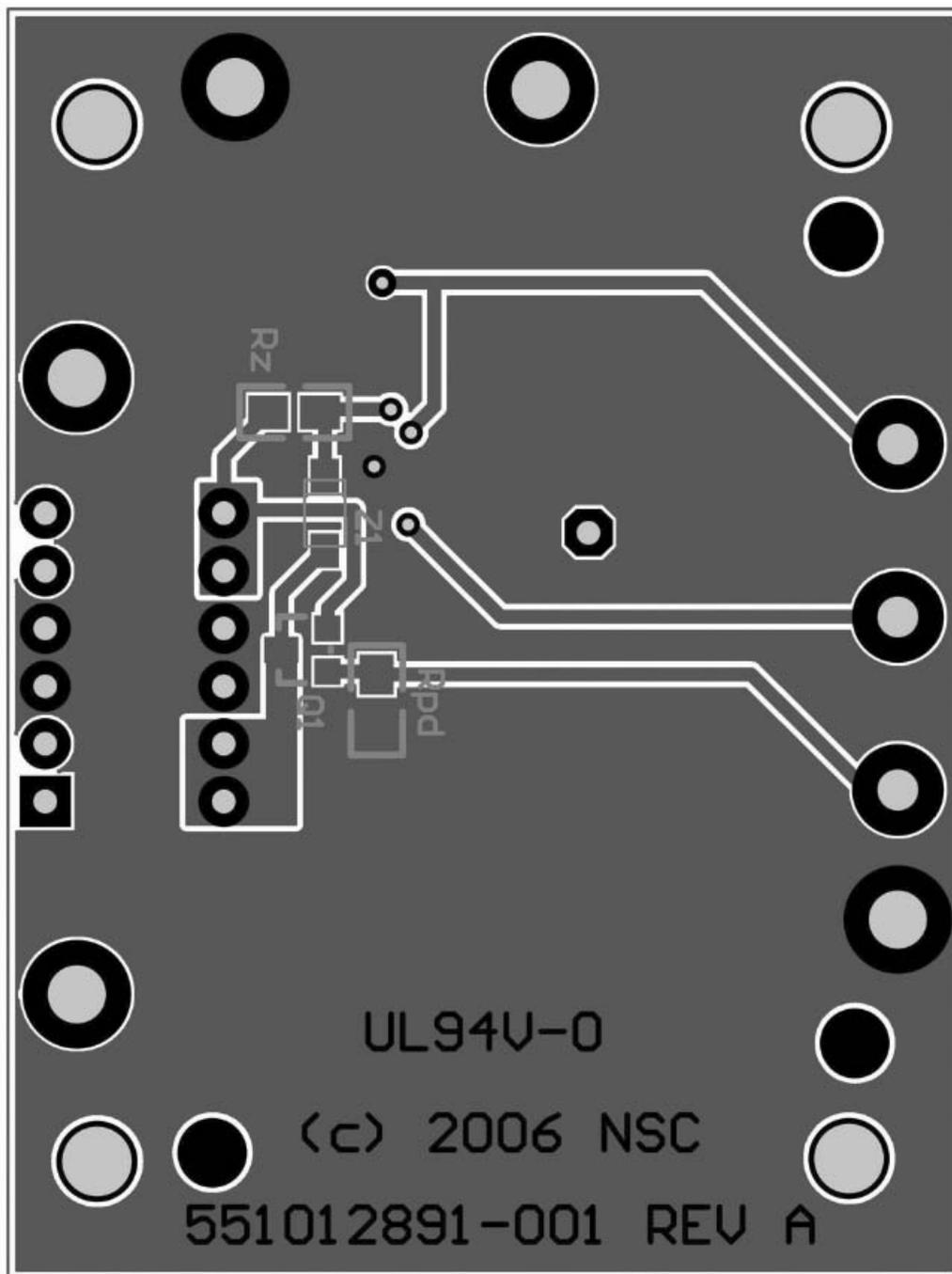
印刷板布局



顶层和顶层覆盖图

20198006

印刷板布局 (续)



底层和底层覆盖图

20198007

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。

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，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
Tel: 1-800-272-9959

**National Semiconductor
Europe Customer Support Center**
Fax: +49 (0) 180-530 85 86
Email: 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

**National Semiconductor
Japan Customer Support Center**
Fax: 81-3-5639-7507
Email: 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	www.ti.com.cn/audio	通信与电信	www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/amplifiers	计算机及周边	www.ti.com.cn/computer
数据转换器	www.ti.com.cn/dataconverters	消费电子	www.ti.com/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com	能源	www.ti.com/energy
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/dsp	工业应用	www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/clockandtimers	医疗电子	www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/interface	安防应用	www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/logic	汽车电子	www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/power	视频和影像	www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	www.ti.com.cn/microcontrollers		
RFID 系统	www.ti.com.cn/rfidsys		
OMAP 机动性处理器	www.ti.com/omap		
无线连通性	www.ti.com.cn/wirelessconnectivity		
	德州仪器在线技术支持社区		www.deyisupport.com

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