

用于CCD偏置的 升压和负输出 DC/DC转换器

特点

- 从单节锂离子电池生成 15V/20mA、-8V/50mA 输出
- 内部肖特基二极管
- V_{IN} 范围：2.2V 至 16V
- 高达 $\pm 34V$ 的输出电压
- 可采用电容器来对软起动功能进行编程
- 排序：正输出可在负输出开始之前达到终值的 88%
- 只需采用一个电阻器即可设置输出电压
- 恒定开关频率确保了低噪声输出
- 采用 10 引脚 (3mm $\times$ 3mm) DFN 封装

应用

- CCD 偏置
- TFT LCD 偏置
- OLED 偏置
- 用于运算放大器的正负电源轨生成

LT、LTC 和 LT 是凌特公司的注册商标。

描述

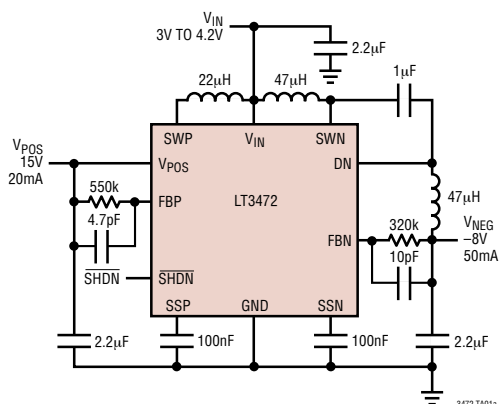
LT[®]3472 双通道开关稳压器可生成用于对 CCD 成像器进行偏置的正输出和负输出。该器件可在采用单节锂离子电池的情况下产生 -8V/50mA 和 15V/20mA，从而能够为众多常见的 CCD 成像器提供偏置。开关频率为 1.1MHz 的 LT3472 采用纤巧、扁平的电容器和电感器，并产生了易于滤除的低噪声输出。肖特基二极管是内置的，而且每个通道的输出电压是采用一个电阻器来设定的，从而减少了外部元件的数目。整个解决方案的高度不足 1mm，占板面积仅为 50mm²。

在正通道达到其终值的 88% 之前，内部排序电路将使负通道失效，因而可确保两个输出之和始终为正值。每个输出都采用了独立的软起动电容器，这就使得能够对每个输出的斜坡上升进行独立控制。

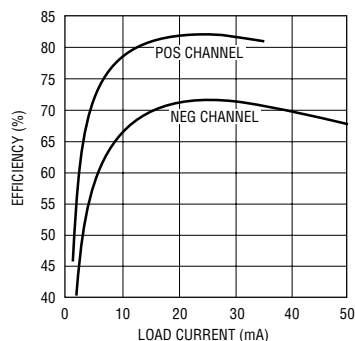
LT3472 采用扁平（高度为 0.75mm）10 引脚 3mm $\times$ 3mm DFN 封装。

典型应用

锂离子电池 CCD 偏置电源



转换效率



3472 TA01a

绝对最大额定值 (注1)

V_{IN} , $\overline{SHDN}$ 电压	16V
SWP, SWN, V_{POS} 电压	36V
DN 电压	-36V
FBP, FBN, SSP, SSN 电压	10V
最大结温	125°C
工作温度范围	
扩展商用	-40°C 至 85°C
贮存温度范围	-65°C 至 125°C

封装 / 订购信息

TOP VIEW DD PACKAGE 10-LEAD (3mm × 3mm) PLASTIC DFN $T_{JMAX} = 125^{\circ}\text{C}$, $\theta_{JA} = 43^{\circ}\text{C/W}$, $\theta_{JC} = 3^{\circ}\text{C/W}$ EXPOSED PAD IS GND (PIN 11) MUST BE SOLDERED TO PCB	产品型号
	LT3472EDD
	DFN 器件标记
	LBGC

对于规定工作温度范围更宽的器件，请咨询凌特公司。

电特性 凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。 $V_{IN} = 3\text{V}$ ， $\overline{SHDN} = 3\text{V}$ ，除非特别注明。

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
最小工作电压		2.2			V
最大工作电压				16	V
电源电流	$\overline{SHDN} = 3\text{V}$ ，不进行开关操作 $\overline{SHDN} = 0\text{V}$		2.8 0.1	1	 mA μA
$\overline{SHDN}$ 电压为高电平		●	0.8		V
$\overline{SHDN}$ 电压为低电平		●		0.3	V
$\overline{SHDN}$ 引脚偏置电流	$\overline{SHDN} = 3\text{V}$		35		μA
正反馈电压		●	1.2	1.25 1.3	V
负反馈电压		●	-5	0 5	mV
正反馈电压调节			0.01		%/V
负反馈电压调节			0.008		mV/V
FBP 电流	$FBP = V_{FBP}$	●	24.5	25 25.3	μA
FBN 电流	$FBN = V_{FBN}$	●	24.5	25 25.3	μA
FBP 至起动负通道			1.02	1.1 1.18	V
开关频率			0.9	1.1 1.4	MHz
最大占空比 (两个通道)		●	88	92	%
正通道开关电流限值		●	250	350	mA
负通道开关电流限值		●	300	400	mA
正通道开关 V_{CESAT}	$I_{SWP} = 200\text{mA}$			245	mV
负通道开关 V_{CESAT}	$I_{SWN} = 200\text{mA}$			400	mV
开关漏电流 (两个通道)	$V_{SW} = 5\text{V}$		0.01	5	μA
肖特基二极管 DP 正向压降	$I_{DP} = 150\text{mA}$		700	950	mV
肖特基二极管 DN 正向压降	$I_{DN} = 150\text{mA}$		750	1000	mV
肖特基二极管漏电流 (两个通道)	$V_R = 36\text{V}$			4	μA

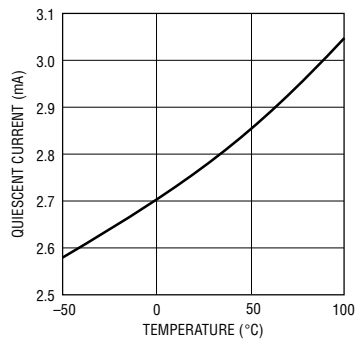
注 1：绝对最大额定值是指超过该值则器件的寿命可能受损。

注 2：LT3472E 在 0°C 至 70°C 的范围内保证能够满足性能规格的

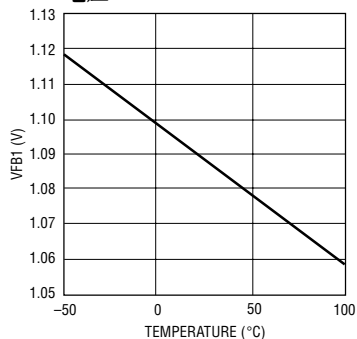
要求。在 -40°C 至 85°C 工作环境温度范围内的指标通过设计、特性分析和统计过程控制中的相关性来保证。

典型性能特征

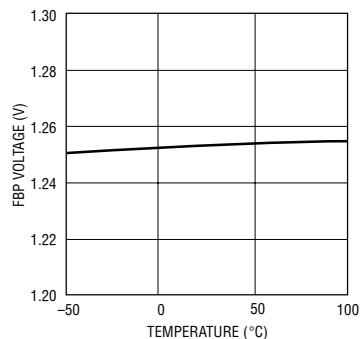
静态电流



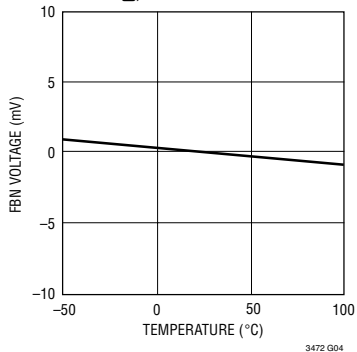
用于开启负输出的最小 FBP 电压



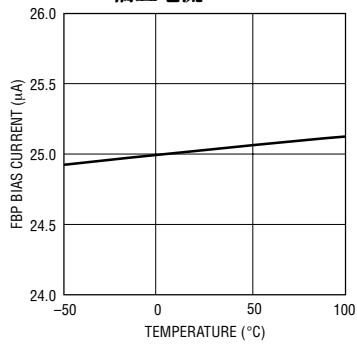
FBP 电压



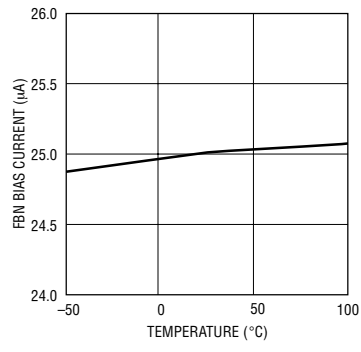
FBN 电压



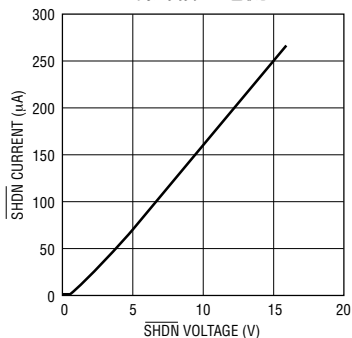
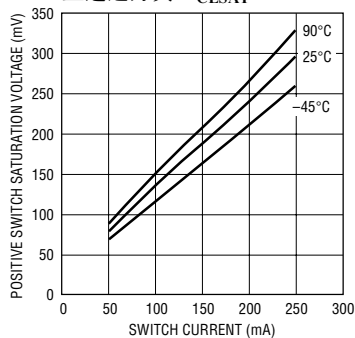
FBP 偏置电流



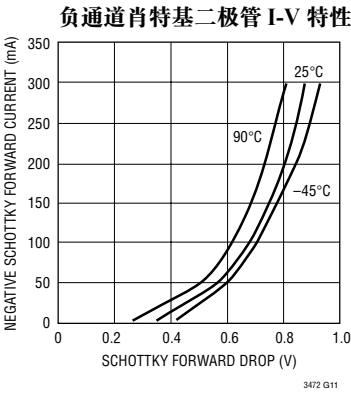
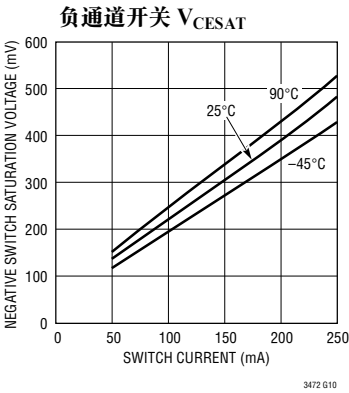
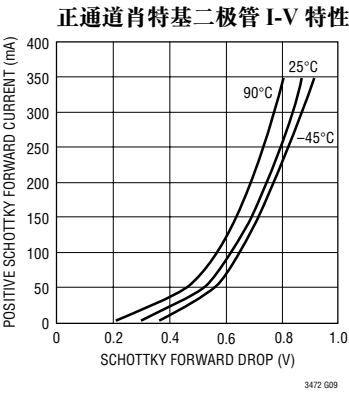
FBN 偏置电流



SHDN 引脚偏置电流

正通道开关 V_{CESAT} 

典型性能特征



引脚功能

SWP (引脚 1) : 用于正 (升压) 通道的开关引脚。将升压电感器连接于此。

V_{IN} (引脚 2) : 输入电源引脚。必须采用一个 X5R 或 X7R 型陶瓷电容器对该引脚进行本机旁路。

SHDN (引脚 3) : 停机引脚。把该引脚与 0.8V 或更高的电压相连将使能器件，而把该引脚连接至 0.3V 或更低的电压将使器件失效。

SWN (引脚 4) : 用于负 (负输出转换器) 通道的开关引脚。将负输出转换器输入电感器和浮动电容器连接于此。

DN (引脚 5) : 用于负输出转换器的内部肖特基二极管的正极。将负输出转换器输出电感器和浮动电容器连接于此。

FBN (引脚 6) : 用于负输出转换器的反馈引脚。将反馈电阻器 R2 连接在该引脚与 V_{O2} 之间。根据 $V_{O2} = 1.25 \cdot R2 / 50k$ 来选择 R2 的阻值。当处于调节状态时，该引脚的电压 = 0V。

SSN (引脚 7) : 用于负输出转换器的软启动引脚。在该引脚上连接一个电容器以实现软启动。如需实现快速启动，则应将该引脚置于开路状态。在内部将该引脚与一个 50k 电阻器连接至 1.25V。

FBP (引脚 8) : 用于升压的反馈引脚。将升压反馈电阻器 R1 连接在该引脚和 V_{O1} 之间。根据 $V_{O1} = 1.25 \cdot (1 + R1 / 50k)$ 来选择 R1 的阻值。当处于调节状态时，该引脚的电压 = 1.25V。

SSP (引脚 9) : 用于升压的软启动引脚。在该引脚上连接一个电容器以实现软启动。如需实现快速启动，则应将该引脚置于开路状态。在内部将该引脚与一个 50k 电阻器连接至 1.25V。

V_{POS} (引脚 10) : 用于升压的输出引脚。将升压输出电容器连接于此。

GND (裸露衬垫) (引脚 11) : 接地引脚。通过封装下方的多个通孔将该引脚直接连接至地平面，以实现最佳的热性能。

方框图

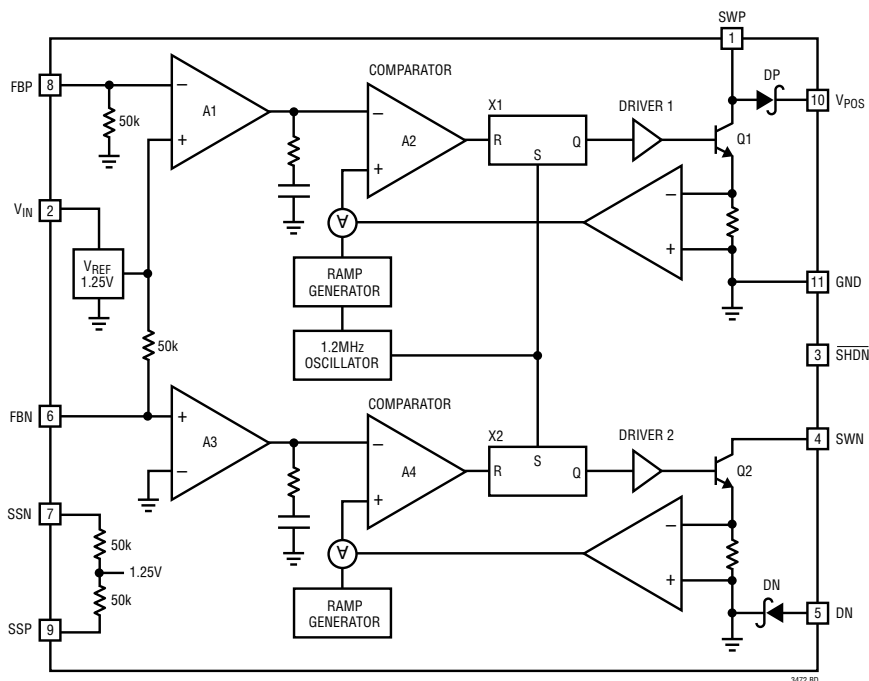


图 1 : LT3472 方框图

应用信息

工作原理

LT3472 采用一种恒定频率、电流模式控制电路，旨在提供卓越的电压和负载调节性能。通过参阅图1中的方框图可以对该器件的工作原理有一个最佳的了解。在每个振荡器周期的初始端，SR 锁存器 X1 被设定，这将接通电源开关 Q1。一个与开关电流成比例的电压被加至一个稳定斜坡信号之上，最终的和被馈入 PWM 比较器 A2 的正端。当该电压超过 A2 负输入端上的电平时，SR 锁存器 X1 被复位，从而将电源开关 Q1 关断。A2 负输入端上的电平由误差放大器 A1 来设定，而且就是反馈电压与 1.25V 基准电压之间压差的一个放大版本。误差放大器以此方式来设置正确的峰值电流电平，以保持输出处于调节状态。如果误差放大器的输出增加，则将向输出输送更多的电流；如果误差放大器的输出减少，则向输出输送的电流变少。第二通道是一个负输出转换器，其基本操作与正通道相同。SR 锁存器 X2 同样在每个振荡器周期的初始端被设定。电源开关 Q2 与 Q1 同时被接通。Q2 的关断由其自身的反馈环路来决定，该反馈环路由误差放大器 A3 和 PWM 比较器 A4 组成。该负通道的基准电压为地电位。

开关波形和典型负载条件示于图 2。

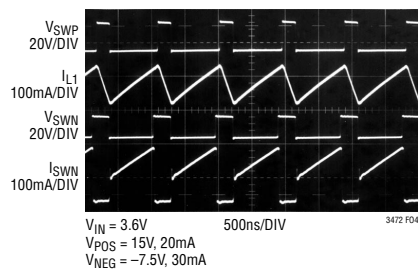


图 2：开关波形

电感器的选择

建议 LT3472 的升压通道采用一个 22μH 的电感器。负输出转换器通道可以采用一个 22μH 或 47μH 的电感器。47μH 电感器将提供略多一点的电流。对于大多数 LT3472 应用来说，小外形尺寸和高效率是需要关注的主要问题。对 LT3472 应用而言，在 1.1MHz 频率条件下具有低磁芯损耗和小 DCR (铜线电阻) 的电感器是 LT3472 应用的上佳选择。表 1 列出了部分具有较小外形尺寸的此类电感器。不同电感器的效率对比示于图 3。

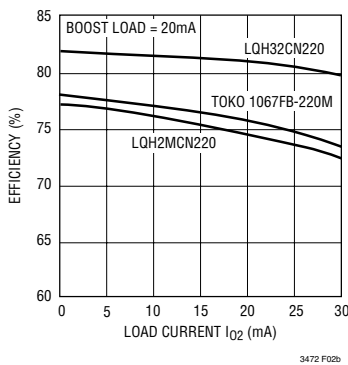
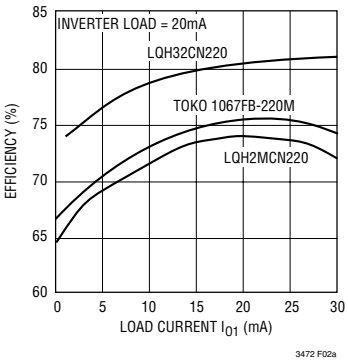


图 3：不同电感器的效率比较

应用信息

表 1：推荐的电感器

器件型号	电感 (μH)	DCR (Ω)	额定电流 (mA)	供应商
LQH32CN220	22	0.71	250	Murata (814) 237-1431 www.murata.com
LQH32CN470	47	1.3	170	
LQH2MCN220	22	2.1	185	
LQH2MCN470	47	5.1	120	
D1067FB-220M	22	2.0	270	TOKO (408) 432-8281 www.tokoam.com
ELJPC220KF	22	4.0	160	Panasonic (714) 373-7334 www.panasonic.com
CDRH3D16-220	22	0.53	350	Sumida (847) 956-0666 www.sumida.com
LB2012B220M	22	1.7	75	Taiyo Yuden (408) 573-4150 www.t-yuden.com
LEM2520-220	22	5.5	125	

电容器的选择

陶瓷电容器所具有的小外形尺寸使得它们成为 LT3472 应用的合适之选。建议采用 X5R 和 X7R 型陶瓷电容器，这是因为与 Y5V 或 Z5U 等其他种类的陶瓷电容器相比，它们能在较宽的电压和温度范围内维持其电容不变。对于大多数 LT3472 应用来说，采用一个 2.2 μF 的输入电容器和一个 2.2 μF 的输出电容器便足够了。

表 2：推荐的陶瓷电容器制造商

供应商	电话	网址
Taiyo Yuden	(408) 573-4150	www.t-yuden.com
Murata	(814) 237-1431	www.murata.com
Kemet	(408) 986-0424	www.kemet.com

涌入电流

LT3472 采用内部肖特基二极管。当电源电压突然加至 V_{IN} 引脚之上时，对于正通道， V_{IN} 与 V_{POS} 之间的电压差会产生涌入电流，该电流从输入端流经由电感器 L_{P} 和内部肖特基二极管 D_{P} ，向输出电容器 C_{OP} 充电。对于负输出通道，存在一个相似的涌入电流，该电流从输入端流经电感器 L_{NI} 通路，对电容器 C_{NF} 进行充电，并经由内部肖特基二极管 D_{N} 返回

输入端。LT3472 中的肖特基二极管所能维持的最大电流为 1A。电感器和电容器数值的选择应确保涌入电流的峰值低于 1A。峰值涌入电流可由下式计算：

$$I_{\text{P}} = \frac{V_{\text{IN}} - 0.6}{L \cdot \omega} \cdot \text{EXP} \left[-\frac{\alpha}{\omega} \cdot \arctan \left(\frac{\omega}{\alpha} \right) \right] \cdot \text{SIN} \left[\arctan \cdot \left(\frac{\omega}{\alpha} \right) \right]$$

$$\alpha = \frac{r + 1.5}{2 \cdot L}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{L \cdot C} - \frac{r}{4 \cdot L^2}}$$

式中的 L 为电感， r 为电感器的电阻， C 为输出电容。对于低 DCR 电感器（本应用通常就属于这种情况），可将峰值涌入电流的计算公式简化如下：

$$I_{\text{P}} = \frac{V_{\text{IN}} - 0.6}{L \cdot \omega} \cdot \text{EXP} \left(-\frac{\alpha}{\omega} \cdot \frac{\pi}{2} \right)$$

表 3 给出了针对某些元件选择的涌入峰值电流。请注意，如果输入电压缓慢上升，则涌入电流就不是一个问题。

表 3：涌入峰值电流

V_{IN} (V)	r (Ω)	L (μH)	C (μF)	I_{P} (A)
5	0.5	22	2.2	0.89
3.6	0.7	22	2.2	0.59
3.6	2.1	22	2.2	0.46
3.6	1.3	47	1	0.32
3.6	0.7	22	1	0.46

外部二极管的选择

如前所述，LT3472 具有内部肖特基二极管。肖特基二极管 D_{P} 足以满足大多数升压应用的需要。然而，对于高电流负输出的应用，一个正确选择且与 D_{N} 并联的外部肖特基二极管能够起到改善效率的作用。对于外部二极管的选择，正向压降和二极管电容均需予以考虑。针对较高电流来拟订额定值的肖

应用信息

特基二极管通常具有较低的正向压降和较大的电容，这会在 1.1MHz 开关频率条件下引起显著的开关损耗。表 4 罗列了一些推荐使用的肖特基二极管。

表 4：推荐的肖特基二极管

器件型号	正向电流 (mA)	正向压降 (V)	二极管电容 (pF)	供应商
CMDSH-3	100	0.58 @100mA	7 @ 10V	Central Semiconductor (631) 435-1110 www.centrasemi.com
CMDSH2-3	200	0.49 @ 200mA	15 @ 10V	

设定输出电压

LT3472 的每个通道都具有一个精确的 50k 反馈电阻器。只需采用一个电阻器便可设定每个通道的输出电压。输出电压可根据下面的公式来设定：

$$V_{POS} = 1.25 \cdot \left(1 + \frac{R1}{50k}\right)$$
$$V_{NEG} = -1.25 \cdot \left(\frac{R2}{50k}\right)$$

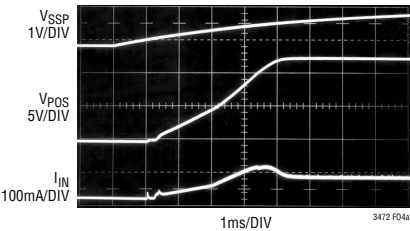


图 4a：在 SSP 引脚上布设 100nF 电容时的 VSSP、VPOS、IIN

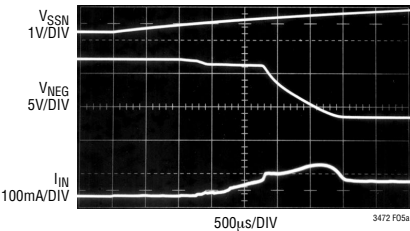


图 5a：在 SSN 引脚上布设 100nF 电容时的 VSSN、VNEG、IIN

为了维持准确度，应优先选用精密型电阻器 (建议采用精度为 1% 的电阻器)。

软起动

LT3472 具有用于每个通道的独立软起动控制。如图 1 所示，SSP 和 SSN 引脚具有一个 50k 的内部电阻器，用于将这两个引脚的电压分别上拉至 1.25V。通过在 SSP 或 SSN 引脚与地之间连接一个电容器，即可单独设置每个输出的斜坡上升。如果 SSP 或 SSN 引脚开路或被上拉至 1.25V 以上，则对应的输出将快速斜坡上升。图 4 示出了升压通道在采用和未采用软起动时的波形。

图 5 示出了负通道在采用和未采用软起动时的波形。

起动排序

LT3472 具有内部排序电路，在升压通道的反馈电压达到约 1.1V 之前，该排序电路将禁止负通道运

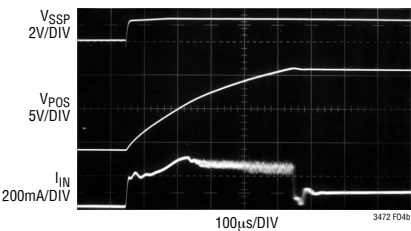


图 4b：SSP 引脚开路时的 VSSP、VPOS、IIN

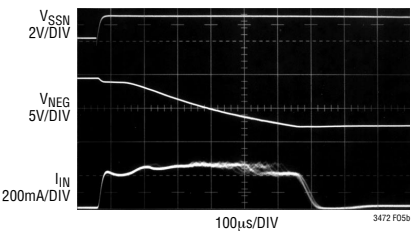


图 5b：SSN 引脚开路时的 VSSN、VNEG、IIN

应用信息

作，以确保两个输出之和始终为正值。启动排序波形示于图 6。

电路板布局的考虑

与所有的开关稳压器一样，对于 PCB 电路板布局和元件排布必须格外谨慎。为了实现效率的最大化，应使开关的上升和下降时间尽可能短。为了避

免发生电磁干扰（EMI）问题，高频开关通路正确布局是至关重要的。SWP 和 SWN 引脚的电压信号具有几纳秒的上升和下降时间。应最大限度地减小连接至 SWP 和 SWN 引脚的所有印制线的长度和面积，并始终在开关稳压器的下方采用一个接地平面，以实现面间耦合的最小化。推荐的元件布局示于图 7。

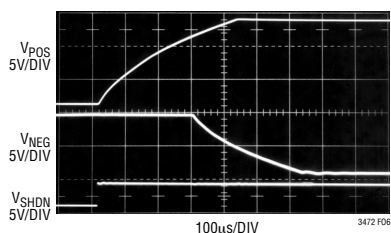


图 6：启动排序波形

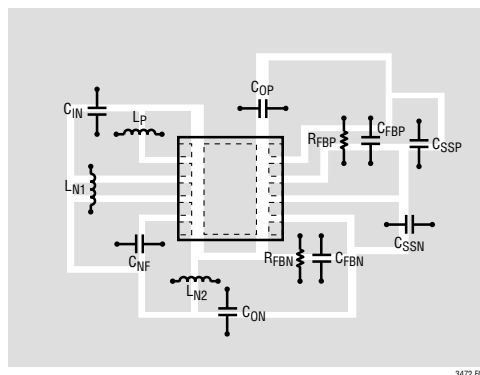
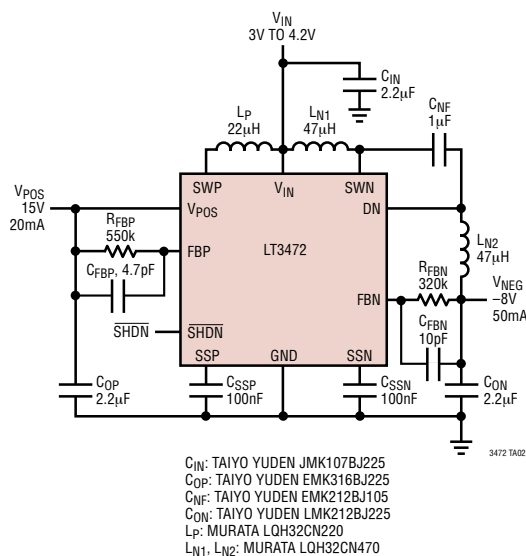
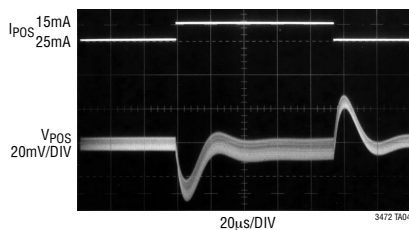


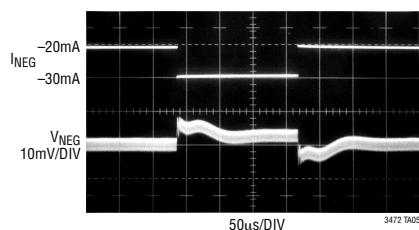
图 7：推荐的元件布局



V_{PQS} 负载阶跃响应

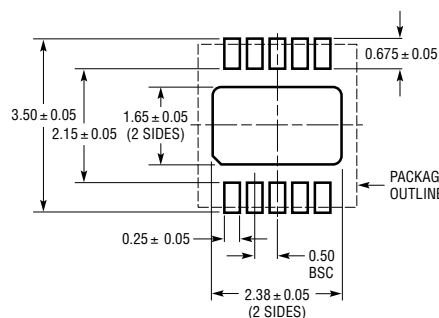


V_{NEG} 负载阶跃响应

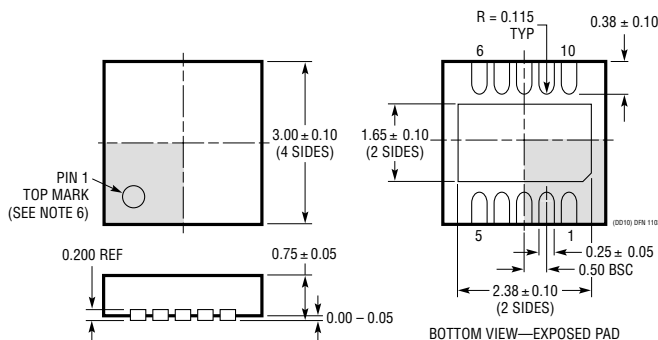


封装描述

DD 封装
10 引脚塑料 DFN (3mm × 3mm)
 (参考 LTC DWG # 05-08-1699)



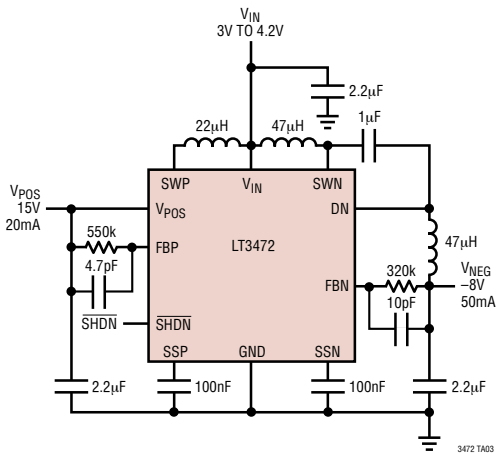
RECOMMENDED SOLDER PAD PITCH AND DIMENSIONS



BOTTOM VIEW—EXPOSED PAD

NOTE:

1. DRAWING TO BE MADE A JEDEC PACKAGE OUTLINE MO-229 VARIATION OF (WEED-2). CHECK THE LTC WEBSITE DATA SHEET FOR CURRENT STATUS OF VARIATION ASSIGNMENT
2. DRAWING NOT TO SCALE
3. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
4. DIMENSIONS OF EXPOSED PAD ON BOTTOM OF PACKAGE DO NOT INCLUDE MOLD FLASH. MOLD FLASH, IF PRESENT, SHALL NOT EXCEED 0.15mm ON ANY SIDE
5. EXPOSED PAD SHALL BE SOLDER PLATED
6. SHADED AREA IS ONLY A REFERENCE FOR PIN 1 LOCATION ON THE TOP AND BOTTOM OF PACKAGE



相关器件

器件型号	描述	备注
LT1611	550mA (I_{SW}) , 1.4MHz 高效微功率负输出 DC/DC 转换器	V_{IN} : 1.1V 至 10V , $V_{OUT(MAX)}$ = -34V , I_Q = 3mA , I_{SD} < 1µA , ThinSOT 封装
LT1615/LT1615-1	300mA/80mA (I_{SW}) , 高效升压型 DC/DC 转换器	V_{IN} : 1V 至 15V , $V_{OUT(MAX)}$ = 34V , I_Q = 20µA , I_{SD} < 1µA , ThinSOT 封装
LT1617/LT1617-1	350mA/100mA (I_{SW}) , 高效微功率负输出 DC/DC 转换器	V_{IN} : 1.2V 至 15V , $V_{OUT(MAX)}$ = -34V , I_Q = 20µA , I_{SD} < 1µA , ThinSOT 封装
LT1930/LT1930A	1A (I_{SW}) , 1.2MHz/2.2MHz , 高效升压型 DC/DC 转换器	V_{IN} : 2.6V 至 16V , $V_{OUT(MAX)}$ = 34V , I_Q = 4.2mA/5.5mA , I_{SD} < 1µA , ThinSOT 封装
LT1931/LT1931A	1A (I_{SW}) , 1.2MHz/2.2MHz , 高效微功率负输出 DC/DC 转换器	V_{IN} : 2.6V 至 16V , $V_{OUT(MAX)}$ = -34V , I_Q = 5.8mA , I_{SD} < 1µA , ThinSOT 封装
LT1944/LT1944-1	双输出 , 350mA/100mA (I_{SW}) , 恒定关断时间 , 高效升压型 DC/DC 转换器	V_{IN} : 1.2V 至 15V , $V_{OUT(MAX)}$ = 34V , I_Q = 20µA , I_{SD} < 1µA , MS10 封装
LT1945 (双通道)	双输出 , 升压/负输出 , 350mA (I_{SW}) , 恒定关断时间 , 高效升压型 DC/DC 转换器	V_{IN} : 1.2V 至 15V , $V_{OUT(MAX)}$ = ±34V , I_Q = 40µA , I_{SD} < 1µA , MS10 封装
LT1946/LT1946A	1.5A (I_{SW}) , 1.2MHz/2.7MHz , 高效升压型 DC/DC 转换器	V_{IN} : 2.45V 至 16V , $V_{OUT(MAX)}$ = 34V , I_Q = 3.2mA , I_{SD} < 1µA , MS8 封装
LT3461/LT3461A	内置肖特基二极管的 0.3A (I_{SW}) , 负输出 1.3MHz/3MHz 高效升压型 DC/DC 转换器	V_{IN} : 2.5V 至 16V , $V_{OUT(MAX)}$ = 38V , I_Q = 2.8mA , I_{SD} < 1µA , ThinSOT 封装
LT3462/LT3462A	内置肖特基二极管的 300mA (I_{SW}) , 负输出 1.2MHz/2.7MHz DC/DC 转换器	V_{IN} : 2.5V 至 16V , $V_{OUT(MAX)}$ = -38V , I_Q = 2.9mA , I_{SD} < 1µA , ThinSOT 封装
LT3463/LT3463A	内置肖特基二极管的双输出 , 升压/负输出 , 250mA (I_{SW}) , 恒定关断时间 , 高效升压型 DC/DC 转换器	V_{IN} : 2.3V 至 15V , $V_{OUT(MAX)}$ = 40V , I_Q = 40µA , I_{SD} < 1µA , DFN 封装
LT3464	内置肖特基二极管并具有 PNP 断接功能的 85mA (I_{SW}) , 高效升压型 DC/DC 转换器	V_{IN} : 2.3V 至 10V , $V_{OUT(MAX)}$ = 34V , I_Q = 25µA , I_{SD} < 1µA , ThinSOT 封装
LTC3467/LTC3467A	采用 ThinSOT 封装并内置软启动电路的 1.1A , 1.3MHz/2.1MHz 升压型 DC/DC 转换器	V_{IN} : 2.4V 至 16V , $V_{OUT(MAX)}$ = 40V , I_Q = 1mA , I_{SD} < 1µA , ThinSOT 封装