

双通道单片式 300mA 同步降压型稳压器

特点

- 高效率双通道降压输出：效率高达 96%
- 每个通道 300mA 的输出电流 ($V_{IN} = 3V$ 时)
- 自动低纹波突发模式操作 (20mV_{P-P})
- 操作期间的静态电流仅为 40 μ A (两个通道)
- 2.25MHz 恒定频率操作
- 2.5V 至 5.5V 输入电压范围
- 低压差操作：100% 占空比
- 针对全陶瓷电容器进行了内部补偿
- 每个通道具有独立内部软起动电路
- 具有卓越的电压和负载瞬态响应的电流模式操作
- 0.6V 基准允许低输出电压
- 短路保护
- 超低停机电流： $I_Q < 1\mu$ A
- 扁平 (高度仅 0.75mm) 8 引脚 3mm \times 2mm DFN 封装

应用


- 蜂窝电话
- 数码相机
- 无线和 DSL 调制解调器
- PDA/掌上型个人电脑
- 便携式媒体播放器

描述

LTC[®]3547 是一款双通道、2.25MHz、恒定频率、同步降压型 DC/DC 转换器，采用纤巧型 3mm \times 2mm DFN 封装。100% 占空比提供了低压差操作，从而延长了便携式系统中的电池使用寿命。低输出电压由 0.6V 反馈基准电压提供支持。每个稳压器能够提供 300mA 的连续输出电流。

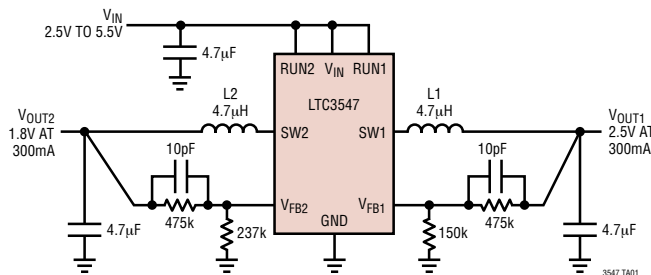
输入电压范围为 2.5V 至 5.5V，因而使其成为锂离子电池和 USB 供电应用的理想选择。操作期间的电源电流仅为 40 μ A，在停机状态则降至 1 μ A 以下。自动突发模式 (Burst Mode[®]) 操作提高了轻负载条件下的效率，从而进一步延长了电池的使用寿命。

在内部将开关频率设定为 2.25MHz，因而能够采用纤巧的表面贴装型电感器和电容器。内部软起动电路可减小启动期间的浪涌电流。在内部对所有的输出进行了补偿，从而可以与陶瓷电容器一起工作。LTC3547 采用扁平 (高度仅 0.75mm) 的 3mm \times 2mm DFN 封装。LTC3547 还提供了一种固定输出电压配置，不需要增设外部反馈网络 (见表 2)。

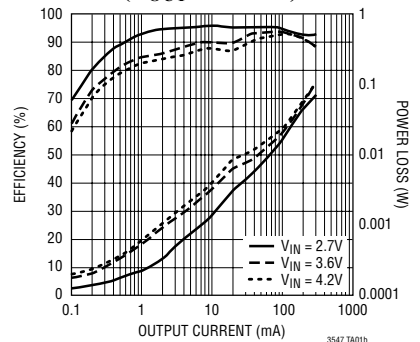
、LT、LTC 和 LTM 是凌力尔特公司的注册商标。Burst Mode 是凌力尔特公司的注册商标。所有其他商标均为其各自拥有者的产权。受包括第 6580258、5481178、6304066、6127815、6498466 和 6611131 号美国专利的保护。

方框图

采用 8 引脚 3mm \times 2mm DFN 封装的
双通道单片式降压型稳压器



效率与输出电流的关系曲线
($V_{OUT} = 2.5V$ 时)



LTC3547

绝对最大额定值 (注1)

V_{IN}	-0.3V 至 6V
V_{FB1} , V_{FB2}	-0.3V 至 $V_{IN} + 0.3V$
RUN1, RUN2	-0.3V 至 $V_{IN} + 0.3V$
SW1, SW2 (DC)	-0.3V 至 $V_{IN} + 0.3V$
P 沟道开关供电电流 (DC)	500mA
N 沟道开关吸收电流 (DC)	500mA
峰值 SW 吸收和供电电流 (注 5)	700mA
环境温度工作范围	-40°C 至 85°C
最大结温	125°C
贮存温度范围	-65°C 至 125°C

封装/订购信息

TOP VIEW

DDB PACKAGE
8-LEAD (3mm x 2mm) PLASTIC DFN
 $T_{JMAX} = 125^{\circ}C$, $\theta_{JA} = 76^{\circ}C/W$
EXPOSED PAD (PIN 9) IS GND MUST BE SOLDERED TO PCB

产品型号	DDB 器件标记
LTC3547EDDB LTC3547EDDB-1	LCDP LCPC

订购选项 卷带: 加 #TR
无铅型: 加 #PBF 无铅型卷带: 加 #TRPBF
无铅型器件标记: <http://www.linear.com/leadfree/>

对于规定工作温度范围更宽的器件, 请咨询凌力尔特公司。

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 $T_A = 25^{\circ}C$ 。 $V_{IN} = 3.6V$, 除非特别注明。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IN}	V_{IN} 工作电压		● 2.5		5.5	V
V_{UV}	V_{IN} 欠压闭锁	V_{IN} 低至高	●	2.0	2.5	V
I_{FB}	反馈引脚输入电流	LTC3547, $V_{FB} = V_{FBREG}$ LTC3547-1, $V_{FB} = V_{FBREG}$	●		30	nA
			●	3	6	μA
V_{FBREG1}	已调反馈电压 (V_{FB1})	LTC3547, $0^{\circ}C \leq T_A \leq 85^{\circ}C$ LTC3547, $-40^{\circ}C \leq T_A \leq 85^{\circ}C$ LTC3547-1, $0^{\circ}C \leq T_A \leq 85^{\circ}C$ LTC3547-1, $-40^{\circ}C \leq T_A \leq 85^{\circ}C$	●	0.590	0.610	V
			●	0.588	0.612	V
			●	1.770	1.830	V
			●	1.764	1.836	V
V_{FBREG2}	已调反馈电压 (V_{FB2})	LTC3547, $0^{\circ}C \leq T_A \leq 85^{\circ}C$ LTC3547, $-40^{\circ}C \leq T_A \leq 85^{\circ}C$ LTC3547-1, $0^{\circ}C \leq T_A \leq 85^{\circ}C$ LTC3547-1, $-40^{\circ}C \leq T_A \leq 85^{\circ}C$	●	0.590	0.610	V
			●	0.588	0.612	V
			●	1.180	1.220	V
			●	1.176	1.224	V
$\Delta V_{LINEREG}$	基准电压调整率	$V_{IN} = 2.5V$ 至 $5.5V$		0.3	0.5	%/V
$\Delta V_{LOADREG}$	输出电压负载调整率	$I_{LOAD} = 0mA$ 至 $300mA$		0.5		%
I_S	输入 DC 电源电流 运行模式 (注 3) 睡眠模式 停机	$V_{FB1} = V_{FB2} = 0.95V \times V_{FBREG}$ $V_{FB1} = V_{FB2} = 1.05V \times V_{FBREG}$, $V_{IN} = 5.5V$ RUN1 = RUN2 = 0V, $V_{IN} = 5.5V$		450	700	μA
				40	60	μA
				0.1	1	μA
f_{OSC}	振荡器频率	$V_{FB} = 0.6V$	●	1.8	2.7	MHz
I_{LIM}	峰值开关电流限值 通道 1 (300mA) 通道 2 (300mA)	$V_{IN} = 3V$, $V_{FB} < V_{FBREG}$, 占空比 < 35%		400	550	mA
				400	550	mA

3547ta

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 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。 $V_{IN} = 3.6\text{V}$ ，除非特别注明。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$R_{DS(ON)}$	通道 1 (注4)					
	上端开关导通电阻	$V_{IN} = 3.6\text{V}$, $I_{SW} = 100\text{mA}$		0.8	1.05	Ω
	下端开关导通电阻	$V_{IN} = 3.6\text{V}$, $I_{SW} = 100\text{mA}$		0.75	1.05	Ω
	通道 2 (注4)					
	上端开关导通电阻	$V_{IN} = 3.6\text{V}$, $I_{SW} = 100\text{mA}$		0.8	1.05	Ω
	下端开关导通电阻	$V_{IN} = 3.6\text{V}$, $I_{SW} = 100\text{mA}$		0.75	1.05	Ω
$I_{SW(LKG)}$	开关漏电流	$V_{IN} = 5\text{V}$, $V_{RUN} = 0\text{V}$		0.01	1	μA
$t_{SOFTSATRT}$	软起动时间	V_{FB} 从 10% 至 90% 全标度	0.450	0.650	0.850	ms
V_{RUN}	RUN 门限高		● 0.4	1	1.2	V
I_{RUN}	RUN 漏电流		●	0.01	1	μA
V_{BURST}	突发模式操作中输出纹波	$V_{OUT} = 1.5\text{V}$, $C_{OUT} = 4.7\mu\text{F}$		20		mVp-p

注 1：高于“绝对最大额定值”部分所列数值的应力有可能对器件造成永久性的损害。在任何绝对最大额定值条件下暴露的时间过长都有可能影响器件的可靠性和使用寿命。

注 2：LTC3547E 保证在 0°C 至 85°C 的范围内满足规定性能要求。在 -40°C 至 85°C 工作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。

注 3：由于以开关频率输送的内部栅极电荷的缘故，动态电源电流更高。

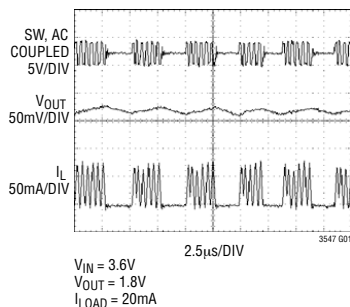
注 4：DFN 封装的开关接通电阻由晶圆级测量的相关性来保证。

注 5：由长期电流密度限制条件来提供保证。

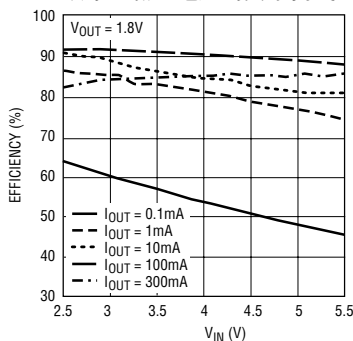
注 6：该 IC 备有用于在短暂过载条件下对器件提供保护的过热保护功能。结温将在过热保护功能处于运行状态时超过 125°C 。在规定的最大工作结温以上连续运作有可能损害器件的可靠性。

典型性能特征

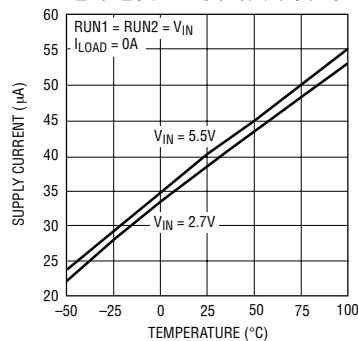
突发模式操作



效率与输入电压的关系曲线

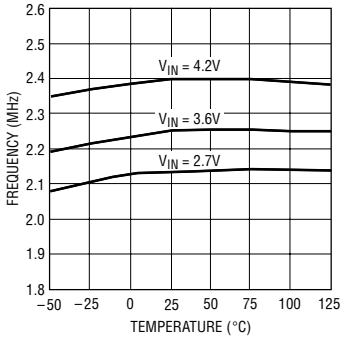


电源电流与温度的关系曲线



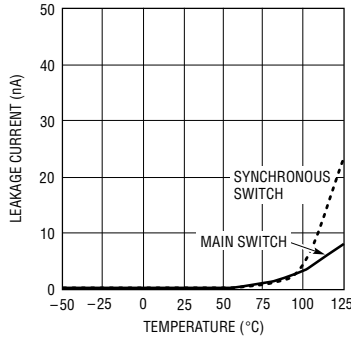
典型性能特征

振荡器频率与温度的关系曲线



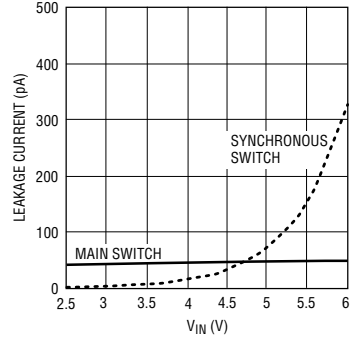
3547 G04

开关漏电流与温度的关系曲线



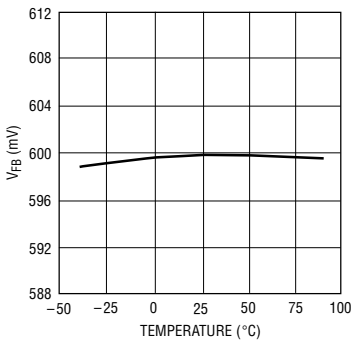
3547 G05

开关漏电流与输入电压的关系曲线



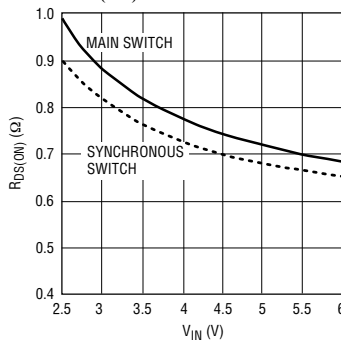
3547 G06

基准电压与温度的关系曲线



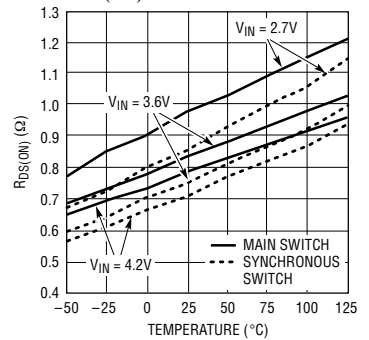
3547 G07

$R_{DS(ON)}$ 与输入电压的关系曲线



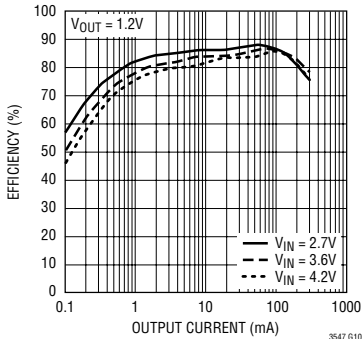
3547 G08

$R_{DS(ON)}$ 与温度的关系曲线



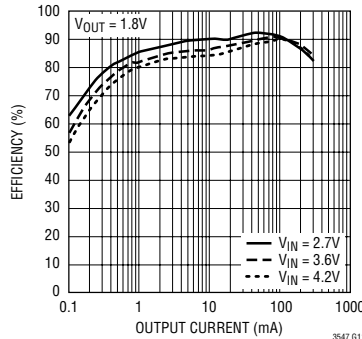
3547 G09

效率与负载电流的关系曲线



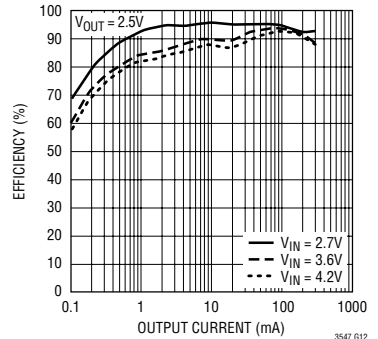
3547 G10

效率与负载电流的关系曲线



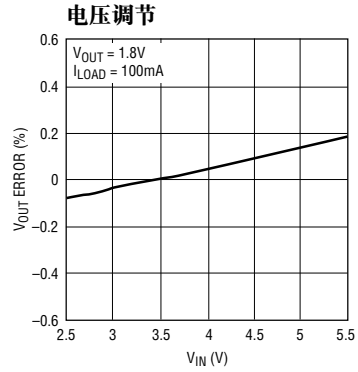
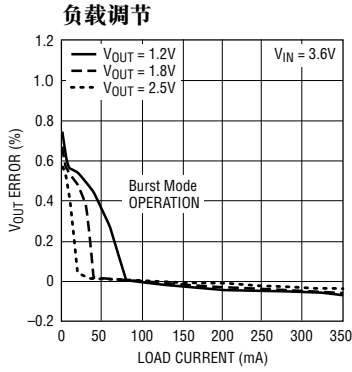
3547 G11

效率与负载电流的关系曲线

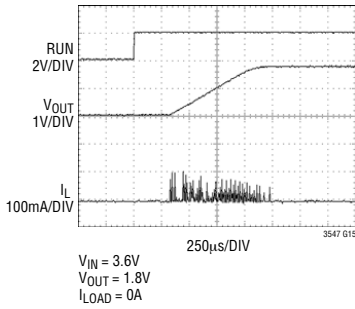


3547 G12

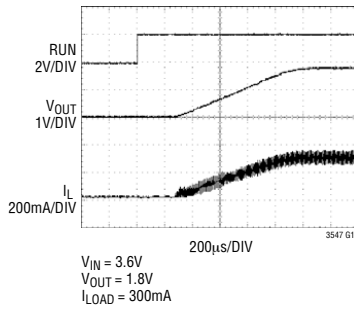
典型性能特征



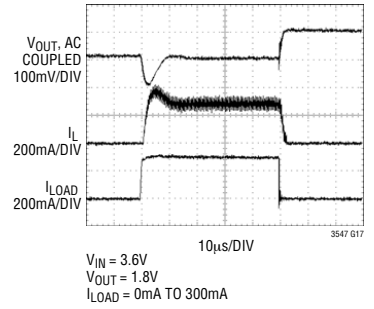
从停机状态启动



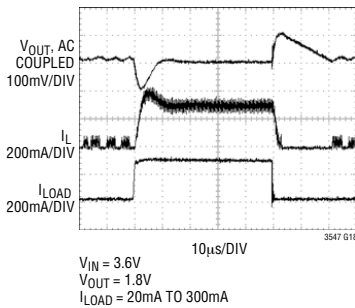
从停机状态启动



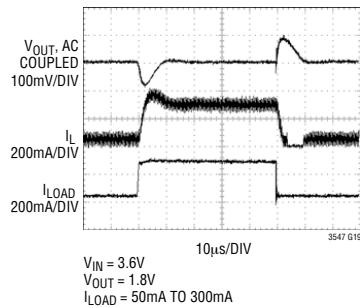
负载阶跃



负载阶跃



负载阶跃



引脚功能

V_{FB1} (引脚 1) : 稳压器 1 输出反馈。从跨接在稳压器 1 输出端的外部电阻分压器来接收反馈电压。该引脚的标称电压为 0.6V。

RUN1 (引脚 2) : 稳压器 1 使能。强制该引脚的电压为 V_{IN} 将使能稳压器 1，而使其电压为 GND 则将关断稳压器 1。

V_{IN} (引脚 3) : 主电源。必须将该引脚紧密去耦至 GND。

SW1 (引脚 4) : 至电感器的稳压器 1 开关节点连接。该引脚的电压摆幅从 V_{IN} 至 GND。

GND (引脚 5) : 地。将该引脚连接至 C_{OUT} 的负 (-) 端和 C_{IN} 的负 (-) 端。

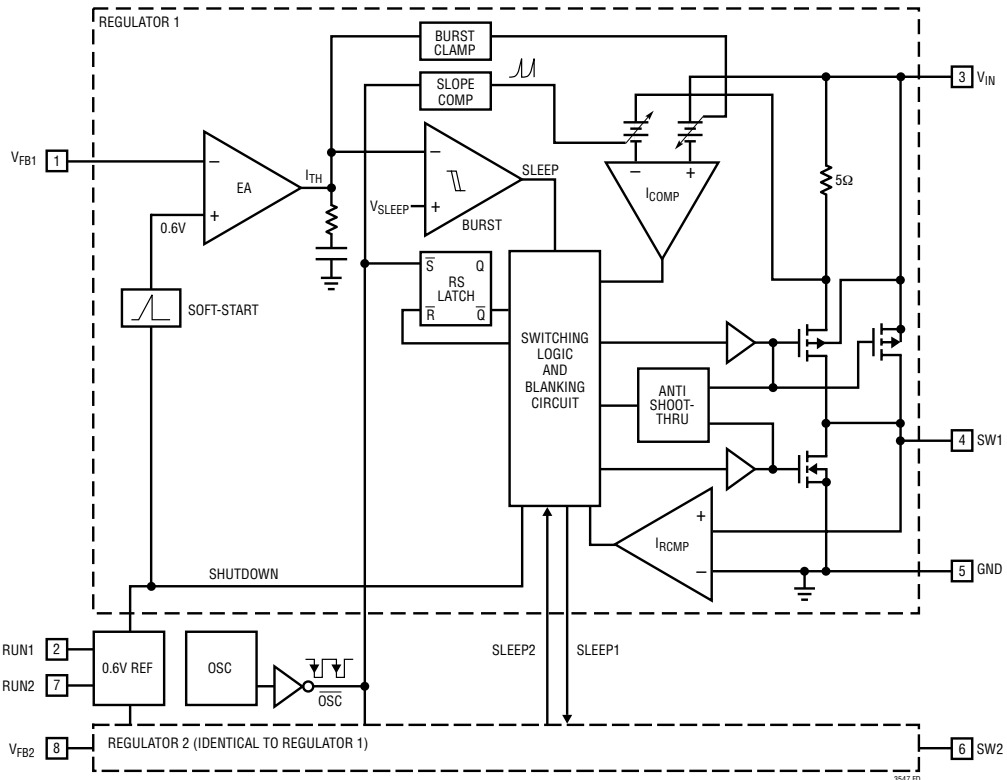
SW2 (引脚 6) : 至电感器的稳压器 2 开关节点连接。该引脚的电压摆幅从 V_{IN} 至 GND。

RUN2 (引脚 7) : 稳压器 2 使能。强制该引脚的电压为 V_{IN} 将使能稳压器 2，而使其电压为 GND 则将导致稳压器 2 被关断。

V_{FB2} (引脚 8) : 稳压器 2 输出反馈。从跨接在稳压器 2 输出端的外部电阻分压器来接收反馈电压。该引脚的标称电压为 0.6V。

裸露衬垫 (引脚 9) : 电连接至 GND。必须将该引脚焊接至 PCB，以实现最佳的热性能。

功能示意图



工作原理 (请参阅功能框图)

LTC3547 采用一种恒定频率电流模式架构。工作频率被设定于 2.25MHz。两个通道共用相同的时钟并同相运行。

输出电压由 V_{FB} 引脚的外部电阻分压器来设定。误差放大器将经过分压的输出电压与 0.6V 的基准电压进行比较，并相应地调整电感器峰值电流。

主控制环路

在正常操作过程中，当 V_{FB} 电压低于基准电压时，上端电源开关(P 沟道 MOSFET) 在时钟周期的起点导通。流入电感器和负载的电流增加，直至达到电感器峰值电流(受控于 I_{TH}) 为止。RS 锁存器关断同步开关，储存在电感器中的能量通过下端的开关(N 沟道 MOSFET) 释放至负载中，直到下一个时钟周期开始或电感器电流开始反向(由 I_{RCMP} 来检测)为止。

峰值电感器电流受控于内部补偿的 I_{TH} 电压，该电压是误差放大器的输出。该放大器通过相应地调整电感器峰值电流把 V_{FB} 引脚电压调节至内部 0.6V 基准。

突发模式操作

为了优化效率，当负载电流相对较小时，LTC3547 将自动地从连续操作模式切换至突发模式操作。在突发模式操作期间，峰值电感器电流(由 I_{TH} 引脚来设定)保持固定(约 60mA)，而 PMOS 开关则根据负载要求执行间歇式操作。通过定期地运行周期，实现了开关损耗的最小化。

每个突发事件的持续时间可以从轻负载条件下的几个周期到中等负载条件下带短暂睡眠间隔的几乎连续周期。在睡眠间隔期间，负载电流全部由输

出电容器来提供。随着输出电压的下降，误差放大器的输出升至睡眠门限之上，这时向突发比较器发送跳变指示信号，并接通上端 MOSFET。该过程的重复频率取决于负载要求。

压降方式操作

当输入电源电压降至接近输出电压时，占空比增至 100%，这就是压降条件。在压降模式中，PMOS 开关连续导通，且输出电压等于输入电压与内部 P 沟道 MOSFET 和电感器的压降之差。

一个重要的设计依据是 P 沟道开关的接通电阻 $R_{DS(ON)}$ 会随着输入电源电压的下降而增加(见“典型性能特征”)。因此，用户应在 LTC3547 工作于 100% 占空比和低输入电压的条件下计算最坏的功率耗散(见“应用信息”部分中的“热设计方面的考虑”)。

软起动

为了最大限度地减小输入旁路电容器上所承受的浪涌电流，LTC3547 在启动期间使输出电压缓慢上升。当 RUN1 或 RUN2 引脚被拉至高电平时，对应的输出将在约 650 μ s 的时段里从零上升至全标度值。这样 LTC3547 就不必对输出电容器进行快速充电，因而不会提供过大的瞬时电流。

短路保护

当任一个稳压器输出被短路至地时，使对应的内部 N 沟道开关在每个周期中的接通时间延长，从而使电感器放电，从而防止电流失控。这种方法具有降低开关频率的作用。一旦短路被消除，则恢复正常操作，而且稳压器输出将回复至其标称电压。

应用信息

图1 示出了一款普通的 LTC3547 应用电路。外部元件的选择取决于负载要求，并要先选取电感器 L。一旦选定了电感器，则可选择 C_{IN} 和 C_{OUT}。

电感器的选择

虽然电感器并不影响工作频率，但电感值却对纹波电流有着直接的影响。电感器纹波电流 ΔI_L 随着电感值的增加而减小，并随着 V_{IN} 或 V_{OUT} 的升高而增加：

$$\Delta I_L = \frac{V_{OUT}}{f_0 \cdot L} \cdot \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right) \quad (1)$$

如果能够接受较大的 ΔI_L 值，就可以采用低电感，但这会导致输出电压纹波和磁芯损耗的增加，以及输出电流能力的下降。用于设定纹波电流的一个合理的起始点为最大输出负载电流的 40%。因此，对于一个 300mA 稳压器，ΔI_L = 120mA (300mA 的 40%)。

电感值还将对突发模式操作有所影响。当峰值电感器电流降至由内部突发脉冲箝位电路所设定的某一水平以下时，系统开始转换到低电流操作。较低的电感值将使纹波电流升高，这会导致上述的转换在较低的负载电流下发生，从而造成了低电流操作的上部区域中的效率下降。此外，较低的电感值还将使突发脉冲频率增加。

电感器磁芯的选择

不同的磁芯材料和形状将改变电感器的尺寸/电流和价格/电流之间的关系。采用铁氧体或坡莫合金材料的环形芯或屏蔽罐形磁芯外形较小且辐射的能量不太大，但比电特性相似的铁粉磁芯电感器价格昂贵。选用哪种电感器常常更多地取决于价格与尺寸要求的关系以及任何的辐射场/EMI 要求，而不是 LTC3547 操作的需要。表1 列出了一些在 LTC3547 应用中使用效果良好的典型表面安装型电感器。

表 1：具有代表性的表面安装型电感器

制造商	器件型号	数值	最大 DC 电流	DCR	高度
Taiyo Yuden	CB2016T2R2M	2.2μH	510mA	0.13Ω	1.6mm
	CB2012T2R2M	2.2μH	530mA	0.33Ω	1.25mm
	CB2016T3R3M	3.3μH	410mA	0.27Ω	1.6mm
Panasonic	ELT5KT4R7M	4.7μH	950mA	0.2Ω	1.2mm
Sumida	CDRH2D18/LD	4.7μH	630mA	0.086Ω	2mm
Murata	LQH32CN4R7M23	4.7μH	450mA	0.2Ω	2mm
Taiyo Yuden	NR30102R2M	2.2μH	1100mA	0.1Ω	1mm
	NR30104R7M	4.7μH	750mA	0.19Ω	1mm
FDK	FDKMIPF2520D	4.7μH	1100mA	0.11Ω	1mm
	FDKMIPF2520D	3.3μH	1200mA	0.1Ω	1mm
	FDKMIPF2520D	2.2μH	1300mA	0.08Ω	1mm
TDK	VLF3010AT4R7-MR70	4.7μH	700mA	0.24Ω	1mm
	VLF3010AT3R3-MR87	3.3μH	870mA	0.17Ω	1mm
	VLF3010AT2R2-M1RD	2.2μH	1000mA	0.12Ω	1mm

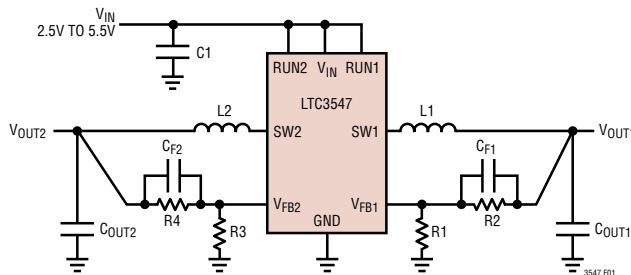


图 1：LTC3547 的普通应用电路

应用信息

输入电容器 (C_{IN}) 的选择

在连续模式中，转换器的输入电流是一个占空比约为 V_{OUT}/V_{IN} 的方波。为了防止大的瞬态电压，必须针对最大 RMS 电流来选定低等效串联电阻 (ESR) 输入电容器。最大 RMS 电容器电流由下式给出：

$$I_{RMS} \approx I_{MAX} \frac{\sqrt{V_{OUT}(V_{IN} - V_{OUT})}}{V_{IN}} \quad (2)$$

式中的最大平均输出电流 I_{MAX} 等于峰值电流与一半峰至峰纹波电流之差，即： $I_{MAX} = I_{LIM} - \Delta I_L/2$ 。

在 $V_{IN} = 2V_{OUT}$ 时，该公式得到一个最大值，即： $I_{RMS} = I_{OUT}/2$ 。这种简单的最差条件通常用于设计，因为这样的设计即使在产生较大的设计偏差时也不用担心。请注意，电容器制造商所提供的额定纹波电流通常仅基于 2000 小时的使用寿命。合理的做法是进一步降额使用电容器，或基于更高温度条件来选择电容器。也可以把多个电容器并联起来使用，以满足设计的外形尺寸或高度要求。在未采用全陶瓷电容器解决方案的情况下，还建议在 V_{IN} 增设一个 $0.1\mu F$ 至 $1\mu F$ 的陶瓷电容器，以进行高频去耦。

输出电容器 (C_{OUT}) 的选择

C_{OUT} 的选择由所要求的等效串联电阻 (ESR) 的决定。一般来说，一旦 C_{OUT} 的 ESR 要求得到满足，则额定 RMS 电流通常将远远超过 $I_{RIPPLE(P-P)}$ 要求。输出纹波 ΔV_{OUT} 由下式决定：

$$\Delta V_{OUT} \approx \Delta I_L \left(ESR + \frac{1}{8fC_{OUT}} \right) \quad (3)$$

式中的 f = 工作频率， C_{OUT} = 输出电容， ΔI_L = 电感器中的纹波电流。对于一个固定的输出电压，由于

ΔI_L 随输入电压的增加而增加，因此在最大输入电压时输出纹波达到最高。

如果采用的是钽电容器，必须对电容器须进行浪涌测试，以便应用于开关电源。AVX TPS 系列表面安装型钽电容器是一种极佳的选择。这些电容器专为低 ESR 而制造和测试，因此，在给定的体积下，它们可提供最低的 ESR。其他型号的电容器包括 Sanyo POSCAP、Kemet T510 和 T495 系列以及 Sprague 593D 和 595D 系列。请咨询制造商，以了解其他特定的推荐选择方案。

采用陶瓷输入和输出电容器

较高数值、较低成本的陶瓷电容器现已可采用更小的外壳尺寸。它们所具有的高纹波电流、高额定电压和低 ESR 使其成为开关稳压器应用的理想选择。由于 LTC3547 控制环路的稳定操作与输出电容器的 ESR 无关，因此，可以直接使用陶瓷电容器来获得非常低的输出纹波以及很小的电路尺寸。

然而，当在输入端采用陶瓷电容器时必须谨慎。当在输入端上采用了一个陶瓷电容器，且电源由一个墙上适配器通过长电线来提供的时候，输出上的负载阶跃有可能在输入电压 V_{IN} 上引起振铃。在最好的情况下，该振铃会耦合至输出端并被错误地当作是环路的不稳定性。而在最坏的情况下，通过长电线突然涌入的电流有可能在 V_{IN} 上引发一个足以使器件损坏的大电压尖峰。欲了解更多信息，请参见“应用指南 88” (Application Note 88)。

在选择输入和输出陶瓷电容器的时候，请选择 X5R 或 X7R 电介质组成。在所有的陶瓷电容器中，对于给定的数值和尺寸，这两种电介质具有最佳的温度的电压特性。

应用信息

设定输出电压

在稳压期间，LTC3547 把 V_{FB1} 和 V_{FB2} 引脚的电压调节至 0.6V。因此，输出电压由一个阻性分压器按下式来设定：

$$V_{OUT} = 0.6V \left(1 + \frac{R2}{R1} \right) \quad (4)$$

在这些电阻器中保持较小的电流 ($< 5\mu A$) 可最大限度地提升效率，但如果把电流保持得过小，则会使杂散电容带来噪声并减少误差放大器环路的相位余量。

为了改善主控制环路的频率响应，还可以采用一个前馈电容器 (C_F)。应非常谨慎地使 V_{FB} 的布线远离诸如电感器或 SW 线路等噪声源。

LTC3547 的固定输出版本 (例如：LTC3547-1) 包括一个内部阻性分压器，从而不需要增设一个外部电阻器的需要。应选择合适的电阻分压器，以使 V_{FB} 输入电流为 $3\mu A$ 。对于这些版本，应把 V_{FB} 引脚直接连接至 V_{OUT} 。表 2 列出了可用于 LTC3547-1 的固定输出电压。

表 2：固定输出电压版本

器件型号	V_{OUT1}	V_{OUT2}
LTC3547	可调	可调
LTC3547-1	1.8V	1.2V

检查瞬态响应

通过观测负载瞬态响应可检查稳压器的环路响应。开关稳压器需要几个周期来对负载电流中的一

个阶跃做出响应。当发生负载阶跃时， V_{OUT} 立即产生 $\Delta I_{LOAD} \cdot ESR$ 的偏移量，其中，ESR 为 C_{OUT} 的有效串联电阻。 ΔI_{LOAD} 还开始对 C_{OUT} 进行充电和放电，生成一个被稳压器用来使 V_{OUT} 返回其稳态值的反馈误差信号。在此恢复期间，可对 V_{OUT} 进行过冲或振铃监视，以显示稳定性问题。

初始输出电压阶跃有可能不在反馈环路的带宽之内，因此，标准的二阶过冲/DC 比值不能用来决定相位余量。此外，如图 1 所示，还可增设前馈电容器 (C_{F1} 和 C_{F2}) 来改善高频响应。电容器 C_F 通过和 R2 生成一个高频零点来提供相位超前，这将改善相位余量。

输出电压建立行为与闭环系统的稳定性有关，并将显示实际的总体电源性能。如需了解有关补偿元件优化的详细说明 (包括控制回路原理的评述)，请参阅“应用指南 76” (Application Note 76)。

在某些应用中，对带有大数值 ($> 1\mu F$) 输入电容器的负载进行开关操作会引起更为严重的瞬态变化。放电的负载输入电容器效果上与 C_{OUT} 并联，导致 V_{OUT} 迅速下降。如果连接负载的开关具有低电阻并且被快速驱动，则没有稳压器能够提供足以防止该问题发生的电流。解决方案是限制负载开关驱动器的接通速度。专门为此设计了一款通常包括电流限制、短路保护和软起动功能的热插拨 (Hot Swap™) 控制器。

应用信息

效率的考虑

开关稳压器的效率等于输出功率与输入功率相除再乘以 100%。分析单独损耗分量以确定效率的限制因素以及做出何种变更能够实现最大的改进往往很有用处。百分比效率可表达为：

$$\% \text{ 效率} = 100\% - (L1 + L2 + L3 + \dots)$$

式中的 L1、L2... 等等是作为输入功率百分比的单独损耗分量。

尽管电路中所有的耗能元件都会产生损耗，但在 LTC3547 电路中，大部分损耗通常来源于四个主要因素：1) V_{IN} 静态电流，2) 开关损耗，3) I^2R 损耗，4) 其他系统损耗。

- 1) V_{IN} 电流是“电特性”参数表中给出的 DC 电源电流，它不包括 MOSFET 驱动器和控制电流。 V_{IN} 电流产生一个很小 (<0.1%) 的损耗，该损耗随 V_{IN} 的增加而增加，即使在没有负载的情况下亦是如此。
- 2) 开关电流是 MOSFET 驱动器与控制电流之和。MOSFET 驱动器电流由开关功率 MOSFET 的栅极电容而引起。每一次由低到高再到低开关 MOSFET 栅极，电荷 dQ 就从 V_{IN} 移动到地。由此引起的 dQ/dt 是一个流出 V_{IN} 的电流，它通常比 DC 偏置

电流大得多。在连续工作模式中， $I_{GATECHG} = f_O(Q_T + Q_B)$ ，其中 Q_T 和 Q_B 是内部上端和下端 MOSFET 开关的栅极电荷。栅极电荷漏失与 V_{IN} 成比例，因此在电源电压条件下其影响将更加明显。

- 3) I^2R 损耗由内部开关和外部电感器的 DC 电阻 R_{SW} 和 R_L 来计算。在连续工作模式中，平均输出电流流经电感器 L，但在内部上端和下端开关之间被“斩波”。于是，SW 引脚上的串联电阻是上端和下端 MOSFET 接通电阻 $R_{DS(ON)}$ 以及占空比 (DC) 的一个函数，其函数关系式如下：

$$R_{SW} = (R_{DS(ON)TOP}) \cdot (DC) + (R_{DS(ON)BOT}) \cdot (1-DC) \quad (5)$$

上端和下端 MOSFET 的 $R_{DS(ON)}$ 均可从“典型性能特征”曲线图中获得。于是，为了求出 I^2R 损耗：

$$I^2R \text{ 损耗} = I_{OUT}^2 \cdot (R_{SW} + R_L)$$

- 4) 在便携式系统中，还有其他一些“隐性”损耗，如铜印制线和内部电池电阻可造成效率的额外下降。在设计阶段对这些“系统”级损耗加以考虑是非常重要的。通过证实 C_{IN} 在开关频率条件下具有足够的电荷储存和非常低的 ESR，能够最大限度地减少内部电池和熔丝电阻损耗。其他损耗包括死区期间的二极管导通损耗以及电感器磁芯损耗，通常占到总额外损耗的 2% 以下。

应用信息

热设计方面的考虑

在大多数应用中，LTC3547 因其效率很高而不会产生太多的热量。当由于某种原因导致结温达到 150°C 左右时（出现这种情形的可能性很小），两个电源开关都将被切断，且 SW 节点将呈高阻抗。

以下所进行的热分析的目的在于确定功耗是否引起了足以超过器件最大结温 (125°C) 的温升。温升由下式给出：

$$T_{RISE} = P_D \cdot \theta_{JA} \quad (6)$$

式中的 P_D 为稳压器的功耗， θ_{JA} 为从芯片结点至环境温度的热阻。

结温 T_J 由下式计算：

$$T_J = T_{RISE} \cdot T_{AMBIENT} \quad (7)$$

以最坏情况为例，假设 LTC3547 的两个通道均处于压降状态，输入电压为 2.7V，负载电流为 300mA，环境温度为 70°C。由“典型性能特征”中有关开关电阻的曲线图可知，主开关的接通电阻 $R_{DS(ON)}$ 为 0.9Ω。于是，每个通道的功耗为：

$$P_D = I_{OUT}^2 \cdot R_{DS(ON)} = 81mW$$

正确焊接的 DFN 封装的热阻约为 76°C/W，因此，工作于 70°C 环境温度条件下的 LTC3547 器件的结温约为：

$$T_J = (2 \cdot 0.081W \cdot 76°C/W) + 70°C = 82.3°C$$

这远远低于 125°C 的绝对最大结温。

PC 板布局考虑

当对印刷电路板进行布局时，应采用下面的检查清单来确保 LTC3547 的正确操作。图 2 和 3 的布线图对这些事项进行了图示。在您的布局中检查以下项目：

1. 电容器 C_{IN} 是否与电源 V_{IN} (引脚 3) 和 GND (引脚 5) 尽可能近地相连？该电容器向内部功率 MOSFET 及其驱动器提供 AC 电流。
2. C_{OUT} 和 L 是否靠近连接？ C_{OUT} 的负 (-) 极板使电流返回 GND 和 C_{IN} 的负 (-) 极板。
3. 电阻分压器 R1 和 R2 必须连接在 C_{OUT1} 的正 (+) 极板和一个终结于 GND (引脚 5) 附近的接地检测线之间。反馈信号 V_{FB1} 和 V_{FB2} 的布线应远离噪声元件和走线，比如 SW 线 (引脚 4 和 6)，而且，其走线应尽可能简短。
4. 尽可能使敏感元件远离 SW 引脚。输入电容器 C_{IN} 和电阻器 R1、R2、R3 和 R4 的布线应远离 SW 走线和电感器。
5. 最好采用一个接地平面，如果做不到这一点，则使信号地和电源地保持分离，并让小信号元件在一点返回 GND 引脚。这些接地走线不应共用 C_{IN} 或 C_{OUT} 的高电流通路。
6. 将所有电路层的全部未用区域都敷上铜。采用这种敷铜的方法将降低功率元件的温升。这些铜面积应与 V_{IN} 或 GND 相连。

应用信息

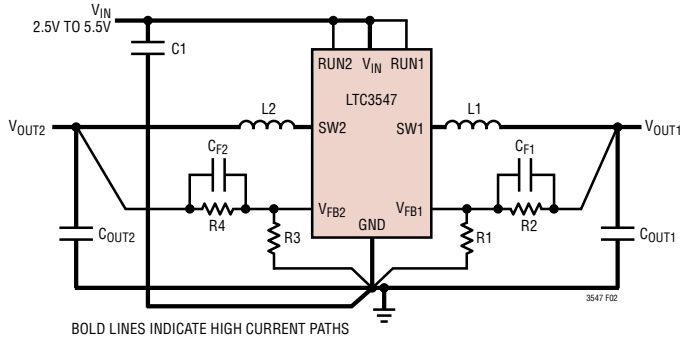


图 2 : LTC3547 布局示意图 (见电路板布局检查清单)

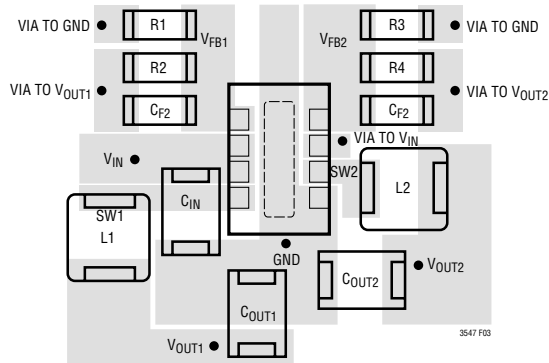


图 3 : LTC3547 的推荐布局

应用信息

设计实例

作为一个设计实例，假定在采用单节锂离子电池的便携式应用中使用 LTC3547。电池提供了 2.8V 至 4.2V 的 V_{IN} 。每个通道上的负载需要 300mA (在运行模式中) 和 2mA (在待机模式中) 的最大电流。输出电压为 $V_{OUT1} = 2.5V$ 和 $V_{OUT2} = 1.8V$ 。

我们从通道 1 开始。首先，在最大 V_{IN} 条件下针对约 40% 的纹波电流 (在本例中为 120mA) 来计算电感值。采用从 (1) 式推导出来的下列公式：

$$L1 = \frac{2.5V}{2.25MHz \cdot (120mA)} \cdot \left(1 + \frac{2.5V}{4.2V}\right) = 3.75\mu H$$

对于电感器，采用与之最接近的 4.7 μ H 标准电感值。对于该输出电容器而言，4.7 μ F 电容器应该足够。输入电容器， $C_{IN} = 4.7\mu F$ (典型值) 应该足够，因为锂离子电池的源阻抗非常低。

反馈电阻器负责设置输出电压。为了在轻负载条件下维持高效率，应在这些电阻器中保持很小的电流。选择 2 μ A 的电流和 0.6V 的反馈电压时，得出的 R1 阻值约为 300k。一个阻值接近且精度达 1% 的标准电阻器为 280k。采用 (4) 式：

$$R2 = \left(\frac{V_{OUT}}{0.6} - 1\right) \cdot R1 = 887k$$

可以采用一个可选的 10pF 反馈电容 (C_{F1}) 来改善瞬态响应。

对通道 2 ($V_{OUT2} = 1.8V$) 采用相同的分析，得出以下结果：

$$L2 = 3.81\mu H$$

$$R3 = 280k$$

$$R4 = 560k$$

图 4 示出了本例的完整接线图，以及效率曲线和瞬态响应。

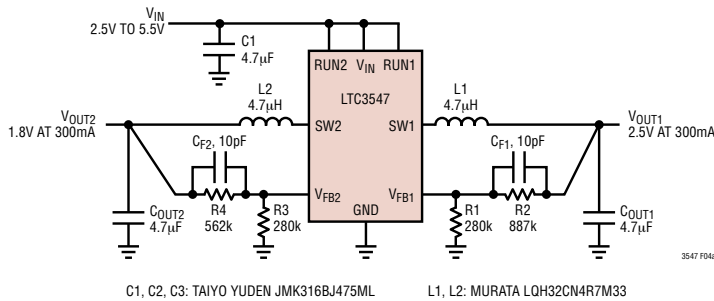


图 4a：设计实例电路

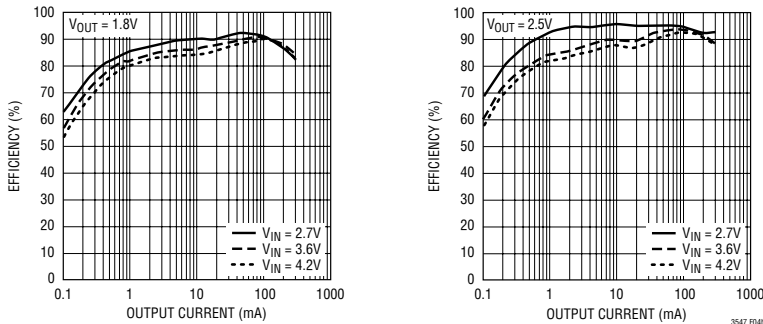


图 4b：效率与输出电流的关系曲线

应用信息

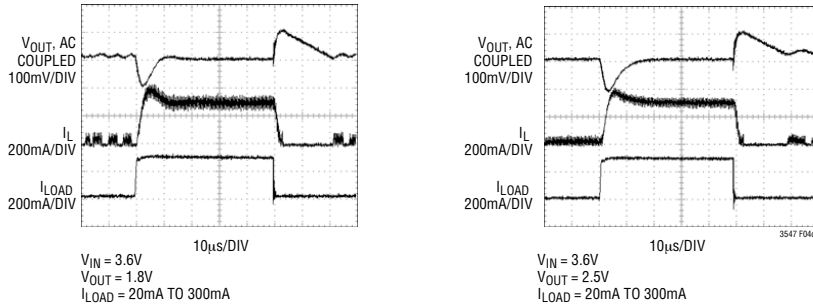
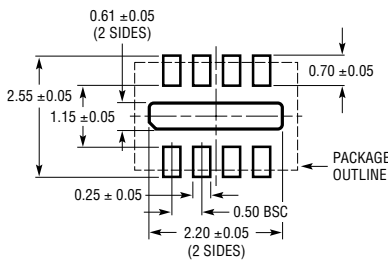


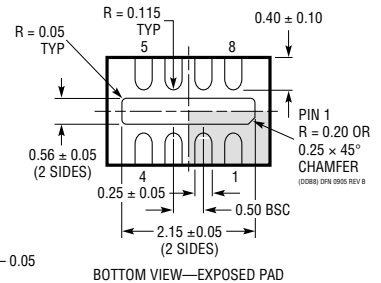
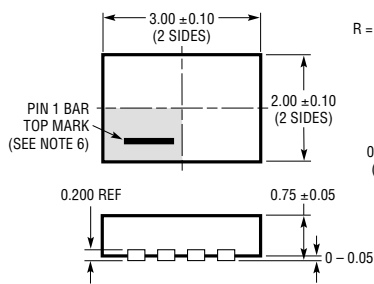
图 4c：瞬态响应

封装描述

DDB 封装
8 引脚塑料 DFN (3mm × 2mm)
 (参考 LTC DWG # 05-08-1702 B 版)



RECOMMENDED SOLDER PAD PITCH AND DIMENSIONS



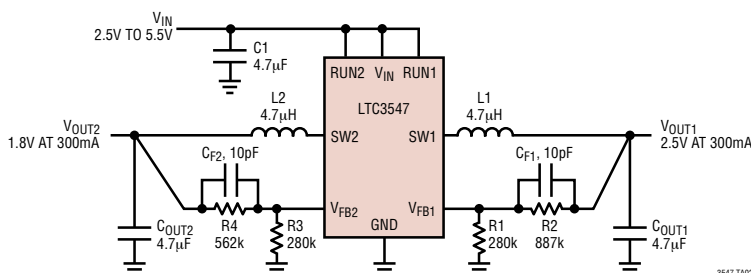
BOTTOM VIEW—EXPOSED PAD

NOTE:

1. DRAWING CONFORMS TO VERSION (WECD-1) IN JEDEC PACKAGE OUTLINE M0-229
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

典型应用

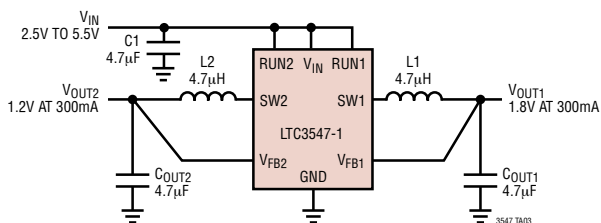
双通道 300mA 降压型转换器



C1, C2, C3: TAIYO YUDEN JMK316BJ475ML

L1, L2: MURATA LQH32CN4R7M33

1.8V/1.2V 双通道 300mA 降压型转换器

C1, C_{OUT1}, C_{OUT2}: TAIYO YUDEN JMK316BJ475ML
L1, L2: MURATA LQH32CN4R7M33

相关器件

器件型号	描述	备注
LTC3405/LTC3405A	300mA (I _{OUT})、1.5MHz 同步降压型 DC/DC 转换器	效率达 95%、V _{IN} : 2.5V 至 5.5V、V _{OUT} = 0.8V、I _Q = 20μA、I _{SD} < 1μA、ThinSOT™ 封装
LTC3406/LTC3406B	600mA (I _{OUT})、1.5MHz 同步降压型 DC/DC 转换器	效率达 96%、V _{IN} : 2.5V 至 5.5V、V _{OUT} = 0.6V、I _Q = 20μA、I _{SD} < 1μA、ThinSOT 封装
LT3407/LT3407-2	600mA/800mA、1.5MHz/2.25MHz 双输出同步降压型 DC/DC 转换器	效率达 95%、V _{IN} : 2.5V 至 5.5V、V _{OUT(MIN)} = 0.6V、I _Q = 40μA、I _{SD} < 1μA、MS10E、DFN 封装
LTC3409	600mA (I _{OUT})、1.7MHz/2.6MHz 同步降压型 DC/DC 转换器	效率达 96%、V _{IN} : 1.6V 至 .5V、V _{OUT} = 0.6V、I _Q = 65μA、I _{SD} < 1μA、DFN 封装
LTC3410/LTC3410B	300mA (I _{OUT})、2.25MHz 同步降压型 DC/DC 转换器	效率达 95%、V _{IN} : 2.5V 至 5.5V、V _{OUT} = 0.8V、I _Q = 26μA、I _{SD} < 1μA、SC70 封装
LTC3411	1.25A (I _{OUT})、4MHz 同步降压型 DC/DC 转换器	效率达 95%、V _{IN} : 2.5V 至 5.5V、V _{OUT} = 0.8V、I _Q = 60μA、I _{SD} < 1μA、MS10、DFN 封装
LTC3531/LTC3531-3/ LTC3531-3.3	200mA (I _{OUT})、1.5MHz 同步降压-升压型 DC/DC 转换器	效率达 95%、V _{IN} : 1.8V 至 5.5V、V _{OUT} = 2V 至 5V、I _Q = 16μA、I _{SD} < 1μA、ThinSOT、DFN 封装
LTC3532	500mA (I _{OUT})、2MHz 同步降压-升压型 DC/DC 转换器	效率达 95%、V _{IN} : 2.4V 至 5.5V、V _{OUT} = 2.4V 至 5.25V、I _Q = 35μA、I _{SD} < 1μA、MS10、DFN 封装
LTC3548/LTC3548-1/ LTC3548-2	双通道 400mA 和 800mA (I _{OUT})、2.25MHz、同步降压型 DC/DC 转换器	效率达 95%、V _{IN} : 2.5V 至 5.5V、V _{OUT} = 0.6V、I _Q = 40μA、I _{SD} < 1μA、MS10E、DFN 封装

ThinSOT 是凌力尔特公司的商标。

3547ta