

LM5026评估电路板

美国国家半导体公司
应用注释1387
Robert Bell
2005年9月



引言

LM5026评估板为设计工程师提供了一个基于有源钳位正激拓扑的全功能的电源转换器设计，可以用来评估LM5026控制器。评估电路板是以工业标准的半砖尺寸提供的。

评估电路板的性能如下：

- 输入范围：36V至78V
- 输出电压：3.3V
- 输出电流：0至30A
- 实测效率：30A时达到90%，15A时达到92.5%
- 工作频率：230kHz
- 电路板尺寸：2.3×2.4×0.5英寸
- 负载调整率：1%
- 线路调整率：0.1%
- 线路欠压锁定(UVLO)，打嗝电流限制

印刷电路板由覆在FR4材质上的4层3盎司铜箔组成，总体厚度为0.050英寸。在某些区域省略阻焊层的目的是便于冷却。在额定负载下设计本单元的连续工作时的温度小于40°C，最小的环境气流为200CFM。

工作原理

基于正激拓扑的电源转换器可以在高达几百瓦功率的应用中表现出极高的效率和良好的电源处理能力。正激拓扑的变压器工作时本身不会自动重置每个电源开关周期，而是需要一个能够重置变压器的机制。有源钳位重置机制当前广泛地应用在50W至200W的中等水平的电源转换器。

正激转换器来源于降压型拓扑产品系列，使用的是单个调制的电源开关。不同拓扑之间的主要区别是正激拓扑使用一个变压器来实现输入/输出接地隔离和降压或者升压功能。

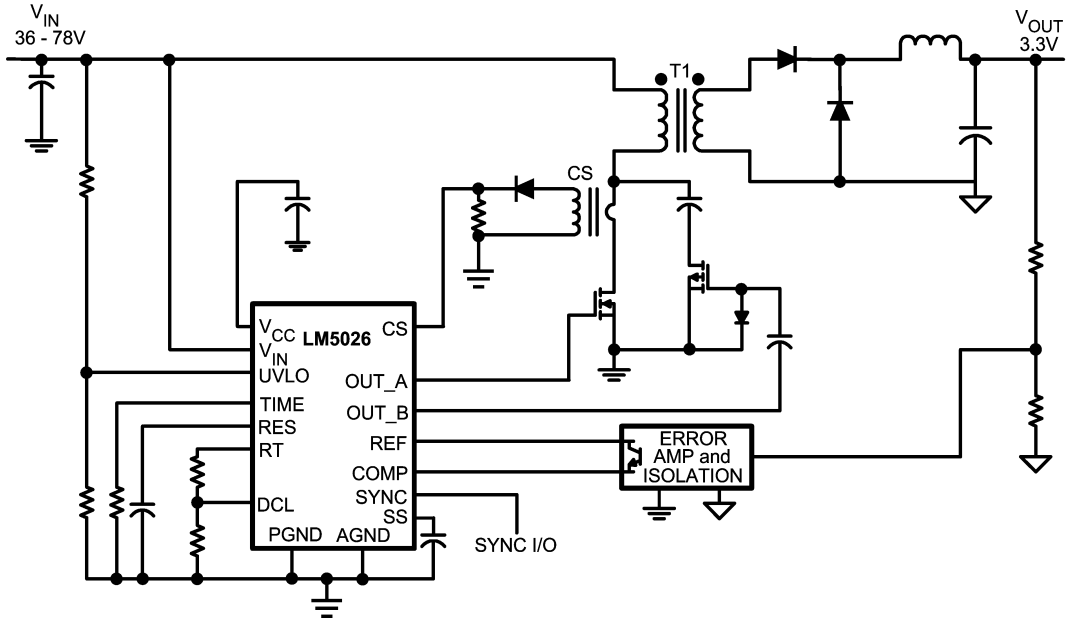
在每个工作周期，初级主开关开启并将输入电压施加在初级线圈上，每个初级线圈有12匝。变压器次级有两匝，导致输入电压6:1降压。对于一个3.3V的输出电压，主开关所需要的占空比(D)必须从大约65%（低线路电压）变化为25%（高线路电压）。在主要开关关闭的每个周期，钳位电容连同重置开关给变压器的初级线圈提供了反向偏置。反向电压重置变压器。钳位电容电压是 $V_{in}/(1-D)$ 。

次级整流使用的是自举同步整流来维持高效率 and 驱动的便利性。

来自输出的反馈经过一个放大器和基准的处理，产生一个误差电压，通过一个光电耦合器可以折回耦合到初级控制端。LM5026的COMP输入端极大地增加了所获得的环路带宽。通过保持在光电耦合器上的稳定电压，可以极大减少光电耦合器的电容效应（和相关极点）。LM5026电流模式控制器来自自变压器初级线圈的斜波信号以脉冲宽度方式来调制误差信号。一个标准的"类型II"（极点-零点-极点）可用作一个补偿网络。LM5026提供一个可控制的延迟，这对于重置开关而言是必须的。

评估电路板可以与外部时钟同步，建议的频率范围从230kHz至300kHz。

工作原理 (续)



电路

20154601

功率和负载考虑

当给LM5026评估板上电时必须遵循一些特定的注意事项。一个错误的连接会造成对评估板的损害。

合适的连接

当工作在低输入电压时，评估电路板在满负载时可以上拉高达3.5A的电流。最大额定输出电流为30A。在连接电源和负载时确保选择正确的连接器和连接线尺寸。监控评估电路板上进出的电流。在评估电路板的输出端直接监控其输出电压。在负载连接线上产生的电压降会造成测量的不精确，特别对于效率的精确测量尤其如此。

电源功率

评估电路板本身可以视为一个稳定的功率负载。在低的输入线路电压（36V）时输入电流能够达到3.5A，然而在高的输入线路电压（78V）时输入电流大约为1.5A。因此为了全方面测试LM5026评估电路板，需要至少一个80V和4A的直流电源。电源的电压和电流都可以进行调节。

电源和电缆必须对评估电路板呈现出一个低阻抗。在评估板上电源应用具有突波电流的时候，不足的电缆线径或者高阻抗电源都将会使电压下跌。如果这种电压下跌足够大的话，将会在上电时造成切跳现象。这种切跳现象和评估电路板欠压锁定、电缆阻抗和突波电流之间是相互影响的。

负载

我们期望一个合适的电子负载可以在低至最小值为3.0V的特定条件下工作。最大负载的电阻值是0.11Ω。传输高输出电流需要较粗的电缆！在使用电阻排的时候我们需要特别注意。功率和电流的额定值取为100W和30A是合适的。在任何时候都需要监控电流和电压。确保给负载提供足够的冷却。

气流

只有为评估电路板提供特定的200CFM气流的时候，才可以应用全功率负载。应该提供单独的风扇。

上电

使用提供的停机引脚将在电流水平设置为低的时候允许电源上电。建议在第一次上电时将负载保持在低水平。设置电源的电流限制，以提供大约1.5倍的负载功率。当将关机引脚对上地的连接取走时，在输出端立即可以检测到3.3V的电压。

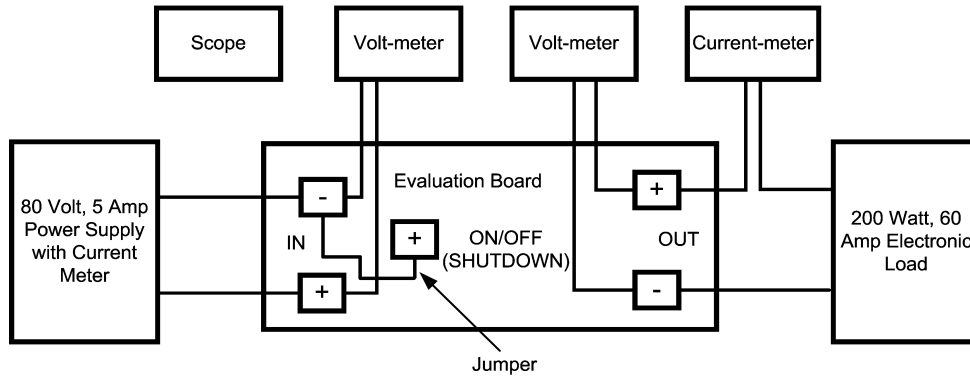
通常会发生这种情况，在电源上设置的限制电流值对于负载而言则是不够的，这会使工程师们感到比较烦恼。同先前具有高的源阻抗的情况比较，结果是类似的。电源折返和评估电路板进入到欠压停机模式的互相作用将会引发振荡，或者咔嚓声，这些都是不想看到的结果。

上电 (续)

确认每个器件是否都在正确运行的最好方法是执行一个快速的效率检查。如果某些器件出现问题，自然可以得出合理的结论：它会从负面影响效率。在开关电源中不正确的器件参数必然会导致额外的损耗和潜在的破坏性热量。

过电流保护

评估电路板配置有打嗝过电流保护机制。如果发生输出过载（大约33A），本单元会将软启动电容放电，从而禁止电源级工作。经过一个延迟之后，释放软启动。停机、延迟和软启动电容的缓慢再充电可以保护本单元，特别是在短路情况发生期间，因为此处的压力是最大的。



典型的评估板设置

20154602

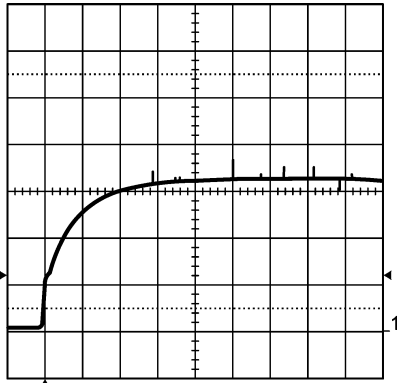
性能特性

开启波形

当给LM5026评估电路板通电的时候，会发生一系列有序事件。软启动电容值和其他器件的设置使得短时间内出现最小的输出电压，直到反馈环路进入稳定状态而无过冲现象。图1显示出在典型的启动期间输入为48V，负载电流为5A时候的输出电压。在启动期间无任何过冲现象。

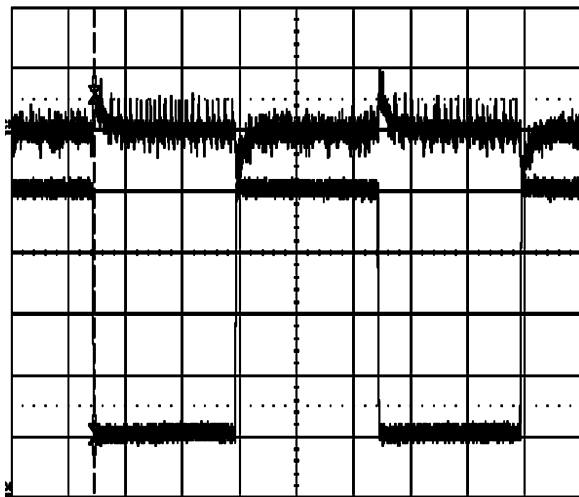
输出纹波波形

图2所示对于负载从5A充电至25A时的瞬态响应。上面的迹线表示在输出电流突然变化时的最小的输出电压下跌和过冲现象，输出电流在图中如较低迹线所示。



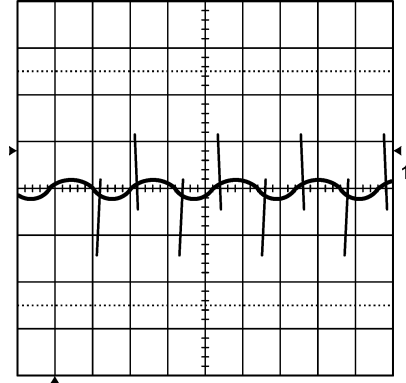
条件：输入电压=48VDC 输出电流=5A
迹线1：输出电压 Volts/div = 1V
水平精度= 1msec/div

图1.



条件：输入电压=48VDC 输出电流=5A至25A
迹线1：输出电压 Volts/div = 0.5V
迹线2：输出电流 Amps/div = 5A
水平精度= 1msec/div

图2.



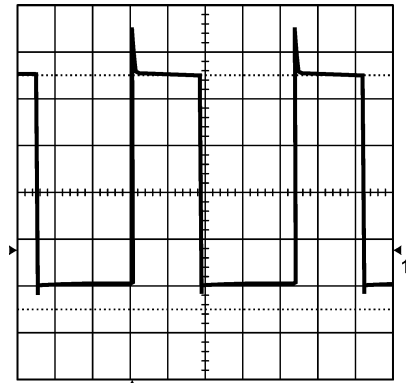
条件：输入电压=48VDC
输出电流=30A
带宽限制=25MHz
迹线1：输出纹波电压 Volts/div = 50mV
水平精度= 2μs/div

图3.

图3表示在输出电容上直接得到的典型的输出纹波，输入电压为48V和负载电流为30A。该波形对于大多数负载和输入电压而言是很典型的。

图4和图5所示为具有25A负载的Q1的漏极电压。图4所示当输入电压为38V的情况，和图5所示当输入电压为78V的情况。

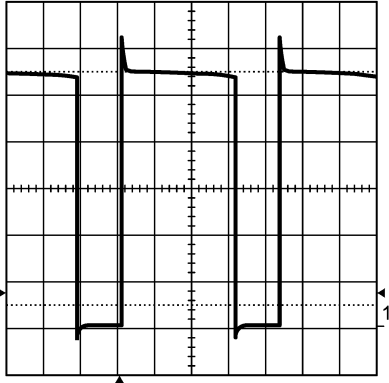
图6表示为同步整流器的栅电压。通过一个电阻和栅电容互相作用使得主要电源变压器的驱动在导通时产生轻微延迟。这会提供改进的开关转换从而可以优化效率。在拓扑结构上驱动电压的差别是固有的，并随着线路电压而变化。



条件：输入电压= 38VDC 输出电流=25A
迹线1：Q1漏极电压 Volts/div = 20V 水平精度= 1μs/div

图4.

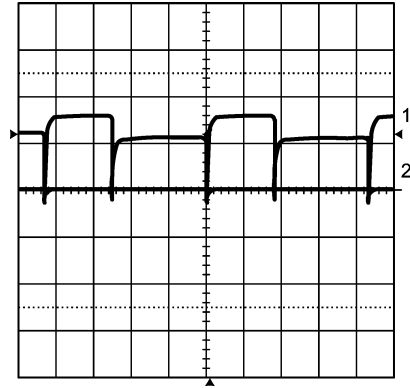
输出纹波波形 (续)



20154607

条件: 输入电压=78VDC输出电流=25A
迹线1: Q1漏极电压Volts/div=20V 水平精度=1 μ s/div

图5.

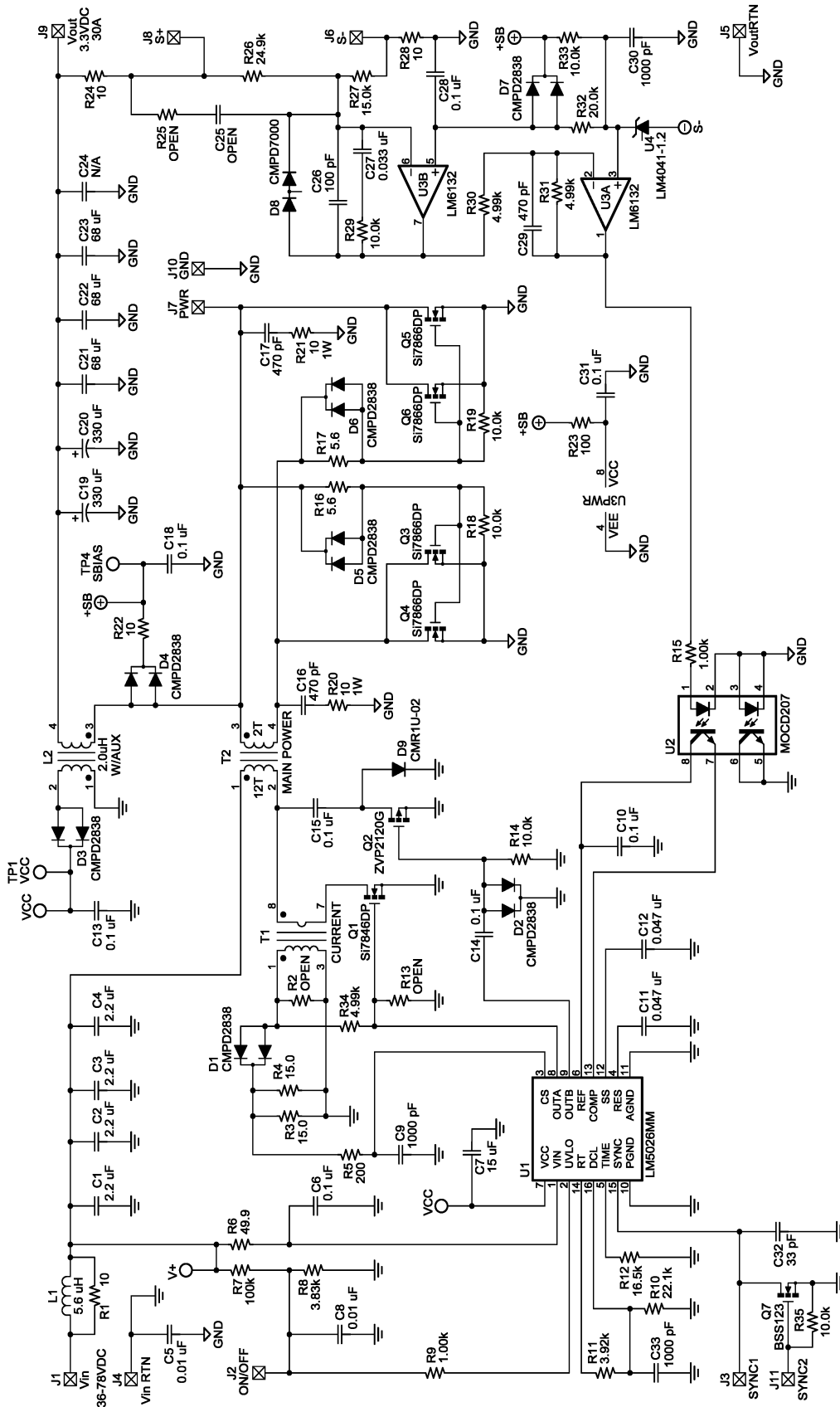


20154608

条件: 输入电压=48VDC输出电流=5A
同步整流器, Q3栅Volts/div=5V
迹线1: 同步整流器Q3栅电压Volts/div=5V
迹线2: 同步整流器Q3栅电压Volts/div=5V
水平精度=1 μ s/div

图6.

应用电路



20154603

应用电路：输入36至78V，输出3.3V,30A

布局 and 元件清单

元件清单如下所示，包括了制造商和器件编号。印刷电路板的分层按照从顶至下的顺序如图所示。视图一

般都是从顶部往下，除了底部的丝网，它的视图是从底部往上的。比例大约是x 1.5。印刷电路板由覆在FR4材料上的4层3盎司的铜箔组成，整体厚度为0.050英寸。

表1. 元件清单

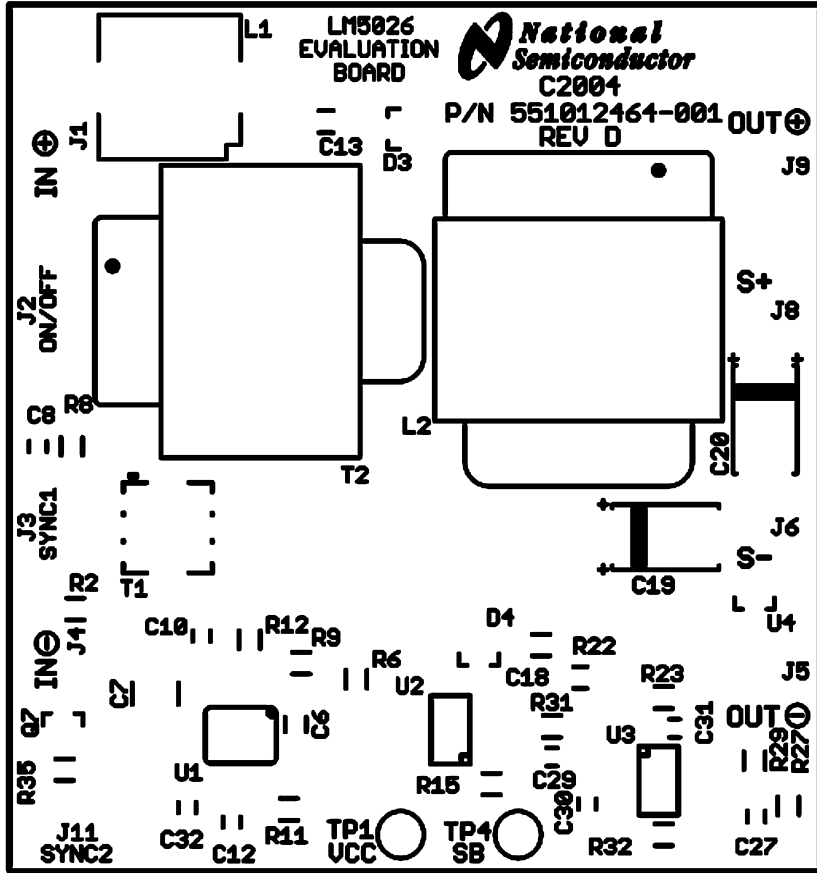
标记	数量	型号	描述	数值
C1-C4	4	C4532X7R2A225M	CAPACITOR, CER, TDK	2.2 μ , 100V
C5	1	C4532X7R3A103K	CAPACITOR, CER, TDK	0.01 μ , 1000V
C6,C15	2	C3216X7R2E104K	CAPACITOR, CER, TDK	0.1 μ , 250V
C7	1	C4532X7R1E156M	CAPACITOR, CER, TDK	15 μ , 25V
C8	1	C2012X7R2A103K	CAPACITOR, CER, TDK	0.01 μ , 100V
C9,C30,C33	3	C2012X7R2A102K	CAPACITOR, CER, TDK	1000p, 100V
C10,C14,C28, C31	4	C2012X7R1H104K	CAPACITOR, CER, TDK	0.1 μ , 50V
C11, C12	2	C2012X7R1H473K	CAPACITOR, CER, TDK	0.047 μ , 50V
C13,C18	2	C1206C104K5RAC	CAPACITOR, CER, KEMET	0.1 μ , 50V
C16, C17, C29	3	C0805C471J5GAC	CAPACITOR, CER, KEMET	470p, 50V
C19,C20	2	T520D337M006AS4350	CAPACITOR,TANT,KEMET	330 μ , 6.3V
C21,C22,C23	3	C4532X7S0G686M	CAPACITOR, CER, TDK	68 μ , 4V
C24, C25		OPEN	NOT USED	
C26	1	C0805C101J5GAC	CAPACITOR, CER, KEMET	100p, 50V
C27	1	C1206C333K5RAC	CAPACITOR, CER, KEMET	0.033 μ , 50V
C32	1	C0805C330J5GAC	CAPACITOR, CER, KEMET	33p, 50V
D1- D7	7	CMPD2838	DIODE, SIGNAL, CENTRAL	
D8	1	CMPD7000	DIODE, SIGNAL, CENTRAL	
D9	1	CMR1U-02	DIODE, 200V, CENTRAL	
L1	1	SLF10145T-5R6M3R2	INPUT CHOKE, TDK	5.6 μ H, 3.5A
L2	1	B0358-C	CHOKE with AUX, COILCRAFT	2 μ H, 33A
Q1	1	SI7846DP	N-FET, SILICONIX	150V, 50m
Q2	1	ZVP2120GTA	P-FET, ZETEX	200V, 20
Q3 - Q6	4	SI7866DP	FET, SILICONIX	20V, 3m
R1, R22, R24, R28	4	CRCW120610R0F	RESIST OR	10 Ω
R2, R13, R25		OPEN	NOT USED	
R3, R4	2	CRCW120615R0F	RESIST OR	15 Ω
R5	1	CRCW12062000F	RESIST OR	200 Ω
R6	1	CRCW120649R9F	RESIST OR	49.9 Ω
R7	1	CRCW12061003F	RESIST OR	100k Ω
R8	1	CRCW12063831F	RESIST OR	3.83k Ω
R9, R15	2	CRCW12061001F	RESIST OR	1k Ω
R10	1	CRCW12062212F	RESIST OR	22.1k Ω
R11	1	CRCW12063921F	RESIST OR	3.92k Ω
R12	1	CRCW12061652F	RESIST OR	16.5k Ω
R14,R18,R19,R29,R33,R35	5	CRCW12061002F	RESIST OR	10k Ω
R16, R17	2	CRCW12065R60F	RESIST OR	5.6 Ω
R20, R21	2	CRCW2512100J	RESIST OR	10 Ω , 1W
R23	1	CRCW12061000F	RESIST OR	100 Ω
R26	1	CRCW12062492F	RESIST OR	24.9k Ω
R27	1	CRCW12061502F	RESIST OR	15k Ω
R30, R31, R34	3	CRCW12064991F	RESIST OR	4.99k Ω
R32	1	CRCW12062002F	RESIST OR	20k Ω
T1	1	P8208T	CURRENT XFR, PULSE ENG	100:01
T2	1	B0357-B	POWER XFR, COILCRAFT	12:02

布局和元件清单 (续)

表1.元件清单 (续)

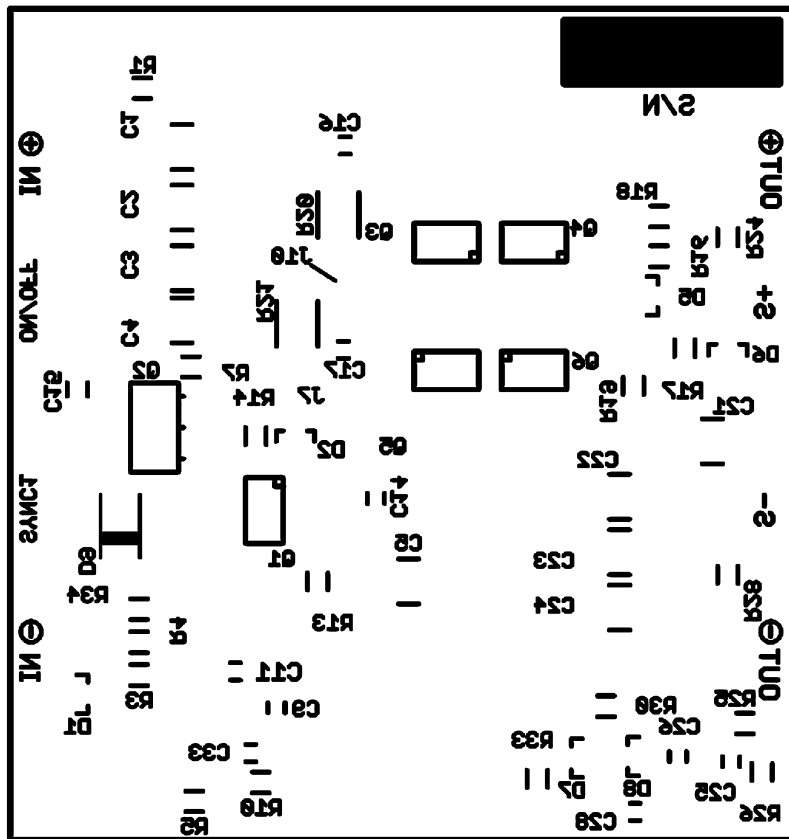
标记	数量	型号	描述	数值
U1	1	LM5026MM	CONTROLLER, NATIONAL SEMI	
U2	1	MOC207M	OPTO-COUPLER, QT OPTO	
U3	1	LM6132AIM	OPAMP, NATIONAL SEMI	
U4	1	LM4041CEM3-1.2	REFERENCE, NATIONAL SEMI	

印刷电路板的布局



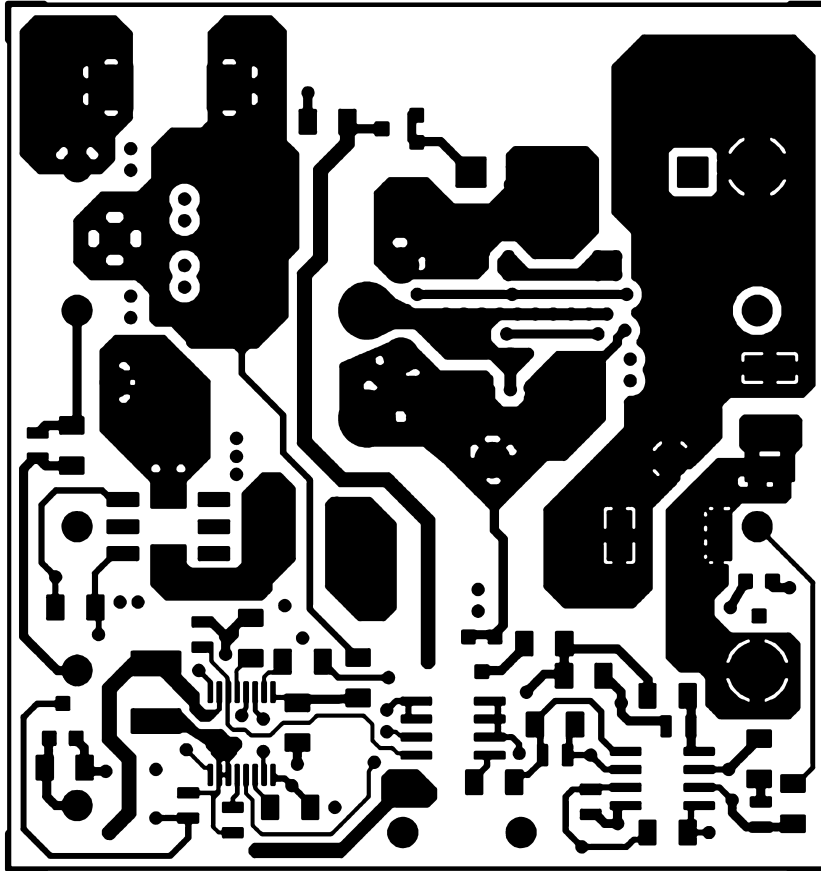
20154609

印刷电路板的布局 (续)



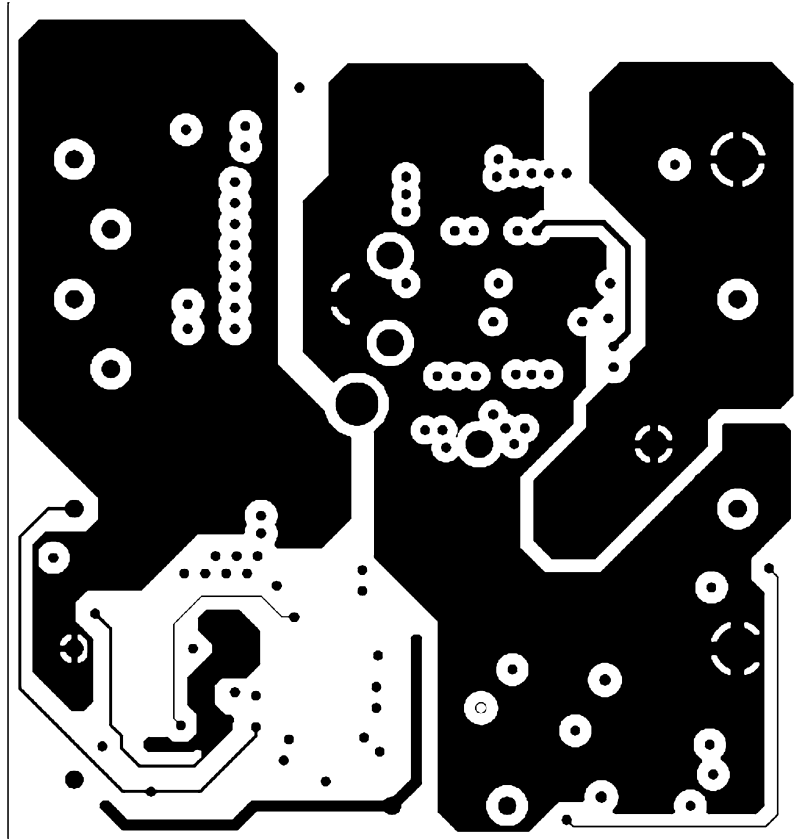
20154610

印刷电路板的布局 (续)



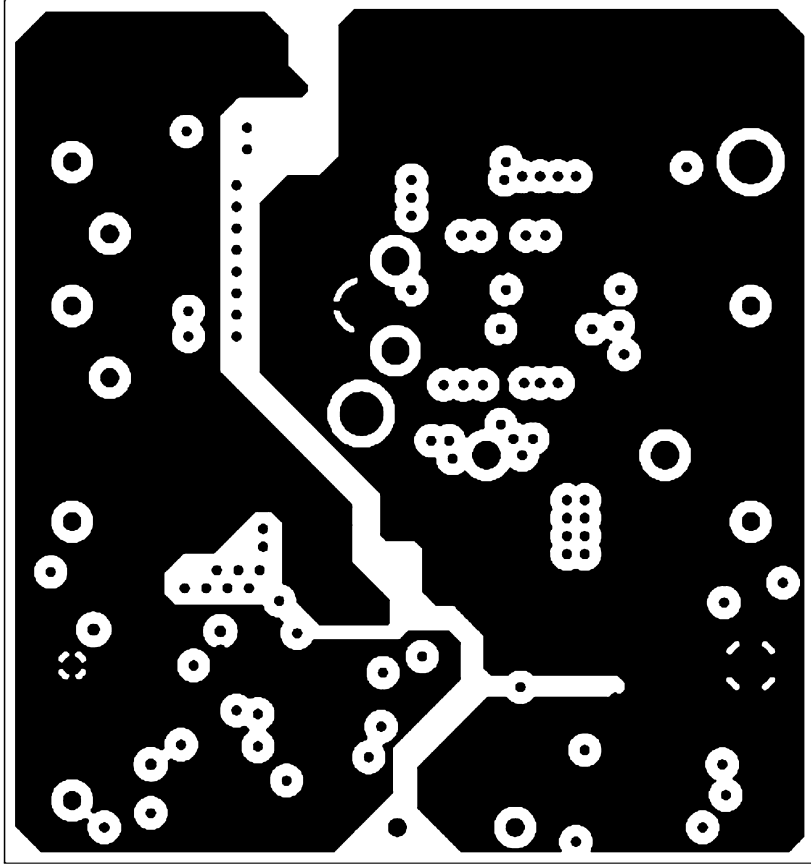
20154611

印刷电路板的布局 (续)



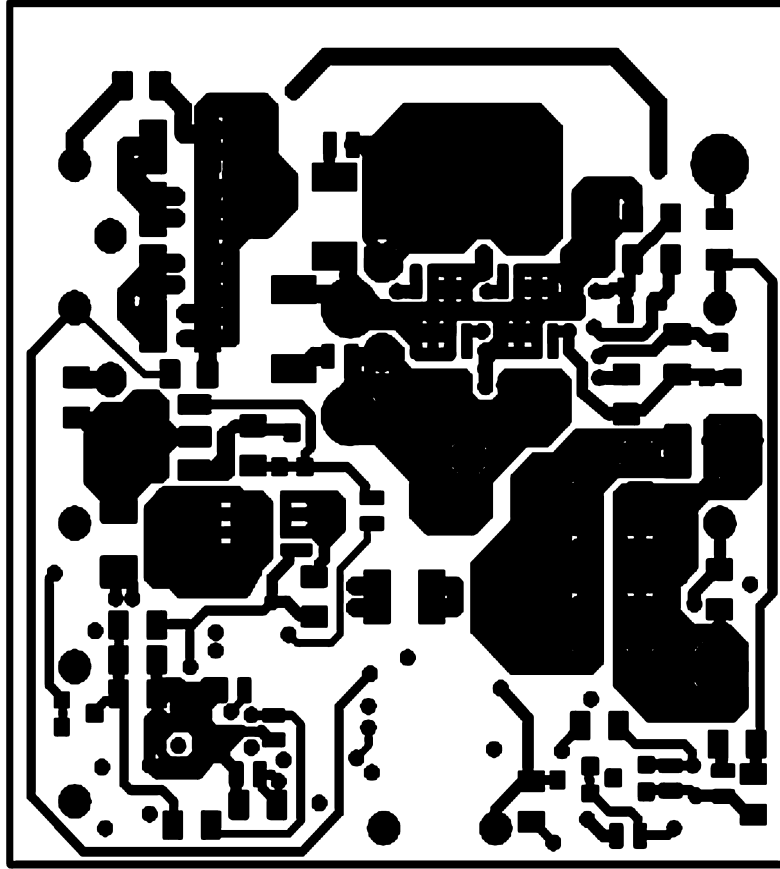
20154612

印刷电路板的布局 (续)



20154613

印刷电路板的布局 (续)



20154614

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
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

www.national.com