

EVM User's Guide: UCC33420Q1-EVM

适用于汽车和工业应用的 UCC33420EVM-080 评估模块



说明

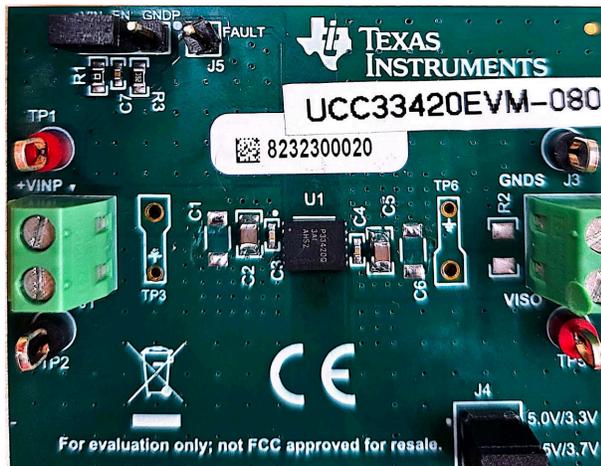
UCC33420EVM-080 旨在供设计人员快速轻松地评估 UCC33420-Q1 的性能特性和能力，以便在汽车和工业偏置应用中使用。该 EVM 使用户能够在测试期间轻松探测，并测试 UCC33420-Q1 的功能（例如该器件的使能/故障 (EN/FLT)），使用 SEL 引脚将隔离式输出电压配置为 $V_{ISO} = 5.0V$ 或 $V_{ISO} = 5.5V$ ，以及向输出施加可变负载。借助该 EVM，用户可以根据系统要求，测量输入电压范围内和不同输出负载条件下的效率。

特性

- UCC33420-Q1 具有隔离式偏置电源电压的 1.5W 直流/直流隔离式转换器模块
- 变压器、功率级和控制级完全集成在具有 12 引脚的 4mmx5mmx1mm VSON-12 封装中
- AEC-Q100、3kVrms 隔离、保护特性和低电磁辐射
- EVM 展示了汽车和工业应用中使用的隔离式偏置电源

应用

- 隔离式放大器
- 数字隔离器
- 隔离式 VI 传感器
- CAN 收发器



UCC33420EVM-080, HVP080E1 (顶视图)



UCC33420EVM-080, HVP080E1 (底视图)

1 评估模块概述

1.1 引言

本用户指南为使用 UCC33420EVM-080 评估 UCC33420-Q1 提供了说明和指导。UCC33420-Q1 是一款高效率、低辐射、3kV_{RMS} 隔离式直流/直流转换器，采用集成式 VSON-12 封装并能够提供 1.5W 的功率。UCC33420-Q1 在从初级侧到次级侧的功率转换方面提供了出色的效率，同时不再需要现有设计中常用的外部变压器或电源模块。这种集成可大幅缩减印刷电路板 (PCB) 面积和厚度，从而使系统可以降低成本并减小尺寸。

1.2 套件内容

表 1-1. UCC33420EVM-080 套件内容

位号	说明	数量
PCB1	UCC33420EVM-080 电路板	1

1.3 规格

表 1-2. EVM 电气特性

$V_{IN}=5V$ ， $V_{CC}=5V$ ， $T_A=25^\circ C$ (除非另有说明)

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入特性						
V _{IN}	输入电压范围	P _{VCC} =1.5W	4.5	5	5.5	V
输出特性						
V _{CC}	直流满载设定点	4.5V<V _{IN} <5.5V， I _{VCC} =300mA	4.967		4.988	V
I _{VCC}	V _{CC} 负载电流范围	4.5V<V _{IN} <5.5V	0		300	mA

1.4 器件信息

1.4.1 U1 元件选型

UCC33420-Q1 是 UCC33420EVM-080 中采用的默认 IC，但评估时可以使用表 1-3 中列出的任意替代版本。表 1-3 中列出的每个元件版本都是引脚对引脚兼容的。

表 1-3. UCC334x0-Q1 设备

通用器件型号	可订购器件型号	输入电压/输出电压/隔离
UCC33420-Q1	PUCC33420QRAQRQ1	4.5V 至 5.5V/5.0V/3kV _{RMS}
UCC33420	PUCC33420RAQR	4.5V 至 5.5V/5.0V/3kV _{RMS}
UCC33410-Q1	PUCC33410QRAQRQ1	4.5V 至 5.5V/3.3V/3kV _{RMS}
UCC33410	PUCC33410RAQR	4.5V 至 5.5V/3.3V/3kV _{RMS}

如果需要替换 IC，则 TI 建议始终采用最佳焊接技术实践，这可能包括采取适当的 ESD 预防措施并安排擅长表面贴装焊接和板级返工的合格人员来移除和安装 U1。

1.4.2 UCC33420-Q1 引脚定义

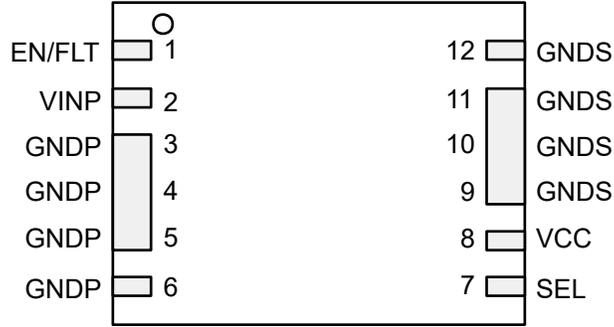


图 1-1. UCC33420-Q1 封装 (顶视图)

表 1-4. UCC33420-Q1 引脚说明

引脚		类型 ⁽¹⁾	说明
名称	编号		
EN/FLT	1	I/O	多功能使能输入引脚和输出故障引脚。通过一个 18k Ω 或更大的上拉电阻器连接到微控制器。 使能输入引脚： 强制 EN 为低电平会禁用器件。上拉至高电平以启用正常的器件功能。 故障输出引脚： 该引脚被拉至低电平 200us，以警示电源转换器因故障情况而关断。
VINP	2	P	初级输入电源电压。在 VINP 至 GNDP 引脚附近并联连接 2.2nF 0402 和 22 μ F 陶瓷旁路电容器。
GNDP	3、4、5、6	G	VINP 的电源接地回路连接。
SEL	7	I	VCC 选择引脚。当 SEL 连接到 VCC 时，VCC 设定点为 5.0V；当 SEL 短接至 GNDS 时，则为 5.5V。
VCC	8	P	隔离式电源输出电压引脚。在 VCC 和 GNDS 引脚附近并联连接 2.2nF 0402 和 22 μ F 陶瓷旁路电容器。
GNDS	9、10、11、12	G	VCC 的电源接地回路连接。

(1) P = 电源，G = 接地，I = 输入，O = 输出

2 硬件

2.1 EVM 设置和操作

2.1.1 建议测试设备

1. VBIAS：直流电源 1：5.0V，10mA
2. VIN：直流电源 2：5.0V，1A
3. IVISO：电子负载或固定电阻器：5V，500mA
4. 用于测量 <10V 直流电压的 (2) 个 DVM
5. 用于在 IVINP 和 IVCC 上测量 <1.0A 直流电流的 (2) 个 DVM
6. 示波器：4 通道，500MHz 或更高，电压探头，电流探头
7. 最小线规 20AWG 至 22AWG 或更大
8. 热像仪 (可选) 或热电偶测量 U1 外壳温度

2.1.2 通过外部连接轻松进行评估

UCC33420EVM-080 EVM 利用螺纹接线端子快速连接到 V_{INP} 和 VCC。EN 连接通过引脚连接器来实现。连接适当的电流表和电压表，如图 2-1 所示，以便可以进行准确的 EVM 效率测量。

连接测试设备：

1. 在 J1:1-2 (V_{INP} -GNDP) 处连接能够提供电压 $4.5V < V_{INP} < 5.5V$ 和电流 1A 的 V_{INP} 直流电源。将电源调整为 5.0V，并将电流限值设置为 4.0A。将电源设置为 5.0V。关闭/禁用 V_{INP} 电源。
2. 在 J2:2-1 处连接 +5.0V 直流偏置电源 (+3.3V 至 +5.0V)。将电源设置为 0V。J2 上的 +5.0V 电源用作 EN/FLT 的上拉偏置。用户可以选择在 J2：1-2 (左上角) 处连接跳线来短接 +VIN 和 EN 引脚，从而将输入电源用作偏置电源。
3. 在 J3:1 (V_{ISO}) 和 J3:2 (GNDS) 之间连接一个可变负载。如果使用电子负载，则设置为恒定电流 (CC) 300mA。在 EVM 通电之前，将负载保持为禁用状态。
4. 当设置在低 mA 范围内时，某些电子负载无法调节/稳定 CC。通过插入电流表来监测输入电流和负载电流，如图 2-1 所示。电流探头可以与示波器结合使用，以验证由电子负载调节的直流电流的稳定性。

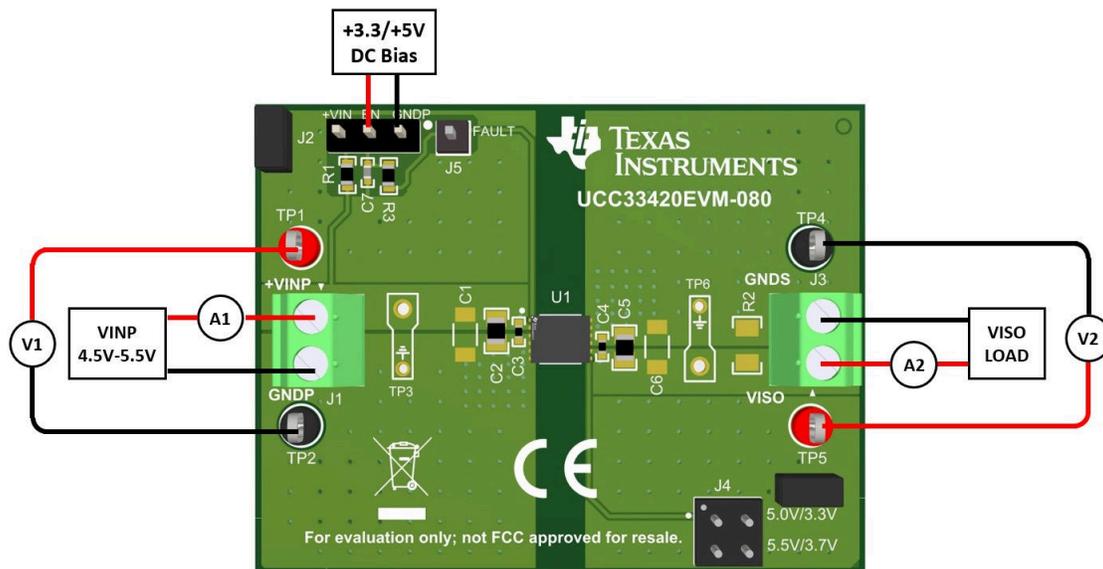


图 2-1. 典型效率测量设置

2.1.3 为 EVM 供电



警告

- 表面高温。接触会导致烫伤。U1 封装表面温度可达到环境温度以上 100°C。请勿触摸！
- 除非您受过功率电子产品安全、处理和测试方面的适当培训，否则不要测试此 EVM。

2.1.4 EVM 测试点

表 2-1 描述了各种 EVM 测试点，便于将示波器探头、DVM 测试引线和电线连接至节 2.1.1 中概述的实验室测试设备。保持初级侧 GNDP 和次级侧 GNDS 之间的隔离。不能使初级侧测试点通过不正确的测试设备插入来以 GNDS 为基准。同样，也不能使次级侧测试点通过不正确的测试设备插入来以 GNDP 为基准。

表 2-1. 输入、输出、测试点 (I/O/TP) 说明

引脚	I/O/TP	颜色	说明	最小值	典型值	最大值	单位	
J1	I	绿色	VINP, 初级输入电压	4.5	5.0	5.5	V	
J2:1-2	I	黑色	EN, 开启		0		V	
J2:2-3	I	黑色	EN, 关闭	0	V _{BIAS}	5.5	V	
J4:1-2	O	黑色	选择器 5.0V/3.3V 输出电压。	0		5.7	V	
J4:3-4	O	黑色	选择器 5.5V/3.7V 输出电压。	0		5.7	V	
J3	O	绿色	VISO, 次级输出电压。	0		5.7	V	
TP1	TP	红色	VINP, 初级输入电压测试点。	4.5	5	5.5	V	
TP2	TP	黑色	GNDP, 初级地测试点。		0		V	
TP3	TP	PCB	VINP 至 GNDP, 示波器探测点。	4.5	5	5.5	V	
TP4	TP	黑色	GNDS, 次级地测试点。		0		V	
TP5	TP	红色	VISO, 次级输出电压测试点。	4.85	5	5.15	V	
TP6	TP	PCB	VISO 至 GNDS, 示波器探测点。	SEL 5.0V	4.85	5	5.15	V
				SEL 5.5V	5.34	5.5	5.67	V

2.1.5 示波器探头：探测 EVM

使用 TP3 和 TP6 示波器探头 PCB 测试点

UCC33420-Q1 是一款高频直流/直流模块，需要通过仔细测量来准确地捕获瞬态事件和测量高频交流纹波电压。从示波器探头上拆下尖顶帽（探头尖端盖）和接地引线。如果未提供示波器探头接地弹簧，请将一根 22AWG 裸线缠绕在示波器探头接地环上，然后将探头尖端和接地环插入 EVM，如图 2-2 所示。



图 2-2. PCB 示波器探头测试点

EVM 输入 (VINP、GNDP) 和输出命名规则 (VISO、GNDS) 与需要从初级侧和次级侧偏置的隔离式放大器中的常用名称相对应。

3 实现结果

3.1 性能数据

除非另有说明，否则使用电子负载收集的所有性能数据和波形均设置为恒流。

3.1.1 交流纹波电压

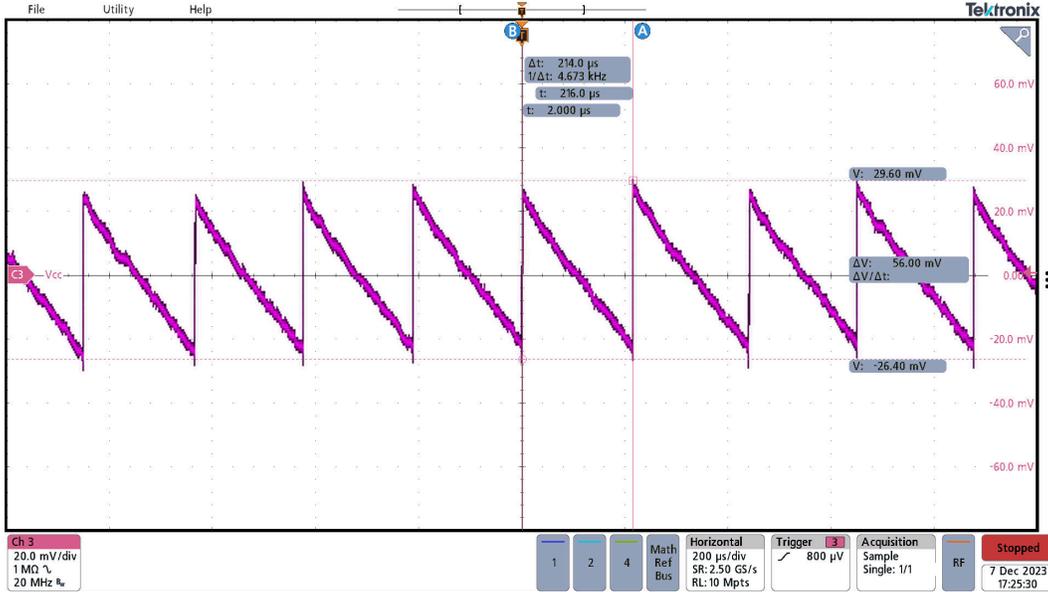


图 3-1. VISO 交流纹波 : $V_{pkpk}=56\text{mV}$, $V_{INP}=5\text{V}$, $V_{ISO}=5\text{V}$, $I_{LOAD}=0\text{mA}$

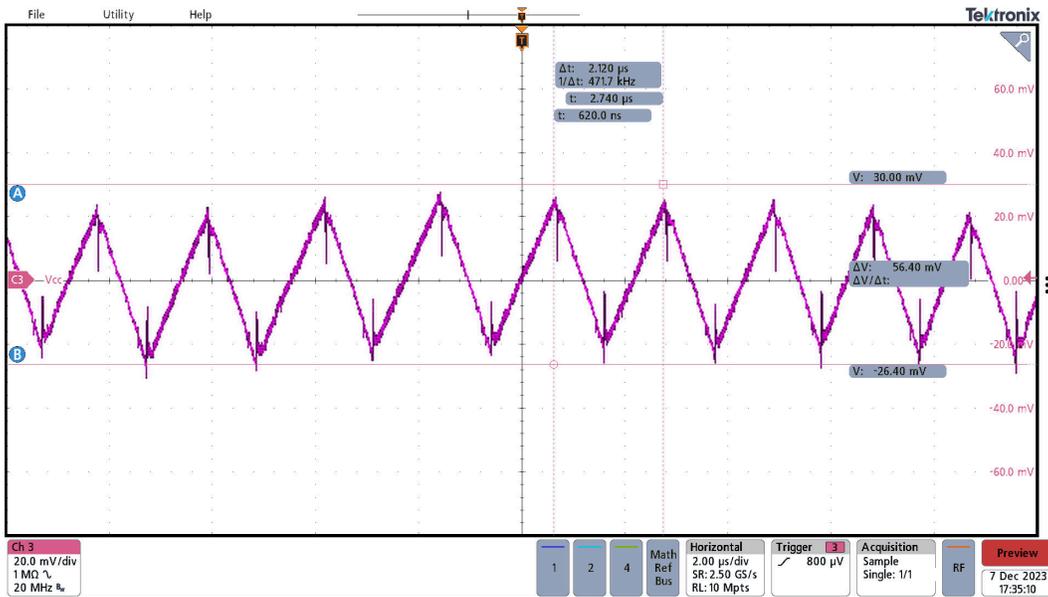


图 3-2. VISO 交流纹波 : $V_{pkpk}=56\text{mV}$, $V_{INP}=5\text{V}$, $V_{ISO}=5\text{V}$, $I_{LOAD}=300\text{mA}$

3.1.2 负载瞬态

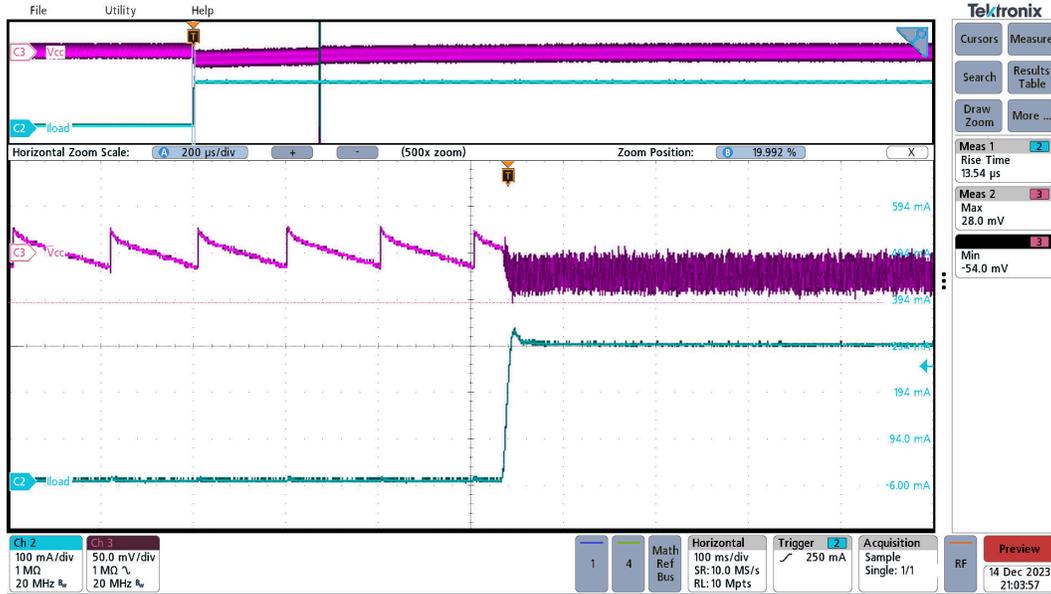


图 3-3. 负载瞬态，VINP=5V、VISO=5V、无负载 (ILOAD=0mA) 到满负载 (ILOAD=300mA)

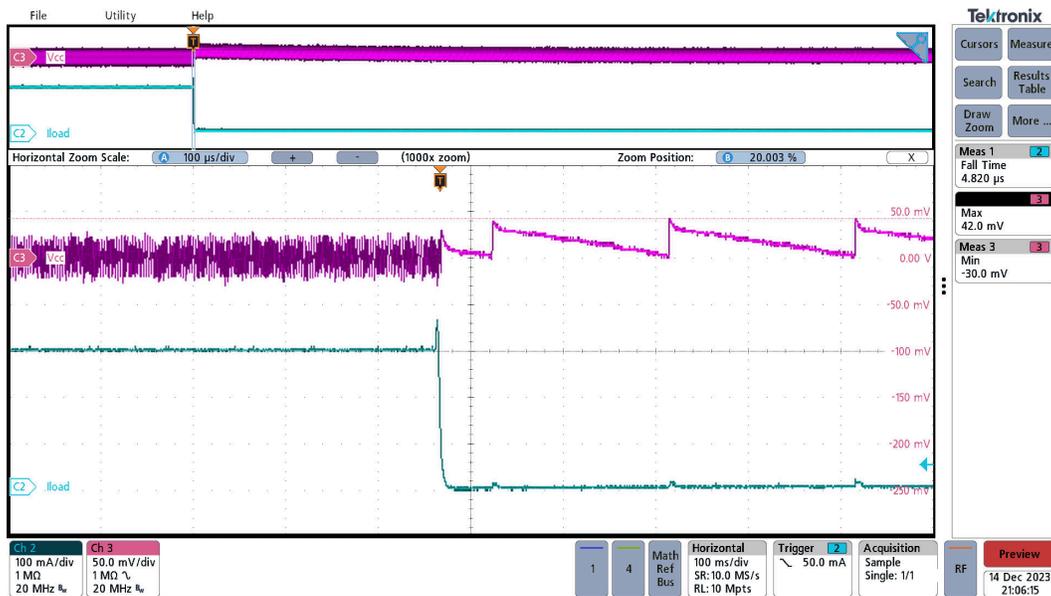


图 3-4. 负载瞬态，VINP=5V、VISO=5V、满负载 (ILOAD=300mA) 至无负载 (ILOAD=0mA)

4 硬件设计文件

4.1 原理图

图 4-1 显示了 EVM 电气原理图。C1、C8、R2 和 D1 特意未组装，如红色 X 所示，直接放置在元件上方。用户可以使用 C1 和 C8 占位符来添加用户系统所需的输入或输出电容。

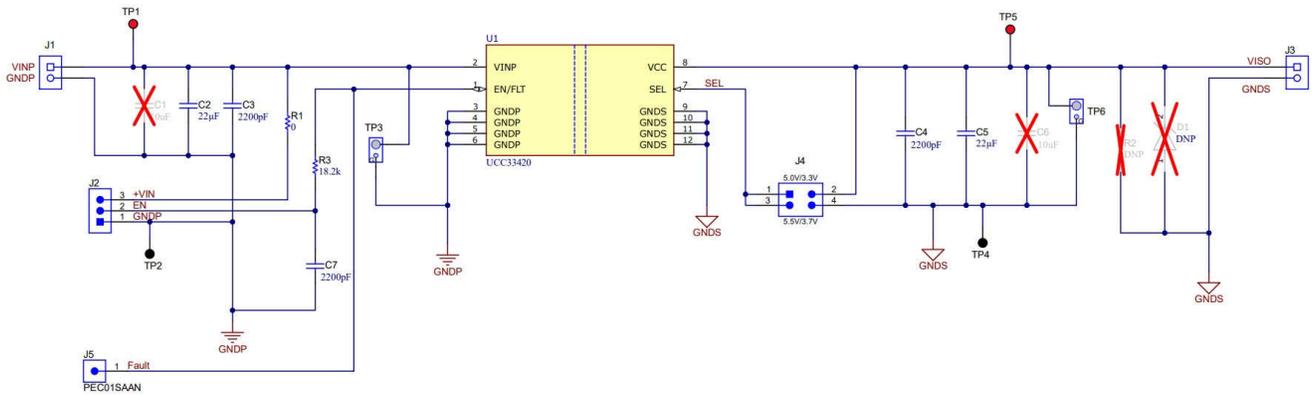


图 4-1. 原理图

4.2 组装和印刷电路板 (PCB)

UCC33420EVM-080 采用四层 FR4 PCB 设计，所有四层均敷有 1 盎司铜。EVM PCB 展示了接地层和包覆拼接过孔在屏蔽和在 GND 层间提供低阻抗连接方面的重要用途。对于汽车牵引逆变器更高密度的 PCB，PCB 可以包含几个额外的信号层，也可以尽可能采用类似的设计方法。

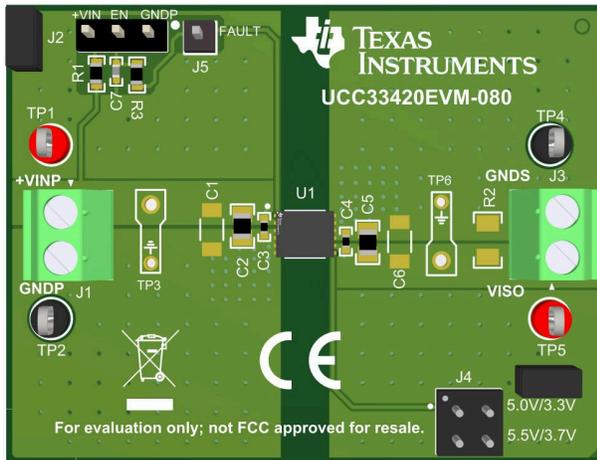


图 4-2. 经全面组装的 3D (顶视图)

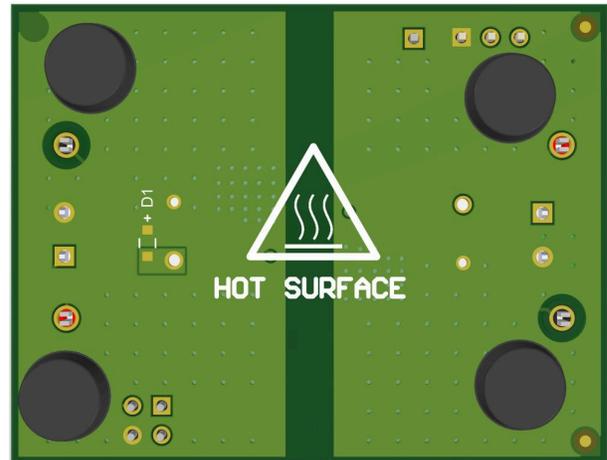


图 4-3. 经全面组装的 3D (底视图)

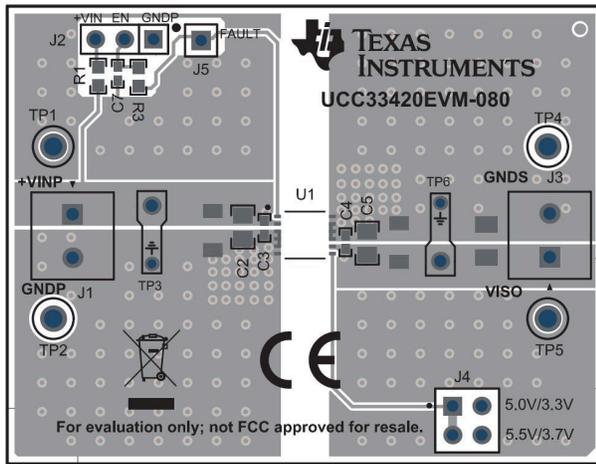


图 4-4. PCB 顶层，组装

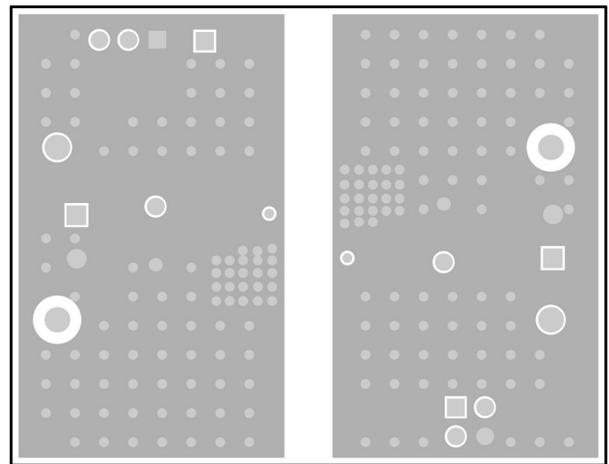


图 4-5. 接地层 2

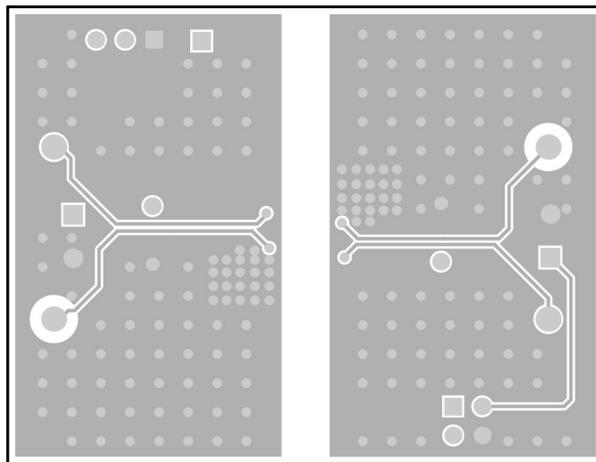


图 4-6. 接地层 3

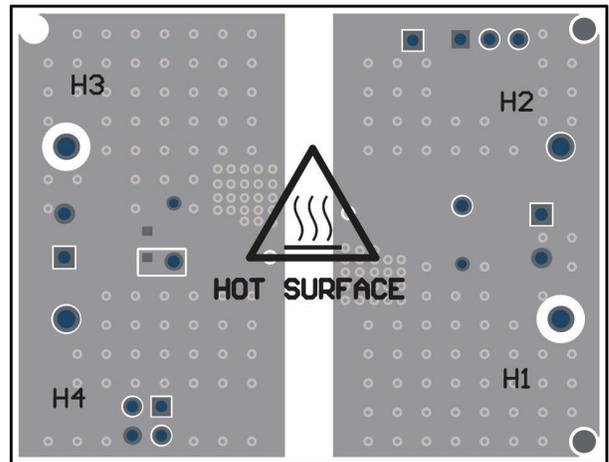


图 4-7. PCB 底层，组装 (镜像视图)

4.3 物料清单 (BOM)

表 4-1. 物料清单

位号	数量	说明	器件型号	制造商
PCB1	1	印刷电路板	HVP080E1	不限
C3、C4、C7	3	电容, 陶瓷, 2200pF, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0402	GCM155R71H222KA37D	MuRata
C2、C5	2	电容, 陶瓷, 22μF, 10V, +/-20%, X7R, 0805	GRM21BZ71A226ME15L	MuRata
H1、H2、H3、H4	4	保险杠	SJ61A6	3M
J1、J3	2	连接端子块, 2 位, 3.81mm, TH	1727010	Phoenix Contact
J2	1	接头, 100mil 3x1, 锡, TH	PEC03SAAN	Sullins Connector (赛凌思科技有限公司)
J4	1	接头, 100mil 2x2, 锡, TH	PEC02DAAN	Sullins Connector (赛凌思科技有限公司)
J5	1	接头, 1x1, 锡, TH	PEC01SAAN	Sullins Connector (赛凌思科技有限公司)
R1	1	电阻, 0Ω, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale
R3	1	电阻, 18.2kΩ, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW060318K2FKEA	Vishay-Dale
SH-J1、SH-J2	2	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	SPC02SYAN	Sullins Connector (赛凌思科技有限公司)
TP1、TP5	2	测试点, 多用途, 红色, TH	5010	Keystone
TP2、TP4	2	测试点, 多用途, 黑色, TH	5011	Keystone
U1	1	1.5W、高密度, >3kVRMS 隔离式直流/直流转换器	PUCC33420-Q1	德州仪器 (TI)
U1-alt	0	1.5W、高密度, >3kVRMS 隔离式直流/直流转换器	PUCC33420RAQR	德州仪器 (TI)
U1-alt	0	1.5W、高密度, >3kVRMS 隔离式直流/直流转换器	PUCC33410QRAQRQ1	德州仪器 (TI)
U1-alt	0	1.5W、高密度, >3kVRMS 隔离式直流/直流转换器	PUCC33410RAQR	德州仪器 (TI)
C1、C6	0	电容, 陶瓷, 10μF, 10V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 1206	GCM31CR71A106KA64L	MuRata
R2	0	电阻, 0Ω, 5%, 0.25W, AEC-Q200 200 级, 1206	CRCW1206200RJNEA	Vishay-Dale
D1	0	齐纳二极管 5.94V 960mW ±2.61%	PLZ6V2A-G3/H	Vishay

5 其他信息

5.1 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2024，德州仪器 (TI) 公司