

用于 Wolfspeed 1200V SiC 平台的 UCC217xx 和 ISO5x5x 半桥 EVM 用户指南



摘要

UCC217XXQDWEVM-054 是一款紧凑型半桥栅极驱动器板，包含两个单通道隔离式栅极驱动器。它可提供所需的隔离式辅助电源、驱动电流、保护和监测功能，用于驱动多个不同型号的 Wolfspeed 碳化硅 (SiC) MOSFET 模块和其他具有类似引脚排列的 IGBT 或 SiC MOSFET 模块。板载直流/直流变压器可以提供可调节的隔离电压。该板凭借其紧凑外形以及 UCC217xx 的 5.7kVrms 增强型隔离功能，成为使用 Wolfspeed SiC 模块进行高压测试（例如双脉冲测试和短路测试）的理想选择。该板还可与 UCC217xx 和 ISO5x5x 系列的所有型号搭配使用，只需进行极少的板载修改。

本用户指南介绍 UCC217XX-054 评估模块 (EVM) 的特性、运行和使用情况，还包含有关调整不同栅极驱动器参数（例如电源电压和驱动强度），以及修改 EVM 以与不同 UCC217xx 和 ISO5x5x 型号兼容的说明。本文档还提供了完整的原理图、印刷电路板布局以及物料清单。

内容

1 通用 TI 高压评估用户安全指南	2
2 模块和栅极驱动器兼容性	4
2.1 支持的 Wolfspeed 模块和评估平台	4
2.2 支持的栅极驱动器	4
3 系统概述和功能	6
3.1 特性	6
3.2 规格	6
3.3 PCB 引脚排列	7
3.4 方框图	7
4 使用 EVM	12
4.1 设备列表	12
4.2 测试设置和过程	13
5 EVM 示例测量	15
5.1 短路测试	15
5.2 模拟传感	17
6 EVM 调优	19
6.1 调整电源	19
6.2 调整驱动强度	20
6.3 针对其他 ISO5x5x / UCC217xx 型号的调整	20
7 硬件设计文件	22
7.1 原理图	22
7.2 PCB 布局	24
7.3 物料清单 (BOM)	27
8 其他信息	33
8.1 商标	33

1 通用 TI 高压评估用户安全指南



务必遵循 TI 的设置和应用说明，包括在建议的电气额定电压和功率限制范围内使用所有接口元件。务必采取电气安全防护措施，这有助于确保自身和周围人员的人身安全。如需更多信息，请联系 TI 的产品信息中心，网址为 <http://support/ti.com>。

保存所有警告和说明以供将来参考。

务必遵循警告和说明，否则可能引发电击和/或灼伤危险，进而造成财产损失或人员伤亡。

TI HV EVM 一词是指通常以开放式框架、敞开式印刷电路板装配形式提供的电子器件。该器件严格用于开发实验室环境，仅供了解开发和应用高压电路相关电气安全风险且接受过专门培训、具有专业知识背景的合格专业用户使用。德州仪器 (TI) 严禁任何其他不合规的使用和/或应用。如果资格不合要求，则必须立即停止进一步使用 HV EVM。

• 工作区安全：

- 保持工作区整洁有序。
- 每次电路通电时，必须有合格的观察员在场监督。
- TI HV EVM 及其接口电子元件通电区域必须设有有效的防护栏和标识，指示可能存在高压作业，以避免意外接触。
- 开发环境中使用的所有接口电路、电源、评估模块、仪器、仪表、示波器和其他相关装置如果超过 $50V_{RMS}$ 或 $75VDC$ ，则必须置于紧急断电 (EPO) 保护电源板内。
- 使用稳定且不导电的工作台面。
- 使用充分绝缘的夹钳和导线来连接测量探针和仪器。尽量不要徒手进行测试。

• 电气安全：

作为一项预防措施，工程实践中通常需假定整个 EVM 可能存在用户可完全接触到的高电压。

- 在执行任何电气测量或其他诊断测量之前，需断开 TI HV EVM 及其全部输入、输出和电气负载。确认 TI HV EVM 已安全断电。
- 确认 EVM 断电后，根据所需的电路配置、接线、测量设备连接和其他应用需求执行进一步操作，同时仍假定 EVM 电路和测量仪器均带电。
- EVM 准备就绪后，根据需要 will EVM 通电。

WARNING

警告：EVM 通电后，切勿触摸 EVM 或其电路，它们可能存在高压，会造成触电危险。

• 人身安全：

- 穿戴人员防护装备（例如乳胶手套和/或具有侧护板的安全眼镜）或者用带有互锁机构的透明塑料箱装好 EVM，避免意外接触。

• 安全使用限制条件：

- 勿将 EVM 作为整体或部分生产单元使用。

该 EVM 由交流电源或高压直流电源供电，专为经过相应技术培训的专业人员而设计。在使用此 EVM 之前，请阅读此用户指南和此 EVM 封装附带的与安全相关的文档。

CAUTION



请勿在无人照看的情况下使 EVM 通电。

WARNING



高压！将电路板连接到火线时可能会触电。电路板必须由专业人员小心处理。
为安全起见，强烈建议使用具有过压和过流保护的隔离式测试设备。

2 模块和栅极驱动器兼容性

2.1 支持的 Wolfspeed 模块和评估平台

下面列出了半桥栅极驱动器板支持的 Wolfspeed 评估平台和 SiC 模块。

表 2-1. 支持的 Wolfspeed 评估平台和 SiC 模块

Wolfspeed 设计	支持的 Wolfspeed 器件	说明
SpeedVal 套件	650V-1200V 分立式 MOSFET, FM 半桥模块	动态表征和电源测试平台
KIT-CRD-CIL12N-XM3	1200V XM 电源模块	动态表征平台
KIT-CRD-CIL12N-GMA	1200V GM 半桥模块	动态表征平台
KIT-CRD-CIL12N-FMA	1200V 半桥 FM 电源模块	动态表征平台
KIT-CRD-CIL12N-FMB	1200V FM 全桥模块	动态表征平台
KIT-CRD-CIL12N-FMC	1200V 6 组 FM 电源模块	动态表征平台

此外, 还直接支持其他具有类似引脚排列的 SiC MOSFET 模块和 IGBT 模块。

2.2 支持的栅极驱动器

有关如何修改电路板以适应不同栅极驱动器型号的详细信息, 请参阅 [6.3 部分](#)。

表 2-2. 支持的栅极驱动器

栅极驱动器	支持	EVM 器件型号	米勒钳位	峰值电流额定值	SC 保护	外部缓冲器	为安装在 UCC21710 EVM 上而进行的修改	为安装在 UCC21750 EVM 上而进行的修改
UCC21710 UCC21710-Q1	可用作 EVM	UCC21710Q DWEVM-054	内部	10A	OC (0.7V)	默认情况下不组装	无	• 短路检测
UCC21750 UCC21750-Q1	可用作 EVM	UCC21750Q DWEVM-054	内部	10A	DESAT (9V)	默认情况下不组装	• 短路检测	无
UCC21717-Q1	直接插入 UCC21710 EVM	不适用	内部	10A	DESAT (9V)	可选使用	无	• 短路检测
UCC21759-Q1	直接插入 UCC21750 EVM	不适用	内部	10A	DESAT (9V)	可选使用	• 短路检测	无
UCC21755-Q1 UCC21756-Q1	支持	不适用	内部	10A	DESAT (5V)	可选使用	• 短路检测	• 短路检测 (调节阈值)
UCC21732 UCC21732-Q1 UCC21739-Q1	支持	不适用	外部	10A	OC (0.7V)	可选使用	• 米勒钳位	• 短路检测 • 米勒钳位
UCC21737-Q1	支持	不适用	外部	10A	OC (0.7V)	可选使用	• 米勒钳位 • AIN/ASC 电路	• 短路检测 • 米勒钳位 • AIN/ASC 电路
ISO5452 ISO5452-Q1 ISO5852S ISO5852S-Q1 ISO5852S-EP	支持	不适用	内部	+2.5/-5A	DESAT (9V)	推荐使用	• 短路检测 • 外部缓冲器 (可选) • 旁路 AIN/APWM	• 外部缓冲器 (可选) • 旁路 AIN/APWM

表 2-2. 支持的栅极驱动器 (continued)

栅极驱动器	支持	EVM 器件型号	米勒钳位	峰值电流额定值	SC 保护	外部缓冲器	为安装在 UCC21710 EVM 上而进行的修改	为安装在 UCC21750 EVM 上而进行的修改
ISO5451 ISO5451-Q1 ISO5851 ISO5851-Q1	支持	不适用	内部	+2.5/-5A	DESAT (9V)	推荐使用	<ul style="list-style-type: none"> • 短路检测 • 外部缓冲器 (可选) • 旁路 AIN/APWM • 单路输出 (可选) 	<ul style="list-style-type: none"> • 外部缓冲器 (可选) • 旁路 AIN/APWM • 单路输出 (可选)

3 系统概述和功能

3.1 特性

- 与每个 UCC217xx 和 ISO5x5x 型号完全兼容
 - 可提供使用 UCC21710 和 UCC21750 的 OPN；其他型号可通过更改电阻器互换
- 与 Wolfspeed 的 FM3 和 XM3 模块直接兼容
- UCC25800 LLC 转换器为每个驱动器提供高达 2W 的功率
 - 只需 +12V 输入电压即可生成初级侧和次级侧偏置电压
- 状态 LED 指示电源正常状态和来自每个驱动器的故障反馈
- 使用 UCC217xx 型号时支持隔离式温度检测
- 针对所有关键节点的测试点可加快调试速度
- 能够安装外部缓冲器以提高驱动强度

3.2 规格

最近，基于宽带隙 SiC FET 的电源模块凭借出色的导通和开关性能，代替 Si IGBT 应用于电力电子产品中。紧凑型驱动器板 UCC21710/50QDWEVM-054 通过减少寄生效应、更大限度地降低开关损耗和 EMI 并提供全面的必要保护和诊断特性来支持 SiC 模块。

表 3-1. 电气规格

参数		测试条件	最小值	标称值	最大值	单位
电源电压和电流						
Vcc	VCC 电源电压		4.5	5.0	5.5	V
Vdd2u、Vdd2l	VDD 电源电压	来自变压器和 LDO		15		V
Vee2u、Vee2l	VEE 电源电压	来自变压器和并联稳压器		-3		V
驱动电流						
Ioh	峰值拉电流	CLOAD = 10nF		10		A
Iol	峰值灌电流	CLOAD = 10nF		10		A
输入/输出信号						
Vinr、Vrstr	IN+、IN-、RST/EN 上升阈值				0.7 x VCC	V
Vinf、Vrstf	IN+、IN-、RST/EN 下降阈值		0.3 x VCC			V
Vinh、Vrsth	INL+、INU+、RST 迟滞			0.1 x VCC		V
时序参数						
Trise	驱动输出上升时间	CLOAD = 10nF		33		ns
Tfall	驱动输出下降时间	CLOAD = 10nF		27		ns
Tprop	传播延迟	CLOAD = 100pF		90		ns
短路保护 - OC						
Voc	标称过流阈值		0.63	0.7	0.77	V
Tocfil	OC 故障抗尖峰脉冲滤波器	Ioc = 5mA		120		ns
Isto	软关断下拉电流			400		mA
Vclamp	米勒钳位阈值	以 VEE 为基准	1.5	2.0	2.5	V
Iclamp	米勒钳位电流	VCLMPI = 0V, VEE = -2.5V		4		A
短路保护 - DESAT						
Ichg	消隐电容器充电电流		430	500	570	uA
Tdesatlb	前沿消隐时间			200		ns
Tdesatfil	DESAT 抗尖峰脉冲滤波器			140		ns

表 3-1. 电气规格 (continued)

参数	测试条件	最小值	标称值	最大值	单位
Isto	软关断下拉电流		400		mA
Vclmpi	米勒钳位阈值	以 VEE 为基准	1.5	2.5	V
Iclmpi	米勒钳位电流	VCLMPI = 0V, VEE = -2.5V		4	A
隔离					
Viso	可承受的栅极驱动器隔离电压	增强型, 60s	5.7		kVrms
Cio	栅极驱动器的势垒电容			20	pF
Ta	栅极驱动器的工作环境温度		-40	125	°C

3.3 PCB 引脚排列

表 3-2. PCB 引脚排列

引出线	位置 (顶部/底部)	功能
J1	顶层	16 引脚连接器, 连接如下所示 
J2	顶层	LS DESAT 漏极连接
J3	底层	LS 栅极/源极连接
J4	顶层	温度检测热敏电阻连接
J5	顶层	HS DESAT 漏极连接
J6	底层	HS 栅极/源极连接
J7、J8	底层	仅适用于温度检测适配器板
TP2	顶部, 橙色	HS RDY
TP3	顶部, 红色	LS nFLT
TP4	顶部, 白色	来自电源的 +12V
TP5	顶部, 黑色	相对于 +12V 的电源接地端
TP6	顶部, 红色	HS nFLT
TP7	顶部, 橙色	LS RDY
TP8	顶部, 蓝色	LS PWM 输入
TP9	顶部, 棕色	LS APWM 输出
TP10	顶部, 绿色	HS PWM 输入
TP11、12、13	顶部, 灰色	初级侧 GND
TP15	顶部, 白色	HS 和 LS 组合 nRST
GATE1	顶层	MMCX 连接器, HS 栅极
GATE2	顶层	MMCX 连接器, LS 栅极
GND1、2、3	顶层	初级侧 GND

3.4 方框图

3.4.1 初级侧电源

初级侧电源块能够实现以下功能：

- 通过连接器或测试点挂钩为电路板提供 +12V 输入。

- 将 +12V 输入电压转换为用于栅极驱动器的 +5V VCC。此功能由 TPS7A25 LDO 实现。
- 使用 ACM4520 共模扼流圈来滤除共模噪声。

+12V 电源和 PWM 信号应连接到同一块板 (差分板或 EVM)。如果不这么做, 可能会导致 EVM 元件损坏。

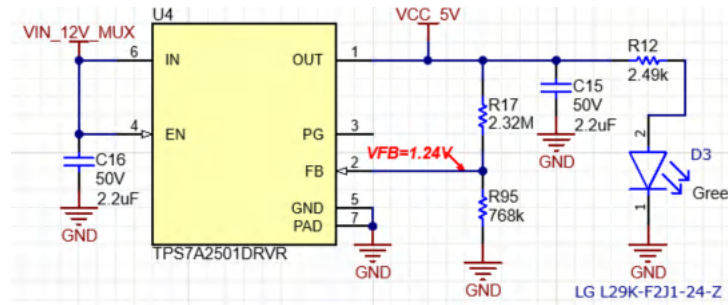


图 3-1. 初级侧电源

3.4.2 初级侧 I/O 和诊断

初级侧 I/O 和诊断块能够实现以下功能：

- 为半桥板提供信号输入，包括高侧和低侧 PWM 和 RESET 以及 +12V 电压输入。
 - 如果通过差分板连接器提供电源和信号输入，则电源多路复用器 TPS2121 的状态输出引脚用于打开 SN65C1167 双路差分驱动器和接收器。然后，双路差分驱动器和接收器将差分栅极驱动器输入转换为单端栅极驱动器输入，并将单端栅极驱动器输出转换为差分输出，然后传输到差分板。
 - 如果通过此 EVM 上的测试点挂钩提供电源和信号输入，则电源多路复用器将关断 SN65C1167 双路差分驱动器和接收器。这可以保护双路差分驱动器和接收器免受损坏。
- 通过 RLC 滤波器滤除高侧和低侧差分信号中的高频噪声。
- 通过 SN74LV21 与门将高侧和低侧 RDY 和 nFLT 信号合并为一个 FLT_OUT 信号。
- 来自差分板和板载复位按钮的 nRST 信号通过 SN74LV21 与门组合成一个复位信号。

+12V 电源和 PWM 信号应连接到同一块板 (差分板或 EVM)。如果不这么做, 可能会导致 EVM 元件损坏。

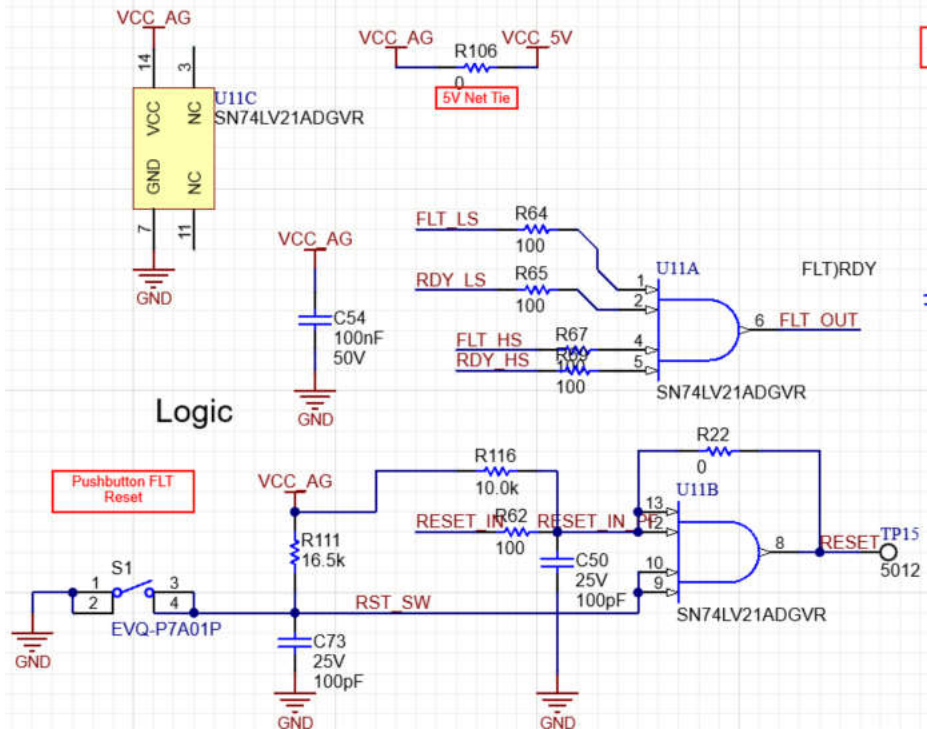
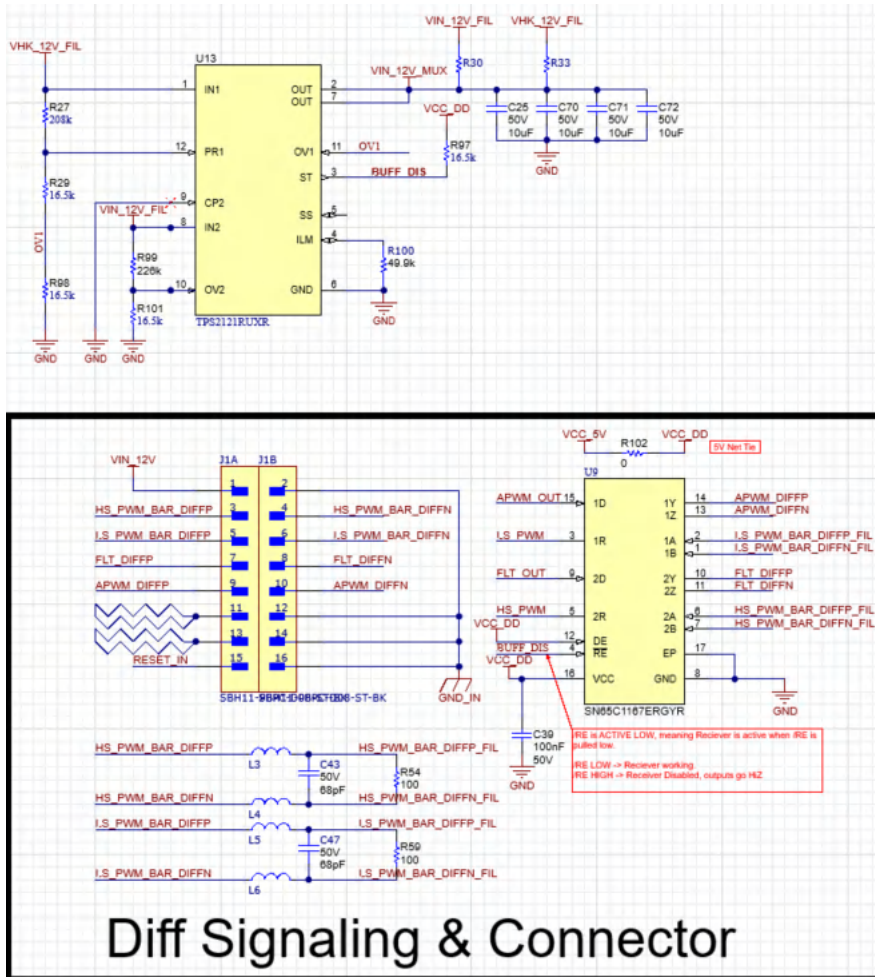


图 3-2. 初级侧 I/O

3.4.3 次级侧辅助电源

次级侧电源块能够实现以下功能：

- 将 +12V 输入电压转换为栅极驱动器次级侧的 +15V/-3V 双极偏置电压。每个栅极驱动器都有自己的辅助电源。这是通过为每个栅极驱动器使用一个 UCC25800 变压器驱动器、一个 Würth Elektronik 750319177 变压器和一个 ATL431-Q1 可编程并联稳压器来实现的。
 - 可按照 6.1.1 部分和 6.1.2 部分中的说明调整辅助电源电压。
- 使用 TPS7B84-Q1 LDO 可降低正次级侧电源电压的噪声。
 - 也可以按照 6.1.4 部分中的说明绕过该 LDO。

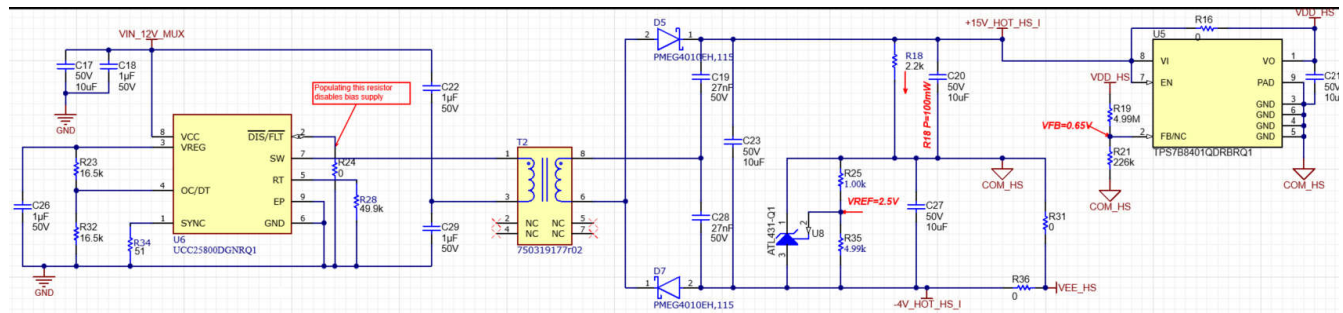


图 3-3. 次级侧辅助电源

3.4.4 输出级栅极环路

栅极驱动器输出块包含导通栅极电阻器、关断栅极电阻器和连接到 SiC MOSFET/IGBT 模块的连接器。测试点也放置在输出引脚附近，以便轻松测量栅极电压。

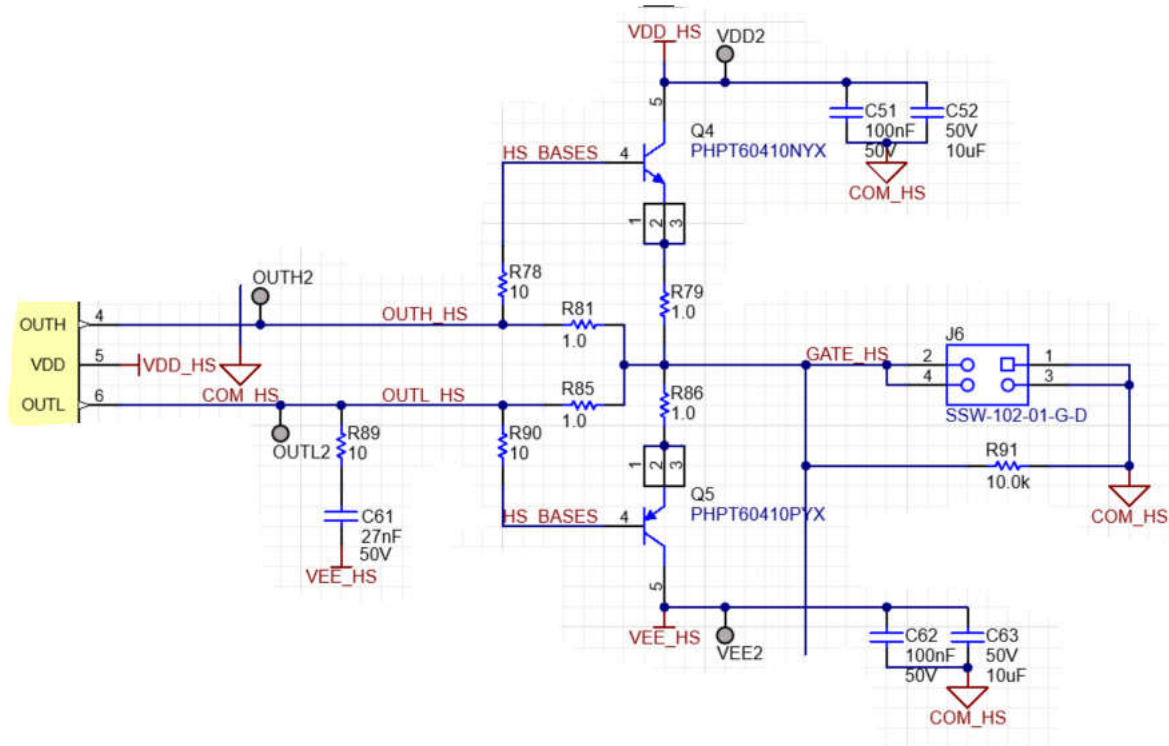


图 3-4. 输出级栅极环路

3.4.5 电流增强器

电流增强器是可选的，默认情况下不安装，但可以根据需要安装，以提高栅极驱动强度。要使用电流增强器，请按照 6.2.2 部分中的说明进行操作。还有一个 RC 阻尼器电路连接到电流增强器电路的基极。该 RC 阻尼器电路有助于实现软关断功能，从而减少短路事件期间的 Vds 过冲。

3.4.6 短路检测系统

电路板上的短路检测系统可在发生短路事件时提供保护。当检测到短路时，栅极驱动器通过固定电流软关断将 OUTL 拉至低电平，并在初级侧升高 FLT 标志。如果未使用短路检测系统或 IGBT/MOSFET 未连接到电路板，则 J2 和 J5 应短接至 COM 以防止错误地触发短路。

3.4.6.1 短路检测 - DESAT

VDS 电压检测阈值可通过本常见问题解答中提到的以下公式计算得出：

$$V_{DET} = V_{DESAT} - V_Z - n \times V_F - I_{chg} \times R_{lim} \quad (1)$$

采用 9V 内部 DESAT 检测阈值，两个 STTH122A 二极管（每个二极管的正向电压为 0.6V）、475Ω 限流电阻、具有 2.7V 齐纳电压的齐纳二极管以及 500 μA 内部充电电流，Vds DESAT 检测阈值的计算结果为 4.86V。如果需要另一个 Vds 电压检测阈值，使用此 UCC217xx 计算器中的“DESAT calculator”选项卡计算不同的参数如何产生不同的电压检测阈值。

在该 EVM 中，实施了此常见问题解答中提到的方法，以便在发生短路事件时增大 DESAT 充电电流。增大 DESAT 充电电流可以缩短电容器的消隐时间，并为 SiC MOSFET 提供更好的保护。此电路的消隐时间可通过同一常见问题解答中提到的公式计算得出，计算结果为 125ns。此消隐时间计算公式对于 VDD = 15V 有效；如果使用另一个 VDD 值，则消隐时间会有所不同。请注意，上述 UCC217xx 计算器中的 tBLK 计算结果并不准确，因为它未考虑额外的充电电流。

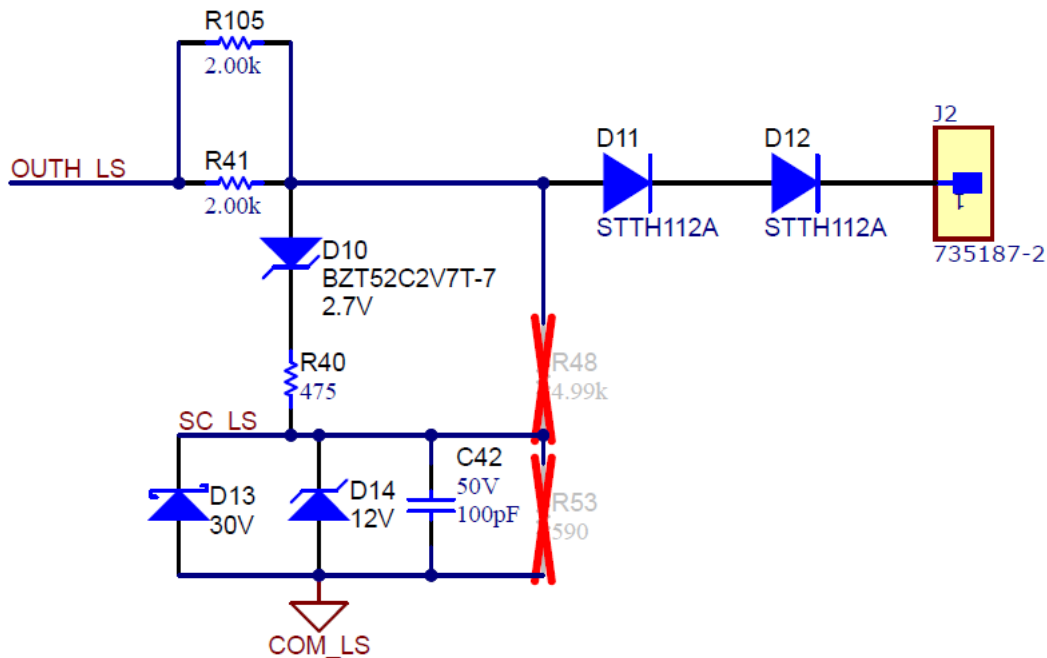


图 3-5. DESAT 电路

3.4.6.2 短路检测 - OC

此 EVM 实现了 UCC21710 数据表第 41 页提到的配置。可以使用数据表同一页中提到的以下公式计算 Vds 电压检测阈值：

$$V_{DET} = V_{OCTH} \times \frac{R_2 + R_3}{R_3} - V_Z - n \times V_F \quad (2)$$

采用 0.7V 内部 OC 检测阈值，两个 STTH122A 二极管（每个二极管的正向电压为 0.6V）、R2 = 4990 Ω 且 R3 = 590 Ω 时，Vds DESAT 检测阈值的计算结果为 5.42V。该检测阈值在 VDD = 15V 时有效。如果需要另一个 Vds 电压检测阈值，使用此 UCC217xx 计算器中的“DESAT Using OC Calculator”选项卡计算不同的参数如何产生不同的电压检测阈值。

消隐时间也可以通过 UCC21710 数据表同一页上的公式计算得出。使用 220pF 消隐电容器时，计算得出的消隐时间为 156ns。此消隐时间在 VDD = 15V 时有效。上述 UCC217xx 计算器也可用于计算电路参数变化时的消隐时间变化。

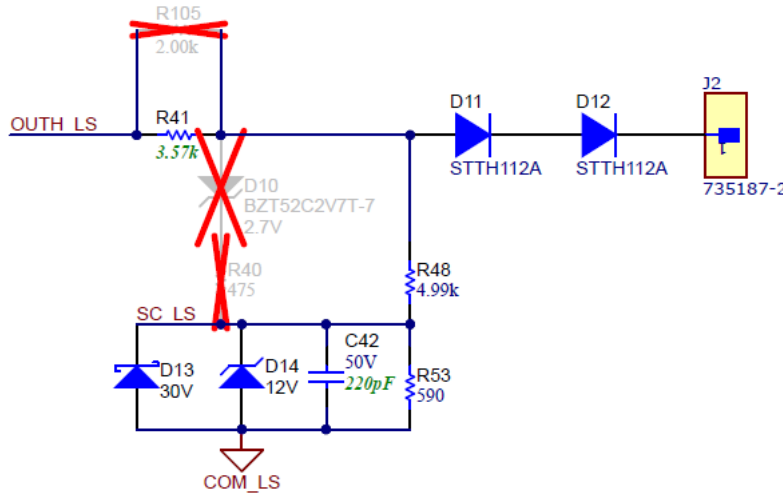


图 3-6. OC 电路

3.4.7 温度检测系统

温度检测系统可用于某些具有 AIN-APWM 通道的 UCC217xx 型号。AIN 引脚具有 200 μA 内部电流源。将热敏电阻或热敏二极管连接到 J4；随着温度的变化，AIN 引脚监测到的电压将有所不同。APWM 将输出一个占空比与 AIN 引脚监测到的电压成正比的 PWM 波。

如果未使用 AIN-APWM 通道，则可以将 J4 保持开路或通过跳线组装。APWM 引脚应悬空。

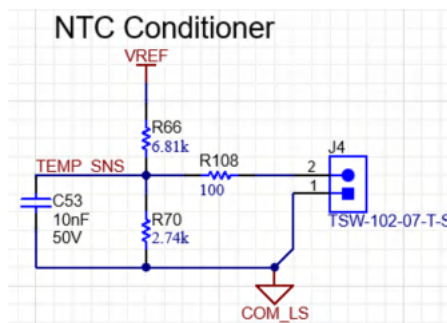


图 3-7. 温度检测系统

4 使用 EVM

4.1 设备列表

- 电源
 - 需要提供至少 12V 和 1A 来为 EVM 加电

- 函数发生器和附件
 - 1 个 2 通道函数发生器
 - 两根标准 50 Ω BNC 同轴电缆
- 示波器及附件
 - 至少有四个通道的 500MHz 或更高带宽示波器
 - 带宽至少为 500MHz 的四个无源电压探头
- 数字万用表
 - 两个数字万用表
- 其他
 - 各种长度的连接线

4.2 测试设置和过程

4.2.1 上电和辅助电源检查

备注

这是仅低压测试；当向此 EVM 施加高总线电压时，请勿尝试手动探测测试点。

1. 分别将 J2 和 J5 连接到低侧和高侧 COM，以防止误触发 DESAT。
2. 打开电源并将电压输出调节到 12V。电源可以连接到 EVM 上的 TP4/TP5 或 Wolfspeed 差分板。
3. 使用万用表探测 VCC 测试过孔和 TP11 之间的 VCC-GND 电压。该值应为 5V。
4. 使用 VDD2 测试点以及 COM4 或 COM5 测试点探测高侧 VDD-COM 电压。使用 VDD1 测试点以及 COM1 或 COM2 测试点探测低侧 VDD-COM 电压。这些值应为 15V。
5. 使用 VEE2 测试点以及 COM4 或 COM5 测试点探测高侧 VEE-COM 电压。使用 VEE1 测试点以及 COM1 或 COM2 测试点探测低侧 VEE-COM 电压。这些值应为 -3V。
6. 确保 5V 绿色 LED、HS-BIAS 蓝色 LED 和 LS-BIAS 蓝色 LED 亮起。两个红色 RDY LED 和两个红色 FLT LED 应熄灭。

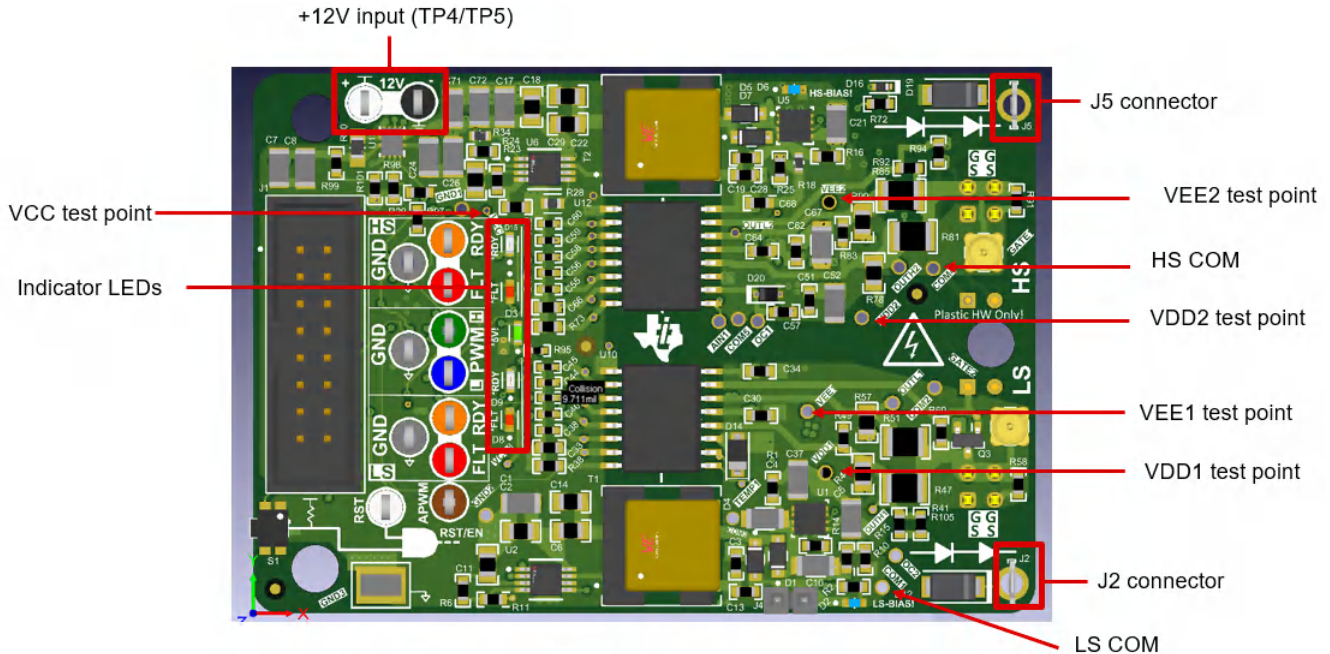


图 4-1. 上电检查的测试点位置

4.2.2 输出开关

要执行此测试，请确保已执行 4.2.1 部分中的测试，并且栅极驱动器已正确上电。

1. 在两个函数发生器通道上生成两个 10kHz、0V 至 5V 互补 PWM 波。可以在两个 PWM 波形之间添加死区时间。这些是高侧和低侧 PWM 信号。

2. 将这些通道探头连接到 Wolfspeed 差分板或 EVM 上的测试点。+12V 电源和 PWM 信号应连接到同一块板（差分板或 EVM）。如果将探头直接连接到 EVM，请将高侧 PWM 通道探头连接到 TP10，将低侧 PWM 通道探头连接到 TP8。
3. 使用 MMCX 连接器 GATE1 测量高侧栅极电压，使用 MMCX 连接器 GATE2 测量低侧栅极电压。

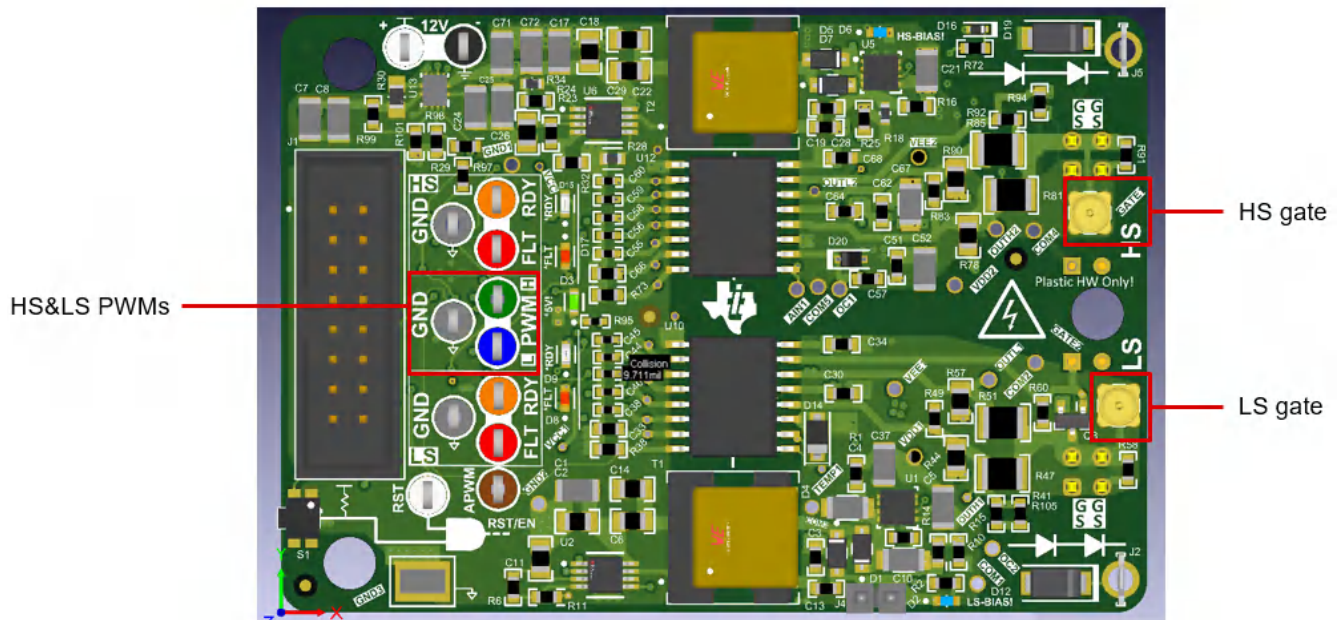


图 4-2. 输出开关检查的测试点位置

4.2.3 AIN-APWM 测试

要执行此测试，请确保已执行 4.2.1 部分中的测试，并且栅极驱动器已正确上电。此测试仅适用于具有 AIN-APWM 通道的器件，例如 UCC21750。

1. 断开 J4 上的任何跳线或热敏电阻。
2. 测量靠近低侧栅极驱动器引脚 1 的 TEMP1 上的 AIN 电压。如果 VDD = 15V，该电压应约为 3.92V。
3. 测量 APWM 占空比。根据 $A_{IN} = 3.92V$ 和

$$D_{APWM} = -20 \times V_{AIN} + 100 \quad (3)$$

占空比应为 21.6%，精度为 $\pm 3\%$ 。

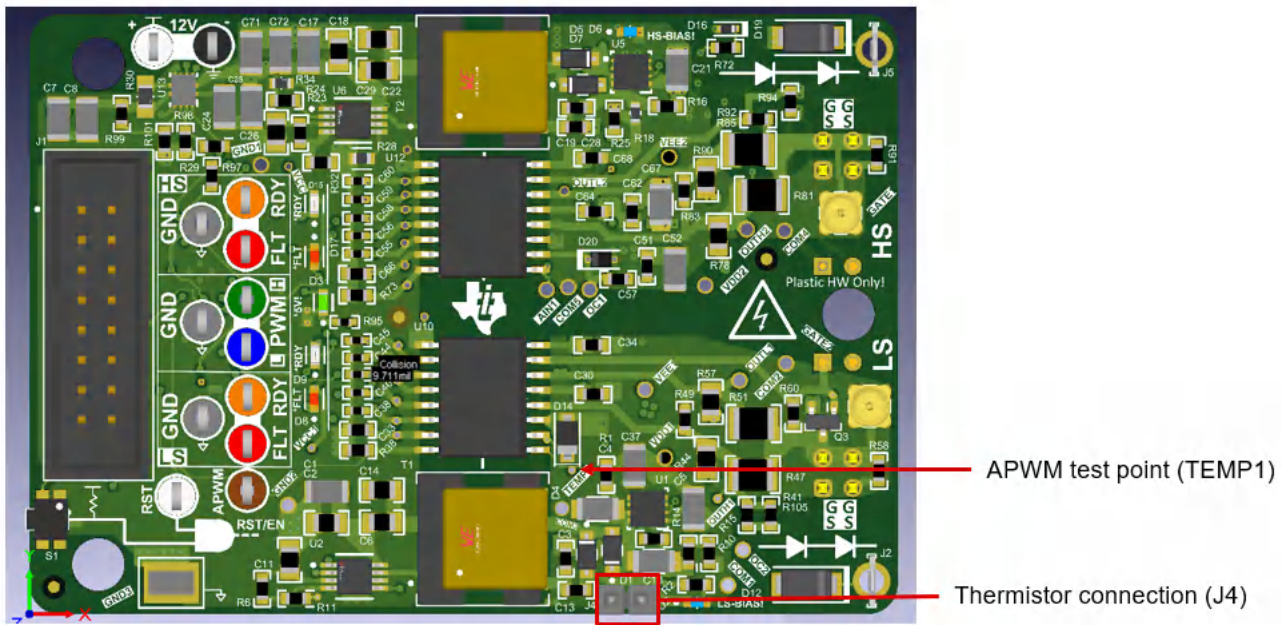


图 4-3. AIN-APWM 检查的测试点位置

5 EVM 示例测量

5.1 短路测试

5.1.1 OC 型号：正常开关与短路软关断

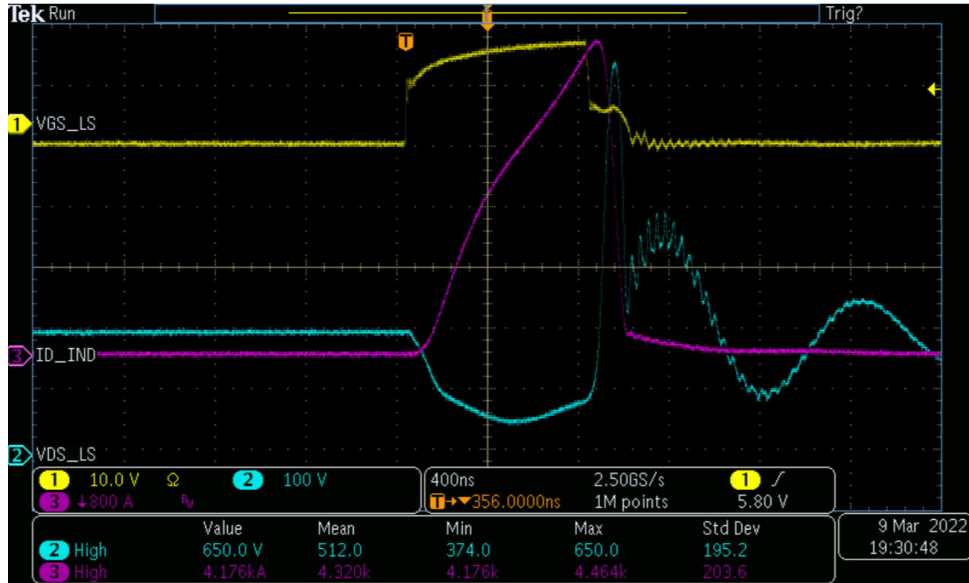


图 5-1. OC 型号正常关断

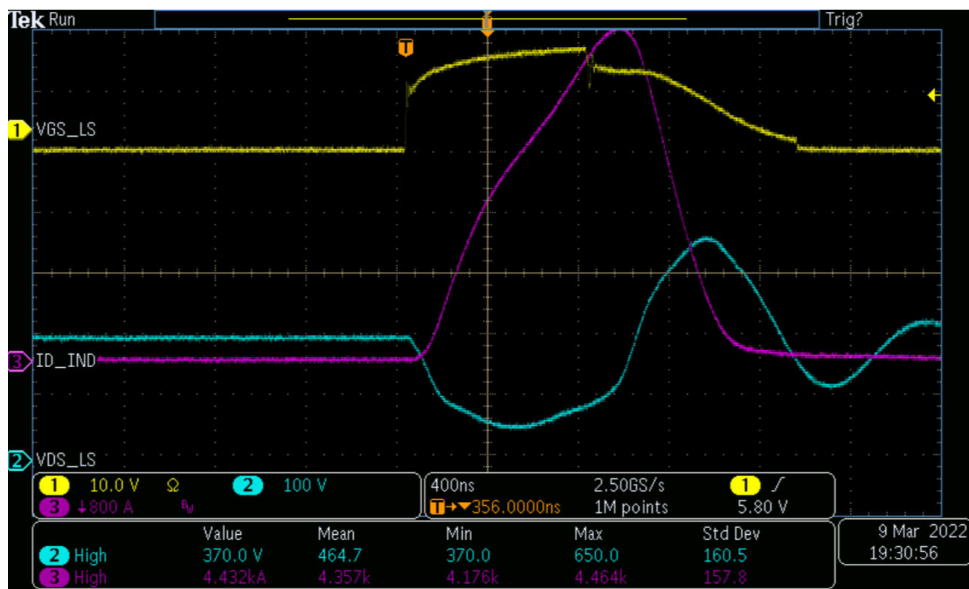


图 5-2. OC 型号软关断

这两个测试是 OC 型号 UCC21737 在 200V 总线电压下执行的。Wolfspeed SiC WAB400M12BM3 模块和 Wolfspeed KIT-CRD-CIL12N-BM 评估模块一起用于这些测试。

图 5-1 包含正常开关情况下的短路测试波形。如图所示，当 SiC MOSFET 模块关闭时，Vds 过冲值约为 450V。图 5-2 包含激活了软关断功能的短路测试波形。如图所示，当 SiC MOSFET 进行软关断时，Vds 过冲大幅降低至约 170V。

5.1.2 DESAT 型号：正常开关与短路软关断

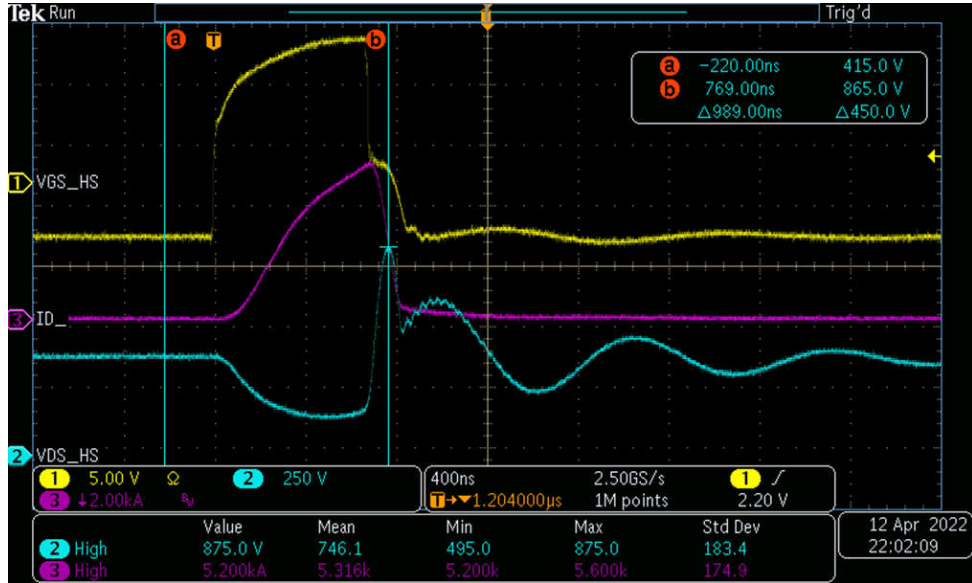


图 5-3. DESAT 型号正常关断

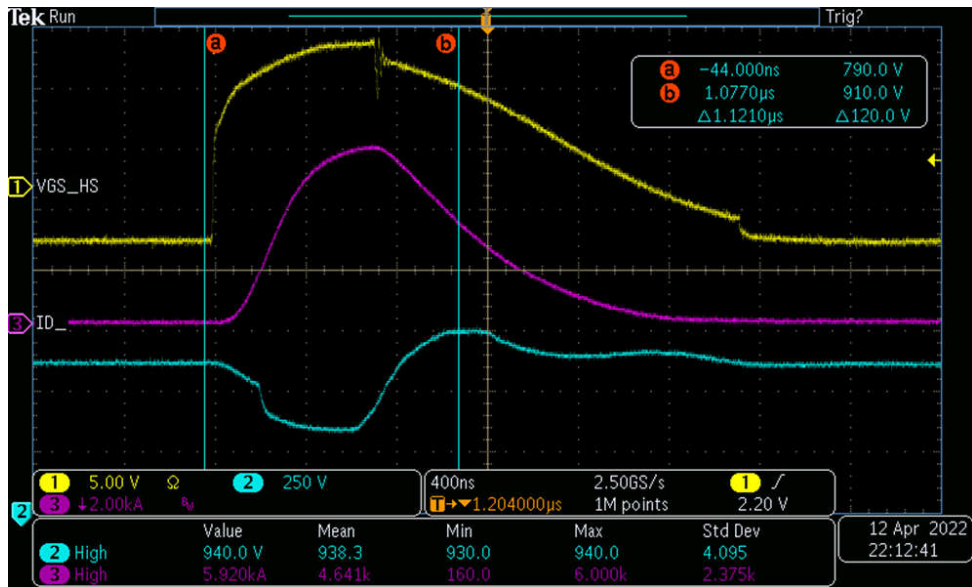


图 5-4. DESAT 型号软关断

这两个测试是 DESAT 型号 UCC21755 在 400V 总线电压下执行的。Wolfspeed SiC WAB400M12BM3 模块和 Wolfspeed KIT-CRD-CIL12N-BM 评估模块一起用于这些测试。

图 5-3 包含正常开关情况下的短路测试波形。如图所示，当 SiC MOSFET 模块关闭时，Vds 过冲值约为 450V。图 5-4 包含激活了软关断功能的短路测试波形。如图所示，当 SiC MOSFET 进行软关断时，Vds 过冲大幅降低至约 120V。

5.2 模拟传感

下表显示了通过将不同值的电阻器连接到 J4 接头来执行的测试。表中包含 AIN 电压、APWM 占空比和占空比误差。

表 5-1. 隔离式模拟检测

AIN 电压	测得的 APWM 占空比	预期的 APWM 占空比	APWM 占空比误差
0.44V	91.24%	91.2%	+0.04%
0.54V	89.36%	89.2%	+0.16%
0.73V	85.57%	85.4%	+0.17%
1.12V	77.62%	77.6%	+0.02%
1.72V	65.71%	65.6%	+0.11%
2.45V	50.90%	51.0%	-0.10%
3.43V	31.30%	31.4%	-0.10%
3.98V	20.57%	20.4%	+0.17%
4.20V	16.03%	16.0%	+0.03%
4.32V	13.58%	13.6%	-0.02%
4.45V	10.83%	11.0%	-0.17%
4.51V	9.59%	9.8%	-0.21%
4.73V	5.17%	5.4%	-0.23%

6 EVM 调优

6.1 调整电源

6.1.1 调整 VDD 辅助电源

要降低 VDD 辅助电源电压，请更改连接到 TPS7B84-Q1 LDO 的 FB/NC 引脚的电阻分压器。高侧 LDO 的电阻器为 R4/R5，低侧 LDO 的电阻器为 R19/R21。可根据 [TPS7B84-Q1 数据表](#) 中提及的以下公式选择电阻器。

$$V_{DD} = V_{FB} \times \left(1 + \frac{R_4}{R_5}\right) = 0.65 \times \left(1 + \frac{R_4}{R_5}\right) \quad (4)$$

$$V_{DD} = V_{FB} \times \left(1 + \frac{R_{19}}{R_{21}}\right) = 0.65 \times \left(1 + \frac{R_{19}}{R_{21}}\right) \quad (5)$$

公式 4 和 5 分别用于选择高侧和低侧 VDD 电阻。

要增加 VDD 辅助电源电压，首先要增加 +12V 输入电压 V_{in} 。在给定 V_{in} 下，最大 VDD 电压可通过下式计算得出：

$$V_{DD, \max} = V_{in} \times 1.67 - |V_{EE}| \quad (6)$$

因为板载变压器的匝数比为 1:1.67。默认 VEE 值为 -3V。然后，更改连接到 TPS7B84-Q1 LDO 的 FB/NC 引脚的电阻分压器。高侧 LDO 的电阻器为 R4/R5，低侧 LDO 的电阻器为 R19/R21。可以根据上面的公式 4 和公式 5 选择电阻值，其中 VDD 可以是小于 VDD,max 的任意值。

请注意，在使用此电路板驱动 Wolfspeed 的 SiC 模块时，VDD-COM 应低于 19V，因为 19V 是模块的绝对最大 Vgs。

6.1.2 调整 VEE 辅助电源

可以通过调整连接到并联稳压器的电阻器来调节 VEE 辅助电源。高侧栅极驱动器和低侧驱动器的 VEE 可单独调节。如果需要调整高侧栅极驱动器的 VEE，则应更改 R8/R14 值；如果需要调整低侧栅极驱动器的 VEE，则应更改 R25/R35 值。下表概述了 VEE 辅助电源电压以及相应的推荐电阻值。

表 6-1. VEE 辅助电源电压和推荐电阻值

VEE 电压 (V)	R8/R25 值 (Ω)	R14/R35 值 (Ω)
-3	1.00k	4.99k
-3.2	1.40k	4.99k
-3.5	2.00k	4.99k
-3.75	2.49k	4.99k
-4	2.00k	3.32k

如果需要另一个 VEE 电压，可以使用 [ATL431-Q1 数据表](#) 中的公式。下面的公式 7 和 8 可分别用于为高侧 VEE 和低侧 VEE 选择电阻值。

$$V_{EE} = -\left(1 + \frac{R_8}{R_{14}}\right) \times V_{ref} + I_{ref} \times R_8 = -\left(1 + \frac{R_8}{R_{14}}\right) \times 2.5V + 30nA \times R_8 \quad (7)$$

$$V_{EE} = -\left(1 + \frac{R_{25}}{R_{35}}\right) \times V_{ref} + I_{ref} \times R_{25} = -\left(1 + \frac{R_{25}}{R_{35}}\right) \times 2.5V + 30nA \times R_{25} \quad (8)$$

6.1.3 切换到单极辅助电源

次级侧双极电源可被切换为一个单极电源。高侧与低侧可单独调节。要将高侧栅极驱动器更改为单极电源，请短接 R10 并拆下 R15；要将低侧栅极驱动器更改为单极电源，请短接 R31 并拆下 R36。

请注意，在使用此电路板驱动 Wolfspeed 的 SiC 模块时，VDD-COM 应低于 19V，因为 19V 是模块的绝对最大 Vgs。如果使用该方法将双极电源更改为单极电源，则要么将 VIN 降低到 11.3V 以下，要么使用 U4 和 U5 LDO 调节电压。否则，栅源电压可能会超过 Wolfspeed SiC MOSFET 模块的最大运行值。

6.1.4 旁路 VDD LDO

VDD LDO 可在高侧栅极驱动器或低侧栅极驱动器进行旁路。要在高侧栅极驱动器上旁路 VDD LDO，请组装 R1。要在低侧栅极驱动器上旁路 VDD LDO，请组装 R16。

6.2 调整驱动强度

6.2.1 不带增强器

若要调整驱动强度，请更改栅极电阻器 R47 和 R51。UCC217xx 系列的最大驱动强度可通过以下公式计算：

$$I_{\text{source_peak}} = \min\left(10A : \frac{V_{\text{DD}} - V_{\text{EE}}}{R_{\text{OH_EFF}} + R_{\text{ON}} + R_{\text{G_Int}}}\right) \quad (9)$$

$$I_{\text{sink_peak}} = \min\left(10A : \frac{V_{\text{DD}} - V_{\text{EE}}}{R_{\text{OL}} + R_{\text{OFF}} + R_{\text{G_Int}}}\right) \quad (10)$$

R_{ON} 和 R_{OFF} 表示外部栅极电阻器。R_{G_Int} 表示 IGBT/SiC MOSFET 的内部栅极电阻。R_{OH_EFF} 和 R_{OL} 值可从 UCC217xx 数据表的电气特性部分获得。

6.2.2 启用/禁用增强器级

如果需要更高的驱动强度，可以安装板载增强器级。若要安装增强器级，对于低侧栅极驱动器，请拆下 R47 和 R51，为 Q1 组装 PHPT60410NYX，为 Q2 组装 PHPT60410PYX。对于高侧栅极驱动器，请拆下 R81 和 R85，为 Q4 组装 PHPT60410NYX，为 Q5 组装 PHPT60410PYX。也可以使用具有相同封装的其他 BJT。

增强器级可能会阻碍软关断功能。要在启用增强器级后实现软关断，可以使用阻尼器电路、低侧驱动器的 R56/C46 组合和高侧驱动器的 R89/C61 组合。如果没有阻尼器电路，OUTL 引脚将尝试从增强器级的基极灌入软关断电流。增强器级会放大此电流，导致 IGBT/SiC MOSFET 的关断电流增大，并产生更高的 Vds 过冲。阻尼器电路中的电容器可以在软关断事件期间向 OUTL 引脚提供电流，这有助于解决此问题，从而使从增强器级的基极拉出的电流更低，SiC MOSFET/IGBT 的关断电流更低。

6.3 针对其他 ISO5x5x / UCC217xx 型号的调整

6.3.1 针对 UCC21732/39 的 EVM 调整

主要差异	受影响的引脚/器件	操作
UCC21732 和 UCC21739 没有内部米勒钳位；可以使用外部米勒钳位。	<ul style="list-style-type: none"> 引脚 7：CLMPE R60 和 R92 Q3 和 Q6 	<ul style="list-style-type: none"> 卸下 R60 和 R92 使用米勒钳位 FET 组装 Q3 和 Q6

6.3.2 针对 UCC21737 的 EVM 调整

主要差异	受影响的引脚/器件	操作
UCC21737 没有内部米勒钳位；可以使用外部米勒钳位。	<ul style="list-style-type: none"> 引脚 7：CLMPE R60 和 R92 Q3 和 Q6 	<ul style="list-style-type: none"> 卸下 R60 和 R92 使用米勒钳位 FET 组装 Q3 和 Q6
UCC21737 具有 ASC (主动短路) 引脚，而不是 AIN-APWM 通道。如果不使用 ASC，则应将其连接到 COM。	<ul style="list-style-type: none"> 引脚 1：ASC R74 J4 	<ul style="list-style-type: none"> 组装 R74 使用跳线组装 J4

主要差异	受影响的引脚/器件	操作
UCC21737 具有 -3V VEE UVLO 功能；确保 VEE 偏置电压低于 -3V。	<ul style="list-style-type: none"> 引脚 8 : VEE U3 和 U8 	<ul style="list-style-type: none"> 如有必要，请参阅 6.1.2 部分 更改 VEE。

6.3.3 针对 ISO5451/ISO5851 的 EVM 调整

主要差异	受影响的引脚/器件	操作
ISO5451 和 ISO5851 具有单输出而非分离输出。	<ul style="list-style-type: none"> 引脚 4 : NC R49 和 R83 R47 和 R81 	<ul style="list-style-type: none"> 卸下 R47 和 R81 使用 0Ω 电阻器或跳线组装 R49 和 R83
ISO5451 和 ISO5851 的引脚 1 应连接到 VEE。	<ul style="list-style-type: none"> 引脚 1 : VEE R37 和 R71 R39 和 R74 	<ul style="list-style-type: none"> 卸下 R39 和 R74 使用 0Ω 电阻器或跳线组装 R37 和 R71
ISO5451 和 ISO5851 的引脚 16 应连接到 GND。	<ul style="list-style-type: none"> 引脚 16 : GND R38 和 R73 	<ul style="list-style-type: none"> 使用 0Ω 电阻器或跳线组装 R38 和 R73

7 硬件设计文件

7.1 原理图

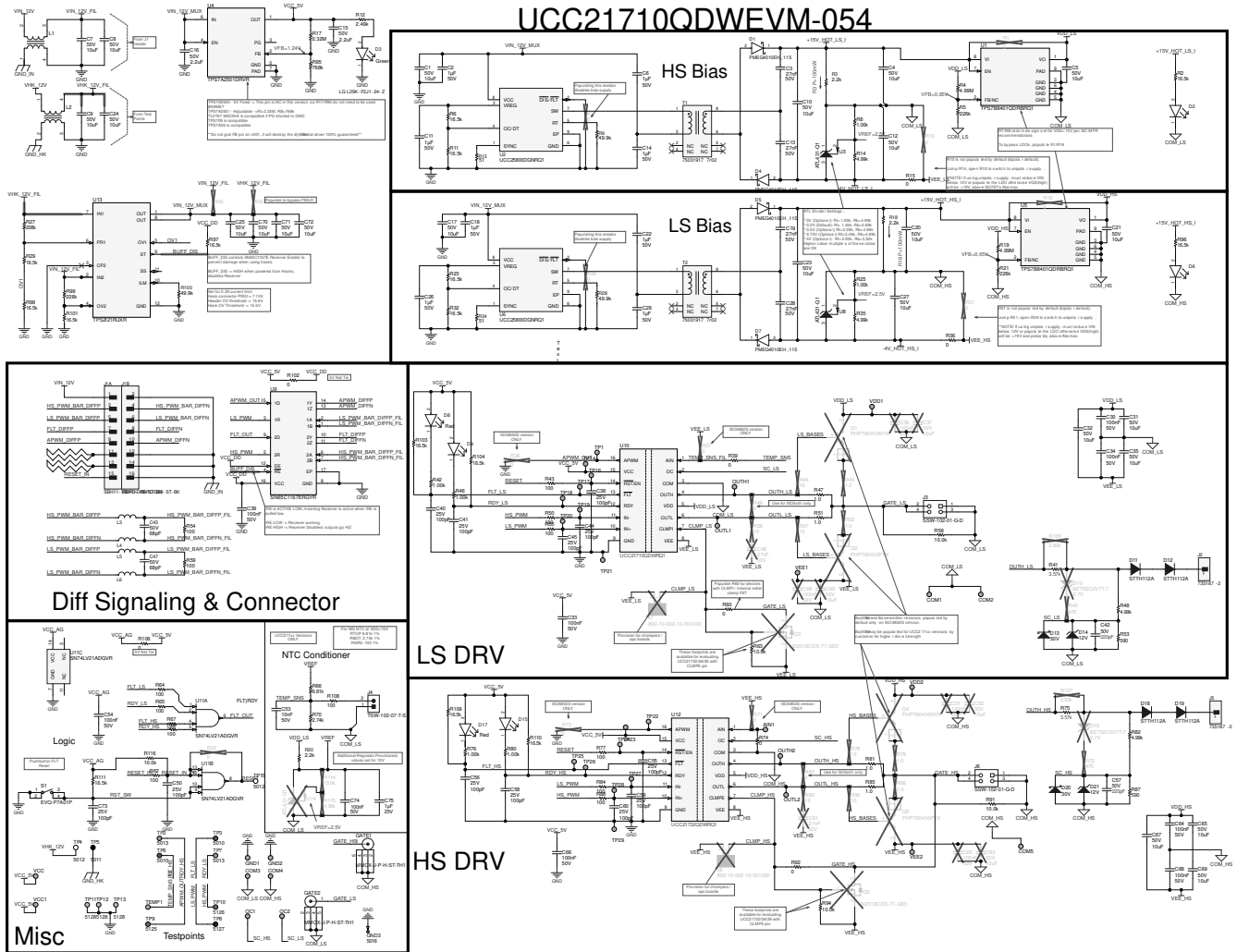


图 7-1. UCC21710 EVM 原理图

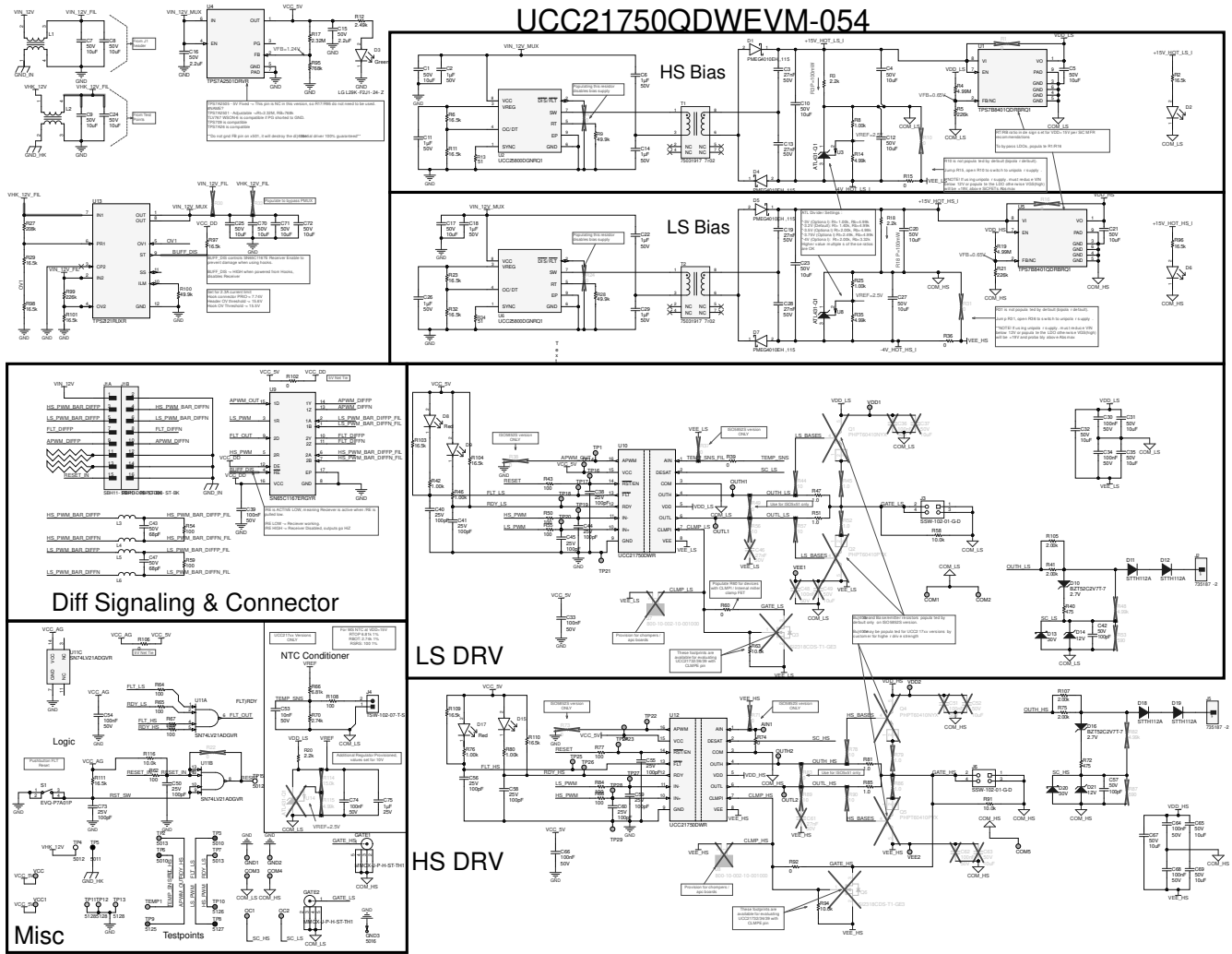


图 7-2. UCC21750 EVM 原理图

7.2 PCB 布局

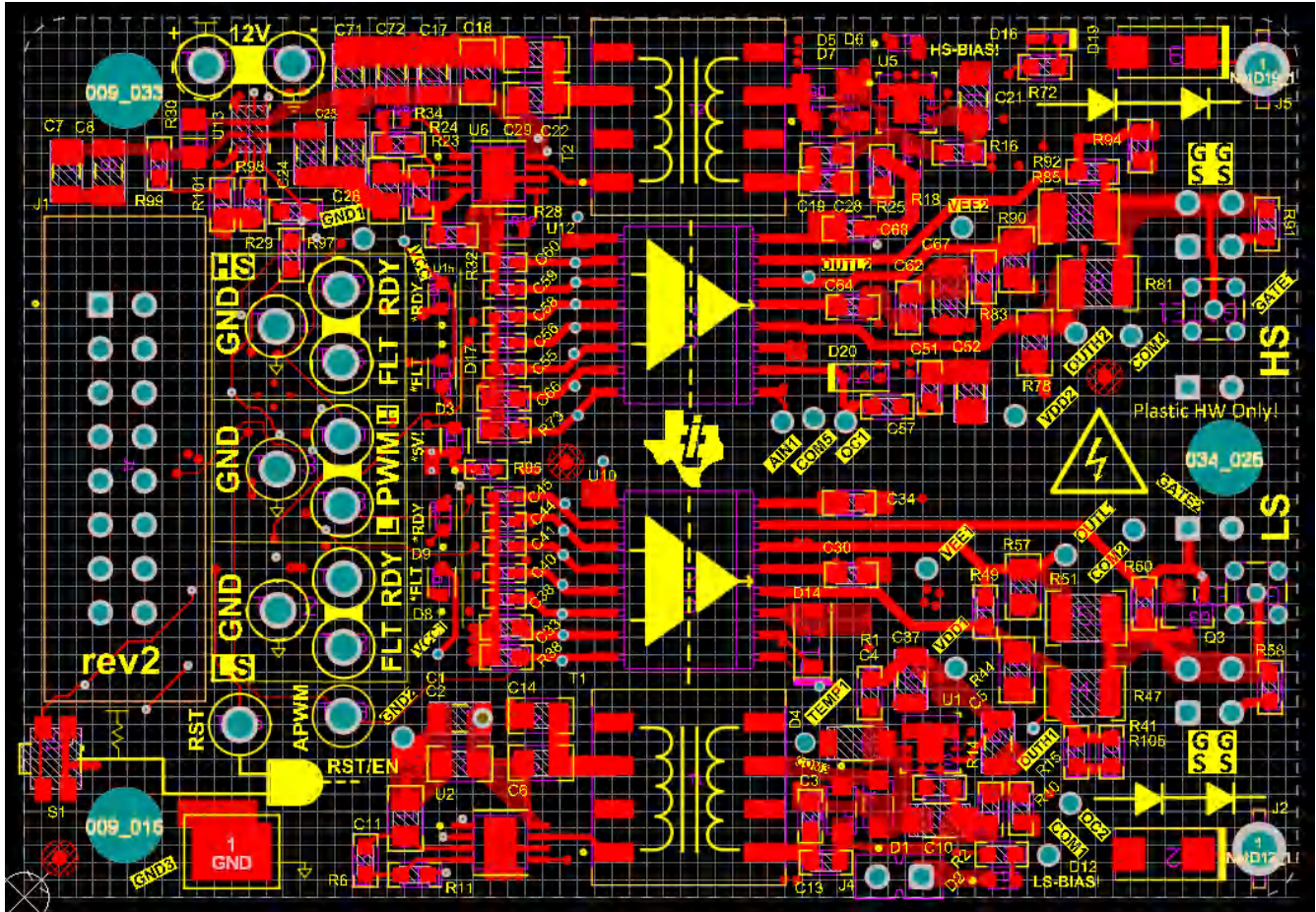


图 7-3. 顶层

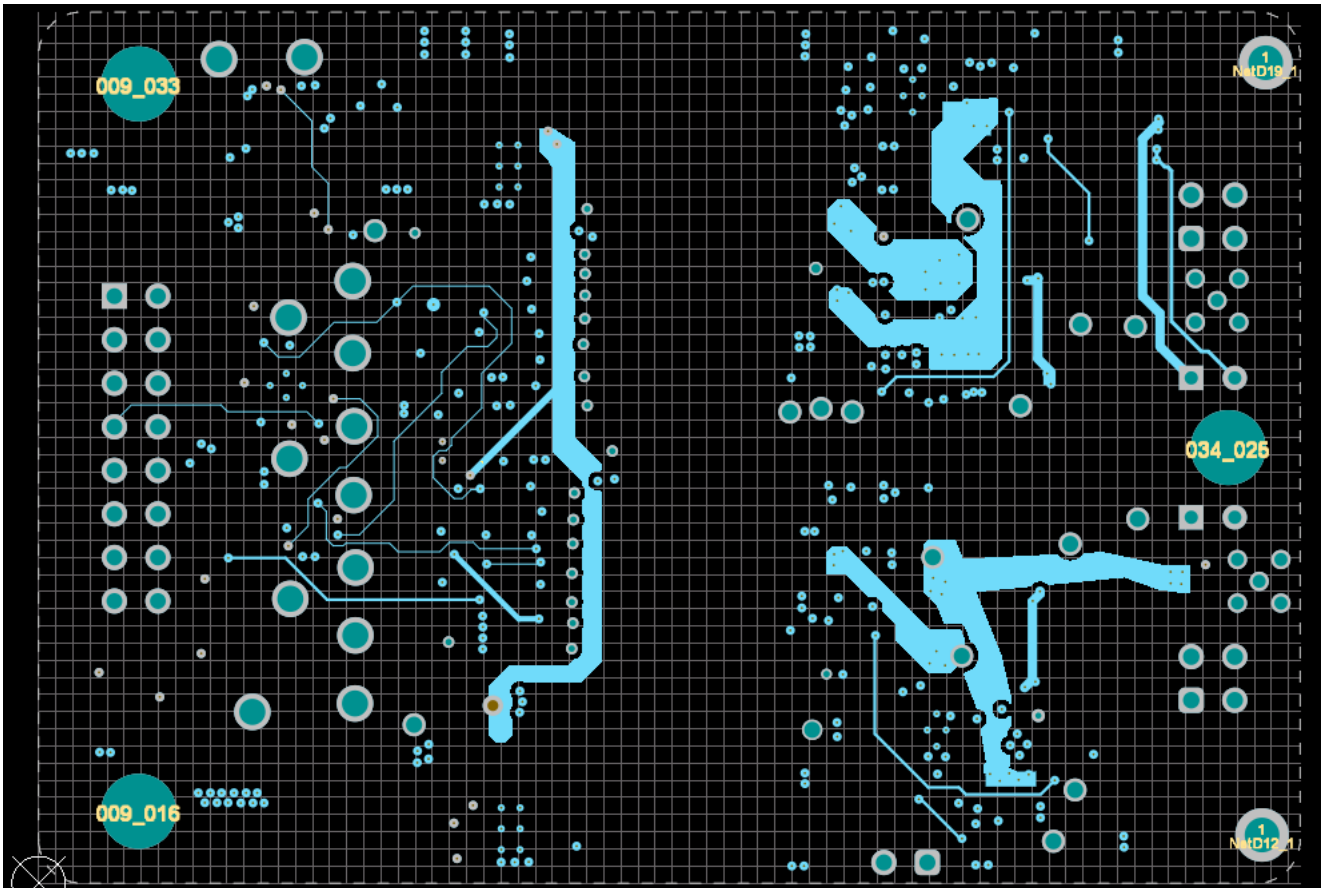


图 7-4. 信号层 1

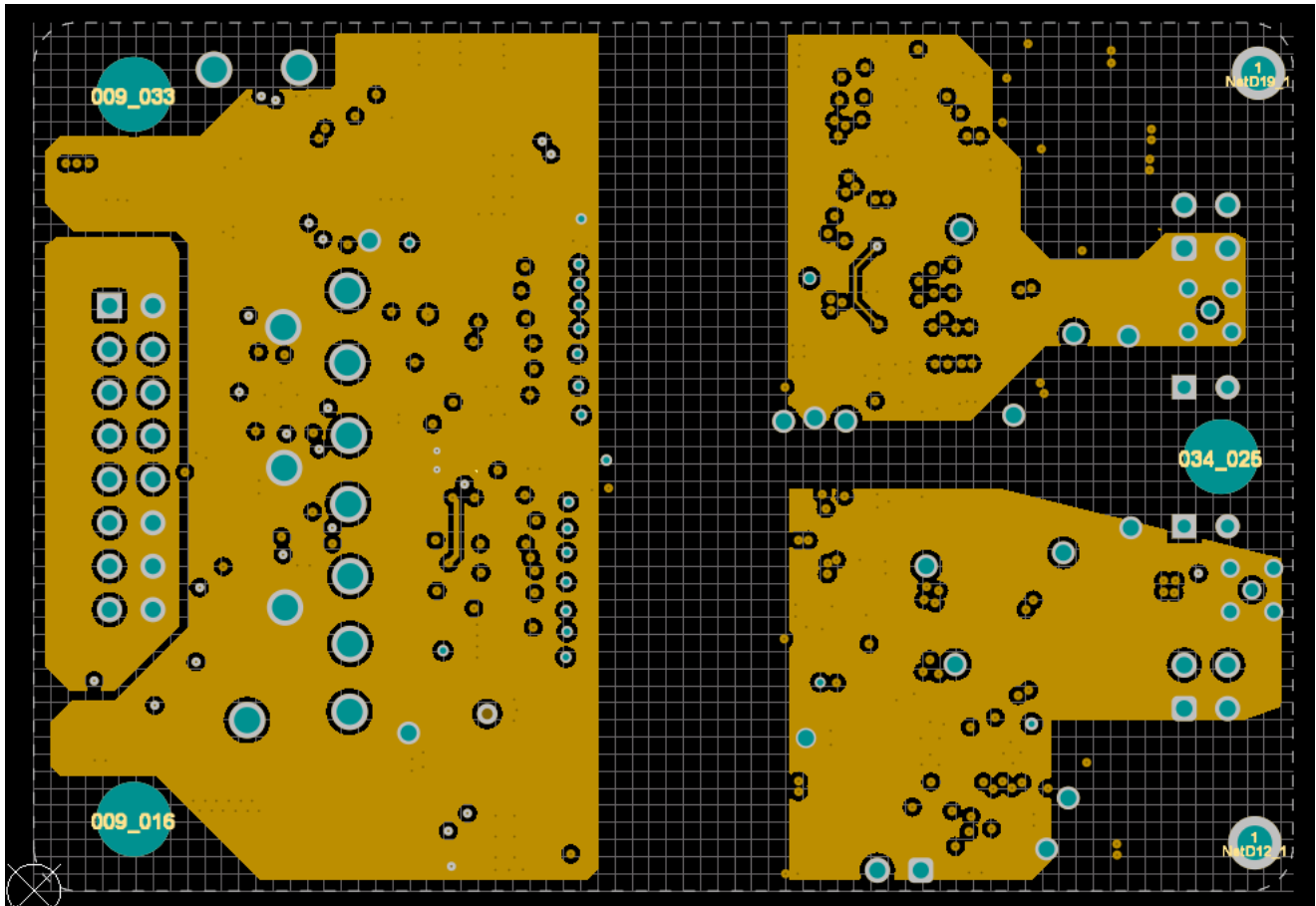


图 7-5. 信号层 2

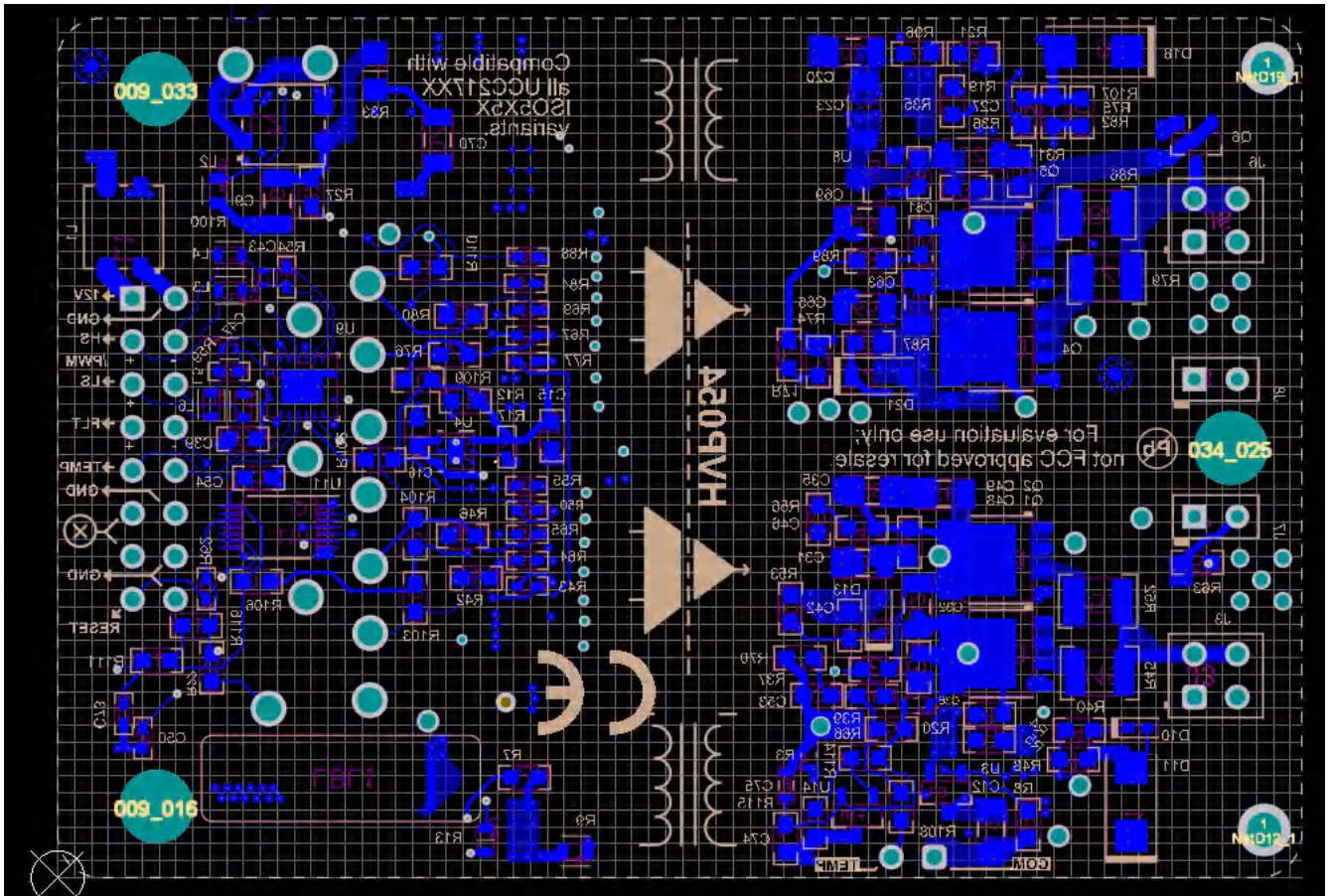


图 7-6. 底层

7.3 物料清单 (BOM)

表 7-1. UCC21710 EVM BOM

位号	数量	值	说明	器件型号
!PCB1	1		印刷电路板	HVP054
C1、C4、C5、C7、C8、C9、C10、C12、C17、C20、C21、C23、C24、C25、C27、C31、C32、C35、C65、C67、C69、C70、C71、C72	24	10 μ F	电容, 陶瓷, 10 μ F, 50V, +/-10%, X5R, 1206	GRM31CR61H106KA12L
C2、C6、C11、C14、C18、C22、C26、C29	8	1 μ F	电容, 陶瓷, 1 μ F, 50V, +/-20%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0805	GCJ21BR71H105MA01L
C3、C13、C19、C28	4	0.027 μ F	电容, 陶瓷, 0.027 μ F, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	06035C273K4T2A
C15、C16	2	2.2 μ F	电容, 陶瓷, 2.2 μ F, 50V, +/-10%, X5R, 0603	GRM188R61H225KE11D
C30、C33、C34、C39、C54、C64、C66、C68、C74	9	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 50V, +/-10%, X7R, 0603	C0603C104K5RACTU
C38、C40、C41、C44、C45、C50、C55、C56、C58、C59、C60、C73	12	100pF	电容, 陶瓷, 100pF, 25V, +/-5%, C0G/NP0, 0402	C0402C101J3GACTU
C42、C57	2	220pF	电容, 陶瓷, 220pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, 0603	C0603C221J5GACTU

表 7-1. UCC21710 EVM BOM (continued)

位号	数量	值	说明	器件型号
C43, C47	2	68pF	68pF ±5% 50V 陶瓷电容器 C0G, NP0 0402 (公制 1005)	GCM1555C1H680JA16D
C53	1	0.01uF	电容, 陶瓷, 0.01uF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	C0603X103K5RACTU
C75	1	1uF	电容, 陶瓷, 1uF, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	CGA3E1X7R1E105K080AC
COM3、COM4、GND1、GND2	4		Testpoint	TP_H0.45P0.75
D1、D4、D5、D7	4		肖特基二极管 40V 1A (直流) 表面贴装 SOD-123F	PMEG4010EH, 115
D2、D6	2		LED 单色蓝色 0.07lm 465nm 贴片 LED 2 引脚 0603 T/R	LB Q39G-L200-35-1
D3	1		绿色 570nm LED 指示 - 分立式 1.7V 0603 (公制 1608)	LG L29K-F2J1-24-Z
D8、D17	2		红色 630nm LED 指示 - 分立式 1.5V 0603 (公制 1608)	LS L29K-G1J2-1-Z
D9、D15	2		LED 单色琥珀色 622nm 2 引脚 SMD T/R	LA L296-Q2R2-1-0-20-R18-Z
D11、D12、D18、D19	4	1200V	二极管, 超快速, 1200V, 1A, SMA	STTH112A
D13、D20	2	30V	二极管, 肖特基, 30V, 0.2A, SOD-323	BAT54WS-7-F
D14、D21	2	12V	二极管, 齐纳, 12V, 500mW, SOD-123	MMSZ5242B-7-F
FID1、FID2、FID3、FID4、FID5、FID6	6		基准标记。没有需要购买或安装的元件。	不适用
GATE1、GATE2	2		连接器, MMCX 50 Ω, TH	MMCX-J-P-H-ST-TH1
GND3	1		测试点, 1 引脚 SMT, RoHS, 卷带包装	
J1	1			SBH11-PBPC-D08-ST-BK
J2、J5	2		FASTON 110, PCB 端子, 接片, 接片, PCB 端子配合接片宽度 0.11 英寸 [2.8mm], PCB 端子配合接片厚度 0.02 英寸 [0.51mm]	735187-2
J3, J6	2		插座, 2.54mm, 2x2, 金, TH	SSW-102-01-G-D
J4	1		接头, 2.54mm, 2x1, 锡, TH	TSW-102-07-T-S
L1、L2	2		耦合电感器, 2.8A, 0.055 Ω, SMD	ACM4520-421-2P-T000
L3、L4、L5、L6	4		1 μH 屏蔽多层电感器 600mA 150mΩ 0603 (公制 1608)	MLZ1608A1R0WT000
LBL1	1		热转印可打印标签, 0.650" (宽) x 0.200" (高) - 10,000/卷	THT-14-423-10
R2、R6、R11、R23、R29、R32、R96、R97、R98、R101、R103、R104、R109、R110、R111	15	16.5k	电阻, 16.5k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	ERJ-3EKF1652V
R3、R18、R20	3	2.2k	2.2k Ω ±5% 0.25W 0603 抗浪涌片式电阻器 AEC-Q200	ESR03EZPJ222
R4、R19	2	4.99M Ω	电阻, 4.99MΩ, 1%, 0.1W, 0603	CRCW06034M99FKEA
R5、R21、R99	3	226k	电阻, 226k, 1%, 0.1W, 0603	CRCW0603226KFKEA
R8、R25、R42、R46、R76、R80	6	1.00k	电阻, 1.00k, 1%, 0.1W, 0603	ERJ-3EKF1001V
R9、R28、R100	3		49.9k Ω ±1% 0.1W, 1/10W 片上电阻 0603 (1608 公制), 汽车 AEC-Q200 厚膜	CRCW060349K9FKEA
R12	1	2.49k	电阻, 2.49k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06032K49FKEA
R13、R34	2	51	电阻薄膜, 0603, 51 Ω, 0.1%, 1/10W, 25ppm/°C, 模制 SMD, 穿孔载体, T/R	ERA-3AEB510V

表 7-1. UCC21710 EVM BOM (continued)

位号	数量	值	说明	器件型号
R14、R35、R48、R82	4	4.99k	电阻, 4.99k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06034K99FKEA
R15、R36、R39、R60、R74、R92、R102、R106	8	0	电阻, 0, 5%, 0.125W, 0603	MCT06030Z0000ZP500
R17	1	2.32M Ω	电阻, 2.32M Ω , 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	CRCW04022M32FKED
R27	1	208k	电阻, 208k, 0.5%, 0.1W, 0603	RT0603DRE07208KL
R41、R75	2	3.57k Ω	电阻, 3.57k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-073K57L
R43、R50、R54、R55、R59、R62、R64、R65、R67、R69、R77、R84、R88	13	100	电阻, 100, 5%, 0.063W, 0402	CRCW0402100RJNED
R47、R51、R81、R85	4	1	电阻, 1.0, 5%, 0.5W, 1210	RC1210JR-071RL
R53、R87	2	590	电阻, 590, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-07590RL
R58、R63、R91、R94、R116	5	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0710KL
R66	1	6.81k	电阻, 6.81k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06036K81FKEA
R70	1	2.74k	电阻, 2.74k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06032K74FKEA
R95	1	768k	电阻, 768k, 1%, 0.063W, 0402	CRCW0402768KFKED
R108	1	100	电阻, 100, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-07100RL
S1	1		开关, 触控式, 单刀单掷-常开, 0.05A, 12V, SMD	EVQ-P7A01P
T1、T2	2		变压器, 1:1.67, 0.045 Ω 初级, 0.122 Ω 次级, 16.5 μ H	750319177r02
TP2、TP7	2		测试点, 通用, 橙色, TH	5013
TP3、TP6	2		测试点, 多用途, 红色, TH	5010
TP4、TP15	2		测试点, 多用途, 白色, TH	5012
TP5	1		测试点, 通用, 黑色, TH	5011
TP8	1		测试点, 多用途, 蓝色, TH	5127
TP9	1		测试点, 通用, 棕色, TH	5125
TP10	1		测试点, 多用途, 绿色, TH	5126
TP11、TP12、TP13	3		测试点, 通用, 灰色, TH	5128
U1、U5	2		150mA, 宽 VIN, 低 IQ, 低压降稳压器, DRB0008F (VSON-8)	TPS7B8401QDRBRQ1
U2、U6	2		用于隔离式辅助电源的开环 LLC 变压器驱动器	UCC25800DGNRQ1
U3、U8	2		具有经优化的基准电流的可编程并联稳压器, DBZ0003A (SOT-23-3)	ATL431LIBQDBZRQ1
U4	1		具有电源正常指示功能的 300mA、18V、低 IQ、低压降稳压器, DRV0006A (WSON-6)	TPS7A2501DRVR
U9	1		具有 +/-15kV IEC ESD 保护的双路差分驱动器接收器和接收器, 2 TX/2 RX、5V、-40°C 至 85°C、16 引脚 VQFN(RGY)、绿色 (RoHS, 无镉/溴)	SN65C1167ERGYR
U10、U12	2		适用于 SiC/IGBT 且具有高级保护功能和高 CMTI 的单通道隔离式栅极驱动器, DW0016B (SOIC-16)	UCC21710QDWRQ1
U11	1		双路 4 输入正与门, DGV0014A (TVSOP-14)	SN74LV21ADGVR

表 7-1. UCC21710 EVM BOM (continued)

位号	数量	值	说明	器件型号
U13	1		2.7V 至 22V、4A、50M Ω 优先电源多路复用器、RUX0012A (VQFN-HR-12)	TPS2121RUXR
C36、C48、C51、C62	0	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 50V, +/-10%, X7R, 0603	C0603C104K5RACTU
C37、C49、C52、C63	0	10 μ F	电容, 陶瓷, 10 μ F, 50V, +/-10%, X5R, 1206	GRM31CR61H106KA12L
C46、C61	0	0.027 μ F	电容, 陶瓷, 0.027 μ F, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	06035C273K4T2A
D10、D16	0	2.7V	二极管, 齐纳, 2.7V, 300mW, SOD-523	BZT52C2V7T-7
J7、J8	0		接头, 100mil, 2x1, TH	800-10-002-10-001000
Q1、Q4	0	40V	晶体管, NPN, 40V, 10A, AEC-Q101, 4.9mm x 3.95mm	PHPT60410NYX
Q2、Q5	0	40V	晶体管, PNP, 40V, 10A, AEC-Q101, 4.9mm x 3.95mm	PHPT60410PYX
Q3、Q6	0	40V	MOSFET, N 沟道, 40V, 5.6A, SOT-23	SI2318CDS-T1-GE3
R1、R7、R10、R16、R22、R24、R31、R37、R38、R49、R71、R73、R83	0	0	电阻, 0, 5%, 0.125W, 0603	MCT06030Z0000ZP500
R30、R33	0	0	0 Ω 跳线 0.5W, 1/2W 片式电阻器 0805 (公制 2012) 汽车类 AEC-Q200 金属箔	HCJ0805ZT0R00
R40、R72	0	475	电阻, 475, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW0603475RFKEA
R44、R57、R78、R90	0	10	电阻, 10, 5%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	ERJ-6GEYJ100V
R45、R52、R79、R86	0	1	电阻, 1.0, 5%, 0.5W, 1210	RC1210JR-071RL
R56、R89	0	10	电阻, 10, 5%, 0.25W, 0603	CRCW060310R0JNEAHP
R105、R107	0	2.00k	电阻, 2.00k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-072KL
R114	0	15.0k	电阻, 15.0k Ω , 0.1%, 0.1W, 0603	RG1608P-153-B-T5
R115	0	4.99k	电阻, 4.99k Ω , 0.1%, 0.1W, 0603	RT0603BRD074K99L
U14	0		具有经优化的基准电流的可编程并联稳压器, DBZ0003A (SOT-23-3)	ATL431LIBQDBZRQ1

表 7-2. UCC21750 EVM BOM

位号	数量	值	说明	器件型号
!PCB1	1		印刷电路板	HVP054
C1、C4、C5、C7、C8、C9、C10、C12、C17、C20、C21、C23、C24、C25、C27、C31、C32、C35、C65、C67、C69、C70、C71、C72	24	10 μ F	电容, 陶瓷, 10 μ F, 50V, +/-10%, X5R, 1206	GRM31CR61H106KA12L
C2、C6、C11、C14、C18、C22、C26、C29	8	1 μ F	电容, 陶瓷, 1 μ F, 50V, +/-20%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0805	GCJ21BR71H105MA01L
C3、C13、C19、C28	4	0.027 μ F	电容, 陶瓷, 0.027 μ F, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	06035C273K4T2A
C15、C16	2	2.2 μ F	电容, 陶瓷, 2.2 μ F, 50V, +/-10%, X5R, 0603	GRM188R61H225KE11D
C30、C33、C34、C39、C54、C64、C66、C68、C74	9	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 50V, +/-10%, X7R, 0603	C0603C104K5RACTU

表 7-2. UCC21750 EVM BOM (continued)

位号	数量	值	说明	器件型号
C38、C40、C41、C44、C45、C50、C55、C56、C58、C59、C60、C73	12	100pF	电容, 陶瓷, 100pF, 25V, +/-5%, COG/NP0, 0402	C0402C101J3GACTU
C42、C57	2	100pF	电容, 陶瓷, 100pF, 50V, +/-5%, COG/NP0, AEC-Q200 0 级, 0603	CGA3E2NP01H101J080AA
C43, C47	2	68pF	68pF ±5% 50V 陶瓷电容器 COG, NP0 0402 (公制 1005)	GCM1555C1H680JA16D
C53	1	0.01uF	电容, 陶瓷, 0.01uF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	C0603X103K5RACTU
C75	1	1uF	电容, 陶瓷, 1uF, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	CGA3E1X7R1E105K080AC
COM3、COM4、GND1、GND2	4		Testpoint	TP_H0.45P0.75
D1、D4、D5、D7	4		肖特基二极管 40V 1A (直流) 表面贴装 SOD-123F	PMEG4010EH, 115
D2、D6	2		LED 单色蓝色 0.07lm 465nm 贴片 LED 2 引脚 0603 T/R	LB Q39G-L200-35-1
D3	1		绿色 570nm LED 指示 - 分立式 1.7V 0603 (公制 1608)	LG L29K-F2J1-24-Z
D8、D17	2		红色 630nm LED 指示 - 分立式 1.5V 0603 (公制 1608)	LS L29K-G1J2-1-Z
D9、D15	2		LED 单色琥珀色 622nm 2 引脚 SMD T/R	LA L296-Q2R2-1-0-20-R18-Z
D10、D16	2	2.7V	二极管, 齐纳, 2.7V, 300mW, SOD-523	BZT52C2V7T-7
D11、D12、D18、D19	4	1200V	二极管, 超快速, 1200V, 1A, SMA	STTH112A
D13、D20	2	30V	二极管, 肖特基, 30V, 0.2A, SOD-323	BAT54WS-7-F
D14、D21	2	12V	二极管, 齐纳, 12V, 500mW, SOD-123	MMSZ5242B-7-F
FID1, FID2, FID3	3		基准标记。没有需要购买或安装的元件。	不适用
GATE1、GATE2	2		连接器, MMCX 50Ω, TH	MMCX-J-P-H-ST-TH1
GND3	1		测试点, 1 引脚 SMT, RoHS, 卷带包装	
J1	1			SBH11-PBPC-D08-ST-BK
J2、J5	2		FASTON 110, PCB 端子, 接片, 接片, PCB 端子配合接片宽度 0.11 英寸 [2.8mm], PCB 端子配合接片厚度 0.02 英寸 [0.51mm]	735187-2
J3, J6	2		插座, 2.54mm, 2x2, 金, TH	SSW-102-01-G-D
J4	1		接头, 2.54mm, 2x1, 锡, TH	TSW-102-07-T-S
L1、L2	2		耦合电感器, 2.8A, 0.055Ω, SMD	ACM4520-421-2P-T000
L3、L4、L5、L6	4		1μH 屏蔽多层电感器 600mA 150mΩ 0603 (公制 1608)	MLZ1608A1R0WT000
LBL1	1		热转印可打印标签, 0.650" (宽) x 0.200" (高) - 10,000/卷	THT-14-423-10
R2、R6、R11、R23、R29、R32、R96、R97、R98、R101、R103、R104、R109、R110、R111	15	16.5k	电阻, 16.5k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	ERJ-3EKF1652V
R3、R18、R20	3	2.2k	2.2kΩ ±5% 0.25W 0603 抗浪涌片式电阻器 AEC-Q200	ESR03EZPJ222
R4、R19	2	4.99MΩ	电阻, 4.99MΩ, 1%, 0.1W, 0603	CRCW06034M99FKEA
R5、R21、R99	3	226k	电阻, 226k, 1%, 0.1W, 0603	CRCW0603226KFKEA
R8、R25、R42、R46、R76、R80	6	1.00k	电阻, 1.00k, 1%, 0.1W, 0603	ERJ-3EKF1001V

表 7-2. UCC21750 EVM BOM (continued)

位号	数量	值	说明	器件型号
R9、R28、R100	3		49.9k Ω \pm 1% 0.1W, 1/10W 片上电阻 0603 (1608 公制), 汽车 AEC-Q200 厚膜	CRCW060349K9FKEA
R12	1	2.49k	电阻, 2.49k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06032K49FKEA
R13、R34	2	51	电阻薄膜, 0603, 51 Ω , 0.1%, 1/10W, 25ppm/ $^{\circ}$ C, 模制 SMD, 穿孔载体, T/R	ERA-3AEB510V
R14、R35	2	4.99k	电阻, 4.99k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06034K99FKEA
R15、R36、R39、R60、R74、R92、R102、R106	8	0	电阻, 0, 5%, 0.125W, 0603	MCT06030Z0000ZP500
R17	1	2.32M Ω	电阻, 2.32M Ω , 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	CRCW04022M32FKED
R27	1	208k	电阻, 208k, 0.5%, 0.1W, 0603	RT0603DRE07208KL
R40、R72	2	475	电阻, 475, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW0603475RFKEA
R41、R75、R105、R107	4	2.00k	电阻, 2.00k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-072KL
R43、R50、R54、R55、R59、R62、R64、R65、R67、R69、R77、R84、R88	13	100	电阻, 100, 5%, 0.063W, 0402	CRCW0402100RJNED
R47、R51、R81、R85	4	1	电阻, 1.0, 5%, 0.5W, 1210	RC1210JR-071RL
R58、R63、R91、R94、R116	5	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0710KL
R66	1	6.81k	电阻, 6.81k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06036K81FKEA
R70	1	2.74k	电阻, 2.74k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06032K74FKEA
R95	1	768k	电阻, 768k, 1%, 0.063W, 0402	CRCW0402768KFKED
R108	1	100	电阻, 100, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-07100RL
S1	1		开关, 触控式, 单刀单掷-常开, 0.05A, 12V, SMD	EVQ-P7A01P
T1、T2	2		变压器, 1:1.67, 0.045 Ω 初级, 0.122 Ω 次级, 16.5uH	750319177r02
TP2、TP7	2		测试点, 通用, 橙色, TH	5013
TP3、TP6	2		测试点, 多用途, 红色, TH	5010
TP4、TP15	2		测试点, 多用途, 白色, TH	5012
TP5	1		测试点, 通用, 黑色, TH	5011
TP8	1		测试点, 多用途, 蓝色, TH	5127
TP9	1		测试点, 通用, 棕色, TH	5125
TP10	1		测试点, 多用途, 绿色, TH	5126
TP11、TP12、TP13	3		测试点, 通用, 灰色, TH	5128
U1、U5	2		150mA, 宽 VIN, 低 IQ, 低压降稳压器, DRB0008F (VSON-8)	TPS7B8401QDRBRQ1
U2、U6	2		用于隔离式辅助电源的开环 LLC 变压器驱动器	UCC25800DGNRQ1
U3、U8	2		具有经优化的基准电流的可编程并联稳压器, DBZ0003A (SOT-23-3)	ATL431LIBQDBZRQ1
U4	1		具有电源正常指示功能的 300mA、18V、低 IQ、低压降稳压器, DRV0006A (WSON-6)	TPS7A2501DRVR

表 7-2. UCC21750 EVM BOM (continued)

位号	数量	值	说明	器件型号
U9	1		具有 +/-15kV IEC ESD 保护的双路差分驱动器和接收器, 2 TX/2 RX、5V、-40°C 至 85°C、16 引脚 VQFN(RGY)、绿色 (RoHS, 无铍/溴)	SN65C1167ERGYR
U10、U12	2		适用于 SiC/IGBT 且具有高级保护功能和高 CMTI 的单通道隔离式栅极驱动器, DW0016B (SOIC-16)	UCC21750DWR
U11	1		双路 4 输入正与门, DGV0014A (TVSOP-14)	SN74LV21ADGVR
U13	1		2.7V 至 22V、4A、50M Ω 优先电源多路复用器、RUX0012A (VQFN-HR-12)	TPS2121RUXR
C36、C48、C51、C62	0	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 50V, +/-10%, X7R, 0603	C0603C104K5RACTU
C37、C49、C52、C63	0	10 μ F	电容, 陶瓷, 10 μ F, 50V, +/-10%, X5R, 1206	GRM31CR61H106KA12L
C46、C61	0	0.027 μ F	电容, 陶瓷, 0.027 μ F, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	06035C273K4T2A
FID4、FID5、FID6	0		基准标记。没有需要购买或安装的元件。	不适用
J7、J8	0		接头, 100mil, 2x1, TH	800-10-002-10-001000
Q1、Q4	0	40V	晶体管, NPN, 40V, 10A, AEC-Q101, 4.9mm x 3.95mm	PHPT60410NYX
Q2、Q5	0	40V	晶体管, PNP, 40V, 10A, AEC-Q101, 4.9mm x 3.95mm	PHPT60410PYX
Q3、Q6	0	40V	MOSFET, N 沟道, 40V, 5.6A, SOT-23	SI2318CDS-T1-GE3
R1、R7、R10、R16、R22、R24、R31、R37、R38、R49、R71、R73、R83	0	0	电阻, 0, 5%, 0.125W, 0603	MCT06030Z0000ZP500
R30、R33	0	0	0 Ω 跳线 0.5W, 1/2W 片式电阻器 0805 (公制 2012) 汽车类 AEC-Q200 金属箔	HCJ0805ZT0R00
R44、R57、R78、R90	0	10	电阻, 10, 5%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	ERJ-6GEYJ100V
R45、R52、R79、R86	0	1	电阻, 1.0, 5%, 0.5W, 1210	RC1210JR-071RL
R48、R82	0	4.99k	电阻, 4.99k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06034K99FKEA
R53、R87	0	590	电阻, 590, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-07590RL
R56、R89	0	10	电阻, 10, 5%, 0.25W, 0603	CRCW060310R0JNEAHP
R114	0	15.0k	电阻, 15.0k Ω , 0.1%, 0.1W, 0603	RG1608P-153-B-T5
R115	0	4.99k	电阻, 4.99k Ω , 0.1%, 0.1W, 0603	RT0603BRD074K99L
U14	0		具有经优化的基准电流的可编程并联稳压器, DBZ0003A (SOT-23-3)	ATL431LIBQDBZRQ1

8 其他信息

8.1 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 © 2023，德州仪器 (TI) 公司