



摘要

本用户指南描述了 TPS543C20EVM-054 评估模块 (EVM) 的特性、操作和使用。本用户指南包含测试信息、说明和结果。本文档还提供了完整的原理图、印刷电路板布局布线以及物料清单。除非另有说明，否则本用户指南中的所有缩写词 EVM、TPS543C20EVM-054 以及术语评估模块与 TPS543C20EVM-054 评估模块具有相同的含义。

内容

1 引言	3
1.1 准备工作	3
2 说明	4
2.1 典型的终端用户应用	4
2.2 EVM 特性	4
3 EVM 电气性能技术参数	4
4 原理图	5
5 测试设备	6
6 BSR054EVM	7
7 测试点、跳线和开关列表	8
8 测试步骤	8
8.1 线路和负载调节测量程序	8
8.2 效率	8
8.3 设备停机	10
9 性能数据和典型特性曲线	10
9.1 效率	10
9.2 功率损耗	10
9.3 负载调节	11
9.4 瞬态响应	11
9.5 输出纹波	12
9.6 控制开启	13
9.7 开启和关闭控制	14
9.8 热像图	15
10 EVM 装配图和 PCB 布局	16
11 物料清单	21
12 修订历史记录	23

插图清单

图 4-1. BSR054EVM 原理图	5
图 6-1. BSR054EVM 概述	7
图 6-2. “尖头与桶”测量	7
图 9-1. 在 0.9V 输出下的效率与负载间的关系	10
图 9-2. 0.9V 输出下的功率损耗与负载间的关系	10
图 9-3. 在 0.9V 输出下的负载调节	11
图 9-4. 在 0.9V 输出下且 V_{IN} 为 12 时的瞬态响应，瞬态是 15A 至 25A 至 15A，40A/μs 下的阶跃为 10A	11
图 9-5. 在 0.9V 输出下且 V_{IN} 为 12、输出为 40A 时的输出纹波和开关节点	12
图 9-6. 在 0.9V 输出下且 V_{IN} 为 12、输出为 0A 时的输出纹波和开关节点	12
图 9-7. 从控制启动，12V _{IN} 下的输出为 0.9V，10mA 输出	13
图 9-8. 0.5V 从控制预偏置启动，12V _{IN} 下的输出为 0.9V，20A 输出	13

图 9-9. 输出电压启动和关闭, 12V _{IN} 下的输出为 0.9V, 0.5A 输出.....	14
图 9-10. 在 0.9V 输出下且 V _{IN} 为 12、输出为 40A、环境温度为 25°C 时的热像.....	15
图 10-1. BSR054EVM 顶层装配图 (顶视图)	16
图 10-2. BSR054EVM 顶部焊接掩模 (俯视图)	16
图 10-3. BSR054EVM 顶层 (俯视图)	17
图 10-4. BSR054EVM 内层 1 (俯视图)	17
图 10-5. BSR054EVM 内层 2 (俯视图)	18
图 10-6. BSR054EVM 内层 3 (俯视图)	18
图 10-7. BSR054EVM 内层 4 (俯视图)	19
图 10-8. BSR054EVM 底层 (俯视图)	19
图 10-9. BSR054EVM 底部焊接掩模 (俯视图)	20
图 10-10. BSR054EVM 底部覆盖层 (俯视图)	20

表格清单

表 3-1. BSR054EVM 电气性能技术参数.....	4
表 7-1. 测试点功能.....	8
表 8-1. 线路和负载测量的测试点列表.....	8
表 8-2. 效率测量的测试点列表.....	9
表 11-1. BSR054EVM 物料清单.....	21

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

BSR054EVM 评估模块使用 TPS543C20EVM-054 器件。TPS543C20EVM-054 是一款高度集成的同步降压转换器，用于高达 40A 的电流输出。

1.1 准备工作

为确保使用 TPS543C20EVM-054 的人或在其附近工作的任何人的安全，请注意以下警告和注意事项。请遵循所有安全防护措施。



警告

TPS543C20EVM-054 电路模块在运行期间可能会因散热而变烫。切勿接触电路板。请遵守适用于您实验室的所有安全规程。



注意

请勿在无人照看的情况下使该 EVM 通电。

WARNING

电路模块的板底上有信号布线、元件和元件引线。这可能会导致电压、高温表面或尖锐的边缘暴露在外面。操作过程中请勿触摸电路板的底部。

CAUTION

电路模块可能会因过热而损坏。为避免损坏，请在评估期间监控温度，并根据需要使系统环境冷却。

CAUTION

某些电源会因施加外部电压而损坏。如果使用多个电源，请检查设备要求，并根据需要使用阻断二极管或其他隔离技术，以防止设备损坏。

CAUTION

EVM 上的通信接口未进行隔离。请确保计算机和 EVM 之间不存在接地电位。此外，请注意计算机以 EVM 的电池电位为基准。

2 说明

BSR054EVM 设计为单输出直流/直流转换器，可在典型低压应用中演示 TPS543C20EVM-054，同时提供多个测试点来评估性能。它使用标称 12V 的输入总线，可在最高 40A 的负载电流下产生 0.9V 的稳压输出。

2.1 典型的终端用户应用

- 企业级存储、SSD、NAS
- 无线和有线通信基础设施
- 工业 PC、自动化、ATE、PLC、视频监控
- 企业服务器、交换机、路由器
- ASIC、SoC、FPGA、DSP 内核和 I/O 电源轨

2.2 EVM 特性

- 0.9V 稳压输出，高达 40A 稳态输出电流
- 便捷的测试点，用于探测关键波形

3 EVM 电气性能技术参数

表 3-1. BSR054EVM 电气性能技术参数

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入特性					
电压范围	V_{IN} 连接至 VDD	5	12	16	V
最大输入电流	$V_{IN} = 12V$, $I_O = 40A$, $V_{OUT} = 0.9V$, $F_{SW} = 500kHz$			3.5	A
空载输入电流	$V_{IN} = 12V$, $I_O = 0A$		50		mA
输出特性					
V_{OUT} 输出电压	输出电流 = 0A 到 40A		0.9		V
I_{OUT} 输出负载电流	$I_{OUT(min)}$ 至 $I_{OUT(max)}$	0		40	A
输出电压调节	线路调节：输入电压 = 5V 至 16V		0.5%		
	负载调节：输出电流 = 0A 至 $I_{OUT(max)}$		0.5%		
V_{OUT} 输出电压纹波	$V_{IN} = 12V$, $I_{OUT} = 40A$		10		mV _{pp}
V_{OUT} 输出过流			46		A
系统特性					
开关频率	F_{SW}		500		kHz
V_{OUT} 峰值效率	$V_{IN} = 12V$, $I_O = 17A$, $F_{SW} = 500kHz$		90%		
工作温度	T_{oper}	0		85	°C

4 原理图

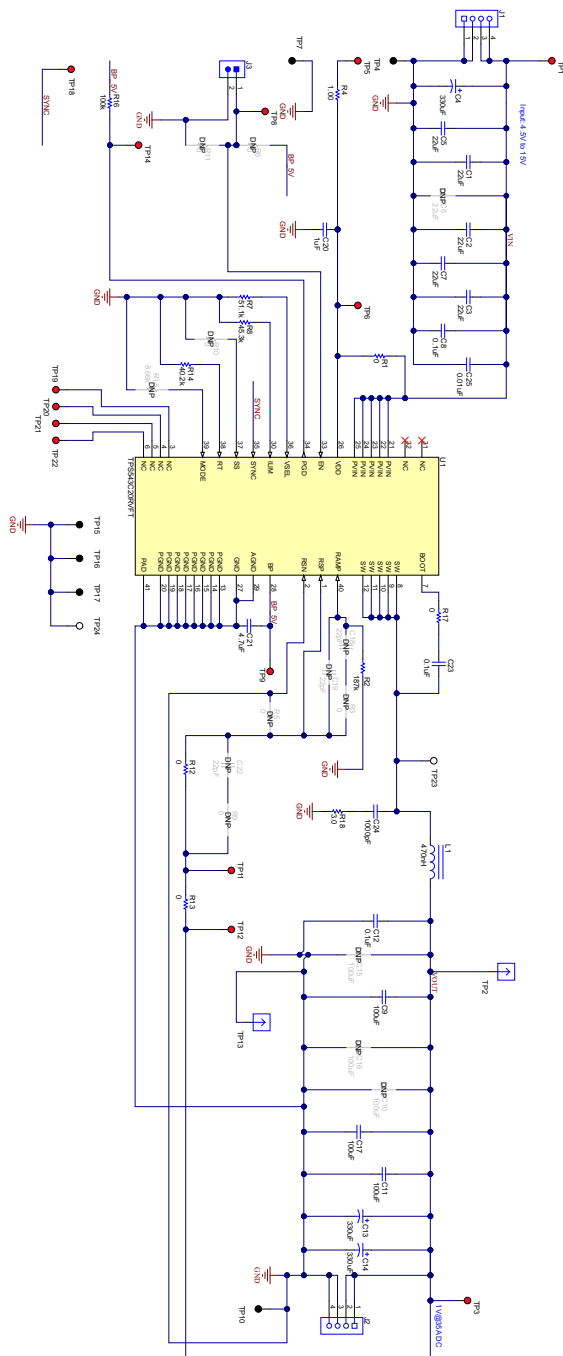


图 4-1. BSR054EVM 原理图

5 测试设备

电压源：输入电压源 V_{IN} 必须是能够提供至少 $10A_{DC}$ 的 0V 至 18V 可变直流电源。此外，外部电压源的输出阻抗必须远小于 $100k\Omega$ 。

万用表：建议使用两个单独的万用表图 6-1。一个仪表用于测量 V_{IN} ，另一个用于测量 V_{OUT} 。

输出负载：建议在测试中使用可变电子负载图 6-1。它必须在低至 0.6V 的电压下支持 40A。

示波器：建议使用示波器测量输出噪声和波纹。输出纹波必须使用尖端和桶形方法或更好的方法测量，如图 6-2 所示。示波器必须调整为 20MHz 带宽，交流耦合为 50mV/div，并且必须设置为 $1\mu s/div$ 。

风扇：在高负载下长时间运行期间，可能需要通过一个针对 EVM 的小风扇提供强制空气冷却。EVM 上器件的温度必须保持在 $105^{\circ}C$ 以下。

建议线规：负载线中的电压降必须保持尽可能低的水平，以使负载处的工作电压保持在其工作范围内。在 EVM 和负载之间使用不超过 1.98 英尺的 AWG 14 线 (V_{OUT} 正极并联 2 线， V_{OUT} 负极并联 2 线)。此推荐的线规和长度应在最大 40A 负载下实现不超过 0.2V 的电压降。

6 BSR054EVM

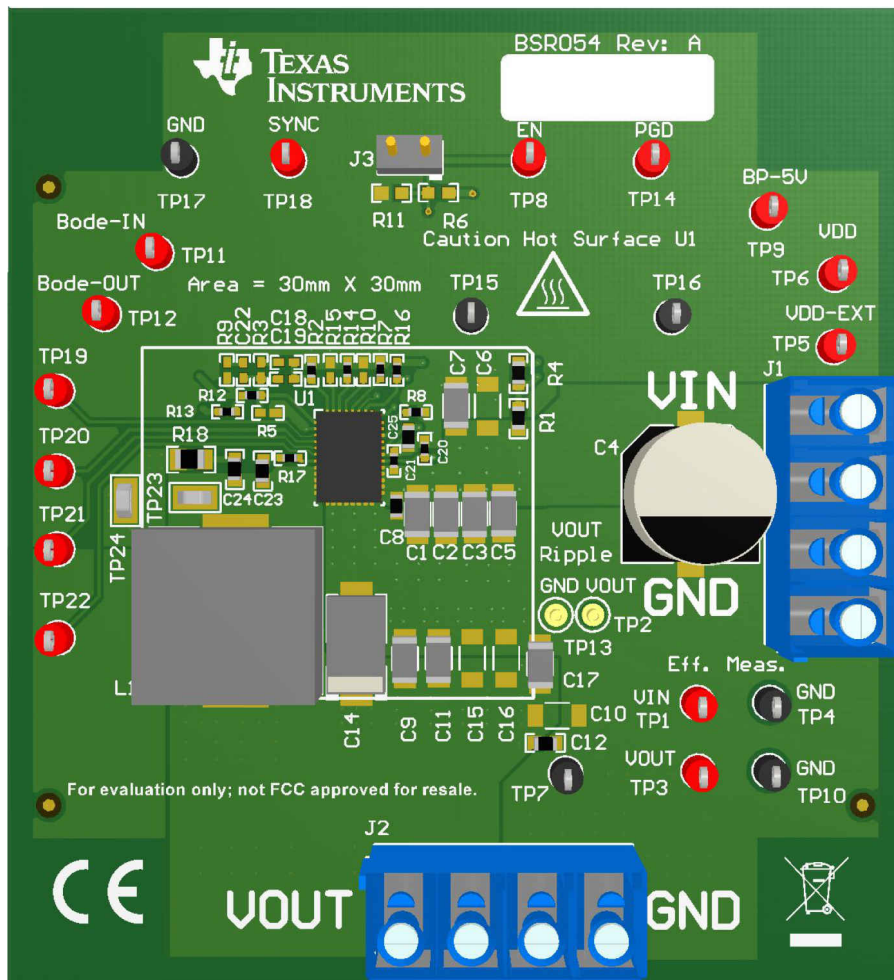


图 6-1. BSR054EVM 概述

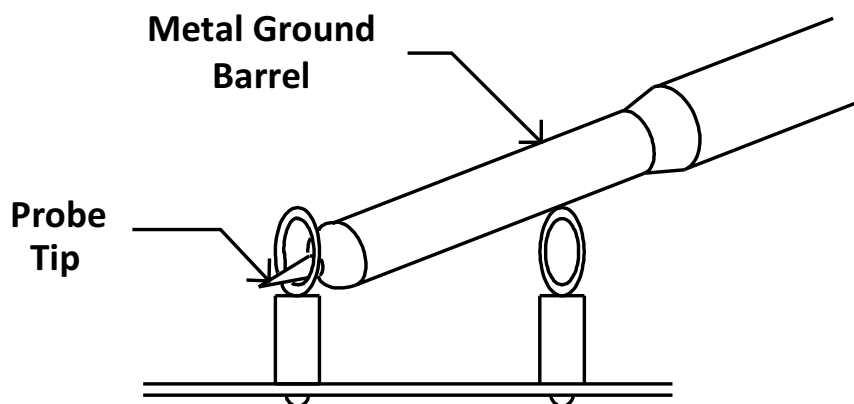


图 6-2. “尖头与桶” 测量

7 测试点、跳线和开关列表

表 7-1. 测试点功能

条目	类型	名称	说明
TP23	T-H 环路	SW	电源开关节点
TP11	T-H 环路	CH-A	衡量环路稳定性
TP12	T-H 环路	CH-B	衡量环路稳定性
TP3	T-H 环路	LocS+	在局部感应 C11 两端的 VOUT+。用于效率和波纹测量。
TP10	T-H 环路	LocS-	在局部感应 C11 两端的 VOUT-。用于效率和波纹测量。
TP1	T-H 环路	PVIN	感应 C8 两端的 VIN+
TP4	T-H 环路	PGND	感应 C8 两端的 VIN-
TP6	T-H 环路	VDD	为内部电路供电
TP9	T-H 环路	BP	LDO 输出
TP14	T-H 环路	PG	电源正常状态指示
TP7、TP15、 TP16、TP17	T-H 环路	PGND	通用接地
TP19、TP20、 TP21、TP22	T-H 环路		未使用
TP18	T-H 环路	SYNC	与外部开关频率同步
JP3	2 引脚跳线	EN	启用或禁用 TPS543C20EVM-054 IC

8 测试步骤

8.1 线路和负载调节测量程序

1. 将 VOUT 连接到 J2，并将 VOUT_GND 连接到 J2 图 6-1。
2. 确保电子负载设为消耗 $0A_{DC}$ 。
3. 确保在施加 V_{IN} 之前，EVM 上提供的跳线短接 J3
4. 将 VIN 连接到 J1，并将 VIN_GND 连接到 J1 图 6-1。
5. 将 V_{IN} 从 0V 增至 12V，使用数字万用表测量输入电压。
6. 移除 J3 上的跳线，以启用控制器。
7. 用其他数字万用表或示波器测量 TP3 和 TP10 的输出电压 V_{OUT} 。

表 8-1. 线路和负载测量的测试点列表

测试点	节点名称	说明
TP3	LocS+	在局部感应 C11 两端的 VOUT+。用于效率和波纹测量
TP10	LocS-	在局部感应 C11 两端的 VOUT-。用于效率和波纹测量
TP1	PVIN	感应 C8 两端的 VIN+
TP4	PGND	感应 C8 两端的 VIN-

8. 将负载从 $0A_{DC}$ 改为最大额定输出 $40A_{DC}$ 。 V_{OUT} 必须保持在表 3-1 中规定的范围内。
9. 将 V_{IN} 从 5V 改为 16V。 V_{OUT} 必须保持在表 3-1 中规定的范围内。
10. 将负载降至 0A。
11. 将跳线放回 JP3，以禁用转换器。
12. 将 V_{IN} 降至 0V 或关闭电源。

8.2 效率

为了评估 EVM 上动力总成的效率，在正确位置测量电压非常重要。这是十分必要的，否则测量将包含与动力总成本身无关的效率损耗。覆铜布线以及输入和输出连接器上的压降产生的损耗与动力总成的效率无关，不得包含在效率测量的范围之内。

表 8-2. 效率测量的测试点列表

测试点	节点名称	说明
TP3	LocS+	在局部感应 C11 两端的 VOUT+。用于效率和波纹测量
TP10	LocS-	在局部感应 C11 两端的 VOUT-。用于效率和波纹测量
TP1	PVIN	感应 C8 两端的 VIN+
TP4	PGND	感应 C8 两端的 VIN-

输入电流可以在输入线的任何一点进行测量，而输出电流可以在被测输出线的任何一点进行测量。采用这些测量点时，效率测量不包含连接器和 PCB 布线产生的损耗。

8.3 设备停机

1. 将负载电流降至 0A。
2. 将输入电压降至 0V。
3. 关闭外部风扇（如果正在使用中）。
4. 关闭设备。

9 性能数据和典型特性曲线

图 9-1 至图 9-10 显示了 BSR054EVM 的典型性能曲线。

9.1 效率

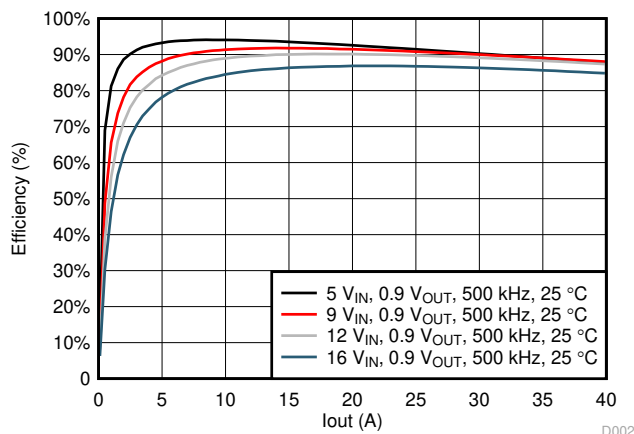


图 9-1. 在 0.9V 输出下的效率与负载间的关系

9.2 功率损耗

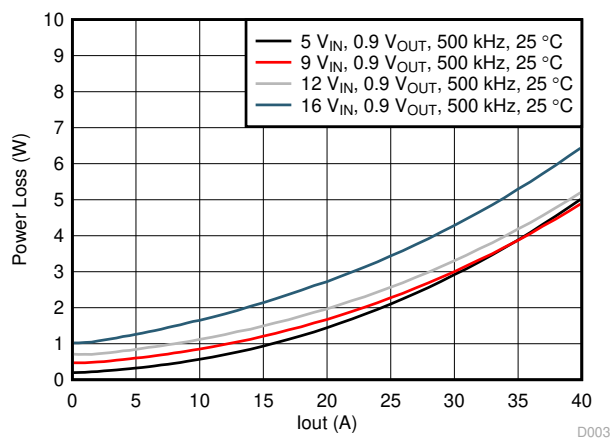


图 9-2. 0.9V 输出下的功率损耗与负载间的关系

9.3 负载调节

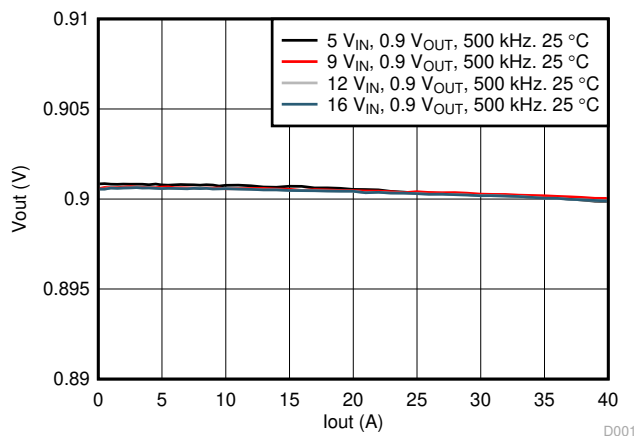


图 9-3. 在 0.9V 输出下的负载调节

9.4 瞬态响应

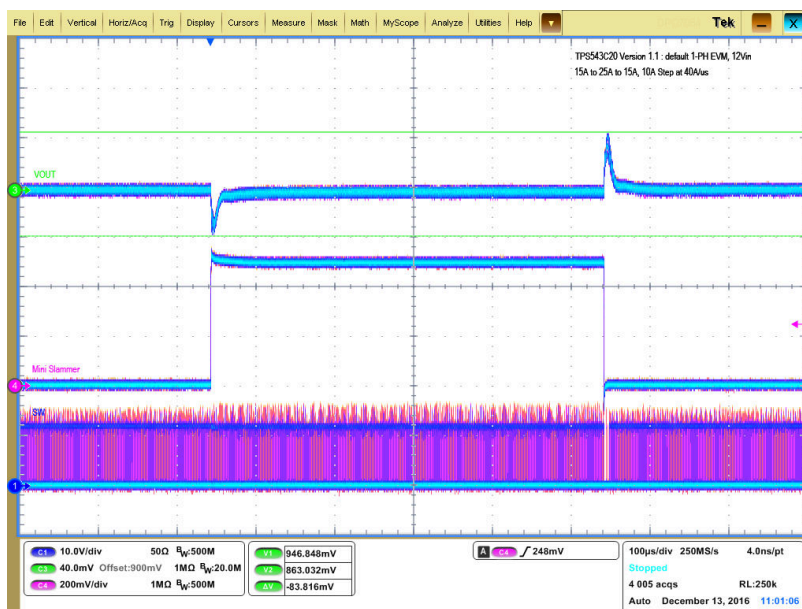


图 9-4. 在 0.9V 输出下且 V_{IN} 为 12 时的瞬态响应，瞬态是 15A 至 25A 至 15A，40A/μs 下的阶跃为 10A

9.5 输出纹波

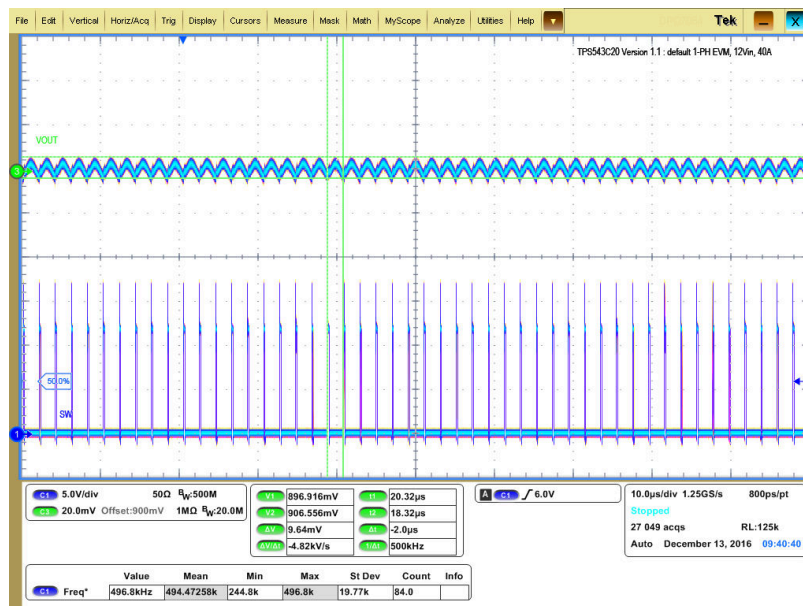


图 9-5. 在 0.9V 输出下且 V_{IN} 为 12、输出为 40A 时的输出纹波和开关节点

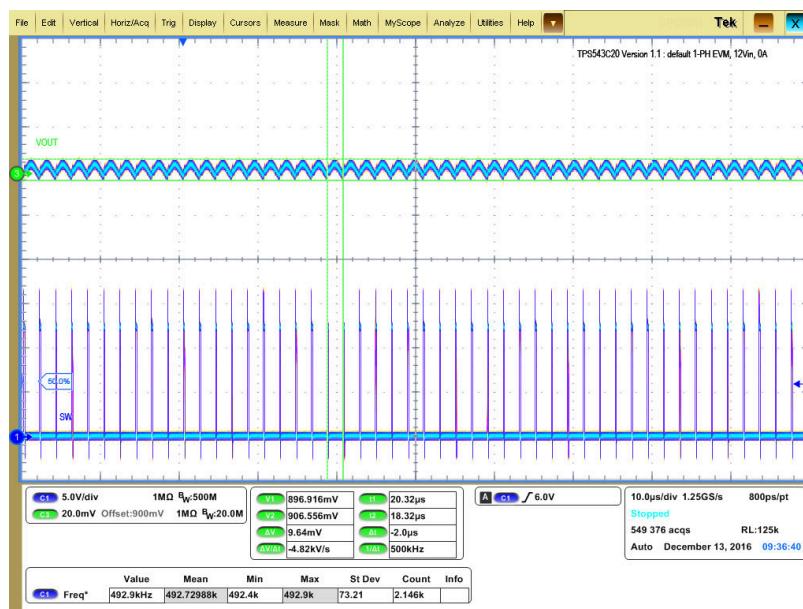


图 9-6. 在 0.9V 输出下且 V_{IN} 为 12、输出为 0A 时的输出纹波和开关节点

9.6 控制开启

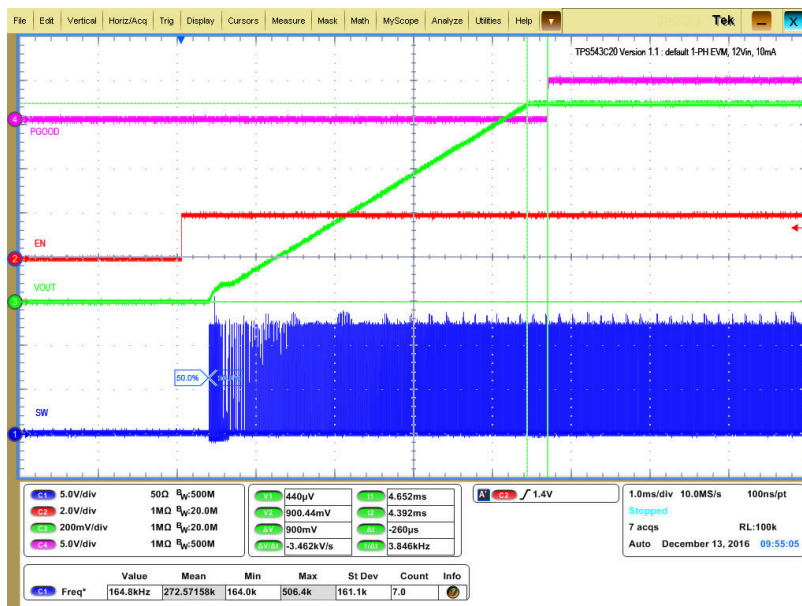


图 9-7. 从控制启动，12V_{IN} 下的输出为 0.9V，10mA 输出

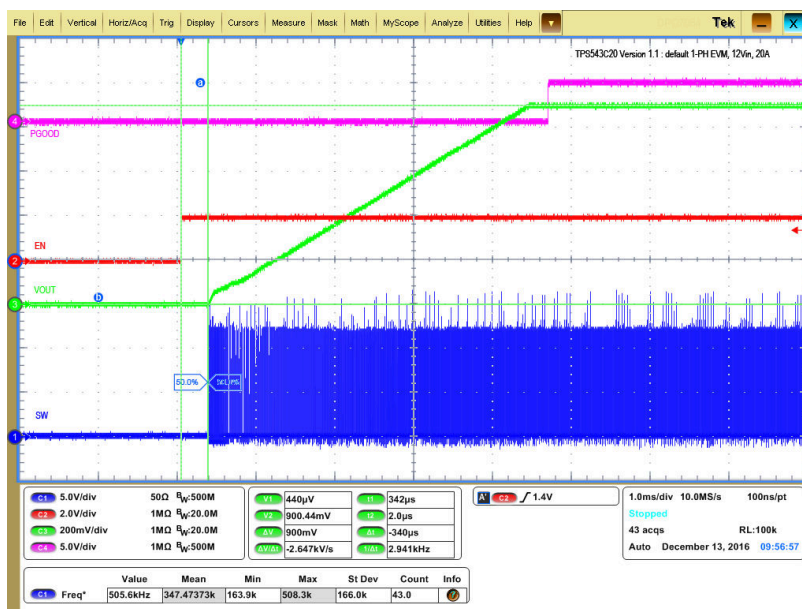


图 9-8. 0.5V 从控制预偏置启动，12V_{IN} 下的输出为 0.9V，20A 输出

9.7 开启和关闭控制

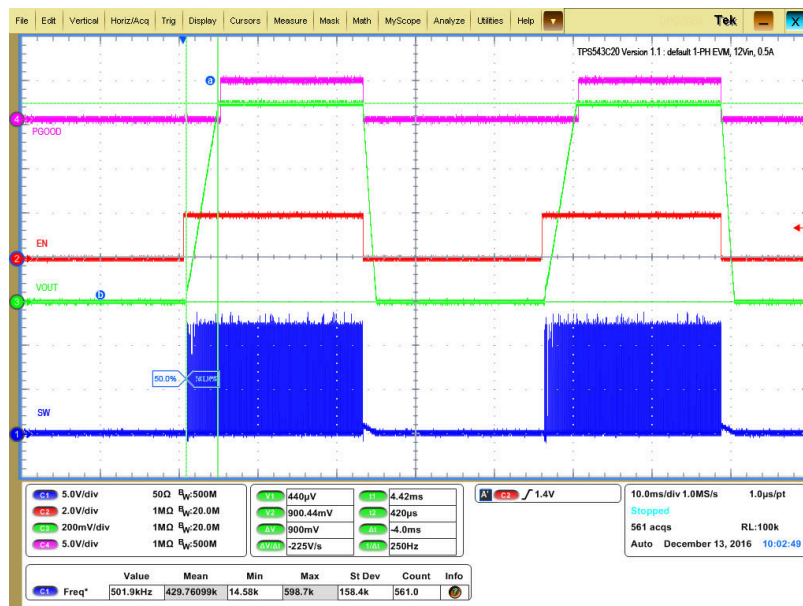


图 9-9. 输出电压启动和关闭，12V_{IN} 下的输出为 0.9V，0.5A 输出

9.8 热像图

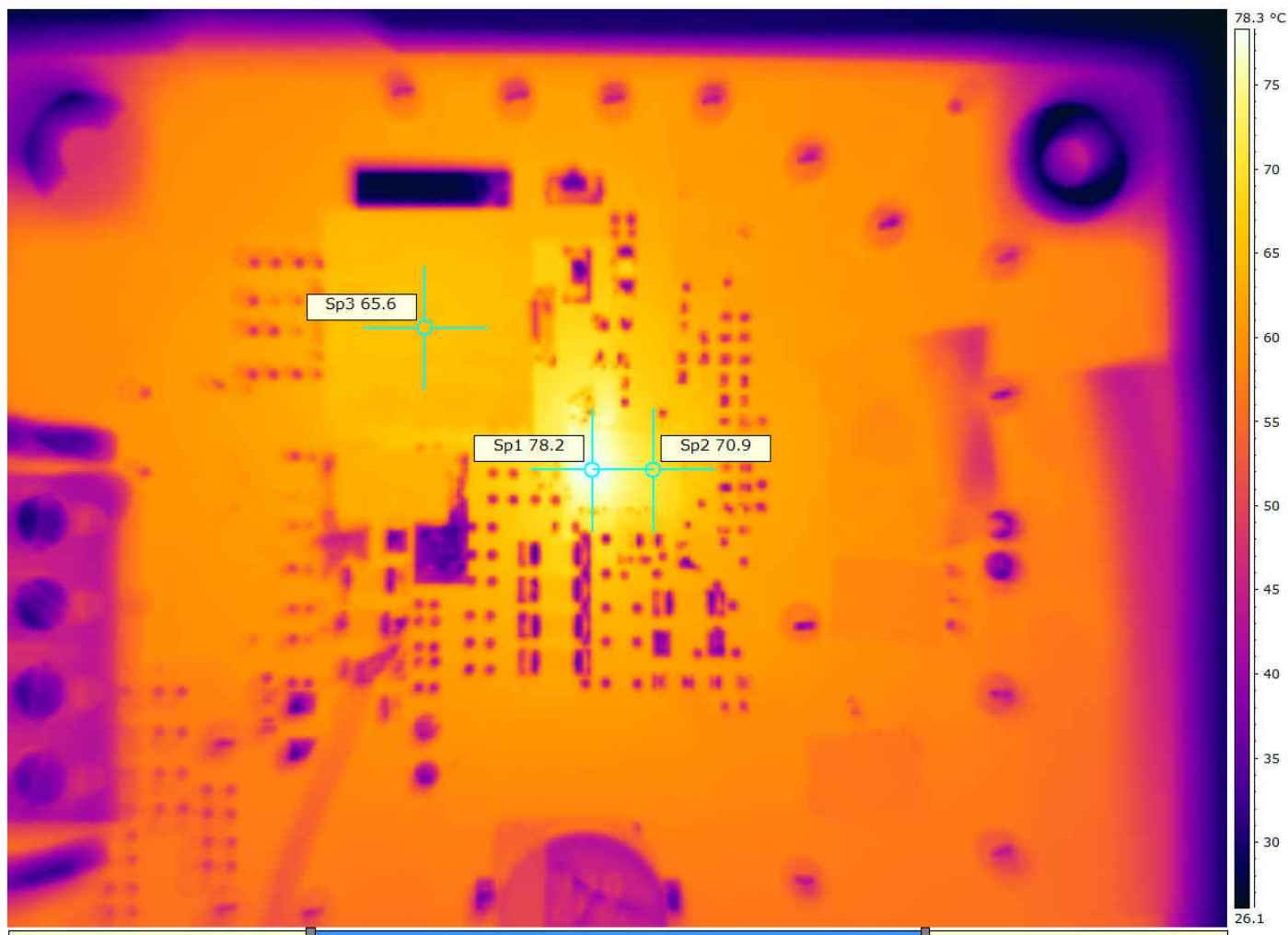


图 9-10. 在 0.9V 输出下且 V_{IN} 为 12、输出为 40A、环境温度为 25°C 时的热像

10 EVM 装配图和 PCB 布局

图 10-1 至图 10-8 显示了 BSR054EVM 印刷电路板 (PCB) 的设计。BSR054EVM 在所有层的铜用量为 2oz。

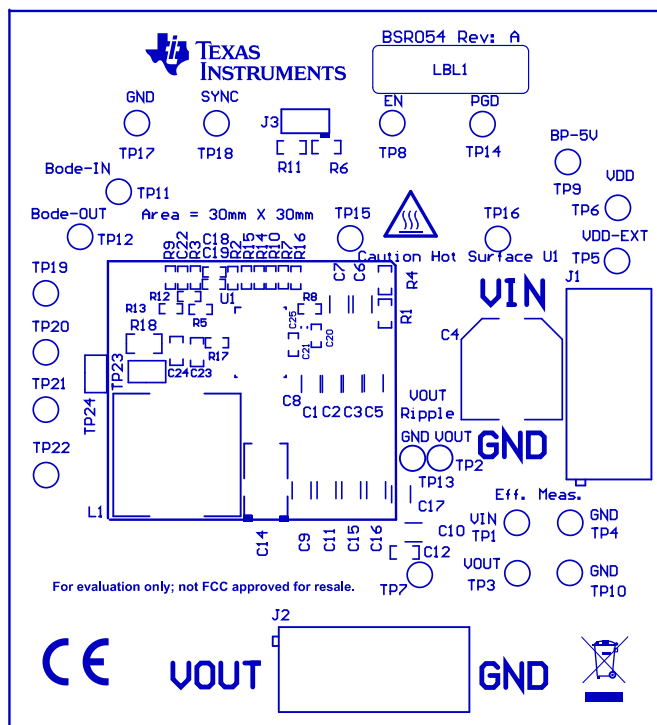


图 10-1. BSR054EVM 顶层装配图 (顶视图)

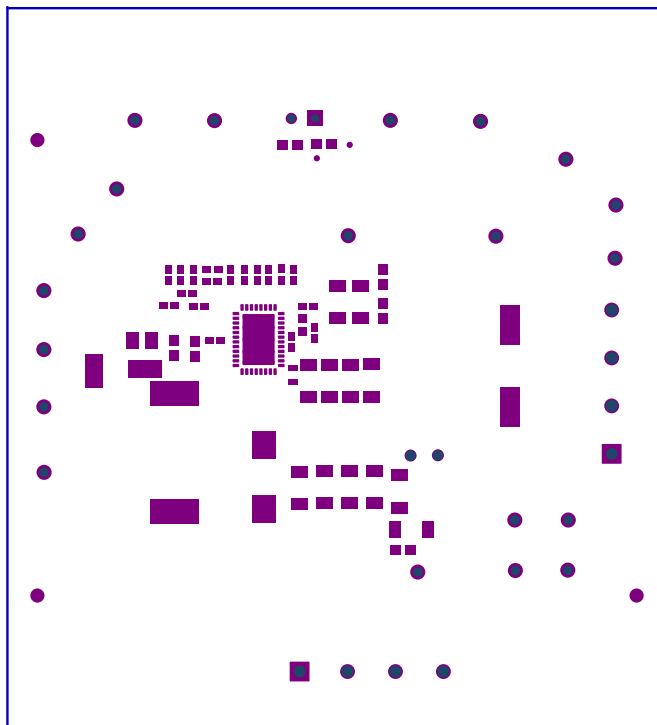


图 10-2. BSR054EVM 顶部焊接掩模 (俯视图)

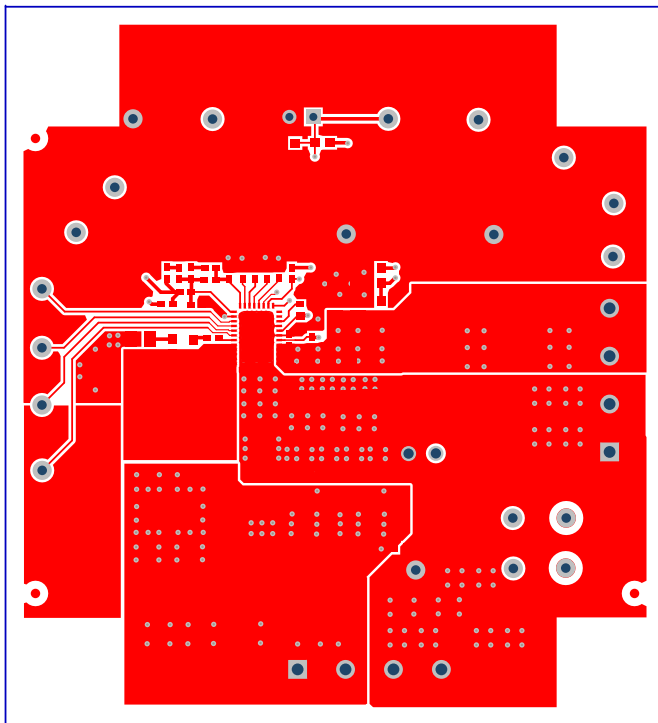


图 10-3. BSR054EVM 顶层 (俯视图)

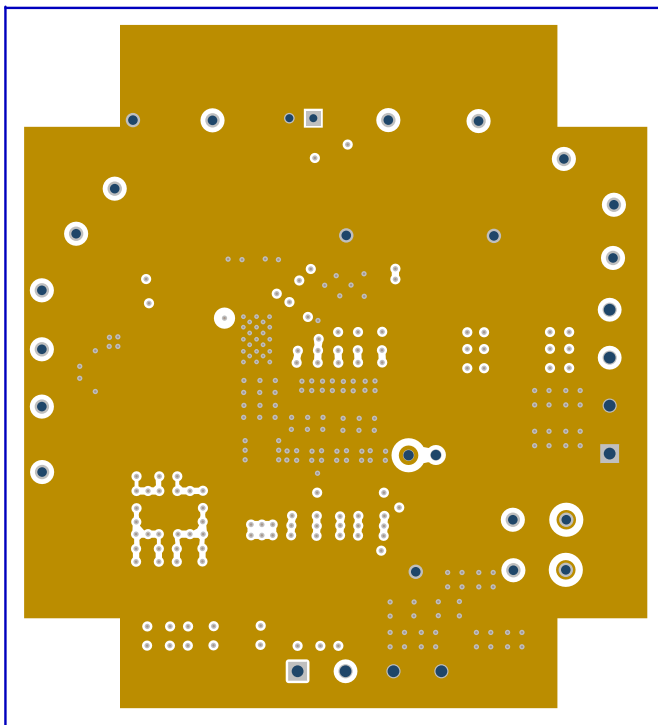


图 10-4. BSR054EVM 内层 1 (俯视图)

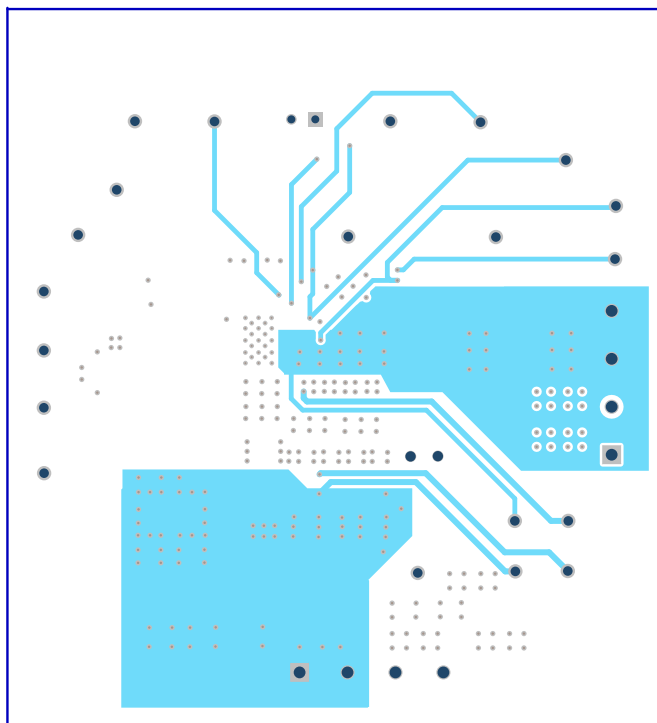


图 10-5. BSR054EVM 内层 2 (俯视图)

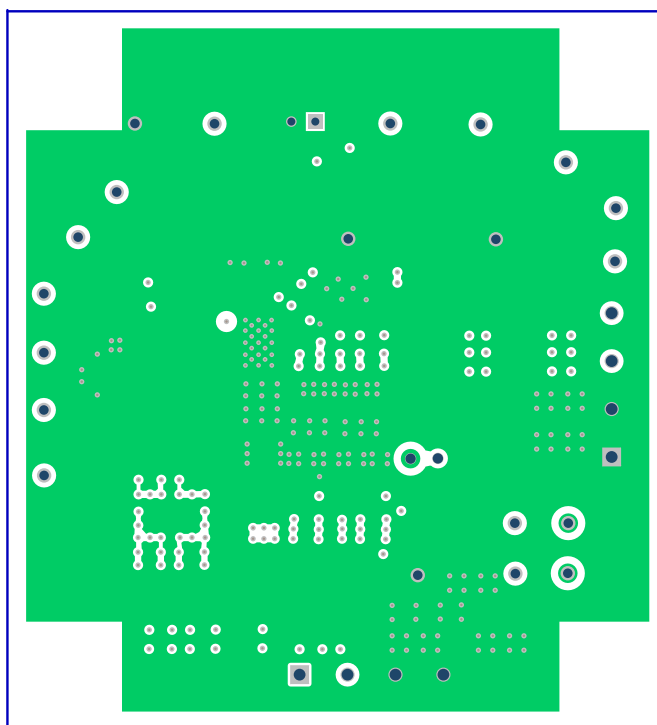


图 10-6. BSR054EVM 内层 3 (俯视图)

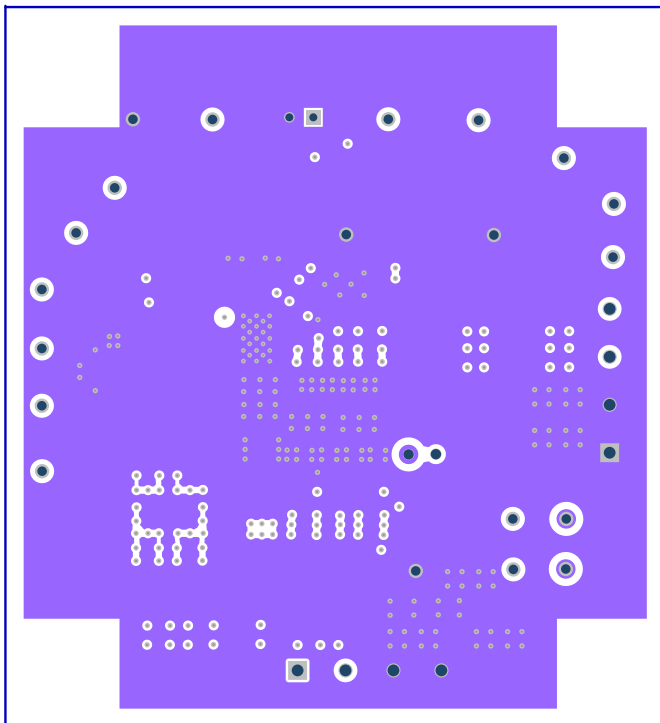


图 10-7. BSR054EVM 内层 4 (俯视图)

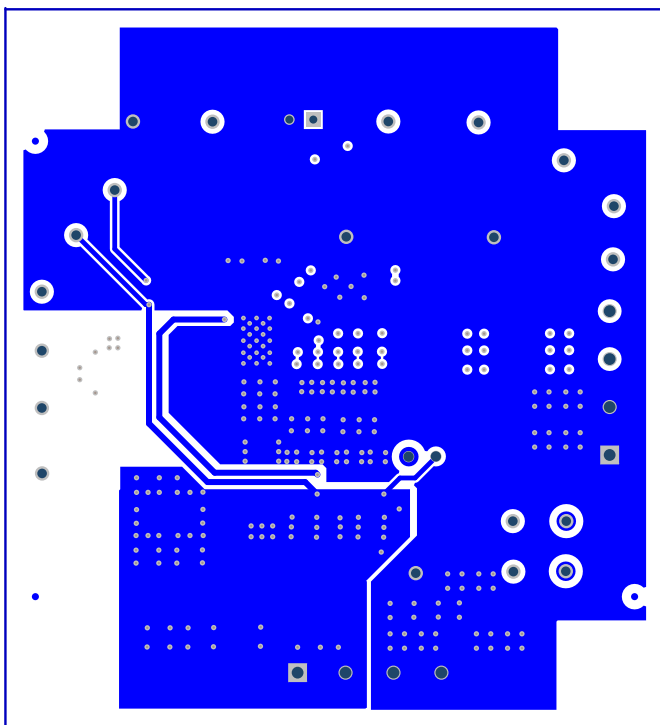


图 10-8. BSR054EVM 底层 (俯视图)

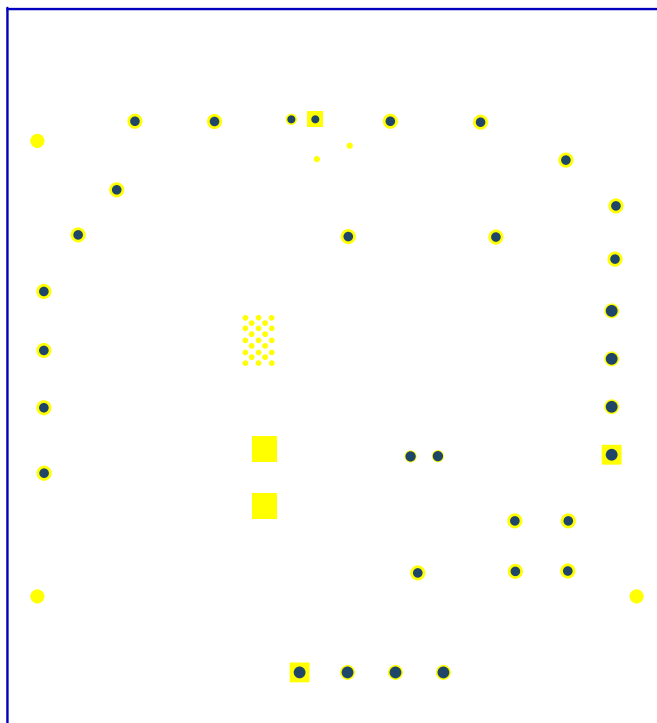


图 10-9. BSR054EVM 底部焊接掩模 (俯视图)

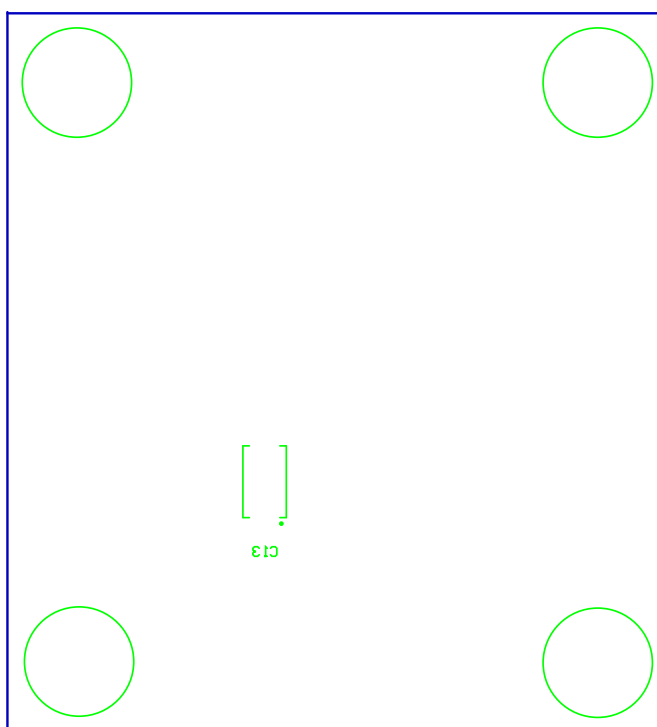


图 10-10. BSR054EVM 底部覆盖层 (俯视图)

11 物料清单

基于原理图的 EVM 元件列表如表 11-1 所示。

表 11-1. BSR054EVM 物料清单

名称	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选器件型号 ⁽¹⁾	备选制造商 ⁽¹⁾
PCB	1		印刷电路板		BSR054	不限	—	—
C1、C2、C3、C5、C7	5	22 μ F	电容, 陶瓷, 22 μ F, 25V, $\pm$ 20%, X5R, 1206_190	1206_190	C3216X5R1E226M160AB	TDK		
C4	1	330 μ F	电容, 铝制, 330 μ F, 25V, $\pm$ 20%, 0.15 Ω , SMD	SMT 径向 G	EEE-FC1E331P	Panasonic (松下)	865230457008	Würth Elektronik (伍尔特电子)
C8	1	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 25V, $\pm$ 10%, X7R, 0603	0603	GRM188R71E104KA01D	MuRata (村田)	885012206071	Würth Elektronik (伍尔特电子)
C9、C11、C17	3	100 μ F	电容, 陶瓷, 100 μ F, 6.3V, $\pm$ 20%, X5R, 1206	1206	GRM31CR60J107ME39L	MuRata (村田)	885012108005	
C12	1	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 10V, $\pm$ 10%, X7R, 0603	0603	C0603X104K8RACTU	Kemet (基美)		Würth Elektronik (伍尔特电子)
C13、C14	1	330 μ F	电容, 铝聚合物, 330 μ F, 2V, $\pm$ 20%, 0.003 Ω , 7.3 $\times$ 1.8 $\times$ 4.3mm SMD	7.3 $\times$ 1.8 $\times$ 4.3mm	EEFGX0D331R	Panasonic (松下)		
C20	1	1 μ F	电容, 陶瓷, 1 μ F, 25V, $\pm$ 10%, X5R, 0402	0402	GRM155R61E105KA12D	Murata (村田)		
C21	1	4.7 μ F	电容, 陶瓷, 4.7 μ F, 16V, $\pm$ 10%, X5R, 0603	0603	GRM188R61C475KAAJ	村田 (MuRata)		
C23	1	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 50V, $\pm$ 10%, X7R, 0603	0603	06035C104KAT2A	AVX	885012206095	Würth Elektronik (伍尔特电子)
C24	1	1000pF	电容, 陶瓷, 1000pF, 50V, $\pm$ 10%, C0G/NPO, 0603	0603	06035A102KAT2A	AVX	885012006062	Würth Elektronik (伍尔特电子)
C25	1	0.01 μ F	电容, 陶瓷, 0.01 μ F, 50V, $\pm$ 5%, X7R, 0402	0402	C0402C103J5RACTU	Kemet (基美)		
H9、H10、H11、H12	4		Bumpon, Hemisphere, 0.44 $\times$ 0.20, Clear	Transparent Bumpon	SJ-5303 (CLEAR)	3M		
J1、J2	2		端子块, 5.08mm, 4x1, 黄铜, TH	4x1 5.08mm 端子块	ED120/4DS	On-Shore Technology	61300211121	Würth Elektronik (伍尔特电子)
J3	1		接头, 100mil, 2 $\times$ 1, TH	接头, 2 $\times$ 1, 100mil, TH	800-10-002-10-001000	Mill-Max	691242510004	Würth Elektronik (伍尔特电子)
L1	1	470nH	电感器, 屏蔽鼓芯, 铁氧体, 470nH, 40.5A, 0.000165 Ω , SMD	12.5 $\times$ 13mm	744309047	Würth Elektronik (伍尔特电子)		
LBL1	1		热转印打印标签, 0.650" (宽) $\times$ 0.200" (高) - 10,000/卷	PCB 标签, 0.650" (高) $\times$ 0.200" (宽)	THT-14-423-10	Brady (布雷迪)		
R1	1	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, 0603	0603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale (威世达勒)		
R2	1	187k	电阻, 187k, 1%, 0.063W, 0402	0402	CRCW0402187KFKED	Vishay-Dale (威世达勒)		
R4	1	1.00	电阻, 1.00, 1%, 0.1W, 0603	0603	CRCW06031R00FKEA	Vishay-Dale (威世达勒)		
R7	1	51.1k	电阻, 51.1k, 1%, 0.063W, 0402	0402	CRCW040251K1FKED	Vishay-Dale (威世达勒)		
R8	1	45.3k	电阻, 45.3k, 1%, 0.063W, 0402	0402	CRCW040245K3FKED	Vishay-Dale (威世达勒)		
R12、R13、R17	3	0	电阻, 0, 5%, 0.063W, 0402	0402	CRCW04020000Z0ED	Vishay-Dale (威世达勒)		
R14	1	40.2k	电阻, 40.2k, 1%, 0.063W, 0402	0402	CRCW040240K2FKED	Vishay-Dale (威世达勒)		
R16	1	100k	电阻, 100k, 5%, 0.063W, 0402	0402	CRCW0402100KJNED	Vishay-Dale (威世达勒)		

表 11-1. BSR054EVM 物料清单 (continued)

名称	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选器件型号 ⁽¹⁾	备选制造商 ⁽¹⁾
R18	1	3.0	电阻, 3.0 Ω , 5%, 0.125W, 0805	0805	RC0805JR-073RL	Yageo America		
TP1、TP3、TP5、TP6、TP8、TP9、TP11、TP12、TP14、TP18、TP19、TP20、TP21、TP22	14	红色	测试点, 微型, 红色, TH	红色微型测试点	5000	Keystone		
TP2、TP13	2		PCB 引脚, 0.04 英寸 DIA, TH	PCB 引脚, 0.04 英寸 DIA, TH	3102-2-00-21-00-00-08-0	Mill-Max		
TP4、TP7、TP10、TP15、TP16、TP17	6	黑色	测试点, 微型, 黑色, TH	黑色微型测试点	5001	Keystone		
TP23、TP24	2	SMT	测试点, 微型, SMT	Testpoint_Keystone_Minature	5015	Keystone		
U1	1		40A 固定频率非补偿可堆叠同步降压转换器, RVF0040A (LQFN-CLIP-40)	RVF0040A	TPS543C20RVFT	德州仪器 (TI)		德州仪器 (TI)
C6	0	22 μ F	电容, 陶瓷, 22 μ F, 25V, $\pm$ 20%, X5R, 1206_190	1206_190	C3216X5R1E226M160AB	TDK		
C10、C15、C16	0	100 μ F	电容, 陶瓷, 100 μ F, 6.3V, $\pm$ 20%, X5R, 1206	1206	GRM31CR60J107ME39L	MuRata (村田)	885012108005	Würth Elektronik (伍尔特电子)
C18、C19、C22	0	22pF	电容, 陶瓷, 22pF, 50V, $\pm$ 5%, C0G/NP0, 0402	0402	C1005C0G1H220J050BA	TDK	885012005057	Würth Elektronik (伍尔特电子)
FID1、FID2、FID3、FID4、FID5、FID6	0		基准标记。没有需要购买或安装的元件。	基准	不适用	不适用		
R3、R5、R9、R10	0	0	电阻, 0, 5%, 0.063W, 0402	0402	ERJ-2GE0R00X	Panasonic (松下)		
R6、R11	0	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, 0603	0603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale (威世达勒)		
R15	0	8.66k	电阻, 8.66k, 1%, 0.063W, 0402	0402	CRCW04028K66FKED	威世达勒 (Vishay-Dale)		

(1) 除非备选器件型号和备选制造商栏中另外注明, 否则所有器件均可替换为等效产品。

12 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision * (July 2018) to Revision A (February 2022)	Page
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式。	3
• 更新了用户指南的标题.....	3

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 © 2022，德州仪器 (TI) 公司