

EVM User's Guide: TPS922055EVM TPS922055

TPS92205xEVM 65V、2A/4A 降压 LED 驱动器评估模块



说明

本用户指南介绍了 TPS92205x 评估模块，包括 TPS922055DMTREV、TPS922055DRRREV 和 TPS922053DYYREV。本用户指南可用作工程评估的参考文献，包含测试设置说明、特性曲线和波形、原理图、印刷电路板 (PCB) 布局，以及物料清单 (BOM)。

开始使用

1. 在评估之前，请先完整阅读和学习本用户指南
2. 订购 [TPS92205xEVM](#) 以进行评估 (如果符合步骤 1 的要求)
3. 根据用户指南说明设置和测试 [TPS92205xEVM](#)

特性

- 4.5V 至 65V 宽输入范围
- LED 共阳极连接
- 集成的 150mΩ MOSFET
- 可选开关频率：100kHz 至 2.2MHz
- TPS922053 和 TPS922055 的展频
- 高级调光选项：
 - 模拟调光 (256:1)
 - 快速 PWM 调光 (150ns 脉冲宽度)
 - 混合调光和灵活调光 (20kHz PWM 时为 2,000:1，4kHz PWM 时为 10,000:1，120Hz PWM 时为 1,000,000:1)

应用

- 持续照明：
 - 室内、室外、专业照明
 - 医疗、手术照明
 - 投影仪、激光电视、打印机、IP 摄像机
- 即时照明：
 - 机器视觉、摄像头闪光灯
 - 火警、频闪


1 简介

TPS92205xEVM 评估模块 (EVM) 能帮助设计人员评估 TPS92205x 适用于高电流和超深度调光 LED 驱动器应用的非同步降压开关稳压器的运行情况和性能。TPS92205x 是一款 2A/4A 非同步降压 LED 驱动器，具有宽输入电压范围 (4.5V 至 65V) 和四种调光选项，包括模拟调光、PWM 调光、混合调光和灵活调光。每种调光模式都可使用简单的高/低电平信号，通过 PWM/EN 和 ADIM/HD 输入引脚进行配置。它还提供全面的保护功能，包括 LED 开路保护和短路保护、检测电阻开路保护和短路保护、可配置的热折返和热关断。TPS92205xEVM 评估模块 (EVM) 系列包括 TPS922055DMTREV、TPS922055DRRREV 和 TPS922053DYYREV。

2 警告和注意事项

在使用 TPS92205xEVM 时，请遵守以下预防措施。

警告



在选择 LED 组件 (此 EVM 不包含) 时，最终用户必须查阅 LED 制造商提供的 LED 数据表，确认 EN62471 风险分组等级，并查看所选 LED 可能对眼睛带来的危害。务必考虑并落实使用有效的滤光和防护墨镜，并在观察强光源时充分了解周围的实验室环境，更大程度地降低或消除上述风险，从而避免与暂时性失明相关的事故。

3 说明

TPS92205xEVM 是一个 LED 驱动器，由 TPS92205x 降压开关稳压器供电。它设计为在 4.5V 至 65V 的输入电压范围内运行。该 EVM 默认输出电流设置为 4A，可在四个可配置的调光选项下运行。请参阅 TPS92205x 数据表 (文献编号：SLVSGG9)，了解有关可配置调光选项的更多详细信息。通过在 ADIM/HD 引脚或 PWM/EN 引脚上施加 0-100% 占空比的 PWM 信号，器件能够分别在模拟调光或 PWM 调光模式下运行。在模拟调光下，它可以提供高达 256:1 的调光比。在 PWM 调光下，它可以输出低至 200ns 的脉冲宽度。TPS92205x 集成了混合调光模式，该模式将模拟调光和 PWM 调光与固定过渡点 (1/8 目标电流) 相结合，用于更大限度地提高调光性能。为了进一步增加调光控制的灵活性，灵活调光模式也可用于独立控制 LED 电流值和开/关行为。TPS92205x 可提供宽电压范围、高额定电流和超深度调光等特性。

3.1 典型应用

此设计描述了 TPS92205x 的 LED 驱动器应用，规格如下。对于具有不同输入电压范围或不同输出电压和电流的应用，请参阅 TPS92205x 数据表。

表 3-1 列出了电气性能规格。

表 3-1. TPS92205xEVM 电气性能规格

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压范围, V_{IN}		4.5		60	V
LED 正向电压	单个白光 LED		3		V
输出电压范围, V_{OUT}	LED+ 到 LED-, 取决于 V_{IN}			60	V
输出电流	3.3V, 100% 占空比, 在 ADIM/HD 引脚上提供 PWM 输入 (TPS922055DMTREV、TPS922055DRRREV)		4		A
	3.3V, 100% 占空比, 在 ADIM/HD 引脚上提供 PWM 输入 (TPS922053DYYREV)		2		A)
输出电流纹波	$V_{IN} = 48V$, 7 个白光 LED, 4A 输出电流		100		mApp
模拟调光范围	在 ADIM/HD 引脚施加 3.3V PWM 信号	1		100	%
模拟调光频率		0.1		100	kHz
PWM 调光范围	在 PWM/EN 引脚上施加 3.3V PWM 信号	1		100	%
PWM 调光频率		0.1		50	kHz
开关频率			400		kHz
效率	$V_{IN} = 48V$, 7 个白光 LED, 4A 输出电流		95		%

4 测试设置

本部分介绍了 EVM 上的连接器和测试点，并对如何正确连接、设置和使用 TPS92205xEVM 进行了说明。

4.1 连接器说明

表 4-1. EVM 连接器和测试点

参考指示符	功能
J1	连接到电源
J2	连接到 LED 负载
J3	ADIM/HD 可以选择连接至 V_{LDO} 或 GND
J4	PWM/EN 可以选择连接至 V_{LDO} 或 GND
TP1、TP3	正和负电源输入测试点
TP2、TP4	LED 负载阳极和阴极测试点
TP10	ADIM/HD 信号输入
TP11	EN/PWM 信号输入
TP12	FAULT 测试点
TP5、TP6	AGND 测试点
TP7、TP8、TP9	PGND 测试点

4.2 输入/输出连接

必须通过一对 20 AWG 导线将能够提供 4A 电流的电源连接到 J1。必须通过一对 20 AWG 导线将 LED 负载连接到 J2。LED 负载的正极应连接到 TP2 或 TP2 旁边的 J2 端子，LED 负载的负极应连接到 TP4 或 TP4 旁边的 J2 端子。导线应捻在一起并尽可能短，以便尽可能减少压降、电感和 EMI 传输。

TP10 和 TP11 是不同调光模式的控制信号输入端。表 4-2 显示了四种调光模式之一的配置。对于高电平信号，直流电压电平应高于 1.2V，通常为 3.3V。对于 PWM/EN 引脚或 ADIM/HD 引脚上的 PWM 信号，它应该是方波，低电平为 GND，高电平电压高于 1.2V (通常为 3.3V)。在 PWM/EN 引脚上，PWM 信号的调光频率应在 0.1kHz 到 50kHz 的范围内。而对于 ADIM/HD 引脚上的 PWM 信号，调光频率应在 0.1kHz 到 100kHz 的范围内。

表 4-2. 调光模式配置

调光模式	PWM/EN 引脚	ADIM/HD 引脚
PWM 调光	PWM 信号	高
模拟调光	高	PWM 信号
混合调光	PWM 信号	低
灵活调光	PWM 信号	PWM 信号

5 典型特性曲线和波形

本部分描述了 TPS92205xEVM 的典型特性以及测试曲线和波形。测试环境温度为 25°C，除非另有说明。可以在测试中并联几个 LED 来增加负载的总电流。

5.1 效率

图 5-1 显示了模拟调光模式下的效率与输入占空比间的关系。满标度 LED 电流 I_{FS} 设置为 4A。ADIM/HD 引脚的输入 PWM 信号频率为 20kHz。输入电压 $V_{IN} = 48V$ 。负载是 8 个串联的白光 LED。

图 5-2 显示了 PWM 调光模式下的效率与输入占空比间的关系。满标度 LED 电流 I_{FS} 设置为 4A。PWM/EN 引脚的输入 PWM 信号频率为 20kHz。输入电压 $V_{IN} = 48V$ 。负载是 8 个串联的白光 LED。

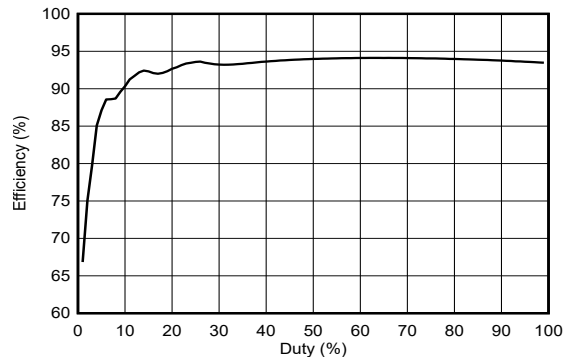


图 5-1. 模拟调光模式下的效率与输入占空比

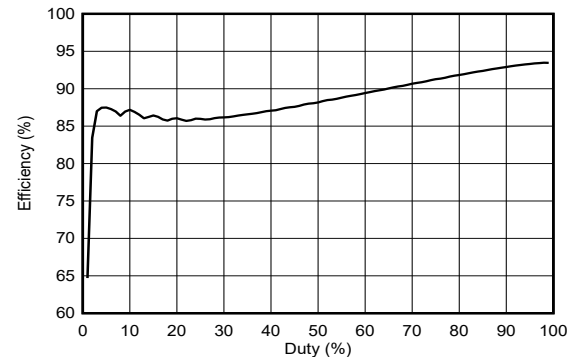


图 5-2. PWM 调光模式下的效率与输入占空比

5.2 线路调整

图 5-3 显示了输出电流变化率与输入电压间的关系。输入电压为 48V。7 个串联的白光 LED 用作负载。LED 电流分别设置为 4A 和 2A。

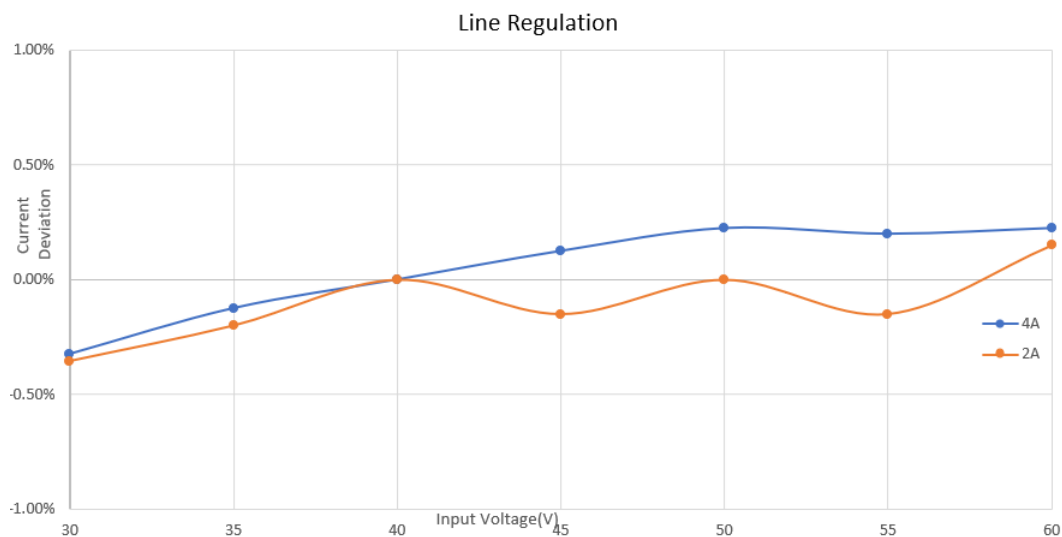


图 5-3. LED 电流变化率与输入电压间的关系

5.3 负载调整率

图 5-4 显示了模拟调光模式下 LED 电流变化率与串联的 LED 数量之间的关系。输入电压 V_{IN} 设置为 48V。在模拟调光模式下，LED 电流设置为 1A 和 4A。白光 LED 用作负载。串联的 LED 数量分别为 8、9、10、11 和 12。ADIM/HD 引脚的输入 PWM 信号频率为 20kHz。

图 5-5 显示了 PWM 调光模式下 LED 电流变化率与串联的 LED 数量之间的关系。输入电压 V_{IN} 设置为 48V。在 PWM 调光模式下，LED 电流设置为 1A 和 4A。白光 LED 用作负载。串联的 LED 数量分别为 8、9、10、11 和 12。PWM/EN 引脚的输入 PWM 信号频率为 20kHz。

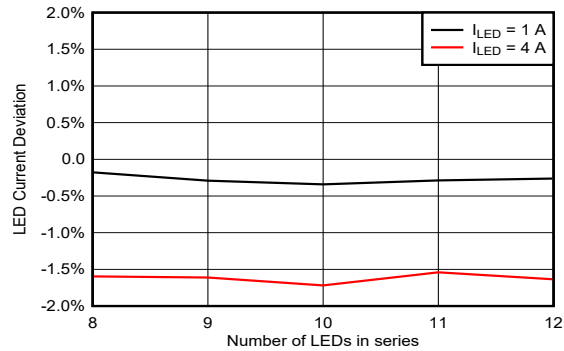


图 5-4. 模拟调光模式下 LED 电流变化率与串联的 LED 数量的关系

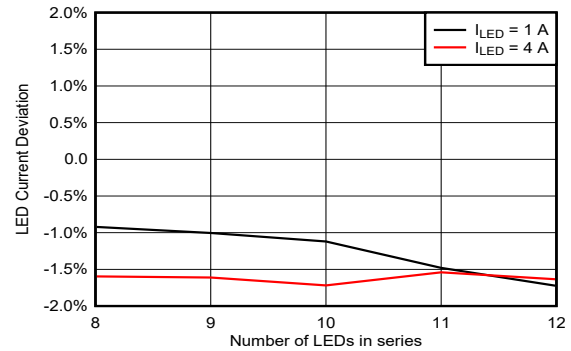


图 5-5. PWM 调光模式下 LED 电流变化率与串联的 LED 数量的关系

5.4 模拟调光性能

图 5-6 提供了模拟调光线性的测试结果，及其与理论值的比较。输入电压为 48V，串联 7 个白光 LED 作为负载。满标度 LED 电流设置为 4.0A。ADIM/HD 引脚的输入 PWM 信号频率为 20kHz。

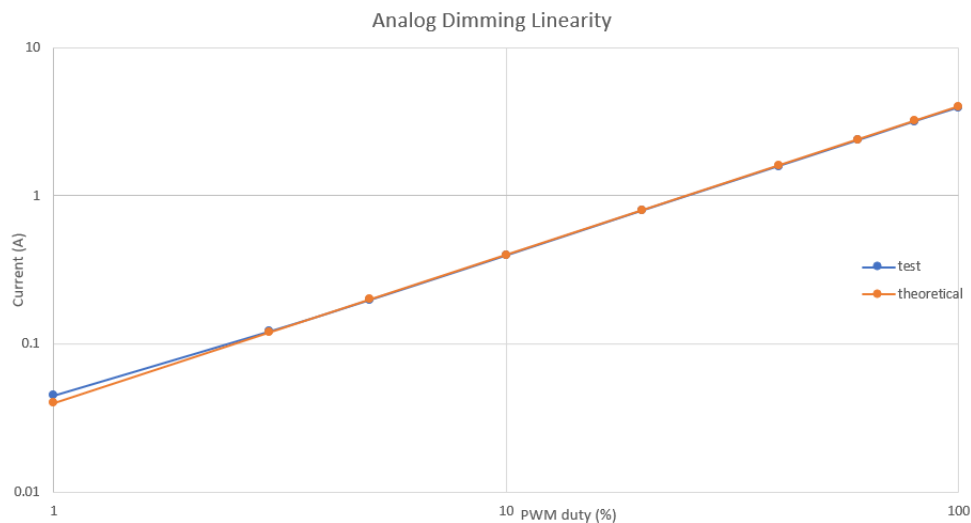


图 5-6. 模拟调光线性

5.5 PWM 调光性能

图 5-7、图 5-8 和图 5-9 分别显示了 10%、50% 和 90% 占空比下的 PWM 调光波形。输入电压为 48V，串联 7 个白光 LED 作为负载。满标度 LED 电流设置为 4.0A。PWM/EN 引脚的输入 PWM 信号频率为 20kHz。

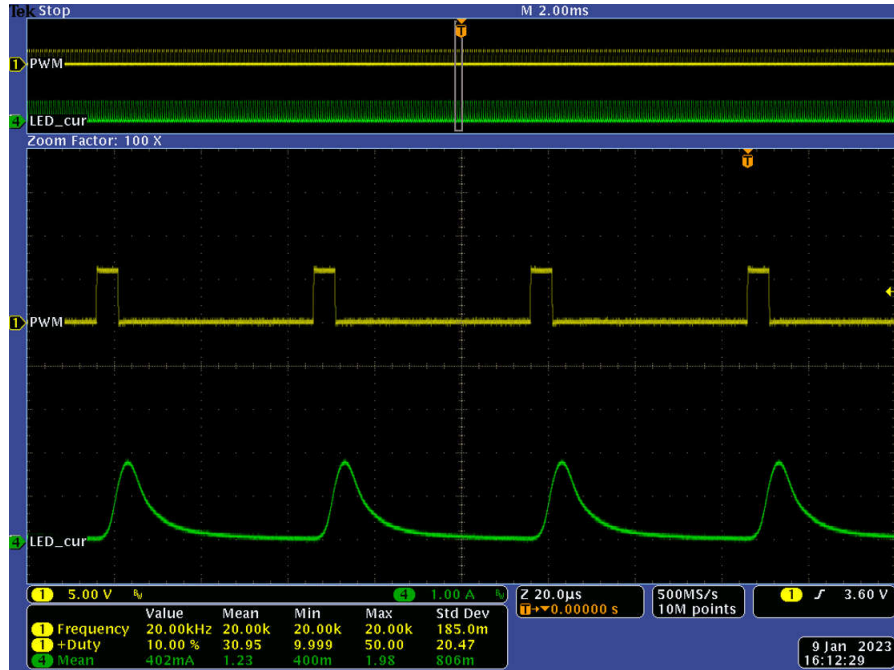


图 5-7. 10% 占空比、20kHz PWM 调光时的波形

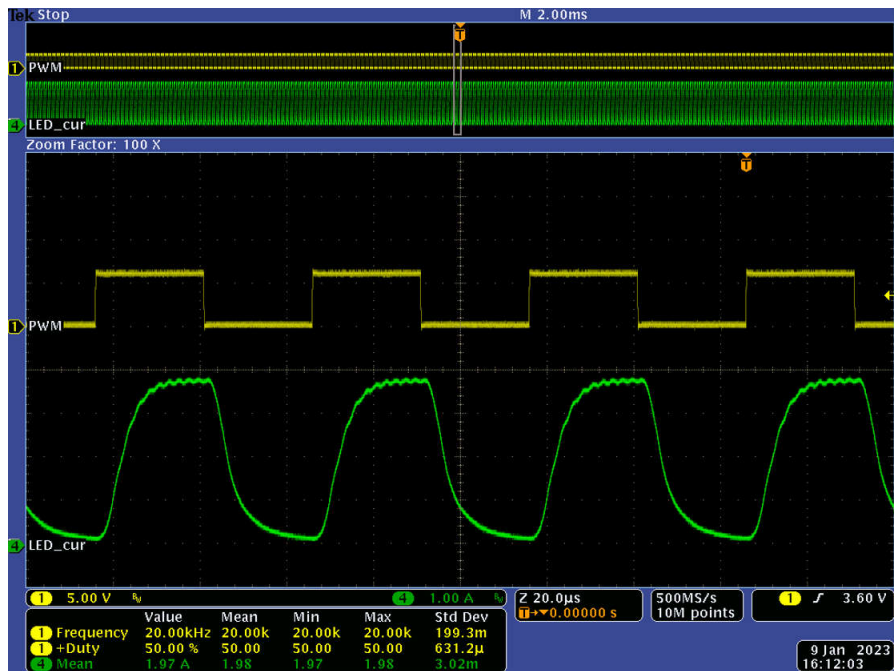


图 5-8. 50% 占空比、20kHz PWM 调光时的波形

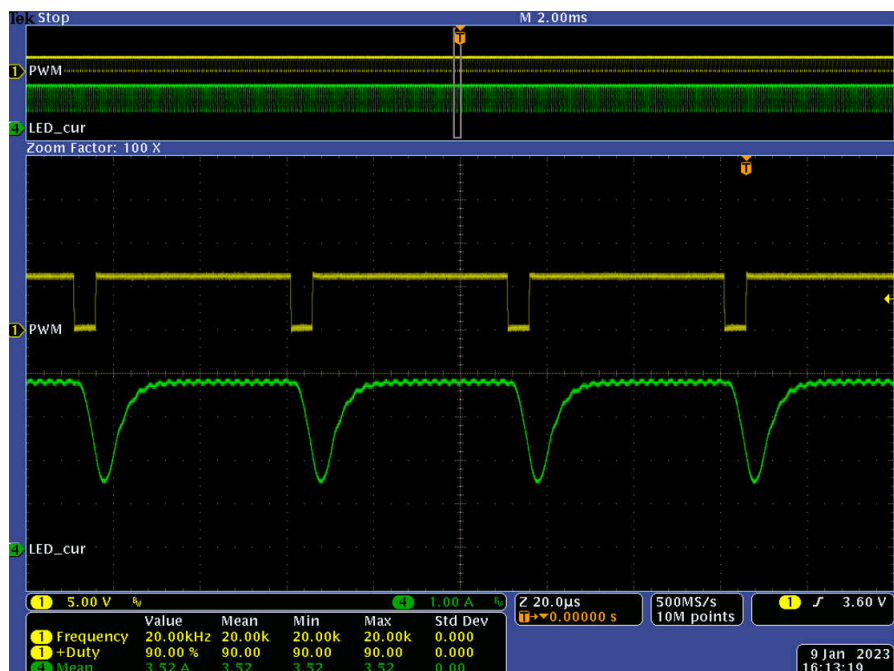


图 5-9. 90% 占空比、20kHz PWM 调光时的波形

图 5-10 提供了 PWM 调光线性的测试结果，及其与理论值的比较。输入电压为 48V，串联 7 个白光 LED 作为负载。满标度 LED 电流设置为 4A。PWM/EN 引脚的输入 PWM 信号频率为 20kHz。

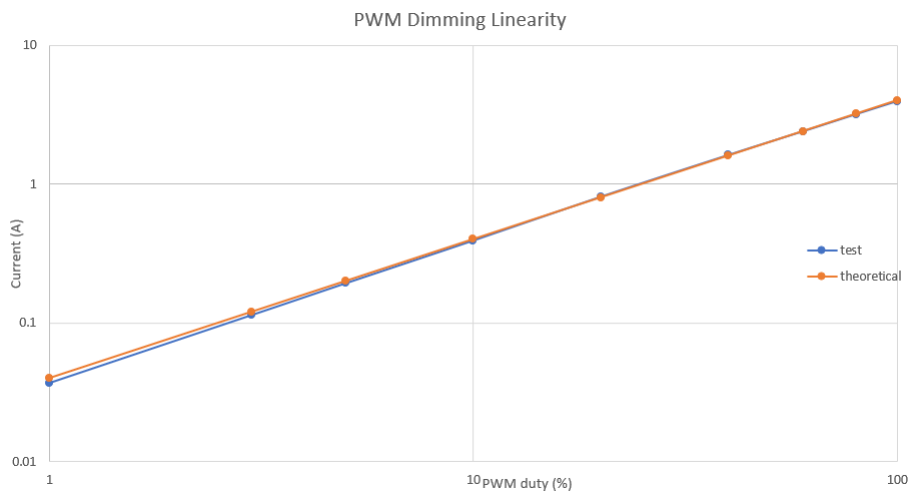


图 5-10. PWM 调光线性

5.6 混合调光性能

图 5-11 和图 5-12 分别显示了 10% 和 20% 占空比下的混合调光波形。输入电压为 48V，串联 7 个白光 LED 作为负载。满标度 LED 电流设置为 4A。ADIM/HD 引脚始终为低电平。PWM/EN 引脚的输入 PWM 信号频率为 20kHz。

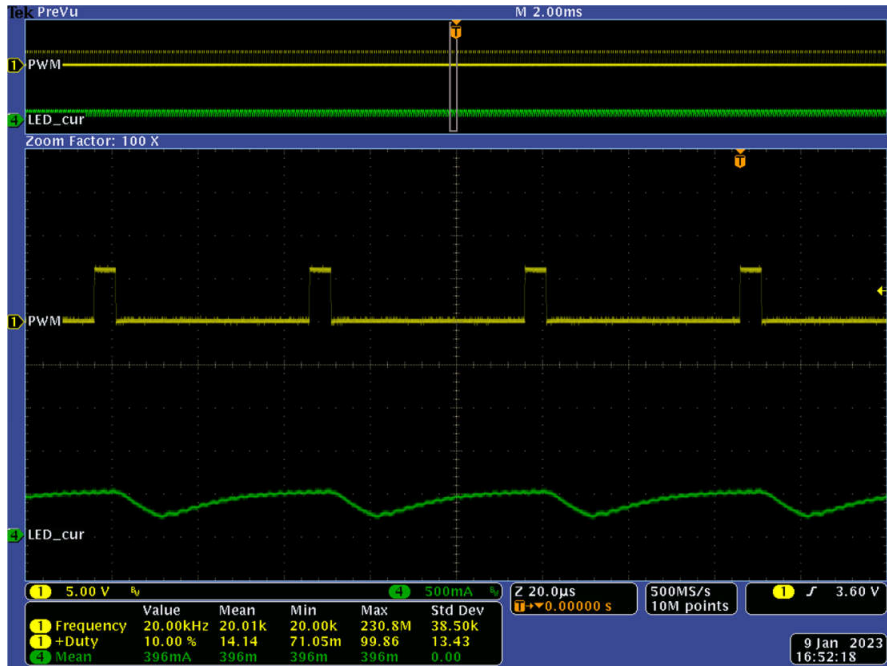


图 5-11. 10% 占空比、20kHz 混合调光时的波形

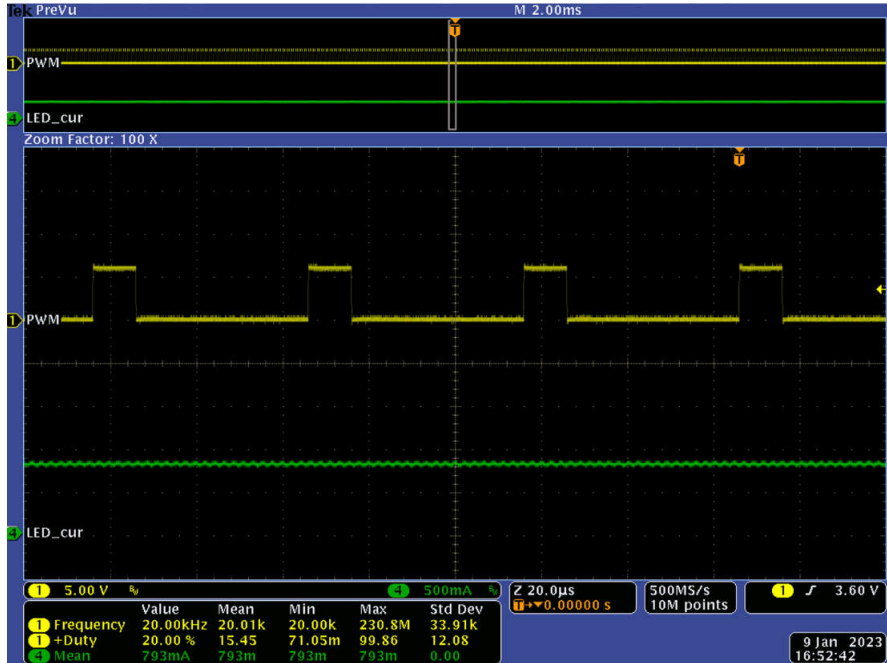


图 5-12. 20% 占空比、20kHz 混合调光时的波形

当启用混合调光时，LED 电流在高亮度级别（12.5% 至 100%）由模拟调光调节，在低亮度级别（0% 至 12.5%）由 PWM 调光调节。

图 5-13 提供了混合调光线性的测试结果，及其与理论值的比较。输入电压为 48V，串联 7 个白光 LED 作为负载。满标度 LED 电流设置为 4A。PWM/EN 引脚的输入 PWM 信号频率为 20kHz。

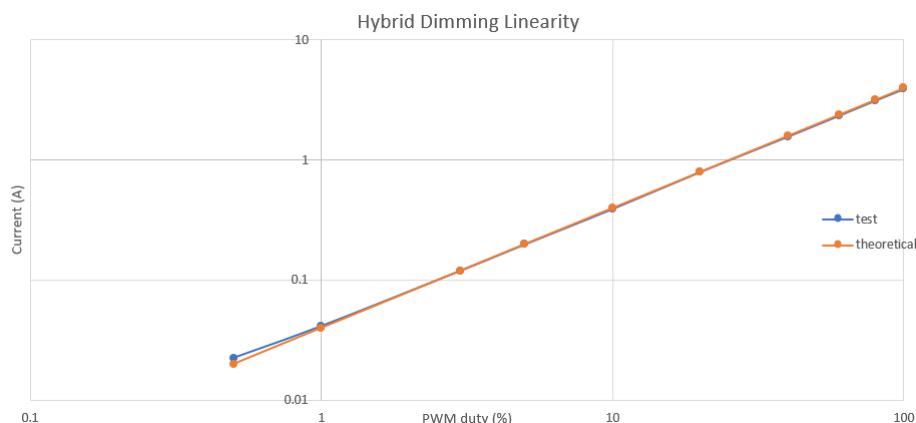


图 5-13. 混合调光线性

5.7 灵活调光性能

图 5-14、图 5-15 和图 5-16 显示了 ADIM/HD 引脚和 PWM/EN 引脚在不同输入占空比下的灵活调光波形。输入电压为 48V，串联 7 个白光 LED 作为负载。满标度 LED 电流设置为 4A。ADIM/HD 引脚和 PWM/EN 引脚的输入 PWM 信号频率为 20kHz。

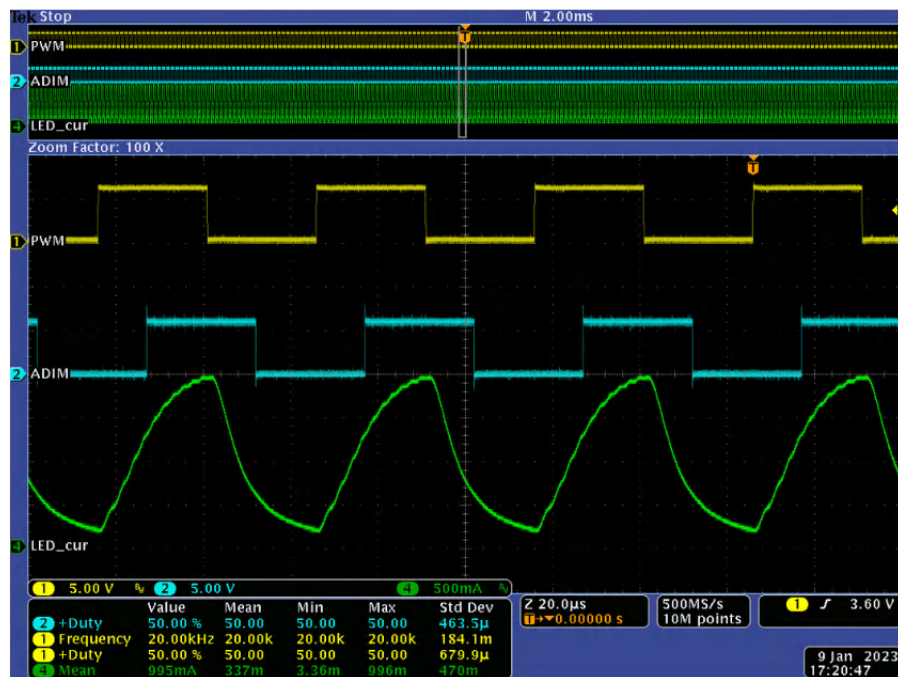


图 5-14. 50% 占空比 ADIM/HD 和 50% 占空比 PWM/EN 时的波形



图 5-15. 10% 占空比 ADIM/HD 和 90% 占空比 PWM/EN 时的波形

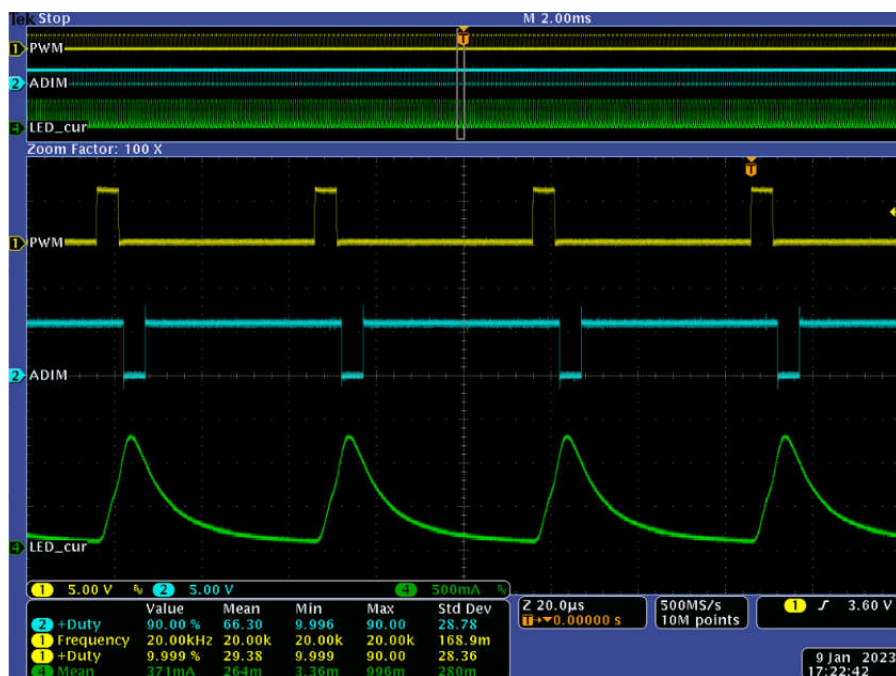


图 5-16. 90% 占空比 ADIM/HD 和 10% 占空比 PWM/EN 时的波形

图 6-1 展示了 TPS922055DMTREV M 的原理图。TPS922055DMTREV M、TPS922055DRRREV M 和 TPS922053DYYREV M 原理图之间的主要区别是主 LED 驱动器 IC。另一个区别是，对于 TPS922055DMTREV M 和 TPS922055DRRREV M，R1 为 $0.05\ \Omega$ 。而对于 TPS922053DYYREV M，R1 为 $0.1\ \Omega$ 。

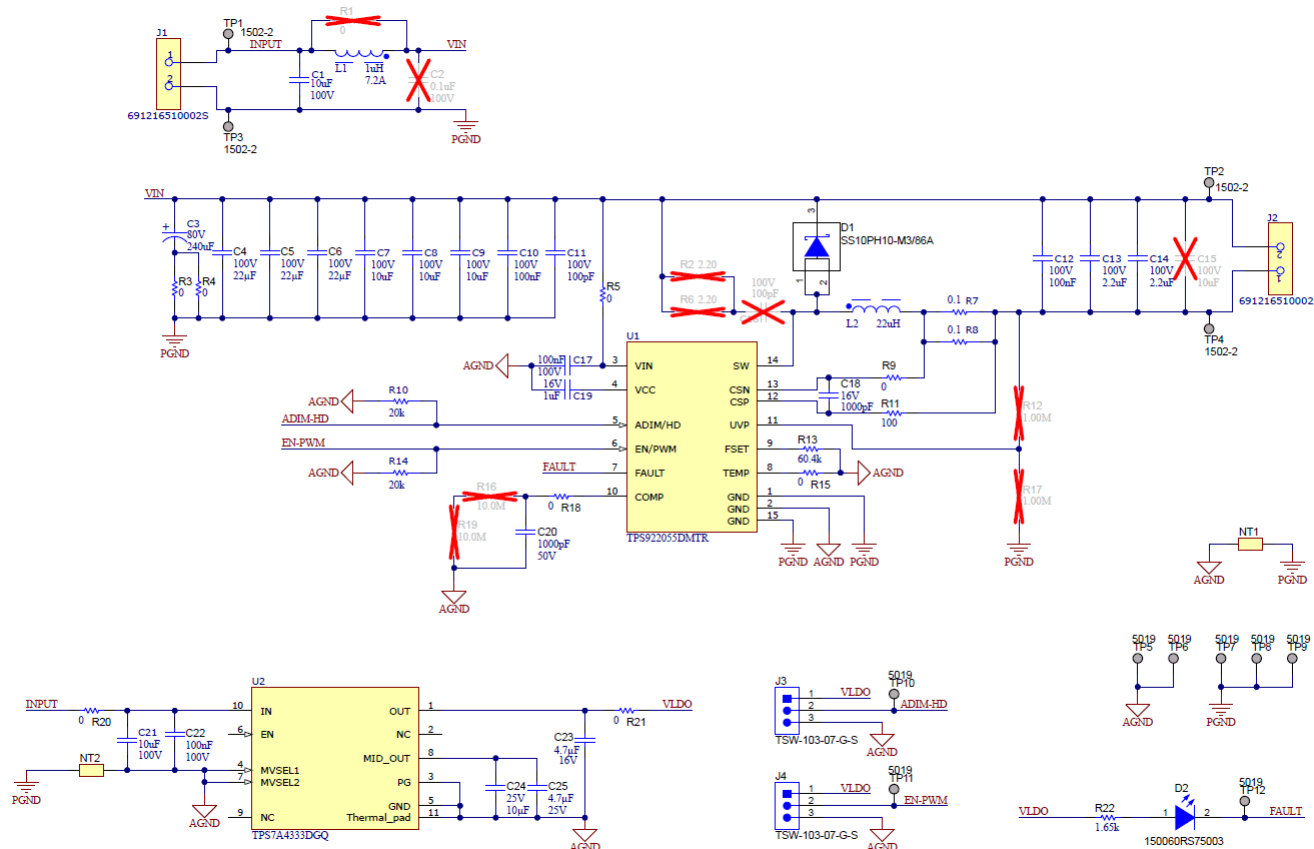


图 6-1. TPS92205xEVM 原理图

7 布局

图 7-1、图 7-2、图 7-3 和图 7-4 显示了 TPS922055DMTREV M 印刷电路板 (PCB) 的布局。除 LED 驱动器 IC 外, TPS922055DMTREV M、TPS922055DRRREV M 和 TPS922053DYYREV M 的布局几乎相同。

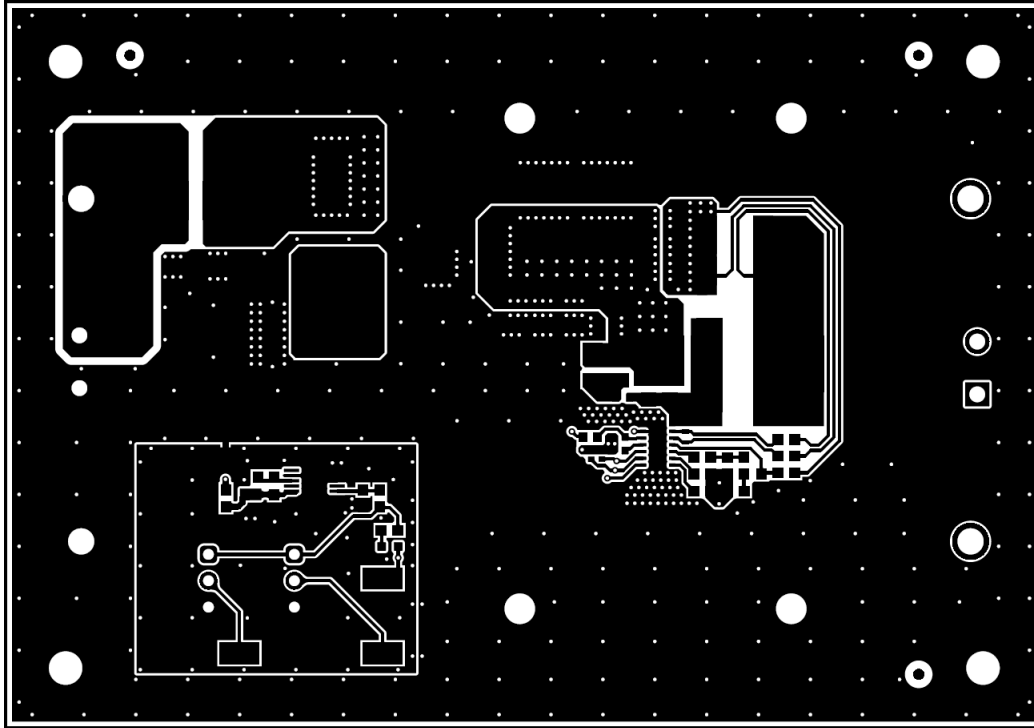


图 7-1. TPS922055DMTREV M 顶层

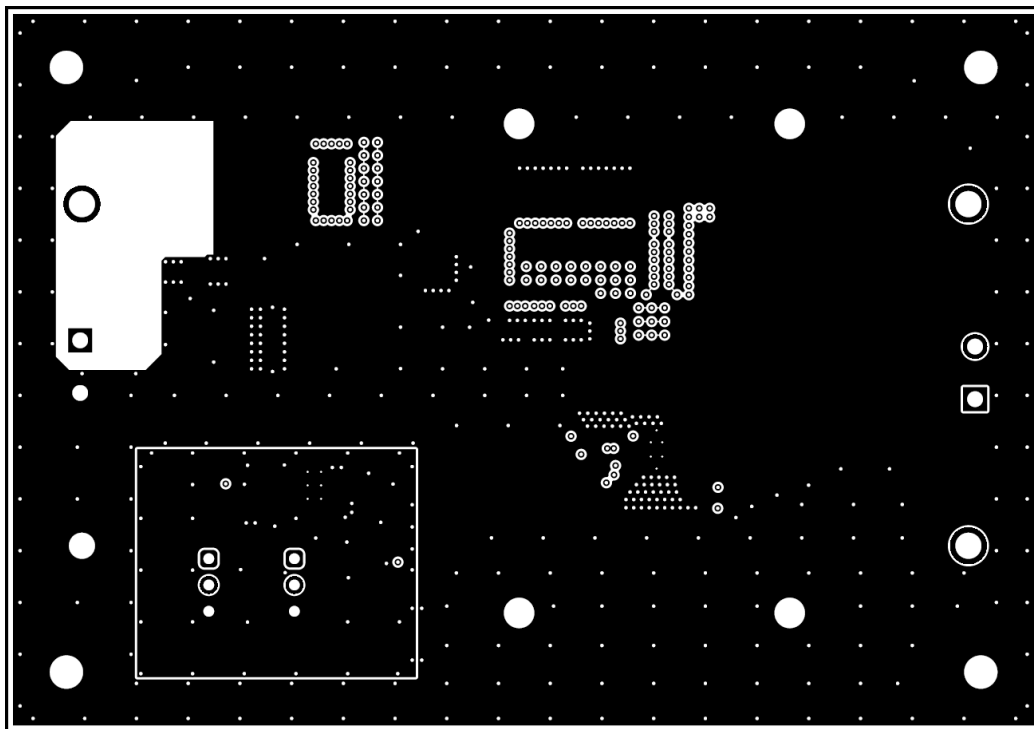


图 7-2. TPS922055DMTREV M 内层 1

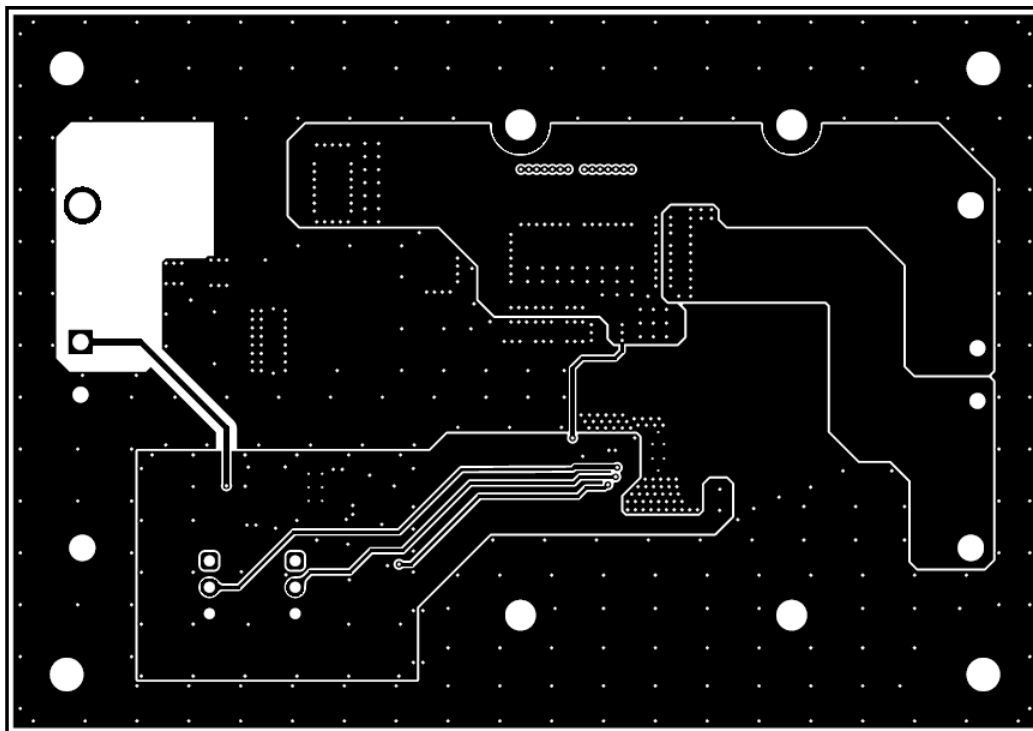


图 7-3. TPS922055DMTREV1M 内层 2

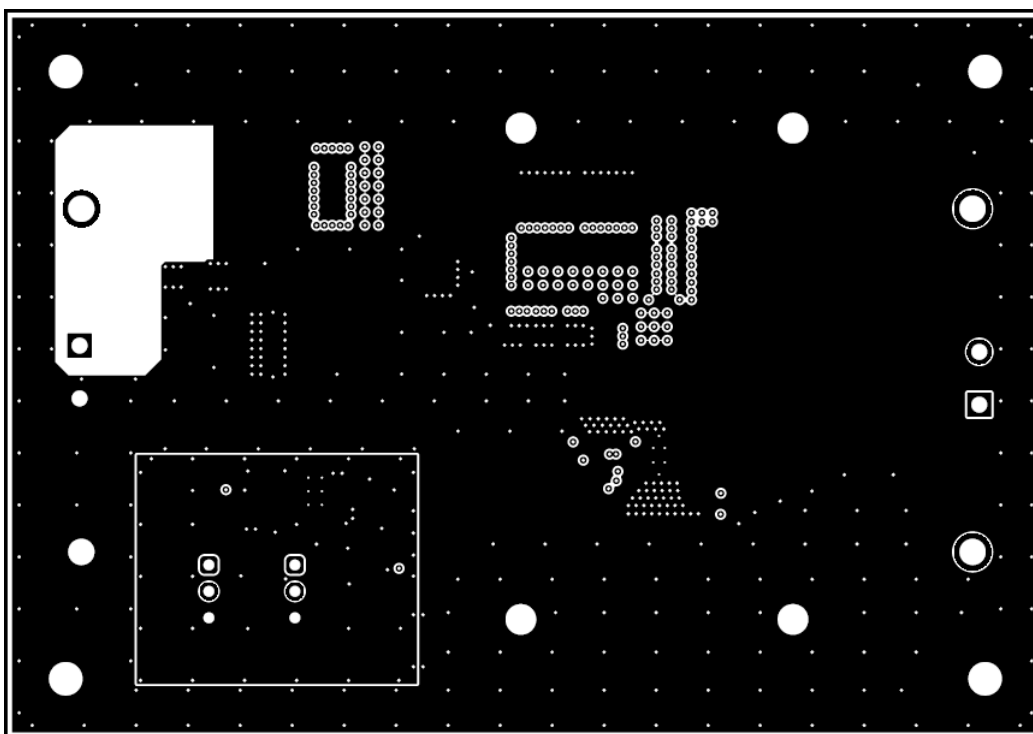


图 7-4. TPS922055DMTREV1M 底层

8 物料清单

表 8-1 显示了 TPS92205xEVM 的物料清单。

表 8-1. TPS92205xEVM 物料清单

位号	数量	说明	器件型号	制造商
C1、C7、C8、C9、C21	5	陶瓷电容器, 10 μ F, \pm 10%, 100V, X7S, 1210 (公制 3225)	GRM32EC72A106KE05L	Murata
C3	1	铝电解电容器, 径向, 240 μ F, 80V, 罐式表面贴装, 100kHz 下等效 130m Ω , 125°C 下寿命 5000 小时	EMHS800ARA241MKG5S	United Chemi-Con
C4、C5、C6	3	陶瓷电容器, 22 μ F, VAC/100VDC, \pm 20%, X7R, 6.1x6.4x5.3mm	KRM55WR72A226MH01L	MuRata
C10、C12、C17	3	通用片状多层陶瓷电容器, 0603, 0.10 μ F, X7R, 15%, 10%, 100V	GRM188R72A104KA35J	Murata
C11	1	汽车级陶瓷电容器, 100pF, \pm 5%, 100VDC, C0G, 0603, 纸质 T/R	GCM1885C2A101JA16J	Murata
C13、C14	2	陶瓷电容器, 2.2 μ F, \pm 10%, 100V, X7R, SMD, J 形引线	KRM31KR72A225KH01K	Murata
C18	1	陶瓷电容器, 1000pF, 16V, \pm 10%, X7R, 0402	GRM155R71C102KA01D	MuRata
C19	1	陶瓷电容器, 1 μ F, \pm 10%, 16V, X7S, 0603 (公制 1608)	GRM188C71C105KA12D	Murata
C20	1	陶瓷电容器, 1000pF, 50V, \pm 5%, C0G/NP0, 0603	GRM1885C1H102JA01D	MuRata
C22	1	陶瓷电容器, 0.1 μ F, 100V, \pm 10%, X7R, 0603	GRM188R72A104KA35J	MuRata
C23	1	陶瓷电容器, 4.7 μ F, 16V, \pm 10%, X7R, 0603	GRM188Z71C475KE21D	MuRata
C24	1	陶瓷电容器, 10 μ F, 25V, \pm 10%, X5R, 0603	GRM188R61E106KA73D	MuRata
C25	1	陶瓷电容器, 4.7 μ F, 25V, \pm 10%, X6S, AEC-Q200 2 级, 0603	GRT188C81E475KE13D	MuRata
D1	1	肖特基二极管, 100V, 10A, AEC-Q101, TO-277A	SS10PH10-M3/86A	Vishay-Semiconductor
D2	1	红色 625nm LED 指示灯 - 分立式 2V 0603 (公制 1608)	150060RS75003	Wurth Electronics
J1、J2	2	端子, 2 位, 线至板, 端子块, 与板齐平, 0.200" (5.08mm), 穿孔	691216510002S	Wurth Elektronik
J3、J4	2	接头, 100mil, 3x1, 金, TH	TSW-103-07-G-S	Samtec
L1	1	功率电感器, WE-MAPI SMT, 尺寸 4020, 1 μ H, 7.2A, 15m Ω	74438356010	Wurth Elektronik
L2	1	功率电感器, SMT, 22 μ H, \pm 20%, 9.7A, 最大阻值 23.65m Ω	74439369220	Wurth
LBL1	1	热转印打印标签, 1.250" (宽) x 0.250" (高) - 10,000/卷	THT-13-457-10	Brady
R3、R4	2	电阻器, 0, 5%, 0.25W, 1206	RC1206JR-070RL	Yageo America
R5、R9、R15、R18、R20、R21	6	电阻器, 0, 5%, 0.1W, 0603	RC0603JR-070RL	Yageo
R7、R8	2	片上电阻器, 100m Ω , \pm 0.5%, 2W 2512 (公制 6432) 电流检测金属膜	PCS2512DR1000ET	Ohmite
R10、R14	2	片上电阻器, 20.0k Ω , \pm 1%, 0.063W, 1/16W, 0402 (公制 1005), 防潮厚膜	RC0402FR-0720KL	Yageo
R11	1	电阻器, 100 Ω , 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-07100RL	Yageo
R13	1	电阻器, 60.4k Ω , 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0760K4L	Yageo
R22	1	电阻器, 1.65k Ω , 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-071K65L	Yageo
SH-J1、SH-J2	2	分流器, 2.54mm, 金, 黑色	60900213421	Wurth Elektronik
TP1、TP2、TP3、TP4	4	端子, 双转塔, TH	1502-2	Keystone
TP5、TP6、TP7、TP8、TP9、TP10、TP11、TP12	8	测试点, 微型, SMT	5019	Keystone
U1	1	Kanas 65V 2A/4A LED 驱动器, 支持灵活调光、模拟和 FastPWM, VSON14, 3-65V, 开关频率 100-2200KHz	TPS922055DMTR	德州仪器 (TI)
U2	1	LDO、固定输出、双路输出、3.3V、10/12/15V、50mA、精密使能端、电源正常、HVSSOP10	TPS7A4333DGQ	德州仪器 (TI)

9 其他信息

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

10 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 B (August 2025) to Revision C (September 2025)	Page
• 更新了原理图.....	14
• 更新了布局图表.....	15

Changes from Revision A (June 2023) to Revision B (August 2025)	Page
• 更改了连接器的功能说明.....	4
• 更改了电源输入连接端子和 LED 负载连接端子的说明.....	5
• 更新了原理图.....	14
• 更改了 TPS922055DMTREV M 布局图.....	15
• 更新了“物料清单”.....	17

Changes from Revision * (May 2023) to Revision A (June 2023)	Page
• 更改了连接器的功能说明.....	4
• 更改了电源输入连接端子.....	5
• 更改了 LED 负载连接端子.....	5
• 更改了 PWM 输入引脚名称.....	5
• 更改了原理图说明.....	14
• 更改了物料清单.....	17

重要通知和免责声明

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、与某特定用途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安全、安保法规或其他要求。

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 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 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。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月