DLPA3085 电源管理集成电路 (PMIC) 和高电流 LED 驱动器 IC

1 特性

- 高效、高电流 RGB LED 驱动器
- 外部降压 FET 驱动器，驱动电流高达 16A
- 外部 RGB 开关驱动器
- 每通道 10 位可编程电流
- 用于选择色彩时序 RGB LED 的输入
- 可生成 DMD 高电压电源
- 配有两个高效降压转换器，用于生成 DLPC843x 和 DMD 电源
- 配有一个高效 8 位可编程降压转换器，用于风扇驱动器应用或通用电源。当前支持通用 buck2 (PWR6)。
- 两个 LDO，用于提供辅助电压
- 模拟 MUX，用于测量内部和外部节点，例如热敏电阻和基准电平
- 监测/保护：热关断、热模和欠压锁定 (UVLO)

2 应用

- DLP®Pico™ 便携式投影仪

3 说明

DLPA3085 是一款高度集成的电源管理 IC，针对 DLP® Pico™ 投影仪系统进行了优化。DLPA3085 采用集成式高效降压控制器，支持多个 LED 投影仪，每个 LED 的电流可高达 16A，串联 LED 的电流可高达 32A。此外，驱动器控制着 RGB 开关，支持红色、绿色和蓝色 LED 排序。DLPA3085 包含五个降压转换器，其中两个专用于 DLPC 低压电源。另有一个专用于稳压电源，为 DMD 生成三个时序关键型直流电源：VBIAS、VRST 和 VOFS。

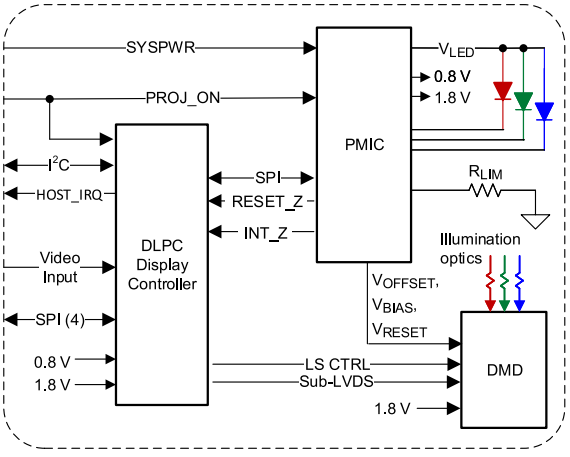
DLPA3085 包含多个辅助块，可灵活使用。因此可以量身定制 Pico 投影仪系统。例如，一个 8 位可编程降压转换器可用于驱动 RGB 投影仪风扇，或用于提供辅助电源线。当前支持通用 buck2 (PWR6)。两个 LDO 可用于提供至多 200mA 的更低电流。这些 LDO 预先设定为 2.5V 和 3.3V。

DLPA3085 的所有块均可通过 SPI 寻址。此外，该器件还包含以下特性：系统复位生成、电源时序控制、用于顺序选择活动 LED 的输入信号、IC 自保护以及用于将模拟信息传送到外部 ADC 的模拟多路复用器。

器件信息

器件型号	封装	封装尺寸
DLPA3085(1)	HTQFP (100)	14.00mm × 14.00mm

(1) 如需更多信息，请参阅*机械、封装和可订购信息* 附录。



典型简化版系统图

内容

1 特性.....1
2 应用.....1
3 说明.....1
4 引脚配置和功能.....3
5 规格.....7
5.1 绝对最大额定值.....7
5.2 ESD 等级.....8
5.3 建议的工作条件.....8
5.4 热性能信息.....8
5.5 电气特性.....9
5.6 SPI 时序参数.....15
6 详细说明.....16
6.1 概述.....16
6.2 功能块说明.....16
6.3 特性说明.....17
6.4 器件功能模式.....34
6.5 编程.....35
6.6 寄存器映射.....39
7 应用和实施.....43
7.1 应用信息.....43
7.2 典型应用.....43
7.3 DLPA3085 系统示例内部方框图.....46
8 电源相关建议.....47
8.1 上电和下电时序.....47
9 布局.....50
9.1 布局指南.....50
9.2 布局示例.....52
9.3 散热注意事项.....53
10 器件和文档支持.....55
10.1 第三方产品免责声明.....55
10.2 器件支持.....55
10.3 接收文档更新通知.....55
10.4 支持资源.....55
10.5 商标.....55
10.6 静电放电警告.....56
10.7 术语表.....56
11 修订历史记录.....56
12 机械、封装和可订购信息.....56

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

4 引脚配置和功能

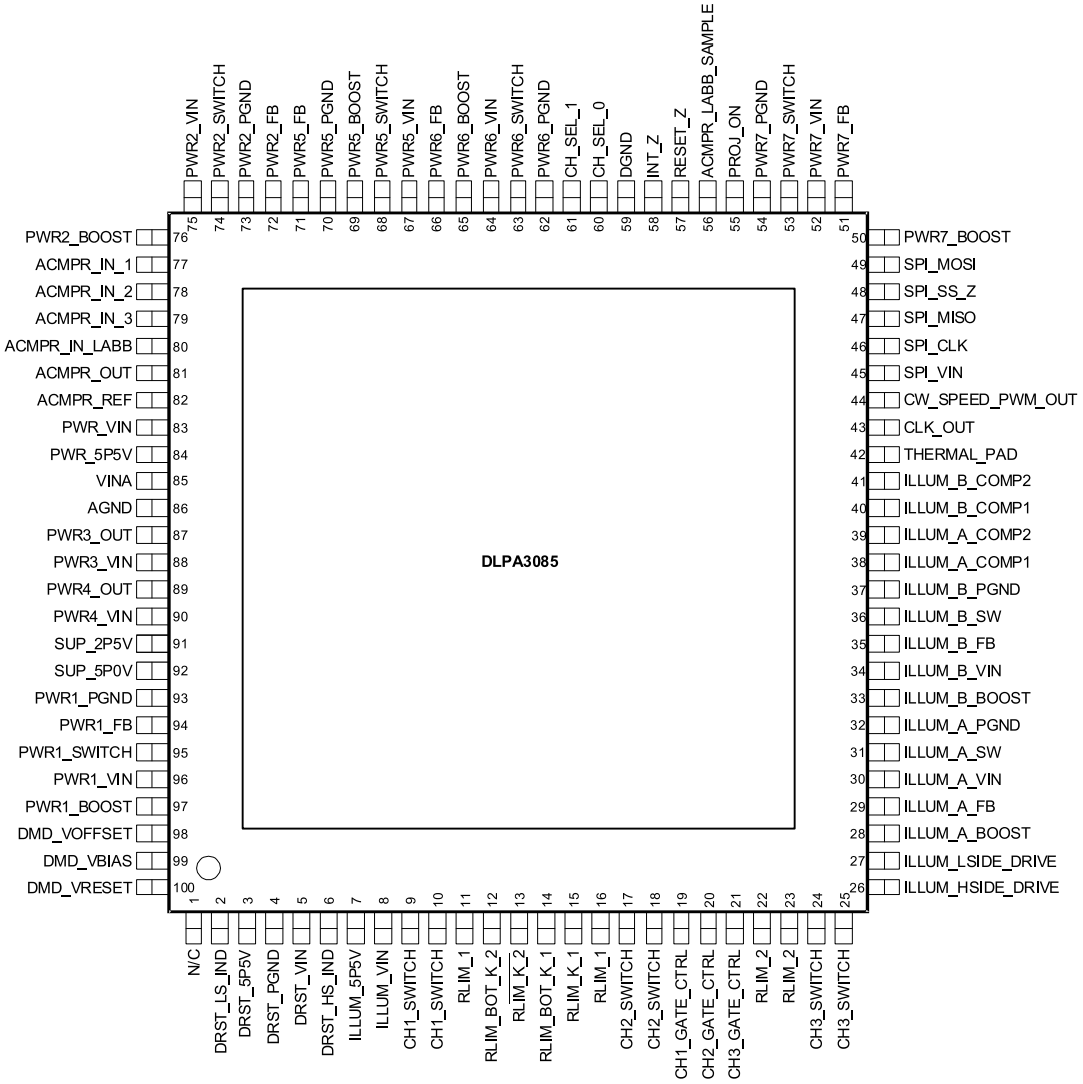


图 4-1. PFD 封装 100 引脚 HTQFP 顶视图

表 4-1. 引脚功能

引脚		I/O	说明
名称	编号		
N/C	1	—	无连接
DRST_LS_IND	2	I/O	用于 DMD SMPS 电感器（低侧开关）的连接
DRST_5P5V	3	O	LDO DMD 的滤波器引脚。内部 DMD 复位稳压器的电源，典型值 5.5V
DRST_PGND	4	GND	DMD SMPS 的电源地。连接接地层。
DRST_VIN	5	POWER	LDO DMD 的电源输入。连接到系统电源。
DRST_HS_IND	6	I/O	用于 DMD SMPS 电感器（高侧开关）的连接
ILLUM_5P5V	7	O	LDO ILLUM 的滤波器引脚。内部 ILLUM 块的电源，典型值 5.5V
ILLUM_VIN	8	POWER	LDO ILLUM 的电源输入。连接到系统电源。
CH1_SWITCH	9	I	LED 阴极的低侧 MOSFET 开关。连接到 RGB LED 组件。
CH1_SWITCH	10	I	LED 阴极的低侧 MOSFET 开关。连接到 RGB LED 组件。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

表 4-1. 引脚功能（续）

引脚		I/O	说明
名称	编号		
RLIM_1	11	O	连接到 CH1 和 CH2 的 LED 电流检测电阻器
RLIM_BOT_K_2	12	I	与 LED 电流检测电阻接地侧的开尔文检测连接
RLIM_K_2	13	I	与电流检测电阻器顶部的开尔文检测连接
RLIM_BOT_K_1	14	I	与 LED 电流检测电阻接地侧的开尔文检测连接
RLIM_K_1	15	I	与电流检测电阻器顶部的开尔文检测连接
RLIM_1	16	O	连接到 CH1 和 CH2 的 LED 电流检测电阻器
CH2_SWITCH	17	I	LED 阴极的低侧 MOSFET 开关。连接到 RGB LED 组件。
CH2_SWITCH	18	I	LED 阴极的低侧 MOSFET 开关。连接到 RGB LED 组件。
CH1_GATE_CTRL	19	O	LED 阴极的 CH1 外部 MOSFET 开关的栅极控制
CH2_GATE_CTRL	20	O	LED 阴极的 CH2 外部 MOSFET 开关的栅极控制
CH3_GATE_CTRL	21	O	LED 阴极的 CH3 外部 MOSFET 开关的栅极控制
RLIM_2	22	O	连接到 CH3 的 LED 电流检测电阻器
RLIM_2	23	O	连接到 CH3 的 LED 电流检测电阻器
CH3_SWITCH	24	I	LED 阴极的低侧 MOSFET 开关。连接到 RGB LED 组件。
CH3_SWITCH	25	I	LED 阴极的低侧 MOSFET 开关。连接到 RGB LED 组件。
ILLUM_HSIDE_DRIVE	26	O	ILLUM 降压转换器的外部高侧 MOSFET 的栅极控制
ILLUM_LSIDE_DRIVE	27	O	ILLUM 降压转换器的外部低侧 MOSFET 的栅极控制
ILLUM_A_BOOST	28	I	高侧 N 沟道 MOSFET 栅极驱动器的电源电压。必须在该引脚与 ILLUM_A_SW 之间连接一个 100nF 电容器（典型值）。
ILLUM_A_FB	29	I	控制 I_{LED} 的降压转换器环路的输入
ILLUM_A_VIN	30	POWER	ILLUM 驱动器 A 的电源输入
ILLUM_A_SW	31	I/O	高侧 NFET 和低侧 NFET 之间的开关节点连接。用作飞跨高侧 FET 驱动器的公共连接
ILLUM_A_PGND	32	GND	ILLUM 驱动器 A 的接地连接
ILLUM_B_BOOST	33	I	高侧 N 沟道 MOSFET 栅极驱动器的电源电压
ILLUM_B_VIN	34	POWER	ILLUM 驱动器 B 的电源输入
ILLUM_B_FB	35	I	控制 I_{LED} 的降压转换器环路的输入
ILLUM_B_SW	36	I/O	高侧 NFET 和低侧 NFET 之间的开关节点连接。
ILLUM_B_PGND	37	GND	ILLUM 驱动器 B 的接地连接
ILLUM_A_COMP1	38	I/O	反馈环路元件的连接节点
ILLUM_A_COMP2	39	I/O	反馈环路元件的连接节点
ILLUM_B_COMP1	40	I/O	反馈环路元件的连接节点
ILLUM_B_COMP2	41	I/O	反馈环路元件的连接节点
THERMAL_PAD	42	GND	散热焊盘。连接至干净的系统地。
CLK_OUT	43	O	无连接。为色轮时钟输出保留
CW_SPEED_PWM_OUT	44	O	无连接。为色轮 PWM 输出保留
SPI_VIN	45	I	SPI 接口的电源
SPI_CLK	46	I	SPI 时钟输入
SPI_MISO	47	O	SPI 数据输出
SPI_SS_Z	48	I	SPI 片选（低电平有效）
SPI_MOSI	49	I	SPI 数据输入
PWR7_BOOST	50	I	无连接。保留用于通用降压转换器。高侧 FET 栅极驱动电路的电荷泵电源输入。在 PWR7_BOOST 和 PWR7_SWITCH 引脚之间连接一个 100nF 电容器。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

表 4-1. 引脚功能（续）

引脚		I/O	说明
名称	编号		
PWR7_FB	51	I	无连接。保留用于通用降压转换器。转换器反馈输入。连接至转换器输出电压。
PWR7_VIN	52	POWER	无连接。保留用于通用降压转换器。转换器的电源输入
PWR7_SWITCH	53	I/O	无连接。保留用于通用降压转换器。高侧 NFET 和低侧 NFET 之间的开关节点连接。
PWR7_PGND	54	GND	无连接。保留用于通用降压转换器。接地引脚。开关电路的电源接地回路
PROJ_ON	55	I	用于启用和/或禁用 IC 和 DLP 投影仪的输入信号
ACMPR_LABB_SAMPLE	56	I	对 ACMPR_IN_LABB 上电压进行采样的控制信号。不使用该引脚时，需要使用一个 10kΩ 下拉电阻器接地。
RESET_Z	57	O	到 DLP 系统的复位输出（低电平有效）。该引脚保持低电平以复位 DLP 系统。
INT_Z	58	O	中断输出信号（开漏，低电平有效）。连接至上拉电阻器。
DGND	59	GND	数字地。连接接地层。
CH_SEL_0	60	I	用于启用 CH1、CH2、CH3 中任何一个的控制信号
CH_SEL_1	61	I	用于启用 CH1、CH2、CH3 中任何一个的控制信号
PWR6_PGND	62	GND	接地引脚。开关电路的电源接地回路
PWR6_SWITCH	63	I/O	高侧 NFET 和低侧 NFET 之间的开关节点连接。
PWR6_VIN	64	POWER	转换器的电源输入
PWR6_BOOST	65	I	高侧 FET 栅极驱动电路的电荷泵电源输入。在 PWR6_BOOST 和 PWR6_SWITCH 引脚之间连接一个 100nF 电容器。
PWR6_FB	66	I	转换器反馈输入。连接到输出电压。
PWR5_VIN	67	POWER	无连接。保留用于通用降压转换器。转换器的电源输入
PWR5_SWITCH	68	I/O	无连接。保留用于通用降压转换器。高侧 NFET 和低侧 NFET 之间的开关节点连接。
PWR5_BOOST	69	I	无连接。保留用于通用降压转换器。高侧 FET 栅极驱动电路的电荷泵电源输入。在 PWR5_BOOST 和 PWR5_SWITCH 引脚之间连接 100nF 电容器。
PWR5_PGND	70	GND	无连接。保留用于通用降压转换器。接地引脚。开关电路的电源接地回路
PWR5_FB	71	I	无连接。保留用于通用降压转换器。转换器反馈输入。连接到输出电压。
PWR2_FB	72	I	转换器反馈输入。连接到输出电压。
PWR2_PGND	73	GND	接地引脚。开关电路的电源接地回路
PWR2_SWITCH	74	I/O	高侧 NFET 和低侧 NFET 之间的开关节点连接。
PWR2_VIN	75	POWER	转换器的电源输入
PWR2_BOOST	76	I	高侧 FET 栅极驱动电路的电荷泵电源输入。在 PWR2_BOOST 和 PWR2_SWITCH 引脚之间连接一个 100nF 电容器。
ACMPR_IN_1	77	I	保留。用于模拟传感器信号的输入。未使用该引脚时无连接。
ACMPR_IN_2	78	I	用于模拟传感器信号的输入。未使用该引脚时无连接。
ACMPR_IN_3	79	I	用于模拟传感器信号的输入。未使用该引脚时无连接。
ACMPR_IN_LABB	80	I	环境光传感器的输入，采样输入。未使用该引脚时无连接。
ACMPR_OUT	81	O	模拟比较器输出。未使用该引脚时无连接。
ACMPR_REF	82	I	模拟比较器的基准电压输入。未使用该引脚时无连接。
PWR_VIN	83	POWER	LDO_Buck 的电源输入范围。连接到系统电源。
PWR_5P5V	84	O	LDO_BUCK 的滤波器引脚。降压转换器的内部模拟电源，典型值 5.5V
VINA	85	POWER	参考系统的输入电压电源引脚
AGND	86	GND	模拟接地引脚
PWR3_OUT	87	O	LDO_2 DMD DLPC/AUX 的滤波器引脚，典型值 2.5V
PWR3_VIN	88	POWER	LDO_2 的电源输入。连接到系统电源。
PWR4_OUT	89	O	LDO_1 DMD DLPC/AUX 的滤波器引脚，典型值 3.3V
PWR4_VIN	90	POWER	LDO_1 的电源输入。连接到系统电源。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

表 4-1. 引脚功能（续）

引脚		I/O	说明
名称	编号		
SUP_2P5V	91	O	LDO_V2V5 的滤波器引脚。内部电源电压，典型值 2.5V
SUP_5P0V	92	O	LDO_V5V 的滤波器引脚。内部电源电压，典型值 5V
PWR1_PGND	93	GND	接地引脚。开关电路的电源接地回路
PWR1_FB	94	I	转换器反馈输入。连接到输出电压。
PWR1_SWITCH	95	I/O	高侧 NFET 和低侧 NFET 之间的开关节点连接。
PWR1_VIN	96	POWER	转换器的电源输入
PWR1_BOOST	97	I	高侧 FET 栅极驱动电路的电荷泵电源输入。在 PWR1_BOOST 和 PWR1_SWITCH 引脚之间连接一个 100nF 电容器。
DMD_VOFFSET	98	O	VOFS 输出轨。连接到陶瓷电容器。
DMD_VBIAS	99	O	VBIAS 输出轨。连接到陶瓷电容器。
DMD_VRESET	100	O	VRESET 输出轨。连接到陶瓷电容器。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

5 规格

5.1 绝对最大额定值

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）(1)

		最小值	最大值	单位
电压	ILLUM_A,B_BOOST	-0.3	28	V
	ILLUM_A,B_BOOST（10ns 瞬态值）	-0.3	30	
	ILLUM_A,B_BOOST 与 ILLUM_A,B_SWITCH	-0.3	7	
	ILLUM_LSIDE_DRIVE	-0.3	7	
	ILLUM_HSIDE_DRIVE	-2	28	
	ILLUM_A_BOOST 与 ILLUM_HSIDE_DRIVE	-0.3	7	
	ILLUM_A,B_SW	-2	22	
	ILLUM_A,B_SW（10ns 瞬态值）	-3	27	
	PWR_VIN、PWR1,2,3,4,6_VIN、VINA、ILLUM_VIN、ILLUM_A,B_VIN、DRST_VIN	-0.3	22	
	PWR1,2,6_BOOST	-0.3	28	
	PWR1,2,6_BOOST（10ns 瞬态值）	-0.3	30	
	PWR1,2,6_SWITCH	-2	22	
	PWR1,2,6_SWITCH（10ns 瞬态值）	-3	27	
	PWR1,2,6_FB	-0.3	6.5	
	PWR1,2,6_BOOST 与 PWR1,2,6_SWITCH	-0.3	6.5	
	CH1,2,3_SWITCH、DRST_LS_IND、ILLUM_A,B_FB	-0.3	20	
	ILLUM_A,B_COMP1,2、INT_Z、PROJ_ON	-0.3	7	
	DRST_HS_IND	-18	7	
	ACMPR_IN_1,2,3、ACMPR_REF、ACMPR_IN_LABB、ACMPR_LABB_SAMPLE、ACMPR_OUT	-0.3	3.6	
	SPI_VIN、SPI_CLK、SPI_MOSI、SPI_SS_Z、SPI_MISO、CH_SEL_0,1、RESET_Z	-0.3	3.6	
	RLIM_K_1,2、RLIM_1,2	-0.3	3.6	
	DGND、AGND、DRST_PGND、ILLUM_A,B_PGND、PWR1,2,6_PGND、RLIM_BOT_K_1,2	-0.3	0.3	
	DRST_5P5V、ILLUM_5P5V、PWR_5P5、PWR3,4_OUT、SUP_5P0V	-0.3	7	
	CH1,2,3_GATE_CTRL	-0.3	7	
	CLK_OUT	-0.3	3.6	
	CW_SPEED_PWM	-0.3	7	
	SUP_2P5V	-0.3	3.6	
	DMD_VOFFSET	-0.3	12	
	DMD_VBIAS	-0.3	20	
	DMD_VRESET	-18	7	
拉电流	RESET_Z、ACMPR_OUT		1	mA
	SPI_DOUT		5.5	
灌电流	RESET_Z、ACMPR_OUT		1	mA
	SPI_DOUT、INT_Z		5.5	
T_{stg}	贮存温度	-65	150	°C

(1) 超出绝对最大额定值运行可能会对器件造成永久损坏。绝对最大额定值并不表示器件在这些条件下或在建议运行条件以外的任何其他条件下能够正常运行。如果超出建议工作条件但在绝对最大额定值范围内，器件可能不会完全正常运行，这可能影响器件的可靠性、功能和性能，并缩短器件寿命。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

5.2 ESD 等级

		值	单位
$V_{(ESD)}$ (1) 静电放电	人体放电模型 (HBM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准，所有引脚(2)	±2000	V
	充电器件模型 (CDM)，符合 JEDEC 规范 JESD22-C101，所有引脚(3)	±500	

(1) 静电放电 (ESD) 衡量器件对装配线在其内部的静电放电所造成的损坏的敏感度和抵抗能力。
(2) JEDEC 文档 JEP155 指出：500V HBM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。
(3) JEDEC 文档 JEP157 指出：250V CDM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。

5.3 建议的工作条件

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）

		最小值	最大值	单位
输入电压范围	PWR_VIN、PWR1,2,3,4,6_VIN、VINA、ILLUM_VIN、ILLUM_A,B_VIN、DRST_VIN	6	20	V
	CH1,2,3_SWITCH、ILLUM_A,B_FB、	-0.1	20	
	PROJ_ON	-0.1	6	
	PWR1,2,6_FB	-0.1	5	
	ACMPR_REF、CH_SEL_0,1、SPI_CLK、SPI_MOSI、SPI_SS_Z	-0.1	3.6	
	RLIM_BOT_K_1,2	-0.1	0.1	
	ACMPR_IN_1,2,3、LABB_IN_LABB	-0.1	1.5	
	SPI_VIN	1.7	3.6	
	RLIM_K_1,2	-0.1	0.25	
	ILLUM_A,B_COMP1,2	-0.1	5.7	
环境温度范围		0	70	°C
工作结温		0	120	°C

5.4 热性能信息

热指标(1)		DLPA3085 PFD (HTQFP) 100 引脚	单位
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻(2)	7.0	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳（顶部）热阻(3)	0.7	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	不适用	°C/W
ψ_{JT}	结到顶部的表征参数(4)	0.6	°C/W
ψ_{JB}	结到电路板的表征参数(5)	3.4	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	结至外壳（底部）热阻	不适用	°C/W

(1) 有关新旧热指标的更多信息，请参阅*半导体和 IC 封装热指标*应用报告。
(2) 自然对流条件下的结至环境热阻是在符合 JEDEC 标准高 K 电路板上进行仿真而获得的，但由于该器件预计使用封装外壳顶部上的散热器进行冷却，因此仿真中包括连接到 DLPA3085 的风扇和散热器。散热器为 22mm× 22mm× 12mm 铝制针翅散热器，上面带有一个 12mm × 12mm × 3mm 螺柱。底座厚度为 2mm，针翅直径为 1.5mm，引脚阵列为 6 × 6。散热器与 DLPA3085 之间使用了厚度为 100 μm 的导热油脂，其热导率为 3W/m-K。风扇尺寸为 20mm × 20mm × 8mm，开放流量为 1.6cfm，停滞状态下的水压为 0.22 英寸。
(3) 通过在封装顶部模拟一个冷板测试来获得结至芯片外壳（顶部）的热阻。不存在特定的 JEDEC 标准测试，但可在 ANSI SEMI 标准 G30-88 中找到内容接近的说明。
(4) 结点至顶部特性参数 ψ_{JT} 估算器件在实际系统中的结温，并可通过 JESD51-2a（第 6 节和第 7 节）介绍但经过修改以包含注释 2 中所述风扇和散热器的步骤从获得 $R_{\theta JA}$ 的仿真数据中获取该温度。
(5) 结点至电路板特征参数 ψ_{JB} 估算器件在实际系统中的结温，可通过 JESD51-2a（第 6 节和第 7 节）介绍但经过修改以包含注释 2 中所述风扇和散热器的步骤从获得 $R_{\theta JA}$ 的仿真数据中获取该温度。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

5.5 电气特性

在自然通风条件下的工作温度范围内。V_{IN} = 12V、T_A = 0°C 至 +70°C；典型值在 T_A = 25°C 条件下测得；根据“典型特性”进行配置（V_{IN} = 12V、I_{OUT} = 16A、LED、外部 FET）（除非另有说明）。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源						
输入电压						
V_{IN}	输入电压范围	VINA – 引脚	6[6]	12	20	V
V_{UVLO} [7]	UVLO 阈值	VINA 下降（通过 5 位修整函数，0.5V 步长）	3.9	6.22	18.4	V
	迟滞	VINA 上升		90		mV
$V_{STARTUP}$	启动电压	DMD_VBIAS、DMD_VOFFSET、DMD_VRESET，具有 10mA 负载电流	6			V
输入电流						
I_{IDLE}	空闲电流	IDLE 模式，所有 VIN 引脚组合		15		μA
I_{STD}	待机电流	STANDBY 模式，模拟、内部电源和 LDO 启用，而 DMD、照明和降压转换器禁用。		3.7		mA
I_{Q_DMD}	静态电流 (DMD)	静态电流 DMD 块（除了 I_{STD} 外），VINA + DRST_VIN		0.49		mA
I_{Q_ILLUM}	静态电流 (ILLUM)	静态电流 ILLUM 块（除了 I_{STD} 外），V_openloop = 3V（ILLUM_OLV_SEL），VINA + ILLUM_VIN + ILLUM_A_VIN + ILLUM_B_VIN		21		mA
I_{Q_BUCK}	静态电流（每个降压转换器）	每个降压转换器的静态电流（除了 I_{STD} 外），正常模式，VINA + PWR_VIN + PWR1,2,6_VIN，PWR1,2,6_VOUT = 1V		4.3		mA
		每个降压转换器的静态电流（除了 I_{STD} 外），正常模式，VINA + PWR_VIN + PWR1,2,6_VIN，PWR1,2,6_VOUT = 5V		15		
		每个降压转换器的静态电流（除了 I_{STD} 外），周期跳跃模式，VINA + PWR_VIN + PWR1,2,6_VIN = 1V		0.41		
		每个降压转换器的静态电流（除了 I_{STD} 外），周期跳跃模式，VINA + PWR_VIN + PWR1,2,6_VIN = 5V		0.46		
I_{Q_TOTAL}	静态电流（总计）	典型应用：ACTIVE 模式，所有 VIN 引脚组合，DMD、照明和 PWR1,2 启用，PWR3,4,6 禁用		38		mA
内部电源						
V_{SUP_5P0V}	内部电源，模拟			5		V
V_{SUP_2P5V}	内部电源，逻辑			2.5		V
DMD — LDO DMD						
V_{DRST_VIN}			6	12	20	V
V_{DRST_5P5V}				5.5		V
PGOOD	电源正常指示 DRST_5P5V	上升		80%		
		下降		60%		
OVP	过压保护 DRST_5P5V			7.2		V
	稳压器压降	25mA、VDRST_VIN = 5.5V 时		56		mV
	稳压器电流限制		300	340	400	mA
DMD — 稳压器						

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

5.5 电气特性（续）

在自然通风条件下的工作温度范围内。V_{IN} = 12V、T_A = 0°C 至 +70°C；典型值在 T_A = 25°C 条件下测得；根据“典型特性”进行配置（V_{IN} = 12V、I_{OUT} = 16A、LED、外部 FET）（除非另有说明）。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$R_{DS(ON)}$	MOSFET 导通电阻	开关 A（从 DRST_5P5V 到 DRST_HS_IND）		920		mΩ
		开关 B（从 DRST_LS_IND 到 DRST_PGND）		450		
V_{FW}	正向压降	开关 C（从 DRST_LS_IND 到 DRST_VBIAS(1)），VDRST_LS_IND = 2V，I_F = 100mA		1.21		V
		开关 D（从 DRST_LS_IND 到 DRST_VOFFSET(1)），VDRST_LS_IND = 2V，I_F = 100mA		1.22		
t_{DIS}	电源轨放电时间	C_{OUT} = 1µF			40	µs
t_{PG}	电源正常超时	未经量产测试		15		ms
I_{LIMIT}	开关电流限值			610		mA
VOFFSET 稳压器						
V_{OFFSET}	输出电压			10		V
	直流输出电压精度	I_{OUT} = 10mA	-0.3		0.3	V
	直流负载调整率	I_{OUT} = 0mA 至 10mA		-10		V/A
	直流线性调整率	I_{OUT} = 10mA，DRST_VIN = 8V 至 20V		-5		mV/V
V_{RIPPLE}	输出纹波	I_{OUT} = 10mA，C_{OUT} = 1µF		200		mVpp
I_{OUT}	输出电流		0.1		10	mA
PGOOD	电源正常阈值（标称输出电压的比例）	VOFFSET 上升		86%		
		VOFFSET 下降		66%		
C	输出电容器	建议值(5)（使用与 VRESET 上输出电容器相同的值）	1			µF
		VIN = 8V 时 $t_{DISCHARGE}$ < 40µs			1	
VBIAS 稳压器						
V_{BIAS}	输出电压			18		V
	直流输出电压精度	I_{OUT} = 10mA	-0.3		0.3	V
	直流负载调整率	I_{OUT}= 0mA 至 10mA		-18		V/A
	直流线性调整率	I_{OUT} = 10mA，DRST_VIN = 8V 至 20V		-3		mV/V
V_{RIPPLE}	输出纹波	I_{OUT} = 10mA，C_{OUT} = 470nF		200		mVpp
I_{OUT}	输出电流		0.1		10	mA
PGOOD	电源正常阈值（标称输出电压的比例）	VBIAS 上升		86%		
		VBIAS 下降		66%		
C	输出电容器	建议值(5)（使用与输出电容器 VOFFSET/VRESET 相同或更小的值）	470			nF
		VIN = 8V 时 $t_{DISCHARGE}$ < 40µs			470	
VRESET 稳压器						
V_{RST}	输出电压			-14		V
	直流输出电压精度	I_{OUT} = 10mA	-0.3		0.3	V
	直流负载调整率	I_{OUT}= 0mA 至 10mA		-4		V/A
	直流线性调整率	I_{OUT} = 10mA，DRST_VIN = 8V 至 20V		-2		mV/V
V_{RIPPLE}	输出纹波	I_{OUT} = 10mA，C_{OUT} = 1µF		120		mVpp
I_{OUT}	输出电流		0.1		10	mA
PGOOD	电源正常阈值			90%		

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

5.5 电气特性（续）

在自然通风条件下的工作温度范围内。V_{IN} = 12V、T_A = 0°C 至 +70°C；典型值在 T_A = 25°C 条件下测得；根据“典型特性”进行配置（V_{IN} = 12V、I_{OUT} = 16A、LED、外部 FET）（除非另有说明）。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
C	输出电容器	建议值[5]（使用与 VOFFSET 上输出电容器相同的值）	1			μF
		VIN = 8V 时 $t_{DISCHARGE}$ < 40μs			1	
DMD — 降压转换器						
输出电压						
$V_{PWR_1_VOUT}$	输出电压			0.8		V
$V_{PWR_2_VOUT}$	输出电压			1.8		V
	直流输出电压精度	I_{OUT} = 0mA	-3%		3%	
MOSFET						
$R_{ON,H}$	高侧开关电阻	25°C，$V_{PWR_1,2_Boost}$ – $V_{PWR1,2_SWITCH}$ = 5.5V		150		mΩ
$R_{ON,L}$	低侧开关电阻	25°C		85		mΩ
负载电流						
	允许的负载电流[3]。				3	A
I_{OCL}	电流限制[2]	L_{OUT} = 3.3 μH	3.2	3.6	4.2	A
导通计时器控制						
t_{ON}	导通时间	V_{IN} = 12V，V_O = 5V		120		ns
$t_{OFF(MIN)}$	最短关断时间[2]	T_A = 25°C，V_{FB} = 0V		270		ns
启动						
	软启动		1	2.5	4	ms
PGOOD						
$Ratio_{OV}$	过压保护			120%		
$Ratio_{PG}$	相对电源正常水平	从低电平到高电平		72%		
照明 — LDO ILLUM						
V_{ILLUM_VIN}			6	12	20	V
V_{ILLUM_5P5V}				5.5		V
PGOOD	电源正常指示 ILLUM_5P5V	上升		80%		
		下降		60%		
OVP	过压保护 ILLUM_5P5V			7.2		V
	稳压器压降	25mA、V_{ILLUM_VIN} = 5.5V 时		53		mV
	稳压器电流限制[2]		300	340	400	mA
照明 — 驱动器 A、B						
V_{ILLUM_A,B_IN}	输入电源电压范围		6	12	20	V
PWM						
f_{SW}	振荡器频率	3V < V_{IN} < 20V		600		kHz
t_{DEAD}	输出驱动器死区时间	HDRV 关闭至 LDRV 打开，TRDLY = 0		28		ns
		HDRV 关闭至 LDRV 打开，TRDLY = 1		40		
		LDRV 关闭至 HDRV 打开，TRDLY = 0		35		
输出驱动器						
R_{HDHI}	高侧驱动器上拉电阻	V_{ILLUM_A,B_BOOT} – V_{ILLUM_A,B_SW} = 5V，I_{HDRV} = –100mA		4.9		Ω
R_{HDLO}	高侧驱动器下拉电阻	V_{ILLUM_A,B_BOOT} – V_{ILLUM_A,B_SW} = 5V，I_{HDRV} = 100mA		3		Ω

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

5.5 电气特性（续）

在自然通风条件下的工作温度范围内。V_{IN} = 12V、T_A = 0°C 至 +70°C；典型值在 T_A = 25°C 条件下测得；根据“典型特性”进行配置（V_{IN} = 12V、I_{OUT} = 16A、LED、外部 FET）（除非另有说明）。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
R_{LDHI}	低侧驱动器上拉电阻	I_{LDRV} = –100mA		3.1		Ω
R_{LDLO}	低侧驱动器下拉电阻	I_{LDRV} = 100mA		2.4		Ω
t_{HRISE}	高侧驱动器上升时间(2)	C_{LOAD} = 5nF		23		ns
t_{HFALL}	高侧驱动器下降时间(2)	C_{LOAD} = 5nF		19		ns
t_{LRISE}	低侧驱动器上升时间(2)	C_{LOAD} = 5nF		23		ns
t_{LFALL}	低侧驱动器下降时间(2)	C_{LOAD} = 5nF		17		ns
过流保护						
HSD OC	高侧驱动过流阈值	外部开关，V_{DS} 阈值(2)		185		mV
自举二极管						
V_{DFWD}	自举二极管正向电压	I_{BOOT} = 5mA		0.75		V
PGOOD						
RatioUV	欠压保护			89%		
内部 RGB 频闪控制器开关						
R_{ON}	导通电阻	CH1,2,3_SWITCH		30	45	mΩ
I_{LEAK}	关断状态漏电流	V_{DS} = 5.0V			0.1	μA
I_{MAX}	最大电流			6		A
驱动器外部 RGB 频闪控制器开关						
CHx_GATE_CNTR_HIGH	栅极控制高电平	ILLUM_SW_ILIM_EN[2:0] = 7，寄存器 0x02，I_{SINK} = 400μA		4.35		V
		ILLUM_SW_ILIM_EN[2:0] = 0，寄存器 0x02，I_{SINK} = 400μA		5.25		
CHx_GATE_CNTR_LOW	栅极控制低电平	ILLUM_SW_ILIM_EN[2:0] = 7，寄存器 0x02，I_{SINK} = 400μA		55		mV
		ILLUM_SW_ILIM_EN[2:0] = 0，寄存器 0x02，I_{SINK} = 400μA		55		
LED 电流控制						
V_{LED_ANODE}	LED 阳极电压(2)	相对于 V_{ILLUM_A,B_VIN} 的比率（占空比限制）	0.85x			
					6.3	V
I_{LED}	LED 电流	V_{ILLUM_A,B_VIN} ≥ 8V。有关设置，请参阅寄存器 SWx_IDAC[9:0]。	1		16	A
	直流电流偏移，CH1,2,3_SWITCH	R_{LIM} = 12.5mΩ	-150	0	150	mA
	瞬态 LED 电流限制范围（可编程）	比 I_{LED} 高 20%。最小设置，R_{LIM} = 12.5mΩ		11%		
		比 I_{LED} 高 20%。最大设置，R_{LIM} = 12.5mΩ。最大电流百分比		133%		
t_{RISE}	电流上升时间	I_{LED} 从 5% 到 95%，I_{LED} = 600mA，瞬态电流限制禁用(2)			50	μs
降压转换器 — LDO_BUCK						
V_{PWR_VIN}	输入电压范围，PWR1,2,6_VIN		6	12	20	V
V_{PWR_5P5V}	PWR_5P5V			5.5		V
PGOOD	电源正常指示 PWR_5P5V	上升		80%		
		下降		60%		

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

5.5 电气特性（续）

在自然通风条件下的工作温度范围内。V_{IN} = 12V、T_A = 0°C 至 +70°C；典型值在 T_A = 25°C 条件下测得；根据“典型特性”进行配置（V_{IN} = 12V、I_{OUT} = 16A、LED、外部 FET）（除非另有说明）。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
OVP	过压保护 PWR_5P5V			7.2		V
	稳压器压降	25mA、V_{PWR_VIN} = 5.5V 时		41		mV
	稳压器电流限制(2)		300	340	400	mA
降压转换器 — 通用降压转换器 (8)						
输出电压						
V_{PWR6_VOUT}	输出电压（通用 Buck2）	8 位可编程	1		5	V
	直流输出电压精度	I_{OUT} = 0mA	-3.5%		3.5%	
MOSFET						
$R_{ON,H}$	高侧开关电阻	25°C，V_{PWR6_Boost} – V_{PWR6_SWITCH} = 5.5V		150		mΩ
$R_{ON,L}$	低侧开关电阻(2)	25°C		85		mΩ
负载电流						
	允许的负载电流 PWR6(3)。			2		A
I_{OCL}	电流限制(2) (3)	L_{OUT} = 3.3 µH	3.2	3.6	4.2	A
导通计时器控制						
t_{ON}	导通时间	V_{IN} = 12V，V_O = 5V		120		ns
$t_{OFF(MIN)}$	最短关断时间(2)	T_A = 25°C，V_{FB} = 0V		270	310	ns
启动						
	软启动		1	2.5	4	ms
PGOOD						
$Ratio_{OV}$	过压保护			120%		
$Ratio_{PG}$	相对电源正常水平	从低电平到高电平		72%		
辅助 LDO						
$V_{PWR3,4_VIN}$	输入电压范围	LDO1 (PWR4)、LDO2 (PWR3)	3.3	12	20	V
PGOOD	电源正常 PWR3,4_VOUT	PWR3,4_VOUT 上升		80%		
		PWR3,4_VOUT 下降		60%		
OVP	过压保护 PWR3,4_VOUT			7		V
	直流输出电压精度 PWR3,4_VOUT	I_{OUT} = 0mA	-3%		3%	
	稳压器电流限制(2)		300	340	400	mA
t_{ON}	导通时间	达到 V_{OUT} 的 80% = PWR3 和 PWR4，C= 1µF		40		µs
LDO2 (PWR3)						
V_{PWR3_VOUT}	输出电压 PWR3_VOUT			2.5		V
	负载电流能力			200		mA
	直流负载调整率 PWR3_VOUT	V_{OUT} = 2.5V，I_{OUT} = 5mA 至 200mA		-70		mV/A
	直流线性调整率 PWR3_VOUT	V_{OUT} = 2.5V，I_{OUT} = 5mA，PWR3_VIN = 3.3V 至 20V		30		µV/V
LDO1 (PWR4)						
V_{PWR4_VOUT}	输出电压 PWR4_VOUT			3.3		V
	负载电流能力			200		mA
	直流负载调整率 PWR4_VOUT	V_{OUT} = 3.3V，I_{OUT} = 5mA 至 200mA		-70		mV/A

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

5.5 电气特性（续）

在自然通风条件下的工作温度范围内。V_{IN} = 12V、T_A = 0°C 至 +70°C；典型值在 T_A = 25°C 条件下测得；根据“典型特性”进行配置（V_{IN} = 12V、I_{OUT} = 16A、LED、外部 FET）（除非另有说明）。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
	直流线性调整率 PWR4_VOUT	V_{OUT}= 3.3V，I_{OUT}= 5mA，PWR4_VIN= 4V 至 20V		30		µV/V
	稳压器压降	25mA、V_{OUT}= 3.3V、V_{PWR4_VIN}= 3.3V 时		48		mV
测量系统						
LABB						
τ_{RC}	稳定时间	达到最终值的 1%(2)。		4.6	6.6	µs
		达到最终值的 0.1%(2)。		7	10	
$V_{ACMPR_IN_LABB}$	输入电压范围 ACMPR_IN_LABB		0		1.5	V
	采样窗口 ACMPR_IN_LABB	每 7µs 可编程一次	7		28	µs
数字控制 — 逻辑电平和时序特性						
V_{SPI_VIN}	SPI 电源电压范围	SPI_VIN	1.7		3.6	V
V_{OL}	输出低电平	RESET_Z、ACMPR_OUT、CLK_OUT。I_O = 0.3mA 灌电流	0		0.3	V
		SPI_DOUT。I_O = 5mA 灌电流	0		0.3 × V_{SPI_VIN}	
		INT_Z。I_O = 1.5mA 灌电流	0		0.3 × V_{SPI_VIN}	
V_{OH}	输出高电平	RESET_Z、ACMPR_OUT、CLK_OUT。I_O = 0.3mA 拉电流	1.3		2.5	V
		SPI_DOUT。I_O = 5mA 拉电流	0.7 × V_{SPI_VIN}		V_{SPI_VIN}	
V_{IL}	输入低电平	PROJ_ON、CH_SEL0、CH_SEL1	0		0.4	V
		SPI_CSZ、SPI_CLK、SPI_DIN	0		0.3 × V_{SPI_VIN}	
V_{IH}	输入高电平	PROJ_ON、CH_SEL0、CH_SEL1	1.2			V
		SPI_CSZ、SPI_CLK、SPI_DIN	0.7 × V_{SPI_VIN}		V_{SPI_VIN}	
I_{BIAS}	输入偏置电流	V_{IO} = 3.3V，任意数字输入引脚			0.1	µA
SPI_CLK	SPI 时钟频率(4)	正常 SPI 模式，DIG_SPI_FAST_SEL = 0，f_{OSC} = 9MHz	0		36	MHz
		快速 SPI 模式，DIG_SPI_FAST_SEL = 1，V_{SPI_VIN} > 2.3V，f_{OSC} = 9MHz	20		40	
$t_{DEGLITCH}$	抗尖峰脉冲时间	CH_SEL0、CH_SEL1(2)		300		ns
内部振荡器						
f_{OSC}	振荡器频率			9		MHz
	频率精度	T_A= 0°C 至 70°C	-5%		5%	
热关断						
T_{WARN}	热警告（HOT 阈值）			120		°C
	迟滞			10		
T_{SHTDWN}	热关断（TSD 阈值）			150		°C
	迟滞			15		

(1) 包含整流二极管
(2) 未经生产测试
(3) 应注意不要超过最大功率耗散。请参阅*热特性*。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

(4) 最大值与振荡器频率 f_{OSC} 呈线性关系。
(5) 请注意，该电容器在相关电压（即 V_{OFFSET}、V_{BIAS} 或 V_{RESET}）下具有指定的电容
(6) VIN 必须高于 UVLO 电压设置，包括考虑到 VIN 上的交流噪声后，才能确保 DLPA3085 完全运行。虽然支持的 VIN 最小电压为 6.0V，但 TI 建议不要将 UVLO 设置为低于 6.21V，以便实现故障快速断电。6.21V 提供了比 6.0V 略高的裕度，以防因 VIN 电源突然断开而导致 VIN 电压快速下降。如果在微镜停止且 VOFS、VRST 和 VBIAS 电源正确关闭之前未能将 VIN 保持在 6.0V 以上，可能会导致 DMD 永久损坏。由于 6.21V 比 6.0V 高 0.21V，因此当 UVLO 跳闸时，DLPA3085 和 DLPC84xx 有时间停止 DMD 微镜并快速关闭电源 VOFS、VRST 和 VBIAS。无论使用哪种 UVLO 设置，如果 VIN 的电源突然移除，则投影仪内部的 VIN 应包含足够的大容量电容，以在 UVLO 跳闸后至少 100 µs 内将 VIN 保持在 6.0V 以上。
(7) UVLO 不应用于正常断电操作，它的作用是提供断电保护。
(8) 当前支持通用 buck2 (PWR6)。

5.6 SPI 时序参数

SPI_VIN = 3.6V ±5%，T_A = 0°C 至 70°C，C_L = 10pF（除非另有说明）。

		最小值	标称值	最大值	单位
f_{CLK}	串行时钟频率	0		40	MHz
t_{CLKL}	脉冲宽度低电平，SPI_CLK，50% 电平	10			ns
t_{CLKH}	脉冲宽度高电平，SPI_CLK，50% 电平	10			ns
t_t	转换时间，20% 至 80% 电平，所有信号	0.2		4	ns
t_{CSCR}	SPI_SS_Z 下降至 SPI_CLK 上升，50% 电平	8			ns
t_{CFCS}	SPI_CLK 下降至 SPI_CSZ 上升，50% 电平			1	ns
t_{CDS}	SPI_MOSI 数据建立时间，50% 电平	7			ns
t_{CDH}	SPI_MOSI 数据保持时间，50% 电平	6			ns
t_{iS}	SPI_MISO 数据建立时间，50% 电平	10			ns
t_{iH}	SPI_MISO 数据保持时间，50% 电平	0			ns
t_{CFDO}	SPI_CLK 下降至 SPI_MISO 数据有效，50% 电平		13		ns
t_{CSZ}	SPI_CSZ 上升至 SPI_MISO 高阻态		6		ns

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

6 详细说明

6.1 概述

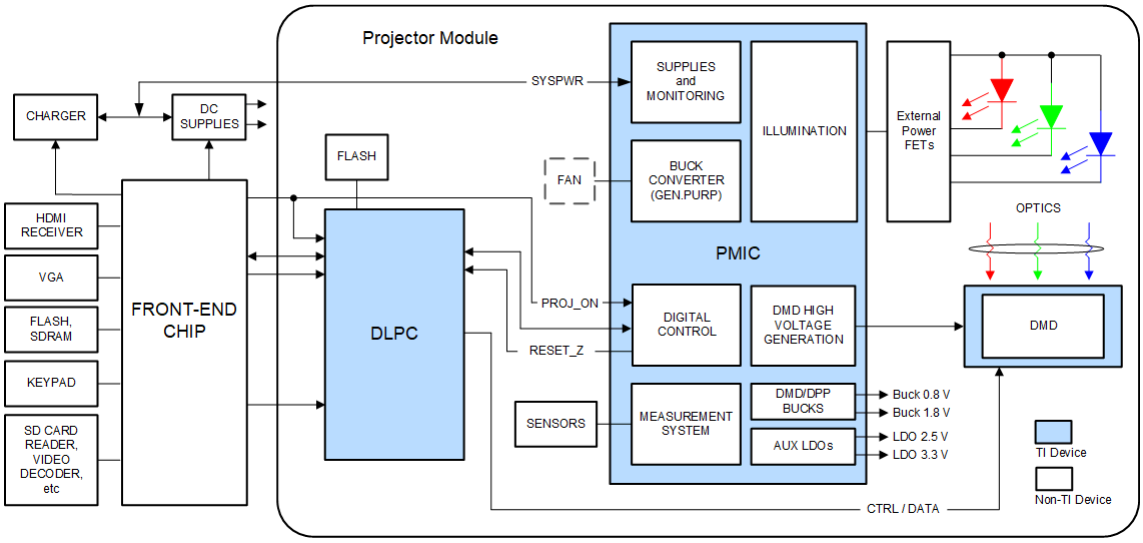
DLPA3085 是一款高度集成的电源管理 IC，针对 DLP Pico 投影仪系统进行了优化。它适用于高达数百流明的配件应用，旨在支持多种高电流 LED。节 6.2 显示了采用 DLPA3085 的典型 DLP Pico 投影仪实现方案。

投影仪模块是投影仪的一部分，由多个组件以经过优化的组合构成，例如 DLPA3085、LED、DMD、DLPC 芯片、存储器和可选传感器及风扇。前端芯片控制投影仪模块。有关系统和投影仪模块配置的更多信息，请参阅单独的应用手册。

DLPA3085 内部包含多个不同的模块。下面列出了这些模块，随后对其进行了详细讨论：

- 电源和监控：产生内部电源和基准电压，并具有热保护等功能
- 照明：用于控制光线的模块。包含驱动器、LED 频闪解码器和电源转换电路
- 外部功率 FET：能够处理 16A 电流
- DMD：为 DMD 生成电压及其特定时序。包含稳压器和 DMD/DLPC 降压转换器
- 降压转换器：通用降压转换器
- 辅助 LDO：供客户使用的固定电压 LDO
- 测量系统：用于测量内部和外部信号的模拟前端
- 数字控制：SPI 接口、数字控制

6.2 功能块说明



Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

6.3 特性说明

6.3.1 电源和监控

该块会产生多个内部电源电压，并监控器件的正确行为。

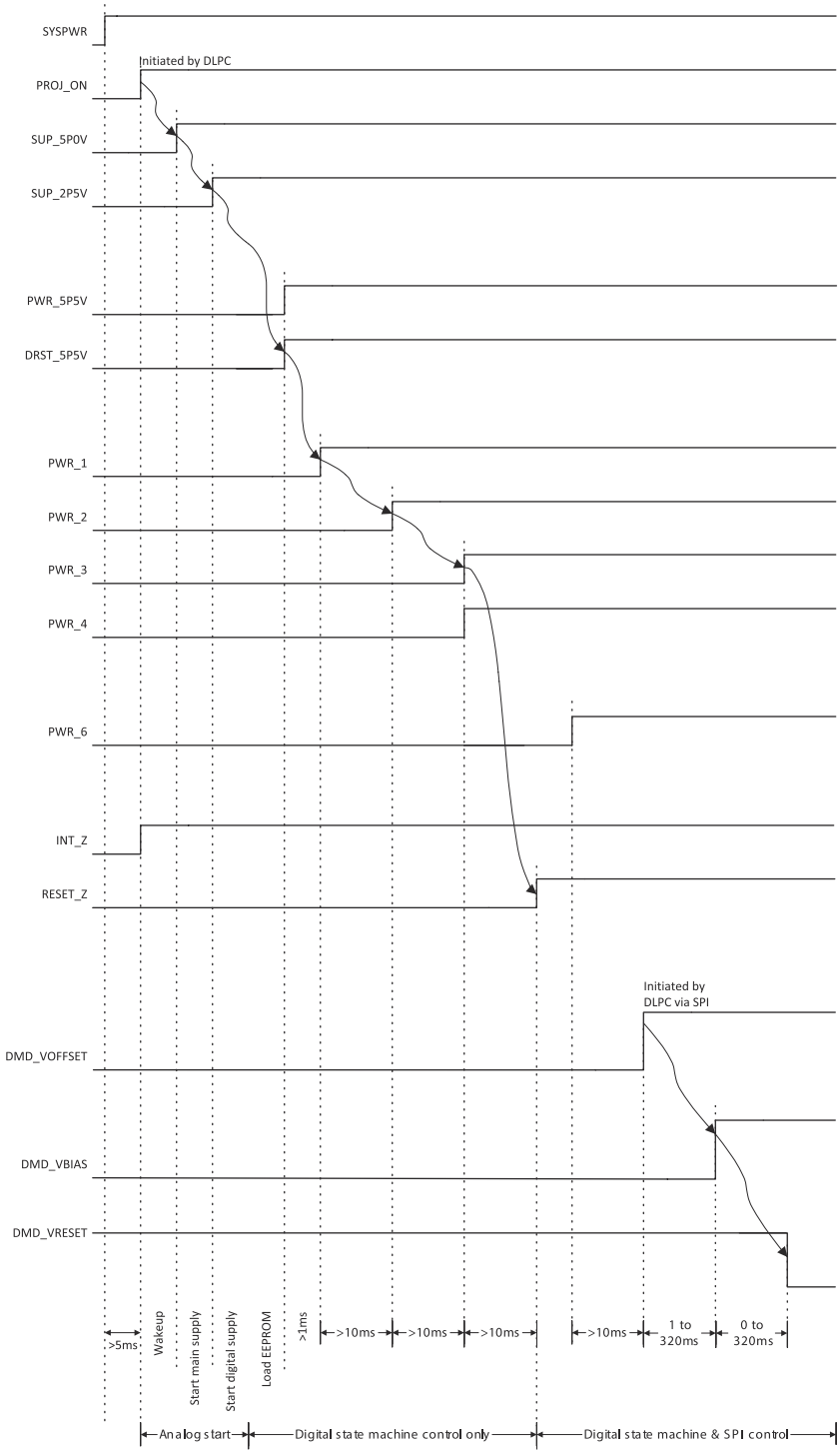
6.3.1.1 电源

SYSPWR 是 DLPA3085 处理器的主电源。其范围为 6V 至 20V，典型值为 12V。在上电时，为了确保系统正常工作，会依次启动几个（内部）电源（图 6-1）。顺序启动确保所有不同模块按照特定顺序启动，并防止启动电流过大。启动 DLPA3085 的主控制是控制引脚 *PROJ_ON*。一旦设定为高电平，*基本* 模拟电路便会启动，而这是运行数字和 SPI 接口所需的。该电路由两个可生成 2.5V (SUP_2P5V) 和 5V (SUP_5P0V) 的 LDO 稳压器供电。这些稳压器电压仅供内部使用，而不应连接外部应用负载。这些 LDO 的输出电容应该分别为 2.2µF（2.5V LDO，引脚 91）和 4.7µF（5V LDO，引脚 92）。一旦这些电路启动，数字内核便会启动，DLPA3085 数字状态机 (DSM) 接管控制。

随后，各个模块的 5.5V LDO 启动：PWR_5P5V、DRST_5P5V 和 ILLUM_5P5V。接下来，降压转换器和 DMD LDO 会启动（PWR_1 至 PWR_4）。DLPA3085 现已唤醒并准备好由 DLPC 控制（通过将 RESET_Z 变为高电平来指示）。

如果使用，通用降压转换器 (PWR_6) 可以启动，同时为 DMD 供电的稳压器也可以启动。DMD 稳压器生成时序关键型 VOFFSET、VBIAS 和 VRESET 电源。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated



1. 箭头表示由数字状态机自动控制的事件序列。其他事件在 SPI 控制下启动。
2. SUP_5P0V 和 SUP_2P5V 在 SYSPWR 下上升到预充电电平，并在 PROJ_ON 被拉高后达到满电位。

图 6-1. 上电时序

6.3.1.2 监控

DLPA3085 可以监测到几种可能的故障。如果发生故障，可以在主状态寄存器 (0x0C) 中读取故障类型。如果发生故障，系统随后可以生成一个中断。可以在中断屏蔽寄存器 (0x0D) 中配置哪些故障条件会生成中断。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

6.3.1.2.1 块故障

可以观察到多种电源的故障情况，例如低压电源 SUPPLY_FAULT（0x0C，位 7）。ILLUM_FAULT（0x0C，位 6）监控照明块中的正确电源和电压电平，而 DMD_FAULT（0x0C，位 4）监控 DMD 块的正常运行。PROJ_ON_INT（0x0C，位 5）指示 PROJ_ON 是否被置为有效。

6.3.1.2.2 LED 自动关闭功能

DLPA3085 可以配备适配器。当电源电压低于预定义电平或发生中断时，DLPA3085 使用多个警告和检测级别来防止系统损坏。

例如，当适配器切换到另一个主插座时，会发生电源电压中断。电源电压从 20V 变为 8V，因此 OVP 电平（这是比率指标，请参阅节 6.3.2.5.2）可能会低于 V_{LED}。这时会触发 OVP 故障，而系统将关闭。

ILLUM_LED_AUTO_OFF_EN（0x01，位 2）功能可用于在这些情况下防止系统关闭。当电源电压降至 LED 自动关闭电平以下时，此功能将禁用 LED。启用了 ILLUM_LED_AUTO_OFF_EN（0x01，位 2）功能时，一旦检测到电源电压降至低于 LED 自动关闭电平，LED 将关闭，系统开始发送较低的电流电平以降低 V_{LED}。开始使用较低的电流后，可以通过禁用 ILLUM_LED_AUTO_OFF_EN（0x01，位 2）功能再次打开 LED。因此，系统可以在较低的电源电压下以较低的亮度继续工作。再次插入电源适配器后，可以再次启用 ILLUM_LED_AUTO_OFF_EN（0x01，位 2）功能。LED 电流可以恢复到其原始电平。

6.3.1.2.3 热保护

系统会持续监控芯片温度，以防器件过热。有两个级别的故障条件。第一个是 TS_WARN（0x0C，位 0），用于针对过热发出警告。这表明芯片温度上升到了临界温度。第二个警告级别是 TS_SHUT（0x0C，位 1）。这在温度高于 TS_WARN（0x0C，位 0）时发生，并会关断芯片，以防造成永久损坏。为了防止在温度阈值附近快速切换，这两个温度故障级别都设置了迟滞。

6.3.2 照明

照明功能包括为 DLP 系统生成光源所需的所有块。为了精确地设置通过 LED 的电流，这里使用了一个控制环路（图 6-2）。预期的 LED 电流通过 IDAC[9:0] 设置。照明驱动器控制 LED 阳极电压 V_{LED}，因此电流将流过其中一个 LED。LED 电流通过检测电阻器 R_{LIM} 上的电压来测量。根据实际电流和预期电流之间的差异，环路会将降压转换器的输出 (V_{LED}) 控制在更高或更低的水平。传导电流的 LED 由开关 P、Q 和 R 控制。*开环反馈电路* 确保在没有电流通过 LED 时（例如，当 I_{LED} = 0 时）可以闭合控制环路。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

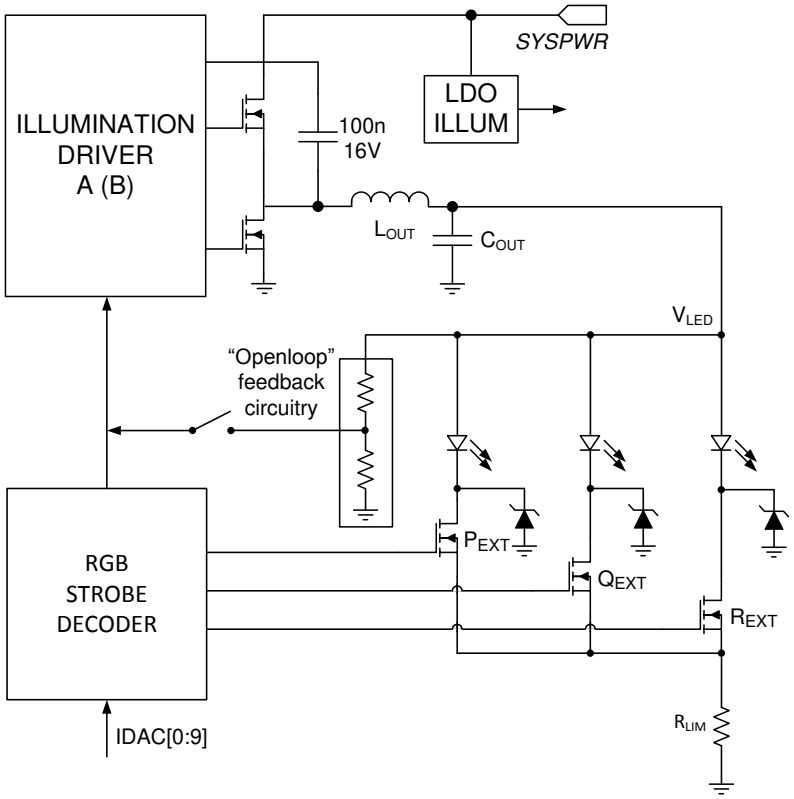


图 6-2. 照明控制环路

在照明模块内，可以划分出以下几个块：

- 可编程增益块
- LDO ILLUM，内部照明模块的模拟电源电压
- 照明驱动器 A，外部 FET 的主驱动器
- 照明驱动器 B，辅助驱动器，供将来使用
- RGB 频闪解码器，用于控制 LED 开关节奏并测量 LED 电流的外部开关驱动器

6.3.2.1 可编程增益块

流经 LED 的电流由存储在相应 SWx_IDAC(x) 寄存器（0x03h 至 0x08h）中的数字数确定。这些寄存器确定通过检测电阻器 R_{LIM} 测量的 LED 电流。R_{LIM} 上的电压将与 SWx_IDAC(x) 寄存器（0x03h 至 0x08h）中的电流设置进行比较，并且环路会将电流调节至其设定值。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

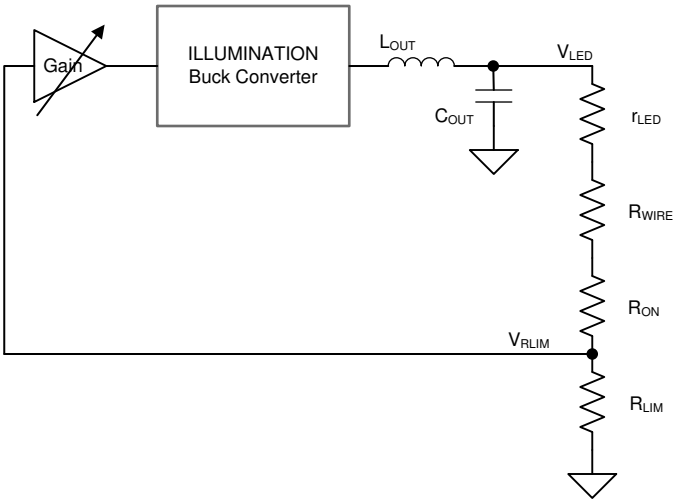


图 6-3. 照明控制环路中的可编程增益块

当电流流过 LED 时，会在 LED 上形成正向电压。LED 也代表 V_{LED} 负载电路中的一个（低）差分电阻。导线电阻 (R_{WIRE}) 和 FET 开关的 R_{ON} 电阻与 R_{LIM} 一起形成一个分压器，成为 ILED 控制环路增益的一个重要因素。在正常条件下，该环路能够产生高达 16A、经过良好调节的 LED 电流。

由于该分压器是控制环路的一部分，因此在设计系统时必须小心。

例如，当两个 LED 串联时，或者当环路中存在相对较高的接线电阻时，环路增益会降低，因为 r_{LED} + R_{WIRE} +R_{ON} 的串联电阻增加会导致额外衰减。因此，环路响应时间会缩短。环路增益设置为默认值，以实现良好的性能，无需进一步调整。

如前所述，接线电阻也会影响控制环路性能。建议防止环路中出现不必要的长导线。为了提高效率，尽可能降低接线电阻是有好处的。如果接线电阻仍影响环路的响应时间，则可以选择适当的增益块设置。连接器电阻和 PCB 引线也是如此。请注意每个毫欧 (mΩ) 都很重要。这些预防措施有助于确保 I_{LED} 电流环路正常运行。

6.3.2.2 LDO 照明

该稳压器专用于照明块并为内部电路提供 5.5V 模拟电源。在 LDO 的输入端使用一个 1μF 电容器，在输出端使用一个 10μF 电容器。

6.3.2.3 照明驱动器 A

DLPA3085 的照明驱动器是一款降压控制器，用于驱动两个外部低欧姆值 N 沟道 FET（图 6-4）。*了解开关模式电源中的降压功率级* (SLVA057) 应用手册中介绍了降压转换器的工作原理。为了确保正常运行，外部元件的选型非常重要，特别是电感器 L_{OUT} 和输出电容器 C_{OUT}。为了获得最佳效率和纹波性能，应选择具有低等效串联电阻 (ESR) 的电感器和电容器。将电容器的额定电压设置为等于或大于应用中电容器上所施加电压的两倍。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

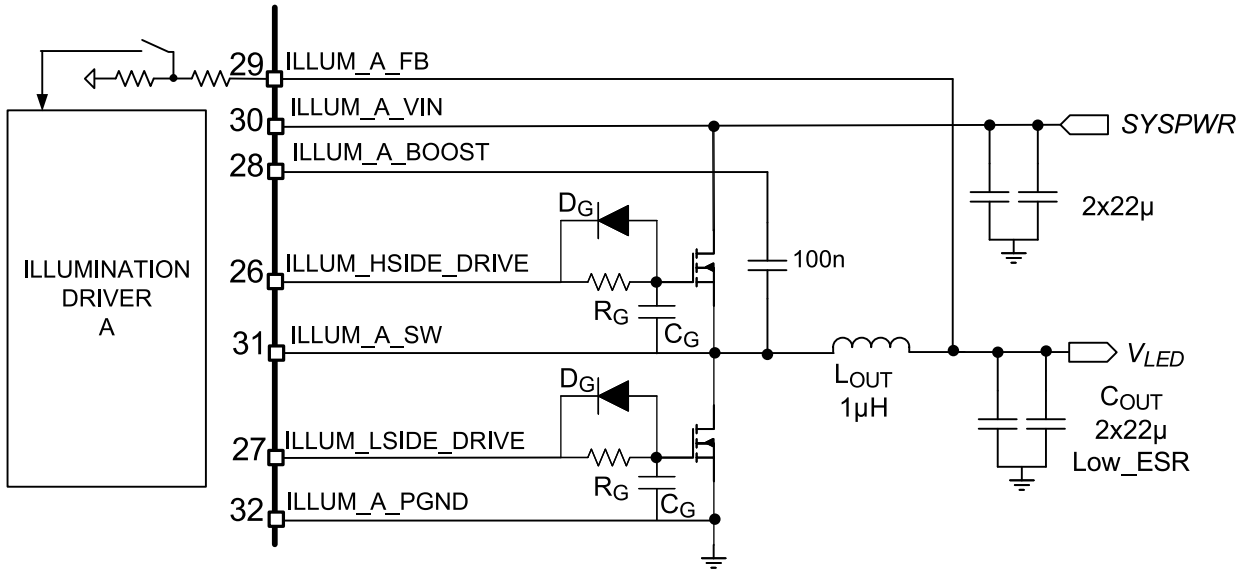


图 6-4. 典型照明驱动器配置

降压转换器的元件选择受到多个因素的影响，例如输入电压 (SYSPWR)、所需输出电压 (V_{LED}) 以及允许的输出电流纹波。配置的第一步是选择电感器 L_{OUT}。

选择降压功率级的电感值时，应确保流入电感器的峰峰值纹波电流保持在特定范围内。在这里，目标是确保电感器电流纹波 k_{I_RIPPLE} 小于 0.3 (30%)。根据输入和输出电压、输出电流、降压转换器的开关频率 (f_{SWITCH}= 600kHz) 以及 0.3 (30%) 的电感器纹波，可以计算出最小电感值：

$$L_{OUT} = \frac{\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \cdot (V_{IN} - V_{OUT})}{k_{I_RIPPLE} \cdot I_{OUT} \cdot f_{SWITCH}} \quad (1)$$

示例：当 V_{IN}= 12V、V_{OUT}= 4.3V 且 I_{OUT}= 16A 时，电感值 L_{OUT} = 1µH。

选择电感器后，就可以确定输出电容器 C_{OUT}。该值基于以下事实计算得出：照明环路的频率补偿是针对 15kHz 的 LC 谐振频率设计的：

$$f_{RES} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L_{OUT} \cdot C_{OUT}}} = 15kHz \quad (2)$$

示例：如果 L_{OUT} = 1µH，C_{OUT} = 110µF。实际值为 2 × 68µF。这里选择了并联连接两个电容器以进一步降低 ESR。

所选的电感器和电容器决定输出电压纹波。产生的输出电压纹波 V_{LED_RIPPLE} 是电感器纹波 k_{I_RIPPLE}、输出电流 I_{OUT}、开关频率 f_{SWITCH} 和电容值 C_{OUT} 的函数。

$$V_{LED_RIPPLE} = \frac{k_{I_RIPPLE} \cdot I_{OUT}}{8 \cdot f_{SWITCH} \cdot C_{OUT}} \quad (3)$$

示例：当 k_{I_RIPPLE}= 0.3、I_{OUT}= 16A、f_{SWITCH}= 600kHz 且 C_{OUT}= 2 x 68µF 时，输出电压纹波 V_{LED_RIPPLE}= 7mVpp

可以看到，这是一个相对较小的纹波。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

强烈建议将电容值保持在较低水平。电容值越大，存储的能量越多。如果 V_{LED} 下降，则需要耗散存储的能量。这可能导致较大的放电电流。当 V_{LED} 从 V_1 降到 V_2，而且 LED 电流为 I_1 时，理论峰值反向电流为：

$$I_{2,MAX} = \sqrt{\frac{C_{OUT}}{L_{OUT}} \times \left(V_1^2 - V_2^2\right) + I_1^2} \quad (4)$$

根据所选的外部 FET，可能需要为每个功率 FET 添加以下三个元件：

- 栅极串联电阻器 (R_G)
- 栅极串联二极管 (D_G)
- 栅极并联电容 (C_G)

建议在电路板设计中包含这些元件的占位符。

栅极串联电阻器可以减缓功率 FET 的开启瞬态。由于需要开关较大的电流，因此快速瞬态意味着可能存在振铃风险。减缓导通瞬态可以减小漏极电流的边沿陡度，进而减少感应电感振铃。几欧姆的电阻通常就足够了。

栅极串联电阻在功率 FET 的关断瞬态中也同样起作用。这可能会对非重叠时序产生负面影响。为了保持功率 FET 的快速关断瞬态，可以在栅极串联电阻上并联一个二极管。二极管的阴极应该朝向 DLPA3085 器件，以实现快速栅极下拉。

根据具体配置和 FET 选择，可能需要的第三个元件是额外的栅源滤波电容。特别是对于较高的电源电压，建议使用此电容。由于存在较大的漏极电压摆幅和漏栅电容，被禁用的功率 FET 的栅极可能会因寄生效应而被拉高。

对于低侧 FET，在电源转换器提供电流的非重叠时间结束时，可能会出现这种情况。在这种情况下，非重叠时间结束时，开关节点为低电平。启用高侧 FET 会将开关节点拉高。由于开关节点边沿又大又陡，电荷会通过低侧 FET 的漏栅电容注入低侧 FET 的栅极。因此，低侧 FET 可能会短时间启用，从而产生击穿电流。

对于高侧 FET，存在两种情况。如果电源转换器正在对 VLED 放电，则电源转换器电流向内流动，因此在非重叠时间结束时，开关节点处于高电平。如果此时启用了低侧 FET，则电荷会通过高侧 FET 电荷的栅漏电容注入高侧 FET 的栅极，这可能会导致该器件短暂导通。这也会导致击穿电流。

为了降低通过漏栅电容注入电荷的影响，可以使用额外的栅源滤波电容。假设栅源电容和栅漏电容之间的分压呈线性，对于 20V 电源电压，栅源电容和栅漏电容之比应该保持在大约 1:10 或更大。建议仔细测试栅极驱动信号和开关节点，以避免可能的跨导问题。

有时会使用双 FET 来分散功率耗散（热量）。为了防止寄生栅极振荡，建议使用如图 6-5 所示的结构。每个栅极都使用 R_{ISO} 进行隔离，以抑制电位振荡。1 欧姆的电阻通常就足够了。

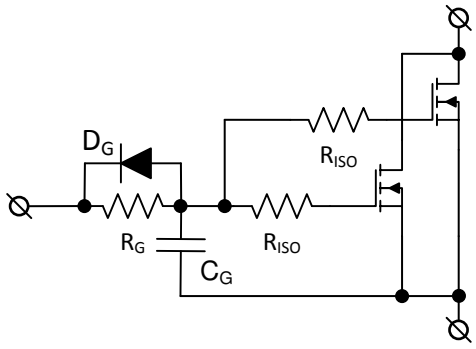


图 6-5. 并联功率 FET 时使用 R_{ISO} 来防止栅极振荡

最后，在降压转换器中还需要选择另外两个元件。输入电容（引脚 ILLUM_A_VIN）的值应等于或大于所选输出电容 C_{OUT}（本例中为 ≥2 × 68µF）。ILLUM_A_SWITCH 和 ILLUM_A_BOOST 之间的电容器是一个电荷泵电容器，用于驱动高侧 FET。建议的值为 100nF。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

6.3.2.4 RGB 频闪解码器

DLPA3085 包含用于依次控制三种颜色 LED（红、绿和蓝）的电路。该电路由三个驱动器组成，用于控制外部开关、实际频闪解码器和 LED 电流控制（图 6-6）。NMOS 开关连接到外部 LED 封装的阴极端子，可以打开和关闭通过 LED 的电流。

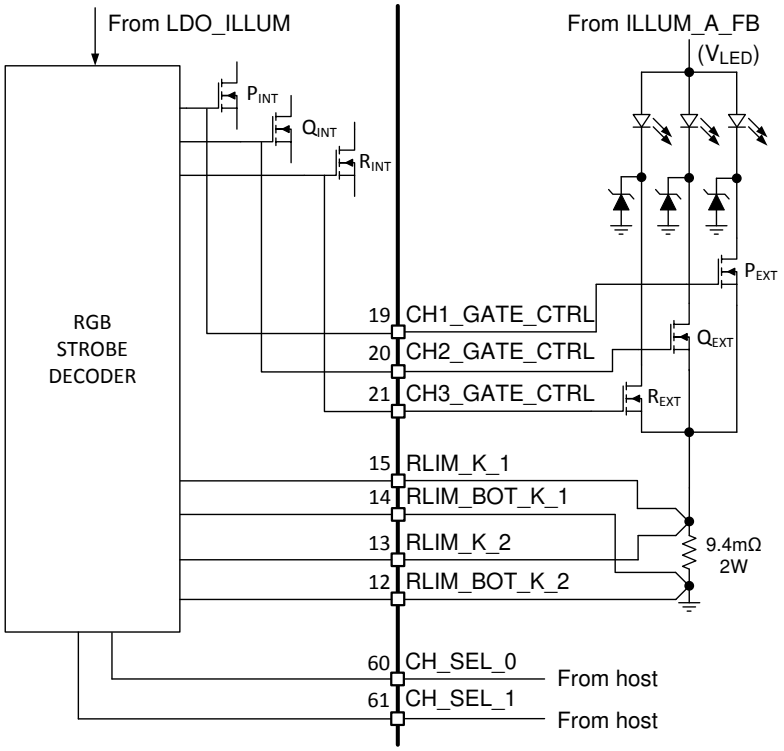


图 6-6. 共阳极 LED 组件的开关连接

NMOS FET 的 P、Q 和 R 由 CH_SEL_0 和 CH_SEL_1 引脚控制。CH_SEL[1] 通常会接收一个循环编码信号，从红色切换到绿色，再到蓝色，然后返回到红色。CH_SEL[0:1] 和对应闭合开关之间的关系如表 6-1 所示。

表 6-1. 共阳极 RGB LED 的开关位置

引脚 CH_SEL[1:0]	SWITCH			IDAC 寄存器
	P	Q	R	
00	开路	开路	开路	不适用
01	闭合	开路	开路	0x03 和 0x04 SW1_IDAC[9:0]
10	开路	闭合	开路	0x05 和 0x06 SW2_IDAC[9:0]
11	开路	开路	闭合	0x07 和 0x08 SW3_IDAC[9:0]

除了启用其中一个开关之外，CH_SEL[1] 还选择用于控制 IDAC 的 10 位电流设置，这个设置用作 LED 的设定电流。此设定电流与通过 R_{LIM} 测量的电流一起将照明驱动器控制在适当的 V_{LED}。通过三个 LED 的电流可由寄存器 SW1_IDAC 至 SW3_IDAC 的 0x03 至 0x08（表 6-1）单独设置。

每个电流电平均可在*关闭*至 $150mV/R_{LIM}$ 之间以 1023 个步长进行设置：

$$\text{Led current(A)} = 0 \text{ for bit value} = 0$$

$$\text{Led current(A)} = \frac{\text{Bit value} + 1}{1024} \cdot \frac{150mV}{R_{LIM}} \text{ for bit value} = 1 \text{ to } 1023 \quad (5)$$

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

因此，对于单个 LED，R_{LIM} = 9.4mΩ 时的最大电流为 16A。

对于两个串联的 LED，最大电流为 32A，因此需要改变 R_{LIM}（例如，R_{LIM} = 4.7mΩ 以支持 32A 的配置）来获得更高的 LED 电流。

为确保正常运行，要求 LED 电流至少为 I_{LED_MAX} 的 5%。

6.3.2.4.1 先断后合 (BBM)

三个 LED NMOS 开关（P、Q 和 R）的切换控制方式是，先将开关返回到断开位置，然后再将开关切换到闭合位置 (BBM)（图 6-7）。断开和闭合开关之间的死区时间通过 BBM 寄存器 控制。已处于闭合位置并将保持闭合状态的开关在 BBM 延迟时间内不会断开。

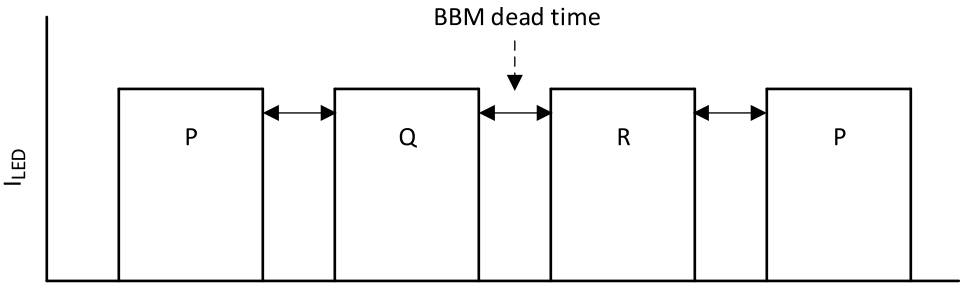


图 6-7. BBM 时序

6.3.2.4.2 开环电压

在一些情况下，LED 降压转换器的控制环路可能不存在。为了防止降压转换器的输出电压“失控”，该环路通过内部阻性分压器来闭合（请参阅图 6-2）。开环电压控制处于活动状态的情况：

- 在 BBM 期间。从一个 LED 转换到另一个 LED 意味着在 BBM 期间，所有 LED 都将关闭。
- 所有三个 LED 的电流设置均为 0。

6.3.2.4.3 瞬态电流限制

通常，绿色和蓝色二极管的正向电压相近（约为 3V 至 5V），但红色二极管的正向电压明显较低（2V 至 4V）。当频闪控制器从绿色或蓝色切换到红色时，这可能导致红色二极管中出现电流尖峰。这是因为 V_{LED} 的初始电压高于驱动红色二极管所需的电压。DLPA3085 为每个开关提供瞬态电流限制，用于限制转换期间 LED 中的电流。瞬态电流限制值通过寄存器 ILLUM_ILIM（0x02，位 [6:3]）进行控制。在典型的应用中，仅红色二极管需要设置该值。ILLUM_ILIM（0x02，位 [6:3]）的值应设置为至少比直流调节电流高 20%。寄存器 ILLUM_SW_ILIM_EN（0x02，位 [2:0]）包含三个位，用于选择哪个开关采用瞬态电流限制特性。图 6-8 中显示了瞬态电流限制对 LED 电流的影响。

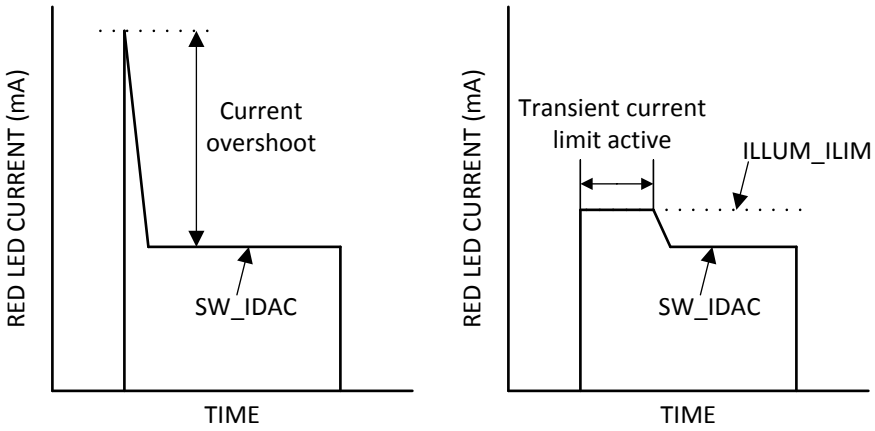


图 6-8. 没有（左）和具有（右）瞬态电流限制时的 LED 电流

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

6.3.2.5 照明监控

为了防止损坏 DLPA3085 和 LED，会持续监测照明模块是否发生系统故障。监测的几种可能故障包括控制环路损坏以及输出电压 V_{LED} 过高或过低。总体照明故障位在主状态寄存器 (0x0C) (ILLUM_FAULT) 中。如果发生以下任何故障，ILLUM_FAULT 位可能会设置为高电平：

- ILLUM_BC1_PG_FAULT
- ILLUM_BC1_OV_FAULT

其中，PG = 电源正常，OV = 过压

6.3.2.5.1 电源正常

照明驱动器具有电源正常指示。驱动器的电源正常状态指示输出电压 (V_{LED}) 是否在定义的窗口内，表明 LED 电流已达到设定点。如果无法控制 LED 电流来达到预期值，则会发生此故障。随后，详细状态寄存器 1 (0x27)中的位 ILLUM_BC1_PG_FAULT/ILLUM_BC2_PG_FAULT 设置为高电平。

6.3.2.5.2 比例式过压保护

DLPA3085 照明驱动器 LED 输出具有开路保护功能。如果未连接任何 LED 并且 DLPA3085 指示为将 LED 电流设置为特定电平，则 LED 电压 (ILLUM_A_FB) 会迅速上升并可能达到 VIN；但是，一旦 V_{LED} 超过预定义电平，OVP 保护电路就会触发。因此，DLPA3085 会关闭，从而防止发生过压。

在给定 V_{LED} 电平的情况下，如果电源电压 (VINA) 变得过低，导致 DLPA3085 无法正常工作，会触发相同的保护电路。该保护电路由一个比较器构成，可检测 LED 电压和 VINA 电源电压。VINA 的一小部分连接到比较器的负输入端，而 V_{LED} 电压的一小部分连接到正输入端。当正输入超过负输入时，就会触发保护电路，并会设置 OVP 故障。VINA 的一小部分必须设置在 1V 到 4V 之间，以确保比较器正常运行。

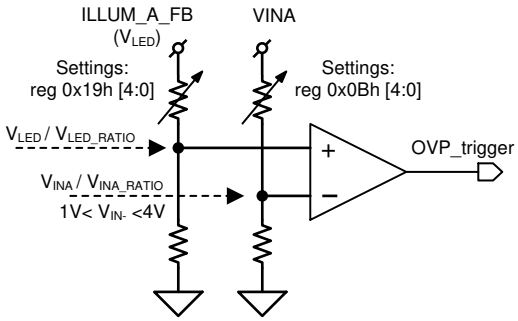


图 6-9. 比例式 OVP

通常，发生以下情况时，会设置 OVP 故障：

$$V_{LED}/V_{LED_RATIO} \geqslant V_{INA}/V_{INA_RATIO}$$

也就是在以下情况下：

$$V_{LED} \geqslant V_{INA} \times V_{LED_RATIO}/V_{INA_RATIO}。$$

6.3.2.6 照明驱动器和功率 FET 效率

图 6-10 概述了输入电压为 12V 时照明驱动器和功率 FET 的效率。外部元件（图 6-4）：高侧 FET (L) CDS17506Q5A、低侧 FET (M) CDS17501Q5A、L_{OUT} = 2 × 2.2µH 并联且 C_{OUT} = 88µF。这里显示了多个输出电压电平 (V_{LED}) 下效率与输出电流间的关系。

图 6-11 展示了输出电流为 16A 时，在各种输出电压电平 (V_{LED}) 下效率与输入电压 ($V_{ILLUM_A_VIN}$) 间的关系。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

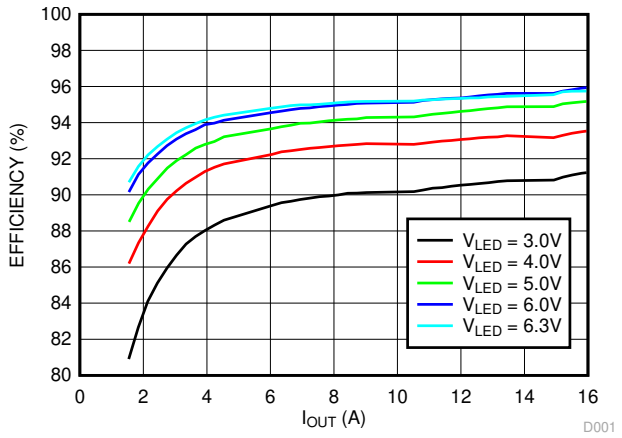


图 6-10. 照明驱动器和功率 FET 效率 ($V_{ILLUM_A_IN}$= 12V)

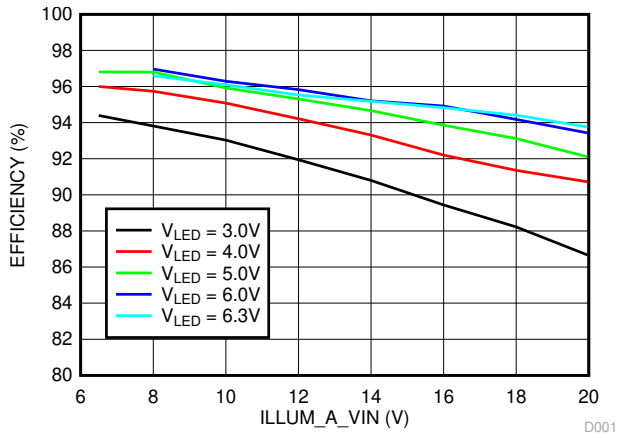


图 6-11. 照明驱动器和功率 FET 效率与 $V_{ILLUM_A_IN}$ 间的关系 (I_{OUT} = 16A)

6.3.3 外部功率 FET 选择

DLPA3085 需要五个外部 N 型功率 FET 才能正常运行。照明降压转换器部分需要两个功率 FET（图 7-3 中的 FET L_{EXT} 和 M_{EXT}），而 LED 选择开关需要三个功率 FET（图 7-3 中的 FET P_{EXT}、Q_{EXT} 和 R_{EXT}）。本节讨论了这些 FET 的选择标准：

- 阈值电压
- 栅极电荷和栅极时序
- $R_{DS(ON)}$

6.3.3.1 阈值电压

DLPA3085 具有五个驱动输出，分别对应五个功率 FET。这些输出的信号摆幅约为 5V。因此，应选择在栅源电压为 5V 时能完全导通的 FET。对于三个 LED 选择输出 (CHx_GATE_CTRL) 和低侧驱动 (ILLUM_LSIDE_DRIVE)，驱动信号以地为基准。对于 ILLUM_HSIDE_DRIVE 输出，信号摆幅以转换器的开关节点 ILLUM_A_SW 为基准。所有五个功率 FET 都应该是 N 型。

6.3.3.2 栅极电荷和栅极时序

对于功率 FET，一个典型参数是导通或关断 FET 所需的总栅极电荷。选择照明降压转换器 FET 时，其总栅极电荷主要与栅源上升时间和下降时间有关。为确保正常运行，栅源上升时间和下降时间的最大值约为 20ns 至 30ns。假设典型的高侧驱动器上拉电阻约为 5Ω，则可以使用 4nF 至 6nF 的等效最大栅极电容。由于栅源摆幅约为 5V，建议总导通和关断栅极电荷最大值为 20nC 至 30nC。

DPLA3085 具有内置的非重叠时序功能，可防止照明降压转换器的高侧和低侧 FET 同时导通。典型的非重叠时序约为 35ns。在大多数应用中，这应该能够提供足够的裕度。除了这种非重叠时序外，DLPA3085 还会测量外部 FET 的栅源电压，以确定 FET 实际上处于导通还是关断状态。此测量在 DLPA3085 的引脚处进行。对于低侧 FET，该测量在 ILLUM_LSIDE_DRIVE 和 ILLUM_A_GND 之间进行。类似地，对于高侧 FET，栅源电压在 ILLUM_HSIDE_DRIVE 和 ILLUM_A_SW 之间进行测量。这些测量节点的位置意味着，始终不应在 DLPA3085 和降压转换器的外部功率 FET 之间插入任何额外的驱动器或电路。插入电路（延迟）可能会导致 FET 的导通关断检测出错并导致击穿电流。这些击穿电流会对效率产生负面影响，更严重的是可能会损坏功率 FET。

对于 LED 选择开关，在栅极电荷或时序方面不存在特定的选择标准。这是因为 LED 选择信号的时序在微秒范围而不是纳秒范围内。

6.3.3.3 $R_{DS(ON)}$

选择 FET 时，需要考虑与其漏源导通电阻 $R_{DS(ON)}$ 相关的两个方面。首先，对于照明降压转换器的高侧 FET，$R_{DS(ON)}$ 是过流检测中的一个因素。其次，对于其他四个 FET，功率耗散是选择 FET $R_{DS(ON)}$ 时的一个重要因素。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

为了检测过流情况，DLPA3085 会在高侧 FET 导通时测量其漏源压降。当达到阈值 V_{DC-Th} = 185mV（典型值）时，过流检测电路会触发并关闭高侧 FET。因此，触发此过流检测的实际电流 I_{OC} 如下所示：

$$I_{OC} = \frac{V_{DC-Th}}{R_{DS(ON)}} = \frac{185\ mV}{R_{DS(ON)}} \quad (6)$$

备注

从 FET 数据表中获取高温条件下的 $R_{DS(ON)}$；也就是说，在过流时，FET 可能会变得很烫。

例如，CSD17510Q5A NexFET 在 125°C 时的 $R_{DS(ON)}$ 为 7mΩ。使用此 FET 时，过流水平为 26A。对于 16A 应用，该 FET 是一个不错的选择。

对于低侧 FET 和三个 LED 选择 FET，$R_{DS(ON)}$ 的选择主要取决于传导损耗引起的功率损耗。这些 FET 的功耗由下式给出：

$$P_{DISS} = \int_{t} I_{DS}^{2}(t) R_{DS(ON)} \quad (7)$$

I_{DS} 是流经相应 FET 的电流。$R_{DS(ON)}$ 越小，功耗越低。例如，CSD17501Q5A 具有 $R_{DS(ON)}$ = 3mΩ。假设将该 FET 用作 LED 选择开关，在漏源电流为 16A 且占空比为 25% 的情况下，该 FET 的功耗约为 0.2W。

6.3.4 DMD 电源

该模块包含 DMD 和 DLPC 所需的所有电源（图 6-12）。该模块包含：

- LDO_DMD：用于内部电源
- DMD_HV：稳压器生成高压电源
- 两个降压转换器：用于提供 DLPC/DMD 电压

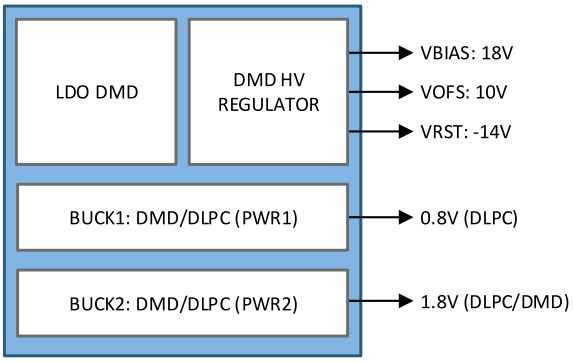


图 6-12. DMD 电源模块

DMD 电源模块旨在与 DMD 和相关 DLPC 配合使用。DMD 具有其独特的电源电压要求。除了三个高电压外，DMD 和相关的 DLPC（例如 DLPC84xx 系列）还需要两个电源。这些电源由两个降压转换器组成。

6.3.4.1 LDO DMD

该稳压器专用于 DMD 电源块并为内部电路提供 5.5V 的模拟电源电压。在 LDO 的输入端并联一个 1μF 电容器和一个 10μF 电容器，在输出端使用一个 10μF 电容器。确保电容器的额定电压等于或大于应用中电容器上所施加电压的两倍。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

6.3.4.2 DMD 高压稳压器

DMD 高压稳压器产生三个高压电源：DMD_VRESET、DMD_VBIAS 和 DMD_VOFFSET（图 6-13）。DMD 高压稳压器使用一个开关稳压器（开关 A-D），其中电感器在所有三个电源之间进行时间共享。该电感器会充电至特定的电流值（电流限制），然后放电至三个电源中的一个。如果不是所有电源都需要充电，则可用的时间将平均分配给那些需要充电的电源。对于 V_{RST} 和 V_{OFS}，建议的电容值为 1μF，对 V_{BIAS}，建议值为 470nF。电感值为 10μH。

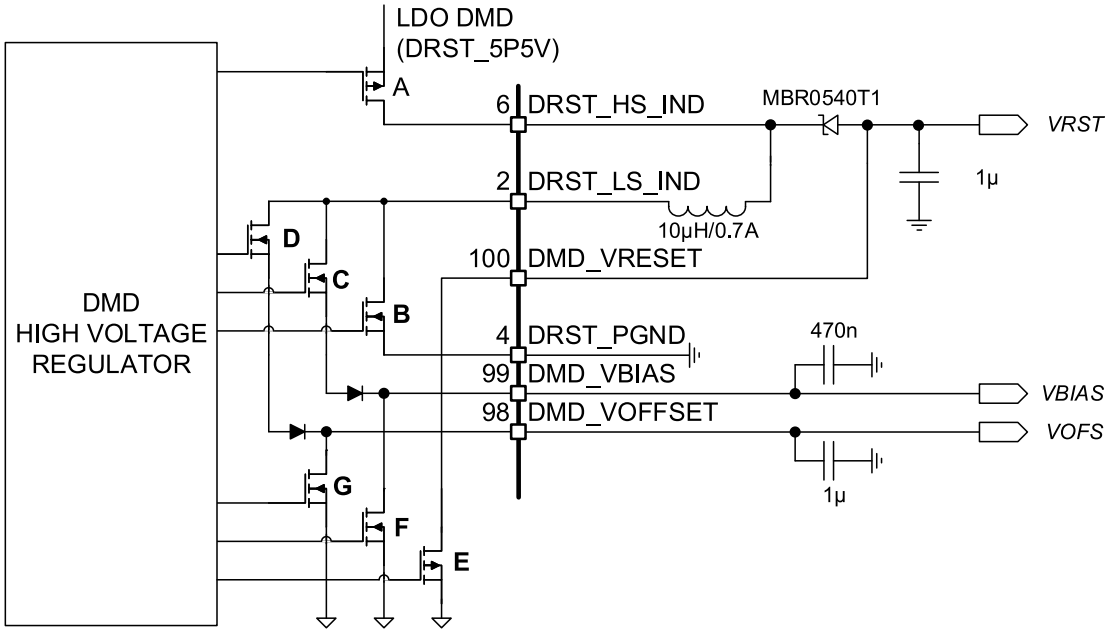


图 6-13. DMD 高压稳压器

6.3.4.3 DMD/DLPC 降压转换器

两个 DMD 降压转换器分别为 DMD 和 DLPC 生成电源电压。所用 DMD 和 DLPC 的电压值，例如：

- DMD+DLPC84xx：0.8V (DLPC) 和 1.8V (DLPC/DMD)

这些降压转换器的拓扑与本文档后面讨论的通用降压转换器相同。如何配置电感器和电容器将在 *节 6.3.5* 中讨论。

在典型配置中，电感器为 3.3μH，输出电容器为 2 × 22μF。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

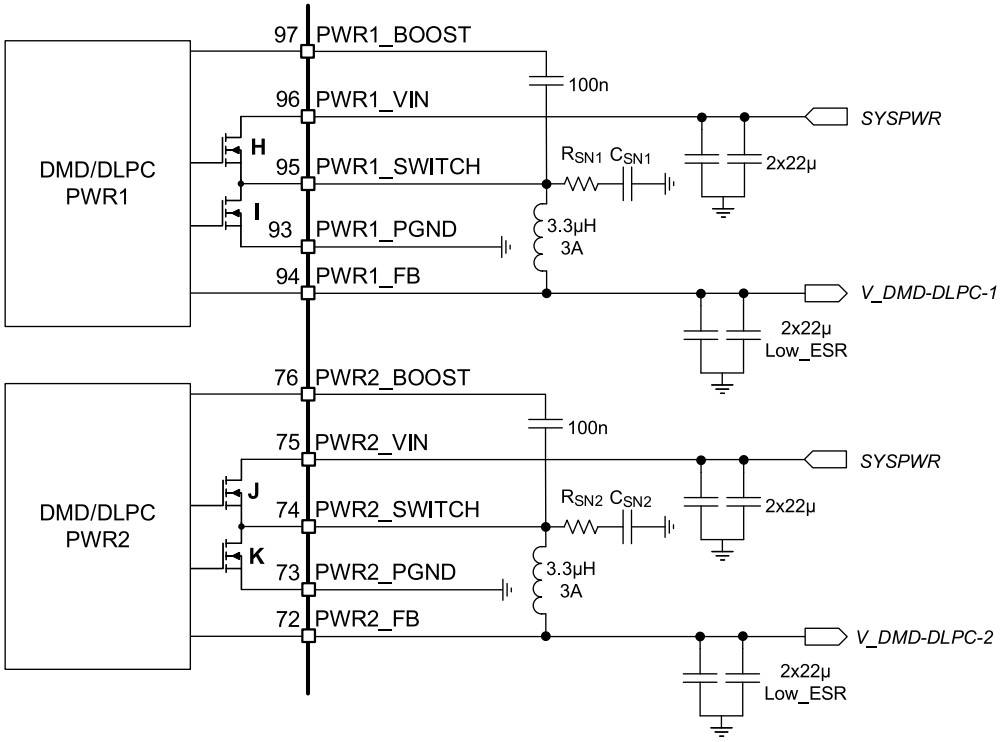


图 6-14. DMD/DLPC 降压转换器

6.3.4.4 DMD 监测

为了防止损坏 DLPA3085 和 DMD，会持续监测 DMD 块是否发生故障。系统会监测多种可能的故障，以确保 DMD 电压正常。可能的故障包括控制环路故障、转换器输出电压过高或过低。总体 DMD 故障位在主状态寄存器 (0x0C) 的 DMD_FAULT 中。如果发生 表 6-2 中的任何故障，DMD_FAULT 位将设置为高电平。

表 6-2. DMD 故障指示

电源正常		
块	**寄存器位**	**阈值**
HV 稳压器	DMD_PG_FAULT	DMD_VRESET：90%， DMD_VOFFSET 和 DMD_VBIAS：86% 上升，66% 下降
PWR1	BUCK_DMD1_PG_FAULT	比率：72%
PWR2	BUCK_DMD2_PG_FAULT	比率：72%
PWR3 (LDO_2)	LDO_GP2_PG_FAULT/ LDO_DMD1_PG_ FAULT	80% 上升，60% 下降
PWR4 (LDO_1)	LDO_GP1_PG_FAULT/ LDO_DMD1_PG_ FAULT	80% 上升，60% 下降
过压		
块	**寄存器位**	**阈值** (V)
PWR1	BUCK_DMD1_OV_FAULT	比率：120%
PWR2	BUCK_DMD2_OV_FAULT	比率：120%
PWR3 (LDO_2)	LDO_GP2_OV_FAULT/ LDO_DMD1_OV_FAULT	7
PWR4 (LDO_1)	LDO_GP1_OV_FAULT/ LDO_DMD1_OV_FAULT	7

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

6.3.4.4.1 电源正常

DMD 高压稳压器、DMD 降压转换器、辅助 LDO 和支持高压稳压器的 LDO DMD 都有电源正常指示。

DMD 高压稳压器会被持续监测，以检查输出电源轨 DMD_VRESET、DMD_VOFFSET 和 DMD_VBIAS 是否在稳压范围内。如果任一输出轨降至稳压范围之外（例如，由于输出短路或过载），则详细状态寄存器 3 (0x29) 中的 DMD_PG_FAULT 位会置位。DMD_VRESET 的阈值为 90%，DMD_VOFFSET/DMD_VBIAS 的阈值为 86%（上升沿）和 66%（下降沿）。

两个 DMD 降压转换器的电源正常信号指示其输出电压（PWR1_FB 和 PWR2_FB）是否在定义的窗口内。相对电源正常比率为 72%。这意味着，如果输出电压低于设定输出电压的 72%，则电源正常位被置为有效。电源正常位位于详细状态寄存器 3 (0x29) 的位 BUCK_DMD1_PG_FAULT 和 BUCK_DMD2_PG_FAULT 中。

LDO_1 和 LDO_2 输出电压也受到监控。当 LDO 的电源正常故障被置为有效时，则表示 LDO 电压低于其预期值的 80%（上升沿）或 60%（下降沿）。LDO 的电源正常指示位于详细状态寄存器 3 (0x29) 位 LDO_GP1_PG_FAULT/LDO_DMD1_PG_FAULT 和 LDO_GP2_PG_FAULT/LDO_DMD2_PG_FAULT 中。

6.3.4.4.2 过压故障

当输出电压超过预定义的阈值时，会发生过压故障。此设计会指示 DMD 降压转换器、辅助 LDO 以及支持 DMD 高压稳压器的 LDO DMD 的过压故障。当 LDO_1 和 LDO_2 用作通用 LDO 时，这两个 LDO 的过压故障不影响整体的 DMD_FAULT。表 6-2 概述了可能的 DMD 过压故障及其阈值水平。

6.3.5 降压转换器

DLPA3085 包含一个通用降压转换器和一个辅助 LDO (LDO_BUCK)。可编程 8 位降压转换器可以生成 1V 至 5V 的电压，输出电流限制为 3A。当前支持通用 buck2 (PWR6)。图 6-15 中展示了一个降压转换器和 LDO_BUCK。

前面节 6.3.4 中讨论的两个 DMD/DLPC 降压转换器具有与该降压转换器相同的架构，并可以采用相同的方式进行配置。

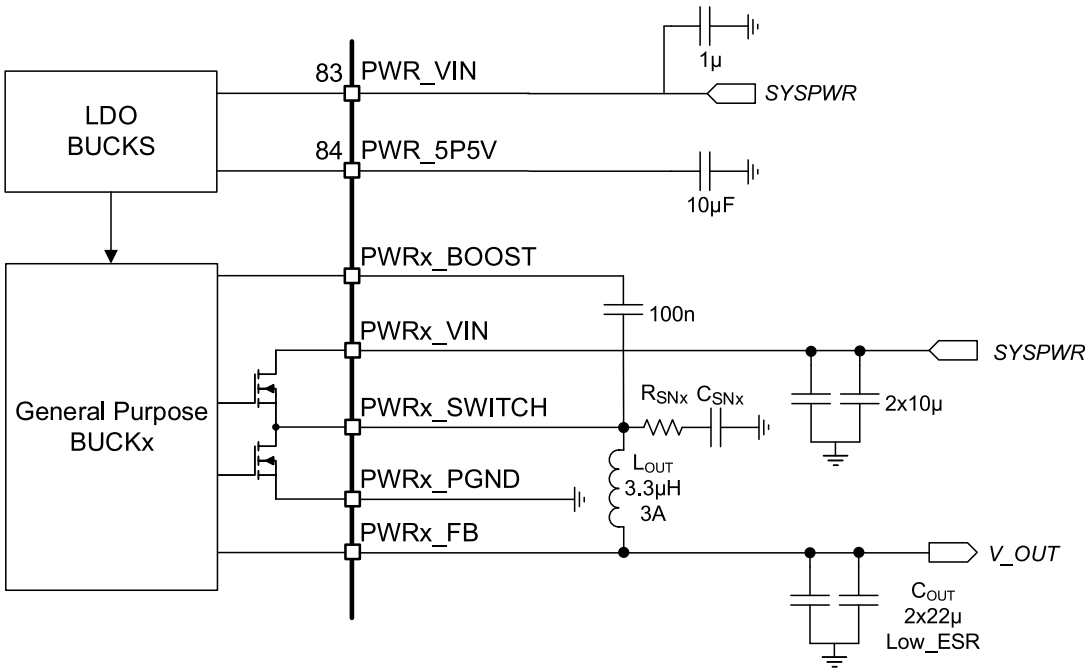


图 6-15. 降压转换器

6.3.5.1 LDO 降压稳压器

该稳压器支持通用降压转换器和两个 DMD/DLPC 降压转换器，并为内部电路提供 5.5V 的模拟电压。在 LDO 的输入端使用一个 1µF 电容器，在输出端使用一个 10µF 电容器。

6.3.5.2 通用降压转换器

该降压转换器用于通用用途（图 6-15）。该转换器可以通过使能寄存器 (0x01) 来启用或禁用：BUCK_GP2_EN。

通用 buck2 (PWR6) 的电流能力为 2A。

该降压转换器可在两种开关模式下工作：正常模式（开关频率为 600kHz）和跳跃模式。跳跃模式旨在提高轻负载效率。当输出电流从重负载状态降低时，电感器电流也会减小，最终纹波谷达到零电平，这是连续导通和不连续导通模式的边界。检测到电感器电流为零时，整流 MOSFET 会关断。随着负载电流进一步降低，转换器会进入不连续导通模式。导通时间几乎与连续导通模式时相同，并且由于负载电流相比参考电压的水平更低，输出电容器放电需要更长时间。

6.3.5.3 降压转换器监控

为了防止损坏 DLPA3085 和外设，会持续监控降压转换器模块是否发生系统故障。监测几种可能的故障包括输出电压过高或过低情况。表 6-3 中总结了可能的故障。

表 6-3. 降压转换器故障指示

电源正常		
块	**寄存器位**	**阈值（上升沿）**
Gen.Buck2	BUCK_GP2_PG_FAULT	比率 72%
过压		
Gen.Buck2	BUCK_GP2_OV_FAULT	比率 120%

6.3.5.3.1 电源正常

降压转换器以及辅助 LDO_BUCK 具有电源正常指示。降压转换器具有单独的指示。

降压转换器的电源正常状态指示其输出电压 (PWR6_FB) 是否在定义的窗口内。相对电源正常比率为 72%。这意味着，如果输出电压低于设定电压的 72%，则 PG_fault 位设置为高电平。降压转换器的电源正常位位于详细状态寄存器 1 (0x27) 的以下位中：

- BUCK_GP2_PG_FAULT（对于 BUCK2 (PWR6)）

6.3.5.3.2 过压故障

当输出电压超过预定义的阈值时，会发生过压故障。此设计会指示降压转换器和 LDO_BUCK 的过压故障。如果 LDO 电压高于 7.2V，则 LDO_BUCK 的过压故障将被置位。通用降压转换器的过压为设定值的 120%，并可通过详细状态寄存器 2 (0x28) 位 BUCK_GP2_OV_FAULT 来读取。

6.3.5.4 降压转换器效率

图 6-16 显示了输入电压为 12V 时降压转换器的效率概述。所示效率为多个输出电压电平条件下随负载电流变化的情况。

图 6-17 展示了负载电流 (I_{OUT}) 为 1A 时不同输出电压电平 (V_{OUT}) 下降压转换器效率与输入电压 (V_{IN}) 间的关系。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

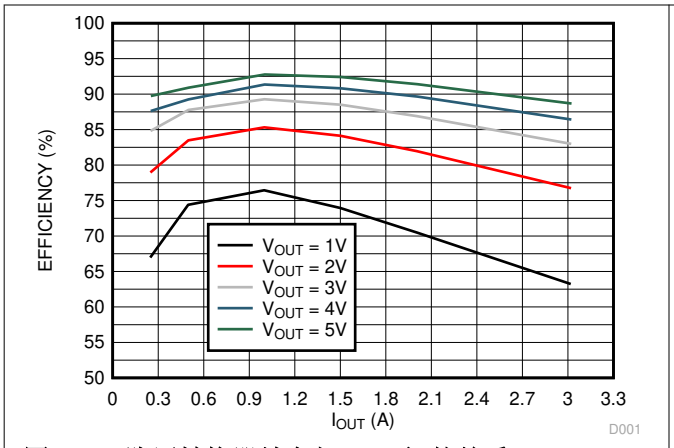


图 6-16. 降压转换器效率与 I_{OUT} 间的关系 (V_{IN} = 12V)

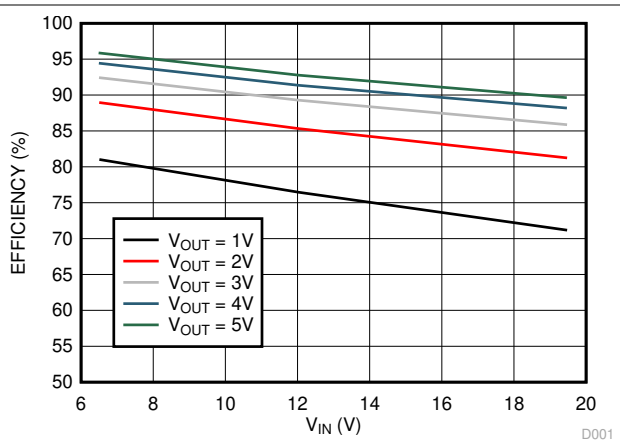


图 6-17. 降压转换器效率与 V_{IN} 间的关系 (I_{OUT} = 1A)

原理图

6.3.6 辅助 LDO

LDO_1 和 LDO_2 是两个辅助 LDO，可供其他外部应用使用。所有其他 LDO 仅供内部使用，不应连接负载。LDO_1 (PWR4) 是 3.3V 的固定电压，而 LDO_2 (PWR3) 是 2.5V 的固定电压。两个 LDO 都能提供 200mA。

6.3.7 测量系统

测量系统（图 6-18）设计用于检测内部和外部节点，并通过实现的 AFE 比较器将它们转换为数字信号。该比较器的参考信号 ACMPR_REF 是来自 DLPC 的低通滤波 PWM 信号。为了能够处理广泛的输入信号，系统中添加了一个具有三种增益设置（1x、9.5x 和 18x）的可变增益放大器 (VGA)。VGA 的最大输入电压为 1.5V。但是，部分内部电压太大，无法由 VGA 进行处理，需要先进行分压处理。

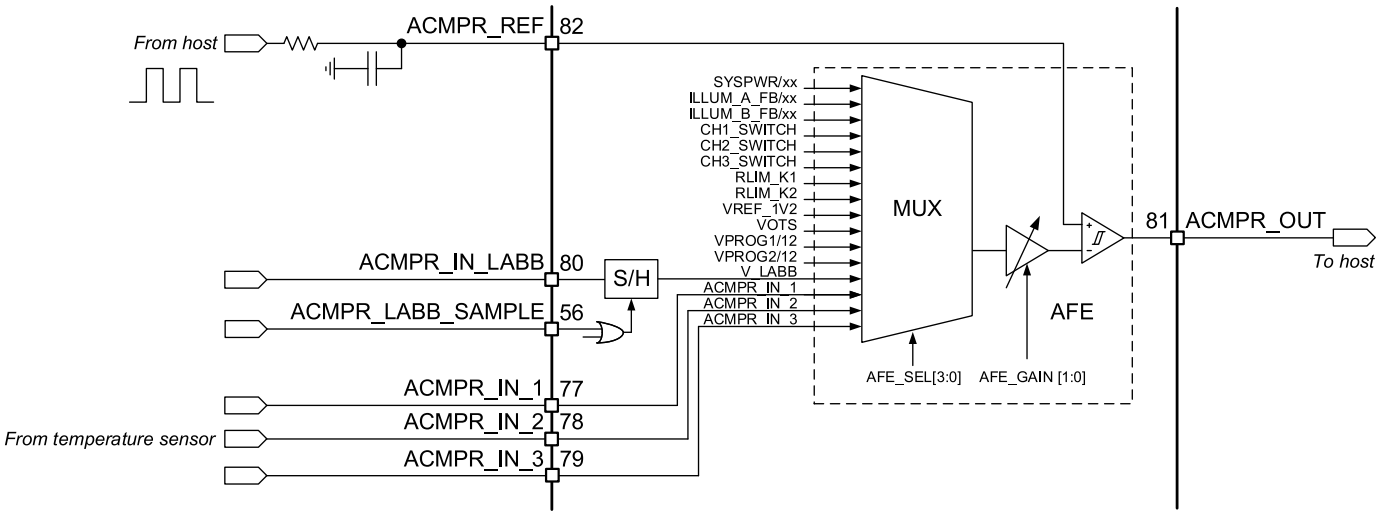


图 6-18. 测量系统原理图

可以通过选择多路复用器的 SYSPWR/xx 输入来测量系统输入电压 SYSPWR。在向多路复用器提供系统输入电压之前，需要对该电压进行分压。这是因为可变增益放大器 (VGA) 能够处理高达 1.5V 的电压，而系统电压可以达到 20V。分压是在 DLPA3085 内部完成的。分压因子选择（VIN 分压因子）与照明驱动器的 AUTO_LED_TURN_OFF 功能相关联。

LED 电压可以通过分别测量 LED 的共阳极和每个 LED 的阴极来监测。LED 阳极电压 (V_{LED}) 通过检测照明驱动器的反馈引脚 (ILLUM_A_FB) 来进行测量。与 SYSPWR 一样，LED 阳极电压在馈送到多路复用器之前需要进行分

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

压。分压因子与照明驱动器的过压故障电平相关联。阴极电压 CH1,2,3_SWITCH 直接馈送到多路复用器，无需分压因子。

LED 电流可以通过了解检测电阻器 R_{LIM} 的值和该电阻器上的电压来确定。检测电阻器顶部的电压可通过多路复用器输入 RLIM_K1 进行测量。该电阻器的底部连接至 GND。

VOTS 连接到片上温度传感器。这个电压用于测量芯片的结温：温度 (°C) = 300 × VOTS (V) – 270。

LABB 是一种功能，指的是局部区域亮度增强。LABB 会局部增加亮度，同时保持良好的对比度和饱和度。此功能所需的传感器应连接到引脚 ACMPR_IN_LABB。

ACMPR_IN_1,2,3 可以测量来自温度传感器等的外部信号。确保输入端的电压不超过 1.5V。

6.4 器件功能模式

表 6-4. 运行模式

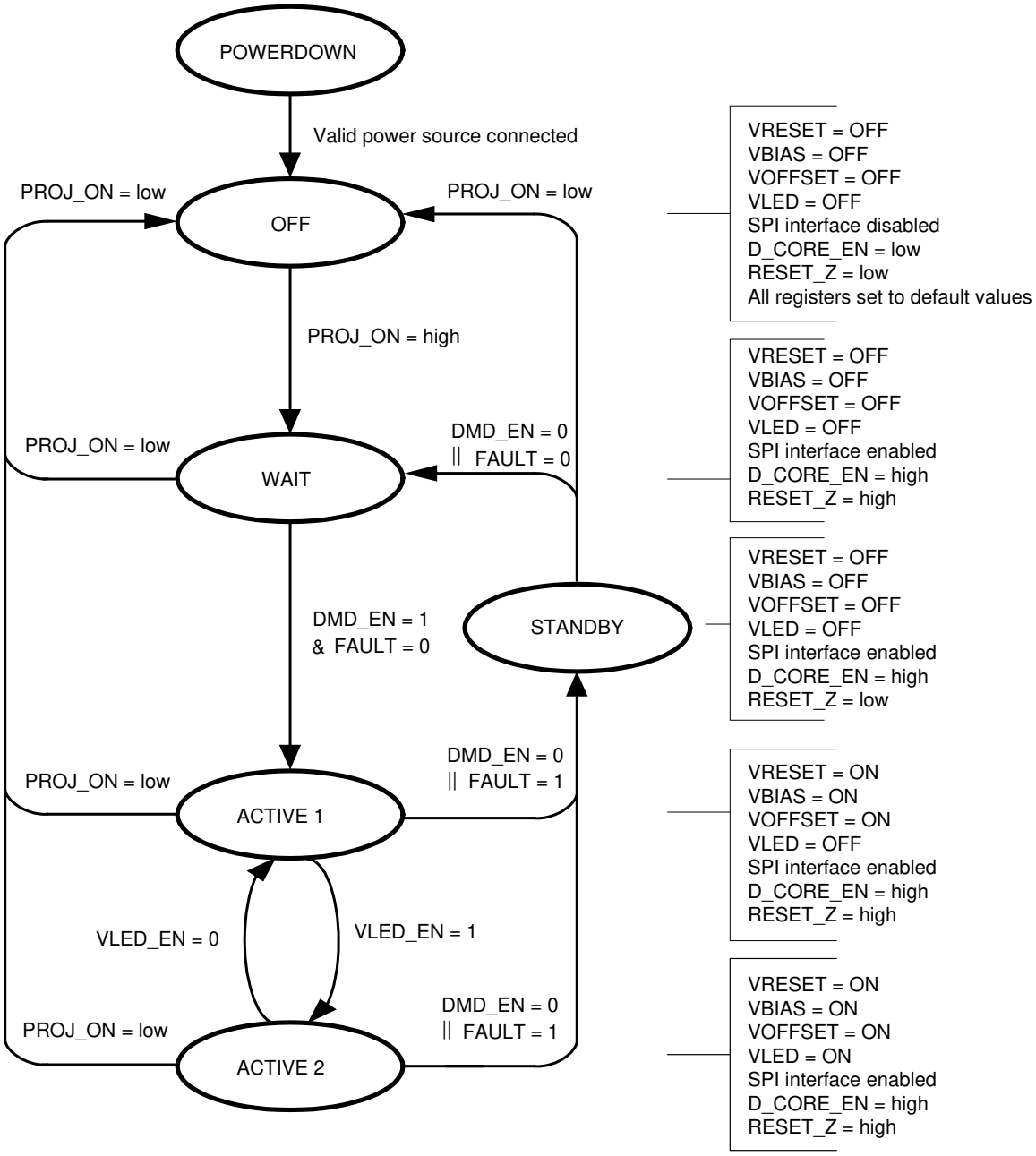
模式	说明
OFF	这是最低功耗运行模式。所有电源功能均关闭，寄存器已恢复到其默认值，并且 IC 不再响应 SPI 命令。RESET_Z 引脚被拉低。只要 PROJ_ON 引脚为低电平，IC 就会进入 OFF 模式。
WAIT	DMD 稳压器和 LED 电源 (V_{LED}) 已关闭，但 IC 仍会响应 SPI。只要 PROJ_ON 设置为高电平，DMD_EN(1) 位设置为 0 或故障得到解决，器件就会进入 WAIT 模式。
STANDBY	当检测到故障情况时，器件也会进入 STANDBY 模式(2)。（请参阅节 6.5.2。）一旦故障情况得到解决，便会进入 WAIT 模式。
ACTIVE1	DMD 电源会启用，但 LED 电源 (V_{LED}) 会禁用。PROJ_ON 引脚必须为高电平，DMD_EN 位必须设置为 1，并且 ILLUM_EN(3) 位必须设置为 0。
ACTIVE2	DMD 电源和 LED 电源均启用。PROJ_ON 引脚必须为高电平，并且 DMD_EN 和 ILLUM_EN 位必须都设置为 1。

(1) 可以通过使能寄存器的 DMD_EN 位来完成设置。
(2) 电源正常故障、过压、过热关断和欠压锁定。
(3) 可以通过使能寄存器的 ILLUM_EN 位来完成设置。

表 6-5. 控制引脚状态与器件状态间的关系

PROJ_ON 引脚	状态
低电平	OFF
高电平	WAIT STANDBY ACTIVE1 ACTIVE2 （器件状态取决于 DMD_EN 和 ILLUM_EN 位以及是否存在任何故障情况。）

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated



A. || = 或，& = 与
B. FAULT = 任何电源欠压、热关断或 UVLO 检测
C. 如图所示，UVLO 检测会导致 DLPA3085 进入待机状态。这不是最低功耗状态。如果需要更低的功耗，则应将 PROJ_ON 设置为低电平。
D. DMD_EN 寄存器位可以通过 SPI 写入进行复位或设置。当 PROJ_ON 从低电平变为高电平时，DMD_EN 默认为 0，然后 DLPC ASIC 软件会自动将其设置为 1。此外，FAULT = 1 会导致 DMD_EN 寄存器位复位。
E. D_CORE_EN 是 DLPA3085 内部的信号。此信号用于启动 VCORE 稳压器。

图 6-19. 状态图

6.5 编程

本节讨论 DLPA3085 的串行协议接口 (SPI) 以及中断处理、器件关断和寄存器保护。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

6.5.1 SPI

DLPA3085 提供一个 4 线 SPI 端口，该端口支持两种 SPI 时钟频率模式：0MHz 至 36MHz 以及 20MHz 至 40MHz。时钟频率模式可在寄存器 (DIG_SPI_FAST_SEL) 中设置。该接口支持读取和写入操作。SPI_SS_Z 输入用作 SPI 端口的低电平有效芯片选择。必须将 SPI_SS_Z 输入强制为低电平，才能对寄存器进行写入或读取。当 SPI_SS_Z 被强制为高电平时，SPI_MOSI 输入端的数据被忽略，SPI_MISO 输出被强制为高阻抗状态。SPI_MOSI 输入用作端口的串行数据输入；SPI_MISO 输出用作串行数据输出。SPI_CLK 输入同时用作输入和输出数据的串行数据时钟。SPI_MOSI 输入端的数据在 SPI_CLK 的上升沿锁存，而在 SPI_CLK 的下降沿在 SPI_MISO 输出端按时钟输出。图 6-20 阐述了 SPI 端口协议。字节 0 被称为命令字节，其中最高有效位是写入/非读取位。对于 W/nR 位，1 表示写入操作，而 0 表示读取操作。命令字节的剩余 7 位是写入或读取操作所指向的寄存器地址。SPI 端口支持通过自动递增模式实现对多个连续寄存器地址的写入和读取操作。如图 6-20 所示，只需在多个数据字节内将 SPI_SS_Z 输入保持为低电平，即可调用自动递增模式。在传输每个数据字节后，寄存器地址会自动从命令字节指定的地址开始递增。到达地址 0x7Fh 后，地址指针会跳回 0x00h。

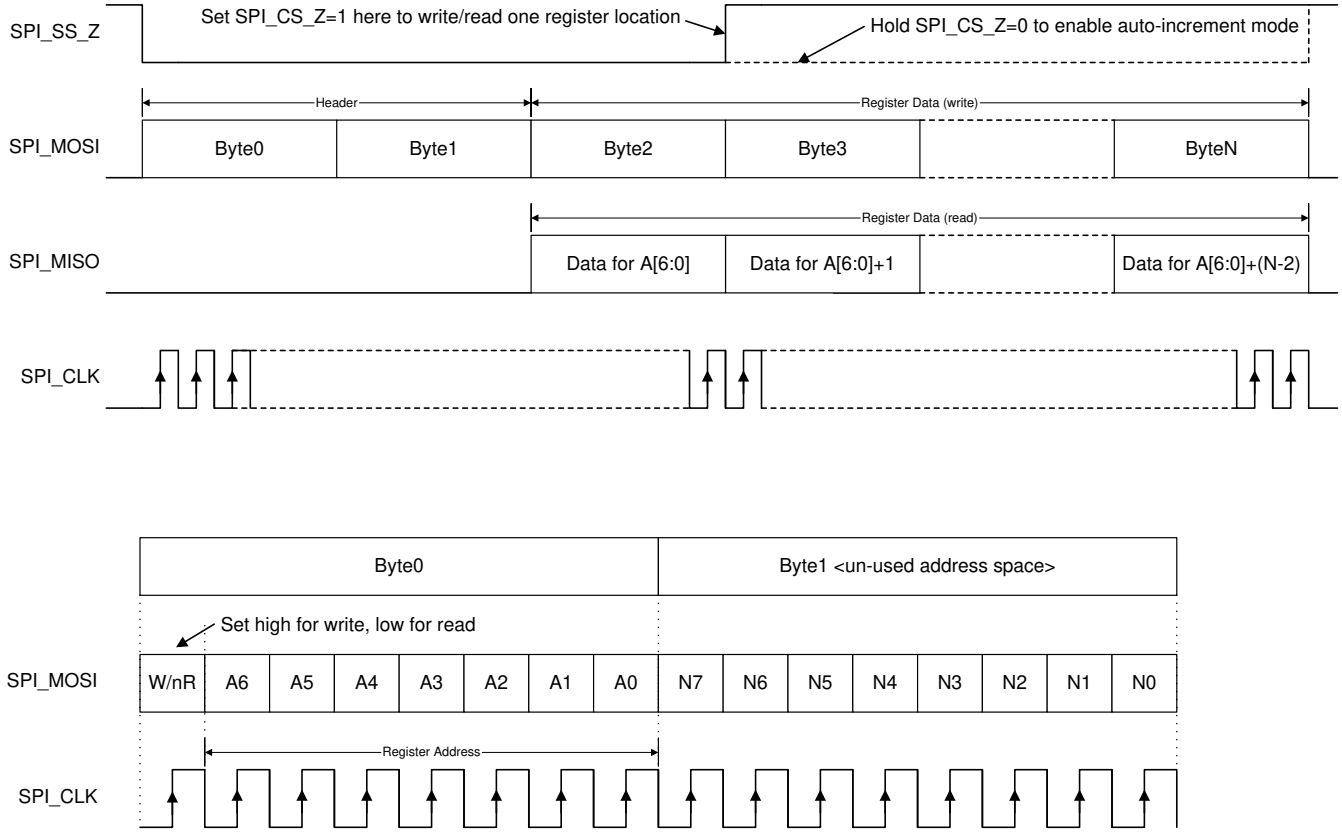


图 6-20. SPI 协议

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

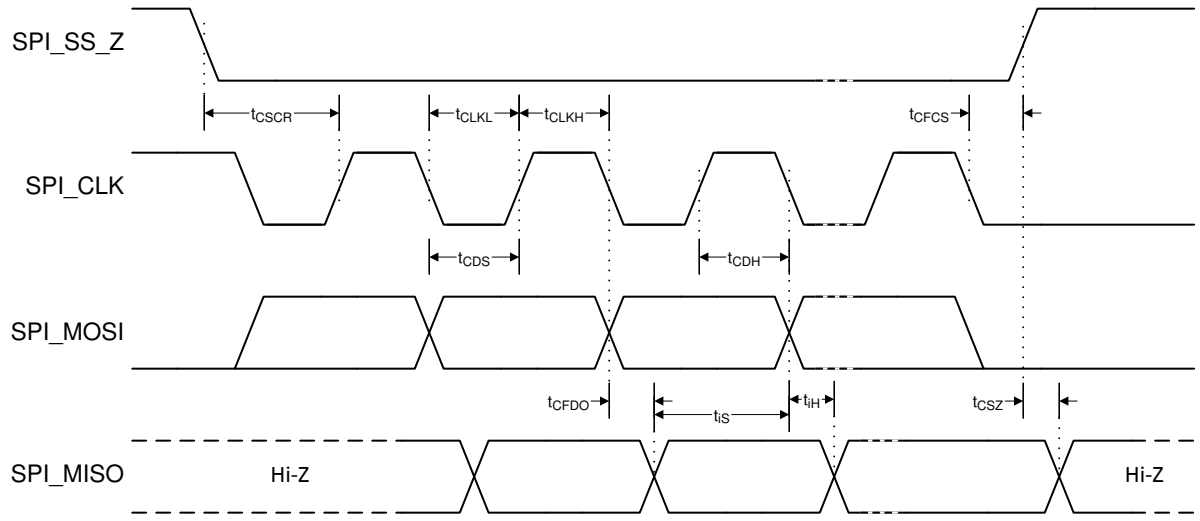


图 6-21. SPI 时序图

6.5.2 中断

DLPA3085 能够标记系统中的多种故障，例如过热、电源正常和过压故障。如果发生特定的故障情况，表 6-6 中的一个或多个位将被置位。主状态寄存器 (0x0C) 中的某个位置位会触发中断事件，从而拉低 INT_Z 引脚。通过设置中断屏蔽寄存器 (0x0D) 中相应的 MASK 位，可以屏蔽中断。设置 MASK 位可防止在特定故障条件下将 INT_Z 拉至低电平。高级别故障可在主状态寄存器 (0x0C) 中读取，而低级别故障可在详细状态寄存器 1 (0x27) 至详细状态寄存器 4 (0x2A) 中读取。表 6-6 概述了各种故障及其关联情况。

表 6-6. 中断寄存器

高级别	中级别	低级别
SUPPLY_FAULT	DMD_FAULT	DMD_PG_FAULT
		BUCK_DMD1_PG_FAULT
		BUCK_DMD1_OV_FAULT
		BUCK_DMD2_PG_FAULT
		BUCK_DMD2_OV_FAULT
		LDO_GP1_PG_FAULT/LDO_DMD1_PG_FAULT
		LDO_GP1_OV_FAULT/LDO_DMD1_OV_FAULT
		LDO_GP2_PG_FAULT/LDO_DMD2_PG_FAULT
		LDO_GP2_OV_FAULT/LDO_DMD2_OV_FAULT
	BUCK_GP2_PG_FAULT	
	BUCK_GP2_OV_FAULT	
ILLUM_FAULT	ILLUM_BC1_PG_FAULT	
	ILLUM_BC1_OV_FAULT	
	ILLUM_BC2_PG_FAULT	
	ILLUM_BC2_OV_FAULT	
PROJ_ON_INT		
TS_SHUT		
TS_WARN		

6.5.3 在发生故障时快速关断

DLPA3085 有两种关断模式：将 PROJ_ON 电平拉低后启动的正常关断模式和快速关断模式。快速关断功能可以通过主状态寄存器 (0x01) 位 7 FAST_SHUTDOWN_EN 来启用或禁用。默认情况下，该模式处于启用状态。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

启用快速关断功能后，会在发生特定故障时启动快速关断功能。这种关断是由 DLPC 自主进行的。DLPA3085 仅在发生特定故障时进入快速关断模式，因此并非 DLPA3085 标记的所有故障都会触发此模式。表 6-7 中列出了导致 DLPA3085 快速关断的故障。

表 6-7. 触发快速关断的故障

高级别	低级别
TS_SHUT	
DMD_FAULT	DMD_PG_FAULT
	BUCK_DMD1_PG_FAULT
	BUCK_DMD1_OV_FAULT
	BUCK_DMD2_PG_FAULT
	BUCK_DMD2_OV_FAULT
	LDO_GP1_PG_FAULT/LDO_DMD1_PG_FAULT
	LDO_GP1_OV_FAULT/LDO_DMD1_OV_FAULT
	LDO_GP2_PG_FAULT/LDO_DMD2_PG_FAULT
	LDO_GP2_OV_FAULT/LDO_DMD2_OV_FAULT
ILLUM_FAULT	ILLUM_BC1_OV_FAULT
	ILLUM_BC2_OV_FAULT

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

6.6 寄存器映射

寄存器地址，默认设置，R/W，寄存器名称。**粗体**设置是硬接线默认设置。

表 6-8. 寄存器映射

名称	位	说明
0x00，40，R/W，芯片标识		
CHIPID	[7:4]	芯片标识号：4（十六进制）
REVID	[3:0]	版本号，0（十六进制）
0x01，82，R/W，使能寄存器		
FAST_SHUTDOWN_EN	[7]	0：快速关断禁用 **1：快速关断启用**
CW_EN	[6]	保留
BUCK_GP3_EN	[5]	保留，值默认为 0
BUCK_GP2_EN	[4]	**0：通用 buck2 禁用** 1：通用 buck2 启用
BUCK_GP1_EN	[3]	保留，值默认为 0
ILLUM_LED_AUTO_OFF_EN	[2]	**0：Illum_led_auto_off_en 禁用** 1：Illum_led_auto_off_en 启用
ILLUM_EN	[1]	0：Illum 稳压器禁用 **1：Illum 稳压器启用**
DMD_EN	[0]	**0：DMD 稳压器禁用** 1：DMD 稳压器启用
0x02，70，R/W，IREG 开关控制		
保留	[7]	保留，值无关紧要
ILLUM_ILIM	[6:3]	Rlim 顶部电压 (mV)。Illum 电流限制 = Rlim 电压/Rlim 0000：17 / 1000：73 0001：20 / 1001：88 0010：23 / 1010：102 0011：25 / 1011：117 0100：29 / 1100：133 0101：37 / 1101：154 0110：44 / **1110：176** 0111：59 / 1111：197
ILLUM_SW_ILIM_EN	[2:0]	位 2：CH3，MOSFET R 瞬态电流限制（**0：禁用**，1：启用） 位 1：CH2，MOSFET Q 瞬态电流限制（**0：禁用**，1：启用） 位 0：CH1，MOSFET P 瞬态电流限制（**0：禁用**，1：启用）
0x03，00，R/W，SW1_IDAC(1)		
保留	[7:2]	保留，值无关紧要
SW1_IDAC<9:8>	[1:0]	CH1(A) 的 LED 电流 = ((位值 + 1)/1024) × (150 mV / Rlim)，10 位寄存器（寄存器 0x03 和 0x04）的最高有效位。 **00 0000 0000 [OFF]** 00 0011 0011 [(52/1024) × (150mV/Rlim)]，最小代码。 … 11 1111 1111 [150mV/Rlim]

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

表 6-8. 寄存器映射（续）

名称	位	说明
0x04，00，R/W，SW1_IDAC(2)		
SW1_IDAC<7:0>	[7:0]	CH1(A) 的 LED 电流 = ((位值 + 1)/1024) × (150 mV / Rlim)，10 位寄存器（寄存器 0x03 和 0x04）的最低有效位。 **00 0000 0000 [OFF]** 00 0011 0011 [(52/1024) × (150mV/Rlim)]，最小代码。 … 11 1111 1111 [150mV/Rlim]
0x05，00，R/W，SW2_IDAC(1)		
保留	[7:2]	保留，值无关紧要。
SW2_IDAC<9:8>	[1:0]	CH2(A) 的 LED 电流 = ((位值 + 1)/1024) × (150 mV / Rlim)，10 位寄存器（寄存器 0x05 和 0x06）的最高有效位。 **00 0000 0000 [OFF]** 00 0011 0011 [(52/1024) × (150mV/Rlim)]，最小代码。 … 11 1111 1111 [150mV/Rlim]
0x06，00，R/W，SW2_IDAC(2)		
SW2_IDAC<7:0>	[7:0]	CH2(A) 的 LED 电流 = ((位值 + 1)/1024) × (150 mV / Rlim)，10 位寄存器（寄存器 0x05 和 0x06）的最低有效位。 **00 0000 0000 [OFF]** 00 0011 0011 [(52/1024) × (150mV/Rlim)]，最小代码。 … 11 1111 1111 [150mV/Rlim]
0x07，00，R/W，SW3_IDAC(1)		
保留	[7:2]	保留，值无关紧要。
SW3_IDAC<9:8>	[1:0]	CH3(A) 的 LED 电流 = ((位值 + 1)/1024) × (150 mV / Rlim)，10 位寄存器（寄存器 0x07 和 0x08）的最高有效位。 **00 0000 0000 [OFF]** 00 0011 0011 [(52/1024) × (150mV/Rlim)]，最小代码。 … 11 1111 1111 [150mV/Rlim]
0x08，00，R/W，SW3_IDAC(2)		
SW3_IDAC<7:0>	[7:0]	CH3(A) 的 LED 电流 = ((位值 + 1)/1024) × (150 mV / Rlim)，10 位寄存器（寄存器 0x07 和 0x08）的最低有效位。 **00 0000 0000 [OFF]** 00 0011 0011 [(52/1024) × (150mV/Rlim)]，最小代码。 … 11 1111 1111 [150mV/Rlim]
0x0C，00，R，主状态寄存器		
SUPPLY_FAULT	[7]	**0：任何 LV 电源均无 PG 或 OV 故障** 1：LV 电源的 PG 故障
ILLUM_FAULT	[6]	**0：ILLUM_FAULT = 低电平** 1：ILLUM_FAULT = 高电平
PROJ_ON_INT	[5]	**0：PROJ_ON = 高电平** 1：PROJ_ON = 低电平
DMD_FAULT	[4]	**0：DMD_FAULT = 低电平** 1：DMD_FAULT = 高电平
BAT_LOW_SHUT	[3]	保留
BAT_LOW_WARN	[2]	保留
TS_SHUT	[1]	**0：芯片温度 < 132.5°C 且 V5V0 中无违例** 1：芯片温度 > 156.5°C，或 V5V0 中存在违例
TS_WARN	[0]	**0：芯片温度 < 121.4°C** 1：芯片温度 > 123.4°C

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

表 6-8. 寄存器映射（续）

名称	位	说明
0x0D，F5，中断屏蔽寄存器		
SUPPLY_FAULT_MASK	[7]	0：未屏蔽 SUPPLY_FAULT 中断 **1：已屏蔽 SUPPLY_FAULT 中断**
ILLUM_FAULT_MASK	[6]	0：未屏蔽 ILLUM_FAULT 中断 **1：已屏蔽 ILLUM_FAULT 中断**
PROJ_ON_INT_MASK	[5]	0：未屏蔽 PROJ_ON_INT 中断 **1：已屏蔽 PROJ_ON_INT 中断**
DMD_FAULT_MASK	[4]	0：未屏蔽 DMD_FAULT 中断 **1：已屏蔽 DMD_FAULT 中断**
BAT_LOW_SHUT_MASK	[3]	**0：未屏蔽 BAT_LOW_SHUT 中断** 1：已屏蔽 BAT_LOW_SHUT 中断
BAT_LOW_WARN_MASK	[2]	0：未屏蔽 BAT_LOW_WARN 中断 **1：已屏蔽 BAT_LOW_WARN 中断**
TS_SHUT_MASK	[1]	**0：未屏蔽 TS_SHUT 中断** 1：已屏蔽 TS_SHUT 中断
TS_WARN_MASK	[0]	0：未屏蔽 TS_WARN 中断 **1：已屏蔽 TS_WARN 中断**
0x27，00，R，详细状态寄存器 1（通用块和照明块的电源正常故障）		
BUCK_GP3_PG_FAULT	[7]	**保留，值默认为 0**
BUCK_GP1_PG_FAULT	[6]	**保留，值默认为 0**
BUCK_GP2_PG_FAULT	[5]	**0：无故障** 1：通用 buck2 电源正常故障。不会启动快速关断。
保留	[4]	
ILLUM_BC1_PG_FAULT	[3]	**0：无故障** 1：Illum 降压转换器 1 电源正常故障。不会启动快速关断。
ILLUM_BC2_PG_FAULT	[2]	**0：无故障** 1：Illum 降压转换器 2 电源正常故障。不会启动快速关断。
保留	[1]	**保留，值始终为 0**
保留	[0]	**保留，值始终为 0**
0x28，00，R，详细状态寄存器 2（通用块和照明块的过压故障）		
BUCK_GP3_OV_FAULT	[7]	**保留，值默认为 0**
BUCK_GP1_OV_FAULT	[6]	**保留，值默认为 0**
BUCK_GP2_OV_FAULT	[5]	**0：无故障** 1：通用 buck2 过压故障。不会启动快速关断。
保留	[4]	**保留，值始终为 0**
ILLUM_BC1_OV_FAULT	[3]	**0：无故障** 1：Illum 降压转换器 1 过压故障。不会启动快速关断。
ILLUM_BC2_OV_FAULT	[2]	**0：无故障** 1：Illum 降压转换器 2 过压故障。不会启动快速关断。
保留	[1]	**保留，值始终为 0**
保留	[0]	**保留，值始终为 0**
0x29，00，R，详细状态寄存器 3（DMD 相关块的电源正常故障）		
保留	[7]	**保留，值始终为 0**
DMD_PG_FAULT	[6]	**0：无故障** 1：VBIAS、VOFS 和/或 VRST 电源正常故障。启动快速关断。
BUCK_DMD1_PG_FAULT	[5]	**0：无故障** 1：Buck1（用于产生 DMD 电压）电源正常故障。启动快速关断。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

表 6-8. 寄存器映射（续）

名称	位	说明
BUCK_DMD2_PG_FAULT	[4]	**0：无故障** 1：Buck2（用于产生 DMD 电压）电源正常故障。启动快速关断。
保留	[3]	**保留，值始终为 0**
保留	[2]	**保留，值始终为 0**
LDO_GP1_PG_FAULT/ LDO_DMD1_PG_FAULT	[1]	**0：无故障** 1：LDO1（用作通用或 DMD 专用 LDO）电源正常故障。启动快速关断。
LDO_GP2_PG_FAULT/ LDO_DMD2_PG_FAULT	[0]	**0：无故障** 1：LDO2（用作通用或 DMD 专用 LDO）电源正常故障。启动快速关断。
0x2A，00，R，详细状态寄存器 4（DMD 相关块和色轮的过压故障）		
保留	[7]	**保留，值始终为 0**
保留	[6]	**保留，值始终为 0**
BUCK_DMD1_OV_FAULT	[5]	**0：无故障** 1：Buck1（用于产生 DMD 电压）过压故障
BUCK_DMD2_OV_FAULT	[4]	**0：无故障** 1：Buck2（用于产生 DMD 电压）过压故障
保留	[3]	**保留，值始终为 0**
保留	[2]	**保留，值始终为 0**
LDO_GP1_OV_FAULT/ LDO_DMD1_OV_FAULT	[1]	**0：无故障** 1：LDO1（用作通用或 DMD 专用 LDO）过压故障
LDO_GP2_OV_FAULT/ LDO_DMD2_OV_FAULT	[0]	**0：无故障** 1：LDO2（用作通用或 DMD 专用 LDO）过压故障

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

7 应用和实施

备注

以下应用部分中的信息不属于 TI 元件规格，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客户负责确定元件是否适合其用途，以及验证和测试其设计实现以确认系统功能。

7.1 应用信息

在显示应用中，使用 DLPA3085 可提供所有必需的模拟功能，包括所有模拟电源和 RGB LED 驱动器（每个 LED 高达 16A，串联 LED 高达 32A），从而提供稳健高效的显示解决方案。每个 DLP 应用主要源自系统的光学架构和进入 DLPC84xx DLP 控制芯片的数据格式。

7.2 典型应用

使用 DLPA3085 时的一个常见应用是将其与 0.47 4K DMD (DLP472TP)和 DLPC84xx 控制器配合使用、以创建小型的超便携投影仪。投影仪中的 DLPC84xx 通常使用 HDMI 或 VGA 模拟接口从 PC 或视频播放器接收图像，如所示 图 7-1。如果添加了相应的外围芯片、也可以使用读卡器和 Wi-Fi 来接收图像。DLPA3085 可根据应用需要提供电源时序控制和 RGB LED 电流控制。

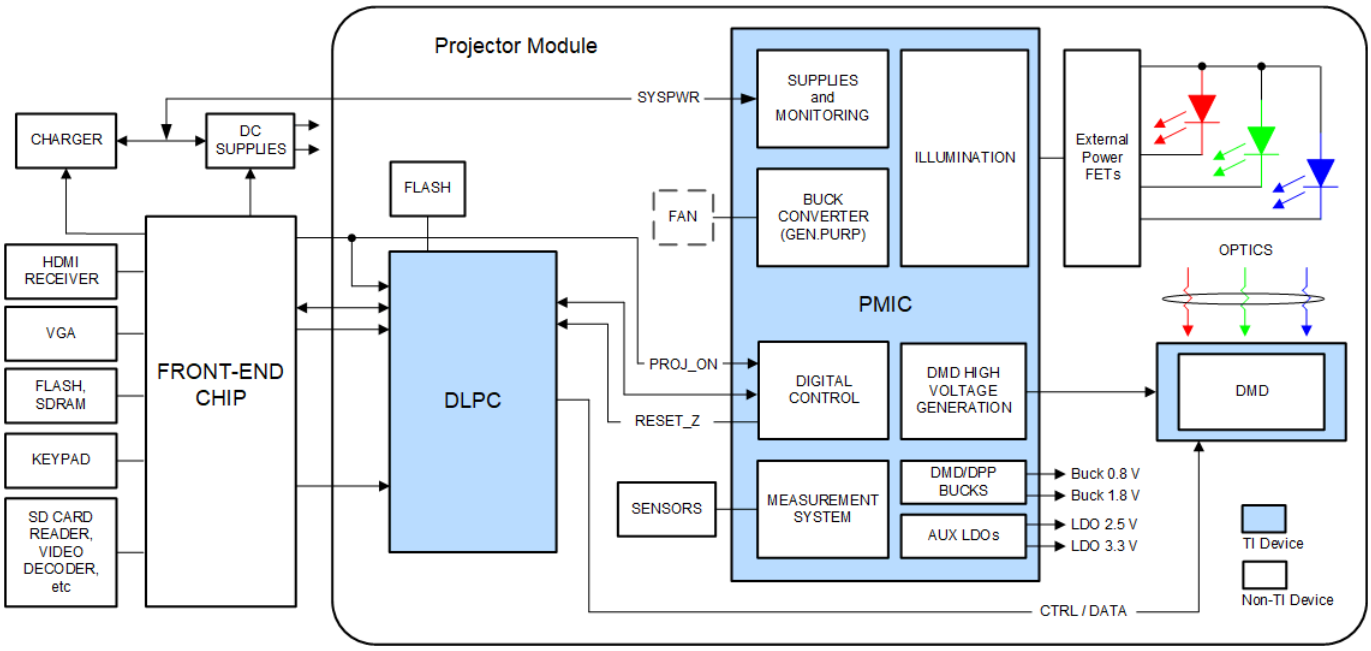


图 7-1. 使用 DLPA3085 的基本设置

7.2.1 设计要求

使用由 DMD、DLPC84xx 控制器和 DLPA3085 PMIC/LED 驱动器组成的 DLP 芯片组可以打造一款超便携投影仪。DLPC84xx 负责数字图像处理，DLPA3085 负责为投影仪提供所需的模拟功能，而 DMD 是用于生成投影图像的显示器件。除了该芯片组中的三个 DLP 芯片外，还可能需要其他芯片。至少需要一个闪存器件来存储用于控制 DLPC84xx 的软件和固件。照射到 DMD 上的照明光通常来自红色、绿色和蓝色 LED。这些 LED 通常包含在三个独立的封装中，但有时为了减小投影仪的整体尺寸，多种颜色的 LED 芯片可能会放到同一个封装内。DLPA3085 外部需要使用功率 FET，以便支持高 LED 电流。若要将 DLPC84xx 连接到前端芯片以接收图像，通常使用并行接口。使用并行接口时，I^2C 应连接到前端芯片，用于向 DLPC84xx 输入命令。

DLPA3085 具有三个内置降压开关稳压器，可用作投影仪系统电源。两个稳压器固定为 0.8V 和 1.8V，用于为 DLP 芯片组供电。剩下的一个降压稳压器可用于通用用途，其电压可编程。该稳压器可用于驱动变速风扇，或为

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

前端芯片等其他投影仪芯片供电。DLPA3085 输入所需的唯一电源是来自外部直流电源的 SYSPWR。可以使用称为 PROJ_ON 的单个信号来打开和关闭整个投影仪。当 PROJ_ON 为高电平时，投影仪会开启并开始显示图像。当 PROJ_ON 设置为低电平时，投影仪关闭并且在 SYSPWR 上仅消耗微安级电流。

7.2.2 详细设计过程

要连接 0.47 4K DMD (DLP472TP)、DLPC84xx 和 DLPA3085，请参阅参考设计原理图。当根据此原理图创建电路板布局布线时，可以使用超小型电路板。参考设计数据库中包含一个小型电路板布局布线示例。为确保投影仪可靠运行，应遵循布局指南。光学引擎上安装了 LED 封装和 DMD，通常由专门设计 DLP 投影仪光学器件的光学引擎 OEM 提供。

降压转换器的元件选择主要取决于输出电压。表 7-1 展示了给定输出电压下电感器 L_{OUT} 和电容器 C_{OUT} 的建议值。

表 7-1. 建议的降压转换器 L_{OUT} 和 C_{OUT}

V_{OUT} (V)	L_{OUT} (µH)			C_{OUT} (µF)	
	最小值	典型值	最大值	最小值	最大值
1 – 1.5	1.0	2.2	4.7	10	132
1.5 – 3.3	2.2	3.3	4.7	22	68
3.3 – 5	3.3		4.7	22	68

电感器峰峰值纹波电流、峰值电流和 RMS 电流分别使用 方程式 8、方程式 9 和方程式 10 来计算。电感器饱和电流额定值必须大于计算得出的峰值电流。同样，电感器的 RMS 或加热电流额定值必须大于计算得出的 RMS 电流。降压转换器的开关频率约为 600kHz (f_{SWITCH})。

$$I_{L_OUT_RIPPLE_P-P} = \frac{\frac{V_{OUT}}{V_{IN_MAX}} \cdot (V_{IN_MAX} - V_{OUT})}{L_{OUT} \cdot f_{SWITCH}} \tag{8}$$

$$I_{L_OUT_PEAK} = I_{L_OUT} + \frac{I_{L_OUT_RIPPLE_P-P}}{2} \tag{9}$$

$$I_{L_OUT(RMS)} = \sqrt{I_{L_OUT}^{2} + \frac{1}{12} \cdot I_{L_OUT_RIPPLE_P-P}^{2}} \tag{10}$$

电容器值和 ESR 决定输出电压纹波大小。降压转换器旨在与陶瓷或其他低 ESR 电容器配合使用。方程式 11 用于确定输出电容器所需的 RMS 电流额定值。

$$I_{C_OUT(RMS)} = \frac{V_{OUT} \cdot (V_{IN} - V_{OUT})}{\sqrt{12} \cdot V_{IN} \cdot L_{OUT} \cdot f_{SWITCH}} \tag{11}$$

在降压转换器配置中，还需要选择另外两个元件。输入电容器（引脚 PWRx_VIN）的值应等于或大于所选输出电容 C_{OUT} 的一半。在本例中，C_{IN} 2 × 10µF 就足够了。PWRx_SWITCH 和 PWRx_BOOST 之间的电容器是用于驱动高侧 FET 的电荷泵电容器。建议的值为 100nF。

由于降压转换器的开关边沿相对较快，因此电压过冲和振荡可能会成为问题。为了解决这个问题，我们使用了缓冲器网络。缓冲器电路由串联在开关节点和接地端之间的电阻器和电容器组成。缓冲器电路用于抑制开关转换期间的寄生电感和电容。此电路可以降低振铃电压，并减少振铃周期数量。缓冲器电路由 RSNx 和 CSNx 组成。有关控制同步降压转换器中的开关节点振铃和配置缓冲器的更多信息，请参阅*模拟应用期刊*。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

7.2.2.1 通用降压转换器的元件选型

了解开关模式电源中的降压功率级 应用手册中说明了降压转换器的工作原理。本节仅介绍了元件选型。为了确保正常运行，外部元件的选型非常重要，特别是电感器 L_{OUT} 和输出电容器 C_{OUT}。为了获得最佳效率和纹波性能，应选择具有低等效串联电阻 (ESR) 的电感器和电容器。

7.2.3 应用曲线

随着按时间顺序通过红色、绿色和蓝色 LED 驱动的 LED 电流增加，投影仪的亮度也会增加。这种增加在一定程度上是非线性的，典型白屏流明值随 LED 电流的变化曲线如图 7-2 所示。对于所示的 LED 电流，此处假设对红色、绿色和蓝色 LED 应用了相同的电流幅度。用于为红色、绿色和蓝色 LED 散热的散热解决方案可以极大地改变所示的曲线形状。

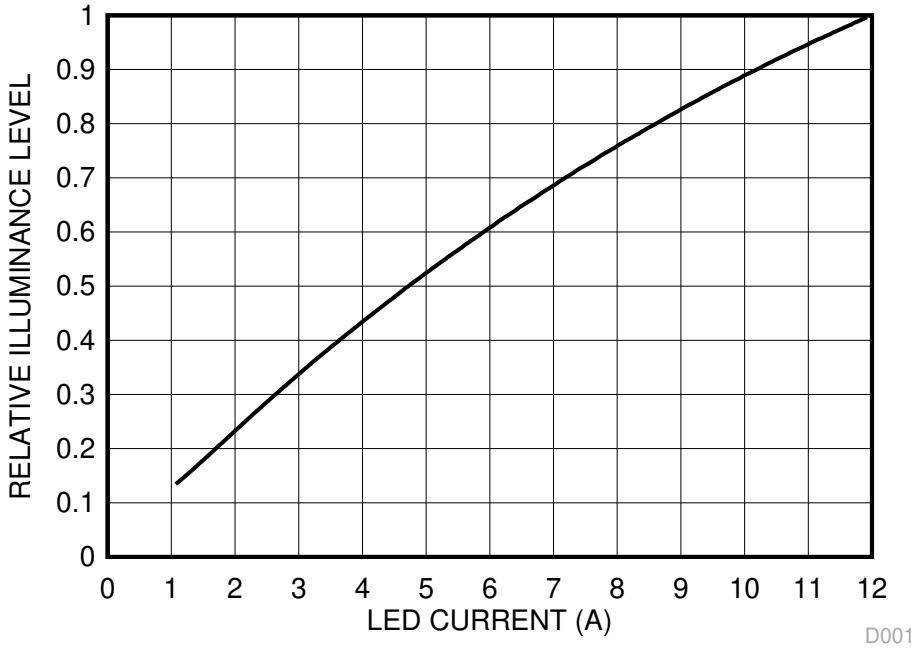


图 7-2. 亮度与 LED 电流间的关系

7.3 DLPA3085 系统示例内部方框图

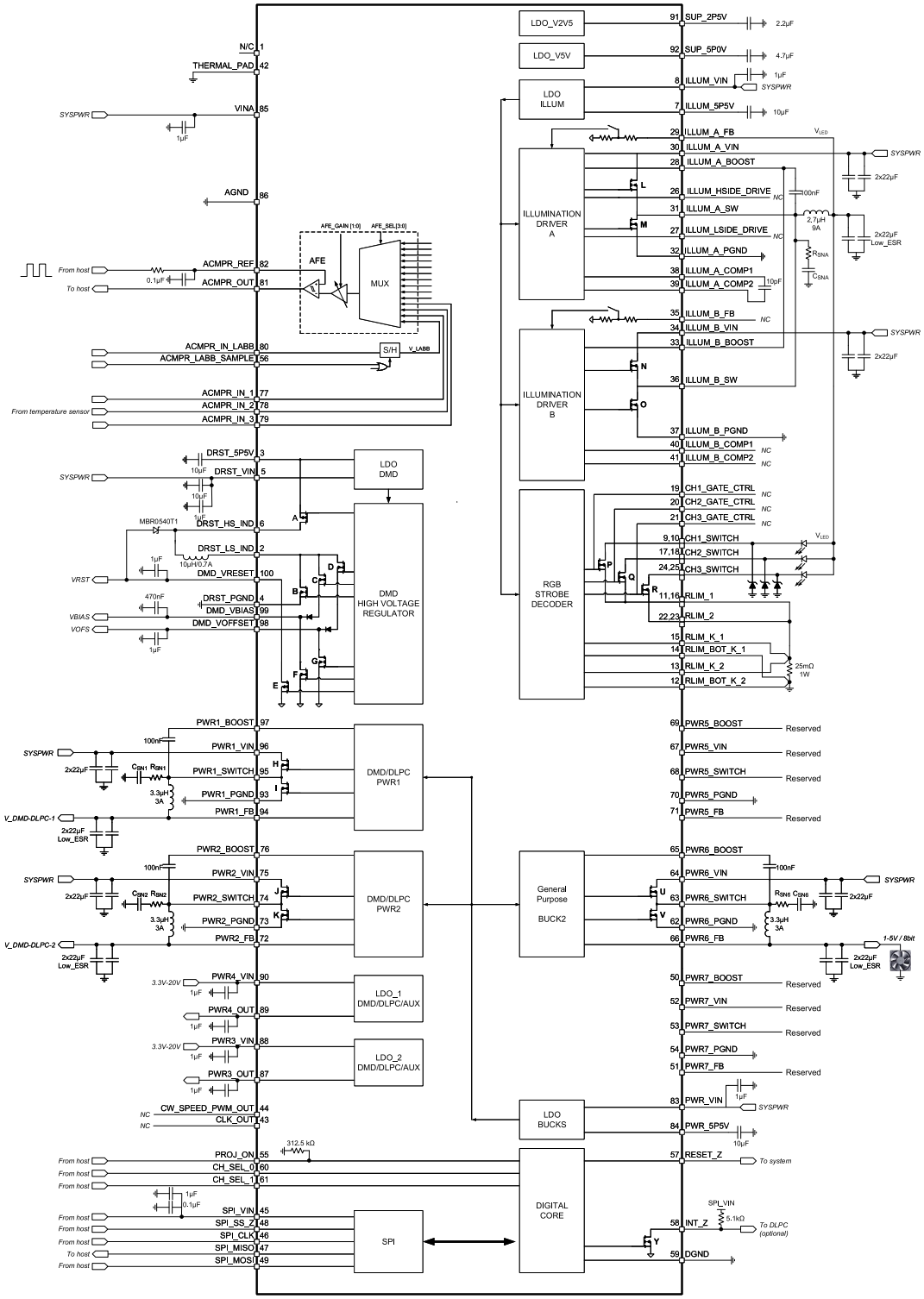


图 7-3. 典型应用：V_{IN} = 12V，I_{OUT} = 16A，LED

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

8 电源相关建议

DLPA3085 设计为在 6V 至 20V 输入电压电源下运行。为了避免由于线路压降而导致电源电流不足，由于 VIN 端子上的布线电感而引起振铃，或电源峰值电流限制，可能需要额外的大容量电容。如果由于与陶瓷输入电容器的相互作用而导致振铃，可能需要电解电容器或钽电容器来进行阻尼。

应该评估所需的大容量电容大小，以便输入电压能够在足够长的时间内保持在规格范围内，从而对 VOFFSET、VRESET 和 VBIAS 电源进行适当的快速关断。当输入电压降至可编程 UVLO 阈值以下时，例如突然从系统中移除外部电源时，便会开始关断。

8.1 上电和下电时序

为确保 DLPA3085 正常运行并防止 DMD 受损，上电和下电顺序非常重要。DLPA3085 控制 DMD_VRESET、DMD_VBIAS 和 DMD_VOFFSET 的正确时序，确保 DMD 可靠运行。

电源和监控 中介绍了电源的一般启动顺序。为防止损坏 DMD，高压 DMD 线路的上电序列尤为重要。避免 DMD_VBIAS 和 DMD_VOFFSET 之间的电压差过大，否则可能会造成损坏。

PROJ_ON 被拉高后，DMD 降压转换器和 LDO 会上电 (PWR1-4)，DMD 高压线路 (HV) 会按顺序启用。首先会启用 DMD_VOFFSET。经过一定延迟后，DMD_VBIAS 会启用。最后，在经过另一个延迟后，DMD_VRESET 会启用。DLPA3085 现已完全上电，并已准备好开始投影。

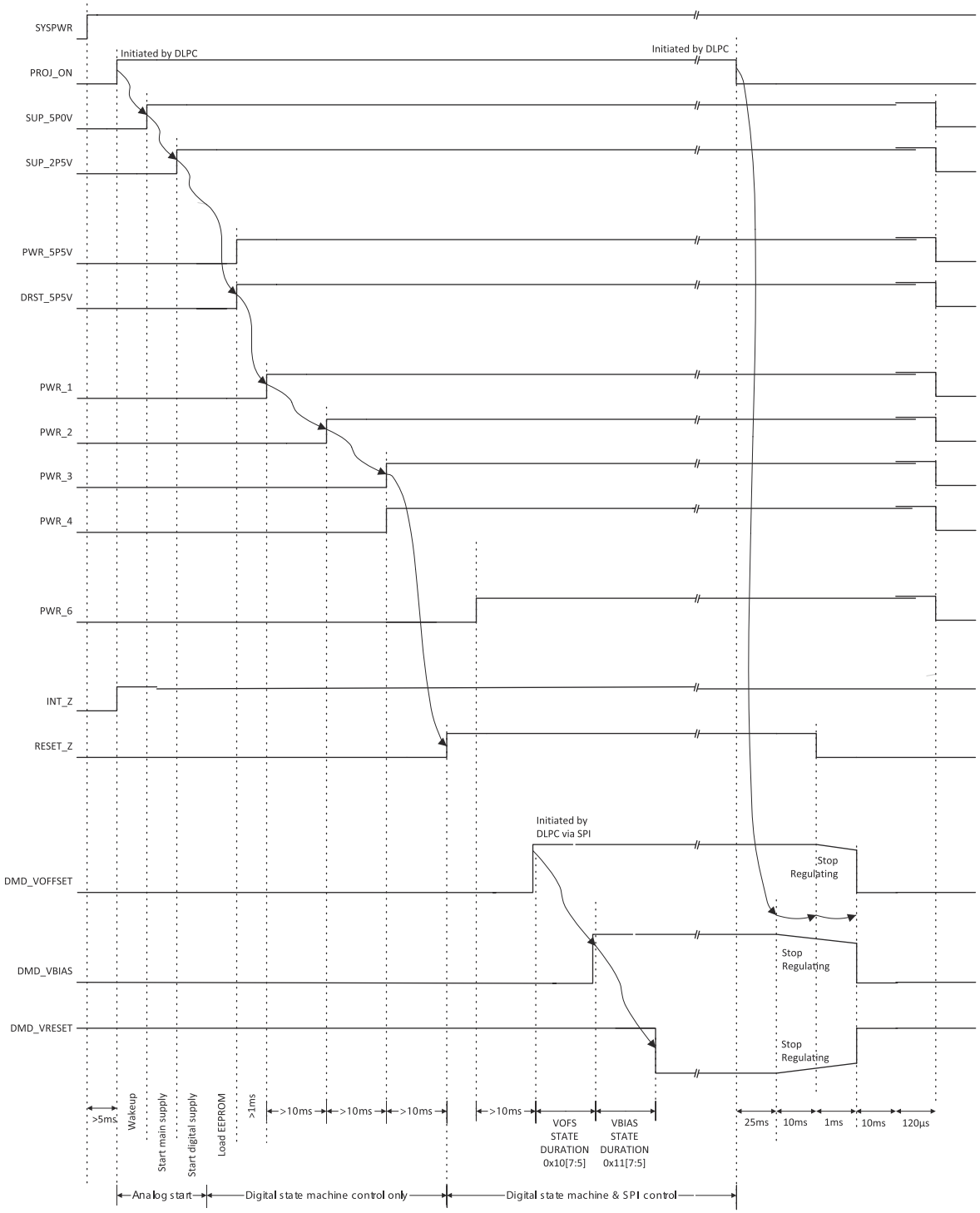
断电有两个序列，正常断电（图 8-1）和发生故障时使用的故障快速断电（图 8-2）。

在正常断电模式下，会在拉低 PROJ_ON 引脚后启动断电。在 PROJ_ON 被拉低 25ms 后，第一个 DMD_VBIAS 和 DMD_VRESET 停止调节。10ms 后，DMD_VOFFSET 将停止调节。当 DMD_VOFFSET 停止调节时，RESET_Z 被拉至低电平。DMD_VOFFSET 停止调节 1ms 后，所有其他电源均关闭。由于未发生故障，INT_Z 在断电序列期间保持高电平。断电期间，应确保高压电平不会违反这三条线路上的 DMD 规格。为此，选择电容器时必须确保 $C_{VOFFSET}$ 等于 C_{VRESET}，并且 $C_{VBIAS} \leq C_{VOFFSET}$、$C_{VRESET}$。

如果发生故障（INT_Z 被拉至低电平），例如由于过热，则会启动快速断电模式（图 8-2）。可以通过主状态寄存器 (0x01) 位 7 FAST_SHUTDOWN_EN 来启用或禁用快速断电模式。默认情况下，该模式处于启用状态。故障发生后，DMD_VBIAS 和 DMD_VRESET 的调节会停止。故障和调节停止之间存在 540µs 的默认延迟时间。调节停止后，在全部三条 DMD_VRESET、DMD_VBIAS 和 DMD_VOFFSET 高压线路都放电并将 RESET_Z 拉至低电平之前，存在 4µs 的默认延迟时间。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

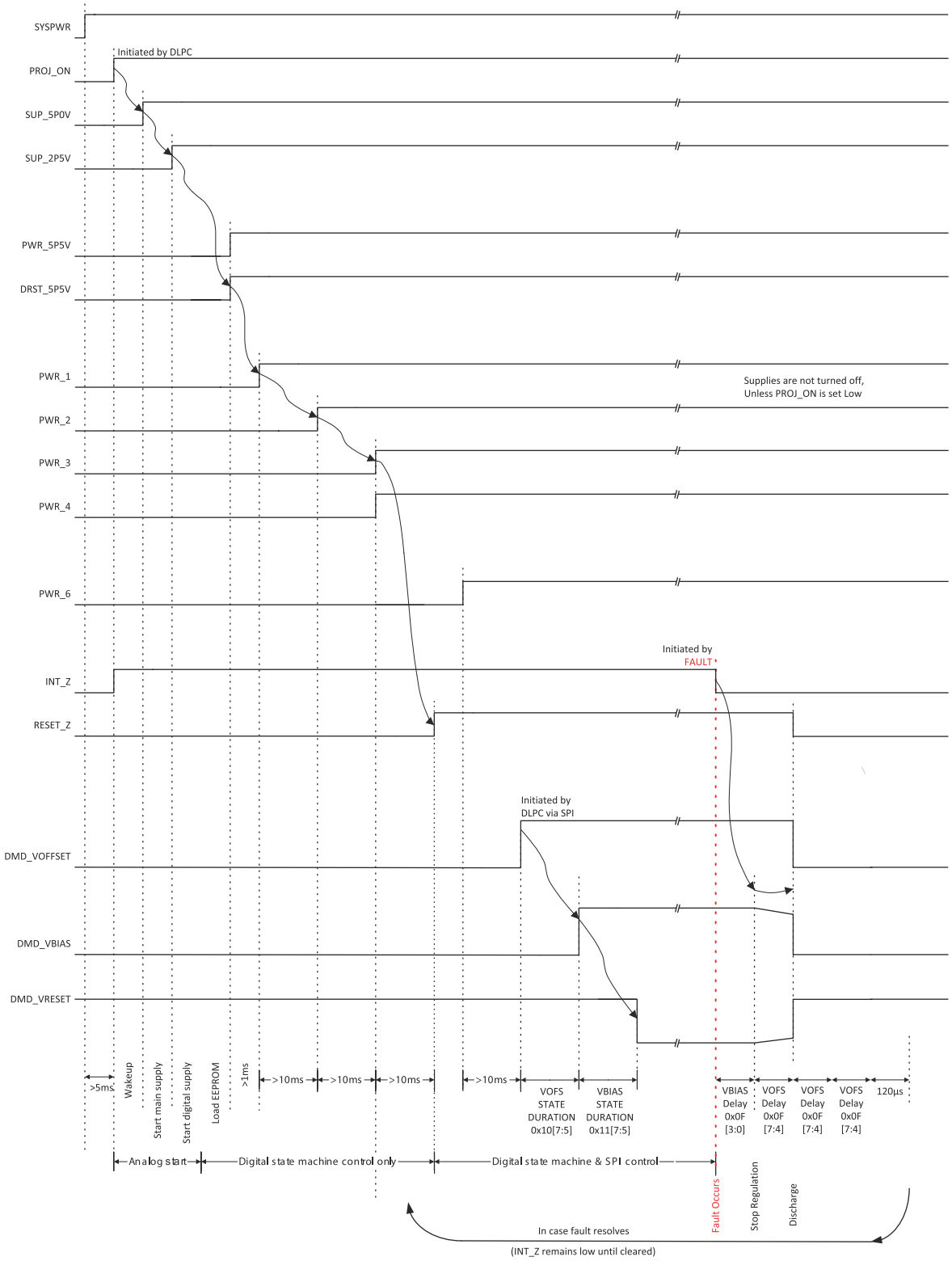
现在，DLPA3085 处于待机状态。它将保持待机状态，直到故障解决。如果故障解决，则开始重新启动过程。然后，它首先为 PWR_3 上电，然后遵循图 8-2 所示的正常上电过程。同样，为了确保适当的放电时间/水平，选择的电容器时应确保 $C_{VOFFSET}$ 等于 C_{VRESET}，并且 C_{VBIAS} ≤ $C_{VOFFSET}$、C_{VBIAS}。



1. 箭头表示由数字状态机自动控制的事件序列。其他事件在 SPI 控制下启动。
2. SUP_5P0V 和 SUP_2P5V 在 SYSPWR 下上升到预充电电平，并在 PROJ_ON 被拉高后达到满电位。

图 8-1. 电源序列 - 正常关断模式

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated



1. 箭头表示由数字状态机自动控制的事件序列。其他事件在 SPI 控制下启动。
2. SUP_5P0V 和 SUP_2P5V 在 SYSPWR 下上升到预充电电平，并在 PROJ_ON 被拉高后达到满电位。

图 8-2. 电源序列 - 故障快速关断模式

9 布局

9.1 布局指南

对于开关电源，布局是设计中的重要一步，尤其是在涉及高峰值电流和高开关频率的情况下。如果布局时不够仔细，稳压器可能会出现稳定性问题和 EMI 问题。因此，对于高电流路径及其返回电源地路径，应使用宽而短的布线。对于 DMD 高压稳压器，将输入电容器、输出电容器以及电感器尽可能靠近 IC 放置。为了大大减少不同降压转换器间的接地噪声耦合，应将它们的地分开并在器件下方的中心位置进行连接。对于 DMD 高压稳压器，VRST 和 VOFS 的建议电容值为 1μF，而 VBIAS 的建议电容值为 470nF。电感值为 10μH。

降压转换器的高电流集中在引脚 VIN、SWITCH 和 PGND 附近（图 9-1）。引脚 VIN、PGNDm 和 FB 上的电压为直流电压，而引脚 SWITCH 具有介于 VIN 和 PGND 之间的开关电压。如果引脚 63 至 64 之间的 FET 闭合，则红线表示电流，而蓝线表示引脚 62 至 63 之间的 FET 闭合时的电流。

这些路径承载的电流最大，必须尽可能短。

对于 LDO DMD，在 LDO 输入端并联一个 1μF 电容器和一个 10μF 电容器，在输出端使用一个 10μF 电容器。确保电容器的额定电压等于或大于应用中电容器上所施加电压的两倍。

对于 LDO 降压转换器，在 LDO 输入端使用一个 1μF 电容器，在输出端使用一个 10μF 电容器。确保电容器的额定电压等于或大于应用中电容器上所施加电压的两倍。

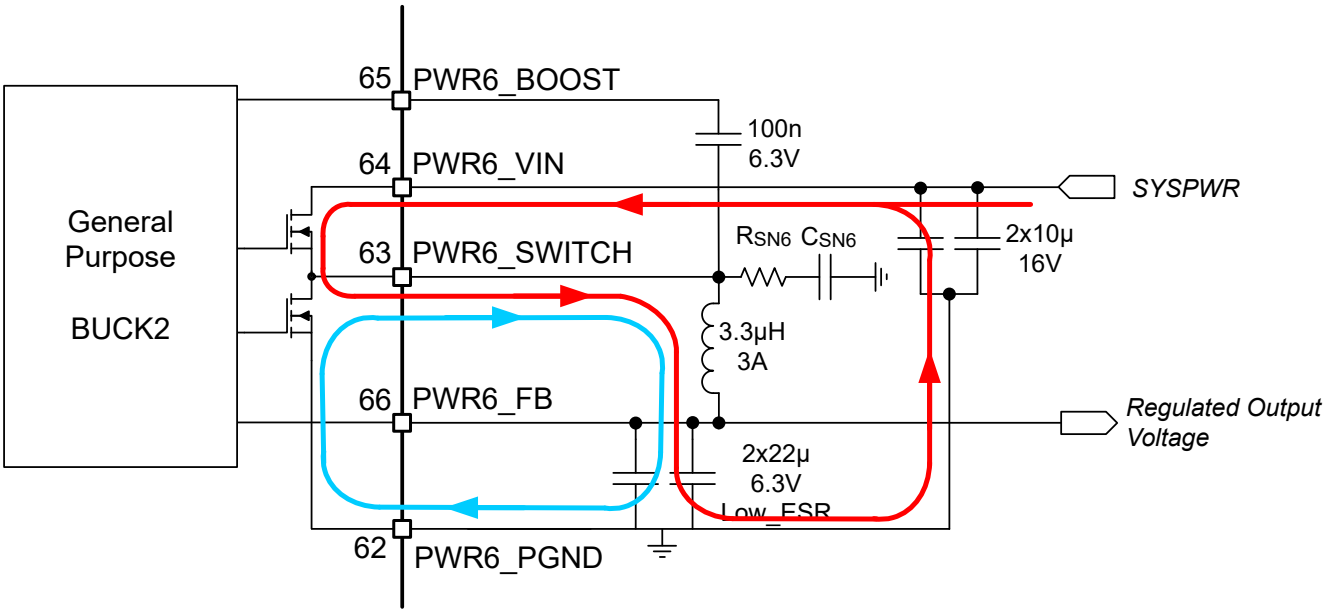


图 9-1. 降压转换器中的高交流电流路径

到 VIN 引脚的布线承载高交流电流；因此，该布线应具有低电阻，以防布线上出现压降。此外，将去耦电容器尽可能靠近 VIN 引脚放置。

SWITCH 与 VIN 或 GND 交替连接。这意味着，SWITCH 引脚上存在幅度为 VIN 且包含高频的方波电压。如果处理不当，这可能会导致 EMI 问题。为了减少 EMI 问题，应在 SWITCH 引脚处放置一个缓冲器网络（RSN6 和 CSN6），以防止和抑制开关瞬间产生不必要的高频振铃。

PGND 引脚会吸收高电流。将 PGND 引脚连接到星形接地点，以便它不会干扰其他接地连接。

FB 引脚是稳压输出电压的检测连接，这是一种直流电压；此引脚上没有电流。FB 引脚上的电压会与内部基准电压进行比较，以控制环路。在负载处进行 FB 连接，以便 I•R 压降不会影响检测到的电压。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

9.1.1 SPI 连接

SPI 接口由多条数字线路和 SPI 电源组成。如果接口线路布线不当，则可能会发生通信错误。应防止 SPI 线路拾取噪声，并将可能的干扰源远离接口。

通过确保将 SPI 接地线路尽可能与数字线路一起布放到相应的引脚，可以防止噪声拾取。SPI 接口应通过一个独立的专用接地连接到 DLPA3085 的 DGND（图 9-2）。这可防止由于系统中存在大电流而导致 DLPA3085 的 SPI 接地基准与 DLPC 之间出现接地噪声。

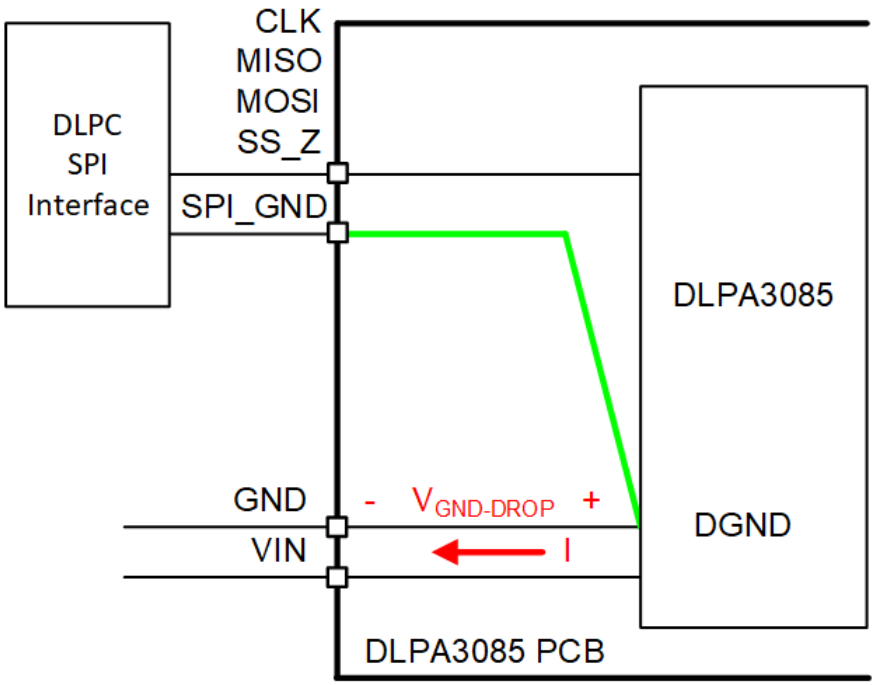


图 9-2. SPI 连接

使干扰源尽可能远离接口线路。如果任何电源线路布线得离 SPI_CLK 太近，则可能会导致错误的时钟脉冲，从而导致通信错误。

9.1.2 R_{LIM} 布线

RLIM 用于检测 LED 电流。为了准确测量 LED 电流，RLIM _K_1,2 线路应连接到测量电阻器 RLIM 的顶部附近，而 RLIM_BOT_K_1,2 应连接到 RLIM 的底部附近。RLIM _K_1,2 和 RLIM_BOT_K_1,2 在其 IC 引脚和 RLIM 连接点之间都应具有单独的布线。

开关 LED 电流流经 RLIM。因此，强烈建议为 RLIM 提供低电阻的电源和接地连接。

9.1.3 LED 连接

高开关电流会流经连接外部 RGB 开关和 LED 的接线；因此，需要特别注意这一点。在 LED 至 RGB 开关布线中，需要考虑两个方面：

1. 接线电阻 R_{series}
2. 接线的电感 L_{series}

寄生串联阻抗的位置如图 9-3 所示。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

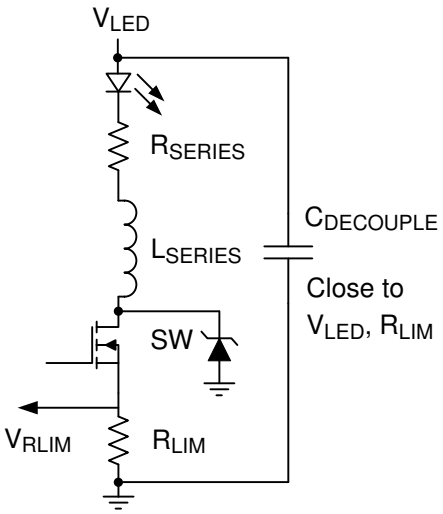


图 9-3. 与 LED 串联的寄生电感 (L_{series}) 和电阻 (R_{series})

高达 16A 的电流可能会流经将 LED 连接到 RGB 开关的接线。这可能会导致一些显著的损耗。当 LED 平均电流为 16A 时，串联电阻每增加 10mΩ，就会额外产生 2.5W 的寄生功率耗散。这不仅可能会导致 PCB 发热，更重要的是会降低整体系统效率。

此外，接线的电阻可能会影响 LED 电流的控制动态。需要注意的是，布线电阻是 LED 电流控制环路的一部分。LED 电流由 V_{LED} 控制。当 V_{LED} 发生微小变化 (ΔV_{LED}) 时，LED 电流的变化 (ΔI_{LED}) 由该路径上的总微分电阻决定，计算公式如下：

(12)

$$\Delta I_{LED} = \frac{\Delta V_{LED}}{r_{LED} + R_{series} + R_{on_SW_Q3,Q4,Q5} + R_{LIM}}$$

- r_{LED} 为 LED 的微分电阻。
- $R_{on_SW_P,Q,R}$ 是频闪解码器开关的导通电阻。

这个表达式中忽略了 L_{series}，因为实际情况下其值通常很小，对系统动态影响不大。

所有微分电阻的范围通常都在 12.5mΩ 到几百 mΩ 之间。如果不特别注意，串联电阻很容易达到 100mΩ。建议保持此串联电阻足够低，即 <10mΩ。

在考虑 LED 电流的开关特性时，串联电感发挥着重要作用。在循环开关 R、G 和 B LED 时，这些分支电路的电流会在短时间内导通和关断。具体来说，关断速度很快。16A 的电流会在 50ns 内变为 0A。这意味着，每增加 5nH 的寄生电感，会产生约 1V 的电压尖峰。应通过以下方式来尽量减小 LED 接线的串联电感：

- 短接线
- 粗接线/多条平行接线
- 正向和返回电流路径的封闭面积很小

如果该电感无法降到足够低的水平，则应使用齐纳二极管来钳位 RGB 开关的漏极电压，以防止其超过绝对最大额定值。钳位电压应该在预期的最大 V_{LED} 和绝对最大额定值之间选择。确保钳位电压相对于上述最小和最大电压具有足够的裕度。

9.2 布局示例

图 9-4 中展示了一个降压转换器的布局示例，其中说明了 DLPA3085 周围元件的理想布线和放置方式。这可用作通用 buck2 (PWR6) 的基准。该布局示例展示了电感器及其配套电容器尽可能靠近其对应引脚放置并使用尽可能

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

粗的迹线。这些电容器使用多个过孔连接到接地层，以确保实现低电阻路径，并尽可能缩短输出电容器的接地连接与降压转换器的接地连接之间的距离。

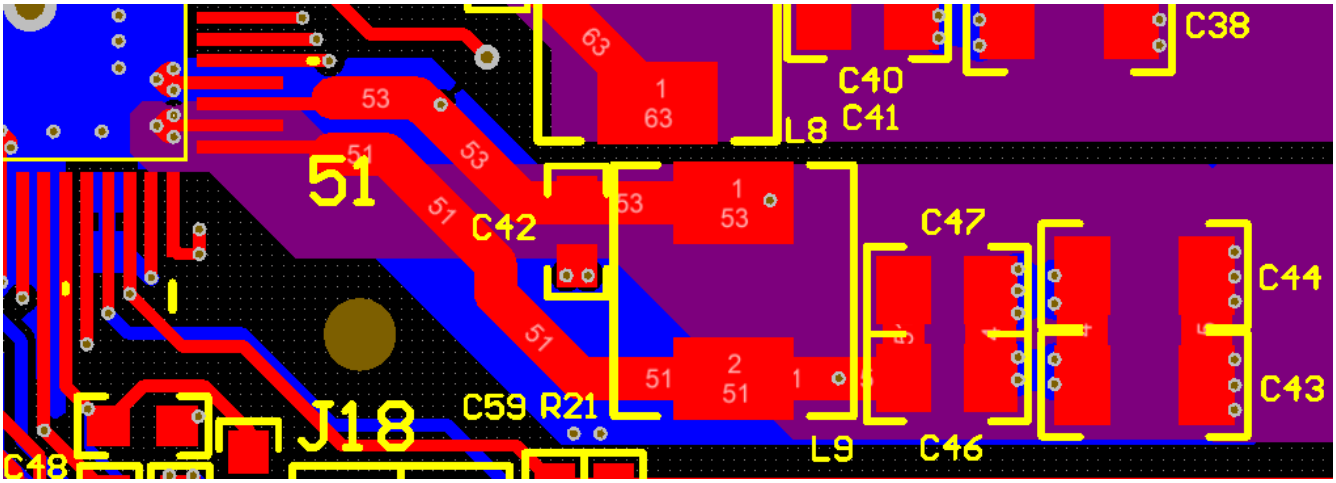


图 9-4. 实用布局

适当的布局需要短布线和独立的电源地，以避免布线电阻造成损耗和接地漂移。使用具有低 ESR 的优质电容器，使电容器损耗尽可能低，并在输出端保持可接受的电压纹波。

使用 RC 缓冲器网络来避免在高频条件下切换高电流时可能出现的 EMI。EMI 的振幅和频率可能高于开关电压。

9.3 散热注意事项

在薄型和细间距表面贴装封装中实现集成电路时，必须考虑功率耗散。许多系统相关问题都可能会影响功率耗散：热耦合、气流、增加散热器和对流表面，以及存在其他发热元件。通常，有三种基本方法可用于提高热性能：

- 增强 PCB 的散热能力
- 通过在封装顶部提升散热能力，降低芯片与环境之间的热阻
- 增加或增强系统中的气流

提供给 LED 的功率可能超过 50W，而 DLPA3085 的功耗可能相当大。为了确保 DLPA3085 正常运行，以下详细信息概述了 DLPA3085 应用的散热注意事项。

DLPA3085 的建议结温为运行期间低于 120°C。与结温 $T_{junction}$ 相关的公式如下所示：

$$T_{junction} = T_{ambient} + P_{diss} \times R_{\theta JA} \tag{13}$$

其中 $T_{ambient}$ 是环境温度，P_{diss} 是总功率耗散，而 $R_{\theta JA}$ 是结至环境的热阻。

总功率耗散可能会因 DLPA3085 应用而异。DLPA3085 中的主要功耗来源通常是：

- 降压转换器
- LDO

对于降压转换器，功率耗散由以下公式给出：

$$P_{diss_buck} = P_{in} - P_{out} = P_{out}\left(\frac{1}{\eta_{buck}} - 1\right) \tag{14}$$

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

其中 η_{buck} 是降压转换器的效率，P_{in} 是提供给降压转换器输入的功率，而 P_{out} 是提供给降压转换器负载的功率。对于降压转换器 PWR1,2,6，使用图 6-16 中的曲线可以确定效率。

对于 LDO，功率耗散由以下公式给出：

$$P_{diss_LDO} = (V_{in} - V_{out}) \times I_{load} \tag{15}$$

其中 V_{in} 是输入电源电压，V_{out} 是 LDO 的输出电压，而 I_{load} 是 LDO 的负载电流。LDO 上的压降 (V_{in} – V_{out}) 可能相对较大；即使是较小的负载电流，会导致显著的功率耗散。对于这种情况，通用降压转换器可能是更高效的解决方案。

LDO DMD 为升压转换器供电，而升压转换器为 DMD 提供高电压，即 V_{BIAS}、V_{OFS} 和 V_{RST}。这些线路上的电流负载最大可以增加到 $I_{load,\ max}$ = 10mA。假定升压转换器的效率 η_{boost} 为 80%，则最大升压转换器功率耗散 $P_{diss_DMD_boost,\ max}$ 的计算方式如下：

$$P_{diss_DMD_boost,max} = I_{load,max}\left(V_{BIAS} + V_{OFS} + |V_{RST}|\right) \times \left(\frac{1}{\eta_{boost}} - 1\right) \approx 0.1W \tag{16}$$

与照明降压转换器的功率损耗相比，升压转换器的功率损耗可以忽略不计。但是，在高电源电压的情况下，应考虑 LDO DMD 的功率耗散 $P_{diss_LDO_DMD}$。LDO 在最坏情况下的负载电流由以下方式给出：

$$I_{load_LDO,max} = \frac{1}{\eta_{boost}} \frac{\left(V_{BIAS} + V_{OFS} + |V_{RST}|\right)}{V_{DRST_5P5V}} I_{load,max} \approx 100mA \tag{17}$$

其中 LDO 的输出电压为 V_{DRST_5P5V} = 5.5V。

当输入电源电压为 19.5V 时，LDO DMD 在最坏情况下的功率耗散约为 1.5W。对于您的特定应用，请检查 LDO 电流电平。因此，DLPA3085 的总功率耗散可以表示为：

$$P_{diss_DLPA3085} = \sum P_{buck_converter} + \sum P_{LDOs} \tag{18}$$

以下示例根据已知信息计算最高环境温度和结温。

如果假设总功耗 $P_{diss_DLPA3085}$ = 2.5W、$T_{junction,max}$ = 120°C 且 $R_{\theta JA}$ = 7°C/W（请参阅 *节 5.4*），则最高环境温度可以使用方程式 13 来计算。

$$T_{ambient,max} = T_{junction,max} - P_{diss} \times R_{\theta JA} = 120°C - 2.5W \times 7°C/W = 102.5°C \tag{19}$$

如果总功率耗散和环境温度已知：

$T_{ambient}$= 50°C, $R_{\theta JA}$= 7°C/W, $P_{diss_DLPA3085}$= 4W. (20)

结温可通过以下公式计算得出：

$$T_{junction} = T_{ambient} + P_{diss} \times R_{\theta JA} = 50°C + 4W \times 7°C/W = 78°C \tag{21}$$

如果 DLPA3085 在环境温度下的总功率耗散无法产生可接受的结温，也就是 <120°C，可以采用两种方法：

1. 使用更大的散热器或增强气流来降低 $R_{\theta JA}$
2. 降低 DLPA3085 的功率耗散：
   - 使用外部降压转换器，而不是内部通用降压转换器。
   - 降低降压转换器的负载电流。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

10 器件和文档支持

10.1 第三方产品免责声明

TI 发布的与第三方产品或服务有关的信息，不能构成与此类产品或服务或保修的适用性有关的认可，不能构成此类产品或服务单独或与任何 TI 产品或服务一起的表示或认可。

10.2 器件支持

10.2.1 器件命名规则

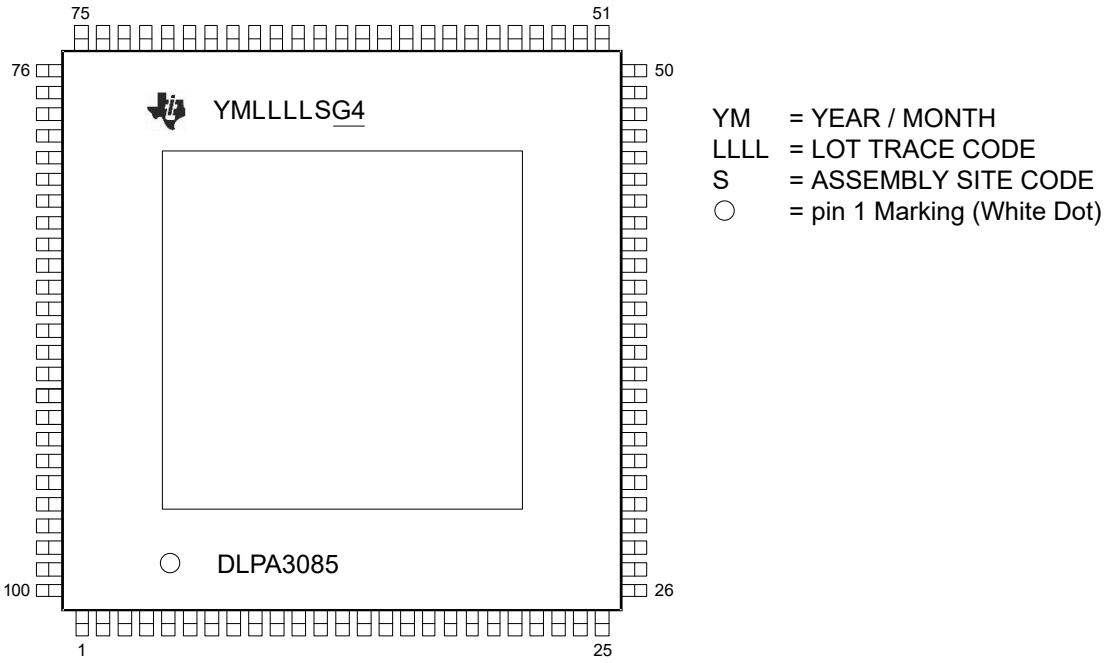


图 10-1. 封装标记 DLPA3085（顶视图）

10.3 接收文档更新通知

要接收文档更新通知，请导航至 ti.com 上的器件产品文件夹。点击*通知* 进行注册，即可每周接收产品信息更改摘要。有关更改的详细信息，请查看任何已修订文档中包含的修订历史记录。

10.4 支持资源

TI E2E™ 中文支持论坛是工程师的重要参考资料，可直接从专家处获得快速、经过验证的解答和设计帮助。搜索现有解答或提出自己的问题，获得所需的快速设计帮助。

链接的内容由各个贡献者“按原样”提供。这些内容并不构成 TI 技术规范，并且不一定反映 TI 的观点；请参阅 TI 的使用条款。

10.5 商标

Pico™ is a trademark of Texas Instruments.
TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.
DLP® is a registered trademark of Texas Instruments.
所有商标均为其各自所有者的财产。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

10.6 静电放电警告

静电放电 (ESD) 会损坏这个集成电路。德州仪器 (TI) 建议通过适当的预防措施处理所有集成电路。如果不遵守正确的处理和安装程序，可能会损坏集成电路。

ESD 的损坏小至导致微小的性能降级，大至整个器件故障。精密的集成电路可能更容易受到损坏，这是因为非常细微的参数更改都可能会导致器件与其发布的规格不相符。

10.7 术语表

TI 术语表　　本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

11 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 * (June 2024) to Revision A (August 2024)	Page
• 将文档状态从“预告信息”更改为“量产数据”	1

12 机械、封装和可订购信息

以下页面包含机械、封装和可订购信息。这些信息是指定器件的最新数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。有关此数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package | Pins	Package qty | Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
DLPA3085PFD	Active	Production	HTQFP (PFD) | 100	90 | JEDEC TRAY (10+1)	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	0 to 70	DLPA3085
DLPA3085PFD.B	Active	Production	HTQFP (PFD) | 100	90 | JEDEC TRAY (10+1)	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	0 to 70	DLPA3085
DLPA3085PFDR	Active	Production	HTQFP (PFD) | 100	1000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	0 to 70	DLPA3085
DLPA3085PFDR.B	Active	Production	HTQFP (PFD) | 100	1000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	0 to 70	DLPA3085

(1) **Status:** For more details on status, see our product life cycle.

(2) **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

(3) **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the TI RoHS Statement for additional information and value definition.

(4) **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

(5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

(6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

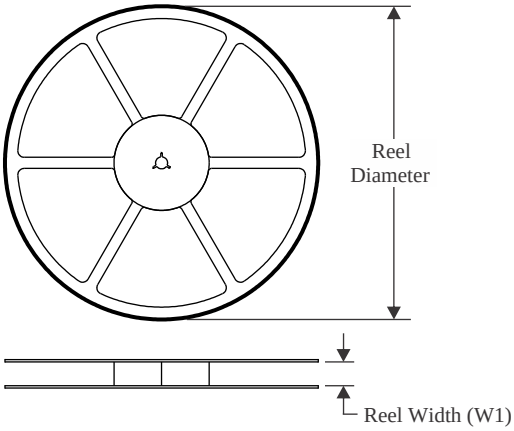
Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

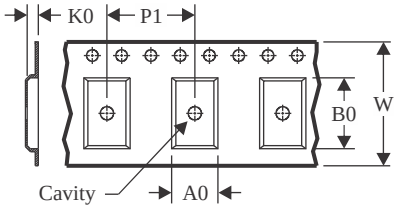
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS

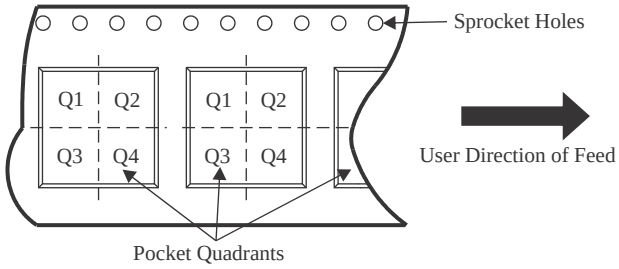


TAPE DIMENSIONS



A0	Dimension designed to accommodate the component width
B0	Dimension designed to accommodate the component length
K0	Dimension designed to accommodate the component thickness
W	Overall width of the carrier tape
P1	Pitch between successive cavity centers

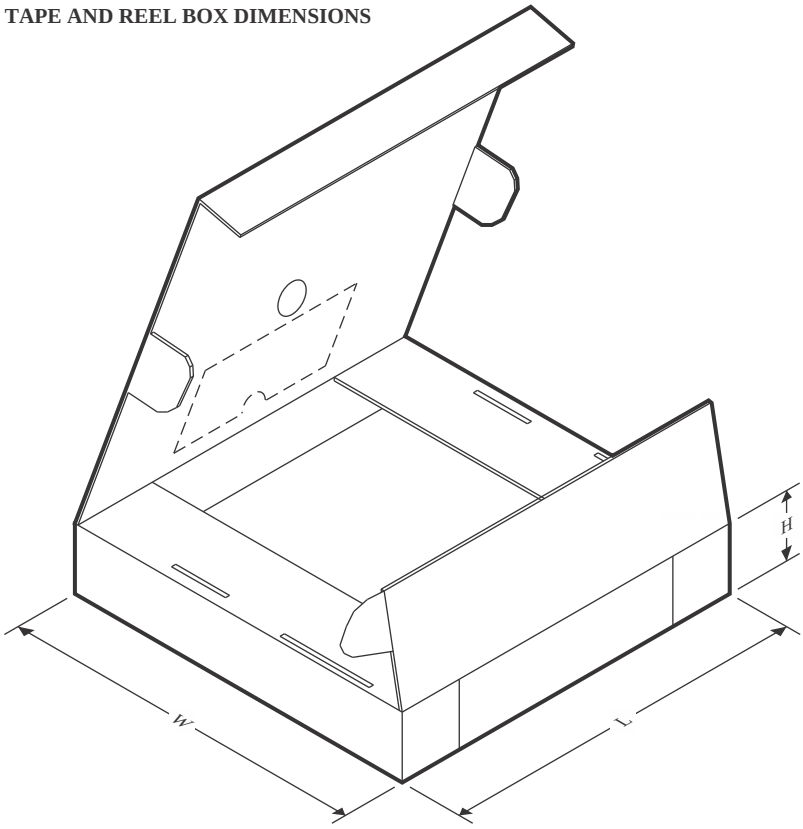
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
DLPA3085PFDR	HTQFP	PFD	100	1000	330.0	24.4	17.0	17.0	1.5	20.0	24.0	Q2

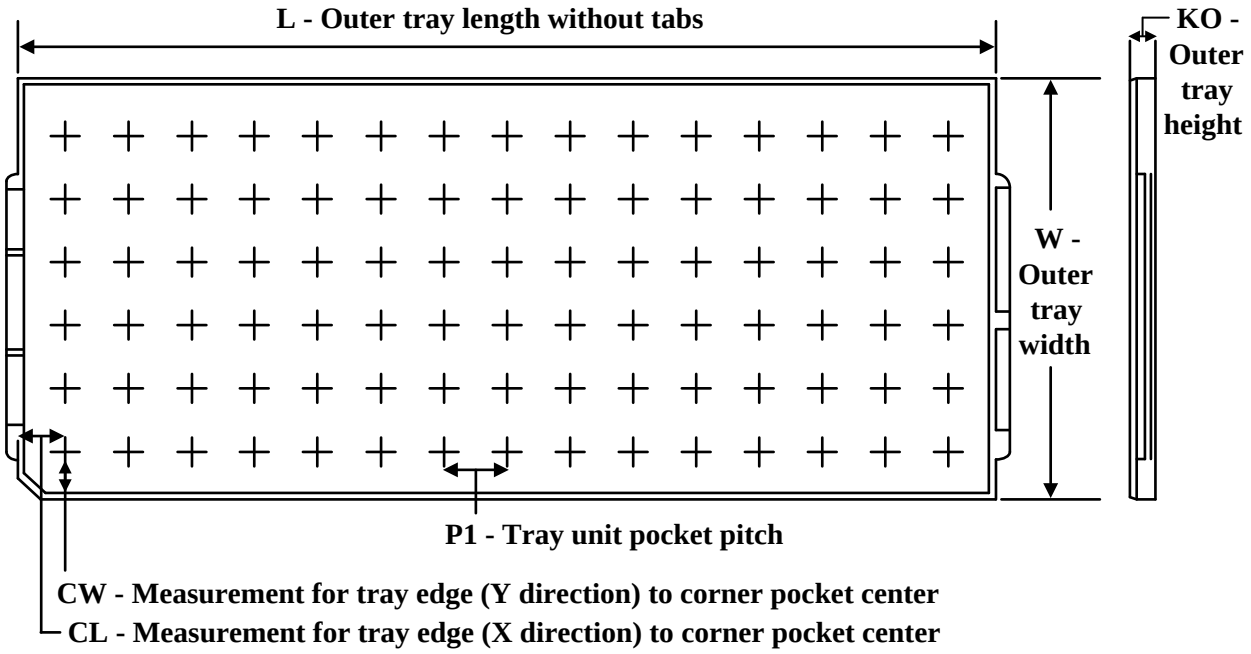
TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
DLPA3085PFDR	HTQFP	PFD	100	1000	350.0	350.0	43.0

TRAY

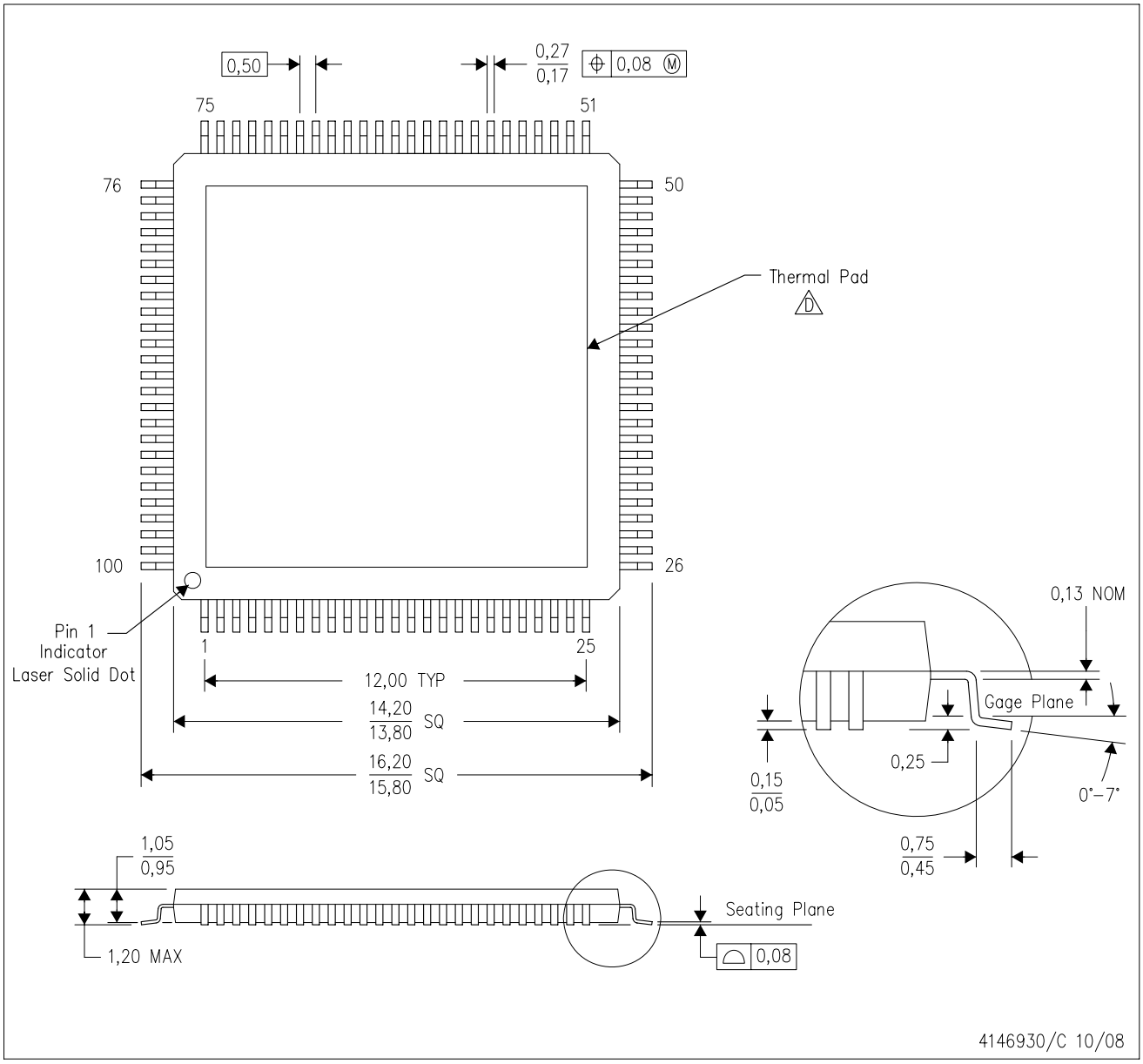


Chamfer on Tray corner indicates Pin 1 orientation of packed units.

*All dimensions are nominal

Device	Package Name	Package Type	Pins	SPQ	Unit array matrix	Max temperature (°C)	L (mm)	W (mm)	K0 (µm)	P1 (mm)	CL (mm)	CW (mm)
DLPA3085PFD	PFD	HTQFP	100	90	6 X 15	150	315	135.9	7620	20.3	15.4	15.45
DLPA3085PFD.B	PFD	HTQFP	100	90	6 X 15	150	315	135.9	7620	20.3	15.4	15.45

PFD (S–PQFP–G100) PowerPAD™ PLASTIC QUAD FLATPACK (DIE DOWN)



NOTES:
A. All linear dimensions are in millimeters. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M–1994.
B. This drawing is subject to change without notice.
C. Body dimensions do not include mold flash or protrusion
D. This package is designed to be attached directly to an external heatsink. Refer to Technical Brief, PowerPad Thermally Enhanced Package, Texas Instruments Literature No. SLMA002 for information regarding recommended board layout. This document is available at www.ti.com <http://www.ti.com>. See the product data sheet for details regarding the exposed thermal pad dimensions.
E. Falls within JEDEC MS–026

PowerPAD is a trademark of Texas Instruments.

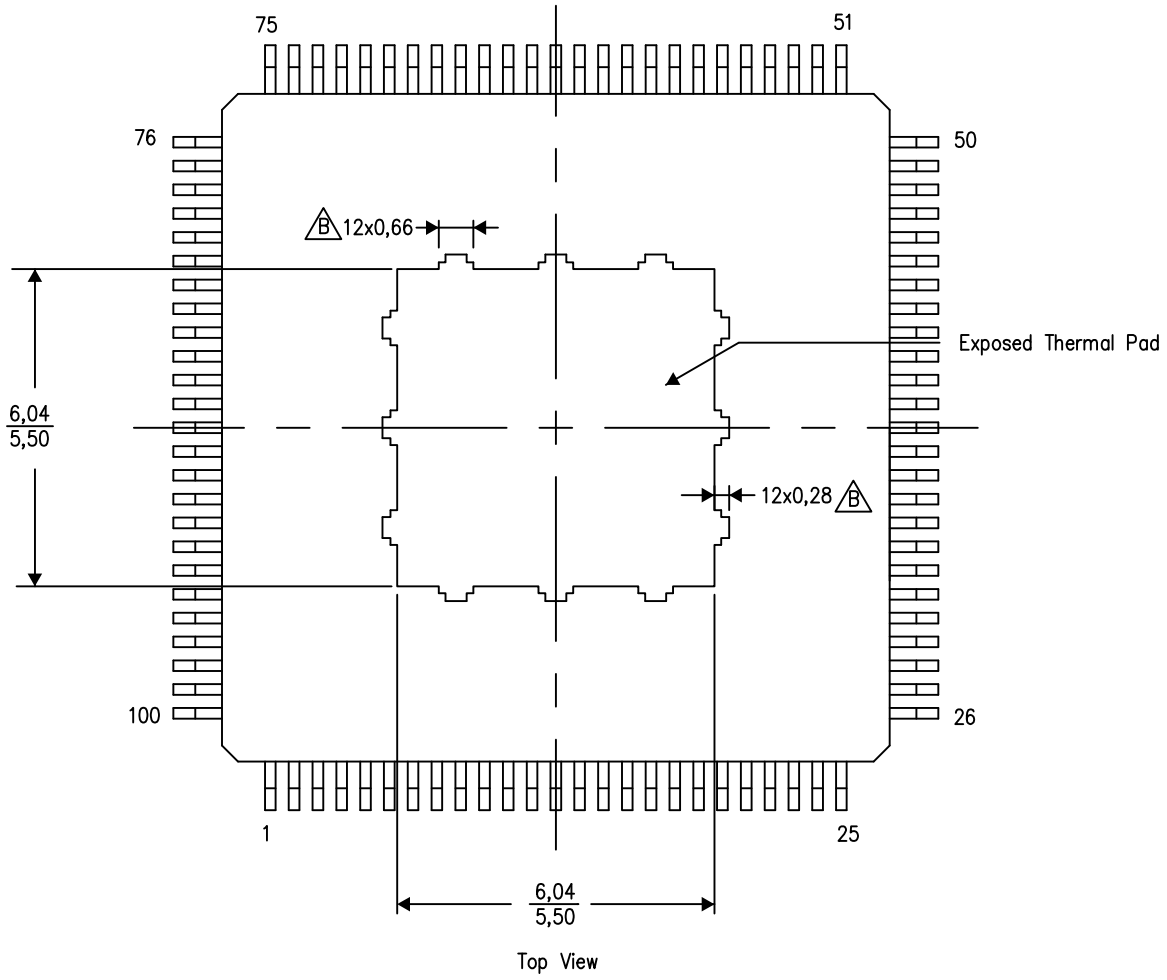
PFD (S–PQFP–G100) PowerPAD™ PLASTIC QUAD FLATPACK

THERMAL INFORMATION

This PowerPAD™ package incorporates an exposed thermal pad that is designed to be attached directly to an external heatsink. This design optimizes the heat transfer from the integrated circuit (IC).

For additional information on the PowerPAD package and how to take advantage of its heat dissipating abilities, refer to Technical Brief, PowerPAD Thermally Enhanced Package, Texas Instruments Literature No. SLMA002 and Application Brief, PowerPAD Made Easy, Texas Instruments Literature No. SLMA004. Both documents are available at www.ti.com.

The exposed thermal pad dimensions for this package are shown in the following illustration.



Top View

Exposed Thermal Pad Dimensions

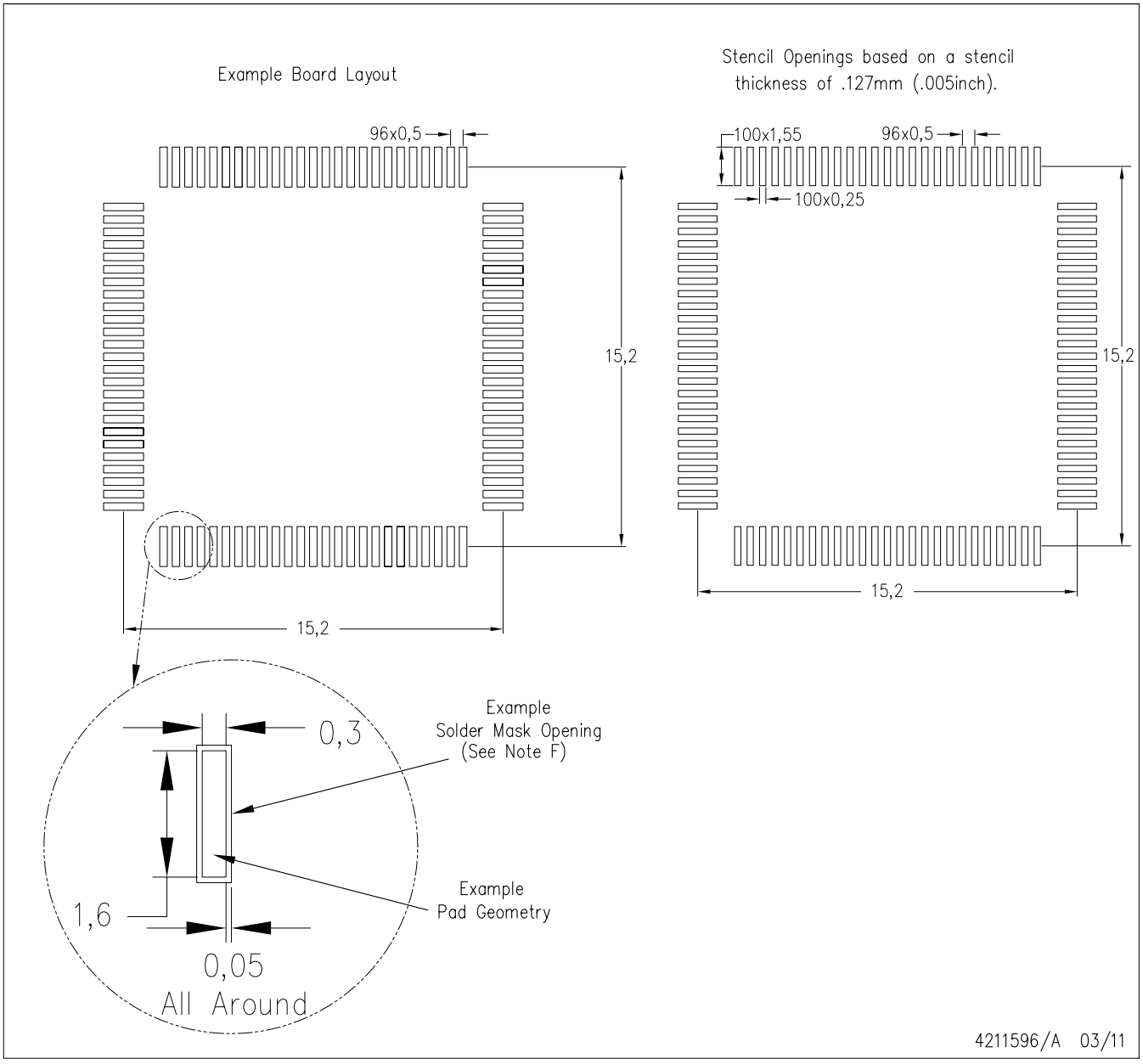
4211595–3/B 06/14

NOTE: A. All linear dimensions are in millimeters

B Tie strap features may not be present.

PowerPAD is a trademark of Texas Instruments

PFD (S–PQFP–G100) PowerPAD™ PLASTIC QUAD FLATPACK



NOTES:
A. All linear dimensions are in millimeters.
B. This drawing is subject to change without notice.
C. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and also rounding corners will offer better paste release. Customers should contact their board assembly site for stencil design recommendations. Example stencil design based on a 50% volumetric metal load solder paste. Refer to IPC–7525 for other stencil recommendations.
D. Customers should contact their board fabrication site for solder mask tolerances between and around signal pads.

PowerPAD is a trademark of Texas Instruments

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出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 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月