MPM54304

4V 至 16V 输入电压，四路输出电源模块
集成 I²C 接口和 MTP 功能，采用超薄封装

描述

MPM54304 是一款四路输出 DC/DC 降压电源模块，输出电流高达 3A（通道 1 和 2）和 2A（通道 3 和 4）。通道 1 和 2 并联可实现高达 6A 的电流，通道 3 和 4 并联可实现高达 4A 电流。

MPM54304 的工作输入电压范围为 4V 至 16V，可支持输出电压范围为 0.55V 至 7V。它可通过 I²C 接口或外部分压电阻来设置输出电压。该模块具有内部自动补偿功能，无需外部补偿网络。MPM54304 采用恒定导通时间（COT）控制模式可实现超快负载瞬态响应。还可以最大限度地降低输出电容值。

MPM54304 集成了 2 次可编程的非易失性存储器。可以通过 I²C 接口进行参数编程。

MPM54304 最大限度地减少了外部元器件的使用数量，并采用节省空间的 LGA-33 (7mmx7mmx2mm) 封装。

特性

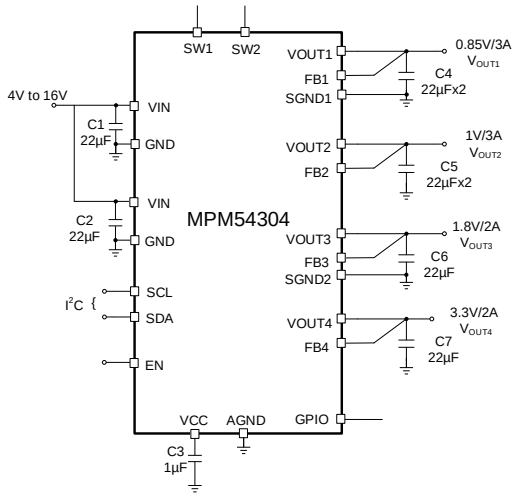
- 输入工作电压范围：4V 至 16V
- 宽输出电压范围：
  - 可通过 I²C 接口编程：0.55V 至 5.4V
  - 外部分压电阻：0.6V 至 7V 或当 V_{IN} < 7V 时为 V_{IN} * D_{MAX}
- 通道 1 和 2：3A 连续输出电流
  通道 3 和 4：2A 连续输出电流
- 可配置多功能 GPIO 引脚
- I²C 和可配置的参数包括:
  - 通道 1 和 2 可以并联
  - 通道 3 和 4 可以并联
  - 开关频率
  - 输出电压
  - 过流保护和过压保护阈值
  - 上下电时序
  - 强制 PWM 模式或自动 PWM/PFM 模式

应用

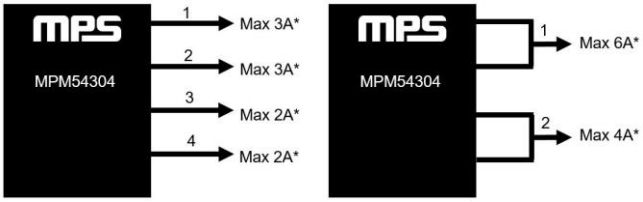
- FPGA 电源供电
- 多轨电源系统
- MCU/DSP 电源供电

所有 MPS 产品都保证无铅，无卤素，并且遵守 RoHS 规范。如需查询具体芯片环保等级，请访问 MPS 官网之质量保证。“MPS”、MPS 标志和“Simple, Easy Solutions”为 MPS 注册商标。

典型应用



4V 至 16V 输入和四路输出



注：

1) 每个电压轨的最大电流受总体封装损耗降额的影响。最大允许封装额定功耗请见第 11 页上的最大 P_{LOSS} vs. 温度曲线。 总封装功耗为所有电压轨的功耗：P_{LOSS} = ($P_{LOSS}1$ + $P_{LOSS}2$ + … + $P_{LOSS}n$)，其中 n 表示使用的电压轨数。

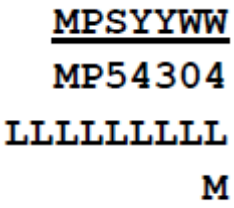
MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

订购信息

产品型号*	封装	顶标	注	MSL 等级
MPM54304GMN-XXXX	LGA-33 (7mmx7mm)	*见下文*		3
MPM54304GMN-0000	LGA-33 (7mmx7mm)	*见下文*	预编程输出电压或 I²C 可调输出电压	
MPM54304GMN-0001	LGA-33 (7mmx7mm)	*见下文*	使用分压电阻设置输出电压	
MPM54304GMN-0002	LGA-33 (7mmx7mm)	*见下文*	使用分压电阻设置输出电压；Buck 1 & 2 并联	
MPM54304GMN-0003	LGA-33 (7mmx7mm)	*见下文*	使用分压电阻设置输出电压；Buck 3 & 4 并联	
MPM54304GMN-0004	LGA-33 (7mmx7mm)	*见下文*	使用分压电阻设置输出电压；Buck 1 & 2，Buck 3 & 4 并联	

***** -XXXX 后缀表示存储在 MTP 存储器中的寄存器配置标识符。I²C 可编程输出电压的默认设置编码为“0000”。编码“0001”至“0004”的详细配置信息和的寄存器示意图，请见第 42 页上的图 3 至图 12。

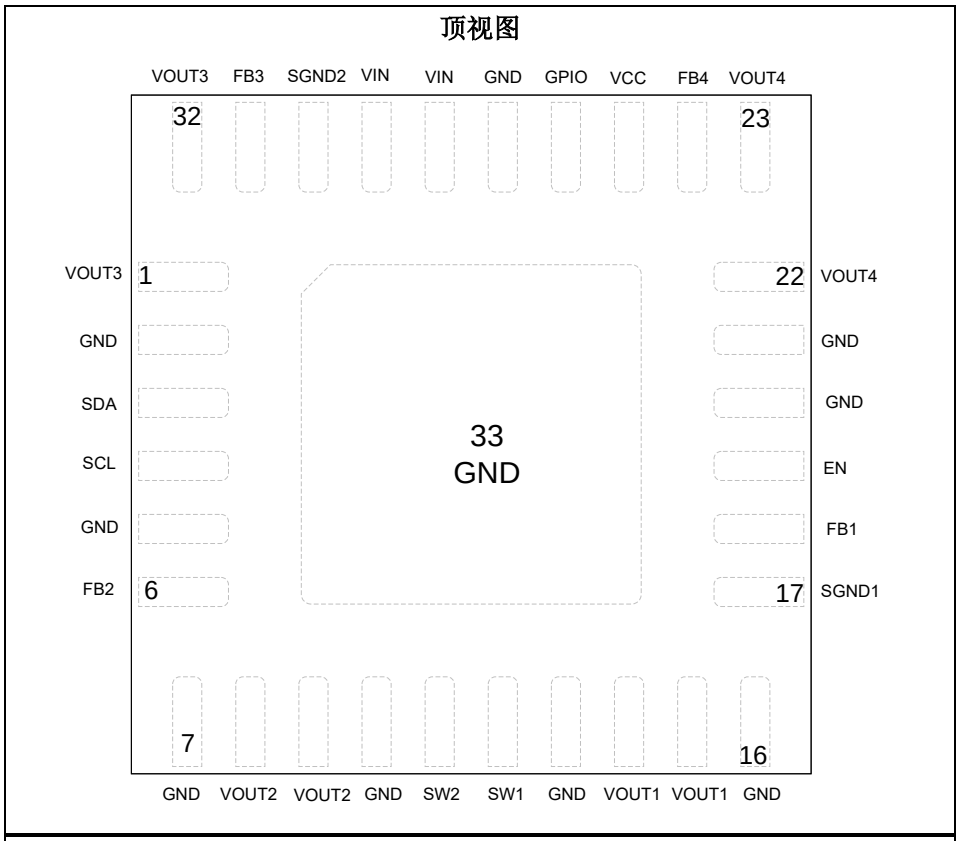
顶标



MPS: MPS 前缀
YY: 年份代码
WW: 周代码
MP54304: 产品型号
LLLLLLLLL: 批次号
M: 模块

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

参考封装



LGA-33 (7mmx7mm)

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

引脚功能

引脚 #	名称	描述
1, 32	VOUT3	**通道 3 输出**
2, 5, 7, 10, 13, 16, 20, 21, 27, 33	GND	**功率地。**将 GND 连接至铺铜区和过孔处。
3	SDA	**I²C 数据信号引脚。**
4	SCL	**I²C 时钟信号引脚。**
6	FB2	**Buck 2 的反馈引脚。**直接通过此引脚或反馈分压电阻连接 Buck 2 的输出。
8, 9	VOUT2	**通道 2 输出引脚。**
11	SW2	**Buck 2 开关节点。**
12	SW1	**Buck 1 开关节点。**
14, 15	VOUT1	**通道 1 输出引脚。**
17	SGND1	**信号地 1。**通道 1 和 2 的输出电压反馈采样信号地。
18	FB1	**Buck 1 的反馈引脚。**直接通过此引脚或反馈分压电阻连接 Buck 1 的输出。
19	EN/SYNCI	**使能控制**此引脚采用逻辑高电压可使能模块；拉低 EN/SYNCI 逻辑可关闭模块。EN 引脚含有一个 2MΩ 的内部下拉电阻。在 EN/SYNCI 引脚上加一个时钟可以同步开关频率至外部时钟。
22, 23	VOUT4	**通道 4 输出**
24	FB4	**Buck 4 的反馈引脚。**直接通过此引脚或反馈分压电阻连接 Buck 4 的输出。
25	VCC	**内部 3.3V LDO 输出引脚。**VCC 电压给驱动器和控制电路供电。连接一个 1μF 的去耦电容到此引脚。
26	GPIO	**通用型输入/输出（GPIO）引脚 - ADD 模式。**当 MTP/I²C 配置此引脚为“ADD”时，该引脚可以编程4个不同的 I²C 从机地址。
		通用型输入/输出（GPIO）引脚 - PG 模式。当 MTP/I²C 配置此引脚为“PG”时，此引脚作为开漏电源正常输出指示引脚。 当任何启用的调节器输出电压降至低于 低压保护阈值时或被禁用时，该引脚输出拉低。
		通用型输入/输出（GPIO）引脚 - 输出接口模式。当 MTP/I²C 配置此引脚为“输出接口”时，有相关寄存器决定输出高/低逻辑。 此处为开漏结构。
		通用型输入/输出（GPIO）引脚 - SYNCO 模式。当 MTP/I2C 配置此引脚为“SYNCO”时，此引脚作为同步输出引脚。相移时钟输出以便同步另一个设备的开关频率。
28, 29	VIN	**供电电压输入引脚。**需要一个陶瓷电容来解耦输入电源轨。
30	SGND2	**信号地 2。**通道 3 和 4 的输出电压反馈采样地。
31	FB3	**Buck 3 的反馈引脚。**直接通过此引脚或反馈分压电阻连接 Buck 3 的输出。

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

最大绝对额定值 (2)

V_{IN} .....
V_{SWx} .....
-0.6V (-7V 用于 <10ns) 至 V_{INx} 0.3V (10ns 以内时为 22V)
EN, FBx .....-0.3V 至 +6V (3)
GPIO, VCC, SCL, SDA .....-0.3V 至 +4V
连续耗散功率(T_A = 25°C)(4)
.....3.93W
结温 .....150°C
焊接温度 .....260°C
存储温度 ..... -65°C 至 +150°C

推荐工作条件 (5)

输入电压（V_{IN}） .....4V 至 16V
由 I²C-设置 V_{OUT}.....0.55V 至 5.4V
由外部分压电阻设置 V_{OUT}
.....0.6V 至 7V 或当 V_{IN} < 7V 时为 V_{IN} * D_{MAX}
工作结温（T_J）..... -40°C 至 +125°C

热阻 (6)

	θ_{JA}	θ_{JC}
JESD51-7	31.8	23 °C/W
EVM54304-MN-00A	31.8	14.4 °C/W

注：

2) 超过这些限定值可能会损坏模块。
3) 对于 EN/SYNCI 引脚额定值，请见第 17 页的使能（EN/SYNCI）章节。
4) 最大可允许耗散功率是最大结温 T_J(MAX)、结温-环境热阻 θ_{JA} 和环境温度 T_A 的函数。任何环境温度下允许的最大连续耗散功率由 P_D(MAX) = (T_J(MAX)-T_A)/θ_{JA} 计算得出。超过最大允许耗散功率会使芯片温度过高，导致稳压器进入热保护状态。内部热保护电路使模块免受永久性损坏。
5) 模块不能保证在其工作条件之外运行。
6) 数据是在 JESD51-7，4 层板上测量所得。

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

电气特性

测试条件为 V_{IN} = 12V, T_J = -40°C 至 +125°C(7)，另有注明除外。

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
供电电流（无开关动作）	I_{IN}	无开关动作，FB 拉高，PFM		1500	2500	μA
关断电流	I_{IN_STD}	I²C 和 MTP 通电		40	80	μA
EN 上升阈值	V_{EN_R}		-2.5%	1.21	+2.5%	V
EN 迟滞	V_{EN_F}			150		mV
使能（EN）输入电流	I_{EN}	V_{EN} = 2V		1		μA
频率 SYNC 输入电压范围(8)	f_{SYNCI}		500		1600	kHz
默认频率	f_{SW}	由 MTP 调节，寄存器数值： 0x0d D[7:6] = 01	-15%	800	+15%	kHz
电源正常输出指示欠压（PG UV）上升阈值	$V_{PG_UV_R}$		88%	92%	97%	V_{REF}
电源正常输出指示欠压（PG UV）下降阈值	$V_{PG_UV_F}$			87%		V_{REF}
电源正常输出指示（PG）上升延时(9)	$t_{PG_R_DLY}$	MTP 可调， 寄存器数值：0x0e D[4:2] = 000		200		μs
电源正常输出指示（PG）下降延时(9)	$t_{PG_F_DLY}$			50		μs
电源正常输出指示，输出接口的灌电流能力	V_{PG_Sink}	灌电流为 1mA			0.4	V
ADD 引脚电压阈值 1	V_{ADD_1}	设置 I²C 地址 1， 寄存器数值：0x0e D[7:6] = 00			18%	V_{CC}
ADD 引脚电压阈值 2	V_{ADD_2}	设置 I²C 地址 2， 寄存器数值：0x0e D[7:6] = 00	33%		45%	V_{CC}
ADD 引脚电压阈值 3	V_{ADD_3}	设置 I²C 地址 3， 寄存器数值：0x0e D[7:6] = 00	56%		71%	V_{CC}
ADD 引脚电压阈值 4	V_{ADD_4}	设置 I²C 地址 4， 寄存器数值：0x0e D[7:6] = 00	82%			V_{CC}
ADD 引脚输入电流	I_{ADD}	V_{ADD} = 2V		0		μA
频率同步输出范围	f_{SYNCO}	开漏	500		1600	kHz
频率同步输出占空比	D_{SYNCO}	从 Buck 1 相移 180°		50		%
VCC 欠压锁定保护上升阈值	V_{CC_R}		2.8	3	3.2	V
VCC 欠压锁定保护阈值迟滞	V_{CC_HYS}			100		mV
VCC 电压	V_{CC}	I_{CC} = 0mA	3.1	3.3	3.5	V
VCC 电压调整率	V_{CC_RG}	I_{CC} = 0mA 至 25mA		1		%
过温关断保护(9)	T_{OTP_R}			160		°C
过温保护迟滞(9)	T_{HYS}			20		°C
降压调节器						

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

输入欠压锁定保护上升阈值	V_{IN_R}	由 MTP 调节， 寄存器数值：0x0c D[2:1] = 01		4.5		V
输入欠压保护阈值迟滞	V_{IN_HYS}			600		mV

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

电气特性 *(续表)*

测试条件为 V_{IN} = 12V, T_J = -40°C 至 +125°C(7)，另有注明除外。

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
反馈电压精度	V_{FB1}	Buck 1 的默认输出，寄存器数值：0x02 D[7:0] = 00101101	-1.5%	1	+1.5%	V
	V_{FB2}	Buck 2 的默认输出，寄存器数值：0x05 D[7:0] = 10110111	-1.5%	3.3	+1.5%	V
	V_{FB3}	Buck 3 的默认输出，寄存器数值：0x08 D[7:0] = 01111101	-1.5%	1.8	+1.5%	V
	V_{FB4}	Buck 4 的默认输出，寄存器数值：0x0b D[7:0] = 01011111	-1.5%	1.5	+1.5%	V
Buck 1, Buck 2						
下管电流限（拉电流）	$I_{LS_Valley1}$	由 MTP 调节，寄存器数值：0x01 D[4:3] = 10	3.2	4.2	5.2	A
	$I_{LS_Valley2}$	由 MTP 调节，寄存器数值：0x04 D[4:3] = 01	2	3	4	A
下管电流限（灌电流）	I_{CL_PWM1}			-2		A
最小导通时间(9)	t_{ON_MIN1}			33		ns
最小关机时间(9)	t_{OFF_MIN1}			113		ns
输出过压保护上升阈值	V_{OVP1_H}		115%	120%	125%	V_{REF}
输出过压保护恢复阈值	V_{OVP1_L}			114%		V_{REF}
输出放电电阻(9)	R_{SW1}/R_{SW2}			45		Ω
Buck 1的软启动时间	t_{SS_B1}	V_{OUT} = 10 至 90%		0.8		ms
Buck 2的软启动时间	t_{SS_B2}	V_{OUT} = 10 至 90%		1.2		ms
Buck 3, Buck 4						
下管电流限（拉电流）	$I_{LS_Valley3}$	由 MTP 调节，寄存器数值：0x07 D[4:3] = 00	1.2	2	3	A
	$I_{LS_Valley4}$	由 MTP 调节，寄存器数值：0x0a D[4:3] = 01	2	3	4	A
下管电流限（灌电流）	I_{CL_PWM2}	强制 PWM 模式，过压保护（OVP），放电电流		-1.5		A
最小导通时间(9)	t_{ON_MIN2}			31		ns
最小关机时间(9)	t_{OFF_MIN2}			133		ns
输出过压保护上升阈值	V_{OVP2_H}		115%	120%	125%	V_{REF}
输出过压保护恢复阈值	V_{OVP2_L}			114%		V_{REF}
输出放电电阻(9)	R_{SW3}/R_{SW4}			45		Ω
Buck 3的软启动时间	t_{SS_B3}	V_{OUT} = 10 至 90%		0.8		ms
Buck 4的软启动时间	t_{SS_B4}	V_{OUT} = 10 至 90%		0.7		ms

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

电气特性 *(续表)*

测试条件为 V_{IN} = 12V, T_J = -40°C 至 +125°C (7)，另有注明除外。

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
I²C 接口规范(10)						
输入逻辑高电平	V_{IH}		1.4			V
输入逻辑低电平	V_{IL}				0.4	V
输出电压逻辑低电平	V_{OUT_L}	灌电流为 4mA			0.4	V
SCL 时钟频率	f_{SCL}				3.4	MHz
SCL 高电平时间	t_{HIGH}		60			ns
SCL 低电平时间	t_{LOW}		160			ns
数据建立时间	$t_{SU.DAT}$		10			ns
数据保持时间	$t_{HD.DAT}$			70		ns
重复启动建立时间	$t_{SU.STA}$		160			ns
重复启动保持时间	$t_{HD.STA}$		160			ns
总线启动和停止条件之间的总线空闲时间	t_{BUF}		160			ns
停止条件建立时间	$t_{SU.STO}$		160			ns
SCL 和 SDA 的上升时间	t_R		10		300	ns
SCL 和 SDA 的下降时间	t_F		10		300	ns
抑制尖峰的脉冲宽度	t_{SP}		0		50	ns
每条总线的电容	C_B				400	pF
SCL 低电平时间	t_{LOW}		200			ns

注：

7) 未经生产验证。由过温校准保证。
8) 此功能有个局限性，仅能使用接近当前系统开关频率的 SYNC IN。
9) 由工程样品特性保证。
10) 最大 I²C 总线电压应低于 4V。推荐使用 1.8V 或 3.3V 典型总线电压。

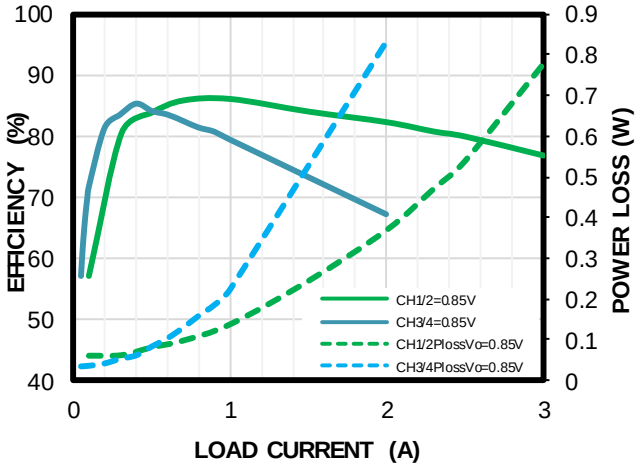
MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

典型性能特性

测试条件为 V_{IN} = 12V, $V_{OUT1/2/3/4}$ = 1/3.3/1.8/1.5V , f_{SW} = 800kHz, T_A = 25°C，另有注明除外。

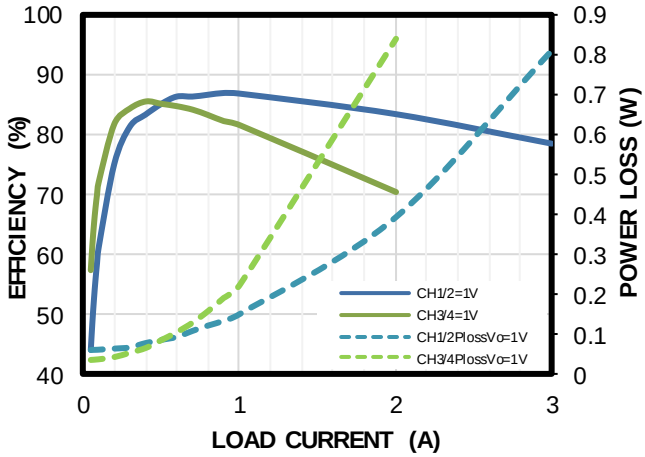
效率 vs. 负载电流

V_{IN} = 5V



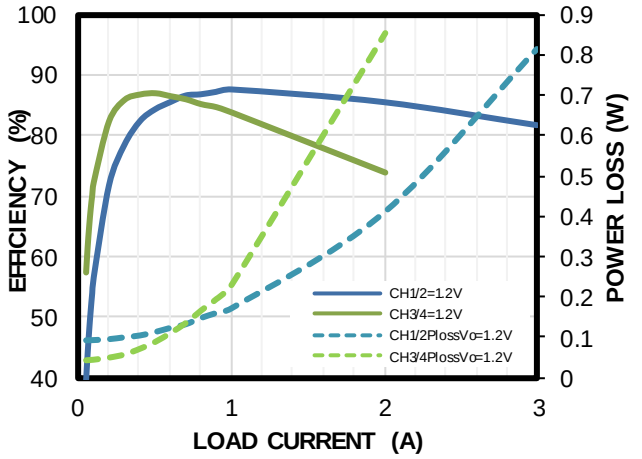
效率 vs. 负载电流

V_{IN} = 5V



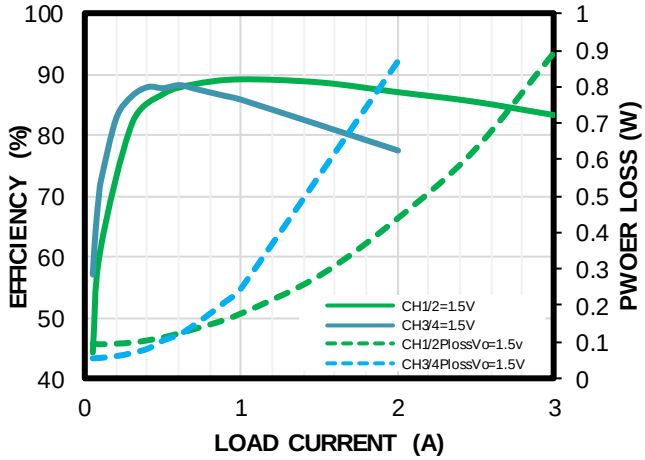
效率 vs. 负载电流

V_{IN} = 5V



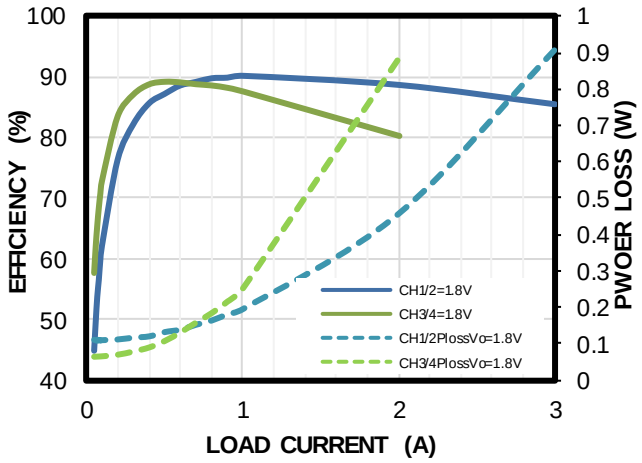
效率 vs. 负载电流

V_{IN} = 5V



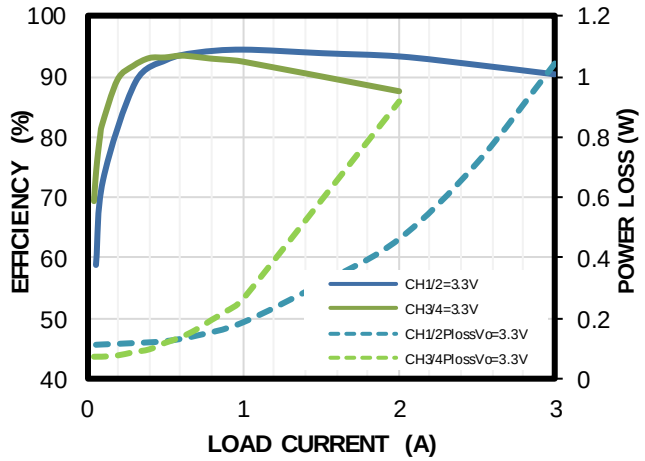
效率 vs. 负载电流

V_{IN} = 5V



效率 vs. 负载电流

V_{IN} = 5V



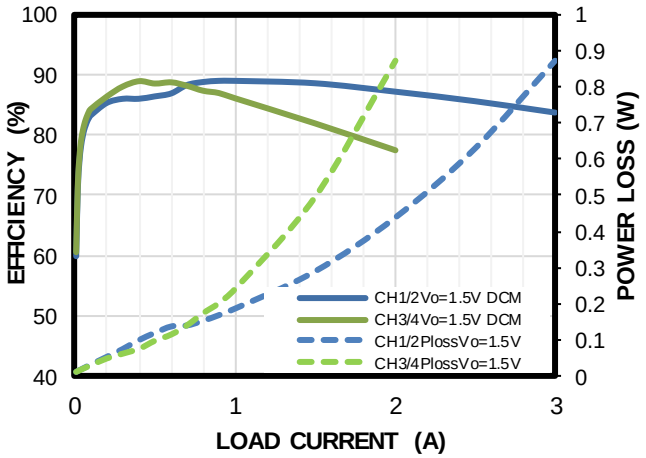
MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

典型性能特性（*续表*）

测试条件为 V_{IN} = 12V, $V_{OUT1/2/3/4}$ = 1/3.3/1.8/1.5V , f_{SW} = 800kHz, T_A = 25°C，另有注明除外。

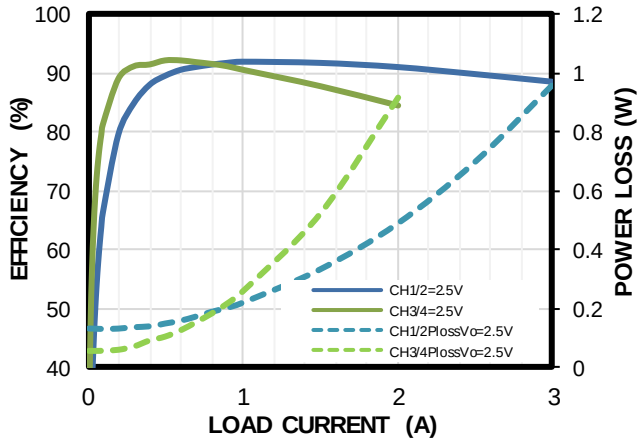
效率 vs. 负载电流

V_{IN} = 5V



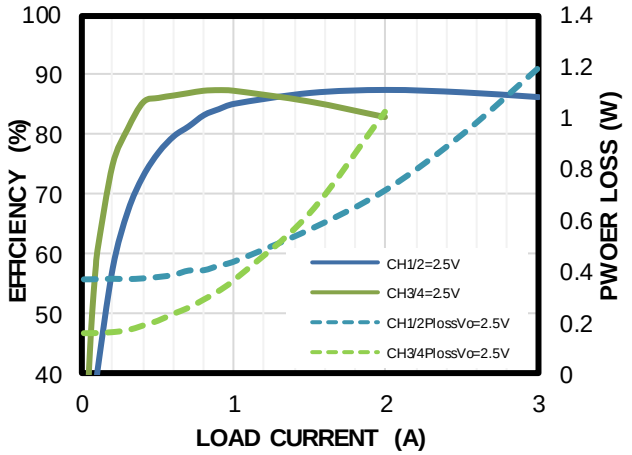
效率 vs. 负载电流

V_{IN} = 5V



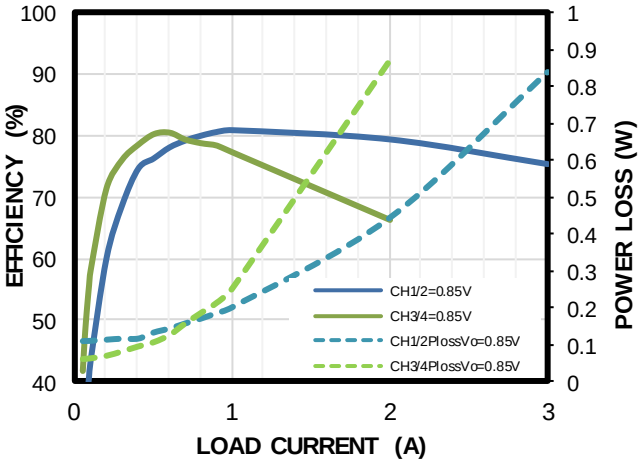
效率 vs. 负载电流

V_{IN} = 12V



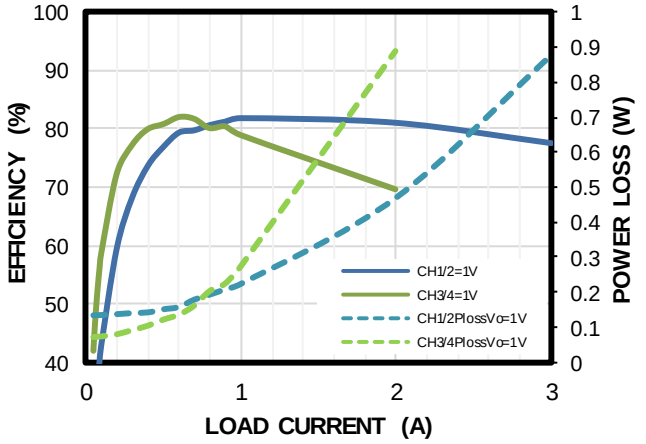
效率 vs. 负载电流

V_{IN} = 12V



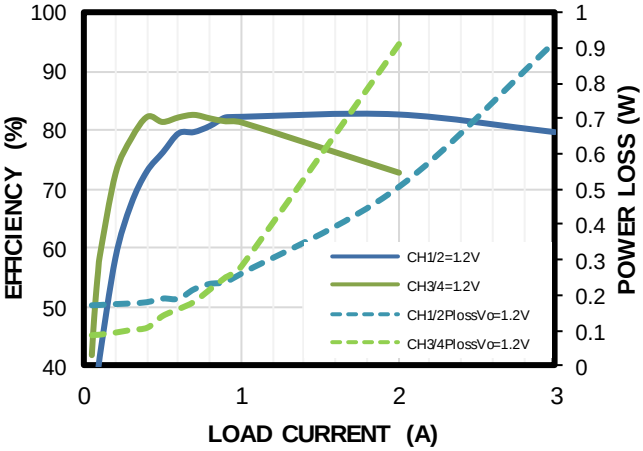
效率 vs. 负载电流

V_{IN} = 12V



效率 vs. 负载电流

V_{IN} = 12V



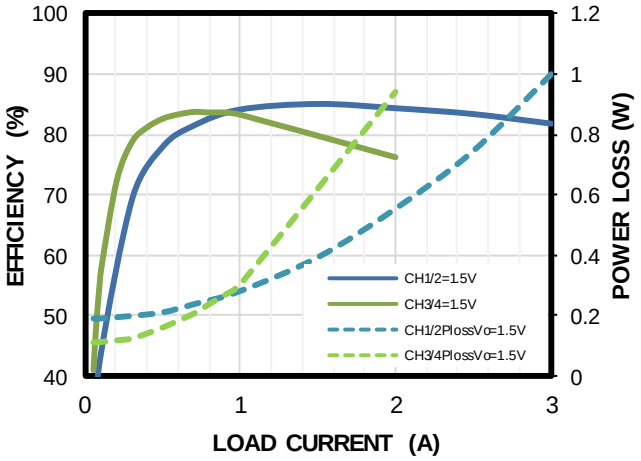
MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

典型性能特性*（续表）*

测试条件为 V_{IN} = 12V, $V_{OUT1/2/3/4}$ = 1/3.3/1.8/1.5V, f_{SW} = 800kHz, T_A = 25°C，另有注明除外。

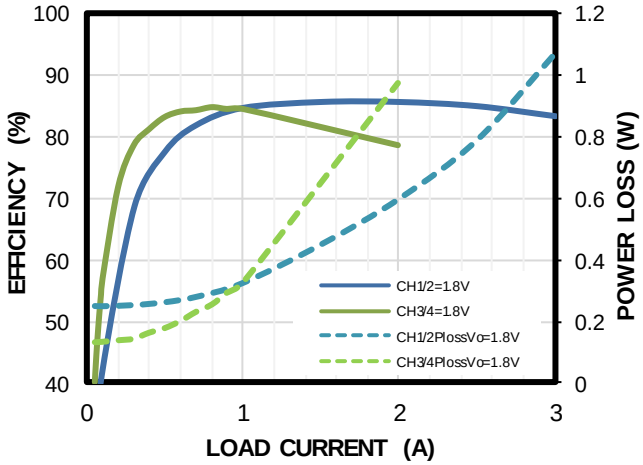
效率 vs. 负载电流

V_{IN} = 12V



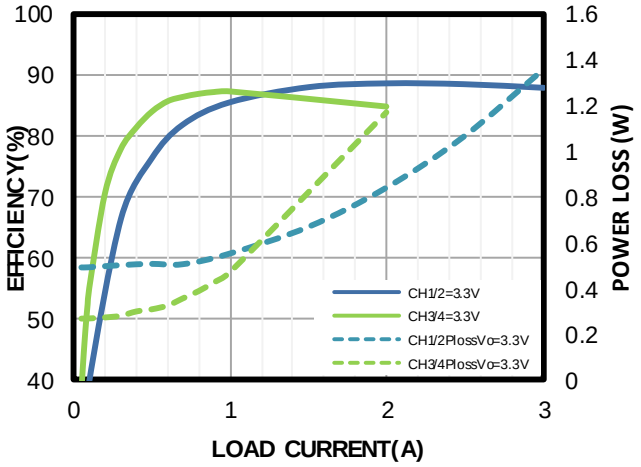
效率 vs. 负载电流

V_{IN} = 12V



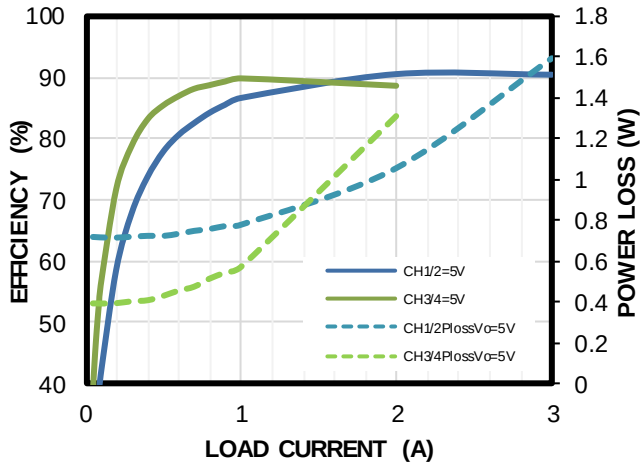
效率 vs. 负载电流

V_{IN} = 12V



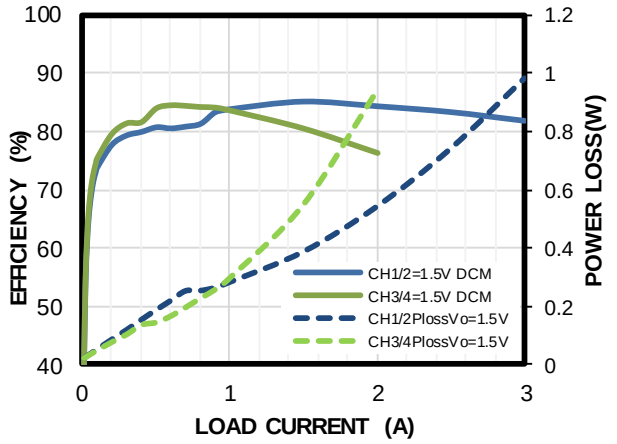
效率 vs. 负载电流

V_{IN} = 12V



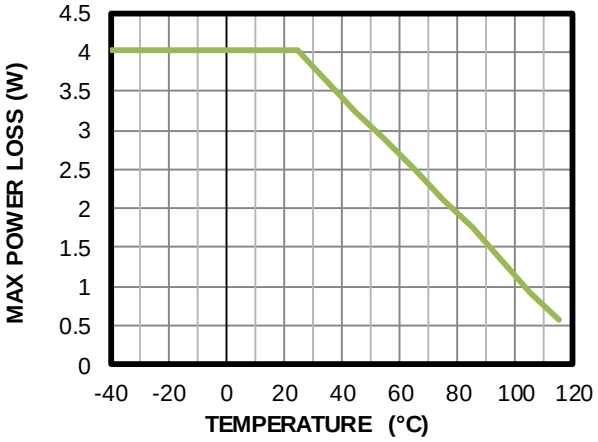
效率 vs. 负载电流

V_{IN} = 12V



最大功耗 vs. 温度

空气流动



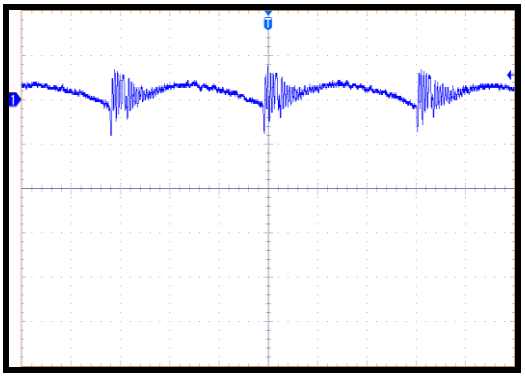
MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

典型性能特性（*续表*）

测试条件为 V_{IN} = 12V, $V_{OUT1/2/3/4}$ = 1/3.3/1.8/1.5V, f_{SW} = 800kHz, T_A = 25°C，另有注明除外。

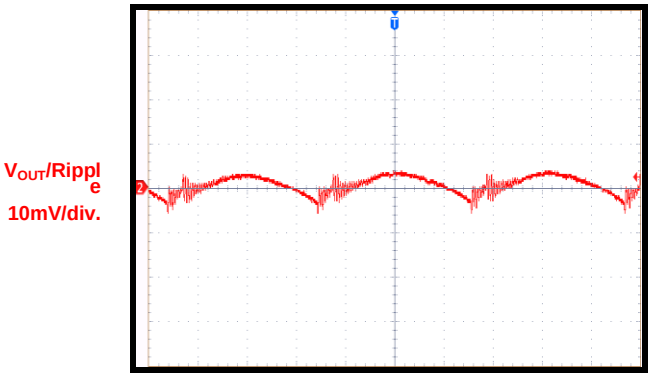
Vout1 纹波

I_{OUT} = 3A, V_{OUT} = 1V, CCM



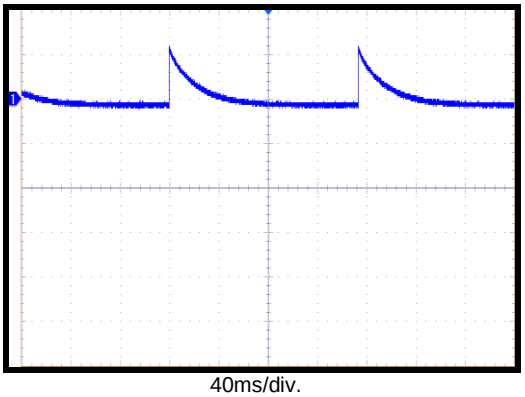
VOUT2 纹波

I_{OUT} = 3A, V_{OUT} = 1V, CCM



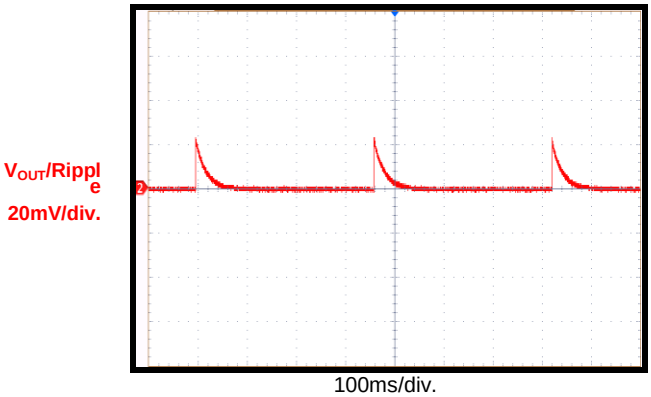
VOUT1 纹波

I_{OUT} = 0A, V_{OUT} = 1V, DCM



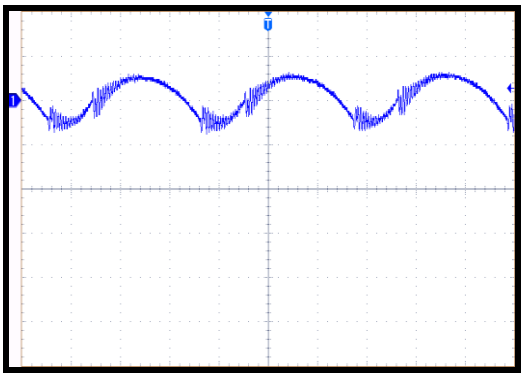
VOUT2 纹波

I_{OUT} = 0A, V_{OUT} = 1V, DCM



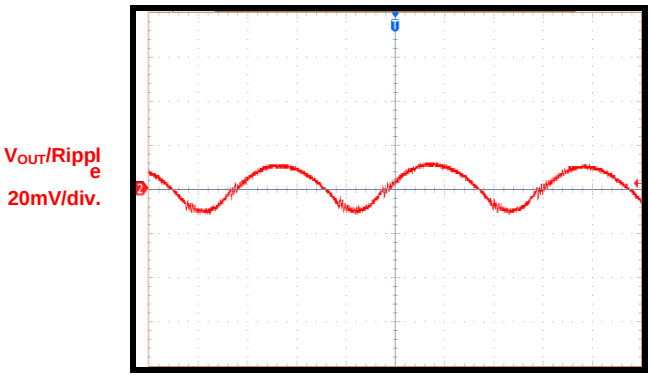
VOUT1 纹波

I_{OUT} = 3A, V_{OUT} = 3.3V, CCM



VOUT2 纹波

I_{OUT} = 3A, V_{OUT} = 3.3V, CCM



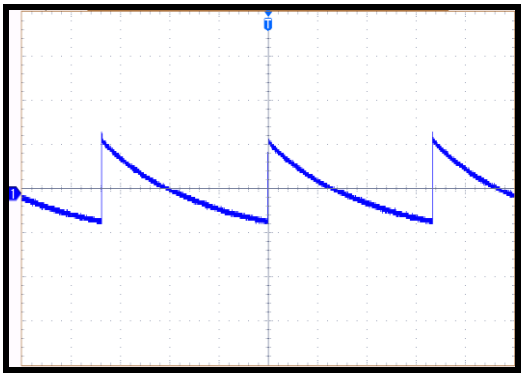
MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

典型性能特性*（续表）*

测试条件为 V_{IN} = 12V, $V_{OUT1/2/3/4}$ = 1/3.3/1.8/1.5V , f_{SW} = 800kHz, T_A = 25°C，另有注明除外。

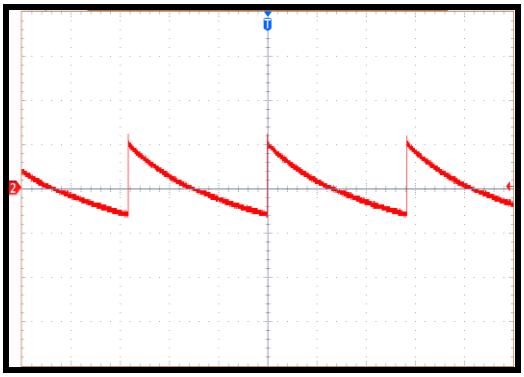
VOUT1 纹波

I_{OUT} = 0A, V_{OUT} = 3.3V, C_{OUT} = 47μF, DCM



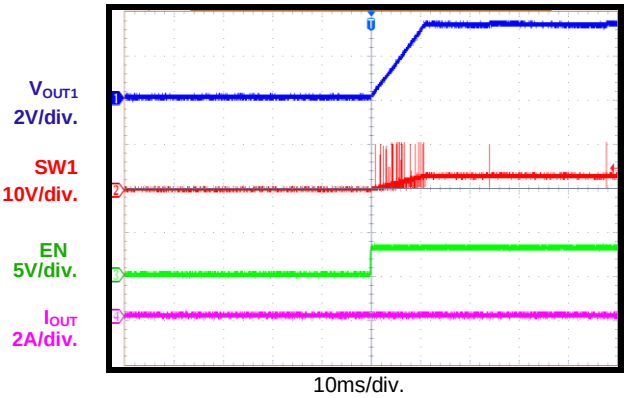
VOUT2 纹波

I_{OUT} = 0A, V_{OUT} = 3.3V, C_{OUT} = 47μF, DCM



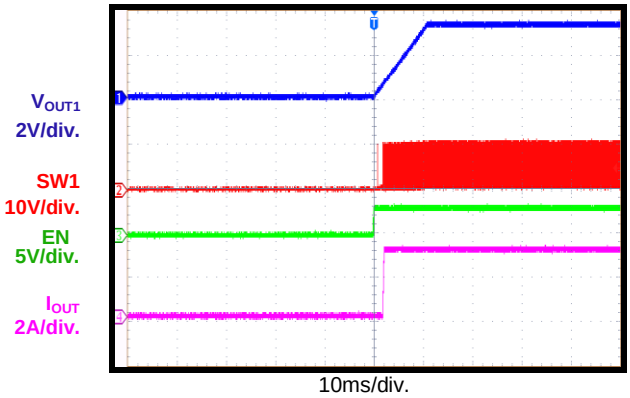
EN 开启

V_{OUT1} = 3.3V



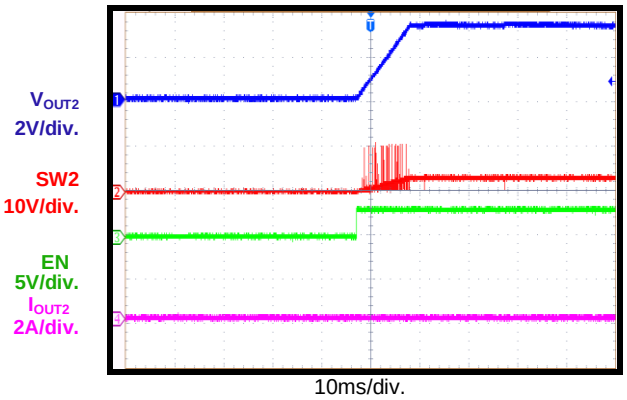
EN 开启 I_{OUT1} = 3A

V_{OUT1} = 3.3V



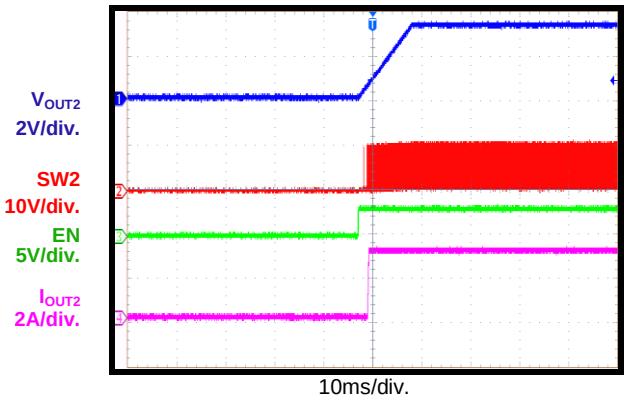
EN 开启

V_{OUT2} = 3.3V



EN 开启 I_{OUT2} = 3A

V_{OUT2} = 3.3V



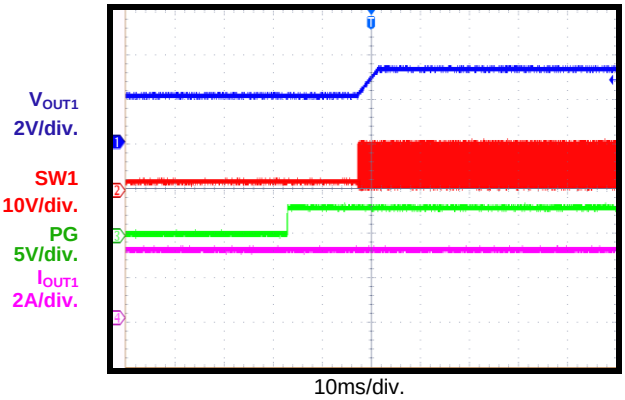
MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

典型性能特性*（续表）*

测试条件为 V_{IN} = 12V, $V_{OUT1/2/3/4}$ = 1/3.3/1.8/1.5V, f_{SW} = 800kHz, T_A = 25°C，另有注明除外。

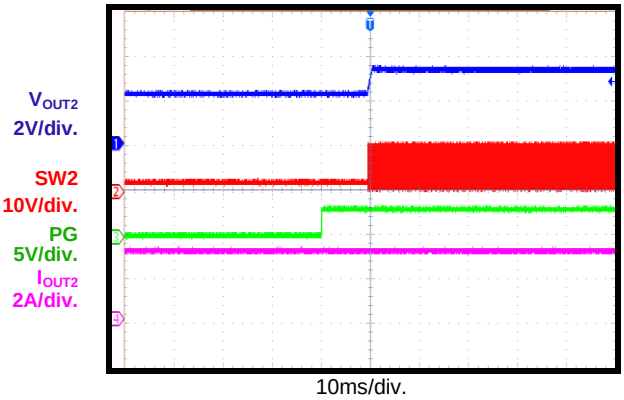
预偏置启动

V_{OUT1} = 3.3V

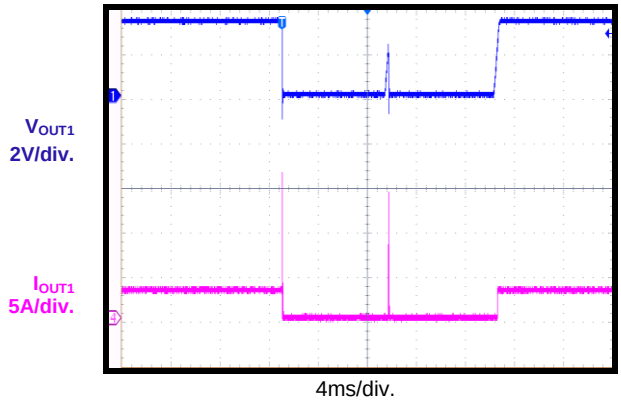


预偏置启动

V_{OUT2} = 3.3V

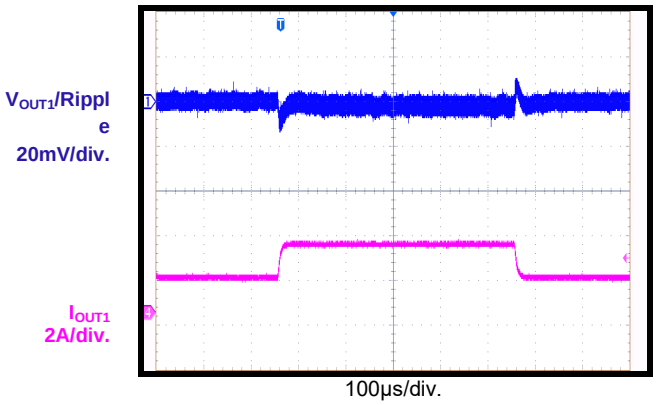


进入短路保护（SCP）和恢复模式



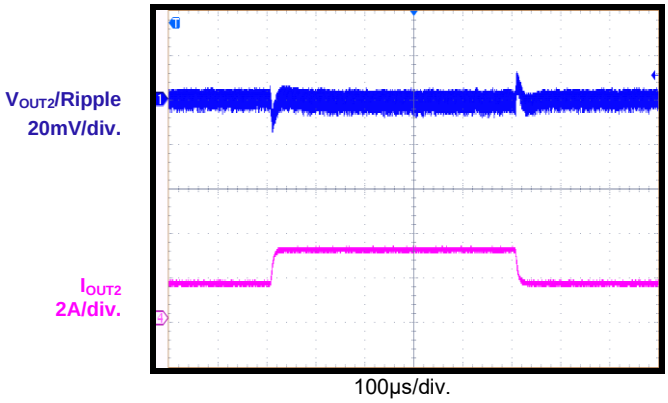
负载瞬态响应

I_{OUT1} = 1.5A 至 3A, V_{OUT1} = 1V



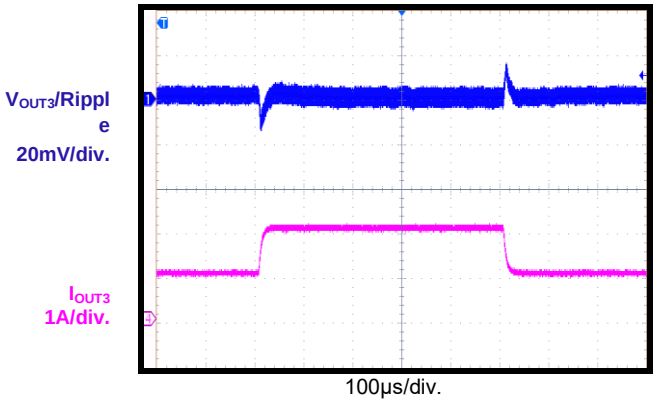
负载瞬态响应

I_{OUT2} = 1.5A 至 3A, V_{OUT2} = 1V



负载瞬态响应

I_{OUT3} = 1A 至 2A, V_{OUT3} = 1V



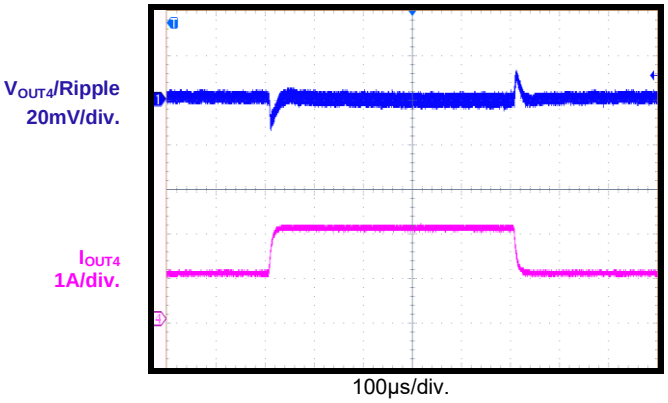
MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

典型性能特性*（续表）*

测试条件为 V_{IN} = 12V, $V_{OUT1/2/3/4}$ = 1/3.3/1.8/1.5V, f_{SW} = 800kHz, T_A = 25°C，另有注明除外。

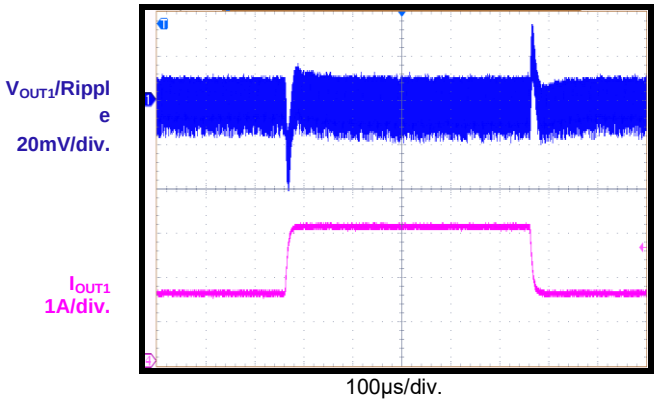
负载瞬态响应

I_{OUT4} = 1A 至 2A, V_{OUT4} = 1V



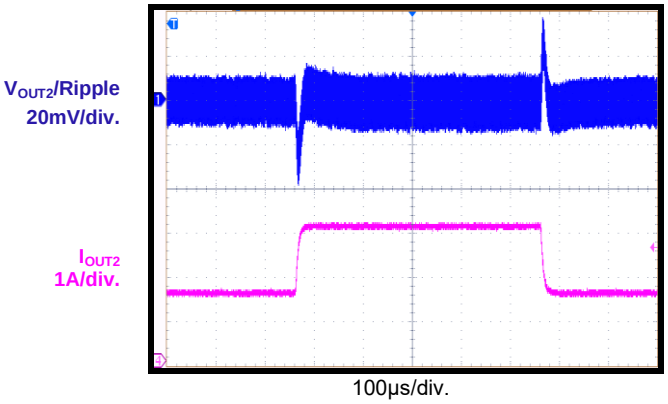
负载瞬态响应

I_{OUT1} = 1.5A 至 3A, V_{OUT1} = 3.3V



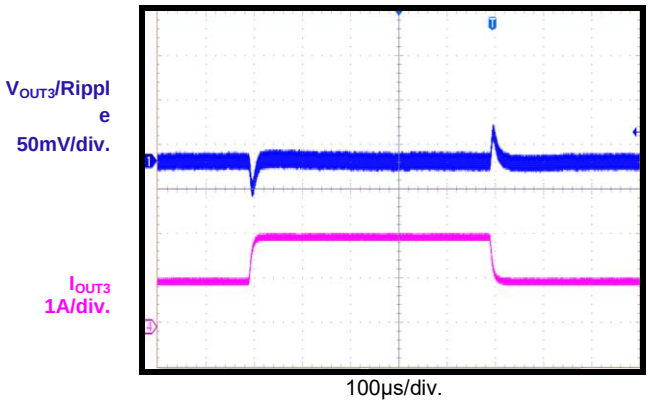
负载瞬态响应

I_{OUT2} = 1.5A 至 3A, V_{OUT2} = 3.3V



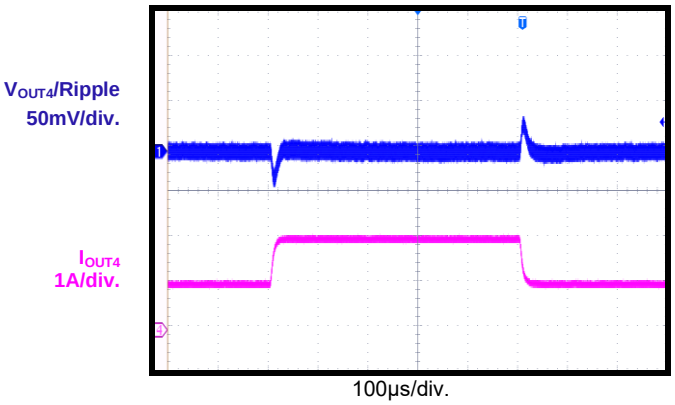
负载瞬态响应

I_{OUT3} = 1A 至 2A, V_{OUT3} = 3.3V



负载瞬态响应

I_{OUT4} = 1A 至 2A, V_{OU44} = 3.3V



MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

功能框图

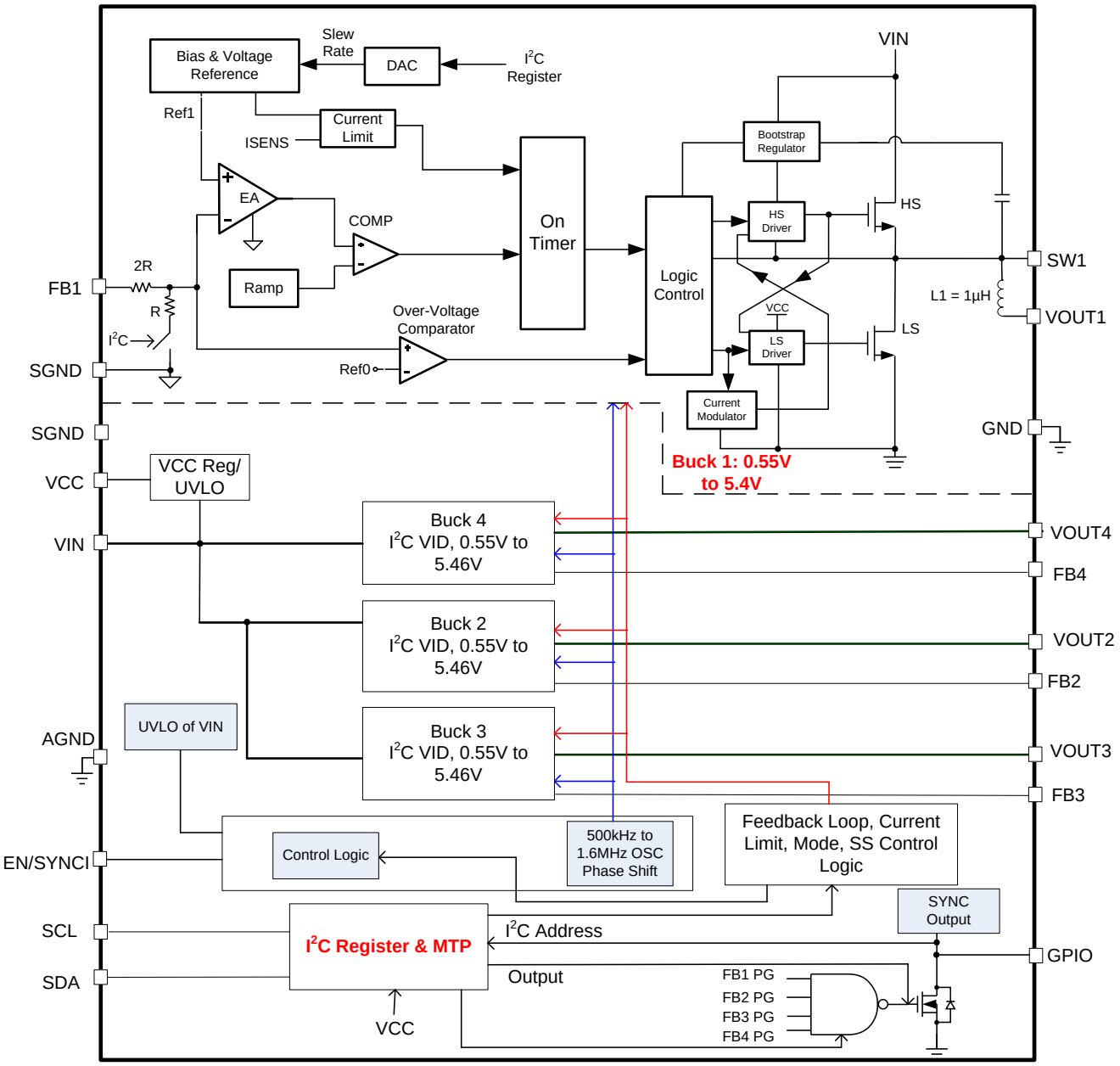


图 1：功能框图

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

模拟工作环境

高效降压（Buck）调节器

MPM54304 集成了 4 个内置软启动、补偿功能和打嗝电流限保护功能的 同步降压 DC/DC 调节器。固定频率、恒定导通时间（COT）控制模式为其提供了快速瞬态响应。在连续导通模式（CCM）下，开关时钟被锁定，并可以选择相移从 Buck 1 到 Buck 4。

电源和欠压锁定保护（UVLO）

当输入电压超过欠压锁定保护（UVLO）的上升阈值电压时，相应的降压（Buck）调节器启动。当输入电压低于欠压锁定保护（UVLO）下降阈值电压，模块关断。关于上电的更多信息，请见第 32 页的状态机描述章节。

使能和开关频率同步输入（EN/SYNCI）

频率同步（SYNC）输入（EN/SYNCI）引脚是一个数字启动和关断芯片的控制引脚。拉高 EN/SYNCI 引脚开启调节器，拉低 EN 引脚关断调节器。当此引脚浮空时，EN/SYNCI 被内部电阻自动拉低。

直接将 EN/SYNCI 连接至电压源极时需将电压源幅度限制在 6V 及以内，以防止损坏模块。当拉高 EN/SYNCI 至 $12V_{IN}$ 时，需要一个分压电阻。

对于外部时钟同步功能，请连接一个频率范围在 500kHz 至 1.6MHz 之间的时钟至 EN/SYNCI。Buck 1 的 SW 上升沿将同步至外部时钟上升沿。选择一个脉宽低于 1.7μs 的外部时钟信号。同步以后，Buck 1 至 Buck 4 继续按照 MTP 配置的移相工作。MPM54304 的默认开关频率应接近同步输入的频率。比如，当外部 SYNCI 为 500kHz 时，内部开关频率应通过 I²C 或 MTP 设为 533kHz。当 EN/SYNCI 拉低时，I²C 和 MTP 功能包括 ADD 引脚功能保持激活状态。

过温关断保护

MPM54304 通过从内部监控模块的结温来实现过温关断保护。如果结温超过 160°C 阈值，则模块关断。此保护为非锁定保护。这里有 20°C 的迟滞。即一旦结温降至低于 140°C，设备进入软启动。

预偏置启动

MPM54304 可实现预先偏置负载状态下的单调线性启动。如果启动时输出预先偏置了一个固定电压，模块首先会刷新 BST 电压给 BST 电容充电。同时给内部软启动电容充电。如果 BST 的电压超出其上升阈值电压，且软启动电压超过输出采样的 FB 电压，则模块开始正常工作。

电源正常输出指示（PG）

MPM54304 具有电源正常信号（PG）寄存器位（状态寄存器的位 D4~D7），可以指示 Buck 的输出电压是否正常。当 Buck 的反馈电压（V_{FB}）高于参考电压（V_{REF}）的 92% 时，状态寄存器里相应的 PGx 位根据 200μs 默认值或其他 MTP-可编程延迟时间从 0 设为 1。在正常工作期间，当相应的 Buck 调节器电压降至低于具有 50μs 迟滞的欠压保护（UV）阈值时，PGx 位设为 0。

MPM54304 的 GPIO 引脚可以配置为专用 PG 引脚输出，作为 PG1 至 PG4 信号的连线和输出。

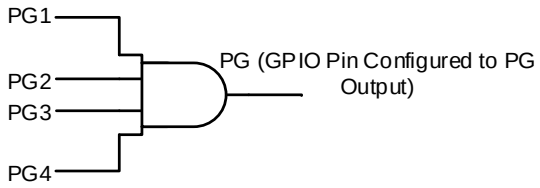


图 2：GPIO 引脚配置为 PG 输出逻辑

如果 UVLO, EN/SYNCI = low, 或发生过温保护 (OTP)，PG 引脚被立即拉低。如果发生过流（OC）情况，PG 引脚在 V_{FB} 降至低于 V_{REF} 的 87% 时拉低（50μs 延时之后）。PG 功能无法指示输出过压情况。

输出过压保护（OVP）

MPM54304 可以监控输出电压。如果输出电压超过调节电压的 120% 长达 2.5μs 以上，则模块进入过压保护（OVP）放电模式。在过压保护（OVP）模式下，下管 MOSFET（LS-FET）保持导通直至下管电流达到负向电流限。这将放电输出，以保持其处于正常范围内。如果仍存在过压情况，下管在经过固定的延迟后会再次导通，重复放电操作。当 V_{FB} 降至低于 V_{REF} 的 114% 时，模块会退出放电模式。

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

如果在过压保护放电模式期间输入电压超过 18V（输入过压保护阈值），则 MPM54304 停止开关动作直至输入电压降至 16V。然后 MPM54304 重新进入放电模式。此输入过压保护功能仅在输入过压情况下有效。

可以通过 I²C 和 MTP 接口启用和禁用过压保护功能。

输出放电功能

为了在下电过程中对输出电容进行放电，在 SWx 引脚到地之间需要接放电电阻（通常为 45Ω）。可以通过 I²C 和 MTP 接口启用和禁用放电功能。

软启动

MPM54304 采用软启动（SS）功能可以确保稳定的上电输出电压。当模块启用且 BST 电压达到其上升阈值时，内部 DAC 电压输出斜坡电压（参考电压）。输出电压会随着参考电压缓慢上升。DAC 输出达到最终电压后将保持不变。此时，软启动结束，模块进入稳态工作。

可通过 MTP 编程启动延时和软启动变化斜率。

移相控制和时钟同步输出功能

Buck 1 和 Buck 4 的频率为固定值且具有移相控制。相移设置在默认值（如下所述），但也可以通过 MTP 进行更改。当 GPIO 引脚配置为“同步输出（SYNC Out）”模式时，MPM54304 从具有 50% 占空比脉冲的内部时钟的上升沿输出 180°相移（见图3）。此为开漏输出；需添加一个 1kΩ 的外部上拉电阻。如果 Buck 1 至 Buck 4 均进入轻载休眠模式，则同步输出（SYNC Out）信号消失。在上电时序完成后，才能启用同步输出（SYNC Out）信号。

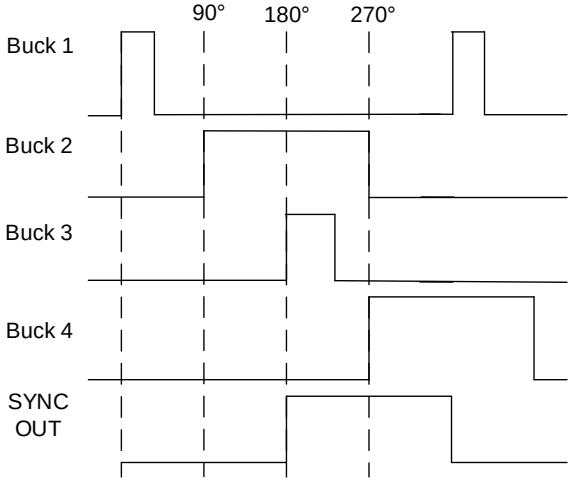


图 3：相移示例

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

VCC 调节器

大部分内部电路由 3.3V 内部调节器供电。需要一个解耦电容来稳定调节器，减少纹波。该调节器由 V_{IN} 输入供电，并在全 V_{IN} 范围内工作。

过流保护（OCP）和短路保护（SCP）

MPM54304 具有谷值电流限制控制功能。在下管导通的状态下监控电感电流。当采样的电感电流达到谷值电流值时，则设备进入过流保护（OCP）模式。此时上管会等到谷值电流限制结束后才能再次导通。同时，输出电压持续下降直至其低于欠压（UV）阈值-通常低于基准电压的 45%。

如果欠压（UV）和过流保护（OCP）均被触发，则 MPM54304 进入打嗝模式，并定期重启相关电压轨。打嗝模式的占空比非常小，有助于减少短路期间的功耗。过流保护期间，设备试图从带打嗝保护功能的过流故障中恢复。这样的话模块会首先关断输出，对软启动电容进行放电，并自动尝试再次软启动。如果软启动结束后仍存在过流情况，模块会重复此循环操作。此种过流保护为非锁定保护。

并联输出模式

MPM54304 可以通过并联连接，以提供更高的输出电流。通道 1 和 2 可以并联实现 6A 的电流。通道 3 和 4 可以并联实现 4A 的电流。需要注意的是：并联模式下的最大输出电流也会受到总功耗的限制。

图 18 显示了并联模式操作下的连接图（见第 41 页）。输出 1 和输出 2 并联时，连接 VOUT1 至 VOUT2，连接 FB1 至 FB2。输出 3 和输出 4 并联时，连接 VOUT3 至 VOUT4，连接 FB3 至 FB4。

所有降压（Buck）功能指令遵循 Buck 1 和 Buck 3 并联模式。并联时，相位延时应与 Buck 1 和 Buck 3 相同。

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

数字接口

MTP 编程功能

一旦 VCC 引脚的电压超过其 2V 上升阈值，无论 EN 引脚电压是高是低，I²C 和 MTP 块均有效。

图 4 显示了系统等级应用示例。

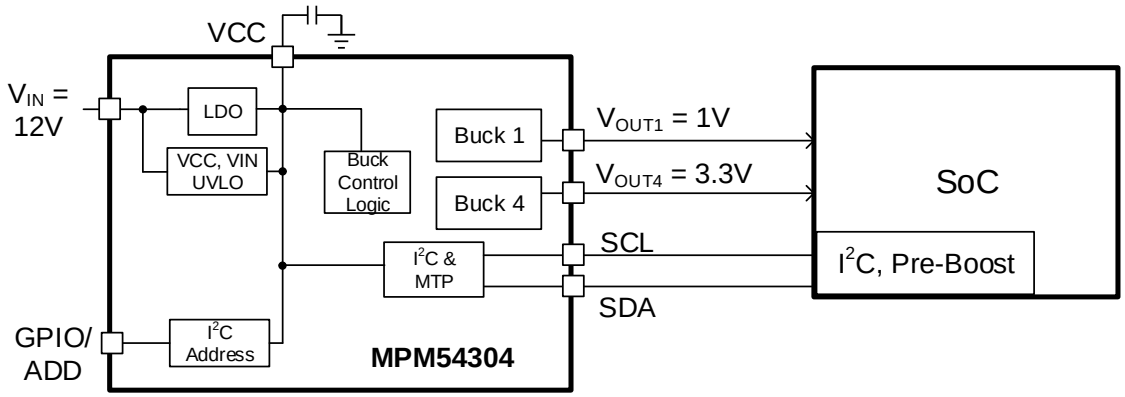


图 4：I²C 启动块

当 VIN 上电且 EN/SYNCI 拉高时，MPM54304 在安全模式下启动，可以允许 SoC 上电而不会损坏模块。在安全模式下，仅 1-2 个电压轨导通。比如，V_{OUT1} = 1V, V_{OUT4} = 3.3V, 其他电压轨关断。Buck 1 和 Buck 4 的默认配置由 MTP 电熔丝决定。

在第一次上电期间，MTP 数据加载进入相应的 I²C 寄存器。I²C 寄存器直接控制 Buck 1 和 Buck 4 的参数。 MTP 加载 I²C 寄存器的情况如下描述：

- V_{CC} > 2V, 第一次上电。
- MTP 编程完成。

导通/关断 EN/SYNCI 不会重新再次加载 MTP 寄存器至 I²C 寄存器。

I²C 寄存器与 MTP 表是相互关联的。可以通过 I²C 接口 访问和编程 MTP 表。可以 2 次编程 MTP 表。

Buck 1 和 Buck 4 上电后，SoC 开始编程 MPM54304 的 I²C 寄存器和 MTP。识别有效从机地址的详细内容请见第 30 页 I²C 总线从机地址章节。当 SoC 写入 I²C 寄存器时，I²C 寄存器立即生效。也可以烧录成 MTP。当编程 MTP 时，VCC 电压（V_{CC}）上升至 5.2V。为了保护设备，烧录 MTP 电熔丝时关断降压 Buck 调节器。完成 MTP 编程后，给降压调节器上电。正常的降压（Buck）操作中，主 I²C 可以读写寄存器。

MTP 写操作安全注意事项

以下几个保护方法有助于降低 MTP 写入的故障率。在写 MTP 寄存器之前，请遵循以下步骤：

*第一步：*设置 MTP_Program 位为 1。I²C 寄存器将被锁定，防止写入操作，直至 MTP 编程结束；在此期间，SoC 可以读取 I²C 寄存器。

*第二步：*检查 MTP 的烧录供电。如果供电电压高于 5.1V，则继续 MTP 写入；否则，中止写入且解锁 I²C 写保护。

*第三步：*MPM54304 可以计算所有将要烧录至 MTP 寄存器的相关 I²C 寄存器总和，然后生成 16 位校验和。这并不是所有 I²C 寄存器的真正总和，而是一种组合所有数据的算法。校验和结果也会被写入到 MTP 寄存器中。

MTP 写操作完成后，通常会有 100ms 的延迟。然后，MPM54304 将 MTP_Program 位设置为 0，并解锁 I²C 寄存器写保护。SoC 可以读取 I²C 寄存器;如果 MTP_Program 位变为 0，则表示 MTP 编程完成。

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

MTP 写操作完成后，SoC 可以读取 MTP 寄存器数据，以确认正确的值被保存到 MTP 寄存器中。如果有任何错误，SoC 将再次写入 MTP。

在 VIN 上电期间，将 MTP 数据加载到 I²C 寄存器之前，MPM54304 对所有相关的 MTP 寄存器进行校验和计算，然后将其与校验和字节进行比较。如果数据匹配，则将 MTP 数据加载到 I²C 寄存器中。否则，I²C 寄存器使用硬编码的默认值。需要有一个 I²C 寄存器标志位来指示是否存在校验和错误。

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

MTP 表

	REG (0x)	D[7]	D[6]	D[5]	D[4]	D[3]	D[2]	D[1]	D[0]
Buck 1	40			软启动延时 1		额外的相位延时 1	软启动时间 1		
	41	Vout_Limit_EN1	Mode1	电流限 1		VOUT_OVP_EN1	相位延时选择 1		VOUT_DIS_EN1
	42	Vout_Select1	V_Ref1						
Buck 2	43			软启动延时 2		额外的相位延时 2	软启动时间 2		
	44	Vout_Limit_EN2	Mode2	电流限 2		VOUT_OVP_EN2	相位延时选择 2		VOUT_DIS_EN2
	45	Vout_Select2	V_Ref2						
Buck 3	46			软启动延时 3		额外的相位延时 3	软启动时间 3		
	47	Vout_Limit_EN3	Mode3	电流限 3		VOUT_OVP_EN3	相位延时选择 3		VOUT_DIS_EN3
	48	Vout_Select3	V_Ref3						
Buck 4	49			软启动延时 4		额外的相位延时 4	软启动时间 4		
	4A	Vout_Limit_EN4	Mode4	电流限 4		VOUT_OVP_EN4	相位延时选择 4		VOUT_DIS_EN4
	4B	Vout_Select4	V_Ref4						
系统	4C	EN1	EN2	EN3	EN4		欠压锁定保护（UVLO）		OP_BIT
系统	4D	FREQ		Shutdown_Delay_EN	I²C 从机地址				
系统	4E	ADD_PG_OP_SYNCOUT			PG_Delay			Parallel_2	Parallel_1
系统	4F	MTP 配置代码。“0x00” 指标准的 MPM54304 配置; “0x01” 表示 MPM54304-0001 产品型号。							
系统	50	MTP 修订号。客户可能需要不时地更新 MTP 值，所以修订号存储在此处。							
系统	51	MTP 寄存器 0x40 到 0x50 的检验和 1： • 当将 I²C 寄存器数据写入 MTP 时，MPM54304 对所有相关的 I²C 寄存器执行校验和，并将结果写入此字节和下一个字节。 • 在上电期间，MPM54304 计算并比较 MTP 单元的数据与 0x51~0x52 寄存器的内容。如果数据匹配，则将 MTP 数据加载到 I²C 寄存器中；否则，I²C 寄存器将忽略 MTP 数据并使用默认设置。							
系统	52	MTP 寄存器 0x40 到 0x50 的检验和 2：							

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

MTP 表描述

<table>
<tr><th>名称</th><th>位</th><th>默认值</th><th>描述</th></tr>
<tr><td>软启动延时</td><td>D[5:4]</td><td>软启动延时 1 = 01
软启动延时 2 = 11
软启动延时 3 = 01
软启动延时 4 = 10</td><td>在 EN = 高电平与系统准备好降压 V_{OUT} 开始上升之间的延迟时间。两位可以设置四个不同的值：
D[5:4] = 00: 0Ms, 时隙 0
D[5:4] = 01: 1Ms, 时隙 1
D[5:4] = 10: 2Ms, 时隙 2
D[5:4] = 11: 3Ms, 时隙 3
有关时隙定义，请参阅第 33 页上的上电时序章节。</td></tr>
<tr><td>额外的相位延时</td><td>D[3]</td><td>延时 1 (0)
延时 2 (0)
延时 3 (0)
延时 4 (0)</td><td>设置为 1，为降压上管开关导通沿增加 100ns 的相位延时。</td></tr>
<tr><td>软启动时间</td><td>D[2:0]</td><td>软启动时间 1 = 010
软启动时间 2 = 011
软启动时间 3 = 001
软启动时间 4 = 001</td><td>每个降压调整器的软启动变化斜率设置位。以下变化斜率为内部参考电压变化斜率。如果 Vout_Select 位设置为 1，则 Vout 的变化斜率为该数值的 3 倍。
D[3:0] = 000: 2.67mV/µs 软启动变化斜率
D[3:0] = 001: 1.6mV/µs 软启动变化斜率
D[3:0] = 010: 1mV/µs 软启动变化斜率
D[3:0] = 011: 0.67mV/µs 软启动变化斜率
D[3:0] = 101: 0.25mV/µs 软启动变化斜率
D[3:0] = 110: 0.167mV/µs 软启动变化斜率
D[3:0] = 111: 0.1mV/µs 软启动变化斜率
可用软启动时间 vs. V_{OUT} 电压：
软启动时间（ms）：
<table>
<tr><th>3 位</th><th>变化斜率 (mV/µs)</th><th>V_{OUT} = 5V</th><th>V_{OUT} = 3.3V</th><th>V_{OUT} = 2.5V</th><th>V_{OUT} = 1.8V</th><th>V_{OUT} = 1V</th><th>V_{OUT} = 0.6V</th></tr>
<tr><td>000</td><td>2.67</td><td>0.6</td><td>0.4</td><td>0.3</td><td>0.7</td><td>0.4</td><td>0.2</td></tr>
<tr><td>001</td><td>1.6</td><td>1.0</td><td>0.7</td><td>0.5</td><td>1.1</td><td>0.6</td><td>0.4</td></tr>
<tr><td>010</td><td>1</td><td>1.7</td><td>1.1</td><td>0.8</td><td>1.8</td><td>1.0</td><td>0.6</td></tr>
<tr><td>011</td><td>0.67</td><td>2.5</td><td>1.6</td><td>1.2</td><td>2.7</td><td>1.5</td><td>0.9</td></tr>
<tr><td>100</td><td>0.4</td><td>4.2</td><td>2.8</td><td>2.1</td><td>4.5</td><td>2.5</td><td>1.5</td></tr>
<tr><td>101</td><td>0.25</td><td>6.7</td><td>4.4</td><td>3.3</td><td>7.2</td><td>4.0</td><td>2.4</td></tr>
<tr><td>110</td><td>0.167</td><td>10.0</td><td>6.6</td><td>5.0</td><td>10.8</td><td>6.0</td><td>3.6</td></tr>
<tr><td>111</td><td>0.1</td><td>16.7</td><td>11.0</td><td>8.3</td><td>18.0</td><td>10.0</td><td>6.0</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Vout_Limit_EN</td><td>D[7]</td><td>Vout_Limit_EN1 = 1
Vout_Limit_EN2 = 0
Vout_Limit_EN3 = 0
Vout_Limit_EN4 = 0</td><td>此位用来限制每个电压轨的最大输出电压。
D[7] = 0: 最大输出电压无限制。它基于 I²C V_{OUT} 设置、最大占空比或绝对电压限。
D[7] = 1: 最大输出电压限为 1.830V（FB 引脚电压）。</td></tr>
</table>

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

模式	D[6]	Mode1 = 1 Mode2 = 1 Mode3 = 1 Mode4 = 1	选择模式（自动 PFM/PWM 模式或强制 PWM 模式）。 D[6] = 0: 自动 PFM/PWM 模式 D[6] = 1: 强制 PWM 模式
电流限	D[5:4]	电流限 1 = 10 电流限 2 = 10 电流限 3 = 01 电流限 4 = 01	设置 Buck 1 至 Buck 4 的电流限。 D[5:4] = 00: 用于 1A 输出电流应用的 2A 谷值电流限 D[5:4] = 01: 用于 2A 输出电流应用的 3A 谷值电流限 D[5:4] = 10: 用于 3A 输出电流应用的 4.2A 谷值电流限 D[5:4] = 11: 用于 4A 峰值输出电流应用的 5A 谷值电流限 注：对于 Buck 3 和 Buck 4 而言，4.2A 或 5A 谷值电流限不可用；D[5:4] = 10 或 11 均无效。
相位延时选择	D[2:1]	相位延时选择 1 = 01 相位延时选择 2 = 10 相位延时选择 3 = 11 相位延时选择 4 = 00	设置相位延时。 00: 0° 延时 01: 90° 延时 10: 180° 延时 11: 270° 延时
VOUT_ OVP_EN	D[3]	VOUT_OVP_ EN1 = 1 VOUT_OVP_ EN2 = 1 VOUT_OVP_ EN3 = 1 VOUT_OVP_ EN4 = 1	Buck 1 至 Buck 4 输出过压保护（OVP）功能的启用位。 D[3] = 0: 禁用过压保护（OVP）功能 D[3] = 1: 启用过压保护（OVP）功能
VOUT_ DIS_EN	D[0]	VOUT_DIS_ EN1 = 1 VOUT_DIS_ EN2 = 1 VOUT_DIS_ EN3 = 1 VOUT_DIS_ EN4 = 1	Buck 1 至 Buck 4 输出放电功能的启用位。 D[3] = 0: 禁用输出放电功能 D[3] = 1: 启用输出放电功能
Vout_ Select	D[7]	Vout_Select1 = 0 Vout_Select2 = 1 Vout_Select3 = 0 Vout_Select4 = 0	选择内部反馈分压比。 D[7] = 0: FB 电压直接反馈至故障放大器。FB 电压等于参考电压。 D[7] = 1: FB 电压除以 1/3，然后与参考电压对比。FB 电压等于 2 次参考电压。 注：如果使用 AVS 功能，则 D[7] 位设置为 0。

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

V_Ref	D[6:0]	V_Ref1 = 1.V V_Ref2 = 3.3V V_Ref3 = 1.800V V_Ref4 = 2.5V	设置内部参考电压，从 550mV 到 1.82V，每步长为 10mV。电压变化斜率固定在 2mV/µs。 D[6:0] = 000 0000: 550mV D[6:0] = 000 0001: 560mV ... D[6:0] = 111 1111: 1.82V
EN1, EN2, EN3, EN4	D[7:4]	EN1 = 1 EN2 = 1 EN3 = 1 EN4 = 1	每个降压（Buck）调节器的启用位。 1: 启用 0: 禁用
欠压锁定保护（UVLO）	D[2:1]	D[2:1] = 01	设置 VIN 的输入欠压锁定保护（UVLO）阈值。 00: 欠压锁定保护（UVLO）阈值为 3.5V 01: 欠压锁定保护（UVLO）阈值为 4.5V 10: 欠压锁定保护（UVLO）阈值为 5.8V 11: 欠压锁定保护（UVLO）阈值为 8.5V
OP_BIT	D[0]	D[0] = 0	当 ADD_PG_OP_SYNCOUT 位被设置为 10 时，引脚 20 被配置为 GPIO 输出端口。OP_BIT 将输出端口设置为逻辑高电平或低电平。此位仅在 ADD_PG_OP_SYNCOUT = 10 时有效。 0: 引脚 20 拉低，具有固定电阻 1: 引脚 20 为一个开漏
FREQ	D[7:6]	D[7:6] = 01: 800kHz	降压调节器的频率。Buck 1 到 Buck 4 的开关频率应时刻保持一致；设备无法支持不同频率。 D[7:6] = 00: 533kHz D[7:6] = 01: 800kHz D[7:6] = 10: 1060kHz D[7:6] = 11: 1600kHz
Shutdown_Delay_EN	D[5]	D[5] = 1	MPM54304 在 EN 拉低时可提供两种下电时序。在第一种时序中，Buck 1 至 Buck 4 同时下电。在第二种时序中，Buck 1 至 Buck 4 下电时序与上电时序相反。具体信息，请见第 35 页关机时序章节。 D[5] = 0: 在同一时间关机 D[5] = 1: 下电时序与上电时序相反
I²C 从机地址	D[4:0]	D[4:0] = 01000	设置 I²C 从机地址的 A5 至 A1 位。具体信息，请见第 30 页 I²C 从机地址章节。
ADD_PG_OP_SYNCOUT	D[7:6]	D[7:6] = 01	设置引脚 26 的功能。 D[7:6] = 00: 将引脚 26 配置为 ADD 引脚，用来设置 I²C 从机地址 D[7:6] = 01: 将引脚 26 配置为 PG 引脚，用来指示降压调节器的供电状态 D[7:6] = 10: 引脚 26 为 OP 引脚（GPIO 输出端口），并且工作在输出模式。此模式为开漏结构，由 I²C 寄存器位控制逻辑。OP_BIT 设置默认状态 D[7:6] = 11: 引脚 26 配置为 SYNC 输出引脚。此引脚输出时钟信号，用来同步下游设备的开关频率。开漏结构。

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

PG_Delay	D[4:2]	D[4:2] = 000	设置 PG 延时计时器： 000: 0.2ms 001: 5ms 010: 25ms 011: 75ms 100: 200ms
Parallel_2 (10)	D[1]	0	设置并联模式中的 Buck 3 和 Buck 4。FB3 作为反馈引脚。默认值为 0。进入并联模式后，Buck 4 的 I²C/MTP 寄存器无效。 电流限为 Buck 3 寄存器设置值的两倍。 0: 非并联模式 1: 并联模式
Parallel_1 (10)	D[0]	0	设置并联模式中的 Buck 1 和 Buck 2。FB1 作为反馈引脚。默认值为 0。进入并联模式后，Buck 2 的 I²C/MTP 寄存器无效。 电流限为 Buck 1 寄存器设置值的两倍。 0: 非并联模式 1: 并联模式

注：

11) 在将 EN/SYNCI 引脚拉至逻辑高之前，必须编程为并联模式。

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

V_{REF1} 至 V_{REF4}，参考电压真值表

D[6:0]	V_{REF} (mV)	D[6:0]	V_{REF} (mV)	D[6:0]	V_{REF} (mV)
0000000	550	0101011	980	1010110	1410
0000001	560	0101100	990	1010111	1420
0000010	570	0101101	1000	1011000	1430
0000011	580	0101110	1010	1011001	1440
0000100	590	0101111	1020	1011010	1450
0000101	600	0110000	1030	1011011	1460
0000110	610	0110001	1040	1011100	1470
0000111	620	0110010	1050	1011101	1480
0001000	630	0110011	1060	1011110	1490
0001001	640	0110100	1070	1011111	1500
0001010	650	0110101	1080	1100000	1510
0001011	660	0110110	1090	1100001	1520
0001100	670	0110111	1100	1100010	1530
0001101	680	0111000	1110	1100011	1540
0001110	690	0111001	1120	1100100	1550
0001111	700	0111010	1130	1100101	1560
0010000	710	0111011	1140	1100110	1570
0010001	720	0111100	1150	1100111	1580
0010010	730	0111101	1160	1101000	1590
0010011	740	0111110	1170	1101001	1600
0010100	750	0111111	1180	1101010	1610
0010101	760	1000000	1190	1101011	1620
0010110	770	1000001	1200	1101100	1630
0010111	780	1000010	1210	1101101	1640
0011000	790	1000011	1220	1101110	1650
0011001	800	1000100	1230	1101111	1660
0011010	810	1000101	1240	1110000	1670
0011011	820	1000110	1250	1110001	1680
0011100	830	1000111	1260	1110010	1690
0011101	840	1001000	1270	1110011	1700
0011110	850	1001001	1280	1110100	1710
0011111	860	1001010	1290	1110101	1720
0100000	870	1001011	1300	1110110	1730
0100001	880	1001100	1310	1110111	1740
0100010	890	1001101	1320	1111000	1750
0100011	900	1001110	1330	1111001	1760
0100100	910	1001111	1340	1111010	1770
0100101	920	1010000	1350	1111011	1780
0100110	930	1010001	1360	1111100	1790

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

0100111	940	1010010	1370	1111101	1800
0101000	950	1010011	1380	1111110	1810
0101001	960	1010100	1390	1111111	1820
0101010	970	1010101	1400		

输出电压设置

FB1 到 FB4 为输出电压反馈引脚。FB 引脚可以直接连接至降压输出或分压电阻网络，以获得更高的输出电压。

如果将 FB 直接连接至 V_{OUT}，则对于 Buck 1 而言，I²C 位 Vout_Select1 可以设置 FB1 = Ref1 或 FB1 = 3 x Ref1。Ref1 的电压范围为 0.55V 至 1.82V（请见以上参考电压真值表）。将 Vout_Select1 位设置为 1 后，Buck 1 的输出电压范围变为 1.65V 至 5.46V。

为获得更好的负载瞬态响应，请将 V_{REF} 设置较低的值，并使用反馈分压电阻来设置最终的 V_{OUT}。在这种情况下，可以添加前馈电容器来加快采样 V_{OUT} 的变化。图 5 显示了与此操作类似的反馈配置，但无 AVS 功能。

如果将 Fbx 连接至分压电阻网络(以 Buck 1 为例)，I²C 位 Vout_Select1 = 0 可以设置 FB1 = Ref1。

Ref1 的电压范围为 0.55V 至 1.82V（请见以上参考电压真值表)。Buck 1 的输电压值可根据公式（1）计算得出：

$$V_{O1} = \frac{R1+R2}{R2} \times V_{REF1} \quad (1)$$

如果使用分压电阻，则可支持 AVS 功能。应直接切断 V_{OUT}-to-FB 路径。

如果选择 AVS 功能，则设置 Vout_Select = 0。

在 I²C DVS 期间，当 Vout_Select = 0 时电压变化斜率为 2.6mV/µs。当 Vout_Select = 1 时，变化斜率为 7.8mV/µs。

Vout_Limit_EN 位可以钳位最大输出电压在 1.830V（对于 FB 电压而言，空白 Vout_Select 位）。绝对最大输出电压限在 7V 或最大占空比。

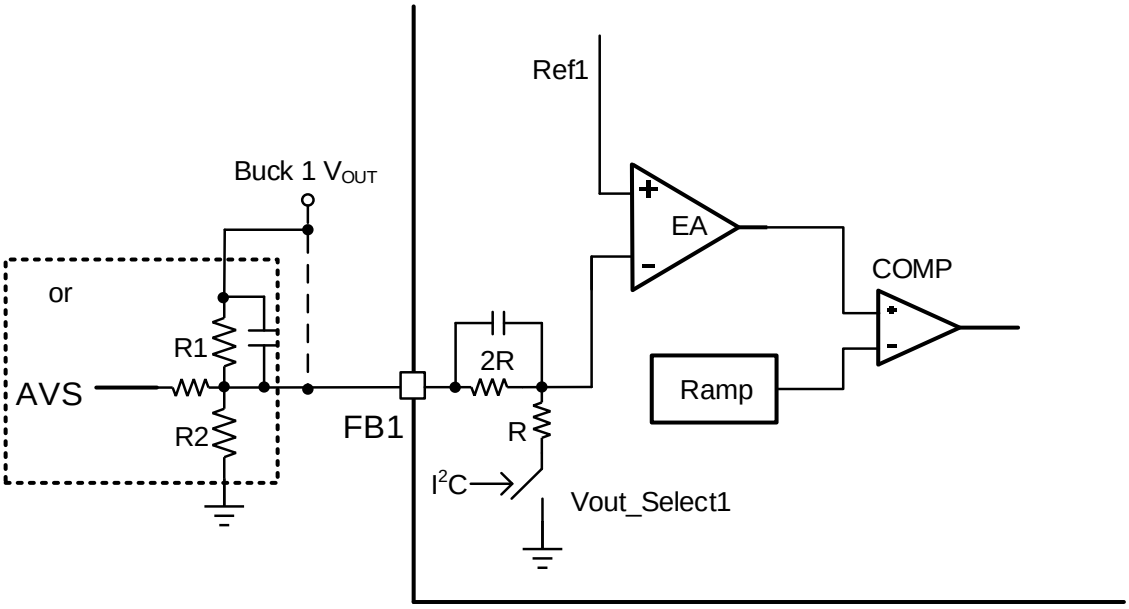


图 5：输出电压设置

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

I²C 寄存器示意图

	REG (0x)	R/W	D[7]	D[6]	D[5]	D[4]	D[3]	D[2]	D[1]	D[0]
Buck 1	00	R/W			软启动延时 1		额外的相位延时 1	软启动时间 1		
	01	R/W	Vout_Limit_EN1	Mode1	电流限 1		VOUT_OVP_EN1	相位延时选择 1		VOUT_DIS_EN1
	02	R/W	Vout_Select1	V_Ref1						
Buck 2	03	R/W			软启动延时 2		额外的相位延时 2	软启动时间 2		
	04	R/W	Vout_Limit_EN2	Mode2	电流限 2		VOUT_OVP_EN2	相位延时选择 2		VOUT_DIS_EN2
	05	R/W	Vout_Select2	V_Ref2						
Buck 3	06	R/W			软启动延时 3		额外的相位延时 3	软启动时间 3		
	07	R/W	Vout_Limit_EN3	Mode3	电流限 3		VOUT_OVP_EN3	相位延时选择 3		VOUT_DIS_EN3
	08	R/W	Vout_Select3	V_Ref3						
Buck 4	09	R/W			软启动延时 4		额外的相位延时 4	软启动时间 4		
	0A	R/W	Vout_Limit_EN4	Mode4	电流限 4		VOUT_OVP_EN4	相位延时选择 4		VOUT_DIS_EN4
	0B	R/W	Vout_Select4	V_Ref4						
系统	0C	R/W	EN1	EN2	EN3	EN4		欠压锁定保护（UVLO）		OP_BIT
系统	0D	R/W	FREQ (533kHz/800kHz/1.06MHz/1.6MHz)		Shutdown_Delay_EN	I2C 从机地址				
系统	0E	R/W	ADD_PG_OP_SYNCOUT		MTP_Program	PG_Delay			Parallel_2 (11)	Parallel_1 (11)
系统	0F	R/W	MTP 配置代码。“0x00” 指标准的 MPM54304; “0x01” 表示 MPM54304-0001 产品型号。							
系统	10	R/W	MTP 修订号。客户可能需要不时地更新 MTP 值，所以修订号存储在此处。							
系统	11	W	MTP 编程密码							
状态	12	只读	PG1	PG2	PG3	PG4	OT 警告	OTP		
系统	13	只读	供应商 ID（1000）				检验和标志	当前 MTP 页索引		

注：

12) parallel_1 和 parallel_2 位仅在 EN/SYNCI 引脚拉低时有效。
在 EN/SYNCI 导通后，更改这些位不会改变并联模式。

寄存器位描述

大多数寄存器位共享相同的 MTP 表描述。以下章节只列出了不同寄存器位的描述。

I²C 寄存器的默认值由 MTP 表决定。

所有寄存器复位情况：所有 I²C 寄存器由 VCC 欠压锁定保护（UVLO）复位。一旦 VIN UVLO

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

被释放，上电时序就开始了。过温保护（OTP）不会复位 I²C 寄存器。

1.REG “0x0E” 系统

名称	位	描述
MTP_Program	D[5]	此位的默认值为 0。一旦将 D[5] 设置为 1，I²C 寄存器的数据就会被烧录到 MTP 表中。一旦系统开始将 I²C 寄存器的数据烧录到 MTP 表中，I²C 寄存器写操作就被锁定(NACK)。直到 MTP 写操作完成(通常是 100ms)，读操作才会被锁定。然后系统自动设置 D[5] = 0，并等待下一个 MTP 烧录指令。 当前 MTP 页索引在 MTO 编程完成后添加 1。

2.REG “0x11” 系统

名称	位	描述
MTP 编程密码	D[7:0]	要访问 MTP_Program 位，必须在此寄存器中输入正确的密码。

3.REG “0x12” 状态

名称	位	描述	
PG1	D[7]	Buck 1 的电源正常输出指示。 1: 电源正常 0: 电源不正常	这些位总是反映设备的当前状态。
PG2	D[6]	Buck 2 的电源正常输出指示。	
PG3	D[5]	Buck 3 的电源正常输出指示。	
PG4	D[4]	Buck 4 的电源正常输出指示。	
OT 警告	D[3]	内部芯片温度早期预警位。当位为高表示内部芯片温度在 120℃ 以上。	
过温保护（OTP）	D[2]	过温指示功能。当此位为高时，表示 IC 处于过温关断保护状态。	

4.REG “0x13” 系统

名称	位	描述
检验和标志	D[3]	D[3] = 1: 当前的 MTP 页面有一个 CRC 或校验和错误 D[3] = 0: MTP 的数据通过 CRC 检查 校验和标志只有在 IC 烧毁 MTP 之后才有效;否则，这个位总为高。
当前 MTP 页索引	D[2:0]	D[2:0] 存储当前的 MTP 页面索引信息。 000: 默认页面(可以使用三个页面) 001: 第一个页面 011: 第三个页面

I²C 总线从机地址

从机地址为 7 位，接着是第 8 个数据方向位(读或写)。

有两种方式可以来编程 I²C 从属地址。第一种方式当其被配置为 ADD 引脚时，使用外部 GPIO 进行编程。第二种方式是使用 I²C/MTP 寄存器进行编程。

最终的从机地址由 ADD 引脚和 I²C 寄存器设置共同决定。但是，ADD 引脚具有更高的优先级，这意味着它可以覆盖 I²C 寄存器的设置。

下面详细介绍了编写 I²C 从机地址的两种方法。

使用 ADD 引脚来设置 I²C 从属地址

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

GPIO 引脚为多功能引脚。可以通过 I²C 或 MTP 将其配置为 ADD、PG、OP 或 SYNCOUT 引脚。如果引脚 26 被配置为 ADD 引脚，那么此引脚可用于编程四个不同的从机地址。从 VCC 到 GND 的分压电阻可以得到准确的参考电压。将 ADD 引脚连接至此参考电压以设置不同的 I²C 地址。内部电路可以相应地改变 I²C 地址。表 1 显示了 4 个 I²C 地址的 4 个电压阈值，以及推荐的设置电阻。

表 1: 由 ADD 电压设置 I²C 从机地址

ADD 电压	ADD 上拉电阻 R1 (kΩ)	ADD 下拉电阻 R2 (kΩ)	I²C 地址	
			二进制	十六进制
<V_{CC} 的 18%	无连接	100	1101 000	68H
V_{CC} 的 33% 至 V_{CC} 的 45%	500	300	1101 001	69H
V_{CC} 的 56% 至 V_{CC} 的 71%	300	500	1101 010	6AH
<V_{CC} 的 82%	100	无连接	1101 011	6BH

使用 I²C 或 MTP 来设置 I²C 从机地址

MPM54304 仍然可以通过 I²C 或 MTP 来编程的 I²C 的从机地址。

I²C 寄存器 REG0D D[4:0] 或 MTP REG4D D[4:0] 可以编程 A5, A4, A3, A2, 和 A1 位（见表 2）。

表 2: 由 I²C 或 MTP 来设置 I²C 从机地址

	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1
设置数值	1	1	0 (12)	1 (12)	0 (12)	0 (12)	0 (12)

注：

13) 这些位可通过 MTP 电熔丝或 I²C 寄存器进行编程。

默认情况下，从机地址是 0x68, A[7:1] = 1101000。

当 I²C 寄存器的从机地址位发生变化时，新的地址立即生效。I²C 主机应该使用新的从地址来继续通信。

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

功率控制

降压开关的状态机图

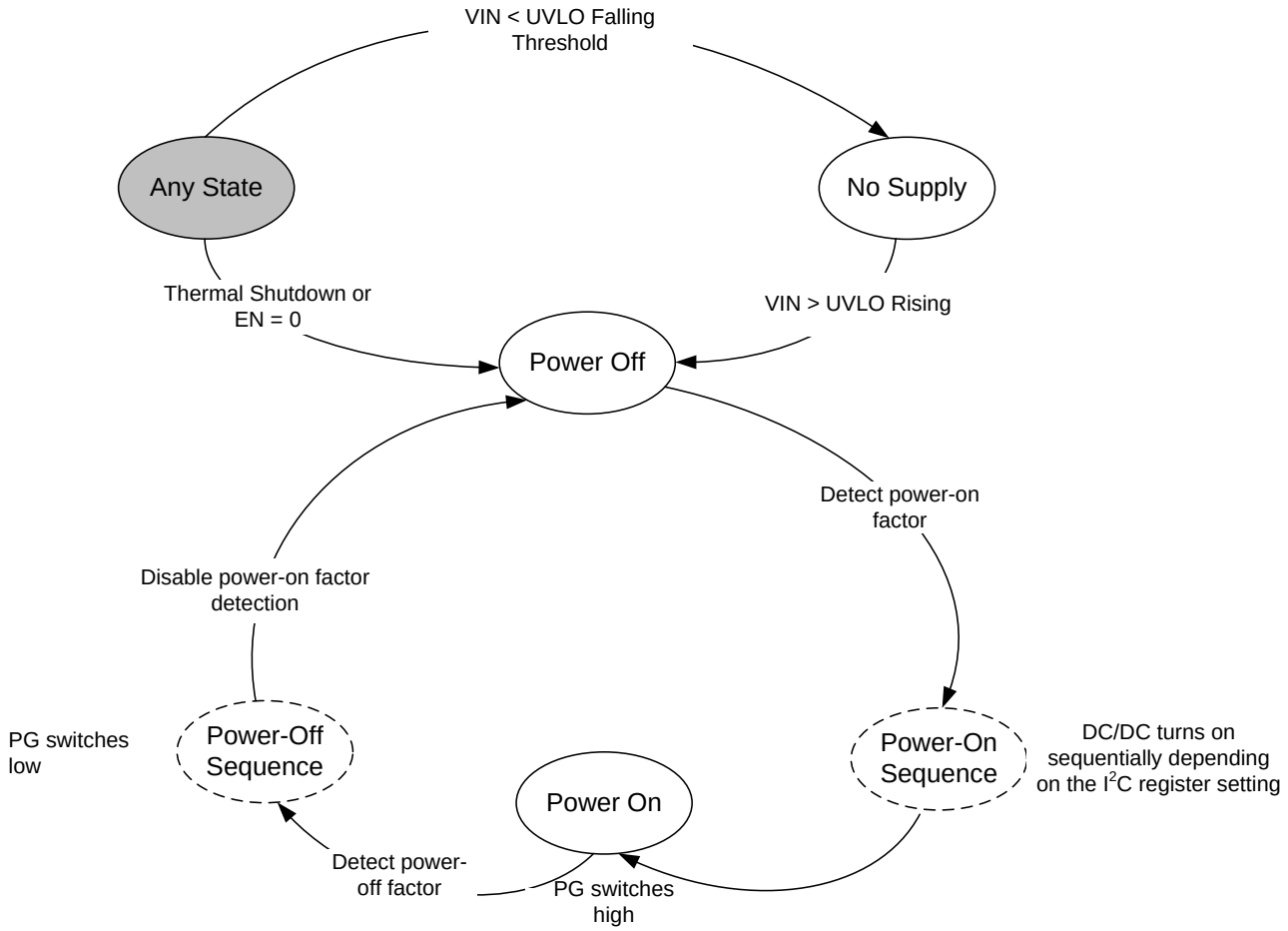


图 6：功率控制状态机图

状态机描述

状态机有以下状态:

关断

PMIC 的 EN/SYNCI 引脚拉低。PMIC 的所有变换器功能都是禁用的，但只要输入值高于 UVLO 阈值，I²C 和 MTP 就处于活动状态。

无供电

PMIC 的输入引脚有 UVLO 检测电路。如果输入电压 VIN 低于 UVLO 上升阈值，则禁用所有 PMIC 功能。

断电

所有降压调节器都关断了。在这种状态下，PMIC 始终监控上电因数。一旦检测到上电因数，它就会切换到上电时序状态。

上电时序

Buck 1 至 Buck 4 按 MTP 电熔丝程序设定的顺序依次导通。如果在上电时序中检测到断电因数，PMIC 将返回到关机状态。

上电

Buck 1 至 Buck 4 导通。拉高 PG 输出开关。在这种状态下，PMIC 始终监控下电因数。

下电时序

当 PMIC 检测到处于上电状态的下电因数时，它将更改为此状态。Buck 1 至 Buck 4 可以按上电时序的相反时序关闭，也可以同时关闭，这取决于 Shutdown_Delay_EN 位的设置。

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

上电因数

PMIC 具有以下上电因数：

EN/SYNCI 引脚

如果将 EN/SYNCI 引脚拉高，系统将从下电状态切换到上电状态。相关的 EN 位决定每个 Buck 的开或关状态。

热恢复

由于内部芯片温度超过热保护阀值，模块可能处于下电状态。

一旦内部芯片温度下降，PMIC 将再次进入上电时序。

上电时序

上电时序有四个间隔。所有降压调整器都可以通过 MTP 电熔丝编程设置 0-2 个间隔段（参见图 7）。

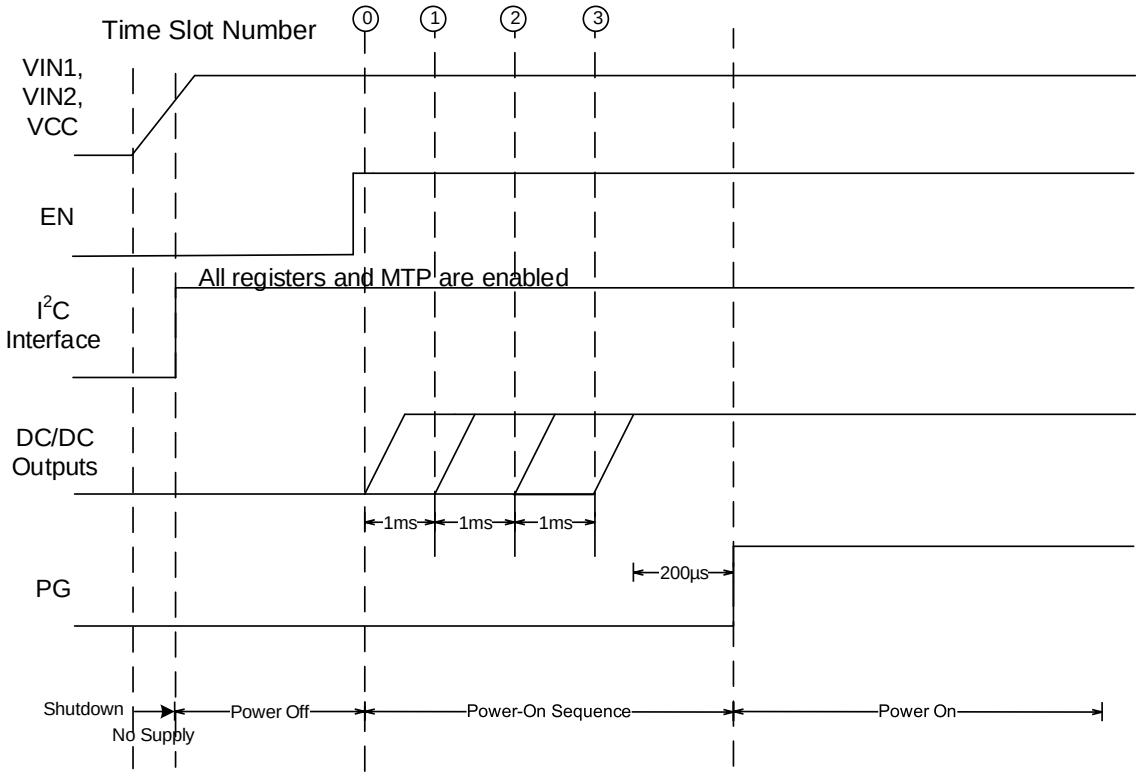


图 7：上电时序

导通降压调节器

MPM54304 可以提供可编程的上电时序。第 42 页上的 MTP 配置表中有一些位来设置每个通道的时隙号（启动延迟计时器）。默认 MTP 配置表中显示了默认上电时序（见第 42 页）。

下电因数

EN/SYNCI 引脚硬件-发起下电

MPM54304 可以通过 EN/SYNCI 引脚控制下电。当 EN/SYNCI 引脚拉低时，系统进入下电时序。

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

下电时序

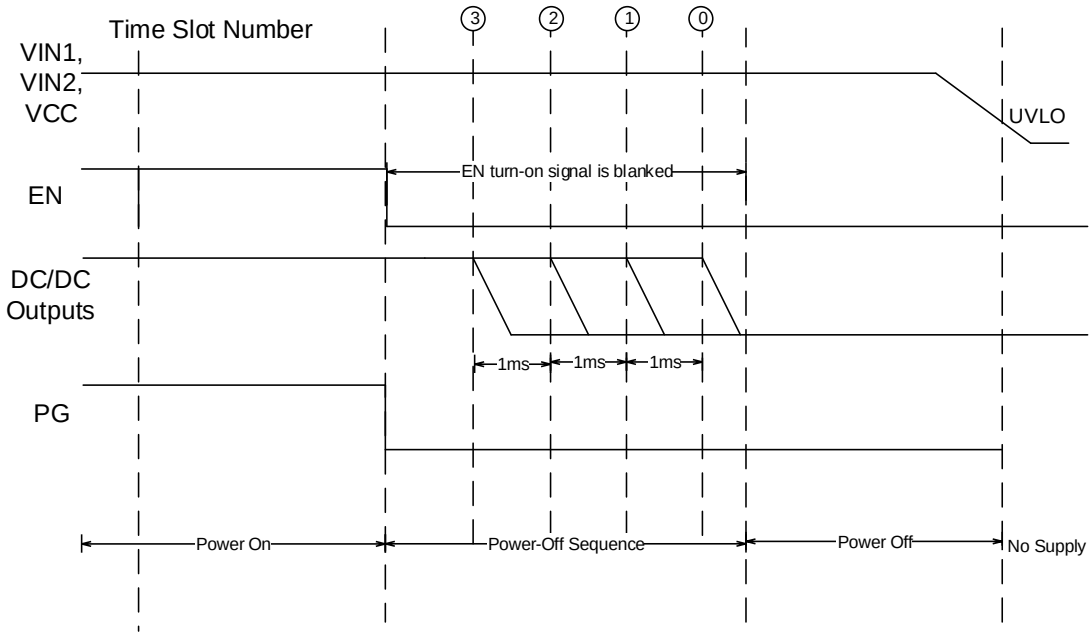


图 8：当 Shutdown_Delay_EN = 1 时的下电时序

PG 在设备开始关断之前拉低。当 Shutdown_Delay_EN 设置为 1 时，DC/DC 下电时序与上电时序相反。

为了使输出电压充分放电，在下电过程中对 EN 信号进行消隐处理。在这个下电时序期间，无论外部 EN/SYNCI 引脚是高是低，MPM54304 都继续工作在输出放电模式下。

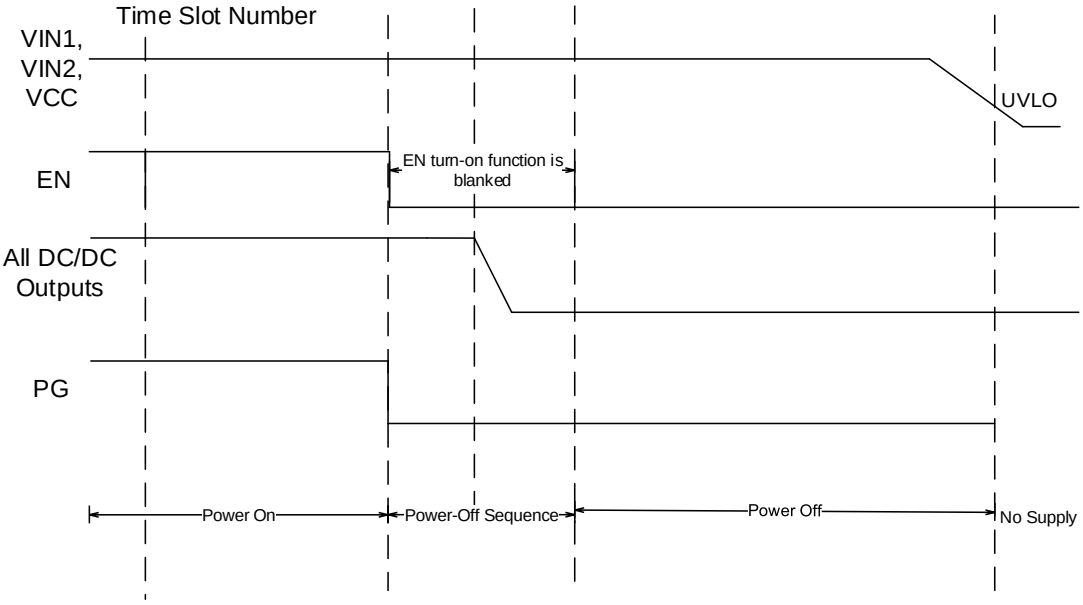


图 9：当 Shutdown_Delay_EN = 0 时的下电时序

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

当 Shutdown_Delay_EN 设为 0 时，所有的 DC/DC 输出均断电。

关断时序

当输入电压低于欠压锁定保护（UVLO）下降阈值或者芯片过温时，PMIC 立即进入关断时序。所有的 DC/DC 调节器在同一时间断电（见图 10）。

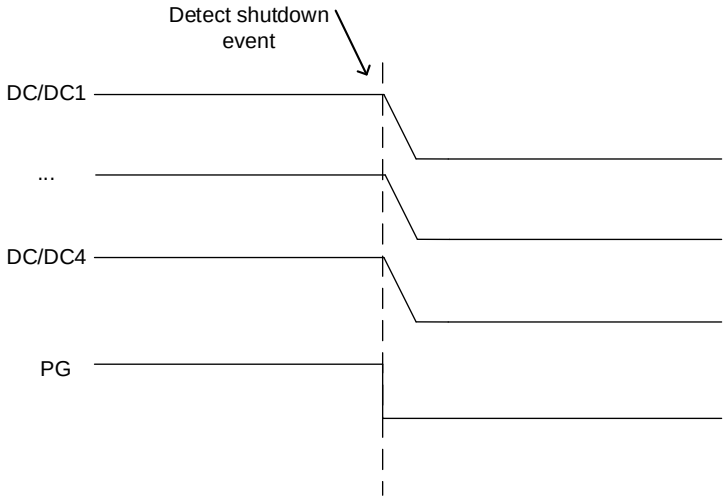


图 10：关断时序

热警报和热关断

热警报和热关断可以使芯片在过高温度下停止工作。当内部芯片温度超过 120℃ 时，MPM54304 将 OT 警报位设置为 1。当内部芯片温度超过 160°C，系统开始进入关断时序。当温度恢复 140°C，调节器再次进入上电时序。

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

I²C 接口

I²C 串行接口描述

I²C 是一种双线双向串行接口，由一根数据线（SDA）和一根时钟线（SCL）组成。当线路空闲时，线路电压会从外部上拉至总线电压。当连接线路时，由主机生成 SCL 信号和设备地址以及处理通信时序。MPM54304 接口是一个 I²C 从机接口。I²C 接口为电源模块增加了灵活性。I²C 接口可以即时控制模块的输出电压、转换速率和其他参数。

数据有效性

每传输一个数据位就会产生一个时钟脉冲。在时钟为高电平期间，SDA 线上的数据必须稳定。仅在 SCL 线上的时钟信号为低电平时，数据线的高或低状态才会改变（见图 11）。

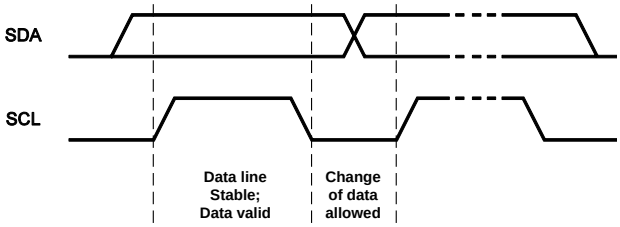


图 11：I²C 总线上的位传输

START 和 STOP 命令是主机发出的信号，表示 I²C 传输的开始和结束。START 条件定义为当 SCL 为高电平时，SDA 信号由高电平转至低电平。STOP 条件定义为当 SCL 为高电平时（如图 12 所示），SDA 信号由低电平转至高电平。

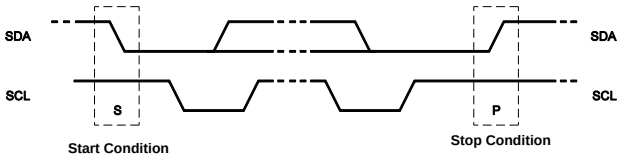


图 12：启动和停止条件

启动和停止是主机发出的信号。在启动条件开始之后，总线状态显示为忙。在停止条件开始之后，最短 4.7μs 后总线状态再次显示为空闲。

如果重复生成启动（Sr）信号而不是停止信号，则总线保持忙状态。启动和重复启动条件在功能上是相同的。

传输数据

SDA 线上的每个字节必须为 8 位长度。每个字节都要跟一个应答（ACK）位。由主机生成时钟脉冲相关应答位。在应答时钟脉冲期间，发送器释放 SDA 线。在应答时钟脉冲期间，接收器必须拉低 SDA 线，以便在此时钟脉冲为高电平期间稳定工作。

图 13 显示了以下数据传输格式。启动条件后，发送从机地址。从机地址为 7 位，接着是第 8 个数据方向位（读或写）。0 表示传输（写），1 表示数据请求（读）。数据传输总是由主机生成的停止条件终止。然而，如果主机仍然希望在总线上通信，它会生成一个重复的启动条件和另一个从机地址，而不是首先生成停止条件。

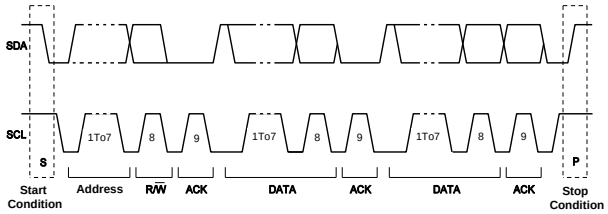


图 13：完整数据传输

MPM54304 集成了一个完整的 I²C 从机控制器。I²C 从机完全遵循 I²C 规范要求。MPM54304 需要一个启动条件、一个有效的 I²C 地址、一个寄存器地址字节和单数据更新数据字节。接收每个字节后，MPM54304 在单个时钟脉冲的高电平期间通过下拉 SDA 线至低电平来应答。有效的 I²C 选择 MPM54304。MPM54304 会在 LSB 字节的下降沿上执行更新。

图 14 为 I²C 写和读排序示例。

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

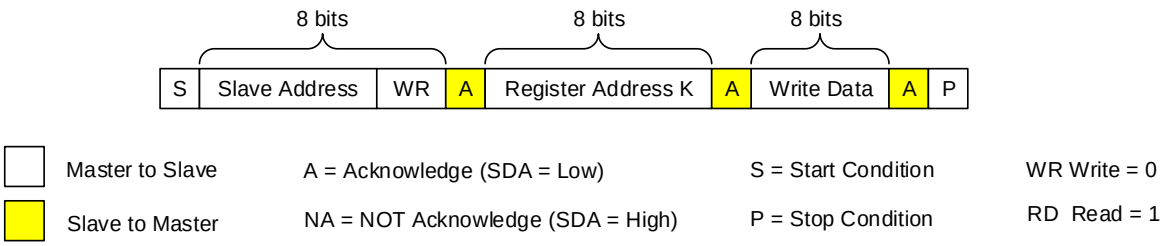


图 14a: I²C 写示例 – 写入单个寄存器

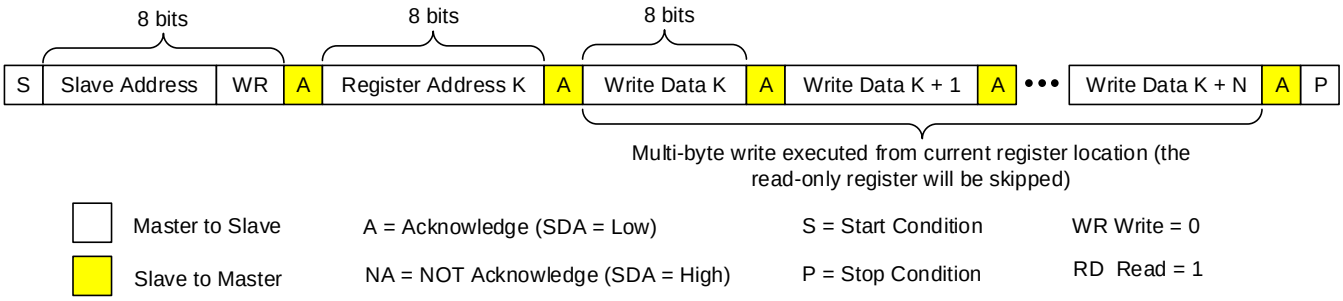


图 14b：I²C 写示例 – 写入多个寄存器

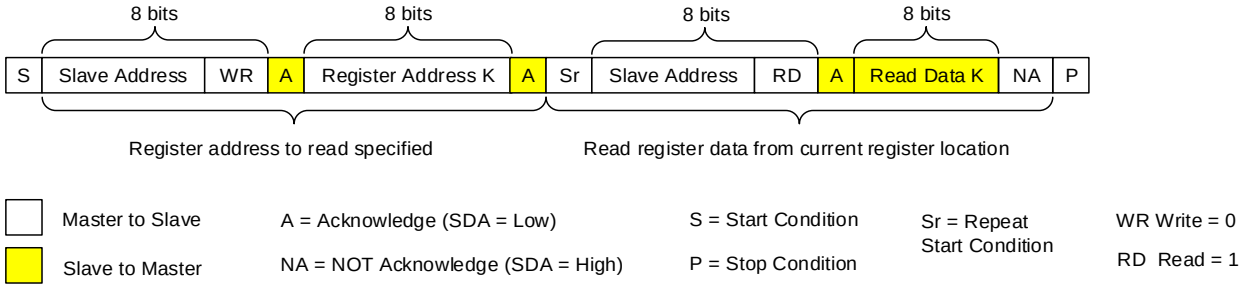


图 14c：I²C 读示例 – 读取单个寄存器

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

应用信息

内部电感

模块中的固定电感为 1μH（通道 1 和 2）以及 2.2μH（通道 3 和 4）。

选择输入电容

由于降压变换器的输入电流为不连续电流，因此需要一个输入电容，在保持直流输入电压的同时，还能为变换器提供交流电流。使用低 ESR 电容可获得最佳性能。强烈建议使用 X5R 或 X7R 电介质陶瓷电容，以实现低 ESR 和小温度系数。对于大多数应用而言，使用 22μF 的电容即可。

由于 C1 吸收了输入开关电流，因此需要设置足够的纹波电流额定值。流经输入电容的有效电流可根据以下公式（2）估算得出：

$$I_{C1} = I_{LOAD} \times \sqrt{\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right)} \quad (2)$$

当 $V_{IN} = 2V_{OUT}$ 时产生最坏情况，如公式（3）显示：

$$I_{C1} = \frac{I_{LOAD}}{2} \quad (3)$$

为简单起见，请选择额定 RMS 电流超过最大负载电流一半的输入电容。

输入电容可以是电解、钽或陶瓷电容。当采用电解或钽电容器时，尽量靠近 IC 放置一颗品质优良的小陶瓷电容器（例如 0.1μF）。当采用陶瓷电容电容时，确保其容量足够大，以提供足够的电荷来防止过多的输入电压纹波。由电容引起的输入电压纹波可以根据以下公式（4）估算出：

$$\Delta V_{IN} = \frac{I_{OUT}}{f_{SW} \times C_{IN}} \times \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right) \quad (4)$$

设置降压调节器

输出电容

输出电容用来维持直流输出电压。建议采用陶瓷、钽或低 ESR 电解电容。

为达到最佳效果，建议使用低 ESR 电容以保持低输出电压纹波。输出电压纹波可以根据以下公式（5）来估算：

$$\Delta V_{OUT} = \frac{V_{OUT}}{f_{SW} \times L} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right) \times \left(R_{ESR} + \frac{1}{8 \times f_{SW} \times C_{OUT}}\right) \quad (5)$$

其中 L_1 为电感值，R_{ESR} 为输出电容的等效串联电阻（ESR）值。

如果是陶瓷电容，容值决定了开关频率阻抗，输出电压纹波主要由电容影响。为简化计算，可以通过公式（6）估算出输出电压纹波：

$$\Delta V_{OUT} = \frac{V_{OUT}}{8 \times f_{SW}^2 \times L \times C_{OUT}} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right) \quad (6)$$

如果采用钽或电解电容，则 ESR 主导开关频率处的阻抗。为简化计算，可以通过公式（7）估算出输出电压纹波：

$$\Delta V_{OUT} = \frac{V_{OUT}}{f_{SW} \times L} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right) \times R_{ESR} \quad (7)$$

输出电容的特性也会影响系统的稳定性。

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

PCB 布局指南 (13)

高效的 PCB 布局对于 IC 工作的稳定性至关重要。为获得更好的散热性能，强烈建议4层板。为获得最佳效果，请参考图 15 并遵循以下指南：

1. 确保功率环路尽可能小。
2. 使用大的接地面直接接地 PGND。在靠近 PGND 引脚处，通过过孔连接底层地平面。
3. 确保 GND 和 VIN 的大电流走线短而直且宽。
4. 将输入陶瓷电容尽可能靠近 IC 引脚放置。
5. 尽可能使用宽而短的走线连接输入电容和 IN。
6. 确保VCC电容尽可能靠近VCC和GND。
7. 分别将 VIN、VOUT 和 GND 连接到大面积铺铜处，提高散热性能和长期稳定性。
8. 输入 GND 与顶层其他 GND 区域隔开，通过多个过孔在内层和底层连接。
9. 确保集成 GND 位于板的内层或底层。
10. 使用多个过孔连接电源板至内层板。

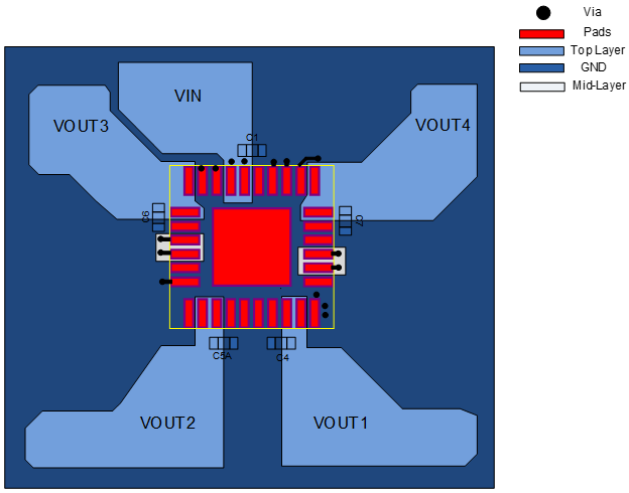


图 15：推荐 PCB 布局

注：

13) 推荐的布局基于第 40 页中的 “典型应用电路”。

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

典型应用电路

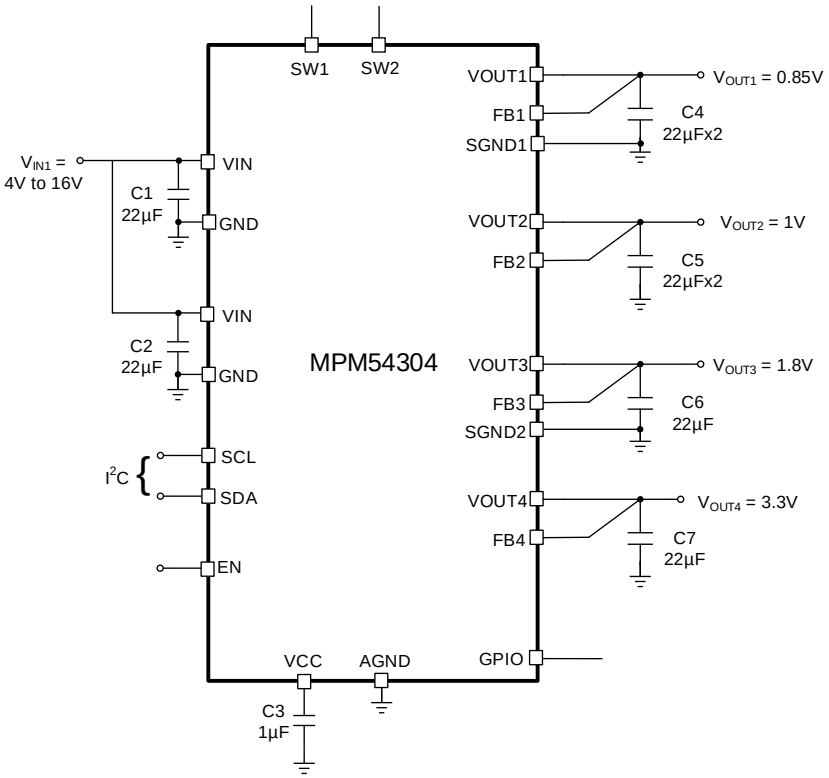


图 16：4V 至 16V 输入和四路输出

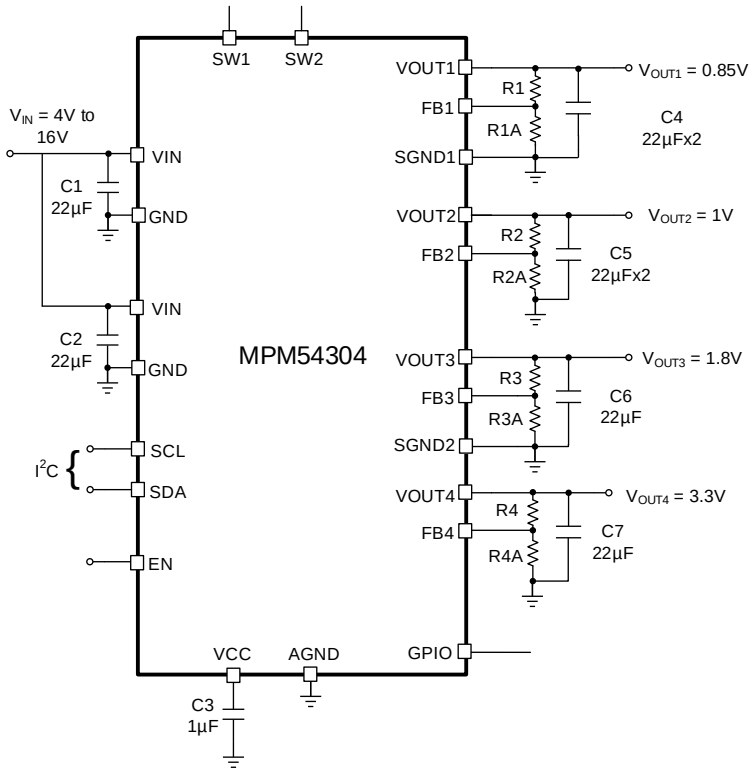


图 17：4V 至 16V 输入和四路输出，具有外部分压电阻

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

典型应用电路*(续)*

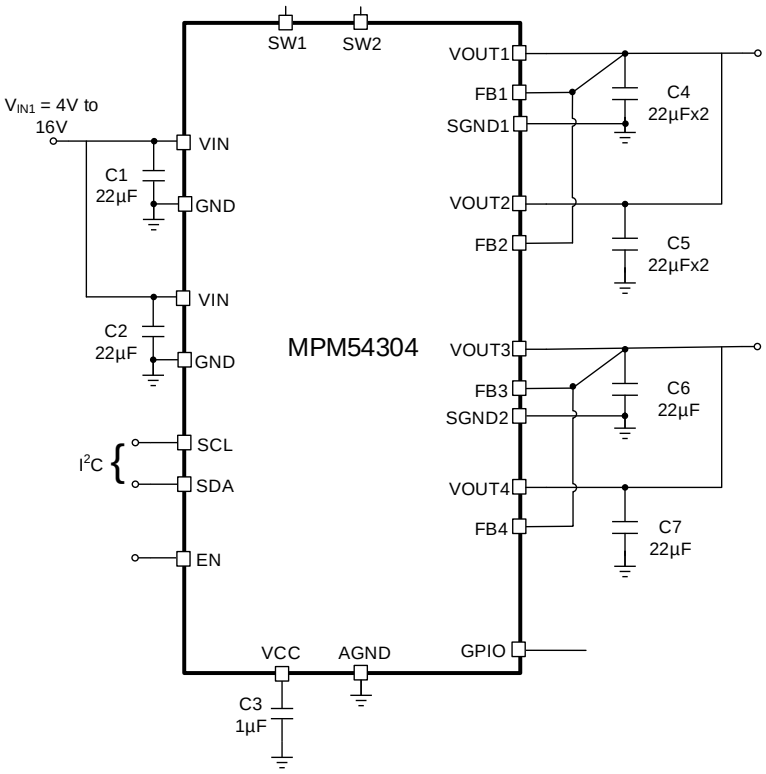


图 18：4V 至 16V 输入和四路输出，具有并联操作模式

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

默认 MTP 配置

表 3: 0000 后缀代码配置

过温保护（OTP）事项	Buck 1	Buck 2	Buck 3	Buck 4
输出电压设置方法	I²C	I²C	I²C	I²C
输出电压	1V	3.3V	1.8V	1.5V
初始启动/关断	On	On	On	On
模式	FCCM	FCCM	FCCM	FCCM
软启动延时时隙	0ms	3ms	1ms	2ms
软启动时间（V_O = 0% 至 100%）	1ms	1.6ms	1.1ms	0.9ms
谷值电流限值	4.2A	3A	2A	3A
输出放电 EN	启用	启用	启用	启用
输出电流限 EN	启用	禁用	禁用	禁用
并联模式操作	未并联		未并联	
开关频率	800kHz			
输入欠压锁定保护（VIN UVLO ）上升阈值	4.5V			
GPIO	电源正常输出指示			
关断延时 EN	启用			
PG 延时时间	0.2ms			
软件初始 I²C 从机地址	0x68			
MTP 配置代码	0x00			

表 4：0000 后缀代码寄存器数值

后缀代码	寄存器	十六进制数值
0000	0x40	02h
0000	0x41	EBh
0000	0x42	2Dh
0000	0x43	33h
0000	0x44	5Dh
0000	0x45	B7h
0000	0x46	11h
0000	0x47	4Fh
0000	0x48	7Dh
0000	0x49	21h
0000	0x4A	59h
0000	0x4B	5Fh
0000	0x4C	F3h
0000	0x4D	68h
0000	0x4E	40h
0000	0x4F	00h

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

表 5：0001 后缀代码配置

后缀代码：0001				
过温保护（OTP）事项	**Buck 1**	**Buck 2**	**Buck 3**	**Buck 4**
输出电压设置方法	外部分压电阻	外部分压电阻	外部分压电阻	外部分压电阻
FB 电压	0.6V	0.6V	0.6V	0.6V
初始启动/关断	On	On	On	On
模式	FCCM	FCCM	FCCM	FCCM
软启动延时时隙 #	0ms	2ms	1ms	3ms
软启动时间（V_O = 0% 至 100%）	0.9ms	0.9ms	0.9ms	0.9ms
谷值电流限值	4.2A	4.2A	3A	3A
输出放电 **EN**	启用	启用	启用	启用
输出电流限 **EN**	启用	启用	禁用	禁用
并联模式操作	未并联		未并联	
开关频率	800kHz			
输入欠压锁定保护（**VIN UVLO** ）阈值-上升	4.5V			
GPIO	电源正常输出指示			
关断延时 **EN**	启用			
PG 延时时间	0.2ms			
软件初始 **I²C** 从机地址	0x68			
MTP 配置代码	0x01			
MTP 修订号	0x00			

表 6：0001 后缀代码寄存器数值

后缀代码	寄存器	十六进制数值
0001	0x40	03h
0001	0x41	EBh
0001	0x42	05h
0001	0x43	23h
0001	0x44	EDh
0001	0x45	05h
0001	0x46	13h
0001	0x47	5Fh
0001	0x48	05h
0001	0x49	33h
0001	0x4A	5Fh
0001	0x4B	05h
0001	0x4C	F3h
0001	0x4D	68h
0001	0x4E	40h
0001	0x4F	01h

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

表 7：0002 后缀代码配置

后缀代码：0002				
过温保护（OTP）事项	**Buck 1**	**Buck 2**	**Buck 3**	**Buck 4**
输出电压设置方法	外部分压电阻	外部分压电阻	外部分压电阻	外部分压电阻
FB 电压	0.6V	0.6V	0.6V	0.6V
初始启动/关断	On	On	On	On
模式	FCCM	FCCM	FCCM	FCCM
软启动延时时隙 #	0ms	0ms	1ms	3ms
软启动时间（V_O = 0% 至 100%）	0.9ms	0.9ms	0.9ms	0.9ms
谷值电流限值	4.2A	4.2A	3A	3A
输出放电 **EN**	启用	启用	启用	启用
输出电流限 **EN**	启用	启用	禁用	禁用
并联模式操作	并联		未并联	
开关频率	800kHz			
输入欠压锁定保护（**VIN UVLO** ）阈值-上升	4.5V			
GPIO	电源正常输出指示			
关断延时 **EN**	启用			
PG 延时时间	0.2ms			
软件初始 **I²C** 从机地址	0x68			
MTP 配置代码	0x02			
MTP 修订号	0x00			

表 8：0002 后缀代码寄存器数值

后缀代码	寄存器	十六进制数值
0002	0x40	03h
0002	0x41	EBh
0002	0x42	05h
0002	0x43	23h
0002	0x44	EDh
0002	0x45	05h
0002	0x46	13h
0002	0x47	5Fh
0002	0x48	05h
0002	0x49	33h
0002	0x4A	5Fh
0002	0x4B	05h
0002	0x4C	F3h
0002	0x4D	68h
0002	0x4E	41h
0002	0x4F	02h

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

表 9：0003 后缀代码配置

后缀代码：0003				
过温保护（OTP）事项	**Buck 1**	**Buck 2**	**Buck 3**	**Buck 4**
输出电压设置方法	外部分压电阻	外部分压电阻	外部分压电阻	外部分压电阻
FB 电压	0.6V	0.6V	0.6V	0.6V
初始启动/关断	On	On	On	On
模式	FCCM	FCCM	FCCM	FCCM
软启动延时时隙 #	0ms	2ms	1ms	1ms
软启动时间（V_O = 0% 至 100%）	0.9ms	0.9ms	0.9ms	0.9ms
谷值电流限值	4.2A	4.2A	3A	3A
输出放电 **EN**	启用	启用	启用	启用
输出电流限 **EN**	启用	启用	禁用	禁用
并联模式操作	未并联		并联	
开关频率	800kHz			
输入欠压锁定保护（**VIN UVLO** ）阈值-上升	4.5V			
GPIO	电源正常输出指示			
关断延时 **EN**	启用			
PG 延时时间	0.2ms			
软件初始 **I²C** 从机地址	0x68			
MTP 配置代码	0x03			
MTP 修订号	0x00			

表 10：0003 后缀代码寄存器数值

后缀代码	寄存器	十六进制数值
0003	0x40	03h
0003	0x41	EBh
0003	0x42	05h
0003	0x43	23h
0003	0x44	EDh
0003	0x45	05h
0003	0x46	13h
0003	0x47	5Fh
0003	0x48	05h
0003	0x49	33h
0003	0x4A	5Fh
0003	0x4B	05h
0003	0x4C	F3h
0003	0x4D	68h
0003	0x4E	42h
0003	0x4F	03h

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

表 11：0004 后缀代码配置

后缀代码：0004				
过温保护（OTP）事项	**Buck1**	**Buck2**	**Buck3**	**Buck4**
输出电压设置方法	外部分压电阻	外部分压电阻	外部分压电阻	外部分压电阻
FB 电压	0.6V	0.6V	0.6V	0.6V
初始启动/关断	On	On	On	On
模式	FCCM	FCCM	FCCM	FCCM
软启动延时时隙 #	0ms	0ms	1ms	1ms
软启动时间（V_O = 0% 至 100%）	0.9ms	0.9ms	0.9ms	0.9ms
谷值电流限值	4.2A	4.2A	3A	3A
输出放电 **EN**	启用	启用	启用	启用
输出电流限 **EN**	启用	启用	启用	禁用
并联模式操作	并联		并联	
开关频率	800kHz			
输入欠压锁定保护（**VIN UVLO** ）阈值-上升	4.5V			
GPIO	电源正常输出指示			
关断延时 **EN**	启用			
PG 延时时间	0.2ms			
软件初始 **I²C** 从机地址	0x68			
MTP 配置代码	0x04			
MTP 修订号	0x00			

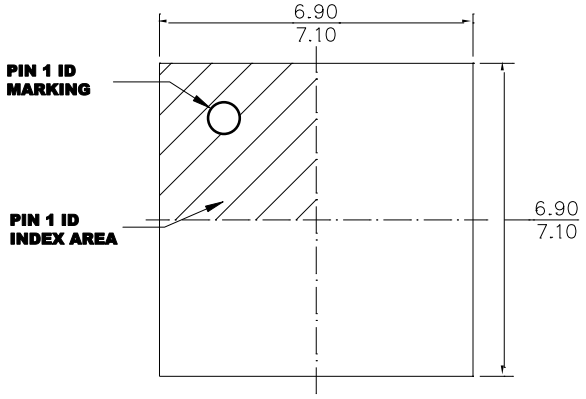
表 12：0004 后缀代码寄存器数值

后缀代码	寄存器	十六进制数值
0004	0x40	03h
0004	0x41	EBh
0004	0x42	05h
0004	0x43	23h
0004	0x44	EDh
0004	0x45	05h
0004	0x46	13h
0004	0x47	5Fh
0004	0x48	05h
0004	0x49	33h
0004	0x4A	5Fh
0004	0x4B	05h
0004	0x4C	F3h
0004	0x4D	68h
0004	0x4E	43h
0004	0x4F	04h

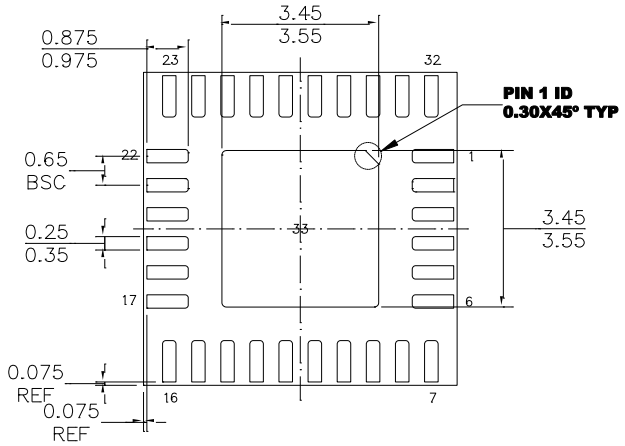
MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。

封装信息

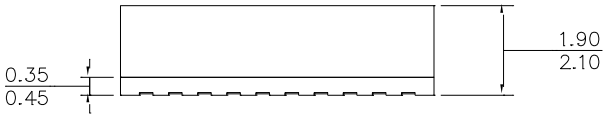
LGA-33 (7mmx7mm)



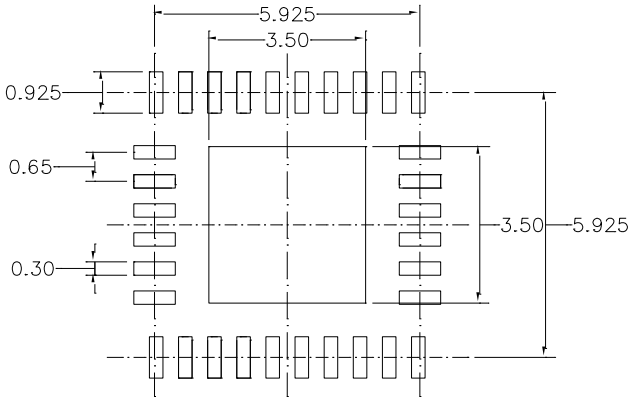
TOP VIEW



BOTTOM VIEW



SIDE VIEW



RECOMMENDED LAND PATTERN

NOTE:

1) ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
2) LEAD COPLANARITY SHALL BE 0.10 MILLIMETERS MAX.
3) JEDEC REFERENCE IS MO-303.
4) DRAWING IS NOT TO SCALE.

注：本文中信息如有变更，不再另行通知。当前所用规格，请联系 MPS。用户应确保其对 MPS 产品的具体应用不侵犯他人知识产权。MPS 不对此类应用承担任何法律责任。

MPS 专有信息。受专利保护。未经授权，请勿影印及复制。
© 2022 MPS 版权所有。