



概述

FM5323 是一款应用于移动电源及其他锂电便携设备的，集成了锂电池充电管理，USB 升压输出，I2C 通信的集成电源管理 IC。

FM5323 是以开关方式进行充电，集成了包括涓流充电，恒流充电和恒压充电全过程的充电方式，浮充电压精度在全温度范围可达 $\pm 1\%$ ，并且具有充电电流纹波小，充电效率高等优点。

FM5323 的 DC-DC 升压可达到 $\pm 1\%$ 的精度，可以提供高达 90%以上的升压转换效率，延长电池使用时间。

FM5323 集成了 I2C 通信接口。MCU 可与芯片通信，读取其中寄存器信息，并对其简单控制。

FM5323 具有多重保护设计，包括负载过流保护，软启动保护，输入过压保护，输出短路保护，芯片温度保护，电池温度保护等。同时芯片端口设计了高性能的 ESD 保护电路，使得该款芯片具有极高的可靠性。

产品特点

- 外围电路简单，无需外部 MOS
- 可以实现 2.4A@5V 放电
- 可支持与 MCU 的 I2C 通信
- 低待机电流约 70uA
- 可编程充电电压，充电浮充电压精度 $\pm 0.5\%$
- 充放电软启动功能
- 涓流/恒流/恒压三段式充电
- 高效同步开关充电及同步开关升压输出
- 输入电源掉电电池自动升压供电
- 整体方案升压最高效率可达 93%@2.4A
- USB 输出过流，短路，过压保护
- 按键/自动检测手机功能
- 空载检测关断功能
- ESOP-8 封装

应用领域

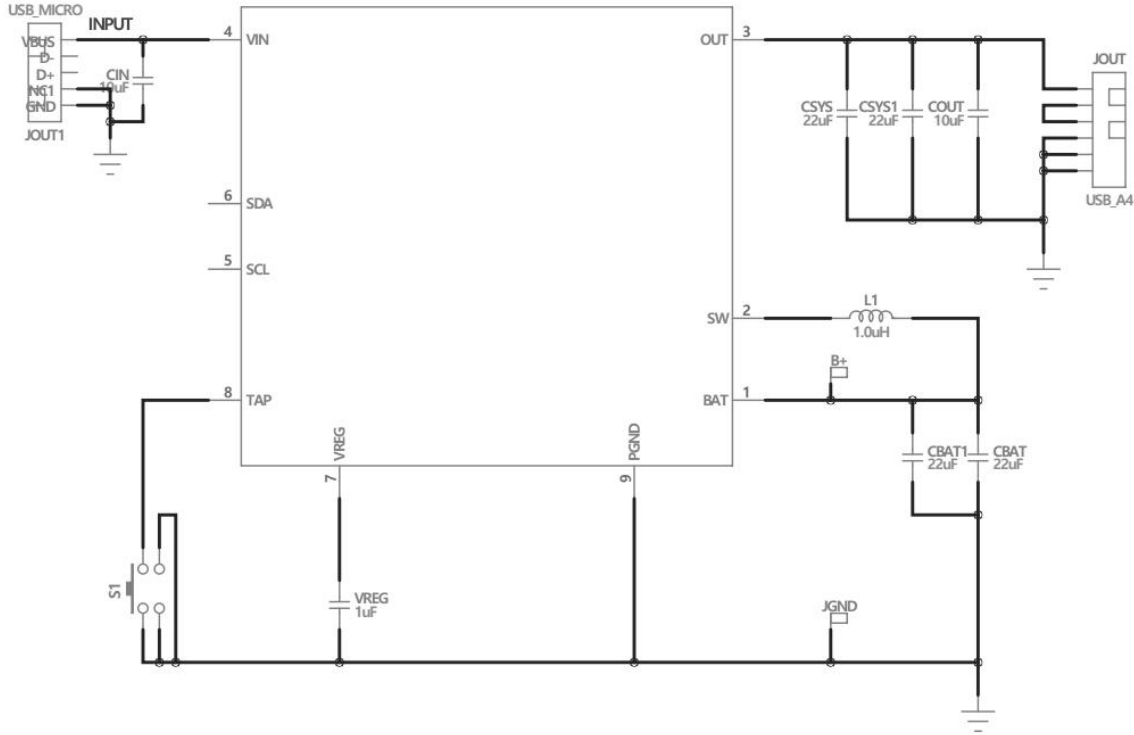
- 移动电源
- 其它锂电便携设备

引脚示意图及说明

引脚示意图		引脚名	引脚号	功能说明
1	BAT	BAT	1	电池正端检测脚
2	SW	SW	2	电感驱动脚，功率管漏端
3	OUT	OUT	3	芯片输出引脚/功率 P 管源端
4	VIN	VIN	4	电源输入引脚
	PGND	PGND	5	电池充电电压选择脚 (I ² C 通信 SCL 端)
	SDA	SDA	6	电量显示方式选择 (I ² C 通信 SDA 端)
	VREG	VREG	7	芯片内部电源 LDO 输出
	TAP	TAP	8	按键和手电驱动引脚
	PGND	PGND	9	芯片功率地，功率 N 管源端



典型应用电路

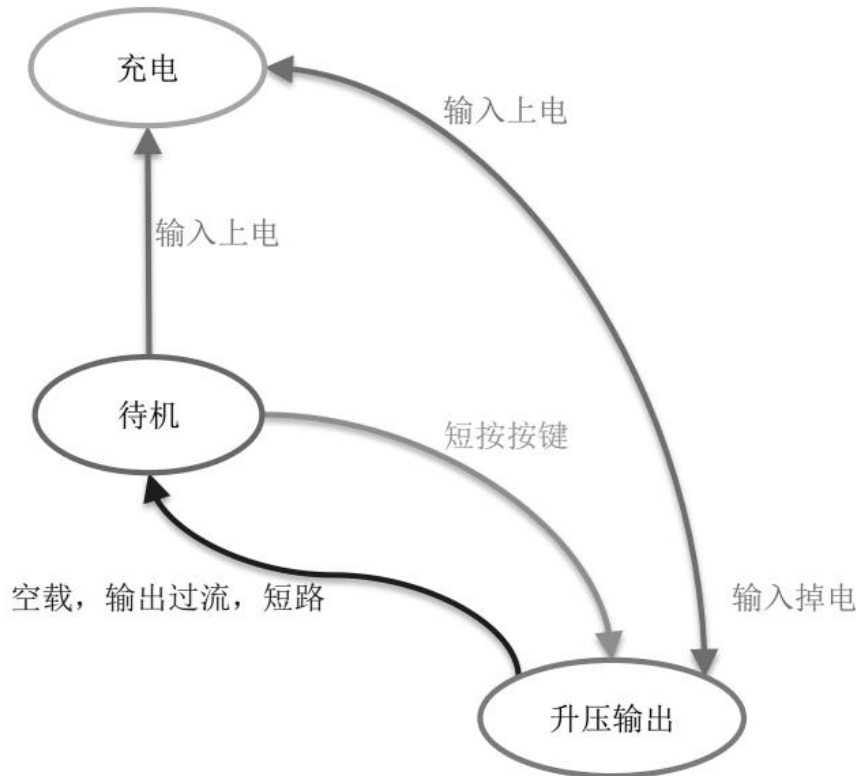


极限参数和推荐工作状态

SYMBOL	ITEMS	VALUE	UNITS
V_{IN}	输入电压	-0.3~7	V
V_{SYS}	输入电压	-0.3~7	V
V_{LED}	输入电压	-0.3~7	V
T_{OP}	工作温度范围	-40~85	°C
T_J	工作结温范围	-20~125	°C
T_{ST}	储存温度	-55~150	°C
M_{ST}	储存湿度	<30%	
T_{LEAD}	引脚焊接温度(10 sec)	300	°C
V_{IN}	推荐输入电压	4.5~5.5	V
T_{OP}	推荐工作环境温度	0~50	°C



状态转换图



功能描述

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
I_Q	待机功耗	$V_{BAT}=4.2V$		70		μA
R_{ON-IRB}	Input reverse blocking switch R_{dson}			75		$m\Omega$
R_{ON-TS}	Top switch R_{dson}			35		$m\Omega$
R_{ON-BS}	Bottom switch R_{dson}			35		$m\Omega$

➤ 充电管理

1. 充电功能

FM5323 用开关方式对电池进行涪流/恒流/恒压三段式充电。当电池电压低于 V_{TRKL} 时进行涪流充电；当电池电压高于 V_{TRKL} 时进行恒流充电；当电池电压接近 $V_{BAT-REG}$ 时进行恒压充电，此时充电电流开始逐渐减小，当电流减小到 I_{FULL} 时，判断电池已经充饱，芯片终止充电，待电池电压降低到 V_{RECHG} 后进行再次充电(Recharge)。

2. 充电软启动功能

当电池直接进入恒流充电时，FM5323 会控制充电电流逐渐增大到设定值，避免了瞬间大电流冲击引起的各种问题。

3. 输入过压保护

输入电压过高，超过 V_{IN-OVP} 时，芯片会控制关闭 USB 输出，防止接在 USB 的便携设备因为过压而损坏，输入电压正常后状态解除。



SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
I _{CC-CHG}	芯片工作电流	V _{IN} =5V 充电状态		3.6		mA
V _{UVLO-RS} V _{UVLO-DN}	电源欠压门槛	V _{IN} 从低到高 V _{IN} 从高到低		4.2 3.5		V V
V _{REV}	输入防反门槛 V _{IN} -V _{BAT}	V _{IN} Rising V _{IN} Falling		150 50		mV mV
V _{BAT-REG}	浮充门槛电压	BDIV 悬空 BDIV 接地	4.18 4.33	4.20 4.35	4.22 4.37	V V
I _{VIN-CHG}	输入端恒流充电电流	V _{IN} =5.0V		2.0		A
I _{TRKL}	涓流充电电流			90		mA
I _{FULL}	充电判饱电流	V _{IN} =5.0V, 无 RCS		300		mA
V _{VIN-LIM}	输入电压限流点	I _{CHG} =I _{CONST} • 90% I _{CHG} =I _{CONST} • 50% I _{CHG} =I _{CONST} • 20%		4.69 4.48 4.44		V V V
V _{TRKL}	涓流转恒流 迟滞电压	V _{BAT} 从低到高 V _{BAT} 从高到低		3.00 0.30		V V
V _{RECHG}	复充门槛电压	V _{BAT} rising V _{BAT} falling		4.05 4.00		V V
V _{VIN-OVP}	输入过压保护电压 迟滞电压	输入电压升高		5.7 0.3		V V

➤ 升压功能

FM5323 具有同步升压功能，可将单节锂电池电压升压到 5V 输出，给负载供电。电池电压低于 V_{BSTL} 时，芯片系统将判断为电池电量不足，停止升压。当 V_{IN} 电压低于 V_{UVLO-DN} 时，系统将判断为电源适配器掉电，并启动升压电路。

1. 升压软启动功能

芯片有升压软启动功能，在启动升压时，电流会逐渐增加到最大值，保证系统工作的稳定。

2. USB 放电功能

待机状态单击 S1 可进入 USB 放电状态，此时芯片控制电池对 USB 升压放电，

3. 输出过流保护

当负载电流增大，使输出电压低于 V_{LOAD-OC}，且维持时间超过 T_{OC-OFF}，则系统启动负载过流保护功能，芯片关闭 USB 的输出通路，经过一段时间后进入待机状态。

4. 输出短路保护

当负载电流增大，使输出电压低于 V_{LOAD-STP}，且维持时间超过 T_{STP-OFF}，芯片进入短路判断状态，若短路移除则芯片重新启动升压，若经过 T_{STP-DLY} 时间后短路状态仍未解除，则芯片关闭输出进入待机状态。

5. USB 空载检测功能

当 USB 输出电流小于 I_{NOLOAD} 时且持续 T_{NOLOAD} 时，负载电流很小；持续 T_{NOLOADOFF} 时，芯片判断外部负载消失，进入待机状态。



SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
I _{CC-BST}	芯片工作电流	放电状态: V _{BAT} =4.2V, I _{LOAD} =0, 指示灯熄灭		3.8		mA
V _{OUT-NL}	内置升压电压 (空载)	I _{OUT} =0		5.10		V
V _{OUT-OVP}				6.0		V
T _{ATBST-DLY}	自动升压启动延时时间		16	32	48	mS
T _{OCP-OFF}	输出过载保护时间		12	14	16	mS
I _{LOAD-STP}	输出短路检测电流			7		A
T _{LOAD-STP}	输出短路电流检测时间		56	60	64	uS
I _{NOLOAD}	空载关机电流			80		mA
T _{NOLOADOFF}	空载关闭升压系统等待时间	I _{LOAD} <I _{NOLOAD}	56	60	64	S
V _{BSTL}	升压空载启动最低电压			3.30		V
f _{OSC}	振荡器频率			1000		KHz
f _{SW}	开关工作频率			500		KHz
V _{LOWQOFF}	放电时关机电压			2.87		V
T _{POFF}	关闭升压系统后进入待机状态的 延时时间		3	3.5	4	S

➤ 保护功能

1. 充电 USB 短路保护

当充电时 USB 发生短路, 芯片会关闭 USB 输出, 熄灭电量指示灯; USB 短路解除后, USB 输出打开, 电量指示灯亮起, 自动恢复充电。

2. USB 过压保护

OUT 电压过高, 超过 V_{OUT-OVP} 时, 芯片会控制关闭 USB 输出, 防止接在 USB 的便携设备因为过压而损坏, 指示灯闪烁, 提示异常, 电压恢复正常后状态解除。

3. 芯片限温保护

当芯片内部温度超过 TEMP_{OTL} 时, 芯片进入限温保护状态, 如果在充电, 则减小充电电流; 如果在升压, 则降低输出电压。

4. 芯片过温保护

如果芯片工作时温度超过 TEMP_{OTP}, 则关闭内部 MOS, 待温度降低后再恢复工作。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
TEMPOTP	芯片过温保护温度			135		°C
TEMPOTL	芯片限温保护温度			95		°C
V _{Ts-OT}				0.2		V
V _{Ts-UT}				1.2		V



➤ 其它功能

1. 按键功能 (TAP)

1) 短按按键 TAP 可从待机启动升压

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{TAP}	TAP 端口悬空电压	$V_{IN} = 5V$		4.9		V
		$V_{IN} = 0V, V_{BAT} = 4.2V$		4.15		V
$T_{TAPSHORT}$	手动按键短按时间		24	28	32	mS
$T_{TAPLONG}$	手动按键长按时间		1.50	1.75	2.00	S
$V_{BST-UVLO}$	低电量关机的 V_{BAT} 电压			2.87		V

➤ I²C 通信功能

FM5323 可以通过 SDA, SCL, VREG 这 3 个引脚实现与 MCU 通信功能, SDA 为数据线; SCL 为时钟线; VREG 为芯片内部电源 LDO 输出

MCU 可以查询芯片工作状态, 如充电, 放电, 待机, 充饱, 以及异常状态如输入过压, 输出过流, 输出短路, 芯片过温, 芯片限温, 电池电量低, 空载关机等

MCU 还可通过 I2C 总线设定芯片的电池充饱电压等

1. Serial Interface
2. Data Validity
3. Start and Stop Conditions
4. Byte Format
5. Acknowledge (ACK) and Not Acknowledge (NACK)
6. Slave Address and Data Direction Bit
7. Single Write

1	7	1	1	8	1	1
S	Slave Address	0	ACK	Control Byte	ACK	P

8. Single Read

1	7	1	1	8	1	1
S	Slave Address	0	ACK	Control Byte	ACK	P
S	Slave Address	1	ACK	Data Byte	ACK	P



1. I²C Slave Address Byte

1.1. Slave address

Bit	Slave address							
	7 MSB	6	5	4	3	2	1	0 LSB
	1	0	0	1	0	0	0	R/W

1.2. R/W=0 : write data

1.3. R/W=1 : read data

2. Control Byte

2.1. 芯片控制寄存器

BIT	FIELD	TYPE	RESET	DESCRIPTION
充电电压控制				
Bit 7	BATDIV	W	0	0 – 4.20V
				1 – 4.35V
读取寄存器选择				
Bit 6-4	REG SELECT	W		1XX – REG00 读取保护信号
				01X – REG01 读取工作状态信号
Bit 3-1	NC	W	000	
升压控制				
Bit 0	BOOST CTR	W	0	0 – Default
				1 – OFF BOOST

3. Data Byte

3.1. 保护信号寄存器 REG00:

BIT	FIELD	TYPE	STATE=0	STATE=1
Bit 7	SHORT	R	Normal	输出短路
Bit 6	OVERCURRENT	R		输出过流
Bit 5	OTP	R		芯片过温
Bit 4	NC	R		
Bit 3	VIN-SYS-SHORT	R		输入输出短接
Bit 2	NC	R		
Bit 1	CHGFULL	R		电池充电
Bit 0	NoLoadOff	R		空载关机

3.2. 工作状态寄存器 REG01:

BIT	FIELD	TYPE	STATE=0	STATE=1
Bit 7	CHG_STA	R	Normal	充电状态
Bit 6	FULL_STA	R		充电状态
Bit 5	BST_STA	R		升压状态
Bit 4	BST_LD	R		升压带载状态
Bit 3	SLEEP_READY	R		准备进入待机状态
Bit 2	NC	R		



Bit 1	NC	R	
Bit 0	LOWQX	R	电池电量低

应用说明

➤ 电容的选择

CBAT, CSYS, COUT, CVIN 电容为滤波电容, 可使用陶瓷电容, 耐压选择 10V (推荐) 或 6.3V 在成本允许的条件下, 增大 CSYS (优先) 和 CBAT 会使系统更加稳定; 如果对升压输出纹波要求不高, 也可略微减小 COUT; 如果针对输出更大电流的方案, 要将电容值相应增大。任何情况下, 选择质量较差的电容都可能会引起整个系统性能下降, 使用寿命缩短, 甚至无法正常工作, 所以请慎重选择电容。

➤ 电感 L1 的选择:

推荐使用 1.0uH 的屏蔽电感, 也可使用非屏蔽电感降低成本。

➤ 升压带载测试:

因为芯片增加了两级短路保护, 所以对升压带载测试时有一定要求:

如果 USB 接大电容负载 (某些型号的负载仪电容非常大), 有可能误判短路保护。

用电压源模拟电池时, 各种型号电源的瞬态响应不同, 电源线的阻抗也可能比较大, 在升压带 CC 或 CR 负载或者带负载启动时, 也有可能出现短路保护的情况。实际应用时, 由于接的是电池, CC 或 CR 的情况会改善。一般便携设备输入电容都较小, 同时它们会检测输入电压, 如果输入电压不够时不会充电, 所以实际移动电源成品给便携设备充电时不会出现误判短路的情况。

PCB 布局注意事项

➤ 大电流回路

大电流回路指开关时走大电流的器件和走线, 在此系统中由 L1, CBAT, CSYS, COUT 及他们之间的连线构成, 他们的布线要尽量宽和短, 高频开关 (电流不连续) 通路不要过通孔, 及 CBAT, CSYS, L1 必须在 PCB 的同一面, 且要放在一起。

➤ SYS 和 PGND

FM5323 的 OUT 和 GND 引脚分别是芯片驱动部分的电源和地, 在开关工作时会有瞬间大电流流入和流出, 因此, 画 PCB 时 CSYS 要尽量靠近芯片的 OUT 和 GND, OUT 和 GND 分别单独抽头引线到 CSYS 的正端和负端, 中间不能穿过大电流回路, 布线尽量宽和短, 尽量不要过通孔。CSYS 的负端, CBAT 的负端, GND 尽量靠近, 不要过孔。

➤ 电容的放置

CSYS 的负端, CBAT 的负端与芯片 PGND 引脚, RCS 的 GND 端尽量靠在一起, 不要过孔。CSYS 优先级高于 CVIN 和 CBAT。CSYS, CBAT 尽量靠近芯片放置。

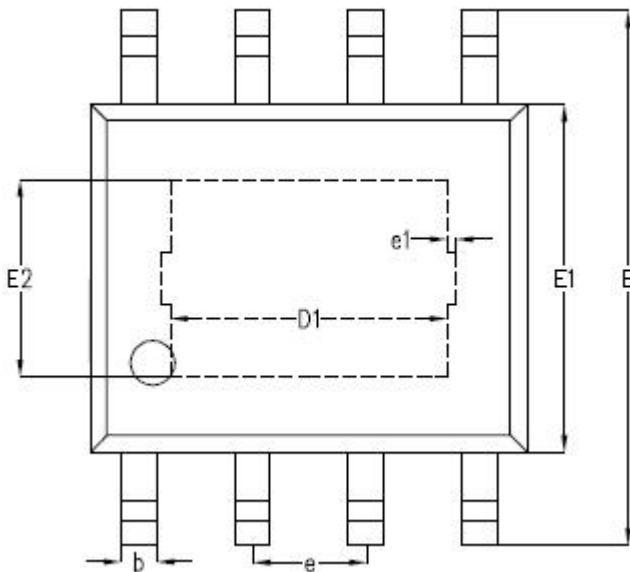
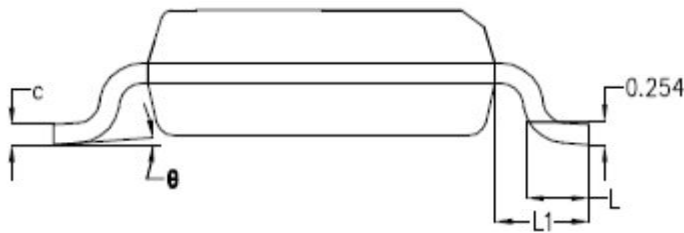
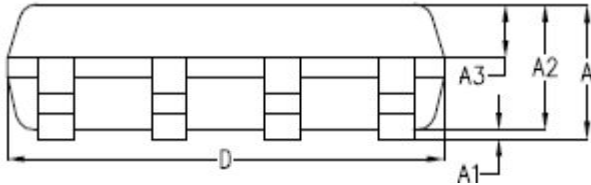
➤ BAT

涓流充电情况下 BAT 会提供 100mA 左右电流给电池, 所以 BAT 到电池的引线不宜太细。



封装信息

eSOP-8



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	-	1.50	1.55
A1	-	0.10	0.15
A2	1.35	1.40	1.45
A3	0.55	0.60	0.65
b	0.35	0.40	0.45
c	0.17	0.22	0.25
D	4.85	4.90	4.95
E	5.90	6.00	6.10
E1	3.80	3.90	4.00
e	1.27BSC		
L	0.60	0.65	0.70
L1	1.05BSC		
θ	0°	4°	6°