

概述

FM2202PH 是一款集成降压转换器、锂电池充电管理、电池充电指示且带 OVP 功能的高耐压输入的多功能电源管理专用芯片，专为锂电池转干电池提供解决方案。芯片 AP 端口具有高达 50V 的超高耐压且带有输入过压保护功能，充电时，当输入电压超过 6V（典型值），OVP 功能动作，停止充电，能有效防止充电时输入电压过高或充电时接入充电器瞬间的过高电压尖峰造成的芯片损坏。

FM2202PH 支持 3.7V 锂电池和 3.2V 磷酸铁锂电池，具有涓流、恒流、恒压和复充的充电循环过程。在正常工作范围内，FM2202PH 可以保证高效率持续输出，最高效率可达 91% 以上。当电池电压放电至欠压保护电压时，芯片会进入耗电为 0.5uA 的低功耗待机状态，电池电压回升至 3.1V（典型值）后可自动恢复到放电状态。

FM2202PH 的同步降压转换器提供最大 1.5V/3.5A 输出电流。芯片采用极低功耗技术，空载时静态电流低至 4uA。

FM2202PH 提供最大 1A 充电电流，充电电流大小可通过外围设置电阻设定。FM2202PH 集成充电、充满状态指示，同时带有 NTC 功能，可以实时监测电池温度，确保电池的安全可靠。

FM2202PH 集成了过电流保护、过电压保护、过温保护、电池过放保护、欠压锁定等功能，是一款应用极简、性能卓越、稳定可靠的单节锂电转干电池充放电专用控制芯片。

FM2202PH 采用微小型的 DFN-8L (3*3*0.85mm) 封装，只需极少的外围元器件，具有系统成本低、体积小和使用简单等优点。

产品特点

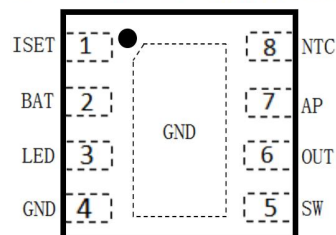
- 空载静态电流低至 4uA
- 低电休眠自耗电小于 0.5uA
- 集成短路保护功能 (SCP)
- 集成过压保护功能 (OVP)
- 集成欠压保护功能 (UVLO)
- 集成过热保护功能 (OTP)
- 集成充电、充满状态指示
- 充电过程涓流充电、恒流充电、恒压充电智能切换，确保充电过程中电池的安全
- 最高可达 1A 的可编程充电电流
- ISET 悬空，默认充电电流 600mA
- 支持 3.7V 锂电池/3.2V 磷酸铁锂电池
- 支持复充功能
- 放电峰值电流可达 3.5A
- 放电效率高达 91% 以上
- 充电端耐压最高可达 50V
- NTC 实时监控电池状态
- 采用 DFN-8 (3*3*0.85mm) 封装

应用领域

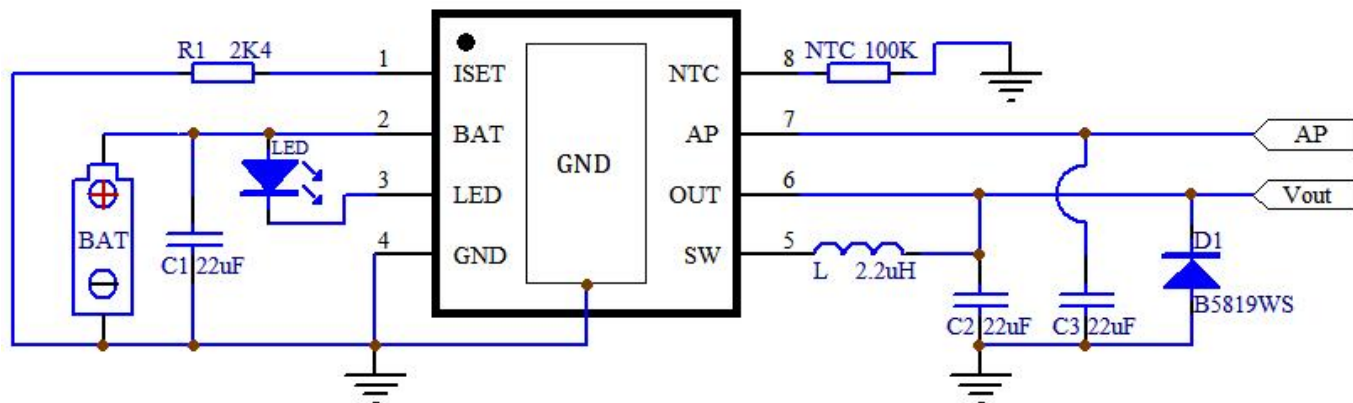
- 替代传统 1.5V 干电池
- 1.5V 输出可以串联使用

封装形式

- DFN-8 (3*3*0.85mm)



典型应用电路图



注：2.5A 以上应用建议增加上图 D1 肖特基二极管。

管脚说明

序号	符号	功能说明
1	ISET	充电电流设置端
2	BAT	电池正极接入引脚
3	LED	充放电状态指示端
4	GND	地
5	SW	功率开关管输出, 连接电感
6	OUT	1.5V 电池输出端
7	AP	充电输入端
8	NTC	温度检测引脚, 接 NTC 电阻到地
衬底	GND	地

订购信息

产品型号	封装形式	输出最大带载	NTC 功能
FM2202PH	DFN-8	1.5V/3.5A	有

极限参数^(注 1)

符号	参数	最大额定范围	单位
VAP	充电接口输入电压	-0.3~+50	V
BAT	电池端电压	-0.3~+5.5	V
VOUT	VOUT 输出端电压	-0.3~+5.5	V
LED	LED 端口电压	-0.3~+5.5	V
NTC	NTC 电阻端口电压	-0.3~+5.5	V
ISET	充电电流设置端口电压	-0.3~+5.5	V
SW	功率管输出端口电压	-0.3~+5.5	V
I _{bat}	BAT 充电电流	1000	mA
T _J	结温范围	-40~+150	°C
TOPR	工作温度	-40~+85	°C
TSTG	储存温度	-65~+150	°C
	ESD (注 2)	4000	V
	焊接温度 (5 秒)	+265	°C

注 1: 极限参数是指超出该极限参数范围, 芯片有可能永久损坏, 实际应用中不得超出该极限参数范围。

注 2: 尽管产品有 ESD 保护电路, 但在高能静电放电情况下, 芯片仍有可能受到损伤而导致性能退化或功能丧失, 因此, 用户仍然有必要采取适当的 ESD 预防措施: 人体模型, 100pF 电容通过 1.5KΩ 电阻放电。

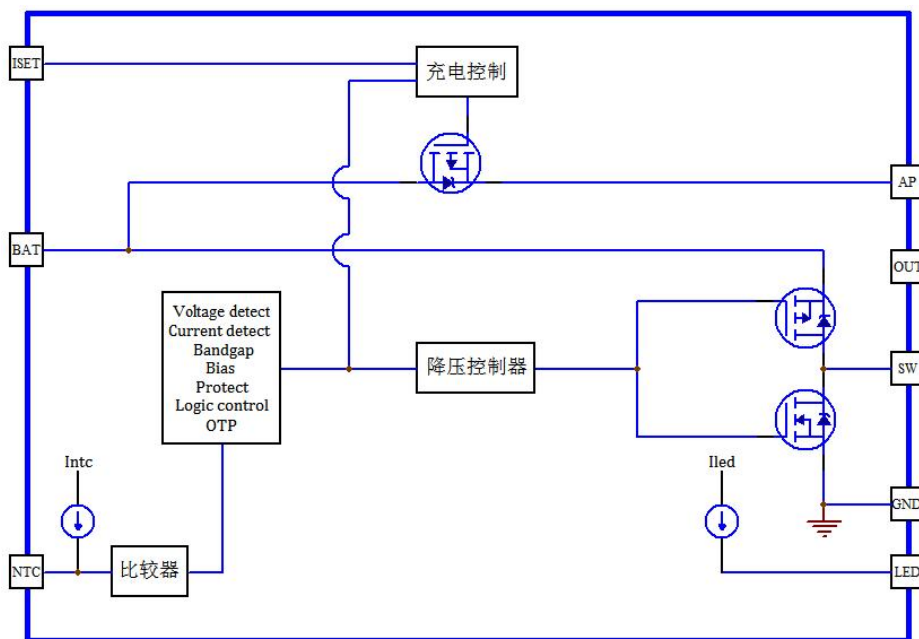
电气特性 (测试条件: VAP=5V, Ta=25°C, L=2.2uH, 除非特别注明, 注3)

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
充电参数						
VAP	充电输入工作电压		4.5	5.0	5.5	V
Vfloat	3.7V 锂电池充满电压		4.15	4.2	4.25	V
	3.2V 磷酸铁锂电池充满电压		3.6	3.65	3.7	V
ΔV_{rechg}	电池复充电压差值	Vbat 下降 (Vfloat-Vrechg)		200		mV
Ibat	恒流充电电流	Rset=2.4K		540		mA
		Rset=悬空		600		mA
Itrkl	涓流充电电流	Rset=2.4K		54		mA
		Rset=悬空		60		mA
Vtrkl_3.7V	3.7V 锂电涓流充电阈值	VAP=5V, Vbat 上升		2.9		V
	迟滞	VAP=5V, Vbat 下降		200		mV
Vtrkl_3.2V	3.2V 锂电涓流充电阈值	VAP=5V, Vbat 上升		2.6		V
	迟滞	VAP=5V, Vbat 下降		120		mV
VAP_uvlo	充电输入欠压阈值	VAP 上升		3.9		V
	迟滞	VAP 下降		200		mV
Vasd	VAP-Vbat 启动阈值	VAP 上升		300		mV
	VAP-Vbat 关断阈值	VAP 下降		200		mV
Vovp	过压保护阈值	Rset=2.4K, VAP 上升		6		V
Vovp_hys	过压保护迟滞	Rset=2.4K, VAP 下降		300		mV
Viset	ISET 引脚电压	VAP=5V, Rset=2.4K, 恒流充电		1		V
Iap	充电静态电流	VAP=5V, 充电结束		450		uA
Ron_chrg	充电 MOS 导通阻抗	Ibat=500mA		1		Ω
Tterm	充电结束延时时间			2		mS
Iterm	充电终止电流阈值			10%*Ichg		mA
放电参数						
Iq	电池空载电流	空载, 持续时间>60S		4	6	uA
Isleep	过放保护工作电流	Vbat=2V, Vout 无输出, 关断模式		0.3		uA

Vout	输出电压	Buck 模式		1.5		V
Fsw	开关频率			1.2		MHZ
Ith_ldo	LD0 模式放电门限	Iout<3mA, 持续时间>60S		3		mA
Ith_dcde	DCDC 模式放电门限	Iout>25mA, 持续时间>1.6mS		25		mA
Vod_3.7V	3.7V 电池过放保护阈值	Vbat 下降	2.8	2.9	3.0	V
Vod_3.2V	3.2V 电池过放保护阈值	Vbat 下降	2.4	2.5	2.6	V
Vod_hys	电池过放保护迟滞	Vbat 上升		200		mV
Tod	过放保护延迟时间	Vbat=3.6V→2V	80	100	120	mS
Ron_out_dis	放电主开关导通阻抗	Iout= 0.2A		120		mΩ
Iout_max	输出最大带载能力			3.5		A
控制系统						
Iled	LED 驱动电流			6		mA
Tss	软启动时间			120		uS
Vshort	输出短路电压阈值			0.2		V
NTC						
Intc	NTC 引脚工作电流		10	12.5	15	uA
Votp_ntc1	放电 NTC 保护阈值			0.1		V
Votp_ntc1_rec	放电 NTC 保护恢复			0.14		V
Votp_ntc2	充电 NTC 保护阈值			0.18		V
Votp_ntc2_rec	充电 NTC 保护恢复			0.22		V
过温保护						
Totp	充电过温降电流阈值	上升到此温度下始降电流		130		℃
	充电过温保护			150		℃
	放电过温保护阈值			165		℃
	放电过温保护迟滞			40		℃

注 3: 芯片超出最大工作范围不保证其正常功能, 可能会损坏芯片。

内部结构框图



LED 指示灯状态

FM2202PH 提供了 1 个开漏结构输出 LED 端，外部通过一个 LED 指示灯连接到 GND, LED 灯恒流电流为 6mA (典型值)，电路根据不同的充放电状态，控制 LED 端的输出（高阻态、低电平、方波），通过外接的 LED 指示对应的充放电状态如下表所示。

状态	指示灯状态	备注
充电中	LED 闪烁，频率 1HZ	正在充电
电池充满检测	LED 常亮	充电完成
充电中充电器拔出	LED 灯灭	中止充电
充电时无电池接入	LED 常亮	未接电池
正常放电	LED 灯灭	正常放电

功能描述

FM2202PH 是一款集成降压转换器、锂电池充电管理、电池充电指示的多功能电源管理专用芯片。充电工作时，可以为 3.7V/3.2V 锂电池进行充电，充电电流最高可达 1A，芯片 AP 充电输入端口具有高达 50V 的超高耐压且带有输入过压保护功能，充电时，当输入电压超过 6V（典型值），OVP 功能动作，停止充电，能有效防止充电时输入电压过高或充电时接入充电器瞬间的过高电压尖峰造成的芯片损坏。放电工作时，采用高频同步降压转换器进行放电，放电电流最高可达 3.5A。

FM2202PH 采用极低功耗技术，空载时静态电流低至 4uA，当电池电压放电至欠压保护电压时，芯片会进入耗电为 0.5uA 的低功耗待机状态。

FM2202PH 集成了过电流保护、过电压保护、过温保护、电池过放保护、欠压锁定等功能，是一款应用极简、性能卓越、稳定可靠的单节锂电转干电池充放电专用控制芯片。

➤ 工作模式判定

FM2202PH 根据 AP 引脚的电压 VAP 和 BAT 引脚的电压 VBAT 进行比较, 来判断其工作模式。当 $VAP > VBAT + 300\text{mV}$ 且高于充电输入欠压阈值, 并且 $VAP \leq 6\text{V}$ (过压保护典型值) 时, FM2202PH 工作于充电管理模式 (Charge 模式), 其功能是以 AP 端电压作为工作电源, 对 BAT 端的单节锂电池进行线性充电。AP 端带 OVP 保护功能, 其最大耐压为 50V, 以保护芯片充电时输入电压过高引起的损伤。充电模式时, 关闭 VOUT 的输出, 即芯片不能边充电边放电。当 VAP 小于电池电压, FM2202PH 工作于放电管理模式, 其功能是将 BAT 端的单节锂电池电压转变为单节干电池的输出电压 1.5V, 并从 OUT 端输出。放电模式轻载时采用极低功耗工作模式, 完全空载时仅消耗静态电流 4uA, 提高了系统的工作效率和待机时间。

➤ 放电工作模式

FM2202PH 通过内部 PMOS 主开关管和 NMOS 同步整流管来回切换导通/截止与外部电感、输出电容来共同实现降压的目的。在正常状态下, FM2202PH 的工作模式为 PWM DCDC 放电模式, 在此模式中工作频率保持恒定。由于 FM2202PH 内部有电流型反馈补偿电路, 使芯片不需要外接补偿元件; FM2202PH 还采用了前馈电路, 以提高电路的电压瞬态响应性能。在内部波形发生器产生的锯齿波的下降沿, PMOS 管开启, 当 PWM 比较器翻转或过电压保护条件发生或电流限制条件发生时, PMOS 管关闭, NMOS 管开启。当 PMOS 管重新开启或监测到反向电流时, NMOS 管将被关闭。

当 VAP 电压小于电池电压时, FM2202PH 工作于放电模式, 其功能是将 BAT 端的单节锂电池电压转变为单节干电池的 1.5V 输出电压, 并从 OUT 端输出。处于放电模式的 FM2202PH 会根据负载电流大小来判断开关电源模式是 DC/DC 模式还是 LDO 放电模式。当负载电流小于 3mA (典型值), 且持续 60S (典型值) 时间后, FM2202PH 会进入极低待机功耗的 LDO 模式, LDO 最大可供电 100mA (典型值); 当负载电流大于 25mA (典型值), 持续 1.6mS (典型值) 时间后, FM2202PH 会进入 DCDC 放电模式。同时在负载电流小于 3mA (典型值) 的 60S 定时过程中如果负载电流大于 25mA (典型值), FM2202PH 会退出定时, 维持在 DCDC 放电模式。

1、过电流保护

FM2202PH 工作于 BUCK 模式 (DC/DC 工作模式) 时, 其内部过电流保护电路一直监视通过 PMOS 管的电流。当此电流大于峰值电流限制值 (ILIMIT) 时, PMOS 管将被关闭, 防止电感电流进一步增加; 在下一个脉冲, 如果 PMOS 管电流已经小于峰值电流限制值 (ILIMIT), 芯片将从过电流保护状态恢复到正常工作。但是, 一旦再次发生过电流情况, PMOS 管会即时被关闭, 并重新进入过电流保护状态。

2、短路保护

当 OUT 端短路至地时, FM2202PH 将进入降频工作模式, 通过降低电路的工作频率, 来大大减少 AP 端的输入电流, 同时有效的降低电路的发热, 短路故障去除后, 电路会立即进入正常的 DC/DC 工作模式。

3、同步整流管

FM2202PH 内部提供了一个同步整流 MOS 管, 可以使外部无需额外的肖特基整流二极管, 同时 MOS 管的导通压降要低于通常的肖特基整流二极管, 从而提高电路的效率。

4、过热保护

当 FM2202PH 电路内部温度超过过热保护阈值 165℃ (典型值) 时, 电路将关闭 PMOS 和 NMOS 管, 禁止输出电压; 当芯片工作温度降至过热保护恢复阈值 125℃ (典型值) 时, 电路将回到正常工作状态, 下一个周期 PMOS 将自动开启, 输出恢复。

➤ 充电管理工作模式

FM2202PH 充电性能优越, 具有完善的电池保护功能和高精度的充电电压误差检测, 芯片 AP 充电端口带有输入过压保护功能, 充电时, 当输入电压超过 6V (典型值), OVP 功能动作, 停止充电, 能有效防止充电时输入电压过高引起的芯片损伤。FM2202PH 为电池充电的过程为: 涓流模式、恒流模式 (CC)、恒压模式 (CV)、充电终止和自动再充电, 最大恒流充电电流可达 1A, 涓流充电电流及充电终止阈值为恒流充电电流的 1/10。当 AP 端电压 VAP 大于电池电压 300mV (即 $V_{ASD} > 300\text{mV}$) 且超过芯片充电 UVLO 阈值时, FM2202PH 即开启一个充电周期, 开始对电池充电, LED 灯以 1HZ 左右的频率开始闪烁, 表示充电正在进行。如果电池电压低于涓流充电阈值电压, 充电器采用涓流充电电流对电池进行预充电, 在该状态下, 电池的充电电流为所设定充电电流的 1/10, 对电池进行安全预充电。当电池电压超过涓流充电阈值电压时, 充电器采用恒流模式对电池充电, 充电电流由 ISET 管脚和 GND 之间的电阻 RSET 设定。当电池电压接近 4.2V 电压时, 充电电流逐渐减小, FM2202PH 进入恒压充电模式, 当充电电流减小到充电结束阈值时, 充电完成, LED 状态由 1HZ 左右的频率闪烁变为常亮, 指示充电完成。充电完成后, 当电池电压降到再充电阈值以下时, 自动开始新的充电周期。

1、充电电流设定

芯片 ISET 引脚 (PIN 1) 为恒流充电电流设置和充电电流监测端, 从 ISET 管脚连接一个外部电阻到地端可以对充电电流进行编

程。设定电阻阻值和恒流充电电流采用下列公式来计算：

$$I_{\text{chrg}} \approx 1300 / R_{\text{set}} \text{ (A)}$$

如果 ISET 引脚悬空，则默认恒流充电电流约为 600mA。

2、充电欠压锁定

芯片内部 UVLO 电路监控输入电压，在 AP 端输入电压达到 UVLO 阈值之前保持设备处于关机模式，直到输入电源超过 UVLO 阈值。此外，输入电源必须高于电池电压（典型值 300 mV），FM2202PH 方可正常充电。当输入电源低于 UVLO 阈值或低于 BAT 引脚 Vasd 电压时，设备处于关机模式。

3、充电终止和自动再充电

当电池电压达到 Vfloat 电压且充电电流降至设定值的 1/10 时，充电循环被终止，该功能通过采用一个内部滤波比较器对 ISET 引脚进行监控来检测，当 ISET 引脚电压降至 100mV 的时间超过 Tterm(典型值 2mS)，FM2202PH 即认为电池已充饱，LED 状态由 1HZ 左右的频率闪烁变为常亮，指示电池充电完成，充电终止。一旦充电循环结束，FM2202PH 通过比较器持续监测 BAT 引脚上的电压，当电池电压从 Vfloat 电压下降至 ΔV_{rechrg} 200 mV（典型值）时，开始重新为电池充电，进入自动再充电，确保电池始终保持或接近充满电的状态。

4、过热保护

充电时，当芯片结温达到大约 130℃（典型值）的预设值，内部热调节电路会降低充电电流，以防止芯片温度进一步的上升。此功能可保护芯片免受高温损坏以及允许用户获得电路板功率处理能力的限制，而没有损坏芯片的风险。充电电流可以根据典型的环境温度来设置，并保证充电时在最坏的情况下会自动降低充电电流。

➤ NTC 功能

NTC 引脚是电池温度检测脚，接 NTC 电阻到地，充电、放电均具有 NTC 保护功能。内部有一个 12.5uA 的电流源流过 NTC 电阻，电池温度升高，NTC 电阻的阻值下降，当 NTC 引脚低于 0.18V 时，切断充电电流，当 NTC 引脚低于 0.1V 时，切断放电电流。

➤ PCB 注意事项

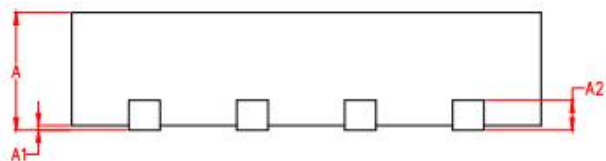
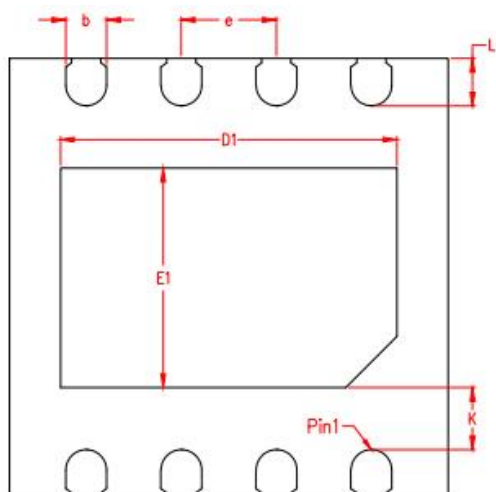
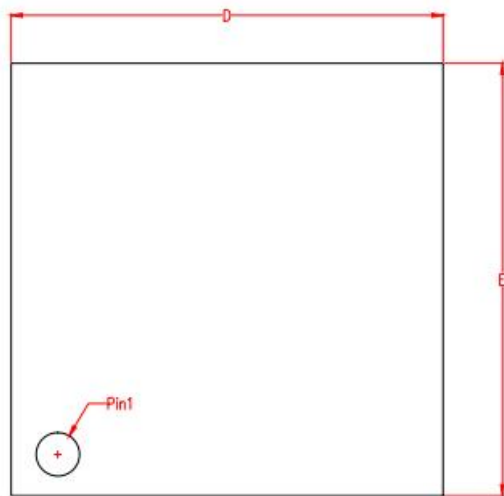
- 1、大电流回路，例如：BAT，GND 走线尽量宽，底层可以全部铺地。
- 2、供电引脚 BAT 端电容尽量靠近芯片。
- 3、电感 L 靠近 SW 管脚；
- 4、地设置尽量多的过孔连接到底层，降低地回路阻抗。

➤ 应用注意事项

- 1、地线连接到电池，地线尽可能的短。最好小于 3cm。
- 2、芯片异口应用，放电端口不可接 5V，即不可放进充电盒里充电。

封装信息

➤ DFN-8 (3×3×0.85)



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	0.80	0.85	0.90
A1	0.00	0.02	0.05
A2	0.203REF.		
b	0.23	0.28	0.33
D	2.95	3.00	3.05
E	2.95	3.00	3.05
D1	2.25	2.30	2.35
E1	1.45	1.50	1.55
e	0.60	0.65	0.70
L	0.28	0.33	0.38
K	0.38	0.43	0.48