

## 概述

FM2113 内置高精度电压检测电路和延迟电路，是用于单节锂离子/锂聚合物可再充电电池的保护 IC。此 IC 适合于对单节锂离子/锂聚合物可再充电电池的过充电、过放电和过电流进行保护。

## 特点

➤ 高精度电压检测电路

过充电检测电压	4.400	精度±25mV
过充电释放电压	4.200	精度±50mV
过放电检测电压	2.800	精度±50mV
过放电释放电压	3.000	精度±50mV
放电过流检测电压	150mV	精度±30mV
充电过流检测电压	-200mV	精度±30mV
负载短路检测电压	1V (固定)	精度±0.3V

FM2113 内置高精度电压检测电路和延迟电路，是用于单节锂离子/锂聚合物可再充电电池的保护 IC。此 IC 适合于对单节锂离子/锂聚合物可再充电电池的过充电、过放电和过电流进行保护

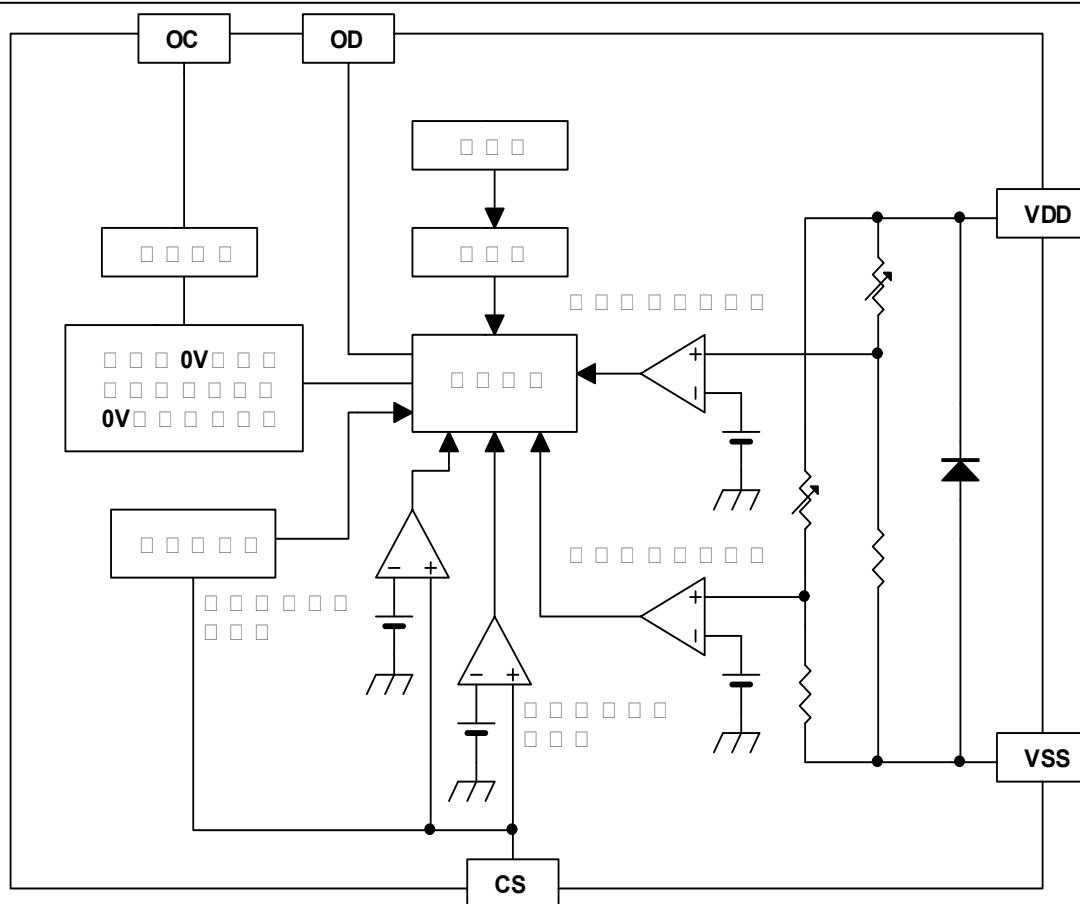
## 产品应用

- 1 节锂离子可再充电电池组
- 1 节锂聚合物可再充电电池组

## 引脚示意图及说明

SOT23-6	引脚号	引脚名称	引脚说明
	1	OD	放电控制用 MOSFET 门极连接端
	2	CS	过电流检测输入端，充电器检测端
	3	OC	充电控制用 MOSFET 门极连接端
	4	NC	悬空
	5	VDD	电源端，正电源输入端
	6	VSS	接地端，负电源输入端

## 方框图



## 绝对最大额定值

(VSS=0V, TA=25°C, 除非特别说明)

项目	符号	规格	单位
VDD 和 VSS 之间输入电压	V <sub>DD</sub>	VSS-0.3~VSS+10	V
OC 输出端电压	V <sub>OC</sub>	VDD-20~VDD+0.3	V
OD 输出端电压	V <sub>OD</sub>	VSS-0.3~VSS+0.3	V
CS 输入端电压	V <sub>CS</sub>	VDD-20~VDD+0.3	V
工作温度范围	T <sub>OP</sub>	-40~+85	°C
储存温度范围	T <sub>ST</sub>	-40~+125	°C
容许功耗	P <sub>D</sub>	250	mW

## 电气特性

➤ 电气参数 (延迟时间除外。VSS=0V, TA=25°C, 除非特别说明)

项目	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
----	----	------	-----	-----	-----	----

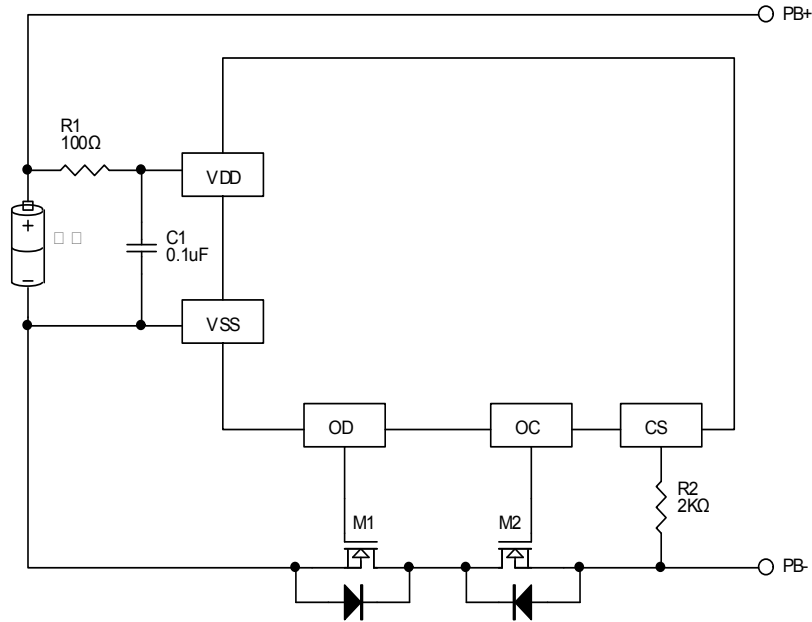
输入电压						
$V_{DD}-V_{SS}$ 工作电压	$V_{DSOP1}$	--	1.5	--	8	V
$V_{DD}-CS$ 工作电压	$V_{DSOP2}$	--	1.5	--	20	V
耗电流						
工作电流	$I_{DD}$	$V_{DD}=3.9V$	--	3.0	6.0	$\mu A$
静态电流	$I_{OD}$	$V_{DD}=2.0V$	--	--	0.1	$\mu A$
检测电压						
过充电检测电压	$V_{CU}$	--	4.375	4.400	4.425	V
过充电释放电压	$V_{CR}$	--	4.150	4.200	4.250	V
过放电检测电压	$V_{DL}$	--	2.750	2.800	2.850	V
过放电释放电压	$V_{DR}$	--	2.950	3.000	3.050	V
放电过流检测电压	$V_{DIP}$	$V_{DD}=3.6V$	120	150	180	mV
负载短路检测电压	$V_{SIP}$	$V_{DD}=3.0V$	0.7	1.0	1.3	V
充电过流检测电压	$V_{CIP}$	--	-170	-200	-230	mV
控制端输出电压						
OD 端输出高电压	$V_{DH}$	--	$V_{DD}-0.1$	$V_{DD}-0.02$	--	V
OD 端输出低电压	$V_{DL}$	--	--	0.1	0.5	V
OC 端输出高电压	$V_{CH}$	--	$V_{DD}-0.1$	$V_{DD}-0.02$	--	V
OC 端输出低电压	$V_{CL}$	--	--	0.1	0.5	V
向 0V 电池充电的功能						
充电器起始电压	$V_{0CH}$	允许向 0V 电池充电功能	1.2	--	--	V

➤ 延迟时间参数

项目	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
过充电检测延迟时间	$T_{OC}$	$V_{DD}=3.9V \rightarrow 4.5V$	470	670	870	ms
过放电检测延迟时间	$T_{OD}$	$V_{DD}=3.6V \rightarrow 2.0V$	80	120	160	ms
放电过流检测延迟时间	$T_{DIP}$	$V_{DD}=3.6V, CS=0.4V$	4	8	12	ms
充电过流检测延迟时间	$T_{CIP}$	$V_{DD}=3.6V, CS=-0.2V$	4	7	11	ms

负载短路检测延迟时间	$T_{SIP}$	$V_{DD}=3.0V$ , $CS=0.3V$	200	300	400	us
------------	-----------	---------------------------	-----	-----	-----	----

## 应用电路图



标记	器件名称	用途	最小值	典型值	最大值	说明
R1	电阻	限流、稳定 VDD、加强 ESD	100 Ω	100 Ω	200 Ω	*1
R2	电阻	限流	1K Ω	2K Ω	2K Ω	*2
C1	电容	滤波, 稳定 VDD	0.01uF	0.1uF	1.0uF	*3
M1	N-MOSFET	放电控制	--	--	--	*4
M2	N-MOSFET	充电控制	--	--	--	*5

\*1、R1连接过大电阻，由于耗电流会在R1上产生压降，影响检测电压精度。当充电器反接时，电流从充电器流向IC，若R1过大有可能导致VDD-VSS端子间电压超过绝对最大额定值的情况发生。

\*2、R2连接过大电阻，当连接高电压充电器时，有可能导致不能切断充电电流的情况发生。但为控制充电器反接时的电流，请尽可能选取较大的阻值。

\*3、C1有稳定VDD电压的作用，请不要连接0.01μF以下的电容。

\*4、使用MOSFET的阈值电压在过放电检测电压以上时，可能导致在过放电保护之前停止放电。

\*5、门极和源极之间耐压在充电器电压以下时，N-MOSFET有可能被损坏。

## 工作说明

### ➤ 正常工作状态

此IC持续侦测连接在VDD和VSS之间的电池电压，以及CS与VSS之间的电压差，来控制充电和放电。当电池电压在过放电检测电压（VDL）以上并在过充电检测电压（VCU）以下，且CS端子电压在充电过流检测电压（VCIP）以上并在放电过流检测电压（VDIP）以下时，IC的OC和OD端子都输出高电平，使充电控制用MOSFET和放电控制用MOSFET同时导通，这个状态称为“正常工作状态”。此状态下，充电和放电都可以自由进行。

注意：初次连接电芯时，会有不能放电的可能性，此时，短接CS端子和VSS端子，或者连接充电器，就能恢复到正常工作状态。

### ➤ 过充电状态

正常工作状态下的电池，在充电过程中，一旦电池电压超过过充电检测电压（VCU），并且这种状态持续的时间超过过充电检测延迟时间（TOC）以上时，FM2113会关闭充电控制用的MOSFET（OC端子），停止充电，这个状态称为“过充电状态”。

过充电状态在如下2种情况下可以释放：

不连接充电器时，

（1）由于自放电使电池电压降低到过充电释放电压（VCR）以下时，过充电状态释放，恢复到正常工作状态。

（2）连接负载放电，放电电流先通过充电控制用MOSFET的寄生二极管流过，此时，CS端子侦测到一个“二极管正向导通压降（Vf）”的电压。当CS端子电压在放电过流检测电压（VDIP）以上且电池电压降低到过充电检测电压（VCU）以下时，过充电状态释放，恢复到正常工作状态。

注意：进入过充电状态的电池，如果仍然连接着充电器，即使电池电压低于过充电释放电压（VCR），过充电状态也不能释放。断开充电器，CS端子电压上升到充电过流检测电压（VCIP）以上时，过充电状态才能释放。

### ➤ 过放电状态

正常工作状态下的电池，在放电过程中，当电池电压降低到过放电检测电压（VDL）以下，并且这种状态持续的时间超过过放电检测延迟时间（TOD）以上时，FM2113会关闭放电控制用的MOSFET（OD端子），停止放电，这个状态称为“过放电状态”。

过放电状态的释放，有以下三种方法：

（1）连接充电器，若CS端子电压低于充电过流检测电压（VCIP），当电池电压高于过放电检测电压（VDL）时，过放电状态释放，恢复到正常工作状态。

（2）连接充电器，若CS端子电压高于充电过流检测电压（VCIP），当电池电压高于过放电释放电压（VDR）时，过放电状态释放，恢复到正常工作状态。

（3）没有连接充电器时，如果电池电压自恢复到高于过放电释放电压（VDR）时，过放电状态释放，恢复到正常工作状态，即“有过放自恢复功能”。

### ➤ 放电过流状态（放电过流检测功能和负载短路检测功能）

正常工作状态下的电池，FM2113通过检测CS端子电压持续侦测放电电流。一旦CS端子电压超过放电过流检测电压（VDIP），并且这种状态持续的时间超过放电过流检测延迟时间（TDIP），则关闭放电控制用的MOSFET（OD端子），停止放电，这个状态称为“放电过流状态”。

而一旦CS端子电压超过负载短路检测电压（VSIP），并且这种状态持续的时间超过负载短路检测延迟时间（TSIP），则也关闭放电控制用的MOSFET（OD端子），停止放电，这个状态称为“负载短路状态”。

当连接在电池正极（PB+）和电池负极（PB-）之间的阻抗大于放电过流/负载短路释放阻抗（典型值约300kΩ）时，放电过流状态和负载短路状态释放，恢复到正常工作状态。另外，即使连接在电池正极（PB+）和电池负极（PB-）之间的阻抗小于放电过流/负载短路释放阻抗，当连接上充电器，CS端子电压降低到放电过流保护电压（VDIP）以下，也会释放放电过流状态或负载短路状态，回到正常工作状态。

注意：

（1） 若不慎将充电器反接时，回路中的电流方向与放电时电流方向一致，如果CS端子电压高于放电过流检测电压（VDIP），则可以进入放电过流保护状态，切断回路中的电流，起到保护的作用。

### ➤ 充电过流状态

正常工作状态下的电池，在充电过程中，如果CS端子电压低于充电过流检测电压（VCIP），并且这种状态持续的时间超过充电过流检测延迟时间（TCIP），则关闭充电控制用的MOSFET（OC端子），停止充电，这个状态