

单节锂电池保护芯片

概述

FBP01是一款用于保护单节锂电池或者聚合物电池的芯片，具有过充、过放、过流、0V充电等保护功能。FBP01芯片不带微型MCU处理器，过充电电压保护精度达到 $\pm 50\text{mv}$ 。FBP01的低功耗设计让电池在存储阶段只消耗可忽略不计的电流，可应用于智能家居，智能穿戴、电脑及手机等的单节锂电池、聚合物电池。FBP01对外部器件的需求极少，采用SOT23-6封装。

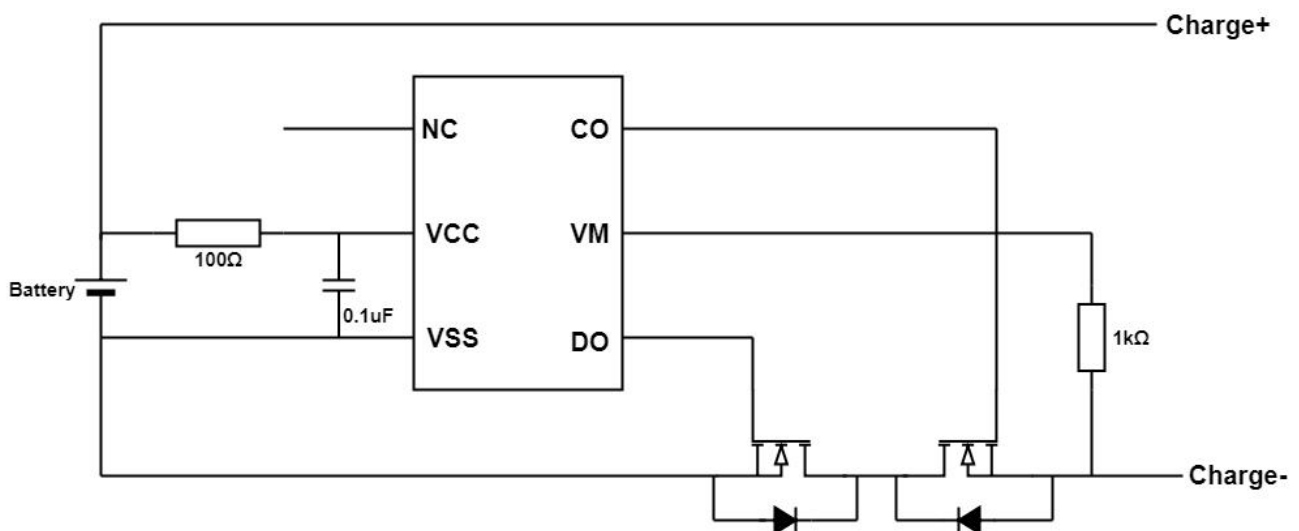
应用范围

- 单节锂电池包
- 单节锂硅电池包

特性

- 充电器检测
- 负载检测
- 内置高精度电压检测电路
- 外围电路简单
- 充电过流保护
- 三段过流检测：
 1. 放电过流
 2. 充电过流
 3. 短路保护
- 延迟时间由内部产生
- 工作电流：
 - 正常工作电流：2.5uA
 - 休眠模式电流：1.5uA
- 允许 0V 电池充电功能
- 温度范围：-40°C~85°C
- 适用封装：SOT23-6

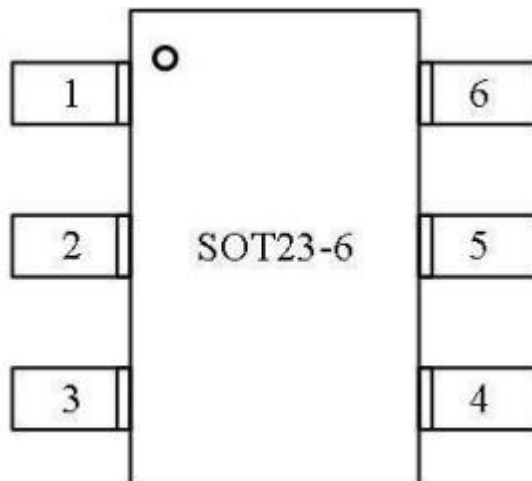
典型应用电路



订货信息

料号	封装	工作温度	订单编号	包装
FBP01	SOT23-6	-40°C-85°C	FBP01YSOT236G/TR	3000颗/卷

引脚定义

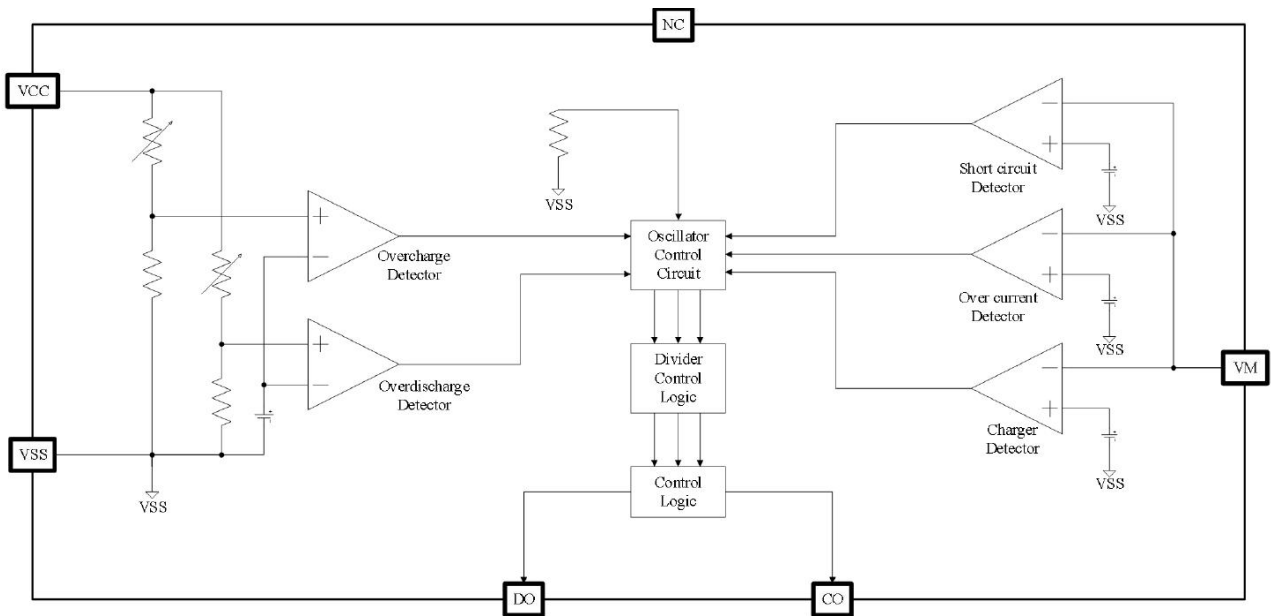


SOT23-6 TOP VIEW

引脚描述

引脚号	引脚名称	描述
1	DO	放电 MOSFET 控制端子
2	VM	充放电电流检测端子，与充电器或负载的负极连接
3	CO	充电 MOSFET 控制端子
4	NC	无连接
5	VCC	电源输入端，与供电电源（电池）的正极连接
6	VSS	电源接地端，与供电电源（电池）的负极连接

内部框架图



极限参数

描述	符号	范围	单位
电源输入引脚电压范围	Vcc	-0.3 ~ 8	V
VM 输入引脚电压	VOM	-6 ~ 17	V
工作温度范围	TOP	-40~+85	°C
储存温度范围	TST	-55~+150	°C
结温工作范围	TJ	-40~+150	°C
容许功耗	内部限制		
焊接耐温 (10s)	-	260	°C
封装热阻 (与环境连接)	θJA	180	°C/W
封装热阻 (与外壳连接)	θJC	130	°C/W
接线板热电阻	RθJB	45	°C/W
结顶特征参数	ψJT	35	°C/W
连接板特性参数	ψJB	45	°C/W
ESD	HBM	2000	V

注：超出上述“极限参数”可能对器件造成永久性损坏。工作条件在极限参数规范内可以工作，但不保证其特性。器件长时间工作在极限条件下，可能影响器件的可靠性及寿命。

电气参数

无特别说明, T=25°C, VSS=0V

符号	参数	测试条件	最小值	正常值	最大值	单位
输入电压						
VDSOP1	VCC-VSS 电压范围			3.6	6	V
VDSOP2	VCC-VM 电压范围		-6	3.6	16	V
消耗电流（无休眠功能）						
IDD	工作电流	VCC=3.6V VM=0	-	2.5	-	μA
IPD	休眠电流	VCC=2V VM=2V	-	1.5	-	μA
电压检测参数						
VCU	过充检测电压		4.25	4.3	4.35	V
VHC	过充迟滞电压		150	200	250	mV
VDL	过放检测电压		2.30	2.4	2.50	V
VDR	过放解除电压		2.90	3	3.10	V
电流检测参数						
VDIP	放电过流保护电压	VCC=3.6V	130	150	170	mV
VSIP	短路保护电压	VCC=3.6V	0.90	1	1.10	V
VCIP	充电过流保护电压	VCC=3.6V	- 180	- 150	- 120	mV
检测延迟时间						
TCU	过充电保护延迟时间		175	300	425	mS
TDL	过放电保护延迟时间		35	70	105	mS
TDIP	放电过流保护延迟时间	VCC =3.6V	4.5	9.5	14.5	mS
TSIP	负载短路保护延迟时间	VCC =3.6V	120	285	450	μS
TCIP	充电过流保护延迟时间	VCC=3.6V	4.5	9.5	14.5	mS
0V 电池充电功能						
V0CH	充电器起始电压 (允许向 0V 电池充电功能)	允许向 0V 电池充电 功能	0.9			V

功能描述

FBP01 监控电池的电压和电流，并通过断开充电器或负载，保护单节可充电锂电池不会因为过充电压，过放电压，过充电流，过放电流以及短路等情况而损坏，并且系统外围电路简单。

● 正常工作状态

如果没有检测到任何异常情况，输出管一直打开，充电和放电过程都将自由转换。这种情况称为正常工作模式。

● 过充电状态

在正常条件下的充电过程中，当电池电压高于过充检测电压（VCU），并持续时间达到过充电检测延迟时间（TCU）或更长，FBP01 将关断充电 MOSFET 停止充电，这种情况称为过充电状态。

以下两种情况下，过充电电压情况将被释放：

(1) 当电池电压低于过充解除电压 $V_{CR} = (过充检测电压) V_{CU} - (过充迟滞电压) V_{HC}$ ，FBP01 打开输出管，回到正常工作模式。

(2) 加载负载开始放电时，打开充电控制用 MOSFET 恢复至通常状态。加载负载放电开始后随即放电电流通过充电用 MOSFET 的内部寄生二极管流动。此时 VM 端子从 VSS 端子开始的只有内部寄生二极管的 Vf 电压上升。VM 端子的电压在过电流 1 检测电压以上时，且电池电压低于过充电检测电压(VCU) 以下的情况下，解除过充电状态。

注：当电池被充电到超过过充检测电压（VCU）并且电池电压没有降到过充检测电压（VCU）以下，即使加上一个可以导致过流的重载，过流和负载短路检测都不会工作，除非电池电压跌倒过充检测（VCU）以下。但是实际上电池是有内阻的，当电池接上一个重载，电池的电压会立即跌落，这时无论电池电压如何，过流和负载短路检测都会动作。

● 过放电压状态

过放模式：当电池电压下降到过放检测电压（VDL）以下，在低于过放电检测电压的情况下并且达到过放电检测电压延迟时间（TDL），则FBP01关断MOSFET停止放电（芯片有无休眠功能都能实现）。

低功耗模式：在放电保护事件发生后，VM端通过RVMD电阻（VM到VCC）被拉高。同时当VCC-VM 小于 1.0V，芯片功耗降低至休眠功耗（IPD）。在过放模式和低功耗模式下，VM和VCC两端通过内部RVMD电阻实现短接（芯片有休眠功能才能实现）。

过放状态解除：

1.正常过放保护状态解除：当电池进入过放电压保护以后，放电 MOSFET 关断，当电池电压恢复到过放恢复电压以上时，FBP01 打开放电 MOSFET 进入正常工作模式。

2.休眠状态解除：芯片进入休眠状态后，电池连接着充电器，并且 VM-VCC 间电压差为典型值 1.0V 以上时休眠状态解除，这时放电 MOSFET 仍然是断开的。从这个状态电池电压进一步增大到过放电检测电压(VDL) 以上时，就打开放电 MOSFET 进入正常工作模式。

备注：在电池处于过放电情况下接上充电器，如果 VM 端电压不低于充电检测电压（VCHA），并且电池电压达到过放解除电压（VDR）或更高，过放情况解除。

● 放电过流状态

正常工作模式下，当放电电流高于设定的值（VM 电压高于过电流检测电压 VDIP）并且持续时间达到放电过流保护延迟时间 TDIP，FBP01 关断放电 MOSFET，停止放电。这种情况称为放电过流。放电过流情况下 VM 和 VSS 被 RVMS 电阻给短接了。当一个负载连接上，VM 电压等于 VCC 减去负载电阻上的电压。由于 VM 和 VSS 之间连接 RVMS 电阻，当负载断开，VM 电压被拉到地电位。当检测到 VM 电位低于放电过流保护电压，芯片回到正常状态。

● 异常充电状态

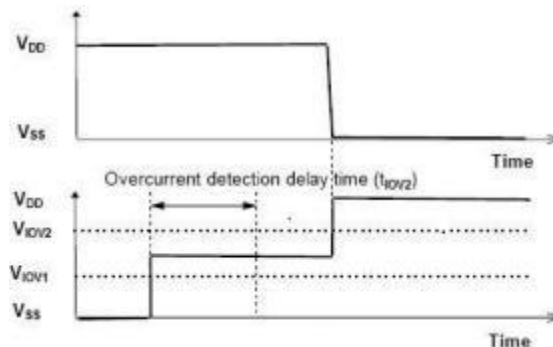
正常充电时，如果 VM 电压降到充电检测电压以下（VCHA），并且持续时间超过过充保护延时（TCU），FBP01 关断充电 MOSFET 停止充电。这种情况称为异常充电电流检测。当放电 MOSFET 打开且 VM 引脚电压低于充电器检测电压时，充电电流异常检测状态工作。当异常充电电流在过放电状态下流过电池，FBP01 将关闭充电 MOSFET，并在电池电压变成过放电检测电压和过充电检测延迟时间（TCU）后停止充电。移除充电器，VM 和 VSS 之间电压低于充电器检测电压（VCHA）时，异常充电电流模式解除。由于 0V 电池充电功能优先级高于异常充电电流检测，故当电池电压很低的电池正在进行 0V 充电时，可能无法检测到异常充电电流。

● 负载短路状态

如果 VM 电压等于或高于短路保护电压（VSIP），并且持续时间超过短路检测延迟时间（TSIP），FBP01 将与负载断开停止放电。当 VM 电压低于短路保护电压（VSIP）时，例如负载被移除，负载短路情况将解除。

● 延迟电路

当检测到放电过流时，放电过流和负载短路的检测延迟时间开始。一旦检测到过放电电流或负载短路超过过放电电流或负载短路的检测延迟时间，FBP01 停止放电。当电池电压因过放电电流低于过放电检测电压时间，FBP01 通过过放电电流检测停止放电。在这种情况下，电池电压的恢复非常缓慢，如果过放电电压检测延迟时间后的电池电压仍然低于过放电检测电压，则 FBP01 切换至断电状态。



过流延迟时间示意图

● 0V 电池充电功能

允许 0V 充电：此功能用于对已经自放电到 0V 的电池进行再充电。当具有 0V 电池启动充电充电器电压（VCHA）或更高电压的充电器连接在 B+ 和 B- 引脚之间时，充电 FET 的栅极固定在 VCC 电位上。当充电 MOSFET 的栅极和电源之间的电压通过充电器电压变得等于或高于开启电压时，充电 MOSFET 导通，电池进行充电。此时，放电 MOSFET 关闭，充电电流流过放电 MOSFET 中的内部寄生二极管。如果电池电压等于或高于过放恢复电压（VDU），则恢复正常状态。

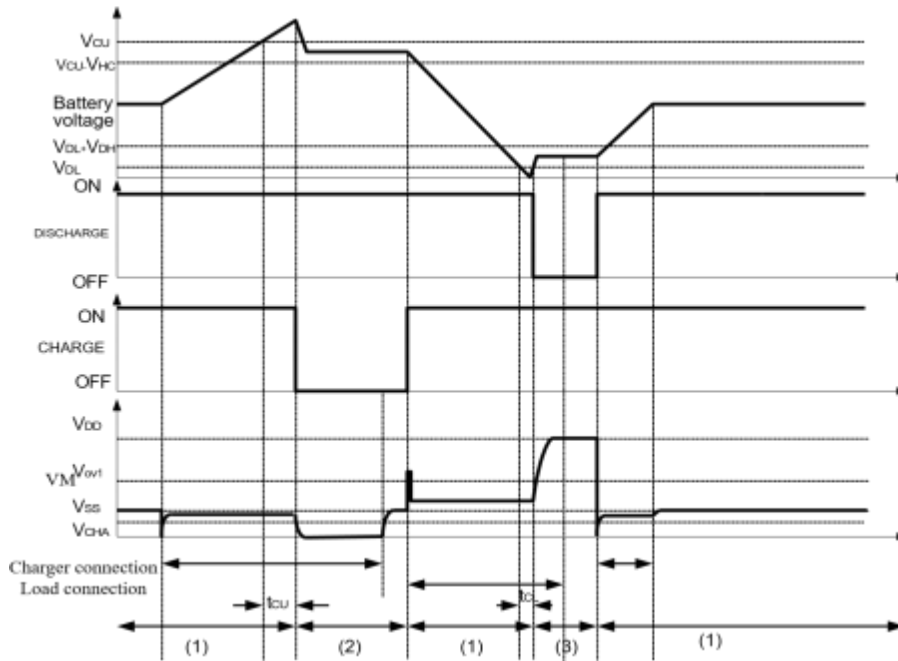
注：有些电池供应商不建议对完全放电的电池充电。在选择 0V 电池充电功能之前，请咨询电池供应商。

“0V 电池充电功能”比“充电电流异常检测功能”优先级更高。因此，使用“0V 电池充电功能”在电池电压较低的时候会强制充电。电池电压低于过放电检测电压（VDL）以下时，不能进行充电过流状态的检测。

当电池第一次接上保护电路时，这个电路可能不会进入正常模式，此时无法放电。如果出现这种现象，使 VM 管脚电压等于 VSS 电压（将 VM 与 VSS 短接或连接充电器），就可以进入正常模式。

时序图

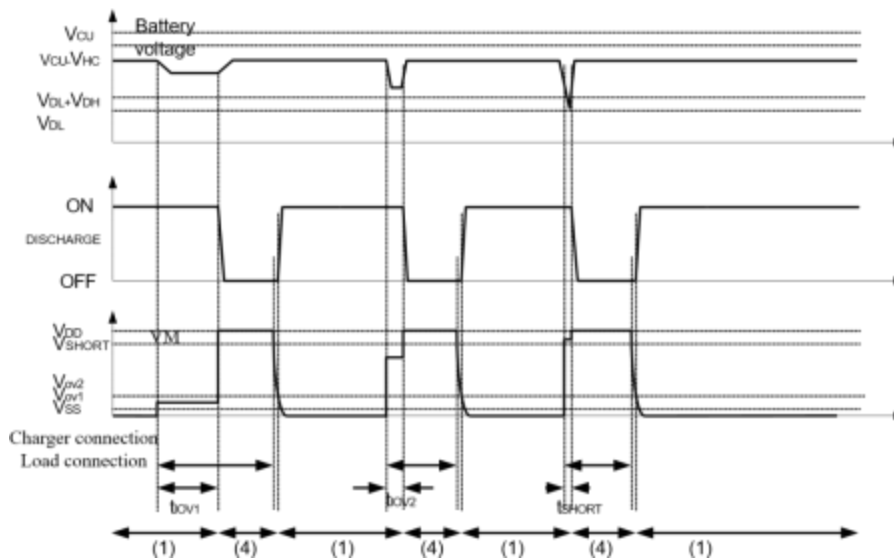
▲ 过充电检测、过放电检测



过充电检测、过放电检测

注：（1）正常条件（2）过充条件（3）过放条件（4）过流条件

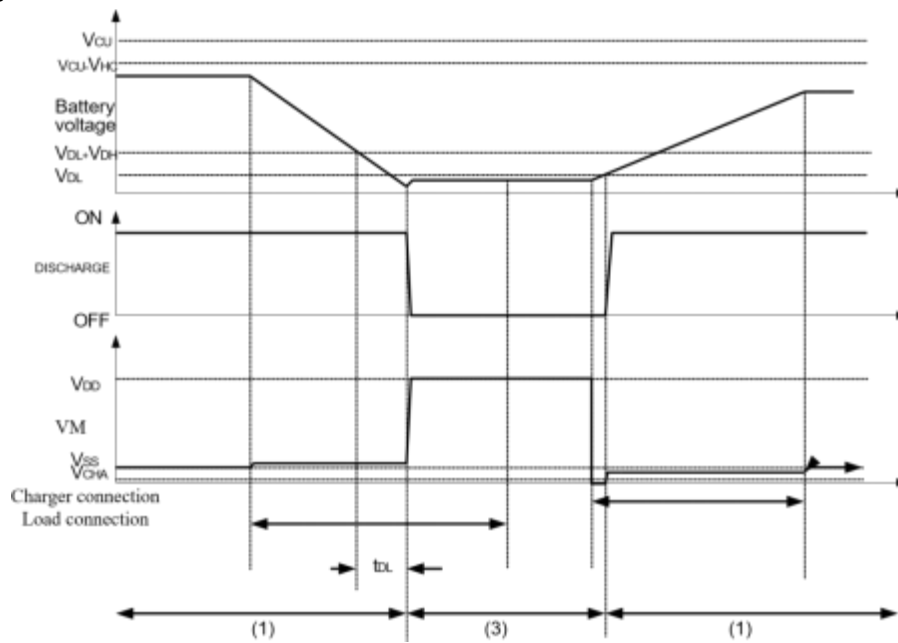
▲ 放电过流检测



放电过流检测

注：（1）正常条件（2）过充条件（3）过放条件（4）过流条件

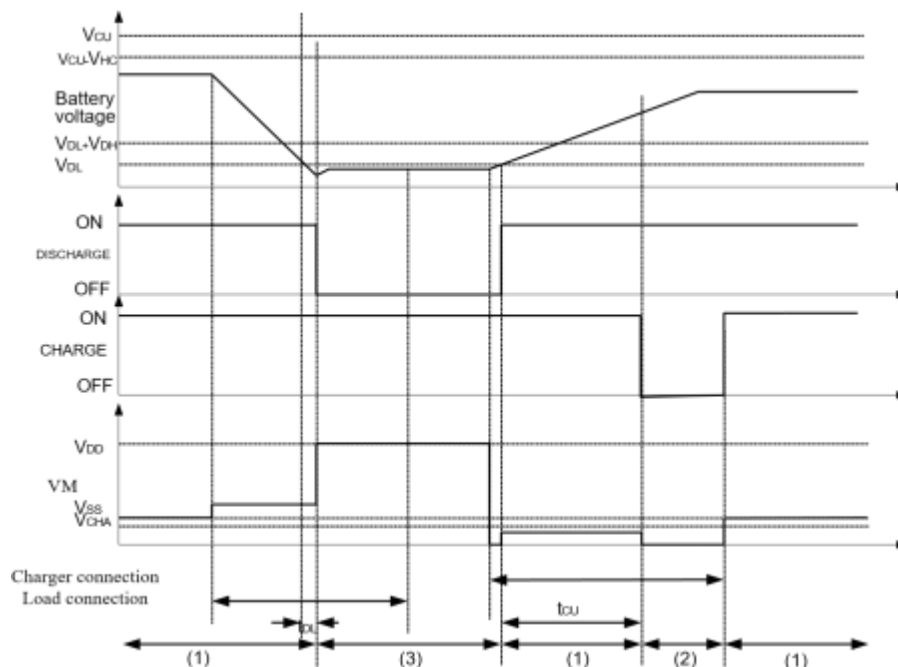
▲ 充电器检测



充电器检测

注：（1）正常条件（2）过充条件（3）过放条件（4）过流条件

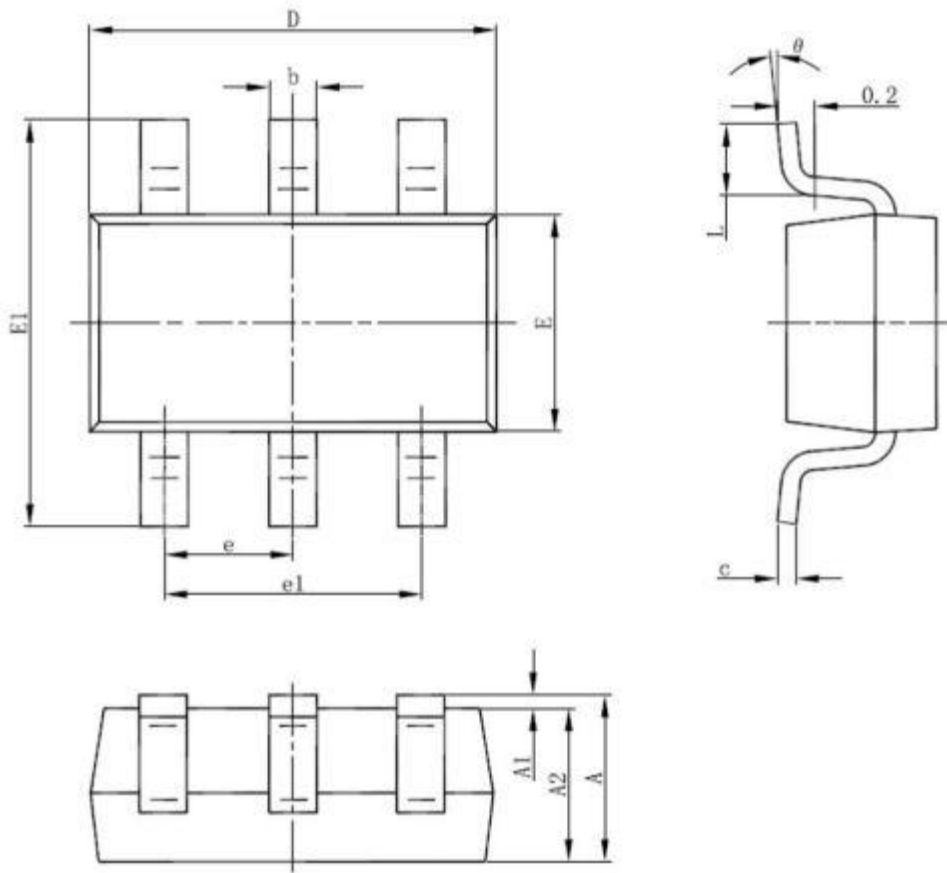
▲ 异常充电检测



充电过流检测

注：（1）正常条件（2）过充条件（3）过放条件（4）过流条件

封装说明



SOT23-6 (unit: mm)

SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOR	MAX
A	-	-	1.35
A1	0.04	-	0.15
A2	1.00	1.10	1.20
b	0.3	0.4	0.5
c	0.1	0.15	0.2
D	2.72	2.92	3.12
E	1.40	1.60	1.80
e	0.95BSC		
e1	1.90BSC		
L	0.30	-	0.60
θ	0	-	8°