

# MSKSEMI 美森科

SEMICONDUCTOR



ESD



TVS



TSS



MOV



GDT



PLED

## TP4054-MS

---

产品手册

## 概述

TP4054-MS是一款性能优异的单节锂离子电池恒流/恒压线性充电器。TP4054-MS采用SOT23-5L封装配合较少的外围原件使其非常适用于便携式产品，并且适合给USB电源以及适配器电源供电。

基于特殊的内部MOSFET架构以及防倒充电路，TP4054-MS不需要外接检测电阻和隔离二极管。当外部环境温度过高或者在大功率应用时，热反馈可以调节充电电流以降低芯片温度。充电电压固定在4.24V，而充电电流则可以通过一个电阻器进行外部设置。当充电电流在达到最终浮充电压之后降至设定值的1/10，芯片将终止充电循环。

当输入电压断开时，TP4054-MS进入睡眠状态，电池漏电流将降到1uA以下。TP4054-MS还可以被设置于停机模式，此时芯片静态电流降至25uA。

TP4054-MS还包括其他特性：欠压锁定，自动再充电和充电状态标志。

## 特性

- 可编程使充电电流可达500mA
- 不需要MOSFET，传感电阻和阻塞二极管
- 小的尺寸实现对锂离子电池的完全线形充电管理
- 恒电流/恒电压运行和温度调节使得电池管理效力最高，没有温度过高的危险
- 从USB接口管理单片锂离子电池
- 精度达到±1%的4.24V预设充电电压
- 充电电流输出监控，充电状态指示标志
- 1/10充电电流终止，停止工作时提供25 μA电流
- 2.9V涓流充电阈值电压
- 软启动限制浪涌电流
- 电池反接保护
- 电池欠压保护可激活充电

## 绝对最大额定值

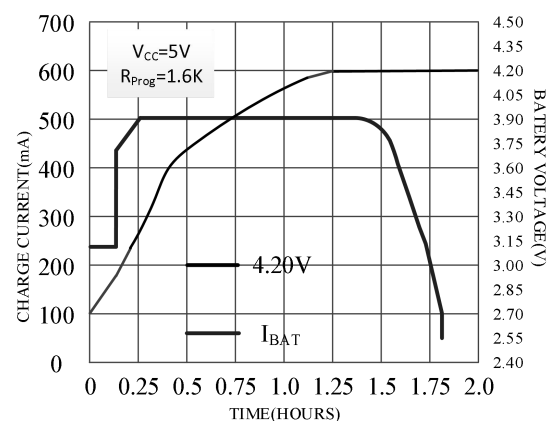
- 输入电源电压 (VCC) : -0.3V ~ +7V
- PROG: -0.3V ~ +0.3V
- BAT: -0.3V ~ 7V
- CHRG: -0.3V ~ 10V
- BAT 短路持续时间: 连续
- BAT 引脚电流: 500mA
- PROG 引脚电流: 800uA
- Pin脚之间的阻抗电流: 400mA
- 工作环境温度范围: -40°C ~ 85°C
- 贮存温度范围: -65°C ~ 125°C
- 引脚温度 (焊接时间 10 秒): 260°C

注: 超出最大范围器件可能损毁。推荐工作范围内器件可以工作，但不保证其特性。电气特性表明的直流和交流特性是在特定条件下测得，其特性可以保证。此特性假定器件在推荐工作范围内工作。未示出特性不保证其性能。典型值是最佳性能点。

## 应用

- 太阳能光伏供电设备
- 蓝牙应用设备
- 充电座微型电池应用
- 电子烟
- 手机、PDA、MP3

## 500mA 电流完整充电循环



## 引脚功能/信息

**CHRG (引脚 1): 漏极开路输出的充电状态指示端。**当充电时, CHRG端口被一个内置的N沟道MOSFET置于低电位。当充电完成时, CHRG呈现高阻态。当TP4054-MS检测到低电锁定条件时, CHRG呈现高阻态。当在BAT引脚和地之间接一1  $\mu$ F 的电容, 就可以完成电池是否接好的指示, 当没有电池时, LED灯会快速闪烁。

**GND (引脚 2): 地**

**BAT (引脚 3): 充电电流输出端。**给电池提供充电电流并控制浮动电压最终达到4.24V。电池接反时, 内部保护电路保护VBAT的ESD二极管不被烧坏, 同时GND与BAT之间形成大约0.7mA电流。

**VCC (引脚 4): 正输入电源电压。**为充电器供电。VCC可以为4.25V到6.5V并且必须有至少1  $\mu$ F 的旁路电容。如果BAT引脚端电压与VCC的压差降到30mV以内时, TP4054-MS进入停工状态, 并使BAT电流降到2  $\mu$ A以下。

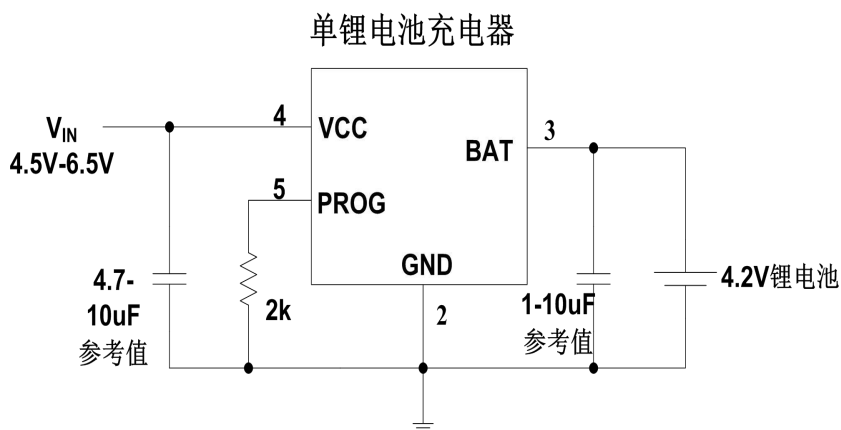
**PROG (引脚 5): 充电电流设定、充电电流监控和停机引脚。**充电电流由一个精度为1%的接到地的电阻控制PROG脚。在恒定充电电流状态时, 此端口提供1V的电压。在所有状态下, 此端口电压都可以用下面的公式测算充电电流:  $I_{BAT} = (V_{PROG}/R_{PROG}) \times 1000$ 。PROG端口也可用来关闭充电器。把编程电阻同地端分离可以通过上拉的2  $\mu$ A电流源拉高PROG端口电压。当达到1.21V的极限停工电压值时, 充电器进入停止工作状态, 充电结束, 输入电流降至25  $\mu$ A。此端口夹断电压大约2.4V。给此端口提供超过夹断电压的电压, 将获得1.5mA的高电流。再使PROG和地端结合将使充电器回到正常状态。

SOT-23-5	引脚名称	引脚功能
1	CHRG	漏极开路输出的充电状态指示端
2	GND	地
3	BAT	充电电流输出
4	Vcc	正输入电源电压
5	PROG	充电电流设定、充电电流监控和停机引脚

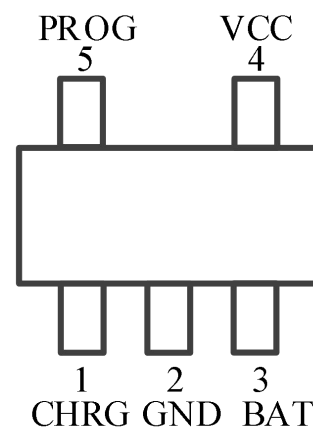
## 典型应用1

## 管脚定义

### 基本电路



500mA 单节锂离子电池充电器



SOT-23-5

电特性(凡标注●表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指  $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ， $V_{CC}=5\text{V}$ ，除非特别注明。)

符号	参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
$V_{CC}$	输入电源电压		•	4.2	5	6.5	V
$I_{CC}$	输入电源电流	充电模式， $R_{PROG}=10\text{K}$ 待机模式（充电终止） 停机模式（ $R_{PROG}$ 未连 ， $V_{CC}<V_{BAT}$ ，或 $V_{CC}<V_{UV}$ ）	• • •		240 45 25	500 90 50	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
$V_{FLOAL}$	稳定输出（浮充）电压	$0^{\circ}\text{C}\leq T_A\leq 85^{\circ}\text{C}$ ， $I_{BAT}=40\text{mA}$		4.198	4.24	4.282	V
$I_{BAT}$	BAT 引脚电流 (除说明外 $V_{bat}=4.0\text{V}$ )	$R_{PROG}=10\text{K}$ ，电流模式 $R_{PROG}=3\text{K}$ ，电流模式 $R_{PROG}=2\text{K}$ ，电流模式 待机模式， $V_{BAT}=4.24\text{V}$ 停机模式（ $R_{PROG}$ 未连 ）睡眠模式， $V_{CC}=0\text{V}$	• • •	93 270 465	100 300 500 -2.5 $\pm 1$ 0	107 330 535 -6 $\pm 2$ 1	$\text{mA}$ $\text{mA}$ $\text{mA}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
$I_{TRIKL}$	涓流充电电流	$V_{BAT}<V_{TRIKL}$ ， $R_{PROG}=2\text{K}$	•	40	50	60	$\text{mA}$
$V_{TRIKL}$	涓流充电门限电压	$R_{PROG}=10\text{K}$ ， $V_{BAT}$ 上升		2.7	2.9	3.1	V
$V_{TRHYS}$	涓流充电迟滞电压	$R_{PROG}=10\text{K}$		60	80	110	$\text{mV}$
$V_{UV}$	$V_{CC}$ 欠压闭锁门限	从 $V_{CC}$ 低至高	•	3.6	3.8	4.0	V
$V_{UVHYS}$	$V_{CC}$ 欠压闭锁迟滞		•	150	200	300	$\text{mV}$
$V_{MSD}$	手动停机门限电压	PROG 引脚电平上升 PROG 引脚电平下降	• •	1.15 0.90	1.21 1.00	1.30 1.10	V V
$V_{ASD}$	$V_{CC}-V_{BAT}$ 闭锁门限电压	$V_{CC}$ 从低到高 $V_{CC}$ 从高到低		70 5	100 30	140 50	$\text{mV}$ $\text{mV}$
$I_{TERM}$	C/10 终止电流门限	$R_{PROG}=10\text{K}$ $R_{PROG}=2\text{K}$	• •		0.1 0.1		$\text{mA}$ $\text{mA}$
$V_{PROG}$	PROG 引脚电压	$R_{PROG}=10\text{K}$ ，电流模式	•	0.93	1.0	1.07	V
CHRG	CHRG 引脚输出低电压	$I_{CHRG}=5\text{mA}$			0.35	0.6	V
$\Delta V_{RECHRG}$	再充电电池门限电压	$V_{FLOAT}-V_{RECHRG}$		90	100	200	$\text{mV}$
$T_{LIM}$	限定温度模式中的结温				120		$^{\circ}\text{C}$
$R_{ON}$	功率 FET“导通”电阻 (在 $V_{CC}$ 与 BAT 之间 )				800		$\Omega$
$t_{ss}$	软启动时间	$I_{BAT}=0$ 至 $I_{BAT}=1000\text{V}/R_{PROG}$			20		$\text{ms}$
RECHARGE	再充电比较器滤波时间	$V_{BAT}$ 高至低		0.8	2	4	$\text{ms}$
TERM	终止比较器滤波时间	$I_{BAT}$ 降至 $I_{CHG}/10$ 以下		0.8	1.4	4	$\text{ms}$
$I_{PROG}$	PROG 引脚上拉电流				2.0		$\mu\text{A}$
$V_{ADPT}$	$V_{CC}$ 自适应启动电压				4.2		V
$I_{VIN}$	$V_{IN}$ 反向漏电流	$V_{IN}$ 端反接， $V_{BAT}=V_{FLOAT}$			1		$\mu\text{A}$
$I_{BAT}$	电池反向漏电流	电池反接， $V_{IN}=5\text{V}$			5		$\text{mA}$

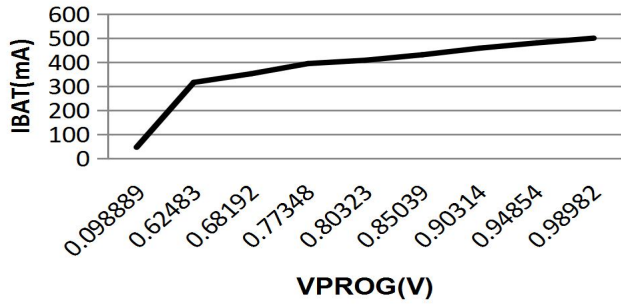
注释(1)：这时处于充电状态， $I_{CC}=I_{VCC}-I_{BAT}$

(2)：这里C/10终止电流门限指的是终止电流与恒流充电电流的比值



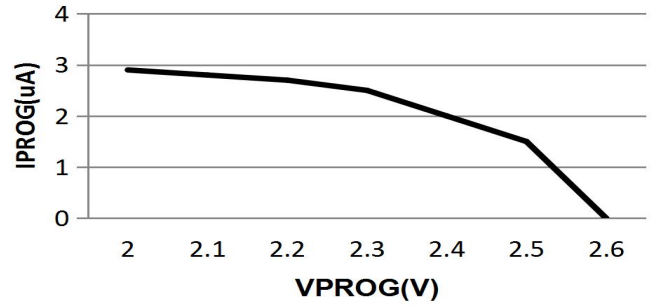
特性曲线

Charge Current Vsprog Pin Voltage



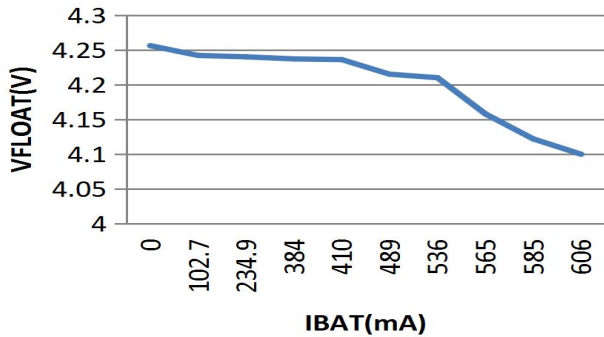
充电电流与PROG引脚电压的关系曲线

PROG Pin Current VS PROG Pin Voltage(Pull-Up Current )



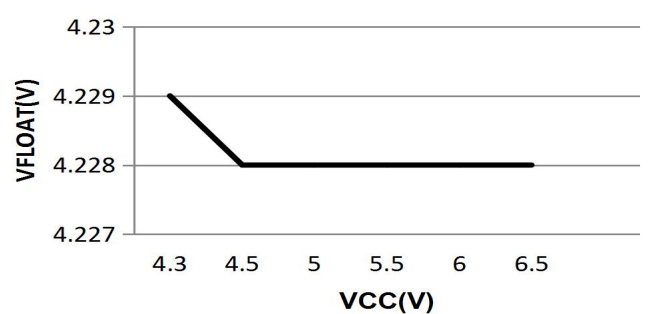
PROG引脚电压与PROG上拉电流关系曲线

Regulated Output (FIOAT) Voltage VS Charge Current



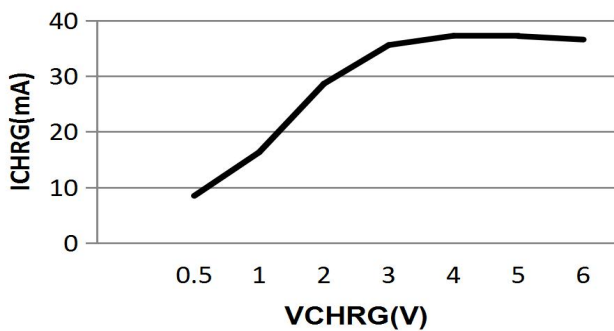
浮充电压与充电电流关系

Regulated Output (FIOAT) Voltage VS Supply Voltage



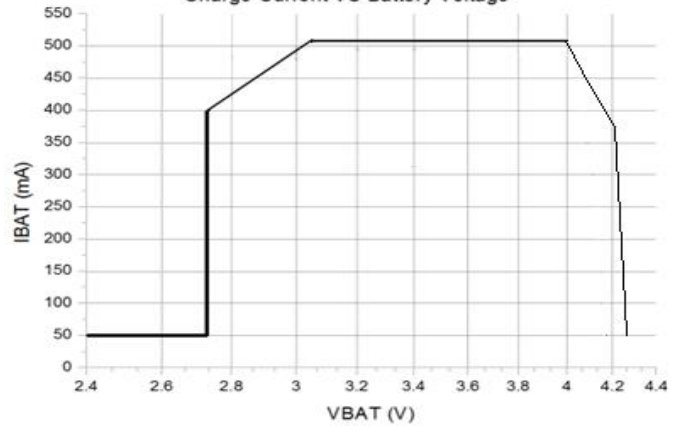
浮充电压与电源电压关系

CHRG Pin I-V Curve (Strong Pull-Down State)



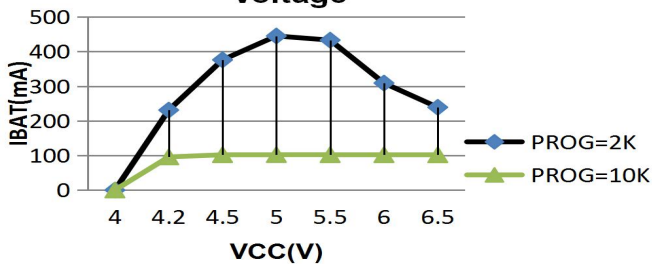
I-V曲线

Charge Current VS Battery Voltage



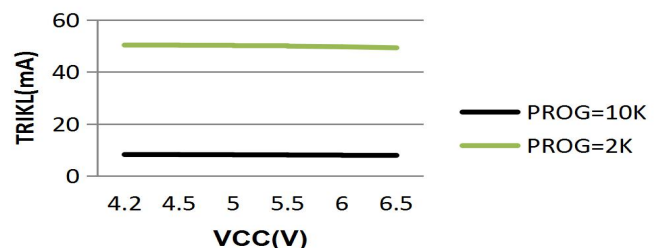
充电电压与充电电流关系

Charge Current VS Supply Voltage



充电电流与电源电压关系

Trickle Charge Current VS Supply Voltage



涓流电流与电源电压关系

## 工作原理

TP4054-MS 是一款采用恒定电流/恒定电压算法的单节锂离子电池充电器。它能够提供最大500mA左右的充电电流（借助一个热设计良好的PCB布局）和一个内部P沟道功率MOSFET和热调节电路。无需隔离二极管或外部电流检测电阻器。

## 正常充电循环

当Vcc引脚电压升至UVLO门限电平以上且在PROG引脚与地之间连接了一个精度为1%的设定电阻器或当一个电池与充电器输出端相连时，一个充电循环开始。如果BAT引脚电平低于2.9V，则充电器进入涓流充电模式。在该模式中，提供TP4054-MS约1/10的设定充电电流，以便将电池电压提升至一个安全的电平，从而实现满电流充电。当BAT引脚电压升至2.9V以上时，充电器进入恒定电流模式，此时向电池提供恒定的充电电流。当BAT引脚电压达到最终浮充电压(4.2V)时，TP4054-MS进入恒定电压模式，且充电电流开始减小。当充电电流降至设定值的1/10，充电循环结束。

## 充电电流的设定

充电电流是采用一个连接在 PROG 引脚与地之间的电阻器来设定的。电流充电电流是PROG引脚输出电流的10000倍。设定电阻器和充电电流采用下列公式来计算：

$$R_{\text{PROG}} = \frac{1000V}{I_{\text{CHG}}} , \quad I_{\text{CHG}} = \frac{1000V}{R_{\text{PROG}}}$$

从BAT引脚输出的充电电流可通过监视PROG引脚电压随时确定，公式如下

$$I_{\text{BAT}} = \frac{V_{\text{PROG}}}{R_{\text{PROG}}} \bullet 1000$$

PROG与充电电流的关系确定可参考下表：

<b>R<sub>PROG</sub>(K)</b>	<b>I<sub>BAT</sub>(mA)</b>
<b>1.4</b>	<b>600</b>
<b>2</b>	<b>500</b>
<b>2.2</b>	<b>400</b>
<b>3</b>	<b>300</b>
<b>5</b>	<b>200</b>
<b>10</b>	<b>100</b>

## 充电终止

当BAT电压在达到最终浮充电压之后充电电流降至设定值的1/10时，充电循环被终止。该条件是通过采用一个内部滤波比较器对PROG引脚进行监控来检测的。当PROG引脚电压降至100mV以下的时间超 $t_{\text{TERM}}$ （一般为2ms）时，充电被终止。充电电流被锁断TP4054-MS进入待机模式，此时输入电源电流降至40μA。

充电时，BAT引脚上的瞬变负载会使PROG引脚电压在充电电流降至设定值的1/10之间短暂地降至100mV以下。终止比较器上的2ms滤波时间( $t_{\text{TERM}}$ )确保这种性质的瞬变负载不会导致充电循环过早终止。一旦平均充电电流降至设定值的1/10以下，TP4054-MS即终止充电循环并停止通过BAT引脚提供任何电流。在这种状态下，BAT引脚上的所有负载都必须由电池来供电。

## 电池反接保护功能

TP4054-MS具备锂电池反接保护功能，档锂电池正负极反接于TP4054-MS电流输出引脚，TP4054-MS会停机显示故障状态，无充电电流。反接后的TP4054-MS当电池去除后，由于TP4054-MS输出端BAT管脚电容电位仍为负值，则TP4054-MS指示灯不会立刻亮，正确接入电池可自动充电。或者等待较长时间BAT端电容负电位的电量放光，BAT端电位大于0V，TP4054-MS会显示正常的无电池指示灯状态。反接情况下，电源电压应在标准电压5V左右，不应超过6.5V。过高的电源电压在反接电池的情形下，芯片的压差会超过极限耐压。

## 充电状态指示器（CHRG）

TP4054-MS 有一个漏极开路状态指示输出端。当充电器处于充电状态时， $\overline{\text{CHRG}}$  被拉到低电平，在其它状态， $\overline{\text{CHRG}}$  处于高阻态。当电池没有接到充电器时， $\overline{\text{CHRG}}$  输出脉冲信号表示没有安装电池。当电池连接端BAT管脚的外接电容为10uF时 CHRG 闪烁周期约0.5-2 秒。当不用状态指示功能时，将此状态指示输出端接到地。

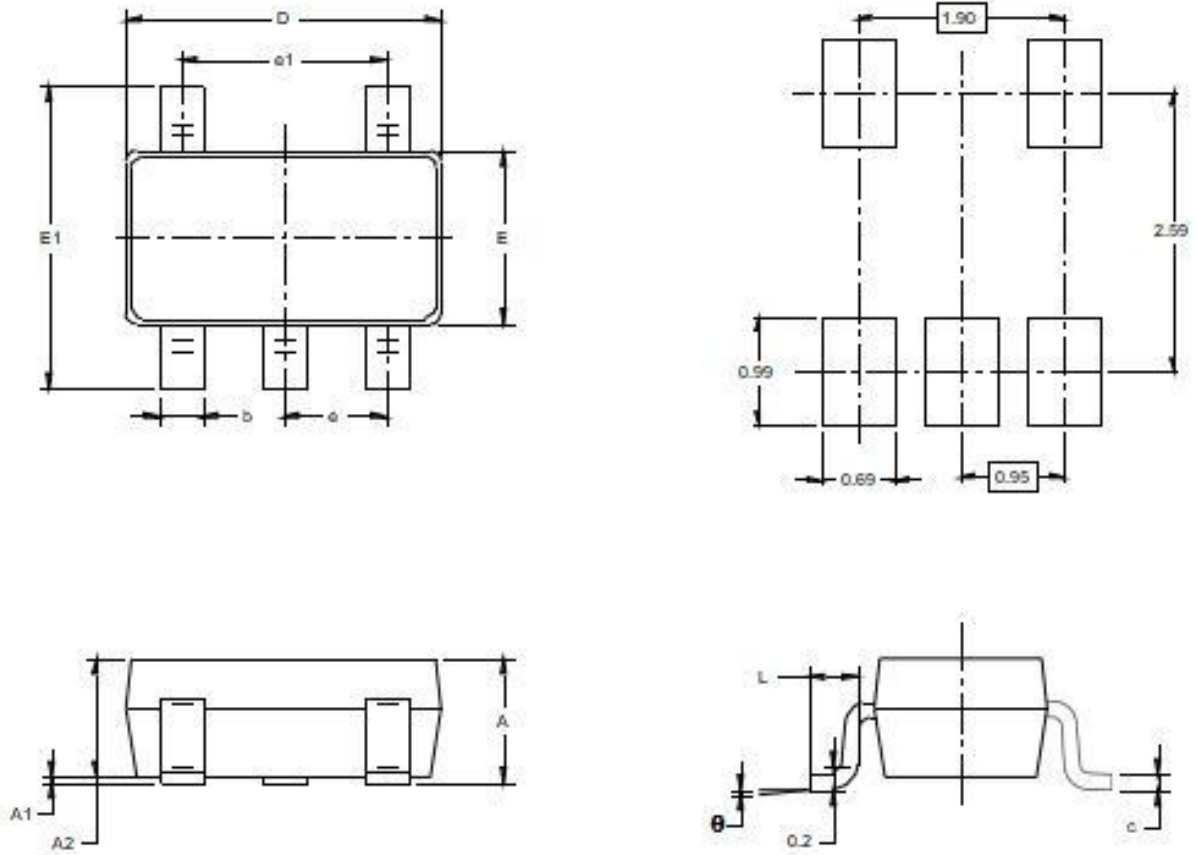
充电状态	红灯 CHRG
正在充电状态	亮
电池充满状态	灭
BAT端 10uF 电容，无电池	红灯闪烁T=1-2 S
BAT反接状态	灭

## 热限制

如果芯片温度试图升至约120 的预设值以上，则一个内部热反馈环路将减小设定的充电电流。该功能可防止TP4054-MS过热，并允许用户提高给定电路板功率处理能力的上限而没有损坏TP4054-MS的风险。在保证充电器将在最坏情况条件下自动减小电流的前提下，可根据典型(而不是最坏情况)环境温度来设定充电电流。有关SOT-23-5L 功率方面的考虑将在“热考虑”部分做进一步讨论。

封装描述

SOT-23-5 封装



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	1.050	1.250	0.041	0.049
A1	0.000	0.100	0.000	0.004
A2	1.050	1.150	0.041	0.045
b	0.300	0.500	0.012	0.020
c	0.100	0.200	0.004	0.008
D	2.820	3.020	0.111	0.119
E	1.500	1.700	0.059	0.067
E1	2.650	2.950	0.104	0.116
e	0.950 BSC		0.037 BSC	
1	1.900 BSC		0.075 BSC	
L	0.300	0.600	0.012	0.024
$\theta$	0°	8°	0°	8°

封装/订购信息

订单型号	BAT 充满电压	封装形式	包装/数量
TP4054-MS	4.2V	SOT-23-5	盘装/3000pcs

## Attention

- Any and all MSKSEMI Semiconductor products described or contained herein do not have specifications that can handle applications that require extremely high levels of reliability, such as life-support systems, aircraft's control systems, or other applications whose failure can be reasonably expected to result in serious physical and/or material damage. Consult with your MSKSEMI Semiconductor representative nearest you before using any MSKSEMI Semiconductor products described or contained herein in such applications.
- MSKSEMI Semiconductor assumes no responsibility for equipment failures that result from using products at values that exceed, even momentarily, rated values (such as maximum ratings, operating condition ranges, or other parameters) listed in products specifications of any and all MSKSEMI Semiconductor products described or contained herein.
- Specifications of any and all MSKSEMI Semiconductor products described or contained herein stipulate the performance, characteristics, and functions of the described products in the independent state, and are not guarantees of the performance, characteristics, and functions of the described products as mounted in the customer's products or equipment. To verify symptoms and states that cannot be evaluated in an independent device, the customer should always evaluate and test devices mounted in the customer's products or equipment.
- MSKSEMI Semiconductor strives to supply high-quality high-reliability products. However, any and all semiconductor products fail with some probability. It is possible that these probabilistic failures could give rise to accidents or events that could endanger human lives, that could give rise to smoke or fire, or that could cause damage to other property. When designing equipment, adopt safety measures so that these kinds of accidents or events cannot occur. Such measures include but are not limited to protective circuits and error prevention circuits for safe design, redundant design, and structural design.
- In the event that any or all MSKSEMI Semiconductor products (including technical data, services) described or contained herein are controlled under any of applicable local export control laws and regulations, such products must not be exported without obtaining the export license from the authorities concerned in accordance with the above law.
- No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and recording, or any information storage or retrieval system, or otherwise, without the prior written permission of MSKSEMI Semiconductor.
- Information (including circuit diagrams and circuit parameters) herein is for example only ; it is not guaranteed for volume production. MSKSEMI Semiconductor believes information herein is accurate and reliable, but no guarantees are made or implied regarding its use or any infringements of intellectual property rights or other rights of third parties.
- Any and all information described or contained herein are subject to change without notice due to product/technology improvement, etc. When designing equipment, refer to the "Delivery Specification" for the MSKSEMI Semiconductor product that you intend to use.