

单节线性锂离子电池充电管理芯片

概述

AD4054D是一款单节锂离子电池恒定电流/恒定电压线性充电芯片。该芯片内置高压MOSFET，内部防反流电路，支持USB电源和适配器电源工作。不需要外部检测电阻和隔离二极管。热反馈自动调节充电电流功能，在大功率操作或高环境温度条件下对芯片温度加以限制。涓流、恒定电流、恒定电压、自动关断的多阶段充电模式，有效延长电池寿命。

AD4054D采用SOT23-5封装，外围使用较少的元件，使得其成为便携式应用的理想选择。

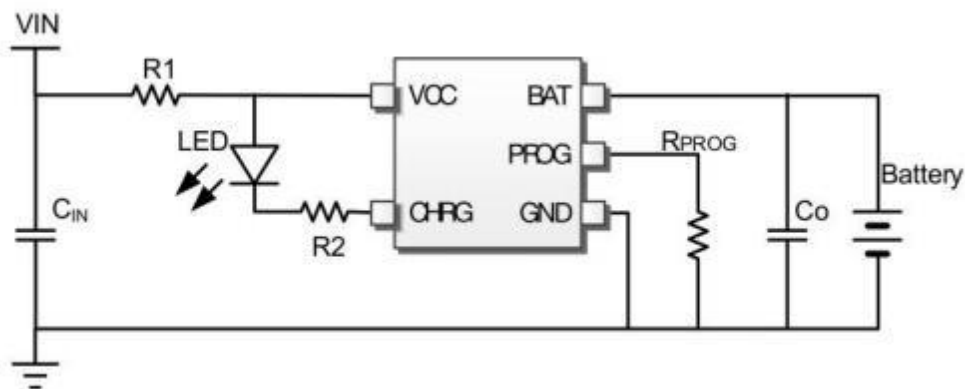
特性

- 最大600mA 的可编程充电电流
- 无需MOSFET、检测电阻和隔离二极管
- 精度可达1%的4.2V预设充电终止电压
- 自动再充电功能
- C/10 涓流充电电流和充电终止电流门限
- 停机模式下功耗仅40uA
- 软启动功能

应用

- 移动电话，PDA，P3播放器等
- 其他手持类便携设备

典型应用图

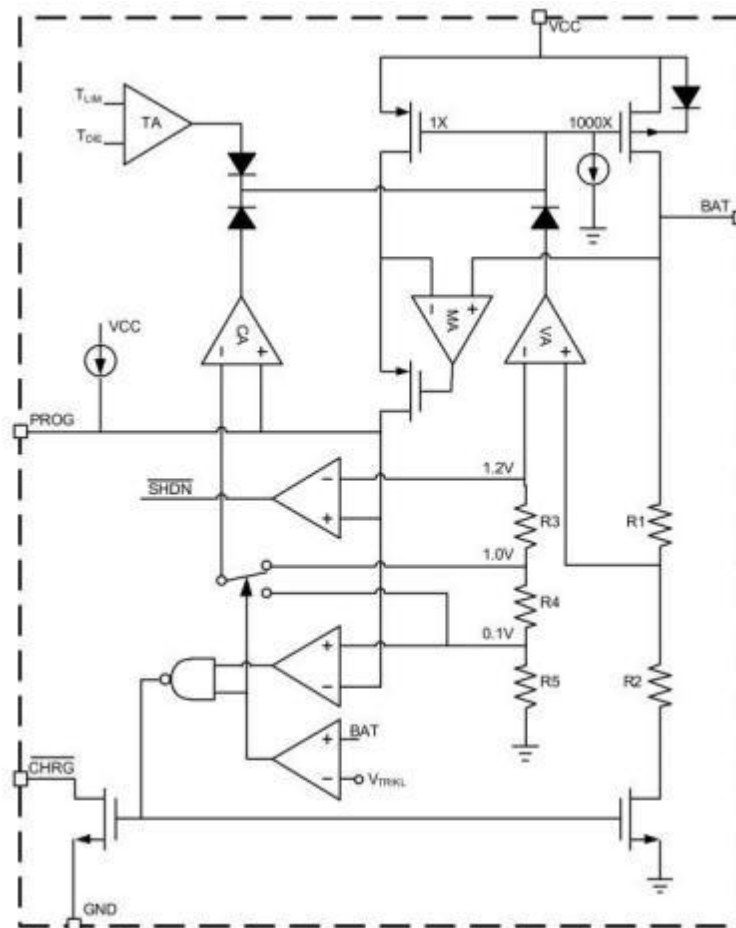


单节线性锂离子电池充电管理芯片

封装和引脚功能

	管脚号	符号	管脚描述
	1	CHRG	电池充电显示端
	2	GND	地端
	3	BAT	电池端
	4	VCC	电源端
	5	PROG	可编程恒流充电电流设置端

芯片内部框图



单节线性锂离子电池充电管理芯片

绝对最大额定值

参数		极限值	单位
VCC 管脚		-0.3~+7.0	V
BAT 管脚		-0.3~+7.0	V
其他管脚		-0.3~+6.5	V
ESD	HBM(人体放电模式)	4000	V
	MM(机器放电模式)	400	V
工作温度范围		-40 to +85	°C
存储温度范围		-55 to +150	°C
焊接温度（焊接时间 10 秒）		260	°C
热阻 θ_{JA}	SOT-23-5	220	°C/W

注：各项参数若超出“绝对最大值”的范围，将有可能对芯片造成永久性损伤。以上给出的仅是极限范围，在这样的极限条件下工作，芯片的技术指标将得不到保证。长期工作在“绝对最大值”附近，会影响到芯片的可靠性。

推荐工作条件

参数	极限值	单位
VCC 电压	+4.5~+5.5	V
I _{BAT} 持续充电电流	500	mA

单节线性锂离子电池充电管理芯片

电器特性

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{CC}	输入电源电压范围		4.25	5.0	6.0	V
I _{CC}	工作电流	充电模式, R _{PROG} =10K		150	500	μA
		待机模式(充电终止)		40	80	μA
		关断模式, R _{PROG} 未接		30	60	μA
V _{FLOAT}	恒压输出(浮充)电压	I _{BAT} =30mA, I _{CHRG} =5mA	4.158	4.2	4.242	V
I _{BAT}	BAT 引脚电流	R _{PROG} =10K, 恒流模式	90	100	110	mA
		R _{PROG} =2K, 恒流模式		570		mA
		待机模式, V _{BAT} =4.2V	0	-2.5	-6.0	μA
		关机模式(R _{PROG} 未接)		±1	±2	μA
		睡眠模式, V _{CC} =0V		-1	-2	μA
I _{TRIKL}	涓流充电电流	V _{BAT} <V _{TRIKL} , R _{PROG} =10K		10		mA
V _{TRIKL}	涓流充电门限电压	R _{PROG} =10K		2.9		V
V _{TRHYS}	涓流充电迟滞电压	R _{PROG} =10K	150	250	300	mV
V _{UV}	V _{CC} 欠压门限电压	V _{CC} 从低到高	3.5	3.7	3.9	V
V _{UVHYS}	V _{CC} 欠压迟滞电压		150	200	300	mV
I _{TERM}	C/10 终止电流门限	R _{PROG} =10K	V	0.1		mA
V _{PROG}	PROG 引脚电压	R _{PROG} =10K, 恒流模式	0.9	1.03	1.1	V
V _{CHRG}	CHRG 引脚输出低电压	I _{CHRG} =5mA		0.2	0.6	V
ΔV _{FR}	再充电电池门限电压	V _{FLOAT} - V _{RECHRG}	400			mV
T _{LIM}	限定温度模式的结温			120		°C

单节线性锂离子电池充电管理芯片

电器特性

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{MSD}	手动关机门限电压	PROG 引脚电平下降		0.9		V
		PROG 引脚电平上升		1.1		
I _{PROG}	PROG 引脚上拉电流			2.0		uA
V _{ASD}	V _{CC} -V _{BAT} 闭锁	V _{CC} 从低到高		100		mV
	门限电压	V _{CC} 从高到低		30		mV
T _{SS}	软启动时间	I _{BAT} =0 to I _{BAT} =1000V/R _{PROG}		100		us
T _{RECHARGE}	再充电比较器滤波时间	V _{BAT} 从高到低		2		ms
T _{TERM}	终止比较器滤波时间	I _{BAT} 降至 I _{CHG} /10		2		ms

注：除非特殊说明，TA = 27°C, VCC=5.0V

单节线性锂离子电池充电管理芯片

功能描述

AD4054D是一款单节锂离子电池恒定电流/恒定电压线性充电芯片。它能提供高达600mA的充电电流(在PCB有很好的散热条件下)和±1%精度的浮充电压。该芯片集成了MOSFET及热调节电路,且不需要外部检测电阻和隔离二极管。外围使用元件极少,还可以接USB电源工作。

1. 正常充电循环

当VCC引脚电压升至UVLO门限电平以上且在PROG引脚和地之间接了一个精度是1%的固定电阻或当一个电池和充电器输出端相接时,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。在该模式下,AD4054D提供1/10的设定充电电流,使得电池电压提升到一个安全电平,再实现满电流充电。当BAT引脚电压升到2.9V以上时,充电器进入恒流模式,此时向电池提供恒定的充电电流。当BAT引脚电压达到4.2V时,AD4054D进入恒压充电模式,且充电电流开始减小,当充电电流降到设定值的1/10时,充电循环结束。

2. 充电电流设定

充电电流是采用一个连接在PROG引脚和地之间的电阻来设定的。设定电阻和充电电流用下列公式来计算:

$$I_{PROG} = \frac{1000}{R_{PROG}} \dots\dots\dots (mA)$$

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,其公式如下:

$$I_{BAT} = \frac{V_{PROG} \times 1000}{R_{PROG}} \dots\dots\dots (mA)$$

R_{PROG}选择推荐表如下:

R _{PROG} (KΩ)	I _{PROG} (mA)
2.0	500
5.1	200
10.0	100

3. 热限制

如果芯片温度升高到预设值120℃时,内部热反馈环路将减小充电电流,该功能可以防止AD4054D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AD4054D的风险。在保证充电器将在最坏情况下自动减少电流的前提下,可根据典型(而不是最坏情况)环境温度来设定充电电流。

4. 欠压保护(UVLO)

内部欠压保护电路对输入电压进行监控,并在VCC升到欠压保护门限以上之前使充电器保持在停机模式。如果UVLO比较器发生跳变,则在VCC升至比电池电压高100mV之前充电器将不会退出停机模式。

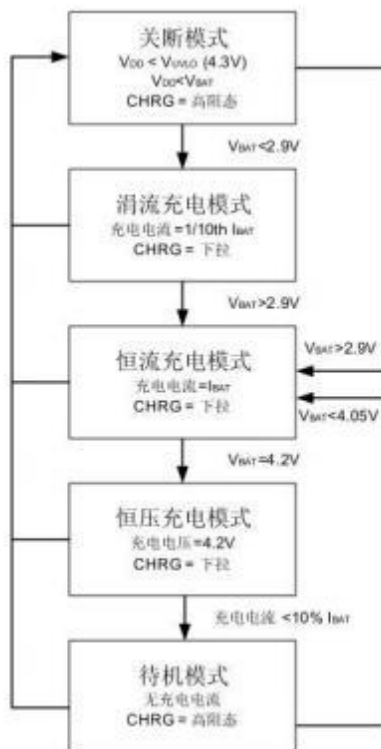
单节线性锂离子电池充电管理芯片

5. 充电终止

当充电电流在达到最终浮充电压后降至设定值的1/10时，充电循环结束。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以下的时间超过 T_{TERM} (2ms)时，充电被终止。充电电流被关断，AD4054D进入待机模式，此时输入电源电流降至55uA。

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之间短暂的降至100mV以下，终止比较器上的2ms滤波时间来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，AD4054D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。

在待机模式下，AD4054D对BAT引脚电源进行连续的监控。如果该引脚电压降到4.05V的再充电电压门限(V_{RECHRG})以下，则另一个充电循环开始并再次向电池供应电流。当在待机模式中进行充电循环的手动再启动时，必须先断开输入电压然后再重新接入输入电压，或通过控制PROG引脚来关断充电器然后再启动。下图给出了一个典型的充电循环的状态图：



图一：充电循环状态图

单节线性锂离子电池充电管理芯片

6. 充电状态指示

AD4054D集成了一个开漏输出的状态指示引脚CHRG。当AD4054D处于充电状态时，CHRG输出下拉，其他状态时，该引脚输出高阻态。

7. 自动再充电

一旦充电循环被终止，AD4054D立即采用一个具有2ms滤波时间的比较器来对BAT引脚上的电压进行连续监控。当电池电压降至4.05V(大概对应于电池容量的80%到90%)以下时，充电循环重新开始。这样确保了电池被维持在一个充满电的状态，并免除了进行周期性充电循环启动的需要。在再充电循环过程中，CHRG引脚输出进入一个下拉状态。

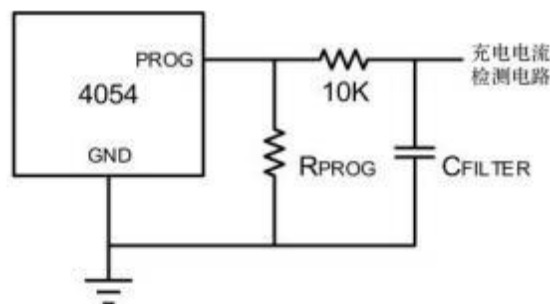
8. 稳定性考虑

只要电池和充电器的输出端相连，恒定电压模式反馈环路就能够在未采用一个外部电容的情况下保持稳定。在没有接电池时，为了减少纹波电压，建议采用一个输出电容。当采用大数值的低ESR陶瓷电容时，建议增加一个与电容串联的1欧姆电阻。如果使用钽电容，则不需要串联电阻。

在恒定电流模式下，位于反馈环路中的是PROG引脚，而不是电池。恒定电流模式的稳定性受PROG引脚阻控的影响。当PROG引脚上没有接电容，PROG选择高达20K时充电器可以稳定。然而PROG节点的额外电容会减小设定电阻的最大容许阻值。PROG引脚上的极点频率应保持在100KHz以上。因此如果PROG引脚存在一个容性负载： C_{PROG} ，则可以采用以下公式来计算 R_{PROG} 的最大阻值：

$$R_{PROG} \leq \frac{1}{2\pi \times 10^5 \times C_{PROG}}$$

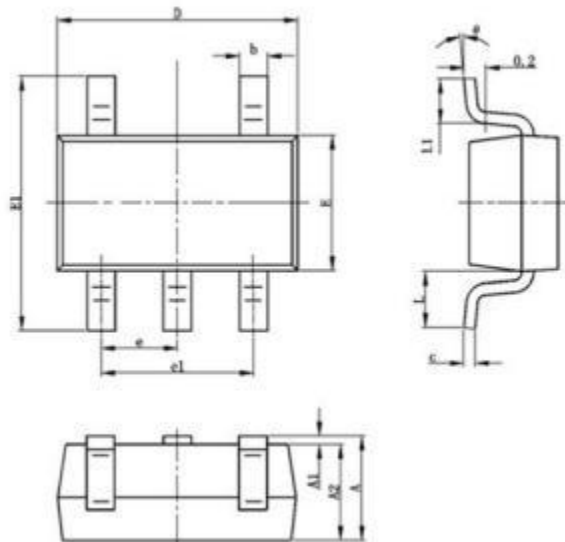
通常来说，用户更感兴趣的是充电电流而不是瞬态电流。例如，如果一个运行在低电流模式的开关电源与电池并联，则从BAT引脚流出的平均电流通常比瞬态电流脉冲更加重要。在这种场合下，可以在PROG引脚上采用一个简单的RC滤波器来测量平均的电池电流(如图二示意)。在PROG引脚和滤波电容之间增设了一个10K的电阻以确保稳定性。



图二：隔离PROG引脚上的容性负载和滤波

单节线性锂离子电池充电管理芯片

封装尺寸图(SOT-23-5)



SYMBOL	DIMENSION IN MILLIMETERS		DIMENSION 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	0.400	0.012	0.016
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 TYP		0.037 TYP	
e1	1.800	2.000	0.071	0.079
L	0.700 REF		0.028 REF	
L1	0.300	0.600	0.012	0.024
θ	0°	8°	0°	8°