

概述

HM4050CMR 是华之美半导体为小容量锂电池设计的线性充电芯片系列中的一种,它能够应用在充电电流为 20mA~300mA 的小电流充电的领域当中,比如智能手表,物联网蓝牙设备等。采用符合锂电池充电曲线要求的 CC (恒流) /CV (恒压) 充电架构。2.9V 预充电门限电压, 3/10C 的预充电电流和截止电流, 4.2V 的恒压模式充电截止电压,电压精度达到 1%,充电电流通过一个外部电阻来设定,在小电流的条件下也能保证 10% 以内的精度,从而能保证锂电池充电的安全,并且提高电池的使用寿命。

电池电压达到 4.2V, HM4050CMR 在充电电流小于 3/10 的设定电流时自动停止充电,同时会持续检测电池电压,如果电池电压低于 4.05V,会重新开始充电循环。

HM4050CMR 在充电器移除后,自动进入低电流状态,电池端漏电流小于 0.5 μ A。也可以通过控制 PROG 脚使芯片进入关机模式,在此模式下 VCC 端仅消耗 40 μ A 的电流。

HM4050CMR 采用符合环保要求的 SOT23-5L 封装,无铅无卤。

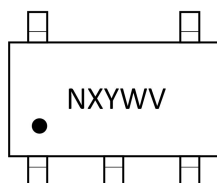
特性

- 1% 的充电电压精度
- 10% 的充电电流精度
- 可调充电电流,最大支持 300mA
- 过温保护
- 欠压锁定保护
- 输出短路保护
- 软启动,降低启动冲击电流
- 充电指示功能
- 自动再充电功能

应用领域

- 智能手环
- 智能手表
- 蓝牙设备
- 手持式电子设备

印章描述



- “N” : 产品代码,这里用“W”代表HM4050CMR
 “X” : 封装代码
 “Y” : 晶元代码
 “W” : 生产周代码,“A”~“Z”代表第 1~26 周,
 “ \bar{A} ”~“ \bar{Z} ”代表第 27~52 周.
 “V” : 产品版本代码

订购信息

型号	封装	CV 电压	CC 电流 (Iset)	工作温度范围	卷带数量
HM4050CMR	SOT23-5L	4.2V	外部设定 最大值: 300mA	-40 ~ +85°C	3000 颗/卷

命名规则

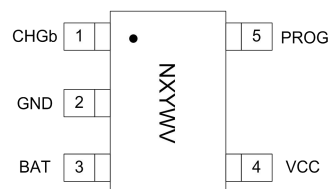
HM4050C [1] - [2]

代码	说明
[1]	封装形式: MR: SOT23-5L
[2]	电压版本: 42: 4.2V

引脚分布图



SOT23-5L



HM4050CMR (正面视图)

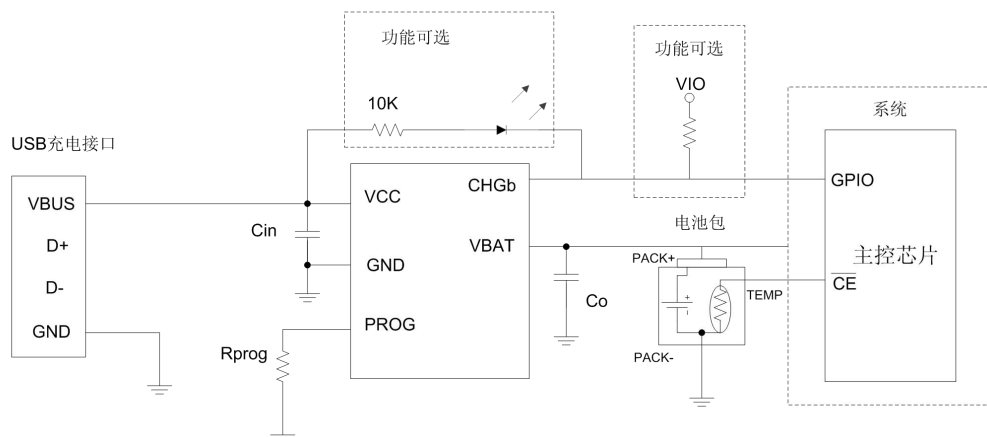
引脚功能描述

引脚序号	引脚名称	输入/输出	功能描述
1	CHGb	输出	漏级开路输出端 用来指示充电状态。充电时, CHGb脚被拉低。当充电循环结束时或者VCC被移除时, CHGb脚切换到高阻状态(漏级开路)。
2	GND	信号地	参考地
3	BAT	输出	充电电流输出端 接电池正极。不接电池时的悬空稳定输出电压为 V_{FLOAT} , V_{FLOAT} 为4.2V。
4	VCC	功率输入	输入端, 连接到标准的USB 5V充电端口。
5	PROG	输出	充电电流外部设定脚 设定公式为 $I_{BAT}=1000/R_{PROG}$ (A), 请选用1%精度及以内的电阻。

推荐工作条件

		最小值	典型值	最大值	单位
V_{CC}	输入电压范围	4.5	5	5.5	V
I_{BAT}	充电电流范围	20	100	300	mA
T_j	芯片结温			125	°C
R_{PROG}	电流设定电阻范围	3.3	10	50	K Ω

典型应用电路



Note 1: Cin 和 Co 的取值为1uF~10uF。Rprog 是外部电流设定电阻，选用时请用1%精度及以内的高精度电阻。

绝对最大额定参数 (Note2)

符号	描述		值	单位
V _{CC}	输入电压		-0.3~8	V
V _{PROG}	PROG 电压		-0.3~VCC	V
V _{BAT}	BAT 电压		-0.3~8	V
V _{CHGb}	CHGb 电压		-0.3~VCC	V
I _{BAT}	充电电流		300	mA
P _{DMAX}	最大允许的芯片功耗	Note 3	0.5	W
		Note 4	0.3	W
T _J	芯片结温		150	°C
T _{OP}	工作温度		-40 to 85	°C
T _{STG}	存储温度		-65 to 125	°C
T _{SOLDER}	焊接温度		260°C, 10s	

Note 2: 超过此限值会损坏芯片。长期工作在最大绝对值的条件下会降低芯片的使用寿命和可靠性。

Note 3: FR4 材质的 PCB，PAD 铜箔面积为 1 平方英寸，2OZ 覆铜厚度。

Note 4: FR4 材质的 PCB，PAD 铜箔面积为最小推荐尺寸，2OZ 覆铜厚度。

The schematic diagram illustrates the internal circuitry of the CHGnB (Charge N-Block) component, which is designed to manage the charging of a battery (BAT) using the BAT1000X. The circuit is powered by VCC and GND.

Key Components and Connections:

- CHGnB Input:** The CHGnB pin is connected to the input of a 1X current source and the input of a 1000X current source.
- Temperature Sensor (TA):** The TA pin is connected to a 165°C temperature sensor. The output of the sensor is connected to the input of a 1X current source.
- Current Sources:**
 - 1X:** A 1X current source connected to the CHGnB input.
 - 5uA:** A 5uA current source connected to the CHGnB input.
 - 1000X:** A 1000X current source connected to the CHGnB input.
 - 1uA:** A 1uA current source connected to the CHGnB input.
- Reference Voltages:**
 - 1V:** A 1V reference voltage connected to the CHGnB input.
 - 0.3V:** A 0.3V reference voltage connected to the CHGnB input.
 - 1.2V:** A 1.2V reference voltage connected to the CHGnB input.
- Output (BAT):** The output of the circuit is connected to the BAT pin.

电气参数表

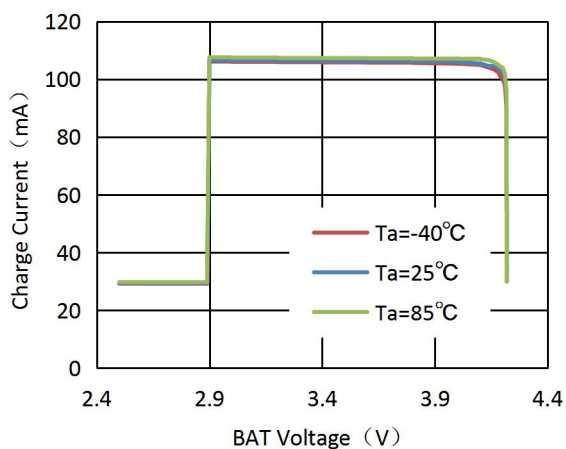
以下参数均在 $V_{CC}=5V$, $T_A=25^{\circ}C$ 的条件下测试, 除非另有说明。

符号	项目	条件	最小	典型	最大	单位
I _{SPLYCHRG}	充电模式下的芯片地上的电流	R _{PROG} =10k Ω		150	300	μA
		R _{PROG} =20k Ω		144	300	μA
I _{BATCHRG}	充电模式下的充电电流	R _{PROG} =10k Ω	90	100	110	mA
		R _{PROG} =20k Ω	44	49	54	
		R _{PROG} =33.3k Ω	25	28	32	
V _{PROGCHRG}	充电模式下PROG脚的电压	R _{PROG} =10k Ω	0.93	1	1.07	V
		R _{PROG} =20k Ω	0.93	1	1.07	V
I _{SPLYSTBY}	待机模式下的输入电流	充电终止		130	300	μA
I _{BATSTBY}	待机模式下的电池端电流	充电终止	0	-2.5	-6	μA
I _{SPLYASD}	关机模式下的输入电流	V _{CC} <V _{BAT} 或者 V _{CC} <UVLO 或者 PROG脚悬空 或者 PROG=1.3V	20	40	90	μA
I _{BATASD}	关机模式下的电池端电流	V _{CC} <V _{BAT} 或者 V _{CC} <UVLO 或者 PROG脚悬空 或者 PROG=1.3V		0.5	± 1	μA
I _{BATSLEEP}	睡眠模式下的电池端电流	V _{CC} =0 或者 V _{CC} 悬空		± 0.05	± 1	μA
V _{FLOAT}	浮充输出电压	恒压模式下	4.158	4.2	4.242	V
I _{TRIKL}	涓流充电电流和截止充电电流	R _{PROG} =10k Ω	19	29	39	mA
V _{TRIKL}	涓流充电电压阈值	电池电压从低到高	2.8	2.9	3.0	V
V _{TRIKL, HYS}	涓流充电电压迟滞	电池电压从高到低		100		mV
V _{UVLO}	欠压锁定门限电压	V _{CC} 从低到高	3.6	3.8	4.0	V
V _{UVLO, HYS}	欠压锁定迟滞电压	V _{CC} 从高到低		250		mV
V _{MSD}	手动关机电压阈值	PROG 电压升高		1.2	1.3	V
		PROG 电压下降		1.0		V
V _{ASD}	V _{CC} -V _{BAT} 闭锁门限电压	V _{CC} 从高到低	5	50		mV
		V _{CC} 从低到高		120		mV
ΔV_{RECHRG}	V _{FLOAT} -V _{BAT} 自动再充电电池门限电压	V _{BAT} 从高到低	100	150	200	mV
V _{CHGb}	CHGb 低电平电压	I _{CHGb} =5mA		0.07	0.6	V
T _{LIMIT}	过温保护点			165		$^{\circ}C$
T _{SS}	软启动时间	R _{PROG} =10K, Note 7		100		μs
T _{RECHRG}	再充电比较器滤波时间	Note 7		2		ms
T _{TERM}	终止充电比较器滤波时间	Note 7		1		ms
I _{PROG}	PROG 脚上拉电流	Note 7	0.7	1	1.5	μA

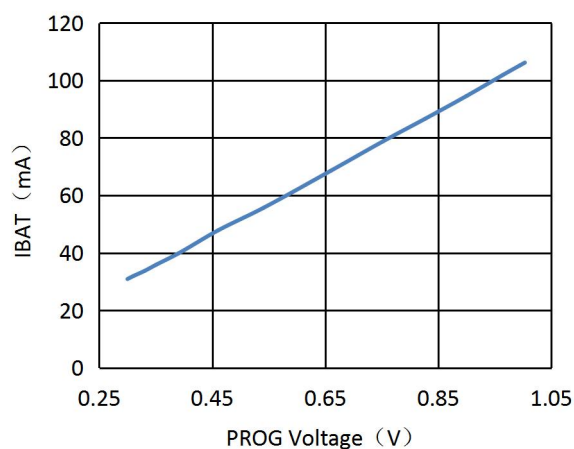
Note 7: 设计保证。

典型性能特性

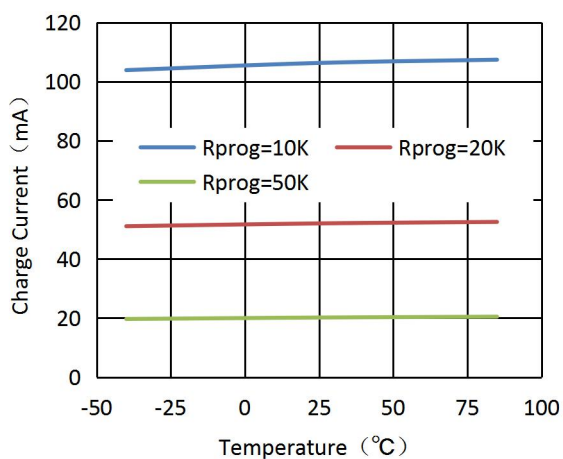
Charge Current vs. BAT Voltage



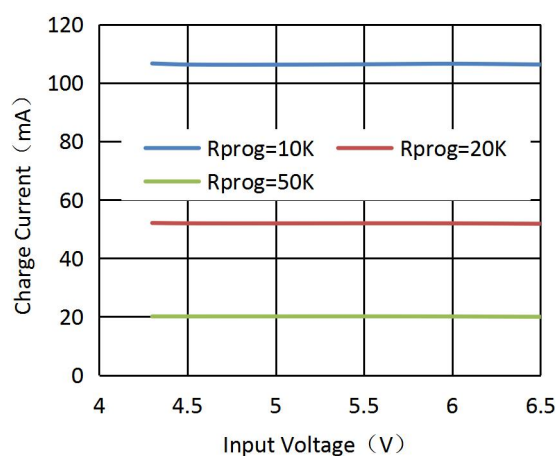
Charge Current vs. PROG Voltage



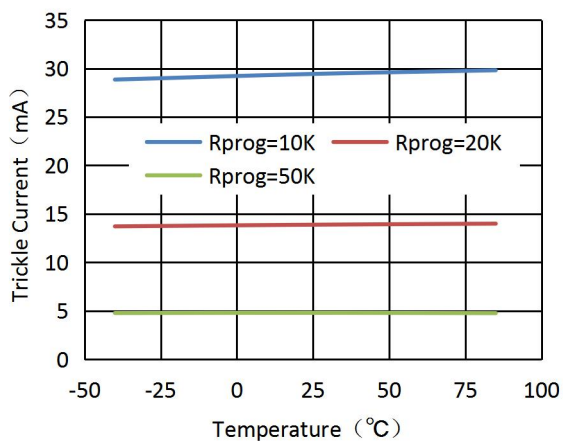
Charge Current vs. Temperature



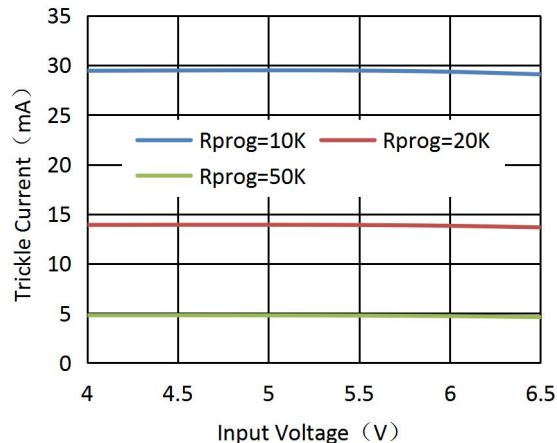
Charge Current vs. Input Voltage



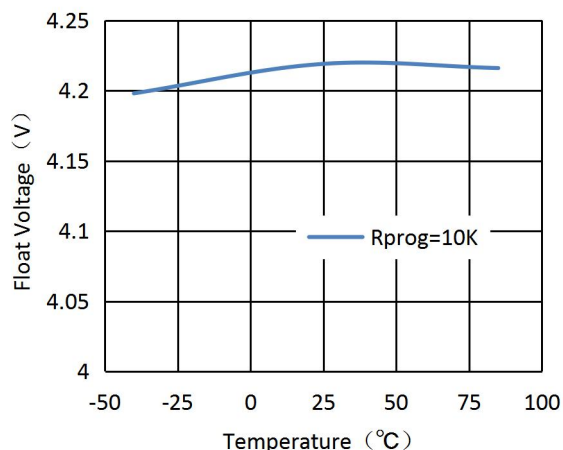
Trickle Current vs. Temperature



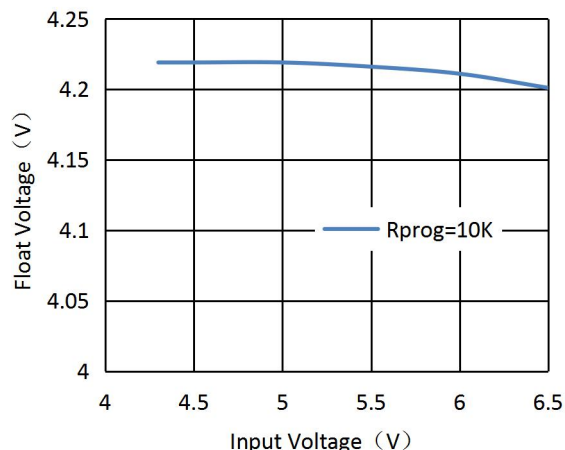
Trickle Current vs. Input Voltage



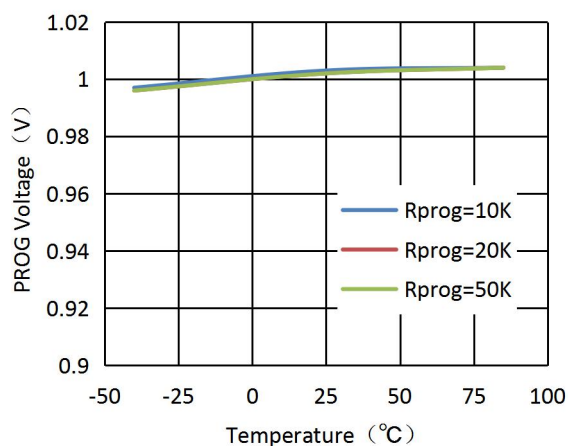
Float Voltage vs. Temperature



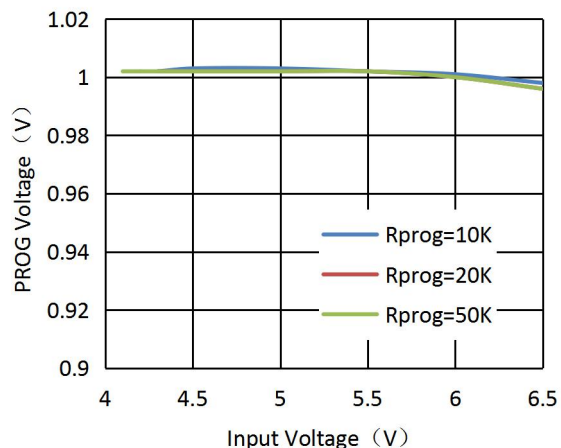
Float Voltage vs. Input Voltage



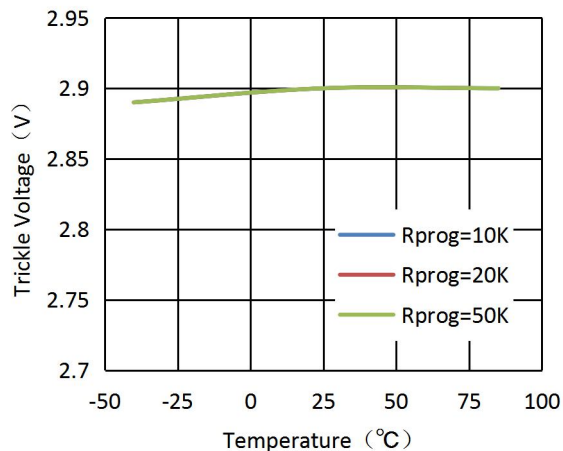
PROG Voltage vs. Temperature



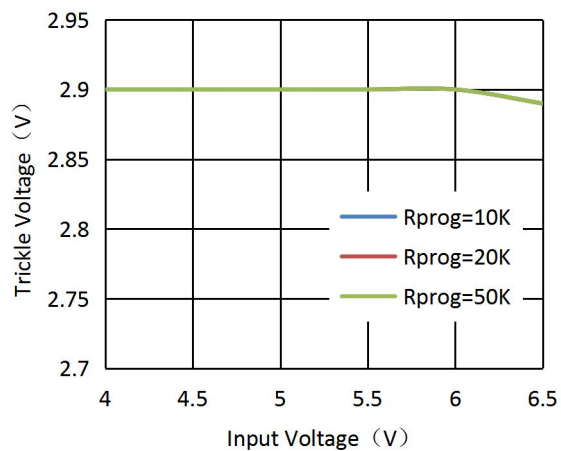
PROG Voltage vs. Input Voltage



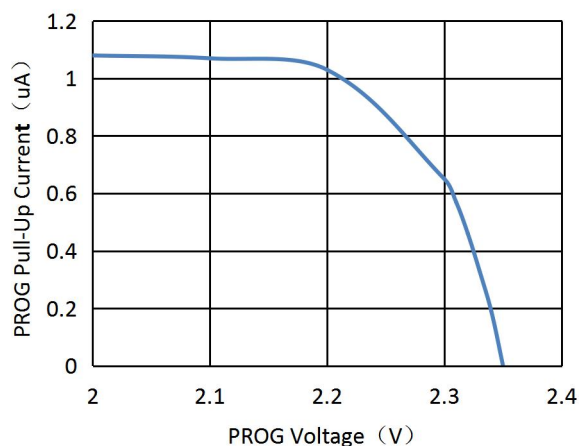
Trickle Voltage vs. Temperature



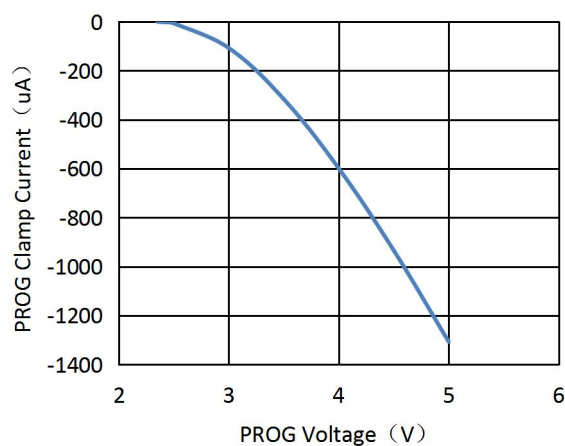
Trickle Voltage vs. Input Voltage



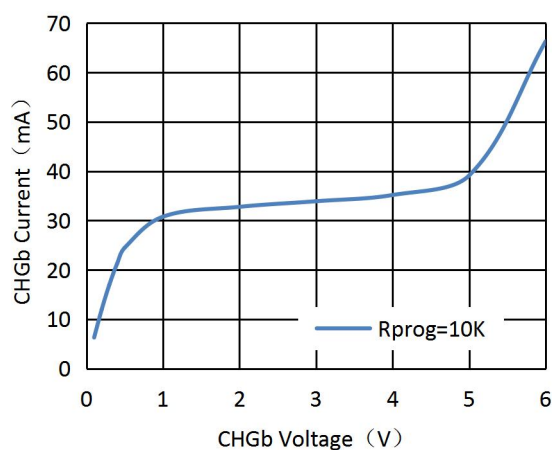
PROG Pull-Up Current vs. PROG Voltage



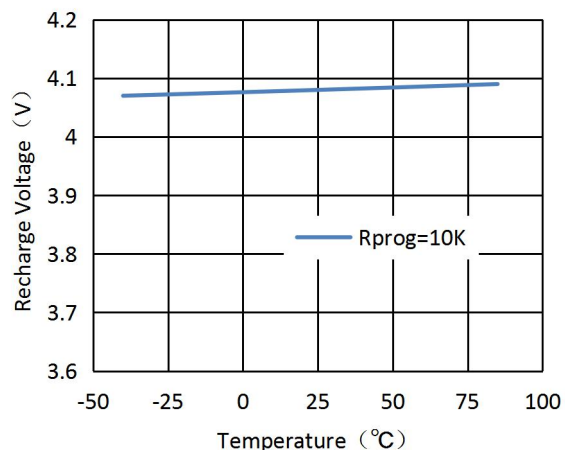
PROG Clamp Current vs. PROG Voltage



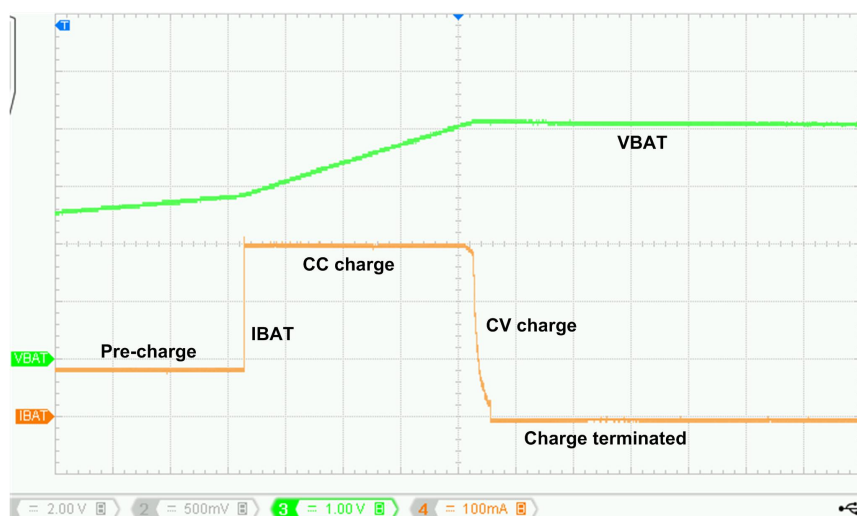
CHGb Current vs. CHGb Voltage



Recharge Voltage vs. Temperature



Charging Curve (10*470uF 电容)



工作原理说明

HM4050CMR 是采用恒定电流/恒定电压算法的单节锂离子电池充电器。HM4050CMR 是为小容量锂离子电池或者锂聚合物电池的充电而设计的, 能支持 20mA 级别的小电流充电, 最大能够提供 300mA 的充电电流 (散热良好的条件下), 内部集成了 P 沟道功率 MOSFET, 电流检测电路和防电流反灌电路, 无需隔离二极管或外部电流检测电阻器。因此, 基本充电器电路仅需要两个外部元件。不仅如此, HM4050CMR 还能方便地从 USB 电源获得工作电源, 不需要专门的 ACDC 充电器与之配套使用。

正常充电循环

当 V_{CC} 引脚电压升至 UVLO 门限电平以上并且电池与充电器输出端相连时, 一个充电循环开始。如果刚开始 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, HM4050CMR 提供约 3/10 设定充电电流, 以便将电池电压提升到一个安全的电平, 然后再进行满电流充电。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, HM4050CMR 进入恒定电压模式, 且充电电流开始减小。当充电电流下降, 使得 PROG 脚的电压低于 300mV 时, 充电循环结束。

充电电流的设定

外部可编程电流版本的 HM4050CMR, 充电电流大小通过 PROG 引脚上的电阻 R_{PROG} 来设定的, 设定电阻器和充电电流采用下列公式来计算:

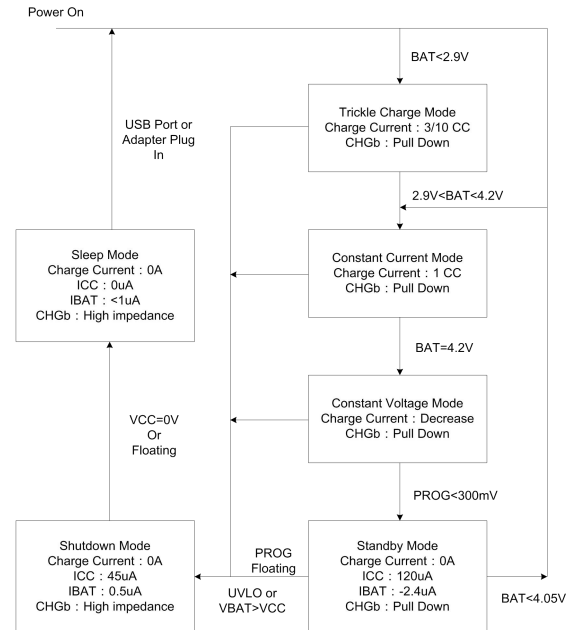
$$I_{BAT} = 1000 / R_{PROG} (A)$$

根据需要的充电电流来确定电阻器阻值, 例如 $I_{BAT} = 0.1A$, $R_{PROG} = 10Kohm$, $I_{BAT} = 0.02A$, $R_{PROG} = 50Kohm$, 为了提高充电电流的精度, R_{PROG} 需要选取 1%精度及以内的电阻。

充电终止

当电池电压达到最终浮充电压之后, 充电电流开始下降, 在充电电流降至设定值的 3/10 时, 充电循环结束。当 PROG 引脚电压降至 300mV 以下的时间超过 T_{TERM} (一般为 1ms) 时, 充电被终止。充电时, BAT 引脚上的瞬变负载会使 PROG 引脚电压产生瞬时波动, 会出现短暂地降至 300mV 以下, 终止比较器上的 1ms 滤波时间 (T_{TERM}) 确保这种性质的瞬变负载不会导致充电循环非正常终止。一旦平均充电电流降至设定值的 3/10 以下, HM4050CMR 即终止充电循环并不再通过 BAT 引脚提供电流。在这种状态下, BAT 引脚上的所有负载都必须由电池

来供电。充电结束后, HM4050CMR 进入待机模式, 输入电源 I_{CC} 电流降至 130 μA 。待机模式中, HM4050CMR 对 BAT 引脚电压进行连续监控。如果该引脚电压降到 4.05V 的再充电门限 (V_{RECHRG}) 以下, 则另一个充电循环开始并再次向电池充电。下图是一个典型充电循环的状态图:

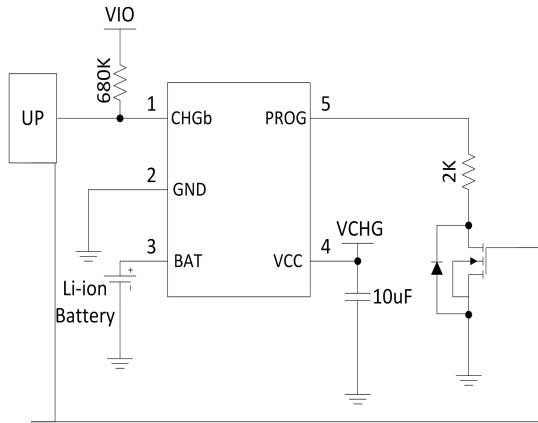


充电状态指示器(CHGb)

CHGb 引脚是用来指示充电状态的, 具有 2 种状态, 即高阻态和下拉状态。高阻态对应充电结束或者未充电的状态, 下拉状态对应充电循环状态。当 CHGb 接 LED 灯时, 充电时 LED 灯亮, 不充电时 LED 灯灭。CHGb 最大有 20mA 电流的下拉能力, 接 LED 灯时, 可以通过串联电阻调整流过 LED 灯的电流大小, 从而调整 LED 灯的亮度。如果用主控芯片检测充电状态, 可以接一个上拉电阻到 CHGb 引脚, 高电平的状态对应充电结束或者未充电, 低电平的状态的对应充电循环状态。

关机模式

在充电循环中的任何时刻都能通过去掉 R_{PROG} (从而使 PROG 引脚浮空) 来将 HM4050CMR 置于关机模式。电池端消耗小于 0.5uA 的电流, 输入端电流降至 45uA 以下。重新连接设定电阻可启动一个新的充电循环。下面是推荐的电路应用图:



当 V_{BAT} 电压比 V_{CC} 电压高, 或者 $V_{CC}-V_{BAT}$ 的压差小于 V_{ASD} 时, HM4050CMR 将进入关机模式。当 $V_{CC}-V_{BAT}$ 压差高于 V_{ASD} 时, 充电循环又将开始。当 V_{CC} 的电压低于 $UVLO$ 时,

HM4050CMR 也会进入关机模式。在关机模式下, CHGb 引脚为高阻态。

自动再充电

充电循环结束, HM4050CMR 立即对 BAT 引脚上的电压持续监控, 如果电池电压从浮充电压开始下降了 ΔV_{RECHRG} (大致对应于电池容量的 80% 至 90%), 并持续 $2ms$ (T_{RECHRG}) 以上, 充电循环将重新开始。这确保了电池被维持在 (或接近) 一个满充电状态, 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, CHGb 输出低电平, 处于下拉状态。

应用说明

稳定性的考虑

只要电池与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输出电容器的情况下保持稳定。在没有接电池时, 为了减小纹波电压, 建议采用一个输出电容器, 电容的值通常为 $1\mu F \sim 10\mu F$ 之间。在恒定电流模式中, 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 引脚阻抗的影响, R_{PROG} 的取值在 1K 到 50K 之间都是稳定的。当 PROG 引脚上有附加电容时会减小设定电阻器的最大容许阻值, 尽量避免。

功耗损耗

HM4050CMR 有温度反馈回路来限制充电电流, 芯片内部温度达到 165 度的设定点时, 会自动降低充电电流, 从而防止芯片过热损坏。因为是线性充电器, 所以自身的功耗全部都消耗在 MOSFET 上, 以下是功耗的计算公式:

$$P_D = (V_{CC} - V_{BAT}) * I_{BAT}$$

最大允许的功耗受到本身的封装形式和实际应用时的散热条件的限制。对于 SOT23-5L 的封装, 在散热良好的条件下 PD 可以达到 0.5W 以上。应用时必须注意最恶劣的条件下

芯片的结温不要超过 165 度。设定充电电流时需要考虑芯片自身的功耗, 避免因温度过高而导致充电电流达不到设定值要求。

VCC 旁路电容

输入旁路可以使用多种类型的电容器。然而, 在采用多层陶瓷电容器时必须谨慎。由于有些类型的陶瓷电容器具有自谐振和高 Q 值的特点, 因此, 在某些启动条件下 (比如将充电器输入与一个工作中的电源相连) 有可能产生高的电压瞬态信号。增加一个与 X5R 陶瓷电容器串联的 1.5Ω 电阻器将最大限度地减小启动电压瞬态信号。

充电电流软启动

HM4050CMR 包括用于在充电循环开始时最大限度地减小浪涌电流的软启动电路。当一个充电循环启动时, 充电电流将在 $100\mu s$ 左右的时间里从 0 上升至设定电流值。在启动过程中, 这能够起到最大限度地减小电源上的瞬变电流负载的作用。

封装尺寸图

封装形式	SOT23-5L	每卷数量	3000Pcs	单位	mm
------	----------	------	---------	----	----

封装尺寸:

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	0.500	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)	
e1	1.800	2.000	0.071	0.079
L	0.300	0.600	0.012	0.024
θ	0°	8°	0°	8°