

锂电池充放电管理芯片

特征

- 集成充电和降压放电管理
- 充电电流可配置，可达 500mA
- 集成充电指示灯
- 充电端电压最高 7V
- 放电电流高至 3A
- 空载放电电流
EA4031-18: 6uA
EA4031-30: 10uA
- 放电效率高至 92%
- 输出电压：
EA4031-18: 1.8V
EA4031-30: 3.0V
- 可以串联使用
- 电池低电量输出提示功能
- 内置欠压保护功能
- 内置短路保护功能
- NTC 实时监控电池状态
- 采用 DFN2*3 8L 封装

应用

- 电动牙刷、电动剃须刀
- 锂电池充放电管理

描述

EA4031 是一款锂电池充放电管理专用芯片。充电工作时，可以为 3.7V 锂电池进行充电，电流最高可配置 0.5A，充电端电压可高达 7V。放电工作时，采用开关频率 1.3MHz 同步降压转换器进行放电，放电电流可以达到 3A。EA4031-18 为 1.8V 固定电压输出版本，EA4031-30 为 3.0V 固定电压输出版本。内部集成欠压保护、短路保护、过温保护功能。EA4031 采用极低功耗技术，放电空载时自耗电仅 6uA（10uA）。

EA4031 集成充电、充满及短路状态指示。NTC 功能实时监控电池温度，具有高温保护及低温保护功能，确保电池的安全可靠。

典型应用图

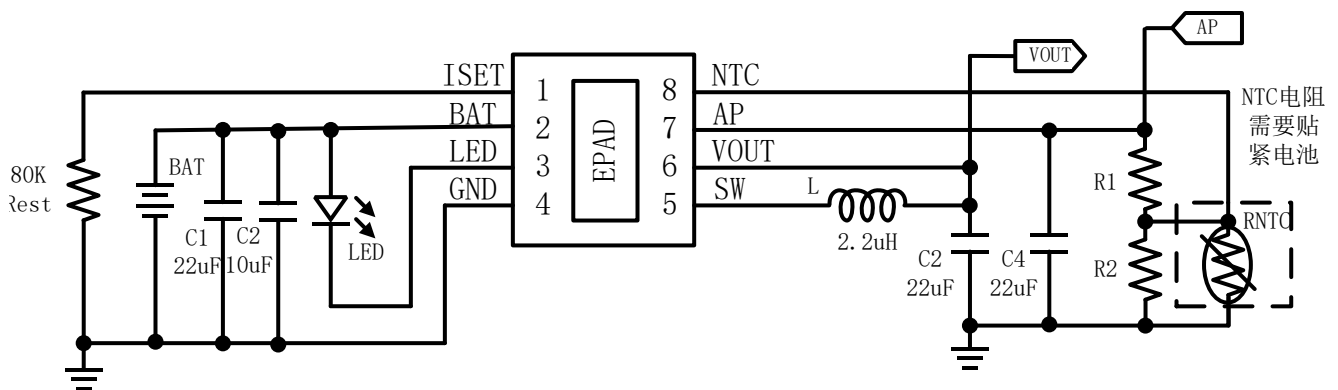
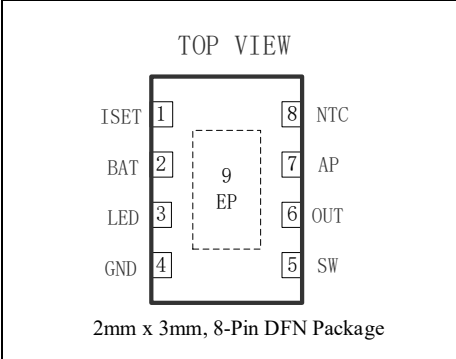


图 1：典型应用电路

极限参数(最大极限值是指超出该工作范围芯片可能会损坏)

符号	参数	最小值	最大值	单位
VAP	AP 管脚极限电压	-0.3	7	V
Other VPIN	其他管脚极限电压	-0.3	5	V
TOP	工作温度	-40	85	°C
TSTG	储存温度	-65	150	°C
ESD	人体模式 (HBM)		2000	V
	机械模式 (MM)		200	V

管脚示意图及订购信息

	型号	输出电压	封装	丝印
	EA4031-18	1.8V	DFN2*3_8L	X41F YXXX
	EA4031-30	3.0V	DFN2*3_8L	X42F YXXX

管脚说明

Pin 序号	Pin 定义	说 明
1	ISET	充电电流设置端
2	BAT	电池连接端
3	LED	LED 灯指示端口，用于充放电状态指示
4	GND	地
5	SW	功率开关管输出，连接电感
6	OUT	1.8V 或者 3.0V 电池输出
7	AP	适配器电压输入
8	NTC	电池温度检测脚，接 NTC 电阻，连接方式见典型应用电路

注：为了增强散热能力，5 脚加大敷铜面，EP 与 GND 连接。

电气工作参数(无特殊说明, $V_{AP}=5V$, $T_a=25^{\circ}C$)

参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
充电						
适配器输入电压	V_{AP}	极限电压			7	V
	V_{AP}	正常充电状态	4.5	5.0	5.5	V
	OVP	$R_{SET} = 80K$		6.8		V
恒压浮充电压	V_{CV}	3.7V, 充电电流降为 $I_{CHG} / 10$ 时	4.16	4.21	4.26	V
Recharge 电压	V_{RCHG}	3.7V 锂电池	4.00	4.05	4.10	V
充电电流	I_{CHG}	$R_{SET} = 80K$	450	500	550	mA
涓流充电电流	I_{TRIKL}	$V_{BAT} < V_{TRIKL}$, $R_{SET} = 80K$	30	50	70	mA
涓流充电阈值电压	V_{TRIKL}	$R_{SET} = 80K$, V_{BAT} 上升	2.6	2.7	2.8	V
$V_{CC} - V_{BAT}$ 阈值电压	V_{ASD}	V_{CC} 上升		250		mV
		V_{CC} 下降		150		mV
ISSET 引脚电压	V_{SET}	$R_{SET} = 80K$ 充电时	0.95	1.0	1.05	V
充电过温保护阈值	T_{OTP1}	温度上升此温度开始降低电流		130		$^{\circ}C$
放电						
电池端工作电流	I_Q	EA4031-18, BUCK, 空载		6	10	μA
	I_Q	EA4031-30, BUCK, 空载 $V_{BAT}=4.2V$ 时		10	15	μA
	I_Q	EA4031-30, BUCK, 空载 $V_{BAT} \leq 3.0V$ 时, 100% 占空比		130		μA
	I_{SD}	UVLO (关断模式)		2	3	μA
输出电压	V_{OUT}	EA4031-18, BUCK 模式	1.764	1.8	1.836	V
		EA4031-30, BUCK 模式	2.94	3.0	3.06	V
开关频率	f_{SW}	500mA 负载		1.3		MHz
	f_{SW}	短路频率		180		KHz
欠压保护	UVLO	V_{BAT} 下降	2.55	2.6	2.65	V
带载能力	I_{out}			3		A
逐周期峰值限流	I_{LIMT1}	正常工作状态	3.5			A
逐周期峰值限流	I_{LIMT2}	$V_{OUT} < 0.4V$	1.5			A
过温保护阈值	T_{OTP2}	温度上升到停止工作		165		$^{\circ}C$
过温保护迟滞	$T_{OTP-HYS2}$	温度下降到重启工作		30		$^{\circ}C$
LED 电流	LED		3	4	5	mA
NTC 功能						
充电高温 NTC 保护阈值	V_{NTCH}			45%		VAP
充电低温 NTC 保护阈值	V_{NTCL}			70%		VAP

功能框图

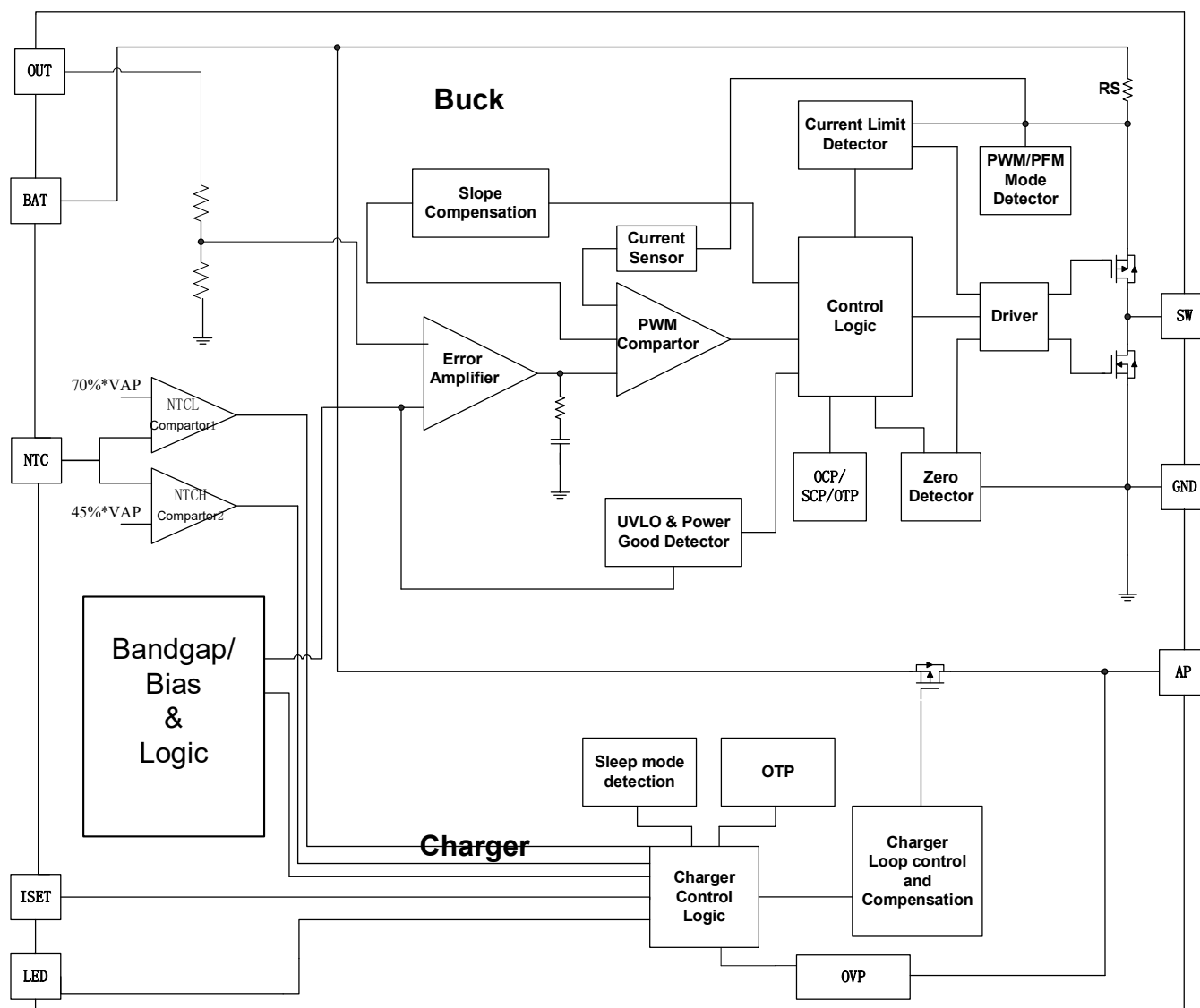


图 2：功能框图

应用介绍

工作模式判定

EA4031 根据 AP 引脚的电压 V_{AP} 和 BAT 引脚的电压 V_{BAT} 进行比较，来判断其工作模式。

当 $V_{AP} > V_{BAT} + 250\text{mV}$ 时，EA4031 工作于充电管理模式（Charge 模式），其功能是以 AP 端电压作为充电电源，对 BAT 端的单节锂电池进行线性充电。此时关闭 OUT 的输出，即芯片不能边充电边放电。

当 $V_{AP} < V_{BAT}$ 时，EA4031 工作于放电管理模式（Buck DC/DC 模式），其功能是将 BAT 端的单节锂电池电压转变固定输出电压 1.80V（或者 3.0V），并从 OUT 端输出。放电模式轻载时采用极低功耗工作模式，完全空载时仅消耗静态电流 6 μA （或者 10 μA ），延长了电池的使用时间，提高了工作效率。

放电工作模式即 BUCK DC/DC 工作模式

EA4031 采用 1.3MHz 恒定频率、电流模式降压架构，通过内部 P-MOS 主开关管和 N-MOS 同步整流管来回切换导通/截止和外部电感、输出电容来共同实现降压的目的。

在正常状态下，EA4031 的工作模式为 PWM 模式，在此模式中工作频率保持恒定。EA4031 内部采用电流型反馈补偿电路，芯片不需要外接补偿元件；EA4031 内部还采用了前馈电路，以提高电路的电压瞬态响应性能。在正常工作期间，通过振荡器设置的 RS 锁存器，使每个周期 P-MOS 导通，当 PWM 比较器翻转或过电压保护条件发生或电流限制条件发生时，P-MOS 管将被关闭，N-MOS 管开启。当 P-MOS 管重新开启或监测到反向电流时，N-MOS 管将被关闭。

如果监测到反向电流且电感最大电流低于 50mA，EA4031 将进入 PFM 模式，由此减小轻载时的工作电流。

1)、过电流保护(OCP)

EA4031 工作于 DC/DC 模式时，其内部过电流保护电路一直监视通过 P-MOS 管的电流。当此电流大于电流限制值（ I_{LIMIT} ）时，P-MOS 管将被关闭，防止电感电流进一步增加；在下一个脉冲，如果 P-MOS 管电流已经小于电流限制值（ I_{LIMIT} ），芯片将从过电流保护状态恢复到正常工作。但是，一旦再次发生过电流情况，P-MOS 管会即时被关闭，并重新进入过电流保护状态。

2)、欠压保护（UVLO）

EA4031 工作于放电模式时，电池电压低于欠压保护值时，芯片关闭放电功能。该保护具有锁存功能，欠压保护后，只有插入充电器进入一次充电后，再移除充电器，才能恢复放电功能。

3)、短路保护

当 OUT 端短路至地时，EA4031 将进入降频工作模式，同时降低电感峰值电流，通过降低电路的工作频率，来大大减少电池端的输入电流，同时有效的降低电路的发热。

短路故障去除后，电路会立刻进入正常的 DC/DC 工作模式。

4)、同步整流管

EA4031 内部提供了一个 N-MOS 同步整流管，这样，可以使外部无需额外的肖特基整流二极管，同时 N-MOS 管的导通压降要低于通常的肖特基整流二极管，从而提高电路的效率。

5)、过热保护(OTP)

当 EA4031 电路内部温度超过过热保护阈值（ T_{OTP2} ）时，电路将关闭 P-MOS 和 N-MOS 管，禁止输出电压；当芯片工作温度降至过热保护恢复阈值（ $T_{OTP2} - T_{OTP-HYS2}$ ）时，电路将回到正常工作状态，下一个周期 P-MOS 将自动开启。

充电管理工作模式

当 AP 端电压 (AP) 大于电池电压 250mV ($V_{AP} > V_{BAT} + 250mV$) 时, EA4031 即开始一个充电周期。

如果 BAT 端电压小于涓流充电阈值电压 (V_{TRIKL}), 电池将进入涓流充电状态, 在该状态下, 电池的充电电流为所设定充电电流 (I_{CHG}) 的 1/10, 对电池进行安全预处理。

如果涓流充电可以使电池电压升高至 V_{TRIKL} 之上, 则电池将进入预充电状态, 该状态下电池的充电电流为所设定充电电流的 1/10, 使电池电压提高至安全的水平, 以进行全电流充电。

当涓流充电结束后, 充电器将进入恒定电流充电模式, 给电池提供所设定充电电流。当 BAT 端电压接近充电电压值 (V_{CV}) 时, EA4031 进入恒定电压充电模式, 充电电流开始下降。当充电电流下降至所设定充电电流的 1/10 时, 电路在 VLED 端给出充电结束信号, 表示电池已经充满。此时, 可以认为一个充电周期结束。

1)、设定充电电流

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。设定电阻器和充电电流采用下列公式来计算:

$$I_{CHG} = (V_{SET} / R_{PROG}) \times 40000$$

RPROG (K)	200K	150K	120K	100K	80K	72K
IBAT (mA)	200mA	266mA	330mA	400mA	500mA	550mA

2)、充电结束

当 BAT 端电压达到恒压浮充电压 (V_{CV}) 后, 充电电流下降至所设定充电电流的 1/10 时, 可以认为一个充电周期结束。

3)、过热保护 (OTP1)

充电模式下, 当 EA4031 电路内部温度超过过热保护阈值 (T_{OTP1}) 时, 温度上升此温度开始降低电流, 降低电路的功耗, 以保护电路不至于损坏; 当芯片工作温度低于过热保护阈值 (T_{OTP1}) 时, 电路将回到正常的充电状态。

NTC 功能

EA4031 在充电时具有温度监测功能, 以保护电池不因温度过高或过低继续充电而损坏。电池温度检测功能是通过监测 NTC 管脚电压实现的, NTC 管脚电压是电池内的 NTC 热敏电阻和 AP 外部电阻并联得到的。EA4031 将 NTC 管脚上的电压 V_{NTC} 与 $70\% \cdot V_{AP}$ 和 $45\% \cdot V_{AP}$ 阈值电压进行比较, 并在 $V_{NTC} > 70\% \cdot V_{AP}$ 或者 $V_{NTC} < 45\% \cdot V_{AP}$, 关闭充电功能。

以 RNTC 电阻为常温 100K 的 NTC 电阻为例, 如果需要在 $-10^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$ 的区间外进行保护, 分压电阻 R1 的取值应为 25K Ω , 分压电阻 R2 的取值应为 66K Ω 。

LED 灯状态

EA4031 提供了一个开漏结构输出 LED 端, 外部通过一个指示灯 (LED) 连接到一个高电平, LED 灯恒流 4mA。电路根据不同的充电状态, 控制 LED 端的输出 (高阻、低电平、方波), 通过外接的 LED 指示对应的充电状态, 如下表所示。

状态	充电中	充满	放电	充电状态未接电池	放电短路
LED 灯	1Hz 闪烁	常亮	灭	高速闪烁	10Hz 高速闪烁

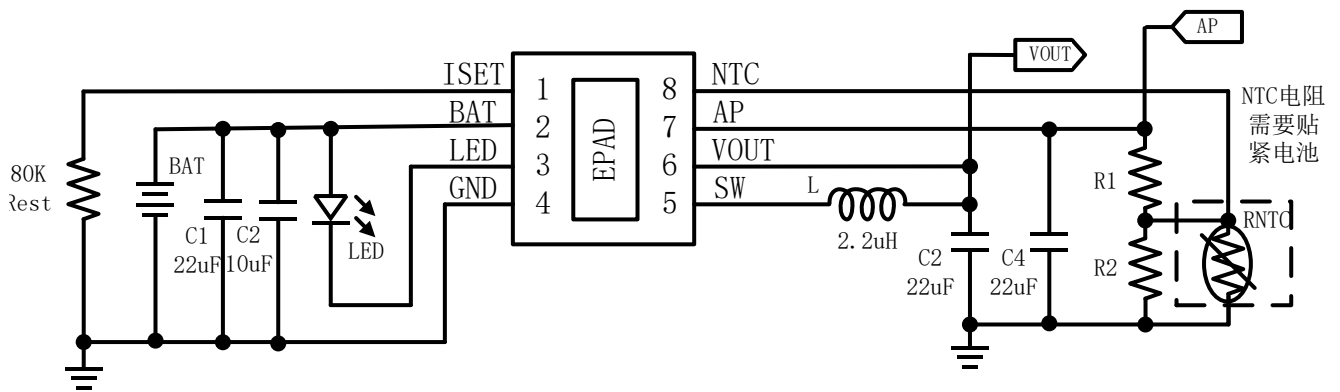
PCB 注意事项

1. 大电流回路，例如:BAT，GND 走线尽量宽，底层可以全部铺地。
2. 供电引脚 BAT 端电容尽量靠近芯片。
3. 电感 L 靠近 SW 管脚；
4. 地设置尽量多的过孔连接到底层，降低地回路阻抗。

应用注意事项

1. 地线连接到电池，地线尽可能的短。最好小于 3cm。
2. 芯片异口应用，放电端口不可接 5V,即不可放进充电盒里充电。

典型应用说明



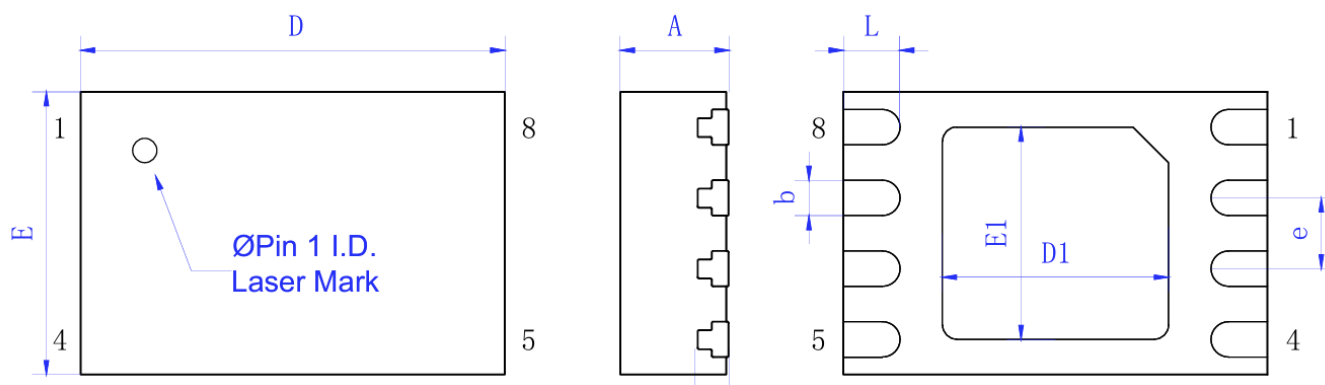
温馨提示：芯片没有防反接保护功能，反接电路会导致 IC 损坏。

装外形尺寸图

Top view

Side view

Bottom view



	SYMBOL	MIN	NOM	MAX
TOTAL THICKNESS	A	0.70	0.75	0.80
STAND OFF	A1	0.00	—	0.05
L/F THICKNESS	A2	0.18	0.20	0.25
LEAD WIDTH	b	0.20	0.25	0.30
BODY SIZE X	D	2.90	3.00	3.10
BODY SIZE Y	E	1.90	2.00	2.10
EP SIZE X	D1	1.50	1.60	1.70
EP SIZE Y	E1	1.40	1.50	1.60
LEAD PITCH	e	0.50BSC		
LEAD LENGTH	L	0.35	0.40	0.45

DFN2X3 8L 封装外形尺寸图