



5V输入PFM升压型4节串联锂电池充电控制电路

概述:

HX8304是一款工作于3.0V到6.5V的PFM升压型4节锂电池充电控制集成电路。HX8304采用恒流和恒压模式(Quasi-CV™)对电池进行充电管理,内部集成有基准电压源,电感电流检测单元,电池电压检测电路和片外场效应晶体管驱动电路等,具有外部元件少,电路简单等优点。

当接通输入电源后, HX8304进入充电状态, 控制片外N沟道MOSFET导通, 电感电流上升, 当上升到外部电流检测电阻设置的上限时, 片外N沟道MOSFET截止, 电感电流下降, 电感中的能量转移到电池中。当电感电流下降到外部电流检测电阻设置的下限时, 片外N沟道MOSFET再次导通, 如此循环。当BAT管脚电压第一次达到内部设置的16.8V(典型值)时, HX8304进入准充电模式, 以较小电流对电池充电。只有当BAT管脚电压第二次达到16.8V时, 充电过程才结束, 片外N沟道MOSFET保持截止状态。当BAT管脚电压下降到再充电阈值时, HX8304再次进入充电状态。

HX8304最高工作频率可达1MHz, 工作温度范围从-40℃到+85℃。

当电池电压低于输入电压或电池短路时, HX8304在片外N沟道MOSFET和P沟道MOSFET的共同作用下, 用较小电流继续对电池充电, 对电池起到保护作用。

其他功能包括芯片使能输入, 状态指示输出端等。

HX8304采用8管脚的SOP8封装。

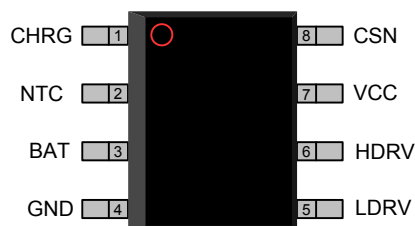
应用:

- 4节锂电池充电控制
- POS机, 电风扇
- 音响
- 独立充电器

特点:

- 输入电压范围: 3.0V 到 6.5V
- 工作电流: 280微安@VIN=5V
- 电感电流检测
- 高达1MHz开关频率
- 恒压充电模式补偿电池内阻和电池连接线电阻产生的电压损失
- 自动再充电功能
- 高达35W输出功率
- 当电池电压低于输入电压或者电池短路时, 以较小电流充电。
- 输入电源的自适应功能
- 芯片NTC电池温度检测和使能复用
- 电池端过压保护
- 状态指示输出
- 工作温度范围: -40℃到85℃
- 8管脚SOP8封装
- 产品无铅, 满足rohs指令要求, 不含卤素

管脚排列图:





典型应用电路:

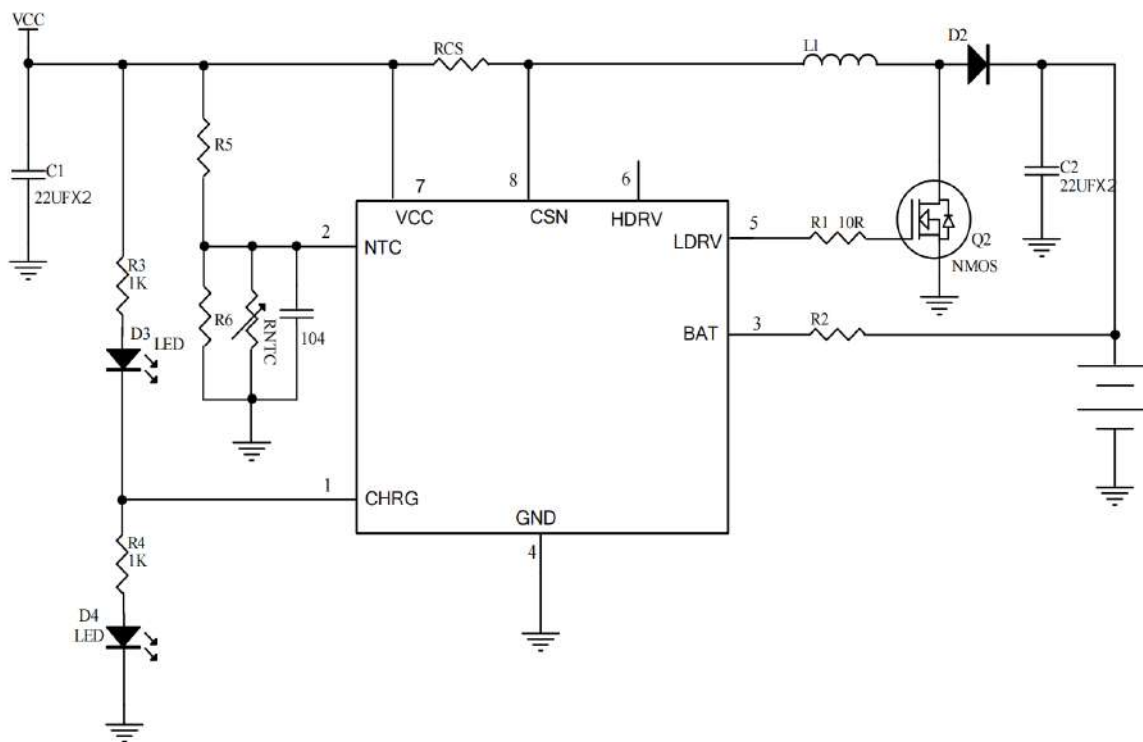


图 1 典型应用电路(不考虑电池电压过低或电池短路保护)

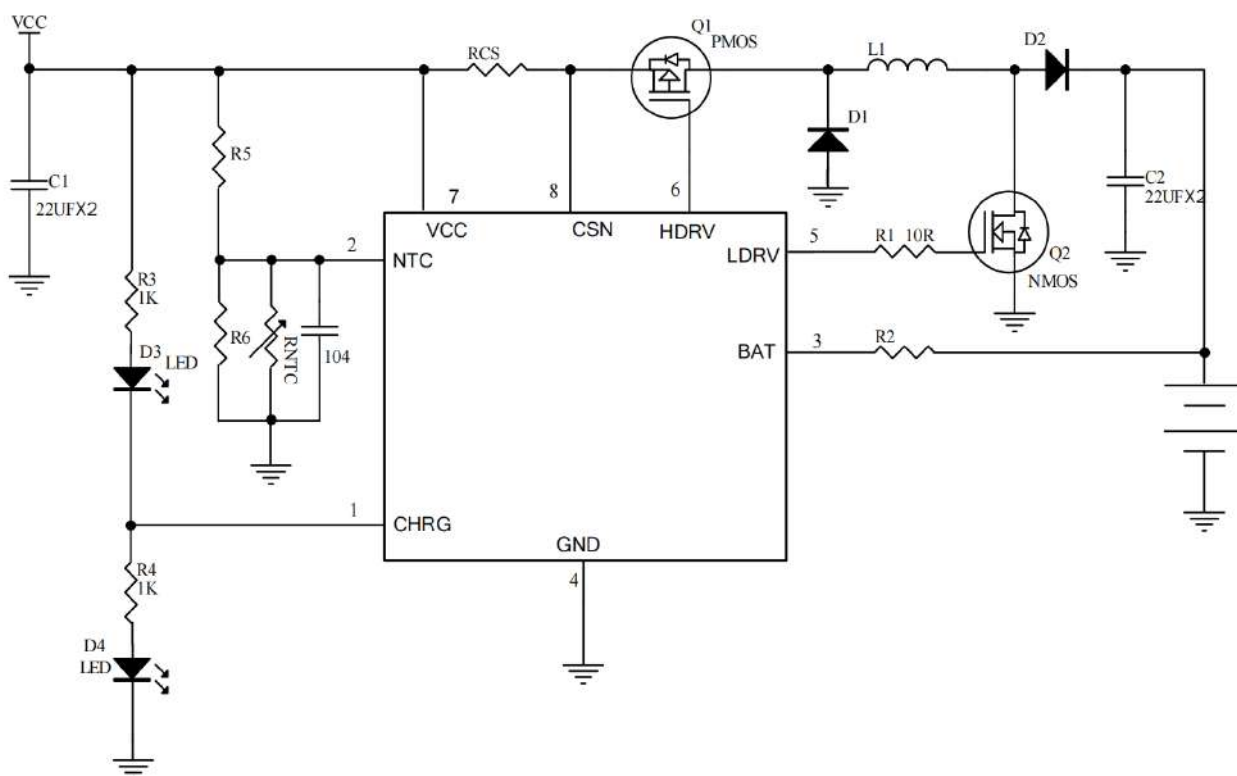


图 2 典型应用电路(电池电压过低或电池短路保护)



订购信息:

器件型号	封装形式	包装	器件标记
HX8304	SOP-8	盘装，每盘 4000 只	FCOD XXXX XX标示为生产周期

功能框图:

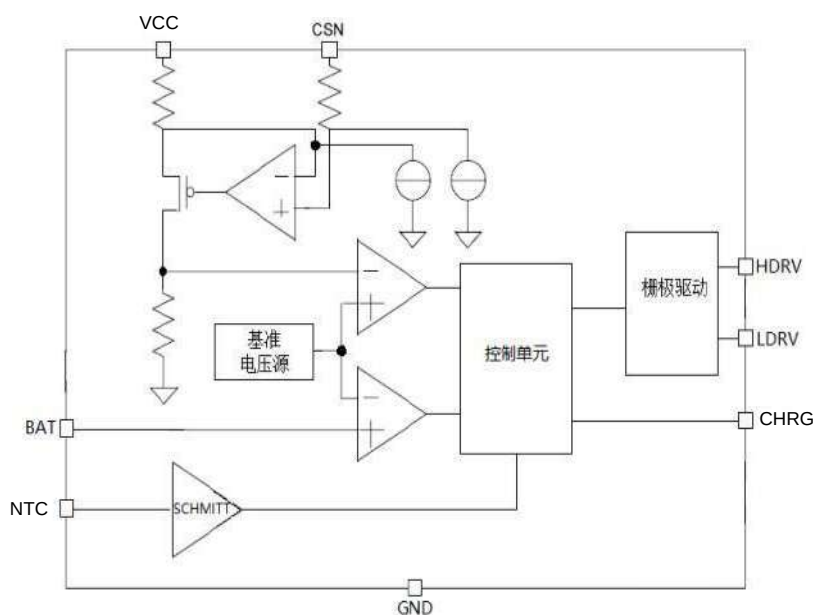


图 3 功能框图

充电电流与电池电压关系图

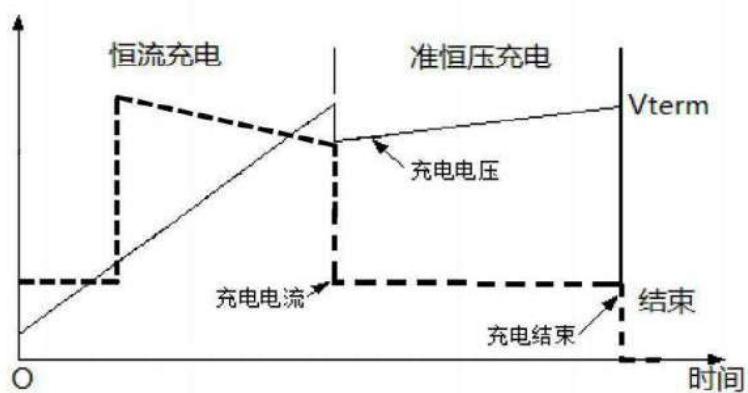


图4 充电过程



管脚描述:

CHRG (引脚1): 充电状态指示端。

当电池充电时，CHRG 管脚为高电平，表示充电状态，在充电完成时 CHRG 管脚处于低电平。

NTC(引脚2): 电池温度检测输入端。

将管脚接到电池温度系数的热敏电阻上。如果NTC管脚的电压小于输入电压的45%或者大于输入电压的80%，意味着电池温度过低或过高，则充电被暂停。

如果不需要NTC功能，将该引脚直接接到VCC。

使能功能：NTC管脚可以复用为芯片使能控制，将NTC管脚接到GND时，禁止芯片充电。

电池温度检测：

为了防止温度过高或者过低对电池造成的损害，HX8304内部集成有电池温度监测电路。电池温度监测是通过测量 NTC 管脚的电压实现的，NTC 管脚的电压是由电池内的 RNTC 热敏电阻和一个电阻分压网络实现的，如图 1 所示。

HX8304将 NTC 管脚的电压同芯片内部的两个阈值 V_{LOW} 和 V_{HIGH} 相比较，以确认电池的温度是否超出正常范围。在 HX8304内部， V_{LOW} 被固定在 $45\% \times V_{CC}$ ， V_{HIGH} 被固定在 $80\% \times V_{CC}$ 。如果 NTC管脚的电压 $V_{NTC} < V_{LOW}$ 或者 $V_{NTC} > V_{HIGH}$ ，则表示电池的温度太高或者太低，充电过程将被暂停；如果 NTC 管脚的电压 V_{TEMP} 在 V_{LOW} 和 V_{HIGH} 之间，充电周期则继续。

确定R5和R6的值：

R5和R6的值要根据电池的温度监测范围和热敏电阻的电阻值来确定，现举例说明如下：

假设设定的电池温度范围为 $T_L \sim T_H$ ，（其中 $T_L < T_H$ ）；电池中使用的是负温度系数的热敏电阻（NTC）， R_{TL} 为其在温度 T_L 时的阻值， R_{TH} 为其在温度 T_H 时的阻值，则 $R_{TL} > R_{TH}$ ，那么在温度 T_L 时，管脚 NTC 端的电压为：

$$V_{NTC-L} = \frac{R_6 \parallel R_{TL}}{R_5 + R_6 \parallel R_{TL}} \times V_{IN}$$

在温度 T_H 时，管脚 NTC 端的电压为：

$$V_{NTC-H} = \frac{R_6 \parallel R_{TH}}{R_5 + R_6 \parallel R_{TH}} \times V_{IN}$$

然后，由 $V_{NTC-L} = V_{HIGH} = k_2 \times V_{CC}$ ($k_2=0.8$)

$$V_{NTC-H} = V_{LOW} = k_1 \times V_{CC} \quad (k_1=0.45)$$

则可解得：

$$R_5 = \frac{R_{TL} R_{TH} (K_2 - K_1)}{(R_{TL} - R_{TH}) K_1 K_2}$$

$$R_6 = \frac{R_{TL} R_{TH} (K_2 - K_1)}{R_{TL} (K_1 - K_1 K_2) - R_{TH} (K_2 - K_1 K_2)}$$



同理，如果电池内部是正温度系数（PTC）的热敏电阻，则 $\alpha > 0$ ，我们可以计算得到：

$$R5 = \frac{R_{TL} R_{TH} (K_2 - K_1)}{(R_{TH} - R_{TL}) K_1 K_2}$$

$$R6 = \frac{R_{TL} R_{TH} (K_2 - K_1)}{R_{TH} (K_1 - K_1 K_2) - R_{TL} (K_2 - K_1 K_2)}$$

从上面的推导中可以看出，待设定的温度范围与电源电压Vcc是无关的，仅与R5、R6、R_{TH}、R_{TL}有关；

其中，R_{TH}、R_{TL}可通过查阅相关的电池手册或通过实验测试得到。

在实际应用中，若只关注某一端的温度特性，比如过热保护，则 R6 可以不用，而只用 R5 即可。

R5 的推导也变得简单，在此不再赘述。

BAT (引脚3): 电池电压反馈输入端。

此管脚直接连接到电池正极以检测电池电压。在电池正极和芯片 BAT管脚加一个电阻可以将电池端充电终止电压向上调整，充电终止电压应向上调整的幅度不宜超过0.4V。

电池端充电终止电压典型值由下式决定：

$$V_{bat} = 16.8 + (0.007 \times R2) \quad (V) \quad (R2单位为K)$$

GND (引脚4): 电源地。

输入电源地和电池的负极。

LDRV (引脚5): 外部N沟道功率管驱动端。

连接到外部N沟道场效应晶体管(MOSFET)的栅极。

HDRV (引脚6): 外部P沟道功率管驱动端。

连接到外部P沟道场效应晶体管(MOSFET)的栅极。

VCC (引脚7): 电源正极输入端。

电源输入，内部集成有欠压保护功能。

CSN (引脚8): 充电电流控制端。

在VCC管脚与CSN管脚之间接一个电流检测电阻 R_{cs}，用以检测充电电流。



极限参数

VCC, CSN 和 NTC管脚电压	-0.3V to 12 V	最大结温	150°C
BAT 管脚电压	-0.3V to 30V	工作温度范围...	-40°C to 85°C
CSN 与 VCC 管脚电压	-0.3V to 0.3V	存储温度.....	-65°C to 150°C
CHRG, LDRV 和 HDRV 管脚电压..	-0.3V to VCC	焊接温度(10 秒)	260°C

超出以上所列的极限参数可能造成器件的永久损坏。以上给出的仅仅是极限范围，在这样的极限条件下工作，器件的技术指标将得不到保证，长期在这种条件下还会影响器件的可靠性。

电气参数:

(VIN= 5V, TA= -40°C to +85°C, 典型值在 TA=+25°C 时测得, 除非另有说明。)

参数	符号	测试条件		最小	典型	最大	单位
输入电压范围	VCC			3.0		6.5	V
工作电流	IVCC	V _{BAT} =17.1V，No Switching		200	280	360	uA
关断电流	I _{off}	NTC管脚低电平			0	2	uA
开关频率	f _{sw}			200		1000	KHz
电感电流检测比较器							
检测电压高端阈值	V _{CSN}	恒流	(VCC－V _{CSN}) 从0V上升，直到 V _{LDRV} < 0.5V	95	110	125	mV
		准恒压		21		41	
CSN管脚输入电流	I _{CSN}					15	uA
BAT管脚							
BAT管脚充电终止阈值	V _{BAT}	BAT管脚电压上升		16.63	16.8	16.97	V
BAT管脚再充电阈值	V _{RECHRG}	BAT管脚电压下降		15.78	15.95	16.12	V
BAT管脚电流	I _{BAT}	VCC=0V, V _{BAT} =16.8V		10		30	uA
LDRV管脚							
LDRV管脚输出电流		V _{CSN} = VCC, V _{DRV} = 0.5 × VCC		0.65			A
LDRV管脚下拉电流		V _{CSN} = VCC－0.2V， V _{LDRV} = 0.5 × VCC		0.65			A
LDRV输出高电平	V _{OH}	I _{LDRV} = 5mA		VCC－0.3			V
LDRV输出低电平	V _{OL}	I _{LDRV} = －5mA				0.3	V
HDRV管脚							
HDRV管脚输出电流		V _{CSN} = VCC, V _{DRV} = 0.5 × VCC		0.8			A
HDRV管脚下拉电流		V _{CSN} = VCC－0.2V， V _{HDRV} = 0.5 × VCC		0.8			A
HDRV输出高电平	V _{OH}	I _{HDRV} = 5mA		VCC－0.3			V
HDRV输出低电平	V _{OL}	I _{HDRV} = －5mA				0.3	V
NTC管脚							
引脚低翻换电压	V _{NTC-L}			45			%VCC
引脚高翻换电压	V _{NTC-H}			80			%VCC
CHRG 管脚							
引脚输出高电平	I _{CHRG}	V _{CHRG} =5V，充电模式		10			mA



工作原理

HX8304是一款PFM升压型 4 节锂电池充电控制集成电路。HX8304输入电压范围3.0V到6.5V，内部集成有基准电压源，电感电流检测单元，电池电压检测电路，输出过压保护电路，电池电压过低保护单元，控制单元和片外场效应晶体管驱动电路等，非常适合5V输入，为 4 节锂电池的充电控制应用，具有外部元件少，功能多，电路简单等优点。

当接通输入电源后，HX8304进入充电状态，CHRG管脚输出高电平，片外N沟道场效应晶体管导通，电感电流上升，输出电容中的能量转移到电池中。当电感电流上升到外部电流检测电阻设置的上限时，片外N沟道场效应晶体管截止，电感电流下降，电感中的能量转移到输出电容和电池中。当电感电流下降到外部电流检测电阻设置的下限时，片外N沟道场效应晶体管再次导通，如此循环。电池电压经过芯片内部的电阻分压网络反馈到电压比较器，当BAT管脚电压第一次达到16.8V(典型值)时，经过去抖动延时，HX8304进入准恒压充电状态，输入电流降低到恒流时的30%左右，所以充电电流也降低。当电池电压第二次达到16.8V时，经过去抖动延时后，充电过程结束，片外N沟道MOSFET截止，HX8304进入充电结束状态，CHRG管脚输出低电平。在充电结束状态，没有电流从输入端流向电池。当BAT管脚电压下降到再充电阈值 15.9V(典型值)时，HX8304再次进入充电状态。HX8304最高工作频率可达1MHz。

HX8304为升压型充电控制集成电路，正常情况下，电池电压高于输入电压。在某些情况下，如果电池电压低于输入电压，甚至电池短路，那么片外N沟道场效应晶体管关断时间延长，充电电流变小，对电池起到保护作用。其他功能包括芯片使能输入端，BAT管脚过压保护等。

充电状态指示

HX8304有充电输出的状态指示端，当充电器处于充电状态时，CHRG 输出高电平，在其它状态，CHRG 处于低电平。

充电状态	CHRG
充电	高电平
电池充满	低电平
电池未接	低电平
NTC接地	低电平

充电电流设定

在应用电路中，HX8304通过连接在VCC和CSN管脚之间的电流检测电阻 R_{cs} 设置电流。

因此充电电流可通过下面的式子设定：

$$I_{BAT} = 110\text{mV} / R_{cs} / 3$$

I_{BAT} 单位是毫安 (mA)

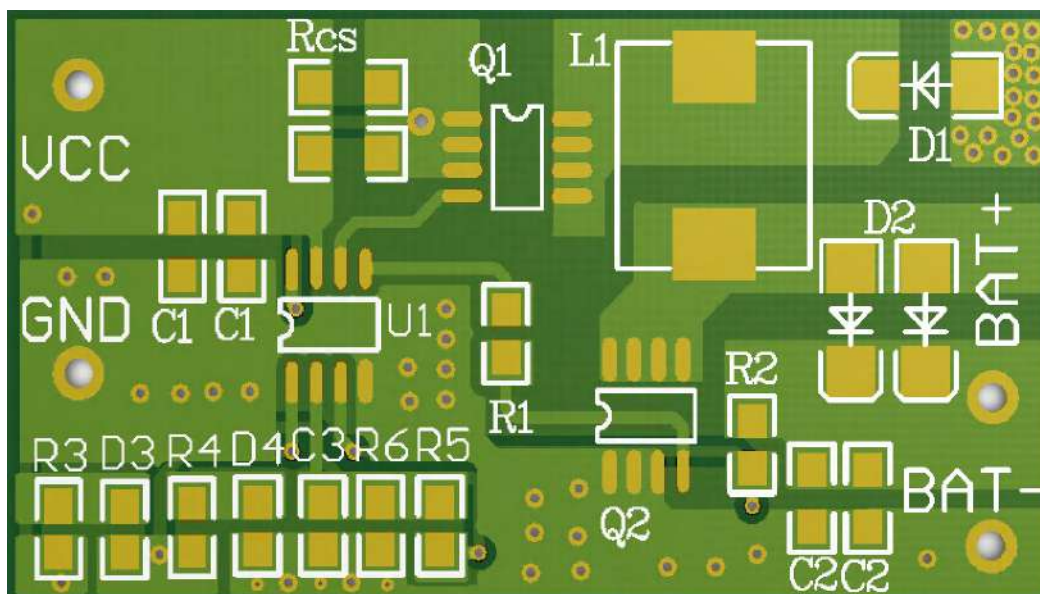
R_{cs} 单位是欧姆 (Ω)



设计PCB注意事项

对于主路电流和电源到地的路径，使用宽且短的线。输入电容应尽可能的靠近芯片VCC管脚和 R_{CS} 电阻上，地线要尽量宽，尽可能地将地端靠近芯片放置。电流检测电阻 R_{CS} 要尽量靠近输入电源的滤波电容。

根据所需要的开关频率确定电感值。开关频率最低200KHz，最高1MHz。一般开关频率选择在300KHz到600KHz之间可以达到比较好的转换效率和电感尺寸平衡。



下表列出了一些典型应用所对应的电路参数。由于用户产品的技术要求，应用条件和应用环境千差万别，下表所列信息是根据典型情况进行计算，仅供参考。用户需要根据产品的具体技术要求，应用条件和应用环境等因素做差别设计。

IBATT	充电电流 0.5A	充电电流 1A	充电电流 2A
输入滤波电容 C1	2个22uF,0805 电容并联	3个 22uF,0805 电容并联	4个 22uF,0805 电容并联
二极管 D1	SS24	SS24	SS24
二极管 D2	SS34 或 SS54	SS54 或 1N5824	SS54 或 1N5824
N 沟道 MOS Q2	AO4468	AO4468, AO4410	AO4468, AO4410
P 沟道 MOS Q1	NCE9435	AO4407	AO4407
电流检测电阻 R_{CS}	0.062 Ω ,0.25W	0.035 Ω ,0.5W	0.018 Ω ,0.5W
电感 L1	4.7uH, $I_{SAT}>5A$	2.2uH, $I_{SAT}>7A$	2.2uH, $I_{SAT}>10A$
输出滤波电容 Co	2个22uF,0805 电容并联	3个 22uF,0805 电容并联	4个 22uF,0805 电容并联



封装信息

