高精度的单节锂电池充放电保护芯片

概述

DW01A 是一款高精度的单节锂电池充放电保护芯片。芯片内部集成了高精度的过电压充电保护、过电压放电保护、充电过流保护、放电过流保护、负载短路保护、0V 锂电池充电允许和充电器检测等功能，以保证锂电池的安全和稳定可靠。DW01A 通过和外部的两个充放电控制功率管搭配应用，特别适用于单节锂离子或者锂聚合物可充电电池的保护。

DW01A 对每种保护功能的检测都设置了一定的延迟时间，只有在保护条件持续发生到相应的延迟时间以后，对应的保护动作才会响应。同样的，DW01A 对每种保护功能的恢复也都设置了一定的延迟时间。从而保证了 DW01A 的每种保护功能的精确和可靠。

DW01A 采用极小型的 SOT 封装，同时在应用电路上只需要极少的外部元器件，极大的节省了方案成本。非常适用于需要集成到锂电池的电池包里面的保护板方案。

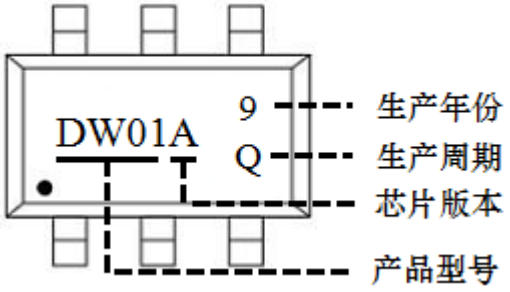
DW01A 的工作电流极低，其过电压放电保护后的待机电流低至 0.7μA，可满足对芯片工作电流要求高的小容量锂电池方案的应用。

不适用于无线和射频信号排布及屏蔽太差的产品，另请客户使用本产品前务必做成品整机验证。

封装

- 提供SOT-23-6L 封装
- 符合RoHS标准，无铅无卤

印章说明



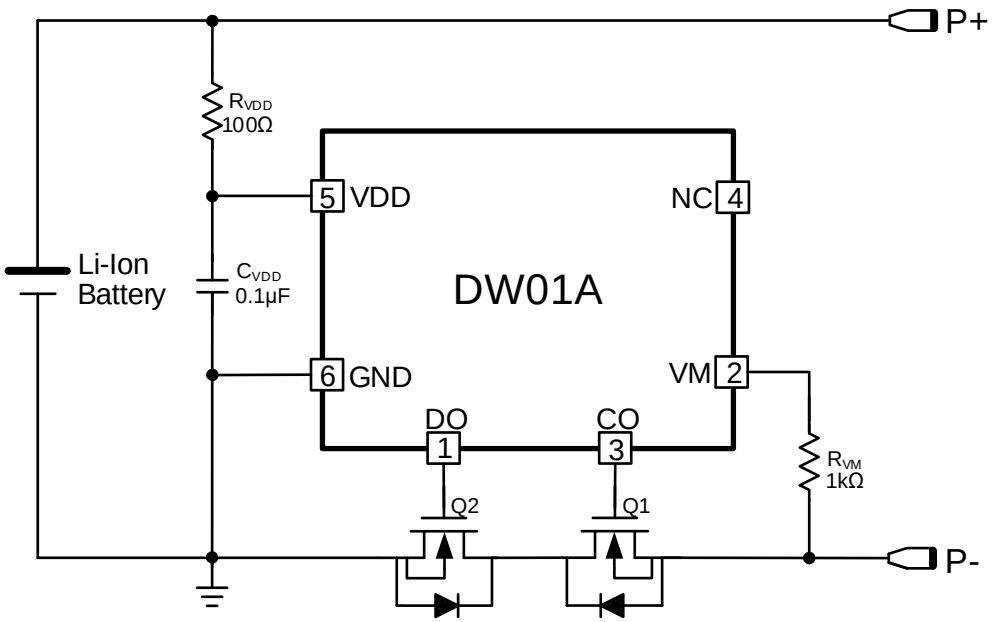
特点

- 过电压充电保护电压阈值：4.3V±50mV
- 过电压充电保护恢复阈值：4.1V±50mV
- 过电压放电保护电压阈值：2.4V±30mV
- 过电压放电保护恢复阈值：3.0V±75mV
- 充电过流保护电压阈值：-170mV±30mV
- 放电过流保护电压阈值：170mV±30mV
- 负载短路保护电压阈值：1.25V±0.25V
- 芯片工作电流低，典型值2.3μA
- 过电压放电保护后的待机电流低至0.7μA
- 过电压充电保护恢复不需要先拔充电器
- 过电压放电保护后可自恢复
- 放电过流保护后可自恢复
- 负载短路保护后可自恢复
- 首次安装锂电池时芯片免激活
- 0V锂电池充电允许功能
- 锂电池反接保护功能
- 充电器反接保护功能
- 充电器检测功能

应用

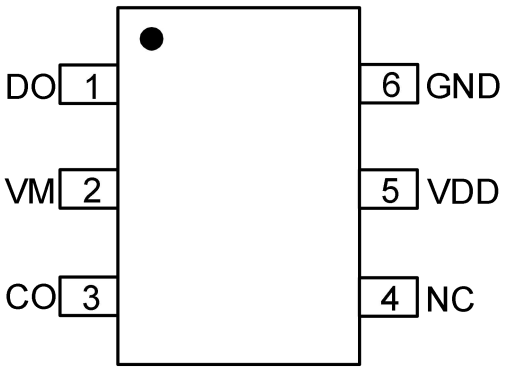
- 单节锂电池的充放电保护电路
- 高精度的单节锂电池保护板
- 单节锂电池供电的电子设备

典型应用电路


P+
RVDD
100Ω
5 VDD
NC 4
Li-Ion
Battery
CVDD
0.1μF
DW01A
6 GND
VM 2
DO
1
CO
3
RVM
1kΩ
Q2
Q1
P-

引脚定义

（正面视图）

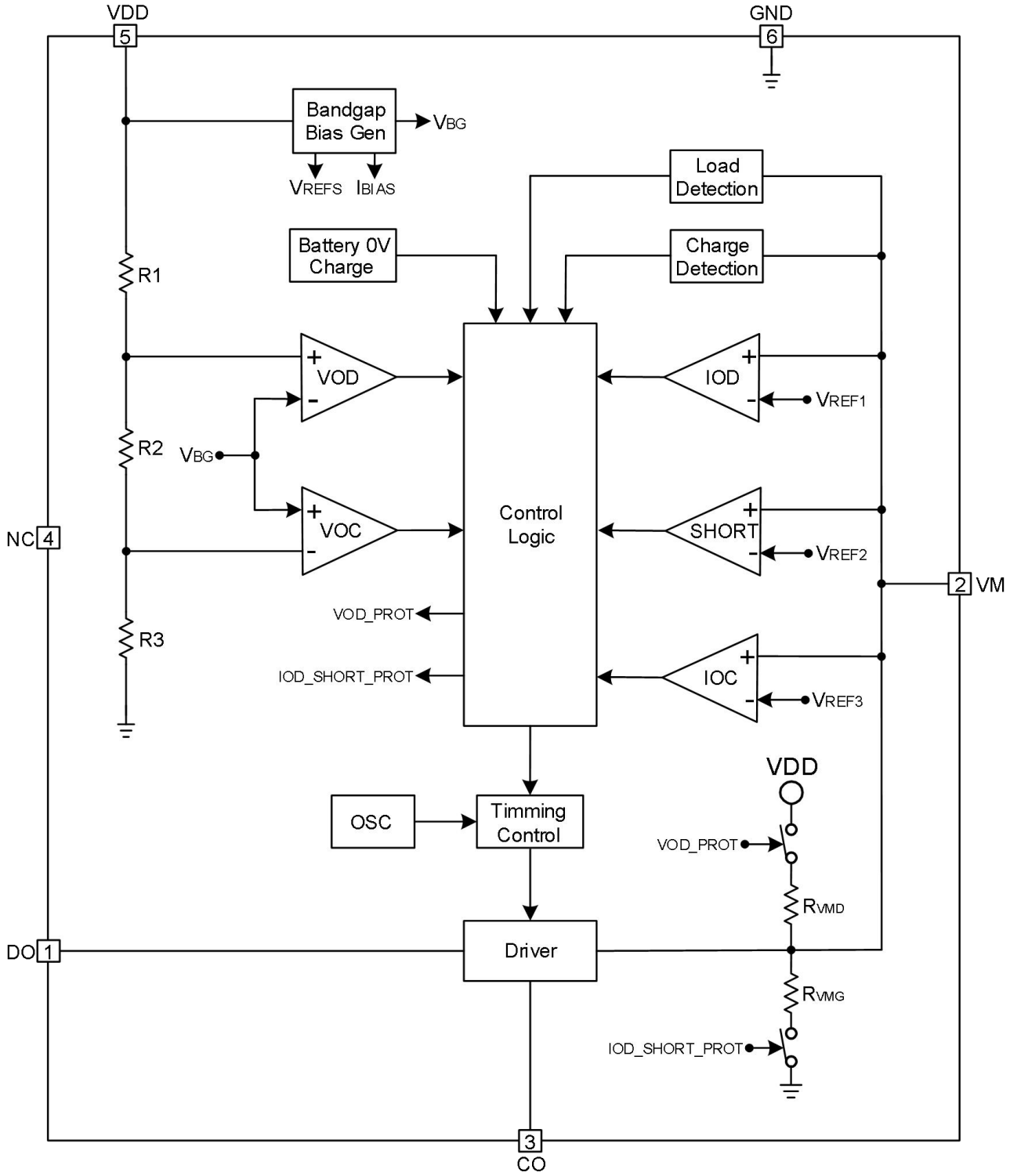


SOT-23-6L

引脚描述

引脚名称	引脚编号	引脚功能
DO	1	放电控制输出端，连接外部放电功率管 Q2 的栅极。
VM	2	充放电电流检测输入端，通过一个限流电阻连接到外部充电功率管 Q1 的源极。
CO	3	充电控制输出端，连接外部充电功率管 Q1 的栅极。
NC	4	无连接
VDD	5	电源输入端，锂电池的正极经过一个 RC 滤波后连接到该引脚。
GND	6	芯片地，连接到锂电池的负极和外部放电功率管 Q2 的源极。

功能框图


VDD
5
GND
6
Bandgap
Bias Gen
VBG
VREFS
IBIAS
Load
Detection
Battery 0V
Charge
Charge
Detection
R1
VOD
IOD
VREF1
R2
VBG
VOC
Control
Logic
SHORT
VREF2
NC
4
2
VM
VOD_PROT
R3
IOD_SHORT_PROT
IOC
VREF3
VDD
OSC
Timming
Control
VOD_PROT
RVMD
DO
1
Driver
RVMG
IOD_SHORT_PROT
3
CO

工作原理

功能简介

DW01A 是一款高精度的单节锂电池充放电保护芯片。芯片内部集成了高精度的过电压充电保护、过电压放电保护、充电过流保护、放电过流保护、负载短路保护、0V 锂电池充电允许和充电器检测等功能，以保证锂电池的安全和稳定可靠。 DW01A 通过和外部的两个充放电控制功率管 Q1 和 Q2 搭配应用，特别适用于单节锂离子或者锂聚合物可充电电池的保护。

在正常工作状态下，如果对锂电池进行充电， DW01A 可能会进入过电压充电保护状态或者充电过流保护状态；同时，满足一定的恢复条件后， DW01A 又会恢复到正常工作状态。如果对锂电池进行放电， DW01A 可能会进入过电压放电保护状态或放电过流保护状态；同时，满足一定的恢复条件后， DW01A 又会恢复到正常工作状态。

正常工作状态

如果锂电池的电压在过充电保护电压阈值 V_{OC} 和过放电保护电压阈值 V_{OD} 之间，并且 VM 脚的电压在充电过流保护电压阈值 V_{IOC} 和放电过流保护电压阈值 V_{IOD} 之间，则 DW01A 的充电控制输出端 CO 和放电控制输出端 DO 都会输出高电平，使得充电控制功率管 Q1 和放电控制功率管 Q2 均导通。这个状态称为正常工作状态，此时可以对锂电池进行正常的充电和放电。

过电压充电保护

在正常工作状态下对锂电池进行充电，如果锂电池的电压大于过电压充电保护电压阈值 V_{OC}，且持续的时间超过了过电压充电保护检测延迟时间 T_{VOC}，则充电控制输出端 CO 会马上由高电平转为 VM 端电平（低电平）来关闭充电控制功率管 Q1，充电过程被终止。 DW01A 开始进入过电压充电保护状态。

DW01A 的过电压充电保护状态存在以下两种恢复条件：

1、 锂电池通过自放电使得电池电压下降到低于过电压充电恢复电压阈值 V_{OCR}，且持续的时间超过了过电压充电保护恢复延迟时间 T_{VOCR} 时，过电压充电保护状态释放， DW01A 恢复到正常工作状态。

2、 移开充电器并接上负载对锂电池进行放电，当锂电池的电压下降到低于过电压充电保护电压阈值 V_{OC}，且持续的时间超过了过电压充电保护恢复延迟时间 T_{VOCR} 时，过电压充电保护状态释放， DW01A 恢复到正常工作状态。

DW01A 恢复到正常工作状态以后，充电控制输出端 CO 将输出高电平，使外接的充电控制功率管 Q1 重新回到导通状态。

过电压放电保护

在正常工作状态下对锂电池进行放电，如果锂电池的电压小于过电压放电保护电压阈值 V_{OD}，且持续的时间超过了过电压放电保护检测延迟时间 T_{VOD}，则放电控制输出端 DO 会马上输出低电平来关闭放电控制功率管 Q2，放电过程被终止。

DW01A 开始进入过电压放电保护状态。 DW01A 进入过电压放电保护状态以后，VM 脚的电压由芯片内部的上拉电阻 R_{VMD} 上拉到 VDD，芯片进入低功耗模式，其待机电流仅需 0.7uA。

DW01A 的过电压放电保护状态存在以下两种恢复条件：

1、 连接充电器对锂电池进行充电，并使得 DW01A 的 VM 脚电压低于充电器检测电压阈值 V_{CHG}；当锂电池电压上升到高于过电压放电保护电压阈值 V_{OD}，且持续的时间超过了过电压放电保护恢复延迟时间 T_{VODR} 时，过电压放电保护状态释放， DW01A 恢复到正常工作状态。

2、 不使用充电器对锂电池进行充电，由于锂电池去掉负载后的“自升压”特性而使得锂电池电压高于过电压放电保护恢

复电压阈值 V_{ODR}，且持续的时间超过了过电压放电保护恢复延迟时间 T_{VODR} 时，过电压放电保护状态释放，DW01A 恢复到正常工作状态。

DW01A 恢复到正常工作状态以后，放电控制输出端 DO 将输出高电平，使外接的放电控制功率管 Q2 重新回到导通状态。

充电过流保护

在正常工作状态下对锂电池进行充电，如果充电电流过大，使得 DW01A 的 VM 脚电压低于充电过流保护电压阈值 V_{IOC}，且持续的时间超过充电过流保护检测延迟时间 T_{IOC}，则充电控制输出端 CO 马上由高电平转为 VM 端电平（低电平）来关闭充电控制功率管 Q1，充电过程被终止， DW01A 开始进入充电过流保护状态。

DW01A 进入充电过流保护状态后，如果将充电器断开同时接入负载对锂电池进行放电，使得 DW01A 的 VM 端电压高于充电过流保护电压阈值 V_{IOC} 时，充电过流保护状态释放， DW01A 恢复到正常工作状态。

DW01A 恢复到正常工作状态以后，充电控制输出端 CO 将输出高电平，使外接的充电控制功率管 Q1 重新回到导通状态。

放电过流保护和负载短路保护

在正常工作状态下对锂电池进行放电，如果放电电流过大，使得 DW01A 的 VM 脚电压高于放电过流保护电压阈值 V_{IOD}，且持续的时间超过放电过流保护检测延迟时间 T_{IOD}，则放电控制输出端 DO 会马上输出低电平来关闭放电控制功率管 Q2，放电过程被终止。 DW01A 开始进入放电过流保护状态。

如果放电负载发生短路的异常情况时，使得锂电池的放电电流进一步增加，导致 DW01A 的 VM 脚电压高于负载短路保护电压阈值 V_{SHT}，且持续的时间超过负载短路保护检测延迟时间 T_{SHT}，则放电控制输出端 DO 会马上输出低电平来关闭放电控制功率管 Q2，放电过程被终止。 DW01A 开始进入负载短路保护状态。

DW01A 进入放电过流保护状态或者负载短路保护状态后， DW01A 的 VM 脚电压将被负载上拉到 VDD 电平。同时 VM 脚在芯片内部通过下拉电阻 R_{VMG} 连接到 GND。如果此时移除放电负载使得 P+和 P-之间阻抗变大，则 VM 脚电压将会通过电阻 R_{VMG} 下拉而逐渐下降，当 VM 电压低于负载短路保护电压阈值 V_{SHT}，且持续的时间超过负载短路保护恢复延迟时间 T_{SHTR} 时，放电过流保护和负载短路保护状态释放， DW01A 恢复到正常工作状态。因此，在放电过流保护或者负载短路保护状态下，当所有的放电负载被移除后， DW01A 即可自恢复。

DW01A 恢复到正常工作状态以后，放电控制输出端 DO 将输出高电平，使外接的放电控制功率管 Q2 重新回到导通状态。

充电器检测

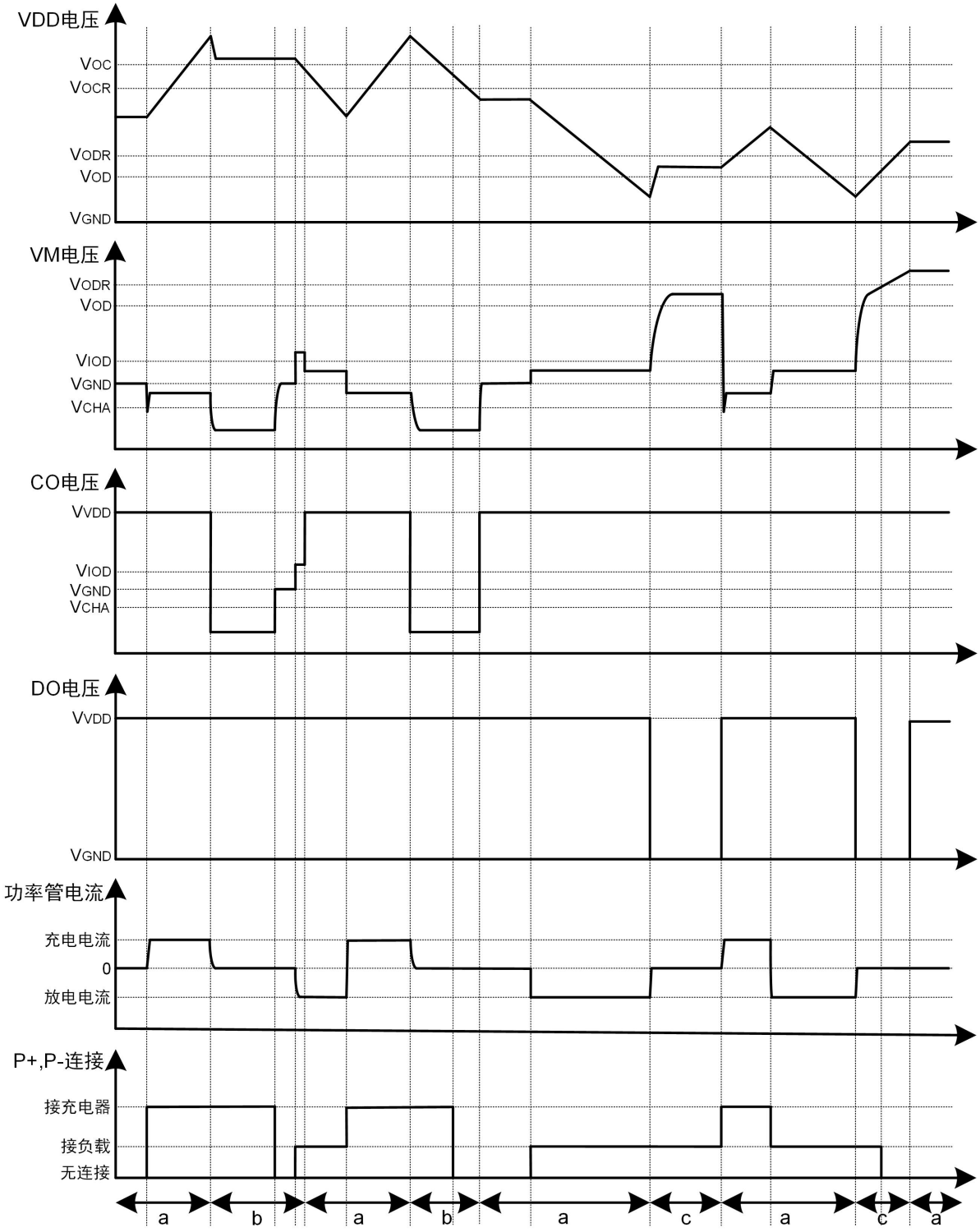
当 DW01A 处于过电压放电保护状态时，如果外部接入充电器，使得 DW01A 的 VM 脚电压低于充电器检测电压阈值 V_{CHG}，则锂电池的电压只需要大于过电压放电保护电压阈值 V_{OD}， DW01A 即可恢复到正常工作状态；如果充电器电压不能使得 DW01A 的 VM 脚电压低于充电器检测电压阈值 V_{CHG}，则锂电池的电压必须大于过电压放电保护恢复电压阈值 V_{ODR}， DW01A 才能恢复到正常工作状态。这就是 DW01A 的充电器检测功能。

0V 锂电池充电允许

DW01A 的 0V 锂电池充电允许功能用于对已经放电到 0V 的锂电池进行充电。当连接到 P+和 P-之间的充电器电压高于 0V 充电允许的充电器电压阈值 V_{0V_CHG} 时， DW01A 的充电控制输出端 CO 被连接到 VDD 端，使得外接的充电控制功率管 Q1 的栅极-源极电压差高于其栅极-源极开启电压 V_{TH}，充电控制功率管 Q1 开始导通。此时放电控制功率管 Q2 仍然保持关闭，充电电流通过放电控制功率管 Q2 的寄生体二极管流过，从而对 0V 锂电池进行充电。当锂电池的电压升高至大于过电压放电保护电压阈值 V_{OD} 时，放电控制功率管 Q2 开始导通， DW01A 恢复到正常工作状态。

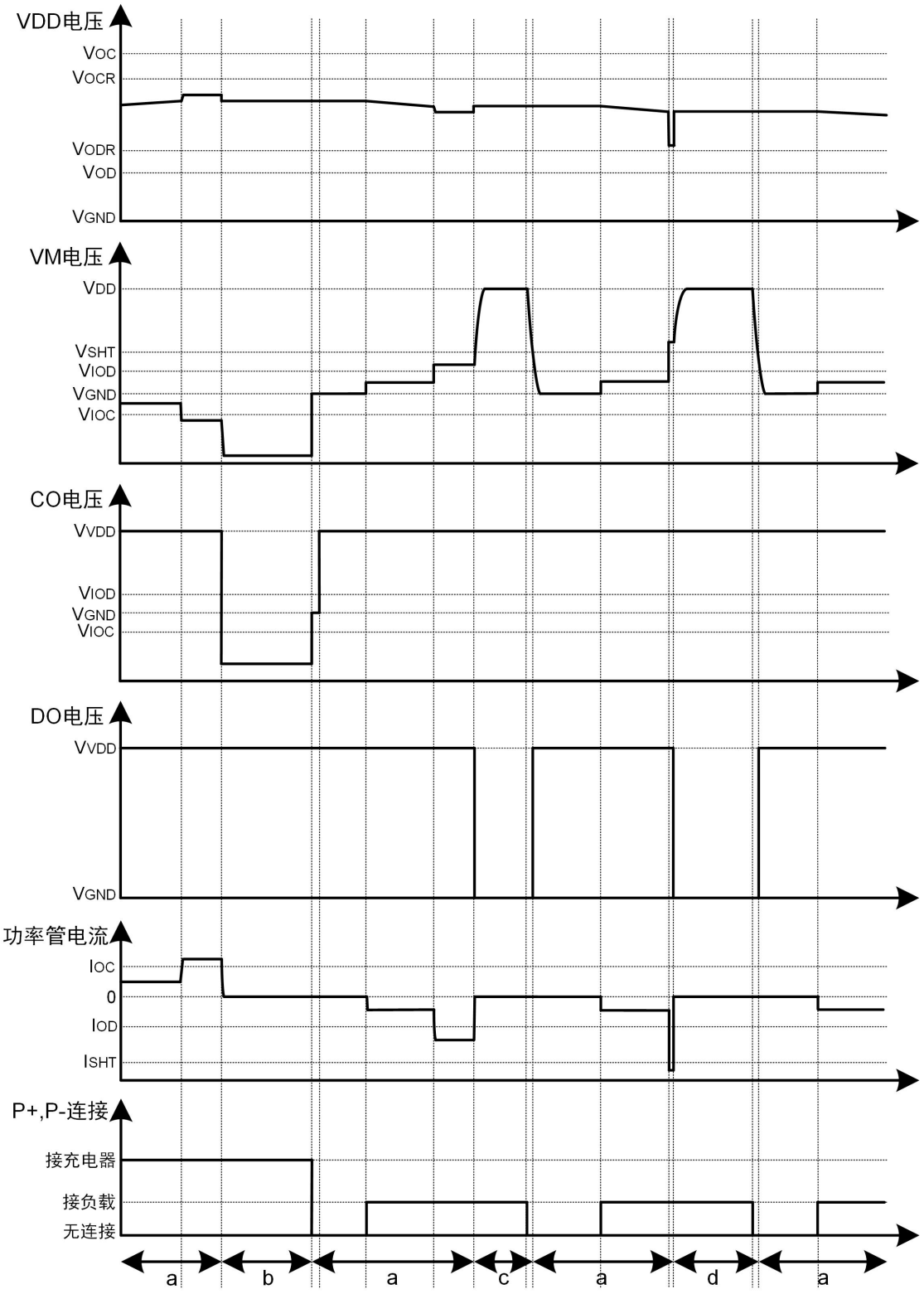
工作时序图

过电压充电保护和过电压放电保护：



a：正常工作状态；
b：过电压充电保护状态；
c：过电压放电保护状态；

充电过流保护、放电过流保护和负载短路保护：



a：正常工作状态；
b：充电过流保护状态；
c：放电过流保护状态；
d：负载短路保护状态；

绝对最大额定值 (说明 1)

- VDD (相对于 GND)---------- -0.3V to 8.0V
- DO (相对于 GND) ---------- -0.3V to VDD+0.3V
- CO, VM (相对于 VDD) ---------- -20V to 0.3V
- 封装热阻

  SOT23-6L, θ_{JA}---------- 200°C /W

  SOT23-6L, θ_{JC}---------- 32°C /W
- 工作结温范围---------- -40°C to +125°C
- 储存温度范围 ---------- -55°C to +150°C
- 引脚温度 (焊接, 10 秒) ---------- +260°C
- ESD 防护能力 **(说明 2)**

  HBM (人体静电模式) ---------- ±2000V

说明 1: 超过绝对最大额定值的条件时芯片可能会损坏，芯片实际工作在最大额定值下或者其它任何的超过推荐工作条件下都是不建议的。芯片持续工作在绝对最大额定值条件下可能会影响其寿命及可靠性。

说明 2: 芯片为 ESD 敏感器件。如果不注意 ESD 防护，整个集成电路可能会被 ESD 损坏，建议在实际应用中采取预防措施。芯片的 ESD 损坏的现象可表现为从轻微的性能下降到完全的器件故障。

推荐工作条件 (说明 3)

- VDD 输入电压范围---------- 1.0V~ 5.5V
- 工作温度范围---------- -40°C ~ +85°C

说明 3: 超出该推荐工作条件范围时，并不能保证芯片能正常工作。

电气特性参数

(V_{VDD}=3.6V, TA=25°C，除非另有说明。)

参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
电源供电						
VDD 工作电压	V_{VDD}		1.0		5.5	V
VDD 工作电流	I_{VDD}	V_{VDD}=3.6V, VM=0V	1	2.3	5	μA
VDD 过电压放电保护后待机电流	I_{SD}	V_{VDD}=2.0V, VM 悬空	0.4	0.7	1.0	μA
过充/过放电压检测						
过电压充电保护电压阈值	V_{OC}	V_{VM}=0V, VDD 从 3.6V 上升到 4.5V	4.250	4.300	4.350	V
过电压充电保护恢复电压阈值	V_{OCR}	V_{VM}=0V, VDD 从 4.5V 下降到 3.6V	4.050	4.100	4.150	V
过电压放电保护电压阈值	V_{OD}	V_{VM}=0V, VDD 从 3.6V 下降到 2.0V	2.370	2.400	2.430	V
过电压放电保护恢复电压阈值	V_{ODR}	V_{VM}=0V, VDD 从 2.0V 上升到 3.6V	2.925	3.000	3.075	V
VM 电压检测						
放电过流保护电压阈值	V_{IOD}	V_{VDD}=3.6V, VM 从 0V 上升到 0.3V	130	160	190	mV
负载短路保护电压阈值	V_{SHT}	V_{VDD}=3.6V, VM 从 0V 上升到 1.6V		1.25		V
充电过流保护电压阈值	V_{IOC}	V_{VDD}=3.6V, VM 从 0V 下降到-0.3V	-200	-170	-140	mV
充电器检测电压阈值	V_{CHG}	V_{VDD}=2.6V, VM 从 0V 下降到-0.3V		-170		mV
0V 充电允许的充电器电压阈值	V_{0V_CHG}	V_{VDD}=0V, VDD 相对 VM 加电压	1.2			V
检测延时						
过电压充电保护延时	T_{VOC}	V_{VM}=0V, VDD 从 3.6V 切换到 4.5V	40	80	120	ms
过电压充电保护恢复延时	T_{VOCR}	V_{VM}=0V, VDD 从 4.5V 切换到 3.6V	2.8	5.5	8.2	ms
过电压放电保护延时	T_{VOD}	V_{VM}=0V, VDD 从 3.6V 切换到 2.0V	20	40	60	ms
过电压放电保护恢复延时	T_{VODR}	V_{VM}=0V, VDD 从 2.0V 切换到 3.6V	2.8	5.5	8.2	ms
充电过流保护延时	T_{IOC}	V_{VDD}=3.6V, VM 从 0V 切换到-0.3V	1.2	2.5	3.8	ms
放电过流保护延时	T_{IOD}	V_{VDD}=3.6V, VM 从 0V 切换到 0.3V	4.7	9.5	14.3	ms
放电过流保护恢复延时	T_{IODR}	V_{VDD}=3.6V, VM 从 0.3V 切换到 0V	1.2	2.5	3.8	ms
负载短路保护延时	T_{SHT}	V_{VDD}=3.6V, VM 从 0V 切换到 1.6V	80	160	260	μs
负载短路保护恢复延时	T_{SHTR}	V_{VDD}=3.6V, VM 从 1.6V 切换到 0V	1.2	2.5	3.8	ms
VM 电阻						
VM 对 VDD 内部电阻	R_{VMD}	过电压放电保护后		350		kΩ
VM 对 GND 内部电阻	R_{VMG}	放电过流保护或负载短路保护后		20		kΩ
VM 对 CO 下拉电阻	R_{VMCO}	CO 输出低电平后		4.0		MΩ
CO, DO 输出						
CO 输出高电平	V_{COH}	V_{VDD}=3.6V, V_{VM}=0V	3.4	3.58		V
CO 输出低电平	V_{COL}	V_{VDD}=3.6V, V_{VM}=0V		0.1	0.4	V
DO 输出高电平	V_{DOH}	V_{VDD}=3.6V, V_{VM}=0V	3.4	3.58		V
DO 输出低电平	V_{DOL}	V_{VDD}=3.6V, V_{VM}=0V		0.1	0.4	V

应用信息

R_{VDD} 电阻选择

R_{VDD} 推荐使用 100Ω的电阻。 DW01A 在应用时的过电压充电保护电压阈值和过电压放电保护电压阈值都是通过检测 VDD 引脚的电压来判断，而 VDD 引脚通过 R_{VDD} 与锂电池的正极相连接。如果 R_{VDD} 太大，将会导致过电压充电保护电压阈值和过电压放电保护电压阈值与锂电池的实际电压偏差太大。另外，如果在应用中充电器接反，则可能会使得 DW01A 的 VDD 引脚与 GND 引脚电压超过极限值，导致芯片损坏。因此 R_{VDD} 电阻的取值不宜太大，应控制在 2.0kΩ 以内。

另一方面，R_{VDD} 的取值也不能太小，如果 R_{VDD} 取值太小，会使得 VDD 引脚的 RC 滤波效果变差。另外，在小容量锂电池应用时，当发生负载短路的异常情况时，锂电池的电压会马上下降到很低的值，如果 R_{VDD} 取值太小，则 VDD 引脚的电压也会下降到很低的值，可能会使得芯片不能正常工作，从而导致负载短路保护功能失效。因此 R_{VDD} 电阻的取值应当在具体的应用中根据锂电池的特性作充分的测试验证。

C_{VDD} 输入电容选择

DW01A 的典型应用电路中的输入电容 C_{VDD} 具有重要作用，主要用于对锂电池的输入电压进行滤波和去耦。当放电负载或者充电器有电流突变时，由于锂电池的 ESR 内阻和连接导线电阻的存在，会使得锂电池的正极存在电压纹波和过冲。C_{VDD} 可防止输入的电压纹波和过冲导致 DW01A 发生过电压充电误保护和过电压放电误保护。建议在 DW01A 的 VDD 输入引脚使用至少 0.1μF 的陶瓷贴片电容，且必须放置于 VDD 引脚的附近。并与电阻 R_{VDD} 电阻串联起来构成一个 RC 滤波网络以对锂电池的电压纹波进行更好的吸收。

R_{VM} 电阻选择

DW01A 的典型应用电路中的 R_{VM} 取值不宜太小，当充电器接反或充电器充电电压太高时，R_{VM} 可以作为限流电阻来保护 DW01A。另外，R_{VM} 也不能取值太大，否则当充电器的充电电压太高时， DW01A 的 VM 脚和外部充电控制功率管 Q1 的源极会存在较大压差，此时充电控制功率管 Q1 可能会关不断，充电电流不能被有效切断。因此，R_{VM} 的取值应当控制在 500Ω至 3.0kΩ之间，并根据具体的应用作充分的测试验证。

功率管 Q1 和 Q2 选择

充放电控制功率管 Q1 和 Q2 可以选择相同型号的 NMOS 功率管，其导通电阻大小可根据具体的应用来选择。功率管的栅极-源极开启电压 V_{TH} 可选择在 0.4V 与过电压放电保护电压阈值 V_{OD} 之间。如果 V_{TH} 小于 0.4V 时，则可能会导致在过电压充电保护发生时，功率管 Q1 不能有效的关闭；如果 V_{TH} 大于 V_{OD}，则可能会导致在还没进入过电压放电保护状态下，放电控制功率管 Q2 就已经提前关闭了。另外，功率管 Q1 和 Q2 的栅极-源极耐压和漏极-源极耐压都应当大于充电器的输入电压，否则在对锂电池充电过程中，可能会导致功率管 Q1 和 Q2 的损坏。

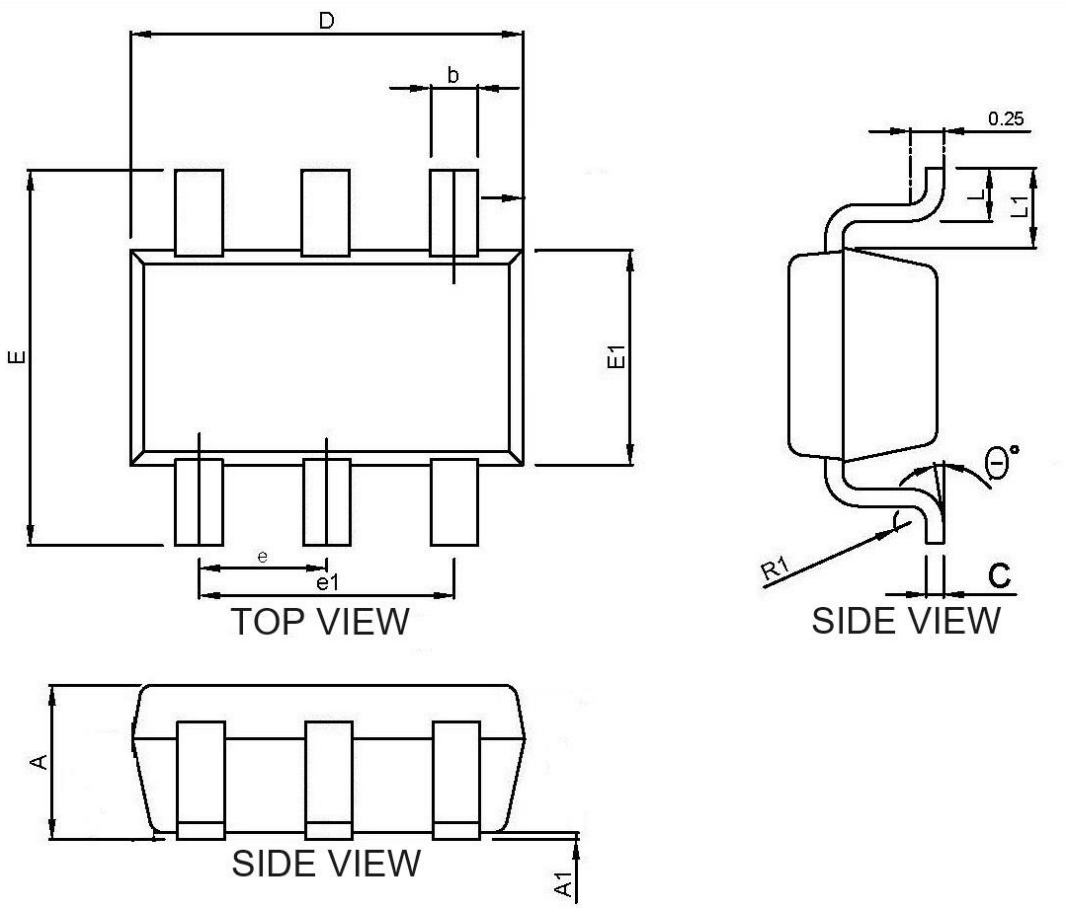
PCB 布局建议

DW01A 是一款单节锂电池充放电保护芯片，它可以在锂电池的充放电过程中对其进行电压和电流保护。在实际应用电路中，PCB 的布局和走线应当满足以下规则。

- 输入电容 C_{VDD} 应当尽量靠近 DW01A 的 VDD 引脚和 GND 引脚，C_{VDD} 的 PCB 走线应避免经过通孔，不要经过较小的地线再到芯片地和大面积地。
- 大电流功率路径的 PCB 走线应当尽量短而粗；为了功率管能达到良好的散热性能，GND 和 P-走线可尽量铺铜。

封装外形尺寸

SOT-23-6L 贴片封装



符号	尺寸(mm)		
	最小值	标准值	最大值
A	-	-	1.35
A1	0.01	-	0.15
b	0.30	-	0.50
c	0.152 BSC		
D	2.80	2.90	3.00
E	2.70	-	3.00
E1	1.50	1.60	1.70
e	0.95 BSC		
L	0.30	0.45	0.60
L1	0.52	0.60	0.68
R1	0.12 REF		
θ	0°	4°	8°
e1	1.90 BSC		