WANSEMI
万芯半导体

DW01

高精度单节锂电池保护芯片

SOT23-6

Rev1.6

高精度单节锂电池保护芯片

概述

DW01 电池保护 IC 设计用于保护单电池锂离子/ 聚合物电池，防止因过充电、过放电以及过电流状况而损坏或整体寿命降低。超小型封装和最少所需的外部组件使得 DW01 可以轻松集成到任何电池组的有限空间中。 精确的±50mV 过充检测电压，确保电池充电安全、充满容量。极低的断电静态电流导致该器件仅从存储阶段的电池中消耗微不足道的电流。设备具有自动恢复功能，对于常见故障情况的应用更加友好。

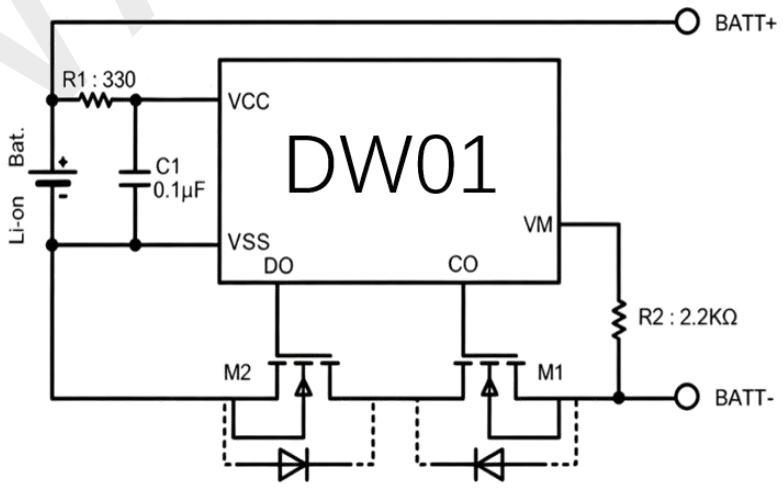
应用

- 锂离子可充电电池组的保护
- 锂离子聚合物可充电电池组的保护

特性

- 内置高精度电池电压检测电路：
  - •过充电检测电压
  - •过充恢复电压
  - •过放电检测电压
  - •过放恢复电压
  - •放电过流检测电压
  - •负载短路检测电压
- 充电器连接引脚采用高耐压装置:28V
- 0V 充电功能可选：禁止或者允许
- 休眠模式可选：有或者无
- 低消耗电流：
  - •工作模式：3.5uA（typ.），6μA (max.)
  - •休眠模式：1uA(max.)
- 工作结温范围宽
- 自动恢复功能
- 极小的封装： SOT23-6 封装

典型应用电路



产品信息

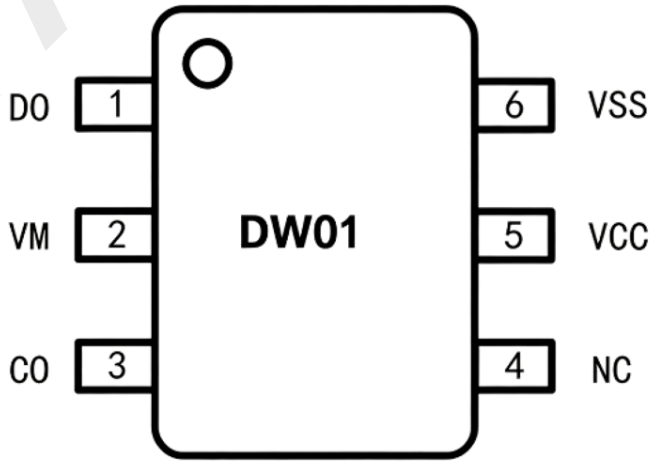
型号	封装形式	管脚数量	打印标记
DW01	SOT23-6	6	DW01A●

参数名称	DW01	精度范围
过充电压阈值 V_{OCP}	4.300	±50mV
过充恢复电压 V_{OCR}	4.100	±50mV
过放电压阈值 V_{ODP}	2.500	±75mV
过放恢复电压 V_{ODR}	2.900	±75mV
放电过流电压阈值 V_{ODIP}	150	±20mV
短路电压阈值 V_{SCP}	1.5	±30%
过充延迟 T_{OCP}	110	*
过放延迟 T_{ODP}	55	*
放电过流触发延迟 T_{ODIP}	7	±30%
短路触发延迟 T_{SCP}	50	±30%

Note1：*范围参考电气参数表

型号	0V 充电	睡眠模式	ODIP Release Condition	ODIP Release Voltage
DW01	允许	有	Load Removed	V_{ODIP}

管脚定义图



管脚描述

引脚号码	引脚名称	引脚功能描述
1	DO	过放检测输出端
2	VM	过电流检测输入端
3	CO	过充检测输出端
4	NC	无
5	VCC	电源
6	VSS	接地

极限参数

SYMBOL	ITEM	Value			UNIT
		Min.	Typ.	Max.	
V_{CC}	VCC-GND 的输入电压	V_{GND}-0.3		V_{GND}+5.5	V
V_{VM}	VM 引脚输入电压	V_{CC}-25.0		V_{CC}+0.3	V
V_{CO}	CO 引脚电压	V_{VM}-0.3		V_{CC}+0.3	V
V_{DO}	DO 引脚电压	V_{GND}-0.3		V_{CC}+0.3	V
P_D	功耗（SOT23-6）		0.25		W
T_{OPT}	工作结温范围	-40		85	℃
T_{STG}	储存温度	-55		150	℃

推荐工作范围

SYMBOL	PARAMETER	VALUE			UNIT
		Min.	Typ.	Max.	
V_{CC}	工作电压	2.0	3.7	5.0	V

电气参数

（无特别说明，Ta=25℃，Vcc＝4.2V）

符号	参数	条件	最小	典型	最大	单位
V_{CC}	工作电压	VCC-GND	1.5		6.0	V
		VCC-VM	1.5		25	
V_{0CHA}	充电起始电压（允许）	允许 0V 充电	1.2			V
V_{0INH}	电池电压（禁止）	禁止 0V 充电			1.8	V
I_{DD}	工作电流	V_{CC}=3.9V，V_{VM}=0V		3.5	6.0	uA
I_{SLP}	休眠电流	V_{CC}=2.0V，V_{VM}=V_{CC}			1.0	uA

V_{OCP}	过充电压阈值	检测电池电压上升	4.25	4.30	4.35	V
V_{OCR}	过充恢复电压	V_{VM}=0V	4.05	4.10	4.15	V
T_{OCP}	过充延迟	V_{CC}=3.6V to 5.5V	55	110	165	ms
T_{OCR}	过充恢复延迟	V_{CC}=5.5V to 3.6V		200		us
V_{ODP}	过放电压阈值	检测电池电压下降	2.425	2.500	2.575	V
V_{ODR}	过放恢复电压	V_{VM}=0V	2.825	2.900	2.975	V
T_{ODP}	过放延迟	V_{CC}=3.6V to 2.0V	30	55	91	ms
T_{ODR}	过放恢复延迟	V_{CC}=2.0V to 3.6V		380		us
V_{ODIP}	放电过流电压阈值	检测 VM 引脚电压上升	130	150	170	mV
T_{ODIP}	放电过流触发延迟	V_{CC}=3.6V	4.9	7	9.1	ms
T_{ODIR}	放电过流触发恢复延迟	V_{CC}=3.6V		2.0		ms
V_{SCP}	短路电压阈值	V_{CC}=3.6V	1.05	1.50	1.95	V
T_{SCP}	短路触发延迟	V_{CC}=3.6V	35	50	65	us
V_{OH1}	CO 端子输出高电压	I_{OL}=50uA，V_{CC}=3.9V	3.4	3.7		V
V_{OL2}	DO 端子输出低电压	I_{OL}=-50uA，V_{CC}=2V		0.2	0.5	V
V_{OH2}	DO 端子输出高电压	I_{OL}=50uA，V_{CC}=3.9V	3.7	3.7		V
R_{OCL}	CO pin resistance “L”			6		MΩ
R_{VMC}	VM 与 VCC 引脚之间的电阻	V_{CC}=2.0V，V_{VM}=0V		300		KΩ
R_{VMG}	VM 与 GND 引脚之间的电阻	V_{CC}=3.6V，V_{VM}=1.0V		30		kΩ
V_{CHGIN}	充电器检测电压	V_{CC}=2.0V，降低 VM 引脚电压直到芯片		-0.5		V

Note1：$V_{OCR} = V_{OCP} + \Delta V_{OCR}$

Note2：$V_{ODR} = V_{ODP} + \Delta V_{ODR}$

功能描述

◆ 1.正常状态

DW01是一款高精度的锂电池保护电路。正常状 态下，如果对电池进行充电，则DW01可能会进入过电压充电保护状态；同时，满足一定条件后，又会恢复到正常状态。如果对电池放电，则可能会进入过电压放电保护状态或过电流放电保护状态；同时，满足一定条件后，也会恢复到正常状态。 在正常状态下，DW01由电池供电，其 V_{CC} 端电压在过电压充电保护阈值 V_{OCP} 和过电压放电保护阈值 V_{ODP} 之间，VM 端电压在充电器检测电压（V_{CHGIN}）与放电过流电压阈值（V_{ODIP}）之间，CO端和DO端都输出高电平，外接充电控制N-MOS管M1和放电控制N-MOS管M2均导通。此时，既可以使用充电器对电池充电，也可以通过负载使电池放电。

◆ 2.过充电状态

正常状态下，对电池进行充电，如果使 V_{CC} 端电压升高超过过电压充电保护阈值 V_{OCP}，且持续时间超过过电压充电保护延迟时间 T_{OCP}，则 DW01 将使充电控 制端 CO 由高电平转为 VM 端电平（低电平），从而使 外接充电控制 N-MOS 管 M1 关闭，充电回路被“切断”，即 DW01 进入过电压充电保护状态。

以下两个条件过充电状态解除：

1）电池由于“自放电”使 V_{CC} 端电压低于过电压充 电恢复阈值 V_{OCR}；

2）通过负载使电池放电（注意，此时虽然 M1 关闭， 但由于其体内二极管的存在，使放电回路仍然存在）， 当 V_{CC} 端电压低于过电压充电保护阈值 V_{OCP}，且 VM 端电压高于放电过流电压阈值 V_{ODIP}（在 M1 导通以前，VM 端电压将比 V_{SS} 端高一个二极管的导通压降）。 DW01 恢复到正常状态以后，充电控制端 CO 将输出高电平，使外接充电控制 N-MOS 管 M1 回到导通状态。

◆ 3.过放电状态

• 保护条件

正常状态下，如果电池放电使 V_{CC} 端电压降低至过电压放电保护阈值V_{ODP}，且持续时间超过过电压放电保 护延迟时间T_{ODP}，则DW01将使放电控制端 DO由高电平转为V_{SS}端电平（低电平），从而使外接放电控制N-MOS管M2关闭，放电回路被“切断”，即DW01进入过电压放电保护状态。同时，VM端电压将通过内部电阻 R_{VMC}被上拉到 V_{CC}。在过电压放电保护状态下， VM 端（亦即 V_{CC} 端）电压总是高于电池短路保护阈值 V_{SCP}，满足此条件后，电路会进入“省电”的休眠模式。 此时，V_{CC}端的电流将低于1μA。

• 恢复条件

对于处在休眠模式下电路，如果对电池进行充电（同样，由于 M2 体内二极管的存在，此时的充电回路 也是存在的），使 DW01电路的 VM 端电压低于电 池短路保护阈值 V_{SCP}，则它将恢复到过电压放电保护状 态，此时，放电控制端 DO 仍为低电平，M2还是关闭的。 如果此时停止充电，由于VM端仍被 R_{VMC}上拉到 V_{CC}， 大于电池短路保护阈值 V_{SCP}，因此DW01又将回到休眠模式；只有继续对电池充电，当V_{CC}端电压大于过电压放电保护阈值V_{ODP}时，DW01才可从过电压放电保护状态恢复到正常状态。

如果不使用充电器，由于电池去掉负载后的“自升压”，可能会使 V_{CC} 端电压超过过电压放电恢复阈值 V_{ODR}，此时 DW01 也将从过电压放电保护

状态恢复到正常状态；DW01 恢复到正常状态以后，放电控制端 DO 将输出高电平，使外接充电控制 N-MOS 管 M2 回到导通状态。

◆ 4.充电器检测

DW01 处于过电压放电保护状态下，如果外部接 有充电器，致使 VM 端电压低于充电器检测电压（V_{CHGIN}）， 则只要 DW01 的 V_{CC} 电压大于 V_{ODP}，DW01 即可恢复到正常状态；如果充电器电压不能使 VM 端电压低 于 V_{CHGIN}，则 V_{CC} 电压必须大于 V_{ODR}，DW01 才能恢复到正常状态。

◆ 5.自动恢复模式

如果在过放电状态禁止进入休眠模式的芯片一直处 于活动状态，这个状态称为自动恢复模式

1） 充电器不连接：当 VM 引脚电压高于 V_{CHGIN}， 如果电池电压高于 V_{ODR} 超过 T_{ODR}，过放电状态解除。
2） 充电器连接：当 VM 引脚电压低于 V_{CHGIN}，如果电池电压高于 V_{ODP} 超过 T_{ODR}，过放电状态解除。（是否需要该延迟）

◆ 5.放电过电流状态（放电过流，短路）

• 保护条件

正常状态下，通过负载对电池放电 DW01 电路的 VM 端电压将随放电电流的增加而升高。如果放电电流增加使 VM 端电压超过过电流放电保护阈值 V_{ODIP}， 且持续时间超过过电流放电保护延迟时间 TODIP，则 DW01 进入过电流放电保护状态；如果放电电流进一 步增加使 VM 端电压超过短路保护阈值 V_{SCP}，且持续时间超过短路延迟时间 T_{SCP}，则 DW01 进入短路保护状态。 DW01 处于过电流放电/短路保护状态时，DO 端将由高电平转为 V_{SS} 端电平，从而使外接放电控制 N-MOS 管 M2 关闭，放电回路被“切断”；同时，VM 端将通过内部电阻 R_{VMG} 连接到 V_{SS}，放电负载取消后， VM 端电平即变为 V_{SS} 端电平。

• 恢复条件

在过电流放电/短路保护状态下，当 VM 端电压由高 降低至低于过电流放电保护阈值 V_{ODIP}，且持续时间超过过电流放电恢复延迟时间 T_{ODIR}，则 DW01 可恢复到 正常状态。因此，在过电流放电/短路保护状态下，当所有的放电负载取消后，DW01 即可“自恢复”DW01 恢复到正常状态以后，放电控制端 DO 将输出高电平， 使外接充电控制 N-MOS 管 M2 回到导通状态。

◆ 7.允许 0V 电池充电功能

对于 0V 电池充电允许的电路，如果使用充电器对 电池充电，使 DW01 电路的 V_{CC} 端相对 VM 端的电压大于 0V 充电允许阈值 V_{0CHA} 时，其充电控制端 CO 将被连接到 V_{CC} 端。若该电压能够使外接充电控制 N-MOS 管 M1 导通，则通过放电控制 N-MOS 管 M2 的体内二极 管可以形成一个充电回路，使电池电压升高；当电池电压升高至使 V_{CC} 端电压超过过电压放电保护阈值 V_{ODP} 时，DW01 将回到正常状态，同时放电控制端 DO 输出高电平，使外接放电控制 N-MOS 管处于导通状态。

注意 1：一些电池供应商不推荐对完全自放电的电池充电，请向电池供应商咨询来决定是否允许和禁止 0V 电池充电功能。

注意 2：0V 电池充电允许功能的优先级比充电过电流监测功能高。因此，使用 0V 电池充电允许功能的芯片允许对电压低于的电池强制充

电，而不进行充电过电流的检测。（增加充电器异常检测功能）。

◆ 8.禁止 0V 充电功能

这个功能禁止向内部短路的电池（0V 电池）充电。 当电池电压低于 V_{0INH} 时，充电 MOSFET 的栅极被固定在 BATT-端子电压。当电池电压高于 V_{0INH} 时，可以进行充电。 注意：有些电池供应商不推荐对完全自放电的电池进行充电，请向电池供应商咨询。

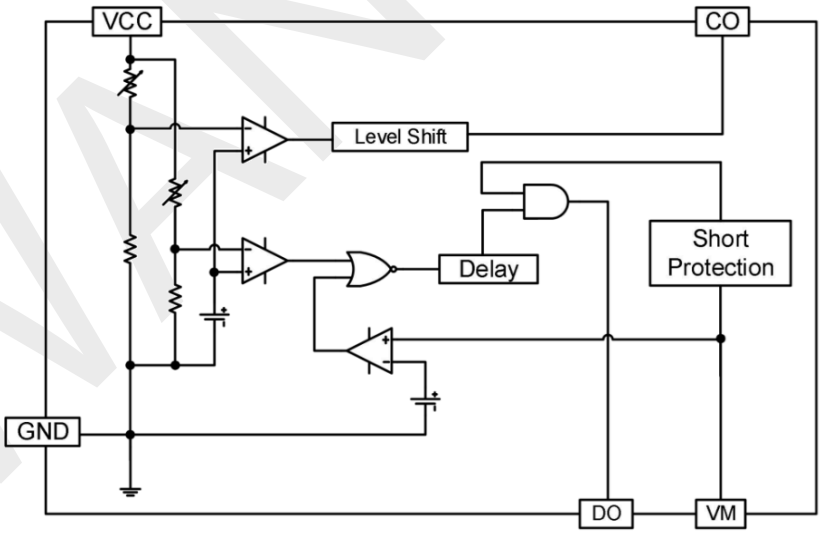
◆ 9.延迟电路

各种检测的延迟时间是对内部时钟进行计数后得出。

备注 1：DW01 的 T_{ODIP} 和 T_{SCP} 复用了计数器， 故 T_{ODIP} 和 T_{SCP} 的计时是从检测出 V_{ODIP} 开始的。因此，从检测出 V_{ODIP} 时起到超过 T_{SCP} 之后，当检测出 V_{SCP} 时， 从检测出 V_{SCP} 时起在 T_{SCP} 之内立即关闭放电控制用 MOSFET。若 T_{ODIP} 和 T_{SCP} 的计时器分开使用不存在此问题。

备注 2：当芯片检测到放电过电流时先触发过放电状态而没有断开负载，芯片进入休眠状态。当芯片检测到过放电电压时先触发放电过电流状态，如果电池电压恢复慢而超过过放电延迟时间，芯片转移至休眠状态。

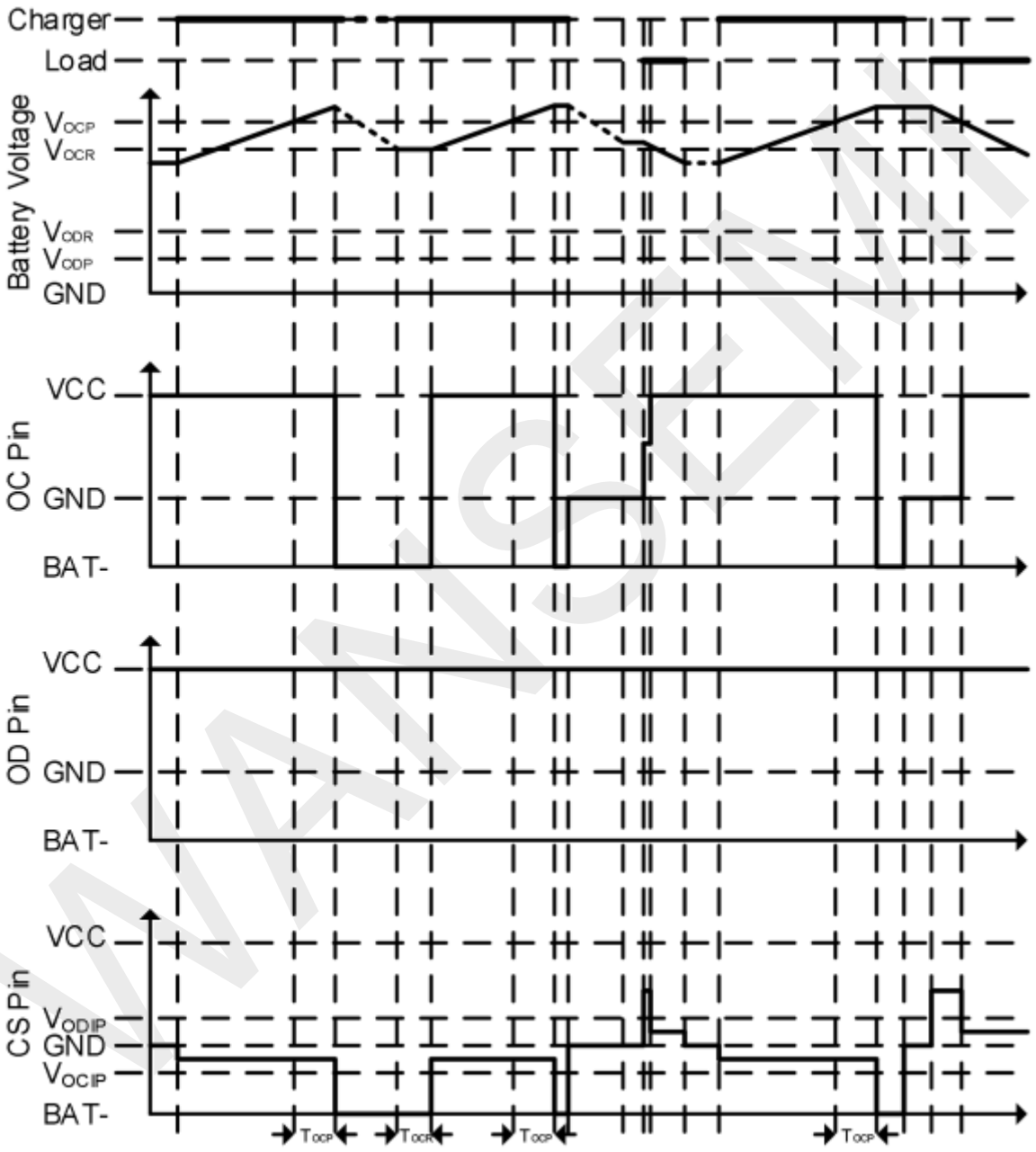
简化模块图



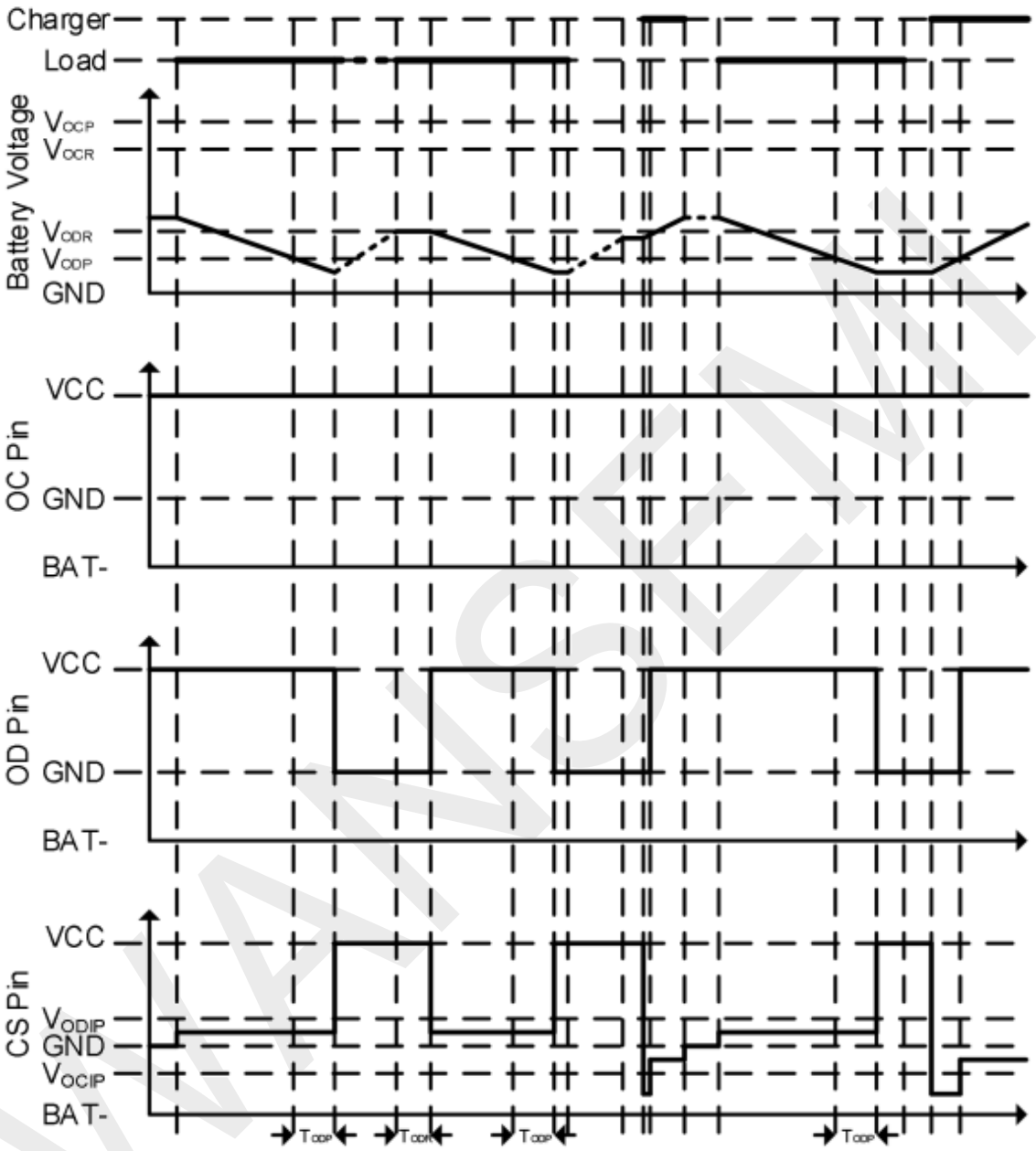
WANSEMI

特性曲线

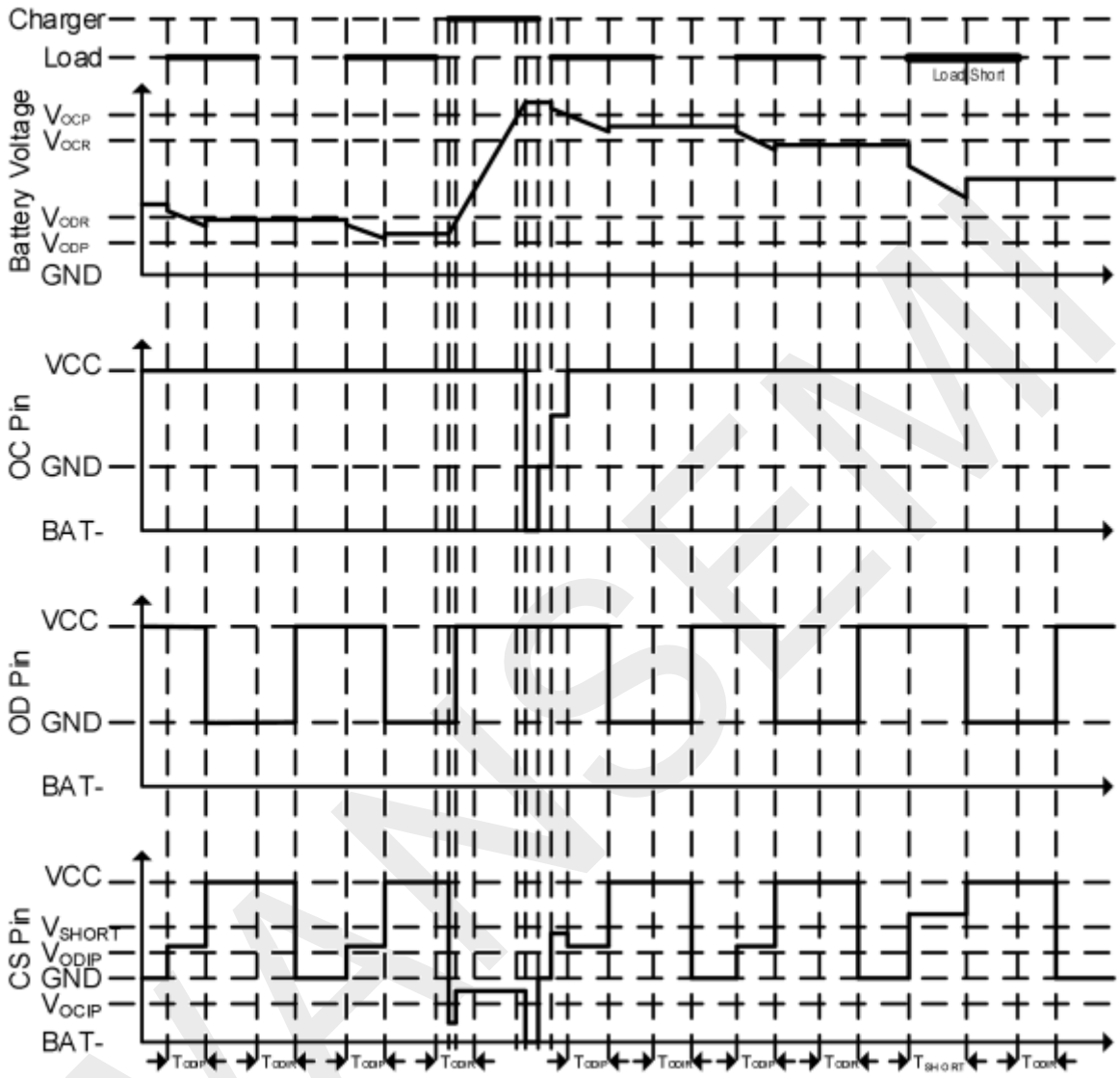
（1）过充检测


Charger
Load
Battery Voltage
VOCP
VOCR
VODR
VODP
GND
OC Pin
VCC
GND
BAT-
OD Pin
VCC
GND
BAT-
CS Pin
VCC
VODIP
GND
VOCIP
BAT-
TOCP
TOCR
TOCP
TOCP

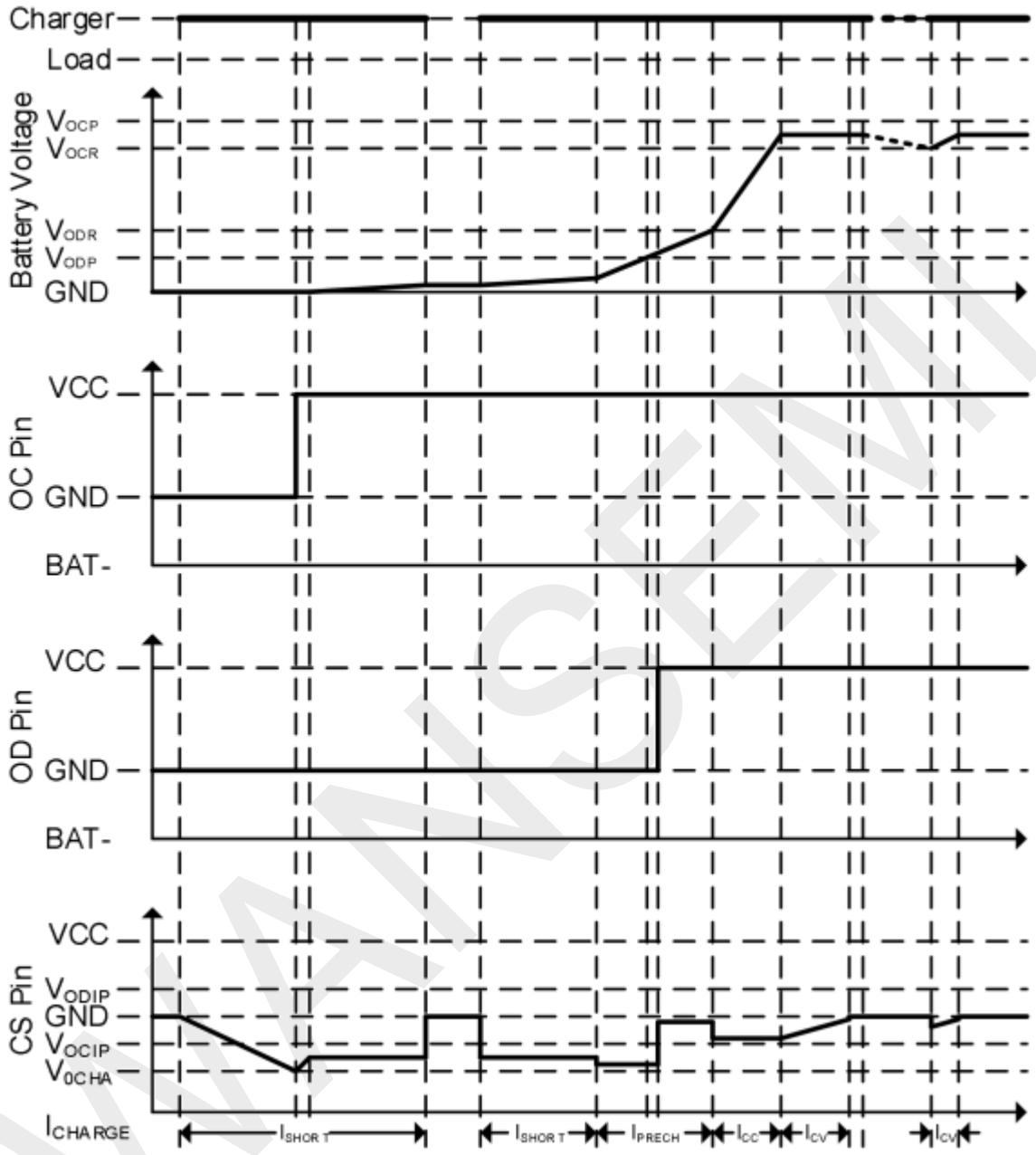
(2)过放检测


Charger
Load
Battery Voltage
VOCP
VOCR
VODR
VODP
GND
VCC
OC Pin
GND
BAT-
VCC
OD Pin
GND
BAT-
VCC
CS Pin
VODIP
GND
VOCIP
BAT-
TODP
TODR
TODP
TODP

（3）放电过流检测

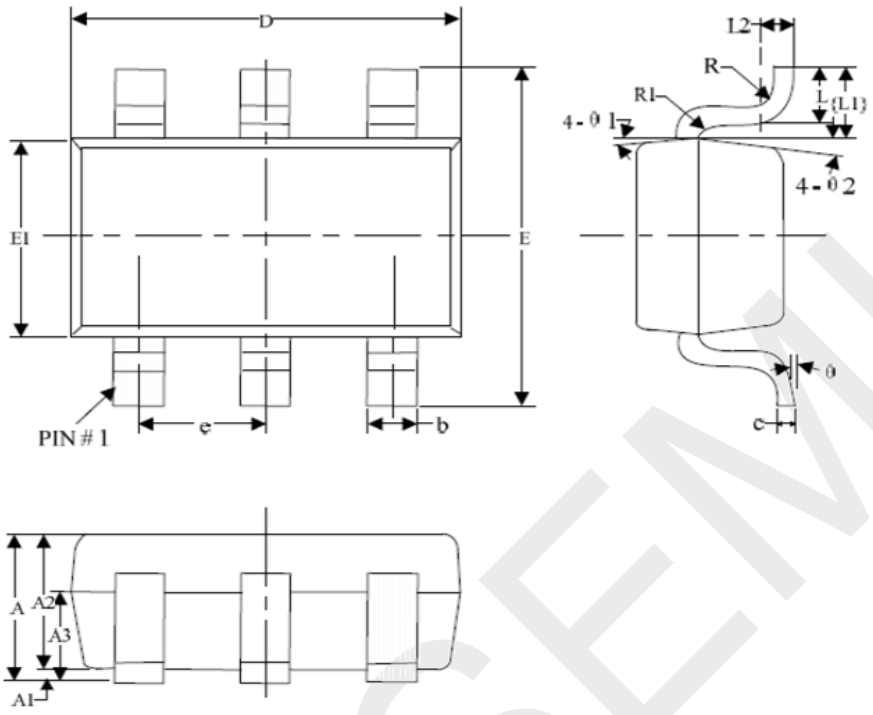

Charger
Load
Load Short
Battery Voltage
VOCP
VOCR
VODR
VODP
GND
VCC
OC Pin
GND
BAT-
VCC
OD Pin
GND
BAT-
VCC
CS Pin
VSHORT
VODIP
GND
VOCIP
BAT-

(4) 0V 充电



WANSEMI

封装信息（SOT23-6）



Dimensions（unit：mm）

SYMBOL	MIN	NOM	MAX		SYMBOL	MIN	NOM	MAX
A	-	-	1.30		e	0.85	0.95	1.05
A1	0	-	0.15		L	0.35	0.45	0.60
A2	0.90	1.10	1.30		L1		0.59REF	
A3	0.60	0.65	0.70		L2		0.25BSC	
b	0.39	-	0.49		R	0.05	-	-
c	0.12	-	0.19		R1	0.05	-	0.02
D	2.85	2.95	3.15		θ	0°	-	8°
E	2.60	2.80	3.00		θ1	3°	5°	7°
E1	1.55	1.65	1.75		θ2	6°	8°	10°

WANSEMI

免责声明

万芯半导体（宁波）有限公司保留对其半导体产品和服务进行修正、改进和其他变更的权利，并有权停止任何产品或服务。买方在下订单前应获取最新的相关信息，并应核实这些信息是最新的和完整的。所有半导体产品(在此也称为“组件”)的销售均遵循万芯在确认订单时提供的销售条款和条件。

根据万芯半导体产品销售条款和条件的保证，万芯保证其组件的性能符合销售时适用的规格。在万芯认为必要的范围内使用测试和其他质量控制技术来支持本保证。除适用法律规定外，不必对每个部件的所有参数进行测试。

万芯对买方产品的应用协助或设计不承担任何责任。买家对使用万芯组件的产品和应用程序负责。为将与买方产品和应用相关的风险降到最低，买方应提供充分的设计和操作保障。

万芯组件不被授权用于FDAIII类(或类似的生命攸关的医疗设备)，除非双方授权官员已执行专门管理此类使用的特别协议。

除非万芯已明确指定某些符合ISO/TS16949要求的部件，主要用于汽车使用，否则万芯对此类部件未能满足此类要求的任何故障概不负责。

WANSEMI