



单节锂电池充电保护IC

1 主要特点

- ◆ 内部集成等效**52mΩ**的先进功率MOSFET
- ◆ 超小封装DFN5L-1×1
- ◆ 支持 CTL 船运模式
- ◆ 过温保护OTP
- ◆ 充电过电流保护 I_{IOCC}
- ◆ 过放不可自恢复功能
- ◆ 两段过流保护
 - ❖ 放电过流保护 I_{IOV}
 - ❖ 负载短路保护 I_{SHORT}
- ◆ 充电器检查功能
- ◆ 0V电池充电功能
- ◆ 延迟时间内部设定
- ◆ 防反接功能
- ◆ 高ESD可靠性能力
- ◆ 精度电压检查
 - ❖ 常规精度: **±25mV**
- ◆ 低静态电流
 - ❖ 正常工作电流: **2.2uA**
 - ❖ 过放待机电流: **<10nA**
- ◆ 兼容ROHS和无铅标准

2 典型应用

- ◆ 电池类型
 - ❖ 单芯锂离子电池组
 - ❖ 锂聚合物电池组
- ◆ 终端应用
 - ❖ 穿戴设备
 - ❖ 蓝牙音箱

- ❖ 移动电源
- ❖ 电子烟

3 产品描述

WB6654A 产品是单节锂离子/锂聚合物可充电电池组保护的高集成度解决方案。

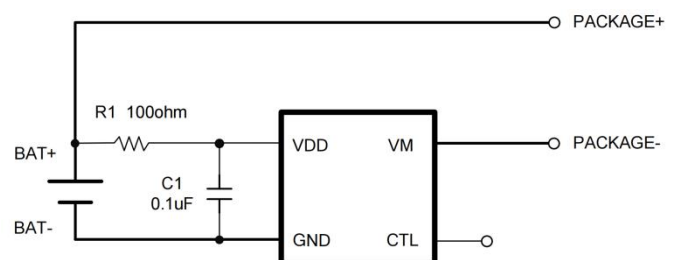
WB6654A 包括了先进的功率 MOSFET，高精度的电压检测电路和延迟电路。

WB6654N 具有非常小的 DFN5L-1×1 封装，这使得该器件非常适合应用于空间限制得非常小的可充电电池组应用。

WB6654A 具有过充、过放、过流、短路等所有电池需要的保护功能，并且工作时功耗非常低。

WB6654A 不仅仅为穿戴设备而设计，也适用于一切需要锂离子或锂聚合物可充电电池长时间供电的各种信息产品的应用场合。

4 应用电路

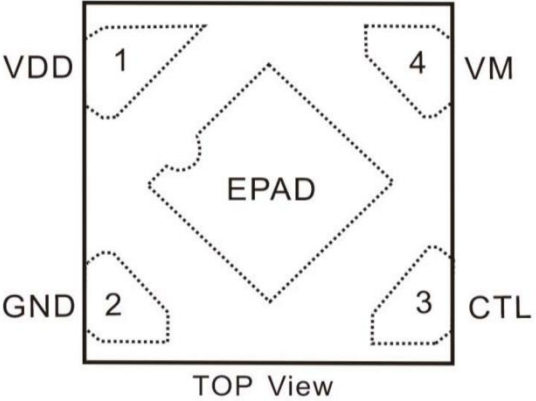


注意：

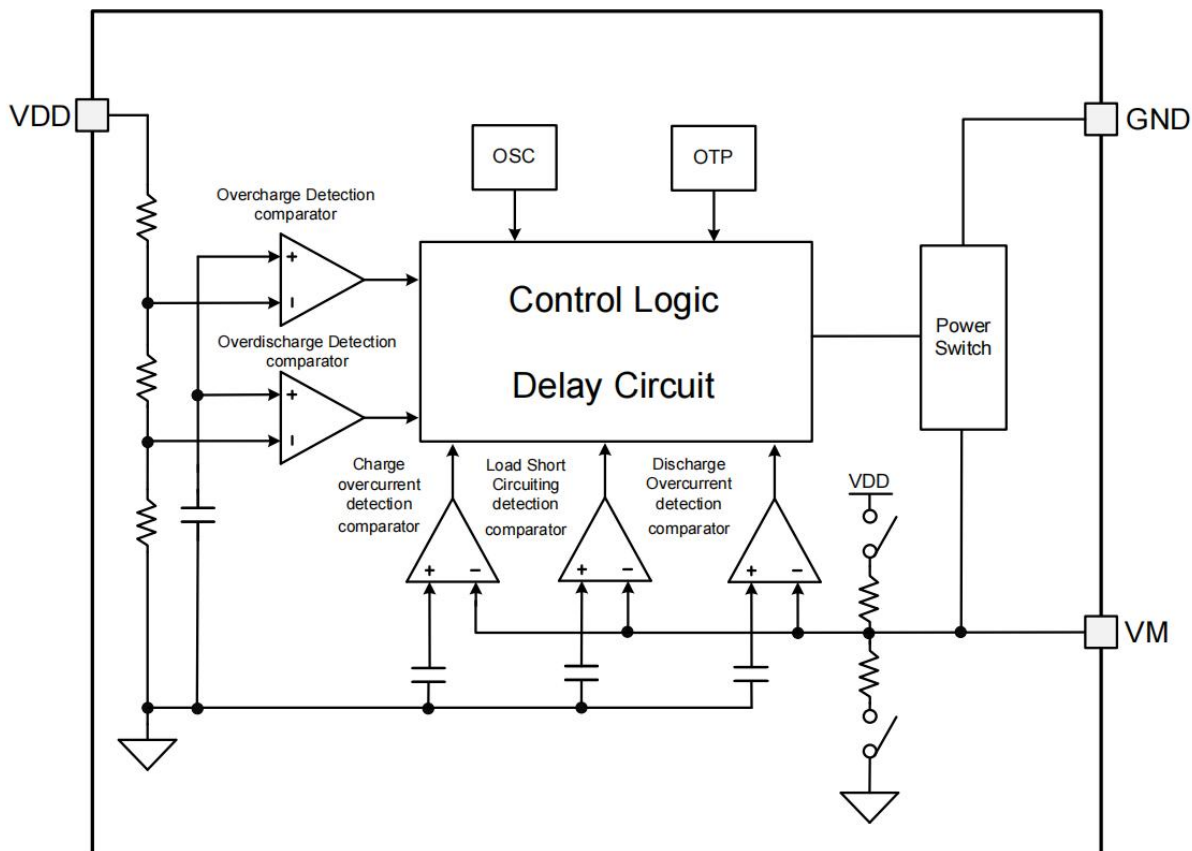
粗线部分走线表示过大电流回路；为了保证良好的散热、满足过大电流的能力，PCB 走线尽可能短而宽。



5 管脚定义

封装引脚图	管脚	名称	功能描述
	1	VDD	电源输入管脚
	2	GND	电芯负极
	3	CTL	船运模式设置脚，当不用CTL脚时，悬空或者短接到 VM 都可以
	4	VM	充电器或负载的负极，通过内部的开关连接到GND
	5	NC	无电特性，实际应用建议与GND (BAT-) 连接，增强散热能力

6 电路内部结构框图





waferbest

One Cell Lithium-ion/Polymer Battery Protection IC

WB6654A

7 型号信息

产品型号	过充检测电压 V_{CU}	过充释放电压 V_{CL}	过充检测电流 I_{IOCC}	过放检测电压 V_{DL}
WB6654A	4.275V	4.075V	0.33A	2.80V
	过放释放电压 V_{DR}	过放检测电流 I_{IOV}	过放自恢复功能	Typical $R_{ds(ON)}$ 典型值
	3.00V	0.35A	N	52m Ω
封装外形	印字			
DFN5L-1 \times 1	23AXX			

8 产品参数

8.1 极限参数

除非另有说明，以下皆在-40℃至125℃的工作结温范围内满足。

参数	最小值	最大值	单位
VDD管脚输入电压	-0.3	6	V
VM管脚输入电压	-6	9	V
CTL管脚输入电压	-6	6	V
存储温度	-55	150	℃
工作温度	-40	85	℃
最大结温度	150		℃
功耗(25)	0.4		W
封装热阻 R_{THJA}	250		℃/W

注意：

超出列表极限参数可能会对芯片造成永久性损坏。极限参数仅用作标识应力等级，在超出推荐工作条件的情况下芯片可能无法正常工作。过度暴露在超出推荐工作条件下，可能会影响芯片的可靠性。

8.2 防静电等级

参数	值	单位
V_{ESD}	±6000	V



waferbest

One Cell Lithium-ion/Polymer Battery Protection IC

WB6654A

8.3 电气参数

除非另有说明，电气参数均在 $T_A = +25^\circ\text{C}$ ， $I_{\text{OCC}} = I_{\text{OV}} = 50\text{mA}$ ， $V_{\text{BAT}} = 3.6\text{V}$ 条件下测试。

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
检测电压						
V_{CU}	过充电检测电压	— —	4.250	4.275	4.300	V
V_{CL}	过充电释放电压	— —	4.025	4.075	4.125	V
V_{DL}	过放电检测电压	— —	2.700	2.800	2.900	V
V_{DR}	过放电释放电压	— —	2.900	3.000	3.100	V
检测电流						
I_{IOCC}	充电过流检测电流	VDD=3.6V	0.21	0.33	0.45	A
I_{IOV}	放电过流检测电流	VDD=3.6V	0.22	0.35	0.47	A
I_{SHORT}	负载短路检测电流	VDD=3.6V	0.80	1.15	2.00	A
静态电流						
I_{OPEN}	正常工作电流	VDD=3.6V	—	2.2	3	uA
I_{STD}	待机电流	VDD=2V, VM flaring	—	—	10	nA
开关管导通阻抗						
$R_{\text{DS_ON}}$	等效导通阻抗	VDD=3.6V, $I_{\text{VM}}=0.5\text{A}$	—	52	70	m Ω
过温保护						
T_{OTP}	过温保护	— —	—	135	—	$^\circ\text{C}$
T_{OTPR}	过温恢复	— —	—	105	—	$^\circ\text{C}$
VM内部电阻						
R_{VMD}	VM 到 VDD 之间电阻	VDD=2V, VM=0V	150	350	500	k Ω
R_{VMS}	VM 到 GND 之间电阻	VDD=3.6V, VM=0.5V	10	25	40	k Ω
延迟时间						
T_{OCC}	充电过流检测延迟时间	VDD=3.6V	4.5	8	11.5	ms
T_{CU}	过充电检测延迟时间	VDD=3.6V→4.4V	75	125	175	ms
T_{DL}	过放电检测延迟时间	VDD=3.6V→2.0V	115	190	265	ms
T_{IOV}	放电过流检测延迟时间	VDD=3.6V	4.5	8	11.5	ms
T_{SHORT}	负载短路电流检测延迟时间	VDD=3.6V	—	100	200	ms
CTL检测脚						
V_{CTLH}	CTL 高电平电压	—	1.5	—	5	V
V_{CTLL}	CTL 低电平电压	—	—	—	0.3	V
R_{CTL}	CTL 下拉电阻	—	20	35	55	k Ω
T_{CTL}	船运模式检测延时	—	300	—	—	ms



9 功能描述

WB6654A 监控电池的电压和电流，并通过断开充电器或负载，保护单节可充电锂电池不会因为过充电压，过放电压，充电过流，放电过流以及短路等情况而损坏。系统外围电路简单。MOSFET 已内置，等效电阻典型值为 $52\text{m}\Omega$ 。

正常工作模式：

如果没有检测到任何异常情况，输出管一直打开，充电和放电过程都将自由转换。这种情况称为正常工作模式。

9.1 过充电压情况（OCV）

在正常条件下的充电过程中，当电池电压高于过充检测电压（ V_{CU} ），并持续时间达到过充电压检测延迟时间（ T_{CU} ）或更长，WB6654A 将关断 MOSFET 以停止充电。这种情况称为过充电压情况。

以下两种情况下，过充电压情况将被释放：

1、当电池电压低于过充释放电压（ V_{CL} ），WB6654A 打开输出管，回到正常工作模式。

2、当连接一个负载进行放电，WB6654A 打开输出管，回到正常工作模式。解除机制如下：接上负载后放电电流立刻流过输出管的内部寄生二极管，VM 电压升到 0.7V （即二极管的正向压降），WB6654A 检测到这个电压后，将过充释放电压切换到 V_{CU} ，接下来，当电池电压低于过充检测电压（ V_{CU} ），WB6654A 立刻恢复到正常工作模式，但是如果电池电压高于过充检测电压（ V_{CU} ），即使负载是接着的，芯片也不会恢复到正常工作模式，必须要等到电池电压低于过充检测电压（ V_{CU} ）。另外，充满以后电池接上负载放电时，如果 VM 电压等于或低于放电过流检测电压，电池电压必须低于过充释放电压（ V_{CL} ），WB6654A 打开输出管，回到正常工作模式。

注：当电池被充电到超过过充检测电压（ V_{CU} ）并且电池电压没有降到过充检测电压（ V_{CU} ）以下，即使加上一个可以导致过流的重载，放电过流不会工作，除非电池电压跌倒过充检测（ V_{CU} ）以下。但是实际上电池是有内阻的，当电池接上一个重载，电池的电压会立即跌落，这时放电过流就会动作。

9.2 过放电压情况

在正常放电过程中，当电池电压降到过放检测电压（ V_{DL} ）以下，并且持续时间达到过放电压检测延时时间（ T_{DL} ）或更长，WB6654A 将切断电池和负载的连接，停止放电。这种情况被称为过放电压情况。当控制放电的 FET 被关断，VM 通过内部 VM 与 VDD 之间的 R_{VMD} 电阻被拉到高电平，同时芯片的耗电电流会降到休眠电流（ I_{PDN} ），这种情况被称为休眠情况。在过放和休眠情况中，VM 和 VDD 之间由 R_{VMD} 电阻连接。

对于过放不可自恢复功能的以下条件可以恢复到正常状态：

在电池处于过放情况下接上充电器，如果 VM 端电压不低于充电检测电压（ V_{CHA} ），并且电池电压达到过放保护电压（ V_{DL} ）或更高，过放情况解除。



waferbest

One Cell Lithium-ion/Polymer Battery Protection IC

WB6654A

9.3 放电过流情况

正常工作模式下，当放电电流等于或高于设定的值，并且持续时间达到放电过流检测延迟时间，WB6654A 关断放电 FET，停止放电。这种情况称为放电过流情况（包括放电过流和负载短路电流）。放电过流情况下 VM 和 GND 被 R_{VMS} 电阻给短接了。当一个负载连接上，VM 电压等于 VDD 减去负载电阻上的电压。

由于 VM 和 GND 之间连接 R_{VMS} 电阻，当负载断开，VM 电压被拉到地电位。当检测到 VM 电位低于放电过流检测电压，芯片回到正常状态。

9.4 异常充电情况

正常充电时，当充电电流等于或高于设定的值，并且持续时间超过充电过流检测延迟时间，WB6654A 关断充电 FET 停止充电。这种情况称为异常充电电流检测。

断开充电器，VM 和 GND 之间电压高于充电过流检测电压时，异常充电电流模式解除。由于 0V 电池充电功能优先级高于不正常电流充电检测，电池电压很低的电池正在进行 0V 充电时，异常充电电流检测将不工作。

9.5 负载短路情况

如果 VM 电压高于短路保护电压 (V_{SHORT})，并且持续时间超过短路检测延迟时间 (T_{SHORT})，WB6654A 将与负载断开停止放电。当 VM 电压低于短路保护电压 (V_{SHORT}) 时，例如负载被移除，负载短路情况将解除。

9.6 0V 电池充电功能

此功能用于对已经自放电到 0V 的电池进行再充电。当充电器插上时，对电池进行充电，当电池电压高于过放电检测电压 (V_{DL}) 时，保护 IC 进入正常工作状态。

注：

1. 某些完全自放电后的电池，不允许被再次充电，这是由锂电池的特性决定的。请问电池供应商，确认所购买的电池是否具备“允许向 0V 电池充电”的功能，还是“禁止向 0V 电池充电”的功能。

2. “允许向 0V 电池充电功能”比“充电过流检测功能”优先级更高。因此。使用“允许向 0V 电池充电”功能的 IC，在电池电压较低的时候会强制充电。电池电压低于过放电检测电压 (V_{DL}) 以下时，不能进行充电过流状态的检测。

3. 当电池第一次接上保护电路时，电路可能不会进入正常模式，此时无法放电。如果产生这种现象，使 VM 管脚电压等于 GND 电压（将 VM 与 GND 短路或连接充电器），就可以进入正常模式。



waferbest

One Cell Lithium-ion/Polymer Battery Protection IC

WB6654A

9.7 CTL 船运模式设置情况

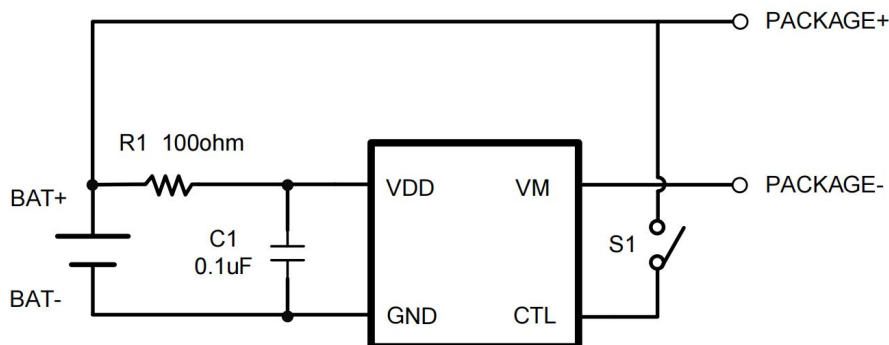
正常工作模式下，CTL 悬空或者接 VM。当给 CTL 脚加一个高电平电压，并且持续时间达到船运模式检测延时 (T_{CTL}) 或更长，WB6654A 进入船运模式，切断电池和负载的连接，停止放电。当控制放电的 FET 被关断，VM 通过内部 VM 与 VDD 之间的 R_{VMD} 电阻被拉到高电平，同时芯片的耗电电流会降到休眠电流 (I_{PDN})。

以下条件可以恢复到正常状态：

1) 接上充电器，如果 VM 端电压低于充电检测电压，并且电池电压达到过放保护电压 (V) 或更高，船运模式解除。

10 经典应电路（船运模式）

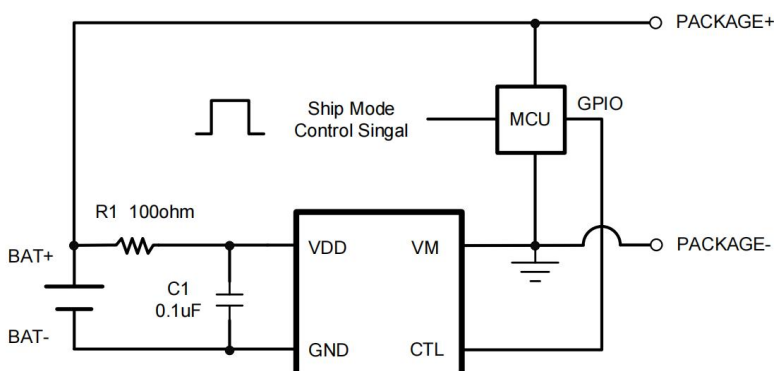
应用电路一



使用说明：

如果要使用船运模式，可以通过一个开关 K1 来进入。把开关 K1 闭合，然后持续时间大于 T_{CTL} ，然后 WB6654A 进入船运模式，进入船运模式以后，待机电流小于 50nA。接入充电器，解除船运模式，进入正常模式。

应用电路二



使用说明：

如果要使用船运模式，可以通过外部 MCU 输入信号控制，让 MCU 输出一个高电平电压，高电平电压持续时间大于 T_{CTL} ，然后 WB6654A 进入船运模式，进入船运模式以后，待机电流小于 50nA。接入充电器，解除船运模式，进入正常模式。



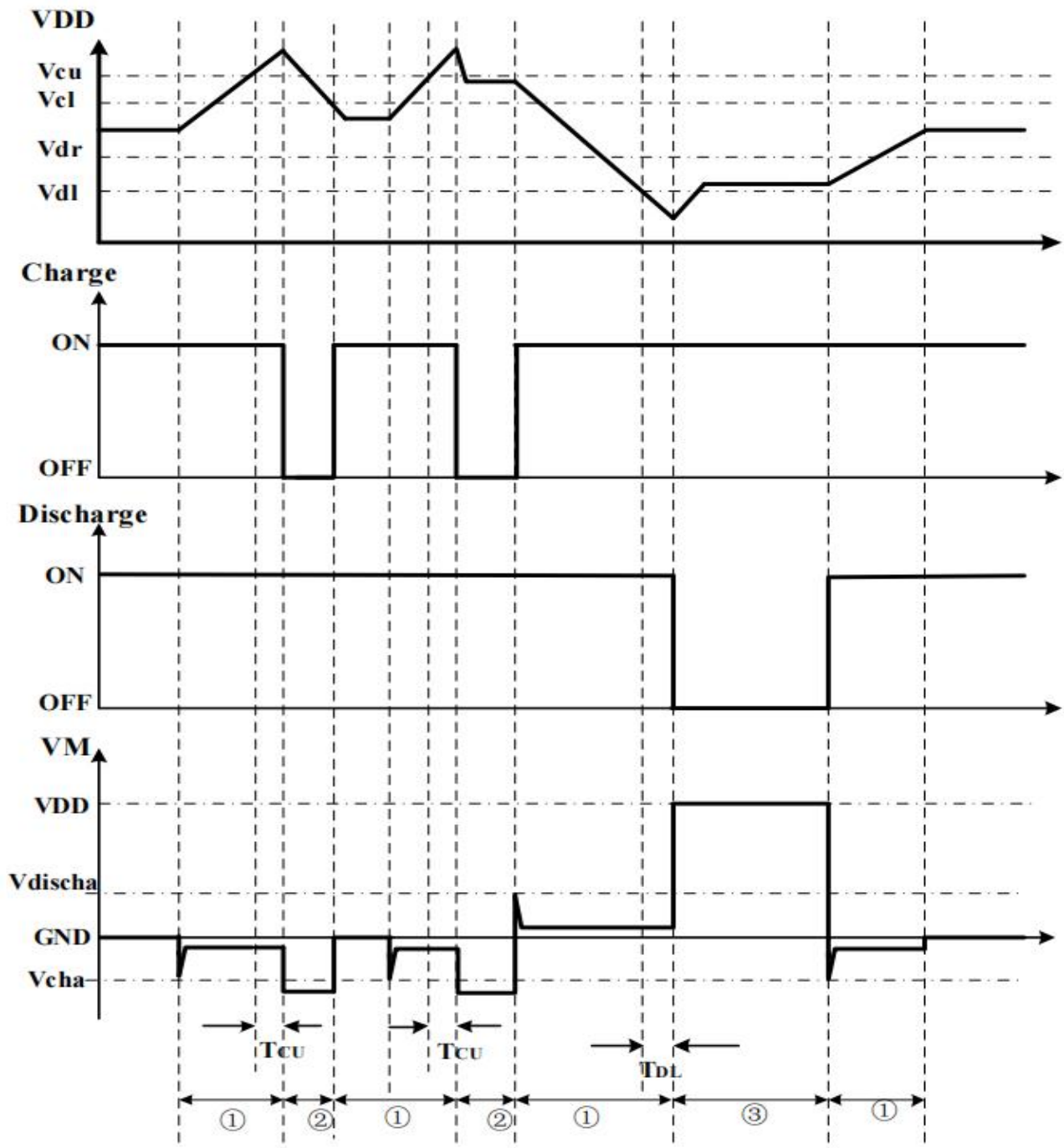
waferbest

One Cell Lithium-ion/Polymer Battery Protection IC

WB6654A

11 时序图

10.1 过充和过放电压检测



注：（1）正常情况（2）过充电压情况（3）过放电压情况

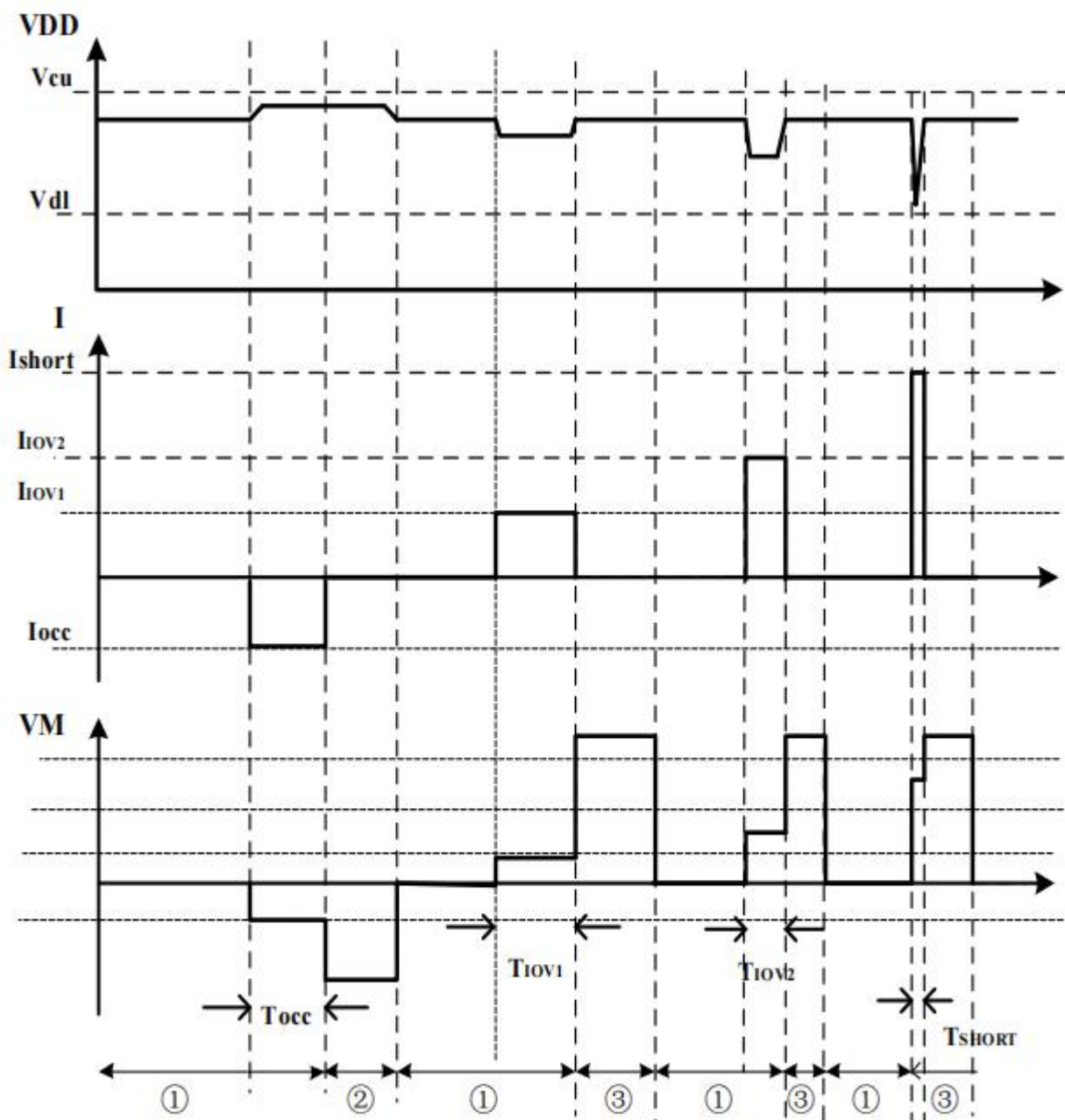


waferbest

One Cell Lithium-ion/Polymer Battery Protection IC

WB6654A

10.2 充放电过流检测



注：（1）正常情况 （2）充电过流状态 （3）放电过流状态

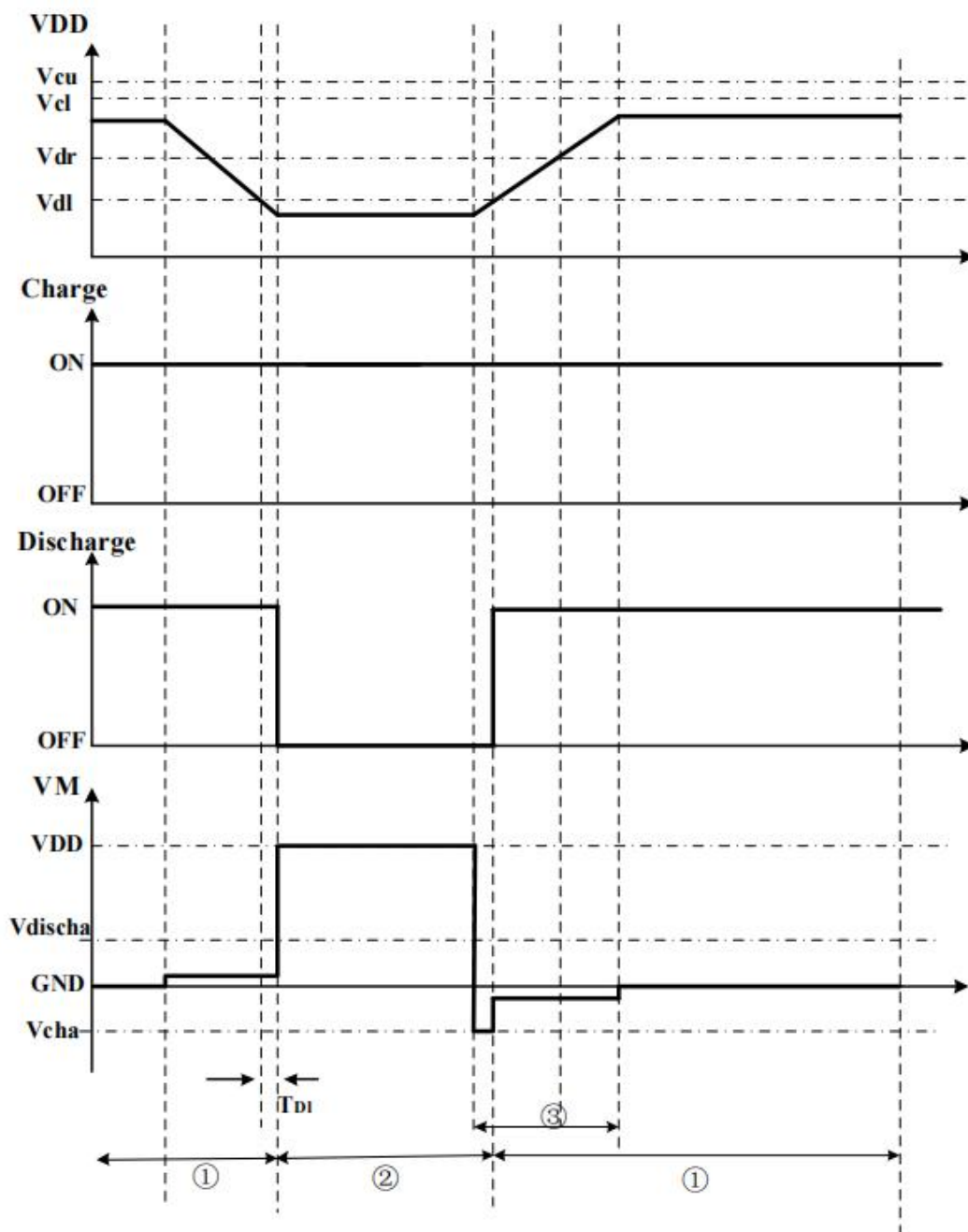


waferbest

One Cell Lithium-ion/Polymer Battery Protection IC

WB6654A

10.3 充电器检测



注：（1）正常情况 （2）过放电压状态 （3）充电器接入状态

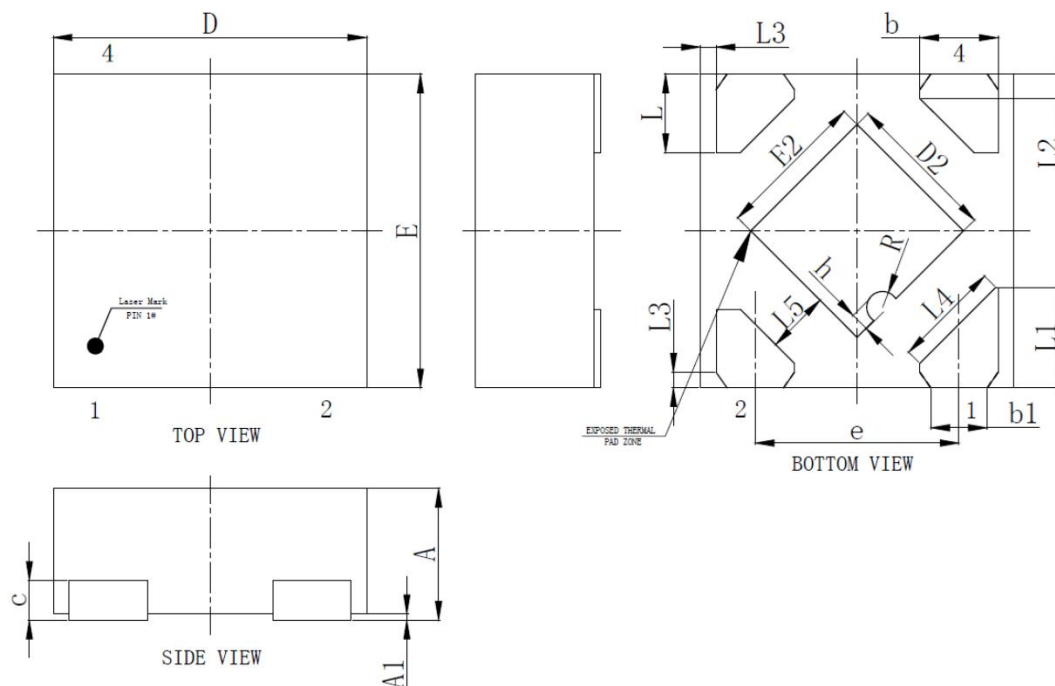


waferbest

One Cell Lithium-ion/Polymer Battery Protection IC

WB6654A

12 封装尺寸



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	0.34	-	0.40
A1	0.00	0.02	0.05
b	0.15	0.25	0.35
b1	0.13	0.18	0.23
c	0.07	0.12	0.17
D	0.95	1.00	1.05
D2	0.43	0.48	0.53
e	0.65BSC		
E	0.95	1.00	1.05
E2	0.43	0.48	0.53
L	0.20	0.25	0.30
L1	0.27	0.32	0.37
L2	0.077REF		
L3	0.05REF		
L4	0.34REF		
L5	0.20REF		
R	0.05REF		
h	0.06REF		



waferbest

WB6654A

One Cell Lithium-ion/Polymer Battery Protection IC

注意事项

- 购买时请认清公司商标，如有疑问请与公司本部联系。
- 在电路设计时请不要超过器件的绝对最大额定值，否则会影响整机的可靠性。
- 本说明书如有版本变更不另外告知。
- **WaferBest** 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务，提供的设计方案及资料仅供参考。客户应对其使用我司的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险，客户应进行充分的设计验证、小批试产、批量试产及操作安全措施。