

1. 概述

ZLB4217AE 内置高精度电压检测电路和延迟电路，是用于单节锂离子/锂聚合物可再充电电池的保护 IC。

本 IC 适合于对 1 节锂离子/锂聚合物可再充电电池的过充电、过放电和过电流进行保护。

2. 特点

ZLB4217AE 具备如下特点：

(1) 高精度电压检测电路

- | | | |
|------------|------------|---------|
| ● 过充电检测电压 | 4.30V | 精度±40mV |
| ● 过充电释放电压 | 4.100V | 精度±40mV |
| ● 过放电检测电压 | 2.500V | 精度±75mV |
| ● 过放电释放电压 | 3.000V | 精度±75mV |
| ● 放电过流检测电压 | 150mV | 精度±30mV |
| ● 充电过流检测电压 | -150mV | 精度±50mV |
| ● 负载短路检测电压 | 0.85V (固定) | 精度±0.3V |

(2) 各延迟时间由内部电路设置 (不需外接电容)

- | | |
|--------------|------------|
| ● 过充电检测延时时间 | 100ms typ. |
| ● 过放电检测延时时间 | 25ms typ. |
| ● 放电过流检测延时时间 | 10ms typ. |
| ● 充电过流检测延时时间 | 12ms typ. |
| ● 负载短路检测延时时间 | 500μs typ. |

(3) 过放自恢复功能：有

(4) 低耗电流

- | | |
|------------|---------------------------------|
| ● 工作模式 | 典型值 3.0μA，最大值 6.0μA (VDD=3.9V) |
| ● 过放电时耗电电流 | 典型值 0.16μA，最大值 0.5μA (VDD=2.0V) |

(5) 连接充电器的端子采用高耐压设计 (CS 端子和 OC 端子，绝对最大额定值是 20V)

(6) 向 0V 电池充电功能：允许

(7) 宽工作温度范围：-40℃~+85℃

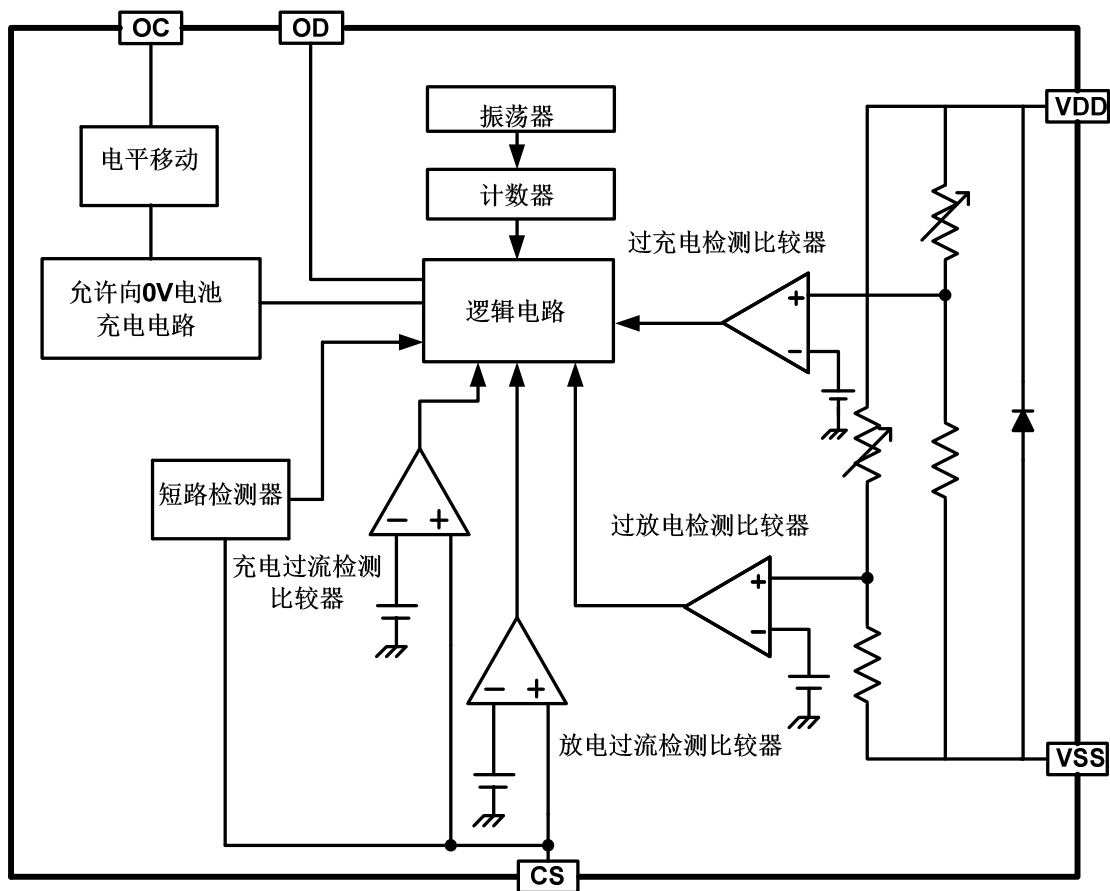
(8) 小型封装：SOT-23-6

(9) 无卤素绿色环保产品

3. 应用

- 1 节锂离子可再充电电池组
- 1 节锂聚合物可再充电电池组

4. 方框图



5. 订购信息

- 产品名称定义

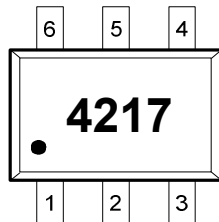
ZLB4217AE

6. 封装、脚位及标记信息

● SOT-23-6 封装

表 1、SOT-23-6 封装

脚位	符号	说明
1	OD	放电控制用 MOSFET 门极连接端子
2	CS	过电流检测 充电器检测端子
3	OC	充电控制用 MOSFET 门极连接端子
4	NC	无连接
5	VDD	电源端，正
6	VSS	接地端，负



7. 绝对最大额定值

表 2、绝对最大额定值（VSS=0V，Ta=25℃，除非特别说明）

项目	符号	规格	单位
VDD 和 VSS 之间输入电压	V_{DD}	$VSS-0.3 \sim VSS+10$	V
OC 输出端子电压	V_{OC}	$VDD-20 \sim VDD+0.3$	V
OD 输出端子电压	V_{OD}	$VSS-0.3 \sim VDD+0.3$	V
CS 输入端子电压	V_{CS}	$VDD-20 \sim VDD+0.3$	V
工作温度范围	T_{OP}	-40~+85	℃
储存温度范围	T_{ST}	-40~+125	℃
容许功耗	P_D	250	mW

8. 电气特性

表 3、电气参数 (VSS=0V Ta=25℃)

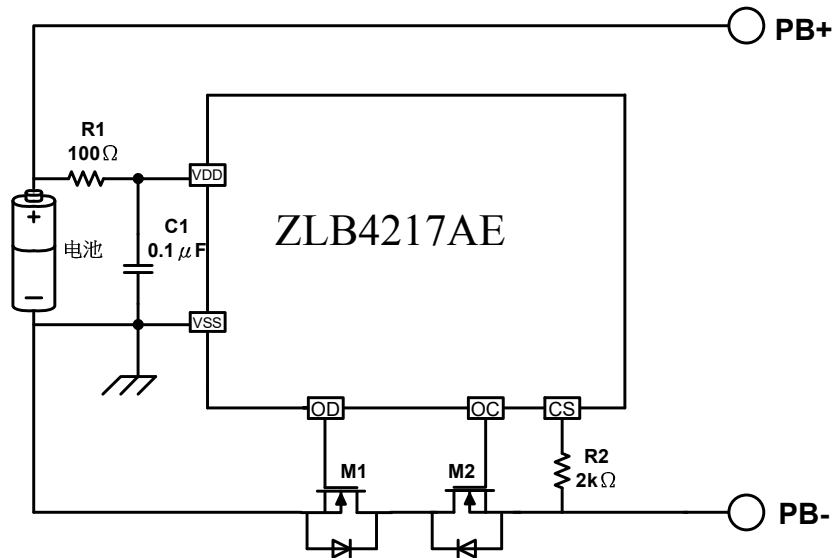
项目		条件				
输入电压						
VDD-VSS 工作电压	V _{DSOP1}	-	1.5	-	8	V
VDD-CS 工作电压	V _{DSOP2}	-	1.5	-	20	V
耗电流						
工作电流	I _{DD}	V _{DD} =3.9V	-	3.0	6.0	μA
过放电时耗电流	I _{OD}	V _{DD} =2.0V	-	0.16	0.5	μA
检测电压						
过充电检测电压	V _{CU}		4.260	4.300	4.340	V
过充电释放电压	V _{CR}		4.040	4.100	4.140	V
过放电检测电压	V _{DL}		2.425	2.500	2.575	V
过放电释放电压	V _{DR}		2.925	3.000	3.075	V
放电过流检测电压	V _{DIP}	V _{DD} =3.6V	120	150	180	mV
负载短路检测电压	V _{SIP}	V _{DD} =3.0V	0.55	0.85	1.15	V
充电过流检测电压	V _{CIP}	V _{DD} =3.6V	-200	-150	-100	mV
延时时间						
过充电检测延迟时间	T _{OC}	V _{DD} =3.9V→4.5V	50	100	150	ms
过放电检测延迟时间	T _{OD}	V _{DD} =3.6V→2.0V	5	25	40	ms
放电过流检测延迟时间	T _{DIP}	V _{DD} =3.6V, CS=0.4V	5	10	15	ms
充电过流检测延迟时间	T _{CIP}	V _{DD} =3.6V, CS=-0.4V	7	12	17	ms
负载短路延迟时间	T _{SIP}	V _{DD} =3.0V, CS=1.3V	300	300	700	μs
控制端子输出电压						
OD 端子输出高电压	V _{DH}		VDD-0.1	VDD-0.02	-	V
OD 端子输出低电压	V _{DL}		-	0.1	0.5	V
OC 端子输出高电压	V _{CH}		VDD-0.1	VDD-0.02	-	V
OC 端子输出低电压	V _{CL}		-	0.1	0.5	V
向 0V 电池充电的功能 (允许)						
充电器起始电压 (允许向 0V 电池充电功能)	V _{0CH}	允许向 0V 电池充电功能	1.2	-	-	V

表 4、电气参数 (VSS=0V, Ta=-20℃~60℃ (*1))

项目	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压						
VDD-VSS 工作电压	V _{DSOP1}	-	1.5	-	8	V
VDD-CS 工作电压	V _{DSOP2}	-	1.5	-	20	V
耗电流						
工作电流	I _{DD}	V _{DD} =3.9V	-	3.0	6.0	μA
过放电时耗电流	I _{OD}	V _{DD} =2.0V	-	0.16	0.5	μA
检测电压						
过充电检测电压	V _{CU}		4.365	4.400	4.435	V
过充电释放电压	V _{CR}		4.145	4.200	4.255	V
过放电检测电压	V _{DL}		2.735	2.800	2.865	V
过放电释放电压	V _{DR}		2.915	3.000	3.085	V
放电过流检测电压	V _{DIP}	V _{DD} =3.6V	145	170	195	mV
负载短路检测电压	V _{SIP}	V _{DD} =3.0V	0.55	0.85	1.15	V
充电过流检测电压	V _{CIP}	V _{DD} =3.6V	-180	-150	-120	mV
延时时间						
过充电检测延迟时间	T _{OC}	V _{DD} =3.9V→4.5V	160	250	340	ms
过放电检测延迟时间	T _{OD}	V _{DD} =3.6V→2.0V	13	20	27	ms
放电过流检测延迟时间	T _{DIP}	V _{DD} =3.6V, CS=0.4V	7	12	17	ms
充电过流检测延迟时间	T _{CIP}	V _{DD} =3.6V, CS=-0.4V	5	8	11	ms
负载短路延迟时间	T _{SIP}	V _{DD} =3.0V, CS=1.3V	140	300	460	μs
控制端子输出电压						
OD 端子输出高电压	V _{DH}		VDD-0.1	VDD-0.02	-	V
OD 端子输出低电压	V _{DL}		-	0.1	0.5	V
OC 端子输出高电压	V _{CH}		VDD-0.1	VDD-0.02	-	V
OC 端子输出低电压	V _{CL}		-	0.1	0.5	V
向 0V 电池充电的功能（允许）						
充电器起始电压（允许向 0V 电池充电功能）	V _{0CH}	允许向 0V 电池充电功能	1.2	-	-	V

说明：*1、此温度范围内的参数是设计保证值，而非高、低温实测筛选。

9. 电池保护 IC 应用电路示例



标记	器件名称	用途	最小值	典型值	最大值	说明
R1	电阻	限流、稳定VDD、加强ESD	100Ω	100Ω	200Ω	*1
R2	电阻	限流	1kΩ	2kΩ	2kΩ	*2
C1	电容	滤波，稳定VDD	0.01μF	0.1μF	1.0μF	*3
M1	N-MOSFET	放电控制	-	-	-	*4
M2	N-MOSFET	充电控制	-	-	-	*5

*1、R1连接过大电阻，由于耗电流会在R1上产生压降，影响检测电压精度。当充电器反接时，电流从充电器流向IC，若R1过大有可能导致VDD-VSS端子间电压超过绝对最大额定值的情况发生。

*2、R2 连接过大电阻，当连接高电压充电器时，有可能导致不能切断充电电流的情况发生。但为控制充电器反接时的电流，请尽可能选取较大的阻值。

*3、C1有稳定VDD电压的作用，请不要连接0.01μF以下的电容。

*4、使用MOSFET的阈值电压在过放电检测电压以上时，可能导致在过放电保护之前停止放电。

*5、门极和源极之间耐压在充电器电压以下时，N-MOSFET有可能被损坏。

注意：

1. 上述参数有可能不经预告而作更改，请及时到网站下载最新版规格书。

网址：<http://www.zlw-ic.net>。

2. 外围器件如需调整，建议客户进行充分的评估和测试。

10. 工作说明

10.1. 正常工作状态

此 IC 持续检测连接在 VDD 与 VSS 端子之间电池的电压，以及 CS 与 VSS 端子之间的电压差，来控制充电和放电。当电池的电压都在过放电检测电压 (V_{DL}) 以上并在过充电检测电压 (V_{CU}) 以下，且 CS 端子电压在充电过流检测电压 (V_{CIP}) 以上并在放电过流检测电压 (V_{DIP}) 以下时，IC 的 OC 和 OD 端子都输出高电平，使充电控制用 MOSFET 和放电控制用 MOSFET 同时导通，这个状态称为“正常工作状态”。此状态下，充电和放电都可以自由进行。

注意：初次连接电芯时，会有不能放电的可能性，此时，短接 CS 端子和 VSS 端子，或者连接充电器，就能恢复到正常工作状态。

10.2. 过充电状态

正常工作状态下的电池，在充电过程中，一旦电池电压超过过充电检测电压 (V_{CU})，并且这种状态持续的时间超过过充电检测延迟时间 (T_{OC}) 以上时，ZLB4217AE 会关闭充电控制用的 MOSFET (OC 端子)，停止充电，这个状态称为“过充电状态”。

过充电状态在如下 2 种情况下可以释放：

不连接充电器时，

- (1) 由于自放电使电池电压降低到过充电释放电压 (V_{CR}) 以下时，过充电状态释放，恢复到正常工作状态。
- (2) 连接负载放电，放电电流先通过充电控制用 MOSFET 的寄生二极管流过，此时，CS 端子侦测到一个“二极管正向导通压降 (V_f)”的电压。当 CS 端子电压在放电过流检测电压 (V_{DIP}) 以上且电池电压降低到过充电检测电压 (V_{CU}) 以下时，过充电状态释放，恢复到正常工作状态。

注意：进入过充电状态的电池，如果仍然连接着充电器，即使电池电压低于过充电释放电压 (V_{CR})，过充电状态也不能释放。断开充电器，CS 端子电压上升到充电过流检测电压 (V_{CIP}) 以上时，过充电状态才能释放。

10.3. 过放电状态

正常工作状态下的电池，在放电过程中，一旦电池电压超过过放电检测电压 (V_{DL})，并且这种状态持续的时间超过过放电检测延迟时间 (T_{OD}) 以上时，ZLB4217AE 会关闭放电控制用的 MOSFET (OD 端子)，停止放电，这个状态称为“过放电状态”。

过放电状态的释放，有三种情况：

- (1) 连接充电器，若 CS 端子电压低于充电过流检测电压 (V_{CIP})，当电池电压高于过放电检测电压 (V_{DL}) 时，过放电状态释放，恢复到正常工作状态。
- (2) 连接充电器，若 CS 端子电压高于充电过流检测电压 (V_{CIP})，当电池电压高于过放电检测电压 (V_{DR}) 时，过放电状态释放，恢复到正常工作状态。
- (3) 没有连接充电器时，如果电池电压自恢复到高于过放电释放电压 (V_{DR}) 时，过放电状态释放，恢复到正常工作状态，即“有过放自恢复功能”

10.4. 放电过流状态（放电过流检测功能和负载短路检测功能）

正常工作状态下的电池，ZLB4217AE 通过检测 CS 端子电压持续侦测放电电流。一旦 CS 端子电压超过放电过流检测电压 (V_{DIP})，并且这种状态持续的时间超过放电过流检测延迟时间 (T_{DIP})，则关闭放电控制用的 MOSFET (OD 端子)，停止放电，这个状态称为“放电过流状态”。

而一旦 CS 端子电压超过负载短路检测电压 (V_{SIP})，并且这种状态持续时间超过负载短路检测延迟时间 (T_{SIP})，则也关闭放电控制用的 MOSFET (OD 端子)，停止放电，这个状态称为“负载短路状态”。

当连接在电池正极 (PB+) 和电池负极 (PB-) 之间的阻抗大于放电过流/负载短路释放阻抗（典型值约为 $300K\Omega$ ）时，放电过流和负载短路状态释放，恢复到正常工作状态。另外，即使连接在电池正极 (PB+) 和电池负极 (PB-) 之间的阻抗小于放电过流/负载短路释放阻抗，当连接上充电器，CS 端子电压低于放电过流保护电压 (V_{DIP}) 以下，也会释放放电过流或负载短路状态，回到正常工作状态。

注意：

(1) 若不慎将充电器反接时，回路中的电流方向与放电时电流方向一致，如果 CS 端子电压高于放电过流检测电压 (V_{DIP})，则可以进入放电过流保护状态，切断回路中的电流，起到保护的作用。

10.5. 充电过流状态

正常工作状态下的电池，在充电过程中，如果 CS 端子电压低于充电过流检测电压 (V_{CIP})，并且这种状态持续的时间超过充电过流检测延迟时间 (T_{CIP})，则关闭充电控制用的 MOSFET (OC 端子)，停止充电，这个状态称为“充电过流状态”。

进入充电过流检测状态后，如果断开充电器使得 CS 端子电压高于充电过流检测电压 (V_{CIP}) 时，充电过流状态被解除，恢复到正常工作状态。

10.6. 向 0V 电池充电功能（允许）

此功能用于对已经自放电到 0V 的电池进行再充电。当连接在电池正极 (PB+) 和电池负极 (PB-) 之间的充电器电压，高于向“0V 电池充电的充电器起始电压 (V_{0CH})”时，充电控制用的 MOSFET 的门极固定为 VDD 端子的电位，由于充电器电压使 MOSFET 的门极和原价之间的电压差高于其导通电压，充电控制用 MOSFET 导通 (OC 端子)，开始充电。这时，放电控制用 MOSFET 仍然是关断的，充电电流通过其内部寄生二极管流过。当电池电压高于过放电检测电压 (V_{DL}) 时，ZLB4217AE 进入正常工作状态。

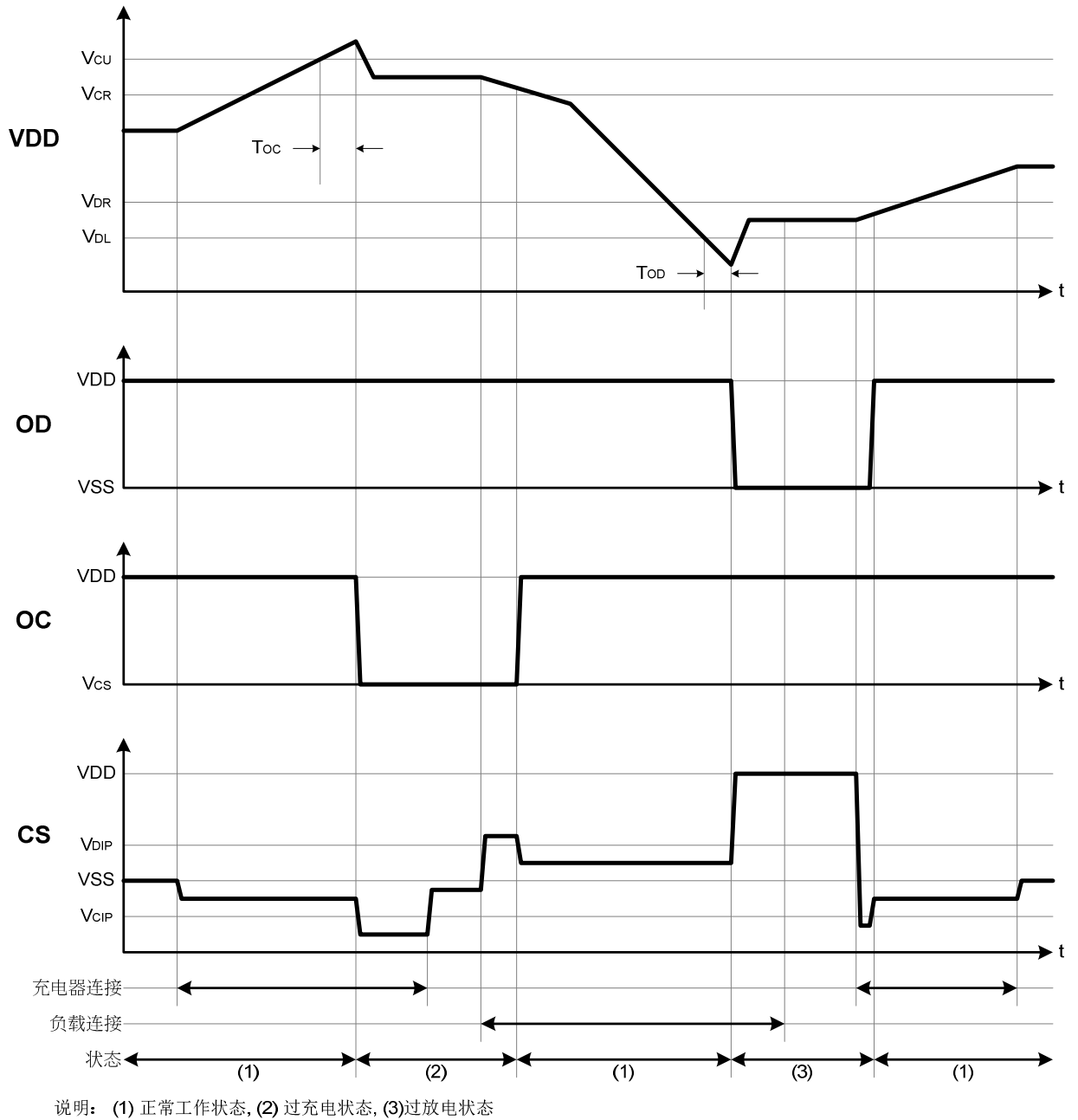
注意：

1. 某些完全自放电的电池，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 0”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。

11. 时序图

(1) 过充电检测，过放电检测

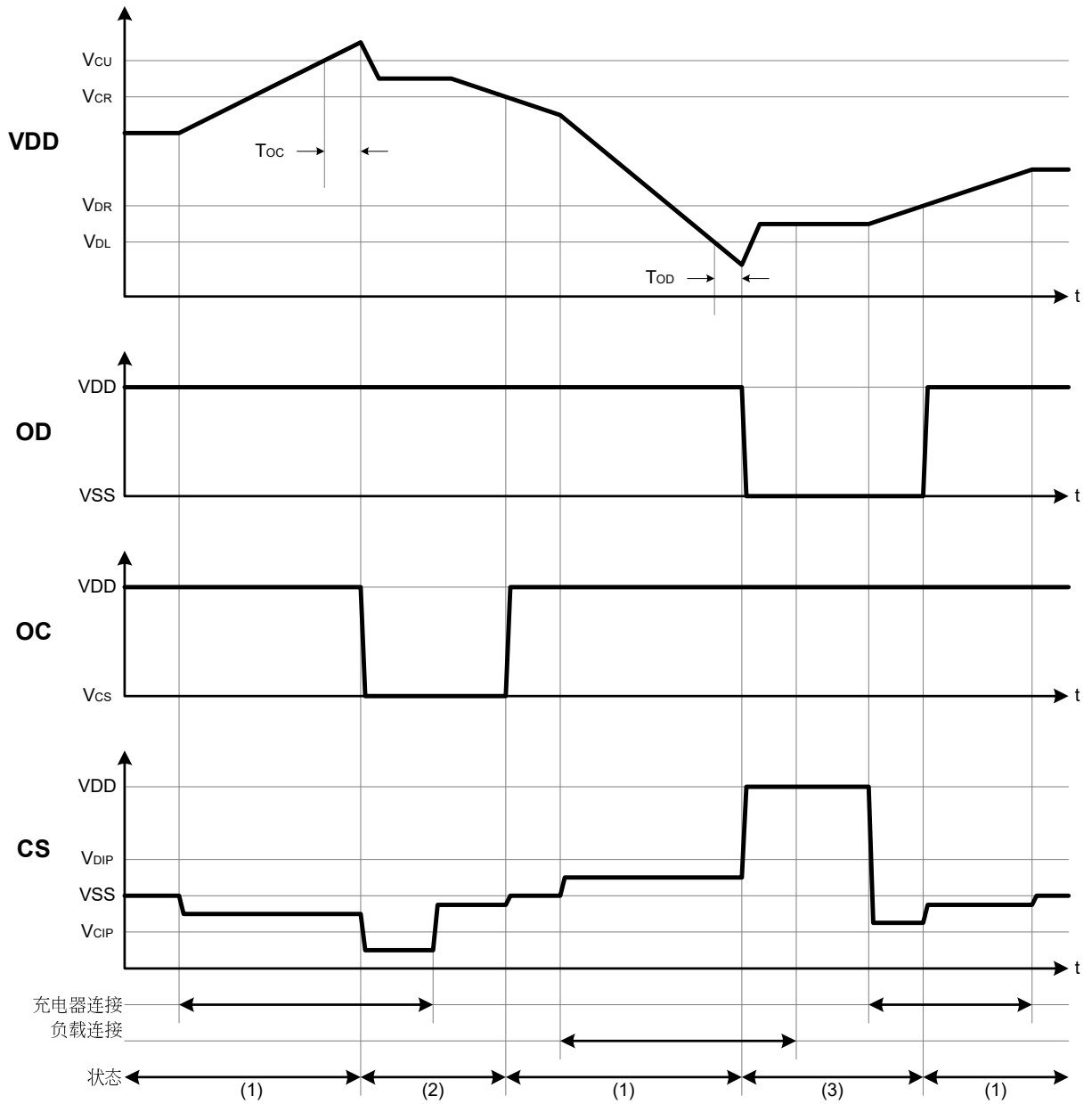


说明:

(a) 过充释放条件: $V_{CS} > V_{DIP}$ & $V_{DD} < V_{CU}$ 。

(b) 过放释放条件: $V_{CS} < V_{CIP}$ & $V_{DD} > V_{DL}$ 。

(2) 过充电检测，过放电检测



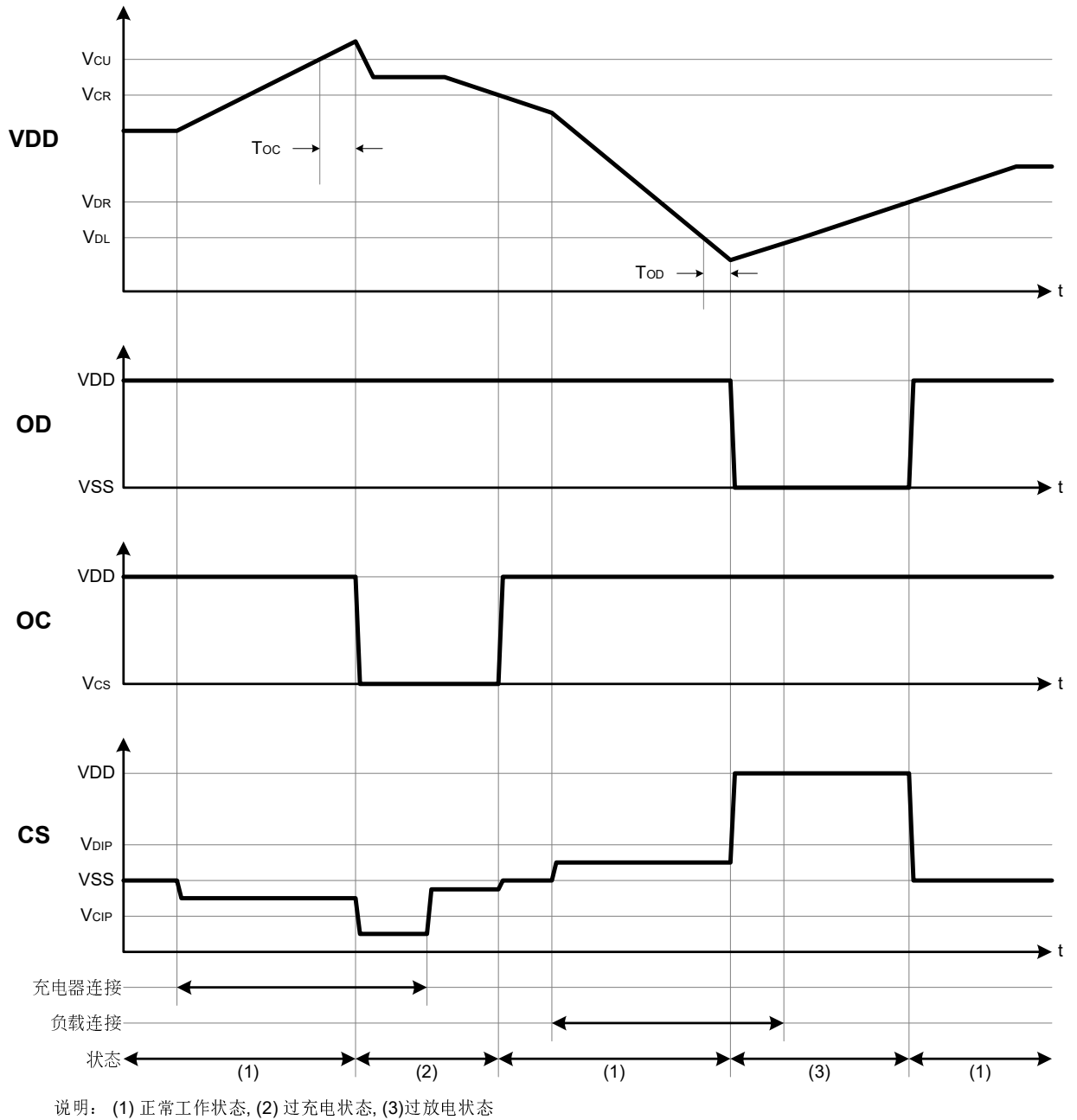
说明：(1) 正常工作状态, (2) 过充电状态, (3) 过放电状态

说明：

(a) 过充释放条件： $V_{CIP} < V_{CS} < V_{DIP}$ & $V_{DD} < V_{CR}$ 。

(b) 过放释放条件： $V_{CS} > V_{CIP}$ & $V_{DD} > V_{DR}$ 。

(3) 过充电检测，过放电检测（有过放自恢复功能）

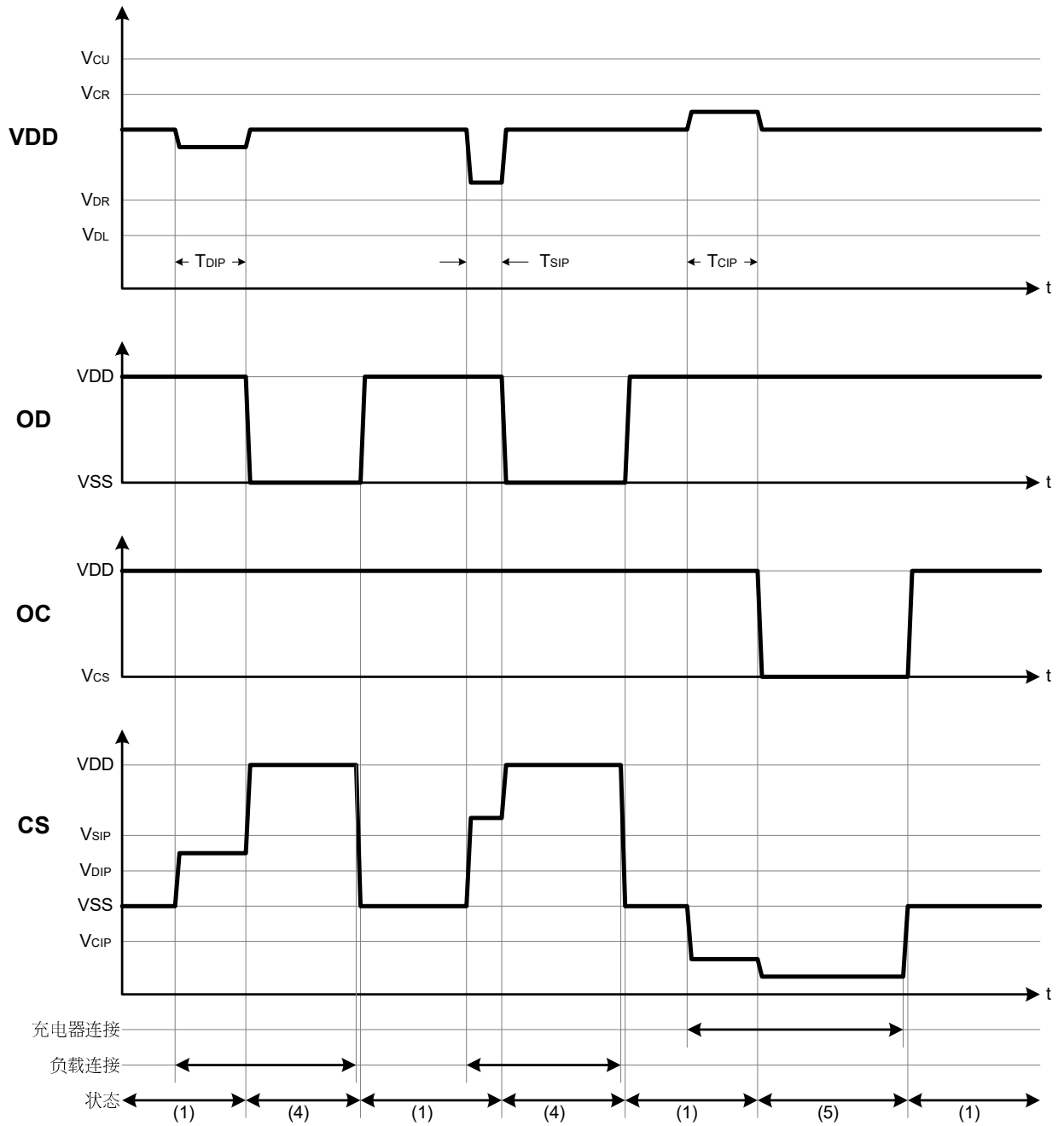


说明:

(a) 过充释放条件: $V_{CIP} < V_{CS} < V_{DIP}$ & $V_{DD} < V_{CR}$ 。

(b) 过放释放条件: $V_{DD} > V_{DR}$ 。

(4) 放电过流检测，负载短路检测，充电过流检测

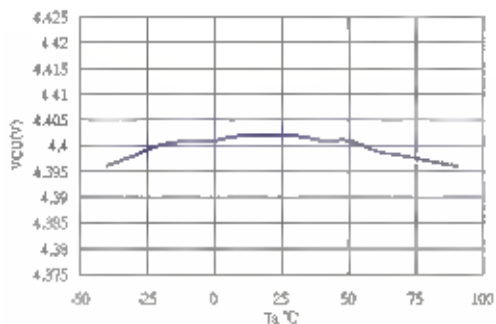


说明: (1) 正常工作状态, (4) 放电过流状态(放电过流及负载短路), (5) 充电过流状态

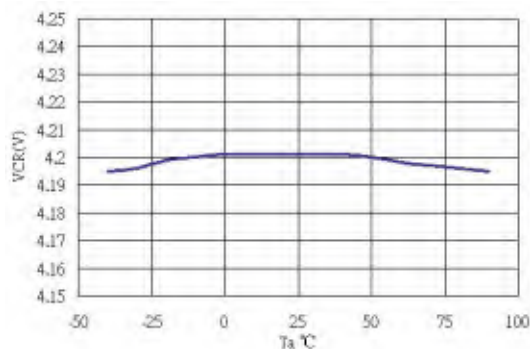
12. 特性（典型数据）

1. 过充电检测电压/过充电释放电压，过放电检测电压/过放电释放电压，放电过流检测电压/负载短路检测电压，充电过流检测电压以及各延迟时间

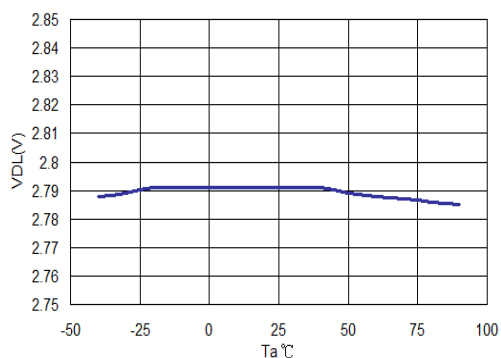
(1) V_{CU} vs. T_a



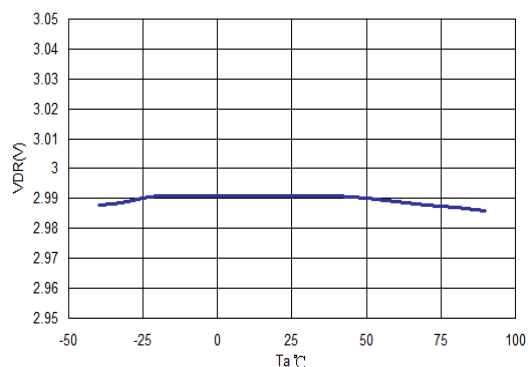
(2) V_{CR} vs. T_a



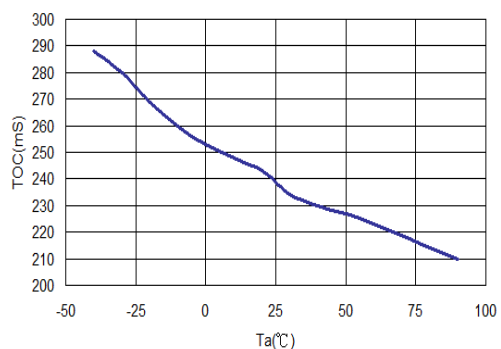
(3) V_{DL} vs. T_a



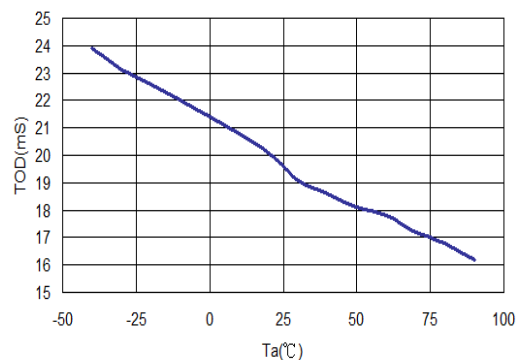
(4) V_{DR} vs. T_a



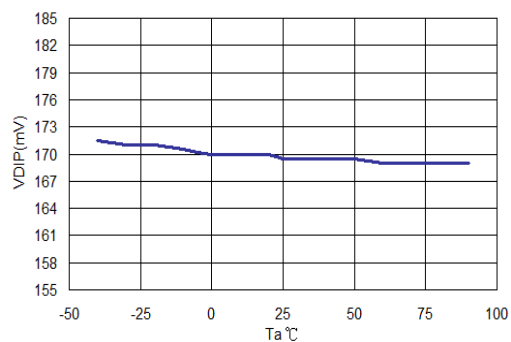
(5) T_{OC} vs. T_a



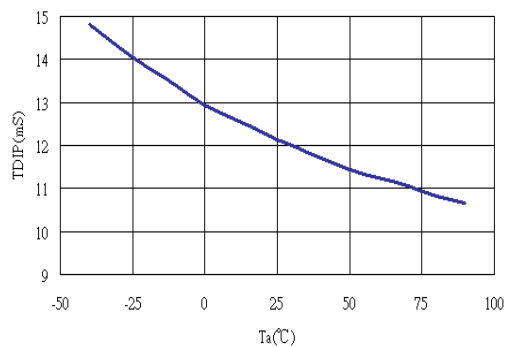
(6) T_{OD} vs. T_a



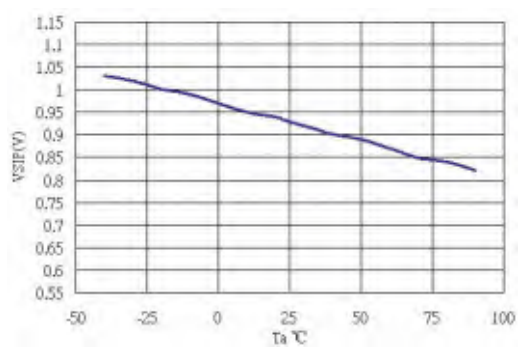
(7) V_{DIP} vs. T_a



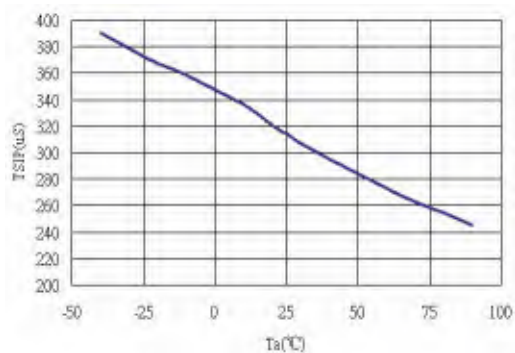
(8) T_{DIP} vs. T_a



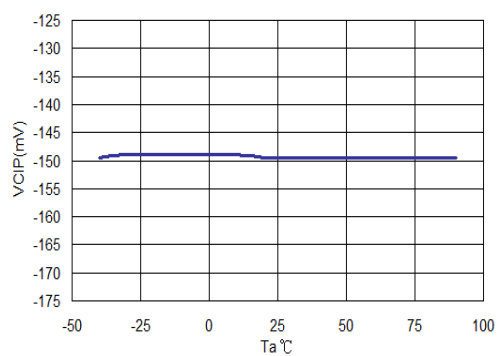
(9) V_{SIP} vs. T_a



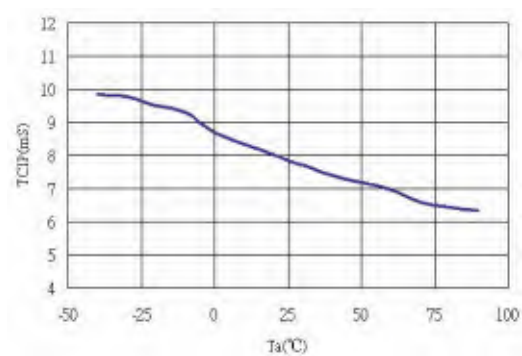
(10) T_{SIP} vs. T_a



(11) V_{CIP} vs. T_a

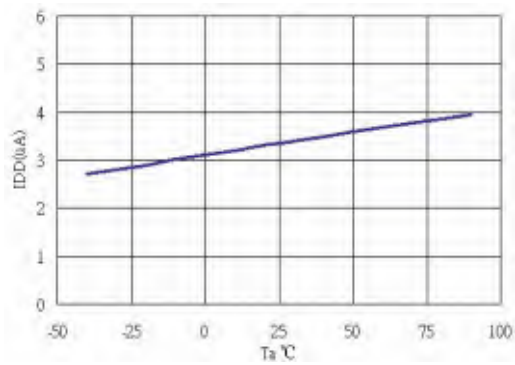


(12) T_{CIP} vs. T_a

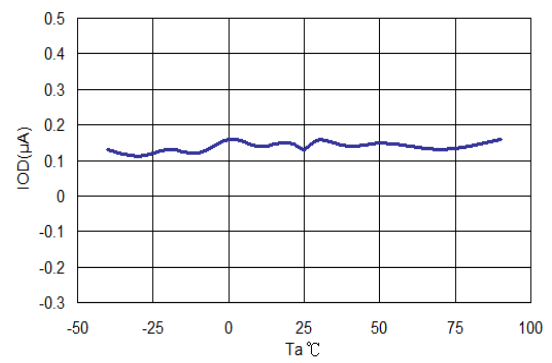


2. 耗电流

(13) I_{DD} vs. T_a



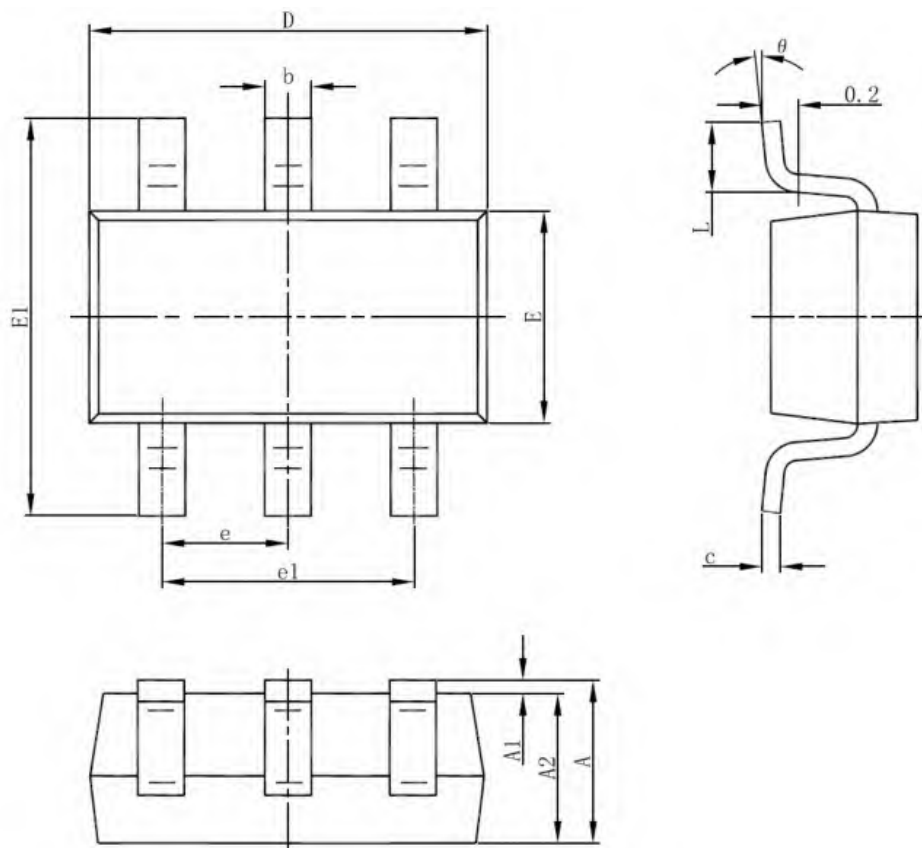
(14) I_{OD} vs. T_a



13. 封装信息

13.1. SOT-23-6 封装

说明：单位为 mm。



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.050	1.250	0.041	0.049
A1	0.000	0.100	0.000	0.004
A2	1.050	1.150	0.041	0.045
b	0.300	0.500	0.012	0.020
c	0.100	0.200	0.004	0.008
D	2.820	3.020	0.111	0.119
E	1.500	1.700	0.059	0.067
E1	2.650	2.950	0.104	0.116
e	0.950(BSC)		0.037(BSC)	
e1	1.800	2.000	0.071	0.079
L	0.300	0.600	0.012	0.024
θ	0°	8°	0°	8°