1. 概述

HM5416 系列 IC，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

HM5416 全系列 IC 具备如下特点：

（1）高精度电压检测电路

- 过充电检测电压　4.000~4.500V　精度±25mV
- 过充电释放电压　3.800~4.500V　精度±50mV
- 过放电检测电压　2.00~3.10V　精度±50mV
- 过放电释放电压　2.00~3.40V　精度±50mV
- 放电过流检测电压　25~250mV　精度±10mV
- 充电过流检测电压　（可选择）
- 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）

（3） 休眠功能：可以选择“有”或“无” （详见产品目录）

（4） 过放自恢复功能：可以选择“有”或“无” （详见产品目录）

（5）低耗电流（具有休眠功能的型号）

- 工作模式　典型值 3.0μA ，最大值 6.0μA（VDD=3.9V）
- 休眠模式　最大值 0.1μA（VDD=2.0V）

（6）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）

（7）向 0V 电池充电功能

（8）宽工作温度范围：　-40℃～+85℃

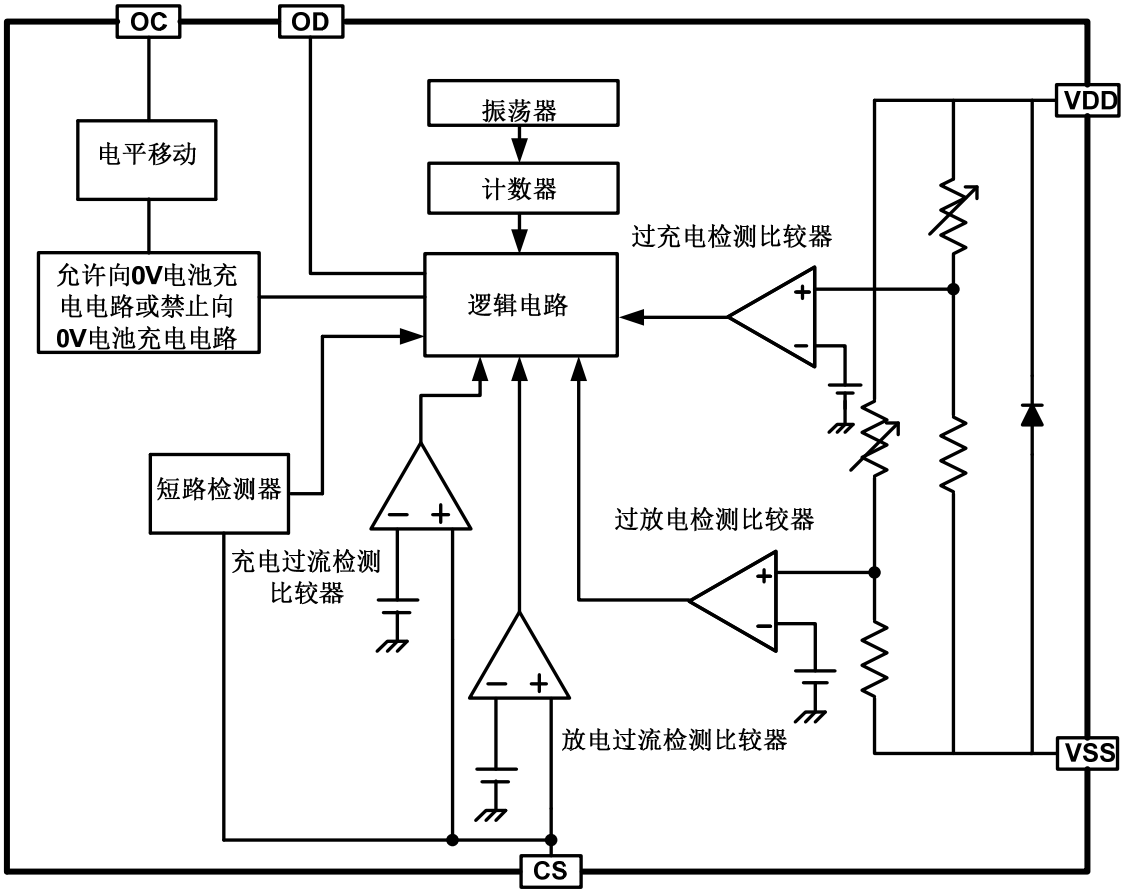
（9）小型封装：　DFN-1.8*2.0-6L & SOT-23-6

（10）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

HM5416 —#%$&

- 特性代码
  按A~Z顺序设定
- 延迟时间代码
  按1~9顺序设定
- 封装名称代码
  A: DFN-1.8*2.0-6L
  B: SOT-23-6
- 序列号
  按A~Z顺序设定

6. 产品目录

6.1. 电气参数选择

- **DFN-1.8*2.0-6L 封装**

表 1、电气参数选择表

参数 / 型号	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	充电过流检测电压	延迟时间代码	特性代码
	V_{CU}	V_{CR}	V_{DL}	V_{DR}	V_{DIP}	V_{CIP}	-	-
HM5416	4.420V	4.235V	2.50V	2.70V	200mV	-225mV	2	B

备注：

1、表 1 中列出各电气参数的典型值，各电气参数的精度请参阅表 8。

2、延迟时间代码对应的延迟时间参数请参阅表 3；特性代码对应的其它功能特性请参阅表 4。

3、需要上述规格以外的产品时，请与本公司业务部联系

- **SOT-23-6 封装**

表 2、电气参数选择表

参数 / 型号	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	充电过流检测电压	延迟时间代码	特性代码
	V_{CU}	V_{CR}	V_{DL}	V_{DR}	V_{DIP}	V_{CIP}	-	-
HM5416-AB	4.280V	4.100V	2.40V	2.50V	180mV	-225mV	6	B
HM5416-BB	4.350V	4.150V	2.50V	3.00V	150mV	-200mV	6	A
HM5416-CB	4.280V	4.100V	2.30V	2.50V	150mV	-225mV	6	B
HM5416-DB	4.275V	4.175V	3.00V	3.20V	150mV	-200mV	6	B
HM5416-FB	4.300V	4.250V	2.50V	3.00V	200mV	-225mV	5	B
HM5416-OB	4.425V	4.225V	2.50V	2.50V	150mV	-200mV	6	A
HM5416-HB	4.420V	4.235V	2.50V	2.70V	200mV	-225mV	2	B

备注：

1、表 2 中列出各电气参数的典型值，各电气参数的精度请参阅表 8。

2、延迟时间代码对应的延迟时间参数请参阅表 3；特性代码对应的其它功能特性请参阅表 4。

3、需要上述规格以外的产品时，请与本公司业务部联系。

6.2. 延迟时间代码－延迟时间参数选择

表 3、延迟时间代码－延迟时间参数选择表

延迟时间代码	过充电检测延迟时间	过放电检测延迟时间	放电过流检测延迟时间	充电过流检测延迟时间	负载短路检测延迟时间
	T_{OC}	T_{OD}	T_{DIP}	T_{CIP}	T_{SIP}
1	1300ms	145ms	12ms	8ms	300μs
2	1000ms	20ms	12ms	8ms	300μs
3	1300ms	145ms	6ms	8ms	300μs
4	250 ms	20ms	12ms	8ms	150μs
5	1000ms	145ms	24ms	16ms	300μs
6	1000ms	145ms	12ms	8ms	300μs

备注：

1、表 3 中列出各延迟时间参数的典型值，各延迟时间参数的精度详见表 9～表 14。

6.3. 特性代码－其它功能选择

表 4、特性代码－其它功能选择表

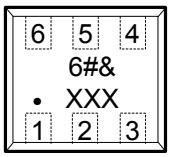
特性代码	向 0V 电池充电功能	休眠功能/过放自恢复功能
A	允许	有休眠功能
B	允许	有过放自恢复功能
C	禁止	有过放自恢复功能

7. 封装、脚位及标记信息

- **DFN-1.8*2.0-6L 封装**

表 5、DFN-1.8*2.0-6L 封装

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



6：产品名称。

#：序号号，按 A~Z 顺序设定。

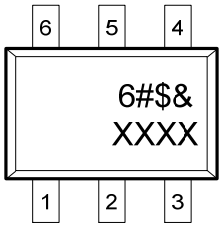
&：特性代码，按 A~Z 顺序设定。

xxx：日期编码。

- **SOT-23-6 封装**

表 6、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	过电流检测输入端子，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，正电源输入端子
6	VSS	接地端，负电源输入端子



6：产品名称。
#：序列号，按 A~Z 顺序设定。
$：延迟时间代码，按 1～9 顺序设定。
&：特性代码，按 A~Z 顺序设定。
XXXX：日期编码。

8. 绝对最大额定值

表 7、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~VSS+10	V
OC 输出端子电压	V_{OC}	VDD-20~VDD+0.3	V
OD 输出端子电压	V_{OD}	VSS-0.3~VDD+0.3	V
CS 输入端子电压	V_{CS}	VDD-20~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

9. 电气特性

9.1. 电气参数

表 8、电气参数（VSS=0V，Ta＝25℃，除非特别说明。）

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（有休眠功能的型号）						
工作电流	I_{DD}	V_{DD}=3.9V	-	3.0	6.0	μA
休眠电流	I_{PD}	V_{DD}=2.0V	-	-	0.1	μA
耗电流（有过放自恢复功能的型号）						
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}	4.0～4.5V，可调整	V_{CU} -0.025	V_{CU}	V_{CU} +0.025	V
过充电释放电压	V_{CR}	3.8～4.5V，可调整	V_{CR} -0.05	V_{CR}	V_{CU} +0.05	V
过放电检测电压	V_{DL}	2.0～3.1V，可调整	V_{DL} -0.05	V_{DL}	V_{DL} +0.05	V
过放电释放电压	V_{DR}	2.0～3.4V，可调整	V_{DR} -0.05	V_{DR}	V_{DR} +0.05	V
放电过流检测电压	V_{DIP}	V_{DD}=3.6V	V_{DIP}-10	V_{DIP}	V_{DIP}+10	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, V_{CIP}＜225mV	V_{CIP}-40	V_{CIP}	V_{CIP}+40	mV
		V_{DD}=3.6V,V_{CIP}≥225mV	V_{CIP}-50	V_{CIP}	V_{CIP}+50	mV
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（允许或禁止）						
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
电池电压（禁止向 0V 电池充电功能）	V_{0IN}	禁止向 0V 电池充电功能	-	-	0.5	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。

表 9、电气参数（延迟时间参数除外。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（有休眠功能的型号）							
工作电流	I_{DD}	V_{DD}=3.9V		-	3.0	6.0	μA
休眠电流	I_{PD}	V_{DD}=2.0V		-	-	0.1	μA
耗电流（有过放自恢复功能的型号）							
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}	4.0～4.5V，可调整		V_{CU} -0.035	V_{CU}	V_{CU} +0.035	V
过充电释放电压	V_{CR}	3.8 ～ 4.5V，可调整	V_{CR}≠V_{CU}时	V_{CR} -0.055	V_{CR}	V_{CR} +0.055	V
			V_{CR}=V_{CU}时	V_{CR} -0.055	V_{CR}	V_{CR} +0.035	V
过放电检测电压	V_{DL}	2.0～3.1V，可调整		V_{DL} -0.065	V_{DL}	V_{DL} +0.065	V
过放电释放电压	V_{DR}	2.0～3.4V，可调整		V_{DR} -0.085	V_{DR}	V_{DR} +0.085	V
放电过流检测电压	V_{DIP}	V_{DD}=3.6V		V_{DIP}-20	V_{DIP}	V_{DIP}+20	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 ， V_{CIP} ＜ 225mV		V_{CIP}-55	V_{CIP}	V_{CIP}+55	mV
		V_{DD}=3.6V，V_{CIP}≥225mV		V_{CIP}-60	V_{CIP}	V_{CIP}+60	mV
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（允许或禁止）							
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
电池电压（禁止向 0V 电池充电功能）	V_{0IN}	禁止向 0V 电池充电功能		-	-	0.5	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。

9.2. 延迟时间参数

表 10、延迟时间代码=1 时，延迟时间参数组合

项目	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
延迟时间（Ta＝25℃）						
过充电检测延迟时间	T_{OC}	V_{DD}=3.9V→4.5V	1000	1300	1600	ms
过放电检测延迟时间	T_{OD}	V_{DD}=3.6V→2.0V	115	145	175	ms
放电过流检测延迟时间	T_{DIP}	V_{DD}=3.6V，CS=0.4V	9	12	15	ms
充电过流检测延迟时间	T_{CIP}	V_{DD}=3.6V，CS=-0.4V	6	8	10	ms
负载短路检测延迟时间	T_{SIP}	V_{DD}=3.0V，CS=1.3V	200	300	400	μs
延迟时间（Ta＝-20℃～60℃ *1）						
过充电检测延迟时间	T_{OC}	V_{DD}=3.9V→4.5V	800	1300	1800	ms
过放电检测延迟时间	T_{OD}	V_{DD}=3.6V→2.0V	95	145	195	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
负载短路检测延迟时间	T_{SIP}	V_{DD}=3.0V，CS=1.3V	140	300	460	μs

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。

表 11、延迟时间代码=2 时，延迟时间参数组合

项目	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
延迟时间（Ta＝25℃）						
过充电检测延迟时间	T_{OC}	V_{DD}=3.9V→4.5V	700	1000	1300	ms
过放电检测延迟时间	T_{OD}	V_{DD}=3.6V→2.0V	15	20	25	ms
放电过流检测延迟时间	T_{DIP}	V_{DD}=3.6V，CS=0.4V	9	12	15	ms
充电过流检测延迟时间	T_{CIP}	V_{DD}=3.6V，CS=-0.4V	6	8	10	ms
负载短路检测延迟时间	T_{SIP}	V_{DD}=3.0V，CS=1.3V	200	300	400	μs
延迟时间（Ta＝-20℃～60℃ *1）						
过充电检测延迟时间	T_{OC}	V_{DD}=3.9V→4.5V	600	1000	1400	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
负载短路检测延迟时间	T_{SIP}	V_{DD}=3.0V，CS=1.3V	140	300	460	μs

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。

表 12、延迟时间代码=3 时，延迟时间参数组合

项目	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
延迟时间（Ta＝25℃）						
过充电检测延迟时间	T_{OC}	V_{DD}=3.9V→4.5V	1000	1300	1600	ms
过放电检测延迟时间	T_{OD}	V_{DD}=3.6V→2.0V	115	145	175	ms
放电过流检测延迟时间	T_{DIP}	V_{DD}=3.6V，CS=0.4V	4	6	8	ms
充电过流检测延迟时间	T_{CIP}	V_{DD}=3.6V，CS=-0.4V	6	8	10	ms
负载短路检测延迟时间	T_{SIP}	V_{DD}=3.0V，CS=1.3V	200	300	400	μs
延迟时间（Ta＝-20℃～60℃ *1）						
过充电检测延迟时间	T_{OC}	V_{DD}=3.9V→4.5V	800	1300	1800	ms
过放电检测延迟时间	T_{OD}	V_{DD}=3.6V→2.0V	95	145	195	ms
放电过流检测延迟时间	T_{DIP}	V_{DD}=3.6V，CS=0.4V	3	6	9	ms
充电过流检测延迟时间	T_{CIP}	V_{DD}=3.6V，CS=-0.4V	5	8	11	ms
负载短路检测延迟时间	T_{SIP}	V_{DD}=3.0V，CS=1.3V	140	300	460	μs

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。

表 13、延迟时间代码=4 时，延迟时间参数组合

项目	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
延迟时间（Ta＝25℃）						
过充电检测延迟时间	T_{OC}	V_{DD}=3.9V→4.5V	200	250	300	ms
过放电检测延迟时间	T_{OD}	V_{DD}=3.6V→2.0V	15	20	25	ms
放电过流检测延迟时间	T_{DIP}	V_{DD}=3.6V，CS=0.4V	9	12	15	ms
充电过流检测延迟时间	T_{CIP}	V_{DD}=3.6V，CS=-0.4V	6	8	10	ms
负载短路检测延迟时间	T_{SIP}	V_{DD}=3.0V，CS=1.3V	100	150	200	μs
延迟时间（Ta＝-20℃～60℃ *1）						
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=-0.2V	5	8	11	ms
负载短路检测延迟时间	T_{SIP}	V_{DD}=3.0V，CS=1.3V	140	300	460	μs

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。

表 14、延迟时间代码=5 时，延迟时间参数组合

项目	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
延迟时间（Ta＝25℃）						
过充电检测延迟时间	T_{OC}	V_{DD}=3.9V→4.5V	700	1000	1300	ms
过放电检测延迟时间	T_{OD}	V_{DD}=3.6V→2.0V	115	145	175	ms
放电过流检测延迟时间	T_{DIP}	V_{DD}=3.6V，CS=0.4V	18	24	30	ms
充电过流检测延迟时间	T_{CIP}	V_{DD}=3.6V，CS=-0.4V	12	16	20	ms
负载短路检测延迟时间	T_{SIP}	V_{DD}=3.0V，CS=1.3V	200	300	400	μs
延迟时间（Ta＝-20℃～60℃ *1）						
过充电检测延迟时间	T_{OC}	V_{DD}=3.9V→4.5V	600	1000	1400	ms
过放电检测延迟时间	T_{OD}	V_{DD}=3.6V→2.0V	95	145	195	ms
放电过流检测延迟时间	T_{DIP}	V_{DD}=3.6V，CS=0.4V	14	24	34	ms
充电过流检测延迟时间	T_{CIP}	V_{DD}=3.6V，CS=-0.4V	10	16	22	ms
负载短路检测延迟时间	T_{SIP}	V_{DD}=3.0V，CS=1.3V	140	300	460	μs

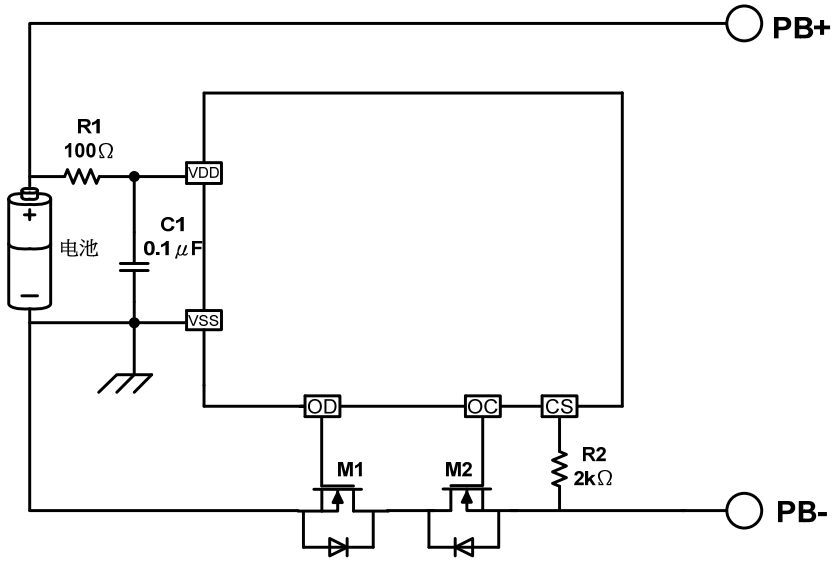
说明：*1、此温度范围内的参数是设计保证值，而非高、低温实测筛选。

表 15、延迟时间代码=6 时，延迟时间参数组合

项目	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
延迟时间（Ta＝25℃）						
过充电检测延迟时间	T_{OC}	V_{DD}=3.9V→4.5V	700	1000	1300	ms
过放电检测延迟时间	T_{OD}	V_{DD}=3.6V→2.0V	115	145	175	ms
放电过流检测延迟时间	T_{DIP}	V_{DD}=3.6V，CS=0.4V	9	12	15	ms
充电过流检测延迟时间	T_{CIP}	V_{DD}=3.6V，CS=-0.4V	6	8	10	ms
负载短路检测延迟时间	T_{SIP}	V_{DD}=3.0V，CS=1.3V	200	300	400	μs
延迟时间（Ta＝-20℃～60℃ *1）						
过充电检测延迟时间	T_{OC}	V_{DD}=3.9V→4.5V	600	1000	1400	ms
过放电检测延迟时间	T_{OD}	V_{DD}=3.6V→2.0V	95	145	195	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
负载短路检测延迟时间	T_{SIP}	V_{DD}=3.0V，CS=1.3V	140	300	460	μs

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。

10. 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，请及时到网站上下载最新版规格书。
   网址：http://www.hmsemi.com 。
2. 外围器件如需调整，建议客户进行充分的评估和测试。

11. 工作说明

11.1. 正常工作状态

此IC持续侦测连接在VDD和VSS之间的电池电压，以及CS与VSS之间的电压差，来控制充电和放电。当电池电压在过放电检测电压（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。

11.2. 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，HM5416 系列IC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（Vf）”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。

11.3. 过放电状态

11.3.1. 有休眠功能的型号

正常工作状态下的电池，在放电过程中，当电池电压降低到过放电检测电压（V_{DL}）以下，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，HM5416 系列 IC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”。

当关闭放电控制用 MOSFET 后，CS 由 IC 内部电阻上拉到 VDD，使 IC 耗电流减小到休眠时的耗电流值，这个状态称为“休眠状态”。

过放电状态的释放，有以下两种情况：

（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释放电压（V_{DR}）时，过放电状态释放，恢复到正常工作状态。

11.3.2. 有过放自恢复功能的型号

正常工作状态下的电池，在放电过程中，当电池电压降低到过放电检测电压（V_{DL}）以下，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，HM5416 系列IC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，有以下三种方法：

（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释放电压（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”。

11.4. 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，HM5416 系列IC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})，并且这种状态持续的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 300kΩ）时，放电过流状态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端子电压降低到放电过流保护电压（V_{DIP}）以下，也会释放放电过流状态或负载短路状态，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。

11.5. 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。

11.6. 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的门极和源极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，HM5416 系列IC进入正常工作状态。

注意：

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。请询问电池供应商，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。

11.7. 向 0V 电池充电功能（禁止）

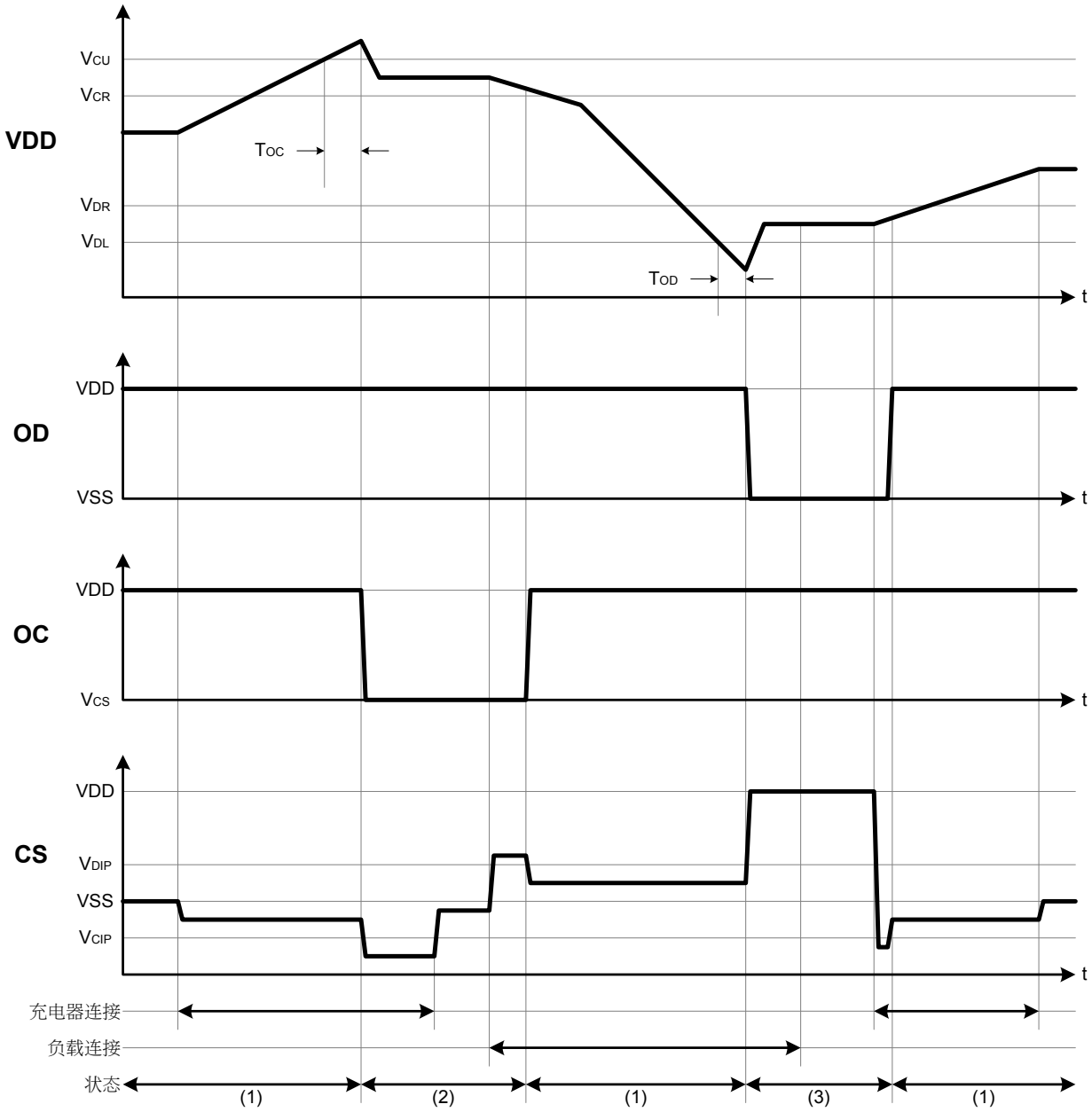
当连接内部短路的电池（0V电池）时，禁止向 0V电池充电的功能会阻止对它再充电。当电池电压低于“0V电池充电禁止的电池电压（V_{0IN}）”时，充电控制用MOSFET的门极固定为PB-电压，禁止充电。当电池电压高于“0V电池充电禁止的电池电压（V_{0IN}）”时，可以充电。

注意：

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。请询问电池供应商，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。

12. 时序图

(1) 过充电检测，过放电检测



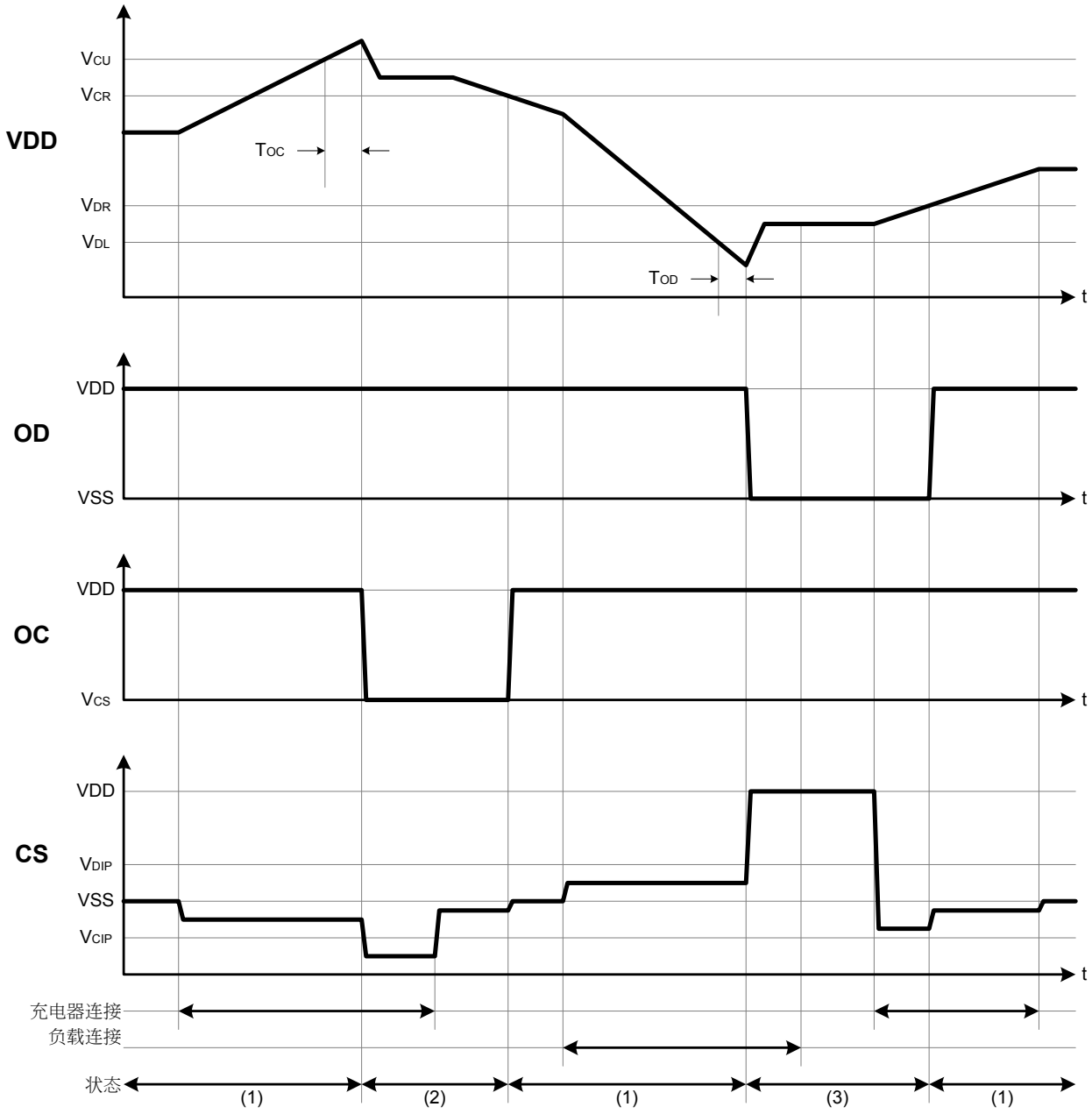
说明： (1) 正常工作状态, (2) 过充电状态, (3)过放电状态

说明:

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

(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



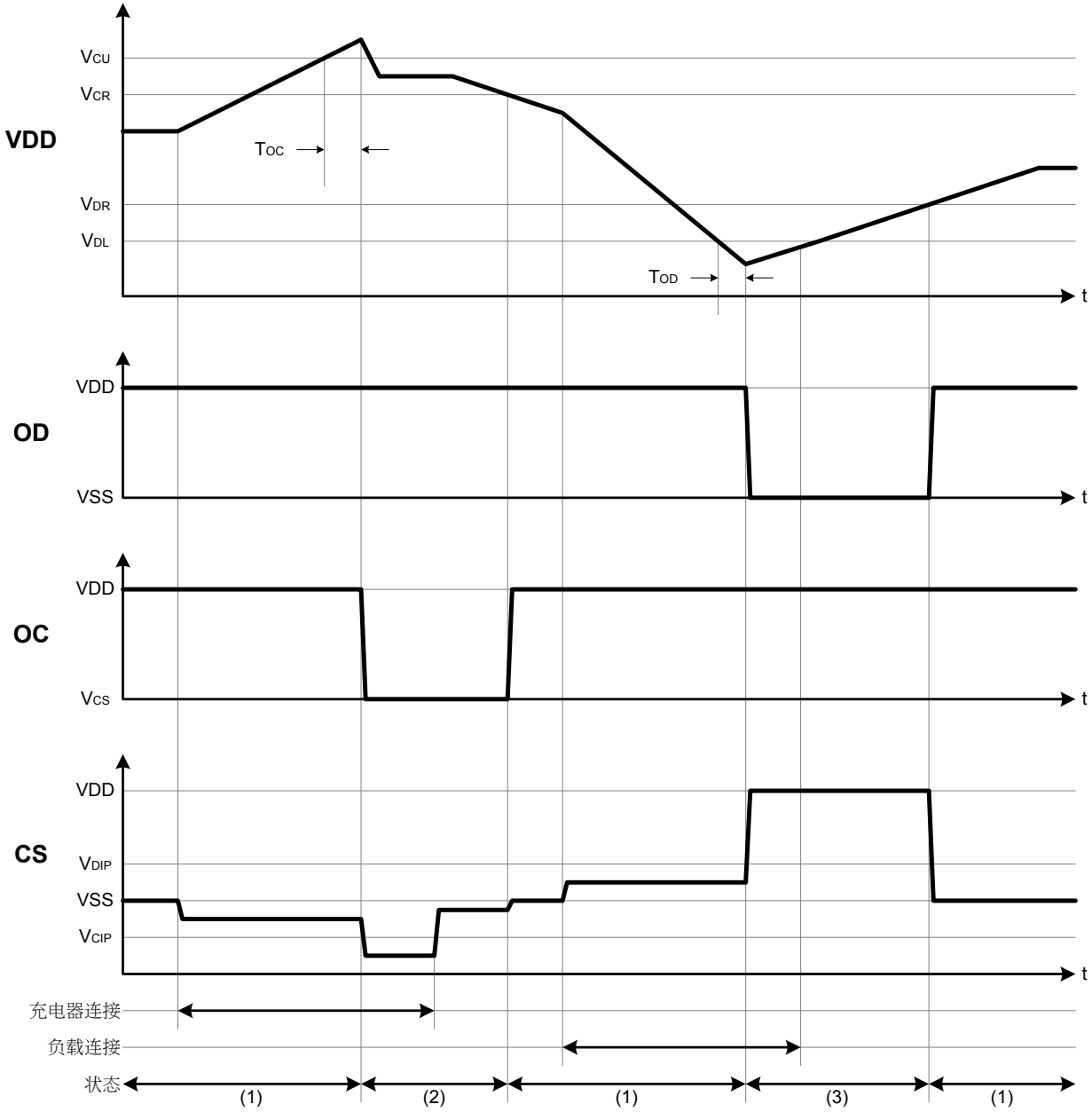
说明： (1) 正常工作状态, (2) 过充电状态, (3)过放电状态

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）



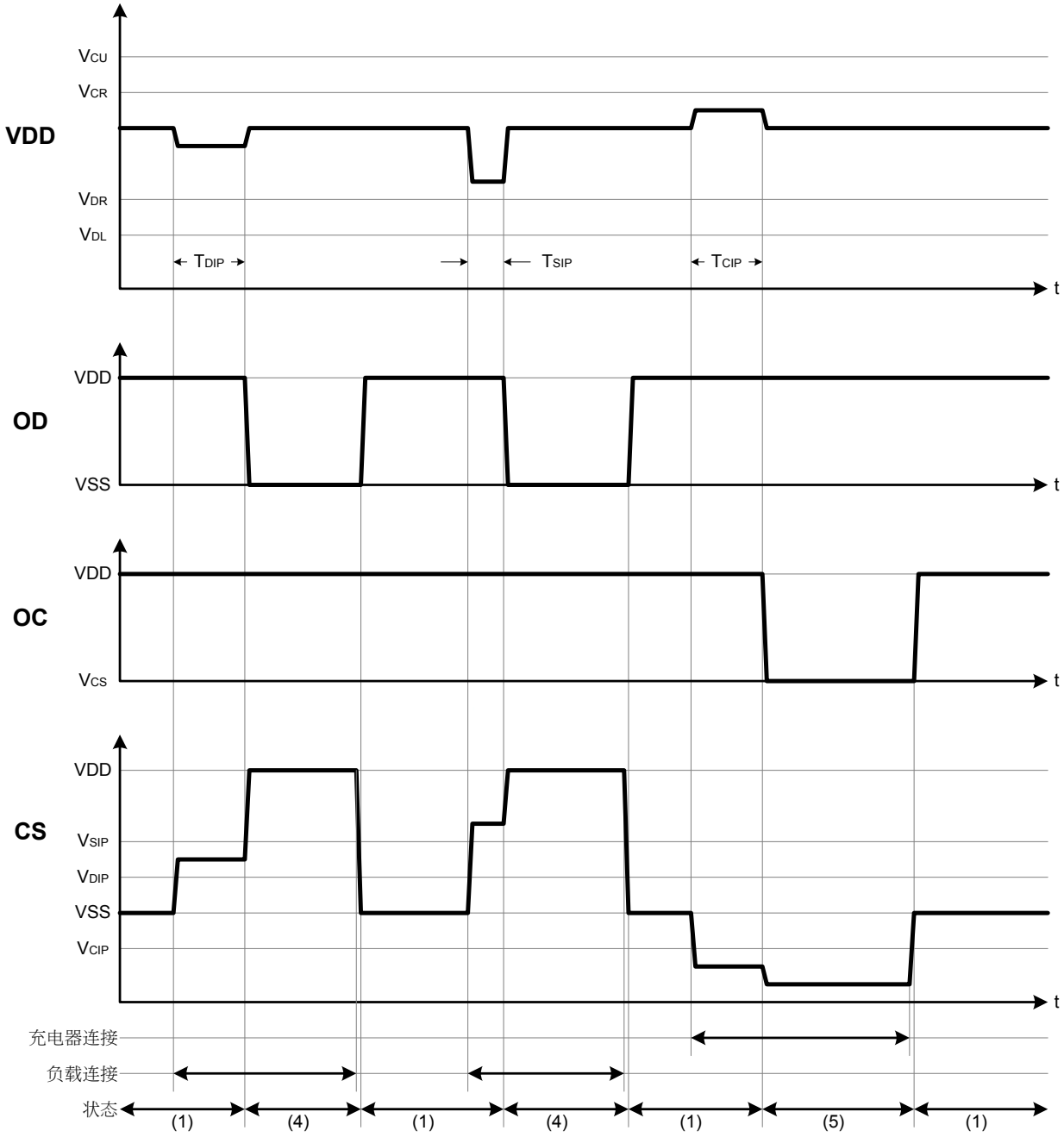
说明： (1) 正常工作状态, (2) 过充电状态, (3)过放电状态

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：$V_{DD}>V_{DR}$。

(4) 放电过流检测，负载短路检测，充电过流检测

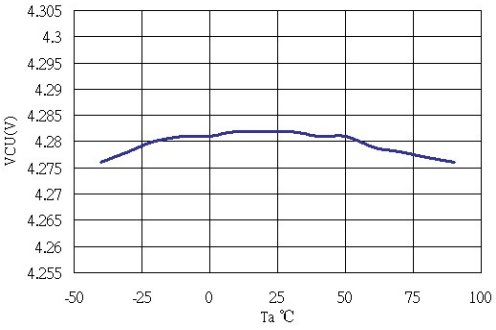


说明： (1) 正常工作状态, (4) 放电过流状态(放电过流及负载短路), (5)充电过流状态

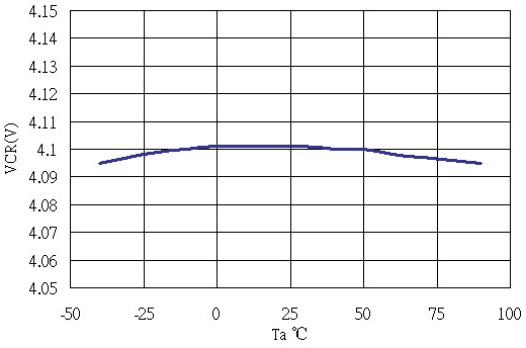
13. 特性（典型数据）

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

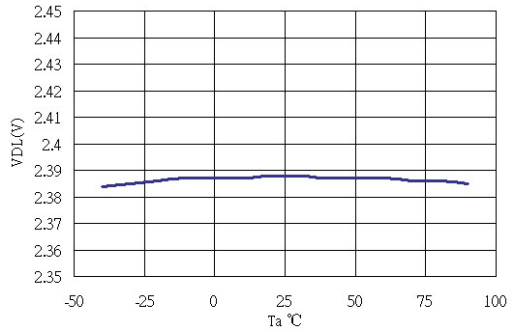
(1)V_{CU} vs. Ta



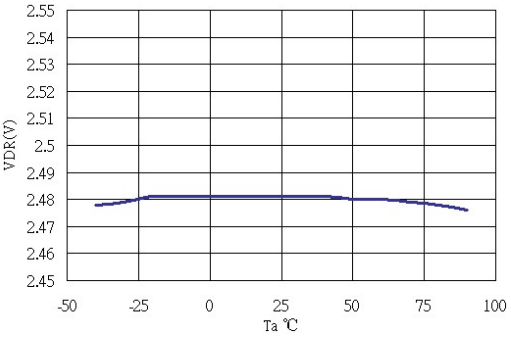
(2) V_{CR} vs. Ta



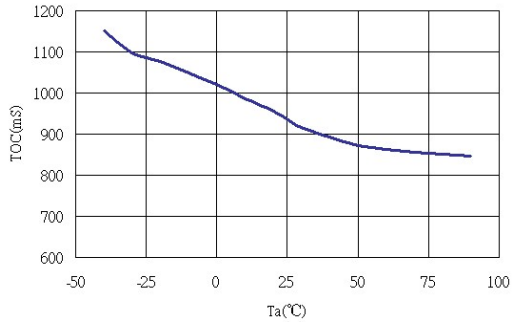
(3)V_{DL} vs. Ta



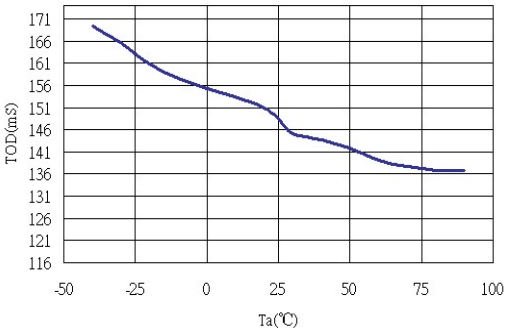
(4)V_{DR} vs. Ta



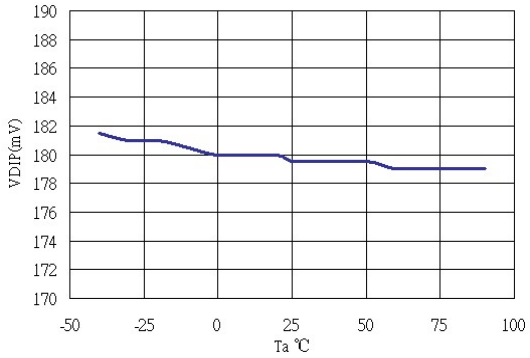
(5)T_{OC} vs. Ta



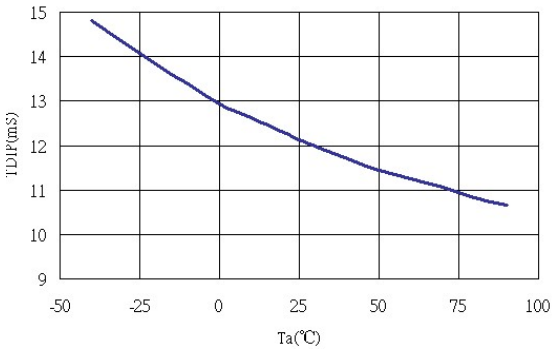
(6)T_{OD} vs. Ta



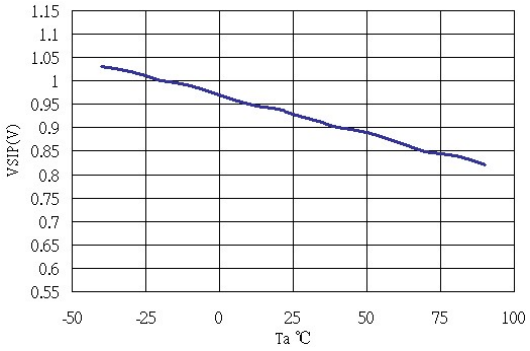
(7)V_{DIP} vs. Ta



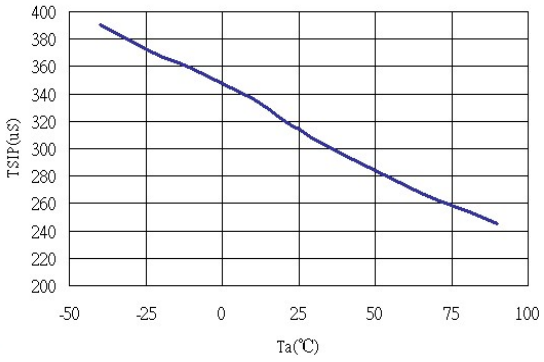
(8)T_{DIP} vs. Ta



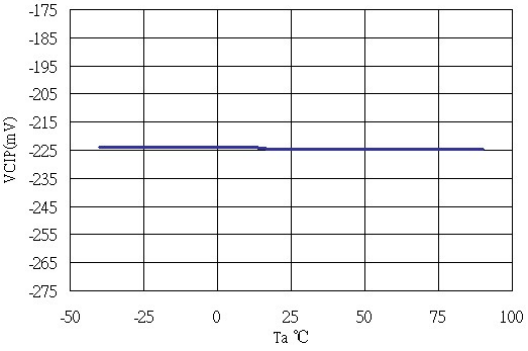
(9)V_{SIP} vs. Ta



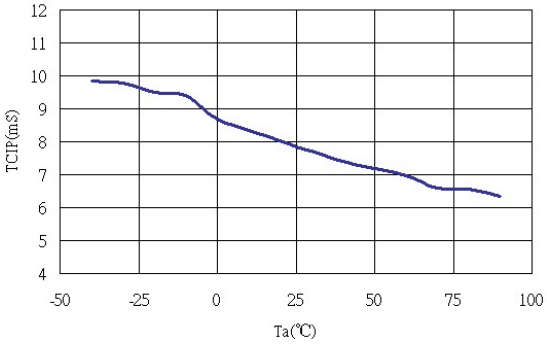
(10)T_{SIP} vs. Ta



(11)V_{CIP} vs. Ta

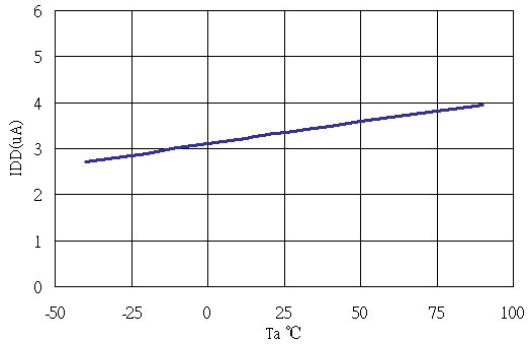


(12)T_{CIP} vs. Ta

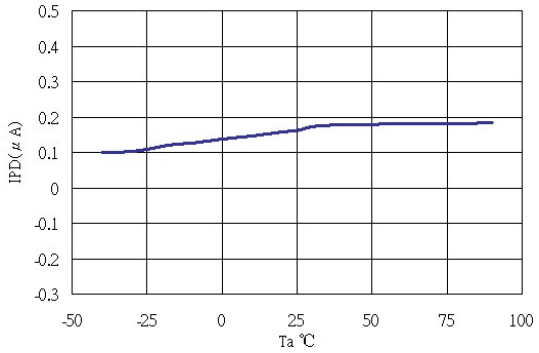


2.耗电流

(13)I_{DD} vs. Ta



(14)I_{PD} vs. Ta

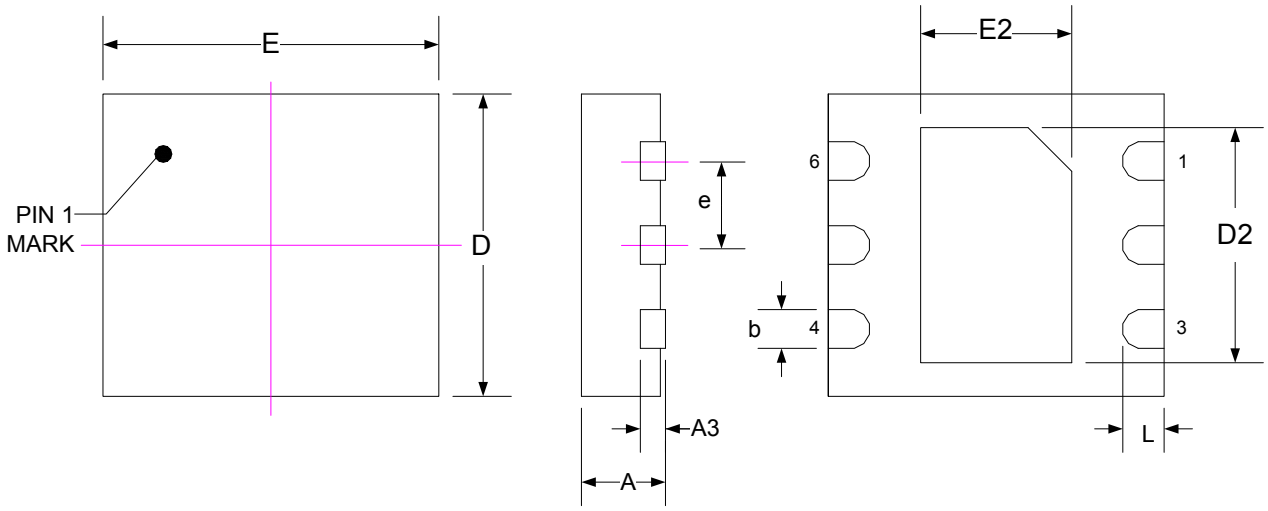


14. 封装信息

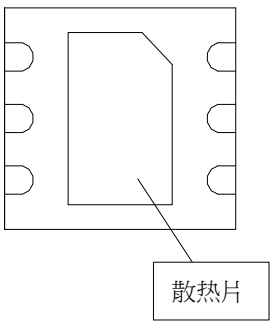
14.1. DFN-1.8*2.0-6L 封装

说明:

1. 单位为 mm.
2. 引脚和散热片的颜色是银色.



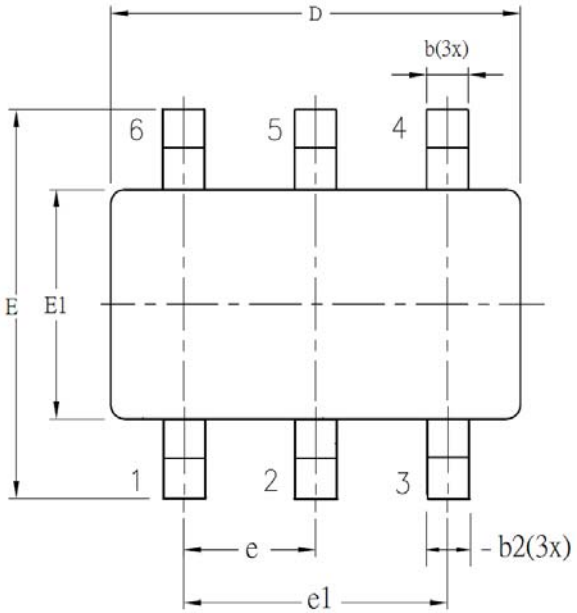
SYMBOLS	MIN	NOM	MAX
A	0.40	0.48	0.55
A3		0.127 REF.	
b	0.18	0.23	0.28
D	1.725	1.80	1.875
E	1.925	2.00	2.075
D2	1.30	1.40	1.50
E2	0.80	0.90	1.00
L	0.20	0.25	0.30
e		0.50 BSC	

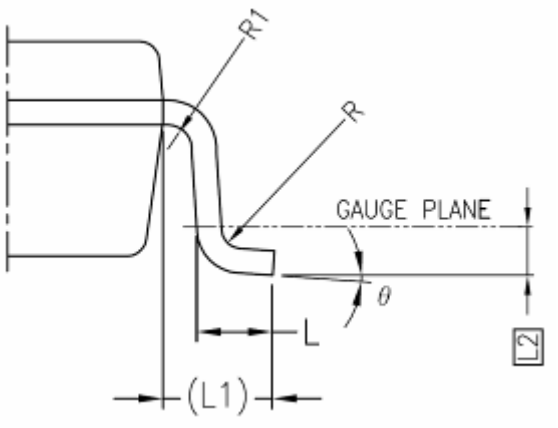


注意事项：请将散热片浮接，或接到 VDD。

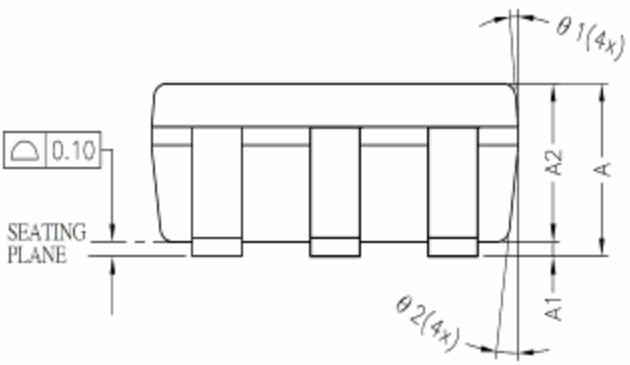
14.2. SOT-23-6 封装

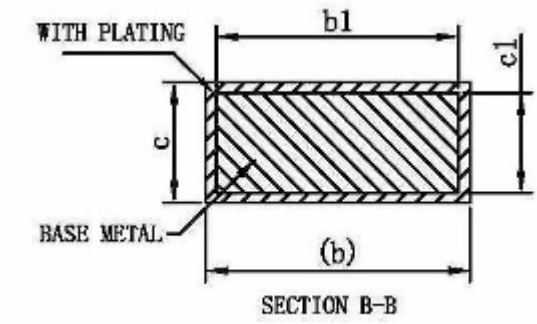
说明：单位为 mm。





SYMBOL	ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS		
	MINIMUM	NOMINAL	MAXIMUM
A	-	1.30	1.40
A1	0	-	0.15
A2	0.90	1.20	1.30
b	0.30	-	0.50
b1	0.30	0.40	0.45
b2	0.30	0.40	0.50
c	0.08	-	0.22
c1	0.08	0.13	0.20
D	2.90 BSC		
E	2.80 BSC		
E1	1.60 BSC		
e	0.95 BSC		
e1	1.90 BSC		
L	0.30	0.45	0.60
L1	0.60 REF		
L2	0.25 BSC		
R	0.10	-	-
R1	0.10	-	0.25
θ	0°	4°	8°
θ1	5°	-	15°
θ2	5°	-	15°



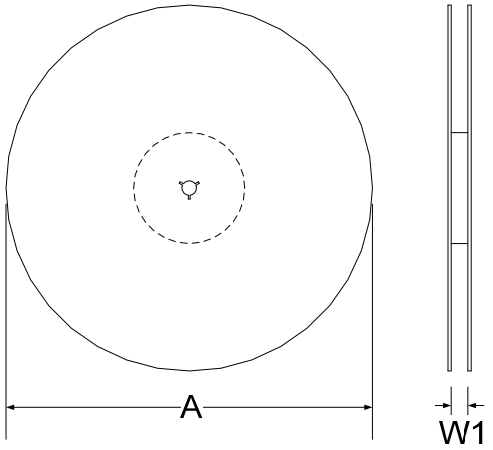


15. Tape & Reel 信息

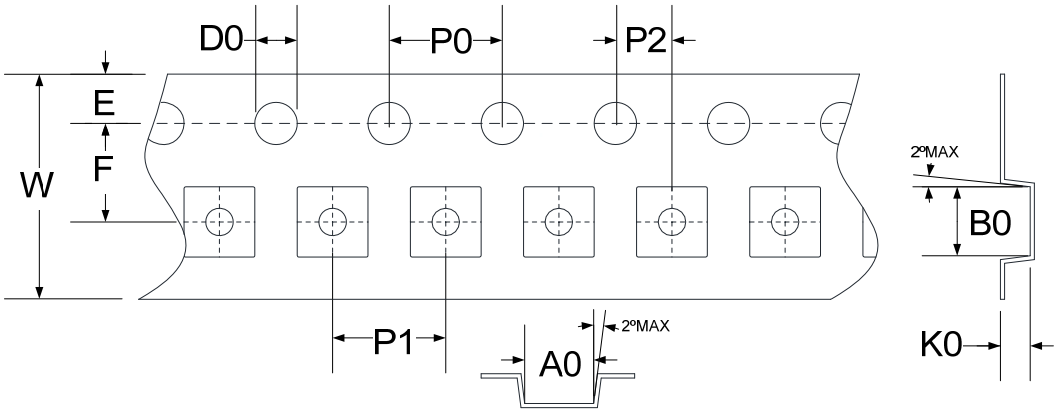
15.1. Tape & Reel 信息---DFN-1.8*2.0-6L 封装

说明：单位为 mm。

15.1.1. Reel Dimensions



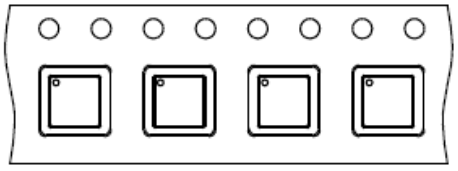
15.1.2. Carrier Tape Dimensions



SYMBOLS	Reel Dimensions		Carrier Tape Dimensions									
	A	W1	A0	B0	K0	P0	P1	P2	E	F	D0	W
Spec.	178	9.4	2.20	2.20	0.68	4.00	4.00	2.00	1.75	3.50	1.50	8.00
Tolerance	±2.00	±1.50	±0.05	±0.05	±0.05	±0.10	±0.10	±0.05	±0.10	±0.10	±0.10	+0.30/-0.10

Note: 10 Sprocket hole pitch cumulative tolerance is ±0.20mm.

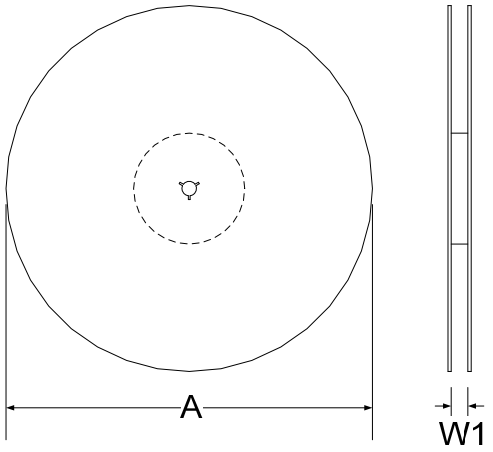
15.1.3. PIN1 direction



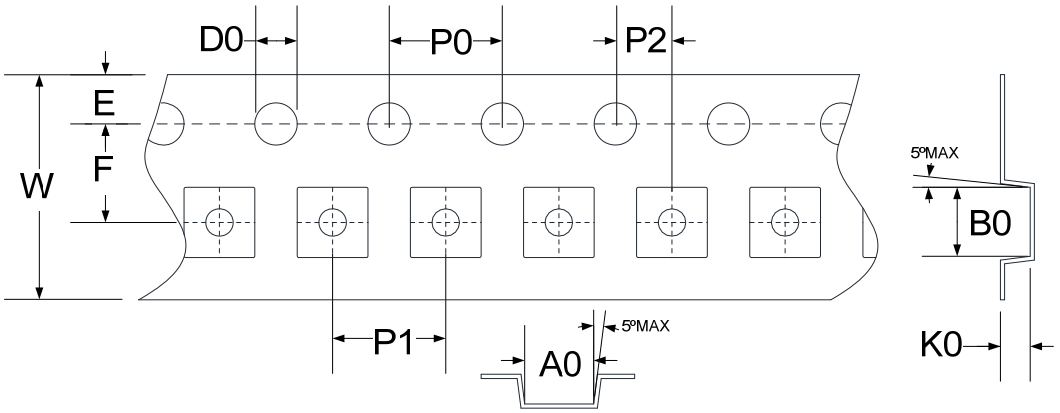
15.2. Tape & Reel 信息---SOT-23-6（样式一）

说明：单位为 mm。

15.2.1. Reel Dimensions



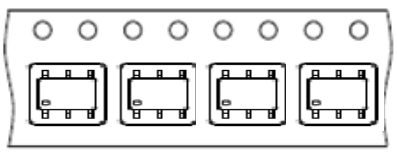
15.2.2. Carrier Tape Dimensions



SYMBOLS	Reel Dimensions		Carrier Tape Dimensions									
	A	W1	A0	B0	K0	P0	P1	P2	E	F	D0	W
Spec.	178	9.0	3.30	3.20	1.50	4.00	4.00	2.00	1.75	3.50	1.50	8.00
Tolerance	±0.50	+1.50/-0	±0.10	±0.10	±0.10	±0.10	±0.10	±0.05	±0.10	±0.05	+0.1/-0	±0.20

Note: 10 Sprocket hole pitch cumulative tolerance is ±0.20mm.

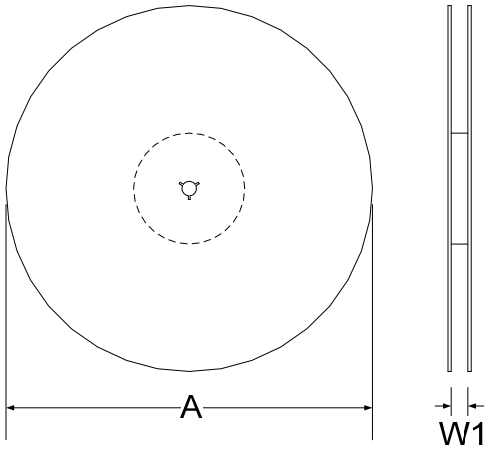
15.2.3. Pin1 direction



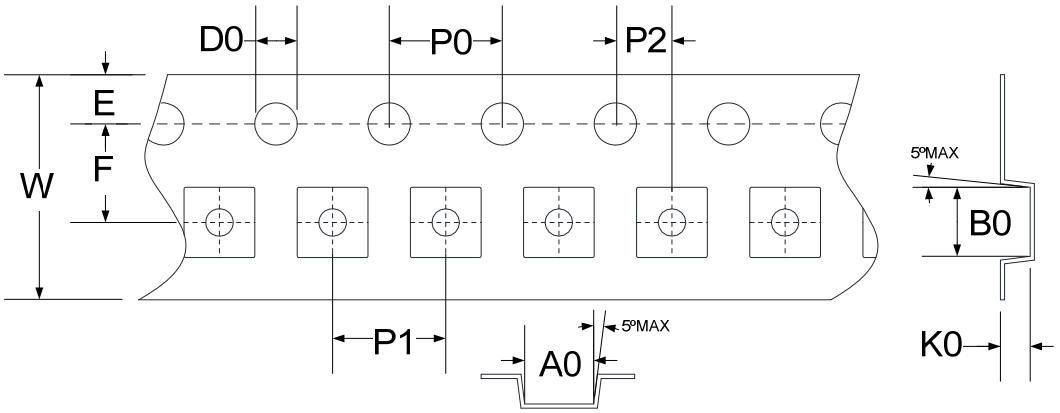
15.3. Tape & Reel 信息---SOT-23-6（样式二）

说明：单位为 mm。

15.3.1. Reel Dimensions



15.3.2. Carrier Tape Dimensions



SYMBOLS	Reel Dimensions		Carrier Tape Dimensions									
	A	W1	A0	B0	K0	P0	P1	P2	E	F	D0	W
Spec.	178	9.4	3.17	3.23	1.37	4.00	4.00	2.00	1.75	3.50	1.55	8.00
Tolerance	±2.00	±1.50	±0.10	±0.10	±0.10	±0.10	±0.10	±0.05	±0.10	±0.05	±0.05	+0.30/-0.10

Note: 10 Sprocket hole pitch cumulative tolerance is ±0.20mm.

15.3.3. Pin1 direction

