

## 1. 概述

HM5402 系列芯片，内置高精度电压检测电路和延迟电路，适用于多节电池组的单节锂离子电池充电平衡控制的电平监视芯片。

本芯片适合于多节电池组对 1 节锂离子电池的进行充电平衡控制。

## 2. 特点

HM5402 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      3.200~4.000V      精度±25mV
- 过充电释放电压      3.000~4.000V      精度±35mV
- 待机检测电压      2.70V      精度±15%
- 待机释放电压      2.70V      精度±15%

### (2) 过充电延迟时间由内部电路设置（不可外接电容）

### (3) 低耗电电流

- 工作模式      典型值 2.5μA ， 最大值 3.5μA（VDD=3.2V）
- 待机模式      最大值 0.5μA（VDD=2.0V）

### (4) 宽工作温度范围：      -40℃~+85℃

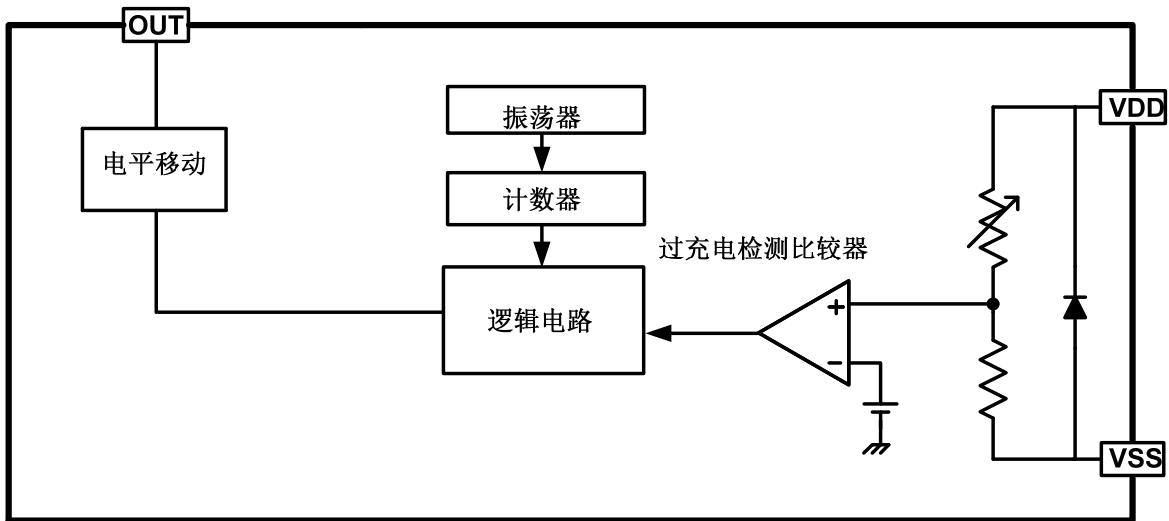
### (5) 小型封装：      SOT-23-6

### (6) 无卤素绿色环保产品

## 3. 应用

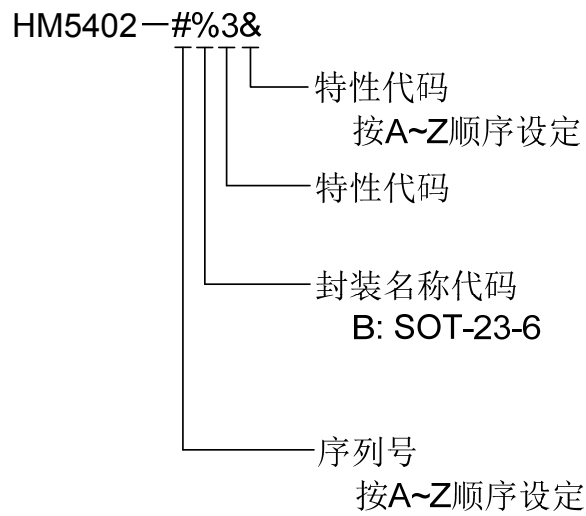
- 多节磷酸铁锂可再充电电池组

#### 4. 方框图



#### 5. 订购信息

- 产品名称定义



## 6. 产品目录

### 6.1. 电气参数选择

#### ● SOT-23-6 封装

表 1、电气参数选择表

| 型号 \ 参数     | 过充电检测电压      | 过充电释放电压                    | 特性代码 |
|-------------|--------------|----------------------------|------|
|             | $V_{CU}$     | $V_{CR}$                   | -    |
| HM5402-AB3B | 3.600±0.025V | 3.600-0.035V, 3.600+0.025V | B    |
| HM5402-BB3A | 3.600±0.025V | 3.590±0.035V               | A    |

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 5。
- 2、特性代码对应的其它功能特性请参阅表 2。
- 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. 特性代码—其它功能选择

表 2、特性代码—其它功能选择表

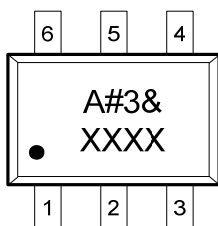
| 特性代码 | OUT 有效动作                      |
|------|-------------------------------|
| A    | 平衡控制 N-MOSFET；OUT 输出状态 L→H 有效 |
| B    | 平衡控制 P-MOSFET；OUT 输出状态 H→L 有效 |

## 7. 封装、脚位及标记信息

#### ● SOT-23-6 封装

表 3、SOT-23-6 封装

| 脚位 | 符号  | 说明                    |
|----|-----|-----------------------|
| 1  | NC  | 无连接                   |
| 2  | VDD | 电源端，正电源输入端子           |
| 3  | VSS | 接地端，负电源输入端子           |
| 4  | NC  | 无连接                   |
| 5  | NC  | 无连接                   |
| 6  | OUT | 充电平衡，控制 MOSFET 门极连接端子 |



- A: 产品名称代码。
- #: 序列号，按 A~Z 顺序设定。
- 3: 特性代码
- &: 特性代码，按 A~Z 顺序设定。
- XXXX: 日期编码。

## 8. 电气特性

### 8.1. 绝对最大额定值

表 4、绝对最大额定值 (VSS=0V, Ta=25°C, 除非特别说明)

| 项目               | 符号               | 规格              | 单位 |
|------------------|------------------|-----------------|----|
| VDD 和 VSS 之间输入电压 | V <sub>DD</sub>  | VSS-0.3~VSS+10  | V  |
| OUT 输出端子电压       | V <sub>OUT</sub> | VSS-0.3~VDD+0.3 | V  |
| 工作温度范围           | T <sub>OP</sub>  | -40~+85         | °C |
| 储存温度范围           | T <sub>ST</sub>  | -40~+125        | °C |
| 容许功耗             | P <sub>D</sub>   | 250             | mW |

### 8.2. 电气参数

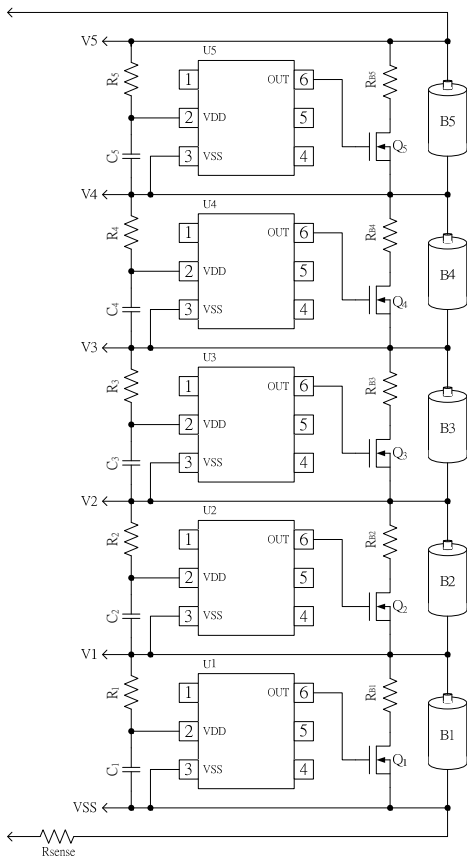
表 5、电气参数 (VSS=0V, Ta=25°C, 除非特别说明。)

| 项目           | 符号                 | 条件   | 最小值                    | 典型值             | 最大值                    | 单位 |
|--------------|--------------------|--|------------------------|-----------------|------------------------|----|
| 输入电压/耗电流     |                    |  |                        |                 |                        |    |
| VDD-VSS 工作电压 | V <sub>DSOP1</sub> | -  | 1.5                    | -               | 8                      | V  |
| 工作电流         | I <sub>DD</sub>    | V <sub>DD</sub> =3.2V                              | -                      | 2.5             | 3.5                    | μA |
| 待机电流         | I <sub>SB</sub>    | V <sub>DD</sub> =2.0V                              | -                      | 0.15            | 0.5                    | μA |
| 检测电压         |                    |  |                        |                 |                        |    |
| 过充电检测电压      | V <sub>CU</sub>    | 3.2~4.0V, 可调整                                      | V <sub>CU</sub> -0.025 | V <sub>CU</sub> | V <sub>CU</sub> +0.025 | V  |
|              |                    | 3.2~4.0V, 可调整<br>-5°C~55°C (*1)                    | V <sub>CU</sub> -0.035 | V <sub>CU</sub> | V <sub>CU</sub> +0.035 | V  |
| 过充电释放电压      | V <sub>CR</sub>    | 3.0~4.0V, 可调整,<br>V <sub>CR</sub> ≠V <sub>CU</sub> | V <sub>CR</sub> -0.035 | V <sub>CR</sub> | V <sub>CR</sub> +0.035 | V  |
|              |                    | 3.0~4.0V, 可调整,<br>V <sub>CR</sub> =V <sub>CU</sub> | V <sub>CR</sub> -0.035 | V <sub>CR</sub> | V <sub>CR</sub> +0.025 | V  |
| 待机检测电压       | V <sub>SB</sub>    |  | 2.3                    | 2.7             | 3.1                    | V  |
| 延时时间         |                    |  |                        |                 |                        |    |
| 过充电检测延迟时间    | T <sub>OC</sub>    | V <sub>DD</sub> =3.2V→4.5V                         | 200                    | 250             | 300                    | ms |
| 控制端子输出电压     |                    |  |                        |                 |                        |    |
| OUT 端子输出高电压  | V <sub>OUT_H</sub> |  | VDD-0.1                | VDD-0.02        | -                      | V  |
| OUT 端子输出低电压  | V <sub>OUT_L</sub> |  | -                      | 0.1             | 0.5                    | V  |

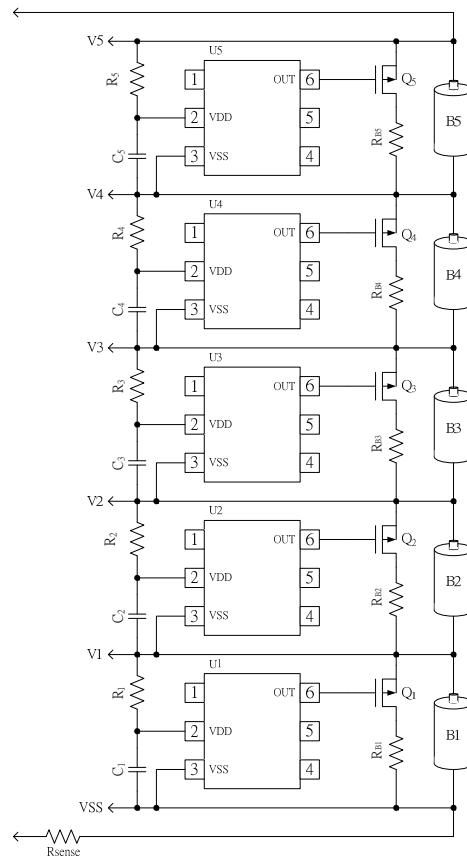
说明: \*1、此温度范围内的参数是设计保证值, 而非高、低温实测筛选。

## 9. 电池充电平衡 IC 应用电路示例

HM5402-xxxA 使用N-MOSFET 充电平衡应用举例



HM5402 xxxB 使用-P MOSFET 充电平衡应用举例



| 标记                      | 器件名称   | 用途               | 最小值    | 典型值          | 最大值   | 说明 |
|-------------------------|--------|------------------|--------|--------------|-------|----|
| <b>R<sub>1-5</sub></b>  | 电阻     | 限流、稳定 VDD、加强 ESD | 100Ω   | <b>100Ω</b>  | 200Ω  | *1 |
| <b>R<sub>B1-5</sub></b> | 电阻     | 充电平衡泄流负载         |        |              |       | *2 |
| <b>C<sub>1-5</sub></b>  | 电容     | 滤波，稳定 VDD        | 0.01μF | <b>0.1μF</b> | 1.0μF | *3 |
| <b>Q<sub>1-5</sub></b>  | MOSFET | 充电平衡控制           | -      | -            | -     | *4 |

\*1、R<sub>1-5</sub>连接过大电阻，由于耗电流会在R<sub>1-5</sub>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R<sub>1-5</sub>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、R<sub>B1-5</sub>连接过小电阻，当电池电压大于过充检测电压（V<sub>CU</sub>）时会使充电电流突然变大，有可能导致充电过流现象使得系统回路发生保护而不能充电情况。

\*3、C<sub>1-5</sub>有稳定VDD电压的作用，请不要连接 0.01 μ F 以下的电容。

\*4、依不同产品型号选用 N-MOSFET 或 P-MOSFET。

注意：

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持续侦测连接在VDD和VSS之间的电池电压，来控制充电平衡动作。当电池电压在过充电检测电压（ $V_{CU}$ ）以上时，OUT端子输出低电平以控制P-MOSFET或者输出高电平以控制N-MOSFET的导通；或当电池电压在过充电释放电压（ $V_{CR}$ ）以下时，OUT端子输出高电平以控制P-MOSFET或者输出低电平以控制N-MOSFET的关闭。

### 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；或当电池电压低于过充释放电压（ $V_{CR}$ ）以下时，HM5402 系列 IC会开启或关闭充电平衡控制用的MOSFET（OUT端子），这个状态称为“过充电状态”亦称为“充电平衡控制”。

过充电状态启用的充电平衡控制对于 MOSFET 的开启与关闭控制有如下两种选择：

(1) 选用 HM5402-xxxA 系列，采用 N-MOSFET 作为充电平衡控制

(a) 充电过程中，电池电压超过过充电检测电压（ $V_{CU}$ ），并持续的时间超过过充电检测延迟时间（ $T_{OC}$ ）以上时，OUT端子电平会产生L→H变化以打开N-MOSFET。

(b) 充电过程中，电池电压低于过充释放测电压（ $V_{CR}$ ），OUT端子电平会产生H→L变化以关闭N-MOSFET。

(2) 选用 HM5402-xxxB 系列，采用 P-MOSFET 作为充电平衡控制

(a) 充电过程中，电池电压超过过充电检测电压（ $V_{CU}$ ），并持续的时间超过过充电检测延迟时间（ $T_{OC}$ ）以上时，OUT端子电平会产生H→L变化以打开P-MOSFET。

(b) 充电过程中，电池电压低于过充释放测电压（ $V_{CR}$ ），OUT端子电平会产生L→H变化以关闭P-MOSFET。

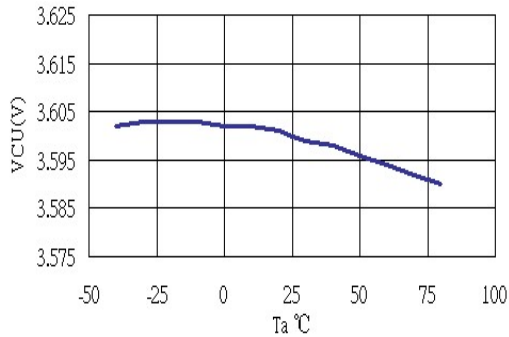
### 10.3. 待机状态

正常工作状态下的电池，在放电过程中，当电池电压降低到待机检测电压（ $V_{SB}$ ）以下时，使IC耗电流减小到待机时的耗电流值，这个状态称为“待机状态”。

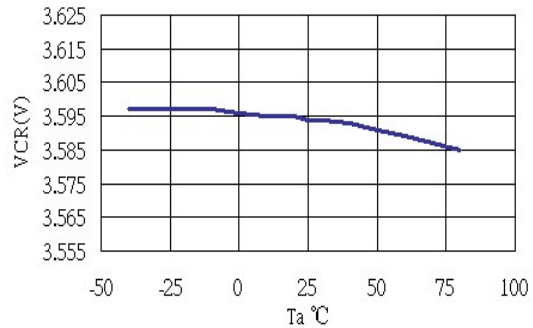
## 11. 特性曲线（典型数据）

### 11.1. 过充电检测电压/过充电释放电压及过充电延迟时间/待机检测电压

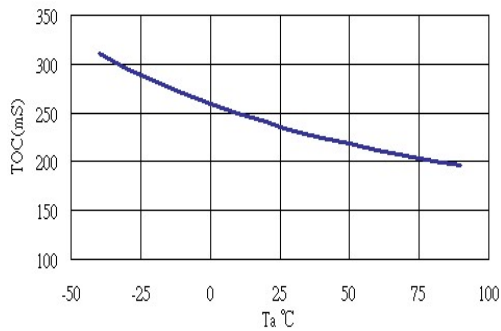
(1)  $V_{CU}$  vs.  $T_a$



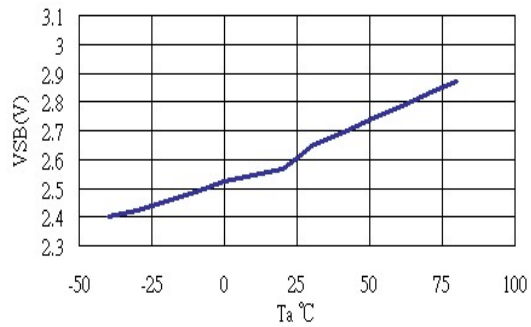
(2)  $V_{CR}$  vs.  $T_a$



(3)  $T_{OC}$  vs.  $T_a$

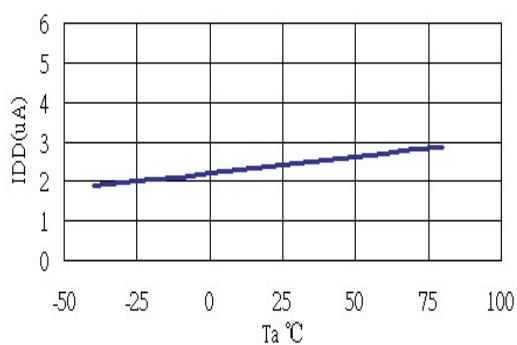


(4)  $V_{SB}$  vs.  $T_a$

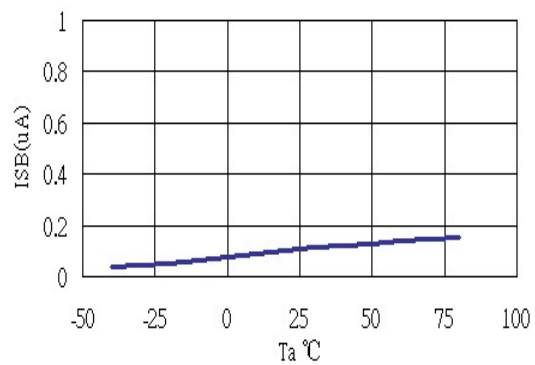


### 11.2. 耗电电流

(1)  $I_{DD}$  vs.  $T_a$



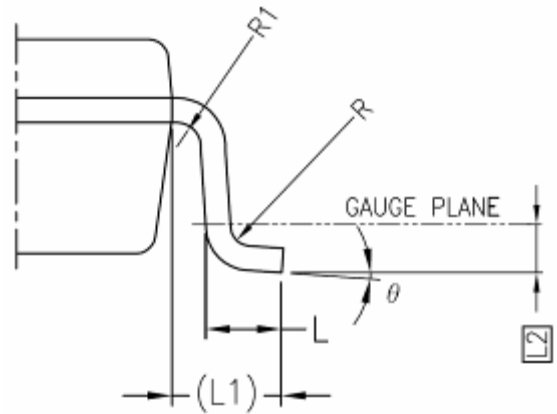
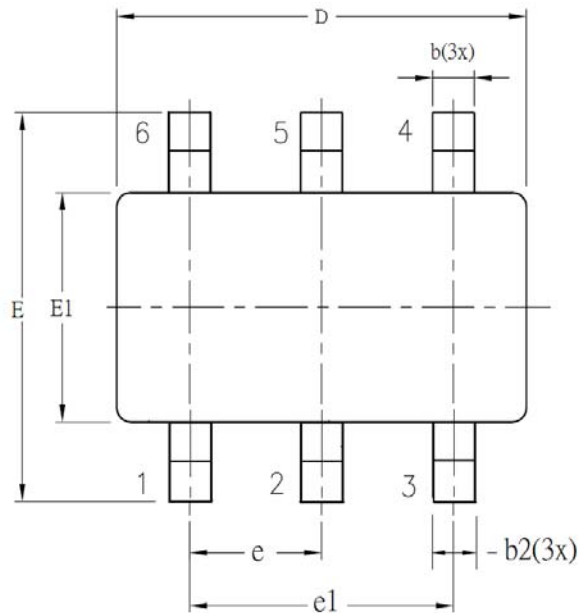
(2)  $I_{SB}$  vs.  $T_a$



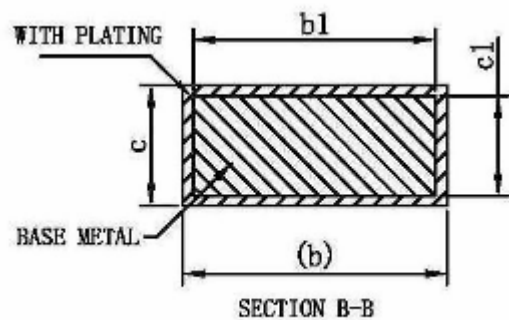
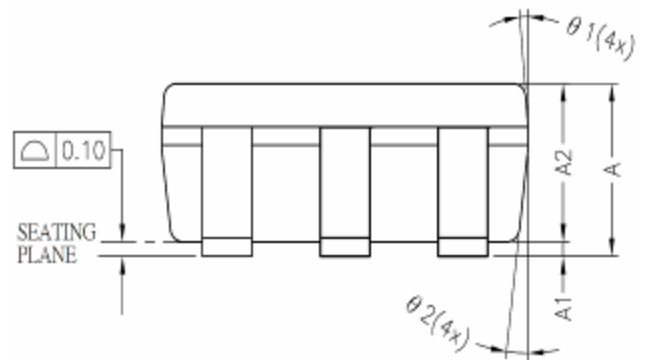
## 12. 封装信息

### 12.1. SOT-23-6 封装

说明：单位为 mm。



| SYM BOL    | 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    |
| $\theta$   | 0°                            | 4°      | 8°      |
| $\theta 1$ | 5°                            | -       | 15°     |
| $\theta 2$ | 5°                            | -       | 15°     |



SECTION B-B

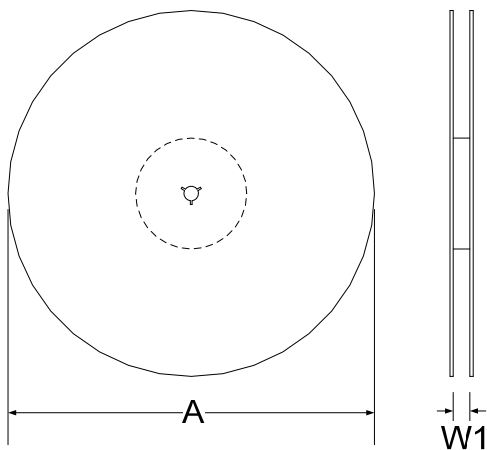


### 13. Tape & Reel 信息

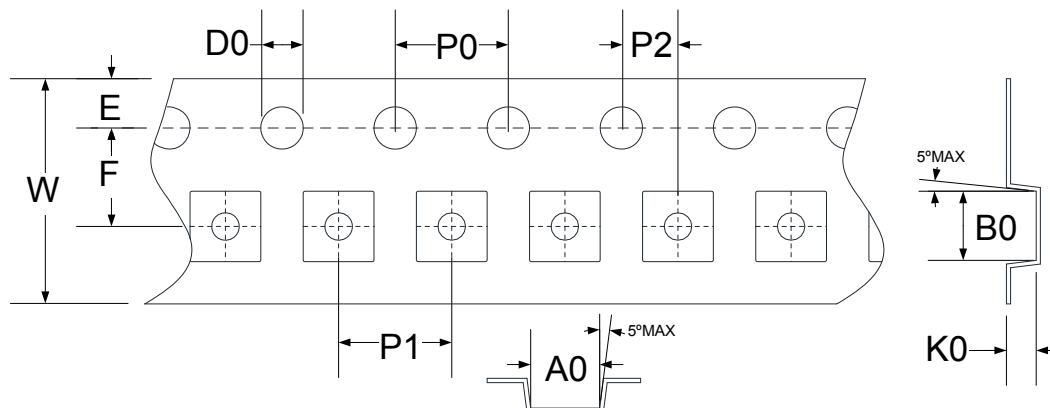
#### 13.1. Tape & Reel 信息---SOT-23-6 (样式一)

说明：单位为 mm。

##### 13.1.1. Reel Dimensions



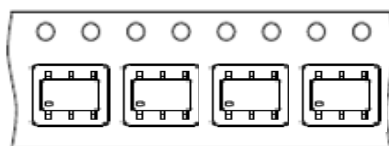
##### 13.1.2. Carrier Tape Dimensions



| SYMBOLS   | Reel Dimensions |          | Carrier Tape Dimensions |       |       |       |       |       |       |       |       |               |
|-----------|-----------------|----------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|
|           | A               | W1       | A0                      | B0    | K0    | P0    | P1    | P2    | E     | F     | D0    | W             |
| Spec.     | 178             | 9.0      | 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 | ±0.10 | ±0.05 | ±0.10 | ±0.05 | +0.1/-0 ±0.20 |

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

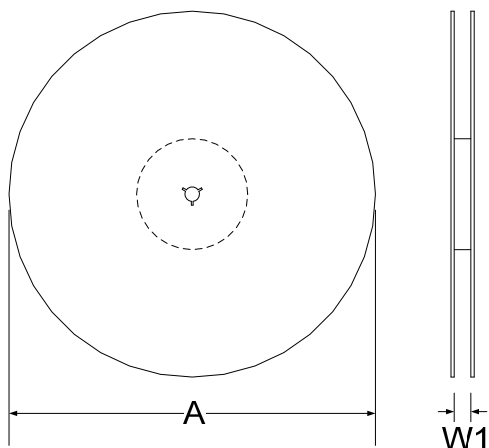
##### 13.1.3. Pin1 direction



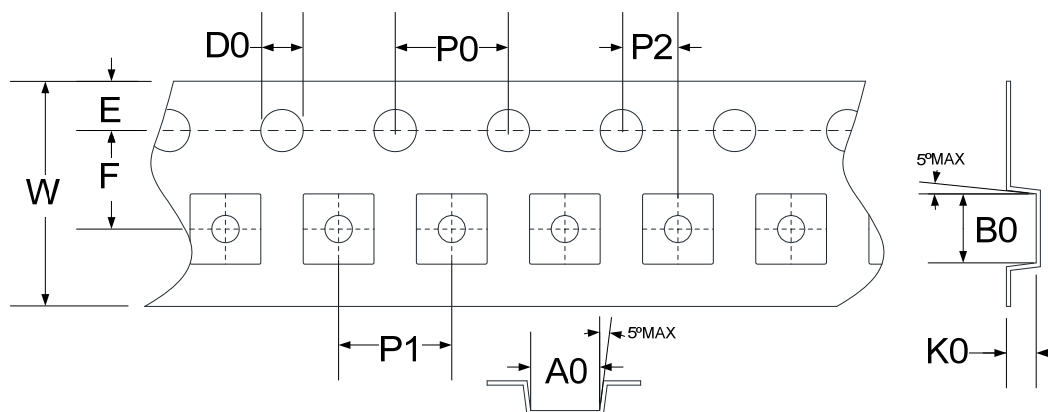
### 13.2. Tape & Reel 信息---SOT-23-6 (样式二)

说明：单位为 mm。

#### 13.2.1. Reel Dimensions



#### 13.2.2. Carrier Tape Dimensions



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

Note: 10 Sprocket hole pitch cumulative tolerance is  $\pm 0.20\text{mm}$ .

#### 13.2.3. Pin1 direction

