

## 简介

EA4021 是一颗高度集成的 28V 1A 单节锂离子电池线性充电管理控制器。充电过程分为三个阶段：涪流充电、恒流充电和恒压充电，不需要外部检测电阻，也不需要隔离二极管和 MOSFET。通过热反馈调节充电电流，在高功率运行或环境温度过高时限制芯片温度，以最大限度地提高充电速率，而没有芯片过热的风险。充电电流可以通过外部电阻设置，在达到最终截止电压后，当充电电流降至设定值的 1/10 时，EA4021 自动终止充电周期。如果电池电压低于内部再充电阈值，则自动重新启动充电。

EA4021 内置电池反接保护电路，电池正负极反接不会损坏芯片。EA4021 有充电指示管脚指示充电状态和充满指示管脚指示充满状态，两个管脚配合显示，还能指示其他异常状态。

## 简介

已通过 IEC 62368-1:2018 认证

## 特点

- ▶ 输入耐压最高 28V
- ▶ 输入过压保护电压 7V
- ▶ 过压锁定保护
- ▶ 欠压锁定保护
- ▶ 支持最大 1A 可编程电流充电
- ▶ 输出端有防反灌保护功能
- ▶ 不需要外部隔离二极管、检测电阻或 MOSFET
- ▶ 自动再充电
- ▶ 支持电池反接保护
- ▶ 支持恒流/恒压充电
- ▶ 1/10C 充电截止电流
- ▶ 支持温度调节，无芯片过热的风险
- ▶  $\pm 1\%$  充电电压精度
- ▶ ESOP8, DFN2X2-8L, DFN3X3-8L, SOT23-6 封装

## 应用

- ▶ 电子烟
- ▶ 蓝牙设备
- ▶ 可穿戴设备

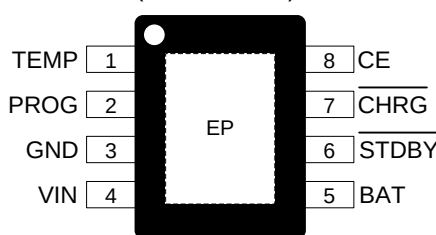
## 管脚配置

(TOP VIEW)



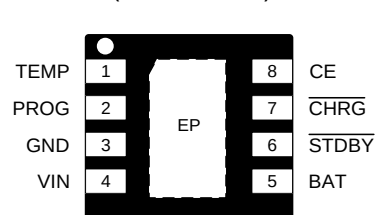
SOT-23-6

(TOP VIEW)



SOP8-EP

(TOP VIEW)



DFN 2x2-8 / DFN 3x3-8

## 管脚描述

| 管脚名                       | 功能描述                                                                                                         | 管脚顺序                              |         |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------|
|                           |                                                                                                              | SOP8-EP<br>DFN 2x2-8<br>DFN 3x3-8 | SOT23-6 |
| TEMP                      | 温度感应输入管脚。将 TEMP 管脚连接到电池组中的 NTC 上。如果 TEMP 管脚的电压小于输入电压 $V_{in}$ 的 45%或大于 80%，则停止充电。当 TEMP 连接到 GND 或浮空时，该功能将关闭。 | 1                                 |         |
| PROG                      | 充电电流设置管脚，通过调节对地电阻阻值设置充电电流                                                                                    | 2                                 | 6       |
| GND                       | 电源地                                                                                                          | 3, EP                             | 2       |
| VIN                       | 电源输入管脚                                                                                                       | 4                                 | 4       |
| BAT                       | 充电输出管脚，接电池正极                                                                                                 | 5                                 | 3       |
| $\overline{\text{STDBY}}$ | 待机状态指示管脚，开漏输出，输出低，表示充电完成                                                                                     | 6                                 | 5       |
| $\overline{\text{CHRG}}$  | 充电状态指示管脚，开漏输出，输出低，表示正在充电                                                                                     | 7                                 | 1       |
| CE                        | 充电使能管脚，高电平使能充电，低电平关断充电                                                                                       | 8                                 |         |

## 内部框图

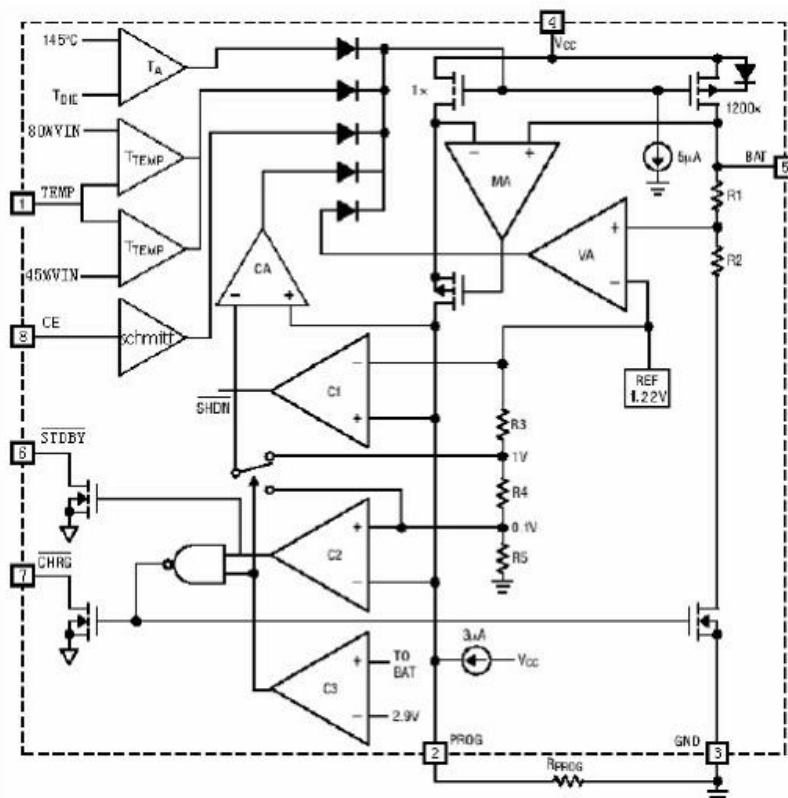


Figure 1. EA4021 internal function block diagram

## 极限参数

| 描述                            | 值               |
|-------------------------------|-----------------|
| BAT 管脚浮空, 输入电压范围 ( $V_{IN}$ ) | -0.3V to +28V   |
| BAT 管脚电压范围 ( $V_{BAT}$ )      | -0.3V to +10V   |
| PROG 管脚电压范围 ( $V_{PROG}$ )    | -0.3V to +8V    |
| 所有其他管脚电压范围                    | -0.3V to +28V   |
| BAT 管脚输出电流 ( $I_{BAT}$ )      | 1.2A            |
| PROG 管脚电流 ( $I_{PROG}$ )      | 1.2mA           |
| 环境温度工作范围 ( $T_A$ )            | -40°C to +85°C  |
| 结温 ( $T_{JMAX}$ )             | +125°C          |
| 焊接温度(10 sec)                  | +260°C          |
| 存储温度 ( $T_S$ )                | -65°C to +125°C |

Note (1):超过列极限参数可能会对器件造成永久损害, 长期在极限参数下使用会降低器件可靠性和寿命。

(2)BAT 管脚输出电流是不同封装散热能力而定

## 封装热特性

| 参数                                                    | 值       |
|-------------------------------------------------------|---------|
| SOT-23-6 热阻 ( $\theta_{JA}$ )                         | 250°C/W |
| SOP8-EP 热阻 ( $\theta_{JA}$ )                          | 65°C/W  |
| DFN 2x2-8 热阻 ( $\theta_{JA}$ )                        | 110°C/W |
| DFN 3x3-8 热阻( $\theta_{JA}$ )                         | 70°C/W  |
| SOT-23-6 功耗 at $T_A=25^\circ\text{C}$ ( $P_{Dmax}$ )  | 0.5W    |
| SOP8-EP 功耗 at $T_A=25^\circ\text{C}$ ( $P_{Dmax}$ )   | 1.92W   |
| DFN 2x2-8 功耗 at $T_A=25^\circ\text{C}$ ( $P_{Dmax}$ ) | 1.14W   |
| DFN 3x3-8 功耗 at $T_A=25^\circ\text{C}$ ( $P_{Dmax}$ ) | 1.79W   |

Note (1):  $P_{Dmax}$  is calculated according to the formula:  $P_{Dmax}=(T_{JMAX}-T_A)/\theta_{JA}$ .

## 推荐工作条件

| 参数                | 值              |
|-------------------|----------------|
| 输入电压 ( $V_{IN}$ ) | +4.5V to +6.5V |

## 电气特性参数表

$V_{IN}=5V$ ,  $T_A=25^\circ\text{C}$ , 无特别说明

| 符号                    | 参数                            | 测试条件                                                                                                      | 最小值           | 典型值   | 最大值  | 单位    |
|-----------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------|------|-------|
| V <sub>IN</sub>       | 输入电压                          |                                                                                                           | 4.5           |       | 6.5  | V     |
| I <sub>CC</sub>       | 输入电流                          | 充电模式, R <sub>PROG</sub> =10K                                                                              |               | 200   | 600  | μA    |
|                       |                               | 待机模式                                                                                                      |               | 75    |      | μA    |
|                       |                               | Shut Down Mode: R <sub>PROG</sub> 空贴,<br>V <sub>CE</sub> =0 VIN<V <sub>BAT</sub> , or VIN<V <sub>UV</sub> |               | 75    |      | μA    |
| V <sub>FLOAT</sub>    | 输出电压                          | 0°C ≤ T <sub>A</sub> ≤ 85°C                                                                               | EA4021x-42    | 4.158 | 4.2  | 4.242 |
|                       |                               |                                                                                                           | EA4021x-43    | 4.31  | 4.35 | 4.39  |
| I <sub>BAT</sub>      | 输出电流                          | R <sub>PROG</sub> =10K, 恒流充电模式                                                                            |               | 90    |      | mA    |
|                       |                               | R <sub>PROG</sub> =2K, 恒流充电模式                                                                             |               | 450   |      | mA    |
|                       |                               | 待机模式, V <sub>BAT</sub> =V <sub>FLOAT</sub>                                                                |               | 1     | 5    | μA    |
|                       |                               | Shutdown Mode(R <sub>PROG</sub> Not Connected) · V <sub>CE</sub> =0                                       |               | 0.5   | 5    | μA    |
| I <sub>TRIKL</sub>    | 涓流充电电流                        | V <sub>BAT</sub> < V <sub>TRIKL</sub> , R <sub>PROG</sub> =2K                                             |               | 45    |      | mA    |
| V <sub>TRIKL</sub>    | 涓流截止阈值                        | V <sub>BAT</sub> Rising                                                                                   | EA4021x-42/43 | 2.7   | 2.9  | 3.0   |
| V <sub>UV</sub>       | 欠压阈值                          | VIN from low to high                                                                                      |               | 3.8   |      | V     |
| V <sub>UVHYS</sub>    | 欠压迟滞                          |                                                                                                           |               | 200   |      | mV    |
| V <sub>OV</sub>       | 过压阈值                          | VIN from low to high                                                                                      |               | 7     |      | V     |
| V <sub>OVHYS</sub>    | 过压迟滞                          |                                                                                                           |               | 400   |      | mV    |
| V <sub>ASD</sub>      | VIN – V <sub>BAT</sub> 电压锁定阈值 | VIN From Low to High                                                                                      |               | 150   |      | mV    |
|                       |                               | VIN From High to Low                                                                                      |               | 50    |      | mV    |
| I <sub>TERM</sub>     | 1/10 C 截止电流阈值                 | R <sub>PROG</sub> =10K                                                                                    |               | 9     |      | mA    |
|                       |                               | R <sub>PROG</sub> =2K                                                                                     |               | 45    |      | mA    |
| V <sub>PROG</sub>     | PROG 电压                       | R <sub>PROG</sub> =10K, 恒流充电模式                                                                            | 0.9           | 1.0   | 1.1  | V     |
| I <sub>CHRG</sub>     | CHRG and STDBY 漏电流            | CE=0V                                                                                                     |               |       | 1    | μA    |
| V <sub>CHRG</sub>     | CHRG and STDBY 管脚对地电压         | I <sub>CHRG</sub> =5mA                                                                                    |               | 0.1   | 0.6  | V     |
| V <sub>RECHRG</sub>   | 再充电阈值                         |                                                                                                           |               | 4.05  |      | V     |
| V <sub>TEMPH</sub>    | 高温保护电压范围                      |                                                                                                           |               | 45%   |      | VIN   |
| V <sub>TEMPL</sub>    | 低温保护电压范围                      |                                                                                                           |               | 80%   |      | VIN   |
| T <sub>REG</sub>      | Thermal Regulation            |                                                                                                           |               | 120   |      | °C    |
| T <sub>LIM</sub>      | 过热保护温度                        |                                                                                                           |               | 160   |      | °C    |
| R <sub>DS(on)</sub>   | MOS 等效阻抗                      |                                                                                                           |               | 600   |      | mΩ    |
| T <sub>SS</sub>       | 软启动时间                         | I <sub>BAT</sub> =0 to I <sub>BAT</sub> =100V/ R <sub>PROG</sub>                                          |               | 100   |      | μs    |
| T <sub>RECHARGE</sub> | 再充电延时                         | V <sub>BAT</sub> High to Low                                                                              |               | 10    |      | ms    |
| T <sub>TERM</sub>     | 充电截止延时                        | I <sub>BAT</sub> falling below I <sub>CHG</sub> 1/10                                                      |               | 20    |      | ms    |
| T <sub>BAD_CELL</sub> | 坏死电池保护时间                      |                                                                                                           |               | 45    |      | min   |
| I <sub>PROG</sub>     | PROG 输入电流                     |                                                                                                           |               | 0.5   |      | μA    |

## 典型应用电路图

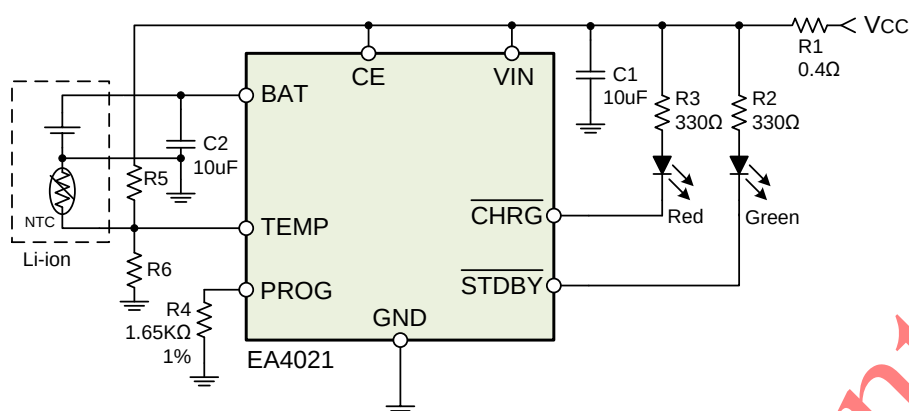


Figure 2. Typical application circuit diagram

## 订单信息

| Part Number | Package Type | Packing Information |
|-------------|--------------|---------------------|
| EA4021XXT6R | SOT-23-6     | Tape & Reel         |
| EA4021XXP8R | SOP8-EP      | Tape & Reel         |
| EA4021XXDBR | DFN 2x2-8    | Tape & Reel         |
| EA4021XXDDR | DFN 3x3-8    | Tape & Reel         |

Note (1): XX: Floating voltage. 36=3.6V, 42=4.2V, 43=4.3V.

(2): "T6", "P8", "DB", "DD": Package type code.

(3): "R": Tape & Reel (3000EA/Reel).

## 功能描述

### 工作模式

EA4021 是一个独立的线性锂离子电池充电器，具有热调节功能，需要一个外部的 1%精密电阻器来设置充电电流。当 VIN 管脚处的电压高于 UVLO 阈值时，正常的充电循环就开始了。如果电池电压小于  $V_{TRIKL}$ ，则该设备将以涓流充电模式运行。涓流充电模式下的充电电流为设定值的 1/10，可有效保护电池免受损坏，延长了电池使用寿命。当 BAT 管脚处的电压高于  $V_{TRIKL}$  时，充电器进入恒流模式，在这种情况下，充电电流等于设定值。一旦 BAT 管脚的电压达到  $V_{FLOAT}$ ，充电器进入恒压模式，充电电流下降。在恒压模式，一旦充电电流下降到设定值的 1/10，充电循环就结束了。在充电周期完成并且充电操作结束后，EA4021 继续监测 BAT 电压。一旦 BAT 电压降至 4.05V，它就会给电池充电。EA4021 包括软启动电路，以减少充电循环开始时的浪涌电流对芯片和电池的影响。当 PROG 管脚浮空时，充电器进入关机模式。可以用 PROG 管脚作为芯片启动管脚。

### 欠压锁定 (UVLO)

EA4021通过内部的欠压锁定电路监测输入电压，当VIN电压低于欠压锁定电压后，芯片停止充电，并保持在输出关闭模式下。当VIN上升至超过欠压锁定阈值，芯片退出过压锁定，开始正常工作，UVLO电路内置了200mV的滞后特性。

此外，为了防止电源MOSFET中的反向电流，如果VIN降至接近电池电压的50mV范围内，UVLO电路会使芯片保持在关机模式下。直到VIN上升到高于电池电压200mV，芯片才会退出关机模式，开始正常工作。

### 过压锁定 (OVLO)

EA4021通过内部过压锁定电路监测VIN电压，当VIN电压超过过压锁定电压后，芯片停止充电，并保持在输出关闭模式下。当VIN电压降低至过压锁定阈值以下时，芯片退出过压锁定，开始正常工作，OVLO电路内置了400mV的滞后特性。

### 开关控制

可以通过将CE管脚设置为低电平或断开 $R_{PROG}$ 来手动关闭EA4021充电功能，将CE管脚设置为HIGH或重新连接 $R_{PROG}$ 恢复充电功能。

### 电池温度感应和监视器

EA4021具有温度监测功能，以保护电池不因温度过高或过低继续充电而损坏。电池温度检测功能是通过监测TEMP管脚电压实现的，TEMP管脚电压是电池内的NTC热敏电阻和外部电阻分压得到的。

EA4021将TEMP管脚上的电压 $V_{TEMP}$ 与 $V_{LOW}$ 和 $V_{HIGH}$ 阈值电压进行比较，并在 $V_{TEMP} > V_{HIGH}$ 或者 $V_{TEMP} < V_{LOW}$ 时终止充电过程。 $V_{LOW}$ 电压等于VIN的45%， $V_{HIGH}$ 电压等于VIN电压的80%。

当TEMP管脚连接到GND或浮空时，该功能将关闭。

### 电池反接保护

EA4021具有电池反接保护功能。当电池反接时，EA4021将不会正常工作，没有充电电流，会显示故障状态，充电LED每秒会闪烁1次。当电池连接正确时，EA4021自动恢复正常工作，正常充电。

## 应用信息

### 充电电流设置

PROG 管脚到地接 1%精度电阻进行充电电流设置。充电电流和编程电阻的对应关系如下：

| R <sub>PROG</sub> (K $\Omega$ ) | 1   | 1.5 | 2.0 | 3.0 | 4.7 | 7.5 | 10.0 |
|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| I <sub>CHRG</sub> (mA)          | 900 | 600 | 450 | 300 | 190 | 120 | 90   |

注：建议选用 1%精度或者更高精度编程电阻，以保证充电电流精度。

### 状态指示

EA4021有两个开漏输出管脚：CHRG和STDBY。通过输出两种状态：低（下拉电流-5mA）或者高阻，可以被组合起来显示电池的充电状态，如下表所示。

| 状态             | CHRG LED | STDBY LED |
|----------------|----------|-----------|
| 充电中            | 亮        | 灭         |
| 充满             | 灭        | 亮         |
| BAT输出有电容，无电池   | 闪        | 亮         |
| BAT输出无电容，无电池   | 快闪       | 快闪        |
| 坏电池、过温、低温、其他状态 | 闪        | 灭         |

注：BAT 输出有电容，无电池时，CHRG LED 的闪烁频率和电容容值有关，电容容值越大，闪烁频率越慢

### 外部组件选择指南

#### ● 输出电容

如果没有电池，建议使用输出电容来降低纹波电压。当使用高值、低ESR的陶瓷电容时，建议添加一个与电容串联的1 $\Omega$ 电阻。如果使用钽电容，则不需要串联电阻。

#### ● 电流设置电阻

使用 1%精度或者更高精度的电阻提高充电电流精

### 散热限制

如果IC温度试图上升到大约120 $^{\circ}\text{C}$ 以上，内部热反馈回路将降低充电电流。该功能保护EA4021不受温度过高的影响，并允许用户给电路板电源处理能力的限制，不会有损坏EA4021的风险。EA4021通过热反馈降低充电电流的条件可以通过IC内部的耗散的功率来计算。几乎所有的功耗都是由内部的MOSFET产生的——计算结果近似为：



$$PD = (VIN - V_{BAT}) \cdot I_{BAT}$$

其中PD为功耗，VIN为输入电源电压，VBAT为电池电压，IBAT为充电电流。

热反馈开始保护芯片时的近似环境温度为：

$$T_A = 120^{\circ}\text{C} - PD \cdot \theta_{JA}$$

$$T_A = 120^{\circ}\text{C} - (VIN - V_{BAT}) \cdot I_{BAT} \cdot \theta_{JA}$$

从计算公式可以看出，降低内部MOSFET的压降可以显著降低集成电路IC的功耗，这样就可以在热调节期间增加了电池的充电电流。通过在输入端增加电阻器或肖特基二极管，可以降低VIN电压，从而减小VIN与VBAT压差，增加热调节充电电流。

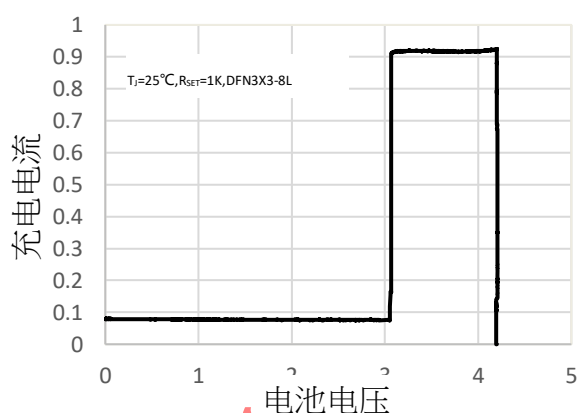
假设常温状态下，EA4021的ESOP8 封装允许的最大耗散功耗为1.0W，充电电流设置为1A。

如果输入电压5V，输入端串联0.5Ω/1W的电阻，在1A电流充电时，电阻上压降为0.5Ω\*1A=0.5V。EA4021的VIN管脚电压就是5V-0.5V=4.5V，芯片真正的而输入电压是4.5V。

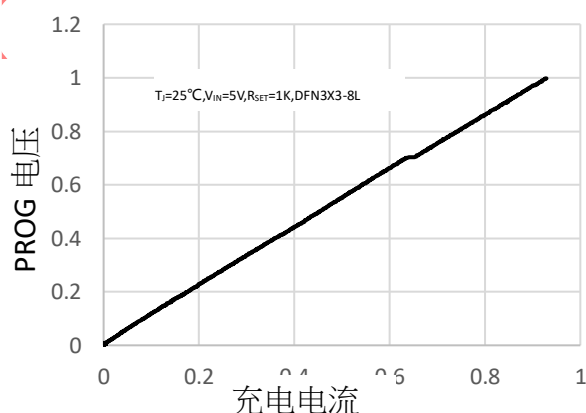
由于芯片的实际功耗要小于允许的最大耗散功耗，即（4.5V-VBAT）\*1<1.0W，算出VBAT>3.5V。因此只要VBAT电压在3.5V以上，都支持1A电流充电。如果电池电压低于3.5V或者输入电压高于5V，则EA4021会自动减小充电电流维持芯片正常工作温度。

### 典型性能曲线

1、电池电压与充电电流

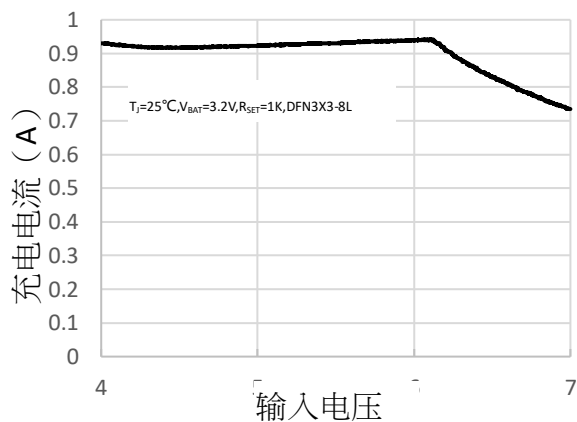


2、充电电流与PROG电压

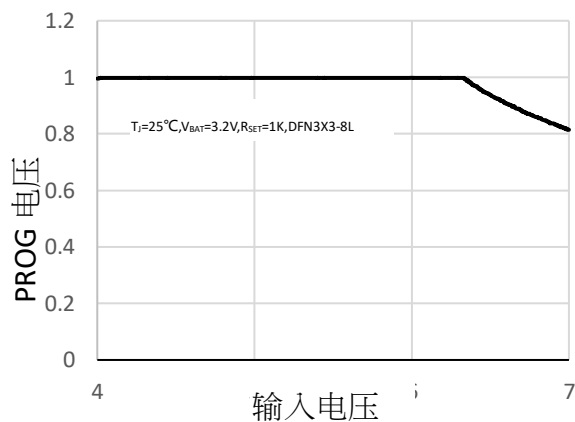




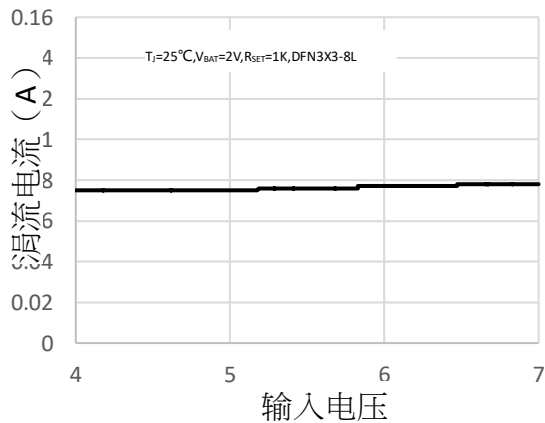
### 3、输入电压与充电电流



### 4、输入电压与PROG电压

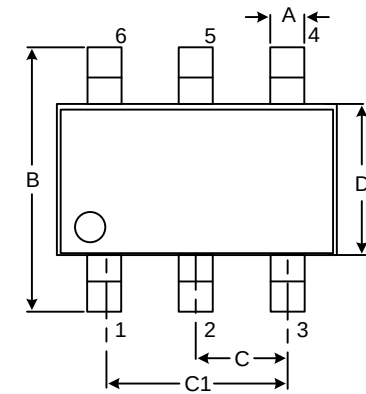


### 5、输入电压与涓流电流

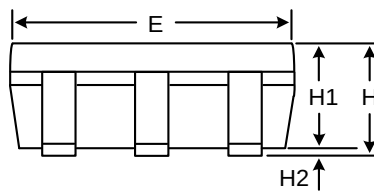


Everan

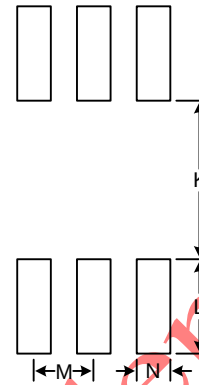
Confidential

**Package Information****SOT-23-6 Package**

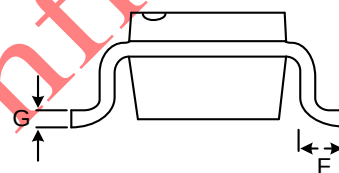
Top View



Side View



Recommended Layout Pattern

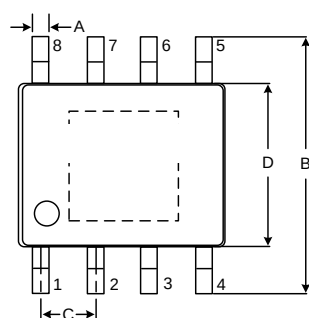


Front View

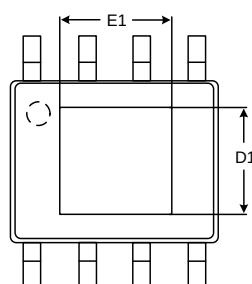
Unit: mm

| Symbol | Dimension Min | Dimension Max | Symbol | Dimension Typ |
|--------|---------------|---------------|--------|---------------|
| A      | 0.30          | 0.52          | K      | 1.40          |
| B      | 2.59          | 3.01          | L      | 1.40          |
| C      | 0.85          | 1.05          | M      | 0.95          |
| C1     | 1.70          | 2.10          | N      | 0.65          |
| D      | 1.40          | 1.80          |        |               |
| E      | 2.70          | 3.10          |        |               |
| F      | 0.30          | 0.61          |        |               |
| G      | 0.08          | 0.25          |        |               |
| H      | 0.89          | 1.35          |        |               |
| H1     | 0.89          | 1.20          |        |               |
| H2     | 0.00          | 0.15          |        |               |

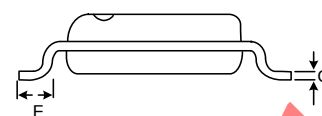
SOP8-EP Package



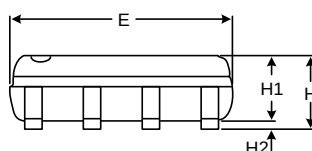
Top View



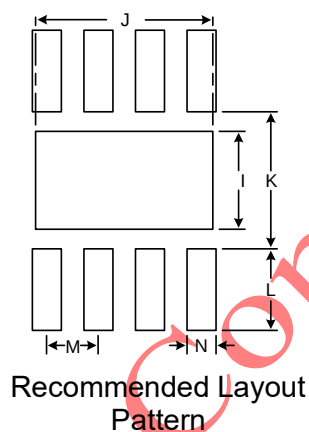
Bottom View



Front View



Side View

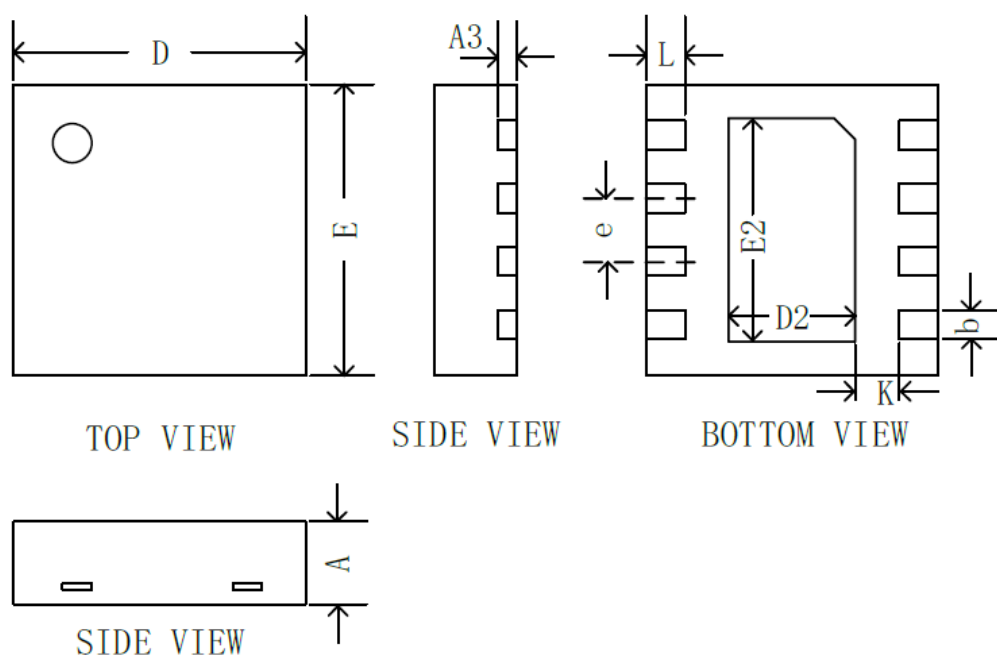


Recommended Layout Pattern

Unit: mm

| Symbol | Dimension |      | Symbol | Dimension |
|--------|-----------|------|--------|-----------|
|        | Min       | Max  |        | Typ       |
| A      | 0.33      | 0.51 | I      | 2.40      |
| B      | 5.80      | 6.20 | J      | 4.90      |
| D      | 3.80      | 4.00 | K      | 3.80      |
| D1     | 2.31      | 2.51 | L      | 2.00      |
| E      | 4.70      | 5.10 | M      | 1.27      |
| E1     | 3.20      | 3.30 | N      | 0.72      |
| C      | 1.19      | 1.35 |        |           |
| F      | 0.40      | 1.27 |        |           |
| G      | 0.17      | 0.25 |        |           |
| H      | 1.35      | 1.75 |        |           |
| H1     | 1.35      | 1.55 |        |           |
| H2     | 0.00      | 0.20 |        |           |

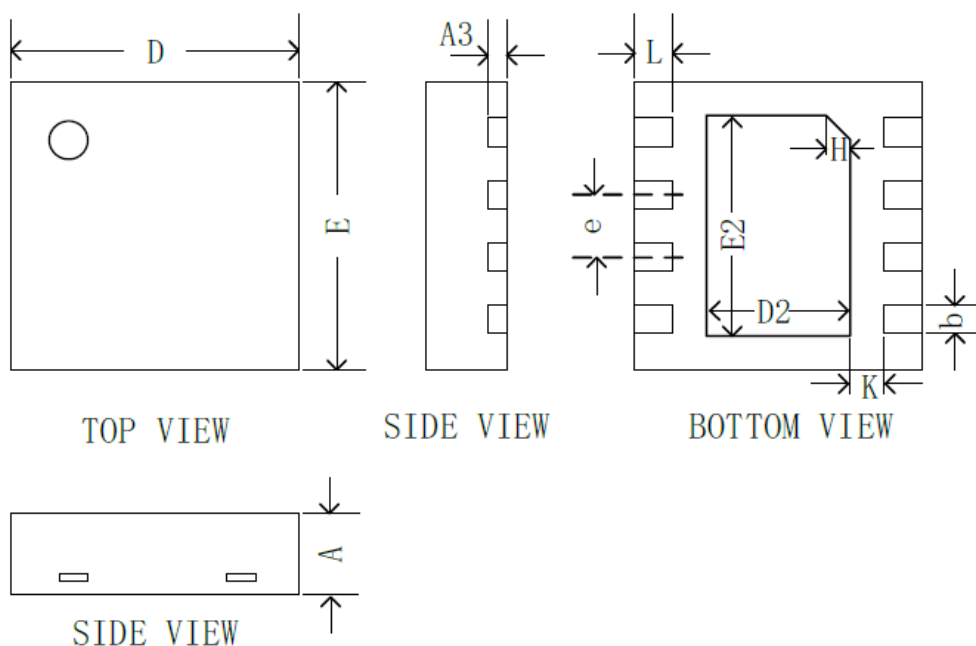
## DFN 2x2-8 Package



Unit: mm

| Symbol | Dimension |       |       |
|--------|-----------|-------|-------|
|        | Min.      | Nom.  | Max.  |
| A      | 0.700     | 0.800 | 0.900 |
| A3     | 0.180     | 0.200 | 0.220 |
| b      | 0.180     | 0.240 | 0.300 |
| D      | 1.900     | 2.000 | 2.100 |
| E      | 1.900     | 2.000 | 2.100 |
| D2     | 0.500     | 0.650 | 0.800 |
| E2     | 1.100     | 1.200 | 1.300 |
| e      | -         | 0.500 | -     |
| K      | 0.200     | -     | -     |
| L      | 0.274     | 0.350 | 0.426 |

DFN 3x3-8 Package



Unit: mm

| Symbol | Min.  | Dimension<br>Nom. | Max.   |
|--------|-------|-------------------|--------|
| A      | 0.800 | 0.850             | 0.900  |
| A3     | 0.180 | 0.200             | 0.220  |
| b      | 0.250 | 0.300             | 0.350  |
| D      | 2.900 | 3.000             | 3.100  |
| E      | 2.900 | 3.000             | 3.100  |
| D2     | 1.400 | 1.500             | 1.600  |
| E2     | 2.200 | 2.300             | 2.400  |
| e      | 0.550 | 0.650             | 0.750- |
| H      | -     | 0.300             | -      |
| K      | 0.250 | 0.350             | 0.450  |
| L      | 0.350 | 0.400             | 0.450  |