

限流配电开关

概述

AP1625是一款适用于自供电和总线供电的通用串行总线(USB)应用的限流开关。拥有极小导通电阻为52mΩ。拥有多种保护特性如电流限制和热关断，可以防止持续大负载或短路而导致的器件损坏。内置P沟道MOSFET，带有真关断功能，在AP1625关断时或工作时，可有效防止电流倒灌。当输出电压高于输入电压，AP1625通过内部比较器侦测后能实现真关断，防止电流倒灌。AP1625的第3脚FLG是用来指示过流或过温等异常状态时的开漏输出引脚，内部已经设定8ms的延时消隐后输出FLG信号。另外，当AP1625的输出处于反灌电压状态时，FLG经过3ms的延时消隐后将指示异常。

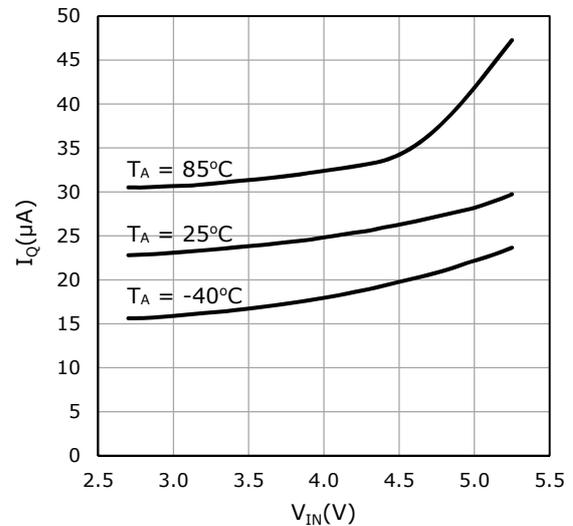
应用

- 高边电源保护开关
- USB总线供电集线器
- 机顶盒
- 智能电视
- MID和笔记本电脑

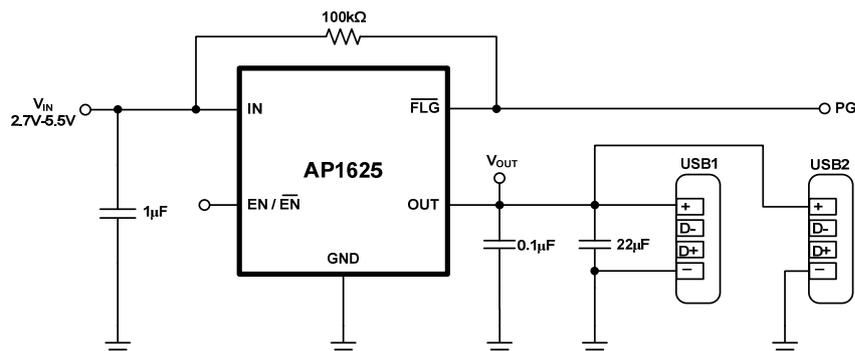
特性

- 一流的静态电源电流
- AP1625A: 1.5 A 持续电流
- AP1625E: 2.1 A 持续电流
- AP1625F: 2.5 A 持续电流
- 52mΩ 上管导通电阻
- 提供三个内部限流版本
- 工作范围: 2.7V ~ 5.5V
- 0.2ms 典型上升时间
- 5μs (典型值) 快速过流响应
- 欠压锁定
- 1μA 最大关断电流
- 电源关断时无反向电流
- 输出反向电压保护
- 开漏过流标志输出(FLG)
- 使能逻辑: 高有效或低有效版本
- 可选功能: 输出自动放电
- 采用SOT-23-5L和MSOP-8封装

静态电源电流



典型应用电路

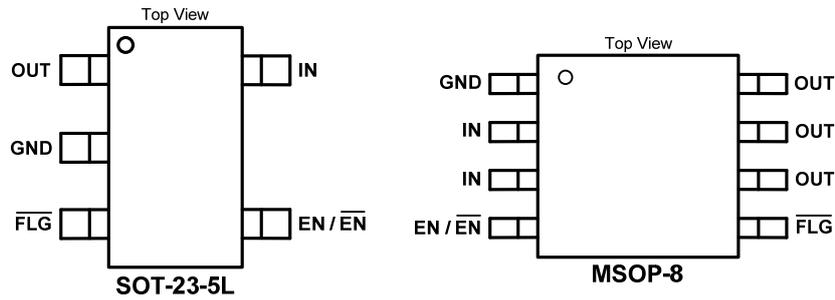


订货信息

订购代码	最大持续 输出电流	使能逻辑	输出放电管	封装	顶层标记
AP1625FHTBER	2.5A	高有效	有	SOT-23-5L	LFXYP ⁽¹⁾
AP1625EHTBER	2.1A	高有效	有	SOT-23-5L	LEXYP ⁽¹⁾
AP1625AHTBER	1.5A	高有效	有	SOT-23-5L	LAXYP ⁽¹⁾
AP1625FLTBER	2.5A	低有效	有	SOT-23-5L	IFXYP ⁽¹⁾
AP1625ELTBER	2.1A	低有效	有	SOT-23-5L	IEXYP ⁽¹⁾
AP1625ALTBER	1.5A	低有效	有	SOT-23-5L	IAXYP ⁽¹⁾
AP1625FHKTBER	2.5A	高有效	无	SOT-23-5L	LfXYP ⁽¹⁾
AP1625EHKTBER	2.1A	高有效	无	SOT-23-5L	LeXYP ⁽¹⁾
AP1625AHKTBER	1.5A	高有效	无	SOT-23-5L	LaXYP ⁽¹⁾
AP1625FLKTBER	2.5A	低有效	无	SOT-23-5L	IfXYP ⁽¹⁾
AP1625ELKTBER	2.1A	低有效	无	SOT-23-5L	IeXYP ⁽¹⁾
AP1625ALKTBER	1.5A	低有效	无	SOT-23-5L	IaXYP ⁽¹⁾
AP1625FHMSER	2.5A	高有效	有	MSOP-8	AP1625 LFXYP ⁽¹⁾
AP1625EHMSER	2.1A	高有效	有	MSOP-8	AP1625 LEXYP ⁽¹⁾
AP1625AHMSER	1.5A	高有效	有	MSOP-8	AP1625 LAXYP ⁽¹⁾
AP1625FLMSER	2.5A	低有效	有	MSOP-8	AP1625 IFXYP ⁽¹⁾
AP1625ELMSER	2.1A	低有效	有	MSOP-8	AP1625 IEXYP ⁽¹⁾
AP1625ALMSER	1.5A	低有效	有	MSOP-8	AP1625 IAXYP ⁽¹⁾
AP1625FHKMSER	2.5A	高有效	无	MSOP-8	AP1625 LfXYP ⁽¹⁾
AP1625EHKMSER	2.1A	高有效	无	MSOP-8	AP1625 LeXYP ⁽¹⁾
AP1625AHKMSER	1.5A	高有效	无	MSOP-8	AP1625 LaXYP ⁽¹⁾
AP1625FLKMSER	2.5A	低有效	无	MSOP-8	AP1625 IfXYP ⁽¹⁾
AP1625ELKMSER	2.1A	低有效	无	MSOP-8	AP1625 IeXYP ⁽¹⁾
AP1625ALKMSER	1.5A	低有效	无	MSOP-8	AP1625 IaXYP ⁽¹⁾

(1). XY=日期代码, P=封装厂

引脚配置



引脚描述

引脚名称	引脚序号		引脚功能
	SOT-23-5L	MSOP-8	
OUT	1	6, 7, 8	开关输出：连接到内部 MOSFET 的漏极。通常连接到负载的开关侧。
GND	2	1	地。
FLG	3	5	开漏故障标志输出，热关断 3ms 延时。
EN / $\overline{\text{EN}}$	4	4	使能：逻辑电平使能输入。确保 EN 引脚不要悬空。
IN	5	2, 3	电源输入：连接到内部 MOSFET 的源极，为内部控制电路供电。

功能框图

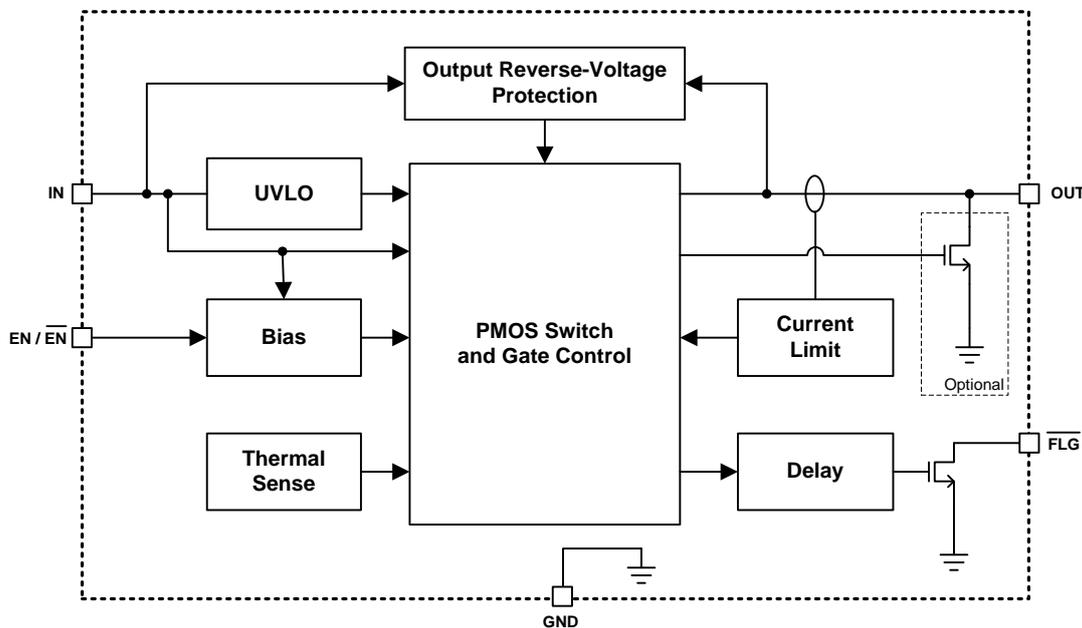


图1 功能框图

绝对最大额定值⁽¹⁾

IN	-0.3 V to 7 V
OUT	-0.3 V ~ V _{IN}
EN /EN	-0.3 V ~ V _{IN} + 0.3 V
FLG	-0.3V ~ V _{IN} + 0.3 V
ESD 按 ESDA/JEDEC JDS-001-2014	
人体模式.....	±6 kV
ESD 按 IEC61000-4-2	
接触放电.....	±8 kV
空气放电.....	±15 kV
封装热阻 ⁽²⁾	
θ _{JA} - SOT-23-5L	250 °C/W
θ _{JA} - MSOP-8	200 °C/W

θ _{JC} - SOT-23-5L	60 °C/W
θ _{JC} - MSOP-8	55 °C/W
持续功耗 (T _A = 25 °C)	
SOT-23-5L	0.5 W
MSOP-8	0.6 W
最大结温 ⁽³⁾	150 °C
储存温度 (T _S).....	-65°C to +150 °C
引脚温度 (焊接10s).....	260 °C
工作范围	
输入电压 (V _{IN}).....	2.7 V to 5.5 V
工作温度 (T _A)	-40 °C to +85 °C

- (1). 绝对最大额定值是指超过该值则器件的耐用性有可能受损。
- (2). 热阻是在 TA=25°C 自然对流条件下，使用 JEDEC 51-3 热计量标准的低效单层热导系数测试板测得。
- (3). T_J 根据环境温度 T_A 和功耗 P_D 计算而得

电气特性⁽¹⁾

(V_{IN} = 5V, C_{IN} = 1μF, C_{OUT} = 1μF, T_A = 25°C, 除非另有说明)

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压						
输入电压范围	V _{IN}		2.7		5.5	V
静态电流	I _{IN_ON}	V _{IN} =5.5V, I _{OUT} = 0mA		30		μA
关断电流	I _{IN_OFF}	V _{IN} =5.5V, I _{OUT} = 0mA		0.1	1	μA
输出漏电流	I _{LEAKAGE}	V _{OUT} =5.5V, V _{IN} =0V		2	5	μA
V _{IN} 欠压锁定	V _{UVLO_ON}	V _{IN} 从 0V 上升到 5V		2.45	2.6	V
V _{IN} 欠压锁定迟滞	V _{UVLO_HYS}			25		mV
功率管						
输出 MOSFET	R _{DS(ON)}	I _{OUT} = 1A	30	52	85	mΩ
使能和软启动						
EN 引脚输入高电平	V _{EN_H}	V _{IN} =5.5V	1.2			V
EN 引脚输入低电平	V _{EN_L}	V _{IN} =2.5V			0.7	V
EN 输入电流	I _{EN}	V _{EN} =5.5V 或 0V	-0.5	5	10	μA
开启时间	T _{ON}	C _L =1μF, R _{LOAD} =100Ω		0.2		ms
关断时间	T _{OFF}	C _L =1μF, R _{LOAD} =100Ω		0.3		ms
输出电压和限流						
过流 CC 调节	I _{LIMIT}	AP1625F V _{in} =5V, V _{out} =3.5V	3.1	3.2	3.7	A
	I _{LIMIT}	AP1625E V _{IN} = 5V, V _{OUT} = 3.5V	2.6	2.75	2.9	A
	I _{LIMIT}	AP1625A V _{IN} = 5V, V _{OUT} = 3.5V	1.8	2.0	2.2	A

电气特性⁽¹⁾ (续)(V_{IN} = 5V, C_{IN} = 1μF, C_{OUT} = 1μF, T_A = 25°C, 除非另有说明)

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
反灌电压保护阈值	V _{REVERSE}	V _{OUT} -V _{IN}	5	20	50	mV
反灌电流保护阈值	I _{REVERSE}		0.1	0.4	1	A
输出上升时间	T _R	C _{OUT} = 1μF, R _{LOAD} = 100Ω		0.1		ms
输出下降时间	T _F	C _{OUT} = 1μF, R _{LOAD} = 100Ω		0.3		ms
输出自动放电电阻	R _{OUT}	可选功能, V _{IN} = 5V, V _{OUT} = 5V 关断模式		300		Ω
FLG(故障标志)						
输出低电压	V _{FLG_LOW}	I _{FLG} = 1mA			180	mV
FLG 吸收电流	I _{FLG_SINK}				10	mA
关断漏电流	I _{FLG_LEAKAGE}				1	μA
故障标志检测时间	T _{FLG}			8		ms
热关断						
热关断阈值 ⁽²⁾	T _{SD}			150		°C
热关断迟滞 ⁽²⁾	T _{SD_HYS}			20		°C
限流热关断 ⁽²⁾	T _{CURRENT_LIMIT}			130		°C

(1). 100%产品在+25°C时测试，在工作温度范围内的规格，由设计和工艺原理提供保证。

(2). 设计保证

应用信息

输入和输出

输入是电源供应脚，连接到逻辑电路和内部 P_MOSFET 的源极。输出脚连接到内部 P_MOSFET 的漏极。典型应用中，电流通过开关管从输入到输出流向负载。

热关断

AP1625 拥有 2 段独立的过热感应电路监控功率开关操作温度且在温度超出推荐范围时禁止芯片工作，来保护自身。芯片在过流状态时进入恒流模式，这大大增加了功率开关两端的压降。芯片封装内部的功率耗散与开关两端的压降成比例，所以 IC 结温在过流状态时急剧上升。第一段温度感应电路在结温超过 130°C 时关断功率开关，此时处于限流状态。第二段温度感应电路在结温超过 150°C 时关断功率开关，不论功率开关是否在限流状态。两段过热感应电路都内建迟滞，当芯片冷却了大约 20°C 之后，功率开关重新打开。如此，功率开关持续关断、打开循环直至故障移除。当过温条件发生时 $\overline{\text{FLG}}$ 引脚立即生效（低有效）。

欠压锁定

欠压锁定阻止输出 MOSFET 开启，直到输入电压超过 2.45V 典型值。开关开启以后，如果输入电压下降到 2.425V（典型值）以下，UVLO 关闭开关。

输出反向电压保护

当输出电压高于输入电压 20mV（典型值）以上，输出反灌电压保护将 MOSFET 关闭，直至输出反灌电压移除时 MOSFET 重新开启。

$\overline{\text{FLG}}$ 功能

当过流条件发生 8ms 以后， $\overline{\text{FLG}}$ 输出生效（低有效）。AP1625E 的典型触发点是 2.2A，AP1625A 是 1.6A。 $\overline{\text{FLG}}$ 输出一直保持低直到过流条件移除。过温条件发生时， $\overline{\text{FLG}}$ 输出同样会指示。另外，输出反灌后， $\overline{\text{FLG}}$ 也会生效。

输入滤波

建议在 IN 和 GND 之间（并靠近 AP1625）用一个 1 μ F 的旁路电容来控制输入瞬态电压。没有旁路电容，输出短路可能会导致输入的较大波动（从电源线感应）而损坏内部控制电路。输入瞬态电压（即使时间很短）不能超过最大绝对电压 ($V_{\text{IN max}} = 7\text{V}$)。

EN, 使能输入

EN 必须是一个明确定义的逻辑高或逻辑低输入。悬空可能导致不可预知的工作。EN 不允许接负电压。

短路条件

限流电路是为了防止限流配电开关由于过流而损坏。当重负载或者短路施加到输出，一个瞬间的大电流可能流过直到芯片产生响应。一旦电路响应，它将限制输出电流为 I_{sc} 。由于此时电流检测放大器处于过驱状态且电源开关立刻关断，输出电流降到接近零。电流检测放大器恢复，输出电流上升到 I_{os} 。输出电流保持为 I_{os} 直到短路条件移除或电路开始热保循环。

短路时瞬间大电流的时间和幅值与测量装置和外部器件相关，特别是输入电容的 ESR。

图 3 显示了推荐的短路特性测量装置。图 3 中的短路设备必须低 $R_{\text{DS(ON)}}$ ，大电流，低 Q_g 的 N- MOSFET 可模拟真实情况。

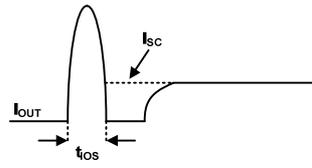


图2：短路响应时间

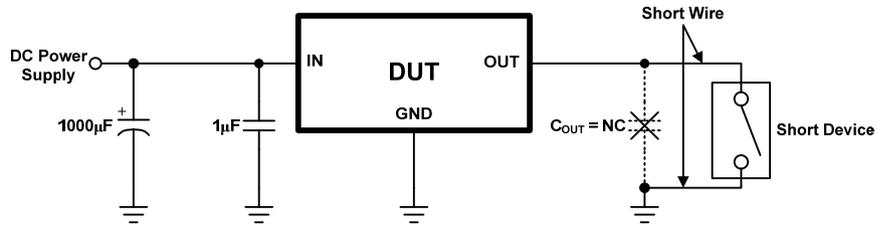


图3：短路响应时间测量配置

布局指导

为了更好体现 AP1625 的性能，请务必遵守以下规则：

1. 输入输出电容尽可能近的靠近 IC 并连接到大面积地以减少噪声耦合。
2. GND 应连接到一个大面积地以便散热。
3. 保持主电流通道尽可能的短而宽。

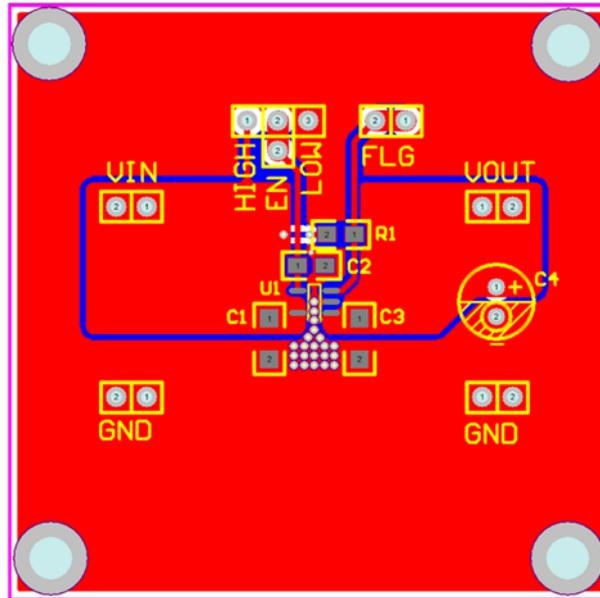


图 4：PCB 布局推荐

典型性能特征

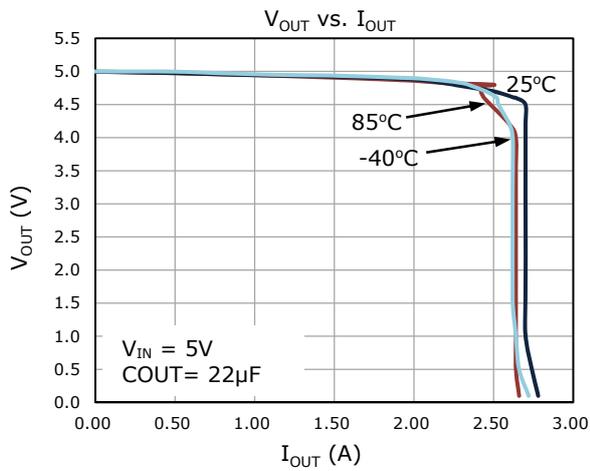


图 5: 过流保护特性 (AP1625E)

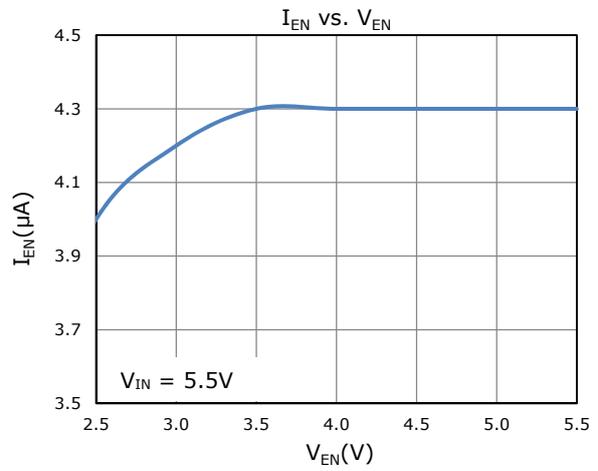


图 6: I_{EN} vs. V_{EN} 特性

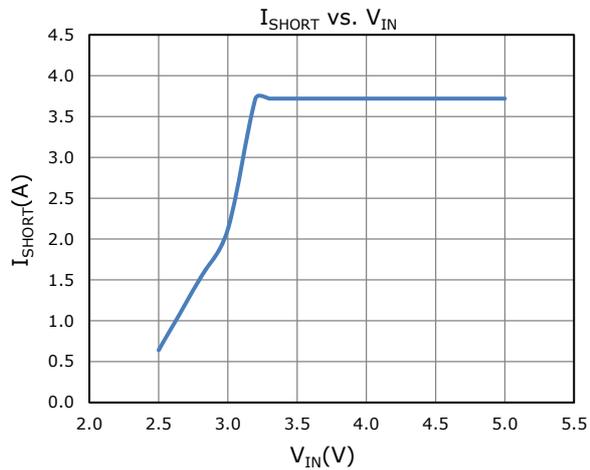


图 7: 短路输出电流 (AP1625E)

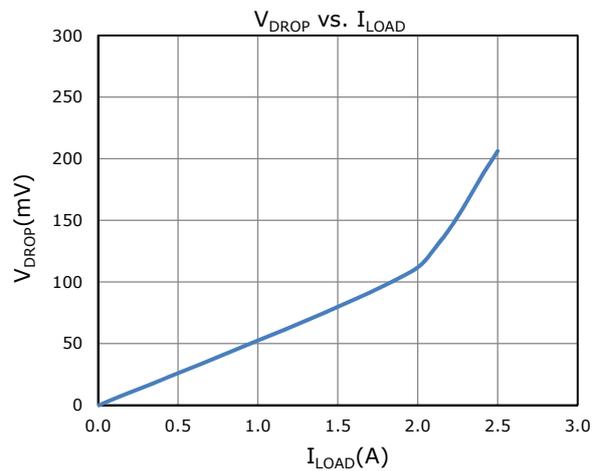


图 8: 输入输出压差

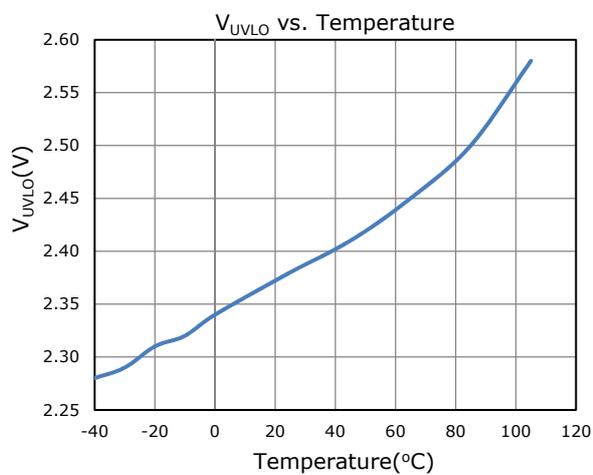


图 9: UVLO 电压

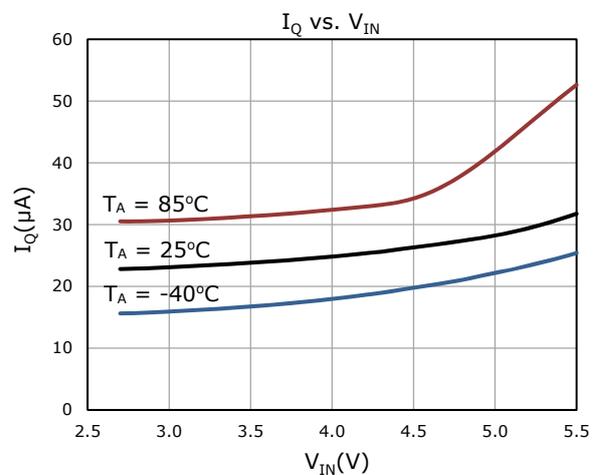


图 10: 输入电流

典型性能特征 (续)

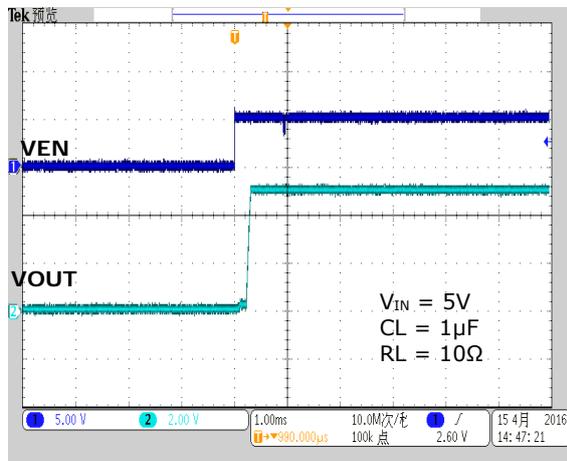


图 11: 开启延迟时间和上升时间

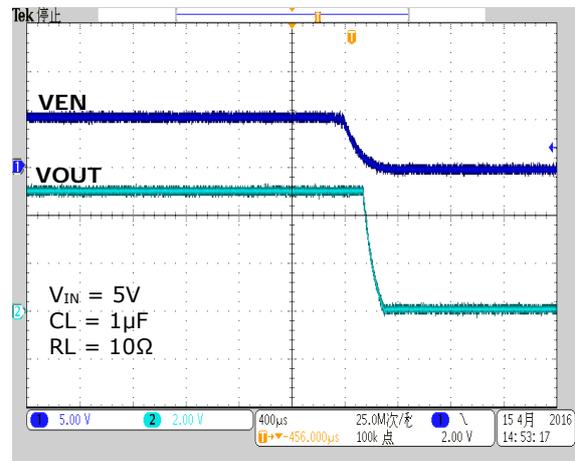


图 12: 关断延迟时间和下降时间

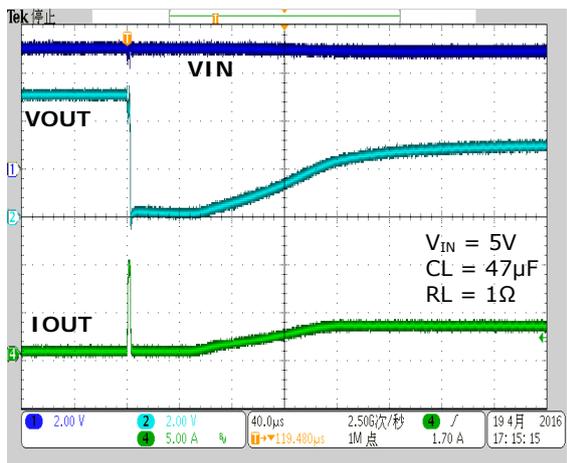


图 13: 阻性负载冲击响应

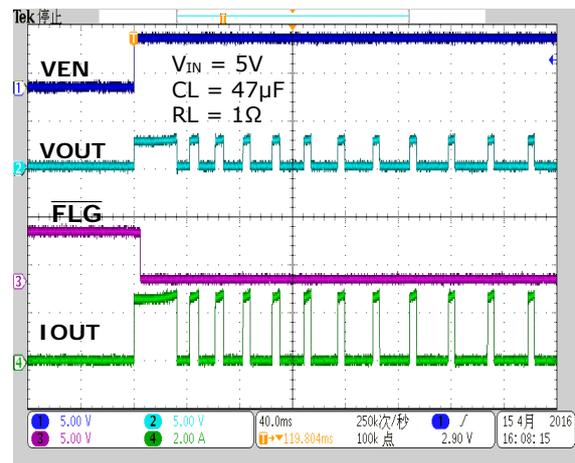


图 14: 热关断响应

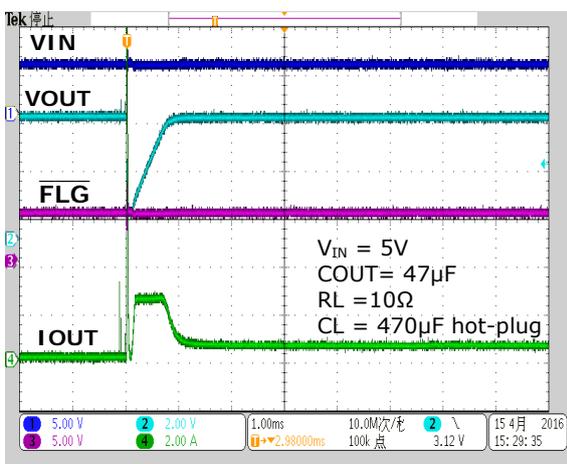


图 15: 容性负载冲击响应

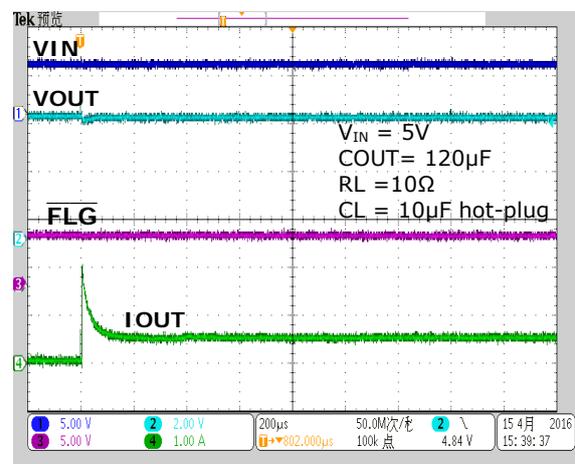


图 16: 容性负载冲击响应

典型性能特征 (续)

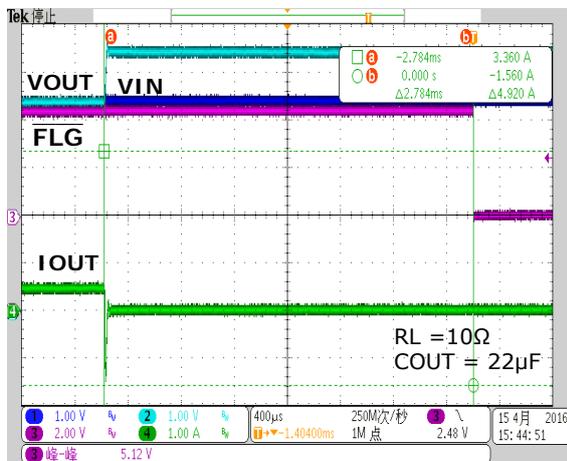


图 17: 防反灌响应

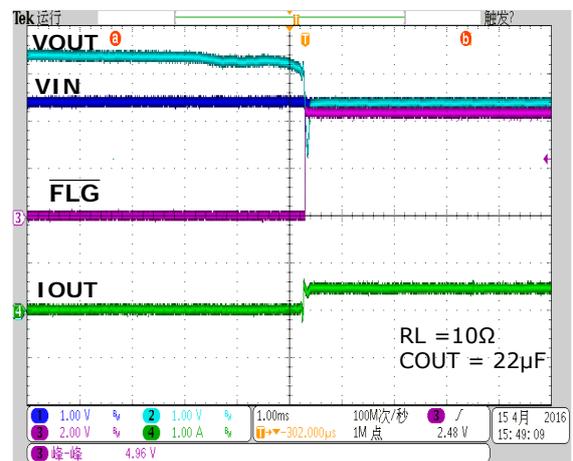
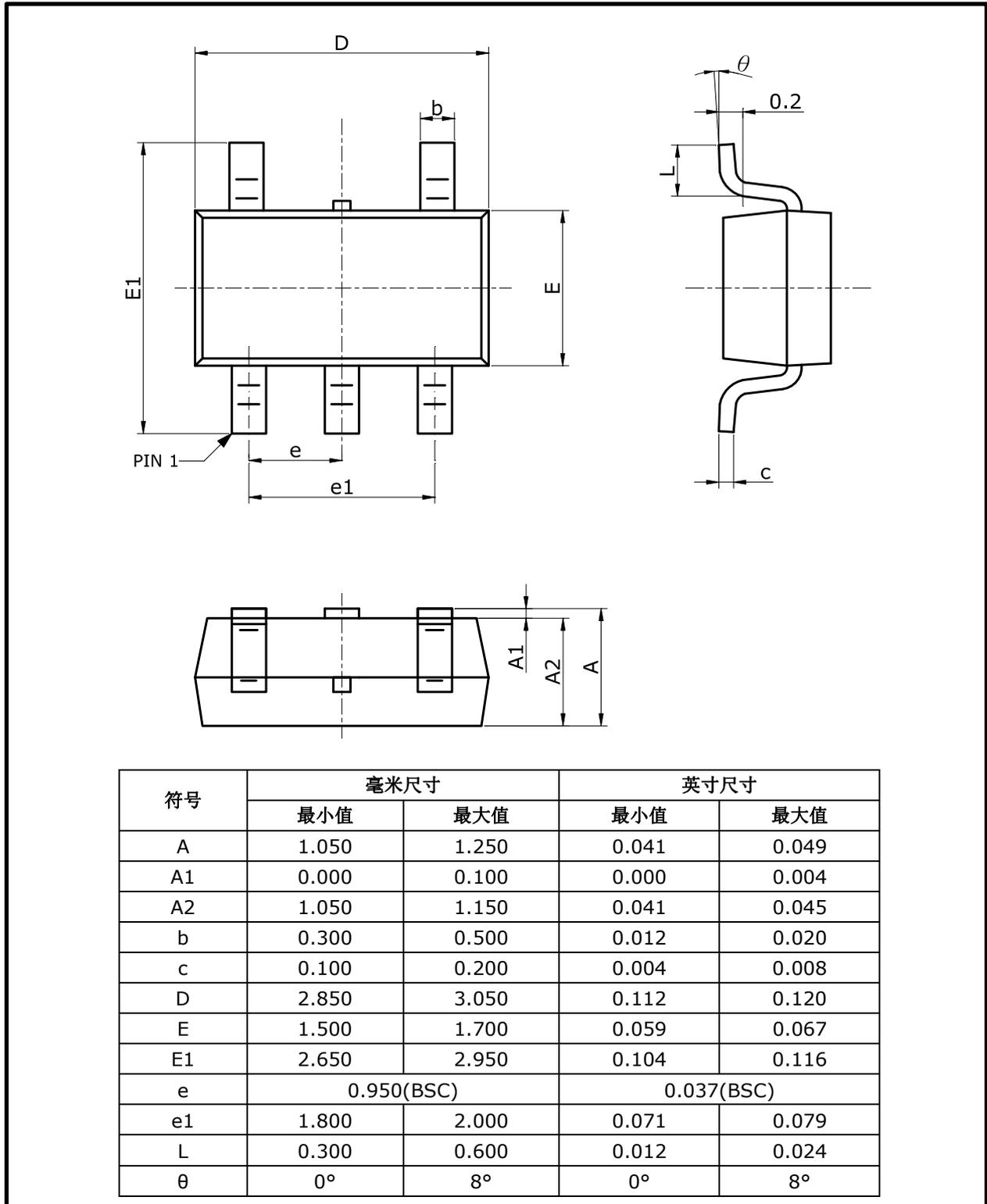


图 18: 防反灌响应

封装信息

SOT-23-5L 封装外形尺寸

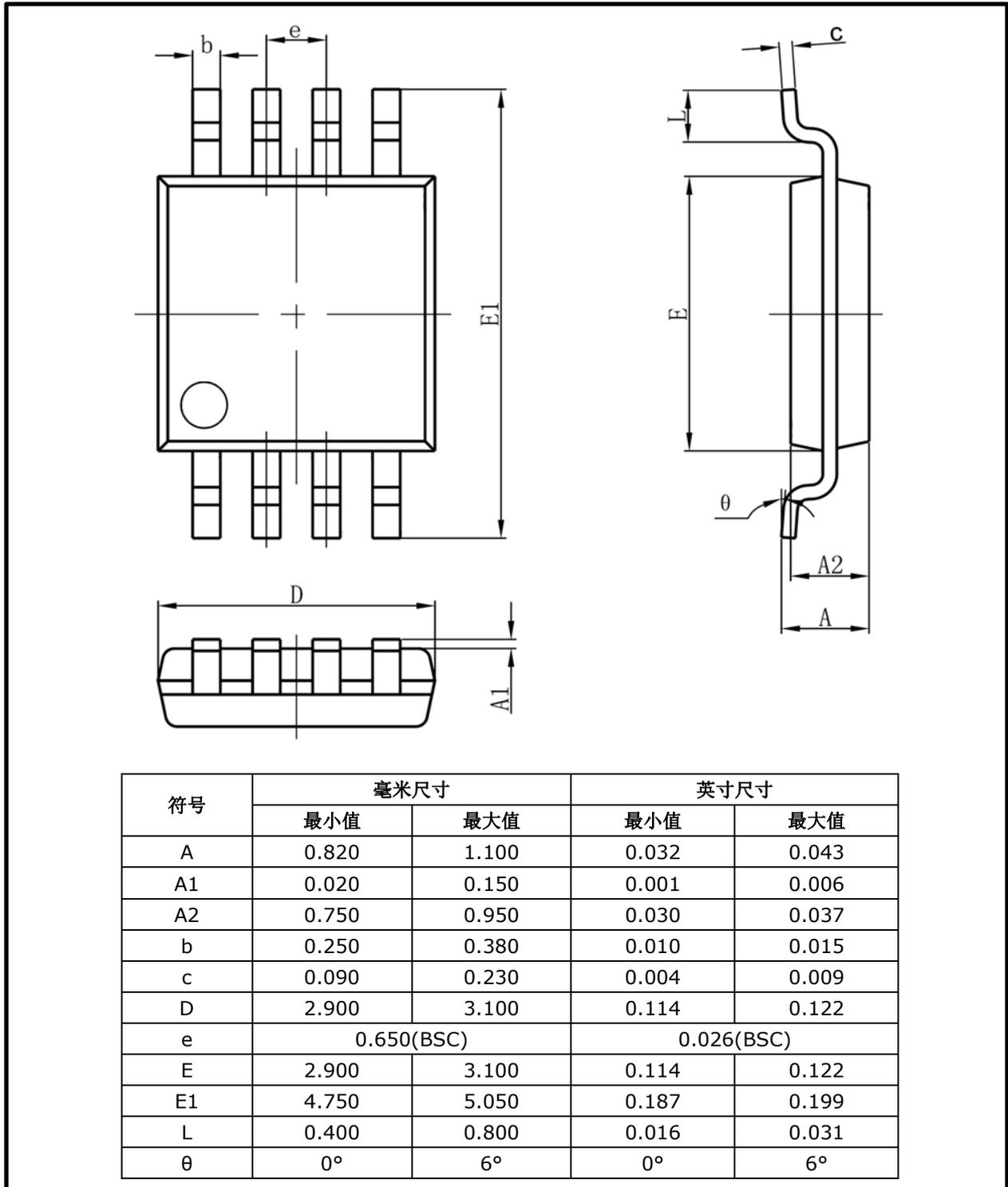


备注:

1. 此制图可以不经通知进行调整;
2. 器件本体尺寸不含模具飞边;
3. 本封装符合 JEDEC MO-178, variation AA.

封装信息(续)

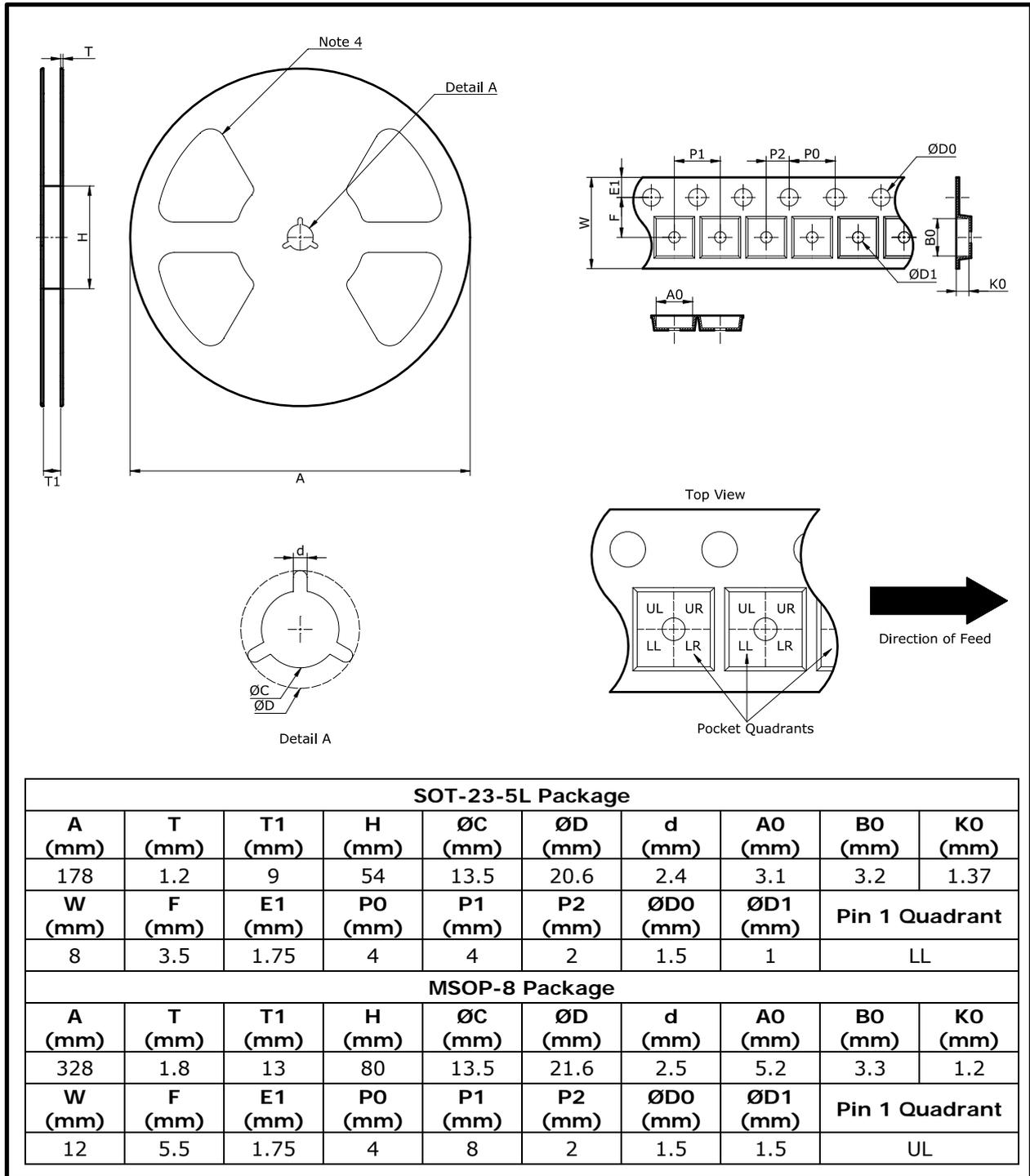
MSOP-8封装外形尺寸



备注:

1. 此制图可以不经通知进行调整;
2. 器件本体尺寸不含模具飞边;
3. 本封装符合 JEDEC MO-178, variation AA.

编带及卷轴信息



备注:

1. 此制图可以不经通知进行调整;
2. 所有尺寸是毫米公制的标称值;
3. 此制图并非按严格比例, 且仅供参考。客户可联系芯朋销售代表获得更多细节;
4. 此处举例仅供参考。

重要声明

无锡芯朋微电子股份有限公司保留更改规格的权利，恕不另行通知。无锡芯朋微电子股份有限公司对任何将其产品用于特殊目的的行为不承担任何责任，无锡芯朋微电子股份有限公司没有为用于特定目的产品提供使用和应用支持的义务。无锡芯朋微电子股份有限公司不会转让其专利许可以及任何其他的相关许可权利。