

■ 功能描述

CM2056 系列是一款高集成度用于 3 ~ 5 节锂电池检测的模拟前端 (AFE) 芯片, 该芯片可以协同外部 MCU 对锂电池组进行过充电保护、过放电保护、过电流保护, 短路保护等一系列动作。该芯片可以支持 3 ~ 5 节串联锂电池组的各类应用。

CM2056 系列可以将每一节电池的电压状态和电池组的电流状态传输给外部协同的 MCU, MCU 读取电池组电压状态和电流状态后判断电池组是否进入过充电、过放电、过电流、短路等各需要保护的异常状态, 并将信号通过 CTLIC, CTLD 引脚传回给 CM2056 然后通过 CO、DO 控制引脚去开关充放电 MOS, 从而实现各项保护动作。

CM2056 系列内部集成了高精度线性稳压 LDO, 3.3V/5V 电压输出, 可以为外部 MCU 的 ADC 模块提供参考电压, MCU 通过内部 ADC 可以精确测量 CM2056 输出的电压电流信息。并通过设定的程序来判断电池组是否需要过压、过流等保护动作, CM2056 系列根据 MCU 的指示控制 CO、DO 引脚关闭充放电 MOS。

■ 产品特点

- | | |
|-------------|--|
| • 采用高压工艺 | 输入最高 40V |
| • 电压检测 | 支持 3 ~ 5 串锂电池连接
支持对锂电池组中每个电芯的电压检测
支持磷酸铁锂和碳酸锂电芯电压检测
单个电芯检测范围: 1.5~4.5 V
单个电芯检测精度: ± 15 mV |
| • 电流检测 | 支持对整个锂电池组的充放电电流检测
采样增益: 5/10/20/40 倍可选
采样精度: ± 2.5 mV@5 倍增益 (放大后) |
| • 内置短路保护 | 50, 100, 200, 400 mV 可选 |
| • 内置 LDO 输出 | 3.3V/5V
输出电流: 3 mA |
| • 充放电输出口 | CO、DO 可用于控制充放电 MOS 开关 |
| • 通讯方式 | I2C |
| • 低功耗 | 正常工作模式 70 μ A
休眠模式 8 μ A |

■ 应用领域

- 电动工具
- 吸尘器, 洗地机, 扫地机
- 充电宝, 储能电源, 后备电源
- 其他使用锂电池组的设备

■ 封装

- SSOP24

■ 产品框图

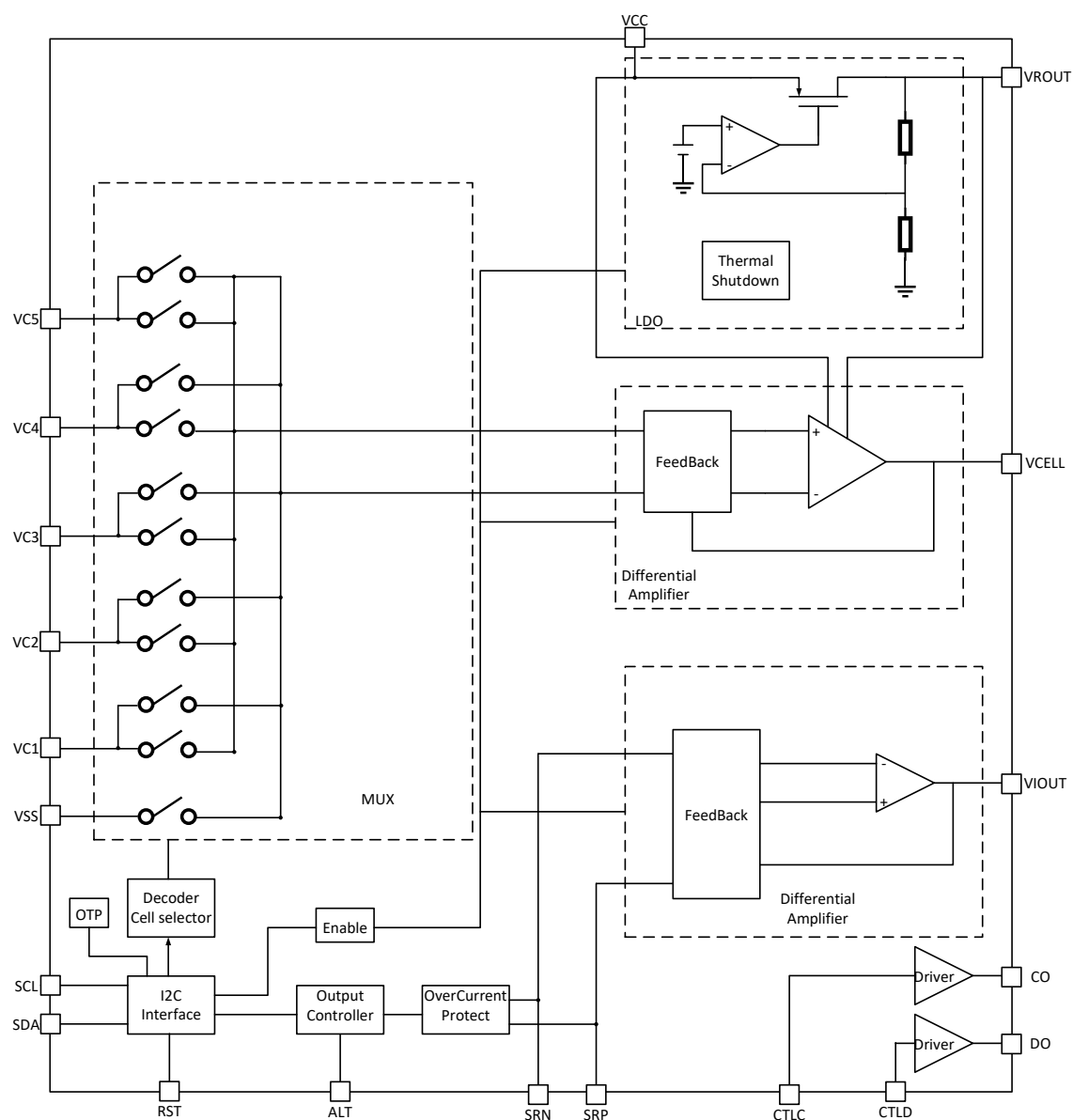
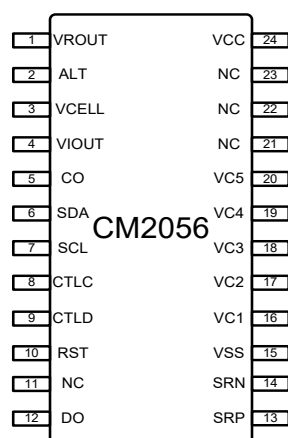


图 1

■ 引脚排列图

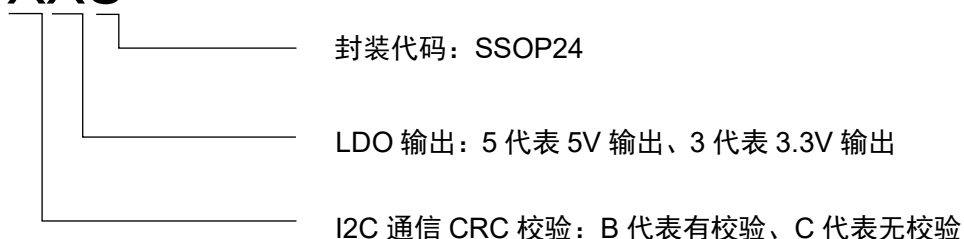

图 2

引脚号	管脚名	描述
1	VROUT	内部 LDO 输出，给 AFE 内部供电，外部 ADC 参考电压输出
2	ALT	报警输出（默认高电平，报警后为低电平）
3	VCELL	电压采集数据模拟输出
4	VIOUT	电流采集数据模拟输出
5	CO	充电 MOSFET 控制
6	SDA	I2C 数据线
7	SCL	I2C 时钟线
8	CTLC	控制 CO 引脚开关
9	CTLD	控制 DO 引脚开关
10	RST	重置输入（高电平>100us 复位 AFE）
11	NC	悬空
12	DO	放电 MOSFET 控制
13	SRP	电流检测正端输入
14	SRN	电流检测负端输入
15	VSS	地
16	VC1	第一节电池正输入，第二节电池负输入
17	VC2	第二节电池正输入，第三节电池负输入
18	VC3	第三节电池正输入，第四节电池负输入
19	VC4	第四节电池正输入，第五节电池负输入
20	VC5	第五节电池正输入
21	NC	悬空
22	NC	悬空
23	NC	悬空
24	VCC	电源输入

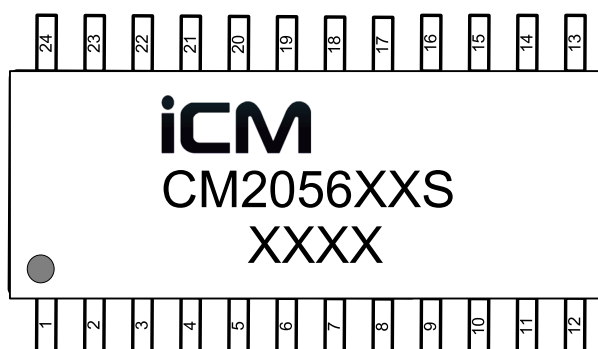
表 1

■ 命名规则

CM2056-XXS



■ 印字说明



第一行: LOGO
第二行: 产品代码
第三行: 生产批次

图 3

■ 产品列表

产品名称	串数	描述	封装
CM2056-B5S	3 ~ 5	LDO 输出 5.0V, I2C 通信有 CRC 校验	SSOP24
CM2056-B3S	3 ~ 5	LDO 输出 3.3V, I2C 通信有 CRC 校验	SSOP24

表 2

■ 绝对最大额定值

 (除特殊注明以外: $T_a = +25^{\circ}\text{C}$)

项目	符号	适用端子	绝对最大额定值	单位
电源电压	VCC	VCC	VSS-0.3 ~ VSS+40	V
电源引脚对地电压	V_C	$VC_n(n=1\sim5)$	VSS-0.3 ~ VSS+40	V
电源引脚之间电压	V_{Cn}	$VC_{n+1}(n=1\sim4)$	$VC_n-30 \sim VC_n+30$	V
其他引脚电压	V_{IO}	SRP, SRN, VCELL, SDA, SCL, VIOOUT, ALT, VROUT, CTLC, CTLD, RST	VSS-0.3 ~ VSS+6.5	V
CO, DO 输出电压	V_O	DO, CO	VSS-0.3 ~ VSS+40	V
工作环境温度	T_{OPR}	—	-40 ~ +85	$^{\circ}\text{C}$
保存温度范围	T_{STG}	—	-40 ~ +150	$^{\circ}\text{C}$
工作结温	T_J	—	150	$^{\circ}\text{C}$
热电阻	θ_{JA}	—	180	$^{\circ}\text{C/W}$
ESD HBM 模式	ESD	—	2000	V

表 3

注意: 所加电压超过绝对最大额定值, 可能导致芯片发生不可恢复性损伤。

■ 电性特性

(除特殊注明以外：Ta = +25°C)

项目	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压	V _{IN}	正常工作电压	6	-	40	V
正常工作电流	I _{VCC}	Normal 模式	-	70	-	uA
休眠电流	I _{STB}	Sleep 模式	-	8	-	uA
Cell Voltage Monitor						
电池电压输入范围	V _{VCCIN}	-	1.5	-	4.5	V
电池电压测量精度, T=25°C	V _{CELL}	V _{Cn} -V _{C(n-1)} = 1.5 ~ 4.5V	-15	-	15	mV
电池电压测量精度, T=-20°C ~ 60°C			-20	-	20	mV
电池电压采样增益*①	G _{VC}	-	-	0.6	-	倍
电池电压采样输入电流	I _{VC}	V _{BAT} = 36V	-	-	5	uA
采样输出驱动能力	I _{VCDRIV}	-	-	100	-	uA
电压采样输出延迟时间	T _{vcset}	C _{VC} = 1nF	-	-	100	us
Current Monitor						
采样输入电压范围	V _{CUIN5}	-	-100	-	450	mV
	V _{CUIN10}	-	-50	-	225	mV
	V _{CUIN20}	-	-25	-	112.5	mV
	V _{CUIN40}	-	-12.5	-	56.25	mV
5 倍电流采样增益	G _{CU5}	-	-	5	-	倍
10 倍电流采样增益	G _{CU10}	-	-	10	-	倍
20 倍电流采样增益	G _{CU20}	-	-	20	-	倍
40 倍电流采样增益	G _{CU40}	-	-	40	-	倍
电流采样精度	G _{CUA5}	-	-2.5	-	2.5	mV
	G _{CUA10}	-	-5	-	5	mV
	G _{CUA20}	-	-10	-	10	mV
	G _{CUA40}	-	-20	-	20	mV
0 负载 V _{IOUT} 电压*②	V _{CU0}	-	2.475	2.5	2.525	V
短路阈值	V _{SHORT}	通过 I2C 可配: 50, 100, 200, 400mV	-	100	-	mV
短路延迟时间*③	T _{SHORT}	通过 I2C 可配: 200, 325, 580, 1080us	-	200 325	300 500	us
休眠唤醒阈值	V _{WK}	通过 I2C 可配: 10, 20, 40, 80mV	-	20	-	mV
休眠唤醒延迟时间	T _{WK}	通过 I2C 可配: 2, 4, 8, 16ms	-	4	-	ms

项目	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
Voltage Regulator						
输入电压	VCC	3.3V LDO	4.5	-	-	V
		5V LDO	6	-	-	V
5V LDO 输出电压	VROUT	Sleep 模式	4.9	5.0	5.1	V
		Normal 模式	4.95	5.0	5.05	V
3.3V LDO 输出电压		Sleep 模式	3.23	3.3	3.37	V
		Normal 模式	3.27	3.3	3.36	V
最大输出电流	IOUT_Max	Normal 模式	-	3	-	mA
		Sleep 模式	-	3	-	mA
DropOut 电压	Δ VDIF	VROUT = 3.3V, Iout = 3mA, RBAT = 10 Ω	-	276	-	mV
		VROUT = 5.0V, Iout = 3mA, RBAT = 10 Ω	-	40	-	mV
线性调整率	Δ VLINE	VIN = 6 ~ 40V, IOUT = 3mA	-	-	0.2	%/V
负载调整率	Δ VLOAD	VIN = 10V, 1mA $\leq$ IOUT $\leq$ 30mA	-	-	60	mV
VROUT 温度系数	Δ VROUT/ Δ TA	IOUT=3mA, 0°C < TA < 70°C	-	$\pm$ 1.5	$\pm$ 2	mV/°C
过温报警温度	OTP	-	-	150	-	°C
过温报警恢复迟滞温度	Δ OTP	-	-	25	-	°C
CO/DO Driver						
CO、DO 高输出电平	VH	VCC>12V	8	10	12	V
		VCC<12V	VIN-1.5	-	-	V
DO 低输出电平	VL	-	-	-	0.5	V
CO、DO 高电平输出电阻	RCOH/RDOH	-	-	8	-	k Ω
DO 低电平输出电阻	RDOL	-	-	0.5	-	k Ω

表 4

注意：以上部分参数非FT测试，而是由设计和特性保证。

*①：单个电芯电压采样输出会乘以 0.6 倍增益。

*②：电流采样输出基准值(0 电流)为 2.5V，大于 2.5V 为充电状态，低于 2.5V 为放电状态。

*③：短路延时会因为应用电路推荐的滤波电阻电容影响而变长。根据规格书推荐阻容值约延长 100us。

■ 功能介绍及使用

1. 电压检测

CM2056 系列可以根据 MCU 指令将电池组中各个电芯的电压通过 VCELL 引脚输出给 MCU, 输出的精度可以达到 $\pm 15\text{mV}$ 。MCU 通过 ADC 将输出的电芯电压转换成数字信号, 然后根据预设的程序判断电芯电压是否高于过充电电压或低于过放电压, 从而使 MCU 控制 CM2056 系列的 CTLC/CTLD 关闭充电/放电通路。

电压采集

- 1、配置 0x02 寄存器退出休眠模式并使能电压检测
- 2、配置 0x04 寄存器选择需要采集电压的电池序号
- 3、MCU 延时 500us 后采集 VCELL 电压, $V_{\text{CELL}}/0.6$ 得到电池电压

2. 电流检测

CM2056 系列可以通过 RSN、RSP 引脚和主回路精密电阻 Rsense 将电池组的充电或放电电流转换成电压信号并通过 VIOUT 输出给 MCU。电流转电压时分别有 5 倍、10 倍、20 倍、40 倍电流采样增益可选, 用户可以根据电池组的充放电电流情况通过 MCU 指令选择。然后 MCU 记录得到的电流采样增益电压值并与预设的程序比较, 判断电池组的充放电电流值是否超过充电电流或放电电流设定阈值, 从而使 MCU 控制 CM2056 系列的 CTLC/CTLD 关闭充电/放电通路。

电流采集

- 1、配置 0x02 寄存器退出休眠模式并使能电流检测
- 2、配置 0x05 寄存器配置电流增益 GAIN(5,10,20,40)
- 3、MCU 延时 150 ~ 200us 后采集 VIOUT 电压, 电流 = $(VIOUT - 2.5V) / \text{GAIN} / \text{采样电阻}$

3. 电流短路保护

CM2056 系列可以通过 MCU 预设电流短路保护阈值。当正常工作时, 如果发生电池组放电电流短路, CM2056 系列可以使 DO 输出变低关闭放电通路, 从而进行电流短路保护。短路保护的响应 debounce 时间约为 500us, DO 关闭的保持时间约为 512ms, 同时上报 ALT 中断给到 MCU。

4. 报警信号

CM2056 系列可以通过 ALT 引脚给 MCU 输出中断信号。包括过温中断、短路中断、唤醒中断等。
ALT 默认高电平, 报警后为低电平, 清除 08H 寄存器后变回高电平。

5. LDO 输出功能

CM2056 系列内部集成了线性稳压 LDO, 其可提供 3.3V/5V 稳压输出, 输出精度达到 1%。该 LDO 主要用于 AFE 内部供电, 同时可以为外部 MCU 的 ADC 模块提供参考电压, 提高电压和电流检测的精准度。

6. 休眠模式

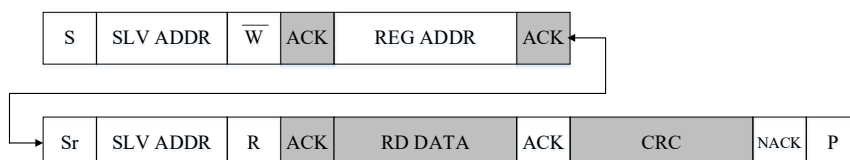
CM2056 系列可以通过 MCU 进入休眠模式。进入休眠模式后, 仅支持 LDO 输出及唤醒功能, 在休眠模式下, CM2056 系列的自身耗电仅为 8uA。初始上电后, IC 默认为休眠模式。

7. 通讯协议

CM2056 系列是通过 I2C 接口与 MCU 进行通讯，最高速率 400KHz, Slave Address 默认为 0x75。外部 MCU 可以通过 I2C 总线协议对 CM2056 系列内部的寄存器进行读写操作。



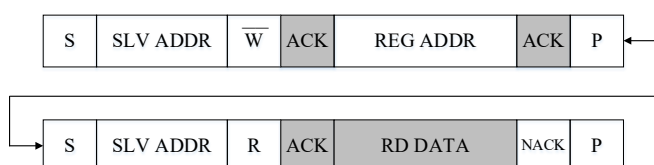
I2C WRITE示意图（有CRC）



I2C READ示意图（有CRC）



I2C WRITE示意图（无CRC）



I2C READ示意图（无CRC）



图 4

Name	Width	Description
S	/	I2C Start
Sr	/	I2C Restart
P	/	I2C Stop
SLV ADDR	7	I2C Slave 地址，默认为 0x75
$\overline{W}$	1	I2C 写操作，低电平
R	1	I2C 读操作，高电平
REG ADDR	8	I2C Slave 中寄存器的地址
WR DATA	8	I2C 写操作的写数据
RD DATA	8	I2C 读操作的读数据
CRC	8	I2C 读写操作的 CRC 验证数据
ACK/NACK	1	I2C 操作的正常响应/非正常响应

表 5

- 带 CRC 校验的 I2C WRITE 时序 CRC 后 ACK/NACK (SLAVE 发送) 定义如下: 当 CRC 校验正确回 ACK, 当 CRC 检验不正确回 NACK。
- I2C WRITE CRC 的运算范围为格式中的所有地址/数据:
{SLV ADDR,W}/REG ADDR/WR DATA;
I2C READ CRC 的运算范围为格式中的所有地址/数据:
{SLV ADDR,W}/REG ADDR/{SLV ADDR,R}/RD DATA。

8. CRC 校验

为了保证 I2C 通信的高可靠性, 在读/写数据后面紧跟着一个 8 位的校验码。CM2056 系列采用的 CRC 校验参数模型如下:

Name: CRC-8(X^8+X^2+X+1)
Width: 8
Poly: 0x07
Init: 0x00
RefIn: False
RefOut: False
XorOut: 0x00

CM2056 上电后, 需要从休眠模式进行唤醒, 唤醒后等待 500us 延时后可以正常读取 VCELL 电压; 在节数切换时也是等待 500us 后再去读 VCELL 电压。

■ 寄存器列表

REG_ADDR	REG_NAME	FEILD_NAME	FEILD_INDEX	TYPE	DEFAULT	DESCRIPTION
0x00	CHIP_ID		/	/	/	/
		chip_id	7:0	R		000_00001
0x02	FUNC_EN		/	/	/	/
		reserved	7	R	0x0	
		short_dis_do	6	R/W	0x0	短路保护模式配置 0: SHORT 时自动关闭 DO 1: SHORT 时不关闭 DO
		vol_det_en	5	R/W	0x0	电压检测使能 0: 禁止 1: 使能
		curr_det_en	4	R/W	0x0	电流检测使能 0: 禁止 1: 使能
		ot_det_en	3	R/W	0x0	过温检测使能 0: 禁止 1: 使能
		short_rtime	2:1	R/W	0x0	短路 debounce 时间配置 0: 500 us 1: 125 us 2: 250 us 3: 1 ms
		sleep_en	0	R/W	0x1	休眠模式配置 0: 唤醒模式（退出休眠模式） 1: 休眠模式
0x03	COMM_CFG		/	/	/	/
		reserved	7:2	R	0x0	
		sda_dly_sel	1	R/W	0x0	sda_o 的延时配置 0: 100 ns 1: 50 ns
		viout_zero	0	R/W	0x0	VIOUT 软件滤波控制 0: 正常采样电流 1: 采样干扰
0x04	VCELL_SEL		/	/	/	/
		reserved	7:4	R	0x0	
		vcell_sel	3:0	R/W	0x0	0000: 无电池选择 0001: 电池 1 0010: 电池 2 ...

REG_ADDR	REG_NAME	FEILD_NAME	FEILD_INDEX	TYPE	DEFAULT	DESCRIPTION
						0101: 电池 5 1001 ~ 1111: Reserved
0x05	CURR_GAIN		/	/	/	/
		reserved	7:2	R	0x0	
		curr_gain	1:0	R/W	0x0	00: 5 倍 01: 10 倍 10: 20 倍 11: 40 倍
0x06	SHORT_THLD		/	/	/	/
		reserved	7:6	R	0x0	
		reserved	5:4	R/W	0x0	保持 0x0, 禁止配置
		reserved	3:2	R	0x0	
		short_vol	1:0	R/W	0x0	短路检测电压阈值 00: 400 mV 01: 100 mV 10: 200 mV 11: 50 mV
0x07	WAKUP_THLD		/	/	/	/
		reserved	7:6	R	0x0	
		wakup_time	5:4	R/W	0x0	唤醒延时阈值 00: 2 ms 01: 4 ms 10: 8 ms 11: 16 ms
		reserved	3:2	R	0x0	
		wakup_vol	1:0	R/W	0x0	唤醒电压阈值 00: 10 mV 01: 20 mV 10: 40 mV 11: 80 mV
0x08	ALERT_STAT		/	/	/	/
		reserved	7:3	R	0x0	
		ovtemp_irq	2	R/W1C	0x0	过温中断
		short_irq	1	R/W1C	0x0	短路中断
		wakup_irq	0	R/W1C	0x0	唤醒中断
0x09	ALERT_EN		/	/	/	/
		reserved	7:3	R	0x0	
		ovtemp_irq_en	2	R/W	0x0	过温中断使能

REG_ADDR	REG_NAME	FEILD_NAME	FEILD_INDEX	TYPE	DEFAULT	DESCRIPTION
		short_irq_en	1	R/W	0x0	短路中断使能
		wakup_irq_en	0	R/W	0x0	唤醒中断使能
0x0C	STAT		/	/	/	/
		reserved	7:3	R	0x0	
		ovtemp_stat	2	R	0x0	过温状态
		short_stat	1	R	0x0	短路状态
		wakup_stat	0	R	0x0	唤醒状态

表 6

注：0x0D 后是产品出厂时修调所用，请避免使用，详情可与我司沟通。

■ 5 串应用电路

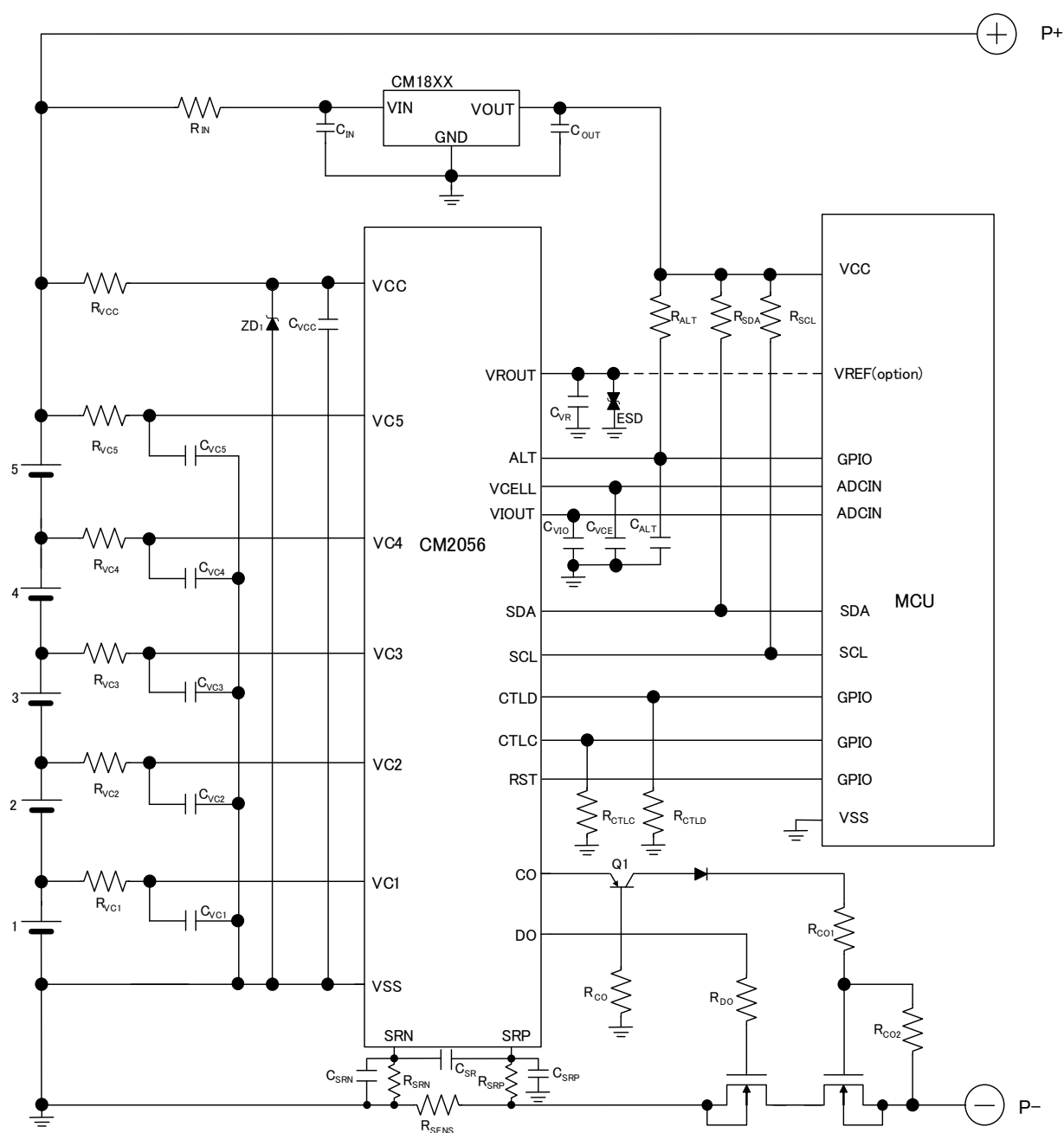


图 5

■ 4 串应用电路

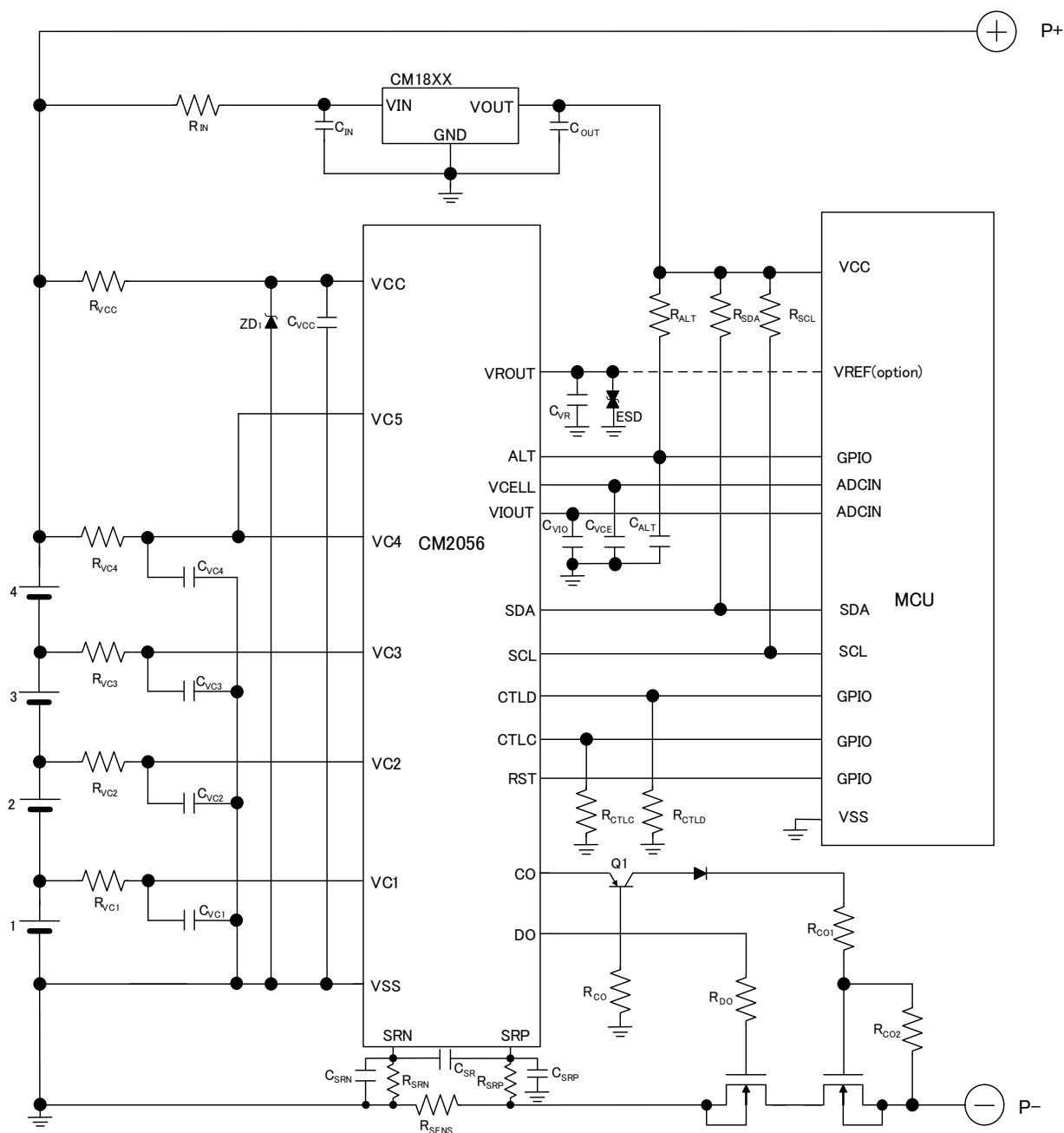


图 6

■ 3 串应用电路

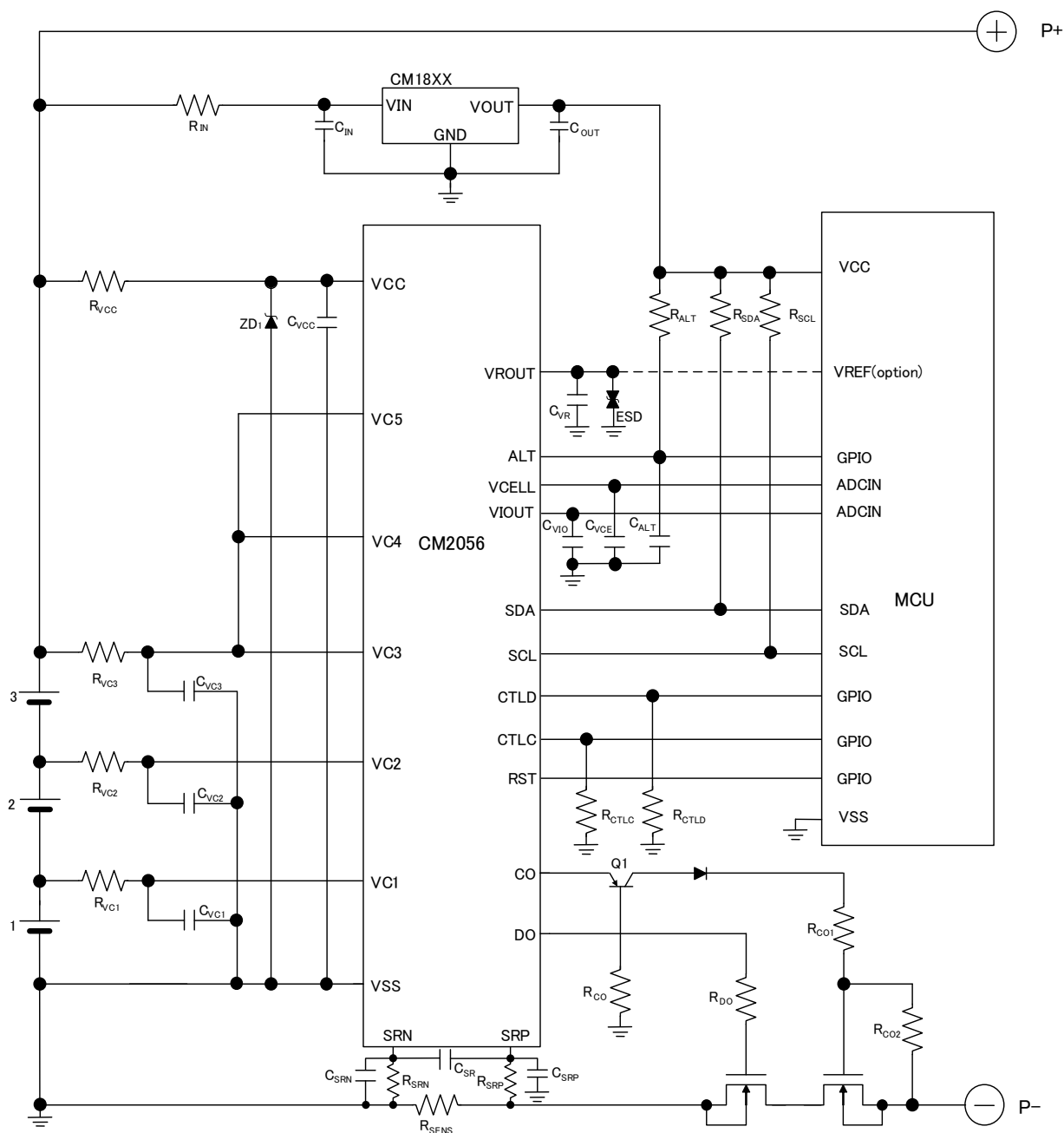


图 7

CM2056 系列低于 5 串应用时，将不需要的电源引脚 VCX 连接到最高节已接电芯输入引脚即可。

■ BOM 清单

器件标识	典型值	参数范围	单位
R _{VCC}	10000	50 ~ 22000	Ω
R _{VC1 ~ RVC5}	1000	330 ~ 2200	Ω
R _{SRN} , R _{SRP}	1	0.05 ~ 2	kΩ
R _{CO1} , R _{DO}	1	0.1 ~ 10	kΩ
R _{CO2}	2	1 ~ 3	MΩ
R _{CO}	10	8 ~ 12	MΩ
R _{ALT}	10	8 ~ 12	kΩ
R _{SDA} , R _{SCL}	4.7	3.3 ~ 10	kΩ
R _{CTL} , R _{CTLD}	3	1 ~ 10	MΩ
C _{VCC}	4.7	0.1 ~ 10	μF
C _{VC1 ~ CVC5}	0.1	0.05 ~ 1	μF
C _{SR} , C _{SRP} , C _{SRN}	0.1	0.05 ~ 0.12	μF
C _{VR}	1	0.9 ~ 5	μF
C _{VCE} , C _{VIO} , C _{ALT}	1	1 ~ 2.2	nF
Q1	PNP	-	V
ESD	V _{RWM} =5V	ESD 器件, V _{CL} =8~13V	V
ZD ₁	40	-	V
R _{IN}	47	10 ~ 510	Ω
C _{IN}	10	4.7 ~ 22	μF
C _{OUT}	10	4.7 ~ 22	μF

表 7

注意：

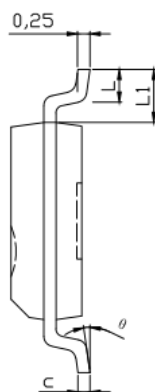
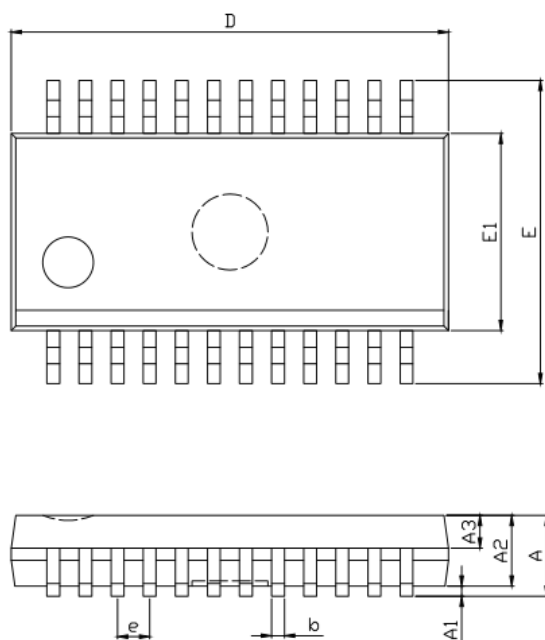
1. 如非上述典型应用方案应用，请咨询我司FAE。
2. 上述参数有可能不经预告而作更改。
3. 上述IC的原理图以及参数并不作为保证电路工作的依据，请在实际的应用电路上进行充分的实测后再设定参数。

■ 设计指南

CM20X6 系列产品是一款数模混合设计芯片，相对于传统硬件锂保芯片，在方案的设计上有较大的不同。关于 CM20X6 系统方案的硬件设计、软件开发、寄存器调试等，请参考更加详细的技术说明文档《CM20X6-3-8S 使用指导手册-Rev1.x.pdf》。

■ 封装信息

SSOP24



Symbol	Dimensions In Millimeters	
	Min	Max
A	1.35	1.75
A1	0.10	0.25
A2	1.40	1.50
A3	0.60	0.70
b	0.23	0.30
c	0.21	0.26
D	8.45	8.85
E	5.80	6.20
E1	3.70	4.10
e	0.61	0.66
L	0.50	0.80
L1	0.99	1.09
θ	0°	8°

图 7

■ 载带信息

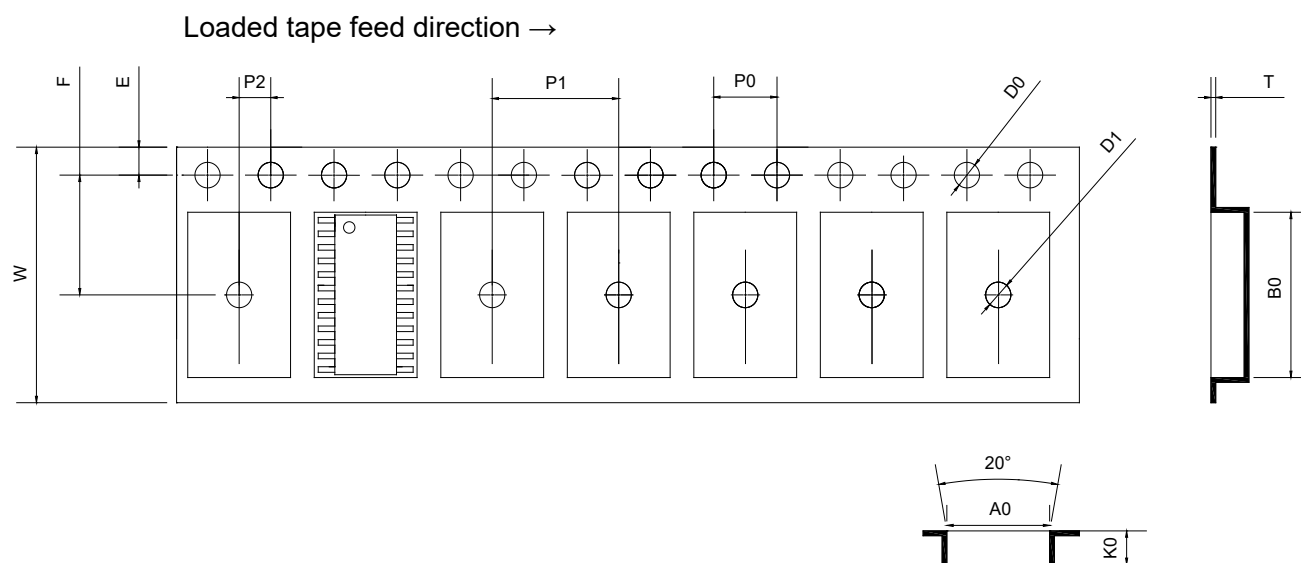


图 8

Type	W*P1	Unit
SSOP24	16.0*8.0	mm
Item	Specification	Tol (+ /-)
W	16.00	±0.10
F	7.50	±0.10
E	1.75	±0.10
P2	2.00	±0.10
P1	8.00	±0.10
P0	4.00	±0.10
P0*10	40.00	±0.20
D0	1.50	+0.10/-0
D1	1.50	+0.10/-0
T	0.22	±0.05
B0	9.35	±0.10
A0	6.40	±0.10
K0	2.00	±0.05

表 8

■ 卷盘信息

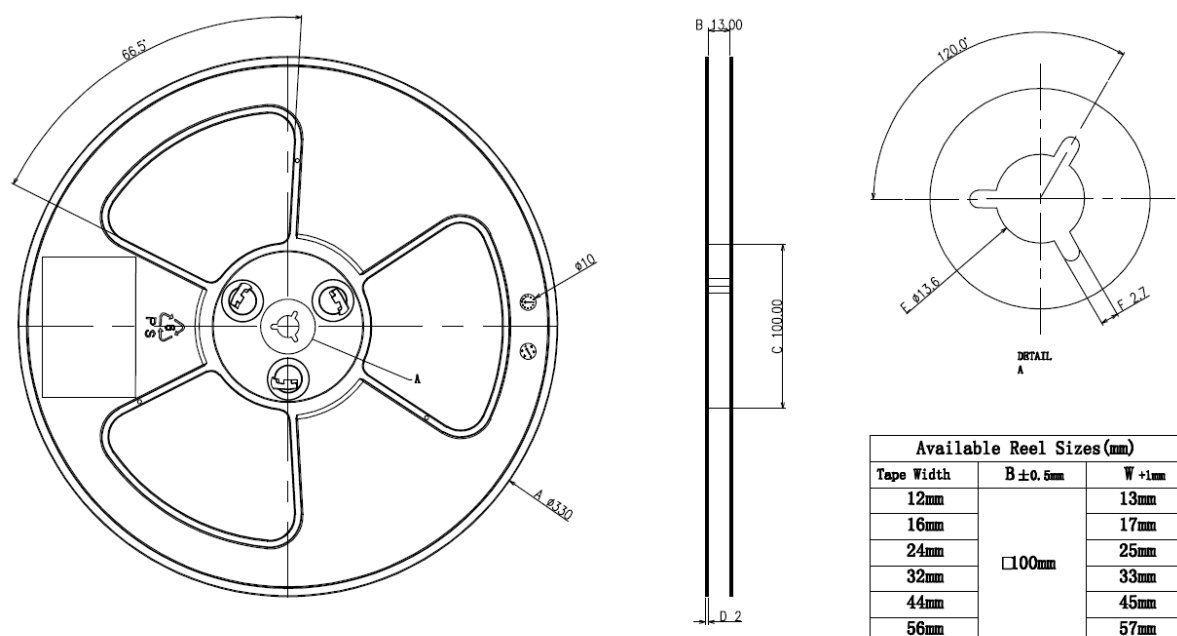


图 9

■ 包装信息

封装形式	卷盘	PCS/盘	盘/盒	盒/箱
SSOP24	13"	3000	2	8

使用注意事项

1. 本说明书中的内容，随着产品的改进，有可能不经过预告而更改。需要更详细的内容，请与本公司市场部门联系。
2. 本规格书中的电路示例、使用方法等仅供参考，并非保证批量生产的设计，因第三方所有权引发的问题，本公司对此概不承担任何责任。
3. 本规格书在单独应用的情况下，本公司保证它的性能、典型应用和功能符合说明书中的条件。当使用客户的产品或设备时，以上条件我们不作保证，建议客户做充分的评估和测试。
4. 请注意在规格书记载的条件范围内使用产品，请特别注意输入电压、输出电压、负载电流的使用条件，使IC内的功耗不超过封装的容许功耗。对于客户在超出规格书中规定额定值使用产品，即使是瞬间的使用，由此造成的损失，本公司对此概不承担任何责任。
5. 在使用本产品时，请确认使用国家、地区以及用途的法律、法规，测试产品用途的满足能力和安全性能。
6. 本规格书中的产品，未经书面许可，不可用于可能对人体、生命及财产造成损失的设备或装置的高可靠性电路中，例如：医疗器械、防灾器械、车辆器械、车载器械、航空器械、太空器械、核能器械等，亦不得作为其部件使用。
本公司指定用途以外使用本规格书记载的产品而导致的损害，本公司对此概不承担任何责任。
7. 本公司一直致力于提高产品的质量及可靠性，但所有的半导体产品都有一定的概率发生失效。
为了防止因本产品的概率性失效而导致的人身事故、火灾事故、社会性损害等，请客户对整个系统进行充分的评价，自行负责进行冗余设计、防止火势蔓延措施、防止误工作等安全设计，可以避免事故的发生。
8. 本产品在使用条件下，不会影响人体健康，但因含有化学物质和重金属，所以请不要将其放入口中。另外，封装和芯片的破裂面可能比较尖锐，徒手接触时请注意防护，以免受伤等。
9. 废弃本产品时，请遵守使用国家和地区的法令，合理地处理。
10. 本规格书中内容，未经本公司许可，严禁用于其它目的的转载或复制。