



TCAE31：压感和电容触控 SOC 芯片

1. 产品特性

- 32 位低功耗 Arm® Cortex®-M0 处理器
- 存储器
 - 64KB 在系统可编程 Flash
 - 4KB SRAM
 - UUID
- 时钟
 - 内部 16MHz 高频时钟，全温范围内精度 $\pm 2\%$
 - 频率倍频器，使能后生成 32MHz 高频时钟
 - 内部 32KHz 低功耗时钟
 - 系统主频可选择高频或低频时钟，可多级分频
- 16 位 RTC
 - 最多可同时支持 4 路不同的定时
 - 定时启动后会周期性触发超时事件
 - 超时事件通过 Tinywork® 机制启动其他外设
- 2 个 UART
 - UART0 可接收/发送数据，实现全双工通信
 - UART1 为只发送接口，无接收功能
- 1 个 I2C
 - 支持标准速率（100KHz）和快速速率（400KHz）
 - 开漏输出，支持外部 1.8V 或 3.3V 上拉电压
 - 睡眠下 I2C 地址匹配可唤醒系统
- DMA
 - 3 个 DMA 传输通道
 - 支持 I2C/UART/ADC/TinyTouch 外设的 DMA 传输
- 1 个 ADC
 - 14 位带 PGA 的 SAR ADC
 - PGA 最高 1024 倍增益
 - PGA 带有差分输入偏压（Offset）补偿电路
 - 最多支持 2 路差分压感信号检测
- LDOVS
 - 低输出噪声 LDO，用于外部传感器供电
 - 输出电压 1.8V~3.1V，8 档可调
 - 至少 15mA 供电能力
- 片上温度传感器电路
- TinyTouch
 - 电容触控检测支持自容模式电容传感器
 - 4 通道入耳检测
 - 3 通道滑条检测
- GPIO 最多 7 个

- 系统安全功能
 - 上电/掉电复位
 - 低电压检测 LVD
 - 低电压检测 LVD15
 - 看门狗 WDG
- 编程接口 SWD
- 环境温度范围：-40 °C ~ 85 °C
- 工作电压范围：2.8V~3.6V
- 封装：0.35mm Pitch WLCSP24
- ESD：4KV（HBM）

2. 目标应用

- TWS 耳机中实现压感触控、入耳检测和滑条检测的“三合一”人机交互功能
- 适用于可穿戴应用中压力传感和电容触控的人机交互
- 需要压感或电容触控的其他应用，比如家电、音箱等

3. 产品概述

TCAE31 是面向 TWS 耳机或其他可穿戴应用的压感和电容触控 SOC 芯片。TCAE31 单颗芯片可实现压感检测、入耳检测和滑条检测“三合一”人机交互功能。

TCAE31 采用 32 位 Arm® Cortex®-M0 处理器。片上集成了 14 位逐次逼近型（SAR）ADC，并带有 PGA 放大电路和输入差分偏置电压（Offset）消除电路；可以在将输入差分偏置电压消除的同时，放大被测差分信号，从而可以实现对微弱信号变化（ $<10\mu\text{V}$ ）的测量。桥式压感传感器的按压形变所产生的微弱信号可由本芯片片上 ADC 采集，再配合特定的压感算法实现压感传感器检测。TCAE31 还集成有电容式触摸控制器，配合专用的电容触摸算法，可实现 TWS 耳机入耳检测，滑条检测等功能。

产品信息：

Part Number	封装	尺寸大小
TCAE31A-CCI	WLCSP24	2.13mm × 1.87mm



目录

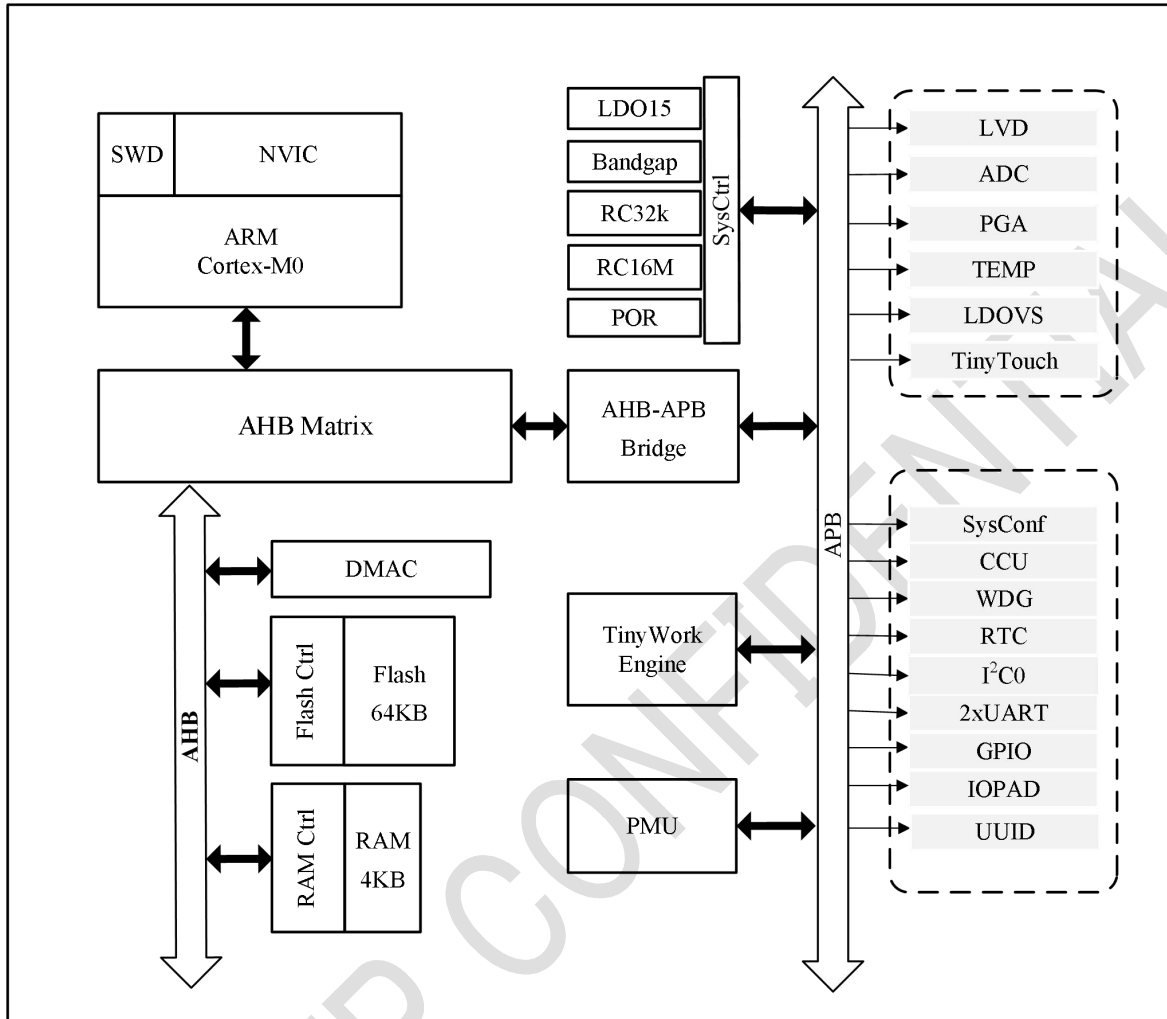
1. 产品特性.....	1
2. 目标应用.....	1
3. 产品概述.....	1
4. 产品框图.....	4
5. 管脚信息.....	5
5.1. 管脚分配图.....	5
5.2. 管脚列表.....	6
6. 功能介绍.....	8
6.1. 处理器.....	8
6.2. 存储器.....	8
6.2.1. 存储器地址映射.....	8
6.3. 时钟系统.....	9
6.4. 复位系统.....	9
6.5. 中断系统.....	9
6.6. 工作模式.....	10
6.7. 通用 I/O 端口 GPIO.....	11
6.8. 14 位模数转换器 ADC.....	12
6.9. 电容触控控制器 TinyTouch.....	14
6.10. 内部温度传感器 TEMP.....	15
6.11. 看门狗控制器 WDG.....	15
6.12. 低电压监测器 LVD/LVD15.....	15
6.13. I2C 总线接口 I2C0.....	15
6.14. 通用异步串行接口 UART0/1.....	15
6.15. 直接存储器访问控制器 DMA.....	16
6.16. 实时时钟控制器 RTC.....	16
6.17. 编程调试接口 SWD.....	16
6.18. Tinywork.....	16
6.19. UUID.....	16
7. 典型应用.....	17
8. 电气特性.....	18
8.1. 极限参数.....	18
8.2. ESD.....	18
8.3. 推荐工作条件.....	18
8.4. 低功耗唤醒时间.....	18
8.5. 功耗特性.....	19
8.6. POR 上电特性.....	19
8.7. RC16M 特性.....	20
8.8. RC32K 特性.....	20



8.9. 频率倍频器.....	20
8.10. IO 特性.....	20
8.11. PGA 特性.....	21
8.12. ADC 特性.....	21
8.13. TinyTouch.....	22
8.14. LDO VS.....	22
8.15. LVD 特性.....	23
9. 封装和包装信息.....	24
9.1. 封装信息.....	24
9.2. 包装信息.....	25
保密要求.....	26
版本.....	27
关于我们.....	28



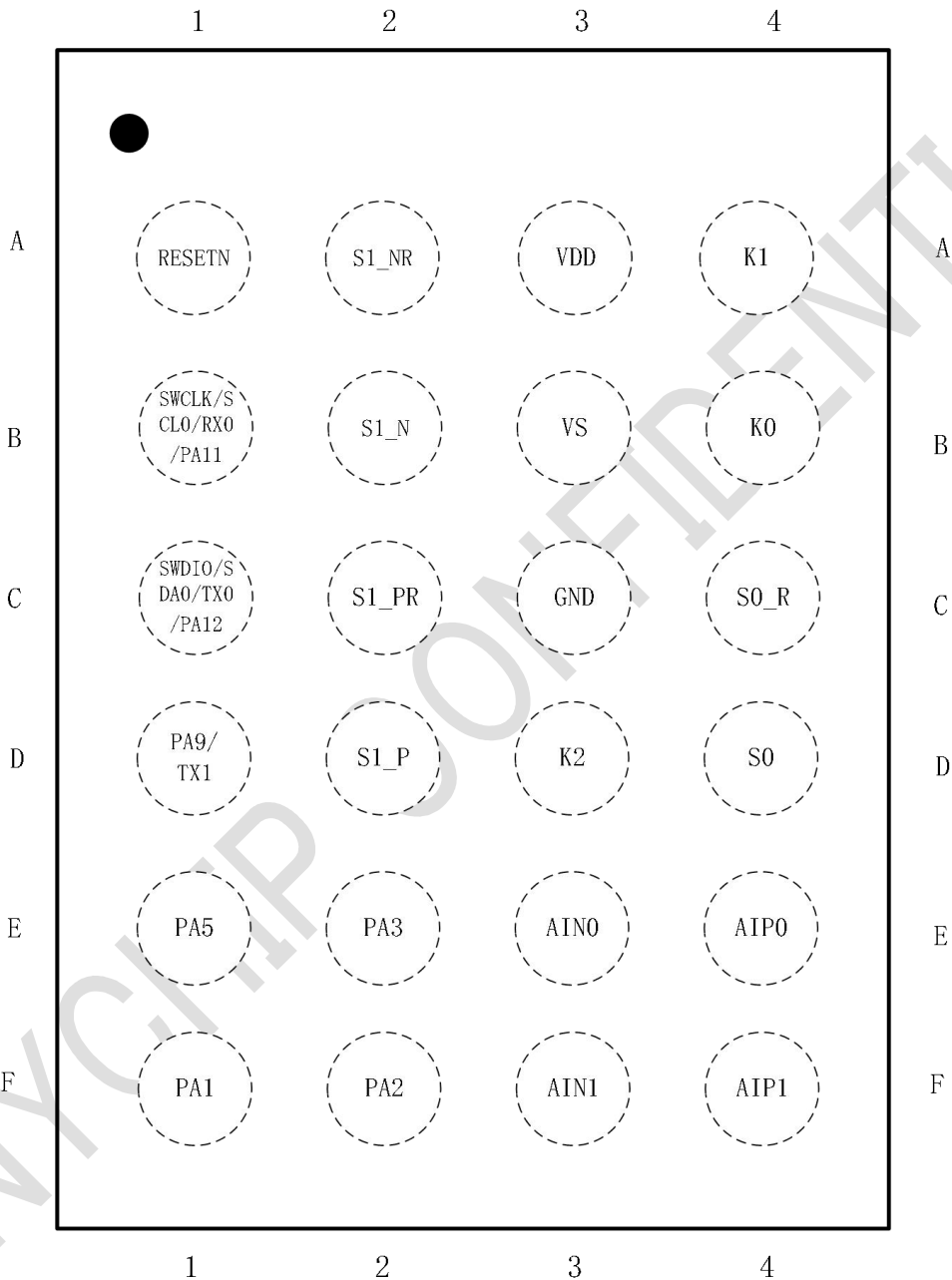
4. 产品框图





5. 管脚信息

5.1. 管脚分配图



TCAE31 WLCSP24 TOP VIEW



5.2. 管脚列表

引脚序号	引脚名称	引脚特性	描述
A3	VDD	P	供电输入
C3	GND	P	地
B3	VS	P	给外部传感器供电，同时给内部 ADC 提供参考电压
A1	RESETN	R	外部复位管脚，低电平有效
E4	AIP0	AI	压感差分输入通道 0 正向输入
E3	AIN0	AI	压感差分输入通道 0 反向输入
F4	AIP1	AI	压感差分输入通道 1 正向输入
F3	AIN1	AI	压感差分输入通道 1 反向输入
B4	K0	AIO	TinyTouch 通道 0
A4	K1	AIO	TinyTouch 通道 1
D3	K2	AIO	TinyTouch 通道 2
D4	S0	AIO	入耳检测 0 主通道 (K3)
C4	S0_R	AIO	入耳检测 0 参考通道 (K4)
F1	PA1	DIO	IO 口 PA1 PA1 管脚在 RESETN 外部复位过程中不能为高电平。
F2	PA2	DIO	IO 口 PA2
E2	PA3	DIO	IO 口 PA3
E1	PA5	DIO	IO 口 PA5
C2	S1_PR	DIO	IO 口 PA8 入耳检测 1 参考通道正端 (TCP4)
A2	S1_NR	DIO	IO 口 PA10 入耳检测 1 参考通道负端 (TCN4)
D2	S1_P	DIO	IO 口 PA6



			入耳检测 1 主通道正端 (TCP3)
D1	PA9/TX1	DIO	IO 口 PA9 复用 UART1 TX
B2	SI_N	DIO	IO 口 PA7 入耳检测 1 主通道负端 (TCN3)
B1	SWCLK/ SCL0/RX 0/PA11	DIO	编程 SWD 时钟 复用 I2C 时钟 SCL (OD 输出, 兼容 1.8V 上拉), 复用 UART0 RX 复用 IO 口 PA11
C1	SWDIO/ SDA0/T X0/PA12	DIO/	编程 SWD 数据 复用 I2C 数据 SDA (OD 输出, 兼容 1.8V 上拉), 复用 UART0 TX 复用 IO 口 PA12

P:电源类管脚 DIO:数字输入输出管脚 R:复位管脚 AI:模拟输入管脚 - 封装无此管脚 NC -无功能 PIN

注: 复用管脚的第 1 项功能为上电默认功能。



6. 功能介绍

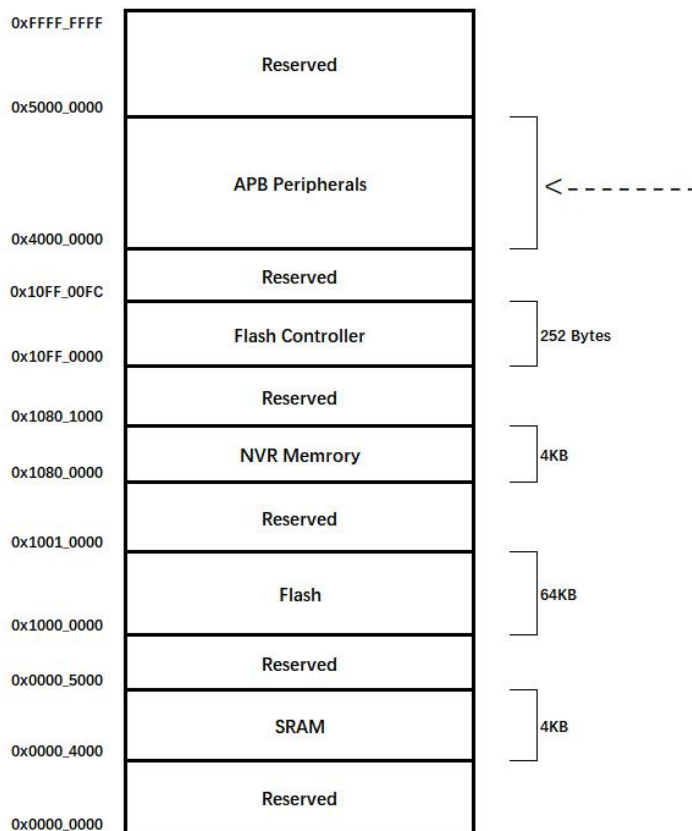
6.1. 处理器

片上集成 32 位 Arm® Cortex®-M0 处理器，最高运行时钟频率 32MHz。

6.2. 存储器

片上集成 64KB Flash 和 4KB SRAM。

6.2.1. 存储器地址映射



0x4020_0000	DMA
0x4008_0000	Reserved
0x4007_0000	TINYTOUCH
0x4006_0000	ADC
0x4005_0000	SYSCFG
0x4004_0000	WDG
0x4003_0000	UART1
0x4002_0000	UART0
0x4001_0000	I2C0
0x4000_6000	Reserved
0x4000_5000	RTC
0x4000_4000	ANA
0x4000_3000	PMU
0x4000_2000	CLKRST
0x4000_1000	PINMUX
0x4000_0000	GPIO

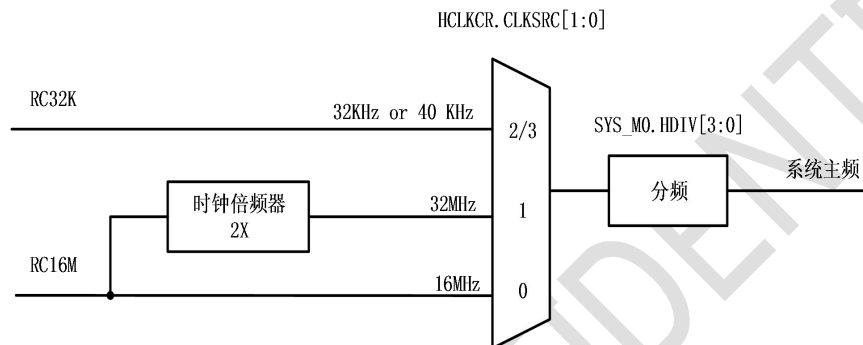


6.3. 时钟系统

时钟系统包括以下时钟源：

- 片上高速时钟 RC16M
- 片上低速时钟 RC32K

RC16M 产生 16MHz 时钟，可由倍频器倍频到 32MHz。系统可选择 RC16M 输出（16MHz）或倍频器输出（32MHz）作为时钟主频。也可以选择低速时钟作为系统主频。



6.4. 复位系统

芯片有 5 个复位源：

- POR 上电复位
- LVD 低电压检测复位
- RESETN 外部复位
- WDG 看门狗复位
- 软件复位

复位发生后，绝大部分寄存器被复位，程序计数器 PC 复位。

6.5. 中断系统

Cortex[®]-M0 处理器内置了 NVIC 中断控制器，最多支持 32 个中断向量。本芯片中中断源和中断向量配置情况见下表。用户程序从 Flash 起始地址 0x1000_0000 开始运行。下表中各中断入口地址计算公式为：0x1000_0040 + 中断向量号*4。

中断向量号	中断源	说明
0	FLASH_ERROR	Flash 错误
1	FLASH_PROG	Flash 编程完成
2	FLASH_ERASE	Flash 擦除完成
3	I2C0_IRQ	I2C0 数据收发中断



4	UART0_ERR	UART0 通信错误中断
5	UART0_TX	UART0 发送中断
6	UART0_RX	UART0 接收中断
7	UART1_ERR	UART1 通信错误中断
8	UART1_TX	UART1 发送中断
9	未使用	
10	WDG_IRQ	看门狗超时中断
11	TINYTOUCH_IRQ	TinyTouch 中断
12	DMA_IRQ	DMA 中断
13	ADC_CMP	ADC 比较中断
14	ADC_DONE	ADC FIFO 数据准备好
15	ADC_FIFOFULL	ADC FIFO 满
16	ADC_FIFORDY	ADC FIFO 空
17	ADC_FIFOEPT	ADC 转换完成
18	GPIO_IRQ	外部中断，电平或边沿
19	RTC_IRQ	RTC 超时
20	LVD_IRQ	LVD 触发
21	LVD15_IRQ	LVD15 触发
22	I2C0_WAKEUP	I2C0 地址匹配唤醒
23-31	未使用	

6.6. 工作模式

系统支持 4 种工作模式：运行模式（ACTIVE）、空闲模式（IDLE）、睡眠联动模式（SLEEPWALK）、睡眠模式（SLEEP）。

- 运行模式(ACTIVE)：不开启任何低功耗模式。CPU 内核按照主频设置全速运行。各个已使能外设正常工作。
- 空闲模式(IDLE)：CPU 内核时钟关闭，已使能外设继续工作。内核没有任务处理，处于 WFI (Wait For Interrupt) 状态，任何中断都能唤醒系统并重启内核时钟。从本模式下唤醒系统，唤醒时间最短。
- 睡眠联动模式(SLEEPWALK)：部分外设可按需使能，根据 Tinywork 的预先配置，进行自主联动



工作。此模式下功耗介于空闲模式和睡眠模式之间，取决于哪些外设在工作。

- 睡眠模式(SLEEP): RC16M 时钟关闭，需要使用 RC16M 的外设关闭。32K 时钟继续运行。

模块	工作模式			
	ACTIVE	IDLE	SLEEPWALK	SLEEP
CPU CORE	ON	WFI	WFI	WFI
FLASH	ON	ON	OFF	OFF
SRAM	ON	ON	ON	OFF
DMA	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF	OFF
GPIO	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF
UART	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF	OFF
I2C	ON/OFF	ON/OFF	可地址匹配唤醒	可地址匹配唤醒
WDG	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF
RTC	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF
Debug	ON	ON	OFF	OFF
REST_PIN	ON	ON	ON	ON
Tinywork	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF	OFF
TinyTouch	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF
POR	ON	ON	ON	ON
LVD	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF	OFF
ADC	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF	OFF
PGA	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF	OFF
RC16M	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF	OFF
RC32K	ON	ON	ON	ON
LDO15	ON	ON	ON	低功耗运行
LDOVS	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF	OFF

注:

ON: 模块处于工作状态

OFF: 模块不使能，处于不工作状态

ON/OFF: 若模块已使能，则处于工作状态；若未使能，则不工作

WFI: CPU 处于低功耗状态，可由中断唤醒。

6.7. 通用 I/O 端口 GPIO

GPIO 均可配置成内部上拉/下拉输入、高阻输入、推挽输出、开漏输出等多种输入输出形式。当配置成输入时，可选择开启施密特触发器为输入电平门限增加迟滞。

GPIO 可以作为外部中断，支持边沿触发和电平触发，可以从各种低功耗下把 MCU 唤醒到 ACTIVE 状态。

GPIO 与其他功能的复用关系见管脚信息表。



6.8. 14 位模数转换器 ADC

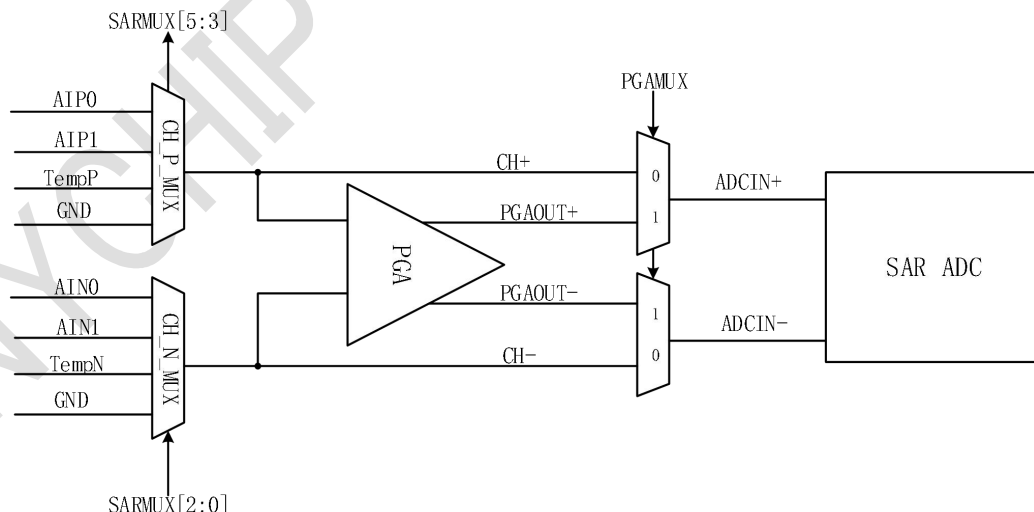
14 位 ADC 模块可对外部信号和片上信号进行采样及模数转换，支持差分信号或单端信号输入。

本模块包括 14 位 SAR ADC，两级 PGA，输入偏压（Offset）消除，采样控制，参考电压产生，转换结果比较等功能电路。

ADC 支持 2 路外部差分通道 VIP0/VIN0 和 VIP1/VIN1，1 路片上温度传感器测量通道。当采集单端输入信号时，ADC_IN-或 ADC_IN+ 接 GND。

差分通道信号	ADC 通道	寄存器配置值	寄存器位域
CH+	VIP0	3	SARMUX[5:3]
	VIP1	4	
	片上温度传感器 P 端	5	
	GND	其他	
CH-	VIN0	3	SARMUX[2:0]
	VIN1	4	
	片上温度传感器 N 端	5	
	GND	其他	

通道可直接输入到 ADC，或先经过 PGA 后输入到 ADC，进行转换。通道 MUX 关系见下图。

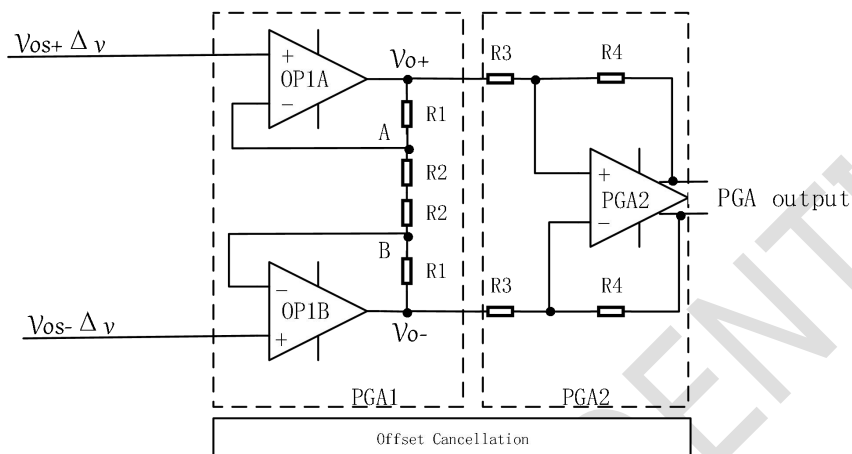


ADC 参考源可选择片上 LDOVS 输出，片上 LDOVS 输出，片上 ADC_VREF。LDOVS 可产生多档电压，主要用于外部传感器供电，具体参见 LDOVS 章节。ADC_VREF 由 ADC 模块产生，可配置为 1.5V 或 2.5V，用于给 ADC 提供参考电压。

ADC 带有两级 PGA (PGA1 和 PGA2)，支持差分信号放大。每一级 PGA 支持的放大倍数包括 1/2/4/8/16/32 倍，两级 PGA 最大可将信号放大 1024 倍。PGA 采用三运放仪表放大器结构，输入端的两个运算放大器



OP1A 和 OP1B 为第一级放大 PGA1，后级差分放大器为 PGA2。



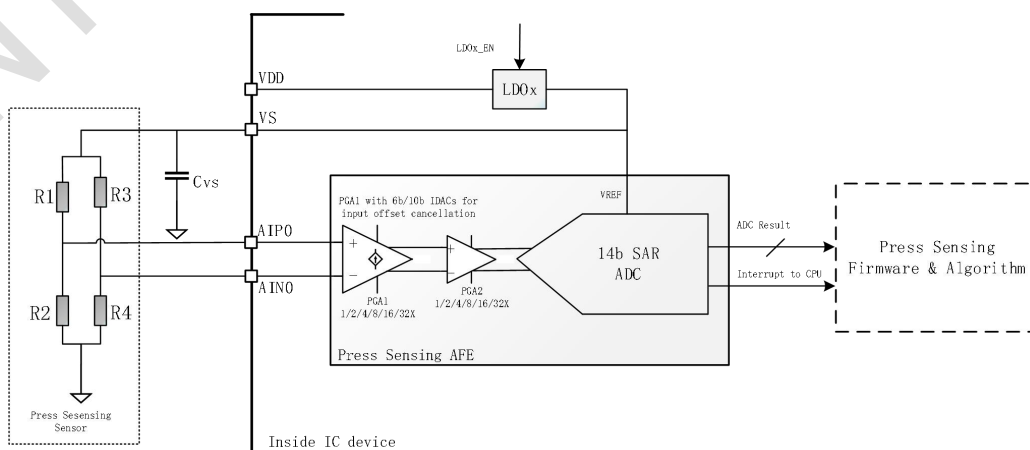
ADC 带有输入偏置电压 (Offset) 消除电路，此消除电路与 PGA1 同时工作。通过合理设置偏压消除电路的参数，产生输入偏压的相反电压，可抵消掉大部分输入偏压。因此可在将输入偏压信号消除或降低的同时，将微弱目标信号放大。

ADC 转换结果可与预先设定的两个比较门限 CMPHH 和 CMPHL 进行比较。当转换结果满足下面条件时，产生中断 (需要使能)：

- 位于两个门限之间
- 不低于上门限
- 不高于下门限

ADC 转换可由软件启动，也可通过 Tinywork 机制由其他外设触发启动，例如可由 RTC 定时触发 ADC 开启转换。ADC 启动后，对选择的通道依次进行转换。转换完成后，可触发中断。ADC 转换结果保存在寄存器中，或 FIFO 中，也可设置 DMA 自动将结果数据传输到指定的 SRAM 地址。

下图是使用 ADC 进行桥式压感传感器进行检测的应用框图。





6.9. 电容触控控制器 TinyTouch

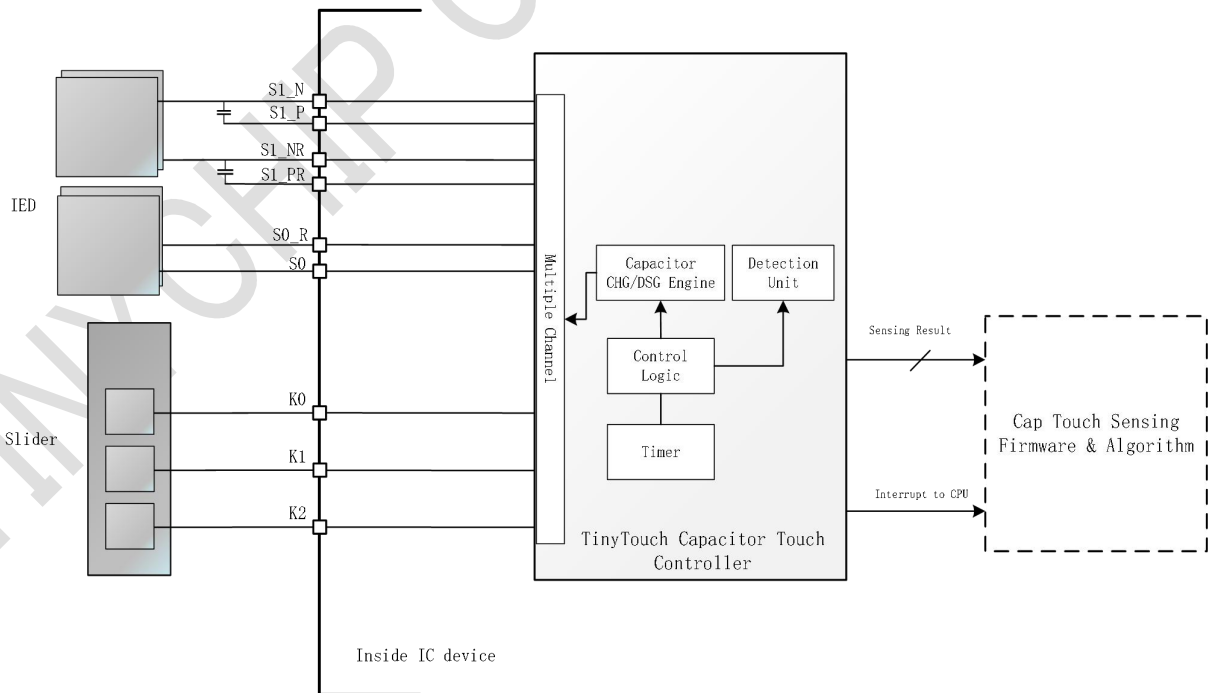
本芯片的电容触控控制器 TinyTouch 可监测外部电容传感器的电容相对变化情况，来实现对用户的触控操作进行检测。通过专用的触控算法，可实现按键单击/双击，滑条，以及可穿戴设备的佩戴和取下等操作检测。TinyTouch 可在休眠状态下运行，节省功耗。

TCAE31 的 TinyTouch 模块支持 2 路入耳检测通道，每路通道又包括主通道和参考通道，见下表。

	通道类型	管脚	注释
入耳检测 0	主通道	S0 (K3)	
	参考通道	S0_R (K4)	
入耳检测 1	主通道	S1_P (TCP3) S1_N (TCN3)	主通道正端管脚 主通道负端管脚
	参考通道	S1_PR (TCP4) S1_NR (TCN4)	参考通道正端管脚 参考通道负端管脚
滑条检测		K0 K1 K2	三通道滑条

TCAE31 的 3 个管脚 K0、K1 和 K2 可组合起来实现滑条操作；也可分开使用，最多可实现 3 个触摸按键。

下图是 TCAE31 中 TinyTouch 用于入耳和滑条检测的应用框图。



TCAE31 三合一



TinyTouch 电容通道检测包括电容充放电过程和参数测量过程。两个过程同时进行，电容充放电过程结束后，参数测量即完成。测量参数的变化对应于电容传感器上电容的变化。

6.10. 内部温度传感器 TEMP

内部温度传感器输出电压与片上温度成线性关系。其输出为差分电压形式，在芯片内部连接到 ADC 输入端。经 ADC 采集后，通过计算可得到片上温度。

6.11. 看门狗控制器 WDG

本芯片的看门狗控制器使用内部 RC32K 时钟，看门狗超时时间从 0.1ms~32s 多种可配置。看门狗超时发生时，可产生中断或复位芯片，可通过寄存器预先配置。

6.12. 低电压监测器 LVD/LVD15

低电压监测器包括 LVD 和 LVD15，分别监测 VDD 电压和内核 1.5V 电压。当被检测电压低于预设门限时，可产生中断或复位芯片，可通过寄存器预先配置。

当配置成中断时，中断模式可设置为：

- 低于门限电平
- 上升过程越过门限
- 下降过程越过门限

LVD 支持滤波设置，防止误触发，滤波时间多档可配置。

6.13. I2C 总线接口 I2C0

支持主机发送、主机接收、从机发送、从机接收四种工作模式。支持标准 100KHz 和快速 400KHz 两种工作速率。带有 8 字节接收 FIFO 和 8 字节发送 FIFO，并可使用 DMA 进行发送或接收数据传输。

当系统处于睡眠模式，可通过 I2C0 地址匹配中断唤醒 CPU。I2C0 正确使能及配置后，其总线状态逻辑和地址识别硬件在睡眠模式下将继续工作。当依次检测到正确的 START 信号和本从机的地址时，从机会唤醒自身 CPU 内核。在唤醒过程中，从机将 I2C SCL 时钟线拉低，并保持拉低状态，直到系统主时钟恢复。

I2C 引脚开漏输出，可支持外部 1.8V 或 3.3V 上拉电压。

6.14. 通用异步串行接口 UART0/1

本芯片包括两个 UART 控制器 UART0 和 UART1。

UART0 具有发送和接收功能，可实现全双工通信。UART0 的 TXD 和 RXD 信号分别与 I2C0 的 SDA 和 SCL 复用引脚。

UART1 为只发送接口，用于输出调试信息或应用信息。TXD 信号通过引脚输出，无 RXD 引脚。

UART0/1 内置波特率发生器。支持的中断操作包括发送区空中断、发送完成中断、接收中断。支持 DMA 操作。



6.15. 直接存储器访问控制器 DMA

DMA 控制器可最多同时支持 3 个通道 DMA 传输。通道可配置为下列外设与 SRAM 之间的数据传输。

DMA 外设编号*	DMA 外设请求	数据传输方向
3	I2C0 TX	外设->存储器
4	I2C0 RX	存储器->外设
5	UART0 TX	外设->存储器
6	UART0 RX	存储器->外设
7	UART1 TX	外设->存储器
9	TinyTouch	外设->存储器
10	ADC	外设->存储器

注意：DMA 外设编号与通道 MAP 请求寄存器 DRCMRx 编号相同，即 DRCMR3 对应 I2C0 TX 外设请求。

6.16. 实时时钟控制器 RTC

RTC 带有 16 位计数器，内部 RC32K 时钟经分频后作为 RTC 计数时钟。可同时设定 4 种不同定时计数门限，支持 4 种不同的定时周期。每次 RTC 定时到，可产生中断，也可借助 Tinywork 机制触发其他外设开始运行。

6.17. 编程调试接口 SWD

支持两线串行编程调试接口 SWD，支持 JLINK 及 CMSIS-DAP 工具进行调试开发。

6.18. Tinywork

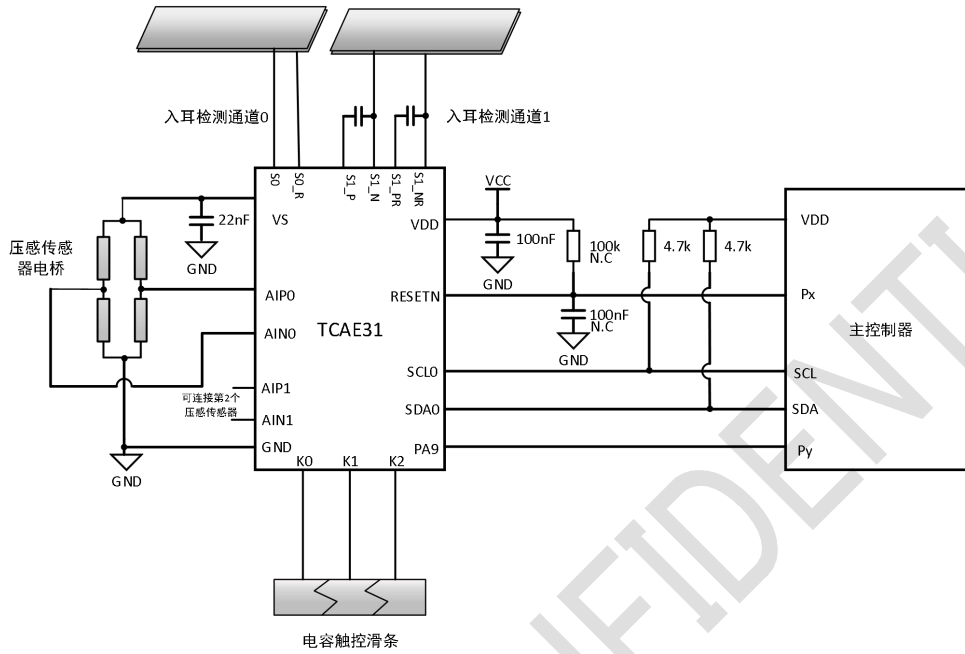
Tinywork 是 Tinychip 芯片内部为降低功耗实现的一种特殊机制，它的实现类似于 DMA 模块，无需 CPU 参与，实现低功耗模式下外设与外设或者外设与内存之间的事件信号传递，从而实现不同模块之间的功能联动，具有响应快，配置灵活和功耗低的特点。在这个过程中产生事件信号的一方称为事件发生源，接收事件信号的一方称为事件用户，Tinywork 为它们提供了相互通信的事件通道。一个外设可以有多个事件发生源，也可以有多个事件用户。另外对于一个外设来说在 A 应用场景中可能是事件发生源角色，而在 B 应用场景中可能是事件用户角色。

6.19. UUID

片上提供 96 位 UUID。UUID 信息在芯片出厂时写入，内容不可改写。



7. 典型应用



压感/入耳/滑条“三合一”传感器应用框图



8. 电气特性

除非特殊说明，所有电压以 GND 为参考。

除非特殊说明，典型数据基于 TA=25°C 和 VDD=3.3V 条件下测得。

8.1. 极限参数

参数	描述	条件	最小值	最大值	单位
VDD	供电电压		-0.3	5.5	V
I _{VDD}	VDD 引脚电流	T=[-40, 85] °C	-	100	mA
I _{GND}	VSS 电流	T=[-40, 85] °C	-	100	mA
V _{PIN}	引脚对地电压		-0.3	VDD+0.3	V
I _{PIN}	引脚电流		-10	10	mA

注意：超出极限工作条件可能会对芯片造成永久性损坏；表中仅是芯片工作所能承受的最大极限值，并不表明在上述或任何其他超出极值的情况下，芯片功能一定可以正常运行；若长时间处于极限工作条件，芯片可靠性可能会受到影响。

8.2. ESD

类型	ESD 结果
HBM	4KV
CDM	500V

8.3. 推荐工作条件

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
VDD	芯片主供电电压	2.8	-	3.6	V
TA	芯片环境温度	-40	-	85	°C
TJ	芯片结温范围	-40	-	85	°C

8.4. 低功耗唤醒时间

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
T _{wake-idle}	Idle 模式下的唤醒时间 (1) 唤醒时间为 5 个时钟周期 中断响应时间通常为 16 个时钟周期	-	21 个时钟周期	-	-



T _{wake-sleepwalk}	SLEEPWALK 模式下的唤醒时间 (1) (CPU 主频时钟源 RC16M, 主频 16MHz)	-	21	-	μs
T _{wake-sleep}	SLEEP 模式下的唤醒时间 (1) (CPU 主频时钟源 RC16M, 主频 16MHz)	-	320	-	μs

1. 从中断发生、唤醒 CPU 到进入中断处理程序的时间。Based on characterization result.

8.5. 功耗特性

参数名称	参数	最小值	典型值 (1)	最大值	单位	条件
ACTIVE 模式电流		-	2.3	-	mA	CPU 主频 32MHz, 运行 While(1)循环, Watchdog 使能
		-	1.5	-	mA	CPU 主频 16MHz, 运行 While(1)循环, Watchdog 使能
		-	1.12	-	mA	CPU 主频 8MHz, 运行 While(1)循环, Watchdog 使能
		-	790	-	uA	CPU 主频 1MHz, 运行 While(1)循环, Watchdog 使能
IDLE 模式电流	I _{DD_IDLE}	-	1.02	-	mA	CPU 主频 32MHz, RC16M 开, 倍频器开, RTC 使能
		-	0.8	-	mA	CPU 主频 16MHz, RC16M 开, RTC 使能
		-	0.75	-	mA	CPU 主频 8MHz, RC16M 开, RTC 使能
		-	0.71	-	mA	CPU 主频 1MHz, RC16M 开, RTC 使能
SLEEPWALK 模式电流	I _{DD_Sleepwalk}	-	250	-	uA	本模式下能关闭的模块均关闭
SLEEP 模式电流	I _{DD_SLEEP}	-	3.3	-	uA	本模式下能关闭的模块均关闭
		-	3.7	-	uA	RTC 使能, I2C 能够地址匹配唤醒

1. Based on characterization result

8.6. POR 上电特性

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
VPOR (1)	上电复位电压		1.8		V
VPDR (1)	掉电复位		VPOR		
Tr_pwrup	上电时间	1	-	-	us



TPOR	为确保再次上电成功，VDD 需要保持在 VPOR 以下的最小时间。		10		us
I _{POR}	电流消耗		0.1		uA

1. Based on characterization result

8.7. RC16M 特性

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
功耗		-	315	-	uA
振荡频率		-	16	-	MHz
振荡频率精度 (1)		-	±2%	-	

1. Based on characterization result

8.8. RC32K 特性

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
功耗 (1)			0.3		uA
振荡频率			32		kHz

1. Guaranteed by design, not tested in production

8.9. 频率倍频器

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
功耗 (1)			40		uA
输入频率范围			16		MHz
倍频倍数			2		

1. Guaranteed by design, not tested in production

8.10. IO 特性

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
VIL	PA0-PA12	-	-	0.3VDD	V
	I2C SDA/SCL	-	-	0.5	V
VIH	PA0-PA12	0.7VDD	-	-	V
	I2C SDA/SCL	1.2	-	-	V
VOH	PA0-PA12	VDD-0.7	-	-	V
VOL	PA0-PA12	-	-	0.6	V
R _{pull-up}	IO	-	40	-	kΩ



	RESETN	-	40	-	k Ω
--	--------	---	----	---	------------

8.11. PGA 特性

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
功耗 (1)		500		1000	μ A
关断功耗 (2)			10		nA
使能后启动时间 (2)			50		μ s
共模输入		0.2		VDD-1.4	V
差模输入		-1.6/Gain		+1.6/Gain	V
Gain mode (第 1 级 PGA)	1X,2X,4X,8X,16X,32X		1/2/4/8/16/32X		
Gain mode (第 2 级 PGA)	1X,2X,4X,8X,16X,32X		1/2/4/8/16/32X		
Gain accuracy (2)			1		%
Gain drift versus temperature(2)	-40~85 °C		\pm 10		ppm/°C
功耗档位可编程			0.6/0.8/1/1.2X		
Offset	不开启 Offset 消除功能		\pm 5		mV
Offset Temperature Drift	不开启 Offset 消除功能		\pm 1		μ V/°C

1. Based on characterization result
2. Guaranteed by design, not tested in production

8.12. ADC 特性

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
Resolution	ADC 分辨率 (带符号位)		14		Bits
功耗 (1)	VDD=3.3V		2.4		mA
功耗 (1)	VDD=3.3V, ADC 低功耗模式		280		μ A
关断功耗 (1)			10		nA
参考电压	Vref		VDD, 内部 2.5V 或 1.5V		
F _{ADC}	ADC 时钟频率	0.025		16	MHz
ADC 转换时间	信号不经 PGA1/2 (PGA 旁路)	1			μ s
	信号经 PGA1/2	12			μ s
V _{IN}	ADC 差模输入电压范围	-Vref		Vref	V
V _{CM}	ADC 共模输入电压范围	0		Vref	V
C _{sample} (1)			3.83		pF
最大外部信号源输出阻抗 R _{ext}	信号不经 PGA1/2 (PGA 旁路)			10K	Ω
	信号经 PGA1/2			1M	



INL	$F_{ADC}=16\text{MHz}$, $R_{ext} \leq 10\text{k}\Omega$		± 4		LSB
DNL	$F_{ADC}=16\text{MHz}$, $R_{ext} \leq 10\text{k}\Omega$		± 2		LSB

1. Guaranteed by design, not tested in production

8.13. TinyTouch

参数名称	参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件
入耳检测通道				2		每个入耳检测通道包括主通道和参考通道
滑条				1		每个滑条由 3 个触摸 PAD 组成
触摸按键电容大小			10		pF	触摸 PAD 电容
Bias 使能时间 (1)			150		us	从 BIASEN 使能到 TinyTouch EN 使能
CLKO ready 时间 (1)			32		us	
待机功耗 (1)			65		nA	
工作功耗 (1)			70		uA	外设工作电流, 非电容检测应用的平均电流
检测灵敏度 (2)			0.3		%	对触摸按键电容的比率

1. Guaranteed by design, not tested in production
2. Based on characterization result

8.14. LDO VS

参数名称	参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件
输出噪声 (2)	e_{OUT}	-	-	20	μV_{RMS}	$C_{VS}=22\text{nF}$
电源抑制比 (1)	PSRR	-	60	-	dB	<1K Hz
VS 输出电压	V_{VS}	-	1.8	-	V	$V_{DD} \geq 2.8\text{V}$
		-	2.0	-	V	$V_{DD} \geq 2.8\text{V}$
		-	2.2	-	V	$V_{DD} \geq 2.8\text{V}$
		-	2.4	-	V	$V_{DD} \geq 2.8\text{V}$
		-	2.6	-	V	$V_{DD} \geq 2.8\text{V}$
		-	2.8	-	V	$V_{DD} \geq 3.0\text{V}$
		-	3.0	-	V	$V_{DD} \geq 3.2\text{V}$
		-	3.1	-	V	$V_{DD} \geq 3.3\text{V}$
输出电压精度(2)		-	± 1	-	%	



输出电压温度漂移 (1)	T _{VS}	-	100	-	ppm/°C	
Dropout 电压		-	200	400	mV	VDD in [2.8V , 3.6V]
VS PIN 外部电容	C _{VS}	-	22	-	nF	
最大输出电流	I _{VSOUT}	15	-	-	mA	
启动时峰值电流	I _{VSPK}	-	100	-	mA	VDD=3.3V,VS=3V, TA=25 °C, 峰值电流时间 < 20us
短路电流	I _{VSSC}	-	200	-	mA	
静态电流(1)	I _{VS}	-	-	200	uA	TA=25 °C
关断电流(1)	I _{SD}	-	-	0.1	uA	TA=25 °C

1. Guaranteed by design, not tested in production
2. Based on characterization result

8.15. LVD 特性

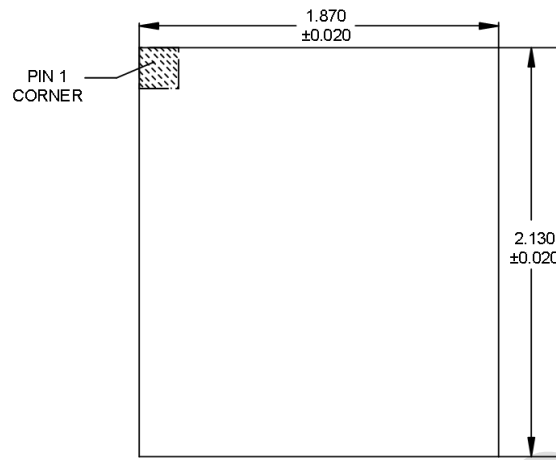
参数名称	参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件
工作消耗电流 (1)	I _{LVD}	-	11	20	uA	LVD 使能, TA=25 °C
关断消耗电流 (1)		-	1	-	nA	LVD 禁止, TA=25 °C
下降检测门限电压	V _{LVD}		2.6		V	LVD Level0
			2.9		V	LVD Level1
			3.1		V	LVD Level2
			3.3		V	LVD Level3
LVD 检测迟滞电压 (2)			100		mV	上升检测门限电压 = 对应的下降检测门限电压 + 检测迟滞电压

1. Guaranteed by design, not tested in production
2. Based on characterization result

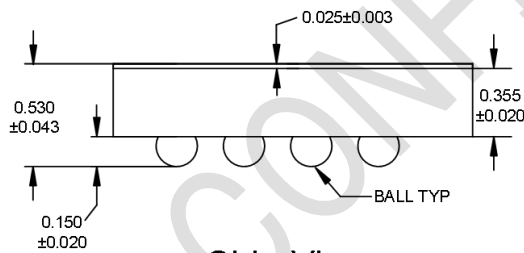


9. 封装和包装信息

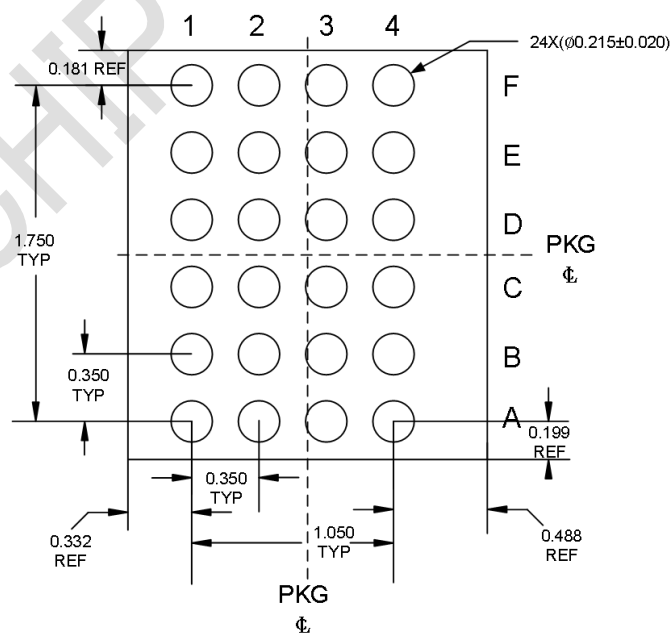
9.1. 封装信息



Top View



Side View

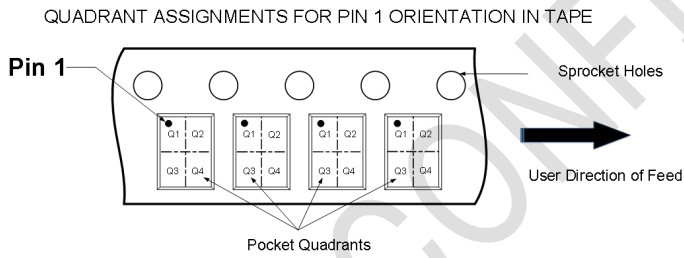
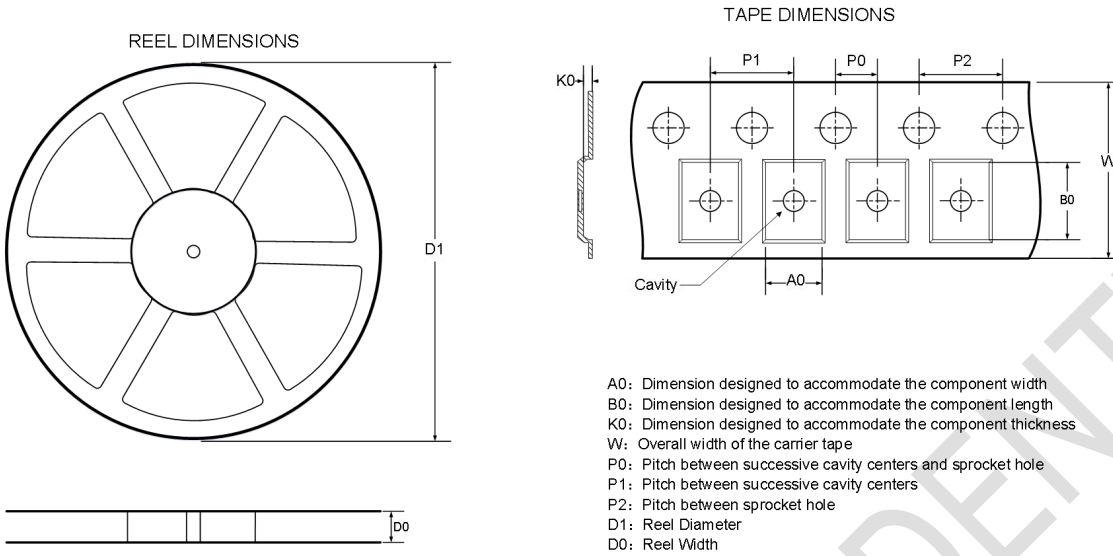


Bottom View

Unit: mm



9.2. 包装信息



DIMENSIONS AND PIN1 ORIENTATION

D1 (mm)	D0 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P0 (mm)	P1 (mm)	P2 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
179.00	9.00	1.98	2.31	0.71	2.00	4.00	4.00	8.00	Q1

All dimensions are nominal

保密要求

本档仅由上海泰矽微电子有限公司提供与其签署过保密协议的合作伙伴。

请各合作伙伴遵循保密协议中的相关要求，对涉及的相关信息保密，并承诺采取合理的措施以保证保密信息不被泄露。

未经披露方的事先书面批准，接受方不得直接或间接以任何形式或任何方式把保密信息和（或）其中的任何部分，披露、透露给第三方或者公开。接受方仅能向有知悉必要的接受方人员披露保密信息。

合作伙伴违反上述任何要求，均视为违约。违约方应当对其违约行为，以及给披露方造成的损失承担赔偿责任。

TINYCHIP CONFIDENTIAL

版本

版本	日期	备注
1.0	2021-9-13	初始版本
1.1	2021-10-10	更新 5.2 节管脚列表 芯片名称 TCAE31A 改为 TCAE31, A 代表芯片版本
1.2	2021-10-13	8.15 节, 为表述清楚, 将门限电压改为下降检测门限电压。并增加上升检测门限电压描述及计算公式。 6.13 节, 将带有 16 字节 FIFO, 改为带有 8 字节接收 FIFO 和 8 字节发送 FIFO
1.3	2021-10-23	ADC INL 典型值修正为 ± 4 LSB

关于我们

上海泰矽微电子有限公司 2019 年成立于上海张江，是一家中国领先的高性能专用 SoC 芯片供应商。公司专注于物联网应用相关的各类芯片的研发，已获得多个知名投资机构的大力扶持与投资。公司聚集了一批顶尖的半导体专家，致力于发展成为平台型芯片企业。团队具有各类系统级复杂芯片的研发能力，所开发的芯片累计出货达数十亿颗。公司已在信号链、电源及射频等方向积累了大量的 SoC 芯片方案，可覆盖消费类，工控及汽车等应用领域。差异化的芯片产品在树立行业标杆的同时，也将为更多物联网企业赋能，更好服务于客户需求。

上海泰矽微电子有限公司

地址：上海浦东新区纳贤路 800 号 1 幢 A 座 602 室

南京市雨花台区软件大道 170-1 号天溯科技园 1 栋 508 室

网址：<http://www.tinychip.com.cn>

技术支持窗口

电邮：support@tinychip.com.cn