# 英飞凌 XENSIV™ 智能气压传感器

## 特性




AEC Qualified
RoHS
ISO 26262 compliant

- 压力传感器：
  - 测量范围：20 kPa 至 250 kPa
  - 绝对压力测量精度：±2 kPa
  - 压差测量精度：±1 kPa
- 集成 Z 轴加速度计：
  - 测量范围：-100 g 至 +100 g
  - 精度：±2 g
- 高度灵活的自主状态，可在超出阈值时唤醒主机，特性如下：
  - 测量间隔范围广，从<10 ms 到 >10 min
  - 支持对压力和加速度绝对值的总变化量及变化率的阈值检测
  - 支持多级压力或加速度监测，或两者并行监测
  - 支持现场重新配置
  - Z轴冲击检测
- 自主状态下的供电电流：
  - 间隔 50 ms 时为 44 µA
  - 间隔 300 ms 时为 5.1 µA
- 3 kB 非易失性存储器，用于存储客户数据
- $I^2C$ 和三线制SPI从设备接口
- 温度范围：-40°C 到 +105°C
- 符合 ISO 26262 标准的独立安全单元，支持 ASIL A 等级安全要求

## 潜在应用

- 汽车电池管理系统 (BMS)
  - 热失控检测
  - 电池冲击监测，作为电池健康状况经济评估的组成部分
  - 支持电池管理系统最高安全要求
  - 无需额外外部存储器即可存储电池护照数据
  - 通过一次性存储多平台配置简化逻辑
- 工业控制
- 气象站
- 高度计

## 产品验证

产品验证符合 AEC-Q100 Grade 1。适用于汽车应用，已获得认证。

## 产品描述

英飞凌KP497 是一款先进的低功耗气压传感器。除气压传感器外，它还集成单轴加速度传感器、温度传感器和电压传感器。KP497 可通过 $I^2C$ 或 SPI 接口作为标准数字传感器使用。此外，KP497 还具备多阶段低功耗自主状态，在此状态下，传感器会定期进行测量并评估预设阈值。在自主状态下，当超过用户定义的阈值时，KP497 可触发唤醒。各阶段的测量项目、测量间隔及阈值均可独立配置。这些配置存储在内部非易失性存储器中，即使断电也能保留，并可通过串行接口在现场进行修改。

| Product Name | Ordering Code | Marking | Package |
|---|---|---|---|
| KP497 | SP006004123 | KP497 | PG-DSOSP-14-84 |

*本数据手册的原文使用英文撰写。为方便起见，英飞凌提供了译文；由于翻译过程中可能使用了自动化工具，英飞凌不保证译文的准确性。为确认准确性，请务必访问 infineon.com 参考最新的英文版本（控制文档）。*

# 目录

目录 ..... 2
1 框图 ..... 4
2 引脚配置 ..... 5
3 产品一般特性 ..... 6
3.1 绝对最大额定值 ..... 6
3.2 工作条件 ..... 7
3.3 电气特性 ..... 7
4 传感器特性 ..... 9
4.1 压力传感器特性 ..... 9
4.2 加速度传感器特性 ..... 11
4.3 温度传感器特性 ..... 13
5 功能描述 ..... 14
5.1 器件状态 ..... 14
5.1.1 复位状态 ..... 15
5.1.2 工作状态 ..... 16
5.1.3 睡眠状态 ..... 17
5.1.4 自主状态 ..... 18
5.1.4.1 自主状态定时器 ..... 18
5.1.4.2 自主状态测量缓冲区 ..... 18
5.1.4.3 自主状态阈值动作 ..... 18
5.1.4.4 自主状态历史记录 ..... 18
5.1.4.5 自主状态超时 ..... 18
5.1.4.6 自主状态阈值 ..... 19
5.1.4.7 自主状态配置 ..... 19
5.1.4.8 自主状态流程图 ..... 21
5.1.4.9 自主状态特性 ..... 23
5.1.5 加速度记录 ..... 24
5.1.5.1 加速度记录特性 ..... 25
5.2 数据存储 ..... 25
5.3 数字接口 ..... 26
5.3.1 警报 ..... 26
5.3.2 外部唤醒 ..... 26
5.3.3 上电及软复位后的串行接口选择 ..... 26
5.3.4 数字接口特性（SPI 和 I2C 通用） ..... 27
5.3.5 I2C 从设备接口 ..... 27
5.3.6 SPI 从设备接口 ..... 28
5.4 自诊断 ..... 29
5.4.1 常开自诊断功能 ..... 29

目录

5.4.2 内部触发的自诊断检查 ..... 30
5.4.3 外部触发的诊断检查 ..... 31
5.4.4 器件复位 ..... 32
5.4.5 器件状态寄存器 ..... 32
**6 应用信息 ..... 33**
6.1 I2C 接口 ..... 33
6.2 SPI 接口 ..... 34
**7 封装信息 ..... 35**
7.1 封装图 ..... 35
7.2 封装标记 ..... 36
**8 修订记录 ..... 37**
**免责声明 ..... 38**

# 1 框图

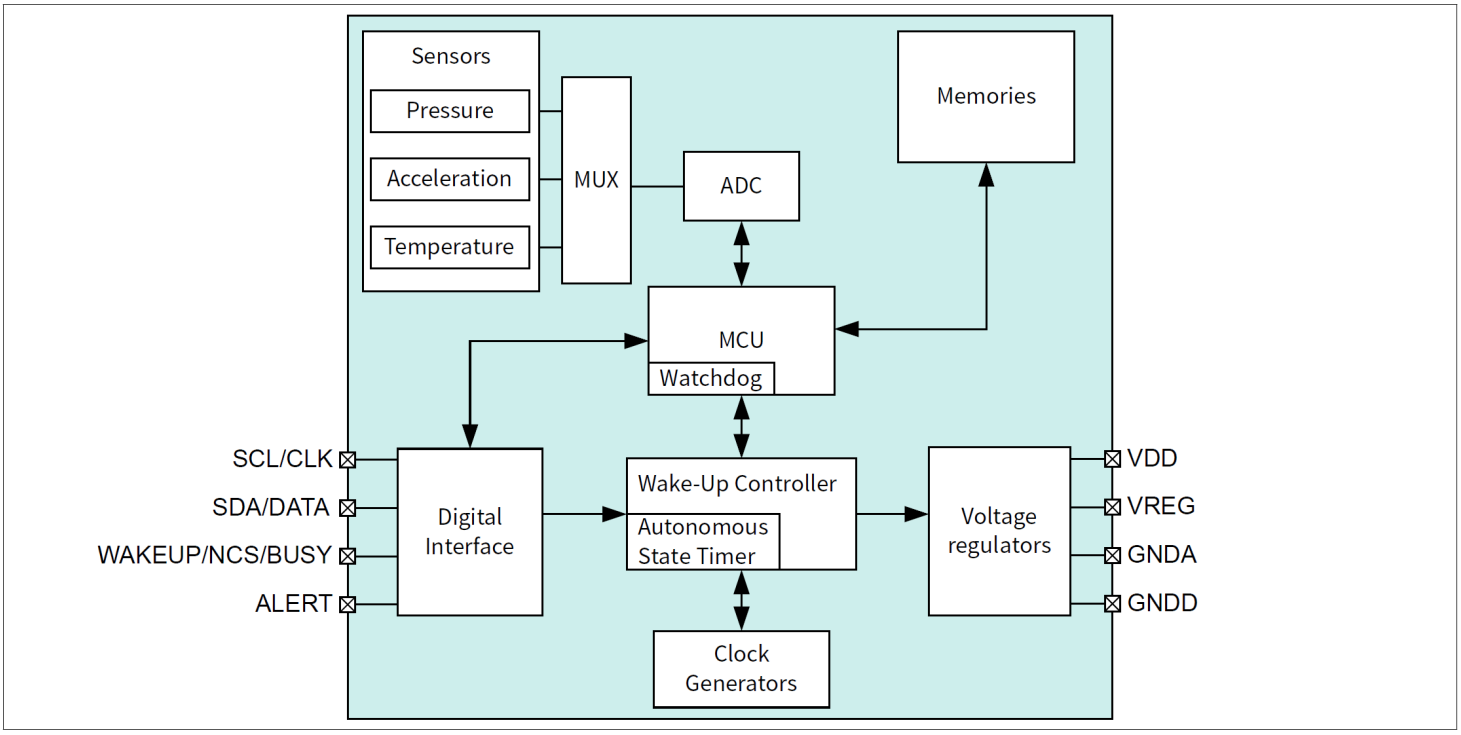



**图 1 KP497 框图**

# 2 引脚配置

图 2 为 KP497 的引脚分配。引脚 1、2 和 3 的功能取决于所使用的串行接口类型。

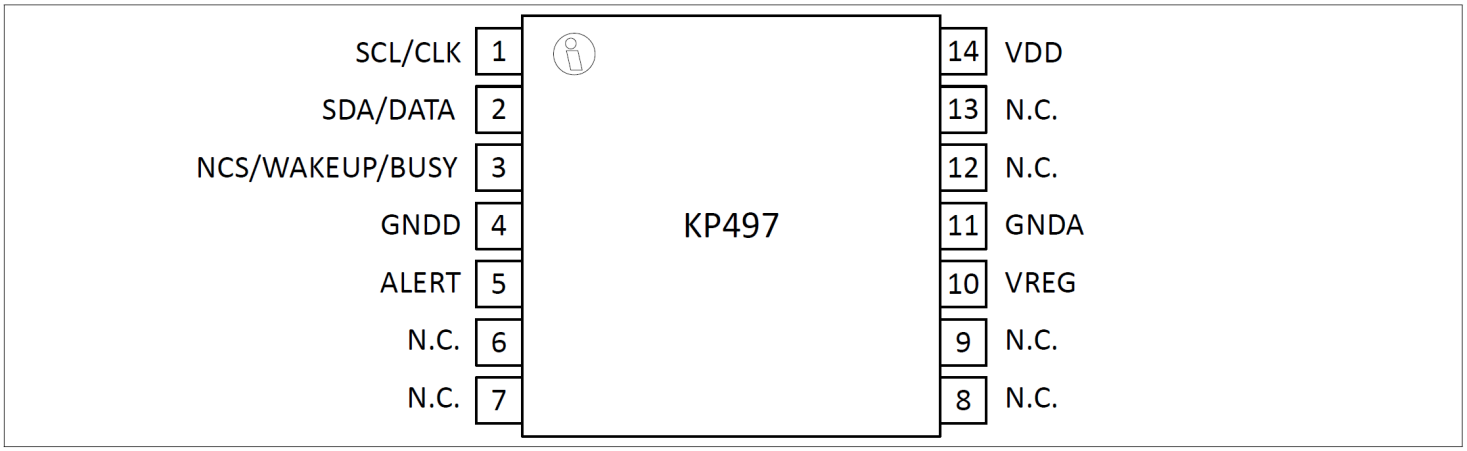



**图 2 引脚配置**

表 1 介绍了各引脚的功能。

**表 1 各接口的引脚分配**

| Pin No. | Name | Function |
|---|---|---|
| 1 | SCL/CLK | I2C serial clock / SPI clock |
| 2 | SDA/DATA | I2C serial data / SPI data |
| 3 | NCS/WAKEUP/BUSY | SPI Not-Chip-Select / External Wake-Up / Device busy signal |
| 4 | GNDD | Digital ground |
| 5 | ALERT | Alert pin intended for wake-up of external master |
| 10 | VREG | Internal regulated power supply |
| 11 | GNDA | Analog ground |
| 14 | VDD | Power supply |

# 3 产品一般特性

## 3.1 绝对最大额定值

任何超过表 2 中规定的绝对最大额定值的应力都可能对器件造成永久性损坏。表中所列数值仅为应力额定值，并不代表器件在超出表 3 和表 4 规定范围的条件下仍能正常工作。长期处于绝对最大额定值条件下可能会影响器件的可靠性。

**表 2 绝对最大额定值**

| Parameter | Symbol | Values | | | Unit | Note or condition |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Min. | Typ. | Max. | | |
| Max. Supply voltage | $V_{DD_MAX}$ | -0.3 | – | 3.8 | V | Voltage at VDD pin |
| Input voltage at PP0, PP1, PP2, PP3 | $V_{IN_PPx}$ | -0.3 | – | VDD+0.3 | V | |
| DC current | $I_{DC}$ | -10 | – | 10 | mA | Maximum Input/Output Current at any Pin |
| Transient Latch-up Current | $I_{LU}$ | ±100 | – | – | mA | Maximum transient current at any pin according JEDEC78 class II level A |
| Output Short-Circuit Capability | $V_{SC}$ | 0 | – | 3.8 | V | Short to VDD, GND or neighbor pin for max. 10 min at VDD = 3.8 V.<br>Note: VREG must not be shorted to VDD |
| ESD robustness HBM | $V_{HBM}$ | ±2000 | – | – | V | All pins tested according to AEC-Q100-002 |
| ESD robustness CDM, Corner Pins | $V_{CDM\ C}$ | ±750 | – | – | V | Corner pins tested according to AEC-Q100-011 |
| ESD robustness CDM | $V_{CDM}$ | ±500 | – | – | V | Non-corner pins tested according to AEC-Q100-011 |
| Maximum Pressure | $p_{MAX}$ | – | – | 2500 | kPa | Static |
| Max. Static Acceleration | $a_{MAX}$ | – | – | 3500 | g | 24 hour continuously for ±x, ±y, and ±z direction respectively |
| Mechanical shock | $a_{SHOCK}$ | – | – | 6000 | g | 0.3 ms half sine pulses.<br>5 shocks in ±x, ±y, and ±z direction (30 shocks in total).<br>Device unpowered. |

## 3.2 工作条件

为了确保器件正确运行，不得超出以下功能范围。除非另有说明，以下部分中指定的所有参数均指这些运行条件。

**表 3 工作条件**

| Parameter | Symbol | Values | | | Unit | Note or condition |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Min. | Typ. | Max. | | |
| Ambient Temperature | $T_{OP}$ | -40 | – | 105 | °C | |
| Relative Humidity range | RH | 0 | – | 100 | % | |
| Flash programming temperature range | $T_{FLASH}$ | -20 | – | 90 | °C | Change of Autonomous State Configurations or Data Storage allowed only in this temeprature range |
| Flash write cycles | $N_{WRITE}$ | – | – | 100 | | $T_{OP}$ = -20°C to 90°C;<br>Number of times each Autonomous State Configuration or 32 byte block of Data Storage can be written |

## 3.3 电气特性

**表 4 电气特性**

| Parameter | Symbol | Values | | | Unit | Note or condition |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Min. | Typ. | Max. | | |
| Supply Voltage Range | $V_{DD}$ | 2.5 | – | 3.6 | V | Specification valid within this range. |
| External Capacitor at VDD | $C_{VDD}$ | – | 10 | – | nF | |
| External Capacitor at VREG | $C_{VREG}$ | 7 | 10 | 13 | nF | |
| Reset release threshold | $V_{THR}$ | 1.8 | – | 1.9 | V | Device releases from Reset when voltage at VDD pin exceeds $V_{THR}$. |
| Supply current in ON State | $I_{ON}$ | – | 1.66 | 2 | mA | $V_{DD}$ = 3.3 V.<br>Applies as long as no Flash write is performed 1)<br>Currents due to external components on pins SCL/SLK, SDA/DATA, WAKEUP/NCS and ALERT not included. 2) |

（表格续下页……）

表 4 （续）电气特性

| Parameter | Symbol | Values | | | Unit | Note or condition |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Min. | Typ. | Max. | | |
| Supply current in Autonomous State, Short intervals | $I_{AS_short}$ | – | 44 | – | µA | Average over one measurement interval, one pressure measurement per Autonomous State Timer interval, Autonomous State Timer interval = 50 ms.3)<br>Currents due to external components on pins SCL/SLK, SDA/DATA, WAKEUP/NCS and ALERT not included.2) |
| Supply current in Autonomous State, Long intervals | $I_{AS_Long}$ | – | 5.1 | – | µA | Average over one measurement interval, one pressure measurement per Autonomous State Timer interval, Autonomous State Timer interval = 300 ms, $T_{OP}$ = 25°C.3)<br>Currents due to external components on pins SCL/SLK, SDA/DATA, WAKEUP/NCS and ALERT not included.2) |
| Current during flash write access | $I_{FLASH_WRITE}$ | – | – | 6 | mA | $T_{OP}$ = +25°C, $V_{DD}$ = 3.3 V<br>Applies while a flash write is performed1) |
| Power On time | $t_{INI}$ | – | – | 10 | ms | Time from $V_{DD}$ exceeding $V_{THR}$ until serial interface ready.<br>The ALERT pin must remain high during this time.4) |
| Watchdog period | $T_{WD}$ | 0.7 | – | 1.3 | s | |

1) 每当命令将数据存储到器件的闪存中时（例如存储自主状态配置时），此时的电流消耗应符合 $I_{FLASH_WRITE}$所规定的数值。

2) SCL/SLK、SDA/DATA、WAKEUP/NCS、以及 ALERT引脚上的外部元件可能会导致额外的电流消耗。
其中一个典型示例是选择 I²C 时的时钟低电平期：在时钟低电平期间，I²C 主机将 SCL 线主动拉低。与此同时，引脚 1 上的内部上拉电阻被激活。这会导致电源电压通过 KP497 的内部上拉电阻和 I²C 主机连接到地，从而产生额外电流消耗。

3) 关于如何确定平均电流消耗的更多详细信息，将在一份单独的文档中提供。

4) 复位时，ALERT 引脚配置为带内部上拉电阻的输入模式，直至串行接口就绪。在此期间，外部主机不得向 ALERT 引脚施加低电平。
此外，ALERT 引脚上的电压$V_{IH}$必须在 VDD 引脚的供电电压达到 $V_{THR}$ 后的 3 ms 内达到规定值 。
启动阶段结束后，ALERT 引脚会自动重新配置为高电平输出，并保持该输出状态直至下次复位。

# 4 传感器特性

## 4.1 压力传感器特性

串行接口输出的压力值 $p_{SERIAL}$ 为 16 位数值。可由 $p_{SERIAL}$ 计算测得的绝对压力 $p_{IN}$（单位 kPa）：

$$p_{IN}[kPa] = p_{SERIAL}/16 \quad (1)$$

表 5 提供了串行接口输出的 $p_{IN}$[kPa] 的规格。

**表 5 压力传感器特性**

| Parameter | Symbol | Values | | | Unit | Note or condition |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Min. | Typ. | Max. | | |
| Pressure measurement range | $p_{IN}$ | 20 | – | 250 | kPa | Absolute Pressure |
| Pressure resolution | $p_{RES}$ | 0.0625 | 0.0625 | 0.0625 | kPa/LSB | Resolution of measurement value on serial interface |
| Pressure random measurement error | $p_{NOISE}$ | – | – | 0.5 | kPa | 3 sigma |
| Relative Pressure measurement error | $p_{ERROR,Rel}$ | -1 | – | +1 | kPa | Error for the pressure change $\Delta p$ obtained from the difference of two absolute pressure measurements.<br>Includes random error.<br>Time between the two measurements < 1 day.<br>-10 kPa < $\Delta p$ < 10 kPa, temperature change -5°C < $\Delta T$ < 5°C.<br>3 sigma specification |
| Pressure measurement error | $p_{ERROR}$ | -2 | – | 2 | kPa | Includes random error.<br>-20°C ≤ $T_{OP}$ ≤ 105°C<br>20 kPa ≤ $p_{IN}$ ≤ 200 kPa |
| Pressure measurement error | $p_{ERROR}$ | -3 | – | 3 | kPa | Includes random error.<br>-20°C ≤ $T_{OP}$ ≤ 105°C<br>200 kPa ≤ $p_{IN}$ ≤ 250 kPa |
| Pressure measurement error | $p_{ERROR}$ | -3 | – | 3 | kPa | Includes random error.<br>-40°C ≤ $T_{OP}$ ≤ -20°C<br>20 kPa ≤ $p_{IN}$ ≤ 200 kPa |

（表格续下页.....）

表 5 （续）压力传感器特性

| Parameter | Symbol | Values | | | Unit | Note or condition |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Min. | Typ. | Max. | | |
| Pressure measurement error | $p_{ERROR}$ | -4 | – | 4 | kPa | Includes random error.<br>-40°C ≤ $T_{OP}$ ≤ -20°C<br>200 kPa ≤ $p_{IN}$ ≤ 250 kPa |

图 3 给出了 KP497 压力测量公差随温度和压力变化的图形化表示。

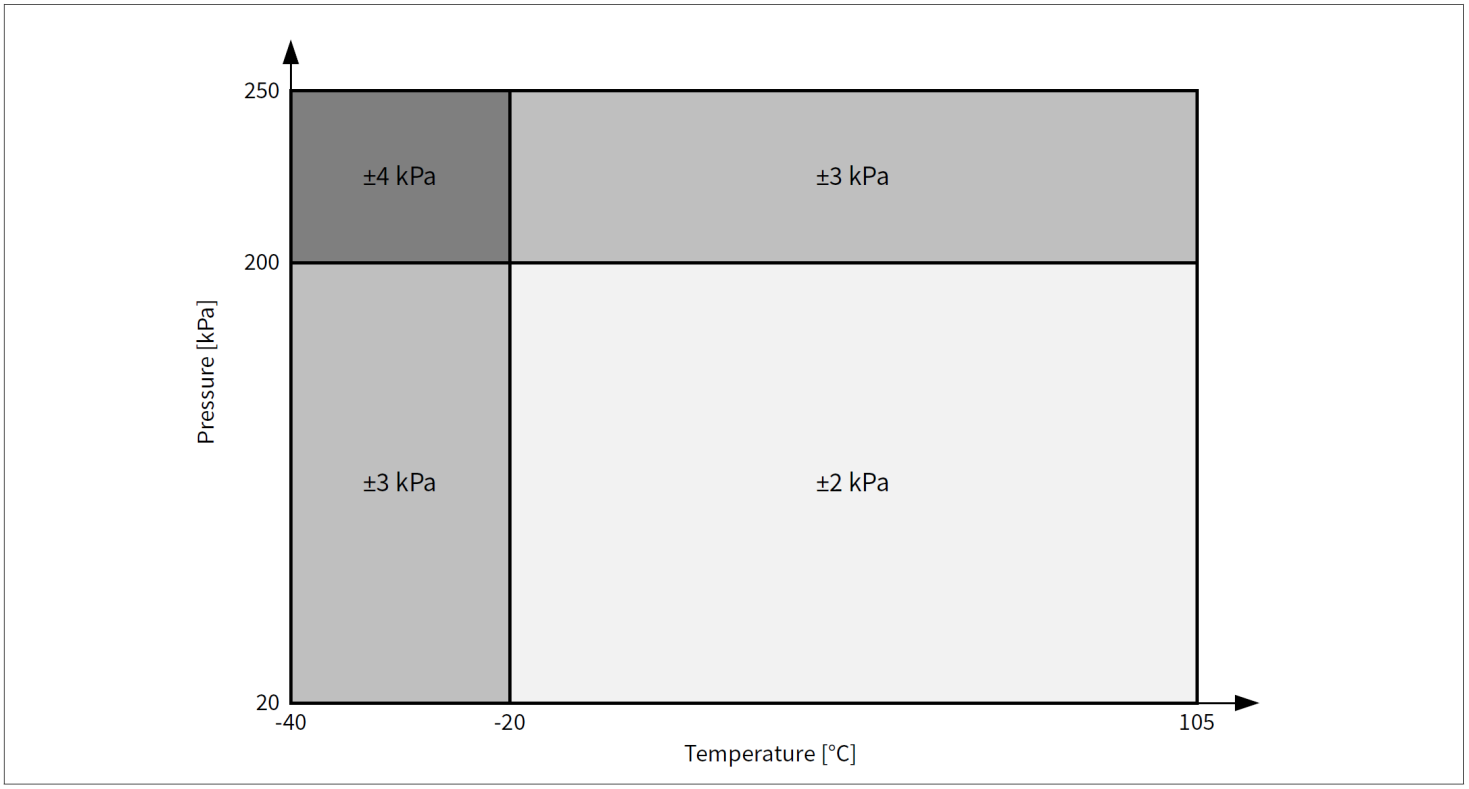



图 3 KP497 压力测量公差

## 4.2 加速度传感器特性

该器件测量 z 轴方向的加速度。坐标轴定义如图 4 所示

串行接口输出的加速度值 $a_{SERIAL}$ 为 16 位数值。可由 $a_{SERIAL}$ 计算测得的绝对加速度 $a_{IN}$[g]：

$$a_{IN}[g] = a_{SERIAL}/16 \quad (2)$$

表 6 提供了串行接口输出的$a_{IN}$[g]的规格。

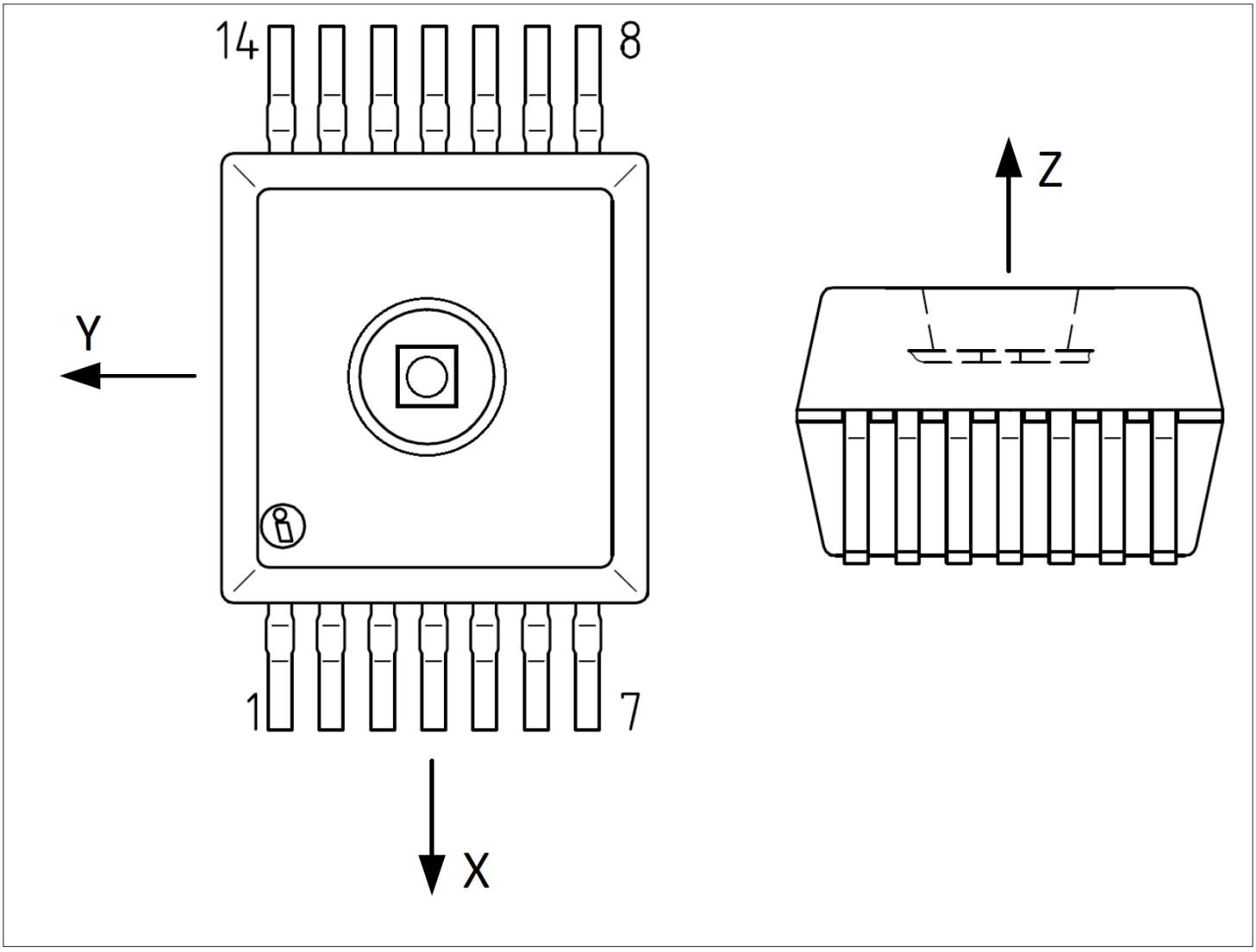



**图 4 KP497 加速度轴定义**

**表 6 加速度传感器特性**

| Parameter | Symbol | Values | | | Unit | Note or condition |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Min. | Typ. | Max. | | |
| Acceleration measurement range | $a_{IN}$ | -100 | – | 100 | g | |

（表格续下页……）

表 6 （续）加速度传感器特性

| Parameter | Symbol | Values | | | Unit | Note or condition |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Min. | Typ. | Max. | | |
| Acceleration resolution | $a_{RES}$ | 0.0625 | 0.0625 | 0.0625 | g/LSB | Resolution of measurement value on serial interface |
| Acceleration measurement error | $a_{ERROR}$ | -2 | – | 2 | g | Includes random error.<br>-20 g ≤ $a_{IN}$ ≤ +20 g |
| Acceleration measurement error | $a_{ERROR}$ | -3 | – | 3 | g | Includes random error.<br>-100 g ≤ $a_{IN}$ ≤ -20 g and +20 g ≤ $a_{IN}$ ≤ +100 g<br>-20°C ≤ $T_{OP}$ ≤ 105°C |
| Acceleration measurement error | $a_{ERROR}$ | -4 | – | 4 | g | Includes random error.<br>-100 g ≤ $a_{IN}$ ≤ -20 g and +20 g ≤ $a_{IN}$ ≤ +100 g<br>-40°C ≤ $T_{OP}$ ≤ -40°C |

## 4.3 温度传感器特性

串行接口输出的温度值$T_{SERIAL}$ 为 16 位数值。可由 $T_{SERIAL}$ 计算测得的绝对温度 $T_{IN}$[°C]：

$$T_{IN}[°C] = T_{SERIAL}/128 \quad (3)$$

表 7 提供了串行接口输出的 $T_{IN}$[°C] 的规格。

**表 7 温度传感器特性**

| Parameter | Symbol | Values | | | Unit | Note or condition |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Min. | Typ. | Max. | | |
| Temperature measurement range | $T_{MEAS_RANGE}$ | -40 | – | 105 | °C | |
| Temperature Sensor Total Error | $T_{ERR}$ | -3 | – | 3 | °C | Includes random error. |
| Temperature Sensor Total Error, RT | $T_{ERR_RT}$ | -2 | – | 2 | °C | Includes random error.<br>-20°C ≤ $T_{OP}$ ≤ +90°C |

# 5 功能描述

## 5.1 器件状态

表 8 概述了器件状态。关于各器件状态的详细信息，可参见相应的子章节： 复位状态、工作状态、睡眠、自主状态以及加速度记录。

**表 8 KP497 器件状态**

| State | Purpose / Description |
|---|---|
| Reset State | The sensor is fully re-initialized and a basic diagnosis check is performed to ensure that communication on the serial interface is reliable. If this check is successful, the device automatically enters On State. |
| On State | The device is controlled through the serial interface. The external master can trigger measurements, read out data collected during Autonomous State, perform diagnosis checks and initiate state transitions. |
| Sleep | The sensor is inactive and has lowest power consumption. |
| Autonomous State | The device autonomously performs regular measurements and evaluates thresholds.<br>The Autonomous State is highly configurable regarding selection of measurements, measurement intervals, thresholds and the action taken upon violation of a threshold. One central option for the action when a threshold is violated is the generation of an alarm by pulling the ALERT pin high.<br>The state is optimized to minimize the average current consumption. |
| Acceleration Recording | Acceleration Recording can be selected as a possible action when an acceleration threshold is violated.<br>During Acceleration Recording, the device takes a predefined amount of acceleration samples and afterwards provides the results on the serial interface in a condensed form. |

各状态之间可能的转换如图 5所示。

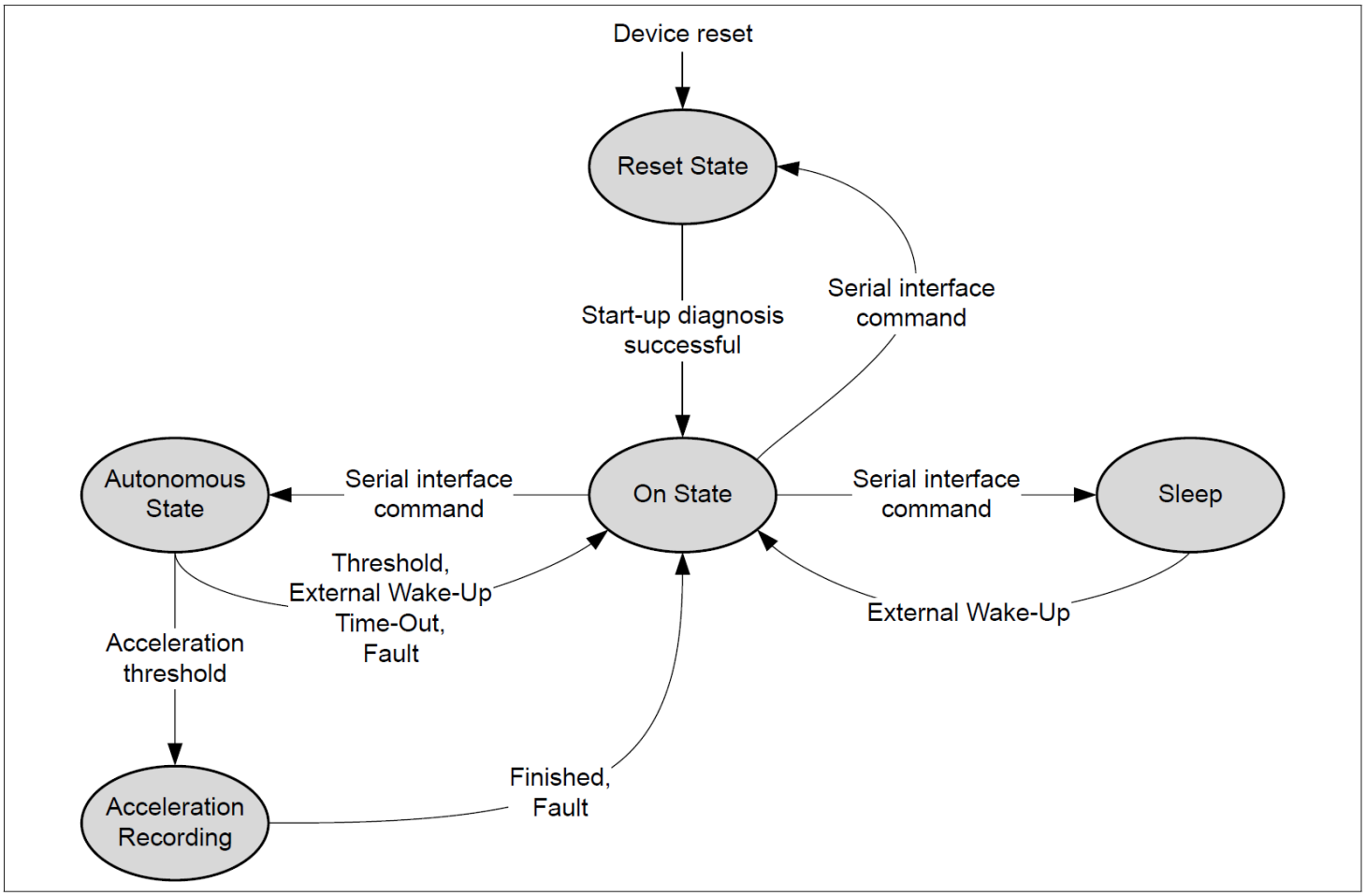



**图 5　　状态转换**

### 5.1.1　　复位状态

从器件复位释放后，器件进入复位状态。在复位状态下，器件首先完成完整的（重新）初始化。

在$t_{INI}$期间，SCL/CLK、SDA/DATA、NCS/WAKEUP/BUSY 和 ALERT 这四个引脚均为输入引脚，且内部上拉电阻处于启用状态。为确保器件正常初始化，外部主机必须避免对上述四个引脚施加的电平发生任何变化。此外，不得向 ALERT 引脚施加低电平。这对于上电复位（POR）及通过串行接口触发的软复位尤为重要。

外部电路设计还必须确保在 VDD 引脚上的供电电压达到复位释放阈值后，ALERT 引脚上的输入高电平电压必须最迟在 3 ms 内超过输入高电平电压阈值。否则，$t_{INI}$可能增加至最长 4 s。

作为（重新）初始化的一部分，器件会尝试恢复串行接口的选择配置。如果串行接口恢复成功，器件自动进入工作状态。从复位释放到串行接口在工作状态下准备就绪可进行通信所需的时间由 $t_{INI}$ 给出。

如果无法恢复串行接口，则器件在复位状态下的后续行为取决于复位源：

- 若复位源为 POR 或软复位：器件将启动串行接口选择流程。串行接口选择完成后，器件将自动转至工作状态。在这种情况下，$t_{INI}$ 为从复位释放至串行接口选择开始之间的时间。
- 对于其余复位源：器件将进入无限循环，ALERT 引脚保持主动高电平。此时，恢复器件的唯一方法是通过切断电源来触发 POR。

### 5.1.2 工作状态

工作状态是 KP497 的核心器件状态。器件会在以下情况自动进入工作状态：

- 器件复位后，
- 从睡眠状态或自主状态经外部唤醒后，
- 处于自主状态时，若某阈值被超过，且器件配置为在此情况下转至工作状态，
- 在自主状态或加速度记录过程中发生故障时，
- 加速度记录完成时。

在工作状态下，外部主机可触发器件转至睡眠或自主状态。

进入工作状态时，器件会生成一个警报。外部主机可通过读出器件状态寄存器清除该警报（详情可参见 KP497 用户手册）。

在工作状态下，所选的串行接口处于启用状态，器件由外部主机控制。外部主机可执行以下操作：

- 触发压力、加速度或温度测量，
- 读取在自主状态或加速度记录期间采集的数据，
- 触发跳转至睡眠状态或自主状态，
- 触发器件自诊断，
- 触发器件软复位，
- 读取器件状态寄存器，
- 读取传感器 ID 和产品代码，
- 将选定的串行接口存储在闪存中，以便在复位时恢复串行接口设置，并
- 读取和写入自主状态的配置，
- 向非易失性存储器写入或读取数据，用于数据存储

外部主机通过串行接口向 KP497 发送命令实现上述操作。KP497接收命令后，器件需要一定时间来处理并获取返回数据。在此期间，NCS/WAKEUP/BUSY 引脚由 KP497 主动拉低。器件完成处理且结果可供外部主机读取后，NCS/WAKEUP/BUSY 引脚将再次自动设置为带上拉电阻的输入模式。外部主机随后可通过串行接口读取结果。详细说明可参见 KP497 用户手册。

串行接口传输的所有数据均受16位 CRC 的保护。CRC 采用 CCITT 多项式 0x1021 计算，预装载值为 0xFFFF。外部主机负责在发送至 KP497 的数据末尾添加 CRC 值，并校验 KP497 返回数据的CRC值。更多详细信息可参见 KP497 用户手册。

以下流程图概述了 KP497 在工作状态下的行为：

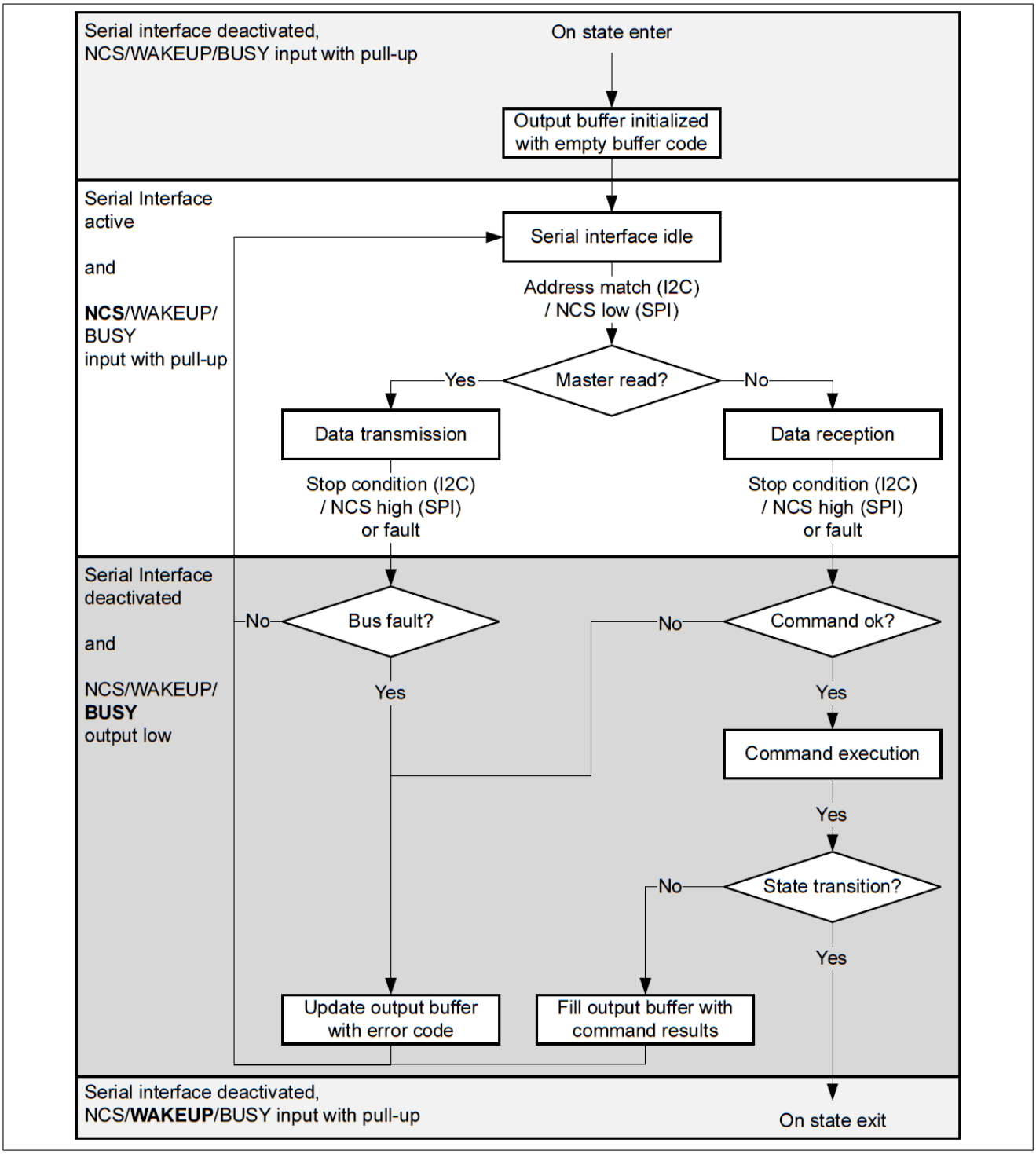



**图 6　　KP497 工作状态流程图**

### 5.1.3　睡眠状态

在睡眠状态下，器件处于非启用状态，平均电流消耗最低。器件不响应串行接口上的任何通信。睡眠状态只能通过外部唤醒退出。

### 5.1.4 自主状态

自主状态（AS）是一种高度可配置的工作状态，可在最优功耗效率下对压力、加速度或两者同时进行自主监测。AS 在工作状态下通过串行接口命令来完成配置并进入。处于 AS 期间时，串行接口将被禁用，主机发送的命令无效。器件将代替外部主机定期进行测量，并利用测量结果评估阈值。

测量间隔、阈值及其评估方式，以及当超出阈值时（即测量结果超过上限阈值或低于下限阈值时）KP497 执行的动作，均通过一项或多项配置进行控制。要使用 AS，必须先将这些配置参数编程至器件中（详情参见第 5.1.4.7 节）

作为避免器件在其功能范围之外运行的额外措施，KP497 在自主状态下定期进行温度测量。当温度低于 $T_{UT}$ 或高于 $T_{OT}$ 时，器件将转至工作状态。

#### 5.1.4.1 自主状态定时器

为了在固定间隔内进行测量，器件内置一个定时器，称为自主状态定时器。它作为 AS 中压力测量和加速度测量的前置计数器。此外，压力测量和加速度测量均设有独立的后置计数器，因此可为压力测量和加速度测量设置不同的测量间隔。

#### 5.1.4.2 自主状态测量缓冲区

除对阈值进行评估外，AS 中采集的压力值和加速度值还会被写入专用的测量缓冲区。器件分别为压力测量和加速度测量各配备一个专用缓冲区。

这两个缓冲区各自最多可存储 $L_{MEAS_BUFFER}$ 个测量值，并以环形缓冲区形式实现。*即*，当缓冲区已存储 $L_{MEAS_BUFFER}$ 个值时，每次执行相应测量并因此写入新值时，最早的测量值就会被覆盖。通过这种方式，缓冲区中始终保存着最新的测量结果。

当器件从工作状态进入 AS 时，或由于阈值超出或超时导致配置更换时，测量缓冲区将被清空。器件从 AS 转至工作状态后，可通过串行接口读取测量缓冲区中的数据。

#### 5.1.4.3 自主状态阈值动作

当超出阈值时，器件将执行以下四种动作之一：

1. 转至工作状态
2. 更改自主状态配置，不触发警报。
3. 更改自主状态配置，触发警报。
4. 转至加速度记录。此选项仅适用于加速度阈值。

超出阈值时，动作选项 2 和 3 支持实现多级监测，各级之间的测量间隔和阈值各不相同。

#### 5.1.4.4 自主状态历史记录

在 AS 期间，器件会维护配置历史记录。当超出某一阈值且所选动作为上述选项 2 或 3 时，超出该阈值前使用的配置将被添加到 AS 历史记录中。AS 历史记录以环形缓冲区形式实现。即当新配置被添加至 AS 历史记录中，若已存储 $L_{HISTORY}$ 个配置时，最早的条目将被新条目替换。此外，器件从工作状态进入 AS 时，AS 历史记录将被清空。器件从 AS 转至工作状态后，可通过串行接口读取 AS 历史记录。

#### 5.1.4.5 自主状态超时

AS 历史记录的主要作用是在超时发生时恢复此前的配置：当超时发生时，器件会切换至 AS 历史记录中最新的一条配置，并将 AS 历史记录中对应的条目移除。换言之，超时发生时，AS 历史记录的行为类似于后进先出缓冲区。若超时发生时 AS 历史记录为空，则器件转至工作状态。对于每个配置，超时功能均可独立启用或禁用。

同样，超时专用后置计数器可针对每个 AS 配置单独设置。超时的前置计数器即为 AS 定时器。

### 5.1.4.6 自主状态阈值

器件在压力测量和加速度测量均支持以下四种阈值类型：

**表 9 自主状态的阈值类型**

| Threshold type | Description |
|---|---|
| Absolute | The last measurement result is directly compared to the threshold value(s). |
| Relative to On State | When the device transitions from On State to AS, a reference measurement is taken. For each measurement, the value of this reference measurement is subtracted from the new value. The resulting difference is compared to the threshold value(s). |
| Relative to configuration start | When the device changes the configuration for AS (either at transition from On State to AS or when a threshold is violated), a reference measurement is taken. For each measurement, the value of this reference measurement is subtracted from the new value. The resulting difference is compared to the threshold value(s). |
| Rate of change | The device performs a linear fit over the last $N_{Grad}$ values in the measurement buffer. The number $N_{Grad}$ of measurement values used for the linear fit is configurable. The result of the linear fit is then compared to the threshold value(s).<br>Since there need to be at least $N_{Grad}$ values in the measurement buffer, the threshold is evaluated only from the $N_{Grad}$-th measurement onwards after changing the configuration or after entering AS. |

对于压力和加速度，每次最多可同时选择两种阈值类型。压力和加速度所选用的阈值类型可以不同。此外，对于每种阈值类型，可定义上限阈值、下限阈值或同时定义两者。

### 5.1.4.7 自主状态配置

AS 使用存储在器件闪存中的配置。最多可存储 $N_{CONFIG}$ 个配置。初始状态下，器件没有预定义配置。因此，系统集成商必须确保在首次进入 AS 之前完成配置写入。

由于配置参数存储于闪存中，因此无论器件处于何种状态，甚至在断电时，这些配置均可保留。同时，只要写入次数不超过$N_{WRITE}$ 次，每个配置均可在任意时刻进行（重新）写入。

配置参数通过工作状态下串行接口上的命令写入，无需任何额外考量，例如额外信号、提高供电电压或特殊电路。换言之，外部主机可在器件处于工作状态期间的任意时刻更新配置参数。

每个自主状态配置包含以下设置：

- 一个 0 到 31 之间的数字，用作配置的标识符（ID）。每个数字只能分配一次。如果为配置指定的 ID 已被占用，则会覆盖现有配置。该 ID 用于在以下两种情况下选择 AS 配置：从工作状态进入 AS 时，或因超出阈值导致配置更换时。
- AS 定时器的周期。
- 若所选测量中包含加速度测量，且至少一个加速度阈值设置为转至加速度记录，则需配置加速度记录期间的采样数量。
- 超时后置计数器值以及超时功能的启用或禁用。
- 两种测量配置，其设置如下：
  - 在压力测量、加速度测量或不测量之间进行选择。两种测量配置所选用的传感器必须互不相同。

- 测量后置计数器设置。
- 两个阈值配置，其设置如下：
  - 可选择绝对阈值、相对于工作状态的相对阈值、相对于自主状态的相对阈值以及变化率阈值。这两种阈值配置所选的阈值类型必须互不相同。
  - 用于线性拟合以计算变化率的采样数量 $N_{Grad}$。此设置仅在选择变化率阈值时生效，否则忽略。
  - 启用或禁用下限阈值。
  - 下限阈值的阈值数值。
  - 超出下限阈值所执行的动作。
  - 启用或禁用上限阈值。
  - 上限阈值的阈值数值。
  - 超出上限阈值时所执行的动作。

### 5.1.4.8 自主状态流程图

下方图 7 展示了自主状态的流程：

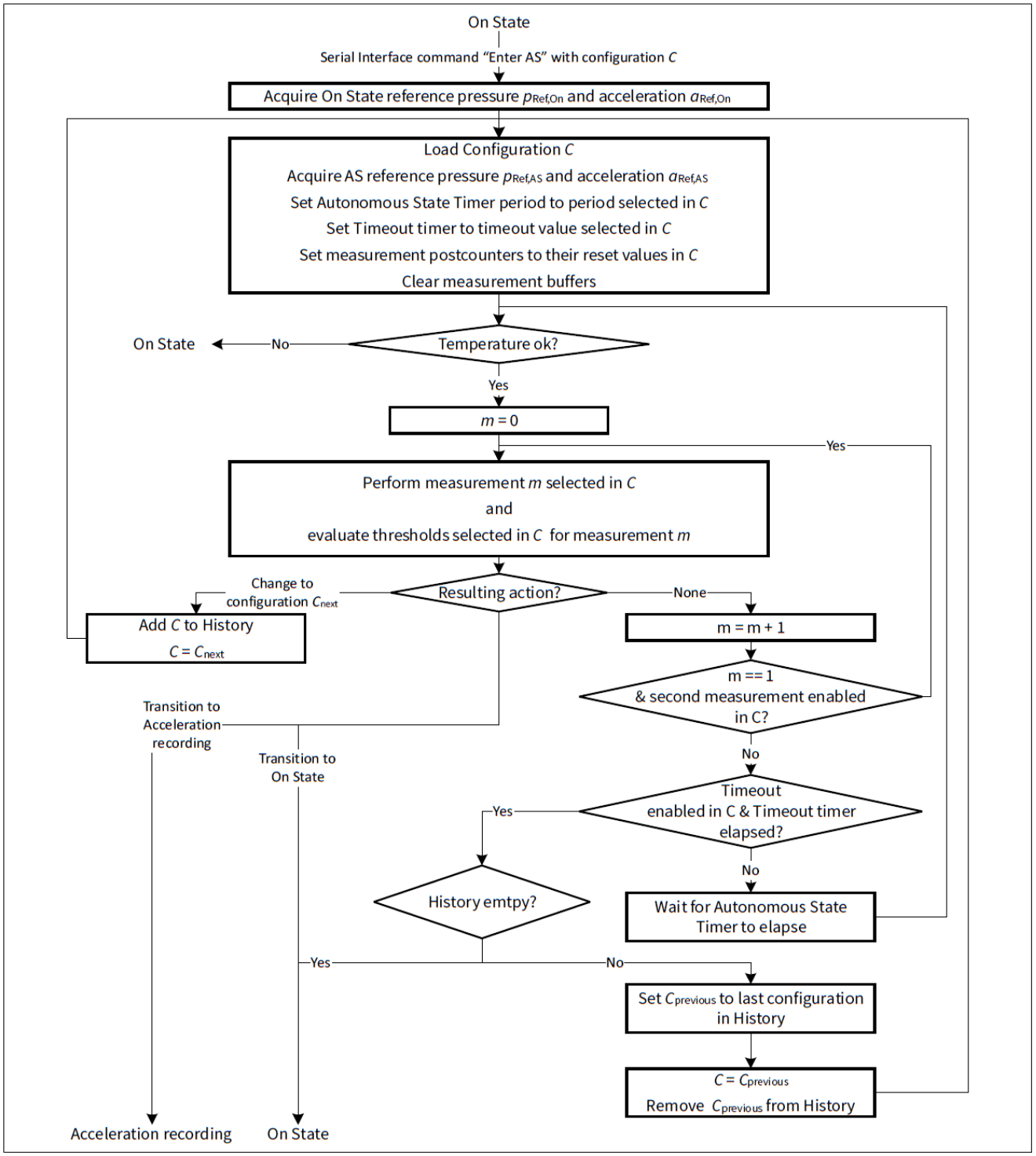



**图 7 自主状态流程图**

图 7 中 “Perform measurement m selected in C and evaluate thresholds selected in C for measurement m” 这一模块的详细流程，如下图所示：

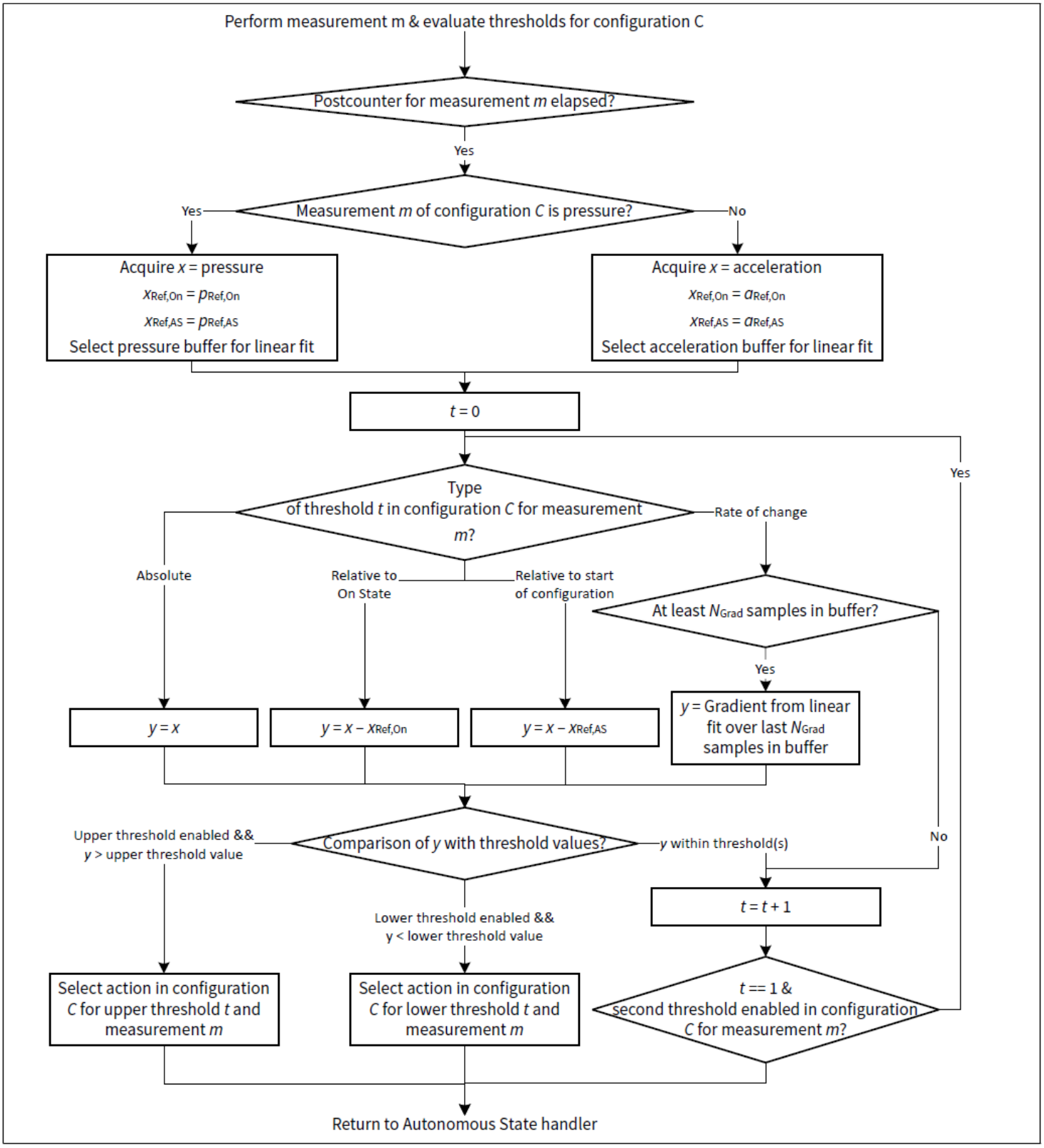



**图 8　　自主状态下的测量与阈值评估流程图**

### 5.1.4.9 自主状态特性

**表 10 自主状态特性**

| Parameter | Symbol | Values | | | Unit | Note or condition |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Min. | Typ. | Max. | | |
| Selectable range for Autonomous State Timer | $t_{AUTO}$ | 0 | – | 733.184 | s | Timer tolerances not included. |
| Autonomous State Timer Tolerance | $TOL_{AS_TIMER}$ | -30 | – | +30 | % | Total tolerance of clock source for Autonomous State Timer including temperature drift |
| Configuration History buffer size | $L_{HISTORY}$ | – | 16 | – | – | Number of configurations that can be stored internally for changing back to previous Autonomous State Configuration when a Time-Out occurs during Autonomous State. |
| Autonomous State Measurement Buffer size | $L_{MEAS_BUFFER}$ | – | 16 | – | – | |
| Number of supported Autonomous State configurations | $N_{CONFIG}$ | – | 32 | – | – | |
| Selectable range for number of measurements for gradient calculation | $N_{Grad}$ | 2 | – | $L_{MEAS_BUFFER}$ | – | |
| Selectable range for number of measurements during acceleration recording | $N_{REC}$ | 1 | – | 65535 | – | |
| Pressure sampling time in Autonomous State | $t_{AUTO_PRESS}$ | – | 1.55 | – | ms | $T_{OP}$ = 25°C |

（表格续下页……）

表 10 （续）自主状态特性

| Parameter | Symbol | Values | | | Unit | Note or condition |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Min. | Typ. | Max. | | |
| Acceleration sampling time in Autonomous State | $t_{AUTO_ACC}$ | – | 0.86 | – | ms | $T_{OP}$ = 25°C |
| Pressure+Acceleration sampling time in Autonomous State | $t_{AUTO_P+A}$ | – | 1.95 | – | ms | $T_{OP}$ = 25°C |
| Autonomous State under-temperature threshold | $T_{UT}$ | -40 | -37 | -34 | °C | If the temperature falls below this value, the device transitions from Autonomous State to On State |
| Autonomous State over-temperature threshold | $T_{OT}$ | 119 | 122 | 125 | °C | If the temperature rises above this value, the device transitions from Autonomous State to On State |

### 5.1.5 加速度记录

在加速度记录期间，器件定期测量加速度。与 AS 不同，测量结果不与阈值进行比较，而是采集预定义数量的样本。加速度记录期间的采样数量在触发进入加速度记录的 AS 配置中定义。同样，测量间隔与上次使用的 AS 配置中的测量间隔相同。所有样本采集完成后，器件将转至工作状态。

根据加速度记录期间执行的加速度测量结果，KP497 确定

- 加速度记录期间所有采样中的加速度最大值，
- 加速度记录期间所有采样中的加速度最小值，以及
- 加速度记录期间所采集加速度值的直方图。在加速度记录期间，该直方图由 $N_{BINS_REC}$-1 个宽度为 $a_{BIN_REC}$ 的区间以及一个覆盖加速度范围 $-a_{BIN_REC} < a < +a_{BIN_REC}$ 的区间组成。各区间以 0 g 为中心对称分布。所有超过最高区间上限值的测量值均计入最高区间；所有低于最低区间下限值的测量值均计入最低区间。

加速度记录完成后，可通过串行接口读取最大值、最小值和直方图数据。直方图区间宽度可在规定范围内进行调整。

### 5.1.5.1 加速度记录特性

**表 11 加速度记录特性**

| Parameter | Symbol | Values | | | Unit | Note or condition |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Min. | Typ. | Max. | | |
| Nominal bin width during recording | $a_{BIN_REC}$ | – | 2 | – | g | Applies to all bins except the bin around 0 g. The bin around 0 g has a width of $2 \times a_{BIN_REC}$ Measurement errors are not included. |
| Number of bins during recording | $N_{BINS_REC}$ | – | 61 | – | – | |

## 5.2 数据存储

KP497 内部闪存中有 3 kB 存储空间可用于存储数据。存储在这 3 kB 中的数据不会被 KP497 使用。当器件处于工作状态时，外部主机可随时通过串行接口以 32 字节为单位向该闪存区域进行读写操作。但是，每个32字节块的写入次数不得超过$N_{WRITE}$ 次。

可用存储空间划分为三个部分。每个部分的大小为 1 kB，且最后两个字节保留用作锁定字节。分区方式以及锁定字节的位置如图 9所示 。

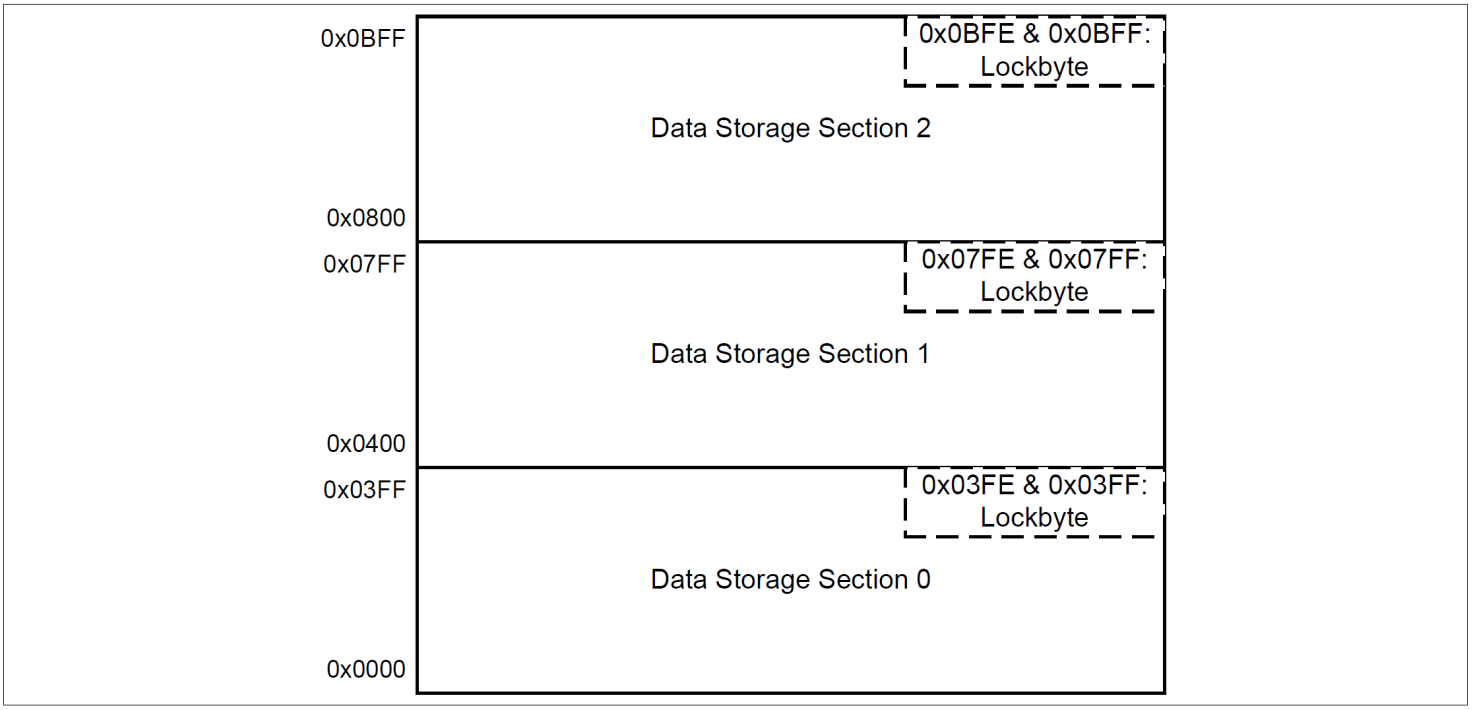



**图 9 用于数据存储的闪存分区及锁定字节位置**

当外部主机向某个扇区的锁定字节写入与 0x6969 的汉明距离不超过 3 的值时，该扇区将在以下三种情况之一发生后被锁定：

- 发生复位，或
- 器件进入睡眠状态，或
- 器件作为自主状态的一部分进入低功耗状态，且自主状态定时器的标称周期至少为300 ms。

扇区一旦被锁定，该扇区的数据就无法再进行修改。已锁定扇区的数据仍可正常读取。

## 5.3 数字接口

为实现与外部主机的交互，KP497 配备一个外部唤醒、一个警报引脚以及两种串行接口。可用的串行接口为 I2C 和 3 线 SPI。两种接口均仅支持从设备模式。此外，两种接口中仅能有一个处于启用状态。

### 5.3.1 警报

KP497的 ALERT 引脚专用于在需要外部主机响应时将其唤醒。

器件进入工作状态时，ALERT 引脚由器件主动拉高，并保持主动高电平状态，直至被外部主机明确对其清除。如果在 ALERT 引脚未被清除的情况下进入睡眠状态或自主状态，则 ALERT 引脚在睡眠状态或自主状态期间仍保持高电平。

在自主状态下，当器件因超出阈值而转至另一个自主状态配置时，ALERT 引脚可能短暂处于主动高电平状态。在这种情况下，当自主状态下执行下一次测量时，ALERT 引脚将被置为输出低电平。

在复位期间，该引脚为带内部上拉电阻的输入引脚；该状态将持续至串行接口选择启动，或（若串行接口已恢复）直至进入工作状态。

### 5.3.2 外部唤醒

器件支持外部唤醒功能。外部唤醒在自主状态和睡眠状态下始终处于启用状态。外部唤醒触发后，器件将进入工作状态。

外部唤醒通过WAKEUP 引脚实现。WAKEUP 引脚为带内部上拉电阻的数字输入引脚。要触发外部唤醒，必须将该引脚拉低。

外部唤醒是电平触发的。因此，为使器件进入并保持在自主状态或睡眠状态，必须通过主动拉高或依靠内部上拉电阻向 WAKEUP 引脚施加高电平。

### 5.3.3 上电及软复位后的串行接口选择

初始状态下，KP497的串行接口未配置。上电后，可通过向 SCL/CLK 和 SDA/DATA 引脚施加特定电平，同时将 NCS/WAKEUP/BUSY 引脚拉低来选择KP497的串行接口。详细的选择机制可参见用户手册。

通过上述方式选定串行接口后，可通过专用的串行接口命令将其锁定。由命令锁定的串行接口可与当前正在使用的串行接口不同。一旦锁定了串行接口，就无法再进行更改，即使复位后，器件也始终使用已锁定的串行接口。

只要串行接口未被锁定，所选的串行接口将保持启用状态直至下次复位；每次上电复位或软复位后，必须重新选择串行接口。

建议始终锁定串行接口。

### 5.3.4 数字接口特性（SPI 和 I2C 通用）

**表 12 数字接口特性（SPI 和 I2C 通用）**

| Parameter | Symbol | Values | | | Unit | Note or condition |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Min. | Typ. | Max. | | |
| Input High Voltage | $V_{IH}$ | 0.8 | – | – | $V_{DD}$ | |
| Input Low Voltage | $V_{IL}$ | – | – | 0.2 | $V_{DD}$ | |
| Output High Voltage | $V_{OH}$ | $V_{DD}$ -0.3 | – | – | V | $I_{load}$ = 1 mA |
| Output Low Voltage | $V_{OL}$ | – | – | 0.3 | V | $I_{load}$ = -1 mA |
| SCL/CLK and SDA/DATA Input Capacitance | $C_{IN_1,2}$ | – | – | 10 | pF | |
| SCL/CLK and SDA/DATA Input Leakage Current | $I_{IN_1,2}$ | -1 | – | 1 | µA | For lowest current consumption the input high voltage should be VDD - 0.05 V or higher. The input low voltage should be maximal 0.05 V. |
| NCS/WAKEUP Input Leakage Current | $I_{IN_3}$ | -1 | – | 1 | µA | $T_{OP}$ = -40°C to 90°C.<br>For lowest current consumption the input high voltage should be VDD - 0.05 V or higher. The input low voltage should be maximal 0.05 V. |
| NCS/WAKEUP Input Leakage Current, HT | $I_{IN_3_HT}$ | -2 | – | 2 | µA | $T_{OP}$ = 90°C to 125°C.<br>For lowest current consumption the input high voltage should be VDD - 0.05 V or higher. The input low voltage should be maximal 0.05 V. |
| Equivalent pull-up resistors NCS/ WAKEUP and ALERT | $R_{PULL_3V}$ | 15 | – | 70 | kΩ | $V_{IN_PPx}$ = 1.5 V, $V_{DD}$=3 V; Valid for pins NCS/WAKEUP/BUSY and ALERT. |

### 5.3.5 I2C 从设备接口

7 位 I²C 从设备地址固定为 0x36。该地址后紧跟读/写位。因此，含读/写位在内，对 KP497 进行写访问的地址为 0x6C，读访问的地址为 0x6D。

KP497 检测到地址匹配后，器件将不再对看门狗进行处理，直至检测到停止条件或 I²C 总线上发生其他故障。因此，I²C 帧从开始到停止条件的持续时间不得超过 $T_{WD}$ 。

器件同样会对使用保留 I²C 地址 0x2E 的地址字节进行应答。但是，发送到该地址的完整 I²C 命令不会被应答，也不会被执行。

**表 13　　I2C 特性**

| Parameter | Symbol | Values | | | Unit | Note or condition |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Min. | Typ. | Max. | | |
| I2C datarate | $DR_{I2C}$ | – | – | 1000 | kbit/s | |
| Equivalent pull-up resistors at SCL and SDA | $R_{PULLUP}$ | 5.9 | 8.4 | 11 | kΩ | |
| I2C inactive time | $t_{d,I2C}$ | 13 | – | – | µs | After the stop condition of an I2C read, the external master needs to wait at least $t_{d,I2C}$ before generation of the next start condition.<br>The I2C inactive time after a master write depends on the data sent to KP497 and is typically longer than $t_{d,I2C}$. |

## 5.3.6　　SPI 从设备接口

器件的 SPI 接口为 3 线半双工 SPI，由片选（NCS引脚）、时钟（CLK 引脚）和数据（DATA 引脚）组成。通过 SPI 与 KP497 通信时，外部主机必须将 NCS 引脚拉低。

SPI 模式固定为模式 3。因此，接收数据在上升沿采样，而发送数据在下降沿移出。此外，外部主机拉低NCS 引脚时以及释放 NCS 引脚时，时钟必须保持高电平 。

要从 KP497 读取数据，外部主机须先发送字节 0x6C，然后保持 NCS 引脚低电平并持续运行时钟，直到从 KP497 接收完所有数据。

只要外部主机保持 NCS 引脚为低电平，器件将停止处置看门狗。因此，SPI 帧从 NCS 引脚拉低至释放 NCS 引脚的持续时间不得超过 $T_{WD}$。

SPI 接口的时序参数见下方表 14，图 10 给出了这些时序参数的定义。

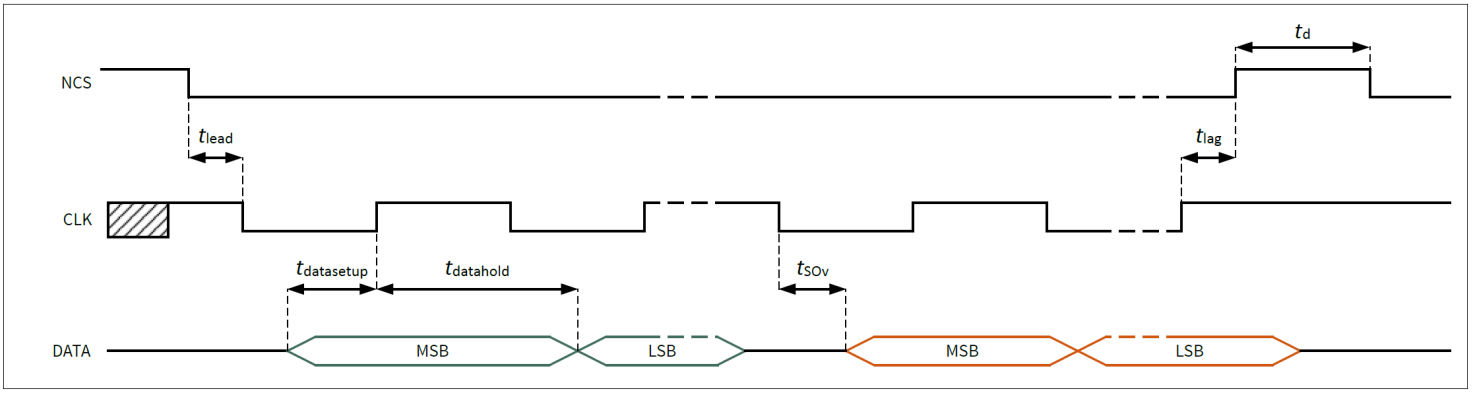



**图 10　　SPI 时序**

表 14 SPI 特性

| Parameter | Symbol | Values | | | Unit | Note or condition |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Min. | Typ. | Max. | | |
| SPI datarate | $DR_{SPI}$ | – | – | 250 | kbit/s | |
| DATA setup time | $t_{datasetup}$ | 200 | – | – | ns | |
| DATA hold time | $t_{datahold}$ | 200 | – | – | ns | |
| DATA valid time | $t_{SOv}$ | – | – | 1 | µs | |
| NCS lead time | $t_{lead}$ | 2 | – | – | µs | |
| NCS trail time | $t_{lag}$ | 2 | – | – | µs | |
| NCS inactive time | $t_{d,SPI}$ | 21 | – | – | µs | Applies to SPI master read. The SPI inactive time after a master write depends on the data sent to KP497 and is typically longer than $t_{d,SPI}$. |
| CLK duty cycle | $DC_{CLK}$ | 30 | – | 70 | % | Amount of time that CLK must be high during each SPI clock cycle in percent of one SPI clock period. |

## 5.4 自诊断

器件集成了多种自诊断功能，可分为以下三类：常开自诊断功能、内部触发的自诊断检查以及外部触发的诊断检查。

### 5.4.1 常开自诊断功能

下方表 15 中列出的诊断检查项会对器件进行持续监控。

表 15 常开自诊断检查

| Diagnosis Check | Description |
|---|---|
| Under voltage Detection | The Undervoltage Detector monitors the supply voltage applied on VDD. When the voltage drops below the threshold where correct operation of the device cannot be ensured anymore, an Undervoltage reset is triggered. |
| Power On reset (POR) | When the supply voltage on VDD drops below a second threshold lower than the Undervoltage threshold, the device triggers a Power On reset instead. |
| Error Correction Code (ECC) | The ECC monitors the integrated Flash memory for bit failures. If a 1 bit failure occurs within a 32 byte long flash line, this failure is corrected. 2 bit failures within a flash line are always detected. For 3 or more bit failures within a flash line the ECC provides partial coverage. When a 2 bit failure within a flash line is detected, a ECC reset is triggered. |
| Brown-Out Detection (BOD) | The Brown-Out Detector monitors the internal regulated voltage domain. If the regulated voltage drops below an internal threshold, proper functioning of the device cannot be ensured any more and a BOD reset is triggered. |

（表格续下页……）

表 15 （续）常开自诊断检查

| Diagnosis Check | Description |
|---|---|
| Watchdog (WD) | The WD prevents the CPU from being stuck. If the CPU is stuck, a WD reset is triggered when the WD timer elapses. |
| Hardfault detection | If the MCU performs an invalid operation, the device triggers a Softreset and the hardfault source is indicated in the Device Status Register |

### 5.4.2 内部触发的自诊断检查

下方表 16 列出了以下两种情况下执行的检查项：在工作状态下执行特定串行接口命令时，以及在自主状态下执行特定动作时。表 16 还对每种检查项在各器件状态下的执行时机、检查失败时器件的响应方式以及失败结果的读取方式进行了详细说明。

表 16 内部触发的自诊断检查

| Diagnosis Check | Description | Execution and failure reaction | |
|---|---|---|---|
| | | On State | Autonomous State |
| Calibration data check | All sensor calibration data is protected by a CRC. The check determines the validity of the calibration data by checking the correctness of the CRC. | The checks are performed every time a measurement is triggered through the serial interface.<br>The checks are sensor specific, e.g., when performing a pressure measurement, the check is performed for the pressure sensor only.<br>The result of the checks is provided as part of the read-out of the measurement result. | The check is performed every time a measurement is performed. The checks are sensor specific, e.g., when performing a pressure measurement the check is performed for the pressure sensor only.<br>If at least one of the checks fails, the device transitions to On State and the failed check is indicated in the Device Status Register. |
| Wirebond check | The sensor is capable to detect a malfunction of the wirebonds between the pressure or acceleration sensor and the ASIC. | | |
| ADC and numerical under-/overflow | The analog signal received by the ADC as well as its numerical output are checked against the valid ranges. | | |
| Accelerometer breakage check | The sensor is capable to detect, if the acceleration sensor beam is broken. | The checks are performed every time an acceleration measurement is triggered through the serial interface.<br>The result of the checks is provided as part of the read-out of the measurement result. | The check is performed every time an acceleration measurement is performed.<br>If the check fails, the device transitions to On State and the failed check is indicated in the Device Status Register. |

（表格续下页……）

表 16 （续）内部触发的自诊断检查

| Diagnosis Check | Description | Execution and failure reaction | |
|---|---|---|---|
| | | On State | Autonomous State |
| Autonomous State configuration check | Each Autonomous State configuration that is defined by the user is protected by a CRC. The check determines the validity of the calibration data by checking the correctness of the CRC. | The check is performed whenever the command to enter Autonomous State is received. If the check fails, the device does not enter Autonomous State and remains in On State instead. | The check is performed, whenever the Autonomous State configuration changes due to the violation of a threshold. Moreover, for long Autonomous State Timer periods, it is performed once Autonomous State Timer period.<br>If the check fails, the device transitions to On State and the failure is indicated by the Device Status Register. |
| Temperature monitoring | During Autonomous State, the temperature is monitored to ensure that the device is not operated outside its functional temperature range. | - | The temperature is measured every time the Autonomous State Timer elapses and checks the temperature against thresholds. If the temperature is outside these thresholds, the device transitions to On State and the failure is indicated by the Device Status Register. |

***注意：ADC 及数值上溢/下溢的有效范围均大于器件的实际工作范围。因此，该检查项不能用于精确判断例如压力是否处于有效测量范围之内。***

## 5.4.3 外部触发的诊断检查

下方表 17 中列出的检查项可在器件处于工作状态时执行。这些检查需要由用户通过串行接口触发。触发后，可通过串行接口读取检查结果。

表 17 外部触发的自诊断检查

| Diagnosis Check | Description |
|---|---|
| Signal path and ADC check | A check of the signal path and the ADC is performed. This is achieved by applying an internal test voltage to the analog signal chain and performing an ADC conversion. The result of the ADC conversion finally is checked against the applied internal voltage. |
| Memory check | A CRC check of the internal memories of KP497 is performed. |

（表格续下页……）

表 17 （续）外部触发的自诊断检查

| Diagnosis Check | Description |
|---|---|
| Clock check | The frequencies of the internal clocks for the Autonomous State Timer, the ADC and the CPU are checked against each other.<br>Additionally, the external master can check the frequency of the clock for the ADC and the CPU by measuring the busy signal during the Self-Test command: During the execution of the Self Test command, KP497 pulls the BUSY pin actively low. By measuring the time that the BUSY pin is pulled low and comparing it to the nominal execution time specified in the User Manual, the external master can determine the deviation of the clock for the ADC and the CPU from its nominal frequency. |

### 5.4.4 器件复位

为避免器件超出工作范围运行或出现持续性故障，器件内置了复位电路。复位可由常开自诊断功能表中所述的复位源触发。此外，器件还提供软复位功能，可由外部主机在工作状态下通过串行接口命令触发。当 VDD 引脚上的电压升高至复位释放阈值 $V_{THR}$ 以上时，器件即从复位释放。复位释放后，器件将进入复位状态。

器件从复位状态切换至工作状态后，外部主机可通过器件状态寄存器读取复位源。

### 5.4.5 器件状态寄存器

KP497 配备了一个状态寄存器。状态寄存器收集以下事件的发生信息：

- 器件复位
- 外部唤醒
- 自主状态超时
- 超出阈值
- 自主状态期间的诊断检查
- 加速度记录状态

对于超出阈值的事件，状态寄存器针对每种测量类型与阈值类型的组合各包含两个位：其中一个位指示超出上限阈值，另一个位指示超出下限阈值。

# 6 应用信息

KP497 所需的外部元件和外部连接取决于采用的串行接口（I²C 或 SPI），具体如图11 和图 12 所示。图中连接至引脚 VDD 和 VREG 的电容规格见表 4。VDD 引脚处的电容用于抑制内部稳压器启动时产生的峰值电流。为进一步抑制峰值电流，可使用大于 $C_{VDD}$ 规定值的电容。

## 6.1 I2C接口

图 11 展示了使用I²C 时的典型应用示意图。虚线所示连接为可选连接，可供外部主机通过 KP497 的 BUSY 引脚判断前一个串行接口命令的结果何时就绪。

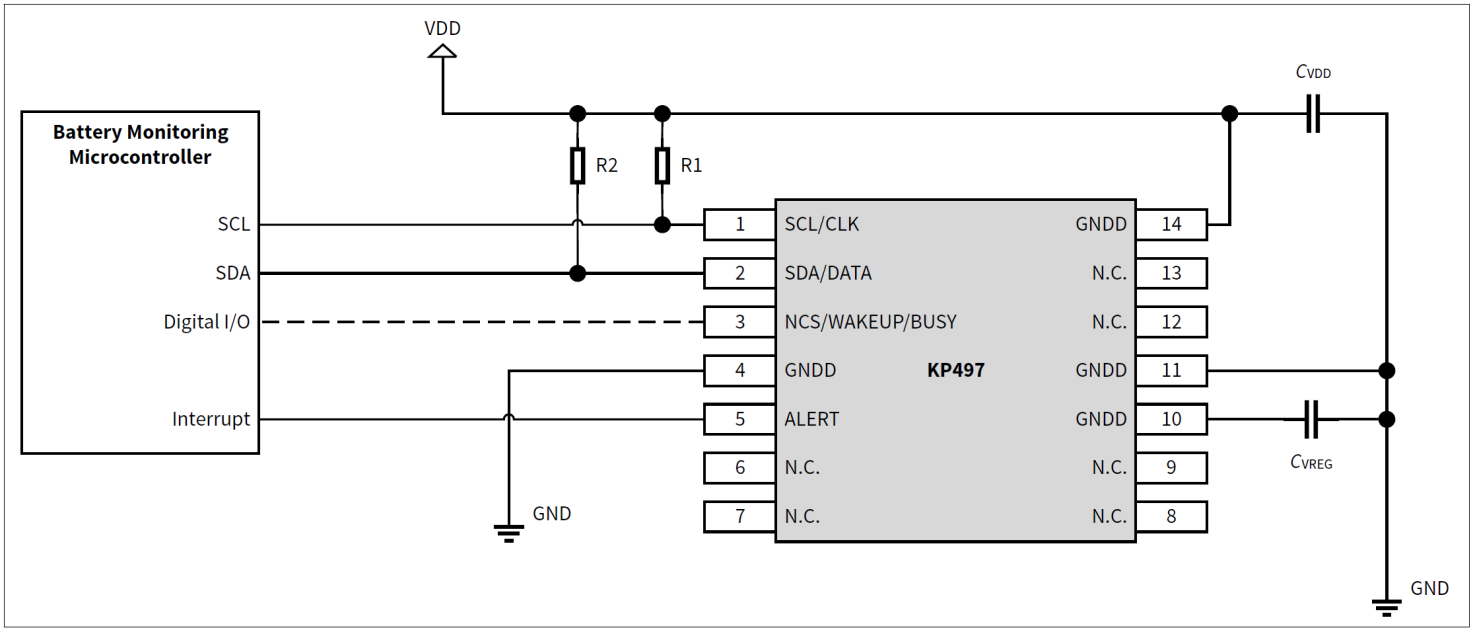



**图 11 KP497 使用I²C接口的应用示意图**

KP497 的 I²C 引脚内置上拉电阻。但是，根据容性负载和数据速率的不同，可能需要配置外部上拉电阻 R1 和 R2。上拉电阻阻值的选取由系统集成商确定。若仅使用内部上拉电阻，在 400 kbit/s 速率下，任一引脚的最大负载电容为 32 pF。即使配置外部上拉电阻，在 1000 kbit/s 速率下，任一引脚的最大负载电容也仅为 80 pF。

若使用外部上拉电阻，其阻值不得低于 1.5 kΩ。

## 6.2 SPI 接口

图 12 展示了使用 4 线 SPI 主机时的最简应用原理图。

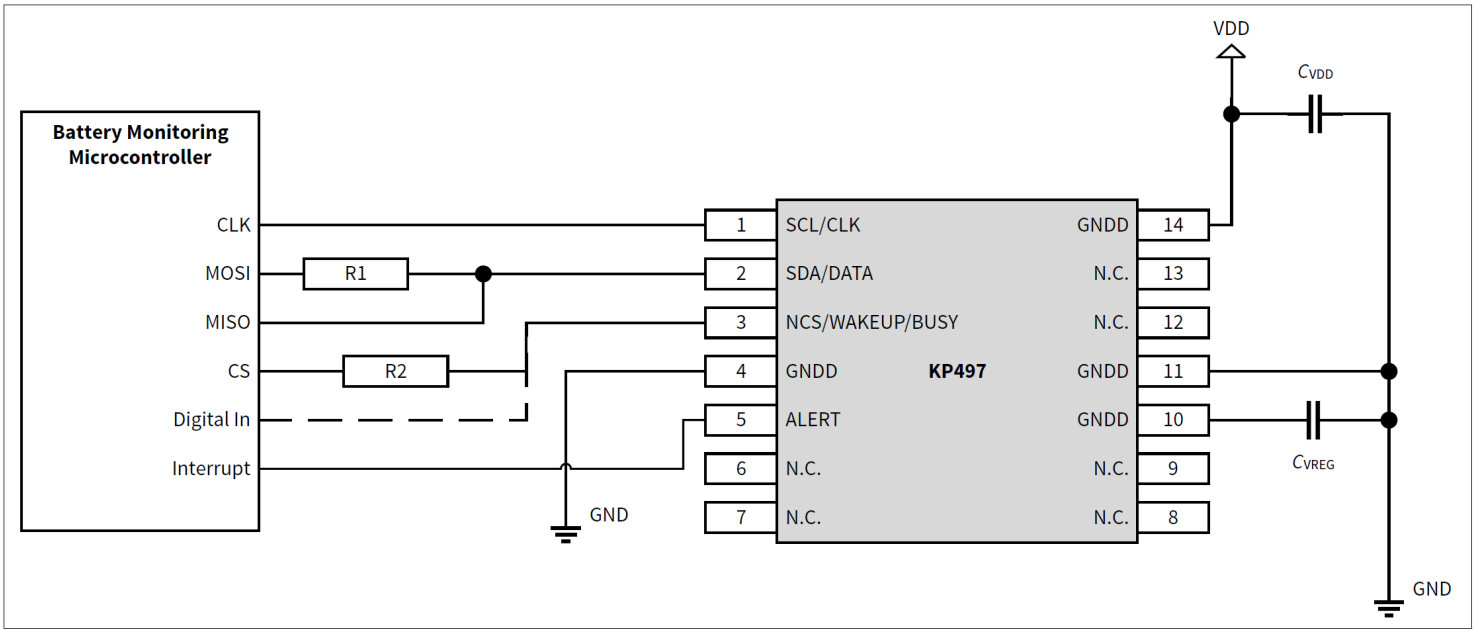



**图 12 使用 SPI 接口的应用示意图**

在 KP497 通过 SPI 发送数据时，外部主机 MOSI 引脚处的电阻 R1 用于避免外部主机的MOSI 引脚与 KP497 的DATA 引脚输出之间产生冲突。R1 推荐阻值约为 10 kΩ。

电阻 R2 用于在 SPI 主机将 NCS/WAKEUP/BUSY 线拉低时，减小流经 KP497 内部上拉电阻的电流。同时，该电阻值必须足够小，以确保 KP497 引脚上的电压在 $V_{IL}$ 规定的范围内。R2 推荐阻值为 3 kΩ。

图 12 中从 NCS/WAKEUP/BUSY 引脚至电池监控微控制器 “Digital In” 引脚之间的虚线连接为可选连接。当外部主机不支持在 SPI 传输间将 CS 引脚切换为输入模式时，该连接可用于监测 NCS/WAKEUP/BUSY 引脚状态。添加此连接后，外部主机可通过检测 KP497 何时释放 NCS/WAKEUP/ BUSY 引脚来判断 KP497 的 SPI 接口何时准备就绪。

# 7 封装信息

封装类型为 PG-DSOSP-14-84。绿色封装符合无铅组装的焊接条件。湿度敏感度为 MSL 1，焊接曲线符合 JEDEC-J-STD-020D 标准，峰值温度为 250°C。

## 7.1 封装图

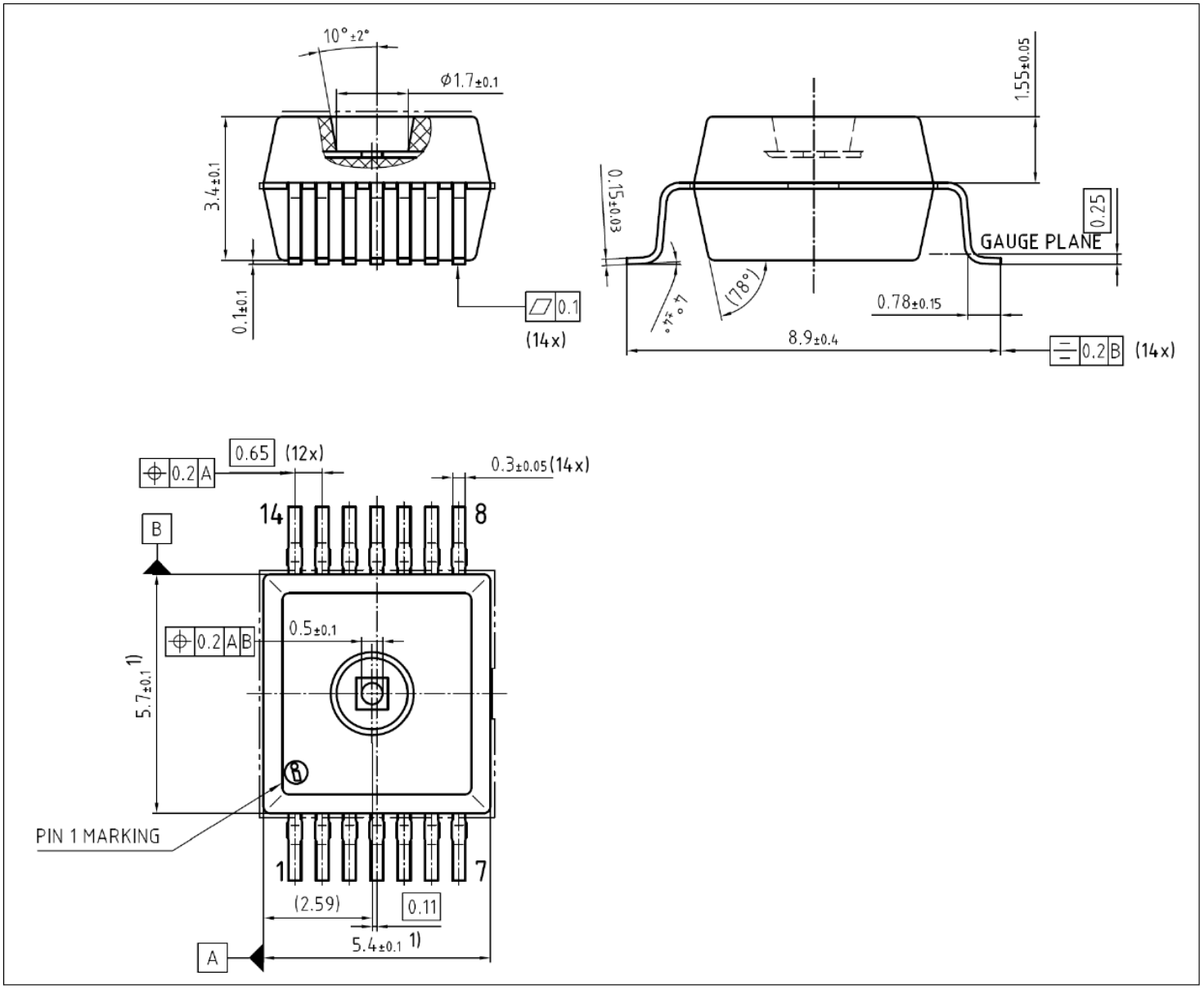



图 13

## 7.2 封装标记

激光标记由四个字段组成：

- 11 位批号代码
- 5 位日期代码，总是以 G 开头，然后是 2 位数字年份代码和 2 位数字星期代码，其中 YY 是生产年份减去 2000，WW 是日历星期。
- 5 位产品标识符，其中 x 取决于产品型号变体。
- 引脚 1 标记

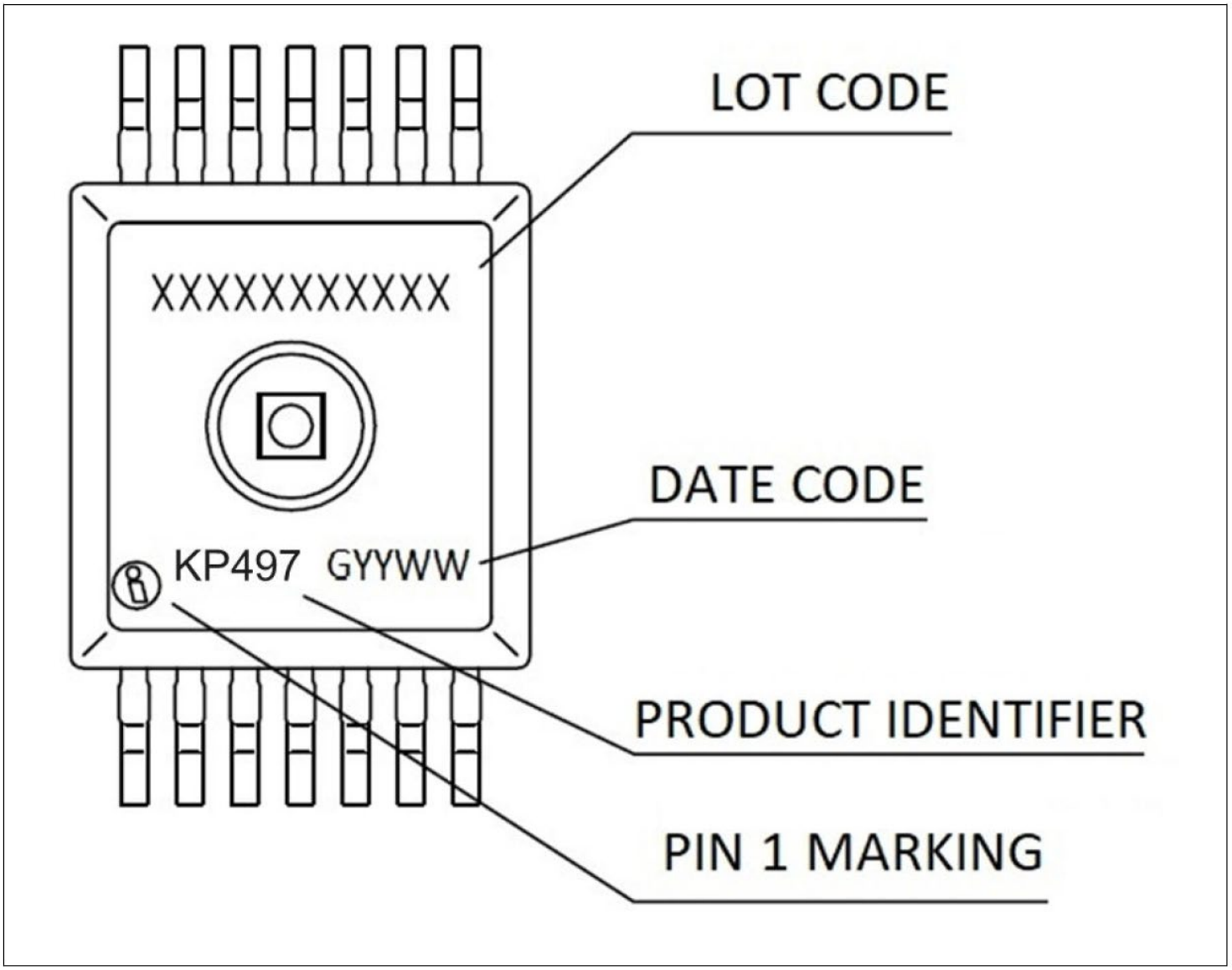



**图 14 封装标记**

# 8 修订记录

**表 18 修订记录**

| Document version | Date of release | Description of changes |
|---|---|---|
| 1.00 | 2025-11-05 | Initial release |
| 1.01 | 2025-12-04 | Package Information added |

**Trademarks**

All referenced product or service names and trademarks are the property of their respective owners.

**Edition 2025-12-04**

**Published by**

**Infineon Technologies AG**

**81726 Munich, Germany**

**© 2025 Infineon Technologies AG**

**All Rights Reserved.**

**Do you have a question about any aspect of this document?**

**Email: erratum@infineon.com**

**Document reference**
**IFX-ckc1714474631239**

**Important notice**

The information given in this document shall in no event be regarded as a guarantee of conditions or characteristics ("Beschaffenheitsgarantie").

With respect to any examples, hints or any typical values stated herein and/or any information regarding the application of the product, Infineon Technologies hereby disclaims any and all warranties and liabilities of any kind, including without limitation warranties of non-infringement of intellectual property rights of any third party.

In addition, any information given in this document is subject to customer's compliance with its obligations stated in this document and any applicable legal requirements, norms and standards concerning customer's products and any use of the product of Infineon Technologies in customer's applications.

The data contained in this document is exclusively intended for technically trained staff. It is the responsibility of customer's technical departments to evaluate the suitability of the product for the intended application and the completeness of the product information given in this document with respect to such application.

**Warnings**

Due to technical requirements products may contain dangerous substances. For information on the types in question please contact your nearest Infineon Technologies office.

Except as otherwise explicitly approved by Infineon Technologies in a written document signed by authorized representatives of Infineon Technologies, Infineon Technologies' products may not be used in any applications where a failure of the product or any consequences of the use thereof can reasonably be expected to result in personal injury.

## 免责声明

请注意，本文件的原文使用英文撰写，为方便客户浏览英飞凌提供了中文译文。该中文译文仅供参考，并不可作为任何论点之依据。
由于翻译过程中可能使用了自动化程序，以及语言翻译和转换过程中的差异，最后的中文译文与最新的英文版本原文含义可能存在不尽相同之处。
因此，我们同时提供该中文译文版本的最新英文原文供您阅读，请参见 http://www.infineon.com
英文原文和中文译文版本之间若存有任何歧异，以最新的英文版本为准，并且仅认可英文版本为正式文件。
**您如果使用本文件，即表示您同意并理解上述说明。英飞凌不对因翻译过程中可能存在的任何不完整或不准确信息而产生的任何直接或间接损失或损害负责。英飞凌不承担中文译文版本的完整性和准确性责任。如果您不同意上述说明，请不要使用本文件。**

**Trademarks**
All referenced product or service names and trademarks are the property of their respective owners.

版本 **2026-09-22**

**Infineon Technologies AG** 出版，
德国 **Neubiberg 85579**

版权 © **2026 Infineon Technologies AG**
及其关联公司。
保留所有权利。

**Do you have a question about this document?**

**Email:**

erratum@infineon.com

**重要通知**

**Infineon Technologies AG** 及其关联公司（以下简称 "英飞凌"）销售或提供和交付的产品（可能也包括样品，且可能由硬件或软件或两者组成）（以下简称 "产品"），应遵守客户与英飞凌签订的框架供应合同或其他书面协议的条款和条件，如无上述合同或其他书面协议，则应遵守适用的英飞凌销售条件。只有在英飞凌明确书面同意的情况下，客户的一般条款和条件或对适用的英飞凌销售条件的偏离才对英飞凌具有约束力。

为避免疑义，英飞凌不承担不侵犯第三方权利的所有保证和默示保证，例如对特定用途/目的的适用性或适销性的保证。

英飞凌对与样品、应用或客户对任何产品的具体使用有关的任何信息或本文档中给出的任何示例或典型值概不负责。

本文件中包含的数据仅供具有技术资格和技能的客户代表使用。客户有责任评估产品对预期应用和客户特定用途的适用性，并在预期应用和客户特定用途中验证本文件中包含的所有相关技术数据。客户有责任正确设计、编程和测试预期应用的功能性和安全性，并遵守与其使用相关的法律要求。

除非英飞凌另行明确批准，否则产品不得用于任何因产品故障或使用产品的任何后果可合理预期会导致人身伤害的应用。但是，上述规定并不妨碍客户在英飞凌明确设计和销售的使用领域中使用任何产品，但是客户对应用负有全部责任。

英飞凌明确保留根据适用法律，如《德国版权法》（UrhG）第 44b 条，将其内容用于商业资料和数据探勘（TDM）的权利。

如果产品包含安全功能：
由于任何计算设备都不可能绝对安全，尽管产品采取了安全措施，但英飞凌不保证产品不会被入侵、数据不会被盗或遗失，或不会发生其他漏洞（以下简称"安全漏洞"），英飞凌对任何安全漏洞不承担任何责任。

如果本文档包含或引用软件：
根据美国、德国和世界其他国家的知识产权法律和条约，该软件归英飞凌所有。英飞凌保留所有权利。因此，您只能按照软件附带的软件授权协议的规定使用本软件。

如果没有适用的软件授权协议，英飞凌特此授予您个人的、非排他性的、不可转让的软件知识产权授权（无权转授权）：(a) 对于以源代码形式提供的软件，仅在贵组织内部修改和复制该软件用于英飞凌硬件产品；及 (b) 对于以二进制代码(binary code)形式对外向终端用户分发该软件，仅得用于英飞凌硬件产品。禁止对本软件进行任何其他使用、复制、修改、翻译或编译。有关产品、技术、交货条款和条件以及价格的详细信息，请联系离您最近的英飞凌办公室或访问 **https://www.infineon.com**。