

产品规格书

温度·湿度传感器:HSU-CHM-04A

北陆电气工业株式会社

- 目录 -

1. 适用范围	.....	- 3 -
2. 概述·特点	.....	- 3 -
3. 外形尺寸及端子排列	.....	- 4 -
4. 基本外部接线图	.....	- 5 -
5. 绝对最大额定值	.....	- 6 -
6. 推荐工作条件	.....	- 6 -
7. 电气特性	.....	- 7 -
8. 可靠性测试规格	.....	- 10 -
9. 功能说明	.....	- 11 -
10. 通信时序图	.....	- 22 -
11. 关于I2C通信	.....	- 26 -
12. 注意事项	.....	- 27 -
13. 其他	.....	- 30 -

1. 适用范围

本规格书适用于温度传感器「HSU-CHM-04A」。

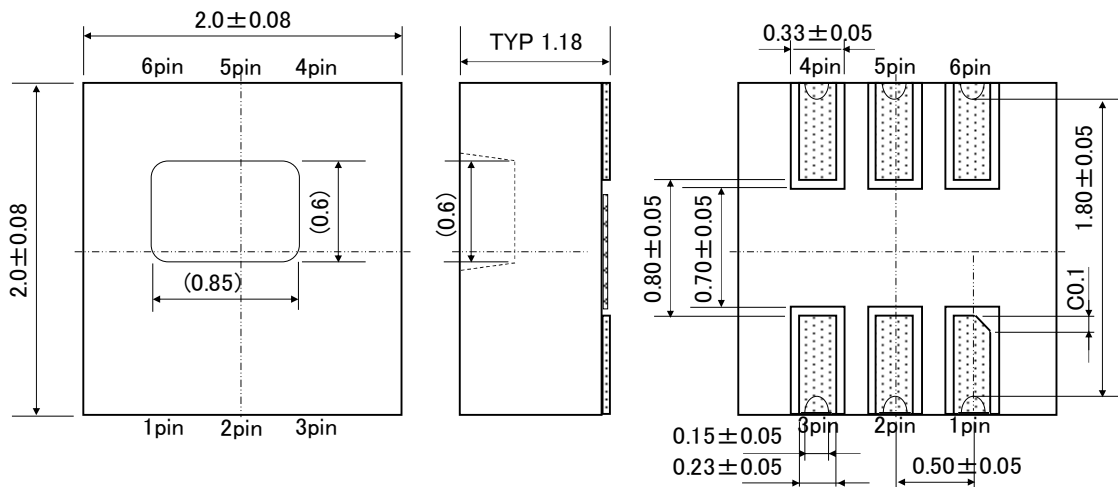
2. 概述·特点

通过将新型感湿膜传感器元件与专用IC组合,实现了高精度,高可靠性电容式湿度传感器。

- 高速响应性
- 2.0 × 2.0 × 1.18mm小型封装类型
- 应对宽范围驱动电压(1.62~5.5V)
- ±0.3°C,±2.0%RH的温湿度检测精度
- 低功耗电流(睡眠模式下400nA以下,温湿度检测时10μA以下)
- I2C接口通信
- 防冷凝和防水
- 无铅回焊流及RoHS合规

3. 外形尺寸及端子排列

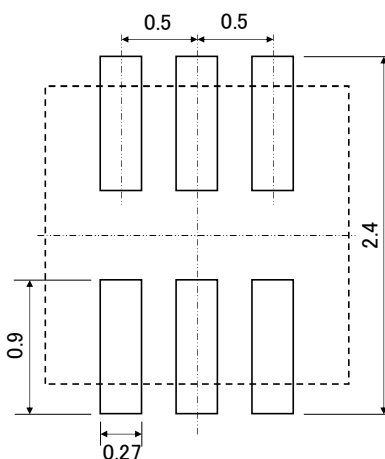
单位 : mm



◆端子排列

No.	符号	功能
1	CE	芯片使能端子 IC内部下拉 (下拉电阻值150kΩ typ)
2	VSS	电源端子(-)
3	VCC	电源端子(+) VCC-VSS间需连接电容
4	VDD	未连接
5	SDA	I2C-BUS数据输入端子 NMOS开漏输出
6	SCL	需连接上拉电阻

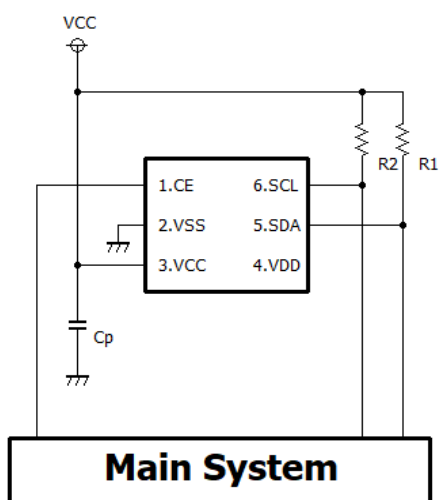
◆推荐焊盘布局



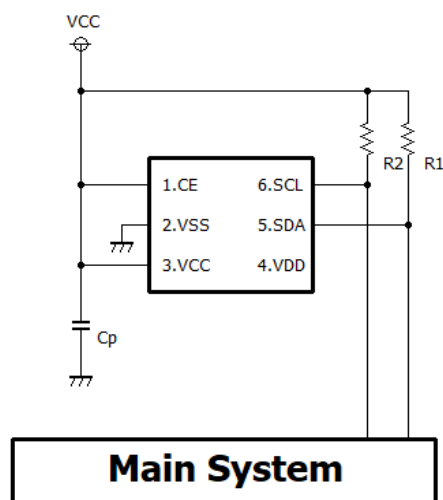
※左侧所示图案不保证焊接质量,
请贵公司事先仔细确认后使用
敬请谅解。

4. 基本外部接线图

(1) CE控制



(2) 电源控制

Cp: 0.1 μ FR1·R2 : 5.1k Ω ※R1·R2的5.1k Ω 为参考值。

请选取满足10-3项所述AC特性的电阻值。

5. 绝对最大额定值

项目	符号	条件	额定值	单位
电源电压	VCC		-0.3~7.0	V
输入电压	VI	CE	-0.3~VCC+0.3	V
		SCL·SDA	-0.3~7.0	V
输出电压	VO		-0.3~VCC+0.3	V
高电平输出电流	IOH	1端子	-5	mA
		所有端子总和	-20	mA
低电平输出电流	IOL	1端子	5	mA
		所有端子总和	20	mA
工作温度	Ta		-40~105	°C
保存温度	Tstg		-50~125	°C

6. 推荐工作条件

项目	符号	最小	典型值	最大值	单位
电源电压	VCC	1.62		5.5	V
VCC-VSS间电容	Cp		0.1		μF
VCC-SDA间电阻	R1	-	5.1 [※]	-	k Ω
VCC-SCL间电阻	R2	-	5.1 [※]	-	k Ω

※R1·R2的5.1k Ω 为参考值。请选择满足10-3项所述AC特性的电阻值。

7. 电气特性

7-1. 湿度检测特性

若无特别说明: VCC=1.62~5.5V, VSS=0V, Ta=-20~100°C, 无结露

项目	条件	值	单位
测量范围	-	0~100	%RH
测量精度(允许差) ※1	标准	±2	%RH
	最大	参见图7-1	-
分辨率	10位数据	0.1	%RH
迟滞	5~45°C/0~100%RH	±1	%RH
响应时间 ※2	τ 63%达到	1	s

7-2. 温度检测特性

未特别说明时: VCC=1.62~5.5V, VSS=0V, Ta=-30~100°C, 无结露

项目	条件	值	单位
测量范围	-	-30~100	°C
测量精度(允许差) ※1	5~60°C 标准	±0.3	°C
分辨率	11位数据	0.1	°C
响应时间 ※3	τ 63%达到	(30)	s

※1 以正态分布的标准差 σ 进行规定。对于某测量点的标准精度容差,认为最大精度范围内所有产品的95%落在 $\pm 2\sigma$ 范围内(σ :标准偏差)。

※2 定义为步进变化达到63%所需的时间(25°C/流速1.0m/s)。

※3 该精度受传感器使用形态下的热传递方式(传导,对流等),传感器热接触面积及周边环境设计显著影响。

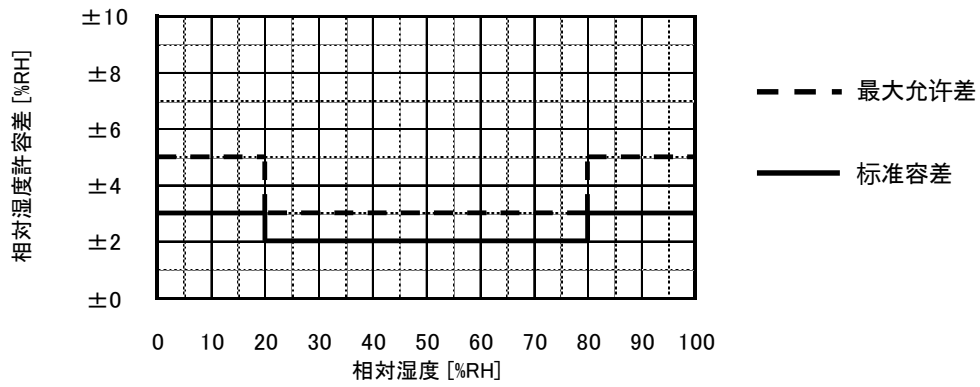


图7-1. 相对湿度测量精度容差(25°C)

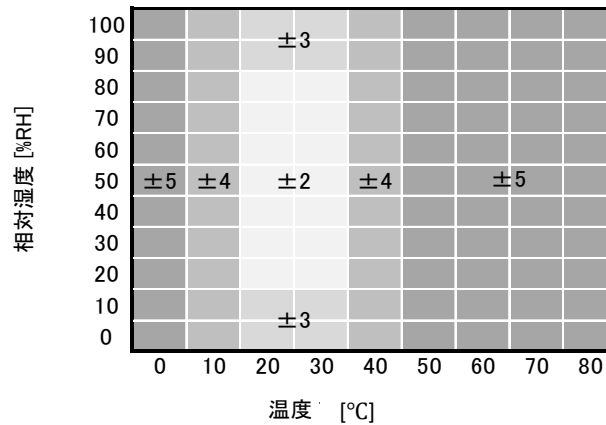


图7-2. 温度范围(0~80°C)下的相对湿度测量精度

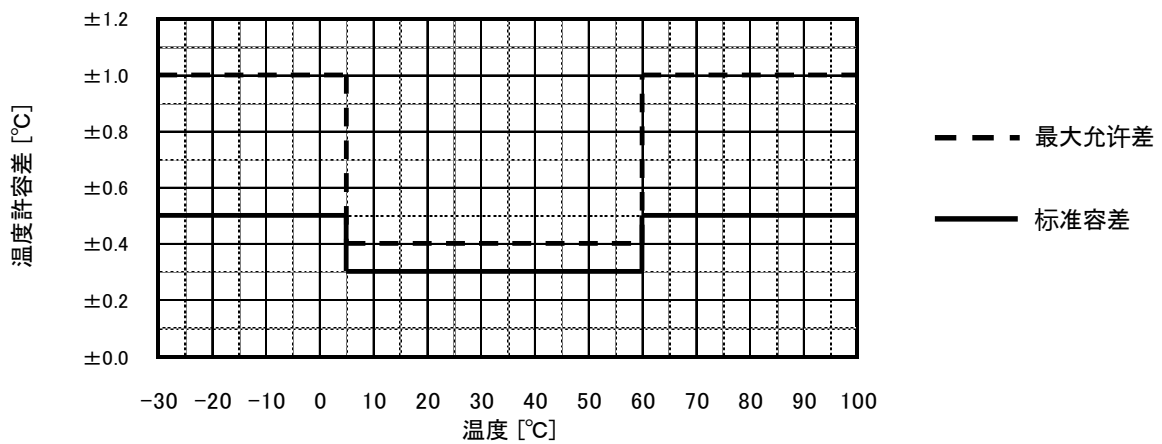


图7-3. 温度测量公差

7-3. 功耗

未特别说明时: VCC=1.62~5.5V, VSS=0V, Ta=0~60°C, 无结露

项目	条件	最小	典型值	最大值	单位
睡眠电流	CE=0 VCC系电流值	-	10 ^{※1}	400 ^{※1}	nA
平均工作电流	湿度检测:1次/秒 温度检测:1次/秒 检测时:CE=1 未检测时:CE=0	-	4.8 ^{※1}	10 ^{※1}	μA
	湿度检测:1次/秒 温度检测:1次/秒	-	150 ^{※2}	300 ^{※2}	μA

※1 CE控制时

※2 电源控制时

7-4. 输入输出端子特性

未特别说明时: VCC=1.62~5.5V, VSS=0V, Ta=-30~100°C, 无结露

项目	符号	条件	最小	典型值	最大值	单位
高电平输入电压1	VIH1	目标端子: SCL,SDA	0.7VCC	-	VCC	V
高电平输入电压2	VIH2	目标端子: CE	0.8VCC	-	VCC	V
低电平输入电压1	VIL1	目标端子: SCL,SDA	VSS	-	0.3VCC	V
低电平输入电压2	VIL2	目标端子: CE	VSS	-	0.2VCC	V
低电平输出电流	IOL	VOL = 0.1VCC 目标端子: SCL,SDA	0.5	-	-	mA
端子漏电流1	IL1	端子电压 = VCC 目标端子: SCL,SDA	-1	-	1	μA
端子漏电流2	IL2	端子电压 = 0V 目标端子: SCL,SDA,CE	-1	-	1	μA
输入下拉电阻	RPD	端子电压 = VCC 目标端子: CE	60	150	450	kΩ

8. 可靠性测试规格

项目	条件	测试时间
高温放置	125°C	1,000小时
低温放置	-50°C	1,000小时
高温高湿	60±5°C / 90±5%RH	1,000小时
热冲击	-50⇔125°C 各30min	200循环
回焊流耐热性	峰值250°C 220°C以上30秒	2次
静电耐压	HBM法: ±1,000V MM法: ±200V	2次

※评估项目与判定标准另行规定

9. 功能说明

9-1. 通信规格

本产品作为通信接口,配备I2C(Inter-Integrated Circuit)。

9-1-1. I2C通信接口基本规格

本产品符合[Philips I2C specification ver2.1]标准。

地址

7位长度

从地址

I2C从机地址为“111 1111”(7Fh)。

9-2. 工作模式

9-2. 工作模式

本IC的工作模式如表9-1所示。本IC在电源接通且复位解除后,通过稳压器和振荡电路启动运行后,设备将进入待机模式,此时可通过I2C总线接收指令。

通过接收I2C总线命令,执行温度检测/湿度检测/补偿运算/湿度输出等功能。

表 9-1. 工作模式

工作模式	端子设置	各功能模块的工作状态					
	CE	电源	振荡	温度检测	湿度检测	OTP存储器 OTP	I2C-BUS
睡眠 ^{※1}	0	停止	停止	停止	停止	停止	停止
待机	1	运行	运行	停止	停止	可读取	运行

※1:电源控制模式下不支持睡眠功能。

待机状态使用的控制寄存器如表 9-2 所示。

表 9-2. 控制寄存器

地址	位	位名	功能	值	读取	写入	R/W	Init.
00h	D7-1	-	保留	-			R	0
	D0	RESET	复位	0	正常运行中	无操作	R/W	0
				1	-	复位操作		
01h	D7-6	MANMODE	温度湿度检测模式	00	常规运行模式		R/W	00
	D5-3	HAVE[2:0]	湿度检测值平均模式	000	无平均化处理		R/W	0
				001	2次平均模式			
				01x	4次平均模式			
				1xx	8次平均模式			
	D2	TAVE	温度检测值平均模式	0	无平均化处理		读写	0
				1	8次平均模式			
	D1	-	保留	-			R	0
	D0	MAN	温湿度检测	0	待机状态	检测动作停止	R/W	0
				1	检测运行中	检测动作开始		
03h	D7-1	-	保留	-			R	0
	D0	ERR	温度湿度检测错误标志	0	无错误	无操作	R/W	0
				1	错误发生	错误标志复位		

●RESET: 复位操作 (地址:00h 位:D0)

执行IC复位。

写入“1” : 复位
 写入“0” : 无效
 读取 : 可

向RESET寄存器写入“1”,IC内部电路将进入复位状态。

●MAN: 温度湿度检测操作 (地址:01h 位:D0)

执行温度与湿度检测。

写入“1” : 检测动作开始
 读取 : 检测运行中
 写入“0” : 检测动作停止
 读取 : 待机状态

向MAN寄存器写入“1”将执行检测操作(由MANMODE寄存器指定的操作)。

检测运行期间MAN寄存器持续保持“1”状态,检测结束后清零为“0”。

检测运行期间若向MAN寄存器写入“0”,检测操作将停止。

●TAVE: 温度检测值平均模式(地址:01h 位:D2)

●HAVE: 湿度检测值平均模式(地址:01h 位:D5-3)

选择温度及湿度检测的执行次数。(参见表9-3,表9-4)

执行指定次数的检测操作,每次检测操作获得的检测值经平均后即为温度及检测结果将作为湿度值存储于检测结果寄存器中。

表 9-3. 温度检测值平均次数设置

TAVE	操作次数
0	1次
1	8次

表 9-4. 湿度检测值平均次数设置

HAVE[2:0]	操作次数
0 0 0	1次
0 0 1	2次
0 1 X	4次
1 X X	8次

温度与湿度均在补偿运算处理前进行平均处理。

- MANMODE: 温湿度检测工作模式(地址:01h 位:D7-6)
选择写入MAN寄存器“1”时执行的检测动作(表9-5)。

表9-5. 温度湿度检测模式设置

MANMODE	工作模式	详细
0 0	常规运行模式	依次执行温度检测→湿度检测→补偿运算处理, 所有处理完成后返回待机状态。

- ERR: 温湿度检测错误标志(地址:03h 位:D0)

通知手动检测操作期间发生错误。

写入“1” : 错误标志复位

读取 : 错误发生

写入“0” : 无效

读取 : 无错误

本IC在湿度检测时,若因异常振荡导致内部计数器(时基计数器及当测量计数器发生溢出时,错误标志变为“1”。

※本寄存器不会自动清除。发生错误时请向本寄存器写入“1”
请清除该标志。

9-3. 启动/终止序列

本IC的启动/终止序列根据CE端子的设置分为以下两种情况。

- CE控制 : 电源接通后,通过CE端子的状态切换控制电路的停止/运行。
- 电源控制 : 通过将CE端子上拉,仅需电源(VCC)的开/关即可控制电源电路控制停止/运行状态。

(1) CE控制序列

CE控制的启动/终止序列如图9-1所示。

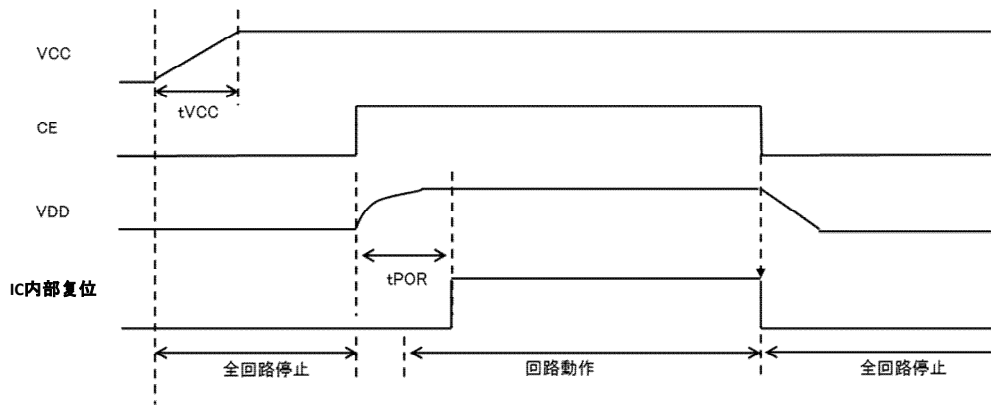


图 9-1. 启动/终止序列(CE控制)

(2) 电源控制启动/终止序列

图9-2展示了电源控制的启动/终止序列。

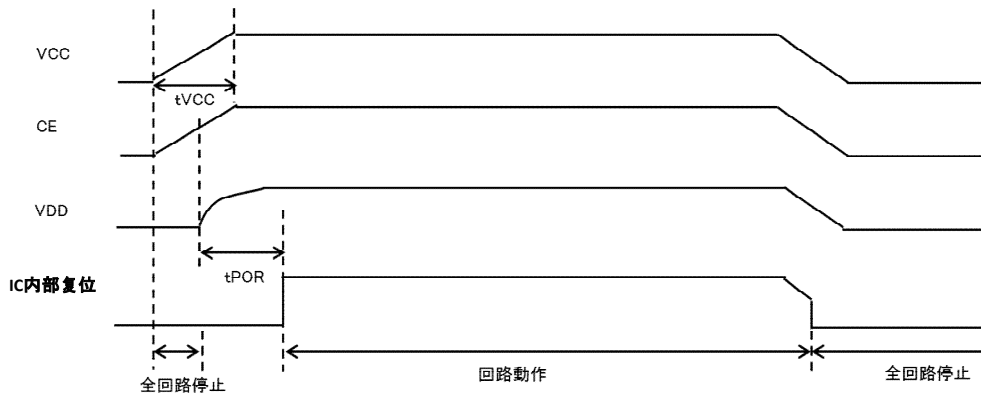


图 9-2. 启动/终止序列(电源控制)

9-4. 温度/湿度检测序列

本IC在温度及湿度检测时的动作时序如图9-3所示。

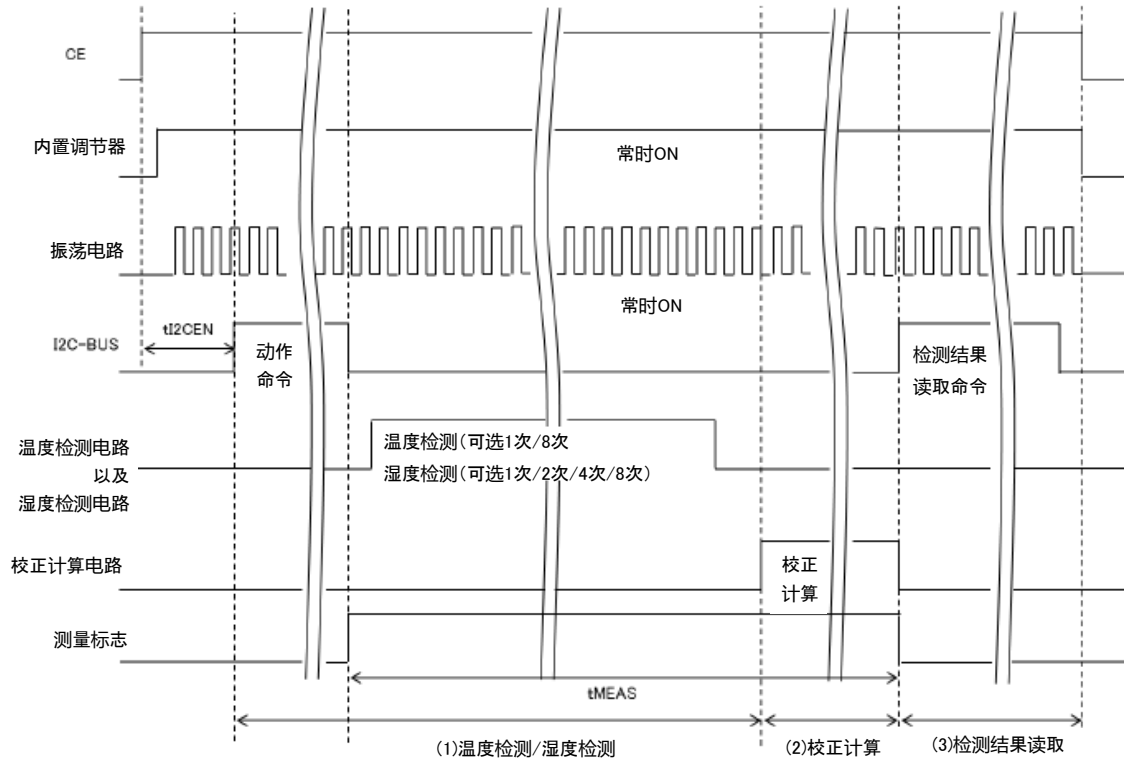


图 9-3. 温度/湿度检测序列

I2C-BUS命令接收等待状态后,将经过温度检测/湿度检测/补偿计算/读取检测结果这三个步骤。

(1) 温度检测/湿度检测

根据I2C-BUS命令内容执行温度检测/湿度检测。

此外,可通过I2C寄存器设置温度检测次数与湿度检测次数,
温度检测可选1次/8次,湿度检测可选1次/2次/4次/8次。

(2) 补偿运算

通过温度检测结果,湿度检测结果及存储于OTP存储器的校正参数,
将对温度值与湿度值进行修正运算。

检测与运算的系列动作完成后,检测中标志将被清除。

※当温度检测次数选择为8次时,将采用温度检测结果的平均值
进行补偿运算。

※当湿度检测次数选择为2次/4次/8次时,将采用湿度检测结果的平均值
进行补偿运算。

(3) 检测结果读取

I2C-BUS的主设备需确认检测动作标志,并等待检测动作完成。

检测操作完成后,可以读取未进行修正运算的温度和湿度检测结果,
以及修正运算后的温度和湿度值。

9-5. 湿度·温度运算公式

湿度运算式

$$RH = \frac{100}{2^{10} - 1} \times RH_{IC} \quad (0 \sim 100\%RH)$$

 RH_{IC} : IC湿度输出数据(10位输出)

※参见附图1. 寄存器映射

 RH_{IC} = 将地址04H,05H处的数据(000h~3FFh)转换为十进制并进行运算

温度运算式

$$T = [T_{IC} - \left(2^{10} - \frac{25}{0.1}\right)] \times 0.1 \quad (-30 \sim 100^{\circ}\text{C})$$

 T_{IC} : IC温度输出数据(11位输出)

※参见附图1. 寄存器映射

 T_{IC} = 将地址06H,07H处的数据(000h~7FFh)转换为十进制并进行运算

表 9-6. 湿度输出示例

RH_{IC}	RH [%RH]	分辨率 [%RH]
0	0.0	0.1
512	50.0	
1023	100.0	

表 9-7. 温度输出示例

T_{IC}	T [°C]	分辨率 [°C]
474	-30.0	0.1
1024	25.0	
1774	100.0	

〈输出测量示例〉

1. 将从机地址设置为“7F”
CE控制时,将CE端子设为“Hi”(待机模式)
 2. 向地址01h写入“01h”(检测动作开始)
 3. 持续读取地址01h的D0位直至变为0(等待检测完成)
 4. 读取地址03h的D0位,确认D0=0(※)
 5. 读取地址04h,05h的数据(读取湿度数据)
 6. 读取地址06h,07h的数据(读取温度数据)
- CE控制时,将CE端子设为“Lo”(睡眠模式)

(※) 若D0=1则为错误。向地址03h的D0写入1(清除错误)
请从步骤2重新开始操作。

附图1-1. 寄存器映射

系统控制寄存器

地址	位	位名	功能	值	读取	写入	R/W	Init.
00h	D7-1	-	Reserved	-			R	0
	D0	RESET	复位	0	正常运行中	无操作	R/W	0
				1	-	复位操作		
01h	D7-6	MANMODE	温度湿度检测模式	00	常规运行模式		R/W	00
	D5-3	HAVE[2:0]	湿度检测值平均模式	000	无平均化处理		R/W	0
				001	2次平均模式			
				01x	4次平均模式			
				1xx	8次平均模式			
	D2	TAVE	温度检测值平均模式	0	无平均化处理		R/W	0
				1	8次平均模式			
	D1	-	Reserved	-			R	0
D0	MAN	温湿度检测	0	待机状态	检测动作停止	R/W	0	
			1	检测运行中	检测动作开始			
03h	D7-1	-	Reserved	-			R	0
	D0	ERR	温度湿度检测错误标志	0	无错误	无操作	R/W	0
				1	错误发生	错误标志复位		

附图1-2. 寄存器映射

系统控制寄存器

系统控制寄存器

地址	位	位名	功能	值	读取	写入	R/W	Init.
04h	D7-0	HC[7:0]	湿度检测结果 (修正运算后)	000h-3FFh			R	X
05h	D7	-	Reserved	-			R	X
	D1-0	HC[9:8]	湿度检测结果 (修正运算后)				R	X
06h	D7-0	TC[7:0]	温度检测结果 (补偿运算后)	000h-7FFh			R	X
07h	D7-3	-	Reserved	-			R	0
	D2-0	TC[10:8]	温度检测结果 (补偿运算后)				R	X

10. 通信时序图

10-1. 数据写入时

向本IC寄存器写入数据时,请按图10-1所示步骤进行操作。

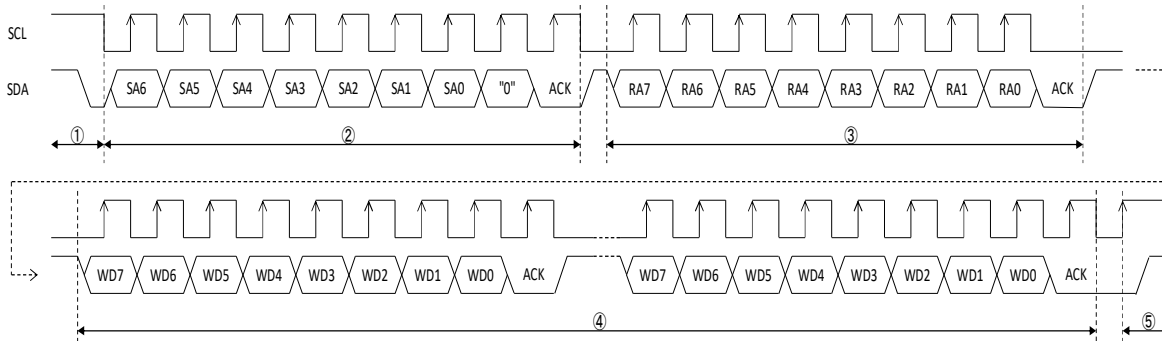


图10-1 I2C总线数据写入流程

- ①I2C主设备发出起始条件。
(启动条件:当SCL为“H”时,将SDA从“H”变为“L”即可触发)
- ②I2C主设备发送从设备地址及写模式选择。
(第1至7位为从机地址,发送第8位“0”即可选择写入模式)
- ③I2C主设备发送本IC的寄存器地址。
- ④I2C主设备发送写入数据。
通过连续发送多个写入数据,可在寄存器地址逐次递增的同时实现数据写入。
- ⑤当所有写入数据发送完毕后,I2C主设备发出停止条件。
(停止条件可在SCL为“H”状态下,通过将SDA从“L”变为“H”触发)

10-2. 数据读取时

从本IC寄存器读取数据时,请按图10-2所示步骤进行读取。

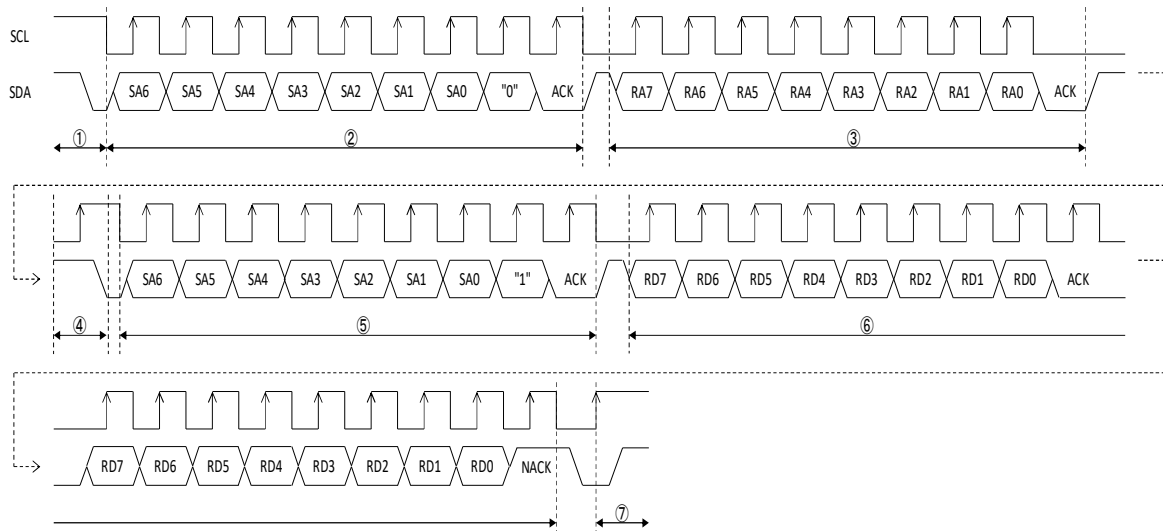


图 10-2. I2C总线数据读取步骤

- ①I2C主设备发出起始条件。
- ②I2C主设备发送从设备地址及写模式选择。
- ③I2C主设备发送本IC的寄存器地址。
- ④I2C主设备发出重复起始条件。
(发送方式与发送起始条件的方法相同)
- ⑤I2C主设备再次发送从属地址及读取模式选择指令。
(发送第8位“1”可选择读取模式)
- ⑥I2C主设备从③指定的寄存器地址读取数据。
通过连续执行多次数据读取操作,可在寄存器地址逐次递增的同时实现数据读取。
但需注意:连续读取期间,主设备应向本IC返回ACK作为响应,仅最后一次数据读取时需向本IC返回NACK作为响应。
- ⑦所有读取操作完成后,I2C主设备需发出停止条件。

10-3. AC特性

无特别说明时: VCC=1.62~5.5V, VSS=0V, Cp=0.1 μF(典型值), Ta=-30~100°C

项目	符号	条件	最小	典型值	最大值	单位
电源电压变化	t _{sl}	t _{sl} =tVCC/VCC 参见图9-1,9-2	10	-	2000	μs/V
上电复位解除时间	t _{POR}	参见图9-1,图9-2	-	1	5	ms
I2C命令等待时间	t _{I2CEN}	参见图9-3	-	-	20	ms
温度/湿度检测周期	t _{MEAS}	温度检测:1次 湿度检测:1次	-	-	14	ms
SCL周期时间	t _{SCL}		2.5	-	-	μs
SCL低电平脉冲宽度	t _{LOW}		1.3	-	-	μs
SCL高电平脉冲宽度	t _{HIGH}		0.6	-	-	μs
SDA,SCL上升时间	t _r		-	-	300	ns
SDA,SCL下降沿时间	t _f		-	-	300	ns
起始条件 保持时间	t _{HD:STA}		0.6	-	-	μs
重复启动条件 设置时间	t _{SU:STA}		0.6	-	-	μs
停止条件 设置时间	t _{SU:STO}		0.6	-	-	μs
数据保持时间	t _{HD:DAT}		0	-	-	ns
数据设置时间	t _{SU:DAT}		100	-	-	ns
总线空闲时间	t _{BUF}		1.3	-	-	μs

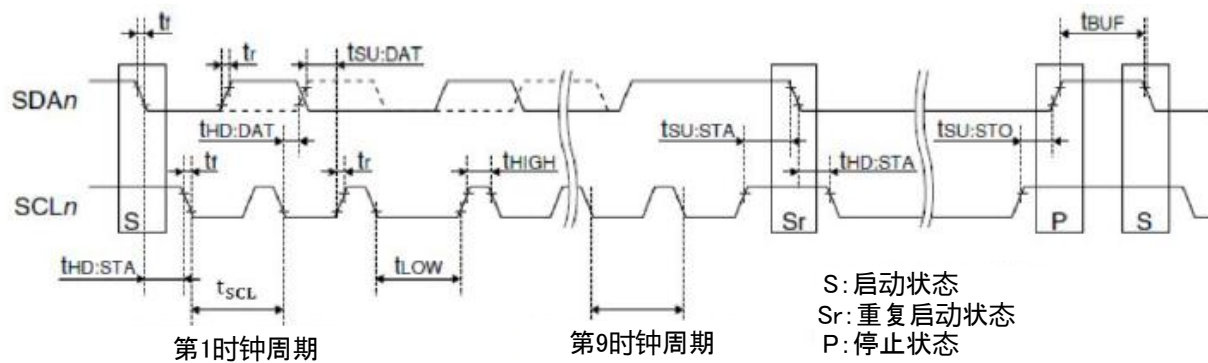


图 10-3. AC特性时序图

11. 关于I2C通信

10-1. 数据完整性验证方法

本产品不具备校验和功能。

请执行以下方法确认数据完整性：

温度·湿度数据除非向寄存器地址01h写入“01h”否则不会更新，
可通过多次读取寄存器地址04h~07h来验证数据完整性。

10-2. 通信故障恢复方法

症状：SDA线路固定为低电平

①通过CE端子控制恢复方法

将CE端子从“Hi”切换至“Lo”可释放SDA线(此时SDA = “Hi”)。
SDA释放后,请将CE端子从“Lo”切换至“Hi”。

② 模拟时钟恢复方法

将主机侧的SCL/SDA端子切换至通用端口,通过SCL端子模拟时钟输出
(通过Hi-z与Low输出模拟时钟信号),确认从机侧SDA是否释放。
(确认SDA变为“Hi”)

若单次伪时钟输出未能使从机释放SDA,

请持续重复输出伪时钟信号直至从机释放SDA。

当从机释放SDA(SDA = “Hi”)后,将主机设置恢复为I2C-BUS模式,

发出起始条件信号与停止条件信号

暂时终止通信。随后请执行复位命令(地址:00h 位:D0)。

③通过硬件复位恢复的方法

通过关闭电源(VCC)可实现复位。

推荐采用①的方法。

12. 注意事项

- 本产品仅支持回焊流工艺。焊接时请贵司确认后设定焊接条件。
- 请仅进行一次回焊流。若采用双面安装,请在第二次安装面请将本产品安装在该面。
- 本产品与普通电子元件不同,设有使感湿膜暴露于外部环境的开口,易受化学物质污染影响。为确保湿度传感器功能稳定运行,请注意避免溶剂,异物等(详见下文)附着或刮伤可能导致故障,敬请注意。

有机溶剂

丙酮·乙醇·异丙醇·甲苯等 无论液体或蒸汽形态,均需防止附着
请注意:

防潮剂

防潮剂通常含有有机溶剂。涂布防潮剂时,
请确保充分通风,并避免防潮剂附着于开口处。

助焊剂

请使用免清洗型焊料,注意避免助焊剂烟雾或飞溅物附着。

异物

请避免皮脂,油污,导电性物质,介电性物质等附着。

酸类(盐酸,硫酸,硝酸等)与碱类

请特别注意氨气环境会造成严重影响。

- 高浓度臭氧及腐蚀性气体(有机溶剂·亚硫酸气体·硫化氢气体等),若本产品接触大量粉尘,可能导致性能下降。请务必由客户自行充分确认后再使用。
- 请避免接触挥发性有机化合物(无论液体或蒸汽)。
- 请避免本传感器暴露于高浓度化学溶剂中。
此外,请避免接触胶粘剂,胶带等释放的气体,以及可能释放气体的包装材料等接触。
- 请勿使用清洁剂,可能对性能造成不良影响。

- 因静电等因素可能导致产品损坏,操作时请务必请务必采取充分的防静电措施。

<对策示例>

- 佩戴接地腕带进行作业
- 将作业场所地面改为导电材质并接地

- 在ESD防护区域外,请使用ESD防护包装保护本公司传感器
- 本传感器未采用抗辐射设计。
若产品遭受过度辐射照射,可能导致性能下降。
- 在可能接触水或盐水飞溅的环境中使用或存放,可能对性能造成不良影响,请务必事先自行充分确认后再使用。
- 请勿对本产品施加过度机械冲击,可能导致性能下降
- 请勿堵塞本产品开口处使用,或在发生物理接触状态下使用。
可能导致特性恶化或产品损毁。
- 上述注意事项不仅适用于保管及制造阶段,在运输途中及市场使用环境等均需严格遵守。
- 请在以下条件下保管本产品:

未拆封包装状态	: 5~35°C / 相对湿度≤60% 条件下最长1年
包装开封后	: 相当于MSL2

- 请勿在储存过程中使用硅胶等干燥剂。
- 长期(1年以上)保管时,端子可能出现焊接性下降的情况。
长期保管后,请确认焊接性能后再使用。
若需长期(1年以上)保管,建议置于氮气环境中保存。
- 本产品适用于常规电气设备。
医疗设备,安全装置,航空航天设备,核能控制设备,燃烧控制设备等
无论故障或运行异常是否直接或间接导致生命(含死亡),身体或财产等重大损害,
请勿用于通常可预见故障或运行异常将导致上述严重损害的,要求极高可靠性的用途。
- 若需在上述禁用场景之外的高安全性/高可靠性设备中使用,
请务必事先咨询本公司负责窗口,或由客户自行充分确认适用性
并实施安全对策设计。

- 严禁将本产品用于军事用途或恐怖活动等反社会目的。
同时,请勿向可能最终用于此类用途或目的的法人,团体,个人等
严禁向可能最终用于上述用途或目的的法人,团体,个人等提供本产品。
- 涉及受国内外出口相关法规管制的产品出口时,请遵守相关法规,
客户需自行办理必要许可及手续。

※请同时参阅另附的应用手册。

13. 其他

- 环境相关

本产品符合欧洲RoHS指令要求。

同时符合《北陆电气工业株式会社绿色采购指南》要求。

- 对于因使用本产品所导致的任何意外或后果性问题(包括但不限于产品或电路引发的故障),
本公司概不承担责任。

客户需自行完成应用设计,验证,测试,各类规格确认及其他所有安全/安保/法规要求
其他事项的符合性验证均需由客户自行完成,相关责任亦由客户承担。

- 对于因超出本规格规定范围及条件使用而造成的损害等,
本公司概不承担责任。

- 若对本规格存在疑义,双方应通过协商解决。