

AHT10 读取温湿度

一. 实验目的

基于 FPGA 和 AHT10 温湿度传感器读取温湿度数据，使用 I2C 协议。

二. 实验原理

1. 理论原理

I2C 接口模块实现读写数据的流程，将 done 信号（读写一次完成信号）作为输出。AHT10 控制模块例化 I2C 接口模块，将 done 信号作为条件使用，在对应的状态输入对应的命令，最终得到一个传感器温度转换得来的 40 位位宽的数据。将 40 位位宽的数据作为输入传输给数据处理模块，在此模块中，将 40 位位宽的数据转换为温湿度分开的两个 20 位位宽的数据，并将二进制转换为 BCD 码，再将 BCD 码转换为 ASCII 码。将转换完成的 8bit 数据作为输入传输给串口 TX 模块，最终输出到 PC 端上，显示出温湿度情况。

2. 硬件原理

2.1 引脚配置

引脚	名称	释义
1	ADR	接电源地
2	SDA	串行数据，双向
3	SCL	串行时钟，双向
4	VDD	供电电压
5	GND	电源地
6	NC	保持悬空

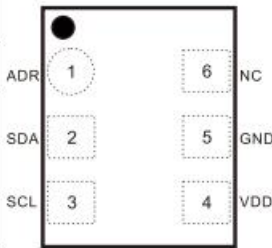


表5 AHT10引脚分布（俯视图）。

2.2scl/sda 时序

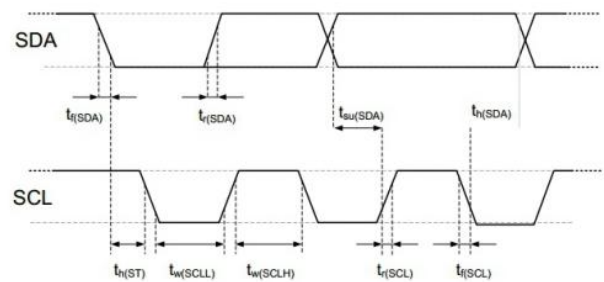


图12 数字输入/输出端的时序图、缩略语在表 8 中进行了解释。较粗的 SDA 线由传感器控制、普通的 SDA 线由单片机控制。请注意 SDA 有效读取时间由前一个转换的下降沿触发。

2.3 命令及读取流程

命令	释义	代码
初始化命令	保持主机	1110'0001(0xE1)
触发测量	保持主机	1010'1100(0xAC)
软复位		1011'1010(0xBA)

表 9 基本命令集

传感器读取流程：

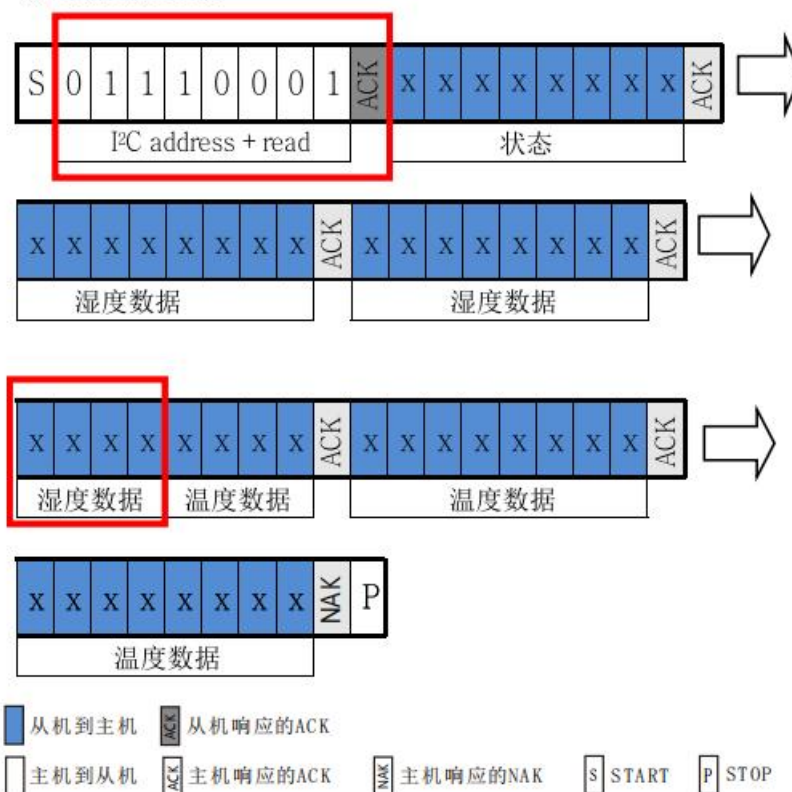
1. 上电后要等待40ms，读取温湿度值之前，首先要看状态字的校准使能位Bit[3]是否为1(通过发送0x71可以获取一个字节的 状态字)，如果不为1，要发送0XE1命令（初始化），此命令参数有两个字节，第一个字节为0x08，第二个字节为0x00。
2. 直接发送0xAC命令（触发测量），此命令参数有两个字节，第一个字节为0x33，第二个字节为0x00。
3. 等待80ms待测量完成，忙状态Bit[7]为0，然后可以读取六个字节（发0X71即可以读取）。

2.4 读写数据格式

触发测量数据



读取温湿度数据



2.5 数据转换

6.1 相对湿度转换

相对湿度 RH 都可以根据 SDA 输出的相对湿度信号 S_{RH} 通过如下公式计算获得（结果以 %RH 表示）。

$$RH[\%] = \left(\frac{S_{RH}}{2^{20}} \right) * 100\%$$

6.2 温度转换

温度 T 都可以通过将温度输出信号 S_T 代入到下面的公式计算得到（结果以温度 °C 表示）：

$$T(^{\circ}C) = \left(\frac{S_T}{2^{20}} \right) * 200 - 50$$

2.6 测量周期

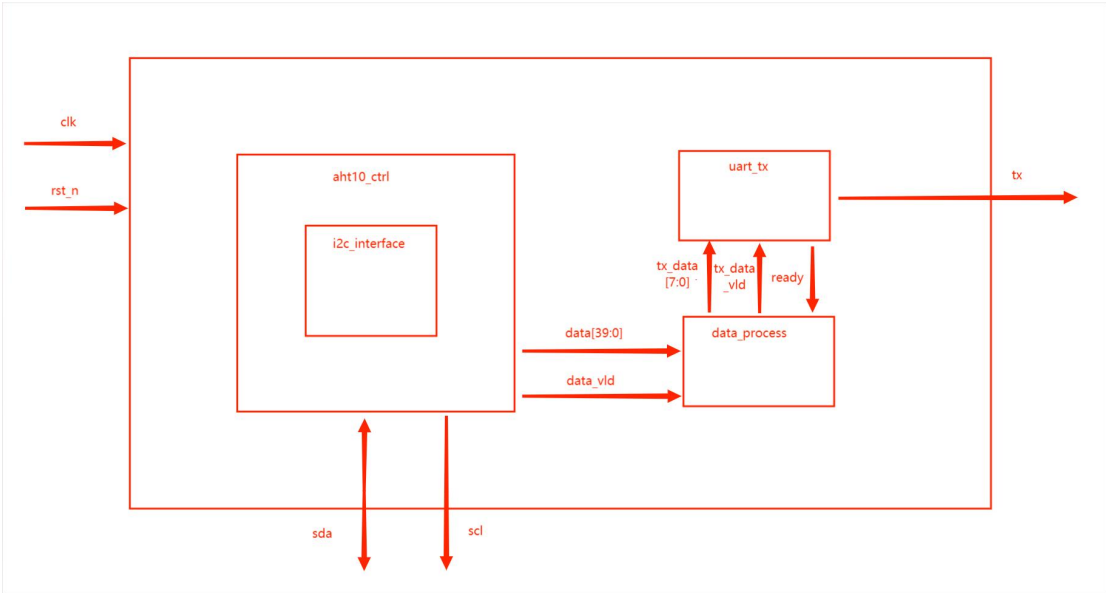
此外，当测量频率过高时，传感器的自身温度会升高而影响测量精度。如果要保证它的自身温升低于 0.1℃，AHT10 的激活时间不应超过测量时间的 10%——建议每2秒钟测量1次数据。

2.7 考察校准

比特位	意义	描述
Bit[7]	忙闲指示 (Busy indication)	1 -- 设备忙，处于测量状态 0 -- 设备闲，处于休眠状态
Bit[6:5]	当前工作模式 (Mode Status)	00 当前处于 NOR mode 01 当前处于 CYC mode 1x 当前处于 CMD mode
Bit[4]	保留	保留
Bit[3]	校准使能位 CAL Enable	1--已校准 0--未校准
Bit[2: 0]	保留	保留

表10 状态位说明

三. 系统架构设计



四. 模块说明

1. 模块端口信号列表

1.1 i2c_interface 模块

```
module i2c_interface(  
    input          clk      ,  
    input          rst_n    ,  
    input          [7:0]    wr_data ,//要写进的数据  
    input          [4:0]    cmd     ,//命令信号  
    input          cmd_vld   ,//命令信号有效信号  
  
    output         [7:0]    rd_data ,//读出的数据  
    output         rd_data_vld,  
    output reg       rev_ack ,//记响应位为ack还是no ack  
    output         done     ,//表示写/读完8bit的数据  
    output reg       scl     ,  
  
    inout          sda  
);
```

1.2 aht10_ctrl 模块

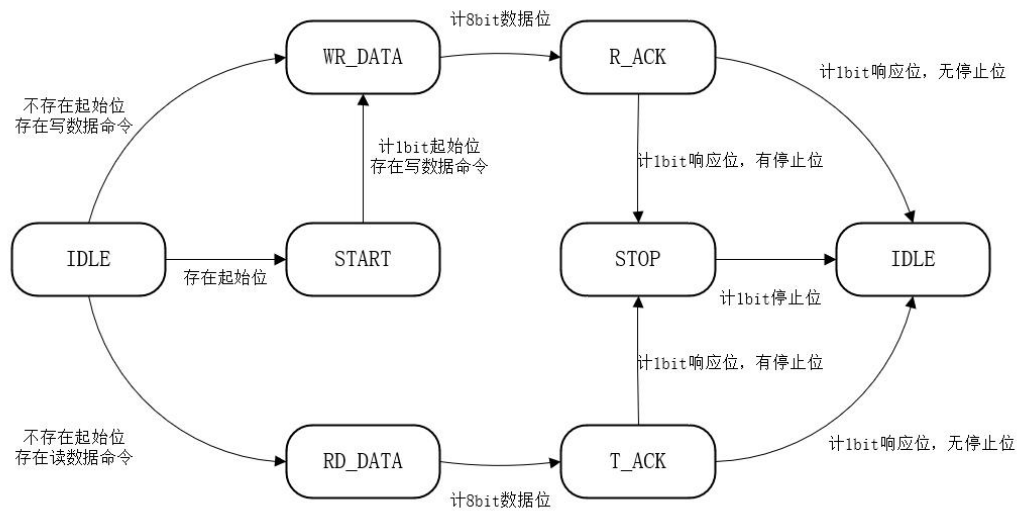
```
module aht10_ctrl (  
    input          clk      ,  
    input          rst_n    ,  
    input          [6:0]    device_id,  
  
    output         [39:0]    data     ,  
    output         data_vld,  
    output         ready     ,  
  
    output         scl      ,  
    inout          sda  
);
```

1.3 data_process 模块

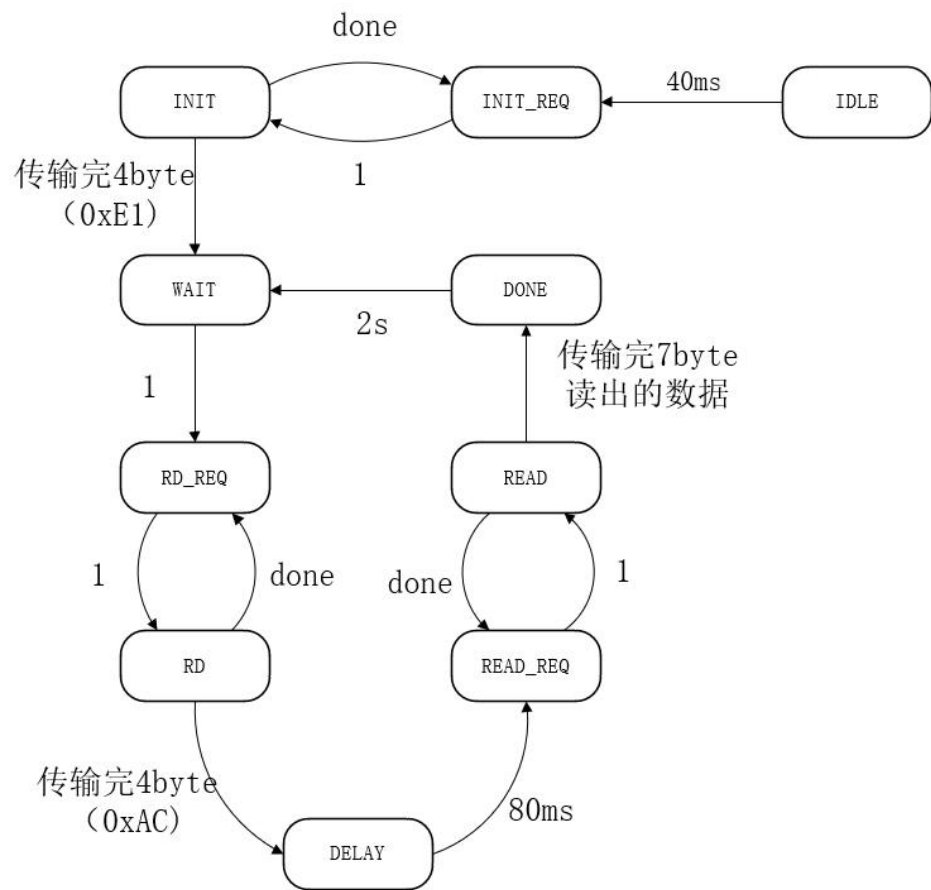
```
module data_process(  
    input          clk      ,  
    input          rst_n    ,  
    input          [39:0]    data     ,  
    input          data_vld,  
    input          ready     ,  
  
    output [7:0]    tx_data ,  
    output         tx_data_vld  
);
```

2. 状态转移图

2.1 lic_interface 模块

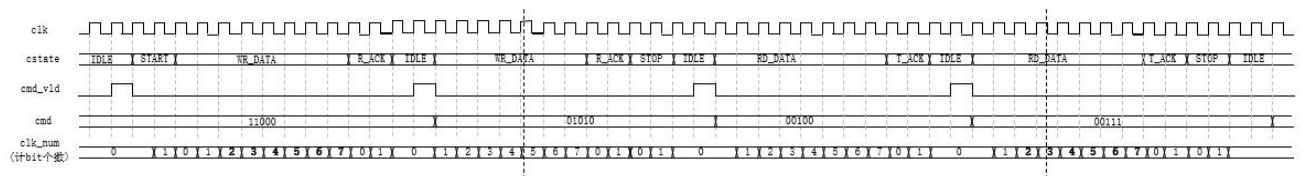


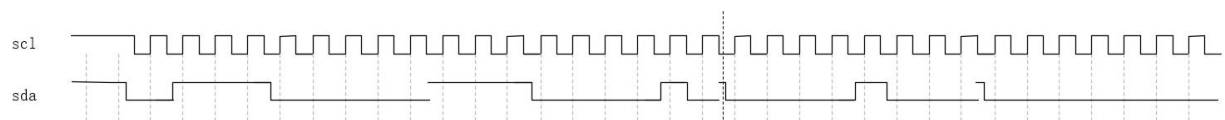
2. 2aht10_ctrl 模块



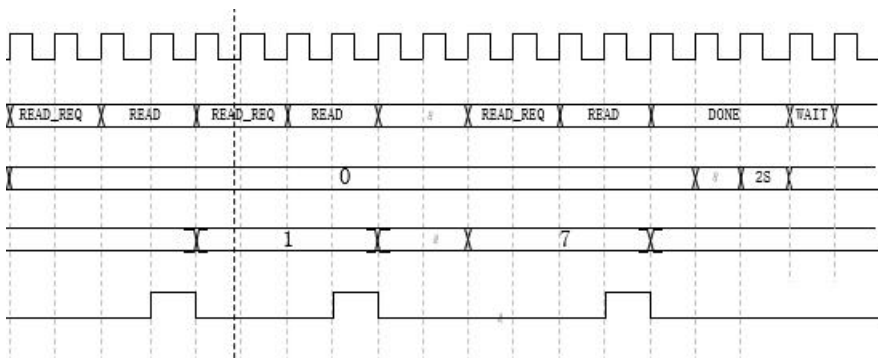
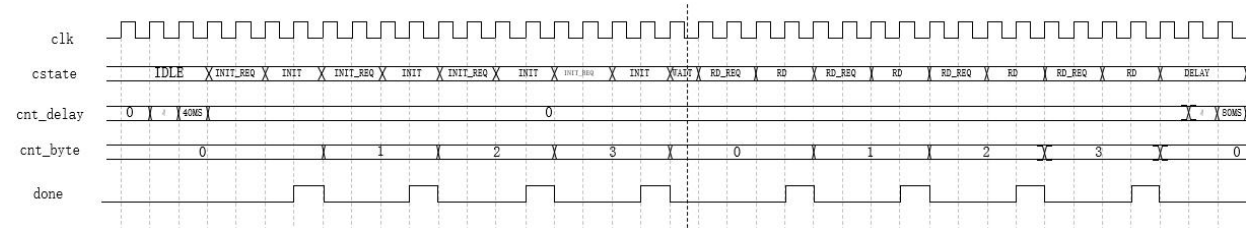
3. 时序图

3.1 i2c_interface 模块



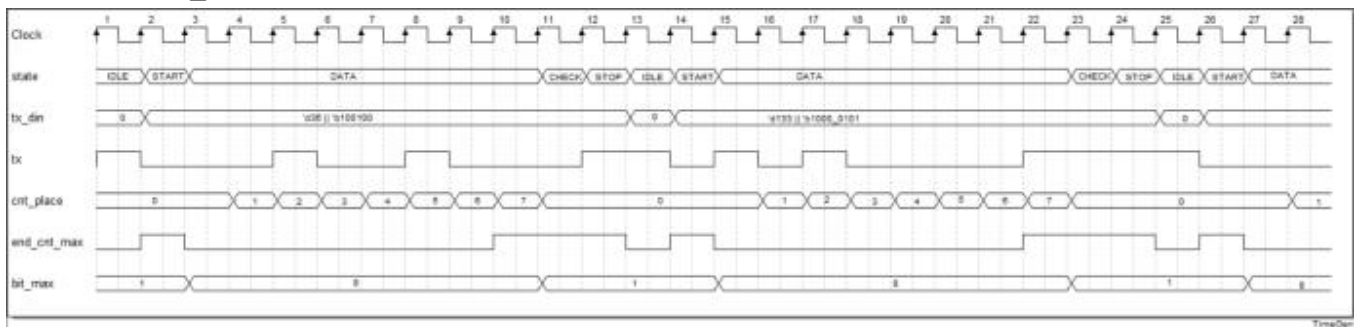


3.2 aht10_ctrl 模块



由于太长了分两部分截图

3.3 uart_tx 模块

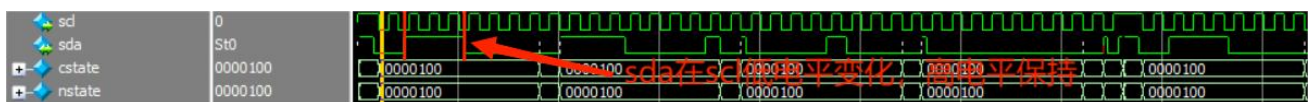


3.1 和 3.2 图可详见 doc 文件夹中 vsdx 文件“状态转移&时序图”

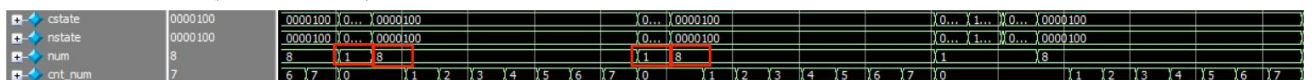
五. 仿真波形图

5.1 i2c_interface 模块仿真

5.1.1 scl&sda 关系

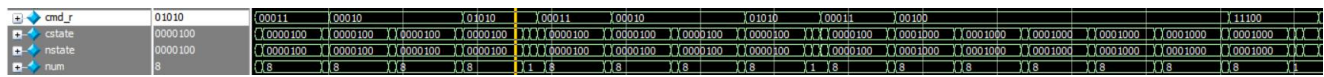


5.1.2 不同状态计 bit 数不同



读数据和写数据时 8bit，起始位，校验位，停止位都是 1bit

5.1.3 不同状态命令值不同



由图可知我们不同状态的命令不同，需要符合起始位/写数据/读数据/停止位/校验位，对应的关系存在如下情况

以EEPROM 读写时序为例分析，可以总结出 I2C 传输协议中包含的5种情况：

- 1、带起始位、不带停止位的写操作，主要是每次开始传输时候的第一字节；
- 2、不带起始位、也不带停止位的写操作，主要是传输器件地址和连续写多个字节数据到从机中的操作，比如 EEPROM 的页写操作；
- 3、不带起始位、带停止位的写操作，主要是写入数据时候的最后一段，也就是完整写的最后一字节；
- 4、不带起始位、也不带停止位的读操作，主要是从器件中连续读出多个字节数据的操作，比如 EEPROM 的连续地址读操作。
- 5、不带起始位、带停止位的读操作，主要是从器件中读出最后一个字节。

5.1.4 初始化指令&温度测量指令



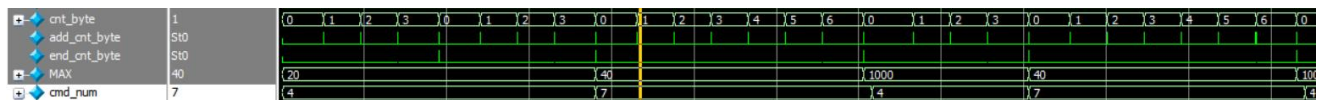
5.2 aht10_ctrl 模块仿真

5.2.1 初始化命令状态循环



温度测量命令同理，读数据更改为 7 个字节，也就是循环 7 次

5.2.2 计数器复用



计字节数和延时都采用复用，这里考察的计数最大值在不同状态不同

5.2.3 测量值



六. 板级验证效果

SSCOM V5.13.1 串口/网络数据调试器,作者:大虾丁丁,2618058@qq.com. QQ群: 52502449(最新版本)

通讯端口 串口设置 显示 发送 多字符串 小工具 帮助 联系作者 大虾论坛

[18:47:16.646]收←◆温度:27.1湿度:55.4
[18:47:18.657]收←◆温度:27.1湿度:55.9
[18:47:20.665]收←◆温度:27.1湿度:55.5
[18:47:22.677]收←◆温度:27.6湿度:68.2
[18:47:24.686]收←◆温度:28.7湿度:84.4
[18:47:26.695]收←◆温度:29.7湿度:89.3
[18:47:28.704]收←◆温度:30.4湿度:90.2
[18:47:30.709]收←◆温度:30.7湿度:88.5
[18:47:32.721]收←◆温度:30.9湿度:88.7
[18:47:34.731]收←◆温度:31.2湿度:88.9
[18:47:36.740]收←◆温度:31.1湿度:82.5
[18:47:38.749]收←◆温度:30.5湿度:65.9
[18:47:40.758]收←◆温度:30.0湿度:58.1
[18:47:42.766]收←◆温度:29.7湿度:55.0
[18:47:44.775]收←◆温度:29.5湿度:54.2
[18:47:46.784]收←◆温度:29.4湿度:53.4

用手握住传感器温度升高, 湿度增大

松手后温度降低, 湿度减小

清除窗口 打开文件 发送文件 停止 请发送区 最前 English 保存参数 扩展

端口号 COM5 Prolific USB-to-Seria ☐ HEX显示 保存数据 ☐ 接收数据到文件 ☒ HEX发送 定时发送: 50 ms/次 ☐ 加回车换行

☒ 加时间戳和分包显示 超时时间: 20 ms 第1 字节 至 末尾 加校验 None

关闭串口 更多串口设置 发送

为了更好的发展SSCOM软件 请您注册嘉立创结尾客户

【升级到V5.13.1】★合宙高性价比4G模块值得一试 ★RT-Thread中国人的开源免费操作系统 ★新一代WiFi芯片兼容8266支持RT-Thread ★8KM远距离

www.daxia.com S:0 R:304 COM5 已打开 115200bps,8,1,None,None

视频详见 doc 文件夹