



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103389125 B

(45) 授权公告日 2015. 06. 10

(21) 申请号 201310298198. 1

(22) 申请日 2013. 07. 16

(73) 专利权人 南京艾驰电子科技有限公司

地址 210002 江苏省南京市洪武路 198 号城
开国际大厦 1 幢 901 室

(72) 发明人 孟祥龙 李云方 崔义炜 凌超
刘玉林

(74) 专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所
(普通合伙) 32249

代理人 杨晓玲

(51) Int. Cl.

G01D 18/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 203349855 U, 2013. 12. 18,

CN 1125841 A, 1996. 07. 03,

CN 201293655 Y, 2009. 08. 19,

US 3820090 A, 1974. 06. 25,

CN 201247068 Y, 2009. 05. 27,

CN 102252710 A, 2011. 11. 23,

DE 19812307 A1, 1999. 09. 30,

审查员 马莉

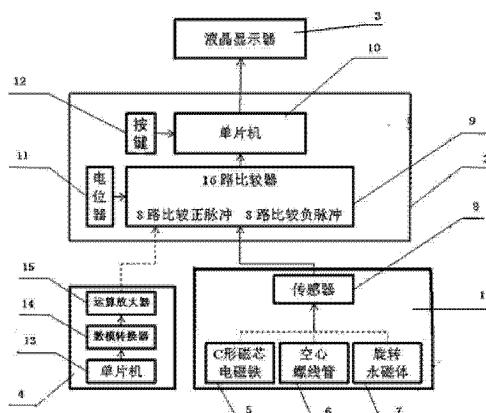
权利要求书1页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称

基于单片机的零功耗磁敏传感器检测装置及
其检测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种零功耗磁敏传感器检测装
置及检测方法,包括传感器信号处理电路、交变磁
场发生器、液晶显示器和标准信号源,交变磁场发
生器设有三种模式供选择,传感器信号处理电路
单元内设有单片机和多路比较器,单片机采集、处
理比较器的数据后,将结果送往液晶显示器显示,
标准信号源用于校准传感器信号处理电路单元。
检测选定激励磁场模式和处理程序后,用选定的
交变磁场对传感器进行激励,多路比较器对传感
器输出的脉冲信号进行比较并转换成数字信号;
单片机对比较器输出的数据进行扫描、采集、处理
和分析;输出结果显示在液晶显示器上。本发明
检测过程由单片机控制,克服人工操作弊端,能显
著提高检测效率和检测精度。



1. 一种基于单片机的零功耗磁敏传感器检测装置,其特征在于包括:

交变磁场发生器(1),包括C形磁芯电磁铁(5)、空心螺线管(6)和旋转的永磁体(7),并设有激励零功耗磁敏传感器(8)插口,所述零功耗磁敏传感器(8)输出端与传感器信号处理电路(2)中的多路比较器(9)相连;

传感器信号处理电路(2),包括多路比较器(9)、单片机(10)、电位器(11)和按键(12),所述多路比较器(9)为基准电压可调的十六路并行连接比较器,其中八路用于比较正脉冲信号,八路用于比较负脉冲信号,所述多路比较器(9)输出端与单片机(10)的数据端口相连;所述单片机(10)用于接收多路比较器(9)输出的数据并进行处理,控制C形磁芯电磁铁(5)、空心螺线管(6)和旋转的永磁体(7)产生磁场,并消除C形磁芯电磁铁(5)、空心螺线管(6)和旋转的永磁体(7)磁芯剩磁的影响;单片机(10)输出端与液晶显示器(3)相连,并且单片机(10)输出端通过交变磁场发生器中的数模转换器(17)和交变磁场发生器中的运算放大器(18)分别与C形磁芯电磁铁(5)、空心螺线管(6)和旋转的永磁体(7)线圈相连;所述电位器(11)与多路比较器(9)相连,所述按键(12)与单片机(10)相连;

标准信号源(4),包括校准用单片机(13)、数模转换器(14)和运算放大器(15),所述校准用单片机(13)用于产生校准信号;所述校准用单片机(13)与数模转换器(14)相连,所述数模转换器(14)与运算放大器(15)相连,所述运算放大器(15)与多路比较器(9)相连。

2. 一种采用如权利要求1所述检测装置的零功耗磁敏传感器检测方法,其特征在于包含如下步骤:

(1) 根据设定的程序选定激励磁场模式和处理程序;

(2) 用选定的激励磁场模式激励零功耗磁敏传感器产生脉冲信号;

(3) 将零功耗磁敏传感器输出的脉冲信号与设定参数进行比较,然后将脉冲信号转换成二进制数字信号;

(4) 采集一组二进制数字信号,根据设定程序判断该组二进制数字信号是否有效,若有效,则转入步骤(5),若无效,则在设定时间内重复执行步骤(4),若超过设定时间仍未采集到有效信号,则判定零功耗磁敏传感器不合格;

(5) 根据步骤(4)采集的二进制数字信号计算脉冲信号幅值和宽度,识别脉冲信号波形,并将计算结果记录在存储器中;统计存储器中脉冲数,当脉冲数小于设定值时,跳转入步骤(4),否则转入步骤(6);

(6) 根据存储器计算结果判断零功耗磁敏传感器是否达到产品标准规定,若达到,则判定零功耗磁敏传感器合格,否则判定不合格。

3. 根据权利要求2所述的一种采用如权利要求1所述检测装置的零功耗磁敏传感器检测方法,其特征在于:所述步骤(5)采用循环比较法计算脉冲信号幅值。

4. 根据权利要求2所述的一种采用如权利要求1所述检测装置的零功耗磁敏传感器检测方法,其特征在于:所述步骤(5)采用连续计数法计算脉冲信号宽度。

5. 根据权利要求2所述的一种采用如权利要求1所述检测装置的零功耗磁敏传感器检测方法,其特征在于:所述步骤(5)采用折线比较法识别脉冲信号波形。

基于单片机的零功耗磁敏传感器检测装置及其检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及磁敏传感器检测领域,尤其是涉及一种基于单片机的零功耗磁敏传感器检测装置及其检测方法。

背景技术

[0002] 零功耗磁敏传感器是一种磁电转换器件,它是由一支经特殊加工处理的磁双稳态合金丝和缠绕其外的感应线圈组成的。在交变磁场中,当平行于合金丝的某极性磁场(例如N极)达到触发磁感应强度时,合金丝中的磁畴受到激励发生运动,磁化方向瞬间转向同一方向,引起合金丝周围空间磁场发生瞬间变化,进而在感应线圈中感生出一个电脉冲;当相反极性(S极)磁场增强到触发磁感应强度时,合金丝磁化方向又瞬间发生反向翻转,并在感应线圈中感生出一个方向相反的电脉冲。如此反复,零功耗磁敏传感器便将交变磁场的磁信号转换成一系列正负电脉冲信号。零功耗磁敏传感器的这种磁电转换特性现已被应用于多种物理量测量的仪表,如流量计、水表、气表、热能表、转速计、转角检测器、无源脉冲发生器、无触点限位开关等。

[0003] 表征零功耗磁敏传感器性能的主要参数指标是传感器的输出信号幅值和脉宽,在研制、生产、使用零功耗磁敏传感器时,需要对这两个参数进行测量和分析。现有实用的零功耗磁敏传感器,其典型输出幅值一般在1伏至数伏,脉宽约为十几微秒至数十微秒。但由于传感器本身性能的离散性,以及激励磁场的波动和杂散电磁的干扰,传感器实际输出信号幅值可能大小不一,有时还可能有其他形式的杂波。想要识别这些正常信号和非正常信号难度是很大的。现阶段国内的检测方法主要是使用旋转的永磁体磁场来触发零功耗磁敏传感器,然后通过示波器人工查看波幅和波形,从而判断传感器性能的优劣。这种方法速度较慢,效率较低,目前还没有一种取代示波器的自动测量方法和测试仪器。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种基于单片机的零功耗磁敏传感器检测装置及检测方法,以克服目前人工操作带来的一系列问题,提高检测效率和检测精度。

[0005] 为达到上述目的,本发明采取如下技术方案:

[0006] 一种基于单片机的零功耗磁敏传感器检测装置,包括:

[0007] 交变磁场发生器,用于提供一种以上的零功耗磁敏传感器激励磁场,激励零功耗磁敏传感器产生电脉冲信号,包括C形磁芯电磁铁、空心螺线管和旋转的永磁体,并设有激励零功耗磁敏传感器插口,零功耗磁敏传感器输出端与传感器信号处理电路中的多路比较器相连;

[0008] 传感器信号处理电路,包括多路比较器、单片机、电位器和按键,多路比较器为基准电压可调的十六路并行连接比较器,其中八路用于比较正脉冲信号,八路用于比较负脉冲信号,所述多路比较器输出端与单片机的数据端口相连;单片机用于接收多路比较器输出的数据并进行处理,控制C形磁芯电磁铁、空心螺线管和旋转的永磁体产生磁场,并消除

C形磁芯电磁铁、空心螺线管和旋转的永磁体磁芯剩磁的影响；单片机输出端与液晶显示器相连，并且单片机输出端通过数模转换器和运算放大器分别与C形磁芯电磁铁、空心螺线管和旋转的永磁体线圈相连；所述电位器与多路比较器相连，所述按键与单片机相连；

[0009] 标准信号源，包括校准用单片机、数模转换器和运算放大器，所述校准用单片机用于产生校准信号；所述校准用单片机与数模转换器相连，所述数模转换器与运算放大器相连，所述运算放大器与多路比较器相连。

[0010] 本发明还提出一种零功耗磁敏传感器检测方法，包含如下步骤：

[0011] (1)根据设定的程序选定激励磁场模式和处理程序；

[0012] (2)用选定的激励磁场模式对零功耗磁敏传感器进行激励，零功耗磁敏传感器产生脉冲信号；

[0013] (3)将零功耗磁敏传感器输出的脉冲信号与设定参数进行比较，并将脉冲信号转换成二进制数字信号；

[0014] (4)采集一组二进制数字信号，根据设定程序判断该组二进制数字信号是否有效，若有效，则转入步骤(5)，若无效，则在设定时间(例如 $1\mu s$)内重复执行步骤(4)，若超过设定时间仍未采集到有效信号，则判定零功耗磁敏传感器不合格；

[0015] (5)根据步骤(4)采集的二进制数字信号计算脉冲信号幅值和宽度，识别脉冲信号波形，并将计算结果记录在存储器中；统计存储器中脉冲数，当脉冲数小于设定值时(例如1000个)，跳转入步骤(4)，否则转入步骤(6)；

[0016] (6)根据存储器计算结果判断零功耗磁敏传感器是否达到产品标准规定，若达到，则判定零功耗磁敏传感器合格，否则判定不合格。

[0017] 更进一步的，步骤(5)采用循环比较法计算脉冲信号脉冲幅值，采用连续计数法计算脉冲信号脉冲宽度，采用折线比较法识别脉冲信号脉冲波形。

[0018] 有益效果：(1)检测装置可同时进行传感器各种性能参数的检测和判定，包括输出信号幅值和脉宽测量、信号幅值分布统计和分档、正常波形和非正常波形的分辨、传感器内阻测量、传感器合格或不合格判定等，提高了传感器检测效率；(2)检测装置内设有校准用标准信号源，提高了传感器参数测量精度；(3)交变磁场发生器设有带磁芯的电磁铁、空心螺线管和旋转的永磁体三种模式，可模拟零功耗磁敏传感器不同的工作环境，为研究、生产和使用零功耗磁敏传感器提供了方便。

附图说明

[0019] 图1为本发明检测装置结构示意图。

[0020] 图2为传感器信号处理原理图。

[0021] 图3为16路比较器结构示意图。

[0022] 图4为C形磁芯电磁铁交变磁场发生器示意图。

[0023] 图5为空心螺线管交变磁场发生器示意图。

[0024] 图6为本发明传感器信号测量流程图。

[0025] 图7为本发明信号处理电路信号处理软件流程图。

具体实施方式：

[0026] 下面结合附图对本发明做更进一步的解释。

[0027] 如图 1 所示,本发明提供的零功耗磁敏传感器检测装置包括交变磁场发生器 1、传感器信号处理电路 2、液晶显示器 3 和标准信号源 4。

[0028] 交变磁场发生器 1,包括 C 形磁芯电磁铁 5、空心螺线管 6 和旋转的永磁体 7,以适应零功耗磁敏传感器不同的应用场景,用于提供一种以上的零功耗磁敏传感器 8 激励磁场,激励零功耗磁敏传感器 8 产生电脉冲信号,并设有激励零功耗磁敏传感器 8 插口,所述零功耗磁敏传感器 8 输出端与传感器信号处理电路 2 中的多路比较器 9 相连;

[0029] 传感器信号处理电路 2,包括多路比较器 9、单片机 10、电位器 11 和按键 12,多路比较器 9 为基准电压可调的十六路并行连接比较器,用于接收所述电脉冲信号并将其转换为数字信号,其中八路用于比较正脉冲信号,八路用于比较负脉冲信号,多路比较器 9 输出端与单片机 10 的数据端口相连;单片机 10 用于接收多路比较器 9 输出的数据并进行处理,控制 C 形磁芯电磁铁 5、空心螺线管 6 和旋转的永磁体 7 产生磁场,并消除 C 形磁芯电磁铁 5、空心螺线管 6 和旋转的永磁体 7 磁芯剩磁的影响;单片机 10 输出端与液晶显示器 3 相连,并且单片机 10 输出端还通过数模转换器 17 和运算放大器 18 分别与 C 形磁芯电磁铁 5、空心螺线管 6 和旋转的永磁体 7 线圈相连;电位器 11 与多路比较器 9 相连,按键 12 与单片机 10 相连;

[0030] 标准信号源 4,用于信号校准,包括校准用单片机 13、数模转换器 14 和运算放大器 15,校准用单片机(13)用于产生校准信号;校准用单片机 13 与数模转换器 14 相连,数模转换器 14 与运算放大器 15 相连,运算放大器 15 与多路比较器 9 相连。

[0031] 下面分别结合实例对各单元进行详细说明:

[0032] (1) 交变磁场发生器 1

[0033] 交变磁场发生器 1 提供一种以上的传感器激励磁场,本实例中设有 C 形磁芯电磁铁 5、空心螺线管 6 和旋转的永磁体 7 三种磁场模式,可分别模拟传感器不同的工作环境,供不同的测量目的选用。另外还设有传感器插口,当零功耗磁敏传感器 8 插入插口后,其输出端即与传感器信号处理电路 2 相连接。

[0034] 如图 4 所示,C 型磁芯电磁铁交变磁场发生器 5 由 C 型磁芯 20、驱动线圈 19、数模转换器 17、运算放大器 18、单片机 16 组成。

[0035] 本实例中,C 型磁芯 20 材料选用铁氧体,气隙处截面为 30mm×20mm 的矩形,气隙长度为 14.5mm;驱动线圈 19 共 4000 匝;数模转换器 17 选用 MAX531B 型芯片;运算放大器 18 选用中等功率 OPA544T 型芯片,该芯片具有适宜的驱动能力;本实例单片机 16 与传感器信号处理单元 2 中的单片机 10 实际共用同一片单片机 C8051F340。

[0036] 在单片机 16 的控制下,数模转换器 17 产生三角波电流,经运算放大器 18 放大后驱动电磁铁线圈 19,并在电磁铁 C 型磁芯 20 气隙处产生一交变磁场。数模转换器的输出由单片机控制,目的是可以轻松实现磁场的各种参数的控制功能。本实例优选驱动电流波形为梯度增加的三角波形,这是考虑到由于磁芯存在磁滞效应,磁场对驱动电流的变化会有一个延时,因此在程序上对其做的一个修正。另外,为了消除磁芯剩磁的影响,单片机还设置了高频退磁程序。

[0037] 经实测,本实例电磁铁在驱动电流小于 150mA 时,沿气隙方向Φ 8mm 圆域内,磁感应强度与电流的对应关系为 $B(\text{mT}) = I(\text{mA}) \times 0.18 (\text{mT}/\text{mA})$ 。在实际使用的范围内可以近

似看作是匀强交变磁场,适用于各种型号传感器性能检测和分析。

[0038] 空心螺线管交变磁场发生器 6 如图 5 所示。

[0039] 本实例螺线管骨架空腔内径Φ 4mm,线圈长度 110mm,线圈匝数 11100 匝,驱动电流由信号处理电路单元中的单片机 10 控制。经计算和实测,在螺线管内部空腔中心处沿螺线管轴线方向,磁感应强度与电流的对应关系为 $B(\text{mT})=I(\text{mA}) \times 0.125(\text{mT}/\text{mA})$ 。空心螺线管在实际使用范围内,磁感应强度仅与驱动电流成正比,而与环境温度无关,并且磁场不存在磁滞效应,因此尤其适用于传感器的性能试验研究。

[0040] 本实例还设有旋转的永磁体交变磁场发生器 7。

[0041] 本装置综合设置了由磁环、磁条、双磁粒等几种常见的永磁体旋转产生的交变磁场,驱动电机由信号处理电路单元中的单片机 10 控制。旋转的永磁体为现有技术,这里不再详述。

[0042] 需要指出的是,永磁体产生的磁场场强是不均匀的,且随着距离的增加而迅速衰减。为使传感器正常工作,需要调整传感器与永磁体之间的距离,使平行于传感器敏感丝方向有一个适当强度的磁场分量。在零功耗磁敏传感器的实际应用中多采用永磁体激励磁场,因此,本装置不仅可用于检测传感器本身性能,还可用于验证传感器应用中磁场设计是否合理。

[0043] (2) 传感器信号处理电路 2

[0044] 如图 1,传感器信号处理电路 2,主要包含单片机 10 和多路比较器 9,多路比较器 9 并行连接且其输出端与单片机 10 的数据端口相连,用于上述传感器信号的采集、处理、记录和统计,并输出计算结果。

[0045] 如图 2 所示,本实例传感器信号处理电路内设有 C8051F340 型单片机、16 路 LM339 型比较器、电位器和按键,其中 8 路比较器用于比较传感器正脉冲信号,8 路比较器用于比较传感器负脉冲信号,如图 3 所示。另外,比较器基准电压可根据实际需要借助电位器 11 进行调整;单片机 10 用于扫描、采集比较器 2 的数据,并进行统计和分析;按键 12 用于调整显示的参数。

[0046] (3) 液晶显示器 3

[0047] 液晶显示器 3,用于上述传感器信号处理电路 2 计算结果的显示。

[0048] (4) 标准信号源 4

[0049] 如图 1 所示,标准信号源 4 由单片机 13、数模转换器 14、运算放大器 15 组成,其工作原理与电磁铁磁场驱动的原理相同,均是用单片机控制数模转换器输出模拟量,经过运算放大器放大后输出。标准信号源不仅可模拟零功耗磁敏传感器输出的正常信号,还可模拟非正常信号,如 M 形波、双峰波、震荡波以及其他各种杂波,其作用是用于校准传感器信号处理电路,提高信号测量准确性。如果信号处理电路测得结果与已知的标准信号一致,则说明信号处理电路测量结果是正确的。信号校准工作可根据需要在初始化前或检测过程中进行。

[0050] 如图 6 所示,本发明提供的零功耗磁敏传感器检测方法包含如下步骤:根据单片机 10 设定的程序选定激励磁场模式和处理程序;用选定的交变磁场对零功耗磁敏传感器进行激励;多路比较器 9 对传感器输出的脉冲信号进行比较,将脉冲模拟信号转换成一组二进制数字信号;单片机 10 对多路比较器 9 输出的数据进行扫描采集,判断数据是否有效;

单片机 10 对接收到的数据进行计算和记录, 判断零功耗磁敏传感器是否合格, 并对计算结果进行统计分析; 液晶显示器 3 显示计算结果。下面结合实例进行具体说明:

[0051] (1) 初始化: 单片机初始化包括时钟、端口、定时器等初始化; 液晶显示屏初始化包括液晶显示的对比度、扫描频率、显示方向等初始化; 各个比较器基准电压初始化包括设定每个比较器的基准电压, 并将各个比较器输出端口对应的单片机 IO 口全部置零;

[0052] (2) 选定磁场模式: 本发明设定了 C 形磁芯电磁铁、空心螺线管、旋转的永磁体三种交变磁场模式, 可分别模拟传感器不同的工作环境, 供不同的测量目的选用;

[0053] (3) 选定处理程序: 根据选定的磁场模式, 启动相应的处理程序。例如, 若选定 C 形磁芯电磁铁模式, 则单片机按预设的程序启动电磁铁驱动电流电源, 产生所需强度和频率的交变磁场;

[0054] (4) 接入传感器: 将传感器放置在交变磁场发生器插口中, 并将传感器输出端接到 16 路比较器的输入端, 比较器即时将传感器输出的脉冲模拟信号转换成一组 8 位数字数据;

[0055] (5) 扫描比较器: 单片机扫描 16 路比较器, 采集比较器数据;

[0056] (6) 判定数据是否有效: 单片机内设有专用程序用以判定 IO 接口数据是否有效, 若单片机采集到有效信号, 则进入下一步骤, 若在设定时间(例如 $1 \mu s$) 内采集的均为无效信号, 则返回上一步骤, 继续进行扫描和采集比较器数据, 若超过设定时间仍采集到无效信号, 则判定零功耗磁敏传感器不合格;

[0057] (7) 计算并记录测量结果: 单片机根据采集到的一组数据计算出脉冲幅值和脉冲宽度, 并识别脉冲波形, 最后将计算结果记录在存储器中;

[0058] (8) 判定传感器合格与否: 单片机统计存储器中测量的脉冲总个数、每个脉冲的幅值和宽度, 并与设定的产品标准相比较, 判定传感器合格与否;

[0059] (9) 统计分析测量结果: 单片机可按设定程序统计分析一个传感器的多次测量结果(例如 1000 个脉冲的幅值分布和脉宽分布), 还可统计分析一批传感器的测量结果;

[0060] (10) 显示测量结果: 借助按键, 将测量条件和测量结果(如激励磁场磁感应强度、脉冲幅值、脉宽、分档分布等) 分别显示在液晶显示器上; 也可通过预设接口将结果送往计算机或打印机。

[0061] 其中, 步骤(7) 信号采集和处理软件流程如图 7 所示。

[0062] 以正脉冲为例, 假设要求被测传感器输出信号幅值 V_o 大于 $1.0V$ 为合格, 且要求按幅值 $1V$ 间隔进行分档, 同时还要求测量 $1.0V$ 处的脉宽。那么比较正脉冲的 8 路比较器基准电压分别设定为 $0.5V$ 、 $1.0V$ 、 $2.0V$ 、 $3.0V$ 、 $4.0V$ 、 $5.0V$ 、 $6.0V$ 、 $7.0V$ 。其中第 1 路比较器基准设定为 $0.5V$, 是由于把 $V_o=0.5V$ 作为判定信号是否有效的阈值, 凡是 $V_o \leqslant 0.5V$ 的脉冲均视为无效信号予以忽略。

[0063] 把第 1 路比较器作为启动信号: 当单片机接收到第 1 路比较器输出为高电平时, 单片机则开始扫描 8 路比较器输出端口, 并同时保存第 1 组数据。

[0064] 利用单片机的定时器, 每间隔 $1 \mu s$ 采集并保存一次数据。一般传感器信号脉宽约 $10 \mu s \sim 30 \mu s$, 所以设定采样 30 次就结束(可以根据实际情况来改变采样次数)。

[0065] 下面详细说明信号具体测量方法:

[0066] (1) 采样:

[0067] 假设 8 路比较器在 $30 \mu\text{S}$ 中分别输出如下电平：

[0068] 第 1 μS 10000000；
 [0069] 第 2 μS 11000000；
 [0070] 第 3 μS 11100000；
 [0071] 第 4 μS 11110000；
 [0072] 第 5 μS 11111000；
 [0073] 第 6 μS 11111100；
 [0074] 第 7 μS 11111110；
 [0075] 第 8 μS 11111111；
 [0076] 第 9 μS 11111111；
 [0077] 第 10 μS 11111110；
 [0078] 第 11 μS 11111100；
 [0079] 第 12 μS 11111000；
 [0080] 第 13 μS 11110000；
 [0081] 第 14 μS 11100000；
 [0082] 第 15 μS 11000000；
 [0083] 第 16 μS 10000000；
 [0084] 第 17 μS 00000000；
 [0085] 第 18 μS 00000000；
 [0086]
 [0087] 第 30 μS 00000000。

[0088] 那么单片机 P0.0 ~ P0.7 端口在 30 次采样时将依次得到如下一组数据：

[0089] P0.7 :00000001100000000000000000000000 (对应于第 8 路比较器)
 [0090] P0.6 :00000011110000000000000000000000 (对应于第 7 路比较器)
 [0091] P0.5 :00000111111000000000000000000000 (对应于第 6 路比较器)
 [0092] P0.4 :00001111111100000000000000000000 (对应于第 5 路比较器)
 [0093] P0.3 :00011111111100000000000000000000 (对应于第 4 路比较器)
 [0094] P0.2 :00111111111110000000000000000000 (对应于第 3 路比较器)
 [0095] P0.1 :01111111111111000000000000000000 (对应于第 2 路比较器)
 [0096] P0.0 :11111111111111100000000000000000 (对应于第 1 路比较器)

[0097] 其中第 1 列 10000000 对应于第 1 μS 采集的数据，第 2 列 11000000 对应于第 2 μS 采集的数据， 第 m 列对应于第 m μS 采集的数据。

[0098] (2) 存储：

[0099] 把单片机 30 次采集到的数据保存在数组 Data[30] 中去，并把单片机的端口 P0 赋值给数组 Data[30]，即 Data[i]=P0 ($0 \leq i \leq 29$)。

[0100] 单片机中的运算器即时运算，得到一组 30 次采集到的数据：

[0101] i=0, P0= $2^0+0+0+0+0+0+0=1$
 [0102] i=1, P0= $2^0+2^1+0+0+0+0+0=3$
 [0103] i=2, P0= $2^0+2^1+2^2+0+0+0+0=7$

[0104]

[0105] i=8, P0=2⁰+2¹+2²+2³+2⁴+2⁵+2⁶+2⁷=127

[0106]

[0107] i=17, P0=0+0+0+0+0+0+0+0=0

[0108]

[0109] i=29, P0=0+0+0+0+0+0+0+0=0

[0110] 由此得到：

[0111] 数组 Data[30]={1,3,7,15,31,63,127,255,255,127,63,31,15,7,3,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}。

[0112] (3) 数据处理：

[0113] a) 采用循环比较法计算脉幅。

[0114] 将数组 Data[30] 中的相邻两个数据 Data[i] 与 Data[i+1] ($0 \leq i \leq 28$) 逐一进行比较, 若后者大, 则继续进行下一组比较; 若前者大, 则将 2 个数据进行交换, 再将大者数据与下一个数据进行比较, 直至得到数组数据的最大值。本实例中, i=0 时, Data[0] < Data[1] (即 $1 < 3$), 继续进行下一组比较, 当 i=8 时, Data[8] > Data[9] (即 $255 > 127$), 将 Data[8] 与 Data[9] 数据进行交换, 得到 DataNew[9]=255。继续用 DataNew[9] 与 Data[10] 进行比较, 这样将 30 个数据进行循环比较, 最后得到最大数值 Data_New[MAX]。

[0115] 将得到的最大值 Data_New[MAX] (本实例为 255) 与 2^n ($1 \leq n \leq 8$) 进行循环比较, 直到 $255 < 2^n$ 。此时跳出循环, 记录下 n=8, 那么最大值对应的就是第 8 比较器(基准电压为 7V)。

[0116] 因此 $V_o \geq 7V$ 。

[0117] b) 采用连续计数法计算脉宽。

[0118] 对数组 Data[30] 中数据连续大于等于 3(对应于第 2 个比较器, 基准电压为 1V) 的次数进行计数, 次数乘以采样时间间隔, 即得到脉宽。本实例连续大于等于 3 的次数为 14, 采样时间间隔为 $1 \mu s$, 则计算出脉宽为 $14 \mu s$ 。

[0119] c) 采用折线比较法识别波形。

[0120] 对数组 Data[30] 中的相邻两个数据 Data[i] 与 Data[i+1] ($0 \leq i \leq 28$) 逐一进行比较。

[0121] 若后者大, 则标记为 flag=1; 若前者大, 则标记为 flag=0; 若两者相等, 则标记 flag 不变, 与前一次相同。

[0122] 当出现从 flag=1 变为 flag=0 时, 记变量 j=1。此后当出现从 flag=0 变为 flag=1, 或从 flag=1 变为 flag=0, 每变化一次, 变量 j 增加 1。

[0123] 完成一个波形数据比较后, 根据 j 值(即 flag 折反次数)判定波形：

[0124] 若 j=1, 则表明波形为类正弦波；

[0125] 若 j=3, 则表明波形为类 M 型波。

[0126] 例一, 设单片机 P0.0 ~ P0.7 端口在 30 次采样时得到如下一组数据：

[0127] 00000001100000000000000000000000

[0128] 00000011110000000000000000000000

[0129] 00000111110000000000000000000000

[0130] 000011111110000000000000000000
[0131] 000111111110000000000000000000
[0132] 001111111111000000000000000000
[0133] 011111111111100000000000000000
[0134] 111111111111100000000000000000
[0135] 如前所述,数组 Data[30]={1,3,7,15,31,63,127,255,255,127,63,31,15,7,3,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}。

[0136] 利用折线比较法对数组 Data[30] 中的相邻两个数据 Data[i] 与 Data[i+1] ($0 \leq i \leq 28$) 逐一进行比较:

[0137] $i=0$ 时,对第 1 个数据与第 2 个数据进行比较,(即将 1 与 3 进行比较),得到后者大,则标记为 flag=1;

[0138] $i=1$ 时,对第 2 个数据与第 3 个数据进行比较,(即将 3 与 7 进行比较),得到后者大,则标记为 flag=1;

[0139]

[0140] $i=6$ 时,对第 7 个数据与第 8 个数据进行比较,(即将 127 与 255 进行比较),得到后者大,则标记为 flag=1;

[0141] $i=7$ 时,对第 8 个数据与第 9 个数据进行比较,(即将 255 与 255 进行比较),得到两者相等,则标记仍为 flag=1;

[0142] $i=8$ 时,对第 9 个数据与第 10 个数据进行比较,(即将 255 与 127 进行比较),得到前者大,则标记为 flag=0。

[0143] 此时 flag 变换一次变量,则记 $j=1$ 。

[0144] 此后数据比较一直为后者大,即一直 flag=0,变量不再增加,保持 $j=1$ 。

[0145] 因此,完成一个波形数据比较后, $j=1$,表明波形是一个正常的类正弦波。

[0146] 例二,设单片机 P0.0 ~ P0.7 端口在 30 次采样时得到如下一组数据:

[0147] 000000110000000000000000000000

[0148] 000001111000011000000000000000

[0149] 0000111110011110000000000000

[0150] 000011111111111100000000000000

[0151] 000111111111111110000000000000

[0152] 001111111111111110000000000000

[0153] 011111111111111111111000000000

[0154] 111111111111111111111000000000

[0155] 利用折线比较法进行比较,得到:

[0156] $i=8$ 时,出现 flag=1 变为 flag=0, $j=1$;

[0157] $i=12$ 时,出现 flag=0 变为 flag=1, $j=2$;

[0158] $i=15$ 时,出现 flag=1 变为 flag=0, $j=3$ 。

[0159] 此后一直 flag=0,变量不再增加,保持 $j=3$ 。

[0160] 由此判定波形为类 M 型波。

[0161] 利用折线比较法还可以识别双峰波、震荡波以及其他复杂的波形。

[0162] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

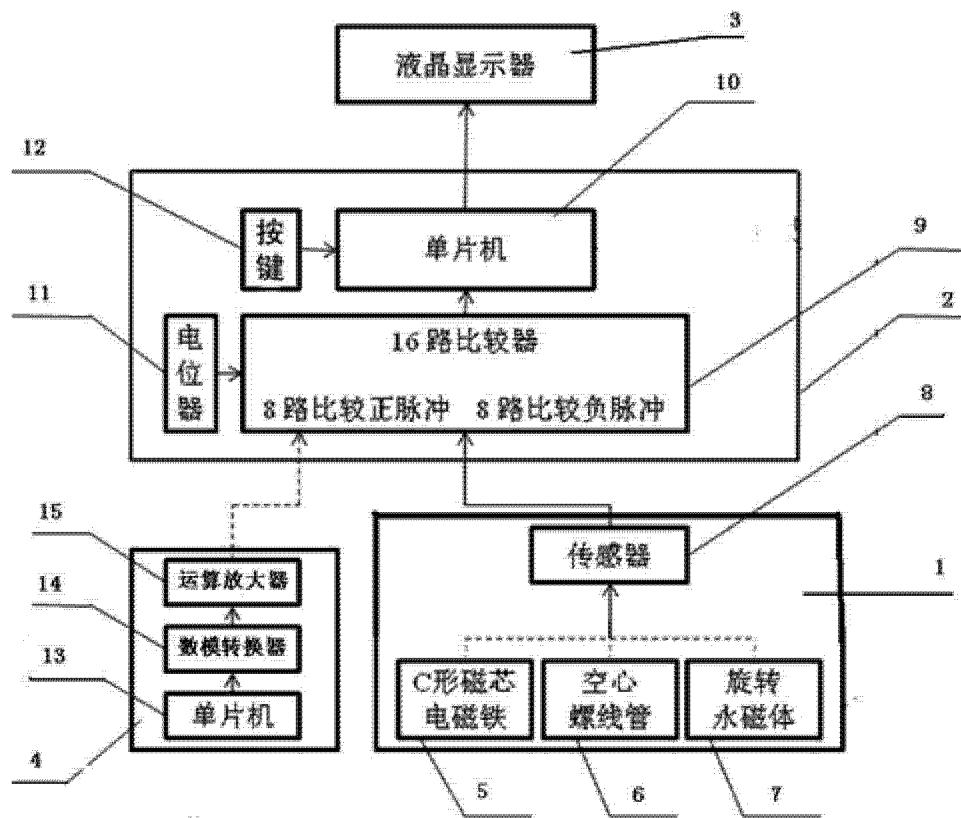


图 1

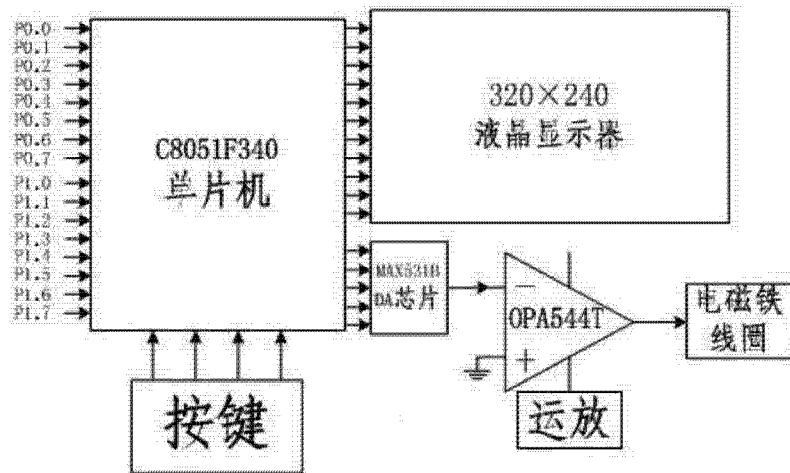


图 2

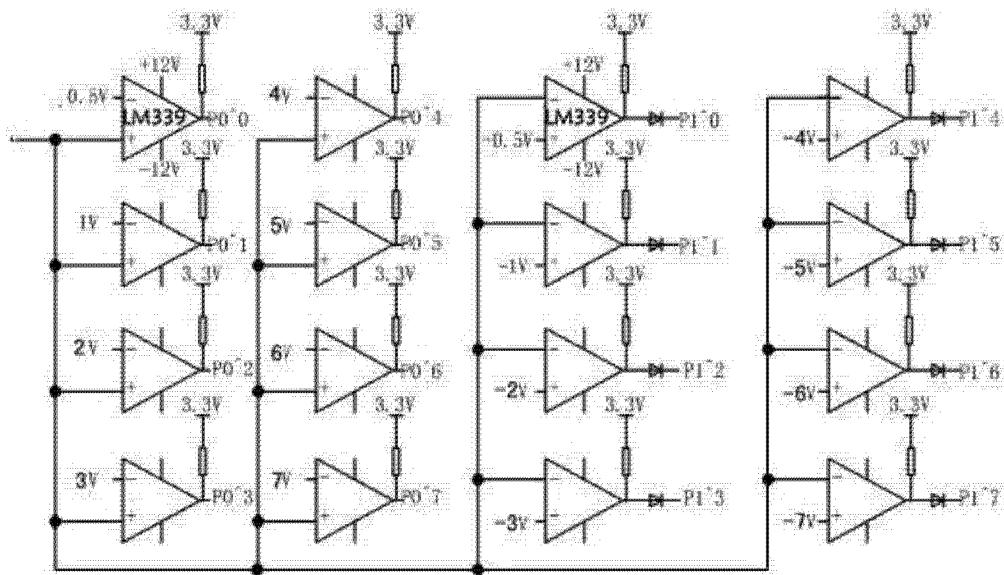


图 3

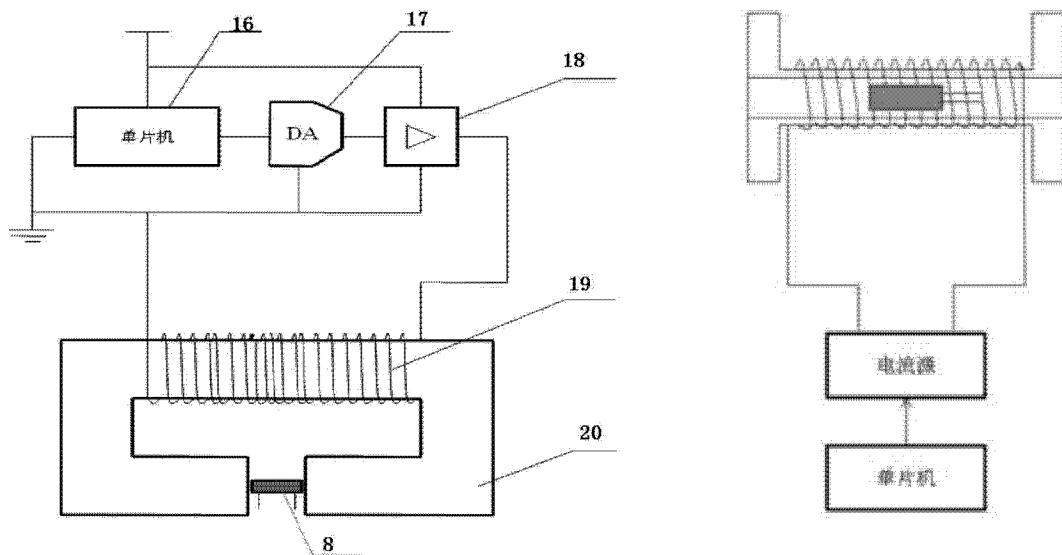


图 4

图 5

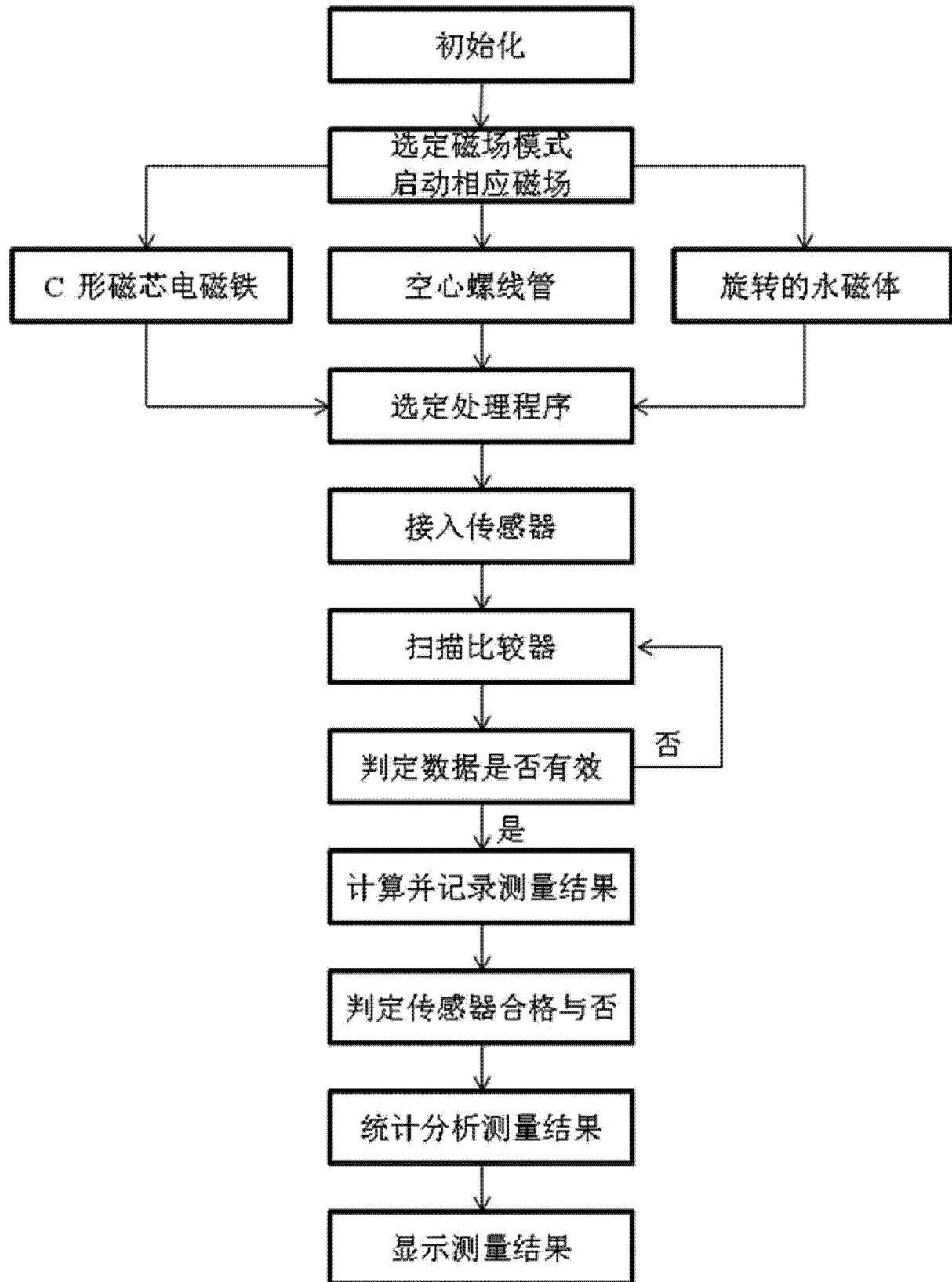


图 6

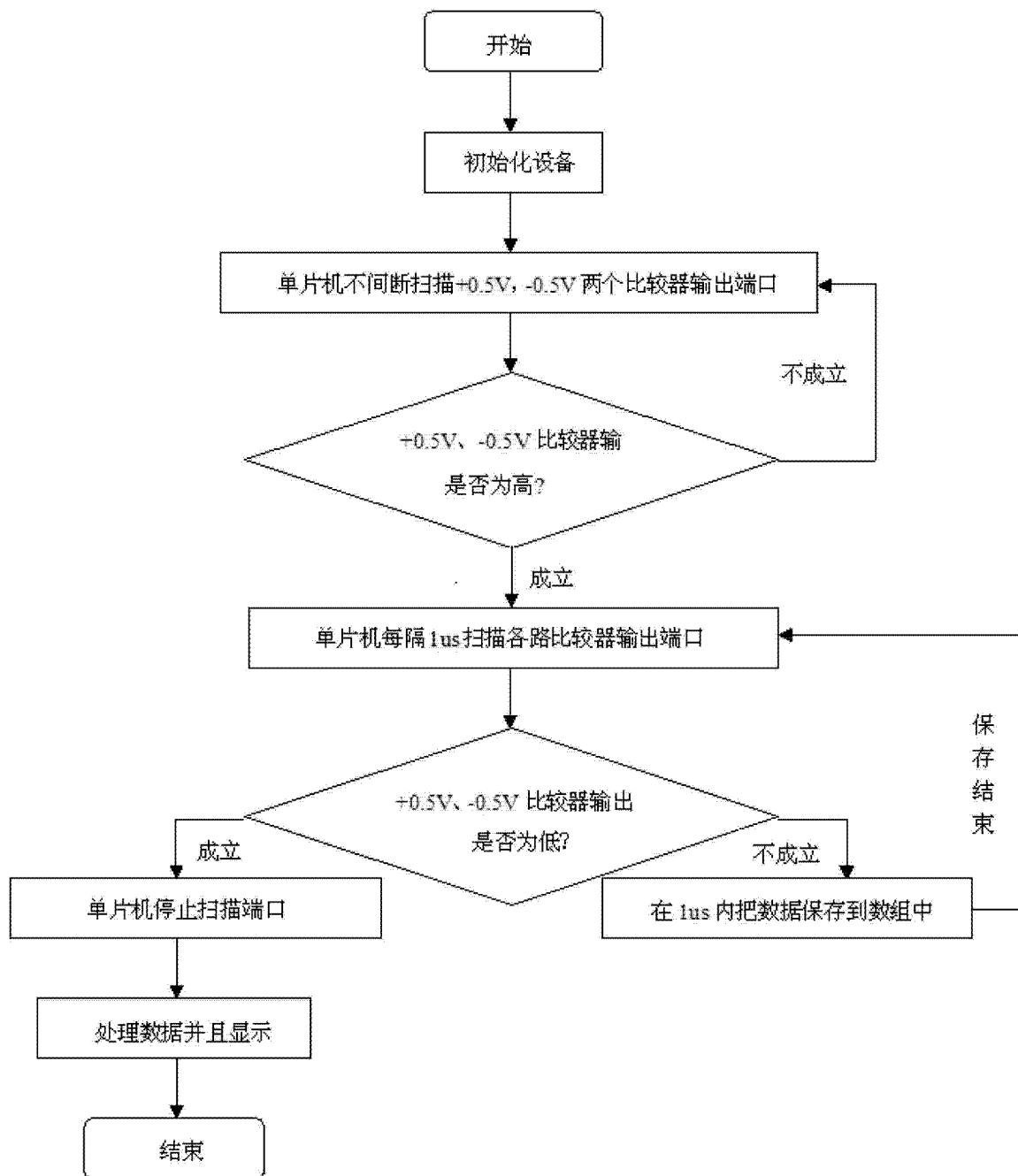


图 7