



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202433440 U

(45) 授权公告日 2012. 09. 12

(21) 申请号 201120545871. 3

(22) 申请日 2011. 12. 23

(73) 专利权人 西交利物浦大学

地址 215123 江苏省苏州市工业园区独墅湖  
高等教育区仁爱路 111 号

(72) 发明人 桑迟 魏小莽 赵策洲

(74) 专利代理机构 苏州创元专利商标事务所有  
限公司 32103

代理人 范晴

(51) Int. Cl.

G01R 19/25(2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

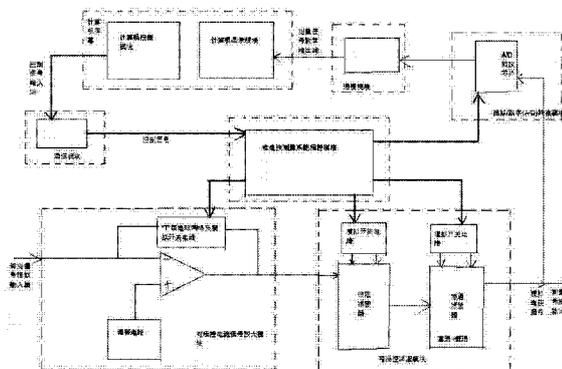
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 实用新型名称

一种可编程智能微电流测量显示系统

(57) 摘要

本实用新型公开了一种可编程智能微电流测量显示系统,其特征在在于,包括:计算机控制模块、显示模块、通信模块、A/D 转换模块、微电流测量系统程控模块、可编程电流信号放大模块以及可编程滤波模块,待测微电流信号输入所述可编程电流信号放大模块,完成放大后并转为电压信号输入可编程滤波模块进行滤波,滤波后的信号通过 A/D 转换模块以及通信模块输入到显示模块并进行显示,所述可编程电流信号放大模块、可编程滤波模块以及 A/D 转换模块均由微电流测量系统程控模块控制,所述计算机控制模块通过通信模块控制微电流测量系统程控模块。本测量系统仪器本身造价低成本,因而仪器的普遍适用性就会大大提升,低成本能降低价格对科研的阻力。



1. 一种可编程智能微电流测量显示系统,其特征在于,包括:计算机控制模块、显示模块、通信模块、A/D 转换模块、微电流测量系统程控模块、可编程电流信号放大模块以及可编程滤波模块,待测微电流信号输入所述可编程电流信号放大模块,完成放大后并转为电压信号输入可编程滤波模块进行滤波,滤波后的信号通过 A/D 转换模块以及通信模块输入到显示模块并进行显示,所述可编程电流信号放大模块、可编程滤波模块以及 A/D 转换模块均由微电流测量系统程控模块控制,所述计算机控制模块通过通信模块控制微电流测量系统程控模块。

2. 根据权利要求 1 所述的可编程智能微电流测量显示系统,其特征在于,所述可编程电流信号放大模块包括放大器、调零电路以及“T”型电阻网络及其模拟开关电路,所述调零电路与放大器正相输入端相连,“T”型电阻网络及其模拟开关电路连接在放大器负相输入端和放大器输出端之间,微电流测量系统程控模块控制“T”型电阻网络及其模拟开关电路。

3. 根据权利要求 1 所述的可编程智能微电流测量显示系统,其特征在于,所述可编程滤波模块包括,模拟开关电路、带阻滤波器以及带通滤波器,微电流测量系统程控模块通过模拟开关电路控制带阻滤波器以及带通滤波器。

4. 根据权利要求 3 所述的可编程智能微电流测量显示系统,其特征在于,所述带通滤波器由单电源供电轨至轨运算放大器组建的高通贝赛型滤波器和低通贝赛型滤波器组成。

5. 根据权利要求 1 所述的可编程智能微电流测量显示系统,其特征在于,所述微电流测量系统程控模块的核心数字信号处理器为 FPGA。

6. 根据权利要求 1 所述的可编程智能微电流测量显示系统,其特征在于,所述通信模块的接口为 RS232 通信接口。

## 一种可编程智能微电流测量显示系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于半导体器件缺陷探测领域,具体涉及一种可编程智能微电流测量显示系统。

### 背景技术

[0002] 当今的电子电路中,以半导体器件占据主导。不论对单个的 MOS 器件或是对超大规模集成电路,其中对各类微小电流变化的监测已经成为当前用以探究器件功能和缺陷以及稳定性的一种途径。就单一的 MOS 晶体管或特殊 MOS 电容器件而言,器件本身在设计以及生产过程中总会产生无法避免的缺陷。同时,微电子材料本身的某些特性也可能造成器件在工作时出现一定的性能退化,参数漂移等问题。对于这类现象,目前一般利用脉冲电压对器件进行充放电测试,通过对器件充放电时因缺陷而导致的微电流进行测量,对其性能及可靠性进行分析评估。本实用新型对当前的一类微电流放大仪器研究之后,发现现存一类微电流放大仪器存在以下一些不足:

[0003] 1. 仪器本身造价昂贵,因而仪器的普遍适用性就会大大降低,高成本会增加科研的阻力。

[0004] 此类仪器往往功能相对单一,还需要信号发生器以及大型的外接示波器等仪器配合组成测量系统,增加了实验难度和偶然误差出现的概率,降低了实验结果的可靠性。

[0005] 此类仪器往往多为手动实物按钮设定参数,容易造成仪器损耗,还会降低测试效率。

### 实用新型内容

[0006] 本实用新型目的是:提供一种对微电流信号的系统性智能测量系统,通过计算机及数据通信技术实现整个电子测量系统的自动化,高精度化,实时性,可重复性,以及高效性。使得高频探测下的微小电流信号能被准确放大并转换为电压信号,经过滤波处理之后,再由数字电路将信号传送至计算机上的波形显示数字软件,整个过程亦具有高灵敏度,低延迟的特点。其中,放大增益与滤波参数调节以及显示方式须由计算机程控完成。

[0007] 本实用新型的技术方案是:一种可编程智能微电流测量显示系统,其特征在于,包括:计算机控制模块、显示模块、通信模块、A/D 转换模块、微电流测量系统程控模块、可编程电流信号放大模块以及可编程滤波模块,待测微电流信号输入所述可编程电流信号放大模块,完成放大后并转为电压信号输入可编程滤波模块进行滤波,滤波后的信号通过 A/D 转换模块以及通信模块输入到显示模块并进行显示,所述可编程电流信号放大模块、可编程滤波模块以及 A/D 转换模块均由微电流测量系统程控模块控制,所述计算机控制模块通过通信模块控制微电流测量系统程控模块。

[0008] 进一步的,所述可编程电流信号放大模块包括放大器、调零电路以及“T”型电阻网络及其模拟开关电路,所述调零电路与放大器正相输入端相连,“T”型电阻网络及其模拟开关电路连接在放大器负相输入端和放大器输出端之间,微电流测量系统程控模块控制“T”

型电阻网络及其模拟开关电路。

[0009] 进一步的,所述可编程滤波模块包括,模拟开关电路、带阻滤波器以及带通滤波器,微电流测量系统程控模块通过模拟开关电路控制带阻滤波器以及带通滤波器。

[0010] 进一步的,所述带通滤波器由单电源供电轨至轨运算放大器组建的高通贝赛型滤波器和低通贝赛型滤波器组成。

[0011] 进一步的,所述微电流测量系统程控模块的核心数字信号处理器为 FPGA。

[0012] 进一步的,所述通信模块的接口为 RS232 通信接口。

[0013] 相对于传统现存微电流测量仪器而言,本实用新型的优势之处在于:本测量系统仪器本身造价低成本,因而仪器的普遍适用性就会大大提升,低成本能降低价格对科研的阻力。同时,本测量系统功能全面,放大增益可调范围广,滤波模块精度高;并拥有模拟数字转换功能,实现了计算机辅助测量,且外接示波器可同时配合使用,在两种显示方式的参照下,提升了测量的可靠性。此外,本仪器为计算机直接程控测量系统,无需手动调节,调节精准且高效。

[0014] 本实用新型的优点是:

[0015] 1. 微电流放大器的增益调节,带阻滤波器和带通滤波器的带宽调节都可直接在计算机屏幕上设置,极大的提升了系统测量的效率和可重复性。同时减少了因仪器实物调节导致的器件损耗。

[0016] 相比于普通电流放大器,本实用新型的“T”型电路结构既达到了噪声的控制又可对增益进行大范围调节和小范围调节,总体的放大范围可从 10 的 5 次方倍到 10 的 9 次方倍。

[0017] 本系统在后期 PCB 设计的过程中,可将涉及到的所有芯片按照相关原理布局在同一块 PCB 板上,减少了人为手动自搭电路的环节,降低了偶然误差的出现概率,保证了实验结果的精度。同时也为测量系统的便携提供了保障。

[0018] 本实用新型对于模拟电路小信号处理时可能存在的放大器无法准确判断接近参考电压(地电压)的信号的问题,采用了在有源滤波过程中,使用单电源供电技术的轨至轨放大器,抬高参考电压,使得放大器能准确判断信号大小,降低了放大器输出误差。

[0019] 本实用新型既有模拟信号测量输出端,又有数字信号输出端,这样保证了实验过程中,可将计算机显示模块中的结果与外接示波器上的结果进行对比,从而保障了实验数据的有效性,提高了系统的可靠程度。

[0020] 本系统提供可编程选择 50 赫兹或 60 赫兹带阻滤波器,这使得系统抗供电频率干扰的能力范围的提高,说明了本测量系统在不同频率的供电地区的适应性。

## 附图说明

[0021] 下面结合附图及实施例对本实用新型作进一步描述:

[0022] 图 1 为本实用新型的可编程智能微电流测量显示系统结构框图。

[0023] 图 2 为本实用新型的可编程智能微电流测量显示系统结构框图。

[0024] 图 3 为本实用新型的可编程智能微电流测量显示系统工作流程图。

## 具体实施方式

[0025] 实施例：如图 1、图 2 所示的可程控智能微电流测量显示系统由模拟信号处理，数字信号处理和计算机用户界面三大部分组成。可程控电流信号放大模块和可程控滤波模块通过微电流测量系统程控模块可直接被计算机控制模块控制，模拟信号处理结束后亦可通过模拟 / 数字(A/D)转换模块经由通信模块中的 RS232 接口向计算机显示模块提供数据以显示波形。可程控电流信号放大模块直接控制信号来源于微处理模块，待测微电流信号由同轴线引入模块，完成放大后并转为电压信号并输入可程控滤波模块。可程控滤波模块直接控制信号来源于微电流测量系统程控模块，滤波模块按印刷电路板(PCB)布局原理连接在放大模块输出口，对放大后的电压信号进行滤波处理。上述模块都按照印刷电路板(PCB)布局原理印制在同一块电路板上，并留有控制信号输入端，测量信号数字输出端，待测信号模拟输入端和测量信号模拟输出端，从而实现测量全过程的自动化。计算机控制模块中计算机屏幕上的用户界面设置有调节可程控电流信号放大模块放大增益的按键。可程控电流信号放大模块中“T”型电阻网络及其模拟开关电路由微电流测量系统程控模块直接控制选通路径达到增益的选定。计算机控制模块中计算机屏幕上的用户界面设置有选择本测量系统被使用地区交流电供电频率(50 赫兹或 60 赫兹)的按键。计算机控制模块中计算机屏幕上的用户界面设置有选择可程控滤波模块中带通截止频率范围的按键。可程控滤波模块中的模拟开关电路由微电流测量系统程控模块直接控制选通路径达到带阻滤波频率和带通截止频率的设定。可程控滤波模块中带通滤波器由单电源供电轨至轨运算放大器组建的高通贝赛型滤波器和低通贝赛型滤波器共同构建完成。计算机控制模块中计算机屏幕上的用户界面设置有选择测量信号(测量信号数字输出端或测量信号模拟输出端)输出接口的按键。

[0026] 工作状态时，用户在完成系统初始化及电源开启后，利用安装在计算机上的控制软件(一种利用 C&C++ 编写的作为操作界面的控制软件)，选择相关参数按键，首先通过一个基于 RS232 接口的通信模块向微电流测量系统程控模块发送 ASC II 码指令。选由 FPGA 作为核心数字信号处理器的微电流测量系统程控模块将转换信号电平以达到微处理模块对计算机指令的识别。进而微电流测量系统程控模块对所控制的模拟开关电路发出控制信号。此模拟开关电路是由微电流测量系统程控模块所控制的放大模块和滤波模块的一部分，因此起到了程控信号控制模拟电路模块的目的。当按照一定选通开关组件后，电流信号放大模块和电流信号滤波模块的电路功能可确定，特性可确定。仅当下一次计算机调控指令发出，模拟电路模块参数才会再次相应地调整。用户设定结束后，放入待测样品，由外接信号发生器对待测样品施加脉冲电压，生成待测微电流信号。微电流信号进入待测信号模拟输入端，信号将流经设定的路径并按相应的要求放大并转化成电压信号。电压信号进入可程控滤波模块，按照相关设定完成滤波。模拟电路部分工作结束。模拟信号处理结束后，若不开启计算机显示模块而是直接使用外接示波器，此时 A/D 转换功能中的 A/D 芯片的使能端将被设置在高电平，使得 A/D 转换模块的输入端成高阻态，即不启动模拟数字(A/D)转换模块。此设定同样如前所述，将设计有计算机控制软件上的选择按键。另一方面，信号可直接从测量信号模拟输出端引出并显示在外接示波器上。在没有外接显示仪器的辅助下，需要启动计算机显示模块。其中虚拟仪器应用软件开发工具 LabVIEW 可被采用，其是一种由美国国家仪器公司开发推出的采用图形化编程技术的虚拟开发软件。滤波完成的模拟信号进入 A/D 转换模块。A/D 转换模块中的 A/D 芯片需有基准电压参考，并且 A/D 芯片时钟信号端

口连接微电流测量系统程控模块,同时 A/D 芯片在使能端低电平的情况下,完成 A/D 转换,输出一个串行的二进制数字信号。该串行数字信号继续输入通信模块中的串口调节芯片输入端,在微电流测量系统程控模块的辅助下,实现信号电平转换,并由 RS232 通信接口传回计算机。最后利用计算机显示模块中的虚拟仪器开发软件实现波形的显示。

[0027] 如图 3 所示,本实用新型可控智能微电流测量和显示系统测量方法流程,对一次完整的测量过程按步骤阐述。初始开机,连接系统与其他仪器后,设定测量功能,进而放入待测样品,进行测试,最后实现放大,滤波,显示。

[0028] 以上实施例仅为本实用新型其中的一种实施方式,其描述较为具体和详细,但不能因此而理解为对本实用新型专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本实用新型构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本实用新型的保护范围。因此,本实用新型专利的保护范围应以所附权利要求为准。

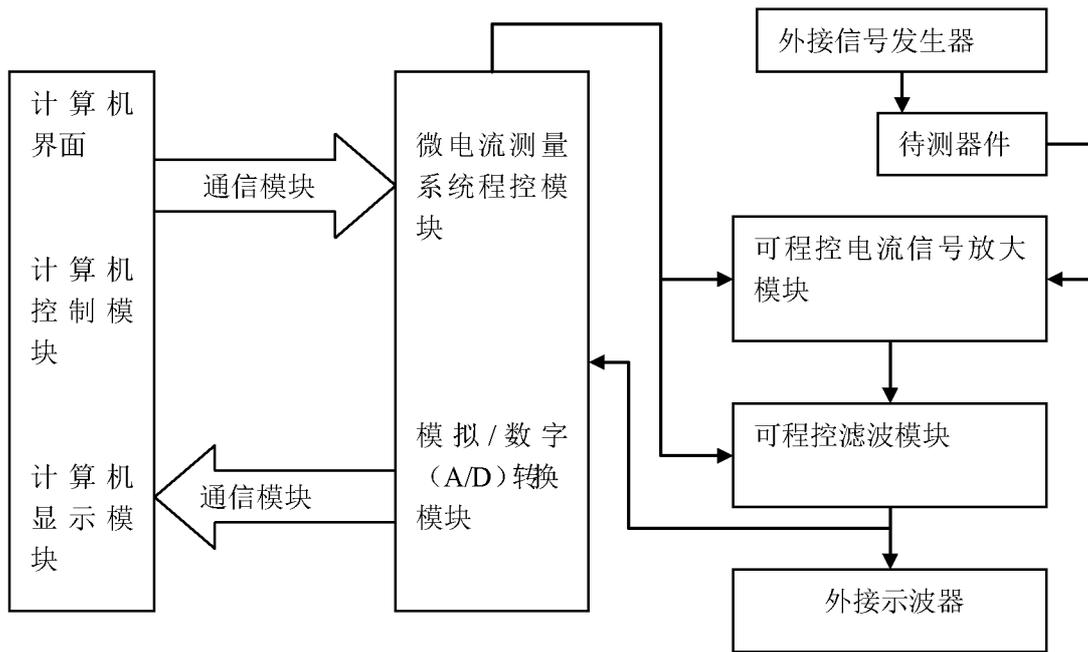


图 1

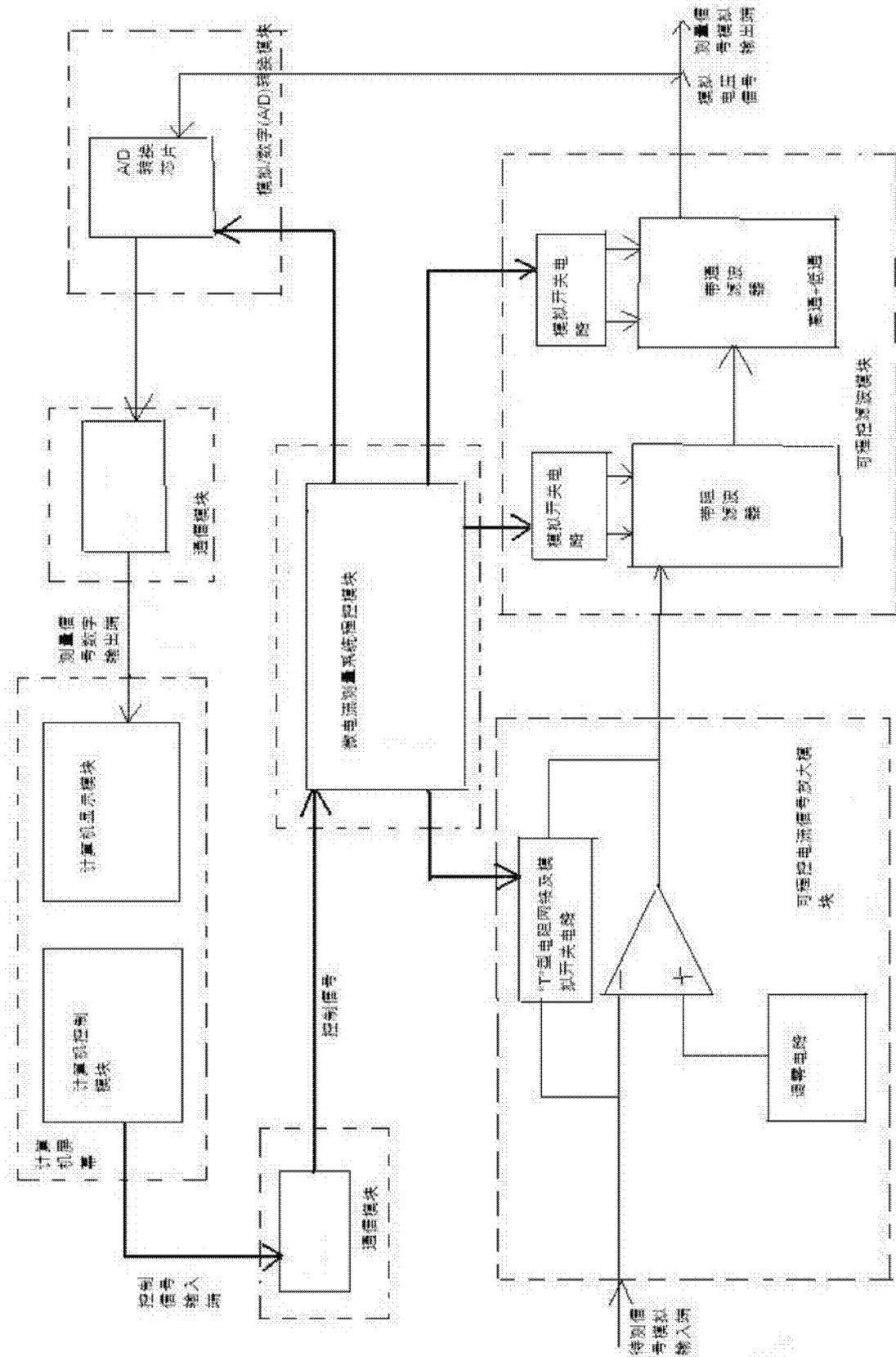


图 2

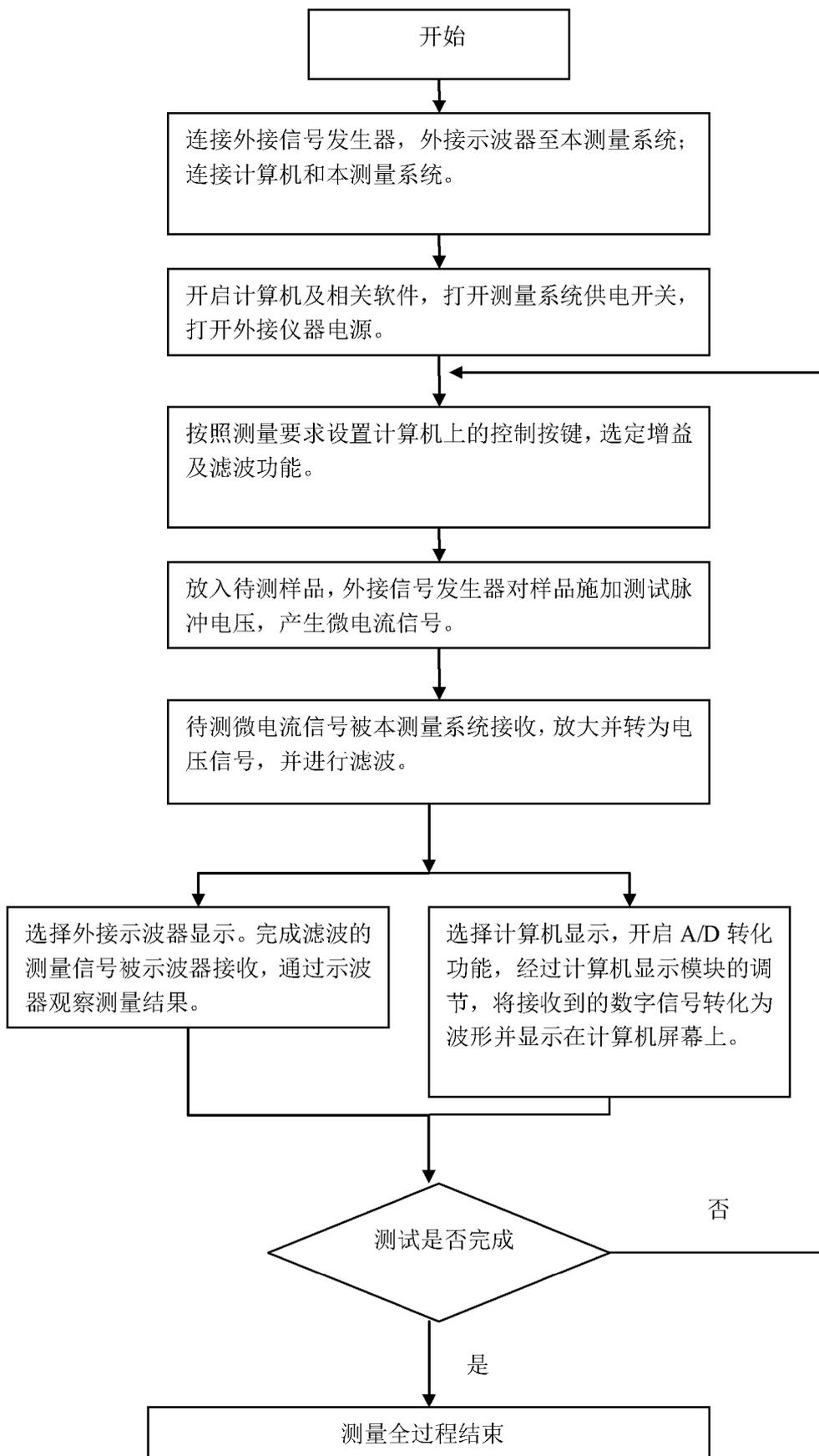


图 3