

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
A61B 8/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710077492.4

[43] 公开日 2008 年 5 月 14 日

[11] 公开号 CN 101176673A

[22] 申请日 2007.11.30

[21] 申请号 200710077492.4

[71] 申请人 深圳市蓝韵实业有限公司

地址 518034 广东省深圳市福田区景田北路
81 号碧景园 E 栋 601

[72] 发明人 李春彬 周 明

[74] 专利代理机构 北京必浩得专利代理事务所
代理人 关松寿

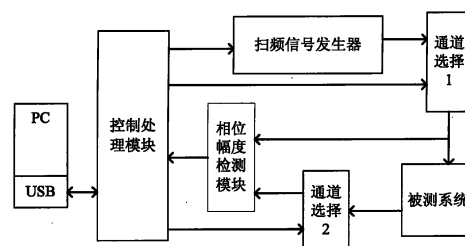
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 5 页

[54] 发明名称

超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置

[57] 摘要

本发明公开了一种超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置，包括控制处理模块、计算机、扫频信号发生器、相位幅度检测模块、第一通道选择模块和第二通道选择模块，所述控制处理模块分别与所述计算机、所述扫频信号发生器、所述相位幅度检测模块、所述第一通道选择模块和所述第二通道选择模块相连，所述第一通道选择模块分别与所述扫频信号发生器、所述相位幅度检测模块和被测系统相连，所述第二通道选择模块分别与所述相位幅度检测模块和被测系统相连。



1、超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置，其特征在于：包括控制处理模块、计算机、扫频信号发生器、相位幅度检测模块、第一通道选择模块和第二通道选择模块，所述控制处理模块分别与所述计算机、所述扫频信号发生器、所述相位幅度检测模块、所述第一通道选择模块和所述第二通道选择模块相连，所述第一通道选择模块分别与所述扫频信号发生器、所述相位幅度检测模块和被测系统相连，所述第二通道选择模块分别与所述相位幅度检测模块和被测系统相连，所述扫频信号发生器用于产生扫频信号，所述相位幅度检测模块用于检测被测系统两端的幅度比值和相位差值并发送到所述控制处理模块，所述控制处理模块用于控制整个装置的协调工作并对输入的数据进行分析处理，所述计算机用于设置测量参数和工作参数，第一通道选择模块和第二通道选择模块用于选择被测的前端放大通道并与所述被测的前端放大通道一起形成信号通道。

2、根据权利要求 1 所述的超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置，其特征在于：所述控制处理模块包括数字信号处理器 DSP 和与其相连的可编程逻辑器件 CPLD。

3、根据权利要求 2 所述的超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置，其特征在于：所述扫频信号发生器包括直接数字频率合成模块和与其相连的滤波放大模块。

4、根据权利要求 3 所述的超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置，其特征在于：所述直接数字频率合成模块包括依次相连的相位累加器、正弦查询表和数/模转换器。

5、根据权利要求4所述的超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置，其特征在于：所述滤波放大模块包括依次相连的第一低通滤波器、可控增益放大器、固定增益放大器、第二低通滤波器和射频放大器。

6根据权利要求5所述的超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置，其特征在于：第一低通滤波器和第二低通滤波器设为椭圆滤波器。

7、根据权利要求6所述的超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置，其特征在于：所述相位幅度检测模块包括相位幅度检测器和相位极性判断器，还包括第一放大滤波模块和第二放大滤波模块，第一放大滤波模块和第二放大滤波模块与所述相位幅度检测器和所述相位极性判断器输入端相连，第一放大滤波模块对所述直接数字频率合成模块输出信号进行放大和滤波，第二放大滤波模块对被测的前端放大通道输出信号进行放大和滤波，还包括与所述相位幅度检测器输出端相连的第三低通滤波器和第四低通滤波器，还包括与第三低通滤波器和第四低通滤波器输出端相连的模/数转换模块。

8、根据权利要求7所述的超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置，其特征在于：第三低通滤波器和第四低通滤波器设为有源低通滤波器。

9、根据权利要求8所述的超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置，其特征在于：所述相位幅度检测器包括幅度比值检测器和相位差检测器。

10、根据权利要求9所述的超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置，其特征在于：所述相位极性判断器包括第一分频器和第二分频器、施密特触发器和D触发器，第一分频器和第二分频器与所述施密特触发器的输入端相连，所述D触发器与所述施密特触发器的输出端相连。

超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置

技术领域

本发明涉及超声诊断技术领域，具体涉及超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置。

背景技术

现有的超声诊断设备主要包括前端装置和数字信号处理装置，前端装置包括前端逻辑控制模块、发射模块、探头阵列处理模块和接收模块。目前的前端接收模块放大通道多采用分立元件搭建，分立元件电频特性的分散性可能导致放大通道的性能不一致，因此，需要一种装置来定量测量前端放大通道的频率特性，以方便超声诊断设备的生产调试。

发明内容

本发明要解决的技术问题是提供一种超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置，定量测量前端放大通道的频率特性，以方便超声诊断设备的生产调试。

本发明为解决上述技术问题所采用的技术方案为：

超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置，包括控制处理模块、计算机、扫频信号发生器、相位幅度检测模块、第一通道选择模块和第二通道选择模块，所述控制处理模块分别与所述计算机、所述扫频信号发生器、所述相位幅度检测模块、所述第一通道选择模块和所述第二通道选择模块相连，所述第一通道选择模块分别与所述扫频信号发生器、所

述相位幅度检测模块和被测系统相连,所述第二通道选择模块分别与所述相位幅度检测模块和被测系统相连,所述扫频信号发生器用于产生扫频信号,所述相位幅度检测模块用于检测被测系统两端的增益差和相位差并发送到所述控制处理模块,所述控制处理模块用于控制整个装置的协调工作并对输入的数据进行分析处理,所述计算机用于设置测量参数和工作参数,第一通道选择模块和第二通道选择模块用于选择被测的前端放大通道并与所述被测的前端放大通道一起形成信号通道。

所述的超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置,其中所述控制处理模块包括数字信号处理器 DSP 和与其相连的可编程逻辑器件 CPLD。

所述的超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置,其中所述扫频信号发生器包括直接数字频率合成模块和与其相连的滤波放大模块。

所述的超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置,其中所述直接数字频率合成模块包括依次相连的相位累加器、正弦查询表和数/模转换器。

所述的超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置,其中所述滤波放大模块包括依次相连的第一低通滤波器、可控增益放大器、固定增益放大器、第二低通滤波器和射频放大器。

所述的超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置,其中第一低通滤波器和第二低通滤波器设为椭圆滤波器。

所述的超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置,其中所述相位幅度检测模块包括相位幅度检测器和相位极性判断器,还包括第一放大滤波模块和第二放大滤波模块,第一放大滤波模块和第二放大滤波模块与所述相位幅度检测器和所述相位极性判断器输入端相连,第一放大滤波模块对所述直接数字频率合成模块输出信号进行放大和滤波,第二放大滤波模块对被测的前端放大通道输出信号进行放大和滤波,还包括与所

述相位幅度检测器输出端相连的第三低通滤波器和第四低通滤波器，还包括与第三低通滤波器和第四低通滤波器输出端相连的模/数转换模块。

所述的超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置，其中第三低通滤波器和第四低通滤波器设为有源低通滤波器。

所述的超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置，其中所述相位幅度检测器包括幅度比值检测器和相位差检测器。

所述的超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置，其中所述相位极性判断器包括第一分频器和第二分频器、施密特触发器和D触发器，第一分频器和第二分频器与所述施密特触发器的输入端相连，所述D触发器与所述施密特触发器的输出端相连。

本发明的有益效果为：本发明基于DDS技术开发的超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置具有性能稳定、测试误差小、使用灵活方便等特点，在超声诊断仪的生产中，通过对测试数据的比较，可方便地实现对前端放大电路的性能比对，有助于提高超声诊断仪性能的一致性，为日后产品的批量生产和检验也提供了极大的方便。

附图说明

本发明包括如下附图：

图1为本发明超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置示意图；

图2为本发明扫频信号发生器示意图；

图3为本发明七阶椭圆滤波器示意图；

图4为本发明相位幅度检测模块示意图；

图5为本发明相位幅度检测器示意图；

图 6 为本发明巴特沃什有源低通滤波器示意图;

图 7 为本发明相位极性判断器示意图;

图 8 为 本发明超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置电路结构图;

图 9 为本发明数字信号处理器 DSP 处理流程图;

图 10 为本发明计算机处理流程图。

具体实施方式

下面根据附图和实施例对本发明作进一步详细说明:

如图 1 所示, 本发明超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置, 包括控制处理模块、计算机、扫频信号发生器、相位幅度检测模块、第一通道选择模块和第二通道选择模块, 控制处理模块分别与计算机、扫频信号发生器、相位幅度检测模块、第一通道选择模块和第二通道选择模块相连, 第一通道选择模块分别与扫频信号发生器、相位幅度检测模块和被测系统相连, 第二通道选择模块分别与相位幅度检测模块和被测系统相连。

扫频信号发生器采用 DDS (Direct Digital Frequency Synthesizer, 直接数字频率合成) 技术实现, 用于产生频率、持续时间等均可控的扫频信号, 并能够满足一般用户对频率范围的要求; 并使用信号调理电路对信号中的噪声进行抑制, 并对输出信号的功率起到控制作用。

相位幅度检测模块检测被测系统两端的增益差和相位差。先对被测系统两端的信号进行预处理后对其进行模拟鉴相和检波, 然后把幅度和相位的模拟量由 ADC (模/数转换模块) 转化为数字量, 送给控制处理模块进行分析处理。

控制处理模块完成逻辑控制、数据处理和与接口通信三个主要功能,

由 DSP(Digital Signal Processing, 数字信号处理) 和 CPLD (Complex Programmable Logic Device, 可编程逻辑器件) 组成。主要用于控制整个系统的协调工作, 并对测量及接口部分输入的数据进行分析处理。

PC 负责设置测量时扫频信号所需要的起始频率、终止频率、频率间隔、信号功率、工作电压等参数, 并将各种参数通过 USB 送给控制处理单元; PC 还负责设置显示方式、文字标注方式等。因为超声诊断仪有多个前端通道, 本发明超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置采用逐个通道测量的方法, 所以需要通道选择。由第一通道选择模块(通道选择 1) 选择测试信号输入哪一个通道, 由第二通道选择模块(通道选择 2) 选择检测哪一个通道的输出信号, 两个通道选择对应。

如图 2 所示, 本发明超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置采用 DDS 技术来设计扫频信号发生器。DDS 是一种把数字信号通过数/模转换器转换成模拟信号的合成技术。扫频信号发生器包括直接数字频率合成模块(DDS 模块)和与其相连的滤波放大模块。直接数字频率合成模块包括依次相连的相位累加器、正弦查询表和数/模转换器。滤波放大模块包括依次相连的第一低通滤波器、可控增益放大器、固定增益放大器、第二低通滤波器和射频放大器。

DDS 模块由相位累加器、正弦查询表、D/A 转换器和低通滤波器组成。参考时钟为高稳定度的晶体振荡器, 其输出用于同步 DDS 模块各组成部分的工作。DDS 模块的核心是相位累加器, 它由 N 位加法器与 N 位相位寄存器构成, 类似一个简单的计数器。每来一个时钟脉冲, 相位寄存器的输出就增加一个步长的相位增量值, 加法器将频率控制数据与累加寄存器输出的累加相位数据相加, 并把相加结果送至累加寄存器的数据输入端, 相位累加器进入线性相位累加。累加至满量程时产生一次计数溢出, 这个溢出频率即为 DDS 模块的输出频率。正弦查询表是一个可编程只读存储器(PROM), 存储的是以相位为地址的一个周期

正弦信号的采样编码值，包含一个周期正弦波的数字幅度信息，每个地址对应于正弦波中 0~360 度范围的一个相位点。将相位寄存器的输出与相位控制字相加得到的数据作为一个地址对正弦查询表进行寻址，查询表把输入的地址相位信息映射成正弦波幅度信号，驱动 DAC，输出模拟信号；然后通过低通滤波器平滑并滤除干扰信号，输出频谱纯净的正弦波信号。第一低通滤波器和第二低通滤波器（低通滤波器，LPF，Low pass filter）采用了具有较窄过渡带特性的椭圆滤波器，并采用七阶椭圆低通滤波器。第一低通滤波器和第二低通滤波器设计可完全相同，但二者的功能是有所区别的：第一低通滤波器(LPF1)用于滤除 DDS 模块的内部输出高频噪声，第二低通滤波器(LPF2)用于尽可能减少多个不同器件所带来的内部高频噪声对输出信号的影响。七阶椭圆低通滤波器的结构如图 3 所示。

另外，DDS 模块输出信号的幅度范围较小，不能达到系统所要求的 $-45\text{dBm} \sim +18\text{dBm}$ 的范围，为了达到输出信号的最低值需要把输出信号进行衰减，为了达到输出信号的最大值则需要把信号进行放大。为了便于对输出信号的功率实现控制，第一低通滤波器输出端连接可控增益放大器，易于数字控制增益的大小。再采用一个固定增益放大器，进一步对信号幅度进行调理；并且把差分信号转换为单端信号。最后，因为输出信号的最大功率要达到 $+18\text{dBm}$ ，且信号频率高，普通的运放难以达到要求，故使用射频放大器来提升信号的输出功率。功率能否达到要求主要由射频器件所决定。在功率输出端添加限流电路，以防止输出电流过大，对器件起保护作用。并增加阻抗匹配电路，以满足输出阻抗为 50Ω 的要求。

如图 4 所示，相位幅度检测模块包括相位幅度检测器和相位极性判断器，还包括第一放大滤波模块和第二放大滤波模块，第一放大滤波模块和第二放大滤波模块与相位幅度检测器和相位极性判断器输入端相

连，第一放大滤波模块对直接数字频率合成模块输出信号进行放大和滤波，第二放大滤波模块对被测的前端放大通道输出信号进行放大和滤波，还包括与相位幅度检测器输出端相连的第三低通滤波器和第四低通滤波器，还包括与第三低通滤波器和第四低通滤波器输出端相连的模/数转换模块。

相位幅度检测模块用于检测信号经过被测对象后其增益和相位的变化规律。被测对象的增益是指被测电路接收端信号相对于扫频信号发生器输出的增益，而相位是指两者的相位差值。相位幅度检测模块的作用在于检测被测对象的增益和相位差，并转换为可以被控制器接收的数字量。对数放大器 1 检测参考信号（参考信号来自扫频信号发生器）的大小，当发现输入信号幅度太小或过大时，相位幅度检测模块可自动调整扫频信号发生器的可控增益放大器的放大倍数或衰减倍数，以提高检波与鉴相的效果。使用对数放大器可以把动态范围较宽的输入信号转化为变化范围较窄的输出信号，可以有效的检测输入信号的幅度。相位幅度检测模块通过对数放大器 1 对输入信号的检测，适当控制扫频信号发生器的可控增益放大器，形成了一个闭环控制系统。

另一部分电路，使用可控增益放大器 1、可控增益放大器 2 对输入信号和参考信号的幅度进行调节，把两信号控制在相位幅度检测所要求的范围内，一方面避免损坏器件，另一方面使增益和相位得到有效检测。并使用两个椭圆低通滤波器 1、低通滤波器 2 来抑制输入信号中的外来噪声和参考信号中高频噪声，其设计和第一低通滤波器和第二低通滤波器的相同。幅度和相位的检测由相位幅度检测器完成，通过第三低通滤波器和第四低通滤波器，进入 ADC 模块；相位是超前还是滞后由相位极性判断器对相位进行判断。

如图 5 所示，相位幅度检测器包括 2 个精密匹配的对数放大器、1 个乘法器型的相位差检测器、1 个加法器型的幅度比值检测器、两组输

入缓冲放大器、两组输出缓冲放大器。利用输入缓冲放大器对信号处理以满足对数放大器对输入信号的特殊要求；使用对数放大器可以把动态范围较宽的输入信号转化为变化范围较窄的输出信号，可以有效的检测输入信号，另外也可以简化相位差检测器、幅度比值检测器的设计。幅度比值检测器可以测量 2 个输入信号的幅度比值。乘法器型的相位差检测器能实现精确的相位差检测，在很宽的频率范围内相位差的测量精度与信号电平无关，但是这个结果不包含相位差极性信息，因此需要相位极性判断器来决定相位差极性。幅度比值检测器和相位差检测器对输入高频信号进行处理后，就以电流的形式把增益和相位差信息送至输出缓冲放大器，再由输出缓冲放大器转为电压并决定增益灵敏度和相位差灵敏度。

第三低通滤波器和第四低通滤波器对相位幅度检测器的输出电压进行低通滤波处理、信号阻抗匹配和信号电压放大。为了实现电压放大，第三低通滤波器和第四低通滤波器设为有源低通滤波器。为了保证检波和鉴相的精度，有源滤波器类型的选择主要考虑使通带保持平坦。如图 6 所示，因而使用了巴特沃什型有源滤波器。模数转换电路（ADC）的功能是对含有输入信号大小、幅度比值、相位差信息的模拟电压信号转换为数字信号，并把数据交给后续电路进行数据处理。

如图 7 所示，相位极性判断器包括第一分频器和第二分频器、施密特触发器和 D 触发器，第一分频器和第二分频器与所述施密特触发器的输入端相连，所述 D 触发器与所述施密特触发器的输出端相连。

分频器的目的是便于对输入信号进行分频，降低信号频率，以方便后续处理。分频器的分频系数可控，根据输入的频率不同，可以采用不同的分频系数。施密特触发器的作用是将分频后的信号整形为方波，方波的高电平和低电平反映了两个信号各自的相位极性。D 触发器用于将两个信号的相位极性变化检测出来，其输出结果反映了相位差的极性是

超前还是滞后。D 触发器的输出通过 CPLD 后，接到控制器的数据线上。

如图 8 所示为本发明超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置的电路设计，DSP 通过 USB 接受 PC 来的各种控制命令，并通过 CPLD 控制扫频信号发生器产生信号功率可控的扫频信号；控制增益相位检测电路中的 2 个可控增益放大器和 A/D 转换器进行信号检测；根据输入信号频率对两个分频器的分频比进行控制；选通 D 触发器，读入相位极性。系统中所要控制的外围器件较多。

根据 DSP 所要完成的控制与数据采集功能，其软件流程如图 9 所示。

本发明超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置 PC 端软件设计主要包括测试软件设计和界面设计，在本系统中这两部分软件均采用 VC++ 开发。测试软件的总体流程如图 10 所示，可以看出，测试软件要完成参数设置、系统测试、系统运行、数据处理等功能。系统界面设计主要考虑了操作的灵活性和方便性。用户可选用几种测试方式，如可设置通道数、可选择设置起始频率、终止频率、步长进行测试，也可选择设置中心频率和频带宽度进行测试。在曲线的显示上，可选择对数坐标或线性坐标。在读数上，可利用软件提供的测试标尺，方便的读出曲线上任一点的增益与频率值。

本领域技术人员不脱离本发明的实质和精神，可以有多种变形方案实现本发明，以上所述仅为本发明较佳可行的实施例而已，并非因此局限本发明的权利范围，凡运用本发明说明书及附图内容所作的等效结构变化，均包含于本发明的权利范围之内。

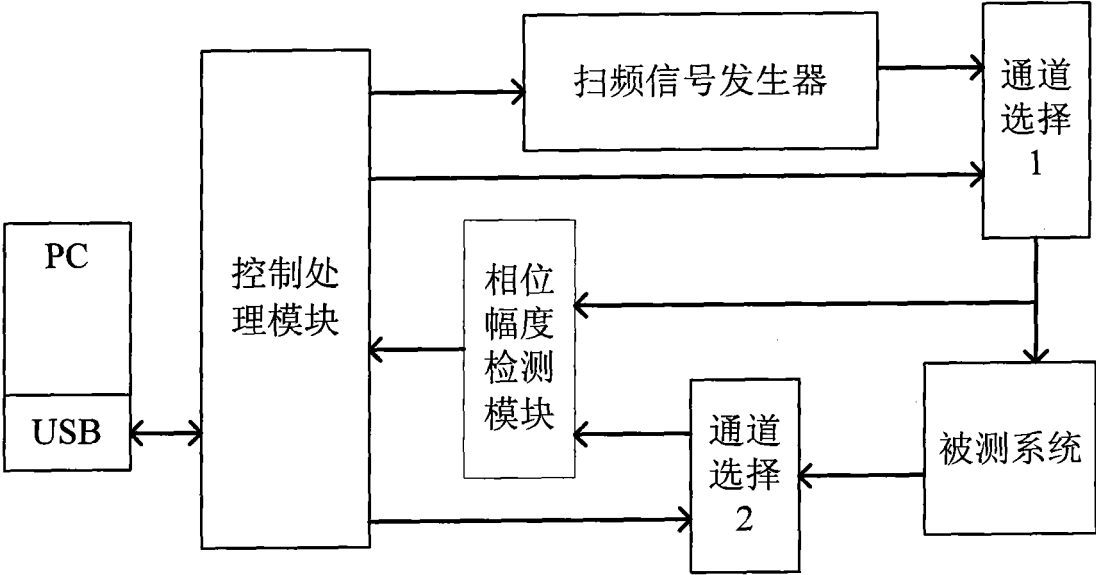


图1

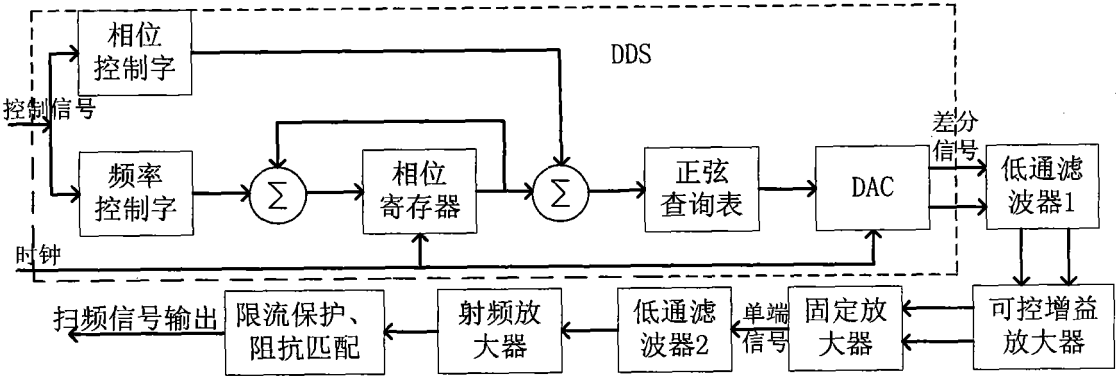


图2

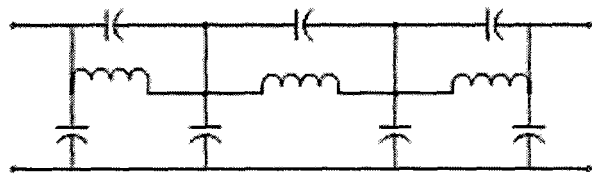


图3

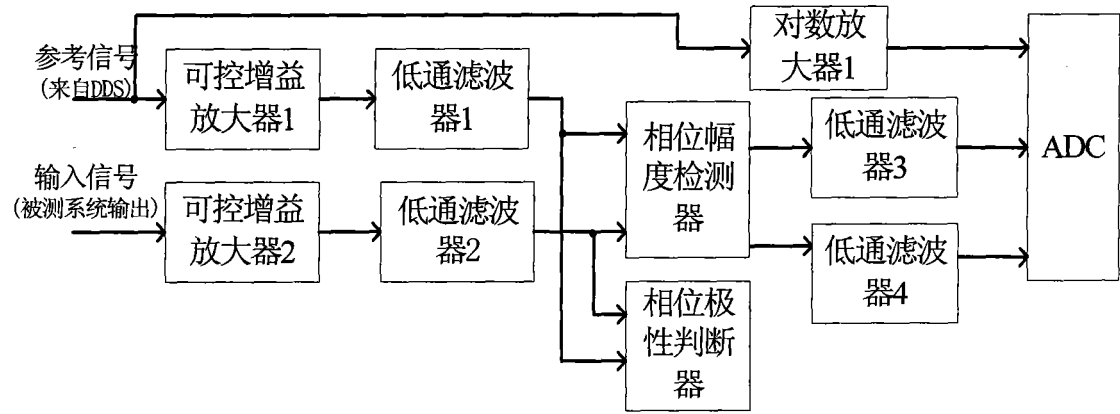


图4

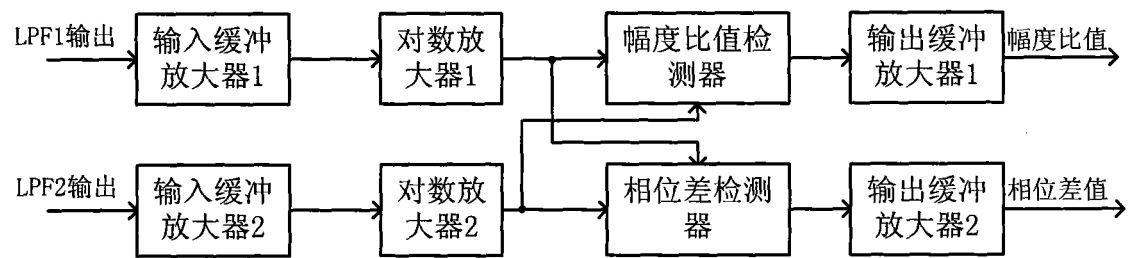


图5

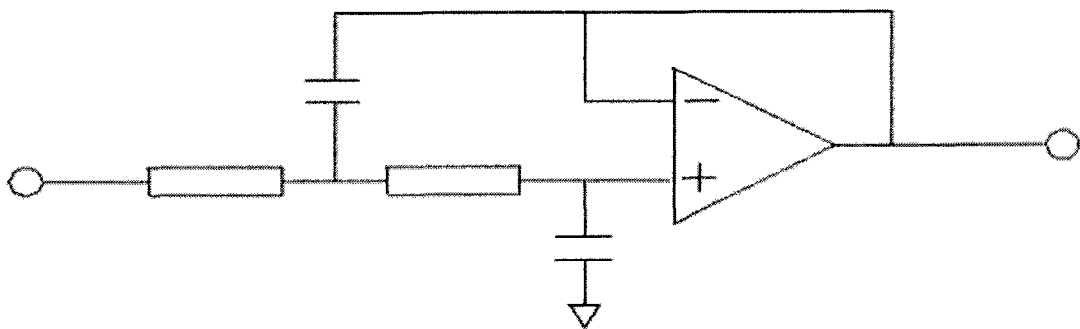


图6

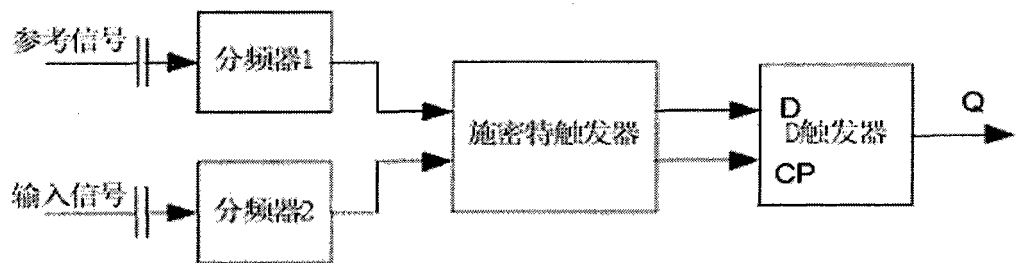


图7

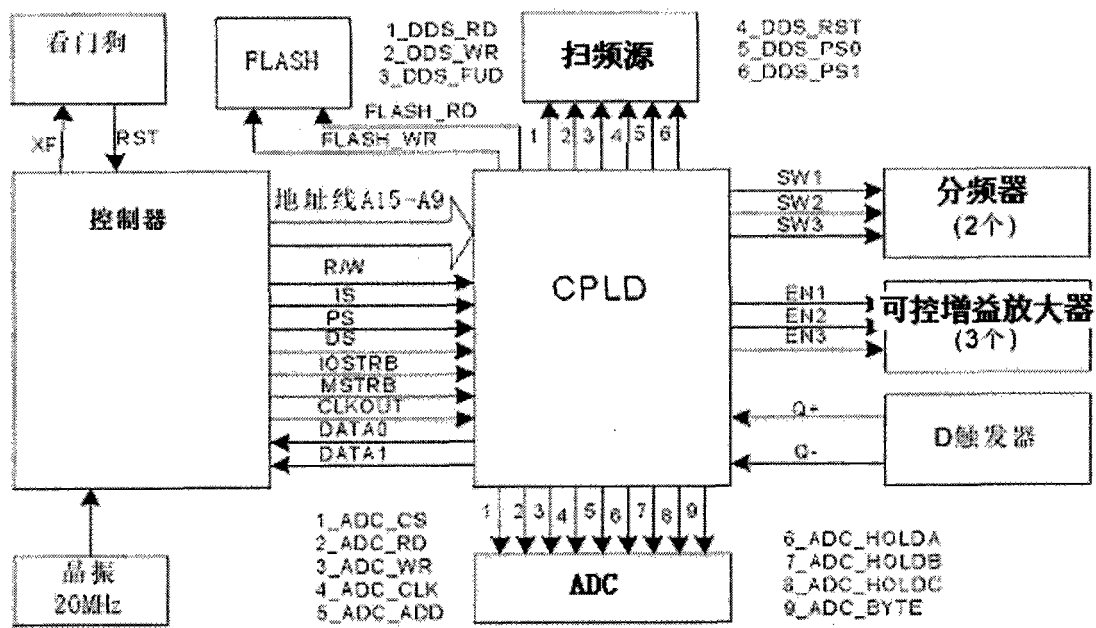


图8

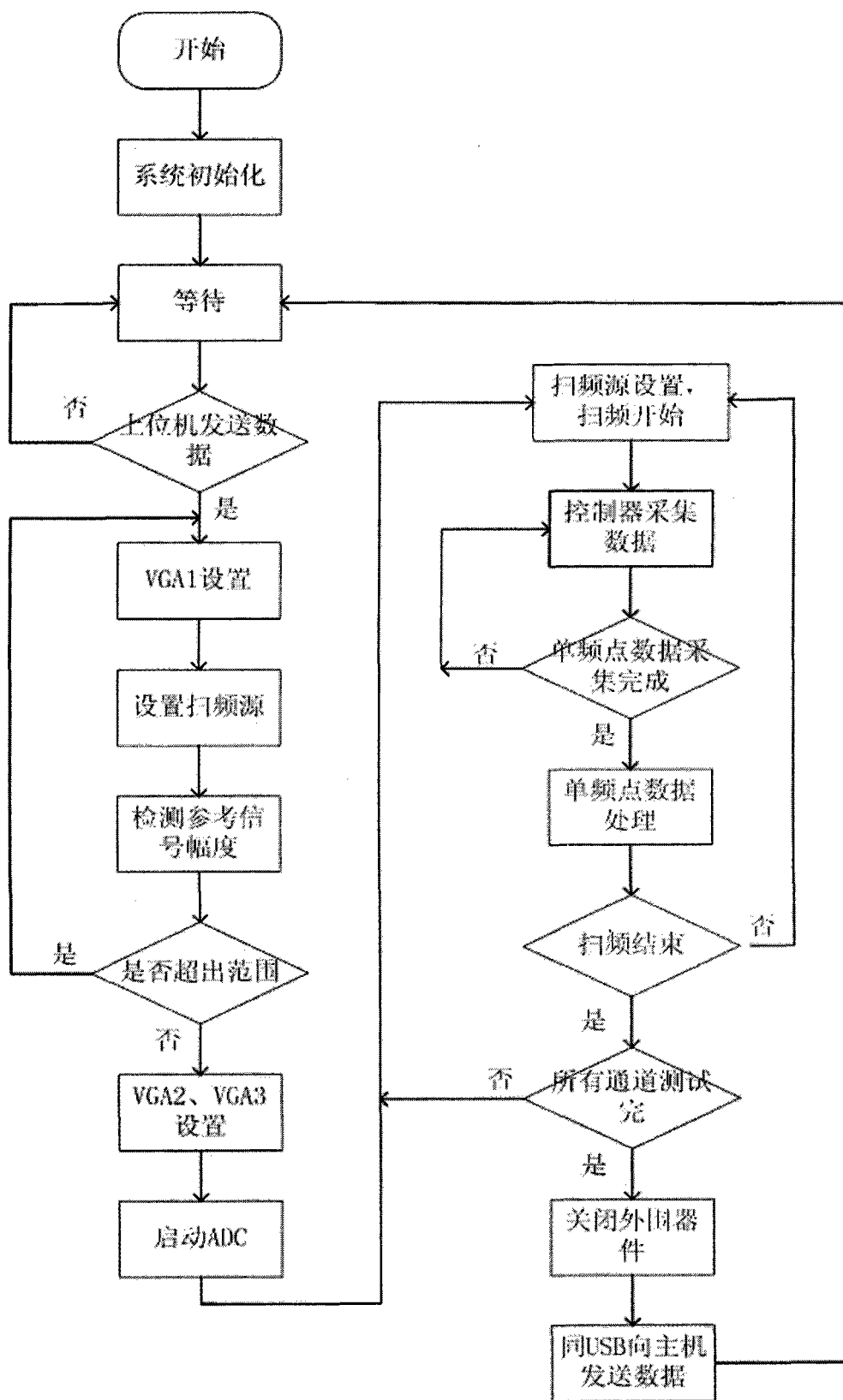


图9

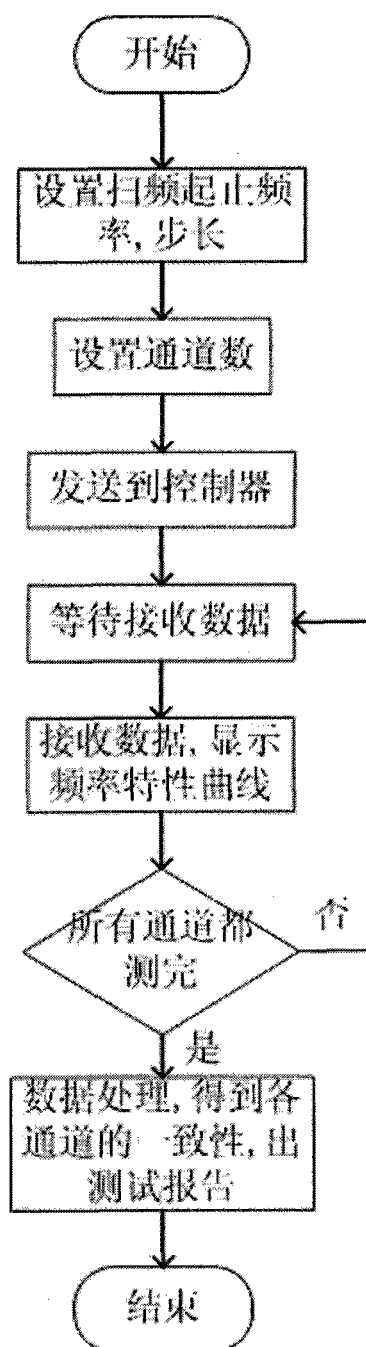


图10

专利名称(译)	超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置		
公开(公告)号	CN101176673A	公开(公告)日	2008-05-14
申请号	CN200710077492.4	申请日	2007-11-30
[标]申请(专利权)人(译)	深圳市蓝韵实业有限公司		
申请(专利权)人(译)	深圳市蓝韵实业有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	深圳市蓝韵实业有限公司		
[标]发明人	李春彬 周明		
发明人	李春彬 周明		
IPC分类号	A61B8/00		
其他公开文献	CN100584278C		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种超声诊断仪前端放大通道一致性测试装置，包括控制处理模块、计算机、扫频信号发生器、相位幅度检测模块、第一通道选择模块和第二通道选择模块，所述控制处理模块分别与所述计算机、所述扫频信号发生器、所述相位幅度检测模块、所述第一通道选择模块和所述第二通道选择模块相连，所述第一通道选择模块分别与所述扫频信号发生器、所述相位幅度检测模块和被测系统相连，所述第二通道选择模块分别与所述相位幅度检测模块和被测系统相连。

