



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 208524901 U

(45)授权公告日 2019.02.22

(21)申请号 201721791153.8

(22)申请日 2017.12.20

(73)专利权人 中国医学科学院生物医学工程研究所

地址 300192 天津市南开区白堤路236号

(72)发明人 周盛 王晓春 计建军 杨军 王延群

(74)专利代理机构 广州骏思知识产权代理有限公司 44425

代理人 潘雯瑛

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

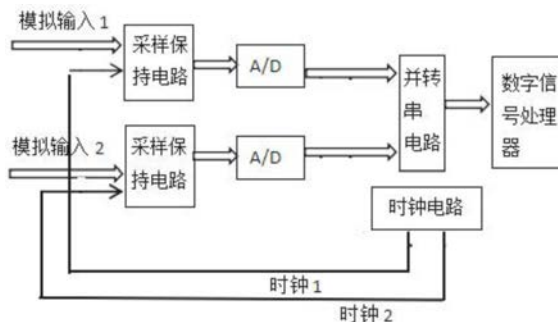
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)实用新型名称

超声回波信号高速数据采集器及轴向分辨率测试装置

(57)摘要

本实用新型涉及一种超声回波信号高速数据采集器及轴向分辨率测试装置,其中的超声回波信号高速数据采集器通过时钟电路为两采样保持电路赋予采样频率相同但相位相反的两采样时钟信号,使得通过两个AD转换器实现超声回波模拟信号的模数转换后,输出的两个超声回波数字信号的采样频率相同但相位相反,再利用并转串电路将这两个超声回波数字信号转换成采样频率翻倍的高速数字信号,从而提高了对超声回波信号的采集速率和采集精度,具有更快的数据处理能力,可靠性较高,能为最终的超声生物显微实时成像奠定前期实验基础;且结构简单,制作成本低。



1. 一种超声回波信号高速数据采集器,其特征在于:包括时钟电路、两采样保持电路、两AD转换器、并转串电路和数字信号处理器;

所述时钟电路的两采样时钟输出端分别输出两路采样时钟信号至所述两采样保持电路的采样时钟输入端;两采样时钟信号的频率相同且相位相反;

所述两采样保持电路的两模拟信号输入端分别与外部的两超声回波接收探头电连接,并接收由两超声回波接收探头检测得到的超声回波模拟信号;

所述两AD转换器分别接收由所述两采样保持电路输出的超声回波模拟信号,并分别对两超声回波模拟信号进行模数转换处理,得到两超声回波数字信号;两超声回波模拟信号的频率和相位分别与所述两采样时钟信号的频率和相位一致;

所述并转串电路接收由所述两AD转换器输出的两超声回波数字信号,并对两超声回波数值信号进行差分处理后输出一高速数字信号;所述高速数字信号的频率为任一采样时钟信号的频率的两倍;

所述数字信号处理器接收并保存所述高速数字信号。

2. 根据权利要求1所述的超声回波信号高速数据采集器,其特征在于:所述两超声回波模拟信号并行输入到并转串电路中,并通过并转串电路转换成串行的所述高速数字信号。

3. 根据权利要求2所述的超声回波信号高速数据采集器,其特征在于:所述两采样时钟信号的采样频率为120MHz,且两采样时钟信号的相位分别为0度和180度;以及,所述并转串电路输出的高速数字信号的频率为240MHz。

4. 根据权利要求1~3任一项所述的超声回波信号高速数据采集器,其特征在于:还包括显示器;所述显示器与所述数字信号处理器信号连接,并显示由所述数字信号处理器对所述高速数字信号处理后的信号。

5. 根据权利要求4所述的超声回波信号高速数据采集器,其特征在于:所述两采样保持电路和两AD转化器分别为一双通道高速模数转换器LTC-2285的两采样保持电路和两AD转换器;

且/或,所述时钟电路、并转串电路和数字信号处理器分别为一FPGA器件的时钟电路、并转串电路和数字信号处理器。

6. 根据权利要求5所述的超声回波信号高速数据采集器,其特征在于:所述双通道高速模数转换器LTC-2285的数字输出供电电源管脚通过一电容值为0.1 μ F的瓷片电容接地;

且/或,所述FPGA器件为EP4CE22F17C6型号的FPGA器件,且两采样时钟信号由该FPGA器件的同一PLL时钟模块产生。

7. 根据权利要求6所述的超声回波信号高速数据采集器,其特征在于:所述PLL时钟模块的两采样时钟信号输出端分别与所述两采样保持电路的时钟输入端之间连接的两导线的长度相等。

8. 一种轴向分辨率测试装置,其特征在于:用于测试权利要求1~7任一项所述的超声回波信号高速数据采集器的轴向分辨率,其包括水槽、吸声垫板、玻璃基座和两测试靶线;所述吸声垫板设置于水槽内底面;所述玻璃基座一侧开设有开口,并设置于所述吸声垫板的顶面;所述两测试靶线上下设置于玻璃基座的开口处,并与水平面平行。

9. 根据权利要求8所述的轴向分辨率测试装置,其特征在于:所述水槽中盛放有脱气蒸馏水;且/或,所述吸声垫板为吸声橡胶垫板;且/或,所述玻璃基座为U形结构的有机玻璃基

座;且/或,所述两测试靶线都为钨丝靶线;且/或,每测试靶线的直径为 $10\mu\text{m}$,且/或,所述两测试靶线之间的距离为 $40\mu\text{m}$ 。

10. 根据权利要求8或9所述的轴向分辨率测试装置,其特征在于:还包括读数显微镜;所述读数显微镜用于校准所述两测试靶线的位置。

超声回波信号高速数据采集器及轴向分辨率测试装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种超声回波信号高速数据采集器及轴向分辨率测试装置。

背景技术

[0002] 随着现代医学超声成像技术的发展,对通过采集器采集到的医学影像的分辨率及成像速度提出了越来越高的要求。其中,眼科超声生物显微镜(Ultrasound Biomicroscopy,UBM)是一种临床上用来活体观察眼前节结构、对眼前节生理及病理进行类似显微镜检查的高分辨率的眼科医学影像设备,其主要应用于眼科诊断中对眼前节疾病的诊断,包括青光眼、眼外伤、角膜疾病、睫状体疾病、晶状体疾病、葡萄膜疾病、脉络膜疾病、眼前段肿瘤等,能够为患者提供实时的高分辨率的诊断图像,帮助医生得出确切无误的诊断结构。这样UBM检查方式对患者不会造成任何的损伤,也使得医生的检查更加准确、简便易行,并且具有检查可多次重复以及不受患者浑浊角膜影响等特点。

[0003] 因此,通过UBM检查的方式已经成为眼科临床对一些眼前节疾病检查的重要方法,而目前国内外的UBM系统的发射频率普遍在35MHz和80MHz,已经达到了甚高频的范围,当扫描生物组织时,扫描得到的生物组织的结构分辨率最高可接近30 μ m。

[0004] 这么一来,医学影像分辨率和成像速度的提高也对用于采集超声回波信号的A/D数据采集器的速度和精度提出了更高的要求和挑战。但由于国内外市场上的微电子行业发展水平的限制,目前还没有提供一种单片ADC数模转换器件能够同时实现高速率和高精度的采样。

[0005] 因此,如何提供一种高速率和高精度的超声回波信号数据采集器为目前亟需解决的技术问题。

实用新型内容

[0006] 为解决上述现有技术的缺点和不足,本实用新型提供了一种超声回波信号高速数据采集器,能够提高对超声回波信号的采集速率和采集精度,具有更快的数据处理能力,可靠性较高,能为最终的超声生物显微实时成像奠定前期实验基础;且结构简单,制作成本低。另外,本实用新型还提供了一种轴向分辨率测试装置,用于测量上述超声回波信号高速数据采集器的分辨率,从而观测该数据采集器对数据采集的准确性及一致性是否达到临床超声生物显微镜的分辨率要求,以保证制成的超声回波信号高速数据采集器能够满足医用使用要求。

[0007] 为实现本实用新型的第一目的,本实用新型首先提供一种超声回波信号高速数据采集器,其包括时钟电路、两采样保持电路、两AD转换器、并转串电路和数字信号处理器;

[0008] 所述时钟电路的两采样时钟输出端分别输出两路采样时钟信号至所述两采样保持电路的采样时钟输入端;两采样时钟信号的频率相同且相位相反;

[0009] 所述两采样保持电路的两模拟信号输入端分别与外部的两超声回波接收探头电连接,并接收由两超声回波接收探头检测得到的超声回波模拟信号;

[0010] 所述两AD转换器分别接收由所述两采样保持电路输出的超声回波模拟信号,并分别对两超声回波模拟信号进行模数转换处理,得到两超声回波数字信号;两超声回波模拟信号的频率和相位分别与所述两采样时钟信号的频率和相位一致;

[0011] 所述并转串电路接收由所述两AD转换器输出的两超声回波数字信号,并对两超声回波数值信号进行差分处理后输出一高速数字信号;所述高速数字信号的频率为任一采样时钟信号的频率的两倍;

[0012] 所述数字信号处理器接收并保存所述高速数字信号。

[0013] 相对于现有技术,本实用新型通过时钟电路为两采样保持电路赋予采样频率相同但相位相反的两采样时钟信号,使得通过两个AD转换器实现超声回波模拟信号的模数转换后,输出的两个超声回波数字信号的采样频率相同但相位相反,再利用并转串电路将这两个超声回波数字信号转换成采样频率翻倍的高速数字信号,从而提高了对超声回波信号的采集速率和采集精度,具有更快的数据处理能力,可靠性较高,能为最终的超声生物显微实时成像奠定前期实验基础;且结构简单,制作成本低。

[0014] 所述两超声回波模拟信号并行输入到并转串电路中,并通过并转串电路转换成串行的所述高速数字信号。

[0015] 进一步,所述两采样时钟信号的采样频率为120MHz,且两采样时钟信号的相位分别为0度和180度;以及,所述并转串电路输出的高速数字信号的频率为240MHz。通过此处限定,有利于保证最终得到的高速数字信号的采样频率能处于一个更高且更合适的水平,从而进一步保证本实用新型的数据采集器对超声回波信号的采集数量和采集精度,也具有更快更稳定的数据处理能力。

[0016] 进一步,本实用新型超声回波信号高速数据采集器还包括显示器;所述显示器与所述数字信号处理器信号连接,并显示由所述数字信号处理器对所述高速数字信号处理后的信号。通过增设显示器,有利于对采集到的信号进行显示,从而使得最终处理得到的信号更加清楚直观。

[0017] 进一步,所述两采样保持电路和两AD转换器分别为一双通道高速模数转换器LTC-2285的两采样保持电路和两AD转换器;且/或,所述时钟电路、并转串电路和数字信号处理器分别为一FPGA器件的时钟电路、并转串电路和数字信号处理器。通过选用双通道高速模数转换器LTC-2285来实现两采样保持电路和两AD转换器的功能,能够更好地实现本实用新型进行高频、高速和高精度采集超声回波信号,并有利于功耗的降低和体积的减小,进一步提高信号处理效率。

[0018] 进一步,所述双通道高速模数转换器LTC-2285的数字输出供电电源管脚通过一电容值为0.1 μ F的瓷片电容接地;且/或,所述FPGA器件为EP4CE22F17C6型号的FPGA器件,且两采样时钟信号由该FPGA器件的同一PLL时钟模块产生。通过在双通道高速模数转换器LTC-2285的数字输出供电电源管脚增设电容,并对电容的电容值和类型进行限定,有利于去耦作用,去除电源管脚上的噪声;通过利用同一PLL时钟模块产生所需的两采样时钟信号,甚至产生本实用新型中所需要用到所有时钟信号,有利于保证各个时钟信号的相位的稳定性,避免时钟相位偏差而对采集精度和采集效率造成影响。

[0019] 进一步,所述PLL时钟模块的两采样时钟信号输出端分别与所述两采样保持电路的时钟输入端之间连接的两导线的长度相等。通过此处限定,有利于进一步保证了采样时

钟相位的一致性及其准确性。

[0020] 其次,为实现本实用新型的另一目的——观测本实用新型的高速数据采集器对数据采集的准确性及一致性,并是否达到临床超声生物显微镜的分辨率要求,相应的,本实用新型还提供一种轴向分辨率测试装置,用于测试权上述任一项所述的超声回波信号高速数据采集器的轴向分辨率,其包括水槽、吸声垫板、玻璃基座和两测试靶线;所述吸声垫板设置于水槽内底面;所述玻璃基座一侧开设有开口,并设置于所述吸声垫板的顶面;所述两测试靶线上下设置于玻璃基座的开口处,并与水平面平行。

[0021] 故本实用新型的轴向分辨率测试装置能够用于测量上述超声回波信号高速数据采集器的分辨率,从而观测该数据采集器对数据采集的准确性及一致性是否达到临床超声生物显微镜的分辨率要求,以保证制成的超声回波信号高速数据采集器能够满足医用使用要求;且结构简单,易于实现,制造成本和制造难度低。

[0022] 进一步,所述水槽中盛放有脱气蒸馏水;且/或,所述吸声垫板为吸声橡胶垫板;且/或,所述玻璃基座为U形结构的有机玻璃基座;且/或,所述两测试靶线都为钨丝靶线;且/或,每测试靶线的直径为 $10\mu\text{m}$,且/或,所述两测试靶线之间的距离为 $40\mu\text{m}$ 。通过此处限定,有利于对轴向分辨率测试装置的结构进一步完善,从而能够进一步提高本实用新型的轴向分辨率测试装置的测试精度和测试结果的准确性。

[0023] 进一步,本实用新型的轴向分辨率测试装置还包括读数显微镜;所述读数显微镜用于校准所述两测试靶线的位置。通过增设读数显微镜对两测试靶线的位置进行校准,有利于进一步提高本实用新型的轴向分辨率测试装置的测试精度和测试结果的准确性,避免两测试靶线的位置发生偏移而影响测试精度。

[0024] 为了更好地理解和实施,下面结合附图详细说明本实用新型。

附图说明

[0025] 图1为本实用新型的超声回波信号高速数据采集器的结构框图;

[0026] 图2为图1中的超声回波信号高速数据采集器进一步改进后的结构框图;

[0027] 图3为本实用新型的轴向分辨率测试装置的结构示意图;

[0028] 图4为本实用新型的轴向分辨率测试装置进行测试时的示意图。

具体实施方式

[0029] 请参阅图1,本实用新型超声回波信号高速数据采集器包括时钟电路、两采样保持电路、两AD转换器、并转串电路和数字信号处理器。

[0030] 所述时钟电路的两采样时钟输出端分别输出两路采样时钟信号至所述两采样保持电路的采样时钟输入端;两采样时钟信号的频率相同且相位相反。

[0031] 所述两采样保持电路的两模拟信号输入端分别与外部的两超声回波接收探头电连接,并接收由两超声回波接收探头检测得到的超声回波模拟信号。

[0032] 所述两AD转换器分别接收由所述两采样保持电路输出的超声回波模拟信号,并分别对两超声回波模拟信号进行模数转换处理,得到两超声回波数字信号;两超声回波模拟信号的频率和相位分别与所述两采样时钟信号的频率和相位一致。

[0033] 所述并转串电路接收由所述两AD转换器输出的两超声回波数字信号,并对两超声

回波数值信号进行差分处理后输出一高速数字信号;所述高速数字信号的频率为任一采样时钟信号的频率的两倍。具体地,所述两超声回波模拟信号并行输入到并转串电路中,并通过并转串电路转换成串行的所述高速数字信号。

[0034] 所述数字信号处理器接收并保存所述高速数字信号。

[0035] 由此,本实用新型通过时钟电路为两采样保持电路赋予采样频率相同但相位相反的两采样时钟信号,则两采样保持电路中采样得到的信号也是采样频率相同但相位相反的两超声回波模拟信号。然后,将所述两超声回波模拟信号分别通过所述两AD转换器实现超声回波模拟信号的模数转换后,输出的两个超声回波数字信号也是采样频率相同但相位相反。接着,利用并转串电路将这两个并行输入的超声回波数字信号转换成一个串行且采样频率翻倍的高速数字信号,由此提高对超声回波信号的采集速率和采集精度,具有更快的数据处理能力。

[0036] 为保证本实用新型的数据采集器对超声回波信号的采集数量和采集精度,也具有更快更稳定的数据处理能力,本实施例中,优选地,所述两采样时钟信号的采样频率为120MHz,且两采样时钟信号的相位分别为0度和180度;以及,所述并转串电路输出的高速数字信号的频率为240MHz。

[0037] 在本实施例中,为简化高速数据采集器的电路结构,有效利用现有资源并降低制造难度和制造成本,同时减少采集器的整体体积和功耗,并提高数据处理速度和精度,优选地,本实施例中,所述两采样保持电路和两AD转换器分别为一双通道高速模数转换器LTC-2285的两采样保持电路和两AD转换器。以及,所述时钟电路、并转串电路和数字信号处理器分别为一FPGA器件的时钟电路、并转串电路和数字信号处理器。而更优选地,所述FPGA器件为EP4CE22F17C6型号的FPGA器件。

[0038] 为有效去除电源管脚上的噪声,优选地,所述双通道高速模数转换器LTC-2285的数字输出供电电源管脚通过一电容值为0.1 μ F的瓷片电容接地。

[0039] 为保证各个时钟信号的相位的稳定性,避免时钟相位偏差而对采集精度和采集效率造成影响,优选地,所述两采样时钟信号由该FPGA器件的同一PLL时钟模块产生,也即,该PLL时钟模块产生的两采样时钟信号的采样频率都为120MHz,而相位分别为0度和180度;同时,该PLL时钟模块还会产生一频率为240MHz、相位为0度的主时钟信号,为FPGA器件中的锁存器提供锁存时钟。

[0040] 为进一步保证采样时钟相位的一致性及其准确性,优选地,所述PLL时钟模块的两采样时钟信号输出端分别与所述两采样保持电路的时钟输入端之间连接的两导线的长度相等。

[0041] 本实施例中,FPGA的晶振频率为80MHz。

[0042] 以下,简单说明一下本实用新型的超声回波信号高速数据采集器的工作原理:

[0043] 工作时,FPGA的PLL时钟模块产生频率都为120MHz、而相位分别为0度和180度的两采样时钟信号到双通道高速模数转换器LTC-2285,即双通道高速模数转换器LTC-2285中相位为180度的一采样端的采样起始时间比另一采样端的采样起始时间延迟一个主时钟周期。双通道高速模数转换器LTC-2285根据采样频率采集两路并行的超声回波模拟信号,并对两超声回波模拟信号进行AD转换处理后得到采样频率都为120MHz、而相位分别为0度和180度的两超声回波数字信号,并并行输入至FPGA器件的FIFO存储器中。FIFO存储器加将接

受到的两超声回波数字信号输入并转串电路中,由并转串电路对两超声回波信号进行并串转换,并经由240MHz主时钟锁存后输出,即实现了采样频率为240MHz的高速数字信号的高速数模转换。

[0044] 另外,为使得双通道高速模数转换器LTC-2285和FPGA器件能够正常工作,这两个器件应有的外置电路都应该包含于本实用新型中,如电源电路、晶振电路,这些外置电路与现有技术中为使双通道高速模数转换器LTC-2285和FPGA器件能够正常工作和具有所需功能而设置的电路原理相同,故在此不进行赘述。并且,至于上述各个采样时钟和主时钟的获得,可以根据现有时序设计手段对FPGA器件进行设置,而使PLL时钟模块产生所需时钟信号,故在此不进行赘述。

[0045] 请参阅图2,本实用新型超声回波信号高速数据采集器还包括显示器;所述显示器与所述数字信号处理器信号连接,并显示由所述数字信号处理器对所述高速数字信号处理后的信号。也即,显示器是和FPGA的高速数字信号输出端信号连接的。

[0046] 本实施例中,所述显示器为计算机的显示器,而显示的内容可以为采集到的超声波成像图像。以及,高速数字信号输出端通过USB接线与计算机连接。

[0047] 另外,为观测本实用新型的高速数据采集器对数据采集的准确性及一致性,并是否达到临床超声生物显微镜的分辨率要求,请参阅图3,本实用新型还提供一种轴向分辨率测试装置,用于测试本实用新型的超声回波信号高速数据采集器的轴向分辨率,其包括水槽1、吸声垫板2、玻璃基座3和两测试靶线(4和5);所述吸声垫板2设置于水槽1内底面;所述玻璃基座3一侧开设有开口31,并设置于所述吸声垫板2的顶面;所述两测试靶线(4和5)上下设置于玻璃基座3的开口31处,并与水平面平行。

[0048] 为进一步提高本实用新型的轴向分辨率测试装置的测试精度和测试结果的准确性,优选地,所述吸声垫板2为吸声橡胶垫板;且/或,所述玻璃基座3为U形结构的有机玻璃基座3;且/或,所述两测试靶线(4和5)都为钨丝靶线;且/或,每测试靶线的直径为 $10\mu\text{m}$,且/或,所述两测试靶线(4和5)之间的距离为 $40\mu\text{m}$ 。且/或,在进行测试过程中,所述水槽1中盛放有脱气蒸馏水。

[0049] 为进一步提高本实用新型的轴向分辨率测试装置的测试精度和测试结果的准确性,避免两测试靶线(4和5)的位置发生偏移而影响测试精度,作为一种更优的技术方案,本实用新型的轴向分辨率测试装置还包括读数显微镜;所述读数显微镜用于校准所述两测试靶线(4和5)的位置。

[0050] 本实施例中,可以通过螺钉将两测试靶线(4和5)固定在玻璃基座3的开口31处。

[0051] 以下说明本实用新型的轴向分辨率测试装置的测试原理:

[0052] 首先,利用读数显微镜对两测试靶线(4和5)进行校准,校准后,在水槽1中慢慢充满脱气蒸馏水,除去表面少许气泡,并静止十分钟。然后,手持UBM探头6置于测试靶线上方,如图4所示,在与测试靶线垂直的平面上进行扫描,在扫描过程中调节探头与测试靶线的距离至最佳值,9mm左右,并将增益、对比度、亮度等调节至最佳位置。从显示器上观察显示的图像,如果能在图像上清楚分开两根钨丝靶线,则代表被测的高速数据采集器的纵向分辨率能达到 $40\mu\text{m}$,符合医用要求。

[0053] 相对于现有技术,本实用新型的超声回波信号高速数据采集器通过时钟电路为两采样保持电路赋予采样频率相同但相位相反的两采样时钟信号,使得通过两个AD转换器实

现超声回波模拟信号的模数转换后,输出的两个超声回波数字信号的采样频率相同但相位相反,再利用并转串电路将这两个超声回波数字信号转换成采样频率翻倍的高速数字信号,从而提高了对超声回波信号的采集速率和采集精度,具有更快的数据处理能力,可靠性较高,能为最终的超声生物显微实时成像奠定前期实验基础;且结构简单,制作成本低。及本实用新型的轴向分辨率测试装置能够用于测量上述超声回波信号高速数据采集器的分辨率,从而观测该数据采集器对数据采集的准确性及一致性是否达到临床超声生物显微镜的分辨率要求,以保证制成的超声回波信号高速数据采集器能够满足医用使用要求;且结构简单,易于实现,制造成本和制造难度低。

[0054] 需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本实用新型和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本实用新型的限制。在本实用新型的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0055] 以上所述实施例仅表达了本实用新型的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对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。

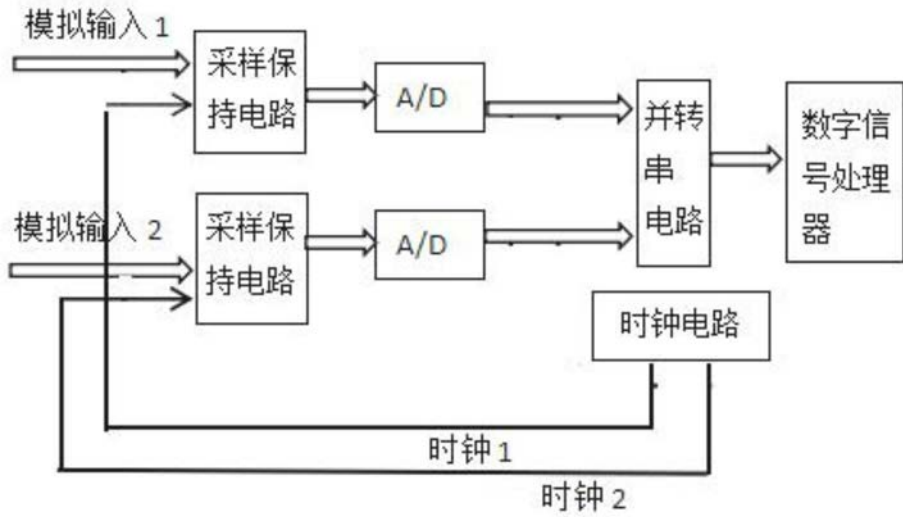


图1

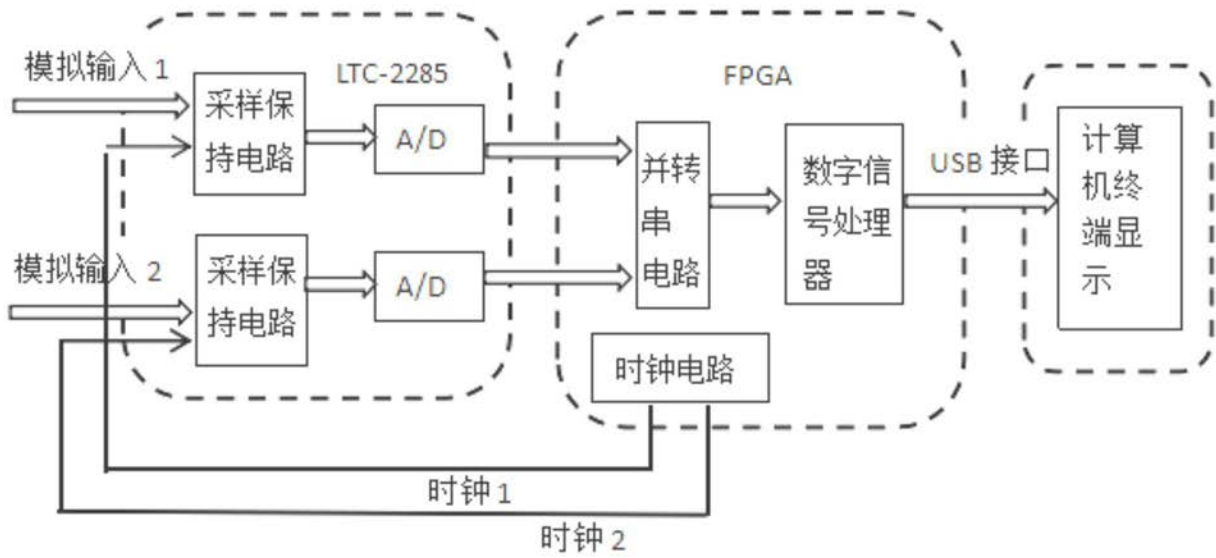


图2

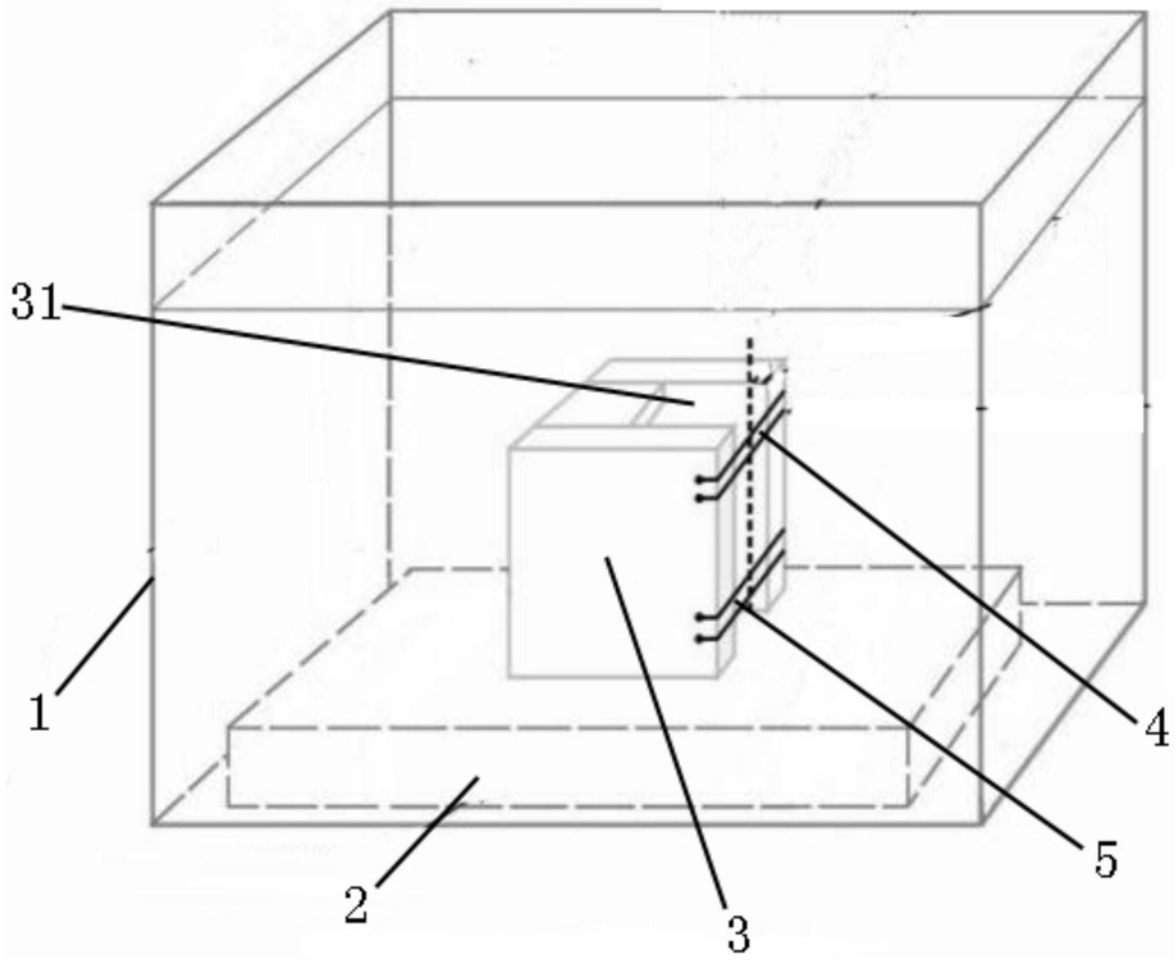


图3

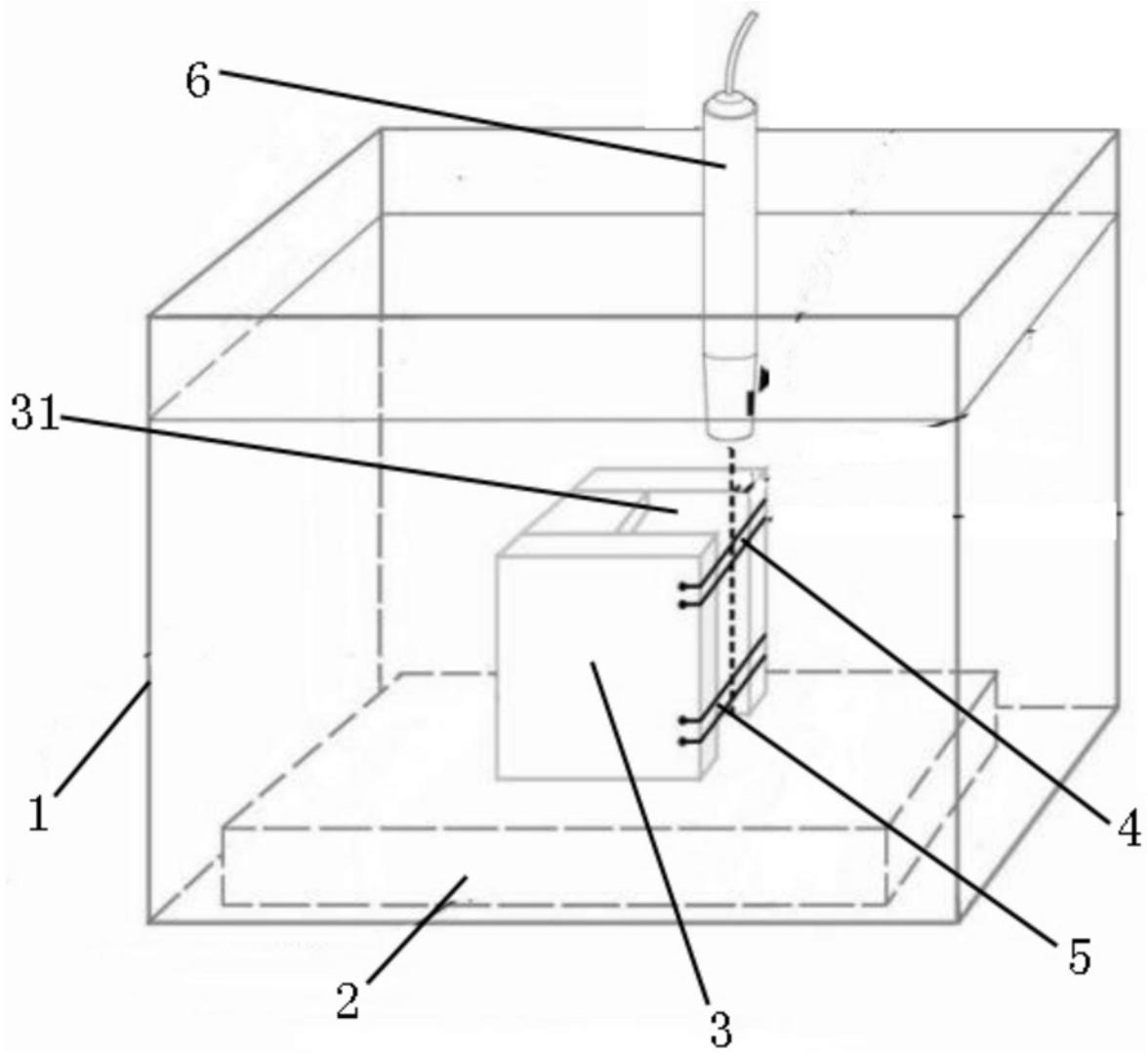


图4

专利名称(译)	超声回波信号高速数据采集器及轴向分辨率测试装置		
公开(公告)号	CN208524901U	公开(公告)日	2019-02-22
申请号	CN201721791153.8	申请日	2017-12-20
[标]申请(专利权)人(译)	中国医学科学院生物医学工程研究所		
申请(专利权)人(译)	中国医学科学院生物医学工程研究所		
当前申请(专利权)人(译)	中国医学科学院生物医学工程研究所		
[标]发明人	周盛 王晓春 计建军 杨军 王延群		
发明人	周盛 王晓春 计建军 杨军 王延群		
IPC分类号	A61B8/00		
代理人(译)	潘雯瑛		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本实用新型涉及一种超声回波信号高速数据采集器及轴向分辨率测试装置，其中的超声回波信号高速数据采集器通过时钟电路为两采样保持电路赋予采样频率相同但相位相反的两采样时钟信号，使得通过两个AD转换器实现超声回波模拟信号的模数转换后，输出的两个超声回波数字信号的采样频率相同但相位相反，再利用并转串电路将这两个超声回波数字信号转换成采样频率翻倍的高速数字信号，从而提高了对超声回波信号的采集速率和采集精度，具有更快的数据处理能力，可靠性较高，能为最终的超声生物显微实时成像奠定前期实验基础；且结构简单，制作成本低。

