



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103251428 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 13

(21) 申请号 201310133426. X

(22) 申请日 2013. 04. 17

(73) 专利权人 深圳市理邦精密仪器股份有限公司

地址 518000 广东省深圳市南山区蛇口南海大道 1019 号南山医疗器械园 B 栋三楼

(72) 发明人 覃伟和 陈敏

(74) 专利代理机构 深圳市科吉华烽知识产权事务所（普通合伙）44248

代理人 胡吉科 孙伟

(51) Int. Cl.

A61B 8/00(2006. 01)

审查员 王传利

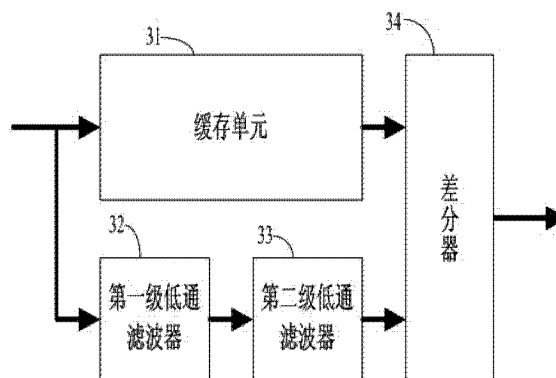
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

用于超声扫描系统的隔直滤波模块及方法、超声扫描系统

(57) 摘要

本发明提供了一种用于超声扫描系统的隔直滤波模块及方法、超声扫描系统,该隔直滤波模块包括缓存单元、第一级低通滤波器、第二级低通滤波器、差分器,所述第一级低通滤波器输出端与所述第二级低通滤波器输入端相连,所述第二级低通滤波器输出端与所述差分器输入端相连,所述缓存单元输出端与所述差分器输入端相连。本发明的有益效果是本发明通过先对超声回波数字信号进行两级低通滤波处理,然后再将处理后的信号与超声回波数字信号做差分,得到的隔直滤波器通带纹波更加小、通带截止频率更加低,其具有算法简单,易于实现,实用性强等优点。



1. 一种用于超声扫描系统的隔直滤波模块,其特征在于:包括用于存储回波信号的缓存单元(31)、用于对回波信号进行低通滤波处理的第一级低通滤波器(32)、用于对经所述第一级低通滤波器(32)进行处理的回波信号再次进行低通滤波处理的第二级低通滤波器(33)、以及差分器(34),所述第一级低通滤波器(32)输出端与所述第二级低通滤波器(33)输入端相连,所述第一级低通滤波器(32)和所述第二级低通滤波器(33)用于对回波信号进行两级低通滤波处理;所述第二级低通滤波器(33)输出端与所述差分器(34)输入端相连,所述缓存单元(31)输出端与所述差分器(34)输入端相连,所述差分器(34)用于对所述缓存单元(31)输出的回波信号和经两级低通滤波处理的回波信号进行差分处理;所述第一级低通滤波器(32)为有限脉冲响应滤波器,所述第二级低通滤波器(33)为无限脉冲响应滤波器;所述隔直滤波模块负责对信号进行隔直滤波处理,滤掉信号中的直流成分。

2. 根据权利要求1所述的用于超声扫描系统的隔直滤波模块,其特征在于:所述有限脉冲响应滤波器采用的阶数为 $N=2^L$,所述无限脉冲响应滤波器采用的阶数为1阶。

3. 根据权利要求2所述的用于超声扫描系统的隔直滤波模块,其特征在于:所述有限脉冲响应滤波器采用的阶数为 $N=2^L$,其中 $L=4$ 。

4. 一种具有权利要求1至3任一项所述用于超声扫描系统的隔直滤波模块的超声扫描系统,其特征在于:包括依次相连的超声发射接收模块(10)、信号采集模块(20)、所述隔直滤波模块、回波数字信号波束合成模块(40)、数据解调和图像处理模块(50)、图像数据输出模块(60),所述超声发射接收模块(10)用于发射超声信号并且接收超声回波信号,所述信号采集模块(20)用于超声回波信号采集并进行信号滤波、放大、模数转换处理;所述缓存单元(31)输入端和所述第一级低通滤波器(32)输入端分别与所述信号采集模块(20)输出端相连,所述差分器(34)输出端与所述回波数字信号波束合成模块(40)输入端相连;所述回波数字信号波束合成模块(40)用于完成波束合成;所述数据解调和图像处理模块(50)用于将波束合成的回波信号进行正交解调,去除载波信号,经抽取后,将数据进行滤波和填黑洞图像处理;所述图像数据输出模块(60)用于将数据解调和图像处理模块(50)传输的图像数据进行数字扫描变化处理。

5. 一种权利要求4所述超声扫描系统的回波信号处理方法,其特征在于:通过超声发射接收模块进行超声发射并接收回波信号;通过信号采集模块将超声回波信号采集并进行信号滤波、放大、模数转换处理,得到超声回波数字信号;将超声回波数字信号输入隔直滤波模块进行隔直滤波,得到无直流的超声回波数字信号;然后将隔直滤波模块内无直流的超声回波数字信号输入回波数字信号波束合成模块完成波束合成;然后通过数据解调和图像处理模块进行图像处理,最后通过图像数据输出模块进行处理将数据进行输出。

6. 一种用于权利要求1所述超声扫描系统的隔直滤波方法,其特征在于,包括如下步骤:

- A. 缓存单元和第一级低通滤波器分别接收超声回波数字信号;
- B. 第一级低通滤波器对超声回波数字信号进行处理,然后第一级低通滤波器将处理后的超声回波数字信号传入第二级低通滤波器进行再次处理;
- C. 将缓存单元的超声回波数字信号和第二级低通滤波器处理后的超声回波数字信号传入差分器进行差处理。

7. 根据权利要求6所述的用于超声扫描系统的隔直滤波方法,其特征在于:在所述步

骤 C 中,缓存单元的超声回波数字信号和第二级低通滤波器处理后的超声回波数字信号同步传入差分器进行差分处理。

8. 根据权利要求 7 所述的用于超声扫描系统的隔直滤波方法,其特征在于:设缓存单元的超声回波数字信号为 y_1 ,第二级低通滤波器处理后的超声回波数字信号为 y_2 ;在所述步骤 C 中,差分器进行差处理输出的为 Y ,那么: $Y=y_1 - a*y_2$,其中 a 为增益因子用于补偿第一级低通滤波器和第二级低通滤波器造成的信号衰减, a 取值范围为 a 大于等于 1 且小于等于 1.5。

9. 根据权利要求 7 或 8 所述的用于超声扫描系统的隔直滤波方法,其特征在于:所述第一级低通滤波器为有限脉冲响应滤波器,所述第二级低通滤波器为无限脉冲响应滤波器;所述有限脉冲响应滤波器采用的阶数为 $N=2^L$, $L=4$;所述无限脉冲响应滤波器采用的阶数为 1 阶。

用于超声扫描系统的隔直滤波模块及方法、超声扫描系统

技术领域

[0001] 本发明涉及信号处理技术,尤其涉及用于超声扫描系统的隔直滤波模块及方法、超声扫描系统。

背景技术

[0002] 随着科学技术的不断发展,超声扫描诊断系统在医学上得到越来越广泛的应用。在超声扫描诊断系统中,超声的回波信号经过模拟放大,最后进行 AD 采集得到的数字信号中是存在直流成分的,直流信号的存在会大大降低回波信号的信噪比,所以必须滤除,可见隔直滤波是超声扫描系统中必不可少的一部分。

[0003] 在现有技术中,隔直滤波器通常有两种,一种是普通的高通滤波器;一种是希尔伯特滤波器。图 1,图 2 分别是 18 阶高通滤波器和 11 阶希尔伯特滤波器的幅频曲线,两种滤波器都存在着相同的问题:一、在通带内,纹波较大,会对有用信号造成较大的衰减;二、通带截至频率较高,在滤除直流信号的同时,会将部分低频的有用信号一起滤除。为了改善这两个缺陷,通常的做法便是提高滤波器的阶数,以致滤波器的通带更加平坦、截至频率更加低、过渡带更加陡峭,但是这种方法会消耗大量的资源,比如 FPGA 中的乘法器等。

发明内容

[0004] 为了解决现有技术中的问题,本发明提供了一种用于超声扫描系统的隔直滤波模块。

[0005] 本发明提供了一种用于超声扫描系统的隔直滤波模块,包括用于存储回波信号的缓存单元(31)、用于对回波信号进行低通滤波处理的第一级低通滤波器(32)、用于对经所述第一级低通滤波器(32)进行处理的回波信号再次进行低通滤波处理的第二级低通滤波器(33)、以及差分器(34),所述第一级低通滤波器(32)输出端与所述第二级低通滤波器(33)输入端相连,所述第一级低通滤波器(32)和所述第二级低通滤波器(33)用于对回波信号进行两级低通滤波处理;所述第二级低通滤波器(33)输出端与所述差分器(34)输入端相连,所述缓存单元(31)输出端与所述差分器(34)输入端相连,所述差分器(34)用于对所述缓存单元(31)输出的回波信号和经两级低通滤波处理的回波信号进行差分处理。

[0006] 作为本发明的进一步改进,所述第一级低通滤波器为有限脉冲响应滤波器,所述第二级低通滤波器为无限脉冲响应滤波器。

[0007] 作为本发明的进一步改进,所述有限脉冲响应滤波器采用的阶数为 $N=2^L$,所述无限脉冲响应滤波器采用的阶数为 1 阶。

[0008] 作为本发明的进一步改进,所述有限脉冲响应滤波器采用的阶数为 $N=2^L$,其中 $L=4$ 。

[0009] 本发明还提供了一种具有所述隔直滤波模块的超声扫描系统,包括依次相连的超声发射接收模块、信号采集模块、所述隔直滤波模块、回波数字信号波束合成模块、数据解调和图像处理模块、图像数据输出模块,所述超声发射接收模块用于发射超声信号并且接

收超声回波信号,所述信号采集模块用于超声回波信号采集并进行信号滤波、放大、模数转换处理;所述缓存单元输入端和所述第一级低通滤波器输入端分别与所述信号采集模块输出端相连,所述差分器输出端与所述回波数字信号波束合成模块输入端相连;所述回波数字信号波束合成模块用于完成波束合成;所述数据解调和图像处理模块用于将波束合成的回波信号进行正交解调,去除载波信号,经抽取后,将数据进行滤波和填黑洞图像处理;所述图像数据输出模块用于将数据解调和图像处理模块传输的图像数据进行数字扫描变化处理。

[0010] 本发明还提供了一种超声扫描系统的回波信号处理方法,通过超声发射接收模块进行超声发射并接收回波信号;通过信号采集模块将超声回波信号采集并进行信号滤波、放大、模数转换处理,得到超声回波数字信号;将超声回波数字信号输入隔直滤波模块进行隔直滤波,得到无直流的超声回波数字信号;然后将隔直滤波模块内无直流的超声回波数字信号输入回波数字信号波束合成模块完成波束合成;然后通过数据解调和图像处理模块进行图像处理,最后通过图像数据输出模块进行处理将数据进行输出。

[0011] 本发明还提供了一种用于超声扫描系统的隔直滤波方法,包括如下步骤:

[0012] A. 缓存单元和第一级低通滤波器分别接收超声回波数字信号;

[0013] B. 第一级低通滤波器对超声回波数字信号进行处理,然后第一级低通滤波器将处理后的超声回波数字信号传入第二级低通滤波器进行再次处理;

[0014] C. 将缓存单元的超声回波数字信号和第二级低通滤波器处理后的超声回波数字信号传入差分器进行差处理。

[0015] 作为本发明的进一步改进,在所述步骤C中,缓存单元的超声回波数字信号和第二级低通滤波器处理后的超声回波数字信号同步传入差分器进行差分处理。

[0016] 作为本发明的进一步改进,设缓存单元的超声回波数字信号为 y_1 ,第二级低通滤波器处理后的超声回波数字信号为 y_2 ;在所述步骤C中,差分器进行差处理输出的为 Y ,那么: $Y=y_1 - a*y_2$,其中 a 为增益因子用于补偿第一级低通滤波器和第二级低通滤波器造成的信号衰减, a 取值范围为 a 大于等于 1 且小于等于 1.5。

[0017] 作为本发明的进一步改进,所述第一级低通滤波器为有限脉冲响应滤波器,所述第二级低通滤波器为无限脉冲响应滤波器;所述有限脉冲响应滤波器采用的阶数为 $N=2^L$, $L=4$;所述无限脉冲响应滤波器采用的阶数为 1 阶。

[0018] 本发明的有益效果是:本发明通过先对超声回波数字信号进行两级低通滤波处理,然后再将处理后的信号与超声回波数字信号做差分,得到的隔直滤波器通带纹波更加小、通带截止频率更加低,其具有算法简单,易于实现,实用性强等优点。

附图说明

[0019] 图 1 是 18 阶高通滤波器的幅频曲线。

[0020] 图 2 是 11 阶希尔伯特滤波器的幅频曲线。

[0021] 图 3 是本发明的隔直滤波模块原理框图。

[0022] 图 4 是本发明的超声扫描系统原理框图。

[0023] 图 5 是本发明的隔直滤波方法流程图。

[0024] 图 6 是本发明的隔直滤波模块的滤波效果图。

具体实施方式

[0025] 如图 3 所示,本发明公开了一种用于超声扫描系统的隔直滤波模块 30,包括用于存储回波信号的缓存单元 31、用于对回波信号进行低通滤波处理的第一级低通滤波器 32、用于对经所述第一级低通滤波器 32 进行处理的回波信号再次进行低通滤波处理的第二级低通滤波器 33、以及差分器 34,所述第一级低通滤波器 32 输出端与所述第二级低通滤波器 33 输入端相连,所述第一级低通滤波器 32 和所述第二级低通滤波器 33 用于对回波信号进行两级低通滤波处理;所述第二级低通滤波器 33 输出端与所述差分器 34 输入端相连,所述缓存单元 31 输出端与所述差分器 34 输入端相连,所述差分器 34 用于对所述缓存单元 31 输出的回波信号和经两级低通滤波处理的回波信号进行差分处理。

[0026] 所述第一级低通滤波器 32 为有限脉冲响应滤波器,所述第二级低通滤波器 33 为无限脉冲响应滤波器或者回归型滤波器。

[0027] 所述有限脉冲响应滤波器采用的阶数为 $N=2^L$,所述无限脉冲响应滤波器采用的阶数为 1 阶。

[0028] 所述有限脉冲响应滤波器采用的阶数为 $N=2^L$,其中 $L=4$ 。

[0029] 隔直滤波模块 30 负责对信号进行隔直滤波处理,滤掉信号中的直流成分。

[0030] 工作时,缓存单元 31 和第一级低通滤波器 32 分别接收超声回波数字信号,然后第一级低通滤波器 32 对超声回波数字信号进行处理,然后第一级低通滤波器 32 将处理后的超声回波数字信号传入第二级低通滤波器 33 进行再次处理,最后将缓存单元 31 内的超声回波数字信号和第二级低通滤波器 33 处理后的超声回波数字信号传入差分器 34 进行差处理。

[0031] 如图 4 所示,本发明还公开了一种具有所述隔直滤波模块的超声扫描系统,包括依次相连的超声发射接收模块 10、信号采集模块 20、所述隔直滤波模块 30、回波数字信号波束合成模块 40、数据解调和图像处理模块 50、图像数据输出模块 60,所述超声发射接收模块 10 用于发射超声信号并且接收超声回波信号,所述信号采集模块 20 用于超声回波信号采集并进行信号滤波、放大、模数转换处理;所述缓存单元 31 输入端和所述第一级低通滤波器 32 输入端分别与所述信号采集模块 20 输出端相连,所述差分器 34 输出端与所述回波数字信号波束合成模块 40 输入端相连;所述回波数字信号波束合成模块 40 用于完成波束合成;所述数据解调和图像处理模块 50 用于将波束合成的回波信号进行正交解调,去除载波信号,经抽取后,将数据进行滤波和填黑洞图像处理;所述图像数据输出模块 60 用于将数据解调和图像处理模块 50 传输的图像数据进行数字扫描变化处理,即图像数据输出模块 60 将图像数据进行插值、坐标变换等一系列变化处理,最终得到可供显示装置直接显示的数据,并且送往显示装置显示或者打印。

[0032] 本发明还公开了一种超声扫描系统的回波信号处理方法,通过超声发射接收模块进行超声发射并接收回波信号;通过信号采集模块将超声回波信号采集并进行信号滤波、放大、模数转换处理,得到超声回波数字信号;将超声回波数字信号输入隔直滤波模块进行隔直滤波,得到无直流的超声回波数字信号;然后将隔直滤波模块内无直流的超声回波数字信号输入回波数字信号波束合成模块完成波束合成;然后通过数据解调和图像处理模块进行图像处理,最后通过图像数据输出模块进行处理将数据进行输出。

[0033] 如图 5 所示,本发明还公开了一种用于超声扫描系统的隔直滤波方法,包括如下步骤:

[0034] 在步骤 S1 中,缓存单元和第一级低通滤波器分别接收超声回波数字信号;

[0035] 在步骤 S2 中,第一级低通滤波器对超声回波数字信号进行处理,然后第一级低通滤波器将处理后的超声回波数字信号传入第二级低通滤波器进行再次处理;

[0036] 在步骤 S3 中,将缓存单元的超声回波数字信号和第二级低通滤波器处理后的超声回波数字信号传入差分器进行差处理。

[0037] 在步骤 S3 中,缓存单元的超声回波数字信号和第二级低通滤波器处理后的超声回波数字信号同步传入差分器进行差分处理;例如第一级低通滤波器和第二级低通滤波器总共需要 40 个处理时钟,那么该缓存单元也需缓存超声回波数字信号 40 个处理时钟,然后一起送往差分器进行处理。

[0038] 设缓存单元的超声回波数字信号为 y_1 ,第二级低通滤波器处理后的超声回波数字信号为 y_2 ;在所述步骤 C 中,差分器进行差处理输出的为 Y ,那么: $Y=y_1 - a*y_2$,其中 a 为增益因子用于补偿第一级低通滤波器和第二级低通滤波器造成的信号衰减, a 取值范围为 a 大于等于 1 且小于等于 1.5。差分处理后,隔直滤波完成,便可得到无直流的回波信号。

[0039] 所述第一级低通滤波器为有限脉冲响应滤波器,所述第二级低通滤波器为无限脉冲响应滤波器。

[0040] 所述有限脉冲响应滤波器具有良好的稳定性和严格的线性相位特性,其采用的阶数为 $N=2^L$, L 的取值由调试的实际效果而定,优选为 $L=4$; L 的定义为:第一级隔直因子。

[0041] 所述无限脉冲响应滤波器目的在于对有限脉冲响应滤波器效果的加强,无限脉冲响应滤波器的优势在于利用较低的阶数就能实现较高的滤波性能,由于其阶数越高,暂态效应越强,所以在一般的典型设计中都不会采用较高的阶数。本实例中采用的无限脉冲响应滤波器为 1 阶,用投影初始化法消除暂态效应,其表达式如下: $Y(n)=(1-2^{-m}) * X(n) + 2^{-m} * Y(n-1)$,公式中 m 的取值由调试的实际效果而定,典型值为 $m=3$; $Y(n)$:当前输出结果, $X(n)$:当前输入数据, $Y(n-1)$:上一次的输出结果, m :第二级隔直因子。

[0042] 本发明中的有限脉冲响应滤波器为 FIR (Finite Impulse Response) 滤波器,无限脉冲响应滤波器为 IIR (Infinite Impulse Response) 滤波器。

[0043] 在本发明的超声扫描系统中,通过超声发射接收模块进行超声发射并接收回波信号;通过信号采集模块将超声回波信号采集并进行信号滤波、放大、模数转换处理,得到超声回波数字信号;将超声回波数字信号输入隔直滤波模块通过本发明的隔直滤波方法进行隔直滤波,得到无直流的超声回波数字信号;然后将隔直滤波模块内无直流的超声回波数字信号输入回波数字信号波束合成模块,每条通道的超声回波数字信号同时进入各自的数据存储器,在聚焦延迟电路的控制下再根据通道间不同的延时,按照不同的读地址读出各条通道数据,每条通道按照各自的插值系数完成插值处理,然后乘以不同的权重进行变迹处理,再将每条通道信号进行求和,求和后变为一路信号,至此完成波束合成;然后通过数据解调和图像处理模块进行图像处理,最后通过图像数据输出模块进行处理将数据进行输出。

[0044] 本发明通过先对超声回波数字信号进行两级低通滤波处理,然后再将处理后的信号与超声回波数字信号做差分,得到的隔直滤波器通带纹波更加小、通带截止频率更加低,

其具有算法简单,易于实现,实用性强等优点,其滤波效果如图 6 所示。

[0045] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干简单推演或替换,都应当视为属于本发明的保护范围。

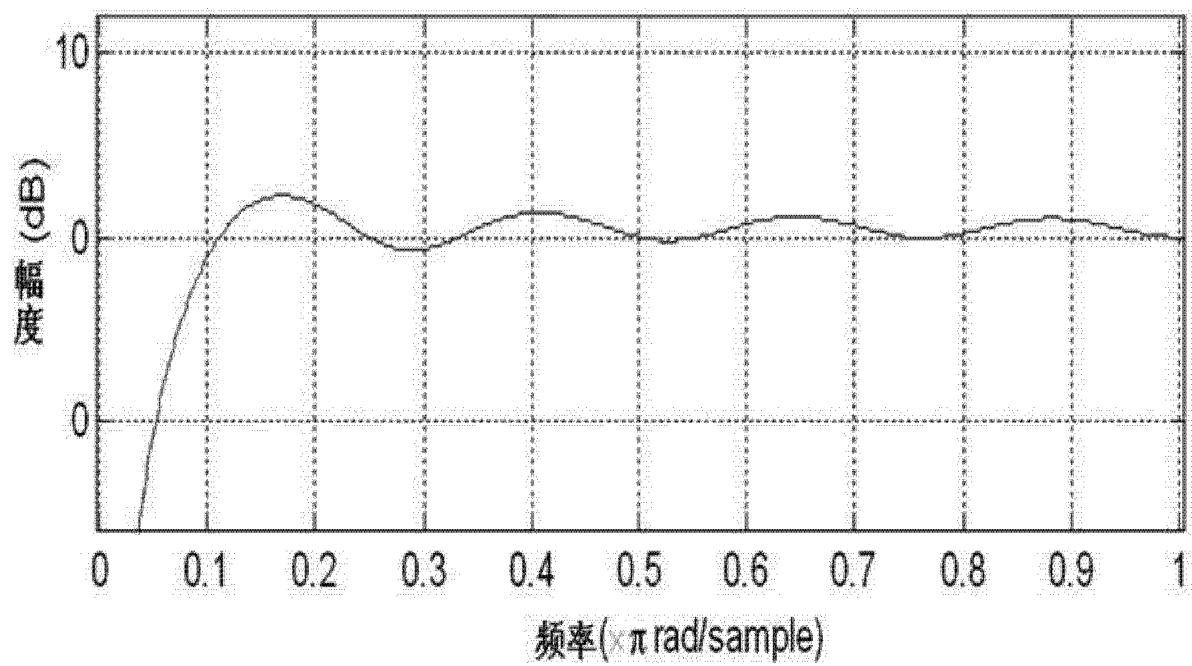


图 1

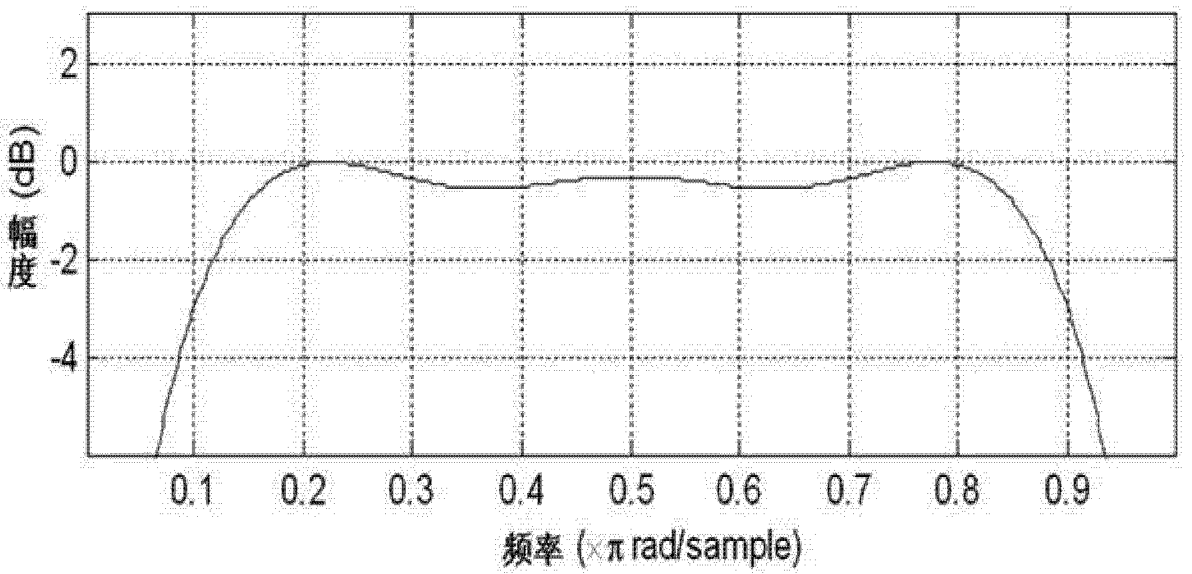


图 2

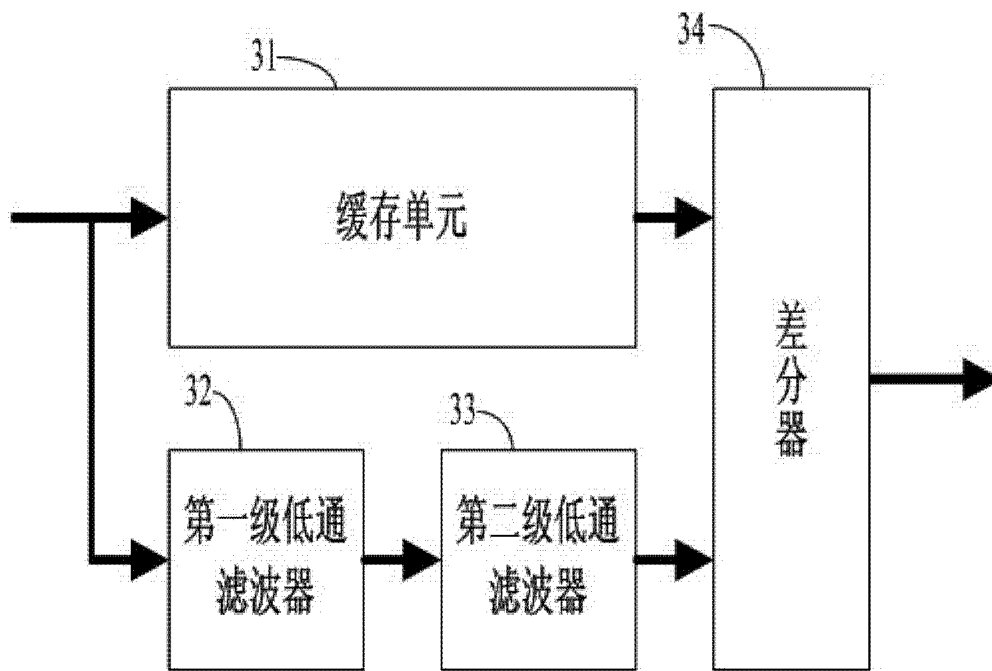


图 3

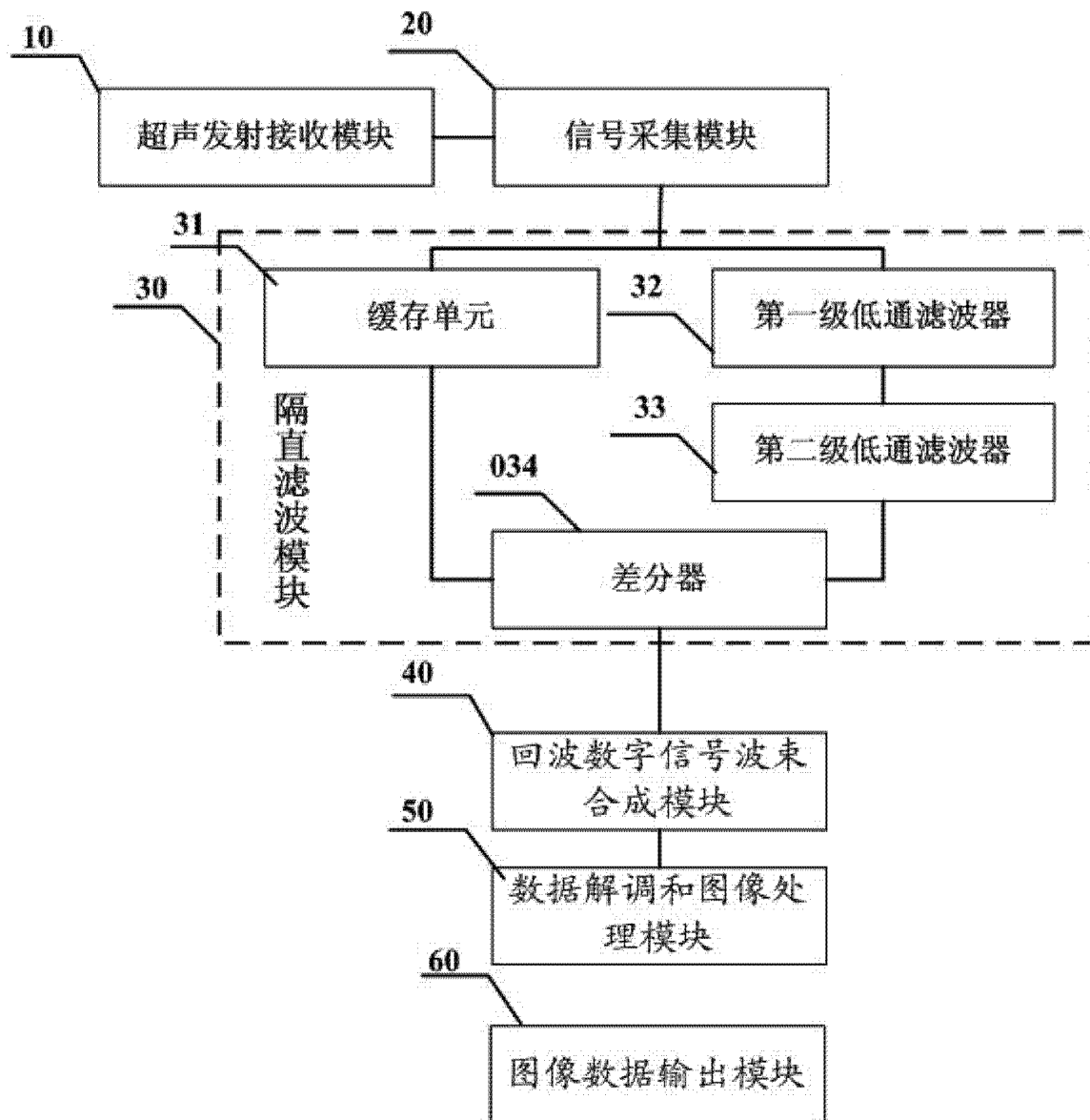


图 4

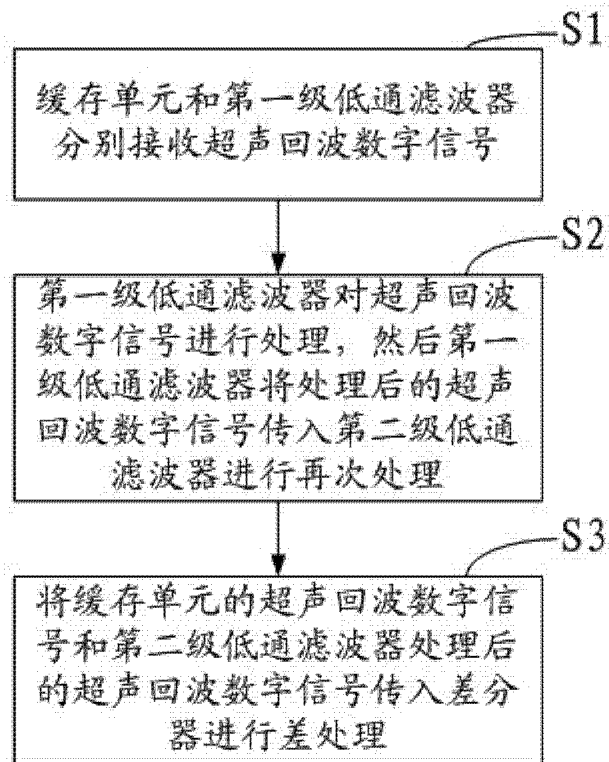


图 5

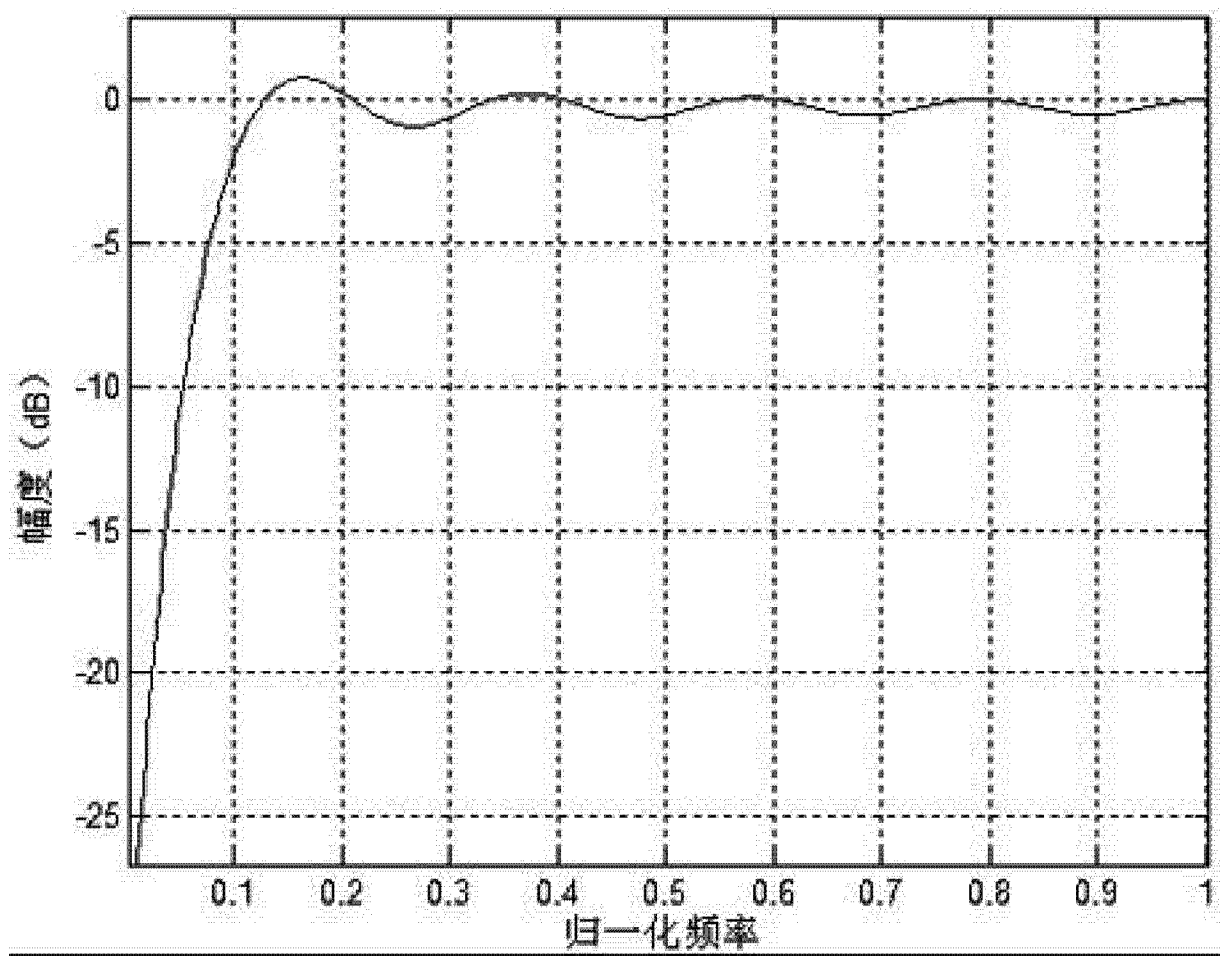


图 6

专利名称(译)	用于超声扫描系统的隔直滤波模块及方法、超声扫描系统		
公开(公告)号	CN103251428B	公开(公告)日	2015-05-13
申请号	CN201310133426.X	申请日	2013-04-17
[标]申请(专利权)人(译)	深圳市理邦精密仪器股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	深圳市理邦精密仪器股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	深圳市理邦精密仪器股份有限公司		
[标]发明人	覃伟和 陈敏		
发明人	覃伟和 陈敏		
IPC分类号	A61B8/00		
代理人(译)	孙伟		
审查员(译)	王传利		
其他公开文献	CN103251428A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供了一种用于超声扫描系统的隔直滤波模块及方法、超声扫描系统，该隔直滤波模块包括缓存单元、第一级低通滤波器、第二级低通滤波器、差分器，所述第一级低通滤波器输出端与所述第二级低通滤波器输入端相连，所述第二级低通滤波器输出端与所述差分器输入端相连，所述缓存单元输出端与所述差分器输入端相连。本发明的有益效果是本发明通过先对超声回波数字信号进行两级低通滤波处理，然后再将处理后的信号与超声回波数字信号做差分，得到的隔直滤波器通带纹波更加小、通带截止频率更加低，其具有算法简单，易于实现，实用性强等优点。

