



(12) 发明专利申请

(10) 授权公告号 CN 103070701 A

(43) 申请公布日 2013. 05. 01

(21) 申请号 201210586972. 4

(22) 申请日 2012. 12. 28

(71) 申请人 深圳先进技术研究院

地址 518055 广东省深圳市南山区西丽大学
城学苑大道 1068 号

(72) 发明人 邱维宝 王丛知 钱明 于妍妍
孙雷 郑海荣

(74) 专利代理机构 深圳市科进知识产权代理事
务所(普通合伙) 44316

代理人 宋鹰武

(51) Int. Cl.

A61B 8/00(2006. 01)

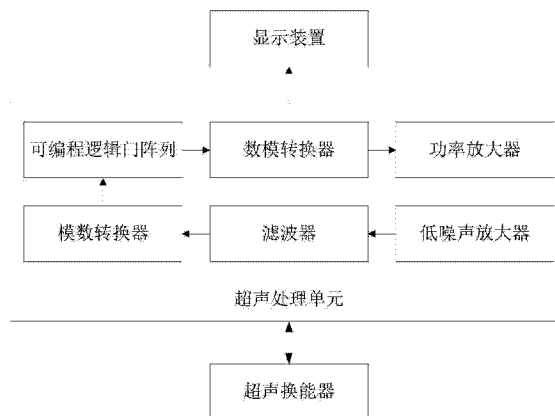
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种超声调制成像系统及方法

(57) 摘要

本发明属于医疗超声成像技术领域,尤其涉及一种超声调制成像系统及方法。本发明超声调制成像系统包括超声处理单元、超声换能器和显示装置,所述超声处理单元包括可编程逻辑门阵列,所述可编程逻辑门阵列用于超声调制激励信号的控制以及超声波信号的解调处理,所述超声换能器用于通过激励信号产生超声波信号到被测组织当中,同时将组织反射回的超声波信号转换为电气回波信号并传输至超声处理单元进行解调处理,所述显示装置用于超声图像数据的显示处理。本发明实施例的超声调制成像系统及方法采用可编程逻辑门阵列和功率放大器来完成激励信号的控制以及超声波信号的处理,提高了超声调制成像系统的灵活性和成像质量,且成本较低,系统集成度高。



1. 一种超声调制成像系统,包括显示装置,所述显示装置用于超声图像数据的显示处理,其特征在于:还包括超声处理单元和超声换能器,所述超声处理单元包括可编程逻辑门阵列,所述可编程逻辑门阵列用于超声调制激励信号的控制以及超声波信号的解调处理,所述超声换能器用于通过激励信号产生超声波信号到被测组织当中,同时将被测组织反射回的超声波信号转换为电气回波信号并传输至超声处理单元进行解调处理。

2. 根据权利要求1所述的超声调制成像系统,其特征在于,所述超声处理单元还包括数模转换器和功率放大器,所述可编程逻辑门阵列产生调制激励数字信号,所述数模转换器用于将数字信号转换成模拟信号,所述功率放大器用于将模拟信号放大至高电压激励信号,并通过高电压激励信号激励超声换能器产生超声波信号。

3. 根据权利要求2所述的超声调制成像系统,其特征在于,所述超声处理单元还包括低噪声放大器、滤波器及模数转换器,所述低噪声放大器用于将超声换能器转换的电气回波信号幅度放大,所述滤波器用于将放大的电气回波信号进行滤波处理,所述模数转换器用于将放大滤波之后的电气回波信号转换为数字超声信号,并通过高速接口传送至可编程逻辑门阵列进行数据解调处理。

4. 根据权利要求3所述的超声调制成像系统,其特征在于,所述可编程逻辑门阵列进行数据解调处理的解调算法包括:将模数转换器转换后的数字超声信号进行滤波处理,滤除超声信号外的干扰噪声,根据超声信号在组织内部的衰减进行数字化的增益补偿,通过信号解调完成数字超声信号的压缩解调处理,将时间拉长的序列波形压缩成具有短时间的波形,压缩过的超声信号经过包络抽取,进行数据对数压缩处理得到超声图像数据,并将超声图像数据经过传输接口传送至显示装置进行显示处理。

5. 根据权利要求4所述的超声调制成像系统,其特征在于,所述通过信号解调完成数字超声信号的压缩解调处理的具体信号解调算法包括基于快速傅里叶变换的信号解调算法和基于快速卷积的信号解调算法,所述基于快速傅里叶变换的信号解调算法具体为:滤波处理完的数字超声信号,经由快速傅里叶变换将时域信号转换成频域信号,再由频域信号与匹配信号进行复数相乘,进行频谱数据相乘,相乘后的数据在经过快速傅里叶逆变换处理后得到超声解调数据;所述基于快速卷积的信号解调算法具体包括:先对数字超声信号进行预处理,缓冲当前的超声数字数据,并与匹配信号进行卷积处理,进行对应的相乘运算,数据相乘后进行相加求和,完成时域的卷积运算,卷积运算输出的数据即为超声解调数据。

6. 一种超声调制成像方法,包括:

步骤a:通过可编程逻辑门阵列产生调制激励信号,并激励超声换能器产生超声波信号到被测组织当中;

步骤b:将被测组织反射回的超声波信号转换为电气回波信号,并将电气回波信号传至超声处理单元;

步骤c:通过超声处理单元将电气回波信号进行解调处理得到超声图像数据,并传送至显示装置进行超声图像显示。

7. 根据权利要求6所述的超声调制成像方法,其特征在于,所述步骤a还包括:通过数模转换器将可编程逻辑门阵列产生的调制激励数字信号转换成模拟信号,通过功率放大器将模拟信号放大至高电压激励信号,并通过高电压激励信号激励超声换能器产生超声波信

号。

8. 根据权利要求7所述的超声调制成像方法,其特征在于,所述步骤b还包括:通过低噪声放大器对电气回波信号的幅度放大,由滤波器滤除外带的噪声信号,并通过模数转换器将放大滤波之后的模拟电气回波信号转换为数字超声信号。

9. 根据权利要求6或8所述的超声调制成像方法,其特征在于,在所述步骤c中,所述将电气回波信号进行解调处理得到超声图像数据的具体解调算法包括:将转换后的数字超声信号进行滤波处理,滤除超声信号外的干扰噪声,并根据超声信号在组织内部的衰减进行数字化的增益补偿,通过信号解调完成数字超声信号的压缩解调处理,将时间拉长的序列波形压缩成具有短时间的波形,将压缩后的数字超声信号进行包络抽取,并进行数据对数压缩处理得到超声图像数据。

10. 根据权利要求9所述的超声调制成像方法,其特征在于,所述通过信号解调完成数字超声信号的压缩解调处理的信号解调算法包括基于快速傅里叶变换的信号解调算法和基于快速卷积的信号解调算法,所述基于快速傅里叶变换的信号解调算法具体为:滤波处理完的数字超声信号,经由快速傅里叶变换将时域信号转换成频域信号,再由频域信号与匹配信号进行复数相乘,进行频谱数据相乘,相乘后的数据在经过快速傅里叶逆变换处理后得到超声解调数据;所述基于快速卷积的信号解调算法具体包括:先对数字超声信号进行预处理,缓冲当前的超声数字数据,并与匹配信号进行卷积处理,进行对应的相乘运算,数据相乘后进行相加求和,完成时域的卷积运算,卷积运算输出的数据即为超声解调数据。

一种超声调制成像系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于医疗超声成像技术领域,尤其涉及一种超声调制成像系统及方法。

背景技术

[0002] 医疗超声成像技术是一种基于超声波的影像技术,随着医学、材料、计算机、电子工程等技术的飞速发展,医疗超声成像设备的性能不断提高、功能不断完善、用途不断扩展。超声成像诊断具有高空间分辨率、实时快速成像、操作方法简便、无禁忌、无损伤、可重复、可便携和经济等特点,已经广泛的用于各种医学应用当中,它与 CT (Computed Tomography, 计算机断层扫描)和 MRI (Magnetic Resonance Imaging, 磁共振成像)一起构成了临床医学中必不可少的影像诊断技术。

[0003] 在医疗超声成像技术中,系统采用高电压信号激励超声换能器产生超声波,超声波通过耦合剂进入到被测组织当中;由于被测组织对超声波有吸收和散射等影响,超声波的强度会随着入射深度的增加而减小。不同的组织对信号的影响不同,例如人体皮肤或者血管壁等组织对超声就有非常大的衰减,而且频率越高,超声波信号在组织内的衰减越大。因此在实际使用当中,常常会为了获得高精度的成像而提供设备的超声波频率,但是又不得不面对衰减增大、穿透深度降低的局限性,导致较深部位的微小组织信息很难通过传统超声波成像来获得。

[0004] 通常可以做的方法是提高激励换能器的电压以使换能器发出的能量加大,进而可以提高成像的穿透深度。但是该方法存在两个局限性,一是从安全角度出发,从换能器打出的信号能量加大,对人体正常组织的潜在影响就会增大,安全系数降低;第二点是换能器本身也很难承受高的能量激励,过大的能量激励有可能损坏换能器,所以采用增加换能器激励电压的方案在实际应用中很难实现。

[0005] 目前提出的新技术为超声调制成像技术,该技术通过发送一个时间拉长的有规律的调制数据来增加激励换能器的能量,也就是产生出长序列的超声波束传送到组织当中,调制数据的幅度没有增加以控制瞬时能量来降低风险;但是超声波发送时间被拉长相当于提高了发送能量。在接收数据时,通过特定解调算法将收到的长序列数据解调,可以恢复出超声波原有的成像精度,该方法已经提出并得到了领域内的验证。

[0006] 而在医学超声成像系统中实现超声调制成像技术目前通用的做法有两种:一种方法为采用通用的大型仪器来进行相关的激励脉冲序列的生成,具体为采用通用信号发生器产生信号源,之后由大功率放大器设备来产生高电压信号进而实现激励脉冲序列的生成,超声波信号采用电脑进行处理;该方法的优点是实现速度快,调试简单;缺点在于系统实现成本非常高,且笨重庞大不易集成;另一种方法为采用高压开关的方法来实现信号的调制,即采用开关信号进行脉冲的调制;该方法实现相对简单,系统成本低廉,但是成像精度较差,而且只能实现一种脉冲调制的方式,大大限制了系统的灵活多样性。

发明内容

[0007] 本发明提供了一种超声调制成像系统及方法,旨在解决现有的超声调制成像技术成本高、笨重庞大不易集成、成像精度差且限制系统灵活多样性的技术问题。

[0008] 本发明提供的技术方案为:一种超声调制成像系统,包括超声处理单元、超声换能器和显示装置,所述超声处理单元包括可编程逻辑门阵列,所述可编程逻辑门阵列用于超声调制激励信号的控制以及超声波信号的解调处理,所述超声换能器用于通过激励信号产生超声波信号到被测组织当中,同时将被测组织反射回的超声波信号转换为电气回波信号并传输至超声处理单元进行解调处理,所述显示装置用于超声图像数据的显示处理。

[0009] 本发明的技术方案还包括:所述超声处理单元还包括数模转换器和功率放大器,所述可编程逻辑门阵列产生调制激励数字信号,所述数模转换器用于将数字信号转换成模拟信号,所述功率放大器用于将模拟信号放大至高电压激励信号,并通过高电压激励信号激励超声换能器产生超声波信号。

[0010] 本发明的技术方案还包括:所述超声处理单元还包括低噪声放大器、滤波器及模数转换器,所述低噪声放大器用于将超声换能器转换的电气回波信号幅度放大,所述滤波器用于将放大的电气回波信号进行滤波处理,所述模数转换器用于将放大滤波之后的电气回波信号转换为数字超声信号,并通过高速接口传送至可编程逻辑门阵列进行数据解调处理。

[0011] 本发明的技术方案还包括:所述可编程逻辑门阵列进行数据解调处理的解调算法包括:将模数转换器转换后的数字超声信号进行滤波处理,滤除超声信号外的干扰噪声,根据超声信号在组织内部的衰减进行数字化的增益补偿,通过信号解调完成数字超声信号的压缩解调处理,将时间拉长的序列波形压缩成具有短时间的波形,压缩过的超声信号经过包络抽取,进行数据对数压缩处理得到超声图像数据,并将超声图像数据经过传输接口传送到显示装置进行显示处理。

[0012] 本发明的技术方案还包括:所述通过信号解调完成数字超声信号的压缩解调处理的具体信号解调算法包括基于快速傅里叶变换的信号解调算法和基于快速卷积的信号解调算法,所述基于快速傅里叶变换的信号解调算法具体为:滤波处理完的数字超声信号,经由快速傅里叶变换将时域信号转换成频域信号,再由频域信号与匹配信号进行复数相乘,进行频谱数据相乘,相乘后的数据在经过快速傅里叶逆变换处理后得到超声解调数据;所述基于快速卷积的信号解调算法具体包括:先对数字超声信号进行预处理,缓冲当前的超声数字数据,并与匹配信号进行卷积处理,进行对应的相乘运算,数据相乘后进行相加求和,完成时域的卷积运算,卷积运算输出的数据即为超声解调数据。

[0013] 本发明提供的另一技术方案,一种超声调制成像方法,包括:

[0014] 步骤a:通过可编程逻辑门阵列产生调制激励信号,并激励超声换能器产生超声波信号到被测组织当中;

[0015] 步骤b:将被测组织反射回的超声波信号转换为电气回波信号,并将电气回波信号传至超声处理单元;

[0016] 步骤c:通过超声处理单元将电气回波信号进行解调处理得到超声图像数据,并传送到显示装置进行超声图像显示。

[0017] 本发明的技术方案还包括:所述步骤a还包括:通过数模转换器将可编程逻辑门阵列产生的调制激励数字信号转换成模拟信号,通过功率放大器将模拟信号放大至高电压

激励信号,并通过高电压激励信号激励超声换能器产生超声波信号。

[0018] 本发明的技术方案还包括:所述步骤 b 还包括:通过低噪声放大器对电气回波信号的幅度放大,由滤波器滤除外带的噪声信号,并通过模数转换器将放大滤波之后的模拟电气回波信号转换为数字超声信号。

[0019] 本发明的技术方案还包括:在所述步骤 c 中,所述将电气回波信号进行解调处理得到超声图像数据的具体解调算法包括:将转换后的数字超声信号进行滤波处理,滤除超声信号外的干扰噪声,并根据超声信号在组织内部的衰减进行数字化的增益补偿,通过信号解调完成数字超声信号的压缩解调处理,将时间拉长的序列波形压缩成具有短时间的波形,将压缩后的数字超声信号进行包络抽取,并进行数据对数压缩处理得到超声图像数据。

[0020] 本发明的技术方案还包括:所述通过信号解调完成数字超声信号的压缩解调处理的信号解调算法包括基于快速傅里叶变换的信号解调算法和基于快速卷积的信号解调算法,所述基于快速傅里叶变换的信号解调算法具体为:滤波处理完的数字超声信号,经由快速傅里叶变换将时域信号转换成频域信号,再由频域信号与匹配信号进行复数相乘,进行频谱数据相乘,相乘后的数据在经过快速傅里叶逆变换处理后得到超声解调数据;所述基于快速卷积的信号解调算法具体包括:先对数字超声信号进行预处理,缓冲当前的超声数字数据,并与匹配信号进行卷积处理,进行对应的相乘运算,数据相乘后进行相加求和,完成时域的卷积运算,卷积运算输出的数据即为超声解调数据。

[0021] 本发明的技术方案具有如下优点或有益效果:本发明实施例的超声调制成像系统及方法采用可编程逻辑门阵列来完成激励信号的控制以及超声波信号的处理,可显著提高超声调制成像系统的成像深度,能维持较好的成像精度,并提升超声图像的信噪比和穿透深度;同时,本发明成本较低,系统集成度高,可作为便携式超声调制成像系统;本发明实施例中的超声成像算法均可实时编程以满足不同的应用需求,提高了超声调制成像系统的灵活性和成像质量。

附图说明

[0022] 附图 1 是本发明实施例的超声调制成像系统的结构示意图;

[0023] 附图 2 是本发明实施例的超声调制成像系统在可编程逻辑门阵列中实现的解调处理算法示意图;

[0024] 附图 3 是本发明实施例的基于啁啾超声调制激励方案的基本原理图;

[0025] 附图 4 是本发明基于快速傅里叶变换的信号解调算法示意图;

[0026] 附图 5 是本发明基于快速卷积的信号解调算法示意图;

[0027] 附图 6 是本发明实施例的超声调制成像方法的流程图。

具体实施方式

[0028] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0029] 请参阅图 1,为本发明实施例的超声调制成像系统的结构示意图。本发明实施例的超声调制成像系统包括:超声处理单元、超声换能器和显示装置,超声处理单元基于可编程

逻辑门阵列进行超声调制激励信号的控制以及超声波信号的解调处理,超声换能器用于产生超声波信号到被测组织当中,并进行被测组织反射回的超声波信号与电气回波信号之间的互相转换,显示装置用于系统的命令控制和超声图像的显示处理,其中,显示装置包括电脑或其他显示设备。

[0030] 具体地,超声处理单元包括可编程逻辑门阵列、数模转换器、功率放大器、低噪声放大器、滤波器及模数转换器,可编程逻辑门阵列在系统中为可编程的中央处理器,用于进行调制激励信号控制、超声波信号采集控制、实时信号处理控制和信号传输控制等工作,并将实时解调后的超声波信号送至显示装置进行显示。

[0031] 在本发明实施例中,超声处理单元分为前向激励和反向接收两部分,前向激励时,由可编程逻辑门阵列产生调制激励信号的数字信号,由数模转换器将数字信号转换成模拟信号,通过功率放大器将模拟信号放大至高电压激励信号,通过高电压激励信号激励超声换能器产生超声波信号到被测组织当中;反向接收时,超声换能器将被测组织反射回的超声波信号转换为电气回波信号,通过低噪声放大器对电气回波信号的幅度放大,并由滤波器滤除外带的噪声信号,通过模数转换器将放大滤波之后的模拟电气回波信号转换为数字超声信号,并通过高速接口传送至可编程逻辑门阵列进行数据解调处理。其中,前向发送的激励信号可以灵活处理,激励电压灵活可调,可做到大于 60V 脉冲激励;用户还可根据实际应用要求通过可编程逻辑门阵列对信号的频率、幅度和时长等参数进行实时控制调整。

[0032] 请一并参阅图 2,为本发明实施例的超声调制成像系统在可编程逻辑门阵列中实现的解调处理算法示意图。经模数转换器转换后的数字超声信号会先进行滤波处理,滤除超声信号外的干扰噪声,根据超声信号在组织内部的衰减进行数字化的增益补偿,通过信号解调完成数字超声信号的压缩解调处理,将时间拉长的序列波形压缩成具有短时间的波形,压缩过的数字超声信号经过包络抽取,并进行数据对数压缩处理得到超声图像数据,将超声图像数据经过传输接口传送至显示装置进行显示处理;其中,数字超声信号滤波的参数可以随时根据用户要求进行调整。

[0033] 本发明支持多种超声调制激励方案,包括常用的啁啾(Chirp)调制激励、格雷(Golay)编码调制激励和巴克(Barker)编码调制激励等,基于本发明的可编程技术,其他新的调制激励方案也可以采用本发明来实现,可以依据不同算法进行选择,并可根据用户实际应用的超声调制激励方案配置可编程逻辑门阵列,同样也支持原始超声数据的采集和传送,符合很多实验功能的要求。

[0034] 请一并参阅图 3,为本发明实施例的基于啁啾超声调制激励方案的基本原理图。其中,(a)为啁啾调制激励信号,由可编程逻辑门阵列产生数字调制激励信号,之后由模数转换器和功率放大器处理后形成超声换能器的激励信号;(b)为啁啾调制压缩滤波器信号,通过将超声换能器接收的啁啾调制超声波信号与压缩滤波器信号进行卷积处理,即可得到(c)中的短脉冲波形,超声的高分辨率得以维持;通过该短脉冲波形即可进行后续的包络提取,对数压缩等信号处理;从数学上分析,啁啾调制激励信号可表示为

[0035]
$$s(t) = a(t) \cdot \cos(2\pi f_0 t + \pi b t^2)$$

[0036] 其中 $a(t)$ 为窗函数, b 为扫描频率,也就是 $(f_1 - f_0)/T$, f_0 和 f_1 分别代表起始频率和终止频率, T 代表时间长度;在接收端,会通过解调滤波器进行解调,解调滤波器的算法可表示为:

[0037]

$$s_r(t) * p(t) = \int_{-\infty}^{\infty} s_r(\varphi) p(t - \varphi) d\varphi$$

[0038] 其中 $s_r(t)$ 为接收到的超声波信号, $p(t)$ 是压缩滤波器, 其他超声调制激励方案与该方案原理类似。

[0039] 信号解调也可根据使用者所选超声调制激励方案进行编程, 在本发明实施例中, 信号解调算法包括基于快速傅里叶变换的信号解调算法和基于快速卷积的信号解调算法, 具体请参阅图 4 和图 5, 图 4 为本发明基于快速傅里叶变换的信号解调算法示意图, 图 5 为本发明基于快速卷积的信号解调算法示意图。本发明基于快速傅里叶变换的信号解调算法具体为: 滤波处理完的数字超声信号, 经由快速傅里叶变换将时域信号转换成频域信号, 再由频域信号与匹配信号进行复数相乘, 进行频谱数据相乘, 相乘后的数据在经过快速傅里叶逆变换处理后得到超声解调数据; 原理参见图 3。基于可编程逻辑器件的高度可编程性, 快速傅里叶变换及逆变换的长度和数据处理的精度可随时根据实际要求调整, 满足灵活多样的项目需求, 适合处理数据长度很长的超声调制激励算法, 例如啁啾调制激励等。

[0040] 本发明基于快速卷积的信号解调算法具体包括: 先对数字超声信号进行预处理, 缓冲当前的超声数字数据, 并与匹配信号进行卷积处理, 进行对应的相乘运算, 数据相乘后进行相加求和, 完成时域的卷积运算, 卷积运算输出的数据即为超声解调数据。基于快速卷积的信号解调算法适合处理数据长度很短的超声调制激励算法, 例如格雷编码调制或者巴克编码调制激励等。

[0041] 请参阅图 6, 是本发明实施例的超声调制成像方法的流程图。本发明实施例的超声调制成像方法包括以下步骤:

[0042] 步骤 S100: 通过可编程逻辑门阵列产生调制激励信号的数字信号, 并由数模转换器将数字信号转换成模拟信号;

[0043] 在步骤 S100 中, 可编程逻辑门阵列在系统中为可编程的中央处理器, 用于完成调制脉冲信号激励控制、超声波信号采集控制、实时信号处理控制和信号传输控制等工作, 并将实时解调后的超声波信号送至显示装置进行显示。

[0044] 步骤 S110: 通过功率放大器将模拟信号放大至高电压激励信号, 并通过高电压激励信号激励超声换能器产生超声波信号到被测组织当中;

[0045] 在步骤 S110 中, 激励信号可以灵活处理, 激励电压灵活可调, 可做到大于 60V 脉冲激励; 用户还可根据实际应用要求通过可编程逻辑门阵列对信号的频率、幅度和时长等参数进行实时控制调整。

[0046] 步骤 S120: 通过超声换能器将被测组织反射回的超声波信号转换为电气回波信号, 通过低噪声放大器对电气回波信号的幅度放大, 并由滤波器滤除外带的噪声信号;

[0047] 步骤 S130: 通过模数转换器将放大滤波之后的模拟电气回波信号转换为数字超声信号;

[0048] 步骤 S140: 将转换后的数字超声信号进行滤波处理, 滤除超声信号外的干扰噪声, 并根据超声信号在组织内部的衰减进行数字化的增益补偿;

[0049] 在步骤 S140 中, 数字超声信号滤波的参数可以随时根据用户要求进行调整。

[0050] 步骤 S150: 通过信号解调完成数字超声信号的压缩解调处理, 将时间拉长的序列波形压缩成具有短时间的波形;

[0051] 在步骤 S150 中,信号解调可根据使用者所选超声调制激励方案进行编程,在本发明实施例中,信号解调算法包括基于快速傅里叶变换的信号解调算法和基于快速卷积的信号解调算法,具体请参阅图 4 和图 5,图 4 为本发明基于快速傅里叶变换的信号解调算法示意图,图 5 为本发明基于快速卷积的信号解调算法示意图。本发明基于快速傅里叶变换的信号解调算法具体为:滤波处理完的数字超声信号,经由快速傅里叶变换将时域信号转换成频域信号,再由频域信号与匹配信号进行复数相乘,进行频谱数据相乘,相乘后的数据在经过快速傅里叶逆变换处理后得到超声解调数据;基于可编程逻辑器件的高度可编程性,快速傅里叶变换及逆变换的长度和数据处理的精度可随时根据实际要求调整,满足灵活多样的项目需求,适合处理数据长度很长的超声调制激励算法,例如啁啾调制激励等。请一并参阅图 3,为本发明实施例的基于啁啾超声调制激励方案的基本原理图。其中,(a)为啁啾调制激励信号,由可编程逻辑门阵列产生数字调制激励信号,之后由模数转换器和功率放大器处理后形成超声换能器的激励信号;(b)为啁啾调制压缩滤波器信号,通过将超声换能器接收的啁啾调制超声波信号与压缩滤波器信号进行卷积处理,即可得到(c)中的短脉冲波形,超声的高分辨率得以维持;通过该短脉冲波形即可进行后续的包络提取,对数压缩等信号处理;从数学上分析,啁啾调制激励信号可表示为

$$[0052] \quad s(t) = a(t) \cdot \cos(2\pi f_0 t + \pi b t^2)$$

[0053] 其中 $a(t)$ 为窗函数, b 为扫描频率,也就是 $(f_1 - f_0)/T$, f_0 和 f_1 分别代表起始频率和终止频率, T 代表时间长度;在接收端,会通过解调滤波器进行解调,解调滤波器的算法可表示为:

[0054]

$$s_r(t) * p(t) = \int_{-\infty}^{\infty} s_r(\varphi) p(t - \varphi) d\varphi$$

[0055] 其中 $s_r(t)$ 为接收到的超声波信号, $p(t)$ 是压缩滤波器,其他超声调制激励方案与该方案原理类似。

[0056] 本发明基于快速卷积的信号解调算法具体包括:先对数字超声信号进行预处理,缓冲当前的超声数字数据,并与匹配信号进行卷积处理,进行对应的相乘运算,数据相乘后进行相加求和,完成时域的卷积运算,卷积运算输出的数据即为超声解调数据。基于快速卷积的信号解调算法适合处理数据长度很短的超声调制激励算法,例如格雷编码调制或者巴克编码调制等。

[0057] 步骤 S160:将压缩后的数字超声信号进行包络抽取,并进行数据对数压缩处理得到超声图像数据;

[0058] 步骤 S170:将超声图像数据经过传输接口传送至显示装置进行显示处理。

[0059] 本发明实施例的超声调制成像系统及方法采用可编程逻辑门阵列来完成激励信号的控制以及超声波信号的处理,采用功率放大器进行脉冲信号的放大激励,可显著提高超声调制成像系统的成像深度,能维持较好的成像精度,并提升超声图像的信噪比和穿透深度;同时,本发明成本较低,系统集成度高,可作为便携式超声调制成像系统;本发明实施例中的超声成像算法均可实时编程以满足不同的应用需求,提高了超声调制成像系统的灵活性和成像质量。

[0060] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

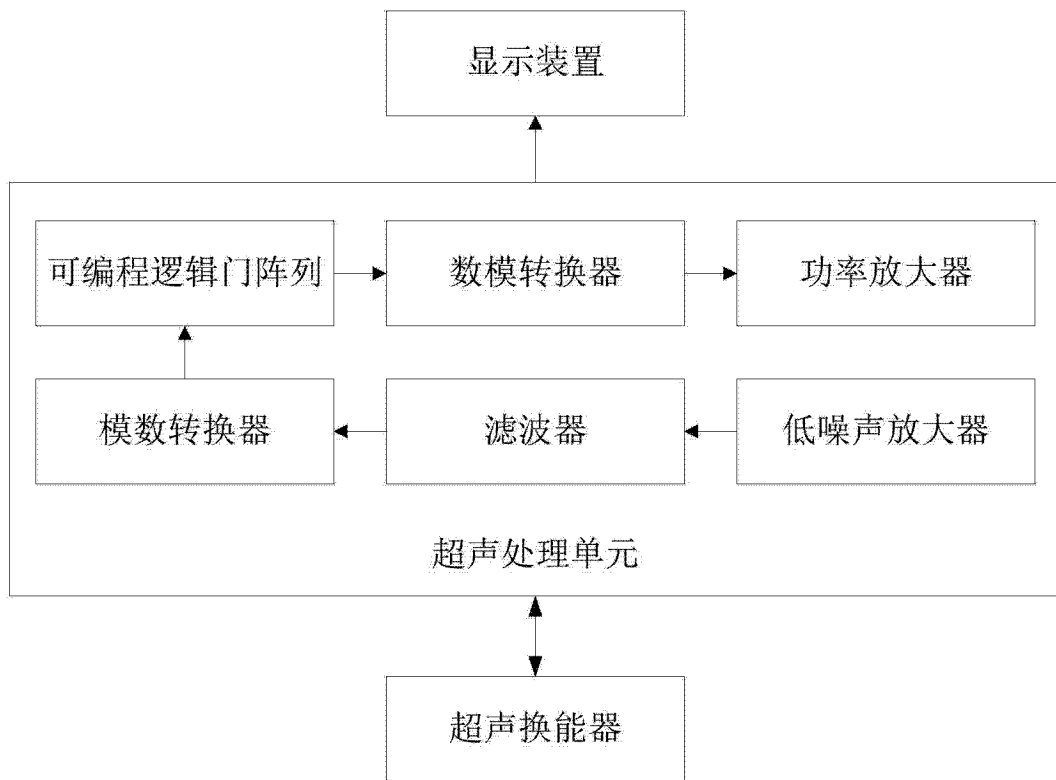


图 1

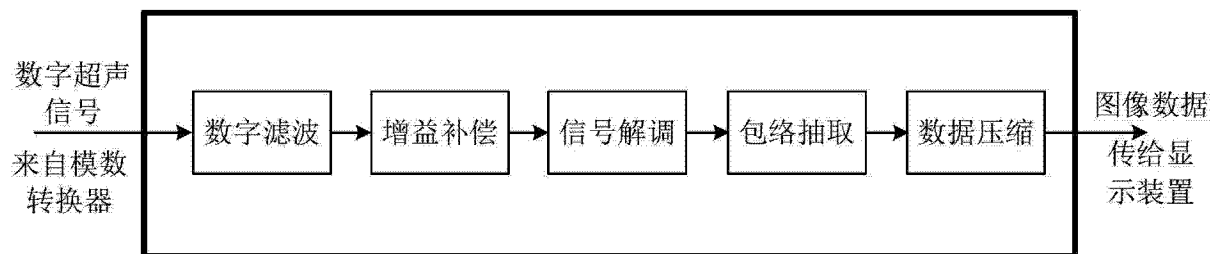


图 2

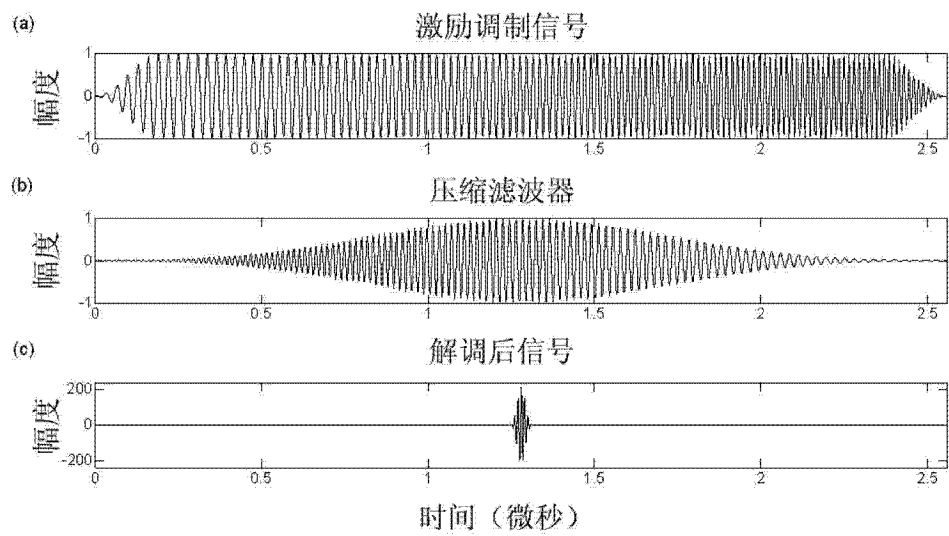


图 3

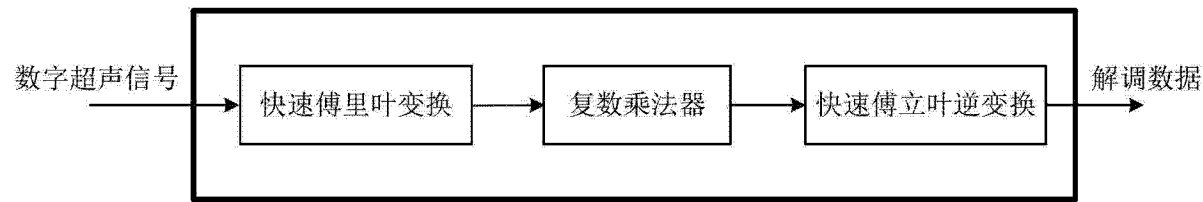


图 4

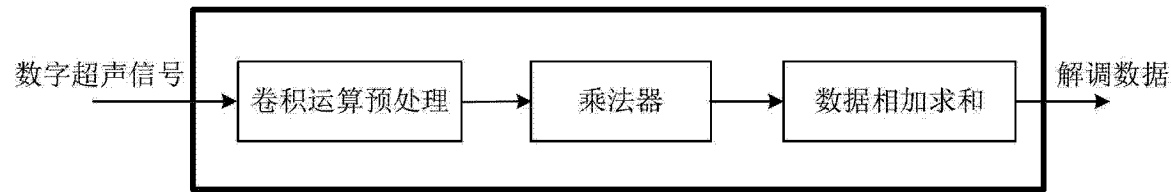


图 5

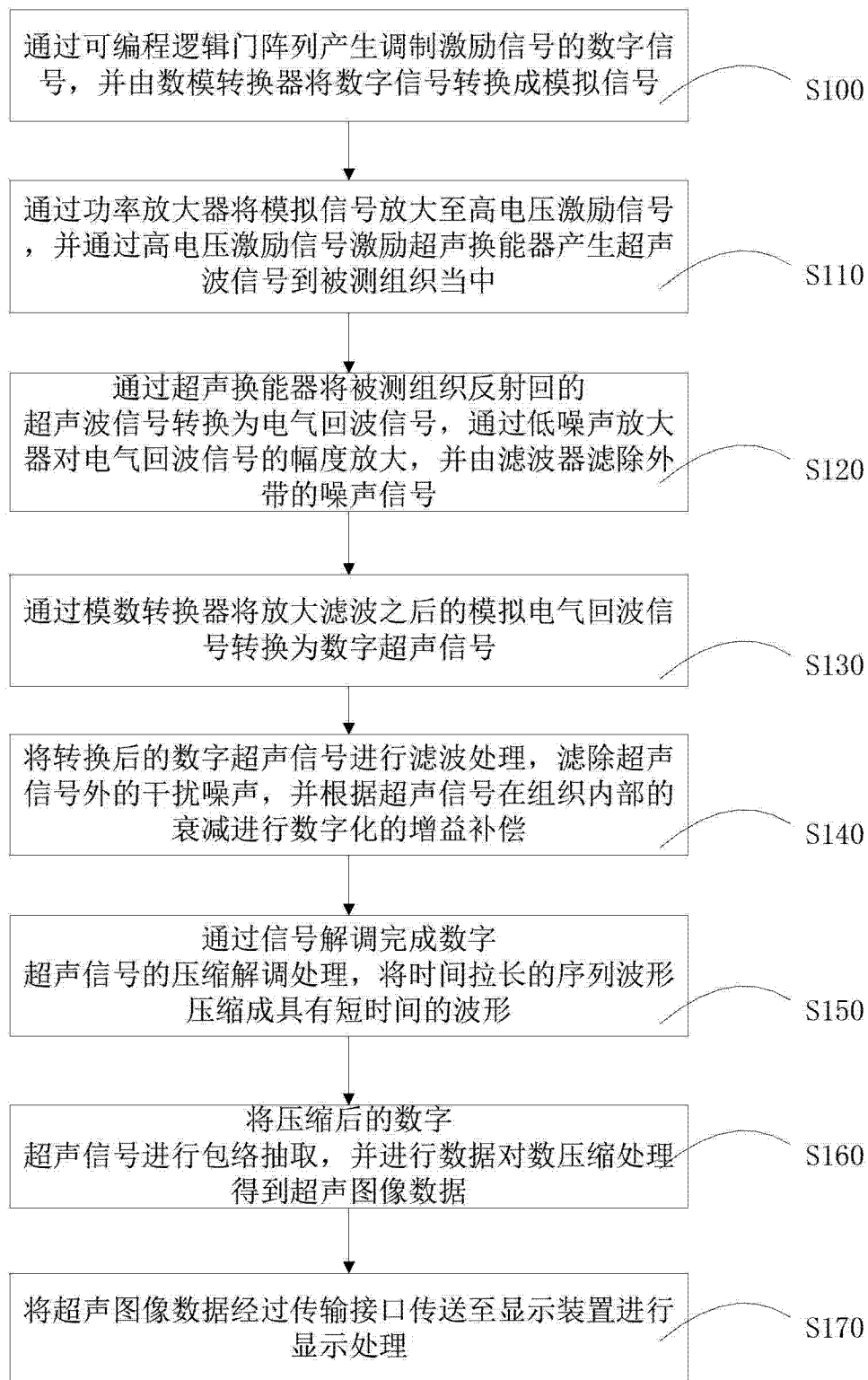


图 6

专利名称(译)	一种超声调制成像系统及方法		
公开(公告)号	CN103070701A	公开(公告)日	2013-05-01
申请号	CN201210586972.4	申请日	2012-12-28
[标]申请(专利权)人(译)	深圳先进技术研究院		
申请(专利权)人(译)	深圳先进技术研究院		
当前申请(专利权)人(译)	深圳先进技术研究院		
[标]发明人	邱维宝 王丛知 钱明 于妍妍 孙雷 郑海荣		
发明人	邱维宝 王丛知 钱明 于妍妍 孙雷 郑海荣		
IPC分类号	A61B8/00		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明属于医疗超声成像技术领域，尤其涉及一种超声调制成像系统及方法。本发明超声调制成像系统包括超声处理单元、超声换能器和显示装置，所述超声处理单元包括可编程逻辑门阵列，所述可编程逻辑门阵列用于超声调制激励信号的控制以及超声波信号的解调处理，所述超声换能器用于通过激励信号产生超声波信号到被测组织当中，同时将组织反射回的超声波信号转换为电气回波信号并传输至超声处理单元进行解调处理，所述显示装置用于超声图像数据的显示处理。本发明实施例的超声调制成像系统及方法采用可编程逻辑门阵列和功率放大器来完成激励信号的控制以及超声波信号的处理，提高了超声调制成像系统的灵活性和成像质量，且成本较低，系统集成度高。

