



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105982695 A

(43) 申请公布日 2016. 10. 05

(21) 申请号 201510057037. 2

(22) 申请日 2015. 02. 03

(71) 申请人 无锡祥生医学影像有限责任公司
地址 214028 江苏省无锡市新区硕放工业园
五期 51、53 号地块长江东路 228 号

(72) 发明人 王鋈 张勇 杨成 朱银凤

(74) 专利代理机构 无锡市大为专利商标事务所
(普通合伙) 32104

代理人 曹祖良 韩凤

(51) Int. Cl.

A61B 8/00(2006. 01)

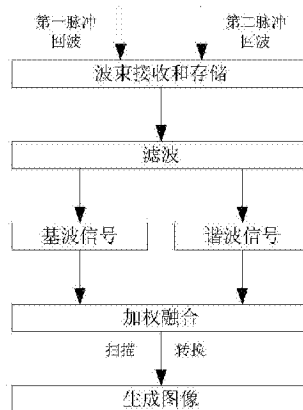
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

超声成像系统及方法

(57) 摘要

本发明提供了一种基于基波的融合谐波成像的超声成像系统及方法,在进行波束接收和存储、匹配滤波后,将基波信号和谐波信号提取包络信号后加权融合。弥补谐波远场穿透力弱的缺点,结合谐波信号分辨率好和基波信号穿透力强的优点,将远场基波信号和近场、中场谐波信号相融合,从而提高图像质量。同时,信号融合过程中,为了预防中场和远场图像边界分明,采用谐波信号和基波信号平滑过渡。在提高近场分辨率的同时保证远场的穿透力。



1. 一种超声成像系统,其特征在于,包括:换能器(10)、发射波束模块(20)、波束接收模块(30)、加权融合处理模块(40)、图像处理模块(50),显示器(60);

所述换能器(10)用于发射与接收超声波;所述发射波束模块(20)与换能器(10)相连,控制换能器(10)发射脉冲波;

所述波束接收模块(30)与换能器(10)相连,对换能器(10)发送而来的回波信号进行滤波、TGC增益补偿和缓存,然后提取超声基波信号和谐波信号传输至加权融合处理模块(40);

所述加权融合处理模块(40)与波束接收模块(30)相连,用于将超声基波信号和谐波信号提取包络信号后加权融合,再将融合后的信号传输至图像处理模块(50);

所述图像处理模块(50)与加权融合处理模块(40)相连,对加权融合处理模块(40)传输来的融合信号进行对数放大、细化处理及扫描变换,生成基波信号和谐波信号的融合图像,传输至显示器(60)。

2. 如权利要求1所述的超声成像系统,其特征在于,所述加权融合处理模块(40)将在时间域对齐的两个连续发射脉冲的回波信号提取包络信号,根据组织谐波信号和基波信号的分析,分别计算组织谐波信号 $Envelope_{THI}$ 和基波信号 $Envelope_{FI}$ 的权值 W_{THI} , W_{FI} , 融合输出 $Envelope_{Cpd} = W_{FI} \times Envelope_{FI} + W_{THI} \times Envelope_{THI}$, 其中 $W_{FI} + W_{THI} = 1$ 。

3. 如权利要求1,2所述的超声成像系统,其特征在于,所述加权融合处理模块(40)进行加权融合时,近场、中场取谐波信号,远场取基波信号。

4. 如权利要求1所述的超声成像系统,其特征在于,谐波信号从所述波束接收模块(30)缓存的一个脉冲回波信号或多个脉冲回波信号的合成波中提取。

5. 一种超声成像方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 波束接收和存储:超声换能器发射脉冲用于提取谐波信号和基波信号,脉冲回波信号经波束接收模块滤波、增益补偿处理后进行缓存;

2) 匹配滤波:对脉冲回波信号进行匹配滤波,近场选择高频分量,远场选择低频分量;

3) 加权融合:将基波信号和谐波信号提取包络信号后加权融合,将在时间域对齐的两个连续发射脉冲的回波信号提取包络信号,根据组织谐波信号和基波信号的分析,分别计算组织谐波信号 $Envelope_{THI}$ 和基波信号 $Envelope_{FI}$ 的权值 W_{THI} , W_{FI} , 融合输出 $Envelope_{Cpd} = W_{FI} \times Envelope_{FI} + W_{THI} \times Envelope_{THI}$, 其中 $W_{FI} + W_{THI} = 1$;

4) 生成图像:融合信号最终通过对数放大、细化处理及扫描变换,生成基波和谐波的融合图像。

6. 如权利要求5所述的超声成像方法,其特征在于,所述谐波信号从步骤1缓存的一个脉冲回波信号或多个脉冲回波信号的合成波中提取。

7. 如权利要求5所述的超声成像方法,其特征在于,加权融合时,近场、中场取谐波信号,远场取基波信号,权值取值时做到使图像在中场和远场边界处实现平滑过渡。

8. 如权利要求5所述的超声成像方法,其特征在于,通过合并连续的发射脉冲对来生成复合波束以增加帧速率:由当前谐波信号和当前基波信号合并而生成复合波束,或者从当前基波信号和之前的谐波信号的合并中生成复合波束。

9. 如权利要求5所述的超声成像方法,其特征在于,超声换能器发射的脉冲,在频率、延迟、相位、持续时间、宽度或者振幅中至少有一种参数不同。

超声成像系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种超声成像系统及方法,尤其是基于基波的融合谐波成像方法,用于医学超声图像领域。

背景技术

[0002] 医学超声图像在医学诊断中起着十分重要的作用,具有对人体无损伤、无痛苦、显示方法多样等特点。传统的超声图像设备是接收和发射频率相同的回波信号成像,即基波成像。单纯使用基波成像技术具有很多局限性,相对于 CT 等其他诊断设备,超声图像存在分辨率较低,成像区域受限等问题。

[0003] 回波信号受到人体组织的非线性调制后产生基波频率整数倍等高次谐波,其中二次谐波幅度最强,为此利用人体回声的二次等高次谐波构成人体器官的图像,可提高图像清晰分辨率。这种利用回波的二次等高次谐波成像的方法叫做谐波成像。组织谐波成像改善图像质量的技术基础为:1) 近场处谐波能量很少,不易产生伪像。常规超声图像的大部分伪像来源于胸壁和腹壁的反射和散射,这些伪像含有极少的谐波频率,因此近场伪像被消除;2) 有利于消除旁瓣伪像。基波频率能量和谐波频率能量呈非线性关系,能量较高的基波产生相当大的谐波能量,而弱的基波几乎不产生谐波频率能量。因旁瓣能量比主波低得多,产生的二次谐波很低,不足以形成图像,因此消除了旁瓣的干扰;3) 谐波波长较短,可以提高轴向分辨力。频带较窄,提供较佳的侧向分辨力。频率比基波高 1 倍,所以其检测低速血流速度的阈值为基波的 $1/2$,即对低速血流的检测更灵敏。

[0004] 但是,谐波信号随深度增加而增强,但得到一定程度以后又会逐渐衰减,所以在远场,谐波信号变弱,相对电子噪声增强。组织谐波信号强度随深度而不同,随深度增加逐渐产生谐波信号,所以中场信号较强,但深度加深到一定程度以后又会迅速衰减;而基波信号强度随深度递减且高于谐波信号。

[0005] 可见,超声基波图像和谐波图像各有优缺点。在临床上单独使用一种方式难以得到高质量图像,两者成像技术的结合具有必要性,也有可行性。

[0006] 现有技术有将超声基波图像和造影谐波图像融合。通过向静脉中注入超声造影剂来增强人体组织的回波能力,提高图像的清晰度和对比度。利用相同频率下采集的超声造影基波和谐波图像进行 Curvelet 图像融合的方法,增强谐波图像中的组织边缘。该方法首先对超声造影基波和谐波图像进行 Curvelet 变换,然后对于低频和高频洗涤分别采用不同的融合政策,获得组织边界和内部细节均清晰的超声图像,实现病灶区和组织边界的定位。该技术不适合超声基波与组织谐波成像融合。

[0007] 另有技术提出基于归一化协方差系数和纹理分析的方法,把对数压缩后的超声基波和组织谐波包络结合,然后经过扫描转换得到融合图像。该方法通过滑动窗口,分别对组织谐波信号和基波信号纹理分析,求出基波和谐波信号的权值。然而由于谐波在近、中场区域成像已经完全可以满足用户诊断需求,无需选择基波信号融合成像,且上述方法实现复杂。

发明内容

[0008] 本发明的目的是在不引入其他方面缺点的同时解决谐波图像远场穿透力不强的问题,提供一种基于基波的融合谐波成像的超声成像系统及方法,来改善超声图像的质量。将近场中场谐波信号和远场基波信号相结合,克服了组织谐波远场信号弱导致的信噪比低的问题。

[0009] 本发明提供的一种超声成像系统包括:换能器、发射波束模块、波束接收模块、加权融合处理模块、图像处理模块,显示器;所述换能器用于发射与接收超声波;所述发射波束模块与换能器相连,控制换能器发射脉冲波;所述波束接收模块与换能器相连,对换能器发送而来的回波信号进行滤波、TGC 增益补偿和缓存,然后提取超声基波信号和谐波信号传输至加权融合处理模块;所述加权融合处理模块与波束接收模块相连,用于将超声基波信号和谐波信号提取包络信号后加权融合,再将融合后的信号传输至图像处理模块;所述图像处理模块与加权融合处理模块相连,对加权融合处理模块传输来的融合信号进行对数放大、细化处理及扫描变换,生成基波信号和谐波信号的融合图像,传输至显示器。

[0010] 所述加权融合处理模块将在时间域对齐的两个连续发射脉冲的回波信号提取包络信号,根据组织谐波信号和基波信号的分析,分别计算组织谐波信号 $Envelope_{THI}$ 和基波信号 $Envelope_{FI}$ 的权值 W_{THI}, W_{FI} , 融合输出 $Envelope_{Cpd} = W_{FI} \times Envelope_{FI} + W_{THI} \times Envelope_{THI}$, 其中 $W_{FI} + W_{THI} = 1$ 。

[0011] 加权融合处理模块进行加权融合时,近场、中场取谐波信号,远场取基波信号。谐波信号从所述波束接收模块缓存的一个脉冲回波信号或多个脉冲回波信号的合成波中提取。

[0012] 一种超声成像方法如下:

[0013] 1) 波束接收和存储:超声换能器发射脉冲用于提取谐波信号和基波信号,脉冲回波信号经波束接收模块滤波、增益补偿处理后进行缓存;

[0014] 2) 匹配滤波:对脉冲回波信号进行匹配滤波,近场选择高频分量,远场选择低频分量;

[0015] 3) 加权融合:将基波信号和谐波信号提取包络信号后加权融合,将在时间域对齐的两个连续发射脉冲的回波信号提取包络信号,根据组织谐波信号和基波信号的分析,分别计算组织谐波信号 $Envelope_{THI}$ 和基波信号 $Envelope_{FI}$ 的权值 W_{THI}, W_{FI} , 融合输出 $Envelope_{Cpd} = W_{FI} \times Envelope_{FI} + W_{THI} \times Envelope_{THI}$, 其中 $W_{FI} + W_{THI} = 1$;

[0016] 4) 生成图像:融合信号最终通过对数放大、细化处理及扫描变换,生成基波和谐波的融合图像。

[0017] 具体的,所述谐波信号从步骤 1 缓存的一个脉冲回波信号或多个脉冲回波信号的合成波中提取。

[0018] 加权融合时,近场、中场取谐波信号,远场取基波信号,权值取值时做到使图像在中场和远场边界处实现平滑过渡。

[0019] 还可以通过合并连续的发射脉冲对来生成复合波束以增加帧速率:由当前谐波信号和当前基波信号合并而生成复合波束,或者从当前基波信号和之前的谐波信号的合并中生成复合波束。

[0020] 选择多发脉冲波获取基波信号和谐波信号时,超声换能器发射的脉冲,在频率、延迟、相位、持续时间、宽度或者振幅中至少有一种参数不同。

[0021] 本发明的优点是:为了弥补谐波远场穿透力弱的缺点,结合谐波信号分辨率好和基波信号穿透力强的优点,将远场基波信号和近场、中场谐波信号相融合,从而提高图像质量。同时,信号融合过程中,为了预防中场和远场图像边界分明,采用谐波信号和基波信号平滑过渡。在提高近场分辨率的同时保证远场的穿透力。

附图说明

[0022] 图1是本发明的总体流程图。

[0023] 图2是发射窄带信号时基波与二次谐波频带特性示意图

[0024] 图3是分区域融合成像示意图。

[0025] 图4是谐波信号和基波信号融合示意图。

[0026] 图5是本发明的系统结构示意图。

具体实施方式

[0027] 下面结合附图和具体实施方式对本发明的技术方案做进一步说明。

[0028] 如图5所示,一种超声成像系统包括:换能器10、发射波束模块20、波束接收模块30、滤波器模块31、存储模块32、加权融合处理模块40、图像处理模块50,显示器60。

[0029] 所述换能器10用于发射与接收超声波。所述发射波束模块20与换能器10相连,用于控制换能器10进行发射超声波参数控制,比如超声波的频率、延迟、相位、持续时间、宽度或者振幅中的至少一个,发射波束模块20通过上述参数控制换能器10发射脉冲波。换能器10可以是线阵探头、相控阵探头、凸阵探头等常规探头,发射脉冲波数量为可以根据需求进行设置。

[0030] 所述波束接收模块30与换能器10相互连接,其包括滤波器模块31、存储模块32,用于对换能器10发送而来的回波信号进行滤波(滤波器模块31)、TGC增益补偿,再由存储模块32进行缓存,然后提取超声基波信号和谐波信号传输至加权融合处理模块40。

[0031] 所述加权融合处理模块40与波束接收模块30相互连接,用于将超声基波信号和组织谐波信号提取包络信号后加权融合。加权融合时近场、中场取谐波信号,远场取基波信号,如图4所示,在平滑过渡区取谐波和基波按一定的权值比例叠加的复合信号。权值取值时做到使图像在中场、远场边界处实现平滑过渡,避免图像在视觉上的冲突。该平滑过渡区为中场、远场分界点附近区域,信号由完全取值谐波值逐渐向远基波值过渡,直到完全被基波值替代,其中,中场、远场分界点由不同中心频率换能器所对应的穿透深度来决定,加权融合处理模块40将融合后的信号传输至图像处理模块50。

[0032] 所述图像处理模块50,与加权融合处理模块40相互连接,其对经过加权融合处理模块传输来的融合信号进行对数放大、细化处理及扫描变换,生成基波信号和谐波信号的融合图像,图像处理模块50将融合图像传输至与图像处理模块相互连接的显示器60。这样使传统的谐波远程图像质量得到提高。

[0033] 如图1所示,本发明所述的超声成像方法包括如下步骤:

[0034] 1) 波束接收和存储。

[0035] 发射波束模块 20 控制换能器 10 发射具有不同频率、延迟、相位、持续时间、宽度或者振幅中至少一种不同参数的脉冲波用于提取谐波帧信号和基波帧信号。

[0036] 在一个实施中,选择一个发射脉冲从脉冲回波中获取基波信号和谐波信号举例说明,换能器 10 发射以 f_0 为中心频率脉冲信号,且频带控制比较窄时,由此会产生二次谐波和基波处于各自的频带上,如图 1 所示。脉冲回波信号经波束接收模块 30 通过滤波器模块 31 滤波、TGC 增益补偿后由存储模块 32 进行缓存。其滤波器模块 31 可以包括低通滤波器、高通滤波器、动态滤波器,如图 2 所示,其中利用低通滤波器可以滤除谐波信号获取基波频率信号,利用高通滤波器可以滤除基波信号而获取谐波频率信号。

[0037] 在另一个实施中,选择多发射脉冲波获取基波信号和谐波信号来举例说明。脉冲回波信号经波束接收模块 30 通过滤波器 31、TGC 增益补偿后由存储模块 32 进行缓存,然后根据谐波信号获取需求进行合成处理,多脉冲的合成有利于去除脉冲中不必要的高次谐波信号。在合成之前可以选择性地实施信号对齐和匹配来改善图像质量,施加适当的延迟和幅度调整来生成声束。最终分别输出两路信号,分别为提取谐波信号所需的合成波,和获取基波信号所需的第一脉冲。

[0038] 2) 匹配滤波。

[0039] 谐波信号或基波信号携带了扫描线上的组织情况,需要对回波信号经过滤波器 31 进行匹配滤波,用来提高回波的信噪比,即动态滤波。由于信号强度较大,本实施中将图像的分辨率放在首位,滤波器模块 31 中动态滤波器的中心频率可适当向高频选取。对于远场回波信号来说,信号由于在介质中的衰减,回波信号中的有用的能量很小,这时除了需要考虑图像的分辨率外,还要关注的应该为图像的灵敏度。为了使图像灵敏度最佳,这样就要求动态滤波器的中心频率与远场回波信号的中心频率相匹配。同时为了提高图像分辨率,还要尽量提高接收的中心频率。

[0040] 随着探测深度的增加,高频分量衰减严重,为了达到良好的分辨率,近场选择高频分量,远场选择低频分量。动态滤波器匹配滤波可以将携带有病理信息的频率分量滤除,并滤除近场的低频噪声信号和远场的高频噪声,从而提高近场分辨率和远场信噪比。

[0041] 该发明一实施例中,动态滤波器采用 32 阶 FIR 滤波器实现,动态滤波器参数通过 Matlab 生成滤波系数。在时间控制下,将动态滤波器滤波系数动态载入达到动态滤波的目的,将探测深度分为若干段,对每一段进行滤波系数改变。

[0042] 3) 加权融合。

[0043] 加权融合处理模块 40 将存储模块 32 中的超声基波信号和谐波信号提取包络信号后进行加权融合。加权融合处理模块 40 将在时间域内对齐的两个连续发射脉冲的回波信号提取包络信号,根据加权融合处理模块 40 对组织谐波信号和基波信号分析,分别计算组织谐波信号 $Envelope_{THI}$ 和基波信号 $Envelope_{FI}$ 的权值 W_{THI} , W_{FI} , 融合输出 $Envelope_{Cpd} = W_{FI} \times Envelope_{FI} + W_{THI} \times Envelope_{THI}$, 其中 $W_{FI} + W_{THI} = 1$ 。该加权融合的特征在于近场、中场取谐波信号,远场取基波信号,如图 3 所示,在平滑过渡区取谐波信号和基波信号按一定的权值比例叠加的复合信号,权值取值时做到使图像在中场、远场边界处实现平滑过渡,避免图像在视觉上的冲突。该平滑过渡区为中场、远场分界点附近区域,信号由完全取值谐波值逐渐向远基波值过渡,直到完全被基波值替代。其中,不同中心频率参数的换能器所对应的穿透深度不同,使得中场远场分界点也不同,根据不同换能器 10 种类进行分界点的设定。

[0044] 以上实施例中谐波信号的获取是通过连续发射多次脉冲来实现的,帧速率会有一些影响。可以通过合并连续的发射脉冲对来生成复合波束以增加帧速率。举例说明,可以由当前谐波信号和当前基波信号合并而生成的复合波束,还可以从当前基波信号和之前的谐波信号的合并中生成又一复合波束。

[0045] 如图 4 所示,第一谐波信号近中场信号与第一基波远场信号叠加成融合信号 1,第二谐波信号近中场信号与第二基波远场信号叠加成融合信号 2,由于基波信号由两个脉冲中的第一脉冲产生,因此中间融合信号通过其中第一谐波信号与第二基波信号叠加成融合信号 12,依次类推。这样,最终图像帧频会得到改善。

[0046] 4) 生成图像。

[0047] 图像处理模块 50 对由加权融合处理模块 40 获得的融合信号最终通过对数放大、细化处理及扫描变换,生成基波和谐波的融合图像,使传统的谐波远场图像质量提高。

[0048] 图像处理模块 50 将生成的融合图像传输至显示器 60,操作人员可以在显示器 60 上直接操作用来传输指令,例如触摸屏显示器,还可以通过常规的指令输入方式,如键盘、声控输入等来进行指令输入,用来控制各个模块参数的控制。

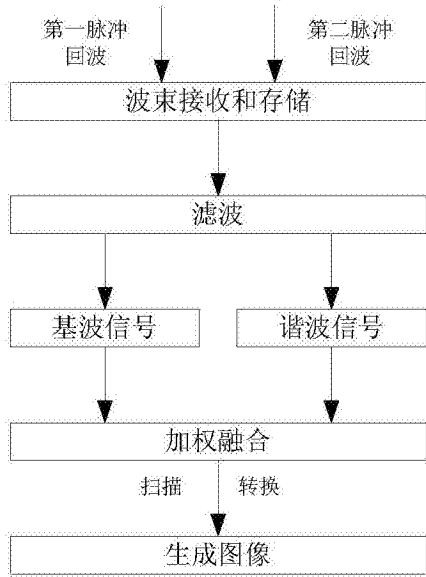


图 1

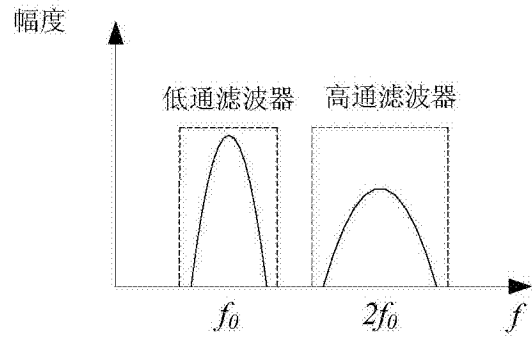


图 2

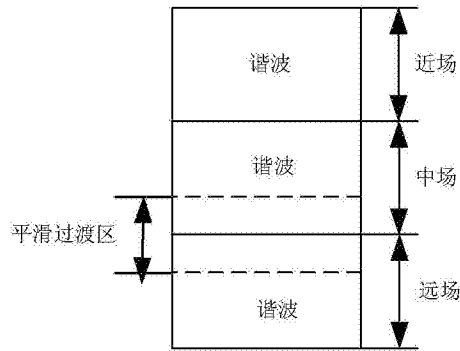


图 3

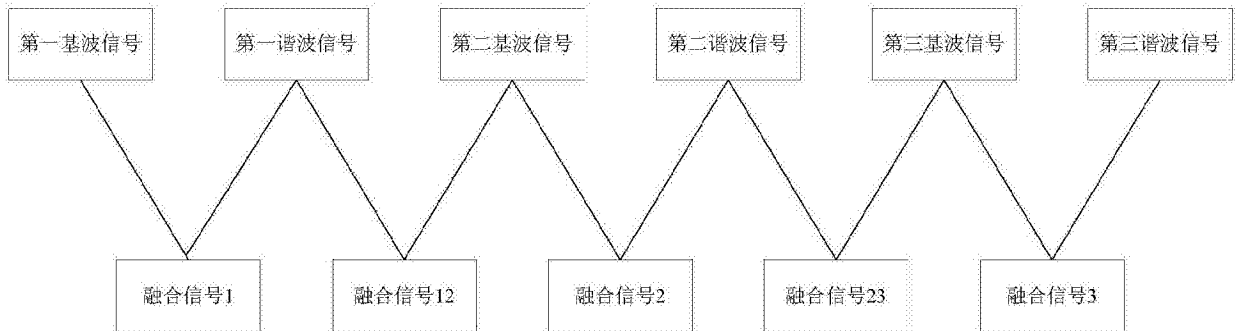


图 4

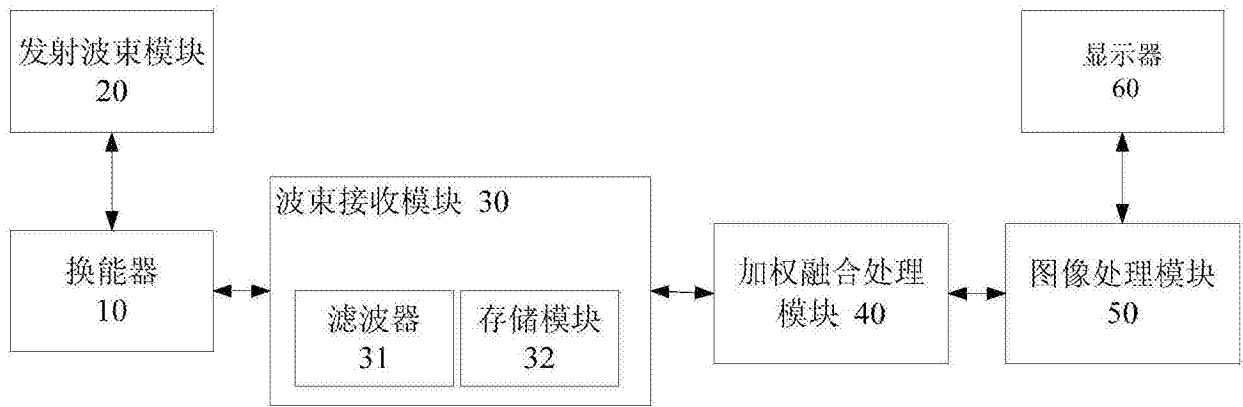


图 5

专利名称(译)	超声成像系统及方法		
公开(公告)号	CN105982695A	公开(公告)日	2016-10-05
申请号	CN201510057037.2	申请日	2015-02-03
[标]申请(专利权)人(译)	无锡祥生医学影像有限责任公司		
申请(专利权)人(译)	无锡祥生医学影像有限责任公司		
当前申请(专利权)人(译)	无锡祥生医学影像有限责任公司		
[标]发明人	王鈇 张勇 杨成 朱银凤		
发明人	王鈇 张勇 杨成 朱银凤		
IPC分类号	A61B8/00		
代理人(译)	韩凤		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供了一种基于基波的融合谐波成像的超声成像系统及方法，在进行波束接收和存储、匹配滤波后，将基波信号和谐波信号提取包络信号后加权融合。弥补谐波远场穿透力弱的缺点，结合谐波信号分辨率好和基波信号穿透力强的优点，将远场基波信号和近场、中场谐波信号相融合，从而提高图像质量。同时，信号融合过程中，为了预防中场和远场图像边界分明，采用谐波信号和基波信号平滑过渡。在提高近场分辨率的同时保证远场的穿透力。

