



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111356408 A

(43)申请公布日 2020.06.30

(21)申请号 201880072087.X

(74)专利代理机构 北京商专永信知识产权代理

(22)申请日 2018.11.08

事务所(普通合伙) 11400

(30)优先权数据

代理人 邬玥 侯晓艳

62/583,416 2017.11.08 US

(51)Int.Cl.

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

A61B 8/00(2006.01)

2020.05.07

A61B 8/08(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2018/059809 2018.11.08

(87)PCT国际申请的公布数据

W02019/094580 EN 2019.05.16

(71)申请人 富士胶片索诺声公司

地址 美国华盛顿州

(72)发明人 刘凯文

尼古拉斯·克里斯托弗·沙格尔

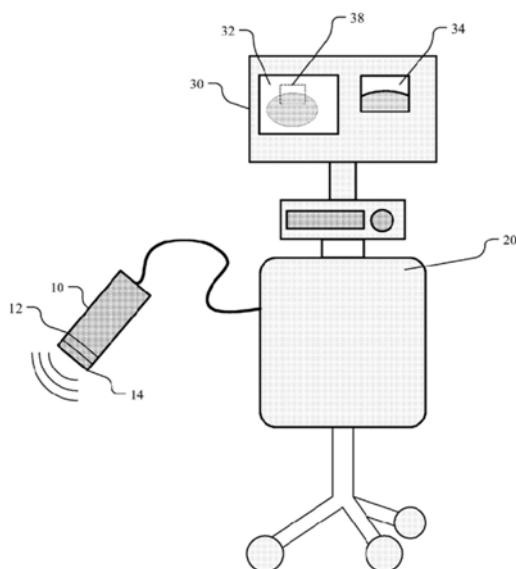
权利要求书6页 说明书7页 附图7页

(54)发明名称

具有高频细节的超声系统

(57)摘要

超声成像系统被配置为与具有一个或多个低频超声阵列和一个或多个高频超声阵列的双频超声换能器接口连接。成像系统产生用于高频超声阵列和低频超声成像阵列的驱动脉冲。处理模拟回声信号以产生同时显示的低频超声图像和高频超声图像。高频超声图像中所示的组织是低频超声图像中所示的组织的一部分。



## 1. 一种超声成像系统,包括:

双频换能器,所述双频换能器包括低频换能器和高频换能器;

处理电路,所述处理电路用于接收由所述低频换能器和所述高频换能器产生的回声信号,以及用于根据通过所述低频换能器接收的回声信号产生低频超声图像和根据通过所述高频换能器接收的回声信号产生高频超声图像;以及

显示器,在所述显示器上同时显示所述低频超声图像和所述高频超声图像。

2. 根据权利要求1所述的超声成像系统,其中,所述低频超声图像包括指示在所述高频超声图像中捕获的所述低频换能器的视野中的区域的图形。

3. 根据权利要求2所述的超声成像系统,还包括控件,用户可使用所述控件来调整所述图形在所述低频超声图像中的位置,以改变在所述高频超声图像中捕获的所述区域。

4. 根据权利要求1所述的超声成像系统,其中,所述低频换能器和所述高频换能器被同时驱动。

5. 根据权利要求1所述的超声成像系统,其中,所述低频换能器和所述高频换能器由交错的驱动脉冲驱动。

6. 根据权利要求5所述的超声成像系统,其中,在用于所述低频换能器的连续驱动脉冲之间驱动用于所述高频换能器的多个驱动脉冲。

7. 根据权利要求1所述的超声成像系统,其中,所述低频换能器和所述高频换能器被驱动,使得利用所述低频换能器获得的超声数据帧与利用所述高频换能器获得的超声数据帧交错。

8. 根据权利要求7所述的超声成像系统,其中,利用所述低频换能器获得的所述超声数据帧和利用所述高频换能器获得的所述超声数据帧被存储在所述超声成像系统的存储器中,直到两个帧都准备好同时在所述显示器上显示。

## 9. 根据权利要求1所述的超声成像系统,还包括:

用于控制电路的控制逻辑,所述电路产生用于所述低频换能器和所述高频换能器的发射脉冲;以及

多路复用器,所述多路复用器接收来自所述控制逻辑的控制信号,以选择性地将所述发射脉冲连接到所述低频换能器和所述高频换能器中的换能器元件。

## 10. 根据权利要求1所述的超声成像系统,还包括单组发射通道和单组接收通道,其中:

所述单组发射通道能够产生用于所述低频换能器和所述高频换能器的发射脉冲;以及

所述单组接收通道能够从所述低频换能器和所述高频换能器中的任何一个接收信号。

## 11. 根据权利要求1所述的超声成像系统,其中:

所述低频换能器用作高频超声信号的带通滤波器;以及

所述高频换能器用作低频超声信号的带通滤波器。

12. 根据权利要求1所述的超声成像系统,还包括控件,用户可利用所述控件增加或减少在所述高频换能器中使用的换能器元件的数量,以及增加或减少在所述低频换能器中使用的换能器元件的数量。

13. 根据权利要求1所述的超声成像系统,其中,所述低频超声图像处于第一图像模式,并且所述高频超声图像处于第二图像模式。

## 14. 根据权利要求13所述的超声成像系统,其中,所述第一图像模式和所述第二图像模

式各自包括：

二维B模式图像；

平面波图像；或者

彩色流图像。

15. 一种操作超声成像系统的方法,所述超声成像系统包括双频换能器,所述双频换能器包括低频换能器和高频换能器,所述方法包括:

从所述低频换能器和所述高频换能器发射超声信号;

处理从所述低频换能器接收到的回声信号以产生低频超声图像,并处理从所述高频换能器接收到的回声信号以产生高频超声图像;以及

同时显示所述低频超声图像和所述高频超声图像。

16. 根据权利要求15所述的方法,其中,所述低频超声图像包括指示在所述高频超声图像中捕获的所述低频换能器的视野中的区域的图形。

17. 根据权利要求16所述的方法,其中,还包括提供控件,用户可利用所述控件来调整所述图形在所述低频超声图像中的位置,以改变在所述高频超声图像中捕获的所述区域。

18. 根据权利要求15所述的方法,其中,所述低频换能器和所述高频换能器被同时驱动。

19. 根据权利要求15所述的方法,其中,所述低频换能器和所述高频换能器由交错的驱动脉冲驱动。

20. 根据权利要求19所述的方法,其中,在所述低频换能器的连续驱动脉冲之间驱动所述高频换能器的多个驱动脉冲。

21. 根据权利要求15所述的方法,其中,所述低频换能器和所述高频换能器被驱动,使得利用所述低频换能器获得的超声数据帧与利用所述高频换能器获得的超声数据帧交错。

22. 根据权利要求21所述的方法,其中,将利用所述低频换能器获得的所述超声数据帧和利用所述高频换能器获得的所述超声数据帧存储在所述超声成像系统的存储器中,直到两个帧准备好同时在显示器上显示。

23. 根据权利要求15所述的方法,其中,使用以下执行发射超声信号:

用于控制电路的控制逻辑,所述电路产生用于所述低频换能器和所述高频换能器的发射脉冲;以及

多路复用器,所述多路复用器接收来自所述控制逻辑的控制信号,以选择性地将所述发射脉冲连接到所述低频换能器和所述高频换能器中的换能器元件。

24. 根据权利要求15所述的方法,其中,发射超声信号是使用单组发射通道和单组接收通道来执行的,其中:

所述单组发射通道能够产生用于所述低频换能器和所述高频换能器的发射脉冲;以及

所述单组接收通道能够从所述低频换能器和所述高频换能器中的任何一个接收信号。

25. 根据权利要求15所述的方法,其中:

所述低频换能器用作高频超声信号的带通滤波器;以及

所述高频换能器用作低频超声信号的带通滤波器。

26. 根据权利要求15所述的方法,还包括提供控件,用户可利用所述控件增加或减少在所述高频换能器中使用的换能器元件的数量,以及增加或减少在所述低频换能器中使用的

换能器元件的数量。

27. 根据权利要求15所述的方法,其中,所述低频超声图像处于第一图像模式,并且所述高频超声图像处于第二图像模式。

28. 根据权利要求27所述的方法,其中,所述第一图像模式和所述第二图像模式各自包括:

二维B模式图像;

平面波图像;或者

彩色流图像。

29. 一种或多种计算机可读非暂时性存储介质,其中包含当由超声成像系统的一个或多个计算设备执行时可进行以下操作的软件,所述超声成像系统包括双频换能器,所述双频换能器包括低频换能器和高频换能器:

从所述低频换能器和所述高频换能器发射超声信号;

处理从所述低频换能器接收到的回声信号以产生低频超声图像,并处理从所述高频换能器接收到的回声信号以产生高频超声图像;以及

同时显示所述低频超声图像和所述高频超声图像。

30. 根据权利要求29所述的计算机可读非暂时性存储介质,其中,所述低频超声图像包括指示在所述高频超声图像中捕获的所述低频换能器的视野中的区域的图形。

31. 根据权利要求30所述的计算机可读非暂时性存储介质,其中,所述介质在被执行时还可操作以提供控件,用户可利用所述控件来调整所述图形在所述低频超声图像中的位置以改变在所述高频超声图像中捕获的所述区域。

32. 根据权利要求29所述的计算机可读非暂时性存储介质,其中,所述低频换能器和所述高频换能器被同时驱动。

33. 根据权利要求29所述的计算机可读非暂时性存储介质,其中,所述低频换能器和所述高频换能器由交错的驱动脉冲驱动。

34. 根据权利要求34所述的计算机可读非暂时性存储介质,其中,在所述低频换能器的连续驱动脉冲之间驱动所述高频换能器的多个驱动脉冲。

35. 根据权利要求29所述的计算机可读非暂时性存储介质,其中,驱动所述低频换能器和所述高频换能器,使得利用所述低频换能器获得的超声数据帧与利用所述高频换能器获得的超声数据帧交错。

36. 根据权利要求35所述的计算机可读非暂时性存储介质,其中,利用所述低频换能器获得的所述超声数据帧和利用所述高频换能器获得的所述超声数据帧被存储在所述超声成像系统的存储器中,直到两个帧都准备好在显示器上同时显示。

37. 根据权利要求29所述的计算机可读非暂时性存储介质,其中,所述介质还可操作以使用以下来发射超声信号:

用于控制电路的控制逻辑,所述电路产生用于所述低频换能器和所述高频换能器的发射脉冲;以及

多路复用器,所述多路复用器接收来自所述控制逻辑的控制信号,以选择性地将所述发射脉冲连接到所述低频换能器和所述高频换能器中的换能器元件。

38. 根据权利要求29所述的计算机可读非暂时性存储介质,其中,所述介质还可操作以

使用单组发射通道和单组接收通道发射超声信号,其中:

所述单组发射通道能够产生用于所述低频换能器和所述高频换能器的发射脉冲;以及所述单组接收通道能够从所述低频换能器和所述高频换能器中的任何一个接收信号。

39.根据权利要求29所述的计算机可读非暂时性存储介质,其中:

所述低频换能器用作高频超声信号的带通滤波器;以及

所述高频换能器用作低频超声信号的带通滤波器。

40.根据权利要求29所述的计算机可读非暂时性存储介质,其中,所述介质还可操作以提供控件,用户可利用所述控件增加或减少在所述高频换能器中使用的换能器元件的数量,并增加或减少在所述低频换能器中使用的换能器元件的数量。

41.根据权利要求29所述的计算机可读非暂时性存储介质,其中,所述低频超声图像处于第一图像模式,并且所述高频超声图像处于第二图像模式。

42.根据权利要求41所述的计算机可读非暂时性存储介质,其中,所述第一图像模式和所述第二图像模式各自包括:

二维B模式图像;

平面波图像;或者

彩色流图像。

43.一种超声成像系统,包括:

双频换能器,所述双频换能器包括低频换能器和高频换能器;

处理电路,所述处理电路用于接收由所述低频换能器和所述高频换能器产生的回声信号,并在第一图像模式下根据通过所述低频换能器接收到的回声信号产生低频超声图像,并在第二图像模式下根据通过所述高频换能器接收的回波信号产生高频超声图像;以及

显示器,在所述显示器上同时显示所述第一图像模式下的所述低频超声图像和所述第二图像模式下的所述高频超声图像。

44.根据权利要求43所述的超声成像系统,其中,所述第一图像模式和所述第二图像模式各自包括:

二维B模式图像;

平面波图像;或者

彩色流图像。

45.根据权利要求43所述的超声成像系统,其中,所显示的低频超声图像包括指示在所述高频超声图像中捕获的所述低频换能器的视野中的区域的图形。

46.根据权利要求43所述的超声成像系统,其中,所述低频换能器和所述高频换能器被同时驱动。

47.根据权利要求43所述的超声成像系统,其中,所述低频换能器和所述高频换能器由交错的驱动脉冲驱动。

48.根据权利要求43所述的超声成像系统,其中,所述低频换能器和所述高频换能器被驱动,使得利用所述低频换能器获得的超声数据帧与利用所述高频换能器获得的超声数据帧交错。

49.根据权利要求43所述的超声成像系统,其中:

所述低频换能器用作高频超声信号的带通滤波器;以及

所述高频换能器用作低频超声信号的带通滤波器。

50. 一种操作超声成像系统的方法,所述超声成像系统包括双频换能器,所述双频换能器包括低频换能器和高频换能器,所述方法包括:

从所述低频换能器和所述高频换能器发射超声信号;

处理从所述低频换能器接收到的回波信号以在第一图像模式下产生低频超声图像,以及从所述高频换能器接收到的回波信号以在第二图像模式下产生高频超声图像;以及

同时显示所述第一图像模式下的所述低频超声图像和所述第二图像模式下的所述高频超声图像。

51. 根据权利要求50所述的方法,其中,所述第一图像模式和所述第二图像模式各自包括:

二维B模式图像;

平面波图像;或者

彩色流图像。

52. 根据权利要求50所述的方法,其中,所显示的低频超声图像包括指示在所述高频超声图像中捕获的所述低频换能器的视野中的区域的图形。

53. 根据权利要求50所述的方法,其中,所述低频换能器和所述高频换能器被同时驱动。

54. 根据权利要求50所述的方法,其中,所述低频换能器和所述高频换能器由交错的驱动脉冲驱动。

55. 根据权利要求50所述的方法,其中,所述低频换能器和所述高频换能器被驱动,使得利用所述低频换能器获得的超声数据帧与利用所述高频换能器获得的超声数据帧交错。

56. 根据权利要求50所述的方法,其中:

所述低频换能器用作高频超声信号的带通滤波器;以及

所述高频换能器用作低频超声信号的带通滤波器。

57. 一种或多种计算机可读非暂时性存储介质,其中包含当由超声成像系统的一个或多个计算设备执行时可进行以下操作的软件,所述超声成像系统包括双频换能器,所述双频换能器包括低频换能器和高频换能器:

从所述低频换能器和所述高频换能器发射超声信号;

处理从所述低频换能器接收到的回波信号以在第一图像模式下产生低频超声图像,并处理从所述高频换能器接收到的回波信号以在第二图像模式下产生高频超声图像;以及

同时显示在所述第一图像模式下的所述低频超声图像和在所述第二图像模式下的所述高频超声图像。

58. 根据权利要求57所述的计算机可读非暂时性存储介质,其中,所述第一图像模式和所述第二图像模式各自包括:

二维B模式图像;

平面波图像;或者

彩色流图像。

59. 根据权利要求57所述的计算机可读非暂时性存储介质,其中,所显示的低频超声图像包括指示在所述高频超声图像中捕获的所述低频换能器的视野中的区域的图形。

60. 根据权利要求57所述的计算机可读非暂时性存储介质,其中,所述低频换能器和所述高频换能器被同时驱动。

61. 根据权利要求57所述的计算机可读非暂时性存储介质,其中,所述低频换能器和所述高频换能器由交错的驱动脉冲驱动。

62. 根据权利要求57所述的计算机可读非暂时性存储介质,其中,驱动所述低频换能器和所述高频换能器,使得利用所述低频换能器获得的超声数据帧与利用所述高频换能器获得的超声数据帧交错。

## 具有高频细节的超声系统

[0001] 优先权

[0002] 根据35U.S.C. §119 (e), 本申请要求于2017年11月8日提交的第62/583,416号美国临时专利申请的优先权,该临时申请通过引用结合在此。

### 技术领域

[0003] 本公开的技术涉及成像系统,并且尤其涉及超声成像系统。

### 背景技术

[0004] 高频和超高频超声(中心频率10–50MHz)通常用于临床前和临床成像应用。高频超声的优点之一是其详细的分辨率。对于50MHz中心频率换能器,可以成像小至30μm的物体。但是,以这种高频成像存在缺点。

[0005] 超声信号的频率越高,衰减越大,这会限制成像深度。例如,在软组织中,来自2MHz换能器的信号可以穿透20cms的图像,但是来自50MHz换能器的信号的可用深度范围小于1cm。

[0006] 为了获得更好的横向分辨率,阵列元件的间距必须尽可能小。对于线性阵列,换能器元件节距优选小于 $1\lambda$ ,对于相控阵列,换能器元件节距优选小于 $1/2\lambda$ 。以256个元件的50MHz阵列为例,元件间距为 $1\lambda$ 时,要求阵列的占地面积小于1cm。阵列在其视野上的大小类似于显微镜,其中放大倍数越高,视野就越小。

[0007] 对于当前的超声成像系统,操作员必须在两种不同类型的换能器之间切换,以通过低频和高频超声查看组织。低频(LF)换能器的使用利用了更深、更宽的视野,该视野可用于以较少的细节对更大的组织区域成像。相反,使用高频(HF)换能器可使操作员更详细地成像较小的组织区域。必须在换能器之间切换不是很方便,并且需要训练以相同的方向找到标志性组织结构,以匹配两个不同的成像研究。同样,由于通过切换换能器获得的成像研究是在不同的时间片中进行的,因此几乎没有有价值的时间相关信息可以获取。

### 附图说明

[0008] 图1是根据本公开的技术的实施例的双频超声成像系统的简化框图;

[0009] 图2是根据本公开的技术的实施例的双频超声成像系统的更详细的框图;

[0010] 图3A示出了根据本公开的技术的一个实施例的组合的低频和高频显示;

[0011] 图3B示出了根据本公开的技术的组合的低频和高频显示的另一实施例;

[0012] 图4A示出了根据本公开的技术的实施例的用于获得低频和高频超声图像的测试设置的简化图;

[0013] 图4B是根据本公开的技术的实施例的获得组织的低频和高频图像的方法的时序图;

[0014] 图4C是根据本公开的技术的实施例的获得组织的低频和高频图像的方法的时序图;以及

[0015] 图4D是根据本公开的技术的实施例的获得组织的低频和高频图像的方法的时序图。

### 具体实施方式

[0016] 为了解决上述问题,本公开的技术涉及一种超声成像系统,该超声成像系统被设计为支持同时的高频和低频超声成像换能器。可以构造使用同一换能器获得的两个同步或异步图像,并将其显示在屏幕上,以使用户可以查看感兴趣区域中的组织以及具有更多的细节的该组织的子集。

[0017] 如图1所示,超声成像系统包括双频换能器10。双频换能器具有一个或多个低频超声换能器阵列12和一个或多个高频换能器阵列14。双频换能器的多种配置是可能的。例如,高频换能器可以与低频换能器成一直线(在后面或前面)放置。在2018年7月31日提交的共同转让的第16/051,060号美国专利申请中描述了一种合适的双频换能器设计,该申请通过引用合并且在此。可替代地,该一个或多个低频换能器可以被定位成相对于高频换能器偏移(位于侧面)。在共同转让的第WO/2017/173414A1号PCT申请和第20170282215号美国专利公开中描述了一种合适的双频换能器设计,其全部内容通过引用合并且在此。这些申请描述了一种换能器设计,其中低频换能器阵列位于高频换能器阵列的后面,但沿方位角和仰角方向中的一个或多个倾斜,从而使低频换能器阵列面向稍有不同的方向以减少反射。在另一实施例中,可以定位一个或多个低频换能器阵列以使其位于高频换能器阵列的侧面,以使来自低频换能器阵列的光束与高频换能器阵列的成像平面相交。这种设计在2017年9月1日提交的第62/553,497号美国临时专利申请中进行了描述,该申请也通过引用整体并入本文。

[0018] 超声成像系统20提供驱动双频换能器10的信号或脉冲并处理检测到的回波信号。超声成像系统20包括电子设备,该电子设备适于与高频和低频换能器对接并处理检测到的回声信号以便产生被检查组织的图像。在一个实施例中,成像系统20在视频显示器30上产生图像,该图像包括来自低频换能器12产生的电子回波信号的图像32和来自高频换能器14产生的电子回波信号的图像34。来自低频换能器的图像32具有较少的细节,但是覆盖较大的视野。相反,来自高频换能器的图像34具有更多的细节,但是覆盖较小的视野。图像32、34可以并排显示,或者图像34可以占据图像32的一部分,反之亦然,其方式类似于电视系统中图片窗口中的图片。可以从显示器中删除任一图像,以便用户可以根据需要一次仅查看其中一张图像。在一些实施例中,在图像32上用虚线框38或其他图形符号示出来自高频换能器的图像34中所包含的组织区域,其允许用户理解低频图像32中的组织的哪个部分在高频超声图像34中被示出。

[0019] 在一些实施例中,超声成像系统的操作者可以与成像系统20上的一个或多个用户控件(键盘、轨迹球、滑块、触摸屏、触摸板、触摸轮等)交互以在低频图像32中移动虚线框38的位置,从而改变在高频图像34中示出的组织区域(如果虚线框的区域小于高频换能器的视野)。在一些实施例中,超声成像系统20被设计为具有非常宽的带宽发射(TX)和接收(RX)通道,使得相同的通道可以用于处理来自HF和LF换能器阵列中的任一个的信号。它也可以设计成具有通过复用器连接的单独的HF TX/RX通道和LF TX/RX通道。

[0020] 图2示出了根据本公开的技术的实施例的双频超声成像系统的另外的细节。成像

系统包括系统计算机100(例如,一个或多个CPU),其被配置为执行编程指令以使双频换能器10发射和接收超声信号。计算机系统100与一个或多个数字信号处理器110接口连接,该一个或多个数字信号处理器110配置为将超声数据转换为可以在视频显示器30上显示和/或存储在本地或远程计算机可读存储设备112(硬盘、闪存驱动器等等)中的像素数据。图形处理器120还与计算机系统100通信,以执行与在视频显示器30上显示超声数据有关的计算任务。

[0021] 计算机系统100与控制来自换能器10的超声信号的发射和接收的现场可编程门阵列(FPGA)130通信。FPGA 130包括控制逻辑132,该控制逻辑132控制提供给换能器的发射脉冲的定时。FPGA 130还包括用于高频波束形成的逻辑134和用于低频波束形成的逻辑136。波束形成逻辑134、136的输出被提供给RF信号处理逻辑140,RF信号处理逻辑140被配置为处理射频(RF)超声信号以将波束形成的超声信号下变频为较低的基带频率。RF信号处理逻辑140的输出将信号提供给与图形处理器单元120结合操作的DSP 110,以执行诸如增益调整、滤波、包络检测、动态范围压缩(大多数情况下为对数压缩)和附加的2D处理后进行扫描转换,以生成低频和高频超声图像。用于处理超声成像信号以便在视频显示器上产生相应超声图像的FPGA逻辑和技术的细节被认为是本领域普通技术人员已知的。

[0022] 发射FPGA 150包括被配置为生成用于低频换能器12的驱动脉冲的逻辑152和被配置为生成用于高频换能器14的驱动脉冲的逻辑154。在一个实施例中,发射FPGA 150生成128个驱动脉冲,该128个驱动脉冲可以传送到低频换能器中的128个换能器元件或高频换能器中的128个元件或在低频和高频换能器的换能器元件之间进行分割,如从控制逻辑132接收到的控制信号所指示的。当然,将理解的是,也可以使用具有更多或更少数量的换能器元件的换能器阵列。另外,低频和高频换能器不必具有相同数量的换能器元件。

[0023] 在一个实施例中,HF和LF驱动脉冲在相同的触发点被发射并被传递到不同的换能器元件。施加到低频和高频换能器元件的脉冲不必相同,但是可以根据换能器的频率范围进行定制。在一些实施例中,HF和LF TX驱动脉冲在相同时间或延迟但在相同脉冲回波序列中被发射。

[0024] 在发射和接收期间,HF TX脉冲和LF TX脉冲将彼此叠加。如果HF和LF频率范围之间的距离足够远,则可以同时获取LF和HF图像。例如,对于2MHz/20MHz双频阵列,每个具有100%带宽,接收到的声回声将同时具有1~3MHz的低频分量和10~30MHz的高频分量。该阵列自然将用作带通滤波器,但也可以以模拟或数字方式执行进一步的滤波。

[0025] 来自发射FPGA 150的驱动脉冲被施加到128通道高频/低频发射ASIC 160,该ASIC 160操作以增加驱动信号的电压,否则将使选定的换能器元件产生进入受试者的组织的超声的方式调节脉冲。

[0026] 在一个示例性实施例中,ASIC 160是可从日立/SII获得的四级、五级RTZ、高压、超高速脉冲发生器零件编号HDL6V5541HF。ASIC 160由逻辑接口、电平转换器、MOSFET栅极驱动缓冲器和高压、大电流MOSFET组成。ASIC脉冲波形由1.8V至5V CMOS逻辑接口控制。脉冲波形的频率范围是1MHz至100MHz。

[0027] 来自发射ASIC 160的调节后的驱动脉冲被施加到N:1多路复用器164,N:1多路复用器164在一个实施例中位于双频换能器10的外壳中。N:1多路复用器164将例如128条输入线中的每条连接到指定的换能器元件。如果低频换能器具有128个元件并且高频换能器具

有128个元件，则可以使用2:1多路复用器将128条输入线中的每条连接到低频或高频换能器元件。如果使用256元件低频换能器和128元件高频换能器，则可以使用3:1多路复用器将驱动脉冲引导至低频换能器下半部或上半部的换能器元件或高频换能器的元件。包括更大或更小的低频和高频换能器阵列的其他组合是可能的。

[0028] 在所示的实施例中，通过来自FPGA 130中的控制逻辑132的信号来提供对多路复用器164的控制。FPGA 130中的控制逻辑132被配置为当产生脉冲并设置多路复用器164的位置时，控制TX FPGA 150产生多少个低频和高频发射脉冲，从而将正确的驱动脉冲传递到正确的换能器元件。

[0029] 在接收路径中，超声成像系统包括发射/接收开关170，发射/接收开关170由FPGA 130中的控制逻辑132控制，以保护成像系统中的接收电路免受在发射期间施加到换能器元件的高压脉冲的影响。在一个实施例中，发射/接收开关170具有128个输入通道，这些输入通道可以连接到低频换能器中的选定换能器元件或高频换能器中的换能器元件，或者可以被置于断开状态，由此该开关在发射阶段与任何换能器元件断开。在发射/接收开关170的每个通道上接收的回波信号由多路复用器164的位置控制。在一些实施例中，低频超声换能器对高频超声信号不是很敏感。类似地，高频超声换能器对低频超声信号不是很敏感。因此，换能器本身执行对信号进行第一级滤波。

[0030] 在T/R开关170的通道上接收到的信号的进一步处理是由接收ASIC 180执行的，该接收ASIC 180执行诸如低噪声放大、时间增益控制等任务，该时间增益控制通过时间增益补偿来改变放大电平以补偿组织中的超声信号的衰减。另外，接收ASIC执行过滤以去除伪像。

[0031] 在一个实施例中，接收ASIC 180是高性能、宽带宽超声前端接收器和滤波器。ASIC 180包括低噪声放大器(LNA)，该低噪声放大器针对高动态范围和低失真进行了优化，以实现组织谐波成像(THI)。高通滤波器(HPF)具有四阶响应和精确的频率调谐功能，可提高THI的性能。HPF还有二阶操作模式，用于在其他操作模式期间降低功率。发射增益控制提供附加的增益范围控制，并具有附加的精确限幅器，以防止低通滤波器(LPF)过载和失真。低通滤波器(LPF)具有2极和4极两种工作模式，并且具有精确的调谐功能，可以实现通道间的精细相位匹配以实现高分辨率成像。输出缓冲级具有可编程增益控制，可对整个信号路径增益进行额外的优化控制。ASIC 180的配置通过SPI(串行外围接口)总线进行。

[0032] 来自控制逻辑132的控制信号通知接收ASIC 180在任何特定通道上接收的信号是否应被处理为低频或高频超声信号。对于每个通道执行的处理步骤通常是相似的。但是，可以根据每个特定通道设置滤波器系数、用于时间增益补偿放大的系数以及其他信号处理步骤，具体取决于该通道是接收低频还是高频超声信号。

[0033] 在一些实施例中，来自HF通道的信号被分组在一起并且经历相同的过程但是具有不同的参数以生成HF图像。它们可以使用单独的处理资源(例如专用的FPGA逻辑资源)或共享相同的资源，但是需要时间交错。同时启动低频和高频换能器元件的缺点是，即使阵列可以在接收期间用作带通滤波器，但接收信号的低频分量仍然可能足够重要，以压倒HF信号的接收信号路径。

[0034] 来自接收ASIC 180的信号被提供给模数(A/D)转换器190。A/D转换器190从控制逻辑132接收信号，该信号通知A/D转换器190接收到的模拟信号是高频超声信号还是低频超

声信号。根据接收到的回声信号的频率,选择对A/D转换器190的适当设置,并且将模拟回声信号转换成相应的数字样本流。

[0035] ADC转换器是一种低功耗、高性能、16通道模数转换器(ADC),例如德州仪器(Texas Instruments)提供的ADS52J90 A/D转换器。在10位模式下,A/D转换器的转换速率最高可达到100MSPS。可以将设备配置为接受8、16或32个输入。在8输入模式下,两个ADC以交错方式转换相同的输入,因此产生的有效采样率是ADC转换率(高达200MHz)的两倍。ADC输出被串行化,并通过LVDS接口以及帧时钟和高速位时钟输出。配置接口是SPI总线。在一个实施例中,多路复用器(未示出)在A/D转换器190之前,使得来自接收ASIC 180的128个通道中的选定通道被施加到A/D转换器190的输入。

[0036] FPGA 130的输入通道上的低频和高频回波信号的数字样本被提供给波束形成器逻辑134、136,波束形成器逻辑134、136将信号与诸如延迟和求和之类的技术相结合,以在将用于构建图像的光束线上的某个点产生代表回波强度或其他组织特性(诸如信号功率或相移)的样本。尽管为了易于理解,将波束形成器逻辑块134、136示出为单独的逻辑块,但是应当理解,在实施中,可以在FPGA 130中配置单个波束形成器逻辑电路,该单个波束形成器逻辑电路具有控制输入以指示输入通道应当被处理为高频还是低频超声信号。与低频和高频超声回波对应的波束成形信号被传送到RF信号处理逻辑140,在此处它们被降频变换为基带频率,然后提供给DSP图像处理器110以组装成低频超声图像和高频超声图像。

[0037] 如上所述,来自低频换能器的超声信号可以更深地穿透到要检查的组织中,并且该换能器具有更大的视野。但是,这种低频换能器(例如1-10MHz)可以成像的细节是有限的。组织中的小特征或快速移动的组织/流体无法使用来自低频换能器的信号来解决。另一方面,高频换能器可以以更高的分辨率/更快的速度成像组织,但是视野较小。为了使用户能够查看用低频换能器成像的区域中的其他细节,本公开的技术操作以产生并同时显示由低频和高频换能器创建的图像。从高频换能器产生的图像通常比从低频换能器产生的图像包括更多的细节。因为这些换能器位于同一换能器外壳中,所以用高频换能器成像的组织区域是低频换能器成像的区域的子集。另外,可以最小化获取组织的低频图像和高频图像的时间差,从而允许在每个图像中同时看到相同的组织区域。

[0038] 图3A示出了在显示器上示出的组合的低频和高频图像的一个实施例。显示器的左侧是低频超声图像,该图像是通过低频换能器接收到的回声信号获得的。显示器的右侧是更详细的高频超声图像,该图像是通过高频换能器接收的超声信号获得的。在所示的实施例中,低频超声图像包括覆盖在低频超声图像的一部分上的视觉标记或图形,例如虚线框,该部分示出了包括在高频超声图像中的组织区域。

[0039] 如果高频换能器的视野大于视觉标记所涵盖的区域,则用户可以与用户控件进行交互以更改视觉标记在低频图像上的位置并更改包含在高频超声图像中的组织区域。标记的位置可以通过诸如超声成像机上的键盘、轨迹球、操纵杆、触摸屏、触摸板、触摸轮等输入设备来改变。如本领域技术人员将理解的,改变低频超声图像上的图形的位置与对发射和接收波束成形信号参数之一或二者的改变相关,以便改变在高频超声图像中示出的组织区域。

[0040] 图3B示出了利用凸形低频超声换能器或相控阵低频换能器获得的低频超声图像。低频超声图像在视野上具有常规的扇形形状,该视野的最大宽度比超声换能器的宽度宽。

在低频超声图像内是显示在高频超声图像中显示的组织区域的视觉标记或图形,该高频超声图像是根据从高频换能器发射和接收的信号获得的。同样,视觉标记或图形的位置可以在低频超声图像中移动以改变在高频超声图像中显示的组织区域。

[0041] 图4B-4D示出了根据本公开的技术的触发高频和低频发射脉冲的几种替代方法。在一个实施例中,高频和低频发射脉冲可以由相同的触发器产生,使得各个换能器驱动脉冲被对准或以限定的时间偏移来产生。高频换能器阵列和低频换能器阵列同时或几乎同时接收到相应的回波信号。由于两个阵列都受带宽限制,因此不在阵列接收带宽内的某个频率范围内的接收回波信号大部分会被阵列本身滤除。还可以应用进一步的滤波来生成用于产生低频和高频图像的回波信号数据。在一些实施例中,可以被处理的回声信号的数量小于低频或高频换能器中的元件的数量。因此,可能需要多组发射脉冲以产生组织的图像。取决于成像系统正在获得低频、高频还是组合的低频/高频超声信号,由控制逻辑132控制的多路复用器164的位置将发射脉冲引导至正确的换能器元件。

[0042] 在一些实施例中,可以基于不同换能器的尺寸、期望的成像深度、超声成像模式(例如,B模式、多普勒模式、电源模式(power mode)等)来预定义在同时LF/HF成像期间用于获取图像的换能器元件的数量。可替代地,用户可以调整在低频和高频换能器中使用的换能器元件的数量。例如,如果需要在高频图像中有更多细节,则用户可以增加所使用的高频换能器元件的数量,而相应地减少用于产生低频图像的换能器元件的数量。可替代地,可以增加用于创建低频图像的元件的数量,并且相应地减少用于创建高频超声图像的元件的数量。

[0043] 一种合适的测试设置如图4A所示,其中双频换能器放置在水槽上方,并且体模线(phantom wires)位于换能器的光路中。用低频超声换能器阵列获得水槽区域的低频图像,而用高频换能器阵列获得线体模(wire phantoms)的更详细的图像。

[0044] 如图4B所示,低频和高频发射脉冲被同时发射,并且相应的回波信号被同时接收。取决于成像系统的处理速度,有可能在连续的低频超声脉冲之间发射多个高频超声脉冲。这样可以通过高频超声捕获快速移动的组织,而可以通过低频超声捕获速度较慢的较大组织。

[0045] 在如图4C所示的另一实施例中,用于高频换能器阵列的发射脉冲在用于低频换能器阵列的发射脉冲之间交错。在该实施例中,系统扫描每条光束线两次,使用低频超声信号一次并再一次使用高频超声信号。

[0046] 根据本公开的技术的另一种方法是使低频帧和高频帧交错,如图4D所示。例如,可以构造完整的低频超声帧,然后构造高频超声帧,反之亦然。可以将帧数据存储在存储器中,直到两个帧都准备好同时显示在视频显示器上。在特定实施例中,这些帧可以准备好基于每个帧的时间戳同时显示。

[0047] 本公开的技术不限于传统的2D线对线扫描。它也可以用于平面波成像,其中发射脉冲不聚焦,并且在接收期间获取RF通道数据。在平面波成像中,全部或成组的换能器元件被同时激励,并且响应于来自每个元件的相应回波信号而生成的信号被数字化并存储在RF存储器(未示出)中。接收波束成形是离线执行的,以便不实时延迟帧速率。

[0048] 如上所述,低频和高频超声图像不限于2D B模式图像。图像之一或两者都可以是任何图像模式,例如:具有彩色流高频图像的低频2D图像;具有高频彩色流图像的低频彩色

流图像等。

[0049] 本说明书中描述的主题和操作的实施例可以在数字电子电路中、或在计算机软件、固件或硬件(包括本说明书中公开的结构及其等同结构)中实施,或者在其中一个或多个的组合中实施。本说明书中描述的主题的实施例可以被实现为被编码在计算机存储介质上以由数据处理装置执行或控制数据处理装置的操作的一个或多个计算机程序,即,计算机程序指令的一个或多个模块。

[0050] 计算机存储介质可以是或可以包含在计算机可读存储设备、计算机可读存储基板、随机或串行访问存储器阵列或设备中,或者其中一个或多个的组合中。此外,尽管计算机存储介质不是传播信号,但是计算机存储介质可以是以人工生成的传播信号编码的计算机程序指令的源或目的地。计算机存储介质还可以是一个或多个单独的物理组件或介质(例如,多个CD、磁盘或其他存储设备),或可以包含在其中。本说明书中描述的操作可以被实现为由数据处理装置对存储在一个或多个计算机可读存储设备上或从其它源接收的数据执行的操作。

[0051] 术语“程序处理器、处理电路或程序逻辑”涵盖用于处理数据的所有种类的装置、设备和机器,例如包括可编程处理器、计算机、芯片上系统或以上所述的多个或组合。装置可以包括专用逻辑电路,例如FPGA(现场可编程门阵列)或ASIC(专用集成电路)。

[0052] 计算机程序(也称为程序、软件、软件应用程序、脚本或代码)可以用任何形式的编程语言(包括编译或解释语言、声明性或过程语言)编写,并且可以任何形式进行部署,包括作为独立程序或作为模块、组件、子例程、对象或其他适合在计算环境中使用的单元。计算机程序可以但不必对应于文件系统中的文件。程序可以存储在保存其他程序或数据(例如,存储在标记语言文档中的一个或多个脚本)的文件的一部分中、存储在专用于所讨论的程序的单个文件中、或存储在多个协调文件(例如,存储一个或多个模块、子程序或部分代码的文件)中。

[0053] 本说明书中描述的过程和逻辑流程可以由一个或多个程序处理器或执行一个或多个计算机程序的处理器逻辑来执行,或配置为通过对输入数据进行操作并生成输出来执行动作。处理和逻辑流程也可以由专用逻辑电路执行,并且装置也可以实现为专用逻辑电路,例如FPGA(现场可编程门阵列)或ASIC(专用集成电路)。

[0054] 例如,适合于执行计算机程序的处理器包括通用和专用微处理器,以及任何种类的数字计算机的任何一个或多个处理器。通常,处理器将从只读存储器或随机存取存储器或两者接收指令和数据。计算机的基本元件是用于根据指令执行动作的处理器和用于存储指令和数据的一个或多个存储设备。通常,计算机还将包括或可操作地耦合以从一个或多个用于存储数据的大容量存储设备(例如,磁盘、磁光盘或光盘或非易失性存储器)接收数据或传输数据或两者。但是,计算机不必具有此类设备。适用于存储计算机程序指令和数据的设备包括所有形式的非易失性存储器、介质和存储设备,包括例如半导体存储设备,例如,EPROM、EEPROM和闪存设备;磁盘,例如内部硬盘或可移动磁盘;磁光盘;以及CD ROM和DVD-ROM磁盘。处理器和存储器可以由专用逻辑电路补充或并入专用逻辑电路中。

[0055] 根据前述内容,将理解的是,在本文中出于说明的目的已经描述了本发明的特定实施例,但是可以在不脱离本发明的精神和范围的情况下进行各种修改。因此,除了所附权利要求书外,本发明不受限制。

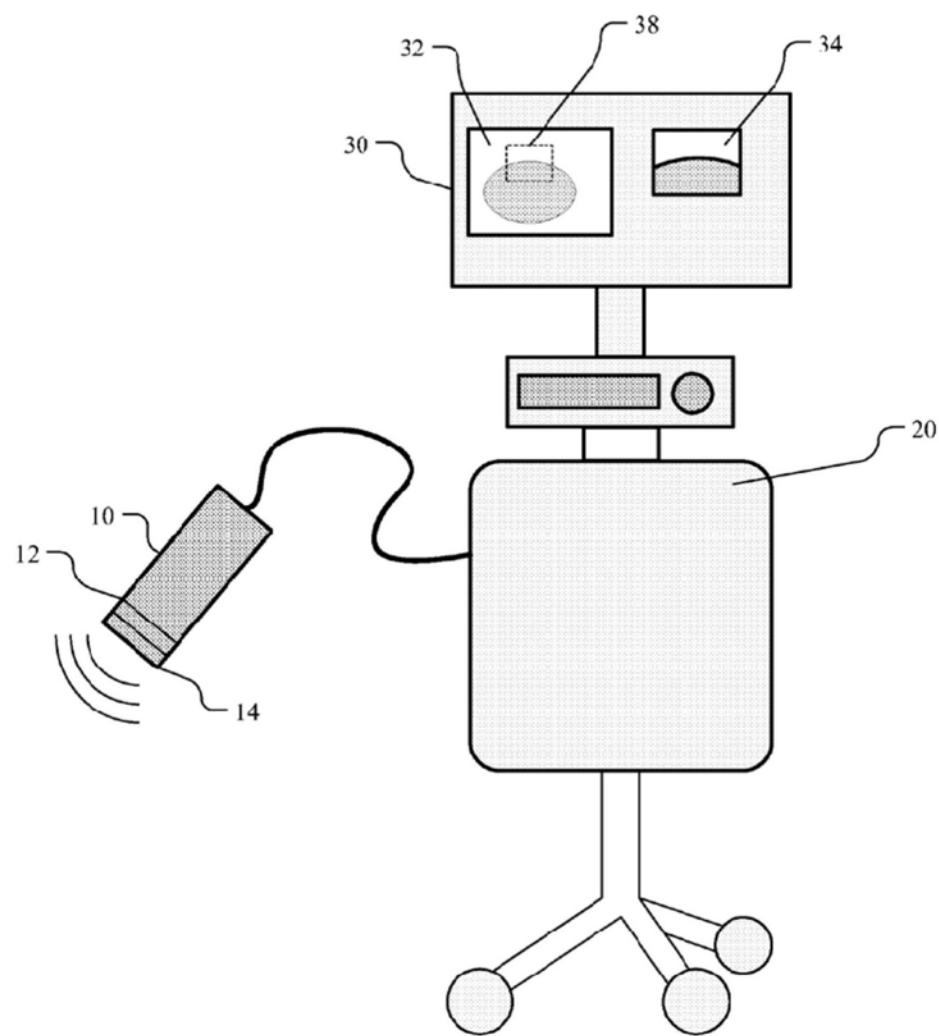


图1

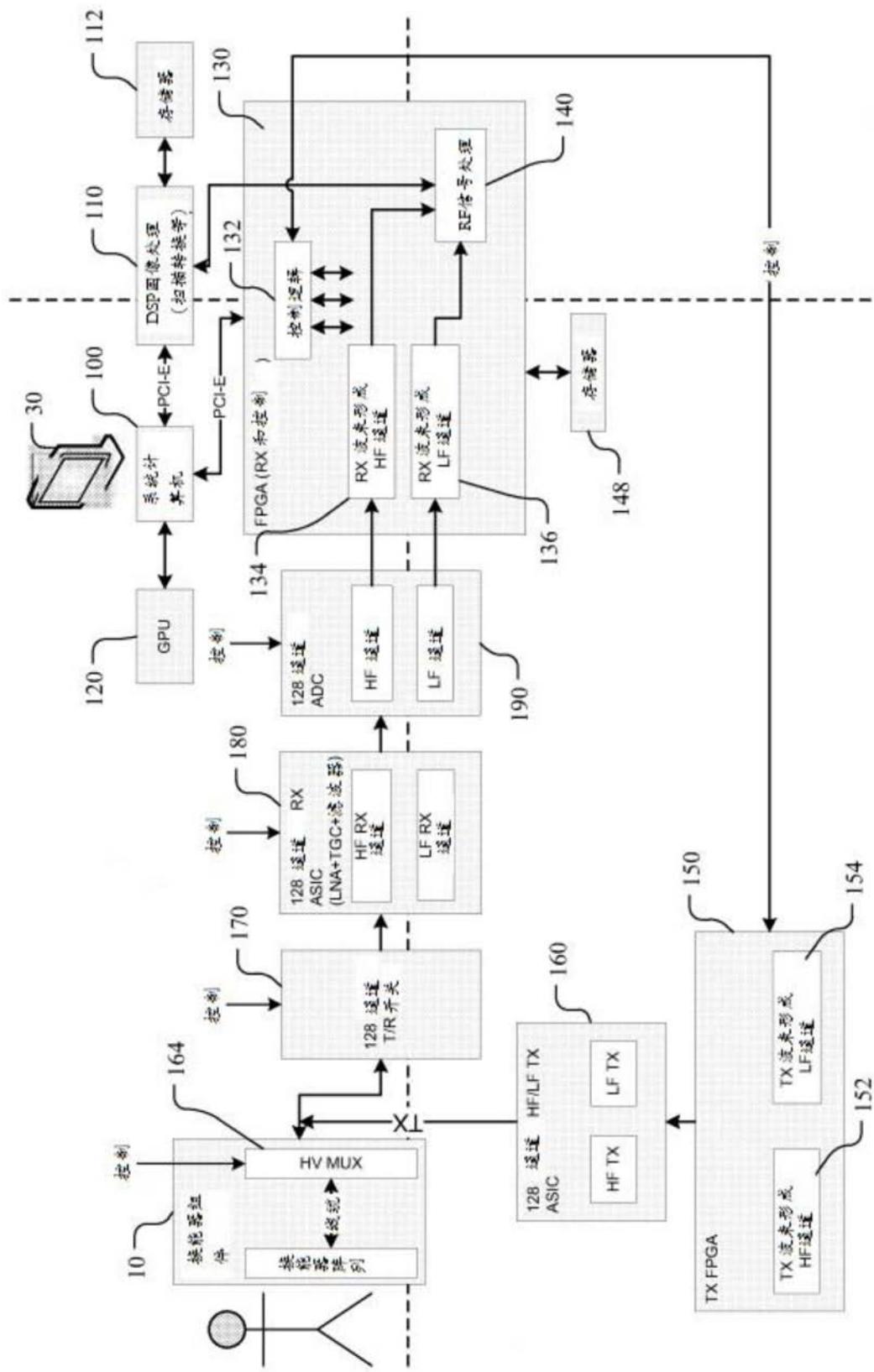


图2

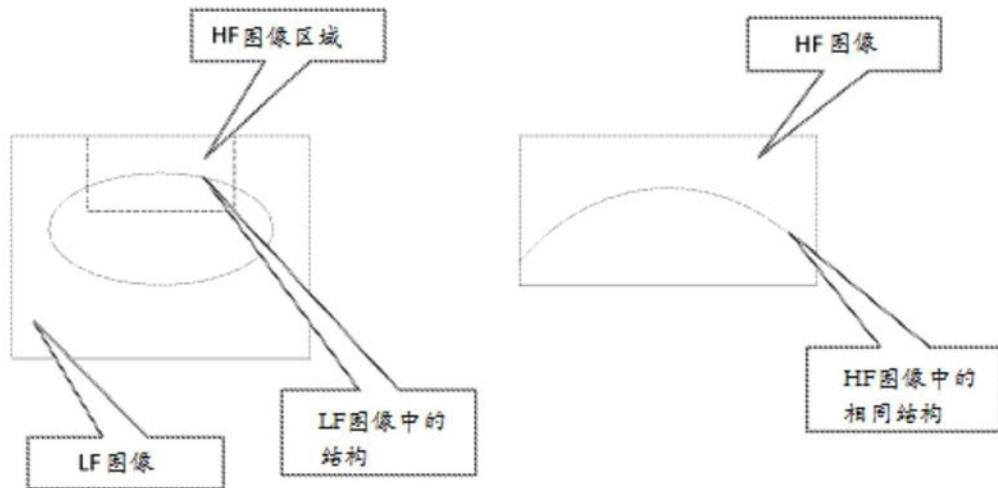


图3A

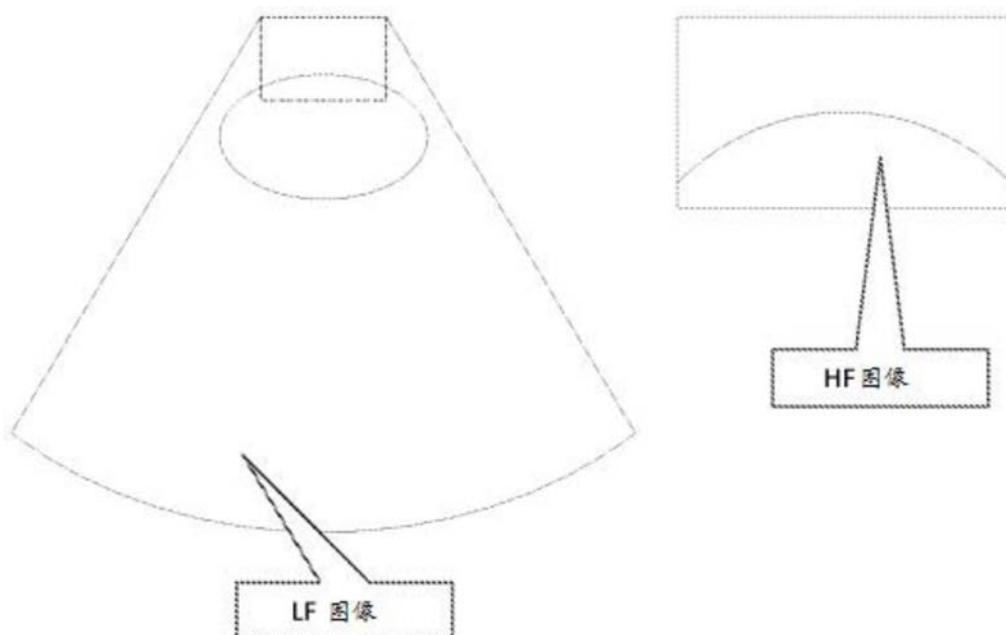


图3B

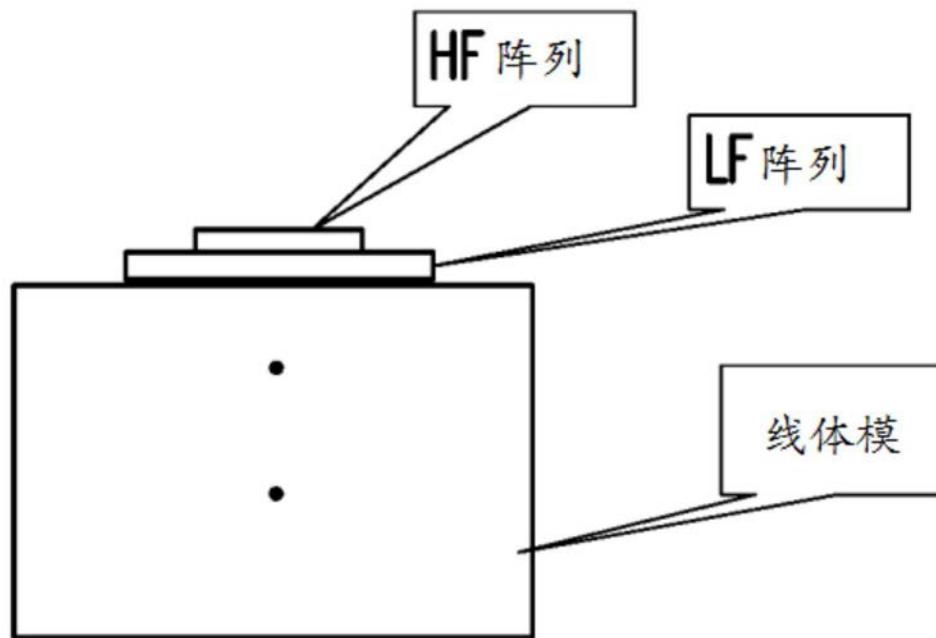


图4A

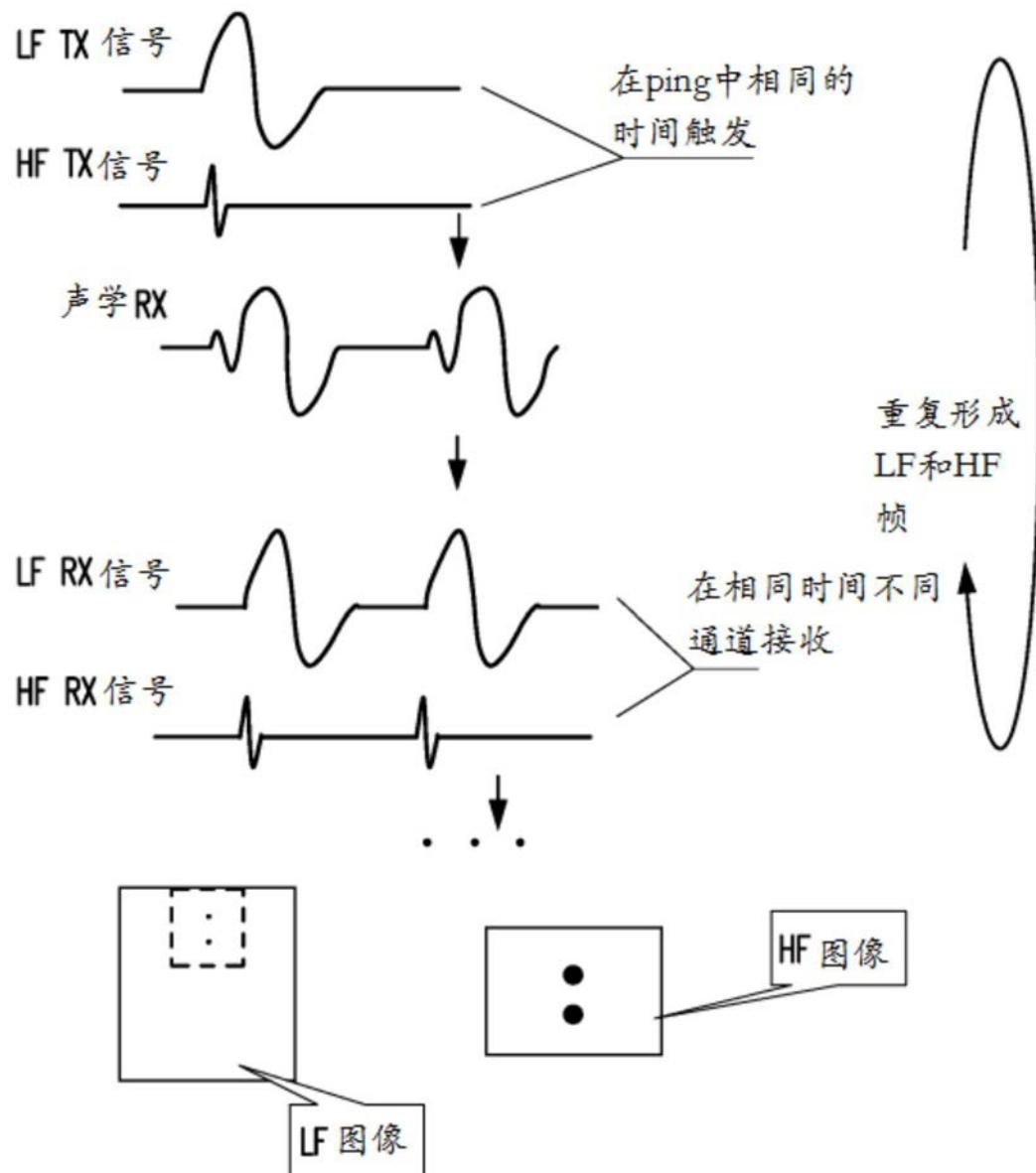


图4B

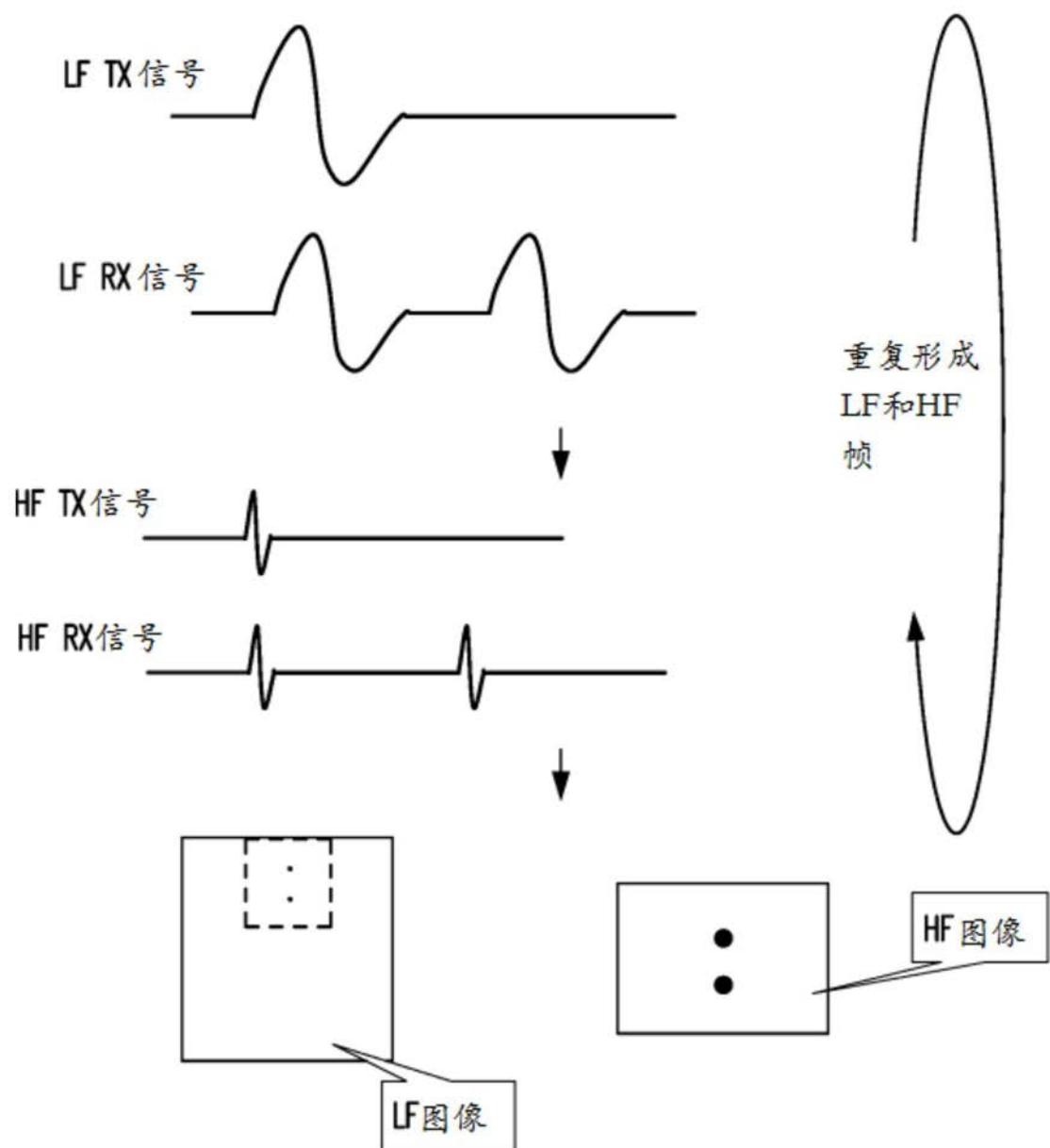


图4C

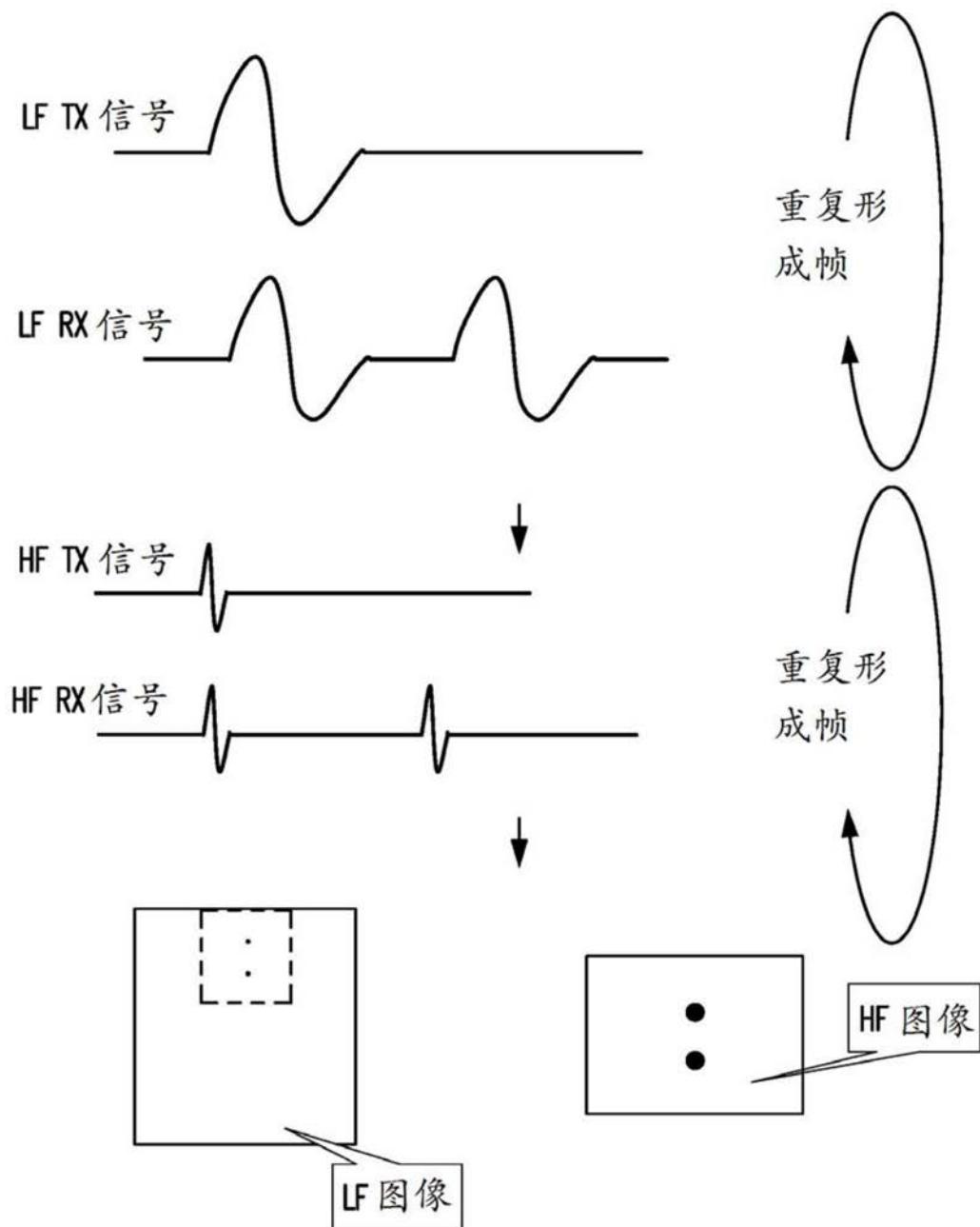


图4D

专利名称(译)	具有高频细节的超声系统		
公开(公告)号	<a href="#">CN111356408A</a>	公开(公告)日	2020-06-30
申请号	CN201880072087.X	申请日	2018-11-08
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片索诺声公司		
申请(专利权)人(译)	富士胶片索诺声公司		
当前申请(专利权)人(译)	富士胶片索诺声公司		
[标]发明人	刘凯文 尼古拉斯克里斯托弗沙格尔		
发明人	刘凯文 尼古拉斯·克里斯托弗·沙格尔		
IPC分类号	A61B8/00 A61B8/08		
优先权	62/583416 2017-11-08 US		
外部链接	<a href="#">SIP0</a>		

## 摘要(译)

超声成像系统被配置为与具有一个或多个低频超声阵列和一个或多个高频超声阵列的双频超声换能器接口连接。成像系统产生用于高频超声阵列和低频超声成像阵列的驱动脉冲。处理模拟回声信号以产生同时显示的低频超声图像和高频超声图像。高频超声图像中所示的组织是低频超声图像中所示的组织的一部分。

