



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410104989.7

[45] 授权公告日 2009 年 4 月 1 日

[11] 授权公告号 CN 100473351C

[22] 申请日 2004.12.17

[21] 申请号 200410104989.7

[30] 优先权

[32] 2003.12.19 [33] US [31] 10/741538

[73] 专利权人 美国西门子医疗解决公司

地址 美国宾夕法尼亚州

[72] 发明人 D·A·彼得森 R·N·菲尔普斯

J·C·拉珍拜

[56] 参考文献

US5997479A 1999.12.7

US6029116A 2000.2.22

CN1342442A 2002.4.3

CN1283273A 2001.2.7

US5622177A 1997.4.22

CN1266989A 2000.9.20

US6251073B1 2001.6.26

审查员 李玉菲

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 杨凯 张志醒

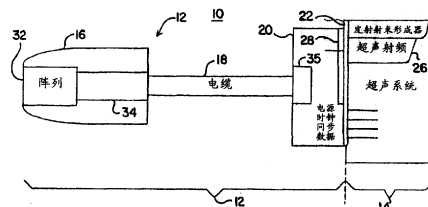
权利要求书 3 页 说明书 19 页 附图 3 页

[54] 发明名称

换能器的超声适配方法和系统以及系统分离

[57] 摘要

提供使来自超声换能器的信号适合超声系统 14 的方法和系统。在换能器组件 12 中信号处理输出与系统 14 不兼容的数据时，在组件 12 内设置的线路把数据转换成与系统 14 兼容。例如，提供子阵列混频以便对来自多个换能器元件 32 的信号进行部分射束形成。从多个子阵列得出的输出信号通过电缆 18 提供给组件 12 的连接壳 20。因为混频器使数据向中频移动，输出数据可在不同于接收射束形成器工作频率的频率。提供附加混频器 54 把中频信号转换为超声系统 14 的接收射束形成器 26 可处理的射频信号。又例如来自多个元件 32 的信号多路复用。接收射束形成器 26 无法多路分离信号时，组件内的线路多路分离射束形成数据来转换信号。



1. 一种用于使来自超声换能器的信号适合于超声系统(14)的方法, 所述方法包括:

(a)在换能器组件(12)内处理(62)来自多个元件的信号; 以及

(b)把处理过的信号转换(64)为一种适合于所述超声系统(14)的不同形式, 所述转换在所述换能器组件(12)中进行;

其中, (a)包括把来自所述元件的多维阵列的多个、即M个元件的用于给定范围的信号处理(62)为较少的多个、即N个处理过的信号。

2. 如权利要求1所述的方法, 其特征在于, (a)包括部分射束形成用于多个子孔径中每一个的信号。

3. 如权利要求2所述的方法, 其特征在于, (a)包括对于每个子孔径:

(a1)对来自不同元件的信号施加不同相移; 以及

(a2)结合所述信号。

4. 如权利要求2所述的方法, 其特征在于, (a)包括对多路分离后的信号进行部分射束形成。

5. 如权利要求1所述的方法, 其特征在于, (b)包括把数字信号转换(64)为模拟信号。

6. 如权利要求1所述的方法, 其特征在于, (b)包括对所述信号进行混频。

7. 如权利要求1所述的方法, 其特征在于, (a)包括在换能器探头外壳(16)内的处理, 以及(b)包括在可脱离所述超声系统(14)的连接器外壳(20)内的转换, 电缆(18)把所述换能器探头外壳(16)与所述连接器外壳(20)连接。

8. 一种用于使来自超声换能器(32)的信号适合于超声系统(14)的换能器组件(12), 所述组件包括:

与所述超声换能器(32)连接的电缆(18); 以及

连接器外壳(20),至少部分包裹可拆卸连接器(28)和信号处理装置(35),所述电缆(18)在电气上把所述超声换能器(32)的元件连接到所述信号处理装置(35),以及所述可拆卸连接器(28)可用来连接到所述超声系统(14)和与之断开,并且可用来响应所述信号处理装置(35)和所述超声换能器(32)而输出信号。

9. 如权利要求8所述的组件,其特征在于,所述超声换能器(32)包括M个元件的多维阵列和具有用于所述输出信号的多个、即N个输出的所述可拆卸连接器(28),M大于N。

10. 如权利要求8所述的组件,其特征在于,所述信号处理装置(35)包括数模转换器(36)。

11. 如权利要求8所述的组件,其特征在于,所述信号处理装置(35)包括混频器(54)。

12. 如权利要求8所述的组件,其特征在于,所述信号处理装置(35)包括部分射束形成器(38)。

13. 如权利要求8所述的组件,其特征在于,所述信号处理装置(35)包括多路分离器(44)。

14. 如权利要求8所述的组件,其特征在于,所述信号处理装置(35)可用以把处理过的信号转换为适合于所述超声系统(14)的不同形式。

15. 一种用于使来自超声换能器(32)的信号适合于超声系统(14)的方法,所述方法包括:

(a)对来自所述超声换能器(32)的多个、即M个元件的信号进行部分射束形成,所述部分射束形成是在换能器组件(12)中执行的;

(b)把所述部分射束形成后的信号转换(64)为一种适合于所述超声系统(14)的不同形式,所述转换是在所述换能器组件(12)中执行的;以及

(c)把所述经过转换的部分射束形成后的信号输出(66)到所述超声系统(14)的多个、即N个射束形成器信道,N小于M。

16. 如权利要求15所述的方法, 其特征在于, (a)包括子阵列混频以及(b)包括混频成所述射束形成器信道的频率。

17. 如权利要求15所述的方法, 其特征在于还包括:

(d)对来自换能器探头外壳(16)附近的多个元件的信号进行多路复用; 以及

(e)在连接器外壳(20)内对所述信号进行多路分离;

其中(a)包括对所述多路分离后的信号进行部分射束形成, 以及(b)包括把数字信号转换(64)为模拟信号。

18. 如权利要求 15 所述的方法, 其特征在于, (b)和(c)是在所述换能器组件(12)的可拆卸连接器外壳(20)中用至少一个信号处理装置(35)执行的。

19. 如权利要求15所述的方法, 其特征在于, (a)包括从M个信号部分射束形成为N个信号, M是N的至少二倍。

20. 如权利要求 15 所述的方法, 其特征在于, (a)包括对至少两个同时接收的波束进行部分射束形成。

21. 一种用于使来自超声换能器的信号适合于超声系统(14)的方法, 所述方法包括:

(a)在换能器探头外壳(16)内处理(62)来自多个元件的信号; 以及

(b)还在可拆卸连接器(28)内处理从所述换能器探头外壳(16)发送到可拆卸连接器(28)的信号。

22. 如权利要求 21 所述的方法, 其特征在于, (b)包括把(a)的处理过的信号转换为适合于所述超声系统(14)的不同形式。

23. 如权利要求 21 所述的方法, 其特征在于, (a)包括部分射束形成用于多个子孔径中每一个的信号。

24. 如权利要求21所述的方法, 其特征在于, (b)包括以下各项中的一项:

(b1)所述信号的数模转换; 以及

(b2)对所述信号混频。

换能器的超声适配方法和系统以及系统分离

技术领域

本发明涉及换能器体系结构和超声系统。具体地说，在超声换能器探头组件中定位电子电路。

背景技术

医学诊断超声系统一般具有可拆卸的超声探头组件。换能器阵列装在手持式探头中。手持式探头通过电缆连接到连接器外壳。所述连接器外壳在电气上和在机械上可拆卸地连接到超声系统。用户可以为不同的检查选择不同的超声探头，并把选定的探头连接到超声成像系统。利用射束形成器及超声成像系统中的其它线路，通过所连接的换能器探头发射和接收声能来产生图像。

与所述成像系统相关的电子电路已经放入超声探头外壳中。例如，时间延迟和求和器定位在换能器探头中以执行来自多维阵列的部分射束形成。部分射束形成后的信号(即，来自每个射束形成的子阵列的信号)输出到超声成像系统，用于射束形成。作为另一个例子，美国专利No.5590658公开了一种手持式探头外壳，其中装有超声换能器和射束形成线路。作为另一个例子，其公开通过引用结合于此的美国专利(美国专利申请号10/184461)公开了把多路复用器及其它电子电路集成在手持式超声换能器探头外壳中。来自多个换能器元件的信号被时分复用到几条电缆上，用以传输到超声成像系统中。在另一个超声换能器探头组件中，摇动器(wobbler)换能器所用的控制器定位在连接器外壳中，用以控制探头外壳中摇动器阵列的电动机。作为再一个例子，在1.5D阵列上选择孔径的开关或者无源调谐电感定位在换能器组件的连接器外壳内。

发明内容

作为介绍，下述优选实施例包括用于使来自超声换能器的信号适合于超声系统的方法和系统。对于实时三维成像或者其它成像，部分射束形成或者其它信号处理都在超声换能器组件内完成。在处理导致数据与超声系统不兼容的情况下，在换能器组件内设置的线路把数据转换为与超声系统兼容。例如，向来自多个换能器元件的部分射束形成信号提供子阵列混频。混频器和求和器设置在换能器探头内。所得的输出信号通过电缆提供给换能器探头组件的连接器外壳。因为混频器改变数据，诸如使数据向中频移动，输出数据可能是在不同于接收射束形成器的工作频率的频率下。然后设置附加混频器，把中频信号转换为可由接收射束形成器处理的射频信号。作为另一个例子，来自多个换能器元件的信号被多路复用在一起，诸如利用时分双工。在接收射束形成器不能对这类信号进行多路分离的情况下，在换能器探头组件内的线路通过对数据进行多路分离来转换所述信号。超声系统具有数目有限的接收射束形成器信道。通过在换能器探头组件内提供信号处理、转换和/或部分射束形成，所用的元件数目可以不同于系统提供的接收射束形成器信道的数目。

因为超声换能器探头组件中的信号处理电子电路可以输出不同于接收射束形成器可用的数据，在探头外壳和连接器外壳之间可以利用同轴电缆的全部带宽。可以用光纤或其它电缆代替同轴电缆。探头外壳和连接器外壳之间的这种信号传送格式不受接收射束形成器信道的数目和兼容性的限制。任何不同的换能器阵列技术均可使用，包括PZT、CMUT或多层PZT。在开发新技术的情况下，超声换能器探头组件用来把信号从新技术转换到所述接收射束形成器所预期的信号。通过提供连接器外壳内这里论述的电子电路中的某些或者全部，功率耗散、热耗散和电子电路可用的体积都可能比把电子电路定位在换能器探头外壳内要大。利用以下要求其权利的一个或

多个方面、系统或方法时，可以提供上述优点的其它的、不同的优点或不提供任何上述优点。

在第一方面，提供一种使来自超声换能器的信号适合于超声系统的方法。来自多个元件的信号在换能器组件内处理。处理后的信号转换为一种适合于超声系统的不同形式。所述转换是在换能器组件内完成的。

在第二方面，提供一种用于使来自超声换能器的信号适合于超声系统的换能器组件。电缆与超声换能器连接。连接器外壳至少部分包围可拆卸连接器和信号处理装置。电缆在电气上把超声换能器的元件连接到信号处理装置。可拆卸连接器可用以连接到超声系统和与之分开。可拆卸连接器还可用以响应信号处理装置和超声换能器而输出信号。

在第三方面，提供一种用于使来自超声换能器的信号适合于超声系统的方法。对来自换能器组件的多个(M个)元件的信号进行部分射束形成。部分射束形成是在换能器组件中完成的。部分射束形成后的信号转换为一种适合于超声系统的不同形式。所述转换是在换能器组件中完成的。经转换的部分射束形成后的信号被输出到超声系统的多个(N个)射束形成器信道。N小于M。

本发明由以下权利要求定义，本节的任何部分都不应该看做是对那些权利要求的限制。本发明的其它方面和优点将在下面结合优选实施例来论述。

附图说明

元件和图形不一定按比例绘制，重点在于举例说明本发明的原理。此外在图中，类似的参考标号标示不同视图中相应的部分。

图1是一个实施例中的超声成像系统中的换能器组件的框图；

图2是一种信号处理装置的一个实施例的框图；

图3A-D是利用子阵列混频的示例部分射束形成过程的曲线图；

图4是信号处理电路的一个实施例的框图；以及

图5是使来自超声换能器的信号适合于超声系统的方法的一个实施例的流程图。

具体实施方式

下面论述的换能器组件内的许多装置和相关的处理可在换能器组件内的任何位置完成。在一个实施例中，部分或全部电子电路定位于连接器外壳内，这里更容易获得空间和功率，与换能器探头外壳或者沿着电缆相反。与超声成像系统的接收射束形成器不兼容的信号被转换为兼容的信号。例如，许多当前的超声系统不能接收某一频率范围以外的信号、数字信号或者多路复用信号。在换能器组件、如连接器外壳内的电子电路把数字信号转换为模拟信号，把多路复用信号转换为多路分离信号，或者把一个频带的信号移到另一个频带。结果，可在换能器探头组件内提供现有技术的电路技术，以便对来自换能器阵列的数据进行部分射束形成、压缩或者其它处理。这些处理可以与老的、传统的或者不兼容的超声系统的接收射束形成器可用的信号形式无关。把换能器阵列连接到超声系统的电缆数量和电缆上使用的信号传送方案可以与成像系统的接收射束形成器无关地进行选择。部分射束形成可以以与接收射束形成器不兼容的方式改变数据。把信号处理线路定位在换能器探头组件的连接器外壳内，部分射束形成接着是转换为兼容格式，或者在换能器组件内信号的其它处理接着是把处理后的信号转换为兼容格式，这些可以彼此独立地使用或者以任何组合形式使用。

图1显示带有助于使来自超声换能器阵列32的信号适合于超声系统14的换能器组件12的系统10的一个实施例。图1表示连接到超声系统14的换能器组件12。可拆卸的换能器组件12使超声系统14可以为成像选择具有不同频率响应或其它特性的不同换能器。

在一个实施例中，超声系统14是一种医学诊断超声成像系统。

在其它实施例中，超声系统14是一种计算机工作站或者其它医学成像系统。对于独立的超声系统，超声系统14包括用连接器22连接的发射射束形成器24和接收射束形成器26。发射射束形成器24可用以为同时沿着一个或多个射束发射声能而产生多个经过相对延迟和切趾的波形。发射射束形成器24产生的电信号被引导到连接器22。连接器22在电气上还连接到接收射束形成器26。在一个实施例中，超声系统14内来自连接器22的连接是永久性的并通过一个或多个开关、如收发开关来实现。

接收射束形成器26是模拟的或数字的接收射束形成器。接收射束形成器26配置成在射频频带(例如频带中心为2-10兆赫)接收模拟信号，但是可配置成在相同或不同频带上接收模拟或数字信号。在一个实施例中，接收射束形成器26包括不同成像模式所用的分开的射束形成器，诸如分开的频谱多普勒效应射束形成器以及B模和彩色流模式射束形成器。例如，接收射束形成器26是一种印刷电路板上的处理器、ASIC(专用集成电路)或其它器件。射束形成器26包括多个延迟器、放大器和一个或多个求和器。代表不同元件或者元件组的电信号经过相对延迟，切趾，然后求和，从而形成代表沿着一个或多个接收射束的不同空间位置的样本或信号。射束形成器24、26配置成提供一种宽带接口，诸如带有从连接器22到射束形成卡的128、192或384线阻抗受控路径的开关矩阵或者印刷电路板互连上的插槽。也可以提供其它开关矩阵和路径数目。

超声系统14实现进一步处理和相关的线路，以便生成图像或者从接收的射束形成信息计算测量值。可以设置不同的、附加的或者较少的收发电路装置或部件。

发射射束形成器24、接收射束形成器26和连接器22至少部分地装在系统外壳25内。系统外壳25是塑料、金属、木材、玻璃纤维或者任何其它目前已知或今后开发的材料，用以封装电子电路。在一个实施例中，系统外壳25是工作站或者车载外壳，支承在轮子上或

者放在地板上。在其它实施例中，系统外壳25是一种膝上型或者其它便携尺寸的装置，诸如手提箱大小的便携式超声系统。在又一个实施例中，系统外壳25是手持式超声系统，诸如个人数字助理(PDA)或者观察仪形状的外壳。

连接器22是任何一种目前已知的或者今后开发的机械的和电气的连接器，用以可拆卸地连接和拆除换能器组件12。连接器22包括凹槽、延伸部分、闩锁、螺旋、螺纹孔或者其它任何已知的或者今后开发的用于可拆卸地连接到另一装置的机械结构。设置多个用于与各个数字迹线连接的电连接插头或插座，诸如在电路板配置中或者与同轴电缆连接。例如，用于配套的电路板上暴露的金属迹线的192或其它数目的电连接被凹进在连接器22内。在一个实施例中，采用美国专利No.6371918中公开的连接器，其公开通过引用结合于此。

连接器22装在系统外壳25上。尽管只示出一个连接器22，但是为了连接到同样类型或不同类型的换能器探头组件12，也可提供多个不同的连接器。连接器22在电气上与接收射束形成器26连接。在替代实施例中，连接器22是一种用于本地处理数据或者用于传输数据以便远程处理的PC(个人计算机)、数字转发器或者其它电气装置上的标准或定制的连接。

在一个实施例中，连接器22包括一个或多个开关，诸如多路复用器，一组晶体管或者其它开关器件，用以把一个或多个输入从连接器22切换到不同的接收射束形成器或者给定接收射束形成器26的不同信道。在其它实施例中，用独立于连接器22的部件提供或不提供用于接收射束形成器或信道之间切换的开关。

超声换能器组件12包括换能器探头外壳16、电缆18和连接器外壳20。可以设置其它的、不同的或者较少的部件。例如，设置手持式系统10，其中包括换能器探头外壳16作为连接器外壳20的一部分，不用电缆18。换能器组件12提供一种可拆卸的换能器，用来与超声系统14连接和从其断开。

换能器探头外壳16是塑料、金属、橡胶、其结合或者任何其它已知的或者今后开发的材料，用以装入元件32的换能器阵列。在一个实施例中，换能器探头外壳16的形状为手持式使用而设计。在其它实施例中，换能器探头外壳16的形状为用于病人体内而设计，诸如形状象内窥镜或导管。换能器探头外壳16至少部分容纳元件阵列，诸如覆盖阵列的一部分，并且为了对病人进行扫描，允许阵列的一个面是声波可达的。元件32的阵列是压电的、多层压电的、电容薄膜的超声换能器的阵列或者其它目前已知的或今后开发的元件阵列，用以在电能和声能之间进行转换。设置一维或多维阵列，进行完全或稀疏采样。例如，二维阵列具有M个元件(例如1920或其它数目)，以正方形或矩形栅格定位在平面或曲面上，进行完全采样。换能器阵列32包括柔性电路，信号迹线或其它结构，用于从阵列32的元件到探头组件12的其它电子电路的电气互联。例如，柔性电路连接到电缆18中的多个同轴电缆或连接器外壳20内的电子电路。

在一个替代实施例中，换能器阵列32在电气上连接到探头外壳16内的电气部件34。例如，探头电子电路34包括在电气上连接于电缆18的多个电缆和阵列32的换能器元件之间的多路复用器。多路复用器定位在具有阵列32的换能器探头外壳16内。多路复用器可用以利用时分复用把来自多个元件的信号多路复用到数目较少的输出上。在替代实施例中，设置了其它形式的多路复用。在带有多路复用器的其它实施例中还包括前置放大器或者其它结构。例如，采用美国申请号为10/184461和10/341871的美国专利中公开的结构，其公开通过引用结合于此。对于多维阵列，来自每2个、4个、8个或者其它数目的元件的信号被多路复用到公共的模拟或数字输出。对于不同组的元件提供多个输出。

在另一实施例中，探头电子电路34包括延迟器、放大器和求和器，用于为子阵列或在整个阵列上执行射束形成功能。例如，为子阵列或者部分射束形成，设置时基延迟器和求和器。作为另一个例

子，把子阵列混频用于部分射束形成。利用混频器(例如乘法器)给来自不同元件的信号施加不同的相位调整。此相位调整接近于延迟，但是可以造成信号频率向中频移动。相位调整也可改变数据，使之成为频谱内容中的镜象。然后，用求和器对每个子阵列的相位调整后的信号进行求和。美国专利No.5573001的公开通过引用结合于此，它提出子阵列混频的不同实施例。用于子阵列混频的电路在换能器组件12中，诸如在探头外壳16内。

在替代实施例中，探头电子电路34是用于相同或不同功能的不同部件，或者换能器探头外壳16是在不增加其它电子电路34的情况下设置的。可以设置利用有源元件的其它信号处理，诸如滤波或放大。电缆18包括多个与超声换能器阵列32连接的同轴电缆。例如，为发射代表阵列32的元件上所接收的声能的电信号，设置了64、128、192或其它数目的同轴电缆。每条同轴电缆接收一个元件的信息或者代表多个不同元件的信息。在替代实施例中，电缆18是柔性电路、光数据路径、光纤、绝缘线或其它已知的或者今后开发的结构。例如在换能器探头外壳16中设置模数转换器，而数字信号则经过电缆18沿着目前已知的或者今后开发的数字通路传送。电缆18在电气上把超声换能器阵列32连接到连接器外壳20的电子电路。在设置多路复用或部分射束形成的地方，可使用比元件少的电缆。

连接器外壳20是金属、塑料、橡胶、其组合或其它目前已知的或者今后开发的材料，用以容纳或至少部分容纳信号处理装置35和可拆卸连接器28。在连接器外壳20内可以包括其它不同的或者较少的部件。例如，端接电阻或者无源调谐电路与每一条电缆连接，用以提供阻抗匹配。通过开关(例如多路复用器或晶体管)旁路接收线路的信号处理并连接到电缆18，提供发送路径。或者，在换能器组件12内设置发射射束形成器的部分或全部。可以设置控制器或其它目前已知的或者今后开发的有源或无源器件。作为另一个例子，把信号处理装置35的一部分或者全部定位在探头外壳16或者电缆18内，而

不是在连接器外壳20内。连接器外壳20连接到电缆18的端部，使得连接器外壳20与超声换能器阵列32和相关的探头外壳16隔开。

连接器外壳20经过成型，可以接在超声系统14的外壳25上和与其分开。在一个实施例中，目前已知的连接器外壳延伸到连接器28以外一段长度，以容纳其它电子电路，诸如延伸无电子电路的连接器所用距离的两倍。在尺寸上可以有不同的变化，诸如使连接器外壳20更长、更高、更宽或其组合。连接器外壳20的形状和大小确定得可以包括散热器、风扇和/或有源冷却器，用以冷却所包围的电子电路。在替代实施例中，不设置额外的冷却装置或者目前已知的或者今后开发的不同的冷却装置。在一个实施例中，至少一个风扇定位于连接器外壳20中通风孔附近。另外或作为替代，在连接器外壳20和超声系统14之间提供刚性热连接，用以把热量从电子电路引出。或者，在连接器外壳20和超声系统14之间可以设置强制通风，用以通过超声系统14内的风扇把热空气从连接器外壳20引开或者强制把空气从超声系统14引入连接器外壳20。

信号处理装置35是滤波器、模数转换器、数模转换器、混频器、乘法器、多路分离器、求和器、数字电路、模拟电路、专用集成电路、通用处理器、数字信号处理器、其组合或者其它目前已知的或者今后开发的装置，用以主动处理来自阵列32的一个或多个元件的信号。在一个实施例中，整个信号处理装置35或其一部分装入探头外壳16。例如，信号处理装置35是用于部分射束形成、多路复用或者完成其它信号处理的电子电路34。在另一个实施例中，电缆18在电气上把超声换能器阵列32的元件连接到信号处理装置35，其中信号处理装置35装在连接器外壳20内。例如，信号处理装置35包括用于把信号转换为适合于超声系统14的接收射束形成器26的不同形式的电路或装置。图2和4显示对处理后的信号进行转换所用的信号处理装置35的两个实施例，一个实施例用于转换子阵列混频后的信号(图2)，另一个实施例用于转换多路复用后的信号(图4)。

如图2所示, 信号处理装置35包括多个混频电路50。每个混频电路50都包括低通滤波器52和乘法器54, 但是可以设置附加的、不同的或者较少的部件。例如, 增益控制装置对于输出信号振幅与超声系统20的输入匹配是有用的。这样的增益控制装置可以具有固定的或者随时间而改变的增益。每个子阵列都设置混频电路50。例如, 多维换能器阵列32用于实时三维成像。不同组的元件的信号用不同的相位混频, 并求和以形成多个不同子阵列的信号。那么为每个子阵列信号提供混频电路50。低通滤波器52包括多个无源模拟元件, 用于消除在不同谐振频率上的添加信号分量。在替代实施例中, 低通滤波器52是有源模拟或数字电路。例如, 混频电路50或信号处理电路35包括模数转换器或数模转换器, 用于利用数字器件实现从中频回到射频的子阵列混频。

一个示例子阵列混频方案示于图3。在图3A的前置放大滤波之后的曲线图代表子阵列混频前的信号。在与相同或不同频率信号(诸如2.5兆赫接收信号采用5兆赫混频信号)混频之后, 如图3B所示, 增加了多个不同的信号分量。在2.5兆赫, 同样的信号只保持在镜象。然后对来自多个不同元件的混频后的信号一起求和。因为接收射束形成器可能对接收镜象信号或者带有多个附加分量的信号不能起适当作用, 混频电路50截取部分射束形成后的子阵列混频的中频信号, 并对接收射束形成器26传统的射频接口所用的输出信号采用滤波和混频。图3C显示低通滤波后的中频信号。因为在2.5兆赫所关注的信号仍是镜象信号, 故用乘法器54作为混频器, 把中频转换回射频, 以及重复所述镜像功能。乘法器54用的混频频率和部分射束形成的子阵列混频用的频率相同。附加的不想要的频率分量, 诸如示于图3D的混频后的分量, 通过诸如在超声系统14内设置的或者作为信号处理装置35一部分设置的附加低通滤波器来消除。图3的例子可以在末级混频器54前使用低通滤波器52。混频频率的其它选择可能要求在末级混频器之前和/或之后使用不同的滤波(例如BPF或HPF), 以便选

择所需的分量并抑制其它分量。

利用子阵列混频，每个混频电路50把从子阵列混频改变的信号反转或者转换为超声系统14可用的信号。每个混频电路50向系统连接器28输出转换后的信号，以供接收射束形成器26使用。因为信号转换为不同的形状，所以在换能器组件12内可以设置利用相位调整和求和的小功率子阵列部分射束形成器。在替代实施例中，乘法器54或混频电路50把来自单一元件的信号的频率改为接收射束形成器26兼容的频率。图4显示与多路复用、如时分复用配合使用的信号处理装置35。在换能器探头外壳16中，来自不同组元件的信号多路复用在一起，以便沿着数目比阵列32中换能器元件少的电缆18传输。因为传统的超声系统可能不处理多路复用后的信号，信号处理装置35把信号转换为接收射束形成器26可用的形式。结果，在换能器组件12内设置多路复用，以便减少电缆18的数量，而同时仍能向超声系统14输出传统的接收射束形成器26可用的信号。例如，信号处理装置35在信号多路分离之后完成部分射束形成，以便可以与阵列32中较多元件配合使用较少的接收射束形成器26信道。

信号处理装置35是用于处理信号的专用集成电路、数字电路、模拟电路、通用处理器、数字信号处理器、其组合或者其它目前已知的或今后开发的装置。每个来自电缆18的多路复用后的信号线路设置一个信道37。每个信道37包括模数转换器36、多路分离器44和多个信号处理器45，每个多路分离信号有一个，或者与阵列32的每个元件相关的信号有一个。可以为每一个信道37设置不同的、附加的或者较少的部件。在另一个实施例中，使用模拟多路分离器44，而不使用模数转换器36。模拟多路分离后的信号的部分射束形成可用来驱动信号直接进入系统而不用数模转换器47，或者在模拟多路分离之后可使用数目较多的低速ADC，后跟数字处理和数模转换。可以为电缆18的同样数目的多路复用信号线路设置数目较多或较少的信道37。

模数转换器36是把模拟信息转换为数字样本的处理器、专用集成电路、数字部件、模拟部件、放大器、晶体管、其组合或者其它目前已知的或者今后开发的装置。电缆18的每条信号线设置一个模数转换器36，或者多条信号线可使用一个模数转换器36。可以通过模数转换器设置任何位数(诸如4位、8位或10位)的分辨率。任何采样率都可使用，诸如时分复用输出线(例如，每秒96兆样本)上以换能器阵列32的中心频率的4倍进行采样。在一个实施例中，每个模数转换器36都是单一器件或者是包括用于16至32个时分复用信道的模数转换器36的封装或芯片。每个芯片32信道时，8个器件提供256个信道的模数转换。每个芯片可有672条引脚，一边为45毫米，管芯尺寸为12.8×12.8毫米。其它尺寸芯片和相关的模数转换结构亦可使用。模数转换器36连接在超声换能器阵列32和可拆卸连接器28之间。不论在相同的或者不同的芯片上，每一个模数转换器36都与多个换能器元件中不同的一个连接。例如，一个模数转换器36与一个元件连接。作为另一个例子，一个模数转换器36与具有同一线路上时分复用信号输出的一组元件连接。不同的模数转换器36与不同的元件或者不同组的元件连接，以便减少多个模数转换器36的功率消耗，可以使用略低于额定值的采样率，但是可以提供完全的采样率，诸如以大约50毫瓦的功率耗散，每秒120兆样本进行10位采样。

多路分离器44是专用集成电路、多路复用器或其它目前已知的或者今后开发的器件，用于对时分复用或其它多路复用信息进行多路分离。多路分离器44与模数转换器36的输出连接，以便提供独立地代表特定的单个元件或小组元件的信号。在替代实施例中，多路分离器44定位于模数转换器36之前，或不设置。可以使用信号处理器45，例如用于滤波、混频或者延迟所述信号。

结合器38是一种专用集成电路、晶体管、多路复用器、开关、延迟器、放大器、求和器、数字电路、模拟电路、其组合或者其它目前已知的或者今后开发的数字信号处理装置。在一个实施例中，

结合器38与信号处理器45一起提供部分射束形成, 诸如在换能器阵列32的元件数量大于超声系统14的连接器28和连接器32之间分开的电连接数量的情况。结合器38连接在模数转换器36和连接器28的电输出之间。提供数字数据作为诸如部分射束形成等处理的输入, 把来自换能器阵列的元件的数据结合, 并把结合后的数据输出到连接器28的多个电输出中相应的一些。例如, 结合来自元件子阵列的数据, 并作为单一数据流输出。为不同的元件或者子阵列输出单独的数据流。用结合器38实现的部分射束形成器与模数转换器36连接, 以便结合来自换能器阵列32的至少两个元件的信号。通过压缩数据, 所用的换能器元件数量可以不取决于系统连接的数量或者超声系统14的信道数。或者, 多路复用信号包括以前的部分射束形成, 使得信号处理装置35采用或不采用其它部分射束形成而多路分离。在换能器组件12中, 多路分离可以在没有在先的或者在后的部分射束形成的条件下使用。

在一个实施例中, 结合器38包括多个器件和互连的信号线, 以便为扩充而连接多个结合器38。所述互连的信号线使来自不同元件的信号可以结合, 而不管与所述信号连接的具体结合器38如何。尽管对于结合器38的每个输出只显示一个输入信道37, 但是可以设置不同于输入信道37数量的输出数目(例如, 多一些或少一些)。数模转换器47是用于把数字信息转换为模拟信号的处理器、专用集成电路、数字部件、模拟部件、放大器、晶体管、其组合或者其它目前已知的或者今后开发的装置。为结合器38的每条输出线和用在任何给定的接收射束形成器孔径中的每个接收射束形成器信道设置一个数模转换器47。任何目前已知的或者今后开发的编码方案均可用于数模转换器47。数模转换器47向连接器28输出。在一个实施例中, 输出的模拟信号代表一个部分射束形成信号, 但是在其它实施例中, 可以代表来自单个元件的信号。为超声成像系统14的单个接收射束形成器信道输出信号, 以便来自不同的数模转换器47的信号的完全射

束形成。在一个实施例中，每个数模转换器47都是单个装置，但也可以使用包括多个数模转换器47的封装或芯片。在一个实施例中，数模转换器47包括在与结合器38相同的专用集成电路中，但也可设置单独的装置。

在图4所示的实施例中，信号处理装置35至少部分地设置在连接器外壳20内。因为模数转换器36设置在换能器组件内，电缆18的导线可以在长度上和阻抗上匹配。电缆18对每个信道具有已知长度，允许在多路复用速率下的信号带宽最大化。电子电路允许子阵列利用固定时延、动态延迟、相关、频率或其它可用于数字处理的技术(无论是目前已知的还是今后开发的)形成射束。通过把来自不同元件的信号结合为不同的子阵列，或者改变部分射束形成，可以使用带有相同或者不同的接收射束形成器26的不同换能器设计。例如，二维阵列配备1728个元件。为了操作192个接收射束形成器信道，对 3×3 元件组进行部分射束形成。因为部分射束形成使子阵列数量与接收射束形成器信道的数目相配，带有较大数目的接收射束形成器信道的超声系统14可以使用较小的子阵列，而带有较少信道数的系统可使用较多的子阵列。可编程信号处理也允许选择不同形状的子阵列，诸如利用子阵列形状进行变化或转向。子阵列配置可以在大小、形状和位置上随着深度而动态变化。在另一个实施例中，设置放大器，用以在部分射束形成之前对来自各个元件的信号进行切趾，或者在部分射束形成之后进行切趾。提供可编程子阵列还可以在子阵列或者部分射束形成的尺寸与响应同样发射事件而同时收到的不同射束的数目之间进行折衷。例如，带有256个信道的接收射束形成器26可以把信道分成两半，每一半接收128个子阵列的相同组合，用以形成两个平行的接收射束。对子阵列或者部分射束形成施加的聚焦是所述两个接收射束之间的折衷，与所述两个接收射束其中之一的转向方向无关或者以其为基础。

可拆卸连接器28在电气上与超声换能器阵列32连接，不用任何

可拆卸连接。或者，设置一个或多个可拆卸连接，诸如在电缆18和探头外壳16之间的接口处。连接器28可拆卸地与超声系统14连接和与之脱离。连接器28包括机械和电气结构，与超声系统14的连接器22的机械和电气结构对应。例如，与暴露在电路板上的迹线连接所用的多条电信号线从连接器外壳20伸出，用以插入连接器22。在一个实施例中，连接器28是如美国专利No6371918中公开的连接器的连接。可以设置不同的连接器。可以设置闩锁、延伸、螺旋、螺纹孔或者其它目前已知的或者今后开发的可拆连接结构，用以在机械上接至连接器28和22。连接器28和22用以轻易地拆开和接上。通过旋转、闩锁或者其它处理，连接器22、28在数秒或数十秒内接上或拆开。对于比较牢固的连接或者不同的连接器可能使用较长的时段。

连接器22、28包括电源、时钟、同步或其它控制线，用以实现连接器外壳20内的数字处理，或者换能器组件12与超声系统14可用的格式同步。信号处理装置35进行处理时，为阵列32的每一个输出或者代表不同元件或元件组的信号提供电气输出或者连接。例如，可拆卸连接器28具有多个、即N个输出。在一个实施例中，N小于阵列32的元件数，但在其它实施例中，可能等于或大于元件数。

在其它实施例中，对来自阵列32的元件的信息采用不同信号处理。在图4所示的实施例中，模拟信号转换为数字信号，提供数字部分射束形成，然后把部分射束形成后的信号转换为换能器组件内的模拟信号。在其它实施例中，模拟信号在探头外壳16内转换为数字信号，并提供数字通信，诸如从探头外壳16到连接器外壳20的无线的、光纤的或其它电气迹线。在连接器外壳20内完成部分数字射束形成和/或数模转换。尽管上面论述了时分复用，但是频分复用或其它扩频技术也可以使用。例如，在连接器外壳20内对频分复用信号进行多路分离和时间延迟射束形成。作为利用码分复用的一个例子，在连接器外壳20内对信号进行多路分离并设置延迟和求和射束形成器。可以设置上述任一种信号处理或其它信号处理，包括部分射束

形成以外的处理或者格式转换。

在一个实施例中，换能器组件12的信号处理装置35完成一套功能。或者，信号处理装置35是可编程的。例如，对不同的转向角进行编程，以便实现不同的部分射束形成方案。在超声系统14和信号处理装置35之间设置数据接口，诸如通过连接器22、28提供的的数据接口。时钟信号也通过用于射束形成的连接器22、28提供，但在另一个实施例中，可以使用独立的时钟。利用相同的时钟信号使换能器探头12与超声系统14同步。连接器22、28还向换能器组件12提供电源。在其它实施例中，提供电池或其它电源。

图5显示使来自超声换能器的信号适合于超声系统的方法的一个实施例。所述适配在换能器组件内完成，用以转换信号以便与超声系统兼容。例如，超声系统产生的图像可能是不希望有的，带噪声的或者由于换能器组件12内信号与超声系统预期的形式的差异而无法使用。如果不改变信号以便兼容，超声系统可能无法形成射束。提供不同的信号空间，而且信号空间不兼容，诸如改变了频谱内容的信号，不是数字而是模拟信号，或在不同频率。转化或转换硬件定位在换能器组件内，诸如沿着电缆或者在连接器外壳内。在一个实施例中，转换硬件与换能器探头隔开，但是在其它实施例中可以定位在换能器探头内。尽管图5中示出用以使来自换能器的信号适合系统的四个动作，但在其它实施例中可设置不同的、附加的或较少的动作。图5的方法是利用上面针对图1至4论述的系统或其它系统实现的。

在动作60，获取回波信号。回波信号要求处于多个元件中的每一个。例如，为了进行实时三维成像，对二维阵列中每个元件采集回波信号。在替代实施例中，从阵列的稀疏采样中，或者从其它来源，诸如通过来自远程换能器的数字传输，获得回波信号。

在动作62，来自多个元件的信号在换能器组件内处理。例如，所述信号在换能器探头外壳内、连接器外壳内、沿着与探头外壳隔

开的电缆或其组合处理。处理过的信号来自至少一个元件。在一个实施例中，处理来自多维阵列的多个元件的信号。可以使用任何一种不同的信号处理，诸如滤波、再映射、转换或部分射束形成。

在一个实施例中，来自多个元件的信号进行部分射束形成，变为数目较少的处理过的信号。例如，来自1728个元件的信号部分射束形成在192个信号上，每个代表不同的子阵列或者元件的不同子孔径。在换能器组件中对来自多个元件的信号进行部分射束形成，即可使用接收信道数目较少的超声成像系统。在一个实施例中，元件的数量高达接收射束形成器信道数目的两倍或更多倍。通过部分射束形成，维持来自每个元件的信号信息，但是沿着较少的信号线输出，供接收射束形成器使用。可以提供其它比率，诸如大于2倍或小于2倍。

在一个实施例中，信号处理是利用子阵列混频进行的部分射束形成。对于每个子孔径，通过与具有相同或者不同频率的信号进行混频，把不同的相移施加在来自不同元件的信号上。然后结合子孔径内的信号。相移对实现延迟和求和类型射束形成起延迟作用。可以设置附加的信号处理，诸如子阵列混频部分射束形成信号转换为与接收射束形成器兼容的形式或更适合于接收射束形成器的形式。在一个实施例中，所述子阵列混频是在换能器探头外壳内完成的，但也可以在换能器组件内的其它地方完成。

在另一个实施例中，利用多路复用处理信号。来自多个元件的信号多路复用到相同的信号线，诸如对多个子孔径中的每一个利用时分复用。在一个实施例中，所述多路复用是在换能器探头外壳中接近换能器的地方完成的，但也可在换能器组件中其它地方完成。然后在换能器探头组件内其它地方、诸如在连接器外壳内对信号进行多路分离。多路分离为每一元件提供信号。为了减少实时三维成像所用的信号数量，部分射束形成则在多路分离信号上提供。部分射束形成在模拟或数字域内完成。

可以设置其它信号处理。信号处理改变来自换能器阵列的元件的数据。数据可以改变得在某些方式下与接收射束形成器或者某些信号处理要求的成像不兼容。例如反转信号频谱内容或生成其镜像，接收射束形成器无法使用多路复用后的数据，或者接收射束形成器无法使用数字或模拟数据。

在动作64，通过转换为适合于超声系统的不同形式，对处理过的信号进行进一步的信号处理。所述转换是在换能器组件内完成的，诸如在可从超声系统脱离的连接器外壳内。在其它实施例中，所述转换可以在其它位置完成，诸如在电缆18内或者探头外壳内。可以使用任何不同的转换，诸如模数转换、数模转换、升频转换、降频转换、滤波、多路复用、多路分离、相乘、求和、减法、相除或者其它目前已知的或今后开发的处理，用以改变模拟或数字数据。在一个实施例中，部分射束形成后的信号转换为适合于超声系统的不同形式。例如，对部分射束形成后的信号进行混频，从中频向射频移动。在射束形成器与某一频率范围内的输入信号兼容时，混频把信号移入所述频率范围。作为替代或附加方式，混频可以改变信号的频谱内容。在图4的时分复用实施例中，所述转换是多路分离和/或数字信号向模拟信号的转换。

在动作66，输出转换后的信号。例如，把部分射束形成的转换后的信号输出到多个射束形成器信道，在这里射束形成信道的数量小于元件数量。通过在换能器组件内完成所述部分射束形成和转换，可以在利用带有较少数目接收信道的传统超声系统提供成像时，使用多维阵列来扫描病人。结果更可能实现实时三维成像。通过转换处理后的信号并输出在换能器组件的可拆卸连接器外壳内转换后的信号，在换能器组件内，可以使用与以不同于与接收射束形成器兼容的形式处理或传输数据相关的任何优点。例如，时分复用或子阵列混频用在转换和输出之前，以便使信号线或者换能器探头和连接器外壳之间的电缆数量最小化。

其公开通过引用结合于此的美国专利No.__(申请序号No.__(代理人档案号2003P14534))公开了其它实施例。部分射束形成、数据转换及其它信号处理和有关结构示于换能器组件的又一结构中。

尽管上面已经参照各种实施例描述了本发明，但应明白，在不脱离本发明范围的情况下可以作出许多变化和修改。因此，以上的详细描述应被视为是举例说明性的，而非限制性的，而且应该明白，以下权利要求，包括全部等效物，旨在定义本发明的精神和范围。

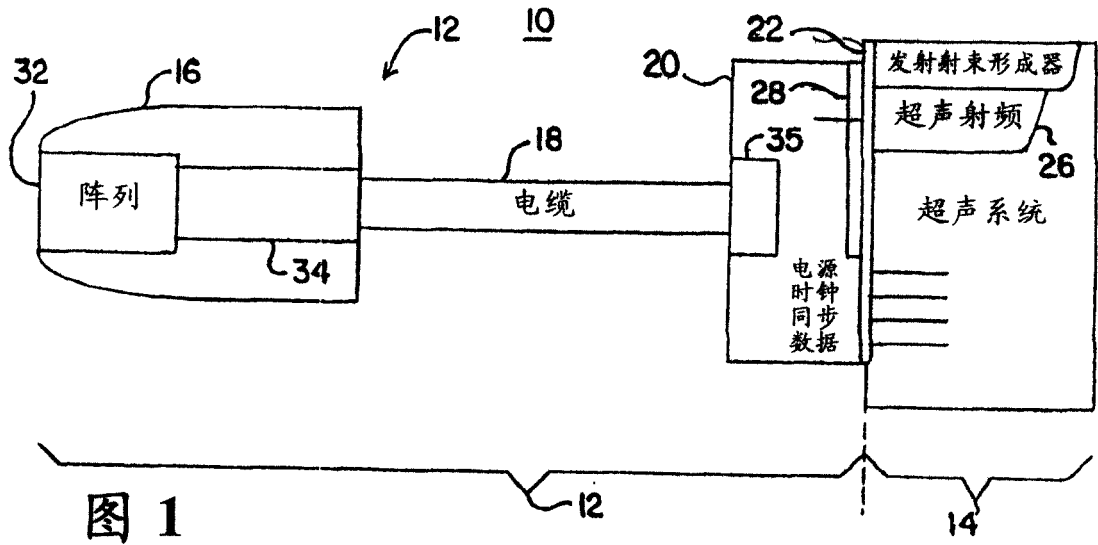


图 1

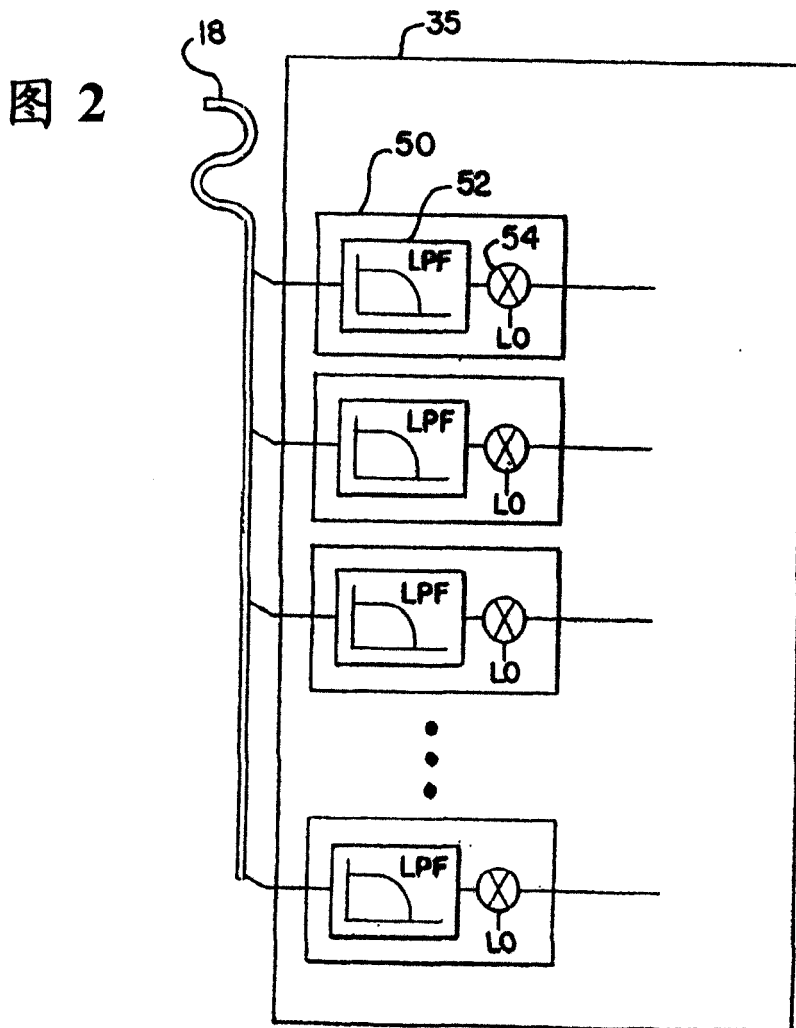


图 2

图 3A

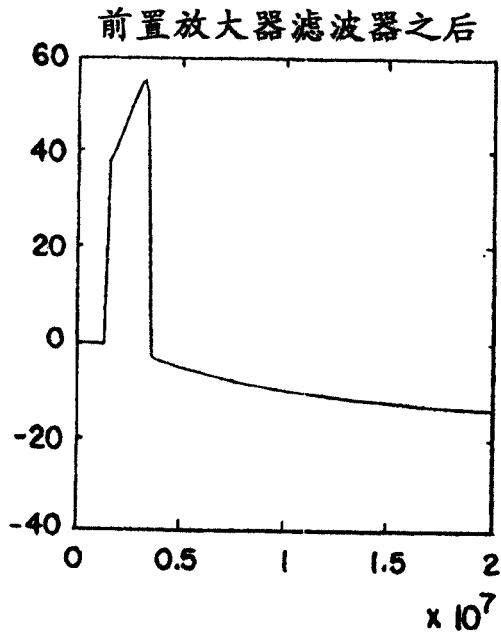
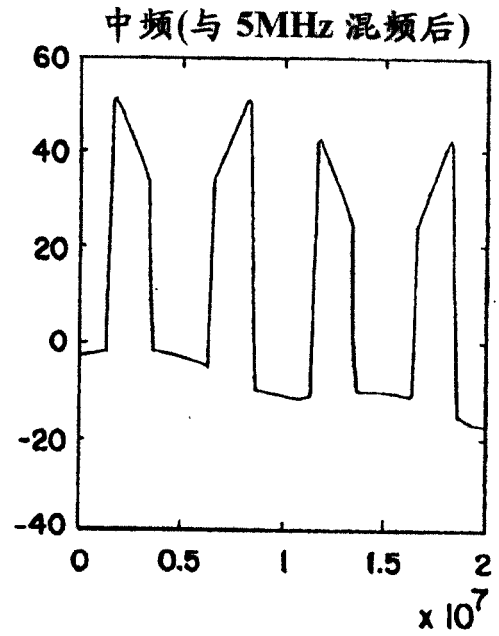
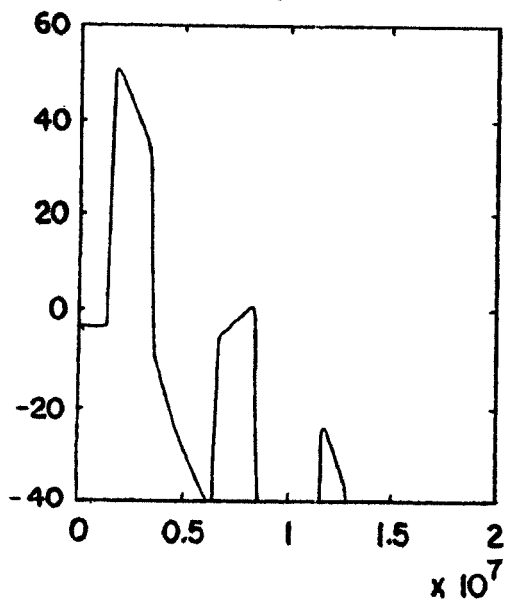


图 3B



低通滤波后



末级 LO 后

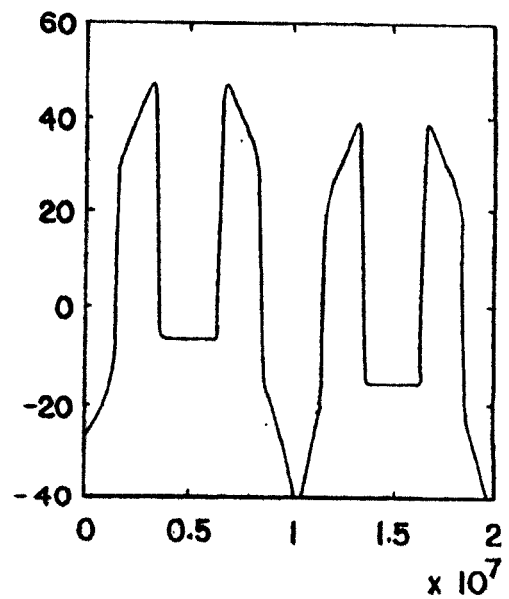


图 3C

图 3D

图 4

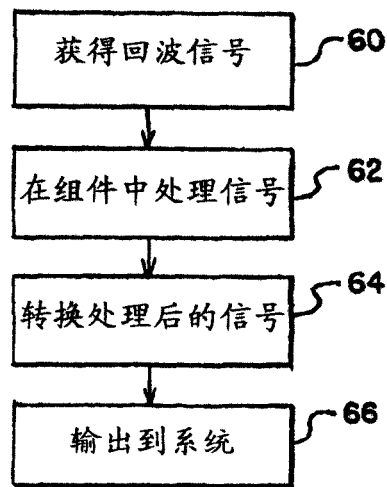
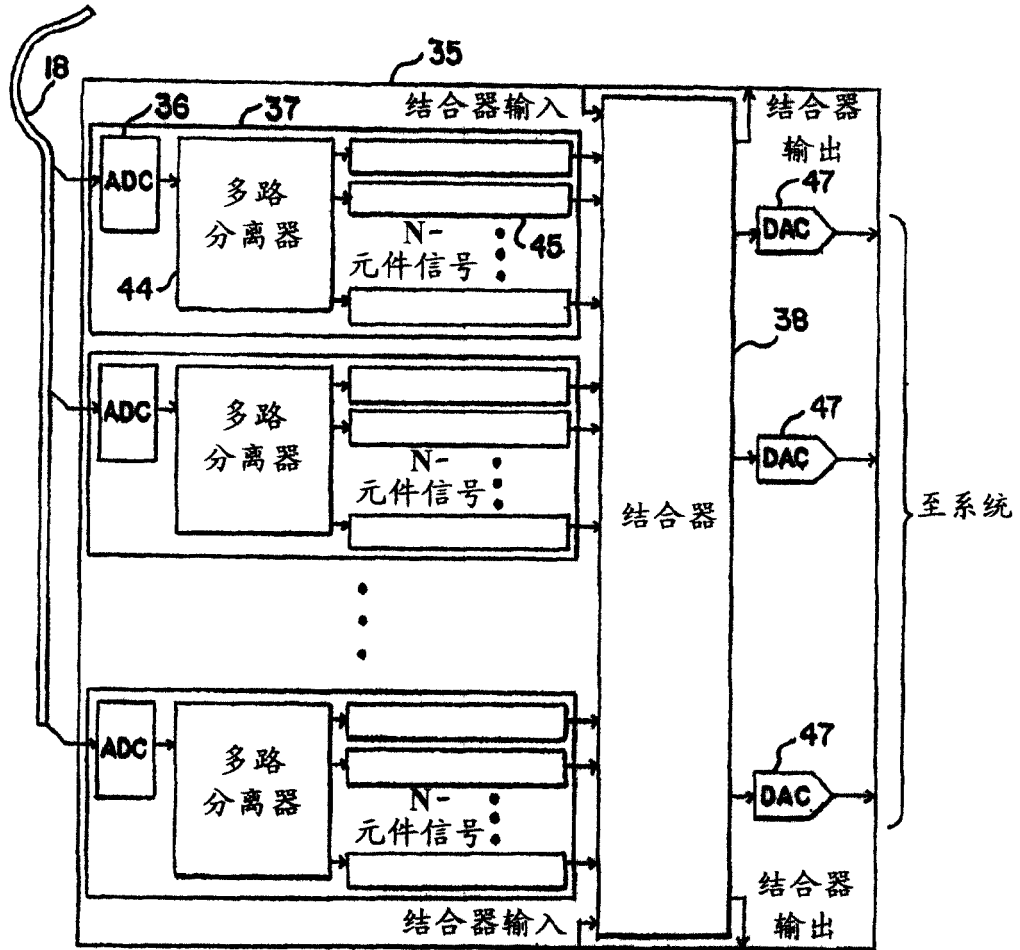


图 5

专利名称(译)	换能器的超声适配方法和系统以及系统分离		
公开(公告)号	CN100473351C	公开(公告)日	2009-04-01
申请号	CN200410104989.7	申请日	2004-12-17
[标]申请(专利权)人(译)	美国西门子医疗解决公司		
申请(专利权)人(译)	美国西门子医疗解决公司		
当前申请(专利权)人(译)	美国西门子医疗解决公司		
[标]发明人	DA彼得森 RN菲尔普斯 JC拉珍拜		
发明人	D·A·彼得森 R·N·菲尔普斯 J·C·拉珍拜		
IPC分类号	A61B8/00 G01S7/52 G01S15/89		
CPC分类号	G01S7/5208 A61B8/4438 G01S15/8927 G01S15/8925 G01S15/8993 G01S7/52034 A61B8/4472		
代理人(译)	杨凯		
审查员(译)	李玉菲		
优先权	10/741538 2003-12-19 US		
其他公开文献	CN1628614A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

提供使来自超声换能器的信号适合超声系统14的方法和系统。在换能器组件12中信号处理输出与系统14不兼容的数据时，在组件12内设置的线路把数据转换成与系统14兼容。例如，提供子阵列混频以便对来自多个换能器元件32的信号进行部分射束形成。从多个子阵列得出的输出信号通过电缆18提供给组件12的连接壳20。因为混频器使数据向中频移动，输出数据可在不同于接收射束形成器工作频率的频率。提供附加混频器54把中频信号转换为超声系统14的接收射束形成器26可处理的射频信号。又例如来自多个元件32的信号多路复用。接收射束形成器26无法多路分离信号时，组件内的线路多路分离射束形成数据来转换信号。

