



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510065731.5

[43] 公开日 2005年10月19日

[11] 公开号 CN 1682664A

[22] 申请日 2005.4.6
 [21] 申请号 200510065731.5
 [30] 优先权
 [32] 2004.4.6 [33] US [31] 10/820106
 [71] 申请人 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 J·R·克莱珀 H·王

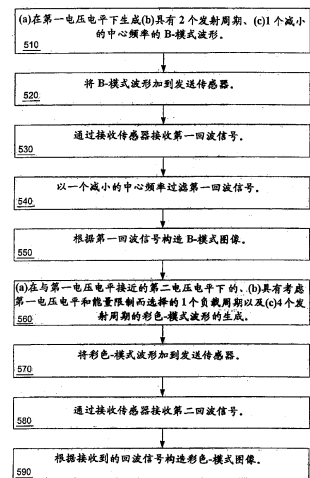
[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
 代理人 杨凯 张志醒

权利要求书9页 说明书16页 附图5页

[54] 发明名称 双重或三重模式超声波系统的图像质量补偿

[57] 摘要

超声波成像的双重操作使用单个固定的电压电平。利用一个功率电平既可实现 B - 模式成像又可实现彩色 - 模式成像, 该功率电平可低于单一模式下 B - 模式成像使用的功率电平, 高于单一模式下彩色 - 模式成像使用的功率电平。彩色 - 模式脉冲的负载周期可被缩短。为了增强图像质量, 可增加 B - 模式脉冲波形中的周期数目。为了增强图像质量, 可减小 B - 模式脉冲波形的中心频率, 并对接收到的 B - 模式脉冲的动态过滤进行适当修改。



ISSN 1008-4274

1. 一种将第一成像模式和第二成像模式组合而生成组合超声波图像的方法，所述方法包括如下动作：
 - 5 (a) 生成(510)第一成像模式的预定电压电平下的发射脉冲；
 - (b) 随动作(a)中生成的发射脉冲而获取(530)第一成像模式中的第一图像；
 - (c) 生成(560)第二成像模式用的预定电压电平下的发射脉冲，所述脉冲负载周期根据下列限制条件中的一个或多个选择：传感器表面温度的限制和传感器功率输出的限制；
 - 10 (d) 随动作(c)中生成的发射脉冲而获取(580)第二成像模式中的第二图像；以及
 - 15 (e) 显示所述第一和第二图像。
2. 如权利要求1所述的方法，其中所述生成(510)第一成像模式用的预定电压电平下的发射脉冲包括通断切换单个直流电压电源的方式。
20
3. 如权利要求1所述的方法，其中所述第一成像模式是B-模式超声波成像模式。
4. 如权利要求1所述的方法，其中所述第二成像模式是多普勒-
25 频谱超声波成像模式。
5. 如权利要求1所述的方法，其中所述第二成像模式是彩色-模式超声波成像模式。

6. 如权利要求 1 所述的方法, 其中所述动作 (a) - (e) 被重复执行而生成一连串交织的第一和第二图像。
- 5 7. 如权利要求 1 所述的方法, 其中所述负载周期的选择要满足传感器表面最高温度的限度为 43℃ 的条件。
8. 如权利要求 1 所述的方法, 其中所述负载周期的选择要满足传感器表面最高温度的限度为 41℃ 的条件。
- 10 9. 如权利要求 1 所述的方法, 其中所述负载周期的选择要满足传感器表面最高温度的限度为 50℃ 的条件。
10. 如权利要求 1 所述的方法, 其中所述负载周期的选择要满足传感器表面最高温度的限度在 38℃ 至 40℃ 的范围的条件。
- 15 11. 如权利要求 1 所述的方法, 其中所述负载周期的选择要满足传感器表面最高温度的限度在 35℃ 至 38℃ 的范围的条件。
- 20 12. 如权利要求 1 所述的方法, 其中所述负载周期的选择要满足国际标准 IEC 60601-2-37 规定的传感器最高表面温度限度的条件。
13. 如权利要求 1 所述的方法, 其中所述负载周期的选择要满足传感器最大功率输出为 720mW/cm² 的条件。
- 25 14. 如权利要求 1 所述的方法, 其中所述负载周期的选择要满足传感器最大功率输出在 550 至 600mW/cm² 的范围的条件。

15. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述负载周期的选择要满足传感器最大功率输出在 575 至 650mW/cm² 的范围的条件。
- 5 16. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述负载周期的选择要满足传感器最大功率输出在 550 至 700mW/cm² 的范围的条件。
17. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述负载周期的选择要满足传感器最大功率输出为 50mW/cm² 的条件。
- 10 18. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述负载周期的选择要满足传感器最大功率输出在 45 至 48mW/cm² 的范围的条件。
19. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述负载周期的选择要满足传感器最大功率输出在 44 至 46mW/cm² 的范围的条件。
- 15 20. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述负载周期的选择要满足由“厂商寻求诊断超声波系统和传感器销售许可证的资料”规定的传感器最大功率输出的条件。
- 20 21. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述动作 (a) 包括发射 (520) 一连串单极性脉冲 (201, 205)。
22. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述动作 (a) 包括发射 (520) 一连串双极性脉冲 (301, 305)。
- 25 23. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述动作 (a) 包括：
(a1) 将电压电源 (410) 设为预定电压电平；以及
(a2) 用一个或多个开关来接上或断开电压电源。

24. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述预定电压电平是用户可选择的电压电平。
25. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述预定电压电平根据下列限制条件中的一个或多个选择：传感器表面温度限制和传感器功率输出限制。
26. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述预定电压电平的选择要满足传感器表面最高温度的限度为 43℃的条件。
27. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述预定电压电平的选择要满足传感器最大功率输出在 550 至 600mW/cm² 的范围的条件。
28. 一种超声波成像的发射方法，所述方法包括如下动作：
(a) 生成 (510) 根据传感器 (460) 表面温度限制条件选择的固定电压电平下的第一操作模式用的第一脉冲串；
(b) 将所述第一脉冲串加到 (520) 传感器上；
(c) 生成 (560) 固定电压电平下的第二操作模式用的第二脉冲串，其中所述第二操作模式不同于所述第一操作模式；以及
(d) 将所述第二脉冲串加到 (570) 传感器 (460) 上。
29. 如权利要求 28 所述的方法，其中所述动作 (c) 包括：生成 (560) 具有根据传感器表面温度限制条件选择的负载周期的第二脉冲串。
30. 如权利要求 28 所述的方法，其中所述第一脉冲串为 B-模

式脉冲串。

31. 如权利要求 28 所述的方法，其中所述第二脉冲串为彩色-模式脉冲串。

5

32. 如权利要求 28 所述的方法，其中所述第一脉冲串为 B-模式脉冲串，第二脉冲串为下列脉冲串之一：彩色-模式脉冲串和频谱多普勒-模式脉冲串。

10 33. 如权利要求 28 所述的方法，其中所述第一和第二脉冲串均为单极性脉冲串（201，205）。

34. 如权利要求 28 所述的方法，其中所述第一和第二脉冲串均为双极性脉冲串（301，305）。

15

35. 如权利要求 28 所述的方法，其中所述第一脉冲串包括至少 1 个发射周期，所述第二脉冲串包括至少 4 个发射周期。

20 36. 如权利要求 28 所述的方法，其中所述第一脉冲串包括至少 2 个发射周期，所述第二脉冲串包括至少 4 个发射周期。

37. 如权利要求 28 所述的方法，其中所述第一脉冲串为含有至少 2 个发射周期的 B-模式脉冲串，其中所述第二脉冲串为含有至少 4 个发射周期的彩色-模式脉冲串。

25

38. 如权利要求 28 所述的方法，还包括如下动作：

(e) 从所述传感器（465）检测接收到的脉冲串；以及

(f) 用低于发射脉冲串中心频率的中心频率过滤（540）接收到的脉冲串。

39. 一种超声波发射装置, 其中包括:
一个脉冲串发生器(120), 可操作而生成第一操作模式用的第一脉冲串和第二操作模式用的第二脉冲串, 其中所述第二操作模式不同于所述第一操作模式;
5 一个与脉冲串发生器(120)连接的传感器(160);
一个与传感器(160)连接的电源(110), 可操作而提供固定电压电平给第一和第二脉冲串的传感器(160);
其中所述固定电压电平根据下列限制条件中的一个或多个选择: 传感器的表面温度限制和传感器的功率输出限制。
10
40. 如权利要求39所述的发射装置, 其中所述第二操作模式设计成发射具有一个负载周期的脉冲, 所述负载周期根据下列限制条件中的一个或多个选择: 传感器表面温度限制和传感器功率输出限制。
15
41. 如权利要求39所述的发射装置, 其中所述脉冲串发生器(120)包括一个双极性脉冲串发生器。
- 20 42. 如权利要求39所述的发射装置, 其中所述第一脉冲串为B-模式脉冲串, 所述第二脉冲串为彩色-模式脉冲串。
43. 如权利要求39所述的发射装置, 其中所述第一脉冲串为B-模式脉冲串, 所述第二脉冲串为频谱多普勒-模式脉冲串。
25
44. 如权利要求39所述的发射装置, 其中所述第一脉冲串包括至少1个发射周期, 所述第二脉冲串包括至少4个发射周期。

45. 如权利要求 39 所述的发射装置,其中所述第一脉冲串包括至少 2 个发射周期,所述第二脉冲串包括至少 4 个发射周期。
46. 一种超声波发射装置,其中包括:
5 数量为 N_p 的固定电压电源 (410, 420);
一个与多个固定电压电源 (410, 420) 连接的脉冲串发生器 (420);
其中所述脉冲串发生器 (420) 可操作而为 N_m 个操作模式生成脉冲串,所述多个操作模式中至少包括下列操作模式中的两个:
10 个: B-模式操作、彩色-模式操作和频谱多普勒-模式操作;
其中至少一个操作模式采用具有根据下列限制条件中的一个或多个选择的负载周期的脉冲波形: 传感器表面温度限制和传感器功率输出限制;
其中操作模式数 N_m 大于固定电压电源数 N_p 。
15
47. 如权利要求 46 所述的发射装置,其中所述脉冲串发生器 (420) 包括一个双极性脉冲串发生器。
48. 用于生成组合了具有第一和第二成像模式的超声波图像的
20 计算机可读媒体,所述计算机可读媒体包括一个数据存储设备和存储在数据存储设备上的计算机可执行程序代码,其中计算机可执行程序代码包括:
(a) 生成预定电压电平下的第一成像模式的发射脉冲的代码;
25 (b) 随代码 (a) 生成的发射脉冲而获取第一成像模式中的第一图像的代码;
(c) 生成预定电压电平下的第二成像模式的发射脉冲的代码,所述脉冲具有根据下列限制条件中的一个或多个选

- 择的负载周期：传感器表面温度的限制和传感器功率输出的限制；
- (d) 随由代码(c)生成的发射脉冲而获取第二成像模式中第二图像的代码；以及
- 5 (e) 显示所述第一和第二图像的代码。
49. 如权利要求48所述的计算机可读媒体，其中生成预定电压电平下的第一成像模式的发射脉冲的所述代码包括通断切换单个直流电压电源的代码。
- 10
50. 如权利要求48所述的计算机可读媒体，其中所述第一成像模式是B-模式超声波成像模式。
51. 如权利要求48所述的计算机可读媒体，其中所述第二成像
- 15 模式是多普勒-频谱超声波成像模式。
52. 如权利要求48所述的计算机可读媒体，其中所述第二成像模式是彩色-模式超声波成像模式。
- 20
53. 如权利要求48所述的计算机可读媒体，还包括重复执行代码(a)-(e)而生成一连串交织的第一和第二图像的代码。
54. 如权利要求48所述的计算机可读媒体，其中所述负载周期的选择满足传感器表面最高温度的限度为43℃的条件。
- 25
55. 如权利要求48所述的计算机可读媒体，其中所述负载周期的选择满足传感器最大功率输出为720mW/cm²的条件。
56. 如权利要求48所述的计算机可读媒体，其中所述代码(a)

包括发射一连串双极性脉冲的代码。

57. 如权利要求 48 所述的计算机可读媒体, 其中所述代码 (a) 包括:

- 5 (a1) 将一个电压电源设为预定电压电平的代码; 以及
(a2) 用一个或多个开关接上或断开电压电源的代码。

58. 如权利要求 48 所述的计算机可读媒体, 其中所述预定电压电平是用户可选择电压电平。

10

59. 如权利要求 48 所述的计算机可读媒体, 其中所述预定电压电平根据下列限制条件中的一个或多个选择: 传感器表面温度的限制和传感器功率输出的限制。

双重或三重模式超声波系统的图像质量补偿

5 技术领域

本发明一般地涉及超声波成像,尤其涉及使多重成像模式成为可能的超声波传输方法。

背景技术

10 通常,不同的成像模式需要不同的电压电平来传输适当的瞬间功率电平,不同的电压电平需要多样的电压电源,这样增加了系统的复杂性。

15 超声波成像系统可生成一系列描绘身体某一部位的图像,超声波成像已被广泛应用于观察人体内的组织结构,如心脏构造、腹部的器官、胎儿以及脉管系统。通常,超声波成像系统包括与波束形成装置相连的、用于传送和接收信号的传感器。发射波束形成装置在预定的时序内把电脉冲送至传感器,生成发射束,再按预定的方向从传感器传入身体。生成发射束的频率通常在2-12MHz的范围内。

20 接收波束形成装置选择相对延迟,来控制接收束相对于传感器阵列的定向。以这种方式,超声波系统获得来自一系列焦点的回波数据,构成一幅描绘身体不同组织结构的图像。B-模式超声波成像就是一类生成这种二维图像的成像技术。在不同的文章里,B-模式成像还可能会以其它的名称被提及,如亮度或2D-成像。

25 多普勒超声波成像系统曾经被用来测定血压和心脏及脉管系统内的血液流动。与周围静止的组织相比,血液会产生一个相对小的回波信号。通过有区别地检测频移回波,超声波成像系统可以选择性地探测到血液运动,由此形成脉管通道或其它流体的图像。彩色-模式超声波成像就是一类生成这种二维图像的成像技术。众所周知,

这类技术还有其它的命名，如多普勒-模式成像、C-模式成像、彩色流动映射、流动-模式成像。

第三类公知的成像技术是频谱多普勒-模式成像。该技术被用于谱分析，描绘某一点上的流动或其它运动状态随时间变化的特征。

5 该类技术被知悉的还有其它的命名，如距离波门位置分析法和彩色-谱成像。

其它类别的超声波成像及其组合也被大家所熟知。一个双重-模式成像系统可以交替地度量和生成两种模式的图像。例如，一个双重-模式系统可将 B-模式图像和彩色-模式图像交织在一起，通过显示这种图像的组合或交织画面，双重-模式成像系统可为操作员提供一幅同时带有 B-模式和多普勒信息的增强图像。

10 同样地，一个三重-模式成像系统可交替地度量和生成三种模式的图像。例如，一个三重-模式系统可将 B-模式图像同彩色-模式图像以及频谱多普勒-模式图像交织在一起。更高重数的交织模式也是可能的。

通常，各种成像模式有不同的电压要求。一般来说，一个需要考虑的设计因素是供给超声波束的较高电压电平允许系统生成具有较高轴向分辨率、较好的远场穿透及其它品质的图像。出于安全考虑，该因素应该适中，太强的功率对将被成像的身体来说可能是不利甚至是有损健康的。所以，另一个影响电压电平选择的设计因素是安全限度，如传感器的温度限度。通常，设计超声波系统时，通过在确保进入身体的能量或时间平均功率被限于一个安全电平时使用足够高的电压电平来均衡这些条件。这些条件的平衡点依赖于所用传感器的类型和其它与设备有关的因素。此外，这个适当的电压电平的平衡点还依赖于设备所用的成像模式的类型。

25 不同的成像模式通常使用不同的、超声波功率送入身体的脉冲波形，脉冲波形表示被传送的超声波功率随时间的变化。这些不同的脉冲波形的持续时间约束了作用于脉冲的峰值电压电平。通常，

高峰值电压产生较短持续时间的波形的脉冲，而低峰值电压产生较长持续时间的波形的脉冲，以确保用于脉冲的总能量保持在安全的限度内。

5 例如，理想的方式是：使用由短持续时间或单周期脉冲串实现的宽带脉冲串来产生 B-模式图像；而使用由长持续时间的多个周期的脉冲串实现的窄带脉冲串来产生彩色-模式图像。结果，B-模式脉冲和彩色-模式脉冲相比，可以在较高的电压下操作。电压电平的这种不同可优化图像的质量而又保持两种脉冲串的总能量处于安全限度内。

10 因为不同的成像模式可在不同的电压电平下操作而又维持安全标准，所以双重或三重超声波系统将多种的电压电源用于各种成像模式。例如，一个高压电源（如 100V 电源）可为 B-模式图像向传感器提供电能，系统接着很快会转换到低压电源（如 40V 电源）为彩色-模式图像提供传输电压。不同电压电源之间的转换允许系统（1）快速获取来自不同模式的图像，并将其交织成一幅平滑的显示图像来提供给受益的用户，并（2）在每个成像模式中用最佳电压电源（即允许最大却安全的电压电平）进行操作。尽管如此，多样的电压电源以及不同电压电源之间的转换增加了超声波系统的成本和复杂性。

20 可携带性正在越来越成为超声波成像系统中一个可期待的特征。一些硬件得到简化的系统更有助于便携式设计。

发明内容

25 本发明按照后面的权利要求来定义，这一部分对权力要求未作限制。为了介绍本发明，下面描述的最佳实施方案包括了方法以及传送和接收超声波脉冲的传输装置，超声波脉冲具有反映能量约束及各种成像模式性能需求的负载周期和脉冲波形。

这里描述的是实现超声波系统中双重-模式、三重-模式或其它

多重-模式成像的系统以及方法。一个生成超声波图像方法的实例包括了超声波系统的双重或多重模式操作。系统在两个或多个操作模式之间轮流改变，将来自若干模式的图像交织而生成一幅组合图像。在两个或多个图像模式中享用单个电压电源可以简化系统。这些成像模式可进行适当地修改，以在单个共享电压电平下控制超声波脉冲。

5 在一个实现方式中，这个示范方法包括下列步骤：在预定的电压电平下生成第一个成像模式的传输脉冲，获取第一幅图像；在预定的电压电平下生成第二个成像模式的传输脉冲，获取第二幅图像。然后，来自这两个模式的图像可被组合成一幅交织图像。

10 例如，第一和第二成像模式可以是一个多普勒-频谱超声波成像模式和一个 B-模式超声波成像模式。为了提供一个适合 B-模式成像的较高的电压电平，多普勒-频谱模式可以使用缩短了负载周期的脉冲序列，例如，负载周期可被缩短以满足传感器表面温度的约束条件；作为另一种可选或增加的方式，负载周期可被缩短以满足传感器输出功率的约束条件。

20 多种用于提高超声波成像的图像质量的技术也已被公开，如其中包括增高彩色-模式和频谱多普勒-模式脉冲波形的电压电平，缩短彩色-模式和频谱多普勒-模式脉冲波形的传输负载周期，增高 B-模式脉冲波形的电压电平，增加 B-模式脉冲波形的发射周期数，减少 B-模式脉冲的发射频率，修改 B-模式动态滤波器的设置。在超声波成像系统的某些实施例中，利用比模式数目少的若干固定电压电源可实现多模式成像。

25 附图说明

没有必要按比例绘制各部件和图形，重点在于说明本发明的原理。此外，在所附的不同附图中，相同的附图标记代表相同的组成部分。

图 1 是一个附带单个固定电压电源的超声波传输装置实施例的框图。

图 2 是对单极性彩色-模式超声波脉冲的时间脉冲波形的说明。

图 3 是对双极性彩色-模式超声波脉冲的时间脉冲波形的说明。

5 图 4 是一个附带多个固定电压电源的超声波传输装置实施例的框图。

图 5 是一个说明实现双重成像过程的流程图。

图 6 是一个说明修改超声波成像系统过程的流程图。

10 具体实施方式

超声波成像系统的设计者面临的挑战之一就是实现在多重-模式系统中使用单个固定电压电源的任务。双重-模式系统可有效地为用户提供一种观看由不同操作系统获取的两幅图像交织成的单幅图像的能力。例如，双重-模式系统可以呈现一幅由 B-模式图像和彩色-
15 模式图像交织为用户提供增强信息的组合图。同样地，三重-模式系统可以提供基于 B-模式、彩色-模式和频谱多普勒-模式的组合视图。由于各种模式通常具有不同的脉冲波形，在不同的峰值功率电平下操作不同的模式可优化上述系统的性能。这些与多重操作模式对应的、不同的峰值功率电平需要多样的电源。

20 每个附加的电源以及电源间的转换增加了超声波系统的成本和复杂性。一个节约成本的方法是使用单个固定电压电源或比不同操作模式数目少的电源。例如，使用较短的彩色-模式或频谱多普勒-模式脉冲波形会降低这些操作模式中速度估算的精确度和敏感性。

25 另一种方式是：当系统在不同的操作模式间转换时，根据需要转换电压电平。然而，转换一个电压电源的电压电平会将转换噪声引入系统，慢慢地转换电压电源的电压电平也无济于事；而无噪声转换费时且会在获取不同模式的图像时导致不合乎需要的延迟。

可以选用的方式是，采用只带一个电源的双重-模式或三重-模

式系统，这样可避免转换电压电平。在这种情形下，B-模式、彩色-模式、频谱多普勒-模式或其它成像模式都在相同的电压电平下操作。但是，由于彩色-模式或频谱多普勒-模式的带宽限制阻碍了适于B-模式的信号电平，其结果可能会不同。

5 图1说明的是一个多重-模式超声波系统(100)，该系统(100)使用经修改的传输脉冲负载周期以使系统(100)能够用单个电源工作。多重-模式超声波系统可以是双重-模式超声波系统或三重-模式的超声波系统或其它允许多个图像模式交织的系统。多重-模式超声波系统(100)包括一个固定电压电源(110)、一个带有波形发生器(125)的发射波束形成装置(120)、一个控制器(130)、一个
10 带有动态接收滤波器(145)的接收波束形成装置(140)和一个传感器(160)。

发射波束形成装置(120)有多个通道，每个通道都有一个波形发生器(125)、一个延迟和一个用于从相对滞后的和变迹的波形产生声发射波束的放大器。
15

传感器(160)是一个电容薄膜或压电元件的一维或者二维阵列。响应来自发射波束形成装置(120)的信号，传感器(160)将超声波脉冲传入被查验者的身体，如在医学评定或治疗期间被检查的病人身体(图中为示出)。被发送的超声波信号可能是矩形脉冲或正弦脉冲或者其它脉冲形状，并且根据适合于超声波系统的操作模式
20 以一个或若干个周期被传输。通常，产生在2-12MHz(如：2.5、3.5、5、6.5、7.5、10或12MHz)的频率范围或其它的频率上的周期数。而后，由病人身体反射的超声波被传感器(160)检测到，并被系统(100)用来绘制体内构造的图像。

25 接收波束形成装置(140)有多个处理通道，这些通道附带有与加法器相连的补偿延迟元件。接收波束形成装置将延迟值用于每个通道以收集从一个被选焦点反射的回波，因此当延迟信号被加总后，会生成对应点的强信号。接收波束形成装置(140)处理从传感器

(160)接收到的电信号,生成被输出作进一步的信号处理和显示的数据。当系统(100)在双重或三重模式下操作时,输出数据可以被组合,并形成一幅交织图供操作员观看。传送和接收波束形成装置(120和140)要在控制器(130)的控制下操作。例如,作为对操作员输入的响应,控制器(130)可以选择波束形成装置(120和140)是在简单B-模式下操作还是在双重B-模式/彩色-模式或者是三重B-模式/彩色-模式/频谱多普勒-模式下操作。

波形发生器(125)产生传输波形——被送入身体的超声波脉冲的时间波形。超声波脉冲可以是一连串的、各自带有预定波形的脉冲序列。如果每一个脉冲都是矩形脉冲,则脉冲序列可通过交替连接和断开电源与传感器之间能量流动的开关电路形成。

例如,波形发生器(125)通过使用带有一组固定或可编程波形的MFET网络实现。波形发生器(125)例如可作为一个基于专用集成电路(ASIC)、数字信号处理器(DSP)、现场可编程门阵列(FPGA)、微处理器、微控制器或其它任何当前已知或以后开发的适当电路的硬件滤波器而实现。这些硬件可在适当的固件或软件控制下工作。

波形发生器(125)按照控制器(130)的指令决定传输波形,并可为不同的操作模式(如B-模式、彩色模式、谐波模式、组织谐波模式、对比剂(contrast agent)模式和频谱多普勒-模式等)生成品质不同的脉冲波形。

波形发生器(125)可以是一个通断发生器,它生成二值的单极性脉冲波形:最大振幅(导通时)和零振幅(断开时)。另外,波形发生器(125)可以是一个三重-模式发生器,它生成三值的双极性脉冲波形:最大正振幅(+)、最大负振幅(-)和零振幅(断开时)。另外,波形发生器(125)还可生成更多的常规脉冲波形,包括多种振幅电平或连续的振幅电平。

动态接收滤波器(145)过滤通过传感器(160)收自身体的超声波信号。可以基于所接收信号的性质来修改动态接收滤波器

(145)。动态接收滤波器(145)可以是一个处理基带信号的低通滤波器或是一个处理射频(RF)信号的带通滤波器或者是一个设计更复杂的滤波器。动态接收滤波器(145)可作为一个基于专用集成电路(ASIC)、数字信号处理器(DSP)、现场可编程门阵列(FPGA)、
5 微处理器、微控制器或其它任何当前已知或以后开发的适当电路的硬件滤波器进行工作。在适当的固件或软件控制下可操作这些硬件。动态接收滤波器(145)可包括两个或多个分隔的硬件单元,如一个过滤收到的B-模式脉冲,一个过滤收到的彩色-模式脉冲。

可以对动态接收滤波器(145)进行修改,以使其能够适当地在
10 多于一个的中心频率上处理收到的B-模式超声波信号。这种修改对系统(100)的下列执行过程是有用的:在简单(非双重)B-模式操作期间,B-模式信号以高频率传送;在双重-模式操作期间,B-模式信号以低频率传送。

电源(110)为发射波束成形装置(120)提供能量,生成被送入身体的超声波。各种装置都可用来做电源,如使用变压器的子系统、功率晶体管及其它产生可靠电压电源的设备。如上描述,系统
15 (100)中,电源(110)可以被耦合到发射波束成形装置(120),通过个发射波束成形装置(120)为传感器(160)提供能量。另外,电源(110)可以被直接耦合到传感器(160),直接为传感器(160)提供电能。电源(110)可提供固定电压电源,由传感器生成的最大电压电平可以被电源(110)的电压限制。
20

电源(110)可被选择用来提供一个适当的电压电平或瞬时功率电平以生成短持续时间成像脉冲(如B-模式脉冲)。当系统(100)工作在一个利用长持续时间的脉冲的模式(如彩色-模式或频谱多普勒-模式)时,提供给身体的平均功率由波形发生器(125)控制。
25 波形发生器(125)通过缩短长持续时间脉冲的负载周期而不是通过降低电压电平来避免过度的能量传输。

图2说明的是在超声波系统的彩色-模式操作中提供有限的平均

功率电平的两个单极性脉冲波形 (201) 和 (205), 按时间波形图的形式显示, 横坐标为时间 (t), 纵坐标为脉冲振幅。脉冲波形 (201) 和 (205) 都适合于双重-模式中的彩色-模式操作, 并且可以和为 B-模式操作设计的脉冲波形交织。在其它的实施例中, 所用周期可比本例少或多。两个波形 (201) 和 (205) 说明了限制提供给身体的时间平均功率的不同方法。脉冲波形 (201) 利用减小的振幅来限制时间平均功率; 与之相反, 脉冲波形 (205) 利用缩短的负载周期来限制时间平均功率, 从而允许该脉冲波形有一个较大振幅。

脉冲波形 (201) 说明的是一个持续时间相对较长的脉冲, 即有 4 个超声波能量周期的彩色-模式脉冲。每个周期都是被传送超声波的一个等幅周期, 其振幅为 V_M° 。例如, 振幅 V_M° 可对应 40V 的电源电压 (这依赖于传感器的功效、阻抗和其它特征)。为确保每一个脉冲期间被传输的总功率不超过预期限度, 振幅 V_M° 可具有低于短持续时间脉冲振幅的振幅 (如 B-模式振幅, 图中未示出)。脉冲波形 (201) 的负载周期是 50%, 意味着在脉冲波形 50% 的持续时间内发生高振幅传输。脉冲波形 (201) 中的每个周期的持续时间和脉冲波形 (201) 的负载周期可被选择来优化图像质量。

对彩色-模式脉冲波形中周期数的选择可以基于各种判据, 如利用具有窄带频率成分的脉冲。在各种情形下, 发射周期数目通常至少为 4 以提供适当的窄带频谱。如果周期数少于 4, 则彩色-模式速度估算值的精度和敏感度下降。这个观察报告往往会阻止制图者通过缩短周期数来提高彩色-模式的传输电压。但是, 可通过缩短传输脉冲的负载周期来增加传输电压。

脉冲波形 (205) 说明的是另一个有 4 个超声波能量周期的彩色-模式脉冲。每个周期都是被传送超声波的一个等幅周期, 但是其振幅 V_M 大于 V_M° 。例如, 振幅 V_M 可对应于 60V 的电压电源 (这也依赖于传感器的功效、阻抗和其它特征)。要根据设计简便因素选择振幅 V_M : 为了使超声波系统能够在单个的、同为 B-模式和彩色-模式成

像供电的常压电源下操作，振幅 V_M 应接近或等于短持续时间脉冲的振幅（如 B-模式脉冲，图中未示出）。脉冲波形（205）的负载周期是 33%，低于脉冲波形（201）的负载周期。

5 脉冲波形（205）中缩短的负载周期可补偿脉冲波形（205）增大的振幅。可选择脉冲波形（205）中每个周期的持续时间或脉冲波形（205）的负载周期来限制电源的切换。例如，持续时间和负载周期可根据对总的传输功率或由此而产生的传感器温度的测量或计算或是其它标准来确定。在一些脉冲波形（205）的实施例中，可能会部分地牺牲图像质量来使超声波系统可在振幅 V_M 下操作。

10 上述结果表明：将脉冲波形（205）与脉冲波形（201）比较，电压供给增加 50%，负载周期缩短 33%（60V 与 40V 相比，33%负载周期与 50%负载周期相比）。脉冲波形（205）其它的实现方式也是可能的。例如，脉冲波形（205）可表现为电压供给从 0%到 150%的增加值（如 0%、20%、40%、60%、80%、100%、125%或 150%的增加）以及负载周期从 5%到 80%的减少（如 5%、10%、20%、25%、30%、40%、15 50%、60%、70%、75%或 80%的减少）。

图 3 说明的是在超声波系统的彩色-模式操作中提供有限的平均功率电平的两个双极性脉冲波形的例子。如同图 2 所示的波形，脉冲波形（301）和（305）都适合于双重-模式中的彩色-模式操作，20 并且可以和为 B-模式操作设计的脉冲波形交织。按照与上面讨论相类似的方式，脉冲波形（301）使用一个减少的振幅来限制时间平均功率，而脉冲波形（305）使用一个缩短的负载周期来限制时间平均功率。双极性脉冲波形（301）有一个峰间振幅 V_{B-PP} ，而双极性脉冲波形（305）有一个较大的峰间振幅 V_{B-PP} 和一个较小的负载周期。

25 正像脉冲波形（205）和（305）说明的那样，使用缩短负载周期的方法允许设计的多重-模式超声波系统附带较少的电源。由于目前彩色-模式成像适宜使用较高电压的电源，系统对于 B-模式成像和彩色-模式成像都用同一电源。因而，这种适应性排除了为彩色-模

式成像单独提供较低电压电源的需要。

5 相同的办法也可用于为适应其它成像模式而共享电源。这里讨论的 B-模式成像通常是具有短持续时间传输脉冲的操作模式的代表。同样的，上述的彩色-模式成像通常是具有长持续时间传输脉冲的操作模式的代表（如频谱-多普勒成像模式）。在较高电压电源和较短负载周期下操作长持续时间模式，这些模式可利用一个或多个已为短持续时间模式所需的电源。

10 将单个固定电压电源用于两种或多种成像模式可在成本和设计复杂性方面节省开支。这种电源的多任务化促成了在基本相同的电压电平下操作成像模式。在固定或保持恒定的功率电平下，选择至少其中一个成像模式的负载周期以确保适当的能量在该模式中被传递。例如，通过缩短双重-模式或三重-模式中彩色-模式脉冲的传输负载周期，一个较高的电压可用于双重-模式操作，从而增强了 B-模式成像的性能。

15 例如，超声波成像系统可在多种设定下操作，包括纯 B-模式设定和交织了 B-模式和彩色-模式图像的双重-模式设定。在纯 B-模式设定下操作时，系统可将电源调节到一个对 B-模式来说最佳的高压（如 100V）。当操作员将系统转换到双重-模式下操作时，没有缩短负载周期的系统可将电源调节到一个适合于彩色-模式操作下平均功率限度的低压（如 40V），但是这对 B-模式的性能是不利的。

20 然而，通过将缩短的负载周期用于彩色-模式脉冲波形，系统可设计成：为 B-模式设定选取一个高电压（如 100V），为双重-模式设定选取一个适中电压（如 60V），缩短的负载周期允许有增高的电压（如 60V 而不是 40V）和将被使用的较大瞬时功率，同时又使彩色-模式操作保持在平均功率限度内。增高的电压增强了双重操作期间 B-模式成像的性能。

25 另外一些方法也可用来强化双重操作期间的 B-模式图像。例如，可增加 B-模式周期数目，如从单一模式（非双重）B-模式操作的 1

个或 2 个周期，直到双重模式中的 B-模式成像的 2 个或 3 个周期。在 B-模式成像中，轴向和横向的图像分辨率将是一个重要因素。宽带传输脉冲被用于 B-模式成像，所以发射周期数目可被限制为 1 个或 2 个周期/每个传输脉冲。但是，当系统在双重或三重-模式下操作时，最终图像中的彩色-模式或频谱多普勒-模式组成部分可能是最重要的成像模式。在这种情形下，增加 B-模式周期数可引起双重或三重模式图像中 B-模式组成部分的轴向或横向分辨率有一个可接受的降低。因而，可增加每个 B-模式脉冲发射周期数。这种增加可提供较好的 B-模式信噪比。

10 另一调适 B-模式图像质量的方法是在双重或三重-模式操作时降低 B-模式脉冲的发射频率。降低发射频率可改进所接收的 B-模式信号的信噪比，因而它是另一种涉及调适 B-模式图像质量的工具。

固定电压的电源可设置成在电压上具有某种程度的灵活性。例如，当系统在操作模式间转换时，对固定电压电源进行设置改变其固定电压。这样，电源可提供如：（a）当系统在双重或三重-模式下（具有行、行群或帧交织的 B-模式和彩色模式及/或频谱多普勒模式的测量）操作时，提供一个 60V 的固定电压；（b）当系统在纯 B-模式下（没有彩色模式和/或频谱多普勒模式成像）操作时，提供一个 100V 的固定电压；（c）当系统在纯彩色模式或频谱多普勒模式下（没有 B-模式成像）操作时，提供一个 40V 的固定电压。

20 另外，系统可配备一个能够对电压电平作到微小却快速以及基本无噪声变化的固定电压电源。既然这样，在双重或三重操作期间，当系统快速地在操作模式间改变时，电源电压可被转换。当用于每个操作模式的电压间允许存在少许差别时，电源可用于不止一种成像模式。例如，如果电源能够快速、无噪声地由 55V 转换到 65V，则这个电源可在双重操作期间用来为彩色-模式脉冲提供 55V 电平下的功率以及为 B-模式脉冲提供 65V 电平下的功率。这样，供给 B-模式脉冲的电压就不需要与彩色-模式脉冲完全相同。更恰当地说，能够

为 B-模式提供的电压电平与提供给彩色-模式脉冲的电压接近（差别在 10V 或 18%的范围内）。依赖于电源的性能，系统的设计可以使得 B-模式脉冲和彩色-模式脉冲在电压电平上不必完全匹配但可以很接近，使得 B-模式脉冲在彩色-模式脉冲的电压电平的 2%、5%、10%、25%、30%、40%或 50%或 75%以内。这个接近但不完全匹配的设计可减轻上面讨论过的一些其它的设计制约。

图 4 说明的是一个多重-模式超声波系统（400），该系统（400）使用经修改的传输脉冲负载周期，这使得系统（400）要同不止一个电源一起工作。多重-模式超声波系统（400）包括两个固定电压电源（410）和（412）、一个发射波束形成装置（420）、一个控制器（430）、一个接收波束形成装置（440）、一个发送传感器（460）、一个接收传感器（465），它们的操作方式与（图 1 所示）前边已描述过的系统（100）中的电源（110）、发射波束形成装置（120）、控制器（130）、接收波束形成装置（140）、传感器（160）的操作方式相似。这里，传感器的发送和接收部分均按独立单元表示，即发送传感器（460）和接收传感器（465），这说明传感器的组成部分可由适合于该系统各装置的一些独立单元来实现。

系统（400）用两个固定电压的电源（410）和（412）为具有三个或更多超声波成像模式的多模式操作供电。系统（400）可使用上述的方法，如缩短负载周期、缩短周期持续时间、减小发射频率或增加每个脉冲的周期数，这样固定电压电源（410）和（412）中的一个就可为不止一个成像模式提供能量。更一般地，系统（400）的各种变形也使用这些方法，结果是它们使用不同的电源数 N_p 来完成有着不同操作模式数 N_m 的多模式操作，并保持 N_p 小于 N_m 。

图 5 说明的是一个执行双重超声波成像（B-模式和彩色-模式成像）过程的实施例。过程从动作（510）开始，利用某个功率电平（如所标注的第一功率电平）所提供的能量生成一个双重操作的 B-模式波形。在该过程的若干个形态中，用于双重成像期间 B-模式的第一

功率电平可低于用于单一模式（非双重）B-模式成像的电压电平。为了提高所接收的 B-模式超声波的信号电平，B-模式波形可具有增加的发射周期数，如 2 个发射周期。作为另增的或可选的增强方式，B-模式波形可规定双重操作期间减小的发射频率，如 3MHz 或 5MHz 或 6MHz（而不是非双重、单一模式下 B-模式操作期间的值，如 7MHz、7.5MHz 或 10MHz）。

在动作（520）中，动作（510）中生成的 B-模式波形被加到传感器，传感器将超声波信号送入被检查的身体，第一个来自身体的超声波回波信号被动作（520）中的接收传感器接收。依赖于系统的实施例，动作（530）中的接收传感器与动作（520）中的发送传感器可以相同或不同。在动作（540）中，由动作（530）接收的超声波信号可被附带有优化所收超声波信号处理技术的固定过滤器或动态过滤器过滤。动作（540）中的过滤和任何其它处理可以满足用于动作（510）中传输双重 B-模式波形要求的减小的发射频率。在动作（550）中，B-模式图像由动作（530）所接收的超声波信号构成。

双重操作的彩色-模式脉冲波形在动作（560）中生成。彩色-模式波形定义了一个在第二功率电平下的超声波脉冲，第二功率电平与用于动作（510）中的第一功率电平接近或相似。例如，用于双重彩色-模式波形的第二功率电平可在第一功率电平的 2%、10%、25% 或 50% 以内或以其他方式接近该值。在该过程的某些形态中，用于双重成像期间彩色-模式的第二功率电平可大于用于单一（非双重）彩色-模式成像的电压电平。考虑到用于双重彩色-模式波形的第二功率电平，可以为彩色-模式波形配置一个缩短的负载周期。彩色-模式波形可具有特有的发射周期数，如 4 个发射周期。另外，彩色-模式波形也可具有较大或较小的发射周期数，它们适合于该过程被实施的系统实现。

在动作（570）中，动作（550）中生成的彩色-模式波形被加到传感器上，接着传感器将超声波信号送入被检查的身体，第二个来

自身体的超声波回波信号被动作（580）中的传感器接收，而后被处理生成彩色-模式图像。

5 在动作（590）中，彩色-模式图像由动作（580）接收的超声波信号构成。重复该过程可为实时的双重-模式图像持续地提供交织的或组合的 B-模式和彩色-模式数据。开始作动作（560）之前，执行一遍动作（510-550）会产生单条扫描线，重复这个过程会形成多条扫描线。单行、行群、帧和帧群的交织可用于双重操作中模式间的转换。

10 图 5 概括的过程描述了双重模式成像：B-模式和彩色-模式成像。该过程也适于其它的双重操作（如 B-模式和频谱多普勒-模式成像）或三重操作（如 B-模式、彩色-模式和频谱多普勒-模式成像），也适合多重-模式操作。

15 图 6 描述了为强化双重-模式、三重-模式或其它多重-模式操作而对超声波诊断设备进行改进或升级的过程。通过改变系统硬件、替换系统硬件、改变系统软件、替换系统软件或上述动作的任意组合可实现这个过程，这和超声波系统最初的配置是相适的。上述这些方法或通过单独修改超声波系统或通过配备可用于一个或多个超声波系统的软件补丁程序均可被实施。出于说明的目的，图 6 描述的是在一个组合了 B-模式和彩色-模式成像的双重-模式超声波系统中修改软件的过程。该过程适于其它的软、硬件配置以及多重-模式成像的配置。

25 在动作（610）中，实现或定义双重-模式、三重-模式或其它多重-模式操作脉冲波形的软件指令或参考数据被设置在超声波系统中。在动作（620）中，软件指令或参考数据被编辑、替换或作其它方面的修改以增加用于双重-模式、三重-模式或其它多重-模式操作期间彩色-模式脉冲波形的电压。在动作（630）中，软件指令或参考数据被编辑、替换或作其它方面的修改以缩短用于双重-模式、三重-模式或其它多重-模式操作期间彩色-模式脉冲波形的负载周期。

5 在动作(640)中,软件指令或参考数据被编辑、替换或作其它方面的修改以降低用于双重-模式、三重-模式或其它多重-模式操作期间 B-模式脉冲波形的电压。在双重-模式、三重-模式或其它多重-模式操作期间, B-模式电压的新替换值与彩色-模式电压的新替换值可接近或基本相同。

在动作(650)中,系统的电源可被修改或替换以便于双重-模式、三重-模式或其它多重-模式操作时 B-模式和彩色-模式成像能够共用一个电源。

10 虽然在前面参照各种实施例对本发明进行了描述,但是应当了解:在没有背离本发明范围的前提下,可做许多的变化和修改。因此,只将前述的具体实施方案作为对本发明目前最佳实施方案的说明,而不作为对本发明范围的规定。本发明的范围仅由后面的权利要求书(包括所有等效物)确定。

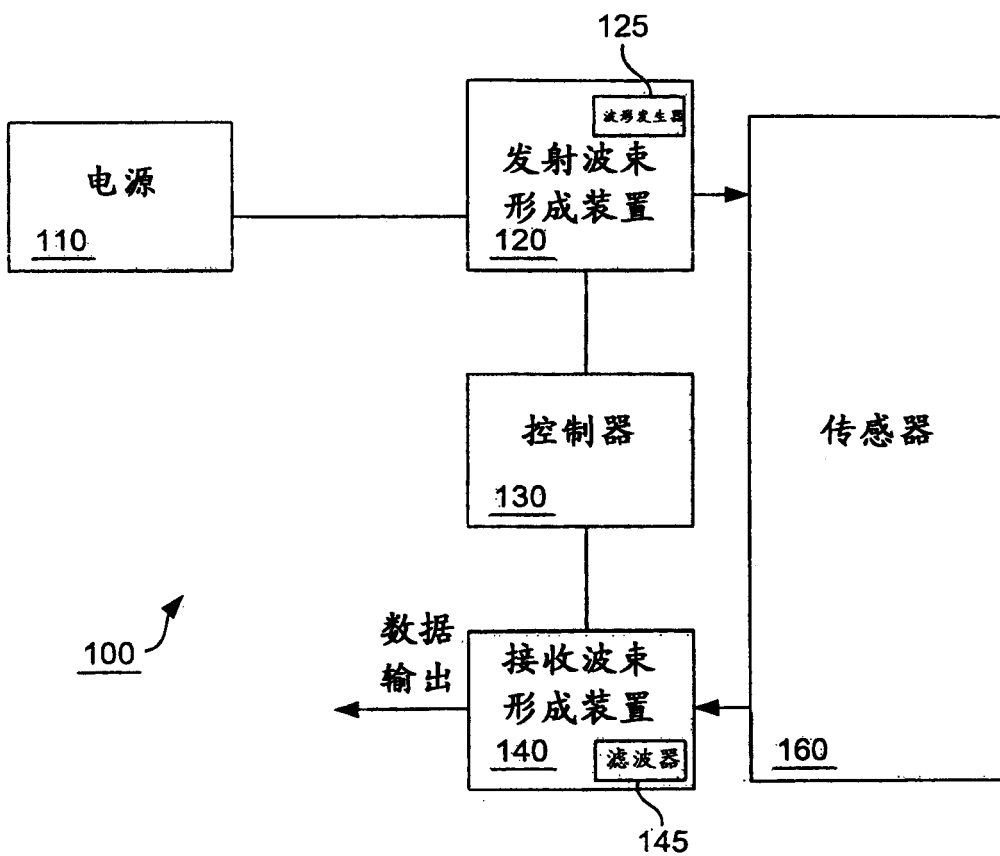


图 1

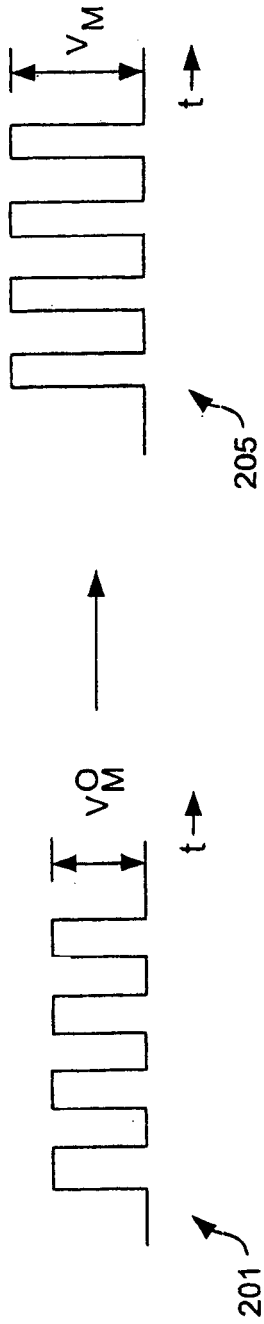


图 2

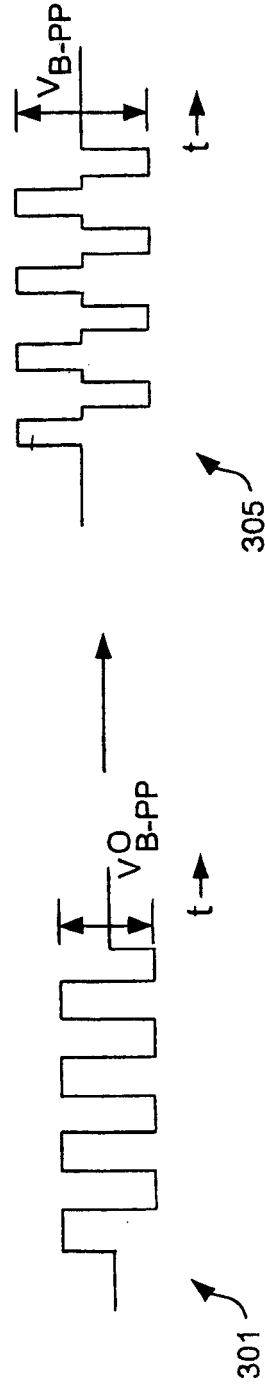


图 3

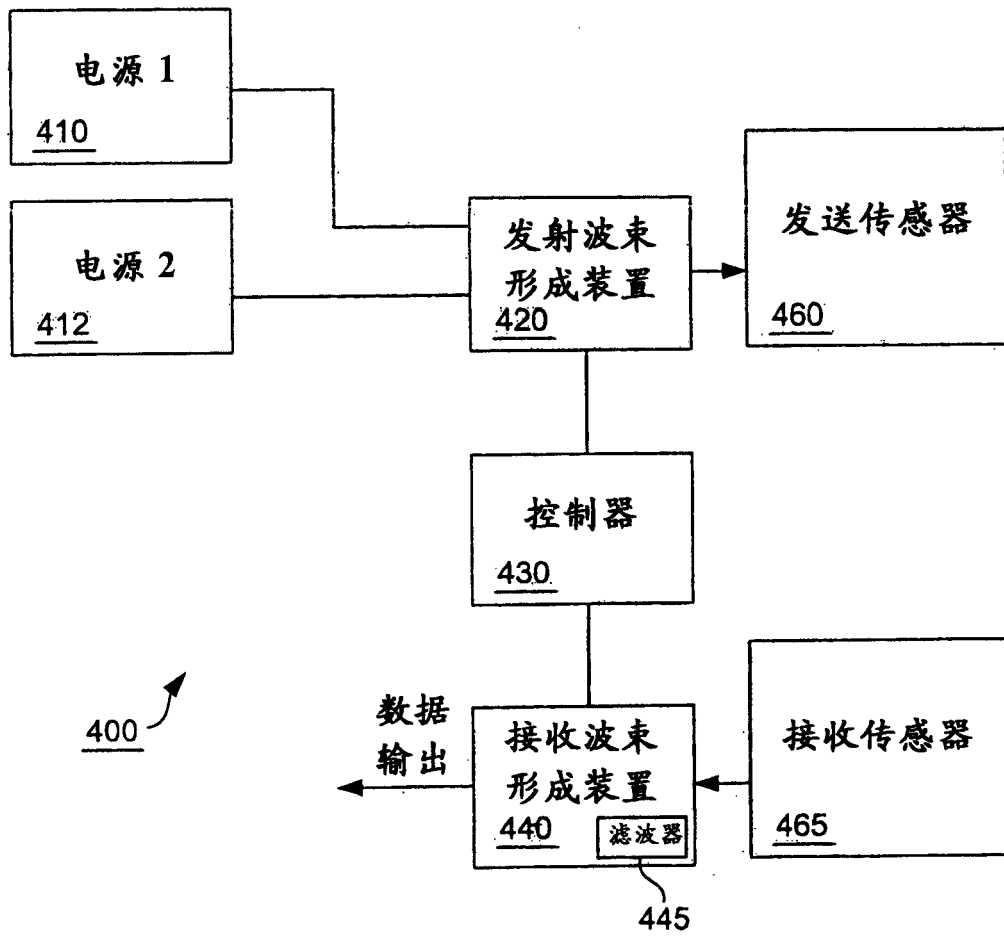


图 4

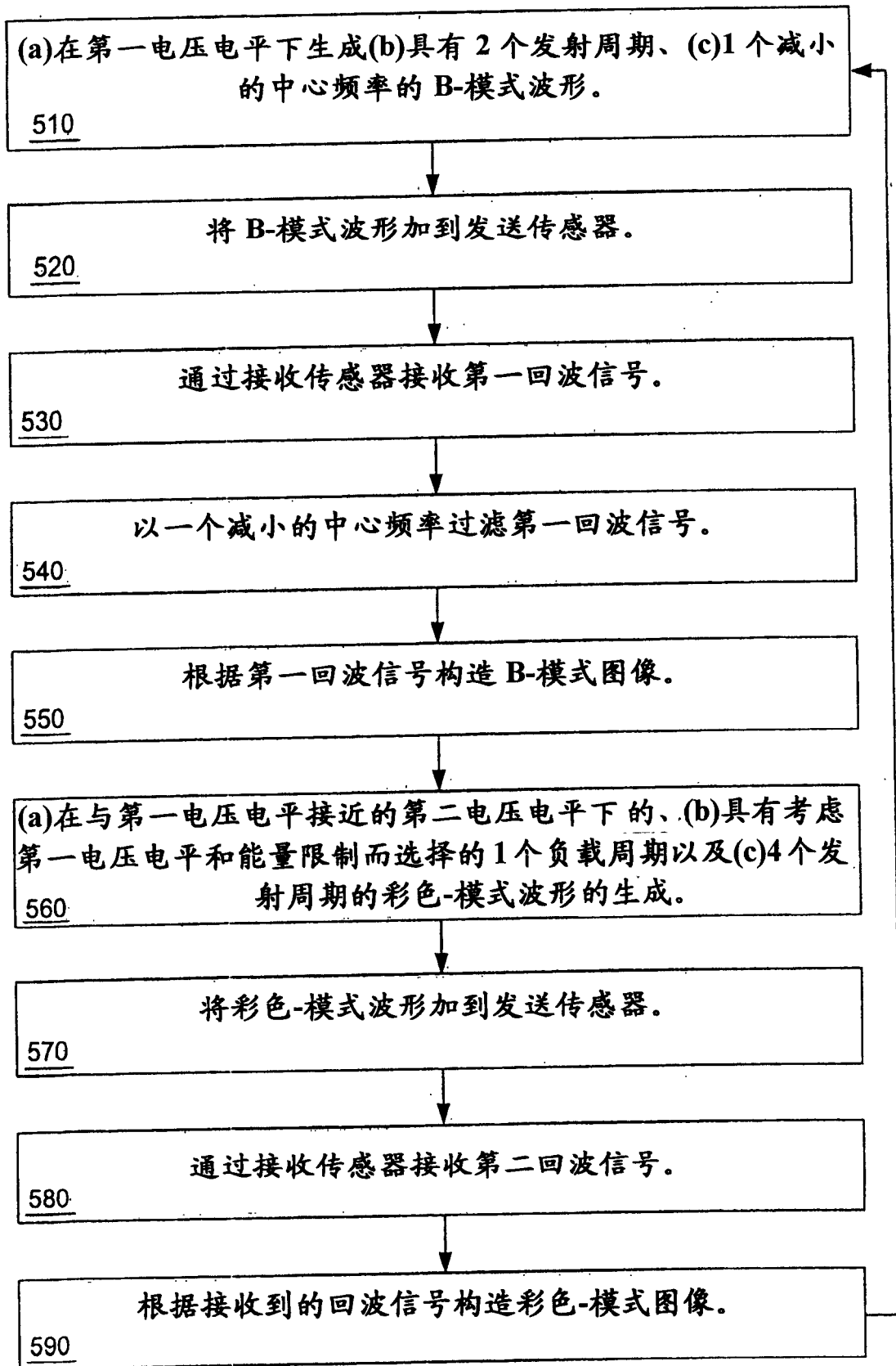


图 5

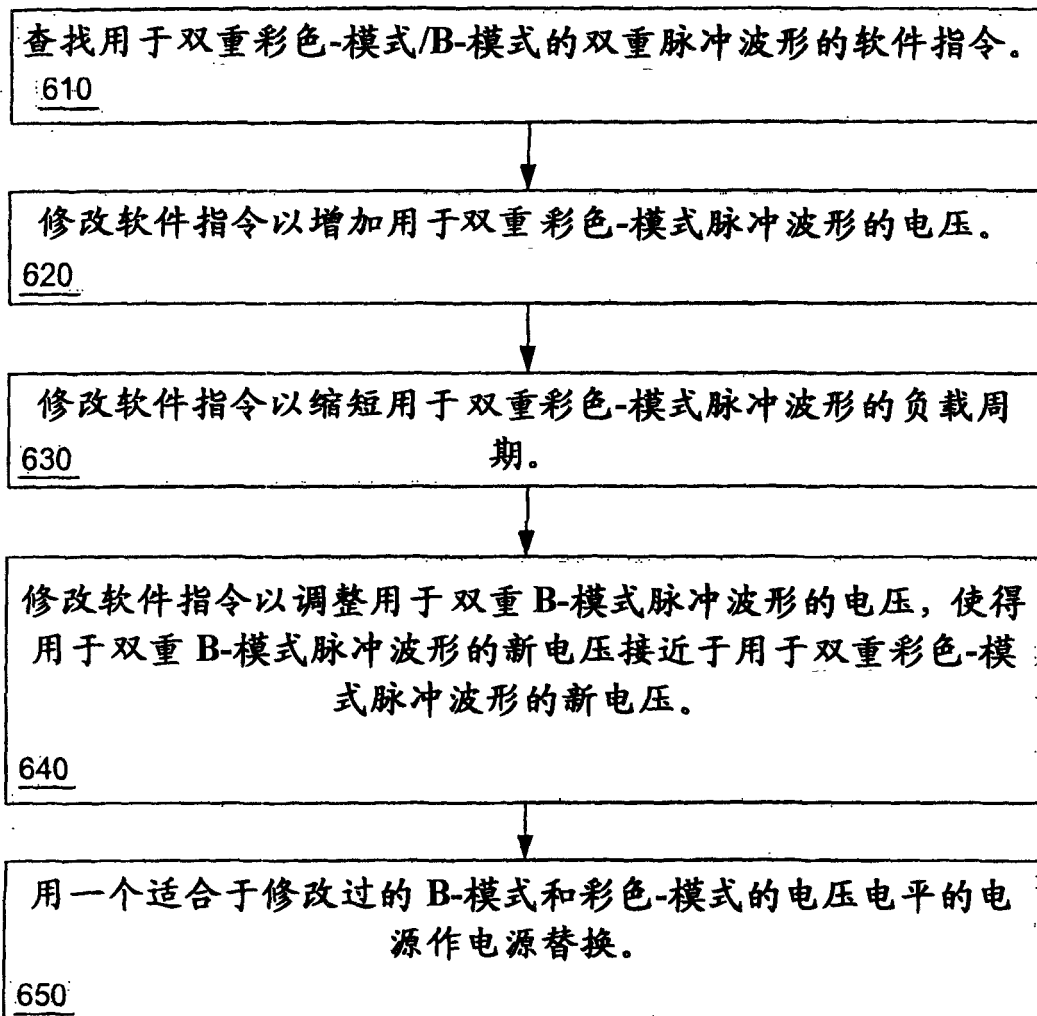


图 6

专利名称(译)	双重或三重模式超声波系统的图像质量补偿		
公开(公告)号	CN1682664A	公开(公告)日	2005-10-19
申请号	CN200510065731.5	申请日	2005-04-06
[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	JR 克莱珀 H 王		
发明人	J·R·克莱珀 H·王		
IPC分类号	A61B8/00 A61B8/02 A61B8/06 A61B8/08 A61B8/14 G01S7/52 G01S15/89		
CPC分类号	A61B8/4416 G01S15/8979 A61B8/14 A61B8/08 A61B8/06 A61B8/13 A61B8/488 G01S7/52074 A61B8/00 G01S7/52046 G01S7/52025 A61B8/56		
代理人(译)	杨凯		
优先权	10/820106 2004-04-06 US		
其他公开文献	CN1682664B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

超声波成像的双重操作使用单个固定的电压电平。利用一个功率电平既可实现B - 模式成像又可实现彩色 - 模式成像，该功率电平可低于单一模式下B - 模式成像使用的功率电平，高于单一模式下彩色 - 模式成像使用的功率电平。彩色 - 模式脉冲的负载周期可被缩短。为了增强图像质量，可增加B - 模式脉冲波形中的周期数目。为了增强图像质量，可减小B - 模式脉冲波形的中心频率，并对接收到的B - 模式脉冲的动态过滤进行适当修改。

