



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108056791 A

(43)申请公布日 2018.05.22

(21)申请号 201711068437.9

(22)申请日 2017.11.03

(30)优先权数据

2016-218211 2016.11.08 JP

(71)申请人 柯尼卡美能达株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 赤羽睦弘 中村恭大 木村洋介

长田和也

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 张丽

(51)Int.Cl.

A61B 8/06(2006.01)

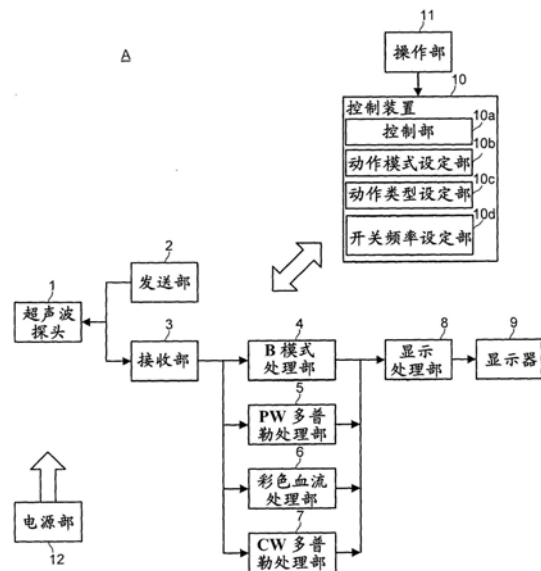
权利要求书2页 说明书12页 附图14页

(54)发明名称

超声波诊断装置的控制装置以及控制方法

(57)摘要

提供能够抑制开关噪声混入到多普勒偏移频率的检测结果的超声波诊断装置的控制装置、具备控制装置的超声波诊断装置以及控制方法。超声波诊断装置的控制装置(10)具备:动作模式设定部(10b),从发送的超声波脉冲的脉冲波形不同的多个动作模式中,至少设定第一动作模式及第二动作模式作为在画面内同时显示观测结果的对象;动作类型设定部(10c),设定动作类型,该动作类型规定所述第一动作模式及第二动作模式各自的超声波脉冲的发送定时;以及开关频率设定部(10d),以使驱动开关电源(12)时的开关信号的基频及高次谐波不包含于根据所述第一动作模式及第二动作模式和所述动作类型确定的多普勒观测频带的方式,设定所述开关信号的开关频率。



1. 一种控制装置,是超声波诊断装置的控制装置,所述超声波诊断装置构成为具有生成动作电压的开关电源,能够按照脉冲状反复发送超声波,根据从被检体内反射的超声波回波来检测多普勒偏移频率,所述控制装置具备:

动作模式设定部,从发送的超声波脉冲的脉冲波形不同的多个动作模式中,至少设定第一动作模式及第二动作模式作为在画面内同时显示观测结果的对象;

动作类型设定部,设定动作类型,该动作类型规定所述第一动作模式及第二动作模式各自的超声波脉冲的发送定时;以及

开关频率设定部,以使驱动所述开关电源时的开关信号的基频及高次谐波不包含于根据所述第一动作模式及第二动作模式和所述动作类型确定的多普勒观测频带的方式,设定所述开关信号的开关频率。

2. 根据权利要求1所述的控制装置,其中,

所述多个动作模式至少包括脉冲多普勒模式、B模式以及彩色血流模式,

所述第一动作模式及第二动作模式至少包括脉冲多普勒模式和B模式的组合。

3. 根据权利要求2所述的控制装置,其中,

所述多个动作类型至少包括第一动作类型和第二动作类型,该第一动作类型仅连续发送与所述脉冲多普勒模式相关的超声波脉冲,该第二动作类型以间隔有与其它动作模式相关的超声波脉冲的发送的方式发送与所述脉冲多普勒模式相关的超声波脉冲。

4. 根据权利要求2或者3所述的控制装置,其中,

所述开关频率设定部基于发送所述超声波脉冲的发送频率和根据采样门深度及所述动作类型确定的脉冲多普勒模式的脉冲反复频率的最大值,以至少满足下述的式(1)以及(2)的方式设定所述开关频率,

$$n * F_{sw} \leq F_{ref} - (1/2) F_{prfm} \cdots \text{式(1)}$$

$$F_{ref} + (1/2) F_{prfm} \leq (n+1) * F_{sw} \cdots \text{式(2)}$$

其中,n表示正整数,F_{ref}表示超声波脉冲的发送频率,F_{sw}表示开关频率,F_{prfm}表示根据采样门深度以及动作类型确定的脉冲反复频率的最大值。

5. 根据权利要求2或者3所述的控制装置,其中,

所述开关频率设定部基于发送所述超声波脉冲的发送频率和根据采样门深度及所述动作类型确定的脉冲多普勒模式的脉冲反复频率的最大值,以至少满足下述的式(3)以及(4)的方式设定所述开关频率,

$$n * F_{sw} \leq F_{ref} - (1/2) F_{prfm} * k_m \cdots \text{式(3)}$$

$$F_{ref} + (1/2) F_{prfm} * k_m \leq (n+1) * F_{sw} \cdots \text{式(4)}$$

其中,n表示正整数,F_{ref}表示超声波脉冲的发送频率,F_{sw}表示开关频率,F_{prfm}表示根据采样门深度以及动作类型确定的脉冲反复频率的最大值,k_m表示裕度系数(1~10)。

6. 根据权利要求1至5中的任意一项所述的控制装置,其中,

所述开关电源是开关驱动方式的DC-DC转换器。

7. 根据权利要求1至6中的任意一项所述的控制装置,其中,

所述开关信号的高次谐波是所述开关频率的第二次至第五次的高次谐波。

8. 一种超声波诊断装置,具有权利要求1至7中的任意一项所记载的控制装置。

9. 一种控制方法,是超声波诊断装置的控制方法,所述超声波诊断装置构成为具有生

成动作电压的开关电源,能够按照脉冲状反复发送超声波,根据从被检体内反射的超声波回波来检测多普勒偏移频率,所述控制方法具备:

从发送的超声波脉冲的脉冲波形不同的多个动作模式中,至少设定第一动作模式及第二动作模式作为在画面内同时显示观测结果的对象;

设定动作类型,该动作类型规定所述第一动作模式及第二动作模式各自的超声波脉冲的发送定时;以及

以使驱动所述开关电源时的开关信号的基频及高次谐波不包含于根据所述第一动作模式及第二动作模式和所述动作类型确定的多普勒观测频带的方式,设定开关频率。

10. 根据权利要求9所述的控制方法,其中,

所述多个动作模式至少包括脉冲多普勒模式、B模式以及彩色血流模式,

所述第一动作模式及第二动作模式至少包括脉冲多普勒模式和B模式的组合。

11. 根据权利要求10所述的控制方法,其中,

所述多个动作类型至少包括第一动作类型和第二动作类型,该第一动作类型仅连续发送与所述脉冲多普勒模式相关的超声波脉冲,该第二动作类型以间隔有与其它动作模式相关的超声波脉冲的发送的方式发送与所述脉冲多普勒模式相关的超声波脉冲。

12. 根据权利要求10或者11所述的控制方法,其中,

所述开关频率设定部基于发送所述超声波脉冲的发送频率和根据采样门深度及所述动作类型确定的脉冲多普勒模式的脉冲反复频率的最大值,以至少满足下述的式(1)以及(2)的方式设定所述开关频率,

$$n * F_{sw} \leq F_{ref} - (1/2) F_{prfm} \cdots \text{式(1)}$$

$$F_{ref} + (1/2) F_{prfm} \leq (n+1) * F_{sw} \cdots \text{式(2)}$$

其中,n表示正整数,Fref表示超声波脉冲的发送频率,Fsw表示开关频率,Fprfm表示根据采样门深度以及动作类型确定的脉冲反复频率的最大值。

13. 根据权利要求10或者11所述的控制方法,其中,

所述开关频率设定部基于发送所述超声波脉冲的发送频率和根据采样门深度及所述动作类型确定的脉冲多普勒模式的脉冲反复频率的最大值,以至少满足下述的式(3)以及(4)的方式设定所述开关频率,

$$n * F_{sw} \leq F_{ref} - (1/2) F_{prfm} * k_m \cdots \text{式(3)}$$

$$F_{ref} + (1/2) F_{prfm} * k_m \leq (n+1) * F_{sw} \cdots \text{式(4)}$$

其中,n表示正整数,Fref表示超声波脉冲的发送频率,Fsw表示开关频率,Fprfm表示根据采样门深度以及动作类型确定的脉冲反复频率的最大值,km表示裕度系数(1~10)。

14. 根据权利要求9至13中的任意一项所述的控制方法,其中,

所述开关电源是开关驱动方式的DC-DC转换器。

15. 根据权利要求9至14中的任意一项所述的控制方法,其中,

所述开关信号的高次谐波是所述开关频率的第二次至第五次的高次谐波。

超声波诊断装置的控制装置以及控制方法

技术领域

[0001] 本公开涉及超声波诊断装置的控制装置以及控制方法。

背景技术

[0002] 作为超声波诊断装置的电源生成设备,一般使用小型且变换效率高的开关驱动方式的DC-DC转换器。但是,已知开关驱动方式的DC-DC转换器使开关元件以几百kHz~几MHz进行开关来生成动作电压,所以在开关频率及其高次谐波的频率中产生电磁噪声、传导噪声(以下还称为“开关噪声”)。

[0003] 已知在超声波诊断装置中,特别是在通过脉冲多普勒(以下称为“PW多普勒”)方法检测血流速度图案等时,上述开关噪声重叠于观测多普勒偏移频率的频带。其结果是可能会在显示血流速度图案等的画面内表现出开关噪声而妨碍正确的诊断。

[0004] 在专利文献1中,为了防止在画面上表现出该开关噪声,提出了将开关电源的开关频率控制为脉冲反复频率的整数倍的方法。

[0005] 另外,在专利文献2中,提出了以使开关信号的基频及其高次谐波不包含于观测多普勒偏移频率的频带的方式控制开关频率的方法。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献1:日本特开平5-130992号公报

[0008] 专利文献2:日本特开2007-029198号公报

发明内容

[0009] 然而,发送超声波脉冲时的脉冲反复频率根据检测血流速度图案等时的流速范围(观测多普勒偏移频率的范围)而存在几十种。因此,难以如专利文献1的现有技术那样以相对所有脉冲反复频率而为其脉冲反复频率的整数倍的方式设定开关电源的开关频率。

[0010] 另外,在想要扩大在检测血流速度图案等时的流速范围等情况下,还有时难以如专利文献2的现有技术那样以回避包含开关噪声的所有频带的方式设定开关频率。

[0011] 特别是近年来,能够通过切换超声波脉冲的发送定时来复合地执行多个动作模式(以下称为“复合动作模式”),期望考虑上述动作模式的执行方案来设定更适合的开关频率。

[0012] 本发明的目的在于提供一种特别是在复合动作模式中能够抑制开关噪声混入到多普勒偏移频率的检测结果的超声波诊断装置的控制装置以及控制方法。

[0013] 为了实现上述目的中的至少一个,提供反映本发明的一个方面的超声波诊断装置的控制装置,

[0014] 该超声波诊断装置构成为具有生成动作电压的开关电源,能够按照脉冲状反复发送超声波,根据从被检体内反射的超声波回波来检测多普勒偏移频率,该控制装置具备:

[0015] 动作模式设定部,从发送的超声波脉冲的脉冲波形不同的多个动作模式中,至少设定第一动作模式及第二动作模式作为在画面内同时显示观测结果的对象;

[0016] 动作类型设定部,设定动作类型,该动作类型规定所述第一动作模式及第二动作模式各自的超声波脉冲的发送定时;以及

[0017] 开关频率设定部,以使驱动所述开关电源时的开关信号的基频及高次谐波不包含于根据所述第一动作模式及第二动作模式和所述动作类型确定的多普勒观测频带的方式,设定所述开关信号的开关频率。

[0018] 另外,为了实现上述目的中的至少一个,提供反映本发明的一个方面的超声波诊断装置的控制方法,

[0019] 该超声波诊断装置构成为具有生成动作电压的开关电源,能够按照脉冲状反复发送超声波,根据从被检体内反射的超声波回波来检测多普勒偏移频率,该控制方法具备:

[0020] 从发送的超声波脉冲的脉冲波形不同的多个动作模式中,至少设定第一动作模式及第二动作模式作为在画面内同时显示观测结果的对象的处理;

[0021] 对规定所述第一动作模式及第二动作模式各自的超声波脉冲的发送定时的动作类型进行设定的处理;以及

[0022] 以使驱动所述开关电源时的开关信号的基频及高次谐波不包含于根据所述第一动作模式及第二动作模式和所述动作类型确定的多普勒观测频带的方式设定所述开关信号的开关频率的处理。

[0023] 根据本公开,能够抑制从开关电源产生的开关噪声混入到多普勒偏移频率的检测结果。

附图说明

[0024] 图1是示出实施方式的超声波诊断装置的信号处理路径的整体结构的一个例子的图。

[0025] 图2是示出实施方式的超声波诊断装置的PW多普勒处理部的结构的一个例子的图。

[0026] 图3A是示出超声波诊断装置的电源部的结构的一个例子的图。

[0027] 图3B是示出超声波诊断装置的电源部的结构的一个例子的图。

[0028] 图4A是示出在复合动作模式下生成的画面的一个例子的图。

[0029] 图4B是示出在复合动作模式下生成的画面的一个例子的图。

[0030] 图5A是说明复合动作模式中的动作类型的图。

[0031] 图5B是说明复合动作模式中的动作类型的图。

[0032] 图5C是说明复合动作模式中的动作类型的图。

[0033] 图6A是说明复合动作模式中的动作类型的图。

[0034] 图6B是说明复合动作模式中的动作类型的图。

[0035] 图7是说明PW多普勒模式中的多普勒观测频带和开关频率的关系的图。

[0036] 图8是说明PW多普勒模式中的多普勒观测频带和开关频率的关系的图。

[0037] 图9是示出在频谱图像表现出开关噪声的显示画面的一个例子的图。

[0038] 图10是示出确定开关频率时的控制装置的动作的一个例子的流程图。

[0039] 图11是示出确定开关频率时的控制装置的动作的一个例子的流程图。

[0040] 图12是示出确定开关频率时的控制装置的动作的一个例子的流程图。

[0041] 图13是示出实施方式的超声波诊断装置的控制装置的硬件结构的一个例子的图。

[0042] (符号说明)

[0043] 1:超声波探头;2:发送部;3:接收部;4:B模式处理部;5:PW多普勒处理部;6:彩色血流处理;7:CW多普勒处理部;8:显示处理部;9:显示器;10:控制装置;11:操作部;12:电源部。

具体实施方式

[0044] (超声波诊断装置的结构)

[0045] 以下,参照图1、图2、图3A、图3B,说明本发明的一个实施方式的超声波诊断装置A的结构。

[0046] 图1是示出本实施方式的超声波诊断装置A的信号处理路径的整体结构的一个例子的图。图2是示出本实施方式的超声波诊断装置A的PW多普勒处理部5的结构的一个例子的图。图3A、图3B是示出超声波诊断装置A的电源部12的结构的一个例子的图。

[0047] 本实施方式的超声波诊断装置A构成为包括超声波探头1、发送部2、接收部3、B模式处理部4、PW(Pulse Wave,脉冲波)多普勒处理部5、彩色血流处理部6、CW(Continuous Wave,连续波)多普勒处理部7、显示处理部8、显示器9、控制装置10、操作部11以及电源部12。此外,在本实施方式中,电源部12与上述“开关电源”相当。

[0048] 超声波探头1将由发送部2发生的电脉冲变换为超声波脉冲并发送到被检体内,接收在被检体内反射的超声波回波,变换为电信号并输出到接收部3。超声波探头1例如构成为包括配置为一维或者二维状的多个振子(压电元件)、和用于单独或者以块为单位(以下称为“通道”)对该多个振子的驱动状态的接通断开进行切换控制的通道切换部(选择器)。

[0049] 此外,超声波探头1在B模式、彩色血流模式下生成二维数据时,依次驱动(扫描)多个通道中的成为驱动对象的通道,从而按照沿着扫描方向的顺序对被检体内部发送超声波脉冲。

[0050] 发送部2是对超声波探头1发送作为驱动信号的电压脉冲的发送器。发送部2例如构成为包括高频脉冲振荡器、脉冲设定部等。发送部2按由脉冲设定部设定的电压振幅、脉冲宽度以及定时调整由高频脉冲振荡器生成的电压脉冲,针对超声波探头1的每个通道发送。

[0051] 发送部2针对超声波探头1的多个通道的各个通道具有脉冲设定部,能够针对多个通道的每个通道设定电压脉冲的电压振幅、脉冲宽度以及定时。例如,发送部2通过对多个通道设定适合的延迟时间来变更作为目标的深度或者使不同脉冲波形发生(例如在B模式中发送1波的脉冲、在PW多普勒模式中发送4波的脉冲)。

[0052] 接收部3是对由超声波探头1生成的与超声波回波相关的电信号进行接收处理的超声波接收器。接收部3构成为包括每个通道的前置放大器、每个通道的AD变换部、接收波束形成器以及处理系统切换部。

[0053] 接收部3的前置放大器对微弱的与超声波回波相关的电信号进行放大。AD变换部将放大后的电信号变换为数字信号。接收波束形成器通过对各通道的接收信号进行相位调整加法而将多个通道的信号集中为一个,生成由后级的处理部处理的对象的信号(称为“接收信号”)。

[0054] 接收部3的处理系统切换部对发送由接收波束形成器生成的接收信号的目的地进行切换控制,根据执行的动作模式输出到B模式处理部4、PW多普勒处理部5、彩色血流处理部6或者CW多普勒处理部7的某一个。

[0055] B模式处理部4在B模式动作时从接收部3获取接收信号,生成作为被检体内部的断层图像的B模式图像(参照图4A、图4B)。

[0056] B模式处理部4例如在超声波探头1向深度方向发送了脉冲状的超声波时,将此后检测的超声波回波的信号强度(Intensity)在时间上的变化积蓄到线存储器。B模式处理部4与来自超声波探头1的超声波脉冲被扫描对应地,将各扫描位置处的超声波回波的信号强度在时间上的变化依次积蓄到线存储器,生成以帧为单位的二维数据。然后,B模式处理部4通过将在被检体内部的各位置处检测的超声波回波的信号强度变换为亮度值,生成B模式图像。

[0057] B模式处理部4例如构成为包括包络线检波电路、动态滤波器以及对数压缩电路。包络线检波电路对接收信号进行包络线检波来检测信号强度。对数压缩电路对由包络线检波电路检测出的接收信号的信号强度进行对数压缩。动态滤波器是使频率特性根据深度而变化的带通滤波器,根据生物体的超声波频率衰减检测回波信号来去掉无回波信号的接收信号,从而去除噪声分量。

[0058] PW多普勒处理部5在PW多普勒模式动作时从接收部3获取接收信号,生成来自具有血流、活动的机体组织的超声波回波的多普勒偏移频率的频谱图像(以下还称为“血流速度图案”)(参照图2、图4A、图4B)。

[0059] PW多普勒处理部5例如反复发送脉冲状的超声波脉冲,与该超声波脉冲的脉冲反复频率同步地对与超声波回波相关的接收信号进行采样。换言之,PW多普勒处理部5依照脉冲反复频率以一定间隔发送接收超声波脉冲,根据来自相同采样门深度(表示深度方向上的观测对象的位置。下同)的第n个超声波回波和第n+1个超声波回波的相位差来推测多普勒偏移频率。

[0060] PW多普勒处理部5例如构成为包括带通滤波器5a、正交检波部5b、低通滤波器5c、距离门5d、积分电路5e、室壁运动滤波器5f以及FFT解析部5g。带通滤波器5a去除不必要的频率分量。正交检波部5b针对接收信号,混合与发送的超声波脉冲同相的参照信号以及相位与发送的超声波脉冲相差 $\pi/2$ 的参照信号,来生成正交检波信号。低通滤波器5c去除正交检波信号的高频分量,生成与多普勒偏移频率相关的接收信号。距离门5d仅获取来自采样门深度的超声波回波。积分电路5e对由距离门5d获取到的接收信号进行积分。室壁运动滤波器5f进行去除低频而去除杂波分量(来自组织的超声波回波)的处理。FFT解析部5g对这样获取到的接收信号的多普勒偏移频率分量进行频率解析。

[0061] 彩色血流处理部6在彩色血流模式动作时从接收部3获取接收信号,生成表示具有血流、活动的机体组织等的速度(Velocity)、能量(Power)、速度的湍流值(Turbulence)的彩色血流图像(参照图4B)。彩色血流处理部6与PW多普勒处理部5同样地,例如对连续发送的脉冲状的超声波的来自相同深度位置的超声波回波进行检测。然后,彩色血流处理部6通过基于自相关处理的解析来检测多普勒偏移频率分量。彩色血流处理部6通过颜色空间矢量表示根据来自血流等的超声波回波的多普勒偏移频率换算的血流等的速度(Velocity)、能量(Power)、速度的湍流值(Turbulence),从而生成彩色血流图像。

[0062] 彩色血流处理部6例如构成为包括MTI滤波器、正交检波电路以及自相关运算部(未图示)。MTI(Moving Target Indication,动目标显示)滤波器进行从接收信号去除来自静止的组织的杂波分量(来自组织的超声波回波)的处理。正交检波电路针对接收信号,混合与发送超声波同相的参照信号以及相位与发送超声波相差 $\pi/2$ 的参照信号来生成正交检波信号。自相关运算部对连续发送的超声波脉冲的来自相同深度位置的超声波回波的正交检波信号进行自相关运算,计算血流的速度、能量以及湍流等。

[0063] CW多普勒处理部7在CW多普勒模式动作时工作,从接收部3获取接收信号,与PW多普勒处理部5同样地生成多普勒偏移频率的频谱图像。CW多普勒模式与PW多普勒模式不同,在CW多普勒模式中发送固定频率的连续波,根据与该连续波相关的超声波回波来计算多普勒偏移频率分量。CW多普勒处理部7例如构成为包括带通滤波器、正交检波部、低通滤波器以及FFT解析部。

[0064] 显示处理部8从B模式处理部4、PW多普勒处理部5、彩色血流处理部6以及CW多普勒处理部7被输入与B模式图像、频谱图像以及彩色血流图像等相关的图像数据,对该图像数据实施坐标变换处理、数据插值处理等预定的图像处理,输出到显示器9。

[0065] 显示器9是显示从显示处理部8输出的图像数据的监视器。

[0066] 此外,B模式处理部4、PW多普勒处理部5、彩色血流处理部6、CW多普勒处理部7、显示处理部8例如通过由DSP(Digital Signal Processor,数字信号处理器)等构成的数字运算电路实现。其中,他们的结构能够实现各种变形,例如其一部分或者全部既可以通过硬件电路实现,也可以通过依照程序的运算处理实现。

[0067] 控制装置10与超声波探头1、发送部2、接收部3、B模式处理部4、PW多普勒处理部5、彩色血流处理部6、CW多普勒处理部7、显示处理部8、显示器9、操作部11、电源部12等进行控制信号的发送接收,对它们进行总体控制。此外,控制装置10例如构成为包括CPU(Central Processing Unit,中央处理单元)、HDD(Hard Disk Drive,硬盘驱动器)、SSD(Solid State Drive,固态硬盘)、RAM(Random Access Memory,随机存取存储器)等。

[0068] 控制装置10具备控制部10a、动作模式设定部10b、动作类型设定部10c以及开关频率设定部10d。

[0069] 控制部10a使超声波探头1、发送部2、接收部3、B模式处理部4、PW多普勒处理部5、彩色血流处理部6、CW多普勒处理部7等动作。本实施方式的控制部10a依照由动作模式设定部10b设定的动作模式(B模式、PW多普勒模式等)以及由动作类型设定部10c设定的动作类型(独立类型、连动类型等),使超声波探头1、发送部2、接收部3、B模式处理部4、PW多普勒处理部5、彩色血流处理部6、CW多普勒处理部7等动作。

[0070] 动作模式设定部10b从B模式、彩色血流模式、PW多普勒模式以及CW多普勒模式中设定执行的动作模式,使控制部10a执行与该模式对应的控制。本实施方式的动作模式设定部10b从这些多个动作模式中设定在显示器9的画面内同时显示观测结果的对象的多个动作模式(参照图4A、图4B以后叙述)。

[0071] 在执行多个动作模式的情况下,动作类型设定部10c设定规定各个动作模式的发送定时的动作类型(参照图5A、图5B、图5C、图6A、图6B以后叙述)。

[0072] 开关频率设定部10d设定驱动电源部12(DC-DC转换器)的开关信号的开关频率。本实施方式的开关频率设定部10d以使开关频率的正整数倍的频率不包含于观测根据上述动

作类型确定的多普勒偏移频率的频带(以下称为“多普勒观测频带”)的方式设定开关频率(参照图10、图11、图12以后叙述)。

[0073] 图13是示出本实施方式的控制装置10的硬件结构的一个例子的图。

[0074] 控制装置10是具备CPU101、ROM102、RAM103、外部存储装置(例如闪存存储器)104以及通信接口105等作为主要组件的计算机。

[0075] 此外,例如通过CPU参照在HDD、SSD、RAM等中存储的控制程序、各种数据来实现上述各功能。但是,该功能不限于利用软件的处理,其一部分或者全部也可以通过专用的硬件电路实现。

[0076] 操作部11是用于操作者进行输入操作的用户接口,例如由按压按钮开关、键盘、鼠标、触摸面板等构成。操作部11将操作者进行的输入操作变换为操作信号,输入到控制装置10。能够通过操作部11例如设定在PW多普勒模式中检测血流速度图案的采样门深度。

[0077] 电源部12生成用于使上述各结构动作的直流的电源电压,对它们供给电力。本实施方式的电源部12使用构成为开关频率可变的开关驱动方式的DC-DC转换器。但是,电源部12只要是开关驱动方式的DC-DC转换器,则能够使用半桥形式、斩波器形式等任意电路方式的DC-DC转换器。开关元件的驱动方式也可以是PWM(Pulse Width Modulation:脉冲宽度调制)驱动、PFM(Pulse Frequency Modulation:脉冲频率调制)驱动中的任意驱动方式。此外,由于DC-DC转换器是公知的结构,所以省略此处的详细说明。

[0078] 此外,例如通过反馈控制来控制对开关元件进行接通断开时的占空比,由此将从DC-DC转换器输出的电压调整为预定值(PWM驱动方式的情况)。在该情况下,开关频率例如被设定为控制占空比时的开关信号的频率。

[0079] 本实施方式的电源部12按照图3A、图3B所示的结构,构成为使开关频率依照来自控制装置10的控制信号而可变。

[0080] 图3A是示出与外部时钟同步的结构的DC-DC转换器的图。

[0081] 在图3A中,DC-DC转换器12c~12f分别构成为根据来自时钟生成部12b的时钟信号使开关元件进行接通断开动作,将从AC-DC变换部12a供给的直流电力的电压变换并输出。此时,使开关频率例如根据控制装置10在时钟生成部12b的频率设定寄存器中设定的值而可变。此外,DC-DC转换器12c~12f分别是为了生成不同输出电压而设置的。

[0082] 图3B是示出内置有振荡器的结构的DC-DC转换器的图。

[0083] 在图3B中,DC-DC转换器12g、12h分别构成为根据内置的振荡器的时钟信号使开关元件进行接通断开动作,将供给的直流电力的电压变换并输出。此时,例如通过控制装置10切换开关电路12i、12j的开闭状态,切换与内置的振荡器连接的外部电阻12k、12l,由此控制开关频率。

[0084] (超声波诊断装置的动作模式和动作类型)

[0085] 以下,参照图4A~图4B、图5A~图5C、图6A~图6B,说明超声波诊断装置A的动作模式和动作类型。

[0086] 在本实施方式的超声波诊断装置A中,作为动作模式,具有B模式、彩色血流模式、PW多普勒模式以及CW多普勒模式。另外,超声波诊断装置A(控制部10a)按照与该动作模式对应的方案使发送部2发送超声波脉冲并且使接收部3接收超声波回波,在B模式处理部4、PW多普勒处理部5、彩色血流处理部6、CW多普勒处理部7中的与该动作模式对应的处理部中

处理接收信号。

[0087] 发送的超声波的脉冲波形针对执行的每个动作模式而不同,按照某一个动作模式而执行。其中,在“复合动作模式”中,构成为能够通过使与各个动作模式相关的超声波脉冲的发送定时不同而在显示器9中同时显示在多个动作模式中生成的图像(观测结果)。

[0088] 图4A是示出在复合动作模式中执行B模式、PW多普勒模式这两个动作模式的情况下生成的画面的一个例子的图。图4B是示出在复合动作模式中执行B模式、PW多普勒模式、彩色血流模式这三个动作模式的情况下生成的画面的一个例子的图。

[0089] 在图4A、图4B中,R1区域显示在B模式下生成的B模式图像,R2区域显示在PW多普勒模式下生成的频谱图像。另外,在图4B中示出如下状态:除了显示B模式图像、频谱图像以外,还在重叠于R1区域的R3区域显示通过彩色血流模式生成的彩色血流图像。

[0090] 在图4A、图4B中,通过使各个动作模式的发送定时不同,同时显示多个动作模式的图像。

[0091] 此外,在图4A、图4B中,B模式图像(R1区域)的纵轴与深度方向对应,横轴与扫描方向对应。另外,频谱图像(R2区域)的纵轴与血流速度(纵轴中央线表示速度为0的位置)对应,横轴与时间对应。

[0092] 彩色血流图像(R3区域)是用颜色空间RGB表现B模式图像的对应的位置的血流速度的图像。在彩色血流图像中,以朝向超声波探头1的速度越快,则使R分量的亮度值越大的方式表示,相反地,以远离超声波探头1的速度越快,则使B分量的亮度值越大的方式表示。

[0093] 在如上所述在复合动作模式中执行多个动作模式的情况下,超声波诊断装置A的动作类型设定部10c对规定与各个动作模式相关的超声波脉冲的发送定时的动作类型进行设定。

[0094] 例如在复合动作模式中执行PW多普勒模式和B模式的情况下,动作类型设定部10c从独立类型、连动类型、MSE类型中将某一个设定为动作类型,其中在独立类型中仅将与PW多普勒模式相关的超声波脉冲连续地发送(更新),在连动类型中以间隔有与B模式相关的超声波脉冲的发送的方式发送与PW多普勒模式相关的超声波脉冲(例如交替执行与B模式相关的超声波脉冲和与PW多普勒模式相关的超声波脉冲的发送),在MSE类型中在一边连续地发送与PW多普勒模式相关的超声波脉冲一边发送与B模式相关的超声波脉冲时通过线性预测等对PW多普勒模式的数据进行数据插值。此外,作为动作类型的类别,还根据在发送与PW多普勒模式相关的第n次的超声波脉冲和第n+1次的超声波脉冲的期间发送与B模式相关的超声波脉冲的次数而分成多个种类。

[0095] 图5A~图5C是说明在复合动作模式中执行图4A所示的PW多普勒模式和B模式这两个模式时的动作类型的图。

[0096] 图5A是说明以独立类型执行PW多普勒模式的方案的图。图5B是说明以连动类型执行PW多普勒模式和B模式的方案的图。图5C是说明以MSE类型执行PW多普勒模式和B模式的方案的图。

[0097] 图5A~图5C中的图形表示附加于时间轴(横轴)上的箭头的模式的发送定时。图中的箭头PW表示PW多普勒模式的发送定时,箭头B表示B模式的发送定时。此外,此处所称的“发送定时”表示将与对应的模式相应的脉冲状的超声波发送一次的定时。

[0098] 在图5A的动作类型(独立类型)中,仅将PW多普勒模式连续地执行。因此,按照箭头

彼此的间隔来反复执行PW多普勒模式。换言之,箭头彼此的间隔为PW多普勒模式的脉冲反复频率。

[0099] 此时,例如在开始PW多普勒模式之前执行B模式。将由此生成的B模式图像在存储部中保持为静止图像数据,在显示器9中显示为静止图像。

[0100] 在图5B的动作类型(连动类型)中,交替执行PW多普勒模式和B模式。在该情况下,每当执行对应的模式时更新B模式图像和PW多普勒模式的频谱图像,在显示器9中B模式图像也显示为动态图像。

[0101] 此外,为了在PW多普勒模式中计算频谱,需要针对相同深度位置(采样门深度)多次发送接收脉冲状的超声波。因此,在以连动类型动作的情况下的PW多普勒模式的脉冲反复频率为夹有B模式的执行的PW多普勒模式彼此的间隔(图5B中的箭头PW彼此的间隔)。

[0102] 在图5C的动作类型(MSE类型)中,以间隔有B模式的执行的方式连续地执行PW多普勒模式。但是,在该情况下,执行B模式的定时下的接收信号在PW多普勒模式下进行频率解析时通过线性预测等而被插值。因此,能够将PW多普勒模式的脉冲反复频率与图5A同样地设定为高的值。

[0103] 根据观测对象等而灵活使用上述动作类型。

[0104] 在图5A的独立类型中,作为优点,例如能够在PW多普勒模式中将流速范围自由地设定至广域、由于在PW多普勒模式中计算频谱时的采样数多而能够高精度地计算频谱。但是,在该独立类型中,不更新B模式图像,所以即使PW多普勒的观察位置(采样门深度以及超声波脉冲的发送方向)发生偏移也无法进行确认及校正。

[0105] 此外,PW多普勒模式中的血流速度的检测结果根据超声波脉冲的发送方向和血流的方向所成的角度而包含误差,所以一般在PW多普勒模式中,根据在B模式中得到的数据来进行血流速度图案的校正。

[0106] 另一方面,图5B的连动类型与独立类型为相反的关系,B模式图像被实时地更新,所以作为优点,例如能够实时地确认及校正PW多普勒的观察位置(采样门深度以及超声波脉冲的发送方向)。但是,在该连动类型中,由于根据B模式的执行所需的期间来确定脉冲反复频率的最大值,所以PW多普勒模式的流速范围变为窄域。另外,在PW多普勒模式中计算频谱时的采样数变少,所以频谱的精度降低。

[0107] 此外,图5C的MSE类型虽然能够弥补独立类型和连动类型这双方,但在谱波形的变化变大时无法应对而在该定时中产生接缝。

[0108] 图6A~图6B是说明在复合动作模式中执行图4B所示的PW多普勒模式、B模式以及彩色血流模式这三个模式时的动作类型的图。

[0109] 图6A是说明以独立类型执行该三个模式的方案的图。图6B是说明以连动类型执行该三个模式的方案的图。

[0110] 参照图5A、图5B,图6A、图6B的动作类型均具有与上述同样的特征。但是,在图6B的连动类型中,在连续的PW多普勒模式的执行的期间执行B模式以及彩色血流模式。因此,PW多普勒模式的脉冲反复频率为比图5B的情况更长的周期。

[0111] (开关频率的设定)

[0112] 接下来,参照图7~图12,说明本实施方式的控制装置10(开关频率设定部10d)中的针对电源部12的开关频率的设定方法。此外,本实施方式的控制装置10(开关频率设定部

10d)以PW多普勒模式中的多普勒观测频带为基准来进行开关频率的设定。

[0113] 图7、图8是说明PW多普勒模式中的多普勒观测频带和开关频率的关系的图。图中的横轴表示频率,纵轴表示接收信号或者开关噪声的该频率分量中的信号强度。另外,图中的Fref表示PW多普勒的发送频率(接收参照频率),Fprf表示PW多普勒的脉冲反复频率,Fsw表示DC-DC转换器的开关频率。

[0114] 多普勒偏移频率是发送超声波脉冲时的频率Fref和接收到超声波脉冲时的频率的差,根据血流速度,按该发送频率Fref的前后频带 $Fref - \Delta F \sim Fref + \Delta F$ 变化。此时,依照奈奎斯特的采样定理,利用脉冲反复频率Fprf来限制多普勒观测频带的下限 $Fref - \Delta F$ 以及上限 $Fref + \Delta F$,所以能够观测多普勒偏移频率的多普勒观测频带能够如以下的式(1)那样表示。

[0115] $Fref - (1/2) Fprf \leq L \leq Fref + (1/2) Fprf \cdots$ 式(1)

[0116] (其中,L表示多普勒观测频带,Fref表示发送频率(参照波频率),Fprf表示脉冲反复频率)

[0117] 另一方面,从电源部12发生的开关噪声表现出开关信号的基波频率以及其高次谐波。在图7、图8中,作为开关噪声分量,示出开关频率的基波(F_{sw})、二次谐波($F_{sw} \times 2$)以及三次谐波($F_{sw} \times 3$)。此外,由于开关信号为矩形波、DC-DC转换器的占空比根据电力负载而逐步变化等,所以在图7、图8中以从开关频率起保持一定宽度的状态表示开关噪声分量。

[0118] 在此,如图7所示,在开关噪声分量重叠于多普勒观测频带的情况下,该开关噪声分量混入到多普勒分量,在频谱图像上表现出该开关噪声。

[0119] 另一方面,如图8所示,在开关噪声分量不重叠于多普勒观测频带的情况下,该开关噪声分量被PW多普勒处理部5中的滤波处理等去除,在频谱图像上也未表现出该开关噪声分量。

[0120] 图9是示出在频谱图像中表现出开关噪声的显示画面的一个例子的图。在图9中,在频谱图像的预定的频率的位置(箭头的位置),持续地表现出开关噪声。

[0121] 本实施方式的开关频率设定部10d鉴于上述,如图8所示,以使开关信号的基波频率以及其高次谐波(F_{sw} 、 $2 \times F_{sw}$ 、 $3 \times F_{sw} \cdots$)不包含于多普勒观测频带的方式,设定开关信号的开关频率。

[0122] 此时,开关频率设定部10d考虑多普勒观测频带根据动作类型而为不同的范围,来针对每个动作类型设定开关频率。换言之,规定多普勒观测频带的脉冲反复频率的最大值针对每个动作类型而制约条件不同。例如,在B模式和PW多普勒模式的连动模式中(参照图5B),将B模式的执行插入其间,所以PW多普勒模式的脉冲反复频率的最大值被执行该B模式的时间制约。

[0123] 另外,此时,开关频率设定部10d考虑脉冲反复频率的最大值根据采样门深度而不同,来设定与采样门深度对应的开关频率。换言之,脉冲反复频率的最大值被超声波脉冲的往返时间限制,为被采样门深度所限制的值。例如,脉冲反复频率的最大值在检测浅的位置的情况下为高的频率(例如8kHz)、在检测深的位置的情况下为低的频率(例如4kHz)。

[0124] 开关频率设定部10d根据上述观点,考虑根据采样门深度以及动作类型确定的脉冲反复频率的最大值,例如以满足以下的式(2)以及式(3)的方式设定开关频率。

[0125] $n * F_{sw} \leq Fref - (1/2) Fprfm \cdots$ 式(2)

[0126] $F_{ref} + (1/2) F_{prfm} \leq (n+1) * F_{sw}$ ···式 (3)

[0127] (其中, n 表示正整数, F_{ref} 表示发送频率(参照波频率), F_{sw} 表示开关频率, F_{prfm} 表示根据采样门深度和动作类型而确定的脉冲反复频率的最大值)

[0128] 在上述式(2)、式(3)中,构成为通过设定脉冲反复频率的最大值来尽可能地将可观测的血流速度的流速范围扩展为广域。由此,例如,在以独立类型动作的情况下,一边将流速范围设为广域(例如将脉冲反复频率设定为最大值),一边以使开关噪声的频率分量和多普勒观测频带重叠的区域变少的方式(以抑制开关噪声的方式)设定开关频率。其中,只要考虑与动作类型对应的限制条件来设定脉冲反复频率即可,无需一定将脉冲反复频率设为最大值。

[0129] 此外,此时更期望的是,估计如上所述在开关信号的基波频率以及其高次谐波的前后的频率宽度中也表现出开关噪声,开关频率设定部10d以进一步不包含该频率宽度的方式设定开关频率。开关频率设定部10d例如考虑该频率宽度(在此将脉冲反复频率 F_{prfm} 的大致1~10倍的频率宽度设想为裕度),以满足以下的式(4)以及式(5)的方式设定开关频率。

[0130] $n * F_{sw} \leq F_{ref} - (1/2) F_{prfm} * k_m$ ···式 (4)

[0131] $F_{ref} + (1/2) F_{prfm} * k_m \leq (n+1) * F_{sw}$ ···式 (5)

[0132] (其中, n 表示正整数, F_{ref} 表示发送频率(参照波频率), F_{sw} 表示开关频率, F_{prfm} 表示根据采样门深度和动作类型而确定的脉冲反复频率的最大值, k_m 表示裕度系数(1~10))

[0133] 图10、图11、图12是示出使用上述式(2)以及式(3)来确定开关频率 F_{sw} 时的控制装置10的动作的一个例子的流程图。此外,图10、图11、图12的流程图例如由控制装置10依照计算机程序来执行。

[0134] 图10示出在B模式和PW多普勒模式的复合动作模式中以独立类型进行PW多普勒模式动作的情况(与图5A对应)下的开关频率 F_{sw} 的确定过程的一个例子。

[0135] 控制装置10首先设定超声波脉冲的发送频率(参照波频率) F_{ref} (步骤S1)。

[0136] 接下来,控制装置10(动作模式设定部10b)进行动作模式的设定(步骤S2)。在此,例如设为通过操作者的操作来设定B模式和PW多普勒模式的复合动作模式。

[0137] 接下来,控制装置10(动作类型设定部10c)进行动作类型的设定(步骤S3)。在此,例如设为通过操作者的操作来设定PW多普勒模式的独立类型。

[0138] 接下来,控制装置10进行与采样门深度对应的脉冲反复频率的最大值 F_{prfm} 的设定(步骤S4)。

[0139] 此外,在此时脉冲反复频率的最大值 F_{prfm} 超过系统可设定频率(FFT解析部12g的可解析界限等)的情况下,控制装置10将系统可设定频率设定为脉冲反复频率的最大值。

[0140] 控制装置10参照这样设定的超声波脉冲的发送频率(参照波频率) F_{ref} 和脉冲反复频率的最大值 F_{prfm} 来设定多普勒观测频带,以满足式(2)以及式(3)的方式设定开关频率 F_{sw} (步骤S5)。

[0141] 图11示出在复合动作模式中以连动类型执行B模式和PW多普勒模式的情况(与图5B对应)下的开关频率 F_{sw} 的确定过程的一个例子。

[0142] 在图11中,也与图10同样地,控制装置10进行超声波脉冲的发送频率(参照波频

率)Fref的设定(步骤S11)、动作模式(在此是B模式和PW多普勒模式的复合动作模式)的设定(步骤S12)、动作类型(在此是B模式和PW多普勒模式的连动类型)的设定(步骤S13)、脉冲反复频率的最大值Fprfm的设定(步骤S14、S15)。

[0143] 但是,在以连动类型进行PW多普勒模式和B模式的情况下,脉冲反复频率被用于执行B模式的反复时间限制。因此,根据与检测深度对应的用于执行B模式的反复时间PRT1和与采样门深度对应的用于执行PW多普勒模式的反复时间PRT2,例如使用以下的式(6)计算此处的脉冲反复频率的最大值Fprfm。

[0144] $Fprfm = 1 / (PRT1 + PRT2) \cdots$ 式(6)

[0145] (其中,Fprfm表示脉冲反复频率的最大值,PRT1表示与检测深度对应的用于执行B模式动作的反复时间,PRT2表示与采样门深度对应的用于执行PW多普勒模式动作的反复时间)

[0146] 控制装置10参照这样设定的超声波脉冲的发送频率(参照波频率)Fref和脉冲反复频率的最大值Fprfm,与上述同样地以满足式(2)以及式(3)的方式设定开关频率Fsw(步骤S15)。

[0147] 图12示出在复合动作模式中以连动类型执行B模式、PW多普勒模式以及彩色血流模式的情况(与图6A对应)下的开关频率Fsw的确定过程的一个例子。

[0148] 在图12中,也与图10同样地,控制装置10进行超声波脉冲的发送频率(参照波频率)Fref的设定(步骤S21)、动作模式(在此是B模式、PW多普勒模式、彩色血流模式的复合动作模式)的设定(步骤S22)、动作类型(在此是B模式、PW多普勒模式和彩色血流模式的连动类型)的设定(步骤S23)、脉冲反复频率的最大值Fprfm的设定(步骤S24、S25)。

[0149] 但是,在以连动类型进行PW多普勒模式动作、B模式动作、彩色血流模式动作的情况下,脉冲反复频率的最大值Fprfm被用于执行B模式动作以及彩色血流模式动作的反复时间限制。因此,根据与检测深度对应的用于执行B模式动作的反复时间PRT1、与采样门深度对应的用于执行PW多普勒模式动作的反复时间PRT2以及用于执行彩色血流模式动作的反复时间PRT3,例如使用以下的式(7)计算此处的脉冲反复频率的最大值Fprfm。

[0150] $Fprfm = 1 / (PRT1 + PRT2 + PRT3 * Nc) \cdots$ 式(7)

[0151] (其中,Fprfm表示脉冲反复频率的最大值,PRT1表示与检测深度对应的用于执行B模式动作的反复时间,PRT2表示与采样门深度对应的用于执行PW多普勒模式动作的反复时间,PRT3表示与采样门深度对应的用于执行彩色多普勒模式动作的反复时间,Nc表示彩色多普勒模式动作的连续执行次数)

[0152] 控制装置10参照这样设定的超声波脉冲的发送频率(参照波频率)Fref和脉冲反复频率的最大值Fprfm,与上述同样地以满足式(2)以及式(3)的方式设定开关频率Fsw(步骤S25)。

[0153] 以上,根据本实施方式的超声波诊断装置A的控制装置10,能够在复合动作模式中考虑多普勒观测频带针对每个动作类型而不同,来设定开关频率。由此,能够设定适合于复合动作模式的动作类型的开关频率以抑制重叠到多普勒偏移频率的检测结果的开关噪声。

[0154] 具体而言,在复合动作模式中,开关噪声的重叠和动作类型处于折衷关系,例如,一方面要求在以独立类型动作时即使稍微重叠开关噪声仍使血流速度图案的流速范围(多普勒观测频率)为广域,另一方面还要求在以连动类型动作时抑制开关噪声、抑制脉冲多普

勒模式的位置偏移。关于这点,根据本实施方式的超声波诊断装置A的控制装置10,能够应对上述要求,根据动作类型来确定多普勒观测频带,以抑制重叠到该多普勒观测频带的开关噪声的方式设定开关频率。

[0155] (其它实施方式)

[0156] 本发明不限于上述实施方式,可以考虑各种变形方案。

[0157] 在上述实施方式中,作为超声波诊断装置A检测多普勒偏移频率的对象的一个例子,示出了血流,但也可以将其它具有活动的组织作为检测对象。

[0158] 另外,在上述实施方式中,作为超声波诊断装置A的控制装置10(开关频率设定部10d)的一个例子,示出了以PW多普勒模式中的多普勒观测频带为基准来进行开关频率的设定的方案。但是,在复合动作模式中执行B模式和彩色多普勒模式的情况下,也可以以彩色多普勒模式中的多普勒观测频带为基准来进行开关频率的设定。

[0159] 另外,在上述实施方式中,作为超声波诊断装置A的控制装置10的一个例子,记载了控制部10a、动作模式设定部10b、动作类型设定部10c以及开关频率设定部10d的功能通过一个计算机实现,但也可以通过多个计算机实现。例如,控制部10a和开关频率设定部10d也可以通过独立的计算机实现。

[0160] 另外,在上述实施方式中,作为超声波诊断装置A的控制装置10的一个例子,示出了在一连串的流程中执行动作模式设定部10b、动作类型设定部10c以及开关频率设定部10d的处理,但也可以并行执行这些处理的一部分。

[0161] 以上,虽然详细说明了本发明的具体例,但它们只不过是例示,并非限定权利要求书。权利要求书记载的技术包括以上例示的具体例的各种变形、变更。

[0162] 产业上的可利用性

[0163] 本公开可适合用于执行复合动作模式的超声波诊断装置。

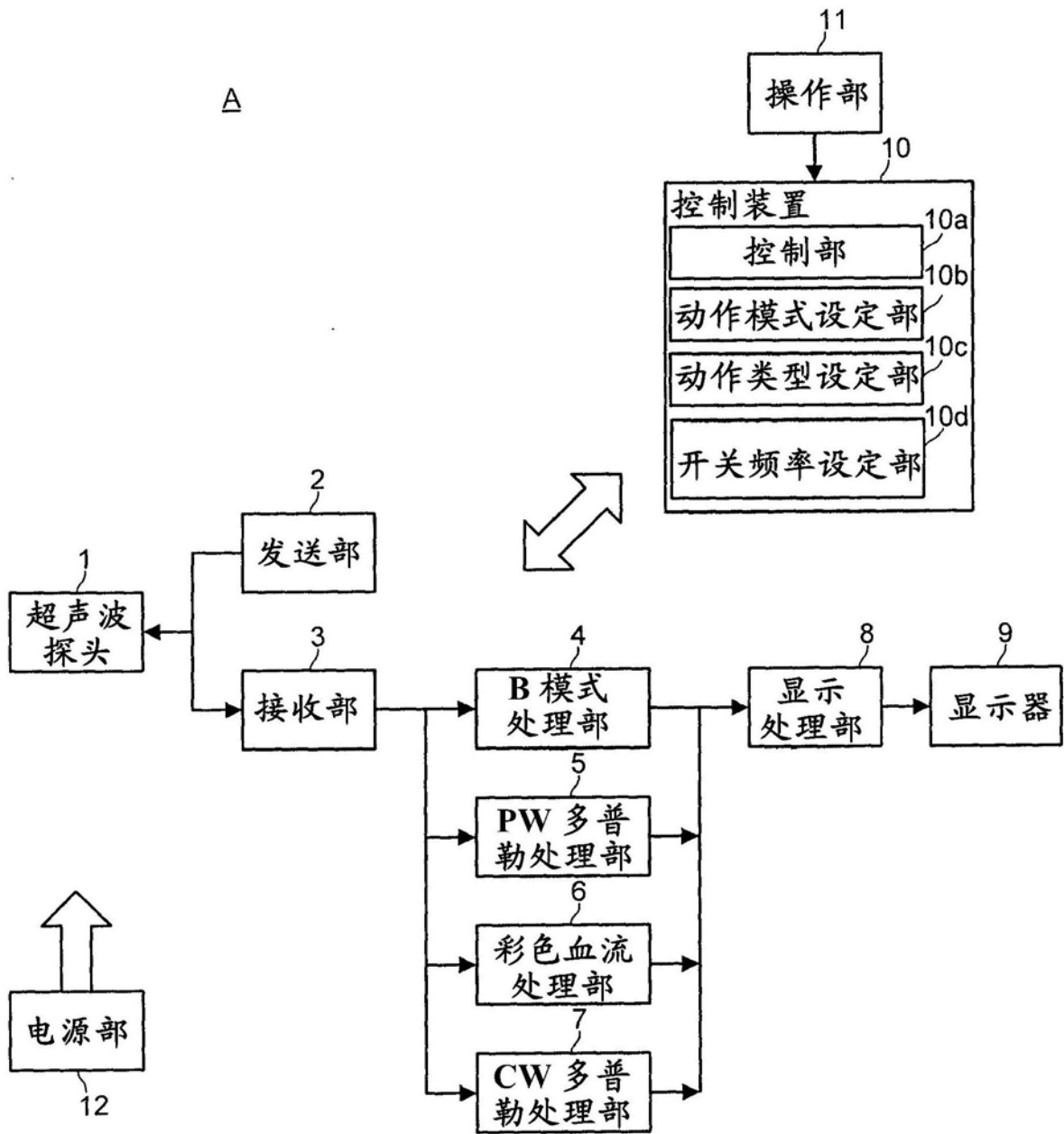


图1

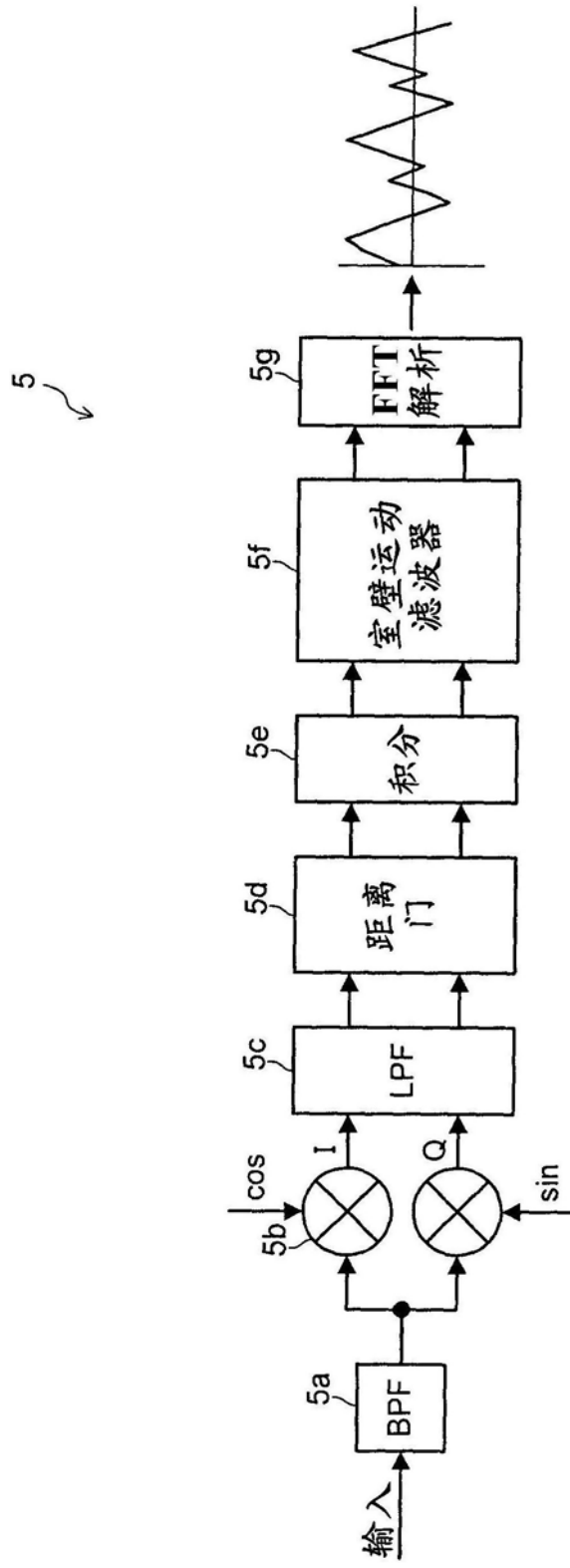


图2

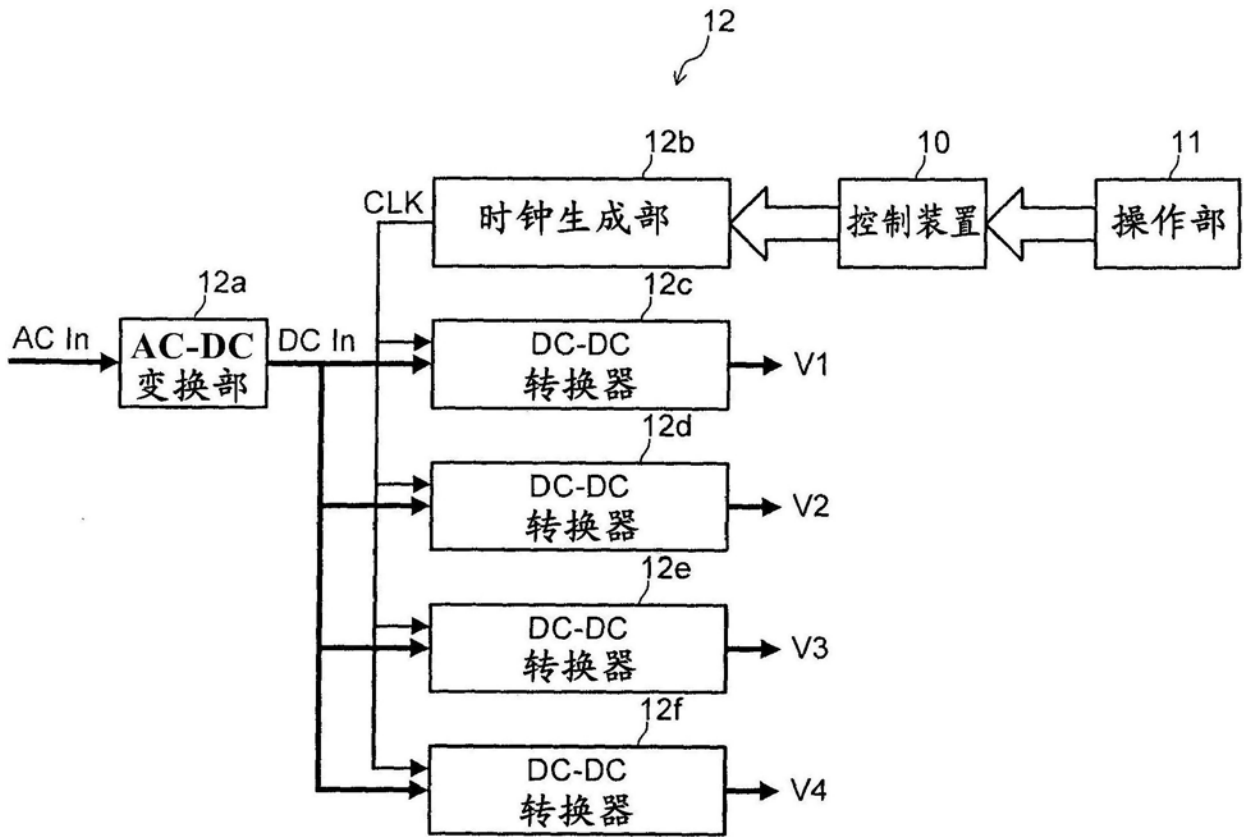


图3A

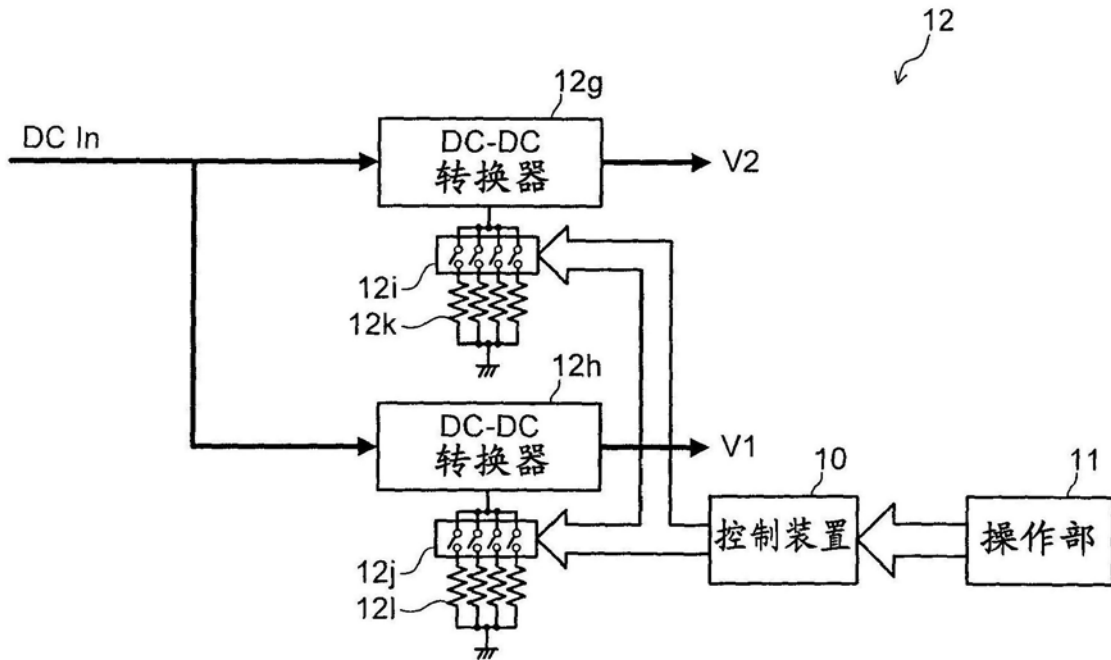


图3B

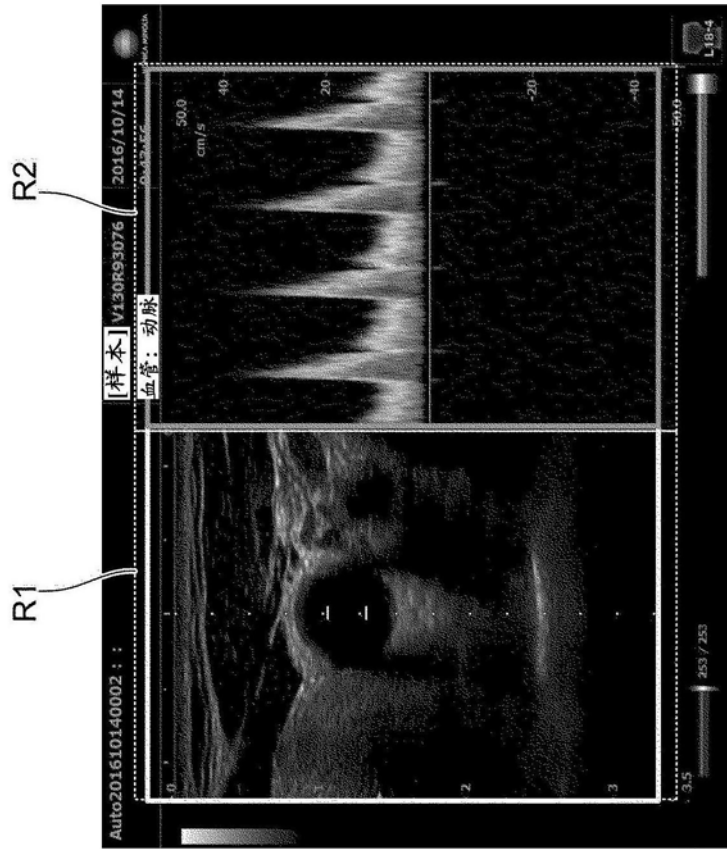


图4A

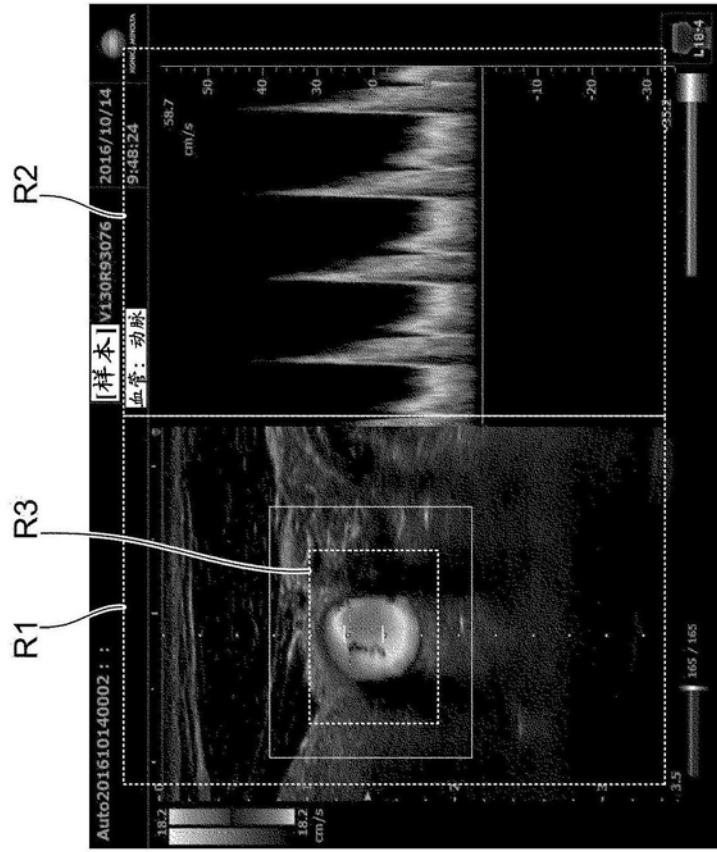


图4B

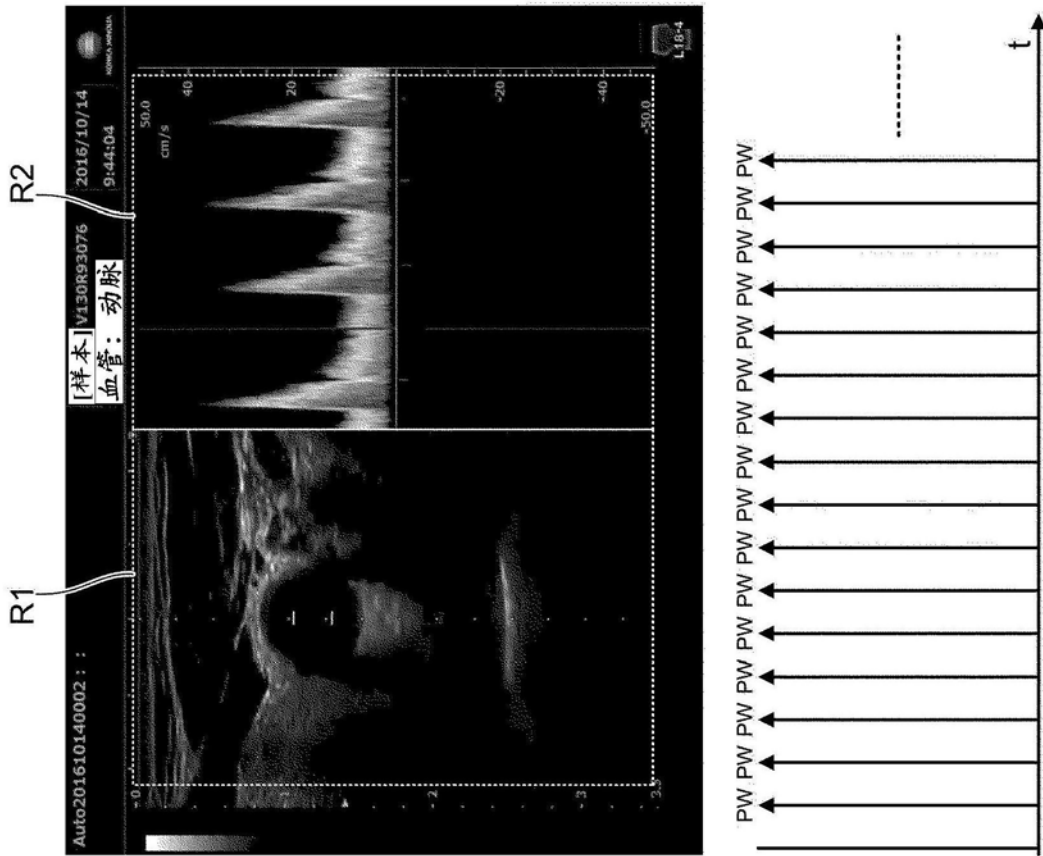


图5A

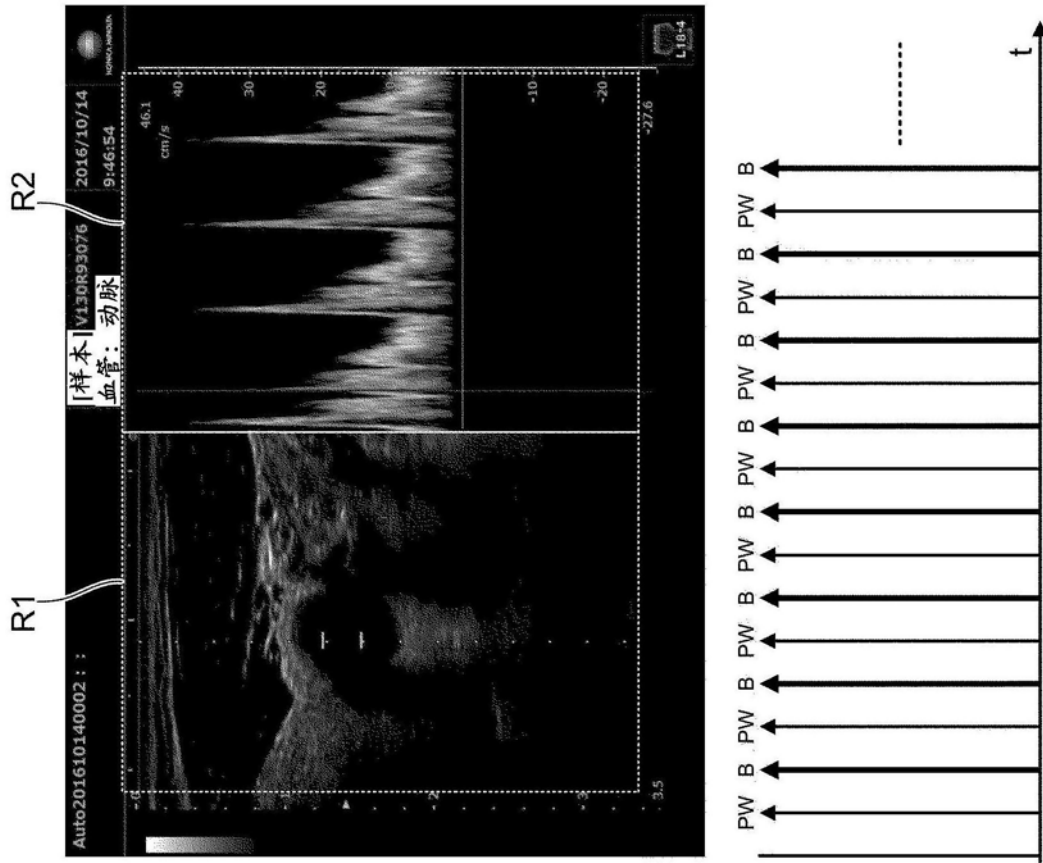


图5B

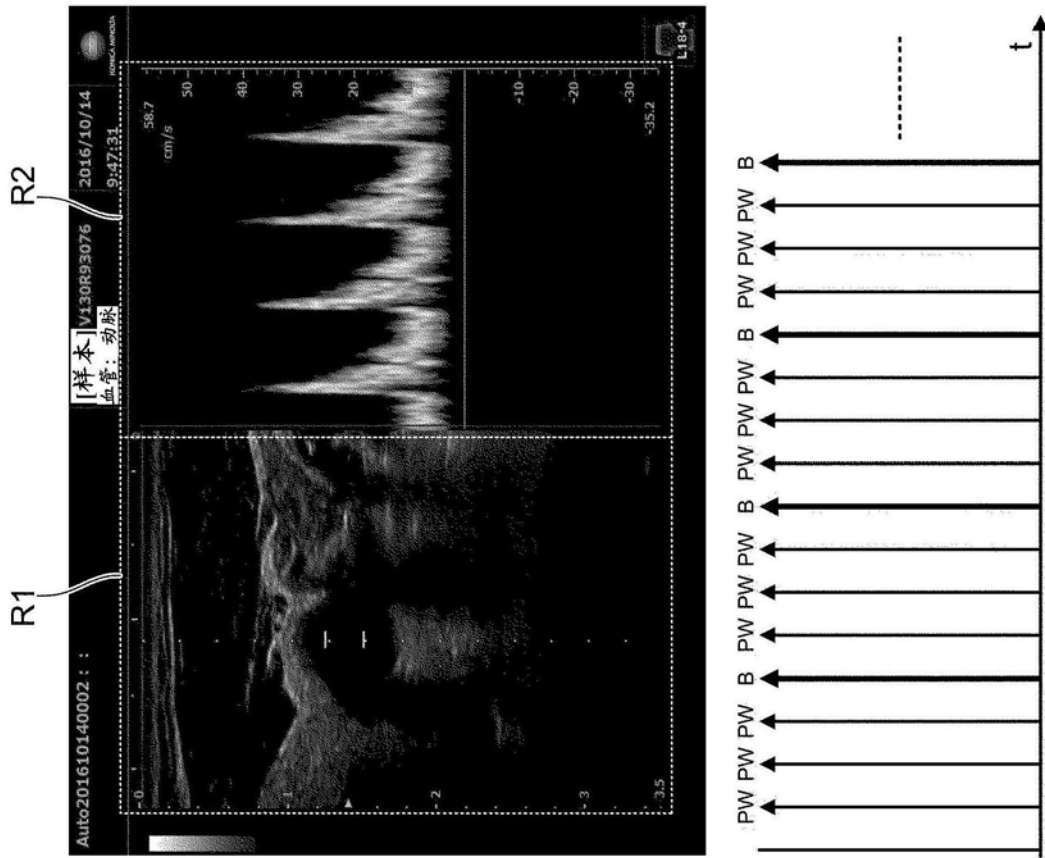


图5C

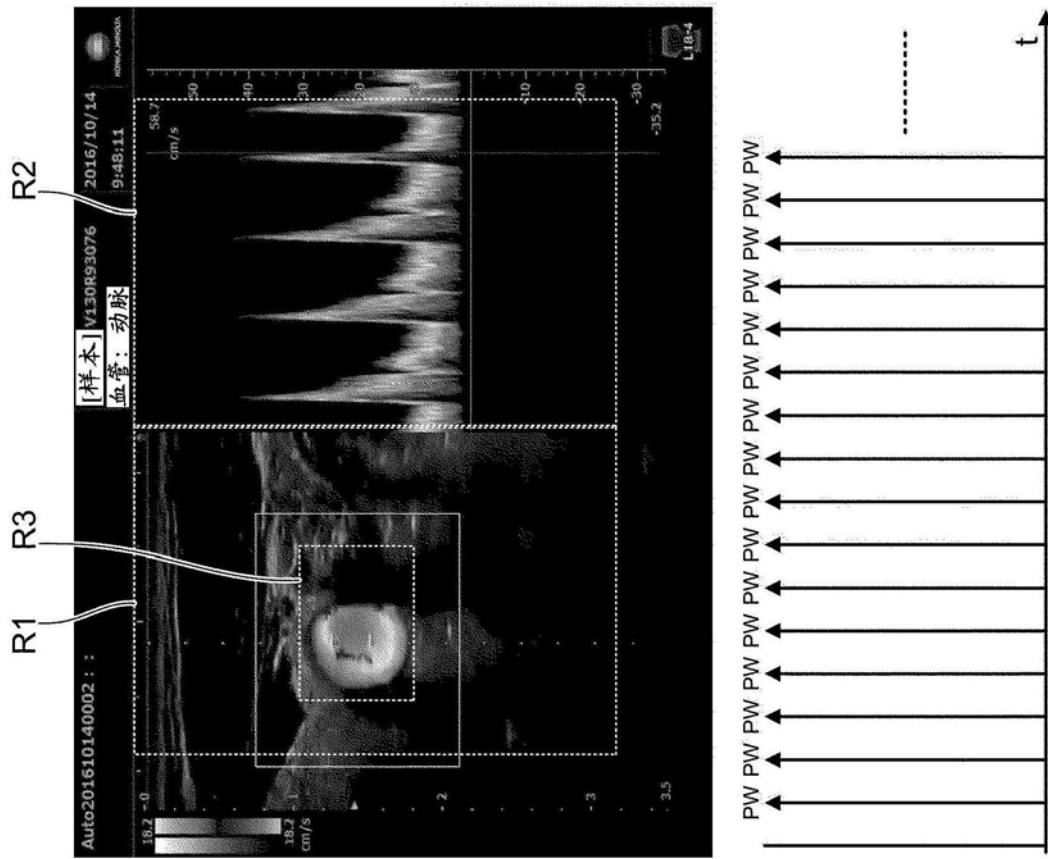


图6A

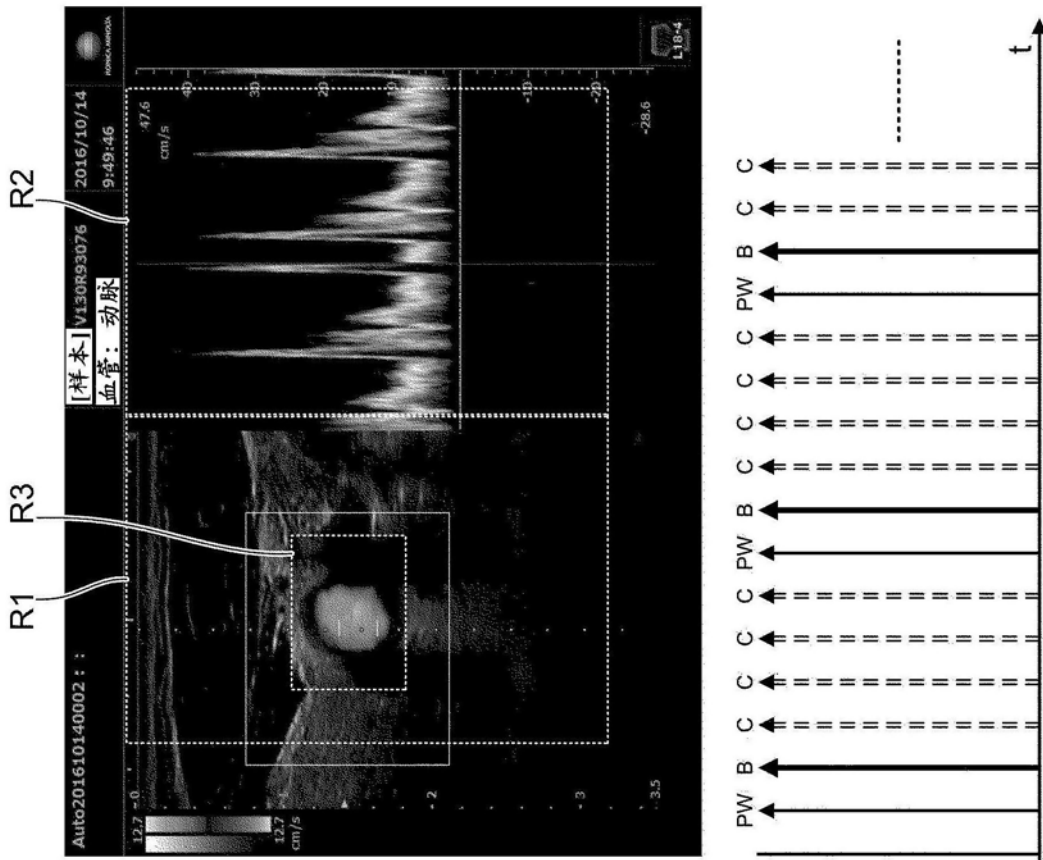


图6B

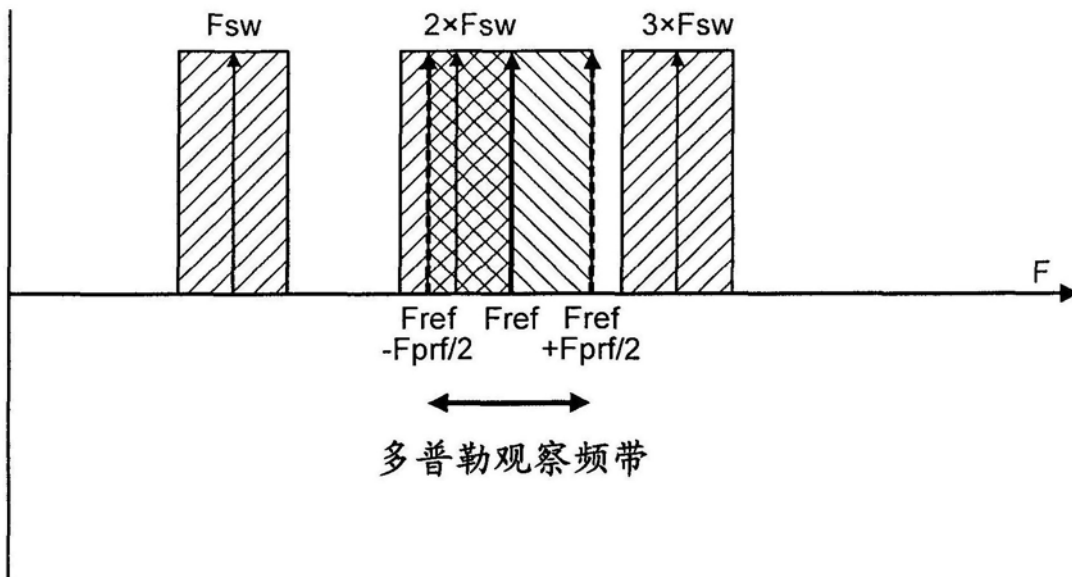


图7

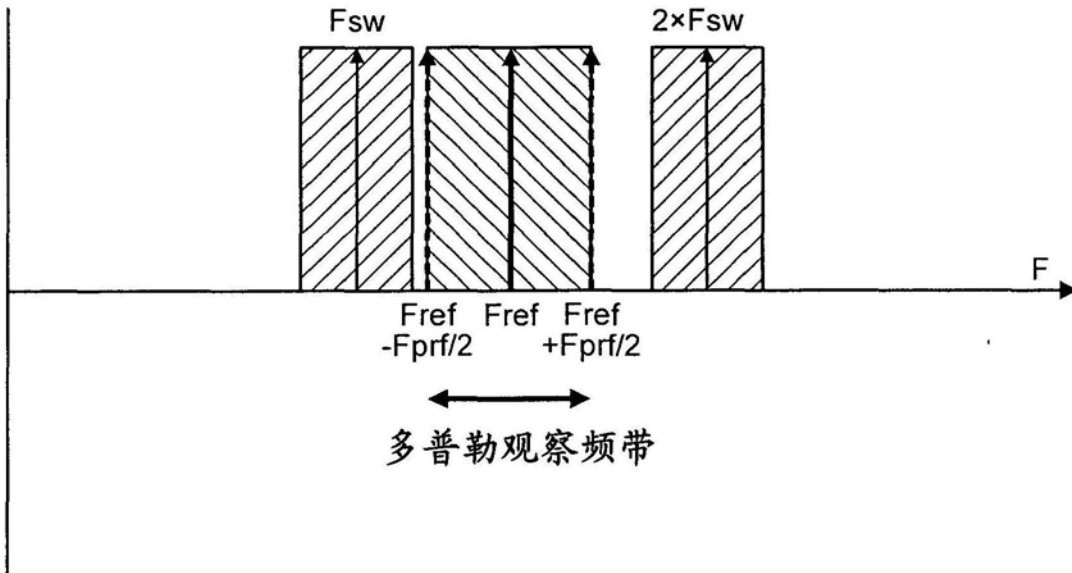


图8

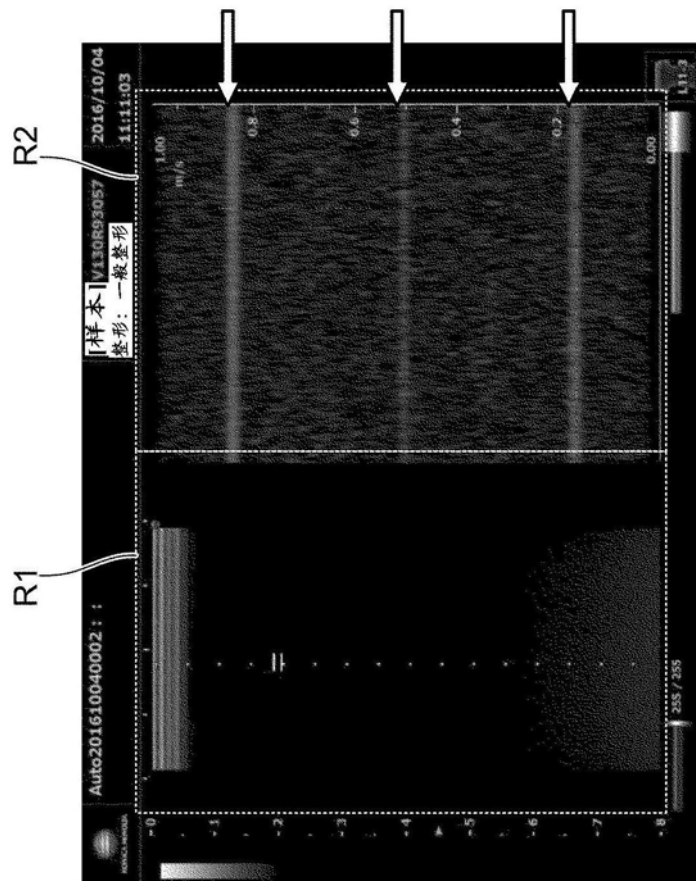


图9

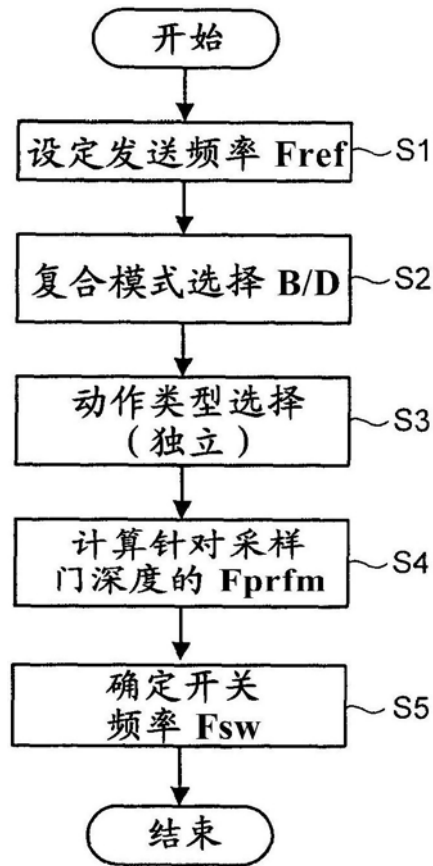


图10

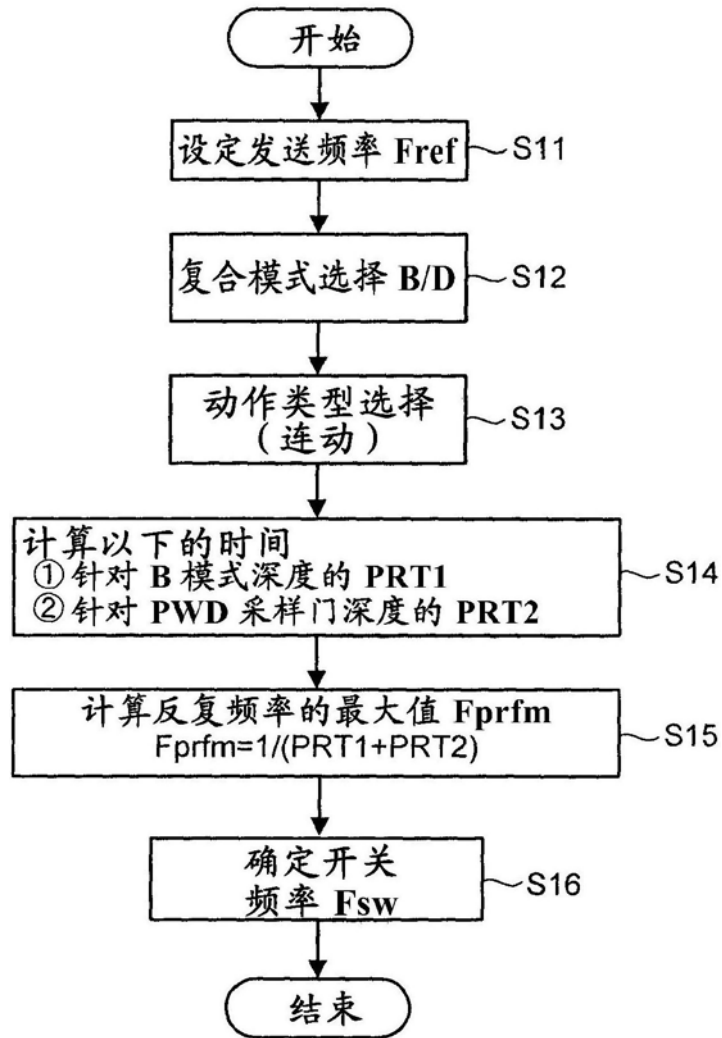


图11

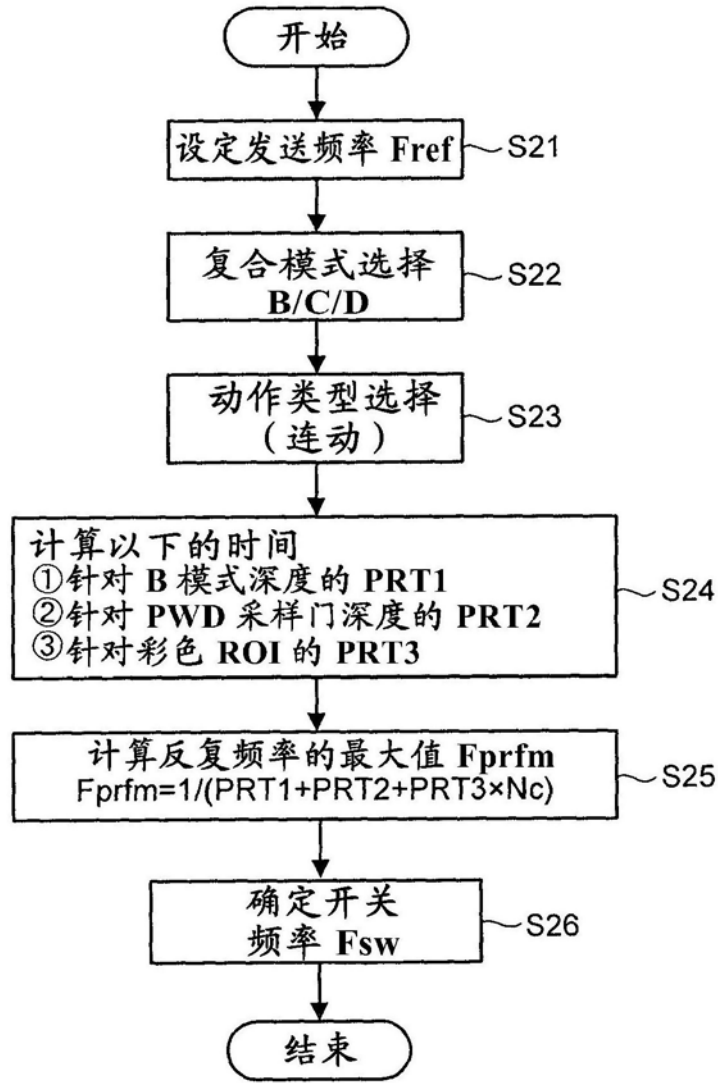


图12

10

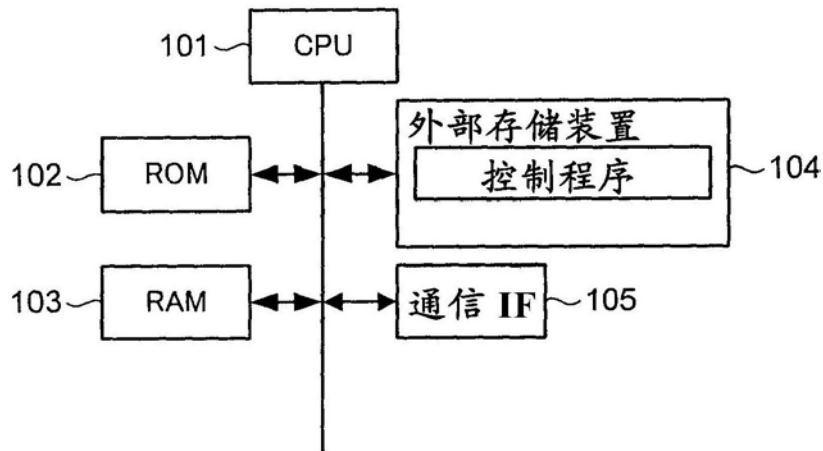


图13

| | | | |
|----------------|---|---------|------------|
| 专利名称(译) | 超声波诊断装置的控制装置以及控制方法 | | |
| 公开(公告)号 | CN108056791A | 公开(公告)日 | 2018-05-22 |
| 申请号 | CN2017111068437.9 | 申请日 | 2017-11-03 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 柯尼卡株式会社 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 柯尼卡美能达株式会社 | | |
| 当前申请(专利权)人(译) | 柯尼卡美能达株式会社 | | |
| [标]发明人 | 赤羽睦弘 中村恭大 木村洋介 长田和也 | | |
| 发明人 | 赤羽睦弘 中村恭大 木村洋介 长田和也 | | |
| IPC分类号 | A61B8/06 | | |
| CPC分类号 | A61B8/06 A61B8/488 A61B8/5269 A61B8/54 A61B8/5207 A61B8/56 G01S15/8979 G01S7/28 | | |
| 代理人(译) | 张丽 | | |
| 优先权 | 2016218211 2016-11-08 JP | | |
| 外部链接 | Espacenet SIPO | | |

摘要(译)

提供能够抑制开关噪声混入到多普勒偏移频率的检测结果的超声波诊断装置的控制装置、具备控制装置的超声波诊断装置以及控制方法。超声波诊断装置的控制装置(10)具备：动作模式设定部(10b)，从发送的超声波脉冲的脉冲波形不同的多个动作模式中，至少设定第一动作模式及第二动作模式作为在画面内同时显示观测结果的对象；动作类型设定部(10c)，设定动作类型，该动作类型规定所述第一动作模式及第二动作模式各自的超声波脉冲的发送定时；以及开关频率设定部(10d)，以使驱动开关电源(12)时的开关信号的基频及高次谐波不包含于根据所述第一动作模式及第二动作模式和所述动作类型确定的多普勒观测频带的方式，设定所述开关信号的开关频率。

