



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111050665 A

(43)申请公布日 2020.04.21

(21)申请号 201880055776.X

(22)申请日 2018.09.26

(30)优先权数据

2017-214908 2017.11.07 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.02.27

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2018/035726 2018.09.26

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2019/093004 JA 2019.05.16

(71)申请人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

(72)发明人 矢崎彻 网野和宏

(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

代理人 曾贤伟 范胜杰

(51)Int.Cl.

A61B 8/14(2006.01)

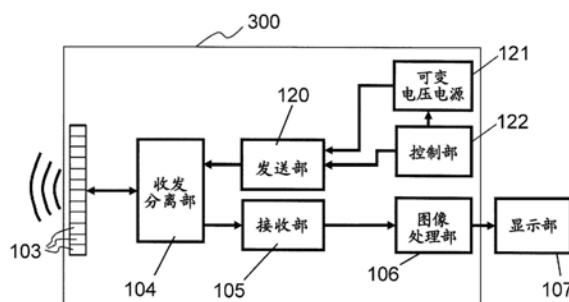
权利要求书2页 说明书11页 附图10页

(54)发明名称

超声波成像装置、超声波探针以及发送装置

(57)摘要

即使在使超声波束的强度变化时,也不进行每个振子的驱动信号的振幅的重新计算,而对每个振子的驱动信号进行加权。具有发送超声波的多个振子和对多个振子分别提供驱动信号的发送部。发送部的振幅控制电压生成部和发送电路部与公共的电压电源连接。振幅控制电压生成部接收电压电源的输出电压和为了驱动信号的加权而对每个振子的驱动信号的衰减程度进行指示的衰减程度设定信号,并生成与通过衰减程度对电压电源的输出电压进行衰减而得到的电压对应的振幅控制电压。发送电路部将电压电源的输出电压降低至与振幅控制电压对应的电压,并针对每个上述振子生成以降低后的电压为振幅的预定波形的驱动信号。



1. 一种超声波成像装置,其特征在于,  
具有发送超声波的多个振子和对上述多个振子分别提供驱动信号的发送部,  
上述发送部包含振幅控制电压生成部和发送电路部,上述振幅控制电压生成部和上述发送电路部与公共的电压电源连接,  
上述振幅控制电压生成部接收上述电压电源的输出电压和为了上述驱动信号的加权而对每个上述振子的上述驱动信号的衰减程度进行指示的衰减程度设定信号,并生成与通过上述衰减程度对上述电压电源的输出电压进行衰减而得到的电压对应的振幅控制电压,  
上述发送电路部将上述电压电源的输出电压的绝对值降低至与上述振幅控制电压对应的值,并对每个上述振子生成以降低后的电压为振幅的预定波形的驱动信号。
2. 根据权利要求1所述的超声波成像装置,其特征在于,  
上述电压电源的输出电压是可变的,并根据成像模式而变更。
3. 根据权利要求1所述的超声波成像装置,其特征在于,  
对每个上述振子配置上述发送部和上述振幅控制电压生成部。
4. 根据权利要求1所述的超声波成像装置,其特征在于,  
上述振幅控制电压生成部具有:根据上述电压电源的输出电压生成基准电压的基准电压生成部、将上述基准电压转换为电流的电压电流转换部、按照上述衰减程度设定信号对上述电压电流转换部所转换的电流进行衰减的电流控制部、以及通过将上述电流控制部进行衰减而得的电流转换为电压来生成上述振幅控制电压的电流电压转换部。
5. 根据权利要求1所述的超声波成像装置,其特征在于,  
上述超声波成像装置还具有对每个上述振子生成上述衰减程度设定信号并输出到上述振幅控制电压生成部的发送控制部。
6. 根据权利要求1所述的超声波成像装置,其特征在于,  
上述电压电源分别输出正电压和负电压,  
上述振幅控制电压生成部生成正侧振幅控制电压和负侧振幅控制电压这两种电压作为上述振幅控制电压,  
上述发送电路部将上述电压电源所输出的上述正电压的绝对值降低至与上述正侧振幅控制电压对应的值,将上述负电压的绝对值降低至与上述负侧振幅控制电压对应的值,并生成以降低后的上述正电压为正侧振幅,以降低后的上述负电压为负侧振幅的上述驱动信号。
7. 根据权利要求4所述的超声波成像装置,其特征在于,  
上述超声波成像装置还具有将用于抵消在上述发送电路部中产生的偏移电压的电流与上述电流控制部所输出的电流相加的电流源。
8. 根据权利要求1所述的超声波成像装置,其特征在于:  
上述超声波成像装置具有装置主体和通过电缆与上述装置主体连接的超声波探针,上述振子、上述发送电路部以及上述振幅控制电压生成部配置于上述超声波探针内。
9. 一种超声波探针,其特征在于,  
具有发送超声波的多个振子和对上述多个振子分别提供驱动信号的发送部,  
上述发送部包含振幅控制电压生成部和发送电路部,上述振幅控制电压生成部和上述发送电路部与公共的电压电源连接,

上述振幅控制电压生成部接收上述电压电源的输出电压和为了上述驱动信号的加权而对每个上述振子的上述驱动信号的衰减程度进行指示的衰减程度设定信号,并生成与通过上述衰减程度对上述电压电源的输出电压进行衰减而得到的电压对应的振幅控制电压,

上述发送电路部将上述电压电源的输出电压的绝对值降低至与上述振幅控制电压对应的值,并对每个上述振子生成以降低后的电压为振幅的预定波形的驱动信号。

10. 一种对发送超声波的多个振子分别提供驱动信号的发送装置,其特征在于,

该发送装置包含振幅控制电压生成部和发送电路部,上述振幅控制电压生成部和上述发送电路部与公共的电压电源连接,

上述振幅控制电压生成部接收上述电压电源的输出电压和为了上述驱动信号的加权而对每个上述振子的上述驱动信号的衰减程度进行指示的衰减程度设定信号,并生成与通过上述衰减程度对上述电压电源的输出电压进行衰减而得到的电压对应的振幅控制电压,

上述发送电路部将上述电压电源的输出电压的绝对值降低至与上述振幅控制电压对应的值,并对每个上述振子生成以降低后的电压为振幅的预定波形的驱动信号。

## 超声波成像装置、超声波探针以及发送装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种能够对驱动信号的振幅进行加权的超声波成像装置。

### 背景技术

[0002] 超声波诊断装置作为一种非侵袭且能够进行实时观察的医疗诊断装置而被广泛使用。而且,近年来,除了以往的二维图像外,还能够显示三维立体图形等,用途日趋扩大。另一方面,由于在画质上与X射线CT(Computed Tomography)装置、MRI(Magnetic Resonance Imaging)装置相比分辨率低,因此需要比以往更高的画质。

[0003] 超声波诊断装置是从内部设有一维或二维排列的多个振子的超声波探针向被检体发送超声波束,通过多个超声波元件接收来自被检体的回波,并基于所得到的接收信号生成超声波图像的结构。

[0004] 专利文献1中公开了一种为了减少超声波束中包含的高次谐波成分,提高通过谐振回波法获得的图像的画质,而发送振幅在时间轴方向上变为正弦波形状的超声波脉冲的结构。具体来讲,振子上分别连接有脉冲产生电路,脉冲产生电路通过使分别与具有不同电压的多个电源连接的多个开关元件依次导通和断开来阶段性地使振幅变化,并生成包络线为正弦波形状的脉冲信号提供给超声波元件。

[0005] 专利文献2中公开了一种每个振子都具备用于向振子提供设定了振幅的驱动信号的发波电路的装置。发波电路配置在超声波探针内,根据从装置主体接收到的振幅设定信号的信号强度来使驱动信号的大小变化。

[0006] 此外,由于超声波诊断装置在可照射到人体上的超声波能量上有局限性,因此在拍摄B模式图像的情况和拍摄需要对相同位置发送多次超声波脉冲的彩色多普勒图像的情况下,一般会改变超声波脉冲的振幅。此外,还需要根据诊断区域的大小和深度来改变超声波脉冲的振幅。

[0007] 现有技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:日本特开平第9-234202号公报

[0010] 专利文献2:日本国际公开第2015/186234号(尤其第0044~0050段)

### 发明内容

[0011] 发明要解决的课题

[0012] 在超声波诊断装置中,为了得到高画质的超声波图像,优选减小出现在超声波束主瓣两侧的旁瓣。为了减小旁瓣,当设位于主瓣中心位置的振子的发送振幅为100%时,优选以随着远离发送中心而逐渐将振子的发送振幅减小至80%、40%的方式,对每个振子的驱动信号的振幅进行加权(变迹)。此外,不仅仅需要为了减小旁瓣而根据振子的位置降低振幅,为了避免发生栅瓣还需要根据振子的配置进行加权。

[0013] 在为了减小旁瓣而对振幅进行加重的同时扫描超声波束时,需要在每次使主瓣的

位置或方向偏移时,都改变各振子的驱动信号的振幅的加权。

[0014] 进一步地,当为了在B模式成像与彩色多普勒成像的切换而变更超声波脉冲的振幅时,如果超声波脉冲的位置不变,则不需要变更加权比本身,但由于超声波脉冲的振幅本身被变更,因此需要变更各振子的驱动信号的振幅。尤其是在1秒之内多次交替发送用于B模式成像和彩色多普勒成像的超声波束,并同时显示两图像的成像方法的情况下,需要在1秒之内多次变更同一振子的发送振幅。

[0015] 作为用于对每个振子的驱动信号的振幅进行加权的结构,例如可以应用专利文献1那样准备多种电源电压来对电源电压进行选择的技术。然而,在该技术中,需要针对每个电源电压设置与每个振子连接多种电源电压的配线和根据加权后的振幅选择多种电源电压中的任意一种的开关。因此,驱动信号产生电路的电路规模将会增大。而且,还需要设置每次发送超声波束时都针对每个振子计算加权后的振幅的运算部、决定应选择哪个电源电压并导通其开关的控制部。

[0016] 此外,还可以应用如专利文献2所述的发送电路那样,根据从装置主体接收到的振幅设定信号的大小来使驱动信号的大小变化的技术,来对每个振子的驱动信号的振幅进行加权。然而,应用该技术时,也需要设置在每次在B模式成像和彩色多普勒成像之间切换时,或者在每次扫描超声波束时,都针对每个振子计算适当加权后的振幅的大小,生成将其设为信号强度的振幅设定信号,并输出到各振子的发波电路的运算部。

[0017] 如果想要这样应用专利文献1的技术来对每个振子的驱动信号进行加权以减小旁瓣的话,则开关、配线等电路规模将会增大。此外,专利文献1、2均需要设置针对每个振子计算加权后振幅的运算部、控制部等,从而运算处理部的规模也会增大。因此,将会产生超声波成像装置大型化的问题。

[0018] 本发明的目的在于,即使在改变超声波束的强度时,也无需重新运算每个振子的驱动信号的振幅即可对每个振子的驱动信号进行加权。

[0019] 用于解决课题的手段

[0020] 为了实现上述目的,在本发明中提供如下超声波成像装置。即,本发明的超声波成像装置具有发送超声波的多个振子和对上述多个振子分别提供驱动信号的发送部。发送部包含振幅控制电压生成部和发送电路部。振幅控制电压生成部和发送电路部与公共的电压电源连接。振幅控制电压生成部接收电压电源的输出电压和为了驱动信号的加权而对每个振子的驱动信号的衰减程度进行指示的衰减程度设定信号,并生成与通过衰减程度对电压电源的输出电压进行衰减而得到的电压对应的振幅控制电压。发送电路部将电压电源的输出电压的绝对值降低至与振幅控制电压对应的值,并针对每个上述振子生成以降低后的电压为振幅的预定波形的驱动信号。

[0021] 发明的效果

[0022] 根据本发明,即使在改变超声波束的强度时,也无需重新运算每个振子的驱动信号的振幅即可对每个振子进行加权。

[0023] 对于除上述以外的课题、结构以及效果,通过以下实施方式的说明加以明确。

## 附图说明

[0024] 图1是表示本发明实施方式的超声波成像装置的整体结构的框图。

- [0025] 图2是表示图1的超声波成像装置的发送部120的结构的框图。
- [0026] 图3是表示图2的发送部120的更详细结构的框图。
- [0027] 图4是第1实施方式的超声波成像装置的振幅控制电压生成部100的电路图。
- [0028] 图5是第1实施方式的超声波成像装置的发送电路部102的电路图。
- [0029] 图6是表示第2实施方式的超声波成像装置的发送部120的结构的框图。
- [0030] 图7是第2实施方式的超声波成像装置的振幅控制电压生成部100的电路图。
- [0031] 图8是第2实施方式的超声波成像装置的发送电路部102的电路图。
- [0032] 图9是表示本发明第3实施方式的超声波成像装置的发送部120的结构的框图。
- [0033] 图10是表示第3实施方式的超声波成像装置的振幅控制电压生成部100的结构的电路图。
- [0034] 图11是表示本发明第4实施方式所涉及的超声波诊断装置的外观的框图。
- [0035] 图12是表示本发明第5实施方式所涉及的超声波诊断装置的外观的框图。
- [0036] 图13是表示与第4实施方式和第5实施方式的振子103连接的模拟前端电路41的配置的说明图。
- [0037] 图14中的(a)和(b)是分别针对时间 $t_1$ 和 $t_2$ 显示第4实施方式和第5实施方式的振子103的发送信号电平(振幅)的分布的说明图。

### 具体实施方式

[0038] 在以下实施方式中,为了方便起见,在必要时会划分为多个小节或实施方式来进行说明,但除了有特殊明示的情况以外,它们并不是彼此无关的,而是一方为另一方的一部分或全部的变形例、具体描述、补充说明等的关系。此外,在以下实施方式中,当涉及到要素的数量等(包括个数、数值、量、范围等)时,除了有特殊明示以及原则上明确限定为特定数量的情况等之外,并不限于特定数量,既可以为特定数量以上也可以为特定数量以下。

[0039] 进一步地,在以下的实施方式中,其结构要素(也包括要素步骤等)除了有特殊明示以及被认为在原则上是明显必须的情况等之外,当然并不一定是必须的。同样,在以下的实施方式中,当涉及到结构要素等的形状、位置关系等时,除了有特殊明示以及被认为在原则上明显并非如此的情况等之外,包含实质上与其形状等近似或类似的情况。这一点也同样适用上述数值和范围。

[0040] 以下,基于附图对实施方式的超声波成像装置进行说明。此外,在用于说明实施方式的所有附图中,原则上对相同的结构用相同的附图标记来表示,并省略其重复说明。

[0041] 图1示出了本实施方式的超声波成像装置的示意性结构的一个例子,图2中示出了发送部120的结构。如图1和图2所示,本实施方式的超声波成像装置300具有发送超声波的多个振子103和对多个振子103分别提供驱动信号的发送部120。发送部120具有振幅控制电压生成部100和发送电路部102。振幅控制电压生成部100和发送电路部102与公共的电压电源121连接。

[0042] 振幅控制电压生成部100接收电压电源121的输出电压和为了每个振子103的驱动信号的加权而对驱动信号的衰减程度进行指示的衰减程度设定信号,并生成与通过衰减程度设定信号所表示的衰减程度对电压电源121的输出电压进行衰减而得到的电压对应的振幅控制电压。

[0043] 发送电路部102将电压电源121的输出电压的绝对值降低至与振幅控制电压对应的值,并对每个振子生成以降低后的电压为振幅的预定波形的驱动信号。生成的驱动信号被输出到各振子103。

[0044] 这样,在本实施方式中,能够接收衰减程度设定信号所表示的每个振子的衰减程度,并对每个振子生成与通过衰减程度对电压电源121的输出电压进行衰减而得到的电压对应的振幅控制电压,来对驱动信号的振幅进行加权。因此,通过事先根据振子的位置来设定衰减程度,例如不衰减超声波束的中心振子,而是随着远离中心振子而逐渐增大衰减程度等,仅通过变更电压电源121的输出电压,就可以降低或增大超声波束的整体输出,并且根据振子的位置来对驱动信号的振幅进行加权。

[0045] 由此,能够在根据成像模式的变更等而变更超声波束的输出的同时,执行随着远离超声波束的中心而逐渐减小各振子的输出等的加权,从而能够抑制超声波束的旁瓣。

[0046] 在本实施方式中,即使在1秒之内多次变更成像模式而改变超声波束的强度时,也无需像以往技术那样每次进行改变时均计算出衰减(加权)后的振幅电压并将其设定为振幅设定信号,而是仅仅变更电源电压即可。因此,能够降低运算电路和控制电路的规模以及电缆的数量,从而能够提供小型且结构简单的超声波成像装置。

[0047] 此外,在扫描超声波束等,根据振子的位置变更权重分布时,只需改变用于指示每个振子的衰减程度的衰减程度设定信号即可,而不必计算出衰减后的振幅电压。

[0048] 可以对每个振子103配置发送电路部102和振幅控制电压生成部100。

[0049] 此外,也可以将生成每个振子103的衰减程度设定信号并输出到振幅控制电压生成部100的发送控制部101配置在发送部120内。

[0050] 以下,对本实施方式的超声波成像装置进行进一步详细说明。

[0051] [第1实施方式]

[0052] 对本发明第1实施方式的超声波成像装置进行具体说明。

[0053] 如图1所示,第1实施方式的超声波成像装置300除了上述多个振子103和发送部120以及电压电源121以外,还具备接收部105、收发分离部104、控制部122以及图像处理部106。电压电源121是能够变更输出电压的可变电压电源。

[0054] 发送部121的结构如后文中详细说明的那样,根据由可变电压电源121供给的电压来生成对每个振子103进行了加权的驱动信号,并将其输出到振子103,从振子103向被检体(未图示)的成像区域发送超声波束。根据成像模式来改变超声波束的强度。当成像模式为B模式和彩色多普勒的同时成像时,交替地照射具有为了各自的成像而设定的强度的超声波束。超声波束被被检体组织反射等而产生回波,并由探头130的各振子103进行接收。控制部122对发送部120和可变电压电源121进行控制。

[0055] 当成像模式是B模式时,接收部105通过执行将各振子103所输出的接收信号延迟后相加的处理(接收波束成型)来生成针对在成像区域中设定的多个接收焦点的焦点数据。此外,当成像模式是彩色多普勒时,为了获得血流信息,接收部105使用通过多次接收发送超声波而得到的信号来对每个接收焦点计算多普勒频率。此外,当成像模式是B模式时,图像处理部106通过将接收焦点的焦点数据的值设为该接收焦点位置的像素的像素值,来生成成像区域的B模式图像。此外,当成像模式是彩色多普勒时,图像处理部106将与多普勒频率相对应的颜色分配给接收焦点位置的像素,并生成彩色多普勒图像。当成像模式是B模式

和彩色多普勒两者时,分别生成两图像。所生成的图像被显示在与图像处理部106连接的显示部107上。

[0056] 收发分离部104将从发送部121输出到振子103的驱动信号与振子103输出的接收信号分离。

[0057] 对发送部120进行进一步详细说明。如图2所示,发送部120除了上述生成振幅控制电压的振幅控制电压生成部100和发送电路部102之外,还具备发送控制部102。每个振子103均配置有振幅控制电压生成部100和发送电路部102。振幅控制电压生成部100和发送电路部102均与公共的可变电压电源121连接。发送控制部101分别生成衰减程度设定信号和发送控制信号,并将其输出到振幅控制电压生成部100和发送电路部102。

[0058] 图3示出了振幅控制电压生成部100和发送电路部102的结构。

[0059] 振幅控制电压生成部100具有根据电压电源121的输出电压生成基准电压的基准电压生成部1、将基准电压转换为电流的电压电流转换部2、按照衰减程度设定信号对电压电流转换电路2所转换的电流进行设定的电流控制部3、以及通过将电流控制部3所设定的电流转换为电压来生成振幅控制电压的电流电压转换部4。发送电路部102具有将可变电压电源的输出电压降低至与振幅控制电压对应的电压的振幅控制部5和生成以降低后的电压为振幅的预定脉冲波形的驱动信号的驱动电路6。此时,即使当可变电压电源121的电压发生波动时,振幅控制电压也会成为根据衰减程度设定信号所表示的衰减程度对电源电压进行衰减而得到的、与电源电压成正比的电压,因此能够执行反映电源电压的大小和衰减程度(加权)的振幅控制。作为一个示例,上述各单元1~6在本实施方式中由模拟电路构成。

[0060] 图4示出了振幅控制电压生成部100的具体电路结构例。

[0061] 基准电压生成部1是将电阻值为 $R_1$ 的电阻10和电阻值为 $R_2$ 的电阻11串联连接,且电阻10和电阻11之间的配线上连接有输出端子的结构。电阻10与可变电压电源121连接。若以HVDD来表示可变电压电源121,则如下数学式(1)所示,对电源电压HVDD实施电阻分割而得到的基准电压 $V_0$ 从输出端子输出。

$$[0062] \quad V_0 = HVDD \times R_2 / (R_1 + R_2) \cdots \cdots (1)$$

[0063] 电压电流转换部2的结构具备运算放大器(OPAMP)12、N型MOS(NMOS)晶体管13和电阻值为 $R_{ref}'$ 的基准电阻14。基准电压生成部1所输出的基准电压 $V_0$ 被输入到OPAMP 12的正端子。OPAMP 12的输出与NMOS晶体管13的栅极端子连接。NMOS晶体管13的源极端子与基准电阻14和OPAMP 12的负端子连接,形成反馈电路。基准电阻14的另一个端子接地。这种电路结构的电压电流转换部2的输出成为NMOS晶体管13的漏极端子。

[0064] 通过上述反馈电路,OPAMP 12的负端子电压 $V_0'$ 与作为正端子输入信号的基准电压 $V_0$ 相等。由于电压 $V_0'$ 也与基准电阻14连接,所以流过基准电阻14的电流 $I_0$ 成为 $I_0 = V_0' / R_{ref}'$ 。因此,电流 $I_0$ 由数学式(2)表示,并作为电压电流转换部2的输出从NMOS晶体管13的漏极端子输出。

$$[0065] \quad I_0 = V_0' / R_{ref}' \cdots \cdots (2)$$

[0066] 电压电流转换部2与电流控制部3之间配置有PMOS晶体管15、16。PMOS晶体管15、16构成电流镜电路,改变电压电流转换电路2的输出电流 $I_0$ 的方向并将其传递到下一级的电流控制部3。

[0067] 电流控制部3通过由NMOS晶体管17和多个NMOS晶体管18a~18n构成的电流镜电路

以及分别与NMOS晶体管18a~18n连接的开关19a~19n构成。在图4的电路结构中,当施加相同的栅极电压时,NMOS晶体管18a~18n由与NMOS晶体管17流过相同大小(放大率1)的电流的NMOS晶体管18a、流过2倍(放大率2)电流的NMOS晶体管18b、……、以及流过N倍(放大率N)电流的NMOS晶体管18n构成。因此,发送控制部101通过衰减量设定信号选择性地导通开关19a~19b中一个以上,从而导通NMOS晶体管18a~18n中的一个以上,将流过导通的NMOS晶体管的电流的总电流 $I_0'$ 作为电流控制部3的输出从NMOS晶体管18a~18n输出。因此,针对电流控制部3的输入信号即电流 $I_0$ 被放大至电流 $I_0'$ 而进行输出。如果设与通过衰减量设定信号导通的一个以上的开关连接的NMOS晶体管18a~18n的放大率之和为n,则放大后的电流 $I_0'$ 由以下数学式(3)表示。

$$[0068] \quad I_0' = n \times I_0 \cdots \cdots (3)$$

[0069] 电流电压转换部4是将与可变电压电源121连接的电阻值为 $R_{ref}$ 的基准电阻21与高压NMOS晶体管20串联连接的电路结构,输入电流 $I_0'$ 被输入到NMOS晶体管20的源极端子。基准电阻21与NMOS晶体管20之间的配线上,连接有振幅控制电压的输出端子。高压NMOS晶体管20是保护电流控制部3的电平移器。可变电压电源121的输出电压HVDD根据输入电流 $I_0'$ 而降低,由以下数学式(4)表示的振幅控制电压 $V_{AMP}$ 从电流电压转换部输出。

$$[0070] \quad V_{AMP} = HVDD - R_{ref} \times I_0' \cdots \cdots (4)$$

[0071] 将数学式(1)~(3)代入数学式(4)后,由数学式(5)表示。

$$[0072] \quad V_{AMP} = HVDD (1 - R_{ref}/R_{ref}' \times n \times R_2 / (R_1 + R_2)) \cdots \cdots (5)$$

[0073] 在数学式(5)中,当 $R_{ref} = R_{ref}'$ 时,式数学(5)由以下数学式(6)表示。

$$[0074] \quad V_{AMP} = HVDD (1 - n \times R_2 / (R_1 + R_2)) \cdots \cdots (6)$$

[0075] 由数学式(6)可明确得知,振幅控制电压 $V_{AMP}$ 是通过与NMOS晶体管18a~18n的放大率之和n成正比的比例( $n \times R_2 / (R_1 + R_2)$ ),对可变电压电源121的输出电压HVDD进行衰减而得到的电压值,其中,NMOS晶体管18a~18n与通过衰减量设定信号导通的一个以上的开关连接,即使可变电压电源121的输出电压HVDD发生波动,衰减的比例( $n \times R_2 / (R_1 + R_2)$ )也不变。例如,在图4的电路中,如果将 $R_2$ 设为10K $\Omega$ ,将 $R_1$ 设为90K $\Omega$ ,则数学式(6)成为以下数学式(7)。

$$[0076] \quad V_{AMP} = HVDD (1 - 0.1n) \cdots \cdots (7)$$

[0077] 在数学式(7)中,若设n为1,则 $V_{AMP} = 0.9HVDD$ ,若设n为2,则 $V_{AMP} = 0.8HVDD$ ,振幅控制电压 $V_{AMP}$ 的衰减比例变大。此外,即使电源电压HVDD发生变化,只要不改变通过衰减程度设定信号设定的放大率之和n,衰减比例就不变,能够生成以所设定的衰减程度对波动电源电压HVDD进行衰减而得到的振幅控制电压 $V_{AMP}$ 。

[0078] 接下来,使用图5对发送电路部102的电路结构例进行说明。如图5所示,发送电路部102具有振幅控制部5和驱动电路部6。

[0079] 振幅控制部5由高压NMOS晶体管构成,振幅控制电压 $V_{AMP}$ 被输入到栅极端子。

[0080] 驱动电路部6具有构成电流镜电路的PMOS晶体管30和高压PMOS晶体管31、以及与PMOS晶体管30的源极端子连接的高压NMOS晶体管32。高压NMOS晶体管32的源极端子上连接有输出交替取0和预定驱动电流 $I_b$ 这两个值的电流信号的电流源33。高压NMOS晶体管31的漏极端子上连接有振子103和负载电阻34。高压NMOS晶体管32被配置为用于电流信号33的耐压保护。

[0081] 由发送控制部101输出的发送控制信号被施加到电流源33,当施加了发送控制信号时,电流源33输出驱动电流 $I_b$ 。驱动电路部6将电流源33所输出的电流信号作为驱动电流输出到振子103,并驱动振子103。当振子103的电压变为 $V_{OUT}$ 且驱动电流变为0时,负载电阻34对振子103的电荷进行放电,并将振子103的电位变为接地电平。

[0082] 向驱动电路部6的振子103输出的输出信号 $V_{OUT}$ 的高电平电压值与振幅控制电压 $V_{AMP}$ 连动地变化。由于振幅控制电压 $V_{AMP}$ 是以所设定的衰减程度对电源电压 $HVDD$ 进行衰减而得到的电压,因此针对振子103的输出信号 $V_{OUT}$ 也具有与振幅控制电压 $V_{AMP}$ 对应的振幅。由此,由于从振子103输出的超声波信号具有与振幅控制电压 $V_{AMP}$ 对应的强度,因此将会成为通过以预定衰减程度对驱动信号 $V_{OUT}$ 进行衰减来执行加权而得到的强度。

[0083] 此外,为了将超声波束聚焦于发送焦点,需要根据发送焦点的位置延迟每个振子103的驱动信号。因此,发送控制部101在根据发送焦点的位置进行延迟的定时输出发送控制信号。

[0084] 因此,在使从多个振子103发送的超声波束的强度发生变化时,只需改变电源电压 $HVDD$ ,而无需对每个振子的驱动信号的振幅进行运算,便可执行每个振子的加权。例如,将位于超声波束中心的振子的输出设为100%,通过随着远离中心而降低振子的输出,能够发送减小了旁瓣的超声波束。

[0085] 此时,控制部122根据需要在每次发送时扫描(移动)超声波束的位置。由此,超声波束中心的振子103的位置发生偏移,因此需要根据振子的衰减程度设定衰减程度设定信号。发送控制部101预先从控制部122接收超声波束的中心位置和确定了此时各振子103的衰减程度的信息,并将其存储在内设的存储器101a中。当从控制部122接收到超声波束的中心位置的扫描(移动)指示时,发送控制部101a从存储器101a读出每个振子103的衰减程度,生成表示该衰减程度的衰减程度设定信号,并将其设置在各振子103的振幅控制电压生成部100中。

[0086] 此外,当在诸如B模式和彩色多普勒的成像模式之间切换时,控制部122控制可变电压电源121,并根据成像模式改变电压 $HVDD$ 。具体地,例如,将用于B模式成像的电压切换为用于彩色多普勒成像的电压。当同时拍摄B模式图像和彩色多普勒图像时,在1秒之内多次将电压 $HVDD$ 从用于B模式成像的电压切换到用于彩色多普勒成像的电压。

[0087] 由此,能够将根据成像模式而具有不同强度且适当加权的超声波束从多个振子103发送到被检体。

[0088] 每次进行发送时,被检体内产生的超声波束的回波由多个振子103接收。接收信号经由收发分离部104被交接到接收部105,根据成像模式对其实施接收波束成型处理或者求出多普勒频率的处理。由此,针对多个接收焦点生成焦点数据、多普勒频率数据。在图像处理部106中,使用数据,根据成像模式来生成B模式图像、彩色多普勒图像。所生成的图像被显示在显示部107上。

[0089] 此外,在上述结构中,为了简化计算,以基准电阻14的电阻值 $R_{ref}'$ 与基准电阻21的电阻值 $R_{ref}$ 相等( $R_{ref}=R_{ref}'$ )的情况为例进行了说明,但两个电阻值也可以不同。

[0090] 此外,电流控制部3通过开关19a~19n中导通的NMOS晶体管18a~18n的放大率 $n$ 之和来控制振幅控制电压的衰减程度,但即使基准电阻14、基准电压生成部1的电阻11、电阻10的电阻值可变,也可以获得相同的效果。

[0091] 而且,上述电路实施例只不过示出了一个实施例而已,只要能够根据与电源电压具有线性关系的基准电流生成振幅控制电压,则不仅限于上述实施例。

[0092] 在以上结构中,配置了与多个超声波振子103相同数量的发送电路部102和收发分离部104。振幅控制电压生成部100可以与发送电路部102配置为相同数量,并且当以相同振幅驱动多个振子103时,也可以针对多个发送电路部102配置一个振幅控制电压生成部100。

[0093] 此外,关于是将发送部120配置在超声波探针侧还是配置在主体侧,将在第4实施方式 and 第5实施方式中进行说明。

[0094] [第2实施方式]

[0095] 对第2实施方式的超声波成像装置进行说明。在上述第1实施方式中,生成了电压波形在0和正电压 $V_{out}$ 之间变化的驱动信号,但在第2实施方式中,将生成电压波形在负电压 $V_{outL}$ 、正电压 $V_{outH}$ 和零电平这三个值之间变化的驱动信号。由此,能够生成正负对称的波形,可以执行使用脉冲反向的THI成像。

[0096] 在第2实施方式的超声波成像装置中,对与第1实施方式的超声波成像装置相同的结构用相同的附图标记表示,并省略其说明,对与第1实施方式不同的结构进行如下说明。

[0097] 在第2实施方式中,可变电压电源121分别输出正电压和负电压。振幅控制电压生成部100生成正侧振幅控制电压和负侧振幅控制电压这两种电压作为振幅控制电压。发送电路部102将可变电压电源121所输出的正电压的绝对值降低至与正侧振幅控制电压对应的值,将负电压的绝对值降低至与负侧振幅控制电压对应的值,并生成以降低后的正电压为正侧振幅,以降低后的负电压为负侧振幅的驱动信号。

[0098] 图6示出了第2实施方式的超声波成像装置的发送部120的具体结构。与第1实施方式同样,发送部120具备振幅控制电压生成部100和发送电路部102。此外,作为可变电压电源121,具备供给正电压的可变电压电源121a和供给负电压的可变电压电源121b。

[0099] 振幅控制电压生成部100具备与第1实施方式相同的基准电压生成部1、电压电流转换部2、进行正侧振幅控制的电流控制部3a和正侧电流电压转换部4a、以及进行负侧振幅控制的电流控制部3b和负侧电流电压转换部4b。正侧电流控制部3a和正侧电流电压转换部4a与第1实施方式的电流控制部3和电流电压转换部4具有相同的结构,并生成正侧振幅控制电压。负侧电流控制部3b和负侧电流电压转换部4b与第1实施方式的电流控制部3和电流电压转换部4具有大致相同的结构,并生成负侧振幅控制电压。

[0100] 即,振幅控制电压生成部100将电压电流转换部2的输出分离为进行正侧振幅控制的电流控制部3a和进行负侧振幅控制的电流控制部3b,通过电流电压转换部4a、4b分别生成正侧振幅和负侧振幅。此处,基准电压生成部1和电压电流转换部2不区分正负而被共同地配置,负侧电流控制部3b使用与正侧相同的基准电流 $I_0$ 来生成负侧振幅控制电压。

[0101] 发送电路部102除了具备正侧振幅控制部5a和驱动电路6a之外,还具备与负的可变电压电源121b连接的负侧振幅控制部5b和驱动电路6b。正侧振幅控制电压和负侧振幅控制电压分别独立输入到正侧振幅控制部5a和负侧的振幅控制部5b。分别从正侧和负侧驱动电路部6a、6b输出的正驱动电压 $V_{outH}$ 的信号和负驱动电压 $V_{outL}$ 的信号通过错开脉冲峰值位置的相位而输入到公共信号线,来生成波形在负电压 $V_{outL}$ 与正电压 $V_{outH}$ 之间变化的驱动信号。该驱动信号被提供给振子103,驱动振子103。由此,也可以进行正负不对称的振幅控制,从而能够生成复杂波形的驱动信号。

[0102] 图7中详细示出了振幅控制电压生成部100的具体电路结构例。基准电压生成部1、电压电流转换部2、正侧电流控制部3a、正侧电流电压转换部4a、以及通过连接电压电流转换部2和正侧电流控制部3a来提供基准电流 $I_0$ 的电流镜电路(15、16)的各电路结构,与第1实施方式的图4中的基准电压生成部1、电压电流转换部2、电流控制部3、电流电压转换部4、以及电流镜电路(15、16)相同。

[0103] 负侧电流控制部3b由多个PMOS晶体管18a~18n构成,并与PMOS晶体管15构成电流镜。因此,负侧电流控制部3b与由NMOS晶体管17和大小不同的多个NMOS晶体管18a~18n构成的正侧电流控制部3a,虽然晶体管的半导体类型不同,但电路结构是相同的。

[0104] 负侧电流电压转换部4b是将高耐压PMOS晶体管24和基准电阻25串联连接,并将负侧可变电压电源121b连接到基准电阻25的结构。因此,负侧电流电压转换部4b与将高耐压NMOS晶体管20和基准电阻21连接的正侧电流电压转换部4a,虽然晶体管的半导体类型不同,但电路结构是相同的。

[0105] 当负侧电流控制部3b的PMOS晶体管22a~22n通过由发送控制部101输出的衰减程度设定信号使开关23a~23n导通、断开时,流过导通的PMOS晶体管的电流的总电流 $I_0'$ 作为电流控制部3的输出从PMOS晶体管22a~22n输出。因此,向电流控制部3b输入的输入信号即电流 $I_0$ 被放大至电流 $I_0'$ 而输出。如果将与通过衰减量设定信号导通的一个以上的开关连接的PMOS晶体管22a~22n的放大率之和设为m,并将负侧可变电压电源121b的电压设为HVSS,则负侧振幅控制电压 $V_{AMPL}$ 由数学式(8)表示。在数学式(8)中,作为一个示例,负侧电压HVSS与正侧可变电压电源HVDD的绝对值相等。

[0106] 
$$V_{AMPL} = HVDD (1 - m \times R_2 / (R_1 + R_2)) \cdots \cdots (8)$$

[0107] 图8中示出了可以输出正负电压的发送电路部102的电路结构例。正侧振幅控制部5a和驱动电路6a与第1实施方式的图5中的振幅控制部5和驱动电路6的电路结构相同。负侧振幅控制部5b由高压PMOS晶体管5b构成,驱动电路部6b由转换电压电平的高耐压PMOS晶体管36、NMOS晶体管38以及高耐压NMOS晶体管35构成。

[0108] 发送控制部101所输出的发送控制信号被施加到电流源33、37,当输出高电平时导通电流源33,当输出低电平时导通电流源37,通过交替重复该操作,能够通过高电平的 $V_{OUTH}$ 、低电平的 $V_{OUTL}$ 对超声波振子103进行驱动。此外,当电流源33、37均断开时,由负载电阻34输出零电平。此时的 $V_{OUTH}$ 和 $V_{OUTL}$ 信号电平与正负振幅控制电压 $V_{AMPH}$ 、 $V_{AMPL}$ 连动地变化。振幅控制电压 $V_{AMPH}$ 是以所设定的衰减程度对电源电压HVDD进行衰减而得到的电压,振幅控制电压 $V_{AMPL}$ 是以所设定的衰减程度对电源电压HVSS进行衰减而得到的电压,因此,向振子103的输出信号 $V_{OUTH}$ 、 $V_{OUTL}$ 也具有分别与振幅控制电压 $V_{AMPH}$ 、 $V_{AMPL}$ 对应的振幅。由于即使在使可变电压电源121a、121b的电压波动时,振幅控制电压 $V_{AMPH}$ 、 $V_{AMPL}$ 也会成为以衰减程度设定信号所表示的衰减程度对电源电压进行衰减而得到的、与电源电压HVDD、HVSS成正比的电压,因此,能够执行反映电源电压的大小和衰减程度(加权)的振幅控制。

[0109] 此外,在上述说明中,正侧电源电压HVDD与负侧电源电压HVSS大小相等,而在电压不同时,将基准电压生成部1和电压电流转换部2分别独立配置正负即可。即使正侧电源HVDD和负侧电源HVSS不同,也能够提供衰减程度恒定的发送电路。

[0110] [第3实施方式]

[0111] 接下来,对第3实施方式进行说明。在第1实施方式中,振幅控制电压 $V_{AMP}$ 如数学式

(6)所示,是以所设定的衰减程度对可变电源电压121的输出电压HVDD进行衰减而得到的电压值。但是,施加到超声波振子103的电压 $V_{OUT}$ 有时会因发送电路部102的振幅控制部5中产生的偏移电压而与振幅控制电压 $V_{AMP}$ 不同。例如,在图5所示的发送电路部102中,由于电流源33的电流在High区间中也流过振幅控制部5,所以输出电压 $V_{OUT}$ 的高电平 $V_{OUTH}$ 会在振幅控制部5的NMOS晶体管的栅极端子与源极端子之间产生电位差。因此,若设该栅极、源极间电压为 $V_{GS}$ ,则 $V_{OUTH}$ 和 $V_{AMP}$ 的关系如数学式(9)所示。

$$[0112] \quad V_{OUTH} = V_{AMP} - V_{GS} \cdots \cdots (9)$$

[0113] 由于 $V_{GS5}$ 是不依赖于可变电压电源的电压HVDD的恒定电压,因此当发送电路部102的电源电压HVDD小、或者衰减程度被设定得大等时, $V_{GS5}$ 无法被忽略,而是成为与所设定的衰减量的误差而被输出。因此,在第3实施方式中,如图9所示,在振幅控制电压生成部100中设有固定电流生成部7,通过将相当于偏移电压 $V_{GS5}$ 的电流与来自电流控制部3的输出电流相加,来抵消与偏移电压 $V_{GS5}$ 相应的误差。

[0114] 图10中示出了具体结构例。在与图4中的振幅控制电压生成部100相同的电路结构中,将不依赖于可变电压电源121的电源电压HVDD的固定偏移电流源26连接到电流控制部3的开关19a~19n与电流电压转换部4的高耐压NMOS晶体管20的源极之间,并提供偏移电流 $I_{off}$ 。通过该电路结构,振幅控制电压 $V_{AMP}$ 由数学式(10)表示,输出电压 $V_{OUTH}$ 由数学式(11)表示。

$$[0115] \quad V_{AMP} = HVDD (1 - n \times R_2 / (R_1 + R_2)) + R_2 \times I_{off} \cdots \cdots (10)$$

$$[0116] \quad V_{OUTH} = HVDD (1 - n \times R_2 / (R_1 + R_2)) + R_2 \times I_{off} - V_{GS} \cdots \cdots (11)$$

[0117] 因此,若将偏移电流 $I_{off}$ 的大小设为 $V_{GS} = R_2 \times I_{off}$ ,则输出电压 $V_{OUTH}$ 变为 $V_{OUTH} = HVDD (1 - n \times R_2 / (R_1 + R_2))$ ,能够根据所设定的衰减程度更加准确地对发送电路部102的输出电压进行衰减。

[0118] 此外,在上述说明中,仅在正侧对输出电压 $V_{OUTH}$ 的动作进行了说明,但第2实施方式的输出电压 $V_{OUTL}$ 也同样能够抵消偏移电压。

[0119] 此外,由于偏移电压 $V_{GS}$ 有时会因NMOS晶体管的温度特性或制造偏差而产生波动,因此当使用偏移电流 $I_{off}$ 与偏移电压 $V_{GS}$ 的波动连动地变化的可变电流源26时,能够更高精度地抵消偏移电压 $V_{GS}$ ,从而提高输出电压的衰减程度的精度。

[0120] [第4实施方式]

[0121] 作为第4实施方式,图11中示出了超声波成像装置的外观的一个例子。

[0122] 超声波诊断装置具备主框架(装置主体)201、超声波探针203、以及连接主框架201和超声波探针203的电缆202。此外,在主框架201上,搭载并连接有图像显示部107。

[0123] 在本实施方式中,超声波探针203上配置有振子103,主框架201内部配置有发送部120。发送部120和振子103经由电缆202内部的配线连接。因此,振幅控制电压生成部100和发送电路部102构成为配置于主框架201内部。

[0124] 本实施方式的发送部120的振幅控制电压生成部100和发送电路部102如第1实施方式~第3实施方式所述,即使在改变可变电压电源121的电压时,也无需通过运算求出驱动信号的电压值,而是能够以所设定的衰减程度进行衰减的简单电路结构,电路规模较小。因此,通过配置于主框架201内,能够实现小型的主框架。

[0125] 此外,在该结构中,将针对多个振子103中的每一个振子进行了衰减的驱动信号经

由电缆202从主框架201的发送电路部102向超声波探针203的振子103输出,因此,作为电缆202,优选配置专用线。

[0126] [第5实施方式]

[0127] 作为第5实施方式,图11中示出了超声波成像装置的外观的另一个例子。

[0128] 第5实施方式的超声波诊断装置具备主框架(装置主体)201、超声波探针203和电缆202。此外,在主框架201上,搭载并连接有图像显示部107。发送部120配置于超声波探针203内。

[0129] 本实施方式的发送部120的振幅控制电压生成部100和发送电路部102如第1实施方式~第3实施方式所述,即使在改变可变电压电源121的电压时,也无需通过运算求出驱动信号的电压值,而是能够以所设定的衰减程度进行衰减的简单电路结构,电路规模较小。因此,能够与振子103配置于超声波探针203内,而且能够提供小型的超声波探针203。

[0130] 此外,通过将发送部120配置于超声波探针203内,作为发送部120用的电缆202,只要有用于发送控制部101和控制部122之间的控制信号的电缆和用于供给电源电压的电缆即可,能够减少电缆数量,实现电缆202的小型化。

[0131] 在第4实施方式和第5实施方式中,可以以 $M \times N$ 个的二维排列方式对配置于超声波探针203内的振子103进行排列。此时,如图13所示,对于每个振子103,连接发送电路部102和作为接收部105的一部分的延迟电路来作为模拟前端电路41。这样,通过二维排列振子103并调节发送焦点和接收焦点,能够生成三维超声波图像。

[0132] 如图13所示,可以将排列为 $M \times N$ 个的振子103中每一个振子的模拟前端电路41形成在同一半导体基板上,并将其与接收部105的延迟控制部、振幅控制电压生成部100共同集成为波束形成器LSI40。

[0133] 此时,如图13所示,振幅控制电压生成部100也可以配置于 $M \times N$ 个模拟前端电路41的列的端部,构成为向多个发送电路部102供给振幅控制电压。

[0134] 图14中以示意图示出了发送信号的变化的一个例子。在图14中的(a)的时刻 $t_1$ 到图14中的(b)的时刻 $t_2$ 之间,所发送的超声波束的中心位置在行方向上偏移,从而通过变迹产生的每个振子的发送信号电平也相应发生变化。这样,随着远离所发送的超声波束的中心而逐渐增大振幅的衰减程度,并使超声波束的中心位置随时间移动。由此,能够在减小超声波束的旁瓣的同时扫描超声波束。

[0135] 附图标记说明

[0136] 1:基准电压生成部、2:电压电流转换部、3:电流控制部、3a,3b:电流控制部、4:电流电压转换部、4a,4b:电流电压转换部、5:振幅控制部、5a,5b:振幅控制部、6:驱动电路部、6a,6b:驱动电路部、7:固定电流生成部、10、11:电阻、12:运算放大器(OPAMP)、13,17,18a~18n:N型MOS(NMOS)晶体管、14,21,25:基准电阻、15,16,22a~22n:P型MOS(PMOS)晶体管、19a~19n,23a~23n:开关、20:高耐压NMOS晶体管、21:高耐压PMOS晶体管、24:高耐压PMOS晶体管、26:固定电流源、30:PMOS晶体管、31,36:高耐压PMOS晶体管、32,35:高耐压NMOS晶体管、33,37:电流源、34:基准电阻、38:NMOS晶体管、40:波束形成器IC、41:模拟前端电路、100:振幅控制电压生成部、101:发送控制部、101a:存储器、102:发送电路部、103:振子、104:收发分离部、105:接收部、106:图像处理部、107:显示部、120:发送部、121:可变电压电源、122:控制部、201:主框架、202:电缆、203:超声波探针。

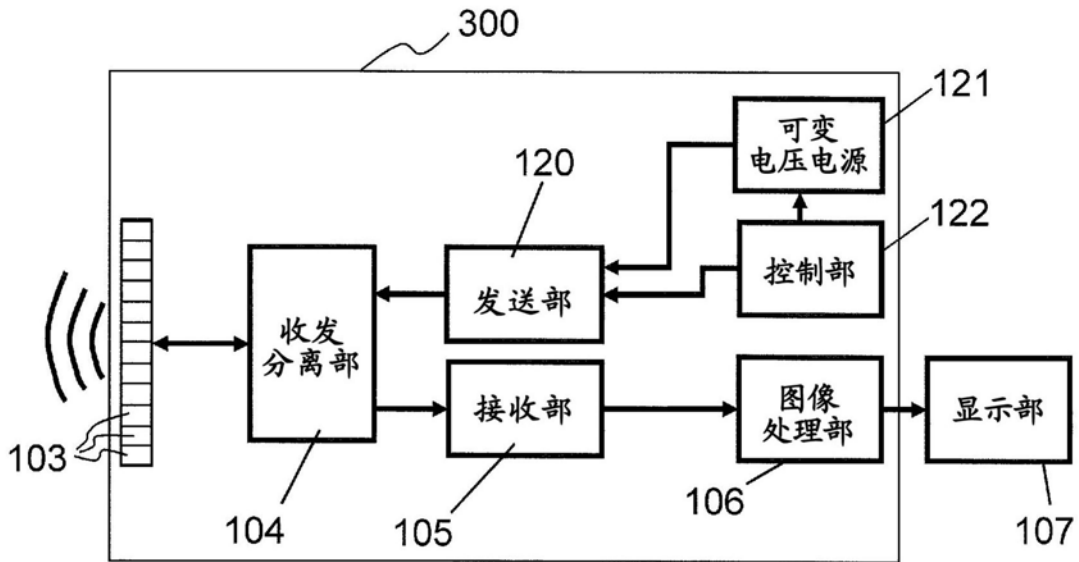


图1

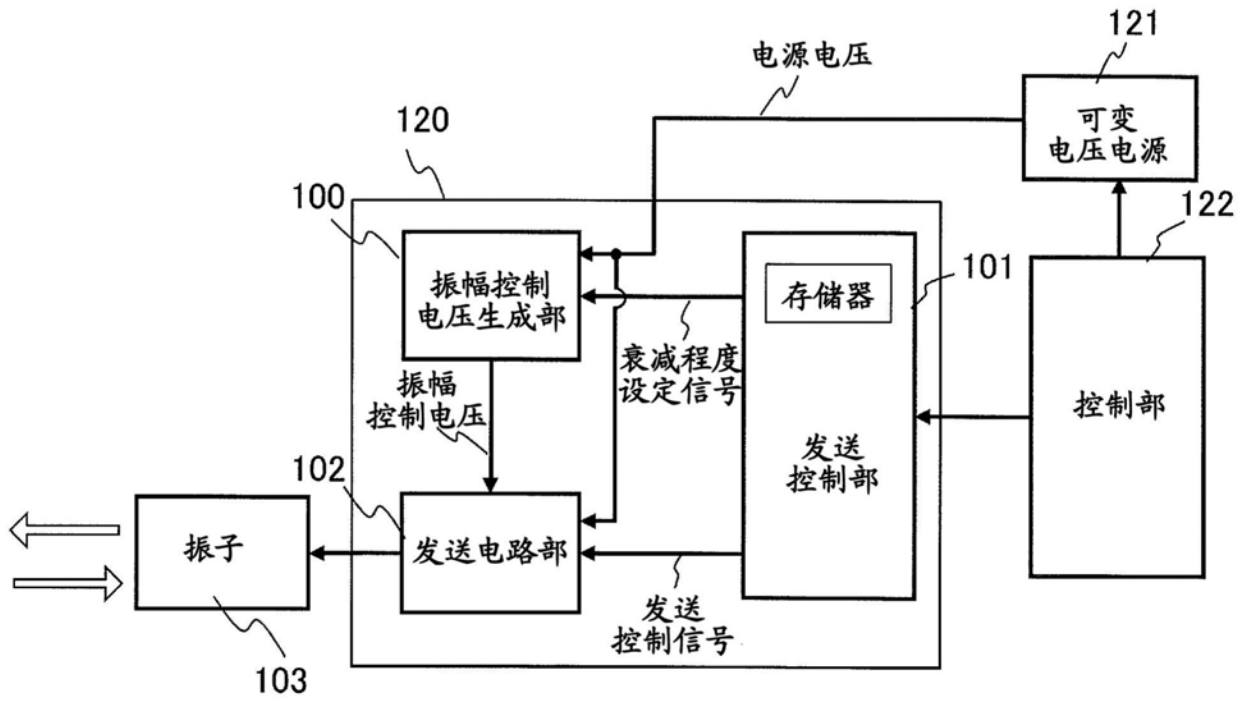


图2

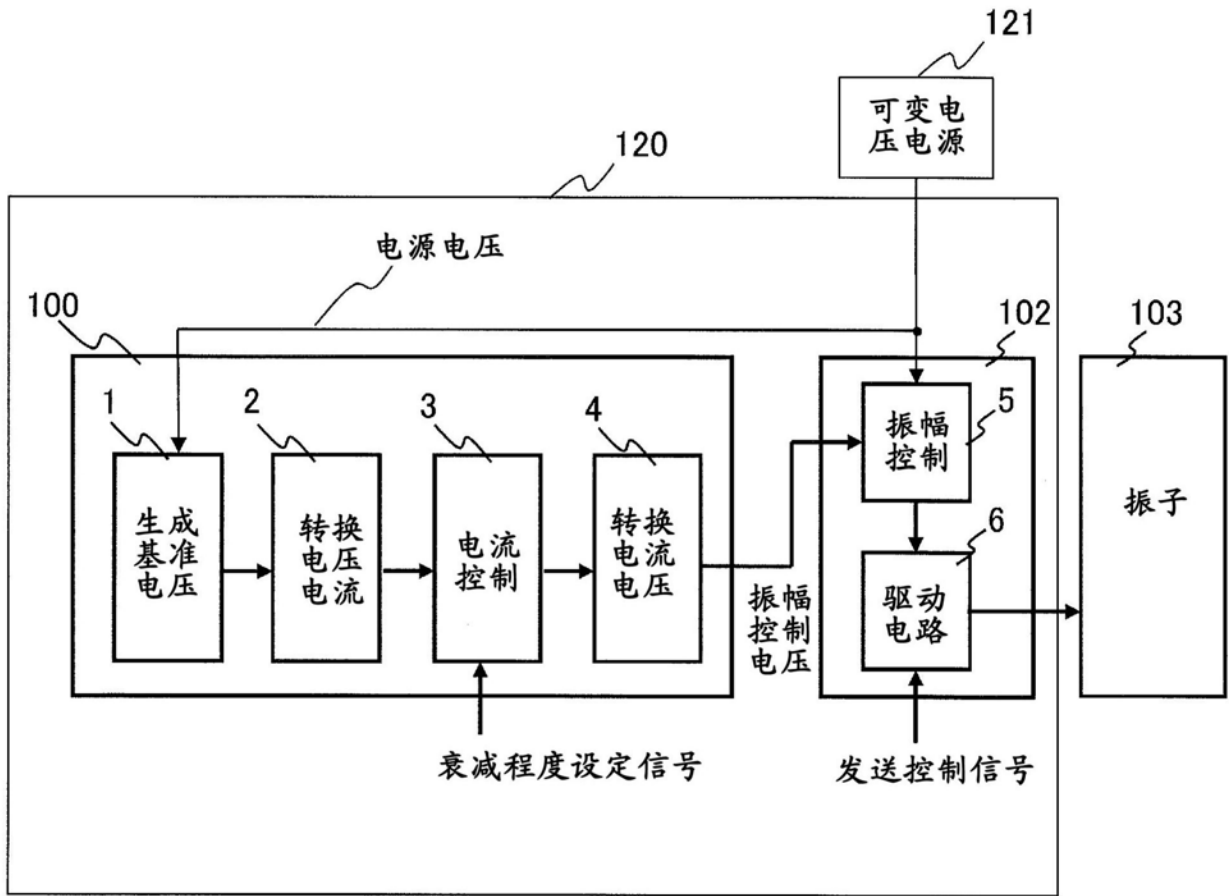


图3

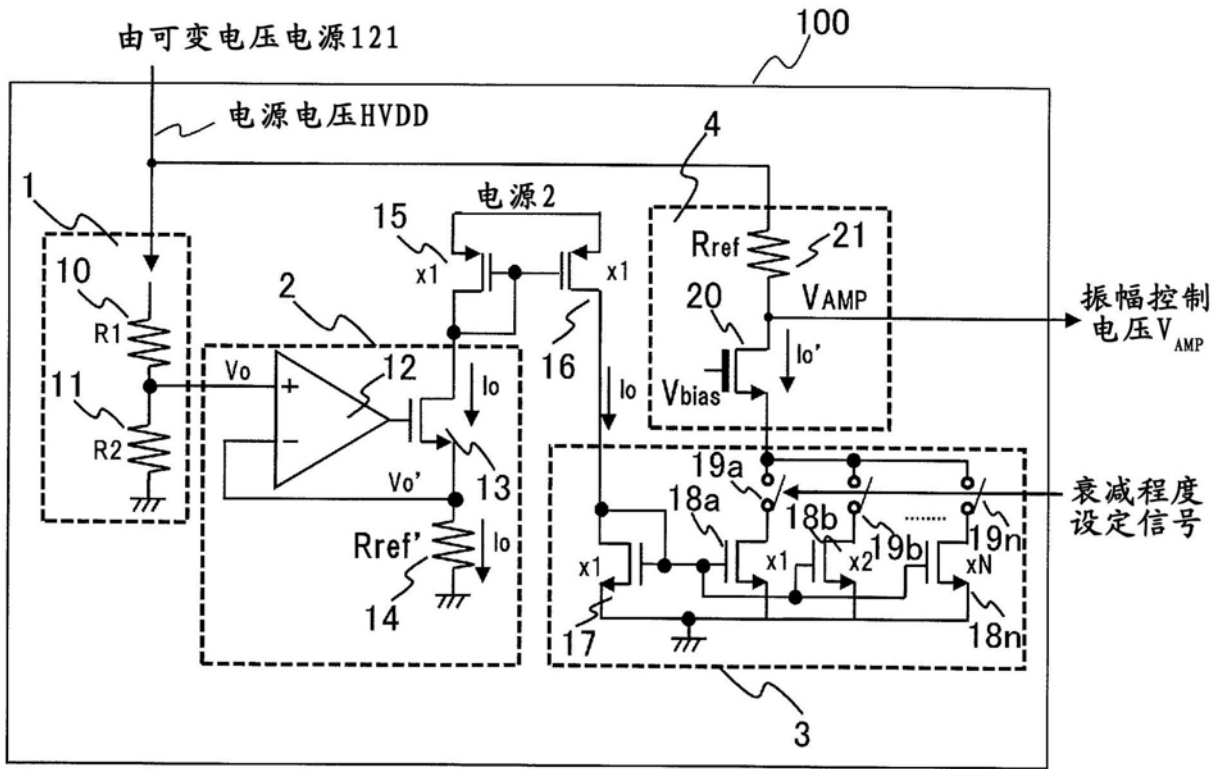


图4

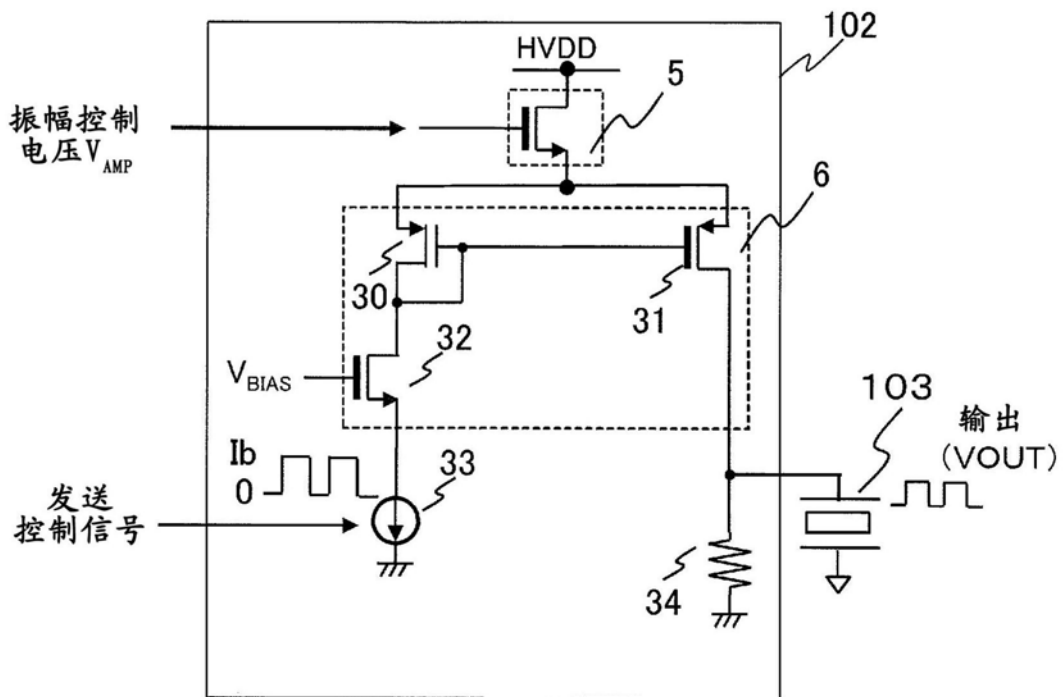


图5

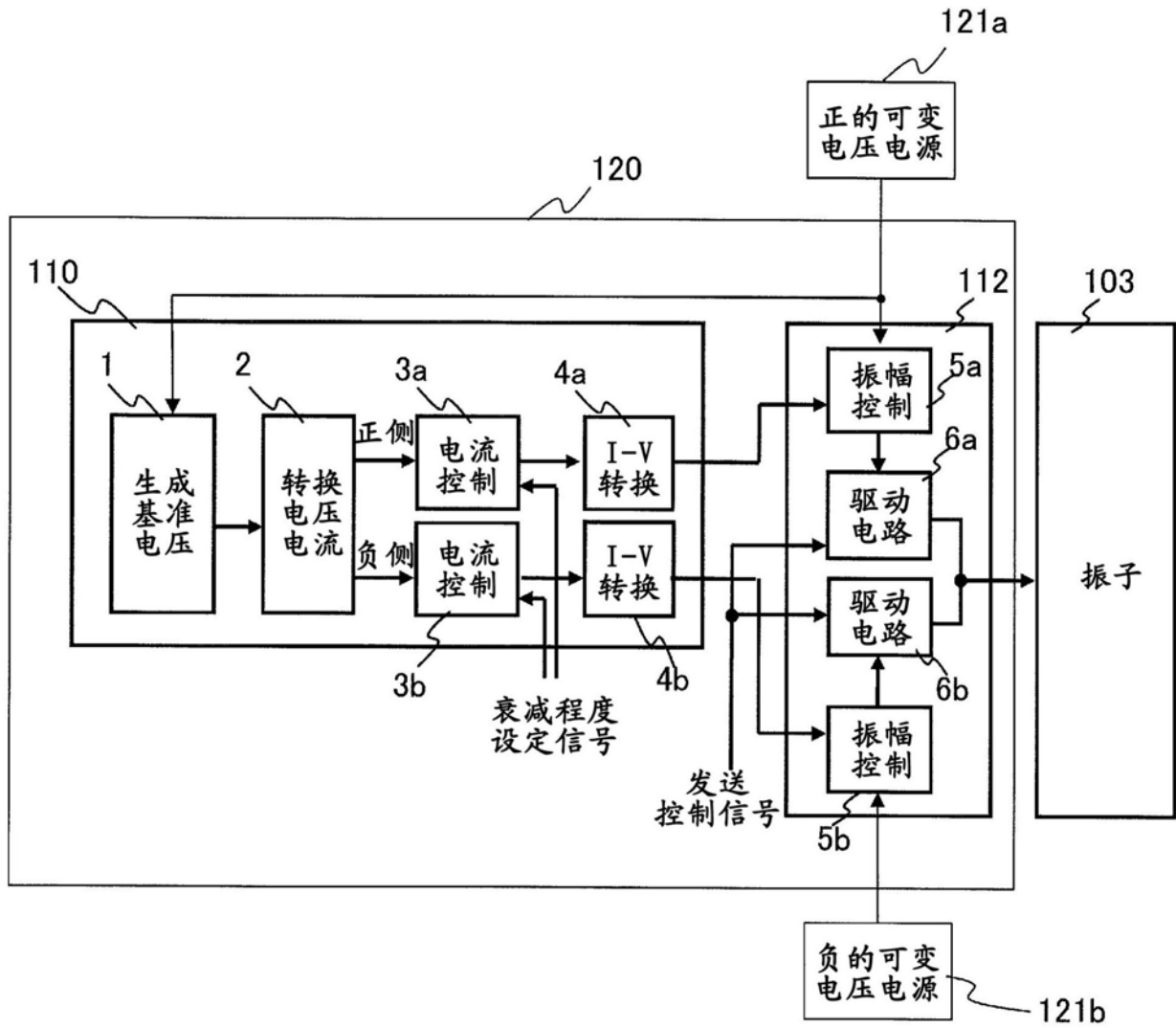


图6

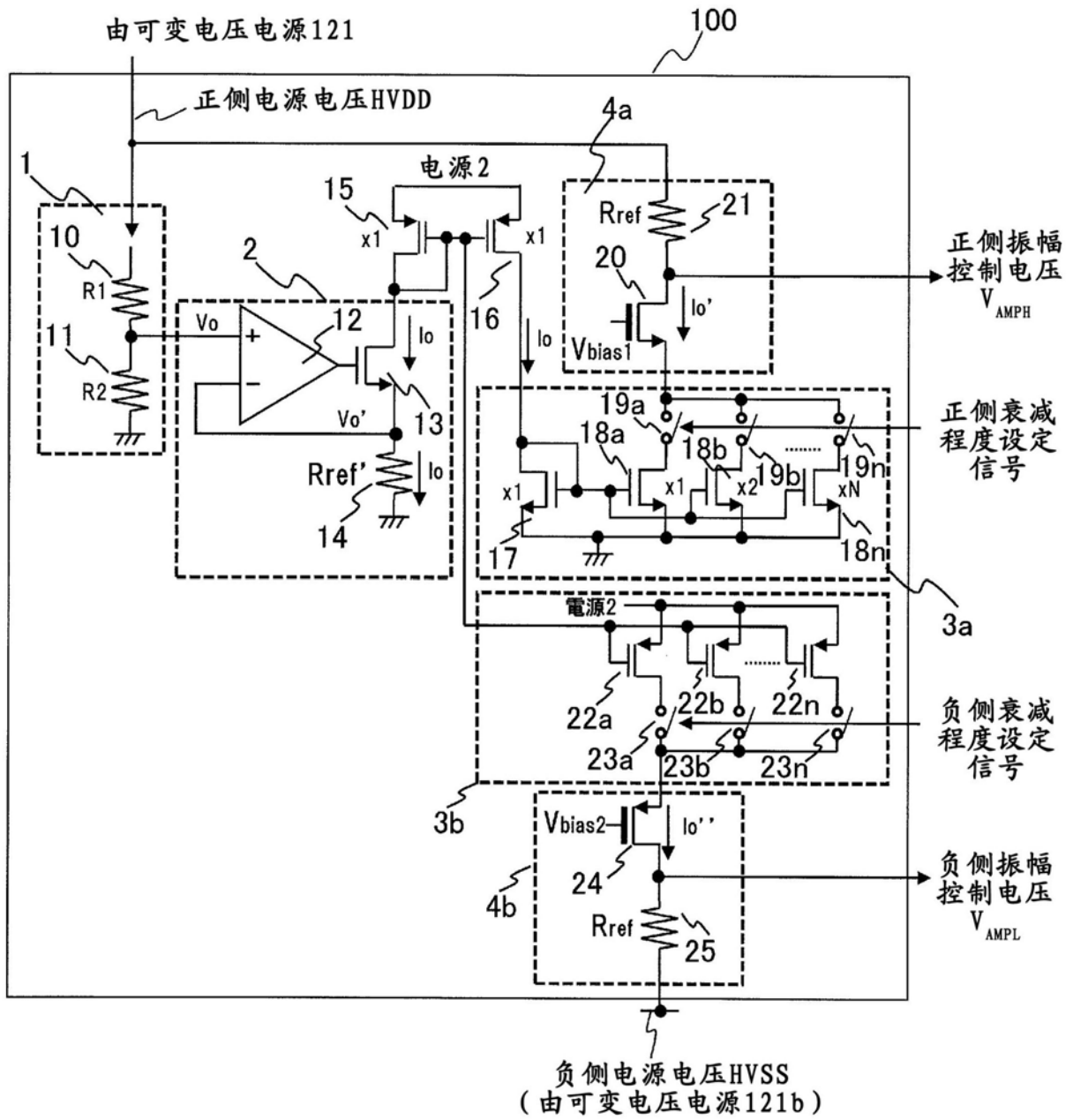


图7

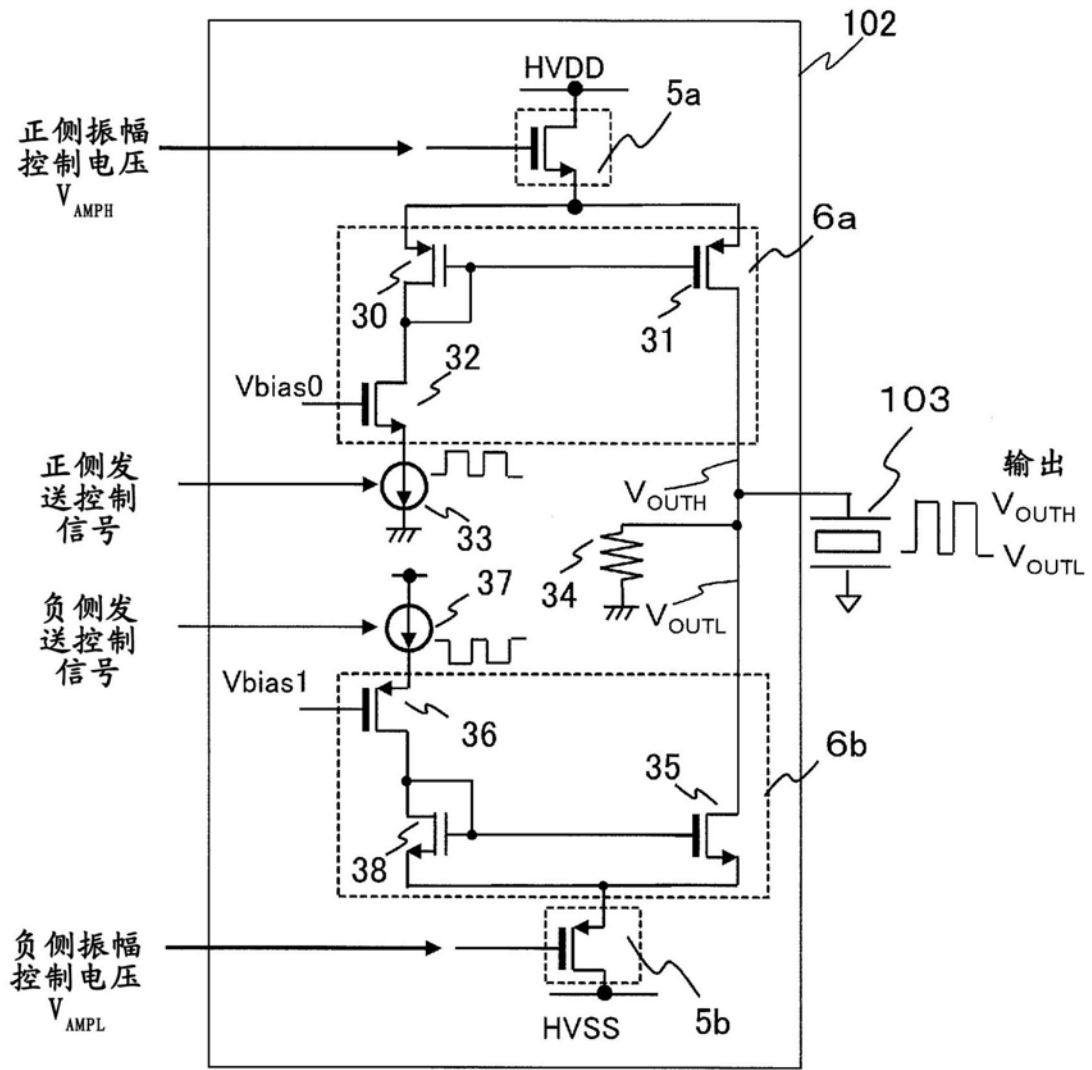


图8

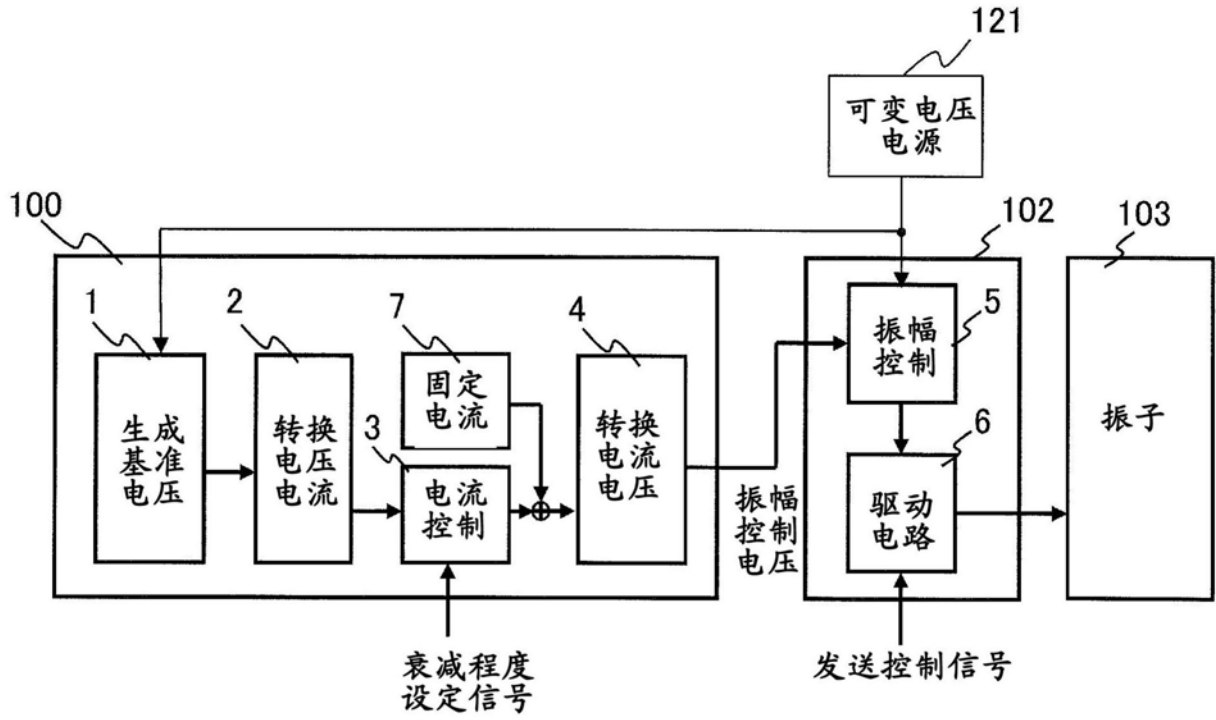


图9

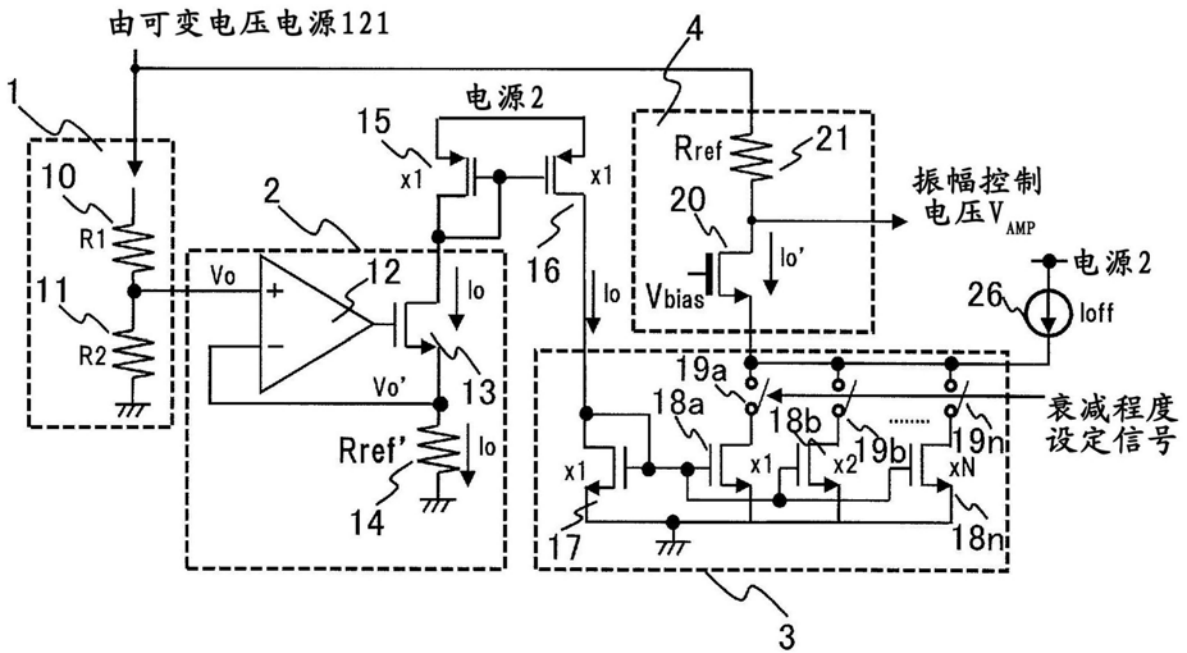


图10

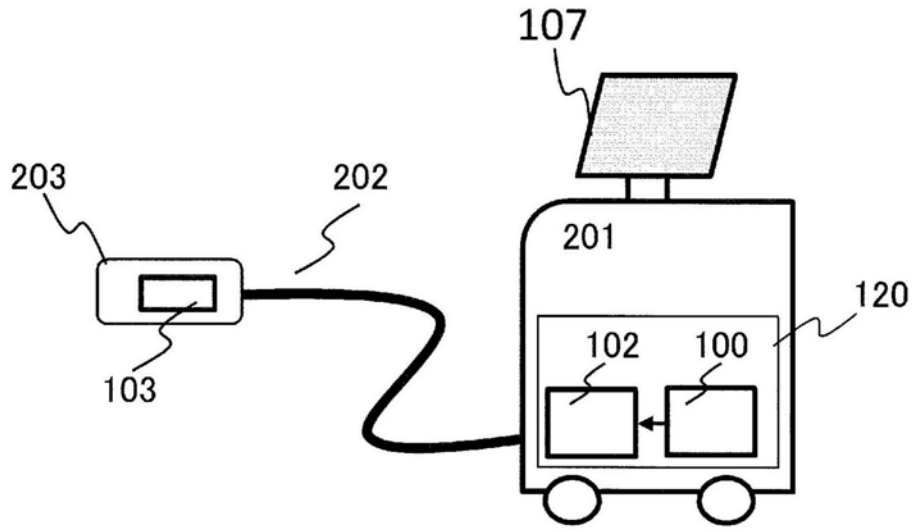


图11

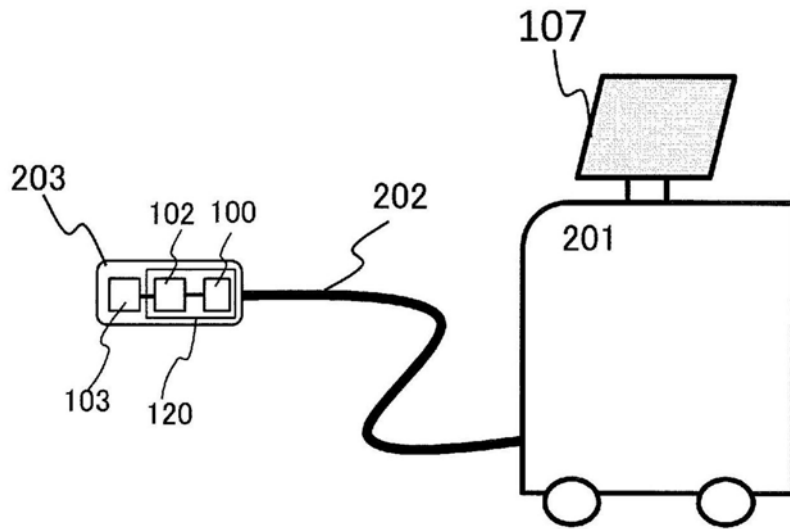


图12

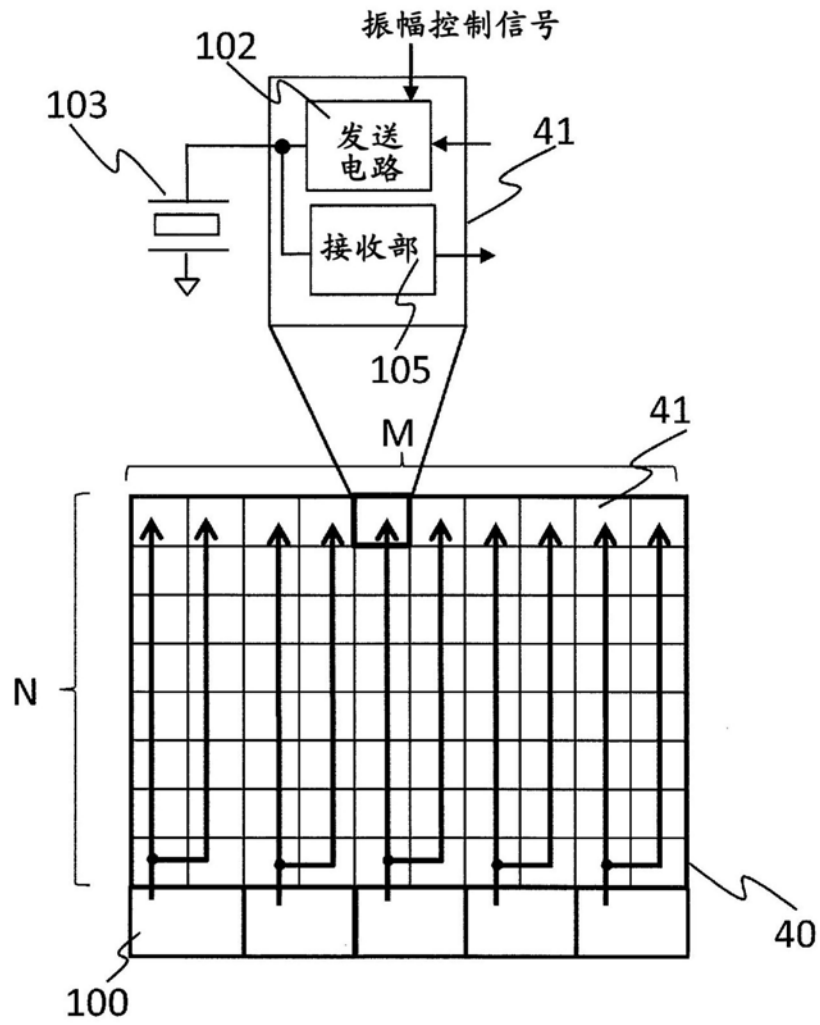


图13

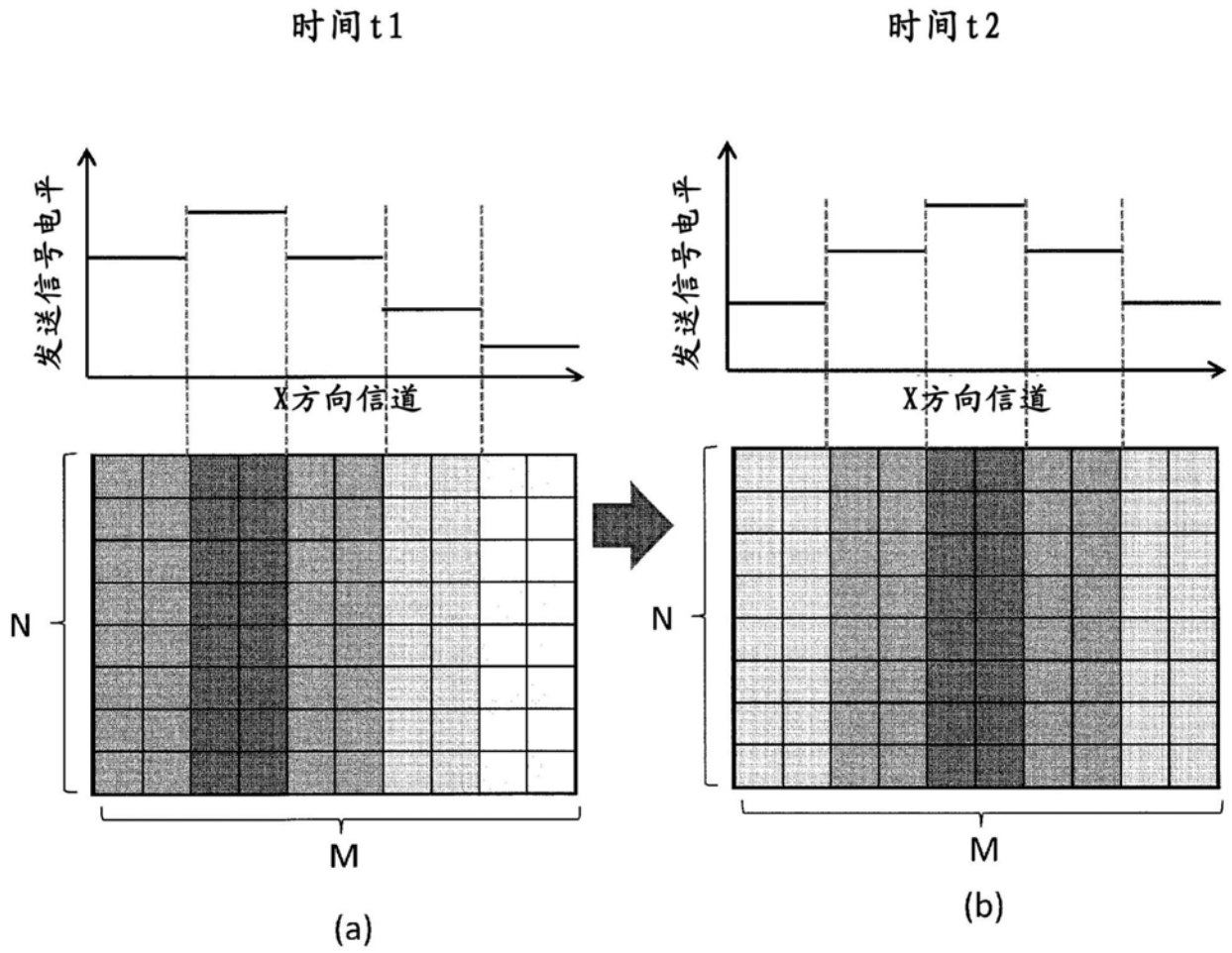


图14

专利名称(译)	超声波成像装置、超声波探针以及发送装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN111050665A</a>	公开(公告)日	2020-04-21
申请号	CN201880055776.X	申请日	2018-09-26
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	矢崎彻		
发明人	矢崎彻 网野和宏		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/14		
优先权	2017214908 2017-11-07 JP		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

即使在使超声波束的强度变化时，也不进行每个振子的驱动信号的振幅的重新计算，而对每个振子的驱动信号进行加权。具有发送超声波的多个振子和对多个振子分别提供驱动信号的发送部。发送部的振幅控制电压生成部和发送电路部与公共的电压电源连接。振幅控制电压生成部接收电压电源的输出电压和为了驱动信号的加权而对每个振子的驱动信号的衰减程度进行指示的衰减程度设定信号，并生成与通过衰减程度对电压电源的输出电压进行衰减而得到的电压对应的振幅控制电压。发送电路部将电压电源的输出电压降低至与振幅控制电压对应的电压，并针对每个上述振子生成以降低后的电压为振幅的预定波形的驱动信号。

