



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104055535 B

(45)授权公告日 2017.04.26

(21)申请号 201410100423.0

(22)申请日 2014.03.18

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104055535 A

(43)申请公布日 2014.09.24

(30)优先权数据

2013-055837 2013.03.19 JP

(73)专利权人 柯尼卡美能达株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 谷口哲哉

(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 金光华

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

(56)对比文件

US 2004/0254459 A1, 2004.12.16,

CN 101642378 A, 2010.02.10,

CN 1903132 A, 2007.01.31,

US 5833614 A, 1998.11.10,

CN 1909837 A, 2007.02.07,

US 2007/0173723 A1, 2007.07.26,

US 2004/0230121 A1, 2004.11.18,

CN 103327903 A, 2013.09.25,

审查员 卢晓萍

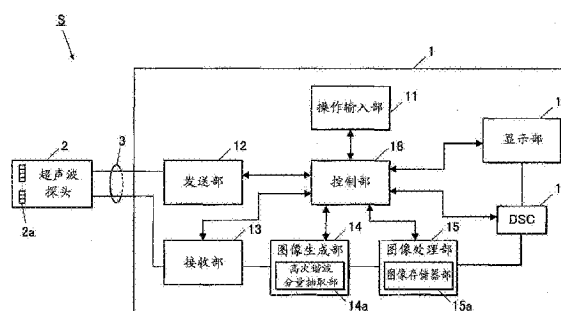
权利要求书1页 说明书15页 附图32页

(54)发明名称

超声波图像诊断装置

(57)摘要

本发明提供一种超声波图像诊断装置,具备:超声波探头,通过脉冲信号的输入而向被检体输出发送超声波,并且通过接收来自被检体的反射超声波而输出接收信号;以及发送部,通过输出驱动波形为矩形波的脉冲信号而使所述超声波探头生成所述发送超声波,其中,所述发送部在同一扫描线上隔着时间间隔而多次输出驱动波形分别为非对称的脉冲信号,所述超声波图像诊断装置具备图像处理部,该图像处理部合成从根据所述多次的脉冲信号而生成的所述发送超声波的所述反射超声波得到的各接收信号,并根据合成了的脉冲信号而生成超声波图像数据。



1. 一种超声波图像诊断装置, 使用了脉冲反向法, 所述超声波图像诊断装置具备:

超声波探头, 通过脉冲信号的输入而向被检体输出发送超声波, 并且通过接收来自被检体的反射超声波而输出接收信号; 以及

发送部, 通过输出驱动波形为矩形波的脉冲信号而使所述超声波探头生成所述发送超声波,

所述超声波图像诊断装置的特征在于,

所述发送部在同一扫描线上隔着时间间隔而多次输出在分别相互合成驱动波形时不能除去基波分量而产生加法残余的非对称的脉冲信号,

所述超声波图像诊断装置具备图像处理部, 该图像处理部合成从根据所述多次的脉冲信号而生成的所述发送超声波的所述反射超声波得到的各接收信号, 并根据合成的接收信号, 利用所述加法残余来生成超声波图像数据,

所述非对称的脉冲信号是不管是进行时间反转还是极性反转, 形状都不一致的脉冲信号。

2. 根据权利要求1所述的超声波图像诊断装置, 其特征在于,

所述发送部输出第1脉冲信号以及使该第1脉冲信号的多个工作状态中的至少一个不同而进行了时间反转或者极性反转得到的第2脉冲信号。

3. 根据权利要求1所述的超声波图像诊断装置, 其特征在于,

所述发送部使多个所述脉冲信号的输出时间不同。

4. 根据权利要求1所述的超声波图像诊断装置, 其特征在于,

所述发送部输出第1脉冲信号以及通过使该第1脉冲信号的多个工作状态中的最初的工作状态加长规定时间而进行时间反转或者极性反转从而使输出时间与所述第1脉冲信号不同的第2脉冲信号。

5. 根据权利要求1所述的超声波图像诊断装置, 其特征在于,

所述发送部输出在所述超声波探头的-20dB下的发送接收带宽内多个所述脉冲信号的频率分量的相关系数为0.85以上且小于1这样的多个所述脉冲信号。

6. 根据权利要求1所述的超声波图像诊断装置, 其特征在于,

在所述超声波探头中, -20dB的分数带宽为110%以上。

7. 根据权利要求1所述的超声波图像诊断装置, 其特征在于,

所述脉冲信号是具有5个值以下的电压的矩形波。

超声波图像诊断装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种超声波图像诊断装置。

背景技术

[0002] 超声波诊断通过只是将超声波探头贴在身体表面的简单操作来实时显示心脏的跳动、胎儿的活动的样子,并且安全性高,因此能够重复地进行检查。

[0003] 在显示这种超声波图像的技术中,已知有如下技术:通过将发送信号的相对于基波分量(频率 f_0)的高次谐波分量(例如,频率 $2f_0$ 、 $3f_0$ 等)进行图像化来获得对比度好的图像。这种摄像方法被称为组织谐波成像(Tissue Harmonic Imaging)。

[0004] 上述高次谐波分量主要是由于超声波在被检体内传播时所产生的非线性失真而产生。即,照射到生物体内的超声波由于组织的非线性响应而在组织传播过程中信号失真,高次谐波分量增大。其结果,在其接收信号中例如包含基波 f_0 的2倍的频率 $2f_0$ 、3倍的频率 $3f_0$ 的分量。

[0005] 作为组织谐波成像中的抽取高次谐波分量的方法,已知有被称为脉冲反向法(Pulse inversion method)的方法。该方法通过隔着时间间隔来发送使极性或者时间反转了的第1以及第2发送脉冲信号,并合成各个接收信号来抵消基波分量,从而增强2次高次谐波分量,例如公开于日本特开2000-300554号公报、日本特开2002-301068号公报以及日本特开2003-310609号公报。

发明内容

[0006] 在脉冲反向法中,为了获得高画质的超声波图像,需要充分地进行基波分量的削弱,为此要求高度的正负驱动对称性。然而,在上述日本特开2000-300554号公报、日本特开2002-301068号公报以及日本特开2003-310609号公报所记载的技术中,为了输出满足高度的正负驱动对称性的脉冲信号,需要具备高精度且昂贵的发送驱动装置,在抑制了成本的小型且低价的超声波图像诊断装置中无法采用这种昂贵的发送驱动装置,不得以只好在分辨率、穿透率(Penetration)等画质方面进行妥协。

[0007] 本发明是鉴于上述情形而完成的,其目的在于提供一种即使不具备具有高度的正负驱动对称性的发送驱动装置也能够维持分辨率并且提高穿透率的超声波图像诊断装置。

[0008] 为了实现上述目的中的至少一个,反映了本发明的一个侧面的超声波图像诊断装置具备:

[0009] 超声波探头,通过脉冲信号的输入而向被检体输出发送超声波,并且通过接收来自被检体的反射超声波而输出接收信号;以及

[0010] 发送部,通过输出驱动波形为矩形波的脉冲信号而使所述超声波探头生成所述发送超声波,其中,

[0011] 所述发送部在同一扫描线上隔着时间间隔而多次输出驱动波形分别非对称的脉冲信号,

[0012] 所述超声波图像诊断装置具备图像处理部,该图像处理部合成从根据所述多次的脉冲信号而生成的所述发送超声波的所述反射超声波得到的各接收信号,并根据合成了的脉冲信号而生成超声波图像数据。

[0013] 另外,在上述的超声波图像诊断装置中,优选为所述发送部输出第1脉冲信号以及使该第1脉冲信号的多个工作状态中的至少一个不同而进行了时间反转或者极性反转得到的第2脉冲信号。

[0014] 另外,在上述的超声波图像诊断装置中,优选为所述发送部使多个所述脉冲信号的输出时间不同。

[0015] 另外,在上述的超声波图像诊断装置中,优选为所述发送部输出第1脉冲信号以及通过使该第1脉冲信号的多个工作状态中的最初的工作状态加长规定时间而进行时间反转或者极性反转从而使输出时间与所述第1脉冲信号不同的第2脉冲信号。

[0016] 另外,在上述的超声波图像诊断装置中,优选为所述发送部输出在所述超声波探头的-20dB下的发送接收带宽内多个所述脉冲信号的频率分量的相关系数为0.85以上且小于1这样的多个所述脉冲信号。

[0017] 另外,在上述的超声波图像诊断装置中,优选为在所述超声波探头中,-20dB的分数带宽为110%以上。

[0018] 另外,在上述的超声波图像诊断装置中,优选为所述脉冲信号是5个值以下的矩形波。

附图说明

[0019] 本发明通过以下所示的详细说明和附图会被更完全地理解。但是,它们并非限定本发明。在此如下。

[0020] 图1是表示超声波图像诊断装置的外观结构的图。

[0021] 图2是表示超声波图像诊断装置的概要结构的框图。

[0022] 图3是表示发送部的概要结构的框图。

[0023] 图4是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。

[0024] 图5是对超声波探头的发送带宽进行说明的图。

[0025] 图6是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。

[0026] 图7是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。

[0027] 图8是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。

[0028] 图9是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。

[0029] 图10是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。

[0030] 图11是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。

[0031] 图12是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。

[0032] 图13是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。

[0033] 图14是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。

[0034] 图15是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。

[0035] 图16是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。

[0036] 图17是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。

- [0037] 图18是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。
- [0038] 图19是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。
- [0039] 图20是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。
- [0040] 图21是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。
- [0041] 图22是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。
- [0042] 图23A是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。
- [0043] 图23B是对图23A所示的驱动波形的频率分析结果进行说明的图。
- [0044] 图24A是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。
- [0045] 图24B是对图24A所示的驱动波形的频率分析结果进行说明的图。
- [0046] 图25A是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。
- [0047] 图25B是对图25A所示的驱动波形的频率分析结果进行说明的图。
- [0048] 图26A是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。
- [0049] 图26B是对图26A所示的驱动波形的频率分析结果进行说明的图。
- [0050] 图27A是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。
- [0051] 图27B是对图27A所示的驱动波形的频率分析结果进行说明的图。
- [0052] 图28A是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。
- [0053] 图28B是对图28A所示的驱动波形的频率分析结果进行说明的图。
- [0054] 图29A是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。
- [0055] 图29B是对图29A所示的驱动波形的频率分析结果进行说明的图。
- [0056] 图30A是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。
- [0057] 图30B是对图30A所示的驱动波形的频率分析结果进行说明的图。
- [0058] 图31A是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。
- [0059] 图31B是对图31A所示的驱动波形的频率分析结果进行说明的图。
- [0060] 图32A是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。
- [0061] 图32B是对图32A所示的驱动波形的频率分析结果进行说明的图。
- [0062] 图33A是对脉冲信号的驱动波形进行说明的图。
- [0063] 图33B是对图33A所示的驱动波形的频率分析结果进行说明的图。

具体实施方式

[0064] 下面参照附图说明本发明的实施方式的超声波图像诊断装置。但是,发明的范围不限于图示例。此外,在下面的说明中,对具有相同功能以及结构的部分附加相同的符号,并省略其说明。

[0065] 如图1和图2所示,本实施方式的超声波图像诊断装置S具备超声波图像诊断装置主体1和超声波探头2。超声波探头2对未图示的生物体等被检体发送超声波(发送超声波),并且接收由该被检体反射的超声波的反射波(反射超声波:回波(echo))。超声波图像诊断装置主体1经由缆线3而与超声波探头2连接,通过向超声波探头2发送电信号的驱动信号而使超声波探头2向被检体发送发送超声波,并且基于根据由超声波探头2接收到的来自被检体内的反射超声波而由超声波探头2生成的电信号的接收信号,将被检体内的内部状态图像化为超声波图像。

[0066] 超声波探头2具备由压电元件构成的振子2a,例如在方位方向上一维阵列状地排列有多个该振子2a。在本实施方式中,例如使用具备192个振子2a的超声波探头2。此外,振子2a也可以二维阵列状地排列。另外,振子2a的个数能够任意地设定。另外,在本实施方式中,对超声波探头2采用了线性扫描方式的电子扫描探测器,但是可以采用电子扫描方式或者机械扫描方式中的任意方式,另外还能够采用线性扫描方式、扇形扫描方式或者凸面扫描(Convex scanning)方式中的任意方式。另外,在本实施方式中,为了获得高分辨率的发送超声波,应用能够以良好的灵敏度进行宽频下的超声波的发送的超声波探头时效果好,能够获得更优质的超声波图像。超声波探头中的带宽宽度可以任意地设定,但是优选-20dB的分数带宽(fractional bandwidth)为110%以上。

[0067] 例如如图2所示,超声波图像诊断装置主体1具备操作输入部11、发送部12、接收部13、图像生成部14、图像处理部15、DSC(Digital Scan Converter:数字扫描转换器)16、显示部17、以及控制部18而构成。

[0068] 操作输入部11例如具备用于进行指示诊断开始的命令、被检体的个人信息等数据的输入等的各种开关、按钮、跟踪球(track ball)、鼠标、键盘等,将操作信号输出到控制部18。

[0069] 发送部12是如下电路:按照控制部18的控制,经由缆线3向超声波探头2供给作为电信号的驱动信号,使超声波探头2产生发送超声波。更具体地说,如图3所示,发送部12例如具备时钟产生电路121、脉冲产生电路122、工作状态设定部123以及延迟电路124。

[0070] 时钟产生电路121是产生对驱动信号的发送定时、发送频率进行决定的时钟信号的电路。

[0071] 脉冲产生电路122是用于以规定的周期产生作为驱动信号的脉冲信号的电路。例如如图4所示,脉冲产生电路122通过切换并输出5个值(+HV/+MV/0/-MV/-HV)的电压,能够产生矩形波的脉冲信号。此时,关于脉冲信号的振幅,设为在正极性以及负极性下相同,但是不限于此。在本实施方式中,设为切换5个值的电压来输出脉冲信号,但是不限于5个值而能够设定为适当的值,但优选为5个值以下。由此,能够以低成本提高频率分量的控制的自由度,能够获得更高分辨率的发送超声波。

[0072] 工作状态设定部123设定从脉冲产生电路122输出的脉冲信号的工作状态。即,脉冲产生电路122输出与由工作状态设定部123所设定的工作状态相应的脉冲波形的脉冲信号。工作状态例如能够通过操作输入部11的输入操作来改变。

[0073] 延迟电路124是如下电路:用于针对驱动信号的发送定时,对与每个振子对应的每个单独路径设定延迟时间,使驱动信号的发送延迟所设定的延迟时间而进行由发送超声波构成的发送波束的汇聚。

[0074] 如以上那样构成的发送部12按照控制部18的控制,对于供给驱动信号的多个振子2a,在每次发送接收超声波时一边错开规定数一边依次进行切换,向选择了输出的多个振子2a供给驱动信号,由此进行扫描。

[0075] 在本实施方式中,为了抽取后述的高次谐波分量,而能够实施脉冲反向法。即,发送部12在实施脉冲反向法的情况下,能够在同一扫描线上隔着时间间隔而发送第1脉冲信号以及与该第1脉冲信号相比进行了时间反转的第2脉冲信号。此时,在本实施方式中,发送使第1脉冲信号的多个工作状态中的至少一个不同而进行了时间反转的、波形与第1脉冲信

号非对称的第2脉冲信号。这里,波形非对称是指既不是线对称也不是点对称。即,是指不管是进行时间反转还是极性反转,形状都不一致(不对称)。另外,第2脉冲信号也可以是与第1脉冲信号相比进行了极性反转的脉冲信号。另外,实施脉冲反向法时所输出的脉冲信号的输出次数不限于两次,也可以是三次以上。

[0076] 接收部13是如下电路:按照控制部18的控制,从超声波探头2经由缆线3而接收电信号的接收信号。接收部13例如具备放大器、A/D变换电路、调相加法电路。放大器是如下电路:用于针对与每个振子2a对应的每个单独路径,以预先设定的规定的放大率来放大接收信号。A/D变换电路是用于对被放大的接收信号进行模拟-数字变换(A/D变换)的电路。调相加法电路是如下电路:用于对于进行了A/D变换的接收信号,针对与每个振子2a对应的每个单独路径提供延迟时间来调整时相,并将它们进行相加(调相相加)而生成声线数据。

[0077] 图像生成部14对来自接收部13的声线数据实施包络线检波处理、对数放大等,进行增益的调整等来进行亮度变换,由此生成B模式图像数据。即,B模式图像数据是通过亮度来表示接收信号的强度的数据。由图像生成部14所生成的B模式图像数据被发送到图像处理部15。另外,图像生成部14具备高次谐波分量抽取部14a。

[0078] 高次谐波分量抽取部14a根据从接收部13输出的接收信号,实施脉冲反向法来抽取高次谐波分量。在本实施方式中,能够通过高次谐波分量抽取部14a来抽取以2次高次谐波为主体的信号分量。在将从分别与从上述第1脉冲信号以及第2脉冲信号分别产生的两个发送超声波对应的反射超声波得到的接收信号进行相加(合成)而除去了包含在接收信号中的基波分量之后进行滤波处理,从而抽取2次高次谐波分量。但是,在抑制了成本的小型且低价的所谓低端的超声波图像诊断装置中,即使在合成了第1脉冲信号以及第2脉冲信号的情况下也不能完全地除去基波分量,而产生所谓的加法残余。在本实施方式中,如上述那样合成第1脉冲信号、和与该第1脉冲信号非对称的第2脉冲信号,从而积极地控制加法残余分量并利用它,使得在低端的超声波图像诊断装置中也能够一边维持分辨率一边实现穿透深度(穿透率)的提高。

[0079] 图像处理部15具备由DRAM(Dynamic Random Access Memory:动态随机存取存储器)等半导体存储器构成的图像存储器部15a。图像处理部15将从图像生成部14输出的B模式图像数据以帧为单位而存储到图像存储器部15a。有时将帧单位下的图像数据称为超声波图像数据或者帧图像数据。图像处理部15适当读出存储在图像存储器部15a中的超声波图像数据而输出到DSC16。

[0080] DSC16将从图像处理部15接收到的超声波图像数据变换为基于电视信号的扫描方式的图像信号并输出到显示部17。

[0081] 显示部17能够应用LCD(Liquid Crystal Display:液晶显示器)、CRT(Cathode-Ray Tube:阴极射线管)显示器、有机EL(Electronic Luminescence:电致发光)显示器、无机EL显示器以及等离子体显示器等显示装置。显示部17按照从DSC16输出的图像信号而在显示画面上进行超声波图像的显示。

[0082] 控制部18例如具备CPU(Central Processing Unit:中央处理单元)、ROM(Read Only Memory:只读存储器)、RAM(Random Access Memory:随机存取存储器)而构成,读出存储在ROM中的系统程序等各种处理程序并在RAM中展开,按照所展开的程序来集中控制超声波图像诊断装置S的各部分的动作。

[0083] ROM由半导体等非易失性存储器等构成,存储与超声波图像诊断装置S对应的系统程序以及能够在该系统程序上执行的各种处理程序、各种数据等。这些程序以计算机可读的程序代码的形式被保存,CPU依次执行按照该程序代码的动作。

[0084] RAM形成临时地存储由CPU执行的各种程序以及与这些程序有关的数据的工作区。

[0085] [实施例]

[0086] 下面,通过实施例来更详细地说明本发明,但是本发明当然不被这些实施例所限定。

[0087] 此外,在下面的实施例中,作为上述的发送部12而使用如下部件:作为第1脉冲信号而发送图6所示的波形No.1的驱动信号,作为第2脉冲信号而发送与第1脉冲信号极性反转且对称的图20所示的波形No.15的驱动信号,在连接了超声波探头时实际上通过示波器来测量由超声波探头的前端部所观察的实际驱动电压,将它们相加了的结果,最大电压振幅成为6.2Vpp。另外,发送部12能够切换+44V(+HV)、+22V(+MV)、0V、-22V(-MV)、-44V(-HV)这5个值的电压来输出驱动信号。

[0088] 本实施例所示的驱动波形都是作为控制信号的驱动信号,因此在比较例1、2中波形形状成为对称,但是在本实施例中如上述那样使用对称性不充分的廉价的发送部,因此在将由超声波探头的前端部所观察的实际驱动电压波形分别进行相加时,在比较例1、2的情况下实际上也产生加法残余。

[0089] (实施例1)

[0090] 首先,作为上述的超声波探头2而使用发送-20dB下的下限频率(FL20)为3.8MHz、上限频率(FH20)为18.6MHz、中心频率(FC20)为11.2MHz、发送接收-20dB的分数带宽为132%的超声波探头,将它设为超声波探头A。在图5中用A表示该超声波探头A的发送带宽形状。此外,在图5中,横轴表示频率,纵轴表示灵敏度。

[0091] 将从上述的发送部12输出的第1脉冲信号设为如图8所示那样的波形No.3的驱动信号。波形No.3的驱动信号在0纳秒(nsec)时电压上升,在7纳秒时达到+MV并维持到19纳秒为止(第1工作状态)。之后,在19纳秒时电压下降,在25纳秒时达到-HV并维持到57纳秒为止(第2工作状态)。之后,在57纳秒时电压上升,在63纳秒时达到0V并维持到82纳秒为止(第3工作状态)。之后,在82纳秒时电压上升,在88纳秒时达到+HV并维持到125纳秒为止(第4工作状态)。之后,在125纳秒时电压下降,在132纳秒时达到-HV并维持到157纳秒为止(第5工作状态)。之后,在157纳秒时电压上升,在163纳秒时达到0V。这样,波形No.3的驱动信号的驱动持续时间(输出时间)成为163纳秒。

[0092] 另外,将第2脉冲信号设为如图14所示那样的波形No.9的驱动信号。波形No.9的驱动信号在0纳秒时电压下降,在7纳秒时达到-HV并维持到32纳秒为止(第1工作状态)。之后,在32纳秒时电压上升,在38纳秒时达到+HV并维持到75纳秒为止(第2工作状态)。之后,在75纳秒时电压下降,在82纳秒时达到0V并维持到100纳秒为止(第3工作状态)。之后,在100纳秒时电压下降,在107纳秒时达到-HV并维持到138纳秒为止(第4工作状态)。之后,在138纳秒时电压上升,在144纳秒时达到+MV并维持到163纳秒为止(第5工作状态)。之后,在163纳秒时电压下降,在169纳秒时达到0V。这样,波形No.9的驱动信号的驱动持续时间成为169纳秒,驱动持续时间比波形No.3的驱动信号长6纳秒。另外,如图23A所示,作为第2脉冲信号的波形No.9的驱动信号的波形与波形No.3的驱动信号的波形成为时间对称(此外,在下面的

实施例的说明中,在第1脉冲信号的各工作状态和与它们分别对应的第2脉冲信号的工作状态中允许1纳秒左右的差异,而在本实施方式中,是在误差的范围内允许当作大致相同的长度。即,在不超出本发明的精神的范围内也可以允许这种误差。),但与波形No.3的第1工作状态的长度相比,与该波形No.3的第1工作状态对应的波形No.9的第5工作状态的长度长7纳秒。在图23B中示出对这些驱动波形进行频率分析而得到的频率功率谱。此外,在图23A中,横轴表示时间,纵轴表示电压。另外,在图23B中,横轴表示频率,纵轴表示信号强度。对这些频率功率谱的、超声波探头A的-20dB下的发送频率带宽内(3.8MHz-18.6MHz)的相关系数进行求解时,是0.992。

[0093] (实施例2)

[0094] 首先,作为上述的超声波探头2,使用了与实施例1相同的超声波探头A。

[0095] 将从上述的发送部12输出的第1脉冲信号设为与实施例1相同的波形No.3的驱动信号。

[0096] 另外,将第2脉冲信号设为如图9所示那样的波形No.4的驱动信号。波形No.4的驱动信号在0纳秒时电压下降,在7纳秒时达到-HV并维持到32纳秒为止(第1工作状态)。之后,在32纳秒时电压上升,在38纳秒时达到+HV并维持到75纳秒为止(第2工作状态)。之后,在75纳秒时电压下降,在82纳秒时达到0V并维持到100纳秒为止(第3工作状态)。之后,在100纳秒时电压下降,在107纳秒时达到-HV并维持到138纳秒为止(第4工作状态)。之后,在138纳秒时电压上升,在144纳秒时达到+MV并维持到169纳秒为止(第5工作状态)。之后,在169纳秒时电压下降,在174纳秒时达到0V。这样,波形No.4的驱动信号的驱动持续时间是174纳秒,驱动持续时间比波形No.3的驱动信号长11纳秒。另外,如图24A所示,作为第2脉冲信号的波形No.4的驱动信号的波形与波形No.3的驱动信号的波形成为时间对称,但是与波形No.3的第1工作状态的长度相比,与该波形No.3的第1工作状态对应的波形No.4的第5工作状态的长度长13纳秒。在图24B中示出对这些驱动波形进行频率分析而得到的频率功率谱。此外,在图24A中,横轴表示时间,纵轴表示电压。另外,在图24B中,横轴表示频率,纵轴表示信号强度。对这些频率功率谱的、超声波探头A的-20dB下的发送频率带宽内(3.8MHz-18.6MHz)的相关系数进行求解时,是0.973。

[0097] (实施例3)

[0098] 首先,作为上述的超声波探头2而使用发送-20dB下的下限频率(FL20)为5.0MHz、上限频率(FH20)为17.8MHz、中心频率(FC20)为11.2MHz、发送接收-20dB的分数带宽为114%的超声波探头,将它设为超声波探头B。在图5中用B来表示该超声波探头B的发送带宽形状。

[0099] 将从上述的发送部12输出的第1脉冲信号以及第2脉冲信号设为与实施例2相同的波形No.3以及波形No.4的驱动信号。并且,对这些频率功率谱的、超声波探头B的-20dB下的发送频率带宽内(5.0MHz-17.8MHz)的相关系数进行求解时,是0.977。

[0100] (实施例4)

[0101] 首先,作为上述的超声波探头2而使用发送-20dB下的下限频率(FL20)为5.6MHz、上限频率(FH20)为17.3MHz、中心频率(FC20)为11.2MHz、发送接收-20dB的分数带宽为104%的超声波探头,将它设为超声波探头C。在图5中用C来表示该超声波探头C的发送带宽形状。

[0102] 将从上述的发送部12输出的第1脉冲信号以及第2脉冲信号设为与实施例2相同的波形No.3以及波形No.4的驱动信号。并且,对这些频率功率谱的、超声波探头B的-20dB下的

发送频率带宽内 (5.0MHz-17.8MHz) 的相关系数进行求解时, 是0.977。

[0103] (实施例5)

[0104] 首先, 作为上述的超声波探头2, 使用了与实施例1相同的超声波探头A。

[0105] 将从上述的发送部12输出的第1脉冲信号设为与实施例1相同的波形No.3的驱动信号。

[0106] 另外, 将第2脉冲信号设为如图10所示那样的波形No.5的驱动信号。波形No.5的驱动信号在0纳秒时电压下降, 在7纳秒时达到-HV并维持到32纳秒为止(第1工作状态)。之后, 在32纳秒时电压上升, 在38纳秒时达到+HV并维持到75纳秒为止(第2工作状态)。之后, 在75纳秒时电压下降, 在82纳秒时达到0V并维持到100纳秒为止(第3工作状态)。之后, 在100纳秒时电压下降, 在107纳秒时达到-HV并维持到138纳秒为止(第4工作状态)。之后, 在138纳秒时电压上升, 在144纳秒时达到+MV并维持到175纳秒为止(第5工作状态)。之后, 在175纳秒时电压下降, 在182纳秒时达到0V。这样, 波形No.5的驱动信号的驱动持续时间是182纳秒, 驱动持续时间比波形No.3的驱动信号长19纳秒。另外, 如图25A所示, 作为第2脉冲信号的波形No.5的驱动信号的波形与波形No.3的驱动信号的波形成为时间对称, 但是与波形No.3的第1工作状态的长度相比, 与该波形No.3的第1工作状态对应的波形No.5的第5工作状态的长度长19纳秒。在图25B中示出对这些驱动波形进行频率分析而得到的频率功率谱。此外, 在图25A中, 横轴表示时间, 纵轴表示电压。另外, 在图25B中, 横轴表示频率, 纵轴表示信号强度。对这些频率功率谱的、超声波探头A的-20dB下的发送频率带宽内 (3.8MHz-18.6MHz) 的相关系数进行求解时, 是0.942。

[0107] (实施例6)

[0108] 首先, 作为上述的超声波探头2, 使用了与实施例1相同的超声波探头A。

[0109] 将从上述的发送部12输出的第1脉冲信号设为与实施例1相同的波形No.3的驱动信号。

[0110] 另外, 将第2脉冲信号设为如图11所示那样的波形No.6的驱动信号。波形No.6的驱动信号在0纳秒时电压下降, 在7纳秒时达到-HV并维持到32纳秒为止(第1工作状态)。之后, 在32纳秒时电压上升, 在38纳秒时达到+HV并维持到75纳秒为止(第2工作状态)。之后, 在75纳秒时电压下降, 在82纳秒时达到0V并维持到100纳秒为止(第3工作状态)。之后, 在100纳秒时电压下降, 在107纳秒时达到-HV并维持到138纳秒为止(第4工作状态)。之后, 在138纳秒时电压上升, 在144纳秒时达到+MV并维持到182纳秒为止(第5工作状态)。之后, 在182纳秒时电压下降, 在188纳秒时达到0V。这样, 波形No.6的驱动信号的驱动持续时间是188纳秒, 驱动持续时间比波形No.3的驱动信号长25纳秒。另外, 如图26A所示, 作为第2脉冲信号的波形No.6的驱动信号的波形与波形No.3的驱动信号的波形成为时间对称, 但是与波形No.3的第1工作状态的长度相比, 与该波形No.3的第1工作状态对应的波形No.6的第5工作状态的长度长26纳秒。在图26B中示出对这些驱动波形进行频率分析而得到的频率功率谱。此外, 在图26A中, 横轴表示时间, 纵轴表示电压。另外, 在图26B中, 横轴表示频率, 纵轴表示信号强度。对这些频率功率谱的、超声波探头A的-20dB下的发送频率带宽内 (3.8MHz-18.6MHz) 的相关系数进行求解时, 是0.905。

[0111] (实施例7)

[0112] 首先, 作为上述的超声波探头2, 使用了与实施例1相同的超声波探头A。

[0113] 将从上述的发送部12输出的第1脉冲信号设为与实施例1相同的波形No.3的驱动信号。

[0114] 另外,将第2脉冲信号设为如图12所示那样的波形No.7的驱动信号。波形No.7的驱动信号在0纳秒时电压下降,在7纳秒时达到-HV并维持到32纳秒为止(第1工作状态)。之后,在32纳秒时电压上升,在38纳秒时达到+HV并维持到75纳秒为止(第2工作状态)。之后,在75纳秒时电压下降,在82纳秒时达到0V并维持到100纳秒为止(第3工作状态)。之后,在100纳秒时电压下降,在107纳秒时达到-HV并维持到138纳秒为止(第4工作状态)。之后,在138纳秒时电压上升,在144纳秒时达到+MV并维持到188纳秒为止(第5工作状态)。之后,在188纳秒时电压下降,在194纳秒时达到0V。这样,波形No.7的驱动信号的驱动持续时间是194纳秒,驱动持续时间比波形No.3的驱动信号长31纳秒。另外,如图27A所示,作为第2脉冲信号的波形No.7的驱动信号的波形与波形No.3的驱动信号的波形成为时间对称,但是与波形No.3的第1工作状态的长度相比,与该波形No.3的第1工作状态对应的波形No.7的第5工作状态的长度长32纳秒。在图27B中示出对这些驱动波形进行频率分析而得到的频率功率谱。此外,在图27A中,横轴表示时间,纵轴表示电压。另外,在图27B中,横轴表示频率,纵轴表示信号强度。对这些频率功率谱的、超声波探头A的-20dB下的发送频率带宽内(3.8MHz-18.6MHz)的相关系数进行求解时,是0.859。

[0115] (实施例8)

[0116] 首先,作为上述的超声波探头2,使用了与实施例1相同的超声波探头A。

[0117] 将从上述的发送部12输出的第1脉冲信号设为与实施例1相同的波形No.3的驱动信号。

[0118] 另外,将第2脉冲信号设为如图13所示那样的波形No.8的驱动信号。波形No.8的驱动信号在0纳秒时电压下降,在7纳秒时达到-HV并维持到32纳秒为止(第1工作状态)。之后,在32纳秒时电压上升,在38纳秒时达到+HV并维持到75纳秒为止(第2工作状态)。之后,在75纳秒时电压下降,在82纳秒时达到0V并维持到100纳秒为止(第3工作状态)。之后,在100纳秒时电压下降,在107纳秒时达到-HV并维持到138纳秒为止(第4工作状态)。之后,在138纳秒时电压上升,在144纳秒时达到+MV并维持到194纳秒为止(第5工作状态)。之后,在194纳秒时电压下降,在200纳秒时达到0V。这样,波形No.8的驱动信号的驱动持续时间是200纳秒,驱动持续时间比波形No.3的驱动信号长37纳秒。另外,如图28A所示,作为第2脉冲信号的波形No.8的驱动信号的波形与波形No.3的驱动信号的波形成为时间对称,但是与波形No.3的第1工作状态的长度相比,与该波形No.3的第1工作状态对应的波形No.8的第5工作状态的长度长38纳秒。在图28B中示出对这些驱动波形进行频率分析而得到的频率功率谱。此外,在图28A中,横轴表示时间,纵轴表示电压。另外,在图28B中,横轴表示频率,纵轴表示信号强度。对这些频率功率谱的、超声波探头A的-20dB下的发送频率带宽内(3.8MHz-18.6MHz)的相关系数进行求解时,是0.835。

[0119] (实施例9)

[0120] 首先,作为上述的超声波探头2,使用了与实施例1相同的超声波探头A。

[0121] 将从上述的发送部12输出的第1脉冲信号设为如图15所示那样的波形No.10的驱动信号。波形No.10的驱动信号在0纳秒时电压上升,在7纳秒时达到+HV并维持到19纳秒为止(第1工作状态)。之后,在19纳秒时电压下降,在25纳秒时达到-HV并维持到57纳秒为止

(第2工作状态)。之后,在57纳秒时电压上升,在63纳秒时达到0V并维持到82纳秒为止(第3工作状态)。之后,在82纳秒时电压上升,在88纳秒时达到+HV并维持到125纳秒为止(第4工作状态)。之后,在125纳秒时电压下降,在132纳秒时达到-HV并维持到157纳秒为止(第5工作状态)。之后,在157纳秒时电压上升,在163纳秒时达到0V。这样,波形No.10的驱动信号的驱动持续时间成为163纳秒。

[0122] 另外,将第2脉冲信号设为如图22所示那样的波形No.17的驱动信号。波形No.17的驱动信号在0纳秒时电压下降,在7纳秒时达到-HV并维持到32纳秒为止(第1工作状态)。之后,在32纳秒时电压上升,在38纳秒时达到+HV并维持到75纳秒为止(第2工作状态)。之后,在75纳秒时电压下降,在82纳秒时达到0V并维持到100纳秒为止(第3工作状态)。之后,在100纳秒时电压下降,在107纳秒时达到-HV并维持到138纳秒为止(第4工作状态)。之后,在138纳秒时电压上升,在144纳秒时达到+MV并维持到157纳秒为止(第5工作状态)。之后,在157纳秒时电压下降,在163纳秒时达到0V。这样,波形No.17的驱动信号的驱动持续时间是163纳秒,驱动持续时间变得与波形No.10的驱动信号相同。另外,如图29A所示,作为第2脉冲信号的波形No.17的驱动信号的波形与波形No.10的驱动信号的波形成为时间对称,但是波形No.10的第1工作状态的电压变得高于与该波形No.10的第1工作状态对应的波形No.17的第5工作状态的电压。在图29B中示出对这些驱动波形进行频率分析而得到的频率功率谱。此外,在图29A中,横轴表示时间,纵轴表示电压。另外,在图29B中,横轴表示频率,纵轴表示信号强度。对这些频率功率谱的、超声波探头A的-20dB下的发送频率带宽内(3.8MHz-18.6MHz)的相关系数进行求解时,是0.961。

[0123] (实施例10)

[0124] 首先,作为上述的超声波探头2,使用了与实施例1相同的超声波探头A。

[0125] 将从上述的发送部12输出的第1脉冲信号设为如图18所示那样的波形No.13的驱动信号。波形No.13的驱动信号在0纳秒时电压上升,在7纳秒时达到+MV并维持到25纳秒为止(第1工作状态)。之后,在25纳秒时电压下降,在32纳秒时达到-HV并维持到57纳秒为止(第2工作状态)。之后,在57纳秒时电压上升,在75纳秒时达到+HV并维持到94纳秒为止(第3工作状态)。之后,在94纳秒时电压下降,在100纳秒时达到-MV并维持到119纳秒为止(第4工作状态)。之后,在119纳秒时电压上升,在125纳秒时达到0V。这样,波形No.13的驱动信号的驱动持续时间成为125纳秒。

[0126] 另外,将第2脉冲信号设为如图19所示那样的波形No.14的驱动信号。波形No.14的驱动信号在0纳秒时电压下降,在7纳秒时达到-MV并维持到13纳秒为止(第1工作状态)。之后,在13纳秒时电压上升,在19纳秒时达到+HV并维持到38纳秒为止(第2工作状态)。之后,在38纳秒时电压下降,在57纳秒时达到-HV并维持到82纳秒为止(第3工作状态)。之后,在82纳秒时电压上升,在88纳秒时达到+MV并维持到119纳秒为止(第4工作状态)。之后,在119纳秒时电压下降,在125纳秒时达到0V。这样,波形No.14的驱动信号的驱动持续时间是125纳秒,驱动持续时间变得与波形No.13的驱动信号相同。另外,如图30A所示,作为第2脉冲信号的波形No.14的驱动信号的波形与波形No.13的驱动信号的波形成为时间对称,但是与波形No.13的第1工作状态的长度相比,与该波形No.13的第1工作状态对应的波形No.14的第4工作状态的长度长13纳秒,另外,与波形No.13的第4工作状态的长度相比,与该波形No.13的第4工作状态对应的波形No.14的第1工作状态的长度短13纳秒。在图30B中示出对这些驱动

波形进行频率分析而得到的频率功率谱。此外,在图30A中,横轴表示时间,纵轴表示电压。另外,在图30B中,横轴表示频率,纵轴表示信号强度。对这些频率功率谱的、超声波探头A的-20dB下的发送频率带宽内(3.8MHz-18.6MHz)的相关系数进行求解时,是0.965。

[0127] (实施例11)

[0128] 首先,作为上述的超声波探头2,使用了与实施例1相同的超声波探头A。

[0129] 将从上述的发送部12输出的第1脉冲信号设为如图16所示那样的波形No.11的驱动信号。波形No.11的驱动信号在0纳秒时电压上升,在7纳秒时达到+MV并维持到44纳秒为止(第1工作状态)。之后,在44纳秒时电压下降,在57纳秒时达到-MV并维持到63纳秒为止(第2工作状态)。之后,在63纳秒时电压下降,在69纳秒时达到-HV并维持到94纳秒为止(第3工作状态)。之后,在94纳秒时电压上升,在119纳秒时达到+HV并维持到144纳秒为止(第4工作状态)。之后,在144纳秒时电压下降,在150纳秒时达到+MV并维持到157纳秒为止(第5工作状态)。之后,在157纳秒时电压下降,在163纳秒时达到0V并维持到175纳秒为止(第6工作状态)。之后,在175纳秒时电压下降,在182纳秒时达到-MV并维持到219纳秒为止(第7工作状态)。之后,在219纳秒时电压上升,在225纳秒时达到0V。这样,波形No.11的驱动信号的驱动持续时间成为225纳秒。

[0130] 另外,将第2脉冲信号设为如图17所示那样的波形No.12的驱动信号。波形No.12的驱动信号在0纳秒时电压下降,在7纳秒时达到-MV并维持到38纳秒为止(第1工作状态)。之后,在38纳秒时电压上升,在44纳秒时达到0V并维持到50纳秒为止(第2工作状态)。之后,在50纳秒时电压上升,在57纳秒时达到+MV并维持到119纳秒为止(第3工作状态)。之后,在119纳秒时电压下降,在132纳秒时达到-MV并维持到138纳秒为止(第4工作状态)。之后,在138纳秒时电压下降,在144纳秒时达到-HV并维持到157纳秒为止(第5工作状态)。之后,在157纳秒时电压上升,在163纳秒时达到-MV并维持到169纳秒为止(第6工作状态)。之后,在169纳秒时电压上升,在182纳秒时达到+MV并维持到219纳秒为止(第7工作状态)。之后,在219纳秒时电压下降,在225纳秒时达到0V。这样,波形No.12的驱动信号的驱动持续时间是225纳秒,驱动持续时间变得与波形No.11的驱动信号相同。另外,如图31A所示,作为第2脉冲信号的波形No.12的驱动信号的波形与波形No.11的驱动信号的波形成为非对称。在图31B中示出对这些驱动波形进行频率分析而得到的频率功率谱。此外,在图31A中,横轴表示时间,纵轴表示电压。另外,在图31B中,横轴表示频率,纵轴表示信号强度。对这些频率功率谱的、超声波探头A的-20dB下的发送频率带宽内(3.8MHz-18.6MHz)的相关系数进行求解时,是0.827。

[0131] (比较例1)

[0132] 首先,作为上述的超声波探头2,使用了与实施例1相同的超声波探头A。

[0133] 将从上述的发送部12输出的第1脉冲信号设为如图6所示那样的波形No.1的驱动信号。波形No.1的驱动信号在0纳秒时电压上升,在7纳秒时达到+MV并维持到19纳秒为止(第1工作状态)。之后,在19纳秒时电压上升,在25纳秒时达到+HV并维持到63纳秒为止(第2工作状态)。之后,在63纳秒时电压下降,在69纳秒时达到+MV并维持到82纳秒为止(第3工作状态)。之后,在82纳秒时电压下降,在94纳秒时达到-MV并维持到107纳秒为止(第4工作状态)。之后,在107纳秒时电压下降,在113纳秒时达到-HV并维持到150纳秒为止(第5工作状态)。之后,在150纳秒时电压上升,在157纳秒时达到-MV并维持到169纳秒为止(第6工作状

态)。之后,在169纳秒时电压上升,在175纳秒时达到0V。这样,波形No.1的驱动信号的驱动持续时间成为175纳秒。

[0134] 另外,将第2脉冲信号设为如图20所示那样的波形No.15的驱动信号。波形No.15的驱动信号在0纳秒时电压下降,在7纳秒时达到-MV并维持到19纳秒为止(第1工作状态)。之后,在19纳秒时电压下降,在25纳秒时达到-HV并维持到63纳秒为止(第2工作状态)。之后,在63纳秒时电压上升,在69纳秒时达到-MV并维持到82纳秒为止(第3工作状态)。之后,在82纳秒时电压上升,在94纳秒时达到+MV并维持到107纳秒为止(第4工作状态)。之后,在107纳秒时电压上升,在113纳秒时达到+HV并维持到150纳秒为止(第5工作状态)。之后,在150纳秒时电压下降,在157纳秒时达到+MV并维持到169纳秒为止(第6工作状态)。之后,在169纳秒时电压下降,在175纳秒时达到0V。这样,波形No.15的驱动信号的驱动持续时间是175纳秒,驱动持续时间变得与波形No.1的驱动信号相同。另外,如图32A所示,作为第2脉冲信号的波形No.15的驱动信号的波形与波形No.1的驱动信号的波形成为使正负的极性反转了的形状,且成为对称。在图32B中示出对这些驱动波形进行频率分析而得到的频率功率谱。此外,在图32A中,横轴表示时间,纵轴表示电压。另外,在图32B中,横轴表示频率,纵轴表示信号强度。对这些频率功率谱的、超声波探头A的-20dB下的发送频率带宽内(3.8MHz-18.6MHz)的相关系数进行求解时,是1.000。

[0135] (比较例2)

[0136] 首先,作为上述的超声波探头2,使用了与实施例1相同的超声波探头A。

[0137] 将从上述的发送部12输出的第1脉冲信号设为如图7所示那样的波形No.2的驱动信号。波形No.2的驱动信号在0纳秒时电压上升,在7纳秒时达到+MV并维持到19纳秒为止(第1工作状态)。之后,在19纳秒时电压上升,在25纳秒时达到+HV并维持到63纳秒为止(第2工作状态)。之后,在63纳秒时电压下降,在69纳秒时达到+MV并维持到82纳秒为止(第3工作状态)。之后,在82纳秒时电压下降,在94纳秒时达到-MV并维持到107纳秒为止(第4工作状态)。之后,在107纳秒时电压下降,在113纳秒时达到-HV并维持到150纳秒为止(第5工作状态)。之后,在150纳秒时电压上升,在157纳秒时达到-MV并维持到169纳秒为止(第6工作状态)。之后,在169纳秒时电压上升,在182纳秒时达到+MV并维持到194纳秒为止(第7工作状态)。之后,在194纳秒时电压上升,在200纳秒时达到+HV并维持到238纳秒为止(第8工作状态)。之后,在238纳秒时电压下降,在244纳秒时达到+MV并维持到257纳秒为止(第9工作状态)。之后,在257纳秒时电压下降,在263纳秒时达到0V。这样,波形No.2的驱动信号的驱动持续时间成为263纳秒。

[0138] 另外,将第2脉冲信号设为如图21所示那样的波形No.16的驱动信号。波形No.16的驱动信号在0纳秒时电压下降,在7纳秒时达到-MV并维持到19纳秒为止(第1工作状态)。之后,在19纳秒时电压下降,在25纳秒时达到-HV并维持到63纳秒为止(第2工作状态)。之后,在63纳秒时电压上升,在69纳秒时达到-MV并维持到82纳秒为止(第3工作状态)。之后,在82纳秒时电压上升,在94纳秒时达到+MV并维持到107纳秒为止(第4工作状态)。之后,在107纳秒时电压上升,在113纳秒时达到+HV并维持到150纳秒为止(第5工作状态)。之后,在150纳秒时电压下降,在157纳秒时达到+MV并维持到169纳秒为止(第6工作状态)。之后,在169纳秒时电压下降,在182纳秒时达到-MV并维持到194纳秒为止(第7工作状态)。之后,在194纳秒时电压下降,在200纳秒时达到-HV并维持到238纳秒为止(第8工作状态)。之后,在238纳

秒时电压上升,在244纳秒时达到-1MV并维持到257纳秒为止(第9工作状态)。之后,在257纳秒时电压上升,在263纳秒时达到0V。这样,波形No.16的驱动信号的驱动持续时间是263纳秒,驱动持续时间变得与波形No.2的驱动信号相同。另外,如图33A所示,作为第2脉冲信号的波形No.16的驱动信号的波形与波形No.2的驱动信号的波形在极性上成为对称。在图33B中示出对这些驱动波形进行频率分析而得到的频率功率谱。此外,在图33A中,横轴表示时间,纵轴表示电压。另外,在图33B中,横轴表示频率,纵轴表示信号强度。对这些频率功率谱的、超声波探头A的-20dB下的发送频率带宽内(3.8MHz-18.6MHz)的相关系数进行求解时,是1.000。

[0139] <评价方法>

[0140] 在与Gammex公司产的RMI404GS-LE0.5相同的声音等效材料的深度25mm的位置处埋设了50 μ m的SUS导线。并且,在同一扫描线上隔着时间间隔而向超声波探头提供下述表1所示的条件的驱动波形的第1脉冲信号和第2脉冲信号,进行第1超声波以及第2超声波的发送接收,通过上述的脉冲反向法对从接收到的第1超声波以及第2超声波分别得到的接收信号进行合成,得到基于THI(Tissue Harmonic Imaging:组织谐波成像)的超声波图像。此时,将发送焦点设为25mm。然后,将进行了图像化时的导线描绘亮度变换为声音强度(dB),得到其20dB分辨率(距离分辨率、方位分辨率)。另外,对于Gammex公司产的RMI403GS-LE0.5的声音等效部件,将发送焦点设为25mm而进行第1超声波以及第2超声波的发送接收,如上述那样获取连续的两帧的超声波图像,并求出该两帧的超声波图像的相关性,确定该相关性低于0.5的深度,将其设为穿透深度(穿透率)。另外,在实施例1~11以及比较例1和2各自的条件下进行内侧半月板前端部、肩关节孟唇、肱二头肌长头腱的描绘,由从事整形外科相关工作的医师以及临床检查技师共计10名通过下述的评价基准获得评分,对其值进行平均而将它设为描绘性得分。

[0141] [评价基准]

[0142] 10:对于组织状态的掌握无可挑剔的程度的描绘性

[0143] 8:对于组织状态的掌握在实用上没有问题的程度的描绘性

[0144] 6:虽然不是良好但是能够掌握组织状态的程度的描绘性

[0145] 4:对组织状态的掌握有妨碍的程度的描绘性

[0146] 2:组织状态的掌握困难的程度的描绘性

[0147] 在下述表1中示出以上的评价结果。

[0148] [表1]

[0149]

	显示模式	超声波探头			驱动波形				画质评价结果							
		No.	发送接收-20dB带中心 [MHz]	发送接收-20dB分数带宽 [%]	第一次发送 波形 No.	驱动持续时间 (纳秒)	第二次发送		探测器-20dB带宽中的第1发送/第2发送的 频率强度谱的相关系数	距离分辨率 [μm]	方位分辨率 [μm]	[Ⅲ] 半月板前部	内侧面半月板	关节盂唇	肱二头肌长头腱	
			发送接收-20dB带中心 [MHz]	发送接收-20dB分数带宽 [%]			波形 No.	驱动持续时间 (纳秒)								
实施例1	THI	A	11.2	3.8-18.6	132%	3	163	9	169	0.992	481	692	7.3	7.2	6.8	
实施例2						3	163	4	174	0.973	448	681	8.3	7.6	7.3	
实施例3	THI	B	11.2	5.0-17.8	114%					0.977	497	688	7.2	7.2	6.5	
实施例4										0.978	610	701	60	5.8	6.0	5.0
实施例5										0.942	492	690	75	8.0	7.5	6.7
实施例6	THI	A	11.2	3.8-18.6	132%	3	163	6	188	0.905	510	700	7.6	7.3	6.5	
实施例7						3	163	7	194	0.859	555	704	70	7.2	7.0	6.1
实施例8						3	163	8	200	0.835	605	710	66	6.9	6.8	5.3
实施例9	THI					10	163	17	163	0.961	490	689	65	7.1	7.2	6.6
实施例10						13	125	14	125	0.965	457	694	60	6.4	6.6	7.1
实施例11						11	225	12	225	0.827	490	691	60	6.2	6.3	6.5
比较例1	THI					1	175	15	175	1.000	608	705	53	3.8	4.0	5.0
比较例2						2	263	16	263	1.000	806	671	61	5.6	5.9	3.8

[0150] <评价结果>

[0151] 从上述表1的结果可知,根据实施例1~11,当与比较例1以及2相比时,距离分辨率好,另外穿透深度大。另外,可知根据实施例1~11,与比较例1以及2相比,内侧半月板前端部、肩关节孟唇以及肱二头肌长头腱的描绘评价高。特别是,可知根据比较例1,与实施例1~11相比,穿透深度小,内侧半月板前端部以及肩关节孟唇的描绘评价差,根据比较例2,与实施例1~11相比,距离分辨率以及肱二头肌长头腱的描绘评价差。

[0152] 如以上所说明那样,在本实施方式中,超声波探头2通过脉冲信号的输入而向被检体输出发送超声波,并且通过接收来自被检体的反射超声波而输出接收信号。发送部12通

过输出驱动波形为矩形波的脉冲信号而使超声波探头2生成发送超声波。发送部12在同一扫描线上隔着时间间隔而多次输出驱动波形分别非对称的脉冲信号。图像生成部14以及图像处理部15合成从根据多次的脉冲信号而生成的发送超声波的反射超声波得到的各接收信号,并根据所合成的脉冲信号来生成超声波图像数据。其结果,即使不具备具有高度的正负驱动对称性的发送驱动装置,也能够维持分辨率并且提高穿透率。

[0153] 另外,根据本实施方式,发送部12输出第1脉冲信号以及使与该第1脉冲信号的多个工作状态中的至少一个不同而进行了时间反转或者极性反转得到的第2脉冲信号。其结果,通过该方法,能够将以往由于发送部的正负对称性的破坏而作为意外的分量无法控制地残留的加法残余分量,控制为所希望的分量而使其残留,能够通过简单的方法来提高画质。

[0154] 另外,根据本实施方式,发送部12使多个脉冲信号的输出时间不同,因此能够通过简单的方法来提高分辨率和穿透率。

[0155] 另外,根据本实施方式,发送部12输出第1脉冲信号、以及通过使该第1脉冲信号的多个工作状态中的最初的峰值处的工作状态加长规定时间来进行时间反转或者极性反转从而使输出时间与第1脉冲信号不同的第2脉冲信号。其结果,能够通过简单的方法来提高分辨率和穿透率。

[0156] 另外,根据本实施方式,发送部12输出在超声波探头2的-20dB下的发送接收带宽内多个脉冲信号的频率分量的相关系数为0.85以上且小于1那样的多个脉冲信号。其结果,能够得到分辨率和穿透率进一步提高了的高画质的超声波图像。

[0157] 另外,根据本实施方式,在超声波探头2中,-20dB的分数带宽为110%以上,因此能够发送更高分辨率的超声波。

[0158] 另外,根据本实施方式,脉冲信号是5个值以下的矩形波,因此能够廉价地提高分辨率。

[0159] 此外,本发明的实施方式中的描述是本发明的超声波图像诊断装置的一个例子,并不被它所限定。关于构成超声波图像诊断装置的各功能部的细节结构以及细节动作,也能够适当变更。

[0160] 另外,在本实施方式中,优选为第1脉冲信号和第2脉冲信号的频率功率谱的、超声波探头2的-20dB下的发送频率带宽内的相关系数为0.85以上,但是也可以小于0.85。

[0161] 2013年3月19日提出的日本特愿2013-055837号的所有公开内容全部引用到本申请中。

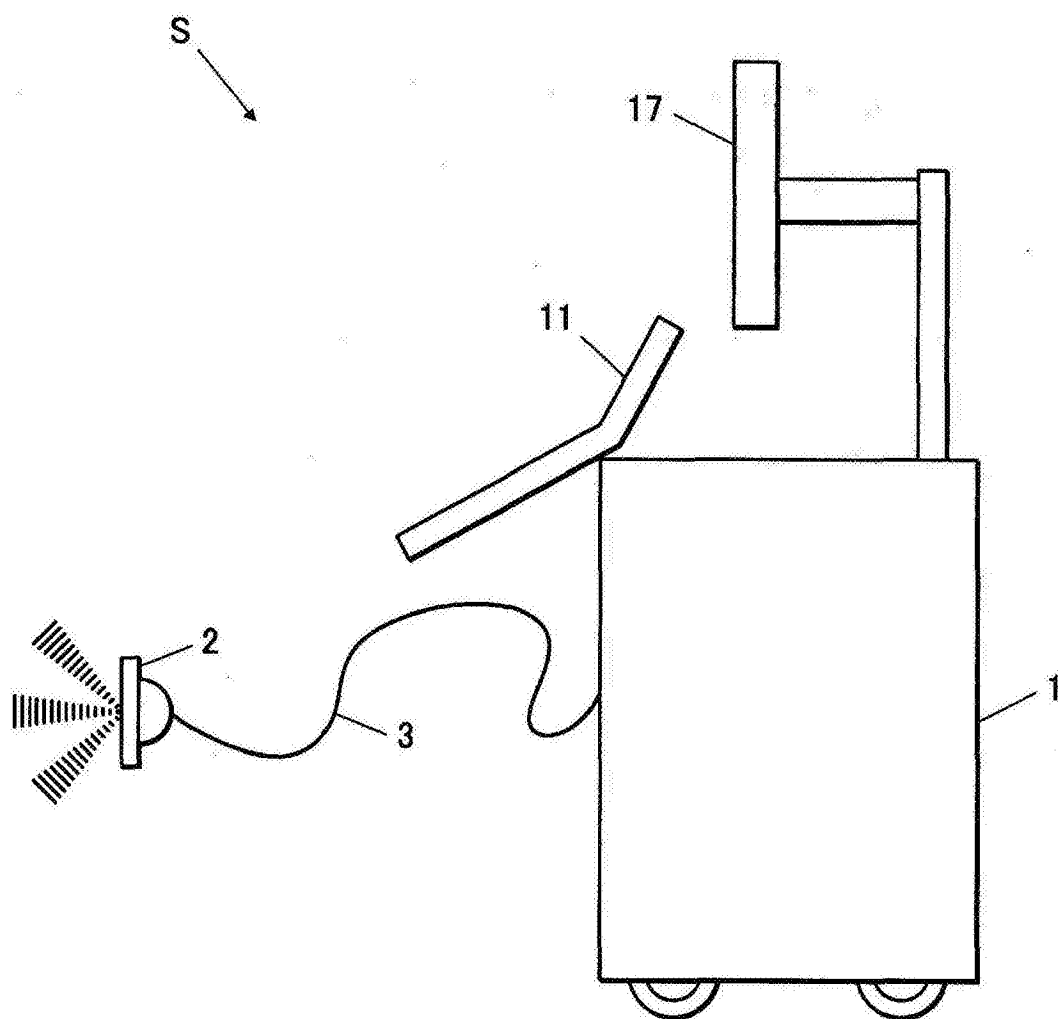


图1

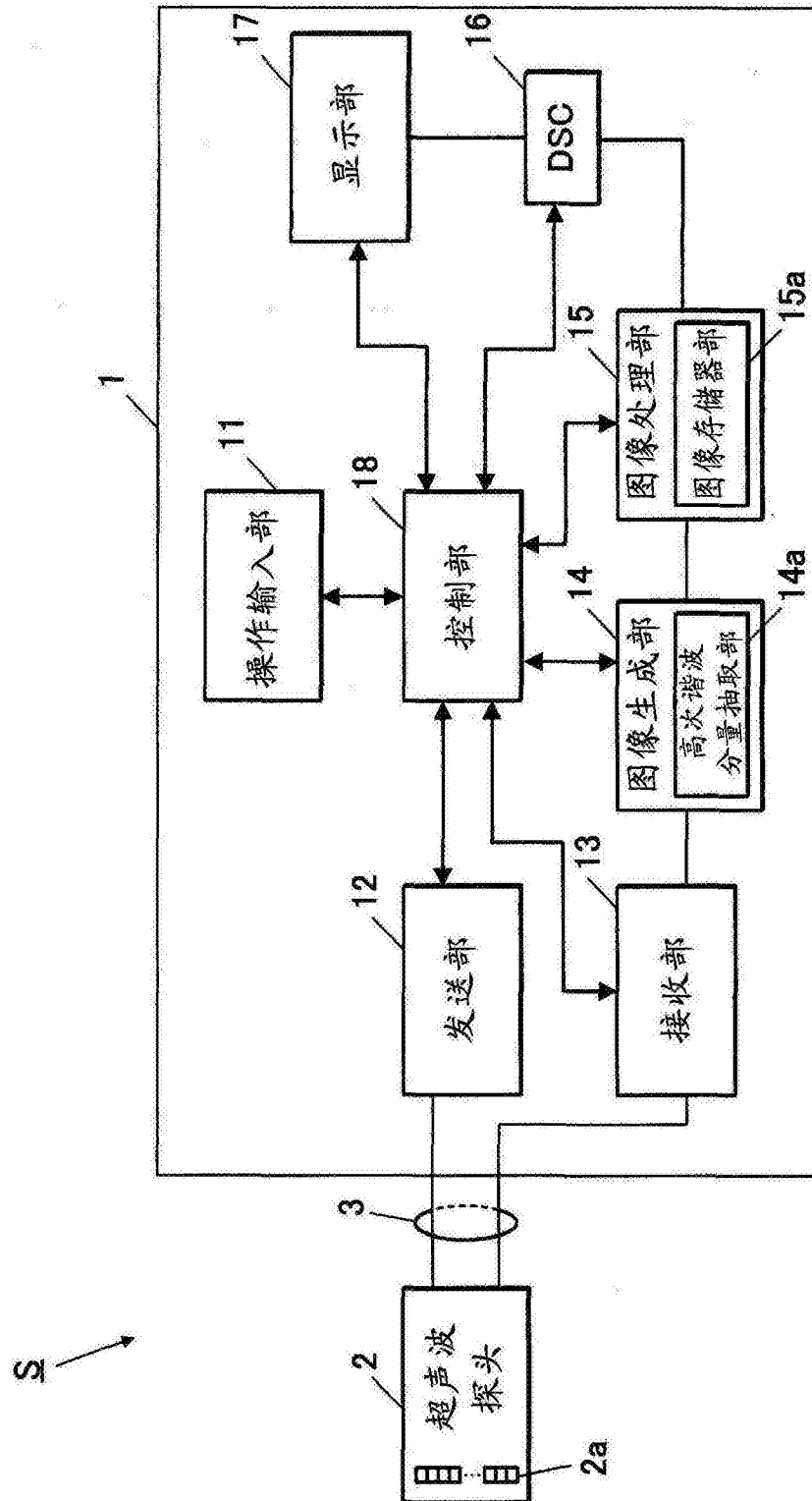


图2

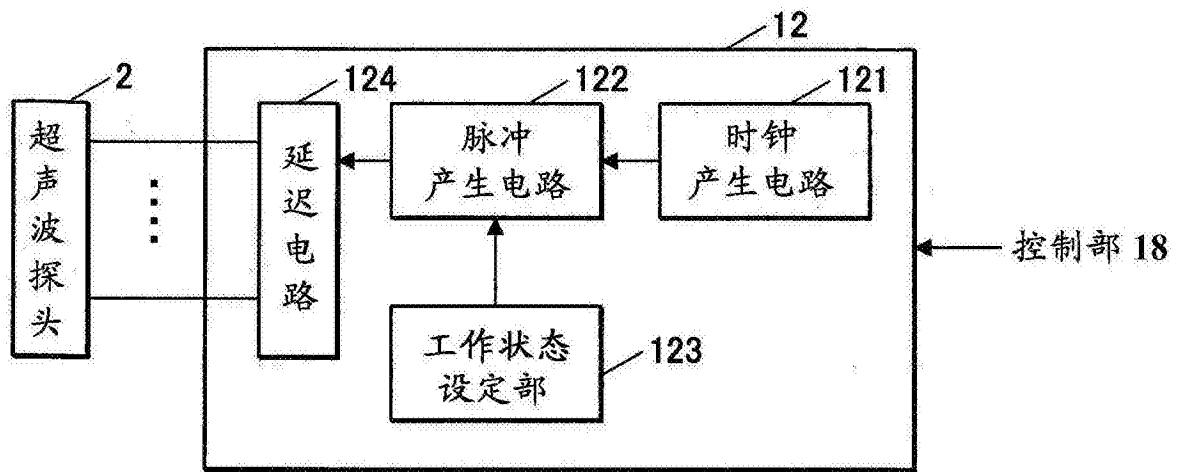


图3

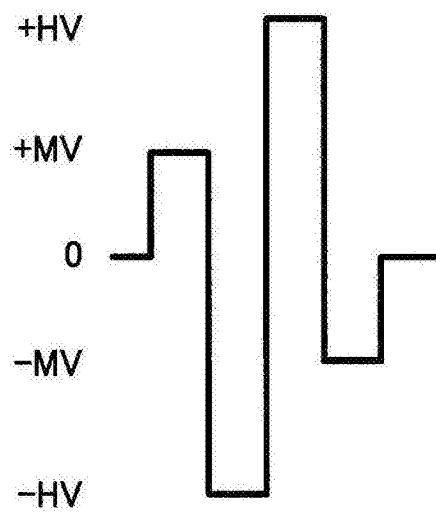


图4

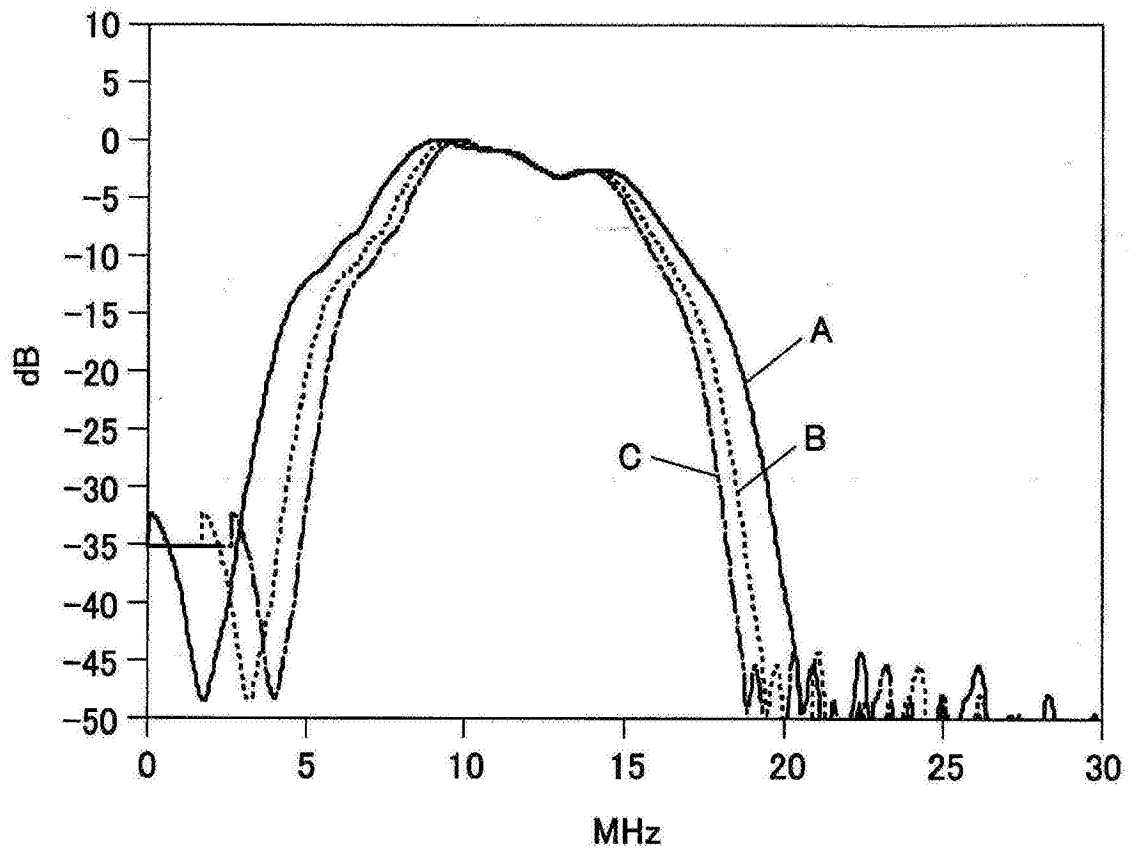


图5

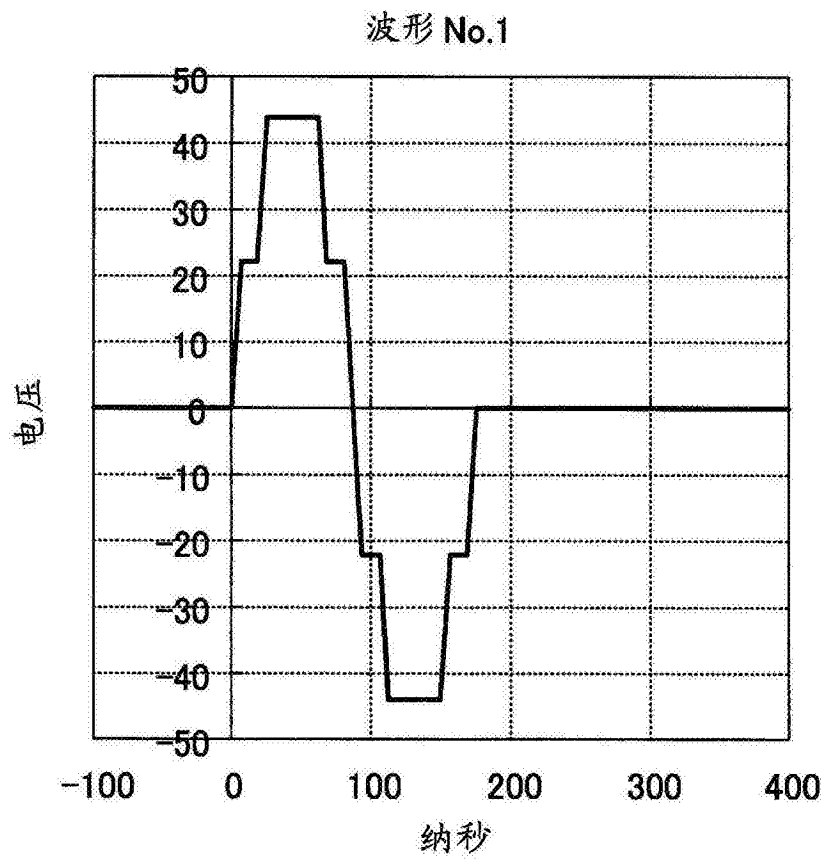


图6

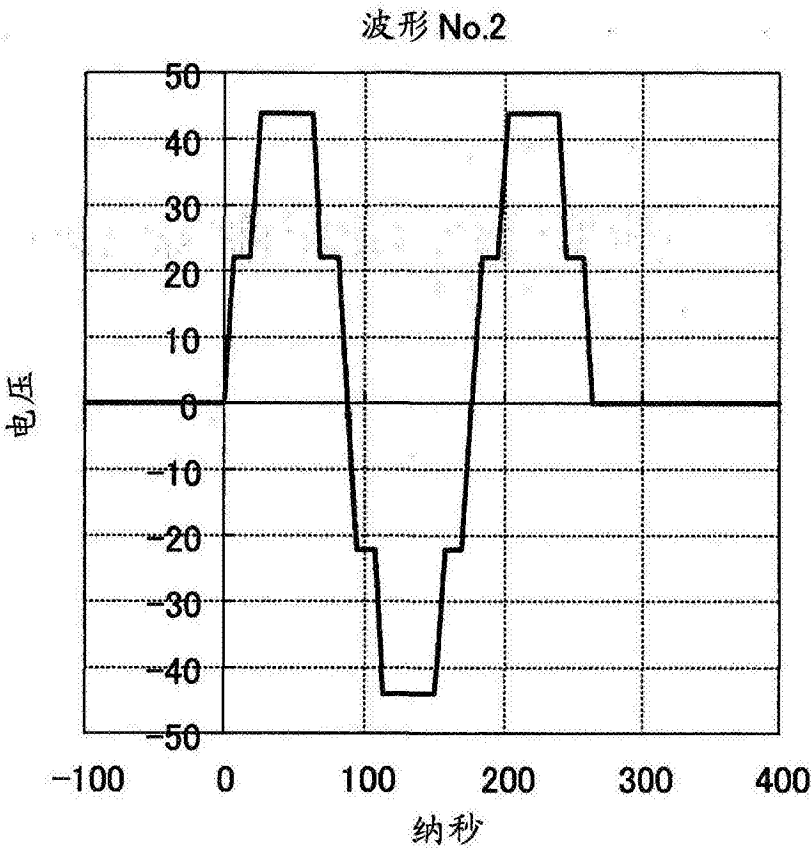


图7

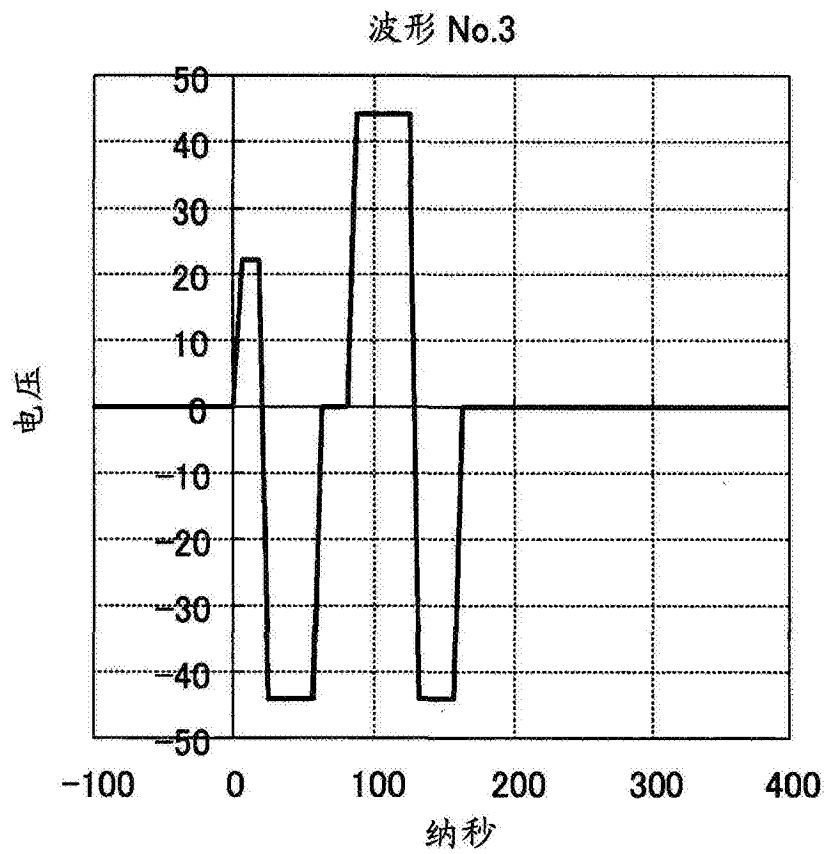


图8

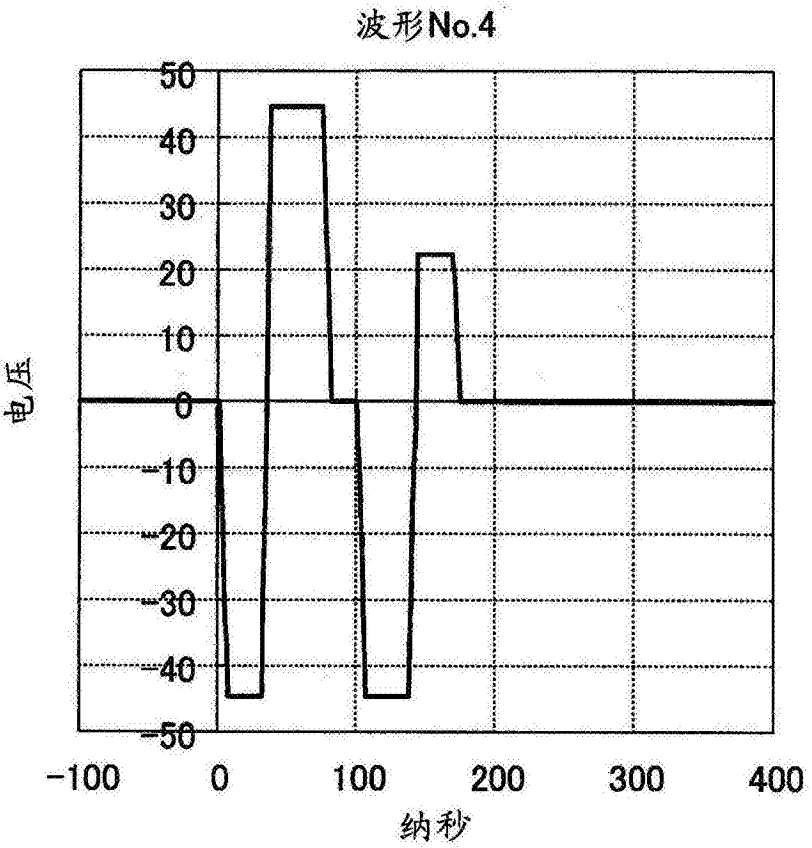


图9

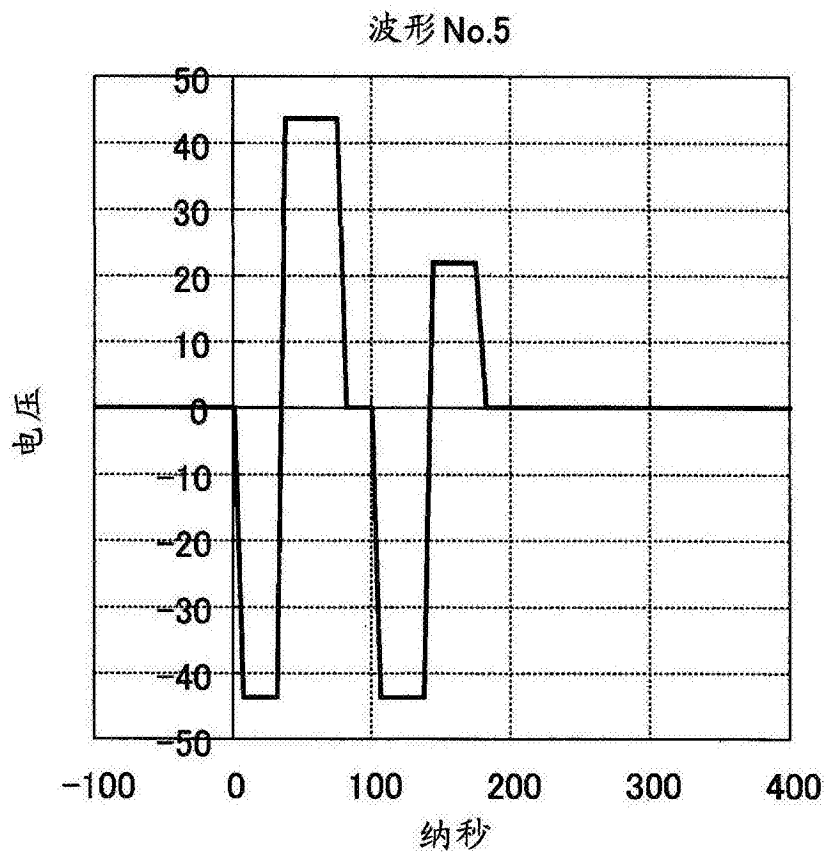


图10

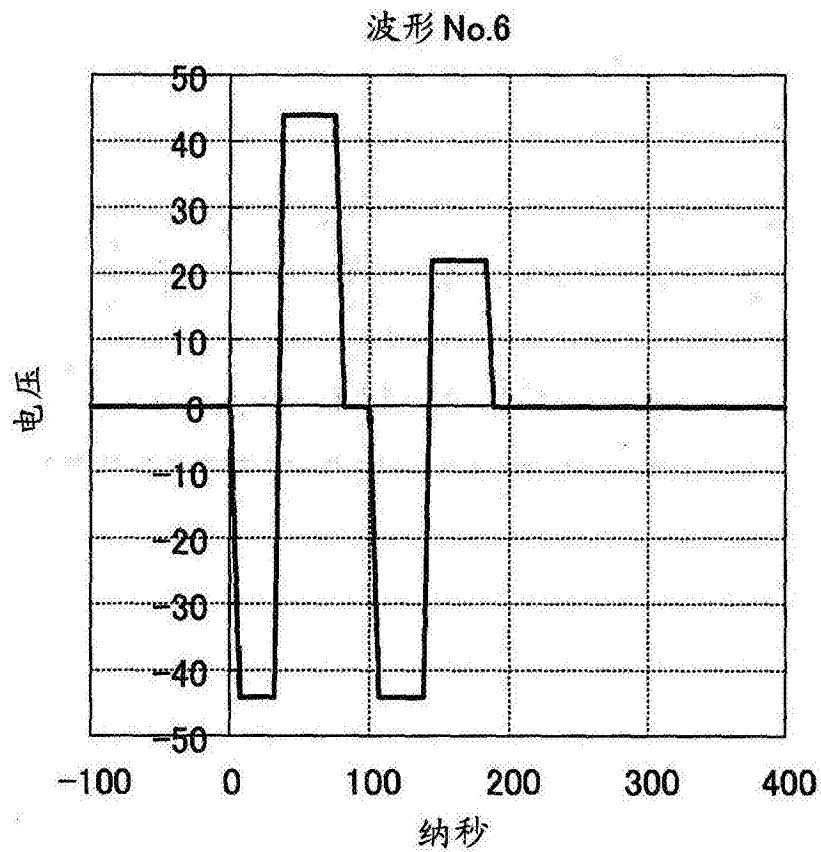


图11

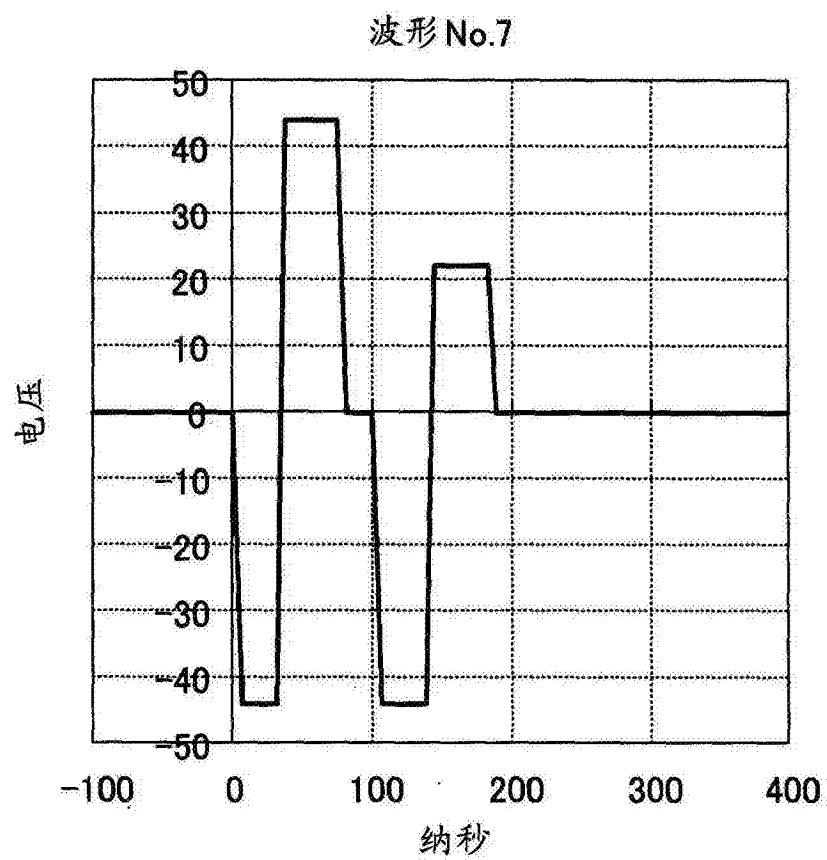


图12

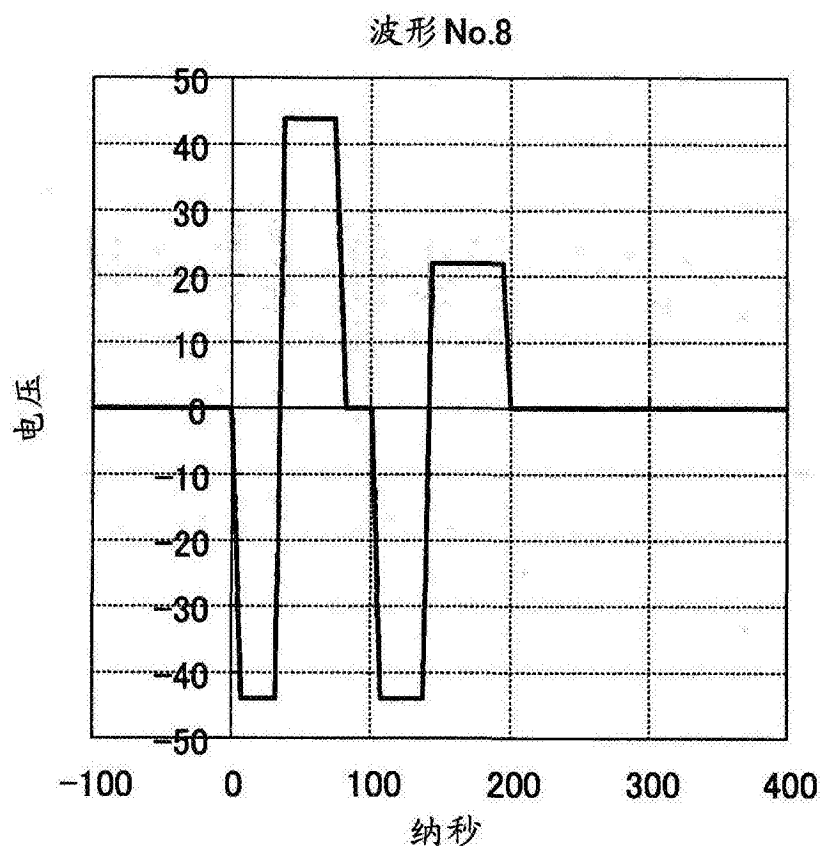


图13

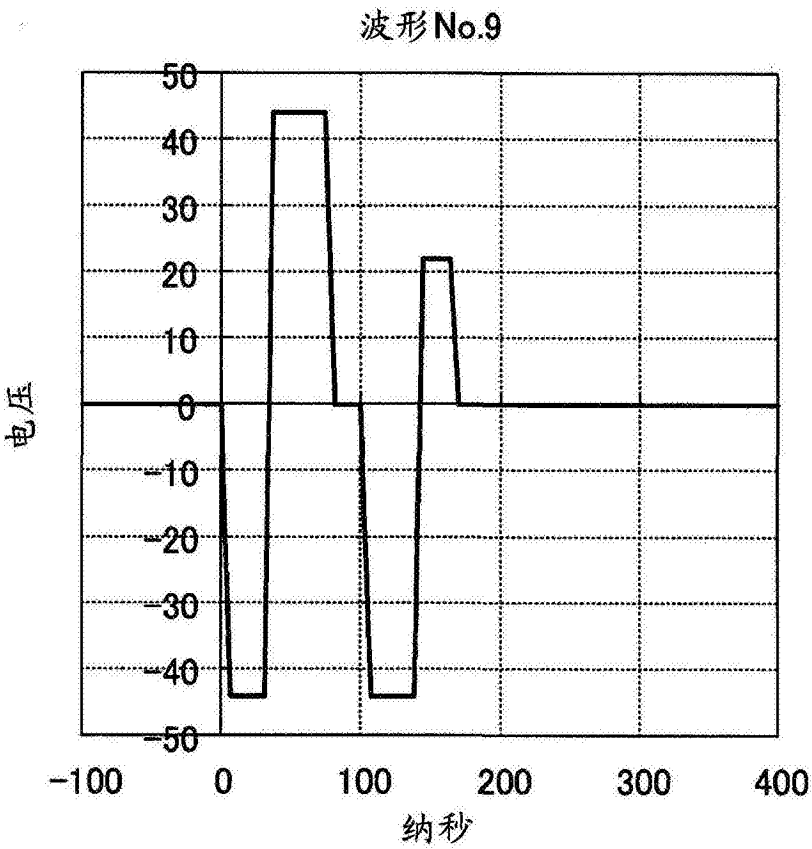


图14

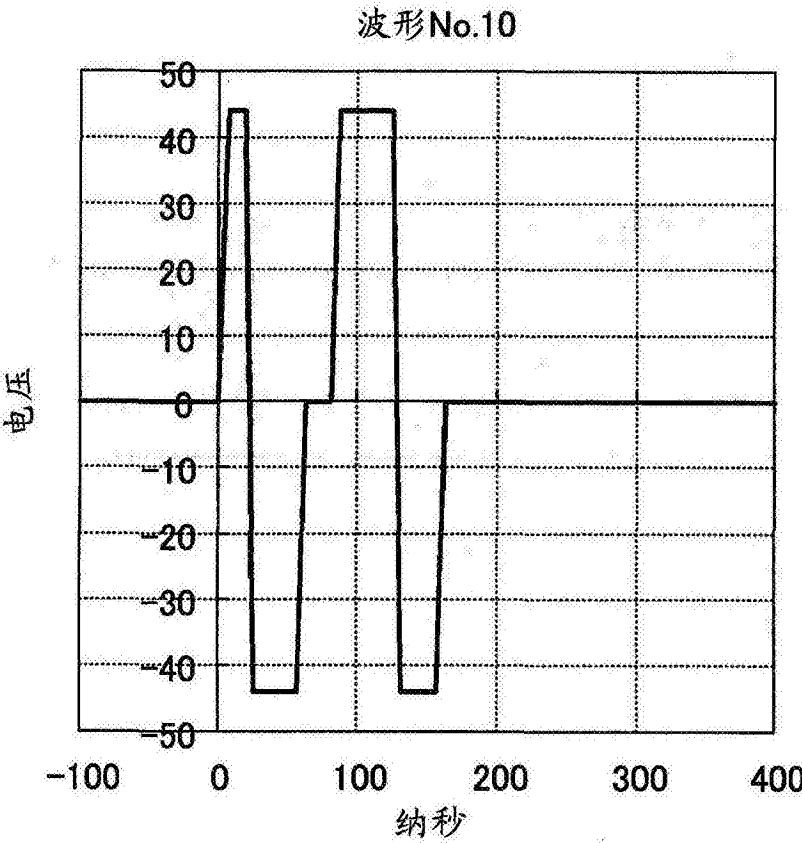


图15

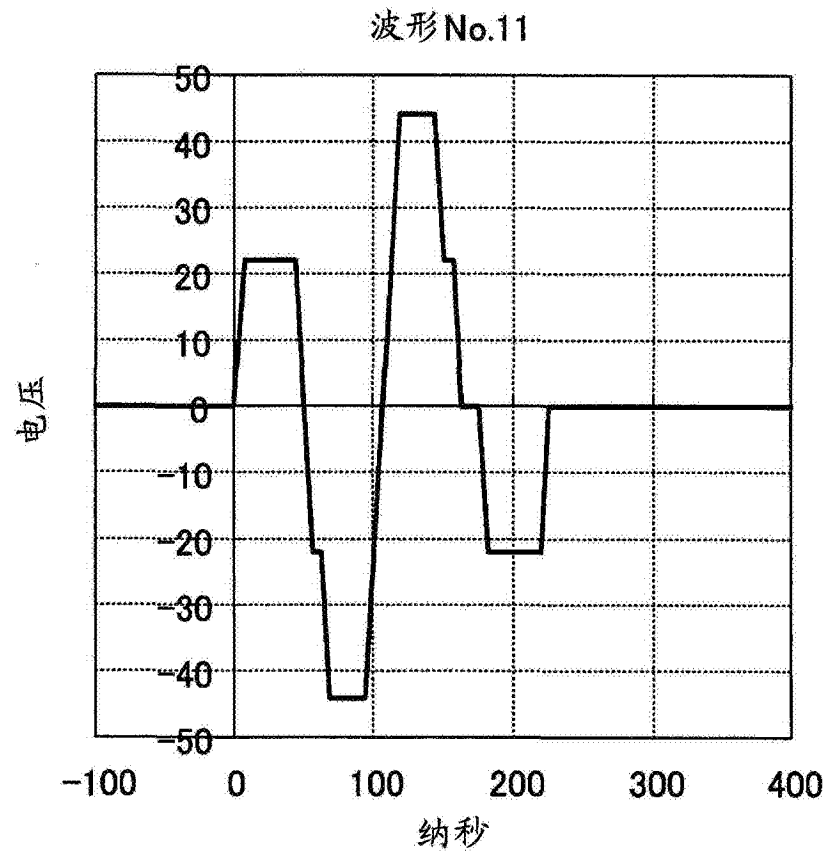


图16

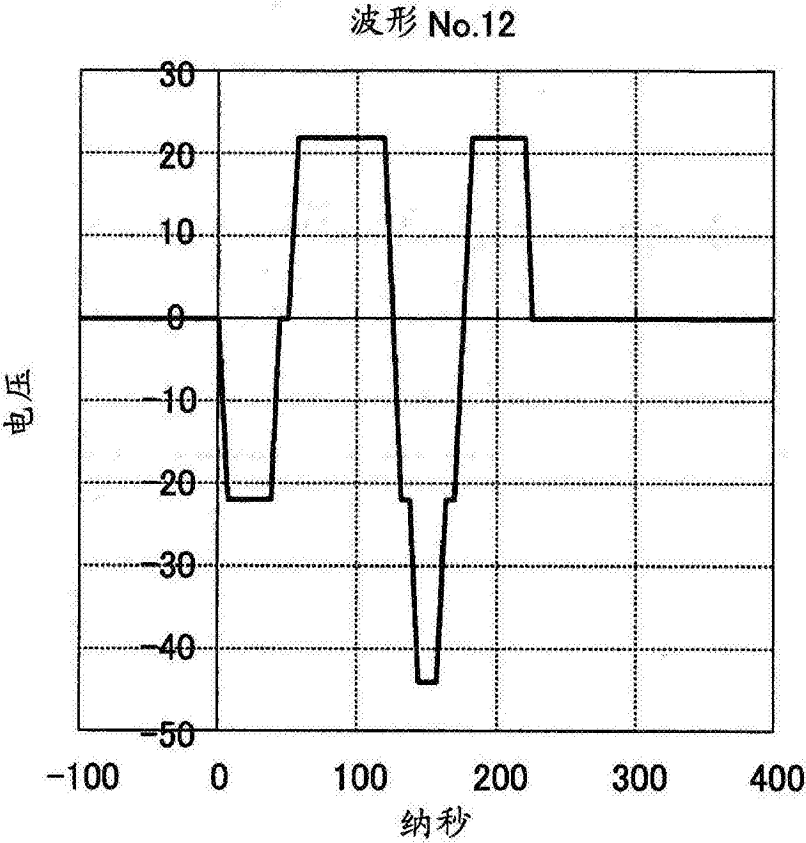


图17

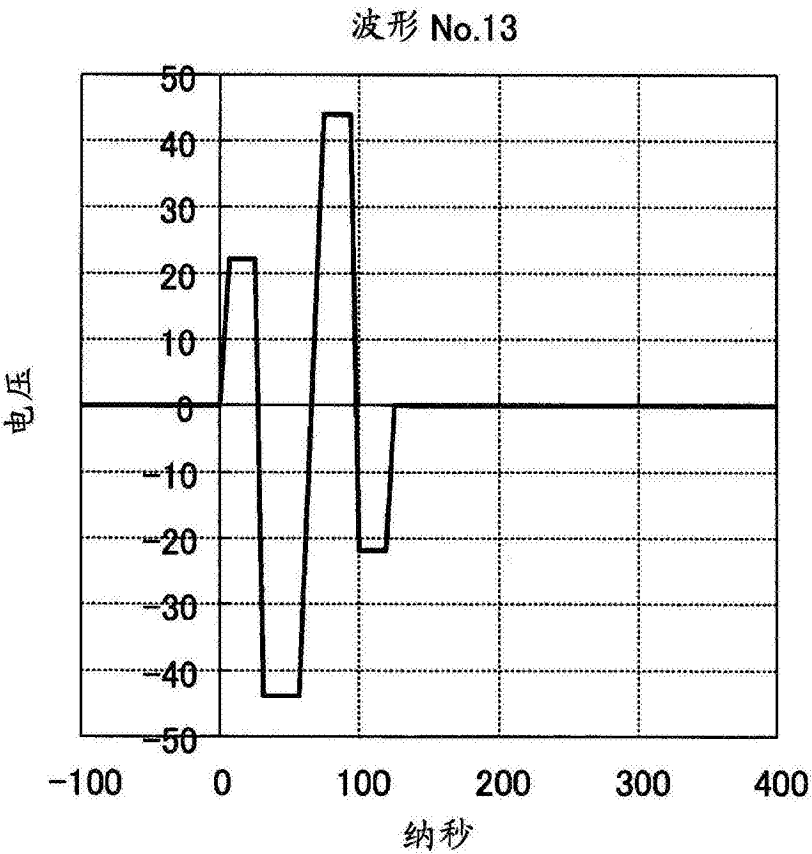


图18

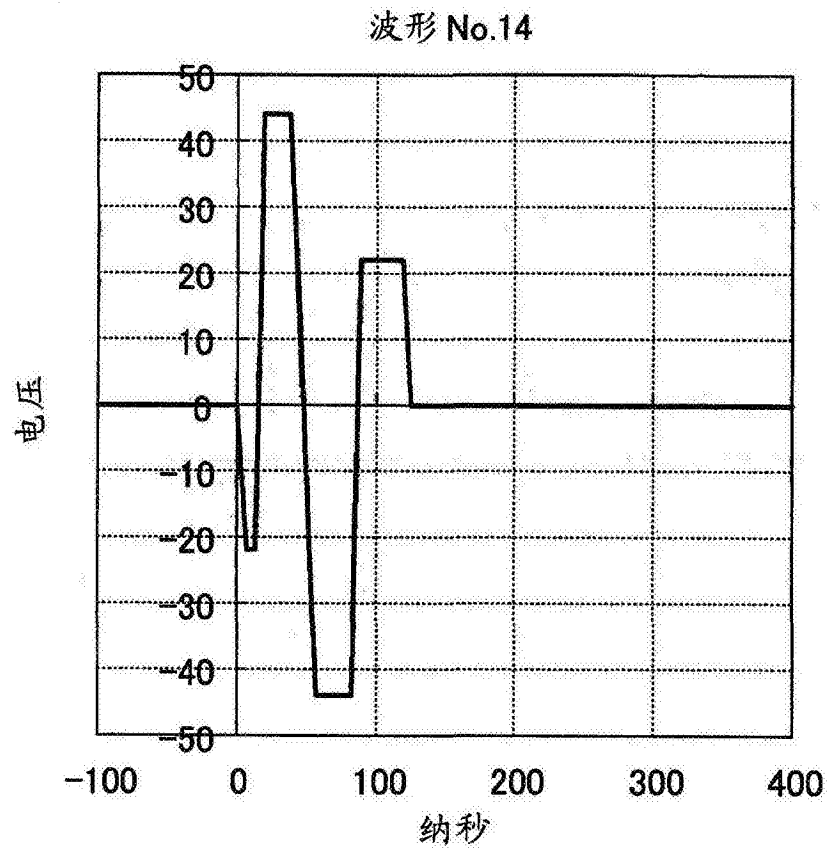


图19

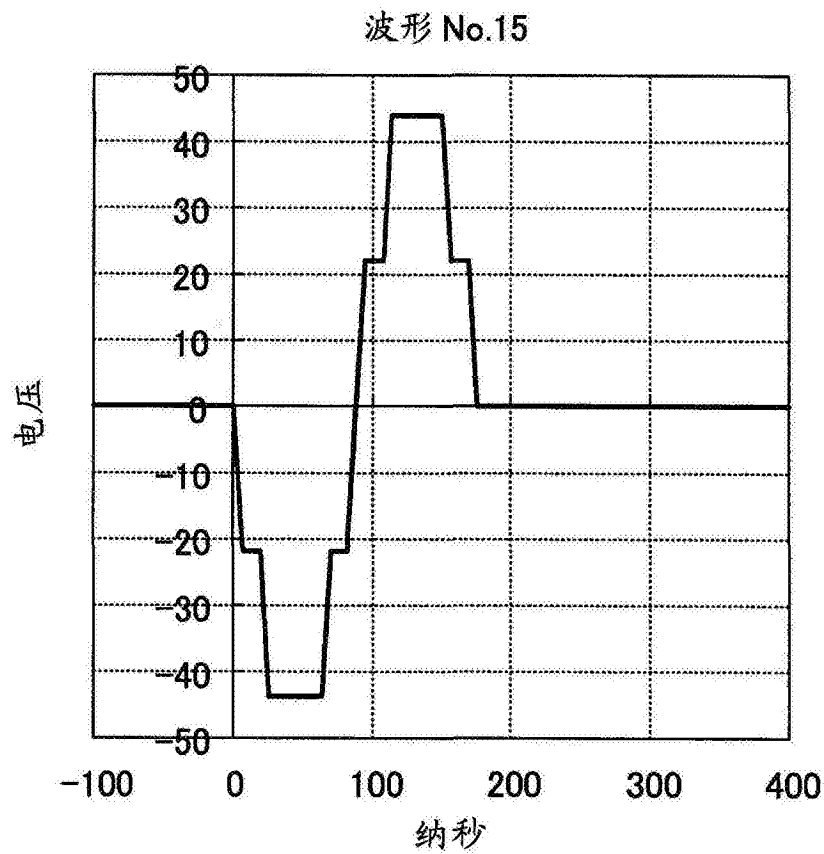


图20

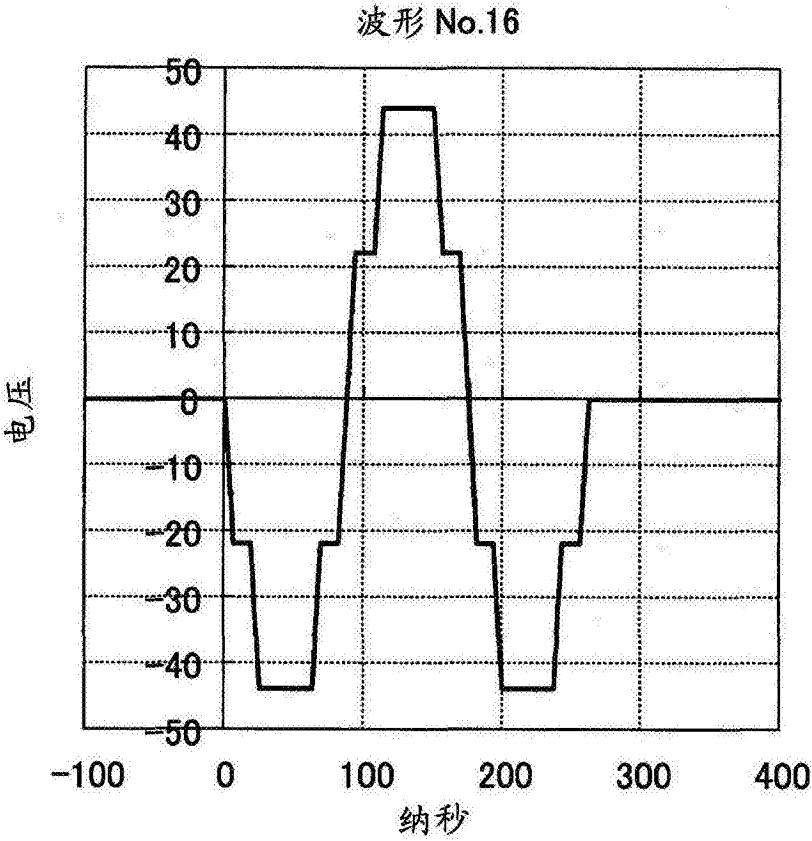


图21

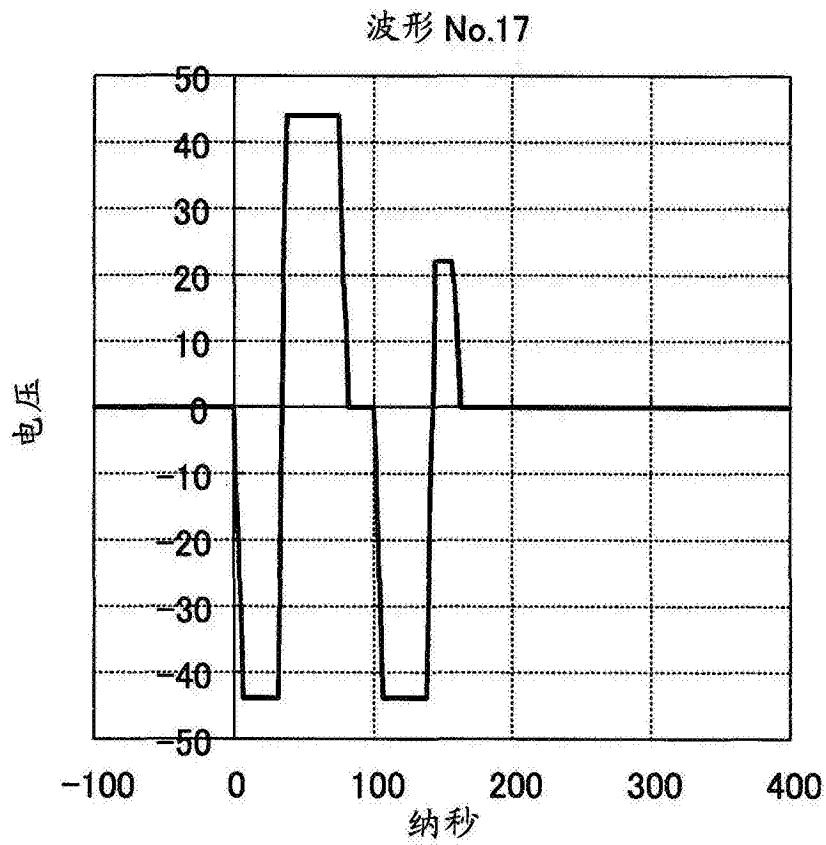


图22

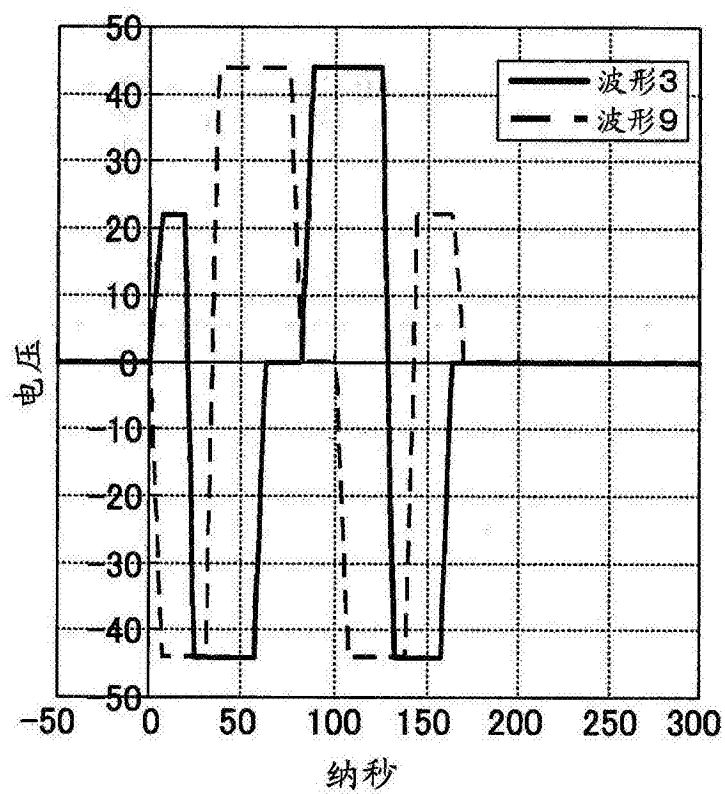


图23A

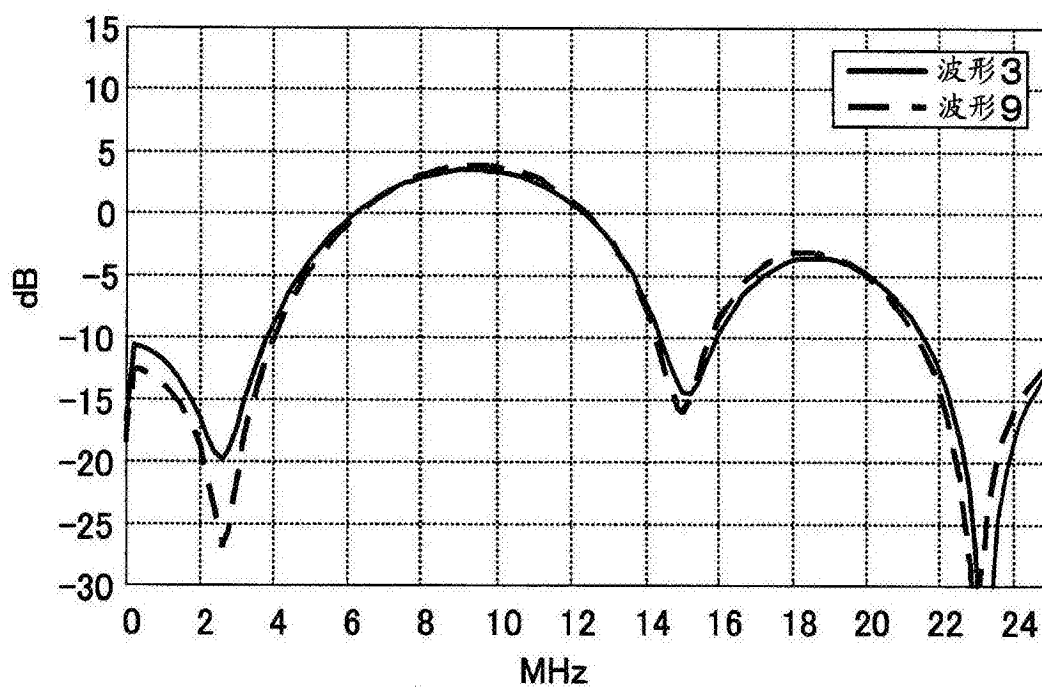


图23B

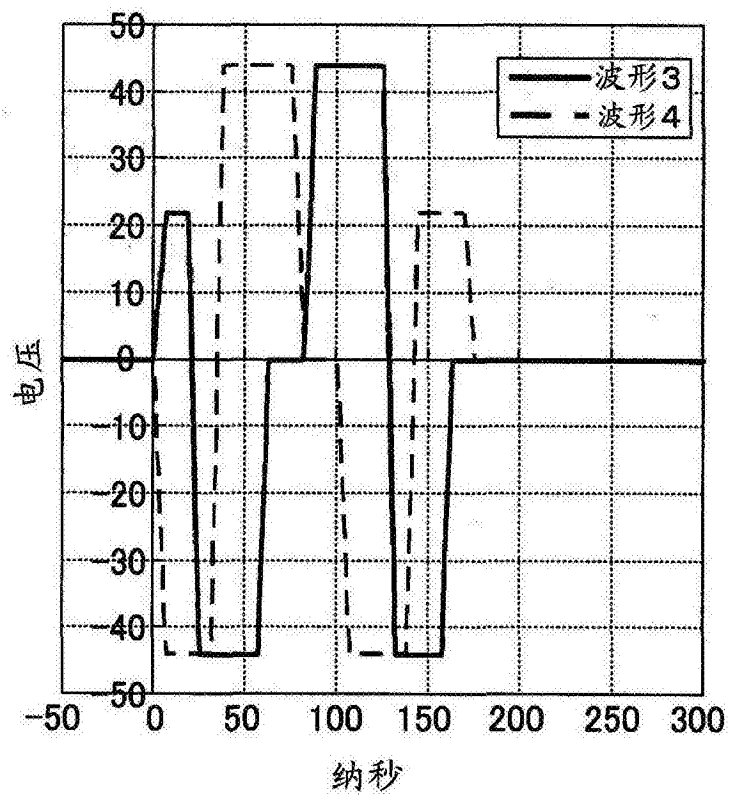


图24A

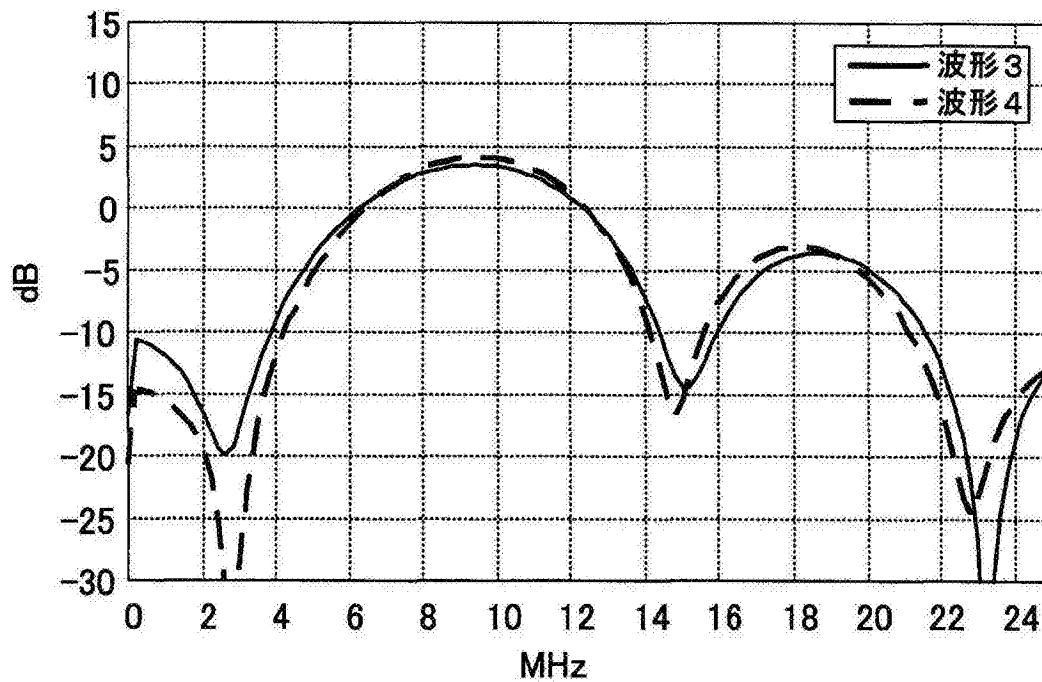


图24B

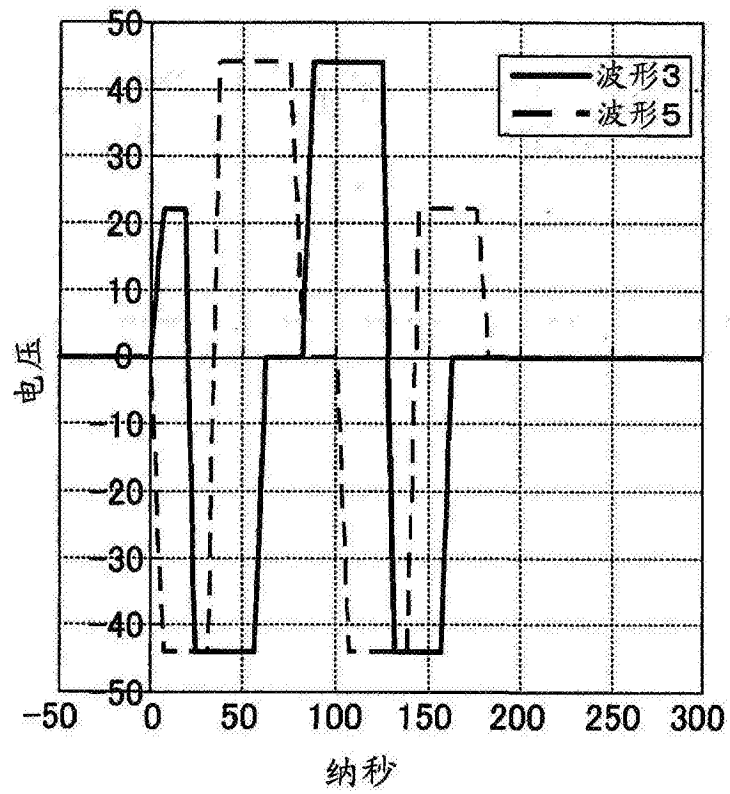


图25A

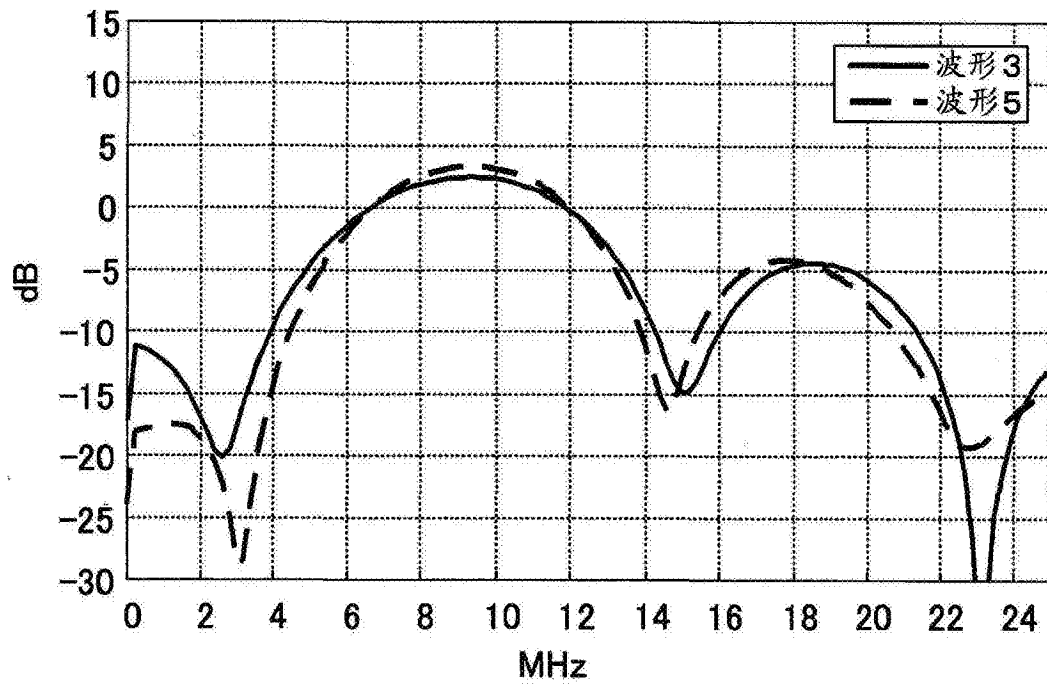


图25B

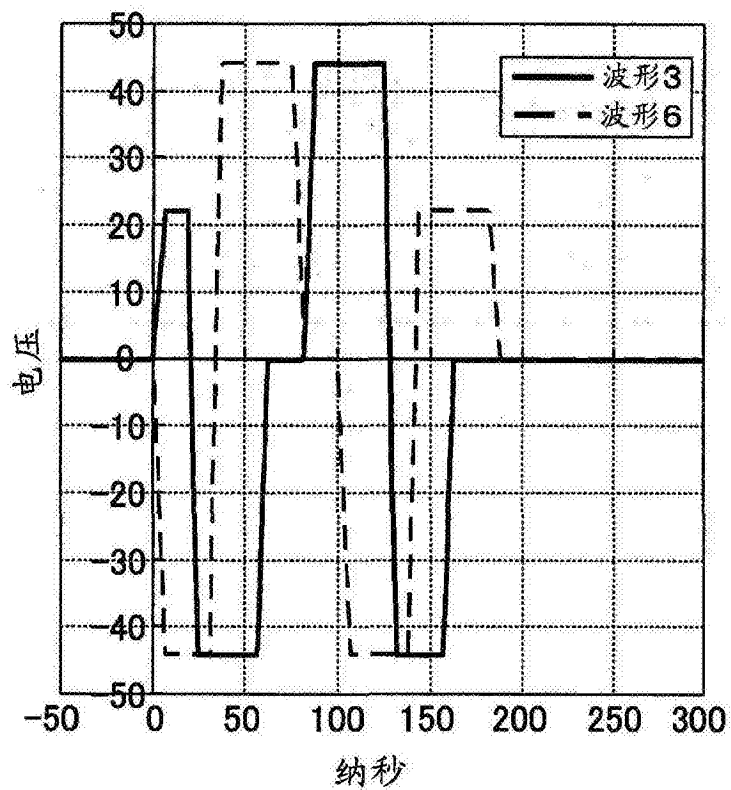


图26A

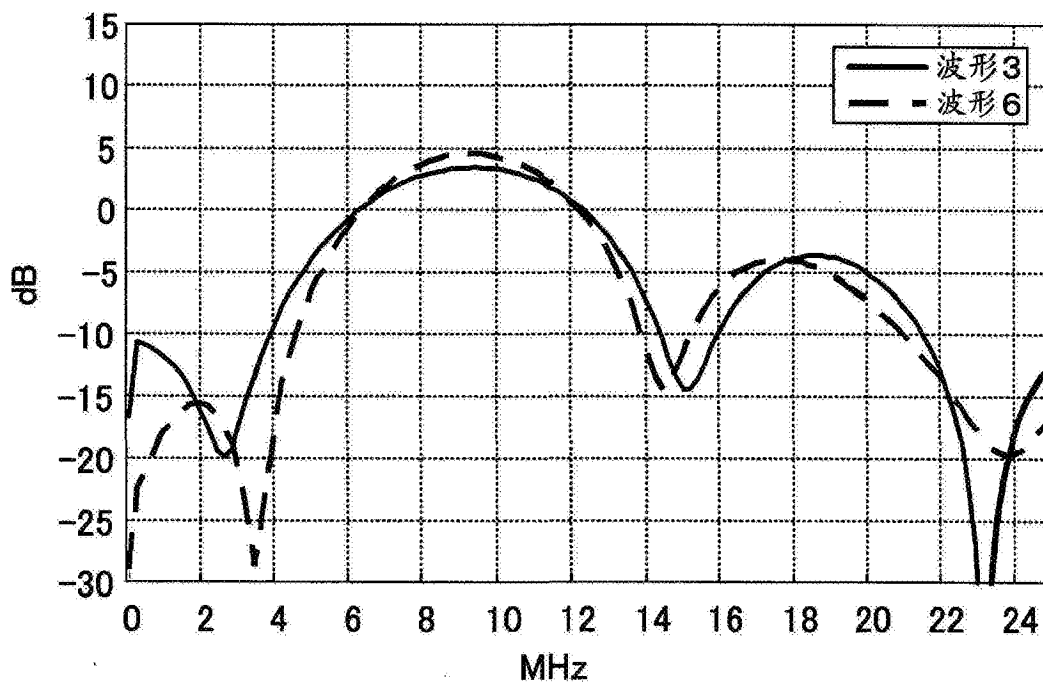


图26B

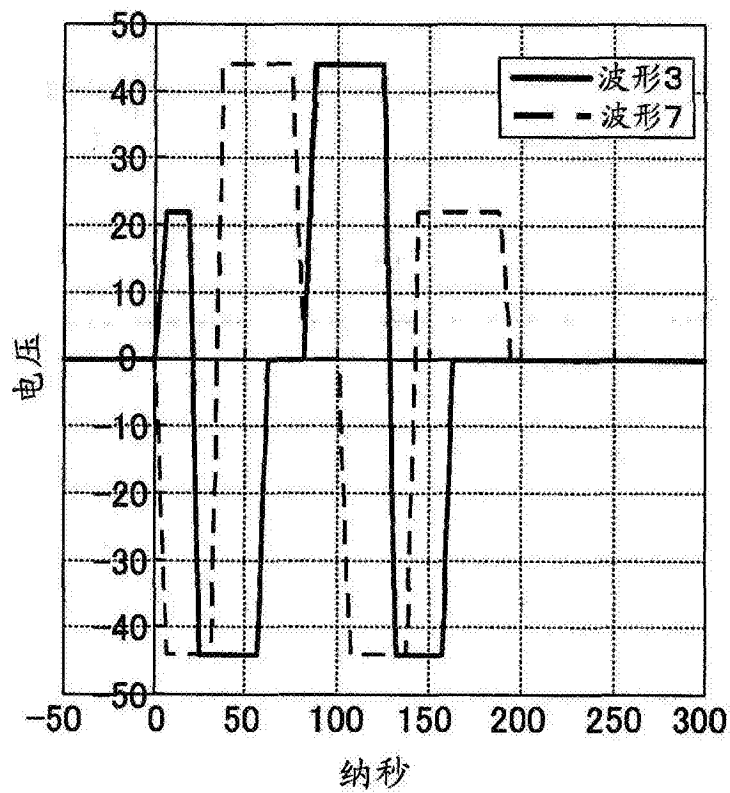


图27A

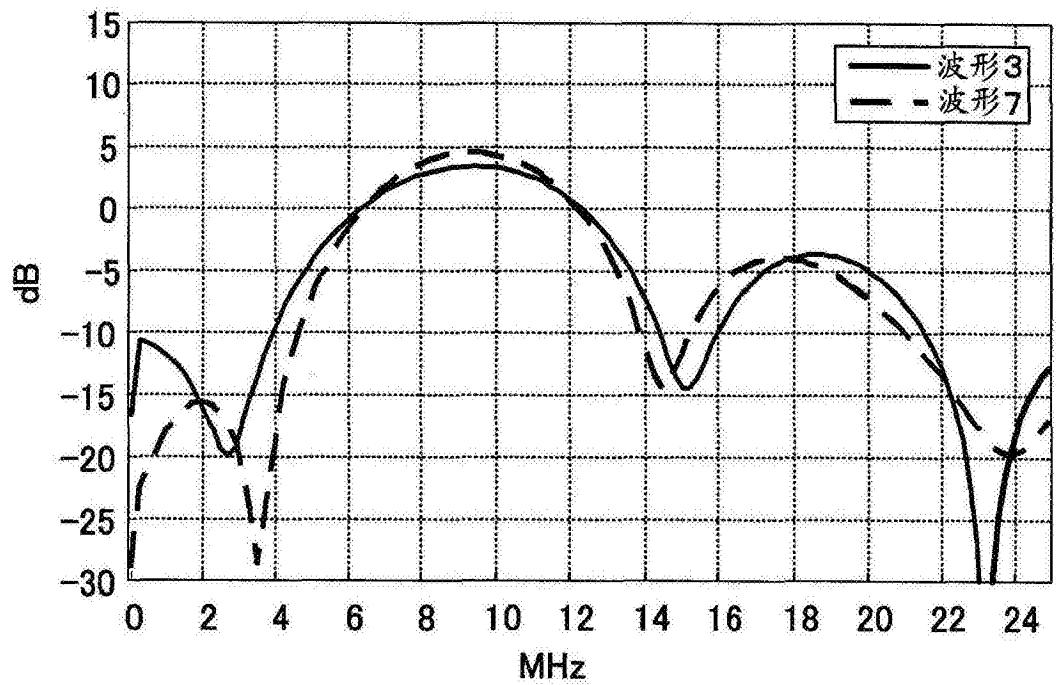


图27B

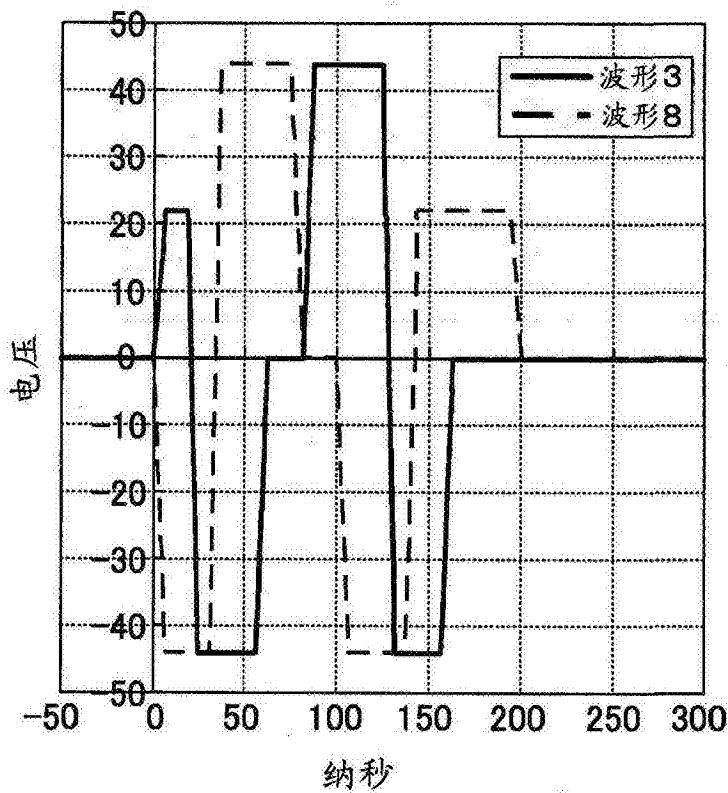


图28A

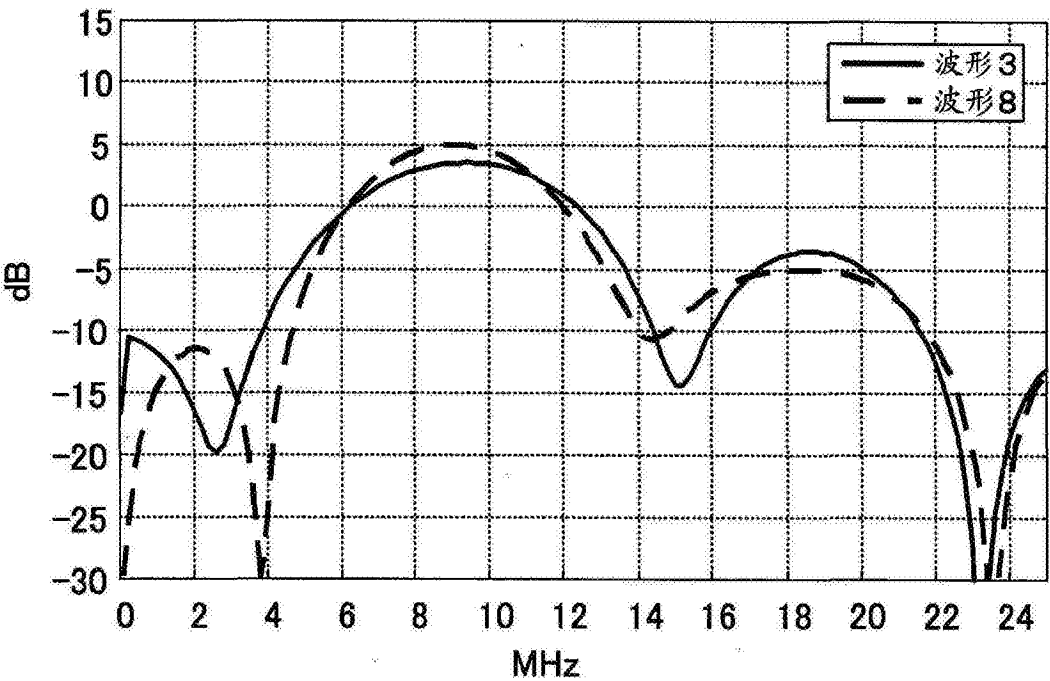


图28B

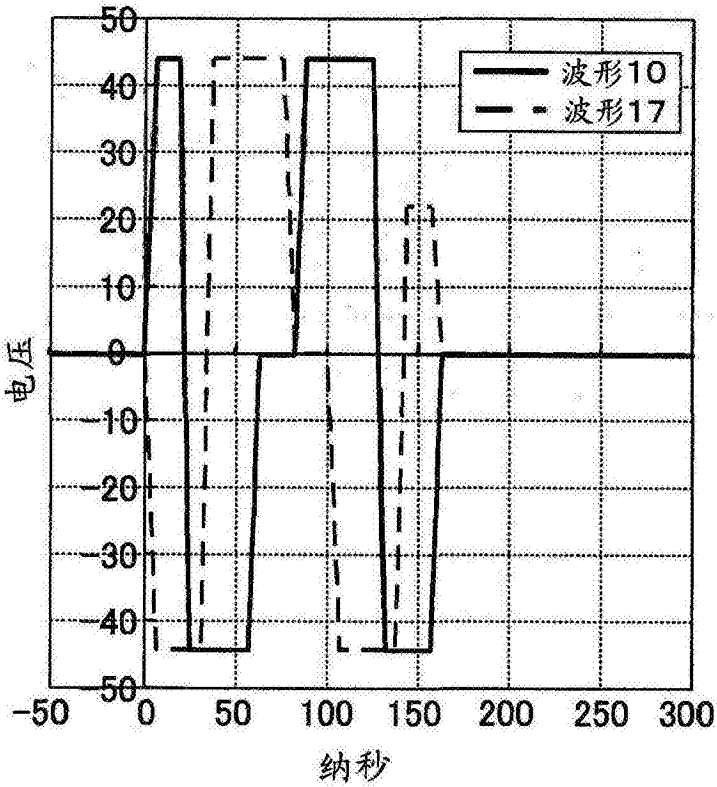


图29A

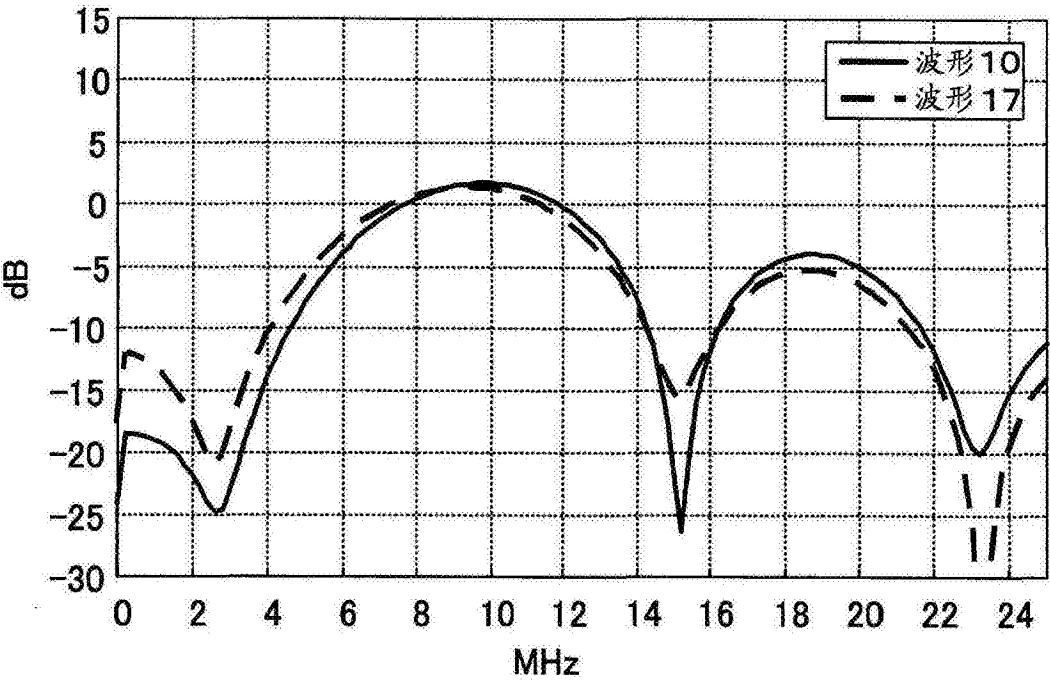


图29B

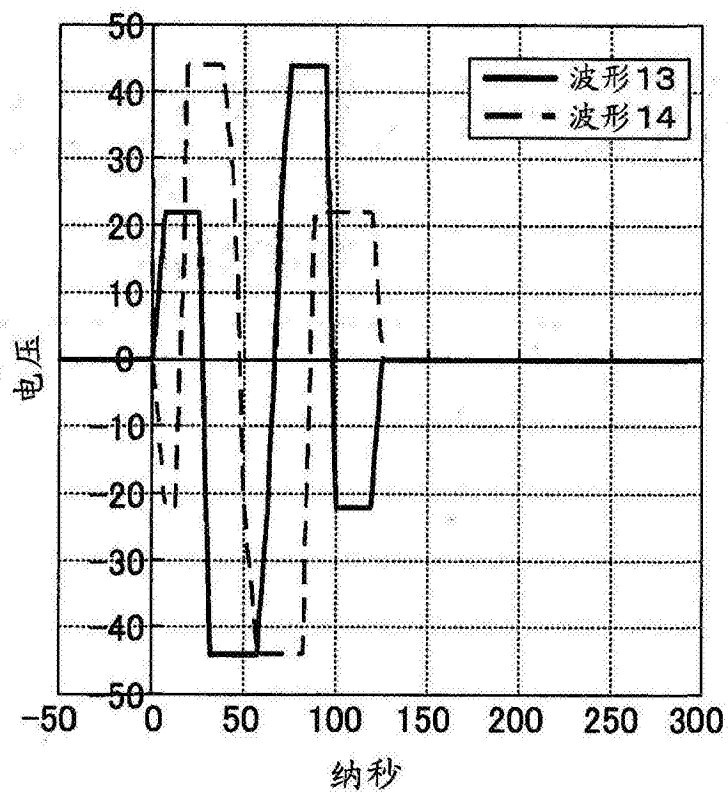


图30A

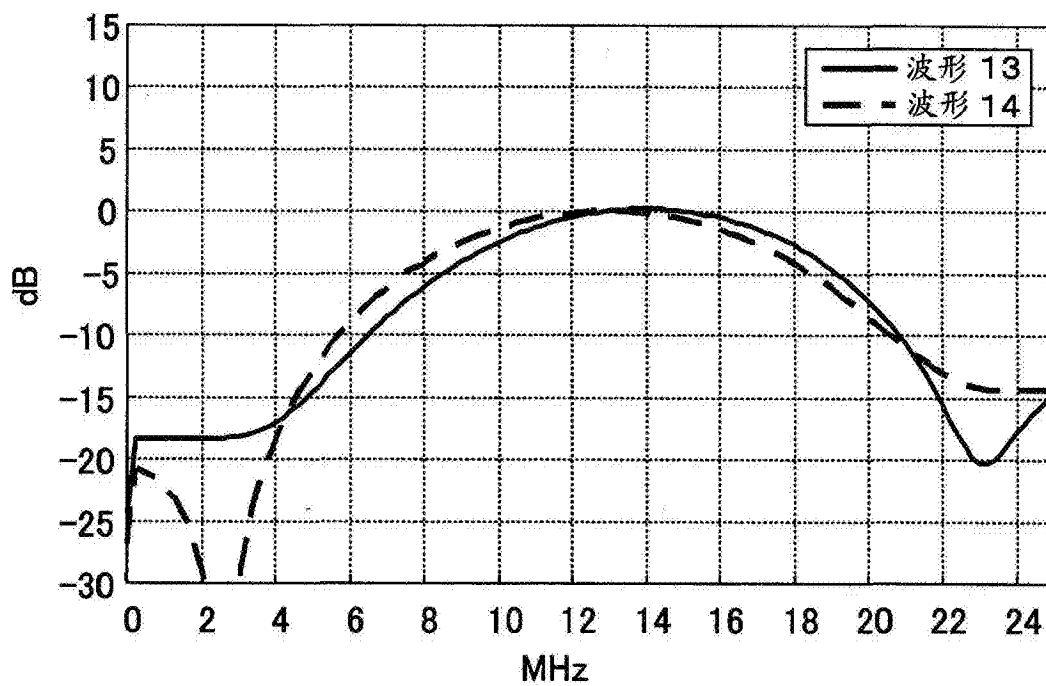


图30B

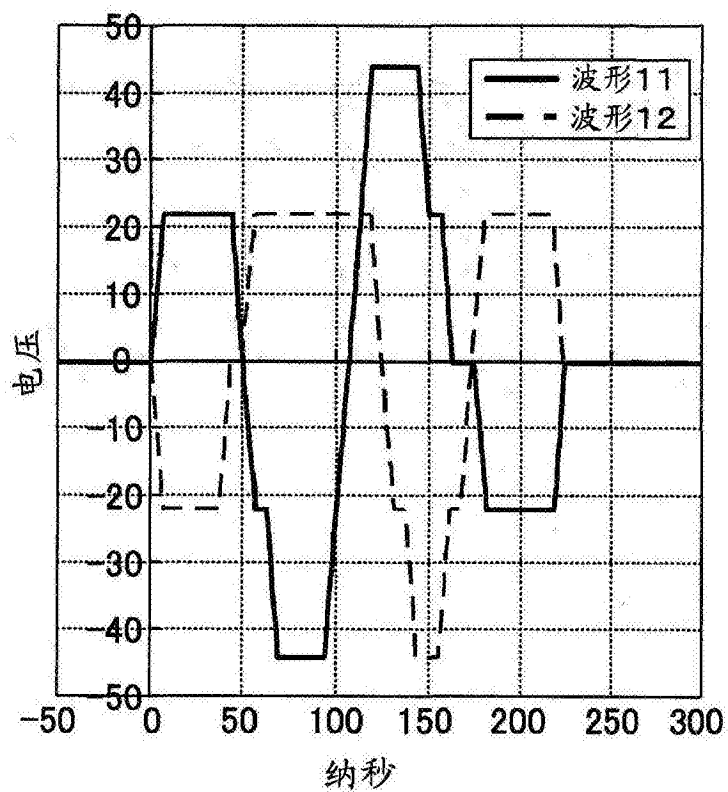


图31A

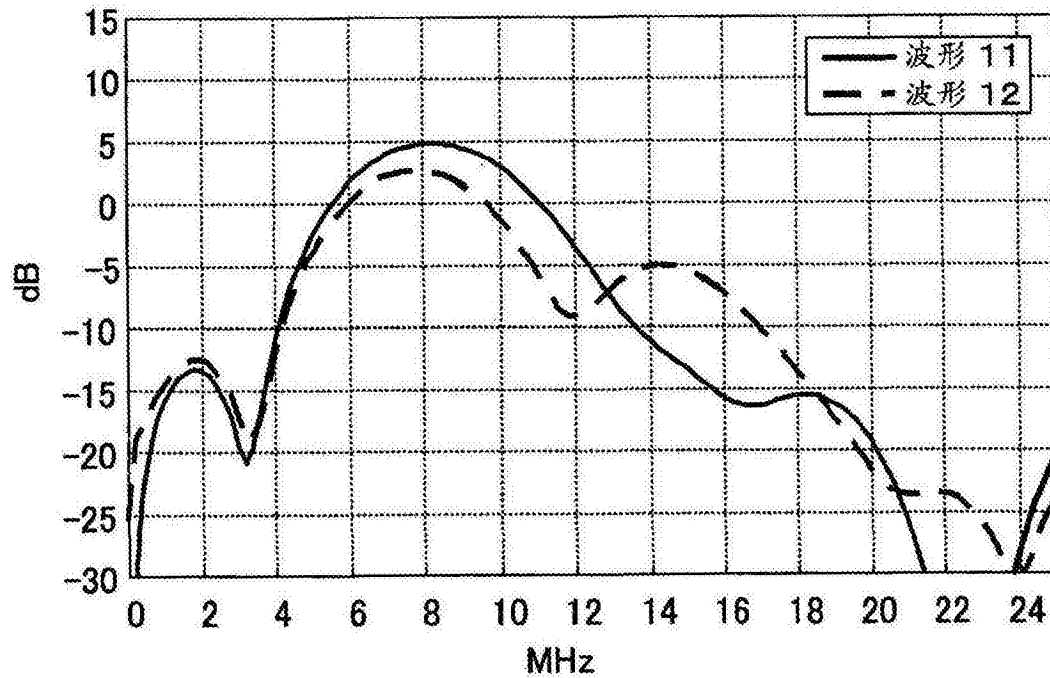


图31B

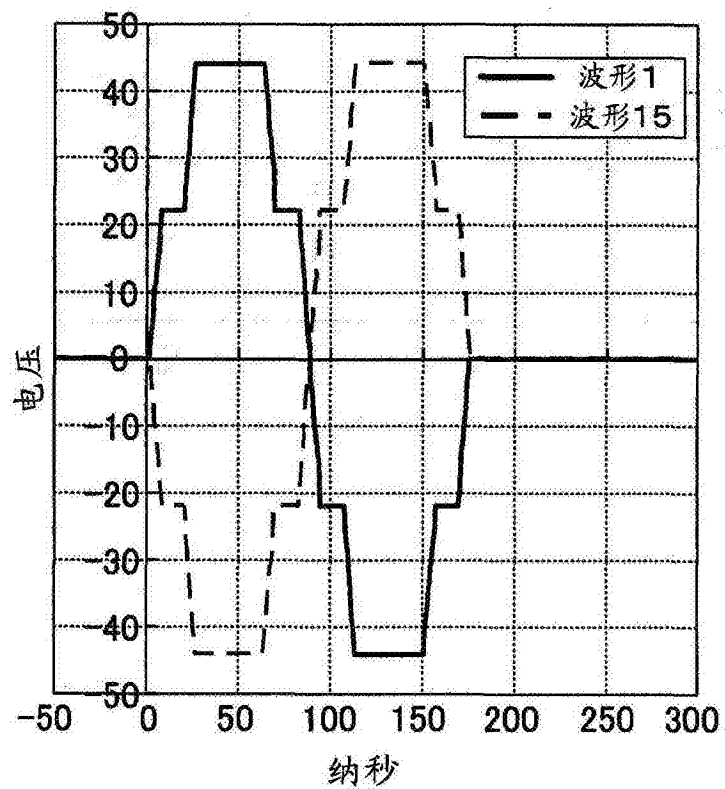


图32A

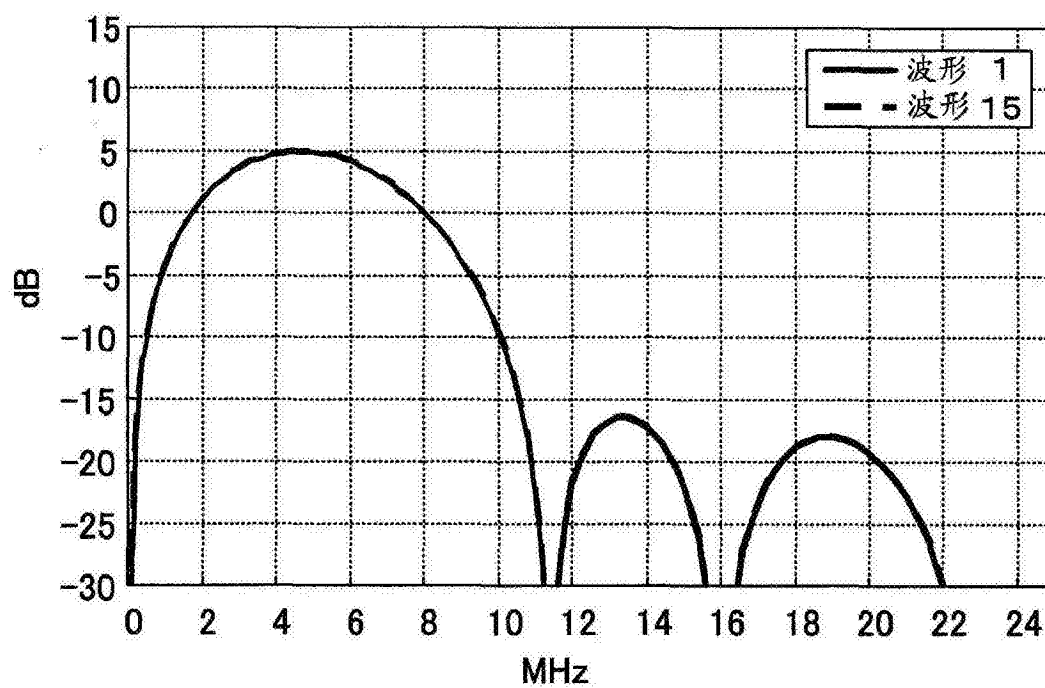


图32B

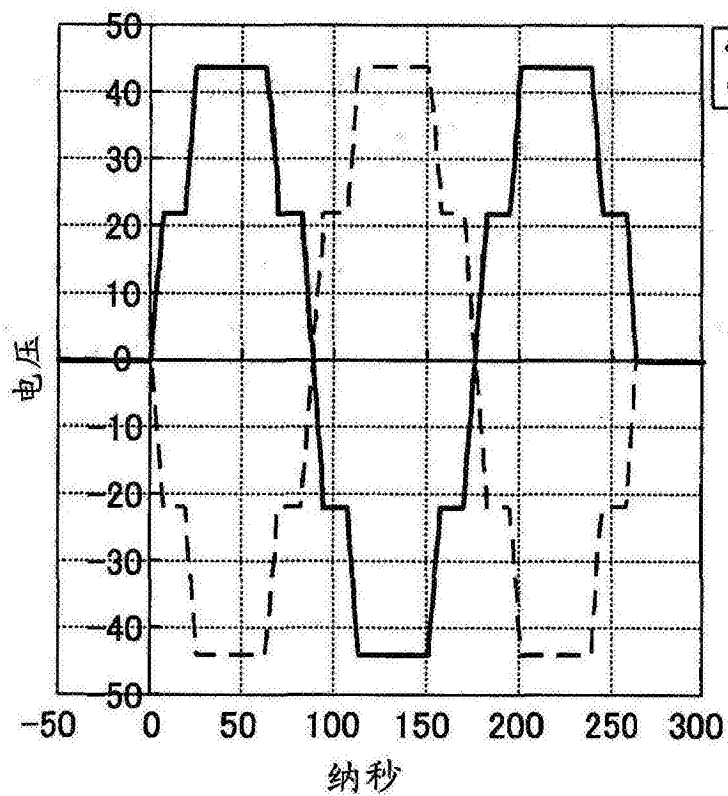


图33A

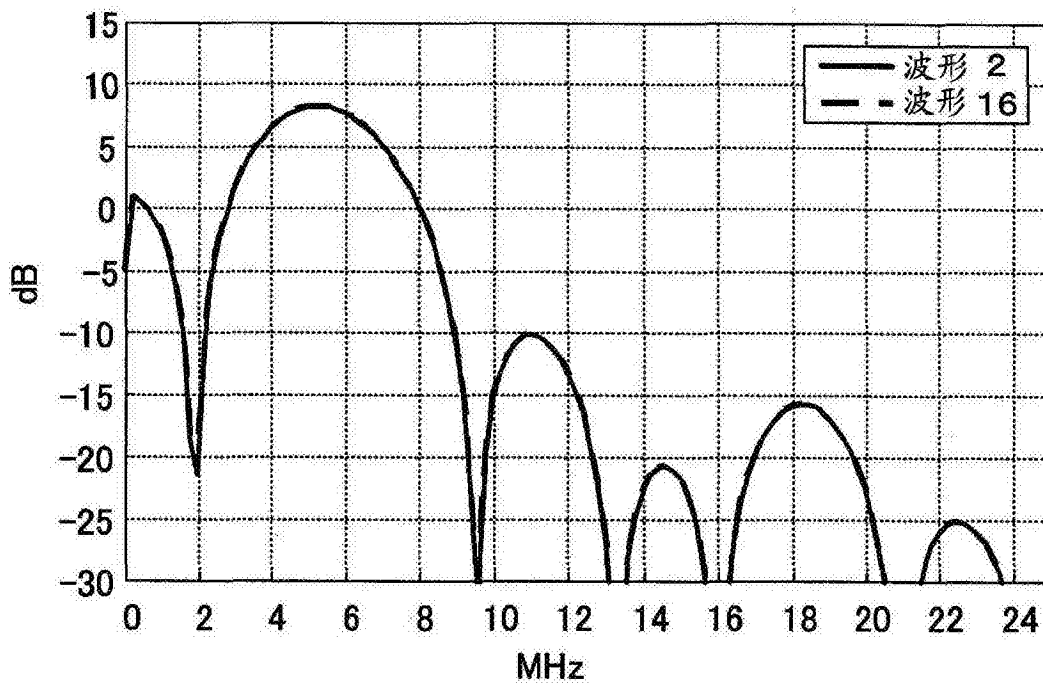


图33B

专利名称(译)	超声波图像诊断装置		
公开(公告)号	CN104055535B	公开(公告)日	2017-04-26
申请号	CN201410100423.0	申请日	2014-03-18
[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	谷口哲哉		
发明人	谷口哲哉		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/14 B06B1/0215 B06B2201/76 G01S7/5202 G01S7/52038 G01S15/8963		
优先权	2013055837 2013-03-19 JP		
其他公开文献	CN104055535A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种超声波图像诊断装置，具备：超声波探头，通过脉冲信号的输入而向被检体输出发送超声波，并且通过接收来自被检体的反射超声波而输出接收信号；以及发送部，通过输出驱动波形为矩形波的脉冲信号而使所述超声波探头生成所述发送超声波，其中，所述发送部在同一扫描线上隔着时间间隔而多次输出驱动波形分别非对称的脉冲信号，所述超声波图像诊断装置具备图像处理部，该图像处理部合成从根据所述多次的脉冲信号而生成的所述发送超声波的所述反射超声波得到的各接收信号，并根据合成了的脉冲信号而生成超声波图像数据。

