



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104970830 B

(45)授权公告日 2019.01.25

(21)申请号 201510167123.9

(22)申请日 2015.04.10

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104970830 A

(43)申请公布日 2015.10.14

(30)优先权数据
2014-082675 2014.04.14 JP

(73)专利权人 柯尼卡美能达株式会社
地址 日本东京都

(72)发明人 谷口哲哉

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105
代理人 薛仑

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 1649544 A, 2005.08.03,
CN 1426288 A, 2003.06.25,
US 2014066768 A1, 2014.03.06,
US 2013137986 A1, 2013.05.30,
CN 101536545 A, 2009.09.16,

审查员 刘琳

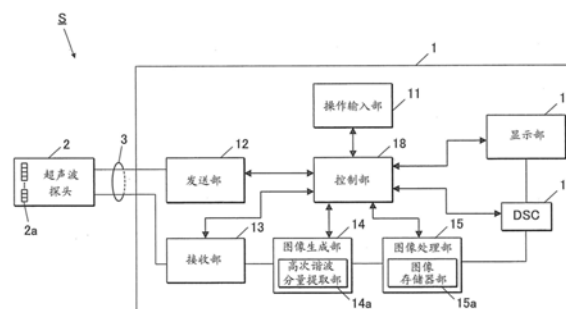
权利要求书3页 说明书28页 附图30页

(54)发明名称

超声波探头以及超声波图像诊断装置

(57)摘要

提供能够降低多个种类的高次谐波所导致的抵消而得到距离分辨率优良的超声波图像的超声波探头以及超声波图像诊断装置。设定由超声波探头(2)以及发送部(12)输出的脉冲信号的驱动波形,以使从被输入至超声波探头(2)的脉冲信号和接收信号的各频率中的相位差得到的群延迟、和从由发送部(12)输出的脉冲信号的各频率中的相位差得到的群延迟的合计值的、在超声波探头(2)的-20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的-20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差成为0.15弧度以下,其中,该接收信号是从根据该脉冲信号而输出的发送超声波的反射超声波得到的。



1. 一种超声波探头,通过输入脉冲信号而向被检体输出发送超声波,且通过接收来自被检体的反射超声波而输出接收信号,其特征在于,

所述超声波探头的-20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的-20dB的频带重叠的带宽覆盖所述超声波探头的-20dB的发送接收带宽的70%以上,

该超声波探头被设定为,从输入的脉冲信号和接收信号的各频率中的相位差得到的群延迟的、在所述超声波探头的-20dB的发送接收频带中的最大值和最小值之差成为0.15弧度以下、或在所述超声波探头的-20dB的发送接收频带中的标准偏差成为0.025以下,其中,该接收信号是从根据该脉冲信号而输出的发送超声波的反射超声波得到的。

2. 如权利要求1所述的超声波探头,其特征在于,

-20dB的相对频带为120%以上。

3. 一种超声波探头,通过输入脉冲信号而向被检体输出发送超声波,且通过接收来自被检体的反射超声波而输出接收信号,其特征在于,

所述超声波探头的-20dB的相对频带为120%以上,

该超声波探头被设定为,从输入的脉冲信号和接收信号的各频率中的相位差得到的群延迟的、在所述超声波探头的-20dB的发送接收频带中的最大值和最小值之差成为0.15弧度以下、或在所述超声波探头的-20dB的发送接收频带中的标准偏差成为0.025以下,其中,该接收信号是从根据该脉冲信号而输出的发送超声波的反射超声波得到的。

4. 一种超声波图像诊断装置,具备:超声波探头,通过输入脉冲信号而向被检体输出发送超声波,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,通过输出规定的驱动波形的脉冲信号,使所述超声波探头生成所述发送超声波,其特征在于,

所述超声波探头的-20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的-20dB的频带重叠的带宽覆盖所述超声波探头的-20dB的发送接收带宽的70%以上,

所述发送部输出驱动波形的脉冲信号,其中,该驱动波形的脉冲信号是从各频率中的相位差得到的群延迟的、在所述超声波探头的-20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的-20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差为0.15弧度以下、或在所述超声波探头的-20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的-20dB的频带重叠的频带中的标准偏差为0.025以下的驱动波形的脉冲信号。

5. 一种超声波图像诊断装置,具备:超声波探头,通过输入脉冲信号而向被检体输出发送超声波,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,通过输出规定的驱动波形的脉冲信号,使所述超声波探头生成所述发送超声波,其特征在于,

所述超声波探头的-20dB的相对频带为120%以上,

所述发送部输出驱动波形的脉冲信号,其中,该驱动波形的脉冲信号是从各频率中的相位差得到的群延迟的、在所述超声波探头的-20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的-20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差为0.15弧度以下、或在所述超声波探头的-20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的-20dB的频带重叠的频带中的标准偏差为0.025以下的驱动波形的脉冲信号。

6. 一种超声波图像诊断装置,具备:超声波探头,通过输入脉冲信号而向被检体输出发送超声波,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,通过输出规定的驱动波形的脉冲信号,使所述超声波探头生成所述发送超声波,其特征在于,

所述超声波探头的一20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的一20dB的频带重叠的带宽覆盖所述超声波探头的一20dB的发送接收带宽的70%以上,

设定了由所述超声波探头以及所述发送部输出的脉冲信号的驱动波形,以使从被输入至所述超声波探头的脉冲信号和接收信号的各频率中的相位差得到的群延迟、和从由所述发送部输出的脉冲信号各频率中的相位差得到的群延迟的合计值的、在所述超声波探头的一20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的一20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差成为0.15弧度以下,其中,该接收信号是从根据该脉冲信号而输出的发送超声波的反射超声波得到的。

7. 一种超声波图像诊断装置,具备:超声波探头,通过输入脉冲信号而向被检体输出发送超声波,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,通过输出规定的驱动波形的脉冲信号,使所述超声波探头生成所述发送超声波,其特征在于,

所述超声波探头的一20dB的相对频带为120%以上,

设定了由所述超声波探头以及所述发送部输出的脉冲信号的驱动波形,以使从被输入至所述超声波探头的脉冲信号和接收信号各频率中的相位差得到的群延迟、和从由所述发送部输出的脉冲信号各频率中的相位差得到的群延迟的合计值的、在所述超声波探头的一20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的一20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差成为0.15弧度以下,其中,该接收信号是从根据该脉冲信号而输出的发送超声波的反射超声波得到的。

8. 如权利要求4或6所述的超声波图像诊断装置,其特征在于,

所述超声波探头的一20dB的相对频带为120%以上。

9. 如权利要求6或7所述的超声波图像诊断装置,其特征在于,

所述超声波探头被设定为,从所输入的脉冲信号和接收信号各频率中的相位差得到的群延迟的、在所述超声波探头的一20dB的发送接收频带中的最大值和最小值之差成为0.15弧度以下、或所述超声波探头的一20dB的发送接收频带中的标准偏差成为0.025以下,其中,该接收信号是从根据该脉冲信号而输出的发送超声波的反射超声波得到的,

所述发送部输出驱动波形的脉冲信号,其中,该驱动波形的脉冲信号是从各频率中的相位差得到的群延迟的、在所述超声波探头的一20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的一20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差为0.15弧度以下、或所述超声波探头的一20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的一20dB的频带重叠的频带中的标准偏差为0.025以下的驱动波形的脉冲信号。

10. 如权利要求4~7的任一项所述的超声波图像诊断装置,其特征在于,

所述发送部输出周期为1.5以上的驱动波形的脉冲信号。

11. 如权利要求4~7的任一项所述的超声波图像诊断装置,其特征在于,

所述发送部输出脉冲持续时间为相当于所述超声波探头的一20dB的发送接收频带的中心频率下的2个周期的时间以上的驱动波形的脉冲信号。

12. 如权利要求4~7的任一项所述的超声波图像诊断装置,其特征在于,

所述发送部通过5个值以下的控制信号来输出脉冲信号。

13. 如权利要求4~7的任一项所述的超声波图像诊断装置,其特征在于,

所述发送部分别将驱动波形不同的脉冲信号在相同扫描线上相隔时间间隔而多次输

出，

所述超声波图像诊断装置具备：图像生成部，对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进行合成，并基于合成后的接收信号来生成超声波图像数据。

14. 如权利要求13所述的超声波图像诊断装置，其特征在于，

所述发送部分别将驱动波形为非对称的脉冲信号在相同扫描线上相隔时间间隔而多次输出。

15. 如权利要求4~7的任一项所述的超声波图像诊断装置，其特征在于，

所述发送部输出在比所述超声波探头的一20dB的发送接收频带的中心频率低频侧、和比该中心频率高频侧分别包含频率功率谱的强度峰的脉冲信号。

16. 如权利要求15所述的超声波图像诊断装置，其特征在于，

所述发送部输出在比所述超声波探头的一20dB的发送接收频带的中心频率高频侧包含2个以上频率功率谱的强度峰的脉冲信号。

超声波探头以及超声波图像诊断装置

技术领域

[0001] 本发明涉及超声波探头以及超声波图像诊断装置。

背景技术

[0002] 由于超声波诊断通过仅将超声波探头接触体表这样简单的操作就能以实时显示的方式得到心脏的搏动或胎儿的运动的情形,且安全性高,所以能够重复进行检查。

[0003] 在显示这样的超声波图像的技术中,已知通过将相对于发送信号的基波分量(频率 f_0)的高次谐波分量(例如,频率 $2f_0$ 、 $3f_0$ 等)图像化,从而得到对比度高的图像的技术。这样的摄像法被称为组织谐波成像(Tissue Harmonic Imaging)。

[0004] 上述的高次谐波分量主要由于超声波在被检体内传播时产生的非线性失真而产生。即,被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 $2f_0$ 、或3倍的频率 $3f_0$ 的分量。

[0005] 作为提取组织谐波成像中的高次谐波分量的方法,已知滤波器法和脉冲反向(パルスインバージョン)法。

[0006] 滤波器法使用中心频率为例如 $2f_0$ 的带通滤波器,从接收信号提取 $2f_0$ 的高次谐波分量。

[0007] 另一方面,脉冲反向法将极性或时间反转了的第一以及第二发送脉冲信号相隔时间间隔而发送,通过合成各自的接收信号而消除基波分量,从而增强二次高次谐波分量。

[0008] 然而,由于与基波分量相比,超声波信号中包含的高次谐波分量频率高,所以在被检体内的传播时易于受到衰减的影响,存在来自深部的反射超声波信号的到达度(穿透性(ペネトレーション))不好的问题。另一方面,由于若降低基波分量的频率 f_0 则难以受到衰减的影响,所以产生穿透性改善但分辨率降低这样的折中。

[0009] 在上述的两个方法之中,在滤波器法中,由于不区分基波以及高次谐波而截掉低频区域,其影响变得显著,此外,由于提取后的频带也变窄,与脉冲反向法相比画质也较差,所以在所谓低端的装置以外,脉冲反向法成为主流。

[0010] 近年,在上述的脉冲反向法中,提出了与超声波的宽频带化对应,除了二次高次谐波分量之外,还利用比二次高次谐波分量频率低的差音分量等,通过使用多种高次谐波分量,从而实现超声波图像的画质的提高的方法(例如,专利文献1)。

[0011] 现有技术文献

[0012] 专利文献

[0013] 专利文献1:(日本)特开2002-301068号公报

[0014] 但是,在上述专利文献1中记载的技术中,存在由于利用多个种类的高次谐波分量,超声波探头具有的群延迟特性引起在多个种类的高次谐波间产生抵消,不一定得到期望的距离分辨率的问题。

发明内容

[0015] 本发明的课题在于,提供能够降低多个种类的高次谐波所导致的抵消而得到距离分辨率优良的超声波图像的超声波探头以及超声波图像诊断装置。

[0016] 为了解决以上的课题,技术方案1所述的发明是一种超声波探头,通过输入脉冲信号而向被检体输出发送超声波,且通过接收来自被检体的反射超声波而输出接收信号,其特征在于,

[0017] 所述超声波探头的频带和所述脉冲信号的频带重叠的带宽为70%以上,

[0018] 被设定为从输入的脉冲信号和接收信号的各频率中的相位差得到的群延迟的、在所述超声波探头的一20dB的发送接收频带中的最大值和最小值之差成为0.15弧度以下、或在所述超声波探头的一20dB的发送接收频带中的标准偏差成为0.025以下,其中,该接收信号是从根据该脉冲信号而输出的发送超声波的反射超声波得到的。

[0019] 技术方案2所述的发明是一种超声波探头,通过输入脉冲信号而向被检体输出发送超声波,且通过接收来自被检体的反射超声波而输出接收信号,其特征在于,

[0020] 所述超声波探头的一20dB的相对频带为120%以上,

[0021] 该超声波探头被设定为,从输入的脉冲信号和接收信号的各频率中的相位差得到的群延迟的、在所述超声波探头的一20dB的发送接收频带中的最大值和最小值之差成为0.15弧度以下、或在所述超声波探头的一20dB的发送接收频带中的标准偏差成为0.025以下,其中,该接收信号是从根据该脉冲信号而输出的发送超声波的反射超声波得到的。

[0022] 技术方案3所述的发明在技术方案1所述的超声波探头中,其特征在于,

[0023] 一20dB的相对频带(比带域)为120%以上。

[0024] 技术方案4所述的发明是一种超声波图像诊断装置,具备:超声波探头,通过输入脉冲信号而向被检体输出发送超声波,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,通过输出规定的驱动波形的脉冲信号,使所述超声波探头生成所述发送超声波,其特征在于,

[0025] 所述超声波探头的频带和所述脉冲信号的频带重叠的带宽为70%以上,

[0026] 所述发送部输出驱动波形的脉冲信号,其中,该驱动波形的脉冲信号是从各频率中的相位差得到的群延迟的、在所述超声波探头的一20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的一20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差为0.15弧度以下、或在所述超声波探头的一20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的一20dB的频带重叠的频带中的标准偏差为0.025以下的驱动波形的脉冲信号。

[0027] 技术方案5所述的发明是一种超声波图像诊断装置,具备:超声波探头,通过输入脉冲信号而向被检体输出发送超声波,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,通过输出规定的驱动波形的脉冲信号,使所述超声波探头生成所述发送超声波,其特征在于,

[0028] 所述超声波探头的一20dB的相对频带为120%以上,

[0029] 所述发送部输出驱动波形的脉冲信号,其中,该驱动波形的脉冲信号是从各频率中的相位差得到的群延迟的、在所述超声波探头的一20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的一20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差为0.15弧

度以下、或在所述超声波探头的一20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的一20dB的频带重叠的频带中的标准偏差为0.025以下的驱动波形的脉冲信号。

[0030] 技术方案6所述的发明是一种超声波图像诊断装置,具备:超声波探头,通过输入脉冲信号而向被检体输出发送超声波,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,通过输出规定的驱动波形的脉冲信号,使所述超声波探头生成所述发送超声波,其特征在于,

[0031] 所述超声波探头的频带和所述脉冲信号的频带重叠的带宽为70%以上,

[0032] 设定了由所述超声波探头以及所述发送部输出的脉冲信号的驱动波形,以使从被输入至所述超声波探头的脉冲信号和接收信号的各频率中的相位差得到的群延迟、和从由所述发送部输出的脉冲信号各频率中的相位差得到的群延迟的合计值的、在所述超声波探头的一20dB的发送接收频带中包含的频带和在该脉冲信号中的驱动波形的一20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差成为0.15弧度以下,其中,该接收信号是从根据该脉冲信号而输出的发送超声波的反射超声波得到的。

[0033] 技术方案7所述的发明是一种超声波图像诊断装置,具备:超声波探头,通过输入脉冲信号而向被检体输出发送超声波,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,通过输出规定的驱动波形的脉冲信号,使所述超声波探头生成所述发送超声波,其特征在于,

[0034] 所述超声波探头的一20dB的相对频带为120%以上,

[0035] 设定了由所述超声波探头以及所述发送部输出的脉冲信号的驱动波形,以使从被输入至所述超声波探头的脉冲信号和接收信号各频率中的相位差得到的群延迟、和从由所述发送部输出的脉冲信号各频率中的相位差得到的群延迟的合计值的、在所述超声波探头的一20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的一20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差成为0.15弧度以下,其中,该接收信号是从根据该脉冲信号而输出的发送超声波的反射超声波得到的。

[0036] 技术方案8所述的发明在技术方案4或6所述的超声波图像诊断装置中,其特征在于,

[0037] 所述超声波探头的一20dB的相对频带为120%以上。

[0038] 技术方案9所述的发明在技术方案6或7所述的超声波图像诊断装置中,其特征在于,

[0039] 所述超声波探头被设定为,从所输入的脉冲信号和接收信号各频率中的相位差得到的群延迟的、在所述超声波探头的一20dB的发送接收频带中的最大值和最小值之差成为0.15弧度以下、或在所述超声波探头的一20dB的发送接收频带中的标准偏差成为0.025以下,其中,该接收信号是从根据该脉冲信号而输出的发送超声波的反射超声波得到的,

[0040] 所述发送部输出驱动波形的脉冲信号,其中,该驱动波形的脉冲信号是从各频率中的相位差得到的群延迟的、在所述超声波探头的一20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的一20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差为0.15弧度以下、或在所述超声波探头的一20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的一20dB的频带重叠的频带中的标准偏差为0.025以下的驱动波形的脉冲信号。

[0041] 技术方案10所述的发明在技术方案4~9的任一项所述的超声波图像诊断装置中,

其特征在于，

[0042] 所述发送部输出驱动波形的脉冲信号，其中，该驱动波形的脉冲信号是所述超声波探头的一20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的一20dB的频带重叠的带宽覆盖所述超声波探头的一20dB的发送接收带宽的70%以上的驱动波形的脉冲信号。

[0043] 技术方案11所述的发明在技术方案4~10的任一项所述的超声波图像诊断装置中，其特征在于，

[0044] 所述发送部输出周期为1.5以上的驱动波形的脉冲信号。

[0045] 技术方案12所述的发明在技术方案4~11的任一项所述的超声波图像诊断装置中，其特征在于，

[0046] 所述发送部输出脉冲持续时间为相当于所述超声波探头的一20dB的发送接收频带的中心频率下的2个周期的时间以上的驱动波形的脉冲信号。

[0047] 技术方案13所述的发明在技术方案4~12的任一项所述的超声波图像诊断装置中，其特征在于，

[0048] 所述发送部通过5个值以下的控制信号来输出脉冲信号。

[0049] 技术方案14所述的发明在技术方案4~13的任一项所述的超声波图像诊断装置中，其特征在于，

[0050] 所述发送部分别将驱动波形不同的脉冲信号在相同扫描线上相隔时间间隔而多次输出，

[0051] 所述超声波图像诊断装置具备：图像生成部，对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进行合成，基于合成后的接收信号来生成超声波图像数据。

[0052] 技术方案15所述的发明在技术方案14所述的超声波图像诊断装置中，其特征在于，

[0053] 所述发送部分别将驱动波形为非对称的脉冲信号在相同扫描线上相隔时间间隔而多次输出。

[0054] 技术方案16所述的发明在技术方案4~15的任一项所述的超声波图像诊断装置中，其特征在于，

[0055] 所述发送部输出在比所述超声波探头的一20dB的发送接收频带的中心频率低频侧、和比该中心频率高频侧分别包含频率功率谱的强度峰的脉冲信号。

[0056] 技术方案17所述的发明在技术方案16所述的超声波图像诊断装置中，其特征在于，

[0057] 所述发送部输出在比所述超声波探头的一20dB的发送接收频带的中心频率高频侧包含2个以上频率功率谱的强度峰的脉冲信号。

[0058] 根据本发明，能够降低多个种类的高次谐波所导致的抵消而得到距离分辨率优良的超声波图像。

附图说明

[0059] 图1是表示超声波图像诊断装置的外观结构的图。

- [0060] 图2是表示超声波图像诊断装置的概略结构的框图。
- [0061] 图3(A)～图3(B)是说明超声波探头的发送接收频带特性和群延迟特性的图。
- [0062] 图4是表示发送部的概略结构的框图。
- [0063] 图5是说明脉冲信号的驱动波形的图。
- [0064] 图6(A)～图6(D)是说明超声波探头的发送接收频带和脉冲信号的驱动波形之间的关系图。
- [0065] 图7(A)～图7(C)是说明驱动波形的特性的图。
- [0066] 图8是表示频率和相当于该频率的2个周期的时间之间的关系曲线图。
- [0067] 图9(A)～图9(C)是表示超声波探头A的特性的图。
- [0068] 图10(A)～图10(C)是表示超声波探头B的特性的图。
- [0069] 图11(A)～图11(C)是表示超声波探头C的特性的图。
- [0070] 图12(A)～图12(C)是表示超声波探头D的特性的图。
- [0071] 图13(A)～图13(C)是表示驱动波形A的特性的图。
- [0072] 图14(A)～图14(C)是表示驱动波形B的特性的图。
- [0073] 图15(A)～图15(C)是表示驱动波形C的特性的图。
- [0074] 图16(A)～图16(C)是表示驱动波形D的特性的图。
- [0075] 图17(A)～图17(C)是表示驱动波形E的特性的图。
- [0076] 图18(A)～图18(C)是表示驱动波形F的特性的图。
- [0077] 图19(A)～图19(C)是表示驱动波形G的特性的图。
- [0078] 图20(A)～图20(C)是表示驱动波形H的特性的图。
- [0079] 图21是表示超声波探头A的群延迟和驱动波形A的群延迟的合计结果的图。
- [0080] 图22是表示超声波探头B的群延迟和驱动波形B的群延迟的合计结果的图。
- [0081] 图23是表示超声波探头A的群延迟和驱动波形G的群延迟的合计结果的图。
- [0082] 图24是表示频率和相当于该频率的2个周期的时间之间的关系曲线图。
- [0083] 图25(A)～图25(B)是表示超声波探头的群延迟和驱动波形的群延迟的合计结果的最大值和最小值之差、与评价结果之间的关系图。
- [0084] 图26(A)～图26(B)是表示超声波探头的群延迟的标准偏差和评价结果之间的关系图。
- [0085] 图27(A)～图27(B)是表示超声波探头的群延迟的最大值和最小值之差、与评价结果之间的关系图。
- [0086] 图28(A)～图28(B)是表示驱动波形的群延迟的标准偏差和评价结果之间的关系图。
- [0087] 图29(A)～图29(B)是驱动波形的群延迟的标准偏差和评价结果之间的关系图。
- [0088] 图30(A)～图30(B)是驱动波形的群延迟的最大值和最小值之差、与评价结果之间的关系图。
- [0089] 图31(A)～图31(B)是表示驱动波形的群延迟的最大值和最小值之差、与和评价结果之间的关系图。
- [0090] 标号说明
- [0091] S 超声波图像诊断装置

- [0092] 2 超声波探头
- [0093] 12 发送部
- [0094] 14 图像生成部
- [0095] 18 控制部

具体实施方式

[0096] 以下,参照附图说明本发明的实施方式所涉及的超声波图像诊断装置。其中,发明的范围不限于图示例。另外,在以下的说明中,对具有相同的功能以及结构的部件赋予相同的符号,并省略其说明。

[0097] 本实施方式所涉及的超声波图像诊断装置S如图1以及图2所示那样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将超声波(发送超声波)发送至未图示的生物体等被检体,且接收通过该被检体反射的超声波的反射波(反射超声波:回波)。超声波图像诊断装置主体1经由电缆3与超声波探头2连接,通过对超声波探头2发送电信号的驱动信号而使超声波探头2对被检体发送发送超声波,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在超声波探头2中生成的电信号即接收信号,将被检体内的内部状态图像化为超声波图像。

[0098] 超声波探头2例如具备背衬(バックイング)层、压电层、音响匹配层以及音响透镜等,通过将它们层叠而构成。此外,在压电层中,具备具有压电元件的振子2a,该振子2a例如沿着方位方向一维阵列状地排列多个。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。另外,振子2a也可以二维阵列状地排列。此外,振子2a的个数能够任意地设定。此外,在本实施方式中,关于超声波探头2,采用了线性扫描方式的电子扫描探头,但也可以采用电子扫描方式或机械扫描方式的其中一个,此外,还能够采用线性扫描方式、扇形扫描方式、或凸面扫描方式的其中一个方式。此外,在本实施方式中,为了得到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带下的超声波的发送的超声波探头的效果较好,能够取得更高质量的超声波图像。超声波探头中的带宽也可以任意地设定,但优选-20dB的相对频带为120%以上。

[0099] 在本实施方式中,使用具有-20dB的发送接收频带中的最大值和最小值之差为0.15弧度以下的群延迟特性的超声波探头。

[0100] 在此,超声波探头中的群延迟特性是指关于超声波的发送接收的结果的群延迟特性,通过提供给超声波探头的电信号和超声波的发送接收的结果得到的电信号的每个频率的相位差而求得。

[0101] 具体而言,例如,在具有如图3(A)所示那样的发送接收频带特性的超声波探头中,-20dB中的下限频率(FL20)成为3.99MHz,上限频率(FH20)成为19.72MHz,因此该超声波探头-20dB的发送接收频带成为3.99~19.72MHz。并且,具有图3(A)所示的发送接收频带特性的超声波探头的群延迟特性成为如图3(B)所示那样。如图3(B)所示,相位差(延迟量)在每个频率中变化,其特性根据超声波探头的特性而不同。并且,在本实施方式中,重要的是在该群延迟之中的超声波的发送接收有效地进行的-20dB的发送接收频带中振幅小、即群延迟量的最大值和最小值之差(d)小,该差分越小、优选最大值和最小值之差为0.15弧度以下,则多个种类的高次谐波间的抵消越难以产生,从而能够得到期望的距离分辨率,得

到优选的接收信号。

[0102] 另外,即使是一20dB的发送接收频带中的标准偏差成为0.025以下那样的群延迟特性,也能够得到同样的效果。

[0103] 在此,群延迟的标准偏差例如通过将对象数据视为母集团整体时的标准偏差的下述式(1)而求得。

[0104] 【数1】

$$[0105] \quad \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}} \quad \dots(1)$$

[0106] (在此, $\bar{x}$ 表示对象数据的平均值,n表示对象数据数目)

[0107] 为了得到有再现性的结果而优选计算所涉及的群延迟特性的数据粒度在超声波探头的一20dB的发送接收频带内有200点以上。

[0108] 超声波探头2中的群延迟特性能够通过适当变更构成超声波探头2的各结构要素的参数来进行控制。例如,除了被应用于振子2a的压电材料的特性之外,还通过对构成背衬层的背衬材料的阻尼(ダムピング)性能和音响反射性能、构成音响匹配层的音响匹配材料的张数和音响匹配材料的音响阻抗以及厚度等适当地进行设定,从而能够调整超声波探头2的频率特性和群延迟特性。此外,关于超声波不直接通过的振子2a之间填充的填充材料,由于对振子2a的不需要振动模式甚至是群延迟特性带来影响,因此其参数或超声波探头2的制造过程的变更也可成为控制群延迟特性的调整要素。从而,能够通过这些综合的调整来制作具有各种特性的超声波探头2。

[0109] 超声波图像诊断装置主体1例如如图2所示,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(数字扫描转换器,Digital Scan Converter)16、显示部17、控制部18而构成。

[0110] 操作输入部11例如具备用于进行指示诊断开始的指令或被检体的个人信息等的数据的输入等的各种开关、按钮、追踪球、鼠标、键盘等,将操作信号输出至控制部18。

[0111] 发送部12是根据控制部18的控制,对超声波探头2经由电缆3供应电信号即驱动信号,而使超声波探头2产生发送超声波的电路。更具体而言,发送部12如图4所示,例如具备时钟产生电路121、脉冲产生电路122、占空设定部123、以及延迟电路124。

[0112] 时钟产生电路121是产生决定驱动信号的发送定时和发送频率的时钟信号的电路。

[0113] 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。脉冲产生电路122通过例如如图5所示那样切换输出5个值(+HV/+MV/0/−MV/−HV)的电压,从而产生矩形波的脉冲信号。此时,设为关于脉冲信号的振幅,在正极性以及负极性成为相同,但不限于此。在本实施方式中,设为切换5个值的电压来输出脉冲信号,但不限定于5个值,能够设定为适当的值,但优选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,能够得到更高分辨率的发送超声波。

[0114] 占空设定部123设定从脉冲产生电路122输出的脉冲信号的占空比。即,脉冲产生电路122输出基于遵照由占空设定部123设定的占空比的脉冲波形的脉冲信号。占空比例如能够通过基于操作输入部11的输入操作而可变。

[0115] 在本实施方式中,优选设定在超声波探头2的发送接收频带的中心频率的低频侧以及高频侧分别产生超声波探头2的发送接收频带中包含的峰那样的脉冲信号的占空比。此时,更优选占空设定部123设定脉冲信号的占空比,以使超声波探头的-20dB的发送接收频带中的灵敏度成为-20dB以上。

[0116] 在此,参照图6更具体地进行说明。图6(A)表示超声波探头的发送接收频带特性Pr的一例。图6(B)表示由发送部12输出的脉冲信号的驱动波形的一例。图6(C)表示对图6(B)所示的脉冲信号的驱动波形进行了频率分析(FFT)的频率功率谱。图6(D)表示对从超声波探头输出的发送超声波进行了频率分析(FFT)的结果。

[0117] 例如,如图6(A)所示那样的超声波探头中,峰频率为14.2MHz,-20dB中的下限频率(FL20)为3.4MHz,上限频率(FH20)为21.2MHz,中心频率(FC20)为12.3MHz,-20dB的相对频带为145%。

[0118] 对该超声波探头提供例如具有如图6(B)所示那样的驱动波形的脉冲信号Sg。该脉冲信号Sg由矩形波构成,能够通过切换5个值的电压而生成。对该脉冲信号Sg的驱动波形进行频率分析而得到的频率功率谱如图6(C)所示,可知在比超声波探头的-20dB的发送频带的中心频率(FC20)低频侧具有一个强度峰(PK1:5.8MHz),在高频侧具有两个强度峰(PK2:13.2MHz、PK3:19.2MHz)(另外,将分析结果在图6(C)中以Sf示出)。即,可知若对具有如图6(A)所示那样的特性的超声波探头提供具有如图6(B)所示那样的驱动波形的脉冲信号,则在超声波探头的发送接收频带(FL20-FH20)的中心频率(FC20)的低频侧以及高频侧分别产生超声波探头的发送接收频带中包含的峰(PK1~PK3)。此时,各强度峰中的强度(P1:3.8dB、P2:2.0dB、P3:1.4dB)变得比与超声波探头的发送接收频带的中心频率相同的频率(12.3MHz)的频率分量的强度(1.1dB)大。此外,在各强度峰之间的频域中的强度以强度峰的强度的最大值即PK1中的强度为基准而成为-20dB以上。其结果,如图6(D)所示那样的特性的发送超声波从超声波探头被输出。

[0119] 关于本实施方式中的超声波探头2的发送接收频带特性和脉冲信号的驱动波形,不限于上述,能够在可实现本发明的范围中适当设定。

[0120] 此外,在本实施方式中,设为输出在超声波探头2的发送接收频带的中心频率(FC20)的高频侧具有两个强度峰的脉冲信号,但也可以是三个以上。若设为在超声波探头2的发送接收频带的中心频率(FC20)的高频侧具有两个以上强度峰的脉冲信号,则能够在更高频侧输出宽频带的脉冲信号。另外,也可以设为在超声波探头2的发送接收频带的中心频率(FC20)的高频侧仅具有一个强度峰的脉冲信号。

[0121] 延迟电路124是用于对驱动信号的发送定时在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聚焦的电路。

[0122] 以上那样构成的发送部12根据控制部18的控制,将供应驱动信号的多个振子2a在每次发送接收超声波时挪动规定数而依次切换,对被选择输出的多个振子2a供应驱动信号,从而进行扫描。

[0123] 在本实施方式中,发送部12构成为输出驱动波形的脉冲信号,其中,该驱动波形的脉冲信号是具有超声波探头2的-20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的-20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差为0.15弧度以下的群延迟特

性的驱动波形的脉冲信号。在本实施方式中,将以下结果设为驱动波形的群延迟特性:将进行了驱动波形的频率分析时的每个频率的相位分量视为响应延迟而进行了运算的结果。

[0124] 具体而言,例如,若对如图7(A)所示那样的驱动波形进行频率分析,则得到如图7(B)所示那样的功率谱。并且,图7(A)所示的驱动波形的群延迟特性成为图7(C)所示那样。该驱动波形的一20dB的频带如图7(B)所示,成为下限频率(FL20(V))至上限频率(FH20(V))的范围。并且,在将这样的驱动波形的脉冲信号提供给具有图3(A)所示的发送接收频带特性的超声波探头2的情况下,重要的是超声波探头的一20dB的发送接收频带中包含的频带(在本实施方式中,下限频率(FL20(P))至上限频率(FH20(P))的范围即3.99~19.72MHz)和图7(B)所示的驱动波形的一20dB的频带(下限频率(FL20(V))至上限频率(FH20(V))的范围)重叠的频带中的群延迟量的最大值和最小值之差(d)小,其差分越小、优选最大值和最小值之差为0.15弧度以下,则多个种类的高次谐波间的抵消越难以产生,能够得到期望的距离分辨率,能够得到优选的接收信号。即,在上述的情况下,由于超声波探头的一20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形的一20dB的频带重叠的频带与超声波探头的一20dB的发送接收频带中包含的频带一致,因此优选在其范围中的群延迟量的最大值和最小值之差(d)尽可能小。

[0125] 群延迟特性能够通过使驱动波形适当变化来控制。另外,也可以是超声波探头2的一20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号的一20dB的频带重叠的频带中的标准偏差成为0.025以下那样的群延迟特性。标准偏差的求得方法如上述那样。

[0126] 此外,在本实施方式中,进而更优选设定超声波探头2以及驱动波形,以使对如上述那样得到的超声波探头2的群延迟和提供给该超声波探头2的脉冲信号中的驱动波形的群延迟进行合计而得到的群延迟的、在超声波探头2的一20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的一20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差成为0.15弧度以下。另外,即使超声波探头2的群延迟特性以及驱动波形的群延迟特性的至少其中一个不满足上述的条件,只要合计后的群延迟满足上述的条件即可。

[0127] 另外,在本实施方式中,若输出超声波探头2的一20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的一20dB的频带重叠的带宽覆盖超声波探头2的一20dB的发送接收带宽的70%以上那样的驱动波形的脉冲信号,则由于能够进行宽频带的超声波的发送接收,因此能够更好地得到本发明的效果。根据上述的条件,由于超声波探头2的一20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的一20dB的频带重叠的带宽占超声波探头2的一20dB的发送接收带宽的100%,因此能够进行宽频带且良好的超声波的发送接收。

[0128] 此外,在本实施方式中,若将所输出的脉冲信号的驱动波形设为周期为1.5以上的驱动波形,则能够使脉冲信号的输出电压在时间轴方向上分散,因此能够使最大输出电压变小,能够实现成本的降低。另外,也可以是驱动波形的周期小于1.5。

[0129] 此外,在本实施方式中,通过将所输出的脉冲信号的脉冲持续时间设为相当于超声波探头2的一20dB的发送接收频带的中心频率下的2个周期的时间以上,从而能够使脉冲信号的输出电压在时间轴方向上分散,因此优选。图8表示频率和相当于该频率的2个周期的时间之间的关系。在本实施方式中,在图8中,优选将脉冲持续时间设定为曲线H所示的时间以上。例如,由于具有如图3(A)所示那样的发送接收频带特性的超声波探头2的一20dB的

发送接收频带的中心频率(FC20)为11.86MHz,因此优选脉冲持续时间被设定为与其对应的的时间T以上。另外,也可以是脉冲持续时间小于相当于超声波探头2的-20dB的发送接收频带的中心频率下的2个周期的时间。

[0130] 此外,在本实施方式中,为了提取后述的高次谐波分量,能够实施脉冲反向法。即,在实施脉冲反向法的情况下,发送部12能够将第一脉冲信号和与该第一脉冲信号极性反转了的第二脉冲信号在相同扫描线上相隔时间间隔而发送。另外,此时,也可以设为发送使第一脉冲信号的多个占空比之中的至少一个不同地反转了极性的、与第一脉冲信号波形为非对称的第二脉冲信号。在此,波形为非对称是指并非线对称也并非点对称。即,是指即使时间反转或极性反转,形状也不一致(不对称)。此外,第二脉冲信号也可以是与第一脉冲信号时间反转了的信号。即,在本实施方式中,发送部12能够分别将驱动波形不同的脉冲信号在相同扫描线上相隔时间间隔而多次输出。

[0131] 如图2所示,接收部13是根据控制部18的控制,从超声波探头2经由电缆3接收电信号的接收信号的电路。接收部13例如具备放大器、A/D变换电路、整相加法电路。放大器是用于将接收信号在与每个振子2a对应的每个单独路径以预先设定的规定的放大率放大的电路。A/D变换电路是用于对放大后的接收信号进行模拟-数字变换(A/D变换)的电路。整相加法电路是用于对A/D变换后的接收信号,在与每个振子2a对应的每个单独路径给予延迟时间而调整时相,对其进行加法(整相加法)而生成声线数据的电路。

[0132] 图像生成部14是对来自接收部13的声线数据实施包络线检波处理或对数放大等,进行增益的调整等并进行亮度变换,从而生成B模式图像数据。即,B模式图像数据将接收信号的强度以亮度表示。由图像生成部14生成的B模式图像数据被发送至图像处理部15。此外,图像生成部14具备高次谐波分量提取部14a。

[0133] 高次谐波分量提取部14a从自接收部13输出的接收信号实施脉冲反向法而提取高次谐波分量。在本实施方式中,能够通过高次谐波分量提取部14a提取以二次高次谐波为主体的高次谐波分量。二次高次谐波分量能够通过对接收信号进行加法(合成)并去除了接收信号中包含的基波分量之后进行滤波器处理来提取,其中,该接收信号是从与根据上述的第一脉冲信号以及第二脉冲信号分别产生的两个发送超声波分别对应的反射超声波得到的接收信号。

[0134] 图像处理部15具备由DRAM(动态随机存取存储器,Dynamic Random Access Memory)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至图像存储器部15a。存在将帧单位的图像数据称为超声波图像数据或帧图像数据的情况。图像处理部15将图像存储器部15a中存储的超声波图像数据适当读出并输出至DSC16。

[0135] DSC16将由图像处理部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,并输出至显示部17。

[0136] 显示部17能够应用LCD(液晶显示器,Liquid Crystal Display)、CRT(阴极射线管,Cathode-Ray Tube)显示器、有机EL(电致发光,Electronic Luminescence)显示器、无机EL显示器、以及等离子显示器等的显示装置。显示部17根据从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。

[0137] 控制部18例如具备CPU(中央处理单元,Central Processing Unit)、ROM(只读存

储器,Read Only Memory)、RAM(随机存取存储器,Random Access Memory)而构成,读出ROM中存储的系统程序等的各种处理程序并在RAM中展开,根据展开后的程序而对超声波图像诊断装置S的各部的动作进行集中控制。

[0138] ROM由半导体等非易失存储器等构成,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或各种数据等。这些程序以计算机能够读取的程序代码的方式存储,CPU根据该程序代码依次执行动作。

[0139] RAM形成暂时存储由CPU执行的各种程序以及这些程序所涉及的数据的工作区域。

[0140] 【实施例1】

[0141] 以下,通过实施例更详细地说明本发明,但当然本发明不限于这些实施例。

[0142] 首先,说明在以下说明的实施例以及比较例中使用的作为超声波探头2的超声波探头A~D。

[0143] <超声波探头A>

[0144] 使用了具有图9所示的特性的超声波探头作为超声波探头A。在此,图9(A)表示在对超声波探头A提供脉冲信号时的脉冲响应特性,图9(B)表示超声波探头A的发送接收频带特性,图9(C)表示通过对超声波探头A提供的脉冲信号和根据该脉冲信号进行了超声波的发送接收的结果得到的接收信号的每个频率的相位差而求得的群延迟特性。另外,在图9(A)中,横轴表示时间,纵轴表示电压。此外,在图9(B)中,横轴表示频率,纵轴表示灵敏度。此外,在图9(C)中,横轴表示频率,纵轴表示群延迟量。

[0145] 在此,群延迟特性的测定使得用于反射来自超声波探头的超声波的平板以其板面垂直朝向超声波探头的方式设置在水中而进行。平板设置在所谓平板焦点(Flat Plate Focus)的位置、即通过超声波探头所具备的音响透镜对超声波的收敛而得到超声波的强度的极大值的位置上。对超声波探头提供的脉冲信号设为频率特性、群延迟特性都实质地平坦的脉冲信号。并且,使用Olympus制造的脉冲接收器5900PR,以发送模式=1 μ J驱动超声波探头的1个元件,对接收电信号进行频率分析而得到相位特性,对其进行微分从而得到群延迟特性,其中,该接收电信号是对被配置在平板焦点的距离上的脱气水中的SUS平板进行了超声波的发送接收时的接收电信号。关于以下揭示的超声波探头也同样地进行了群延迟特性的测定。

[0146] 超声波探头A的发送接收频带特性如图9(B)所示,下限频率(FL20)为3.99MHz,上限频率(FH20)为19.72MHz,中心频率(FC20)为11.86MHz,发送接收-20dB的相对频带成为133%。此外,超声波探头A的-20dB的发送接收带宽(FL20:3.99MHz~FH20:19.72MHz)中的群延迟量的最大值和最小值之差为0.082,该发送接收带宽中的群延迟量的标准偏差为0.0184。

[0147] <超声波探头B>

[0148] 使用了具有图10所示的特性的超声波探头作为超声波探头B。在此,图10(A)表示在对超声波探头B提供了脉冲信号时的脉冲响应特性,图10(B)表示超声波探头B的发送接收频带特性,图10(C)表示通过对超声波探头B提供的脉冲信号和根据该脉冲信号进行了超声波的发送接收的结果得到的接收信号的每个频率的相位差而求得的群延迟特性。另外,在图10(A)中,横轴表示时间,纵轴表示电压。此外,在图10(B)中,横轴表示频率,纵轴表示灵敏度。此外,在图10(C)中,横轴表示频率,纵轴表示群延迟量。

[0149] 超声波探头B的发送接收频带特性如图10 (B) 所示, 下限频率 (FL20) 为3.82MHz, 上限频率 (FH20) 为19.86MHz, 中心频率 (FC20) 为11.84MHz, 发送接收-20dB的相对频带成为135%。此外, 超声波探头B的-20dB的发送接收带宽 (FL20:3.82MHz~FH20:19.86MHz) 中的群延迟量的最大值和最小值之差为0.082, 该发送接收带宽中的群延迟量的标准偏差为0.0198。

[0150] <超声波探头C>

[0151] 使用了具有图11所示的特性的超声波探头作为超声波探头C。在此, 图11 (A) 表示在对超声波探头C提供了脉冲信号时的脉冲响应特性, 图11 (B) 表示超声波探头C的发送接收频带特性, 图11 (C) 表示通过对超声波探头C提供的脉冲信号和根据该脉冲信号进行了超声波的发送接收的结果得到的接收信号的每个频率的相位差而求得的群延迟特性。另外, 在图11 (A) 中, 横轴表示时间, 纵轴表示电压。此外, 在图11 (B) 中, 横轴表示频率, 纵轴表示灵敏度。此外, 在图11 (C) 中, 横轴表示频率, 纵轴表示群延迟量。

[0152] 超声波探头C的发送接收频带特性如图11 (B) 所示, 下限频率 (FL20) 为3.75MHz, 上限频率 (FH20) 为20.23MHz, 中心频率 (FC20) 为11.99MHz, 发送接收-20dB的相对频带成为137%。此外, 超声波探头C的-20dB的发送接收带宽 (FL20:3.75MHz~FH20:20.23MHz) 中的群延迟量的最大值和最小值之差为0.154, 该发送接收带宽中的群延迟量的标准偏差为0.0287。

[0153] <超声波探头D>

[0154] 使用了具有图12所示的特性的超声波探头作为超声波探头D。在此, 图12 (A) 表示在对超声波探头D提供了脉冲信号时的脉冲响应特性, 图12 (B) 表示超声波探头D的发送接收频带特性, 图12 (C) 表示通过对超声波探头D提供的脉冲信号和根据该脉冲信号进行了超声波的发送接收的结果得到的接收信号的每个频率的相位差而求得的群延迟特性。另外, 在图12 (A) 中, 横轴表示时间, 纵轴表示电压。此外, 在图12 (B) 中, 横轴表示频率, 纵轴表示灵敏度。此外, 在图12 (C) 中, 横轴表示频率, 纵轴表示群延迟量。

[0155] 超声波探头D的发送接收频带特性如图12 (B) 所示, 下限频率 (FL20) 为3.96MHz, 上限频率 (FH20) 为19.78MHz, 中心频率 (FC20) 为11.87MHz, 发送接收-20dB的相对频带成为133%。此外, 超声波探头D的-20dB的发送接收带宽 (FL20:3.96MHz~FH20:19.78MHz) 中的群延迟量的最大值和最小值之差为0.200, 该发送接收带宽中的群延迟量的标准偏差为0.0301。

[0156] (实施例1)

[0157] 首先, 使用了上述的超声波探头A作为超声波探头2。

[0158] 设为如图13 (A) 所示那样的驱动波形A的驱动信号作为从上述的发送部12输出的第一脉冲信号。图13 (B) 示出对该驱动波形A进行频率分析而得到的频率功率谱。此外, 图13 (C) 是驱动波形A的群延迟特性。另外, 在图13 (A) 中, 横轴表示时间, 纵轴表示电压。此外, 在图13 (B) 中, 横轴表示频率, 纵轴表示信号强度。此外, 在图13 (C) 中, 横轴表示频率, 纵轴表示群延迟量。

[0159] 在此, 在群延迟特性的测定中, 测定在将超声波图像诊断装置主体所具备的探头插座(プローブレセプタクル)以50Ω的电阻端接驱动时的电压波形, 对该电压波形进行频率分析而得到相位特性, 对其进行微分从而得到群延迟特性。关于以下揭示的驱动波形也同样地进行了群延迟特性的测定。

[0160] 此外, 该驱动波形A在超声波探头A的-20dB的发送接收频带内(3.99MHz~

19.72MHz) 具有三个强度峰, 其中的一个被包含在比超声波探头A的-20dB的发送接收频带中的中心频率(FC20:11.86MHz) 低频侧, 剩余的两个被包含在比超声波探头A的-20dB的发送接收频带中的中心频率(FC20:11.86MHz) 高频侧。

[0161] 驱动波形A的脉冲持续时间为233ns, 这成为相当于超声波探头A的-20dB的发送接收频带的中心频率(FC20:11.86MHz) 下的2.76个周期的时间。即, 驱动波形A的脉冲持续时间成为相当于超声波探头A的-20dB的发送接收频带的中心频率(FC20:11.86MHz) 下的2个周期的时间以上(参照图24)。

[0162] 并且, 超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形A的-20dB的频带重叠的频带与超声波探头A的-20dB的发送接收频带一致, 成为下限频率(FL20) 的3.99MHz至上限频率(FH20) 的19.72MHz的范围。并且, 该频带宽相对于超声波探头A的-20dB的发送接收频带宽的覆盖率成为100%。

[0163] 并且, 超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形A的-20dB的频带重叠的频带中的驱动波形A的群延迟的最大值和最小值之差为0.107弧度。此外, 超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形A的-20dB的频带重叠的频带中的驱动波形A的群延迟的标准偏差为0.0208。

[0164] 并且, 如上述那样得到的超声波探头A的群延迟和驱动波形A的群延迟的合计值的、在超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形A的-20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差为0.115。另外, 图21示出超声波探头A的群延迟和驱动波形A的群延迟的合计结果。

[0165] 此外, 设为使驱动波形A极性反转的驱动波形的驱动信号作为第二脉冲信号。

[0166] (实施例2)

[0167] 首先, 使用了上述的超声波探头B作为超声波探头2。

[0168] 设为与实施例1相同的驱动波形A的驱动信号作为从上述的发送部12输出的第一脉冲信号。

[0169] 该驱动波形A在超声波探头B的-20dB的发送接收频带内(3.82MHz~19.86MHz) 具有三个强度峰, 其中的一个被包含在比超声波探头B的-20dB的发送接收频带中的中心频率(FC20:11.84MHz) 低频侧, 剩余的两个被包含在比超声波探头B的-20dB的发送接收频带中的中心频率(FC20:11.84MHz) 高频侧。

[0170] 驱动波形A的脉冲持续时间为233ns, 这成为相当于超声波探头B的-20dB的发送接收频带的中心频率(FC20:11.84MHz) 下的2.76个周期的时间。即, 驱动波形A的脉冲持续时间成为相当于超声波探头B的-20dB的发送接收频带的中心频率(FC20:11.84MHz) 下的2个周期的时间以上(参照图24)。

[0171] 并且, 超声波探头B的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形A的-20dB的频带重叠的频带与超声波探头B的-20dB的发送接收频带一致, 成为下限频率(FL20) 的3.82MHz至上限频率(FH20) 的19.86MHz的范围。并且, 该频带宽相对于超声波探头B的-20dB的发送接收频带宽的覆盖率成为100%。

[0172] 并且, 超声波探头B的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形A的-20dB的频带重叠的频带中的驱动波形A的群延迟的最大值和最小值之差为0.107弧度。此外, 超声波探头B的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形A的-20dB的频带重叠的频

带中的驱动波形A的群延迟的标准偏差为0.0208。

[0173] 并且,如上述那样得到的超声波探头B的群延迟和驱动波形A的群延迟的合计值的、在超声波探头B的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形A的-20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差为0.089。

[0174] 此外,设为使驱动波形A极性反转的驱动波形的驱动信号作为第二脉冲信号。

[0175] (实施例3)

[0176] 首先,使用了上述的超声波探头A作为超声波探头2。

[0177] 设为与实施例1相同的驱动波形A的驱动信号作为从上述的发送部12输出的第一脉冲信号。

[0178] 此外,设为如图15(A)所示那样的驱动波形C的驱动信号作为第二脉冲信号。图15(B)示出对该驱动波形C进行频率分析而得到的频率功率谱。此外,图15(C)是驱动波形C的群延迟特性。另外,在图15(A)中,横轴表示时间,纵轴表示电压。此外,在图15(B)中,横轴表示频率,纵轴表示信号强度。此外,在图15(C)中,横轴表示频率,纵轴表示群延迟量。

[0179] 此外,该驱动波形C在超声波探头A的-20dB的发送接收频带内(3.99MHz~19.72MHz)具有两个强度峰,在超声波探头A的-20dB的发送接收频带中的中心频率(FC20:11.86MHz)的低频侧以及高频侧各包含一个。

[0180] 驱动波形C是变更驱动波形A的驱动波形的一部分的占空比而极性反转后的波形。

[0181] 驱动波形C的脉冲持续时间为233ns,这成为相当于超声波探头A的-20dB的发送接收频带的中心频率(FC20:11.86MHz)下的2.76个周期的时间。即,驱动波形C的脉冲持续时间成为相当于超声波探头A的-20dB的发送接收频带的中心频率(FC20:11.86MHz)下的2个周期的时间以上(参照图24)。

[0182] 并且,超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形C的-20dB的频带重叠的频带成为下限频率(FL20)的3.99MHz至上限频率(FH20)的16.13MHz的范围。即,下限频率与超声波探头A的-20dB的发送接收频带的下限频率一致,但上限频率成为比超声波探头A的-20dB的发送接收频带的上限频率小的频率,该频带成为比超声波探头A的-20dB的发送接收频带窄的频带。并且,该频带宽相对于超声波探头A的-20dB的发送接收频带宽的覆盖率成为77%。

[0183] 并且,超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形C的-20dB的频带重叠的频带中的驱动波形C的群延迟的最大值和最小值之差为0.079弧度。此外,超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形C的-20dB的频带重叠的频带中的驱动波形C的群延迟的标准偏差为0.0117。

[0184] 并且,如上述那样得到的超声波探头A的群延迟和驱动波形C的群延迟的合计值的、在超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形C的-20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差为0.087。

[0185] (实施例4)

[0186] 首先,使用了上述的超声波探头A作为超声波探头2。

[0187] 设为如图14(A)所示那样的驱动波形B的驱动信号作为从上述的发送部12输出的第一脉冲信号。图14(B)示出对该驱动波形B进行频率分析而得到的频率功率谱。此外,图14(C)是驱动波形B的群延迟特性。另外,在图14(A)中,横轴表示时间,纵轴表示电压。此外,在

图14 (B) 中,横轴表示频率,纵轴表示信号强度。此外,在图14 (C) 中,横轴表示频率,纵轴表示群延迟量。

[0188] 此外,该驱动波形B在超声波探头A的-20dB的发送接收频带内(3.99MHz~19.72MHz)具有三个强度峰,其中的一个被包含在比超声波探头A的-20dB的发送接收频带中的中心频率(FC20:11.86MHz)低频侧,剩余的两个被包含在比超声波探头A的-20dB的发送接收频带中的中心频率(FC20:11.86MHz)高频侧。

[0189] 驱动波形B的脉冲持续时间为207ns,这成为相当于超声波探头A的-20dB的发送接收频带的中心频率(FC20:11.86MHz)下的2.45个周期的时间。即,驱动波形B的脉冲持续时间成为相当于超声波探头A的-20dB的发送接收频带的中心频率(FC20:11.86MHz)下的2个周期的时间以上(参照图24)。

[0190] 并且,超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形B的-20dB的频带重叠的频带与超声波探头A的-20dB的发送接收频带一致,成为下限频率(FL20)的3.99MHz至上限频率(FH20)的19.72MHz的范围。并且,该频带宽相对于超声波探头A的-20dB的发送接收频带宽的覆盖率成为100%。

[0191] 并且,超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形B的-20dB的频带重叠的频带中的驱动波形B的群延迟的最大值和最小值之差为0.092弧度。此外,超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形B的-20dB的频带重叠的频带中的驱动波形B的群延迟的标准偏差为0.0195。

[0192] 并且,如上述那样得到的超声波探头A的群延迟和驱动波形B的群延迟的合计值的、在超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形B的-20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差为0.120。

[0193] 此外,设为使驱动波形B极性反转的驱动波形的驱动信号作为第二脉冲信号。

[0194] (实施例5)

[0195] 首先,使用了上述的超声波探头A作为超声波探头2。

[0196] 参照图15设为上述的驱动波形C的驱动信号作为从上述的发送部12输出的第一脉冲信号。

[0197] 此外,设为使驱动波形C极性反转的驱动波形的驱动信号作为第二脉冲信号。

[0198] (实施例6)

[0199] 首先,使用了上述的超声波探头A作为超声波探头2。

[0200] 设为如图16 (A) 所示那样的驱动波形D的驱动信号作为从上述的发送部12输出的第一脉冲信号。图16 (B) 示出对该驱动波形D进行频率分析而得到的频率功率谱。此外,图16 (C) 是驱动波形D的群延迟特性。另外,在图16 (A) 中,横轴表示时间,纵轴表示电压。此外,在图16 (B) 中,横轴表示频率,纵轴表示信号强度。此外,在图16 (C) 中,横轴表示频率,纵轴表示群延迟量。

[0201] 此外,该驱动波形D在超声波探头A的-20dB的发送接收频带内(3.99MHz~19.72MHz)具有两个强度峰,在超声波探头A的-20dB的发送接收频带中的中心频率(FC20:11.86MHz)的低频侧以及高频侧各包含一个。

[0202] 驱动波形D的脉冲持续时间为180ns,这成为相当于超声波探头A的-20dB的发送接收频带的中心频率(FC20:11.86MHz)下的2.13个周期的时间。即,驱动波形D的脉冲持续

时间成为相当于超声波探头A的-20dB的发送接收频带的中心频率(FC20:11.86MHz)下的2个周期的时间以上(参照图24)。

[0203] 并且,超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形D的-20dB的频带重叠的频带成为下限频率(FL20)的3.99MHz至上限频率(FH20)的17.02MHz的范围。即,下限频率与超声波探头A的-20dB的发送接收频带的下限频率一致,但上限频率成为比超声波探头A的-20dB的发送接收频带的上限频率小的频率,该频带成为比超声波探头A的-20dB的发送接收频带窄的频带。并且,该频带宽相对于超声波探头A的-20dB的发送接收频带宽的覆盖率成为83%。

[0204] 并且,超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形D的-20dB的频带重叠的频带中的驱动波形D的群延迟的最大值和最小值之差为0.065弧度。此外,超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形D的-20dB的频带重叠的频带中的驱动波形D的群延迟的标准偏差为0.0130。

[0205] 并且,如上述那样得到的超声波探头A的群延迟和驱动波形D的群延迟的合计值的、在超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形D的-20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差为0.089。

[0206] 此外,设为使驱动波形D极性反转的驱动波形的驱动信号作为第二脉冲信号。

[0207] (实施例7)

[0208] 首先,使用了上述的超声波探头A作为超声波探头2。

[0209] 设为如图17(A)所示那样的驱动波形E的驱动信号作为从上述的发送部12输出的第一脉冲信号。图17(B)示出对该驱动波形E进行频率分析而得到的频率功率谱。此外,图17(C)是驱动波形E的群延迟特性。另外,在图17(A)中,横轴表示时间,纵轴表示电压。此外,在图17(B)中,横轴表示频率,纵轴表示信号强度。此外,在图17(C)中,横轴表示频率,纵轴表示群延迟量。

[0210] 此外,该驱动波形E在超声波探头A的-20dB的发送接收频带内(3.99MHz~19.72MHz)具有两个强度峰,在超声波探头A的-20dB的发送接收频带中的中心频率(FC20:11.86MHz)的低频侧以及高频侧各包含一个。

[0211] 驱动波形E的脉冲持续时间为180ns,这成为相当于超声波探头A的-20dB的发送接收频带的中心频率(FC20:11.86MHz)下的2.13个周期的时间。即,驱动波形E的脉冲持续时间成为相当于超声波探头A的-20dB的发送接收频带的中心频率(FC20:11.86MHz)下的2个周期的时间以上(参照图24)。

[0212] 并且,超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形E的-20dB的频带重叠的频带成为下限频率(FL20)的3.99MHz至上限频率(FH20)的16.88MHz的范围。即,下限频率与超声波探头A的-20dB的发送接收频带的下限频率一致,但上限频率成为比超声波探头A的-20dB的发送接收频带的上限频率小的频率,该频带成为比超声波探头A的-20dB的发送接收频带窄的频带。并且,该频带宽相对于超声波探头A的-20dB的发送接收频带宽的覆盖率成为82%。

[0213] 并且,超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形E的-20dB的频带重叠的频带中的驱动波形E的群延迟的最大值和最小值之差为0.086弧度。此外,超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形E的-20dB的频带重叠的频

带中的驱动波形E的群延迟的标准偏差为0.0149。

[0214] 并且,如上述那样得到的超声波探头A的群延迟和驱动波形E的群延迟的合计值的、在超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形E的-20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差为0.127。

[0215] 此外,设为使驱动波形E极性反转的驱动波形的驱动信号作为第二脉冲信号。

[0216] (实施例8)

[0217] 首先,使用了上述的超声波探头B作为超声波探头2。

[0218] 参照图14设为上述的驱动波形B的驱动信号作为从上述的发送部12输出的第一脉冲信号。

[0219] 该驱动波形B在超声波探头B的-20dB的发送接收频带内(3.82MHz~19.86MHz)具有三个强度峰,其中的一个被包含在比超声波探头B的-20dB的发送接收频带中的中心频率(FC20:11.84MHz)低频侧,剩余的两个被包含在比超声波探头B的-20dB的发送接收频带中的中心频率(FC20:11.84MHz)高频侧。

[0220] 驱动波形B的脉冲持续时间为207ns,这成为相当于超声波探头B的-20dB的发送接收频带的中心频率(FC20:11.84MHz)下的2.45个周期的时间。即,驱动波形B的脉冲持续时间成为相当于超声波探头B的-20dB的发送接收频带的中心频率(FC20:11.84MHz)下的2个周期的时间以上(参照图24)。

[0221] 并且,超声波探头B的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形B的-20dB的频带重叠的频带与超声波探头B的-20dB的发送接收频带一致,成为下限频率(FL20)的3.82MHz至上限频率(FH20)的19.86MHz的范围。并且,该频带宽相对于超声波探头B的-20dB的发送接收频带宽的覆盖率成为100%。

[0222] 并且,超声波探头B的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形B的-20dB的频带重叠的频带中的驱动波形B的群延迟的最大值和最小值之差为0.092弧度。此外,超声波探头B的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形B的-20dB的频带重叠的频带中的驱动波形B的群延迟的标准偏差为0.0194。

[0223] 并且,如上述那样得到的超声波探头B的群延迟和驱动波形B的群延迟的合计值的、在超声波探头B的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形B的-20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差为0.134。另外,图22示出超声波探头B的群延迟和驱动波形B的群延迟的合计结果。

[0224] 此外,设为使驱动波形B极性反转的驱动波形的驱动信号作为第二脉冲信号。

[0225] (实施例9)

[0226] 首先,使用了上述的超声波探头B作为超声波探头2。

[0227] 参照图16设为上述的驱动波形D的驱动信号作为从上述的发送部12输出的第一脉冲信号。

[0228] 该驱动波形D在超声波探头B的-20dB的发送接收频带内(3.82MHz~19.86MHz)具有两个强度峰,在超声波探头B的-20dB的发送接收频带中的中心频率(FC20:11.84MHz)的低频侧以及高频侧各包含一个。

[0229] 驱动波形D的脉冲持续时间为180ns,这成为相当于超声波探头B的-20dB的发送接收频带的中心频率(FC20:11.84MHz)下的2.13个周期的时间。即,驱动波形D的脉冲持续

时间相当于超声波探头B的-20dB的发送接收频带的中心频率(FC20:11.84MHz)下的2个周期的时间以上(参照图24)。

[0230] 并且,超声波探头B的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形D的-20dB的频带重叠的频带成为下限频率(FL20)的3.82MHz至上限频率(FH20)的17.02MHz的范围。即,下限频率与超声波探头B的-20dB的发送接收频带的下限频率一致,上限频率成为比超声波探头B的-20dB的发送接收频带的上限频率小的频率,该频带成为比超声波探头B的-20dB的发送接收频带窄的频带。并且,该频带宽相对于超声波探头B的-20dB的发送接收频带宽的覆盖率成为82%。

[0231] 并且,超声波探头B的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形D的-20dB的频带重叠的频带中的驱动波形D的群延迟的最大值和最小值之差为0.065弧度。此外,超声波探头B的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形D的-20dB的频带重叠的频带中的驱动波形D的群延迟的标准偏差为0.0131。

[0232] 并且,如上述那样得到的超声波探头B的群延迟和驱动波形D的群延迟的合计值的、在超声波探头B的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形D的-20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差为0.076。

[0233] 此外,设为使驱动波形D极性反转的驱动波形的驱动信号作为第二脉冲信号。

[0234] (比较例1)

[0235] 首先,使用上述的超声波探头C作为超声波探头2。

[0236] 设为与实施例1相同的驱动波形A的驱动信号作为从上述的发送部12输出的第一脉冲信号。

[0237] 该驱动波形A在超声波探头C的-20dB的发送接收频带内(3.75MHz~20.23MHz)具有三个强度峰,其中的一个被包含在比超声波探头C的-20dB的发送接收频带中的中心频率(FC20:11.99MHz)低频侧,剩余的两个被包含在比超声波探头C的-20dB的发送接收频带中的中心频率(FC20:11.99MHz)高频侧。

[0238] 驱动波形A的脉冲持续时间为233ns,这成为相当于超声波探头C的-20dB的发送接收频带的中心频率(FC20:11.99MHz)下的2.79个周期的时间。

[0239] 并且,超声波探头C的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形A的-20dB的频带重叠的频带与超声波探头C的-20dB的发送接收频带一致,成为下限频率(FL20)的3.75MHz至上限频率(FH20)的20.23MHz的范围。并且,该频带宽相对于超声波探头C的-20dB的发送接收频带宽的覆盖率成为100%。

[0240] 并且,超声波探头C的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形A的-20dB的频带重叠的频带中的驱动波形A的群延迟的最大值和最小值之差为0.107弧度。此外,超声波探头C的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形A的-20dB的频带重叠的频带中的驱动波形A的群延迟的标准偏差为0.0206。

[0241] 并且,如上述那样得到的超声波探头C的群延迟和驱动波形A的群延迟的合计值的、在超声波探头C的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形A的-20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差为0.152。

[0242] 此外,设为使驱动波形A极性反转的驱动波形的驱动信号作为第二脉冲信号。

[0243] (比较例2)

[0244] 首先,使用了上述的超声波探头D作为超声波探头2。

[0245] 设为与实施例1相同的驱动波形A的驱动信号作为从上述的发送部12输出的第一脉冲信号。

[0246] 该驱动波形A在超声波探头D的-20dB的发送接收频带内(3.96MHz~19.78MHz)具有三个强度峰,其中的一个被包含在比超声波探头D的-20dB的发送接收频带中的中心频率(FC20:11.87MHz)低频侧,剩余的两个被包含在比超声波探头D的-20dB的发送接收频带中的中心频率(FC20:11.87MHz)高频侧。

[0247] 驱动波形A的脉冲持续时间为233ns,这成为相当于超声波探头D的-20dB的发送接收频带的中心频率(FC20:11.87MHz)下的2.77周期的时间。

[0248] 并且,超声波探头D的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形A的-20dB的频带重叠的频带与超声波探头D的-20dB的发送接收频带一致,成为下限频率(FL20)的3.96MHz至上限频率(FH20)的19.78MHz的范围。并且,该频带宽相对于超声波探头D的-20dB的发送接收频带宽的覆盖率成为100%。

[0249] 并且,超声波探头D的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形A的-20dB的频带重叠的频带中的驱动波形A的群延迟的最大值和最小值之差为0.107弧度。此外,超声波探头D的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形A的-20dB的频带重叠的频带中的驱动波形A的群延迟的标准偏差为0.0208。

[0250] 并且,如上述那样得到的超声波探头D的群延迟和驱动波形A的群延迟的合计值的、在超声波探头D的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形A的-20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差为0.163。

[0251] 此外,设为使驱动波形A极性反转的驱动波形的驱动信号作为第二脉冲信号。

[0252] (比较例3)

[0253] 首先,使用了上述的超声波探头A作为超声波探头2。

[0254] 设为如图18(A)所示那样的驱动波形F的驱动信号作为从上述的发送部12输出的第一脉冲信号。图18(B)示出对该驱动波形F进行频率分析而得到的频率功率谱。此外,图18(C)是驱动波形F的群延迟特性。另外,在图18(A)中,横轴表示时间,纵轴表示电压。此外,在图18(B)中,横轴表示频率,纵轴表示信号强度。此外,在图18(C)中,横轴表示频率,纵轴表示群延迟量。

[0255] 此外,该驱动波形F在超声波探头A的-20dB的发送接收频带内(3.99MHz~19.72MHz)具有三个强度峰,其中的一个被包含在比超声波探头A的-20dB的发送接收频带中的中心频率(FC20:11.86MHz)低频侧,剩余的两个被包含在比超声波探头A的-20dB的发送接收频带中的中心频率(FC20:11.86MHz)高频侧。

[0256] 驱动波形F的脉冲持续时间为194ns,这成为相当于超声波探头A的-20dB的发送接收频带的中心频率(FC20:11.86MHz)下的2.30个周期的时间。

[0257] 并且,超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形F的-20dB的频带重叠的频带与超声波探头A的-20dB的发送接收频带一致,成为下限频率(FL20)的3.99MHz至上限频率(FH20)的19.72MHz的范围。并且,该频带宽相对于超声波探头A的-20dB的发送接收频带宽的覆盖率成为100%。

[0258] 并且,超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形F的-20dB

的频带重叠的频带中的驱动波形F的群延迟的最大值和最小值之差为0.153弧度。此外,超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形F的-20dB的频带重叠的频带中的驱动波形F的群延迟的标准偏差为0.0287。

[0259] 并且,如上述那样得到的超声波探头A的群延迟和驱动波形F的群延迟的合计值的、在超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形F的-20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差为0.162。

[0260] 此外,设为使驱动波形F极性反转的驱动波形的驱动信号作为第二脉冲信号。

[0261] (比较例4)

[0262] 首先,使用了上述的超声波探头A作为超声波探头2。

[0263] 设为如图19(A)所示那样的驱动波形G的驱动信号作为从上述的发送部12输出的第一脉冲信号。图19(B)示出对该驱动波形G进行频率分析而得到的频率功率谱。此外,图19(C)是驱动波形G的群延迟特性。另外,在图19(A)中,横轴表示时间,纵轴表示电压。此外,在图19(B)中,横轴表示频率,纵轴表示信号强度。此外,在图19(C)中,横轴表示频率,纵轴表示群延迟量。

[0264] 此外,该驱动波形G在超声波探头A的-20dB的发送接收频带内(3.99MHz~19.72MHz)具有三个强度峰,其中的两个被包含在比超声波探头A的-20dB的发送接收频带中的中心频率(FC20:11.86MHz)低频侧,剩余的一个被包含在比超声波探头A的-20dB的发送接收频带中的中心频率(FC20:11.86MHz)高频侧。

[0265] 驱动波形G的脉冲持续时间为225ns,这成为相当于超声波探头A的-20dB的发送接收频带的中心频率(FC20:11.86MHz)下的2.67周期的时间。

[0266] 并且,超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形G的-20dB的频带重叠的频带与超声波探头A的-20dB的发送接收频带一致,成为下限频率(FL20)的3.99MHz至上限频率(FH20)的19.72MHz的范围。并且,该频带宽相对于超声波探头A的-20dB的发送接收频带宽的覆盖率成为100%。

[0267] 并且,超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形G的-20dB的频带重叠的频带中的驱动波形G的群延迟的最大值和最小值之差为0.195弧度。此外,超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形G的-20dB的频带重叠的频带中的驱动波形G的群延迟的标准偏差为0.0314。

[0268] 并且,如上述那样得到的超声波探头A的群延迟和驱动波形G的群延迟的合计值的、在超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形G的-20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差为0.204。另外,图23示出超声波探头A的群延迟和驱动波形G的群延迟的合计结果。

[0269] 此外,设为使驱动波形G极性反转的驱动波形的驱动信号作为第二脉冲信号。

[0270] (比较例5)

[0271] 首先,使用了上述的超声波探头A作为超声波探头2。

[0272] 设为如图20(A)所示的那样的驱动波形H的驱动信号作为从上述的发送部12输出的第一脉冲信号。图20(B)示出对该驱动波形H进行频率分析而得到的频率功率谱。此外,图20(C)是驱动波形H的群延迟特性。另外,在图20(A)中,横轴表示时间,纵轴表示电压。此外,在图20(B)中,横轴表示频率,纵轴表示信号强度。此外,在图20(C)中,横轴表示频率,纵轴

表示群延迟量。

[0273] 该驱动波形H在超声波探头A的-20dB的发送接收频带内(3.99MHz~19.72MHz)具有两个强度峰,在超声波探头A的-20dB的发送接收频带中的中心频率(FC20:11.86MHz)的低频侧以及高频侧各包含一个。

[0274] 驱动波形H的脉冲持续时间为238ns,这成为相当于超声波探头A的-20dB的发送接收频带的中心频率(FC20:11.86MHz)下的2.82个周期的时间。

[0275] 并且,超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形H的-20dB的频带重叠的频带成为下限频率(FL20)的3.99MHz至上限频率(FH20)的16.18MHz的范围。即,下限频率与超声波探头A的-20dB的发送接收频带的下限频率一致,但上限频率成为比超声波探头A的-20dB的发送接收频带的上限频率小的频率,该频带成为比超声波探头A的-20dB的发送接收频带窄的频带。并且,该频带宽相对于超声波探头A的-20dB的发送接收频带宽的覆盖率成为77%。

[0276] 并且,超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形H的-20dB的频带重叠的频带中的驱动波形H的群延迟的最大值和最小值之差为0.172弧度。此外,超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形H的-20dB的频带重叠的频带中的驱动波形H的群延迟的标准偏差为0.0278。

[0277] 并且,如上述那样得到的超声波探头A的群延迟和驱动波形H的群延迟的合计值的、在超声波探头A的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形H的-20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差为0.170。

[0278] 此外,设为使驱动波形H极性反转的驱动波形的驱动信号作为第二脉冲信号。

[0279] (比较例6)

[0280] 首先,使用了上述的超声波探头B作为超声波探头2。

[0281] 设为与比较例5相同的驱动波形H的驱动信号作为从上述的发送部12输出的第一脉冲信号。

[0282] 该驱动波形H在超声波探头B的-20dB的发送接收频带内(3.82MHz~19.86MHz)具有两个强度峰,在超声波探头B的-20dB的发送接收频带中的中心频率(FC20:11.84MHz)的低频侧以及高频侧各包含一个。

[0283] 驱动波形H的脉冲持续时间为238ns,这成为相当于超声波探头B的-20dB的发送接收频带的中心频率(FC20:11.84MHz)下的2.82个周期的时间。

[0284] 并且,超声波探头B的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形H的-20dB的频带重叠的频带成为下限频率(FL20)的3.82MHz至上限频率(FH20)的16.18MHz的范围。即,下限频率与超声波探头B的-20dB的发送接收频带的下限频率一致,但上限频率成为比超声波探头B的-20dB的发送接收频带的上限频率小的频率,该频带成为比超声波探头B的-20dB的发送接收频带窄的频带。并且,该频带宽相对于超声波探头B的-20dB的发送接收频带宽的覆盖率成为77%。

[0285] 并且,超声波探头B的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形H的-20dB的频带重叠的频带中的驱动波形H的群延迟的最大值和最小值之差为0.172弧度。此外,超声波探头B的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形H的-20dB的频带重叠的频带中的驱动波形H的群延迟的标准偏差为0.0277。

[0286] 并且,如上述那样得到的超声波探头B的群延迟和驱动波形H的群延迟的合计值的、在超声波探头B的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形H的-20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差为0.162。

[0287] 此外,设为使驱动波形H极性反转的驱动波形的驱动信号作为第二脉冲信号。

[0288] 上述的各实施例以及比较例的各条件如下述表1所示。

[0289] 【表1】

[0290]

超声波探头 (Probe)										驱动波形		Probe-20dB 频带内的 驱动波形的频带		群延迟 (弧度; BW20 内)		Probe+ 驱动波形 群延迟合计 (弧度; BW20 内)
No.	FL20 [MHz]	FH20 [MHz]	FC20 [MHz]	BW20 [%]	群延迟 (弧度; BW20 内)		No.	脉冲 持续时间 [nsec]	Probe-20dB 中心频率 换算波数	FL20 [MHz]	FH20 [MHz]	Probe-BW20 覆盖率 (%)	标准差	Max-Min	Max-Min	
					标准差	Max-Min										
实施例 1	A	3.99	19.72	11.86	133%	0.0184	0.082	第一发射 A (极性反转)	233	2.76	3.99	19.72	100%	0.0208	0.107	0.115
实施例 2	B	3.82	19.86	11.84	135%	0.0198	0.082	第二发射 A (极性反转)	233	2.76	3.82	19.86	100%	0.0208	0.107	0.089
比较例 1	C	3.75	20.23	11.99	137%	0.0287	0.154	第一发射 A (极性反转)	233	2.79	3.75	20.23	100%	0.0206	0.107	0.152
比较例 2	D	3.96	19.78	11.87	133%	0.0301	0.200	第二发射 A (极性反转)	233	2.77	3.96	19.78	100%	0.0208	0.107	0.163
实施例 3	A	3.99	19.72	11.86	133%	0.0184	0.082	第一发射 A	233	2.76	3.99	19.72	100%	0.0208	0.107	0.115
实施例 4								第二发射 C	233	2.76	3.99	16.13	77%	0.0117	0.079	0.087
实施例 5								第一发射 B (极性反转)	207	2.45	3.99	19.72	100%	0.0195	0.092	0.120
实施例 6								第二发射 C (极性反转)	233	2.76	3.99	16.13	77%	0.0117	0.079	0.087
实施例 7								第一发射 D	180	2.13	3.99	17.02	83%	0.0130	0.065	0.089
比较例 3								第二发射 D (极性反转)	180	2.13	3.99	16.88	82%	0.0149	0.086	0.127
比较例 4								第一发射 E (极性反转)	194	2.30	3.99	19.72	100%	0.0287	0.153	0.162
比较例 5								第二发射 F (极性反转)	225	2.67	3.99	19.72	100%	0.0314	0.195	0.204
比较例 6								第一发射 G (极性反转)	238	2.82	3.99	16.18	77%	0.0278	0.172	0.170
实施例 8	B	3.82	19.86	11.84	135%	0.0198	0.082	第二发射 H (极性反转)	207	2.45	3.82	19.86	100%	0.0194	0.092	0.134
实施例 9								第一发射 B (极性反转)	180	2.13	3.82	17.02	82%	0.0131	0.065	0.076
比较例 6								第二发射 D (极性反转)	238	2.82	3.82	16.18	77%	0.0277	0.172	0.162

[0291] <评价方法>

[0292] 在与Gammex公司制造的RMI 404GS—LE0.5相同的音响等价材料的深度15mm的位置上埋设了50 μ m的SUS线。并且,将上述表1所示的条件的驱动波形的第一脉冲信号和第二脉冲信号在相同扫描线上相隔时间间隔而提供给超声波探头,进行第一超声波以及第二超声波的发送接收,将从所接收到的第一超声波以及第二超声波分别得到的接收信号通过上述的脉冲反向法进行合成,得到基于THI (组织高次谐波成像,Tissue Harmonic Imaging)的超声波图像。此时,将发送焦点设为15mm。并且,将进行了图像化时的线描绘亮度变换为音响强度(dB),得到其20dB分辨率(距离分辨率、方位分辨率)。此外,对Gammex社制造的RMI 403GS—LE0.5的音响等价材料部,使发送焦点为15mm而进行第一超声波以及第二超声波的发送接收,取得如上述那样连续的2帧量的超声波图像,求得该2帧的超声波图像的相关,确定该相关低于0.5的深度,将其设为深达度(穿透性, Penetration)。此外,在实施例1~9以及比较例1~6的各自的条件下进行手腕、MP关节(Metacarpophalangea joint)屈肌腱、肱二头肌长头腱、内侧半月板的描绘,由从事整形外科关联的医生以及临床检查技师的合计10名通过下述的评价基准得到评分,对其值进行平均而将其设为描绘性得分。

[0293] [评价基准]

[0294] 10:对于组织状态的掌握没有缺点的程度的描绘性

[0295] 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

[0296] 6:不算良好但能够掌握组织状态的程度的描绘性

[0297] 4:对组织状态的掌握有阻碍的程度的描绘性

[0298] 2:组织状态的掌握困难的程度的描绘性

[0299] 下述表2示出以上的评价结果。

[0300] 【表2】

[0301]

	画质评价结果						
	距离分辨率[μm]	方位分辨率[μm]	穿透性[mm]	手腕	MP 关节屈肌腱	肱二头肌长头腱	内侧半月板
实施例 1	190	628	59	9.7	9.8	8.3	8.0
实施例 2	212	640	56	9.4	9.7	8.1	7.8
比较例 1	329	698	49	6.6	7.6	6.8	5.9
比较例 2	339	696	50	6.4	7.4	6.4	6.0
实施例 3	198	630	62	9.6	9.7	8.9	8.6
实施例 4	222	646	54	9.2	9.6	7.9	7.6
实施例 5	230	660	55	9.0	9.1	7.9	7.6
实施例 6	220	691	60	8.9	9.6	7.7	8.1
实施例 7	240	689	57	8.6	9.0	7.6	7.9
比较例 3	346	688	52	6.0	6.8	6.6	6.3
比较例 4	389	708	49	5.5	6.2	5.6	5.2
比较例 5	341	692	52	5.9	7.0	6.6	6.2
实施例 8	244	688	54	8.4	8.8	7.4	7.6
实施例 9	222	689	60	8.9	9.6	7.7	8.1
比较例 6	352	679	50	6.2	7.3	6.2	6.2

[0302] <评价结果>

[0303] 通过上述表2的结果,根据实施例1~9,若与比较例1~6进行比较,则可知距离分辨率好。此外,根据实施例1~9,与比较例1~6相比,可知描绘评价高。具体的评价结果如下所示。

[0304] 图25 (A) 是表示根据实施例1~9以及比较例1~6的评价结果,超声波探头的群延迟和驱动波形的群延迟的合计值的、在超声波探头的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形的-20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差、与距离分辨率之间的关系的曲线图。由此,可知在超声波探头的群延迟和驱动波形的群延迟的合计值的最大值和最小值之差为0.15弧度以下的情况下,距离分辨率比超过0.15弧度的情况优良。

[0305] 图25 (B) 是表示根据实施例1~9以及比较例1~6的评价结果,超声波探头的群延迟和驱动波形的群延迟的合计值的、在超声波探头的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形的-20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差,与手腕、MP关节屈肌腱、肱二头肌长头腱以及内侧半月板的各描绘评价值的合计(画质评分合计)之间的关系的曲线图。由此,在超声波探头的群延迟和驱动波形的群延迟的合计值的最大值和最小值之差为0.15弧度以下的情况下,与超过0.15弧度的情况相比,可知画质评分合计较大地上升。

[0306] 图26 (A) 是表示根据实施例1~2以及比较例1~2的评价结果,超声波探头的一20dB的发送接收带宽中的群延迟量的标准偏差、与距离分辨率之间的关系的曲线图。由此,可知在超声波探头的群延迟量的标准偏差为0.025以下的情况下,距离分辨率比超过0.025的情况优良。

[0307] 图26 (B) 是表示根据实施例1~2以及比较例1~2的评价结果,超声波探头的一20dB的发送接收带宽中的群延迟量的标准偏差、与画质评分合计之间的关系的曲线图。由此,可知在超声波探头的群延迟的标准偏差为0.025以下的情况下,与超过0.025的情况相比,画质评分合计较大地上升。

[0308] 图27 (A) 是表示根据实施例1~2以及比较例1~2的评价结果,超声波探头的一20dB的发送接收带宽中的群延迟量的最大值和最小值之差、与距离分辨率之间的关系的曲线图。由此,可知在超声波探头的群延迟量的最大值和最小值之差为0.15弧度以下的情况下,距离分辨率比超过0.15弧度的情况优良。

[0309] 图27 (B) 是表示根据实施例1~2以及比较例1~2的评价结果,超声波探头的一20dB的发送接收带宽中的群延迟量的最大值和最小值之差、与画质评分合计之间的关系的曲线图。由此,可知在超声波探头的群延迟量的最大值和最小值之差为0.15弧度以下的情况下,与超过0.15弧度的情况相比,画质评分合计较大地上升。

[0310] 图28 (A) 是表示根据实施例1、3~7以及比较例3~5的评价结果,超声波探头A的一20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形的一20dB的频带重叠的频带中的驱动波形的群延迟的标准偏差、与距离分辨率之间的关系的曲线图。由此,可知在驱动波形的群延迟的标准偏差为0.025以下的情况下,距离分辨率比超过0.025的情况优良。

[0311] 图28 (B) 是表示根据实施例1、3~7以及比较例3~5的评价结果,超声波探头A的一20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形的一20dB的频带重叠的频带中的驱动波形的群延迟的标准偏差、与画质评分合计之间的关系的曲线图。由此,可知在驱动波形的群延迟的标准偏差为0.025以下的情况下,与超过0.025的情况相比,画质评分合计较大地上升。

[0312] 图29 (A) 是表示根据实施例2、8、9以及比较例6的评价结果,超声波探头B的一20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形的一20dB的频带重叠的频带中的驱动波形的群延迟的标准偏差、与距离分辨率之间的关系的曲线图。由此,可知在驱动波形的群延迟的标准偏差为0.025以下的情况下,距离分辨率比超过0.025的情况优良。

[0313] 图29 (B) 是表示根据实施例2、8、9以及比较例6的评价结果,超声波探头B的一20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形的一20dB的频带重叠的频带中的驱动波形的群延迟的标准偏差、与画质评分合计之间的关系的曲线图。由此,可知在驱动波形的群延迟的标准偏差为0.025以下的情况下,与超过0.025的情况相比,画质评分合计较大地上升。

[0314] 图30 (A) 是表示根据实施例1、3~7以及比较例3~5的评价结果,超声波探头A的一20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形的一20dB的频带重叠的频带中的驱动波形的群延迟的最大值和最小值之差、与距离分辨率之间的关系的曲线图。由此,可知在驱动波形的群延迟的最大值和最小值之差为0.15弧度以下的情况下,距离分辨率比超过0.15弧度的情况优良。

[0315] 图30 (B) 是表示根据实施例1、3~7以及比较例3~5的评价结果,超声波探头A的一20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形的一20dB的频带重叠的频带中的驱动波形

的群延迟的最大值和最小值之差、与画质评分合计之间的关系的曲线图。由此,可知在驱动波形的群延迟的最大值和最小值之差为0.15弧度以下的情况下,与超过0.15弧度的情况相比,画质评分合计较大地上升。

[0316] 图31 (A) 是表示根据实施例2、8、9以及比较例6的评价结果,超声波探头B的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形的-20dB的频带重叠的频带中的驱动波形的群延迟的最大值和最小值之差、与距离分辨率之间的关系的曲线图。由此,可知在驱动波形的群延迟的最大值和最小值之差为0.15弧度以下的情况下,距离分辨率比超过0.15弧度的情况优良。

[0317] 图31 (B) 是表示根据实施例2、8、9以及比较例6的评价结果,超声波探头B的-20dB的发送接收频带中包含的频带和驱动波形的-20dB的频带重叠的频带中的驱动波形的群延迟的最大值和最小值之差、与画质评分合计之间的关系的曲线图。由此,可知在驱动波形的群延迟的最大值和最小值之差为0.15弧度以下的情况下,与超过0.15弧度的情况相比,画质评分合计较大地上升。

[0318] 如上说明,根据本实施方式,超声波探头2被设定为,从所输入的脉冲信号和接收信号的各频率中的相位差得到的群延迟的、在超声波探头2的-20dB的发送接收频带中的最大值和最小值之差为0.15弧度以下、或超声波探头2的-20dB的发送接收频带中的标准偏差为0.025以下,其中,该接收信号是从根据该脉冲信号而输出的发送超声波的反射超声波得到的。其结果,由于在进行超声波的发送接收的频带中,超声波探头中的群延迟量的偏差小,所以能够降低多个种类的高次谐波所导致的抵消而得到距离分辨率优良的超声波图像。

[0319] 此外,根据本实施方式,由于将-20dB的相对频带设为120%以上,所以超声波探头2能够对更高分辨率的超声波进行发送接收。

[0320] 此外,根据本实施方式,超声波探头2通过输入脉冲信号而向被检体输出发送超声波,且通过接收来自被检体的反射超声波来输出接收信号。发送部12通过输出规定的驱动波形的脉冲信号而使超声波探头2生成发送超声波。发送部12输出驱动波形的脉冲信号,该驱动波形的脉冲信号是从各频率中的相位差得到的群延迟的、在超声波探头2的-20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的-20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差为0.15弧度以下、或在超声波探头的-20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的-20dB的频带重叠的频带中的标准偏差为0.025以下的驱动波形的脉冲信号。其结果,由于在进行超声波的发送接收的频带中,驱动波形中的群延迟量的偏差小,所以能够降低多个种类的高次谐波所导致的抵消而得到距离分辨率优良的超声波图像。

[0321] 此外,根据本实施方式,超声波探头2通过输入脉冲信号而向被检体输出发送超声波,且通过接收来自被检体的反射超声波来输出接收信号。发送部12通过输出规定的驱动波形的脉冲信号而使超声波探头2生成发送超声波。设定由超声波探头2以及发送部12输出的脉冲信号的驱动波形,以使从被输入至超声波探头2的脉冲信号和接收信号的各频率中的相位差得到的群延迟、和从由发送部12输出的脉冲信号各频率中的相位差得到的群延迟的合计值的、在超声波探头2的-20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的-20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差成为0.15弧度以下,其中,

该接收信号是从根据该脉冲信号而输出的发送超声波的反射超声波得到的。其结果,由于在进行超声波的发送接收的频带中,在超声波的发送接收时接收信号中的群延迟量的偏差小,所以能够降低多个种类的高次谐波所导致的抵消而得到距离分辨率优良的超声波图像。

[0322] 此外,根据本实施方式,超声波探头2被设定为,从所输入的脉冲信号和接收信号的各频率中的相位差得到的群延迟的、在超声波探头2的-20dB的发送接收频带中的最大值和最小值之差为0.15弧度以下、或在超声波探头2的-20dB的发送接收频带中的标准偏差成为0.025以下,其中,该接收信号是从根据该脉冲信号而输出的发送超声波的反射超声波得到的。发送部12输出驱动波形的脉冲信号,其中,该驱动波形的脉冲信号是从各频率中的相位差得到的群延迟的、超声波探头2的-20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的-20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差为0.15弧度以下、或超声波探头2的-20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的-20dB的频带重叠的频带中的标准偏差为0.025以下的驱动波形的脉冲信号。其结果,由于使得超声波探头中的群延迟量的偏差和驱动波形中的群延迟量的偏差变小,从而使得接收信号中的群延迟量的偏差变小,所以能够使得设计容易而得到距离分辨率优良的超声波图像。

[0323] 此外,根据本实施方式,发送部12输出驱动波形的脉冲信号,其中,该驱动波形的脉冲信号是超声波探头2的-20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的-20dB的频带重叠的频带宽覆盖超声波探头2的-20dB的发送接收频带宽的70%以上的驱动波形的脉冲信号。其结果,能够进行宽频带的超声波的发送接收。

[0324] 此外,根据本实施方式,发送部12输出周期为1.5以上的驱动波形的脉冲信号。其结果,能够抑制输出脉冲信号时的最大输出电压,能够降低成本。

[0325] 此外,根据本实施方式,发送部12输出脉冲持续时间为相当于超声波探头2的-20dB的发送接收频带的中心频率下的2个周期的时间以上的驱动波形的脉冲信号。其结果,能够抑制输出脉冲信号时的最大输出电压,能够降低成本。

[0326] 此外,根据本实施方式,发送部12通过5个值以下的控制信号来输出脉冲信号。其结果,能够廉价且提高距离分辨率。

[0327] 此外,根据本实施方式,发送部12分别将驱动波形不同的脉冲信号在相同扫描线上相隔时间间隔而多次输出。图像生成部14对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进行合成,基于所合成的接收信号来生成超声波图像数据。其结果,在脉冲反向法中,能够以宽频带接收高次谐波,所以能够得到廉价且距离分辨率进一步提高的超声波图像。

[0328] 此外,根据本实施方式,发送部12分别将驱动波形为非对称的脉冲信号在相同扫描线上相隔时间间隔而多次输出。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,也能够维持分辨率且提高穿透性。

[0329] 此外,根据本实施方式,发送部12输出在比超声波探头2的-20dB的发送接收频带的中心频率低频侧、和比该中心频率高频侧分别包含频率功率谱的强度峰的脉冲信号。其结果,能够进行宽频带的发射,不仅利用高次的高次谐波分量,还能够利用差音分量,能够接收宽频带的高次谐波,距离分辨率提高。

[0330] 此外,根据本实施方式,发送部12输出在比超声波探头2的-20dB的发送接收频带的中心频率高频侧包含2个以上频率功率谱的强度峰的脉冲信号。其结果,能够接收更宽频带的高次谐波,距离分辨率更加提高。

[0331] 另外,在本发明的实施方式中的记述是本发明所涉及的超声波图像诊断装置的一例,不限于此。关于构成超声波图像诊断装置的各功能部的详细部分结构以及详细部分动作也能够适当变更。

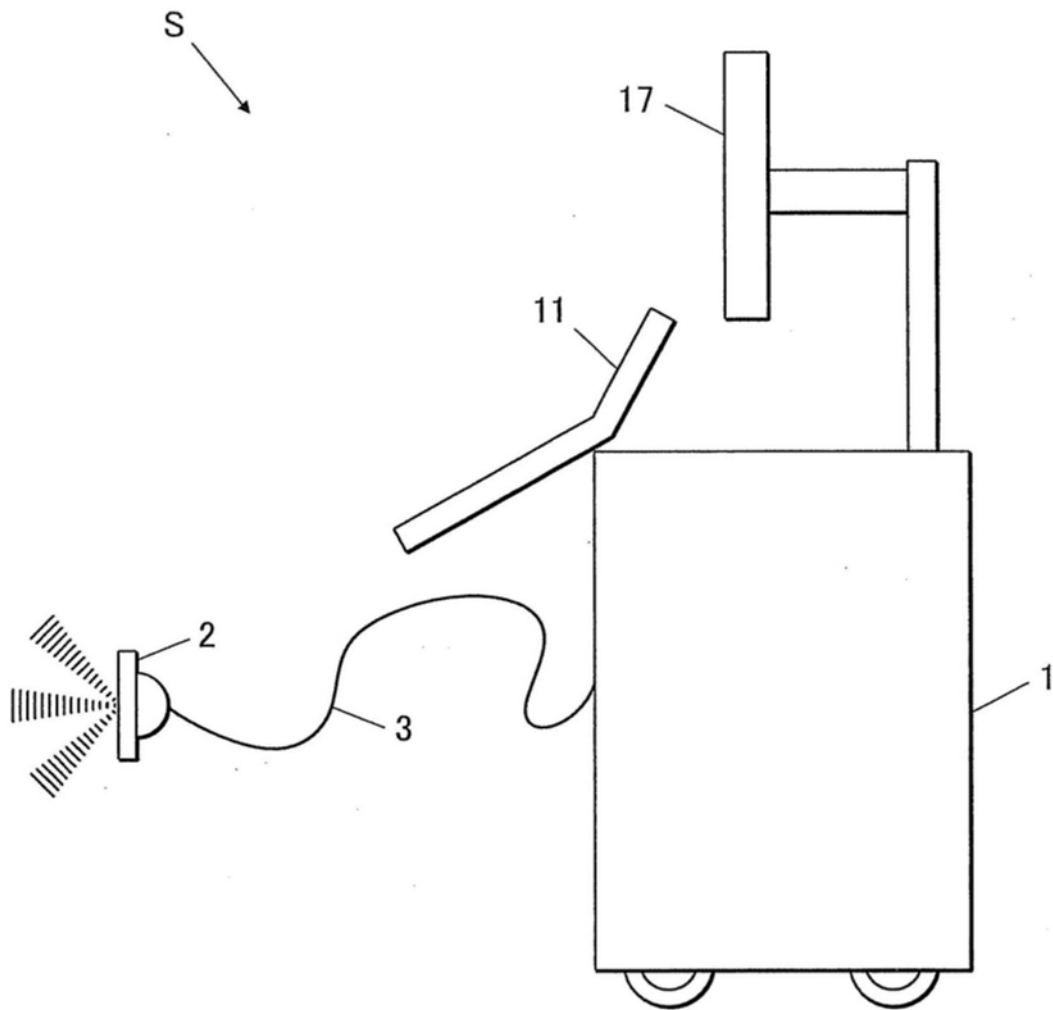


图1

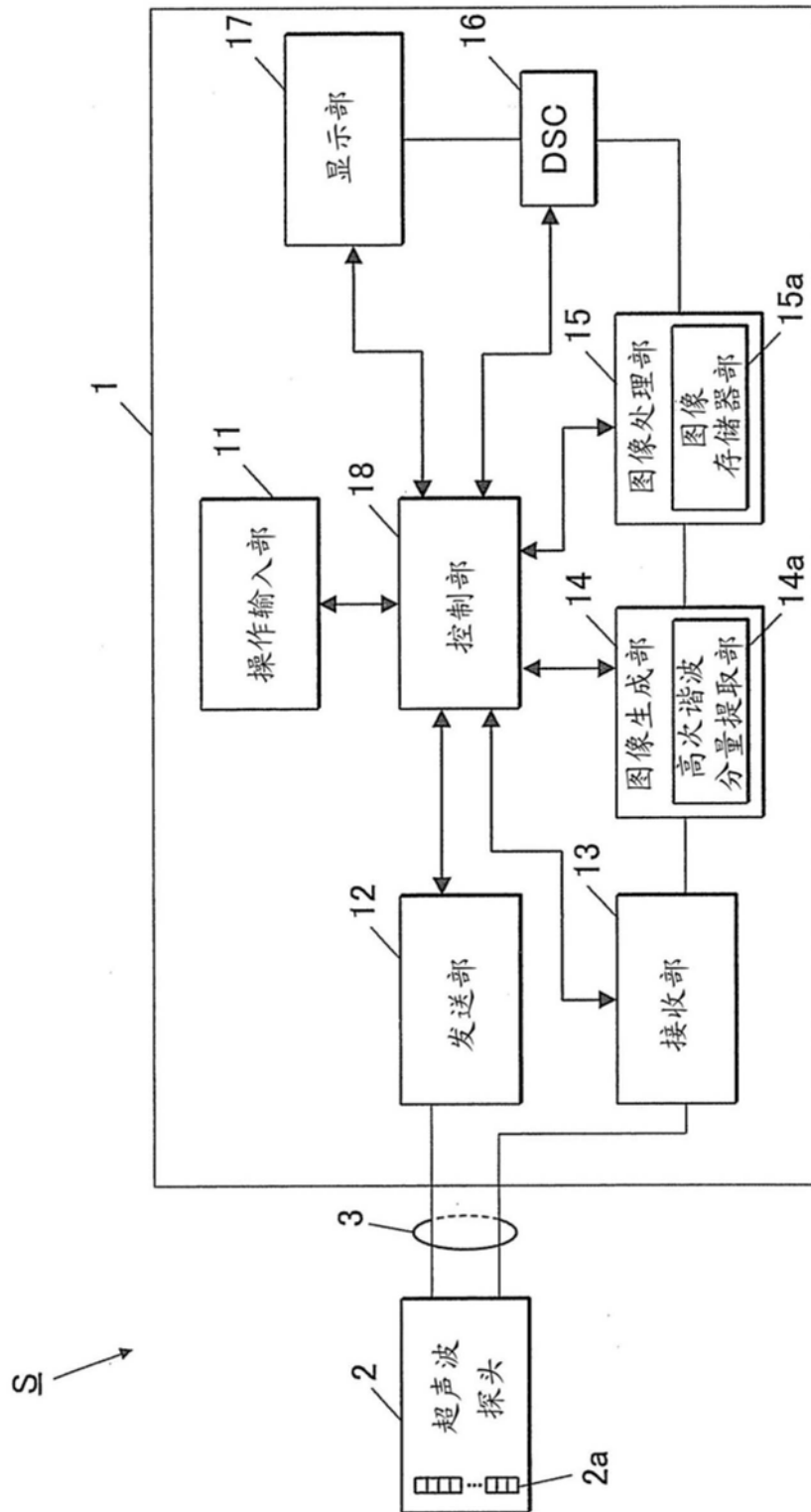
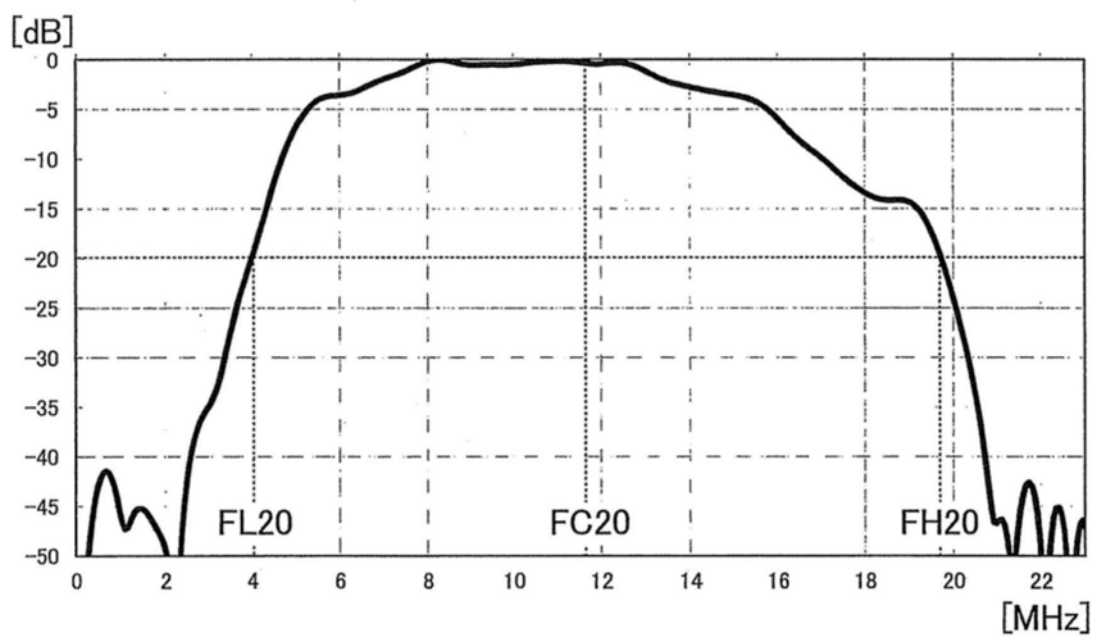


图2

(A)



(B)

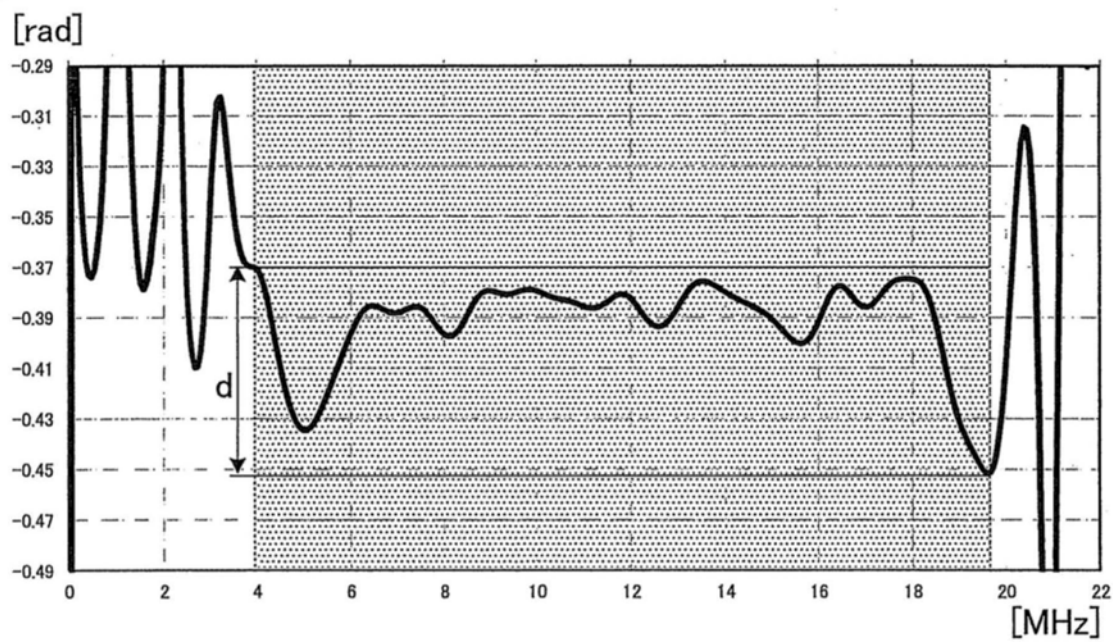


图3

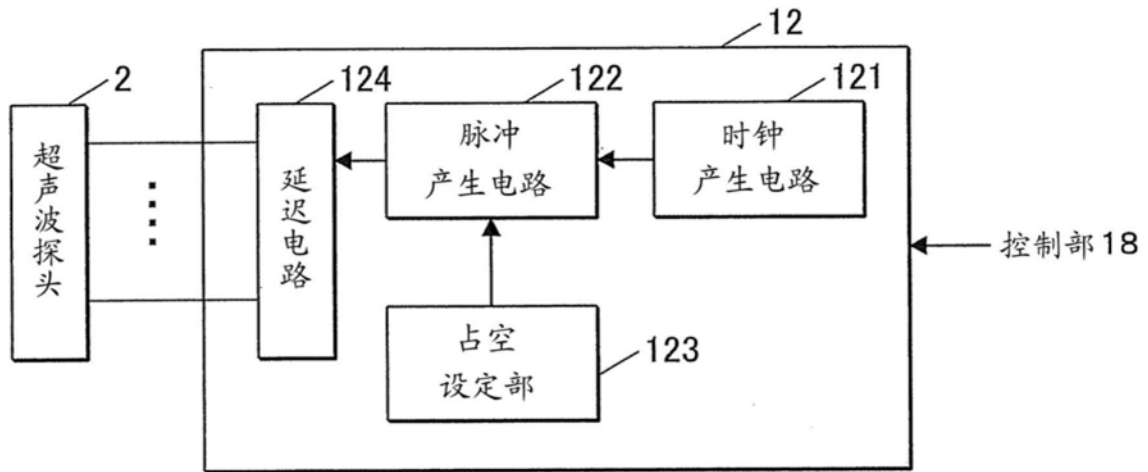


图4

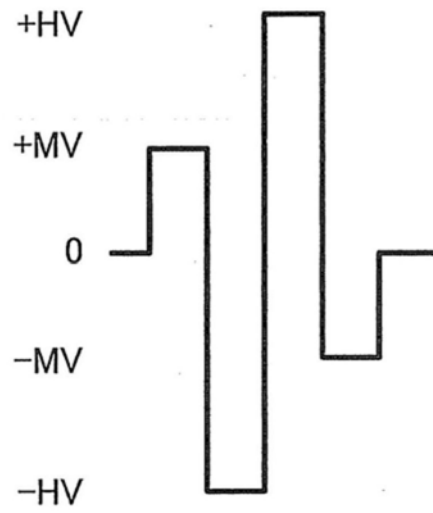


图5

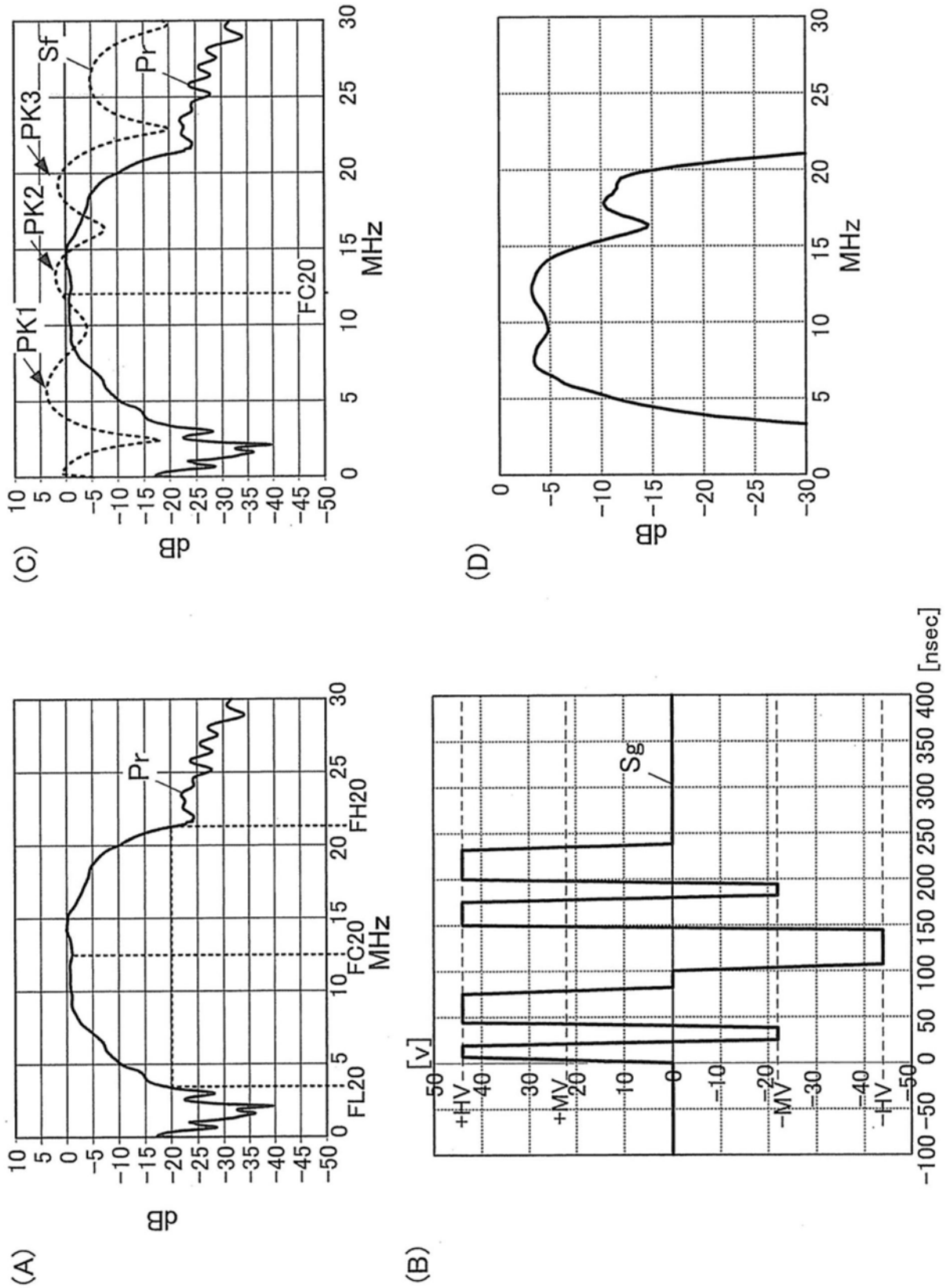


图6

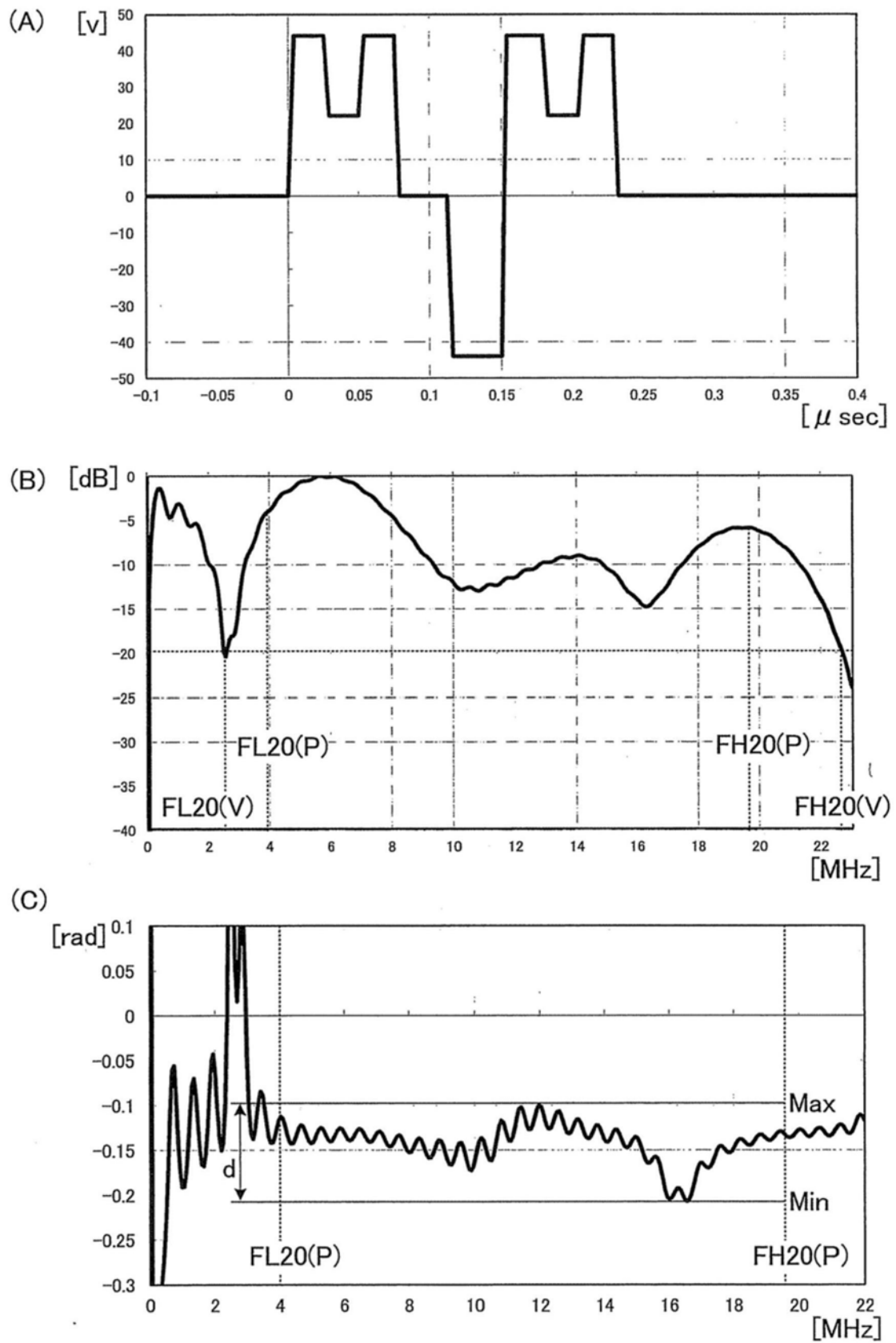


图7

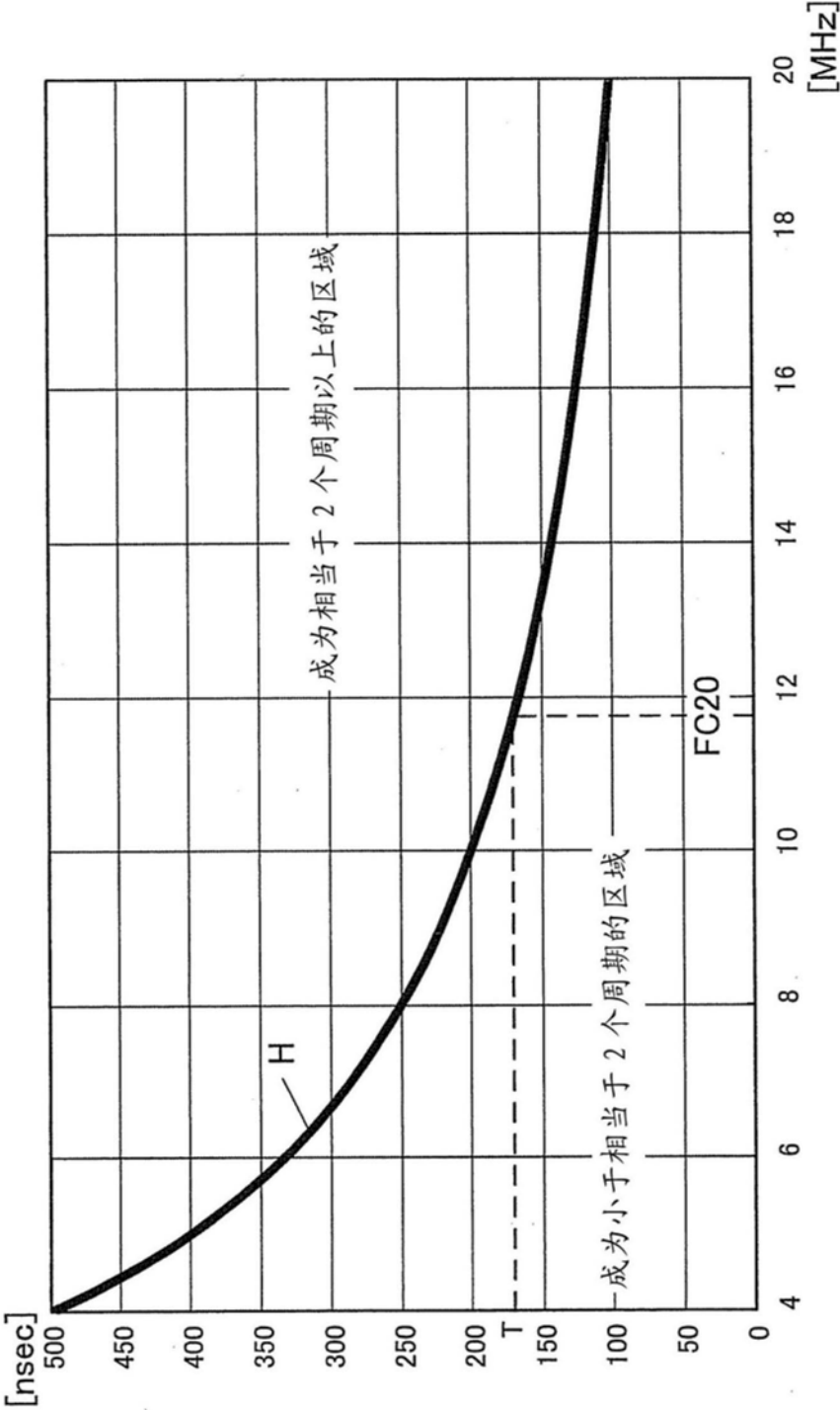


图8

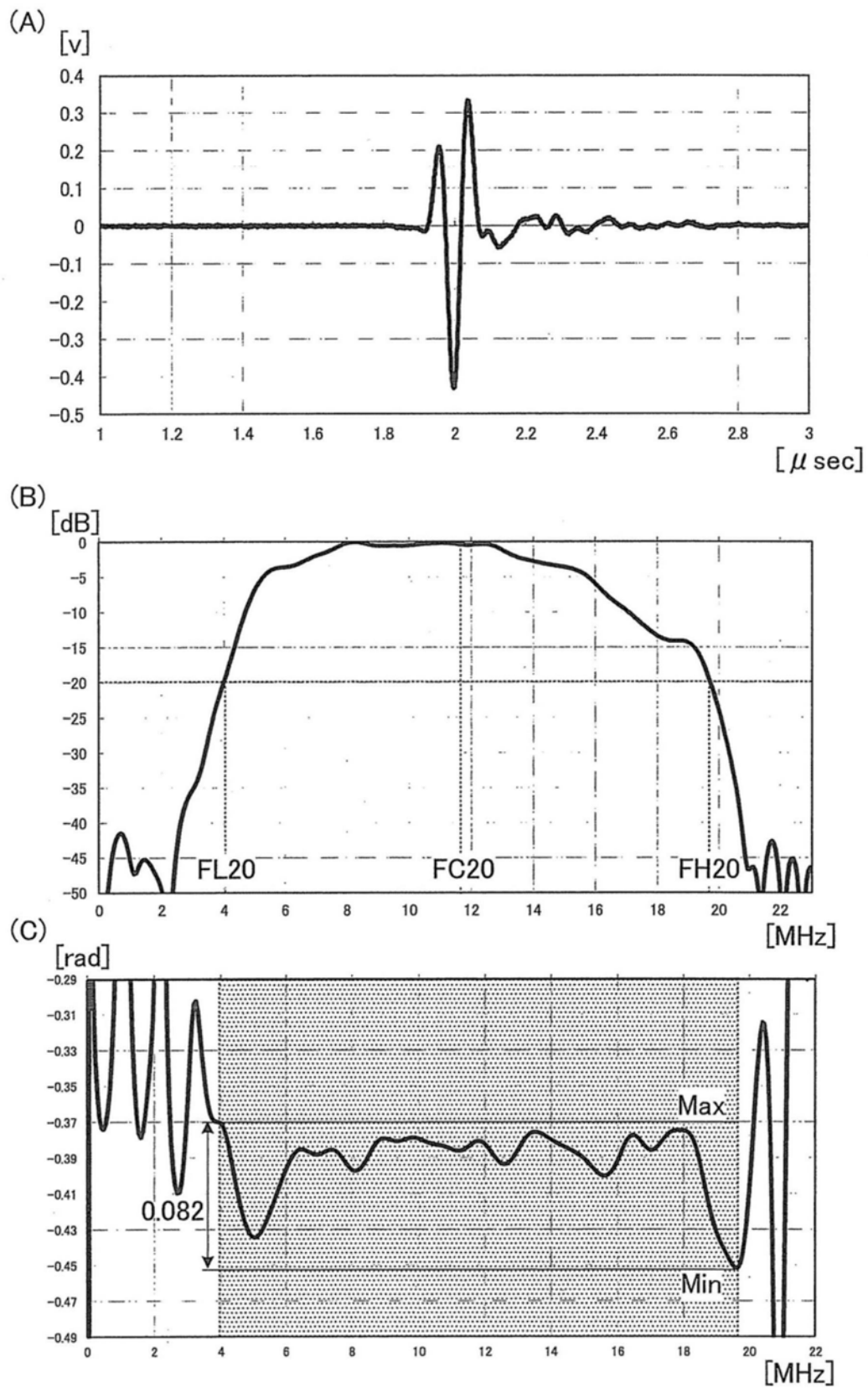


图9

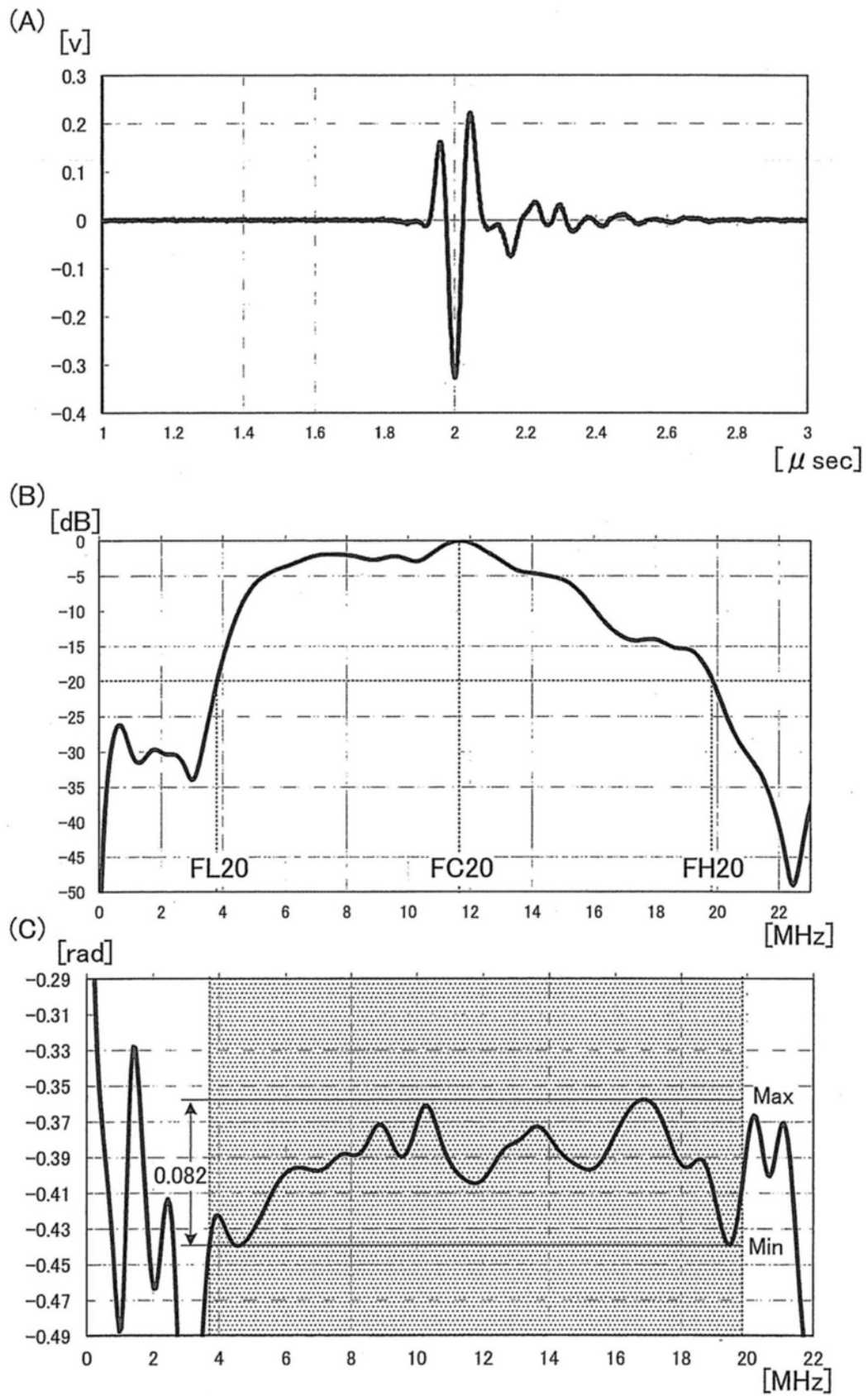


图10

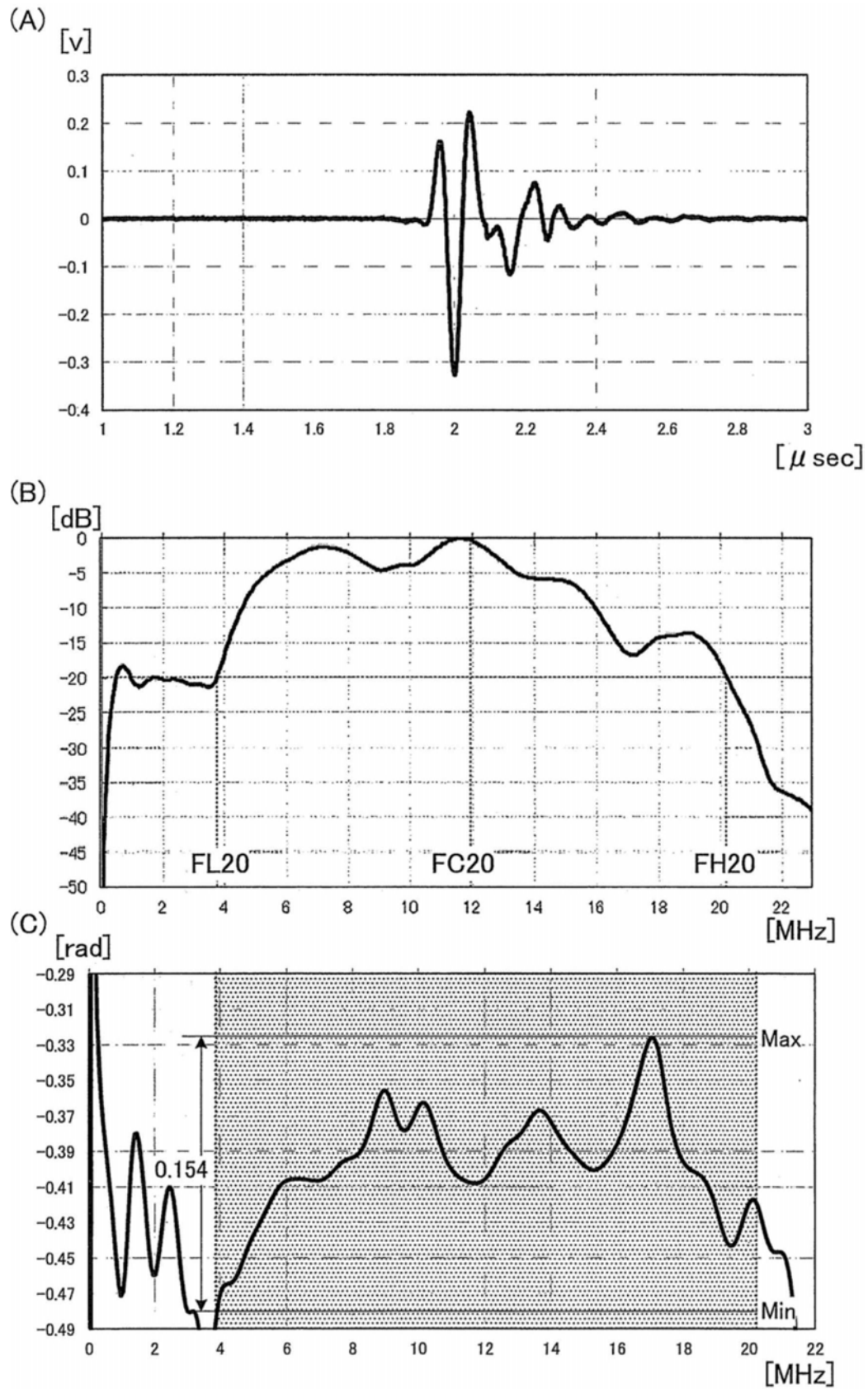


图11

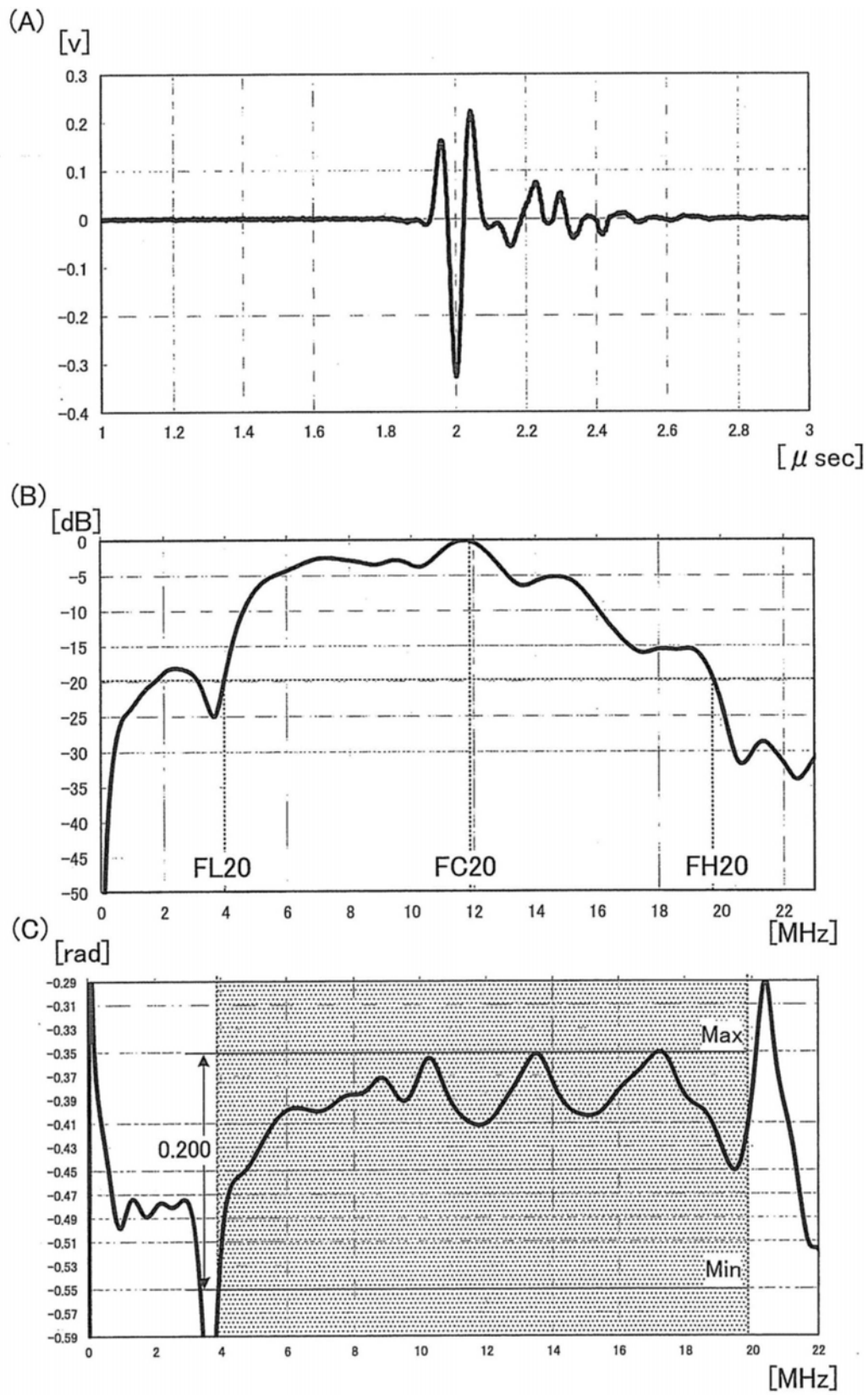
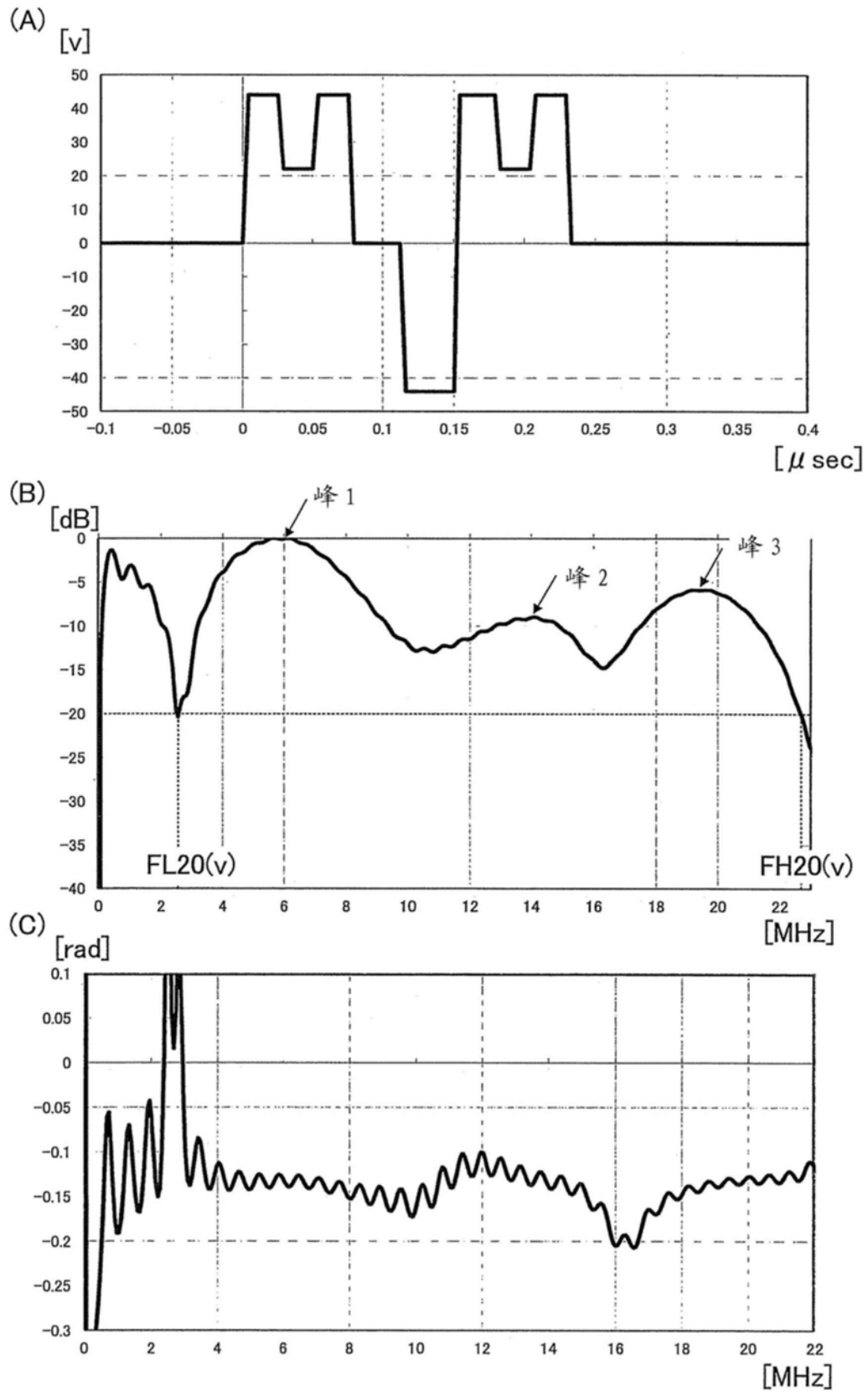


图12



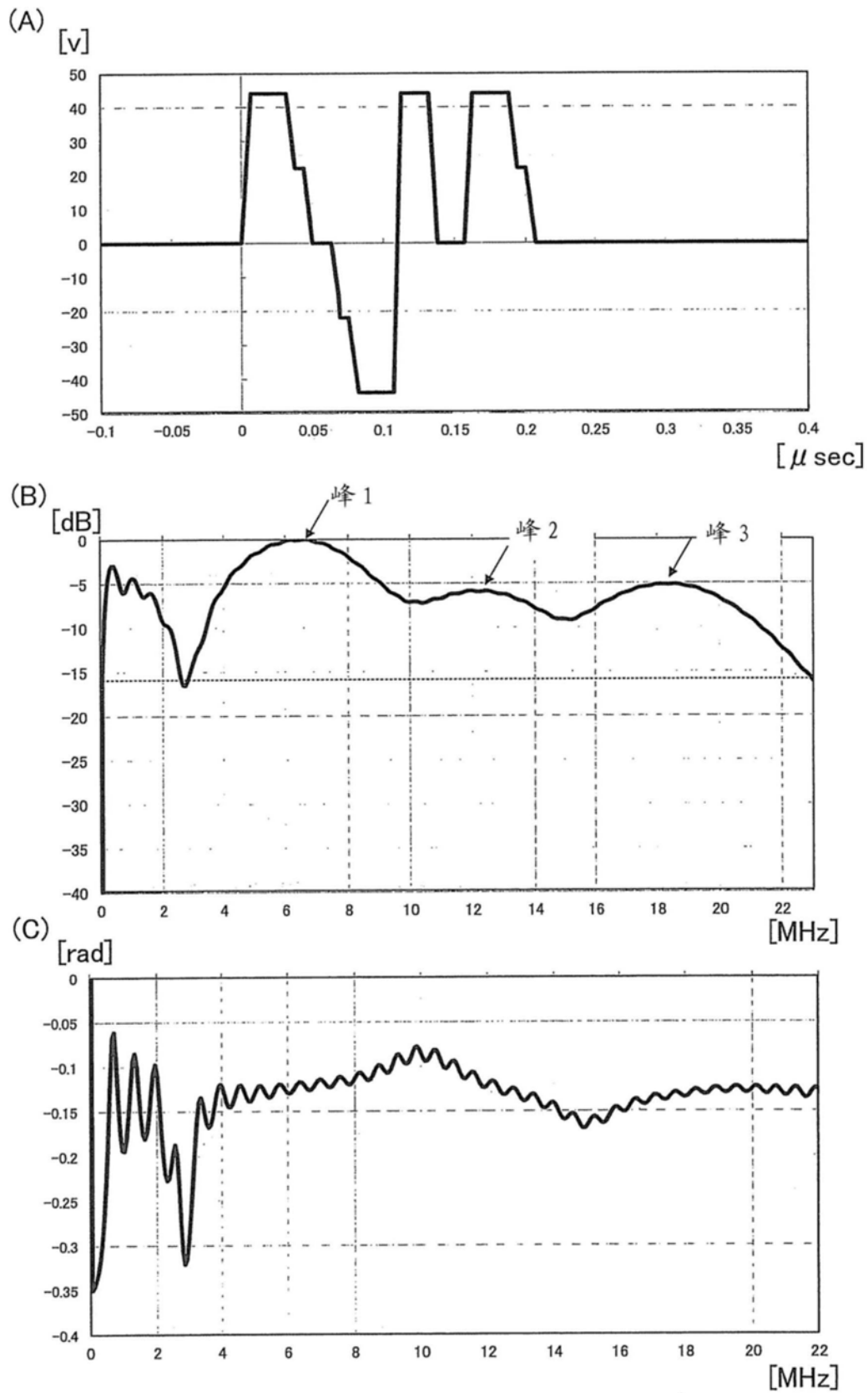
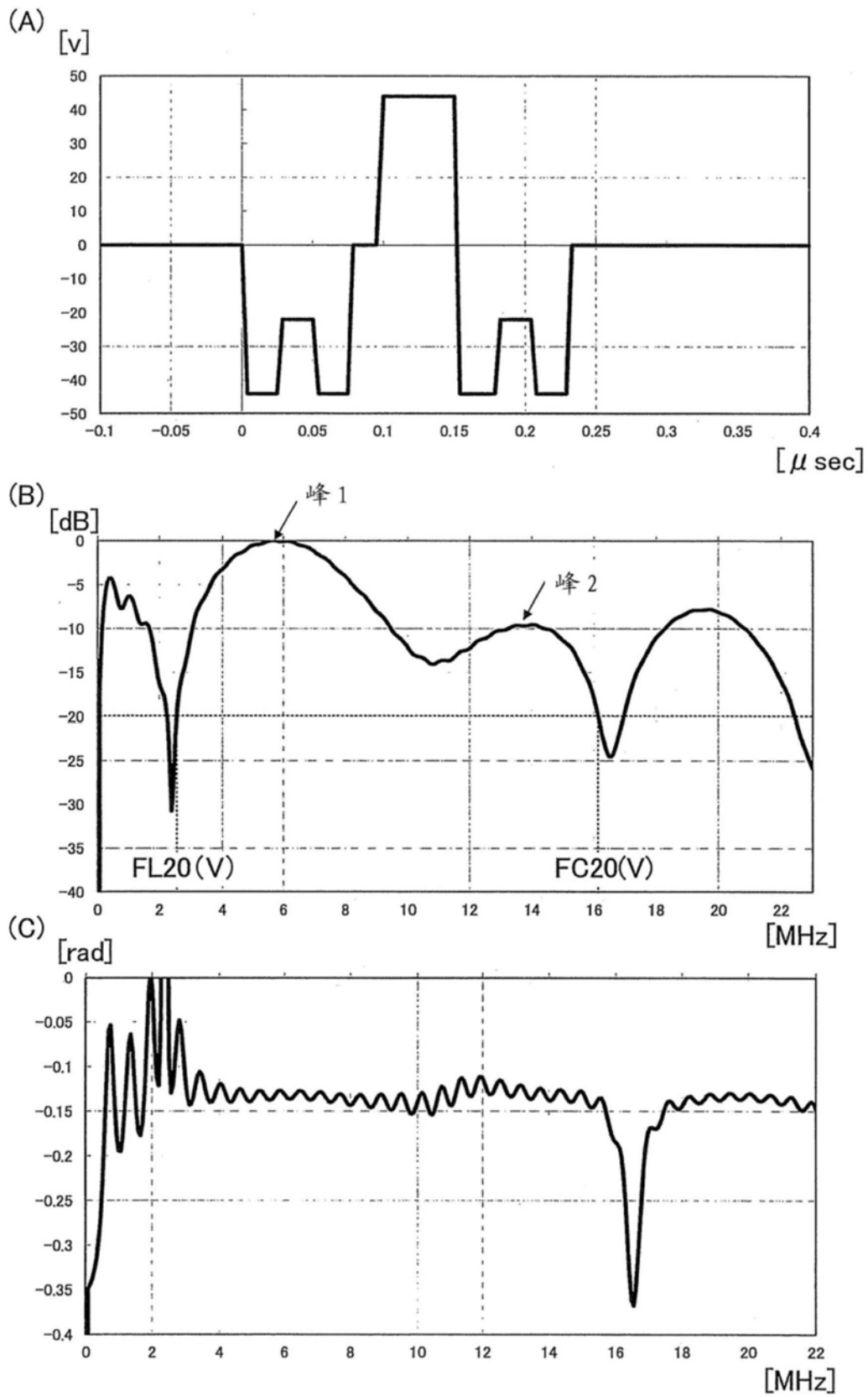


图14



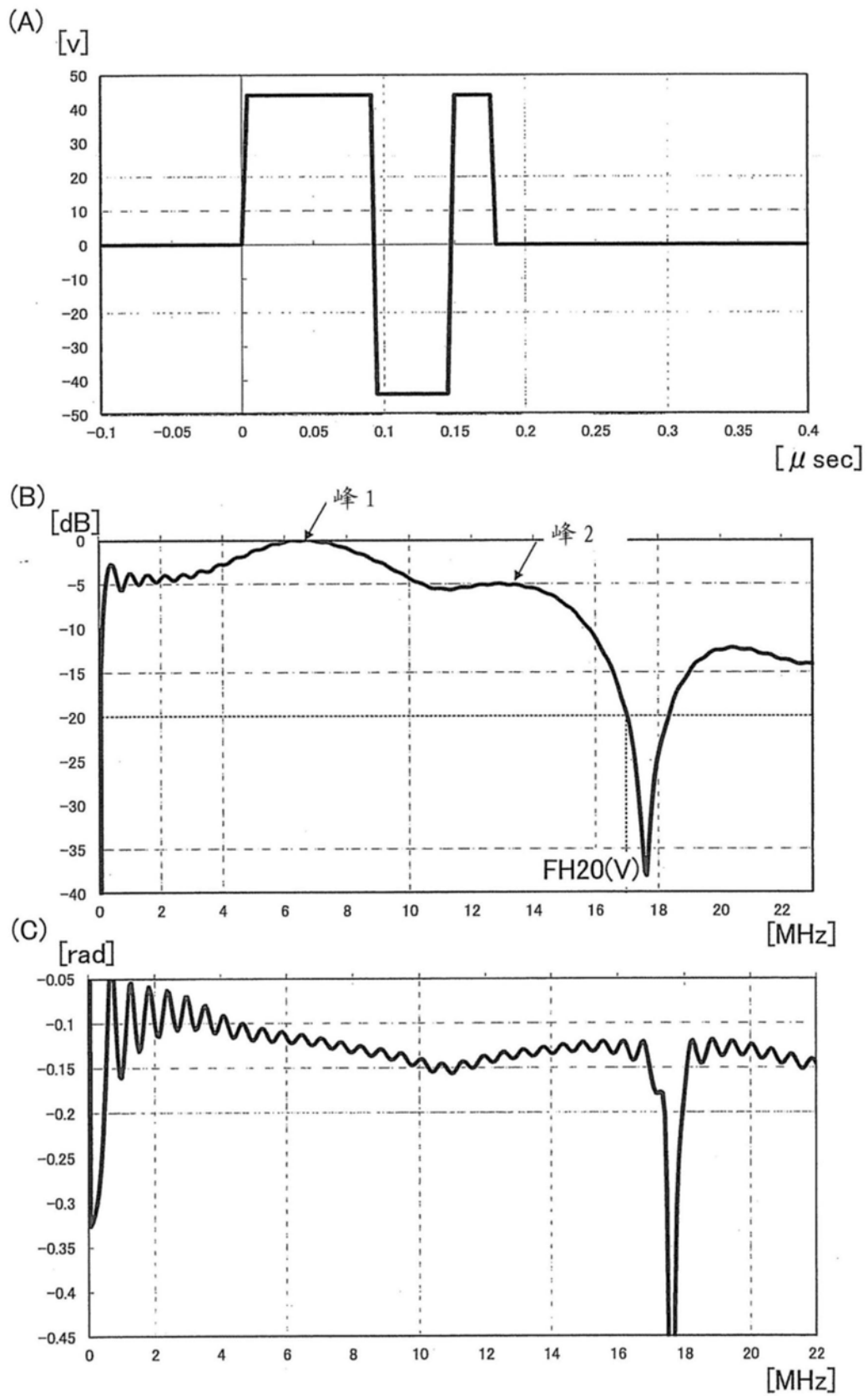


图16

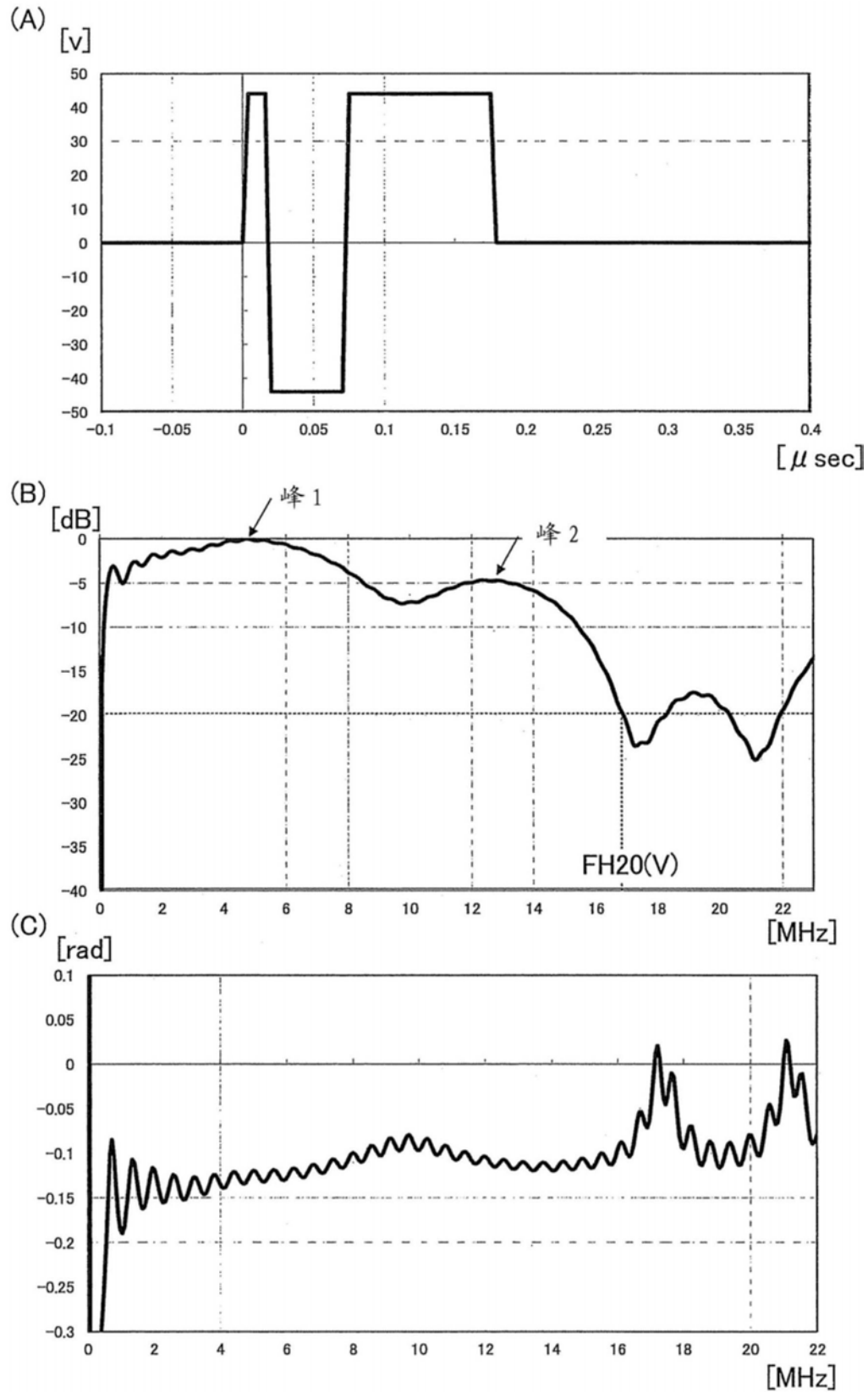


图17

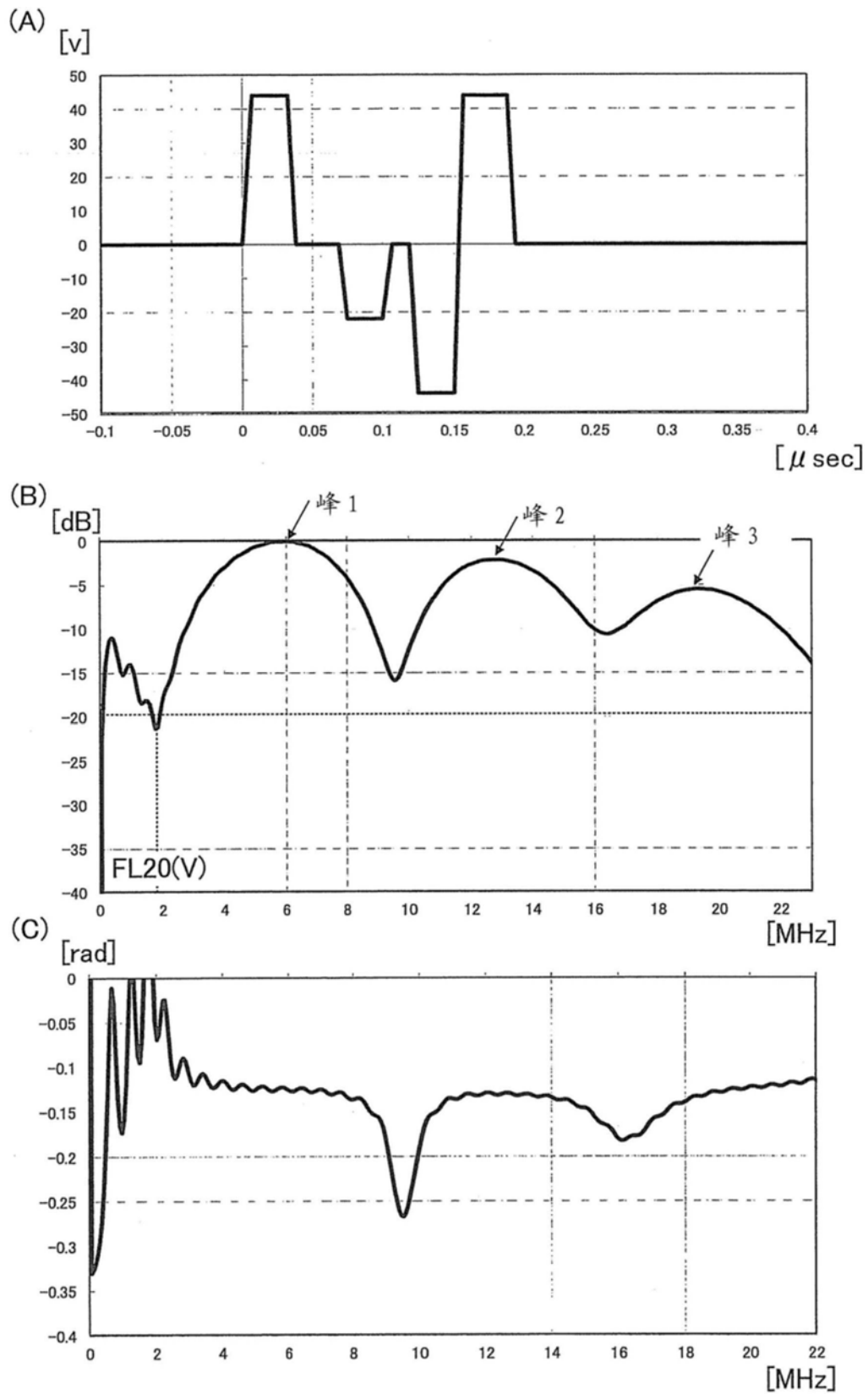


图18

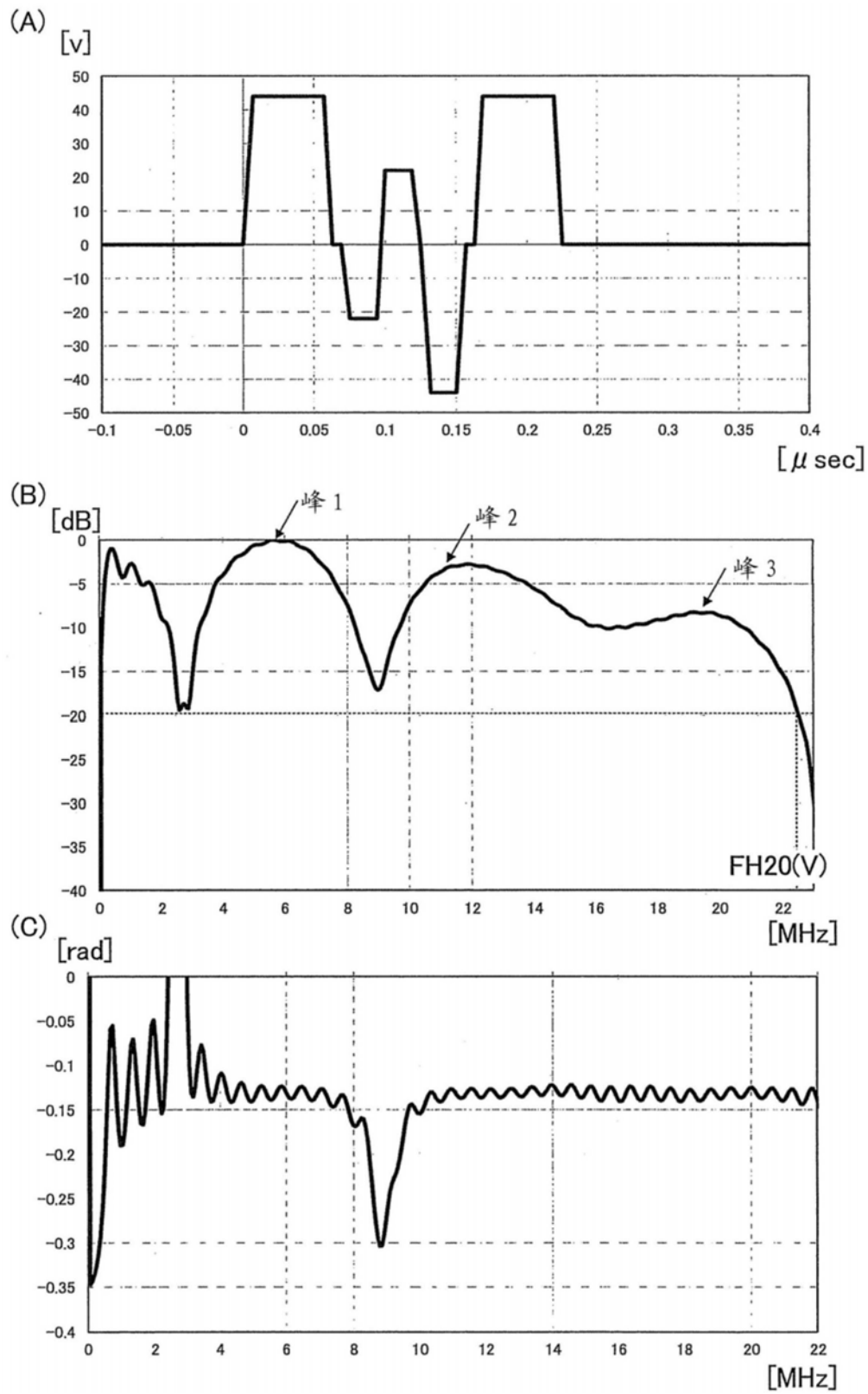


图19

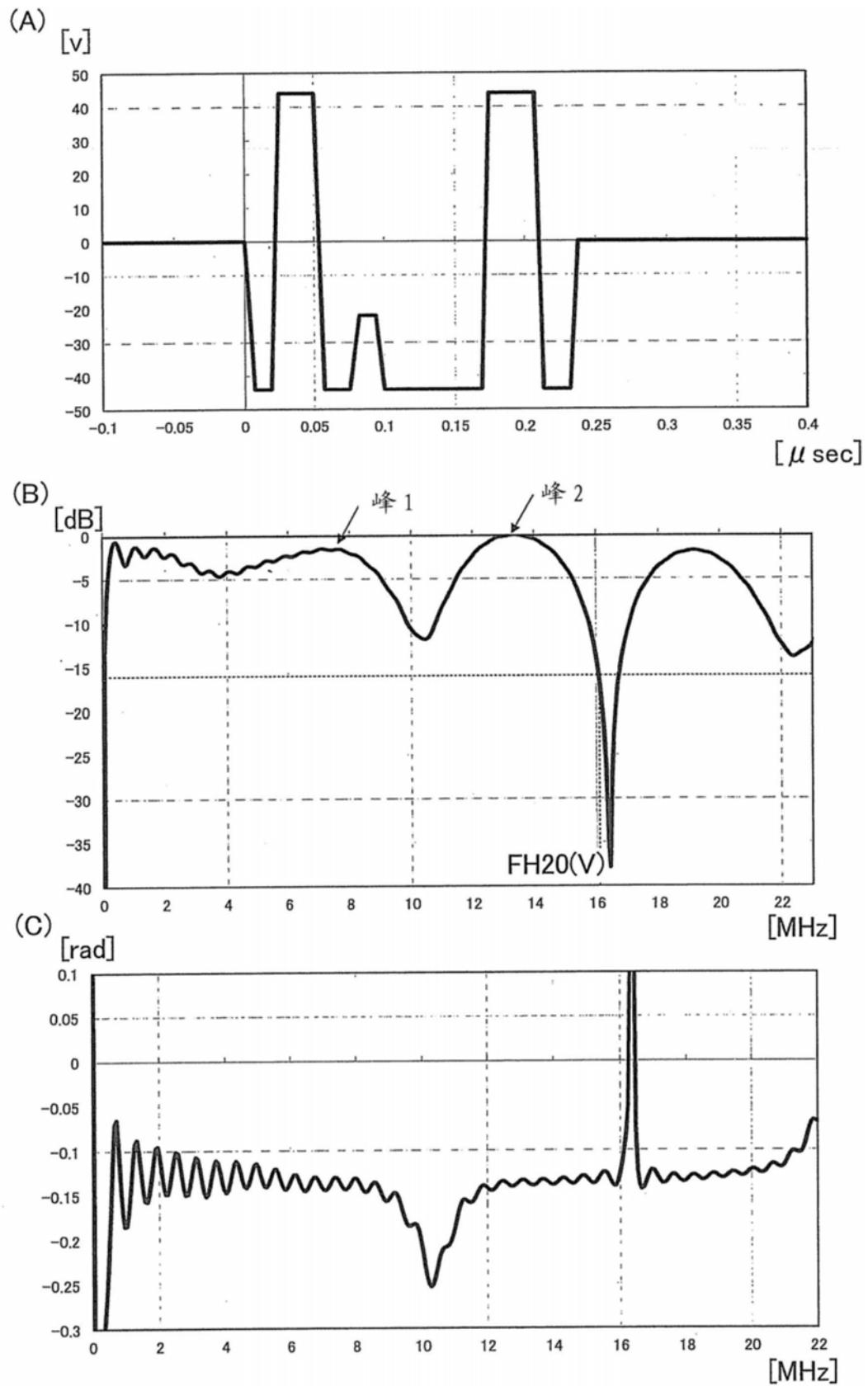


图20

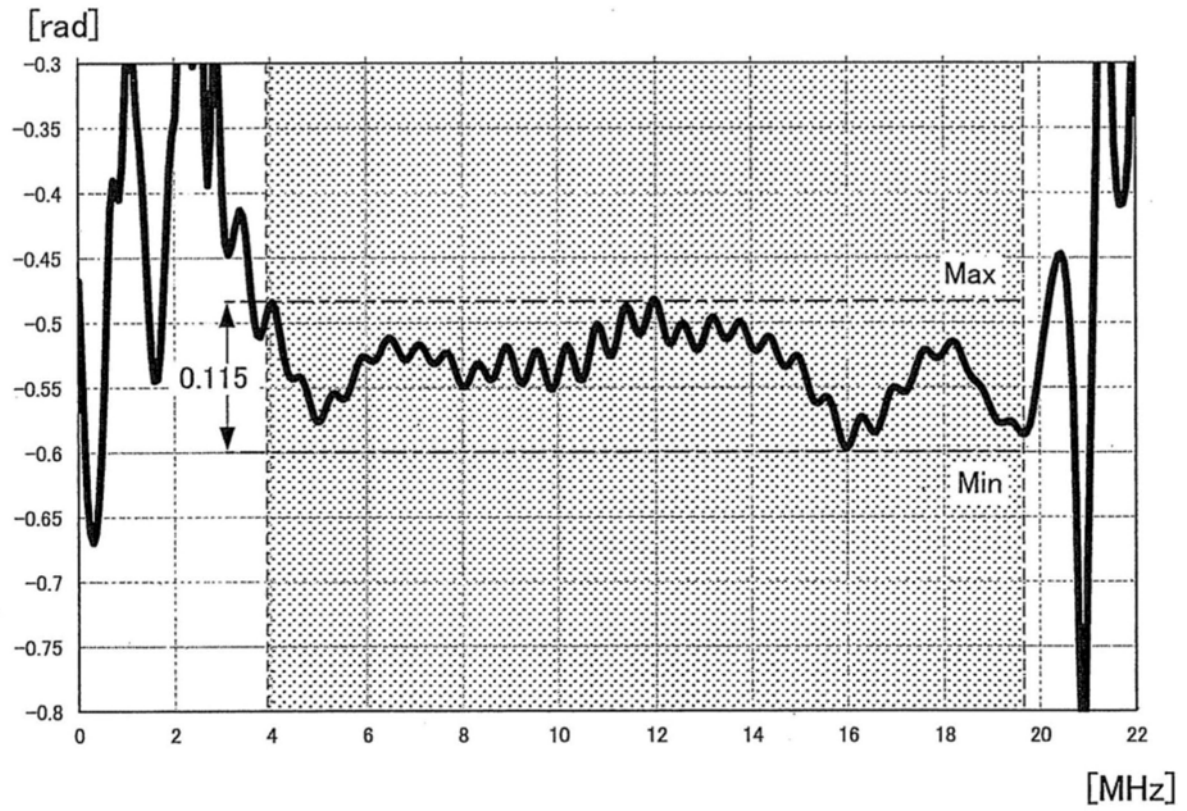


图21

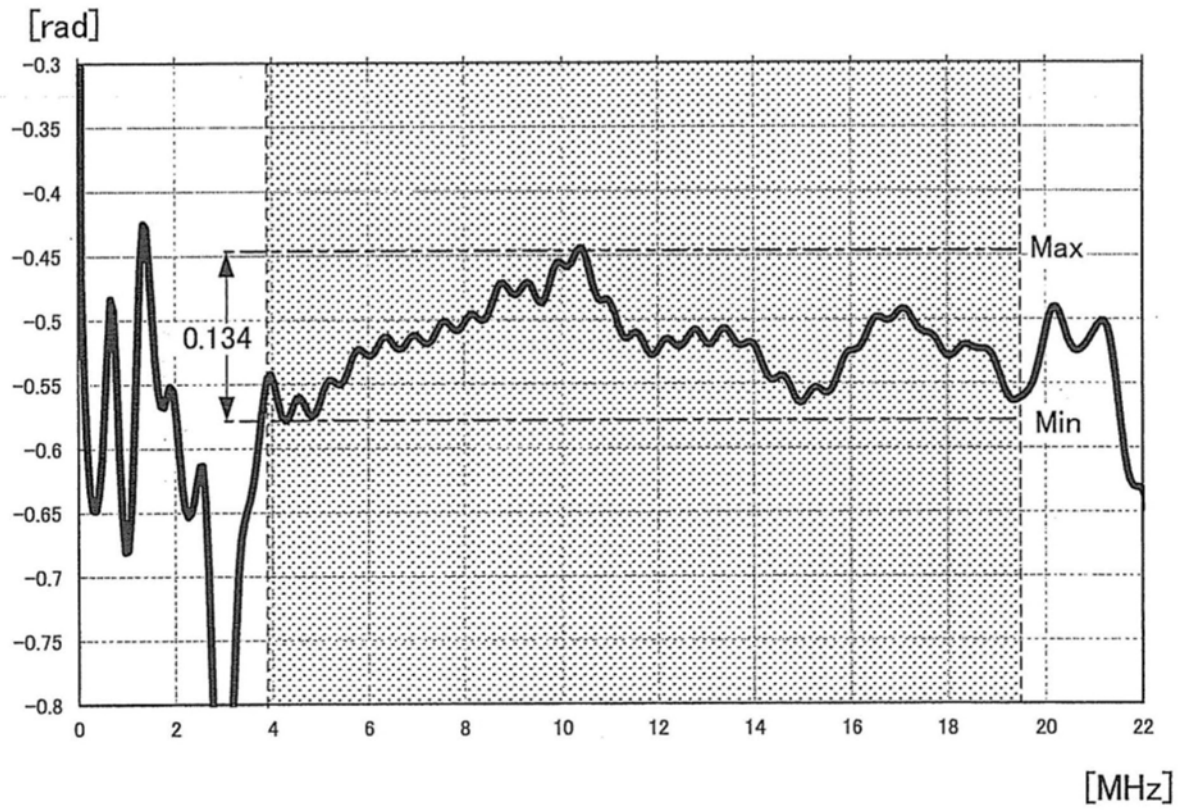


图22

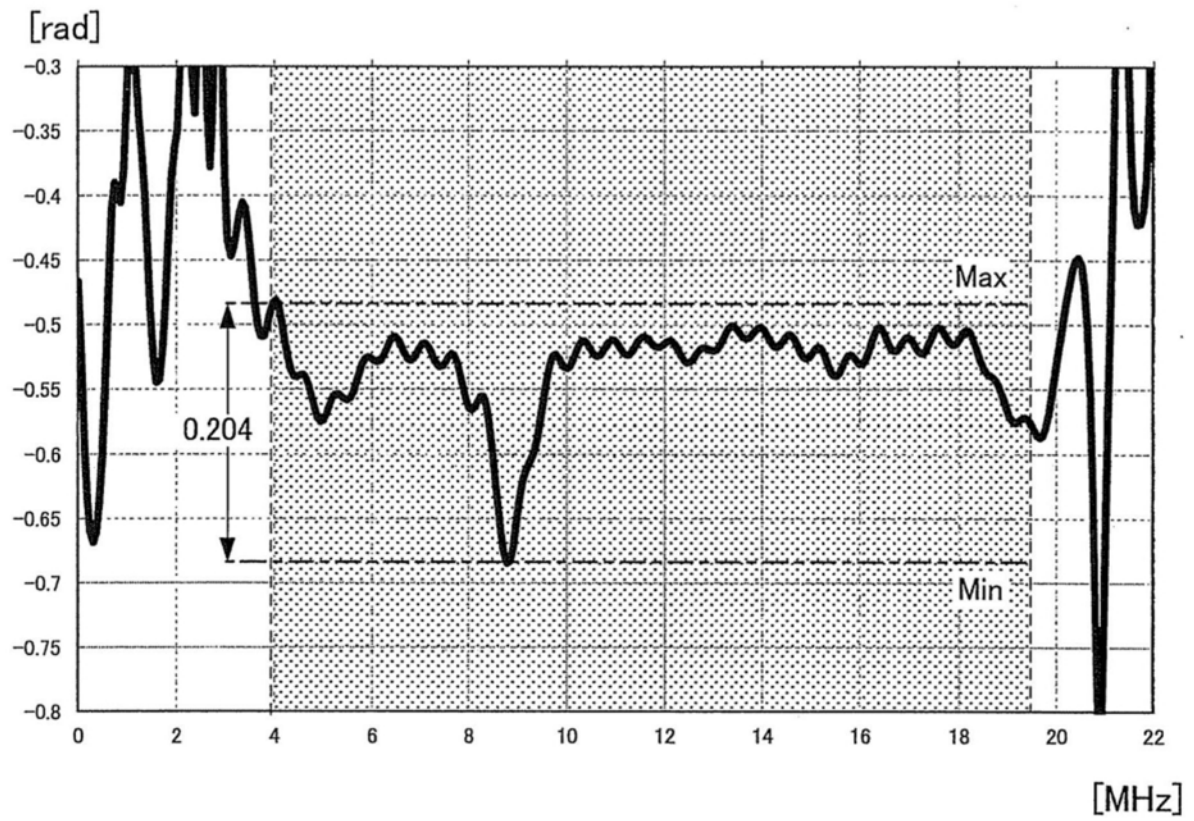


图23

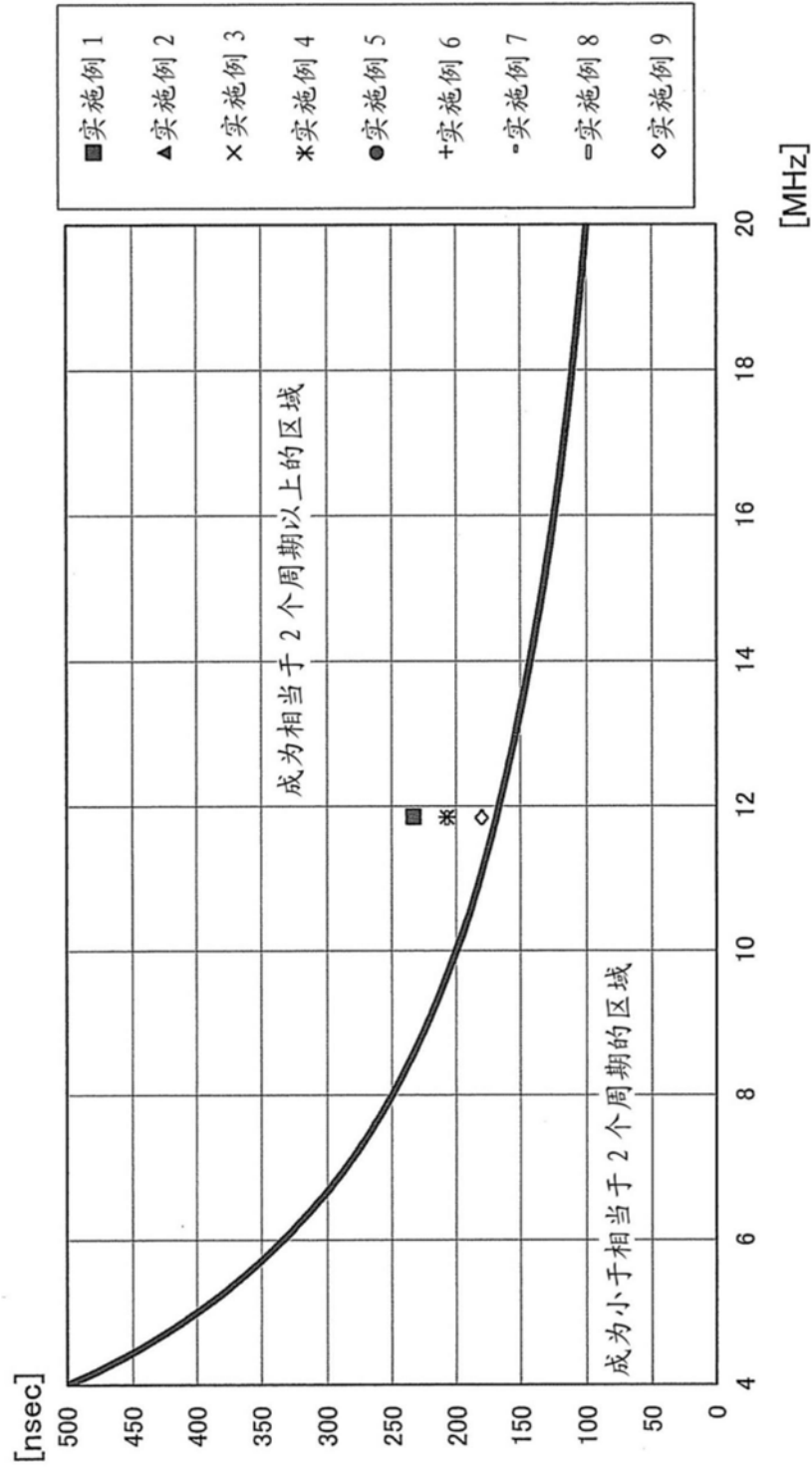


图24

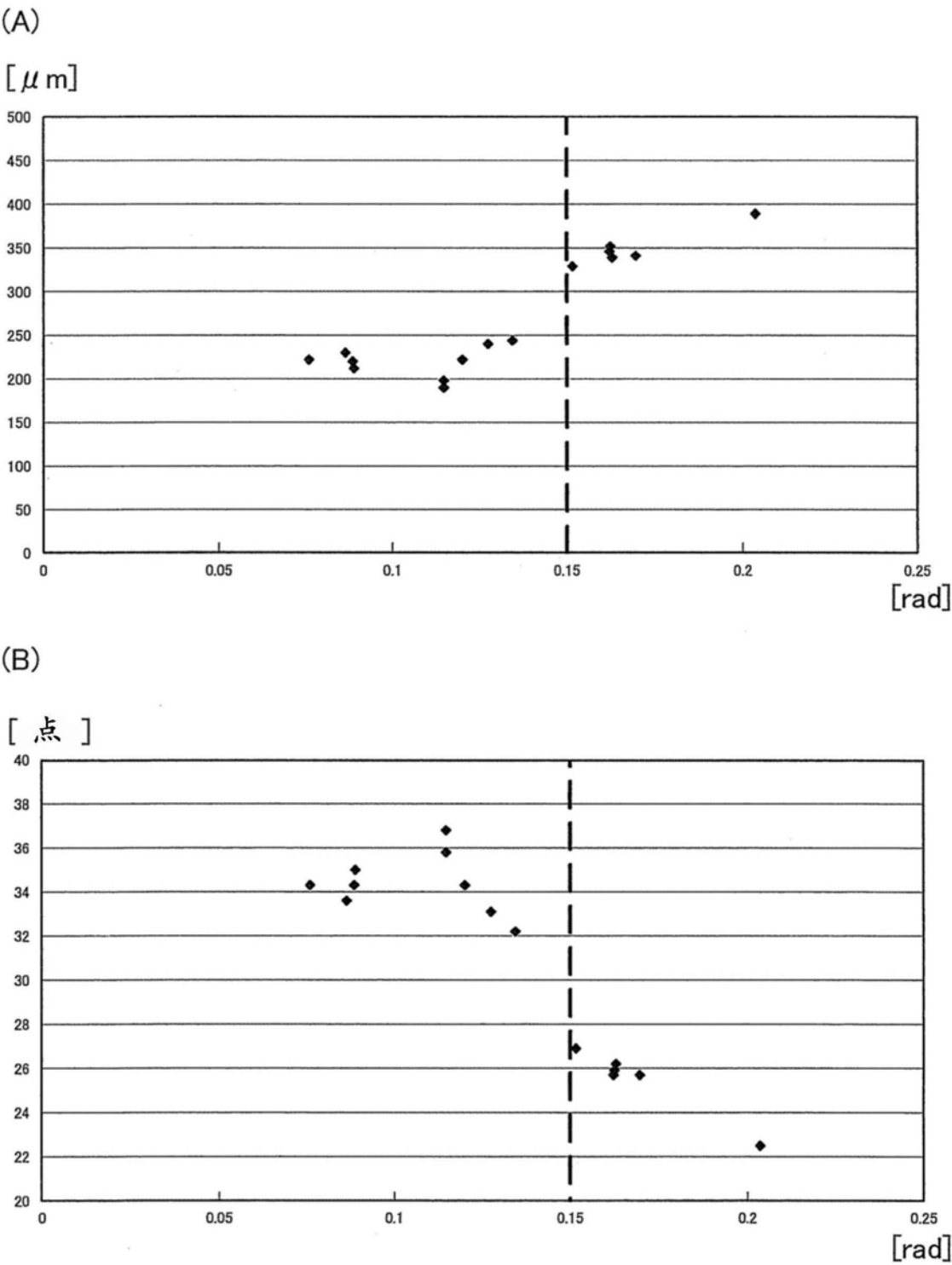
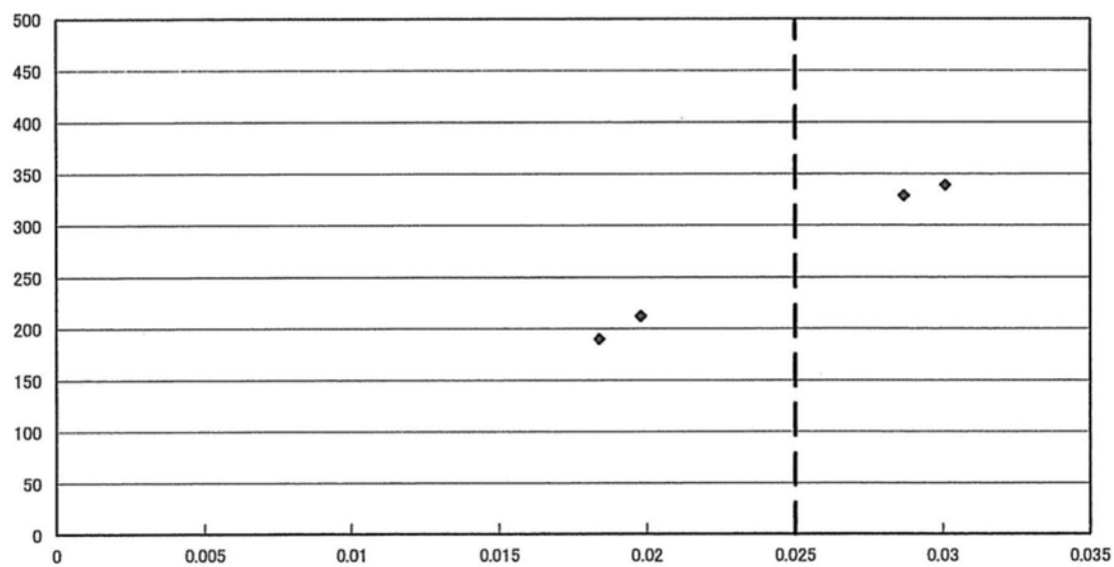


图25

(A)

[μm]

(B)

[点]

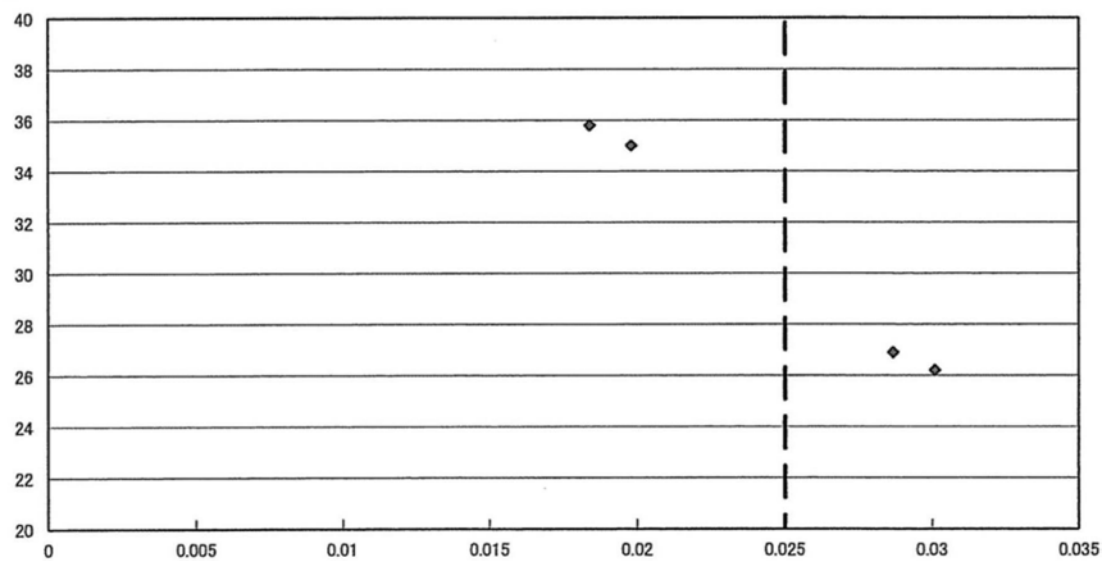


图26

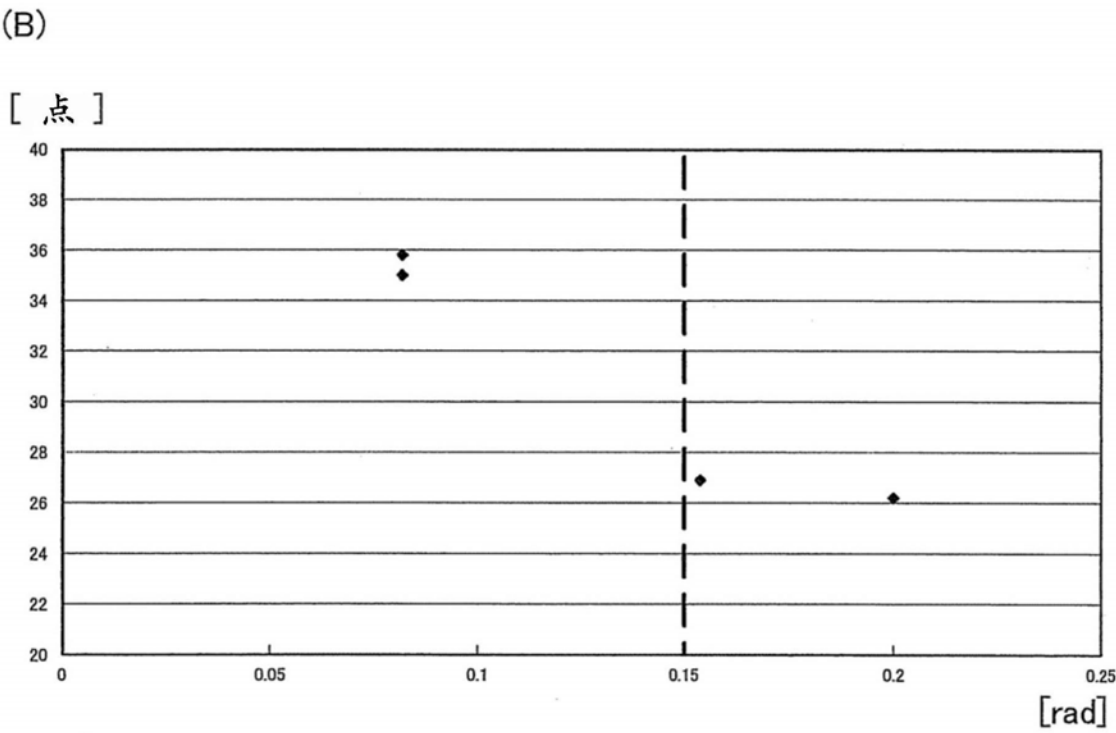
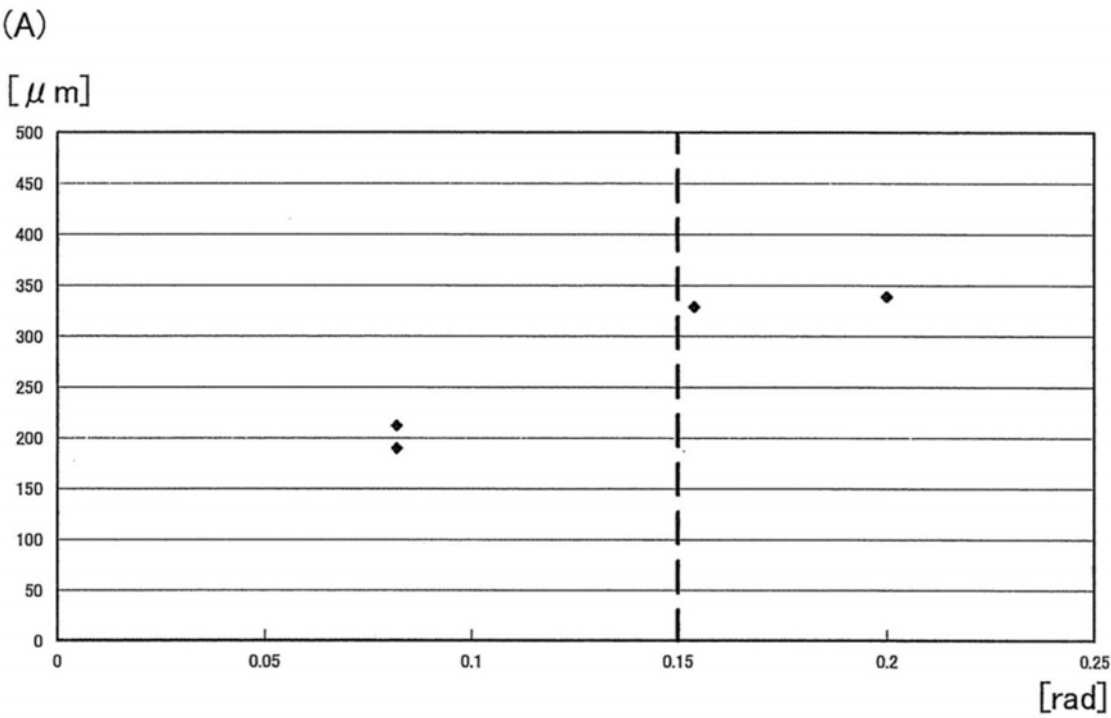
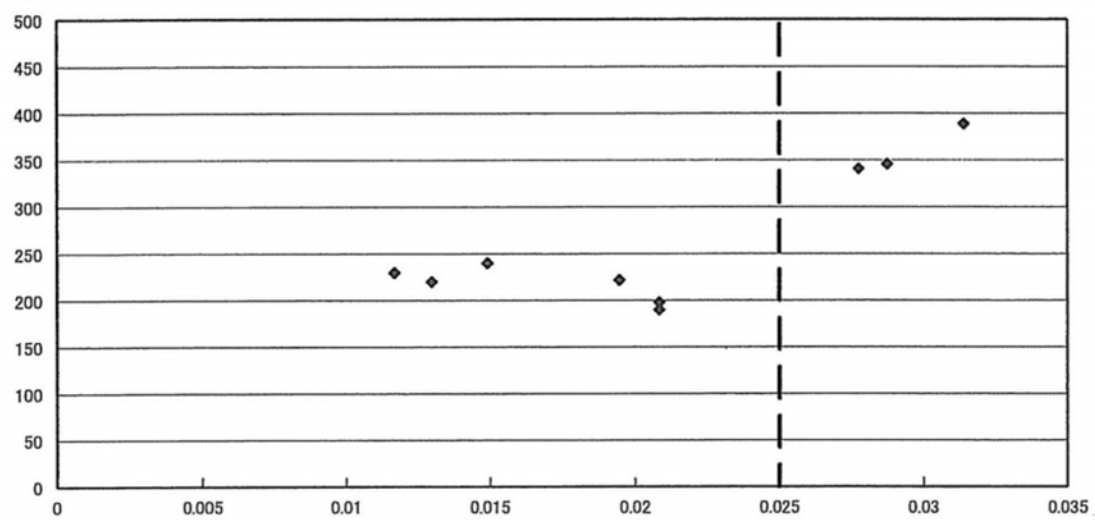


图27

(A)

[μm]

(B)

[点]

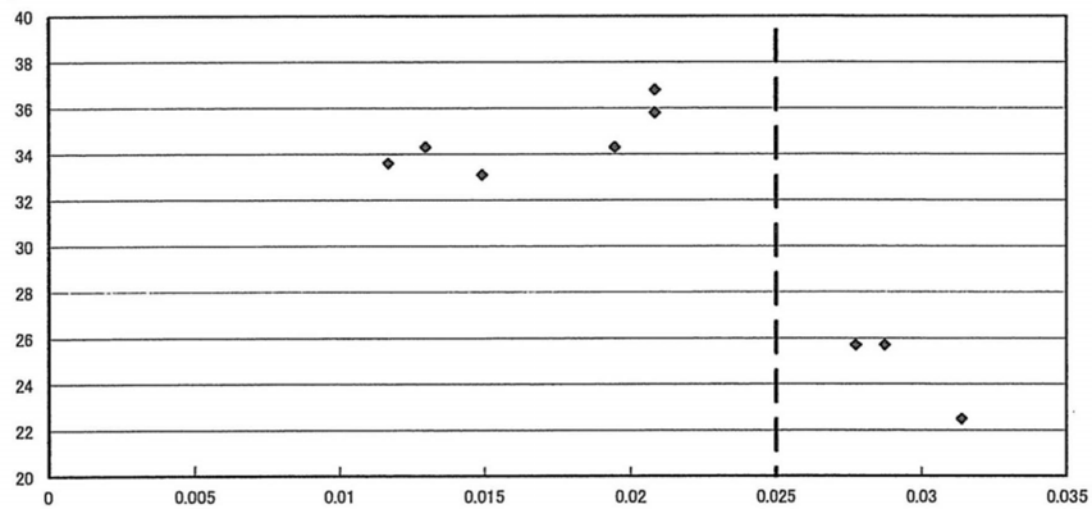
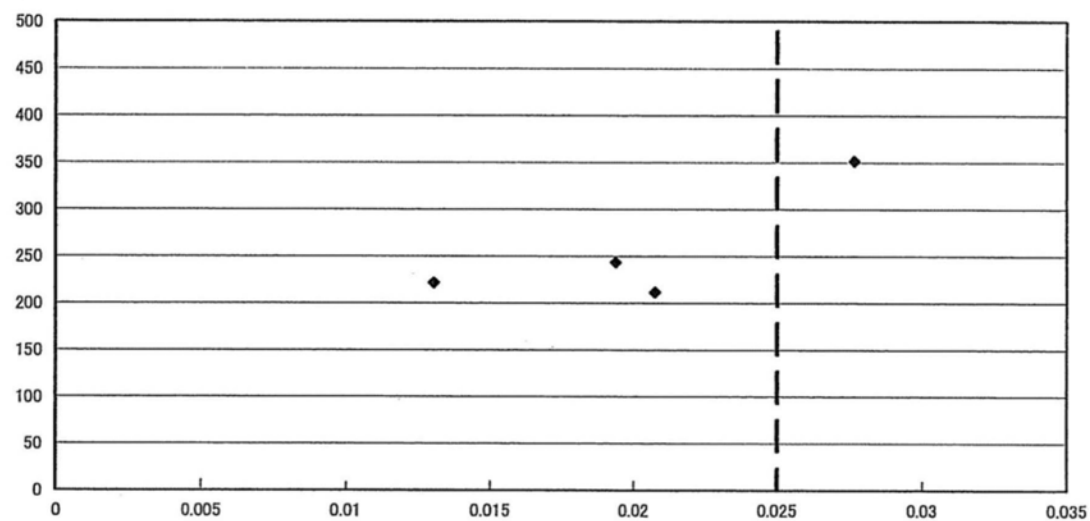


图28

(A)

[μm]

(B)

[点]

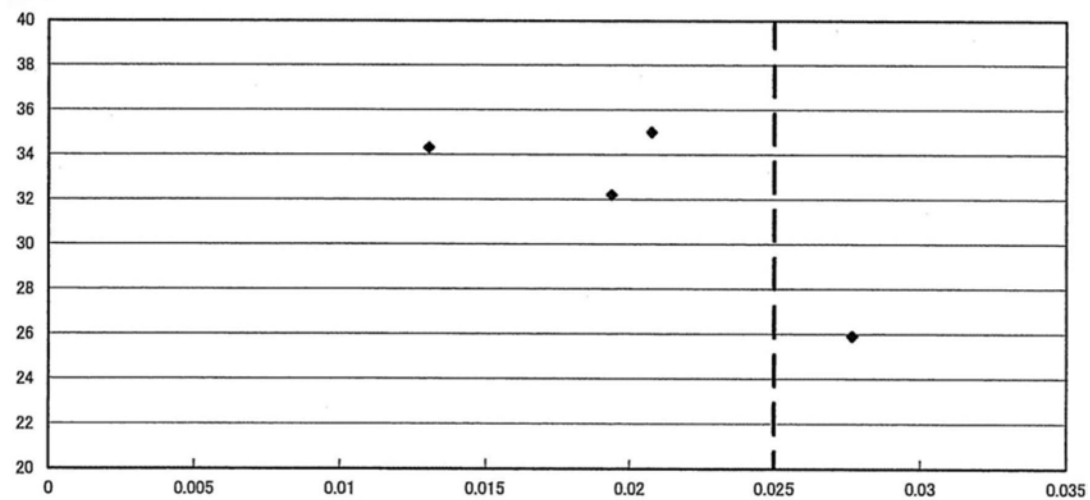
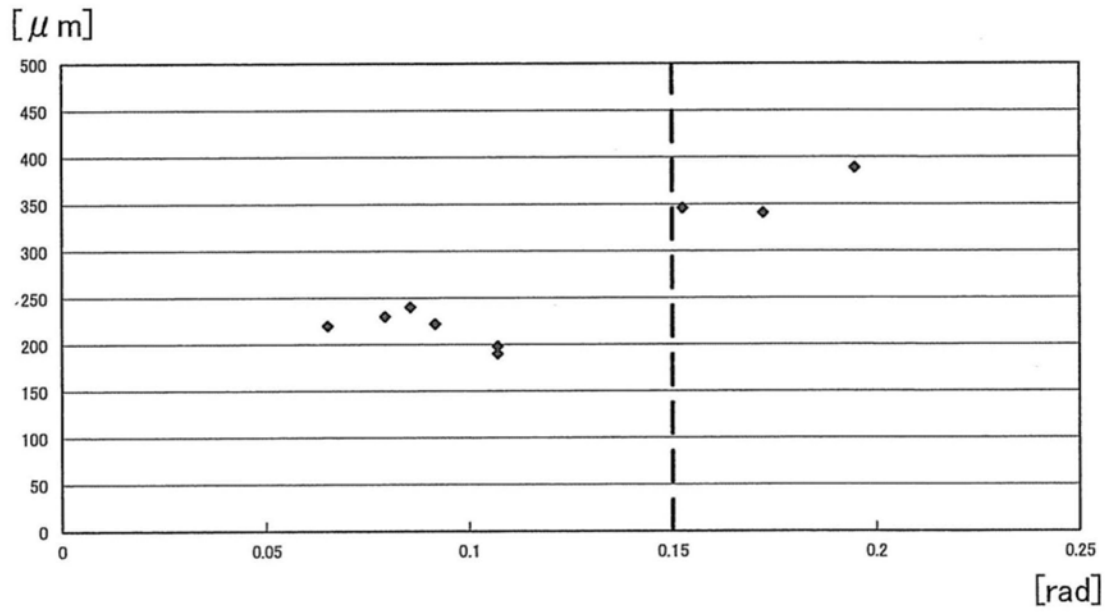


图29

(A)



(B)

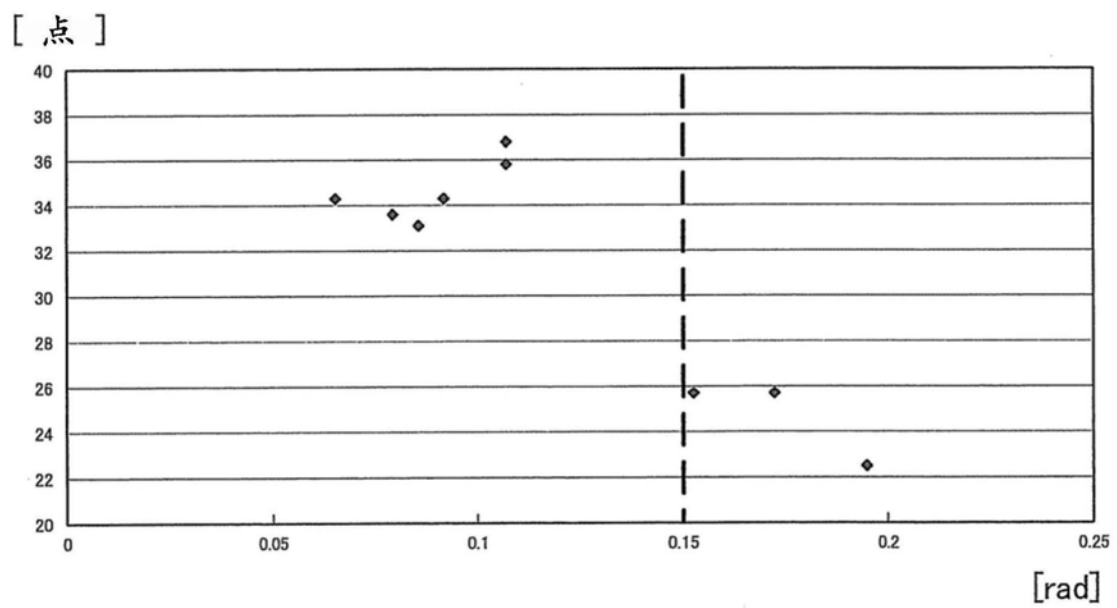


图30

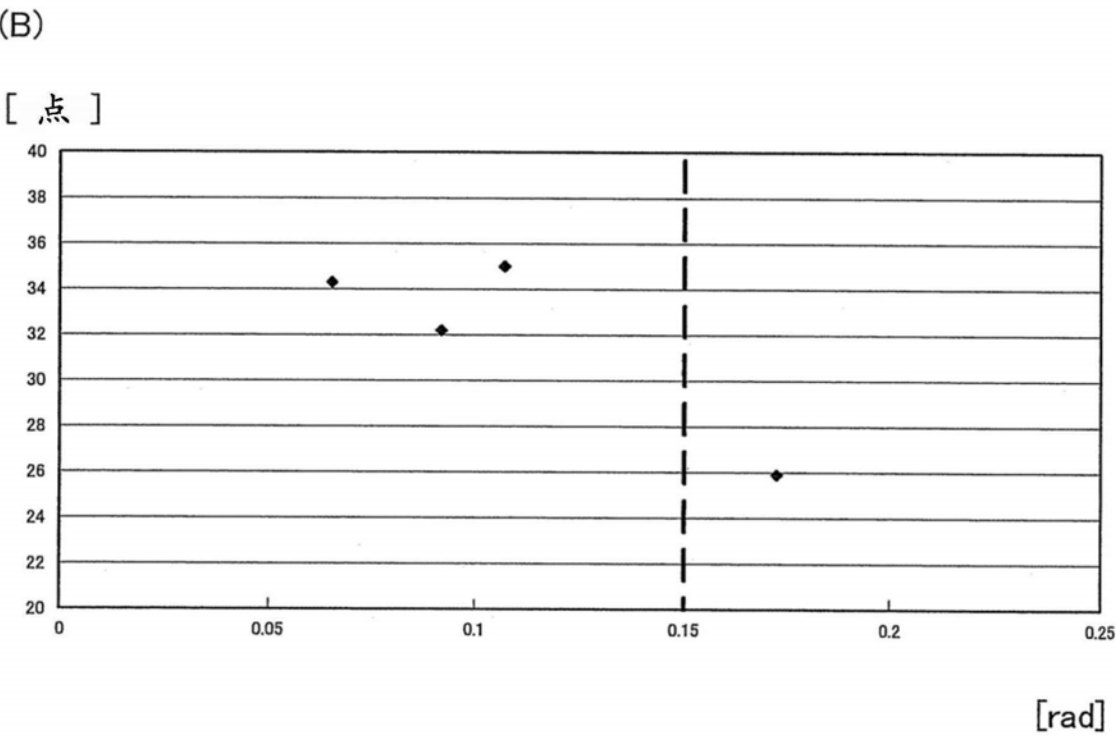
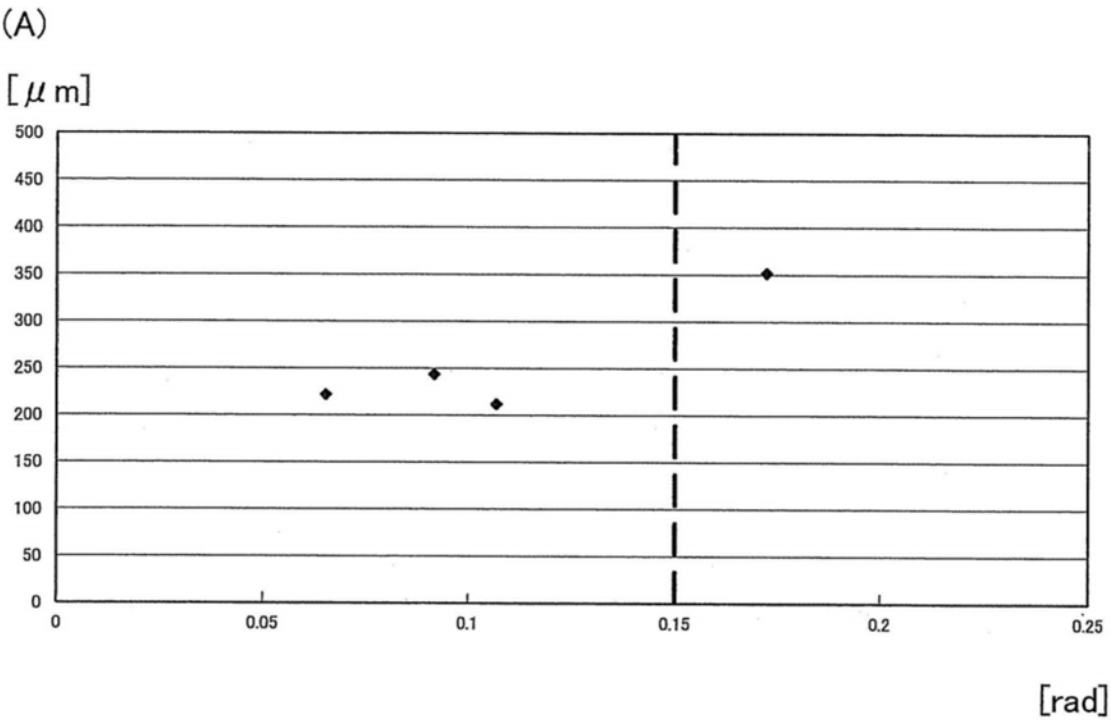


图31

提供能够降低多个种类的高次谐波所导致的抵消而得到距离分辨率优良的超声波图像的超声波探头以及超声波图像诊断装置。设定由超声波探头(2)以及发送部(12)输出的脉冲信号的驱动波形,以使从被输入至超声波探头(2)的脉冲信号和接收信号的各频率中的相位差得到的群延迟、和从由发送部(12)输出的脉冲信号的各频率中的相位差得到的群延迟的合计值的、在超声波探头(2)的-20dB的发送接收频带中包含的频带和该脉冲信号中的驱动波形的-20dB的频带重叠的频带中的最大值和最小值之差成为0.15弧度以下,其中,该接收信号是从根据该脉冲信号而输出的发送超声波的反射超声波得到的。

