



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102652435 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 02

(21) 申请号 201180004610. 3

(22) 申请日 2011. 11. 24

(30) 优先权数据

2010-262471 2010. 11. 25 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 05. 22

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2011/077040 2011. 11. 24

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/070613 JA 2012. 05. 31

(73) 专利权人 株式会社东芝

地址 日本东京都

专利权人 东芝医疗系统株式会社

(72) 发明人 芝本弘一 四方浩之 青木稔

武内俊

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 戚宏梅 杨谦

(51) Int. Cl.

H04R 1/00(2006. 01)

A61B 8/00(2006. 01)

H04R 17/00(2006. 01)

审查员 陈世元

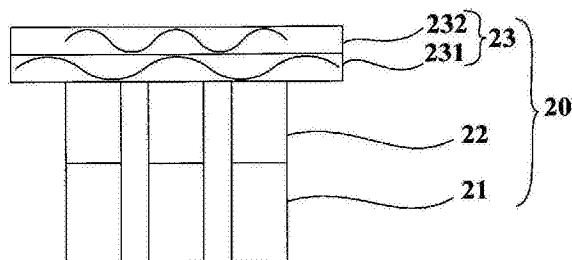
权利要求书1页 说明书6页 附图15页

(54) 发明名称

超声波探头

(57) 摘要

提供一种超声波探头,能够改善频率特性、指向特性中出现的异常频率的灵敏度恶化。本实施方式的超声波探头具有超声波振子(10)和在从超声波振子(10)放射的超声波的放射方向上重叠配置的多个声匹配层(20),多个声匹配层(20)形成为薄膜状,相邻接的纵波声阻抗大致相同而泊松比相互不同。



1. 一种超声波探头,其特征在于,具有:多个超声波振子,分割地配置;多个声匹配层,分别形成为薄膜状,在从该超声波振子放射的超声波的放射方向上重叠配置,而且跨着上述多个超声波振子之间地配置;以及超声波集束部件,和上述超声波振子将上述多个声匹配层夹在之间而配置在与上述超声波振子相反的一侧;

上述相邻接的声匹配层的纵波声阻抗大致相同,上述多个声匹配层具有相互不同的泊松比,

上述多个声匹配层中的上述泊松比较低的声匹配层配置在上述超声波振子侧,上述泊松比较高的声匹配层配置在上述超声波集束部件侧,抑制横波的影响。

2. 如权利要求 1 所述的超声波探头,其特征在于,

在上述多个声匹配层中,各声匹配层总计的厚度为波长的大致 $1/4$ 。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的超声波探头,其特征在于,

在上述多个声匹配层中,相邻接的声匹配层的厚度比率大致为 1。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的超声波探头,其特征在于,

上述多个声匹配层的泊松比在 $0.35 \sim 0.49$ 的范围内。

5. 如权利要求 4 所述的超声波探头,其特征在于,

在上述多个声匹配层中,相邻接的声匹配层的泊松比的变化量为 3% 以上。

6. 如权利要求 1 或 2 所述的超声波探头,其特征在于,

上述多个声匹配层的纵波声阻抗在 $159\text{kgm}^{-2}\text{s}^{-1} \sim 530\text{kgm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 的范围内。

7. 如权利要求 6 所述的超声波探头,其特征在于,

在上述多个声匹配层中,相邻接的声匹配层的纵波声阻抗的变化量为 20% 以内。

8. 如权利要求 1 或 2 所述的超声波探头,其特征在于,

上述多个声匹配层为聚乙烯树脂、聚氨酯树脂、聚酰亚胺树脂、环氧树脂及聚酯树脂中任意两种以上材料的组合。

超声波探头

技术领域

[0001] 本发明的实施方式涉及一种超声波探头,在超声波探头中能够使元件的指向特性提高。

背景技术

[0002] 存在一种超声波诊断装置,通过超声波扫描被检体内,基于由来自被检体内的反射波生成的接收信号,将该被检体的内部状态图像化。

[0003] 这样的超声波诊断装置从超声波探头向被检体内发送超声波,并由超声波探头接收在被检体内部由于声阻抗的不匹配而产生的反射波,而生成接收信号。超声波探头在扫描方向上阵列状地配设有多个超声波振子,该超声波振子基于发送信号进行振动而产生超声波,并接受反射波而生成接收信号(例如专利文献1)。

[0004] 参照图11说明以往的超声波探头的主要结构。具有:产生超声波的超声波振子10;声匹配层(ML:Matching Layer)20,从超声波振子10朝向生物体接触面侧,缓和超声波振子10-生物体之间的声阻抗(AI:Acoustic Impedance)的不匹配;以及声透镜30,使超声波收束的。此外,在超声波振子10的电缆侧,具有信号引出用基板(FPC:Flexible Print Circuit)40及背面部件50。

[0005] 声匹配层20以从超声波振子10朝向生物体依次降低声阻抗AI的方式设置有2~3层。各声匹配层20的厚度广泛使用波长 λ 的1/4。在此,波长 λ 是在各声匹配层20中传播的超声波的波长。一般而言,声阻抗AI较高的材料较硬、切削性良好,因此为了减少与邻接元件之间的声耦合,在对超声波振子10进行分割的同时也将声匹配层20分割,但由于声阻抗AI较低的材料切削性较差且音速较慢,因此不能够使形状比(w/t)充分小。在此, w 为宽度尺寸, t 为厚度尺寸。在 w/t 接近于1的情况下存在如下的问题点:在带域内纵波被变换成声匹配层20内的横向振动,两者的干涉成为不被希望的振动,会对超声波的收发特性产生负面影响。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开2007-319597号公报

发明内容

[0009] 发明要解决的课题

[0010] 为了不对超声波的收发特性产生负面影响,提出了将以声阻抗AI较低、切削性较差的材料为素材的声匹配层20制成薄膜状进行使用的技术(参照图12)。

[0011] 在阵列振子中,要求一个元件的指向特性(EF:Element Factor:元件特性)较大,由灵敏度、指向特性(EF)的频率引起的变化较少。在薄膜状的声匹配层20的情况下,超声波的放射方向(薄膜状的声匹配层20的厚度方向)的纵波也被变换为膜面方向的横波,并向相邻接元件传递(参照图13)。此时,在由于元件间距和薄膜的横波驻波而产生共振的频率

下产生不被希望的振动,引起灵敏度、指向特性(EF)较大地恶化的问题。

[0012] 本实施方式的目的提供一种超声波探头,能够抑制频率特性、指向特性中出现的骤降,并改善异常频率的灵敏度恶化。

[0013] 用于解决课题的手段

[0014] 为了解决上述课题,本方式的超声波探头的特征在于,具有:超声波振子;以及多个声匹配层,在从该超声波振子放射的超声波的放射方向上重叠配置,其特征在于,上述多个声匹配层形成为薄膜状,相邻接的声匹配层的纵波声阻抗大致相同,泊松比相互不同。

附图说明

[0015] 图 1 是实施方式的超声波探头的声匹配层的图。

[0016] 图 2 是模拟模型的图。

[0017] 图 3 是发送带域的图。

[0018] 图 4A 是聚乙烯 / 聚氨酯厚度比率为 100 :0 时的元件特性的图。

[0019] 图 4B 是聚乙烯 / 聚氨酯厚度比率为 0 :100 时的元件特性的图。

[0020] 图 4C 是聚乙烯 / 聚氨酯厚度比率为 50 :50 时的元件特性的图。

[0021] 图 5 是用于研究薄膜的顺序的发送带域的图。

[0022] 图 6 是用于研究薄膜的顺序的元件特性的图。

[0023] 图 7 是用于研究泊松比率的发送带域的图。

[0024] 图 8A 是聚氨酯相对于聚乙烯的泊松比之比率为 1.015 时的元件特性的图。

[0025] 图 8B 是聚氨酯相对于聚乙烯的泊松比之比率为 1.03 时的元件特性的图。

[0026] 图 8C 是聚氨酯相对于聚乙烯的泊松比之比率为 1.06 时的元件特性的图。

[0027] 图 9 是用于研究纵波声阻抗的差的发送带域的图。

[0028] 图 10A 是聚乙烯 / 聚氨酯的纵波声阻抗 AI 为 2.4/1.6 时的元件特性的图。

[0029] 图 10B 是聚乙烯 / 聚氨酯的纵波声阻抗 AI 为 2.8/1.2 时的元件特性的图。

[0030] 图 11 是以往的超声波探头的截面图。

[0031] 图 12 是提出过的超声波探头的截面图。

[0032] 图 13 是提出过的超声波探头的声匹配层的图。

具体实施方式

[0033] 接下来,基于各图对本实施方式的超声波探头进行说明。

[0034] 首先,参照图 1 及图 2 对超声波探头的结构进行说明。图 1 是实施方式的超声波探头的声匹配层的图,图 2 是模拟模型的图。

[0035] 超声波探头具有:超声波振子 10,进行超声波的收发;声匹配层(ML) 20;声透镜 30,使超声波振子 10 收发的超声波集束;信号引出用基板(FPC) 40;以及背面部件 50,配置在超声波振子 10 的背面,对向后方超声波传播进行吸收而抑制多余的振动。

[0036] 上述 ML20 用于对超声波振子 10 和声透镜 30 进行声匹配,在从超声波振子 10 照射的超声波的放射方向上重叠地配置有第一声匹配层 21、第二声匹配层 22 及第三声匹配层 23。

[0037] 超声波振子 10、第一声匹配层 21 及第二声匹配层 22 都被分割并被排列成阵列状。

[0038] 第三声匹配层 23 具有上下两层。下层侧的第三声匹配层 231 及上层侧的第三声匹配层 232 分别形成为薄膜状。以下,有时将第三声匹配层 23、下层侧的第三声匹配层 231 及上层侧的第三声匹配层 232 都称为薄膜状 ML。

[0039] 在薄膜状 ML 的情况下,使用将多层薄膜状 ML 层叠粘接为一体的结构(参照图 1)。具体地说,通过将例如聚乙烯(polyethylene)和聚氨酯(polyurethane)那样的纵波声阻抗 AI 几乎一致且泊松比(σ)不同的材料进行粘接层叠而构成。整体的厚度维持 $\lambda/4$ 。声匹配的作用得以保持,并且使产生与邻接元件之间干涉的驻波的频率偏移,抑制了作为不被希望的振动的原因的共振。另外,在与超声波振子 10 的表面正交的方向上产生超声波的纵波,并且在相对于该方向正交的方向上产生横波。一般而言,在声阻抗对收发特性产生的影响中,需要考虑纵波声阻抗 AI 及横波声阻抗 AI,但在薄膜状 ML 的情况下,横波声阻抗 AI 对收发特性产生的影响比纵波声阻抗 AI 对收发特性产生的影响小,因此仅考虑纵波声阻抗 AI 来选出薄膜状 ML 的材料等。

[0040] [模拟]

[0041] 通过基于有限元分析的声模拟,对该超声波探头的效果进行了确认。图 2 表示使用了声模拟使用的模型。在模拟中,假定中心频率为 5MHz、元件间距为 0.12mm 的扇形阵列振子,设成了仅有超声波振子 10、声匹配层 20、声透镜 30、FPC40 及背面部件 50 的简单模型。

[0042] 作为层叠的薄膜状 ML,设成纵波声阻抗 AI 大约为 2.0 的聚乙烯(泊松比为 0.435)和聚氨酯(泊松比为 0.486),在超声波振子 10 侧配置泊松比较小的聚乙烯、在声透镜 30 侧配置泊松比较大的聚氨酯。另外,作为层叠的薄膜状 ML,也可以使用泊松比为 0.35~0.49、纵波声阻抗 AI 为 1.5 [Mrayl]~5.0 [Mrayl] 的材料。在此,1.0 [Mrayl] 相当于 $106 [\text{kgm}^2\text{s}^{-1}]$ 。

[0043] 层叠的薄膜状 ML 的厚度与以往提出过的薄膜状的声匹配层 20 的厚度同样地设为由频率(5MHz)规定的波长 λ 的大致 1/4。在该阵列振子的模型中,仅中央的 1 个元件由脉冲波形驱动,对超声波传播的过程和元件动作进行了模拟。

[0044] [模拟的结果]

[0045] 参照图 3~图 6 说明模拟的结果。图 3 是表示根据声透镜 30 前端处的声压的时间波形计算出的频率特性的图,图 4 是表示驱动元件的指向特性(EF),并对接收信号的增益 0~-30dB 进行了等值线显示(contour displaying)的图,图 5 是用于研究薄膜的顺序的发送带域的图,图 6 是表示用于研究薄膜的顺序的元件特性,并对接收信号的增益 0~-30dB 进行了等值线显示的图。

[0046] 在图 3 中,横轴为频带 1~10 [MHz],纵轴为接收信号的增益 [dB]。在图 3 中, m100/u0 :表示薄膜状 ML 仅为聚乙烯, m0/u100 :表示薄膜状 ML 仅为聚氨酯, m50/u50 :表示薄膜状 ML 的聚乙烯/聚氨酯厚度比率为 50:50。

[0047] 在图 4A、图 4B 及图 4C 中示出了 m100/u0、m0/u100 及 m50/u50 的各结果。在图 4A~图 4C 中,横轴为扫描角度 $-90^\circ \sim 90^\circ$ [deg],纵轴为频带 0~10000 [kHz]。

[0048] 根据该结果,在薄膜状 ML 仅为聚乙烯或者聚氨酯这样的单一材料的情况下,存在灵敏度异常低的频率(例如 3.8MHz、5.5MHz 附近)(在图 4A、图 4B 中由 $\rightarrow$ 表示)。换言之,可知频率特性存在骤降(dip)。

[0049] 与此相对,在将薄膜状 ML 层叠的情况下,可知该影响被缓和。例如在 m50/u50 时,频率特性、指向特性(EF)中出现的骤降被抑制,可知异常的频率的灵敏度恶化被改善(参照图 4C)。

[0050] 另外,在将层叠的薄膜状 ML 形成为配置顺序颠倒的结构、即在超声波振子 10 侧配置泊松比较大的聚氨酯、在声透镜 30 侧配置泊松比较小的聚乙烯的情况下,根据频率特性(参照图 5)、指向特性(EF)(参照图 6)的模拟结果,可知上述骤降未被缓和,而不能得到期待的效果。根据以上的结果,层叠的薄膜状 ML,需要在超声波振子 10 侧配置泊松比较小的材料、在声透镜 30 侧配置泊松比较大的材料。

[0051] [模拟的实施例]

[0052] [实施例 1]

[0053] 接下来,说明实施例 1。在超声波振子 10 的声放射面侧存在包含有薄膜状 ML 的多个声匹配层 20、声透镜 30,在背面侧存在 FPC40、背面部件 50。作为薄膜状 ML,使用纵波声阻抗 AI 较低的材料,具体地说使用从聚乙烯树脂、聚氨酯树脂、聚酰亚胺树脂、环氧树脂及聚酯树脂等中选出的两种树脂的组合。

[0054] 下面示出用于实现本实施方式的超声波探头制造方法的例子。在此,将扇形阵列探测器作为代表性的实施方式。

[0055] 首先,将超声波振子 10 和除薄膜状 ML 以外的声匹配层 20 层叠,并与 FPC40 及背面部件 50 接合。接合一般是使用了环氧类粘接剂等的粘接接合。通过上述方式,从声放射面侧起制作除薄膜状 ML 以外的声匹配层 20、超声波振子 10、FPC40 及背面部件 50 的层叠构造。在对该层叠构造从声匹配层 20 侧通过切割(dicing)进行了元件阵列化之后,对薄膜状 ML 进行粘接层叠。所层叠的薄膜状 ML 为纵波声阻抗 AI 大致相同、并且泊松比不同的材料,在超声波振子 10 侧配置泊松比较小的材料(例如上述聚乙烯),在声透镜 30 侧配置泊松比较大的材料(例如上述聚氨酯)。

[0056] 上下两层的薄膜状 ML 的总厚度为向薄膜状 ML 传播的超声波的波长 λ 的 $1/4$,聚乙烯和聚氨酯的厚度比率均匀(大致为 1)。另外,上下两层的薄膜状 ML 也可以预先进行粘接层叠之后再与元件粘接层叠,也可以一层一层依次粘接层叠在元件上。最后接合声透镜 30 而完成为超声波探头。

[0057] [实施例 2]

[0058] 接着,参照图 7 及图 8 说明实施例 2。图 7 是用于研究泊松比率的发送带域的图,图 8 是用于研究泊松比率的元件特性的图。图 7 示出了发送特性,横轴为频带 $1 \sim 10$ [MHz],纵轴为接收信号的增益[dB]。图 8 示出了指向特性(EF),对接收信号的增益 $0 \sim -30$ dB 进行了等值线显示,横轴为扫描角度 $-90^\circ \sim 90^\circ$ [deg],纵轴为频带 $0 \sim 10000$ [kHz]。

[0059] 基本结构与实施例 1 同样。在实施例 1 中,将聚乙烯($\sigma 0.435$)和聚氨酯($\sigma 0.486$)层叠而构成为薄膜状 ML,但在泊松比的差异更小的材料的组合中也能够得到所期待的效果。

[0060] 在此,在纵波声阻抗 AI 均大约为 2.0、相对于聚乙烯($\sigma 0.435$)使聚氨酯的泊松比 σ 变化的情况下进行了模拟(泊松比的比率为 1.0(图 4A、图 4B 所示的实施例 1)、1.015、1.03、1.06、1.117(图 4C 所示的实施例 1))(参照图 7)。

[0061] 若与薄膜状 ML 为单一材料时的结果(参照图 4、图 5)相比,在泊松比的比率为 1.03

以上时特性的骤降被缓和(参照图 8B、图 8C)。但是,在泊松比的比率为 1.015 的情况下,层叠的薄膜状 ML 的泊松比的差异较小,因此可知驻波的抑制效果极小(特别是 5.5MHz 的骤降几乎无变化)(参照图 8A)。根据该结果,优选层叠的薄膜状 ML 由泊松比的变化量为 3% 以上的材料构成。

[0062] (实施例 3)

[0063] 接下来,参照图 9 及图 10 说明实施例 3。图 9 是用于研究纵波声阻抗 AI 的差的发送带域的图,图 10 是用于研究纵波声阻抗 AI 的差的元件特性的图。图 9 示出了发送特性,横轴为频带 1 ~ 10 [MHz],纵轴为接收信号的增益 [dB]。图 10 示出了指向特性(EF),对接收信号的增益 0 ~ -30dB 进行等值线显示,横轴为扫描角度 -90° ~ 90° [deg],纵轴为频带 0 ~ 10000 [kHz]。

[0064] 基本结构与实施例 1 同样。薄膜状 ML 虽然为了声匹配的目的而优选具有大体相同的纵波声阻抗 AI,但以稍许程度进行了变更时影响也较小,因此能够得到期待的效果。在此,在使聚乙烯 / 聚氨酯的纵波声阻抗 AI 变化的情况下进行了模拟(2.0/2.0 (实施例 1)、2.4/1.6、2.8/1.2) (参照图 9)。

[0065] 在 2.8/1.2 的情况下,可知成为与在纵波声阻抗 AI 为 2.0 [Mrayl] 时的结果(实施例 1)不同的特性,并且,由于在指向特性(EF)中产生骤降(例如 3.7MHz、4.8MHz 附近)而未作为薄膜状 ML 适当地发挥作用(图 10B 中由→表示)。根据该结果,优选层叠的薄膜状 ML 由纵波声阻抗 AI 的变化量为 20% 以内的材料构成(参照图 10A)。该 20% 以内相当于相对于纵波声阻抗 AI 为 2.0 在 2.4/1.6 (1.6 ~ 2.4) 的范围内。另外,在层叠的薄膜状 ML 中,在不需要使纵波声阻抗 AI 变化时,进一步优选纵波声阻抗 AI 的变化量为 0%。

[0066] 如以上说明的那样,根据本实施方式,使产生薄膜状 ML 与相邻接元件之间干涉的驻波的频率偏移,抑制了共振。因此,在灵敏度、指向特性(EF)中,异常频率的恶化减少。关于纵波,由于声阻抗 AI 大致相同,因此整体作为厚度为 $\lambda/4$ 的薄膜状 ML 起作用。结果,能够在维持声匹配的同时提高超声波探头的性能。

[0067] 在上述实施方式中将薄膜状 ML 设成了双层构造,但也可以为 3 层以上的构造。在该情况下,也能够设定各薄膜状 ML 的泊松比、厚度及纵波阻抗,实施与上述同样的模拟,根据其结果来决定泊松比等。

[0068] 对本发明的几个实施方式进行了说明,但这些实施方式作为例子提示,不意图限定发明的范围。这些新的实施方式,能够以其它各种方式实施,在不脱离发明宗旨的范围内,能够进行各种省略、置换、变更。这些实施方式及其变形也包含于发明的范围及宗旨内,并且包含于权利要求书所记载的发明及其等同范围内。

[0069] 附图标记说明

- | | | |
|--------|-----------------------|-----------|
| [0070] | 10 超声波振子 | 20 声匹配层 |
| [0071] | 21 第一声匹配层 | 22 第二声匹配层 |
| [0072] | 23 第三声匹配层(薄膜状 ML) | |
| [0073] | 231 下层侧第三声匹配层(薄膜状 ML) | |
| [0074] | 232 上层侧第三声匹配层(薄膜状 ML) | |
| [0075] | 30 声透镜 | |
| [0076] | 40 信号引出用基板(FPC) | |

[0077] 50 背面部件

[0078] 60 水

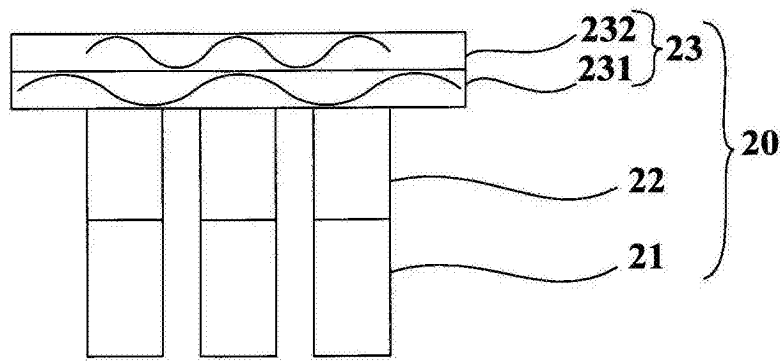


图 1

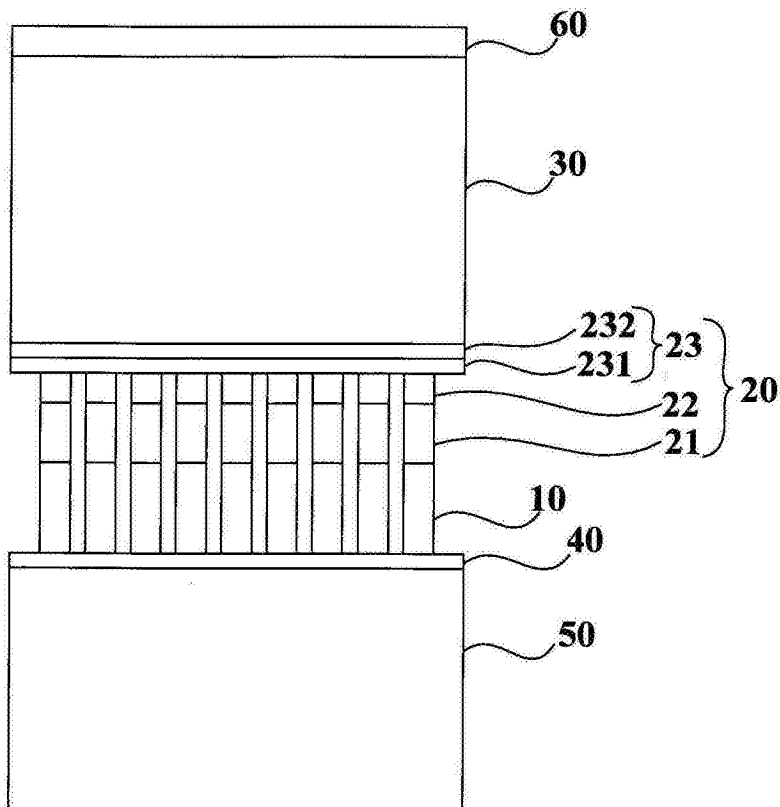


图 2

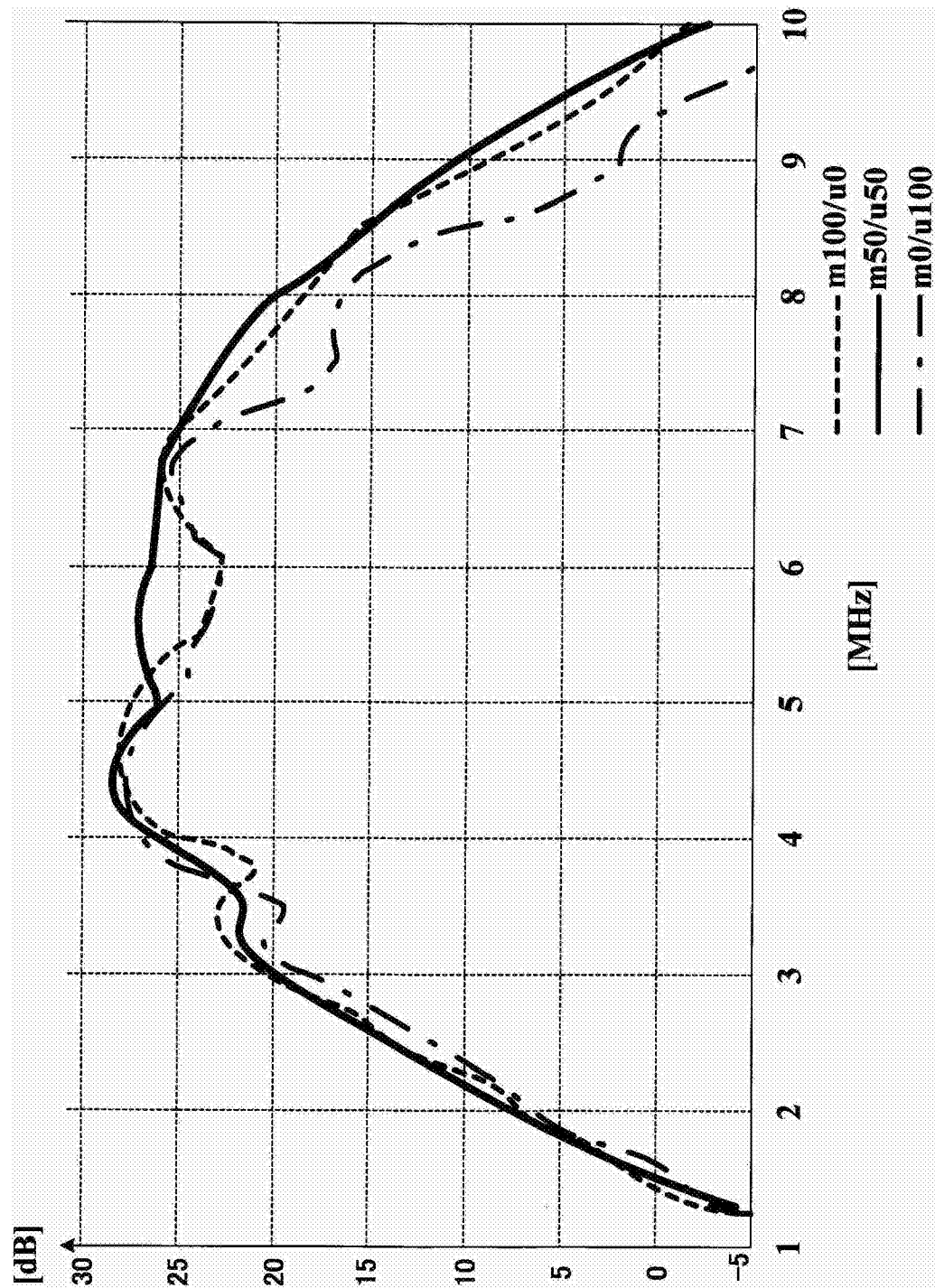


图 3

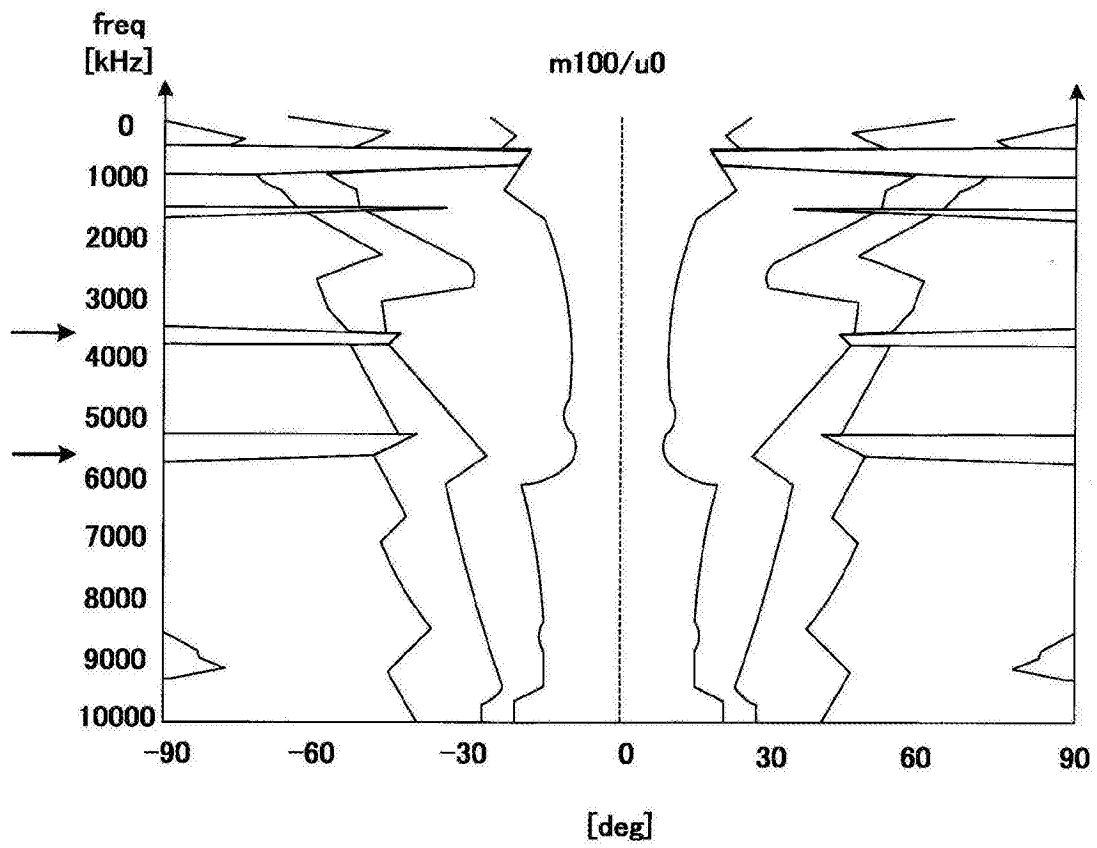


图 4A

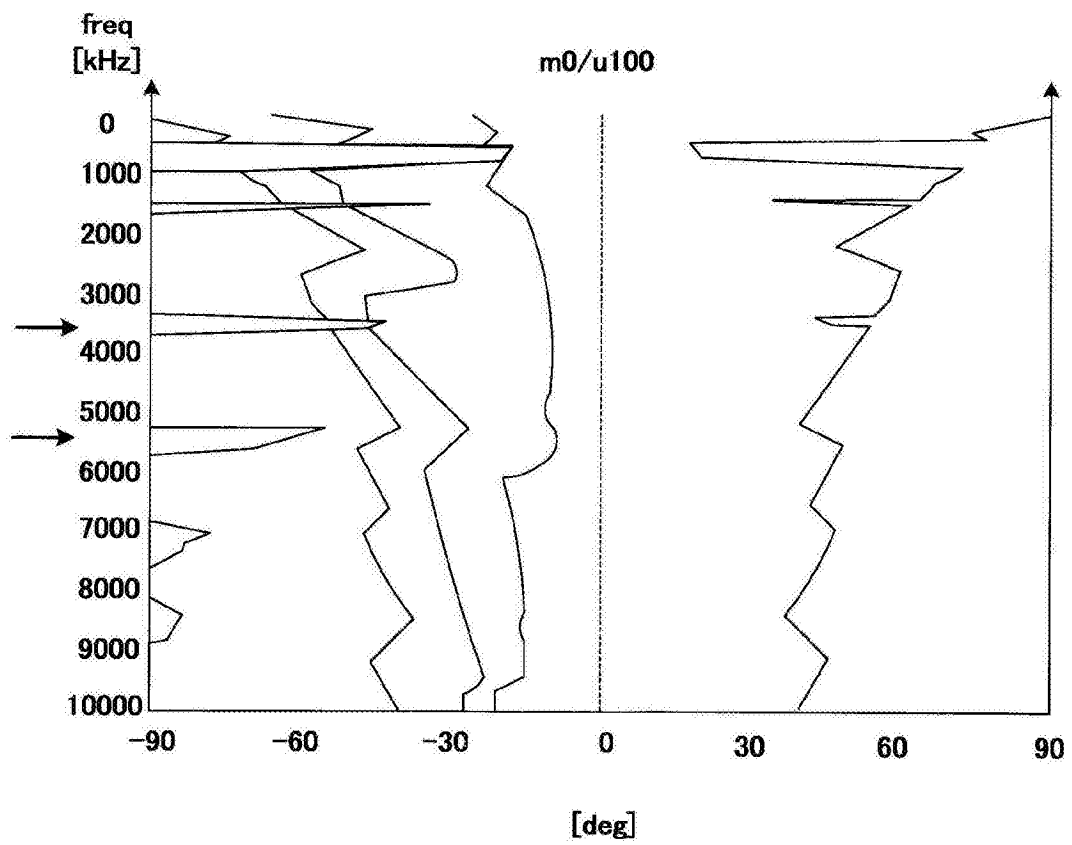


图 4B

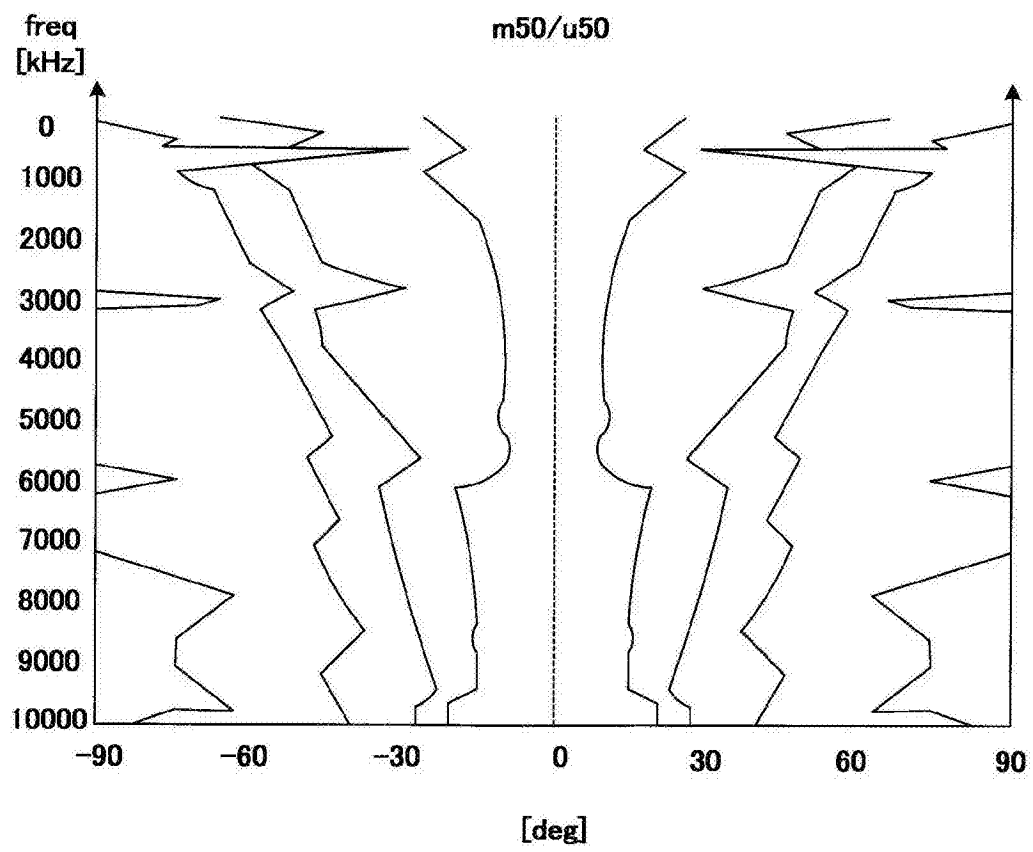


图 4C

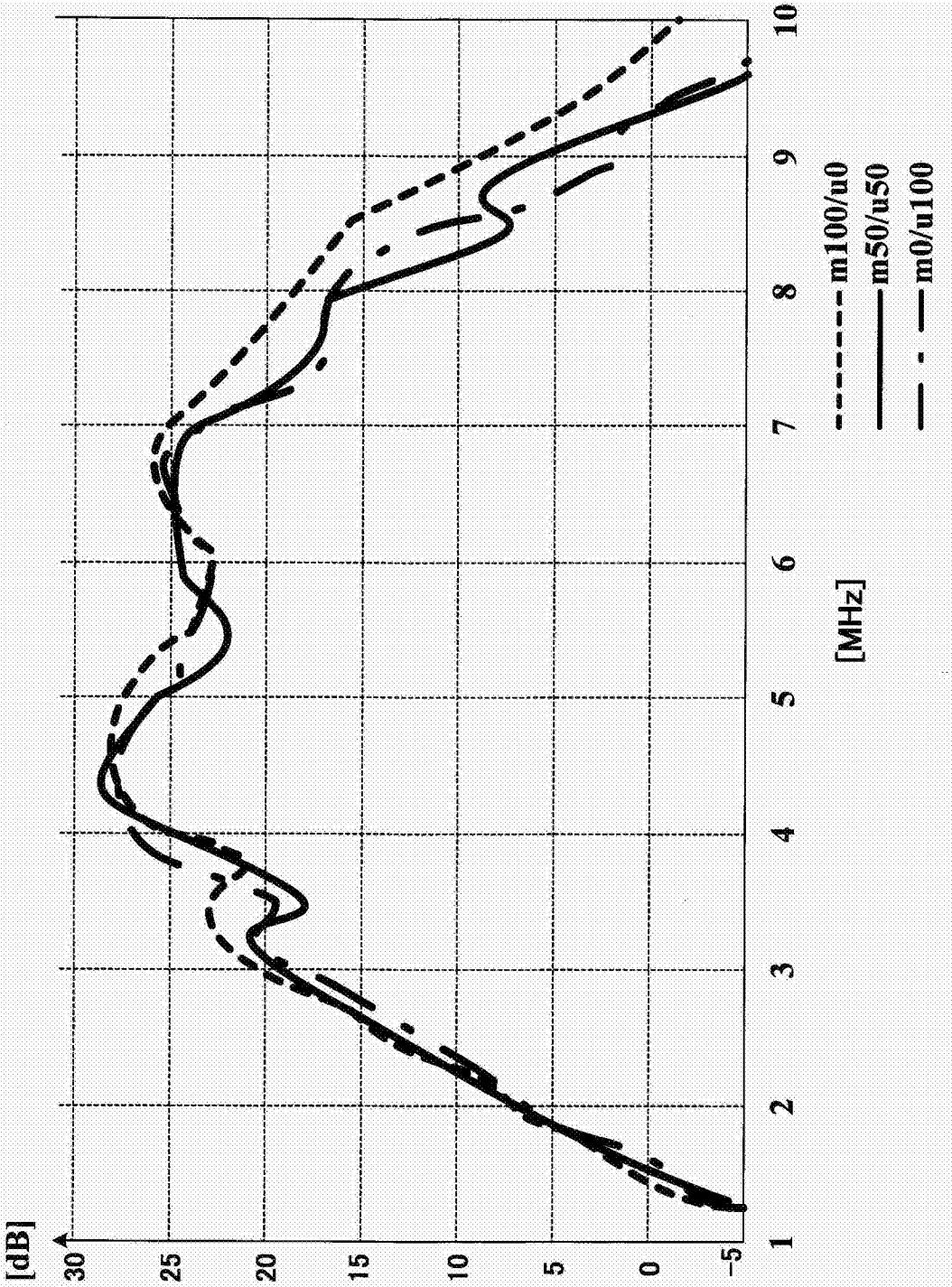


图 5

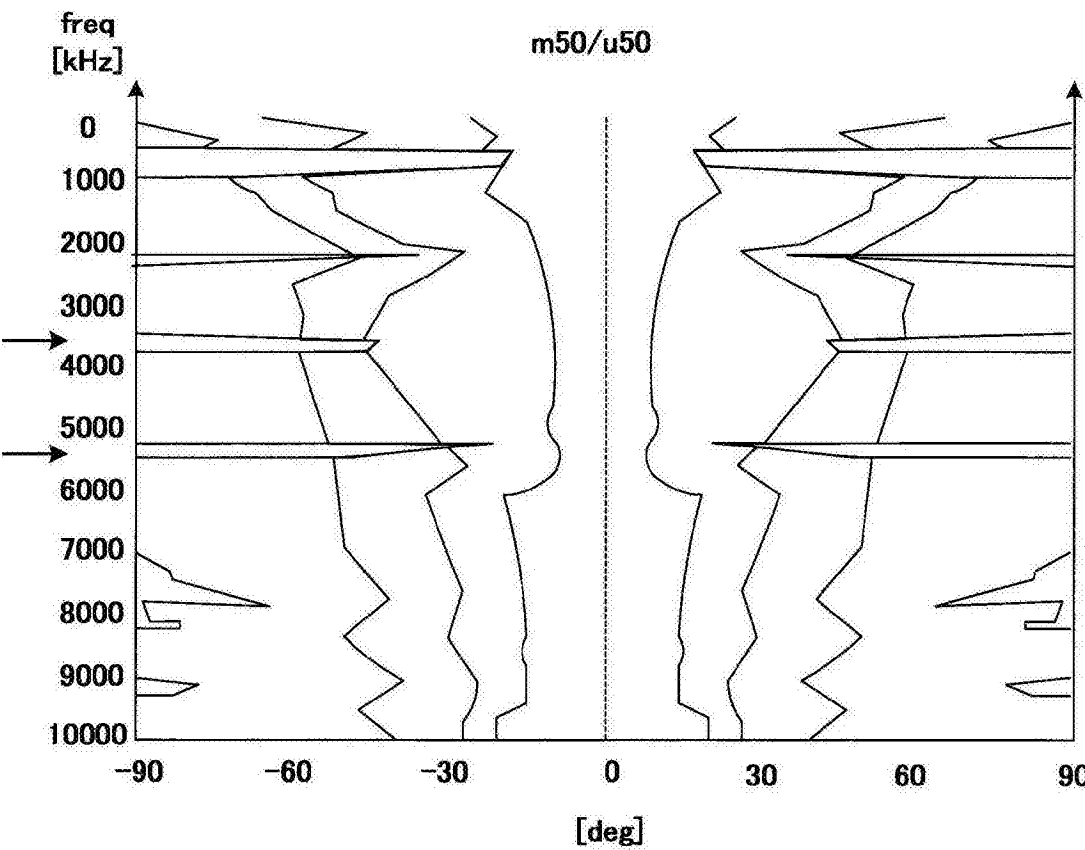


图 6

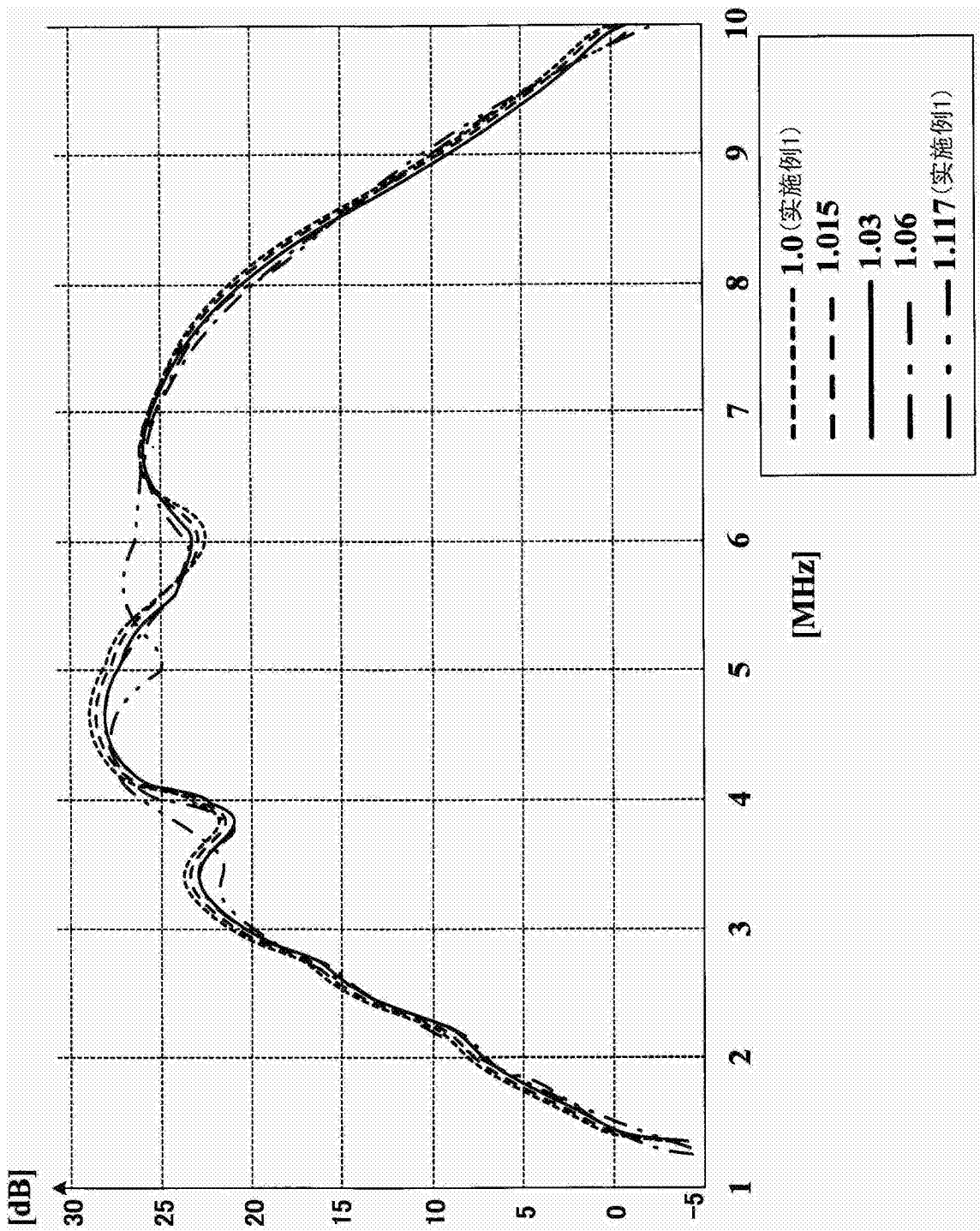


图 7

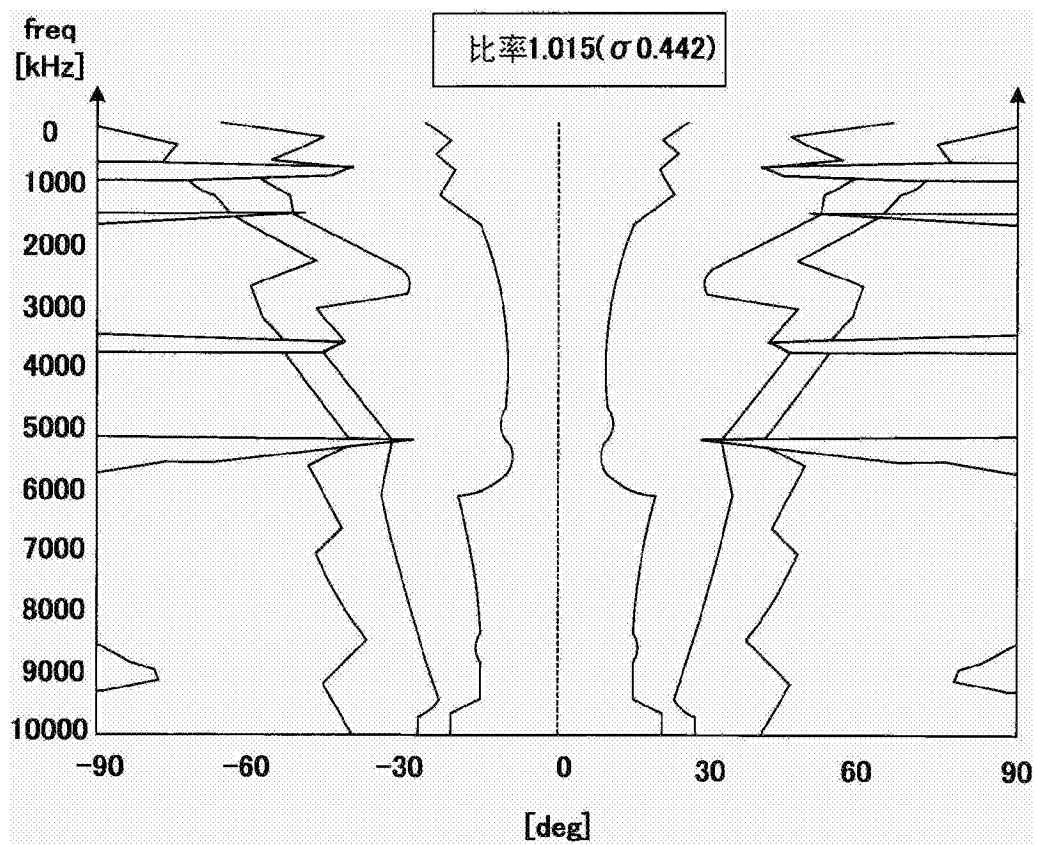


图 8A

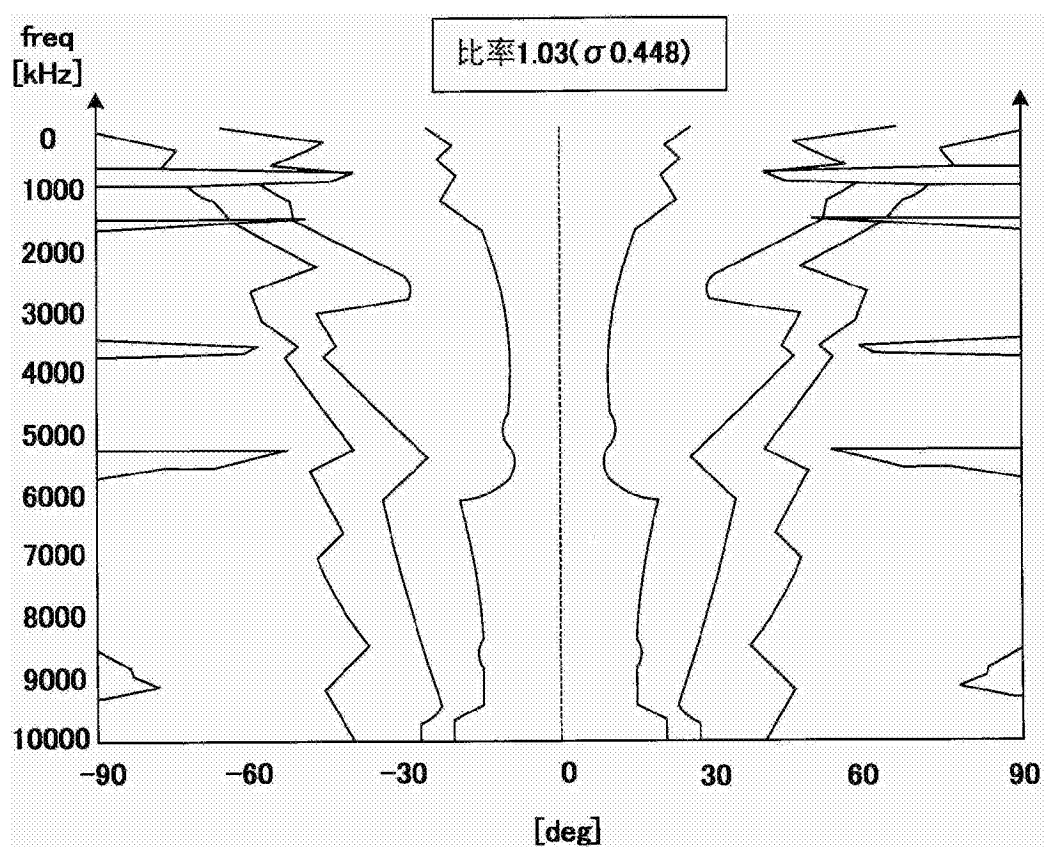


图 8B

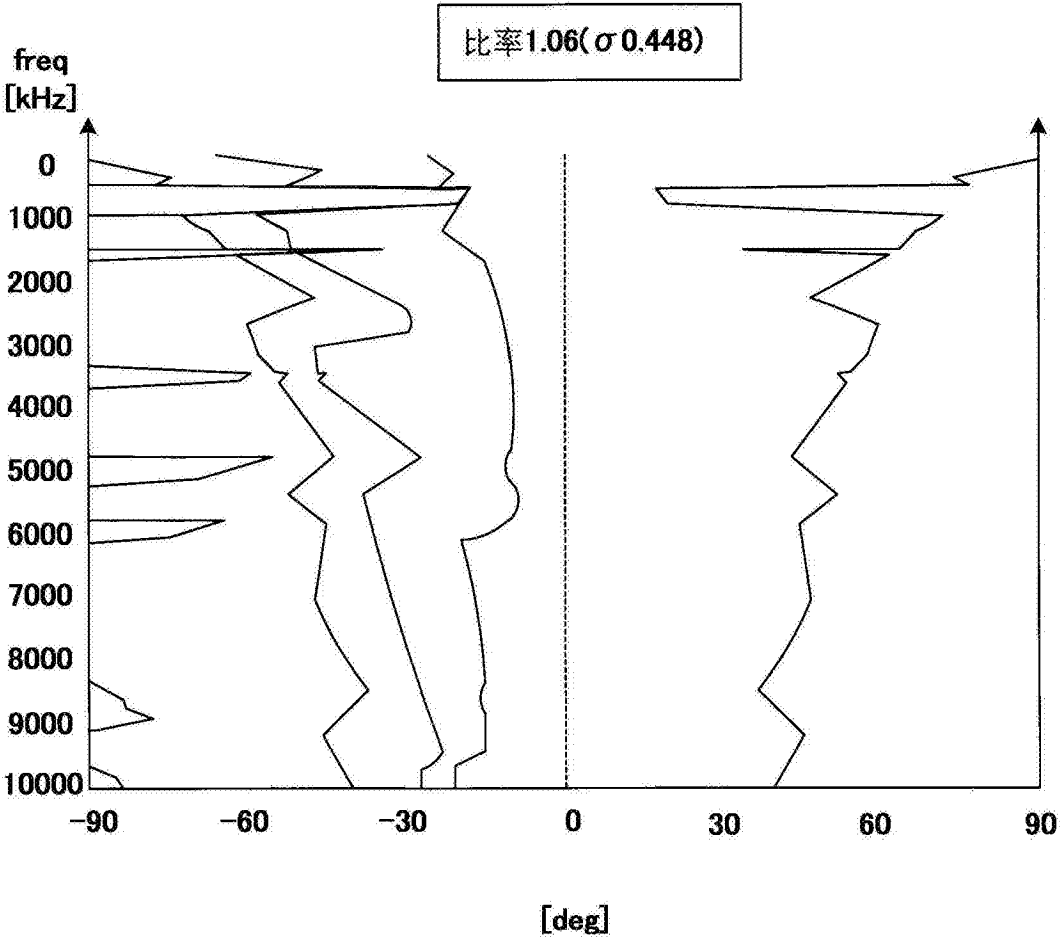


图 8C

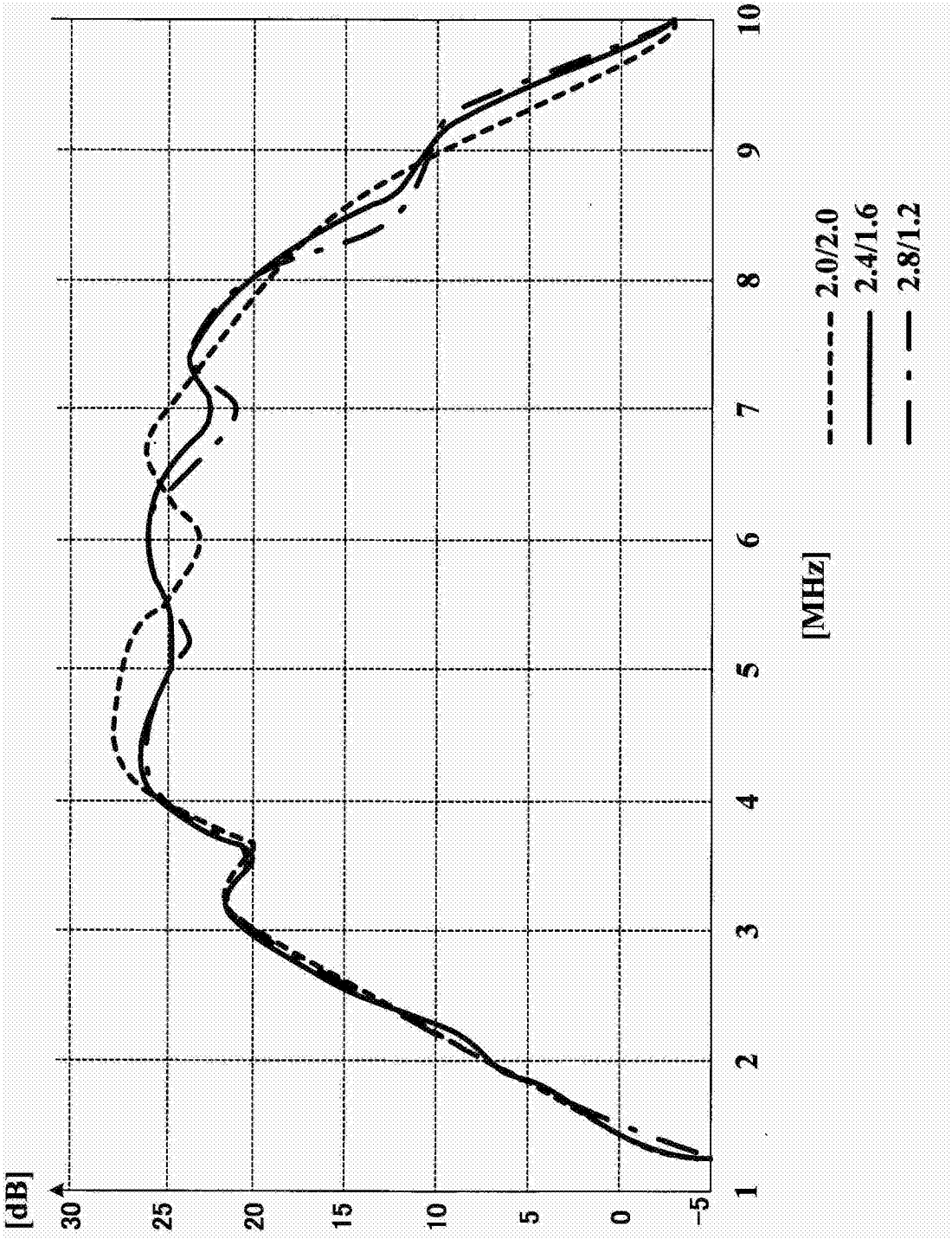


图 9

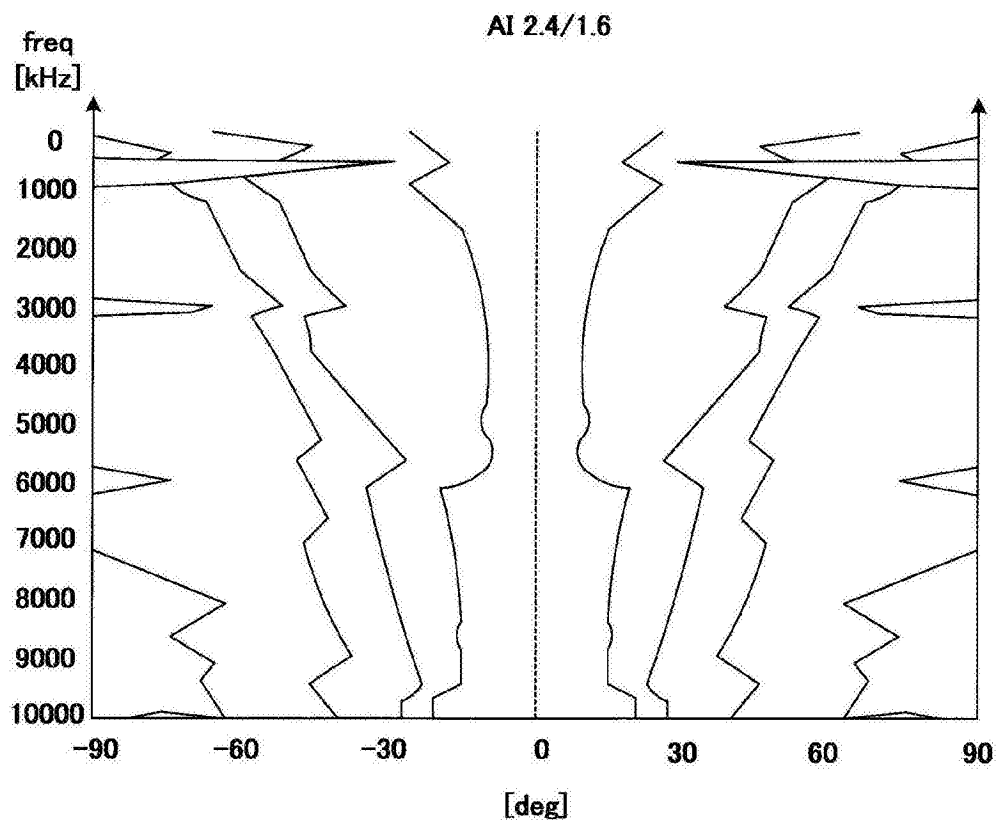


图 10A

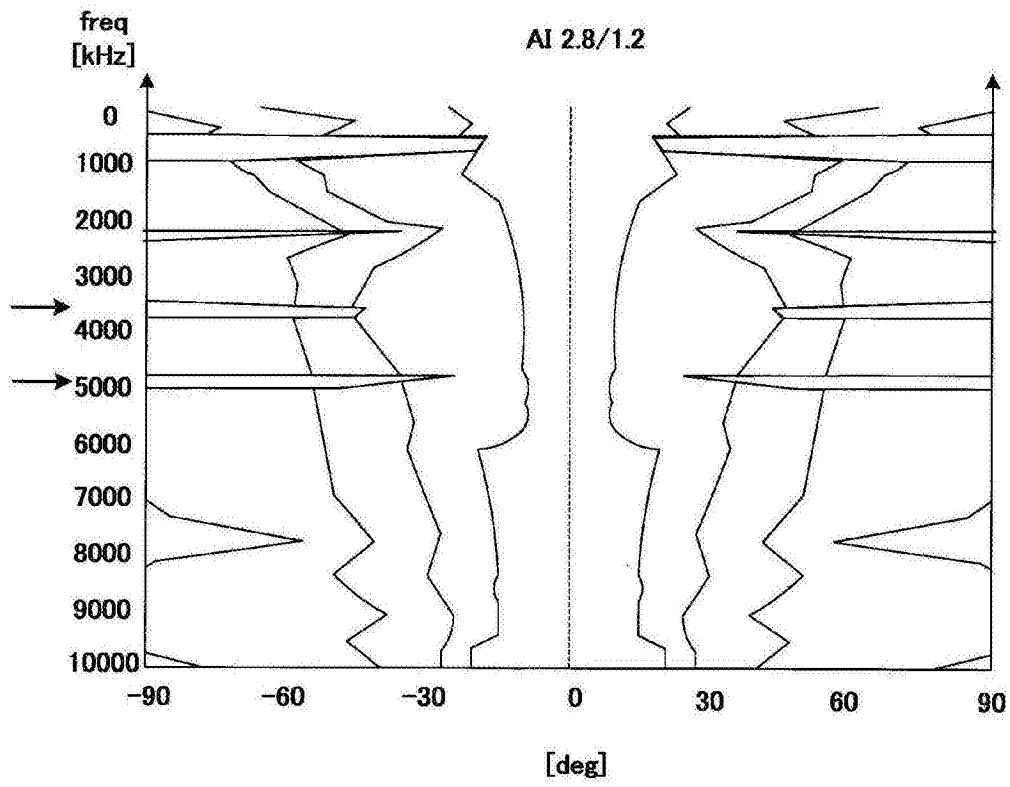


图 10B

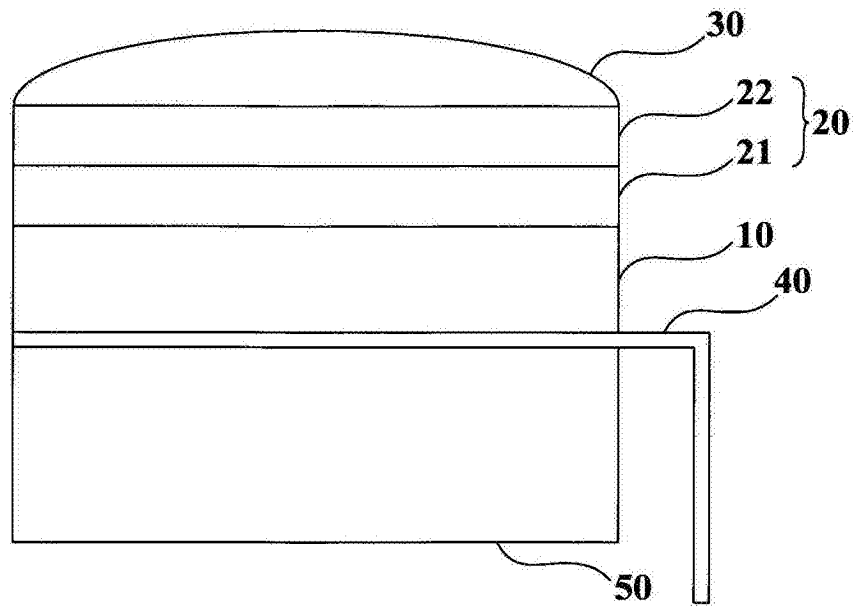


图 11

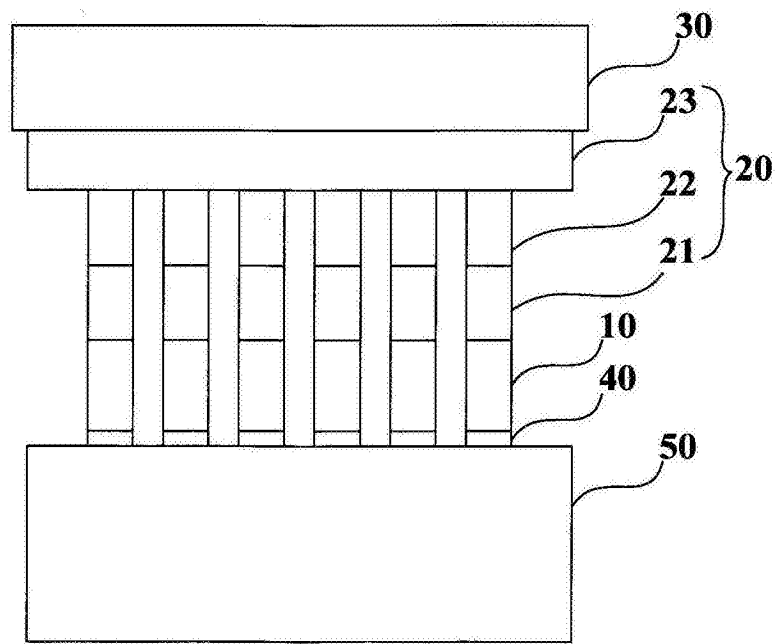


图 12

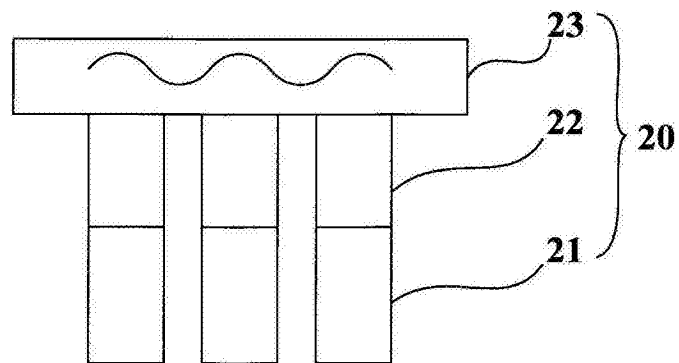


图 13

专利名称(译)	超声波探头		
公开(公告)号	CN102652435B	公开(公告)日	2015-12-02
申请号	CN201180004610.3	申请日	2011-11-24
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝 东芝医疗系统株式会社		
申请(专利权)人(译)	株式会社东芝 东芝医疗系统株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社东芝 东芝医疗系统株式会社		
[标]发明人	芝本弘一 四方浩之 青木稔 武内俊		
发明人	芝本弘一 四方浩之 青木稔 武内俊		
IPC分类号	H04R1/00 A61B8/00 H04R17/00		
CPC分类号	A61B8/00 G10K11/02 H04R1/20		
代理人(译)	杨谦		
审查员(译)	陈世元		
优先权	2010262471 2010-11-25 JP		
其他公开文献	CN102652435A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

提供一种超声波探头，能够改善频率特性、指向特性中出现的异常频率的灵敏度恶化。本实施方式的超声波探头具有超声波振子（10）和在从超声波振子（10）放射的超声波的放射方向上重叠配置的多个声匹配层（20），多个声匹配层（20）形成为薄膜状，相邻接的纵波声阻抗大致相同而泊松比相互不同。

