



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103402437 A

(43) 申请公布日 2013. 11. 20

(21) 申请号 201280011066. X

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 11. 01

A61B 8/00 (2006. 01)

(30) 优先权数据

G01N 29/24 (2006. 01)

2011-240940 2011. 11. 02 JP

H04R 17/00 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 08. 30

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2012/007017 2012. 11. 01

(87) PCT申请的公布数据

W02013/065310 JA 2013. 05. 10

(71) 申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 西垣森绪

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 李逸雪

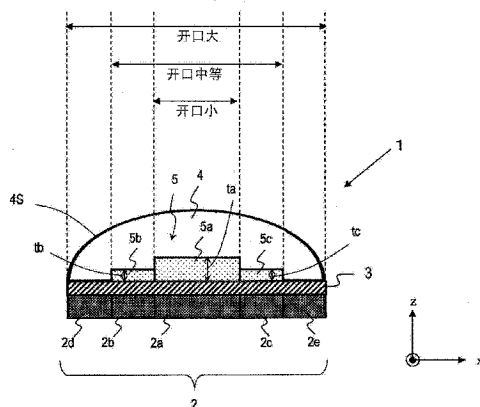
权利要求书2页 说明书11页 附图10页

(54) 发明名称

超声波探测器

(57) 摘要

本申请公开的超声波探测器具备：振子阵列，其具有排列在第1方向上且进行电脉冲与超声波的相互转换的多个振子；声透镜，其在与所述第1方向及所述超声波的发送方向平行的剖面中，在所述发送方向上具有凸状的表面，使从所述多个振子发送的超声波会聚；和至少2个声音调整层，由声速不同于所述声透镜的材料构成，且分别配置在排列于所述第1方向上的多个振子中的至少2个振子与所述声透镜之间，所述至少2个声音调整层的所述材料及所述发送方向上的厚度中的至少一方互不相同。



1. 一种超声波探测器,具备:

振子阵列,其具有排列在第1方向上且进行电脉冲与超声波的相互转换的多个振子;
声透镜,其在与所述第1方向及所述超声波的发送方向平行的剖面中,在所述发送方向上具有凸状的表面,使从所述多个振子发送的超声波会聚;和

至少2个声音调整层,由声速不同于所述声透镜的材料构成,且分别配置在排列于所述第1方向上的多个振子中的至少2个振子与所述声透镜之间,所述至少2个声音调整层的所述材料及所述发送方向上的厚度中的至少一方互不相同。

2. 一种超声波探测器,具备:

振子阵列,其具有排列在第1方向上且进行电脉冲与超声波的相互转换的多个振子;
声透镜,其在与所述第1方向及所述超声波的发送方向平行的剖面中,在所述发送方向上具有凸状的表面,使从所述多个振子发送的超声波会聚;和

声音调整层,其由声速不同于所述声透镜的材料构成,且分别配置在排列于所述第1方向上的多个振子中的几个振子与所述声透镜之间。

3. 根据权利要求1或2所述的超声波探测器,其中,

在所述振子阵列中,所述多个振子二维地排列在所述第1方向及不同于所述第1方向的第2方向上。

4. 根据权利要求1所述的超声波探测器,其中,

所述声音调整层由声速比所述声透镜快的材料构成,
越是与在所述第1方向上位于所述振子阵列的中心的振子对应的所述声音调整层,所述厚度就越大。

5. 根据权利要求4所述的超声波探测器,其中,

所述至少2个声音调整层包括:

与在所述第1方向上位于所述振子阵列的中心的振子对应的第1声音调整层;和
在所述第1方向上与所述第1声音调整层相邻的第2声音调整层,
所述第1声音调整层的厚度大于所述第2声音调整层的厚度。

6. 根据权利要求1所述的超声波探测器,其中,

所述声音调整层由声速比所述声透镜慢的材料构成,
越是与在所述第1方向上位于所述振子阵列的中心的振子对应的所述声音调整层,所述厚度就越小。

7. 根据权利要求6所述的超声波探测器,其中,

所述至少2个声音调整层包括:

与在所述第1方向上位于所述振子阵列的中心的振子对应的第1声音调整层;和
在所述第1方向上与所述第1声音调整层相邻的第2声音调整层,
所述第1声音调整层的厚度小于所述第2声音调整层的厚度。

8. 根据权利要求1所述的超声波探测器,其中,

所述声音调整层由声速比所述声透镜快的材料构成,
越是与在所述第1方向上位于所述振子阵列的中心的振子对应的所述声音调整层,构成该声音调整层的材料的声速就越快。

9. 根据权利要求1所述的超声波探测器,其中,

所述声音调整层由声速比所述声透镜慢的材料构成，

越是与在所述第 1 方向上位于远离所述振子阵列的中心的位置处的振子对应的所述声音调整层，构成该声音调整层的材料的声速就越慢。

10. 根据权利要求 1 至 9 的任一项所述的超声波探测器，其中，

所述声音调整层由具有与所述声透镜的声阻抗值相同或近似的声阻抗的材料构成。

11. 根据权利要求 1 至 10 的任一项所述的超声波探测器，其中，

所述声透镜包括：

第 1 声透镜部，其在与所述第 1 方向及所述发送方向平行的剖面中具有第 1 曲率的表面形状；和

第 2 声透镜部，其在所述发送方向上配置于所述第 1 声透镜上，且具有第 2 曲率的表面形状。

12. 根据权利要求 11 所述的超声波探测器，其中，

所述第 2 曲率大于所述第 1 曲率。

13. 根据权利要求 11 或 12 所述的超声波探测器，其中，

所述第 1 声透镜部及所述第 2 声透镜部由同一材料构成。

超声波探测器

技术领域

[0001] 本申请涉及用于医疗用超声波诊断装置中的超声波探测器。

背景技术

[0002] 如图 11 所示, 超声波诊断装置 100 具备超声波探测器 101、电缆 102 及装置主体 103。超声波探测器 101 经由电缆 102 而与装置主体 103 的电路连接, 进行超声波和电信号的相互转换。装置主体 103 进行: 经由电缆 102 输出驱动超声波探测器 101 的高电压发送脉冲的发送处理; 对通过超声波探测器 101 接收超声波而生成的接收信号进行放大后形成接收波束的接收处理; 和接收信号的亮度调制或来自接收信号的血流信息检测等信号处理, 生成基于这些信号处理的图像信号。

[0003] 图 12 示意性地表示超声波探测器 101 的内部结构。超声波探测器 101 一般具备在一个方向上排列了多个振子 105 的振子阵列 104。振子阵列 104 的每个振子 105 分别连接信号线, 将这些信号线统称为电缆 102。

[0004] 在装置主体 103 中, 通过控制施加给该振子阵列 104 的多个振子 105 的发送脉冲的定时, 能够将从超声波探测器 101 发出的超声波的发送波束设置成期望的形状。另一方面, 使从这些多个振子 105 中得到的接收信号延迟, 相加后能够形成期望的接收波束。由此, 能够形成自由度高的波束。例如, 通过使发送波束及接收波束成形得较细, 来提高方位方向的分辨率 (以下还称为方向性), 由此提高超声波图像的画质。

[0005] 一般, 振子 105 的排列方向 (以后称为长轴方向) 上的发送波束是通过上述的方法形成的。另一方面, 与振子 105 的排列方向及作为收发超声波的方向的深度方向正交的方向 (以后称为短轴方向) 上的发送波束是通过声透镜形成的。

[0006] 利用图 13 说明短轴方向上的波束形成。图 13 表示超声波探测器 101 的短轴方向上的剖面 (以后称为短轴剖面)。振子 105 表示图 12 所示的振子阵列 104 中的 1 个振子。如图 13 所示, 在振子 105 的下表面, 设有抑制振子 105 的振动的衬垫部件 106。在振子 105 的上表面, 设有用于缓和振子 105 和被检测体 (未图示) 的阻抗差异的声音匹配层 107。在声音匹配层 107 的上表面, 设有声透镜 108。例如, 在针对生物体使用了声速较慢的材料的声透镜 108 的情况下, 如图 13 所示, 使声透镜 108 的形状沿着短轴方向在超声波的发送方向上具有凸形状的表面, 从而能够将短轴方向上的发送波束形成得较细。

[0007] 通常, 发送波束会在某一位置的深度聚焦得较细。此时, 在比聚焦波束的位置更浅的位置或更深的位置, 波束扩张, 会使方位分辨率恶化。

[0008] 如以上所述, 长轴方向上的发送波束的成形可通过控制驱动振子阵列 104 的发送脉冲的定时来改变聚焦的深度位置。因此, 在长轴方向上, 在深度方向的较宽的范围内能够设定发送波束变细的位置。

[0009] 相对于此, 短轴方向上的发送波束的成形是通过声透镜 108 进行的。因此, 只能由声透镜 108 的形状确定的深度位置上使发送波束聚焦, 在其他深度位置上很难使发送波束聚焦。

[0010] 为了解决该问题,在短轴方向上也配置多个振子,控制要驱动发送脉冲的定时,从而在长轴方向及短轴方向上实现能够改变超声波聚焦的深度位置的二维振子阵列。但是,使用了二维振子阵列的超声波探测器 101 所需的振子 105 的数量非常多。因此,与各振子 105 连接的信号线的数量也变多,因此电缆 102 变粗,产生了很难实用化的新问题。此外,由于以二维方式形成发送波束,因此电路的规模也会变大。

[0011] 专利文献 1 公开了可以解决这些问题的超声波探测器。如图 14 所示,专利文献 1 公开的超声波探测器具备在短轴方向上排列的振子 105a、105b、105c。在该超声波探测器中,在观察被检测体的深部时,当使用所有的振子 105a ~ 105c,以较大的开口发送超声波来观察浅部时,仅使用振子 105b,以较小的开口发送超声波。

[0012] 根据专利文献 1,由于仅使用振子 105b,因此与以往的现有技术相比能够细化发送波束,可提高所得断层图像的分辨率。

[0013] 【在先技术文献】

[0014] 【专利文献】

[0015] 【专利文献 1】JP 特开昭 62-117539 号公报

发明内容

[0016] (发明要解决的问题)

[0017] 但是,在上述的现有技术中,要求细化发送波束,而且要求提高所得图像的画质。

[0018] 本申请的非限定性的实施方式提供一种在短轴方向上也能够细化发送波束的宽度的超声波探测器。

[0019] (用于解决问题的手段)

[0020] 本申请公开的超声波探测器具备:振子阵列,其具有排列在第 1 方向上且进行电脉冲与超声波的相互转换的多个振子;声透镜,其在与所述第 1 方向及所述超声波的发送方向平行的剖面中,在所述发送方向上具有凸状的表面,使从所述多个振子发送的超声波会聚;和至少 2 个声音调整层,由声速不同于所述声透镜的材料构成,且分别配置在排列于所述第 1 方向上的多个振子中的至少 2 个振子与所述声透镜之间,所述至少 2 个声音调整层的所述材料及所述发送方向上的厚度中的至少一方互不相同。

[0021] 此外,本申请公开的其他超声波探测器具备:振子阵列,其具有排列在第 1 方向上且进行电脉冲与超声波的相互转换的多个振子;声透镜,其在与所述第 1 方向及所述超声波的发送方向平行的剖面中,在所述发送方向上具有凸状的表面,使从所述多个振子发送的超声波会聚;和声音调整层,其由声速不同于所述声透镜的材料构成,且分别配置在排列于所述第 1 方向上的多个振子中的几个振子与所述声透镜之间。

[0022] 在所述振子阵列中,所述多个振子也可以二维地排列在所述第 1 方向及不同于所述第 1 方向的第 2 方向上。

[0023] 也可以是,所述声音调整层由声速比所述声透镜快的材料构成,越是与在所述第 1 方向上比所述振子阵列的中心位于更外侧的振子对应的所述声音调整层,所述厚度就越大。

[0024] 也可以是,所述至少 2 个声音调整层包括:与在所述第 1 方向上位于所述振子阵列的中心的振子对应的第 1 声音调整层;和在所述第 1 方向上与所述第 1 声音调整层相邻的

第 2 声音调整层,所述第 1 声音调整层的厚度大于所述第 2 声音调整层的厚度

[0025] 也可以是,所述声音调整层由声速比所述声透镜慢的材料构成,越是与在所述第 1 方向上位于所述振子阵列的中心的振子对应的所述声音调整层,所述厚度就越小。

[0026] 也可以是,所述至少 2 个声音调整层包括:与在所述第 1 方向上位于所述振子阵列的中心的振子对应的第 1 声音调整层;和在所述第 1 方向上与所述第 1 声音调整层相邻的第 2 声音调整层,所述第 1 声音调整层的厚度小于所述第 2 声音调整层的厚度。

[0027] 也可以是,所述声音调整层由声速比所述声透镜快的材料构成,越是与在所述第 1 方向上位于所述振子阵列的中心的振子对应的所述声音调整层,构成其的材料的声速就越快。

[0028] 也可以是,所述声音调整层由声速比所述声透镜慢的材料构成,越是与在所述第 1 方向上位于所述振子阵列的中心的振子对应的所述声音调整层,构成其的材料的声速就越慢。

[0029] 也可以是,所述声音调整层由具有与所述声透镜的声阻抗值相同或近似的声阻抗的材料构成。

[0030] 也可以是,所述声透镜包括:第 1 声透镜部,其与所述第 1 方向及所述发送方向平行的剖面,具有第 1 曲率的表面形状;和第 2 声透镜部,其在所述发送方向上配置在所述第 1 声透镜上,且具有第 2 曲率的表面形状。

[0031] 所述第 2 曲率也可以大于所述第 1 曲率。

[0032] 所述第 1 声透镜部及所述第 2 声透镜部也可以由同一材料构成。

[0033] (发明效果)

[0034] 根据本申请公开的超声波探测器,在被检测体内的较深的位置处也能够充分细化发送波束,其结果,能够获得画质良好的超声波图像。

附图说明

[0035] 图 1A 是表示本发明的超声波探测器的第 1 实施方式的一部分的立体图。

[0036] 图 1B 是表示本发明的超声波探测器的第 1 实施方式的一部分的剖视图。

[0037] 图 2(a) 及 (b) 是表示第 1 实施方式及现有例涉及的超声波探测器的发送波束的仿真结果的图。

[0038] 图 3A 是表示第 1 实施方式的其他例的剖视图。

[0039] 图 3B 是表示第 1 实施方式的其他例的剖视图。

[0040] 图 4 是表示本发明的超声波探测器的第 2 实施方式的一部分的剖视图。

[0041] 图 5(a) 及 (b) 是表示第 2 实施方式及第 1 实施方式涉及的超声波探测器的发送波束的仿真结果的图。

[0042] 图 6(a) 及 (b) 是表示第 2 实施方式及第 1 实施方式涉及的超声波探测器的发送波束的其他仿真结果的图。

[0043] 图 7 是表示第 2 实施方式的其他例的剖视图。

[0044] 图 8 是表示第 2 实施方式的其他例的剖视图。

[0045] 图 9 是表示本发明的超声波探测器的第 3 实施方式的一部分的剖视图。

[0046] 图 10 是图 9 的部分放大图。

[0047] 图 11 是表示现有技术中的超声波诊断装置的结构的示意图。

[0048] 图 12 是表示现有技术中的超声波探测器的结构的示意图。

[0049] 图 13 是现有技术中的超声波探测器的剖视图。

[0050] 图 14 是现有技术中的超声波探测器的剖视图。

具体实施方式

[0051] 本申请的发明人详细研究了专利文献 1 等公开的现有技术中的超声波探测器的特性。其结果,得知在使用专利文献 1 的超声波探测器增大开口并发送了超声波时,在发送方向较深的位置,在短轴方向上无法充分地使发送波束变细

[0052] 根据本申请的发明人的研究结果,在声透镜 108 的表面具有凸形状的情况下,如图 14 所示,从振子 105b 发送的超声波在声透镜 108 内传输的距离比从振子 105a、105c 发送的超声波在声透镜 108 内传输的距离长。因此,得知(与被检测体相比,声透镜 108 中的超声波的传输速度、即声速更小的情况下)比起从振子 105b 发送的超声波,从振子 105a、105c 发送的超声波更早到达被检测体,由此聚焦的发送波束的聚焦性变乱,特别是在发送方向较深的位置处的短轴方向上,发送波束被分为 2 个,发送波束变宽。

[0053] 鉴于这种问题,本申请的发明人想到了特别是在相对较深的位置处也能使发送波束足够细,其结果那个获得良好画质的超声波图像的新结构的超声波探测器。以下,参照附图,说明本发明的超声波探测器的实施方式。

[0054] (第 1 实施方式)

[0055] 图 1A 是本发明的超声波探测器的第 1 实施方式的立体图。超声波探测器 1 具备振子阵列 2、声音匹配层 3、声透镜 4 和声音调整层 5。如图 1A 所示,振子阵列 2 包括在 x 方向(第 1 方向)及 y 方向(第 2 方向)上以二维方式排列的多个振子 2'。x 轴方向及 y 轴方向分别对应于短轴方向及长轴方向。虽然在图 1A 中未示出,但是多个振子 2' 中的每一个都与现有技术中的超声波探测器同样地与信号线连接着。信号线被统称为电缆,与超声波诊断装置的主体电连接(未图示)。多个振子 2' 中的每一个是进行电脉冲和超声波之间的相互转换的转换器,由压电体元件构成。

[0056] 根据经由电缆而施加给振子阵列 2 的电脉冲,振子阵列 2 中的每一个振子 2' 振动,从振子 2' 发送超声波。超声波经由声音匹配层 3 而被声透镜 4 聚焦,并沿着 z 轴方向(超声波的发送方向)进行发送。

[0057] 图 1B 表示与超声波探测器 1 的 x 轴方向及 z 轴方向平行的剖面。

[0058] 振子阵列 2 包括在 x 轴方向上排列的多个振子 2'、即振子 2a、2b、2c、2d、2e。在振子 2a ~ 2e 的下表面也可以设置抑制振子 2a ~ 2e 的振动的衬垫部件(未图示)。另一方面,在振子 2a ~ 2e 的上表面也可以设置用于缓和振子 2a ~ 2e 与被检测体的声阻抗之差的声音匹配层 3。声透镜位于声音匹配层 3 的上表面。如图 1B 所示,声透镜 4 在超声波的 z 轴方向上在超声波探测器 1 的外部侧具有凸形状。即,表面 4s 在 z 轴方向上是凸状。

[0059] 在振子 2a ~ 2c 与声透镜 4 之间配置有声音调整结构 5。声音调整结构 5 位于至少 2 个振子与声透镜 4 之间。在本实施方式中,声音调整结构 5 包括分别配置在振子 2a、2b、2c 与声透镜 4 之间的声音调整层 5a、5b、5c。声音调整层 5a、5b、5c 由声速比声透镜 4 的材料快的材料构成。此外,在本实施方式中,构成声音调整层 5a、5b、5c 的材料是相同的

材料。

[0060] 考虑超声波的传输性,构成声音调整层 5a、5b、5c 的材料及构成声透镜 4 的材料优选是相同的材料,或者是具有近似的声阻抗值的材料。在此,声阻抗值近似是指构成声音调整层 5a、5b、5c 的材料的声阻抗与构成声透镜 4 的材料的声阻抗之比大致在 0.5 至 1.5 的范围内。一般,使用相对于被检测体的声阻抗而具有 1.5 左右的声阻抗的硅橡胶作为声透镜 4 的材料。因此,通过使用该范围的材料,抑制 2 种材料的界面处的超声波的反射,从而能有效地传输超声波。

[0061] 此外,在本实施方式中,构成声音调整层 5a、5b、5c 的材料的声速比构成声透镜 4 的材料的声速快。声透镜 4 的材料使用硅橡胶的情况下,声音调整层 5a、5b、5c 的材料例如可以使用添加了氧化锌或氧化钛等填充物的硅橡胶。此外,也可以选择声阻抗接近硅橡胶的环氧树脂等。这些材料只不过是示例,也可以使用其他材料来构成声透镜 4 及声音调整层 5a、5b、5c。

[0062] 如图 1B 所示,声音调整层 5a 的 x 轴方向的长度(宽度)与振子 2a 在 x 轴方向的长度大致相同。此外,如图 1B 的虚线所示,声音调整层 5a 被配置成在振子 2a 与振子 2b 的边界及振子 2a 与振子 2c 的边界声音调整层 5a 的两端面几乎一致。

[0063] 同样地,声音调整层 5b、5c 在 x 轴方向上的长度分别与振子 2b、2c 的长度大致相同。此外,声音调整层 5b 被配置成在振子 2a 与振子 2b 的边界及振子 2b 与振子 2d 的边界声音调整层 5b 的两端面几乎一致。声音调整层 5c 被配置成在振子 2a 与振子 2c 的边界及振子 2c 与振子 2e 的边界声音调整层 5c 的两端面几乎一致。即,配置成声音调整层 5a 与从振子 2a 发送的超声波对应、声音调整层 5b 与从振子 2b 发送的超声波对应、声音调整层 5c 与从振子 2c 发送的超声波对应。

[0064] 在本实施方式中,越是与在 x 轴方向上位于振子阵列 2 的中心的振子对应的声音调整层,则该声音调整层在 z 轴方向上的厚度就越大。具体而言,与在 x 轴方向上位于振子阵列 2 的中心的振子 2a 对应的声音调整层 5a 在 z 轴方向上的厚度,大于与位于振子阵列 2 的中心外侧的振子 2b、2c 对应的声音调整层 5b、5c 在 z 轴方向上的厚度。即,在将声音调整层 5a、5b、5c 的厚度设为 t_a 、 t_b 、 t_c 时,满足 $t_a > t_b$ 、 $t_a > t_c$ 的关系。在本实施方式中, t_b 与 t_c 大致相同。

[0065] 在超声波探测器 1 向被检测体的比较浅的位置发送超声波而获取较浅的位置处的图像时,仅驱动振子 2a,在超声波探测器 1 向比较深的位置发送超声波而获得较深的位置处的图像时,驱动所有的振子 2a ~ 2e。此外,在向它们的中间位置发送超声波而获得中间位置处的图像时,驱动振子 2a ~ 2c。

[0066] 声透镜 4 在与 x 轴方向及 z 轴方向垂直的剖面上,沿着发送方向而具有凸状的表面 4s。因此,从端部越是靠向 x 轴方向的中央部,从 z 轴方向的振子 2a ~ 2e 的上表面到声透镜 4 的表面 4s 为止的距离更长。但是,在振子 2a ~ 2e 与声透镜 4 之间设有由声速比声透镜 4 快的材料构成的声音调整层 5a、5b、5c。

[0067] 在 x 轴方向上位于中央的声音调整层 5a 在 z 轴方向上的厚度,大于与声音调整层 5a 相比位于端侧的声音调整层 5b、5c 在 z 轴方向上的厚度。因此,声音调整层 5a、5b、5c 起到使因 x 轴方向上的位置而从振子 2a ~ 2e 的上表面到声透镜 4 的表面 4s 为止的距离之差引起的超声波的到达时间差、或者超声波的相位差变小的作用。由此,从声透镜 4 的表面

4s 射出的来自振子 2a ~ 2e 的超声波的相位差变小,到达被检测体的超声波的时间差变小。由此,在从所有振子 2a ~ 2e 发送了超声波的情况下,聚焦的发送波束的相位差变小,在发送方向较深的位置能够抑制发送波束被分为 2 束而发送波束变宽。因此,在较深的位置处也能向被检测体发送足够细的发送波束,能够以高分辨率获得超声波图像。

[0068] 以下,示出为了确认本实施方式的超声波探测器 1 的效果而进行的仿真结果。

[0069] 图 2(a) 及 (b) 是本实施方式的超声波探测器及现有技术中的超声波探测器在 x 轴方向上的波束形状的仿真结果。发送的中心频率约为 9MHz。

[0070] 构成图 2(a) 的仿真中所使用的超声波探测器 1 的声透镜 4 的材料具有 1000m / s 的声速。声透镜 4 的表面形状的曲率半径是 10mm。此外,振子 2a ~ 2e 在 x 轴方向上的振子的长度中,振子 2a 的长度是 2.8mm,振子 2b、2c 的长度是 0.6mm,振子 2d、2e 的长度是 1.1mm。仅使用振子 2a 发送了超声波时(以下,设为开口小)的开口宽度是 2.8mm,使用振子 2a ~ 2c 发送了超声波时(以下,设为开口中等)的开口宽度是 4.0mm。使用振子 2a ~ 2e 发送了超声波时(以下,设为开口大)的开口宽度是 6.2mm。

[0071] 声音调整层 5a ~ 5c 由具有 1500m / s 的声速的材料构成。z 轴方向的厚度中,声音调整层 5a 的厚度是 0.12mm,声音调整层 5b、5c 的厚度分别是 0.06mm。此外,将声音调整层 5a ~ 5c 设置成具有与声透镜 4 相同的声阻抗的材料来进行仿真。

[0072] 在图 2(b) 的仿真中使用的现有技术中的超声波探测器除了未设置声音调整层这一点以外,具备与在图 2(a) 的仿真中使用的超声波探测器 1 相同的结构。

[0073] 图 2(a)、(b) 所示的仿真结果在某一深度位置(Z 轴方向的某一位置)上,将超声波的强度最强的位置设为 0dB(原点),在该 Z 轴方向的位置的 x 轴方向上,画出了相对于该原点具有相当于 -3dB 的超声波的强度的位置(距离(mm))。通过在任意的深度位置进行该绘制,从而得到了深度方向的波束概图。因此,图 2 中的横轴表示发送超声波的深度方向上的与超声波探测器 1 之间的距离(mm),纵轴表示从波束中心得到 -3dB 的强度的波束的宽度(mm)。

[0074] 此外,图 2(a)、(b) 所示的仿真结果分别针对开口小、开口中等、开口大的情况获取深度位置为 5 ~ 55mm 的数据,并提取开口小、开口中等、开口大各自的发送波束充分会聚的区域的数据后进行合成。

[0075] 如图 2(a) 所示,根据本实施方式的超声波探测器 1,在开口小、开口中等、开口大的几乎所有深度都能会聚发送波束。

[0076] 另一方面,如图 2(b) 所示,根据现有技术中的超声波探测器,特别是以开口大发送的超声波的发送波束的宽度在大致 25mm 以上的深度处急剧扩张。这是因为在开口大时,特别是较深位置处的发送波束没有充分会聚。

[0077] 在此,虽然未图示,但是在现有技术中的超声波探测器中,在增大声透镜的曲率半径的情况下,开口大下的较深位置处的波束形状变细。但是,此时,开口小的较浅位置处的波束形状会变粗。即,若是现有技术中的超声波探测器,则在较浅位置和较深位置这两个位置上很难形成细的发送波束。

[0078] 如该仿真结果所示,根据本实施方式的超声波探测器 1,即便是相对较深的位置,也能够充分使发送波束会聚,与现有技术相比,能够扩大使深度方向上的发送波束会聚的范围。因此,能够在更宽的范围内获得良好画质的超声波图像。

[0079] 另外,在本实施方式中,并没有设置与振子 2d、2e 对应的声音调整层。但是,只要满足使从振子 2a ~ 2e 同时发送的超声波在某一深度位置处的到达时间尽可能一致的条件,则也可以设置与振子 2d、2e 对应的声音调整层。此时,将与振子 2d、2e 对应的声音调整层在 z 轴方向上的厚度设定成比在 x 轴方向上与挨着超声波探测器 1 的中心侧的振子 2b、2c 对应的声音调整层 5b、5c 的厚度 t_b 、 t_c 小。

[0080] 本实施方式的超声波探测器 1 设置了由声速比声透镜 4 快的材料构成的声音调整层 5a ~ 5c,从而与没有设置声音调整层的情况相比,超声波从振子 2a ~ 2c 经由声透镜 4 后从超声波探测器 1 到达期望的深度位置为止的时间相对较短。此外,声透镜 4 在超声波的发送方向上具有凸状形状,因此越是与位于中心的振子对应的声音调整层,就将其厚度设置得越厚,从而缩短超声波的传输时间来使其入射至声透镜 4。因此,从振子 2a ~ 2e 同时发送的超声波即便是在沿着超声波的发送方向具有凸状形状的声透镜 4 中被传输,也能够尽可能地使其到达被检测体内的某一深度位置的到达时间一致。

[0081] 这种超声波的传输时间的调整也可以通过设置由声速比声透镜 4 慢的材料构成的声音调整层 5a ~ 5c 来进行。具体而言,在由声速比声透镜 4 快的材料构成声音调整层的情况下,只要越是与在 x 轴方向上位于振子阵列的中心的振子对应的声音调整层,就将其厚度设置得越薄即可,换言之,越是与位于远离振子阵列的中心的位置的振子对应的声音调整层,就将其厚度设置得越厚。

[0082] 更具体而言,如图 3A 所示,使用由声速比声透镜 4 慢的材料构成的声音调整层 5b ~ 5e。声音调整层 5b ~ 5e 分别位于振子 2b ~ 2e 的上表面,对应于振子 2b ~ 2e。

[0083] 声音调整层 5b ~ 5e 中的声速比声透镜 4 中的声速慢,因此透过声音调整层 5b ~ 5e 的超声波的传输时间变长。因此,在位于 x 轴方向的中心的振子 2a 中不设置对应的声音调整层,从而能够相对缩短入射至声透镜 4 的超声波的传输时间。此外,与声音调整层 5b、5c 的厚度 t_b 、 t_c 相比增大相对于中心而言位于更外侧的声音调整层 5d、5e 的厚度 t_d 、 t_e ,从而能够使从振子 2b、2c 发送的超声波的到达时间超前于从振子 2d、2e 发送的超声波的到达时间。由此,越是从位于中心的振子发送的超声波,其传输时间就越短,由此入射至声透镜 4。因此,从振子 2a ~ 2e 同时发送的超声波即便是在沿着超声波的发送方向具有凸状形状的声透镜 4 中被传输,也能够尽可能使到达被检测体内的某一深度位置的到达时间一致。

[0084] 此外,在本实施方式中,说明了可将开口切换成大、中、小这 3 个阶段来发送超声波的超声波探测器。但是,也可以实现将开口切换成大和小这 2 个阶段来发送超声波的超声波探测器。此时,例如,如图 3B 所示,若在振子 2a 的上表面设置由声速比声透镜 4 快的材料构成的声音调整层 5a,则能够获得上述的实施方式的效果。此外,虽然未图示,但是也可以在振子 2b、2c 的上表面设置由声速比声透镜 4 慢的材料构成的声音调整层 5b、5c。即,也可以设置如下的声音调整层:由声速不同于声透镜 4 的材料构成,且在排列于 x 轴方向的多个振子中的几个振子与声透镜 4 之间设置。

[0085] (第 2 实施方式)

[0086] 在第 1 实施方式中,说明了如下超声波探测器的方式:通过使用声音调整层,即使是会聚波束的深度方向的相对较深的位置,也能够使波束宽度足够细。在本实施方式中,说明如下超声波探测器的方式:在从相对较浅的位置到较深的位置,能够进一步良好地使波束宽度会聚。

[0087] 图4表示本实施方式的超声波探测器1的x轴方向的剖面。超声波探测器1具备包括振子2a~2e的振子阵列2、声音调整层5和声透镜6。振子阵列2及声音调整层5的配置及结构、材料等与第1实施方式的超声波探测器1相同。

[0088] 第1实施方式的超声波探测器1具备了声透镜4,该声透镜4具有在超声波的发送方向上具有单一曲率的凸状的表面形状。而相对于此,本实施方式的超声波探测器1所具备的声透镜6是具有2个不同曲率的凸状的表面形状。

[0089] 具体而言,声透镜6包括具有第1曲率的表面形状的第1声透镜部6a、和具有第2曲率的表面形状的第2声透镜部6b。第2曲率大于第1曲率,第1声透镜部6a和第2声透镜部6b由相同的材料构成。可以分开形成第1声透镜部6a及第2声透镜部6b后粘接两者,也可以一体形成两者。

[0090] 如图4所示,第1声透镜部6a隔着声音调整层5a~5c而配置在超声波的发送方向上,与振子2a~2e对应。第2声透镜部6b对应于振子2a,配置在第1声透镜部6a上(z轴方向的被检测体侧或外部侧),使从振子2a发送的超声波入射。更具体而言,在x轴方向上,第2声透镜部6b配置在第1声透镜部6a上,从而该第2声透镜部6b与第1声透镜部6a的边界如图4的虚线所示那样在超声波的发送方向上使振子5a与振子5b的边界及振子5a与振子5c的边界大致一致。

[0091] 通过使用具有该结构的声透镜6,从而即使将开口设置得较小,也能够从从相对较浅的位置到较深的位置使波束宽度足够细。

[0092] 以下,示出为了确认本实施方式的超声波探测器1的效果而进行的仿真结果。在此,为了明确本实施方式和第1实施方式之间的差异,参照第1实施方式的超声波探测器1的仿真结果。从超声波探测器发送的超声波的中心频率约为9MHz。

[0093] 图5(a)及(b)是本实施方式的超声波探测器及第1实施方式的超声波探测器在x轴方向上的波束形状的仿真结果。

[0094] 与第1实施方式相同,构成仿真中所使用的超声波探测器1的声透镜4、6的材料具有1000m/s的声速。振子2a~2e在x轴方向上的振子长度中,振子2a的长度是2.8mm,振子2b、2c的长度是0.6mm,振子2d、2e的长度是1.1mm。

[0095] 此外,与第1实施方式相同,声音调整层5a~5c由具有1500m/s的声速的材料构成。z轴方向上的厚度中,声音调整层5a的厚度是0.12mm,声音调整层5b、5c的厚度分别是0.06mm。将声音调整层5a~5c设置成具有与声透镜4相同的声阻抗的材料而进行了仿真。

[0096] 在图5(a)的仿真中所使用的声透镜6中,第1声透镜部6a的第1曲率是16.36mm,第2声透镜部6b的第2曲率是8.4mm。图5(b)的仿真所使用的声透镜4的曲率是16.36mm。

[0097] 与第1实施方式相同,图5(a)、(b)所示的仿真结果中,在某一深度位置(Z轴方向上的某一位置),将超声波的强度最强的位置设为0dB(原点),在该Z轴方向的位置的x轴方向上,画出相对于该原点具有相当于-3dB的超声波的强度的位置(距离(mm))。通过在任意的深度位置进行该绘制,从而得到了深度方向的波束概图。因此,图5中的横轴表示发送超声波的深度方向上的与超声波探测器1之间的距离(mm),纵轴表示从波束中心得到-3dB的强度的波束的宽度(mm)。

[0098] 此外,图5(a)、(b)所示的仿真结果分别针对开口小、开口中等、开口大的情况获

取深度位置为 5 ~ 55mm 的数据,并提取开口小、开口中等、开口大各自的发送波束充分会聚的区域的数据后进行合成。

[0099] 根据图 5(a) 及图 5(b) 所示的仿真结果可知,通过本实施方式,使用了小的开口的部分、具体是从相对较浅的位置(7mm 附近)附近到 27mm 附近的深度位置能够进一步使波束宽度变细。

[0100] 为了更详细研究本实施方式的效果,图 6(a)、(b) 示出画出了相对于 0dB(波束中心)具有相当于 -12dB 的超声波的强度的距离(mm)的结果。图 6(a) 是本实施方式的超声波探测器 1 在 x 轴方向上的波束形状的仿真结果,图 6(b) 是第 1 实施方式的超声波探测器 1 在 x 轴方向上的波束形状的仿真结果。

[0101] 根据图 6(a) 及图 6(b) 所示的仿真结果可知,通过本实施方式,从 7mm 附近到 30mm 附近的深度位置,能够使波束充分会聚。此外,在比 40mm 还深的位置处,与第 1 实施方式相比,本实施方式的发送波束稍微更粗。但是,若考虑发送频率约为 9MHz,则在该深度下,认为因发送波束多少变粗带来的影响,在依赖于频率的衰减等的影响下,画质的劣化较大。

[0102] 由此,本实施方式的超声波探测器中,声透镜 6 除了声音调整层 5a ~ 5c 外,还由具有第 1 曲率的表面形状的第 1 声透镜部 6a、和缩小开口时对应的具有第 2 表面形状的第 2 声透镜部 6b 构成。因此,能够使相对较深的位置处的波束宽度维持得较细,能够改善相对较浅的位置处的发送波束的形状。因此,能够取得良好画质的超声波图像。

[0103] 另外,如参照图 3A 说明的那样,在本实施方式中,由声速比声透镜 4 慢的材料构成声音调整层,与在 x 轴方向上位于端部的振子 2d、2e 对应的声音调整层 5d、5e 的厚度,大于与在 x 轴方向上位于中央的振子 2b、2c 对应的声音调整层 5b、5c 的厚度。

[0104] 此外,在本实施方式中,声透镜 6 具备如下结构:在具有第 1 曲率的表面形状的第 1 声透镜部 6a 上,配置与振子 2a 对应的具有第 2 曲率的表面形状的第 2 声透镜部 6b。但是,只要是设置与各个开口宽度对应的不同曲率的声透镜的结构,就能够使波束形状更良好。

[0105] 具体而言,如图 8 所示,声透镜 6 也可以包括第 1 声透镜部 6a、第 2 声透镜部 6b 和第 3 声透镜部 6c。第 1 声透镜部 6a 对应于振子 2a ~ 2e,具有第 1 曲率的表面形状。第 3 声透镜部 6c 对应于振子 2a ~ 2c,配置在第 1 声透镜部 6a 上。第 3 声透镜部 6c 的表面具有第 3 曲率。第 2 声透镜部 6b 对应于振子 2a,配置在第 3 声透镜部 6c 上。第 2 声透镜部 6b 的表面具有第 2 曲率。第 2 曲率大于第 3 曲率,第 3 曲率大于第 1 曲率。

[0106] 以上,在第 1 及第 2 实施方式中,形成为:通过在振子与声透镜之间配置多个声音调整层,并使多个声音调整层的厚度不同,从而从各振子发送的超声波被声透镜会聚,抑制到达被检测体的某一深度位置时的到达时间之差,由此使发送波束变细。即,第 1 及第 2 实施方式的特征之一是,使用由声速不同于声透镜的材料构成的声音调整层,控制从各振子发送的超声波到达某一深度位置的到达时间。因此,超声波的到达时间的控制也可以利用声音调整层的厚度以外的结构来进行。

[0107] 例如,可通过使用声速分别不同的材料构成从各个振子发送的超声波所入射的声音调整层,从而可知超声波到达某一深度位置的到达时间。即,可通过声音调整层的材料及厚度中的至少一方,来控制超声波到达某一深度位置的到达时间,也可以通过声音调整层的材料及厚度的组合来控制到达时间。

[0108] 在由声速比声透镜快的材料构成了声音调整层的情况下,越是与在 x 轴方向上位于中心的振子对应的声音调整层、即从位于中心的振子发送的超声波被传输的声音调整层,越是由声速快的材料构成,从而能够尽可能使从各个振子同时发送的超声波到达某一深度位置的到达时间一致。

[0109] 另一方面,在由声速比声透镜慢的材料构成了传输材料的情况下,越是与在 x 轴方向上位于中心的振子对应的声音调整层、即从位于中心的振子发送的超声波被传输的声音调整层,越是由声速慢的材料构成,从而能够尽可能使从各个振子同时发送的超声波到达某一深度位置的到达时间一致。

[0110] 此时,优选构成各个声音调整层的材料和构成声透镜的材料的声阻抗的值相同或近似。

[0111] 如上所述,构成声音调整层的材料的声速是通过改变添加到硅橡胶中的氧化锌等填充物的量来进行调整的。

[0112] (第 3 实施方式)

[0113] 在第 1 及第 2 实施方式中,形成为:通过在振子与声透镜之间设置声音调整层而调整了从各振子发送的超声波的相位、即某一深度位置的到达时间,由此使发送波束变细。

[0114] 在本实施方式中,具备如下结构:相对于外部而言具有凹面,使用从凹面发送超声波的振子,控制由外侧和内侧的振子产生的超声波脉冲的到达时间、或者控制相位,从而尽可能使从各个振子同时发送的超声波到达某一深度位置的到达时间一致。

[0115] 如图 9 所示,本实施方式的超声波探测器在 x 轴方向上被分割为 5 份,具备沿着 x 轴方向排列的振子 7a ~ 7e。振子 7a ~ 7e 在 z 轴方向的外部侧即被检测体侧具有凹面。振子 7a ~ 7e 中,在 x 轴方向上以振子 7b 为中心,按照夹住振子 7b 的方式配置了振子 7d、7e,并进一步夹住振子 7b、7d、7e 的方式配置了振子 7a、7c。此外,越是相对于位于中心的振子 7b 而言靠向外侧的振子,就在 z 轴方向上越靠向被检测体侧(外部侧)。因此,振子 7a ~ 7e 整体上被配置成发射超声波的面构成凹部。

[0116] 此外,在 x 轴方向上的形状是,越是比位于中央的振子更靠向外侧的振子,发送超声波的面具有更小的曲率。具体而言,振子 7b 的曲率比振子 7d、7e 大,振子 7d、7e 的曲率比振子 7a、7c 大。

[0117] 图 10 表示由振子 7a 和振子 7d 构成的振子边界 8。整个振子中,位于外侧的振子 7a 配置在比位于内侧的振子 7d 更远离了被检测体的位置上。另一方面,在振子 7a 和振子 7d 靠近的振子边界 8 中,振子 7d 的一部分配置在比振子 7a 更靠近被检测体的位置上。由此,能够使得与从位于中央的振子 7d 辐射的超声波脉冲的时间匹配,与第 1 实施方式相同,能够获得良好的波束形状。此外,也不需要第 1 ~ 第 3 实施方式所示结构的声透镜,能够通过简单的结构生成细的发送波束。

[0118] (工业可用性)

[0119] 本申请公开的超声波探测器在增大了短轴开口的情况下也能够深部抑制波束形状的紊乱,能够形成方位分辨率出色的波束。其结果,能够向超声波诊断装置的主体侧提供良好的信号,能够提高超声波图像的画质。

[0120] 因此,作为能够获得高画质的超声波图像的超声波探测器,特别是能够灵活地用于医疗用诊断中。

- [0121] 符号说明：
- [0122] 1 超声波探测器
- [0123] 2a、2b、2c、2d、2e 振子
- [0124] 3 声音匹配层
- [0125] 4、6 声透镜
- [0126] 5a、5b、5c 声音调整层
- [0127] 6a 第1声透镜部
- [0128] 6b 第2声透镜部
- [0129] 7a、7b、7c、7d、7e 振子
- [0130] 8 振子边界
- [0131] 100 超声波诊断装置
- [0132] 101 超声波探测器
- [0133] 102 电缆
- [0134] 103 装置主体
- [0135] 104 振子阵列
- [0136] 105、105a、105b、105c 振子
- [0137] 107 声音匹配层
- [0138] 108 声透镜

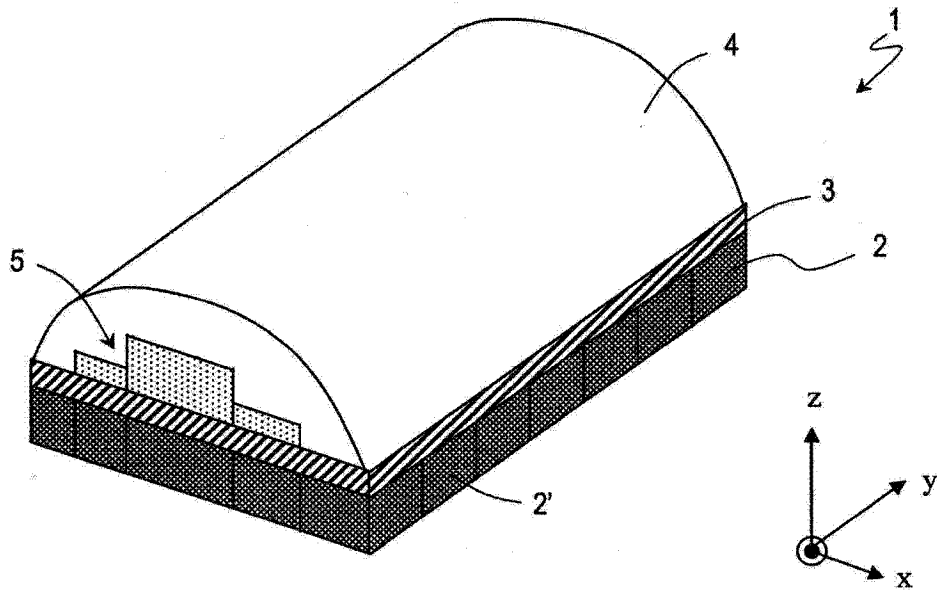


图 1A

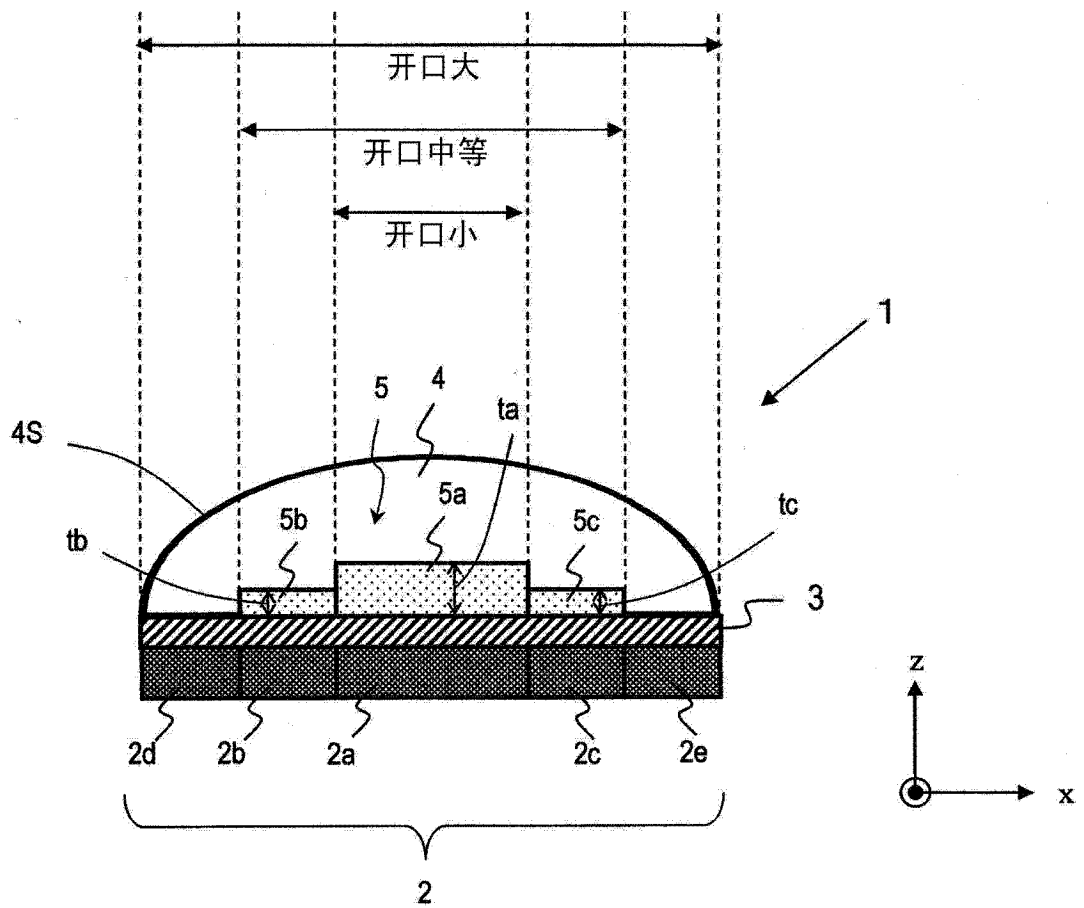


图 1B

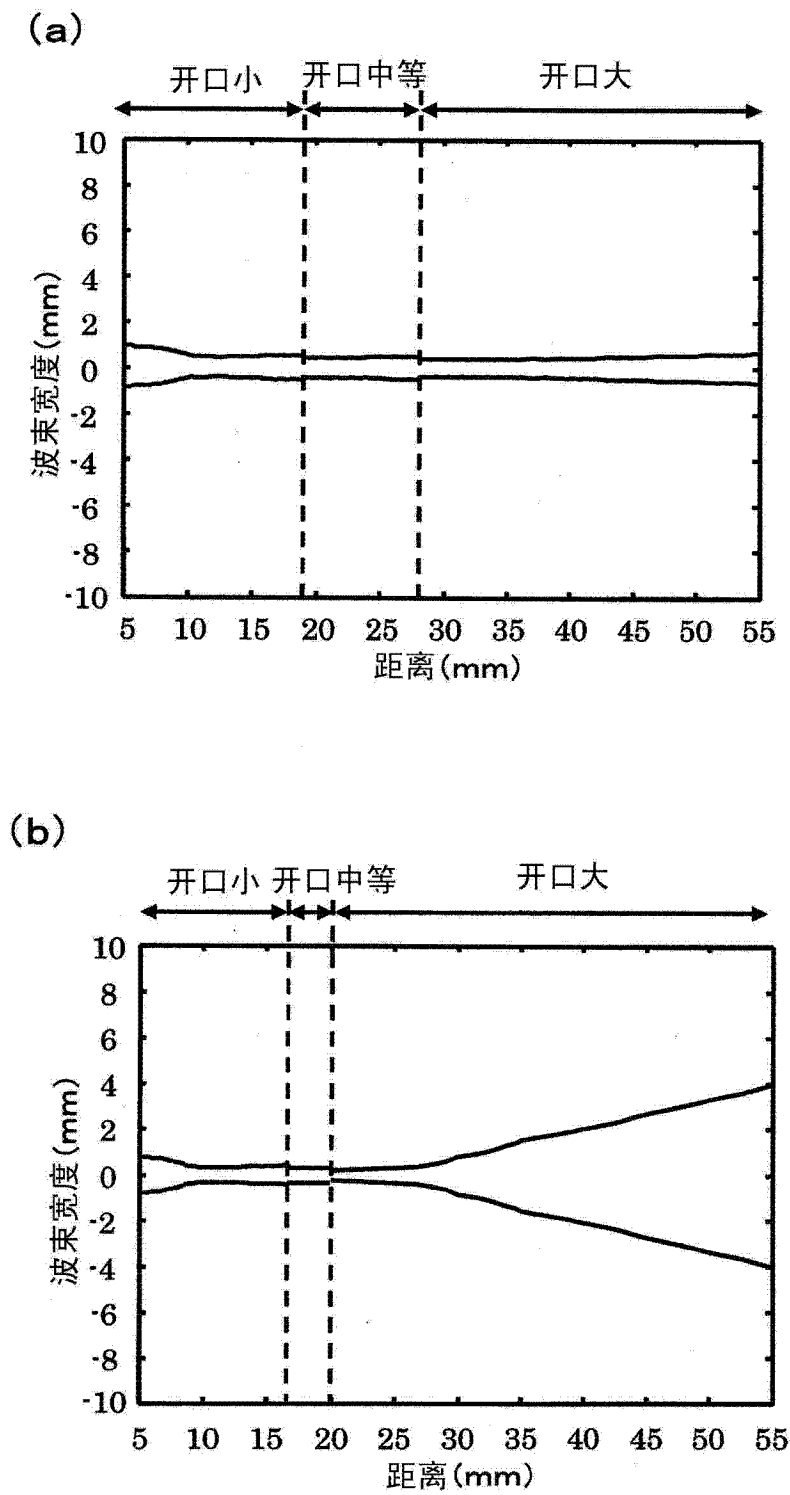


图 2

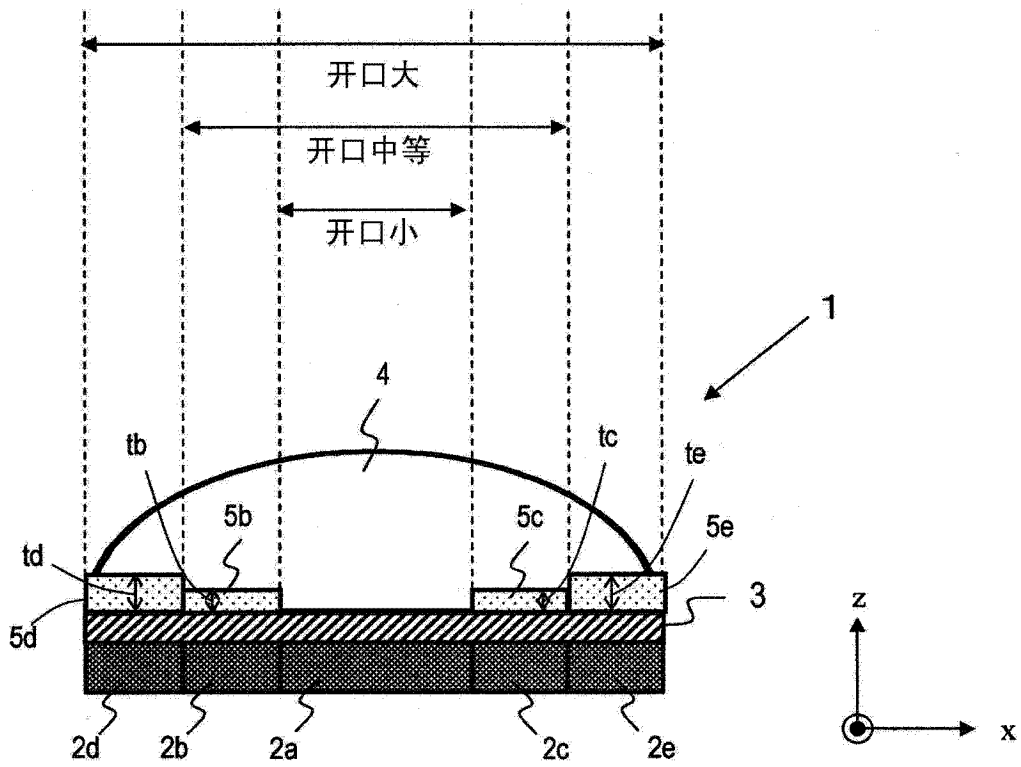


图 3A

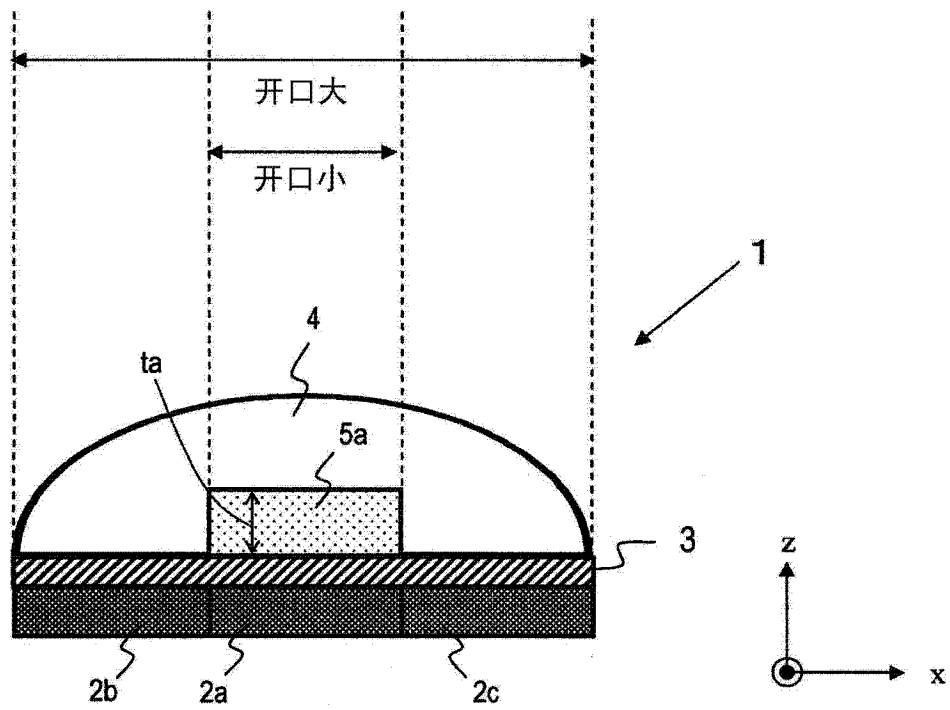


图 3B

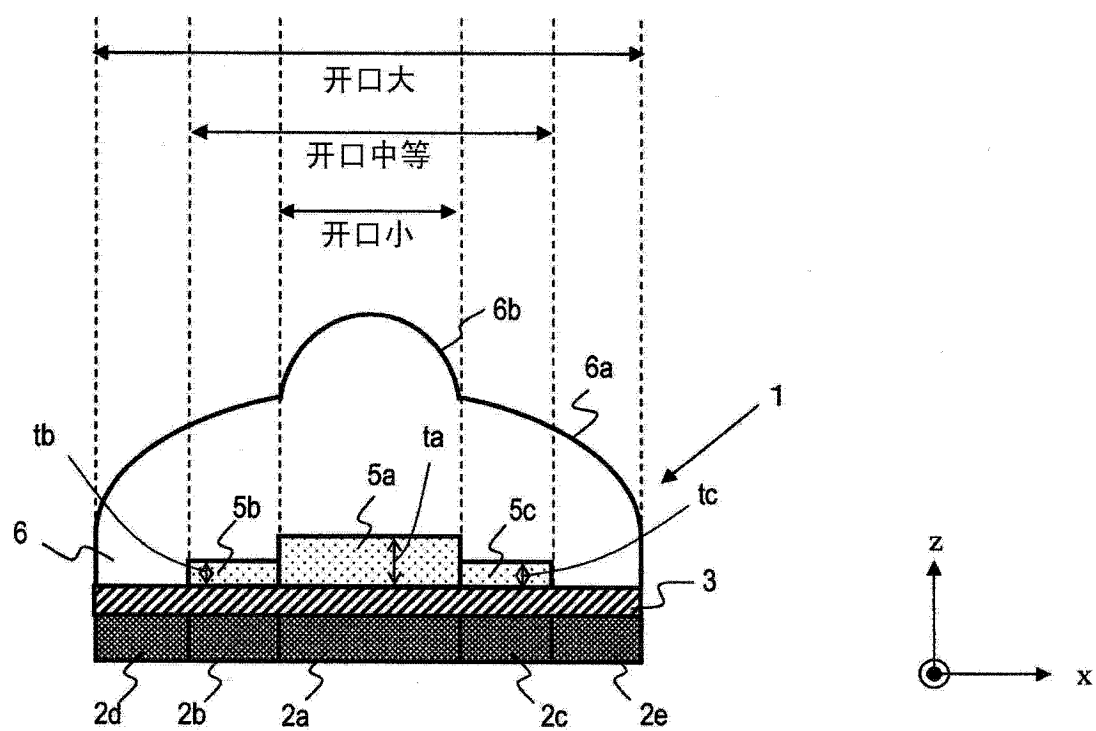
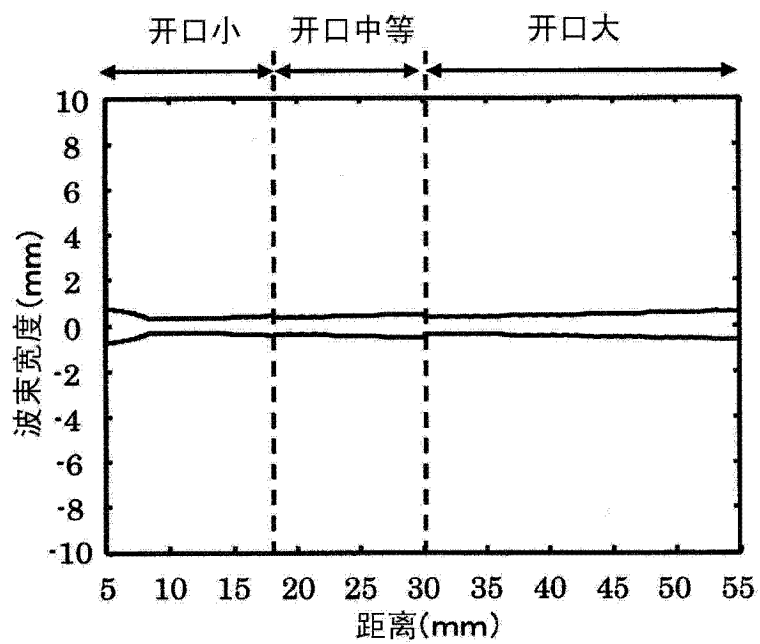


图 4

(a)



(b)

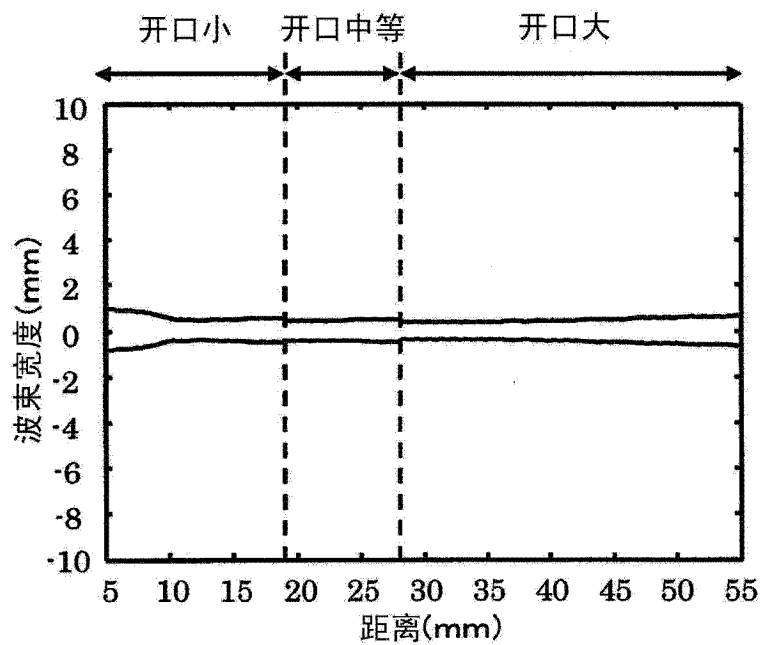


图 5

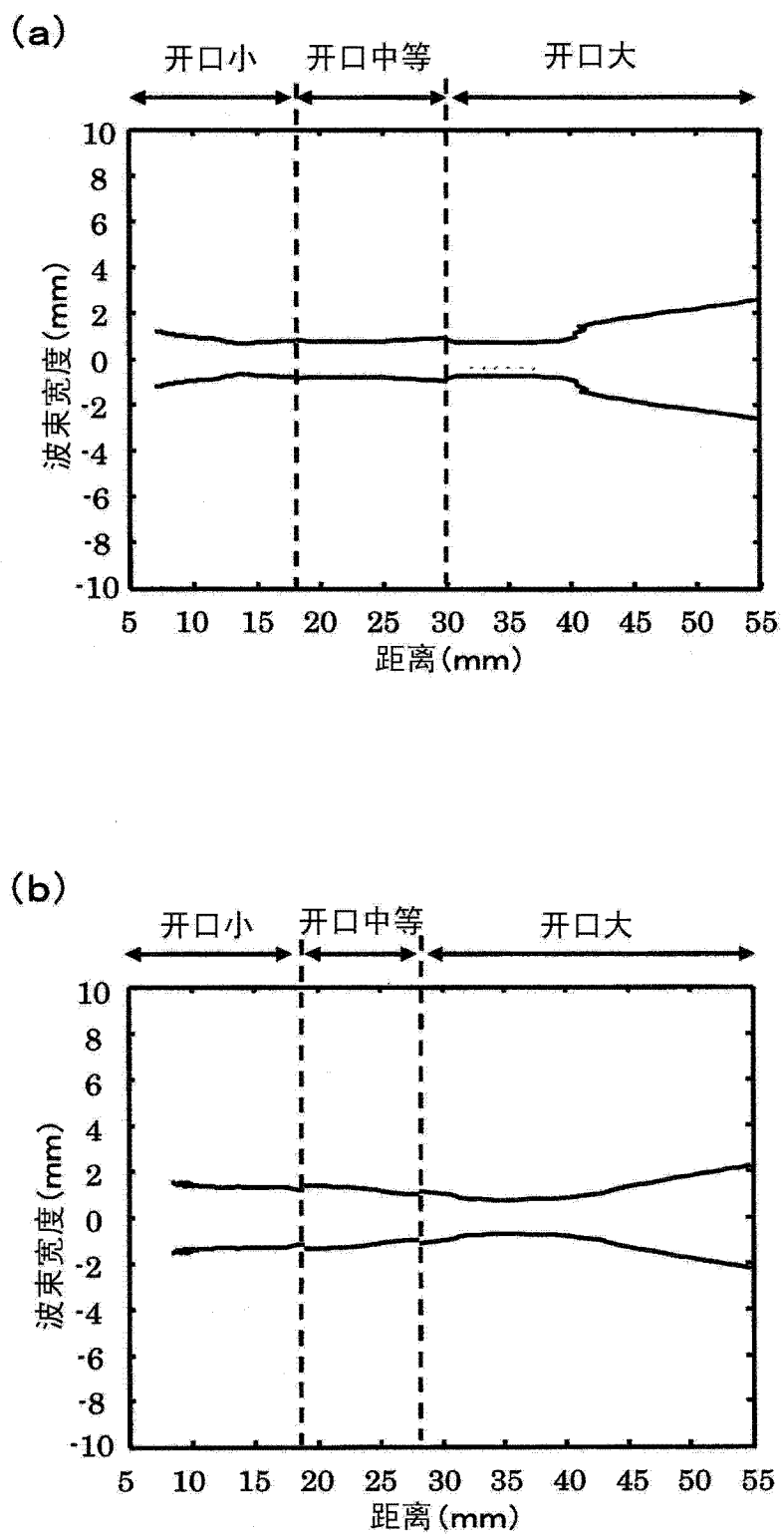


图 6

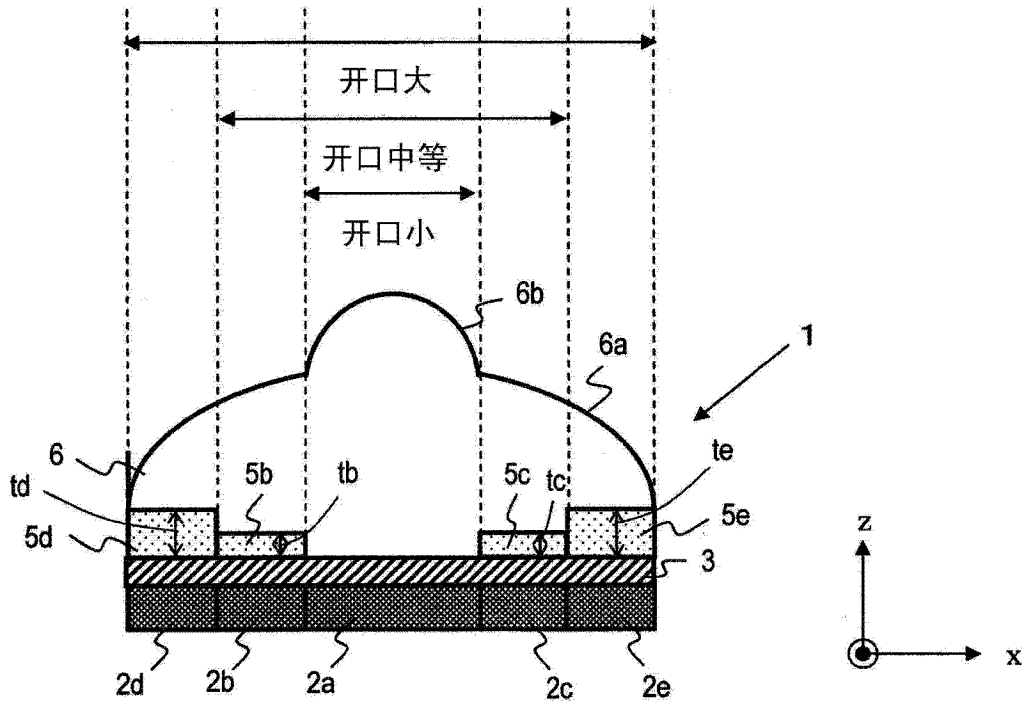


图 7

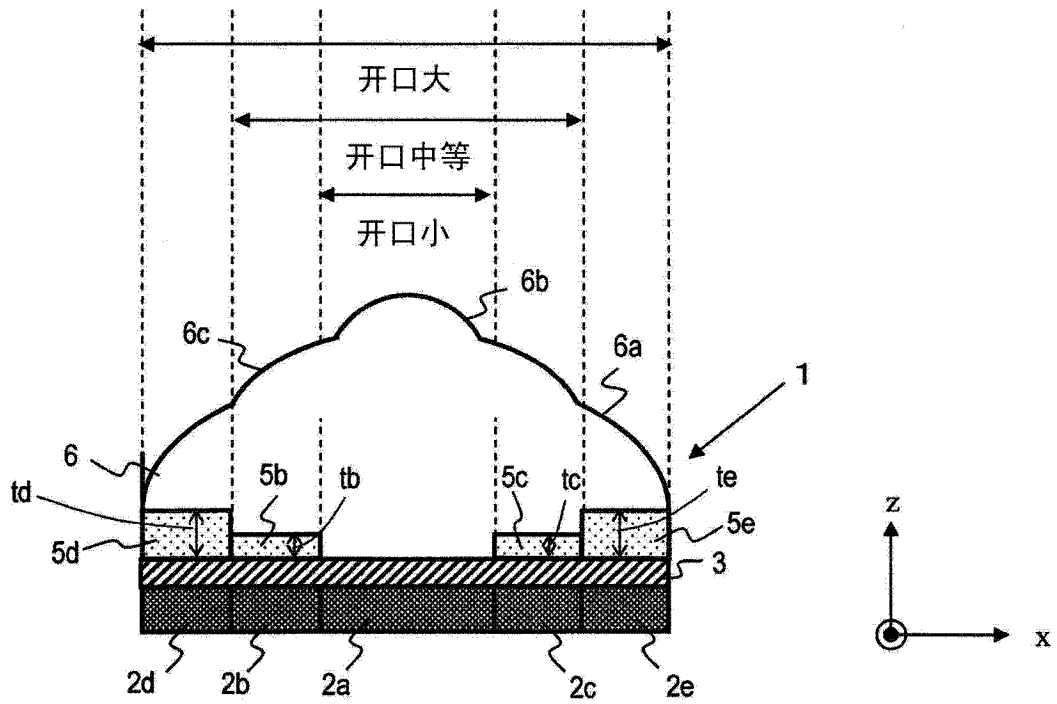


图 8

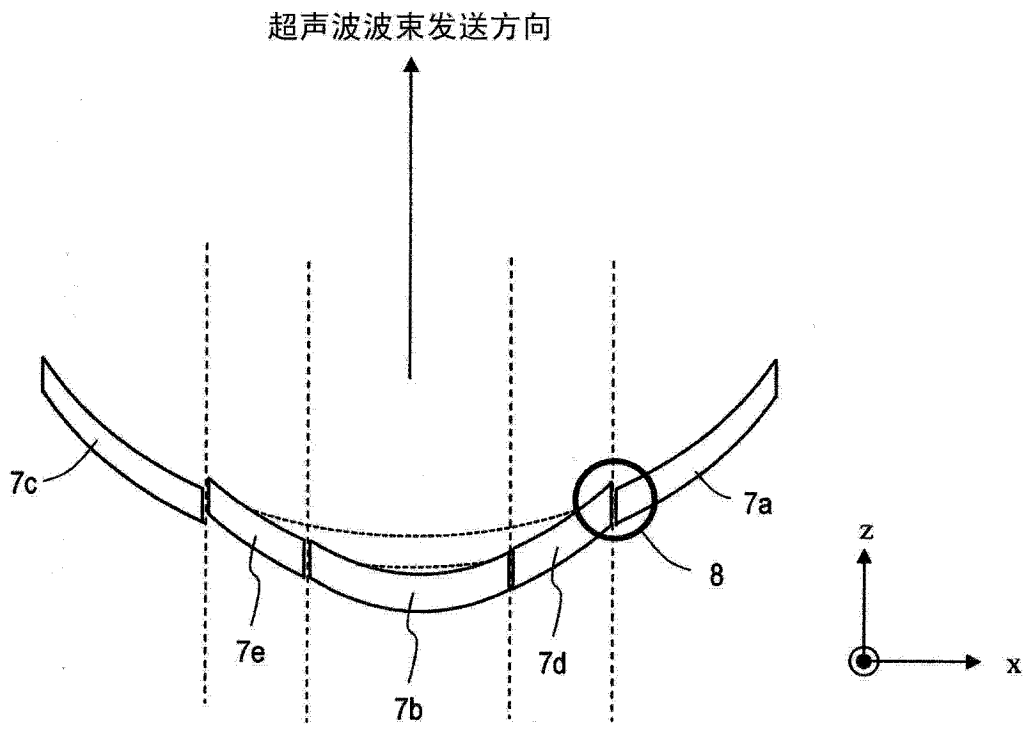


图 9

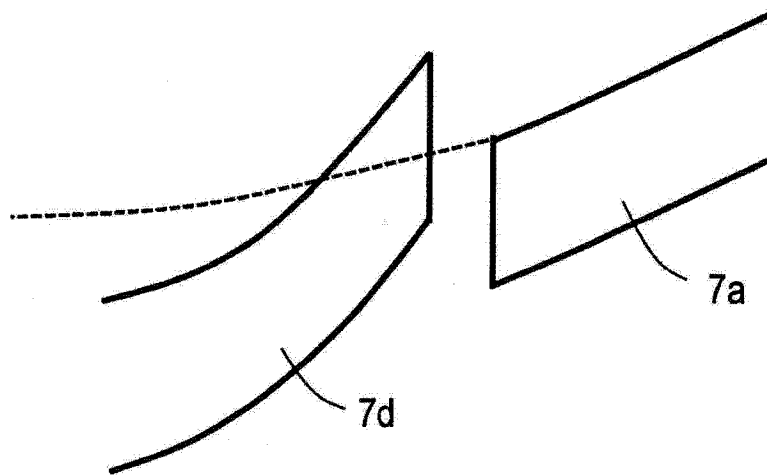


图 10

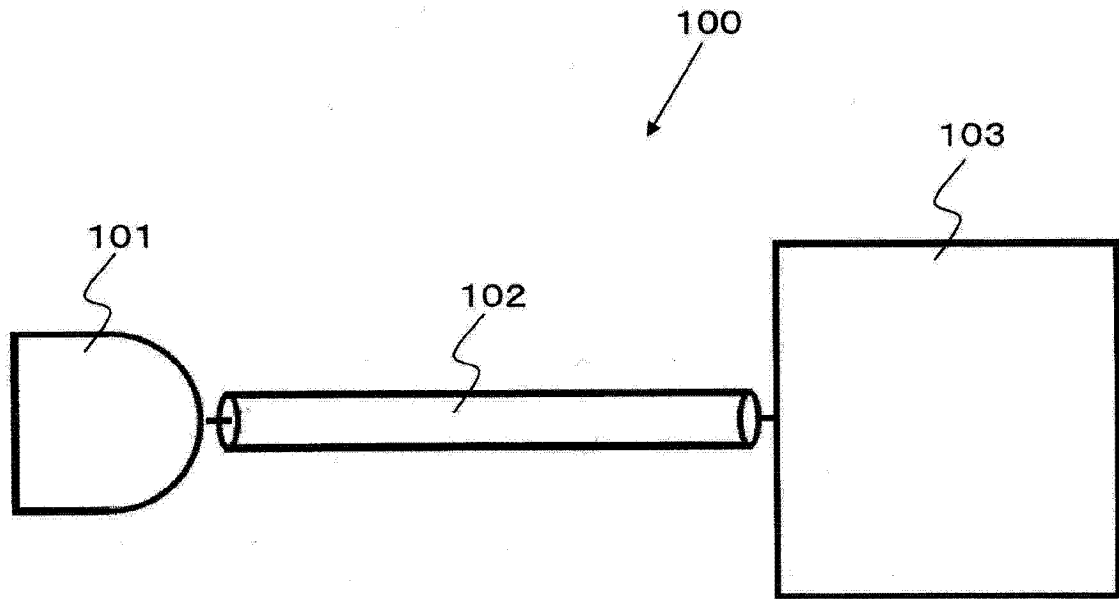


图 11

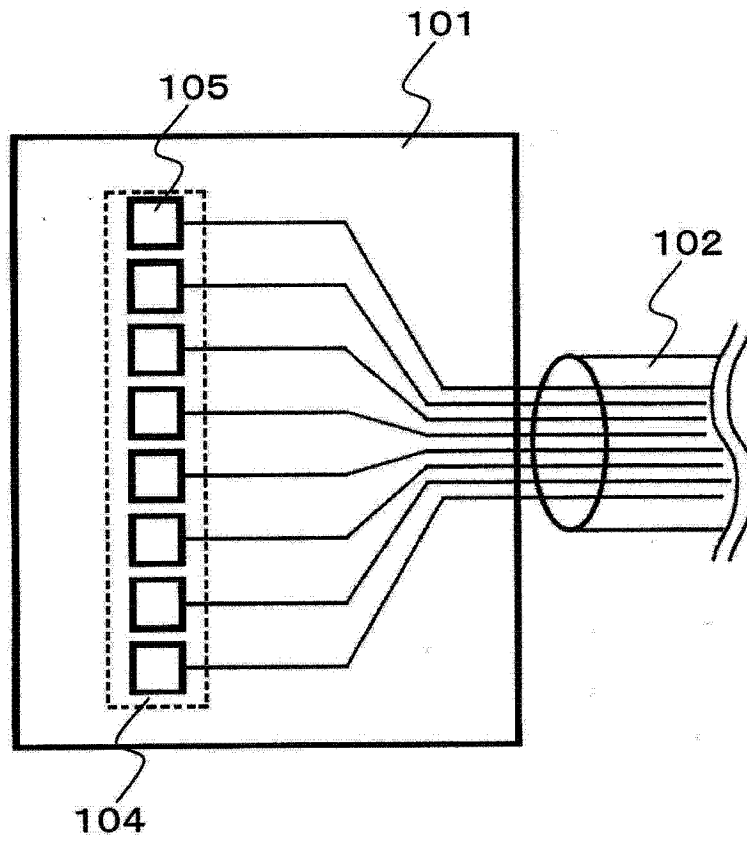


图 12

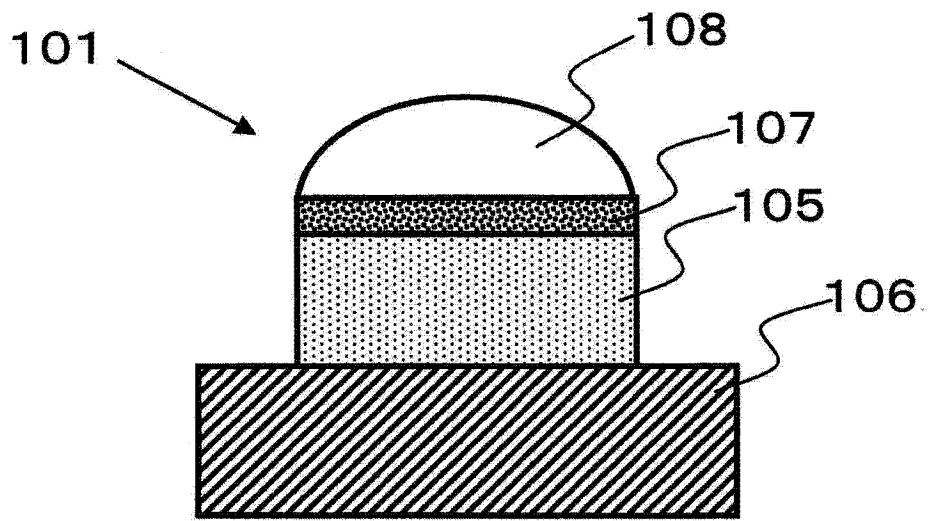


图 13

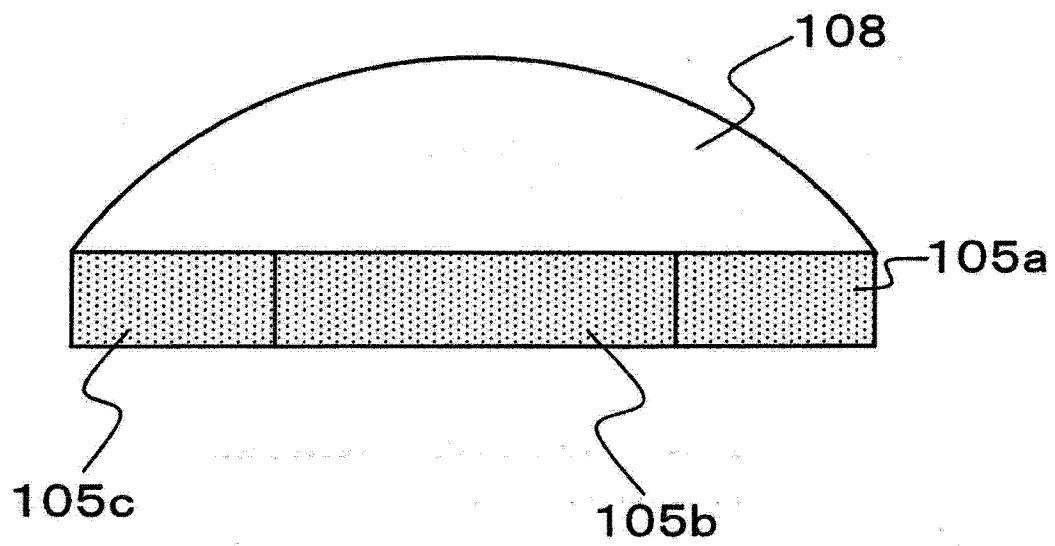


图 14

专利名称(译)	超声波探测器		
公开(公告)号	CN103402437A	公开(公告)日	2013-11-20
申请号	CN201280011066.X	申请日	2012-11-01
申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
[标]发明人	西垣森绪		
发明人	西垣森绪		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/24 H04R17/00		
CPC分类号	G01N29/2456 A61B8/4477 G10K11/30 A61B8/4444 G10K11/02		
优先权	2011240940 2011-11-02 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本申请公开的超声波探测器具备：振子阵列，其具有排列在第1方向上且进行电脉冲与超声波的相互转换的多个振子；声透镜，其在与所述第1方向及所述超声波的发送方向平行的剖面中，在所述发送方向上具有凸状的表面，使从所述多个振子发送的超声波会聚；和至少2个声音调整层，由声速不同于所述声透镜的材料构成，且分别配置在排列于所述第1方向上的多个振子中的至少2个振子与所述声透镜之间，所述至少2个声音调整层的所述材料及所述发送方向上的厚度中的至少一方互不相同。

