

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B06B 1/06 (2006.01)

A61B 8/00 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810212811.2

[43] 公开日 2009 年 3 月 11 日

[11] 公开号 CN 101380627A

[22] 申请日 2008.9.5

[21] 申请号 200810212811.2

[30] 优先权

[32] 2007. 9. 6 [33] JP [31] 2007 - 231709

[71] 申请人 GE 医疗系统环球技术有限公司

地址 美国威斯康星州

[72] 发明人 H·伊索诺

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 王 岳 陈景峻

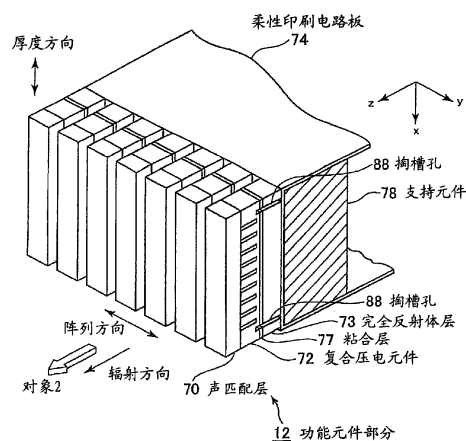
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 7 页

## [54] 发明名称

超声探头和超声成像装置

## [57] 摘要

本发明涉及一种超声探头和超声成像装置，其包括：复合压电元件(72)，其包括通过平面上的缝隙设置的压电元件和填充在每个缝隙中的填充物(86)；粘合层(77)，其位于与平面正交的超声波辐射方向上，所述粘合层(77)与复合压电元件(72)的一个极板表面接触；和完全反射体层(73)，其通过粘合层(77)接合到复合压电元件(72)，以基本上朝着复合压电元件极板表面反射在复合压电元件(72)中产生的超声波弹性振荡。复合压电元件(72)具有仅由压电元件组成的板状连接件部分(85)，所述板状连接件部分(85)覆盖整个复合压电元件(72)。



1、一种超声探头(101)，其包括：

复合压电元件(72)，其包括通过平面上的缝隙设置的压电元件和填充在每个缝隙中的填充物(86)；

粘合层(77)，其位于与平面正交的超声波辐射方向上，所述粘合层(77)与复合压电元件(72)的一个极板表面接触；和

完全反射体层(73)，其通过粘合层(77)接合到复合压电元件(72)，以基本上朝着复合压电元件极板表面反射在复合压电元件(72)中产生的超声弹性振荡，

其中复合压电元件(72)具有仅由压电元件组成的板状连接件部分(85)，所述板状连接件部分(85)覆盖整个复合压电元件(72)。

2、如权利要求1所述的超声探头(101)，其中在复合压电元件(72)中的压电元件仅设置在平面的一维方向上。

3、如权利要求1所述的超声探头(101)，其中在复合压电元件(72)中的压电元件在平面内的二维方向上设置成矩阵形状。

4、如权利要求1到3中任一项所述的超声探头(101)，其中通过切割具有矩形块体形状的单一压电材料，形成板状连接件部分(85)和压电元件。

5、如权利要求1到4中任一项所述的超声探头(101)，其中压电元件每个都是PZT。

6、如权利要求1到5中任一项所述的超声探头(101)，其中填充物(86)为树脂。

7、如权利要求1到6中任一项所述的超声探头(101)，其中粘合层(77)包含环氧树脂粘合剂。

8、如权利要求1到7中任一项所述的超声探头(101)，其中复合压电元件(72)在复合压电元件极板表面的阵列方向上在其两端附近的位置具有两个掏槽孔，所述两个掏槽孔形成在平面内正交于阵列方向的厚度方向上。

9、如权利要求8所述的超声探头(101)，其中在阵列方向上在掏槽孔的位置处，在辐射方向上切割粘合层(77)和完全反射体层(73)。

10、一种超声成像装置(100)，其包括：

超声探头(101)，用于将超声回声发射到对象和接收从对象(2)反射的超声回声；

图像采集部件(103)，用于采集关于对象(2)的断层图像信息；

显示部件(106)，用于显示断层图像信息；和  
控制部件(108)，用于控制发射、接收、采集和显示；  
所述超声探头(101)包括：

复合压电元件(72)，其包括通过平面上的缝隙设置的压电元件和填充在每个缝隙中的填充物(86)；

粘合层(77)，其位于与平面正交的超声波辐射方向上，所述粘合层(77)与复合压电元件(72)的一个极板表面接触；和

完全反射体层(73)，其通过粘合层(77)接合到复合压电元件(72)，以基本上朝着复合压电元件极板表面反射在复合压电元件(72)中产生的超声弹性振荡，

其中复合压电元件(72)具有仅由压电元件组成的板状连接件部分(85)，所述板状连接件部分(85)覆盖整个复合压电元件(72)。

## 超声探头和超声成像装置

### 技术领域

本发明涉及一种用于在复合压电元件中激发弹性振荡的超声探头 (ultrasonic probe)、以及一种超声成像装置, 所述弹性振荡对应于所产生超声波的四分之一波长。

### 背景技术

在超声成像装置中, 通过不断的尝试改进了断层 (tomographic) 图像信息的图像质量。作为用于改进图像质量的方法, 有时采用一种方法, 其中使超声探头变得灵敏度很高且频带很宽。

根据近来的超声探头, 在压电元件中激发出弹性振荡, 且超声探头的压电元件的厚度对应于四分之一波长, 并且由弹性振荡感生的超声波辐射到对象 (subject)。压电元件使得在与对象定位方向相反的方向上辐射的超声波的能量近似为零, 增加了辐射到该对象所在表面上的超声波的能量, 从而获得了很高的灵敏度。为了使压电元件执行四分之一波长的谐振, 在对象定位侧上的压电元件极板表面相对的压电元件的极板表面上, 形成具有很高声阻抗的完全反射体层 (也称为去匹配 (de-matching) 层) (参看例如专利文献1)。

作为执行这样一种四分之一波长的谐振的压电元件的材料, 使用了一种复合压电元件。复合压电元件包括诸如 PZT (压电锆钛酸盐 (zirconate titanate)) 这样的以阵列形式排布的压电元件, 且树脂填充在这样排布的压电元件的缝隙部分中。复合压电元件在机电耦合系数上近似等于 PZT, 而其声阻抗与 PZT 的声阻抗相比则更小。通过使用复合压电元件作为执行四分之一波长的谐振的压电元件的材料, 获得了灵敏度的改进和很宽频带的谐振频率特性。

使用复合压电元件来执行稳定且令人满意的四分之一波长的谐振是不容易的。更具体地, 为了让复合压电元件能稳定地执行令人满意的四分之一波长的谐振, 令存在于复合压电元件和完全反射体层之间的边界处的粘合层的厚度小且均匀是很有必要的。

在执行四分之一波长的振荡时, 粘合层的厚度对谐振特性施加极大影响。在图 7 中示出了一个例子。图 7 是说明性的图表, 其示出了执行相对于超声探头具

有的传递函数的频带执行的仿真结果，超声探头包括声透镜、声匹配层、压电元件和完全反射体层。在图7中，沿横坐标轴绘制出频率，而同时沿纵轴以分贝(dB)为单位绘制出频率响应的幅值。频率响应的峰值设置在0分贝。此超声探头具有中心频率在3MHz附近的频带。

在图7中示出的曲线81到83表示分别在1 $\mu$ m、2 $\mu$ m、和3 $\mu$ m厚度的粘合层处的频带。随着粘合层厚度从1 $\mu$ m变到3 $\mu$ m，曲线81到83标示的频带变得越来越窄。例如，相对于在比峰值降低6dB的位置处曲线81到83的每个带宽，通过用中心频率划分带宽而获得的一个特定带宽降低到71%到80%。当超声探头具有宽的频带时，所述超声探头可以产生在超声波形的振铃(ring down)特性方面优越的短时脉冲，且因此有可能改进断层图像的分辨率。

因而，为了使复合压电元件稳定地执行令人满意的四分之一波长谐振，介于复合压电元件和完全反射体层之间的粘合层的厚度应该薄而均匀被认为是必要的。关于这一点，如上面的仿真结果所示，为了在几个 $\mu$ m量级上控制粘合层厚度，在形成粘合层时，完全反射体层和复合压电元件的相对的粘合表面都被镜面抛光(specularly polished)和平整。

[专利文献1]美国专利第6,685,647号

然而，根据上述背景技术，将复合压电元件的粘合表面均匀地镜面抛光是困难的。更具体地，复合压电元件的粘合表面含有作为压电元件材料的陶瓷材料和作为填充物的树脂，因而两种硬度不同的材料共存。将这样一个粘合表面均匀地镜面抛光、并减少凹入和凸起到几个 $\mu$ m的量级是非常困难的。

例如，在将复合压电元件的粘合表面镜面抛光的过程中，压电元件部分被很深地镜面抛光，而树脂部分则被很浅地镜面抛光。结果，在复合压电元件的粘合表面上出现了凹入和凸起，即，粘合表面变得不再平坦。同样对于在复合压电元件与完全反射体层之间的粘合层，它是薄的，且难以均匀地变厚，因为凹入和凸起存在于粘合层上。

因而，重要的是，如何实现具有复合压电元件的超声探头，其与完全反射体层相对的极板表面可以被均匀地镜面抛光，以及如何实现使用这种超声探头的超声成像装置。

发明内容

需要解决前面所述的问题。

在本发明的第一方面，提供了一种超声探头，其包括复合压电元件、粘合层

以及完全反射体层,所述复合压电元件包括通过平面上的缝隙设置的压电元件、和填充在每个缝隙中的填充物,所述粘合层位于与平面正交的超声波辐射方向,该粘合层与复合压电元件的一个极板表面接触,所述完全反射体层通过粘合层接合到复合压电元件,并基本上朝着复合压电元件极板表面反射在复合压电元件中产生的超声弹性振荡,其中复合压电元件具有仅由压电元件组成的板状连接件部分,所述板状连接件部分覆盖整个复合压电元件。

在本发明中根据第一方面,与粘合层接触的整个复合压电元件极板表面被仅由压电元件构成的板状连接件部分所覆盖。

在本发明的第二方面中,结合上述第一方面提供了一种超声探头,其中在复合压电元件中的压电元件仅在平面中的一维方向上排布。

在本发明中根据第二方面,声阻抗降低而同时基本上维持了机电耦合系数。

在本发明的第三方面中,结合上述第一方面提供了一种超声探头,其中在复合压电元件中的压电元件在平面内在二维方向上排布成矩阵形状。

在本发明中根据第三方面,声阻抗被进一步降低而同时基本上维持了机电耦合系数。

在本发明的第四方面中,结合上述第一到第三方面中的任一方面,提供了一种超声探头,其中通过切割具有矩形块体形状的单一压电材料,形成了压电元件和板状连接件部分。

在本发明中根据第四方面,经过少量的制造步骤,有效地形成压电元件和板状连接件部分。

在本发明的第五方面中,结合上述第一到第四方面中的任一方面,提供了一种超声探头,其中各压电元件每个都是PZT。

在本发明中根据上述第五方面,使机电耦合系数很高。

在本发明的第六方面中,结合上述第六方面,提供了一种超声探头,其中填充物为树脂。

在本发明的第七方面中,结合上述第一到第六方面中的任一方面,提供了一种超声探头,其中粘合层包含环氧树脂粘合剂。

在本发明中根据上述第七方面,压电元件和完全反射体层被牢固地结合到一起。

在本发明的第八方面中,结合上述第一到第七方面中的任一方面,提供了一种超声探头,其中复合压电元件在复合压电元件极板表面的阵列方向上靠近两端的位置具有两个掏槽孔,所述的两个掏槽孔形成在平面内正交于阵列方向的厚度

方向上。

在本发明中根据上述第八方面，形成在复合压电元件极板表面上的电极部分被分成相互隔离的两个电极部分。

在本发明的第九方面中，结合上述第八方面，提供了一种超声探头，其中在阵列方向上在掏槽孔的位置处，在辐射方向上切割粘合层和完全反射体层。

在本发明中根据上述第九方面，粘合层和完全反射体层同样能用作两个绝缘电极部分。

在本发明的第十方面中，结合上述第九方面，提供了一种超声探头，其中通过从完全反射体层侧切割完全反射体层和复合压电元件，形成了掏槽孔，复合压电元件和完全反射体层经由粘合层接合到一起。

在本发明中根据上述第十方面，通过简单的制造过程形成掏槽孔。

在本发明的第十一方面中，结合上述第一到第十方面中的任一方面，提供了一种超声探头，其中完全反射体层包含钨。

在本发明中根据上述第十一方面，使完全反射体层具有高的声阻抗和传导性。

在本发明的第十二方面中，结合上述第十一方面，提供了一种超声探头，其还包括一柔性印刷电路板，所述柔性印刷电路板位于与粘合层定位处的完全反射体层极板表面相对的完全反射体层极板表面位置处。

在本发明中根据上述第十二方面，电极被取出，而不对粘合层施加任何影响。

在本发明的第十三方面中，结合上述第十二方面，提供了一种超声探头，其中所述柔性印刷电路板具有布置在完全反射体层的接触掏槽孔的每个部分处的电绝缘层、布置在完全反射体层的接触夹在两个掏槽孔之间的区域的每个部分处的导体箔、和布置在完全反射体层的接触从位于阵列方向上的两个掏槽孔朝端部扩展的区域的每个部分处的导体箔。

在本发明中根据上述第十三方面，接地端电极和驱动端电极都从仅柔性印刷电路板所在的完全反射体层的一个表面取出。

在本发明的第十四方面中，结合上述第一到第十三方面中的任一方面，提供了一种超声探头，其中复合压电元件在辐射方向上在其它复合压电元件极板表面上具有声匹配层。

在本发明中根据上述第十四方面，用声匹配层来改进灵敏度。

在本发明的第十五方面中，结合上述第十四方面，提供了一种超声探头，其中声匹配层在位于在辐射方向上与复合压电元件相对侧的声匹配层极板表面上具有橡胶透镜。

在本发明中根据上述第十五方面，用橡胶透镜产生在厚度方向会聚的声场。

在本发明的第十六方面中，提供了一种超声成像装置，其包括：用于将超声回声发射到对象和接收从对象反射的超声回声的超声探头、用于采集对象上的断层图像信息的图像采集部件、用于显示断层图像信息的显示部件、和用于控制发射、接收、采集/和显示的控制部件；超声探头包括：复合压电元件、粘合层以及完全反射体层；所述复合压电元件包括在平面上通过缝隙设置的压电元件和填充在每个缝隙中的填充物，所述粘合层位于与平面正交的超声波辐射方向，该粘合层与复合压电元件的一个极板表面接触，所述完全反射体层通过粘合层接合到复合压电元件，并基本上朝着复合压电元件极板表面反射在复合压电元件中产生的超声弹性振荡，其中复合压电元件具有仅由压电元件组成的板状连接件部分，所述板状连接件部分覆盖整个复合压电元件。

根据本发明，因为仅由复合压电元件中的压电元件组成的板状连接件部分被镜面抛光以使得凹入和凸起很小，使夹在板状连接件部分和完全反射体层之间的粘合层厚度很薄且均匀，且因此有可能令复合压电元件以稳定且有效的方式产生四分之一波长的谐振的弹性振荡、并使超声探头变得灵敏度很高且频带很宽。

如附图所示，从本发明的优选实施例的下列说明中，本发明的其它目的和优点将是显而易见的。

#### 附图说明

图1是示出了一种超声成像装置的整体构造的方块图；

图2是示出了超声探头外观的外观图；

图3是示出了示出了超声探头的仅功能元件部分外观的外观图；

图4是示出了超声探头的功能元件部分的剖面的剖视图；

图5是示出了在功能元件部分中的复合压电元件外观的外观图；

图6是示出了在复合压电元件部分和完全反射体层中的弹性振荡的说明图；

图7是示出了存在于复合压电元件与完全反射体层之间的粘合层的厚度与频率带宽之间的关系的关系的说明图。

#### 具体实施方式

参考附图，下面将说明用于实际使用根据本发明的超声成像装置的最佳模式。本发明应当不限于下列实施例。

将给出关于根据本发明的一实施例的超声成像装置100的整体构造的说明。

图1是示出了超声成像装置100的整体构造的方块图。超声成像装置100包括超声探头101、发射器-接收器部件102、图像处理部件103、影像(cine)存储部件104、图像显示控制部件105、显示部件106、输入部件107、和控制部件108。

超声探头101是用于发射和接收超声波的扇形探头。其将超声波发射到对象2的成像部分,并将从对象2的内部反射的超声回声作为时间序列声线(sound ray)接收。此外,超声探头101在连续地切换发射和接收方向的同时,重复进行扫描,所述发射和接收方向在以探头为中心的扇形中展开以采集成像部件的二维的断层图像信息。

发射器-接收器部件102经同轴电缆连接到超声探头101,并产生电信号用于驱动超声探头101中的复合压电元件。此电信号在产生超声波的过程中具有发射波形(transmitting waveform),且使用了包括具有近似于复合压电元件谐振频率的重复频率的多个脉冲的脉冲串(burst)波形。此外,发射器-接收器部件102执行对接收到的超声回声信号的第一级放大。

图像处理部件103根据在发射器-接收器部件102中放大的超声回声信号产生实时的B模式图像。作为具体的处理内容是,对接收到的超声回声信号进行延迟增加处理(delay addition processing)、A/D(模拟/数字)转换处理、和写入处理,该写入处理将转换后的数字信息作为B模式图像信息写入到将在下面说明的影像存储部件104。即将执行作为多普勒处理之一的色流显像(color flow mapping)时,图像处理部件103提取超声回声信号上的相移信息并计算与成像部件的各点相关联的实时流信息(flow information),诸如:速度、功率和方差(variance)。

影像存储部件104是用于存储流信息和在图像处理部件中产生的B模式图像信息的图像存储器。

图像显示控制部件105为流信息和在图像处理部件103中产生的B模式图像信息执行显示帧速率转换,并控制在显示部件106上显示的图像的形状和位置。

显示部件106是由CRT(阴极射线管)或LCD(液晶显示器)组成,以在由图像显示控制部件105执行显示帧速率转换和控制图像显示的形状和位置之后,为操作者显示图像信息。

输入部件107将指示由操作者执行的操作的操作输入信号发送到控制部件108,所述操作输入信号例如:用于选择是执行B模式的扫描、还是执行色流显像的扫描的操作输入信号。

根据从输入部件107发送的操作输入信号、和预先存储的程序和数据,控制

部件 108 控制上述的超声成像装置的每个部件的操作。

图 2 是示出了扇形超声探头 101 外观的外观简图。超声探头 101 包括：声透镜部分 (acoustic lens portion) 10、把手部分 11、功能元件部分 12 和连接电缆 14。在声透镜部分 10 中，为了易于理解，作为内置部分的功能元件部分 12 被部分暴露，而实际状态并非如此。附图中图示的 xyz 轴坐标与后续附图中图示的 xyz 轴坐标，坐标轴是相同的，表明了在各附图间的位置关系。

声透镜部分 10 布置在超声探头 101 接触到对象 2、并导致在功能元件部分 12 中产生的超声波被有效地引导到对象 2 的那一侧上。声透镜部分 10 是由具有声阻抗 (acoustic impedance) 基本上在对象 2 和功能元件部分 12 中间的材料制成。声透镜部分 10 在其接触到对象 2 的部分具有凸透镜形状，以将入射的超声波会聚到对象 2 上。

把手部分 11 被操作者握持，且使得声透镜部分与对象 2 发生紧密接触。在把手部分 11 的内部，布置了例如用于连接包括在连接电缆 14 内的同轴电缆与功能元件部分 12 的电极的柔性印刷电路板。

连接电缆 14 是多个同轴电缆的束，并提供了介于发射器 - 接收器部件 102 与功能元件部分 12 之间的电连接。

功能元件部分 12 产生超声波，并将其施加到对象 2。与此同时，它接收从对象 2 内部反射的超声回声。

图 3 是示出了仅功能元件部分 12 外观的外观图。功能元件部分 12 包括声匹配层 70、复合压电元件 72、粘合层 77、完全反射体层 73、支持元件 78 和柔性印刷电路板 74。声匹配层 70、复合压电元件 72 和完全反射体层 73 每个均具有矩形块体 (rectangular solid) 形状，它们堆叠在 z 轴方向上即超声波辐射方向上，提供一种堆叠结构。具有这样的堆叠结构的，例如声匹配层 70、复合压电元件 72 和完全反射体层 73，排布在阵列方向即 y 轴方向上。

在具有矩形块体形状在每个复合压电元件 72 中，诸如 PZT (压电锆钛酸盐) 的压电元件一维地排布在 x 轴方向上即矩形块体的厚度方向上。此外，环氧树脂被填充在排布于厚度方向的压电元件的缝隙中。复合压电元件 72 用作压电元件，包括这样填充的环氧树脂。复合压电元件 72 在机电耦合系数上近似等于 PZT，而其声阻抗与 PZT 的声阻抗相比则更小。因此，源于例如声匹配层 70 (即复合压电元件 72 上的负荷) 的声阻抗的差异变得很小，且谐振频率特性具有很宽的频带。

声匹配层 70 在 z 轴方向上即在辐射方向上 (对象 2 存在于该处) 被接合到复合压电元件 72 的极板表面。声匹配层 70 具有基本上在复合压电元件 72 与图 2 所

示的声透镜部分 10 的中间的声阻抗。声匹配层 70 具有近似地对应于经过该处的超声波的四分之一波长的厚度，以抑制在声阻抗不同的边界表面处的反射。尽管在图 3 中声匹配层被示为单层，也可以采用两个或多个这样的层。

粘合层 77 是用于将复合压电元件 72 和完全反射体层 73 相互结合 (bond)，且其例如是环氧树脂粘合剂。

完全反射体层 73 用于完全反射在复合压电元件 72 中产生的弹性振荡，且其在与辐射方向相反的方向上结合到复合压电元件 72 的极板表面。完全反射体层 73 在辐射对象 2 的方向上完全反射了在复合压电元件 72 中产生、并在与对象 2 的方向相反的方向上辐射的超声波，由此增加了入射到对象 2 上的超声功率。考虑到完全反射超声波的目的，更优选的是，完全反射体层 73 是由高声阻抗的材料例如钨形成。掏槽孔 (cut hole) 88 出现在复合压电元件 72、粘合层 77 和完全反射体层 73 的厚度方向的接近两端的位置上。例如，掏槽孔 88 是通过经由粘合层 77 将复合压电元件 72 与完全反射体层 73 相互结合、以及通过随后使用例如金刚石砂轮 (diamond wheel) 来从完全反射体层 73 侧面切割而形成的。关于掏槽孔 88 的功能，其将在稍后详细说明。

支持元件 78 支撑完全反射体层 73 和柔性印刷电路板 74。

柔性印刷电路板 74 是布置在完全反射体层 73 与支持元件 78 之间的四层柔性印刷电路板。柔性印刷电路板 74 沿着支持元件 78 的厚度方向上的侧面、相对于对象 2 (即向后) 伸出 (draw out)，且与连接电缆 14 相连。在图 3 中，示出了柔性印刷电路板 74 的接地表面，其被沿着支持元件 78 的厚度方向上的侧面的铜箔均匀地覆盖。在柔性印刷电路板的接地表面的背面 (未示出) 上，布置了在 z 轴方向上平行延伸的多个铜箔图案，所述的铜箔图案作为独立电极用于在阵列方向上的每个复合压电元件 72。这一点的细节将在下面参考图 4 详细说明。

图 4 是示出了功能元件部分 12 的 xz 剖面的细节的剖视图。在图 4 中，与图 3 相比较，第一电极部分 71 和第二电极部分 75 在复合压电元件 72 中更详细示出，且铜箔 79、80 和聚酰亚胺薄膜 81、82 在柔性印刷电路板 74 中更详细示出。

第一电极部分 71 和第二电极部分 75 被布置以围绕复合压电元件 72 的 xz 剖面，且两者通过掏槽孔 88 而相互电绝缘。第一电极部分 71 布置在复合压电元件 72 的辐射方向上的极板表面上、从存在于完全反射体层 73 侧面上的两个掏槽孔 88 朝 x 轴端部延伸的极板表面以及 x 轴方向上的侧面上；而同时第二电极部分 75 布置在形成于复合压电元件 72 的完全反射体层 73 侧极板表面且在两个掏槽孔 88 之间。所述第一电极部分 71 和第二电极部分 75 是通过例如溅射而形成的。

粘合层 77 在 z 轴方向上即其在辐射方向上的厚度被设定成几  $\mu\text{m}$  量级的一数值。此厚度几乎等于在与第一电极部分 71 和第二电极部分 75 接触的极板表面上形成的凹入和凸起的尺寸、以及稍后将详细说明了与完全反射体层 73 接触的极板表面上形成的凹入和凸起的尺寸。因而, 尽管粘合层 77 是包含环氧树脂粘合剂的绝缘体, 第一电极部分 71 和第二电极部分 75 与完全反射体层 73 局部地相互接触, 极板表面的凹入/凸起部分在 z 轴方向具有导电性。

完全反射体层 73 包含具有高硬度的钨。完全反射体层 73 在其位于复合压电元件 72 所在侧上的极板表面被镜面抛光。因此, 完全反射体层 73 在复合压电元件 72 所在侧上的极板表面的凹入和凸起被抑制到大约几  $\mu\text{m}$ 。

因为构成完全反射体层 73 的钨具有高的导电性, 其也用作将复合压电元件 72 与稍后说明的柔性印刷电路板 74 的铜箔相互电连接。掏槽孔 88 形成在完全反射体层 73 和粘合层 77 的 x 轴位置中, 在完全反射体层 73 和粘合层 77 的 x 轴方向的中央部分、与同一方向的端部之间提供了电绝缘状态。

柔性印刷电路板 74 布置在完全反射体层 73 的支持元件 78 侧, 并施加电压到复合压电元件 72。例如, 柔性印刷电路板 74 是由四层组成, 即: 铜箔 79、80 和聚酰亚胺薄膜 81、82。铜箔 79 和 80 被聚酰亚胺薄膜 81 相互绝缘。铜箔 79 位于从掏槽孔 88 开始的、完全反射体层 73 的 x 轴端部处。在完全反射体层 73 的 x 轴端部处, 铜箔 80 通过聚酰亚胺薄膜 81 位于铜箔 79 的背面; 而在完全反射体层 73 的 x 轴的中央部分处, 铜箔 80 通过具有导电性的通孔还存在于与铜箔 79 相同的表面上, 。

铜箔 79 经由具有导电性的完全反射体层 73、以及粘合层 77 而电连接到第一电极部分 71, 而铜箔 80 则经由具有导电性的完全反射体层 73、以及粘合层 77 电连接到第二电极部分 75。

图 5 是示出了仅复合压电元件 72 的外观的说明图。第一电极部分 71 和第二电极部分 75 都未示出。复合压电元件 72 包括在 z 轴方向即超声波辐射方向的板状连接件部分 85、以及复合压电元件部分 84。

复合压电元件部分 84 位于复合压电元件 72 的声匹配层 70 侧, 且具有这样的结构, 即: 使得树脂 86 和例如 PZT 的压电元件 83 在 x 轴方向上交替地排布。

板状连接件部分 85 位于复合压电元件 72 的完全反射体层 73 侧, 且具有板状结构, 其中 xy 轴平面仅由压电元件部分 83 构成。例如, 板状连接件部分 85 是通过从声匹配层 70 侧切割与图 5 所示的复合压电元件 72 相同矩形块体形状的压电材料而形成的。在此情况下, 辐射方向上的切割深度被设定为复合压电元件 72 在辐

射方向上的长度的大约 80%。

使用磨料来镜面抛光复合压电元件 72 的完全反射体层 73 侧。仅用具有均匀硬度的压电元件 83 在板状连接件部分 85 中构成此极板表面。因此，在复合压电元件层 72 的完全反射体层 73 侧的极板表面上的凹入和凸起可以通过镜面抛光而减小。

在不存在板状连接件部分 85 的情况下，硬度极为不同的两种材料，即由陶瓷材料形成的压电元件 83 和树脂 86，在复合压电元件 72 的完全反射体层 73 侧的极板表面上共存。这样的极板表面难以均匀地镜面抛光，且其不易于形成几个  $\mu\text{m}$  量级的小凹入和凸起。

复合压电元件 72 的完全反射体层 73 侧的极板表面和完全反射体层 73 的复合压电元件 72 侧的极板表面，每个均由单一材料形成，因此可以通过均匀的镜面抛光使凹入和凸起变小。结果，形成在复合压电元件 72 和完全反射体层 73 之间的粘合层 77 厚度均匀且很薄。

将参考图 6 概括功能元件部分 12 的操作。图 6 是示出了功能元件部分 12 的局部机构和弹性振荡的说明图。图 6 (A) 示出了复合压电元件 72、粘合层 77 和完全反射体层 73 的 xz 轴剖面。复合压电元件 72 在 z 轴方向上的厚度通过所产生的超声波的中心频率确定，大约为  $100\mu\text{m}$ 。另一方面，对于粘合层 77 的厚度，因为完全反射体层 73 和复合压电元件 72 的相对的极板表面都被均匀地镜面抛光，粘合层的厚度和厚度变化维持在大约几个  $\mu\text{m}$ 。

因为完全反射体层 73 是由与复合压电元件 72 相比具有高声阻抗的材料形成，从复合压电元件 72 入射的超声波差不多都被反射。因此，不存在产生于复合压电元件 72 内的超声波。

图 6 (B) 示出了在复合压电元件 72 和完全反射体层 73 两者中、在 z 轴方向上产生的弹性振荡的振幅分布。在图 6 (B) 中，沿着横坐标轴绘制了 z 轴位置，且沿着纵坐标绘制了弹性振荡的振幅的量值。沿横坐标轴绘制的 z 轴坐标位置对应于在图 6 (A) 中示出的复合压电元件 72 和完全反射体层 73 的 z 轴位置。

在第一电极部分 71 和第二电极部分 75 之间施加电压，复合压电元件 72 激发谐振振荡。此谐振振荡形成驻波，且对象 2 侧为基本上自由振荡侧，且支持元件 78 侧为基本上固定端，这是因为对象 2 侧是声匹配层 70 的低声阻抗侧、且支持元件 78 侧是完全反射体层 73 的高声阻抗侧。

图 6 (B) 图示了其振幅在复合压电元件 72 的对象 2 侧端部处变为最大、且在复合压电元件 72 的支持元件 78 侧上变为零的驻波。从同一图中可见，在复合

压电元件 72 中发生了驻波,且复合压电元件 72 的 z 轴厚度是谐振态的四分之一波长。由于没有弹性振荡入射,所以在完全反射体层 73 中振幅变为零。

复合压电元件 72 中产生的弹性振荡的所有能量被释放到对象 2 侧,从而有可能改进复合压电元件 72 的灵敏度。此外,因为粘合层 77 是薄而均匀的,产生的超声波振幅很大,而不损害粘合层 77 作为完全反射体层 73 的弹性振荡的固定端的功能。

根据此实施例,如上所述,在与完全反射体层 73 相对的复合压电元件 72 的极板表面上设置了仅由压电元件 83 构成的板状连接件部分 85,并且与完全反射体层 73 相对的板状连接件部分 85 的极板表面、连同完全反射体层 73 的相对极板表面,被镜面抛光以使得凹入和凸起很小,从而有可能使得粘合层 77 的厚度很小且均匀,并因此有可能使得超声探头灵敏度很高、且频带很宽。

在根据此实施例的复合压电元件 72 中,压电元件一维地布置在厚度方向上,称为 2-2 型阵列。然而,可以采用修改,其中压电元件在 xy 轴平面内以矩阵形式布置,且树脂填充在相邻压电元件之间的缝隙部分中,由此有可能获得低声阻抗的复合压电元件。

可以构造出本发明的许多普遍不同的实施例,而不偏离本发明的精神和范畴。应理解到,除了如所附权利要求中限定的以外,本发明不限于在说明书中描述的特定实施例。

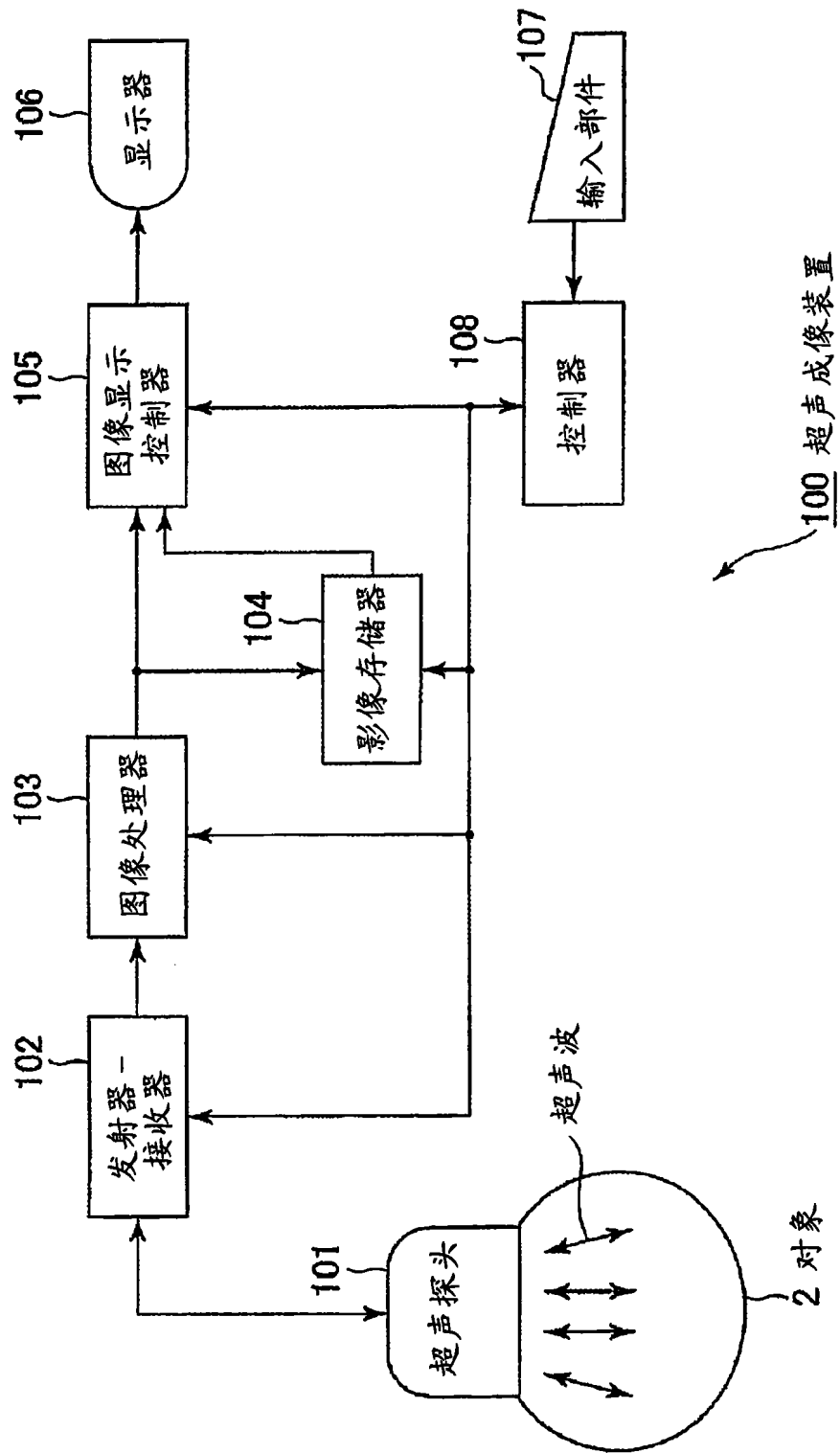


图 1

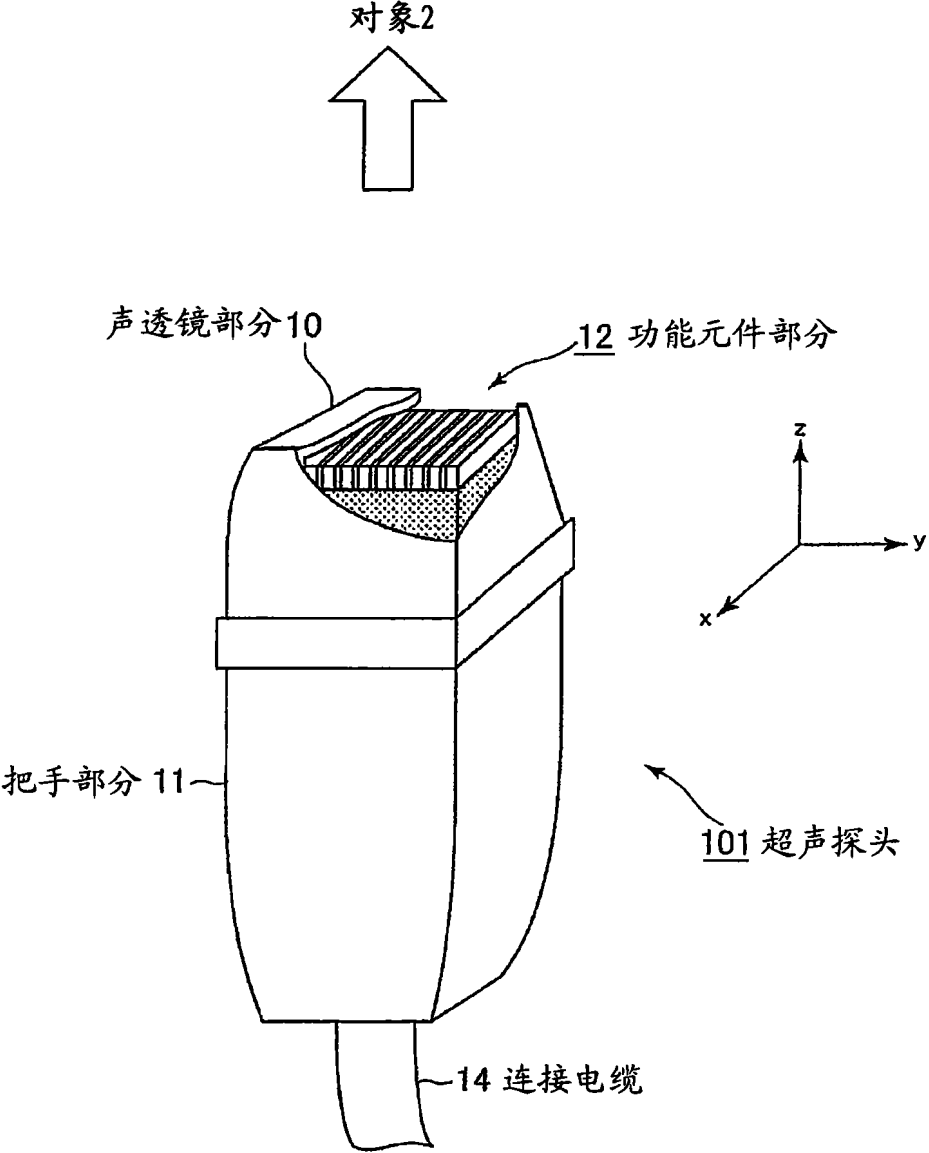


图 2

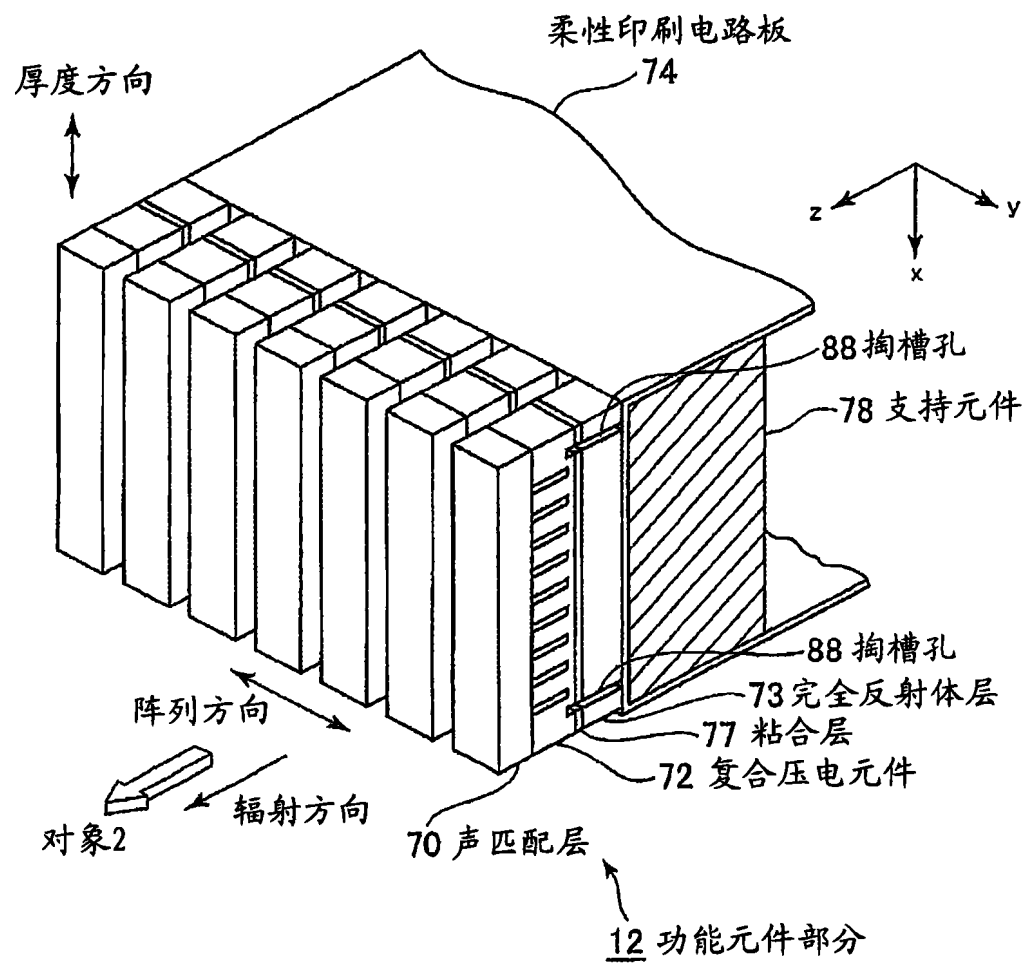


图 3

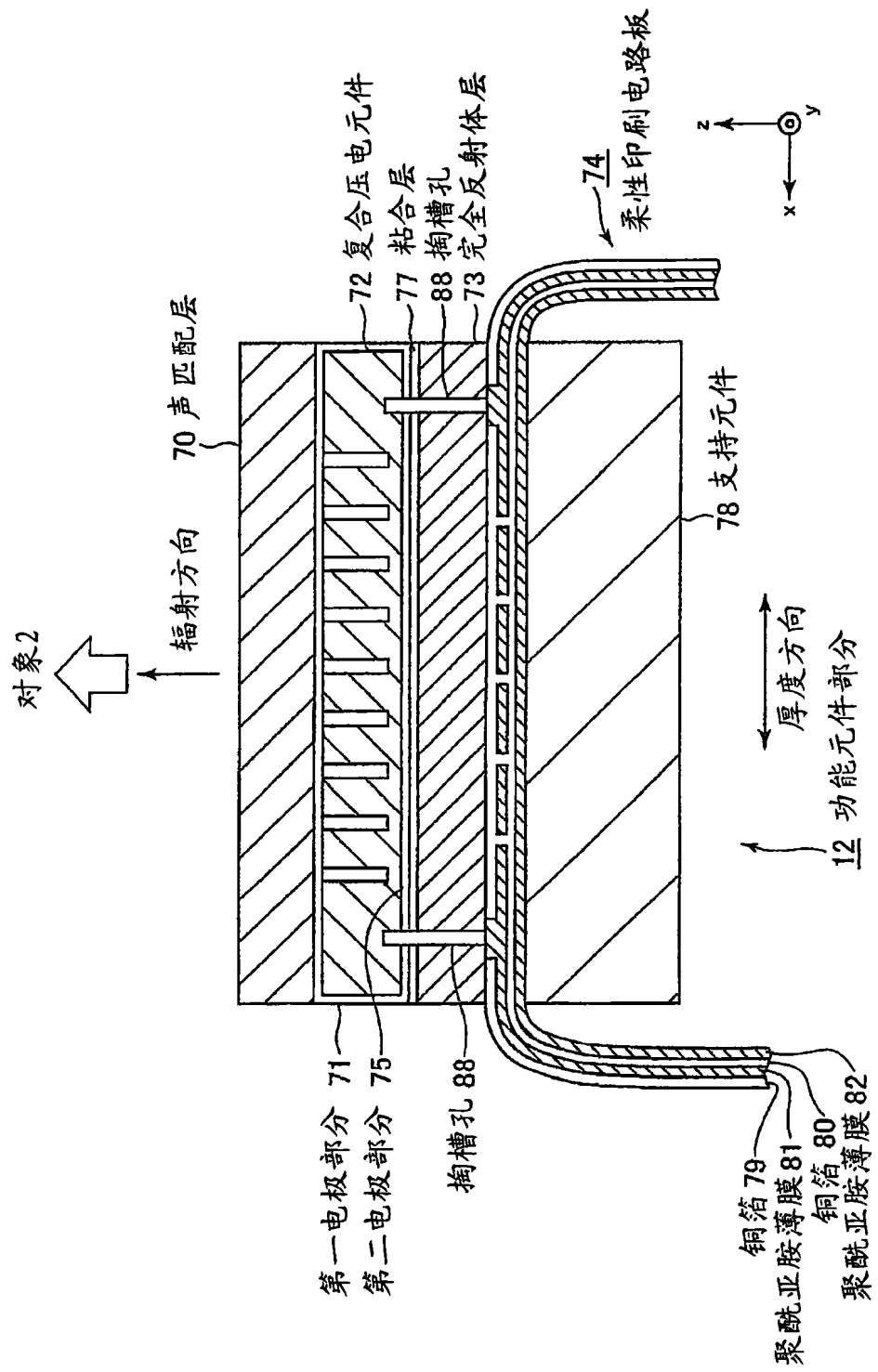


图 4

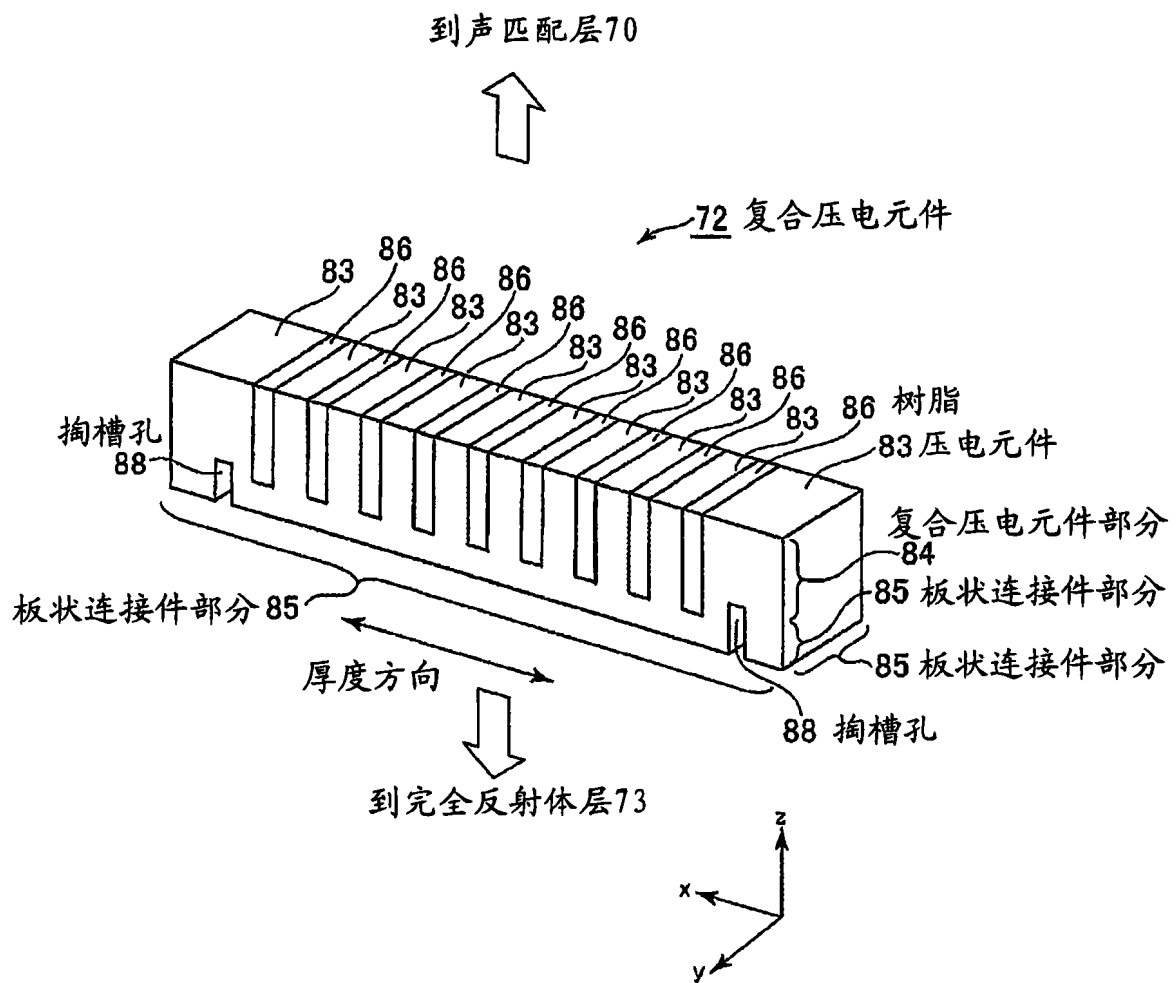


图 5

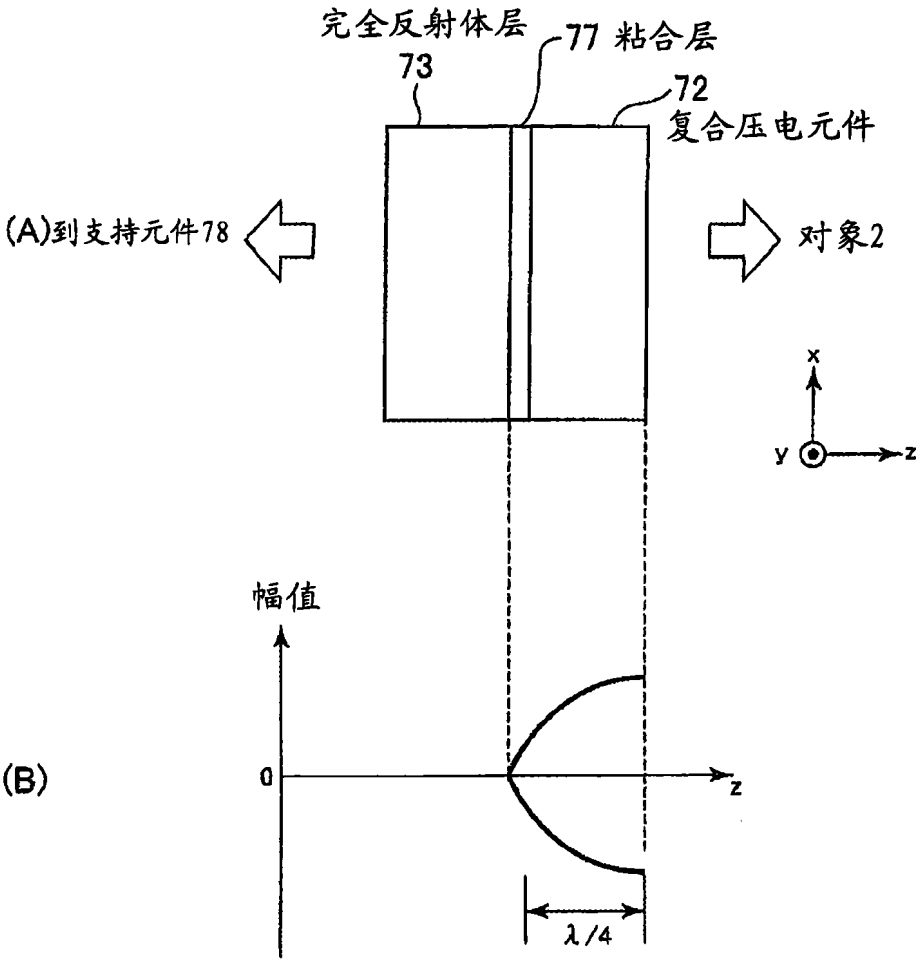


图 6

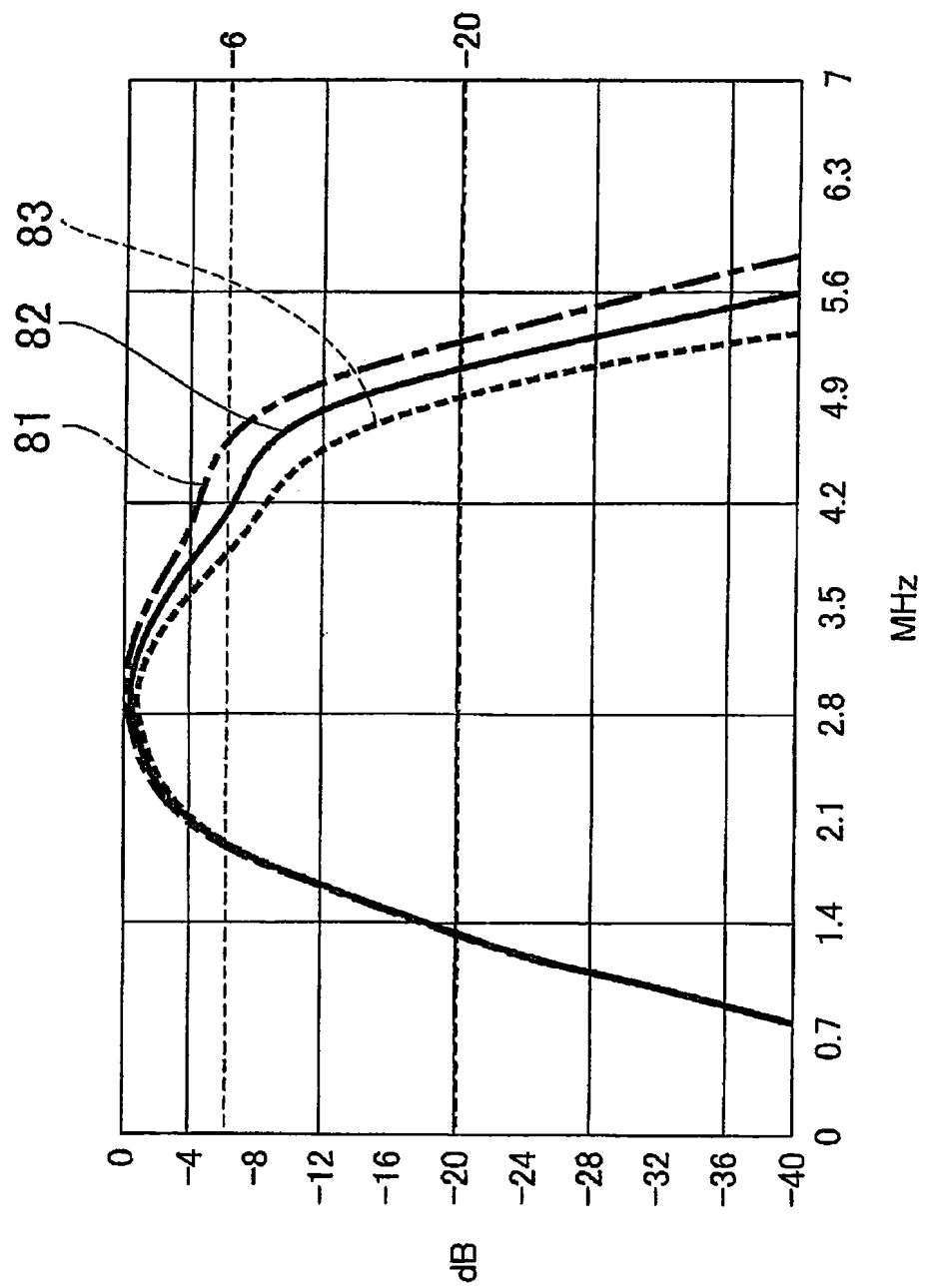


图 7

|               |                                                |         |            |
|---------------|------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)       | 超声探头和超声成像装置                                    |         |            |
| 公开(公告)号       | <a href="#">CN101380627A</a>                   | 公开(公告)日 | 2009-03-11 |
| 申请号           | CN200810212811.2                               | 申请日     | 2008-09-05 |
| 申请(专利权)人(译)   | GE医疗系统环球技术有限公司                                 |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译) | GE医疗系统环球技术有限公司                                 |         |            |
| [标]发明人        | H伊索诺                                           |         |            |
| 发明人           | H·伊索诺                                          |         |            |
| IPC分类号        | B06B1/06 A61B8/00                              |         |            |
| CPC分类号        | B06B1/0622 B06B1/0629                          |         |            |
| 代理人(译)        | 王岳                                             |         |            |
| 优先权           | 2007231709 2007-09-06 JP                       |         |            |
| 外部链接          | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a> |         |            |

#### 摘要(译)

本发明涉及一种超声探头和超声成像装置，其包括：复合压电元件(72)，其包括通过平面上的缝隙设置的压电元件和填充在每个缝隙中的填充物(86)；粘合层(77)，其位于与平面正交的超声波辐射方向上，所述粘合层(77)与复合压电元件(72)的一个极板表面接触；和完全反射体层(73)，其通过粘合层(77)接合到复合压电元件(72)，以基本上朝着复合压电元件极板表面反射在复合压电元件(72)中产生的超声波弹性振荡。复合压电元件(72)具有仅由压电元件组成的板状连接件部分(85)，所述板状连接件部分(85)覆盖整个复合压电元件(72)。

