

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04R 17/00 (2006.01)

A61B 8/00 (2006.01)

G01N 29/24 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780041233.4

[43] 公开日 2009年9月16日

[11] 公开号 CN 101536545A

[22] 申请日 2007.11.2

[21] 申请号 200780041233.4

[30] 优先权

[32] 2006.11.8 [33] JP [31] 303224/2006

[86] 国际申请 PCT/JP2007/071412 2007.11.2

[87] 国际公布 WO2008/056611 日 2008.5.15

[85] 进入国家阶段日期 2009.5.6

[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 齐藤孝悦

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 臧霁晨 李家麟

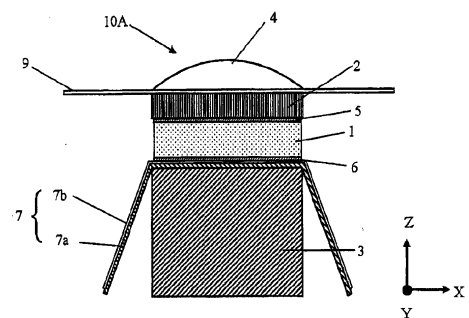
权利要求书4页 说明书46页 附图9页

[54] 发明名称

超声波探头

[57] 摘要

本发明公开了用于实现能够得到高分辨率的诊断图像,同时具有高可靠性的超声波探头的技术,如果采用这种技术,压电元件(1)具有规定的厚度,在厚度方向的一个面上形成接地电极(5),在另一个面上形成信号用电极(6),在该压电元件的接地电极的形成面上层叠声匹配层(2)时,该声匹配层由至少包含导电性构件(20)的多种素材的复合材料构成,而且导电性构件具有在压电元件的一个电极形成面的多处分别在厚度方向上贯通的部位。



1. 一种超声波探头，具备在厚度方向的两个面上形成电极的压电元件、以及层叠在所述压电元件的一个电极形成面上的声匹配层，其特征在于，

所述声匹配层由至少包含导电性构件的多种素材的复合材料构成，而且所述导电性构件具有在所述压电元件的一个电极形成面的多处分别在层的厚度方向上贯通的部位。

2. 根据权利要求1所述的超声波探头，其特征在于，

所述声匹配层由包含绝缘性构件或半导电性构件与导电性构件的多种素材的复合材料、或包含绝缘性构件或半导电性构件的多种素材、和包含导电性构件的多种素材的复合材料构成。

3. 一种超声波探头，具备：具有规定的厚度，在厚度方向的两个面上形成电极，相互在正交于厚度方向的方向上配置的多个压电元件；以及在所述多个压电元件的一个电极形成面上分别层叠的多个声匹配层，其特征在于，

所述声匹配层包含在所述压电元件上依序层叠的第1和第2声匹配层，

所述第1声匹配层由包含绝缘性构件或半导电性构件与导电性构件的多种素材的复合材料构成，而且所述导电性构件具有在所述压电元件的一个电极形成面的多处分别在层的厚度方向上贯通的部位。

4. 根据权利要求1~3中的任一项所述的超声波探头，其特征在于，构成与所述压电元件邻接的所述声匹配层的所述复合材料，是将绝缘性构件或半导电性构件与导电性构件配置于预定的区域。

5. 根据权利要求1~3中的任一项所述的超声波探头，其特征在于，具备在与所述压电元件相邻的所述声匹配层的外表面部层叠的电气端子，

所述电气端子在绝缘性薄片的一主面上被覆导电性膜，而且层叠成所述绝缘性薄片的一主面与所述声匹配层对置，所述导电性膜通过构成所述声匹配层的所述导电性构件与所述压电元件上形成的一所述电极

电气连接。

6. 一种超声波探头，具备：具有规定的厚度，在厚度方向的两个面上形成电极，相互在正交于厚度方向的方向上配置的多个压电元件；以及在所述多个压电元件的一个电极形成面上分别层叠的多个声匹配层，其特征在于，

设 n 为 3 以上的整数，所述声匹配层包含在所述压电元件上依序层叠的第 1 ~ 第 n 声匹配层，而且在第 1 声匹配层与第 2 声匹配层之间插入电气端子，

至少所述第 1 声匹配层由包含绝缘性构件或半导电性构件与导电性构件的多种素材的复合材料构成，而且所述导电性构件具有在所述压电元件的一个电极形成面的多处分别在层的厚度方向上贯通的部位，

所述电气端子在绝缘性薄片的一主面上被覆导电性膜，而且层叠成所述绝缘性薄片的一主面与所述声匹配层对置，所述导电性膜通过构成所述第 1 声匹配层的所述导电性构件与所述压电元件上形成的一所述电极电气连接。

7. 一种超声波探头，具备：具有规定的厚度，在厚度方向的两个面上形成电极，相互在正交于厚度方向的方向上配置的多个压电元件；以及在所述多个压电元件的一个电极形成面上分别层叠的多个声匹配层，其特征在于，

设 n 为 3 以上的整数，所述声匹配层包含在所述压电元件上依序叠层的第 1 ~ 第 n 声匹配层，而且在第 2 声匹配层与第 3 声匹配层之间插入电气端子，

至少所述第 1 和第 2 声匹配层由包含绝缘性构件或半导电性构件与导电性构件的多种素材的复合材料构成，而且所述导电性构件具有在所述压电元件的一个形成电极的面的多处分别在层的厚度方向上贯通的部位，

所述电气端子在绝缘性薄片的一主面上被覆导电性膜，而且层叠成所述绝缘性薄片的一主面与所述声匹配层对置，所述导电性膜通过构成所述第 1 声匹配层的所述导电性构件和构成所述第 2 声匹配层的所述导电性构件，与所述压电元件上形成的一所述电极电气连接。

8. 根据权利要求 6 或 7 所述的超声波探头，其特征在于，

构成所述第 1 声匹配层的所述复合材料其绝缘性构件或半导电性构件与导电性构件配置于预定的区域。

9. 根据权利要求 7 所述的超声波探头, 其特征在于,

构成所述第 2 声匹配层的所述复合材料其绝缘性构件或半导电性构件与导电性构件配置于预定的区域。

10. 根据权利要求 2~9 中的任一项所述的超声波探头, 其特征在于, 将所述压电元件的厚度方向记为 Z 方向, 将与该 Z 方向正交的方向记为 X 方向, 将与 Z 方向和 X 方向正交的方向记为 Y 方向,

构成所述声匹配层的所述复合材料具备

所述导电性构件只在 Z 方向上有连结, 在 X、Y 方向上没有连结, 所述绝缘性构件或半导电性构件在 X、Y、Z 三个方向上有连结的连结结构、

或者, 所述导电性构件在 Y 和 Z 两个方向上有连结, 所述绝缘性构件或半导电性构件在 Y 和 Z 两个方向上有连结的连结结构、

或者, 所述导电性构件在 X、Y、Z 三个方向上有连结, 所述绝缘性构件或半导电性构件仅在 Z 方向上有连结, 在 X、Y 方向上没有连结的连结结构

中的任一连结结构。

11. 一种超声波探头, 具备: 具有规定的厚度, 在厚度方向的两个面上形成电极的压电元件; 以及在所述压电元件的一个电极形成面上层叠的声匹配层, 其特征在于,

所述声匹配层由至少包含导电性构件的多种素材的复合材料构成, 而且所述导电性构件具有在所述压电元件的一个电极形成面的多处分别向层的厚度方向贯通的部位, 而且形成在厚度方向上导电性构件体积比率连续地倾斜的、或体积比率阶梯性变化的结构。

12. 根据权利要求 11 所述的超声波探头, 其特征在于,

所述声匹配层的所述多种素材的复合材料由包含绝缘性构件或半导电性构件与导电性构件的材料构成。

13. 根据权利要求 1~12 中的任一项所述的超声波探头, 其特征在于,

所述复合材料的所述半导电性构件包含金属、金属与高分子材料的复合体、石墨的碳化物中的至少一种。

14. 根据权利要求 2~12 中的任一项所述的超声波探头, 其特征在于,

所述复合材料的绝缘性构件或导电性构件包含玻璃、陶瓷、水晶、有机高分子材料与金属的复合体、硅单晶体或多晶体中的至少一种。

超声波探头

技术领域

本发明涉及通过接触生物体等被检测物体发送和接收超声波以得到被检测物体的诊断信息而使用的超声波探头。

背景技术

超声波诊断装置对作为被检测对象的人或动物等生物体照射超声波，检测被检测物体反射的回声信号，将生物体内的组织的断层图像等显示于监视器上，提供被检测物体的诊断所需要的信息。这种超声波诊断装置使用对被检测物体发送超声波和接收被检测物体反射的回声信号用的超声波探头。

图9是表示这种已有的超声波探头的结构的例子的剖面图。在图9中，超声波探头30具备为了在与未图示的被检测物体之间收发超声波，在一定的方向（在图9中与纸面正交的方向）上排列的多个压电元件11、在该压电元件11的被检测体一侧（图9的上方）的表面（以下将“被检测体一侧的表面”称为“前表面”）上设置的1层以上（图中所指示的是2层）的声（acoustic）匹配层12（12a、12b）、设置于该声匹配层12的前表面的声透镜13、设置于压电元件11的被检测体一侧的相反侧（图9的下方）的表面（以下将“被检测体一侧的相反侧的表面”称为“背面”）的信号用的电气端子15、设置于该信号用的电气端子15的背面的背面负载构件14、以及安装于第1声匹配层12a与第2声匹配层12b之间的接地用的电气端子16。

压电元件11利用PZT（钛酸锶酸铅）类等压电陶瓷、单晶、这些材料与高分子材料复合的复合压电体、或PVDF（聚偏二氟乙烯）等为代表的高分子材料的压电体等形成。这种压电元件11的前表面以及背面上分别形成电极，在这些电极与压电元件11之间进行电信号的收发。也就是说，压电元件11将电压变换为超声波然后发送到被检测体内，

又接收在被检测体内反射的回声，将其变换为电信号。

声匹配层 12 是为了将超声波高效率地发送到被检测体，并且接收来自被检测体的信号而设置的，更具体地说，起着使压电元件 11 的声阻抗阶段性地靠近被检测体的声阻抗的作用。在图中所示的例子中，作为声匹配层 12，是第 1 声匹配层 12a 与第 2 声匹配层 12b 重叠形成的。其中，第 1 声匹配层 12a 使用作为导电构件的石墨，从其前表面引出在绝缘膜上被覆金属膜的电气端子 16。而且在电气端子 16 的前表面设置第 2 声匹配层 12b。这种结构即使是在压电元件 11 受到来自外部的机械冲击而开裂等情况下，绝缘膜也不容易开裂，因此能够确保电气导通，所以具有高可靠性的特征（参照例如下述专利文献 1）。

另一方面，第 1 声匹配层 12a 采用与石墨相比声阻抗大的材料，因此能够实现宽带化，这样的结构也是已知的（参照例如下述专利文献 2）。

又，作为第 1 声匹配层 12a，在绝缘性构件的一部分上设置贯通孔，在这种贯通孔中嵌装导电性构件，将在其前表面设置的电气端子与其背面上的压电元件 11 的电极相连接的结构也是已知的（参照例如下述专利文献 3）。

声透镜 13 是为了提高诊断图像的分辨率对超声波束进行聚焦用的构件。该声透镜 13 是任选要素，根据需要设置。背面负载构件 14 为支持压电元件 11 而被结合，而且起着使不需要的超声波衰减的作用。

专利文献 1：特开平 7-123497 号公报

专利文献 2：特开 2003-125494 号公报

专利文献 3：特开平 7-37107 号公报

电子扫描型超声波诊断装置将压电元件做成多个群，对各压电元件群延迟一定的延迟时间驱动，从各压电元件群向被检测体内发送超声波，接收从被检测体来的回声信号。通过这样给予延迟时间，超声波束收缩或扩散，能够得到大视野或高分辨率的超声波图像。

对多个压电元件群给予一定的延迟时间得到超声波图像的系统，作为一般的系统已为人所知，作为超声波探头，为了得到这样的高分辨率的超声波图像，重要的事情之一是宽带化。又，在追求高性能的另一方面，超声波探头是由医生或检查技师操作，同时直接或间接接触被检测

体以得到诊断图像的构件，因此，为了有良好的操作性能，也要求有细长的形状。又超声波探头在操作中或操作以外的时间，也常常会由于不可抗力而跌落或受到打击造成损坏，因此要求有在这样的情况下可靠性高的探头。

作为使超声波探头宽带化的一个对策，有例如专利文献2所述，将压电元件的前表面设置的声匹配层做成3层以上的结构的方法。但是，在这样的结构中，压电元件侧的第1声匹配层使用作为半导体的硅，因此从该第1声匹配层侧的压电元件的电极引出的电气端子只从压电元件上形成的电极的端部的一部分引出，如果采用这一结构，在受到机械冲击，压电元件和电极开裂的情况下，在开裂的时刻发生断线，功能下降。

另一方面，专利文献1所示的结构，在第1声匹配层使用作为导体的石墨，在其前表面设置绝缘性薄膜的一主面上被覆金属膜的电气端子，因此可靠性高，但是使用于第1声匹配层的导体材料声阻抗小，而且声匹配层只叠层到2层，因此宽带化是困难的。近年来，超声波探头倾向于进一步宽带化，使用相对于基频为2次或3次的谐波分量，或在多个频率使用以得到高分辨率的超声波图像以进行诊断的情况越来越多，因此宽带化越来越重要。

发明内容

本发明是考虑上述情况而作出的，其目的在于提供能够得到高分辨率的诊断图像同时可靠性高的超声波探头。又，本发明的另一目的在于，提供操作性能良好的超声波探头。

本发明是一种超声波探头，具备在厚度方向的两个面上形成电极的压电元件、以及在所述压电元件的一电极形成面上层叠的声匹配层，其特征在于，

所述声匹配层由至少包含导电性构件的多种素材的复合材料构成，而且所述导电性构件具有在所述压电元件的一电极形成面的多处分别在层的厚度方向上贯通的部位。

借助于这种结构，在压电元件的一电极形成面上层叠的声匹配层的声阻抗能够做到所希望的值，因此能够实现频率的宽带化，从而能够得

到高分辨率的诊断图像,而且能够通过声匹配层将电气端子连接于压电元件的一电极形成面上的多个地方,因此能够提供可靠性高的超声波探头。

又,本发明的超声波探头,其特征在于,所述声匹配层由包含绝缘性构件或半导电性构件与导电性构件的多种素材的复合材料、或包含绝缘性构件或半导电性构件的多种素材和包含导电性构件的多种素材的复合材料构成,而且所述导电性构件具有在所述压电元件的一电极形成面上的多处分别在层的厚度方向上贯通的部位。

借助于这种结构,在压电元件的一个形成电极的面上层叠的声匹配层的声阻抗能够做到所希望的值,因此能够实现频率的宽带化,从而能够得到高分辨率的诊断图像,而且能够通过声匹配层将电气端子连接于压电元件的一电极形成面上的多个地方,因此能够提供可靠性高的超声波探头。

又本发明的超声波探头具备:具有规定的厚度,在厚度方向的两个面上形成电极,在相互正交于厚度方向的方向上配置的多个压电元件;以及在所述多个压电元件的一电极形成面上分别层叠的多个声匹配层,其特征在于,

所述声匹配层包含在所述压电元件上依序层叠的第1和第2声匹配层,

所述第1声匹配层由包含绝缘性构件或半导电性构件、与导电性构件的多种素材的复合材料构成,而且所述导电性构件具有在所述压电元件的一电极形成面的多处分别在层的厚度方向上贯通的部位。

借助于这种结构,利用声匹配层的多层化,容易将声阻抗做到所希望的值,因此能够得到高分辨率的诊断图像,而且能够通过第1声匹配层将电气端子连接于压电元件的一电极形成面上的多个位置,因此能够提供可靠性高的超声波探头。

又,本发明的超声波探头,其特征在于,构成与所述压电元件邻接的所述声匹配层的所述复合材料,是将绝缘性构件或半导电性构件与导电性构件配置于预定的区域的。

借助于这种结构,能够任意设定绝缘性构件或半导电性构件与导电性构件的体积率,容易决定声阻抗。

又，本发明具备在与所述压电元件相邻的所述声匹配层的外表面部层叠的电气端子，

所述电气端子在绝缘性薄片的一主面上被覆导电性膜，而且层叠成所述绝缘性薄片的一主面与所述声匹配层对置，所述导电性膜通过构成所述声匹配层的所述导电性构件与所述压电元件上形成的一所述电极电气连接。

借助于这种结构，即使是由于机械冲击等原因，压电元件以及一方的电极开裂，绝缘性薄片也不容易开裂，因此能够提供断线故障极少发生，操作性能良好的超声波探头。

又，在本发明中，本发明的超声波探头具备：具有规定的厚度，在厚度方向的两个面上形成电极，相互在正交于厚度方向的方向上配置的多个压电元件、以及在所述多个压电元件的一电极形成电极面上分别层叠的多个声匹配层，其特征在于，

n 为 3 以上的整数，所述声匹配层包含在所述压电元件上依序层叠的第 1 ~ 第 n 声匹配层，而且在第 1 声匹配层与第 2 声匹配层之间插入电气端子，

至少所述第 1 声匹配层由包含绝缘性构件或半导电性构件与导电性构件的多种素材的复合材料构成，而且所述导电性构件具有在所述压电元件的一电极形成面的多处分别在层的厚度方向上贯通的部位，

所述电气端子在绝缘性薄片的一主面上被覆导电性膜，而且层叠成所述绝缘性薄片的一主面与所述声匹配层对置，所述导电性膜通过构成所述第 1 声匹配层的所述导电性构件与所述压电元件上形成的一所述电极电气连接。

利用这种结构，声匹配层形成多层化，同时能够将声匹配层的声阻抗做到规定的值，因此能够得到高分辨率的诊断图像，又能够通过第 1 声匹配层将电气端子连接于压电元件的一电极形成面的多个位置，因此可靠性高，而且由于绝缘性薄片不容易开裂，能够提供断线故障极少发生而且操作性能也很好的超声波探头。

又，本发明的超声波探头具备：有规定的厚度，在厚度方向的两个面上形成电极，相互在正交于厚度方向的方向上配置的多个压电元件；以及在所述多个压电元件的一电极形成面上分别层叠的多个声匹配层，

其特征在于，

n 为 3 以上的整数，所述声匹配层包含在所述压电元件上依序层叠的第 1~第 n 声匹配层，而且在第 2 声匹配层与第 3 声匹配层之间插入电气端子，

至少所述第 1 和第 2 声匹配层由包含绝缘性构件或半导体性构件与导电性构件的多种素材的复合材料构成，而且所述导电性构件具有在所述压电元件的一电极形成的面的多处分别在层的厚度方向上贯通的部位，

所述电气端子在绝缘性薄片的一主面上被覆导电性膜，而且层叠成所述绝缘性薄片的一主面与所述声匹配层对置，所述导电性膜通过构成所述第 1 声匹配层的所述导电性构件和构成所述第 2 声匹配层的所述导电性构件，与所述压电元件上形成的一所述电极电气连接。

借助于这种结构，使声匹配层实现多层化，而且能够将声匹配层的声阻抗做成规定的值，因此能够得到高分辨率的诊断图像，而且能够通过第 1 和第 2 声匹配层将电气端子连接于压电元件的一个形成电极的面上的多个地方，因此可靠性得到提高，而且由于使用即使是受到机械冲击等也不容易开裂的绝缘性薄片，因此能够提供操作性能良好的超声波探头。

又，本发明的超声波探头，其特征在于，构成所述第 1 声匹配层的所述复合材料把绝缘性构件或半导体性构件与导电性构件配置于预定的区域。

利用这种结构，能够将构成第 1 声匹配层的复合材料的绝缘性构件或半导体性构件与导电性构件的体积率设定为任意值，容易决定声阻抗。

又，本发明的超声波探头，其特征在于，构成所述第 2 声匹配层的所述复合材料把绝缘性构件或半导体性构件与导电性构件配置于预定的区域。

利用这种结构，能够任意设定构成第 2 声匹配层的复合材料的绝缘性构件或半导体性构件与导电性构件的体积率，容易决定声阻抗。

又，本发明的超声波探头，其特征在于，将所述压电元件的厚度方向记为 Z 方向，将与该 Z 方向正交的方向记为 X 方向，将与 Z 方向和 X

方向正交的方向记为 Y 方向，

构成所述声匹配层的所述复合材料，具备

所述导电性构件只在 Z 方向上有连结，在 X、Y 方向上没有连结，所述绝缘性构件或半导电性构件在 X、Y、Z 三个方向上有连结的连结结构、

或者，所述导电性构件在 Y 和 Z 两个方向上有连结，所述绝缘性构件或半导电性构件在 Y 和 Z 两个方向上有连结的连结结构、

或者，所述导电性构件在 X、Y、Z 三个方向上有连结，所述绝缘性构件或半导电性构件仅在 Z 方向上有连结，在 X、Y 方向上没有连结的连结结构

中的任一连结结构。

利用这种结构，容易设定构成声匹配层的复合材料的绝缘性构件或半导电性构件与导电性构件的体积率，而且容易在一电极形成面上的多个地方，分别形成导电性构件在层厚方向上贯通的部位。

又，本发明的超声波探头具备：具有规定的厚度，在厚度方向的两个面上形成电极的压电元件；以及在所述压电元件的一电极形成电极面上层叠的声匹配层，其特征在于，

所述声匹配层由至少包含导电性构件的多种素材的复合材料构成，而且所述导电性构件具有在所述压电元件的一电极形成面的多处分别在层厚方向上贯通的部位，而且形成在厚度方向上导电性构件的体积比率连续地斜率变化的，或体积比率阶梯性变化的结构。

利用这种结构，能够将压电元件的一电极形成面上层叠的声匹配层的声阻抗做到所希望的值，因此能够实现频率的宽带化，因此能够得到高分辨率的诊断图像，又，能够通过声匹配层，将电气端子连接于压电元件的一电极形成面上的多个地方，因此能够提供可靠性高的超声波探头。

又，本发明的超声波探头，其特征在于，所述声匹配层的所述多种素材的复合材料由包含绝缘性构件或半导电性构件与导电性构件的材料构成。

利用这种结构，能够将压电元件的一电极形成面上层叠的声匹配层的声阻抗做到所希望的值，而且能够实现多层化，因此能够实现频率的宽带化，从而能够得到高分辨率的诊断图像，又，能够通过声匹配层，

将电气端子连接于压电元件的一电极形成面上的多个地方,因此能够提供可靠性高的超声波探头。

又,本发明的超声波探头,其特征在于,所述复合材料的所述半导体性构件包含金属、金属与高分子材料的复合体、石墨的碳化物中的至少一种。

借助于这种结构,能够在选择材料时也考虑声阻抗。

又,本发明的超声波探头,其特征在于,所述复合材料的绝缘性构件或半导体性构件包含玻璃、陶瓷、水晶、有机高分子材料与金属的复合体、硅单晶体或多晶体中的至少一种。

借助于这种结构,容易决定声的阻抗。

如果采用本发明,压电元件的一电极形成电极面上层叠的声匹配层由包含绝缘性构件或半导体性构件与导电性构件的多种素材的复合材料构成,因此能够将声阻抗做到所希望的值,能够使频率宽带化,因此能够得到高分辨率的诊断图像,而且导电性构件具有在压电元件的一电极形成面的多处分别在层厚方向上贯通的部位,因此能够通过声匹配层将电气端子连接于压电元件的一电极形成电极面上的多个地方,所以能够提供可靠性高的超声波探头。

附图说明

图 1A 是表示本发明的超声波探头的第 1 实施形态的结构剖面图。

图 1B 是表示构成图 1A 所示的超声波探头的声匹配层的结构例的剖面图。

图 2A 是表示本发明的超声波探头的第 2 实施形态的结构剖面图。

图 2B 是表示构成图 2A 所示的超声波探头的第 1 声匹配层的结构例的立体图。

图 2C 是表示图 2B 所示的第 1 声匹配层的绝缘性构件或导电性构件的体积比例与声阻抗的关系的曲线图。

图 2D 是表示构成图 2A 所示的超声波探头的第 1 声匹配层的结构例的立体图。

图 2E 是表示构成图 2A 所示的超声波探头的第 1 声匹配层的结构例的立体图。

图 3A 是将本发明的超声波探头的第 3 实施形态的结构部分切开表示的立体图。

图 3B 是图 3A 所示的超声波探头的剖面图。

图 3C 是表示构成图 3A 以及图 3B 所示的超声波探头的要素的具体结构例的立体图。

图 3D 是表示构成图 3A 以及图 3B 所示的超声波探头的要素的具体结构例的立体图。

图 4A 是将本发明的超声波探头的第 4 实施形态的结构部分切开表示的立体图。

图 4B 是图 4A 所示的超声波探头的剖面图。

图 5A 是将本发明的超声波探头的第 5 实施形态的结构部分切开表示的立体图。

图 5B 是图 5A 所示的超声波探头的剖面图。

图 6A 是将本发明的超声波探头的第 6 实施形态的结构部分切开表示的立体图。

图 6B 是表示构成图 6A 所示的超声波探头的声匹配层的结构例的剖面图。

图 7A 是表示构成本发明的超声波探头的第 7 实施形态的声匹配层的结构例的剖面图。

图 7B 是表示构成本发明的超声波探头的第 7 实施形态的声匹配层的另一结构例的剖面图。

图 8 是表示构成本发明的超声波探头的第 8 实施形态的声匹配层的结构例的剖面图。

图 9 是表示已有的超声波探头的结构例的剖面图。

具体实施方式

下面根据附图所示的理想实施形态对本发明进行详细说明。

第 1 实施形态

图 1A 是表示本发明的超声波探头的第 1 实施形态的结构剖面图，图 1B 是表示构成图 1A 所示的超声波探头的声匹配层的结构例的剖面图。

在图 1A 中，超声波探头 10A 具备板状的压电元件 1、层叠于该压电元件 1 的前表面（图中的上方）的声匹配层 2、根据需要装配于压电元件 1 的背面（图中的下方）的背面负载构件 3、以及同样根据需要装配于声匹配层 2 的前表面的声透镜 4。这些构成要素各自的功能与构成已有的超声波探头的要素具有的功能相同。

超声波探头 10A 的构成要素中，压电元件 1 利用 PZT 系那样的压电陶瓷、PZN-PT、PMN-PT 系那样的压电单晶、或这些材料与高分子材料复合的复合压电体、或 PVDF 等为代表的高分子材料的压电体等形成。在压电元件 1 的前表面形成接地电极 5，压电元件 1 的背面上形成信号用电极 6。接地电极 5 和信号用电极 6 分别利用金或银的蒸镀、溅射、或银的烧成等方法形成。

又，压电元件 1 上形成的信号用电极 6 与背面负载构件 3 之间插入聚酰亚胺等高分子材料构成的绝缘性薄片 7a 的一个主面上被覆铜等导电性膜 7b 的信号用电气端子 7。在这种情况下，信号用电气端子 7 的导电性膜 7b 与压电元件 1 上形成的信号用电极 6 接触，而且绝缘性薄片 7a 的一主面向着压电元件 1 一侧，使得信号用电气端子 7 的绝缘性薄片 7a 与背面负载构件 3 接触。另一方面，在形成于压电元件 1 的接地电极 5 的前表面上，依序层叠至少包含导电性构件的复合材料构成的声匹配层 2 和具有导电性的例如铜等金属薄膜的接地用电气端子 9。在这种情况下，接地用电气端子 9 与声匹配层 2 的复合材料的导电性构件接触，根据需要在接地用电气端子 9 的前表面安装使用硅橡胶等材料的声透镜 4。还有，导电性膜 7b、接地用电气端子 9 只要是具有导电性的材料即可，可以是任何材料，不限于于金属材料。又，接地用电气端子 9 也可以是像信号用电气端子 7 的构成那样，在利用高分子材料构成的绝缘性薄片的一个主面上被覆导电性膜，该导电性膜也可以叠层于声匹配层 2 一侧。

下面对如上所述构成的超声波探头 10A 的动作进行说明。

压电元件 1 上形成的信号用电极 6 通过信号用电气端子 7，又压电元件 1 的接地电极 5 通过声匹配层 2 的复合材料的导电性构件和接地用电气端子 9，分别电气连接于未图示的电缆的一端，这些电缆的各自的另一端连接于未图示的超声波诊断装置的主体部。借助于此，将超声波诊

断装置的主体部产生的规则的脉冲电压施加于压电元件 1，发出超声波，又，将接收的超声波的回声变换为电气信号然后发送到超声波诊断装置的主体部。

作为包含导电性构件的复合材料构成的声匹配层 2，选择其声阻抗在压电元件 1 与位于声透镜 4 一侧的未图示的被检测体各自的声阻抗之间的材料。图 1B 表示声匹配层 2 的包含导电性构件的复合材料的结构例。在图 1B 中，向着被检测体发射超声波的方向记为 Z 方向，与其正交的两个方向分别记为 X 方向和 Y 方向。

图 1B 所示的声匹配层 2 是导电性构件 20 与作为其他构件的例如绝缘性构件或半导电性构件 21 在 X 方向上交替配置的匹配层，形成其中多个导电性构件 20 在 Y 方向以及 Z 方向上相互连接，而绝缘性构件或半导电性构件 21 也同样在 Y 和 Z 两个方向上相互连接的结构体。在这里，多个导电性构件 20 分别与形成于压电元件 1 的前表面的接地电极 5 和接地用电气端子 9 接触，具有将压电元件 1 的接地电极 5 与接地用电气端子 9 电气连接的功能。还有，将导电性构件 20 以使其端部分别向着 Z 方向的状态在 Y 方向上配置为列状，同时在 X 方向上配置多列，用绝缘性构件或半导电性构件 21 包围其周围，其中导电性构件 20 也可以只在 Z 方向一个方向上连接，而在 X、Y 方向上不连接。又，即使采用绝缘性构件或半导电性构件 21 在 X、Y、Z 三个方向上有连接的结构体，或将多个绝缘性构件或半导电性构件 21 以使其端部分别向着 Z 方向的状态在 Y 方向上配置为列状，同时在 X 方向上配置多列，用导电性构件 20 包围其周围，其中导电性构件 20 在 X、Y、Z 三个方向上有连接，且绝缘性构件或半导电性构件 21 只在 Z 方向一个方向上有连接的结构体也同样有效果。又，采用导电性构件 20 与绝缘性构件或半导电性构件 21 的复合体，但是此外导电构件之间材料互不相同的复合体也具有相同的效果。

如上所述，图 1A 所示的声匹配层 2 的声阻抗必须具有压电元件 1 的声阻抗与被检测体的声阻抗之间的值。例如压电元件 1 采用声阻抗约 30MRayl 的 PZT-5H 的压电陶瓷，以声阻抗约为 1.6MRayl 的生物体这样的被检测体为检测对象的情况下，声匹配层 2 采用 1 层，因此使用约 $6\sim 8\text{MRayl}$ 左右值的材料。

因此,用例如图 1A 所示的超声波探头 10A 进行说明,也可以考虑这样的结构,即声匹配层 2 采用绝缘性构件或半导电性构件,将压电元件 1 的对应于接地电极 5 的端部的部位切除,形成没有声匹配层的部分(未图示),从该部分引出电气端子(未图示)的结构。而且,采用这样的结构时,在性能上,频率的宽带化成为可能,反之即使在没有声匹配层的部分,压电元件 1 也振动发射超声波,因此发送到被检测体的超声波发射混乱,超声波图像质量下降。而且从接地电极 5 引出电气端子的地方是 1 个,因此在诊断操作中超声波探头跌落,或超声波探头受到打击等机械冲击,压电元件 1 断裂时,有可能接地电极 5 也同样断裂,发生断线等情况,因而导致故障。

图 1A 所示的第 1 实施形态是解决这些问题,而且能够实现频率的宽带化的结构。也就是说,由于形成压电元件 1 的接地电极 5 通过声匹配层 2 的多个导电性构件 20 与接地用电气端子 9 电气连接的结构,在压电元件 1 的整个面上能够均匀地进行所希望的超声波的发送和接收,同时即使是由于受到机械冲击等影响,压电元件 1 和接地电极 5 断裂,也由于用声匹配层 2 的多个导电性构件 20 连接着,发生断线、故障的情况极少。

在这里,声匹配层 2 的绝缘性构件或半导电性构件 21 采用环氧树脂、氨基甲酸乙酯、聚酰亚胺等为代表的高分子材料、玻璃、结晶化玻璃、混合高浓度钨粉的环氧树脂、铌酸铅陶瓷、有加工性能的陶瓷(可切削性陶瓷)、单晶硅或多晶硅、水晶、钛酸钡等的陶瓷等。又,作为声匹配层 2 的导电性构件 20,采用石墨、充填铜等金属的石墨、铜、铝、银、金、镍等金属材料、或金、银、铜、铝等金属或碳的粉末混合于环氧树脂等高分子化合物中以具有导电性的高分子材料或碳等。还有,导电性构件 20 或绝缘性构件或半导电性构件 21 不限于上述材料,只要是与上述材料具有同等程度的声阻抗的材料,也可以是其他材料。导电性构件 20 与绝缘性构件或半导电性构件 21 的复合材料的声阻抗由各自的体积比率决定。

例如声匹配层 2 所需要的声阻抗想要形成为 $7MRayl$ 的值的条件下,只要是导电性构件 20 采用具有约为 $10MRayl$ 的值的、充填铜的石墨,绝缘性构件 21 采用具有约为 $3MRayl$ 的值的环氧树脂的复合材料,而且

只要选择各构件的体积比率即可。也就是说，声阻抗在环氧树脂的体积比率高的情况下，声阻抗接近 3MRayl ，填充铜的石墨的体积比率高的情况下，声阻抗接近 10MRayl ，容易选择所需要的 7MRayl 。

还有，在这里对导电性构件 20、和绝缘性构件或半导电性构件 21 的复合材料的结构进行了说明，但是除了这种组合的复合材料的结构外，也可以是例如绝缘性构件或半导电性构件 21 使用导电性构件，形成导电性构件的复合材料的结构，也就是说，只要是至少具有导电性构件 20，具备能够与压电元件 1 的电极面电气连接的功能和能够改变声阻抗的功能的复合材料，显然不限于上述结构。

还有，在这里，对声匹配层 2 为 1 层的类型的声匹配层进行了说明，但是此外在采用具备 2 层以上的声匹配层的结构的情况、在各声匹配层上设置本复合材料的情况、或在一部分层上设置本复合材料的结构的情况，也都能得到同样的效果。

如上所述，作为设置于压电元件的被检测体一侧的声匹配层，设置至少包含导电性构件的复合材料，这样能够使声匹配层具有所希望的声阻抗，借助于此，能够实现频率的宽带化，因此能够得到高分辨率的诊断图像。又，通过复合材料的声匹配层的导电性构件，能够在压电元件的多个地方连接电气端子，因此能够得到可靠性高而且操作性能良好的超声波探头。

又，在第 1 实施形态中，对图 1B 所示的导电性构件 20 和绝缘性构件或半导电性构件 21 以相对于 Z 方向以均匀宽度形成的情况进行了说明，但是绝缘性构件或半导电性构件 21 以相对于 Z 方向宽带连续变化的所谓楔形形状或阶梯形变化，相对于 Z 方向的厚度声阻抗连续变化或阶梯性变化的结构的情况下也能够得到相同的效果。

又，在第 1 实施形态中，对图 1B 所示的导电性构件 20 和绝缘性构件或半导电性构件 21 以大致相等的间隔被交替配置的情况进行了说明，但是此外在随机性的间隔或随机排列的情况下也能够得到同样的效果。

又，在第 1 实施形态中，对为了与压电元件 1 的接地电极 5 进行电信号收发，隔着声匹配层 2 在其前表面设置接地用电气端子 9 的结构进行了说明，但是也可以取而代之，利用溅射、电镀或印刷等方法在声匹

配层 2 的 Z 方向的两个面或一个面上形成导电性构件,在该部分连接接地用电气端子 9,形成这样的结构也能够得到相同的效果。

又,在第 1 实施形态中,声匹配层 2 采用各用一种材料形成的导电性构件 20 与绝缘性构件或半导电性构件 21 的连接结构,但是显然导电性构件 20 与绝缘性构件或半导电性构件 21 的至少一种用两种以上材料形成的结构也能够得到同样的效果,并不限于分别用一种材料的连接结构。

又,在第 1 实施形态中,将压电元件 1 的前表面的电极作为接地电极 5,在其被检测体一侧配置接地用电气端子 9,同时将压电元件 1 的背面的电极作为信号用电极 6,而且使信号用电气端子 7 与信号用电极 6 接触,但是也可以取而代之,将压电元件 1 的前表面的电极作为信号用电极 6,在其被检测体一侧配置信号用电气端子 7,同时将压电元件 1 的背面的电极作为接地电极 5,而且使接地用电气端子 9 与接地电极 5 接触,这样在原理上也能够进行超声波的接收和发送。

第 2 实施形态

图 2A 是表示本发明的超声波探头的第 2 实施形态的结构剖面图,图 2B、图 2D、图 2E 分别是表示构成图 2A 所示的超声波探头的第 1 声匹配层的结构例的立体图,图 2C 是表示作为图 2B 所示的第 1 声匹配层的绝缘性构件或导电性构件使用的硅单晶的体积比例与声阻抗的关系的曲线图。

在图 2A 中,超声波探头 10B 具备板状的压电元件 1、在该压电元件 1 的前表面(图中的上方)层叠的二层的声匹配层 2(2a、2b)、根据需要安装于压电元件 1 的背面(图中的下方)的背面负载构件 3、以及同样根据需要安装于声匹配层 2(2a、2b)的前表面的声透镜 4。这些构成要素各自的功能与构成已有的超声波探头的要素所具有的功能相同。

超声波探头 10B 的构成要素中,压电元件 1 利用 PZT 系那样的压电陶瓷、PZN-PT、PMN-PT 系那样的压电单晶、或这些材料与高分子材料复合的复合压电体、或 PVDF 等为代表的高分子材料的压电体等形成。在压电元件 1 的前表面形成接地电极 5,压电元件 1 的背面上形成信号用电极 6。接地电极 5 和信号用电极 6 分别利用金或银的蒸镀、溅射、

或银的烧成等方法形成。

又，压电元件 1 上形成的信号用电极 6 与背面负载构件 3 之间插入聚酰亚胺等高分子材料构成的绝缘性薄片 7a 的一个主面上被覆铜等导电性膜 7b 的信号用电气端子 7。在这种情况下，信号用电气端子 7 的导电性膜 7b 与压电元件 1 上形成的信号用电极 6 接触，而且绝缘性薄片 7a 的一主面向着压电元件 1 一侧，使得信号用电气端子 7 的绝缘性薄片 7a 与背面负载构件 3 接触。另一方面，在压电元件 1 上形成的接地电极 5 的前表面上，依序层叠绝缘性构件或导电性构件与导电性构件的复合材料构成的第 1 声匹配层 2a、聚酰亚胺等高分子材料构成的绝缘性薄片 9a 的一主面上被覆铜等的导电性膜（厚度最好是对特性影响小的 5 微米以下）9b 的接地用电气端子 9、环氧树脂、聚酰亚胺等高分子材料构成的第 2 声匹配层 2b。在这种情况下，接地用电气端子 9 的导电性膜 9b 与第 1 声匹配层 2a 的复合材料的导电性构件接触，绝缘性薄片 9a 的一主面向着第 1 声匹配层 2a 一侧，以使第 2 声匹配层 2b 与接地用电气端子 9 的绝缘性薄片 9a 接触。第 2 声匹配层 2b 可以是绝缘性构件，也可以是导电性构件。而且根据需要在第 2 声匹配层 2b 的前表面安装使用硅橡胶等材料的声透镜 4。还有，导电性膜 7b、9b 只要是具有导电性的材料即可，可以是任何材料，不限于金属材料。

下面对如上所述构成的超声波探头 10B 的动作进行说明。

压电元件 1 上形成的信号用电极 6 通过信号用电气端子 7，又，压电元件 1 的接地电极 5 通过第 1 声匹配层 2a 的复合材料的导电性构件和接地用电气端子 9，分别电气连接于未图示的电缆的一端，这些电缆的各自的另一端连接于未图示的超声波诊断装置的主体部。借助于此，将超声波诊断装置的主体部产生的规则的脉冲电压施加于压电元件 1，发出超声波，又，将接收的超声波的回声变换为电气信号然后发送到超声波诊断装置的主体部。

作为绝缘性构件或导电性构件、与导电性构件的复合材料（以下称为导电性构件与绝缘性构件或导电性构件的复合材料）构成的第 1 声匹配层 2a，选择其声阻抗在压电元件 1 与第 2 声匹配层 2b 的各自的声阻抗的中间的材料。图 2B、图 2D 和图 2E 表示该第 1 声匹配层 2a 的导电性构件与绝缘性构件或导电性构件的各自的连接结构的结构例。

在图 2B、图 2D、图 2E 中，向着被检测体发射超声波的方向记为 Z 方向，与其正交的两个方向分别记为 X 方向和 Y 方向。

图 2B 所示的第 1 声匹配层 2a-1 是分别形成为薄长方形的导电性构件 20 与绝缘性构件或半导电性构件 21 在 X 方向上交替配置的层，形成其中导电性构件 20 在 Y 方向以及 Z 方向上相互连接，而绝缘性构件或半导电性构件 21 也同样在 Y 和 Z 两个方向上相互连接的结构体，在以下的说明中，将这种连结结构称为 2-2 型连结结构。在这里，多个导电性构件 20 分别与形成于压电元件 1 的前表面的接地电极 5 和接地用电气端子 9 的绝缘性薄片 9a 的一主面上被覆的导电性膜 9b 接触，具有将压电元件 1 的接地电极 5 与接地用电气端子 9 的导电性膜 9b 电气连接的功能。

图 2D 所示的第 1 声匹配层 2a-2 是将分别形成为圆柱状的多个导电性构件 20 以使其端部分别向着 Z 方向的状态在 Y 方向上配置为列状，同时在 X 方向上配置多列，用绝缘性构件或半导电性构件 21 包围其周围的匹配层，其中导电性构件 20 也可以只在 Z 方向一个方向上有连接，而在 X、Y 方向上不连接。又形成绝缘性构件或半导电性构件 21 在 X、Y、Z 三个方向上有连接的结构体，将该连结结构称为 1-3 型连结结构。在这里，多个导电性构件 20 分别与形成于压电元件 1 的前表面的接地电极 5 和接地用电气端子 9 的绝缘性薄片 9a 的一主面上被覆的导电性膜 9b 接触，具有将压电元件 1 的接地电极 5 与接地用电气端子 9 的导电性膜 9b 电气连接的功能。

图 2E 所示的第 1 声匹配层 2a-3 形成如下所述结构，即、将分别形成为四方柱状的多个绝缘性构件或半导电性构件 21 以使其端部分别向着 Z 方向的状态在 Y 方向上配置为列状，同时在 X 方向上配置多列，用导电性构件 20 包围其周围，其中导电性构件 20 在 X、Y、Z 三个方向上有连接，而绝缘性构件或半导电性构件 21 只在 Z 方向一个方向上有连接，将这种连结结构称为 3-1 型连结结构。在这里，导电性构件 20 分别与形成于压电元件 1 的前表面的接地电极 5 和接地用电气端子 9 的绝缘性薄片 9a 的一主面上被覆的导电性膜 9b 接触，具有将压电元件 1 的接地电极 5 与接地用电气端子 9 的导电性膜 9b 电气连接的功能。

如上所述，图 2A 所示的第 1 声匹配层 2a 的声阻抗必须具有压电元

件 1 的声阻抗与第 2 声匹配层 2b 的声阻抗之间的值。例如压电元件 1 采用声阻抗约 30MRayl 的 PZT-5H 的压电陶瓷,以声阻抗约为 1.6MRayl 的生物体这样的被检测体为检测对象的情况下,采用第 2 声匹配层 2b 的声阻抗为 3MRayl 左右值的材料。从而,第 1 声匹配层 2a 必须采用声阻抗为 $3\sim 30\text{MRayl}$ 之间的值的材料。

通常,第 1 声匹配层 2a 的声阻抗最好是在 $5\sim 20\text{MRayl}$ 之间,而且该数值越大则频率特性的频带趋向于越宽。因此作为第 1 声匹配层 2a 最好是采用 $10\sim 20\text{MRayl}$ 范围的材料。作为声阻抗在 $10\sim 20\text{MRayl}$ 之间的材料,有例如玻璃、结晶玻璃、以高浓度混合金属钨粉的环氧树脂、铌酸铅陶瓷、有加工性能的陶瓷(可切削性陶瓷)、单晶硅或多晶硅、水晶等。但是这些材料都是电绝缘性构件或半导电性构件。

因此,用例如图 2A 所示的超声波探头 10B 进行说明,但是也可以考虑这样的结构,即第 1 声匹配层 2a 采用绝缘性构件或半导电性构件,将压电元件 1 的对应于接地电极 5 的端部的部位切除,形成没有声匹配层的部分(未图示),从该部分引出电气端子(未图示)的结构。但是,采用这样的结构时,在性能上,频率的宽带化成为可能,反之在没有声匹配层的部分,压电元件 1 也振动,发射超声波,因此发送到被检测体的超声波发射混乱,超声波图像质量下降。而且从接地电极 5 引出电气端子的地方是 1 个,因此在诊断操作中超声波探头跌落,或超声波探头受到打击等机械冲击,压电元件 1 断裂时,有可能接地电极 5 也同样断裂,发生断线等情况,因而导致故障。

图 2A 所示的第 2 实施形态是解决这些问题,而且能够实现频率宽带化的结构。也就是说,由于形成压电元件 1 的接地电极 5 通过第 1 声匹配层 2a 的多个导电性构件 20 与接地用电气端子 9 的金属膜 9b 电气连接的结构,因此在压电元件 1 的整个面上能够均匀地进行所希望的超声波的发送和接收,同时即使是由于受到机械冲击等影响,压电元件 1 和接地电极 5 断裂,也由于用第 1 声匹配层 2a 的多个导电性构件 20 连接着,发生断线、故障的情况极少。

在这里,第 1 声匹配层 2a-1、2a-2、2a-3 的绝缘性构件或半导电性构件 21 采用上述玻璃、结晶化玻璃、混合高浓度钨粉的环氧树脂、铌酸铅陶瓷、有加工性能的陶瓷(可切削性陶瓷)、单晶硅或多晶硅、

水晶、钛酸钡等的陶瓷等。又，作为第1声匹配层2a-1、2a-2、2a-3的导电性构件20，采用铜、铝、银、金、镍等金属材料、或金、银、铜、铝等金属或碳的粉末混合于环氧树脂等高分子化合物中使其具有导电性的高分子材料、或石墨、碳等。还有，导电性构件20或绝缘性构件或半导电性构件21不限于上述材料，只要是与上述材料具有同等程度的声阻抗的材料，也可以是其他材料。导电性构件20与绝缘性构件或半导电性构件21的复合材料的声阻抗由各自的体积比率决定。

还有，在这里对导电性构件20和绝缘性构件或半导电性构件21的复合材料的结构进行了说明，但是除了上述组合的复合材料的结构外，也可以是例如绝缘性构件或半导电性构件21使用导电性构件以形成导电性构件的复合材料的结构，也就是说，只要是至少具有导电性构件20，具备能够与压电元件1的电极面电气连接的功能和能够改变声阻抗的功能的复合材料，显然不限于上述结构。

导电性构件20与绝缘性构件或半导电性构件21的复合材料具有的声阻抗，在连结结构为1-3型、2-2型、3-1型的情况下，是两种材料各自具有的声阻抗之间的值，而且通过改变它们的体积比率，可以得到所希望的声阻抗。

又，为了使具有1-3型、2-2型、3-1型的连结结构的导电性构件20与绝缘性构件或半导电性构件21的复合材料作为第1声匹配层2a起作用，决定导电性构件20的宽度以及其排列间隔，以使复合材料形成一体传播超声波。又，在导电性构件20的体积比率小的情况下，不必考虑其宽度和排列间隔，导电性构件20以电气连接功能为主选择材料即可。

以作为声匹配层的功能为目的，即不需要导电性能，只以将声阻抗调整为所希望的值为目的，采用图2B、图2D、图2E所示的结构的情况下，没有必要对导电性构件与绝缘性构件或半导电性构件这样的材料进行选择，也可以是绝缘性构件之间的连结结构、或环氧树脂那样的绝缘性构件与硅那样的半导电性构件之间的连结结构。

下面对具有图2B所示的2-2型连结结构的第1声匹配层2a-1的制造方法的一个例子进行说明。绝缘性构件或半导电性构件21采用硅单晶。该硅单晶采用图2B的Z方向平坦的硅单晶。借助于对该平坦面

进行激光照射、化学蚀刻、或利用切割机等机械进行加工的方法，以任意间隔在图 2B 的 Y 方向上形成装填导电性构件 20 用的槽。接着在槽中充填混合有银粉等粉末的导电性的环氧树脂等导电性粘接剂并使其硬化。该导电性粘接剂是声阻抗比硅单晶更小的材料。接着，在 Z 方向上进行对硅单晶进行切片加工，形成厚度大约为 $1/4$ 波长的薄片作为第 1 声匹配层 2a。在这种情况下，如果希望有声阻抗接近硅单晶的第 1 声匹配层 2a，则只要将导电性构件 20 的导电性粘接剂的体积比率做得小即可，如果需要小的声阻抗值，只要加大其体积比率即可。

例如在形成导电性构件 20 用的导电性粘接剂采用 (Emerson and Cummings, Inc. 制造的) Echobond 56C，作为绝缘性构件或半导电性构件 21 采用硅单晶的情况下，声阻抗分别为约 6.5MRayl 和 19.7MRayl 。因此，利用切割机以任意间隔和槽宽分割硅单晶，在该槽的部分充填 Echobond 56C 形成的材料测定声阻抗 (密度 \times 音速) 时，在硅单晶的体积比率为 63.5% 的情况下为 15.3MRayl ，而在硅单晶的体积比率为 43% 的情况下为 12.7MRayl 。

图 2C 是根据对上述两种材料测定的结果作成的，硅单晶的体积比率与声阻抗之间的关系的曲线图。从该曲线图可知，形成导电性构件 20 用的导电性粘接剂采用 Echobond 56C，使硅单晶的体积比率在 0 (只有导电性粘接剂) % \sim 100% 的范围内变化的情况下，导电性粘接剂与硅单晶的复合材料的声阻抗从约 6.5MRayl 到 19.7MRayl 几乎是线性变化。又，发明人可以确认，在该体积比率与声阻抗之间有相关关系。

下面对图 2B 所示的 2-2 型连结结构中的第 1 声匹配层 2a-1 的另一制造方法进行说明。将作为绝缘性构件或半导电性构件 21 的板状的硅单晶与作为导电性构件 20 的板状的石墨或金属在图 2B 的 X 方向上交替层叠粘接，或在作为绝缘性构件或半导电性构件 21 的板状硅单晶的一主面上分别对金属用溅射、电镀、或印刷等方法将其形成薄膜，将形成薄膜的构件在图 2B 的 X 方向上依序叠层粘接，然后对其进行切片加工，以得到希望的图 2B 的 Z 方向的厚度。采用这种方法也能够进行大量生产。

下面对具有图 2D 所示的 1-3 型连结结构的第 1 声匹配层 2a-2 的制造方法的一个例子进行说明。准备在图 2D 的 Z 方向具有厚度的硅单

晶作为绝缘性构件或半导电性构件 21。然后对该硅单晶利用照射激光、化学蚀刻、或机械加工等方法以任意间隔设置用于设置多个导电性构件 20 的孔。接着，在该孔中充填混合有银粉等粉末的导电性的环氧树脂等导电性粘接剂并使其硬化。其后，进行加工以形成厚度大约为 $1/4$ 波长，作为第 1 声匹配层。如果希望有声阻抗接近硅单晶的第 1 声匹配层，则只要将导电性构件 21 的导电性粘接剂的体积比率做得小即可，而如果需要更小的声阻抗值，只要加大导电性构件 21 的导电性粘接剂的体积比率即可。

顺便说明，单晶硅的声阻抗为 19.7MRayl ，而作为导电性粘接剂的 (Emerson and Cummings, Inc. 制造的) Echobond 56C 的声阻抗为约 6.5MRayl ，通过对各自的体积比率进行调整，与图 2B 的结构一样，能够使声阻抗为 $6.5\text{MRayl} \sim 19.7\text{MRayl}$ 范围内的值。

下面对具有图 2E 所示的 3-1 型连结结构的第 1 声匹配层 2a-3 的制造方法的一个例子进行说明。准备硅单晶作为绝缘性构件或半导电性构件 21。然后对该硅单晶利用照射激光、化学蚀刻、或用的切片机进行机械加工等方法以任意间隔在 X、Y 两个方向上设置多个槽，形成方形柱，其后在多个槽中充填导电性粘接剂等导电性构件 20 并使其硬化。其后进行加工以形成大约 $1/4$ 波长的厚度，作为第 1 声匹配层。

如上所述，设置于压电元件的被检测体一侧的声匹配层可以通过设置导电性构件与绝缘性构件或半导电性构件的复合材料，将声匹配层形成为具有所希望的声阻抗的匹配层，借助于此，能够实现频率的宽带化，因此能够得到高分辨率的诊断图像。而且能够通过复合材料的声匹配层的导电性构件，使电气端子与压电元件的多个地方接触，因此能够得到可靠性高而且操作性能良好的超声波探头。

还有，在第 2 实施形态中，图 2D 所示的 1-3 型连结结构的导电性构件 20 采用具有圆柱形状的构件，但是除此以外，采用多边形柱形或球形等形状的构件也能够得到同样的效果。又，形成相对于 Z 方向的锥体那样的圆锥形状，相对 Z 方向的厚度声阻抗连续变化的结构的情况下也能够得到的同样的效果。

又，在第 2 实施形态中，对图 2B 所示的 2-2 型连结结构的导电性构件 20 与绝缘性构件或半导电性构件 21 以相对于 Z 方向均匀的宽度形

成的情况进行了说明，但是在绝缘性构件或半导电性构件 21 形成相对于 Z 方向宽度连续变化的所谓楔形，相对于 Z 方向的厚度，声阻抗连续变化的结构的情况下也能够得到相同的效果。

又，在第 2 实施形态中，对图 2B 所示的 2-2 型、图 2D 所示的 1-3 型以及图 2E 所示的 3-1 型各连结结构的导电性构件 20 与绝缘性构件或半导电性构件 21 以大致相等的间隔交替排列的情况进行了说明，但是除此以外，随机的间隔或随机排列的情况下也能够得到相同的效果。

又，在第 2 实施形态中，对为了实现与压电元件 1 的接地电极 5 的信号收发，隔着第 1 声匹配层 2a，在其前表面设置接地用的电气端子 9 的结构进行了说明，但是取而代之，形成如下所述的结构，即在第 1 声匹配层 2a 的 Z 方向的两个面上或一个面上利用溅射、电镀、或印刷等方法形成导电性构件，在该部分连结接地用电气端子 9 的结构也能够得到相同的效果。

又，在第 2 实施形态中，第 1 声匹配层 2a 采用分别以一种材料形成的导电性构件 20 与绝缘性构件或半导电性构件 21 的连结结构，但是导电性构件 20 与绝缘性构件或半导电性构件 21 中的至少一种，用两种以上的材料构成显然也能够得到同样的效果，不限于分别用一种材料的连结结构。

又，在第 2 实施形态中，将压电元件 1 的前表面的电极作为接地电极 5，在其被检测体一侧配置接地用电气端子 9，同时将压电元件 1 的背面的电极作为信号用电极 6，而且使信号用电气端子 7 与信号用电极 6 接触着，但是也可以代之以以下述手段，即将压电元件 1 的前表面的电极作为信号用电极 6，在其被检测体一侧配置信号用电气端子 7，同时以压电元件 1 的背面的电极为接地电极 5，再使得接地用电气端子 9 接触接地电极 5，这样在原理上能够进行超声波的接收和发送。

第 3 实施形态

下面对本发明第 3 实施形态进行说明。图 3A 是将本发明的超声波探头的第 3 实施形态的结构部分切开表示的立体图，图 3B 是对图 3A 所示的超声波探头，从该图中所示的 3 个方向 X、Y、Z 中的 X 方向观察在 Y-Z 平面切断的剖面的剖面图，图 3C、图 3D 是分别表示构成图 3A 以及图 3B 所示的超声波探头的要素的具体结构例的立体图。

图 3A 和图 3B 所示的超声波探头 10C, 具备在图 3A 中所示的 X、Y、Z 中配置于 X 方向上的多个压电元件 1、对应于各压电元件 1 作为被检测体侧的 Z 方向前表面设置的 2 层声匹配层 (2a、2b)、根据需要设置于压电元件 1 的背面上的背面负载构件 3、同样根据需要在多个声匹配层 2 (2a、2b) 上公共设置的声透镜 4、插入压电元件 1 与背面负载构件 3 之间的多个信号用电气端子 7、以及插入第 1 声匹配层 2a 与第 2 声匹配层 2b 之间的接地用电气端子 9。这些结构要素各自的功能与构成已有的超声波探头的要素具有的功能相同。

为了说明的方便, 下面对图 3A 和图 3B 所示的超声波探头 10C 的制造方法进行说明

为了形成多个压电元件 1, 用 PZT 系那样的压电陶瓷、PZN-PT、PMN-PT 系那样的压电单晶、或这些材料与高分子材料复合的复合压电体、或 PVDF 等为代表的高分子材料的压电体等构成, 准备具有规定的厚度的板材、即压电板材。分别利用金、银的蒸镀、溅射、或银的烧成等方法在该压电板材的一个主面、即 Z 方向的前表面形成接地电极 5, 在其背面形成信号用电极 6。

又准备具有规定的厚度的板状的背面负载构件 (不具备背面负载构件的超声波探头的情况下用替代构件) 3、导电性构件与绝缘性构件或半导体性构件的复合材料构成, 形成多个第 1 声匹配层 2a 用的板材、环氧树脂、聚酰亚胺等高分子材料构成的多个第 2 声匹配层 2b 形成用的板材、聚酰亚胺等高分子材料构成的绝缘性薄片 7a 的一主面上被覆铜等导电性膜 7b, 总体上形成带状的多个信号用电气端子 7、聚酰亚胺等高分子材料构成的绝缘性薄片 9a 的一主面上被覆铜等导电性膜 (厚度最好是对声特性的影响少的 5 微米以下) 9b 的接地用电气端子 9。还有, 为形成第 2 声匹配层 2b 使用的环氧树脂、聚酰亚胺等高分子材料是绝缘性材料, 但是也可以代之以使用导电性构件。还有, 导电性膜 7b、9b 只要是具有导电性的材料, 不管搜索什么材料都可以, 不限于金属。

因此如图 3A 所示, 在背面负载构件 3 的前表面, 在 X 方向上以规定的间隔载置多个信号用电气端子 7, 在其上重叠形成压电元件 1 用的压电板材, 而且在压电板材的前表面依序重叠形成第 1 声匹配层 2a 用的

板材、接地用电气端子 9、第 2 声匹配层 2b 的形成用的板材，将这些材料固定为一整体。在这种情况下，背面负载构件 3 与压电板材之间安装的多个信号用电气端子 7，其绝缘性薄片 7a 的一主面分别向着压电板材一侧（图中的上方），使得在绝缘性薄片 7a 的一主面上被覆的导电性膜 7b 与形成于压电板材上的信号用电极 6 接触，绝缘性薄片 7a 与背面负载构件 3 接触。又，在形成第 1 声匹配层 2a 用的板材与形成第 2 声匹配层 2b 用的板材之间插入的接地用电气端子 9，其绝缘性薄片 9a 的一主面向着第 1 声匹配层 2a 一侧，使得绝缘性薄片 9a 的一主面上形成的导电性膜 9b 与第 1 声匹配层 2a 接触。

如上所述实施，将背面负载构件 3、多个信号用电气端子 7、形成压电元件 1 用的板材、形成第 1 声匹配层 2a 用的板材、接地用电气端子 9 和第 2 声匹配层 2b 的形成用的板材固定为一体后，利用切割机等形成从第 2 声匹配层 2b 前表面向下挖掘到背面负载构件 3 的前表面部为止的多个槽、即将第 2 声匹配层 2b、接地用电气端子 9、第 1 声匹配层 2a、压电板材、信号用电气端子 7 以及背面负载构件 3 的一部分作为 1 个单元，形成分隔为多个压电元件单元的分隔槽。在这种情况下，在 X 方向上以规定的间隔配置的信号用电气端子 7 的中间部形成分隔槽。借助于此，形成压电元件单元并列配置的压电元件列。接着将声耦合小的硅橡胶或氨基甲酸乙酯橡胶等那样的材料（未图示）充填于各分隔槽中，在根据需要在第 2 声匹配层的上表面安装使用硅橡胶等材料的声透镜 4。在不具备背面负载构件的超声波探头中，在这一阶段去除取代背面负载构件 3 的构件。

还有，在这里，已经对在第 1 声匹配层 2a 和第 2 声匹配层 2b 之间，插入在绝缘性薄片 9a 上被覆导电性膜 9b 的接地用电气端子 9，使接地用电气端子 9 的导电性膜 9b 与第 1 声匹配层 2a 的导电性构件接触，以此将接地用电气端子 9 与压电元件 1 上形成的接地电极 5 电气连接的结构进行了说明，但是除此以外，也可以使用导电性构件作为第 2 声匹配层 2b，在该第 2 声匹配层 2b 的前表面安装被覆导电性膜 9b 的接地用电气端子 9，通过第 1 声匹配层 2a 和第 2 声匹配层 2b，使接地用电气端子 9 和压电元件 1 上形成的接地电极 5 电气连接，这样也可以使其进行相同的动作。

下面对如上所述构成的超声波探头 10C 的动作进行说明。

压电元件 1 的背面上形成的信号用电极 6，通过信号用电气端子 7，电气连接于未图示的电缆的一端，而压电元件 1 的前表面形成的接地电极 5，通过第 1 声匹配层 2a 的复合材料的导电性构件与接地用电气端子 9，电气连接于未图示的电缆的一端，这些电缆的各自的另一端连接于未图示的超声波诊断装置主体部。借助于此，将超声波诊断装置主体部产生的规则的脉冲电压施加于压电元件 1 以发送超声波，又将接收的超声波回声变换为电信号发送到超声波诊断装置主体部。

在这种情况下，后面将要详细叙述的第 1 声匹配层 2a 的导电性构件只要是能够将压电元件 1 上形成的接地电极 5 与接地用电气端子 9 的导电性膜 9b 电气连接的形状即可，没有特定的形状限制。又，第 1 声匹配层 2a 的导电性构件最好是形成对于一个压电元件 1 在两个地方以上将压电元件 1 的接地电极 5 与接地用电气端子 9 的导电性膜 9b 电气连接的结构，导电性构件 20 的数目越多则即使是接地电极 5 与压电元件 1 一起开裂，信号输送路径断路发生故障的频度越少，可靠性越高。又，第 1 声匹配层 2a 的绝缘性构件或半导电性构件以选择声阻抗为主要目的。因此在像第 3 实施形态那样具备两层声匹配层的情况下，第 1 声匹配层 2a 的声阻抗必须具备压电元件 1 的声阻抗与第 2 声匹配层 2b 的声阻抗之间的值，例如选择 $5MRay1 \sim 15MRay1$ 范围内的值。能够得到这样的范围内的声阻抗的材料只要采用导电性构件与绝缘性构件或半导电性构件的复合材料即可。

导电性构件与绝缘性构件或半导电性构件的复合材料构成的第 1 声匹配层 2a 中的导电性构件与绝缘性构件或半导电性构件的各自的连结结构的一个例子示于图 3C、图 3D。在图 3C、图 3D 中，作为厚度方向的 Z 方向表示被检测体的方向，X 方向表示压电元件 1 的排列方向，Y 方向表示与 X 方向和 Z 方向正交的方向。

在图 3C 中，构成第 1 声匹配层 2a-4 的多个导电性构件 20 形成圆柱状，其轴心在 Z 方向上一致，该导电性构件 20 只在 Z 方向一个方向有连接，绝缘性构件或半导电性构件 21 是在 X、Y、Z 三个方向上有连接的结构体。该导电性构件 20 与绝缘性构件或半导电性构件 21 的复合材料的连结结构被称为 1-3 型连结结构。又，对应于压电元件单元、

即一个压电元件 1 的一个第 1 声匹配层 2a-4 的导电性构件 20 分别配设 3 行×22 列合计 66 个。该导电性构件 20 的数目，如上所述，与压电元件 1 的接地电极 5 的连结处越多则可靠性越高，但是导电性构件 20 的数目只要两个以上即可，不限定于 66 个。但是，像导电性构件 20 作为第 1 声匹配层 2a 起作用那样，也就是说，形成导电性构件 20 与绝缘性构件或半导电性构件 21 的复合材料在声上作为一个声匹配层起作用的形态是必要的。还有，图 3C 所示的第 1 声匹配层 2a-4 显示出已经对应于压电元件 1 分割的结构的状态，但是被分割前的状态如上所述总体上形成一片板状构件，另一方面，不必使导电性构件 20 具有声匹配功能时，也就是导电性构件 20 相对于绝缘性构件或半导电性构件 21 其体积比例显著小的情况下，只使其具有与压电元件 1 的接地电极 5 连接的功能就能够得到相同的效果。

这样，多个导电性构件 20 具有分别与压电元件 1 的接地电极 5 和接地用电气端子 9 接触，在其厚度方向、即 Z 方向上使它们电气连接的功能。在这里，Z 方向一个方向上有连接的构件采用导电性构件 20，在 X、Y、Z 三个方向上有连接的构件采用绝缘性构件或半导电性构件 21，但是将这些材料相互替换，形成绝缘性构件或半导电性构件侧在 Z 方向上有连接，导电性构件侧在 X、Y、Z 三个方向上有连接的结构体、即 3-1 型连结结构体（图示省略）也能够得到同样的效果。

又，图 3D 所示的声匹配层 2a-5 是导电性构件 20 与绝缘性构件或半导电性构件 21 交替配置的匹配层，形成导电性构件 20 在压电元件 1 的排列方向 X 方向和作为厚度方向的 Z 方向两个方向上有连接，而且绝缘性构件或半导电性构件 21 也同样在压电元件 1 的排列方向 X 方向和 Z 方向两个方向上有连接的结构，这些复合材料的连结结构被称为 2-2 型连结结构。因此多个导电性构件 20 能够与压电元件 1 的接地电极 5 以及接地用电气端子 9 的导电性构件在作为厚度方向的 Z 方向电气连接。

在图 3D 中，11 个对应于一个压电元件 1 的 1 个第 1 声匹配层 2a-5 的导电性构件 20，与绝缘性构件或半导电性构件 21 交替配置于 Y 方向上。如上所述，该导电性构件 20 与压电元件 1 的接地电极 5 连接的地方越多则可靠性越高，但是导电性构件 20 有两个以上即可。但是有必

要形成导电性构件 20 作为第 1 声匹配层 2a 起作用,也就是导电性构件 20 与绝缘性构件或半导电性构件 21 的复合材料作为一个声匹配层起作用的形态。还有,图 3D 所示的第 1 声匹配层 2a-5,显示出对应于压电元件 1 已经分割的结构的状态,而分割前的状态如上所述是整体上为一板状构件,形成导电性构件 20 与绝缘性构件或半导电性构件 21 在压电元件 1 的排列方向即 X 方向上连接的结构。另一方面,在不使导电性构件 20 具有声匹配功能时,也就是导电性构件 20 相对于绝缘性构件或半导电性构件 21 其体积比例显著小的情况下,只使其具有与压电元件 1 的接地电极 5 连接的功能能够得到相同的效果。

又,在图 3D 中,第 1 声匹配层 2a-5 的导电性构件 20 与绝缘性构件或半导电性构件 21 形成与压电元件 1 的排列方向大致并行构成的 2-2 型的连结结构,但是除此以外,采用在压电元件 1 的排列方向的正交方向或此外的方向上排列的 2-2 型连结结构也能够得到同样的效果。

具有图 3C 或图 3D 所示的连结结构的第 1 声匹配层 2a-4、2a-5,如上所述,其声阻抗必须具有压电元件 1 的声阻抗与第 2 声匹配层 2b 的声阻抗之间的值,但是像本实施形态这样将声匹配层形成为 2 层型时,例如作为压电元件 1,使用声阻抗约 30MRayl 的 PZT-5H 的压电陶瓷,在以声阻抗约为 1.6MRayl 的生物体那样的被检测体作为对象的情况下,采用第 2 声匹配层 2b 的声阻抗约为 3MRayl 的材料。

因此,必须是第 1 声匹配层 2a 的声阻抗在 $3\sim 30\text{MRayl}$ 之间的材料。通常最好是第 1 声匹配层 2a 的声阻抗选择为 $5\sim 20\text{MRayl}$ 之间的值,又,该值越大,频率特性的频带有变宽的趋向,为了得到宽频带的频率特性,第 1 声匹配层 2a 的声阻抗值有必要加大,可以采用 $10\sim 20\text{MRayl}$ 范围的材料。

但是,具有该范围的阻抗值的材料是例如玻璃、结晶化玻璃、以高浓度加入金属钨粉的环氧树脂、铌酸铅陶瓷、有加工性能的陶瓷(可切削性陶瓷)、单晶硅或多晶硅、水晶。但是这些材料都是电绝缘材料或半导体材料。

因此,在对例如图 3B 所示的超声波探头 10C 进行说明时,也考虑了形成与压电元件 1 的接地电极 5 的端部对应的部位被切除的没有声匹配

层的部分(未图示),从该部分引出电气端子(未图示)的结构。但是,形成这样的结构时,性能上能够实现频率的宽带化,但是反而在没有声匹配层的部分,压电元件1也发生振动产生超声波,因此被发送到被检测体的超声波发生混乱,超声波图像劣化。又,从接地电极5引出电气端子是一个地方,在诊断操作时超声波探头掉在地上或超声波探头受到打击等机械冲击,造成压电元件1开裂时,接地电极5也同样开裂,发生电线断线等情况,有可能造成故障。

第3实施形态是解决这些问题,而且能够实现可使频率宽带化的结构的实施形态。也就是说,形成压电元件1的接地电极5通过第1声匹配层2a的多个导电性构件20与接地用电气端子9的金属膜9b电气连接的结构,因此形成在压电元件1的整个面上设置声匹配层的结构,所以能够在压电元件1的整个面上均匀地进行所希望的超声波的发送和接收,同时即使是受到机械冲击等的作用,压电元件1和接地电极5发生断裂,也由于用第1声匹配层2a的多个导电性构件连接着,所以断线故障极少。

另一方面,第1声匹配层2a-3、2a-4的绝缘性构件或半导电性构件21采用第2实施形态使用的材料即玻璃、结晶化玻璃、以高浓度加入钨粉的环氧树脂、铌酸铅陶瓷、有加工性能的陶瓷(可切削性陶瓷)、单晶硅或多晶硅、水晶、钛酸钡等的陶瓷等。又,作为第1声匹配层2a-3、2a-4的导电性构件20,采用铜、铝、银、金、镍等金属材料、或金、银、铜、铝等金属或碳的粉末混合于环氧树脂等高分子化合物中具有导电性的高分子材料、或石墨、碳等材料。使用这样的导电性构件20、绝缘性构件或半导电性构件21的1-3型、2-2型、3-1型连结结构的复合材料的声阻抗由导电性构件20与绝缘性构件或半导电性构件21各自的体积比例决定。例如导电性构件20采用银,绝缘性构件采用X切割水晶的情况下,各材料单体的声阻抗分别为38、15.3MRayl。通过改变这两种材料的体积比例,与第2实施形态所说明的图2C的曲线图一样,能够实现X切割水晶的声阻抗38MRayl与银的声阻抗15.3MRayl之间的所希望的阻抗值。

还有,即使导电性构件20、绝缘性构件或半导电性构件21是上述材料以外的材料,只要是能实现本发明的目的的材料即可,不限于上述材

料。又，在第3实施形态中，对具有一种导体20、一种绝缘性构件或半导电性构件21的连结结构的第1声匹配层2a进行了说明，但是除此以外，显然如用两种导电性构件、1种到3种绝缘性构件那样用两种以上的材料也能够得到同样的效果，不限定于分别使用一种材料的连结结构。

又，为了使具有1-3型、2-2型、3-1型的连结结构的导电性构件20与绝缘性构件或半导电性构件21的复合材料作为第1声匹配层2a起作用，选择导电性构件20的宽度和排列间隔，使复合材料能够作为一整体传播超声波。又，在导电性构件20的体积比例小的情况下，不必考虑导电性构件20的宽度和排列间隔，只要以电气连结功能为主选择该材料即可。

作为具有图3C所示的1-3型的连结结构的第1声匹配层2a-4的制造方法，只要用与作为第2实施形态示于图2D的第1声匹配层2a-2相同的方法制造即可，作为具有图3D所示的2-2型连结结构的第1声匹配层2a-4的制造方法，只要用与作为第2实施形态示于图2B的第1声匹配层2a-1相同的方法制造即可。

如上所述，作为设置于压电元件的被检测体侧的声匹配层采用将导电性构件与绝缘性构件或半导电性构件加以复合的复合材料，这样能够使该声阻抗为所希望的值，能够实现频率的宽带化，因此能够得到高分辨率的诊断图像，又，由于从构成复合材料的导电性构件引出电气端子，因此能够得到可靠性高而且操作性能良好的超声波探头。

还有，在第3实施形态中，1-3型连结结构的导电性构件20采用具有圆柱形状的构件，但是除此以外采用具有多边形柱或球形等其他形状的构件也能够得到同样效果。又，作为1-3型连结结构的导电性构件20，相对于Z方向形成圆锥形状，相对于Z方向的厚度形成声阻抗连续变化的结构的情况下也能够得到同样的效果。

又，在第3实施形态中，对2-2型连结结构的导电性构件20与绝缘性构件或半导电性构件21相对于Z方向以均匀的宽带排列的情况进行了说明，但是这些构件相对于Z方向形成宽带连续变化的所谓楔形形状，相对于Z方向厚度形成声阻抗连续变化的结构的情况下也能够得到同样的效果。

又, 在第3实施形态中, 对1-3型、2-2型、以及3-1型的各种连结结构的导电性构件20与绝缘性构件或半导电性构件21以大致相等的间隔相互交替配置的情况进行了说明, 但是除此以外, 在随机间隔或随机排列的情况下也能够得到同样的效果。

又, 在第3实施形态中, 对为了实现与压电元件1的接地电极5进行电信号的收发, 隔着第1声匹配层2a的导电性构件, 在其前表面设置接地用电气端子9的情况进行了说明, 但是也可以取而代之, 在第1声匹配层2a的Z方向的两个面或一个面上溅射、电镀、或印刷形成导电性构件, 在其一部分上连结电气端子, 形成这样的结构也能够得到同样的效果。

又, 在第3实施形态中, 对一维地排列多个压电元件1的结构进行了说明, 但是除此以外, 形成多个压电元件1二维排列的所谓二维排列结构也能够得到相同的效果。

又, 在第3实施形态中, 将压电元件1的前表面的电极作为接地电极5, 在其被检测体侧配置接地用电气端子9, 同时以压电元件1的背面的电极作为信号用电极6, 再使信号用电气端子7接触信号用电极6, 但是也可以取而代之, 以压电元件1的前表面的电极作为信号用电极6, 在其被检测体侧配置信号用电气端子7, 同时以压电元件1的背面的电极作为接地电极5, 再使接地用电气端子9接触接地电极5, 从原理上也能够收发超声波。

第4实施形态

下面对本发明的超声波探头的第4实施形态进行说明。图4A是第4实施形态的超声波探头的结构的部分切开表示的立体图, 图4B是对图4A所示的超声波探头, 从X、Y、Z三个方向中的X方向, 观察其Y-Z平面切断的断面的剖面图。

图4A和图4B所示的超声波探头10D具备图4A中所示的3个方向X、Y、Z的三个方向中在X方向上排列的多个压电元件1、包含对应于各压电元件1在作为被检测体侧的Z方向前表面层叠的多个第1声匹配层2a、多个第2声匹配层2b、以及第2声匹配层2b上以共用方式层叠的第3声匹配层2c的声匹配层2、根据需要设置于压电元件1的背面上的背面负载构件3、同样根据需要设置于声匹配层2的前表面的声透

镜 4、插入压电元件 1 与背面负载构件 3 之间的多个信号用电气端子 7、以及插入第 1 声匹配层 2a 与第 2 声匹配层 2b 之间的接地用电气端子 9。这些构成要素的各自的功能与已有的超声波探头的构成要素具有的功能相同。

下面为了说明方面对图 4A 和图 4B 所示的超声波探头 10D 的制造方法进行说明。

为了形成多个压电元件 1，准备用 PZT 系那样的压电陶瓷、PZN-PT、PMN-PT 系那样的压电单晶、或这些材料与高分子材料复合的复合压电体、或 PVDF 等为代表的高分子材料的压电体等构成的具有规定厚度的板材即压电板材。利用金或银蒸镀、溅射或、银的烧成等方法在该压电板材的一主面、即 Z 方向的前表面形成接地电极 5，在其背面形成信号用电极 6。

又，准备具有规定厚度的板状的背面负载构件（在不具备背面负载构件的超声波探头的情况下是其代用构件）3、由导电性构件与绝缘性构件或半导电性构件的复合材料构成，形成多个第 1 声匹配层 2a 用的板材、环氧树脂、聚酰亚胺等高分子材料构成的多个第 2 声匹配层 2b 形成用的板材、在聚酰亚胺等高分子材料构成的绝缘性薄片 7a 的一主面上被覆铜等导电性膜 7b，总体形成带状的多个信号用电气端子 7、以及在聚酰亚胺等高分子材料构成的绝缘性薄膜 9a 的一主面上被覆铜等导电性膜（厚度最好是 5 微米以下以使其对声特性没有影响）9b 的接地用电气端子 9。还有，用于形成第 2 声匹配层 2b 的环氧树脂、聚酰亚胺等高分子材料是绝缘性构件，但是也可以使用导电性构件。还有，导电性膜 7b、9b 只要是具有电气导电性的材料，任何材料都可以，不限于金属材料。

因此，如图 4A 所示，在背面负载构件 3 前表面在 X 方向上以规定的间隔配置多个信号用电气端子 7，在其上重叠用于形成压电元件 1 的压电板材，在压电板材的前表面依序重叠形成第 1 声匹配层 2a 用的板材、接地用电气端子 9、形成第 2 声匹配层 2b 用的板材，将它们成一整体加以固定。在这种情况下，安装于背面负载构件 3 与压电板材之间的多个信号用电气端子 7，其绝缘性薄片 7a 的一主面向着压电板材侧（图中的上方），使得绝缘性薄片 7a 的一个主面上被覆着的导电性膜 7b

与压电板材上形成的信号用电极 6 接触,使得绝缘性薄片 7a 与背面负载构件 3 接触。又,形成第 1 声匹配层 2a 用的板材与形成第 2 声匹配层 2b 用的板材之间插入的接地用电气端子 9,其一主面向着第 1 声匹配层 2a 侧,使得绝缘性薄片 9a 的一主面上形成的导电性膜 9b 与第 1 声匹配层 2a 接触。

如上所述进行,将背面负载构件 3、多个信号用电气端子 7、形成压电元件 1 用的压电板材、形成第 1 声匹配层 2a 用的板材、以及接地用电气端子 9 以及第 2 声匹配层 2b 形成用的板材成一整体固定后,利用切片机等形成从第 2 声匹配层 2b 的前表面向下挖到背面负载构件 3 的前表面部为止的多个槽,即以第 2 声匹配层 2b、接地用电气端子 9、第 1 声匹配层 2a、压电板材、信号用电气端子 7 以及背面负载构件 3 的一部分为一个单元,形成分割为多个压电元件单元的分割槽。在这种情况下,在 X 方向上以规定间隔配置的信号用电气端子 7 的中间部形成分割槽。借助于此,形成压电元件单元并列配置的压电元件列。接着,将声耦合小的硅橡胶和氨基甲酸乙酯橡胶等那样的材料(未图示)充填于各分隔槽中,再在第 2 声匹配层 2b 以及分割槽中充填的部分的上表面上安装第 3 声匹配层 2c。

第 3 声匹配层 2c 以图中所示那样的未分割的连结状态安装。该第 3 声匹配层 2c 的材料采用硅橡胶、氯丁二烯橡胶、乙烯丙烯共聚橡胶(ethylene propylene copolymer rubber)、丙烯腈丁二烯共聚橡胶(acrylonitrile butadiene copolymer rubber)以及聚氨酯橡胶(urethane rubber)等橡胶弹性体为主体的材料。而且,根据需要在第 3 声匹配层 2c 的上表面安装采用硅橡胶等材料的声透镜 4。在不具备背面负载构件的超声波探头中,在这个阶段去除代替背面负载构件 3 的构件。

还有,第 3 声匹配层 2c 也可以与第 1 声匹配层 2a、第 2 声匹配层 2b 一样,与压电元件 1 一起进行分割。又,第 2 声匹配层 2b、第 3 声匹配层 2c 也可以是绝缘性构件、导电性构件中的任何一个。

还有,在这里对在第 1 声匹配层 2a 与第 2 声匹配层 2b 之间插入绝缘性薄片 9a 上被覆导电性膜 9b 的接地用电气端子 9,使接地用电气端子 9 的导电性膜 9b 与第 1 声匹配层 2a 的导电性构件接触,从而将接地

用电气端子9与压电元件1上形成的接地电极5电气连结的情况进行了说明,但是除此以外,第2声匹配层2b采用导电性构件,在该第2声匹配层2b的前表面安装被覆导电性膜9b的接地用电气端子9,通过第1声匹配层2a以及第2声匹配层2b,使接地用电气端子9与压电元件1上形成的接地电极5电气连结也能够使其进行同样的动作。

下面对如上所述构成的超声波探头10C的动作进行说明。

压电元件1的背面上形成的信号用电极6通过信号用电气端子7,而压电元件1的前表面形成的接地电极5通过第1声匹配层2a的复合材料的导电性构件与接地用电气端子9,分别与未图示的电缆的一端电气连结,这些电缆各自的另一端连接于未图示的超声波诊断装置的主体部。借助于此,将在超声波诊断装置主体部形成的有规则的脉冲电压施加于压电元件1发送超声波,又,将接收的超声波回声变换为电气信号发送到超声波诊断装置主体部。

在这种情况下,下面将要详细叙述的第1声匹配层2a的导电性构件只要是形成于压电元件1上的接地电极5与接地用电气端子9的导电性膜9b电气连接的形状即可,不限于特别的形状。又,第1声匹配层2a的导电性构件最好是形成对于一个压电元件1在两个地方以上能够将压电元件1的接地电极5与接地用电气端子9的导电性膜9b电气连接的结构,导电性构件20的数目越多,可靠性越高,即使是接地电极5与压电元件1一起断裂,信号传送电路中断发生故障的频度也非常小。

又,第1声匹配层2a的绝缘性构件或半导电性构件21,以使声阻抗接近匹配状态为主要目的。因此,在像本实施形态这样具备三层声匹配层的情况下,第1、第2、第3声匹配层2a、2b、2c各自的声阻抗根据作为各自的目的的频率特性选择使用的值的范围。例如在特开昭60-53399号公报中,第1、第2、第3声匹配层的声阻抗分别为12.6~18.1、3.8~6.0、以及1.7~2.4M Rayl 范围内的数值,又在特开昭60-185499号公报中,分别为5~15、1.9~4.4、以及1.6~2M Rayl 范围内的值,而且在日本特开2003-125494号公报中显示出19.7、7.4、2.44M Rayl 的值。因此三层型的声匹配层中的第1声匹配层2a采用声阻抗大约为5~20M Rayl 范围内的值的材料。声匹配层的层数越多,频率特性越是能够宽带化、高灵敏度化,至少与两层声匹配层的类型相比,三层声匹

配层类型更加能够实现频率宽带化。

导电性构件与绝缘性构件或半导电性构件的复合材料构成的第1声匹配层2a的导电性构件20与绝缘性构件或半导电性构件21各自的连结结构的一个例子，只要采用第3实施形态说明的图3C、图3D所示的1-3型、2-2型、或上述3-1型的结构即可。

第1声匹配层2a的导电性构件20，采用铜、铝、银、金、镍等金属或金、银、铜、铝等金属或碳粉混入环氧树脂等高分子化合物中使其具有导电性的高分子材料、或石墨、碳等材料。又，第1声匹配层2a的绝缘性构件或半导电性构件21采用玻璃、结晶化玻璃、混合高浓度钨粉的环氧树脂、铌酸铅陶瓷、有加工性能的陶瓷（可切削性陶瓷）、单晶硅或多晶硅、水晶、钛酸钡等的陶瓷等。

还有，导电性构件20、绝缘性构件或半导电性构件21即使是采用上面所述以外的材料，只要是能够实现本申请的发明的目的的材料即可。又，导电性构件20与绝缘性构件或半导电性构件21的复合材料的声阻抗，具有1-3型、2-2型、3-1型连结结构的复合材料由导电性构件20与绝缘性构件或半导电性构件21各自的体积比例决定，这一点已经在第2实施形态中作出了说明。例如导电性构件20采用声阻抗为 38MRayl 的银，绝缘性构件21采用声阻抗为 15.3MRayl 的水晶X切割板，通过任意选择体积比例，可以与表示第2实施形态的图2C一样，在 $15.3\sim 38\text{MRayl}$ 范围内任意选择复合材料的声阻抗值为所希望的值。该范围的声阻抗存在具有三层声匹配层的第1声匹配层2a所希望的范围即与 $5\sim 20\text{MRayl}$ 相当的范围的体积比例，在该范围制作的材料具有作为第1声匹配层2a的功能。又，第4实施形态的第1声匹配层2a的其他功能，是第1声匹配层2a的导电性构件20能够电气连接压电元件1的接地电极5和接地用电气端子9的导电性构件的结构，因此形成为能够引出电气端子的结构。

连接结构为1-3型、2-2型、3-1型的结构中，阻抗值为两种材料各自具有的声阻抗范围内的值，通过改变各材料的体积比例，能够得到所希望的声阻抗的材料。又，第4实施形态对具有导电性构件20与绝缘性构件或半导电性构件21的连接结构的第1声匹配层2a进行了说明，但是除此以外，采用两种以上的导电性构件20与绝缘性构件或半

导电性构件 21 的材料也能够得到同样的效果是显然的,不限于各一种、合计两种的材料的连接结构。

又,为了使具有 1-3 型、2-2 型、3-1 型连接结构的导电性构件 20 与绝缘性构件或半导体性构件 21 的复合材料作为第 1 声匹配层 2a 起作用,设定导电性构件 20 的宽度和排列间隔,使复合材料能够作为一整体传播超声波。又,在导电性构件 20 的体积比例小的情况下,不必考虑导电性构件 20 的宽度和排列间隔,只要以电气连接功能为主选择该材料即可。

又如图 4A 所示,使第 3 声匹配层 2c 形成对压电元件 1 不分割的结构,但是当然即使是形成分割的结构也能够得到同样的结果,因此不限于图 4A 所示的结构。

如上所述,设置于压电元件的被检测体一侧的声匹配层,采用导电性构件与绝缘性构件或半导体性构件复合的复合材料。借助于此,能够使其声阻抗为规定的值,能够实现频率宽带化,因此能够得到高分辨率图像,又能够从构成复合材料的导电性构件引出电气端子,因此能够得到可靠性高而且操作性能良好的超声波探头。

还有,在第 4 实施形态中,作为 1-3 型连结结构的导电性构件 20 采用具有圆柱形状的构件,但是采用其他多边形柱或球形等其他形状也能够得到同样的效果。又,1-3 型连结结构的导电性构件 20,相对于 Z 方向形成锥体那样的圆锥形状,相对于 Z 方向的厚度,声阻抗连续变化,在这样的结构的情况下,也能够得到相同的效果。

又,在第 4 实施形态中,对 2-2 型连结结构的导电性构件 20 与绝缘性构件或半导体性构件 21 相对于 Z 方向以均匀的宽度排列的情况进行了说明,但是这些构件形成为相对于 Z 方向宽度连续变化的所谓楔形形状,相对于 Z 方向的厚度,声阻抗连续变化的结构的情况下,也能够得到相同的效果。

又,在第 4 实施形态中,对 1-3 型、2-2 型、3-1 型的各连结结构的导电性构件 20 与绝缘性构件或半导体性构件 21 以大致相同的间隔将它们相互交替排列的情况进行了说明,但是除此以外在随机间隔或随机排列的情况下也能够得到相同的结果。又,在第 4 实施形态中,说明了为对压电元件 1 的接地电极 5 进行电信号的收发,隔着第 1 声匹配层

2a 的导电性构件，在其前表面设置接地用电气端子 9 的结构的情况，但是代之以，在第 1 声匹配层 2a 的 Z 方向的两个面上或一个面上利用溅射、电镀、或印刷等方法形成导电性构件，在该部分连接电气端子的结构也能够得到相同的效果。

又，在第 4 实施形态中，对将多个压电元件一维排列的结构进行了说明，但是除此以外，将多个压电元件作二维排列，形成所谓二维排列结构也能够得到同样效果。又，在第 4 实施形态中，对导电性构件与绝缘性构件或半导电性构件采用两种的情况进行了说明，但是除此以外，用两种导电性构件、1 种到 3 种绝缘性构件那样用两种以上的材料也能够得到同样的效果。

又，在第 4 实施形态中，将压电元件 1 的前表面的电极作为接地电极 5，在其被检测体一侧配置接地用电气端子 9，同时以压电元件 1 的背面的电极作为信号用电极 6，而且使信号用电气端子 7 接触信号用电极 6，但是也可以代之以，以压电元件 1 的前表面的电极作为信号用电极 6，在其被检测体一侧配置信号用电气端子 7，同时将压电元件 1 的背面的电极作为接地电极 5，再使接地用电气端子 9 接触接地电极 5，这样在原理上也能够收发超声波。

第 5 实施形态

下面对本发明第 5 实施形态进行说明。图 5A 是将本发明的超声波探头的第 5 实施形态的结构部分切开表示的立体图，图 5B 是图 5A 所示的超声波探头，在图中所示的 X、Y、Z 三个方向中，从 X 方向观察其在 Y-Z 平面切断的断面的剖面图。

图 5A 和图 5B 所示的超声波探头 10E 具备图 5A 中所示的 3 个方向 X、Y、Z 中在 X 方向上排列的多个压电元件 1、包含对应于各压电元件 1 在作为被检测体侧的 Z 方向前表面叠层的多个第 1 声匹配层 2a、多个第 2 声匹配层 2b、以及第 2 声匹配层 2b 上以共用方式层叠的第 3 声匹配层 3c 的声匹配层 2、根据需要设置于压电元件 1 的背面上的背面负载构件 3、同样根据需要设置于声匹配层 2 (2a、2b、2c) 上的声透镜 4、插入压电元件 1 与背面负载构件 3 之间的多个信号用电气端子 7、以及插入第 2 声匹配层 2b 与第 3 声匹配层 2c 之间的接地用电气端子 9。这些构成要素的各自的功能与已有的超声波探头的构成要素具有的功

能相同。

第5实施形态与第4实施形态相比，压电元件1、第1声匹配层2a、第3声匹配层2c的叠层结构相同，基本不同点在于，第2声匹配层2b使用导电性构件，或与第1声匹配层2a一样使用导电性构件与绝缘性构件或半导体性构件的复合材料，还有，在第2声匹配层2b上面，设置在聚酰亚胺等高分子材料构成的绝缘性薄片9a的一个主面上被覆铜等金属膜9b的接地用电气端子9。通过这样构成，借助于第1声匹配层2a以及第2声匹配层2b，能够将接地用电气端子9与压电元件1上形成的接地电极5电气连接。

在第1声匹配层2a和第2声匹配层2b两者都使用复合材料的情况下，必须形成这些声匹配层2a、2b的各导电性构件至少电气连接的结构。又，第1声匹配层2a与第2声匹配层2b的复合材料的连接结构不必一定是相同的结构，例如也可以采用如下所述的结构，即第1声匹配层2a连结结构采用1-3型，第2声匹配层2b连结结构采用2-2型，形成两声匹配层的导电性构件部电气连接的结构，接地用电气端子9与压电元件1上形成的接地电极5电气连接，同时分别具有作为声匹配层的声阻抗值即可。

又，作为第2声匹配层2b，可采用石墨那样的导电性构件，也可以采用导电性构件与绝缘性构件或半导体性构件的复合材料。在采用导电性构件与绝缘性构件或半导体性构件的复合材料的情况下，例如可以导电性构件20采用声阻抗为 $38M\text{Rayl}$ 的银，绝缘性构件21采用声阻抗为 $3N\text{Rayl}$ 的环氧树脂，通过改变体积比例能够任意设定声阻抗，例如能够实现 $6M\text{Rayl}$ 左右的值。不管是1-3型、2-2型、3-1型的哪一种各连结结构的材料都能够这样。

另一方面，在第5实施形态中，在第2声匹配层2b的前表面安装的接地用电气端子9的基体、即绝缘性薄片采用聚酰亚胺那样的声阻抗约为 $3M\text{Rayl}$ 的材料的情况下，该材料的声阻抗为第2声匹配层2b与第3声匹配层2c之间的值或与其接近的值，因此不会发生音响上不匹配的情况，能够得到良好的频率特性。

如上所述，设置于压电元件的被检测体侧面上的3层的声匹配层的结构中，第1和第2声匹配层分别采用导电性构件与绝缘性构件或半导

电性构件的复合材料,这样能够使第1和第2声匹配层都能够实现所希望的声阻抗值,能够实现频率宽带化,借助于此,能够得到高分辨率的诊断图像,而且通过第1和第2声匹配层各自的导电性构件,能够将接地用的电气端子9连接于接地电极5,因此能够得到可靠性高而且操作性能良好的超声波探头。

还有,在第5实施形态中,对分别具有一种导电性构件20与绝缘性构件或半导体性构件21等的材料的连结结构的第1、第2声匹配层2a、2b进行了说明,但是除此以外,用两种以上的导电性构件20与绝缘性构件或半导体性构件21显然也能够得到同样的效果,不限于各一种材料的连结结构。

又,在第5实施形态中,对1-3型连结结构的导电性构件采用圆柱形状的情况进行了说明,但是除此以外采用多边形柱或球形等其他形状的情况下也能够得到相同的效果。又,在第5实施形态中,1-3型连结结构的导电性构件具有圆柱形状,但是除此以外,相对于Z方向形成锥体那样的圆锥型形状,形成声阻抗相对于Z方向的厚度连续变化的结构的情况下也能够得到相同的效果。

又,在第5实施形态中,对1-3型、2-2型、3-1型的各种连结结构的导电性构件20与绝缘性构件或半导体性构件21以大约相等的间隔相互交替排列的情况进行了说明,但是除此以外,采取随机性间隔或随机性排列的情况下也能够得到同样的效果。

又,在第5实施形态中,对为了与压电元件1的接地电极5进行电气信号的收发,隔着第1声匹配层2a和第2声匹配层2b的各导电性构件20,在它们的前表面设置电气端子的结构的情况进行了说明,但是也可以代之以利用溅射、电镀、印刷等方法在第2声匹配层2b的Z方向的两个面或一个面上形成导电性构件,在该部分连结电气端子,形成这样的结构也能够得到同样的效果。

又,在第5实施形态中,对将多个压电元件一维排列的结构进行了说明,但是除此以外,将多个压电元件作二维排列,形成所谓二维排列结构也能够得到同样效果。

又,在第5实施形态中,对在第1声匹配层2a的前表面层叠第2声匹配层2b和第3声匹配层2c,具备总共三层的声匹配层2的结构进行

了说明，但是声匹配层 2 包含第 1~n 声匹配层，其中 n 为 3 以上的整数，而且在第 2 声匹配层与第 3 声匹配层之间安装电气端子的结构也能够得到与上述相同的结果。

又，在第 5 实施形态中，以压电元件 1 的前表面的电极作为接地电极 5，在其被检测体侧配置接地用电气端子 9，同时以压电元件 1 的背面电极为信号用电极 6，再使信号用电气端子 7 与信号用电极 6 接触，但是也可以代之以将压电元件 1 的前表面的电极作为信号用电极 6，在其被检测体侧配置信号用电气端子 7，同时将压电元件 1 的背面的电极作为接地电极 5，再使接地用电气端子 9 与接地电极 5 接触，形成这样的结构在原理上也能够收发超声波。

第 6 实施形态

图 6A 是本发明的超声波探头的第 6 实施形态的结构的立体图，图 6B 是表示构成图 6A 所示的超声波探头的声匹配层的结构例的剖面图。

在图 6A 中，超声波探头 10F 具备板状的压电元件 1、在该压电元件 1 的前表面（图中的上方）层叠的声匹配层 2、根据需要安装于压电元件 1 的背面（图中的下方）的背面负载构件 3、以及同样根据需要安装于声匹配层 2 的前表面的声透镜 4。这些构成要素各自的功能与构成已有的超声波探头的要素所具有个功能相同。

超声波探头 10F 的构成要素中，压电元件 1 利用 PZT 系那样的压电陶瓷、PZN-PT、PMN-PT 系那样的压电单晶、或这些材料与高分子材料复合的复合压电体、或 PVDF 等为代表的高分子材料的压电体等形成。在压电元件 1 的前表面形成接地电极 5，压电元件 1 的背面上形成信号用电极 6。接地电极 5 和信号用电极 6 分别利用金或银的蒸镀、溅射、或银的烧成等方法形成。

又，压电元件 1 上形成的信号用电极 6 与背面负载构件 3 之间插入聚酰亚胺等高分子材料构成的绝缘性薄片 7a 的一个主面上被覆铜等金属膜 7b 的信号用电气端子 7。在这种情况下，绝缘性薄片 7a 的一主面向着压电元件 1 一侧，使得信号用电气端子 7 的金属膜 7b 与压电元件 1 上形成的信号用电极 6 接触，而且使得信号用电气端子 7 的绝缘性薄片 7a 与背面负载构件 3 接触。另一方面，在压电元件 1 上形成的接地电极 5 的前表面，依序层叠导电性构件 20 与绝缘性构件或半导电性构

件 21 的复合材料构成的声匹配层 2 和在聚酰亚胺等高分子材料构成的绝缘性薄片 9a 的一主面上被覆铜等导电性膜（最好是厚度为对特性影响较小的 5 微米以下）9b 的接地用电气端子 9。在这种情况下，绝缘性薄片 9a 的一主面向着声匹配层 2 一侧，使得接地用电气端子 9 的导电性膜 9b 与声匹配层 2 的复合材料的导电性构件 20 接触。而且根据需要在声匹配层 2 的前表面安装采用硅橡胶等材料的声透镜。

下面对如上所述构成的超声波探头 10F 的动作进行说明。

压电元件 1 上形成的信号用电极 6 通过信号用电气端子 7，又压电元件 1 的接地电极 5 通过声匹配层 2 的复合材料的导电性构件 20 和接地用电气端子 9，分别电气连接于未图示的电缆的一端，这些电缆的各自的另一端连接于未图示的超声波诊断装置的主体部。借助于此，将超声波诊断装置的主体部产生的规则的脉冲电压施加于压电元件 1，发出超声波，又，将接收的超声波的回声变换为电气信号然后发送到超声波诊断装置的主体部。

在图 6B 中，作为导电性构件 20 与绝缘性构件或半导电性构件 21 的复合材料构成的声匹配层 2，选择其声阻抗在压电元件 1 与被检测体（例如生物体）之间的材料。绝缘性构件或半导电性构件 21 形成对厚度方向（图中的上下方向）连续改变形状（体积），在图中下方体积较大，越往上方体积越小的形状（例如圆锥、三角锥、四角锥等形状），在其间隙充满导电性构件 20 的结构。例如绝缘性构件或半导电性构件 21 采用具有比导电性构件 20 声阻抗大的阻抗值的材料的情况下，在图中，下方体积大，因此声阻抗值最大，越往上方体积慢慢减小，导电性构件 20 的体积变大，因此声阻抗慢慢变小。也就是说，声匹配层 2 形成在上下方向上声阻抗连续变化的结构。形成图 6A 那样的结构，在图的下方声阻抗大，越往上方越小的结构的情况下，当然形成压电元件 1 一侧处于下方，被检测体一侧处于上方的结构。

通过这样形成声匹配层 2 的形状在厚度方向连续改变的结构，声匹配层 2 形成其声阻抗在厚度方向（从压电元件 1 到被检测体的方向）连续变化的特性，压电元件 1 的接地电极 2 一侧的位置上的声匹配层 2 的部分，声阻抗较大，接近于压电元件 1 的阻抗值，而且位于被检测体一侧（图中上方）的部分的声匹配层 2 的声阻抗接近于被检测体的声阻

抗值。通过采用使声阻抗这样连续斜率变化的声匹配层 2，能够实现频率的宽带化。又由于本声匹配层 2 的厚度与频率无关，因此只要是中心频率的大约二分之一波长以上的厚度，就能够发挥作为声匹配层的作用，频率特性与厚度关系不大。

声匹配层 2 的导电性构件 20 与压电元件 1 的一个电极电气连接，在导电性构件 20 的另一面上，接地用电气端子 9 的导电性膜 9b 与其接触并形成电气连接的结构，从接地用电气端子 9 接收或、获取信号。本声匹配层 2 的绝缘性构件或半导电性构件 21 与导电性构件 20 的连结结构，最好是第 2 实施形态说明的 2-2 型、1-3 型、3-1 型的连结结构。例如绝缘性构件或半导电性构件 21 采用半导体等使用的声阻抗约为 19.7MRayl 的硅单晶，而导电性构件 20 采用声阻抗约 6.5MRayl 的导电性粘接剂 (Emerson and Cummings, Inc. 制造的) Echobond56C 时，声阻抗在硅单晶的体积比例大约为 100% 的部分是 19.7MRayl ，然后慢慢减少下去，由于导电性粘接剂的体积比例逐渐增加，能够得到声阻抗逐步接近 6.5MRayl 的特性。

在这里，声匹配层 2 的绝缘性构件或半导电性构件 21 使用玻璃、结晶化玻璃、加入高浓度的钨粉的环氧树脂、铌酸铅陶瓷、有加工性能的陶瓷 (可切削性陶瓷)、单晶硅或多晶硅、水晶、碳酸钡等陶瓷等。又，作为声匹配层 2 的导电性构件 20，采用铜、铝、银、金、镍等金属材料、或金、银、铜、铝等金属或碳的粉末混合于环氧树脂等高分子化合物中具有导电性的高分子材料或石墨、碳等。还有，导电性构件 20 或绝缘性构件或半导电性构件 21 不限于上述材料，只要是与上述材料具有同等程度的声阻抗的材料，也可以是其他材料。

如上所述，作为设置于压电元件的被检测体一侧的声匹配层，设置导电性构件与绝缘性构件或半导电性构件的复合材料，这样可以使声匹配层的所希望的声阻抗连续斜率地改变，以此能够实现频率的宽度化，因此能够得到高分辨率的诊断图像。又，通过复合材料的声匹配层的导电性构件，能够将电气端子连接于压电元件的多个地方，因此能够得到高可靠性而且操作性能良好的超声波探头。

又，在第 6 实施形态中，对如图 6B 所示，将导电性构件 20 与绝缘性构件或半导电性构件 21 以大约相同的间隔交替排列的情况进行了说

明,但是除此以外,在以随机性的间隔配置或随机排列的情况下也能够得到同样的结构。

又,在第6实施形态中,对为了进行与压电元件1的接地电极5的电信号收发,隔着声匹配层2,在其前表面设置接地用电气端子9的结构进行了说明,但是也可以代之以利用溅射、电镀或印刷等方法在声匹配层2的Z方向的两个面或一个面上形成导电性构件,在该部分连结接地用电气端子9,形成这样的结构也能够得到同样的效果。

又,在第6实施形态中,声匹配层2采用各一种材料形成的导电性构件20与绝缘性构件或半导电性构件21的连结结构的匹配层,但是导电性构件20与绝缘性构件或半导电性构件21至少其一用两种以上的材料形成显然也能够得到同样的效果,不限于各一种材料的连结结构。

又,在第6实施形态中,以压电元件1的前表面的电极作为接地电极5,在其被检测体一侧配置接地用电气端子9,同时与压电元件1的背面的电极作为信号用电极6,再在信号用电极6上连结信号用电气端子7,但是也可以代之以将压电元件1的前表面的电极作为信号用电极6,在其被检测体一侧配置信号用电气端子7,同时将压电元件1的背面的电极作为接地电极5,再使接地用端子9与接地电极5接触,这样的结构在原理上也能够收发超声波。

第7实施形态

图7A是表示构成本发明的超声波探头的声匹配层的第7实施形态的结构例的剖面图。还有,超声波探头的概略剖面图与第6实施形态说明的图6A相同,只有声匹配层2的结构不同,因此超声波探头用图6A进行说明,声匹配层的部分用图7A说明。

在图6A中,超声波探头10F具备板状的压电元件1、叠层于该压电元件1的前表面(图中的上方)的声匹配层2、根据需要装配于压电元件1的背面(图中的下方)的背面负载构件3、以及同样根据需要装配于声匹配层2的前表面的声透镜4。这些构成要素各自的功能与构成已有的超声波探头的要素具有的功能相同。超声波探头10F的构成要素以及动作在第6实施形态中有说明,因此在这里省略。

在图7A中,用导电性构件20与绝缘性构件或半导电性构件21的复合材料构成的声匹配层2选择声阻抗在压电元件1与被检测体(例如生

物体)之间的材料。形成如下所述的结构,即绝缘性构件或半导电性构件 21 相对于厚度方向(图中上下方向),例如在图中使宽度形成两个梯级地阶梯性可变地改变其形状(体积),做成下一梯级(T1 的区域)宽度较大,上一梯级(T2 的区域)宽度较小的形状,在其间隙中充填导电性构件 20。例如绝缘性构件或半导电性构件 21 为比导电性构件 20 声阻抗大的材料的情况下,由于 T1 区域的宽度大,声阻抗值大,T2 区域宽度狭窄。而导电性构件 20 的宽度相反,接近各自的宽度(体积)大的一方的构件的声阻抗。利用 T1、T2 区域的导电性构件 20 与绝缘性构件或半导电性构件 21 的体积比例能够阶梯型改变声阻抗。因此,在图 7A 所示的形成 2 梯级的结构的情况下,构成 2 层的声匹配层。当然,T1、T2 各自的厚度以四分之一波长的厚度为基础设定。

如图 6 所示,声匹配层 2 的导电性构件 20 与压电元件 1 的一电极电气连接,导电性构件 20 的另一面上,接地用电气端子 9 的导电性膜 9b 与其接触而且形成电气连接的结构,从接地用电气端子 9 接收、获取信号。图 7A 所示的声匹配层 2 的导电性构件 20 与绝缘性构件或半导电性构件 21 的连结结构最好是采用第 2 实施形态说明的 2-2 型、1-3 型、3-1 型的连结结构。

如上所述,作为设置于压电元件的被检测体一侧的声匹配层,通过设置导电性构件与绝缘性构件或半导电性构件的复合材料,能够使声匹配层的所希望的声阻抗阶梯性改变,借助于此,能够实现频率的宽带化,能够得到高分辨率的诊断图像。而且通过复合材料的声匹配层的导电性构件能够将电气端子连接于压电元件的多个地方,因此能够得到可靠性高而且操作性能良好的超声波探头。

又,在第 7 实施形态中,对如图 7A 所示,导电性构件 20 与绝缘性构件或半导电性构件 21 以大致相等的间隔交替排列的情况进行了说明,但是除此以外,以随机性间隔或随机性排列的情况下也能够得到同样的效果。

又,在第 7 实施形态中,对为了与压电元件 1 的接地电极 5 进行电气信号的收发,隔着声匹配层 2 在其前表面设置接地用电气端子 9 的结构进行了说明,但是也可以代之以利用溅射、电镀、或印刷等方法在声匹配层 2 的 Z 方向的两面或一个面上形成导电性构件,在其一部分上连

接接地用电气端子 9，形成这样的结构也能够得到同样的效果。

又，在第 7 实施形态中，声匹配层 2 采用各用一种材料形成的导电性构件 20 与绝缘性构件或半导电性构件 21 的连接结构，但是显然导电性构件 20 与绝缘性构件或半导电性构件 21 的至少一种构件用两种以上材料形成的结构也能够得到同样的效果，并不限于分别用一种材料的连接结构。

又，在第 7 实施形态中，将压电元件 1 的前表面的电极作为接地电极 5，在其被检测体一侧配置接地用电气端子 9，同时将压电元件 1 的背面的电极作为信号用电极 6，而且使信号用电气端子 7 与信号用电极 6 接触，但是也可以代之以，将压电元件 1 的前表面的电极作为信号用电极 6，在其被检测体一侧配置信号用电气端子 7，同时将压电元件 1 的背面的电极作为接地电极 5，而且使接地用电气端子 9 与接地电极 5 接触，这样在原理上也能够进行超声波的接收和发送。

又，构成第 7 实施形态的声匹配层 2 的另一结构例如图 7B 所示。图 7B 的声匹配层 2 如图 7A 所示构成 2 层的声匹配层 T1、T2，但是图 7B 使导电性构件 20 在厚度为 T1 的区域占 100%，在厚度 T2 的区域以任意体积比例设置与导电性构件 20 声阻抗值不同的构件、例如绝缘性构件或半导体构件。例如作为导电性构件 20 采用在石墨中充填铜、银等金属粉末的材料，声阻抗用 $6 \sim 16 \text{MRayl}$ 的值，厚度 T1 占 100%，以其作为第 1 声匹配层，又，厚度 T2 的区域为了能够实现所希望的声阻抗，在导电性构件 20 形成槽，在该槽中充填作为绝缘性构件的环氧树脂、氨基甲酸乙酯、硅橡胶等声阻抗低的 ($1 \sim 3 \text{MRayl}$) 材料形成，用导电性构件 20 与绝缘性构件或半导电性构件 21 的体积比例形成厚度 T2 的声阻抗，以此能够构成第 2 声匹配层。通过这样构成，导电性构件 20 在 T1、T2 的厚度方向上连结，因此能够得到与图 7A 的实施形态相同的效果。还有，在图 7B 中，对 2 层的声匹配层构成的情况进行了说明，但是此外，也可以用 2 层以上、也就是 3 层或 3 层以上的声匹配层构成，不限于 2 层的声匹配层。

第 8 实施形态

图 8 是表示构成本发明的超声波探头的第 8 实施形态的声匹配层的结构例的剖面图。还有，超声波探头的大概剖面图与第 2 实施形态说明

的图 2A 相同，只有第 1 声匹配层 2a 的结构不同，因此超声波探头用图 2A 进行说明，第 1 声匹配层的部分用的图 8 进行说明。

在图 2A 中，超声波探头 10B 具备板状的压电元件 1、在该压电元件 1 的前表面（图中的上方）层叠的声匹配层 2（2a、2b）、根据需要安装于压电元件 1 的背面（图中的下方）的背面负载构件 3、以及同样根据需要安装于声匹配层 2（2a、2b）的前表面的声透镜 4。这些构成要素各自的功能与构成已有的超声波探头的要素所具有的功能相同。超声波探头的构成要素以及动作在第 2 实施形态中有说明，因此在这里省略。

用导电性构件与绝缘性构件或半导电性构件的复合材料构成的第 1 声匹配层 2a 选择其声阻抗在压电元件 1 与第 2 声匹配层 2b 各自的声阻抗的中间的材料。作为这种第 1 声匹配层 2a，其由导电性构件与多个绝缘性构件或半导电性构件形成的结构的例子示于图 8。在图 8 中，向被检测体发射超声波的方向记为 Z 方向，与其正交的 2 个方向分别记为 X 方向和 Y 方向。

图 8 所示的第 1 声匹配层 2a 形成导电性构件 20 与多种、在这里是 2 种绝缘性构件或半导电性构件 21 在 X 方向上依序配置的连结结构，该导电性构件 20 形成至少在 Z 方向上有连接的结构体。图 8 的结构是相对于两种绝缘性构件或半导电性构件 21 的宽度（体积），导电性构件 20 的宽度（体积）极其狭窄的结构。

这种结构通过改变两种绝缘性构件或半导电性构件 21 的体积比例（图中 X 方向的宽度），能够任意设定第 1 声匹配层 2a 的声阻抗，导电性构件 20 与绝缘性构件或半导电性构件 21 的体积比例相比极小，也就是形成图 8 的 X 方向的宽度做得极小，对声阻抗的改变几乎没有贡献的结构。例如两种绝缘性构件或半导电性构件 21 采用硅单晶与环氧树脂，X 方向上的宽度分别形成为 0.1mm，而导电性构件 20 是利用电镀或溅射等方法将铜、银、金等形成于硅单晶或环氧树脂的侧面上的，宽度形成为 0.002mm，这时相对于它们的宽度的合计值，导电性构件 20 的宽度的比例约为 1%，对声阻抗的改变的贡献极小。从而，上述导电性构件 20 的功能，主要是从压电元件 1 的电极面电气连接。形成这样的结构时，不但制作容易，而且能够实现高精度，而且在导电性构件使用

金属的情况下，制作超声波探头时加工困难的缺点也能够得到克服。

当然，即使是导电性构件 20 的宽度加大，通过改变包括两种绝缘性构件或半导电性构件 21 的三种构件的宽度的比例，选择体积比例，能够任意选择声阻抗，因此不限定导电构件的宽度。

如图 2A 所示，声匹配层 2a 的导电性构件 20 与压电元件 1 的一个电极电气连接，接地用电气端子 9 的金属膜 9b 与导电性构件 20 的另一个面接触并形成电气连接的结构，从接地用电气端子 9 接收、取出信号。

如上所述，作为设置于压电元件的被检测体一侧的声匹配层，设置导电性构件与绝缘性构件或半导电性构件的复合材料，从而能够使声匹配层能够任意改变，得到所希望的声阻抗，借助于此，能够实现频率的宽带化，因此能够得到高分辨率的诊断图像。又，由于能够通过复合材料的声匹配层的导电构件将电气端子连接于压电元件的多个地方，因此能够得到可靠性高而且操作性能良好的超声波探头。

又，在第 8 实施形态中，对如图 8 所示导电性构件 20 与多个绝缘性构件或半导电性构件 21 以大致相等的间隔将其交替排列的情况进行了说明，但是除此以外在以随机性的间隔或随机性排列的情况下也能够得到同样的效果。

又，在第 8 实施形态中，对为了进行对压电元件 1 的接地端子 5 的电气信号的收发，隔着声匹配层 2a 在其前表面设置接地用电气端子 9 的结构进行了说明，但是也可以代之以利用溅射、电镀、或印刷等方法在声匹配层 2a 的 Z 方向的两个面或一个面上形成导电性构件，在该部分连接接地用电气端子 9，采取这样的结构也能够得到同样的效果。

又，在第 8 实施形态中，声匹配层 2a 采用分别用一种材料形成的导电性构件 20 与两种绝缘性构件或半导电性构件 21 的连结结构，但是也可以采用多个导电性构件 20 与绝缘性构件或半导电性构件 21 的连结结构，或除此以外，也可以用多种连结结构形成，这样显然也能够得到同样的效果。

又，在第 8 实施形态中，对图 8 所示的导电性构件 20 与绝缘性构件或半导电性构件 21 相对于 Z 方向以均一的宽度形成的情况进行了说明，但是如第 6 实施形态所示，绝缘性构件或半导电性构件 21 形成相对于 Z 方向宽度连续变化的所谓楔形形状，相对于 Z 方向的厚度，声阻抗连

续变化的结构，导电性构件形成于其倾斜的侧面，或是如第7实施形态所示，形成绝缘性构件或半导电性构件21的宽度阶梯性改变，声阻抗发生变化的结构，设置在其侧面设置导电性构件20的结构，也能够得到相同的结果。

又，在第8实施形态中，2层的声匹配层的第1层声匹配层2a，采用各一种材料形成的导电性构件20与两种绝缘性构件或半导电性构件21的连结结构，但是除此以外，在作为3层以上的声匹配层设置的情况下，即使是在各层上设置也能够得到同样效果。

工业应用性

本发明的超声波探头能够将压电元件的一个形成电极的面上层叠的声匹配层的声阻抗形成所希望的阻抗值，因此能够实现频率的宽带化，从而能够得到高分辨率的诊断图像，又能够通过声匹配层，在压电元件的一个形成电极的面上的多个地方连接电气端子，因此可靠性高，适于使用在人体等被检测体的超声波诊断的各种医疗领域，而且也能够使用于以材料或构件的内部探伤为目的的工业领域。

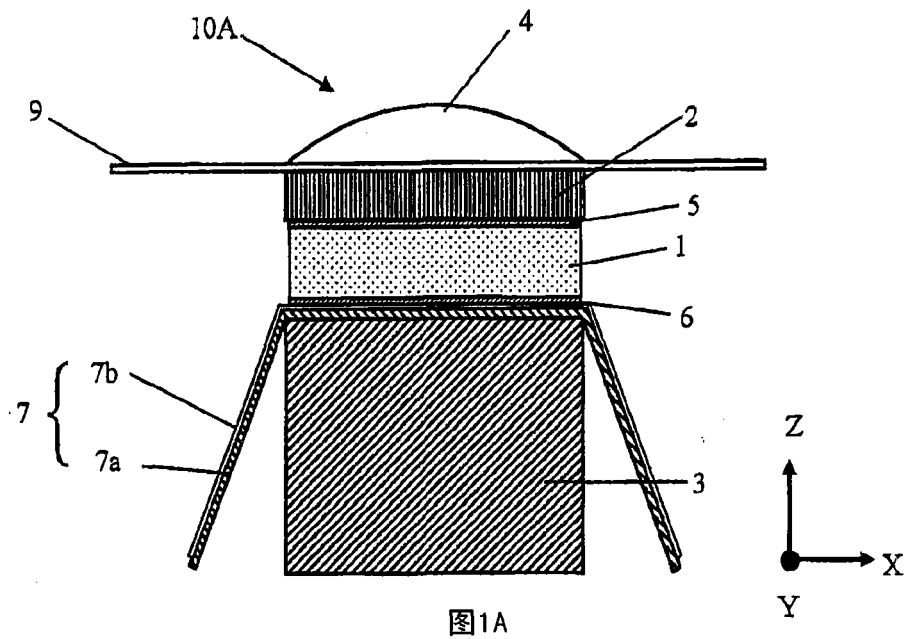


图1A

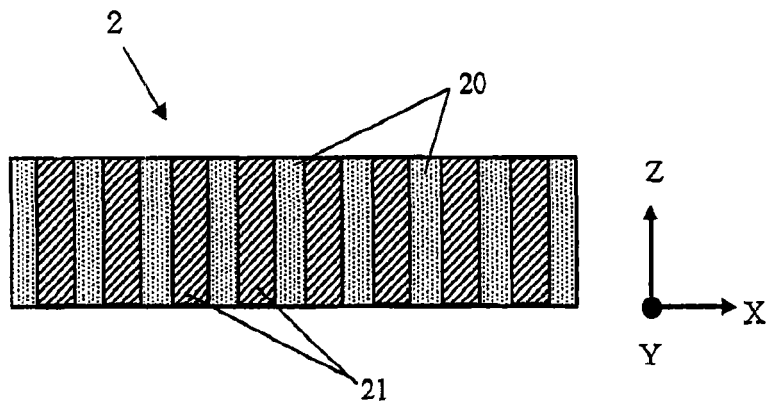
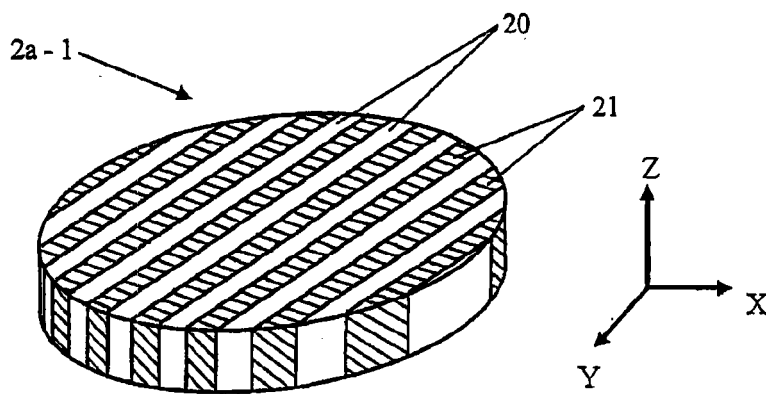
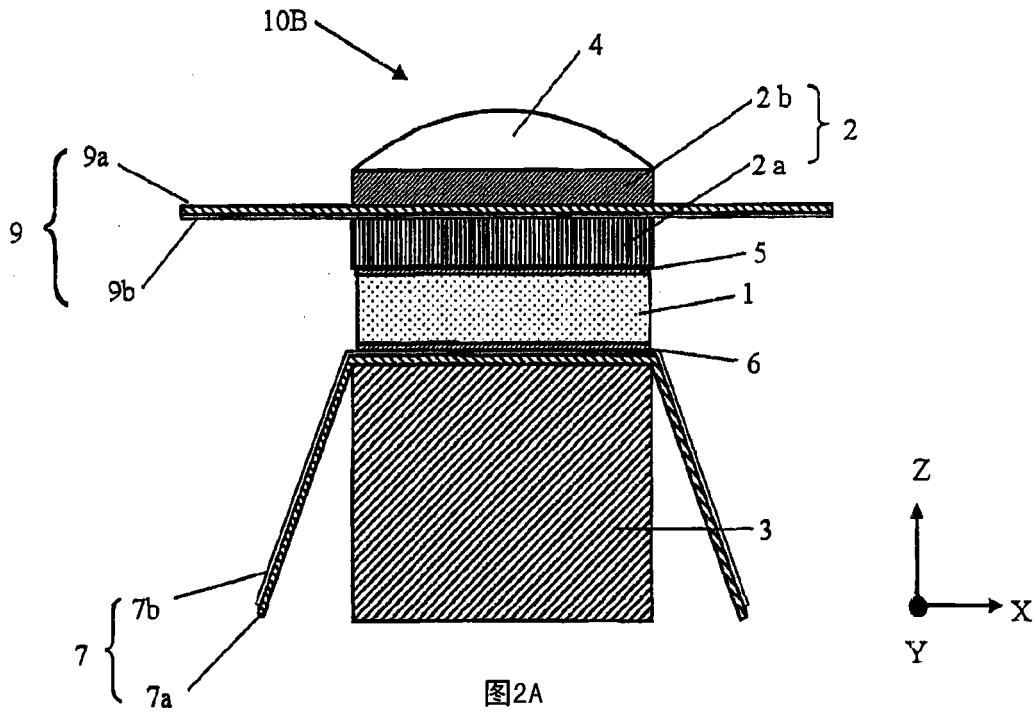


图1B



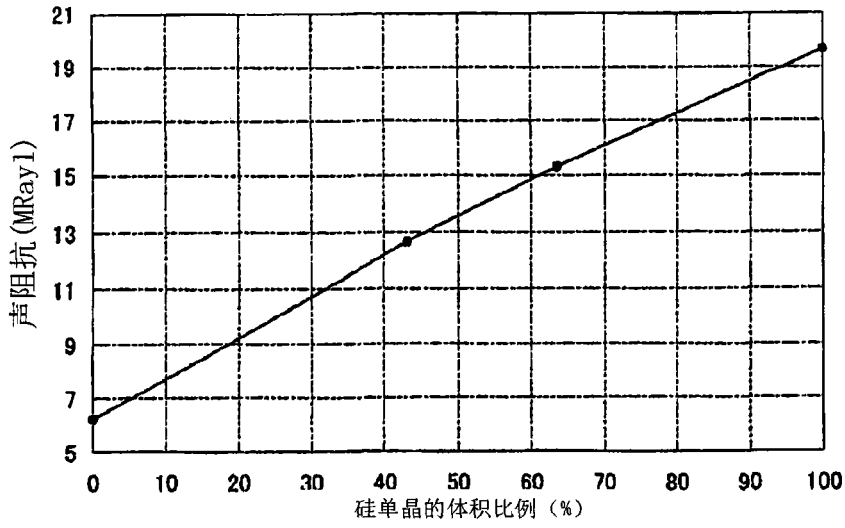


图2C

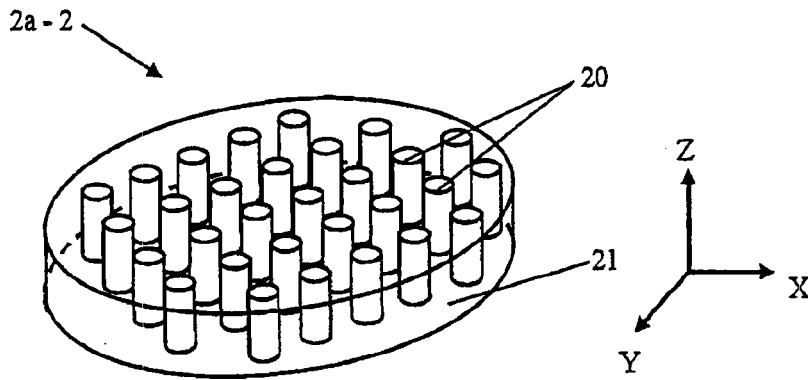


图2D

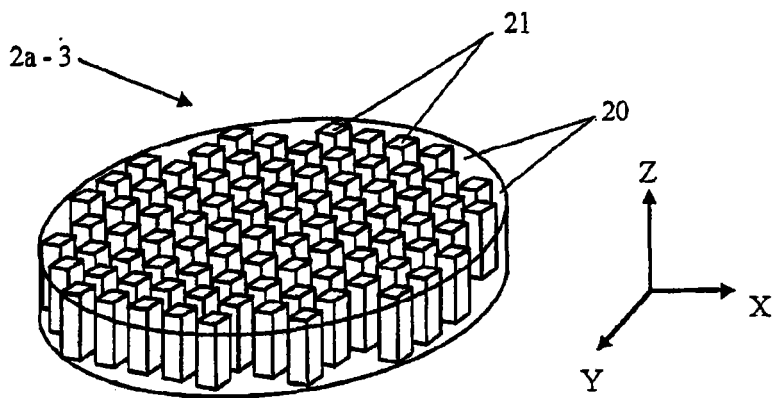


图2E

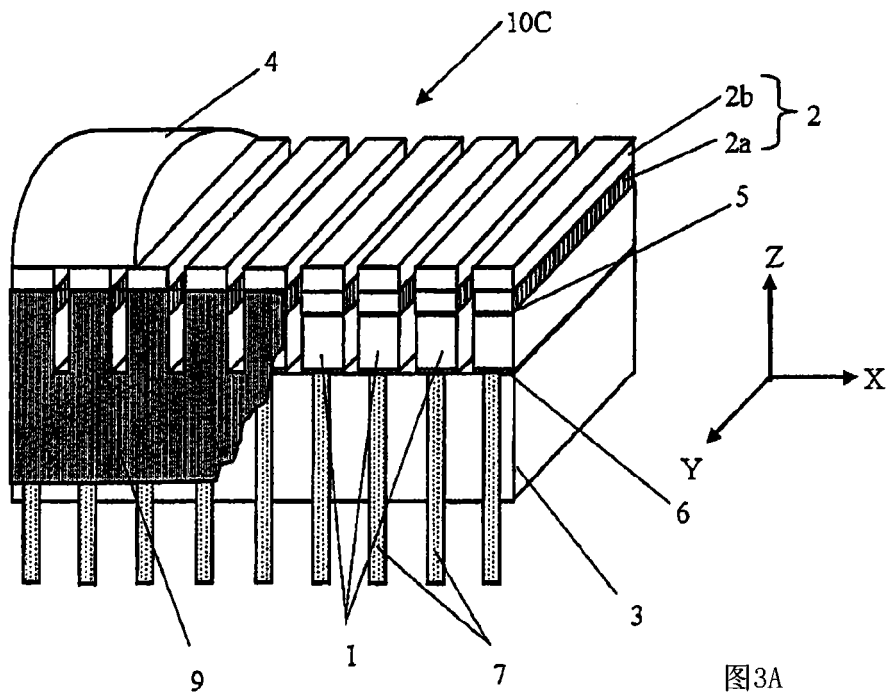


图3A

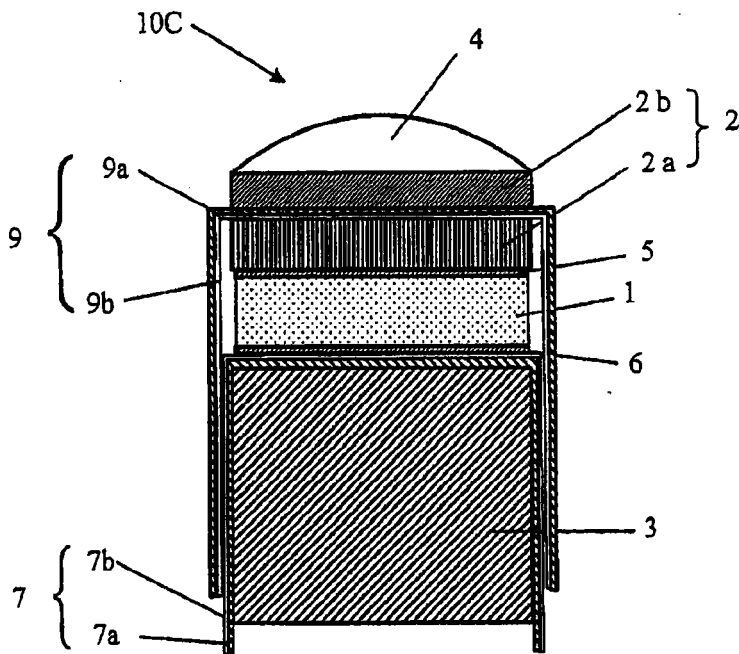


图3B

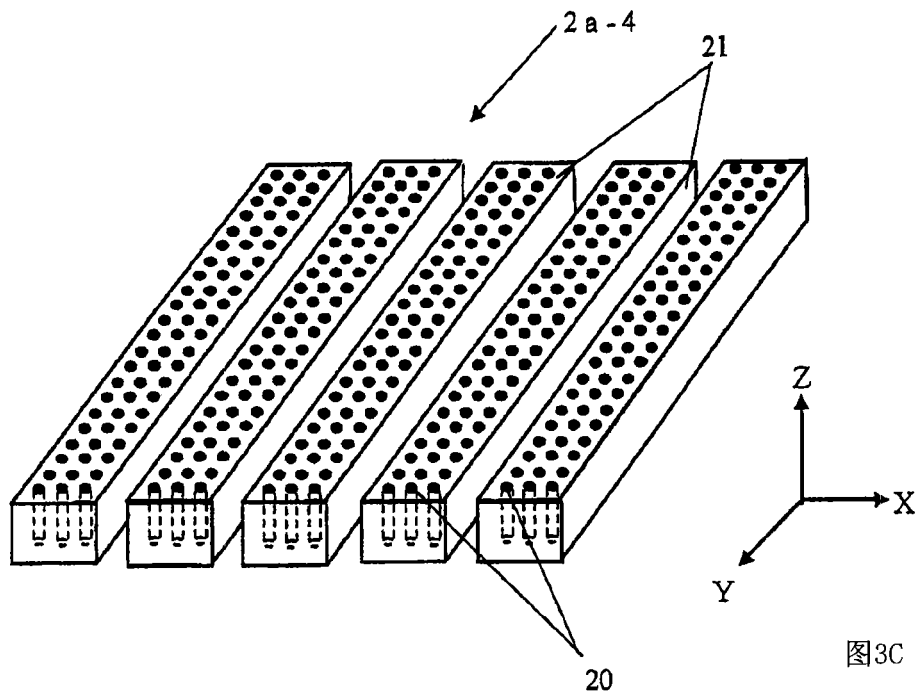


图3C

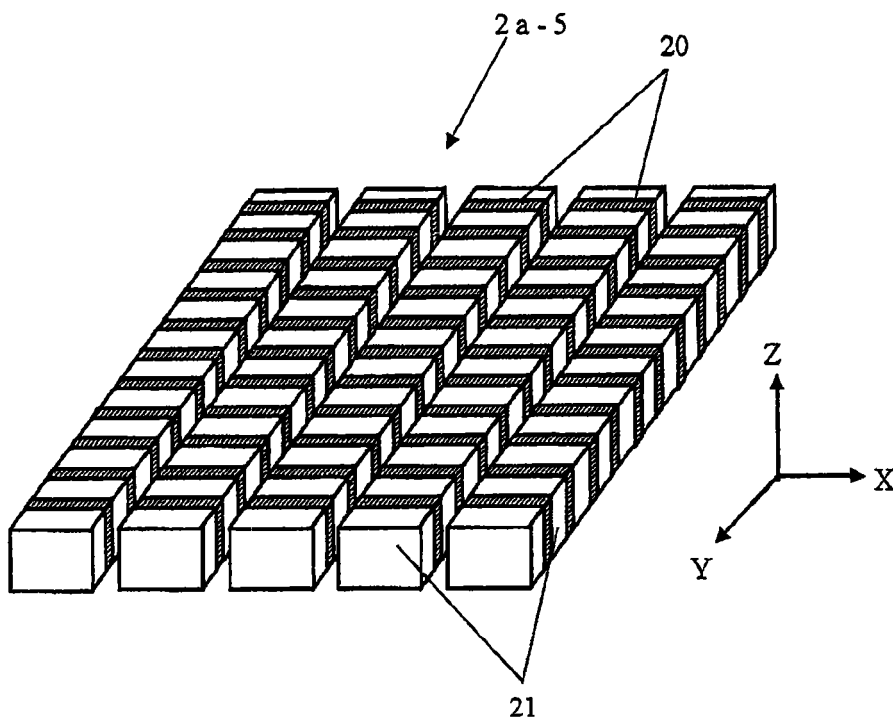


图3D

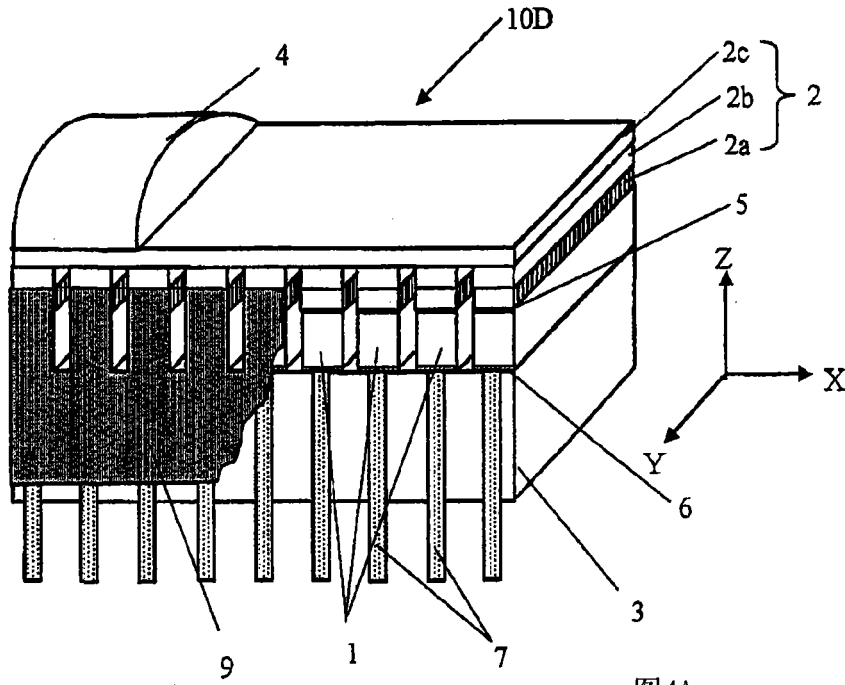


图4A

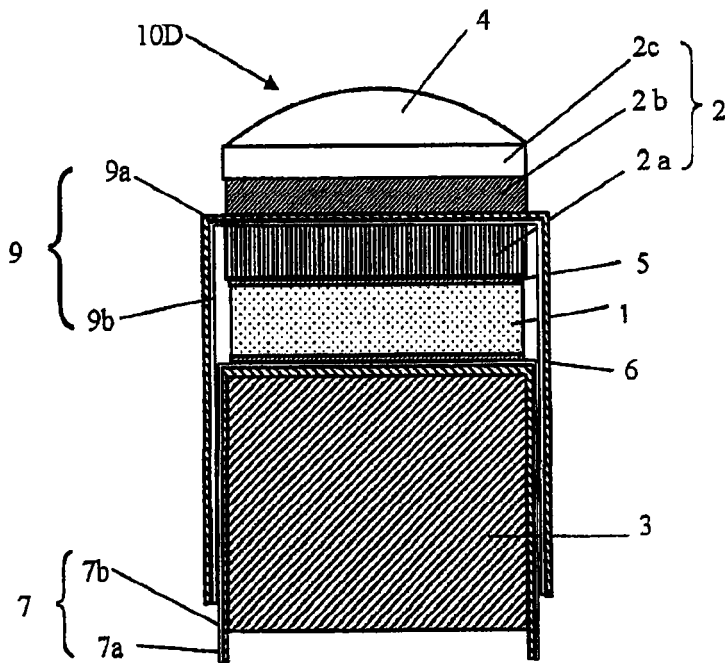


图4B

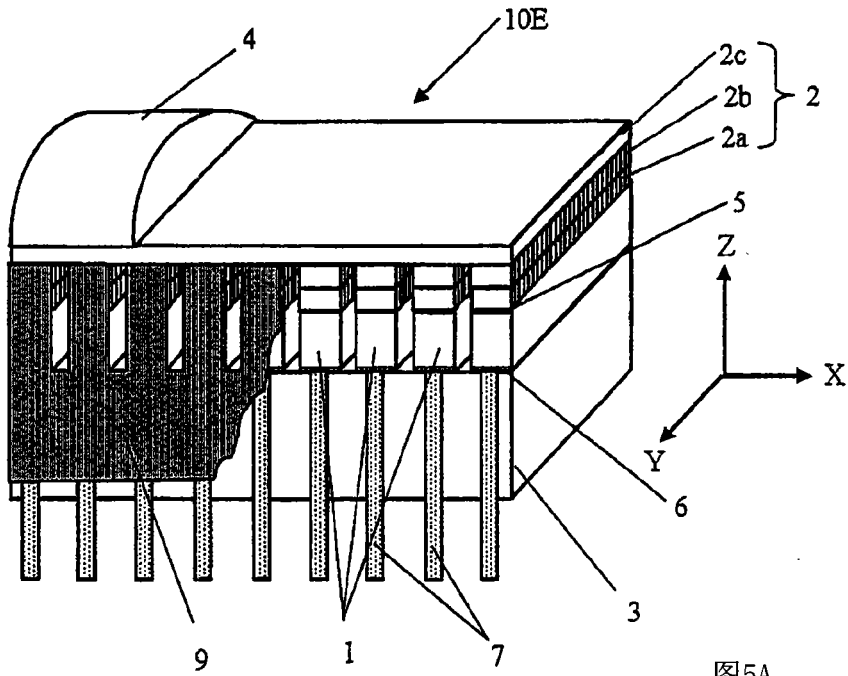


图5A

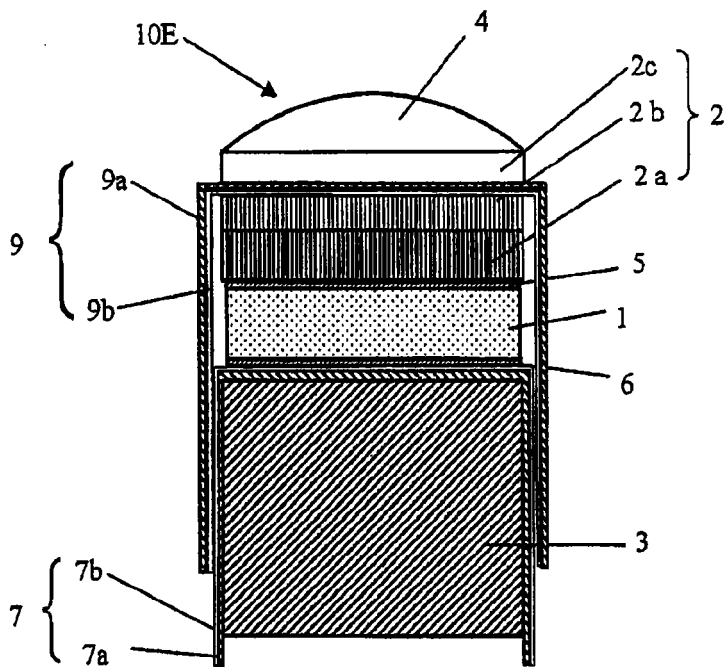


图5B

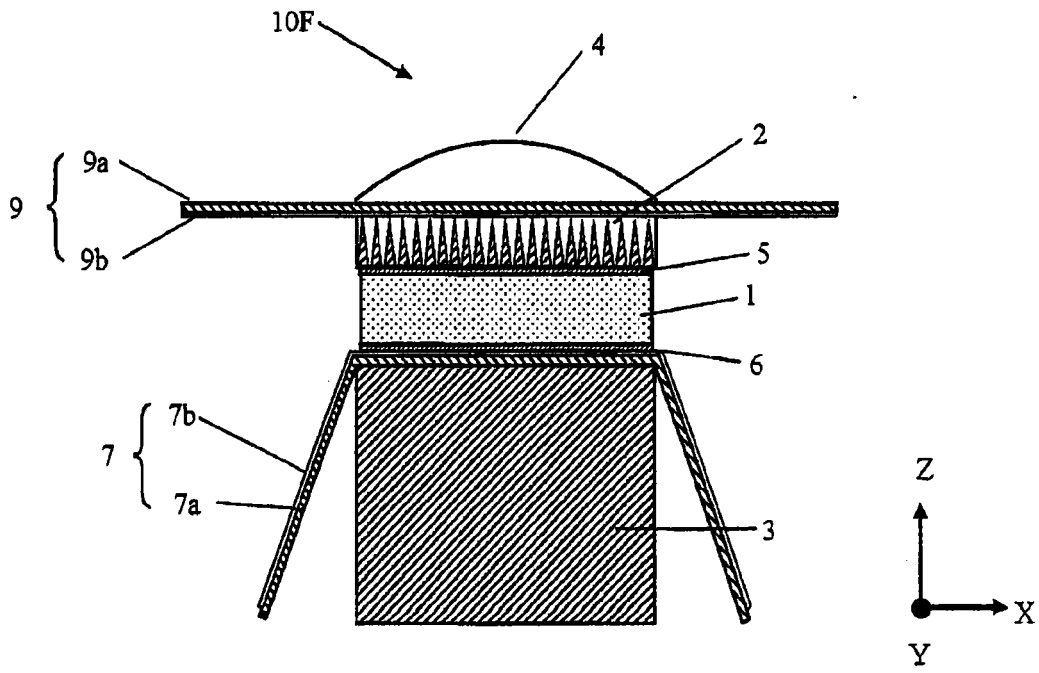


图6A

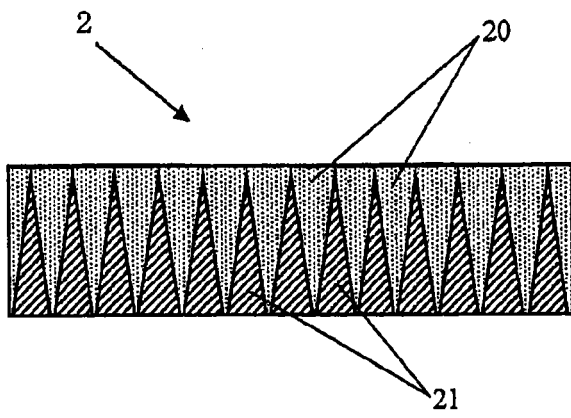


图6B

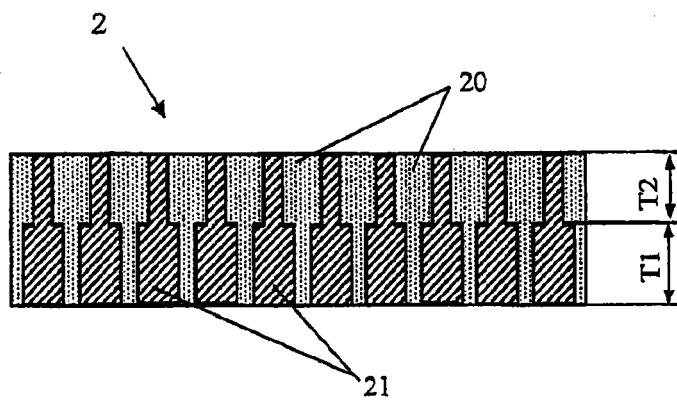


图7A

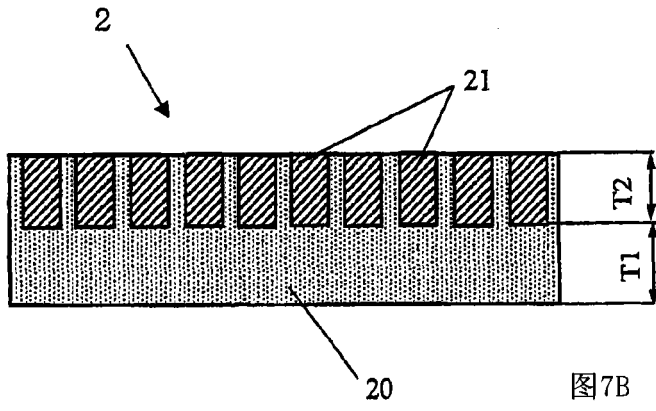


图7B

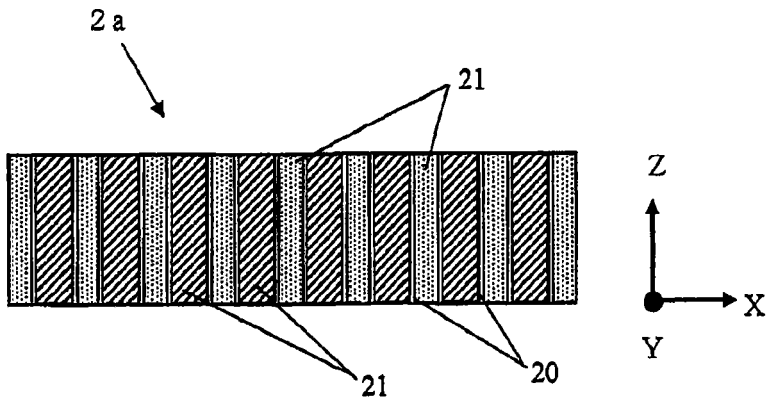


图8

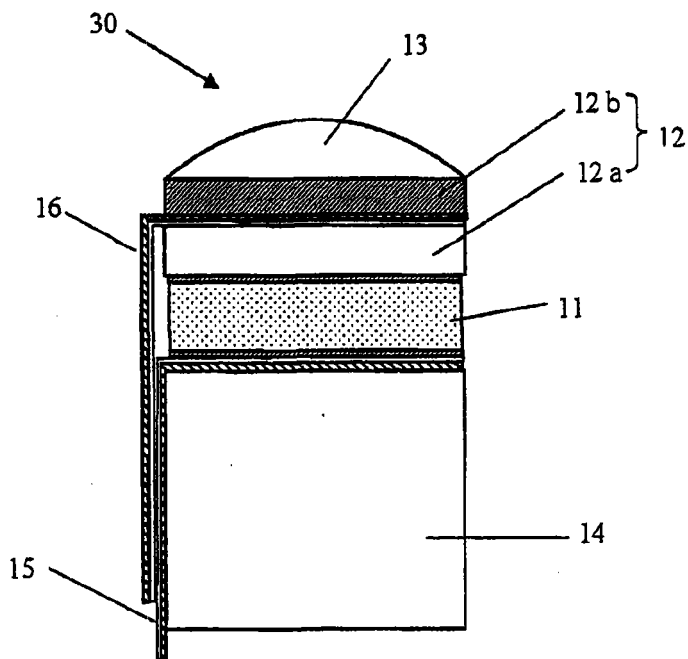


图9

专利名称(译)	超声波探头		
公开(公告)号	CN101536545A	公开(公告)日	2009-09-16
申请号	CN200780041233.4	申请日	2007-11-02
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	齐藤孝悦		
发明人	齐藤孝悦		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/00 G01N29/24		
CPC分类号	G01S15/8925 A61B8/4281 G10K11/02 A61B8/4483 A61B8/4455		
代理人(译)	李家麟		
优先权	2006303224 2006-11-08 JP		
其他公开文献	CN101536545B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了用于实现能够得到高分辨率的诊断图像，同时具有高可靠性的超声波探头的技术，如果采用这种技术，压电元件(1)具有规定的厚度，在厚度方向的一个面上形成接地电极(5)，在另一个面上形成信号用电极(6)，在该压电元件的接地电极的形成面上层叠声匹配层(2)时，该声匹配层由至少包含导电性构件(20)的多种素材的复合材料构成，而且导电性构件具有在压电元件的一个电极形成面的多处分别在厚度方向上贯通的部位。

