

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01N 29/24 (2006.01)

A61B 8/00 (2006.01)

H04R 17/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510107613.6

[43] 公开日 2006 年 4 月 5 日

[11] 公开号 CN 1755357A

[22] 申请日 2005.9.29

[21] 申请号 200510107613.6

[30] 优先权

[32] 2004. 9. 30 [33] JP [31] 2004 - 286583

[71] 申请人 株式会社东芝

地址 日本东京都

[72] 发明人 细野靖晴 山下洋八 逸见和弘

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所

代理人 李德山

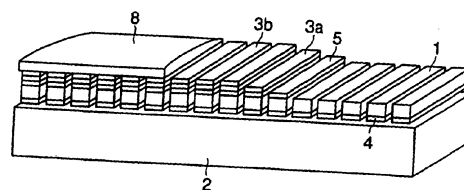
权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图 2 页

[54] 发明名称

超声波探头和超声波诊断设备

[57] 摘要

一种超声波探头，包括：压电元件；设置在上述压电元件的前面的、由固体无机物组成的第 1 音响匹配层；设置在上述第 1 音响匹配层上的、由在有机树脂中分散了 10 ~ 30vol% 密度大于等于 6.5g/cm³ 的氧化物粉末的混合物组成的第 2 音响匹配层。



1. 一种超声波探头, 包括:

压电元件;

5 设置在上述压电元件的前面上的、由固体无机物形成的第 1 音响匹配层; 和

设置在上述第 1 音响匹配层上的、由有机树脂和 10~30vol% 的密度大于等于 6.5g/cm³ 的氧化物粉末的混合物形成的第 2 音响匹配层。

10 2. 如权利要求 1 所述的超声波探头, 其中:

上述第 2 音响匹配层用有机树脂和包含 10~30vol% 的大于等于 50% 的 PbO 和大于等于 1% 的 Nb₂O₅ 的钙钛矿构造的氧化物粉末的混合物形成。

3. 如权利要求 1 所述的超声波探头, 其中:

15 上述第 2 音响匹配层用有机树脂和从由 10~30vol% 的 CeO₂、Pr₂O₃、Nd₂O₃、Yb₂O₃、Lu₂O₃ 组成的群中选择出的至少一种氧化物粉末的混合物形成。

4. 如权利要求 1 所述的超声波探头, 其中:

20 上述第 1 音响匹配层用从包含 SiO₂、MgO 以及 Al₂O₃ 的陶瓷、包含 Si₃N₄、AlN、Al₂O₃ 以及 ZrO₂ 的陶瓷、包含钙硅酸盐以及锂硅酸铝的陶瓷、氟化金云母陶瓷、以及六方晶氮化硼陶瓷组成的群中选择的固体无机物形成。

5. 如权利要求 1 所述的超声波探头, 其中:

25 上述压电元件具有: 压电体; 形成在压电体的前面和背面上的一对电极。

6. 如权利要求 1 所述的超声波探头, 其中:

上述压电体用具有以 Pb(B₁_{1-x}, Ti_x)O₃ 表示的组成的单晶体材料形成, 其中, x 的值是 0.3≤x≤0.6, B₁ 是从 Zr、Sn 以及 Hf 中选择出的至少一种。

7. 如权利要求 1 所述的超声波探头, 其中:

上述压电体用具有以 $\text{Pb}(\text{B1}, \text{B2})_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_3$ 表示的组成的单晶体材料形成, 其中, x 的值是 $0.04 \leq x \leq 0.55$, B1 是从由 Zn、Mg、Ni、Sc、In 以及 Yb 组成的群中选择出的至少一种, B2 是从由 Nb 和 Ta 组成的群中选择出的至少一种。

8. 如权利要求 1 所述的超声波探头, 还包括:

在上述第 2 音响匹配层上具有音响透镜。

9. 如权利要求 1 所述的超声波探头, 还包括:

在上述第 2 音响匹配层上具有第 3 音响匹配层。

10. 如权利要求 9 所述的超声波探头, 还包括:

在上述第 3 音响匹配层上具有音响透镜。

11. 如权利要求 1 所述的超声波探头, 还包括:

在上述压电元件的背面上具有衬板材料。

12. 如权利要求 1 所述的超声波探头, 其中:

上述压电元件、第 1 音响匹配层以及第 2 音响匹配层以一维或者二维排列。

13. 一种超声波诊断设备, 其特征在于, 包括:

超声波探头, 该超声波探头包括: 音响衬板材料; 设置在该音响衬板材料上的压电元件; 在该压电元件的背面, 具有设置在与上述音响衬板材料相对的面, 由固体无机物组成的第 1 音响匹配层、以及用有机树脂和 10~30vol% 的密度大于等于 6.5g/cm^3 的氧化物粉末的混合物形成的第 2 音响匹配层的音响匹配层; 和设置在该音响匹配层上的音响透镜; 和

通过电缆与上述超声波探头连接的超声波探头控制单元。

14. 如权利要求 13 所述的超声波诊断设备, 其中:

上述第 2 音响匹配层用有机树脂和包含 10~30vol% 的大于等于 50% 的 PbO 和大于等于 1% 的 Nb_2O_5 的钙钛矿构造的氧化物粉末的混合物形成。

15. 如权利要求 13 所述的超声波诊断设备, 其中:

上述第 2 音响匹配层用有机树脂和从 10 ~ 30vol% 的 CeO_2 、 Pr_2O_3 、 Nd_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Lu_2O_3 组成的群中选择出的至少一种氧化物粉末的混合物形成。

16. 如权利要求 13 所述的超声波诊断设备, 其中:

5 上述第 1 音响匹配层用包含 SiO_2 、 MgO 以及 Al_2O_3 的陶瓷、包含 Si_3N_4 、 AlN 、 Al_2O_3 以及 ZrO_2 的陶瓷、包含钙硅酸盐以及锂硅酸铝的陶瓷、氟化金云母陶瓷、以及六方晶氮化硼陶瓷组成的群中选择出的固体无机物形成。

17. 如权利要求 13 所述的超声波诊断设备, 其中:

10 上述压电元件具有: 压电体; 和形成在压电体的前面和背面上的一对电极。

18. 如权利要求 13 所述的超声波诊断设备, 其中:

15 上述压电体用具有以 $\text{Pb}(\text{B}_{1-x}\text{Ti}_x)\text{O}_3$ 表示的组成的单晶体材料形成, 其中, x 的值是 $0.3 \leq x \leq 0.6$, B1 是从由 Zr 、 Sn 以及 Hf 中选择出的至少一种。

19. 如权利要求 13 所述的超声波诊断设备, 其中:

20 上述压电体用具有以 $\text{Pb}(\text{B1}, \text{B2})_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_3$ 表示的组成的单晶体材料形成, 其中, x 的值是 $0.04 \leq x \leq 0.55$, B1 是从由 Zn 、 Mg 、 Ni 、 Sc 、 In 以及 Yb 组成的群中选择出的至少一种, B2 是从 Nb 和 Ta 组成的群中选择出的至少一种。

20. 如权利要求 13 所述的超声波诊断设备, 其中:

上述压电元件、第 1 音响匹配层以及第 2 音响匹配层以 1 维或者 2 维排列。

超声波探头和超声波诊断设备

5 技术领域

本发明涉及超声波探头和超声波诊断设备。

背景技术

在医用超声波诊断设备 (medical ultrasonic diagnostic
10 apparatus) 和非破坏检查器具 (nondestructive inspection instrument)
的领域中, 为了图像化对象物的内部状态使用超声波探头。超声波探
头把超声波向着对象物照射, 接收从在该对象物中的音响阻抗不同的
界面上的反射回波。特别是医用超声波诊断设备的超声波探头形成排
列了许多带 (strip) 状的压电振子 (piezoelectric transducer) 的阵列
15 型, 电子控制超声波束, 实时取得解像度高的断层像 (tomogram
image) 。

一般的超声波探头具有: 在压电体 (piezoelectric material) 的两
面上形成电极的压电元件; 设置在压电元件的背面上的衬板材料; 形
成在压电元件的前面的音响匹配层 (acoustic matching layer), 具有
20 阵列加工压电元件以及音响匹配层的构造。通常, 在音响匹配层上形
成音响透镜。另外, 形成在压电体的两面上的 1 对电极与挠性印刷线
路板 (FPC) 连接, 进而通过电缆与诊断设备连接。

压电元件作为超声波的发送接收元件 (transmitter receiver) 使
用。衬板材料用于吸收被发射到压电元件的背面的不需要的超声波。
25 音响匹配层用于通过整合压电体和人体的音响阻抗 (acoustic
impedance), 提高超声波的发送接收效率。因此, 音响匹配层的音
响阻抗值被设定在压电体 (20 ~ 30Mrayls) 和人体 (1.5Mrayls) 之
间的值。当使用许多层的音响匹配层的情况下, 各层的音响阻抗值被设
定成向着人体逐渐减小。压电元件都阵列加工音响匹配层是为了抑制

和相邻的通道的耦合。阵列探头的排列间距在窄的情况下是0.1~0.2mm。起到了音响透镜在超声波的发送接收时聚焦超声波的焦点的作用。

在此，在诊断人体的心脏和肝脏等时使用的超声波探头中，需要约2~5MHz的共振频率（resonance frequency）。另外，在诊断比它还浅的颈动脉（carotid artery）等时使用的超声波探头中，需要更高的共振频率。虽然压电体在厚度方向栅振动，但为了得到高的共振频率需要减小压电体的振动方向的厚度。进而，在排列方向上的压电体的宽度为了抑制不需要的振动的发生需要设定为小于等于厚度的60%。

作为压电体以往使用电气机械耦合系数（electromechanical coupling coefficient） K_{33} ，高为70%左右，从电信号变换为机械信号的变换效率高的、钛酸锆酸铅（lead zirconate titanate（PZT））系列的压电陶瓷。另外，近年，例如开发了由铌酸铅（lead zirconate niobate）和钛酸铅（lead titanate）的固溶体（solid solution）组成的 $\text{Pb}((\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})_{0.91}\text{Ti}_{0.09})\text{O}_3$ 压电单晶体那样的、电气机械耦合常数 K_{33} ，在约大于等于80%的非常高效率的压电体，并研究对超声波探头的应用。

为了高效率地进行超声波对人体的入射、射出，作为形成在压电元件的前面上的音响匹配层，已知有在有机树脂中发散了W等的金属粒子的层。另外，近年，提出了在有机树脂中分散氧化锌粒子的音响匹配层（参照特开2004-104629号公报）。

但是，当使用上述的音响匹配层制作超声波探头的情况下，存在以下的问题。

当使用在有机树脂中分散了金属粒子的音响匹配层的情况下，因为需要切断韧性高难以切削的金属，所以在采用切割（dicing）的阵列加工时刀片的劣化显著。在用劣化的刀片继续加工的情况下，在同时被切断的压电体上发生碎屑（chipping）和裂纹。在压电体上产生的碎屑和裂纹产生元件的容量离散，容量离散直接导致超声波探头的

灵敏度离散，降低图像的品质。

另一方面，在有机树脂中分散氧化锌粒子的音响匹配层中，因为氧化锌的密度低，所以为了得到所需要的音响阻抗值需要多的被分散的氧化锌的量。因为如果增加分散量则在相邻的氧化物粒子间存在的树脂量减少，所以粒子之间的粘合力降低。因此，在采用切割（dicing）的阵列加工时脱粒（shedding）显著，存在根本不能高精度精细加工的问题。另外，有音响匹配层在整个周面上实施金属镀层使用的情况，而由于和金属镀层的粘合力不充分在采用切割（dicing）的阵列加工中，存在电极的一部分剥落的现象。因为压电体的音响匹配层一侧的电极通过形成在音响匹配层上的电极与地线板连接，所以电极剥落成为断线不良的原因。另外，还有可能在实际的使用中产生断线不良。

本发明的一形态的超声波探头包括：压电元件；设置在上述压电元件的前面上的、由固体无机物形成的第1音响匹配层；设置在上述第1音响匹配层上的、用有机树脂和10~30vol%的密度大于等于6.5g/cm³的氧化物粉末的混合物形成的第2音响匹配层。

本发明的另一方式的超声波诊断设备包括：具备音响透镜、具有形成在上述音响透镜的背面上的、由固体无机物组成的第1音响匹配层，以及用有机树脂和10~30vol%的密度大于等于6.5g/cm³的氧化物粉末的混合物形成的第2音响匹配层的音响匹配层、形成在上述音响匹配层的背面上的压电元件、形成在上述压电元件的背面上的音响衬板材料的超声波探头；通过电缆与上述超声波探头连接的超声波探头控制单元。

附图说明

图1是说明本发明的实施方式的超声波探头的斜视图。

图2是说明本发明的实施方式的超声波探头的断面图。

图3是展示本发明的实施例5的超声波诊断设备的概略图。

具体实施方式

以下，参照附图说明本发明的实施方式的超声波探头。

图 1 是局部剖开本发明的实施方式的超声波探头的斜视图。如图 1 所示，本发明的实施方式的超声波探头包括：音响衬板材料 2；设置在音响衬板材料 2 上的压电体 1；设置在压电体 1 的背面（和音响衬板材料 2 相对的面）上的第 2 电极 4；设置在压电体 1 的前面上的第 1 电极 5；设置在第 1 电极 5 上的第 1 音响匹配层 3a；设置在第 1 音响匹配层 3a 上的第 2 音响匹配层 3b。在此，在本发明的实施方式的超声波探头中，第 1 音响匹配层 3a 用固体无机物形成，第 2 音响匹配层 3b 用在有机树脂中包含 10~30vol% 的密度大于等于 6.5g/cm^3 的氧化物粉末的材料形成。第 2 音响匹配层 3b 的音响阻抗比第 1 音响匹配层 3a 的音响阻抗还小。叠层包含第 1 电极 5 以及第 2 电极 4 和用它们夹着的压电体 1 的压电元件、第 1 音响匹配层 3a、第 2 音响匹配层 3b 的叠层体被分割为许多排列成阵列形状。进而，在图 1 中在第 2 音响匹配层 3b 上设置音响透镜 8，但并不限于此。例如，也可以把音响匹配层设置成 3 层或者 4 层。通过把音响匹配层的音响阻抗值设置在压电体（20~30Mrayls）和人体（1.5Mrayls）的音响阻抗之间并且逐渐接近人体的值，超声波的发送接收效率进一步提高。另外，当把叠层了压电元件、第 1 音响匹配层 3a、第 2 音响匹配层 3b 的叠层体排列成二维阵列形状的情况下，不设置音响区域 8 也可以显著提高解像度和灵敏度。

在本发明的实施方式的超声波探头中，与压电元件接触一侧的第 1 音响匹配层 3a 由固体无机物组成，第 2 音响匹配层 3b 用在有机树脂中分散了 10~30vol% 的密度大于等于 6.5g/cm^3 的氧化物粉末的材料形成。通过设置许多音响匹配层取得音响阻抗的整合，超声波的发送接收效率提高。另外，通过在第 1 以及第 2 音响匹配层 3a、3b 中使用上述的材料，在采用切割（dicing）的阵列加工时可以抑制压电体的碎屑和裂纹，因为可以降低元件容量的离散，所以可以降低超声波探头的灵敏度的离散。

在本发明的实施方式中，在第 1 音响匹配层中使用的固体无机物

在阵列加工时作为压电体的支撑板作用，起到抑制刀片窜动的效果。作为在第1音响匹配层中使用的固体无机物，有包含 SiO_2 、 MgO 以及 Al_2O_3 陶瓷；包含 Si_3N_4 、 AlN 、 Al_2O_3 以及 ZrO_2 的陶瓷；包含钙硅酸盐以及锂硅酸铝的陶瓷；氟化金云母（fluorophlogophite）陶瓷；六方晶氮化硼陶瓷等。可以使用从它们中选择的一种或者多种。另外，也可以在它们中加入添加元素。这其中也特别是包含 SiO_2 、 MgO 以及 Al_2O_3 的陶瓷加工性好切割（dicing）时的单晶体的损伤少，并且因为强度高所以还具有可以提高超声波探头的机械强度的效果。

在本发明的实施方式中，说明规定在第2音响匹配层中使用的氧化物粉末的密度和分散量的理由。当填充密度不足 6.5g/cm^3 的氧化物粉末的情况下，为了实现作为第2音响匹配层希望的音响阻抗，需要增加氧化物粉末的分散量。如果分散到树脂内的氧化物粉末的量增加，则因为在接近的氧化物粉末之间存在的树脂量减少，所以粉末粒子间的粘合力降低，在研磨和切割（dicing）时氧化物粉末脱粒。如果发生脱落则产生难以得到尺寸精度，并且在微细加工时强度极度降低的问题。即使氧化物粉末的密度大于等于 6.5g/cm^3 ，但当分散量超过30vol%的情况下，也产生同样的问题不理想。裂纹，当分散量不足10vol%以及超过30vol%的情况下，因为离开作为第2音响匹配层优选的音响阻抗，所以还产生超声波的发送接收效率下降的问题。

在本发明的实施方式的超声波探头中，作为第2音响匹配层，理想的是使用在有机树脂中包含10~30vol%的包含大于等于50%的 PbO 和大于等于1%的 Nb_2O_5 的钙钛（perovskite）构造的氧化物粉末的材料。通过在有机树脂中分散包含大于等于50%的 PbO 和大于等于1%的 Nb_2O_5 的钙钛（perovskite）构造的氧化物粉末，可以均匀地分散氧化物粉末。可以抑制采用切割（dicing）的阵列加工时的脱粒。进而，上述钙钛（perovskite）构造的氧化物粉末包含还在压电体的原料中使用的组成，可以在对第2音响匹配层实施金属镀层时提高和金属镀层的粘合力。因此，可以抑制阵列加工时的电极剥离。

在本发明的实施方式的超声波探头中，作为第2音响匹配层，理

想的是使用在有机树脂中包含 10 ~ 30vol % 的由 CeO_2 、 Pr_2O_3 、 Nd_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Lu_2O_3 组成的群中选择出的至少一种的材料。通过在有机树脂中分散上述的氧化物粉末，可以均匀地分散氧化物粉末，可以抑制采用切割（dicing）的阵列加工时的脱粒。

5 如上所述，本发明的实施方式的超声波探头中的第 2 音响匹配层因为在阵列加工时分散在树脂内的氧化物粉末的脱粒显著少，所以可以高精度地进行微细的加工。另外，因为第 2 音响匹配层和金属（Au，Ni）镀层的粘合力非常好，所以可以抑制阵列加工时的电极剥离，可以抑制元件的导通不良。

10 在本发明的实施方式中，作为压电体，例如使用具有以 $\text{Pb}(\text{B1}_{1-x}, \text{Ti}_x)\text{O}_3$ （在此，x 的值是 $0.3 \leq x \leq 0.6$ ，B1 是从 Zr、Sn 以及 Hf 中选择出的至少一种）为代表的组成的单晶体材料。通过使用由这样的固体系列单晶体组成的压电体，因为与由压电陶瓷组成的压电体相比可以使声速延迟，所以可以得到高灵敏度的超声波探头。在上述的一般式子中，如果 x 不足 0.3，则压电单晶体的居里温度低，有可能在压电单晶体的切断时去极化（depolarized）。另一方面，如果 x 超过 0.6 则不仅不能得到大的电气机械耦合系数，而且介质常数降低在进行发送接收时有可能难以取得电气阻抗的匹配。

20 在本发明的实施方式中，作为压电体，使用具有以 $\text{Pb}(\text{B1}, \text{B2})_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_3$ （在此，x 的值是 $0.04 \leq x \leq 0.55$ ，B1 是从由 Zn、Mg、Ni、Sc、In 以及 Yb 组成的群中选择出的至少一种，B2 是从 Nb 以及 Ta 组成的群中选择出的至少一种）为代表的组成的单晶体材料。通过使用由这样的固溶式单晶体组成的压电体，因为与由压电陶瓷组成的压电体相比可以实现高的耦合系数和延迟的声速，所以可以得到高灵敏度的超声波探头。在上述的一般式子中，如果 x 不足 0.04，则压电单晶体的居里温度低，有可能在压电单晶体的切断时去极化。另一方面，如果 x 超过 0.55 则不仅不能得到大的电气机械耦合系数，而且介质常数降低在进行发送接收时有可能难以取得电气阻抗的匹配。

25 这些单晶体材料因为压电特性与以往的压电陶瓷相比高，所以在

应用于超声波探头的情况下，期待超声波探头的性能提高，而因为机械性强度低，所以在切割（dicing）时的碎屑和裂纹成为灵敏度离散的原因。但是，通过使用包含上述的材料的音响匹配层，可以抑制切割（dicing）时的碎屑和裂纹，可以制作灵敏度离散小，可靠性高的
5 高灵敏度·宽频带单晶体探头。

本发明的实施方式的超声波探头可以如以下那样使用。如图2所示，第1电极5通过在音响匹配层的表面实施的金属镀层与地线板7连接，第2电极4通过挠性印刷线路板（FPC）6与未图示的超声波诊断设备连接。通过把来自超声波诊断设备的驱动信号电压施加在压
10 电体1上，使压电体1发振从音响透镜8一侧发出超声波。另外，在接收时，通过用压电体1把从音响透镜8接收到的超声波变换为电气信号，在用超声波诊断设备中的波束样板在各信道的接收信号中加上所希望的延迟后，用超声波诊断设备中的加法器相位调整加算。其后，在测定基波时通过超声波诊断设备中的基波型滤波器
15 （fundamental-pass filter），在测定第2高次谐波时通过除去在超声波诊断设备中的检波成分的高通型滤波器，用未图示的监视器视频化。

以下，说明本发明的实施方式的超声波探头的制作方法。

说明作为压电体使用的压电陶瓷的制造方法。在此说明锆酸铅-钛酸铅的固溶式陶瓷的制造方法。作为初始原料使用化学高纯度的
20 PbO 、 ZrO_2 、 TiO_2 ，在纯度补正它们后，通过称量使锆酸铅（PZ）和钛酸铅（PT）达到所希望的克分子比，在该粉末中添加纯水，例如在收纳有 ZrO_2 球的球磨机中混合希望的时间。在除去得到的混合物的水分后，例如用混砂机（stone mill）那样的粉碎机（pulverizer）充分粉碎。在碎粉中加入5wt%的聚乙烯乙醇，在混合·造粒后，用模具
25 加压成型。把成型体放入氧化镁的鞘（sheath）中在500℃下脱脂后，在所希望的温度下烧制得到烧结体。在研磨·外形加工烧结体后，用溅射法蒸镀导电膜，用选择蚀刻技术在压电体1的超声波发送接收面以及背面上分别形成第1电极5以及第2电极4，得到压电元件。

当作为压电体使用压电单结晶的情况下，按照以下顺序制造压电

单结晶。在此说明铌酸铅-钛酸铅的固溶式单晶体的制造方法。作为初始原料使用化学性高纯度的 PbO 、 ZnO 、 Nb_2O_5 、 TiO_2 ，在纯度补正它们后，通过称量使铌酸铅 (PZN) 和钛酸铅 (PT) 达到所希望的克分子比，进而作为溶剂添加 PbO 。在该粉末中添加纯水后，例如用容纳有 ZrO_2 球的球磨机混合所希望的时间。在除去得到的混合物的水分后，例如用混砂机那样的粉碎机充分粉碎，进而放入橡胶型容器，在所希望的壓力下进行橡皮版印刷 (rubber press)。把从橡胶型取出固形物例如放入白金制的所希望容量的容器，在所希望的温度下溶解。在冷却后，例如用白金制的盖子密封放入了固形物的容器，把该容器设置在电炉的中心。升温到比溶解温度高的温度，以所希望的降温速度逐渐降温到溶解温度附近后，冷却到室温。其后，在容器中添加所希望浓度的硝酸，通过煮沸取出固溶式单晶体得到压电单结晶。在此说明采样溶剂法的单晶体育成，但例如也可以使用通过架桥 (Bridgeman) 法和 Kyropoulos 法、水热育成法 (hydrothermal growth method)、TSSG (Top Seeded Solution Growth) 法、SSCG (Solid-State Single Crystal Growth) 法等制造的单晶体材料。在此，可以举铌酸铅-钛酸铅为一例，但也可以制造包含把初始原料的 ZnO 以及 Nb_2O_5 代替为其他元素得到的钛酸铅的固溶式压电单晶体。在研磨·外形加工得到的单晶体后，用溅射法蒸镀导电膜，用选择时刻技术在压电体 1 的超声波发送接收面以及背面上分别形成第 1 电极 5 以及第 2 电极 4，得到压电元件。

以下，说明本发明的实施方式的超声波探头的制造方法。在此，说明作为压电体使用了压电陶瓷的情况。

在已制作的压电元件的第 1 电极 5 一侧，例如用环氧粘接剂粘接通过电镀等在整个面上形成有由金属等组成的导电层 (未图示) 的第 1 音响匹配层 3a。第 1 音响匹配层 3a 用固体无机物形成。同样，在第 1 音响匹配层 3a 上直接在整个面上形成有导电层 (未图示) 的第 2 音响匹配层。第 2 音响匹配层 3b 用在有机树脂中包含 10~30vol% 的密度大于等于 6.5g/cm^3 的氧化物粉末的材料形成。第 2 音响匹配层的音响

阻抗为了取得和对象物的音响阻抗匹配,比第1音响匹配层3a的音响阻抗还小。以下,在压电元件的第2电极4侧上,例如用环氧粘接剂在绝缘层6b上粘接具有许多导体层(电缆)6a的FPC6。其后,如FPC6和音响衬板2接触把它们粘接在音响衬板材料2上。通过使用刀片从音响匹配层跨越FPC6多次切断,形成把压电元件和音响匹配层的叠层体在上述音响衬板材料2上排列成矩阵状相互分离的构成。以下,在第2音响匹配层3b上例如用环氧粘接剂粘接在绝缘层7b上电镀有导电层7a的地线板7,进而在地线板7上用有机粘接剂粘接第3音响匹配层3c,通过在其上形成音响透镜8得到超声波探头。

10 作为压电体即使在使用了压电单晶体的情况下,也可以用同一方法得到超声波探头。作为压电体1使用的压电单晶体在该晶体系列是菱面体晶体或者准立方晶的情况下,希望作为第1电极5一侧的超声波发送接收面是(001)面。这样的压电体1通过相对压电单晶体的[001]轴(C轴)垂直切割制作。

15 第1电极5和第2电极4例如由包含Ti/Au、Ni/Au或者Cr/Au的二层导电膜,或者包含玻璃料(glass frit)的涂银等形成。作为音响匹配层虽然展示了2层构造和3层构造,但也可以是超过3层的多层构造。地线板7与溅射有导电层的第2音响匹配层3b粘接,而不需要与第2音响匹配层3b全体粘接,可以只与两端部分粘接。另外,地线板7也可以与第1音响匹配层3a粘接。

20 以下,根据实施例进一步详细说明本发明,但本发明并不限于这些。

(实施例1)

25 作为初始原料使用化学高纯度的PbO、ZrO₂、TiO₂,在纯度补正它们后,通过称量使锆酸铅(PZ)和钛酸铅(PT)达到53:47的克分子比,在该粉末中添加纯水,例如用收纳有ZrO₂球的球磨机中混合所希望的时间。在除去得到的混合物的水分后,例如用混砂机那样的粉碎机充分粉碎。在碎粉中加入5wt%的聚乙烯乙醇,在混合造粒后,用模具加压成型。把成型体放入氧化镁的鞘中在500℃下脱脂后,

在 1250℃下烧制得到烧结体。

在研磨·外形加工烧结体设置成 30mm×20mm×0.4mm 大小的压电体后，用溅射法形成由 Cr/Au 组成的第 1 电极以及第 2 电极，做成压电元件。在该压电元件上施加 3kV/mm 的电场实施极化处理（poling）。该压电元件的音响阻抗是 30Mrayls。

在该压电元件的第 1 电极一侧用溅射法在整个面上形成 Cr/Au 电极，用环氧系列粘接剂粘接由的音响阻抗包含 13Mrayls 的 SiO₂、MgO 以及 Al₂O₃ 的陶瓷构成的第 1 音响匹配层。在第 1 音响匹配层上在研磨·外形加工了分散有 10vol% 的氧化铈（CeO₂）粉末（密度：7.65g/cm³）的环氧系列树脂的平板上，用环氧系列粘接剂粘接用溅射法在整个面上形成了 Cr/Au 电极的第 2 音响匹配层。第 2 音响匹配层的音响阻抗是 5Mrayls。其后，顺序用环氧系列粘接剂在压电元件的第 2 电极一侧上粘接由 Cu 组成的具有导电层的 FPC 和音响衬板材料。

以下，用具有厚度 50μm 的刀片的切块锯（dicing saw）以 200μm 间距把压电元件和音响匹配层的叠层体切断为阵列形状。其后，在第 2 音响匹配层整个面上用环氧粘接剂粘接由 Au 组成的地线板，在地线板上用环氧系列粘接剂粘接由聚乙烯薄膜组成的音响阻抗是 2Mrayls 的第 3 音响匹配层。用环氧系列粘接剂粘接在第 3 音响匹配层上用硅橡胶形成的音响透镜。

从 FPC 的端部以 1kHz 测定了已完成的超声波探头的压电体的容量，排列在 1 个超声波探头上的 100 信道的压电体的平均值是 90pF，离散是小于等于 10% 的良好值。其后其中静电容量是 110pF/m，长度是把 2m 的同轴电缆连接在 FPC 上，与诊断设备连接进行了超声波探头特性的评价，在具有高灵敏度、宽频带的同时，信道间的灵敏度离散小于等于 15%，非常小。

（实施例 2）

作为第 2 音响匹配层，使用研磨·成型分散了 20wt% 的包含 PbO：65wt%，ZrO₂：20wt%，TiO₂：10wt%，MgO：1wt%，Nb₂O₅：4wt% 的氧化物粉末（密度：7.90g/cm³）的环氧树脂，在其整个外周面上

用溅射法形成 Cr/Au 电极的层。除了第 2 音响匹配层外和实施例 1 一样制作超声波探头。从 FPC 的端部以 1kHz 测定了和实施例 1 一样完成的超声波探头的压电体的容量, 1 个超声波探头具有的 100 信道的压电体的平均值是 90pF, 离散是小于等于 8% 的良好值。另外, 和
5 实施例 1 一样进行了超声波探头特性的评价, 在具有高灵敏度、宽频带的同时信道间的灵敏度离散小于等于 10%, 非常小。

(实施例 3)

首先, 把通过称量使铌铈酸铅 $\text{Pb}(\text{In}_{1/2}\text{Nb}_{1/2})\text{O}_3$ (PIN) 和镁铈酸铅 $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ (PMN) 和钛酸铅 PbTiO_3 (PT) 达到 16:51:33
10 的克分子比的混合粉 $0.16\text{Pb}(\text{In}_{1/2}\text{Nb}_{1/2})\text{O}_3 - 0.51\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - 0.33\text{PbTiO}_3$ (PIMNT16/51/33), 和作为溶剂使用的 PbO 、 B_2O_3 如设置成 PIMNT16/51/33: $\text{PbO}:\text{B}_2\text{O}_3 = 50:40:10$ 的克分子比那样装入 200cc 的白金容器中升温到 1250℃溶解后, 冷却到室温育成固溶式压电单晶体。其后, 使用劳厄 (Laue) 照相机, 输出该压电单晶体的 $\langle 001 \rangle$
15 轴的方位, 用刀具与该轴垂直地切断形成厚度 600μm 的晶片。把切断的压电单晶体研磨为厚度 350μm 设置成 30mm×20mm×0.4mm 大小的压电体后, 用溅射法形成由 Cr/Au 组成的第 1 电极以及第 2 电极, 设置成压电元件。在该压电元件上施加 1kV/mm 的电场实施极化处理。该压电元件的音响阻抗是 25Mrayls。

20 此后, 和实施例 2 一样制作超声波探头。从 FPC 的端部以 1kHz 测定了和实施例 1 一样完成的超声波探头的压电体的容量, 1 个超声波探头具有的 100 信道的压电体的平均值是 80pF, 离散是小于等于 15% 的良好值。另外, 在和实施例 1 一样进行了超声波探头特性的评价后, 在具有高灵敏度、宽频带的同时, 信道间的灵敏度离散小于
25 等于 10%, 非常小。

(实施例 4)

和实施例 3 一样, 得到有锡酸铅 PbSnO_3 (PSn) 和钛酸铅 PbTiO_3 (PT) 组成的固溶体单晶体。其后, 和实施例 2 一样制作超声波探头。从 FPC 的端部以 1kHz 测定了和实施例 1 一样完成的超声波探头的压

电体的容量, 1 个超声波探头具有的 100 信道的压电体的平均值是 85pF, 离散是小于等于 14% 的良好值。另外, 和实施例 1 一样在进行了超声波探头特性的评价后, 在具有高灵敏度、宽频带的同时, 信道间的灵敏度离散小于等于 10% 非常小。

5 (比较例 1)

除了把第 1 以及第 2 音响匹配层的制作方法设置成以下的方法外和实施例 1 一样地制作超声波探头。

第 1 音响匹配层是在研磨·外形加工了分散有 40wt% 钨金属粉的环氧树脂的平面上用溅射法在整个面上形成 Cr/Au 电极的层。第 1 音响匹配层的音响阻抗是 13Mrayls。第 1 音响匹配层用环氧系列粘接剂粘接在压电元件的第 1 电极侧上。在第 1 音响匹配层上用环氧粘接剂粘接在研磨·外形加工了分散有 60vol% 氧化锌 (ZnO)、二氧化硅 (SiO₂) 粉末 (密度: 5.60g/cm³ 以及 2.65g/cm³) 的环氧系列树脂的平板上用溅射法在整个面上形成了 Cr/Au 电极的第 2 音响匹配层。第 2 音响匹配层的音响阻抗是 5Mrayls。

从 FPC 的端部以 1kHz 测定了和实施例 1 一样完成的超声波探头的压电体的容量, 1 个超声波探头具有的 100 信道的压电体的平均值是 90pF, 离散大到大于等于 20%。另外, 包含 3 个元件的导通不良信道。这是因为在第 1 音响匹配层中分散金属粉末, 所以对阵列中的刀片的负荷大, 刀片逐渐劣化的缘故。如果使用切削性下降的刀片切断, 则压电体发生碎屑和裂纹产生容量的离散。另外, 因为第 2 音响匹配层包含大于等于 30vol% 的氧化物粉末, 所以接近的粒子之间的粘合性降低, 阵列加工中脱粒。因为和脱粒一同电极的一部分剥离所以成为断线的原因。另外, 和实施例 1 一样进行超声波探头特性的评价, 虽然具有高灵敏度、宽频带的信道到处可以看到, 但信道间的灵敏度离散大于等于 25% 非常大。这样的信道间的灵敏度离散对显示在诊断设备上的断层像的画质有不良影响。

(比较例 2)

除了把第 2 音响匹配层的制作方法设置成以下的方法外和实施例

1 一样地制作超声波探头。

在压电元件的第1电极一侧上，用环氧系列粘接剂粘接用溅射法在整个面上形成有Cr/Au电极并且音响阻抗由13Mrayls的包含SiO₂、MgO以及Al₂O₃的陶瓷形成的第1音响匹配层。在第1音响匹配层上用环氧系列粘接剂粘接在研磨·外形加工了分散有60vol%氧化锌（ZnO）、二氧化硅（SiO₂）粉末的环氧系列树脂的平板上用溅射法在整个面上形成有Cr/Au电极的第2音响匹配层。第2音响匹配层的音响阻抗是5Mrayls。

从FPC的端部以1kHz测定和实施例1一样完成的超声波探头的压电体的容量，1个超声波探头具有的100信道的压电体的平均值是90pF，离散大到大于等于15%。另外，包含1个元件的导通不良信道。这是因为第2音响匹配层包含大于等于30vol%的氧化物粉末，所以接近的粒子之间的粘合性降低，阵列加工中脱粒的缘故。因为和脱粒一同电极的一部分剥落，所以成为断线的原因。另外，和实施例1一样进行了超声波探头特性的评价，虽然具有高灵敏度、宽频带的信道到处可见，但信道间的灵敏度离散大于等于20%非常大。这样的信道间的灵敏度离散对被显示在诊断装置上的断层像的画质有不良影响。

（实施例5）

以下，使用图3说明使用了上述实施例1的超声波探头的超声波诊断设备。在对对象物发送超声波信号，接收来自该对象物的反射信号（错误信号），图像化该对象物的医用超声波诊断设备和超声波图像检查设备中，主要使用具有图3所示那样的超声波信号发送接收功能的阵列式的超声波探头10。超声波探头10通过电缆11与超声波探头控制单元15连接。另外，在主体上设置投影屏。

由于本发明在不偏离基实质和范围的情况下可以有许多明显不同的具体实施例，所以应当理解为本发明不仅限于具体的设备或实施例，在不脱离本发明精神的前提下，各种修改和变形都应属于本发明的保护范围。

图1

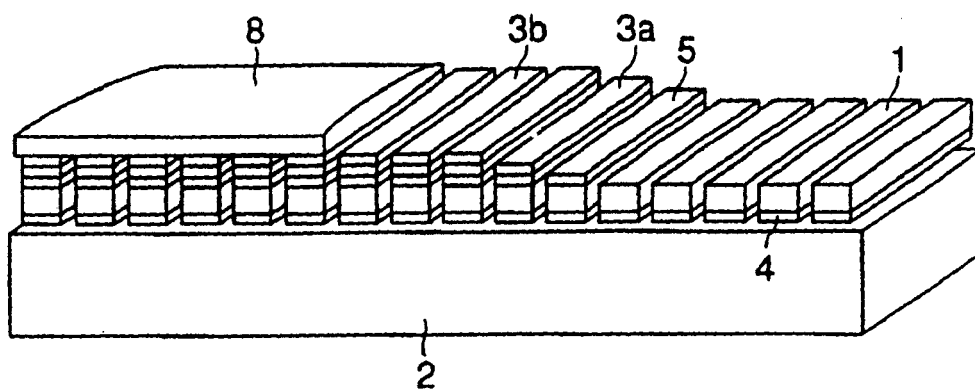
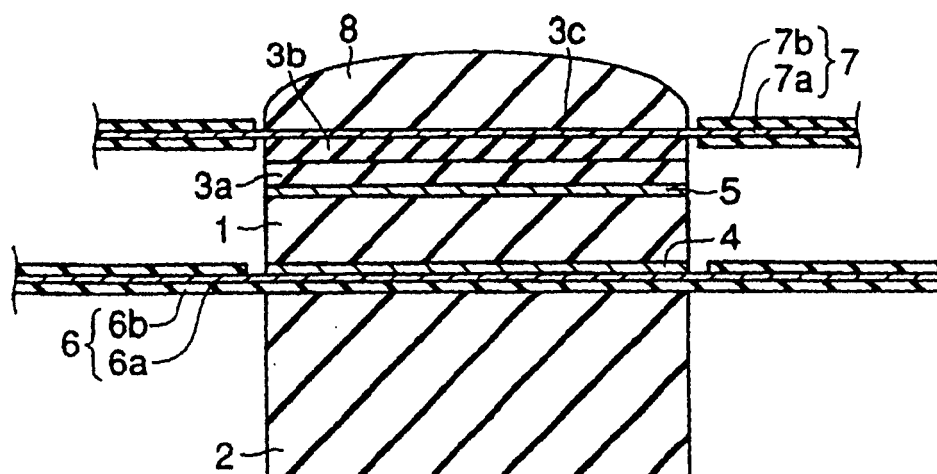
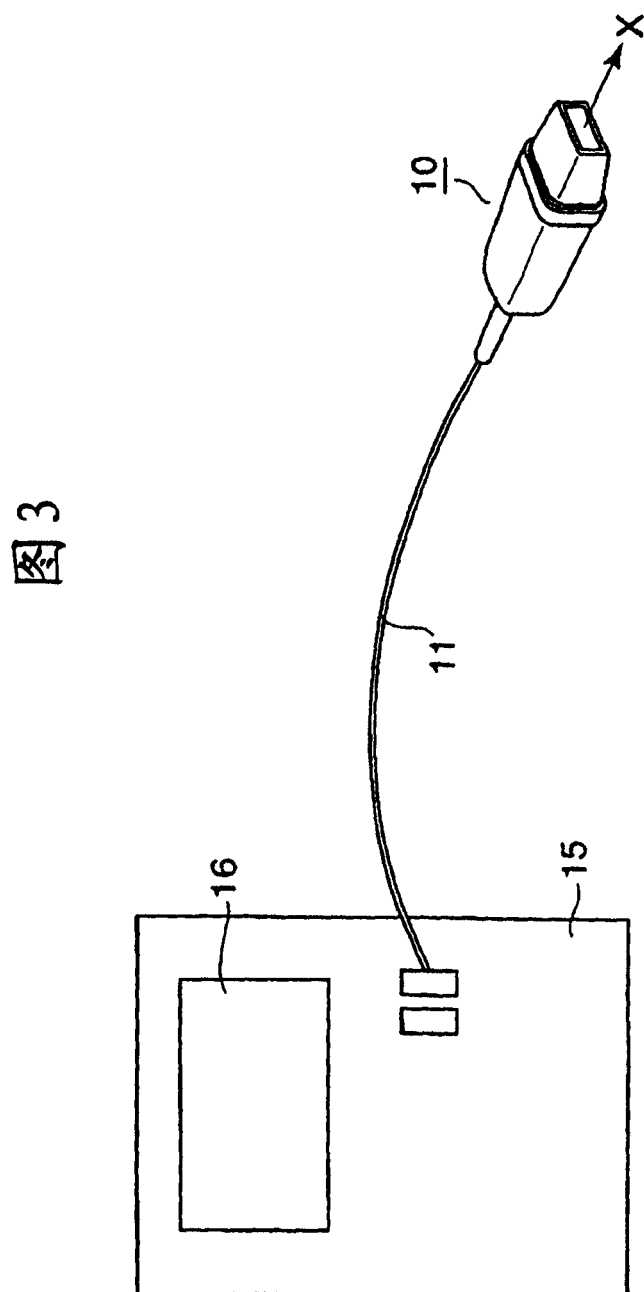


图2





专利名称(译)	超声波探头和超声波诊断设备		
公开(公告)号	CN1755357A	公开(公告)日	2006-04-05
申请号	CN200510107613.6	申请日	2005-09-29
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝		
申请(专利权)人(译)	株式会社东芝		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社东芝		
[标]发明人	细野靖晴 山下洋八 逸见和弘		
发明人	细野靖晴 山下洋八 逸见和弘		
IPC分类号	G01N29/24 A61B8/00 H04R17/00		
CPC分类号	G10K11/02 A61B8/4281		
代理人(译)	李德山		
优先权	2004286583 2004-09-30 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种超声波探头，包括：压电元件；设置在上述压电元件的前面的、由固体无机物组成的第1音响匹配层；设置在上述第1音响匹配层上的、由在有机树脂中分散了10～30vol%密度大于等于6.5g/cm³的氧化物粉末的混合物组成的第2音响匹配层。

