

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

C08L 83/00

C08K 3/22

A61B 8/00

G01N 29/24



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410083167.5

[43] 公开日 2005 年 5 月 25 日

[11] 公开号 CN 1618879A

[22] 申请日 2004.9.29

[21] 申请号 200410083167.5

[30] 优先权

[32] 2003. 9. 29 [33] JP [31] 338564/2003

[32] 2004. 6. 24 [33] JP [31] 186427/2004

[71] 申请人 株式会社东芝

地址 日本东京都

[72] 发明人 山下洋八 细野靖晴 四方浩之

武内俊 牧田裕久

[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

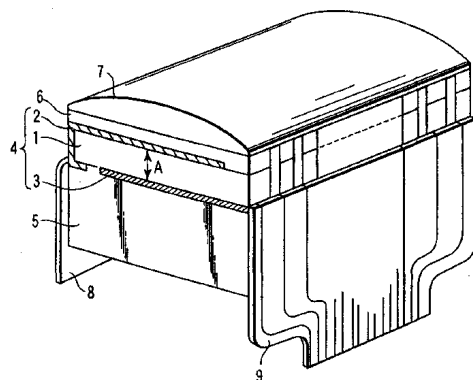
代理人 付建军

权利要求书 4 页 说明书 30 页 附图 2 页

[54] 发明名称 声透镜组份、超声探头和超声诊断  
设备

[57] 摘要

本发明提供了一种包括 40wt% 或更多的硅橡胶和 15 至 60wt% 的氧化锌粉末的声透镜组份, 这种声透镜组份能够抑制超声衰减并具有优良的模制特性。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种声透镜组份, 包含不少于 40 wt%的硅橡胶和 15 至 60 wt%的氧化锌粉末。

2. 根据权利要求 1 所述的组份, 其中氧化锌粉末具有不超过 200 纳米的平均颗粒直径。

3. 根据权利要求 1 所述的组份, 其中氧化锌粉末的表面涂敷有硅树脂。

4. 根据权利要求 1 所述的组份, 进一步包含不超过 30 wt%的二氧化硅粉末。

5. 一种声透镜组份, 包括不少于 40 wt%的硅橡胶和 10 至 52 wt%的从下面的组中选择出的至少一种基于铂的粉末: 铂粉末、在至少一个表面上具有氧化铂的铂粉末和氧化铂粉末。

6. 根据权利要求 5 所述的组份, 其中基于铂的粉末具有不超过 200 纳米的平均颗粒直径。

7. 根据权利要求 5 所述的组份, 其中基于铂的粉末的表面涂敷有硅树脂。

8. 根据权利要求 5 所述的组份, 进一步包含不超过 30 wt%的二氧化硅粉末。

9. 一种声透镜组份, 包含不少于 40 wt%的硅橡胶和 12 至 56 wt%的氧化镱粉末。

10. 根据权利要求 9 所述的组份, 其中氧化镱粉末具有不超过 200 纳米的平均颗粒直径。

11. 根据权利要求 9 所述的组份, 其中氧化镱粉末的表面涂敷有硅树脂。

12. 根据权利要求 9 所述的组份, 进一步包含不超过 30 wt%的二氧化硅粉末。

13. 一种超声探头, 包括:  
背衬材料;

形成在背衬材料上的压电元件,该压电元件具有压电体和形成在面对着背衬材料的压电体第一表面上和在与第一表面相对的压电体第二表面上的一对电极;

形成在压电元件的电极表面上的声匹配层; 和

形成在声匹配层上的声透镜,该声透镜包含不少于 40 wt%的硅橡胶和 15 至 60 wt%的氧化锌粉末。

14. 根据权利要求 13 所述的探头,其中在声透镜中的硅橡胶是液体硅橡胶。

15. 根据权利要求 13 所述的探头,其中在声透镜中的硅橡胶是可轧的硅橡胶。

16. 根据权利要求 13 所述的探头,其中在声透镜中的氧化锌粉末具有不超过 200 纳米的平均颗粒直径。

17. 根据权利要求 13 所述的探头,其中在声透镜中的氧化锌粉末的表面涂敷有硅树脂。

18. 根据权利要求 13 所述的探头,其中声透镜进一步包含不超过 30 wt%的二氧化硅粉末。

19. 一种超声探头,包括:

背衬材料;

形成在背衬材料上的压电元件,该压电元件具有压电体和形成在面对着背衬材料的压电体第一表面上和在与第一表面相对的压电体第二表面上的一对电极;

形成在压电元件的电极表面上的声匹配层; 和

形成在声匹配层上的声透镜,该声透镜包含不少于 40 wt%的硅橡胶和 10 至 52 wt%的从下面的组中选择出的至少一种基于铂的粉末: 铂粉末、在至少一个表面上具有氧化铂的铂粉末和氧化铂粉末。

20. 根据权利要求 19 所述的探头,其中在声透镜中的硅橡胶是液体硅橡胶。

21. 根据权利要求 19 所述的探头,其中在声透镜中的硅橡胶是可轧的硅橡胶。

22. 根据权利要求 19 所述的探头,其中在声透镜中的基于铂的粉末具有不超过 200 纳米的平均颗粒直径。

23. 根据权利要求 19 所述的探头,其中在声透镜中的基于铂的粉末的表面涂敷有硅树脂。

24. 根据权利要求 19 所述的探头,其中声透镜进一步包含不超过 30 wt%的二氧化硅粉末。

25. 一种超声探头, 包括:

背衬材料;

形成在背衬材料上的压电元件,该压电元件具有压电体和形成在面对着背衬材料的压电体第一表面上和在与第一表面相对的压电体第二表面上的一对电极;

形成在压电元件的电极表面上的声匹配层; 和

形成在声匹配层上的声透镜,该声透镜包含不少于 40 wt%的硅橡胶和 12 至 56 wt%的氧化镱粉末。

26. 根据权利要求 25 所述的探头,其中在声透镜中的硅橡胶是液体硅橡胶。

27. 根据权利要求 25 所述的探头,其中在声透镜中的硅橡胶是可轧的硅橡胶。

28. 根据权利要求 25 所述的探头,其中在声透镜中的氧化镱粉末具有不超过 200 纳米的平均颗粒直径。

29. 根据权利要求 25 所述的探头,其中在声透镜中的氧化镱粉末的表面涂敷有硅树脂。

30. 根据权利要求 25 所述的探头,其中声透镜进一步包含不超过 30 wt%的二氧化硅粉末。

31. 一种超声诊断设备, 包括:

具有经由声匹配层形成在压电元件上的声透镜的超声探头,该声透镜包含不少于 40 wt%的硅橡胶和 15 至 60 wt%的氧化锌粉末;

具有屏幕的超声诊断设备主体; 和

连接超声探头和超声诊断设备主体的电缆。

**32. 一种超声诊断设备，包括：**

具有经由声匹配层形成在压电元件上的声透镜的超声探头，该声透镜包括不少于 40 wt% 的硅橡胶和 10 至 52 wt% 的从下面的组中选择的至少一种基于铂的粉末：铂粉末、在至少一个表面上具有氧化铂的铂粉末和氧化铂粉末；

具有屏幕的超声诊断设备主体；和

连接超声探头和超声诊断设备主体的电缆。

**33. 一种超声诊断设备，包括：**

具有经由声匹配层形成在压电元件上的声透镜的超声探头，该声透镜包含不少于 40 wt% 的硅橡胶和 12 至 56 wt% 的氧化钽粉末；

具有屏幕的超声诊断设备主体；和

连接超声探头和超声诊断设备主体的电缆。

## 声透镜组份、超声探头和超声诊断设备

### 相关申请的交叉引用

本申请基于 2003 年 9 月 29 日申请的日本专利申请 No.2003-338564 和 2004 年 6 月 24 日申请 No.2004-186427 并要求其优先权之利益，在此以引用参考的方式将其全部内容并入在本申请中。

### 技术领域

本发明涉及声透镜组份、超声探头和超声诊断设备。

### 背景技术

超声探头例如使用在鱼群探测器和诊断活体的超声诊断设备中。这些超声探头使用声透镜以通过聚焦超声束来增加分辨率。

具体地说，希望并入在诊断活体的超声诊断设备（例如医疗诊断设备）的超声探头中的声透镜具有凸形以改善到活体的附着。此外，希望这种声透镜主要满足如下的六个特征。

（1）理想地，声透镜使从来自活体的超声波的反射最小。为此，声透镜优选以这样的材料制成，该透镜的声阻抗（ $AI = \text{声速} \times \text{密度}$ ）接近于 1.53 兆雷耳（MRayls），1.53 兆雷耳是活体的声阻抗。

（2）理想地，声透镜以较高的速度发射并接收超声波。因此，声透镜优选由降低在使用频率上的衰减比率的材料制成。

（3）为实现凸形，理想地，声透镜由这样的材料制成，其中在透镜中的声速低于在活体中的声速（大约 1,500m/s）。具体地，声透镜的曲率半径从在透镜中的声速和在活体中的声速之间的关系中计算。通过使用使透镜的声速低于在活体中的声速的材料可以增加声透镜的这个曲率半径。因此，声透镜的厚度可以降低。

（4）理想地，声透镜由具有良好的模制特性（具体地说具有较

高的撕裂强度)的材料制成。即,在具有大约 2 至 13MHz 的中心频率的超声探头中使用的声透镜具有大约 0.5 至 1.5mm 的厚度。为将这种声透镜模制成高度精确的凸形,理想地,基于橡胶的材料具有较高的流动性。特别在其中心频率超过 7MHz 的超声探头中,理想的是使用具有良好的模制特性的基于橡胶的材料以便降低声透镜的厚度到 1.0mm 或更小。此外,具有复杂形状比如帽形的声透镜最近经常使用,因此希望不仅具有良好的模制特性而且还具有高的撕裂强度的基于橡胶的材料。

(5)理想地,包含添加剂的声透镜的组成材料对活体无害。此外,理想地,声透镜由在通常用作声耦合凝胶或消毒剂的甘油水溶液、乙醇、橄榄油或蓖麻油中化学和物理稳定的材料制成。

(6)在使用时,以相当大的压力将声透镜对着活体推进。如果声透镜的橡胶硬度不够,则声透镜变形而移动了焦点,并降低了图像质量。因此,理想地声透镜由具有 50°或更大的硬度计 A 硬度的材料制成。

声透镜的衰减材料主要取决于不仅在(2)中描述的衰减比率,而且还取决于衰减比率和声速的乘积。因此,优选声透镜由在 FOM (品质因素)中有优势的材料制成。有利地,FOM 的值尽可能地与相同的声阻抗一样地低。

常规的声透镜由通过在硅橡胶中混合二氧化硅粉末获得的基于橡胶的材料制成。

此外,日本专利申请 KOKOKU 出版物 No.1-34396 公开了一种通过在自然硅橡胶中混合具有预定颗粒直径的预定量的氧化钛粉末获得的声透镜。

日本专利申请 KOKOKU 出版物 No.5-9039 公开了一种由硅橡胶化合物、具有预定颗粒直径的铝粉和氧化钛粉末和具有 80°C 或更高熔点的热塑性树脂(比如尼龙)组成的声透镜组份。

日本专利申请 KOKAI 出版物 No.8-615 公开了一种通过将作为硫化辅助剂的氧化锌添加到基于硅树脂的橡胶和丁二烯橡胶的混合物中

获得的声透镜。

然而，在具有通过将二氧化硅粉末添加到硅橡胶中获得的组份的声透镜中，二氧化硅粉末的添加量必须增加到使声阻抗接近活体的声阻抗的 1.53 兆雷耳。二氧化硅粉末的密度大约为  $2.2\text{g/cm}^3$ 。因此，为设定整个声透镜的密度在大约  $1.4$  至  $1.6\text{g/cm}^3$ ，具有大约  $15$  至  $30\text{nm}$  的平均颗粒直径的细微的二氧化硅粉末（即具有较大的特定的面积）必须混合以具有大约  $40$  至  $50\text{wt}\%$  的重量和大约  $24$  至  $32\text{vol}\%$  的体积。这不仅使这种量的二氧化硅粉末混入到硅橡胶中变得困难，而且还使在混入之后脱气困难。此外，由于硅橡胶的流动性在声透镜的模制的过程中降低了，因此容易形成裂纹和孔。声透镜的撕裂强度也降低了。在另一方面，虽然由这种二氧化硅粉末的添加引起硅橡胶的衰减比率相对较低，但是在（3）中描述的声速大约  $1,000\text{m/s}$  或更大。因此，即使声透镜的衰减比率较低，但是厚度仍然不能降低。这降低了上文描述的 FOM 的值（衰减比率 $\times$ 声速），并增加了衰减。

在日本专利申请 KOKOKU 出版物 No.1-34396 和 5-9039 描述的声透镜中，在与二氧化硅粉末相比时，增加的氧化钛粉末和氧化铝粉末具有降低声速的效果。然而，为使这些声透镜的声阻抗接近作为活体的声阻抗的 1.53 兆雷耳，相对硅橡胶，在二氧化硅粉末的情况下氧化钛和氧化铝的添加量必须增加。结果，这些声透镜不仅增加了在（2）中描述的衰减比率，而且也使在（4）中描述的模制特性劣化。

此外，在日本专利申请 KOKAI 出版物 No.8-615 中描述的声透镜包含了基于硅的橡胶和基于丁二烯的橡胶的混合物。这使得在使用橄榄油或蓖麻油作为声耦合材料时溶胀并降低了长期的可靠性。

#### 发明内容

根据本发明的第一方面，提供一种声透镜组份，包括  $40\text{wt}\%$  或更多的硅橡胶和  $15$  至  $60\text{wt}\%$  的氧化锌粉末。

根据本发明的第二方面，提供一种声透镜组份，包括  $40\text{wt}\%$  或更多的硅橡胶和  $10$  至  $52\text{wt}\%$  的从下面的组中选择的至少一种基于铂

的粉末：铂粉末、在至少一个表面上具有氧化铂的铂粉末和氧化铂粉末。

根据本发明的第三方面，提供一种声透镜组份，包括 40 wt%或更多的硅橡胶和 12 至 56 wt%的氧化镱粉末。

根据本发明的第四方面，提供一种超声探头，包括：

背衬材料；

形成在背衬材料上的压电元件，该压电元件具有压电体和形成在面对着背衬材料的压电体的第一表面上和在与第一表面相对的压电体的第二表面上的一对电极；

形成在压电元件的电极表面上的声匹配层；和

形成在声匹配层上的声透镜，该声透镜包含 40 wt%或更多的硅橡胶和 15 至 60 wt%的氧化锌粉末。

根据本发明的第五方面，提供一种超声探头，包括：

背衬材料；

形成在背衬材料上的压电元件，该压电元件具有压电体和形成在面对着背衬材料的压电体的第一表面上和在与第一表面相对的压电体的第二表面上的一对电极；

形成在压电元件的电极表面上的声匹配层；和

形成在声匹配层上的声透镜，该声透镜包括 40 wt%或更多的硅橡胶和 10 至 52 wt%的从下面的组中选择的至少一种基于铂的粉末：铂粉末、在至少一个表面上具有氧化铂的铂粉末和氧化铂粉末。

根据本发明的第六方面，提供一种超声探头，包括：

背衬材料；

形成在背衬材料上的压电元件，该压电元件具有压电体和形成在面对着背衬材料的压电体的第一表面上和在与第一表面相对的压电体的第二表面上的一对电极；

形成在压电元件的电极表面上的声匹配层；和

形成在声匹配层上的声透镜，该声透镜包含 40 wt%或更多的硅橡胶和 12 至 56 wt%的氧化镱粉末。

根据本发明的第七方面，提供一种超声诊断设备，包括：

具有经由声匹配层形成在压电元件上的声透镜的超声探头，该声透镜包含 40 wt%或更多的硅橡胶和 15 至 60 wt%的氧化锌粉末；

具有屏幕的超声诊断设备主体；和

连接超声探头和超声诊断设备主体的电缆。

根据本发明的第八方面，提供一种超声诊断设备，包括：

具有经由声匹配层形成在压电元件上的声透镜的超声探头，该声透镜包括 40 wt%或更多的硅橡胶和 10 至 52 wt%的从下面的组中选择的至少一种基于铂的粉末：铂粉末、在至少一个表面上具有氧化铂的铂粉末和氧化铂粉末；

具有屏幕的超声诊断设备主体；和

连接超声探头和超声诊断设备主体的电缆。

根据本发明的第九方面，提供一种超声诊断设备，包括：

具有经由声匹配层形成在压电元件上的声透镜的超声探头，该声透镜包含 40 wt%或更多的硅橡胶和 12 至 56 wt%的氧化镱粉末；

具有屏幕的超声诊断设备主体；和

连接超声探头和超声诊断设备主体的电缆。

#### 附图说明

附图 1 所示为根据本发明的一种实施例的超声探头的透视图；

附图 2 所示为根据本发明的实施例的帽状声透镜的透视图；

附图 3 所示为根据本发明的实例 1 至 23 的每个声透镜的 FOM 和声阻抗之间的关系的关系的曲线图；和

附图 4 所示为根据本发明的一种实施例的超声诊断设备的示意图。

#### 具体实施方式

下文详细地描述本发明的实施例。

##### (第一实施例)

根据第一实施例的声透镜组份包括 40 wt%或更多的硅橡胶和 15 至 60 wt%的氧化锌 (ZnO)。

硅橡胶是一种具有作为分子构架的硅氧烷键 (它是 Si-O 键) 的材料。例如, 作为硅橡胶, 可以使用包含二甲聚硅氧烷等作为主要组份材料或类似物。硅橡胶大致可以分为具有 100 至 2,000 的聚合度的液体硅橡胶和具有 3,000 至 10,000 的聚合度的可扎的硅橡胶。

在声透镜组份中硅橡胶的含量是 40 wt%或更多。如果硅橡胶含量小于 40wt, 则不仅模制特性可能劣化, 而且超声波的衰减率也可能增加。在具有这种组份的声透镜中, 也可能不能获得所需的声速或声阻抗。在声透镜组份中硅橡胶的含量更优选为 50 wt%或更多。

在声透镜组份中的氧化锌粉末的含量是 15 至 60 wt%。如果氧化锌粉末的含量小于 15 wt%, 则可能难以很好地降低具有这种组份的声透镜的声速, 可能不能获得到适当的 FOM。此外, 由于不能很好地增加密度, 因此难以设定声透镜在所需的大约 1.3 至 1.7 兆雷耳的声阻抗。如果氧化锌粉末的含量超过 60 wt%, 则不仅声透镜的声阻抗可能太大, 而且超声波的衰减率也可能增加。此外, 如果氧化锌粉末的含量落在上述范围之外, 则难以获得具有适当的橡胶硬度的声透镜。更为可取的是, 在声透镜组份中氧化锌粉末的含量为 20 至 55 wt%, 最为可取的是, 为 30 至 55 wt%。

氧化锌粉末优选具有 200 纳米或更小的平均颗粒直径。因为象这样细微的氧化锌粉末均匀地散布在硅橡胶中, 可以进一步抑制超声波的衰减, 并且进一步提高模制特性。更为可取的是, 氧化锌粉末的平均颗粒尺寸为 1 至 100 纳米, 最为可取的是, 为 10 至 50 纳米。注意, 假设每个颗粒是球形, 平均颗粒尺寸可以通过使用要测量的粉末的特定的表面面积的值 ( $\text{m}^2/\text{g}$ ) 来计算。

氧化锌粉末的表面允许以硅树脂涂敷。作为这种硅树脂, 可以使用甲基硅烷 (methicone)、二甲硅油 (dimethicone) 等。例如通过如下的方式可以获得涂敷了硅树脂的氧化锌粉末: 将氧化锌粉末浸入在硅树脂的溶液中, 从该溶液中提取出氧化锌粉末, 以及使所提取的

粉末干燥。由此所获得的涂敷了硅树脂的氧化锌粉末容易混入到硅橡胶中，并具有均匀的可分散性。因此，可以进一步抑制超声波的衰减并且进一步提高模制特性。相对于氧化锌粉末，硅树脂的涂敷量优选为 1 至 10 wt%。

根据本发明的第一实施例的声透镜组份包含硫化剂。例如，使用基于过氧化物的硫化剂，比如 2, 5-二甲基-2, 5-二叔丁基过氧化己烷、对-甲基苯甲酰过氧化物或二叔丁基过氧化物。相对于在声透镜组份中的硅橡胶，基于过氧化物的硫化剂的量优选为 0.3 至 2 wt%。使用除了基于过氧化物的硫化剂之外的硫化剂也是可以的。

根据本发明的第一实施例的声透镜组份允许包含 30 wt%或更少的二氧化硅 ( $\text{SiO}_2$ ) 粉末。这个二氧化硅粉末具有增加这种组份的声透镜的强度的作用。如果在声透镜组份中的硅粉末的含量超过 30 wt%，则超声波的衰减出现，同时模制特性劣化。这使精确的声透镜的模制变得困难。更为优选的是，在声透镜组份中二氧化硅粉末的含量为 20 wt%或更少。

可取的是，二氧化硅粉末的平均颗粒直径是 50 纳米或更小，更为可取的是，为 20 纳米或更小。二氧化硅粉末的优选实例是氧相二氧化硅 (aerosil silica)。

根据本发明的第一实施例的声透镜组份允许包含少量的添加剂，只要具有这种组份的声透镜的特性不劣化。添加剂的实例是氧化钛、氧化铝、氧化铈、氧化铁、氧化钡、有机填料和着色剂。如果在声透镜组份中的添加剂的量大约为 5 wt%或更少，这些添加剂基本不降低本发明的实施例的效果。

下文解释通过使用根据本发明的第一实施例的声透镜组份制造声透镜的方法。

首先，使氧化锌粉末干燥以蒸发附着的水分等。这种氧化锌粉末和二氧化硅粉末（如果需要的话）添加到硅橡胶中，捏合这些材料以使密度大约为 1.4 至 2.0g/cm<sup>3</sup>。上文描述的硫化剂比如基于过氧化物的硫化剂添加到捏合的产品中，在大约 100 至 180℃下执行硫化模制，

由此形成具有声透镜的形状的模制的产品。随后,在大约 180 至 240℃ 的温度下对这种模制的产品进行二次硫化,由此制造声透镜。

在上述的条件下使用过氧化物的硫化方法可以获得具有足够的强度和较低的衰减的声透镜。通过适当地选择硅橡胶和硫化剂,可以降低或减小二次硫化的温度或时间,或者省去二次硫化。

下文参考附图描述使用具有上述组份的超声探头。

附图 1 所示为在将压电元件和声匹配层设置成一维阵列形式的超声探头的透视图。包括压电体 1 和第一和第二电极 2 和 3 的压电元件 4 附着到背衬材料 5。声匹配层 6 形成在压电元件 4 的超声发射/接收表面上。压电体 1 被划分为具有第一和第二电极 2 和 3 和声匹配层 6 的多个部分。每个划分后的压电体 1 呈带状,并具有作为第二大面积的表面的超声发射/接收表面。每个压电体 1 在附图 1 的箭头 A 的方向上振动。每个第一电极 2 形成在超声发射/接收表面、一个侧表面和与压电体 1 的超声发射/接收表面相对的一个表面的一部分上。每个第二电极 3 以距离第一电极 2 预定的距离地形成在与压电体 1 的超声发射/接收表面相对的表面上以与它隔离。

声透镜 7 形成在声匹配层 6 上。地电极极板 8 的每行连接到每个第一电极 2。柔性印刷电路板 9 的每行例如通过焊接连接到第二电极 3。

现在描述具有上述构造的超声探头的操作。通过在第一和第二电极 2 和 3 之间施加电压使压电体 1 谐振从超声发射接收表面发射超声波。在接收中,通过从超声发射/接收表面接收的超声波振动压电体 1,将这种振动电转换为信号,由此获得了图像。

下文参考附图 4 描述包括上述的超声探头的超声诊断设备。医疗超声诊断设备(或者超声图像检查设备)通过给对象发射超声波并从该对象接收反射信号(回波信号)来形成要诊断的对象的图像,该设备具有带有超声信号发射/接收功能的阵列型超声探头 11。具有先前描述的组份的声透镜并入到该超声探头 11 中。超声探头 11 通过电缆 12 连接到超声诊断设备主体 13。超声诊断设备主体 13 具有显示屏 14。

在上述的第一实施例中,声透镜组份包括 40 wt%或更多的硅橡

胶和 15 至 60 wt% 的氧化锌粉末。因此，在声透镜组份被模制成复杂的帽状透镜形状时，不仅可以表现良好的模制特性，而且还可以获得具有较高的撕裂强度的声透镜。同时，可以获得具有接近活体的声阻抗的声阻抗、较低的衰减率、比在活体中的声速（大约 1,500m/s）更低的声速和较小 FOM 值（它是衰减率和声速的乘积）的声透镜。

即，在模制声透镜组份时，氧化锌的密度高达大约  $5.6\text{g/cm}^3$ ，因此这种氧化锌粉末可以混入到具有比重比更低的体积比的硅橡胶中。结果，氧化锌粉末容易地混入到硅橡胶中。这使得可以提高模制特性，并且获得了具有较高的机械强度比如撕裂强度的声透镜，这是由于均匀的分散的结果。特别是在使用具有 200 纳米或更小的平均颗粒直径的氧化锌粉末时，可以提高混入到硅橡胶的特性。此外，使用其表面涂敷了硅树脂的氧化锌粉末可以进一步提高混入到硅橡胶中的特性。此外，在 30 wt% 或更少的二氧化硅粉末包含在硅橡胶和氧化锌粉末中时，声透镜的机械强度比如撕裂强度可以进一步增加。

由于具有较高的密度的 15 至 60 wt% 的氧化锌粉末包含在硅橡胶中，因此可以获得具有例如大约 1.3 至 1.7 兆雷耳的声阻抗（它接近活体的声阻抗）、在大约 10 兆赫兹的频率下较低的超声波的衰减率（例如大约 12dB 或更小）、低于在活体中的声速（大约 1,500m/s）的例如为大约 820 至 980m/s 的声速和例如 10,000 或更小的较小的 FOM 值的声透镜。

特别是在上述范围添加时，氧化锌粉末实现了抑制超声波的衰减的效果，例如在大约 10 兆赫兹的频率下降低超声波的衰减率到大约 12dB/mm 或更小的效果。本发明人研究了可以包含在硅橡胶中并具有与氧化锌的密度相当的密度的  $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  和  $\text{BaSO}_4$  的超声衰减效果。结果，本发明人已经发现这些化合物的粉末在抑制超声波的衰减方面具有非常弱的效果，而唯独氧化锌能够抑制超声波的衰减。

也可以获得适合于将声阻抗的值设置在大约 1.3 至 1.7 兆雷耳的大约  $1.4$  至  $2.0\text{g/cm}^3$  的密度的声透镜。

此外，根据本发明的第一实施例的组份的声透镜基础材料是硅橡

胶。这使声透镜相对于一般用作声耦合凝胶或消毒剂的甘油水溶液、乙醇、橄榄油或蓖麻油具有稳定的化学和物理特性。此外，声透镜具有 50°或更大的硬度计 A 硬度，因为该透镜包含了预定量的氧化锌粉末。

此外，在 30 wt%或更少的二氧化硅粉末包含在硅橡胶和氧化锌粉末中时，声透镜的机械强度比如撕裂强度可以进一步提高。

这降低了该厚度，增加了超声发射/接收灵敏度，以及减小了第一实施例的声透镜的频率特性的劣化。

还可以增加并入了具有上述的特性的声透镜的超声探头的超声图像的灵敏度和分辨率。

#### (第二实施例)

根据第二实施例的声透镜组份包括 40 wt%或更多的硅橡胶和 10 至 52 wt%的从下面的组中选择的至少一种基于铂的粉末：铂粉末、在至少一个表面上具有氧化铂的铂粉末和氧化铂粉末。

硅橡胶与在第一实施例中解释的硅橡胶相同，并且也具有与在第一实施例相同的作用。

在声透镜组份中基于铂的粉末的含量是 10 至 52 wt%。如果基于铂的粉末的含量小于 10 wt%，则难以很好地实现降低具有该组份的声透镜的声速的效果，而且还不能实现适当的 FOM。此外，由于不能很好地增加密度，因此难以设定声透镜在所需的大约 1.3 至 1.7 兆雷耳的声阻抗。如果基于铂的粉末的含量超过 52%，则不仅声透镜是声阻抗可能增加太大，而且还增加了超声波的衰减率。此外，如果基于铂的粉末的含量落在上述范围之外，则具有适当的橡胶硬度的声透镜难以获得。更为可取的是，在声透镜组份中基于铂的粉末的含量为 15 至 47 wt%，最为可取的是，为 25 至 47 wt%。

基于铂的粉末优选具有 200 纳米或更小的平均颗粒直径。因为象这样细微的基于铂的粉末均匀地散布在硅橡胶中，可以进一步抑制超声波的衰减，并且进一步提高模制特性。更为可取的是，基于铂的粉末的平均颗粒尺寸为 1 至 100 纳米，最为可取的是，为 10 至 50 纳米。

特别是在该粉末的下限限制到 10 纳米时，可以防止自燃，并可以执行安全的操作。

基于铂的粉末的表面允许以硅树脂涂敷。作为这种硅树脂，可以使用甲基硅烷、二甲基硅烷等。例如通过如下的方式可以获得涂敷了硅树脂的基于铂的粉末：将基于铂的粉末浸入在硅树脂的溶液中，从该溶液中提取基于铂的粉末，以及使所提取的粉末干燥。由此所获得的涂敷了硅树脂的基于铂的粉末容易混入到硅橡胶中，并具有均匀的可分散性。因此，可以进一步抑制超声波的衰减并且进一步提高模制特性。相对于基于铂的粉末，硅树脂的涂敷量优选为 1 至 10 wt%。

根据本发明的第二实施例的声透镜组份包含硫化剂。例如，使用基于过氧化物的硫化剂，比如 2, 5-二甲基-2, 5-二叔丁基过氧化己烷、对-甲基苯甲酰过氧化物或二叔丁基过氧化物。相对于在声透镜组份中的硅橡胶，基于过氧化物的硫化剂的量优选为 0.3 至 2 wt%。使用除了基于过氧化物的硫化剂之外的硫化剂也是可以的。

根据本发明的第二实施例的声透镜组份允许包含 30 wt%或更少的二氧化硅粉末。更为优选的是，在声透镜组份中二氧化硅粉末的含量为 20 wt%或更少。

可取的是，二氧化硅粉末的平均颗粒直径是 50 纳米或更小，更为可取的是，为 20 纳米或更小。二氧化硅粉末的优选实例是氧相二氧化硅。

根据本发明的第二实施例的声透镜组份允许包含少量的添加剂，只要具有这种组份的声透镜的特性不劣化。添加剂的实例是氧化钛、氧化铝、氧化铈、氧化铁、氧化钡、有机填充物和着色剂。如果在声透镜组份中的添加剂的量大约为 5 wt%或更少，这些添加剂基本不降低本发明的实施例的效果。

通过与先前描述的第一实施例相同的方法由根据第二实施例的声透镜组份制造声透镜，但使用从下面的组中选择的至少一种基于铂的粉末替代氧化锌粉末：铂粉末、在至少一个表面上具有氧化铂的铂粉末和氧化铂粉末。

使用具有上述组份的声透镜的超声探头和超声诊断设备具有与在附图 1 和 4 和第一实施例中解释的结构相同的结构。

在上述的第二实施例中，声透镜组份包括 40 wt% 或更多的硅橡胶和 10 至 52 wt% 的从下面的组中选择的至少一种基于铂的粉末：铂粉末、在至少一个表面上具有氧化铂的铂粉末和氧化铂粉末。因此，如第一实施例一样，在将声透镜组份模制成复杂的帽状透镜形状时，不仅可以表现良好的模制特性，而且还可以获得具有较高的撕裂强度的声透镜。同时，还可以获得具有如下的优良特性以及具有适合于设定下述的声阻抗的值的的大约 1.4 至 2.0g/cm<sup>3</sup> 的密度的声透镜，即大约 1.3 至 1.7 兆雷耳的声阻抗（它接近活体的声阻抗）、在大约 10 兆赫兹的频率下较低的超声波的衰减率（例如大约 12dB 或更小）、低于在活体中的声速（大约 1,500m/s）的例如大约 820 至 980m/s 的声速和例如 10,000 或更小的较小 FOM 值（它是衰减率和声速的乘积）。

特别是在上述范围添加时，基于铂的粉末，例如具有大约 21 g/cm<sup>3</sup> 的较高的密度的基于铂的粉末将声阻抗设定在接近活体的声阻抗的大约 1.3 至 1.7 兆雷耳，还实现了抑制超声波的衰减的效果。本发明人研究了可以包含在硅橡胶中并具有与铂的密度相当的密度的金和钨粉末的超声衰减效果。结果，本发明人已经发现这些化合物的粉末在抑制超声波的衰减方面具有非常弱的效果，而唯独铂粉（包括具有氧化表面的铂粉，等）具有抑制超声波的衰减的作用。

此外，在 30 wt% 或更少的二氧化硅粉末包含在硅橡胶和基于铂的粉末中时，声透镜的机械强度比如撕裂强度可以进一步提高。

因此，在使用第二实施例的声透镜组份时，可以获得具有较小厚度、增加了超声发射/接收灵敏度和减小了频率特性的劣化的声透镜。

还可以增加并入了具有上述的特性的声透镜的超声探头的超声图像的灵敏度和分辨率。

### （第三实施例）

根据第三实施例的声透镜组份包括 40 wt% 或更多的硅橡胶和 12 至 56 wt% 的氧化镱（Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）粉末。

硅橡胶与在第一实施例中解释的硅橡胶相同，并且也具有与在第一实施例相同的作用。

在声透镜组份中氧化镱粉末的含量是 12 至 56 wt%。如果氧化镱粉末的含量小于 12 wt%，则难以很好地实现降低具有该组份的声透镜的声速的效果，而且还不能实现适当的 FOM。此外，由于不能很好地增加密度，因此难以设定声透镜在所需的大约 1.3 至 1.7 兆雷耳的声阻抗。如果氧化镱粉末的含量超过 56%，则不仅声透镜是声阻抗可能增加太大，而且还增加了超声波的衰减率。此外，如果氧化镱粉末的含量落在上述范围之外，则难以获得具有适当的橡胶硬度的声透镜。更为可取的是，在声透镜组份中氧化镱粉末的含量为 17 至 51 wt%，最为可取的是，为 27 至 51 wt%。

氧化镱粉末优选具有 200 纳米或更小的平均颗粒直径。因为象这样细微的氧化镱粉末均匀地散布在硅橡胶中，可以进一步抑制超声波的衰减，并且进一步提高模制特性。更为可取的是，氧化镱粉末的平均颗粒尺寸为 1 至 100 纳米，最为可取的是，为 10 至 50 纳米。

氧化镱粉末的表面可以以硅树脂涂敷。作为这种硅树脂，可以使用甲基硅烷、二甲基硅烷等。例如通过如下的方式可以获得涂敷了硅树脂的氧化镱粉末：将氧化镱粉末浸入在硅树脂的溶液中，从该溶液中提取氧化镱粉末，以及使所提取的粉末干燥。由此所获得的涂敷了硅树脂的氧化镱粉末容易混入到硅橡胶中，并具有均匀的可分散性。因此，可以进一步抑制超声波的衰减并且进一步提高模制特性。相对于氧化镱粉末，硅树脂的涂敷量优选为 1 至 10 wt%。

根据本发明的第三实施例的声透镜组份包含硫化剂。例如，使用基于过氧化物的硫化剂，比如 2, 5-二甲基-2, 5-二叔丁基过氧化己烷、对-甲基苯甲酰过氧化物或二叔丁基过氧化物。相对于在声透镜组份中的硅橡胶，基于过氧化物的硫化剂的量优选为 0.3 至 2 wt%。使用除了基于过氧化物的硫化剂之外的硫化剂也是可以的。

如在第一实施例中所解释，根据本发明的第三实施例的声透镜组份允许包含 30 wt%或更少的二氧化硅粉末。更为优选的是，在声透镜

组份中二氧化硅粉末的含量为 20 wt%或更少。

可取的是，二氧化硅粉末的平均颗粒直径是 50 纳米或更小，更为可取的是，为 20 纳米或更小。二氧化硅粉末的优选实例是氧相二氧化硅。

根据本发明的第三实施例的声透镜组份允许包含少量的添加剂，只要具有这种组份的声透镜的特性不劣化。添加剂的实例是氧化钛、氧化铝、氧化铈、氧化铁、氧化钡、有机填料和着色剂。如果在声透镜组份中的添加剂的量大约为 5 wt%或更少，这些添加剂基本不降低本发明的实施例的效果。

通过与先前描述的第一实施例相同的方法由根据第三实施例的声透镜组份制造声透镜，但使用氧化镱粉末替代氧化铈粉末。

使用具有上述组份的声透镜的超声探头和超声诊断设备具有与在附图 1 和 4 和第一实施例中解释的结构相同的结构。

在上述的第三实施例中，声透镜组份包括 40 wt%或更多的硅橡胶和 12 至 56 wt%的氧化镱粉末。因此，如第一实施例一样，在将声透镜组份模制成复杂的帽状透镜形状时，不仅可以表现良好的模制特性，而且还可以获得具有较高的撕裂强度的声透镜。同时，还可以获得具有如下的优良特性以及具有适合于设定下述的声阻抗的值的的大约  $1.4$  至  $2.0\text{g/cm}^3$  的密度的声透镜，即大约 1.3 至 1.7 兆雷耳的声阻抗（它接近活体的声阻抗）、在大约 10 兆赫兹的频率下较低的超声波的衰减率（例如大约 12dB 或更小）、低于在活体中的声速（大约  $1,500\text{m/s}$ ）的例如大约 820 至  $980\text{m/s}$  的声速和例如 10,000 或更小的较小的 FOM 值（它是衰减率和声速的乘积）。

特别是在上述范围添加时，氧化镱粉末，例如具有大约  $9.0\text{g/cm}^3$  的较高的密度的氧化镱粉末将声阻抗设定在接近活体的声阻抗的大约 1.3 至 1.7 兆雷耳，还实现了抑制超声波的衰减的效果。本发明人研究了可以包含在硅橡胶中并具有与铂的密度相当的密度的氧化镱和氧化铈粉末的超声衰减效果。结果，本发明人已经发现这些化合物的粉末在抑制超声波的衰减方面具有非常弱的效果，而唯独氧化镱粉末具有

抑制超声波的衰减的作用。

此外，在 30 wt%或更少的二氧化硅粉末包含在硅橡胶和氧化镱粉末中时，声透镜的机械强度比如撕裂强度可以进一步提高。

因此，在使用第三实施例的声透镜组份时，可以获得具有较小厚度、增加了超声发射/接收灵敏度和减小了频率特性的劣化的声透镜。

还可以增加并入了具有上述的特性的声透镜的超声探头的超声图像的灵敏度和分辨率。

注意，在本发明的另一实施例中，从包括硅橡胶和从包括下面组份的组中选择的两种或更多种类型的粉末的声透镜组份中可以制造声透镜：氧化锌粉末、从至少在表面上具有氧化铂的铂粉和氧化铂粉末中选择至少一种粉末和氧化镱粉末。在本实施例中，每种粉末在上述的范围内混合在硅橡胶内。

下文通过它的实例更详细地描述本发明。

#### （实例 1）

首先，具有 30 纳米的平均颗粒直径的氧化锌（ZnO）粉末置于在 200℃下的恒温槽中并干燥 2 小时以蒸发附着的水分等。

通过称量材料比如作为底胶的硅橡胶的量是 0.60 份重量和 ZnO 粉末的量是 0.40 份重量来制备基于橡胶的组份。这种基于橡胶组份通过使用两级辗轧进行很好地捏合。随后，将作为硫化剂的 2, 5-二甲基-2, 5-二叔丁基过氧化己烷添加到基于橡胶的组份中以使硫化剂含量相对于在基于橡胶的组份中的硅橡胶是 1.0 wt%，并进一步捏合所得的声透镜组份。此后，在 170℃的温度下对捏合的声透镜组份硫化模制 15 分钟以形成用于评估的 30×30×1mm<sup>3</sup> 的方形橡胶板。此外，通过硫化模制在相同的条件下使用相同的捏合的声透镜组份以形成如附图 2 中所示的空的橡胶帽 10。在干燥器中在 200℃下对这些硫化的模制的产品进行二次硫化 4 小时。

#### （实例 2-5）

已经进行了二次硫化作用的硫化的模制的产品（评估橡胶板和空的橡胶帽）按照与实例 1 中相同的过程进行制造，但除了使用下述的

四种类型的基于橡胶的组份之外。作为实例 2 使用的基于橡胶的组份通过以 0.5: 0.5 的重量比混合的硅橡胶和具有 30 纳米的平均颗粒直径的 ZnO 粉末制备。作为实例 3 使用的基于橡胶的组份通过以 0.45: 0.55 的重量比混合的硅橡胶和具有 30 纳米的平均颗粒直径的 ZnO 粉末制备。作为实例 4 使用的基于橡胶的组份通过以 0.5: 0.4: 0.1 的重量比混合的硅橡胶、具有 30 纳米的平均颗粒直径的 ZnO 粉末和具有 16 纳米的平均颗粒直径的二氧化硅 ( $\text{SiO}_2$ ) 粉末制备。作为实例 5 使用的基于橡胶的组份通过以 0.48: 0.42: 0.1 的重量比混合的硅橡胶、具有 30 纳米的平均颗粒直径的 ZnO 粉末和具有 16 纳米的平均颗粒直径的二氧化硅 ( $\text{SiO}_2$ ) 粉末制备。

(比较实例 1 & 2)

已经进行了二次硫化作用的硫化的模制的产品(评估橡胶板和空的橡胶帽)按照与实例 1 中相同的过程进行制造,但除了使用下述的两种类型的基于橡胶的组份之外。作为比较实例 1 使用的基于橡胶的组份通过以 0.9: 0.1 的重量比混合的硅橡胶和具有 30 纳米的平均颗粒直径的 ZnO 粉末制备。作为比较实例 2 使用的基于橡胶的组份通过以 0.38: 0.62 的重量比混合的硅橡胶和具有 30 纳米的平均颗粒直径的 ZnO 粉末制备。

(比较实例 3-8)

已经进行了二次硫化作用的硫化的模制的产品(评估橡胶板和空的橡胶帽)按照与实例 1 中相同的过程进行制造,但除了使用下述的六种类型的基于橡胶的组份之外。作为比较实例 3 使用的基于橡胶的组份通过以 0.5: 0.5 的重量比混合的硅橡胶和具有 16 纳米的平均颗粒直径的  $\text{SiO}_2$  粉末制备。作为比较实例 4 使用的基于橡胶的组份通过以 0.45: 0.55 的重量比混合的硅橡胶和具有 100 纳米的平均颗粒直径的氧化钛 ( $\text{TiO}_2$ ) 粉末制备。作为比较实例 5 使用的基于橡胶的组份通过以 0.45: 0.55 的重量比混合的硅橡胶和具有 500 纳米的平均颗粒直径的氧化铝 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 粉末制备。作为比较实例 6 使用的基于橡胶的组份通过以 0.48: 0.48: 0.04 的重量比混合的硅橡胶、丁二烯橡胶和具

有 30 纳米的平均颗粒直径的 ZnO 粉末制备。作为比较实例 7 使用的基于橡胶的组份通过以 0.5: 0.5 的重量比混合的硅橡胶和具有 200 纳米的平均颗粒直径的氧化锆 ( $\text{ZrO}_2$ ) 粉末制备。作为比较实例 8 使用的基于橡胶的组份通过以 0.5: 0.5 的重量比混合的硅橡胶和具有 30 纳米的平均颗粒直径的硫酸钡 ( $\text{BaSO}_4$ ) 粉末制备。

在实例 1 至 5 和比较实例 1 至 8 中获得的评估橡胶板用于获得该密度、纵向波声速、声阻抗、衰减率和 FOM 值。此外, 这些实例和比较实例的空橡胶帽用于获得模制废品率。结果在下表 1 中示出。

通过测量评估橡胶板的重量和使用游标卡尺也测量它的体积获得密度。

评估橡胶板的衰减率和声速通过水下方法使用 10-兆赫兹测量超声探头来测量。这些测量在 37°C 的水温下完成。FOM 值 (声速×衰减率) 从所测量的声速和衰减率中获得。

声阻抗作为所获得的声速和密度的乘积中计算。

透镜模制特性通过模制 20 个空的橡胶帽并观测裂纹和气孔作为模制废品率 (%) 评估。

表 1

|        | 声透镜组份 (重量比) |                                       |                            | 声透镜特性                   |             |           |             |       | 模制品率 (%) |
|--------|-------------|---------------------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------|-----------|-------------|-------|----------|
|        | 硅橡胶         | ZnO 粉末 (30nm)                         | SiO <sub>2</sub> 粉末 (16nm) | 密度 (g/cm <sup>3</sup> ) | 纵向波声速 (m/s) | 声阻抗 (兆雷耳) | 衰减率 (dB/mm) | 品质因素  |          |
| 实例 1   | 0.6         | 0.4                                   | 0                          | 1.49                    | 920         | 1.370     | 7.9         | 7268  | 0        |
| 实例 2   | 0.5         | 0.5                                   | 0                          | 1.70                    | 880         | 1.439     | 9.4         | 8272  | 0        |
| 实例 3   | 0.45        | 0.55                                  | 0                          | 1.82                    | 860         | 1.569     | 10.8        | 9288  | 0        |
| 实例 4   | 0.5         | 0.4                                   | 0.1                        | 1.62                    | 880         | 1.427     | 9.1         | 8008  | 0        |
| 实例 5   | 0.48        | 0.42                                  | 0.1                        | 1.67                    | 888         | 1.479     | 9.4         | 8437  | 0        |
| 比较实例 1 | 0.9         | 0.1                                   | 0                          | 1.09                    | 1010        | 1.100     | 3.8         | 3838  | 0        |
| 比较实例 2 | 0.38        | 0.62                                  | 0                          | 2.04                    | 860         | 1.753     | 13.5        | 11610 | 10       |
| 比较实例 3 | 0.5         | 0                                     | 0.5                        | 1.38                    | 1030        | 1.416     | 10.2        | 10506 | 30       |
| 比较实例 4 | 0.45        | TiO <sub>2</sub> : 0.55               |                            | 1.72                    | 890         | 1.540     | 11.5        | 10235 | 20       |
| 比较实例 5 | 0.45        | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 0.55 |                            | 1.70                    | 920         | 1.564     | 11.6        | 10672 | 15       |
| 比较实例 6 | 0.48        | 丁二烯橡胶: 0.48<br>ZnO: 0.04              |                            | 1.03                    | 1170        | 1.210     | 2.5         | 2925  | 60       |
| 比较实例 7 | 0.5         | ZrO <sub>2</sub> : 0.5                |                            | 1.70                    | 880         | 1.496     | 17          | 14960 | 0        |
| 比较实例 8 | 0.5         | BaSO <sub>4</sub> : 0.5               |                            | 1.64                    | 920         | 1.509     | 15          | 13800 | 10       |

如表 1 所示, 具有包含 40 wt% 或更多的硅橡胶和 15 至 60 wt% 的 ZnO 粉末的声透镜组份的实例 1 至 5 的硫化的模制的每个产品具有接近于活体的声阻抗(1.53 兆雷耳)的 1.370 至 1.569 兆雷耳的声阻抗。因此, 在形成声透镜时, 可以减小在活体中的反射。此外, 实例 1 至 5 中的硫化的模制的每个产品具有 1,000m/s 或更小的纵向波声速、在 10 兆赫兹的频率下 11dB/mm 的衰减率和 9,500 或更小的 FOM 值。因此, 在形成声透镜时可以减小超声波的衰减, 因此可以制造较高的灵敏度的超声探头。在实例 1 至 5 的硫化的模制的产品中, 由于在通过使用声透镜组份模制帽状的声透镜的所有的时候都没有产生模制缺陷, 因此生产合格率较高。

通过对比, 具有其中硅橡胶和 ZnO 粉末以 0.9: 0.1 混合(即 ZnO 粉末的含量小于本发明的 ZnO 粉末的含量)的声透镜组份的比较实例 1 的硫化的模制的产品具有与活体的声阻抗(1.53 兆雷耳)相差较大的 1.100 兆雷耳的声阻抗。因此, 在形成声透镜时, 在活体中发生了反射。

具有其中硅橡胶和 ZnO 粉末以 0.38: 0.62 混合(即 ZnO 粉末的含量大于本发明的 ZnO 粉末的含量)的声透镜组份的比较实例 2 的硫化的模制的产品具有 13.5dB/mm 的较高的衰减率和 10,000 或更大的大 FOM 值。此外, 模制的废品率是 10%, 表明较低的生产合格率。

具有其中硅橡胶和 SiO<sub>2</sub> 粉末以 0.5: 0.5 混合以使声阻抗是 1.416 兆雷耳(即接近活体的声阻抗(1.53 兆雷耳))的声透镜组份的比较实例 3 的硫化的模制的产品具有 10,000 或更大的大 FOM 值。此外, 模制的废品率是 30%, 即, 生产合格率非常低。

具有其中硅橡胶和 TiO<sub>2</sub> 粉末以 0.45: 0.55 混合的声透镜组份的比较实例 4 的硫化的模制的产品和具有其中硅橡胶和 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 粉末以 0.45: 0.55 混合以使声阻抗是接近活体的声阻抗(1.53 兆雷耳)的声透镜组份的比较实例 5 的硫化的模制的产品具有 10,000 或更大的大 FOM 值。此外, 模制的废品率是 20%和 15%, 表明非常低的生产合格率。

具有其中硅橡胶、丁二烯橡胶和  $\text{ZnO}$  粉末以 0.48: 0.48: 0.04 混合的声透镜组份的比较实例 6 的硫化的模制的产品具有与活体的声阻抗 (1.53 兆雷耳) 相差较大的 1.210 兆雷耳的声阻抗和 60% 的模制的废品率, 即非常低的生产合格率。此外, 这种硫化的模制的产品在蓖麻油或橄榄油中的可溶解性方面比实例 1 至 5 质量更差, 因此不具有声透镜的实际使用价值。

具有其中硅橡胶和与  $\text{ZnO}$  的密度相等的  $\text{ZrO}_2$  粉末以 0.5: 0.5 混合以使声阻抗是接近活体的声阻抗 (1.53 兆雷耳) 的声透镜组份的比较实例 7 的硫化的模制的产品具有 17dB/mm 的较高的衰减率和 10,000 或更大的大 FOM 值。

具有其中硅橡胶和与  $\text{ZnO}$  的密度相等的  $\text{BaSO}_4$  粉末以 0.5: 0.5 混合以使声阻抗是接近活体的声阻抗 (1.53 兆雷耳) 的声透镜组份的比较实例 8 的硫化的模制的产品具有 15dB/mm 的较高的衰减率和 10,000 或更大的大 FOM 值。此外, 模制的废品率是 10%, 表明较低的生产合格率。

注意, 在使用包含在实例 1 中的硅橡胶和  $\text{ZnO}$  粉末的声透镜组份和包含在比较实例 3 中的硅橡胶和  $\text{SiO}_2$  粉末的声透镜组份制造具有 15mm 的焦点的 10 兆赫兹的声透镜时, 实例 1 的声透镜的厚度比较实例 3 的声透镜的厚度小大约 15%。这使在声透镜之间的最终的衰减差值为 4dB/mm 或更大。因此, 通过使用实例 1 的基于橡胶的组份可以实现高灵敏度的超声探头。

还要注意, 在制造具有 80mm 的焦点的 3 兆赫兹的低频声透镜时, 实例 1 的声透镜的厚度比较实例 3 的声透镜的厚度小大约 25%。这使在声透镜之间的最终的衰减差值为 3dB/mm 或更大。因此, 通过使用实例 1 的基于橡胶的组份可以提高 12 兆赫兹的超声探头的性能。

#### (实例 6)

首先, 具有 15 纳米的平均颗粒直径的铂 (Pt) 粉末置于在 200°C 下的恒温槽中并干燥 2 小时以蒸发附着的水分等。

通过称量材料比如作为底胶的硅橡胶的量是 0.65 份重量和 Pt 粉

末的量是 0.35 份重量来制备基于橡胶的组份。这种基于橡胶组份通过使用两级辗轧进行很好地捏合。随后,将作为硫化剂的 2,5-二甲基-2,5-二叔丁基过氧化己烷添加到基于橡胶的组份中以使硫化剂含量相对于在基于橡胶的组份中的硅橡胶是 1.0 wt%,并进一步捏合所得的声透镜组份。此后,在 170℃ 的温度下对捏合的声透镜组份硫化模制 15 分钟以形成用于评估的  $30 \times 30 \times 1 \text{ mm}^3$  的方形橡胶板。此外,通过硫化模制在相同的条件下使用相同的捏合的声透镜组份以形成如附图 2 中所示的空的橡胶帽 10。在干燥器中在 200℃ 下对这些硫化的模制的产品进行二次硫化 4 小时。

#### (实例 7-14)

已经进行了二次硫化作用的硫化的模制的产品(评估橡胶板和空的橡胶帽)按照与实例 6 中相同的过程进行制造,但除了使用下述的八种类型的基于橡胶的组份之外。作为实例 7 使用的基于橡胶的组份通过以 0.55:0.45 的重量比混合的硅橡胶和具有 15 纳米的平均颗粒直径的 Pt 粉末制备。作为实例 8 使用的基于橡胶的组份通过以 0.48:0.52 的重量比混合的硅橡胶和具有 15 纳米的平均颗粒直径的 Pt 粉末制备。作为实例 9 使用的基于橡胶的组份通过以 0.5:0.4:0.1 的重量比混合的硅橡胶、具有 15 纳米的平均颗粒直径的 Pt 粉末和具有 16 纳米的平均颗粒直径的二氧化硅( $\text{SiO}_2$ )粉末制备。作为实例 10 使用的基于橡胶的组份通过以 0.5:0.3:0.2 的重量比混合的硅橡胶、具有 15 纳米的平均颗粒直径的 Pt 粉末和具有 16 纳米的平均颗粒直径的二氧化硅( $\text{SiO}_2$ )粉末制备。作为实例 11 使用的基于橡胶的组份通过以 0.5:0.2:0.3 的重量比混合的硅橡胶、具有 15 纳米的平均颗粒直径的 Pt 粉末和具有 16 纳米的平均颗粒直径的二氧化硅( $\text{SiO}_2$ )粉末制备。作为实例 12 使用的基于橡胶的组份通过以 0.55:0.15:0.3 的重量比混合的硅橡胶、具有 15 纳米的平均颗粒直径的 Pt 粉末和具有 16 纳米的平均颗粒直径的二氧化硅( $\text{SiO}_2$ )粉末制备。作为实例 13 使用的基于橡胶的组份通过以 0.65:0.35 的重量比混合的硅橡胶和具有 50 纳米的平均颗粒直径的 Pt 粉末制备。作为实例 14 使用的基于橡胶的组份通

过以 0.65: 0.35 的重量比混合的硅橡胶和具有 200 纳米的平均颗粒直径的 Pt 粉末制备。

(比较实例 9 & 10)

已经进行了二次硫化作用的硫化的模制的产品(评估橡胶板和空的橡胶帽)按照与实例 6 中相同的过程进行制造,但除了使用下述的两种类型的基于橡胶的组份之外。作为比较实例 9 使用的基于橡胶的组份通过以 0.92: 0.08 的重量比混合的硅橡胶和具有 15 纳米的平均颗粒直径的 Pt 粉末制备。作为比较实例 10 使用的基于橡胶的组份通过以 0.4: 0.6 的重量比混合的硅橡胶和具有 15 纳米的平均颗粒直径的 Pt 粉末制备。

(比较实例 11)

已经进行了二次硫化作用的硫化的模制的产品(评估橡胶板和空的橡胶帽)按照与实例 6 中相同的过程进行制造,但除了使用其中硅橡胶和具有 200 纳米的平均颗粒直径的金(Au)粉末以 0.5: 0.5 的重量比混合的基于橡胶的组份之外。

在实例 6 至 14 和比较实例 9 至 11 中获得的评估橡胶板用于按照在实例 1 中相同的过程获得该密度、纵向波声速、声阻抗、衰减率和 FOM 值。此外,实例 6 至 14 和比较实例 9 至 11 的空橡胶帽用于以与实例 1 相同的方式获得模制废品率。结果在下表 2 中示出。

表 2

|         | 声透镜组份（重量比） |                  |                               | 声透镜特性                      |                |              |                |          | 模制         |
|---------|------------|------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------|--------------|----------------|----------|------------|
|         | 硅橡胶        | ZnO 粉末<br>(15nm) | SiO <sub>2</sub> 粉末<br>(16nm) | 密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 纵向波声<br>速（m/s） | 声阻抗<br>(兆雷耳) | 衰减率<br>(dB/mm) | 品质因<br>素 | 废品<br>率(%) |
| 实例 6    | 0.65       | 0.35             | 0                             | 1.50                       | 920            | 1.381        | 8.2            | 7544     | 0          |
| 实例 7    | 0.55       | 0.45             | 0                             | 1.75                       | 860            | 1.506        | 10.5           | 9030     | 0          |
| 实例 8    | 0.48       | 0.52             | 0                             | 1.98                       | 820            | 1.626        | 11.4           | 9348     | 0          |
| 实例 9    | 0.5        | 0.4              | 0.1                           | 1.77                       | 880            | 1.560        | 11.0           | 9680     | 0          |
| 实例 10   | 0.5        | 0.3              | 0.2                           | 1.65                       | 900            | 1.488        | 10.8           | 9720     | 0          |
| 实例 11   | 0.5        | 0.2              | 0.3                           | 1.55                       | 920            | 1.425        | 10.5           | 9660     | 5          |
| 实例 12   | 0.55       | 0.15             | 0.3                           | 1.44                       | 980            | 1.413        | 9.2            | 9016     | 5          |
| 实例 13   | 0.65       | 0.35<br>(50nm)   | 0                             | 1.50                       | 910            | 1.365        | 8.8            | 8008     | 0          |
| 实例 14   | 0.65       | 0.35<br>(200nm)  | 0                             | 1.50                       | 900            | 1.350        | 9.1            | 8190     | 0          |
| 比较实例 9  | 0.92       | 0.08             | 0                             | 1.08                       | 990            | 1.072        | 3.6            | 3564     | 0          |
| 比较实例 10 | 0.4        | 0.6              | 0                             | 2.34                       | 800            | 1.869        | 16.0           | 12800    | 5          |
| 比较实例 11 | 0.5        | Au: 0.5          |                               | 1.74                       | 850            | 1.479        | 25.0           | 21250    | 0          |

如表 2 所示, 具有包含 40 wt% 或更多的硅橡胶和 10 至 52 wt% 的 Pt 粉末的声透镜组份的实例 6 至 14 的硫化的模制的每个产品具有接近于活体的声阻抗(1.53 兆雷耳)的 1.350 至 1.626 兆雷耳的声阻抗。因此, 在形成声透镜时, 可以减小在活体中的反射。此外, 实例 6 至 14 中的硫化的模制的每个产品具有 1,000m/s 或更小的纵向波声速、在 10 兆赫兹的频率下 11.4dB/mm 的衰减率和 9,700 或更小的 FOM 值。因此, 在形成声透镜时可以减小超声波的衰减, 因此可以制造较高的灵敏度的超声探头。在实例 6 至 10、13 和 14 的硫化的模制的产品中, 由于在通过使用声透镜组份模制帽状的声透镜的所有的时候都没有产生模制缺陷, 因此生产合格率较高。在使用其中混合 30 wt% 的  $\text{SiO}_2$  粉末的实例 11 和 12 的硫化的模制的产品时, 模制的废品率是 5%, 即生产的合格率稍低。然而, 总的声透镜特征很好。

在具有相同的组份但使用并且不同的平均颗粒直径的 Pt 粉末的实例 6、13 和 14 的硫化的模制的产品中, 随着平均颗粒直径增加, 声速稍微降低, 并且 FOM 值增加, 但密度仍然保持不变。即, FOM 值可以通过降低 Pt 粉末的颗粒直径而降低。

通过对比, 具有其中硅橡胶和 ZnO 粉末以 0.92: 0.08 混合(即 Pt 粉末的含量小于本发明的 Pt 粉末的含量)的声透镜组份的比较实例 9 的硫化的模制的产品具有与活体的声阻抗(1.53 兆雷耳)相差较大的 1.072 兆雷耳的声阻抗。因此, 在形成声透镜时, 在活体中发生了反射。

具有其中硅橡胶和 Pt 粉末以 0.4: 0.6 混合(即 Pt 粉末的含量大于本发明的 Pt 粉末的含量)的声透镜组份的比较实例 10 的硫化的模制的产品具有 16.0dB/mm 的较高的衰减率和 10,000 或更大的大 FOM 值。此外, 模制的废品率是 5%, 即, 生产合格率也稍微降低。

具有其中硅橡胶和密度等于 Pt 的 Au 粉末以 0.5: 0.5 混合以使声阻抗接近活体的声阻抗(1.53 兆雷耳)的声透镜组份的比较实例 11 的硫化的模制的产品具有 25dB/mm 的较高的衰减率和 10,000 或更大的大 FOM 值。

### (实例 15)

首先,具有 25 纳米的平均颗粒直径的氧化镱 ( $\text{Yb}_2\text{O}_3$ ) 粉末置于在  $200^\circ\text{C}$  下的恒温槽中并干燥 2 小时以蒸发附着的水分等。

通过称量材料比如作为底胶的硅橡胶的量是 0.65 份重量和氧化镱粉末的量是 0.35 份重量来制备基于橡胶的组份。这种基于橡胶组份通过使用两级辗轧进行很好地捏合。随后,将作为硫化剂的 2,5-二甲基-2,5-二叔丁基过氧化己烷添加到基于橡胶的组份中以使硫化剂含量相对于在基于橡胶的组份中的硅橡胶是 1.0 wt%,并进一步捏合所得的声透镜组份。此后,在  $170^\circ\text{C}$  的温度下对捏合的声透镜组份硫化模制 15 分钟以形成用于评估的  $30\times 30\times 1\text{mm}^3$  的方形橡胶板。此外,通过硫化模制在相同的条件下使用相同的捏合的声透镜组份以形成如附图 2 中所示的空的橡胶帽 10。在干燥器中在  $200^\circ\text{C}$  下对这些硫化的模制的产品进行二次硫化 4 小时。

### (实例 16-22)

已经进行了二次硫化作用的硫化的模制的产品(评估橡胶板和空的橡胶帽)按照与实例 15 中相同的过程进行制造,但除了使用下述的七种类型的基于橡胶的组份之外。作为实例 16 使用的基于橡胶的组份通过以 0.6: 0.4 的重量比混合的硅橡胶和具有 25 纳米的平均颗粒直径的  $\text{Yb}_2\text{O}_3$  粉末制备。作为实例 17 使用的基于橡胶的组份通过以 0.45: 0.55 的重量比混合的硅橡胶和具有 25 纳米的平均颗粒直径的  $\text{Yb}_2\text{O}_3$  粉末制备。作为实例 18 使用的基于橡胶的组份通过以 0.55: 0.4: 0.05 的重量比混合的硅橡胶、具有 25 纳米的平均颗粒直径的  $\text{Yb}_2\text{O}_3$  粉末和具有 19 纳米的平均颗粒直径的二氧化硅 ( $\text{SiO}_2$ ) 粉末制备。作为实例 19 使用的基于橡胶的组份通过以 0.5: 0.4: 0.1 的重量比混合的硅橡胶、具有 25 纳米的平均颗粒直径的  $\text{Yb}_2\text{O}_3$  粉末和具有 16 纳米的平均颗粒直径的二氧化硅 ( $\text{SiO}_2$ ) 粉末制备。作为实例 20 使用的基于橡胶的组份通过以 0.5: 0.3: 0.2 的重量比混合的硅橡胶、具有 25 纳米的平均颗粒直径的  $\text{Yb}_2\text{O}_3$  粉末和具有 16 纳米的平均颗粒直径的二氧化硅 ( $\text{SiO}_2$ ) 粉末制备。作为实例 21 使用的基于橡胶的组份通过以

0.5: 0.2: 0.3 的重量比混合的硅橡胶、具有 25 纳米的平均颗粒直径的  $\text{Yb}_2\text{O}_3$  粉末和具有 16 纳米的平均颗粒直径的二氧化硅 ( $\text{SiO}_2$ ) 粉末制备。作为实例 22 使用的基于橡胶的组份通过以 0.5: 0.4: 0.1 的重量比混合的硅橡胶、具有 25 纳米的平均颗粒直径的  $\text{Yb}_2\text{O}_3$  粉末和具有 16 纳米的平均颗粒直径的二氧化硅 ( $\text{SiO}_2$ ) 粉末制备。

(比较实例 12 & 13)

已经进行了二次硫化作用的硫化的模制的产品(评估橡胶板和空的橡胶帽)按照与实例 15 中相同的过程进行制造,但除了使用下述的两种类型的基于橡胶的组份之外。作为比较实例 12 使用的基于橡胶的组份通过以 0.92: 0.08 的重量比混合的硅橡胶和具有 25 纳米的平均颗粒直径的  $\text{Yb}_2\text{O}_3$  粉末制备。作为比较实例 13 使用的基于橡胶的组份通过以 0.35: 0.65 的重量比混合的硅橡胶和具有 25 纳米的平均颗粒直径的  $\text{Yb}_2\text{O}_3$  粉末制备。

(比较实例 14 & 15)

已经进行了二次硫化作用的硫化的模制的产品(评估橡胶板和空的橡胶帽)按照与实例 15 中相同的过程进行制造,但除了使用下述的两种类型的基于橡胶的组份之外。作为比较实例 14 使用的基于橡胶的组份通过以 0.55: 0.45 的重量比混合的硅橡胶和具有 25 纳米的平均颗粒直径的氧化镱 ( $\text{Lu}_2\text{O}_3$ ) 粉末制备。作为比较实例 15 使用的基于橡胶的组份通过以 0.55: 0.45 的重量比混合的硅橡胶和具有 300 纳米的平均颗粒直径的氧化铋 ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ) 粉末制备。

在实例 15 至 22 和比较实例 12 至 15 中获得的评估橡胶板用于按照在实例 1 中相同的过程获得该密度、纵向波声速、声阻抗、衰减率和 FOM 值。此外,这些实例 15 至 22 和比较实例 12 至 15 的空橡胶帽用于以与实例 1 相同的方式获得模制废品率。结果在下表 3 中示出。

表 3

|         | 声透镜组份 (重量比) |                                          |                            | 声透镜特性                   |             |           |             |       | 模制废品率 (%) |
|---------|-------------|------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------|-----------|-------------|-------|-----------|
|         | 硅橡胶         | Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 粉末 (25nm) | SiO <sub>2</sub> 粉末 (16nm) | 密度 (g/cm <sup>3</sup> ) | 纵向波声速 (m/s) | 声阻抗 (兆雷耳) | 衰减率 (dB/mm) | 品质因素  |           |
| 实例 15   | 0.65        | 0.35                                     | 0                          | 1.45                    | 943         | 1.371     | 7.8         | 7355  | 0         |
| 实例 16   | 0.6         | 0.4                                      | 0                          | 1.55                    | 895         | 1.391     | 8.2         | 7339  | 0         |
| 实例 17   | 0.45        | 0.55                                     | 0                          | 1.96                    | 840         | 1.648     | 11.4        | 9576  | 0         |
| 实例 18   | 0.55        | 0.4                                      | 0.05                       | 1.62                    | 895         | 1.452     | 9.0         | 8055  | 0         |
| 实例 19   | 0.5         | 0.4                                      | 0.1                        | 1.70                    | 880         | 1.494     | 10.1        | 8888  | 0         |
| 实例 20   | 0.5         | 0.3                                      | 0.2                        | 1.60                    | 900         | 1.443     | 9.5         | 8550  | 0         |
| 实例 21   | 0.5         | 0.2                                      | 0.3                        | 1.53                    | 940         | 1.482     | 10.0        | 9400  | 0         |
| 实例 22   | 0.5         | 0.4(Si 涂层)                               |                            | 1.70                    | 880         | 1.494     | 9.5         | 8360  | 0         |
| 比较实例 12 | 0.92        | 0.08                                     | 0                          | 1.08                    | 1000        | 1.077     | 4.0         | 4000  | 0         |
| 比较实例 13 | 0.35        | 0.65                                     | 0                          | 2.38                    | 820         | 1.949     | 14.5        | 11890 | 10        |
| 比较实例 14 | 0.55        | Lu <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 0.5     |                            | 1.67                    | 900         | 1.503     | 12.0        | 10800 | 0         |
| 比较实例 15 | 0.5         | Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 0.5     |                            | 1.80                    | 850         | 1.530     | 14.0        | 11900 | 0         |

如表 3 所示, 具有包含 40 wt% 或更多的硅橡胶和 12 至 56 wt% 的  $\text{Yb}_2\text{O}_3$  粉末的声透镜组份的实例 15 至 22 的硫化的模制的每个产品具有接近于活体的声阻抗 (1.53 兆雷耳) 的 1.371 至 1.648 兆雷耳的声阻抗。因此, 在形成声透镜时, 可以减小在活体中的反射。此外, 实例 15 至 22 中的硫化的模制的每个产品具有 1,000m/s 或更小的纵向波声速、在 10 兆赫兹的频率下 11.4dB/mm 的衰减率和 9,600 或更小的 FOM 值。因此, 在形成声透镜时可以减小超声的衰减, 因此可以制造较高的灵敏度的超声探头。特别是, 使用其表面涂敷硅树脂的  $\text{Yb}_2\text{O}_3$  粉末的实例 22 的硫化的模制的产品与采用相同的组份的实例 19 的硫化的模制的产品具有相同的密度和声速, 但是具有较低的衰减率和更小的 FOM 值。此外, 在实例 15 至 22 的硫化的模制的产品中, 由于在通过使用声透镜组份模制帽状的声透镜的所有的时候都没有产生模制缺陷, 因此生产合格率也较高。

通过对比, 具有其中硅橡胶和  $\text{Yb}_2\text{O}_3$  粉末以 0.92: 0.08 混合 (即  $\text{Yb}_2\text{O}_3$  粉末的含量小于本发明的  $\text{Yb}_2\text{O}_3$  粉末的含量) 的声透镜组份的比较实例 12 的硫化的模制的产品具有与活体的声阻抗 (1.53 兆雷耳) 相差较大的 1.077 兆雷耳的声阻抗。因此, 在形成声透镜时, 在活体中发生了反射。

具有其中硅橡胶和  $\text{Yb}_2\text{O}_3$  粉末以 0.35: 0.65 混合 (即  $\text{Yb}_2\text{O}_3$  粉末的含量大于本发明的  $\text{Yb}_2\text{O}_3$  粉末的含量) 的声透镜组份的比较实例 13 的硫化的模制的产品具有 14.5dB/mm 的较高的衰减率和 10,000 或更大的大 FOM 值。此外, 模制的废品率是 10%, 即, 生产合格率也较低。

具有其中硅橡胶和密度等于  $\text{Yb}_2\text{O}_3$  的  $\text{Lu}_2\text{O}_3$  和  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  粉末分别以 0.5: 0.5 混合以使声阻抗接近活体的声阻抗 (1.53 兆雷耳) 的声透镜组份的比较实例 14 和 15 的硫化的模制的产品分别具有 12 和 14dB/mm 的较高的衰减率和 10,000 或更大的大 FOM 值。

(实例 23)

首先, 具有 30 纳米的平均颗粒直径的氧化锌 ( $\text{ZnO}$ ) 粉末、具

有 15 纳米的平均颗粒直径的铂 (Pt) 粉末和具有 25 纳米的平均颗粒直径的氧化镱 ( $\text{Yb}_2\text{O}_3$ ) 粉末置于在  $200^\circ\text{C}$  下的恒温槽中并干燥 2 小时以蒸发附着的水分等。

通过称量材料比如作为底胶的硅橡胶的量是 50 wt% 和 ZnO 粉末、Pt 粉末、 $\text{Yb}_2\text{O}_3$  粉末和  $\text{SiO}_2$  粉末的量分别是 15、15、15 和 5 wt% 来制备基于橡胶的组份。这种基于橡胶组份通过使用两级辗轧进行很好地捏合。随后，将作为硫化剂的 2, 5-二甲基-2, 5-二叔丁基过氧化己烷添加到基于橡胶的组份中以使硫化剂含量相对于在基于橡胶的组份中的硅橡胶是 1.0 wt%，并进一步捏合所得的声透镜组份。此后，在  $170^\circ\text{C}$  的温度下对捏合的声透镜组份硫化模制 15 分钟以形成用于评估的  $30\times30\times1\text{mm}^3$  的方形橡胶板。此外，通过硫化模制在相同的条件下使用相同的捏合的声透镜组份以形成如附图 2 中所示的空的橡胶帽 10。在干燥器中在  $200^\circ\text{C}$  下对这些硫化的模制的产品进行二次硫化 4 小时。

在实例 23 中获得的评估橡胶板用于通过与在实例 1 中相同的过程获得该密度、纵向波声速、声阻抗、衰减率和 FOM 值。此外，以与实例 1 相同的方式使用空橡胶帽来获得模制废品率。

结果，密度是  $1.75\text{g/cm}^3$ ，纵向波声速是  $890\text{m/s}$ ，声阻抗是 1.554 兆雷耳，衰减率是  $10.2\text{dB/mm}$ ，以及 FOM 值是 9,078。因此在形成声透镜时，可以减小了在活体中的反射，因此可以降低衰减。因此，可以制造高灵敏度的超声探头。此外，模制废品率是 0%，表明较高的生产合格率。

附图 3 所示为在上述的实例 1 至 23 的硫化的模制的每个产品的 10 兆赫兹下在声阻抗和 FOM 值之间的关系。从附图 3 中可以清楚地看到，实例 1 至 23 的硫化的模制的每个产品具有接近于活体的声阻抗的声阻抗和作为声速和衰减率的乘积的较小的 FOM 值，即每个硫化的模制的产品在声透镜所要求的总的特征方面比较优良。

对于本领域的普通技术人员来说容易理解其它的优点并做出改进。因此，从广义上讲本发明并不限于在此所示并描述的特定的细节

---

和有代表性的实施例。因此，在不脱离附加的权利要求及其等同物所界定的一般性发明原理的精神和范围的前提下可以做出各种修改。

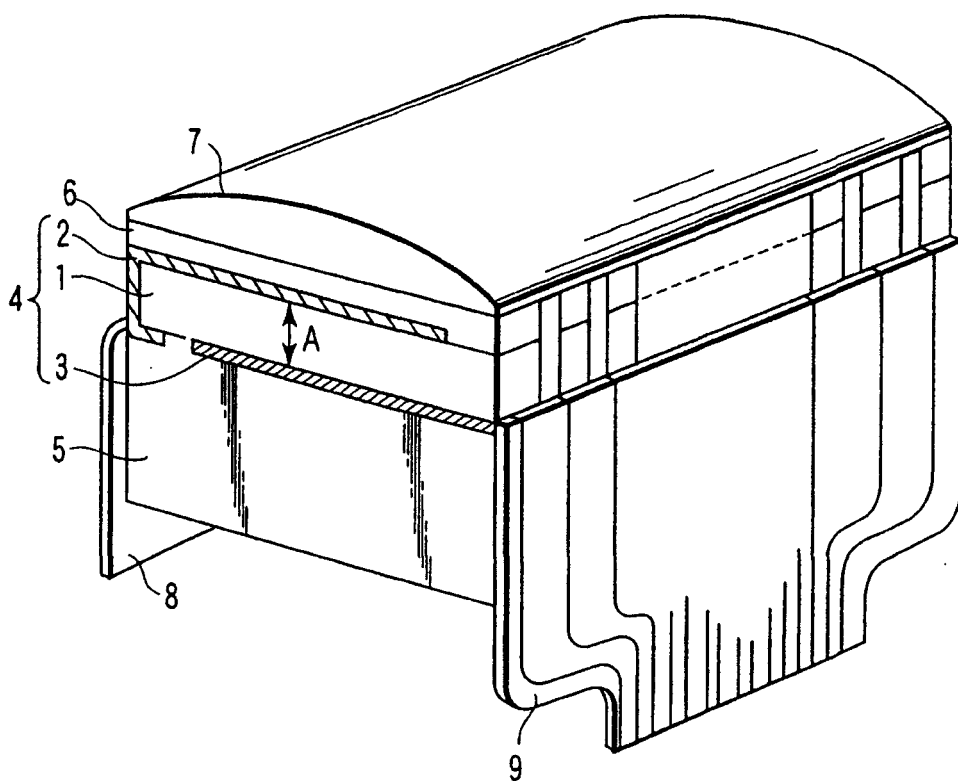


图1

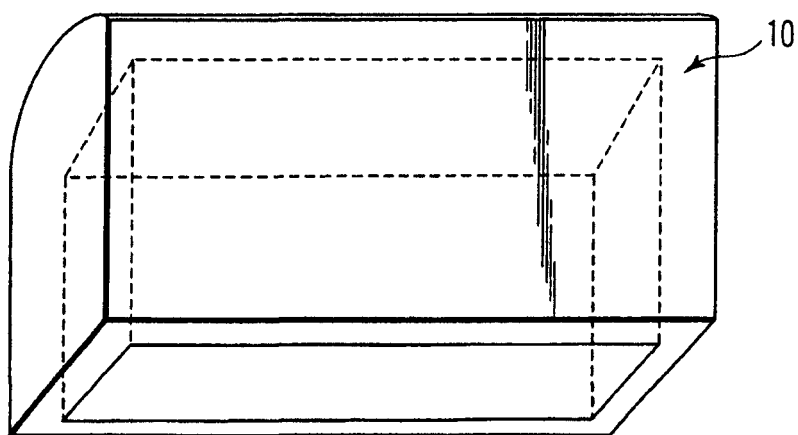


图2

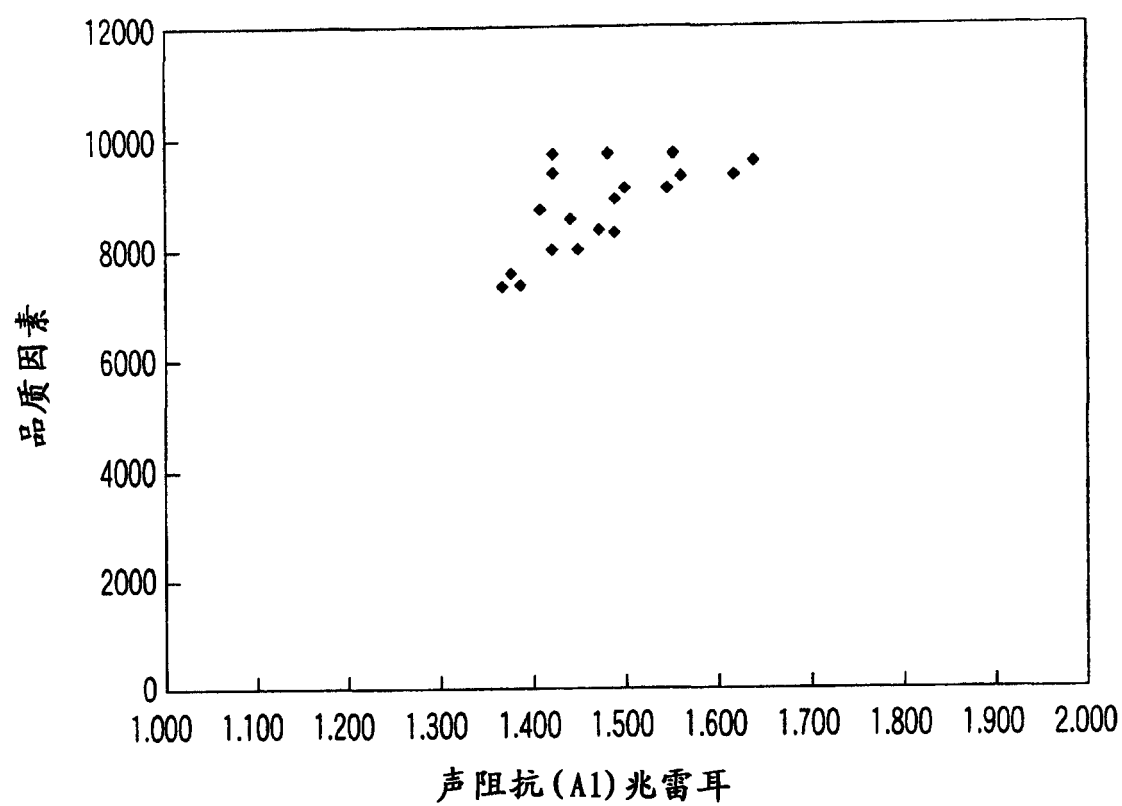


图 3

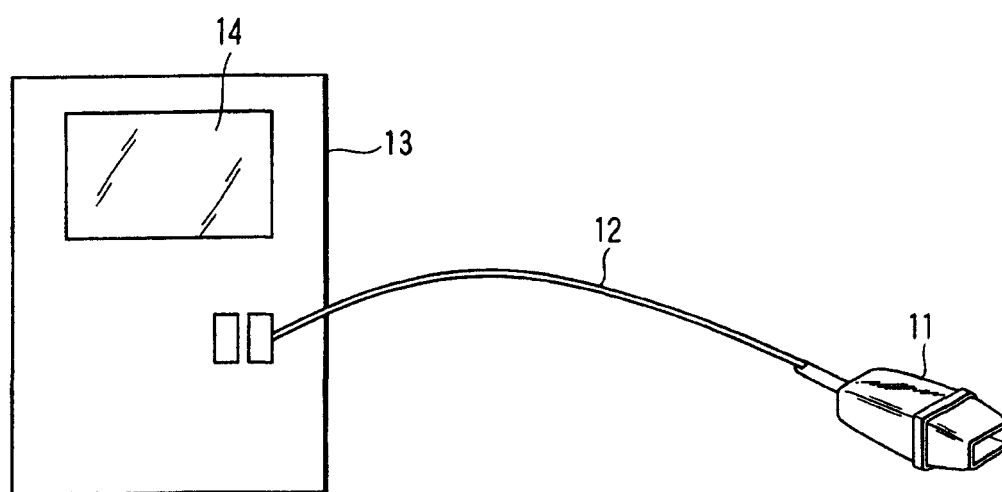


图 4

|                |                                                                    |         |            |
|----------------|--------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 声透镜组份、超声探头和超声诊断设备                                                  |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN1618879A</a>                                         | 公开(公告)日 | 2005-05-25 |
| 申请号            | CN200410083167.5                                                   | 申请日     | 2004-09-29 |
| [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)  | 东芝K.                                                               |         |            |
| [标]发明人         | 山下洋八<br>细野靖晴<br>四方浩之<br>武内俊<br>牧田裕久                                |         |            |
| 发明人            | 山下洋八<br>细野靖晴<br>四方浩之<br>武内俊<br>牧田裕久                                |         |            |
| IPC分类号         | G01N29/24 A61B8/00 A61B8/14 C08K3/22 C08L83/00 G10K11/30 H04R17/00 |         |            |
| CPC分类号         | A61B8/4281 G10K11/30                                               |         |            |
| 代理人(译)         | 付建军                                                                |         |            |
| 优先权            | 2004186427 2004-06-24 JP<br>2003338564 2003-09-29 JP               |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>                     |         |            |

#### 摘要(译)

本发明提供了一种包括40wt%或更多的硅橡胶和15至60wt%的氧化锌粉末的声透镜组份，这种声透镜组份能够抑制超声衰减并具有优良的模制特性。

