

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G01S 5/30

G01S 11/14

G01S 5/18



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200380101094.1

[43] 公开日 2005 年 11 月 30 日

[11] 公开号 CN 1703629A

[22] 申请日 2003.10.7

[21] 申请号 200380101094.1

[30] 优先权

[32] 2002.10.8 [33] FR [31] 0212456

[86] 国际申请 PCT/FR2003/002937 2003.10.7

[87] 国际公布 WO2004/034083 法 2004.4.22

[85] 进入国家阶段日期 2005.4.8

[71] 申请人 01dB - 梅特拉维比公司

地址 法国利莫内

[72] 发明人 P·谢弗雷 J·P·德马尔

D·沃谢·德拉克鲁瓦

J·M·维利奥

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

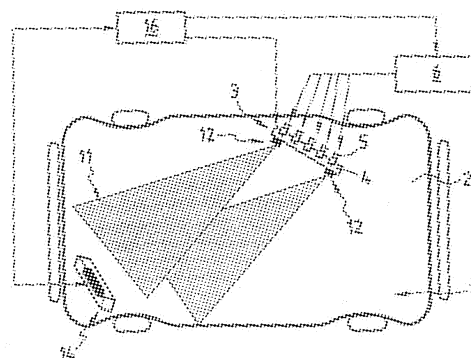
代理人 程伟

权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 2 页

[54] 发明名称 利用空间中的标记麦克风进行声学测量的装置和方法

[57] 摘要

声学测量装置包括：声学测量仪器(3)，其特别地包括一个装有至少一个麦克风(5)的声学测量天线(4)；一个定位系统(11)，其用于利用超声波定位该天线(4)，该定位系统包括：至少一个安装在该天线上的超声波发射器(12)，其相对于麦克风的距离是已知的；与一个超声波接收器本体(14)，用于接收由每个发射器发射的信号，并且适于确定每个发射器的三维位置；和一个控制单元(16)，用于控制定位系统(11)对天线(4)和声学测量仪器(3)的定位，控制系统适于在第一阶段期间使每个发射器依次发射以确定天线的三维位置，并且在第二阶段期间使麦克风执行获取操作以使用测量仪器执行声学测量。



1. 一种声学测量装置，其特征在于其包括：

5 -声学测量仪器（3），所述声学测量仪器（3）特别地包括一个装
有至少一个麦克风（5）的声学测量天线（4）；

 定位系统（11），其用于利用超声波定位该天线（4），该定位系
统包括：

 -至少一个相对于麦克风以已知距离安装在该天线上的超声波
发射器（12）；与

10 -超声波接收器本体（14），其用于接收由每个发射器发射的
信号并且适于确定每个发射器的三维位置；

 -和一个控制单元（16），其控制定位所述天线（4）和所述声学测
量仪器（3）的定位系统（11），该控制系统适于在第一阶段期间使每
个发射器依次发射以确定所述天线的三维位置，并且在第二阶段期间
15 使麦克风执行获取操作以使用测量仪器执行声学测量。

2. 如权利要求 1 所述的声学测量装置，其特征在于：当声学测量
天线（4）包括一个麦克风（5）时，所述声学测量天线（4）安装超声
波发射器（12）；当声学测量天线（4）包括一组以直线布置的麦克风
20 （5）时，所述声学测量天线（4）安装至少两个超声波发射器（12）；
当声学测量天线（4）包括一组以平面布置的麦克风（5）时，所述声
学测量天线（4）安装至少三个超声波发射器 12；当声学测量天线（4）
包括一组以空间布置的麦克风（5）时，所述声学测量天线（4）安装
至少四个超声波发射器（12）。

25

3. 如权利要求 1 或 2 所述的声学测量装置，其特征在于每个超声
波发射器（12）安装移动支架（7₁）上的所述天线（4）上，移动支架
（7₁）用于相对于超声波接收器本体调整发射器的轴线。

30 4. 如权利要求 1 至 3 之任一项所述的声学测量装置，其特征在于
所述声学测量天线（4）安装有用于保持天线位置的物件（9），其中

该物件安装为相对于所述声学测量天线移动。

5. 如权利要求 1 至 3 之任一项所述的声学测量装置，其特征在于其包括用于定所述接收器本体（14）的系统，该系统包括：

- 5 -固定的参考结构，其定义至少一个具有三个点（ P_i ）的参考标记；
 -一个安装有至少两个超声波发射器（23）的移动声学点（22）；

及

- 控制和处理器装置，其适于针对相对于所述参考标记的三个点（ P_i ）的该声学点的每个位置和针对所述接收器本体（14）的每个位置
10 控制所述声学点（22）的超声波发生器（23）依次发射，由此确定参考标记的点在与超声波接收本体的位置相关联的参考框架中的位置，从而能确定天线在单个参考框架中的位置。

6 一种声学测量一个声源的方法，该方法的特征在于其包括下述步骤：
15

- 给包括至少一个麦克风（5）的声学测量天线（4）安装至少一个以距离麦克风（5）的已知距离安装的声学发射器（4）；

 -将所述声学测量天线（4）放置在与所述声源的距离相对固定的位置处；

- 20 -放置一个超声波接收器本体（14）以使得其与该天线（4）相对，所述接收器本体适于接收由所述超声波发射器（12）发射的超声波信号和确定该发射器（12）的位置；

 -使每个超声波发射器（12）依次发射，以使超声波接收器本体（14）能确定每个发射器（12）的位置，并由此确定每个麦克风（5）的位置；

25 及

 -在使所有的超声波发射器（12）发射的阶段的末尾之后，控制麦克风（5）的获取操作以执行对所述声源的声学测量。

7. 如权利要求 6 所述的方法，其特征在于其包括下述步骤：

- 30 -将参考结构（21）放置在固定位置，该参考结构定义至少一个具有至少三个点（ P_i ）的参考标记；

-使安装有至少两个发射器(23)的声学点(22)的每个超声波发射器(23)依次发射,并且针对设置在所述参考标记的每个点(P_i)上的该声学点(22)的每个位置执行这样的操作,从而使得参考标记的点被确定在与超声波接收本体(14)的位置相关联的参考框架中。

5

8. 如权利要求7所述的方法,其特征在于其包括下述步骤:

-移动超声波接收本体(14)以将其放置在第二固定位置;

10 -针对放置在参考标记的每个参考点(P_i)上的点的每个位置使该点(22)的每个超声波发射器(23)以这样的方式依次发射,该方式为使得参考标记的点的位置能被确定在与超声波接收本体的第二位置相关联的另一个参考框架中; 及

-基于针对所述超声波接收本体(14)的第一和第二位置的参考标记的多个点的位置,确定麦克风(5)在单个参考框架中的位置。

15

9. 如权利要求6、7或8所述的方法,其特征在于其包括使用一种方向查找或干涉测量法确定发射器(12)的位置。

利用空间中的标记麦克风进行声学测量的装置和方法

5

本发明涉及在宽广的感测范围中、在需要知道三维中其位置的测量区域中进行声学测量的技术领域。

更精确为，本发明涉及测量来自于直接或间接，单个或多个声源的声场的领域，该测量是在一个在三维方向上被识别的并且处于声源环境中的区域中进行的。

本发明的一个特别有益的应用是在这样的空间中执行声学测量，如在一个建筑或运输装置（船舱或车辆）中的空间中，或在诸如发动机或机器的声源环境中。

15

在多个领域，为了表征一个或多个声源，尤其例如为了限制声源的影响，需要进行声学测量。例如，为了表征一个（单个或多个）声源，或在一个车舱中为了确定声场的特征，尤其为了限制声场效应，有必要在外部执行声学测量。

为了执行声学测量，已知的方式是使用一种包括测量仪器的声学测量装置，该测量仪器具有通常安装有一系列麦克风的声学测量天线。这样的声学测量天线通常由一个机械手支撑，该机械手的三维位置由测量传感器确定。

这样的测量装置在实际应用中并不令人满意，这是由于其重量相当重和尺寸相当大并且不适于在受限制的或混乱的空间，如车舱中使用。

因此本发明通过提出一种声学测量装置而努力克服上述缺点，该声学装置是为现有的小空间而设计的，同时也使其能精确地和可靠地获取来自一个或多个声源的声场的测量。

30

为了实现这样的目的，本发明提供了一种声学测量装置，该装置包括：

-声学测量仪器，其特别地包括装有至少一个麦克风的声学测量天线；

5 -定位系统，其用于通过超声波定位该天线，该定位系统包括：

-至少一个相对于麦克风以已知距离安装在该天线上的超声波发射器；与

超声波接收器本体，用于接收由每个发射器发射的信号，并且适于确定三维中每个发射器的位置；

10 -及一个控制单元，用于控制对天线和声学测量仪器的定位的定位系统，控制系统适于在第一阶段期间使每个发射器依次发射以确定三维中天线的位置，并且在第二阶段期间使麦克风执行获取操作以使用测量仪器执行声学测量。

本发明也试图提供一种适于在一个区域中执行声学测量的方法，该区域是能在三维中以高精确度识别、同时仍然易于执行测量的区域。

为了实现这样的目的，本发明的声学测量方法包括下述步骤：

-在包括至少一个麦克风的声学测量天线上安装至少一个以距离麦克风的已知距离安装的声学发射器；

-将声学测量天线放置在一个与声源的距离相对固定的位置处；

20 -放置一个超声波接收器本体，以使得其与该天线面对面，该接收器本体适于接收由超声波发射器发射的超声波信号和确定该发射器的位置；

-使每个超声波发射器依次发射，以使超声波接收器本体能确定每个发射器的位置，并由此确定每个麦克风的位置；及

25 -在使所有的超声波发射器发射的阶段的末尾之后，控制麦克风的获取操作，以使执行对声源的声学测量。

在一个变形的执行方式中，本发明的方法还包括下述步骤：

-将一个参考结构放置在一个固定位置，该结构定义至少一个具有至少三个点的参考标记；

30 -使安装有至少两个发射器的声学点的每个超声波发射器依次发射，并且针对设置在参考标记的每个点上的该声学点的每个位置执行

这样的操作，从而使得参考标记的点的位置确定在与超声波接收本体的位置相关联的参考框架中。

根据本发明的另一个特征，本发明的方法包括除上述步骤外和为扩大了声学测量的覆盖范围包括下述步骤：

5 -移动超声波接收本体以将其放置在第二固定位置；

 针对放置在参考标记的每个点上的每个点的位置使该点的每个超声波发射器以这样的方式依次发射以使得参考标记的点的位置确定在与超声波接收本体的第二位置相关联的另一个参考框架中；及

 -基于超声波接收本体的第一和第二位置的参考标记的点的位置，
10 确定在单个参考框架中麦克风的位置。

 从参考了附图而形成的下文描述可明显看到本发明的其它特征，附图示出了本发明的用作非限制性例子的实施例。

15 图 1 是一个概略图，其示出了根据本发明的一个声学装置的应用的一个例子；

 图 2 是一个形成了根据本发明的装置的一部分的声学测量天线的总图；

 图 3 是一个如图 2 所示的声学测量天线的细节图；

20 图 4 是一个时序图，其显示了根据本发明的声学测量装置如何操作；

 图 5 是一个示出了根据本发明的声学测量装置的变形实施例的视图。

25

 在图 1 中能更清楚地看到，本发明涉及用于执行声学测量的装置 1，其需要被以三维定位。因此，该装置 1 适于作用在能以几何学识别的位置处以拾取直接或间接来自于一个或多个声源的声场，例如墙是可透的，由于声音泄漏等。该装置 1 适于以一种特别有利的方式在一个封闭的壳体 2 中执行声学测量，在示出的例子中该壳体由一个车舱构成。在本实施例中（和也通常如此），声源可以是单个声源（发动
30

机噪音)或多个声源(发动机噪音加上来自于舱外部和在舱中听到的噪音)。自然地,本发明的装置1可以包括其它应用,如在一个处所内执行声学测量,或在开放或受限的声源环境,例如象在一个机器中执行声学测量。

- 5 该装置1包括用于声学测量的仪器3,该仪器特别地包括一个声学测量天线4,该天线安装有至少一个麦克风,并且在示出的例子中是安装有一组麦克风5,麦克风的数量取决于所期望的精度、感兴趣的频率范围,及在其中要执行声学测量的区域的范围。麦克风5以传统的方式与用于测量由麦克风5拾取的信号的声学测量单元6相连接。单元6
10 的各种处理功能在下文中没有描述,因为它们是众所周知的,并且形成了本领域普通技术人员的技术知识的一部分。

 在图2和3中能更精确地看出,示出的例子中的声学测量天线4包括在一个平面上延伸并分布在8行8列上的64个麦克风5。麦克风5安装在支架7上,该支架形成了一种带有横梁的框架。麦克风5通过
15 接头8与处理器单元6相连接。

 根据一个优选实施例的特征,声学测量天线4安装用于保持天线位置的物件9,在示出的例子中,该物件由一个保持和控制手柄构成,如在下文所解释的那样。该手柄9从支架7延伸出由此能为天线4提供易于便携的特性。优选地安装手柄9以相对于声学测量天线4移动。
20 为此目的,手柄9安装为绕铰链轴10相对于天线4移动,使其能相对于支架绕枢轴旋转,从而能有利地定位声学测量天线4。

 该装置1也包括一个能利用一种超声波方法定位声学测量天线4的系统11。该系统的目的是确定声学测量天线4的三维坐标。该定位系统11包括至少一个,在示出的例子中为4个的超声波发射器12,该
25 发射器12以距离麦克风5的已知距离安装在声学测量天线4上。应当理解为,在麦克风5是以已知的距离彼此分离开的范围内,每个超声波发射器12必须在以距离至少一个麦克风5的已知距离的范围内安装。超声波发射器12的数目取决于所用的天线的类型。因此,在声学测量天线4上的装配情况如下:

- 30 -当天线4包括一个麦克风5时,安装一个超声波发射器12;
 -当天线4包括一组以直线布置的麦克风5时,安装至少两个超声

波发射器 12;

-当天线 4 包括一组以平面布置的麦克风 5 时, 安装至少三个超声波发射器 12;

5 -当天线 4 包括一组以立体空间布置的麦克风 5 时, 安装至少四个超声波发射器 12;

在示出的例子中, 声学测量天线 4 是平面的, 且安装有四个超声波发射器 12 作为在一个发射器 12 被遮蔽的情况下的安全预防措施。

该装置 1 也包括用于接收由每个超声波发射器 12 发射的信号的超声波接收器本体 14。该超声波接收器本体 14 也适于确定每个超声波发射器 12 三维中的位置, 并由此确定麦克风 5 的三维位置, 或更通常为确定天线 4 的三维位置。该本体 14 以已知的方式使用一种方向查找 (direction-finding) 或干涉测量法(interferometric method)确定超声波发射器 12 的三维位置。为此目的, 本体 14 安装有至少三个超声波接收器, 并且安装有用以确定超声波发射器 12 的三维位置并由此确定天线 4 的三维位置的处理器和计算器装置。

应该可以观察到, 定位天线 4 的精度直接取决于来自于发射器 12 的束中的超声波接收器本体 14 的位置。一般地, 当本体 14 位于发射器 12 的轴线上时能获得发射器定位的最佳精度。因此根据本发明的优选特征, 每个超声波发射器 12 被安装移动支架 7₁ 上的天线 4 上, 能相对于超声波接收器本体调整发射器 12 的轴线。以万向接头形式构成的移动支架 7₁ 使得能在两个平面内调整每个发射器 12 的轴线。

该装置 1 也包括用于控制定位系统 11 和声学测量仪器 3 的控制单元 16。该控制单元 16 包括适于在第一阶段 T₁ 期间 (图 4) 使得每个发射器 12 依次发射以使本体 14 能确定天线 4 的位置的装置。在该第一阶段 T₁ 的末尾, 在第二阶段 T₂ 期间, 单元 16 使麦克风 5 执行获取操作, 以使用声学测量单元 6 执行声学测量。由超声波接收本体 14 确定的麦克风 5 的位置被传送至测量单元 6, 致使能知道每个麦克风 5 的几何位置, 该几何位置并且被送至声学测量单元 6。

本发明的声学测量装置 1 以直接取自于上述描述的方式执行。下述声学测量方法涉及在一个汽车车舱 2 中执行声学测量。自然地, 本发明的方法可以应用于不受限制的测量情形中 (在一个开放的介质

中)。

将声学测量天线 4 放置在与声源相对固定的位置处,例如,由一个承载天线的操作器借助于其手柄 9 将声学测量天线 4 保持在一个位置。以使超声波接收器本体 14 能“声学可见”的关系,将超声波接收器本体 14 放置为与天线 4 相对。因此超声波接收器本体 14 适于接收由每个超声波发射器 12 发射出的超声波信号,每个超声波发射器以距离安装到声学测量天线 4 的麦克风 5 的已知距离被安装。从图 4 可以更精确地看出,该方法包括使每个超声波发射器 12(以参考 12₁, 12₂, 12₃, 12₄ 为参考)依次发射,从而使得超声波接收器本体 14 能确定每个超声波发射器的位置,并且由此确定每个麦克风 5 的位置。为此目的,操作器使每个超声波发射器 12 发射,例如使用一个设置在手柄 9 上的控制按钮。一旦超声波接收器本体 14 已经确定了第一超声波发射器 12 的位置,发射一个信号以停止从超声波发射器 12 的发射。操作器然后使第二超声波发射器 12 发射,致使超声波接收器本体 14 能确定其位置。针对每个超声波发射器 12,即针对示出的例子中的所有四个发射器重复此操作。

在该第一阶段 T₁ 的末尾,已经知道了超声波发射器 12 的三维位置,并且由此知道了麦克风 5 的三维位置。该方法的第二阶段 T₂ 包括使用麦克风 5 获取声学信号(在听得到的带中)。为此目的,操作器使麦克风执行获取操作,例如通过按压设置在手柄 9 上的控制按钮 18,由此执行对声源的声学测量。

声学测量仪器 3 及尤其处理器装置 6 用于拾取由每个麦克风 5 感测到的信号和并对其进行处理,从而知道了每个麦克风 5 的三维位置并由超声波接收器本体 14 确定该三维位置。

应该观察到,在将声学测量天线 4 与超声波接收器本体 14 保持在固定的位置的同时执行上述两个操作阶段。自然地,接下来可以针对声学测量天线 4 的其它可能位置重复这两个操作阶段。将天线 4 放在不同的三维区域中使得声场在距离超声波接收器本体 14 的一个距离的不同区域中能被拾取。然而,应该观察到,必须总是放置声学测量天线 4 以被超声波接收器本体 14 “声学可见(acoustically in sight)”(即“可见”依照超声波束的范围和天线角开宽)。

图 5 示出了在其中执行测量的空间的实施例，即增加了用于定位天线 4 的空间。在此变形中，装置 1 包括用于定位超声波接收器本体 14 的系统 20。这样的系统 20 包括一个固定的参考结构 21，该参考结构定义至少一个具有至少三个点 P_i 的参考标记。这样的系统 20 也包括
5 装有至少两个超声波发射器 23 的移动声学点 22。定位系统 20 也包括控制和处理器装置，该控制和处理器装置形成了控制单元 16 的一部分，并且例如用作使声学点 22 的超声波发射器 23 针对相对于参考标记的多个点的该声学点的每个位置和针对接收器本体 14 的每个位置 B_1 ， B_2 ，...依次发射，以确定在与接收器本体的每个位置相关联的参考框架中的参考标记的多个点的位置，从而确定天线 4 在单个公用的参考
10 框架中的位置。

超声波接收器本体 14 定位的定位系统 20 的实施方式来自从上面的描述。

以固定的方式将参考结构 21 放置在空间 2 中，在空间 2 中进行测量。声学点 22 设置在参考标记的第一点 P_i 上。在该位置，使该点的第一超声波发射器 23 发射，以使超声波接收器本体 14 如上所述确定其
15 三维位置。然后使得声学点 22 的第二超声波发射器 23 发射以便超声波接收器本体 14 也确定其三维中的位置。假设声学点的两个发射器 23 之间的距离是已知的，其距离为超声波发射器 23 之一和与参考标记的点 P_i 相联系的点的末端之间的距离，那么超声波接收器本体 14 就能确定参考标记的第一点 P_i 的坐标。超声波接收器本体 14 以传统的方式使用位置查找或干涉测量法来计算坐标。
20

然后将声学点 22 放置在参考标记的第二点 P_i 上，执行如上所述的声学获取阶段，从而确定参考标记的第二点 P_i 的坐标。然后针对相对于参考标记的第三点 P_i 放置的声学点 22 的第三位置重复该操作阶段。
25

在该获取阶段的末尾，确定参考标记的点 P_i 在与超声波接收器本体 14 的点 B_1 相关联的参考框架中的三维位置。

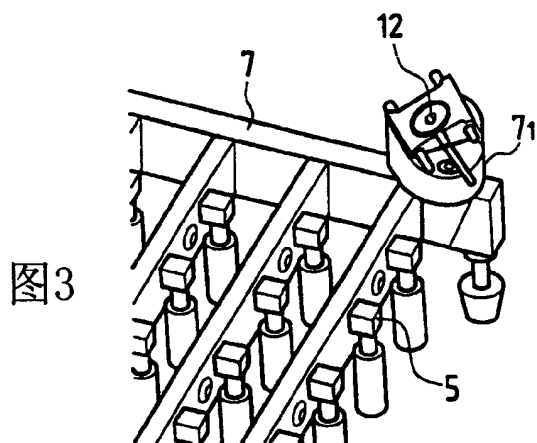
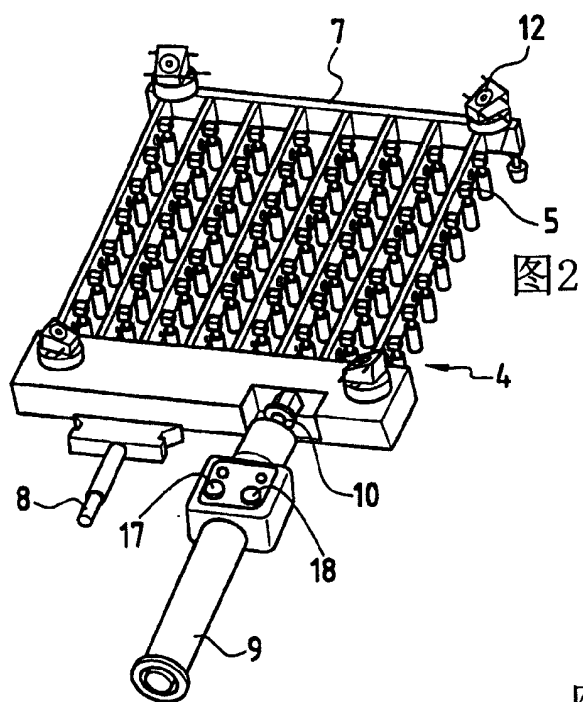
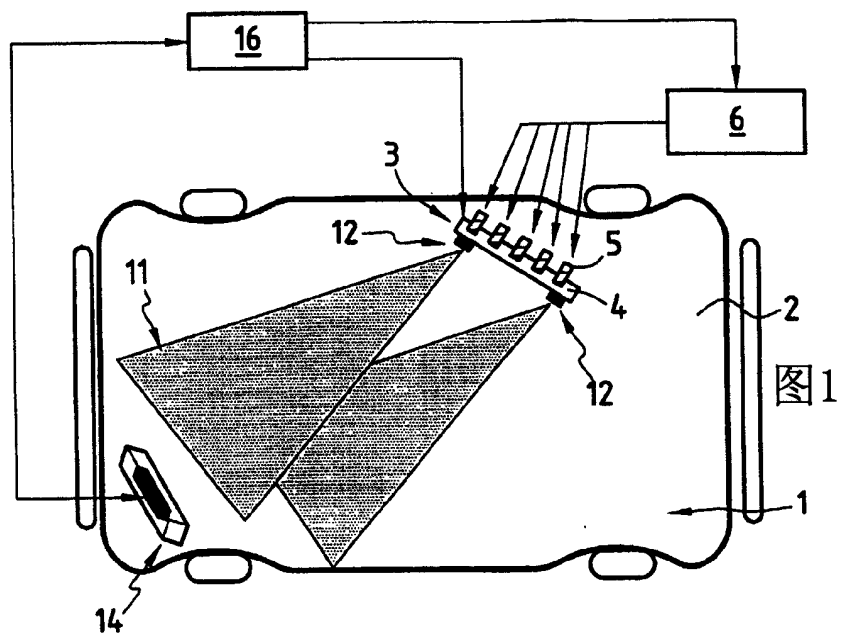
因此移动天线 4，能执行如上所述的一个或多个声学获取操作。

当需要在放置于其第一位置 B_1 的超声波接收器本体 14 的范围的声学线之外执行测量时，规定能将超声波接收器本体 14 移进如图 5 所示的第二点 B_2 。在该第二固定位置 B_2 ，将声学点 22 放置在参考标记
30

的点 P_i 上, 并且使每个超声波发射器 23 依次发射, 从而能使用超声波接收器本体 14 以上述方式确定参考标记的每个点的位置。如上所述地移动声学点 22, 从而依次开始参考标记的其它两个点 P_i , 使得每个超声波发射器 23 依次发射。因此, 超声波接收器本体 14 使得参考标记
5 的点 P_i 在与超声波接收器本体 14 的第二点 B_2 相关联的另一个参考框架中的三维位置能被确定。知道了固定的参考标记的点 P_i 在与超声波接收器本体 14 相关联的两个参考框架中的位置就能推导出用于在本体 13 的位置之间变换的矩阵。因此甚至当超声波接收器本体 14 已经移动时, 也能以单个参考框架表达麦克风 5 的坐标。自然地, 超声波接收
10 器本体 14 可以移动好几次。另外, 可以预想到, 固定的参考结构 20 包括了多个彼此以已知的距离分离开的参考标记。

本发明并不局限于所述和所示的例子, 由于另外能进行多种调整而不超出本发明的范围。

15



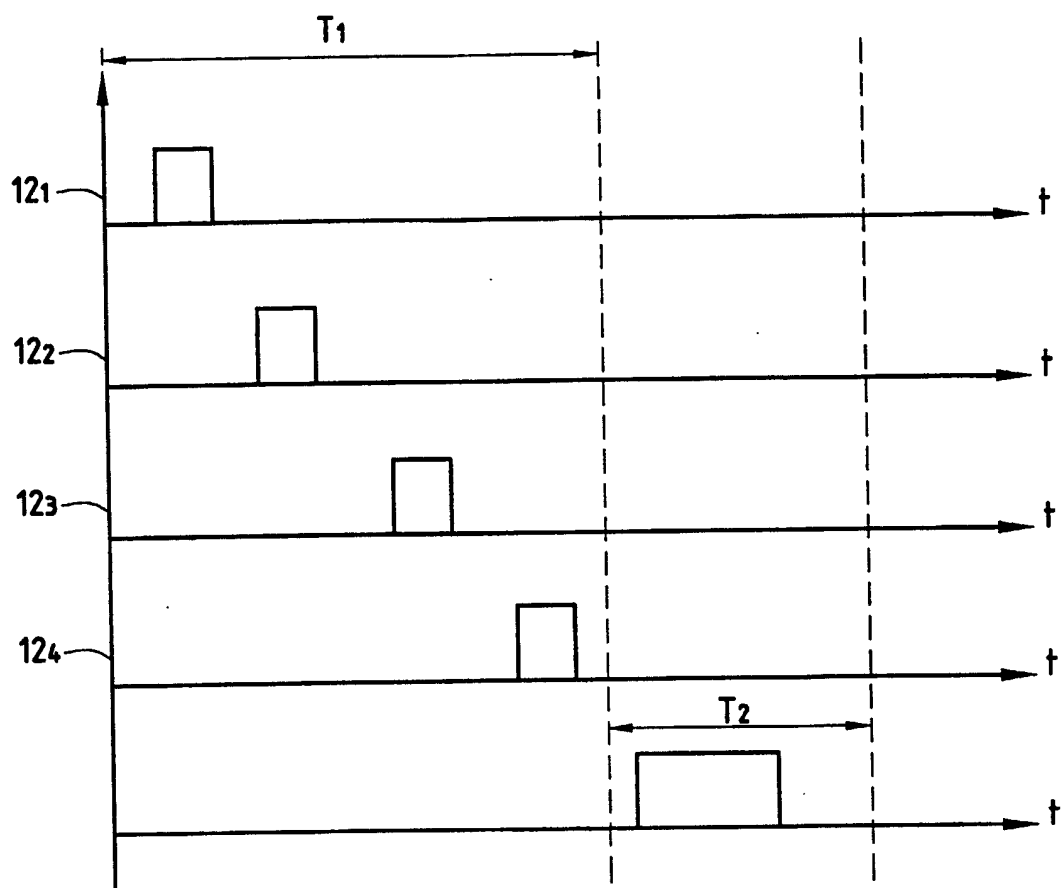


图4

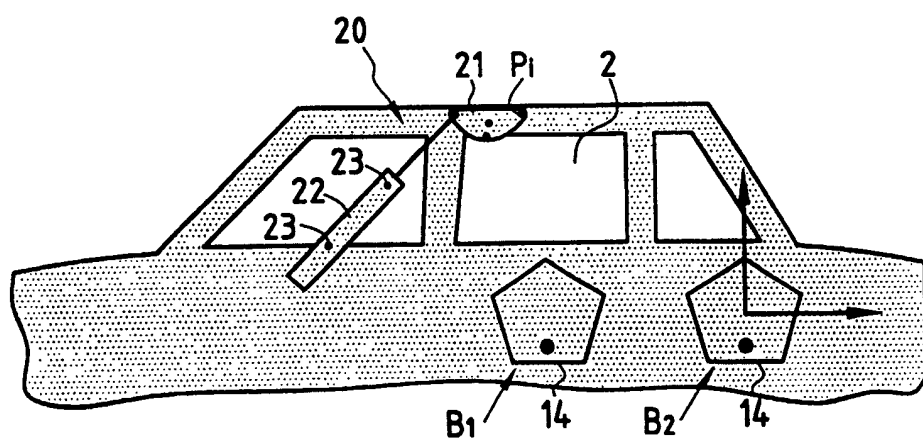


图5