

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01S 3/808 (2006.01)

H04R 23/00 (2006.01)

G10K 15/06 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580025260.3

[43] 公开日 2007年6月27日

[11] 公开号 CN 1989418A

[22] 申请日 2005.7.27

[21] 申请号 200580025260.3

[30] 优先权

[32] 2004.7.27 [33] JP [31] 219330/2004

[32] 2004.7.27 [33] JP [31] 219331/2004

[32] 2005.1.12 [33] JP [31] 005639/2005

[32] 2005.1.12 [33] JP [31] 005640/2005

[32] 2005.3.24 [33] JP [31] 086787/2005

[86] 国际申请 PCT/JP2005/014164 2005.7.27

[87] 国际公布 WO2006/011650 英 2006.2.2

[85] 进入国家阶段日期 2007.1.26

[71] 申请人 松下电工株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 山中浩 渡部祥文 本多由明

北田耕作 河田裕志 大塚伦生

泽田和男 后藤弘通

[74] 专利代理机构 北京中博世达专利商标代理有限公司

代理人 张岱

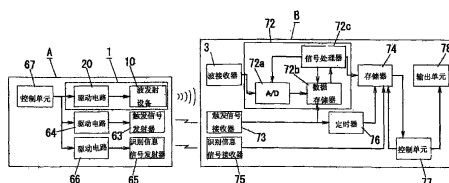
权利要求书2页 说明书21页 附图17页

[54] 发明名称

声波探测器

[57] 摘要

在探测到物体的位置及物体放置方位的声波探测器中，通过向空气施加热冲击而产生没有机械振动的声波的声波发生设备用作波发射设备，用来将声波的压力变化转换成电信号的变化了的电容传声器用作波接收设备。因此，与利用压电设备作为波发射设备和波接收设备的传统的声波探测器相比，由包含在波发射设备发射的声波中的混响分量引起的死区和由包含在由波接收设备输出的波接收信号中的混响分量引起的死区缩短，声波探测器的角分辨率提高。



1、一声波探测器，包括：

一波发射器，该波发射器具有能够发射声波的波发射设备和用于驱动该波发射设备的驱动电路；和

一波接收器，该波接收器具有直接接收由所述波发射器所发射的声波，或接收由所述波发射器所发射并经过一物体反射的声波，并将接收到的声波转换为电信号的波接收信号的波接收设备，借此，到所述波发射器或所述物体的距离和所述波发射器或所述物体所处方位二者中的至少一项能够被探测出；其中，

所述波发射设备是由一个通过对空气施加热冲击而产生声波的声波发生器构成的。

2、一声波探测器，包括：

一波发射器，该波发射器具有能够发射声波的波发射设备和驱动该波发射设备的驱动电路；和

一波接收器，该波接收器具有直接接收由所述波发射器所发射的声波，或接收由所述波发射器所发射并经过一物体反射的声波，并将接收到的声波转换为电信号的波接收信号的波接收设备，借此，到所述波发射器或所述物体的距离和所述波发射器或所述物体所处方位二者中的至少一项能够被探测出；其中，

每个波接收设备是由一个通过将声波声压的压力变化转换为电信号的变化了的电容传声器所构成。

3、一种声波探测器，包括：

一波发射器，该波发射器具有能够发射声波的波发射设备和驱动该波发射设备的驱动电路；和

一波接收器，该波接收器具有直接接收由所述波发射器所发射的声波，或接收由所述波发射器所发射并经过一物体反射的声波，并将接收到的声波转换为电信号的波接收信号的波接收设备，借此，到所述波发射器或所述物体的距离和所述波发射器或所述物体所处方位二者中的至少一项能被探测出；其中，

所述波发射设备的谐振特征因数 Q 等于或小于10。

4、一种声波探测器，包括：

一波发射器，该波发射器具有能够发射声波的波发射设备和驱动该波发射设备的驱动

电路；和

一波接收器，该波接收器具有直接接收由所述波发射器所发射的声波，或接收由所述波发射器所发射并经过一物体反射的声波，并将接收到的声波转换为电信号的波接收信号的波接收设备，借此，到所述波发射器或所述物体的距离和所述波发射器或所述物体所处方位二者中的至少一项能被探测出；其中，

每个波接收设备的谐振特征因数 Q 等于或小于10。

5、根据权利要求1至4中任一项权利要求所述的声波探测器，其中，

所述声波产生设备，包括一薄膜热导体，并且通过对该热导体施加能量，相对应地该加热导体的温度变化，热冲击作用于空气，产生声波。

6、根据权利要求5所述的声波探测器，其中，

所述声波产生设备包括：一基板；一形成在该基板的至少一个表面上、用作热导体的热导体层；一设置在该基板和该热导体层之间的热量绝热层。

7、根据权利要求1至4中任一项权利要求所述的声波探测器，其中，

所述声波产生设备，有一对在空气中彼此相对的电极，通过在该对电极之间施加一预定电压，在该对电极之间产生火花放电，热冲击作用于空气而产生声波。

8、根据权利要求1至4中任一项权利要求所述的声波探测器，其中，

所述波接收器，包括多个布置在同一平面上的波接收设备，并且具有一功能，用于根据从该些波接收设备所输出的波接收信号的相位差和该些波接收设备的布置，探测到达所述波接收器的声波所来自的方位。

声波探测器

技术领域

本发明涉及一种利用声波来探测到某物体的距离和/或该物体放置方位的声波探测器。

背景技术

就这一类的声波探测器来说，例如，日本特开平 2002-156451 号公报中揭示了一种反射波规则的声波探测器。在反射波规则的声波探测器中，压缩波，例如超声波，间歇性地由具有波发射设备的波发射器发射到媒介，由物体反射的反射波由具有波接收设备的波接收器接收。到物体的距离和该物体的放置方位，可根据压缩波的发射和反射波的接收之间的时间差为基础而探测出。

例如，另外，日本特开平 2003-279640 号公报中揭示了一种直接波规则的声波探测器。在直接波规则的声波探测器中，压缩波间歇性地由具有波发射设备的波发射器发射到媒介，并且到波发射器的距离以及波发射器的放置方位可根据压缩波的发射和波接收器接收压缩波之间的时差为基础而探测出。

就声波探测器的应用来说，超声波水准仪、车辆内部的后退声波定位仪等等都是在空气中传播超声波的例子。另外，水下声波定位仪、鱼群探测器等等都可以作为在水下传播超声波的例子。此外，超声波瑕疵探测器，超声波 CT 等等都是在物质中传播超声波的例子。

在上述的声波探测器中，波接收器具有多个波接收设备，并且该接收设备放置在用来接收由波发射器发射的声波的同一个平面上。当波接收设备的排列，与物体放置方位相对应的声波的到来方向行成了一个的特定的角度（除了直角和平行的情况），当波接收设备由于波接收设备排列的间隔和预设的角度而分别接收声波时，就产生了时差。因此，就有可能通过探测当相邻的两个波接收设备接收声波时，输出的两个信号之间的相位差来探测声波的到来方向，也就是物体的放置方位。

在传统的声波探测器中，压电设备被广泛用作在空气中发射声波的波发射设备以及用来将接收到的声波信号转换成电信号的波接收信号的波接收设备。在使用压电设备作为波发射设备和波接收设备的声波探测器中，由波发射设备发射的声波的频率通常设置为接近波发射设备和波接收设备的谐振频率的值，目的是增强被发射的声波的声压以及每个接收设备感受声波的灵敏度。

可是，在使用压电设备作为波发射设备的声波探测器中，由于波发射设备的谐振而产生

的混响分量包含在了由波发射设备发射的声波中。此外，由于波接收设备的谐振而产生的混响分量包含在由使用压电设备作为波接收设备的声波探测器中的每个波接收设备输出的波接收信号中。在使用压电设备作为波发射设备和波接收设备的声波探测器中，包含了由于两设备的谐振而产生的混响分量。

压电设备的谐振特征因数 Q （机械品质因数 Q_m ）通常大于 100。因此，当间歇性地驱动压电设备的波发射设备时，通过波发射设备而产生的声波就成为了如图 20 所示的振动波。谐振特征因数 Q 的值越大，振动波的振幅达到最大值所需的周期 T_1 就越长，收敛混响振动所需的时间周期 T_2 （混响周期）就越长。

因此，例如，在用于探测到一个物体的距离的声波探测器中，很难探测某一物体相对于位于距波接收设备一预定距离以内的物体之间的距离。因此，用符号“ t ”（ $^{\circ}\text{C}$ ）代表温度，声波的声速“ c ”（ m/s ）可以通过公式 $c=331.5+0.6t$ 计算。例如，假设温度为 14 摄氏度时，声速为 340（ m/s ）。这样，声波每 1 ms 只前进 34cm。当假设由波发射设备发射的声波的振动波形的混响周期 T_2 为 2ms，那么就很难测量出到距离波发射设备 34cm 内的物体的距离。

如上所述，在使用压电设备作为波发射设备的声波探测器中，由于由包含在从波发射器发射的声波中的混响分量而引起的死区比较长，那么到相对靠近波接收器的物体的距离就不能被探测到。

此外，假设两个物体放置在距离使用压电设备作为波发射设备和波接收设备的声波探测器相对较近的位置上。由其中一个物体反射的反射波可能会到达声波探测器的波接收设备而由另外一个物体反射的反射波被波接收设备接收。这样，就很难由波接收设备输出的波接收信号为基础来区分来自两个物体的反射波。

换句话说，使用压电设备作为波发射设备和波接收设备的声波探测器具有较长的由包含在从波发射器发射的声波中的混响分量和由包含在波接收设备输出的波接收信号中的混响分量引起的死区。因此，即使物体的距离和/或方位是在能被声波探测器探测到区域内，当从声波探测器到各个物体之间的距离差异很小的话，到物体的距离也不能探测到。因此，迫切希望能够增强声波探测器的角分辨率。此外，声波探测器中使用的波发射设备和波接收设备具有此特征，即当角分辨率变低的时候，谐振特征因数 Q 的值变大。

此外，能够利用上述的声波探测器来构造一个位置探测系统来探测每个想要被探测的物体的位置信息。例如，根据上述的日本特开平 2003—279640 号公报所述的位置探测系统包括，

分别设置于多个移动物体上的超声波发射器，至少三个分别设置于建筑物天花板上预定区域的超声波接收器，和根据从超声波发射器发射的超声波到超声波接收器接收超声波之间的周期，获取移动物体位置信息的处理器。

在这样的位置探测系统中，超声波接收器一个挨一个的被放置在建筑物的天花板上的每个预定区域内，因此就有必要在至少三个地方安装超声波接收器来获取处理器中被探测的物体（移动物体）的位置信息。此外，物体的位置信息能够在三个超声波接收器重叠的感受范围内得到，因此，超声波接收器的部署很困难。

发明内容

本发明的目的在于提供一种与利用压电设备作为波发射设备和波接收设备的声波探测器相比，由包含在由波发射设备发射的声波中的混响分量引起的死区和由包含在由波接收设备输出的波接收信号中的混响分量引起的死区中的至少一个能缩短，声波的角分辨率提高的声波探测器。

根据本发明的一方面的声波探测器，包括：一波发射器，该波发射器具有能够发射声波的波发射设备和用于驱动该波发射设备的驱动电路；和一波接收器，该波接收器具有直接接收由所述波发射器所发射的声波，或接收由所述波发射器所发射并经过一物体反射的声波，并将接收到的声波转换为电信号的波接收信号的波接收设备，借此，到所述波发射器或所述物体的距离和所述波发射器或所述物体所处方位二者中的至少一项能够被探测出。所述波发射设备是由一个通过对空气施加热冲击而产生声波的声波发生器构成的。

这样，当通过向空气施加热冲击而产生声波的声波发生器用作波发生设备时，在波发生设备中很少产生机械振动。因此，波发射设备的谐振特征因数 Q 就远远小于压电设备的谐振特征因数 Q 。因此，与利用压电设备作为波发射设备和波接收设备的传统声波探测器相比，由包含在由波发射设备发射的声波中的混响分量引起的死区缩短，角分辨率提高。

根据本发明另一方面的声波探测器，包括：一波发射器，该波发射器具有能够发射声波的波发射设备和驱动该波发射设备的驱动电路；和一波接收器，该波接收器具有直接接收由所述波发射器所发射的声波，或接收由所述波发射器所发射并经过一物体反射的声波，并将接收到的声波转换为电信号的波接收信号的波接收设备，借此，到所述波发射器或所述物体的距离和所述波发射器或所述物体所处方位二者中的至少一项能够被探测出。每个波接收设备是由一个通过将声波声压的压力变化转换为电信号的变化了的电容传声器所构成。

这样，当电容传声器用作波接收设备时，每个波接收设备的谐振特征因数 Q 小于压电设备的谐振特征数 Q 。因此，与利用压电设备作为波发射设备和波接收设备的传统声波探测器相比，由包含在由每个波接收设备输出的声波中的混响分量引起的死区缩短，角分辨率提高。

此外，当通过将向空气施加热冲击而产生声波的声波发生器用作波发生设备，电容传声器用作波接收设备时，波发射设备和波接收设备的谐振特征因数 Q 小于压电设备的谐振特征因数 Q 。因此，与利用压电设备作为波发射设备和波接收设备的传统声波探测器相比，由包含在由波发射设备发射的声波中的混响分量引起的死区和由包含在由波接收设备输出的波接收信号中的混响分量引起的死区缩短，声波的角分辨率提高。

附图说明

图 1 是根据本发明的第一实施例的声波探测器的结构框图；

图 2 是显示上述声波探测器能够探测到的物体放置方位的原理图；

图 3A 是显示当两个物体放置在声波探测器能探测到的区域时，从每个物体到波接收器的声波的到来情况的示意图；

图 3B 是显示与物体放置方位相对应的波接收设备的延迟时间组合的概念图；

图 3C 是显示延迟了图 3B 中的延迟时间的波接收设备输出的波接收信号组的波形图；

图 3D 是图 3C 的波接收信号组的叠加输出波形的波形图；

图 3E 是显示与物体放置方位相对应的波接收设备的另一延迟时间组合的概念图；

图 3F 是显示延迟了图 3E 中的延迟时间的波接收设备输出的波接收信号组的波形图；

图 3G 是图 3F 中的波接收信号组的叠加结果的输出波形的波形图；

图 4 是上述声波探测器中的波发射设备结构的剖视图；

图 5A 是显示输入到图 4 所示的波发射设备的驱动输入信号的一个例子的波形图；

图 5B 是当图 5A 所示的驱动输入波形输入到波发射设备时，由波发射设备输出的声波波形曲线图；

图 6 是在本发明的第一实施例中，用来驱动波发射设备的驱动电路构成的示例电路图；

图 7A 是第一实施例中，波接收设备结构的部分断面透视图；

图 7B 是图 7A 所示的波接收设备的剖视图；

图 8 是声波探测器的谐振特征因数 Q 和角分辨率的关系示意图；

图 9 是根据本发明的第二实施例的声波探测器中波发射设备和驱动电路结构的电路图；

图 10A 是根据本发明的第四实施例的位置探测系统的结构示意图；

图 10B 是应用在上述位置探测系统中的波接收设备的结构透视图；

图 11 是应用在上述位置探测系统中波发射单元和波接收单元结构框图；

图 12 是显示可通过应用在上述位置探测系统中的声波探测器能够探测到的物体放置方位的原理图；

图 13A 至图 13C 分别显示当驱动电压施加到波发射设备时，图 12 中的波接收设备输出的波接收信号的波形图；

图 14 是在第四实施例中的位置探测系统中，声波从两个方位到达波接收设备的情况示意图；

图 15A 到图 15C 是由图 14 中的波接收设备输出波接收信号的波形示意图；

图 16A 至图 16C 是触发信号 ST 和波接收设备接收到触发信号后最先输出的波接收信号的关系的波形示意图；

图 17 是在第四实施例中的位置探测系统中建筑物内的地板上有台阶的另一情况示意图；

图 18A 到图 18D 显示了分别组成识别信息信号的示意图，该识别信息信号由用作每个移动物体的不同的识别信息的脉冲序列组成；

图 19A 至图 19C 是当一移动物体放置在波接收器使用光或电波作为识别信号来探测声波的区域时，分别显示由识别信息接收器输出的识别信号和由波接收设备输出的波接收信号之间关系的波形图；

图 20 是当间歇性地驱动压电设备时，由压电设备产生的声波的振动波形的波形图。

具体实施方式

第一实施例

下面结合附图描述根据本发明的第一实施例的声波探测器。为了辨别物体的三维位置，第一实施例涉及一种同时探测到物体的距离和放置方位的声波探测器。

如图 1 所示，第一实施例的声波探测器包括：用来在空气中间歇性地发射声波（压缩波）的波发射器 1、接收由物体 2 反射的反射波的波接收器 3 以及处理波接收器 3 的输出信号的信号处理电路 5。声波探测器根据声波发射器 1 发射声波的时间到由物体 2 反射的反射波被波接收器 3 接收的时间之间的周期，探测到物体 2 的距离以及物体 2 的放置方位。

波发射器 1 包括：能够发射（输出）声波的波发射设备 10，用来驱动波发射设备 10 间歇

性地发射声波的驱动电路 20。驱动电路 20 具有一个用来控制由波发射设备 10 间歇性地发射声波时间的定时控制器。

波接收器 3 具有多个用来接收由波发射设备 10 发射的和由物体 2 反射的声波的波接收设备 30，并且每个波接收设备用来将接收到的声波信号转换成电信号的波接收信号。在第一实施例的声波探测器中，多个（例如，10 个）波接收设备 30 放置在单一电路板的相同平面上，以致不仅能测量到物体 2 的距离，而且能测量物体 2 的放置方位。特别地，五个波接收设备 30 按照预定的间隔放置在与电路板的一边平行的方向上，另外五个波接收设备 30 在与上述边的垂直方向上以预定的间隔放置。

为了简化描述，在图 2 中只显示了放置在其中一个方向上的 5 个波接收设备 30。假设声波从与波接收设备 30 排列的平面的垂线成 θ 角的方位到达波接收设备 30 排列的平面上（换句话说，物体 2 放置在与波接收器 3 具有方位角 θ 的方向上，并且声波的波前方位角度为 θ ）。因此，声速用符号“c”代表，当声波到达波接收设备 30B 时，要到达波接收设备 30A 的声波波前与相邻的波接收设备 30B 的中央之间的距离（延迟距离）用符号“d”代表，相邻的波接收设备 30A 和 30B 中间之间的距离（上述特定间隔）用符号“L”代表。声波波前到达波接收设备 30A 的时差 Δt 通过公式 $\Delta t = d/c = L \cdot \sin \theta / c$ 来计算。因此，如果声波的波前到达相邻的两个波接收设备的时差 Δt 可测量，那么物体 2 放置的方位角 θ 可经处理程序得到。此外，将上述预定的间隔 L 设置为由波发射设备 10 发射的声波波长的一半是理想的。

信号处理电路 5 包括：具有多个放大器 51a 的信号放大单元 51，并且每个放大器 51a 用来放大由每个波接收设备 30 输出的波接收信号；用来将由每个放大器 51a 放大的模拟接收信号转换成数字波接收信号并输出数字波接收信号的 A/D 转换器 52；用来存储由 A/D 转换器 52 输出结果的存储器 53，处理单元 54，其中处理单元 54 包括利用存储在存储器 53 中的波接收信号数据进行到物体 2 的距离以及物体 2 的放置方位的计算的微处理器。尽管波接收信号始终处于由每个波接收设备 30 输出的状态，在经过一个预定的接收周期后，只有当处理单元 54 接收到了与控制信号一起输出的定时信号后，该控制信号用来控制来自于波发射器 1 的驱动电路 20 的定时控制器的声波发射定时，信号处理单元 54 令 A/D 转换器 52 工作。因此，可能由物体 2 反射的声波能够提取出来并探测到。

处理单元 54 具有计算到物体 2 的距离的距离计算功能和探测物体放置方位的方位探测功能。距离计算功能根据信号处理单元 54 接收上述定时信号的时间（即声波发射设备 10 发

射声波的定时)到数字波接收信号存储到存储器 53 的时间(即当信号处理电路 5 的延迟时间可以忽略时,波接收设备 30 接收声波的时间)之间的时差(换句话说,从波发射器 1 发射声波的时间到波接收器 3 接收被物体 2 反射的声波的时间之间的周期)来计算到物体 2 的距离。方位探测功能通过利用存储在存储器 53 中的波接收设备 30 的波接收信号来探测物体的放置方位(即,被物体 2 反射的声波所来自的方向)。处理单元 54 以由波接收设备 30 输出的波接收信号与波接收设备 30 的排列之间的相位差为基础来探测声波到达波接收器 3 的方位。处理单元 54 的距离计算功能和方位探测功能可通过在微处理器中执行适当的程序实现。

当假设第一实施例中的声波探测器可能测量的最大距离,例如,5 米,声波可以在空气中最多前进 10 米。当由波发射设备 10 发射的声波到达物体 2,被物体 2 反射,到达波接收器 3 时,声波将由于诸如发散损失(范围削弱),吸收损失,反射损失或类似的损失等传播损耗而削弱。因而,由每个波接收设备 30 输出的波接收信号成为 100 到 800 μV 范围的小电压。每个放大器 51a 的放大增益(电压增益)设置为 40 到 60dB,因此可以阻止 S/N 的缩减。此外,空气中在 10 米的距离内传播声波的所需周期为 30ms 的范围,因此上述波接收周期应该设成 30ms 范围。

在波接收期间,来自每个波接收设备 30 的波接收信号存储在存储器 53 中。特别地,由[波接收设备 30 的数量] \times [由每个波接收设备 30 输出的波接收数据的数量]代表的数量都存储在存储器 53 中。例如,假设波接收设备的数量是 10,波接收周期是 30ms,A/D 转换器 52 的采样周期是 1 μs (采样频率为 1MHz)并且,每个数据是 16 位的。存储器 53 需要的存储容量为:(10) \times {(30 \times 10 $-$ 3)/(1 \times 10 $-$ 6) \times 16}=4,800,000bits=600Kbytes。因此,优选地使用容量大于 600Kbytes 的 SRAM 作为存储器 53。

在探测物体 2 的放置方位的情况下,处理单元 54 具有通过一延迟时间来延迟存储在存储器 53 中的每个波接收设备 30 的波接收信号的延迟功能,该延迟时间与排列形式(排列中波接收设备的位置)有关,分组延迟的波接收信号以及输出延迟的波接收信号。处理单元 54 还具有叠加延迟的波接收信号组的叠加功能,以及,比较叠加的输出波形的峰值与预设临界值,当峰值大于临界值时,将与延迟时间组合相对应的方位判断为物体 2 的放置方位(声波的到来方向)的判断功能。

接下来,描述当两个物体放置在声波探测器可探测的区域(目标区域)以及声波在两个方位到达每个波接收设备 30 时,物体放置方位的探测。如图 3A 所示,假设两个物体 21 和

22 放置在声波探测器可探测的区域（目标区域）。但是图 3A 中，为了简化描述，只显示了放置在同一平面的一条线上的 4 个波接收设备 30。

图 3B 显示了与物体 22 的放置方位相对应的波接收设备 30 的延迟时间组合以及与波接收设备 30 的每个延迟时间的总体长度相对应的每个矩形横边的总体长度的实例。图 3C 是显示延迟了图 3B 中的延迟时间的波接收设备 30 输出的波接收信号组。由于被物体 21 反射的声波和被物体 22 反射的声波到达每个波接收设备 30，因此两个波接收信号分别从每个波接收设备 30 输出。由于上述延迟时间，从波接收设备 30 输出的左侧的波接收信号之间就没有实质的相位差存在。这是由被物体 22 反射的声波引起的波接收信号。另外，由波接收设备 30 输出的右侧的波接收信号的相位差由于延迟时间而扩大。这些是由被物体 21 反射的声波引起的波接收信号。图 3D 是图 3C 的波接收信号组的叠加输出波形的波形图。这样，通过叠加波接收信号组，由物体 22 反射的声波所引起并具有的较小相位差的波接收信号的振幅被扩大，因此，就有可能区分这些波接收设备与被物体 21 反射的声波而引起的波接收设备。

相似的，图 3E 显示了与物体 2 的放置位置相对应的每个波接收设备 30 的延迟时间组合以及与波接收设备 30 的每个延迟时间的总体长度相对应的每个矩形横边的总体长度的实例。图 3F 是显示延迟了图 3E 中的延迟时间的波接收设备 30 输出的波接收信号组。由于上述延迟时间，从波接收设备 30 输出的右侧的波接收信号之间就没有实质的相位差存在。这些是由被物体 21 反射的声波引起的波接收信号。另外，由波接收设备 30 输出的左侧的波接收信号的相位差由于延迟时间而扩大。这是由被物体 22 反射的声波引起的波接收信号。图 3G 是图 3F 的波接收信号组的叠加输出波形的波形图。这样，通过叠加波接收信号组，由物体 22 反射的声波所引起并具有的较小相位差的波接收信号的振幅被扩大，因此，就有可能区分这些波接收设备与被物体 22 反射的声波而引起的波接收设备。

如上所述，通过对与物体放置方位相对应的波接收设备 30 的输出设置不同的延迟时间，即使是多个物体放置在声波探测器可探测到的区域（目标区域）时，也有可能区分由每个物体反射的声波的波接收信号。因此，物体的放置方位就可探测到。

因此，当包含在由波发射设备 10 发射的声波中的混响时间与传统的声波探测器的压电设备的波发射设备发射的声波一样长时，波接收信号组的叠加波形的发生周期（图 3D 左侧的波形和图 3G 右侧的波形）就会变长。因此，物体 21 和物体 22 之间的区分可能变得困难。

在第一实施例中，通过将热冲击施加于空气而产生声波的热感应声波发生器，作为用作

声源用的波发射设备 10。如以后所述，由于热感应声波发生器通过将金属薄膜的温度变化转换为作为媒介的空气的膨胀和收缩来产生声波，因此它本身中很少产生机械振动。因而，热感应声波发生器的谐振特征因数 Q 比压电设备的因数 Q 小的多。因此，具有较短混响时间的声波可以通过热感应声波发生器发射。此外，具有比压电设备的谐振特征因数 Q 较小的谐振特征因数 Q 以及具有包含在波接收信号中的较短混响分量的电容传声器用作波接收设备 30。

如图 4 所示，波发射设备 10 为一个包含在声波发生器中的热感应声波发生器，该热感应声波发生器包括单晶 P 型硅板制成的基板 11，由形成于基板 11 的表面（图 4 的上表面）的多孔硅层制成的热量绝缘层（热绝缘层）12，由金属薄膜制成并形成于热量绝缘层 12 上的热传导层 13，电连接到热传导层 13 的一对焊脚 14 等等。基板 11 的平面形状是一个矩形，热量绝缘层 12 的平面形状和热传导层 13 的平面形状同样也是矩形。此外，热传导层 13 应该形成在基板 11 的至少一个表面上。

如上结构的波发射设备 10，当在热传导层 13 两侧的焊脚 14 之间通以电流时，热传导层 13 上会产生突然的温度变化，以致与热传导层 13 接触的空气产生突然的温度变化（热冲击）。换句话说，热冲击作用于与热传导层 13 相接触的空气。与热传导层 13 接触的空气当热传导层 13 的温度升高时膨胀，当热传导层 13 的温度降低时收缩。因此，在空气中传播的声波可以通过适当的控制热传导层 13 的通电来产生。

如上所述，组成波发射设备 10 的热感应声波发生器通过将通电对应的热传导层 13 上的突然的温度变化转换成媒介（空气）的膨胀和收缩来产生在空气中传播的声波。在第一实施例中，热传导层 13 用作热导体，但是热感应声波发生器应该具有至少一个薄板形状的热导体。例如，铝制薄板可以用作热导体。

例如，P 型硅板用作基板 11，热绝缘层 12 在波发射设备 10 中由具有 60%—70% 的多孔硅层形成。作为热绝缘层 12 用的多孔硅层，通过在由氟化氢水解液和乙醇的混合物组成的电解液中对用作基板 11 的硅板的一部分进行阳极化处理而形成。

由阳极化处理而形成的多孔硅层包含很多毫微米的结晶粒度的微晶硅（毫晶硅）。此外，多孔性增加的时，多孔硅层的热传导率和热容量将变小。因此，通过使热绝缘层 12 的热传导率和热容量小于基板 11 的热传导率和热容量，以及使热绝缘层 12 的产物的热容量小于基板 11 的热容量，可有效的向空气传送热传导层 13 的温度变化。

如果在热传导层 13 和空气之间能够产生有效的热交换，以及开始，基板 11 可以有效的

接收来自热绝缘层 12 的热量，因此，来自热绝缘层 12 的热量可有效地被传播出去，那么就有可能阻止来自热传导层 13 的热量积聚到热绝缘层 12。众所周知，通过对具有 $148\text{W}/(\text{m}\cdot\text{k})$ 热传导率以及 $1.63\times 10^6\text{J}/(\text{m}^3\cdot\text{k})$ 热容量的单晶硅板的阳极化处理而形成的具有 60% 的多孔性的多孔硅层，具有 $1\text{W}/(\text{m}\cdot\text{k})$ 的热传导率以及 $0.7\times 10^6\text{J}/(\text{m}^3\cdot\text{k})$ 热容量。在第一实施例中，热绝缘层 12 由具有 70% 多孔性， $0.12\text{W}/(\text{m}\cdot\text{k})$ 的热传导率以及 $0.5\times 10^6\text{J}/(\text{m}^3\cdot\text{k})$ 热容量的多孔硅层而形成。

就热传导层 13 的材料来说，能够使用如钨、钽、钼、铌、铝或其他高熔点的金属。此外，就基板 11 的材料来说，能够采用通过阳极化处理而制成的多孔渗水的半导体材料，如 Si, Ge, SiC, GaP, GaAs, InP 等。

对于波发射设备 10，基板的厚度为 $300-700\ \mu\text{m}$ ，热绝缘层 12 的厚度为 $1-10\ \mu\text{m}$ ，热传导层 13 的厚度为 $20-100\text{nm}$ ，焊脚 14 的厚度为 $0.5\ \mu\text{m}$ 。此外，热传导层 13 设置成具有一个 12mm 的宽边，一个 10mm 的窄边。此外，这些尺寸只是例子，并不仅限于此。

在波发射设备 10 中，热传导层 13 通过经过焊脚 14 的能量加热，声波通过热传导层 13 的温度变化而产生。当施加到热传导层 13 的驱动输入波（驱动电压波形或驱动电流波形），例如具有频率 f_1 的正弦波形成后，产生于热传导层 13 中的温度晶振频率的 f_2 理想的将是驱动输入波频率 f_1 的两倍。因此，就有可能由波发射设备 10 产生一个具有驱动输入波频率 f_1 两倍的频率的声波。换句话说，由于波发射设备 10 具有平滑的频率特性，就有可能通过改变驱动输入波形的频率 f_1 来广泛的变化产生的声波的频率。

此外，当单个具有半周期的正弦波在焊脚之间用作驱动输入信号时，大约一周期的具有较少混响的声波可产生于波发射设备 10。可选的，例如，当具有如图 5A 所示的高斯波形的电压波作为驱动输入波形施加到焊脚 14 之间时，如图 5B 所示的具有高斯波形的声波可以从波发射设备 10 产生。为了产生具有大约一周期的声波，将要产生的具有一周期的声波被设置成具有 $50-70\text{kHz}$ 频率的超声波。此外，这些数字不限于此。此外，为了产生一个具有高斯波形的声波，将要产生声波的周期设置成具有 $50-70\ \text{kHz}$ 频率的声波的一个周期。

为了从波发射设备 10 产生具有如图 5B 所示的高斯波形的声波，例如，图 6 中所示的电路用来作为驱动电路 20。驱动电路 20 配置有直流电源 E，通过开关 SW 连接在直流电源两端的电容，连接在电容 C 两端的半导体闸流管 Th，以及一电感 L，电阻 R1 和保护电阻 R2 的串联电路。波发射设备 10 连接在保护电阻 R2 的两端。驱动电路 20 还具有一个控制由波发射设

备 10 发射的声波的定时的定时控制器（图中未示出），因此，不仅开关的闭合/断开而且施加到半导体闸流管 Th 的定时控制信号都可通过定时控制器控制。

在如图 6 所示的驱动电路 20 的结构中，当开关 SW 处于闭合的状态时，电荷从直流电源 E 积聚到电容 C，因此电容 C 被充电。由于定时控制器探测电容 C 两端的电压，当电容 C 两端的电压超过预定临界值时，定时控制器断开开关并向半导体闸流管 Th 的一个门施加控制信号。当半导体闸流管 Th 应用了由定时控制器输出的控制信号时，半导体闸流管 Th 导通，电压是加到波发射设备 10 的焊脚 14 的两端。然后，与热导体的温度变化相对应的声波产生。通过设定合适的电感 L 的电感值，以及电阻 R1 的电阻值，具有如图 5A 所示的具有高斯波形的驱动电压波形可施加到波发射设备 10 的焊脚 14 两端。

接下来，描述组成波接收设备 30 的电容传声器。该电容传声器是应用微加工技术做成的。举例来说，如图 7A 和图 7B 所示，该电容传声器包括一长方形框架 31 和设置在该长方形框架 31 的一表面上的悬臂压力接收部分 32。该框架 31 是通过在一块硅基片上沿厚度方位开设一穿透该硅基片的开口 31a 而形成。该压力接收部分 32 形成于跨在所述框架 31 相互对立的两边上。

在所述框架 31 的表面上覆盖有热氧化薄膜 35，在该热氧化薄膜 35 上覆盖着氧化硅薄膜 36，在该氧化硅薄膜 36 上覆盖着氮化硅薄膜 37。该压力接收部分 32 的固定端经由所述氮化硅薄膜 37 支撑在所述框架 31 上，该压力接收部分 32 的自由端正对着该氮化硅薄膜 37，且在该压力接收部分 32 的自由端与该氮化硅薄膜 37 之间，沿上述硅基片厚度方向有一间距。

由金属薄膜，比如铬薄膜，制成的固定电极 33a，形成在所述氮化硅薄膜 37 上正对所述压力接收部分 32 自由端的部分。而且，由金属薄膜，比如铬薄膜，制成的可动电极 33b，形成在所述压力接收部分 32 的背向所述氮化硅薄膜 37 的表面上。

另外，一氮化硅薄膜 38 形成在所述框架 31 的另一表面。所述压力接收部分 32 由一氮化硅薄膜构成，该氮化硅薄膜的制作工序不同于上述氮化硅薄膜 37 和 38 的。

在图 7 中示出的电容传声器的波接收设备 30 中，通过利用所述固定电极 33a 和所述可动电极 33b 作为电极而形成一电容器。当所述压力接收部分 32 接收声波的压力时，该压力接收部分 32 移动，因此，在所述固定电极 33a 和所述可动电极 33b 之间的距离发生变化，并且在所述固定电极 33a 和所述可动电极 33b 之间的电容量也发生变化。当在所述固定电极 33a 和所述可动电极 33b 上的焊脚（图中未示出）之间施加一直流偏置电压时，与由声波所引的声压相一致，在

所述焊脚之间的电压会发生细微的变化，因此，声波能被转换为电信号。

用作波接收设备的电容传声器，不局限于图7A和7B所表示的结构。可以通过利用微加工技术处理一硅基片，形成一个接收声波的振动膜、一个与该振动膜相对立且具有许多排气孔的固定板，和一个在所述振动膜没有收到声波的时候用于限定所述振动膜与固定板之间间距的定距片。一可动电极设置在所述振动膜上，一固定电极设置在所述固定板上。

同时，图4所示的热感应声波发生器的谐振特征因数 Q 大约为1，图7A与7B所示电容传声器的谐振特征因数 Q 处于3到4之间。这两个品质因数远小于压电设备的品质因数。因此，在第一实施例中，当所述热感应声波发生器用作所述波发射设备10并且所述电容传声器用作所述波接收设备30时，与利用压电设备作为波发射设备和波接收设备的传统的声波探测器相比，能够大大地增加声波探测器的角分辨率。图8表示了该装置的谐振特征因数 Q 和角分辨率之间的关系。从图8中可看出，利用热感应声波发生器的波发射设备10的角分辨率大约为5度，利用所述电容传声器的波接收设备30的角分辨率处于9度到10度之间。

没有必要将作为波接收设备30的电容传声器与作为波发射设备10的热感应声波发生器同时使用。即使仅把热感应声波发生器用作波发射设备10，并像传统的声波探测器那样把压电设备用作波接收设备30时，或仅把电容传声器用作波接收设备30，并像传统的声波探测器那样把压电设备用作波发射设备10，与使用压电设备作为波发射设备和波接收设备的传统声波探测器相比，也能增加所述声波探测器的角分辨率。

如上所述，在第一个具体实施例中的所述声波探测器，使用一通过对空气施加热冲击而产生声波的声波发生设备作为波发射设备10，使得该波发射设备10的谐振特征因数 Q 大大小于所述压电设备的谐振特征因数 Q 。这样，与像传统的声波探测器那样利用压电设备当作波发射设备的情况相比，包含在从所述波发射设备10发射的声波中的混响时间能够被缩短。换句话说，与传统的混响分量的期间相比，发生在波发射设备10所发射的声波中的混响分量的期间能够被缩短。

此外，把将声波的声压转换为电容的变化的电容传声器用作波接收设备30，使得各波接收设备30的谐振特征因数 Q 大大小于所述压电设备的谐振特征因数 Q 。这样，与像传统的声波探测器那样利用压电设备作为波接收设备的情况相比，包含在从各波接收设备30输出的波接收信号中的混响时间能够缩短。换句话说，与传统的情况相比，包含在从各波接收设备30输出的波接收信号中的混响分量所发生的期间能够缩短。

因此，根据第一个具体实施例中所述的声波探测器，与使用压电设备作为波发射设备和波接收设备并能探测出到一物体的距离和该物体所处方位的传统声波探测器相比，不仅能够缩短由包含在所述波发射设备10所发射的声波中的混响分量所引起的死区和由包含在所述波接收设备30输出的波接收信号中的混响分量所引起死区，而且能够提高所述声波探测器的角分辨率。

当所述波发射设备10和所述波接收设备30的谐振特性的品质因数等于或小于10时，所述声波探测器能够提供足够的性能。当它们的谐振特征因数Q等于或小于5时，是较好的。尽管在第一具体实施例中所述的声波探测器的配置既能探测出到物体2的距离也能探测出物体2所处的方位，但是，可以配置该声波探测器用于仅仅探测出到物体2的距离，或者仅仅探测物体2所处的方位。

第二实施例

接下来，参考附图描述的一声波探测器与本发明的第二实施例相一致。第二实施例涉及的声波探测器，既能探测出到一物体的距离又能探测出该物体所处方位，以便判明该物体的三维位置。第二实施例的声波探测器的基本结构与第一实施例的所述声波探测器的基本结构实质上相同，只是波发射设备10和组成波发射器1的驱动电路20的结构不同，如图9所示。所以，仅仅对二者的区别予以阐明，其他结构的说明和描述从略。

在第二实施例中的波发射设备10，是一通过热冲击产生声波的热感应声波发生器，并且具有一对相互对立的电极19，在该对电极19之间有一间隔。当在所述波发射设备10的电极19之间施加预定电压而产生火花放电时，热冲击作用于空气，使得声波产生。这个波发射设备10的谐振特征因数Q大约为2。因此，具有一短的发生期间和一短的混响时间的声波，能够通过第二实施例所述的波发射设备10发射。

用于驱动该波发射设备10的驱动电路20是按一定方式进行配置的，使得电容器C1经由一用于该电容器C1充电的充电开关SW1连在直流电源E的两端之间，并且该波发射设备10经由一用于使电容器C1放电的放电开关SW2连在电容器C1的两端之间。此外，该驱动电路20具有一定时控制器（图中未示出），用于对来自波发射设备10的声波的发射时间进行控制的，类似于第一实施例中的情况，使得充电开关SW1和放电开关SW2的每一次闭合 / 断开通过该定时控制器得到控制。在该驱动电路20中，充电开关SW1和放电开关SW2从不同时闭合。

当充电开关SW1闭合时，电容器C1充电。由于所述定时控制器探测电容器C1之间的电压，

当在所述电容器C1的极板之间的电压超过一预定临界值（比如，一在所述波发射设备10的电极19之间发生火花放电的火花电压）时，该定时控制器切断充电开关SW1，随后，该定时控制器闭合放电开关SW2。

在图9所示的驱动电路20中，来自直流电源E的电荷积聚在电容器C1上。当在电容器C1两极板之间的电压超过预定临界值时，来自所述定时控制器的控制信号施加到放电开关SW2上，使得放电开关SW2闭合。这样，加在所述波发射设备10的两电极19之间的电压等于或大于所述火花电压，火花放电发生。通过在所述电极19之间的火花放电，热冲击作用于电极19周围的空气，使得所述空气通过膨胀和收缩而产生声波。通过在垂直于所述电极19彼此相对的方向的平面上的火花放电，能够产生全方位的声波。另外，通过火花放电产生的所述声波包含相对较宽带宽的频率分量。

第三实施例

接下来, 描述的一声波探测器与本发明的第三实施例相一致。第三实施例涉及的声波探测器, 既能探测出到一物体的距离又能探测出该物体所处的方位, 以便判明该物体的三维位置。第三实施例的声波探测器的基本结构, 与第一实施例的所述声波探测器的基本结构实质上相同, 只是波发射设备10和组成波发射器1的驱动电路的结构不同。因此, 仅仅对二者的区别予以阐明。

在第三实施例的波发射器1中, 用作波发射设备10的热感应声波发生器包括: 一受热部件, 该受热部件具有低热容量和低热传导性; 一激光装置, 比如, 一半导体激光器, 用于通过激光束的辐射来加热该受热部件(因显而易见, 故未在图中示出)。驱动电路20控制着该激光装置的驱动, 以便加热该受热部件, 使得通过对与该受热部件相接触的空气施加热冲击而产生声波。根据第三实施例所述的声波探测器, 具有短的发生期间和短的混响时间的声波, 能够通过所述波发射设备10发射。

第四实施例

接下来, 参考附图, 描述的使用一声波探测器的位置探测系统与本发明的第四实施例相一致。在图10A所示的位置探测系统中, 把一移动物体4, 比如在一建筑物内的地板100上移动的购物手推车, 假定为要探测的物体。这样一个位置探测系统能够同时探测出多数个移动物体4的位置, 因此, 每个移动物体4均具有其固有的识别信息。

在所述移动物体4上, 安装一波发射单元110, 该波发射单元110包括一波发射器1和一驱

动电路20；该波发射器1具有一能够发射声波、用作声源的波发射设备10，该驱动电路20用于间歇性地驱动该波发射设备10。另一方面，在所述建筑物的天花板200上的预定位置安装有一波接收单元120，该波接收单元120包括一具有多个用于接收由所述波发射器1间歇性地发射的声波的波接收设备30的波接收器3。

第四实施例所述的位置探测系统是一自由移动测量系统，为了跟踪所述移动物体4的移动，该自由移动测量系统要求以所述波发射器1相对于所述波接收器3的相对位置作为所述移动物体4的相对位置用于测量自由移动。就波发射设备10而言，该位置探测系统利用了一个热感应声波发生器（比如，在第一个实施例中所应用的），以及一驱动电路20，该驱动电路20的结构与在第一实施例中的结构实质上一样。然而，并不限于这些例子，也能够采用在第二和第三实施例中所述的波发射设备10和驱动电路20的结构。

如图11所示，波发射单元110包括：一触发信号发射器63，用于使用光或无线电波发射触发信号；一驱动电路64，用于驱动该触发信号发射器63；一识别信息信号发射器65，用于使用光、无线电波或声波发射固有识别信息信号；一驱动电路66，用于驱动识别信息信号发射器65；一控制单元67，用于控制所述驱动电路20、64和66；以及上面所提到的波发射设备10和用于驱动该波发射设备10的驱动电路20。

声波从所述波发射器1开始发射的定时，触发信号从所述触发信号发射器63开始发射的定时，和所述识别信息信号发射器65发射识别信息信号的定时，由所述控制单元67所控制。所述控制单元67主要由一微型计算机组成，以上所述的该控制单元67的各功能是通过执行在该微型计算机内的适当程序来实现的。

所述波接收单元120包括：波接收器3；一触发信号接收器73，用于当收到从所述触发信号发射器63发射的触发信号时输出一触发接收信号；一识别信号接收器75，用于接收识别信息信号发射器65所发射的识别信息信号；一位置计算器72，用于根据从所述波接收器3输出的波接收信号和从所述触发信号接收器73输出的触发器接收信号，计算与输出所述波发射器1相对于所述波接收器3的相对位置（所述波发射器1所处方位和到该波发射器1的距离）；一定时器76，用于当收到来自于所述触发信号接收器73的触发接收信号时输出一时间（以下简称触发接收时间）；一存储器74，用于存储从所述位置计算器72输出的计算结果（所述波发射器1所处方位和到所述波发射器1的距离），该计算结果按时间序列与所述定时器76输出的触发接收时间相对应。

存储在存储器74内的触发接收时间,和在每一触发接收时间所述波发射器1所处方位及到所述波发射器1的距离(也就是说,与安装在每一移动物体4上的波发射器1相对位置按时间序列变化的有关数据),由控制单元77转换为输出单元78的数据传输格式的数据组,以便输出到一管理设备,比如一连接该输出单元78的外部计算机。例如,就该输出单元78而言,能够使用一像TIA/EIA-232-E或USB那样的串行传输接口,或者能够使用一像SCSI接口那样的并行传输接口。控制单元77的上述功能,是通过在微型计算机中执行一适当程序来实现的。

举例来说,当用光作为所述触发信号时,一发光二极管用来作为所述触发信号发射器63。另外地,举例来说,当用无线电波作为所述触发信号时,一无线电波发射器用来作为所述触发信号发射器63。由于光和无线电波的速度远快于声波的速度,在声波从所述波发射单元110到达所述波接收单元120的时间范围内,光或无线电波到达的期间视为零。

举例来说,当用光作为所述识别信息信号时,一发光二极管用来作为所述识别信息信号发射器65。另外地,举例来说,当用无线电波作为所述识别信息信号时,一无线电波发射器用来作为所述识别信息信号发射器65。此外,举例来说,当用声波作为所述识别信息信号时,用所述热感应声波发生器作为所述识别信息信号发射器65。

如图10B所示,所述波接收单元的波接收器3具有多个波接收设备30(作为一个举例,图中示出四个波接收设备),每个波接收设备用于接收从波发射设备10发射的声波,并且将所接收的声波发射为电信号的声波接收信号。每个波接收设备30按照二维的方式布置在同一基片39上。将所述波接收设备30的中心之间的距离 L (布置的间距),设置为所述波发射设备10产生的声波的一个波长的大小是理想的(例如,0.5到5倍于所述声波的波长)。如果在所述波接收设备30的中心之间的距离小于所述声波波长的一半,所述声波到达邻接的两个波接收设备30的时间差变得太短而不能探测出该时间差。举例来说,就波接收设备30而言,能够采用第一个实施例中所描述的电容传声器。因为所述电容传声器所具有的品质因数远小于所述压电设备的品质因数,所以有可能获得一个可接收声波的频率范围。

举例来说,当光用作从所述触发信号发射器63发射的触发信号时,一光电二极管用来作为所述触发信号接收器73。另外地,举例来说,当用无线电波作为所述触发信号时,一无线电波接收天线用来作为所述触发信号接收器73。就所述触发信号接收器73而言,能够使用一个能接收所述触发信号,将该触发信号转换为一电信号(触发接收信号)并将该电信号输出的装置。举例来说,当光用作由所述识别信息信号发射器65发射的识别信息信号时,一光电

二极管用来作为所述识别信息信号接收器75。

另外地，举例来说，当用无线电波作为所述识别信息信号时，一无线电波接收天线用来作为所述识别信息信号接收器75。此外，举例来说，当用声波作为所述识别信息信号时，一电容传声器用来作为所述识别信息信号接收器75。就所述识别信息信号接收器75而言，能够使用一个能接收所述识别信息信号，将该识别信息信号转换为识别信息电信号并将该电信号输出的装置。所述位置计算器72根据所述波接收器3的波接收设备30所收到的声波之间的相位差和所述波接收设备30的布置得到一方位角，该方位角表明所述波发射器1相对于所述波接收器3所处位置（所述声波来自的方向）。

接下来，描述所述位置计算器72。为了简化描述，所述波接收器3的波接收设备30按照一维的方式布置在同一平面上，如图12所示。此外，图12与图2实质上相同，只是波接收设备30的数目不同而已。

当一具有正弦波半个周期的波形的驱动电压，加到组成波发射设备10的热感应声波发生器的热导体层13上时，图12所示的波接收设备30的波接收信号分别展示在图13A到13C中。图13A展示了配置在图12中最高位置的波接收设备30所输出的波接收信号的波形，图13B展示了配置在图12中中间位置的波接收设备30所输出的波接收信号的波形。图13C展示了配置在图12中最低位置的波接收设备30所输出的波接收信号的波形。

所述位置计算器72包括一个信号处理器72c，该信号处理器72c能够根据所述波接收器3的波接收设备30所接收的声波的相位差和所述波接收设备30的布置，测定所述波发射器1相对于所述波接收器3所处的位置（所述声波来自的方向）。

所述信号处理器72c包括：一延迟功能，用于按照与所述波接收设备30的布置方式相对应的预定的延迟时间，延迟从所述波接收器3的波接收设备30所输出的波接收信号（该波接收信号为电信号），并将该延迟的波接收信号作为一组输出；一累加功能，用于将每组延迟的波接收信号进行叠加；一判断功能，用于对经叠加和延迟的波接收信号的输出波形的峰值和预定临界值之间的数量关系进行比较，并将与峰值超过所述临界值时所设定的延迟时间相一致的方位判断为波发射器1所处的方位（声波来自的方向）。

所述位置计算器72包括：A/D转换器72a，用于将从每个波接收设备30输出的模拟波接收信号转换为数字波接收信号，并将该数字波接收信号输出；一数据存储器72b，用于按照来自于所述触发信号接收器73的触发接收信号的输入开始的一预定波接收期间，存储从所述A /

D转换器72a输出的结果；以及，所述信号处理器72c。

所述信号处理器72c，在所述触发接收信号输入数据存储器72b时设置一个波接收期间，并仅在该波接收期间驱动所述A/D转换器72a，用于借助在该波接收期间存储在数据存储器72b的波接收信号的数据得到波发射器1所处的方位。所述信号处理器72c是根据一微型计算机等来进行配置的。此外，[波接收设备30的数量] x [来自每个波接收设备的接收的信号的数据]的数据保存在所述数据存储器72b中。

在第四实施例所述位置探测系统中，一热感应声波发生器用来作为所述波发射器1的波发射设备10。因此，假定来自两个方向的声波到达所述波接收器3，如图14所示，并且，来自于具有方位角 θ_1 的方向的声波比来自具有方位角 θ_2 的方向的声波早到达。如图15A到15C所示，两组波接收信号很少彼此重叠。因此，能够得到安装在所述移动物体4上的波发射器1所处的方位角 θ_1 和 θ_2 （声波来自的方向）。

图15A展示了在图14中处于最高位置的波接收设备30A的两个波接收信号的波形。图15B展示了在图14中处于中间位置的波接收设备30B的两个波接收信号的波形。图15C展示了在图14中处于最下位置的波接收设备30C的两个波接收信号的波形。在图15A到15C的每幅图中，处于左边的波形与从具有方位角 θ_1 的方向到达的声波相对应，并且，处于右边的波形与从具有方位角 θ_2 的方向到达的声波相对应。

当声波到达波接收设备30C时，要到达波接收设备30B的声波的波前与相邻的另一个波接收设备30C的中心之间的距离（延迟距离）被标志为符号“ d_1 ”时（参看图14），所述声波的波前到达波接收设备30B所需的时差 Δt_1 （参看图15A到15C），是根据公式 $\Delta t_1 = d_1/c = L \cdot \sin \theta_1/c$ 计算得出的。另一方面，当声波到达波接收设备30A时，要到达波接收设备30B的声波的波前与相邻的另一个波接收设备30A的中心之间的距离（延迟距离）被标志为符号“ d_2 ”时（参看图14），所述声波的波前到达波接收设备30B所需的时间差 Δt_2 （参看图15A到15C），是根据公式 $\Delta t_2 = d_2/c = L \cdot \sin \theta_2/c$ 计算得出的。

所述位置计算器72的信号处理器72c包括一距离计算功能，用于根据触发信号接收器73收到触发信号的时间和波接收设备30收到声波的时间之间的关系，计算所述波接收器3到所述波发射器1的距离。由于采用像光或无线电波这样的远快于声波的信号作为触发信号，从所述波发射单元110发射触发信号到所述波接收单元120所需的期间较短，趋近于零。所述信号处理器72，利用时间差T和声波速度来计算波接收器3和波发射器1之间的距离。该时间差T为从

接收所述触发信号ST的时间，到接收该触发信号ST后第一次收到波接收信号SP的时间之差，如图16A到16C所示。所述信号处理器72c的距离计算功能，能够通过利用组成所述信号处理器72c的一微型计算机执行适当程序来实现。

在上面所提到的第四实施例的位置探测系统中，波接收单元120安装在天花板200上，移动物体4处于该波接收单元120的波接收器3周围的可探测区域内，安装在该移动物体4上的波发射器1所处的方位能够被探测到。与将多个声波接收器（波接收器）按预定距离安装在天花板上的传统位置探测系统相比，本申请的位置探测系统变得更简单，并且，波接收器3的布置变得更容易。

在第四实施例的位置探测系统的声波探测器中，通过对空气施加热冲击而产生声波、谐振特征因数Q远小于压电设备的谐振特征因数Q的声波产生设备，用来作为所述波发射设备10；并且，谐振特征因数Q远小于压电设备的谐振特征因数Q的电容传声器用来作为波接收设备30。这样，与利用所述压电设备作为波发射设备和波接收设备的情况相比，不仅能够缩短由包含在从所述波发射设备10发射的声波中的混响分量所引起的死区和包含在从所述波接收设备30输出的波接收信号中的混响分量所引起的死区，而且能够提高声波探测器的角分辨率。

在第四实施例所述的位置探测系统所适用的建筑内，当地板100是平坦的、从地板100到天花板200的高度不变，并且，移动物体4的尺寸不变（也就是说，从地板100到该移动物体4的顶面的高度是常量）时，包含波接收器3且平行于所述天花板200的平面，与包含波发射器1并且平行于所述天花板200的平面之间的距离，为常量，与在地板100上的所述移动物体4的位置无关。因而，当这样的—个恒定的距离，作为已知距离信息（高度信息），预先存入微型计算机的存储器中时，能够根据该距离信息和所述波发射器所处的方位，得到所述波接收器3和所述波发射器1之间的距离。

另一方面，即使在所述地板100上有一台阶100b，也能够根据触发信号接收器73收到触发信号的时间和所述波接收设备30收到声波的时间之间的关系，通过所述信号处理器72c，准确地得到所述波接收单元120的波接收器3和所述波发射单元110的波发射器1之间的距离。

所述控制单元77具有一声源识别功能，用于根据从所述识别信息信号接收器75输出并存储在所述存储器74中的识别信息，分别识别安装在每个移动物体4上的波发射器1。这样，即使有—多数个移动物体4位于所述波接收器3能够收到声波的可探测区域内时，也能够得到所述波发射器1相对于所述波接收器3的相对位置，也就是所述移动物体4的相对位置。

举例来说,当确定有四个移动物体4时,能够利用分别包含不同脉冲序列的识别信息信号,如图18A到18D所示,作为所述移动物体4的波发射单元110的识别信息信号发射器65所发射的识别信息信号。在这种情况下,通过所述位置计算器72的信号处理器72c所得到的计算结果,和识别信息一起存储在所述存储器74中。在控制单元77中,通过位置计算器72得到的波发射器1所处方位(声波来自的方向)和波接收器3与波发射器1之间的距离,能够区别出是哪个波发射单元110的。

此外,当假定用光或无线电波作为识别信息信号,并且仅有一个波发射单元110处于波接收器3能够收到声波的可探测区域内时,从所述识别信息信号接收器75输出的识别信息和从所述波接收单元120的波接收设备30输出的波接收信号之间的关系,展示在图19A到19C中。图19A展示了在图12中处于最高位置的波接收设备30的波接收信号的波形。图19B展示了在图12中处于中间位置的波接收设备30的波接收信号的波形。图19C展示了在图12中处于最低位置的波接收设备30的波接收信号的波形。在这种情况下,所述识别信息信号发射器65能够作为以上所述的触发信号发射器63使用,并且,所述识别信息信号SI能够用来作为触发信号。此外,能够将上述的声源识别功能设置到所述位置计算器72中。

在第四实施例所述的位置探测系统中,触发信号发射器63设置在所述波发射单元110上,触发信号接收器73设置在所述波接收单元120上,但是,所述位置探测系统的结构并不局限于此。和以上描述相反,能够将所述触发信号发射器63设置在波接收单元120上,并且将所述触发信号接收器73设置在波发射单元110上。在这种情况下,所述波发射单元110的控制单元67控制所述驱动电路20,以便根据所述触发信号接收器73的输出,从波发射设备10发射声波,并且,所述位置计算器72的信号处理器72c,根据触发信号发射器63发射触发信号的时间和波接收设备30收到声波的时间之间的关系,得到到所述波发射器1的距离。此外,能够构造所述波发射单元110的控制单元67,使得它一收到从触发信号接收器73输出的触发接收信号,或者在自收到触发接收信号起经过预定的期间后,驱动所述驱动电路20。

此外,在上述位置探测系统中,波发射器1安装在移动物体4上,并且,波接收器3设置在一个像所述天花板200那样的固定表面上。

然而,能够将所述波发射器1设置在一固定表面上,并且,将所述波接收器3安装在移动物体4上。

该申请以在日本提出的日本专利申请2004-219330, 2004-219331、2005-5639, 2005-5640

和2005-86787为基础，因此参考吸收了其中的有关内容。

尽管已经通过举例并结合附图对本发明做了充分地描述，但是，容易理解的是，各种变化和修改对本领域的技术人员来说是显而易见。因此，只要这些变化和修改没有脱离本发明的保护范围，都应该把它们看作是包含在本发明的保护范围之内。

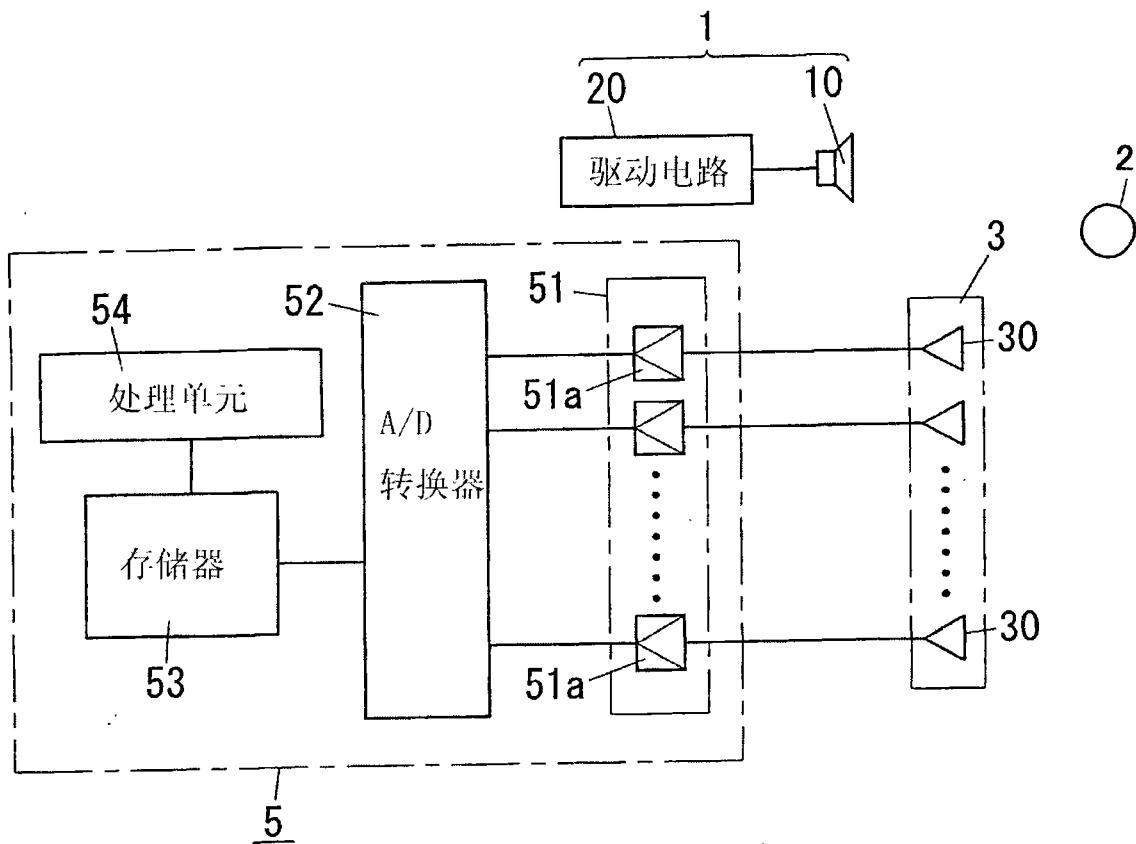


图 1

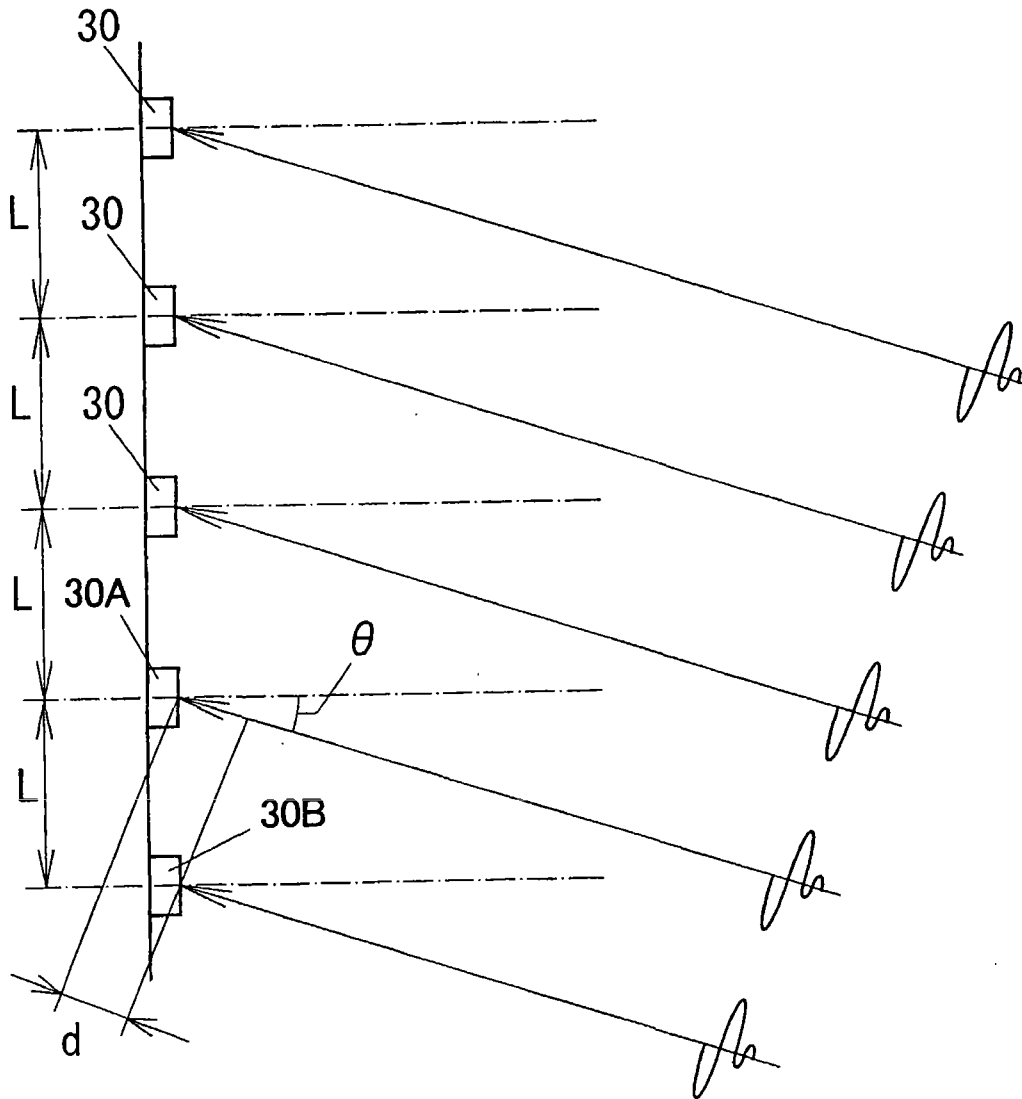


图 2

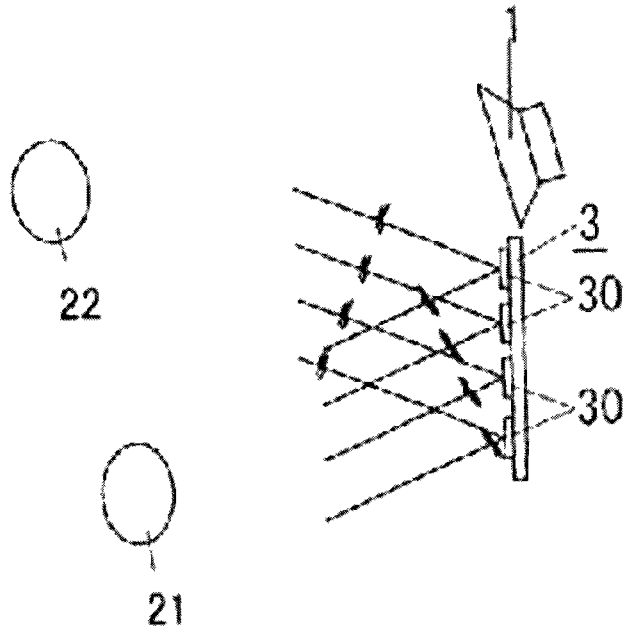


图 3A

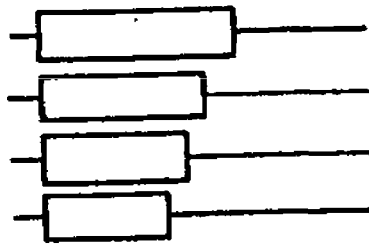


图 3B

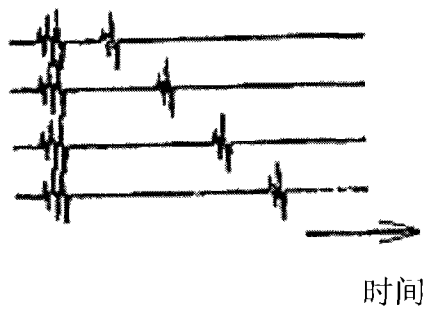


图 3C

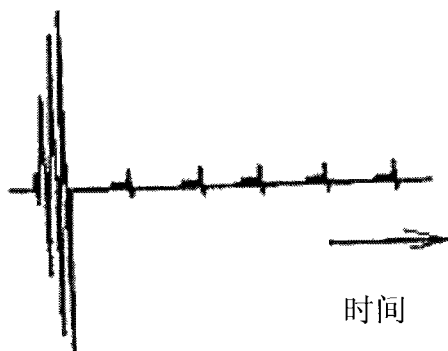


图 3D

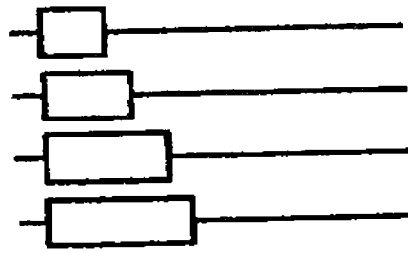


图 3E

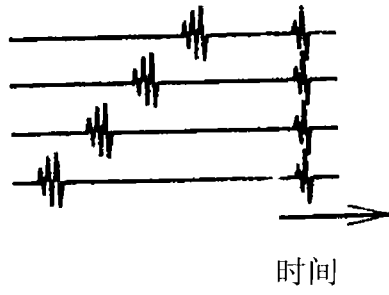


图 3F

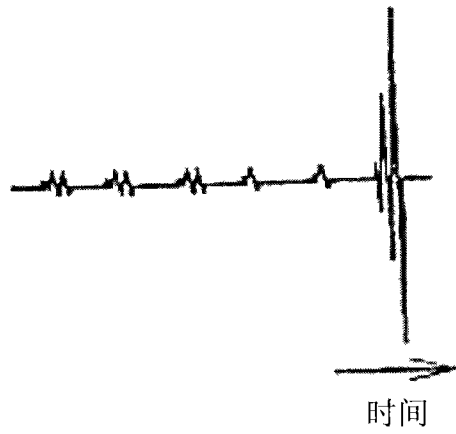


图 3G

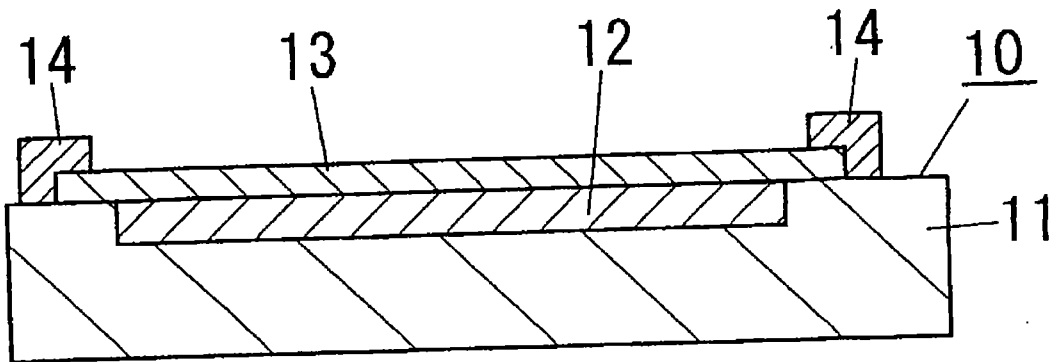


图 4

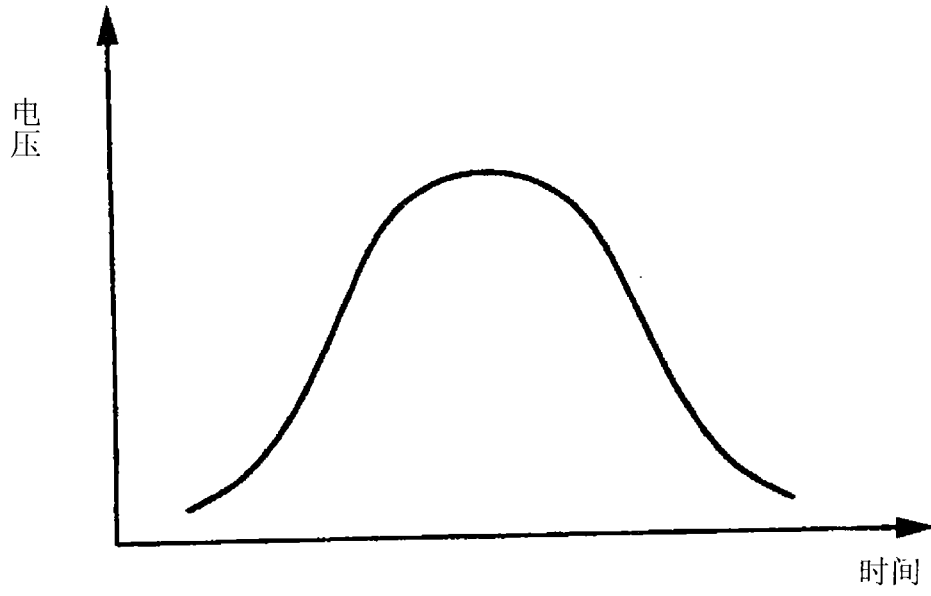


图 5A

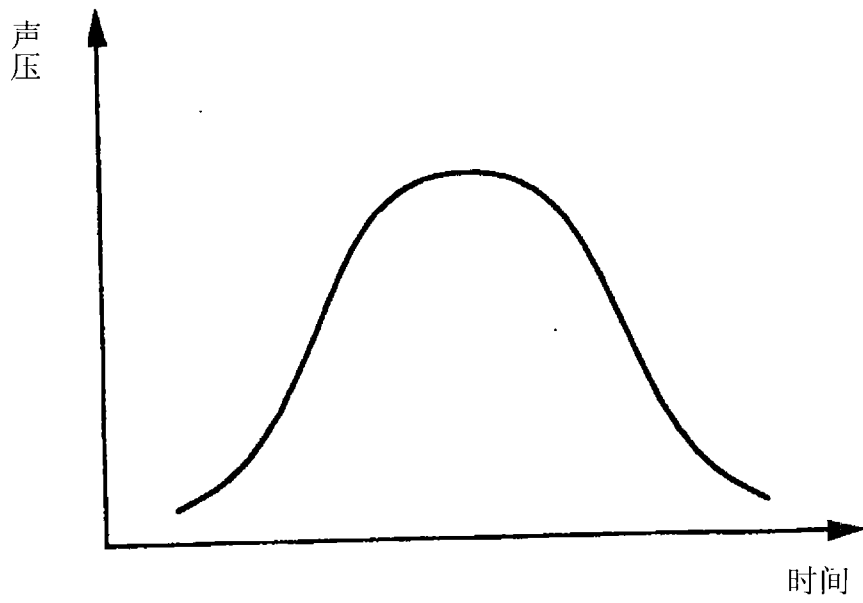


图 5B

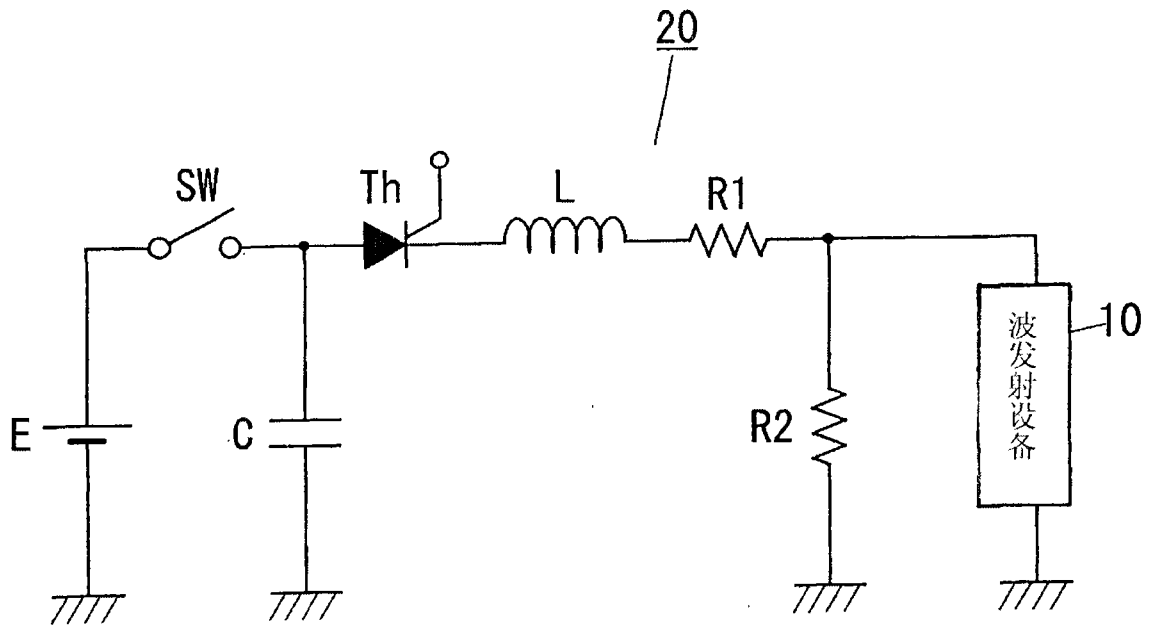


图 6

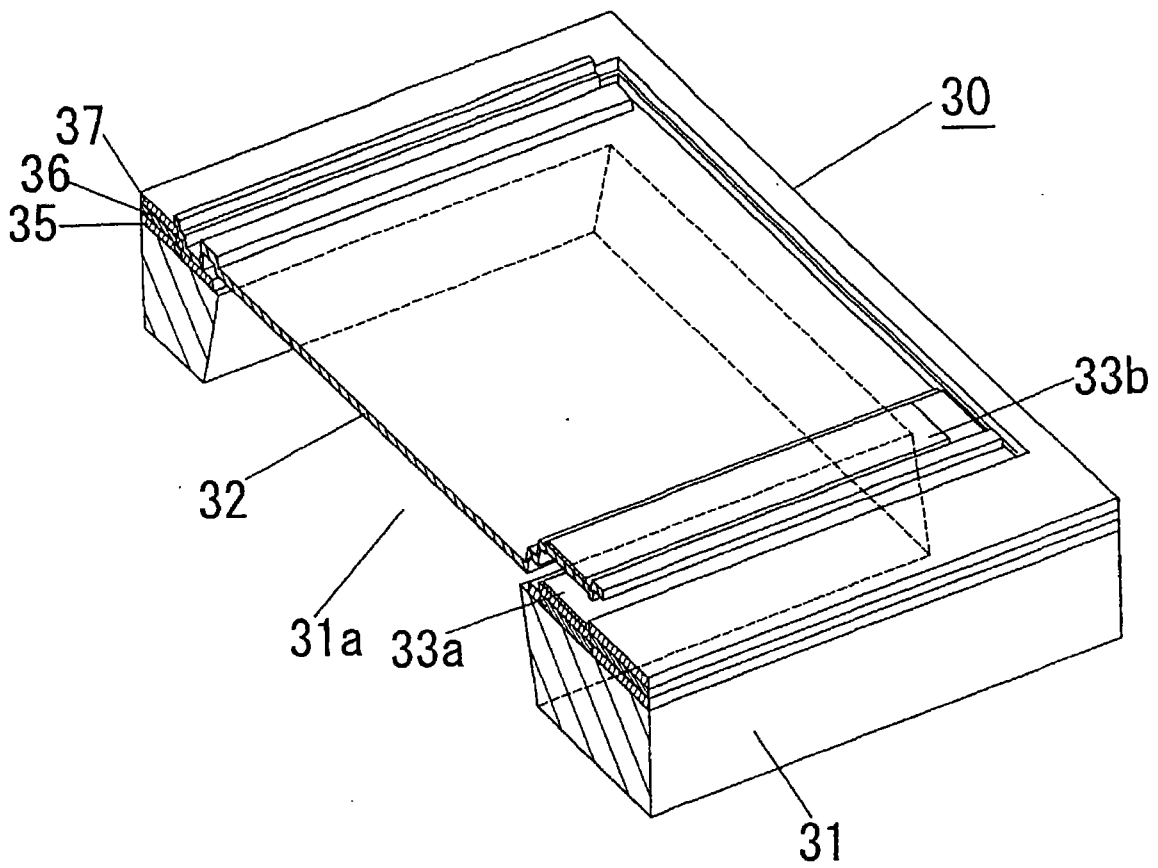


图 7A

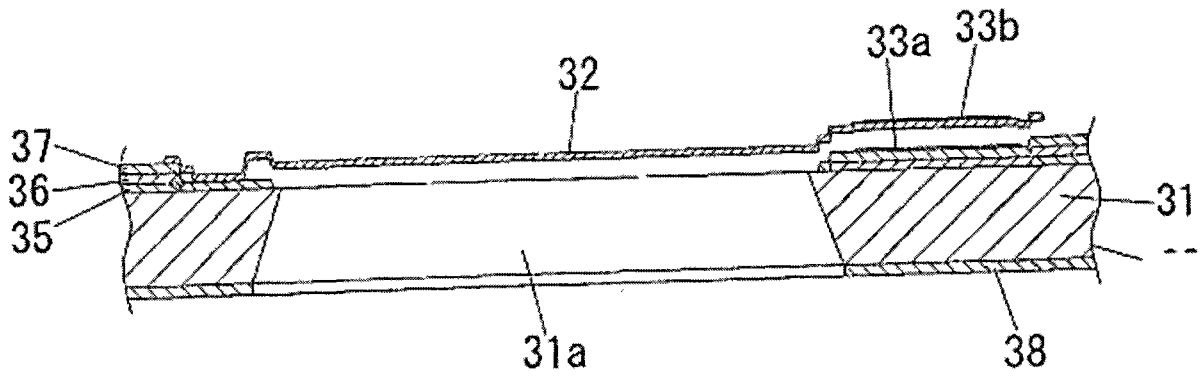


图 7B

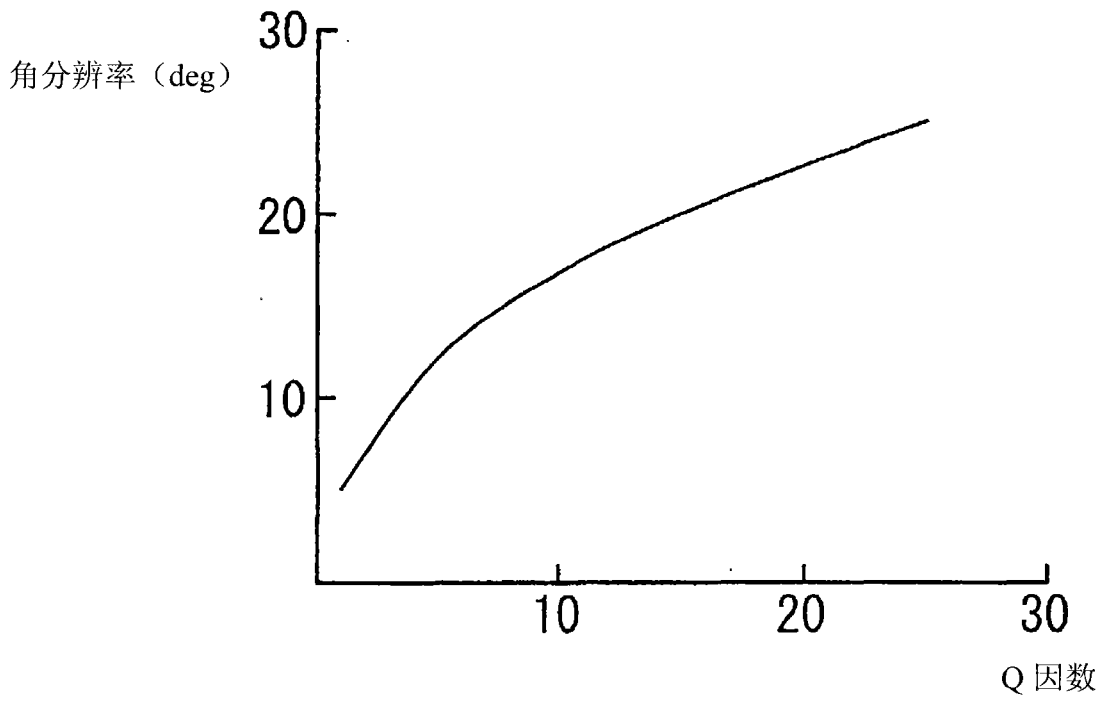


图 8

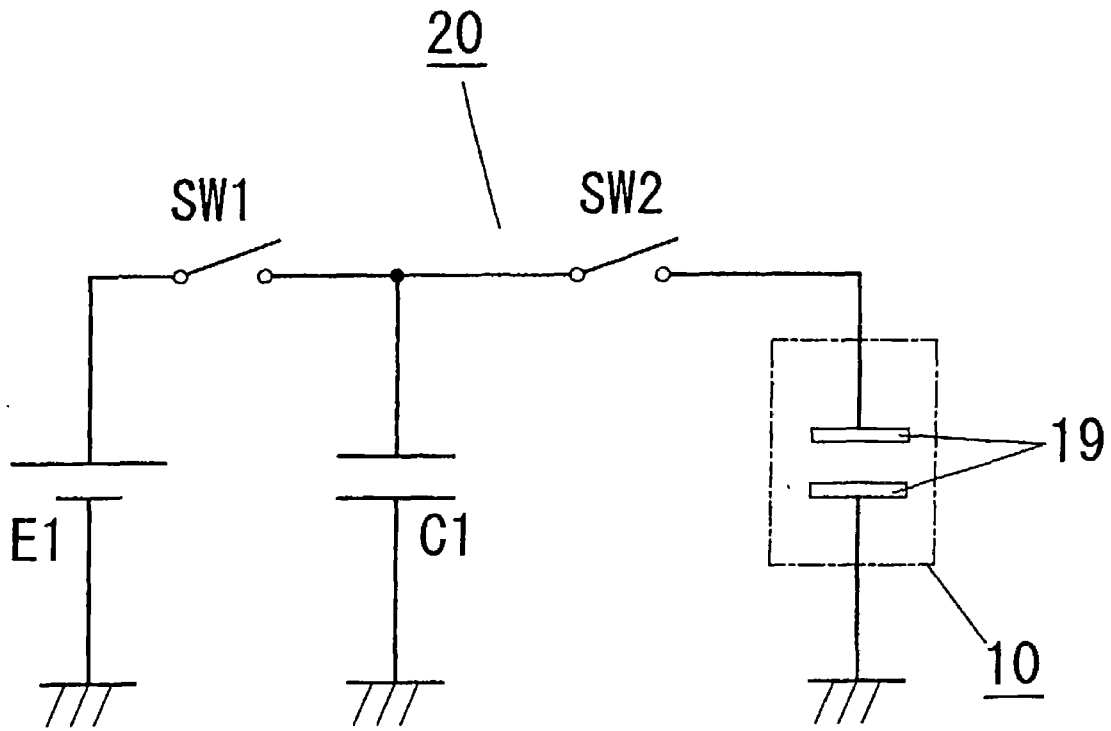


图 9

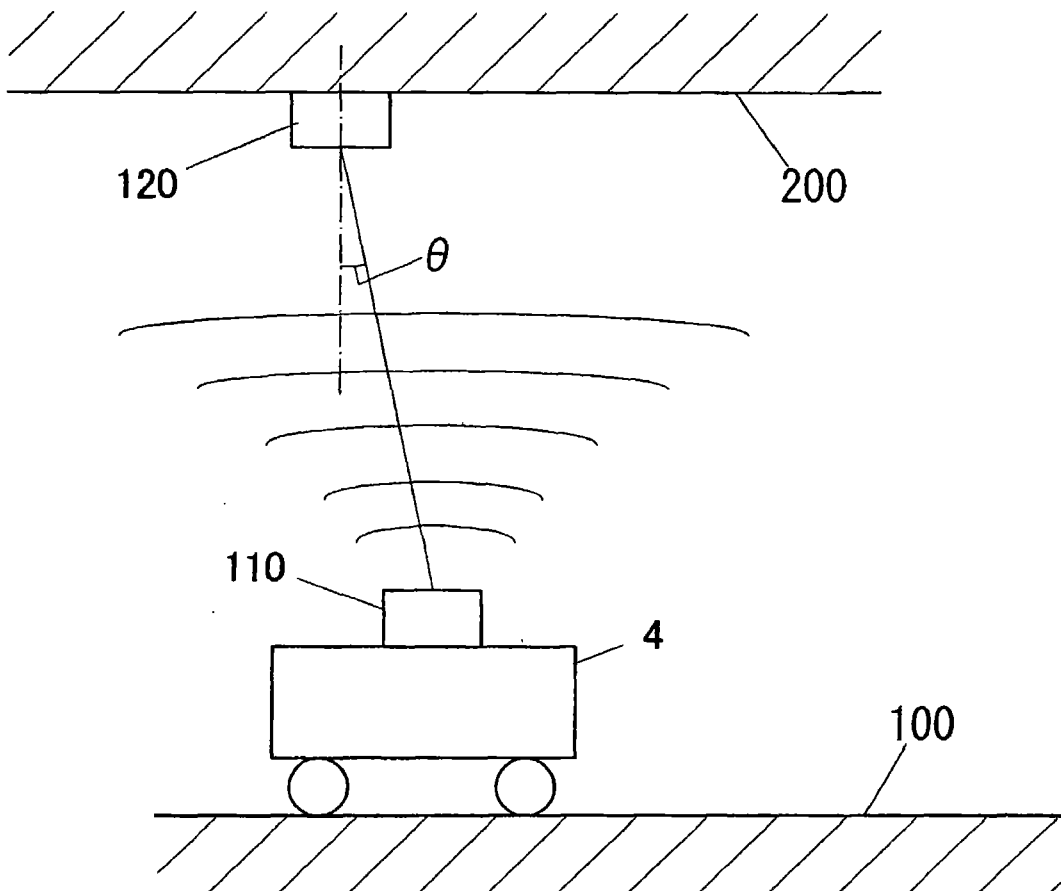


图 10A

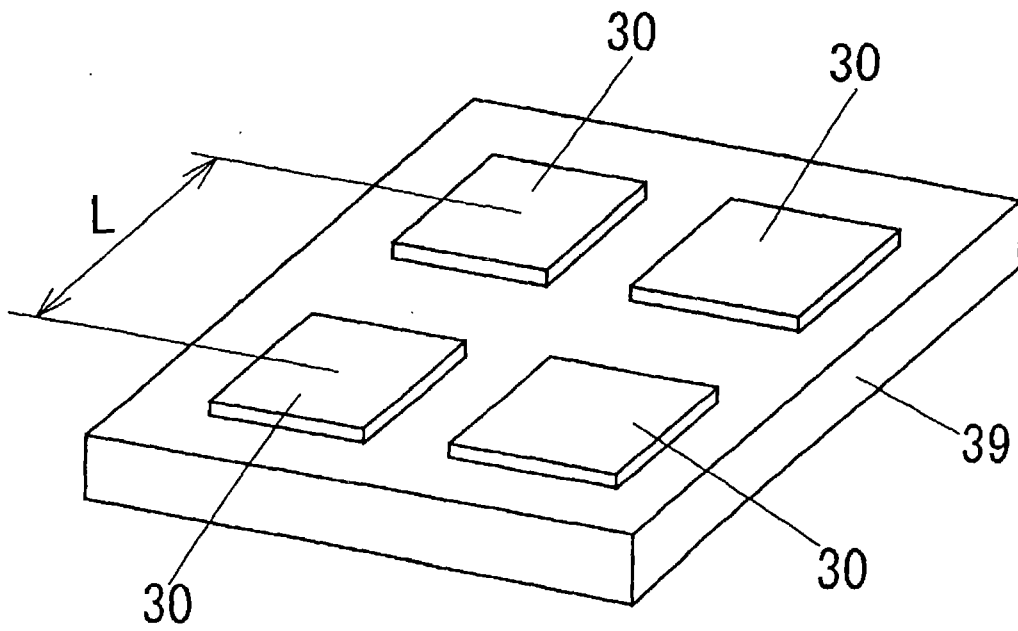


图 10B

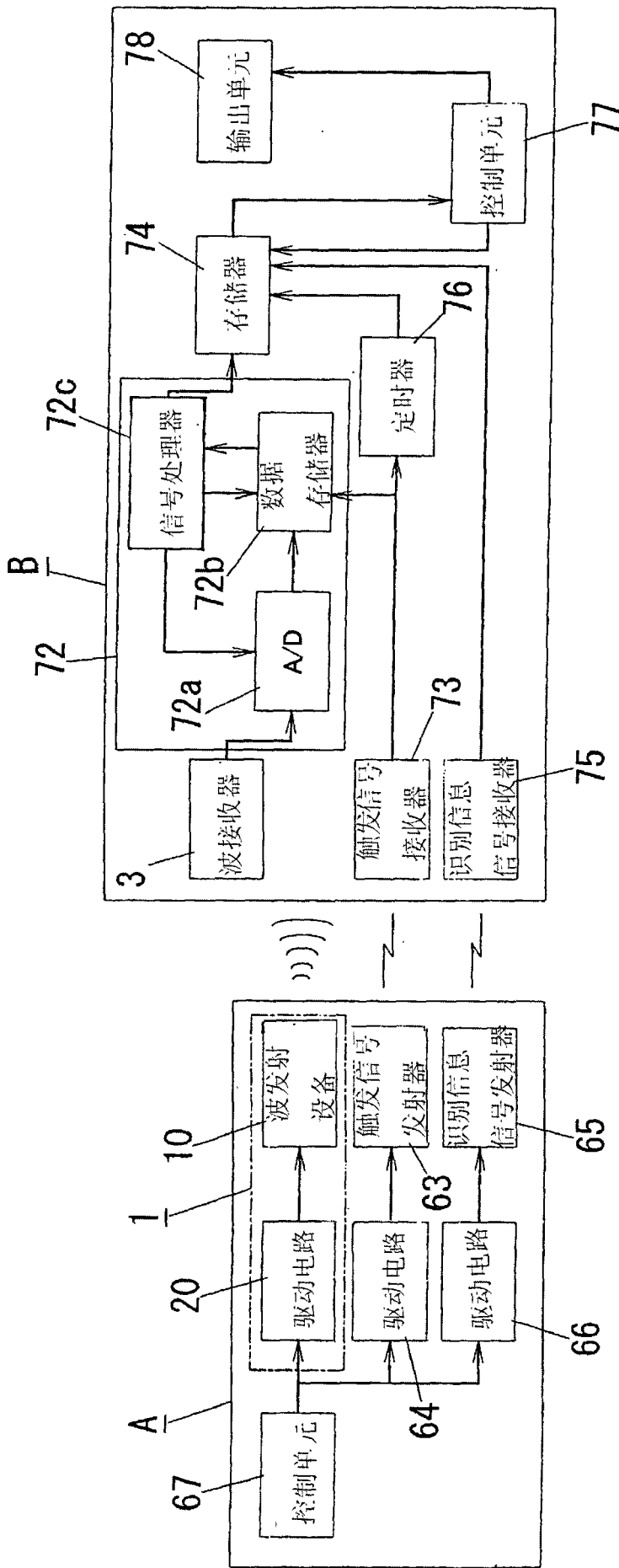


图 11

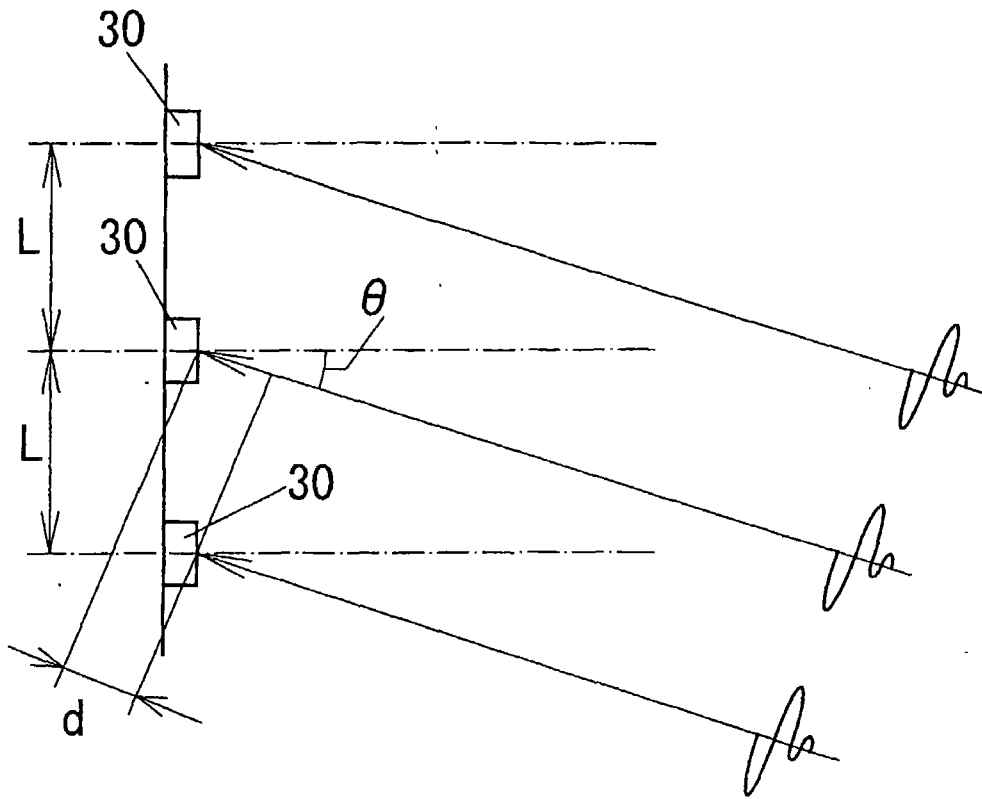
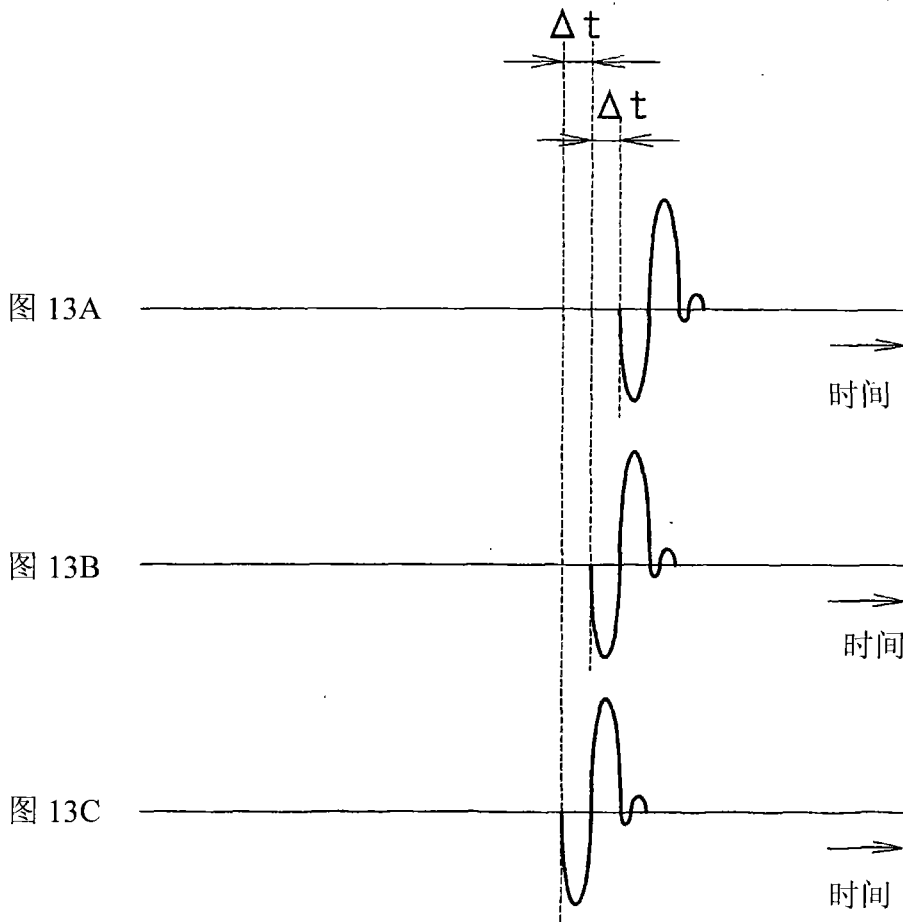


图 12



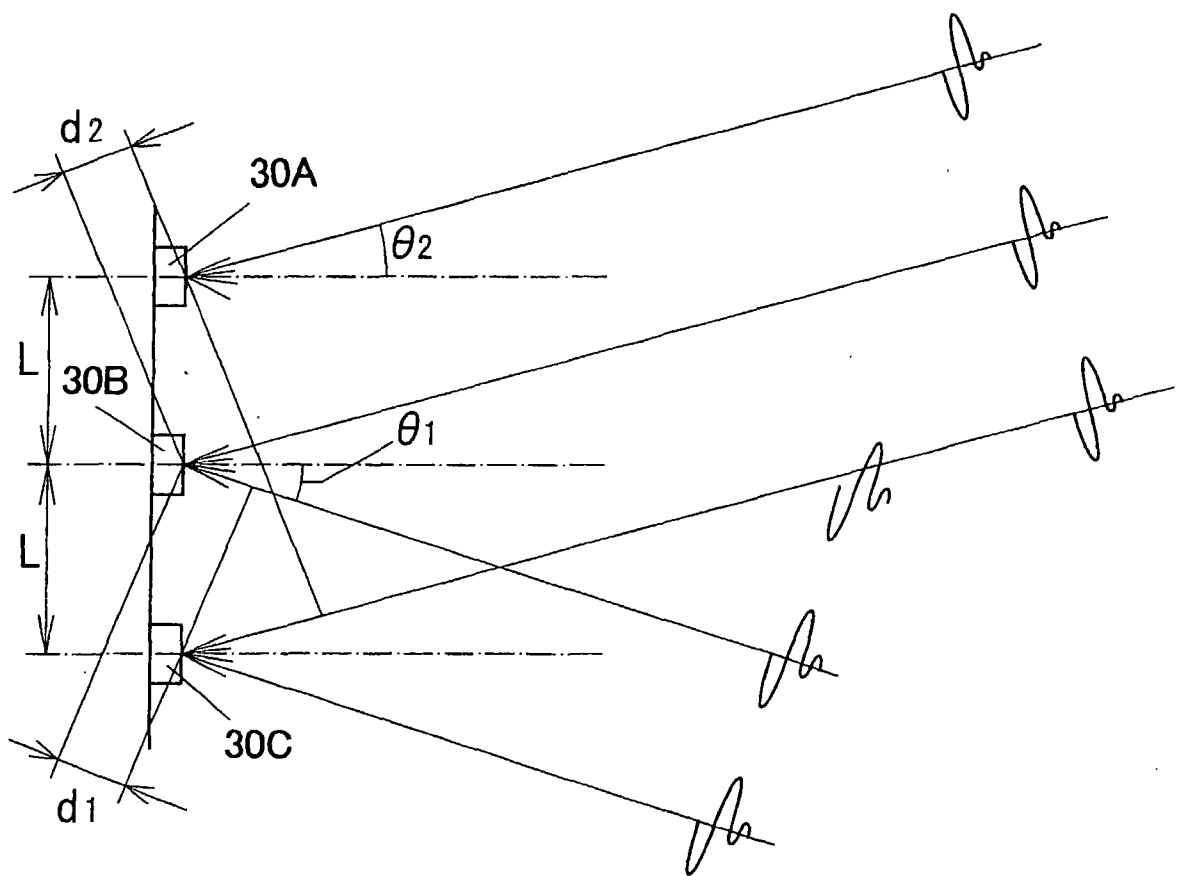
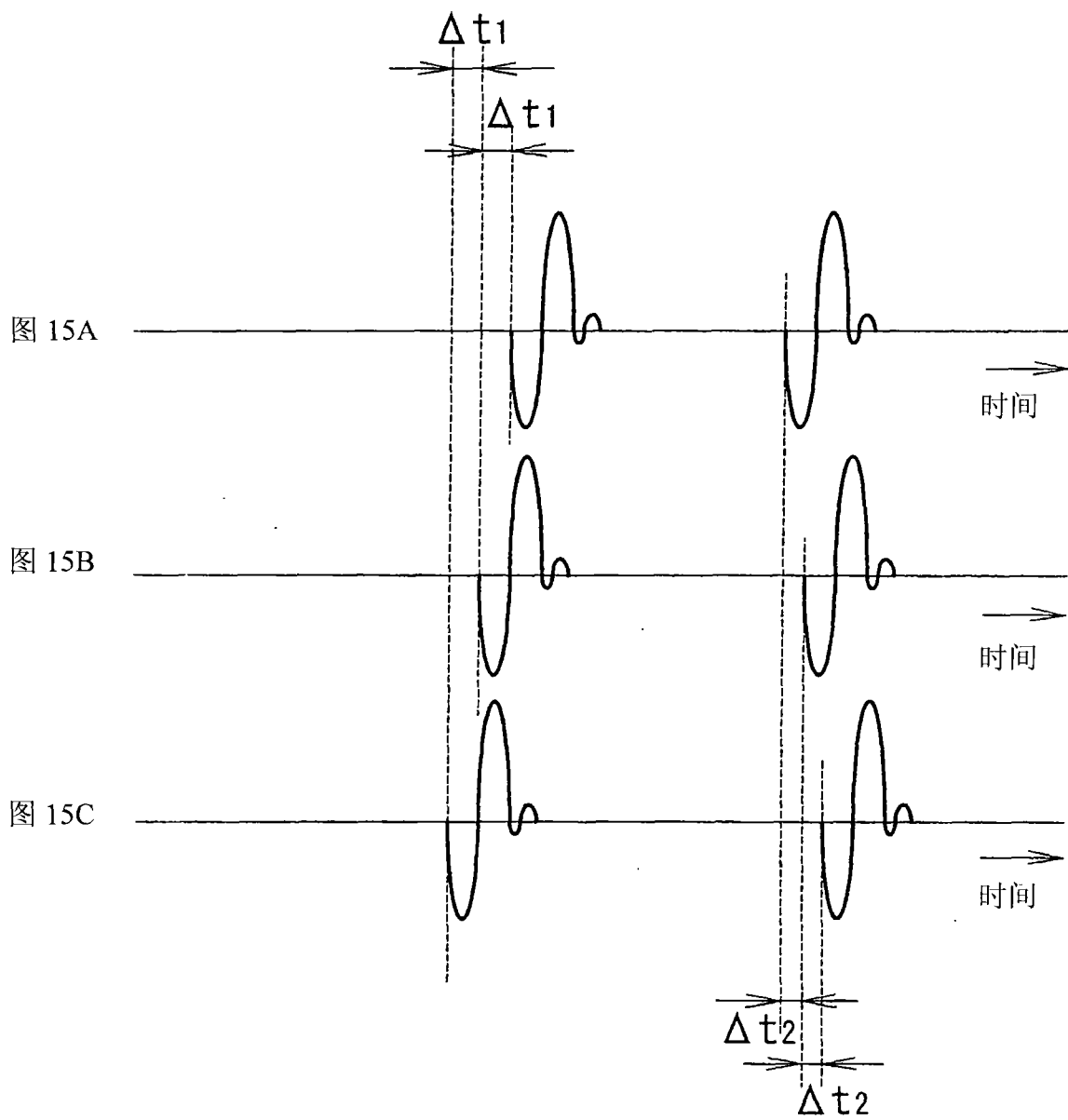
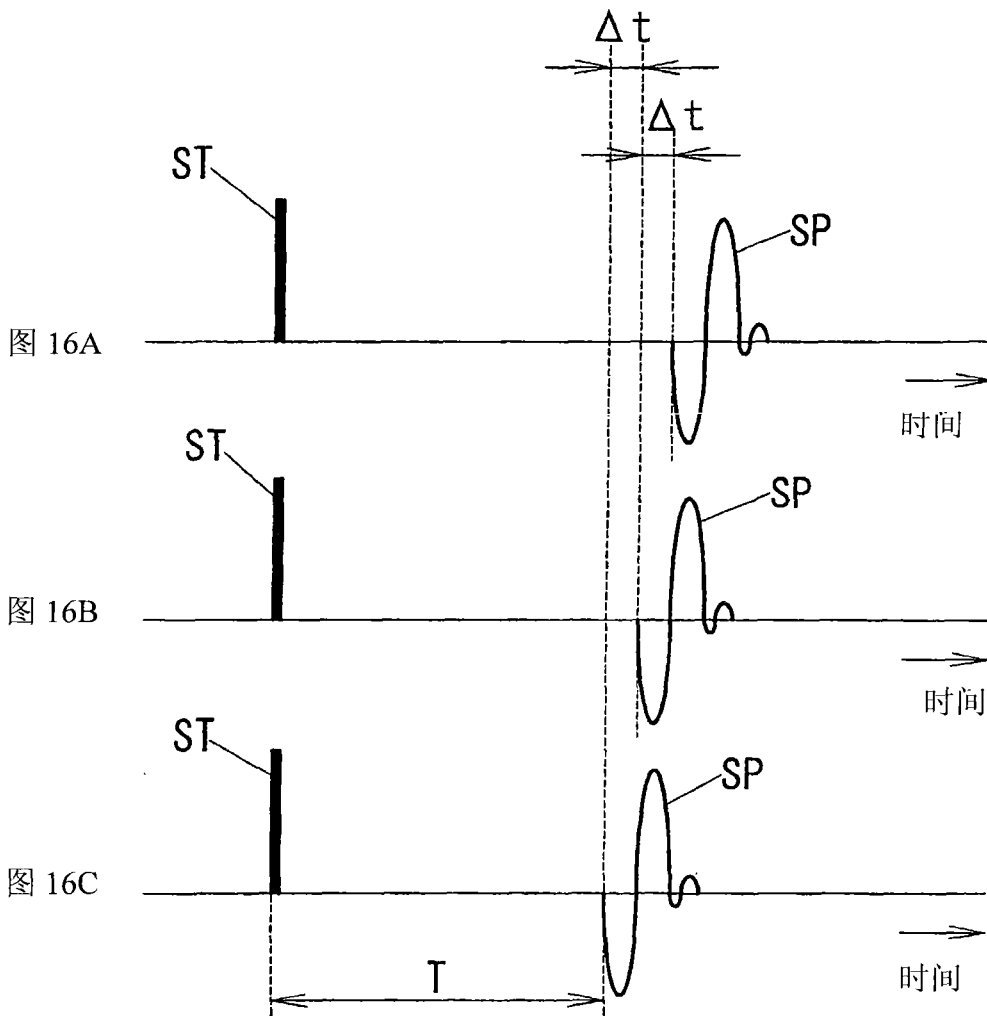


图 14





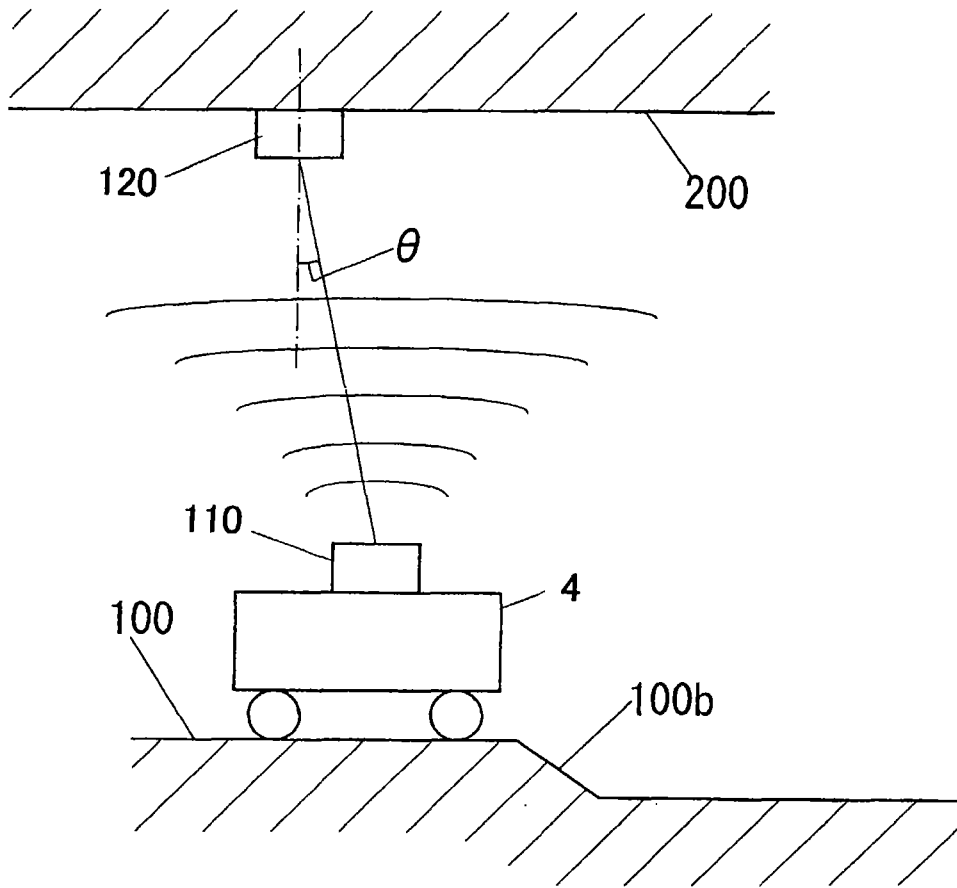
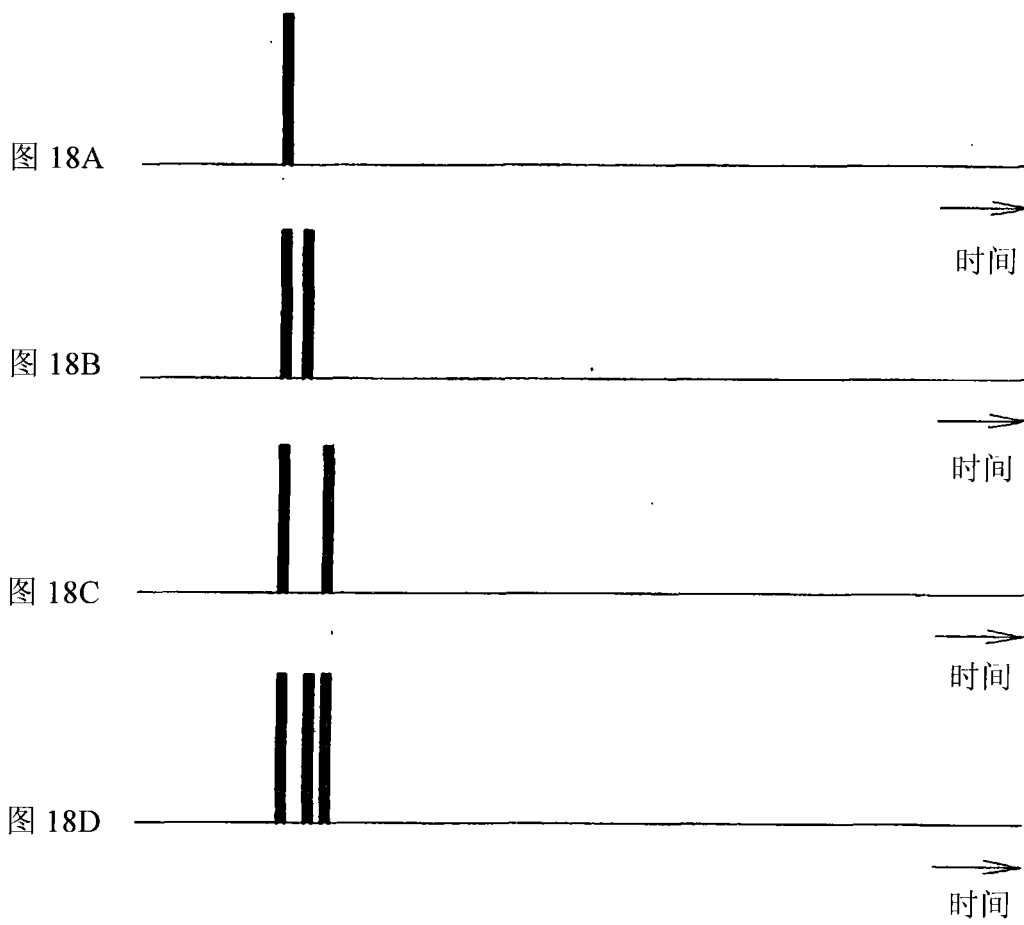


图 17



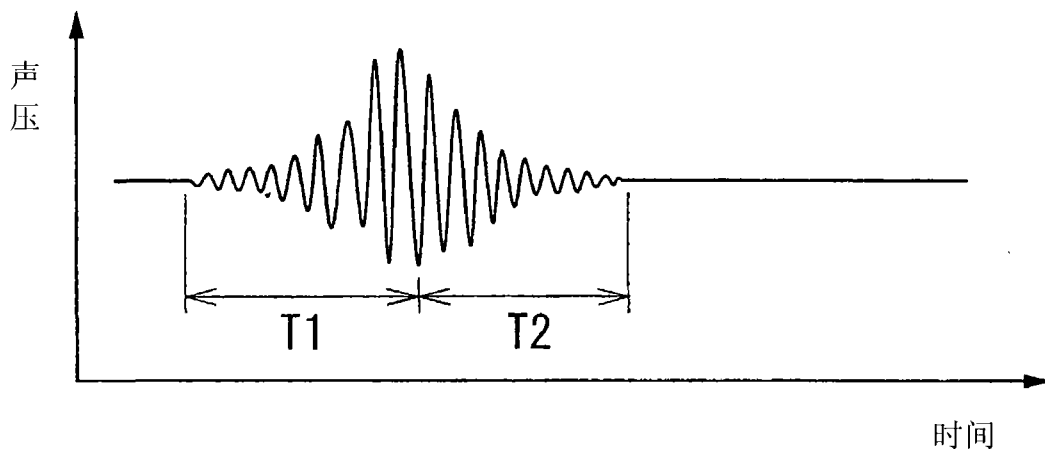
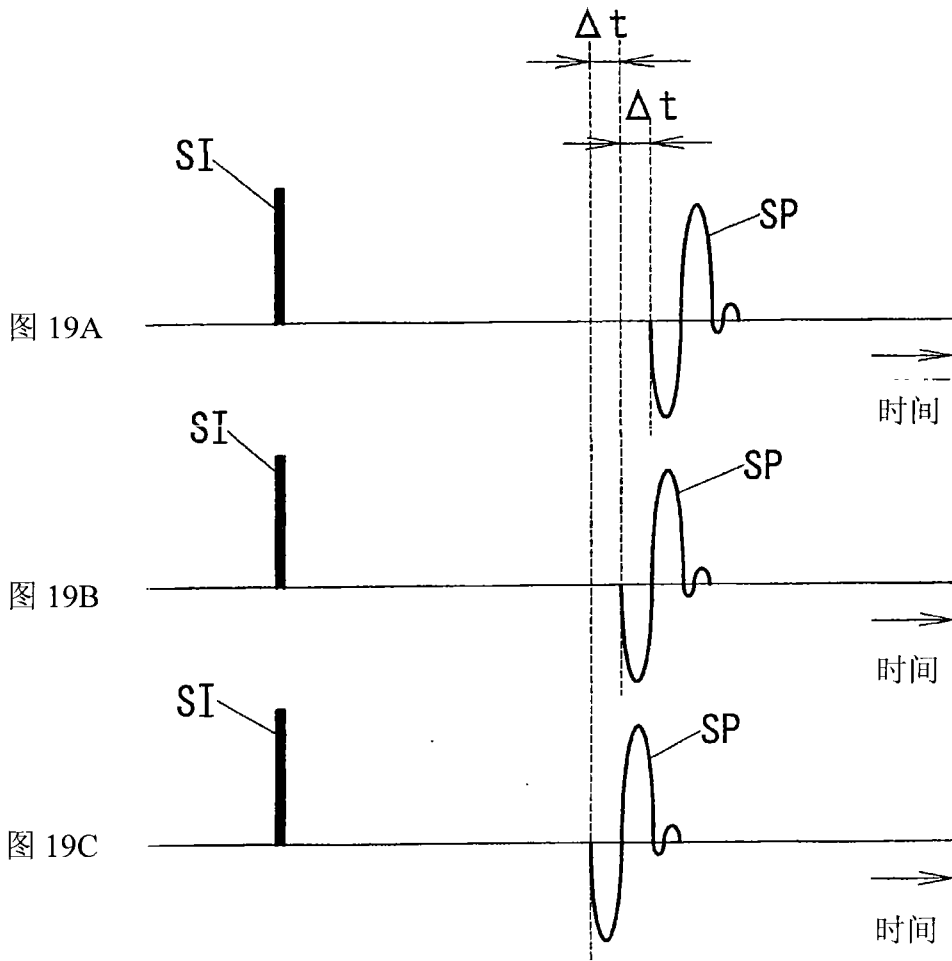


图 20