

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

A61B 8/00 (2006.01)

G01N 29/24 (2006.01)

H04R 19/00 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680042172.9

[43] 公开日 2008 年 11 月 12 日

[11] 公开号 CN 101304691A

[22] 申请日 2006.11.10

[21] 申请号 200680042172.9

[30] 优先权

[32] 2005.11.11 [33] JP [31] 327364/2005

[86] 国际申请 PCT/JP2006/322467 2006.11.10

[87] 国际公布 WO2007/055320 日 2007.5.18

[85] 进入国家阶段日期 2008.5.12

[71] 申请人 株式会社日立医药

地址 日本东京都

[72] 发明人 近藤正尚 浅房胜德

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 李贵亮

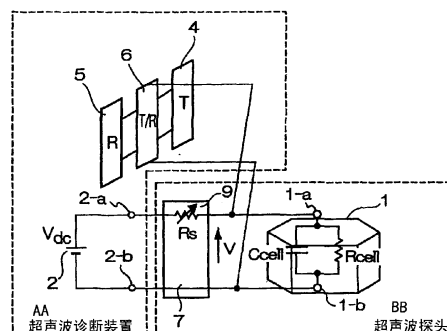
权利要求书 3 页 说明书 17 页 附图 10 页

## [54] 发明名称

超声波探头及超声波诊断装置

## [57] 摘要

本发明所涉及的超声波探头通过排列多个具有多个振动要素的振动件而成，所述振动要素通过在被施加偏置电压的状态下相互变换超声波和电信号来进行超声波的收发，该超声波探头具备收发灵敏度修正机构，用于独立调整对多个振动要素中的至少两个振动要素施加的所述偏置电压，来修正该至少两个振动要素的收发灵敏度的偏差。由此，可以对构成超声波探头的多个振动要素或振动件相互之间的收发灵敏度偏差进行修正。



AA—超声波诊断装置  
BB—超声波探头

1、一种超声波探头，通过排列多个具有多个振动要素的振动件而成，所述振动要素通过在被施加偏置电压的状态下相互变换超声波和电信号来进行超声波的收发，其特征在于，

该超声波探头具备收发灵敏度修正机构，用于通过独立调整对所述多个振动要素中的至少两个振动要素所施加的所述偏置电压，来修正该至少两个振动要素的收发灵敏度的偏差。

2、根据权利要求1所述的超声波探头，其特征在于，

所述收发灵敏度修正机构，对应所述至少两个振动要素的各自的收发灵敏度，将从配置在外部的偏置机构供给的DC电压变换为与该DC电压不同的电压的偏置电压，对所述至少两个振动要素分别施加所述变换后的偏置电压。

3、根据权利要求2所述的超声波探头，其特征在于，

所述收发灵敏度修正机构，基于从所述至少两个振动要素中选择的基准振动要素的电容和其它振动要素的电容，从所述DC电压变换为对该其它振动要素施加的偏置电压。

4、根据权利要求2所述的超声波探头，其特征在于，

所述收发灵敏度修正机构具有至少一个电阻元件，通过对该至少一个电阻元件中的至少一个电阻元件的电阻值进行调整，来调整从所述DC电压变换的偏置电压的电压。

5、根据权利要求4所述的超声波探头，其特征在于，

所述收发灵敏度修正机构利用所述被调整的至少一个电阻元件，对所述DC电压进行分压，变换为所述偏置电压。

6、根据权利要求4所述的超声波探头，其特征在于，

所述收发灵敏度修正机构利用具有所述被调整的至少一个电阻元件和晶体管而构成的射极跟随器电路，从所述DC电压变换为所述偏置电压。

7、根据权利要求4所述的超声波探头，其特征在于，

所述收发灵敏度修正机构利用具有所述被调整的至少一个电阻元件和运算放大器而构成的恒压电路，从所述DC电压变换为所述偏置电压。

8、根据权利要求4所述的超声波探头，其特征在于，

所述收发灵敏度修正机构利用具有所述被调整的至少一个电阻元件和齐纳二极管而构成的电压限制电路，从所述DC电压变换为所述偏置电压。

9、根据权利要求4所述的超声波探头，其特征在于，

所述收发灵敏度修正机构利用所述被调整的至少一个电阻元件和恒流源，从所述DC电压变换为所述偏置电压。

10、根据权利要求2所述的超声波探头，其特征在于，

所述收发灵敏度修正机构具有至少一个电阻元件、齐纳二极管和恒流源，通过控制所述恒流源，从所述DC电压变换为所述偏置电压。

11、根据权利要求4所述的超声波探头，其特征在于，

所述被调整的至少一个电阻元件具有可变电阻元件，

所述收发灵敏度修正机构具有对所述可变电阻元件的电阻值进行控制的电阻值控制机构，通过控制所述可变电阻元件的电阻值，对从所述DC电压变换的偏置电压的电压进行调整。

12、根据权利要求11所述的超声波探头，其特征在于，

所述可变电阻元件具有电阻值根据温度而变化的热敏电阻，

所述电阻值控制机构具有对所述热敏电阻的温度进行控制的机构。

13、根据权利要求4所述的超声波探头，其特征在于，

所述电阻元件具有多个模拟开关，

所述电阻值控制机构通过切换所述开关来控制所述电阻元件的电阻值。

14、根据权利要求11所述的超声波探头，其特征在于，

所述电阻元件与所述振动要素形成在相同的晶片上，具有事先调整的电阻值。

15、根据权利要求1所述的超声波探头，其特征在于，

所述多个振动要素分别具有电极，

所述超声波探头形成至少一个振动要素组，该振动要素组是所述多个振动要素中的至少一个振动要素的电极被公共连接而成的，

所述收发灵敏度修正机构设置所述至少一个振动要素组中，对该至

少一个振动要素组的各个公共电极分别施加所述偏置电压。

16、根据权利要求1所述的超声波探头，其特征在于，

所述多个振动要素分别具有电极，

构成所述振动件的多个振动要素的电极被公共连接，

所述收发灵敏度修正机构设置在所述多个振动件内的至少一个振动件中，对该至少一个振动件的各自的公共电极分别施加所述偏置电压。

17、一种超声波诊断装置，包含：

排列多个振动件而成的超声波探头，所述振动件至少具备一个在被施加了偏置电压的状态下，通过相互变换超声波和电信号来进行超声波的收发振动要素；

偏置机构，其产生用于供给所述偏置电压的DC电压；和

收发控制机构，其与所述多个振动要素之间进行所述电信号的收发，其特征在于，

在所述偏置机构与所述多个振动要素中的至少两个振动要素之间，具备独立调整对该至少两个振动要素所施加的偏置电压，来修正该至少两个振动要素的收发灵敏度的偏差的收发灵敏度修正机构。

18、根据权利要求17所述的超声波诊断装置，其特征在于，

所述收发灵敏度修正机构，对应所述至少两个振动要素的各自的收发灵敏度，将从所述偏置机构供给的DC电压变换为与该DC电压不同的电压的偏置电压，对所述至少两个振动要素分别施加所述变换后的偏置电压。

19、根据权利要求17所述的超声波诊断装置，其特征在于，

所述收发灵敏度修正机构，具有对所述偏置电压进行调整的可变机构、和存储所述振动要素的收发灵敏度特性的存储器，根据从所述存储器读出的信息调整所述可变机构，修正所述收发灵敏度的偏差。

20、根据权利要求17所述的超声波诊断装置，其特征在于，

具备与在不同于超声波诊断装置的地方设置的外部控制装置之间进行通信的通信机构，

所述收发灵敏度控制机构，根据来自所述外部控制装置的信息，进行所述至少两个振动要素的各自的收发灵敏度的偏差修正。

## 超声波探头及超声波诊断装置

### 技术领域

本发明涉及一种在与被检体之间排列有多个收发超声波的振动件的超声波探头。

### 背景技术

超声波探头排列有多个振动件，该振动件将从超声波诊断装置供给的电信号变换为超声波，向被检体发送，并且，接收由被检体产生的反射回声，并变换为接收信号。作为该振动件，公知有一种利用了超声波收发灵敏度根据所施加的偏置电压而变化的振动要素。

由此，通过控制对振动要素的电极施加的偏置电压，可以控制超声波的收发灵敏度（例如参照专利文献1）。

专利文献1：特开2004-274756号公报

不过，在上述现有技术中，由于振动要素在制造上的偏差与残留应力等，即使施加相同的偏置电压，也会在多个振动要素或振动件相互之间发生收发灵敏度的偏差。由此，会在超声波图像中发生图像不均、画质降低、人为因素（artifact）现象。

而且，专利文献1中公开了通过调整对基于构成振动要素或振动件的超微细加工而制成的超声波传感器（cMUT：Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducers）施加的偏置电压，可以修正因残留应力等而产生的每个振动要素的收发灵敏度的偏差。但是，对于具体的调整偏置电压的机构及调整方法没有记载。另外，在专利文献1中，提出了一种高电压切换电路，通过将多个小型电子开关与超声波驱动器串联连接，在这些电子开关之间分别连结超声波传感器，通过对这些电子开关组进行控制，来选择性地驱动超声波传感器。但是，该切换电路是用于选择要驱动的超声波传感器的电路，不会对各超声波传感器的收发灵敏度的偏差进行修正。

## 发明内容

鉴于此，本发明的课题是，提供一种用于对构成超声波探头的多个振动要素、振动要素组或振动件相互间的收发灵敏度的偏差进行修正的具体机构及方法。

用于解决上述课题的本发明的超声波探头，通过排列多个具有多个振动要素的振动件而成，所述振动要素通过在被施加偏置电压的状态下相互变换超声波和电信号来进行超声波的收发，该超声波探头具备收发灵敏度修正机构，用于独立调整对多个振动要素中的至少两个振动要素施加的偏置电压，来修正该至少两个振动要素的收发灵敏度的偏差。

而且，用于解决上述课题的本发明的超声波诊断装置，具有：排列多个振动件而成的超声波探头，所述振动件至少具备一个在被施加了偏置电压的状态下，通过相互变换超声波和电信号来进行超声波的收发的振动要素；偏置机构，其产生用于供给偏置电压的 DC 电压；和收发控制机构，其与多个振动要素之间进行电信号的收发；在偏置机构与多个振动要素中的至少两个振动要素之间，具备独立调整对该至少两个振动要素施加的偏置电压，修正该至少两个振动要素的收发灵敏度的偏差的收发灵敏度修正机构。

并且，用于解决上述课题的本发明的收发灵敏度修正方法包括：在具有下述机构的超声波诊断装置中，计测至少两个振动要素各自的电容的步骤，从至少两个振动要素之中选择基准振动要素的步骤；根据其它振动要素的容量相对基准振动要素的容量，求出用于对至少两个振动要素各自的收发灵敏度的偏差进行修正的修正系数的步骤；根据至少两个振动要素各自的修正系数，算出用于调整偏置电压的控制数据并进行存储的步骤；和根据控制数据，对至少两个振动要素分别施加调整后的偏置电压，来进行超声波的收发的步骤，所述机构包含：排列多个振动件而成的超声波探头，所述振动件至少具备一个在被施加了偏置电压的状态下，通过相互变换超声波和电信号来进行超声波的收发的振动要素；偏置机构，其产生用于供给偏置电压的 DC 电压；和收发灵敏度补正机构，其对多个振动要素内的至少两个振动元素的收发灵敏度的偏差进行补正；。

另外，优选的收发灵敏度修正方法的一个实施方式还包括：在对至少

两个振动要素分别施加了相同偏置电压的状态下，根据至少两个振动要素各自的超声波的收发来检测接收信号的步骤；根据至少两个振动要素各自的接收信号，求出该至少两个振动要素各自的收发灵敏度的变化量的步骤；按照对至少两个振动要素各自的变化量进行修正的方式，更新控制数据并进行存储的步骤；和根据至少两个振动要素各自被更新的控制数据，对该至少两个振动要素分别施加调整后的偏置电压，来进行超声波的收发的步骤。

另外，上述说明中即便将振动要素替换为振动要素组、振动件或振动件组也是同样的。

#### 发明效果

根据本发明，能够容易且高精度地对构成超声波探头的多个振动要素、振动要素组或振动件相互间的收发灵敏度的偏差进行修正。结果，能够取得高画质的超声波图像。

#### 附图说明

图 1 是表示应用了本发明的超声波探头、超声波诊断装置和收发灵敏度控制电路的第一实施例的图。

图 2 是将图 1 的振动要素表示为振动要素组的图。

图 3 是将图 1 的振动要素表示为振动件的图。

图 4 是表示将收发灵敏度控制电路 7 分别与多个振动件连接时的图。

图 5 是将图 1 的振动要素表示为振动件组的图。

图 6 是表示将控制用电组  $R_x$  分别与多个振动要素连接时的图。

图 7A 是表示振动要素组的电压—电容测量结果的图。

图 7B 表示各振动要素组的最大施加电压值的图。

图 7C 是表示各振动件的容许使用电压值的图。

图 8 是表示收发灵敏度控制电路的第二实施例的图。

图 9 是表示收发灵敏度控制电路的第三实施例的图。

图 10 是表示收发灵敏度控制电路的第四实施例的图。

图 11 是表示收发灵敏度控制电路的第四实施例的变形的图。

图 12 是表示收发灵敏度控制电路的第五实施例的图。

图 13 是对振动要素和在同一晶片上制作的电阻进行基于激光发生装置的修整（trimming）处理的图。

图 14 是表示本发明的收发灵敏度控制电路的第一控制例的图。

图 15 是表示本发明的收发灵敏度控制电路的第二控制例的图。

图 16 是对图 14 所示的收发灵敏度控制电路的第一控制例的具体动作进行表示的流程图。

图 17 是表示其它振动件的收发灵敏度相对基准振动件的收发灵敏度的相对值列表的图。

图中：1—振动要素，1-a—上部电极，1-b—下部电极，2—偏置机构，4—发送机构，5—接收机构，6—收发分离机构，7—收发灵敏度控制电路。

## 具体实施方式

下面，参照附图对应用了本发明的超声波探头的实施例进行说明。

### 第一实施例

图 1 是表示应用了本发明第一实施例的超声波探头、和超声波诊断装置的图。

如图 1 所示，超声波探头具有：超声波收发灵敏度根据所施加的偏置电压而发生变化的振动要素 1、和隔着振动要素 1 设置的上部电极 1-a 及下部电极 1-b。

在此，对于本实施例的超声波探头而言，对振动要素 1 的收发灵敏度的偏差进行修正的收发灵敏度控制电路 7 被配置在振动要素 1 与偏置机构 2 之间。另外，振动要素 1 一般被称作单元，振动要素 1 的数量不限定为 1 个，可以根据需要增加。

如此构成的超声波探头与偏置机构 2 连接，所述偏置机构 2 具有设置于超声波诊断装置的用于供给电信号的发送机构 4、对从超声波探头输出的接收信号进行处理的接收机构 5、和用于对超声波探头施加偏置电压的偏置电源（DC 电源）。其中，发送机构 4 及接收机构 5 通过收发分离机构 6 与超声波探头之间收发信号。例如，在收发分离机构 6 与振动要素 1 之间 AC 耦合有信号线和信号的返回线。



这里，本实施例的振动要素1是电气机械耦合系数根据所施加的偏置电压而变化的超声波传感器。例如，图1是将cMUT应用为振动要素1的例子。

cMUT具有所谓的电容器构造，即在半导体基板上以鼓状形成振动膜，且通过上部电极1-a和下部电极1-b挟持半导体基板和振动膜。如果从偏置机构2向这样的cMUT施加偏置电压，则会在上部电极1-a和下部电极1-b间产生电场，使得振动膜处于紧张状态。

在该状态下，如果从发送机构4发送的电信号被施加到上部电极1-a和下部电极1-b之间，则振动膜振动，超声波基于该振动膜的振动会被发送给被检体。而且，如果从被检体产生的反射回声输入给cMUT，则由于振动膜振动，使得内部空间变化，所以，可以将cMUT的电容变化取出作为电信号。

并且，由于振动膜的紧张度根据对cMUT施加的偏置电压而变化，所以，通过控制偏置电压，对从cMUT向被检体发送的超声波的强度附加权重，可以控制超声波的强弱。同样，通过控制偏置电压，可以控制cMUT对来自被检体的反射超声波进行接收的接收灵敏度。如果定性，则偏置电压与发送强度或接收灵敏度处于近似比例关系。即，如果提高偏置电压，则发送强度或接收灵敏度增大，如果降低偏置电压，则发送强度或接收灵敏度会减少。

另外，虽然举例说明了cMUT，但本发明不限于此，还能够应用到利用具有电气机械耦合系数根据偏置电压发生变化的特性的电形变材料等制造的元件。

振动要素1在顶部形成有上部电极1-a，并且在底部形成有下部电极1-b。上部电极1-a借助端子2-a与偏置机构2的正极侧连结。下部电极1-b借助端子2-b与偏置机构2的负极侧连结。在该振动要素1与偏置机构2之间的、用于根据从偏置机构2供给的DC电压对振动要素1施加偏置电压的导线上，配置有作为收发灵敏度修正机构的收发灵敏度控制电路7。优选收发灵敏度控制电路7在该导线上，被设置在比发送机构4或接收机构5及收发分离机构6与振动要素1连接的连接位置更靠向偏置机构2侧。

如图 1 所示, 振动要素 1 的等效电路由将电容器 Ccell 和电阻 Rcell 并联连接的模块表示。若设介电常数为  $\varepsilon$ 、电极面积为 S、电极间隔为 d, 则电容器 Ccell 的电容 Ccap 可由下述公式 (1) 表示。

$$C_{cap} = \varepsilon \cdot S/d \quad (1)$$

由于电容器 Ccell 中蓄积的电荷 Q 基于振动要素 1 的电容 Ccap 和从偏置机构 2 供给的电压 Vdc, 满足  $Q = C_{cap} \cdot V_{dc}$  的关系, 所以, 利用公式 (1) 可以得到下述公式 (2)。

$$Q = C_{cap} \cdot V_{dc} = \varepsilon \cdot (S/d) \cdot V_{dc} \quad (2)$$

其中, 如果将公式 (2) 设为基准振动要素的特性, 则在 cMUT 单元的制造阶段, 有时会因为溅射等工序中产生的残留应力等的影响, 形成电极间隔或电极面积等与基准振动要素稍有不同的振动要素。如果将该情况下的电容成分设为  $C'_{cap}$ , 则电极间隔或电极面积等与基准振动要素稍有不同的振动要素所具有的电荷  $Q'$  满足下述公式 (3)。

$$Q' = C'_{cap} \cdot V_{dc} \quad (3)$$

即, 由于每个振动要素其电容稍有不同, 所以, 所蓄积的电荷也多少不同。鉴于此, 为了消除收发灵敏度的偏差的影响, 需要控制电荷  $Q'$ , 使其接近成为基准的电荷 Q。因此, 如果利用某一系数 k 来表示 Q 和  $Q'$  的关系, 则成为以下的公式 (4)。其中, k 是振动要素间的修正系数。

$$Q = k \cdot Q' \quad (4)$$

接着, 利用公式 (3) (4) 使公式 (2) 变形, 得到了公式 (5)。

$$\begin{aligned} Q &= C_{cap} \cdot V_{dc} \\ &= k \cdot Q' = k \cdot (C'_{cap} \cdot V_{dc}) = C'_{cap} \cdot (k \cdot V_{dc}) \end{aligned} \quad (5)$$

根据公式 (5), 即使是电容与基准振动要素不同的振动要素, 通过将该振动要素施加的偏置电压控制为  $k \cdot V_{dc}$ , 也能够抑制振动要素间的收发灵敏度偏差。并且, 根据公式 (5), k 一般为

$$K = C_{cap}/C'_{cap} \quad (6)$$

由基准振动要素的电容与其它振动要素的电容之比决定。

图 1 表示本发明收发灵敏度控制电路 7 的第一实施例。本实施例通过在振动要素与偏置机构之间配置电阻元件, 对施加给振动要素的偏置电压进行调整, 来修正振动要素的收发灵敏度的偏差。

具体如图 1 所示，在振动要素 1 与偏置机构 2 的正电极之间串连配置有电阻值为  $R_s$  的电阻 9。该情况下，如果设偏置电压为  $V_{dc}$ 、振动要素 1 的电极间电压为  $V$ 、振动要素 1 的电阻值为  $R_{cell}$ ，则  $V$  可由以下的公式 (7) 表示。

$$V = R_{cell} \cdot V_{dc} / (R_s + R_{cell}) \quad (7)$$

即，通过串联电阻  $R_s$  与振动要素的电阻  $R_{cell}$  的分压，可以对振动要素施加比  $V_{dc}$  低的电压  $V$ （即，通过串联电阻  $R_s$  的电压降来控制对振动要素施加的偏置电压）。因此，通过调整电阻  $R_s$  的电阻值，能够控制对振动要素 1 施加的偏置电压  $V$ 。由此，可以修正各振动要素中蓄积的电荷的偏差，与基准振动要素中蓄积的电荷相同，从而能够抑制多个振动要素相互之间的收发灵敏度的偏差。结果，能够取得高画质的超声波图像。对于电阻  $R_s$  的电阻值的调整将在后面叙述。

另外，根据公式 (5) (7)， $k$  变为下述公式 (8)。

$$K = R_{cell} / (R_s + R_{cell}) \quad (8)$$

即，在如本实施例那样通过串连插入电阻  $R_s$  来修正偏置电压的情况下，由于  $k \leq 1$ ，所以，根据公式 (6)， $C_{cap} \leq C'_{cap}$ 。因此，在本实施例中，选择电容  $C_{cell}$  最小的振动要素作为基准振动要素。即，使其它的振动要素适应电容最小的振动要素。

以上对图 1 的振动要素 1 进行了叙述，但也能够应用到图 2 所示的在多个振动要素 1 中共用电极而构成的振动要素组 3、和如图 3 所示汇集多个振动要素组 3 构成的振动件 8。即，振动要素组 3 是将多个振动要素 1 汇集而成，振动件 8 是汇集多个振动要素组 3 而成，因此，在整体上可以看作一个大的振动要素。在振动要素组 3 的电极或振动件 8 的电极与偏置机构 2 之间，设置有收发灵敏度控制电路 7，通过控制对它们施加的偏置电压，还能够控制振动要素组 3 或振动件 8 的收发灵敏度。

并且，通过改变振动要素组 3 的连接模式，可以使振动件与 1D（D 是 Dimension 的缩写，意味着维数）、1.5D 或 2D 阵列探头用振动件对应。这里，1D 阵列是指将超声波振动件排列成一维线（直线、曲线）的构造。而 1.5D 是指将超声波振动件排列在与一维排列方向（长轴方向）正交的方向（短轴方向）所构成的二维面（平面、曲面）上的构造，且在长轴方

向（一维排列方向）进行超声波扫描及聚焦控制，在短轴方向（与长轴方向正交的方向）进行聚焦控制。

另外，2D 是指将超声波振动件排列在二维面（平面、曲面）上的构造，且在任意方向进行超声波扫描及聚焦控制。即，通过连接所有的振动件上的振动要素组 3，形成 1D 阵列振动件，通过独立操作振动要素组 3 而形成 1.5D 阵列振动件，通过划分为更微细的振动要素组从而还能够作为 2D 阵列探头用振动件。成为什么样的振动件，是通过在振动件制造阶段对构成振动件的振动要素组的连接模式进行改变来决定。另外，在构成振动件的振动要素组的连接中采用了铝布线等。

图 4 表示作为其它配置例而将收发灵敏度控制电路 7 分别与多个振动件的每一个连接的情况，图 5 表示将一个收发灵敏度控制电路 7 与由多个振动件构成的振动件组 24 连接的情况。与上述同样，通过控制对振动件组 24 施加的偏置电压，还能够控制振动件组 24 的收发灵敏度。

或者，分别按振动要素、振动要素组、或振动件独立控制收发灵敏度，也能够控制收发灵敏度的偏差。图 6 表示该例子。图 6 表示了分别独立控制每个振动要素的收发灵敏度来修正收发灵敏度偏差的情况，省略了发送机构 4、接收机构 5 及收发分离机构 6 的记载。在该构成中，通过对每个振动要素附加与之对应的电阻  $R_{sx}$ （ $x$  是每个振动要素指数），对每个振动要素的收发灵敏度进行了控制。当然，取代每个振动要素，对每个振动要素组或每个振动件附加与各自的元件对应的电阻  $R_{sx}$ ，来修正每个振动要素组或振动件的收发灵敏度的偏差的构成也是同样的。其中，对于电阻  $R_{sx}$  的电阻值的调整将在后面叙述。

这里，对每个振动件的接收灵敏度的偏差进行说明。振动件通过对在形成为短栅状的半导体晶片上制造配置的多个振动要素组进行连接而形成。因此，形成在晶片上的振动件 8 因形成的位置也会发生收发灵敏度的不均。即，每个振动件 8 中都会发生偏差。鉴于此，在晶片上形成振动件 8 之后、或在将完成的振动件 8 组装到探头的工序中，对形成振动件 8 的振动要素组 3 的电容相对偏置电压的特性进行测量。测量结果的一个例子表示为图 7A 和图 7B。图 7A 是表示电容相对振动要素组 d~g 的偏置电压的变化的曲线，图 7B 是表示每个振动要素组的电容为最大的偏置电压的

图表。根据该测量结果来选择电容为最大的偏置电压最小的振动要素组。该情况下，可选择具有最小偏置电压  $V_g$  的振动要素组  $g$ 。

接着，将设定为比该最小的偏置电压  $V_g$  稍微低的电压值（下面称作使用容许电压值）记录到在探头内与该振动件一同配置的存储器中。对于其它的振动件也进行同样的测量，并将使用容许电压值记录到各个探头内配置的存储器中。这样，可以按每个探头知晓振动件的固有使用容许电压值。而且，通过把握该电压值，还能够把握在同一晶片上制作的各振动件的容许使用电压的分布。

其一个例子表示于图 7C。图 7C 是表示晶片内各振动件的使用容许电压值的分布的图表。利用该使用容许电压值分布特性，来控制振动件之间的灵敏度偏差。具体而言，选择具有最低容许使用电压值的振动件，按照其它所有的振动件的容许使用电压值与该选择的振动件的容许使用电压值相等的方式进行控制。即，为了修正各振动件的收发灵敏度的偏差，将按振动件控制的偏置电压的上限值，设为具有最低容许使用电压值的振动件的容许使用电压值。在图 7C 所示的情况下，由于振动件 G 的容许使用电压值最小，所以，选择振动件 G，将该容许使用电压值设为偏置电压的上限。由此，可安全地抑制同一晶片间的振动件的收发灵敏度偏差。该控制只要将上述的收发灵敏度控制电路安装到想要进行使用容许电压的调整的振动件，并控制对振动件施加的偏置电压即可。对于控制电路内的电阻值的调整将在后面叙述。

另外，在上述说明中说明了每个振动件的收发灵敏度的修正，但也能够按照各振动件的收发灵敏度成为标准探头的收发灵敏度的方式进行修正。这里，标准探头是下述的探头。在同一晶片上形成有多个安装于探头的状态的振动件组（下面称作探头用振动件组）。按该探头用振动件组测量收发灵敏度的偏差（分散），求出这些分散的平均值。将具有最接近该分散的平均值的收发灵敏度偏差的探头用振动件设为标准探头。

下面，虽然以振动件为代表对振动要素、振动要素组、振动件及振动件组进行了表述，但替换为振动要素、振动要素组及振动件组也是同样的。

## 第二实施例

图 8 表示本发明收发灵敏度控制电路 7 的第二实施例。如图所示, 本实施例将收发灵敏度控制电路 7 设为由晶体管 10、和可变电阻  $R_1$  (11)、 $R_2$  (12) 构成的基于射极跟随器 (emitter follower) 的恒压电路, 将其配置在偏置机构 2 与振动件 8 之间。通过在该电路中调整可变电阻  $R_1$  (11)、 $R_2$  (12) 的电阻值的比率, 可以控制对振动件 8 施加的偏置电压  $V$ , 从而能够抑制多个振动件相互间的收发灵敏度的偏差。对于这些可变电阻  $R_1$  (11)、 $R_2$  (12) 的电阻值的调整将在后面叙述。

另外, 由于本实施例中对振动件 8 施加的偏置电压  $V$  也比偏置机构 2 的偏置电压低, 所以, 选择电容最小的振动件作为基准振动件。选择该电容最小的振动件作为基准振动件在后述的其它实施例中也是同样的。

### 第三实施例

图 9 表示本发明收发灵敏度控制电路 7 的第三实施例。如图所示, 本实施例将收发灵敏度控制电路 7 设为由运算放大器 13 和可变电阻  $R_3$  (14)、 $R_4$  (15) 构成的恒压电路, 将其设定在偏置机构 2 与振动件 8 之间。在该实施例中与第一实施例及第二实施例同样, 通过调整可变电阻  $R_3$  (14)、 $R_4$  (15) 的电阻值, 可以控制对振动件 8 施加的偏置电压  $V$ , 从而能够抑制多个振动件相互间的收发灵敏度的偏差。对于这些可变电阻  $R_3$  (14)、 $R_4$  (15) 的电阻值的调整将在后面叙述。

### 第四实施例

图 10 表示本发明收发灵敏度控制电路 7 的第四实施例。如图所示, 本实施例将收发灵敏度控制电路 7 设为由可变电阻  $R_5$  (16) 和齐纳二极管 (Zener diode) 17 构成的电压限制电路, 配置在偏置机构 2 与振动件 8 之间。该电压限制电路利用齐纳二极管的特征即稳压电压, 来控制对振动件 8 施加的偏置电压。即, 通过调整可变电阻  $R_5$  (16) 的电阻值, 来调整齐纳二极管 17 中流动的电流, 控制稳压电压  $V_z$ , 从而可抑制多个振动件相互间的收发灵敏度偏差。对于该可变电阻  $R_5$  (16) 的电阻值的调整将在后面叙述。

作为本实施例 4 的变形, 如图 11 所示, 可以由电阻 18、齐纳二极管

17 和恒流源 19 构成收发灵敏度控制电路 7。该情况下，由于齐纳二极管 17 中流动的电流成为从偏置机构 2 的偏置电源流出的电流、和从能够调整电流量的恒流源 19 流出的电流的相加量，所以，通过调整从恒流源 19 流出的电流量，可以控制稳压电压  $V_Z$ 。对于该恒流源 19 的电流值的调整将在后面叙述。

### 第五实施例

图 12 表示本发明收发灵敏度控制电路 7 的第五实施例。如图所示，本实施例由电阻 18、恒流源 19 和可变电阻  $R_6$  (20) 构成收发灵敏度控制电路 7，将其配置在偏置机构 2 与振动件 8 之间。该电路中与实施例 4 的变形的电路同样，通过调整从恒流源 19 流出的电流量，来调整可变电阻  $R_6$  (20) 中流动的电流；或者通过调整可变电阻 20 的电阻值，可以控制对振动件 8 施加的偏置电压  $V$ ，从而能够抑制多个振动件相互之间的收发灵敏度偏差。对于该可变电阻  $R_6$  (20) 的电阻值的调整将在后面叙述。

接着，针对第一～五实施例中使用的可变电阻的电阻值调整机构及方法进行以下叙述。其中，对于第四实施例中恒流源 19 的电流值的调整也是同样的。本调整机构具有作为对偏置电压进行调整的可变机构的可变电阻、和存储有振动要素的收发灵敏度特性的存储器，根据从存储器读出的信息调整可变机构，成为对收发灵敏度的偏差进行修正的值。另外，本调整机构的可变机构不限定于可变电阻，如果是其它的能够调整偏置电压的机构，则同样可以使用。

制造时对振动件施加规定的偏置电压，通过阻抗测量仪 21 来计测规定频率时的电抗。该电抗成分等价于振动要素或振动件的电极间电容与寄生电容的并联。此时的电容成为公式 (9)。

$$C = |1/\omega X| \quad \omega: \text{角频率} \quad (9)$$

基于公式 (9)，并根据振动件的电抗成分的实测结果，可得到振动件的电容。根据公式 (6)，对所得到的电容和作为基准的振动件的电容进行比较，可决定修正系数  $k$ 。根据该修正系数  $k$ ，来决定对振动件施加的偏置电压、和用于获得该偏置电压的电阻值。如图 13 所示，通过预先对振动件和在同一晶片上制作的电阻图案，进行特开 2004-273679 号公

报等公开的利用了激光发生装置 22 等的修整处理,来获得希望的电阻值。

并且,在晶片上制作如温度系数热敏电阻那样的可变电阻元件,通过控制热敏电阻的温度或其中流过的电流,也能够调整其自身的电阻值。这利用了电阻值基于温度变化而改变的热敏电阻的特性,通过在半导体晶片上制作正(或负)温度系数热敏电阻和加热器能够实现。作为加热器的一个例子,可举出利用了珀耳贴元件和衡流电路的情况。珀耳贴元件是可以基于电流的流向控制元件的加热、冷却,且能够基于电流量控制其程度的元件。通过组合衡流电路和珀耳贴元件,可获得希望温度的加热器,能够调整热敏电阻的电阻值。另外,本实施例表示了热敏电阻作为可变电阻的例子,但也可以通过利用 DAC 等控制 FET 等的栅极·源极间电压  $V_{gs}$ ,来调整开关接通电阻的值、或控制二极管中流动的电流,从而调整电阻值。

接着,图 14 表示本发明收发灵敏度控制电路 7 的第一控制例。收发灵敏度控制电路 7 具有控制机构 25、存储器 23、数字模拟转换器(以下称作 DAC) 26、和由热敏电阻等构成的可变电阻 27。存储器 23 存储控制数据,通过数据总线(以下称作 Bus)与控制机构 25 连接。而且,存储器 23 的数据输出被输入给 DAC26。DAC26 将来自存储器 23 的数字数据变换为模拟信号并输出,与由热敏电阻等构成的可变电阻 27 连接。其它的构成与图 3 所示的构造相同,因此省略说明。

这里,根据图 16 所示的流程图对第一控制例的具体动作进行说明。该动作例由振动件制造工序、探头组装工序及运用工序构成。预先存储与以下的各步骤对应的程序,通过读出并执行与每个步骤对应的程序,可以自动或半自动实施其步骤。

首先,说明振动件制造工序 601~605。在振动件制造工序中,修正每个振动要素的收发灵敏度的偏差调整。

步骤 601 中,在晶片生成工序中计测振动要素在规定频率时的阻抗,根据该计测结果来取得各振动要素的电容。

步骤 602 中,选择用于对每个振动要素的收发灵敏度的偏差进行修正的基准振动要素。例如选择电容最小的振动要素作为基准振动要素。

步骤 603 中,求出用于对每个振动要素的收发灵敏度的偏差进行修正的修正系数  $k$ 。即,根据所选择的基准振动要素的电容与其它振动要素的



电容之比，来求出每个振动要素的修正系数  $k$ 。

步骤 604 中，根据修正系数  $k$  按每个振动要素求出用于对收发灵敏度的偏差进行修正的电阻元件的电阻值 ( $R_s$ )。可以根据修正系数  $k$  和振动要素的电阻值 ( $R_{cell}$ ) 由公式 (8) 求出电阻值 ( $R_s$ )。

$$R_s = \{ (1-k) / k \} R_{cell} \quad (10)$$

步骤 605 中，按每个振动要素将具有步骤 604 中求出的电阻值 ( $R_s$ ) 的电阻元件安装到同一晶片上。安装方法如前所述，例如通过进行特开 2004-273679 号公报等公开的利用了激光发生装置 22 等的修整处理，来获得希望的电阻值。

步骤 606 中对晶片进行切削提取出探头用振动件。

接着，对探头组装工序 607~612 进行说明。在探头组装工序中对每个振动件的收发灵敏度的偏差调整进行修正。

步骤 607 中，将步骤 606 中切削提取出的探头用振动件组组装到探头中。

步骤 608 中，对振动件为规定频率时的阻抗进行测量，根据测量结果来取得各振动件的电容。

步骤 609 中，选择用于对每个振动件的收发灵敏度的偏差进行修正的基准振动件。例如选择电容最小的振动件作为基准振动件。

步骤 610 中，求出用于对每个振动件的收发灵敏度的偏差进行修正的修正系数  $k$ 。即，根据所选择的基准振动件的电容与其它振动件的电容之比，来求取每个振动要素的修正系数  $k$ 。

步骤 611 中，根据每个振动件的修正系数  $k$ ，算出对每个振动件施加的偏置电压的控制数据，并经由 Bus 存储到存储器中。而且，将每个振动件的控制数据及其生成日期记录到存储器 23 内的日志文件中。即，根据修正系数  $k$ ，针对收发灵敏度控制电路 7 的可变电阻 27（例如热敏电阻）等控制器件，算出用于控制电阻值等控制因子的电流值、电压值或热量（在使用珀耳贴元件作为热源的情况下，是作为控制因子的电流值）等控制数据。然后，经由 Bus 将控制数据存储到存储器 23 中。该控制数据也可以在制品出厂后的收发灵敏度偏差修正中使用。

步骤 612 中，根据控制数据对每个振动件施加调整后的偏置电压，来

收发超声波。当收发超声波时，控制机构 25 读出存储器 23 中存储的控制数据，向 DAC26 输出。DAC26 通过根据被输入的控制数据的值来控制电流值等，对可变电阻 27 的电阻值进行控制。具体而言，在可变电阻 27 由负温度系数热敏电阻和珀耳贴元件构成的情况下，通过使 DAC26 控制的电流流入到珀耳贴元件中，可以通过负温度系数热敏电阻的直接温度控制来间接控制电阻值。

这里，对振动件 8 的两端施加的电压相对偏置机构 2 供给的电压值，成为基于可变电阻 27 的电阻值  $R_s$  与振动件 8 的电阻值  $R$  形成的分压值。即，通过调节基于电场强度的电气机械耦合系数，来修正超声波的收发灵敏度偏差，可以控制成各振动件具有相同的收发灵敏度。另外，当进行收发灵敏度修正时，可以在超声波诊断装置的画面上放映表示正在进行灵敏度修正的显示画面。

最后，对运用工序 613~618 进行说明。在运用工序中，根据振动件的收发灵敏度的时效变化，来修正每个振动件的收发灵敏度偏差调整的偏差。

步骤 613 中对每个振动件的收发灵敏度进行测定。由于制品出厂后，在技术上难以直接测量组装到超声波探头上的振动件的电容，所以，间接地对振动件的收发灵敏度进行测量。作为一个例子，在使超声波探头与规定的模型（phantom）抵接的状态下，通过控制部 25 检测对每个振动件输入的偏置电压所对应的响应信号的电压，能够测定每个振动件的收发灵敏度。

步骤 614 中，判断是否需要每个振动件的收发灵敏度的偏差修正。例如，判断各振动件的收发灵敏度是否在阈值的范围（例如步骤 613 中求出的各振动件的收发灵敏度的平均值的  $\pm 1\text{dB}$ ）内，如果在范围之外，则判断为需要偏差修正，转移到步骤 615。另一方面，如果在阈值的范围内，则判断为不需要偏差修正，转移到步骤 618。

步骤 615 中，选择用于对每个振动件的收发灵敏度的偏差修正的偏离进行修正的基准振动件。例如选择收发灵敏度最小的振动件作为基准振动件。

步骤 616 中，求出用于对每个振动件的收发灵敏度的偏差修正的偏离

进行修正的修正系数  $k$ 。即，根据所选择的基准振动件的收发灵敏度和其它振动件的收发灵敏度之比，求出每个振动要素的修正系数  $k$ 。

步骤 617 中，根据每个振动件的修正系数  $k$ ，更新对每个振动件施加的偏置电压的控制数据，并经过 Bus 存储到存储器 23 中。具体而言，针对灵敏度降低的振动件，按照增大对该振动件施加的偏置电压的方式变更控制数据。另一方面，针对灵敏度上升的振动件，按照减少对该振动件施加的偏置电压的方式更新控制数据。控制机构 25，通过如上所述预先对存储器 23 中存储的控制数据进行适当更新，从而能够总是进行高精度的收发灵敏度的偏差修正。在控制数据的更新之后，返回到步骤 613，再次测定每个振动件的收发灵敏度。

在控制数据更新之际，在日志文件中记录每个振动件的控制数据及更新日期，将该数据存储到存储器 23 中。通过振动件的收发灵敏度的时效变化，对用于控制控制器件的控制数据进行适当更新。更新的频度与周期，根据更新时生成的日志文件在控制机构 25 内计算。该计算结果能够通过按压在超声波诊断装置操作桌上配置的按钮，显示到装置画面上。

或者，也可以在控制数据更新之际，将其它振动件的收发灵敏度相对基准振动件的收发灵敏度的相对值，分别显示到画面上，在画面上进行控制数据的更新。其一个例子表示于图 17。图 17 表示在画面上显示了各振动件的收发灵敏度的偏差时效变化的数据列表 701、和两个控制按钮 702、703 的例子。数据列表 701 表示了各振动件的 ID 号码、基准振动件对应的收发灵敏度相对值的时效变化、和控制数据的校正量（%）。收发灵敏度相对值的时效变化按时间序列表示了制造时或组装时的初始值、和其后测量的收发灵敏度的相对值。若在该状态下按下计测按钮 702，则执行上述步骤 613~616，不仅对每个振动件的收发灵敏度的相对值进行计测，而且，可以计算并显示用于将该相对值设为 1 的控制数据的校正量（%）。如果在所有振动件的收发灵敏度的相对值的计测及控制数据的校正量的计算结束之后，按下应用按钮 703，则计算出的校正量被反映到控制数据中。另外，计测出的收发灵敏度的相对值与计测日期数据一同被存储到存储机构中，在下一次更新控制数据时会显示在画面上。

步骤 618 中，根据更新后的控制数据对每个振动件施加调整后的偏置

电压，来收发超声波。

步骤 619 中，如果根据振动件的收发灵敏度的时效变化，按一定期间或不定期反复进行每个振动件的收发灵敏度偏差调整的偏离修正，则返回到步骤 613，反复进行步骤 613～步骤 618。

综上所述，通过利用更新后的控制数据控制收发灵敏度，对超声波进行收发，能够在总是可以进行高精度的收发灵敏度偏差修正的状态下，取得高画质的超声波图像。另外，在上述探头制造工序及运用工序的说明中，表示了选择基准振动件，对各振动件的收发灵敏度的偏差进行修正的例子，但通过将基准设为标准探头的收发灵敏度，也能够修正探头间的收发灵敏度的偏差。

以上是第一控制例的具体动作流程的说明。

本实例表示了利用负温度系数热敏电阻的例子，但也可以使用正温度系数热敏电阻。而且，本实例中表示了利用温度系数热敏电阻和珀耳贴元件的电阻值控制的例子，但也可以在自电流控制热敏电阻中直接流动电流。另外，在不进行步骤 613～617 的时效变化的修正时，由于只需要晶片生成工序、或芯片化之后的探头组装工序时的控制数据，所以，存储器 23 能够功能限定为从 ROM 等非易失性存储元件的读出，由此，可降低电路规模。

综上所述，根据该第一控制例，可以连续且总是良好地进行每个振动件的收发灵敏度的偏差修正。而且，由于控制器件由热敏电阻与珀耳贴元件构成，所以，通过半导体工艺的掺杂物质（混合的杂质，例如硼（掺杂）、SiC（薄膜）、Ge（薄膜）、Ni（金属））的种类与量、或薄膜，能够容易地调整温度特性。

接着，图 15 表示本发明的收发灵敏度控制电路 7 的第二控制例。与第一控制例的不同之处在于，取代 DAC26 而利用了数据锁存电路 28；和作为可变电阻的方式，取代了热敏电阻，使用了通过对由 MOS 开关或机械式继电器等构成的多个微开关进行切换，来控制电阻值的模拟开关切换方式可变电阻。这些可变电阻例如能够通过基于 MEMS 技术的微型继电器、梯形（rudder）电阻等实现。除此之外的结构由于和第一控制例相同，所以，省略了振动件 8 与偏置机构 2 的图示。

这里，对第二控制例的具体动作进行说明。其中，第二控制例的动作流程与上述第一控制例同样，但步骤 611 的控制数据的内容及步骤 612 的内容不同，因此，下面仅对不同的部分进行说明。

步骤 611 中，控制机构 25 向存储器 23 中存储控制数据的动作与第一控制例相同，但存储到存储器 23 中的控制数据是微开关切换方式可变电阻的开关切换用控制数据。

步骤 612 中，在收发超声波时，控制机构 25 读出存储器 23 中存储的控制数据，将其向数据锁存电路 28 输出。数据锁存电路 28 对锁存时钟的定时时被输入的多个控制数据的值进行保持，通过根据该多个控制数据的值使微开关的开闭发生变化，来控制可变电阻的电阻值。

另外，在第二控制例中还与第一控制方法相同，如果在组装工序之后计测各振动件 8 的收发信号强度，则能够进行与各元件的时效变化对应的偏差修正。

根据该第二控制例，能够在不受周围温度等外部因素的影响的情况下，修正每个振动件的收发灵敏度的偏差。

另外，上述第一及第二控制例都能够以在线・离线方式进行。

作为制品出厂后收发灵敏度的偏差修正的另一个例子，还能够远程进行探头的收发灵敏度的偏差状况的确认及收发灵敏度的偏差的修正处理。因此，超声波诊断装置具备能够借助网络与配置在装置外的外部控制机构（例如远程中心内的主机）进行通信的通信机构。并且，借助网络与保存探头的收发灵敏度修正信息的主机进行连接，可进行基于探头的时效变化的收发灵敏度状况的确认、探头固有的控制数据的更新、和收发灵敏度的偏差的修正处理等。

最后，在上述本发明的说明中表示了按振动要素、振动要素组或振动件的收发灵敏度的偏差修正，但也能够按照使每个振动要素、振动要素组或振动件的收发灵敏度成为标准探头的灵敏度的方式，进行修正。

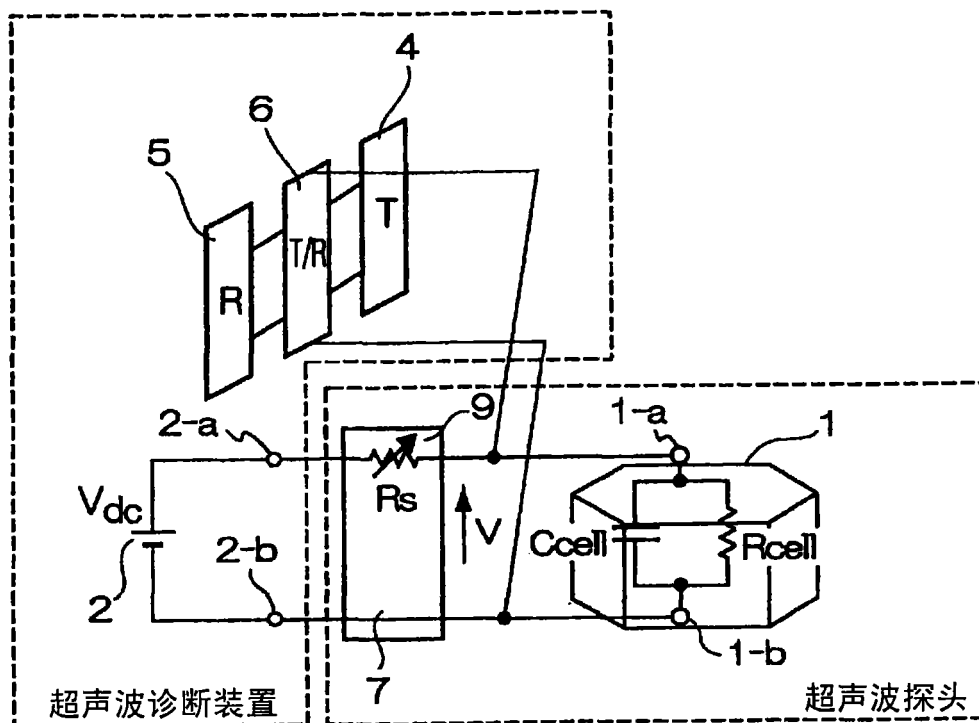


图 1

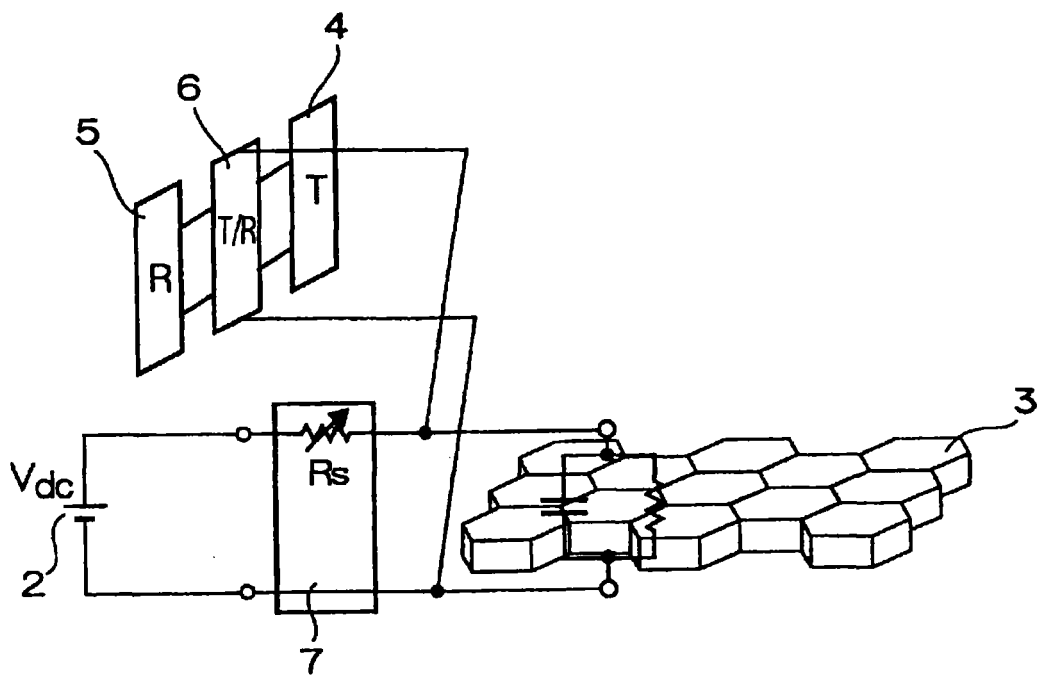


图 2

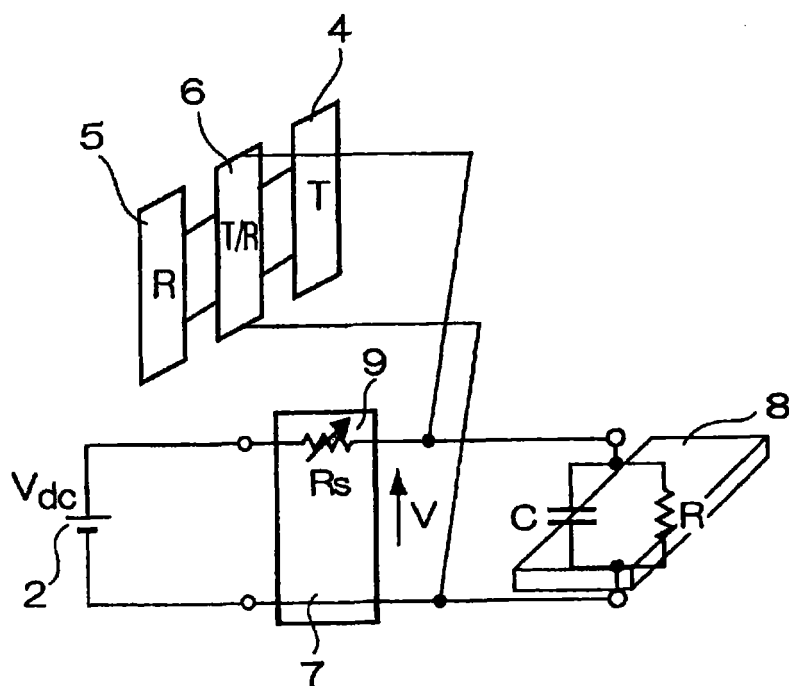


图 3

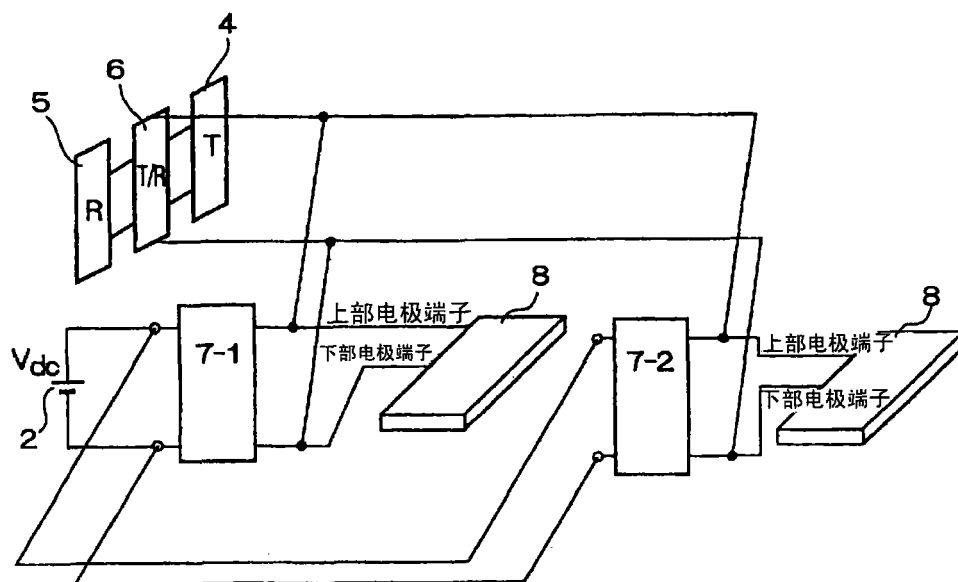


图 4

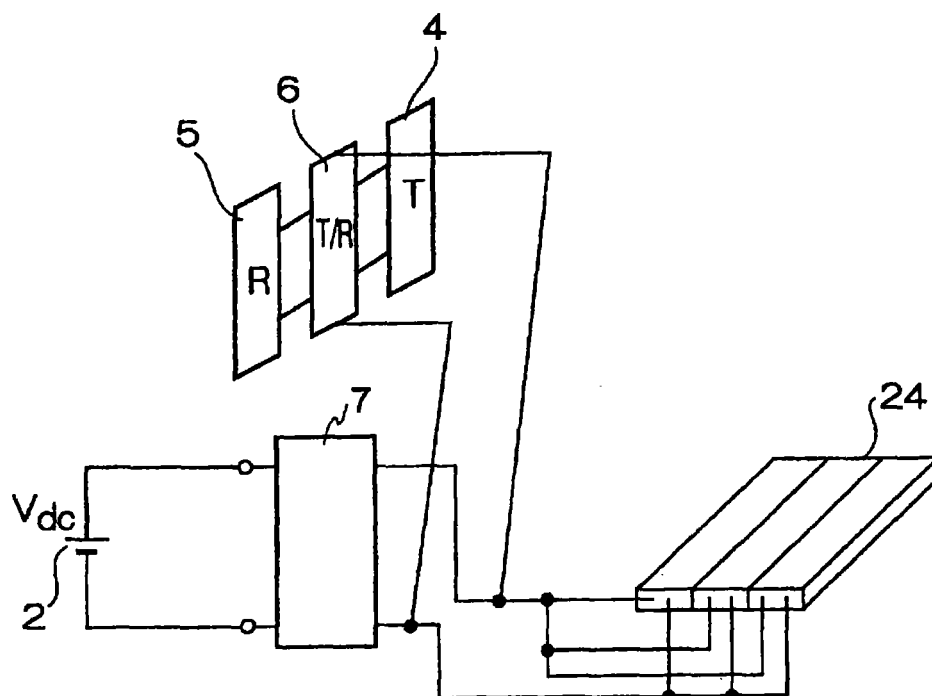


图 5

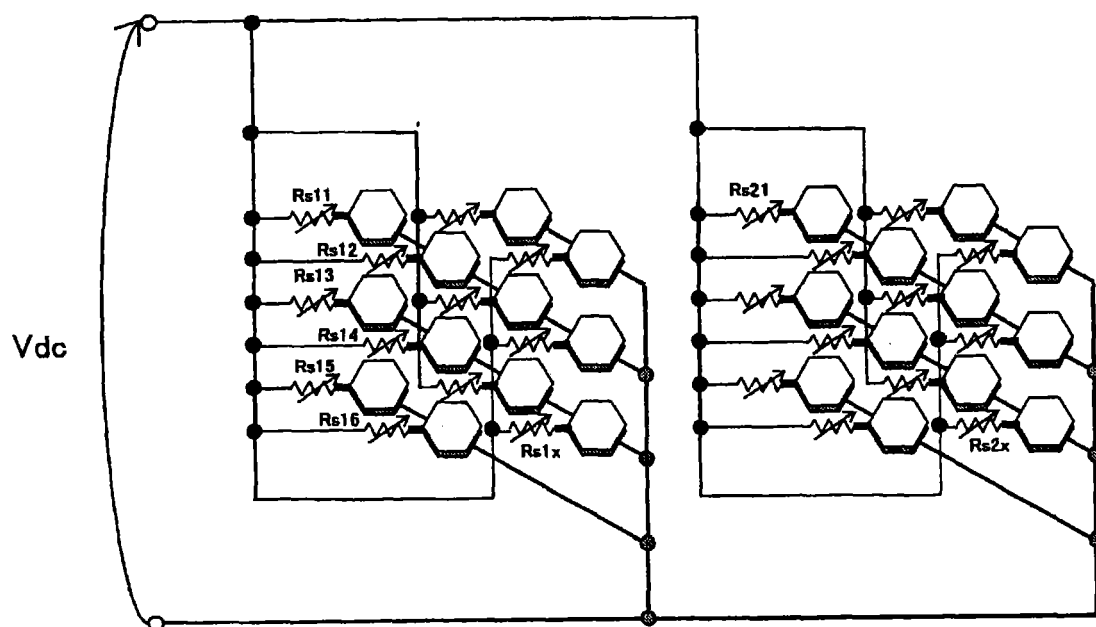


图 6



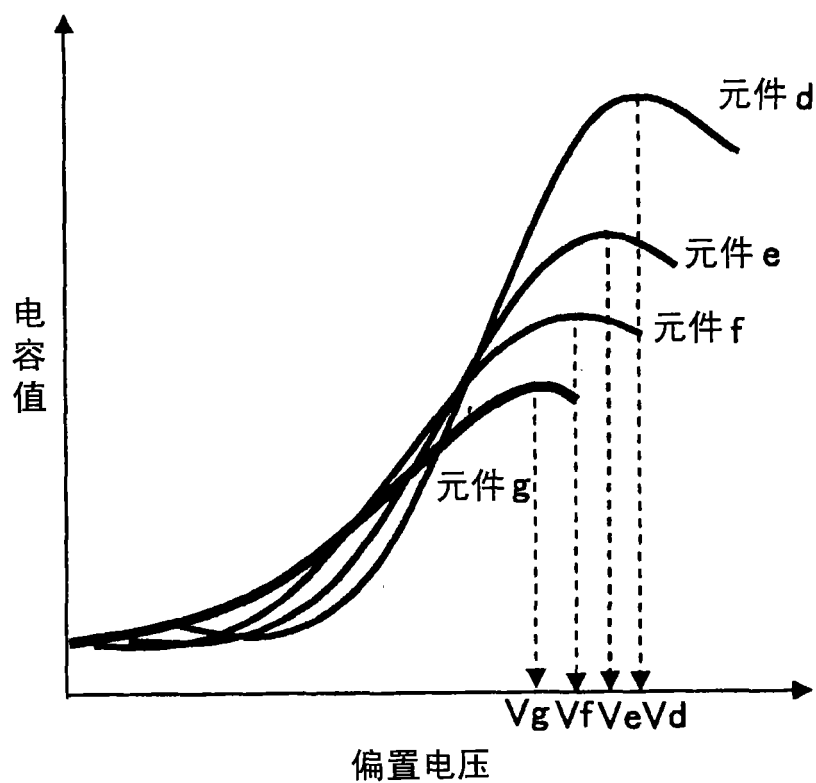


图 7A

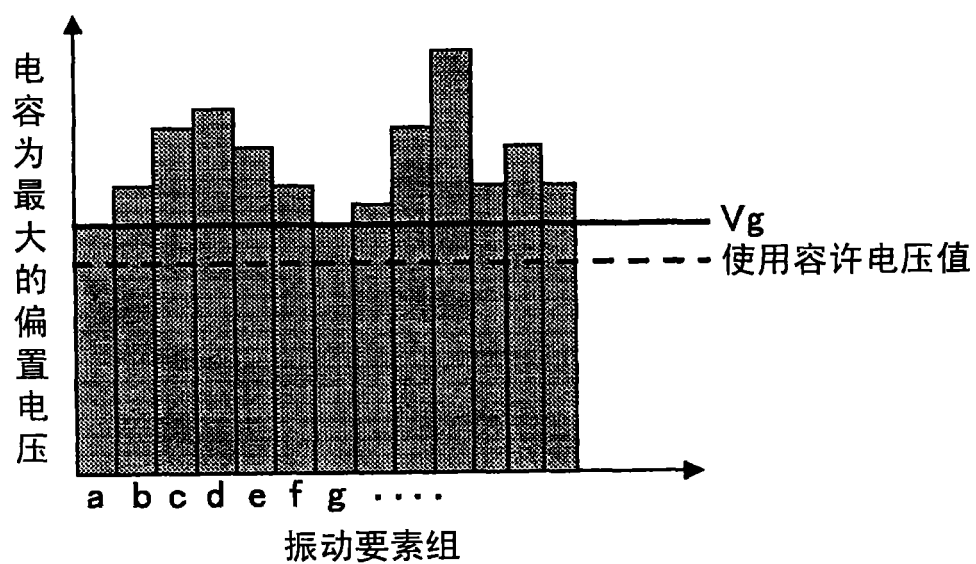


图 7B

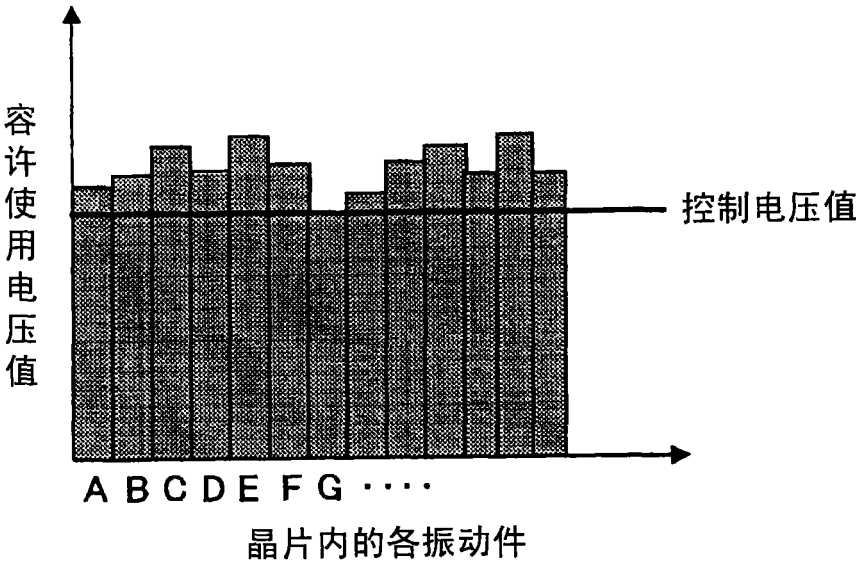


图 7C

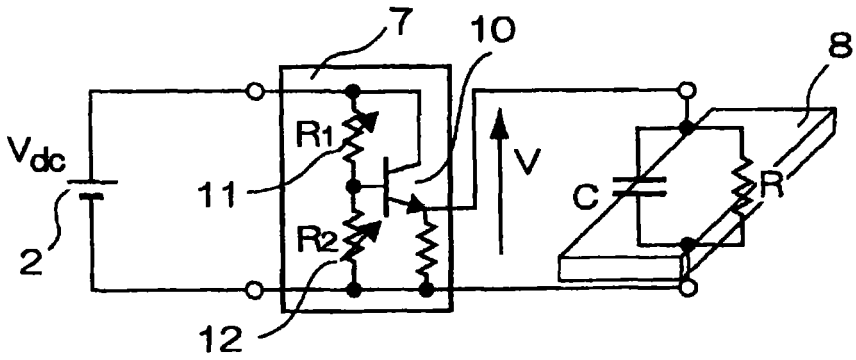


图 8

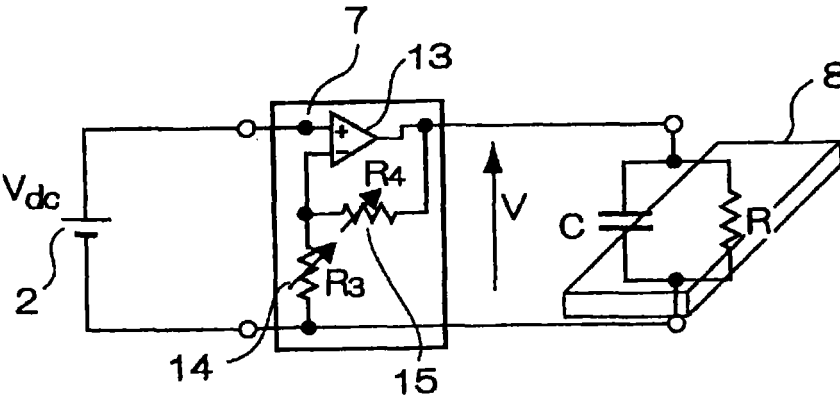


图 9

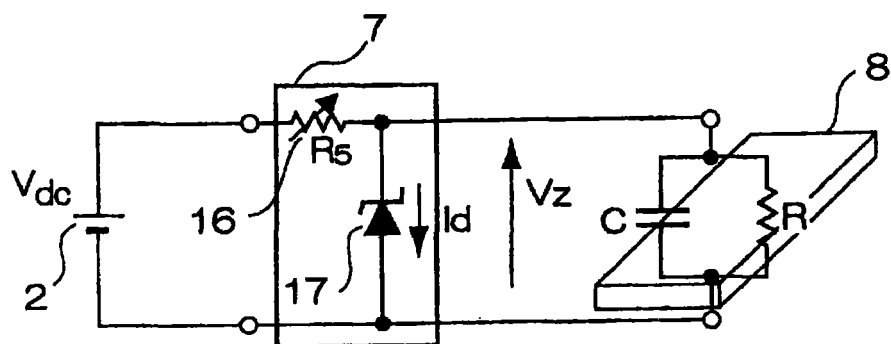


图 10

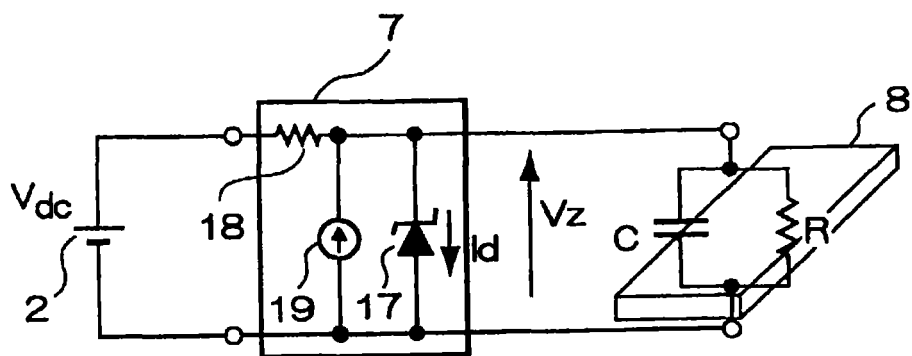


图 11

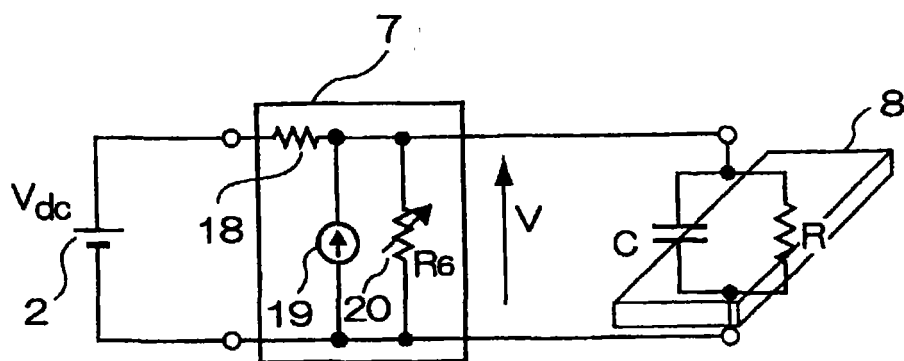


图 12

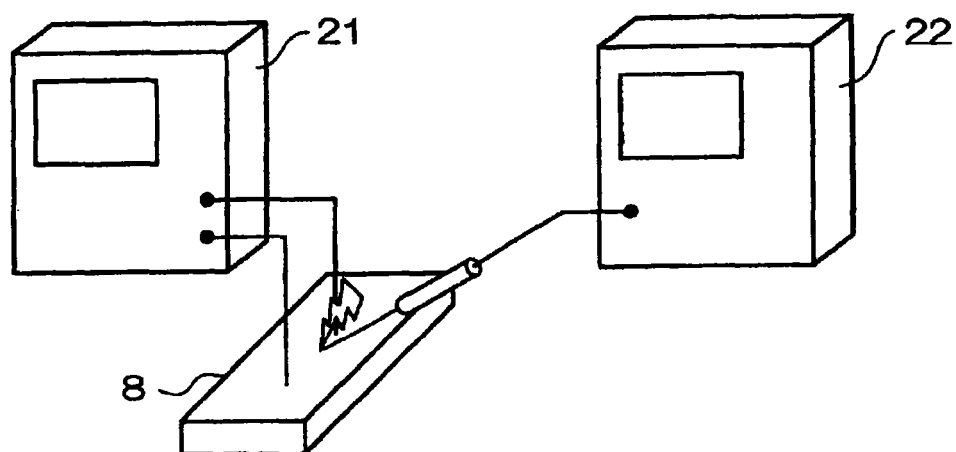


图 13

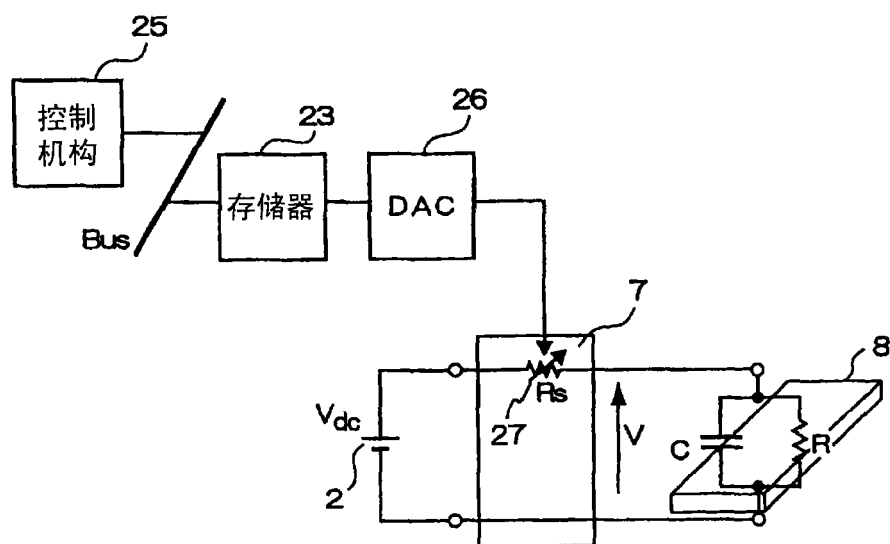


图 14

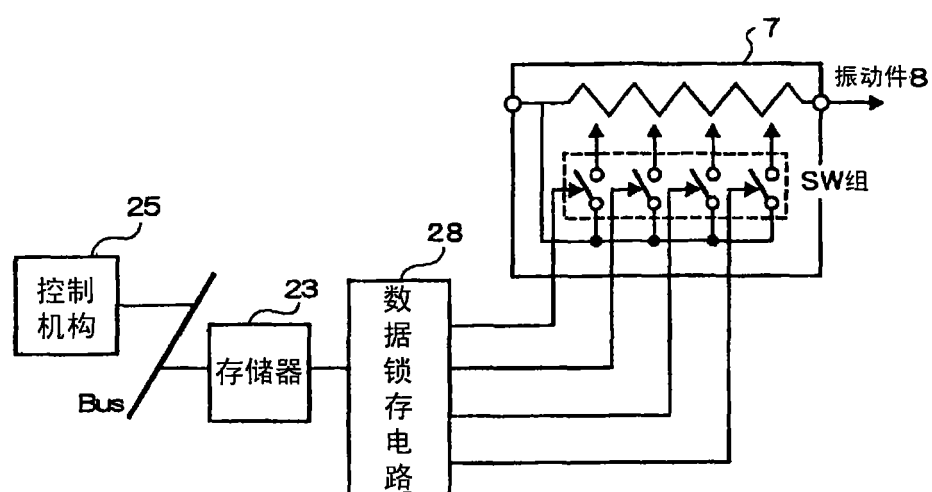


图 15

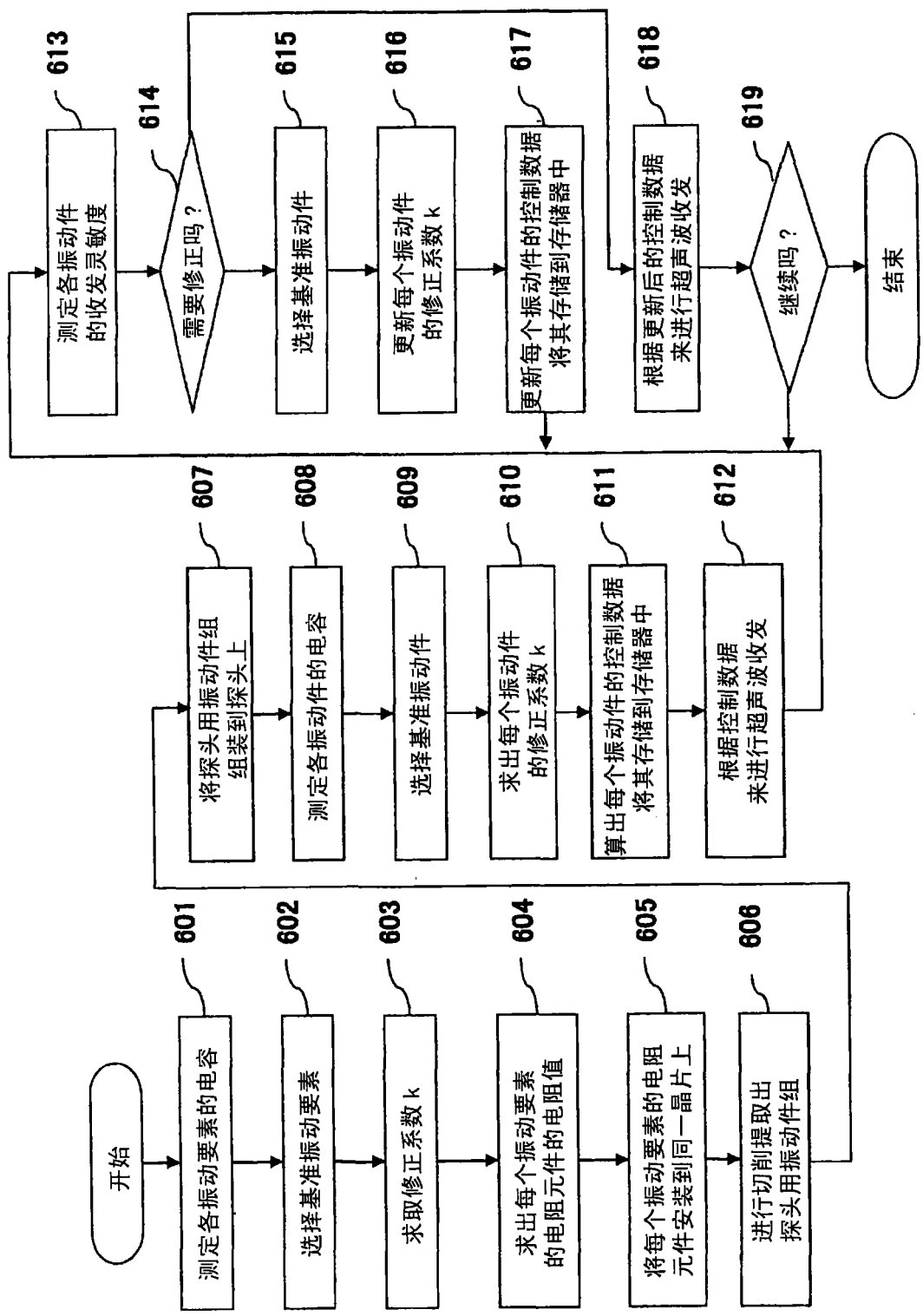


图 16

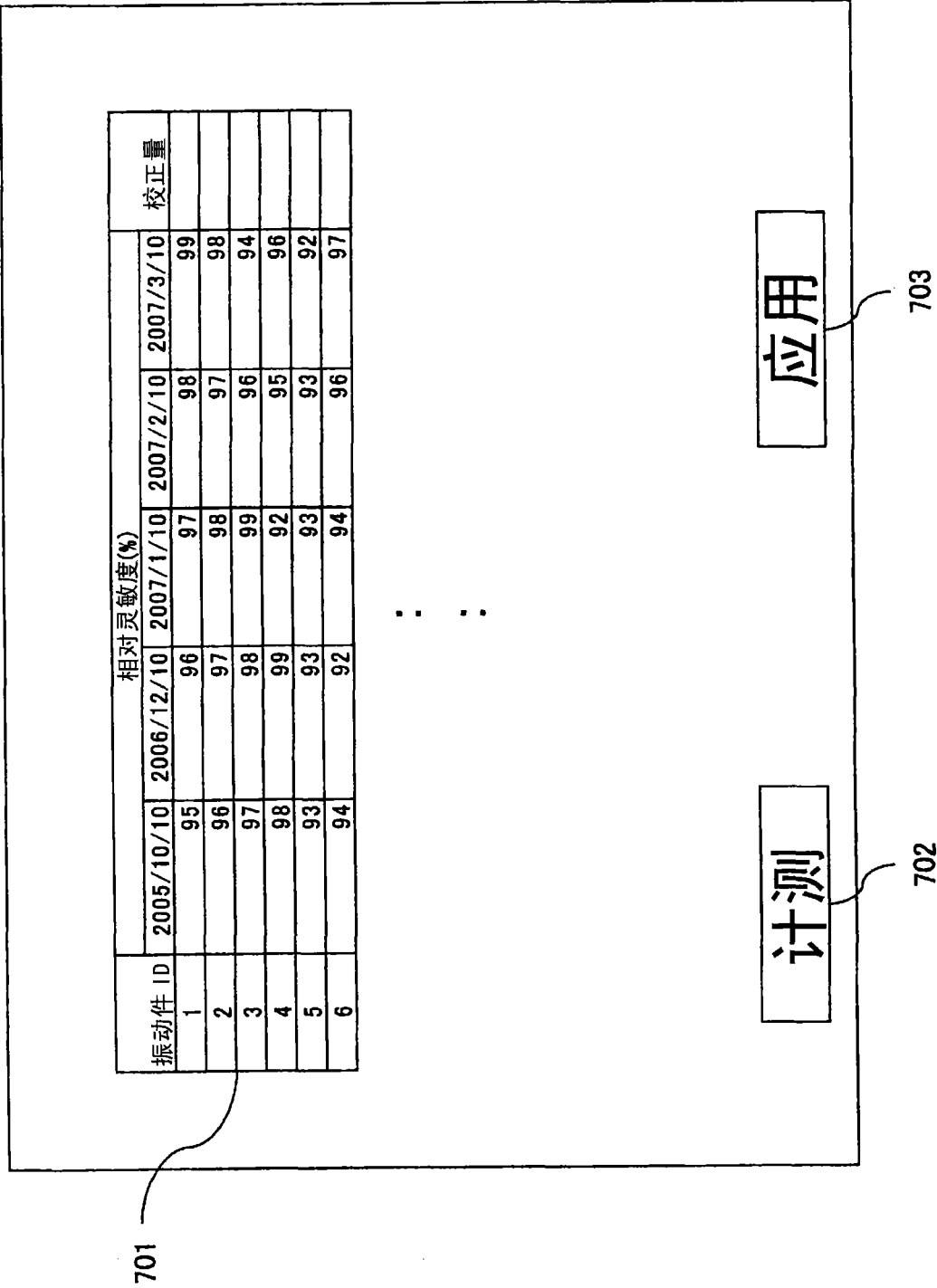


图 17

专利名称(译)	超声波探头及超声波诊断装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN101304691A</a>	公开(公告)日	2008-11-12
申请号	CN200680042172.9	申请日	2006-11-10
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立医药		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立医药		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立医药		
[标]发明人	近藤正尚 浅房胜德		
发明人	近藤正尚 浅房胜德		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/24 H04R19/00		
CPC分类号	B06B1/0207 G01S7/5205 G01N29/2406 A61B8/44 A61B8/58 B06B1/0292 A61B8/4444 A61B8/4477 A61B8/4483		
代理人(译)	李贵亮		
优先权	2005327364 2005-11-11 JP		
其他公开文献	CN101304691B		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

#### 摘要(译)

本发明所涉及的超声波探头通过排列多个具有多个振动要素的振动件而成，所述振动要素通过在被施加偏置电压的状态下相互变换超声波和电信号来进行超声波的收发，该超声波探头具备收发灵敏度修正机构，用于独立调整对多个振动要素中的至少两个振动要素施加的所述偏置电压，来修正该至少两个振动要素的收发灵敏度的偏差。由此，可以对构成超声波探头的多个振动要素或振动件相互之间的收发灵敏度偏差进行修正。

