

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96107577.5

[45] 授权公告日 2002 年 8 月 28 日

[11] 授权公告号 CN 1089895C

[22] 申请日 1996.5.29

[21] 申请号 96107577.5

[30] 优先权

[32] 1995.7.14 [33] JP [31] 178745/95

[32] 1996.2.14 [33] JP [31] 026749/96

[73] 专利权人 横河电机株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 池田恭一 渡边哲也 福原聪

吉田隆司 塚本秀郎

审查员 孙 毅

[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

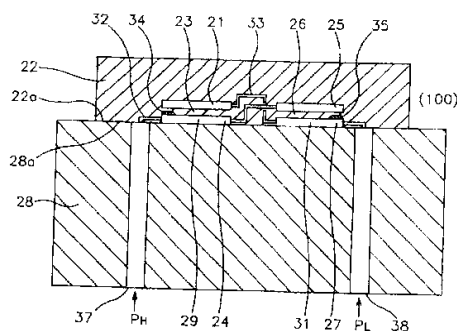
代理人 杨国旭

权利要求书 3 页 说明书 19 页 附图页数 16 页

[54] 发明名称 半导体差示压力测量装置

[57] 摘要

一种半导体差示压力测量装置,包括使用微加工技术安设在半导体基片上的两个测量膜片和两个检测传感器,以及计算这两个传感器之间的输出差的计算电路。此外,计算电路可以被布置成仅仅使用至少一个第一传感器和一个第二传感器(各在一个测量膜片上)来构成所需要的桥式电路,以减少制作成本。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种在其中将测量小室设在测量膜片的相对侧的半导体差示压力测量装置, 组成如下:

(1) 一个设在半导体基片的一个表面附近的第一测量小室和一个在所述测量小室的同一基片表面侧形成的第一测量膜片;

(2) 一个设在所述基片的表面上的第一凹面, 位于与所述第一测量小室相对的所述第一测量膜片面上;

(3) 一个设在所述半导体基片表面附近的第二测量小室, 和一个在所述第二测量小室的同一个基片表面侧形成的第二测量膜片;

(4) 一个设在所述基片表面上的第二凹面, 位于与所述第二测量小室相对的所述第二测量膜片面上;

(5) 一个支托基片, 其表面接靠所述半导体基片的所述表面, 它用所述第一凹面构成一个第三测量小室, 并用所述第二凹面构成一个第四测量小室;

(6) 一个设在所述半导体基片内的第一连通孔, 在其一端输入一个测量压力, 并且其另一端与所述第三和第二测量小室连通;

(7) 一个设在所述半导体基片内的第二连通孔, 在其一端输入另一个测量压力, 并且其另一端与所述第四和第一测量小室连通;

(8) 一个第一传感器, 检测由被测差示压力在第一测量膜片中产生的位移或应变;

(9) 一个第二传感器, 检测由所述被测差示压力在第二测量膜片中产生的位移或应变; 以及

(10) 一个计算电路, 计算所述第一传感器的输出与所述第二传感器的输出之间的差, 作为相应于所述被测差示压力的输出。

2. 根据权利要求1所述的一种半导体差示压力测量装置, 其中应变片用作所述第一和第二传感器。

3. 根据权利要求1所述的一种半导体差示压力测量装置, 其中振动式应变传感器用作所述第一和第二传感器。

4. 根据权利要求1所述的一种半导体差示压力测量装置, 其中电容式传感器用作所述第一和第二传感器。

5. 根据权利要求1所述的一种半导体差示压力测量装置, 其中一种包括一个构造得至少包含一个所述第一传感器和一个所述第二传感器的电桥的计算电路被用作所述计算电路, 并被安排成通过将所述第一和第二传感器放在所述电桥的邻接桥臂中而获得一个相应于所述被测差示压力的电输出信号。

6. 根据权利要求5所述的一种半导体差示压力测量装置, 包括:

围绕所述半导体基片上的所述第一和第二测量膜片互相对称地安装的第三和第四传感器; 以及

一个差示压力检测机构, 该机构被安排得通过将所述第一

和第二传感器分别置于所述电桥的两个桥臂中，且将所述二个桥臂的连接端接到所述电桥的一个电源端子上，并通过将所述第三和第四传感器分别置于所述电桥的其余两个桥臂中，且将所述其余两个桥臂的连接端接到所述电桥的另一个电源端子上，以获得一个相应于所述被测差示压力的电输出信号。

7. 根据权利要求 5 所述的一种半导体差示压力测量装置，包括一个差示压力检测机构，该机构被安排得通过将所述第一和第二传感器分别置于所述电桥的两个桥臂中，且将所述两个桥臂的连接端接到所述电桥的一个电源端子上，并通过将两个电阻元件分别置于所述电桥的其余两个桥臂中，且将所述其余两个桥臂的连接端接到所述电桥的另一个电源端子上，以获得一个相应于所述被测差示压力的电输出信号。

说明书

半导体差示压力测量装置

首先,本发明涉及一种静压力和温度特性极好的半导体差示压力测量装置。

其次,本发明的涉及一种具有良好的静压力和温度特性的半导体差示压力测量装置,并提供一种低成本的差示压力检测机构。

图1是一个至今还在普遍使用的常规差示压力测量装置布置的实例,并且载入已发表的专利申请 No. S59-56137(1984)的图1中。

图1中,凸缘2和凸缘3采用紧配合安装,并通过焊接固定在外壳1的两侧。被测压力 P_H 的高压液体输入口5和被测压力 P_L 的低压液体输入口4分别设在两个凸缘2和3中。

在外壳1中,形成一个压力测量腔6,并且在压力测量腔6中设有中心膜片7和硅膜片8。这些膜片7和8各自固定到压力测量腔6的壁上,从而压力测量腔6被膜片7和8分隔成两部分。

在压力测量腔6面向中心膜片7的壁上,形成护板6A和6B。中心膜片7的周边焊接到外壳1上。整个硅膜片8由一个单晶硅基片构成。

四个应变片80通过在硅基片的一面有选择地扩散杂质例如硼来形成,而基片的另一面则通过加工、腐蚀使整个面成为一个凹形膜片。四个应变片80用这样的方式工作,当硅膜片由于差示压力 ΔP 而偏移时,四个应变片中的两片受到拉伸,另外两片受到压缩。

这四个应变片被连接成惠斯登电桥，并且电阻的变化被当作差示压力 ΔP 的变化检测出来。

诸引脚 81 的一头都连接到应变片 80 上。数字 82 表示引脚 81 的另一头所连接的密封端。支托 9 装有密封端并且硅膜片 8 通过一种例如低熔点玻璃焊接的方法固着在支托 9 的压力测量腔 6 的端面上。

压力输入小室 10 和 11 分别形成在外壳 1 和凸缘 2 之间以及外壳 1 和凸缘 3 之间。在这些压力输入小室 10 和 11 中，分别设置液体屏蔽膜片 12 和 13，并且在面向液体屏蔽膜片 12 和 13 的外壳 1 的壁上形成具有与液体屏蔽膜片同样形状的护板 10A 和 11A。

由液体屏蔽膜片 12 和 13 与护板 10A 和 11A 分别构成的空间经过连通孔 14 和 15 连到压力测量腔 6。液体屏蔽膜片 12 和 13 之间的空间填充诸如硅油一类的液体 101 和 102。这些填充液体经由连通孔 16 和 17 到达硅膜片 8 的上表面和下表面。填充液体 101 和 102 被中心膜片 7 和硅膜片 8 隔开，不过要设计得使这两部分液体的体积接近相等。

在上面的结构中，如果压力由高压侧给出，则作用在液体屏蔽膜片 13 上的压力通过填充液体 102 传送给硅膜片 8。而如果压力由低压侧给出，则作用在液体屏蔽膜片 12 上的压力通过填充液体 101 传送给硅膜片 8。

结果，硅膜片 8 按照高压侧和低压侧之间的压力差偏移。这一偏移通过应变片 80 以电信号的方式取出，并实现差示压力的测量。但是，这样一种装置受到引起静压力误差的静压力影响。

为了补偿这个静压力误差，在图 2 所示硅膜片的薄壁部分 8a

和厚壁部分 8b 上设置扩散应变片 Gd 和 Gs. 薄壁部分 8a 上应变片 Gd 检测薄壁部分 8a 由于差示压力 ΔP 而发生的形变. 当静压力 S_p 施加于整个检测器上时, 厚壁部分 8b 上的应变片 Gs 通过感受因硅膜片 8 与支托 9 之间的形变不同而在硅膜片 8 中引起的形变, 检测静压力 S_p 的数值.

在这一情形, 应变片 Gs 和 Gs 由于差示压力 ΔP 而产生的输出变化示于图 3, 由于静压力 S_p 而产生的输出变化示图 4. 也就是说, 如果加上差示压力 ΔP , 则不仅应变片 Gd 而且应变片 Gs 的输出都要变化.

因为这个缘故, 外加差示压力 ΔP 用下面这个阐述相关性的方程 (1) 确定.

$$\Delta P = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m K_{ij} \times G_d^i \times G_s^j \quad (1)$$

在这一情形, 由于应变片 Gd 和 Gs 的输出密切相关, 因而把输出分开得不那么好, 其间存在着必需进行较高阶 (n, m) 校正计算的问题, 而且校正后的精度也不能足够高; 所以静压力特性不很好.

本发明的目的就是解决这些问题, 并提供一种具有良好静压力和温度特性的半导体差示压力测量装置.

根据本发明的第一方面, 一种在其中将测量小室设在测量膜片的相对侧的半导体差示压力测量装置, 包括: (1) 一个设在半导体基片的一个表面附近的第一测量小室和一个在所述测量小室的同一基片表面侧形成的第一测量膜片; (2) 一个设在所述基片的表面上的第一凹面, 位于与所述第一测量小室相对的

所述第一测量膜片表面上；（3）一个设在所述半导体基片表面附近的第二测量小室，和一个在所述第二测量小室的同一个基片表面侧形成的第二测量膜片；（4）一个设在所述基片表面上的第二凹面，位于与所述第二测量小室相对的所述第二测量膜片面上；（5）一个支托基片，其表面接靠所述半导体基片的所述表面，它用所述第一凹面构成一个第三测量小室，并用所述第二凹面构成一个第四测量小室；（6）一个设在所述半导体基片内的第一连通孔，在其一端输入一个测量压力，并且其另一端与所述第三和第二测量小室连通；（7）一个设在所述半导体基片内的第二连通孔，在其一端输入另一个测量压力，并且其另一端与所述第四和第一测量小室连通；（8）一个第一传感器，检测由被测差示压力在第一测量膜片中产生的位移或应变；（9）一个第二传感器，检测由所述被测差示压力在第二测量膜片中产生的位移或应变；以及（10）一个计算电路，计算所述第一传感器的输出与所述第二传感器的输出之间的差，作为相应于所述被测差示压力的输出。

根据本发明的第二方面，一种半导体差示压力测量装置，其中应变片用作所述第一和第二传感器。

根据本发明的第三方面，一种半导体差示压力测量装置，其中振动式应变传感器用作所述第一和第二传感器。

根据本发明的第四方面，一种半导体差示压力测量装置，其中电容式传感器用作所述第一和第二传感器。

根据本发明的第五方面，一种半导体差示压力测量装置，

其中一种包括一个构造得至少包含一个所述第一传感器和一个所述第二传感器的电桥的计算电路被用作所述计算电路，并被安排成通过将所述第一和第二传感器放在所述电桥的邻接桥臂中而获得一个相应于所述被测差示压力的电输出信号。

根据本发明的第六方面，一种半导体差示压力测量装置，包括：围绕所述半导体基片上的所述第一和第二测量膜片互相对称地安装的第三和第四传感器；以及一个差示压力检测机构，该机构被安排得通过将所述第一和第二传感器分别置于所述电桥的两个桥臂中，且将所述二个桥臂的连接端接到所述电桥的一个电源端子上，并通过将所述第三和第四传感器分别置于所述电桥的其余两个桥臂中，且将所述其余两个桥臂的连接端接到所述电桥的另一个电源端子上，以获得一个相应于所述被测差示压力的电输出信号。

根据本发明的第七方面，一种半导体差示压力测量装置，包括一个差示压力检测机构，该机构被安排得通过将所述第一和第二传感器分别置于所述电桥的两个桥臂中，且将所述两个桥臂的连接端接到所述电桥的一个电源端子上，并通过将两个电阻元件分别置于所述电桥的其余两个桥臂中，且将所述其余两个桥臂的连接端接到所述电桥的另一个电源端子上，以获得一个相应于所述被测差示压力的电输出信号。

图 1 是一个说明至今还在普遍使用的常规差示压力测量装置结构的例子的图。

图 2 是一个说明图 1 的本质部分的细节的图。

图 3 是一个描述图 1 所示装置的工作的简图。

图 4 是另一个描述图 1 所示装置的工作的简图。

图 5 是说明本发明一个实施例的本质部分的结构的图。

图 6 是一个描述图 5 所示装置的真实结构的本质部分的细节的图。

图 7 是图 6 中的 $A-A$ 横剖面视图。

图 8 是图 6 中的 $B-B$ 横剖面视图。

图 9 是图 6 中的 $C-C$ 横剖面视图。

图 10 是说明图 5 所示装置的本质部分的细节的图。

图 11 示出一个说明图 5 所示装置的计算电路的本质部分的图。

图 12 是一个描述图 5 所示装置的工作的简图。

图 13 是另一个描述图 5 所示装置的工作的简图。

图 14 是一个说明本发明另一实施例的本质部分的结构的图。

图 15 是一个说明本发明第三实施例的本质部分的结构的图。

图 16 是一个说明本发明第四实施例的本质部分的结构的图。

图 17 是一个描述图 16 所说明的实施例的本质部分的细节的图。

图 18 是一个描述图 17 所示部分的计算电路的本质部分的图。

图 19 是一个描述图 16 所示实施例的工作的图。

图 20 是另一个描述图 16 所示实施例的工作的图。

图 21 是又一个描述图 16 所示实施例的工作的图。

图 22 是一个说明本发明第五实施例的本质部分的结构的图。

图 23 是一个描述图 22 所示实施例的计算电路的本质部分的图。

图 24 是一个说明本发明第六实施例的本质部分的结构图。

图 25 是一个描述图 24 所示实施例的计算电路的本质部分的图。

图 26 是一个说明本发明第七实施例的本质部分的结构图。

图 27 是一个描述图 26 所示实施例的计算电路的本质部分的图。

图 5 说明本发明一个实施例的本质部分的结构。图 6 描述图 5 所示装置的真实结构的本质部分的细节。图 7 是图 6 中的 A—A 横剖面视图。图 8 是图 6 中的 B—B 横剖面视图。图 9 是图 6 中的 C—C 横剖面视图。

在这些图中，与图 1 中同样的符号的结构表示同样的功用。下面反叙述与图 1 的不同之处。

第一测量小室 21 是一个设在硅基片 22 上的特别小的凹口，并在硅基片的一侧 22a 上形成第一测量膜片 23。在第一测量膜片 23 的另一侧，在硅基片 22 的一个侧面 22a 上，设有一个很浅的第一凹面 24。

第二测量小室 25 是一个设在硅基片 22 上的极小的专用凹口，并形成有一个与第一测量膜片 23 同样作用面积的第二测量膜片 26。在第二测量膜片 26 的另一侧，在硅基片 22 的一个侧面 22a 的表面上设有一个很浅的第二凹面 27。

支托基片 28 以其一侧 28a 与硅基片 22 的一侧 22a 相接触并与第一凹面 24 构成第三测量小室 29，而且还与第二凹面 27 构成第四测量小室 31。

此外，第一、第二、第三和第四测量小室 21、25、29 和 31 要在过

压支承方向以极小的间隙制作，以防止外加压力过大时从支承方向损坏测量膜片。例如间隙近似等于 $1\mu\text{m}$ 。在图 5 中，支承方向的间隙过大，是为了更好理解本发明。

数字 32 表示设在硅基片 22 上的第一连通孔并且一侧的测量压力 P_H 就从这个孔的一端输入，其另一端则连通到第三测量小室 29 和第二测量小室 25。数字 33 表示设在硅基片 22 上的第二连通孔并且另一侧的测量压力 P_L 就从这个孔的一端输入，其另一端则连通到第四测量小室 31 和第一测量小室 21。

在图 5 中，这些连通孔的连接用一种与实际方式不同的方式表示，以帮助理解第一连通孔 32 与第三测量小室 29 及第二测量小室 25 的连接关系或是第二连通孔 33 与第四测量小室 31 及第一测量小室 21 的连接关系。在实际中，连接之间的关系则如图 6 至图 9 所示。

数字 34 表示在使用剪切应变检测元件的情形下，用于检测第一测量膜片 23 中产生的应变的第一传感器。数字 35 则表示在使用剪切应变检测元件的情形下，用于检测第二测量膜片 26 中产生的应变的第二传感器。

第一传感器 34 和第二传感器 35 (各用一个应变检测元件) 分别位于第一测量膜片 23 和第二测量膜片 26 上，如图 10 所示。

数字 36 如图 11 所示，表示计算第一传感器 34 的输出和第二传感器 35 的输出之间的差的计算电路。在图 11 中，数字 ³⁶¹~~363~~ 表示同第一传感器 34 和第二传感器 35 供应电压的电源，数字 ³⁶²~~361~~ 和 363 分别表示放大第一传感器和第二传感器的输出的放大器，以及数字 363 表示一个差分放大器，它将放大器 362 和 363 的输出之差

放大。

数字 37 表示一个将测量压力 P_H 输入第一连通孔 32 的压力输入孔。数字 38 表示一个将测量压力 P_L 输入第二连通孔 33 的压力输入孔。

在上面的结构中，高压侧的测量压力 P_H 经由第一连通孔 32 加到第三测量小室 29 和第二测量小室 25。低压侧的测量压力 P_L 经由第二连通孔 33 加到第四测量小室 31 和第一测量小室 21。

根据高压侧的压力 P_H 和低压侧的压力 P_L 之间的压力差，第一测量膜片 23 和第二测量膜片 26 产生偏移和应变。这些应变通过应变检测元件 34 和应变检测元件 35 用电的方法检测出来。

差示压力通过使用计算电路 36 计算一应变检测元件 34 的输出和第二应变检测元件 35 的输出测量出来。

换句话说，第一测量膜片 23 和第二测量膜片 26 由于其作用面积几乎一样，因而变得几乎向相反的方向形变。对于差示压力 $\Delta P = P_H - P_L$ ，如图 12 所示，应变检测元件 34 的测量输出 G_1 和应变检测元件 35 的测量输出 G_2 输出完全反相的输出量。而如果施加上静压力 $S_P = P_H = P_L$ ，则如图 13 所示，第一测量膜片 23 的形变等于第二测量膜片 26 的形变，并且它们的输出几乎一样。

如果对应变检测元件 34 的测量输出 G_1 和应变检测元件 35 的测量输出 G_2 执行如像下面的方程(2)中的减法，则按照一个其变化量是单独输出变化量两倍的输出 U 得到一个正比于差示压力 ΔP 的输出。

如果对应变检测元件 34 的测量输出 G_1 和应变检测元件 35 的测量输出 G_2 执行如像下面的方程(3)中的加法，则得到仅随静压力

S_P 变化而不受差示压力 ΔP 影响的输出 V 。

这个输出 V 可用作静压力信号。静压力信号 V 可用于例如校正由静压力引起的灵敏度变化这样的高精度计算。

$$\Delta P = U = G_1 - G_2 \dots (2)$$

$$S_P = V = G_1 + G_2 \dots (3)$$

如上所述,作用面积一样的测量膜片 23 和 26 可利用半导体微细加工技术而在硅基片 22 上精确形成,并且测量膜片 23 和测量膜片 26 如此构造以利用连通孔 32 和 33 向互相相板的方向动作。

结果是:

(1) 可得到第一应变检测元件 34 的输出和第二应变检测元件 35 的输出的减法信号,用作一个仅对差示压力 ΔP 高度灵敏的信号。

(2) 而且,其输出(灵敏度)的变化率是单个元件输出变化率的两倍。

(3) 可得到第一应变检测元件 34 的输出和第二应变检测元件 35 的输出的加法信号,用作一个仅对静压力 S_P 高度灵敏的信号。

(4) 因而,单纯的减法或加法提供一个高精度的差示压力信号 ΔP 或静压力信号 S_P 。

(5) 因为差示压力信号 ΔP 和静压力信号 S_P 在方程(4)所示的高精度计算中相互影响不大,所以仅取小的计算阶数(n, m)即已足够。

(6) 除了静压力 S_P 以外的特性,例如温度特性,通过第一应变检测元件和第二应变检测元件的输出之间的相减也抵消了,从而提供极好的温度特性。

图 14 说明本发明的另一个实施例的本质部分的结构。

在本实施例中，其自然频率随应变变化而变化的振动梁 41 和 42 被用作第一传感器 34 和第二传感器 35。本实施例具有的一个优点是可用频率信号作为测量信号。

差示压力 ΔP 的信号的计算如下所示。

设由差示压力 ΔP 所产生的高压和低压信号的改变量分别为 f_H 和 f_L ，并且另设由静压力 S_P 产生的高、低压信号的改变量分别为 f_{HS} 和 f_{LS} 。

如前所述，由于第一测量膜片 23 和第二测量膜片 26 是反相工作的，所以差示压力 ΔP 输出信号可通过计算来自振动梁 41 和 42 和信号差得出，如下所示：

$$\text{差示压力 } \Delta P = P_H - P_L$$

$$= K(f_{H0} - f_{L0}) \cdots \cdots (4)$$

其中 f_{H0} = 高压侧总输出信号的改变量，

f_{L0} = 低压侧总输出信号的改变量，以及

L = 常数

$$\text{由于 } f_{H0} = f_H + f_{HS} \cdots \cdots (5)$$

$$f_{L0} = -f_L + f_{LS} \cdots \cdots (6)$$

并且认为 $f_{HS} = f_{LS}$ ，故

$$\text{差示压力 } \Delta P = K[f_H - (-f_L)] \cdots \cdots (7)$$

图 15 是一个说明本发明第三实施例的本质部分的结构图。

在本实施例中，同心安装在支托基片 28 的表面 28a 上面向第一测量膜片 23 和第二测量膜片 26 的两组电极 51、52 和 53、54 分别用作第一传感器 34 和第二传感器 35。这一结构具有的一个优点是

用电容信号作为测量信号。

差示压力信号 ΔP 的计算如下所示。设由差示压力引起的电极 51、52 与第一测量膜片 23 之间以及电极 53、54 与第二测量片 26 之间的电容信号分别为 C_{H1} 、 C_{H2} 、 C_{L1} 和 C_{L2} 并且设静压力 S_P 产生的信号分别为 C_{HS1} 、 C_{HS2} 、 C_{LS1} 和 C_{LS2} 。如前所述, 由于测量膜片 23 和 26 反相工作, 故对于 ΔP 的输出信号可通过进行如下所示计算得出。

测量膜片 23 和 26 的位移 δ_{H0} 和 δ_{L0} 表示为

$$\delta_{H0} = K(C_{H2} - C_{H1}) \dots \dots (8)$$

$$\delta_{L0} = K(C_{L2} - C_{L1}) \dots \dots (9)$$

位移 δ_{H0} 和 δ_{L0} 可进而分别分为差示和静压力分量。

$$\delta_{H0} = \delta_H + \delta_{HS} \dots \dots (10)$$

$$\delta_{L0} = -\delta_L + \delta_{LS} \dots \dots (11)$$

因而, 方程(8)和(9)之间的差构成差示压力信号, 并且方程(8)与(9)的和构成静压力信号。

差示压力 ΔP

$$= \delta_{H0} - \delta_{L0}$$

$$= K[(C_{H2} - C_{H1}) - (C_{L2} - C_{L1})] \dots \dots (12)$$

结果, 在根据权利要求 1 的发明中,

(1) 通过计算第一应变检测元件的输出和第二应变检测元件的输出之间的差得到的信号可用作仅对差示压力高度灵敏的信号。

(2) 而且其输出中的变化率(灵敏度)加倍;

(3) 通过计算第一应变检测元件的输出和第二应变检测元件的输出之和得到的信号可用作一个仅对静压力高度灵敏的信号;

(4) 因而，单纯计算差或和就提供一个高度精确的差示压力信号或静压力信号；

(5) 因为差示压力信号与静压力信号之间的交叉影响不大，故在高精度(如果必要的话)的计算中仅需要较低阶的计算。

(6) 除静压力以外，例如温度特性通过计算第一应变检测元件的输出和第二应变检测元件的输出之间的差而被抵消了，从而产生极好的温度特性。

此外，根据本发明的第二方面的发明具有能把模拟信号用作测量信号的优点，根据本发明的第三方面的发明具有能把频率信号用作测量信号的优点。根据本发明的第四方面的发明具有能把电容信号用作测量信号的优点。

概括以上所述，根据本发明第一至第四方面的发明能够实现静压力与温度特性均非常好的半导体差示压力测量装置。

另一方面，在图 11 所示的计算电路 36 中，至少需要放大器 362、363 以及差分放大器 364，这会使计算电路变复杂并提高制造成本。

图 16 是一个说明本发明的第四实施例的本质部分的结构图。图 17 是图 16 所说明的实施例中的测量膜片的平面视图，并描述图 16 的本质部分的细节。图 18 是一个描述 17 所示部分的计算电路的本质部分的图。在这些图中，带有与图 5 同样符号的元件表示同样的功用。下面的叙述中仅说明不同于图 5 的部分。

在图 16 中，数字 61 和 62 表示检测在第一膜片 23 中产生的应变的第一传感器 1 和第一传感器 2，并如图 17 所示，顺着膜片 23 的垂直方向各边安装。在这一情形，应变片用作传感器。

数字 63 和 64 表示检测在第二测量膜片 26 中产生的应变的第二传感器 1 和第二传感器 2, 并如图 17 所示, 顺着膜片 26 的垂直方向的各边安装。在这一情形, 应变片用作传感器。

数字 65 是一个如此构造的计算电路, 通过计算第一传感器 61 和 62 的结果输出与第二传感器 63 和 64 的结果输出之间的差得出对应于被测差示压力的电输出信号, 和图 18 所示。

数字 651 是设在计算电路 65 中的一个桥式电路。这个电桥 651 具有这样一种结构, 其中第一传感器 61 和 62 连拉成互为对面的桥臂, 而第二传感器 63 和 64 则连接成另一对互为对面的桥臂, 如图 18 所示。这表示, 第一传感器 1—61、第二传感器 1—63、第一传感器 2—62 以及第二传感器 2—64 在图 18 中按顺时针方向依次排列成电桥 651 的各个桥臂。

数字 652 表示在连接传感器 61 和 63 的一个电源端子与连接传感器 62 和 64 的另一个电源端子之间给出电压的电源。

数字 653 表示一个放大器, 将连接传感器 61 和 64 的一个输出端子与连接传感器 62 和 64 的另一个输出端之间的输出放大。

第一传感器 61 与 62 以及第二传感器 63 与 64 都检测被测差示压力的同一应变, 但对于温度变化和静压力来说, 则根据位置排列的对称性, 第一传感器 1—61 和第二传感器 1—63 检测同一应变, 以及第一传感器 2—62 和第二传感器 2—64 检测另一应变。

因而, 在如图 18 所示这样的连接方式下, 即使温度变化或施加静压力, 电桥 651 的输出也不会第一传感器 1—61 和第二传感器 1—63 的输出变化时改变。同样地, 电桥 651 的输出不会在第一传感器 2—62 和第二传感器 2—64 变化时改变。

在这一结构中, 高压侧的测量压力 P_H 经由第一连通孔 32 加到第三测量小室 29 和第二测量小室 25。而低压侧的测量压力 P_L 则经由第二连通孔 33 加到第四测量小室 31 和第一测量小室 21 上。

如图 19 所示, 与高压侧的测量压力 P_H 和低压侧的测量压力 P_L 之间的压力差对应, 第一测量膜片 23 和第二测量膜片 26 偏移并产生应变。这些应变通过第一传感器 61 和 62 以及第二传感器 63 和 64 以电的方式检测出来。

计算电路 65 使用桥式电路 651 计算第一传感器 61 和 62 的输出与第二传感器 63 和 64 的输出之间的差, 并输出一个相应于被测差示压力的输出信号, 同时降低了由于静压力和温度引起的误差。也就是说, 在第一传感器 61 和 62 以及第二传感器 63 和 64 中, 对于静压力和温度来讲, 其电阻变化率 $\Delta R/R$ 接近相等, 如图 20 所示。于是电桥输出 Q_B 的电阻变化率 $\Delta R/R$ 变小。而与此同时, 第一传感器 61 和 62 中对于差示压力的电阻变化率 $\Delta R/R$ 与第二传感器 63 和 64 中的相应变化率相等但反相, 因此, 如图 21 的示, 桥输出 Q_B 的电阻变化率 $\Delta R/R$ 变大。从而, 只测量电桥 651 的输出就能降低由静压力和温度引起的误差。

结果, 通过使用分别装在借助被测差示压力反相连接的两个测量膜片 23 和 26 上的第一传感器 61 和 62 以及第二传感器 63 和 64 组成电桥 651, 能够简化计算电路 65 并且能够降低制造成本。事实上, 在计算电路 36 中必须有三个放大器, 而在计算电路 65 中只需一个放大器。

图 22 是一个说明本发明第五实施例的本质部分的结构的图。在本实施例中, 数字 71 和 72 表示检测第一测量膜片 23 中产生的应

变的第一传感器 1 和第一传感器 2, 它们顺着膜片 23 水平方向的各边安装, 如图 22 所示。

数字 73 和 74 表示检测第二膜片 26 中产生的应变的第二传感器 1 和第二传感器 2, 它们顺着膜片 26 的水平方向的各边安装, 如图 22 所示。

数字 75 是一个如此构造的计算电路, 通过计算第一传感器 71 和 72 的结果输出与第二传感器 73 和 74 的结果输出之间的差得出对应于被测差示压力的电输出信号, 如图 23 所示。

数字 751 表示设在计算电路 75 中的一个桥式电路。这个电桥 751 具有这样一种结构, 其中第一传感器 71 和 72 连成互为对面的桥臂, 第二传感器 73 和 74 连成另一对互为对面的桥臂, 如图 23 所示。这表示第一传感器 1—71、第二传感器 1—73、第一传感器 2—72 以及第二传感器 2—74 在图 23 中按顺时针方向依次排成电桥 751 的各个桥臂。

数字 752 表示在连接传感 71 和 73 和一个电源端子与连接传感器 72 和 74 的另一个电源端子之间给出电压的电源。

数字 753 表示一个放大器, 放大电桥 751 中的一个连接传感器 71 和传感器 74 的输出端子与另一个连接传感器 73 和传感器 72 的输出端子之间的输出。在上面的结构中, 其工作和作用与图 16 所说明的实施例的一样。

图 24 是一个说明本发明的第六实施例的本质部分的结构图。在本实施例中, 数字 81 和 82 表示检测第一测量膜片中产生的应变的第一传感器 1 和第一传感器 2, 它们平行于膜片 23 的边并且安装在膜片 23 的中心附近, 如图 24 所示。

数字 83 和 84 表示检测第二测量膜片 26 中产生的应变的第二传感器 1 和第二传感器 2, 它们平行于膜片 26 的边并且安装在膜片 26 的中心附近, 如图 24 所示。在这一情形, 采用一个(110)硅片作为硅基片 22。这是因为若使用(110)硅片, 则甚至在第一测量膜片 23 的中心和第二测量膜片 26 的中心附近, 应变片也是灵敏的。

数字 85 是一个如此构造的计算电路, 通过计算第一传感器 81 和 82 的结果输出与第二传感器 83 和 84 的结果输出之间的差得出对应于被测差示压力的电输出信号, 如图 25 所示。

数字 851 是设在计算电路 85 中的一个桥式电路。这个电桥 851 具有这样一种结构, 其中第一传感器 81 和 82 连成互为对面的桥壁, 第二传感器 83 和 84 连成另一对互为对面的桥臂, 如图 25 所示。这表示, 第一传感器 1—81、第二传感器 1—83、第一传感器 2—82 以及第二传感器 2—84 在图 25 中按顺时针方向依次排成电桥 851 的各个桥臂。

数字 852 表示在电桥 851 中连接传感器 81 和 83 的一个电源端子与连接传感器 82 和 84 的另一个电源端子之间给出电压的电源。

数字 853 表示一个放大器, 放大电桥 851 中一个连接传感器 81 和传感器 84 的输出端子与另一个连接传感器 83 和传感器 82 的输出端子之间的输出。在上述结构中, 其工作和作用如像在图 16 中所说明的实施例的一样。

图 26 是一个说明本发明第七实施例的本质部分的结构图。在本实施例中, 数字 91 表示检测由被测差示压力在第一测量膜片 23 中产生—的应变的第一传感器, 并且第一传感器 91 顺着第一测量膜片 23 的垂直边安装, 如图 26 所示。

数字 93 表示检测由被测差分压力在第二测量膜片 26 中产生的应变的第二传感器,并且第二传感器 93 顺着第二测量膜片 26 的垂直边安装,如图 26 所示。

数字 92 和 94 表示设在硅基片上围绕第一和第二测量膜片 23 和 26 对称地放置的第三和第四传感器,如图 26 所示。

数字 95 是一个如此构造的计算电路,通过计算第一传感器 91 的结果输出与第二传感器 93 的结果输出之间的差得到对应于被测差示压力的电输出信号,如图 27 所示。设置第三和第四传感器为的是能获得有效的静压力和温度补偿。

数字 951 表示设置在计算电路 95 中的一个桥式电路。这个电桥 951 具有这样一种结构,其中第一传感器 91 和第三传感器 92 连接成互为对面的桥臂,第二传感器 93 和第四传感器 94 连接成另一对互为对面的桥臂,如图 27 所示。这表示,第一传感器 91、第二传感器 93、第三传感器 92 以及第四传感器 94 在图 27 中按顺时针方向依次排成电桥 951 的各个桥臂。

数字 952 表示在电桥 951 中连接第一传感器 91 和第二传感器 93 的一个电源端子与另一个连接第三传感器 92 和第四传感器 94 的电源端子之间给出电压的电源。

数字 953 表示一个放大器,它将电桥 951 中的一个连接第一传感器 91 和第四传感器 94 的输出端子与另一个连接第二传感器 93 的第三传感器 92 的输出端子之间的输出放大。在上面的结构中,其工作和作用如像在图 16 中所说明的实施例的一样。

此外,在上面的实施例中,说明了电桥 651、751 或 851 分别是由第一传感器 61 和 62、71 和 72 或 81 和 82 与第二传感器 63 和 64、

73、74 或 83、84 构成的。但是，这并不限于象图 26 所示那样的结构。简言之，组成一个作为差示压力检测机构的电桥使得至少一个第一传感器和一个第二传感器装在相邻的桥臂上并能够获得相应于被测差示压力的电输出信号便已足够。也就是说，电桥的另外两个桥臂可由普通的电阻元件组成。

再者，在上面的实施例中，说明是使用硅基片 22。但并不限于此点，例如说也可使用砷化镓基片或碳化硅基片。总之，装置可由任何半导体材料构成。

虽然在上面的实施例中说明的是第二测量膜片 26 具有像第一膜片 23 一样的作用面积，这是较可取的，不过不限于此点。例如，若第一测量膜片 23 的厚度不同于第二测量膜片的厚度，就不必具有同样的作用面积。若两个测量膜片的作用面积不同。则使用校正系数校正也不要紧。总之，有两个测量膜片 23 和 26 便已足够。

如上所述，借助根据本发明的第五至第七方面的发明，通过使用分别安装在两个测量膜片（被测差示压力构成反相工作）上的第一传感器和第二传感器构成一个电桥使计算电路可以一种较简单的方式构成，并且可使制造成本降低。因而，根据本发明第五至第七方面的发明能实现静压力和温度特性极好的半导体差示压力测量装置，并提供一种低成本的差示压力检测机构。

图 1

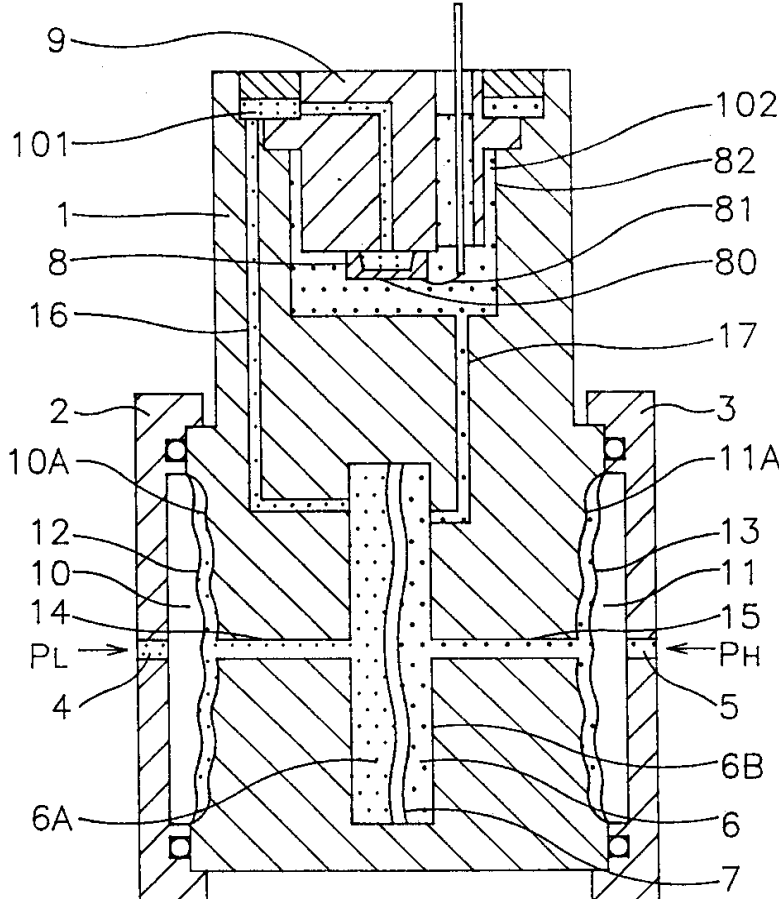


图 2

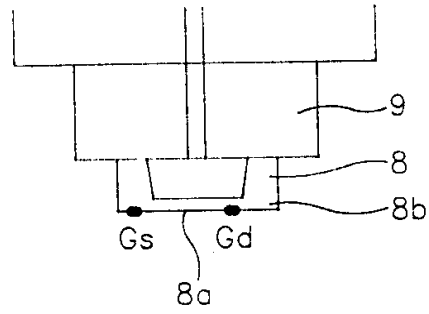


图 3

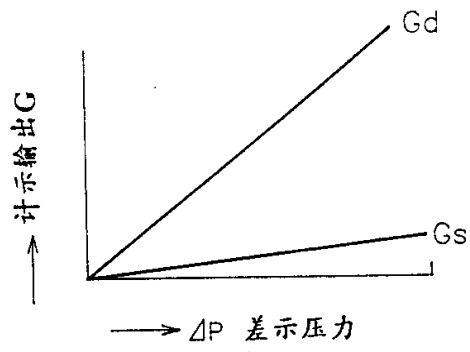


图 4

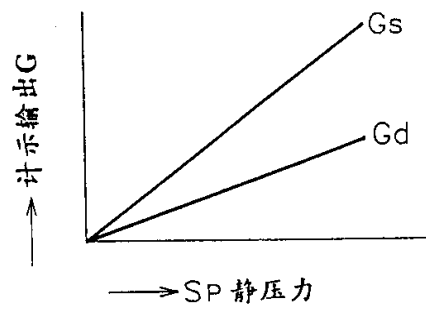


图 5

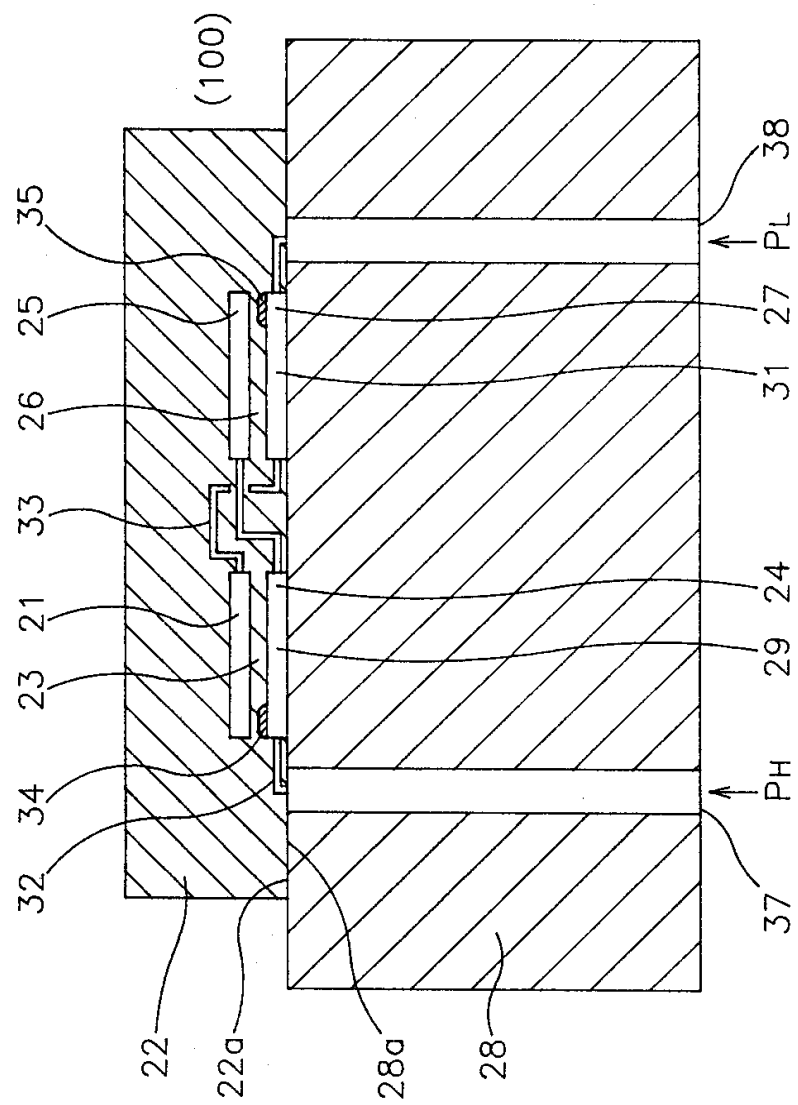


图 6

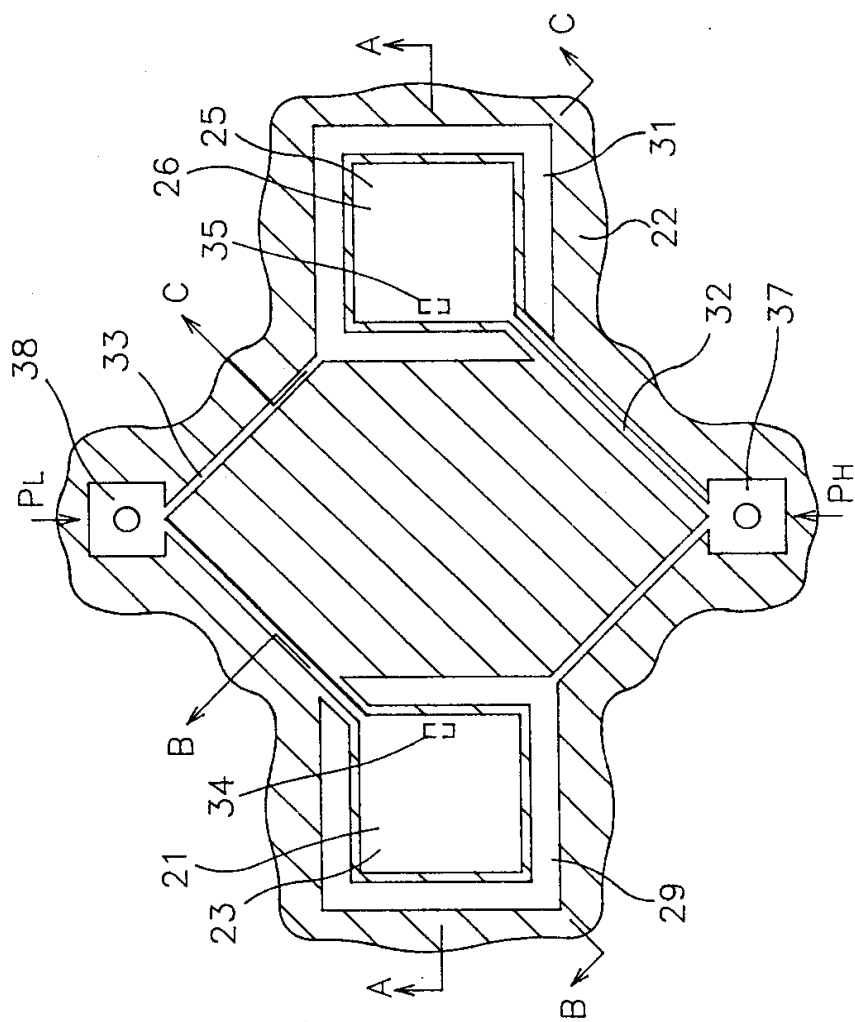


图 7

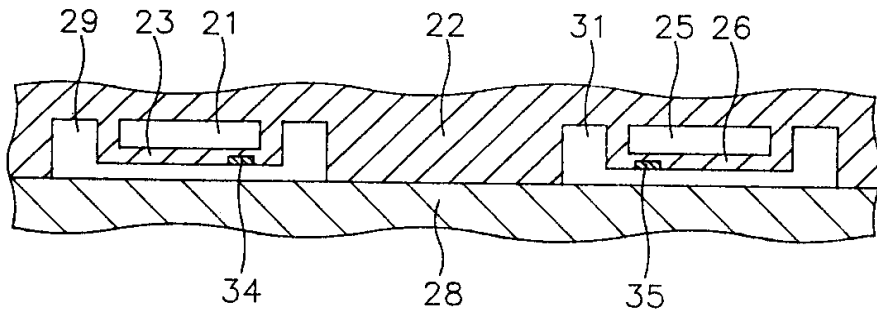


图 8

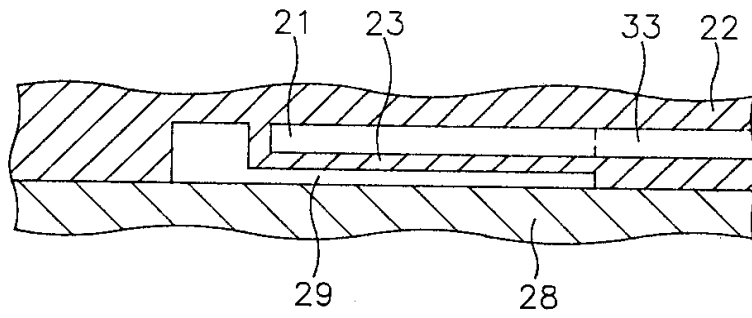


图 9

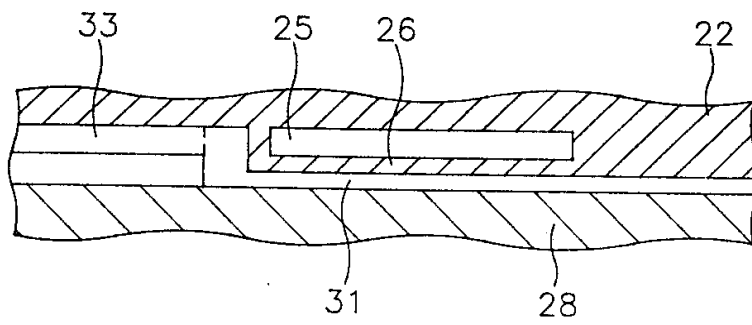


图 10

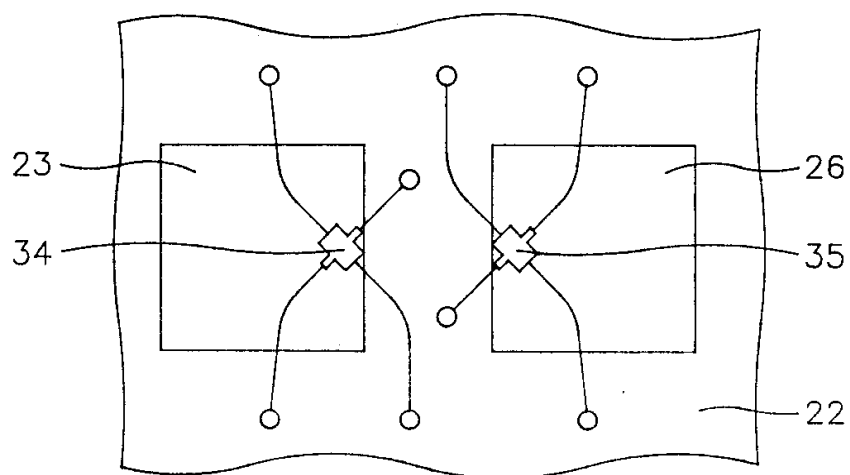


图 11

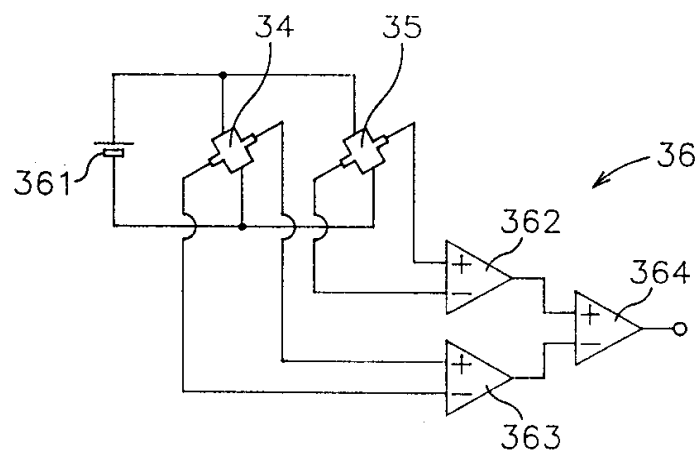


图 12

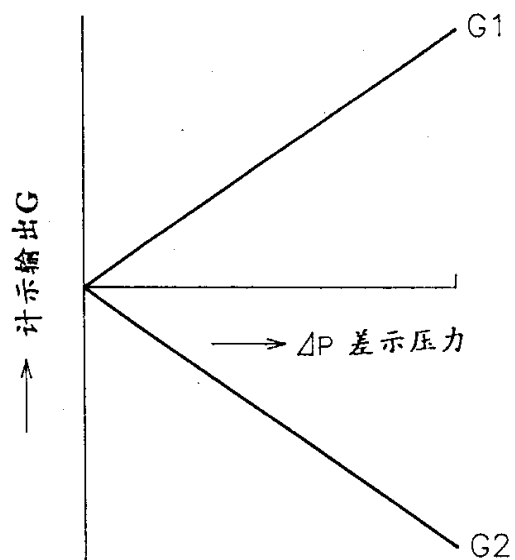


图 13

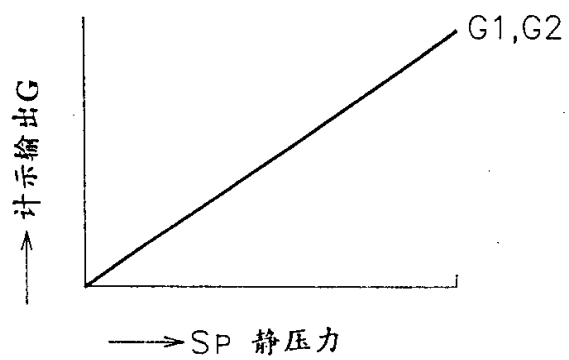
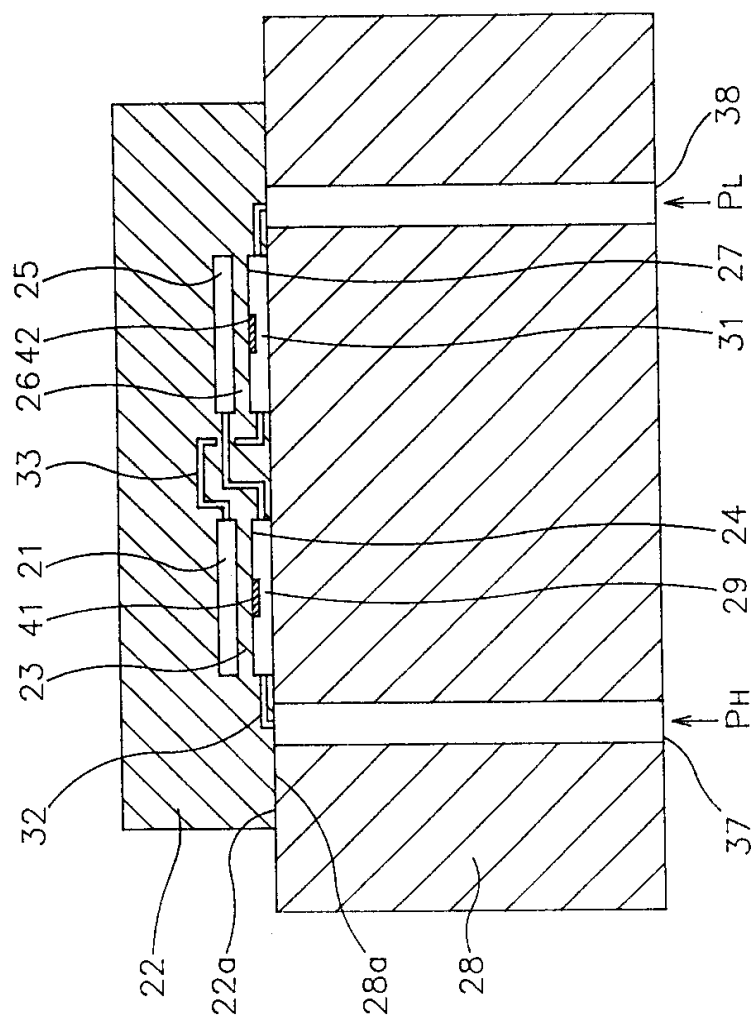


图 14



15

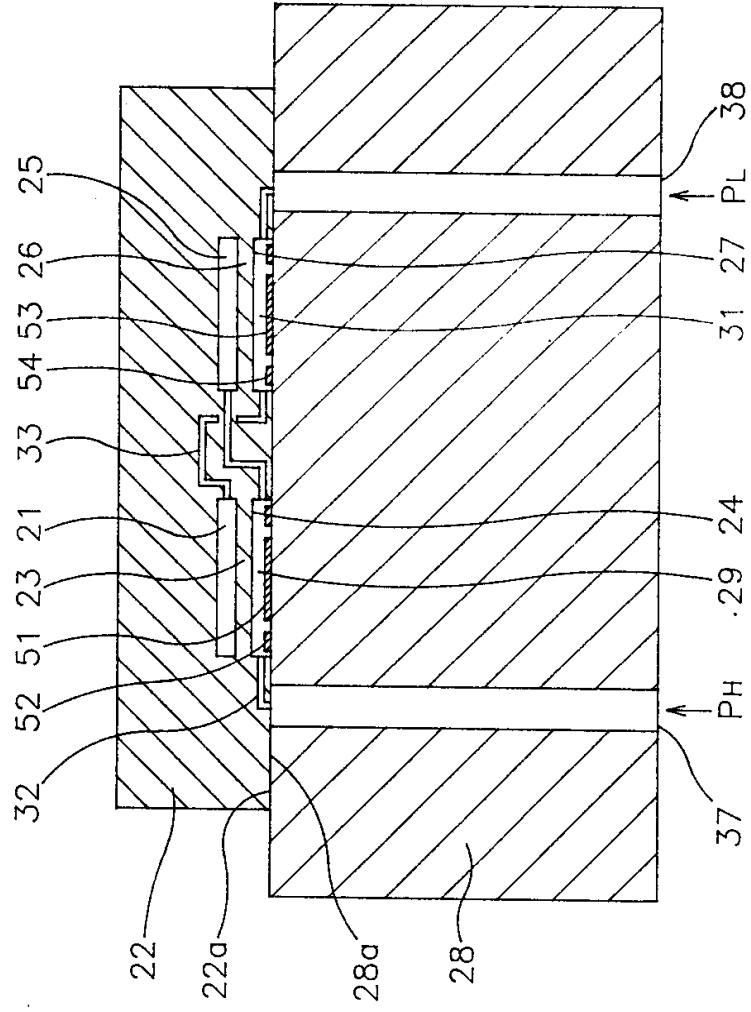


图16

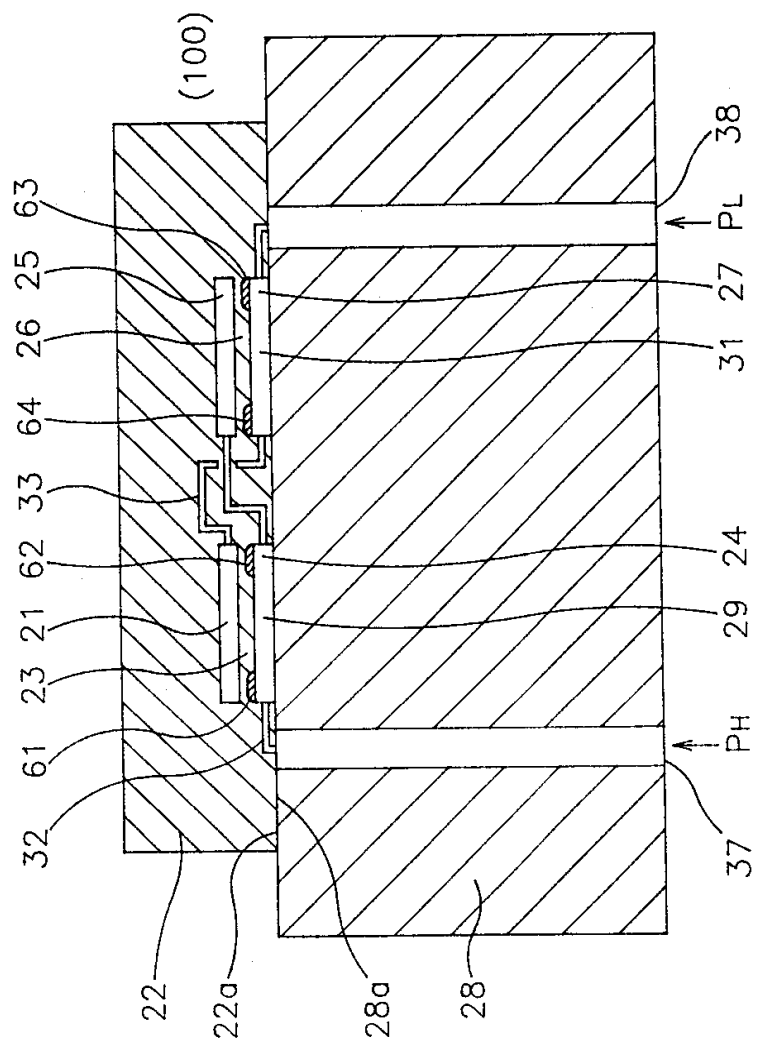


图 17

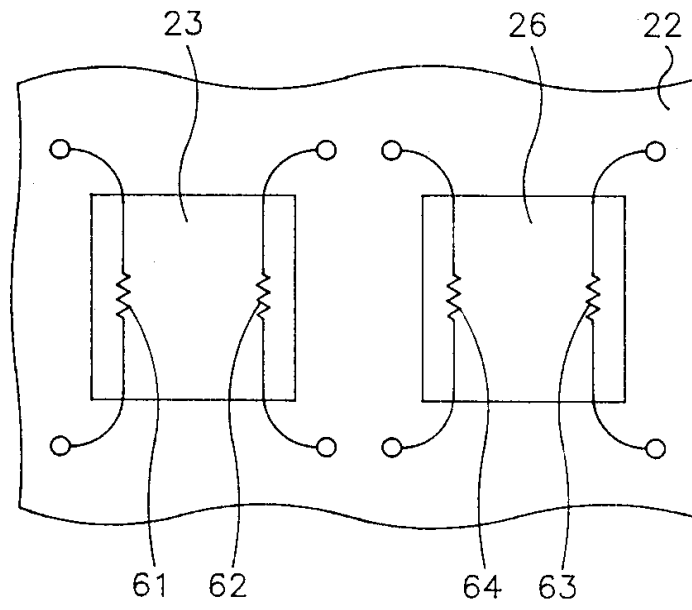


图 18

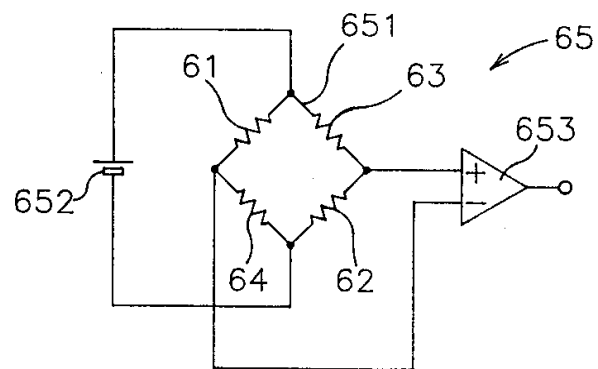


图19

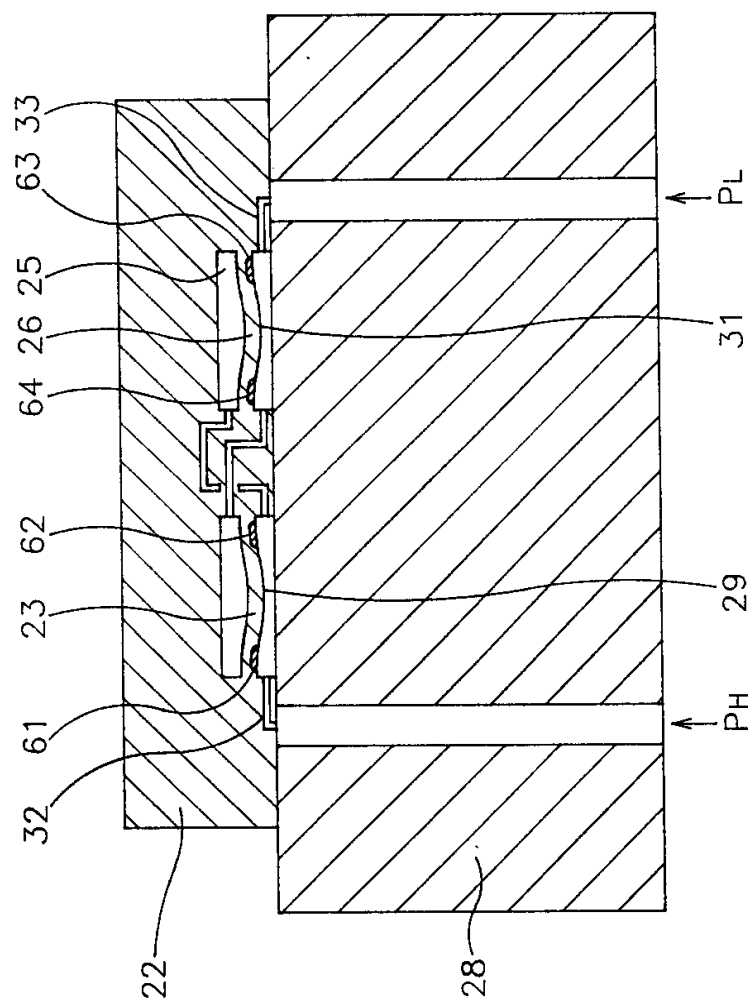


图 20

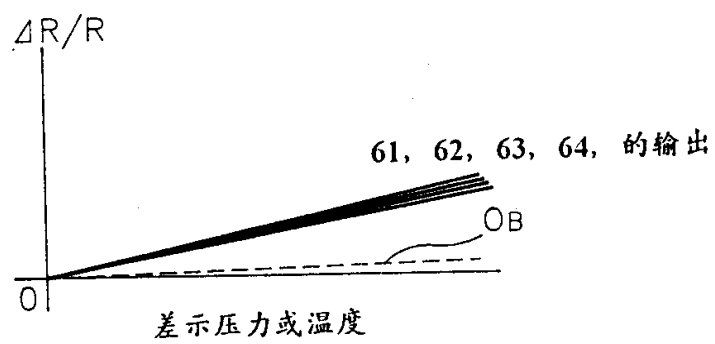


图 21

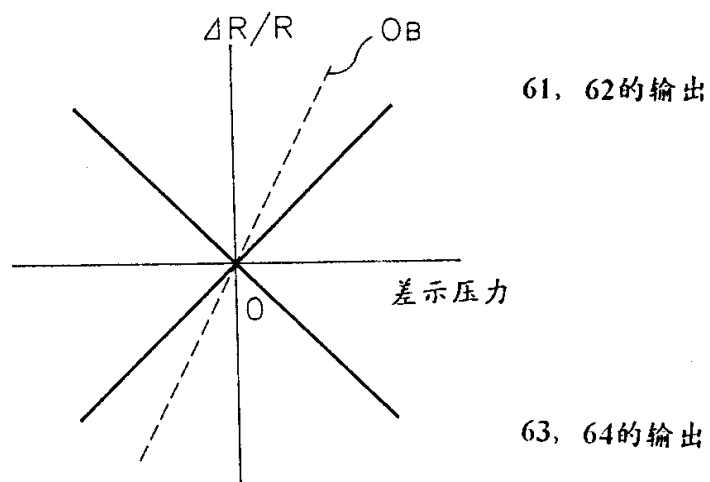


图 22

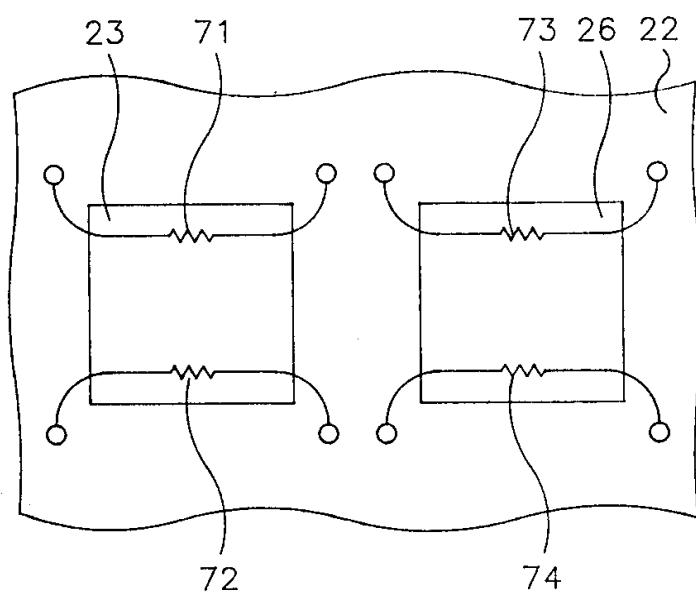


图 23

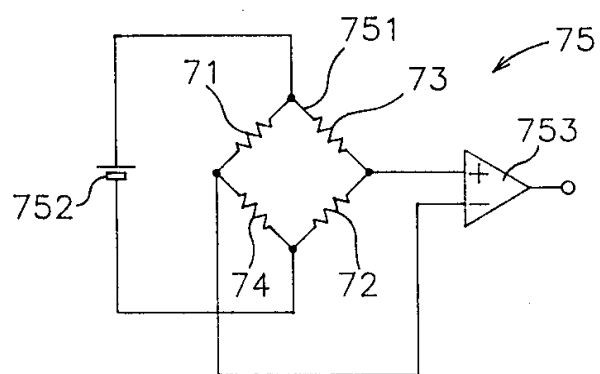


图 24

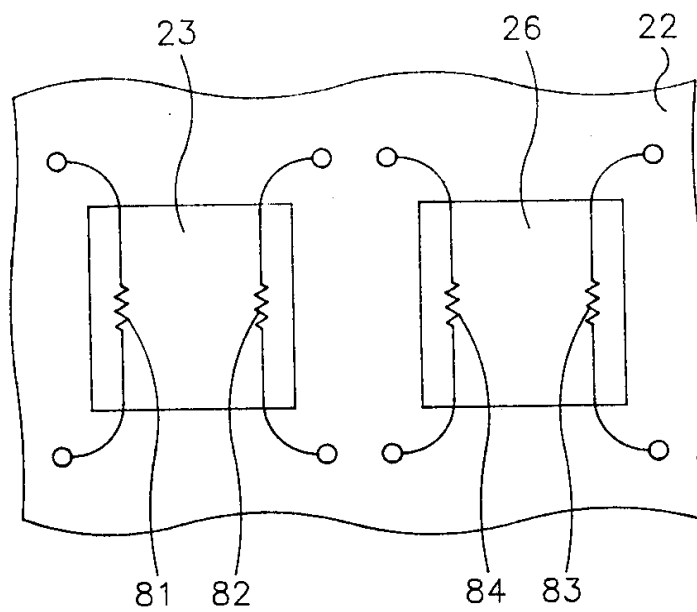


图 25

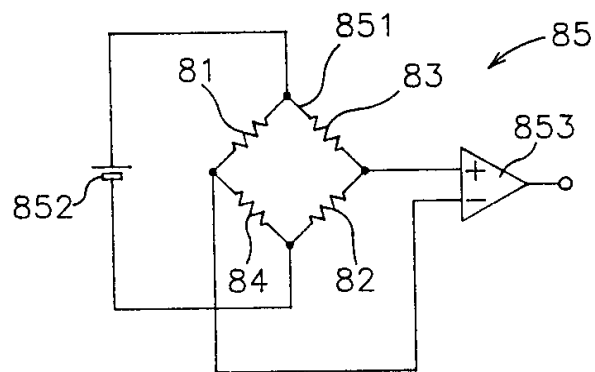


图 26

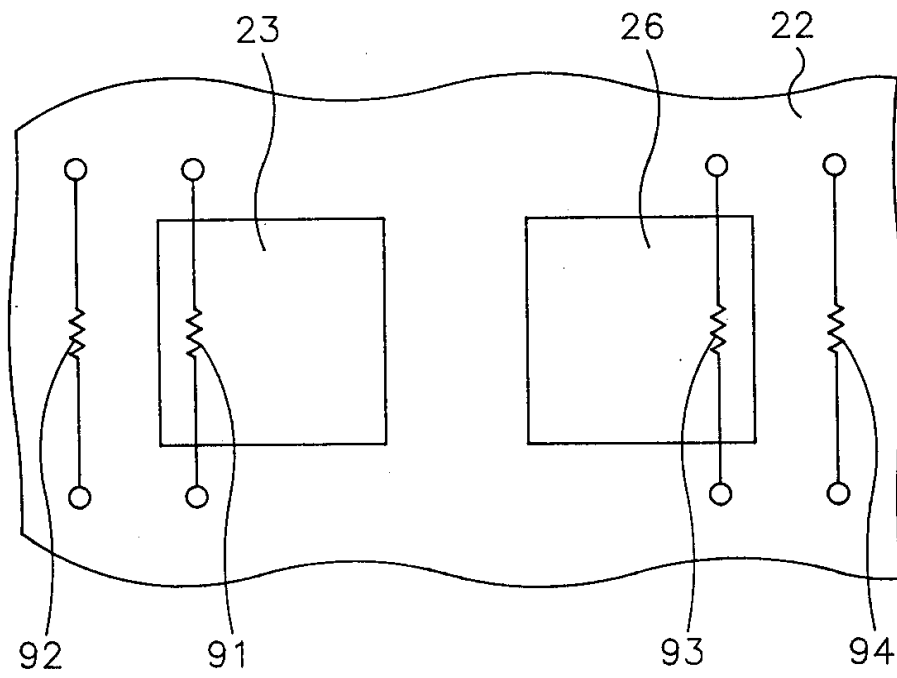


图 27

