

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G01L 1/22

G06K 11/18



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00126892.9

[45] 授权公告日 2004 年 9 月 8 日

[11] 授权公告号 CN 1165757C

[22] 申请日 1994. 12. 20 [21] 申请号 00126892. 9

分案原申请号 94119551. 1

[30] 优先权

[32] 1994. 1. 14 [33] US [31] 181648

[71] 专利权人 国际商业机器公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 E·J·赛尔克 B·A·史密夫

B·卡门泽

审查员 霍成山

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

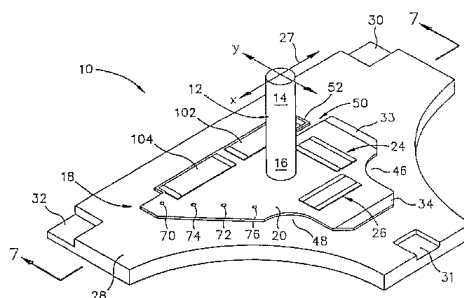
代理人 张志醒

权利要求书 4 页 说明书 16 页 附图 11 页

[54] 发明名称 带丝网印刷应变仪的力传感器

[57] 摘要

一种力传感器包括装在基片上延长的手柄，基片有中间部分和基本上是平面并沿第一和第二正交力检测轴向外伸展的突出区域。基片在外力加到手柄活动端时在大体上是突出区和中间部分的接合区经受局部应变。厚膜应变仪材料直接印刷在基片上至少第一和第二位置上，基片的导电焊接区和各位置上的厚膜应变材料电连接以限定第一应变仪沿第一力检测轴取向、第二应变仪沿第二力检测轴取向。手柄为柔顺结构以向用户提供自我感受的反馈。



ISSN 1008-4274

1. 一种力传感器，其特征在于，它包括：

5 (a) 一个延长的手柄，它具有一个固定端和一个能在其上施加外力的活动端；

(b) 一个传感元件，它包括：

一个基片，该基片具有一个中间部分，所述手柄的固定端连接在此部分，所述基片还具有至少两个基本上是平面的突出区域，它们从所述中间部分沿第一和第二两个正交的力检测轴向外伸展；

10 直接印刷在所述基片上的至少第一和第二两个位置上的厚膜应变仪材料，使得所述应变仪材料在每个应变仪材料的位置跨越所述中间部分和相应的突出区域；及

所述基片上的各导电接点，它们在电气地连接至所述厚膜应变仪材料的各个位置，以限定具有通过所述第一位置并沿所述第一力检测轴取向的电流通路的一个第一应变仪和具有通过所述第二位置并沿所述第二力检测轴取向的电流通路的一个第二应变仪；和

15 (c) 一个支持结构，它设置在所述基片下面以支持所述传感元件，使得当外力施加到所述手柄的活动端时，所述基片在基本上是所述突出区域和所述中间部分的接合区受到局部应变。

20 2. 根据权利要求 1 所述的力传感器，其特征在于，

所述基片包括一个顶面和一个底面；及

所述厚膜应变仪材料基本上位于所述基片的所述顶面上的具有局部应变的区域，所述导电接点设置得使通过各个应变仪材料的电流通路的取向是平行于局部应变的方向。

25 3. 根据权利要求 2 所述的力传感器，其特征在于，所述厚膜应变仪材料位于所述顶面并且还位于所述底面上，所述导电接点连接至应变仪材料的各个位置，以便限定与所述第一个力检测轴相关的一个第一应变仪和与所述第二个力检测轴相关的一个第二应变仪，使得每个应变仪都包含处于所述顶面的一个位置上的应变仪材料和处于所述底面的一个位置上的应

变仪材料，当有力施加在所述手柄上时，它们承受相反类型的应变而形成
一个半桥电路。

4. 一种计算机系统，它包括：

(A) 一个中央处理单元；

5 (B) 一个显示单元；

(C) 一个具有多个键和一个包括力传感器的控制执行机构的键盘，

该控制执行机构具有：

(a) 一个延长的手柄，它具有一个固定端和一个能在其上施加外力的
10 的活动端；及

(b) 一个传感元件，它包括：

一个基片，该基片具有一个中间部分，所述手柄的固定端连接在此
部分，所述基片还具有至少两个基本上是平面的突出区域，它们从所述中
间部分沿第一和第二两个正交的力检测轴向向外伸展；所述传感元件装在所
述键盘外壳中的键的下面，使得所述手柄在所述键之间向上伸展；

15 直接印刷在所述基片上的至少第一和第二两个位置上的厚膜应变仪
材料，使得所述应变仪材料在每个应变仪材料的位置跨越所述中间部分和
相应的突出区域；及

所述基片上的各导电接点，它们在电气地连接至所述厚膜应变仪材
料的各个位置，以限定具有通过所述第一位置并沿所述第一力检测轴向
20 的电流通路的一个第一应变仪和具有通过所述第二位置并沿所述第二力检
测轴向的电流通路的一个第二应变仪；和

(c) 一个支持结构，它设置在所述基片下面以支持所述传感元件，
使得当外力施加到所述手柄的活动端时，所述基片在基本上是所述突出区
域和所述中间部分的接合区受到局部应变。

25 5. 根据权利要求 4 所述的计算机系统，其特征在于，所述手柄是柔
顺的，使得在外力作用下它产生挠曲。

6. 根据权利要求 4 所述的计算机系统，其特征在于，所述支持结构
在各突出区域的外缘并在所述中间部分支持所述传感元件基片，使得当有
力侧向施加到所述手柄的活动端时，所述基片在基本上各突出区域与所述

中间部分的接合区承受局部应变，而当力沿所述手柄的纵轴垂直地施加在其上时，所述基片基本上不承受应变。

7. 根据权利要求4所述的计算机系统，其特征在于，

5 所述传感基片基本上是平面形的，带有一个顶面和一个底面，并且包括四个突出区域，包括两对沿着第一和第二力检测轴延伸的相对的突起；

所述厚膜应变仪材料印刷在所述基片的顶面的基本上是每个突出区域与所述中间部分的接合区的第一、第二、第三和第四位置，并且所述厚膜应变仪材料印刷在所述基片的底面的第五，第六，第七和第八位置；及

10 每个应变仪测量材料位置都有导电接点，在顶面和底面延第一和第二轴限定应变仪，使得延每个力检测轴相应的顶面和底面应变仪测量材料位置在侧向力施加在所述手柄上时受到不同的张力和压力和当垂直力施加在所述手柄上时受到相同的张力，因此可以检测施加在所述手柄上的侧向力和垂直力。

15 8. 根据权利要求4所述的计算机系统，其特征在于，所述厚膜应变仪材料基本上位于所述基片的所述顶面上的具有局部应变的区域，所述导电接点设置得使通过各个应变仪材料的电流通路的取向是平行于局部应变的方向。

20 9. 根据权利要求8所述的计算机系统，其特征在于，所述传感元件还包括一个微调电阻，该微调电阻在每个突出区域与所述厚膜应变仪材料电气地连接，并且该微调电阻具有足够的可调电阻值，以在一个预定的精度范围内平衡由所述导电接点和厚膜应变仪材料所形成的电路的电阻值。

10. 根据权利要求4所述的计算机系统，其特征在于，

所述基片包括一个顶面和一个底面；及

25 所述厚膜应变仪材料基本上位于所述基片的所述顶面上的具有局部应变的区域，所述导电接点设置得使通过各个应变仪材料的电流通路的取向是平行于局部应变的方向。

11. 根据权利要求10所述的计算机系统，其特征在于，所述厚膜应变仪材料位于所述顶面并且还位于所述底面上，所述导电接点连接至应变仪

- 材料的各个位置，以便限定与所述第一个力检测轴相关的一个第一应变仪和与所述第二个力检测轴相关的一个第二应变仪，使得每个应变仪都包含处于所述顶面的一个位置上的应变仪材料和处于所述底面的一个位置上的应变仪材料，当有力施加在所述手柄上时，它们承受相反类型的应变而形成
- 5 成一个半桥电路。

带丝网印刷应变仪的力传感器

本发明一般说来涉及力传感器,更确切地说,涉及执行机构用的电阻应变仪力传感器。

控制执行机构用的力传感器把用户加在执行机构上的外力转换成相应的电信号,该信号用于控制某设备或对显示器上的对象进行定位。外力被转换成代表沿着正交各轴上的分力的电信号。例如,计算机用的操纵杆型的显示控制器含有这样的力传感器,它把加在操纵杆上的力变成两个信号,一个信号表示沿 X 轴的分力,第二个信号则表示与该 X 轴成正交的 Y 轴上的分力。X 信号和 Y 信号的相对的大小表示用户所希望的显示器指针沿着 X 轴和 Y 轴上的相对移动量。连接着显示控制器的计算机接收这些电信号并相应地移动显示器指针。显示控制器的力传感器设有提供给它电源并在加上外力时产生表示力的各分量的电信号。

上面所说的操纵杆型显示控制器可以含有一个力传感器,它包括一个由带关节的接头以机械方式联接到底座上的手柄。力传感器提供所需要的分力的电信号,但为了使操纵杆能以所需的方向动作的机械传动机构是相当复杂的。特别是,机械传动机构相对较大,较笨重和较昂贵。另外,机械传动机构易于遭受磨损和可靠性问题。

作为带有机械传动机构的操纵杆力传感器的一个替代方案,开发了有薄膜电阻应变仪的力传感器。薄膜电阻应变仪使用一种导电

的薄膜电阻应变仪材料，利用光学刻蚀的办法把该材料沉积在一片薄而柔软的基片上。当在底层的基片受到应力时，应变仪的材料就感受到电阻的变化。如果电流流经应变仪材料，电阻的改变就可通过输出电压的改变而检测出，而应力的相对值也可测出。此基片固定在手柄的各侧面，使得基片在把力加到手柄上时就受到应力。

例如，IBM公司的“ThinkPad (思考便条本) 750”膝上计算机备有显示控制器力传感器，它包括一个指针执行机构，它位于当计算机用户的双手停留在键盘的原始位置时在计算机键盘上用户左手和右手之间的键之间的地地方向上延伸。它的手柄包括上面所说的应变仪。当力加到手柄上时，应力被检测出来并用于控制显示器的指针。这样可使用户在不必把他或她的手离开键盘的情况下去控制所带的显示器上的指针。如果没有这一设备时用户的手就要离开键盘以操纵例如显示器鼠标器或操纵杆控制器。

使用薄膜电阻应变仪技术的力传感器表示了对机械传动机构力传感器的有价值的改进。薄膜力传感器比起机械机构来小得多也轻得多，因此很理想地适合于装在紧凑的空间内，例如在膝上计算机的键盘下面。此外，薄膜力传感器没有移动部件。因此，机械机构的磨损和可靠性问题实际上就不存在了。不幸的是，薄膜电阻应变仪产生的输出信号具有较低的信噪比。而膝上计算机内部的电气环境包括了许多电的和磁的不同的干扰源，这使得对力传感器的输出信号的处理变得很困难。此外，薄膜电阻应变仪的生产成本较为昂贵。

从上面的讨论可以很明显地看到，对于力传感器有这样的要求：它是足够小的，以便适合于装在紧凑的空间内，例如计算机的键盘内，它能提供改进的信噪比性能以便于信号处理，它是可靠的，以得

到改进的性能和更长的寿命,而且可以以有竞争力的成本进行生产。本发明可以满足上述要求。

按照本发明的力传感器包括一个延长的手柄,它联接到一个装有用厚膜电阻应变仪材料构成的应变仪的基片上。厚膜应变仪材料是用厚膜丝网印刷技术直接沉积在基片上的,这一技术比薄膜光刻技术要便宜得多。厚膜应变仪可提供这样的力传感器,它比机械传感器小得多而且有更好的可靠性,它的生产比薄膜力传感器的生产便宜得多,而且它可提供改善了的有更高信噪比的输出信号。

手柄有一个固定端和一个活动端,外力就加在活动端上。基片包括一个中间部分,手柄的固定端就装在这上面,基片还包括基本上是平面的突出区域,它们从中间部分沿着第一和第二正交的力检测轴向外伸展,使得在外力加到手柄的活动端时基片会在大致上是突出区域和中间部分的接合区经受局部应变。如上所述,厚膜应变仪材料是直接印刷在基片上的。这种单片式结构提供了比起通常采用的薄膜光刻技术的传感器容易生产得多的力传感器。

在本发明的一个方面中,厚膜电阻应变仪材料至少被印制在第一位置和第二位置上,使得在每个位置上的应变仪材料横穿相应的局部应变的突出区域和中间部分的接合区而跨过中间部分和突出区域。力传感器包括在基片上的若干导电焊接区,它们在电气上与每个位置上的厚膜应变仪材料连接,以限定第一应变仪的电流通路是通过第一位置且其取向是沿着第一个力检测轴的,而第二应变仪的电流通路是通过第二位置且其取向是沿着第二个力检测轴的。

本发明的第二个方面是,基片是一个基本上为平面的材料,它有一个顶面和一个底面,应变仪材料沉积在该顶面和底面两个面上。把

从顶面和底面上的应变仪的电信号组合起来可以抵消温度的影响并改善输出信号的信噪比。

本发明的另外一个方面是,力传感器包括一个微调电阻,它可以被调整以平衡应变仪的电阻和补偿薄膜沉积中的不精确性。微调电阻最好安放在基片的低应力的位置,这个位置是通过一个凹槽或切口而提供的。最后,手柄可以是一种柔顺的结构以便向用户提供自我感受的反馈。

本发明的其它特点和优点从对优选实施例的下列说明中将变得显而易见,该说明将通过例子来说明本发明的原理。

图 1 是按照本发明所制造的力传感器的透视图;

图 2 是图 1 所示的力传感器用的基片的示意图;

图 3 是基片的顶视图,其上面有图 1 所示的力传感器用的厚膜应变仪;

图 4 是基片的底视图,其上面有图 1 所示的力传感器用的厚膜应变仪;

图 5 是图 3 和图 4 所示的基片的截面图;

图 6 是图 1 所示的力传感器用的带有微调电阻的应变仪电路的示意图;

图 7 是图 1 所示的力传感器的截面图;

图 8 是按照本发明所建造的三轴、全桥力传感器顶视示意图。

图 9 是图 8 所示的力传感器的底视图;

图 10 是按照本发明所建造的带有柔顺手柄的力传感器的侧视图;

图 11 是具有嵌在键盘里的如图 1 所示的力传感器的计算机系

统的示意图。

图1表示按照本发明所构造的并且专门适用于膝上计算机键盘(未画出)的力传感器10的放大的透视图。力传感器包括一个手柄12,用户在它的活动端14加一个外力于其上。手柄的另一端即固定端16联接到一个传感元件18,它包括一个总的说来是平面形的基片20。传感元件18包括厚膜应变仪24、26,它们检测如图中箭头所示的相应的X方向和Y方向的力的分量。应变仪是把厚膜电阻应变仪材料用丝网印刷直接印在基片20上而制成的。当沉积着厚膜材料的基片承受应变时厚膜材料就按比例改变其电阻率。就这样,力传感器不具有移动部件。在这种情况下,力传感器10是相当地小,使它可以用于像计算机键盘内窄小的空间里,并且比起机械传动机构型力传感器来有较好的可靠性和较长的寿命。比起金属薄膜材料来,厚膜材料在应变下能经受大得多的电阻率的改变,从而可提供一个有更好信噪比的传感器。例如,电阻率的改变所产生的输出电压的变化要比金属薄膜材料所产生的变化大一个数量级。本发明的单片结构可提供的力传感器其生产成本要比薄膜光刻技术所生产的力传感器更低廉。

由于图1所示的力传感器是专门适合用在膝上计算机键盘中的,所以传感元件18是装在能够牢固地连接到计算机上的一块支持板28上。支持板使传感元件以正确的方向固定住,并提供一个稳定的平台使用户能够对此施力于手柄12上。支持板还可以提供保护以防止加上过大的力而使传感元件18受到过分的应力而损坏。支持板包括三个凹槽30、31、32,它们可以用于安装力传感器10,例如使其安装到计算机的键盘板上或膝上型手提箱内(未画出)。传感器18在

两个外侧固定件的点 33、34 处固定在支持板上。

图 2 表示在未加任何厚膜电阻应变仪材料之前的基片 20 的顶面 35。如图 2 所示, 基片为一片基本上是平的陶瓷材料薄片。基片包括一个中间部分 36 和两个突出区域 38、40, 它们相应地沿着两个正交的轴 42、44 从中间部分向外延伸。为了清楚起见手柄 12 没有示出, 但它是装在中间部分 36 上的。基片 20 包括凹进部分 46、48 和一个微调凹槽 50, 它们的作用是当力加在中间部分 36 的手柄 12 上时使基片上所受的应力局部化, 微调凹槽还用于建立一个相对说来无应力的微调电阻区 52, 这将在下面进一步说明。

更加具体地说, 当力加在手柄 12 上时, 且在给基片 20 提供了一个合适的稳定平台时, 基片会经受一个应力, 这个应力局限在大体上是突出区 38 和 40 沿着相应的轴 42 和 44 与基片的中间部分 36 的各自相应的联接区 54 和 56 处。厚膜电阻应变仪材料最好沉积在具有局部应变的区域 54 和 56 上。在这种情况下, 基片的突出区的作用就如同悬臂梁一样, 可以集中应变以便产生改变电阻率所必须的对厚膜应变仪材料的伸张和压缩。

图 3 表示在厚膜应变仪 24、26 已生成后的基片 20 的顶面 35。为了生产应变仪, 厚膜应变仪材料使用一种相对较简便的丝网印刷技术直接沉积在基片表面。熟悉本技术的人都知道, 所用的特定材料的成份的厚度将决定应变仪的电阻。导电的焊接区位于基片上每个厚膜应变仪材料的相对两侧以便以正确的方向确定流经材料的电流通路。

例如, 第一个应变仪 24 用于检测如图 1 中箭头 27 所指明的沿着 X 轴所加的力。因此, 厚膜应变仪材料 58 就用丝网法印在基片 20

上的对于 X 轴向力的局部应力区 54 上。导电焊接区 60 和 62 位于应变仪材料的相对两侧，所以它们规定了沿着平行于基片应变方向的 X 轴流动而通过材料的电流通路。在这种情况下，当基片 20 受到沿着 X 轴方向的分力而发生应变时，根据在 X 轴上的力的方向，厚膜应变仪材料 58 将处在伸张或压缩的情况下。这种伸张或压缩从而将改变可以测量出来的应变仪材料的电阻率的变化。

类似地，第二应变仪 26 用于检测加在沿 Y 轴上的力。为此，厚膜应变仪材料 64 用丝网法印在基片 20 的由 Y 轴的力引起有局部应力的区域 56 上。导电焊接区 66 和 68 位于应变仪材料的相对两侧，所以它们确定了沿着 Y 轴平行于应变流动且经过该材料的电流通路。在这种情况下，当基片 20 由于沿 Y 轴方向的分力而受到应变时，根据沿着 Y 轴方向的力的方向，厚膜应变仪材料 64 将处于伸张或压缩状态。同样，这种伸张或压缩将因而改变可以测量出来的应变仪材料的电阻率。

为了测量厚膜应变仪材料位置 58 和 64 上的相应的电阻率的变化，基片 20 上有供电气联接用的端部焊接区。这样，电压源端的焊接区 70 和 72 要用于接到供电电源上（未示出）。有一个电源端焊接区则还要经过印刷电路板形式的联接而接到每个应变仪 24、26 上的一个导电焊接区上。每个应变仪 24、26 的输出信号则接到相应的 X 输出焊接区 74 或 Y 输出端焊接区 76 上。

在优选实施例中。力传感器 10 是一种半桥式结构。因此，每个在基片 20 的顶面 35 上的应变仪都具有一个相应的在基片底面上的应变仪，它们的相应输出则组合在一起，每个熟悉本技术的人都知道，位于基片底面上的应变仪在伸张或压缩方面和位于顶面上的应变仪

的作用正好相反。当从底面上的应变仪来的信号和从顶面上的应变仪来的信号相组合时，组合后的信号可以消除诸如温度变化等由环境影响而引起的电阻率的改变。其结果是 X 输出信号和 Y 输出信号的信噪比得到提高。

图 4 表示在厚膜应变仪 82、84 形成之后的基片 20 的底面 80。和前面一样，应变仪之一 82 用于检测由箭头 22 所指示的沿 X 轴方向所加的力(见图 1)，而另一个应变仪 84 则用于检测沿 Y 轴所加的力。同样，应变仪是用丝网印刷技术把厚膜应变仪材料直接沉积在基片的底面上而制成的。另外，厚膜应变仪材料 86、88 分别位于基片 20 受到局部应力的相应区域 54 和 56 的底面上的。最后，导电焊接区 90、92 位于 X 轴应变仪材料 86 的相对两侧；导电焊接区 94、96 位于 Y 轴应变仪材料 88 的相对两侧，以确定相应的通过各自应变仪材料位置的电流通路。在下面要进一步说明，顶面的应变仪和底面的应变仪在电气上连接在一起以提供所需的输出信号。图 5 是通过传感元件 18 的截面图，它表明了厚膜应变仪材料位于基片的相对的表面。图 5 还表明传感元件 18 由一层密封材料 97 所覆盖，但所示的厚度是大大夸张了的，密封材料丝网印制的电阻材料免受环境的影响从而增加了它的可靠性。

在优选实施例中，力传感器包括几个微调电阻，它们用于平衡由顶面和底面应变仪的电气联接所形成的电路。微调电阻和它们对应的应变仪串联连接，并且是这样来构造以使它们的电阻值可以调节从而平衡应变仪的电阻值，并且在调整后仍保持稳定。微调电阻可用熟悉的激光消蚀和磨耗技术以去掉一部分厚膜微调电阻的材料来调整，从而增加微调电阻的阻值。

再回到图 3, X 轴应变仪 24、82 所用的微调电阻 102 示于基片 20 的顶面 35 上, Y 轴应变仪 26、84 用的微调电阻 104 也示于图上。X 轴微调电阻 102 包括导电焊接区 106 和 108 以便把 Y 轴微调电阻和 X 轴的应变仪相连。同样, 导电焊接区 110 和 112 及印刷电路连线可使 Y 轴微调电阻和 Y 轴应变仪相连。

图 6 表示在优选实施例中厚膜电阻应变仪材料位置是如何和微调电阻 102、104 在电气上相连的。如上所述, 每个应变仪的 X 和 Y 电路都备有从电压电源端点焊接区 70、72 来的电源, 而顶面和底面应变仪材料位置及其所附的微调电阻是串联连接的。厚膜电阻应变仪材料位置和微调电阻接到相应的输出端焊接区 74、76 以形成分压器电路。这就是说, 顶面 X 轴应变仪 24 形成分压器电路的一半而底面应变仪 82 和微调电阻 102 形成 X 轴分压器电路的另一半。与此相似, 顶面 Y 轴应变仪 26 形成 Y 轴分压器电路的一半而底面应变仪 84 和微调电阻 104 形成 Y 轴分压器电路的另一半。其它的电路结构也是可能的, 对熟悉此技术的人可另行设计。

为了平衡各自的应变仪分压器电路, 顶面和底面应变仪的公称值应该选定以允许微调电阻实现平衡。这意味着, 如果用厚膜丝网印刷技术制造的应变仪的电阻值能够达到在正负百分之二十以内的精度, 则顶面应变仪的公称值和底面应变仪的公称值应有所不同, 使得微调电阻能够补足实际应变仪电阻值的任何差异。

例如, 如果顶面应变仪的电阻值选定为 100 欧姆作为其公称值, 那末底面应变仪的公称电阻值可选定为 90 欧姆。这时微调电阻可以选择一个公称电阻值为例如 50 欧姆。在这种情况下, 如果顶面的该值已和它的公称值 100 欧姆有差异而底面应变仪也已和它的公称值

90 欧有所不同, 则微调电阻能够有足够的微调能力, 以便使它的电阻值加上底面应变仪的实际电阻值基本上等于顶面应变仪的实际电阻值。必须了解, 这些阻值仅仅是为了作说明的目的, 实际阻值将取决于特定的电路, 这是熟悉此技术的人都知道的。

实际上, 顶面应变仪和底面应变仪的实际电阻值常常并不和最坏条件的情况相对应。这就是说, 顶面应变仪在底面应变仪为低(或高)阻值时一般说来不一定为高(或低)电阻。这是因为在丝网印刷过程中能使顶面应变仪有变化的偏差也使得底面应变仪有同样的变化。因此, 应变仪将以相同的方式变化。实际上, 顶面应变仪、底面应变仪和微调电阻的合理的公称阻值分别为 100、90 和 20 欧姆时就可以提供满意的结果。减少微调电阻的电阻值可以减少材料的成本并简化对电阻进行微调的过程。同样, 这些阻值仅仅是为了说明的目的。

图 1 所示的力传感器 10 是适用于把加到手柄 12 上的外力转换成仅仅沿着 X 轴和 Y 轴的方向的分力所表示的电信号。因此, 希望要防止加在手柄上的沿着垂直于 X 轴和 Y 轴的 Z 轴方向的力在基片 20 上形成应变。这是因为来自垂直方向的力的应力会对基片以及应变仪施加张力和压缩力, 这将被错误地理解为沿着 X 轴和 Y 轴方向的力。

如上所述, 基片 20 是在突出区 38、40 的外缘 34、34 安装到支持板 28 上的。这可以防止在这些位置上的垂直应力, 为了防止加在手柄上的垂直方向的力对基片 20 产生应变, 力传感器 10 的支持板 28 包括一个中间支持物。这示于图 7 的截面图中。中间支持方式在支持板上提供了一个凸起的垂直挡板 130, 它在手柄 12 下向上突起。另

外的办法是基片 20 可以在整个底平面与平坦的支持板相固定,从而提供一个稳定的平台并防止垂直的手柄的力对基片产生应变。

微调电阻 102、104 的成份和用于制造应变仪的厚膜应变仪材料 58、64 的成份是不同的。选择用于制造应变仪的材料是根据在受到应变时能有最大的电阻的变化从而使信噪比为最大。用于制造微调电阻的材料则对应变不那么敏感,而是根据消蚀和磨耗技术的最大容差而选定的,这种技术可以调节沉积在微调电阻位置上的电阻材料的量。

熟悉本技术的人都知道,适合用于应变仪的材料目前还不能在使用消蚀和磨损技术的情况下进行微调,因为微调过程可以使材料剥落及碎裂。虽然用于微调电阻的材料能够承受消蚀和磨耗而不致立即剥落或碎裂,但微调电阻材料的完整性要和微调过程兼顾,而且象剥落和碎裂这样的损坏在受到应变后仍有可能发生。因此,微调电阻是沿着基片边缘和微调凹槽 50 所规定的微调区域内制成的,因为即使在有外力加到手柄上时这个区域也是相对来说没有应变的。这种无应力的特性部分地是由于有了微调凹槽,因为它可以缓解微调区域所受到的邻近突出部分 38 所经历的应力。在这种情况下微调电阻的电阻值应该在力传感器的寿命期间保持稳定。

如果空间允许,可以制造一个全桥力传感器,它可以为输出信号提供改进的信噪比。如果需要,全桥结构还可以用于检测沿着 Z 轴加在垂直方向的力。全桥结构要求在基片的顶面有相对的 X 和 Y 轴应变仪材料位置及在基片的底面也有相对的 X 和 Y 轴应变仪材料位置。

图 8 表示具有全桥结构的、并按照本发明的原理制造的力传感

器 202 的顶面。如图8所示, 全桥结构的基片 204 有一个中间部分 205, 在其上装着一个垂直取向的手柄 206, 它还包括相对的 X 轴突出区域 208 和 210, 以及相对的 Y 轴突出区域 212 和 214, 它们都从中间部分向外延伸。如同图 1-7 中的半桥结构, 突出区域包括切口 216、218、220 和 222, 它们的作用是当力加在手柄 206 上时把基片所经受的应变局部化。应力局部化的区域又一次是基本上位于每个突出区域和中间部分相交接的地方。基片固定孔 223 也可在基片上提供。

和半桥结构一样, 厚膜应变仪材料和导电焊接区一起沉积在有局部化应变的位置, 以便在每个局部化应变位置限定应变仪。这样, 相对的 X 轴应变仪 224 和 226 在顶面形成, 而相对的 Y 轴应变仪 228 和 230 也在上部表面形成。熟悉本技术的人会理解, 相应的 X 和 Y 应变仪 225、227、229、231 则在基片 202 的底面上形成, 如图 9 所示。

应该理解, 加在手柄上的垂直力可以通过确定每个应变仪的输出信号的变化方向而与加在 X 和 Y 方向上的侧向力相区别。也就是说, X 输出信号和 Y 输出信号的变化确定了相应的应变仪是否在经受伸张或压缩。差动的伸张及压缩可以用来把侧向力和垂直力区分开。

例如, 对图 8 所示的全桥结构传感器 202 来说, 加在手柄 206 上的向左的侧向力将使最左边的顶面 X 轴应变仪 226 经受压缩而最右边的顶面应变仪 224 经受伸张。相对应的底面应变仪则经受相反的作用, 一个应变仪 227 经受伸张而另一个 225 则经受压缩。与此成对比的是, 对于一个垂直的力, 顶面的两个 X 轴应变仪 224 和 226

都经受同一方向的应变，都是伸张或都是压缩，而底面的两个 X 轴应变仪 225 和 227 则都经受同一方向但和顶面上相反的应变（都是压缩或都是伸张）。熟悉本技术的人可以理解，同样的分析可用于区别 Y 方向输出信号的变化以指示出侧向力和垂直力。

在图 1 所示的实施例中，手柄 12 通常是一个坚固的结构，它固定在基片 20 上，厚膜应变仪材料就印制在其上。把厚膜应变仪材料印制在基片上可使手柄的结构具有更大的自由度。例如，可能希望提供一种具有一定柔顺性或伸缩性的手柄使得手柄在外力的作用下能稍微有些弯曲。这种柔顺性为执行机构的用户提供自我感受的反馈。这就是说，用户能接收到当他或她在使手柄按下一定挠曲量时要用多大力量的信息。熟悉本技术的人会承认，作为使用一个柔顺的手柄的结果，力传感器所提供的输出信号不会有什么变化。这是因为加在手柄上的力的大小仍保持不变，因此基片所感受到的应变也保持不变。

手柄的柔顺性也可以用来保护力传感器免受所施加的过大的力而遭到损坏。可以提供一种机械设施来停止手柄的偏转从而限制可能加在力传感器上的力。如果带有柔顺性手柄的力传感器安装在计算机键盘内，那么，例如键盘上相邻的键就可以提供机械上的阻挡作用。

图 10 表示按照本发明制造的、并带有柔顺性手柄 304 的力传感器 302 的侧视图。象上面所述实施例那样，手柄固定在基片 20 上，而基片 20 则安装在支持板 305 上。力传感器 302 特别适合于装在计算机键盘中，这样可使手柄 304 在特定的字母数字键（一般为“G”和“H”键）之间向上伸出。这样的安排使用户的双手都有同样的机会去

接触手柄。

相邻的键“G”和“H”分别为 306 和 308, 示于图 10 中, 它们用虚线表示成部分透视图。手柄 304 在碰到相邻的“G”键 306 之前所可能挠曲的量在图 10 中用箭头 310 表示。应该理解, 反方向时偏向“H”键 308 的可能的挠曲量是相类似的。在键盘上各键的相邻行的方向上也可能有相似的挠曲。各键相邻行的方向上同样可能有相似的挠曲。

如上所述, 如果力传感器用于检测垂直的力, 则也可能要求在手柄上具有垂直的柔顺性。手柄的垂直柔顺性在图 10 中用虚线 312 示出。当一个向下的垂直方向的力加到手柄 304 上时, 手柄可以一直弯曲到它的实际压缩极限位置或一直到所加的力使基片 20 受应力并使基片的底部移动而与支持板 305 相接触为止。如上所述, 手柄的垂直柔顺性可向用户提供自我体验的反馈。虽然图 10 所示的手柄表示正在同时受到垂直和侧向的挠曲, 但应该理解, 垂直挠曲可以在有或没有同时存在的侧向挠曲的情况下发生。由于图 10 所示的力传感器 302 是要检测垂直方向的力的, 所以应该注意, 支持板 305 不包含垂直的支持, 而图 7 所示的支持板 28 是有这种支持的。

图 10 的柔顺的手柄由于其自我感受的反馈, 因而提供了一种更便于使用的力传感器, 这种传感器可对过应力进行保护, 它不会导致信噪比的减小, 并且在手柄上仍然无需机械传动机构。

按照本发明所制成的力传感器, 如上所述, 可以有效地用于各种环境, 特别是对于要求廉价、小型以及具备优异的信噪比都是至关重要的环境。力传感器的一个优选的工业应用是用于嵌装在计算机键盘内的、对计算机显示指针进行控制的执行机构中。如图 11 所示, 计

计算机系统 400 包括一个中央处理单元 402、显示单元 404、及计算机键盘 406。计算机键盘包括一个力传感器 408 (用虚线以虚象表示), 这种传感器是上面所述的那种, 它位于键盘的键 410 的下面, 使得传感器的手柄 412 在键盘的键之间向上伸展。要理解, 图 11 所示的各元件的相对尺寸是夸大了的, 以便更好地表示其构造细节。当用户对手柄施力时, 传感器基片 414 上的应变被转换成信号, 计算机的中央处理单元 402 利用该信号来控制例如计算机显示单元 404 的指针 416 或做某些别的工作。

键盘 406 包括一个外壳 418, 各个键 410 在它外面向上凸出, 而在它内部则装有传感器 408。传感器最好位于键盘的键的下面, 这些键位于计算机使用者的左手和右手放在键盘的原始位置(静止位置)上时其两只手中间的位置。这个位置的优点在于它能使用户控制相关的显示器指针而不必把他或她的手从键盘上挪开。

与手柄 412 相邻的键 420、422 可以在外形上有缩进去的部分 424、426, 这是为了在键之间提供向上伸出的安装手柄的空间而又不破坏键之间的标准侧向间隔所需要的。应该理解, 对于熟悉本技术的人来说, 手柄的其它安装方式或者对各个键的其它改型方案以便手柄有安装空间的方法都是可能的。手柄最好向上伸展到一个比键稍高一点的高度。在这种情况下, 使用者可以方便地对手柄施力并控制显示指针 416。键盘 406 可以装有选择按钮 428、430, 使得在使用传感器以使显示指针定位后用按钮来选择显示。

上面所说的力传感器利用丝网印刷的应变仪, 它包括了利用丝网印刷技术直接印制在基片上的厚膜应变仪材料, 这个印刷技术对熟悉本技术的人来说是熟知的。所得到的力传感器保留了薄膜应变

仪结构技术所具有的尺寸小和可靠性的优点，但它提供改进了的信噪比并可用低得多的成本来生产。这种传感器可以很有利地用于要求在很小空间内需要控制执行机构的场合，例如在计算机键盘中。

本发明已通过上述的目前优选实施例来加以说明，使得对本发明的理解可以得到传播。但是，存在着许多在这里未作专门说明但对本发明也可适用的许多力传感器的结构。因此，本发明不应仅仅看作是在这里说明的某个特定的实施例，相反，在一般的力传感器方面本发明有广阔的应用可能性。因此，在所附的权利要求范围内所有修改、变化或等价的方案都应看作是在本发明的范围之内。

图 2

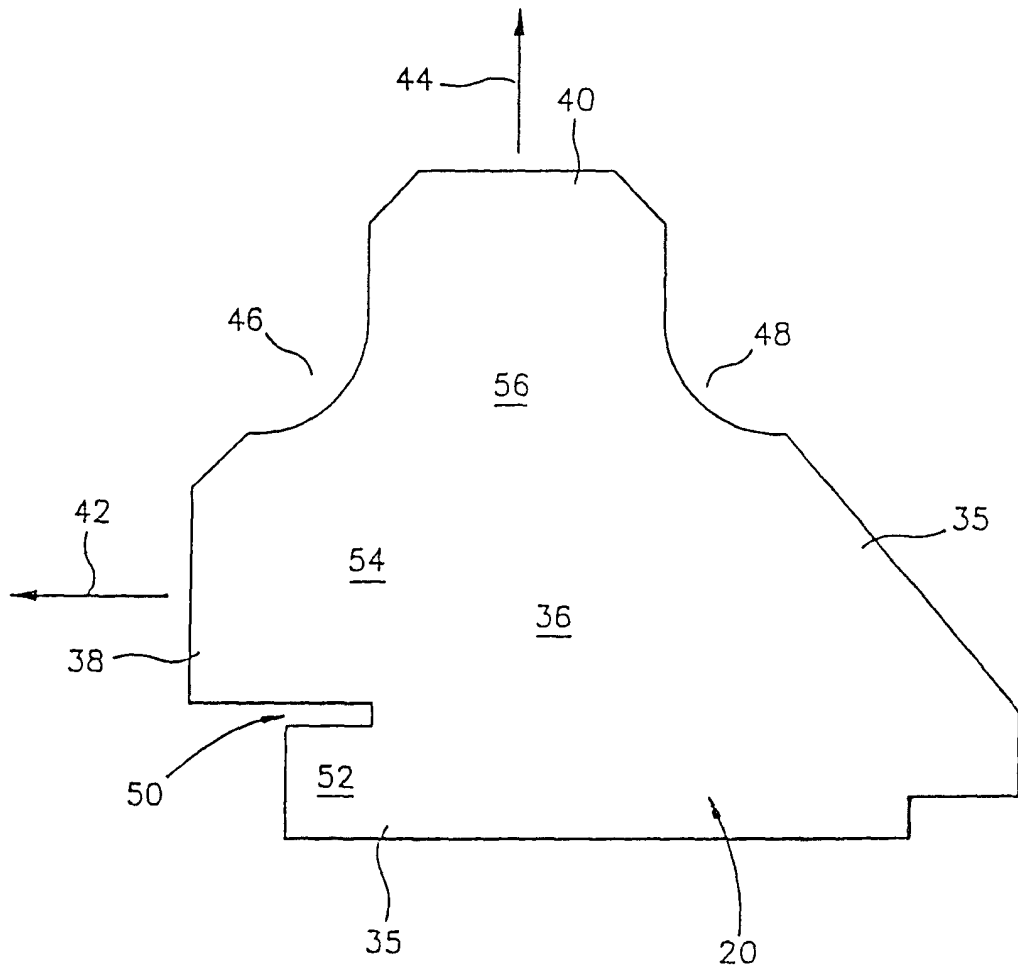


图 3

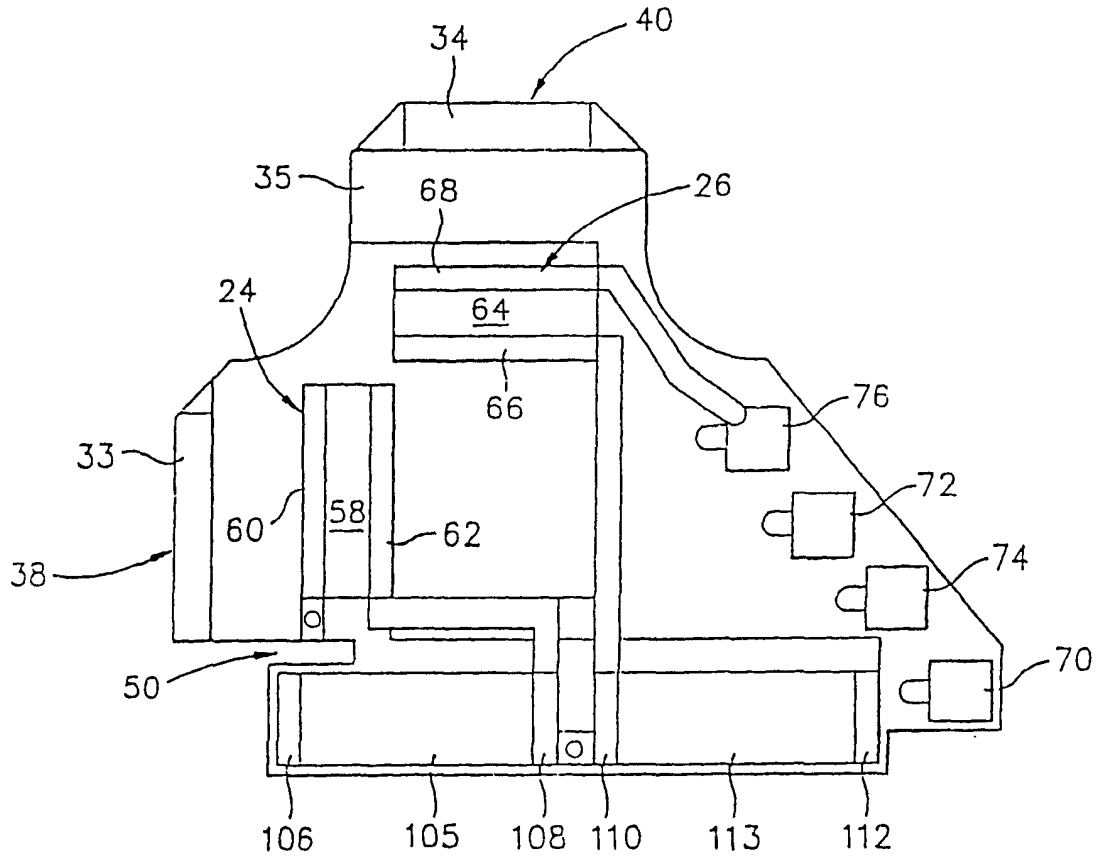


图 4

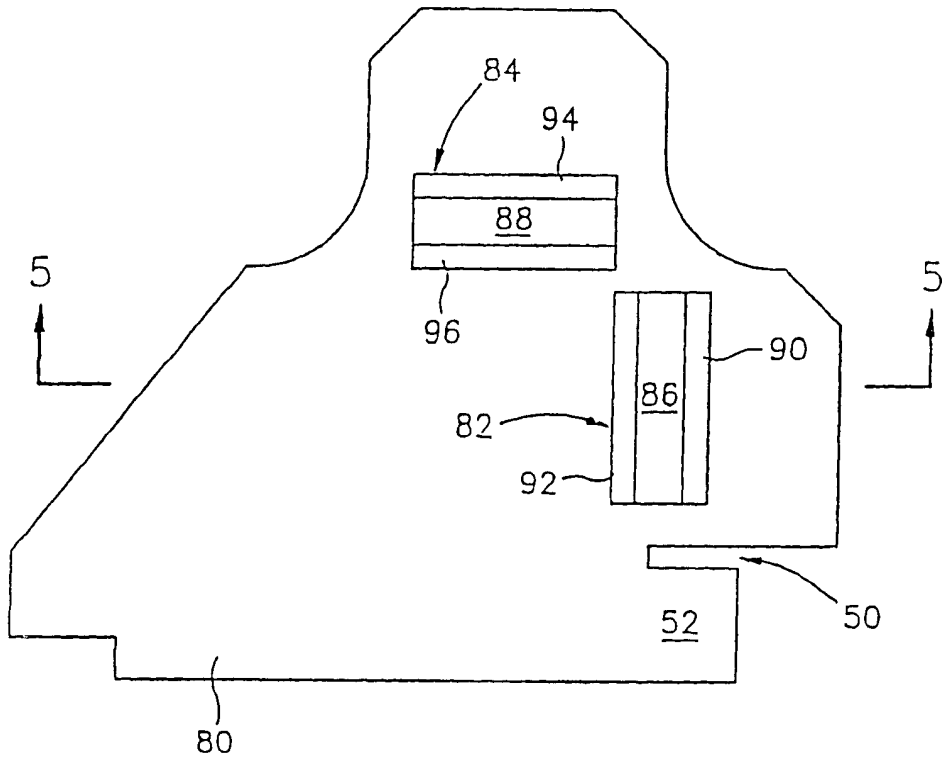


图 5

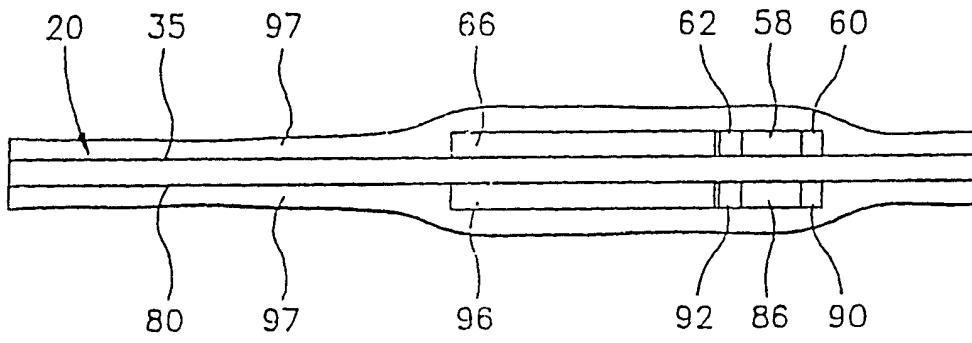


图 6

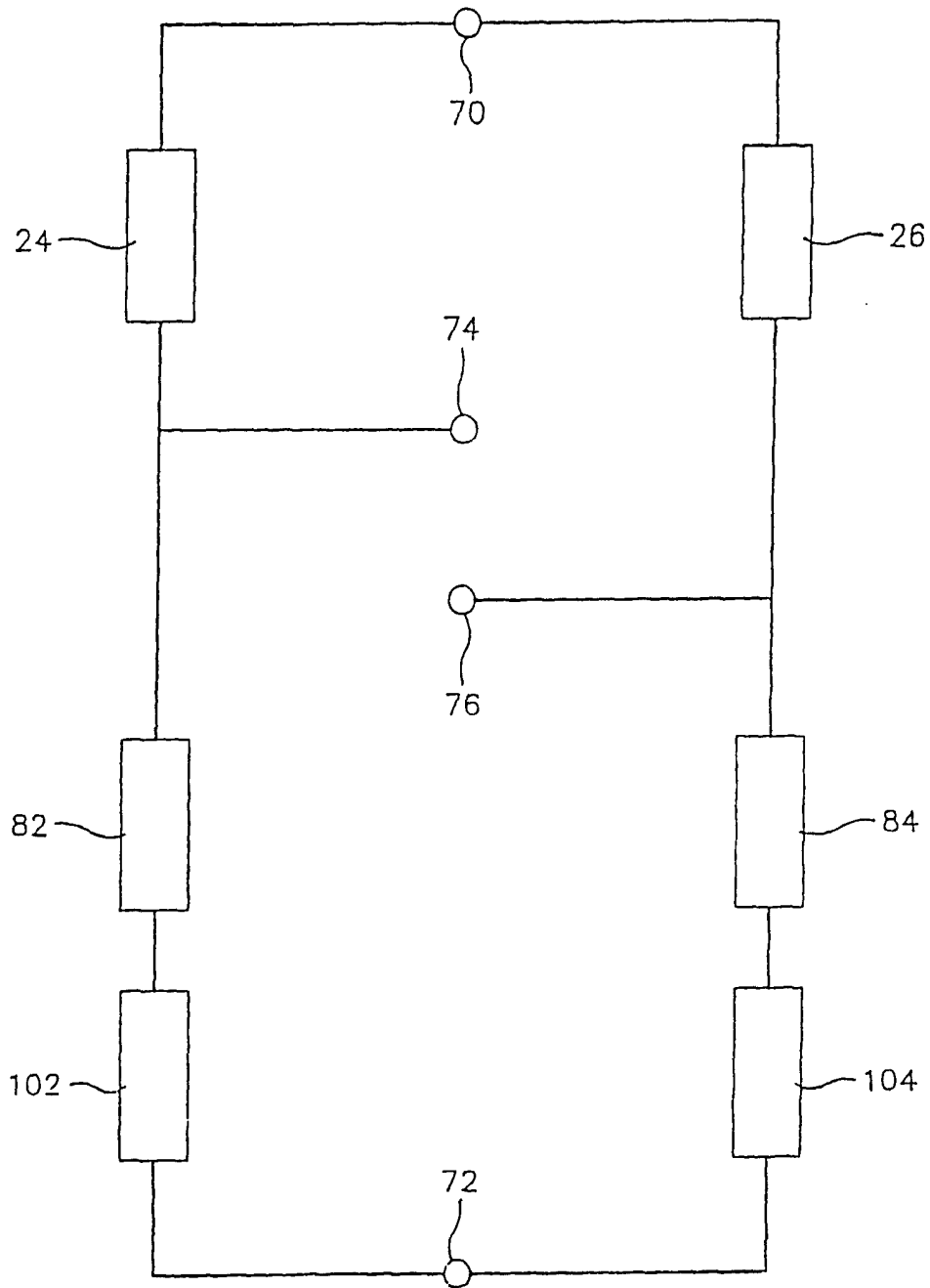


图 7

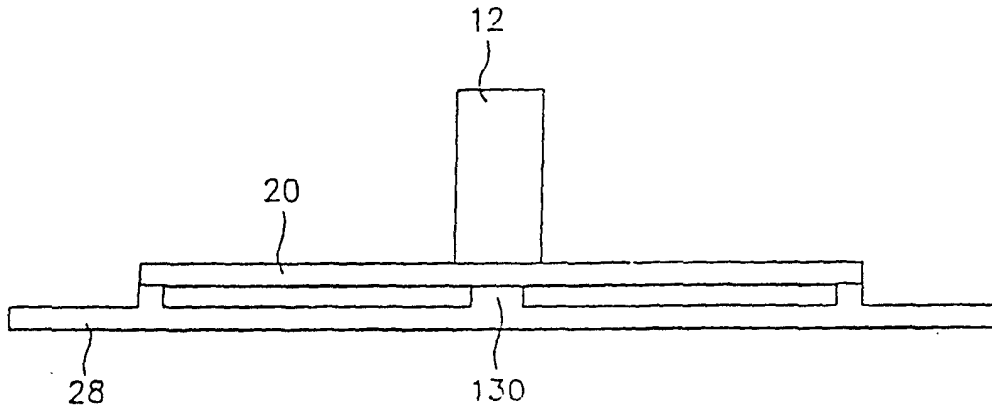


图 8

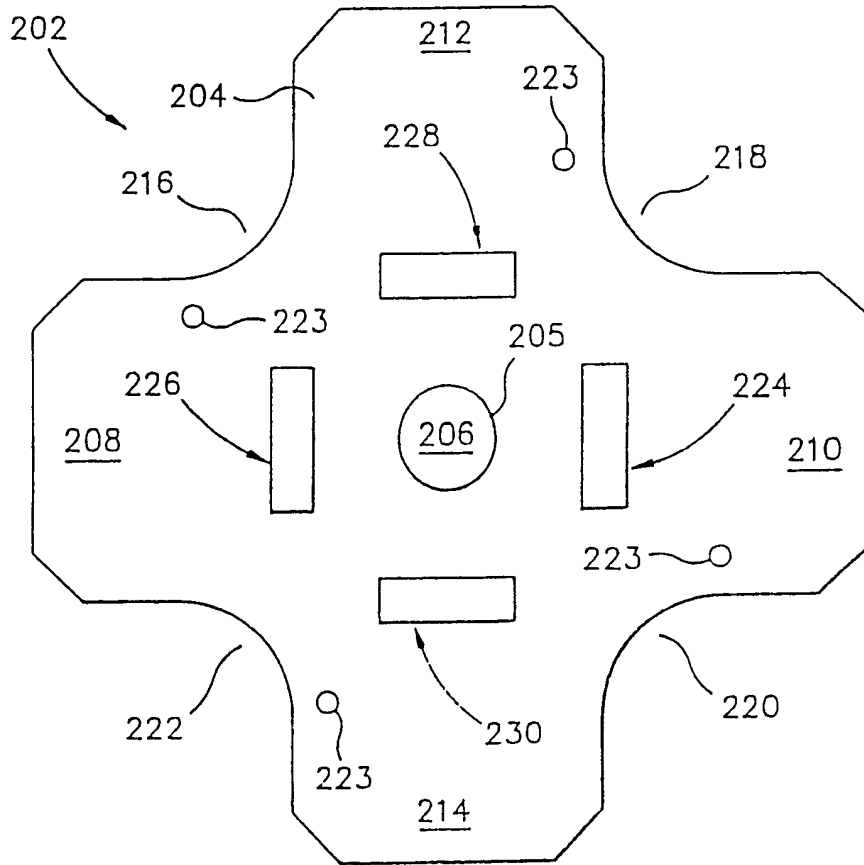


图 9

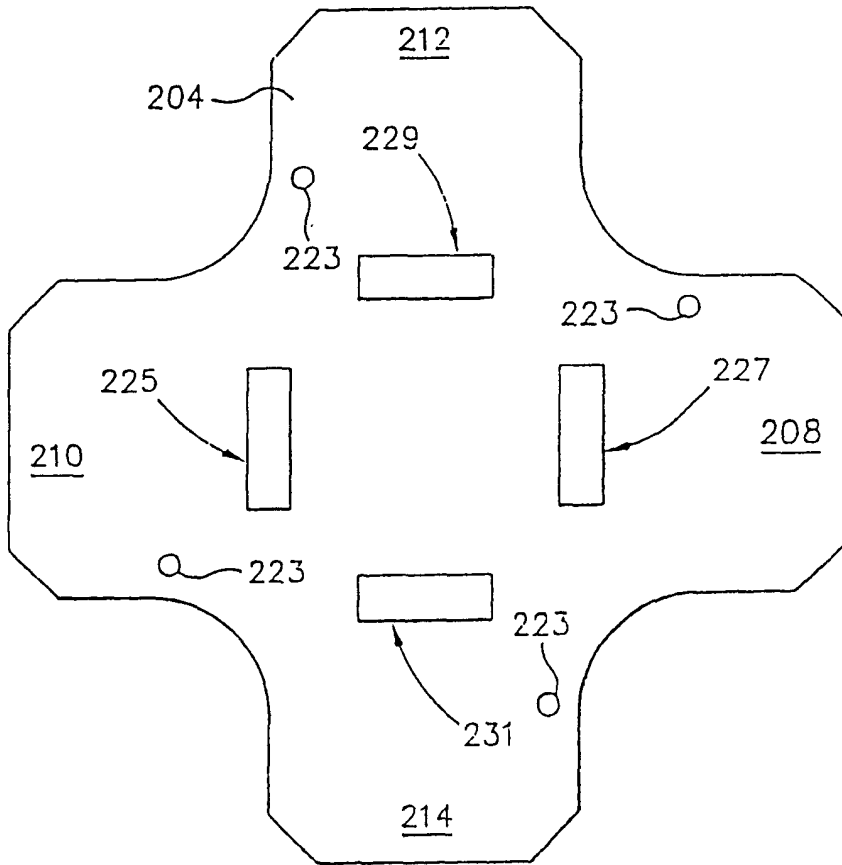


图 10

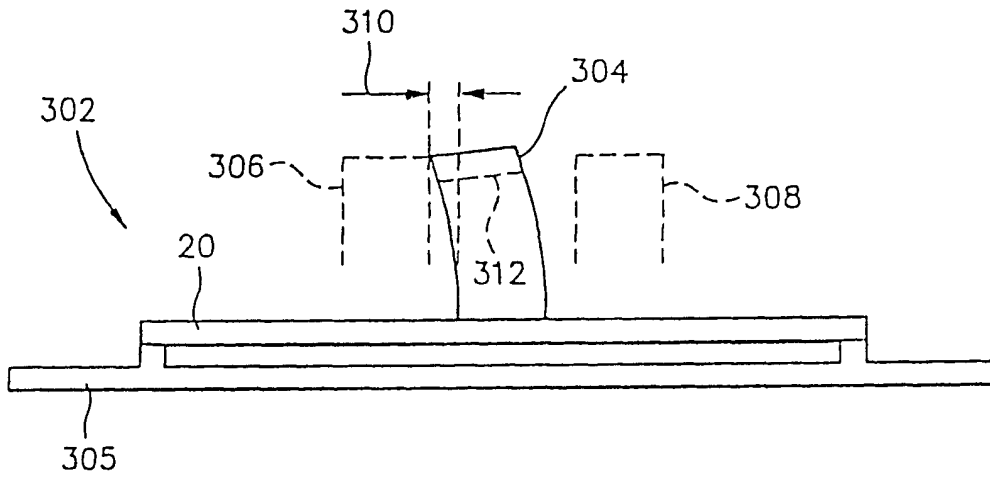


图 11

