

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B81B 5/00 (2006.01)

H01H 45/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200380107172.9

[45] 授权公告日 2008 年 8 月 13 日

[11] 授权公告号 CN 100410165C

[22] 申请日 2003.11.18

[21] 申请号 200380107172.9

[30] 优先权

[32] 2002.11.19 [33] ES [31] P200202792

[86] 国际申请 PCT/ES2003/000583 2003.11.18

[87] 国际公布 WO2004/046019 西 2004.6.3

[85] 进入国家阶段日期 2005.6.21

[73] 专利权人 宝兰微系统公司

地址 西班牙巴塞罗纳

[72] 发明人 乔塞普·蒙坦亚·希尔韦斯特尔

[56] 参考文献

EP 1093142 A2 2001.4.18

EP 1093143 A1 2001.4.18

US 2002/0140533 A1 2002.10.3

WO 01/06543 A2 2001.1.25

US 6143997 A 2000.11.7

审查员 黄军容

[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 蒋世迅

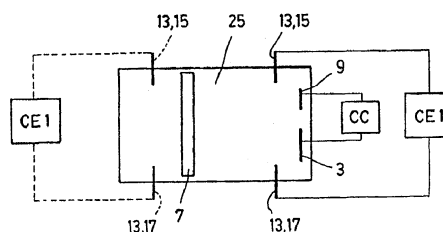
权利要求书 4 页 说明书 19 页 附图 16 页

[54] 发明名称

小型继电器和相应的用途

[57] 摘要

本发明涉及小型继电器，包括：设置成与第二区面对面的第一区；第一电容器板(3)；设置在第二区并小于或等于第一板的第二电容器板(9)；所述两个区之间的过渡空间(25)；设置在上述过渡空间(25)的导电单元(7)，它在机械上独立于相邻的壁并可以自由运动通过所述过渡空间(25)作为两个电容器板之间电压的函数；和属于电路的接触点(15, 17)。按照本发明，在与接触点(15, 17)对接时，上述导电单元(7)闭合该电路。例如，本发明的继电器可用作加速度计，气囊加速度计，倾斜仪，科里奥利力检测器，作为声学装置的微音器，和作为压力，流量，温度，气体，磁场传感器等。



1. 一种小型继电器，其特征是，它包括：

第一电容器板（3），

面对所述第一电容器板（3）的第二电容器板（9），其中所述第二电容器板的表面积小于或等于所述第一电容器板的表面积，

过渡空间（25），

所述过渡空间（25）中安排的导电单元（7），所述导电单元（7）是沿过渡空间（25）能够自由运动的分离部分并适合于从限定第一区的所述过渡空间（25）一端穿越所述过渡空间（25）运动到限定第二区的所述过渡空间（25）另一端，反之亦然，所述运动取决于所述第一电容器板和第二电容器板上的电压，其中所述第一电容器板安排在所述第一区和所述第二电容器板安排在所述第二区，

所述第二区中安排的第三电容器板（11），其中所述第三电容器板（11）的表面积小于或等于所述第一电容器板（3）的表面积，和其中所述第二电容器板与第三电容器板的表面积之和大于所述第一电容器板（3）的表面积，

电路的第一接触点（15），所述电路的第二接触点（17），其中所述第一接触点（15）和第二接触点（17）限定第一挡板（13），其中所述导电单元（7）适合于接触所述第一挡板（13），并在与所述第一挡板（13）接触时，所述导电单元（7）闭合所述电路，其中即使导电单元保持大体上未知的电压，也可以确保外电路的闭合，该导电单元受闭合外电路的力作用。

2. 按照权利要求1的继电器，其特征是，所述第一接触点（15）是在所述第二区与所述导电单元（7）之间。

3. 按照权利要求2的继电器，其特征是，所述第二接触点（17）也在所述第二区。

4. 按照权利要求3的继电器，其特征是， 它还包括：所述第一区中安排的第四电容器板（5），其中所述第一电容器板（3）与所述

第二电容器板(9)相等,而所述第三电容器板(11)与所述第四电容器板(5)相等。

5. 按照权利要求4的继电器,其特征是,所述第一电容器板,第二电容器板,第三电容器板和第四电容器板都相等。

6. 按照权利要求5的继电器,其特征是,它还包括:所述第一区中安排的第五电容器板(35)和所述第二区中安排的第六电容器板(37),其中所述第五电容器板(35)与所述第六电容器板(37)相等。

7. 按照权利要求6的继电器,其特征是,它包括:所述第一区中安排的6个电容器板和所述第二区中安排的6个电容器板。

8. 按照权利要求7的继电器,其特征是,它包括:所述第一区与所述导电单元(7)之间的第二挡板。

9. 按照权利要求8的继电器,其特征是,它包括:所述第一区与所述导电单元(7)之间安排的第三接触点(21),其中所述第三接触点(21)限定第二挡板,因此,在与所述第二接触点(17)和所述第三接触点(21)接触时,所述导电单元(7)闭合第二电路。

10. 按照权利要求9的继电器,其特征是,所述导电单元(7)包括:限定轴的空心圆柱部分(31),在其内部放置所述第二接触点(17),和扁平部分(33),它是从所述径向空心圆柱部分(31)的一侧突出并沿所述轴的方向延伸,其中所述扁平部分(33)沿所述轴方向测量的高度小于所述圆柱部分(31)沿所述轴方向测量的高度。

11. 按照权利要求9的继电器,其特征是,所述导电单元(7)包括:限定轴的空心平行六面体部分(31),在其内部放置所述第二接触点(17),和扁平部分(33),它是从所述径向空心平行六面体部分(31)的一侧突出并沿所述轴的方向延伸,其中所述扁平部分(33)沿所述轴方向测量的高度小于所述平行六面体部分沿所述轴方向测量的高度。

12. 按照权利要求7的继电器,其特征是,它包括:所述第一区与所述导电单元(7)之间安排的第三接触点(21)和第四接触点(23),

其中所述第三接触点(21)和第四接触点(23)限定第二挡板(19),因此,在与所述第三接触点(21)和第四接触点(23)接触时,所述导电单元(7)闭合第二电路。

13. 按照权利要求12的继电器,其特征是,每个所述第一区和第二区中安排的每个所述电容器板集合有相对于对称中心的点对称性,且其中所述对称中心与所述导电单元(7)的质量中心重合。

14. 按照权利要求12的继电器,其特征是,每个所述第一区和第二区中安排的所述电容器板集合有中心不对称性,因此产生相对于所述导电单元(7)质量中心的力矩。

15. 按照权利要求14的继电器,其特征是,在所述第一区与所述第二区之间延伸两个侧壁(29),其中所述侧壁(29)与所述导电单元(7)之间有间隙,所述间隙是充分地小,为的是几何上防止所述导电单元(7)同时接触所述第一接触点(15)和第二接触点(17)构成的接触点组和所述第三接触点(21)和第四接触点(23)构成的接触点组。

16. 按照权利要求15中的继电器,其特征是,所述导电单元(7)有圆形外表面。

17. 按照权利要求16的继电器,其特征是,所述导电单元(7)是圆柱形。

18. 按照权利要求16的继电器,其特征是,所述导电单元(7)是球形。

19. 按照权利要求17的继电器,其特征是,所述导电单元(7)有上表面和下表面以及至少一个侧面,所述上表面和下表面与所述导电单元(7)的所述运动垂直,其中所述侧面有细微的突出部分。

20. 按照权利要求19的继电器,其特征是,所述导电单元(7)是空心导电单元。

21. 按照权利要求1的继电器,其特征是,所述第一电容器板(3)的表面积与所述第二电容器板(9)的表面积相等或是它的二倍。

22. 按照权利要求1至21中任何一个的继电器,其特征是,

所述电容器板(3, 5, 9, 11, 35, 37)中的一个电容器板同时是所述接触点(15, 17, 21, 23)中的一个接触点。

23. 按照权利要求 22 的继电器用于加速度计。
24. 按照权利要求 22 的继电器用于气囊加速度计。
25. 按照权利要求 22 的继电器用于倾斜仪。
26. 按照权利要求 22 的继电器用于科里奥利力检测器。
27. 按照权利要求 22 的继电器用于压力传感器。
28. 按照权利要求 22 的继电器用于微音器。
29. 按照权利要求 22 的继电器用于流量传感器。
30. 按照权利要求 22 的继电器用于温度传感器。
31. 按照权利要求 22 的继电器用于声学装置。
32. 按照权利要求 22 的继电器用于气体传感器。
33. 按照权利要求 22 的继电器用于磁场传感器。

小型继电器和相应的用途

技术领域

本发明涉及小型继电器。本发明还涉及按照本发明小型继电器的不同用途。

背景技术

目前制作小型继电器有各种方法，具体地说，在称之为 MEMS 技术（微机电系统），微系统和/或微型机械加工的技术领域内。原则上，这些方法可以按照它们用于移动接触电极的力类型或激励机构进行分类。通常的分类是在静电继电器，磁继电器，热继电器和压电继电器之间。每种继电器有它各自的优点和缺点。然而，小型技术要求利用尽可能小的激励电压和表面。现有技术中已知的继电器存在几个阻碍它们发展的问题。

减小激励电压的方式正好是增大继电器的表面积，除了外观容易发生变形，从而降低继电器的工作寿命和可靠性以外，它还使小型化变得困难。在静电继电器中，减小激励电压的另一种方法是大大减小电极之间的空间，或使用非常薄的电极或特殊材料，可以使机械恢复力非常低。然而，这意味着粘连问题，因为毛细作用力非常大，它也降低这些继电器的工作寿命和可靠性。使用高激励电压也有负面效应，例如，元件的电离，强机械拉力引起加速磨损以及继电器产生的电噪声。

静电继电器还有与可靠性有关的严重问题，这是由于称之为“牵引”的现象，一旦超过给定的阈值，接触电极以相对于其他自由电极的增大加速度运动。这是由于当继电器闭合时，施加静电力闭合的电容器极大地增加它的电容量（若预先不设置挡板，则电容量可以增加无限大）。因此，由于产生的高电场和运动电极加速度造成的撞击使电极产生重大的磨损。

热学，磁学和压电方法要求特殊的材料和微型机械加工过程，因此，集成在较复杂的 MEMS 器件中，或有电路集成的相同器件是困难和/或昂贵的。此外，热学方法是非常慢（即，电路有很长的断开或闭合时间）并使用大量功率。磁学方法产生电磁噪声，它使闭合电路更加困难并要求高的峰值电流进行切换。

在这个说明书中，继电器应当理解为适合于断开和闭合至少一个外电路的任何装置，其中至少一个外电路的断开和闭合动作是借助于电磁信号完成的。

在以下的描述和权利要求书中，术语“接触点”是指形成（或可以形成）电接触的接触面。在这一方面，它们不应当理解为几何意义上的点，因为它们三维元件，而应当从电学意义上考虑，它们是电路中的点。

发明内容

本发明的目的是克服上述缺点。这是借助于一种小型继电器实现的，其特征是，它包括：

面对第二区的第一区，

第一电容器板，

第二区中安排的第二电容器板，其中第二板小于或等于第一板，

第一区与第二区之间的过渡空间

过渡空间中安排的导电单元，导电单元机械上独立于第一区和第二区，并适合于运动穿越过渡空间，它取决于第一电容器板和第二电容器板上的电压，

电路的第一接触点，该电路的第二接触点，其中第一接触点和第二接触点限定第一挡板，其中导电单元适合于接触第一挡板，在与第一挡板接触时，导电单元闭合该电路。

事实上，在按照本发明的继电器中，导电单元是能够自由运动的分离部分，就是说，导电单元是响应于断开和闭合外电路（第一接触点与第二接触点之间）的单元。即，材料的弹性力没有用于迫使一种继电器运动。这可以有多种不同的解决方案，其优点是要求非常低的

激励电压并可以有非常小的设计尺寸。导电单元放置在过渡空间。过渡空间是利用第一区和第二区以及侧壁闭合，它们可以防止导电单元离开过渡空间。当电压加到第一电容器板和第二电容器板上时，在导电单元中诱发电荷分布，它产生导电单元沿过渡空间运动的静电力。借助于以下详细描述的不同设计，这种效应可用于几种不同的方式。

此外，按照本发明的继电器还满意地解决上述的“牵引”问题。

按照本发明继电器的另一个优点是如下所述：在常规的静电继电器中，若导电单元粘连到给定的位置（它在很大程度上与湿气有关），则不可能使它松开（除非依靠外力，例如，使它干燥），这是由于恢复力是弹性力，总是相同（仅与位置有关），且不能增大。与此相反，若导电单元粘连在按照本发明的继电器中，则通过增大电压，总可以使它松开。

过渡空间的几何形状和电容器板的位置可以提供几种不同类型的继电器，以及它们的许多应用和功能方法。

例如，导电单元的运动可以是如下所述：

第一种可能性是，导电单元是沿第一区与第二区之间的过渡空间作平动方式运动，即，基本直线方式（当然，不排除意外和非所需外力引发的可能震动或振荡和/或运动）。

第二种可能性是，导电单元有基本固定端，导电单元可以围绕该端转动。转轴可以具有外电路接触点的功能，而导电单元的自由端可以在第一区与第二区之间运动，它与其他接触点可以接触或不接触，取决于所在的位置。如以下所叙述的，这种方法有许多特定的优点。

第三种可能性是，导电单元沿过渡空间的运动是一种组合运动，它是产生的静电力诱发第一区与第二区之间的平动方式运动和科里奥利力诱发垂直于以上平动方式的运动。以下更详细地描述这个方案。

有利的是，第一接触点是在第二区与导电单元之间。这可以得到以下讨论的各种方案。

当第一板是在第二区时实现一个优选实施例。或者，继电器可以设计成这样，第一板是在第一区。在第一种情况下，得到的继电器有

较大的激励电压和较快速。另一方面，在第二种情况下，继电器的速度较慢，这意味着导电单元和挡板经受的震动较平滑，且能量消耗较低。显然，我们可以在这两个方案之间进行选择，取决于每种情况的具体要求。

当第二接触点也是在第二区时实现一个优选实施例。在这种情况下，我们得到这样一种继电器，其中导电单元基本沿直线方向运动。当导电单元与第一挡板接触时，即，与电路的第一接触点和第二接触点接触时，可以使电路闭合，借助于以下详细描述的不同类型力，可以使电路断开。为了再次闭合电路，可以在第一电容器板与第二电容器板之间加电压。这使导电单元被吸引到第二区，从而再次接触第一接触点和第二接触点。

若第一电容器板是在第一区和第二电容器板是在第二区，则实现上一节中所述断开电路所需的力是借助于在第二区中添加第三电容器板，其中第三电容器板小于或等于第一电容器板，而第二电容器板与第三电容器板一起大于第一电容器板。利用这种安排，第一电容器板是在过渡空间的一侧，而第二电容器板和第三电容器板是在过渡空间的另一侧且互相接近。按照这种方式，借助于静电力，我们可以迫使导电单元沿两个方向运动，此外，其中即使导电单元保持大体上未知的电压，我们也可以确保外电路的闭合，该导电单元受闭合外电路的力作用。

实现本发明另一个优选实施例的情况是，继电器还包括：所述第二区中安排的第三电容器板和所述第一区中安排的第四电容器板，其中所述第一电容器板与所述第二电容器板相等，而所述第三电容器板与所述第四电容器板相等。事实上，按照这种方式，若我们希望导电单元运动到第二区，则可以在第一电容器板和第四电容器板上加电压以及在第二电容器板或第三电容器板上加电压。假设导电单元运动到放置最小电容器板的位置，则它就运动到第二区。同样地，在第二电容器板和第三电容器板上加电压以及在第一电容器板或第四电容器板上加电压，我们可以使导电单元运动到第一区。这种方案优于较简单

的三个电容器板方案，它是完全对称的，即，不管导电单元运动到第二区或第一区，可以获得完全相同的继电器性能。有利的是，第一电容器板，第二电容器板，第三电容器板和第四电容器板都相等，因为一般地说，它的设计是方便的，继电器在几个方向是对称的。一方面，如上所述，第一区与第二区之间是对称的。另一方面，需要保持其他类型的对称性以避免出现其他的问题，例如，导电单元的转动或摆动问题，以下给以评述。在这个方面，特别有利的是，继电器还包括：第一区中安排的第五电容器板和第二区中安排的第六电容器板，其中第五电容器板与第六电容器板相等。一方面，增大电容器板的数目具有更好补偿制造过程变化因素的优点。另一方面，可以独立地激励几个不同的电容器板，这是从所加电压和激励时间两个观点考虑。6个电容器板可以都相等，或者，同侧的三个电容器板可以有不同的尺寸。这可以减小激励电压。每个区中有三个或多个电容器板可以实现以下的目的：

它可以在两个方向都具有对称性，

对于固定的总体继电器尺寸，可以设计成有最小的激励电压，因为总是可以在一个区中激励两个电容器板而在另一个区中激励一个电容器板，它们有不同的表面积，

可以使电流和功率消耗最小化，还使继电器运行较平滑，

在它们接触时，可以确保继电器的断开和闭合，它独立于外电路传输到导电单元的电压。

特别是，若继电器在每个区中有6个电容器板，则它还可以符合中心对称的要求，如以下我们将看到的，这是另一个重要的优点。所以，当继电器在第一区中安排6个电容器板和第二区中安排6个电容器板时，可以实现本发明另一个优选实施例。然而，在每个区中有6个电容器板以获得中心对称不是绝对必需的：例如，也可以是每个区中有3个电容器板，虽然在这种情况下，我们必须首先减小继电器的电流和功率消耗，并优化“平滑”功能。一般地说，增大每个区中的电容器板数目在设计中具有较大灵活性和通用性，虽然它可以使制造中

固有的变化减小，因为每个电容器板的制造因素变化往往是由其余电容器板的变化进行补偿。

然而，不应当低估这样一些情况，有意地产生力矩迫使导电单元完成某些类型的转动和平动。例如，为了克服导电单元相对于固定壁的可能粘连或摩擦，这种运动方式是可能有益的。

有利的是，继电器包括：第一区与导电单元之间的第二挡板（或与第一挡板数目相同的第二挡板）。按照这种方式，我们可以在第一区与第二区之间实现几何对称性。当导电单元向第二区运动时，直至与第一挡板接触，它可以使外电路闭合。当导电单元向第一区运动时，直至与第二挡板接触，它也可以使外电路闭合。按照这种方式，导电单元完成的运动是对称的。

当继电器包括第一区与导电单元之间安排的第三接触点时，可以实现本发明的另一个优选实施例，其中第三接触点限定第二挡板，因此，在与第二接触点和第三接触点接触时，导电单元闭合第二电路。在这种情况下，继电器的作用是换向器，交替地连接第二接触点与第一接触点和第三接触点。

当导电单元包括限定轴的空心圆柱部分和扁平部分时，可以实现以上例子中一个特别优选的实施例，其中在其内部放置第二接触点，而扁平部分是从径向空心圆柱部分的一侧突出，并沿轴的方向延伸，其中扁平部分沿轴方向测量的高度小于圆柱部分沿轴方向测量的高度。这种特殊情况同时符合导电单元围绕它的一端作旋转运动的情形（参照上述的“第二种可能性”）。此外，圆柱部分放置在承载面上（圆柱体每端有一个面，并沿第一区与第二区之间延伸），而扁平部分悬挂在圆柱部分，因为它的重量较轻。因此，扁平部分不与壁或固定面接触（除了第一接触点和第三接触点以外），按照这种方式，可以减小粘连和摩擦力。关于第二接触点，它放置在圆柱部分的内部，并作为转轴和第二接触点。因此，在第一接触点与第二接触点之间建立电连接，或在第三接触点与第二接触点之间建立电连接。空心圆柱部分限定圆柱形空心面，在所有的情况下，它有弯曲到第二接触点的表面，

从而减小粘连和摩擦力的风险。

当导电单元包括限定轴的空心平行六面体部分和扁平部分时，可以实现以上例子中另一个特别优选的实施例，其中在其内部放置第二接触点，而扁平部分是从径向空心平行六面体部分的一侧突出，并沿轴的方向延伸，其中扁平部分沿轴方向测量的高度小于平行六面体部分沿轴方向测量的高度。事实上，这个实施例与以上的实施例类似，其中平行六面体部分限定平行六面体空心。这个方案特别适用于非常小继电器实施例的情况，因为在这种情况下，制造过程（特别是在光刻制造过程的情况下）的分辨率容量不得不使用直线方式。在这种情况下，应当强调的是，决定性的几何形状是内部空心的几何形状，事实上，几种不同的组合是可能的：

有矩形断面和空心矩形断面的轴（第二接触点），

有圆形断面和空心圆形断面的轴，

有圆形断面和空心矩形断面的轴，反之亦然，

虽然前两种组合是最有利的。

逻辑上，若断面是矩形，则在轴与平行六面体部分之间应当有足够的间隙，使导电单元可以围绕该轴转动。同样地，在圆形断面的情况下，在轴与圆柱部分之间有很大间隙的情况下，导电单元进行的实际运动是绕轴转动和第一区与第二区之间平动的组合。此外，应当注意，第二挡板不是电连接到任何电路也是可能的：在这种情况下，得到的继电器仅能断开和闭合一个电路，但其中导电单元的运动是借助于转动（或借助于平动与转动的组合）。

当继电器包括第一区与导电单元之间安排的第三接触点和第四接触点时，可以得到本发明另一个优选实施例，其中第三接触点和第四接触点限定第二挡板，因此，在与第三接触点和第四接触点接触时，导电单元闭合第二电路。事实上，在这种情况下，继电器可以交替地连接两个电路。

有利的是，第一区和第二区中每个区安排的每个电容器板集合相对于对称中心是点对称的，其中所述对称中心与导电单元的质量中心

重合。事实上，每个区中安排的每个电容器板集合在导电单元上产生力场。若来自这个力场的力相对于导电单元质量中心有非零的力矩，则导电单元不但作平动，而且还作围绕其质量中心的转动。在这一方面，每个区的电容器板集合有点对称性是合适的，在这种情况下，这种转动是不利的，或者，另一方面，如果可以诱发导电单元相对于其质量中心的转动，则可以方便地提供中心不对称性，例如，为的是克服摩擦力和/或粘连。

如以上所指出的，导电单元往往实际上封闭在第一区，第二区和侧壁之间的过渡空间。有利的是，在侧壁与导电单元之间的间隙是充分地小，可以防止导电单元同时接触由第一接触点和第二接触点构成的一组接触点以及由第三接触点和第四接触点构成的一组接触点。就是说，避免导电单元在过渡空间中采取横向位置，其中它连接第一电路与第二电路。

为了避免粘连和高摩擦力，有利的是，导电单元有圆形外表面，最好是圆柱面或球面。球面方案减小沿所有方向的摩擦力和粘连，而有面对第一区和第二区的圆柱体底面的圆柱面方案可以减小相对于侧壁的摩擦力，而有面对电容器板的大表面可以有效地产生静电力。这个第二方案还有接触点的较大接触面，可以减小交换电路中引入的电阻。

同样地，若导电单元有垂直于导电单元运动的上表面和下表面，和至少一个侧面，则有利的是，侧面有细微的突出部分。这种突出部分也可以减小侧面与过渡空间侧壁之间的粘连和摩擦力。

有利的是，导电单元是空心导电单元。这可以减轻质量，从而实现较小的惯性。

若继电器有两个电容器板（第一板和第二板）且这两个电容器板都在第二区，则有利的是，第一电容器板和第二电容器板有相同的表面积，因为按照这种方式，在相同的总器件表面积下，可以实现最小的激励电压。

若继电器有两个电容器板（第一板和第二板），且第一板是在第

一区，而第二板是在第二区，则有利的是，第一电容器板的表面积与第二电容器板的表面积相等或是它的二倍，因为按照这种方式，在相同的总器件表面积下，可以实现最小的激励电压。

当一个电容器板同时作为电容器板和作为接触点（和挡板）时，可以得到按照本发明继电器的另一个优选实施例。这种安排可以在固定的电压下（通常是 VCC 或 GND）连接其他的接触点（外电路的接触点）或在高阻抗下断开它。

本发明的目的还涉及按照本发明继电器的优选用途。除了用作电开关和电换向器以外，按照本发明继电器可以用作不同物理量的传感器。在这些情况下，我们希望被测物理量作用的力断开电路，并借助于加到电容器板上的给定电压产生与前者抵消的力，从而使外电路再次闭合（反之亦然，即，需要加电压以保持电路断开，而我们希望测量的物理量试图闭合该电路）。确定所需的电压可以确定我们希望测量的物理量。一般地说，小型化可以同时包含几个传感器，从而增大相应测定的可靠性。增大可靠性是由于这些不同的传感器可以测量相同的物理量，随后再计算它们的平均值。特别有利的方案是安排按照本发明的继电器，其中在两个区有电接触点，即，总数为 3 个或 4 个接触点，因为在这种情况下，我们可以在恒定电压下（或者，即使改变电压，作为考虑的另一个参数）测量两个不同时刻的待测物理量，这两个时刻是，一个是在一个区中与电接触点接触中断的时刻，另一个是在另一个区中与电接触点建立电接触的时刻。以下给出各种具体的例子：

加速度计：由于外界加速度的力移动导电单元，使电路断开。加到电容器板上的电压产生相反的力。当电路再次闭合时，可以确定所需的电压，因此，可以确定导电单元所经受的加速度。这也可以发生在相反的情况，如上所述，外界加速度试图闭合电路。小型化允许提供各种传感器，它们是按照三个坐标轴取向的。具体的例子是气囊和倾斜仪。

压力传感器：若电路元件分开接受不同压力（待测压力和参考压

力)的两个小盒,则加到导电单元一个面上的空气压力,或一般地说,任何其他非导电流体,试图断开(或闭合)该电路。再次实现闭合(断开)电路所需的电压可以测量所述流体的压力,具体地说,所述流体与参考盒之间的压力差。这种类型传感器的具体例子是微音器。

流量传感器:若导电单元有可以传输液体流的孔径,或者它有浸入液体流中的延伸物,则按照本发明继电器可以用作流量传感器。如同以上的例子,借助于加到电容器板上的给定电压,我们可以抵消物理量产生的力,在这种情况下,我们可以测量液体流产生的流体冲蚀力或气动力。然而,如同以上压力传感器的情况,该流体不能是导电体。

温度传感器:在这种情况下,应当考虑到继电器的切换时间基本上取决于外界加速度,电容器板上的所加电压和表面积系数。若这些电容器板是由不同热膨胀系数的材料制成,则电容器板的表面积系数将随温度而变化。按照这种方式,相对于加到电容器板上的给定电压,切换时间与温度之间存在一定关系。类似地,切换继电器所需的最小电压与温度有关。

声学装置(扬声器):在与挡板或吸引它的电容器板碰撞时,导电单元就产生噪声。通过协调可以集成在单个芯片上的大量继电器,我们可以把同相的不同声波收集在一起,从而产生可听到的合成声波。这个可听到的声波是高度方向性的。这在需要单向波时是一个优点;或者,可以沿不同方向和/或相对于时间相移的分布和/或激励继电器以得到多方向波。通过控制每个继电器激励的准确时刻,即,通过控制继电器之间的相对时间相移,还可以控制方向性。按照这种方式,我们可以动态地改变声波的方向性,因此,可以按照要求引导声波,而不必改变继电器的几何分布。电接触点的存在可以确定导电单元与相应挡板发生撞击的准确时刻。

科里奥利力检测器(通常称之为陀螺仪):通过确定科里奥利力,这种检测器确定物体的转速。为此目的,我们需要的继电器是,它在第一区和第二区安排电容器板并在垂直于第一区-第二区轴的轴上安

排接触点。导电单元应当连续地从一端到运动另一端，因此，它总是有给定的速度，该速度取决于电容器板上所加的电压。若转速垂直于运动轴（第一区-第二区轴）和接触点确定的平面，则导电单元就经受垂直于第一区-第二区轴的科里奥利加速度。这意味着，若电压加到电容器板上，则导电单元接触一侧的接触点（或另一侧的接触点，与转动方向有关），因此，导电单元运动的速度是足够地高。在接触到接触点时，外电路就闭合，从而确认已得到这种闭合所需的条件。因此，外部转动的幅度与电容器板上所加的电压幅度有关，基于哪两对接触点已短路，并考虑此时正比于导电单元的速度方向，可以知道转动的方向。这种类型传感器可以同时包含在三个垂直方向上，从而可以确定空间中的任何转动。

气体传感器：若导电单元是能够反应和/或吸收给定气体分子的材料（或者，若这种材料包含在导电单元中），则得到有可变质量的导电单元，它与所述气体的浓度有关。这种质量变化影响激励电压以及从一端运动到另一端的时间间隔。因此，可以确定气体的浓度。

一般地说，在所有上述传感器中，在每种情况下检测切换继电器所需的最小电压，或检测所加固定电压下的切换时间，我们可以确定相应的幅度。一般地说，检测切换时间是较容易的，因为利用数字技术，可以非常简单地增大切换时间，而产生可变电压意味着利用模拟电路。然而，在检测切换继电器的电压时，其优点是，对继电器的切换是很不频繁，从而减小磨损以及增大长期的可靠性和工作寿命。

按照本发明继电器的另一种可能应用是作为磁场检测器。为此，继电器必须保持在它的闭合位置，即，利用导电单元闭合第一外电路，具有一定强度的电流应当传输通过导电单元。若继电器经受磁场，则导电单元就经受磁力，若磁场的方向是合适的，则这个磁力试图断开该电路。通过确定保持电路闭合所需的电压并考虑导电单元的其他参数（导电单元的几何形状和质量，通过它的电流强度等），我们可以确定磁场的空间分量和给定的方向。若我们提供沿空间不同取向的多个传感器，则可以确定磁场的空间分量，从而可以确定整个磁场。

若继电器在第一区和第二区中都有接触点，因此，可以闭合两个外电路，则利用一个继电器可以确定磁场的空间分量，与它的方向无关，因为若导电单元是在一个区，则磁场试图使它压住接触点，而不是与它分开，若把导电单元放置在相反的区，则磁场试图把它与接触点分开，因此，可能作出确定。知道哪个电路用于所述确定可以给出方向。应当观察到，为了使用继电器作为检测器，电路应当闭合，足够大的电流应当传输通过导电单元，使它经受相应的磁场。事实上，当磁场断开电路时，电流就停止传输通过导电单元，且磁场就消失，因此，导电单元再次与电接触点发生接触，因为电场仍保持激活的。在重新建立电流之前，应当允许一段运行时间，而导电单元再次经受磁场。为了区分导电单元经受的磁力与其他的外界加速度，磁场传感器可以包含几个继电器，一些继电器负责检测上述的磁力，而另一些继电器负责测量相关章节中描述的加速度。通过补偿得到的每个分量结果，可以确定实际的磁场。或者，同一个继电器可以获得磁场读数（使电流传输通过导电单元）和加速度读数（其中电流没有传输通过导电单元）。

附图说明

参照附图描述本发明一些优选实施例，根据以下完全非限制性的描述，本发明的其他优点和特征是显而易见的。这些附图是：

图 1 是在第二区有两个电容器板的继电器简化图；

图 2 是有两个电容器板的继电器简化图，其中每个区有一个电容器板；

图 3 是有三个电容器板的继电器简化图；

图 4 是按照本发明第一个实施例的未覆盖继电器透视图；

图 5 是图 4 所示继电器的平面图；

图 6 是按照本发明第二个实施例的继电器透视图；

图 7 是图 6 所示继电器透视图，其中已去掉顶端元件；

图 8 是图 6 所示继电器的底端元件透视图；

图 9 是按照本发明第三个实施例的未覆盖继电器透视图；

图 10 是图 9 所示继电器的圆柱部分详细透视图；

图 11 是按照本发明第四个实施例的继电器透视图；

图 12 是按照本发明第五个实施例的继电器透视图；

图 13 是按照本发明第六个实施例的继电器平面图；

图 14 是按照本发明第七个实施例的继电器透视图；

图 15 是按照本发明第八个实施例从下面观察的继电器透视图，其中没有基片；

图 16 是利用表面微型机械加工技术制成的球；

图 17 是按照本发明第九个实施例的继电器透视图；和

图 18 是按照本发明第十个实施例的未覆盖继电器平面图。

从下面可以看出，附图中说明的本发明优选实施例包含上述几种不同方案和选项的组合，而本领域专业人员能够看到，可以按照不同方式组合哪些方案和选项。

具体实施方式

图 1 表示按照本发明继电器的第一基本功能模式。该继电器限定放置导电单元 7 的过渡空间 25，导电单元 7 可以沿过渡空间 25 自由运动，因为实际上它是分离部分，而没有实际连接到限定过渡空间 25 的壁。该继电器还限定图 1 中左侧的第一区和图 1 中右侧的第二区。在第二区中安排第一电容器板 3 和第二电容器板 9。在图 1 所示的例子中，电容器板 3 和 9 有不同的表面积，虽然这两个表面积可以是相等的。第一电容器板 3 和第二电容器板 9 连接到 CC 控制电路。在第一电容器板 3 与第二电容器板 9 之间加电压时，导电单元总是被吸引到图 1 的右侧，被引向电容器板 3 和 9。导电单元 7 向右侧运动，直至它被第一挡板 13 阻挡，可以使第一外电路 CE1 闭合，第一挡板 13 是第一外电路 CE1 的第一接触点 15 和第二接触点 17。

图 2 表示按照本发明继电器的第二基本功能模式。该继电器同样限定放置导电单元 7 的过渡空间 25，导电单元 7 可以沿过渡空间 25，图 2 中左侧的第一区和图 2 中右侧的第二区自由运动。在第二区中安排第二电容器板 9，而在第一区中安排第一电容器板 3。第一电容器板

3 和第二电容器板 9 连接到 CC 控制电路。在第一电容器板 3 与第二电容器板 9 之间加电压时, 导电单元总是被吸引到图 2 中的右侧, 被引向最小的电容器板, 即, 第二电容器板 9。因此, 在图 2 所示例子的情况下, 电容器板 3 和 9 有不同的表面积是绝对必需的, 若它们有相等的表面积, 则导电单元 7 不可能朝任何方向运动。导电单元 7 向右侧运动, 直至它被第一挡板 13 阻挡, 可以使第一外电路 CE1 闭合, 第一挡板 13 是第一外电路 CE1 的第一接触点 15 和第二接触点 17。在左侧有第二挡板 19 的情况下, 它没有任何电功能, 只是阻挡导电单元 7 与第一电容器板 3 接触。在这种情况下, 可以去掉第二挡板 19, 因为不可能发生导电单元 7 与第一电容器板 3 接触的问题。这是因为在这一侧仅有一个电容器板, 如果有多个电容器板且它们连接到不同的电压, 则挡板是必需的以避免短路。

图 1 和 2 所示的继电器结构适合于用作传感器, 其中被测量作用的力与导电单元中诱发的静电力抵消。如图所示, 在这两种情况下, 被测量必须施加试图断开电路 CE1 的力, 而静电力试图闭合该电路。然而, 继电器可以设计成按照完全相反的方式工作: 被测量试图闭合电路 CE1, 而静电力试图断开该电路。在这种情况下, 需要把第一挡板 13 以及相应的电路 CE1 放置在图 1 和 2 中的左侧。在图 1 中, 这种可能性是用虚线表示。若挡板放置在两侧, 则传感器可以检测沿两个方向的被测量, 虽然必须改变算法, 从试图闭合改变成试图断开, 在检测到发生的方向变化时, 利用最小的零电压不能得到闭合/断开。应当想到, 所加电压的符号不影响导电单元 7 的运动方向。

为了借助于静电力实现导电单元 7 沿两个方向的运动, 需要配置第三电容器板 11, 如图 3 所示。假设导电单元 7 总是运动到放置最小电容器板的位置, 在这种情况下, 要求第三电容器板 11 小于第一电容器板 3, 但第二电容器板 9 与第三电容器板 11 的表面积之和大于第一电容器板 3 的表面积。按照这种方式, 通过激励第一电容器板 3 和第二电容器板 9, 连接它们到不同的电压, 但第三电容器板 11 仍保持在高阻抗状态, 导电单元 7 就运动到右侧, 而在激励三个电容器板 3, 9

和 11 的情况下, 导电单元 7 就运动到左侧。在后者的情况下, 给第二电容器板 9 和第三电容器板 11 提供相同的电压, 而给第一电容器板 3 提供不同的电压。此外, 图 3 中的继电器有连接到第二挡板 19 的第二外电路 CE2, 其方式是, 这些第二挡板 19 限定第三接触点 21 和第四接触点 23。

若两个电容器板是第一区和第二区中的每个区, 则可以按照两个不同的方法引诱导电单元 7 的运动:

在相同区的两个电容器板之间加电压, 使导电单元被这两个电容器板吸引 (其功能如图 1 所示),

在一个区的一个电容器板与另一个区的一个 (或两个) 电容器板之间加电压, 使导电单元 7 被吸引到充电电容器表面积是最小的区域 (其功能如图 2 所示)。

图 4 和 5 表示利用 EFAB 技术制造设计的继电器。借助于薄层沉积方法的这种微型机械加工制造技术是专业人员熟知的, 可以制作多个薄层并在三维结构设计中有很大大通用性。继电器安装在作为支承的基片 1 上, 为了简单明了, 在几个附图中没有画出。该继电器在导电单元 7 的左侧安排第一电容器板 3 和第四电容器板 5 (图 5 所示), 而在导电单元 7 的右侧安排第二电容器板 9 和第三电容器板 11。该继电器还有两个第一挡板 13 和两个第二挡板 19, 第一挡板 13 是第一接触点 15 和第二接触点 17, 而第二挡板 19 是第三接触点 21 和第四接触点 23。该继电器的上部被覆盖, 虽然没有画出这个盖子, 为的是清楚地说明它的内部细节。

按照图 5, 继电器的走向是沿过渡空间 25 从左到右, 反之亦然。可以看出, 第一挡板 13 和第二挡板 19 比电容器板 3, 5, 9 和 11 更靠近导电单元 7。按照这种方式, 导电单元 7 可以从左到右运动以闭合相应的电路, 而不会干扰电容器板 3, 5, 9 和 11 以及它们相应的控制电路。

导电单元 7 有空心的内部空间 27。

在导电单元 7 与形成过渡空间 25 (即, 第一挡板 13, 第二挡板

19, 电容器板 3, 5, 9 和 11 以及两个侧壁 29) 的各个壁之间有间隙, 间隙是充分地小以防止导电单元 7 围绕垂直于图 5 平面的轴转动, 但它足以接触第一接触点 15 与第三接触点 21 或第二接触点 17 与第四接触点 23. 然而, 在这个附图中, 没有按比例画出间隙, 为了使附图更加清晰.

图 6 至 8 表示利用 EFAB 技术制造设计的另一种继电器. 在按照图 6 至 8 的情况下, 导电单元 7 是沿垂直方向运动. 在继电器中利用一种或另一种运动取决于设计准则. 制造技术包括沉积几个薄层. 在所有的附图中, 垂直方向是夸大的, 就是说, 实际器件比附图所示器件扁平得多. 若我们希望得到较大的电容器表面, 最好是构造类似于图 6 至 8 所示形式的继电器 (垂直继电器), 如果需要较少薄层数目, 则类似于图 4 和 5 所示形式的继电器 (水平继电器) 是更加合适. 若采用某种特殊技术 (例如, 通常称之为 polyMUMPS, Dalsa, SUMMIT, Tronic's, Qinetiq's 等的技术), 薄层数目总是受限的. 垂直继电器的优点是, 使用较小的芯片面积得到较大的表面, 这意味着可以利用远远低的激励电压 (使用相同的芯片面积).

理论上, 图 6 至 8 的继电器非常类似于图 4 和 5 的继电器, 在它的底部 (图 8) 安排第一电容器板 3 和第四电容器板 5 以及它们是第三接触点 21 和第四接触点 23 的第二挡板 19. 从附图中可以看出, 第二挡板 19 是在电容器板之上, 因此, 导电单元 7 可以承载在第二挡板 19 上, 不会与第一电容器板 3 和第四电容器板 5 接触. 在顶部 (图 6) 有第二电容器板 9, 第三电容器板 11 和两个第一挡板 13, 它们是第一接触点 15 和第二接触点 17. 在这种情况下, 导电单元 7 与侧壁 29 之间的间隙也是充分地小以避免第一接触点 15 接触第三接触点 21 或第二接触点 17 接触第四接触点 23.

图 9 和 10 所示的继电器是一个继电器例子, 其中导电单元 7 的运动基本上是围绕其一个端点的转动. 这种继电器有第一电容器板 3, 第二电容器板 9, 第三电容器板 11 和第四电容器板 5, 它们都安装在基片 1 上. 此外, 第一接触点 15 与第三接触点 21 面对面. 第一接触

点 15 与第三接触点 21 之间的距离小于两个电容器板之间的距离。导电单元 7 有空心的圆柱部分 31，其中空心也是圆柱形。在空心圆柱体内部放置有圆柱断面的第二接触点 17。

按照这种方式，导电单元 7 在第一接触点 15 与第二接触点 17 之间或在第三接触点 21 与第二接触点 17 之间建立电接触。导电单元 7 完成的运动基本上是围绕圆柱部分 31 限定轴的转动。在图 9 中，第二接触点 17 与圆柱部分 31 之间的间隙是夸大的，然而，确实存在一定量的间隙，因此，导电单元 7 完成的运动不是纯粹的转动，而是转动与平动的组合。

从圆柱部分 31 延伸的扁平部分 33 的高度小于沿所述圆柱部分 31 轴方向测量的圆柱部分 31 高度。在图 10 中可以更细致地观察到这一点，其中画出示圆柱部分 31 和扁平部分 33 的剖面。按照这种方式，我们可以避免扁平部分 33 与基片 1 的接触以减小摩擦力和粘连。

可以看出，只要间隙是足够的，可以用平行六面体代替圆柱部分 31 以及利用有四边形断面的接触点代替有圆形断面的第二接触点 17，我们可以设计一种理论上相当于图 9 和 10 所示的继电器。

例如，若在图 9 和 10 的继电器中去掉第一接触点 15 和/或第三接触点 21，则正是这两个电容器板（具体地说，第三电容器板 11 和第四电容器板 5）可以作为接触点和挡板。适当选取电容器板必须工作的电压，我们可以得到的这个电压总是 VCC 或 GND。另一种可能性是，例如，第三接触点 21 不与任何外电路进行电连接。于是，第三接触点仅仅是挡板，而当导电单元 7 接触第二接触点 17 与第三接触点 21 时，第二接触点 17 在电路中就处在高阻抗状态。

图 11 所示的继电器设计成利用 polyMUMPS 技术制造。如以上所提到的，这种技术在专业人员中是众所周知的，它的特征是，表面被微型机械加工成三个结构层和两个保护层。然而，理论上，它类似于图 9 和 10 所示的继电器，虽然其中有一些差别。因此，在图 11 所示的继电器中，第一电容器板 3 与第三电容器板 11 相等，但它不同于第二电容器板 9 和第四电容器板 5，这二者相等并小于前者。关于第

二接触点 17, 它的顶端有加宽部分, 允许导电单元 7 保持在过渡空间 25 中. 图 9 和 10 中的第二接触点 17 也可以配置这种类型的加宽部分. 值得注意的是, 在这种继电器中, 第一接触点 15 与第三接触点 21 之间的距离与两个电容器板之间的距离相等. 假设导电单元 7 的运动是围绕第二接触点 17 的转动, 则导电单元 7 的相反端描绘这样一条弧线, 在扁平部分 33 可以接触到电容器板之前, 导电单元与第一接触点 15 或第三接触点 21 接触.

图 12 表示利用 polyMUMPS 技术制造设计的另一种继电器. 这种继电器类似于图 4 和 5 所示的继电器, 虽然它还有第五电容器板 35 和第六电容器板 37.

图 13 表示相当于图 4 和 5 所示的继电器, 但它在第一区有 6 个电容器板和在第二区有 6 个电容器板. 此外, 我们应当注意到可以防止导电单元 7 脱离的顶盖.

图 14 和 15 表示导电单元 7 是圆柱形的继电器. 参照图 14 所示的继电器, 围绕导电单元的侧壁是平行六面形, 而在图 15 所示的继电器中, 围绕导电单元 7 的侧壁 29 是圆柱形. 关于图 16, 它表示利用表面微型机械加工制造的球体, 应当注意, 它是由多个不同直径的圆柱形盘构成. 具有球形导电单元 7 的继电器, 如图 16 所示, 它在理论上非常类似于图 14 或 15 所示的继电器, 它是利用球形导电单元代替圆柱形导电单元 7. 然而, 应当考虑到, 电容器板安排中的某些几何调整和顶端的接触点是为了防止球形导电单元 7 首先接触电容器板而不是接触点, 这些接触可以是相应的挡板.

图 17 表示图 4 和 5 所示继电器的变型. 在这种情况下, 导电单元 7 在它的侧面 41 有突出部分 39.

图 18 表示按照本发明继电器的变型, 具体地说, 它设计成用作科里奥利力检测器 (陀螺仪). 在这种情况下, 我们可以注意到, 继电器在导电单元 7 的左侧 (根据图 18) 安排第一电容器板 3 和第四电容器板 5, 而在导电单元 7 的右侧安排第二电容器板 9 和第三电容器板 11. 该继电器在图 18 的上半部分有两个第一挡板 13, 它们是第一

接触点 15 和第二接触点 17,而在图 18 的下半部分有两个第二挡板 19,它们是第三接触点 21 和第四接触点 23。由于电容器板之间所加的电压,导电单元 7 沿着两个电容器板之间曲折的路线方式运动。若继电器受到科里奥利力,则导电单元 7 沿横向运动,即,图 18 中的向上或向下运动(假设旋转运动垂直于附图平面)。在与第一接触点 15 和第二接触点 17(或第三接触点 21 和第四接触点 23)接触时,并取决于曲折运动的速度(以及继电器的几何参数和质量),可以确定科里奥利力的大小,从而确定旋转速度。该继电器还有第三挡板 43 和第四挡板,它们(附加和任选的)也可以是电接触点。因此,通过闭合继电器控制电路利用的相应电路,可以检测每个曲折运动行进的终点。或者,利用专业人员知道的其他过程,可以确定导电单元 7 的位置。

图 1

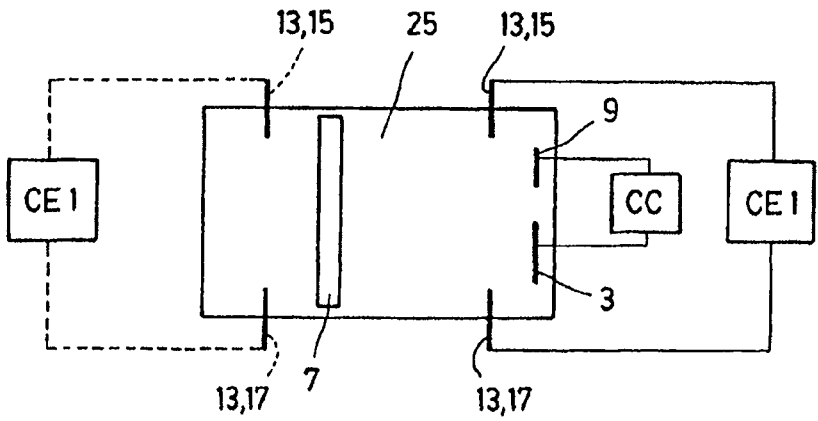


图 2

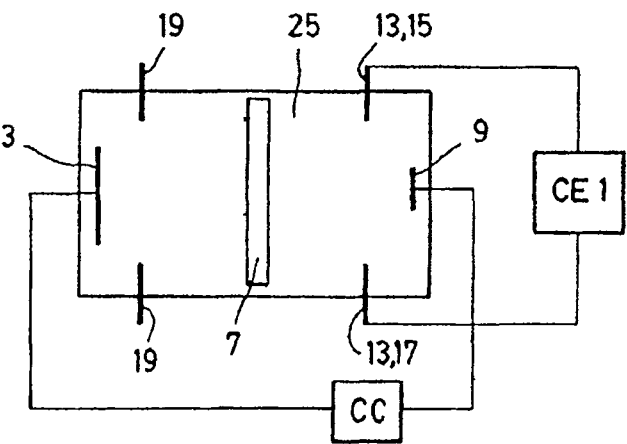
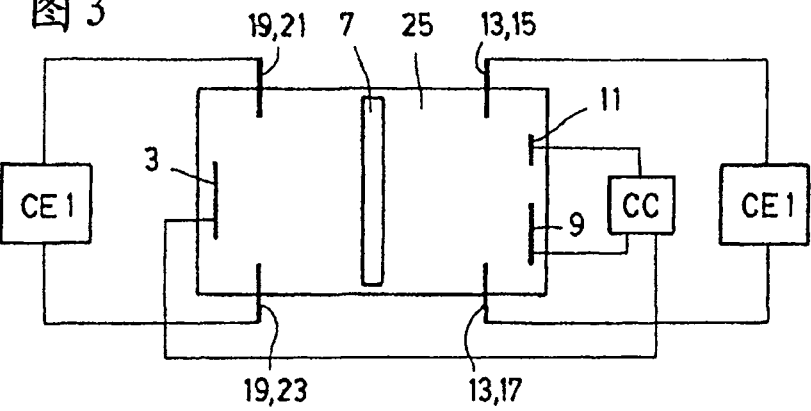


图 3



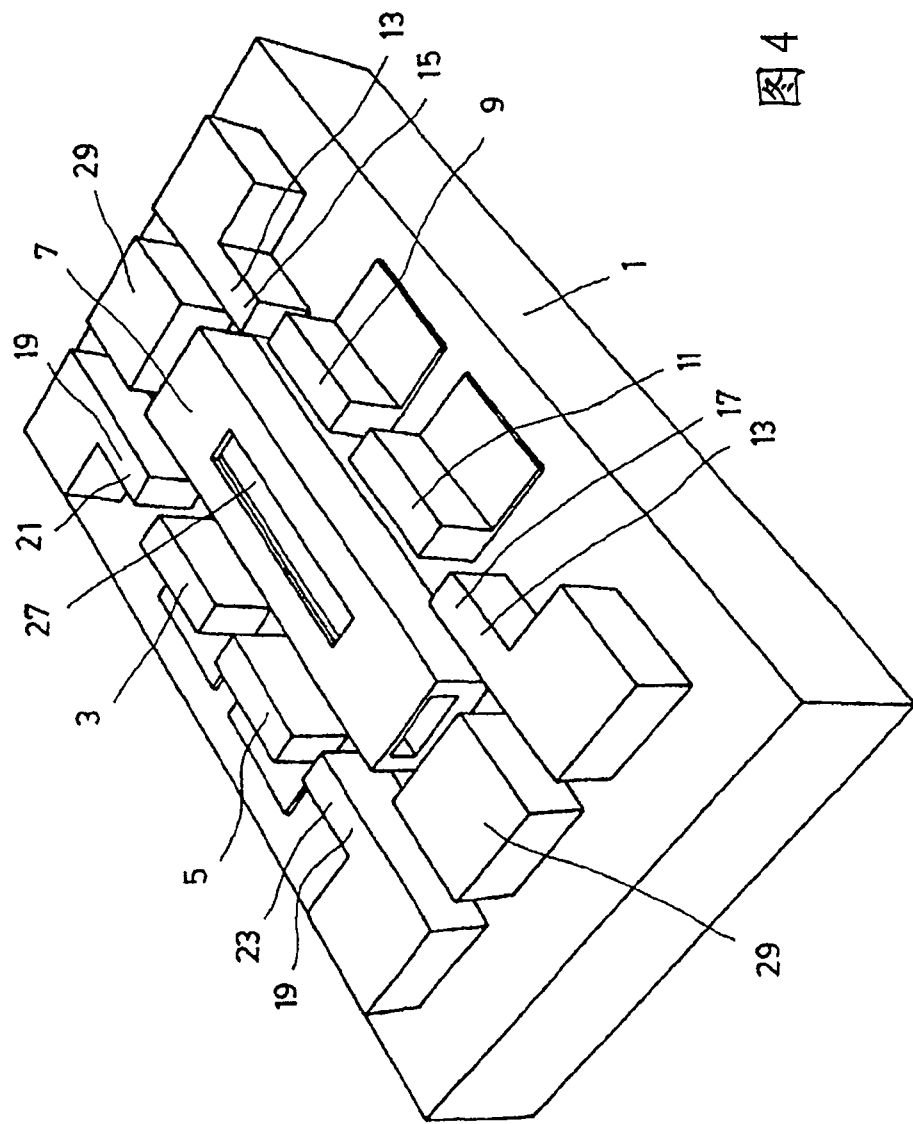


图4

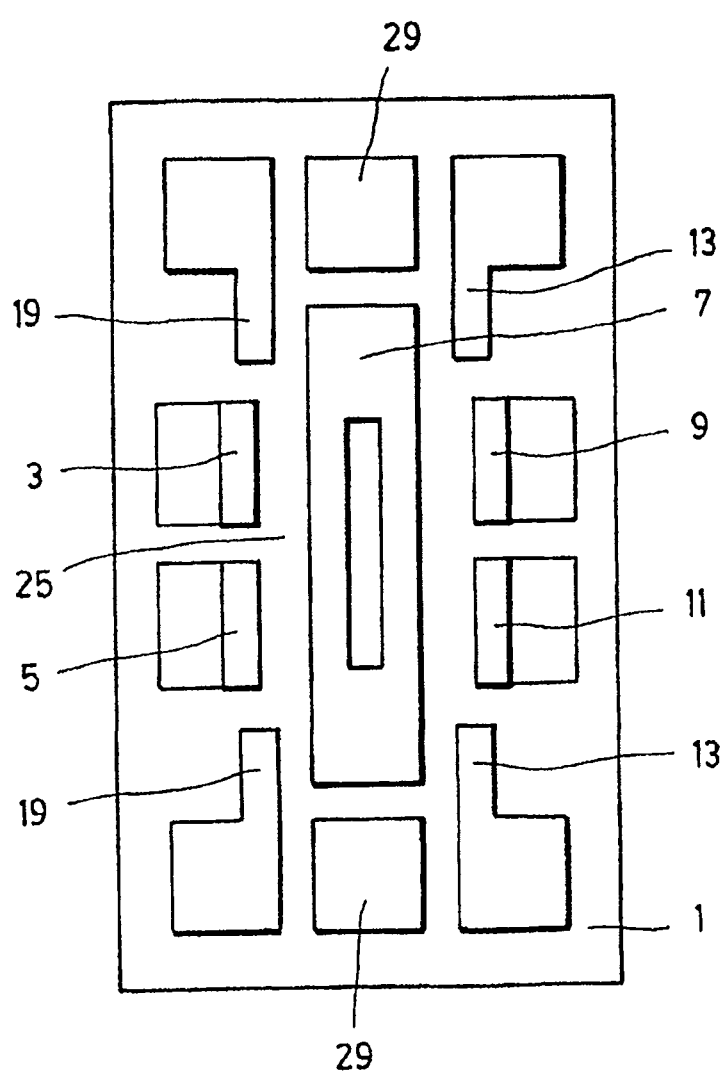


图 5

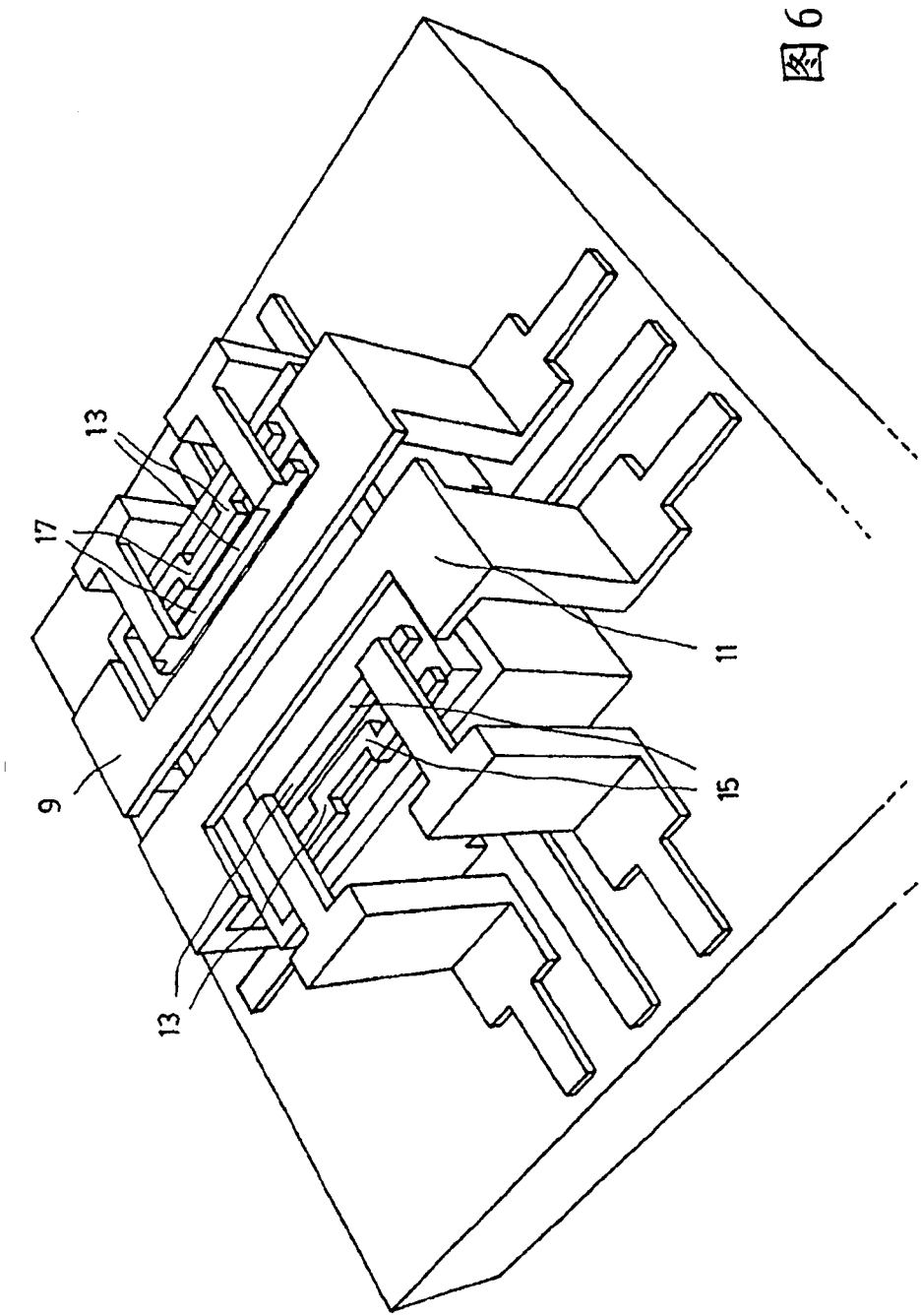


图6

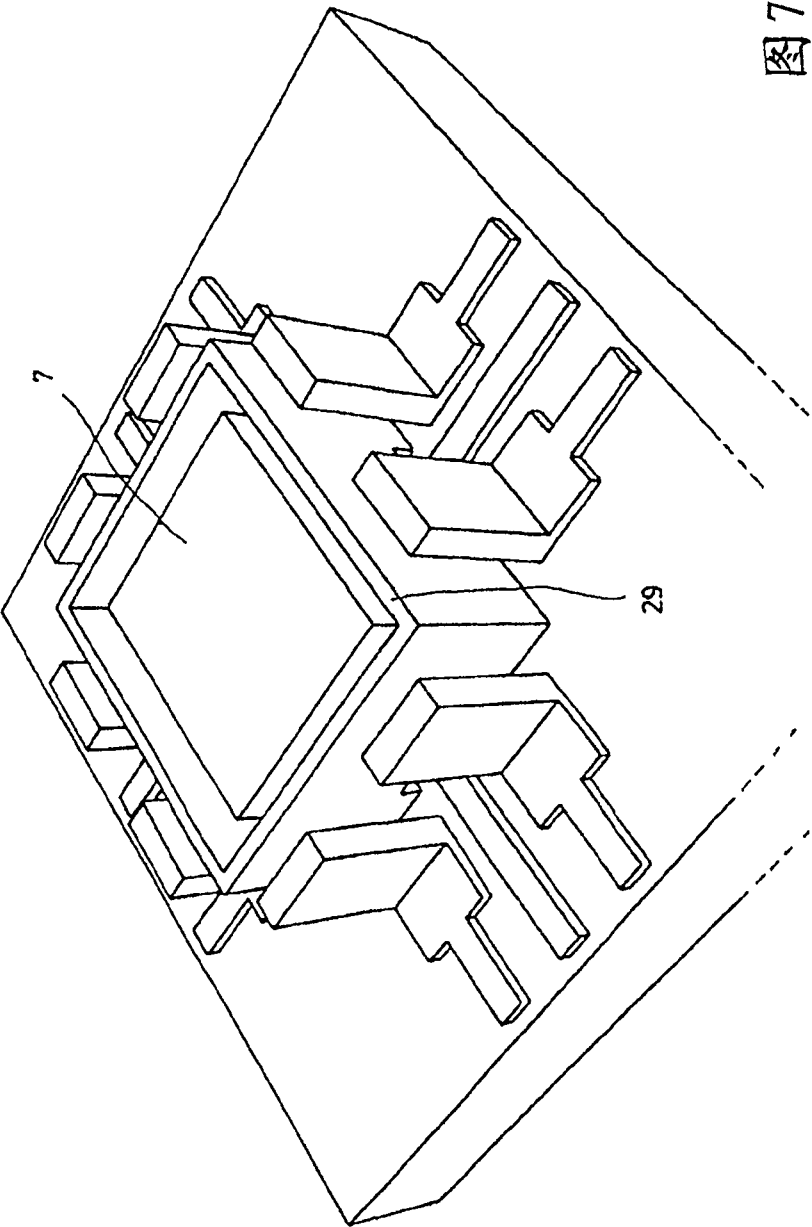


图7

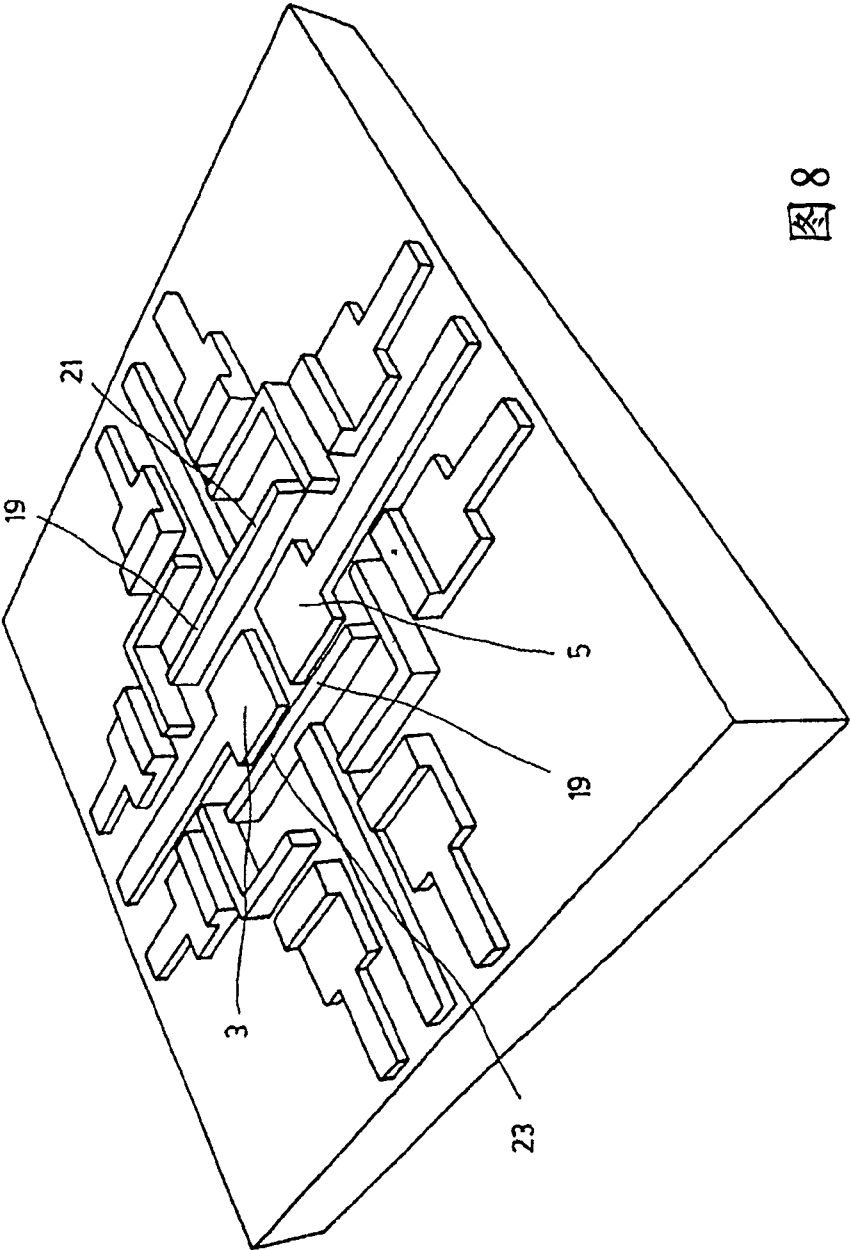
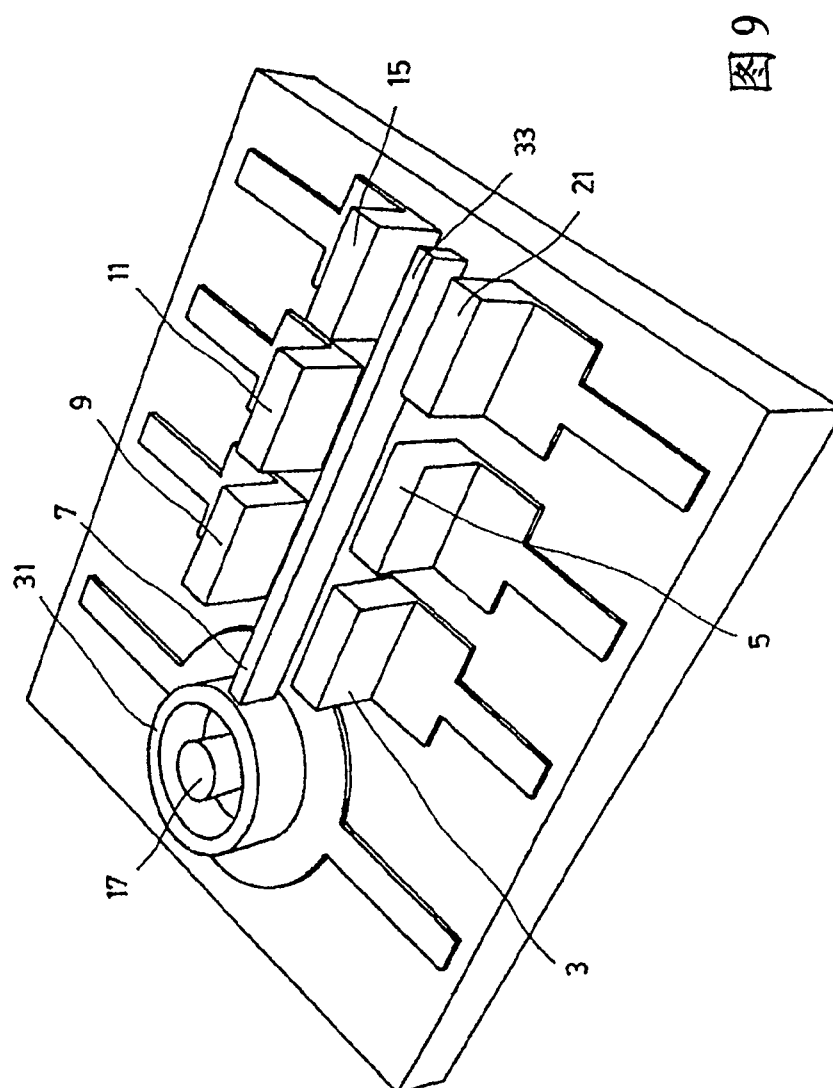


图8



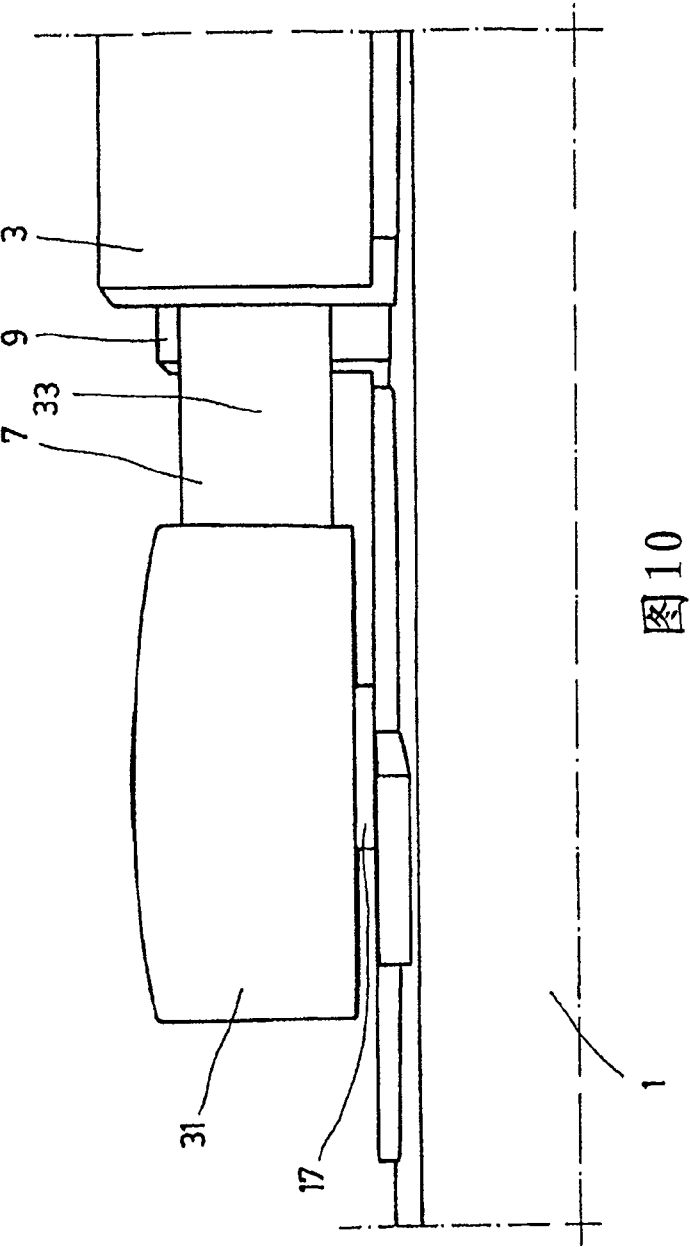
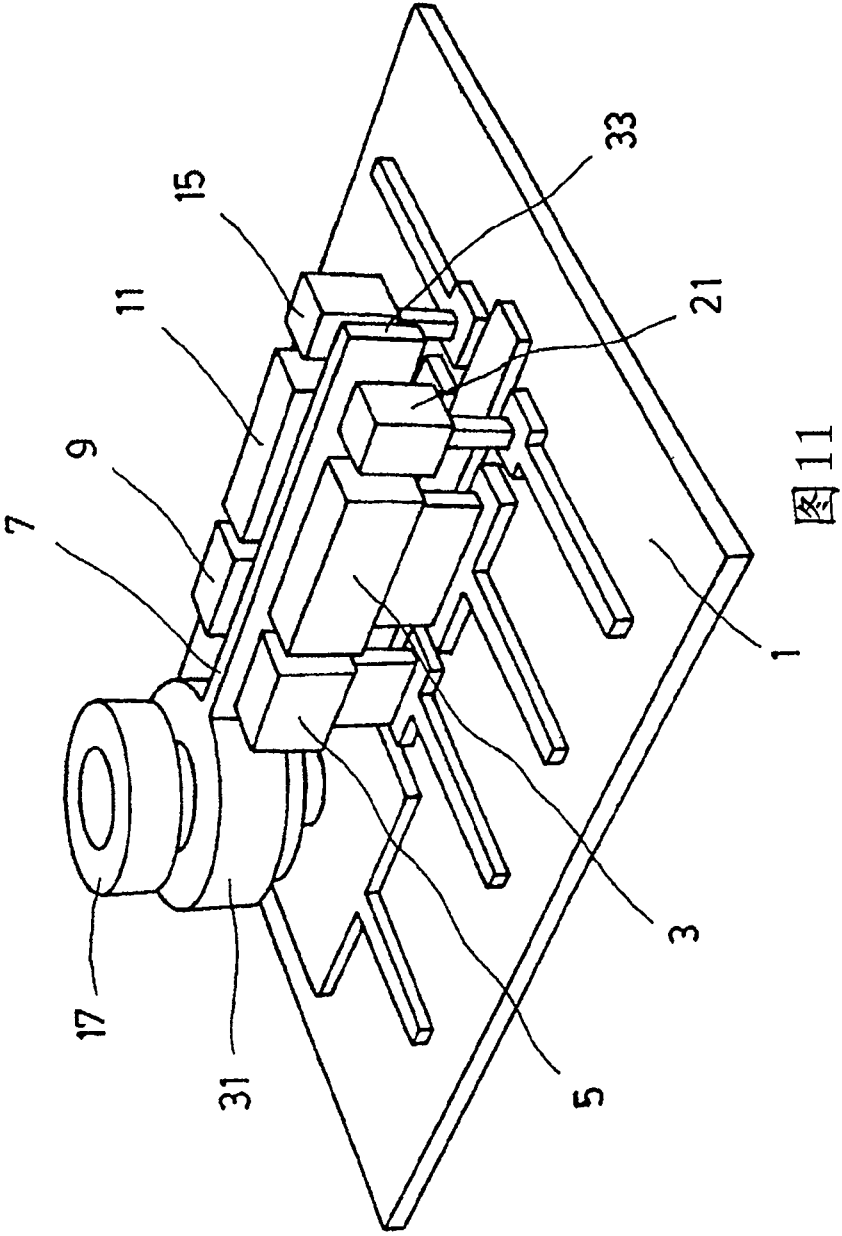


图10



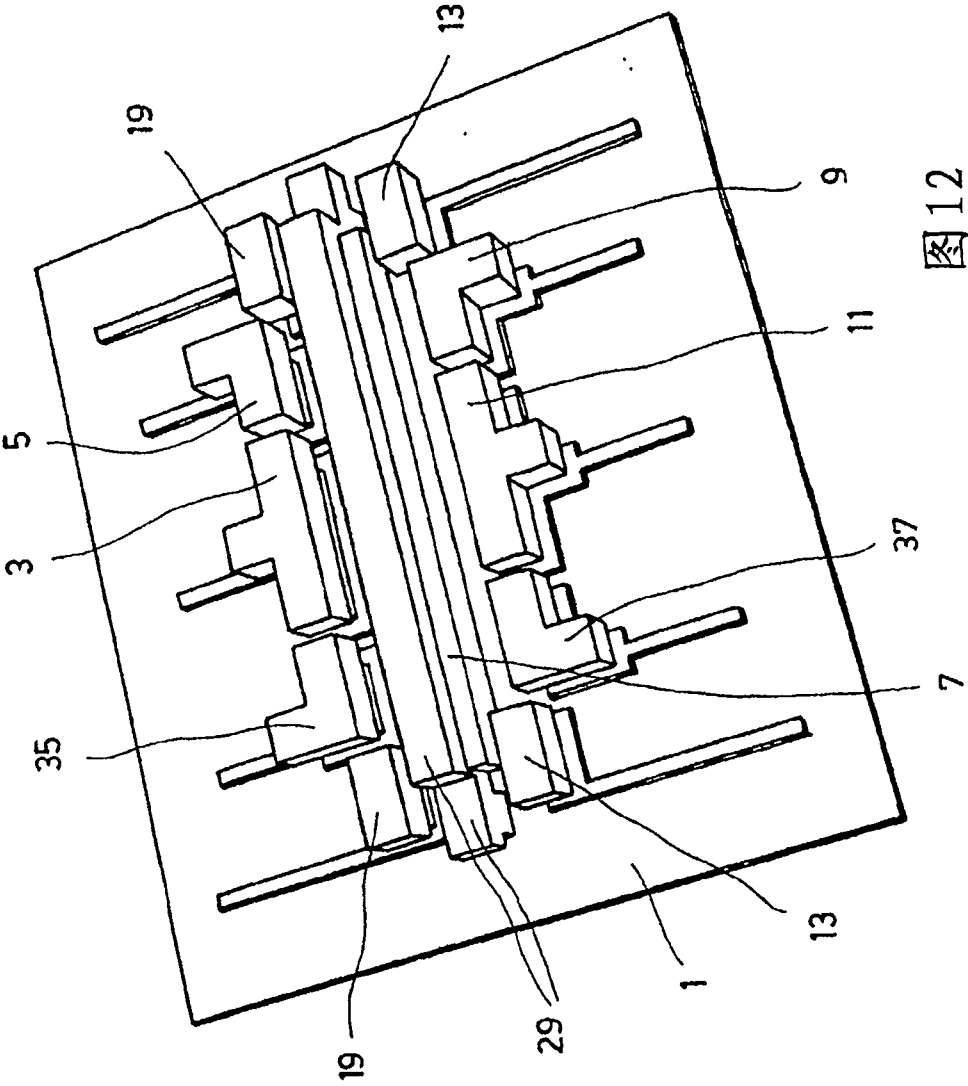


图12

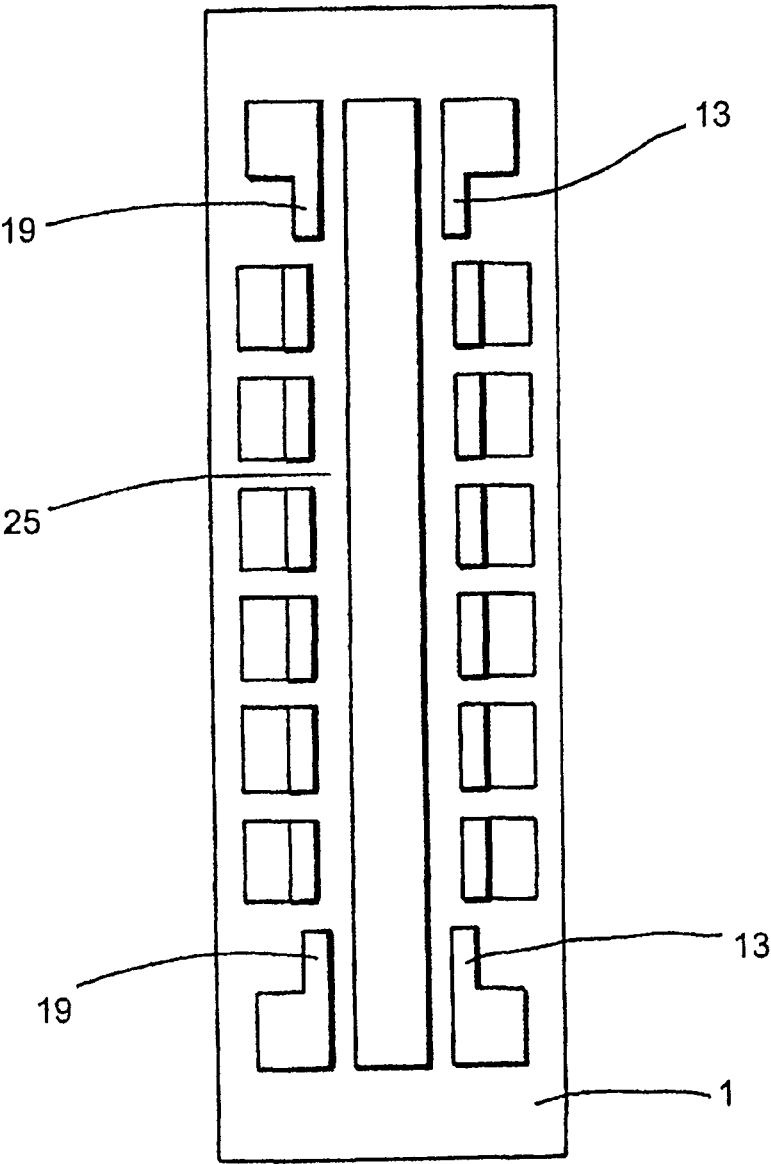


图13

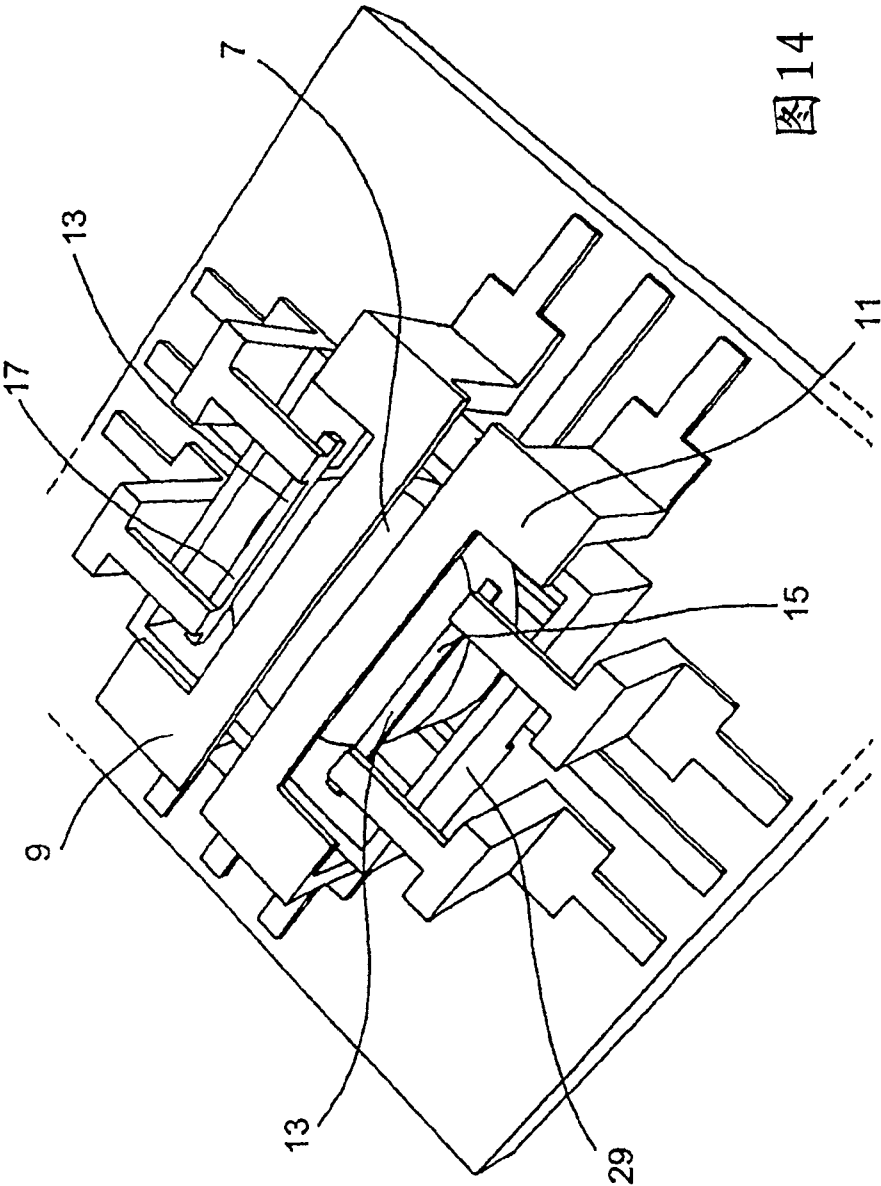


图14

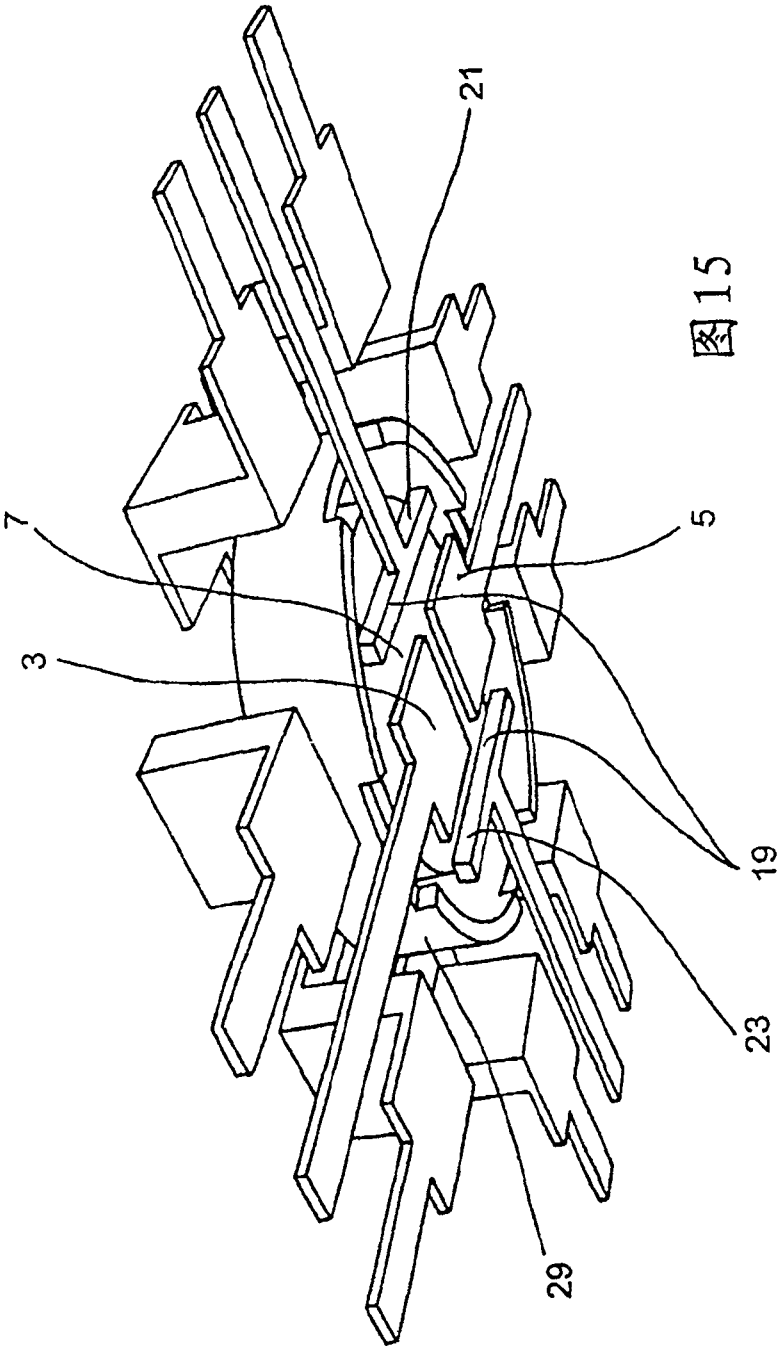


图15

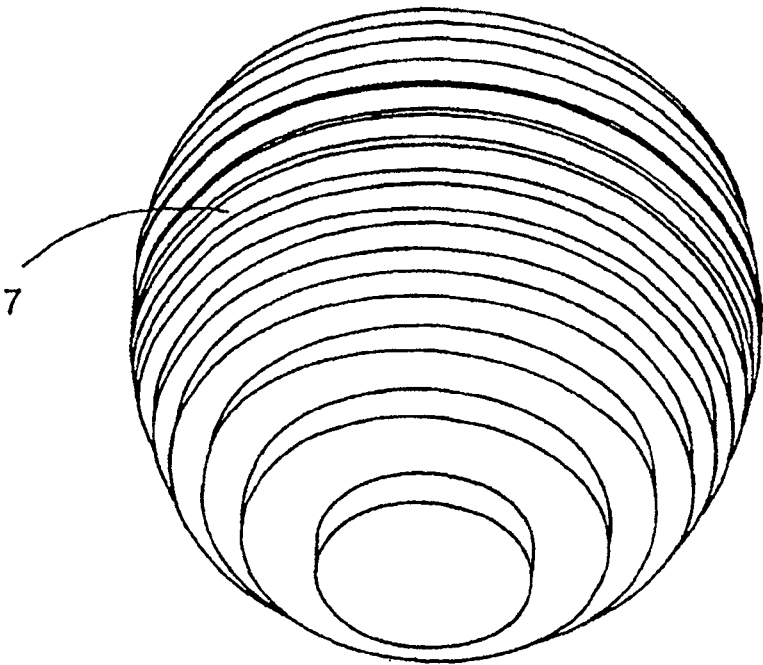


图16

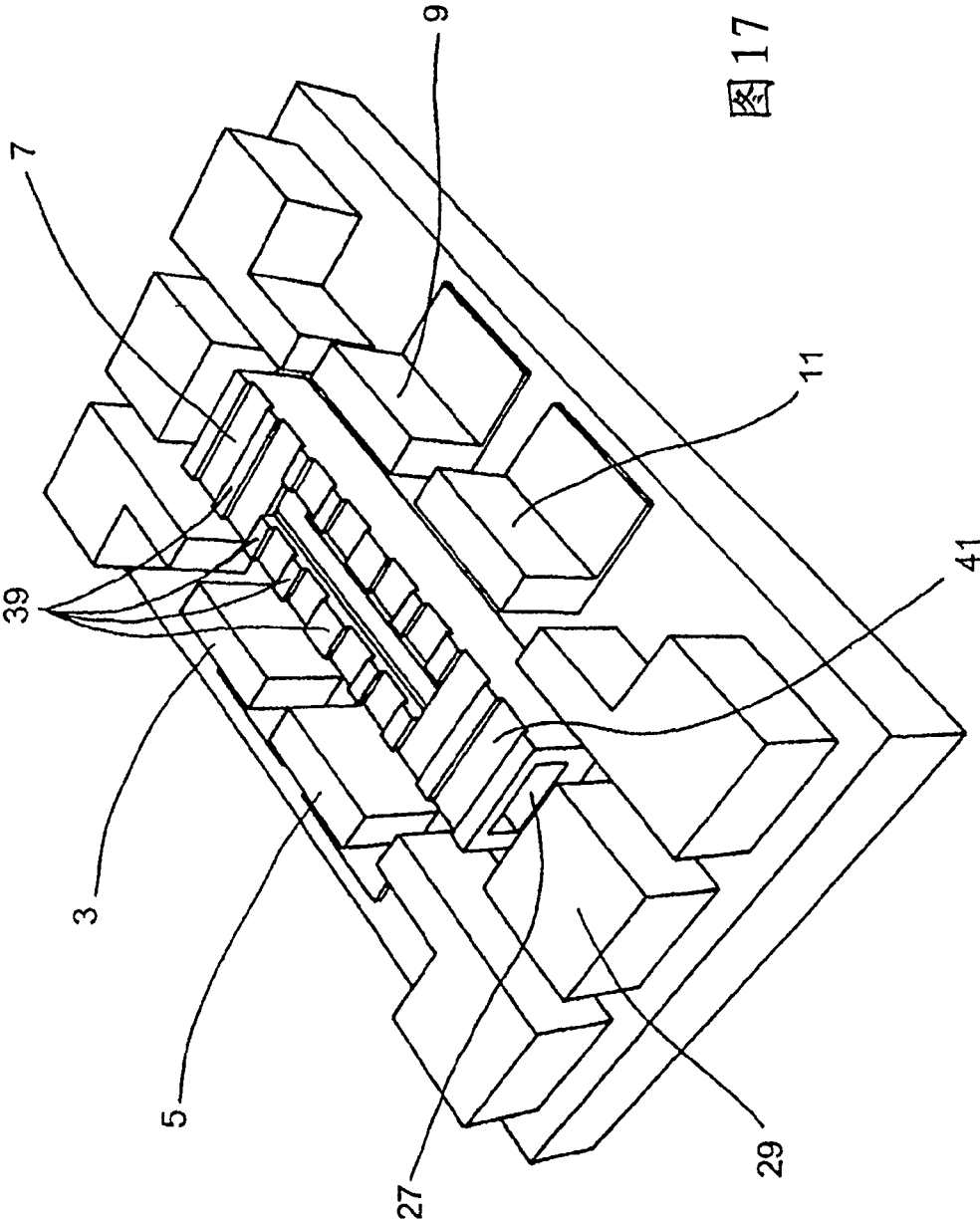


图17

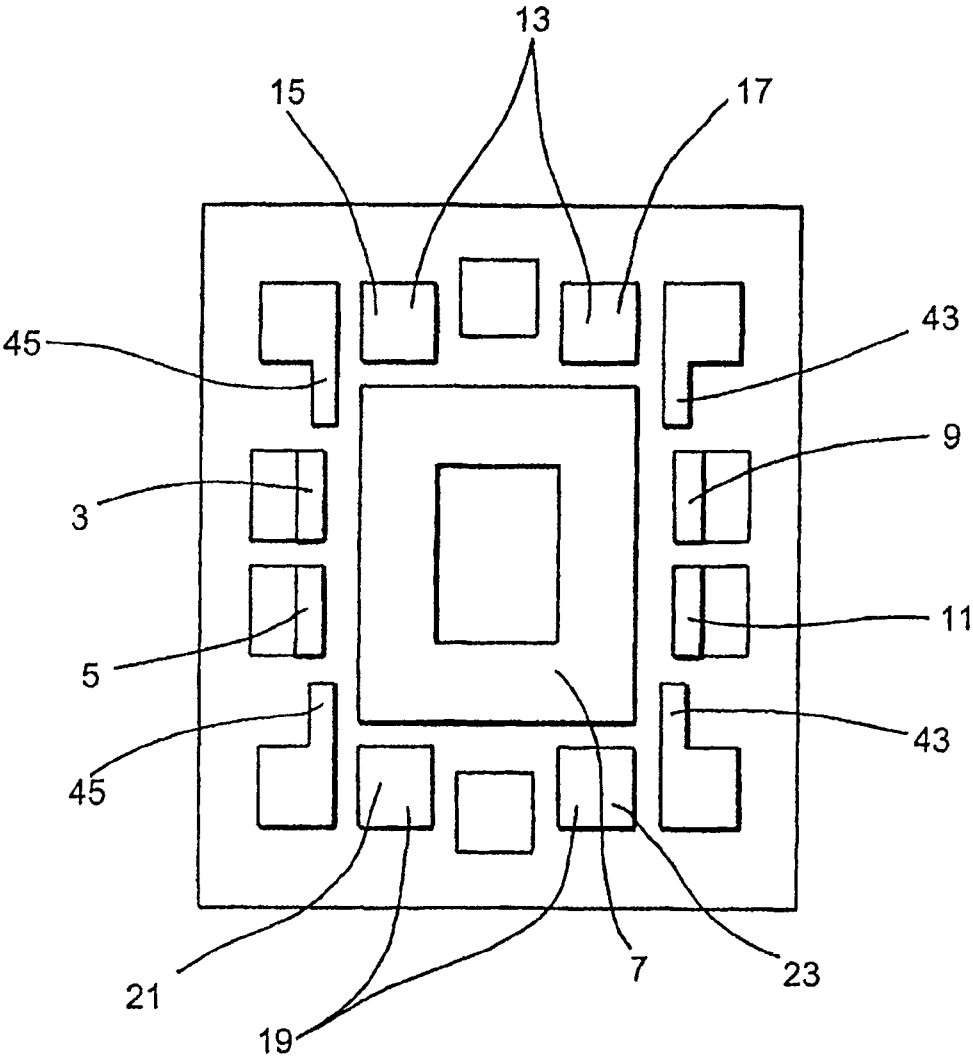


图18