

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02F 1/21 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200380107171.4

[45] 授权公告日 2008年3月19日

[11] 授权公告号 CN 100375921C

[22] 申请日 2003.11.18

[21] 申请号 200380107171.4

[30] 优先权

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

[86] 国际申请 PCT/ES2003/000584 2003.11.18

[87] 国际公布 WO2004/046807 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

US6428173B1 2002.8.6

CN1378225A 2002.11.6

WO01/06543A2 2001.1.25

US6229640B1 2001.5.8

审查员 解 飞

[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

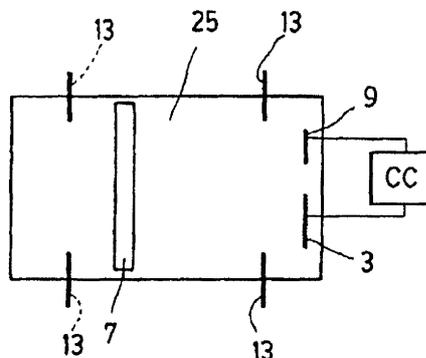
权利要求书 3 页 说明书 17 页 附图 15 页

[54] 发明名称

小型电光器件和相应的用途

[57] 摘要

本发明公开一种小型电光器件，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，它小于或等于第一电容器板，两个区之间的过渡空间，安排在过渡空间中的导电单元，它独立于侧壁和运动穿越过渡空间，取决于两个电容器板上的电压，光路中光的两个引入/引出点，在与挡板接触时，所述导电单元改变光在引入/引出点之间的传输状态。该电光器件可用作加速度计，倾斜仪，科里奥利力检测器，微音器，用于声学装置，用于制造光学交换矩阵，用于投影图像，用作压力，流速，温度，气体等传感器。



1. 一种小型电光器件，其特征是，它包括：
面对第二区的第一区，
所述第一区中安排的第一电容器板（3），
安排在所述第二区并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（9）的表面积小于或等于所述第一电容器板（3）的表面积，
所述第一区与所述第二区之间安排的过渡空间（25），
所述过渡空间（25）中安排的导电单元（7），所述导电单元（7）机械上独立于所述第一区和第二区并适合于从所述第一区穿越过渡空间（25）运动到所述第二区以及从所述第二区穿越过渡空间（25）运动到所述第一区，它取决于所述第一电容器板（3）和第二电容器板（9）上的电压，
光路中光的第一引入/引出点（15），所述光路中光的第二引入/引出点（17），它们安排成允许光在它们之间通过，
至少一个第一挡板（13），其中所述导电单元（7）适合于建立与所述第一挡板（3）的接触，且它在与所述第一挡板（13）接触时，所述导电单元（7）改变所述第一引入/引出点（15）与所述第二引入/引出点（17）之间光的传输状态。
2. 按照权利要求1的电光器件，其特征是，所述第一挡板（13）安排在所述第二区与所述导电单元之间。
3. 按照权利要求1或2的电光器件，其特征是，它还包括：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，且其中所述第二电容器板（9）的表面积与所述第三电容器板（11）的表面积一起大于所述第一电容器板（3）的表面积。
4. 按照权利要求1的电光器件，其特征是，它还包括：所述第二区中安排的第三电容器板（11）和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)的表面积与所述第二电容器板(9)的表面积彼此相等，而所述第三电容器板(11)的表面积与所述第四电容器板(5)的表面积彼此相等。

5. 按照权利要求4的电光器件，其特征是，所述第一电容器板的表面积、第二电容器板的表面积、第三电容器板的表面积和第四电容器板的表面积都彼此相等。

6. 按照权利要求4的电光器件，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)的表面积与所述第六电容器板(37)的表面积彼此相等。

7. 按照权利要求1的电光器件，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。

8. 按照权利要求7的电光器件，其特征是，它包括：所述第一区与所述导电单元(7)之间安排的第三引入/引出点(21)和第四引入/引出点(23)，因此，在与所述第二挡板接触时，所述导电单元(7)改变第二光路中光的传输状态。

9. 按照权利要求1的电光器件，其特征是，所述第一区和第二区的每个区中安排的每个所述电容器板集合有相对于对称中心的中心对称性，其中所述对称中心与所述导电单元(7)的质量中心重合。

10. 按照权利要求1的电光器件，其特征是，所述第一区和第二区的每个区中安排的每个所述电容器板集合有中心不对称性，从而产生相对于所述导电单元(7)质量中心的力矩。

11. 按照权利要求1的电光器件，其特征是，所述导电单元(7)有圆形外表面。

12. 按照权利要求11的电光器件，其特征是，所述导电单元(7)是圆柱形。

13. 按照权利要求11的电光器件，其特征是，所述导电单元(7)是球形。

14. 按照权利要求1的电光器件，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垂直于所述导电单元（7）的所述运动，其中所述侧面有细微的突出部分。

15. 按照权利要求 1 的电光器件，其特征是，所述导电单元（7）是空心导电单元。

16. 按照权利要求 1 的电光器件，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）的表面积相等或是所述第二电容器板（9）的表面积的二倍。

17. 按照权利要求 1 的电光器件用作加速度计。

18. 按照权利要求 1 的电光器件用作倾斜仪。

19. 按照权利要求 1 的电光器件用作科里奥利力检测器。

20. 按照权利要求 1 的电光器件用作压力传感器。

21. 按照权利要求 1 的电光器件用作麦克风。

22. 按照权利要求 1 的电光器件用作流速传感器。

23. 按照权利要求 1 的电光器件用作温度传感器。

24. 按照权利要求 1 的电光器件用于声学装置。

25. 按照权利要求 1 的电光器件用作气体传感器。

26. 按照权利要求 1 的电光器件用于制造光学交换矩阵。

27. 按照权利要求 1 的电光器件用于投影图像。

小型电光器件和相应的用途

技术领域

本发明涉及小型电光器件。本发明还涉及按照本发明小型电光器件的不同用途。

背景技术

我们知道各种类型的电光器件和系统，它们主要用于（但不局限于）信息传输技术。

另一方面，我们还知道在称之为 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制作小型电光器件。这些小型器件通常是满足类似于普通尺寸机电器件功能的机电器件。例如，继电器，各种类型传感器，泵等等。本发明的目的是提供电光型小型器件，即，从电信号出发可以与光信号相互作用的器件。

具体地说，本发明的目的是提供一种小型电光器件，通过施加相当于继电器的功能，可以改变光路中光的传输状态，共同的是，它们有几个电和机械元件。目前制作小型继电器有几种不同的方法。原则上，它们可以按照用于运动接触电极的力类型或激励机构进行分类。因此，它们通常分类成静电继电器，磁继电器，热继电器和压电继电器。每种继电器有它各自的优点和缺点。然而，小型化技术要求使用最小可能的激励电压和最小可能的表面积。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，从而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，它还

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，由于强机械拉力引起的加速磨损以及整个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，则电容量可以增加至无限大）。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，或有电路集成在同一器件中是困难和/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，它使电路的闭合更加困难并要求高的峰值电流进行切换。

一般地说，有运动件的继电器可以断开和闭合至少一个外电路，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，相反作用的力是弹性力性质。本发明的电光器件同样要求运动件的运动能够与光路相互作用。在这方面，它同样具有上述继电器的部分问题和缺点。

发明内容

本发明的目的是提供如同上述的一种小型电光器件。这是借助于有以下特征的小型电光器件实现的，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，其中第二电容器板小于或等于第一电容器板，

第一区与第二区之间安排的过渡空间，

过渡空间中安排的导电单元，其中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，

光路中光的第一引入/引出点，该光路中的第二引入/引出点，它们安排成允许光在引入/引出点之间通过，

至少一个挡板，其中导电单元适合于接触第一挡板，且在它与第一挡板接触时，导电单元改变第一引入/引出点与第二引入/引出点之间光的传输状态。

事实上，按照本发明的电光器件有导电单元，即，负责断开和闭合外光路（通过第一引入/引出点（以下简称为 I/O）和第二 I/O 点）中光传输的导电单元，它作为能够自由运动的松散部分，即，材料的弹性力不用于迫使一种电光器件运动。这可以有多个解决方案，全部受益于需要非常低激励电压和允许非常小设计尺寸的优点。导电单元放置在过渡空间中。过渡空间是由第一区和第二区以及防止导电单元离开过渡空间的侧壁封闭。当电压加到第一电容器板和第二电容器板上时，在导电单元中诱发产生静电力的电荷分布，而静电力又使导电单元沿过渡空间中的一个方向运动。借助于以下详细描述的各种设计，这种效应可用在几个不同的方法中。

此外，按照本发明的电光器件还满意地解决上述的“牵引”问题。

第一 I/O 点与第二 I/O 点之间可以互相分开，分开的距离是相关光路技术所允许的距离。从本发明的观点考虑，仅要求电光器件与从第一 I/O 点传播到第二 I/O 点的光束发生干涉。在这个意义上，这两个 I/O 点可以实际集成在围绕导电单元的壁中，但是它们也可以与围绕光路中导电单元的壁实际分开，并可以是实际独立的部分。在这个意义上，电光器件可以理解为各个元件的功能性组合，虽然这些元件实际上是分开的。此外，应当明白，I/O 点仅仅是光可以传播通过的光阑。光纤，或一般地说，用于传播光到 I/O 点的器件不必是电光器件的构成部分。

一般地说，导电单元有满足光激励面功能的部分表面。在某些情况下，这个表面是遮光面，它的基本功能是防止光束到达相应的 I/O

点。在其他情况下，这个表面是反射面，它的基本功能是通过反射沿特定的方向偏转光束。

按照本发明电光器件的另一个优点是以下所述：在常规的静电继电器中，若导电单元粘连到给定的位置（它在很大程度上取决于湿度），就没有方法可以使它脱离（除非利用外部手段，例如，使它干燥），因为恢复力是弹性的，它总是相同的（仅与位置有关）且不能增大。与此相反，若导电单元粘连到按照本发明的电光器件中，则总是可以通过增大电压使它松开。

与过渡空间的几何形状和电容器板的位置有关，可以实现几种不同类型的电光器件，它们有各种应用和功能模式。

例如，导电单元可以按照不同的方式运动：

第一种可能性是，导电单元可以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前者的运动。以下更详细地描述这个方案。

当第一电容器板是在第二区时，实现一个优选实施例。或者，电光器件可以设计成第一电容器板是在第一区。在第一种情况下，得到的电光器件有较低的激励电压和较快的速度。另一方面，在第二种情况下，电光器件的速度较慢，这意味着，导电单元和挡板经受的震动较缓和，且能量消耗较低。按照这种方式，我们可以在一个方案与另一个方案之间进行选取，它取决于每种情况的具体要求。

当导电单元与第一挡板接触时，即，当它与光路相互作用时，导电单元的运动可以借助于不同类型的力，如以下详细描述。为了使导电单元返回到第一挡板，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，再次改变光在第一 I/O 点与第二 I/O 点之间传输的状态。

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

以上章节所述运动导电单元所需力的方法是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并互相靠近。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。

当电光器件还包括：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时，可以实现本发明另一个优选实施例，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，则可以加电压到第一电容器板和第四电容器板，以及加电压到第二电容器板或第三电容器板。假设导电单元运动到放置最小电容器板的位置，则它运动到第二区。同样地，通过加电压到第二电容器板和第三电容器板，以及加电压到第一电容器板或第四电容器板，我们可以使导电单元运动到第一区。这个方案与较简单的三个电容器板方案比较的优点是，它是完全对称的，即，不管导电单元运动到第二区或第一区，它实现完全相同的电光器件性能。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，可以方便地把电光器件设计成对称的。一方面，如上所述，第一区与第二区之间是对称的。另一方面，需要保留其他类型的对称性以避免这样一些问题，例如，导电单元的转动或摆动问题，这在以下给以描述。在这一方面，特别有利的是，电光器件还包括：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，增大电容器板数目的优点是可以较好地补偿制造偏差。另一方面，从所加电压和激励时间的观点考虑，可以独立地激励几个不同的电容器板。6个电容器板可以是都相等，或者，同一侧的3个电容器板可以有不同的尺寸。这可以减小激励电压。在每个区有3个或更多电容器板的电光器件可以实现以下所有的目的：

它在两个方向上都具有对称性，
对于固定的总体电光器件尺寸，可以设计成有最小的激励电压，
可以使电流和功率消耗最小化，还可以使电光器件运行较平滑，
可以设计相对于质量中心有中心对称性或不对称性的电容器板，
因此，作用在自由导体上的合力矩是零或非零，它取决于每种具体情况的要求。

一般地说，增大每个区中的电容器板数目在设计中可以有更大的灵活性和通用性，与此同时，它可以减小制造中的偏差效应，因为每个电容器板的偏差可以由其它电容器板的偏差给予补偿。

有利的是，电光器件包括：第一区与导电单元之间的第二挡板（或与第一挡板数目相等的第二挡板）。按照这种方式，我们还可以在第一区与第二区之间实现几何对称性。当导电单元运动到第二区时，它可以一直运动到与第一挡板接触，并改变两个 I/O 点之间光的传输状态。当导电单元运动到第一区时，它可以一直运动到与第二挡板接触。按照这种方式，导电单元完成的运动是对称的。

当电光器件包括第一区与导电单元之间安排的第三 I/O 点和第四 I/O 点时，可以实现上述情况的有利变化，因此，在与第二挡板接触时，导电单元可以改变第二光路中光的传输状态。事实上，在这种情况下，电光器件可以交替地连接到两个电路。

有利的是，第一区和第二区中每个区中安排的每个电容器板集合有相对于对称中心的中心对称性，其中所述对称中心是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产生作用到导电单元上的力场。若这个力场的合力相对于导电单元质量中心有非零力矩，则导电单元不但产生平动，而且还有围绕其质量中心的转动。在这个意义上，我们希望每个区的电容器板集合有中心对称性，如果我们不需要这种转动，与此相反，我们可能要求存在中心不对称性，它可以诱发导电单元围绕其质量中心的转动，例如，用于克服摩擦力和/或粘连力。

通常是，导电单元实际密封在第一区，第二区和侧壁之间的过渡

空间。

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，它是圆柱面或球面。球面方案可以减小沿所有方向的摩擦力和粘连，而圆柱底部面对第一区和第二区的圆柱面方案可以减小面对电容器板的侧壁和表面产生的摩擦力，其中产生静电力的电容器板是足够大和有效。

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以及至少一个侧面，则有利的是，侧面有细微的突出部分。这些突出部分还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。这可以减轻质量和实现低的惯性。

若导电单元有两个电容器板（第一板和第二板）且两个板都在第二区，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，在相同的器件总表面积下有最小的激励电压。

若导电单元有两个电容器板（第一板和第二板）且第一电容器板是在第一区而第二电容器板是在第二区，则有利的是，第一电容器板的表面积是第二电容器板表面积的二倍，因为按照这种方式，在相同的器件总表面积下有最小的激励电压。

本发明的目的还涉及按照本发明电光器件的优选用途。除了用作光开关和光换向器以外，按照本发明电光器件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可以移动导电单元，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。通过检测光传输的状态是否变化，可以改变抵消被测量产生的力所需的电压。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，从而增大相应测定值的可靠性。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电光器件，其中在两个区都有 I/O 点，因为在这种情况下，我们可以在恒定的电压下（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 I/O 点之间光传输状态变化的时刻，另一个是在另一个区中 I/O 点之间光传输状态变化的时刻。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，使导电单元与第一挡板分开。加到电容器板上的电压产生相反的力。当导电单元与第一挡板重新建立接触时，再次改变光的传输状态，可以确定所需的电压，从而确定导电单元所经受的加速度。这也可以按照相反的方式进行（一般地说，这对于所有的传感器是有效的），因此，外界加速度使导电单元接近第一挡板。小型化允许提供各种传感器，它们是按照三个坐标轴取向。这种应用的具体例子是倾斜仪。

压力传感器：若电路元件分开经受不同压力（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，或任何其他非导电流体，导电单元试图运动离开（或运动到）第一挡板。再次使导电单元返回到挡板（或离开挡板）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。

流速传感器：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，则按照本发明电光器件可以用作流速传感器。如同以上的例子，借助于加到电容器板上的给定电压，我们可以抵消所测物理量产生的力，在这种情况下，它是所测液体流产生的流体冲刷力或气动力。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，应当考虑电光器件从一个挡板运动到另一个挡板的时间基本上取决于外界加速度，电容器板上所加的电压和表面积系数。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，在电容器板上所加的给定电压下，切换时间与温度之间存在一定关系。因此，电光器件切换所需的最小电压与温度有关。

声学装置（扬声器）：当导电单元与挡板或吸引它的电容器板碰撞时，导电单元就产生噪声。通过协调集成在单个芯片上的大量电光

器件，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。这在需要单向波时可能是一个优点；或者，可以沿不同方向和/或时间相位分布和/或激励电光器件以得到多方向波。通过控制每个电光器件激励的准确时刻，即，通过控制电光器件之间的相对时间相位，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到一个或另一个地方，而不必改变电光器件的几何分布。在与第一挡板接触时每个电光器件可以改变光的传输状态，这个事实可以确定导电单元与所述第一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，我们需要的电光器件是，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第一挡板和第二挡板。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）以及第一挡板和第二挡板确定的平面，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挡板（或另一侧的挡板，与转动方向有关），因此，导电单元运动的速度是足够地高。在接触到挡板时，光的传输状态就变化，从而确认已得到这种变化所需的条件。因此，外部转动的幅度与电容器板上所加的电压幅度有关，基于已接触哪两对接触点，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值。

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。

按照本发明的电光器件可以用于制造光学交换矩阵。

按照本发明的电光器件可以用于投影图像。

一般地说，在所有上述传感器中，在每种情况下检测切换电光器件所需的最小电压，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，在检测切换电光器件的电压时，它的优点是，电光器件的切换是很不频繁，从而减小磨损以及增大长期的可靠性和工作寿命。

附图说明

参照附图描述本发明一些优选实施例，根据以下没有任何限制性的描述，本发明的其他优点和特征是显而易见的，其中：

图 1 是在第二区中有两个电容器板的电光器件简化图；

图 2 是有两个电容器板的电光器件简化图，其中每个区有一个电容器板；

图 3 是有三个电容器板的电光器件简化图；

图 4 是按照本发明第一个实施例未覆盖的电光器件透视图；

图 5 是图 4 所示电光器件的平面图；

图 6 是图 4 所示电光器件的第一变型平面图，其中有两对 I/O 点；

图 7 是图 4 所示电光器件的第二变型平面图；

图 8 是图 4 所示电光器件的第三变型平面图；

图 9 是按照本发明第二个实施例的电光器件透视图；

图 10 是图 9 所示电光器件的透视图，其中已去掉顶部元件；

图 11 是图 9 所示电光器件的底部元件透视图；

图 12 是按照本发明第三个实施例的电光器件透视图；

图 13 是按照本发明第四个实施例的电光器件透视图；

图 14 是图 13 所示电光器件的平面图；

图 15 是图 13 所示电光器件变型的平面图；

图 16 是按照本发明第五个实施例的电光器件透视图；

图 17 是按照本发明第六个实施例的电光器件透视图；

图 18 表示利用表面微型机械加工技术制成的球；

图 19 是按照本发明第七个实施例的电光器件透视图；

图 20 是按照本发明第八个实施例的未覆盖电光器件平面图。

从以下可以看出，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知道，可以按照不同方式组合这些方案和选项。

具体实施方式

图 1 表示按照本发明电光器件的第一基本功能模式。该电光器件限定放置导电单元 7 的过渡空间 25，导电单元 7 可以沿过渡空间 25 自由运动，因为实际上它是松散部分，而没有实际连接到限定过渡空间 25 的壁。该电光器件还限定图 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 和电容器板 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 和电容器板 9。导电单元 7 向右侧运动，直至它被第一挡板 13 阻挡，此时，改变这个附图中未画出的光路中光的传输状态。

图 2 表示按照本发明电光器件的第二基本功能模式。该电光器件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 所示例子的例子中，电容器板 3 和电容器板 9 有不同的表面积，这是绝对必需的，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，此时，改变这个附图中未画出的光路中光的传输状态。在左侧有第二挡板 19，在这种

情况下，它没有改变光路中光传输状态的任何参考功能，而是防止导电单元 7 与第一电容器板 3 对接。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 所示电光器件的结构适合于用作传感器，其中被测幅度作用的力与导电单元 7 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移动导电单元 7 离开第一挡板 13 的力，而静电力试图把它移动到第一挡板 13。然而，电光器件可以设计成按照完全相反的方式工作：被测量试图移动导电单元 7 到第一挡板 13，而静电力试图使它离开第一挡板 13。在这种情况下，第一挡板 13 需要放置在图 1 和 2 中的左侧。在图 1 中，这种可能性是用虚线连接的参考数字表示。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，在检测到已发生方向变化时，利用最小的零电压不能实现光传输状态的变化，但必须使光路加倍和控制电路必须改变算法，从试图移动到改变成试图移动开。应当想到，所加电压的符号不影响导电单元 7 的运动方向。

为了借助于静电力使导电单元 7 沿两个方向运动，需要提供如图 3 所示的第三电容器板。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 的面积之和大于第一电容器板 3。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，而第三电容器板 11 仍保持在高阻抗状态，导电单元 7 可以运动到右侧，而在激励三个电容器板 3, 9 和 11 的情况下，导电单元 7 可以运动到左侧。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。图 3 中的电光器件还有第二挡板 19，其方式是，这些第二挡板 19 可以改变第二光路中光传输状态的变化。

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

不同的方法诱发导电单元 7 的运动:

在相同区中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较小的区域(其功能如图 2 所示)。

以下,我们描述可以改变光路中光传输状态的这些机构。

在图 4 中,可以看到设计成利用 EFAB 技术制造的电光器件。专业人员知道借助于薄层沉积方法的这种微型机械加工技术,它可以制作多层并在三维结构的设计中有很大的通用性。电光器件安装在作为支承的基片上,为了简单明了,在几个附图中没有详细地画出。该电光器件在导电单元 7 的左侧(根据图 2)有第一电容器板 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。该电光器件还有两个第一挡板 13 和两个第二挡板 19。电光器件的顶部被覆盖,虽然没有画出这个盖子,为的是能够清楚地看到其内部的细节。盖子是在导电单元 7 之上的两个侧壁 29 之间延伸。

导电单元 7 有空心内表面 27。

按照图 5,电光器件的走向是从左到右穿越过渡空间 25,反之亦然。图 5 表示防止导电单元从顶部脱离的盖子。可以观察到,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 可以从左向右运动,它不会干扰电容器板 3, 5, 9 和 11 及其相应的控制电路。图 5 表示这种运动如何可以改变光束从光路中一个 I/O 点传播到另一个 I/O 点的光传输状态。事实上,电光器件被从第一个 I/O 点 15 输出到第二个 I/O 点 17 的光束穿过。当导电单元 7 与第一挡板 13(若安排在中心位置,则它可以是单个挡板)接触时,光束的传输被阻挡,可以由相应的电路检测到。

图 6 表示以上电光器件的一种变型。在这种情况下,它有两个光路,因此有 4 个 I/O 点 15, 17, 21 和 23。与导电单元 7 究竟接触第一挡板 13 或第二挡板 19 有关,它阻挡两个光路中一个光路或另一个

光路的光束。

在图 7 所示的变型中，可以看到，导电单元 7 配置突出部分 47，它是从封闭导电单元 7 的壁向外突出。突出部分 47 改变第一 I/O 点 15 与第二 I/O 点 17 之间光的传输状态。所以，可以看出，应当从本说明书和权利要求书中理解，电光器件不仅是在其内部包含导电单元 7 的物理容器，而且还包含 I/O 点，如果这些 I/O 点是在物理容器的表面上以及如果它们实际上与其分开。同样地，光束在哪个传输状态下实际插入包含导电单元 7 的容器是不需要的，而且光束还可以是在容器之外传播。

此外，虽然光束穿越该容器，但是也可以设计有突出部分 47 的导电单元 7。因此，可以设计如图 5 所示的电光器件，其中导电单元 7 有相当于突出部分 47 但较短的突出物，因此，它的自由端是在第二电容器板 9 与第三电容器板 11 之间。这个突出物可以更好地确保第一 I/O 点 15 与第二 I/O 点 17 之间光束的中断。

挡板不必是在包含导电单元 7 的容器内部。因此，在图 7 所示电光器件的例子中，第一挡板 13 可以是单个挡板，且它实际上靠近突出部分 47 的自由端。

图 8 表示电光器件的另一种变型。在这种情况下，光束不是简单地被阻挡，而是通过反射偏转到第三 I/O 点。

在图 9 至 11 中，我们可以看到利用 EFAB 技术制造设计的另一种电光器件。在这种情况下，导电单元 7 沿垂直于图 9 至 11 的方向运动。在电光器件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，垂直尺度是夸大的，即，实际器件要比附图所示的器件扁平得多。若我们希望得到较大的电容器表面，则最好构造类似于图 9 至 11 中所示的电光器件(垂直式电光器件)，若我们希望较少数目的薄层，则类似于图 4 至 8 所示的电光器件(水平式电光器件)是更合适的。若采用某些特殊的技术(例如，通常称之为 polyMUMPS, Dalsa, SUMMIT, Tronic's, Qinetiq's 等技术)，则薄层的数目总是受限的。垂直式电光器件的优点是，利用较小的芯

片面积得到较大的表面，这意味着，利用十分低的激励电压（使用相同的芯片面积）。

理论上，图 9 至 11 所示的电光器件非常类似于图 4 至 8 所示的电光器件，它在下部（图 8）有第一电容器板 3 和第四电容器板 5 以及第二挡板 19。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，而不会与第一电容器板 3 和第四电容器板 5 接触。在它的上部（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。

如同图 4 至 8 所示的电光器件，图 9 至 11 的电光器件可以按照不同的方式运行，为了简单明了，没有在图 9 至 11 中画出。因此，图 12 表示这样一种电光器件，当导电单元 7 接触第一挡板 13 时，它反射第一 I/O 点 15 发射的光，并把它发送到第二 I/O 点 17。当导电单元 7 运动到过渡空间 25 的另一端时，即，当它接触第二挡板 19 时，光束的反射角与以上的相同，但反射到该空间中的另一位置。在这个新的位置上，可以放置第三 I/O 点 21，它接收反射的光。

一般地说，在需要导电单元 7 应当反射光束时，它必须在其中包含相应的反射面。利用市场上现有和专业人员熟知的技术，可以制作反射面，然而，设计上表面有反射面的垂直式电光器件最好是设计成需要垂直反射面的水平式电光器件。

实际上，图 12 所示的电光器件与图 9 至 11 的电光器件不是完全相同，而是略有差别的实施例，它有圆柱形导电单元代替平行六面形导电单元 7。图 17 表示有圆柱形导电单元 7 的另一种电光器件。在图 12 所示电光器件的情况下，围绕导电单元的侧壁 29 是平行六面形，而在图 17 所示的电光器件中，围绕导电单元 7 的侧壁 29 是圆柱形。而在图 18 中，它表示利用表面微型机械加工制成的球，可以看出，该球是由不同直径的圆柱形盘构成。有图 18 所示球形导电单元 7 的电光器件在理论上非常类似于图 12 或 17 所示的电光器件，它是利用球形导电单元代替圆柱形导电单元 7。在电容器板和挡板的安排中，只需要考虑某些几何调整以避免球形导电单元 7 首先接触电容器板而不是

挡板。如上所述，有圆形外表面的这种导电单元是为了减小摩擦力和粘连。

一般地说，以上描述和权利要求书中提到的电容器板和挡板是不同的物理件，在某些情况下它们是这样的，若在相同一个区中安排的电容器板上加电压（第一电容器板 3 和第四电容器板 5，或第二电容器板 9 和第三电容器板 11），则导电单元 7 不应当接触这些电容器板以避免造成短路。然而，若相同一个区中的电容器板（第一电容器板 3 和第四电容器板 5，或第二电容器板 9 和第三电容器板 11）是在相同的电压上，特别是在 VCC 或 GND 上，则导电单元 7 实际接触电容器板不是问题。在后者的情况下，“电容器板”和“挡板”的功能可以由相同的物理件联合完成。即使加电压到相同区中的电容器板上，这些电容器板可以安排成非对准的形式，因此，导电单元 7 仅接触其中一个电容器板（或相同电压下的所有电容器板）。按照这种方式，也可以避免短路。

图 13 所示的电光器件在其侧壁 29 上有孔径 49，当导电单元 7 是在顶部时，光束可以传播通过该孔径。在其后端也有一个孔径，因此，光束可以到达相应的第二 I/O 点。图 14 表示光束如何从第一 I/O 点 15 穿过侧壁 29 传播到第二 I/O 点 17 的平面图。同样地，我们可以明白，孔径 49 本身是以上描述和权利要求书中提到的 I/O 点，因为在孔径 49 之外发生的情况与本发明无关。

当第二对孔径 49 包含在侧壁 29 的顶部时，可以得到图 13 所示电光器件的另一种变型。在这种情况下，两个光路上可以同时有相互作用，其方式类似于图 6 所示。第二对孔径 49 可以在第一对孔径 49 之上，因此，光束是平行的，或第二对孔径 49 可以安排成垂直于第一对孔径 49，在此情况下，光束是垂直的（图 12）。

把两对孔径 49 安排在侧壁 29 的底部且安排成互相垂直，可以得到电光器件的另一种变型。按照这种方式，导电单元 7 同时中断两个光束。图 15 表示这种方案的平面图。

图 16 所示的电光器件设计成利用 polyMUMPS 技术制造的。如

上所述，专业人员熟知这种技术，其特征是，表面是微型机械加工成有三个结构层和两个保护层。然而，它在理论上类似于图 4 至 8 所示的电光器件，虽然它们之间有一些差别。因此，在图 16 所示的电光器件中，第一电容器板 3 等于第三电容器板 11，但不同于第二电容器板 9 和第四电容器板 5，第二电容器板 9 与第四电容器板 5 相等并小于前者。此外，它还有第五电容器板 35 和第六电容器板 37。

图 19 表示图 4 至 8 所示电光器件的变型。在这种情况下，导电单元 7 在它的侧面 41 有突出部分 39。

图 20 表示按照本发明电光器件的变型，具体地说，它设计成用作科里奥利力检测器（陀螺仪器）。在这种情况下，我们可以注意到，该电光器件在导电单元 7 的左侧（根据图 20）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。该电光器件在图 18 的上部还有两个第一挡板 13，而在图 18 的下部还有两个第二挡板 19。由于电容器板上所加的电压，导电单元 7 按照曲折方式沿两个电容器板之间运动。若电光器件经受科里奥利力，则导电单元 7 作横向运动，即，按照图 15 的向上或向下运动（假设转动垂直于附图的平面）。在与第一挡板 13（或第二挡板 19）接触时，得到光束中断信号，它与曲折方式运动的速度（以及电光器件的几何参数和质量）有关，可以确定科里奥利力，从而确定它的转速。该电光器件还有第三挡板 43 和第四挡板 45，它们可以是电接触点或可以是限定从附图顶部传播到底部的两个光束切断的挡板。因此，电光器件的控制电路可以检测每种曲折方式运动的传播限制。或者，利用专业人员熟知的其他步骤，可以确定导电单元 7 的位置。

图 1

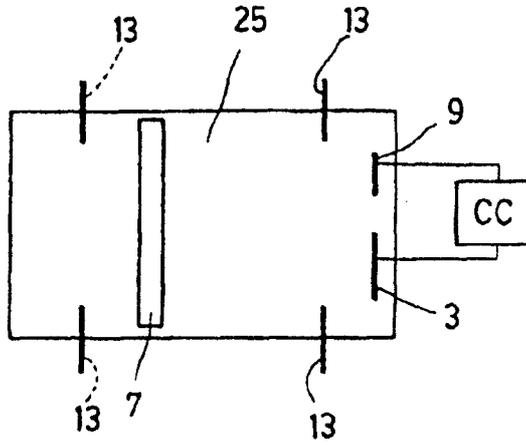


图 2

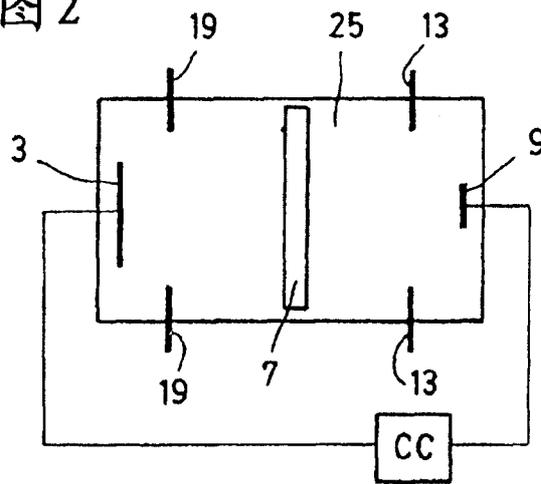
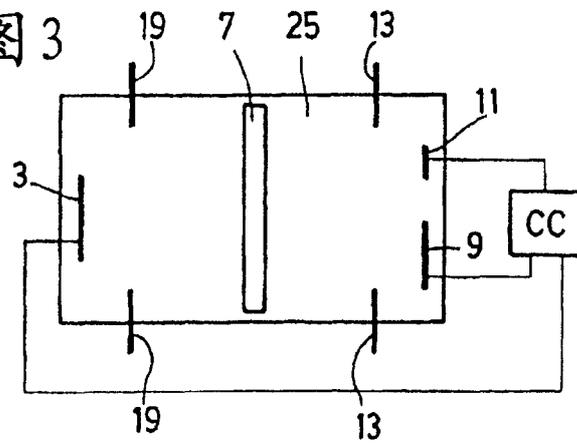


图 3



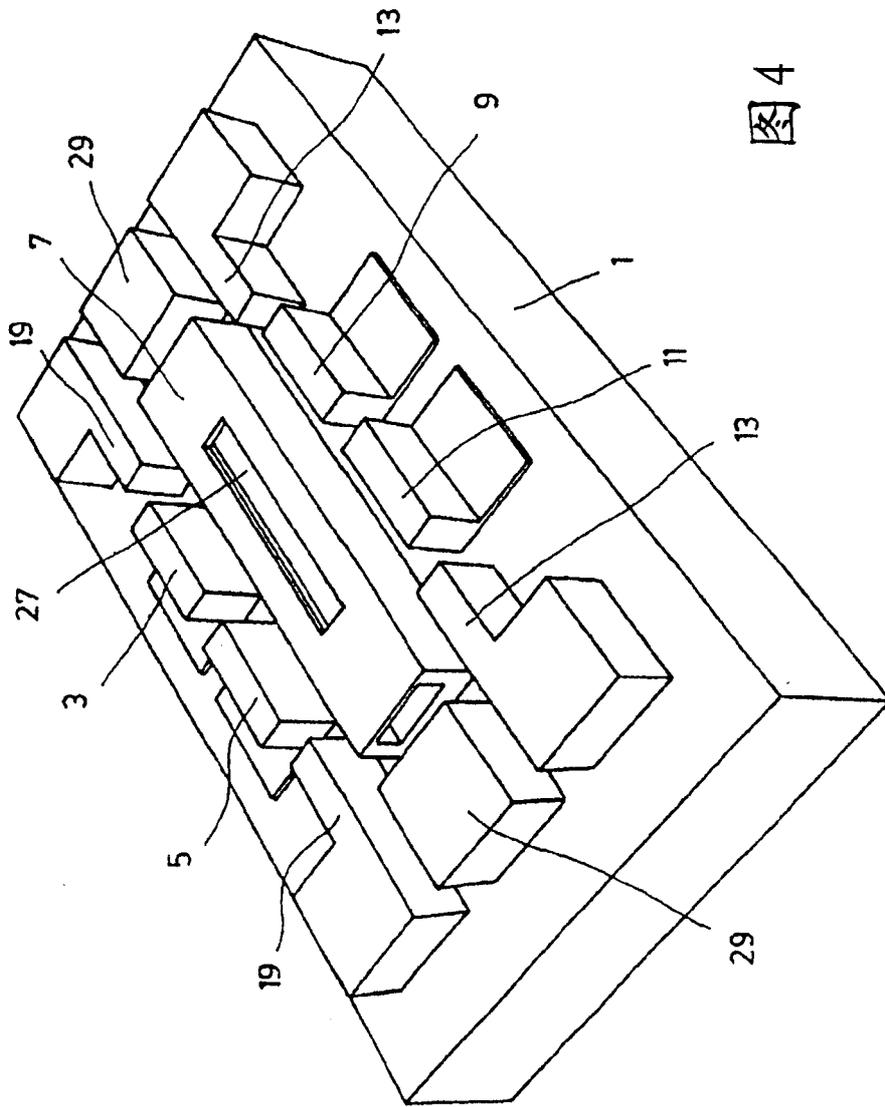


图4

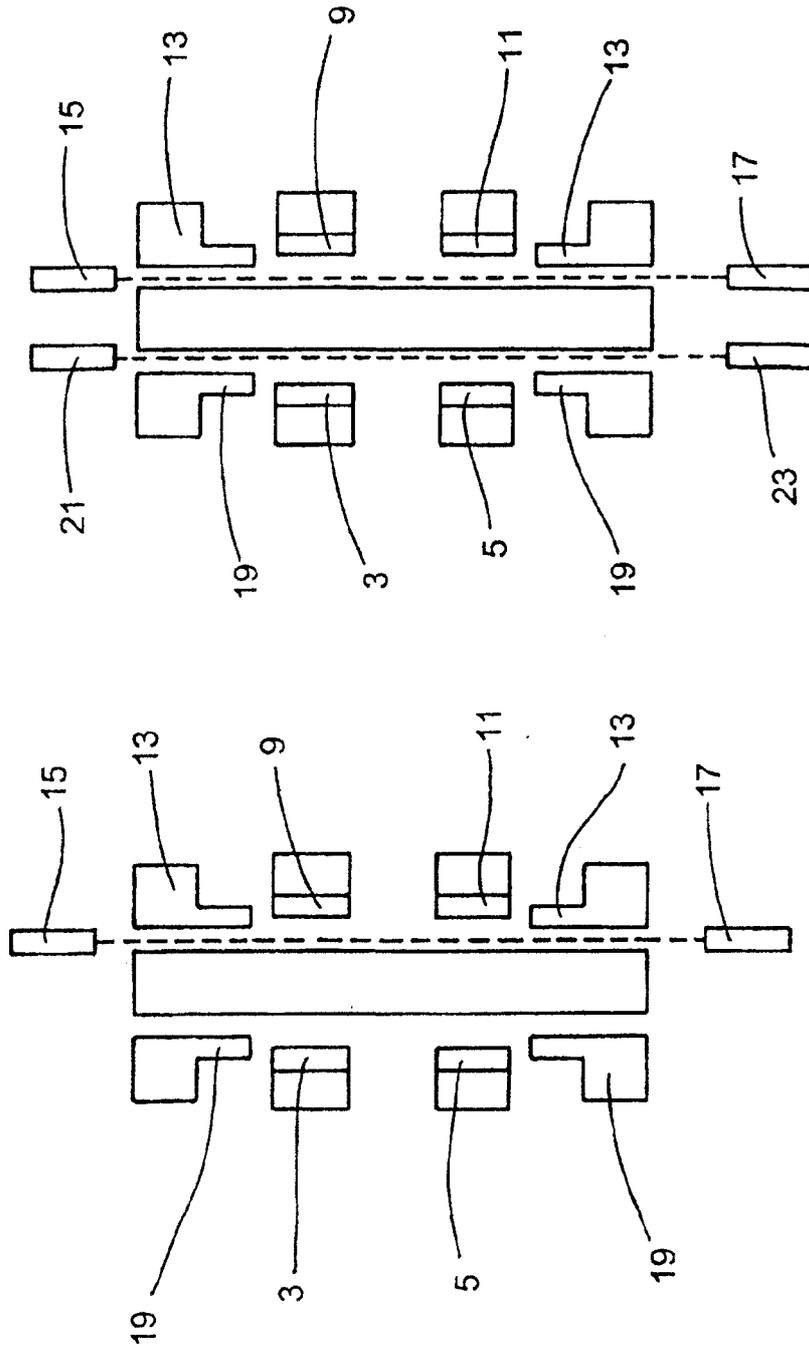


图6

图5

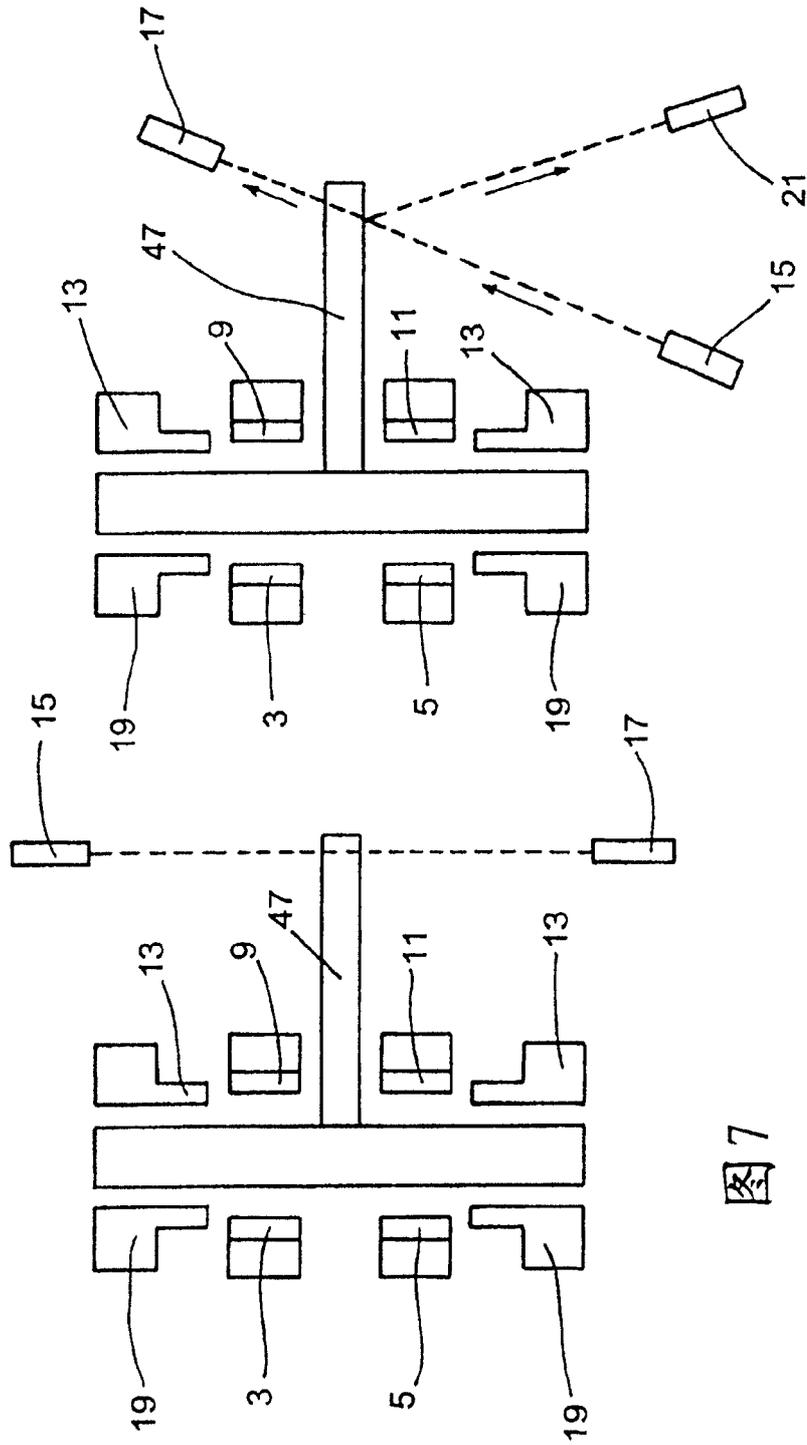


图8

图7

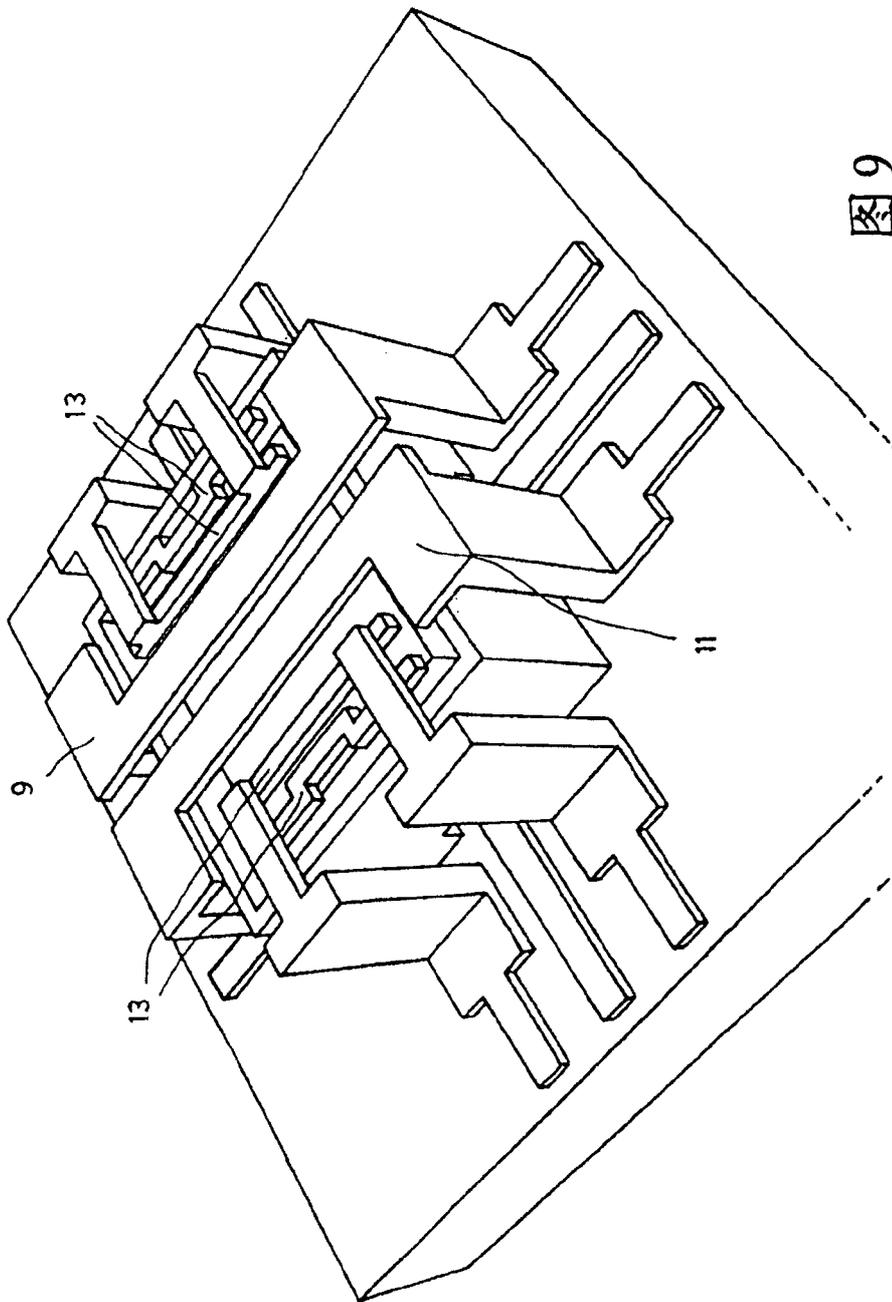


图9

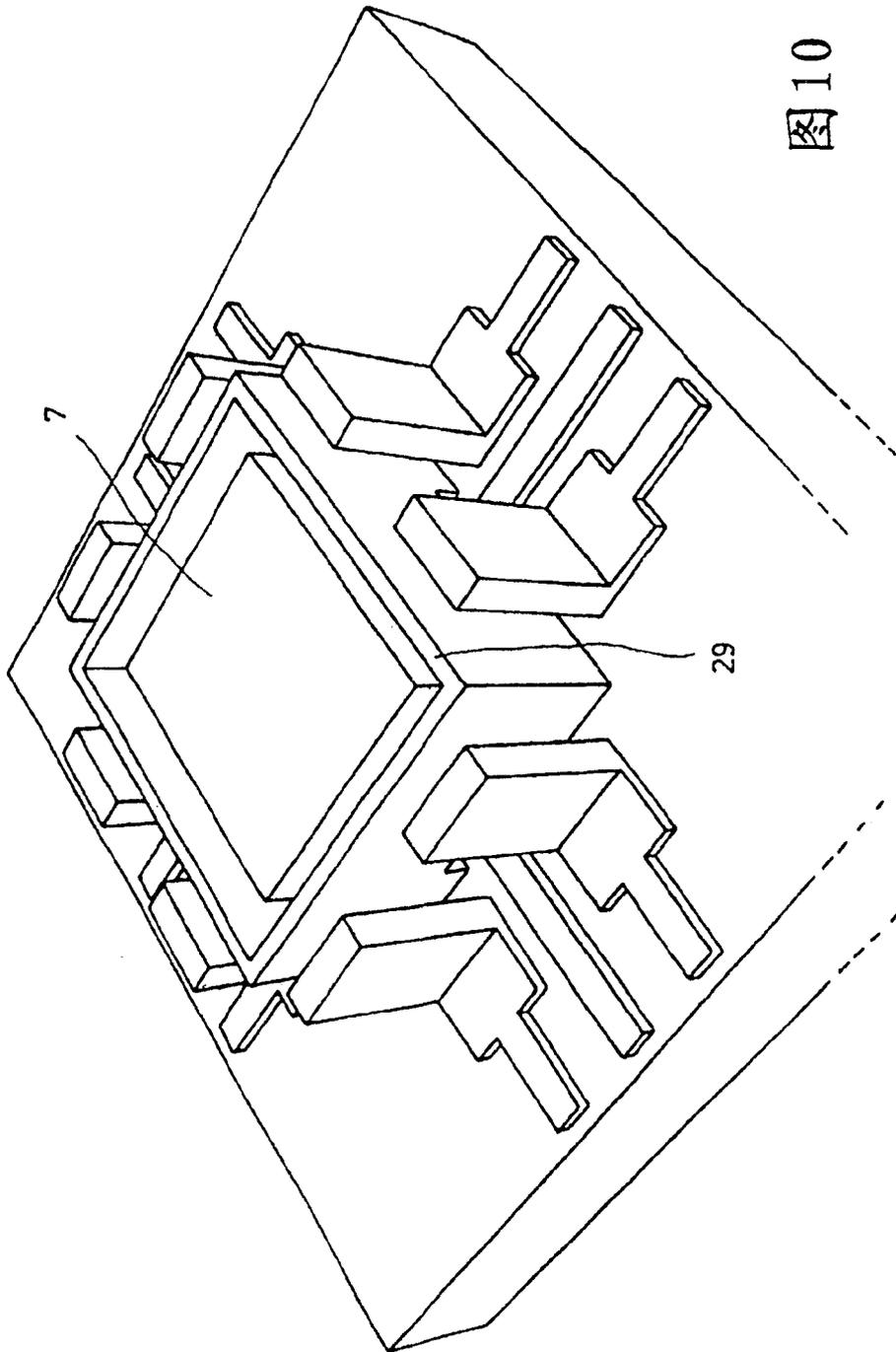


图10

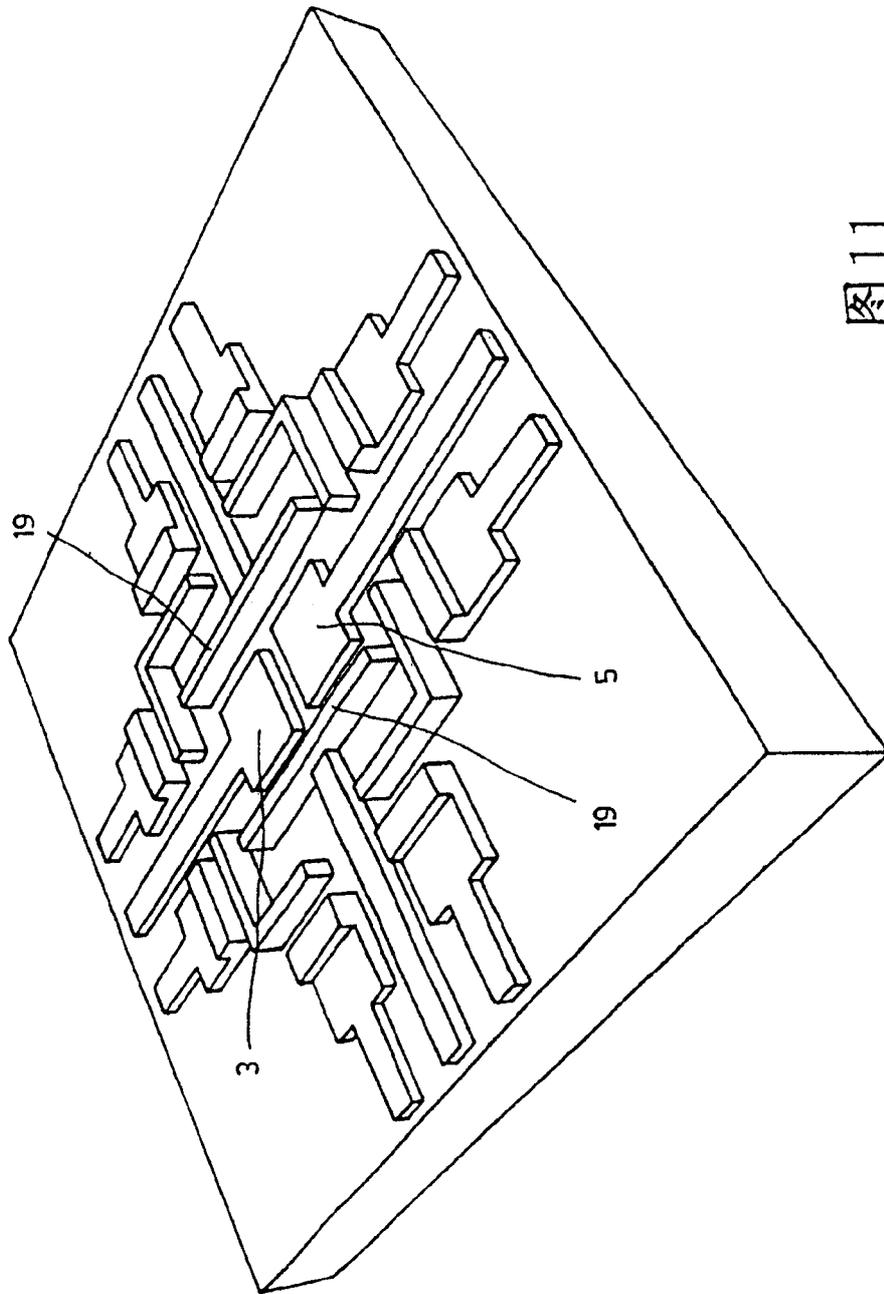


图11

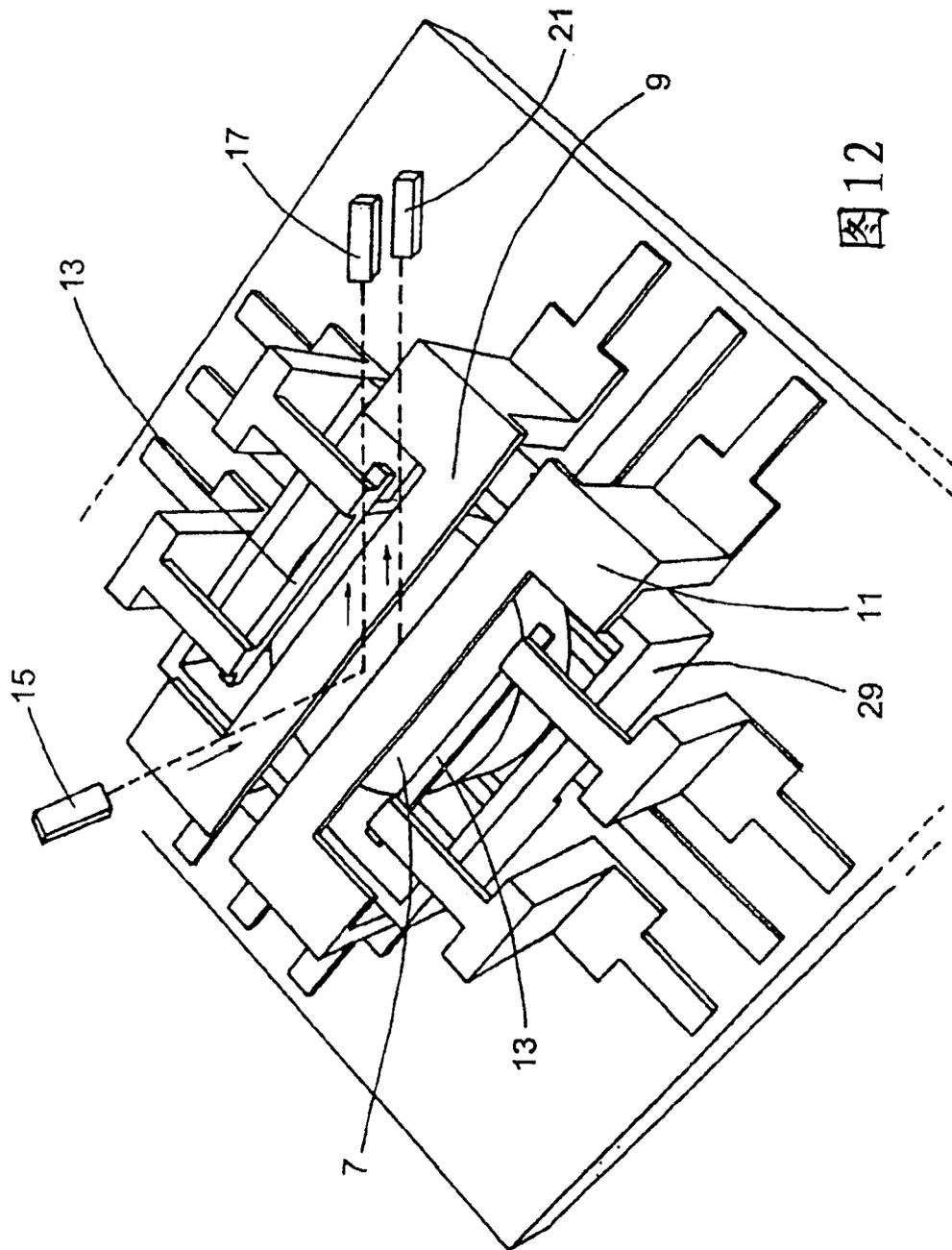


图12

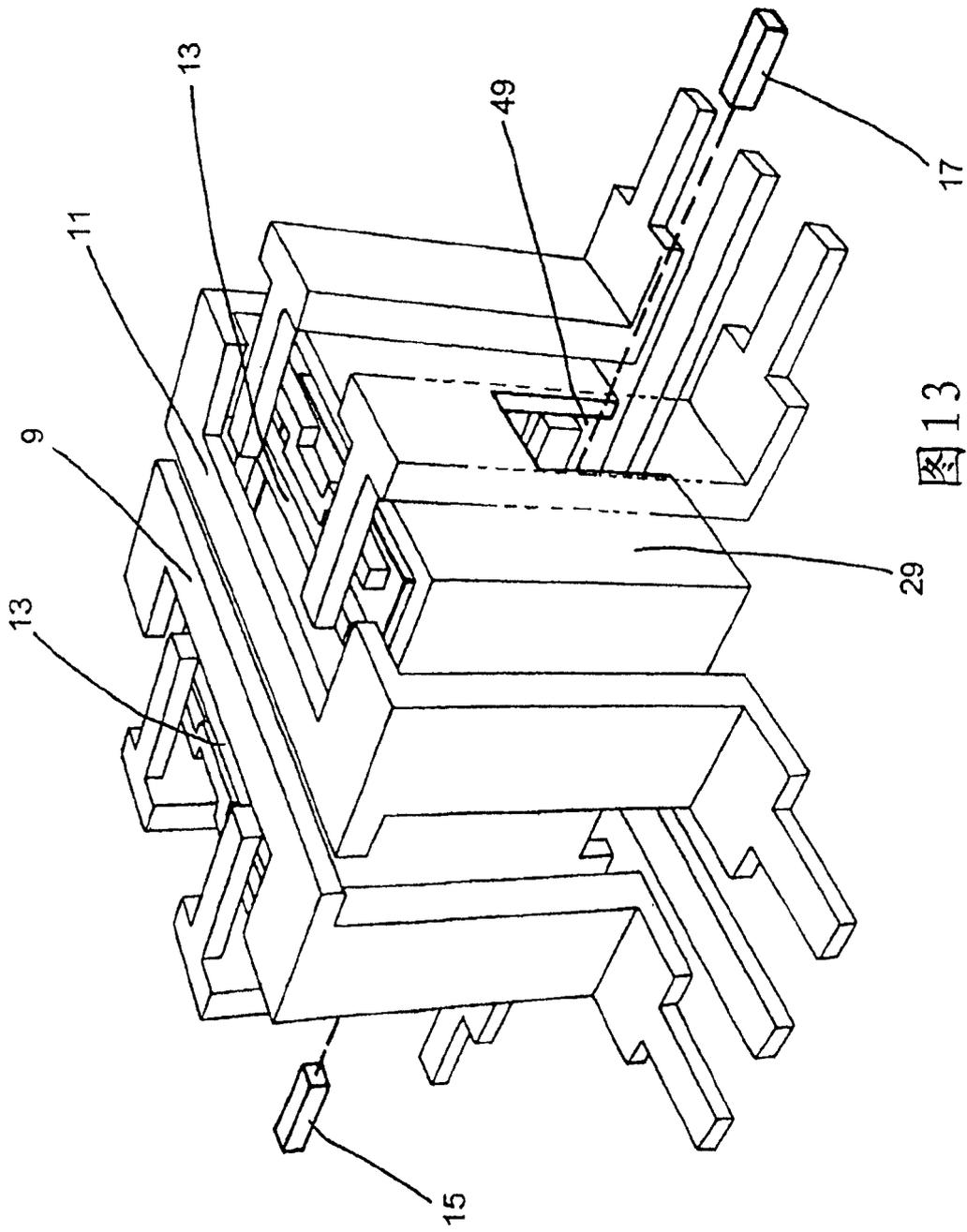


图13

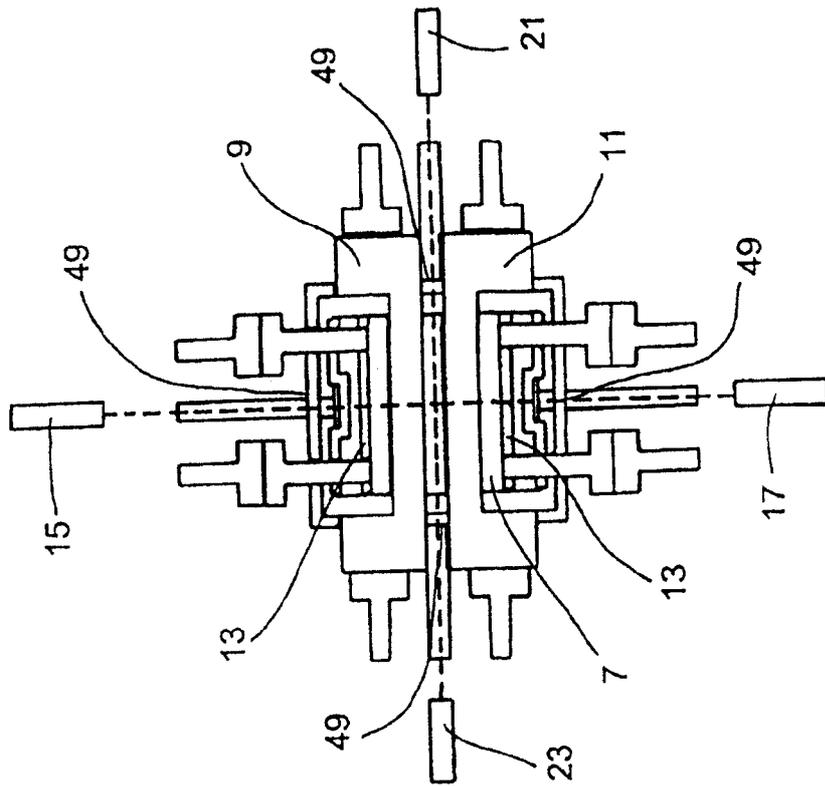


图15

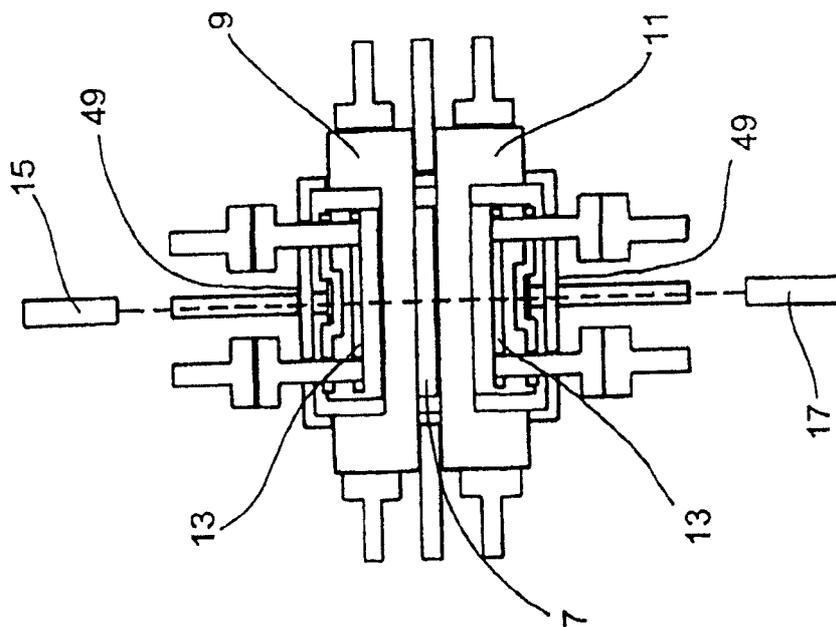


图14

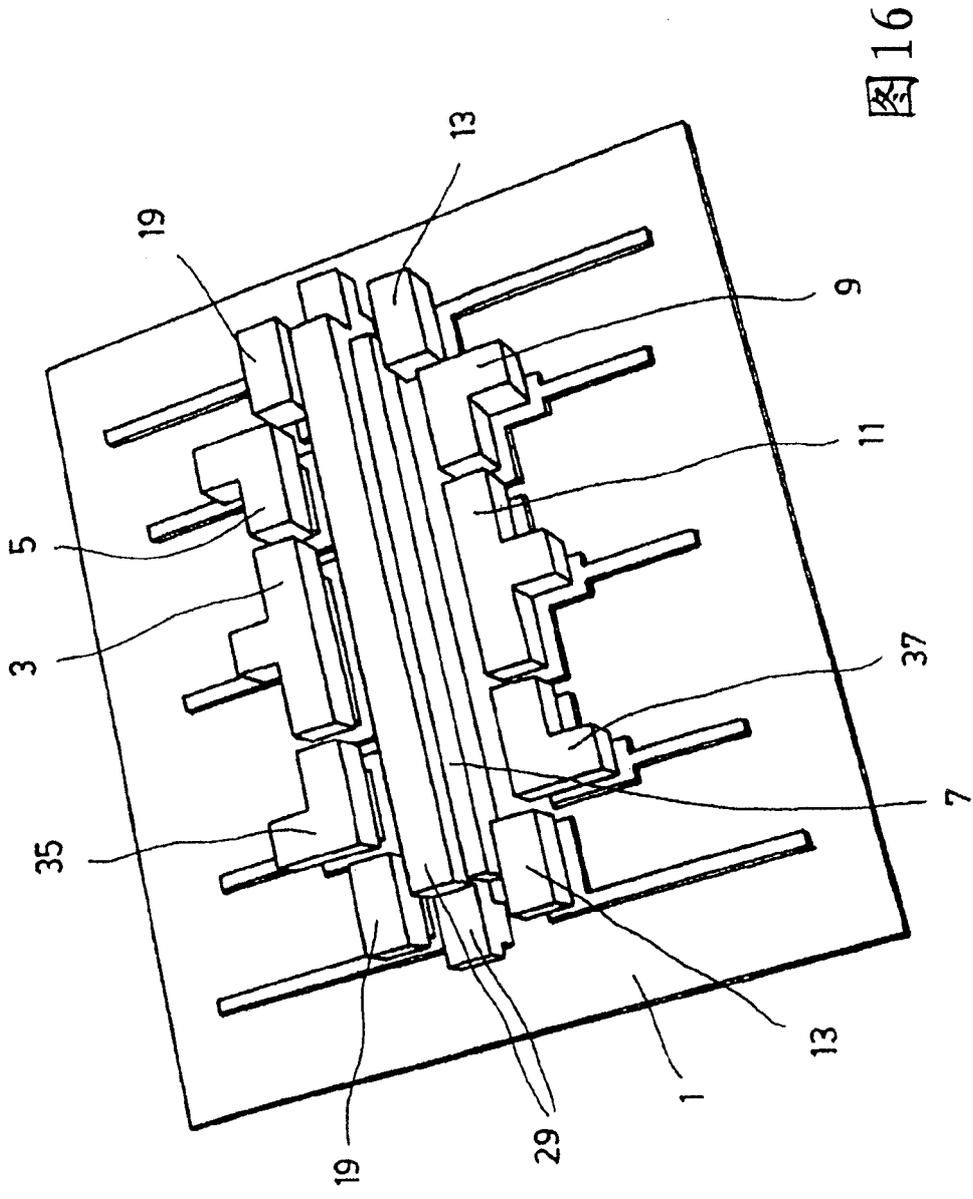


图16

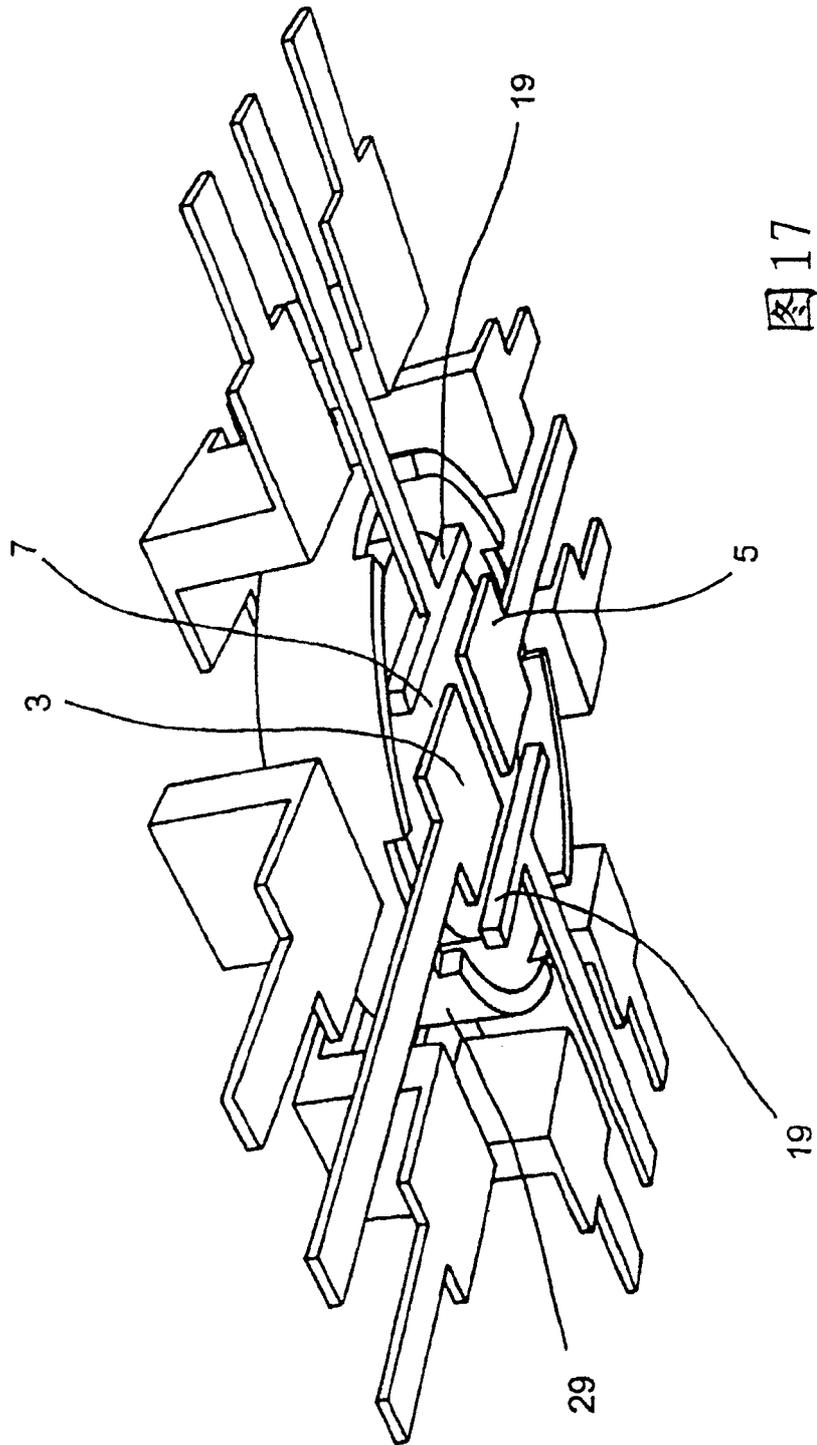


图17

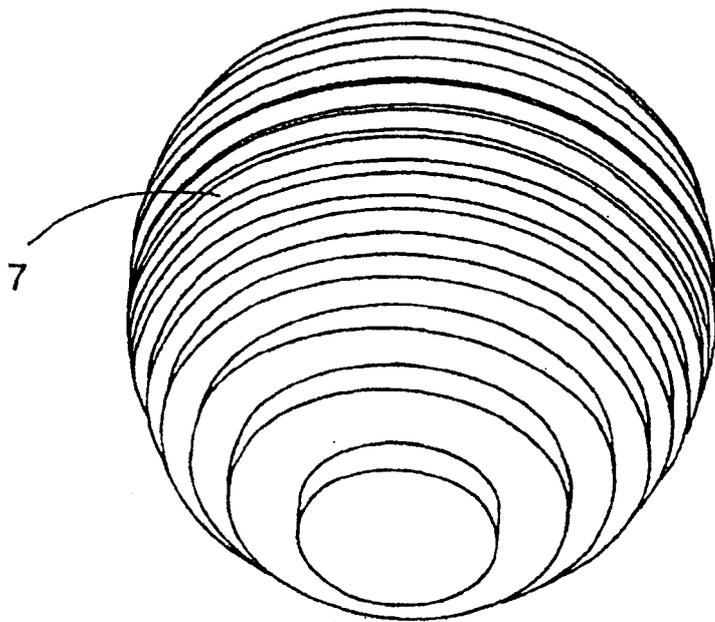


图 18

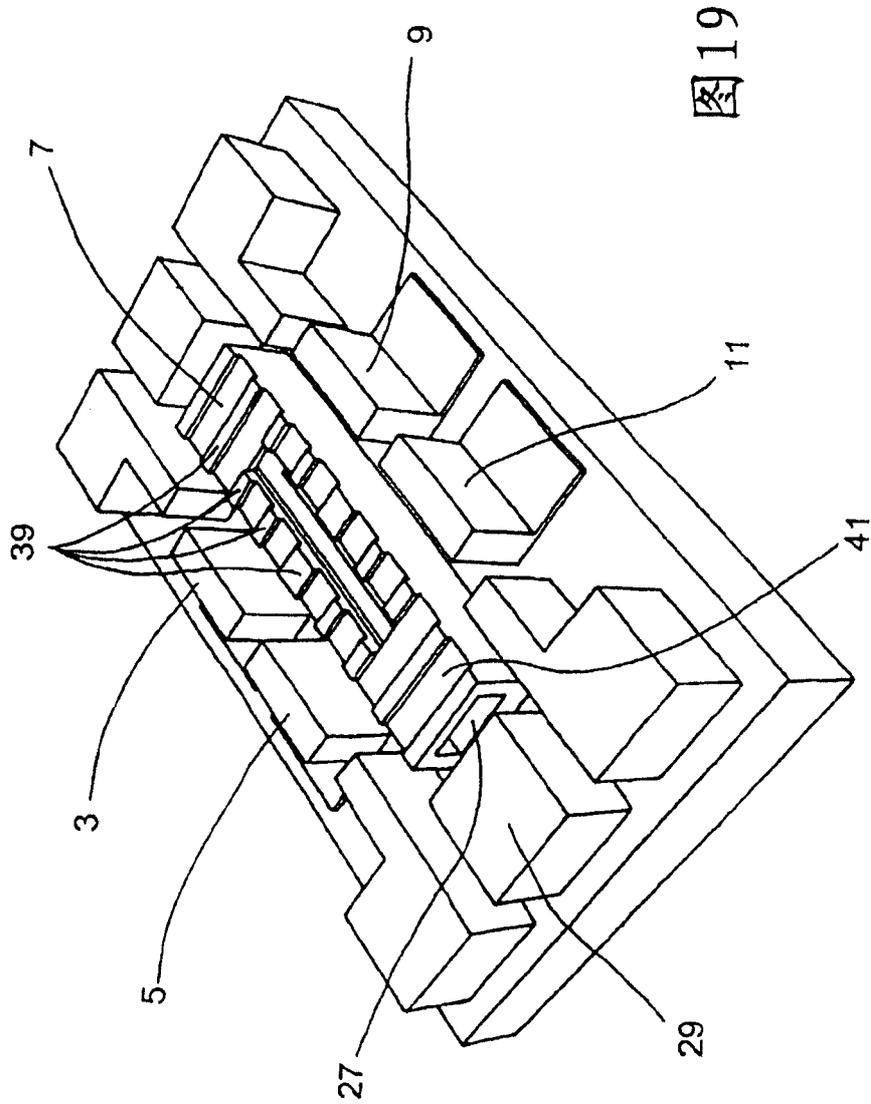


图19

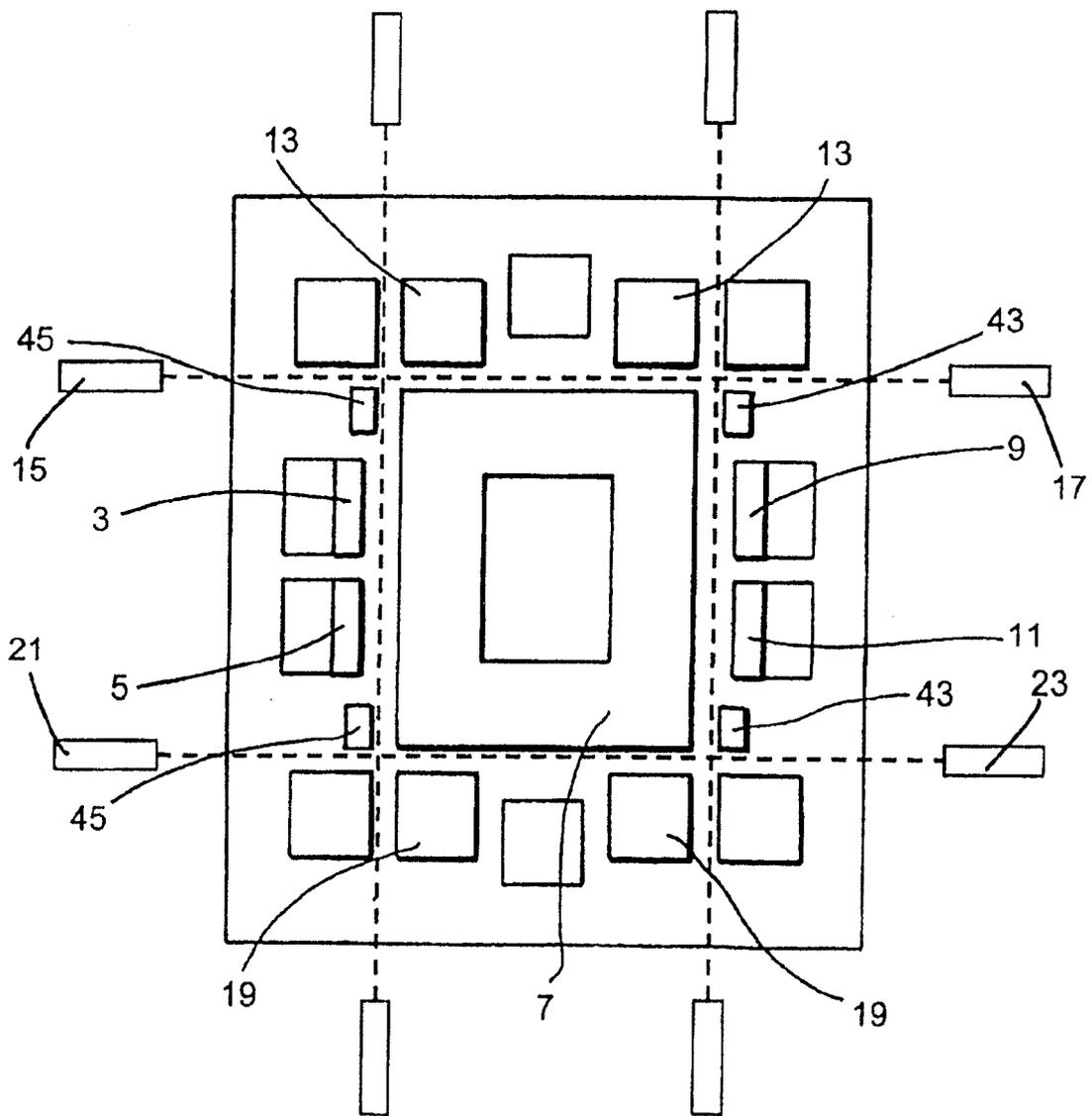


图 20