

# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95107257.9

[45]授权公告日 2002年4月3日

[11]授权公告号 CN 1082192C

[22]申请日 1995.6.19 [24]颁证日 2002.4.3

[21]申请号 95107257.9

[30]优先权

[32]1994.6.30 [33]US [31]08/268,741

[73]专利权人 德克萨斯仪器股份有限公司

地址 美国德克萨斯州

[72]发明人 理查德·L·奈普

弗兰克·J·波赖迪斯

审查员 俞志龙

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

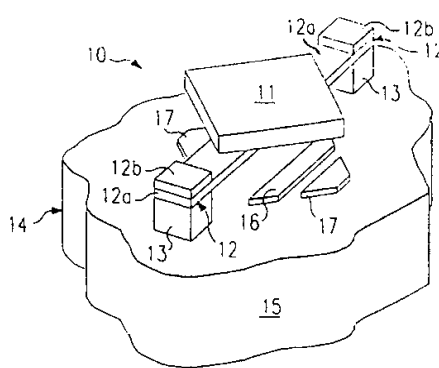
代理人 张民华

权利要求书3页 说明书8页 附图页数2页

[54]发明名称 用于微型机械装置的铰链及其制作方法

[57]摘要

用于微型机械装置的一种改进的铰链。该铰链由不同材料的交替层制作而成。一层第一材料系根据其制作工艺过程的可控制性选择入选而一层第二材料系以其强度入选,或以其相对于第一材的一些所需要的性能入选。



ISSN 1008-4274

## 权 利 要 求 书

---

1. 一种微型机械装置，它包括：

至少一个支承件；

一可运动元件；

用来使所述可运动元件偏转的装置；

一用来将所述可运动元件与所述支承件相连的铰链，所述铰链可以变形，以根据偏转装置使所述可运动元件相对于支承件偏转；

其特征在于：

所述铰链包括交替层，所述交替层具有一种适合于所述微型机械装置的加工工艺的母体材料和一种其延展性小于所述母体材料的延展性的加强材料。

2. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述母体材料主要是铝。

3. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述加强材料主要是氧化铝。

4. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述加强材料主要是钛。

5. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述加强材料主要是钨。

6. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述加强材料主要是钽。

7. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述加强材料主要是铬。

8. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述加强材料主要是硫化锌。

9. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述加强材料主要是氮化铝。

10. 一种用于制作微型机械装置的铰链的方法，其特征在于，

它包括以下工序：

形成一支撑件；

沉积一层适应于所述微型机械装置的加工工艺的母体材料；

沉积一层加强材料到所述母体材料层上，所述加强材料的延展性小于所述母体材料的延展性；

刻蚀至少一层所述母体材料层或所述加强材料层，以形成至少一个由交替的母体材料层和加强材料层构成的可变形铰链；以及

形成一可运动元件，所述可运动元件借助所述铰链与所述支撑件相连。

11. 如权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述母体材料主要是铝。

12. 如权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述加强材料主要是氧化铝。

13. 如权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述加强材料主要是钛。

14. 如权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述加强材料主要是钨。

15. 如权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述加强材料主要是氮化铝。

16. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，它包括：

一基底，

其中，所述装置是一数字式微型反射镜(数镜装置)；

所述偏转装置包括至少一个落地电极；

所述支撑件包括至少一个支柱，所述铰链自所述支柱延伸出来；

所述可运动元件包括一连接于所述铰链的反射镜，

所述铰链是可变形的，以便容许所述反射镜向所述落地电极运动。

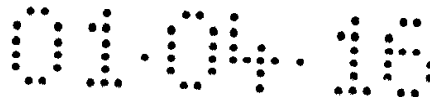
17. 如权利要求 16 的所述装置，其特征在于，所述母体材料主

要是铝。

18. 如权利要求 16 所述的装置，其特征在于，所述加强材料主要是氧化铝。

19. 如权利要求 16 所述的装置，其特征在于，每一母体材料层为约 75 埃厚，而每一加强材料层为约 50 埃厚。

20. 如权利要求 16 所述的装置，其特征在于，所述各层的厚度小于 100 埃。



# 说明书

---

## 用于微型机械装置的铰链及其制作方法

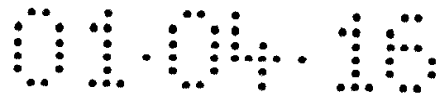
本发明涉及微型机械装置，更具体地，涉及具有一个或多个借助一铰链可以运动的可运动元件的那种装置，以及涉及用于制作微型机械装置的铰链的方法。

机电学领域中一项新近的发展是各种机械装置的微型化。典型的此类装置有超小型的齿轮、杠杆、和阀门。这些“微型机械”装置是用集成电路技术来制造，往往还制成同时带有控制电路。常见的应用实例包括加速度计、压力传感器、以及操作机构等。作为另一实例，可由微型机械的反射象素来构成空间光调制器。

微型机械式空间光调制器的一种类型是数字式微型反射镜装置(数镜装置)，有时称之为可变形反射镜装置。数镜装置具有由数百或数千个微小的可倾斜反射镜组成的阵列。入射到数镜装置上的光线被选择性地由各反射镜反射或不反射到一图象平面上以形成图象。为容许各反射镜倾斜，每一反射镜安装在一个或多个由支柱支承的铰链上，各反射镜由空气间隙隔开于设置在下面的控制电路之上方。控制电路提供静电力以使各反射镜能选择性地倾斜。在许多数镜装置中，反射镜的一条边缘与一落地电极相接触，该电极用作一止动器。

数镜装置经连续使用之后，由于反复变形的结果铰链可能会产生机械松弛。引起这种松弛的另一因素是在极端的温度中工作。当铰链出现松弛时，数镜装置就不再能正常工作了。

本发明的一个方面是提供一种微型机械装置，它包括：至少一个支承件；一可运动元件；用来使所述可运动元件偏转的装置；一用来将所述可运动元件与所述支承件相连的铰链，所述铰链可



以变形，以根据偏转装置使所述可运动元件相对于支承件偏转；其特点是：所述铰链包括交替层，所述交替层具有一种适合于所述微型机械装置的加工工艺的母体材料和一种其延展性小于所述母体材料的延展性的加强材料。

本发明的另一方面是提供一种用于制作微型机械装置的铰链的方法，其特征在于，它包括以下工序：形成一支承件；沉积一层适应于所述微型机械装置的加工工艺的母体材料；沉积一层加强材料到所述母体材料层上，所述加强材料的延展性小于所述母体材料的延展性；刻蚀至少一层所述母体材料层或所述加强材料层，以形成至少一个由交替的母体材料层和加强材料层构成的可变形铰链；以及形成一可运动元件，所述可运动元件借助所述铰链与所述可运动元件相连。

本发明的一个优点是提供一种更有弹性的铰链，它能增加数镜装置或其它微型机械装置的使用寿命，用作交替层的材料可根据需要的不同性能进行选择。例如，由于其对加工工艺流程的适应性而常被用于铰链的一个个“母体”材料层可用一个个“增强”材料层来交替间隔以增加铰链的强度。这样，制作这种铰链的方法就不要对现有微型机械制造工艺过程中的蚀刻化学作实质性的改变。

图 1 示出了按照本发明制作的一种类型的微型机械装置的未偏转梁型元件，即一数字式微型反射镜装置(数镜装置)。

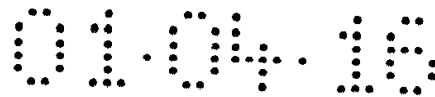
图 2 示出了图 1 中的梁型元件处于一个已偏转位置。

图 3 示出了图 1 和图 2 的铰链。

图 4 至图 7 示出了一种采用本发明的铰链制作数镜装置的方法。

图 8 示出了本发明的铰链与一种常规的铰链的使用寿命比较。

作为例子来说，下列描述是针对一特定类型的微型机械装置，



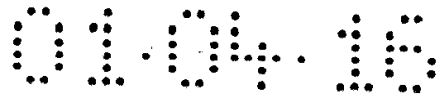
“数字式微型反射镜装置”（数镜装置），有时也称之为“可变形的反射镜装置”。如以上所述，一个数镜装置包括一些安装在铰链上的微小反射镜，每一反射镜都支承在带控制线路的基底之上方。本发明用来在制作数镜装置过程中提供一种改进的铰链。

数镜装置的一种应用是用于成形图象，成象装置中数镜装置具有一可偏转的反射镜阵列，其能够有选择地将光线反射到一图象平面上。由数镜装置形成的图象可用在显示系统中或用于非击打式印刷。数镜装置也可以应用于与图象成形无关的其他方面，例如光学操纵、光学转换、以及加速度计等。在某些这类应用中，“反射镜”无需是能反射的。而且，在某些应用中，数镜装置是以模拟而不是以数字方式工作。总地来说，“数镜装置”这一术语这里是用来包括具有至少一个铰链安装的可偏转元件的任何类型的微型机械装置，而且这一元件由空气间隙隔开于基底，并能相对于基底运动。

本发明对其它类型的具有连接于铰链的可运动元件的微型机械装置可能也有用。如同数镜装置的偏转梁一样，其它微型机械装置也可具有由于铰链的变形而产生运动的运动零件，从而使得经过长时间后铰链的机械松弛才可能发生。

图 1 和图 2 示出了一数镜装置的单个反射镜元件 10。图 1 中，反射镜 11 没有偏转，而在图 2 中反射镜 11 由于向落地电极 17 倾斜而偏转了。如以上指出，数镜装置的各种应用场合可以单个地或组成阵列地采用这样的梁型元件 10。

图 1 和图 2 的反射镜元件 10 称之为“扭转梁”元件。也可以制作其它类型的梁型元件 10，包括悬臂梁型和弯曲梁型。题为“空间光调制器和方法”的美国专利第 4, 662, 746 号中，题为“空间光调制器和方法”的题为“多层可变形反射镜装置”的美国专



利第 5, 061, 049 中, 以及美国专利编号 08/097, 824 中描述了各种类型的数镜装置。这些专利中的每一专利都已转让给得克萨斯仪表公司 (Texas Instruments Incorporated), 这里提及以供参考。

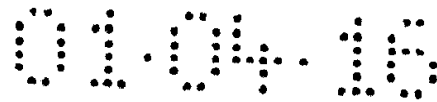
在用于图象显示应用的工作中, 一光源照亮数镜装置的表面。可用一透镜系统将光线成形到与梁型元件 10 阵列差不多大小并使此光线指向元件阵列。每一反射镜元件 10 具有一在连接于支柱 13 的扭转铰链 12 上的可倾斜反射镜 11。这些支柱 13 是成形在基底 15 上并从其向上延伸。反射镜 11 定位在一控制电路 14 的一方, 该电路包括制作在基底 15 上的地址和存储电路。

将根据控制电路 14 的存储单元中的数据的数据的电压施加于两个位于反射镜 11 的相对角落之下的地址电极 16。通过选择性地施加电压于地址电极 16 使反射镜 11 和其地址电极 16 之间产生静电力。静电力使每一反射镜 11 倾斜或+10 度(ON)左右或-10 度(OFF)左右, 从而调制入射到数镜装置表面上的光线。从“ON”反射镜 11 反射来的光线经由光学显示系统射向一图象平面。从“OFF”反射镜 11 来的光线被反射离开图象平面。所产生的图案形成一图象。每帧图象过程中一反射镜 11 处于“ON”状态的时间比例决定着灰度等级。可以借助一色盘或用一三数镜装置加上彩色。

实际上, 反射镜 11 及其地址电极 16 形成了电容器。当适当的电压施加于反射镜 11 及其地址电极 16 时, 所产生的静电力(吸引力或排斥力)使反射镜 11 向起吸引作用的地址电极 16 倾斜或离开起排斥作用的地址电极 16。反射镜 11 一直倾斜到它的边缘接触到在下面的落地电极 17 为止。

一旦地址电极 16 和反射镜 11 之间的静电力消失, 存储在铰链 12 中的能量就提供一回复力使反射镜 11 返回到一非偏转位置。





可以对反射镜 11 或地址电极 16 施加适当的电压以帮助反射镜 11 返回到其非偏转位置。

如图 1 和图 2 中所示, 铰链 12 由不同材料的交替层 12a 和 12b 组成。如以下说明, 一层是由一种“母体”材料制成, 该材料由于其对加工工艺流程的适应性而典型地被用于这样的铰链。另一层是由一种“加强”材料制成, 用以使铰链增强某一所需的特性, 例如强度或热稳定性。在本描述的实例中, 交替层 12a 和 12b 分别是氧化铝和铝, 以氧化铝作为加强材料。铰链 12 的总厚度为约 100—1000 埃, 每一交替层 12a 和 12b 的厚度则仅为此总厚度几分之一。仅用两层是为了举例说明, 因为典型的铰链 12 将有每一种材料的若干交替层。作为另一实例, 加强材料可用母体材料包封起来, 以使加强材料的芯层在其上下都有一个母体材料层。

图 3 是铰链 12 的剖面图。在此实例中, 有 4 层母体材料的 12a 和 3 层其它材料的 12b。每一层 12a 的厚度为约 75 埃, 而每一层 12b 的厚度为约 50 埃。

如上所述, 母体材料是针对其在用于制作微型机械装置的常规工艺过程中的适应性来选择。根据这一准则, 母体材料主要是铝。铝是一种适于选作母体的材料, 因为, 由于各种理由, 同一装置中的其它结构很可能是铝。并且, 特别就铰链而言, 铝适用于摹制工艺过程, 例如感光保护膜蚀刻。为了这一描述, 用作层 12a 的母体材料的这一特性被称之为它的“对工艺过程的适应性”并且意味着该母体材料是属于通常用于微型机械装置的一种类型。

“加强”材料要针对第一种材料所缺乏的某一特性来选择。在这一描述的实例中, 第二种材料是用于抑制母体材料的松弛。在第二种材料较强于母体材料时就能达到这种抑制。相应地, 加强材料是氧化铝。

当需要增加铰链的强度时，氧化铝只是一种可以用作加强层 12b 之材料的选择物。其它可用作加强层 12b 的选择物是钛、钛钨合金、钨、钼、铬、硫化锌、多晶硅、二氧化硅、铜、铝、镍和氮化铝。这些材料中的每一种都具有高于铝的强度的固有强度，即在重复变形之后，带状材料不会很快地失去应力。

其它的材料组合能够改善其他性能准则。温度稳定性可通过增加几层比母体材料在更大的温度范围内更为稳定的材料来改善。

图 4 至图 7 示出了本发明的用于成形铰链 12 的方法的若干方面。为了举例，本发明的方法是针对制作上述类型的数镜装置的一个反射镜元件 10 来描述。典型地，该方法将在制作有一阵列梁型元件 10 的数镜装置的过程中实施，或在制作任何具有至少一个运动元件的其它微型机械装置的过程中实施。

通常，图 4 至图 7 的工艺流程包括沉积铰链 12 的各层的交替工序。为了举例，仅示出了两层的沉积。但应该理解，实施进一步的沉积工序就可沉积更多的层次。

在图 4 中，支柱 13 已经用例如光刻胶蚀刻工艺过程摹制在基底 15 上。一层分隔材料 40 业已沉积并经工艺处理以使之充满各支柱 13 之间的空间，其充满方式是使分隔材料 40 的顶面与支柱 13 的顶面基本上在同一平面上。

用于铰链层 12a 的第一层 42 已经沉积并摹制在由分隔材料 40 的顶面和支柱 13 的顶面所形成的表面上。然后用于铰链层 12b 的第二层 44 沉积并摹制在第一层 42 上。这两层的沉积可采用任何常规的方法例如喷镀来进行。摹制工艺形成如图 1 和图 2 中所示的铰链型式。如上所述，第一层 42 和第二层 44 是不同材料的，其一是适应工艺过程的母体材料，而另一为用以改善母体材料相

对欠缺的某一性能的加强材料。按照本描述的实例，用于交替层 42 和 44 的两种材料分别为氧化铝和铝。然而，如上所论，其它材料也可用作这两种层次。

在图 5 中，一个氧化物层 52 业已沉积在层 44 上，然后经摹制和蚀刻在支柱 13 上方产生出层 44 的氧化物条条。然后一反射镜层 54 沉积在现已暴露的层 42 的表面上以及氧化物层 52 的残存部分上。一种通常用作反射镜层 54 的材料是铝，这是由于铝的反射性以及其与层 44 的对工艺过程的适应性相一致。在本描述的实例中，仅仅层 44 是蚀刻的，但应该理解，除去铰链层 12a 和 12b 的如图 5 所示的部分的蚀刻工序是任意的。对于具有多层每种材料的铰链 12，蚀刻可在两种材料的各层上进行。

在图 6 中，反射镜层 54 是用一种对于氧化物层 52 的残存氧化物来说为优选的工艺方法进行摹制和蚀刻的，参照图 1 和图 2 以及图 6，结果是为一每一反射镜元件 10 形成一反射镜 11。

在图 7 中，分隔材料 40 和氧化物层 52 的残存部分被除去了。这就容许反射镜 11 转动，这一点前面已说明了。如图 1 和图 2 中，铰链 12 由两层 12a 和 12b 构成，层 12b 是母体层，其与反射镜 11 属同一材料。这样，铰链层 12b 也是反射性的，并且与反射镜 11 一样适应于后续的加工工序。

图 8 示出了本发明的一种多层铰链与一用单层铝制成的铰链的比较。这两种铰链都曾在图 1 和图 2 所示的反射镜元件 10 中用作铰链 12，只是在图 8 的比较中，铰链 12 有 4 层铝，每层厚约 120 埃，并且有 5 层氧化铝，每层厚约 30 埃。

两者的比较是以载荷松弛表示的，而载荷松弛是随着为使反射镜 11 向任一方向倾斜所需的最小地址电压的增加测量的。当最小地址电压达到由位于下面的控制电路 14 产生的最大值时，反射

镜元件 10 被认为已经失效，在工作 100 小时后，非多层铰链就失效了。然而，多层铰链在工作 600 小时后才失效。

虽然已经参照特定的实施例描述了本发明，但这些描述不能被认为是有限制意义。各种对已揭示的实施例的改型以及其他可能的实施例对本技术领域的熟练人员将是很明显的。因此，这里认为，附在后面的权利要求书将复盖在本发明的真正范围内的全部变型。

# 说明书附图

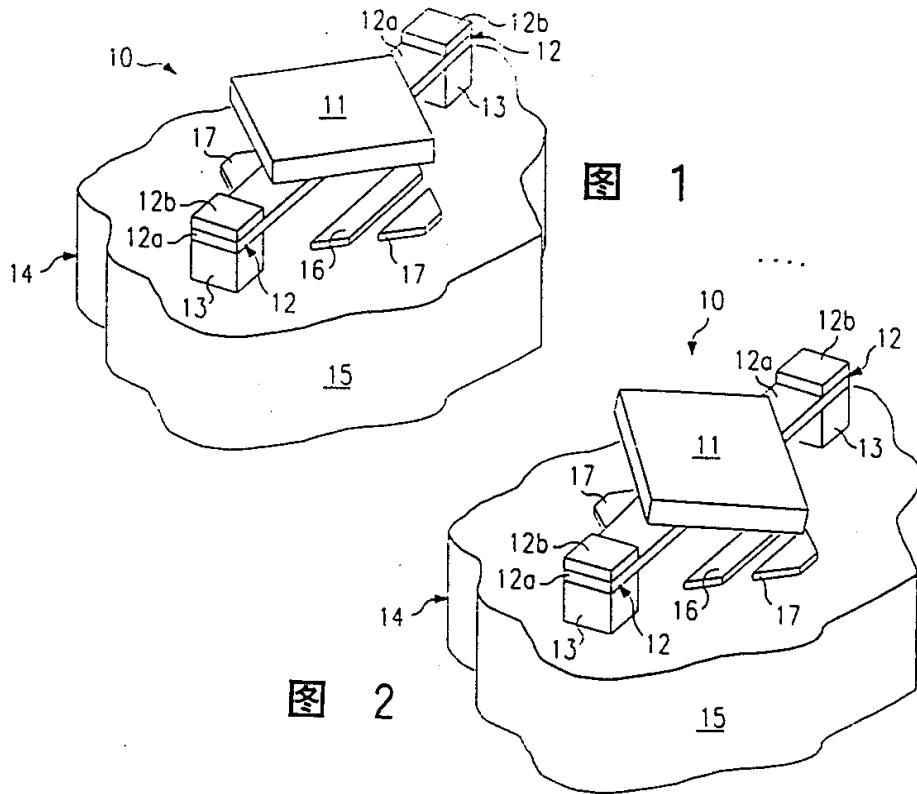


图 1

图 2

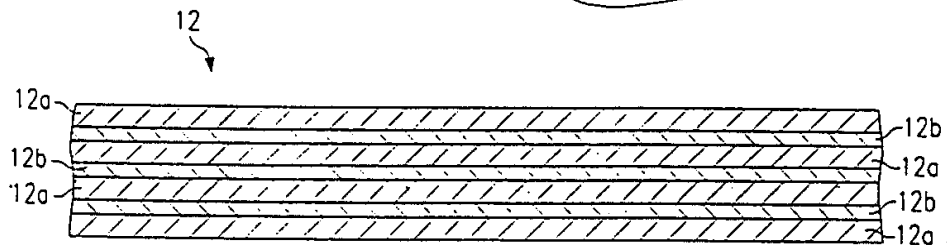


图 3

图 8

