



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111811426 B

(45) 授权公告日 2021.07.30

(21) 申请号 202010610478.1

G01H 13/00 (2006.01)

(22) 申请日 2020.06.29

审查员 田翠萍

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111811426 A

(43) 申请公布日 2020.10.23

(73) 专利权人 中国人民解放军军事科学院国防
科技创新研究院

地址 100071 北京市丰台区东大街53号院

(72) 发明人 王兴华 刘红卫 韩伟 熊丹
付康佳 黄奕勇

(74) 专利代理机构 北京丰浩知识产权代理事务
所(普通合伙) 11781

代理人 王纯富

(51) Int. Cl.

G01B 11/24 (2006.01)

权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

微机电系统结构的调控方法及装置

(57) 摘要

本发明公开一种微机电系统结构的调控方法及装置,获取微机电系统中微结构的当前面型以及微机电系统的当前谐振频率;获取目标面型及目标谐振频率,根据当前面型及目标面型、当前谐振频率及目标谐振频率综合确定矫正位置与矫正值;根据矫正值调整多个微加热器组成的阵列,确定微加热器中每个导热硅柱的通电电流/电压;根据调整后的多个微加热器阵列及确定的电流/电压,对微结构的当前面型进行矫正,对微结构的当前面型进行迭代矫正,直到当前面型与目标面型的差值小于预置误差范围内。本发明通过在关键结构上施加精确的控制应力,及时修正其力学特性的微小变化,提高微机电系统的工作稳定性,应用于工业过程控制、通讯、计算机等领域。



1. 一种微机电系统结构的调控方法,其特征在于,包括:

获取微机电系统中微结构的当前面型以及微机电系统的当前谐振频率;

获取目标面型及目标谐振频率,并根据所述当前面型及所述目标面型、所述当前谐振频率及所述目标谐振频率确定矫正位置与矫正值;所述矫正位置为微机电系统面型产生变形的位 置,矫正值为目标面型和当前面型的差值;根据所述矫正值调整多个微加热器组成的阵列,并确定微加热器中每个导热硅柱的通电电流/电压;

根据矫正位置及矫正值调整导热硅柱的位置及长度,通过所述微加热器中的薄膜电阻加热器,根据矫正值确定每个导热硅柱的通电电流/电压;

根据调整后的多个微加热器阵列及确定的电流/电压,对所述微结构的当前面型进行矫正,对所述当前面型进行迭代矫正,直到所述当前面型与所述目标面型的差值小于预置误差范围内。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,获取微机电系统中微结构的当前面型以及微机电系统的当前谐振频率包括:

通过激光干涉仪测试微结构的当前面型,包括中心凸起型、中心凹陷型、马鞍型中的任 一种;

通过模态测试系统对微机电系统实时监测谐振频率,确定当前谐振频率。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述薄膜电阻加热器的表面设有聚合物驱 动结构层,且导热硅柱内嵌于聚合物驱动结构层的内部。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

待所述薄膜电阻加热器通电后,将所述微机电系统中微结构加热并维持在预设恒定温 度范围。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

多个微加热器组成的阵列为环形、线形和放射形中的任一种。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,在根据所述矫正值调整多个微加热器组成 的阵列,并确定微加热器中每个导热硅柱的通电电流/电压之前,所述方法还包括:

根据所述矫正位置,激活所述微加热器组成的阵列中与所述矫正位置对应的薄膜电阻 加热器及导热硅柱。

7. 一种微机电系统结构的调控装置,其特征在于,包括:

第一获取单元,用于获取微机电系统中微结构的当前面型以及微机电系统的当前谐振 频率;

第二获取单元,用于获取目标面型及目标谐振频率;

第一确定单元,用于根据所述当前面型及所述目标面型、所述当前谐振频率及所述目 标谐振频率确定矫正位置与矫正值;所述矫正位置为微机电系统面型产生变形的位 置,矫正值为目标面型和当前面型的差值;

调整单元,用于根据所述矫正值调整多个微加热器组成的阵列,还用于根据矫正位置 及矫正值调整导热硅柱的位置及长度,通过所述微加热器中的薄膜电阻加热器,根据矫正 值确定每个导热硅柱的通电电流/电压;

矫正单元,用于根据调整后的多个微加热器阵列及确定的电流/电压,对所述微结构的 当前面型进行矫正,对所述当前面型进行迭代矫正,直到所述当前面型与所述目标面型的

差值小于预置误差范围内。

8. 根据权利要求7所述的装置,其特征在于,所述第一获取单元包括:

第一测试模块,用于通过激光干涉仪测试微结构的当前面型,包括中心凸起型、中心凹陷型、马鞍型中的任一种;

第二测试模块,用于通过模态测试系统对微机电系统实时监测谐振频率,确定当前谐振频率。

微机电系统结构的调控方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及微机电系统技术领域,特别是涉及一种微机电系统结构的调控方法及装置。

背景技术

[0002] 随着半导体集成电路微细加工技术和超精密机械加工技术的迅速发展,具有体积小、重量轻、功耗低、可靠性高、灵敏度高等优点的微机电系统的应用也越来越广泛。例如,微传感器、微执行器和微电子机械部件正在工业过程控制、通讯、计算机和机器人、人类健康、汽车运输等领域得到广泛应用。

[0003] 高性能微机电系统要求结构具备良好的结构稳定性,组成材料特性不匹配或结构不对称极易耦合产生结构应力都会导致微机电器件产生变形。目前,大多通过被动隔离,在基底与封装管壳之间增加适当的应力隔离层的方式以减小两者之间的相互耦合导致的装配应力及变形。发明人在实现上述发明过程中,发现现有技术中,敏感结构加工过程残余机械变形并不能利用该方法进行有效矫正,同时,组成材料特性不匹配随温度变化导致的基底变形也不能通过该方式进行抑制。如此一来,由于微机电系统的结构稳定性发生变化,影响微机电系统的性能发生改变。

[0004] 因此,如何在关键结构上施加精确的控制应力,并及时修正其力学特性的微小变化解决微机电系统的稳定性问题成为本领域技术人员亟需解决的技术问题。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明提供一种微机电系统结构的调控方法及装置,主要目的能够通过温度和面型组合调控方法,有效解决微机电系统结构在制备过程中产生的残余变形,根据矫正位置及矫正值对工作过程中的谐振频率进行调控,减少微机电系统因加工误差和环境干扰等导致的结构变形,提升微机电系统的工作性能。

[0006] 本发明的技术方案如下:

[0007] 第一方面,本发明实施例提供一种微机电系统结构的调控方法,包括:

[0008] 获取微机电系统中微结构的当前面型以及微机电系统的当前谐振频率;

[0009] 获取目标面型及目标谐振频率,并根据所述当前面型及所述目标面型、所述当前谐振频率及所述目标谐振频率确定矫正位置与矫正值;

[0010] 根据所述矫正值调整多个微加热器组成的阵列,并确定微加热器中每个导热硅柱的通电电流/电压;

[0011] 根据调整后的多个微加热器阵列及确定的电流/电压,对所述微结构的当前面型进行矫正,对所述当前面型进行迭代矫正,直到所述当前面型与所述目标面型的差值小于预置误差范围内。

[0012] 可选的,获取微机电系统中微结构的当前面型以及微机电系统的当前谐振频率包括:

- [0013] 通过激光干涉仪测试微结构的当前面型,包括中心凸起型、中心凹陷型、马鞍型中的任一种;
- [0014] 通过模态测试系统对微机电系统实时监测谐振频率,确定当前谐振频率。
- [0015] 可选的,根据所述矫正值调整多个微加热器组成的阵列,并确定微加热器中每个导热硅柱的通电电流/电压包括:
- [0016] 通过所述微加热器中的薄膜电阻加热器,根据矫正值确定每个导热硅柱的通电电流/电压。
- [0017] 可选的,所述薄膜电阻加热器的表面设有聚合物驱动结构层,且导热硅柱内嵌于聚合物驱动结构层的内部。
- [0018] 可选的,所述方法还包括:
- [0019] 待所述薄膜电阻加热器通电后,将所述微机电系统中微结构加热并维持在预设恒定温度范围。
- [0020] 可选的,所述方法还包括:
- [0021] 多个微加热器组成的阵列可为环形、线形和放射形中的任一种。
- [0022] 可选的,在根据所述矫正值调整多个微加热器组成的阵列,并确定微加热器中每个导热硅柱的通电电流/电压之前,所述方法还包括:
- [0023] 根据所述矫正位置,激活所述微加热器组成的阵列中与所述矫正位置对应的薄膜电阻加热器及导热硅柱。
- [0024] 第二方面,本发明实施例提供一种微机电系统结构的调控装置包括:
- [0025] 第一获取单元,用于获取微机电系统中微结构的当前面型以及微机电系统的当前谐振频率;
- [0026] 第二获取单元,用于获取目标面型及目标谐振频率;
- [0027] 第一确定单元,用于根据所述当前面型及所述目标面型、所述当前谐振频率及所述目标谐振频率确定矫正位置与矫正值;
- [0028] 调整单元,用于根据所述矫正值调整多个微加热器组成的阵列;
- [0029] 第二确定单元,用于确定微加热器中每个导热硅柱的通电电流/电压;
- [0030] 矫正单元,用于根据调整后的多个微加热器阵列及确定的电流/电压,对所述微结构的当前面型进行矫正,对所述当前面型进行迭代矫正,直到所述当前面型与所述目标面型的差值小于预置误差范围内。
- [0031] 可选的,所述第一获取单元包括:
- [0032] 第一测试模块,用于通过激光干涉仪测试微结构的当前面型,包括中心凸起型、中心凹陷型、马鞍型中的任一种;
- [0033] 第二测试模块,用于通过模态测试系统对微机电系统实时监测谐振频率,确定当前谐振频率。
- [0034] 可选的,所述调整单元,还用于通过所述微加热器中的薄膜电阻加热器,根据矫正值确定每个导热硅柱的通电电流/电压。
- [0035] 可选的,所述薄膜电阻加热器的表面设有聚合物驱动结构层,且导热硅柱内嵌于聚合物驱动结构层的内部。
- [0036] 可选的,所述装置还包括:

[0037] 处理单元,用于待所述薄膜电阻加热器通电后,将所述微机电系统中微结构加热并维持在预设恒定温度范围。

[0038] 可选的,所述装置还包括:

[0039] 多个微加热器组成的阵列可为环形、线形和放射形中的任一种。

[0040] 可选的,在所述调整单元之前,所述装置还包括:

[0041] 激活单元,用于根据所述矫正位置,激活所述微加热器组成的阵列中与所述矫正位置对应的薄膜电阻加热器及导热硅柱。

[0042] 籍由上述技术方案,本发明实施例提供一种微机电系统结构的调控方法,获取微机电系统中微结构的当前面型以及微机电系统的当前谐振频率;获取目标面型及目标谐振频率,根据当前面型及目标面型、当前谐振频率及目标谐振频率确定矫正位置与矫正值;根据矫正值调整多个微加热器组成的阵列,确定微加热器中每个导热硅柱的通电流/电压;根据调整后的多个微加热器阵列及确定的电流/电压,对微结构的当前面型进行迭代矫正,直到当前面型与目标面型的差值小于预置误差范围内。与现有技术相比,本发明实施例通过温度和面型组合调控方法,有效调控微机电系统结构在制备过程中产生的残余变形,同时可以根据矫正位置及对工作过程中的谐振频率进行有效调控,具有较高的调控效率,有利于微机电系统减少加工误差和环境干扰等导致的结构变形等,提升微机电系统的性能。

[0043] 上述说明仅是本发明技术方案的概述,为了能够更清楚了解本发明的技术手段,而可依照说明书的内容予以实施,并且为了让本发明的上述和其它目的、特征和优点能够更明显易懂,以下特举本发明的具体实施方式。

附图说明

[0044] 通过阅读下文优选实施方式的详细描述,各种其他的优点和益处对于本领域普通技术人员将变得清楚明了。附图仅用于示出优选实施方式的目的,而并不认为是对本发明的限制。而且在整个附图中,用相同的参考符号表示相同的部件。在附图中:

[0045] 图1示出了本发明实施例提供的一种微机电系统结构的调控方法的流程图;

[0046] 图2示出了本发明实施例提供的一种微机电系统的示意图;

[0047] 图3示出了本发明实施例提供的一种驱动阵列的薄膜微加热器的示意图;

[0048] 图4示出了本发明实施例提供的另一种微机电系统结构的调控方法的流程图;

[0049] 图5示出了本发明实施例提供的一种微加热器的剖视结构示意图;

[0050] 图6示出了本发明实施例提供的一种阵列状布置的多种情况示例;

[0051] 图7示出了本发明实施例提供的一种微机电系统结构的调控装置的组成框图;

[0052] 图8示出了本发明实施例提供的另一种微机电系统结构的调控装置的组成框图。

具体实施方式

[0053] 下面将参照附图更详细地描述本公开的示例性实施例。虽然附图中显示了本公开的示例性实施例,然而应当理解,可以以各种形式实现本公开而不应被这里阐述的实施例所限制。相反,提供这些实施例是为了能够更透彻地理解本公开,并且能够将本公开的范围完整的传达给本领域的技术人员。

[0054] 本发明实施例提供一种微机电系统结构的调控方法,主要目的是通过温度和面型

组合调控,有效解决微机电系统结构在制备过程中产生的残余变形,根据矫正位置及矫正值对工作过程中的谐振频率进行调控,减少加工误差和环境干扰等导致的性能变差,提升微机电系统的工作性能。为了实现上述功能,本发明实施例提供一种微机电系统结构的调控方法,如图1所示,所述方法包括:

[0055] 101、获取微机电系统中微结构的当前面型以及微机电系统的当前谐振频率。

[0056] 在本发明实施例中,具体如图2所示,图2示出了本发明实施例提供的一种微机电系统的示意图,微机电系统结构包括:1-硅谐振器结构,2-玻璃支撑衬底,3-热驱动器衬底,21-玻璃衬底加热器焊盘,22-玻璃衬底薄膜加热器,31-热驱动器焊盘,如图3所示,图3示出了本发明实施例提供的一种驱动阵列的薄膜微加热器的示意图,32-驱动阵列薄膜加热器。在实际应用中,微机电系统的应用范围比较广泛,示例性的,微传感器、微执行器和微电子机械部件等等,具体的不做限定。

[0057] 在本发明实施例中,需要测试微机电系统中微结构的当前面型以及微机电系统的当前谐振频率,以确定是否需要调整微机电系统结构,其中可通过高精度激光干涉仪测试微结构的当前面型,通过模态测试系统监测微机电系统的当前谐振频率。

[0058] 102、获取目标面型及目标谐振频率,并根据所述当前面型及所述目标面型、所述当前谐振频率及所述目标谐振频率确定矫正位置与矫正值。

[0059] 在实际应用中,由于组成材料特性不匹配或结构不对称极易耦合产生结构应力并导致机械变形,微机电系统会直接或间接地通过封装与周围环境发生作用,特别是环境温度变化非常容易使敏感结构的基底层发生翘曲变形,进而导致面型或者谐振频率改变,影响微机电系统的工作稳定性。

[0060] 因此,对变形的微结构进行矫正是维系微机电系统稳定性的重要措施之一。在本发明实施例中,所述目标面型及目标谐振频率为结构稳定的微机电系统的面型及谐振频率,目标面型及目标谐振频率的确定可以根据应用场景进行确定,具体的不做限定,将其作为参考数据确定需要调整微机电系统的矫正位置与矫正值。所述矫正位置为微机电系统面型产生变形的的位置,矫正值为目标面型和当前面型的差值。

[0061] 103、根据所述矫正值调整多个微加热器组成的阵列,并确定微加热器中每个导热硅柱的通电电流/电压。

[0062] 在本发明实施例中,衬底上设有呈阵列状布置的多个微加热器,可通过典型的微纳米加工工艺制备,能够方便地将呈阵列状布置的多个微加热器能与典型微机电系统结构进行集成,能够实现对典型的微机电系统结构(如薄板等)加工误差或面外变形的精准调控/矫正。

[0063] 104、根据调整后的多个微加热器阵列及确定的电流/电压,对所述微结构的当前面型进行矫正,对所述当前面型进行迭代矫正,直到所述当前面型与所述目标面型的差值小于预置误差范围内。

[0064] 在本发明实施例中,对微结构的当前面型进行矫正,待薄膜微加热器温度状态稳定后,需通过模态测试系统监测微机电系统的当前谐振频率,并通过高精度激光干涉仪测试微结构的当前面型,以确定当前微机电系统是否复合稳定性要求,否则需要根据测试结果继续进行矫正,直到所述当前面型与所述目标面型的差值小于预置误差范围内,在实际调控过程中,需要预先设置误差范围,所述误差范围不易过大,如100微米,此时的矫正精度

太低,影响微机电系统的性能,也不易设置过小0.01微米,此时的精度太高,不易完成矫正。在具体实施过程中误差范围设置为3~5微米,本发明实施例对此不进行限定。

[0065] 本发明实施例提供一种微机电系统结构的调控方法,获取微机电系统中微结构的当前面型以及微机电系统的当前谐振频率;获取目标面型及目标谐振频率,根据当前面型及目标面型、当前谐振频率及目标谐振频率确定矫正位置与矫正值;根据矫正值调整多个微加热器组成的阵列,确定微加热器中每个导热硅柱的通电电流/电压;根据调整后的多个微加热器阵列及确定的电流/电压,对微结构的当前面型进行迭代矫正,直到当前面型与目标面型的差值小于预置误差范围内。与现有技术相比,本发明实施例通过温度调控和面型调控的组合调控方法,有效调控微机电系统结构在制备过程中产生的残余变形,同时可以根据矫正位置及校正对工作过程中的谐振频率进行有效调控,具有较高的调控效率,有利于减少加工误差和环境干扰等导致的性能变差等,提升微机电系统的性能。

[0066] 作为对上述实施例的细化及扩展,在本发明实施例中,薄膜电阻加热器的表面设有聚合物驱动结构层,且导热硅柱内嵌于聚合物驱动结构层的内部,并根据矫正位置及矫正值调整导热硅柱的位置及长度,进一步提高了调控效率,有利于减少加工误差和环境干扰等导致的性能变差等,提升微机电系统的性能。为了实现上述功能,本发明实施例还提供一种微机电系统结构的调控方法,如图4所示,所述方法包括:

[0067] 201、获取微机电系统中微结构的当前面型以及微机电系统的当前谐振频率。

[0068] 在本发明实施例中,可通过激光干涉仪测试微结构的当前面型,通过模态测试系统对微机电系统实时监测谐振频率,确定当前谐振频率。当前面型可为中心凸起型、中心凹陷型、马鞍型中的任一种,需要根据激光干涉仪测试结果,确定微结构的面外变形类型,便于选择热力阵列中要激活的单元,根据模态测试系统测试谐振频率结果,确定微机电系统谐振频率的漂移情况,便于选择薄膜加热器中要激活的加热单元。

[0069] 需要说明的是,本发明实施例中,微机电系统包括衬底,衬底上设有呈阵列状布置的多个微加热器,微加热器包括设于衬底表面上的薄膜电阻加热器以及导热硅柱,薄膜电阻加热器的表面设有聚合物驱动结构层,且导热硅柱内嵌于聚合物驱动结构层的内部。具体的如图5所示,图5示出了示出了本发明实施例提供的一种微加热器的剖视结构示意图。

[0070] 202、获取目标面型及目标谐振频率,并根据所述当前面型及所述目标面型、所述当前谐振频率及所述目标谐振频率确定矫正位置与矫正值。

[0071] 有关步骤202的说明,请参照步骤102的详细说明,本发明实施例在此不再进行赘述。

[0072] 203、根据所述矫正位置,激活所述微加热器组成的阵列中与所述矫正位置对应的薄膜电阻加热器及导热硅柱。

[0073] 在本发明实施例中,微加热器包括设于衬底表面上的薄膜电阻加热器以及导热硅柱,薄膜电阻加热器的表面设有聚合物驱动结构层,且导热硅柱内嵌于聚合物驱动结构层的内部。其中,导热硅柱可以对驱动结构内部的热量传导和温度场分布起到优化作用,显著的改善聚合物内部的温度场分布的均匀性,充分发挥聚合物的热膨胀系数大的优点,最大效率的提升驱动效率,提升驱动结构末端响应位移。通过在聚合物驱动结构层内部集成具有高热导率和低热容量的导热硅柱作为热传导材料,导热硅柱具有较高的热导率和较低的热容,因此驱动热源的热量经导热硅柱快速传导至驱动结构的末端,提升热响应速度,能够

解决采用单一的聚合物的驱动结构热响应慢、温度分布不均匀的问题,能够改善内部热场分布均匀性和传输速度,有效提升热驱动的效率。

[0074] 请继续参阅图2,支撑衬底上的22-玻璃衬底薄膜加热器通电后,使器件(微机电系统中微结构)工作在相对恒定的温度,例如,恒定温度为30°C,35°C等等,此时根据阻值情况进行闭环反馈和环调控(薄膜加热器阻值和温度线性对应),本发明实施例所述的恒定温度可靠根据不同的应用场景或者不同器件进行调整。

[0075] 204、根据所述矫正值调整微加热器阵列,并确定微加热器中每个导热硅柱的通电电流/电压。

[0076] 需要说明的是,多个微加热器的阵列状布置的结构可以根据微机电系统的面外的翘曲等形变调控需求进行布置,可为环形阵列(如图6中的(a)图所示)、线性阵列(如图6中的(b)图所示)、放射性阵列(如图6中的(c)图所示)中的任一种。

[0077] 通过所述微加热器中的薄膜电阻加热器,根据矫正值确定每个导热硅柱的通电电流/电压。需要说明的是加工得到的薄膜电阻基于焦耳热效应工作,工作范围内电阻值与温度呈现较好的线性关系。根据矫正值大小及薄膜电阻微型加热器的本身工作特性和规律,确定每个导热硅柱施加的电压或电流大小。

[0078] 205、根据调整后的多个微加热器阵列及确定的电流/电压,对所述微结构的当前面型进行矫正,对所述当前面型进行迭代矫正,直到所述当前面型与所述目标面型的差值小于预置误差范围内。

[0079] 有关步骤205的说明,请参照步骤104的详细说明,本发明实施例在此不再进行赘述。

[0080] 综上,通过温度和面型组合调控方法,根据测试结果确定矫正位置及矫正值,通过调整微加热器阵列及施加相应的电流/电压,完成对当前面型与当前谐振频率的调整,减少微机电系统因加工误差和环境干扰等导致的性能变差,提高微机电系统的稳定性。

[0081] 进一步的,作为对上述实施例所示方法的实现,本发明另一实施例还提供了一种微机电系统结构的调控装置。该装置实施例与前述方法实施例对应,为便于阅读,本装置实施例不再对前述方法实施例中的细节内容进行逐一赘述,但应当明确,本实施例中的装置能够对应实现前述方法实施例中的全部内容。

[0082] 本发明实施例提供了一种微机电系统结构的调控装置,如图7所示,包括:

[0083] 第一获取单元31,用于获取微机电系统中微结构的当前面型以及微机电系统的当前谐振频率;

[0084] 第二获取单元32,用于获取目标面型及目标谐振频率;

[0085] 第一确定单元33,用于根据所述当前面型及所述目标面型、所述当前谐振频率及所述目标谐振频率确定矫正位置与矫正值;

[0086] 调整单元34,用于根据所述矫正值调整多个微加热器组成的阵列;

[0087] 第二确定单元35,用于确定微加热器中每个导热硅柱的通电电流/电压;

[0088] 矫正单元36,用于根据调整后的多个微加热器阵列及确定的电流/电压,对所述微结构的当前面型进行矫正,对所述当前面型进行迭代矫正,直到所述当前面型与所述目标面型的差值小于预置误差范围内。

[0089] 本发明实施例提供一种微机电系统结构的调控装置,获取微机电系统中微结构的

当前面型以及微机电系统的当前谐振频率;获取目标面型及目标谐振频率,根据当前面型及目标面型、当前谐振频率及目标谐振频率确定矫正位置与矫正值;根据矫正值调整多个微加热器组成的阵列,确定微加热器中每个导热硅柱的通电电流/电压;根据调整后的多个微加热器阵列及确定的电流/电压,对微结构的当前面型进行迭代矫正,直到当前面型与目标面型的差值小于预置误差范围内。与现有技术相比,本发明实施例通过温度和面型组合调控方法,有效调控微机电系统结构在制备过程中产生的残余变形,同时可以根据矫正位置及校正对工作过程中的谐振频率进行有效调控,具有较高的调控效率,有利于减少加工误差和环境干扰等导致的性能变差等,提升微机电系统的性能。

[0090] 进一步的,如图8所示,所述第一获取单元31包括:

[0091] 第一测试模块311,用于通过激光干涉仪测试微结构的当前面型,包括中心凸起型、中心凹陷型、马鞍型中的任一种;

[0092] 第二测试模块312,用于通过模态测试系统对微机电系统实时监测谐振频率,确定当前谐振频率。

[0093] 进一步的,如图7所示,所述调整单元34,还通过所述微加热器中的薄膜电阻加热器,根据矫正值确定每个导热硅柱的通电电流/电压。

[0094] 所述装置还包括:

[0095] 所述薄膜电阻加热器的表面设有聚合物驱动结构层,且导热硅柱内嵌于聚合物驱动结构层的内部。

[0096] 可选的,所述装置还包括:

[0097] 处理单元37,用于待所述薄膜电阻加热器通电后,将所述微机电系统中微结构加热并维持在预设恒定温度范围。

[0098] 所述装置还包括:

[0099] 多个微加热器组成的阵列可为环形、线形和放射形中的任一种。

[0100] 进一步的,如图8所示,

[0101] 在所述调整单元34之前,所述装置还包括:

[0102] 激活单元38,用于根据所述矫正位置,激活所述微加热器组成的阵列中与所述矫正位置对应的薄膜电阻加热器及导热硅柱。

[0103] 综上,通过温度和面型组合调控装置,根据测试结果确定的矫正位置及矫正值,通过调整微加热器阵列,施加相应的电流/电压,完成对当前面型与当前谐振频率的调整,减少微机电系统因加工误差和环境干扰等导致的性能变差,提高微机电系统的稳定性。

[0104] 在上述实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中未详述的部分,可以参见其他实施例的相关描述。

[0105] 可以理解的是,上述方法及装置中的相关特征可以相互参考。另外,上述实施例中的“第一”、“第二”等是用于区分各实施例,而并不代表各实施例的优劣。

[0106] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,上述描述的系统,装置和单元的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0107] 在此提供的算法和显示不与任何特定计算机、虚拟系统或者其它设备固有相关。各种通用系统也可以与基于在此的示教一起使用。根据上面的描述,构造这类系统所要求的结构是显而易见的。此外,本发明也不针对任何特定编程语言。应当明白,可以利用各种

编程语言实现在此描述的本发明的内容,并且上面对特定语言所做的描述是为了披露本发明的最佳实施方式。

[0108] 在此处所提供的说明书中,说明了大量具体细节。然而,能够理解,本发明的实施例可以在没有这些具体细节的情况下实践。在一些实例中,并未详细示出公知的方法、结构和技术,以便不模糊对本说明书的理解。

[0109] 类似地,应当理解,为了精简本发明并帮助理解各个发明方面中的一个或多个,在上面对本发明的示例性实施例的描述中,本发明的各个特征有时被一起分组到单个实施例、图、或者对其的描述中。然而,并不应将该公开的方法解释成反映如下意图:即所要求保护的本发明要求比在每个权利要求中所明确记载的特征更多的特征。更确切地说,如下面的权利要求书所反映的那样,发明方面在于少于前面公开的单个实施例的所有特征。因此,遵循具体实施方式的权利要求书由此明确地并入该具体实施方式,其中每个权利要求本身都作为本发明的单独实施例。

[0110] 本领域那些技术人员可以理解,可以对实施例中的设备中的模块进行自适应性地改变并且把它们设置在与该实施例不同的一个或多个设备中。可以把实施例中的模块或单元或组件组合成一个模块或单元或组件,以及此外可以把它们分成多个子模块或子单元或子组件。除了这样的特征和/或过程或者单元中的至少一些是相互排斥之外,可以采用任何组合对本说明书(包括伴随的权利要求、摘要和附图)中公开的所有特征以及如此公开的任何方法或者设备的所有过程或单元进行组合。除非另外明确陈述,本说明书(包括伴随的权利要求、摘要和附图)中公开的每个特征可以由提供相同、等同或相似目的的替代特征来代替。

[0111] 此外,本领域的技术人员能够理解,尽管在此所述的一些实施例包括其它实施例中包括的某些特征而不是其它特征,但是不同实施例的特征的组合意味着处于本发明的范围之内并且形成不同的实施例。例如,在下面的权利要求书中,所要求保护的实施例的任意之一都可以以任意的组合方式来使用。

[0112] 本发明的各个部件实施例可以以硬件实现,或者以在一个或者多个处理器上运行的软件模块实现,或者以它们的组合实现。本领域的技术人员应当理解,可以在实践中使用微处理器或者数字信号处理器(DSP)来实现根据本发明实施例的测试数据的校验方法及装置中的一些或者全部部件的一些或者全部功能。本发明还可以实现为用于执行这里所描述的方法的一部分或者全部的设备或者装置程序(例如,计算机程序和计算机程序产品)。这样的实现本发明的程序可以存储在计算机可读介质上,或者可以具有一个或者多个信号的形式。这样的信号可以从因特网网站上下下载得到,或者在载体信号上提供,或者以任何其他形式提供。

[0113] 应该注意的是上述实施例对本发明进行说明而不是对本发明进行限制,并且本领域技术人员在不脱离所附权利要求的范围的情况下可设计出替换实施例。在权利要求中,不应将位于括号之间的任何参考符号构造成对权利要求的限制。单词“包含”不排除存在未列在权利要求中的元件或步骤。位于元件之前的单词“一”或“一个”不排除存在多个这样的元件。本发明可以借助于包括有若干不同元件的硬件以及借助于适当编程的计算机来实现。在列举了若干装置的单元权利要求中,这些装置中的若干个可以是通过同一个硬件项来具体体现。单词第一、第二、以及第三等的使用不表示任何顺序。可将这些单词解释为名称。

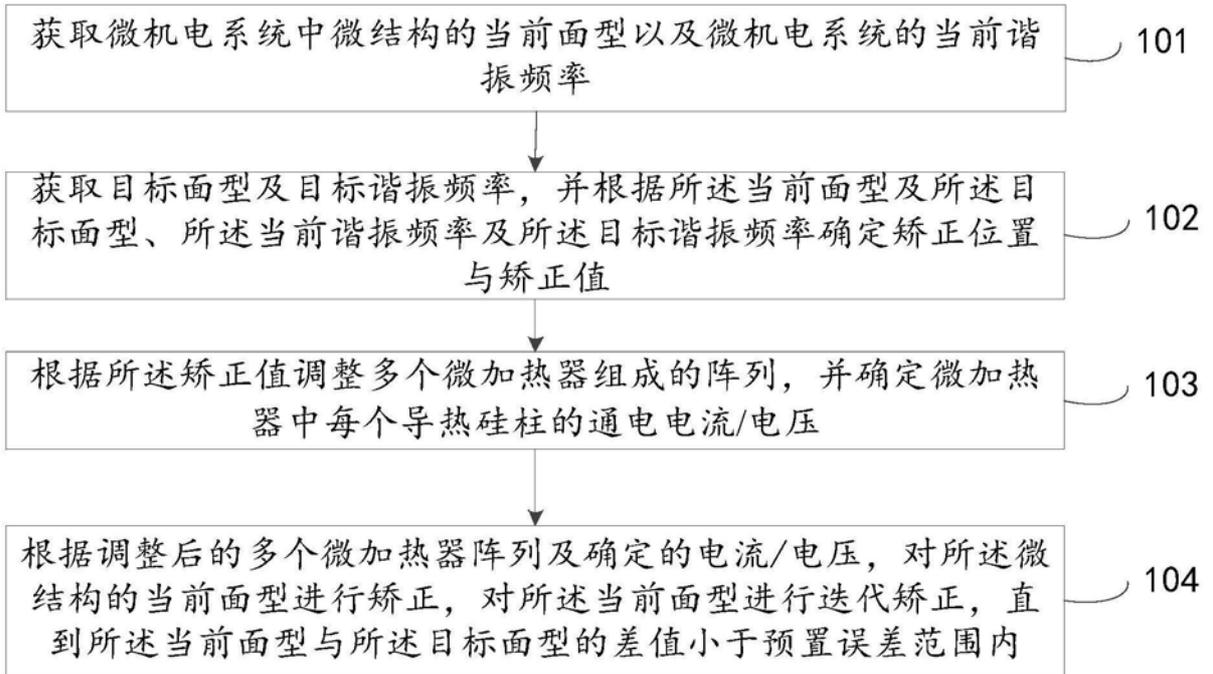


图1

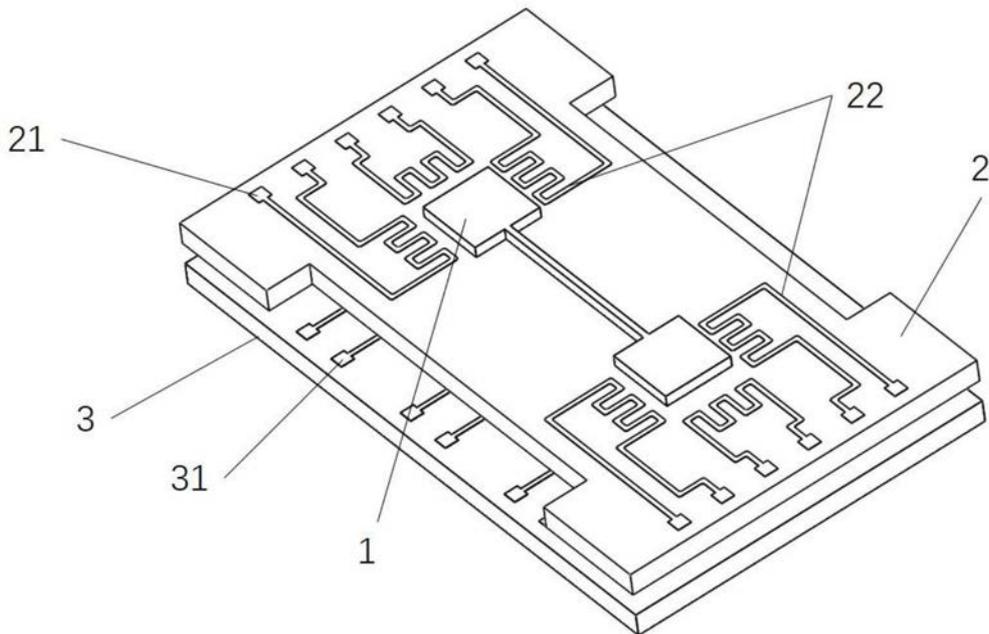


图2

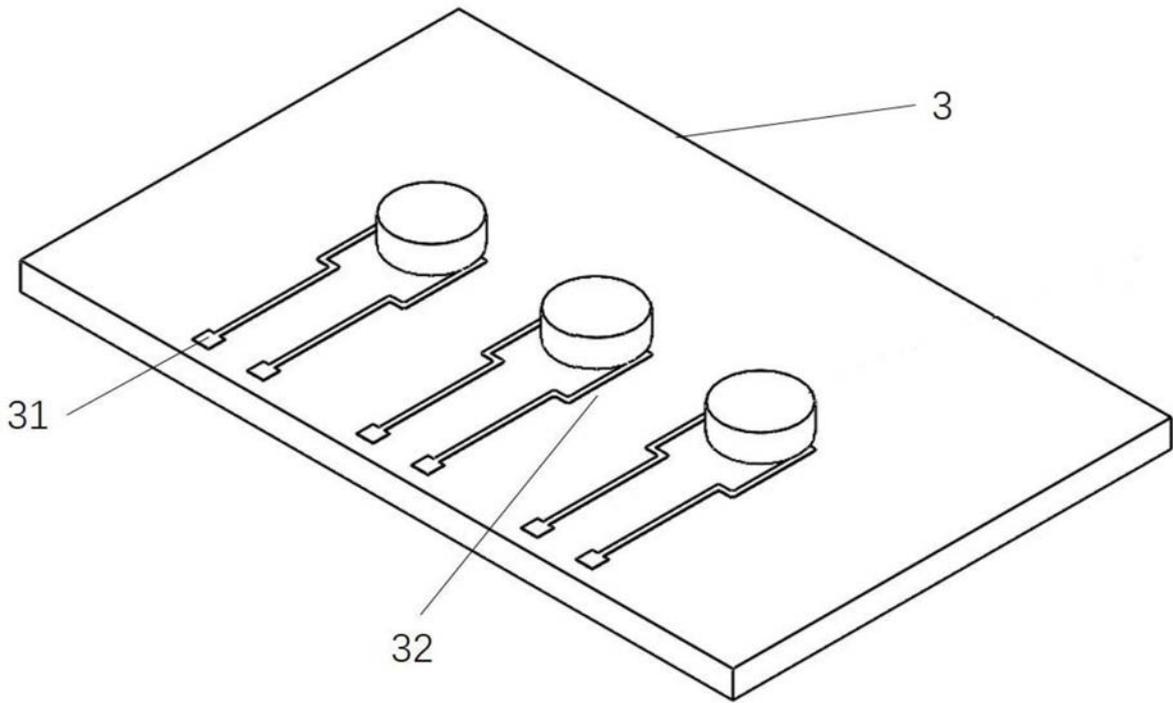


图3

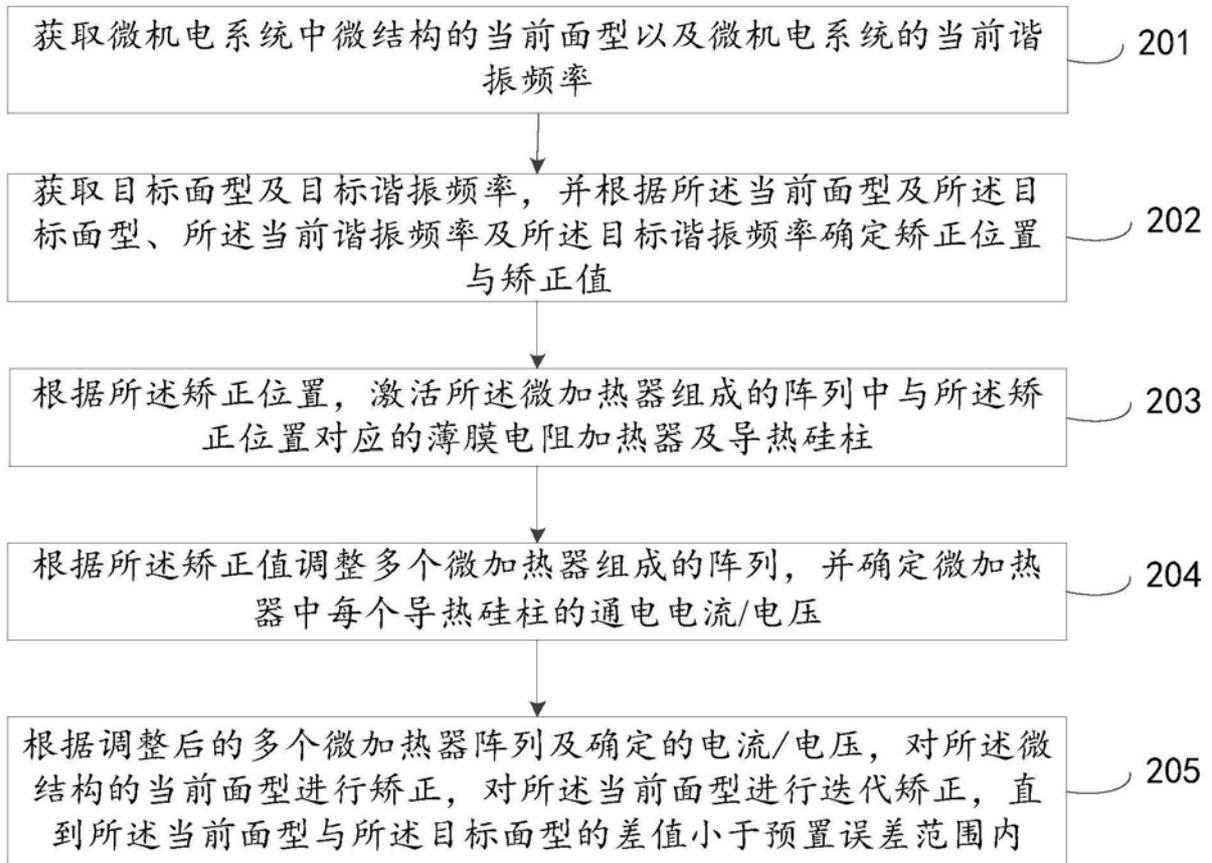


图4

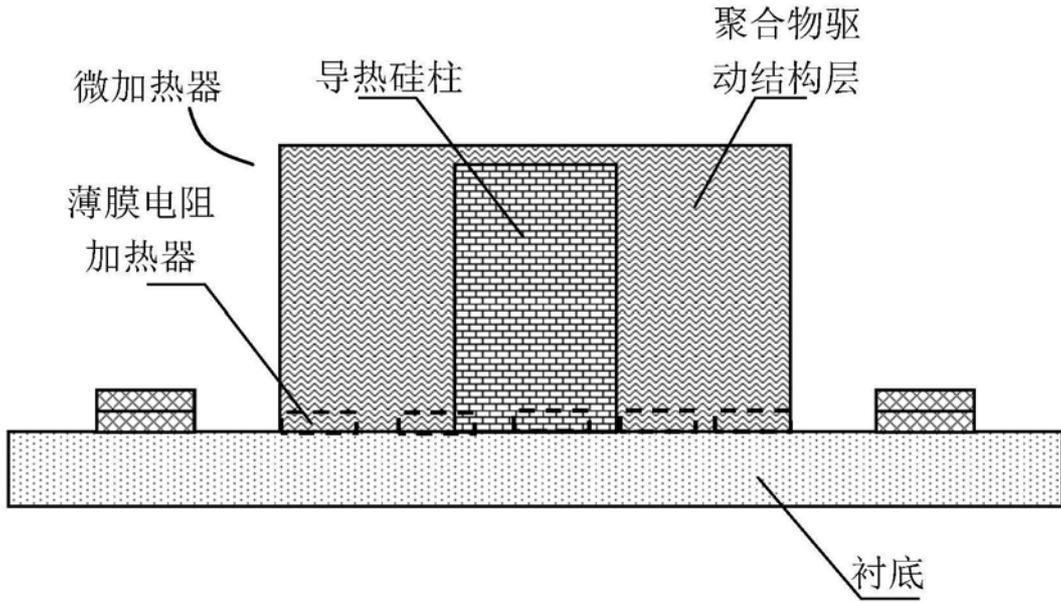


图5

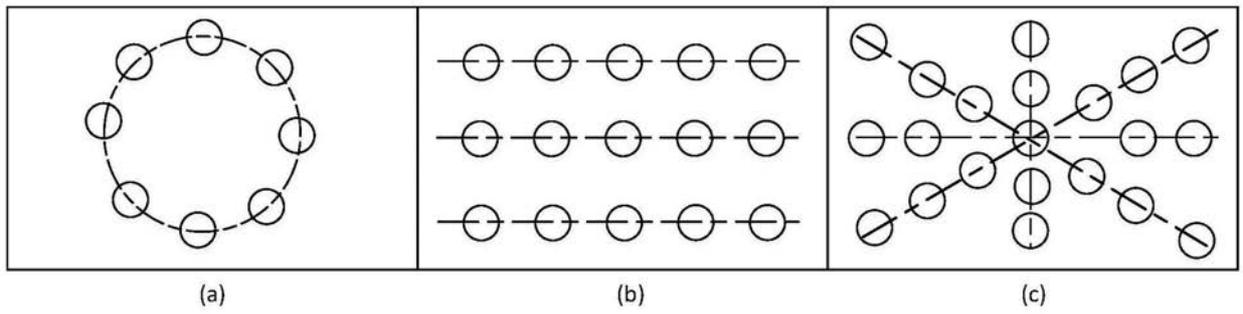


图6

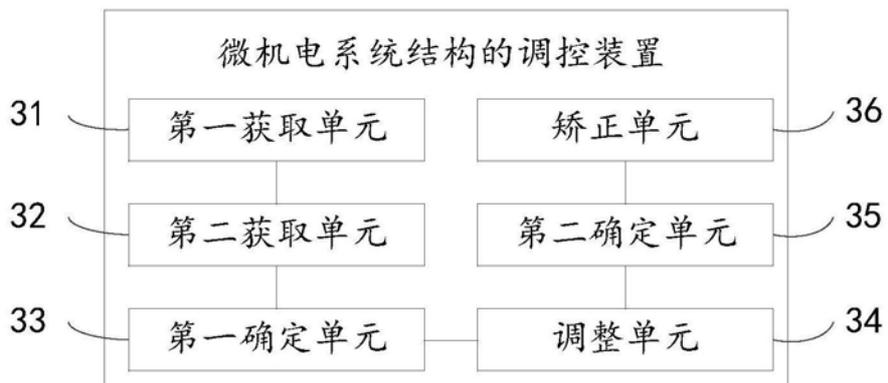


图7

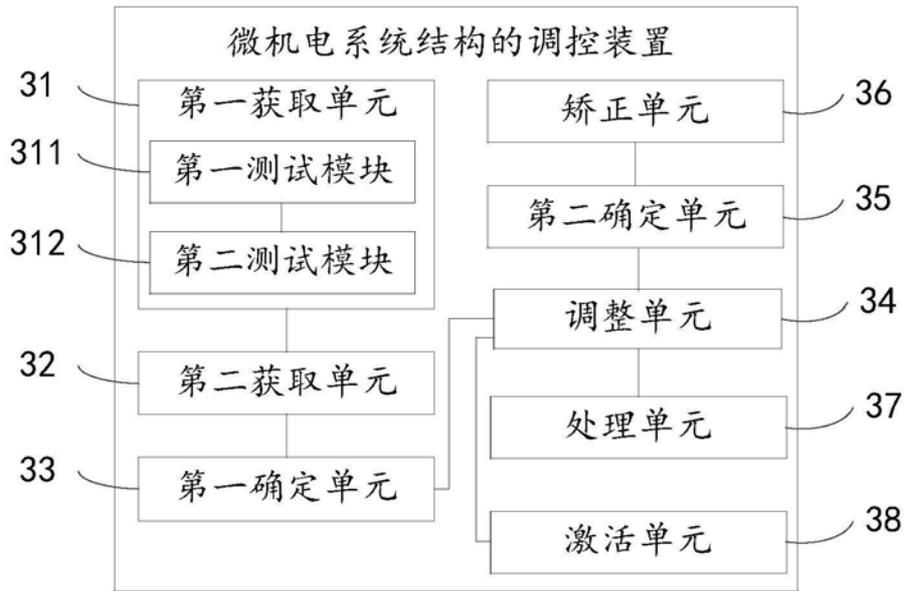


图8