(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108317233 A
(43)申请公布日 2018.07.24

(21)申请号 201810312357.1

(22)申请日 2018.04.09

(71)申请人 中国工程物理研究院电子工程研究所
地址 621000 四川省绵阳市绵山路64号

(72)发明人 杜亦佳 陈余 周泉丰 代刚 张健 刘利芳 李顺 方雯 任尚清

(74)专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569
代理人 程华

(51)Int.Cl.
F16H 55/17(2006.01)
F16H 55/12(2006.01)

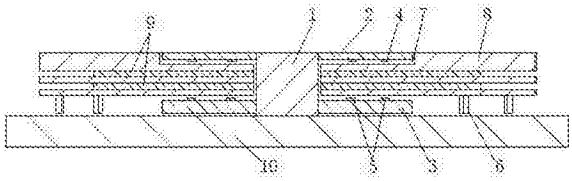
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

应用于MEMS微纳加工的一体化无装配多层微齿轮结构

(57)摘要

本发明公开一种应用于MEMS微纳加工的一体化无装配多层微齿轮结构，包括生根轴承、第一阶梯型齿轮定位结构、第二阶梯型齿轮定位结构和多层齿轮层，所述生根轴承下端面固定连接在一齿轮基底上，所述第二阶梯型齿轮定位结构设置于所述生根轴承的下端，所述第二阶梯型齿轮定位结构固定连接在所述齿轮基底上，所述第一阶梯型齿轮定位结构设置于所述生根轴承的上端，所述多层齿轮层套设在所述生根轴承的中部。本发明的多层微齿轮结构为一体化结构，多层微齿轮结构的装配精度一致性更好，更适于批量化生产，齿轮结构连接强度更高。



CN 108317233 A

1.一种应用于MEMS微纳加工的一体化无装配多层微齿轮结构，其特征在于：包括生根轴承、第一阶梯型齿轮定位结构、第二阶梯型齿轮定位结构和多层齿轮层，所述生根轴承下端面固定连接在一齿轮基底上，所述第二阶梯型齿轮定位结构设置于所述生根轴承的下端，所述第二阶梯型齿轮定位结构固定连接在所述齿轮基底上，所述第一阶梯型齿轮定位结构设置于所述生根轴承的上端，所述多层齿轮层套设在所述生根轴承的中部。

2.根据权利要求1所述的应用于MEMS微纳加工的一体化无装配多层微齿轮结构，其特征在于：所述多层齿轮层包括若干齿轮，若干所述齿轮之间通过隔离层电镀连接在一起。

3.根据权利要求1所述的应用于MEMS微纳加工的一体化无装配多层微齿轮结构，其特征在于：所述第二阶梯型齿轮定位结构的上表面固定连接有第二防粘连圆柱，所述第一阶梯型齿轮定位结构的下表面固定连接有第一防粘连圆柱。

4.根据权利要求3所述的应用于MEMS微纳加工的一体化无装配多层微齿轮结构，其特征在于：所述多层齿轮层的下表面固定连接有第三防粘连圆柱。

5.根据权利要求4所述的应用于MEMS微纳加工的一体化无装配多层微齿轮结构，其特征在于：所述第一防粘连圆柱、第二防粘连圆柱及第三防粘连圆柱全部均匀分布于相应的表面上。

6.根据权利要求5所述的应用于MEMS微纳加工的一体化无装配多层微齿轮结构，其特征在于：所述固定连接为电镀连接。

7.根据权利要求1所述的应用于MEMS微纳加工的一体化无装配多层微齿轮结构，其特征在于：所述多层齿轮层中的最上层齿轮的上表面设置有环形凹槽，所述第一阶梯型齿轮定位结构设置于所述环形凹槽内，所述第一阶梯型齿轮定位结构的上表面与所述最上层齿轮的上表面位于同一个平面上。

8.根据权利要求4所述的应用于MEMS微纳加工的一体化无装配多层微齿轮结构，其特征在于：所述第一防粘连圆柱与所述多层齿轮层的上表面间的距离为10-20μm，所述第二防粘连圆柱与所述多层齿轮层的下表面间的距离为10-20μm，所述第三防粘连圆柱与所述齿轮基底的上表面之间的距离为10-20μm。

9.根据权利要求1-8任一项所述的应用于MEMS微纳加工的一体化无装配多层微齿轮结构，其特征在于：所述多层齿轮层的齿轮面上均布有齿轮面孔。

应用于MEMS微纳加工的一体化无装配多层微齿轮结构

技术领域

[0001] 本发明涉及微齿轮技术领域，特别是涉及一种应用于MEMS微纳加工的一体化无装配多层微齿轮结构。

背景技术

[0002] 微机电系统(MEMS)已经成为工业及学术的研究的热点，其对工业的发展有很重要的意义。齿轮是指轮缘上有齿能连续啮合传递运动和动力的机械元件。齿轮的作用是将一根轴的转动传递给另一根轴，从而实现减速、增速、变向和换向等目的，是一种重要的机械基础件，应用非常广泛。

[0003] 随着MEMS技术的发展和集成微系统的迫切需求，机械结构走向微型化的趋势越来越明显。齿轮、传动、驱动部件目前都面临着微型化的需求，在微型机器人、微纳操控平台等领域具备广阔的应用空间。利用MEMS微纳加工技术进行齿轮加工，具备批量化、集成化、与集成电路工艺兼容等优势。而且MEMS工艺技术中的金属微加工方式(包括UV-LIGA、金属牺牲层加工方式)能够获得强度高的复杂金属结构，是进行微齿轮加工的有效方法。

[0004] 然而，目前一般采用机床和刀具的传统加工方式加工的齿轮结构直接应用于MEMS微纳加工微齿轮领域，微齿轮采用轴孔装配方式进行装配，无法加工成一体化无装配的微齿轮，存在无法批量化、装配精度一致性无法保证的问题。MEMS微纳加工工艺中的金属微加工方式一般是通过增材制造的方式制备的，金属增材制造的方式一般为电镀、溅射等，这些方法制作的金属材料与块体金属材料在材料致密度、材料强度等金属质量方面相去甚远，齿轮结构容易失效。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种应用于MEMS微纳加工的一体化无装配多层微齿轮结构，以解决上述现有技术存在的问题，使多层微齿轮结构为不需要装配的一体化结构，多层微齿轮结构的装配精度一致性更好，更适于批量化生产，齿轮结构连接强度更高。

[0006] 为实现上述目的，本发明提供了如下方案：本发明提供一种应用于MEMS微纳加工的一体化无装配多层微齿轮结构，包括生根轴承、第一阶梯型齿轮定位结构、第二阶梯型齿轮定位结构和多层齿轮层，所述生根轴承下端面固定连接在一齿轮基底上，所述第二阶梯型齿轮定位结构设置于所述生根轴承的下端，所述第二阶梯型齿轮定位结构固定连接在所述齿轮基底上，所述第一阶梯型齿轮定位结构设置于所述生根轴承的上端，所述多层齿轮层套设在所述生根轴承的中部。

[0007] 优选地，所述多层齿轮层包括若干齿轮，若干所述齿轮之间通过隔离层电镀连接在一起。

[0008] 优选地，所述第二阶梯型齿轮定位结构的上表面固定连接有第二防粘连圆柱，所述第一阶梯型齿轮定位结构的下表面固定连接有第一防粘连圆柱。

[0009] 优选地，所述多层齿轮层的下表面固定连接有第三防粘连圆柱。

[0010] 优选地，所述第一防粘连圆柱、第二防粘连圆柱及第三防粘连圆柱全部均匀分布于相应的表面上。

[0011] 优选地，所述固定连接为电镀连接。

[0012] 优选地，所述多层齿轮层中的最上层齿轮的上表面设置有环形凹槽，所述第一阶梯型齿轮定位结构设置于所述环形凹槽内，所述第一阶梯型齿轮定位结构的上表面与所述最上层齿轮的上表面位于同一个平面上。

[0013] 优选地，所述第一防粘连圆柱与所述多层齿轮层的上表面间的距离为10-20μm，所述第二防粘连圆柱与所述多层齿轮层的下表面间的距离为10-20μm，所述第三防粘连圆柱与所述齿轮基底的上表面之间的距离为10-20μm。

[0014] 优选地，所述多层齿轮层的齿轮面上均布有齿轮面孔。

[0015] 本发明相对于现有技术取得了以下技术效果：

[0016] 本发明提供了一种应用于MEMS微纳加工的一体化无装配多层微齿轮结构，本发明的生根轴承的两端设置有第一阶梯型齿轮定位结构和第二阶梯型齿轮定位结构，能有效约束位于生根轴承上的多层齿轮层。生根轴承、第一阶梯型齿轮定位结构和第二阶梯型齿轮定位结构三个结构连接在一起，一方面使得多层微齿轮与齿轮基底一体化生根结构成为可单独转移、可用于集成工艺操作的芯片级机械结构，消除二次加工，从而避免了齿轮轴孔对准装配带来的无法批量化、一致性无法保证、零件转移与装配操作困难等问题；另一方面，使得多层微齿轮的位置得到限制，不会因为外部环境因素诸如振动等因素出现大幅偏移的情况。本发明的多层微齿轮结构为一体化结构，多层微齿轮结构的装配精度一致性更好，更适于批量化生产，齿轮结构连接强度更高。

附图说明

[0017] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0018] 图1为本发明的应用于MEMS微纳加工的一体化无装配多层微齿轮结构的轴向剖视图；

[0019] 图2为本发明的应用于MEMS微纳加工的一体化无装配多层微齿轮结构的俯视图；

[0020] 其中，1为生根轴承，2为第一阶梯型齿轮定位结构，3为第二阶梯型齿轮定位结构，4为第一防粘连圆柱，5为第二防粘连圆柱，6为第三防粘连圆柱，7为环形凹槽，8为多层齿轮层，9为隔离层，10为齿轮基底，11为齿轮面孔。

具体实施方式

[0021] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0022] 本发明的目的是提供一种应用于MEMS微纳加工的一体化无装配多层微齿轮结构，

以解决现有技术存在的问题，使使多层微齿轮结构为不需要装配的一体化结构，多层微齿轮结构的装配精度一致性更好，更适于批量化生产，齿轮结构连接强度更高。

[0023] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0024] 如图1-2所示，本发明提供一种应用于MEMS微纳加工的一体化无装配多层微齿轮结构，包括生根轴承1、第一阶梯型齿轮定位结构2、第二阶梯型齿轮定位结构3和多层齿轮层8，生根轴承1下端面固定连接在一齿轮基底10上，第二阶梯型齿轮定位结构3设置于生根轴承1的下端，第二阶梯型齿轮定位结构3固定连接在齿轮基底10上，第一阶梯型齿轮定位结构2设置于生根轴承1的上端，多层齿轮层8套设在生根轴承1的中部。本发明的多层微齿轮结构通过电镀加工一体化得到，无需装配，轴承直接长在齿轮基底10上，因此所述轴承命名为生根轴承1，生根轴承1的两端设置有第一阶梯型齿轮定位结构2和第二阶梯型齿轮定位结构3，能有效约束位于生根轴承1上的多层齿轮层8。

[0025] 生根轴承1、第一阶梯型齿轮定位结构2和第二阶梯型齿轮定位结构3三个结构连接在一起，一方面使得多层微齿轮与齿轮基底10一体化生根结构成为可单独转移、可用于集成工艺操作的芯片级机械结构，消除二次加工，从而避免了齿轮轴孔对准装配带来的无法批量化、一致性无法保证、零件转移与装配操作困难等问题。另一方面，使得多层微齿轮的位置得到限制，不会因为外部环境因素诸如振动等因素出现大幅偏移的情况。本发明的多层微齿轮结构为一体化结构，多层微齿轮结构的装配精度一致性更好，更适于批量化生产，齿轮结构连接强度更高。

[0026] 其中，多层齿轮层8包括若干齿轮，为了保证若干齿轮的位置关系稳定，若干所述齿轮之间通过隔离层9电镀连接在一起。

[0027] 第二阶梯型齿轮定位结构3的上表面固定连接有第二防粘连圆柱5，第一阶梯型齿轮定位结构2的下表面固定连接有第一防粘连圆柱4。多层齿轮层8的下表面固定连接有第三防粘连圆柱6。通过设置第一防粘连圆柱4、第二防粘连圆柱5和第三防粘连圆柱6，使得有效防止了相邻表面之间的粘连，有效解决了MEMS微纳工艺带来的粘连问题。在MEMS工艺中，粘连问题是由于应力不均所造成，一般情况下平面尺寸及厚度越大越容易造成粘连。本申请的防粘连圆柱的结构设置，能够使得平面尺寸或者厚度适当增加，从而更好实现多层微齿轮的薄型化。

[0028] 第一防粘连圆柱4、第二防粘连圆柱5及第三防粘连圆柱6全部均匀分布于相应的表面上，避免相邻平面间的支撑力分布不均匀。

[0029] 本实施例中，所述固定连接为电镀连接。电镀连接能够实现高深宽比的模具得到坚固一致性好的金属淀积。

[0030] 多层齿轮层8中的最上层齿轮的上表面设置有环形凹槽7，第一阶梯型齿轮定位结构2设置于环形凹槽7内，第一阶梯型齿轮定位结构2的上表面与所述最上层齿轮的上表面位于同一个平面上。第一阶梯型齿轮定位结构2与所述最上层齿轮的上表面结合在一起，使得多层微齿轮结构的上表面是一个平面，便于在微系统中与其他结构或者器件集成，进一步提高系统的功能集成性。

[0031] 第一防粘连圆柱4与多层齿轮层8的上表面间的距离为10-20μm，第二防粘连圆柱5与多层齿轮层8的下表面间的距离为10-20μm，第三防粘连圆柱6与齿轮基底10的上表面之

间的距离为10-20μm。通过以上间距的设置，保证了多层齿轮层8能够转动。生根轴承1与多层齿轮层8的轴孔间有一定的间隙，保证齿轮在转动的同时不卡死。

[0032] 多层齿轮层8的齿轮面上均布有齿轮面孔11。通过在齿轮面上设置齿轮面孔11，能够释放微纳工艺过程中的残余应力，且能防止齿轮圆盘的粘连。

[0033] 整个齿轮微结构的材料均为镍，多层结构通过电镀生长的形式形成，从下至上依次生长出结构，首先在齿轮基底10上电镀出第一层结构第二阶梯型齿轮定位结构3，然后在其上面电镀生长结构第二防粘连圆柱5，在多层齿轮层8的下表面电镀生长结构第三防粘连圆柱6，依此类推电镀生长出整个齿轮结构的第一层齿轮、第一层隔离层、第二次齿轮、第二层隔离层、第三层齿轮、第一防粘连圆柱4和第一阶梯型齿轮定位结构2。

[0034] 本发明中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想；同时，对于本领域的一般技术人员，依据本发明的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述，本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

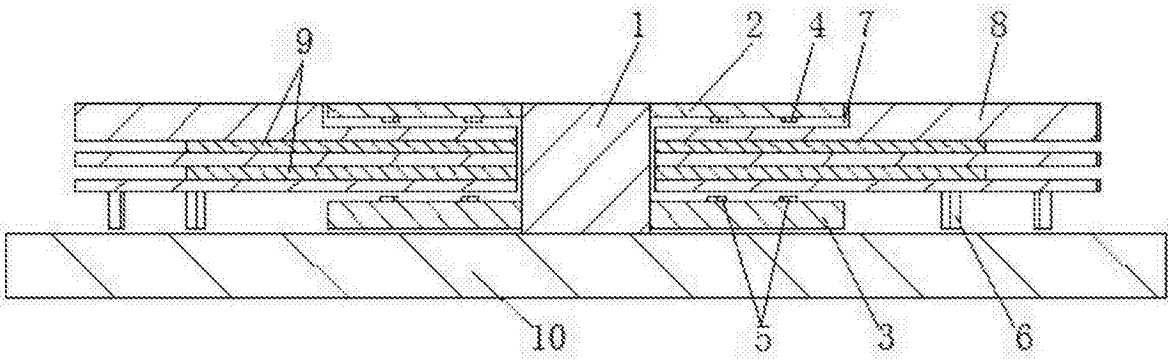


图1

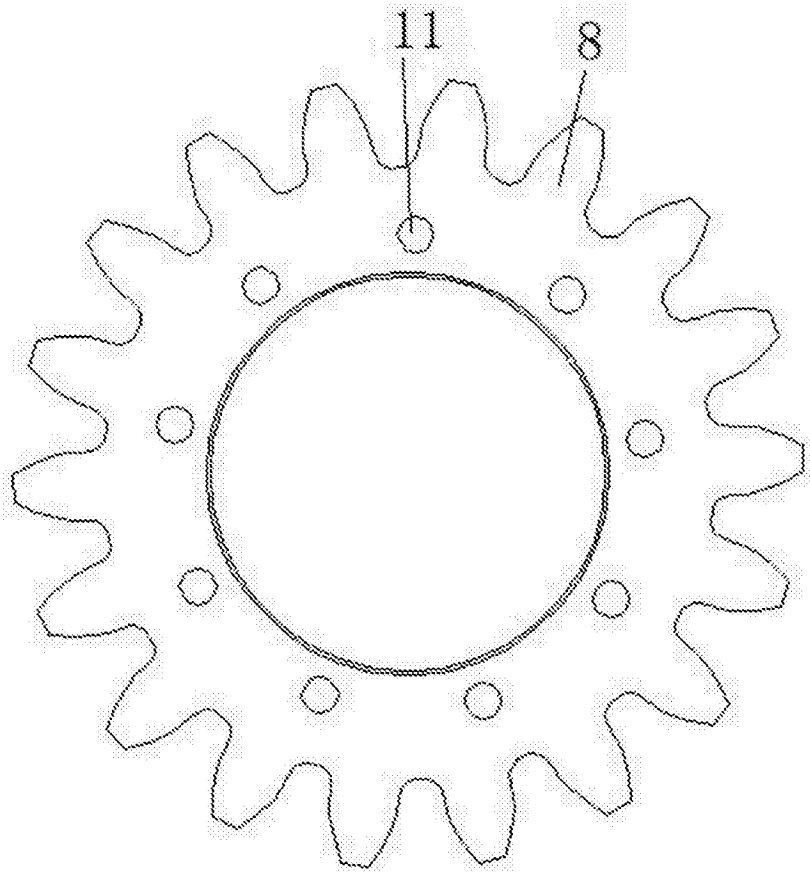


图2