



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107116308 A

(43)申请公布日 2017.09.01

(21)申请号 201710305485.9

(22)申请日 2017.05.03

(71)申请人 湖北工业大学

地址 430068 湖北省武汉市武昌区南湖李家墩1村1号

(72)发明人 陶青 刘顿 王珏 陈列 姜德元
杨奇彪 彼得·贝内特 翟中生
郑重

(74)专利代理机构 武汉科皓知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 42222

代理人 俞琳娟

(51)Int.Cl.

B23K 26/364(2014.01)

B23K 26/04(2014.01)

B23K 26/70(2014.01)

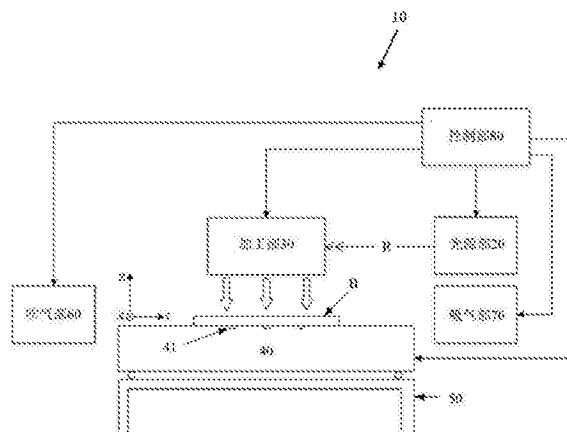
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

波导微纳加工系统以及加工方法

(57)摘要

本发明提供一种加工成本低、精度高、一致性好的波导微纳加工系统以及加工方法。本发明所涉及的波导微纳加工系统,其特征在于,包括:光源部,提供激光束;加工部,将激光束聚焦至基底上进行光刻加工,并对加工过程进行实时监测,具有:可变焦透镜、三维形貌仪、相机、以及测温仪;多自由度工作台,根据预设的波导图案带动基底在多个自由度方向上进行移动;光学平台,用于安放多自由度工作台,并隔绝外界振动;吹气部,设置在多自由度工作台的一侧,对着加工区域进行吹气;吸气部,设置在多自由度工作台的另一侧,对吹气部吹送来的气体进行吸除;控制部,连接并控制光源部、加工部、多自由度工作台、光学平台、吹气部、以及吸气部的运行。



1. 一种波导微纳加工系统,其特征在于,包括:

光源部,提供激光束;

加工部,设置在所述光源部的光路上,用于将激光束聚焦至基底上进行光刻加工,并对加工过程进行实时监测,具有:可变焦透镜、三维形貌仪、相机、以及测温仪;

多自由度工作台,承载所述基底,并使所述基底朝向所述加工部,根据预设的波导图案带动所述基底在多个自由度方向上进行移动;

光学平台,用于安放所述多自由度工作台,并隔绝外界振动;

吹气部,设置在所述多自由度工作台的一侧,对着加工区域进行吹气;

吸气部,设置在所述多自由度工作台的另一侧,对所述吹气部吹送来的气体进行吸除;

控制部,连接并控制所述光源部、所述加工部、所述多自由度工作台、所述光学平台、所述吹气部、以及所述吸气部的运行,

其中,所述三维形貌仪在加工过程中实时监测所述基底上的光刻槽的表面形貌,并将所述表面形貌实时反馈给控制部,

所述控制部将接收到的所述表面形貌与存储的理想表面形貌进行对比,实时调节所述光源部的相应参数和所述可变焦透镜的焦距,将表面形貌误差控制在一定范围内。

2. 根据权利要求1所述的波导微纳加工系统,其特征在于:

其中,所述相应参数至少包含:脉冲频率、激光器功率、以及脉冲占空比。

3. 根据权利要求1所述的波导微纳加工系统,其特征在于:

其中,所述光源部包括激光器,该激光器为纳秒、皮秒和飞秒激光器中的任意一种。

4. 根据权利要求1所述的波导微纳加工系统,其特征在于:

其中,所述相机为CCD工业相机,用于在加工过程中实时监测激光扫描路径上是否有杂质颗粒物,

当监测到扫描路径上存在所述杂质颗粒物时,所述控制部实时调整所述多自由度工作台的运动,并实时调节光源部的相关参数和所述可变焦透镜的焦距,从而将激光束聚焦于所述杂质颗粒物处进行定点烧蚀。

5. 根据权利要求4所述的波导微纳加工系统,其特征在于:

其中,所述相关参数至少包含:激光光斑大小、和激光器功率。

6. 根据权利要求1所述的波导微纳加工系统,其特征在于:

其中,所述温度仪在加工过程中实时监测所述基底上被光刻加工处的表面温度,并将所述表面温度实时反馈给所述控制部,

所述控制部将接收到的所述表面温度与设定的温度阈值做对比,并在所述表面温度高于所述温度阈值的情况下,调节所述光源部的参数,将被光刻加工处的表面温度控制在所述温度阈值以下。

7. 根据权利要求1所述的波导微纳加工系统,其特征在于:

其中,所述多自由度工作台为六自由度工作台。

8. 根据权利要求7所述的波导微纳加工系统,其特征在于:

其中,所述六自由度工作台的表面设有真空吸附孔,用于吸附所述基底。

9. 一种波导微纳加工方法,采用权利要求1至8中任意一项所述的波导微纳加工系统对基底进行波导微纳加工,其特征在于,包括以下步骤:

光刻加工步骤：

光源部提供激光束，并可变焦透镜将激光束聚焦至所述基底上进行光刻加工；

吹吸除尘步骤：

吹气部对着加工区域的一侧进行吹气，同时吸气部从另一侧吸气，从而收集加工过程中产生的微尘；

路径监测步骤：

相机实时监测激光扫描路径上是否有杂质颗粒物，当监测到扫描路径上存在所述杂质颗粒物时，控制部实时调整多自由度工作台的运动，并实时调节所述光源部的相关参数和所述可变焦透镜的焦距，从而将激光束聚焦于所述杂质颗粒物处进行定点烧蚀；

三维形貌监测步骤：

三维形貌仪实时监测所述基底上的光刻槽的表面形貌，并由所述控制部将所述表面形貌与存储的理想表面形貌进行对比，实时调节所述光源部的相应参数和所述可变焦透镜的焦距，将表面形貌误差控制在一定范围内；

加工温度监测步骤：

温度仪实时监测所述基底上被光刻加工处的表面温度，并由所述控制部将所述表面温度与设定的温度阈值做对比，并在所述表面温度高于所述温度阈值的情况下，调节所述光源部的参数，将被光刻加工处的表面温度控制在所述温度阈值以下。

波导微纳加工系统以及加工方法

技术领域

[0001] 本发明属于微纳制造加工领域,具体涉及一种波导微纳加工系统以及相应的加工方法。

技术背景

[0002] 光波被约束在介质中确定的波导介质中传播时,由这种介质构成的光波通道称为光学介质波导,简称波导。目前光波导的制作多采用化学刻蚀、离子刻蚀等方法,上述方法加工步骤繁琐,对加工环境要求较高,加工成本较高。

发明内容

[0003] 本发明是为了解决上述问题而进行的,目的在于提供一种加工成本低、精度高、一致性好的波导微纳加工系统以及加工方法。

[0004] 本发明为了实现上述目的,采用了以下方案:

<方案一>

本发明提供一种波导微纳加工系统,其特征在于,包括:光源部,提供激光束;加工部,设置在光源部的光路上,用于将激光束聚焦至基底上进行光刻加工,并对加工过程进行实时监测,具有:可变焦透镜、三维形貌仪、相机、以及测温仪;多自由度工作台,承载基底,并使基底朝向加工部,根据预设的波导图案带动基底在多个自由度方向上进行移动;光学平台,用于安放多自由度工作台,并隔绝外界振动;吹气部,设置在多自由度工作台的一侧,对着加工区域进行吹气;吸气部,设置在多自由度工作台的另一侧,对吹气部吹送来的气体进行吸除;控制部,连接并控制光源部、加工部、多自由度工作台、光学平台、吹气部、以及吸气部的运行,其中,三维形貌仪在加工过程中实时监测基底上的光刻槽的表面形貌,并将表面形貌实时反馈给控制部,控制部将接收到的表面形貌与存储的理想表面形貌进行对比,实时调节光源部的相应参数和可变焦透镜的焦距,将表面形貌误差控制在一定范围内。

[0005] 进一步地,本发明提供的波导微纳加工系统还可以具有以下特征:控制部在调节表面形貌时所涉及的光源部的相应参数至少包含:脉冲频率、激光器功率、以及脉冲占空比。

[0006] 进一步地,本发明提供的波导微纳加工系统还可以具有以下特征:光源部包括激光器,该激光器为纳秒、皮秒和飞秒激光器中的任意一种。

[0007] 进一步地,本发明提供的波导微纳加工系统还可以具有以下特征:相机为CCD工业相机,用于在加工过程中实时监测激光扫描路径上是否有杂质颗粒物,当监测到扫描路径上存在杂质颗粒物时,控制部实时调整多自由度工作台的运动,并实时调节光源部的相关参数和可变焦透镜的焦距,从而将激光束聚焦于杂质颗粒物处进行定点烧蚀。

[0008] 进一步地,本发明提供的波导微纳加工系统还可以具有以下特征:烧蚀杂质颗粒物所需要调节的光源部的相关参数至少包含:激光光斑大小、和激光器功率。

[0009] 进一步地,本发明提供的波导微纳加工系统还可以具有以下特征:温度仪在加工

过程中实时监测基底上被光刻加工处的表面温度,并将表面温度实时反馈给控制部,控制部将接收到的表面温度与设定的温度阈值做对比,并在表面温度高于温度阈值的情况下,调节光源部的参数,将被光刻加工处的表面温度控制在温度阈值以下。

[0010] 进一步地,本发明提供的波导微纳加工系统还可以具有以下特征:多自由度工作台为六自由度工作台。

[0011] 进一步地,本发明提供的波导微纳加工系统还可以具有以下特征:六自由度工作台的表面设有真空吸附孔,用于吸附基底。

[0012] <方案二>

另外,本发明还提供了一种波导微纳加工方法,采用<方案一>中所描述的波导微纳加工系统对基底进行波导微纳加工,其特征在于,包括以下步骤:光刻加工步骤:光源部提供激光束,通过可变焦透镜将激光束聚焦至基底上进行光刻加工;吹吸除尘步骤:吹气部对着加工区域的一侧进行吹气,同时吸气部从另一侧吸气,从而收集加工过程中产生的微尘;路径监测步骤:相机实时监测激光扫描路径上是否有杂质颗粒物,当监测到扫描路径上存在杂质颗粒物时,控制部实时调整多自由度工作台的运动,并实时调节光源部的相关参数和可变焦透镜的焦距,从而将激光束聚焦于杂质颗粒物处进行定点烧蚀;三维形貌监测步骤:三维形貌仪实时监测基底上的光刻槽的表面形貌,并由控制部将表面形貌与存储的理想表面形貌进行对比,实时调节光源部的相应参数和可变焦透镜的焦距,将表面形貌误差控制在一定范围内;加工温度监测步骤:温度仪实时监测基底上被光刻加工处的表面温度,并由控制部将表面温度与设定的温度阈值做对比,并在表面温度高于温度阈值的情况下,调节光源部的参数,将被光刻加工处的表面温度控制在温度阈值以下。

[0013] 发明的作用与效果

采用本发明所提供的波导微纳加工系统以及加工方法,由于采用多自由度工作台来实现多自由度运动,因此可以加工任意图案的波导,使得该加工系统具有极强的制造适应性;进一步,通过吹气部和吸气部实现气体在加工处的对流,可以最大限度的吸走微尘,避免激光减材的原料又被激光增材了,通过这种方式改善了加工环境并提高了加工质量;进一步,由于三维形貌仪在加工过程中实时监测基底上的光刻槽的表面形貌,并将表面形貌实时反馈给控制部,控制部将接收到的表面形貌与存储的理想表面形貌进行对比,实时调节光源部的相应参数和可变焦透镜的焦距,从而将表面形貌误差控制在一定范围内,因而大大提高了加工的精度。综上,采用本加工系统及加工方法所得到的波导器件波导一致性好、性能稳定;整个系统设备简单,利用超快激光直接刻蚀、加工方法步骤较少,对加工环境要求较低,有效地降低了波导的制作成本。

附图说明

[0014] 图1是本发明实施例中波导微纳加工系统的结构示意图。

具体实施方式

[0015] 以下参照附图对本发明涉及的波导微纳加工系统以及加工方法作详细阐述。

[0016] <实施例>

如图1所示,波导微纳加工系统10包括光源部20、加工部30、多自由度工作台40、光学平

台50、吹气部60、吸气部70、以及控制部80。

[0017] 光源部20包括激光器,该激光器为纳秒、皮秒和飞秒激光器中的任意一种,它用于提供激光束。

[0018] 加工部30设置在光源部20的光路上,用于将激光束聚焦至基底B上进行光刻加工,并对加工过程进行实时监测。加工所用基底B可以是二氧化硅、硅、陶瓷等材料。

[0019] 多自由度工作台40用于承载基底B,并使基底B朝向加工部,根据预设的波导图案带动基底B在多个自由度方向上进行移动,从而加工出所设计的波导图案。本实施例中,多自由度工作台40为六自由度工作台40,用于带动基底B在六个自由度方向(即、x轴、y轴、z轴、俯仰、旋转、以及横摆)上进行运动,即、加工部30处于静止状态,六自由度工作台40相对于加工部30做六自由度方向的运动。该六自由度工作台40的表面设有真空吸附孔41,用于吸附住基底B,使其被牢牢固定在六自由度工作台40的表面上。

[0020] 光学平台50用于安放六自由度工作台40,并隔绝外界振动,提高加工精度。

[0021] 吹气部60设置在六自由度工作台40的一侧,对着基底B上光刻加工区域进行吹气,将加工过程中所产生的微尘吹离基底B。本实施例中,吹气部60是吹出氮气气流。

[0022] 吸气部70设置在六自由度工作台40的另一侧,对吹气部60吹送来的气体进行吸除,从而收集气体中夹带的微尘,以此保证加工环境的洁净,提高加工质量。通过这种方式,可以最大限度的吸走微尘,避免激光减材的原料又被激光增材。

[0023] 另外,吹气部60和吸气部70的功率可根据需要实时可调。

[0024] 控制部80与光源部20、加工部30、多自由度工作台40、光学平台50、吹气部60、吸气部70分别相连,并控制它们的运行。

[0025] 本实施例中,加工部30包括可变焦透镜、三维形貌仪、相机、以及测温仪。

[0026] 可变焦透镜设置在光源部20的光路R上,用于将激光束聚焦至基底B上进行光刻加工,并对加工过程进行实时监测,其焦距实时可调。本实施例中,光路R可以是以光纤的形式也可以是以空间光的形式。

[0027] 三维形貌仪在加工过程中实时监测基底B上的光刻槽的表面形貌,并将表面形貌实时反馈给控制部80,由控制部80将接收到的表面形貌与存储的理想表面形貌进行对比,实时调节光源部20中激光器的相应参数和可变焦透镜的焦距,将表面形貌误差控制在一定范围内。本实施例中,为控制表面形貌可对激光器中的脉冲频率、激光器功率、以及脉冲占空比等参数进行调节。

[0028] 相机为CCD工业相机,用于在加工过程中实时监测激光扫描路径上是否有杂质颗粒物,当监测到扫描路径上存在杂质颗粒物时,控制部80实时调整六自由度工作台40的运动,并实时调节激光器的相关参数和可变焦透镜的焦距,从而将激光束聚焦于杂质颗粒物处进行定点烧蚀。本实施例中,为控制表面形貌可对激光器中的激光光斑大小和激光器功率等参数进行调节。另外,在杂质颗粒的烧蚀过程中可能会产生大量的微尘,故可以根据需要通过控制部80来实时增大吹气部60和吸气部70的功率。

[0029] 温度仪在加工过程中实时监测基底B上被光刻加工处的表面温度,并将表面温度实时反馈给控制部80,由控制部80将接收到的表面温度与设定的温度阈值做对比,并在表面温度高于温度阈值的情况下,可以通过减小激光器的激光功率、或者减小可变焦透镜的焦距、或者调整六自由度工作台40来增大光斑与加工表面的距离等方式将被光刻加工处的

表面温度控制在温度阈值以下,防止激光加工过程中温度积累造成基底B的热变形。

[0030] 以上是波导微纳加工系统10的具体结构,下面以加工聚合物多模光波导阵列为例,对采用该波导微纳加工系统10进行波导微纳加工的方法进行说明,该方法的具体步骤如下:

步骤1,准备好合适规格的二氧化硅基底B,将SU8胶涂覆在基底B上并使用匀胶机旋匀胶面,得到约100 μm 厚度的胶面;

步骤2,将旋涂好的二氧化硅基底B放入烤箱加热,设置加热温度70 $^{\circ}\text{C}$ 及加热时长48小时,得到波导的下包层;

步骤3,通过真空吸附孔41将步骤2中加工好的波导的下包层固定在六自由度工作台40上;使用皮秒激光器为光源,在下包层上刻写出16条沿X方向的槽形图案,对于多模光波导阵列,槽间距为256 μm ,槽宽和槽深为65 μm ;具体过程有:

(1)光刻加工:将所设计的刻写图案导入控制部80,六自由度工作台40根据所导入的图案相对加工部30做六自由度方向的运动;此时启动光源部20和加工部30,光源部20中的激光器所发出的激光束通过光路R传输至加工部30中的可变焦透镜,聚焦到基底10上便能刻出所设计的图案;

(2)吹吸除尘:吹气部60对准激光刻写处从六自由度工作台40的一侧吹出氮气气流,吸气部70则从另一侧吸气收集加工过程中所产生的的微尘;

(3)扫描路径监测:加工部30中的CCD工业相机在加工的过程中实时监测激光扫描路径上是否有杂质颗粒;当监测到扫描路径上存在杂质颗粒物时,控制部80实时调整六自由度工作台40的运动并实时调节光源部20中激光器的参数及加工部30中可变焦透镜的焦距,激光束聚焦于杂质颗粒物处对其进行定点烧蚀;

(4)三维形貌监测:加工部30中的三维形貌仪在加工的过程中实时监测所刻槽形的表面形貌,将实际监测的表面形貌实时反馈给控制部80,由控制部80将表面形貌与理想表面形貌进行对比,实时调节光源部20中激光器的参数及加工部30中可变焦透镜的焦距,将表面形貌误差控制在一定范围内;

(5)加工温度监测:加工部30中的温度仪在加工的过程中实时监测加工处的表面温度,将其实时反馈给控制部80并与所设定的加工温度阈值做对比,若监测到某时刻加工处的表面温度高于温度阈值,则立刻通过控制部80调节光源部20中激光器的参数,将加工处的表面温度控制在温度阈值以下;

步骤4,将PDMS预聚体和对应固化剂按照一定比例混合,将混合物填入所刻的16条槽中,并用刮刀将多出的PDMS聚合物刮平;

步骤5,将步骤4中填入PDMS聚合物的波导下包层置于烤箱中,设置加热温度70 $^{\circ}\text{C}$ 及加热时长24小时,完成聚合物多模光波导阵列芯层的制作;

步骤6,将SU8胶涂覆在完成芯层制作的波导上并使用匀胶机旋匀胶面,得到约100 μm 厚度的胶面;放入烤箱,设置加热温度70 $^{\circ}\text{C}$ 及加热时长48小时,完成波导上包层的制作,得到聚合物多模光波导阵列。

[0031] 另外,对于加工聚合物单模光波导阵列,只需要在上述步骤3中,采用飞秒激光器为光源,在下包层上刻写出16条沿X方向的槽形图案,对于单模光波导阵列,槽间距为256 μm ,槽宽和槽深为9 μm ;其它步骤如前,这里不再赘述。

[0032] 以上实施例仅仅是对本发明技术方案所做的举例说明。本发明所涉及的波导微纳加工系统以及加工方法并不仅仅限定于在以上实施例中所描述的内容,而是以权利要求所限定的范围为准。本发明所属领域技术人员在该实施例的基础上所做的任何修改或补充或等效替换,都在本发明的权利要求所要求保护的范围内。

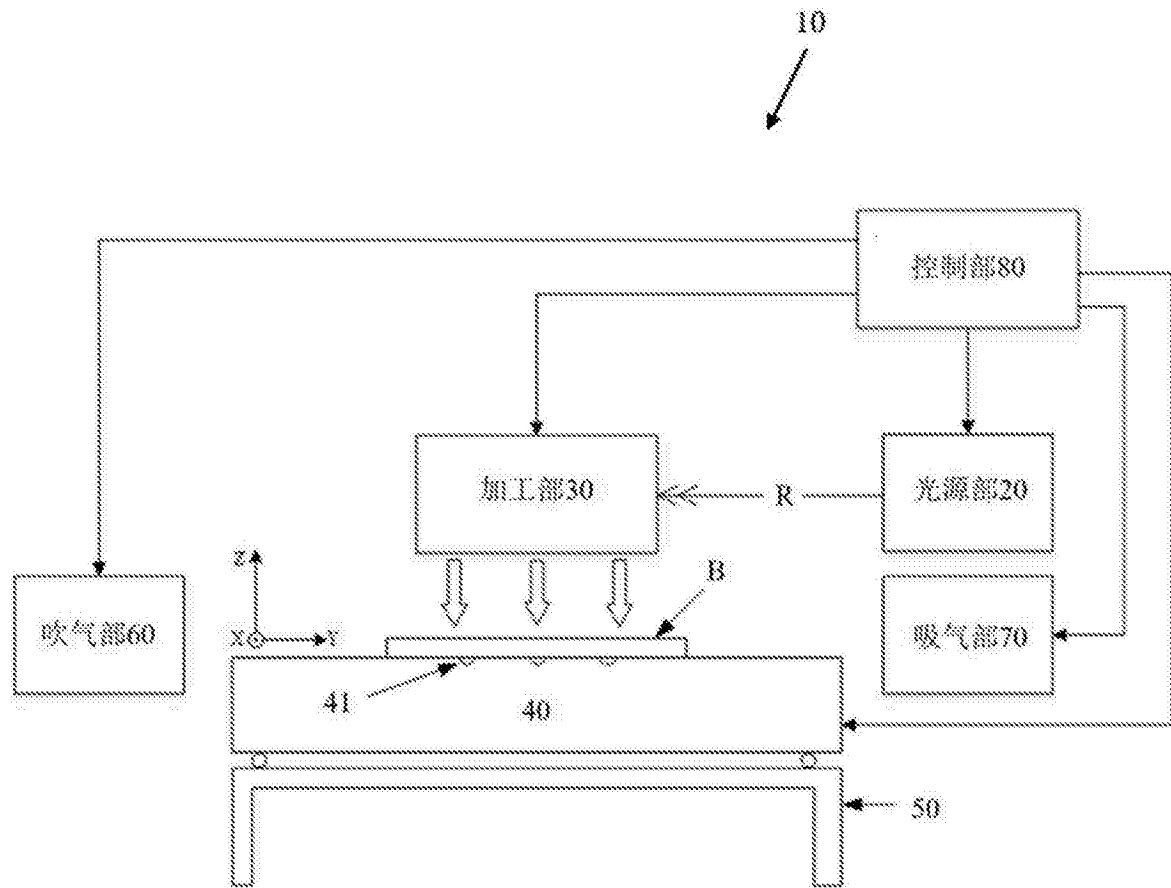


图1