



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107127583 A

(43)申请公布日 2017.09.05

(21)申请号 201710347910.0

(22)申请日 2017.05.17

(71)申请人 大连理工大学

地址 116024 辽宁省大连市高新园区凌工  
路2号

(72)发明人 白倩 张璧 杨秀轩

(74)专利代理机构 大连东方专利代理有限责任  
公司 21212

代理人 高永德 李洪福

(51)Int.Cl.

B23P 23/04(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图3页

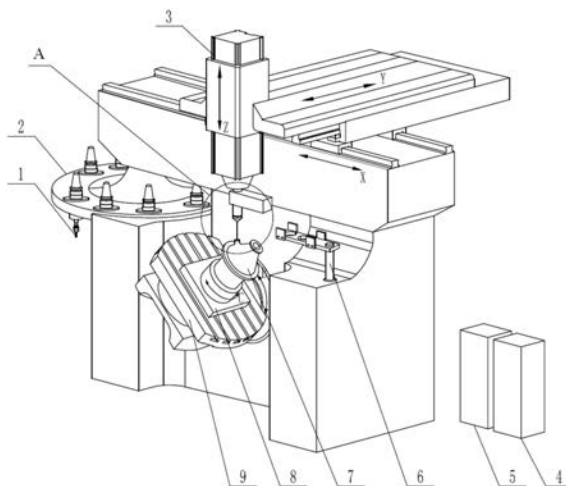
## (54)发明名称

将超声切削应用于送粉式增减材复合制造中的设备及加工方法

## (57)摘要

本发明涉及增减材制造领域,具体为一种将超声切削应用于送粉式增减材复合制造中的设备及加工方法。设备包括:刀具、刀库、主轴、床身、激光发生器、送粉装置、喷嘴托架、基板、工作台和熔覆喷头;所述的主轴装于床身上部,增材制造时,主轴下部安装熔覆喷头,减材加工时,主轴的下部装有刀具,在主轴与刀具之间装有超声切削装置;在主轴的下方床身上装有可绕水平轴线和竖直轴线旋转的摇篮式工作台;工作台上安装有基板,工件增减材复合制造在基板上进行;喷嘴托架装于床身上,位于主轴工作台的一侧,喷嘴托架用于放置熔覆喷头,熔覆喷头与外部的激光发生器和送粉装置相连接;工作台的另一侧装有刀库,刀具装于刀库内。本发明具有结构新颖、加工简便、稳定性高、增加刀具使用寿命,提高工件加工精度、适用于各种高难度工件加工等特点。

CN 107127583 A



1. 一种将超声切削应用于送粉式增减材复合制造中的设备,其特征在于所述的设备包括:刀具(1)、刀库(2)、主轴(3)、激光发生器(4)、送粉装置(5)、床身、喷嘴托架(6)、基板(8)、工作台(9)和熔覆喷头(10)和超声切削装置;所述的主轴(3)装于床身上部,增材制造时主轴(3)下部安装熔覆喷头(10),减材加工时主轴(3)的下部装有刀具(1),在主轴(3)与刀具(1)之间装有超声切削装置;在主轴(3)的下方床身上装有可绕水平轴线和竖直轴线旋转的摇篮式工作台(9);工作台(9)上安装有基板(8),基板(8)上装有增减材制造的工件(7);喷嘴托架(6)装于床身上,位于主轴(3)工作台(9)的一侧,喷嘴托架(6)用于放置熔覆喷头(10),熔覆喷头(10)与外部的激光发生器(4)和送粉装置(5)相连接;工作台(9)的另一侧装有刀库(2),刀具(1)装于刀库(2)内。

2. 根据权利要求1所述的将超声切削应用于送粉式增减材复合制造中的设备,其特征在于所述的床身上部在X、Y、Z三个方向均设置有滑动导轨,主轴(3)可沿滑动导轨滑动。

3. 根据权利要求1所述的将超声切削应用于送粉式增减材复合制造中的设备,其特征在于所述的超声切削装置包括:超声发生器(11)、超声换能器(12)和变幅杆(13);超声发生器(11)装于主轴(3)上;减材加工过程中,超声换能器(12)与变幅杆(13)和刀具(1)装于一体,一同装于主轴(3)的下部。

4. 权利要求1所述将超声切削应用于送粉式增减材复合制造中的设备的加工方法为:

A、增材制造:主轴(3)由喷嘴托架(6)上取下熔覆喷头(10),利用高能束与CAD/CAM技术相结合,在熔覆喷头(10)处将粉料熔化,并在基板(8)上按照设定的扫描路径进行一定层数的增材制造工件(7),增材一定层数后,通过控制系统控制喷嘴托架(6)将熔覆喷头(10)卸下;

B、减材加工:将刀具(1)由刀库(2)中取出安装在主轴(3)上,主轴(3)沿床身上部X、Y、Z三个方向的滑动导轨滑动,通过超声切削装置配合刀具(1)采用超声切削的方式对工件(7)进行减材加工;减材加工结束,取下刀具(1)放入刀库(2)中;

C、循环加工:循环重复上述A、B步骤,直至完成整个工件(7)的加工。

5. 根据权利要求4所述的将超声切削应用于送粉式增减材复合制造中的设备的加工方法,其特征在于:所述的增材制造材料为金属或陶瓷,材料形状为粉粒或丝状;增材过程为送粉式;增材层数为单层或多层。

6. 根据权利要求4所述的将超声切削应用于送粉式增减材复合制造中的设备的加工方法,其特征在于:所述的高能束包括:激光束、电子束、电弧或离子束。

7. 根据权利要求4所述的将超声切削应用于送粉式增减材复合制造中的设备的加工方法,其特征在于:所述的超声切削的形式可以是一维振动、二维(椭圆)振动或三维振动;超声振动频率可以根据切削参数、工件材料和零件实时温度等进行调整。

8. 根据权利要求4所述的将超声切削应用于送粉式增减材复合制造中的设备的加工方法,其特征在于:所述的超声切削可以施加在刀具上也可以施加在工件上。

9. 根据权利要求4所述的将超声切削应用于送粉式增减材复合制造中的设备的加工方法,其特征在于:所述的超声切削的切削方式为车削、铣削或磨削。

10. 根据权利要求4所述的将超声切削应用于送粉式增减材复合制造中的设备的加工方法,其特征在于:所述的刀具(1)为硬质合金刀具、陶瓷刀具、PCD刀具或CBN刀具。

## 将超声切削应用于送粉式增减材复合制造中的设备及加工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及增减材制造领域,具体为一种将超声切削应用于送粉式增减材复合制造中的设备及加工方法。

### 背景技术

[0002] 金属零件的传统制造工艺主要是通过车削、铣削等机械减材加工方式对材料进行去除,从而最终得到满足质量和精度要求的零件,不仅浪费材料而且难以加工出复杂曲面的零件;增材制造则是将三维实体离散为若干个二维平面,通过逐层叠加材料进行生产,最终形成三维零件,能够有效的减少原材料的浪费,并且可以加工任意形状的复杂零件,缺点是工件的表面质量较差,精度也难以达到要求。采用增减材复合制造将二者结合起来,在增材制造一定层数后引入减材工艺,实时对沉积材料进行高精度的减材加工,弥补了纯增材工件表面质量差,尺寸精度低的问题,同时又能成形传统减材工艺不能制造的复杂几何形状零件。因此是一种发展潜力巨大的加工方法。

[0003] 增减材复合制造工艺中的增材制造过程是利用高能束熔化金属成形材料,它以高能移动热源沿着规划好的路径逐步进行扫描,刚完成增材成形后的材料温度较高,而出于生产效率的考量,后续减材加工往往需要在增材成形材料尚有与热的条件下进行加工,这种增材残与的温度场在减材过程中会加剧刀具的磨损。另外由于传统切削液会影响增材制造过程,因此在整个增减材成形过程中不能使用切削液,使得切削产生的热量不能被及时带走,进一步提高了刀具切削刃的温升,这些问题都严重影响后续减材过程中刀具的使用寿命以及工件的加工精度与表面质量。

[0004] 超声切削的优点在于:

[0005] 1) 切削温度低:超声切削过程中刀具前刀面不是始终与工件保持接触状态,而是处于有规律的接触、分离状态,刀具与工件的作用时间占总切削时间的三分之一左右,这将使刀具和工件都有更多时间进行散热,降低了切削温度。

[0006] 2) 切削力小:超声切削将连续切削力变成了脉冲切削力,可以减少切削变形区的塑性变形和摩擦,从而降低切削力。

[0007] 3) 加工质量好:超声切削中刀具的有规律强迫振动取代了刀具和工件无规律的自激振动,使切削过程更加稳定,积屑瘤不易产生,加工质量好,工件残与应力低。

[0008] 针对上述现有技术中所存在的问题,研究设计一种新型的将超声切削应用于送粉式增减材复合制造中的设备及加工方法,从而克服现有技术中所存在的问题是十分必要的。

### 发明内容

[0009] 鉴于上述现有技术中所存在的问题,本发明的目的是研究设计一种新型的将超声切削应用于送粉式增减材复合制造中的设备及加工方法。来解决现有技术中存在的诸多问

题,有效提高刀具寿命,提高减材后的工件表面质量,解决一般增减材制造技术中的刀具寿命问题。

[0010] 本发明的技术解决方案是这样实现的:

[0011] 本发明所述的超声波辅助切削应用于送粉式增减材复合制造中的设备,其特征在于所述的设备包括:刀具、刀库、主轴、床身、激光发生器、送粉装置、喷嘴托架、基板、工作台、熔覆喷头和超声切削装置;所述的主轴装于床身上部,增材制造时,主轴下部安装熔覆喷头,减材加工时,主轴的下部装有刀具,在主轴与刀具之间装有超声切削装置;在主轴的下方床身上装有可绕水平轴线和竖直轴线旋转的摇篮式工作台;工作台上安装有基板,在基板上进行增减材复合制造;喷嘴托架装于床身上,位于主轴工作台的一侧,喷嘴托架用于放置熔覆喷头,熔覆喷头与外部的激光发生器和送粉装置相连接;工作台的另一侧装有刀库,刀具装于刀库内。

[0012] 本发明所述的床身上部在X、Y、Z三个方向均设置有滑动导轨,主轴可沿滑动导轨滑动。

[0013] 本发明所述的超声切削装置包括:超声发生器、超声换能器和变幅杆;超声发生器装于主轴上;超声换能器与变幅杆和刀具装于一体,减材加工时,一同装于主轴的下部。

[0014] 本发明所述将超声切削应用于送粉式增减材复合制造中的设备的加工方法为:

[0015] A、增材制造:主轴由喷嘴托架上取下熔覆喷头,利用高能束与CAD/CAM技术相结合,在熔覆喷头处将粉料熔化,并在基板上按照设定的扫描路径进行一定层数的增材制造工件,增材一定层数后,通过控制系统控制喷嘴托架将熔覆喷头卸下;

[0016] B、减材加工:将刀具由刀库中取出安装在主轴上,主轴沿床身上部的X、Y、Z三个方向的滑动导轨滑动,通过超声切削装置配合刀具采用超声切削的方式对工件进行减材加工;减材加工结束,取下刀具放入刀库中;

[0017] C、循环加工:循环重复上述A、B步骤,直至完成整个工件的加工。

[0018] 本发明所述的增材制造材料为金属或陶瓷,材料形状为粉粒或丝状;增材过程为送粉式;增材层数为单层或多层。

[0019] 本发明所述的高能束包括:激光束、电子束、电弧或离子束。

[0020] 本发明所述的超声切削的形式可以是一维振动、二维(椭圆)振动或三维振动;超声振动频率可以根据切削参数、工件材料和零件实时温度等进行调整。

[0021] 本发明所述的超声切削可以施加在刀具上也可以施加在工件上。

[0022] 本发明所述的超声切削的切削方式为车削、铣削或磨削。

[0023] 本发明所述的刀具为硬质合金刀具、陶瓷刀具、PCD刀具或CBN刀具。

[0024] 本发明的优点是显而易见的,主要表现在:

[0025] 1、本发明将超声切削应用于送粉式增减材复合制造过程中可显著提高增减材复合制造中刀具的使用寿命,解决了增减材复合制造技术中的刀具寿命问题。

[0026] 2、本发明可使加工过程更加稳定,进而显著提高工件的精度和质量,能够实现各种复杂曲面零件的加工。

[0027] 本发明具有结构新颖、加工简便、稳定性高、刀具使用寿命长,工件加工精度高、适用于各种高难度工件加工等优点,其大批量投入市场必将产生积极的社会效益和显著的经济效益。

## 附图说明

- [0028] 本发明共有5幅附图,其中:
- [0029] 附图1为本发明增材加工状态结构示意图;
- [0030] 附图2为附图1A部放大视图;
- [0031] 附图3为本发明减材加工状态结构示意图;
- [0032] 附图4为附图3B部放大视图;
- [0033] 附图5为超声切削装置结构示意图。
- [0034] 在图中:1、刀具 2、刀库 3、主轴 4、激光发生器 5、送粉装置 6、喷嘴托架 7、工件 8、基板 9、工作台 10、熔覆喷头 11、超声发生器 12、超声换能器 13、变幅杆。

## 具体实施方式

[0035] 本发明的具体实施例如附图所示,超声切削应用于送粉式增减材复合制造中的设备包括:刀具1、刀库2、主轴3、床身、激光发生器4、送粉装置5、喷嘴托架6、基板8、工作台9、熔覆喷头10和超声切削装置;所述的主轴3装于床身上部,增材制造时,主轴3的下部装有熔覆喷头10,减材加工时,主轴3的下部装有刀具1,在主轴3与刀具1之间装有超声切削装置;在主轴3的下方床身上装有可绕水平轴线和竖直轴线旋转的摇篮式工作台9;工作台9上安装有基板8,工件7的增减材复合制造在基板8上进行;喷嘴托架6装于床身上,位于工作台9的一侧,喷嘴托架6用于放置熔覆喷头10,熔覆喷头10与外部的激光发生器4和送粉装置5相连接;工作台9的另一侧装有刀库2,刀具1装于刀库2内。

[0036] 床身上部在X、Y、Z三个方向均设置有滑动导轨,主轴3可沿滑动导轨滑动。

[0037] 超声切削装置包括:超声发生器11、超声换能器12和变幅杆13;超声发生器11装于主轴3上;超声换能器12与变幅杆13和刀具1装于一体,在减材时,与刀具一同装于主轴3的下部。

[0038] 将超声切削应用于送粉式增减材复合制造中的设备的加工方法为:

[0039] A、增材制造:主轴3由喷嘴托架6上取下熔覆喷头10,利用高能束与CAD/CAM技术相结合,在熔覆喷头10处将粉料熔化,并在基板8上按照设定的扫描路径进行一定层数的增材制造工件7,增材一定层数后,通过控制系统控制喷嘴托架6将熔覆喷头10卸下;

[0040] B、减材加工:将刀具1由刀库2中取出安装在主轴3上,主轴3沿床身上部的三向滑动导轨滑动,通过超声切削装置配合刀具采用超声切削的方式对工件7进行减材加工;减材加工结束,取下刀具1放入刀库2中;

[0041] C、循环加工:循环重复上述A、B步骤,直至完成整个工件7的加工。

[0042] 增材制造材料为金属或陶瓷,材料形状为粉粒或丝状;增材过程为送粉式;增材层数为单层或多层。

[0043] 高能束包括:激光束、电子束、电弧或离子束。

[0044] 超声切削的形式可以是一维振动、二维椭圆振动或三维振动;超声振动频率可以根据切削参数、工件材料和零件实时温度等进行调整。

[0045] 超声切削可以施加在刀具上也可以施加在工件上。

[0046] 超声切削的切削方式为车削、铣削或磨削。

[0047] 刀具1为硬质合金刀具、陶瓷刀具、PCD刀具或CBN刀具。

[0048] 以上所述,仅为本发明的较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,所有熟悉本技术领域的技术人员在本发明公开的技术范围内,根据本发明的技术方案及其本发明的构思加以等同替换或改变均应涵盖在本发明的保护范围之内。

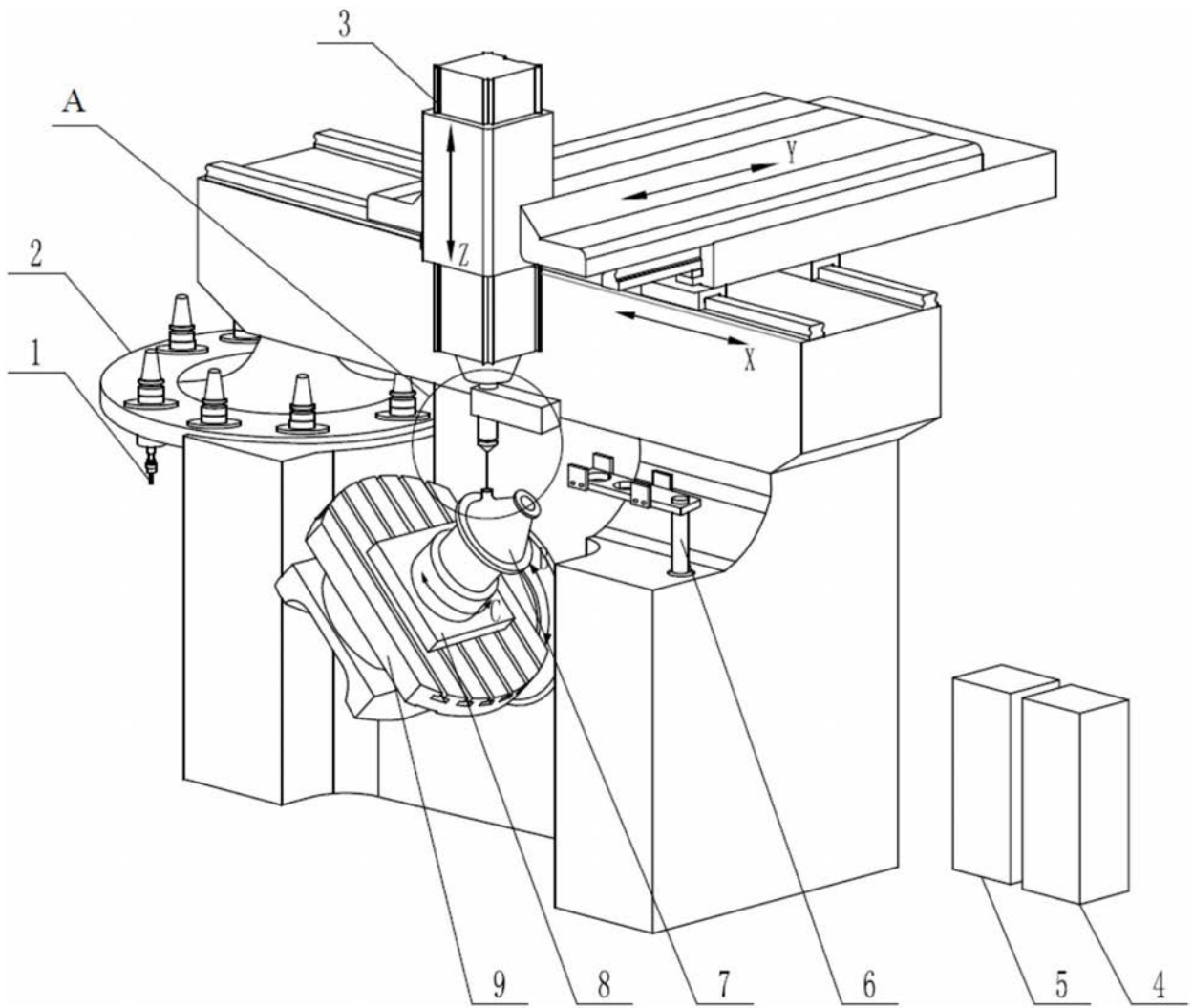


图1

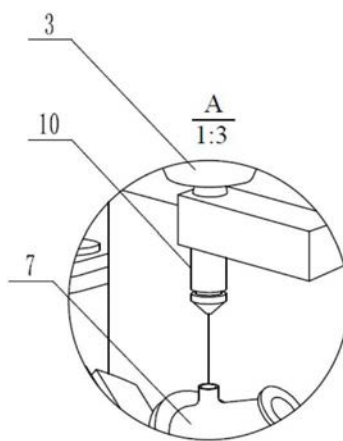


图2

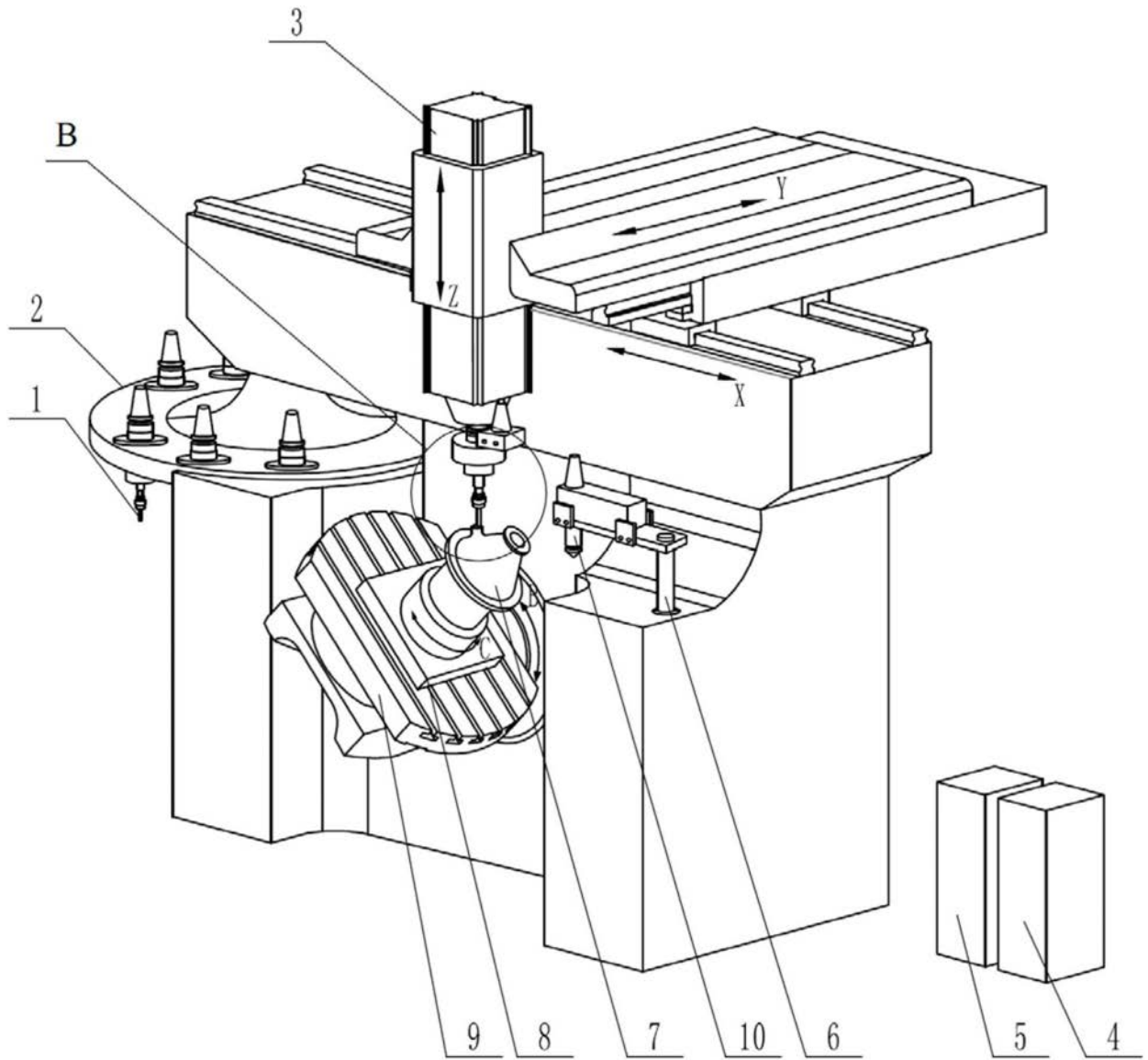


图3

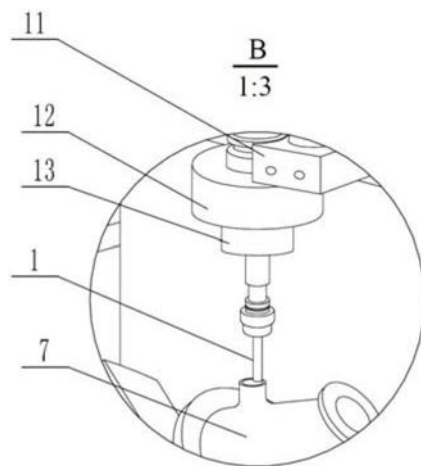


图4



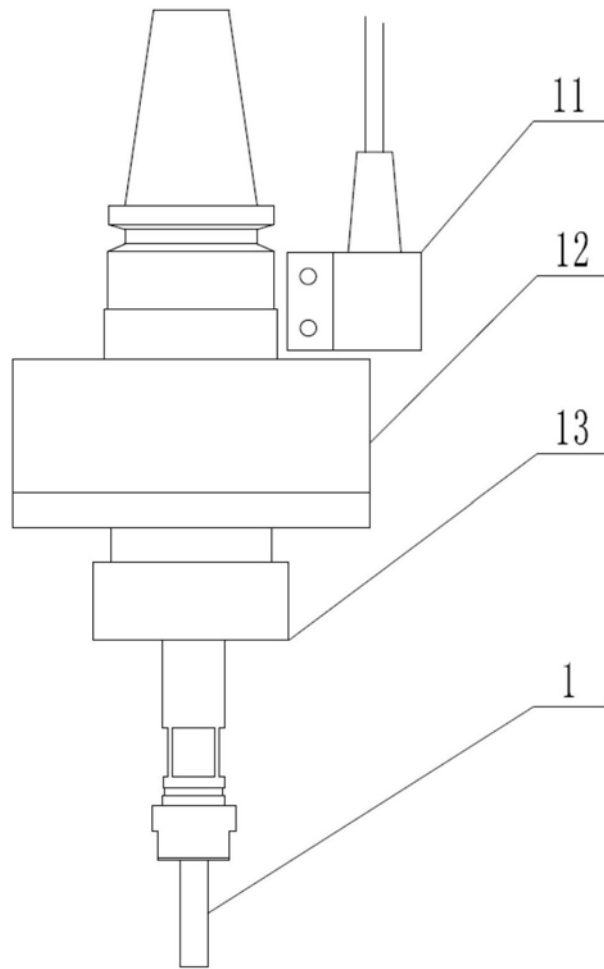


图5