



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106985385 A

(43)申请公布日 2017.07.28

(21)申请号 201710248056.2

(22)申请日 2017.04.16

(71)申请人 吉林大学

地址 130000 吉林省长春市前进大街2699号

(72)发明人 吴文征 李桂伟 蒋吉利 蒋浩
刘巍 曲兴田 赵继 任露泉

(74)专利代理机构 吉林长春新纪元专利代理有
限责任公司 22100

代理人 魏征骥

(51)Int.Cl.

B29C 64/141(2017.01)

B29C 64/307(2017.01)

B33Y 10/00(2015.01)

B33Y 30/00(2015.01)

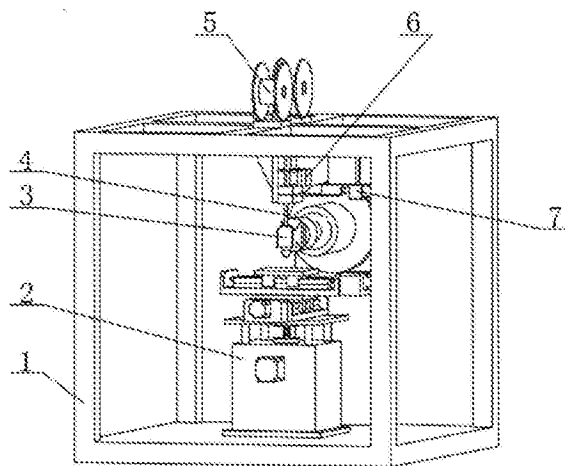
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

复合材料超声沉积增材制造装置及方法

(57)摘要

本发明涉及一种复合材料超声沉积增材制造装置及方法,属于增材制造领域。三轴运动系统固定在机架内并位于其底板的上方,超声沉积打印头位于三轴运动系统的上方并固定在支撑板上,导丝管位于超声沉积打印头与送丝装置之间并与两者相连,切丝装置、送丝装置以及料辊固定在机架顶部的十字梁上。本发明无需外加热源,利用超声振动能实现沉积丝材间原子间的结合,直接固态成形综合力学性能优异的三维实体零件;沉积成形不受材料种类的限制,可实现复合材料功能梯度材料的直接近净成形;采用细丝材料逐层累积成形,成形精度高,无需复杂的后处理工艺,在航空航天、汽车以及生物医疗等领域具有广阔的应用前景。



1. 一种复合材料超声沉积增材制造装置,其特征在于:包括机架、三轴运动系统、超声沉积打印头、导丝管、料辊、送丝装置和切丝装置,所述的三轴运动系统固定在机架内并位于其底板的上方,所述的超声沉积打印头位于三轴运动系统的上方并固定在支撑板上,所述的导丝管位于超声沉积打印头与送丝装置之间并与两者相连,所述的切丝装置位于超声沉积打印头的上方并固定在机架顶部的十字梁上,所述的送丝装置位于机架内并固定在其顶部的十字梁上,所述的料辊位于机架外部,并固定在其顶部的十字梁上,所述的料辊的数目与打印材料的种类数目相同,用来装载不同的打印材料。

2. 根据权利要求1所述的一种复合材料超声沉积增材制造装置,其特征在于:所述的机架由底板、支撑柱、支撑板和顶部十字梁之间通过固定连接组成,所述的底板用于连接三轴运动系统,所述的支撑柱用于连接支撑机架,所述的支撑板用于连接超声沉积打印头,所述的顶部十字梁用于固定连接料辊、送丝装置和切丝装置。

3. 根据权利要求1所述的一种复合材料超声沉积增材制造装置,其特征在于:所述的三轴运动系统由Z轴支座、Z轴直线轴承导轨、Z轴滚珠丝杠机构、Z轴台面、X轴底板、X轴轴承、X轴线性滑轨、X轴轴承座、X轴滚珠丝杠、Y轴运动系统、基板、X轴台面、X轴电机座、X轴步进电机和Z轴步进电机组成,Z轴支座固定在机架上,Z轴直线轴承导轨对Z轴台面进行导向,保证运行平稳,Z轴步进电机安装在Z轴支座上,带动Z轴滚珠丝杠机构转动进而带动Z轴台面在Z轴方向运动,X轴底板通过螺栓连接固定在Z轴台面上,X轴线性滑轨、X轴轴承座和X轴电机座均固定在X轴底板上,X轴轴承通过过盈配合安装在X轴轴承座上,X轴台面固定在X轴线性滑轨上,X轴滚珠丝杠中的螺母通过螺栓固定在X轴台面上,X轴步进电机固定在X轴电机座上,同时通过弹性联轴器与X轴滚珠丝杠连接,通过计算机控制X轴步进电机转动,带动X轴滚珠丝杠的转动,从而调节X轴台面在X轴方向的运动;Y轴运动系统与X轴运动系统的组成相同,基板固定在Y轴台面上,同时Y轴底板固定在X轴台面上。

4. 根据权利要求1所述的一种复合材料超声沉积增材制造装置,其特征在于:所述的超声沉积打印头由支座、压电陶瓷换能器、变幅杆和超声焊头组成,支座通过螺栓固定连接在机架的支撑板上,压电陶瓷换能器与支座和变幅杆通过螺纹连接,变幅杆和超声焊头通过螺纹连接。

5. 根据权利要求4所述的一种复合材料超声沉积增材制造装置,其特征在于:所述的超声焊头有一通孔,用于通过沉积丝材,超声焊头的通孔底部倒圆角,便于沉积丝材与打印基板结合。

6. 根据权利要求1所述的一种复合材料超声沉积增材制造装置,其特征在于:所述的导料管由主导料管和分导料管连接组成,分导料管可以有多个,数目与打印材料种类数目相同,用于导入不同的材料,主导料管将分导料管导入的材料引入超声焊头。

7. 根据权利要求1所述的一种复合材料超声沉积增材制造装置,其特征在于:所述的切丝装置由下导向块、上导向块、导向块支架、切割刀具、丝杠导轨移动平台支座及丝杠导轨移动平台组成,下导向块和上导向块通过螺栓连接并固定在导向块支架上,导向块支架通过螺栓固定在机架的顶部十字梁上,切割刀具固定在丝杠导轨移动平台上,丝杠导轨移动平台通过丝杠导轨移动平台支座固定在机架的顶部十字梁上。

8. 采用如权利要求1所述的一种复合材料超声沉积增材制造装置的增材制造方法,其特征在于,包括下列步骤:

(1) 采用所述的复合材料超声沉积增材制造装置,在打印过程中,计算机根据所要超声沉积成形的丝材种类控制送丝装置导入相应的丝材,经导管导入超声焊头至超声焊头与基板结合处;

(2) 在超声沉积成形过程中,计算机根据超声沉积成形材料的性质,控制超声焊头的驱动频率及振幅,通过调节超声焊头与成形基板之间的相对距离,对沉积丝材施加超声焊接静压力,根据沉积材料所需要沉积的位置,控制三轴运动系统的X-Y二维运动,沉积成形完一层,成形平台下降一个层厚的高度,计算机根据相应的截面轮廓信息,再超声沉积成形新一层截面轮廓;

(3) 在进行多材混合打印时,如需更换材料,计算机控制切丝装置切断实时沉积打印丝材,控制送丝装置导入新的丝材,并调节超声焊头的驱动频率和振幅以及焊头与成形层之间的距离,完成异种材料间的超声沉积成形,如此叠加成形,直至最终成形出所需三维实体零件。

9. 根据权利要求8所述的一种复合材料超声沉积增材制造方法,其特征在于:用于超声沉积成形的材料为金属、非金属和塑料丝材,能实现异种金属、异种塑料、金属与塑料以及金属与陶瓷之间的混合成形,沉积丝材直径范围为1-2000 μm 。

复合材料超声沉积增材制造装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于增材制造技术领域,特别涉及一种复合材料超声沉积丝材增材制造装置及方法,利用超声振动能实现沉积丝材间原子间的结合,直接固态成形综合力学性能优异的三维实体零件,用于同种材料或多种材料混合的超声沉积增材制造。

背景技术

[0002] 丝材沉积增材制造技术,因其成形速度快、成形工艺简单、制造成本低等特点,而被广泛应用于航空航天、教育与文化、汽车、建筑、生物医疗、食品以及服装等领域,现有的丝材沉积成形增材制造技术主要有熔融沉积增材制造技术(FDM/FFF)、静电纺丝增材制造技术(Electrostatic Spinning)和3D冷打印技术。

[0003] 熔融沉积增材制造技术将丝状的热塑性材料通过喷头加热熔化,喷头底部带有微细喷嘴,材料以一定的压力挤喷出来,同时喷头沿水平方向移动,挤出的材料与前一个层面熔结在一起。一个层面的沉积完成后,工作台垂直下降一个层的厚度,再继续熔融沉积,直至完成整个实体造型。其只能成形热塑性材料或者是糊状材料,成形样件通过沉积丝材粘结成形,在成形基板上由于沉积丝材的黏度随时间而变化,成形后样件力学性能各向异性,沿成形轴垂直方向的强度比较弱,成形件的抗剪切性能较差。

[0004] 静电纺丝增材制造技术将聚合物溶液或熔体带上几千至上万伏高压静电,带电的聚合物液滴在电场力的作用下在毛细管的Taylor锥顶点被加速,当电场力足够大时,聚合物液滴克服表面张力形成喷射细流,与此同时,成形基板做三维运动,细流在喷射至成形基板上时溶剂蒸发或固化,最终逐层累积成三维实体样件。其只能成形高分子聚合物,喷射过程中射流的黏度和电荷密度不稳定,射流喷射速度高,难以实现高精度样件的三维成形,成形后样件的综合力学性能较差。

[0005] 3D冷打印技术以低黏度、高固相含量的粉末料浆作为打印时的“墨水”,通过打印机喷头将粉末料浆以丝状喷射沉积到打印平台上,同时以化学引发、热引发等方式引发料浆中有机单体的聚合反应,形成三维网状结构将粉体原位包覆固定,使粉末料浆迅速固化,实现金属或陶瓷零件坯体的逐层打印,坯体经干燥、脱脂和烧结得到金属或陶瓷零件。其成形工艺复杂,成形过程中化学试剂挥发污染环境,受干燥、脱脂和烧结工艺的限制,难以实现大体积致密零件的增材制造,成形后零件的表面精度和尺寸精度较差。

[0006] 综上所述,现有的丝材沉积增材制造装置,成形材料种类受限,成形过程中,只能实现同种材料成形,无法实现多种材料功能梯度材料的增材制造;由于热应力以及样件的后处理工艺,成形后零件的尺寸精度较差;成形过程中丝材粘结固化成形或成形后通过后处理工艺使得固相颗粒熔合,成形后零件的综合力学性能较差。

发明内容

[0007] 本发明提供一种复合材料超声沉积增材制造装置及方法,实现可多种材料混合成形的超声沉积增材制造,以解决现有丝材沉积增材制造装置,成形材料种类受限,成形过程

中,只能实现同种材料成形,无法实现多种材料功能梯度材料的增材制造,成形后零件的尺寸精度较差,以及成形后零件的综合力学性能较差的问题。

[0008] 本发明采取的技术方案是,复合材料超声沉积增材制造装置:

[0009] 包括机架、三轴运动系统、超声沉积打印头、导丝管、料辊、送丝装置和切丝装置,所述的三轴运动系统固定在机架内并位于其底板的上方,所述的超声沉积打印头位于三轴运动系统的上方并固定在支撑板上,所述的导丝管位于超声沉积打印头与送丝装置之间并与两者相连,所述的切丝装置位于超声沉积打印头的上方并固定在机架顶部的十字梁上,所述的送丝装置位于机架内并固定在其顶部的十字梁上,所述的料辊位于机架外部,并固定在其顶部的十字梁上,所述的料辊的数目与打印材料的种类数目相同,用来装载不同的打印材料。

[0010] 所述的机架由底板、支撑柱、支撑板和顶部十字梁之间通过固定连接组成,所述的底板用于连接三轴运动系统,所述的支撑柱用于连接支撑机架,所述的支撑板用于连接超声沉积打印头,所述的顶部十字梁用于固定连接料辊、送丝装置和切丝装置。

[0011] 所述的三轴运动系统由Z轴支座、Z轴直线轴承导轨、Z轴滚珠丝杠机构、Z轴台面、X轴底板、X轴轴承、X轴线性滑轨、X轴轴承座、X轴滚珠丝杠、Y轴运动系统、基板、X轴台面、X轴电机座、X轴步进电机和Z轴步进电机组成,Z轴支座固定在机架上,Z轴直线轴承导轨对Z轴台面进行导向,保证运行平稳,Z轴步进电机安装在Z轴支座上,带动Z轴滚珠丝杠机构转动进而带动Z轴台面在Z轴方向运动;X轴底板通过螺栓连接固定在Z轴台面上,X轴线性滑轨、X轴轴承座和X轴电机座均固定在X轴底板上,X轴轴承通过过盈配合安装在X轴轴承座上,X轴台面固定在X轴线性滑轨上,X轴滚珠丝杠中的螺母通过螺栓固定在X轴台面上,X轴步进电机固定在X轴电机座上,同时通过弹性联轴器与X轴滚珠丝杠连接,通过计算机控制X轴步进电机转动,带动X轴滚珠丝杠的转动,从而调节X轴台面在X轴方向的运动;Y轴运动系统与X轴运动系统的组成相同,基板固定在Y轴台面上,同时Y轴底板固定在X轴台面上。

[0012] 所述的超声沉积打印头由支座、压电陶瓷换能器、变幅杆和超声焊头组成,支座通过螺栓固定连接在机架上,压电陶瓷换能器与支座和变幅杆通过螺纹连接,变幅杆和超声焊头通过螺纹连接。

[0013] 所述的超声焊头有一通孔,用于通过沉积丝材,超声焊头的通孔底部倒圆角,便于沉积丝材与打印基板结合。

[0014] 所述的导料管由主导料管和分导料管连接组成,分导料管可以有多个,数目与打印材料种类数目相同,用于导入不同的材料,主导料管将分导料管导入的材料引入超声焊头。

[0015] 所述的切丝装置由下导向块、上导向块、导向块支架、切割刀具、丝杠导轨移动平台支座及丝杠导轨移动平台组成,下导向块和上导向块通过螺栓连接并固定在导向块支架上,导向块支架通过螺栓固定在机架的顶部十字梁上,切割刀具固定在丝杠导轨移动平台上,丝杠导轨移动平台通过丝杠导轨移动平台支座固定在机架的顶部十字梁上。

[0016] 一种复合材料超声沉积增材制造方法,包括下列步骤:

[0017] (1) 采用所述的复合材料超声沉积增材制造装置,在打印过程中,计算机根据所要超声沉积成形的丝材种类控制送丝装置导入相应的丝材,经导管导入超声焊头至超声焊头与基板结合处;

[0018] (2) 在超声沉积成形过程中,计算机根据超声沉积成形材料的性质,控制超声焊头的驱动频率及振幅,通过调节超声焊头与成形基板之间的相对距离,对沉积丝材施加超声焊接静压力,根据沉积材料所需要沉积的位置,控制三轴运动系统的X-Y二维运动,沉积成形完一层,成形平台下降一个层厚的高度,计算机根据相应的截面轮廓信息,再超声沉积成形新一层截面轮廓;

[0019] (3) 在进行多材混合打印时,如需更换材料,计算机控制切丝装置切断实时沉积打印丝材,控制送丝装置导入新的丝材,并调节超声焊头的驱动频率和振幅以及焊头与成形层之间的距离,完成异种材料间的超声沉积成形,如此叠加成形,直至最终成形出所需三维实体零件。

[0020] 所述的复合材料超声沉积增材制造装置,可超声沉积成形金属、非金属和塑料丝材,也可实现异种金属、异种塑料、金属与塑料以及金属与陶瓷之间的混合成形,可沉积丝材直径范围为1-2000 μm 。

[0021] 本发明是针对目前丝材沉积增材制造装置的现状,研制了沉积成形不受材料种类的限制,成形样件没有残余应力,综合力学性能好,成形精度高,无需复杂的后处理工艺,可实现多种材料混合增材制造的超声沉积增材制造装置。

[0022] 本发明的有益效果是:无需要向成形装置引入高温热源,利用超声振动能实现沉积丝材间原子间的结合,直接固态成形综合力学性能优异的三维实体零件;沉积成形不受材料种类的限制,可实现异种金属、塑料以及金属与塑料、金属与陶瓷的多种材料混合增材制造,实现功能梯度材料的增材制造,尤其适用于非晶态金属材料的增材制造;超声沉积成形采用细丝材料逐层累积成形,成形精度高,成形工艺简单,无需复杂的后处理工艺,制造成本低。

附图说明

[0023] 图1是本发明的结构示意图;

[0024] 图2是本发明的机架结构示意图;

[0025] 图3是本发明的三轴运动系统结构示意图;

[0026] 图4是本发明的超声沉积打印头结构示意图;

[0027] 图5是本发明的导料管结构示意图;

[0028] 图6是本发明的切丝装置整体结构示意图;

[0029] 图7是本发明的切丝装置的丝杠导轨移动平台结构示意图;

[0030] 图8是本发明的切丝装置下导向块的俯视图;

[0031] 图9是本发明的切丝装置下导向块的剖视图。

具体实施方式

[0032] 复合材料超声沉积增材制造装置,包括机架1、三轴运动系统2、超声沉积打印头3、导丝管4、料辊5、送丝装置6和切丝装置7,如图1所示,所述的三轴运动系统2固定在机架1内并位于其底板101的上方,所述的超声沉积打印头3位于三轴运动系统2的上方并固定在支撑板103上,所述的导丝管4位于超声沉积打印头3与送丝装置6之间并与两者相连,所述的切丝装置7位于超声沉积打印头3的上方并固定在机架1顶部的十字梁104上,所述的送丝装

置6位于机架1内并固定在其顶部的十字梁104上,所述的料辊5位于机架1外部,并固定在其顶部的十字梁104上,所述的料辊5的数目与打印材料的种类数目相同,用来装载不同的打印材料。所述的复合材料超声沉积增材制造装置,可解决现有丝材沉积增材制造装置,成形材料种类受限,成形过程中,只能实现同种材料成形,无法实现多种材料功能梯度材料的增材制造,成形后零件的尺寸精度较差,以及成形后零件的综合力学性能较差的问题。所述的复合材料超声沉积增材制造装置,不需要向成形装置引入高温热源,在静压力下将振动能量转化为沉积丝材与沉积层之间的摩擦能、形变能及有限的升温,成形样件没有残余应力,几乎没有热变形,可实现成形层间原子间的结合,沉积成形不受材料种类的限制,可实现异种金属、塑料以及金属与塑料、金属与陶瓷的多种材料混合增材制造,实现功能梯度材料的增材制造,超声沉积成形采用细丝材料逐层累积成形,成形精度高,无需复杂的后处理工艺。

[0033] 所述的机架1由底板101、支撑柱102、支撑板103和顶部十字梁104之间通过固定连接组成,如图2所示,所述的底板101用于连接三轴运动系统2,所述的支撑柱102用于连接支撑机架1,所述的支撑板103用于连接超声沉积打印头3,所述的顶部十字梁104用于固定连接料辊5、送丝装置6和切丝装置7。

[0034] 所述的三轴运动系统2由Z轴支座201、Z轴直线轴承导轨202、Z轴滚珠丝杠机构203、Z轴台面204、X轴底板205、X轴轴承206、X轴线性滑轨207、X轴轴承座208、X轴滚珠丝杠209、Y轴运动系统210、基板211、X轴台面212、X轴电机座213、X轴步进电机214和Z轴步进电机215组成,如图3所示,Z轴支座201固定在机架1的底板101上,Z轴直线轴承导轨202对Z轴台面204进行导向,保证运行平稳,Z轴步进电机215安装在Z轴支座201上,带动Z轴滚珠丝杠机构203转动进而带动Z轴台面204在Z轴方向运动;X轴底板205通过螺栓连接固定在Z轴台面204上,X轴线性滑轨207、X轴轴承座208和X轴电机座213均固定在X轴底板205上,X轴轴承206通过过盈配合安装在X轴轴承座208上,X轴台面212固定在X轴线性滑轨207上,X轴滚珠丝杠209中的螺母通过螺栓固定在X轴台面212上,X轴步进电机214固定在X轴电机座213上,同时通过弹性联轴器与X轴滚珠丝杠209连接,通过计算机控制X轴步进电机转动,带动X轴滚珠丝杠209的转动,从而调节X轴台面212在X轴方向的运动;Y轴运动系统210与X轴运动系统的组成相同,基板211固定在Y轴台面上,同时Y轴底板固定在X轴台面212上。

[0035] 所述的超声沉积打印头3由支座301、压电陶瓷换能器302、变幅杆303和超声焊头304组成,如图4所示,支座301通过螺栓固定连接在机架1的支撑板103上,压电陶瓷换能器302与支座301和变幅杆303通过螺纹连接,变幅杆303和超声焊头304通过螺纹连接。

[0036] 所述的导料管4由主导料管401和分导料管402连接组成,如图5所示,分导料管402可以有多个,数目与打印材料种类数目相同,用于导入不同的材料,主导料管401将分导料管402导入的材料引入超声焊头304。

[0037] 所述的送丝装置6采用熔融沉积增材制造技术的送丝原理,主要由直流电机构成,在计算机的控制下随时控制送丝的速度及开闭,所述的送丝装置的数目与打印材料种类的数目相同。

[0038] 所述的切丝装置7由下导向块701、上导向块702、导向块支架703、切割刀具704、丝杠导轨移动平台支座705及丝杠导轨移动平台706组成,如图6、图7、图8和图9所示,下导向块701和上导向块702通过螺栓连接并固定在导向块支架703上,导向块支架703通过螺栓固

定在机架1的顶部十字梁104上,切割刀具704固定在丝杠导轨移动平台706上,丝杠导轨移动平台706通过丝杠导轨移动平台支座705固定在机架1的顶部十字梁104上,计算机通过控制丝杠导轨移动平台706上步进电机的转动,带动切割刀具704的往复运动进行切丝,所述的切丝装置数目与打印材料种类数目相同。

[0039] 所述的超声焊头304有一通孔,用于通过沉积丝材,超声焊头304的通孔底部倒圆角30401,便于沉积丝材与打印基板结合。

[0040] 一种复合材料超声沉积增材制造方法,包括下列步骤:

[0041] (1) 采用所述的复合材料超声沉积增材制造装置,在打印过程中,计算机根据所要超声沉积成形的丝材种类控制送丝装置导入相应的丝材,经导管导入超声焊头至超声焊头与基板结合处;

[0042] (2) 在超声沉积成形过程中,计算机根据超声沉积成形材料的性质,控制超声焊头304的驱动频率及振幅,通过调节超声焊头304与成形基板211之间的相对距离,对沉积丝材施加超声焊接静压力,根据沉积材料所需要沉积的位置,控制三轴运动系统2的X-Y二维运动,沉积成形完一层,成形平台下降一个层厚的高度,计算机根据相应的截面轮廓信息,再超声沉积成形新一层截面轮廓;

[0043] (3) 在进行多材混合打印时,如需更换材料,计算机控制切丝装置7切断实时沉积打印丝材,控制送丝装置导6入新的丝材,并调节超声焊头304的驱动频率和振幅以及焊头与成形层之间的距离,完成异种材料间的超声沉积成形,如此叠加成形,直至最终成形出所需三维实体零件。

[0044] 所述的复合材料超声沉积增材制造装置,可超声沉积成形金属、非金属和塑料丝材,也可实现异种金属、异种塑料、金属与塑料以及金属与陶瓷之间的混合成形,尤其适用于非晶态金属丝材的增材制造,可沉积丝材直径范围为1-2000 μm 。

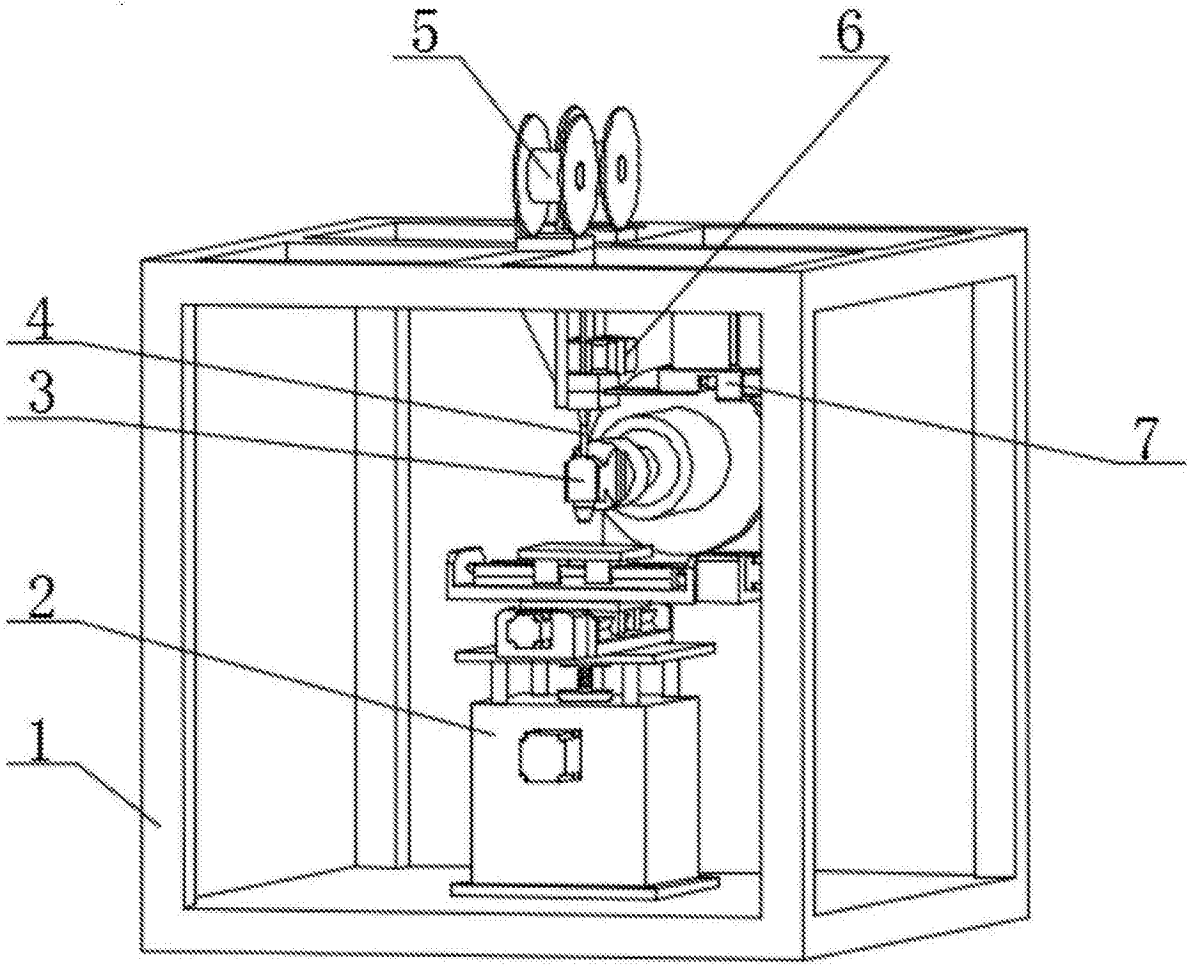


图1

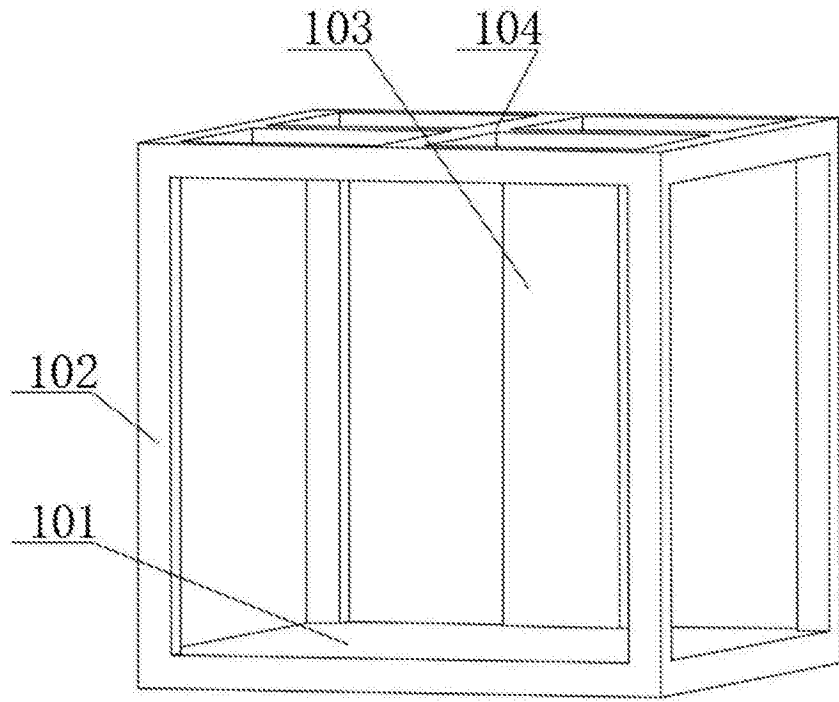


图2

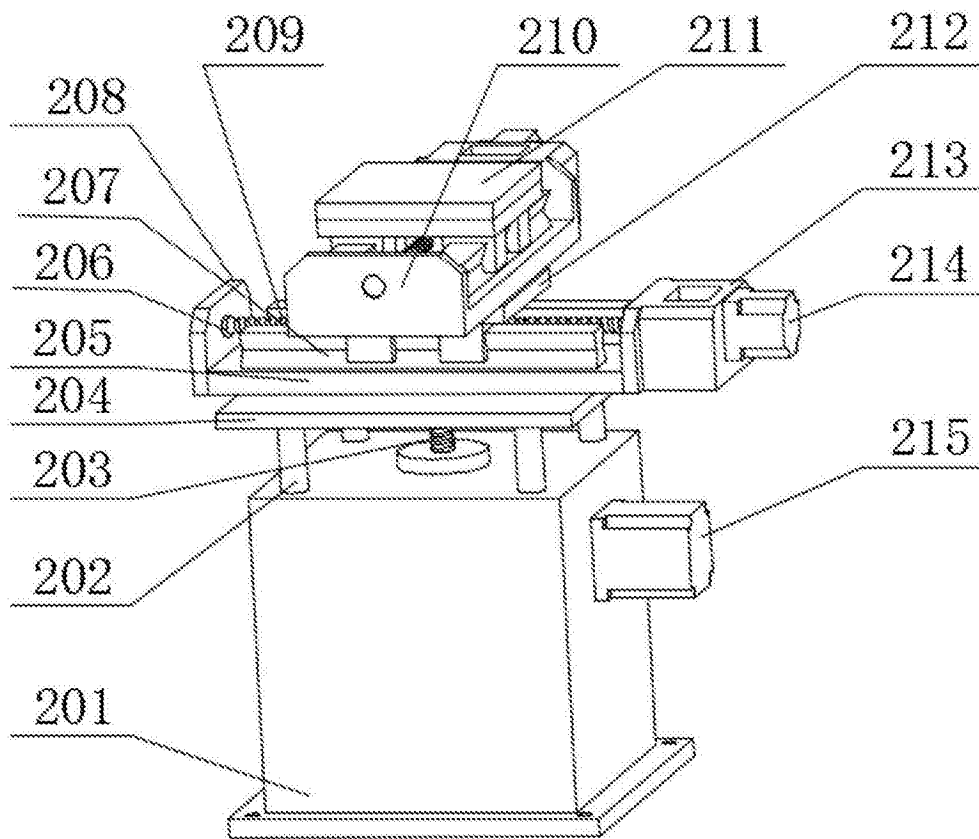


图3

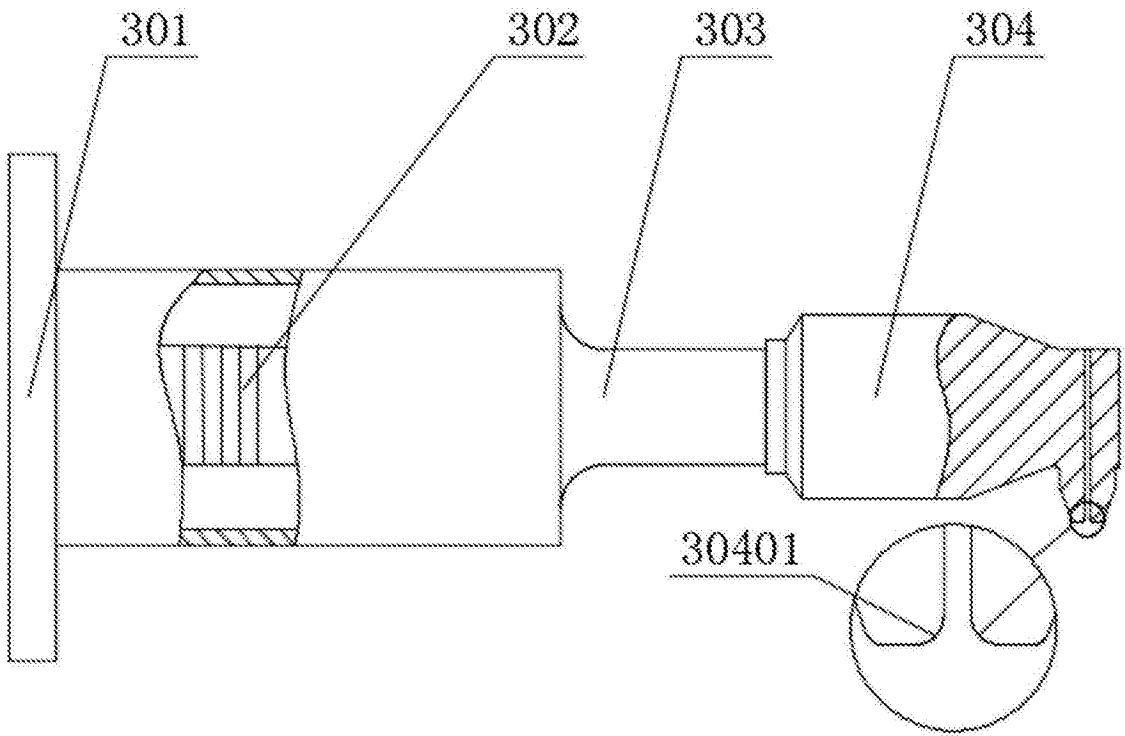


图4

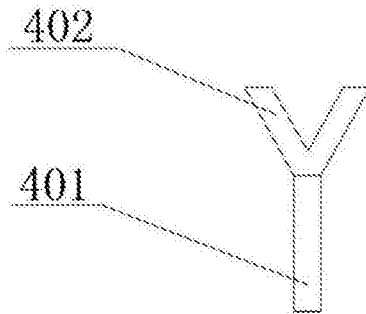


图5

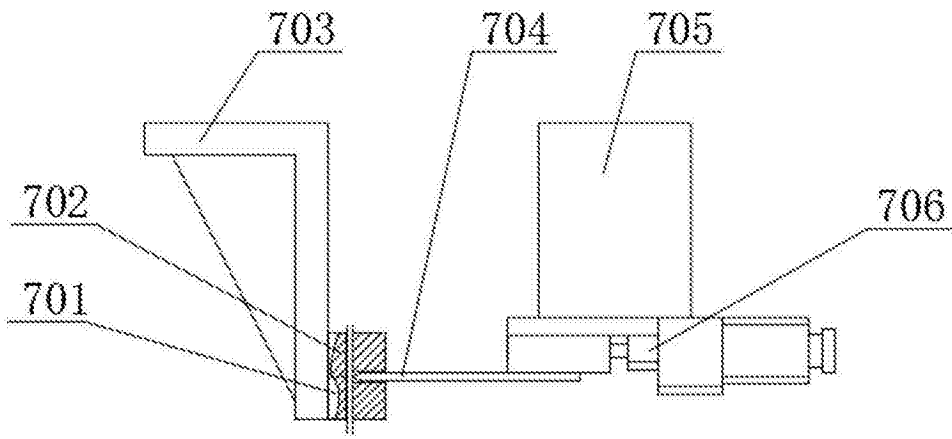


图6

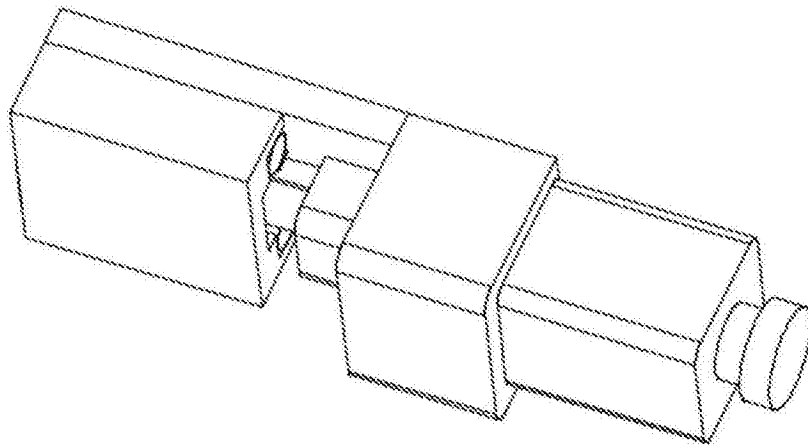


图7

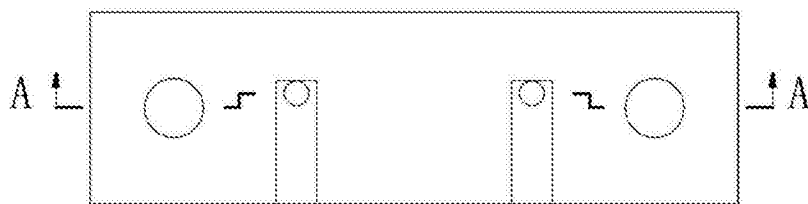


图8



图9