



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111098043 B

(45) 授权公告日 2024.12.27

(21) 申请号 202010060423.8

(22) 申请日 2020.01.19

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111098043 A

(43) 申请公布日 2020.05.05

(73) 专利权人 中国科学院宁波材料技术与工程
研究所

地址 315201 浙江省宁波市镇海区庄市大
道519号

(72) 发明人 张广义 吴耀文 张文武 潮阳
郭春海

(74) 专利代理机构 北京元周律知识产权代理有
限公司 11540

专利代理师 史冬梅

(51) Int. Cl.

B23K 26/38 (2014.01)

B23K 26/04 (2014.01)

B23K 26/70 (2014.01)

(56) 对比文件

CN 109623139 A, 2019.04.16

CN 110587155 A, 2019.12.20

CN 101898420 A, 2010.12.01

审查员 刘冬

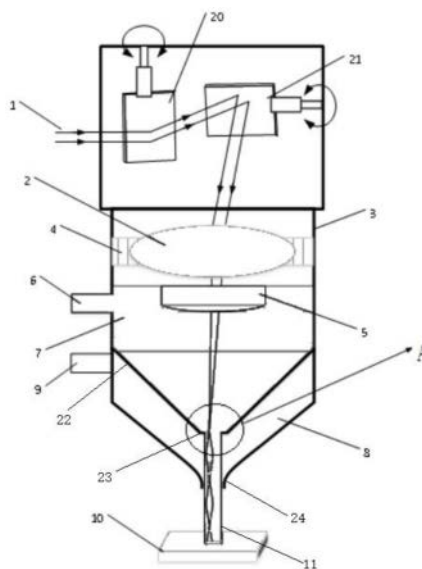
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

水导激光加工装置和加工系统

(57) 摘要

本发明公开了一种水导激光加工装置和加工系统,装置包括光束调节装置、聚焦透镜和耦合水腔;光束调节装置,用于调节激光的位置和角度;聚焦透镜,用于将经过光束调节装置调节后的激光聚焦后射入耦合水腔;耦合水腔,用于将聚焦后的激光沿耦合水腔出水口处的出射水柱传输,从而利用出射水柱中的激光进行工件加工;出射水柱中的激光的焦点偏离出射水柱的轴心。本发明还公开了包括上述装置的水导激光加工系统。本发明利用光束调节装置实现出射水柱中激光的焦点位置偏离出射水柱的轴心固定设置或者沿出射水柱的边缘呈圆周运动,使出射水柱中的激光的功率分布均匀,改善了水导激光切割工件时的锥度效应,拓展了深度加工能力。



1. 一种水导激光加工装置,其特征在于,包括光束调节装置、聚焦透镜和耦合水腔;
所述光束调节装置,用于调节激光的位置和角度;
所述聚焦透镜,用于将经过所述光束调节装置调节后的激光聚焦后射入所述耦合水腔;
所述耦合水腔,用于将聚焦后的激光沿所述耦合水腔出水口处的出射水柱传输,从而利用出射水柱中的激光进行工件加工;所述出射水柱中的激光的焦点偏离所述出射水柱的轴心;其中,
所述光束调节装置包括第一转动调节装置;
所述第一转动调节装置包括第一转动装置及第一调节板;
所述第一转动装置的转动轴与所述第一调节板连接;
所述第一调节板,用于将接收的激光以不同的位置和角度入射至所述聚焦透镜,从所述聚焦透镜出射的激光沿所述耦合水腔出水口处的出射水柱传输;所述出射水柱中的激光的焦点偏离所述出射水柱的轴心固定设置或者沿所述出射水柱的边缘呈圆周运动;或
所述光束调节装置包括第一转动调节装置和第二转动调节装置;
所述第一转动调节装置包括第一转动装置及第一调节板;
所述第一转动装置的转动轴与所述第一调节板连接;
所述第二转动调节装置包括第二转动装置及第二调节板;
所述第二转动装置的转动轴与所述第二调节板连接,所述第二转动装置的转动轴与所述第一转动装置的转动轴垂直;
所述第二调节板,用于接收从所述第一调节板出射的激光,并对接收的激光进行反射,经由所述第二调节板出射的激光以不同的位置和角度入射至所述聚焦透镜,从所述聚焦透镜出射的激光沿所述耦合水腔出水口处的出射水柱传输;所述出射水柱中的激光的焦点偏离所述出射水柱的轴心固定设置或者沿所述出射水柱的边缘呈圆周运动。
2. 根据权利要求1所述的水导激光加工装置,其特征在于,所述耦合水腔包括窗口透镜和腔体;
所述窗口透镜设置于所述腔体的外壁上,用于接收所述聚焦透镜出射的激光;
所述腔体的外壁上还开设有耦合水腔出水口,所述耦合水腔出水口与所述窗口透镜同轴设置。
3. 根据权利要求2所述的水导激光加工装置,其特征在于,所述窗口透镜的激光接收面为平面,所述窗口透镜的激光出射面为凸面。
4. 根据权利要求2所述的水导激光加工装置,其特征在于,还包括气体腔室;
所述气体腔室开设水气出口,所述水气出口与所述耦合水腔出水口同轴设置。
5. 根据权利要求4所述的水导激光加工装置,其特征在于,所述水气出口沿所述气体腔室的外壁向外延伸,所述水气出口与所述气体腔室的外壁圆弧连接。
6. 一种水导激光加工系统,其特征在于,包括控制装置、激光发生器、流体供给装置和如权利要求1~5任一项所述的水导激光加工装置;
所述控制装置,用于控制激光发生器和流体供给装置的开启与关闭;
所述激光发生器,用于产生激光,产生的激光输入至所述水导激光加工装置中;
所述流体供给装置,用于产生高压流体,产生的高压流体输入至所述水导激光加工装

置中；

所述水导激光加工装置，用于利用激光发生器产生的激光切割工件。

7. 根据权利要求6所述的水导激光加工系统，其特征在于，还包括气体供给装置；

所述气体供给装置，用于产生高压气体，产生的高压气体输入至所述水导激光加工装置中。

8. 根据权利要求6或7所述的水导激光加工系统，其特征在于，还包括移动装置和反馈传感器；

所述移动装置，用于根据所述控制装置的控制信息调节所述工件的位置，实现精确切割；

所述反馈传感器，用于将采集的工件实时位置信息传输至所述控制装置，所述控制装置根据接收的工件实时位置信息向所述移动装置发送控制信息。

水导激光加工装置和加工系统

技术领域

[0001] 本申请涉及一种水导激光加工装置和加工系统,属于激光加工技术领域。

背景技术

[0002] 随着医疗、航空、航天、半导体领域的快速发展,对于关键零部件的性能要求越来越高,这促进了零件加工方法和设备的改进和提高。在零部件切割加工领域,传统的切割加工方法主要为机械切割加工和高压水切割加工。但是上述加工方式存在加工效率低、加工精度低的问题。为解决上述问题,本领域的技术人员研发了激光切割加工装置,其在加工效率、加工精度和环境保护方面均优于传统切割加工方法。但激光切割加工会使材料产生一定程度的热损伤,为解决对材料的热损伤问题,水导激光加工装置应运而生。

[0003] 水导激光加工装置是以水射流引导激光束对待加工工件进行切割的复合加工技术。由于水和空气的折射率不同,在激光束以一定角度照射在水与空气交界面时,如果入射角小于全反射临界角,激光会发生全反射而不会透射出去,这就使激光能量始终被限制在水束中从而使激光沿水束的方向进行传播。

[0004] 现有技术中的水导激光加工装置,可以实现5mm内薄板的高质量切割加工,但随着加工深度的增加,水导激光也存在一定的加工锥度效应。主要原因在于,光线在水柱径向截面内的分布符合高斯分布规律,即光线在水柱轴线附近功率密度较大,在靠近水柱表面位置功率密度较小。这使得靠近水柱轴线位置材料去除能量较强,而靠近水柱表面位置材料去除能量很弱,从而限制了水导激光切割工件的厚度。

发明内容

[0005] 本申请的目的在于,提供一种水导激光加工装置和加工系统,以解决现有技术中,水柱内激光功率密度分布不均的技术问题。

[0006] 本发明的水导激光加工装置,包括光束调节装置、聚焦透镜和耦合水腔;

[0007] 所述光束调节装置,用于调节激光的位置和角度;

[0008] 所述聚焦透镜,用于将经过所述光束调节装置调节后的激光聚焦后射入所述耦合水腔;

[0009] 所述耦合水腔,用于将聚焦后的激光沿所述耦合水腔出水口处的出射水柱传输,从而利用出射水柱中的激光进行工件加工;所述出射水柱中的激光的焦点偏离所述出射水柱的轴心。

[0010] 优选地,所述光束调节装置包括第一转动调节装置;

[0011] 所述第一转动调节装置包括第一转动装置及第一调节板;

[0012] 所述第一转动装置的转动轴与所述第一调节板连接;

[0013] 所述第一调节板,用于将接收的激光以不同的位置和角度入射至所述聚焦透镜,从所述聚焦透镜出射的激光沿所述耦合水腔出水口处的出射水柱传输;所述出射水柱中的激光的焦点偏离所述出射水柱的轴心固定设置或者沿所述出射水柱的边缘呈圆周运动。

- [0014] 优选地,所述光束调节装置还包括第二转动调节装置;
- [0015] 所述第二转动调节装置包括第二转动装置及第二调节板;
- [0016] 所述第二转动装置的转动轴与所述第二调节板连接,所述第二转动装置的转动轴与所述第一转动装置的转动轴垂直;
- [0017] 所述第二调节板,用于接收从所述第一调节板出射的激光,并对接收的激光进行反射,经由所述第二调节板出射的激光以不同的位置和角度入射至所述聚焦透镜,从所述聚焦透镜出射的激光沿所述耦合水腔出水口处的出射水柱传输;所述出射水柱中的激光的焦点偏离所述出射水柱的轴心固定设置或者沿所述出射水柱的边缘呈圆周运动。
- [0018] 优选地,还包括聚焦透镜调节架;所述聚焦透镜调节架上设置所述聚焦透镜,用于实现聚焦透镜的三维空间微调。
- [0019] 优选地,所述耦合水腔包括窗口透镜和腔体;
- [0020] 所述窗口透镜设置于所述腔体的外壁上,用于接收所述聚光透镜出射的激光;
- [0021] 所述腔体的外壁上还开设有耦合水腔出水口,所述耦合水腔出水口与所述窗口透镜同轴设置。
- [0022] 优选地,所述窗口透镜的激光接收面为平面,所述窗口透镜的激光出射面为凸面。
- [0023] 优选地,还包括气体腔室;
- [0024] 所述气体腔室开设水气出口,所述水气出口与所述耦合水腔出水口同轴设置。
- [0025] 优选地,所述水气出口沿所述气体腔室的外壁向外延伸,所述水气出口与所述气体腔室的外壁圆弧连接。
- [0026] 本发明还公开了一种水导激光加工系统,包括控制装置、激光发生器、流体供给装置和上述水导激光加工装置;
- [0027] 所述控制装置,用于控制激光发生器和流体供给装置的开启与关闭;
- [0028] 所述激光发生器,用于产生激光,产生的激光输入至所述水导激光加工装置中;
- [0029] 所述流体供给装置,用于产生高压流体,产生的高压流体输入至所述水导激光加工装置中;
- [0030] 所述水导激光加工装置,利用激光发生器产生的激光切割工件。
- [0031] 优选地,还包括气体供给装置,所述气体供给装置,用于产生高压气体,产生的高压气体输入至所述水导激光加工装置中;
- [0032] 优选地,还包括移动装置和反馈传感器;
- [0033] 所述移动装置,用于根据所述控制装置的控制信息调节所述工件的位置,实现精确切割;
- [0034] 所述反馈传感器,用于将采集的工件实时位置信息传输至所述控制装置,所述控制装置根据接收的工件实时位置信息向所述移动装置发送控制信息。
- [0035] 本发明的水导激光加工装置和加工系统,相较于现有技术,具有如下有益效果:
- [0036] 本发明的水导激光加工装置,利用光束调节装置实现出射水柱中激光的焦点位置偏离出射水柱的轴心固定设置或者沿出射水柱的边缘呈圆周运动,从而使出射水柱中的激光的功率分布较为均匀,改善了水导激光切割工件时的锥度效应,拓展了深度加工能力,对航空航天及民用领域材料高精度加工具有重要意义。
- [0037] 本申请中,如要实现水柱中激光能量的调节,可以使用第一转动调节装置。第一转

动调节装置中的第一转动装置,可以带动第一调节板在水导激光加工装置的框架上运动,同时使第一调节板自身转动,从而实现第一调节板将接收的激光以不同的位置和角度入射至聚焦透镜,使经由聚焦透镜射入耦合水腔内的激光的焦点位置偏离出射水柱的轴心固定设置或者沿出射水柱的边缘呈圆周运动。

[0038] 本申请也可以采用第一转动调节装置和第二转动调节装置的组合结构实现水柱中激光能量的调节,为保证激光以不同的位置和角度入射至聚焦透镜,需要设定第一转动调节装置和第二转动调节装置中的转动轴互相垂直。

[0039] 本申请还设置了聚焦透镜调节架,从而可以根据使用情况,在三维空间内微调聚焦透镜,保证聚焦透镜的焦点位于耦合水腔出水口处。

[0040] 本申请将耦合水腔内的窗口透镜的激光出射面设置为凸面,其凸面可以为圆弧凸面、倒置圆台状凸面或者棱台凸面等,目的是防止耦合水腔内微气泡在窗口透镜的激光出射面位置粘附或者停留,影响激光传输。

[0041] 为避免切割过程中溅射对水柱的影响,本申请还设置了气体腔室,在气体的保护与压缩效应下,实现水流的稳定与保持,本申请通过气体辅助的方式改善了层流质量。

[0042] 本申请为增加气流流动的稳定性,设置水气出口沿气体腔室的外壁向外延伸,同时设置水气出口与气体腔室的腔体的外壁圆弧连接。

[0043] 本申请的水导激光加工系统,利用了上述水导激光加工装置,能够减小加工锥度,实现深度切割,有效减小热累积效应,进而提高加工效率,具有操作简单,成本低廉、高效可靠等优点。

[0044] 本申请的水导激光加工系统,设置了反馈传感器,可以实时采集工件的位置信息,从而确定切割的精度,保证精确切割。

附图说明

[0045] 图1为本发明中水导激光加工装置的结构示意图;

[0046] 图2为图1中A处的放大图,图2表示激光在耦合水腔出水口处的焦点位置示意图;

[0047] 图3为激光在出射水柱中的传导示意图;

[0048] 图4为利用ZEMAX光学仿真软件仿真现有水导激光加工装置出射水柱中的激光密度分布图;

[0049] 图5为一种利用ZEMAX光学仿真软件仿真本申请水导激光加工装置出射水柱中的激光密度分布图,;

[0050] 图6为另一种利用ZEMAX光学仿真软件仿真本申请水导激光加工装置出射水柱中的激光密度分布图;

[0051] 图7为本发明中水导激光加工系统的结构示意图。

[0052] 部件和附图标记列表:

[0053] 1、激光;2、聚焦透镜;3、框架;4、聚焦透镜调节架;5、窗口透镜;6、入水口;7、耦合水腔;8、气体腔室;9、进气口;10、工件;11、出射水柱;12、控制装置;13、激光器;14、光学元件;15、流体供给装置;16、气体供给装置;17、水导激光加工装置;18、反馈传感器;19、移动装置;20、第一转动调节装置;21、第二转动调节装置;22、腔体;23、耦合水腔出水口;24、水气出口。

具体实施方式

[0054] 下面结合实施例详述本发明,但本发明并不局限于这些实施例。

[0055] 本发明的水导激光加工装置,包括光束调节装置、聚焦透镜2和耦合水腔7;光束调节装置,用于调节激光的位置和角度;聚焦透镜2,用于将经过光束调节装置调节后的激光聚焦后射入耦合水腔7;耦合水腔7,用于将聚焦后的激光沿耦合水腔出水口23处的出射水柱11传输,从而利用出射水柱11中的激光进行工件加工;出射水柱11中的激光的焦点偏离出射水柱11的轴心固定设置或者沿出射水柱11的边缘呈圆周运动。具体的:光束调节装置,用于实时调节射入聚焦透镜2的激光1的位置和角度,从而使经由聚焦透镜2射入耦合水腔7内的激光的焦点位置沿耦合水腔出水口的边缘做圆周运动;耦合水腔7内的激光的焦点位置使用偏心距H和夹角 θ 表征。偏心距H为激光光束与耦合水腔出水口轴线之间的距离,夹角 θ 为激光光束与耦合水腔出水口轴线之间的夹角。聚焦透镜2,用于将光束调节装置调节后的激光聚焦并射入耦合水腔7;耦合水腔7,用于引导耦合水腔7内的激光沿耦合水腔出水口处的出射水柱11传输,利用出射水柱11中的激光切割工件10。本申请利用光束调节装置实现耦合水腔7出射的激光的焦点位置偏离出射水柱的轴心固定设置或者沿出射水柱的边缘呈圆周运动,从而使得耦合水腔出水口处的出射水柱11中的激光的功率分布较为均匀,改善了水导激光切割工件时的锥度效应,拓展了深度加工能力,对航空航天及民用领域材料高精度加工具有重要意义。

[0056] 为保证本申请水导激光加工装置结构的稳定性,本申请还设置了框架3;光束调节装置、聚焦透镜2和耦合水腔7均设置于框架3内,聚焦透镜2和耦合水腔7沿激光1的传输方向同轴设置。其中,聚焦透镜2与框架3可以通过聚焦透镜调节架4连接,也可以直接与框架3固定连接。本申请使用的聚焦透镜调节架4使用现有的型号即可,只要保证聚焦透镜2可以三维调节(轴向为Z向、径向垂直设有X、Y方向),从而实现聚焦透镜2的三维小量移动。

[0057] 为实现光束调节装置实时调节射入聚焦透镜2的激光的位置和角度的功能,本申请的光束调节装置包括第一转动调节装置20;第一转动调节装置20包括第一转动装置及第一调节板;第一转动装置的转动轴与第一调节板连接;第一调节板,用于将接收的激光1以不同的位置和角度入射至聚焦透镜2,从聚焦透镜出射的激光沿耦合水腔出水口处的出射水柱传输;出射水柱中的激光的焦点偏离出射水柱的轴心固定设置或者沿出射水柱的边缘呈圆周运动。仅使用第一转动调节装置20实现耦合水腔7内的激光的焦点位置沿耦合水腔出水口的边缘做圆周运动,则需要保证第一调节板在框架3上运动,同时使第一调节板自身转动。本申请中使用的第一调节板优选为全反射镜。

[0058] 为实现光束调节装置实时调节射入聚焦透镜2的激光的位置和角度的功能,本申请的光束调节装置还可以采用另外一种结构,该结构中包括了第一转动调节装置20和第二转动调节装置21,两个转动调节装置互相协作。其中第一转动调节装置20的结构如上,第二转动调节装置21包括第二转动装置及第二调节板;本申请中使用的第一调节板和第二调节板优选为全反射镜。第二转动装置的转动轴与第二调节板连接,第二转动装置的转动轴与第一转动装置的转动轴垂直;第二调节板,用于接收从第一调节板出射的激光,并对接收的激光进行反射,经由第二调节板出射的激光以不同的位置和角度入射至聚焦透镜2,从聚焦透镜2出射的激光沿耦合水腔出水口处的出射水柱传输;出射水柱中的激光的焦点偏离出射水柱的轴心固定设置或者沿出射水柱的边缘呈圆周运动。其具体的结构示意图见图1~

图3。图1中,出射水柱11中的两条光束代表光束的最外侧光线,描绘的是某一时刻的瞬时激光位置及传输情况。

[0059] 本申请中的耦合水腔7包括窗口透镜5和腔体22;窗口透镜5设置于腔体22的外壁上,用于接收聚光透镜出射的激光,使激光可以通过窗口透镜5进入至腔体22内部;腔体22的外壁上还开设有耦合水腔出水口23,耦合水腔出水口23与窗口透镜5同轴设置。

[0060] 本申请中的耦合水腔7还包括设置于腔体22侧壁的入水口6,经由入水口6向耦合水腔7内提供高压水。高压水可为普通饮用水或者超纯水。

[0061] 为防止耦合水腔7内微气泡在窗口透镜5的激光出射面位置粘附或者停留,影响激光传输。本申请设置窗口透镜5的激光接收面为平面,窗口透镜5的激光出射面为凸面;凸面可以为圆弧状凸面或者圆台状凸面。

[0062] 为避免切割过程中溅射对出射水柱11的影响,本申请还设置了气体腔室8,气体腔室8开设水气出口24,水气出口24与耦合水腔出水口23同轴设置,使得从耦合水腔出水口23流出的出射水柱11直接从水气出口24流出,不会改变出射水柱11的传输方向。气体腔室8的侧壁还设置了进气口9,经由进气口9向气体腔室8内提供高压气体。本申请气体腔室8内的气体为氩气、氮气或者氦气。在气体的保护与压缩效应下,实现出射水柱11中水流的稳定与保持,本申请通过气体辅助的方式改善了层流质量。

[0063] 为增加气流流动的稳定性,本申请设置水气出口24沿气体腔室8的外壁向外延伸,水气出口24与气体腔室8的外壁圆弧连接。水气出口24的口径大于等于耦合水腔出水口23的口径。优选为水气出口24的口径大于耦合水腔出水口23的口径。

[0064] 为验证本申请水导激光加工装置出射水柱11中的激光密度的分布相较于现有技术中的水导激光加工装置出射水柱中的激光密度分布更为均匀,本申请利用ZEMAX光学仿真软件,构建了仿真分析模型,其中图4为现有水导激光加工装置出射水柱中的激光密度分布图,图5为本申请水导激光加工装置中夹角 θ 为 20° ,偏心距H使用XY水平平面表征为X:0.2mm,Y:0.2mm时的出射水柱11中的激光密度分布图,图6为本申请水导激光加工装置中夹角 θ 为 20° ,偏心距H使用XY水平平面表征为X:0.3mm,Y:0.3mm时的出射水柱11中的激光密度分布图。图4~图6的仿真结果显示,相较于现有技术的装置,本申请装置的出射水柱11其能量分布更为均匀,激光能量主要集中于出射水柱边缘位置,从而改善了激光光束高斯分布特点和水导激光切割工件时的锥度效应,拓展了深度加工能力,对航空航天及民用领域材料高精度加工具有重要意义。

[0065] 图7为本发明的水导激光加工系统的结构示意图。

[0066] 本发明公开的一种水导激光加工系统,包括控制装置12、激光发生器、流体供给装置15和上述水导激光加工装置17。其中控制装置12,用于控制激光发生器、流体供给装置15的开启与关闭;激光发生器,用于产生激光1,产生的激光1输入至水导激光加工装置17中;激光发生器由激光器13和光学元件14组成,激光器13产生激光1,光学元件14对激光器13产生的激光1进行传导,传导至水导激光加工装置17中;流体供给装置15,用于产生高压流体,产生的高压流体输入至水导激光加工装置17中;水导激光加工装置17,用于利用激光发生器产生的激光切割工件10。本申请的水导激光加工系统,利用了上述水导激光加工装置,能够实现深度切割,同时技术成本低,技术难度相对较小。

[0067] 为避免切割过程中溅射对出射水柱11的影响,本系统还设置了气体供给装置16,

气体供给装置16用于产生高压气体,产生的高压气体输入至水导激光加工装置17中;从而实现出射水柱11中水流的稳定与保持,避免切割过程中溅射对出射水柱11的影响。

[0068] 为保证精确切割,本申请的加工系统还包括移动装置19和反馈传感器18;其中移动装置19,用于根据控制装置12的控制信息调节工件10的位置,实现精确切割;反馈传感器18用于将采集的工件10实时位置信息传输至控制装置12,控制装置12根据接收的工件10实时位置信息向移动装置19发送控制信息。本申请的水导激光加工系统,设置了反馈传感器18,可以实时采集工件10的位置信息,从而确定切割的精度,保证精确切割。

[0069] 本申请的水导激光加工系统的工作过程为:

[0070] 步骤1、控制装置12控制激光发生器开启,产生激光1,激光1入射至水导激光加工装置17中;其中激光发生器包括激光器13和光学元件14,激光器13产生激光1,光学元件14实现激光光束的传导,将其传导至水导激光加工装置17中;

[0071] 步骤2、激光进入水导激光加工装置17后,水导激光加工装置17中光束调节装置进行实时调节,实现激光不同形状旋转与振动,使射入聚焦透镜2的激光的位置和角度变化;

[0072] 步骤3、经聚焦调节后的激光,通过耦合水腔7上的窗口透镜5进入腔体22内部,激光的焦点位于耦合水腔出水口23位置,激光轴线与耦合水腔出水口23轴线存在偏心距H与夹角 θ ;

[0073] 步骤4、控制装置12控制流体供给装置15开启,将水源通过入水口6引入腔体22内部;同时控制装置12控制气体供给装置16开启,将气体引入气体腔室8;

[0074] 步骤5、出射水柱11经耦合水腔7下端出水口流出,并在气体腔室8内气体的保护与压缩效应下,由气体腔室8下端面水气出口24排出,其中激光的焦点位置沿耦合水腔出水口23的边缘做圆周运动;

[0075] 步骤6、激光经出射水柱11的全反射传导,到达工件10表面,完成材料的切割加工;

[0076] 步骤7、反馈传感器18采集工件10的实时位置信息并传输至控制装置12,控制装置12根据接收的工件10实时位置信息,判断工件10的切割状态及切割位置,如工件10与预设的位置有偏差,则控制装置12向移动装置19发送控制信息,移动装置19按照接收到的信息调节工件10的位置,实现精确切割。

[0077] 本申请的水导激光加工系统,利用了上述水导激光加工装置,能够减小加工锥度,实现深度切割,有效减小热累积效应,进而提高加工效率,具有操作简单,成本低廉、高效可靠等优点。同时,本申请设置了反馈传感器,可以实时采集工件的位置信息,从而确定切割的精度,保证精确切割。

[0078] 以上所述,仅是本申请的几个实施例,并非对本申请做任何形式的限制,虽然本申请以较佳实施例揭示如上,然而并非用以限制本申请,任何熟悉本专业的技术人员,在不脱离本申请技术方案的范围,利用上述揭示的技术内容做出些许的变动或修饰均等同于等效实施案例,均属于技术方案范围内。

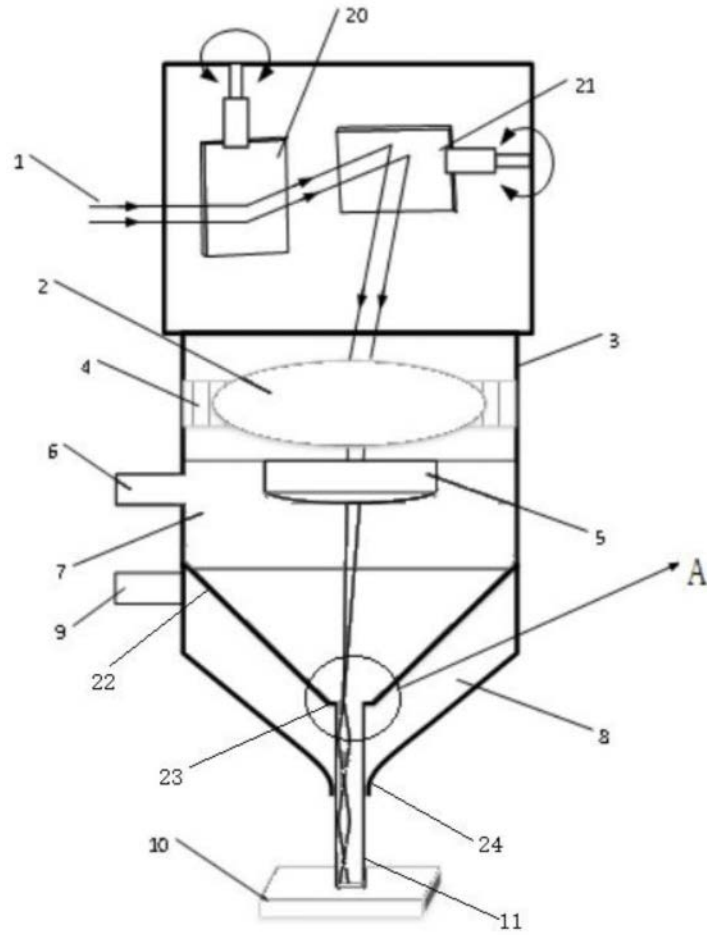


图1

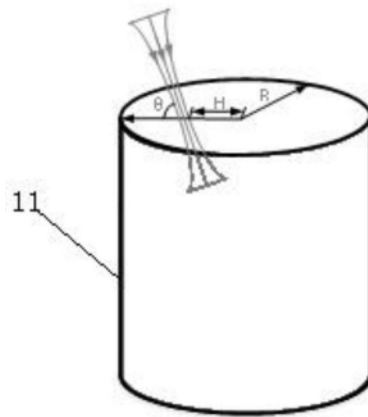


图2

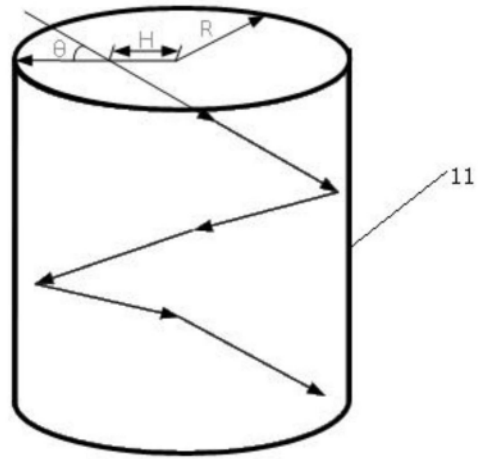


图3

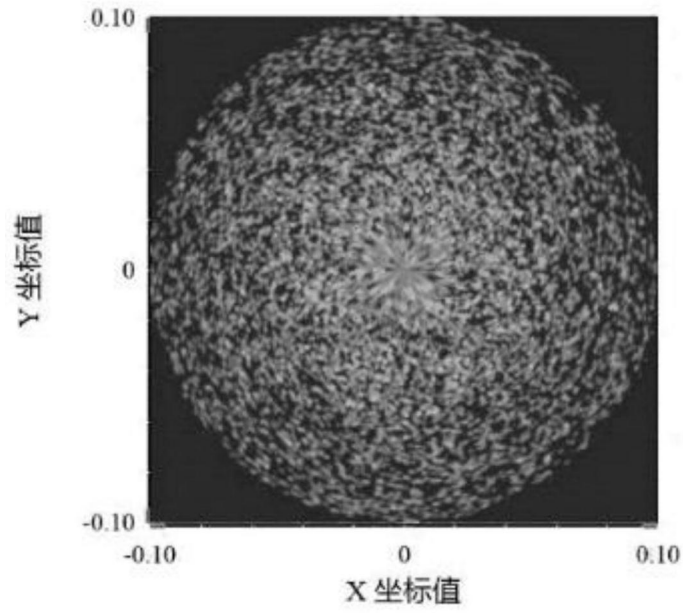


图4

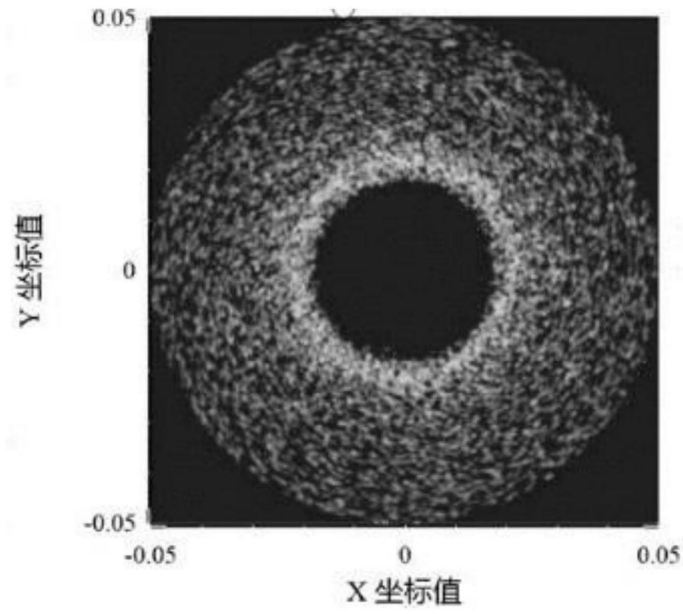


图5

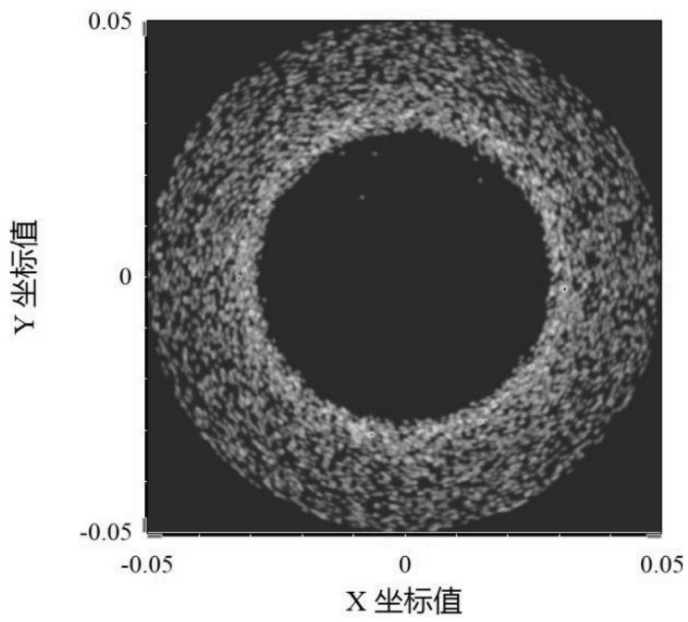


图6

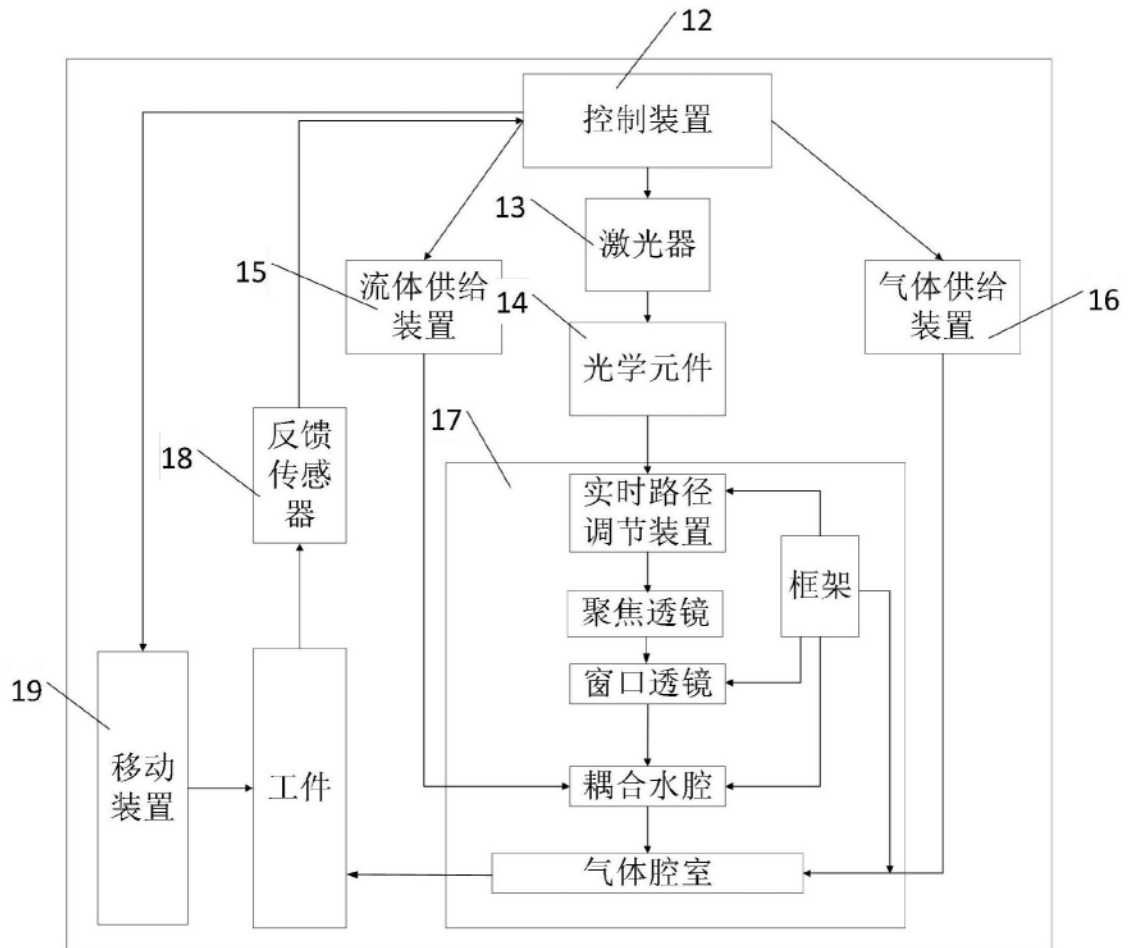


图7