



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108031991 A

(43)申请公布日 2018.05.15

(21)申请号 201711369372.1

(22)申请日 2017.12.18

(71)申请人 中国科学院西安光学精密机械研究所

地址 710119 陕西省西安市高新区新型工业园信息大道17号

(72)发明人 贺斌 赵卫 焦悦 田东坡

(74)专利代理机构 西安智邦专利商标代理有限公司 61211

代理人 汪海艳

(51)Int.Cl.

B23K 26/382(2014.01)

B23K 26/142(2014.01)

B23K 26/70(2014.01)

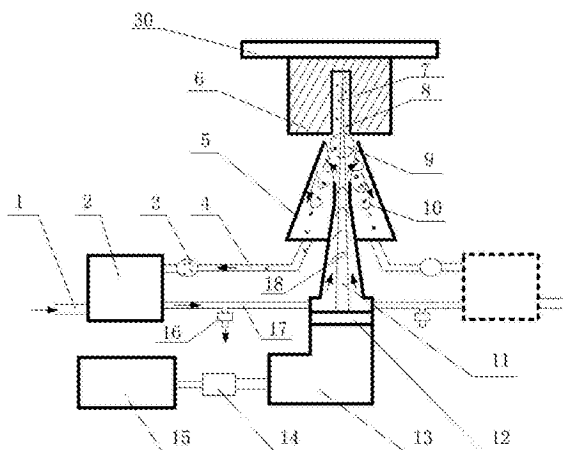
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种超快激光气膜孔高效加工方法及装置

(57)摘要

本发明属于激光加工技术领域,特别涉及一种超快激光气膜孔高效加工方法及装置,从激光器发出的激光束经过扫描装置及聚焦后竖直向上传输,将预加工零件竖直向下固定在工作台,使得激光光束对准待加工部位,激光扫描产生微孔;还包括在微孔孔口周围产生负压域,沿激光光路中路产生正压域的过程。解决了高深径比微孔加工过程中残渣、等离子体聚集无法排出,降低制孔效率的问题。



1. 一种超快激光气膜孔高效加工方法,其特征在于:从激光器发出的激光束经过扫描装置及聚焦后竖直向上传输,将预加工零件竖直向下固定在工作台,使得激光光束对准待加工部位,激光扫描产生微孔;

还包括在微孔孔口周围产生负压域,沿激光光路中路产生正压域的过程。

2. 根据权利要求1所述的超快激光气膜孔高效加工方法,其特征在于:负压域负压保持在 -0.75 — -0.85 MPa,正压域在 0.1 MPa— 0.8 MPa之间可调。

3. 根据权利要求2所述的超快激光气膜孔高效加工方法,其特征在于:当微孔的深径比超过 $10:1$,正压域的压力在每隔 5 — 10 s后从 0.1 MPa突增至 0.8 MPa,保持时间为 0.2 — 0.3 s。

4. 根据权利要求3所述的超快激光气膜孔高效加工方法,其特征在于:采用间歇同心圆扫描方式扫描;扫描间距为光斑直径的 0.7 — 0.8 倍。

5. 一种实现权利要求1-4任一所述的超快激光气膜孔高效加工方法的装置,其特征在于:包括光束扫描制孔系统,所述光束扫描制孔系统包括沿激光光路依次设置的激光器(15)、三维扫描装置(13) 聚焦镜(12) 以及工作台(30),所述工作台用于将待加工零件倒置固定在激光光路上方,激光器(15)的光束经过三维扫描装置(13)及聚焦镜(12)后竖直向上传输,对准待加工零件的加工部位;

还包括排渣系统,所述排渣系统包括吹吸气一体式喷嘴(5)及 n 个真空发生器(2),其中 n 为大于等于1的整数;

所述吹吸气一体式喷嘴(5)包括负压喷嘴及正压喷嘴,所述负压喷嘴位于待加工部位孔口的周围,所述正压喷嘴位于激光光路的中路中;

所述负压喷嘴位通过负压输气管道(4)及过滤器(3)与真空发生器(2)的吸气口连接,所述正压喷嘴通过正压输气管道(17)及电磁调节阀与真空发生器(2)的排气口连通。

6. 根据权利要求5所述的实现权利要求1-4任一所述的超快激光气膜孔高效加工方法的装置,其特征在于:所述正压喷嘴、负压喷嘴均与聚焦光束(11)同轴设置;

所述正压喷嘴为中空类圆锥状结构,锥底设置在聚焦镜(12)的上方,锥部具有开口位于负压喷嘴内部;

所述负压喷嘴为中空类圆锥状结构,锥部具有开口位于待加工部位孔口的周围。

7. 根据权利要求6所述的实现权利要求1-4任一所述的超快激光气膜孔高效加工方法的装置,其特征在于:负压输气管道(4)与负压喷嘴的锥底连通;正压输气管道(17)与正压喷嘴的锥底连通。

8. 根据权利要求7所述的实现权利要求1-4任一所述的超快激光气膜孔高效加工方法的装置,其特征在于:还包括位于激光器(15)与三维扫描装置(13)之间的光束调制模块(14)。

一种超快激光气膜孔高效加工方法及装置

技术领域

[0001] 本发明属于激光加工技术领域,特别涉及一种采用超快激光实现高深径比微孔高效加工的方法及装置。

背景技术

[0002] 超快激光(皮秒、飞秒)制孔技术是叶片气膜孔、火焰筒气膜孔、以及航空喷油嘴微孔及汽车喷油嘴微孔加工的最新技术手段,但这些领域所需的很多微孔直径在0.3-0.5mm之间,而深度最大却需要加工到8-10mm,深径比超越了20:1,然而目前激光制孔技术中稳定能达到的深径比在10:1左右,且加工效率低下。所以高深径比的微孔的高效加工是激光制孔技术领域一直很难真正攻克的技术难题。

[0003] 目前所用的制孔技术中激光都是自上而下传输加工零件,排渣主要靠喷嘴向微孔内部吹气的方式完成,然而随着微孔深度的增加,排渣效率显著降低,根据计算当微孔深径比超过10:1后,吹气排渣只能让大多数残渣在小孔内部产生涡流而无法有效排出,并且在吹气条件的作用下微孔内部会形成稳态的压力空间,造成残渣聚集在微孔底部几乎无法排除。残渣无法有效排除而聚集的问题导致光束能量无法有效作用,导致制孔效率显著下降且高深径比小孔无法加工。所以提高排渣效率是提高激光高深径比微孔高效加工的重要技术方向。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种超快激光气膜孔高效加工方法及装置,解决高深径比微孔加工过程中残渣、等离子体聚集无法排出,降低制孔效率的问题。

[0005] 本发明的技术解决方案是提供一种超快激光气膜孔高效加工方法,从激光器发出的激光束经过扫描装置及聚焦后竖直向上传输,将预加工零件竖直向下固定在工作台,使得激光光束对准待加工部位,激光扫描产生微孔;

[0006] 还包括在微孔孔口周围产生负压域,沿激光光路中路产生正压域的过程。

[0007] 优选地,负压域负压保持在-0.75--0.85MPa,正压域在0.1MPa-0.8MPa之间可调。

[0008] 优选地,当微孔的深径比超过10:1,正压域的压力在每隔5-10s后从0.1MPa突增至0.8MPa,保持时间为0.2-0.3s。

[0009] 优选地,为了更好的实现重力排渣效果,采用间歇同心圆扫描方式扫描;扫描间距为光斑直径的0.7-0.8倍。

[0010] 本发明还提供一种实现权上述的超快激光气膜孔高效加工方法的装置,其特殊之处在于:包括光束扫描制孔系统,上述光束扫描制孔系统包括沿激光光路依次设置的激光器、三维扫描装置、聚焦镜以及工作台,工作台用于将待加工零件倒置固定在激光光路上方,激光器的光束经过三维扫描装置及聚焦镜后竖直向上传输,对准待加工零件的加工部位;

[0011] 还包括排渣系统,上述排渣系统包括吹吸气一体式喷嘴及n个真空发生器,其中n

为大于等于1的整数；

[0012] 上述吹吸气一体式喷嘴包括负压喷嘴及正压喷嘴，上述负压喷嘴位于待加工部位孔口的周围，上述正压喷嘴位于激光光路的中路中；

[0013] 上述负压喷嘴位通过负压输气管道及过滤器与真空发生器的吸气口连接，上述正压喷嘴通过正压输气管道及电磁调节阀与真空发生器的排气口连通。

[0014] 优选地，上述正压喷嘴、负压喷嘴均与聚焦光束同轴设置；

[0015] 优选地，上述正压喷嘴为中空类圆锥状结构，锥底设置在聚焦镜的上方，锥部具有开口位于负压喷嘴内部；

[0016] 上述负压喷嘴为中空类圆锥状结构，锥部具有开口位于待加工部位孔口的周围。

[0017] 优选地，负压输气管道与负压喷嘴的锥底连通；正压输气管道与正压喷嘴的锥底连通。

[0018] 优选地，该装置还包括位于激光器与三维扫描装置之间的光束调制模块，用于对激光进行调制整形。

[0019] 本发明的有益效果是：

[0020] 1、本发明采用在超深孔加工过程中光束经过扫描头聚焦后自下而上制孔的工艺方法，实现超深微孔加工过程中利用重力排渣的效果，解决超快激光加工超深孔过程中残渣、等离子体等物质由于“小孔效应”无法排除的问题；操作过程简单，加工效果好；

[0021] 2、本发明采用吹吸气一体式负压式辅助排渣技术，控制喷嘴结构及中路吹气和和旁路吸气的绝对压力比，在微孔孔口周围产生低压域来辅助残渣的排除，同时对中路气流保持正压防止聚焦镜污染；产生的颗粒和等离子体混合物在重力和喷射作用下竖直向下运动到微孔的孔口的负压区而快速排除，中路保护气在保证镜片不受污染的条件下尽量保证负压区的负压值不受损失，排渣效率高的同时实现高效加工；

[0022] 3、重力排渣效应和吹吸气一体式排渣技术同时使用，当深径比超过10:1，也能实现很好的排渣效率。

附图说明

[0023] 图1为实施例超快激光气膜孔高效加工装置示意图；

[0024] 图2为大粒度残渣扫描测量示意图；

[0025] 图3为中路气流压力控制节拍示意图；

[0026] 图中附图标记为：1-高压气体，2-真空发生器，3-过滤器，4-负压输气管道，5-吹吸气一体式喷嘴，6-预加工零件，7-微孔，8-颗粒和等离子体混合物，9-负压区，10-负压气流，11-聚焦光束，12-聚焦镜，13-三维扫描装置，14-光束调制模块，15-激光器，16-电磁调压阀，17-正压输气管道，18-中路气流，19、20、21、22、23、24、25、26-扫描轨迹，30-工作台。

具体实施方式

[0027] 以下结合附图及具体实施例对本发明做进一步的描述。

[0028] 本发明采用超快激光及零件倒装结构完成制孔过程中的排渣效果，同时在辅助气流的作用下实现零件微孔高效加工的工艺方法及装置。

[0029] 从图1可以看出，该装置主要包括光束扫描制孔系统与排渣系统。光束扫描制孔系

统主要包括依次设置的激光器15、光束调制模块14、三维扫描装置13、聚焦镜12以及工作台30。预加工零件6被倒置固定在工作台30上。激光束从激光器15发出,经过光束调制模块14调制整形后,通过三维扫描装置13实现偏折和平移以实现期望的光束运动效果。从三维扫描装置13发出的经聚焦镜12聚焦后的聚焦光束11垂直向上扫描预加工零件6的待加工区域。排渣系统包括吹吸气一体式喷嘴5及实现吹吸气功能的n个真空发生器2,n大于等于1;吹吸气一体式喷嘴5包括同轴设置的正压喷嘴及负压喷嘴,正压喷嘴为中空类圆锥状结构,锥底设置在聚焦镜12的上方,锥部具有开口且位于负压喷嘴内部;负压喷嘴为中空类圆锥状结构,锥部具有开口位于待加工部位孔口的周围,锥底具有能使正压喷嘴锥部穿过的开孔,正压喷嘴与负压喷嘴的接触处密封设置;正压喷嘴及负压喷嘴与聚焦光束11同轴。负压输气管道4与负压喷嘴的锥底连通;正压输气管道17与正压喷嘴的锥底连通,负压输气管道4上设有过滤器3,正压输气管道17上设有电磁调压阀16。

[0030] 利用上述装置实现高速排渣制孔的步骤如下:

[0031] (1) 将0.8MPa的高压气体1通入真空发生器2中,导致真空发生器2的吸气口产生的负压通过过滤器3和负压输气管道4在吹吸气一体式喷嘴5的入口处产生-0.8MPa的负压区9;在其他实施例中高压气体1的气压可在0.75-0.85MPa范围内。

[0032] (2) 通入真空发生器2的0.8MPa的高压气体1在真空发生器2通过排气口输出,通过电磁调压阀16可以调节进入正压喷嘴中路气流18的大小在0.1-0.8MPa之间切换,气体压力可以随着孔深度的不断加深而增加,即根据孔深度而变化,经过正压输气管道17进入吹吸气一体式喷嘴5的正压喷嘴中成为聚焦镜12片的中路保护气,保证聚焦镜12片不受污染。中路保护气会部分降低喷嘴口负压区9的负压值,可调节中路气流18大小,在保证镜片不受污染的条件下尽量保证负压区9的负压值不受损失。

[0033] (3) 激光器15输出激光束,激光束通过光束调制模块14进行调制整形,再通过三维扫描装置13和聚焦镜12再聚焦在预加工零件6上,自下而上加工微孔7,产生的颗粒和等离子体混合物8在重力和喷射作用下竖直向下运动到微孔7的孔口的负压区9而快速排除;与普通扫描方式不同的是,为了更好的实现重力排渣的效果,扫描方式可以选择容易产生较大粒度的间歇同心圆扫描方式,其扫描方式如图2所示,依据从19到26的扫描次序采用大间距间隔扫描,扫描间距选择为光斑直径的0.7-0.8倍。在该扫描方式下比传统所采用从中心到边缘或从边缘到中心的扫描方式产生的残渣粒度大,更有利于提高排渣效率。

[0034] (4) 如图3所示,在扫描制孔过程中,设置每层的扫描时间为T,每层的扫描完成后光束焦点沿制孔方向进给0.01-0.02mm,在完成20-30层的扫描进给过程中中路气流18气压保持0.1MPa不变,保证喷嘴的出口处0.5-0.7MPa的负压区9的稳定,在完成20-30层的扫描进给后自动调整电磁调压阀16调整中路保护气的压力值为0.8MPa并保持0.2-0.3s,在此过程中扫描进给继续进行,此过程为采用高压冲击孔内的残留物清洗的过程,其后随着中路气流18气压的回调再次形成稳定的负压区9,依次循环往复完成高效排渣制孔过程。

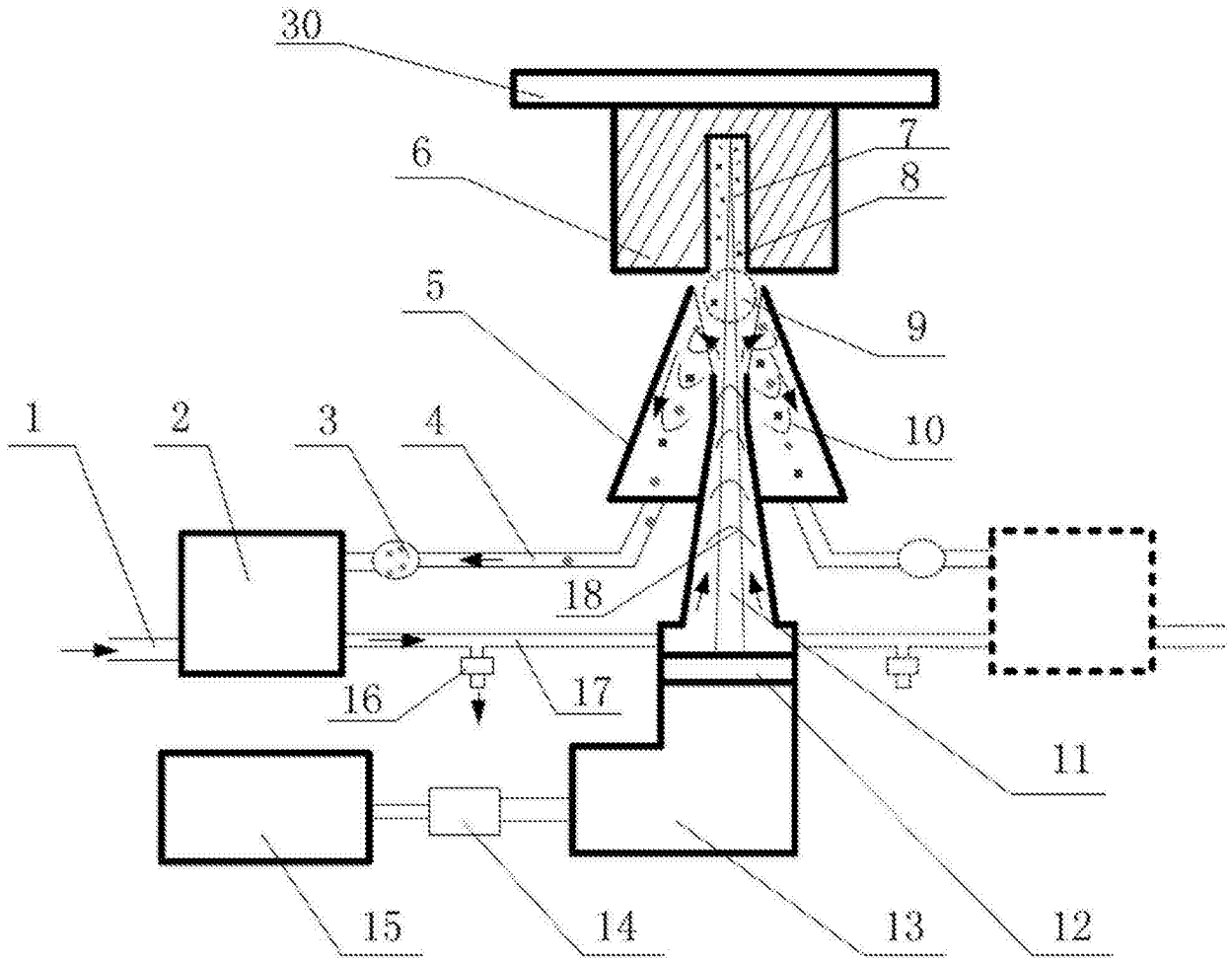


图1

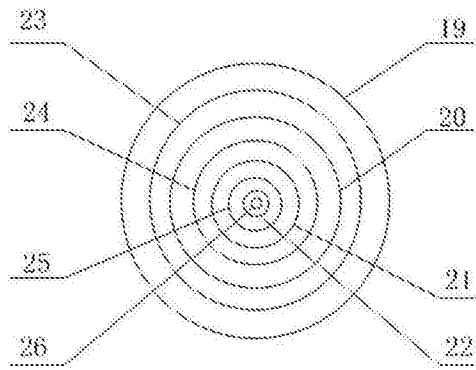


图2

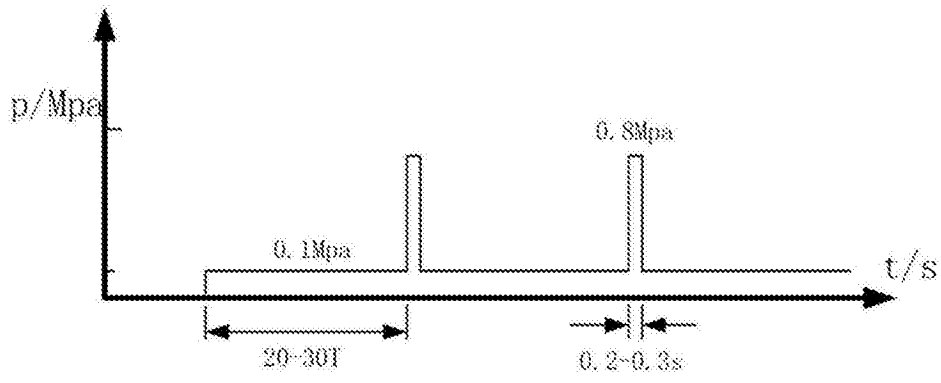


图3