



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105269147 A

(43) 申请公布日 2016. 01. 27

(21) 申请号 201510666421. 2

(22) 申请日 2015. 10. 15

(71) 申请人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西大直街 92 号

(72) 发明人 陶汪 陈彦宾 姜梦 乔亮 刘申

(74) 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事务所 23109

代理人 岳昕

(51) Int. Cl.

B23K 26/12(2014. 01)

B23K 26/042(2014. 01)

B23K 26/08(2014. 01)

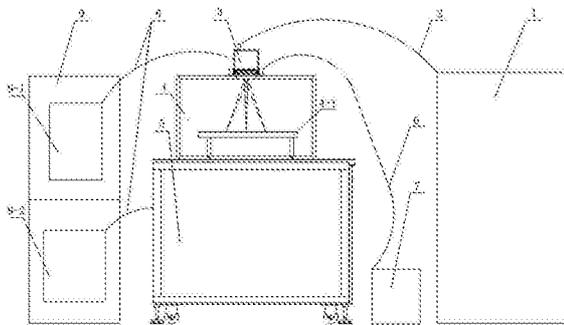
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

一种三维真空激光加工装置及采用该装置进行激光加工的方法

(57) 摘要

一种三维真空激光加工装置及采用该装置进行激光加工的方法, 涉及真空条件下三维激光加工技术。它为了解决现有的真空激光加工装置机械运动装置复杂、难以快速精确地实现三维真空激光加工的问题。本发明采用激光振镜装置控制激光束的移动, 能够快速精确地实现三维真空加工, 而且真空室内部结构设计合理, 不存在机器人或联动装置等机械装置, 真空空间利用率高; 采用机械泵和分子泵相配合的抽真空方式, 并且由数字化控制系统控制, 可快速实现不同真空度的真空环境; 采用水冷循环装置保证三维真空激光加工装置长时间稳定工作。本发明适用于真空激光焊接、真空激光增材制造和真空激光修复等多种真空激光加工。



1. 一种三维真空激光加工装置,其特征在于,它包括激光器(1)、激光振镜装置(3)、真空室(4)、真空抽气装置(5)、水冷循环装置(7)和数字化控制装置(9);

激光器(1)为工业激光器,包括加工用的加工激光器和校准用的校准激光器;

激光振镜装置(3)上设置有光纤适配接口(3-2),激光器(1)通过光纤(2)与光纤适配接口(3-2)相连接;

真空室(4)位于激光振镜装置(3)下方,真空室(4)内部设置有工作台(4-1),且真空室(4)顶部与激光振镜装置(3)底部之间设置有激光透射窗口(3-1);

真空抽气装置(5)内部设置有机械泵(5-1)和分子泵(5-2),机械泵(5-1)和分子泵(5-2)用于对真空室(4)进行抽真空;

水冷循环装置(7)用于对激光振镜装置(3)进行制冷;

数字化控制装置(9)用于控制激光振镜装置(3)和真空抽气装置(5)。

2. 根据权利要求1所述的一种三维真空激光加工装置,其特征在于,激光振镜装置(3)内部设置有准直镜(3-3)、聚焦镜(3-4)、反射镜(3-5)、一号振镜(3-7)、一号振镜驱动装置(3-6)、二号振镜(3-8)和二号振镜驱动装置(3-9);

从光纤适配接口(3-2)入射的激光经准直镜(3-3)准直后,经反射镜(3-5)反射至聚焦镜(3-4),再经聚焦镜(3-4)聚焦到一号振镜(3-7)和二号振镜(3-8),一号振镜(3-7)和二号振镜(3-8)反射的激光经底部的激光透射窗口(3-1)透射至真空室(4)内工作台(4-1)上的待加工工件上;

一号振镜驱动装置(3-6)用于带动一号振镜(3-7)移动,二号振镜驱动装置(3-9)用于带动二号振镜(3-8)移动;

一号振镜驱动装置(3-6)和二号振镜驱动装置(3-9)的控制信号输入端分别连接通过数字化控制装置(9)的两个振镜控制信号输出端。

3. 根据权利要求1所述的一种三维真空激光加工装置,其特征在于,激光透射窗口(3-1)与真空室(4)的之间采用密封条实现密封。

4. 根据权利要求1所述的一种三维真空激光加工装置,其特征在于,激光透射窗口(3-1)的周围设置有与水冷循环装置(7)相连接的透射窗水冷通道。

5. 根据权利要求1所述的一种三维真空激光加工装置,其特征在于,真空室(4)内部还设置有防飞溅玻璃(4-4),所述防飞溅玻璃(4-4)位于激光透射窗口(3-1)的下方。

6. 根据权利要求4所述的一种三维真空激光加工装置,其特征在于,真空室(4)的侧壁上设置有折页门(4-10),折页门(4-10)上设置有观察窗(4-9),折页门(4-10)周围设置有折页门密封条(4-11)。

7. 根据权利要求6所述的一种三维真空激光加工装置,其特征在于,真空室(4)侧壁上设置有旁抽阀(4-7),机械泵(5-1)通过旁抽管道(5-4)与旁抽阀(4-7)相连通,分子泵(5-2)通过闸板阀(5-5)与真空室(4)相连通,机械泵(5-1)与分子泵(5-2)之间通过电磁阀(5-6)相连通。

8. 根据权利要求7所述的一种三维真空激光加工装置,其特征在于,数字化控制装置(9)包括振镜控制单元(9-1)和抽气装置控制单元(9-2),所述振镜控制单元(9-1)用于控制一号振镜驱动装置(3-6)和二号振镜驱动装置(3-9),抽气装置控制单元(9-2)用于控制电磁阀(5-6)、机械泵(5-1)和分子泵(5-2)。

9. 采用权利要求 8 所述的一种三维真空激光加工装置进行激光加工的方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

步骤一、打开折页门 (4-10),将待加工工件置于工作台 (4-1) 上,利用激光振镜控制单元 (9-1) 控制校准激光器的激光传输路径,对激光加工路径进行示校,并在线编辑控制程序;

步骤二、关闭折页门 (4-10),启动水冷循环装置 (7);

步骤三、关闭闸板阀 (5-5)、电磁阀 (5-6) 和放气阀 (4-8),打开旁抽阀 (4-7),抽气装置控制单元 (9-2) 控制机械泵 (5-1) 启动;

步骤四、当真空度达到加工过程所需真空度时,关闭旁抽阀 (4-7),并通过抽气装置控制单元 (9-2) 控制机械泵 (5-1) 关闭;

步骤五、振镜控制单元 (9-1) 控制加工激光器出光,并按照步骤一编辑好的控制程序控制一号振镜 (3-7) 和二号振镜 (3-8) 移动,实施三维真空激光加工过程;

步骤六、加工完成后,打开放气阀 (4-8),并关闭水冷循环装置 (7),待真空室内达到标准大气压后,打开折页门 (4-10),取出工件。

10. 采用权利要求 8 所述的一种三维真空激光加工装置进行激光加工的方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

步骤一、打开折页门 (4-10),将待加工工件置于工作台 (4-1) 上,利用激光振镜控制单元 (9-1) 控制校准激光器的激光传输路径,对激光加工路径进行示校,并在线编辑控制程序;

步骤二、关闭折页门 (4-10),启动水冷循环装置 (7);

步骤三、关闭闸板阀 (5-5)、电磁阀 (5-6) 和放气阀 (4-8),打开旁抽阀 (4-7),抽气装置控制单元 (9-2) 控制机械泵 (5-1) 启动;

步骤四、当真空度达到 5kPa 时,通过抽气装置控制单元 (9-2) 控制分子泵 (5-2) 启动;

步骤五、当分子泵 (5-2) 的工作频率达到 400Hz 时,关闭旁抽阀 (4-7),抽气装置控制单元 (9-2) 控制电磁阀 (5-6) 和闸板阀 (5-5) 依次打开,并控制分子泵 (5-2) 对真空室进行抽气,达到所需真空度后,关闭闸板阀 (5-5);

步骤六、振镜控制单元 (9-1) 控制加工激光器出光,并按照步骤一编辑好的控制程序控制一号振镜 (3-7) 和二号振镜 (3-8) 移动,实施三维真空激光加工过程;

步骤七、加工完成后,抽气装置控制单元 (9-2) 控制分子泵 (5-2) 停止工作;

步骤八、T 时间后抽气装置控制单元 (9-2) 控制电磁阀 (5-6) 关闭、并控制机械泵 (5-1) 停止工作,打开放气阀 (4-8),关闭水冷循环装置 (7),待真空室内达到标准大气压后,打开折页门 (4-10),取出工件。

一种三维真空激光加工装置及采用该装置进行激光加工的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种激光加工装置及方法,更确切地说,本发明涉及一种在真空条件下进行激光加工的装置及方法,隶属真空激光加工范畴。

背景技术

[0002] 激光作为一种快速、高效、优质的加工工具近年来在工业生产中的应用比例越来越大,在工业生产中常用的激光加工方法包括:激光焊接、激光增材制造和激光修补等。一般情况下激光加工是在大气环境下进行的,不需要真空环境。随着高品质、大功率的激光器的出现,研究发现大功率激光焊接由于等离子体的屏蔽效应在大气环境下很难获得良好的焊缝成形和较大的熔深,但是在真空环境下激光焊接可以获得类似电子束焊接具有极大深宽比、焊缝成形良好的焊缝。另一方面,一些对加工质量要求极高产品的激光加工和一些需要特殊保护材料的激光加工同样需要在真空环境下进行。

[0003] 公开号为 CN101264554A 的专利公开了一种用于激光加工的真空系统,该套系统激光通过位于真空室上方的激光透射窗口进入真空室内,依靠工作台的运动实现二维平面内的激光加工。

[0004] 公开号为 CN101733552A 的专利公开了用于激光焊接的装置,该装置将激光焊接头设计在真空室内,通过激光头的运动,或者通过工作台的运动实现真空激光焊接实现三维的激光焊接加工。

[0005] 公开号为 CN1025130702A 的专利公开了一种真空激光焊接设备,该装置将激光头安装在真空室内的三轴联动装置,通过移动激光头实现二维真空激光焊接。

[0006] 上述专利中,将激光头置于真空室外部,依靠工作台的运动不能实现三维的真空激光加工;而将激光头置于真空室内部,依靠激光头和工作台的运动可实现部分三维真空激光加工,造成真空室庞大、浪费空间和增加能耗等问题。而激光头不论置于真空室外部还是真空室内部,都需要依靠机器人或联动装置等机械装置控制激光头移动,不仅装置复杂,而且无法快速精确地实现三维真空激光加工。

发明内容

[0007] 本发明的目的是为了解决现有的真空激光加工装置机械运动装置复杂,难以快速精确实现三维真空激光加工的问题,提供一种三维真空激光加工装置及两种采用该装置进行激光加工的方法。

[0008] 本发明所述的一种三维真空激光加工装置包括激光器 1、激光振镜装置 3、真空室 4、真空抽气装置 5、水冷循环装置 7 和数字化控制装置 9;

[0009] 激光器 1 为工业激光器,包括加工用的加工激光器和校准用的校准激光器;

[0010] 激光振镜装置 3 上设置有光纤适配接口 3-2,激光器 1 通过光纤 2 与光纤适配接口 3-2 相连接;

[0011] 真空室 4 位于激光振镜装置 3 下方,真空室 4 内部设置有工作台 4-1,且真空室 4 顶部与激光振镜装置 3 底部之间设置有激光透射窗口 3-1;

[0012] 真空抽气装置 5 内部设置有机械泵 5-1 和分子泵 5-2,机械泵 5-1 和分子泵 5-2 用于对真空室 4 进行抽真空;

[0013] 水冷循环装置 7 用于对激光振镜装置 3 进行制冷;

[0014] 数字化控制装置 9 用于控制激光振镜装置 3 和真空抽气装置 5。

[0015] 激光振镜装置内部设置有准直镜 3-3、聚焦镜 3-4、反射镜 3-5、一号振镜 3-7、一号振镜驱动装置 3-6、二号振镜 3-8 和二号振镜驱动装置 3-9;

[0016] 从光纤适配接口 3-2 入射的激光经准直镜 3-3 准直后,经反射镜 3-5 反射至聚焦镜 3-4,再经聚焦镜 3-4 聚焦到一号振镜 3-7 和二号振镜 3-8,一号振镜 3-7 和二号振镜 3-8 反射的激光经底部的激光透射窗口 3-1 透射至真空室 4 内工作台 4-1 上的待加工工件上;

[0017] 一号振镜驱动装置 3-6 用于带动一号振镜 3-7 移动,二号振镜驱动装置 3-9 用于带动二号振镜 3-8 移动;

[0018] 一号振镜驱动装置 3-6 和二号振镜驱动装置 3-9 的控制信号输入端分别连接通过数字化控制装置 9 的两个振镜控制信号输出端。

[0019] 激光透射窗口 3-1 的周围设置有与水冷循环装置 7 相连接的透射窗水冷通道。

[0020] 真空室 4 的侧壁上设置有折页门 4-10,折页门 4-10 上设置有观察窗 4-9,折页门 4-10 周围设置有折页门密封条 4-11。

[0021] 真空室 4 侧壁上设置有旁抽阀 4-7,机械泵 5-1 通过旁抽管道 5-4 与旁抽阀 4-7 相连通,分子泵 5-2 通过闸板阀 5-5 与真空室 4 相连通,机械泵 5-1 与分子泵 5-2 之间通过电磁阀 5-6 相连通。

[0022] 数字化控制装置 9 包括振镜控制单元 9-1 和抽气装置控制单元 9-2,所述振镜控制单元 9-1 用于控制一号振镜驱动装置 3-6 和二号振镜驱动装置 3-9,抽气装置控制单元 9-2 用于控制电磁阀 5-6、机械泵 5-1 和分子泵 5-2。

[0023] 采用上述三维真空激光加工装置进行激光加工的方法包括以下步骤:

[0024] 步骤一、打开折页门 4-10,将待加工工件置于工作台 4-1 上,利用激光振镜控制单元 9-1 控制校准激光器的激光传输路径,对激光加工路径进行示校,并在线编辑控制程序;

[0025] 步骤二、关闭折页门 4-10,启动水冷循环装置 7;

[0026] 步骤三、关闭闸板阀 5-5、电磁阀 5-6 和放气阀 4-8,打开旁抽阀 4-7,抽气装置控制单元 9-2 控制机械泵 5-1 启动;

[0027] 步骤四、当真空度达到加工过程所需真空度时,关闭旁抽阀 4-7,并通过抽气装置控制单元 9-2 控制机械泵 5-1 关闭;

[0028] 步骤五、振镜控制单元 9-1 控制加工激光器出光,并按照步骤一编辑好的控制程序控制一号振镜 3-7 和二号振镜 3-8 移动,实施三维真空激光加工过程;

[0029] 步骤六、加工完成后,打开放气阀 4-8,并关闭水冷循环装置 7,待真空室内达到标准大气压后,打开折页门 4-10,取出工件。

[0030] 另一种采用上述三维真空激光加工装置进行激光加工的方法包括以下步骤:

[0031] 步骤一、打开折页门 4-10,将待加工工件置于工作台 4-1 上,利用激光振镜控制单元 9-1 控制校准激光器的激光传输路径,对激光加工路径进行示校,并在线编辑控制程序;

- [0032] 步骤二、关闭折页门 4-10,启动水冷循环装置 7;
- [0033] 步骤三、关闭闸板阀 5-5、电磁阀 5-6 和放气阀 4-8,打开旁抽阀 4-7,抽气装置控制单元 9-2 控制机械泵 5-1 启动;
- [0034] 步骤四、当真空度达到 5kPa 时,通过抽气装置控制单元 9-2 控制分子泵 5-2 启动;
- [0035] 步骤五、当分子泵 5-2 的工作频率达到 400Hz 时,关闭旁抽阀 4-7,抽气装置控制单元 9-2 控制电磁阀 5-6 和闸板阀 5-5 依次打开,并控制分子泵 5-2 对真空室进行抽气,达到所需真空度后,关闭闸板阀 5-5;
- [0036] 步骤六、振镜控制单元 9-1 控制加工激光器出光,并按照步骤一编辑好的控制程序控制一号振镜 3-7 和二号振镜 3-8 移动,实施三维真空激光加工过程;
- [0037] 步骤七、加工完成后,抽气装置控制单元 9-2 控制分子泵 5-2 停止工作;
- [0038] 步骤八、T 时间后抽气装置控制单元 9-2 控制电磁阀 5-6 关闭、并控制机械泵 5-1 停止工作,打开放气阀 4-8,关闭水冷循环装置 7,待真空室内达到标准大气压后,打开折页门 4-10,取出工件。
- [0039] 本发明的有益效果:1、本发明采用激光振镜装置代替机器人或联动装置等机械装置进行真空激光加工,能够快速精确实现三维真空激光加工,而且真空室内部结构设计合理,不存在机器人或联动装置等机械装置,真空空间利用率高;2、本发明可实现包括真空激光焊接、真空激光增材制造和真空激光修复等多种真空激光加工过程;3、本发明的抽真空装置采用机械泵和分子泵相配合的抽真空方式,并且由数字化控制系统控制,可快速实现不同真空度的真空环境;4、本发明配有水冷循环装置,可保证三维真空激光加工装置长时间稳定工作。

附图说明

- [0040] 图 1 为本发明所述的一种三维真空激光加工装置的整体结构示意图;
- [0041] 图 2 为真空室 4 及真空抽气装置 5 的主视图;
- [0042] 图 3 为图 2 的左视图;
- [0043] 图 4 为图 2 中真空室 4 和真空抽气装置 5 的俯视图;
- [0044] 图 5 为真空抽气装置 5 的原理图;
- [0045] 图 6 为激光振镜装置 3 的结构示意图。

具体实施方式

- [0046] 具体实施方式一:结合图 1 说明本实施方式,本实施方式所述的一种三维真空激光加工装置包括激光器 1、激光振镜装置 3、真空室 4、真空抽气装置 5、水冷循环装置 7 和数字化控制装置 9;
- [0047] 激光器 1 为工业激光器,包括加工用的加工激光器和校准用的校准激光器;
- [0048] 激光振镜装置 3 上设置有光纤适配接口 3-2,激光器 1 通过光纤 2 与光纤适配接口 3-2 相连接;
- [0049] 真空室 4 位于激光振镜装置 3 下方,真空室 4 内部设置有工作台 4-1,且真空室 4 顶部与激光振镜装置 3 底部之间设置有激光透射窗口 3-1;
- [0050] 真空抽气装置 5 内部设置有机泵 5-1 和分子泵 5-2,机械泵 5-1 和分子泵 5-2 用

于对真空室 4 进行抽真空；

[0051] 水冷循环装置 7 用于对激光振镜装置 3 进行制冷；

[0052] 数字化控制装置 9 用于控制激光振镜装置 3 和真空抽气装置 5。

[0053] 本实施方式中，激光器 1 为工业激光器，包括用于激光加工的加工激光器和用于光路校准的校准激光器，校准激光器发出的激光为可见光，通常为红光。激光振镜装置 3 固定在真空室 4 的上方，激光振镜装置 3 的底部与真空室 4 的顶部均设置有开口，两个开口之间设置有玻璃片，即激光透射窗口 3-1，激光透射窗口 3-1 与真空室 4 之间密封。工作台 4-1 通过支架 4-2 固定在真空室 4 内部。真空抽气装置 5 位于真空室 4 下部，水冷循环装置 7 通过水冷管线 6 与激光振镜装置 3 底部的透射窗水冷通道 3-11 连接。数字化控制装置 9 通过传输电缆 8 传输信号，以控制激光振镜装置 4 和真空抽气装置 5。

[0054] 上述装置在使用时，将待加工工件放在真空室 4 内部的工作台 4-1 上，通过数字化控制装置 9 控制真空抽气装置 5 对真空室 4 进行抽真空，激光器 1 发出的激光经光纤传输到激光振镜装置 3 内部，通过数字化控制装置 9 控制激光振镜装置 3 以调节激光的传播方向，调节后的激光经激光透射窗口 3-1 透射至工作台 4-1 上的待加工工件，实现三维加工。

[0055] 具体实施方式二：结合图 6 说明本实施方式，本实施方式是对实施方式一所述的一种三维真空激光加工装置的进一步限定，本实施方式中，激光振镜装置 3 内部设置有准直镜 3-3、聚焦镜 3-4、反射镜 3-5、一号振镜 3-7、一号振镜驱动装置 3-6、二号振镜 3-8 和二号振镜驱动装置 3-9；

[0056] 从光纤适配接口 3-2 入射的激光经准直镜 3-3 准直后，经反射镜 3-5 反射至聚焦镜 3-4，再经聚焦镜 3-4 聚焦到一号振镜 3-7 和二号振镜 3-8，一号振镜 3-7 和二号振镜 3-8 反射的激光经底部的激光透射窗口 3-1 透射至真空室 4 内工作台 4-1 上的待加工工件上；

[0057] 一号振镜驱动装置 3-6 用于带动一号振镜 3-7 移动，二号振镜驱动装置 3-9 用于带动二号振镜 3-8 移动；

[0058] 一号振镜驱动装置 3-6 和二号振镜驱动装置 3-9 的控制信号输入端分别连接通过数字化控制装置 9 的两个振镜控制信号输出端。

[0059] 本实施方式中，从光纤适配接口 3-2 入射至激光振镜装置 3 的激光依次经过准直镜 3-3、反射镜 3-5 和聚焦镜 3-4 后，入射至一号振镜 3-7 和二号振镜 3-8。数字化控制装置 9 同时控制一号振镜驱动装置 3-6 和二号振镜驱动装置 3-9，利用激光振镜装置 3 调整光束移动以实现三维激光加工。

[0060] 具体实施方式三：结合图 2 说明本实施方式，本实施方式是对实施方式一和二所述的一种三维真空激光加工装置的进一步限定，本实施方式中，激光透射窗口 3-1 与真空室 4 的之间采用密封条实现密封。

[0061] 本实施方式通过螺栓机械压紧激光透射窗口 3-1 周围的密封条实现真空室 4 的良好密封。

[0062] 具体实施方式四：结合图 2 说明本实施方式，本实施方式是对实施方式一至三所述的一种三维真空激光加工装置的进一步限定，本实施方式中，激光透射窗口 3-1 的周围设置有与水冷循环装置 7 相连接的透射窗水冷通道。透射窗水冷通道用于对激光透射窗口 3-1 进行降温，使激光透射窗口 3-1 的性能保持稳定。

[0063] 具体实施方式五：结合图 2 说明本实施方式，本实施方式是对实施方式一所述的

一种三维真空激光加工装置的进一步限定,本实施方式中,真空室4内部还设置有防飞溅玻璃4-4,所述防飞溅玻璃4-4位于激光透射窗口3-1的下方。

[0064] 如图2所示,防飞溅玻璃4-4安装在吊盘4-6上,吊盘4-6通过吊杆4-5悬挂在真空室4的顶部。防飞溅玻璃4-4能够防止大功率激光加工时金属飞溅损坏激光透射窗口3-1。

[0065] 具体实施方式六:结合图3说明本实施方式,本实施方式是对实施方式一和四所述的一种三维真空激光加工装置的进一步限定,本实施方式中,真空室4的侧壁上设置有折页门4-10,折页门4-10上设置有观察窗4-9,折页门4-10周围设置有折页门密封条4-11。

[0066] 在折页门4-10处于关闭状态时,折页门密封条4-11能够保证真空室4-10的密封性。

[0067] 具体实施方式七:结合图2至图5说明本实施方式,本实施方式是对实施方式六所述的一种三维真空激光加工装置的进一步限定,本实施方式中,真空室4侧壁上设置有旁抽阀4-7,机械泵5-1通过旁抽管道5-4与旁抽阀4-7相连通,分子泵5-2通过闸板阀5-5与真空室4相连通,机械泵5-1与分子泵5-2之间通过电磁阀5-6相连通。

[0068] 如图2至图5所示,机械泵5-1通过机械泵排气口5-3排气。抽真空时首先启动机械泵5-1,当机械泵5-1工作一段时间达到一定真空度后再启动分子泵5-2,使真空室4达到高真空度。电磁阀5-6、机械泵5-1和分子泵5-2均由数字化控制装置9控制。

[0069] 具体实施方式八:结合图1至图5说明本实施方式,本实施方式是对实施方式七所述的一种三维真空激光加工装置的进一步限定,本实施方式中,数字化控制装置9包括振镜控制单元9-1和抽气装置控制单元9-2,所述振镜控制单元9-1用于控制一号振镜驱动装置3-6和二号振镜驱动装置3-9,抽气装置控制单元9-2用于控制电磁阀5-6、机械泵5-1和分子泵5-2。

[0070] 具体实施方式九:结合图1至图5说明本实施方式,本实施方式是采用实施方式八所述的一种三维真空激光加工装置进行激光加工的方法,该方法包括以下步骤:

[0071] 步骤一、打开折页门4-10,将待加工工件置于工作台4-1上,利用激光振镜控制单元9-1控制校准激光器的激光传输路径,对激光加工路径进行示校,并在线编辑控制程序;

[0072] 步骤二、关闭折页门4-10,启动水冷循环装置7,检查水路是否通畅;

[0073] 步骤三、关闭闸板阀5-5、电磁阀5-6和放气阀4-8,打开旁抽阀4-7,抽气装置控制单元9-2控制机械泵5-1启动;

[0074] 步骤四、当真空度达到加工过程所需真空度($> 5\text{Pa}$)时,关闭旁抽阀4-7,并通过抽气装置控制单元9-2控制机械泵5-1关闭;

[0075] 步骤五、振镜控制单元9-1控制加工激光器出光,并按照步骤一编辑好的控制程序控制一号振镜3-7和二号振镜3-8移动,实施三维真空激光加工过程;

[0076] 步骤六、加工完成后,打开放气阀4-8,并关闭水冷循环装置7,待真空室内达到标准大气压后,打开折页门4-10,取出工件。

[0077] 本实施方式中,真空室4内的真空度可采用电离真空计4-3测量,测量结果通过抽气装置控制单元9-2实时显示。步骤五中的激光加工过程可以为激光焊接、激光增材制造或激光修复等过程。为保证加工质量,步骤六中加工完成后,真空室4的真空度需要继续保

持一段时间,然后再打开放气阀 4-8,并关闭水冷循环装置 7 和电离真空计 4-3。

[0078] 具体实施方式十:结合图 1 至图 5 说明本实施方式,本实施方式是采用实施方式八所述的一种三维真空激光加工装置进行激光加工的方法,该方法包括以下步骤:

[0079] 步骤一、打开折页门 4-10,将待加工工件置于工作台 4-1 上,利用激光振镜控制单元 9-1 控制校准激光器的激光传输路径,对激光加工路径进行示校,并在线编辑控制程序;

[0080] 步骤二、关闭折页门 4-10,启动水冷循环装置 7,检查水路是否通畅;

[0081] 步骤三、关闭闸板阀 5-5、电磁阀 5-6 和放气阀 4-8,打开旁抽阀 4-7,抽气装置控制单元 9-2 控制机械泵 5-1 启动;

[0082] 步骤四、当真空度达到 5kPa 时,通过抽气装置控制单元 9-2 控制分子泵 5-2 启动;

[0083] 步骤五、当分子泵 5-2 的工作频率达到 400Hz 时(分子泵 5-2 的工作频率由抽气装置控制单元 9-2 显示),关闭旁抽阀 4-7,抽气装置控制单元 9-2 控制电磁阀 5-6 和闸板阀 5-5 依次打开,并控制分子泵 5-2 对真空室进行抽气,达到所需真空度后,关闭闸板阀 5-5;

[0084] 步骤六、振镜控制单元 9-1 控制加工激光器出光,并按照步骤一编辑好的控制程序控制一号振镜 3-7 和二号振镜 3-8 移动,实施三维真空激光加工过程;

[0085] 步骤七、加工完成后,抽气装置控制单元 9-2 控制分子泵 5-2 停止工作;

[0086] 步骤八、T 时间($T = 10$ 分钟)后抽气装置控制单元 9-2 控制电磁阀 5-6 关闭、并控制机械泵 5-1 停止工作,打开放气阀 4-8,关闭水冷循环装置 7,待真空室内达到标准大气压后,打开折页门 4-10,取出工件。

[0087] 本实施方式中,真空室 4 内的真空度可采用电离真空计 4-3 测量,测量结果通过抽气装置控制单元 9-2 实时显示。步骤六中的激光加工过程可以为激光焊接、激光增材制造或激光修复等过程。为保证加工质量,步骤七中加工完成后,真空室 4 的真空度需要继续保持一段时间,然后再打开放气阀 4-8,并关闭水冷系统 8 和电离真空计 4-3。抽气装置控制单元 9-2 关闭分子泵 5-2 的电源后,抽气装置控制单元 9-2 上显示的频率由 400 降低到 0,表示分子泵关闭。

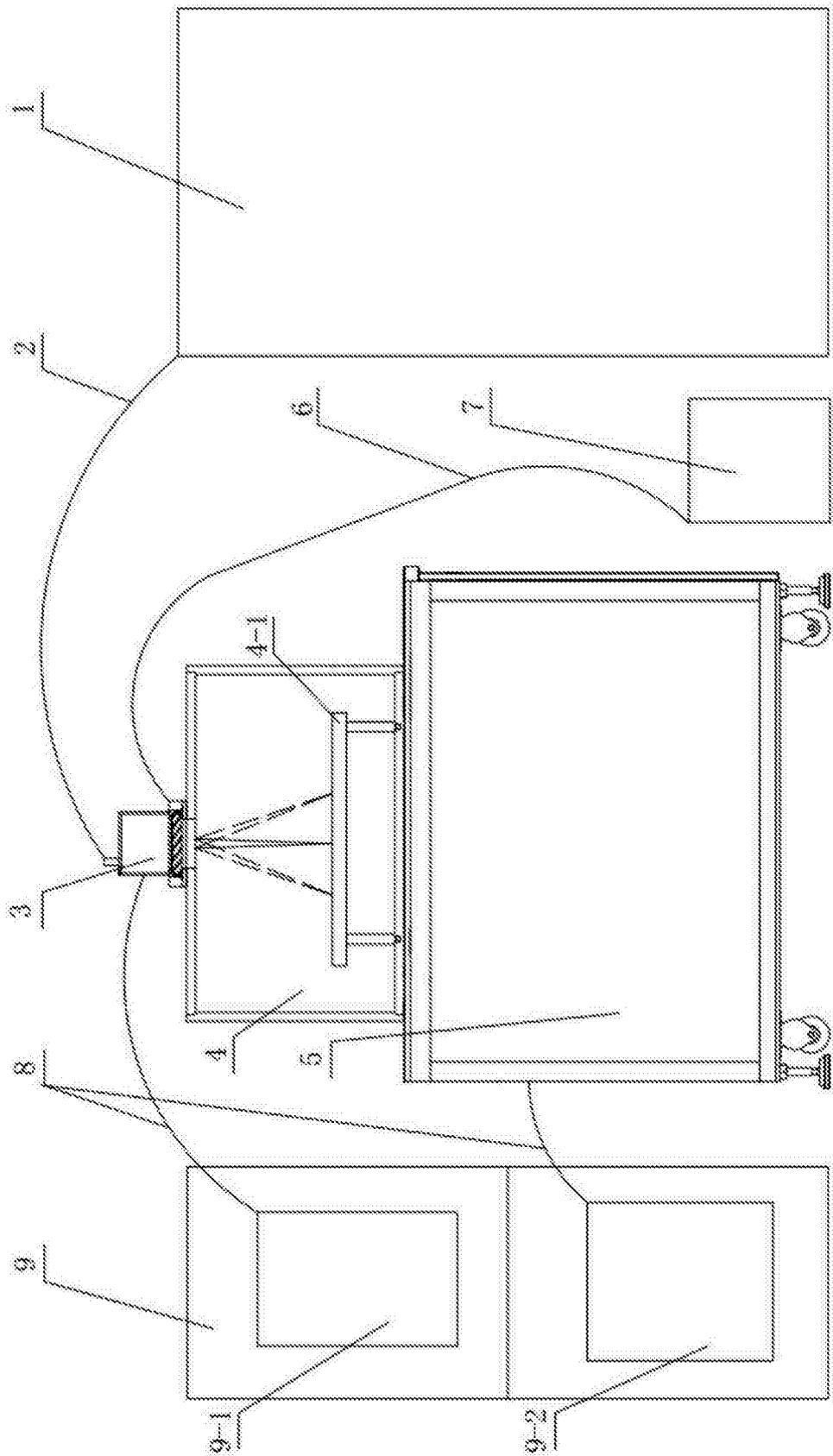


图 1

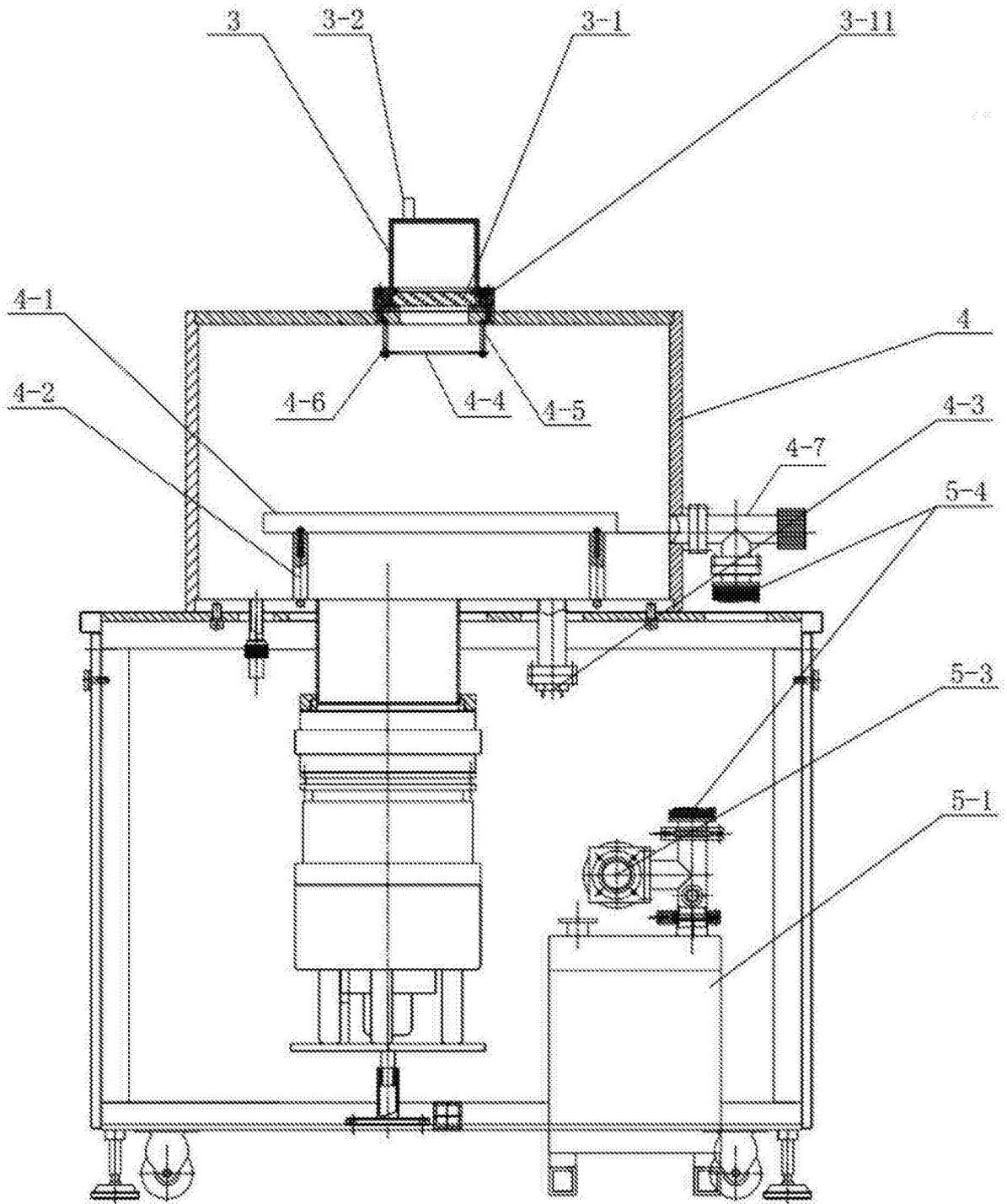


图 2

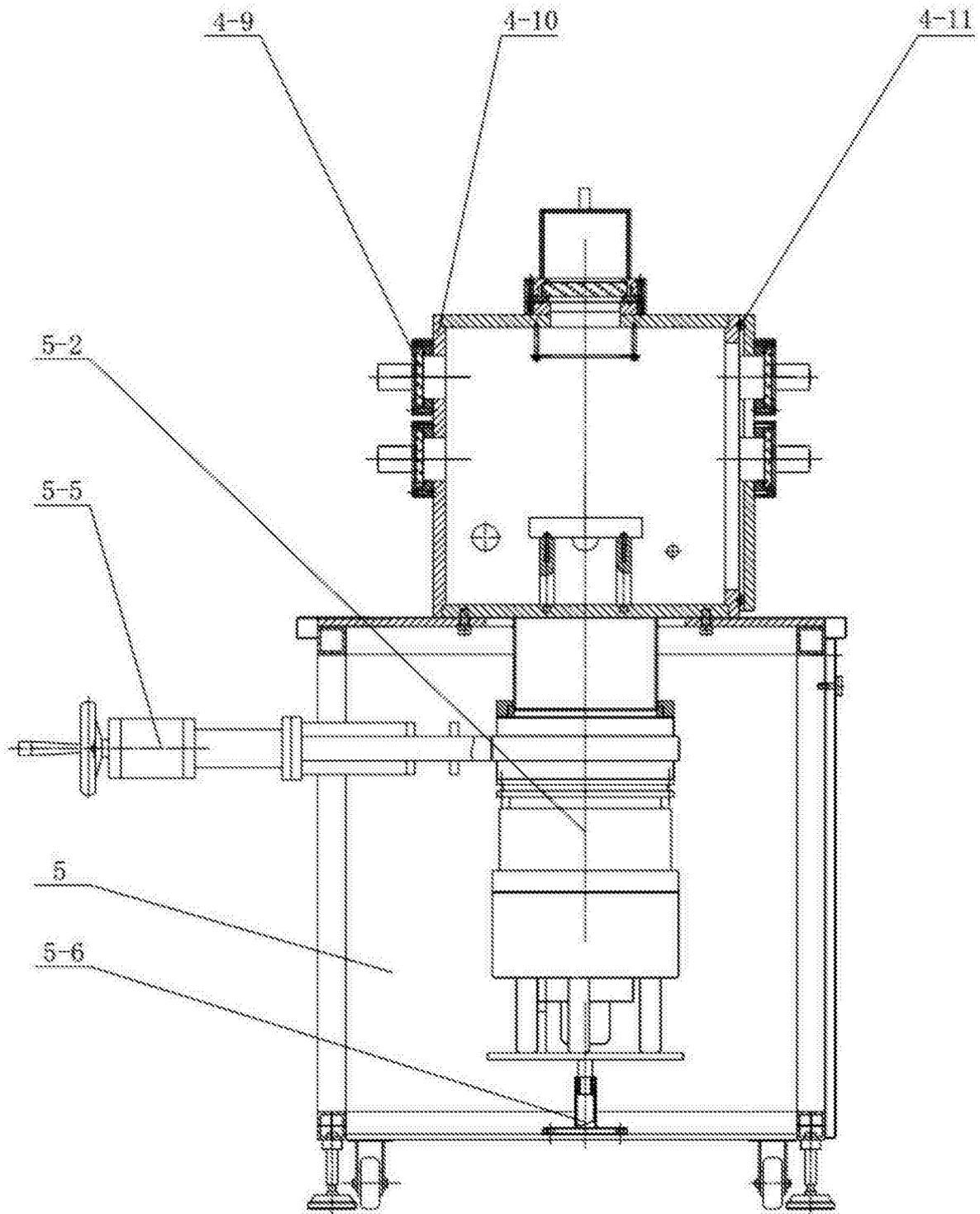


图 3

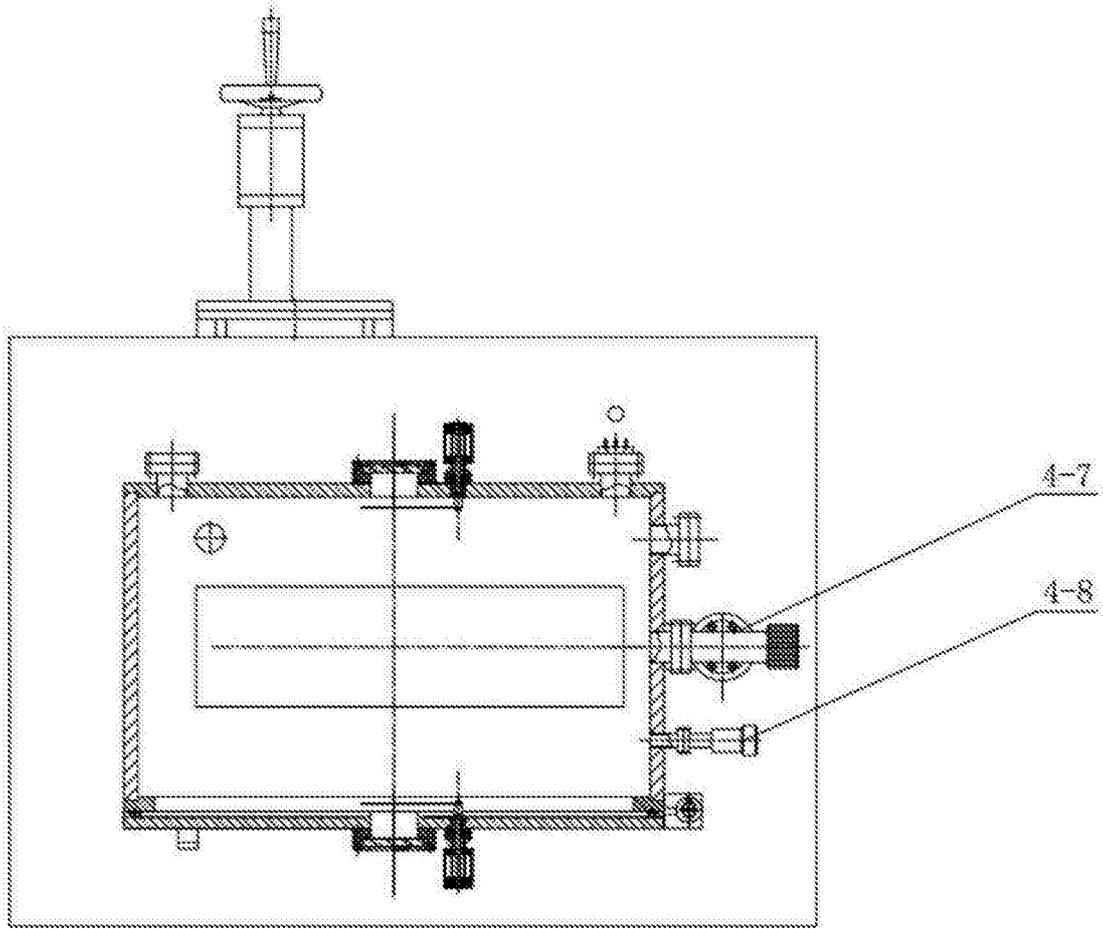


图 4

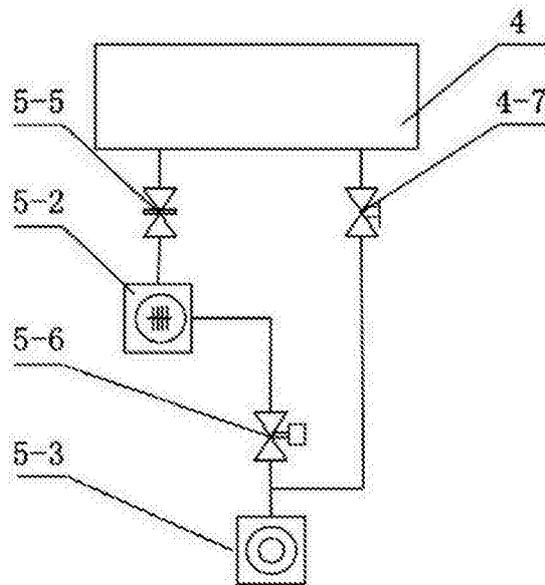


图 5

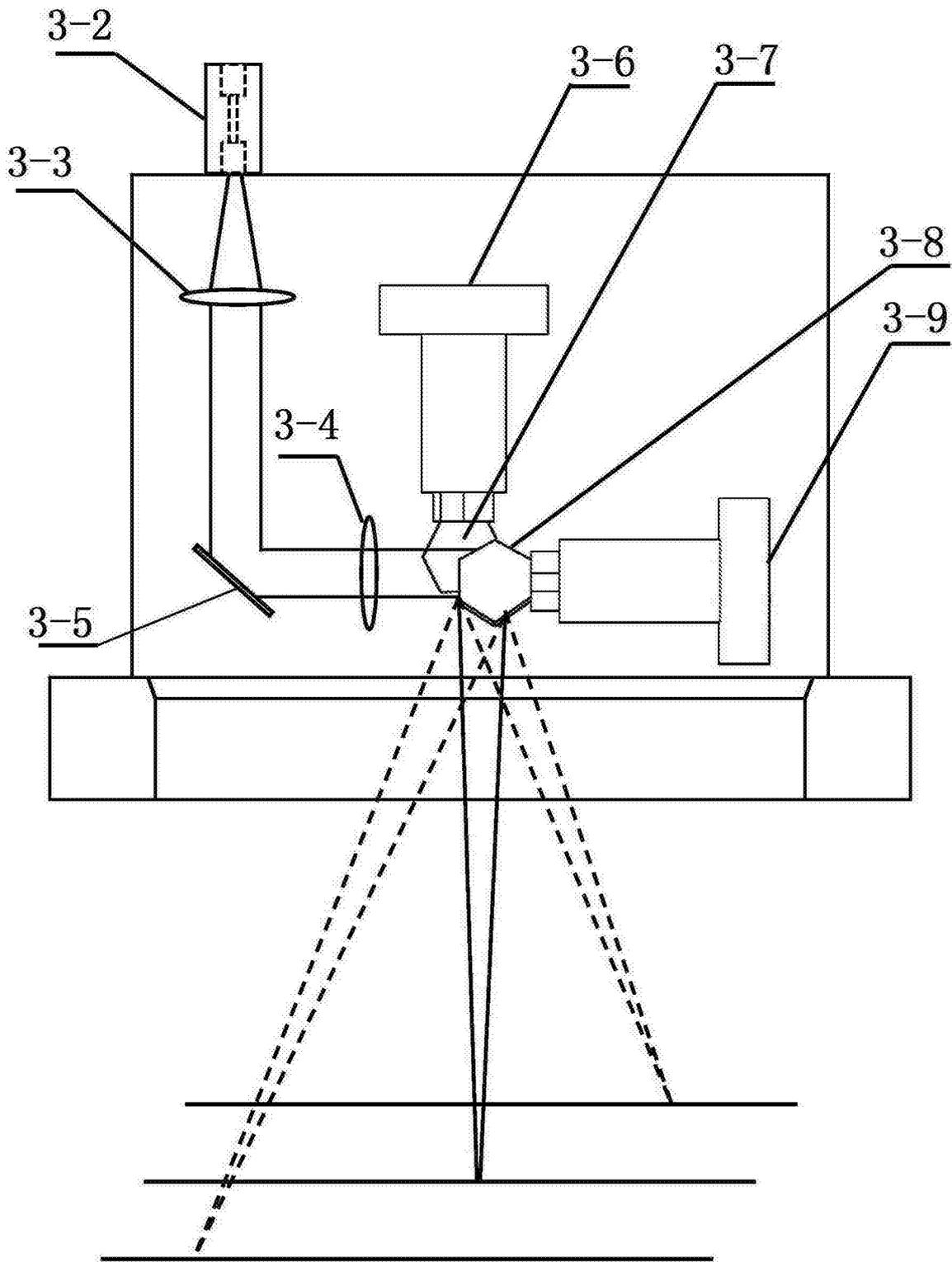


图 6