



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104694922 A

(43) 申请公布日 2015. 06. 10

(21) 申请号 201510142568. 1

(22) 申请日 2015. 03. 30

(71) 申请人 湖南大学

地址 410082 湖南省长沙市岳麓区麓山南路

(72) 发明人 宋立军 张屹 胡仲勋 肖先锋

(74) 专利代理机构 湖南兆弘专利事务所 43008

代理人 赵洪 姜芬

(51) Int. Cl.

C23C 24/10(2006. 01)

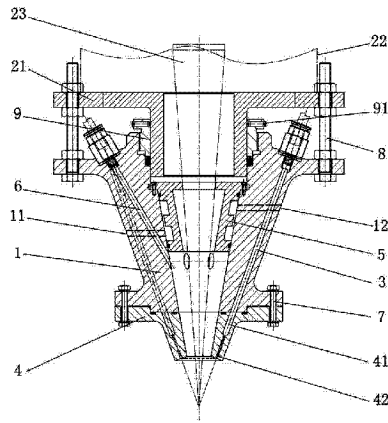
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种环孔式激光同轴送粉喷嘴

(57) 摘要

本发明公开了一种环孔式激光同轴送粉喷嘴,包括中空的锥状喷嘴主体,锥状喷嘴主体的大径端设有可与激光头连接的连接套筒,锥状喷嘴主体上设有四个周向均匀布置的进粉通道,进粉通道的入口设于锥状喷嘴主体的大径端,进粉通道的出口设于锥状喷嘴主体的小径端,锥状喷嘴主体的小径端设有一中空的环孔锥头,环孔锥头大径端的端面上设有环形粉末稳流槽,环形粉末稳流槽与进粉通道连通,环孔锥头小径端的端面上设有多个周向均匀分布的出粉小孔,出粉小孔与环形粉末稳流槽连通,各出粉小孔的粉末流汇集于一点。本发明具有粉末流汇聚性高和在喷嘴一定倾斜时仍能获得均匀的粉末流、激光熔覆效率高的优点。



1. 一种环孔式激光同轴送粉喷嘴,包括中空的锥状喷嘴主体(1),所述锥状喷嘴主体(1)的大径端设有可与激光头(22)连接的连接套筒(21),所述锥状喷嘴主体(1)上设有四个周向均匀布置的进粉通道(3),所述进粉通道(3)的入口(31)设于锥状喷嘴主体(1)的大径端,所述进粉通道(3)的出口设于锥状喷嘴主体(1)的小径端,其特征在于:所述锥状喷嘴主体(1)的小径端设有一中空的环孔锥头(4),所述环孔锥头(4)大径端的端面上设有环形粉末稳流槽(41),所述环形粉末稳流槽(41)与所述进粉通道(3)连通,所述环孔锥头(4)小径端的端面上设有多个周向均匀分布的出粉小孔(42),所述出粉小孔(42)与环形粉末稳流槽(41)连通,各所述出粉小孔(42)的粉末流汇集于一点。

2. 根据权利要求1所述的环孔式激光同轴送粉喷嘴,其特征在于:所述锥状喷嘴主体(1)的内孔内设有中央水冷套(5),所述中央水冷套(5)外表面设有多个相互连通的环形凹槽(51),所述锥状喷嘴主体(1)上分别设有冷却水进口(11)和冷却水出口(12),所述冷却水进口(11)和冷却水出口(12)均与所述环形凹槽(51)连通。

3. 根据权利要求2所述的环孔式激光同轴送粉喷嘴,其特征在于:所述中央水冷套(5)外表面与所述锥状喷嘴主体(1)的内孔的侧壁之间设有密封圈(52)。

4. 根据权利要求2所述的环孔式激光同轴送粉喷嘴,其特征在于:所述锥状喷嘴主体(1)上还设有四个周向均匀布置的保护气体通道(6),所述保护气体通道(6)与所述进粉通道(3)交错布置,所述保护气体通道(6)与所述锥状喷嘴主体(1)的内孔连通。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的环孔式激光同轴送粉喷嘴,其特征在于:所述出粉小孔(42)的中心线与所述锥状喷嘴主体(1)轴线的夹角为 α , $10^{\circ} \leq \alpha \leq 30^{\circ}$ 。

6. 根据权利要求1至4中任一项所述的环孔式激光同轴送粉喷嘴,其特征在于:所述出粉小孔(42)的直径为D,数量为N个, $0.8\text{mm} \leq D \leq 1.5\text{mm}$, $10 \leq N \leq 30$ 。

7. 根据权利要求1至4中任一项所述的环孔式激光同轴送粉喷嘴,其特征在于:所述环孔锥头(4)通过连接螺栓(7)与锥状喷嘴主体(1)的小径端可拆卸的连接。

8. 根据权利要求1至4中任一项所述的环孔式激光同轴送粉喷嘴,其特征在于:所述环形粉末稳流槽(41)的宽度与所述进粉通道(3)的直径相等,所述环形粉末稳流槽(41)的深度大于出粉小孔(42)孔深的二分之一。

9. 根据权利要求1至4中任一项所述的环孔式激光同轴送粉喷嘴,其特征在于:所述连接套筒(21)通过调节螺栓(8)与所述锥状喷嘴主体(1)连接。

10. 根据权利要求1至4中任一项所述的环孔式激光同轴送粉喷嘴,其特征在于:所述锥状喷嘴主体(1)大径端的端面上设有一环形安装槽(13),所述连接套筒(21)外表面套设有一调节套筒(9),所述调节套筒(9)与所述环形安装槽(13)螺纹连接,所述调节套筒(9)伸出所述环形安装槽(13)的外表面上设有四个均匀分布的对中螺钉(91)。

一种环孔式激光同轴送粉喷嘴

技术领域

[0001] 本发明涉及激光加工技术领域,尤其涉及一种环孔式激光同轴送粉喷嘴。

背景技术

[0002] 激光熔覆成形(也称激光近形制造)是以激光作为加工热源,以金属粉末为原材料,利用“离散+堆积”的增材成形思想,在金属基板上逐层熔覆堆积,从而形成金属零件的制造技术。应用该技术可直接制造出具有复杂形状和良好机械性能的全致密金属零件,也可对具有复杂形状、一定深度制造缺陷、误加工或服役损伤零件的修复和再制造。

[0003] 激光熔覆成形系统主要包括大功率激光器、导光及聚焦光路系统、数控装置、金属粉末输送装置、检测与控制装置等。其中金属粉末输送是一项关键技术,它直接影响着金属沉积的质量和效率。常用的激光熔覆成形同步送粉方式主要有侧向送粉和同轴送粉。但侧向送粉无法克服因激光束和粉末流场的不对称而带来对扫描方向限制的缺点,从而限制了其在激光熔覆成形上的应用。

[0004] 同轴送粉粉末流能够和激光同轴耦合输出,有效地克服了侧向送粉的缺点。目前,激光熔覆成形所采用的同轴送粉喷嘴主要有两种形式:四管式同轴送粉喷嘴和锥环式同轴送粉喷嘴。美国 Sandia 国家实验室用于激光近净成形技术的同轴喷嘴采用的是四管式同轴送粉喷嘴(美国专利 U. S. Pat. 6046426),由于粉末出口离基板距离较远,不易出现堵塞粉末通道和喷嘴过热现象,且四路粉路管相对独立,能够实现三维激光直接制造和再制造;但是,该同轴送粉喷嘴存在粉末汇聚性不高(利用率低),从而影响沉积效率和质量。德国 Fraunhofer 研究所采用环隙式同轴送粉喷嘴(美国专利 U. S. Pat. 6316744)通过优化粉末通道结构,大大的提高了粉末的利用率;但其结构过于复杂,且当激光头倾斜,尤其是大角度倾斜时,粉末在重力作用下会出现偏聚,导致喷嘴出口粉末流均匀性相对较差,使用范围具有很大的局限性。华南理工大学研制的孔式同轴送粉喷嘴(CN 27077773Y),清华大学采用垂直装卸的分体式激光熔覆同轴送粉喷嘴(CN 1255411A),此类送粉喷嘴都存在上述类似的问题。现有的同轴送粉喷嘴无法同时满足粉末高汇聚性和激光三维应用。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是克服现有技术的不足,提供一种结构简单、粉末流汇聚性高、在喷嘴一定倾斜时仍能获得均匀的粉末流、激光熔覆效率高的环孔式激光同轴送粉喷嘴。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明采用以下技术方案:

一种环孔式激光同轴送粉喷嘴,包括中空的锥状喷嘴主体,所述锥状喷嘴主体的大径端设有可与激光头连接的连接套筒,所述锥状喷嘴主体上设有四个周向均匀布置的进粉通道,所述进粉通道的入口设于锥状喷嘴主体的大径端,所述进粉通道的出口设于锥状喷嘴主体的小径端,所述锥状喷嘴主体的小径端设有一中空的环孔锥头,所述环孔锥头大径端的端面上设有环形粉末稳流槽,所述环形粉末稳流槽与所述进粉通道连通,所述环孔锥头

小径端的端面上设有多个周向均匀分布的出粉小孔,所述出粉小孔与环形粉末稳流槽连通,各所述出粉小孔的粉末流汇集于一点。

[0007] 作为上述技术方案的进一步改进:

所述锥状喷嘴主体的内孔内设有中央水冷套,所述中央水冷套外表面设有多个相互连通的环形凹槽,所述锥状喷嘴主体上分别设有冷却水进口和冷却水出口,所述冷却水进口和冷却水出口均与所述环形凹槽连通。

[0008] 所述中央水冷套外表面与所述锥状喷嘴主体的内孔的侧壁之间设有密封圈。

[0009] 所述锥状喷嘴主体上还设有四个周向均匀布置的保护气体通道,所述保护气体通道与所述进粉通道交错布置,所述保护气体通道与所述锥状喷嘴主体的内孔连通。

[0010] 所述出粉小孔的中心线与所述锥状喷嘴主体轴线的夹角为 α , $10^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$ 。所述出粉小孔的直径为 D , 数量为 N 个, $0.8\text{mm} \leq D \leq 1.5\text{mm}$, $10 \leq N \leq 30$ 。

[0011] 所述环孔锥头通过连接螺栓与锥状喷嘴主体的小径端可拆卸的连接。

[0012] 所述环形粉末稳流槽的宽度与所述进粉通道的直径相等,所述环形粉末稳流槽的深度大于出粉小孔孔深的二分之一。

[0013] 所述连接套筒通过调节螺栓与所述锥状喷嘴主体连接。

[0014] 所述锥状喷嘴主体大径端的端面上设有一环形安装槽,所述连接套筒外表面套设有一调节套筒,所述调节套筒与所述环形安装槽螺纹连接,所述调节套筒伸出所述环形安装槽的外表面上设有四个均匀分布的对中螺钉。

[0015] 与现有技术相比,本发明的优点在于:

(1) 本发明的环孔式激光同轴送粉喷嘴,连接套筒、锥状喷嘴主体和环孔锥头的内孔形成激光束通道,各出粉小孔的粉末流可与激光束汇集于一点,粉未经由进粉通道,到达环形粉末稳流槽,粉末在环形粉末稳流槽内聚集后,再通过多个出粉小孔喷出,激光束穿过激光束通道与出粉小孔喷出的粉末流汇聚成一点,对加工件进行加工、熔覆、修复和再制造等,本发明的送粉喷嘴,采用具有聚集作用的环形粉末稳流槽,送粉喷嘴在大角度倾斜情况下,能够获得均匀、小聚焦粉斑、高挺度的粉末流,保证金属沉积过程中金属粉末与聚焦激光的充分作用,提高沉积效率和精度,有效地克服了送粉喷嘴在大倾角加工时由于重力作用而出现的粉末偏聚现象,确保粉末聚焦的均匀性,提高了加工效率。

[0016] (2) 本发明的环孔式激光同轴送粉喷嘴,采用模块化设计,具有不同 α 角规格的环孔锥头通过螺栓与喷嘴主体连接,使得不同规格环孔锥头端面与基板间的距离能够在一定范围内变化,从而获得不同大小的粉末汇聚焦斑。

[0017] (3) 本发明的环孔式激光同轴送粉喷嘴,连接套筒通过调节螺栓与锥状喷嘴主体连接,通过调节调节螺栓的长短可以调节粉末流焦点与激光束焦点间的离焦距离,同时可调节至两者重合。

[0018] (4) 本发明的环孔式激光同轴送粉喷嘴,调节对中螺钉可调节连接套筒和激光头的位移,克服加工和安装过程中的同轴度的误差,实现激光束与粉末流同轴度的调整。

附图说明

[0019] 图 1 是本发明的结构示意图。

[0020] 图 2 是本发明中锥状喷嘴主体的结构示意图。

[0021] 图 3 是图 2 的俯视图。

[0022] 图中各标号表示：

1、锥状喷嘴主体；11、冷却水进口；12、冷却水出口；13、环形安装槽；21、连接套筒；22、激光头；23、激光束；3、进粉通道；31、入口；4、环孔锥头；41、环形粉末稳流槽；42、出粉小孔；5、中央水冷套；51、环形凹槽；52、密封圈；6、保护气体通道；61、气体进口；7、连接螺栓；8、调节螺栓；9、调节套筒；91、对中螺钉。

具体实施方式

[0023] 以下结合说明书附图和具体实施例对本发明作进一步详细说明。

[0024] 图 1 至图 3 示出了本发明环孔式激光同轴送粉喷嘴的一种实施例，该环孔式激光同轴送粉喷嘴，包括中空的锥状喷嘴主体 1，锥状喷嘴主体 1 的大径端设有可与激光头 22 连接的连接套筒 21，锥状喷嘴主体 1 上设有四个周向均匀布置的进粉通道 3，进粉通道 3 的入口 31 设于锥状喷嘴主体 1 的大径端，进粉通道 3 的出口设于锥状喷嘴主体 1 的小径端，锥状喷嘴主体 1 的小径端设有一中空的环孔锥头 4，环孔锥头 4 大径端的端面上设有环形粉末稳流槽 41，环形粉末稳流槽 41 与进粉通道 3 连通，环孔锥头 4 小径端的端面上设有多个周向均匀分布的出粉小孔 42，出粉小孔 42 与环形粉末稳流槽 41 连通，各出粉小孔 42 的粉末流汇集于一点。锥状喷嘴主体 1 的上端为大径端，连接套筒 21、锥状喷嘴主体 1 和环孔锥头 4 的内孔形成激光束通道；粉未经由进粉通道 3，到达环形粉末稳流槽 41，粉末在环形粉末稳流槽 41 内聚集后，再通过多个出粉小孔 42 喷出，激光束 23 穿过激光束通道与出粉小孔 42 喷出的汇聚粉末流耦合，对加工件（图中未示出）进行加工、熔覆、修复和再制造等。本实施例的送粉喷嘴，粉末到达环形粉末稳流槽 41 后，通过多个环形阵列出粉小孔 42，使得送粉喷嘴能够在较大角度倾斜情况下，获得均匀、小聚焦粉斑、高挺度的粉末流，保证金属沉积过程中金属粉末与聚焦激光的充分作用，提高沉积效率和精度，有效地克服了送粉喷嘴在大倾角加工时由于重力作用而出现的粉末偏聚现象，确保粉末聚焦的均匀性，提高了加工效率。

[0025] 本实施例中，环孔锥头 4 通过连接螺栓 7 与锥状喷嘴主体 1 的小径端可拆卸的连接，即采用螺栓连接，方便更换不同规格的环孔锥头 4。环孔锥头 4 下端（小径端）端部设计为沿激光束 23 方向直径变大的锥体结构，能够提高激光束 23 能量的利用率和粉末的利用率。

[0026] 本实施例中，环形粉末稳流槽 41 的宽度与进粉通道 3 的直径相等，环形粉末稳流槽 41 的深度大于出粉小孔 42 孔深的二分之一，有利于进粉通道 3 内的粉末能够畅通的进入环形粉末稳流槽 41 并聚集，确保出粉小孔 42 喷出的粉末准直和高挺度。

[0027] 出粉小孔 42 的直径为 D ，数量为 N 个，其中， $0.8\text{mm} \leq D \leq 1.5\text{mm}$ ， $10 \leq N \leq 30$ ；出粉小孔 42 的中心线与锥状喷嘴主体 1 轴线的夹角 α ， $10^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$ ；本实施例中出粉小孔 42 的直径 D 为 0.8mm ，出粉小孔 42 抛光处理，能够获得直径为 $2\text{--}4\text{mm}$ 的粉末汇聚点，出粉小孔 42 的数量为 24 个，出粉小孔 42 的中心线与锥状喷嘴主体 1 轴线的夹角 α 为 20° 。

[0028] 本实施例中，锥状喷嘴主体 1 的内孔内设有中央水冷套 5，中央水冷套 5 外表面设有多个相互连通的环形凹槽 51，锥状喷嘴主体 1 上分别设有冷却水进口 11 和冷却水出口 12，冷却水进口 11 和冷却水出口 12 均与环形凹槽 51 连通，冷却水在环形凹槽 51 形成冷却

通道,对锥状喷嘴主体 1 的壳体进行散热,中央水冷套 5 外表面与锥状喷嘴主体 1 的内孔的侧壁之间设有密封圈 52,保证水冷结构密封可靠。

[0029] 本实施例中,锥状喷嘴主体 1 上还设有四个周向均匀布置的保护气体通道 6,保护气体通道 6 与进粉通道 3 交错布置,保护气体通道 6 与锥状喷嘴主体 1 的内孔连通,保护气体通道 6 的气体进口 61 设置在锥状喷嘴主体 1 的大径端,气体进口 61 与进粉通道 3 的入口 31 布置如图 3 所示,保护气体通过四路保护气体通道 6,进入锥状喷嘴主体 1 的内腔,对激光透镜和沉积层起到保护作用。

[0030] 本实施例中,连接套筒 21 通过调节螺栓 8 与锥状喷嘴主体 1 连接,通过调节调节螺栓 8 的长短可以调节粉末流焦点与激光束 23 焦点间的离焦距离,同时可调节至两者重合。

[0031] 本实施例中,锥状喷嘴主体 1 大径端的端面上设有一环形安装槽 13,连接套筒 21 外表面套设有一调节套筒 9,调节套筒 9 与环形安装槽 13 螺纹连接,调节套筒 9 伸出环形安装槽 13 的外表面上设有四个均匀分布的对中螺钉 91,调节对中螺钉 91 可调节连接套筒 21 和激光头 22 的位移,实现激光束 23 与粉末流同轴度的调整,克服加工和安装过程中的误差。

[0032] 虽然本发明已以较佳实施例揭露如上,然而并非用以限定本发明。任何熟悉本领域的技术人员,在不脱离本发明技术方案范围的情况下,都可利用上述揭示的技术内容对本发明技术方案做出许多可能的变动和修饰,或修改为等同变化的等效实施例。因此,凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化及修饰,均应落在本发明技术方案保护的范围内。

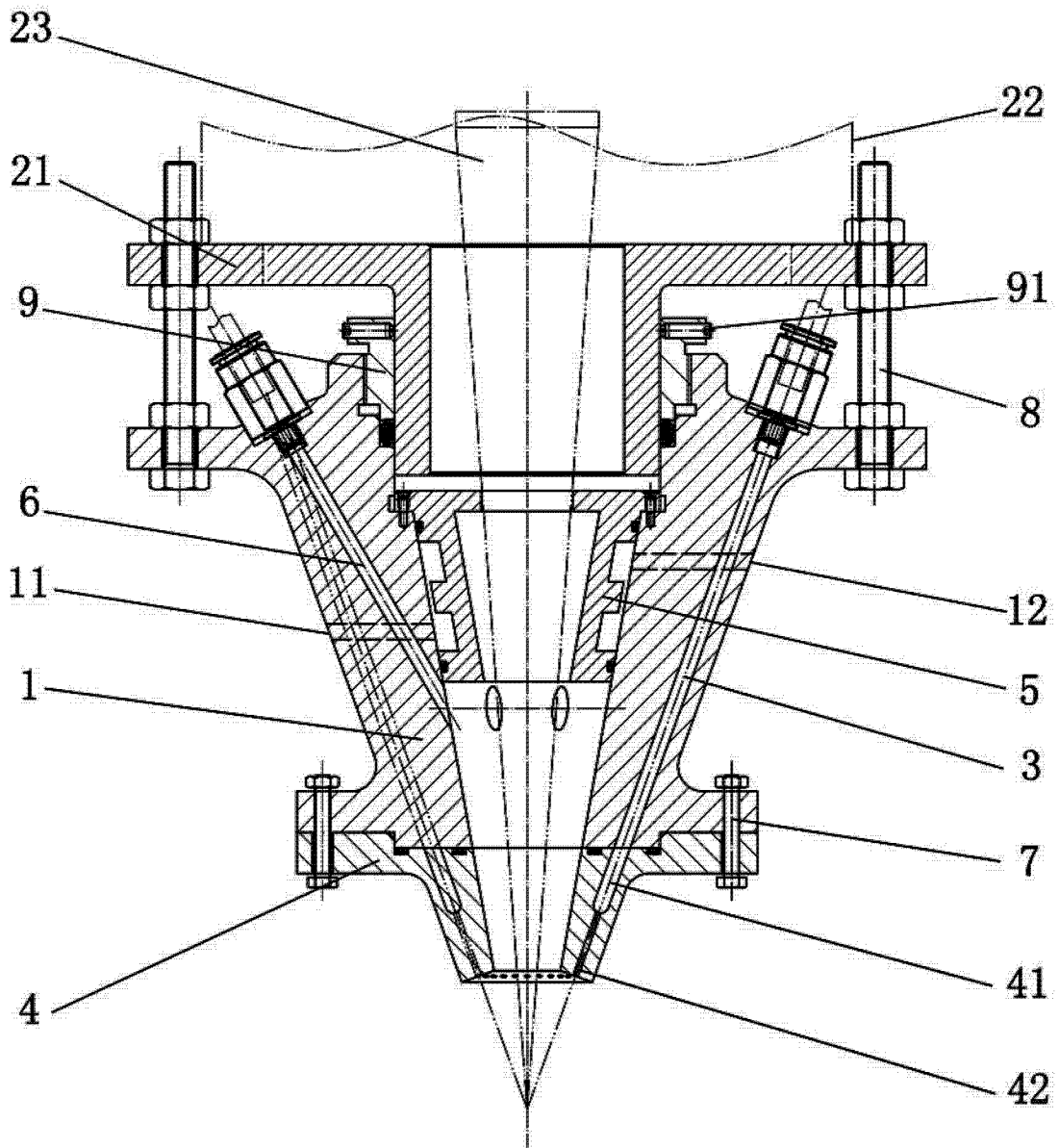


图 1

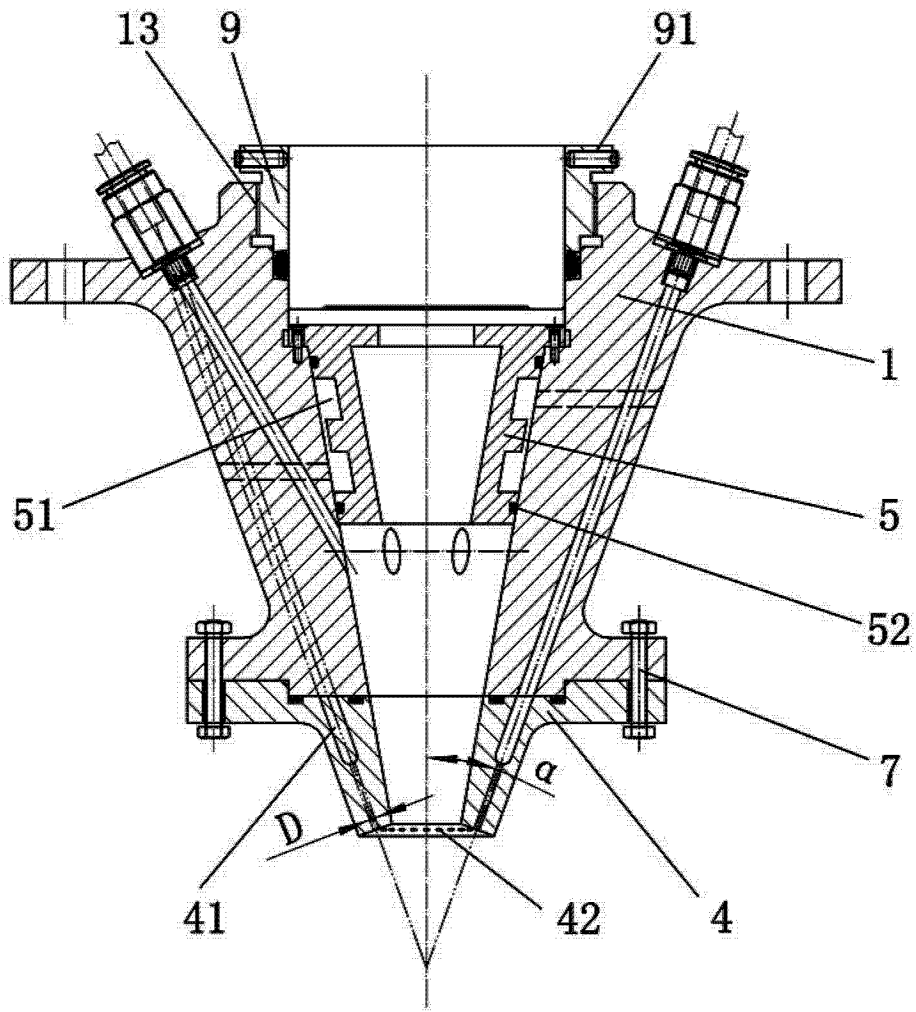


图 2

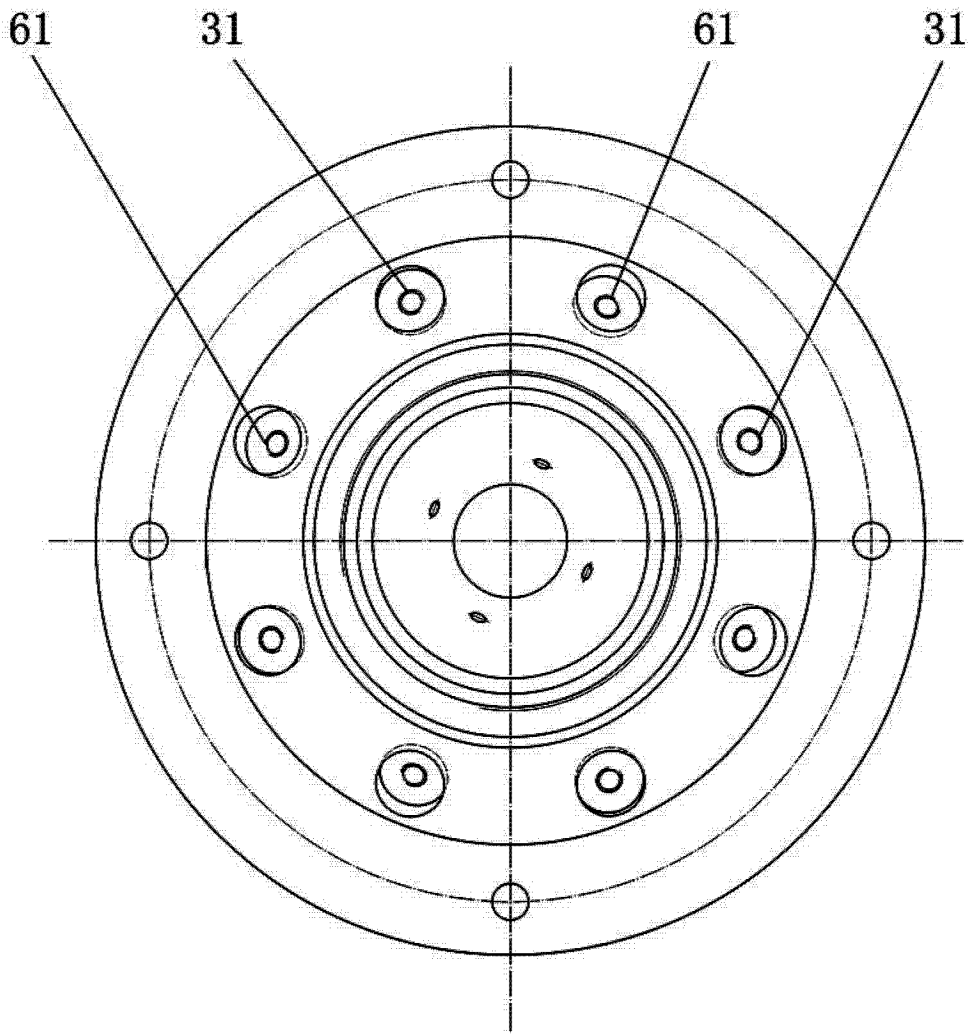


图 3