



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103111756 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 09

(21) 申请号 201310047368. 9

(22) 申请日 2013. 02. 05

(73) 专利权人 余振新

地址 510275 广东省广州市海珠区新港西路  
135 号中山大学蒲园区 612 栋 501 号

(72) 发明人 余振新

(74) 专利代理机构 广州新诺专利商标事务所有  
限公司 44100

代理人 张玲春 张奇洲

(51) Int. Cl.

B23K 26/064(2014. 01)

B23K 26/082(2014. 01)

B22F 3/105(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 203091969 U, 2013. 07. 31,

CN 202343945 U, 2012. 07. 25,

CN 202343945 U, 2012. 07. 25,

CN 202343945 U, 2012. 07. 25,

CN 85201033 U, 1986. 01. 08,

JP 2003-80604 A, 2003. 03. 19,

US 5474719 A, 1995. 12. 12,

CN 102380711 A, 2012. 03. 21,

中国机械工程学会热处理学会《热处理手册》  
编委会编. 第 3 卷 热处理设备和工辅材料. 《热  
处理手册》. 机械工业出版社, 2002, 第 493 页.

钟建伟. 选择性激光烧结若干关键技术研  
究. 《华中科技大学硕士学位论文》. 2005,

钟建伟. 选择性激光烧结若干关键技术研  
究. 《华中科技大学硕士学位论文》. 2005,

审查员 董娜娜

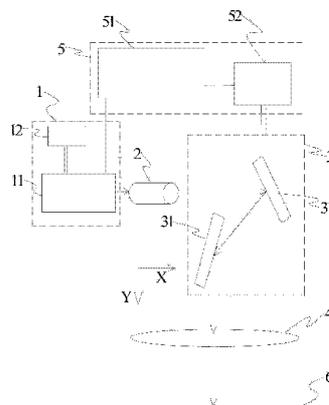
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

激光烧结成型设备的激光光路引导系统

(57) 摘要

本发明公开了激光烧结成型设备的激光光路  
引导系统,其包括激光源、与该激光源配合的扩束  
镜、与该扩束镜配合的扫描振镜装置和与该扫描  
振镜装置连接的平场聚焦透镜;激光烧结成型设  
备设有成型平台,平场聚焦透镜的焦平面与成型  
平台重合,透镜焦点落于成型平台的中心.本发明  
采用以上结构,不仅能很好地实现三维构件的打  
印,而且各光学零件之间无隙衔接成一体,避免了  
光束的漂移,同时防尘抗震;此外,设计中也考虑  
到对振镜等光学元件的保护;光路引导系统结构  
紧凑,光路短,光能量损耗少;系统调试容易。



1. 激光烧结成型设备的激光光路引导系统,其特征在于:包括激光源、与该激光源配合的扩束镜、与该扩束镜配合的扫描振镜装置和与该扫描振镜装置连接的平场聚焦透镜;激光烧结成型设备设有成型平台,平场聚焦透镜的焦点落于该成型平台的中心;

所述激光源包括激光器和与该激光器连接的射频脉冲电源,激光器为 CO<sub>2</sub>激光器,由 50MHz 的射频脉冲电源调制,输出 5kHz 的脉冲激光;

所述扩束镜为一组 ZnSe 透镜,由前透镜和后透镜构成,前透镜焦点和后透镜焦点重合或几乎重合,该组 ZnSe 透镜对 10.6 μm 波长光透过率达 92% 以上,并对其进行扩束;

所述平场聚焦透镜采用 ZnSe 单晶材料制成且镀有增透膜层,10.6 μm 波长的激光光束经该平场聚焦透镜后汇聚于成型平台处;

所述扫描振镜装置由振镜电机、振镜控制板和两个相互垂直的高反射率的平面镜组成;所述两个相互垂直的反射率 >98% 的平面镜实现控制激光光束在 X 轴、Y 轴方向移动;振镜控制板连接振镜电机,且振镜电机连接平面镜,振镜控制板通过振镜电机控制平面镜的摆动;

还包括控制装置,该控制装置由控制系统计算机和振镜控制器构成,控制系统计算机和振镜控制器连接,控制系统计算机连接激光源,振镜控制器连接扫描振镜装置;激光源和扫描振镜装置都与控制装置连接、通信;所述控制装置由总控制系统控制,主要是软件程序在成型过程中实现有序的、逻辑的自动控制,或通过触发电路实现;控制装置直接调制射频脉冲电源,并与扫描振镜装置的振镜控制板自带的控制电路进行通信。

2. 如权利要求 1 所述的激光光路引导系统,其特征在于:所述激光源、所述扩束镜和所述扫描振镜装置沿着 X 轴方向分布,所述平场聚焦透镜和所述扫描振镜装置沿着 Y 轴方向分布,X 轴和 Y 轴垂直;激光源发出的激光先沿着 X 轴射出,然后通过扫描振镜装置变换方向,沿着 Y 轴射向所述成型平台。

3. 如权利要求 1 所述的激光光路引导系统,其特征在于:所述激光器的外壁设有散热片,且还套设有用于防尘的外罩,该外罩上设有风扇。

4. 如权利要求 1 所述的激光光路引导系统,其特征在于:所述激光源、所述扩束镜、所述扫描振镜装置和所述平场聚焦透镜之间,均通过密封且防尘的部件连接。

## 激光烧结成型设备的激光光路引导系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及常温下选择性激光烧结成型技术设备领域,具体涉及激光烧结成型设备的激光光路引导系统

### 背景技术

[0002] SLS 技术(SLS:Selective Laser Sintering,粉末材料选择性激光烧结)是一种快速成型工艺,将材料粉末铺洒在已成形零件的上表面,并刮平;用高强度的 CO<sub>2</sub> 激光器在刚铺的新层上扫描出零件截面;材料粉末在高强度的激光照射下被烧结在一起,得到零件的截面,并与下面已成形的部分连接;当一层截面烧结完后,铺上新的一层粉末材料,选择地烧结下层截面。总而言之,SLS 技术是采用激光有选择地分层烧结固体粉末,并使烧结成型的固化层层层叠加生成所需形状的零件。其整个工艺过程包括 CAD 模型的建立及数据处理、铺粉、烧结以及后处理等。

[0003] SLS 技术的光学部分是整机组成的核心之一,这是因为:1)激光源的性能、功率、输出模式等决定成型技术实现的可能与否以及成型构件的质量;2)激光源占整台设备的成本达 20% 以上;3)激光源的研发正在迅速发展,是激光工业技术应用的重要部件;4)相关的光路引导系统随着应用目标的不同有着特殊的设计要求:必须考虑到会聚到材料上的光斑线度以及激光束移动精度等。因此,恰当地选择和改善 SLS 技术中的激光光路引导系统具有重要的甚至革新性的意义。

[0004] 在 SLS 技术中,常用的粉末材料有蜡、聚碳酸酯、尼龙、纤细尼龙、合成尼龙、陶瓷、玻璃、金属等。激光束照射到粉材表面时,一部分反射一部分透入材料内被吸收,进而对材料起熔结作用。不同的材料对不同波长的光吸收和反射有很大的差别。一般而言,电导率高的金属材料对光波的反射率也高,表面光亮度高的材料反射率也高。一般金属粉末烧结选用 Nd:YAG 激光器,因为金属粉末对 CO<sub>2</sub> 激光器的激光反射率要大得多。陶瓷粉末也选用 Nd:YAG 激光器。高分子塑料类材料如聚碳酸酯等可用 CO<sub>2</sub> 激光器,因为聚碳酸酯在 5.0 ~ 10.6 μm 波长范围内有很高的吸收率。

[0005] 激光器的输出模式会严重的影响激光加工效果。横模决定激光束光波场在空间的展开程度,低阶模能量比较集中,在实际使用中,尽量选用 TEM<sub>00</sub> 模(单横模),以便获得尽可能高的功率密度光束。

[0006] 在已有的 SLS 技术中,光路引导系统一般包括:1)光路偏转和控制系统,如多组反射镜;2)聚焦系统,如凸透镜、凹面镜。3)匀光系统,用于形成能量分布均匀的光斑。已有的有:3a)分割叠加变换系统。将基模或低阶模高斯光束平行分割成几个子系统,并沿着分割线平行及垂直两个方向分别进行放大,最后将子光束按一定的相对位置进行叠加,以获得横截面内能量分布较均匀的光斑。3b)积分镜系统。用以一定规律排列的反射镜或投射镜将强度不均匀的光束进行分割,并使反射光束或投射光束在其焦点上叠加,产生积分作用而获得均匀的光斑。3c)振镜系统。采用高频振荡的镜片,使光束沿与扫描方向垂直的方向高频振动,在热处理过程中,产生一条均匀较宽的能量分布。

[0007] 目前已有的资料没有详细地介绍 SLS 技术中激光器的选择和调制方法、对光学引导部分的介绍也各有特色。但目前的激光光路引导系统对于光束容易飘逸,尘埃容易落日机器内部,对光路产生不良影响,光能量损耗多,系统调试难。

## 发明内容

[0008] 本发明的目的是为我们独立研究的一种常温下和开放环境中实现的 SLS 技术提供有效的、安全的、稳定的光学系统设计。

[0009] 为达到上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0010] 激光烧结成型设备的激光光路引导系统,包括激光源、与该激光源配合的扩束镜、与该扩束镜配合的扫描振镜装置和与该扫描振镜装置连接的平场聚焦透镜;激光烧结成型设备设有成型平台,平场聚焦透镜的焦点落于该成型平台的中心。

[0011] 进一步,所述激光源、所述扩束镜和所述扫描振镜装置沿着 X 轴方向分布,所述平场聚焦透镜和所述扫描振镜装置沿着 Y 轴方向分布,X 轴和 Y 轴垂直;激光源发出的激光先沿着 X 轴射出,然后通过扫描振镜装置变换方向,沿着 Y 轴射向所述成型平台。

[0012] 进一步,所述激光源包括激光器和与该激光器连接的射频脉冲电源;激光器为 CO<sub>2</sub> 激光器(CO<sub>2</sub>:二氧化碳),由 50MHz 的所述射频脉冲电源调制,从而输出 5kHz 的脉冲激光。

[0013] 进一步,所述激光器的外壁设有散热片,且还套设有用于防尘的外罩,该外罩上设有风扇。

[0014] 进一步,所述扩束镜为一组 ZnSe 透镜(ZnSe:硒化锌),该组 ZnSe 透镜由前透镜和后透镜构成,前透镜焦点和后透镜焦点重合,该组 ZnSe 透镜为对 10.6 μm 波长光透过率达 92% 或以上,并对其进行扩束。

[0015] 进一步,所述扫描振镜装置由振镜电机、振镜控制板和两个相互垂直的平面镜组成;振镜控制板连接振镜电机,且振镜电机连接平面镜。

[0016] 进一步,所述聚焦透镜是平场聚焦透镜,采用 ZnSe 单晶材料制成且镀有增透膜层。

[0017] 进一步,所述聚焦透镜为针对 10.6 μm 波长的焦距是 435mm 的透镜。

[0018] 进一步,所述激光光路引导系统,其还包括控制装置,该控制装置由控制系统计算机和与振镜控制器构成,控制系统计算机和与振镜控制器连接,控制系统计算机连接所述激光源,振镜控制器连接所述扫描振镜装置。

[0019] 进一步,所述激光源、所述扩束镜、所述扫描振镜装置和所述平场聚焦透镜之间,均通过密封且防尘的部件连接。

[0020] 与现有技术相比,本发明的有益效果如下:

[0021] 1、本发明是一种实现智能化激光烧结成型的直接制造工业技术的光学系统,具体地是实现常温下选择性激光烧结成型技术(SLS)的激光光路引导系统;本发明不仅能很好地实现三维构件的打印,而且各光学零件之间无隙衔接成一体,避免了光束的漂移,同时防尘抗震;此外,设计中也考虑到对振镜等光学元件的保护;光路引导系统结构紧凑,光路短,光能量损耗少;系统调试容易。激光移动精度可达 0.1mm±0.05mm。

[0022] 2、本发明激光源把连续激光加以调制成脉冲激光输出,可以增加峰值输出功率,并使得加热时间缩短,热扩散减少,有利于高分子材料熔结及冷却,把体胀效应降至最小;

[0023] 3、扩束镜对 10.6  $\mu\text{m}$  波长的激光 5 倍扩束后将改善光束的准直性,同时可使扫描振镜承受的光波能量密度更低,更好地保护振镜,延长其使用寿命;并且,扩束镜可令激光在成型平台聚焦时获得更小的光斑。由于功率密度和扫描密度等能明显地影响烧结特征,更精细的光斑可以获得更高的成型质量;

[0024] 4、扫描振镜装置的结构,能更好地针对脉冲激光匀光,而且定位精确,激光束在成型平台处的移动精度可达 0.1mm $\pm$ 0.05mm。

[0025] 5、采用本发明中的聚焦透镜,激光束聚焦后的近轴倾角不超过  $\pm 20^\circ$ ;若激光烧结成型设备对零部件的成型范围是 400mm\*400mm\*350mm,因为平场聚焦透镜被安置在成型平台上方不超过 500mm 高处,使得激光在材料表面的入射角很小,所以不必添加额外的部件变换为圆偏振光,也不需考虑偏振特性对成型质量的影响;

[0026] 6、采用控制装置,进行实时的参数调节,例如对于连续激光,激光辐照时间由激光扫描速度决定;对于脉冲激光,激光辐照时间由脉宽和激光扫描速度共同决定,可根据经验及对构体分层后截面图的分析,预先设定好参数,设备也可以自动进行激光快速成型直至整个构件被打印完成。

[0027] 7、本发明达到刚性联接,且无隙密封以达到光路无尘干扰、稳定的目的。

## 附图说明

[0028] 图 1 是本发明激光烧结成型设备的激光光路引导系统的原理图,图中箭头为激光的发射方向;

[0029] 图 2 是图 1 的立体结构示意图;

[0030] 图 3 是图 2 沿着 A 方向的仰视示意图;

[0031] 图中,1-激光源;11-激光器;111-外罩;112-风扇;12-射频脉冲电源;121-电源滤波器;2-扩束镜;3-扫描振镜装置;31-平面镜;4-平场聚焦透镜;5-控制装置;51-控制系统计算机;52-振镜控制器;6-成型平台。

## 具体实施方式

[0032] 如图 1 至图 3 所示实施例的激光烧结成型设备的激光光路引导系统,包括激光源 1、与该激光源配合的扩束镜 2、与该扩束镜 2 配合的扫描振镜装置 3 和与该扫描振镜装置 3 连接的平场聚焦透镜 4;激光烧结成型设备设有成型平台 6,平场聚焦透镜 4 设于和该成型平台 6 配合的位置处。

[0033] 激光源 1、扩束镜 2 和扫描振镜装置 3 沿着 X 轴方向分布,平场聚焦透镜 4 和扫描振镜装置 3 沿着 Y 轴方向分布;激光源 1 发出的激光先沿着 X 轴射出,然后通过扫描振镜装置 3 变换方向,沿着 Y 轴射向成型平台 6。本实施例中 X 轴和 Y 轴相互垂直。

[0034] 激光源 1 包括激光器 11 和与该激光器 11 连接的射频脉冲电源 12,激光器 11 为 CO<sub>2</sub> 激光器(CO<sub>2</sub>:二氧化碳),由 50MHz 的射频脉冲电源 12 调制,输出 5kHz 的脉冲激光。可利用 10.6  $\mu\text{m}$  波长的激光,在 10s 的预热后,测得激光平均功率是 45.50W。把连续激光加以调制成脉冲激光输出,可以增加峰值输出功率,并使得加热时间缩短,热扩散减少,有利于高分子材料熔结及冷却,把体胀效应降至最小。在激光器 11 外壁设有散热片,且还套设有一个金属制成且用于防尘的外罩 111,该外罩上设有两个风扇 112,用于强迫风冷,加快散热。进

一步,可对射频脉冲电源 12 配设一个电源滤波器 121,以利于 5kHz 脉冲激光的稳定输出。

[0035] 扩束镜 2 为一组 ZnSe 透镜,由前透镜和后透镜构成,前透镜焦点和后透镜焦点重合或几乎重合,该组 ZnSe 透镜对 10.6  $\mu\text{m}$  波长光透过率达 92%或以上,并对其进行扩束。扩束作用将改善光束的准直性,同时可使扫描振镜承受的光波能量密度更低,更好地保护振镜,延长其使用寿命;并且,扩束镜 2 可令激光在成型平台 6 聚焦时获得更小的光斑。由于功率密度和扫描密度等能明显地影响烧结特征,更精细的光斑可以获得更高的成型质量。

[0036] 扫描振镜装置 3 由振镜电机、振镜控制板和两个相互垂直的高反射率的平面镜 31 组成;振镜控制板连接振镜电机,且振镜电机连接平面镜 31,振镜控制板通过振镜电机控制平面镜 31 的摆动。两个相互垂直的高反射率(>98%)的平面镜 31 实现控制激光光束在 X 轴、Y 轴方向移动,在超过 40° 时线性度仍保持在 99.9% 以,最大的读数漂移是 50PPM/°C,最大的零漂移是 15 微弧度每°C,可重复率达 2 微弧度。采用以上结构,扫描振镜装置 3 能更好地针对脉冲激光匀光,而且定位精确,激光束在成型平台处的移动精度可达 0.1mm $\pm$ 0.05mm。

[0037] 聚焦透镜 4 是 F- $\theta$  透镜,即平场聚焦透镜。聚焦透镜 4 采用 ZnSe 单晶材料制成且外镀有增透膜层。激光束聚焦后的近轴倾角不超过  $\pm 20^\circ$ 。若激光烧结成型设备对零部件的成型范围是 400mm\*400mm\*350mm,因为平场聚焦透镜被安置在成型平台上方不超过 500mm 处,使得激光在材料表面的入射角很小,所以不必添加额外的部件变换为圆偏振光,也不需考虑偏振特性对成型质量的影响。

[0038] 本实施例还包括控制装置 5,该控制装置 5 由控制系统计算机 51 和振镜控制器 52 构成,控制系统计算机 51 和振镜控制器 52 连接,控制系统计算机 51 连接激光源 1,振镜控制器 52 连接扫描振镜装置 3;激光源 1 和扫描振镜装置 3 都控制装置 5 连接、通信。控制装置 5 由总控制系统控制,主要是软件程序在成型过程中实现有序的、逻辑的自动控制,此也可通过触发电路实现。控制装置 5 直接调制射频脉冲电源 12,并与扫描振镜装置 3 的振镜控制板自带的控制电路进行通信。控制装置 5 具有很灵活简洁的人机互动界面,能进行实时的参数调节:激光扫描速度、激光功率、扫描密度、层厚、扫描方式、放大倍数等。对于连续激光,激光辐照时间由激光扫描速度决定;对于脉冲激光,激光辐照时间由脉宽和激光扫描速度共同决定。当然,可根据经验及对构体分层后截面图的分析,预先设定好参数,设备也可以自动进行激光快速成型直至整个构件被打印完成。

[0039] 本实施例中所述激光源 1、扩束镜 2、扫描振镜装置 3 和平场聚焦透镜 4 等各部件之间,均通过密封且防尘的部件连接,且均有座垫、密封圈等支承物,达到刚性联接,并要求无隙密封以达到光路无尘干扰、稳定的目的。例如在扩束镜 2 部分,设计了防尘外套和与激光器 11 衔接的金属密封部件,进入扫描振镜装置 3 处亦装有防尘密封圈。

[0040] 本实施例激光烧结成型技术设备的激光光路引导系统的其它结构参见现有技术。

[0041] 本发明并不局限于上述实施方式,如果对本发明的各种改动或变型不脱离本发明的精神和范围,倘若这些改动和变型属于本发明的权利要求和等同技术范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型。

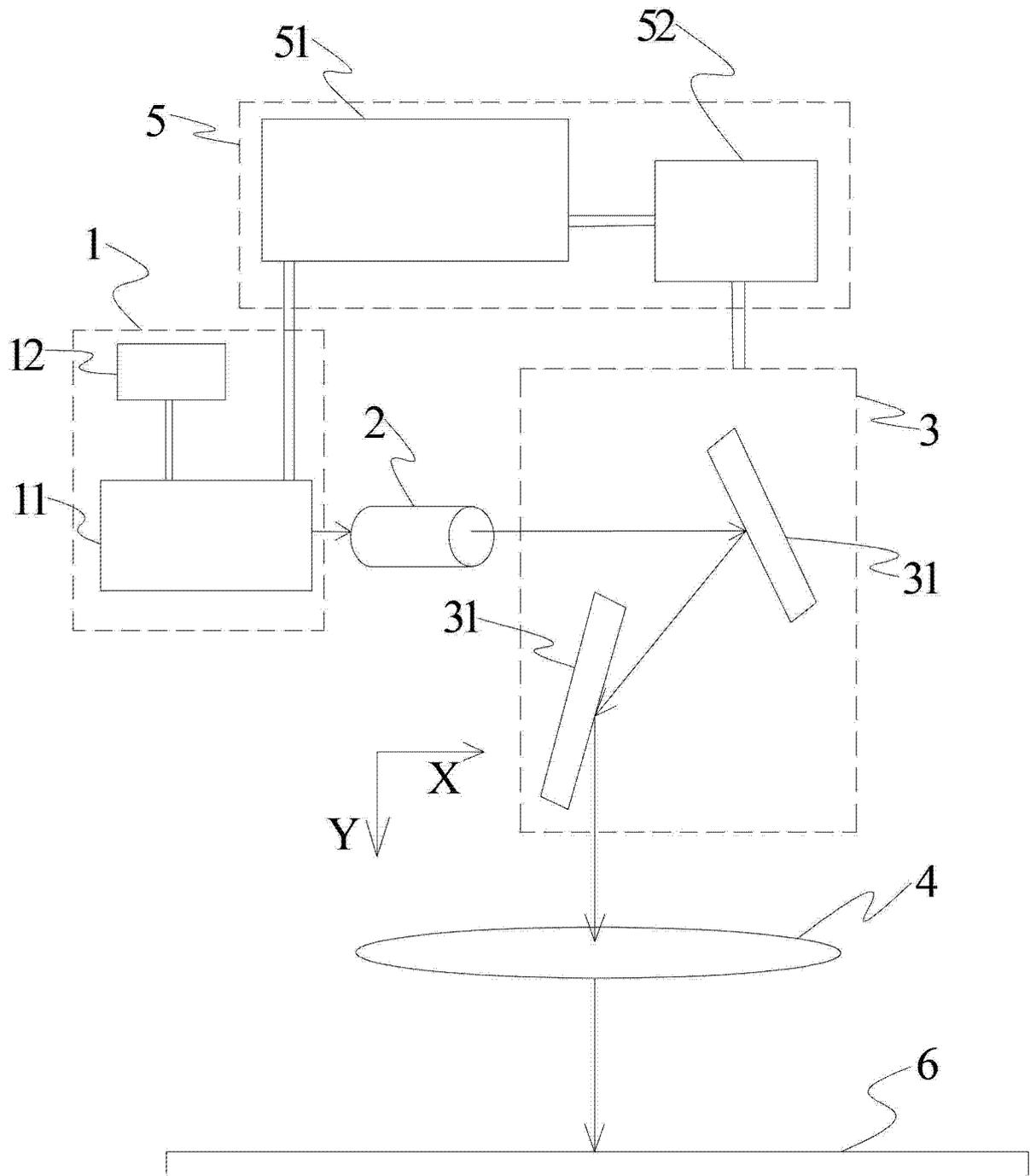


图 1

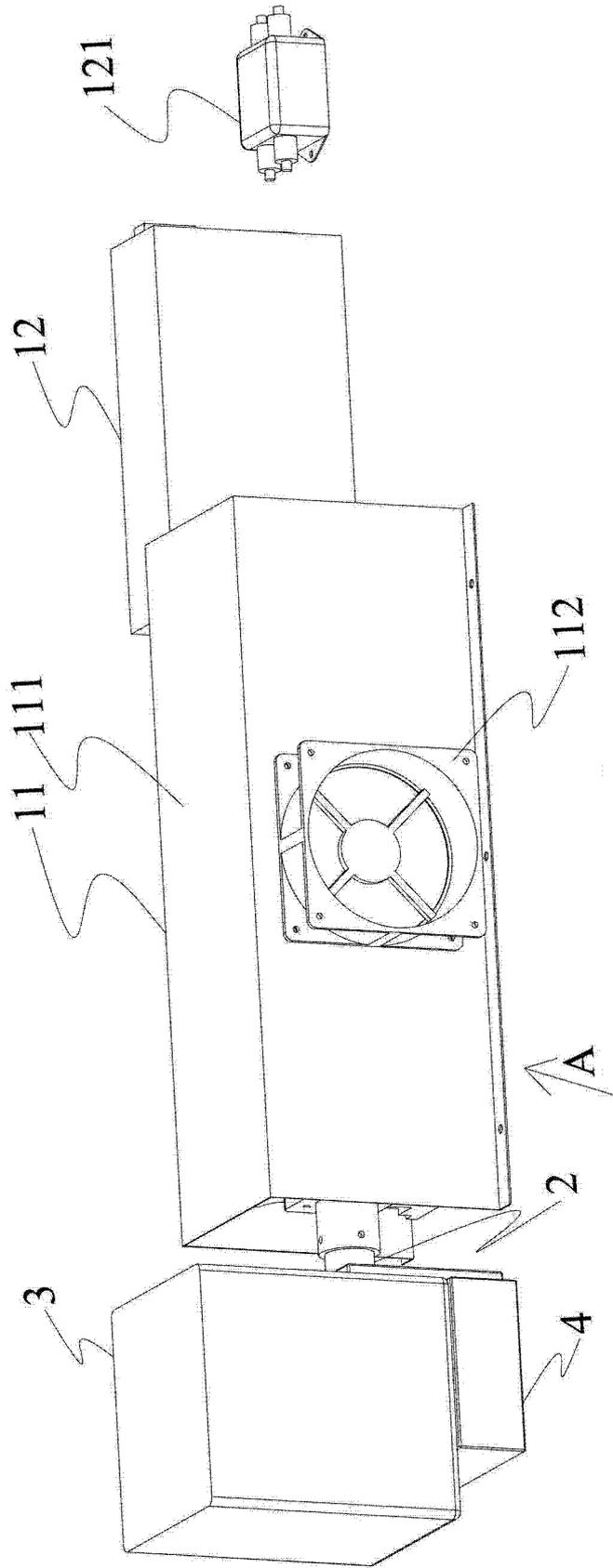


图 2

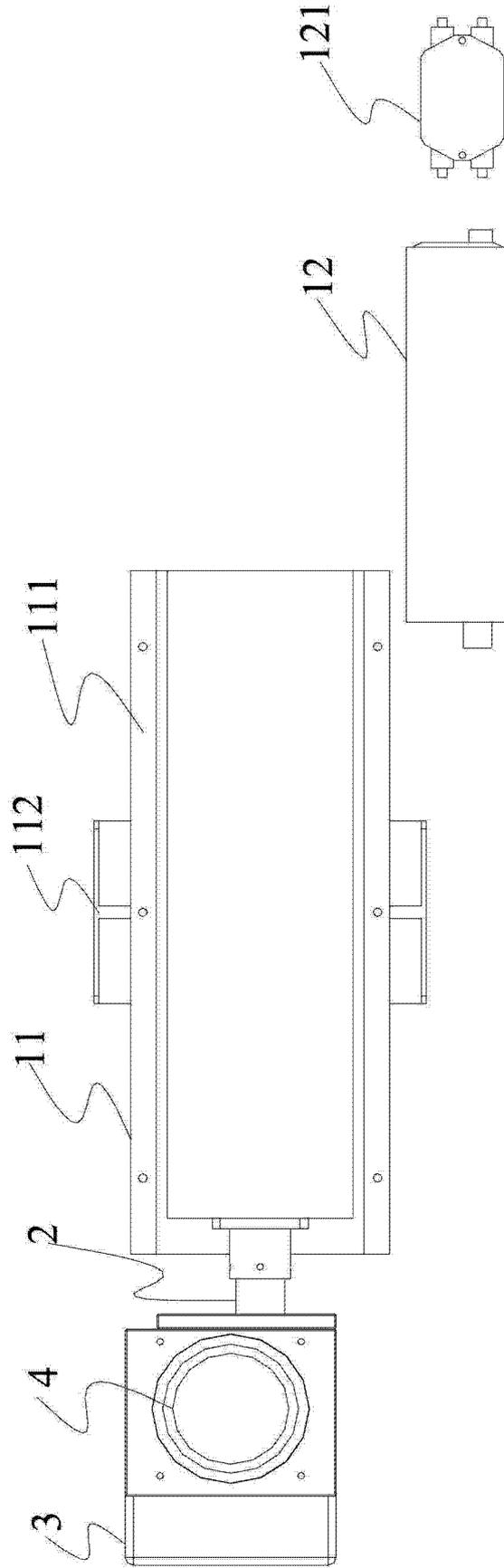


图 3