



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111326942 A

(43)申请公布日 2020.06.23

(21)申请号 201911087506.X

(22)申请日 2019.11.08

(30)优先权数据

2018-235276 2018.12.17 JP

(71)申请人 住友重机械工业株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 河村让一 田中研太 万雅史

冈田康弘

(74)专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司

公司 44202

代理人 郝传鑫

(51)Int.Cl.

H01S 3/041(2006.01)

H01S 3/00(2006.01)

H01S 3/03(2006.01)

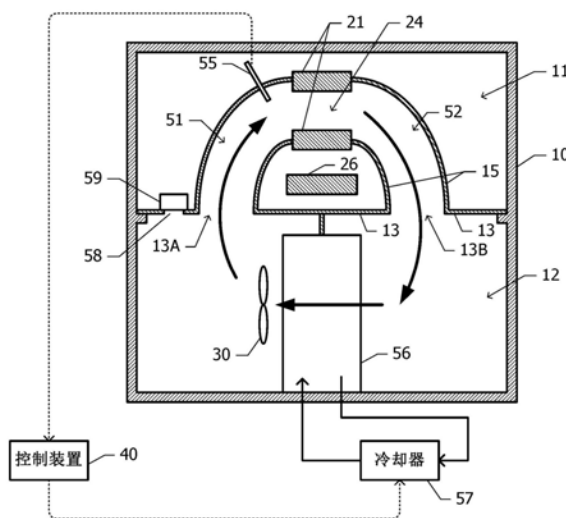
权利要求书1页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

气体激光装置及激光振荡方法

(57)摘要

本发明提供一种能够提高光束点的位置精度并且能够抑制效率的下降的气体激光装置。所述气体激光装置在激光气体进行循环的循环流路的一部分(即,放电区域)产生放电从而输出激光束。热交换器对在循环流路中循环的激光气体进行冷却。温度传感器测定从热交换器流向放电区域的激光气体的温度。控制装置根据温度传感器的温度测定值控制热交换器的冷却能力,以使温度传感器的测定值成为30℃以下的目标温度。



1. 一种气体激光装置,其在激光气体进行循环的循环流路的一部分即放电区域产生放电从而输出激光束,

所述气体激光装置的特征在于,具有:

热交换器,对在所述循环流路中循环的所述激光气体进行冷却;

温度传感器,测定从所述热交换器流向所述放电区域的所述激光气体的温度;及

控制装置,根据所述温度传感器的温度测定值控制所述热交换器的冷却能力,以使所述温度传感器的测定值成为 30°C 以下的目标温度。

2. 根据权利要求1所述的气体激光装置,其特征在于,

所述目标温度为 14°C 以上。

3. 根据权利要求1或2所述的气体激光装置,其特征在于,

所述控制装置控制所述热交换器的冷却能力,以使所述温度传感器的测定值落入以所述目标温度为中心 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 的范围内。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的气体激光装置,其特征在于,

还具有输入装置,输入所述目标温度的值,

所述控制装置根据输入到所述输入装置的所述目标温度的值控制所述热交换器的冷却能力。

5. 一种激光振荡方法,其特征在于,

调整所述激光气体的温度,从而在一边使激光气体通过放电区域而进行循环一边在所述放电区域产生放电而进行激光振荡的期间,使流入所述放电区域的所述激光气体的温度成为 30°C 以下。

气体激光装置及激光振荡方法

[0001] 本申请主张基于2018年12月17日申请的日本专利申请第2018-235276号的优先权。该日本申请的全部内容通过参考援用于本说明书中。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种气体激光装置及激光振荡方法。

背景技术

[0003] 已知有一种将激光气体的温度控制为恒定的气体激光装置(例如,下述专利文献1)。在专利文献1中记载的气体激光装置中,利用热交换器对基于放电而温度上升的激光气体进行冷却。而且,测定激光气体的温度,并对在热交换器中流动的冷却水的温度进行控制,以使激光气体的温度变得恒定。通过将激光气体的温度控制为恒定,能够提高激光输出功率的稳定度。

[0004] 专利文献1:日本特开昭61-154188号公报

[0005] 本申请人发现,在高精度地控制激光束的光束点的位置并进行激光加工时,以往的方法难以确保足够的位置精度。并且发现,在以往的方法中,激光振荡器的效率有时会下降。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于,提供一种能够提高光束点的位置精度并且能够抑制效率下降的气体激光装置及激光振荡方法。

[0007] 根据本发明的一观点,提供一种气体激光装置,其在激光气体进行循环的循环流路的一部分即放电区域产生放电从而输出激光束,

[0008] 所述气体激光装置具有:

[0009] 热交换器,对在所述循环流路中循环的所述激光气体进行冷却;

[0010] 温度传感器,测定从所述热交换器流向所述放电区域的所述激光气体的温度;及

[0011] 控制装置,根据所述温度传感器的温度测定值控制所述热交换器的冷却能力,以使所述温度传感器的测定值成为30℃以下的目标温度。

[0012] 根据本发明的另一观点,提供一种激光振荡方法,其调整所述激光气体的温度,从而在一边使激光气体通过放电区域而进行循环一边在所述放电区域产生放电而进行激光振荡的期间,使流入所述放电区域的所述激光气体的温度成为30℃以下。

[0013] 通过将激光气体的温度控制在30℃以下的范围内,能够抑制效率的下降,并且能够减小光束点的位置的偏差。

附图说明

[0014] 图1是基于实施例的气体激光装置的包含光轴的剖视图。

[0015] 图2是基于本实施例的气体激光装置的与光轴垂直的剖视图。

[0016] 图3是表示激光气体的放电前温度、放电电流、效率之间的关系的测定结果的曲线图。

[0017] 图4是表示激光气体的放电前温度与光束点位置的偏差之间的关系的曲线图。

[0018] 图5是表示激光气体的放电前温度与光束点平均位置的位移量之间的关系的曲线图。

[0019] 图6是表示基于另一实施例的激光加工装置的概略框图。

[0020] 图7是表示使实施例的激光加工装置进行动作而进行激光加工的顺序的流程图。

[0021] 图中:10-腔室,11-光学室,12-鼓风机室,13-上下隔板,13A、13B-开口,14-底板,15-隔板,16-腔室支承部件,21-放电电极,22、23-放电电极支承部件,24-放电区域,25-谐振腔反射镜,26-共同支承部件,27-光学谐振腔支承部件,28-透光窗,30-鼓风机,40-控制装置,41-输入输出装置,51-第1气体流路,52-第2气体流路,55-温度传感器,56-热交换器,57-冷却器,58-流出孔,59-过滤器,70-激光振荡器,71-光束整形扫描光学系统,72-工作台,75-加工对象物。

具体实施方式

[0022] 参考图1及图2,对基于实施例的气体激光装置进行说明。

[0023] 图1是基于实施例的气体激光装置的包含光轴的剖视图。激光气体容纳于腔室10内。腔室10的内部空间被划分为相对位于上侧的光学室11及相对位于下侧的鼓风机室12。光学室11与鼓风机室12被上下隔板13隔开。另外,在上下隔板13设置有使激光气体在光学室11与鼓风机室12之间流通的开口。光学室11的底板14从鼓风机室12的侧壁沿光轴方向突出,且光学室11的光轴方向上的长度比鼓风机室12的光轴方向上的长度更长。腔室10在光学室11的底板14处被腔室支承部件16支承于光学基座。

[0024] 在光学室11内配置有一对放电电极21及一对谐振腔反射镜25。一对放电电极21分别经由放电电极支承部件22、23支承于底板14。一对放电电极21在上下方向上隔着间隔配置,从而在两者之间划定放电区域24。放电电极21在放电区域24产生放电,从而激励激光气体。如后面的参考图2进行的说明,激光气体沿与图1的纸面垂直的方向流过放电区域24。

[0025] 一对谐振腔反射镜25固定在配置于光学室11内的一个共同支承部件26上。共同支承部件26经由一对光学谐振腔支承部件27支承于底板14。谐振腔反射镜25构成具有通过放电区域24的光轴的光学谐振腔。在将光学谐振腔的光轴朝向一个方向(图1中为左侧方向)延伸的延长线与光学室11的壁面交叉的部位,安装有使激光束透过的透光窗28。在光学谐振腔内被激励的激光束透过透光窗28朝向外部分射。

[0026] 鼓风机30配置于鼓风机室12。鼓风机30使激光气体在光学室11与鼓风机室12之间循环。

[0027] 图2是基于本实施例的气体激光装置的与光轴垂直的剖视图。腔室10的内部空间被上下隔板13划分为上方光学室11及下方鼓风机室12。在光学室11内配置有一对放电电极21及支承光学谐振腔的共同支承部件26。在放电电极21之间划定有放电区域24。

[0028] 在光学室11内配置有隔板15。隔板15划定从设置于上下隔板13的开口13A至放电区域24为止的第1气体流路51、从放电区域24至设置于上下隔板13的另一开口13B为止的第2气体流路52。激光气体沿相对于光轴正交的方向流过放电区域24。放电方向与激光气体流

动方向及光轴方向这两个方向正交。由鼓风机室12、第1气体流路51、放电区域24及第2气体流路52构成激光气体进行循环的循环流路。鼓风机30产生激光气体流,以使激光气体在该循环流路中循环。

[0029] 在鼓风机室12内的循环流路容纳有热交换器56。冷却水等冷却介质从冷却器57供给至热交换器56,且冷却介质从热交换器56回收至冷却器57。在放电区域24被加热的激光气体通过热交换器56而被冷却,被冷却的激光气体重新供给至放电区域24。

[0030] 在上下隔板13设置有使激光气体从鼓风机室12流向光学室11的流出孔58。通过鼓风机30而流向第1气体流路51的激光气体流中的一部分激光气体通过流出孔58流向光学室11。在流出孔58设置有去除微粒的过滤器59。例如,过滤器59堵住流出孔58,从鼓风机室12流向光学室11的激光气体通过过滤器59而被过滤。

[0031] 在第1气体流路51内配置有温度传感器55。温度传感器55测定从热交换器56流向放电区域24的激光气体的温度。作为温度传感器55,例如可以使用测温电阻元件。温度传感器55的测定结果输入至控制装置40。控制装置40控制热交换器56的冷却能力,以使温度传感器55的测定值成为目标温度。例如,控制装置40改变从冷却器57供给至热交换器56的冷却介质的温度。由此,能够将流入放电区域24的激光气体的温度维持在目标温度。

[0032] 接着,参考图3~图5,对激光气体的优选温度进行说明。将气体激光装置的输出功率及间隙比(CR值)设为恒定并改变激光气体的温度来进行了评价实验。

[0033] 图3是表示激光气体的放电前温度、放电电流、效率之间的关系的测定结果的曲线图。横轴以单位“°C”表示激光气体的放电前温度,左纵轴以单位“J/A”表示效率,右纵轴以单位“A”表示放电电流。图3的曲线图中的圆形标记表示放电电流的测定值,三角形标记表示效率。激光气体的放电前温度与温度传感器55(图2)的测定值相等。

[0034] 作为气体激光装置使用二氧化碳激光装置,并且激光输出功率被调整为240W。更具体而言,将脉冲频率设为3kHz,将每1脉冲的能量设为80mJ。将激光气体的CR值设为大约1.7。CR值由以下式定义。

[0035] $CR = v / (W \times f)$

[0036] 在此,v表示激光气体的流速,W表示气体流动方向上的放电宽度,f表示脉冲的重复频率。

[0037] 随着激光气体的放电前温度变高,放电电流变大。尤其,在激光气体的放电前温度高于30°C的范围内,与30°C以下的范围相比,放电电流的上升与激光气体的放电前温度的上升之比变大。并且,在激光气体的放电前温度为30°C以下的范围内,效率的变动微小,但在高于30°C的范围内,随着激光气体的放电前温度变高,效率反而下降。

[0038] 为了抑制效率的下降,优选进行使激光气体的放电前温度成为30°C以下的温度控制。

[0039] 图4是表示激光气体的放电前温度与光束点位置的偏差之间的关系的曲线图。横轴以单位“°C”表示激光气体的放电前温度,纵轴以单位“mm”表示光束点位置的偏差的指标 6σ 。光束点的位置是在自气体激光装置的光路长度为5m的位置处测定的。在从气体激光装置至光束点的位置测定部位为止的光路上配置了凹面镜。在测定光束点的位置的面上的光束点的直径为大约7mm。图4的曲线图中的圆形标记及三角形标记分别表示彼此正交的x方向及y方向上的光束点的位置的偏差。气体激光装置的输出功率及CR值与图3所示的评价实

验中的情况相同。

[0040] 由图4可知,若激光气体的放电前温度变得高于30℃,则与30℃以下的范围相比,光束点位置的偏差变大。为了减小光束点位置的偏差,优选进行使激光气体的放电前温度成为30℃以下的温度控制。

[0041] 图5是表示评价实验中求出的激光气体的放电前温度与光束点平均位置的位移量之间的关系的曲线图。横轴以单位“℃”表示激光气体的放电前温度,纵轴以单位“mm”表示光束点平均位置的位移量。在此,将激光气体的放电前温度为22.5℃时的光束点平均位置作为位置的基准。图5的曲线图中的圆形标记及三角形标记分别表示彼此正交的x方向及y方向上的光束点的平均位置的位移量。气体激光装置的输出功率及CR值与图3所示的评价实验中的情况相同。

[0042] 从图5所示的评价实验的结果可知,在激光气体的放电前温度为26℃~30℃的范围内,y方向上的位置的位移量最大。在y方向上的位置的位移量最大的范围内,若气体温度变化大约4℃,则光束点的位置变化大约0.3mm。例如,在将气体激光装置用于印刷基板的钻孔加工时,根据经验可知,优选将在评价实验中测定光束点位置的部位上的光束点的位移量设为0.2mm以下。在图5所示的评价实验的结果中,即使在相对于气体温度的变化的光束点的平均位置的位移量最大的范围内,只要气体温度的变化幅度为±1℃以下,则光束点的平均位置的位移量就会成为大约0.15mm。此时,将位移量设为0.2mm以下的目标得到满足。因此,为了将光束点的位移量设为0.2mm以下,优选将激光气体的放电前温度控制在以目标温度为中心±1℃以下的范围内。

[0043] 并且,在激光气体的温度为26℃以下的范围内,图5所示的曲线图的斜率平缓。这意味着,即使产生激光气体的温度变化,光束点的平均位置的位移量也小。因此,为了使光束点的平均位置稳定,更优选将激光气体的温度控制在26℃以下。

[0044] 接着,对上述实施例的优异效果进行说明。

[0045] 在上述实施例中,以使激光气体的放电前温度成为30℃以下的方式进行了温度控制。其结果,能够使气体激光装置高效率地进行动作(参考图3)。而且,能够抑制光束点位置的偏差(参考图4)。并且,在上述实施例中,以使激光气体的放电前温度落入以目标温度为中心±1℃的范围内的方式进行了温度控制。其结果,能够将光束点的平均位置的位移量控制在一定的允许范围内。

[0046] 接着,参考图6及图7,对基于另一实施例的激光加工装置进行说明。基于本实施例的激光加工装置例如使用于印刷基板的钻孔加工等。

[0047] 图6是基于本实施例的激光加工装置的概略框图。从激光振荡器70输出的脉冲激光束经由光束整形扫描光学系统71而入射到印刷基板等加工对象物75。加工对象物75保持于XY工作台等工作台72上。光束整形扫描光学系统71对光束截面的形状及大小进行调整,并且使激光束沿二维方向进行扫描。工作台72使加工对象物75沿与被加工面平行的两个方向移动。

[0048] 控制装置40及激光振荡器70相当于图1及图2所示的基于实施例的气体激光装置。控制装置40根据所设定的振荡条件控制激光振荡器70。而且,控制装置40根据所设定的目标温度进行激光振荡器70的激光气体的温度控制。

[0049] 输入输出装置41具有显示图像的功能及输入来自操作者的指令的功能,且兼作输

入装置和输出装置。例如,作为输入输出装置41,可以使用触摸面板等。除此之外,可以将显示器用作输出装置,将定点设备或键盘用作输入装置。

[0050] 接着,对振荡条件及温度控制条件的设定方法进行说明。

[0051] 控制装置40在输入输出装置41上显示用于使操作者输入振荡条件及温度控制条件的输入画面。振荡条件例如包括脉冲的重复频率、脉冲宽度等。温度控制条件包括目标温度、反馈周期、反馈增益等。而且,控制装置40将激光气体的当前温度显示于输入输出装置41。

[0052] 温度控制的反馈周期及反馈增益预先设定为适当的值,以使激光气体的温度落入以目标温度为中心 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 的范围内。关于反馈周期及反馈增益的值,普通操作者无法进行修正,只有具有管理者权限的使用者才能进行修正。关于频率、脉冲宽度及目标温度,操作者例如可以从下拉菜单中进行选择而完成输入。

[0053] 图7是表示使本实施例的激光加工装置进行动作而进行激光加工的顺序的流程图。

[0054] 操作者操作输入输出装置41来输入目标温度(步骤S1)。接着,输入频率及脉冲宽度(步骤S2)。控制装置40根据所输入的条件进行激光振荡器70的调整运行(步骤S3)。此时,使从激光振荡器70输出的脉冲激光束入射到光束截止器等而不让其入射到加工对象物75。在调整运行过程中,控制装置40将激光气体的温度测定值作为当前温度显示于输入输出装置41。

[0055] 接着,继续进行调整运行直至激光气体的当前温度落入允许范围内(步骤S4)为止。操作者可以根据输入输出装置41中显示的激光气体的当前温度来判定激光气体的当前温度是否在允许范围内。若激光气体的当前温度在允许范围内,则实际进行激光加工(步骤S5)。

[0056] 在结束激光加工工作时,操作者根据结束顺序对激光加工装置进行操作(步骤S6)。需要继续进行加工工作且振荡条件不变时,再次执行步骤S5的激光加工(步骤S7的“否”)。需要改变振荡条件后继续进行加工工作时,再次执行步骤S2的输入频率及脉冲宽度的处理(步骤S7的“是”)。

[0057] 接着,对本实施例的优异效果进行说明。

[0058] 在本实施例中,由操作者输入激光气体的适当的目标温度,由此,能够以光束点位置的偏差较少且高效率的条件运行激光振荡器70。

[0059] 如图5所示,为了使光束点的平均位置稳定,优选降低激光气体的温度。然而,若将激光气体的温度设为过低,则容易产生结露。为了防止产生结露,优选将激光气体的目标温度设为设置有激光振荡器70的环境的露点以上。操作者可以根据环境的湿度求出露点,并在不产生结露的范围内设定优选的目标温度。

[0060] 通常,激光加工装置的推荐环境大多为湿度50%、温度 25°C 左右。在该推荐环境下,露点大约为 14°C 。因此,优选将激光气体的目标温度设定为 14°C 以上。

[0061] 并且,在本实施例中,预先设定了为了设定优选值需要掌握熟练技能方可的反馈周期和反馈增益的值,一般操作者无需输入这些值。因此,即使是熟练程度较低的操作者也能够操作本激光加工装置,能够以优选的条件进行激光加工。

[0062] 上述各个实施例仅是示例,理所当然,不同的实施例中所示的结构可以进行部分

替换或组合。关于多个实施例中的相同结构的相同的作用效果,不在每个实施例中逐一进行说明。而且,本发明并不限于上述实施例。例如,本发明可以进行各种变更、改进及组合等,这对本领域技术人员来说是显而易见的。

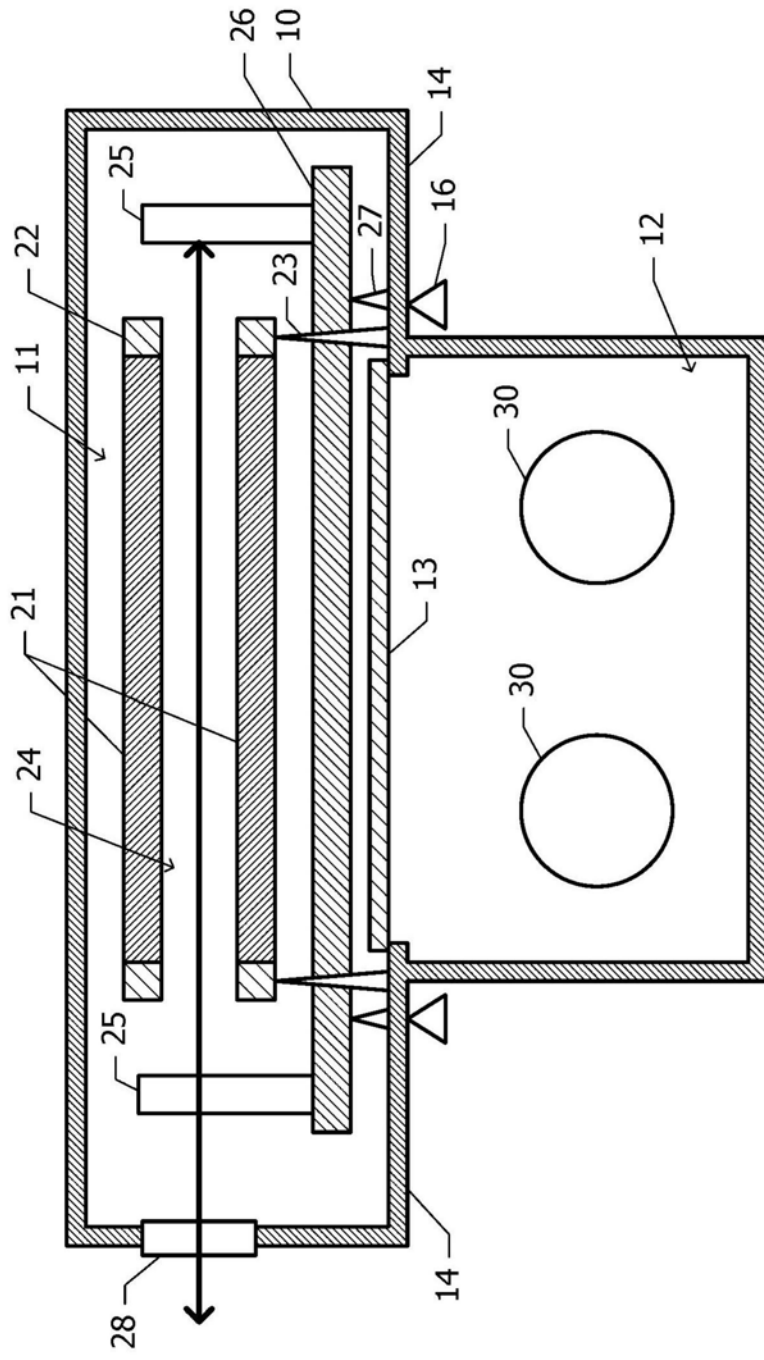


图1

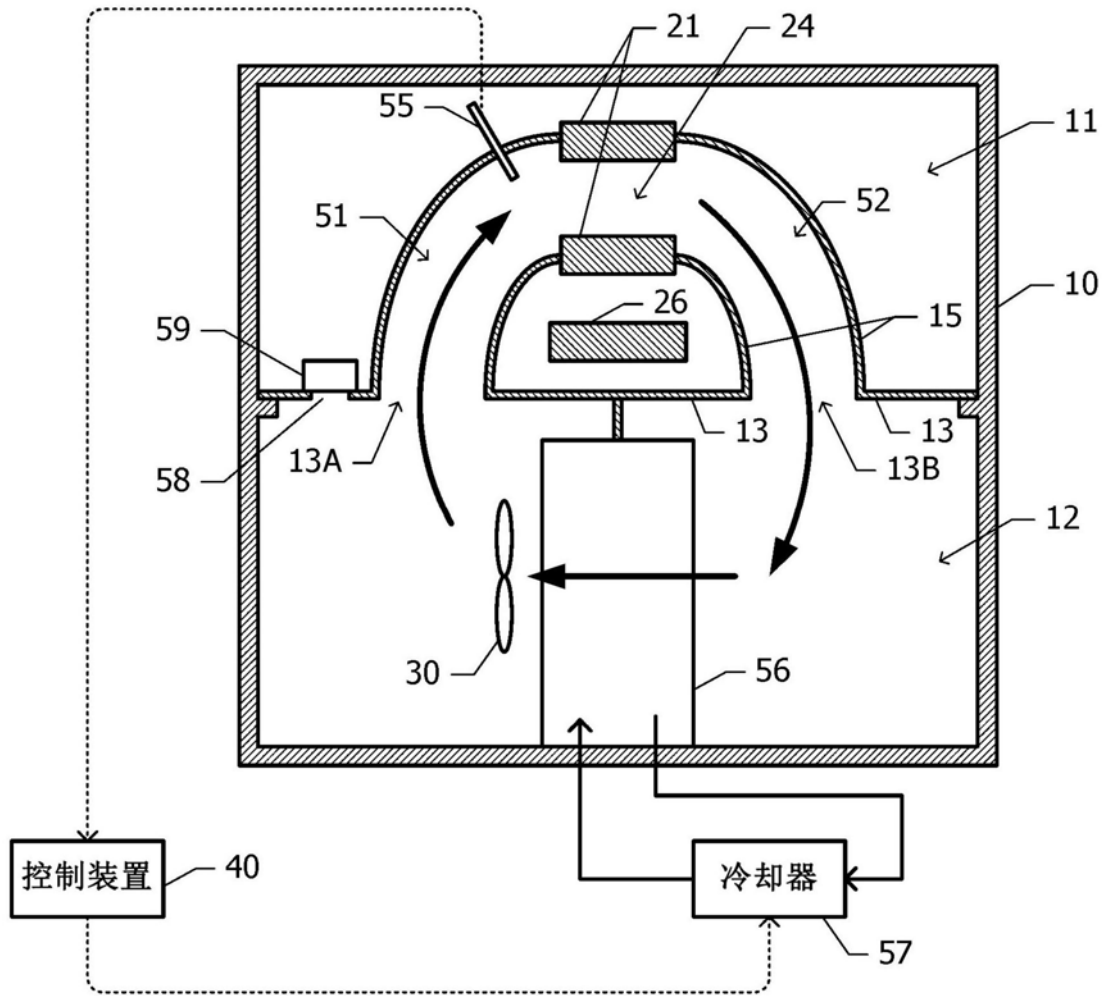


图2

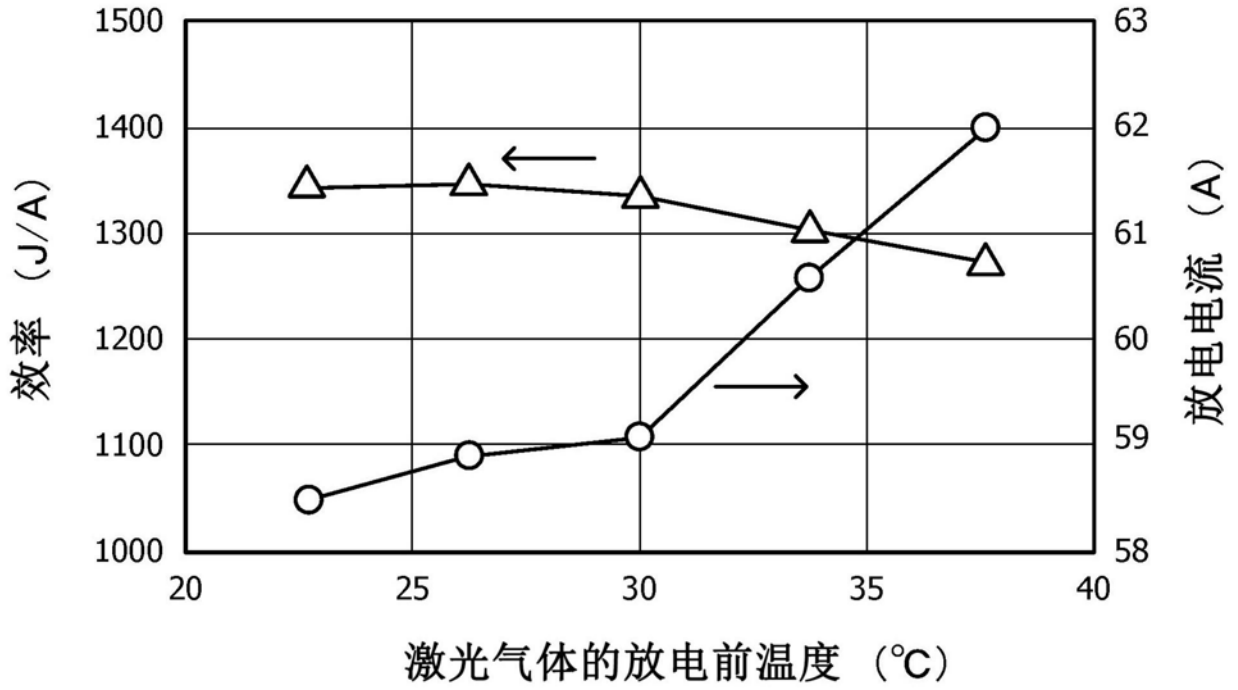


图3

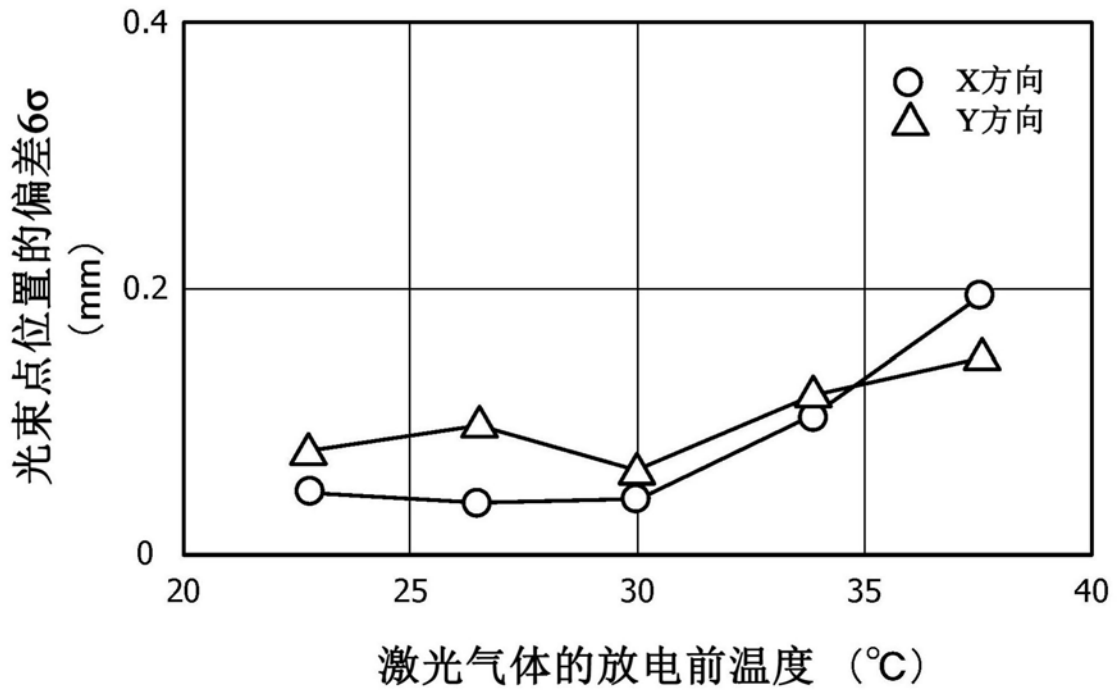


图4

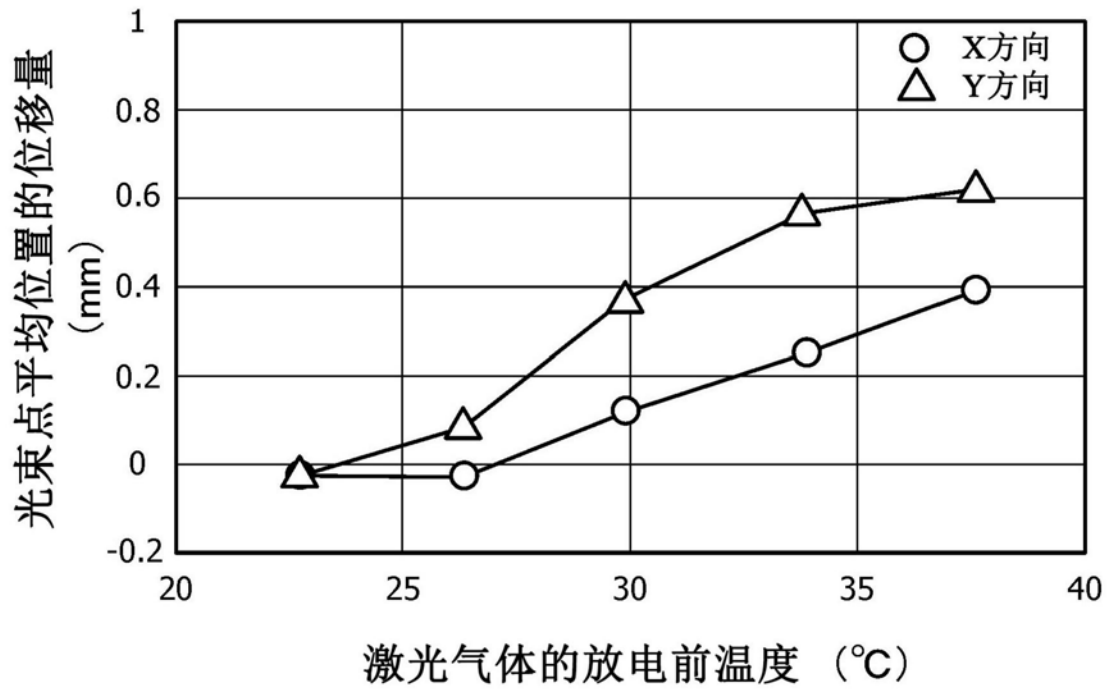


图5

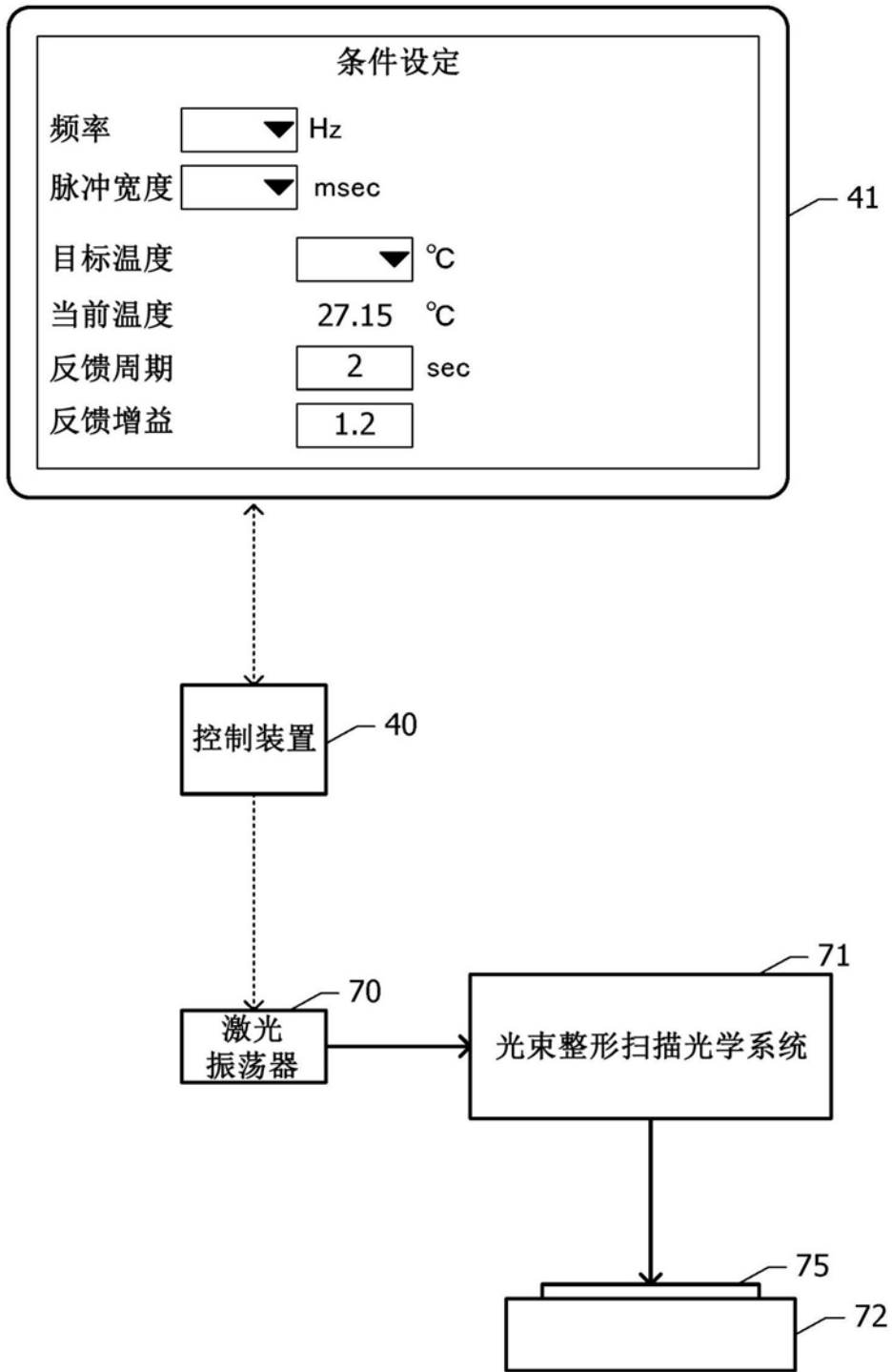


图6

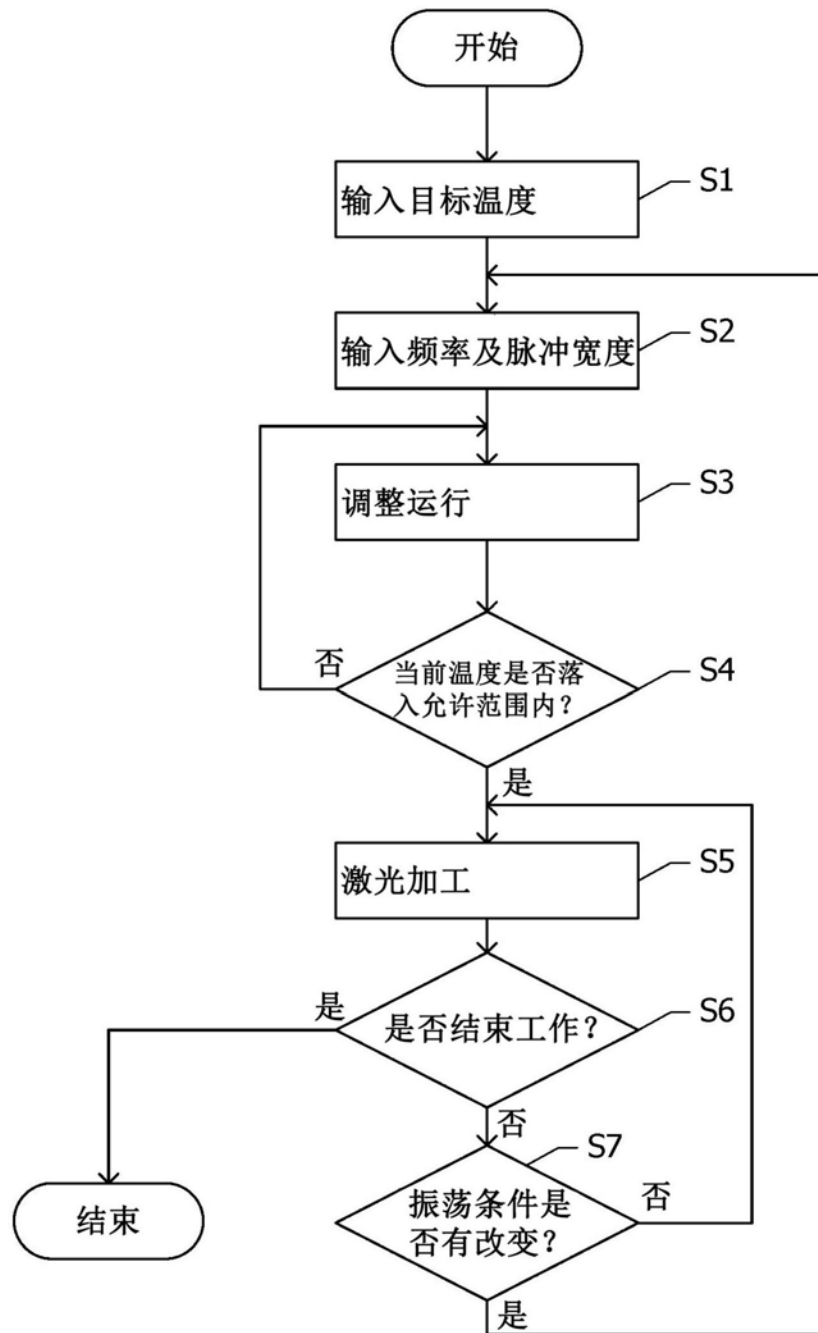


图7