



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118541232 A

(43) 申请公布日 2024. 08. 23

(21) 申请号 202280088329.0

(22) 申请日 2022.09.06

(30) 优先权数据

2022-004409 2022.01.14 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.07.09

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/033392 2022.09.06

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/135860 JA 2023.07.20

(71) 申请人 松下知识产权经营株式会社

地址 日本

(72) 发明人 吉永光宏

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

专利代理师 王亚爱

(51) Int.Cl.

B23K 26/042 (2006.01)

B23K 26/064 (2006.01)

B23K 26/067 (2006.01)

B23K 26/082 (2006.01)

B23K 26/21 (2006.01)

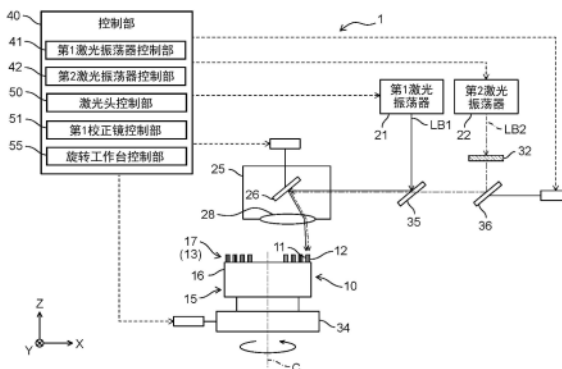
权利要求书2页 说明书11页 附图20页

(54) 发明名称

激光焊接装置以及激光焊接方法

(57) 摘要

激光焊接装置对工件照射激光束来对工件进行激光焊接。激光焊接装置具备：第1激光振荡器，对第1激光束进行振荡；第2激光振荡器，对与第1激光束波长不同的第2激光束进行振荡；第1激光束扫描系统，变更第1激光束以及第2激光束相对于工件的照射位置；和第1衍射光学元件，使第2激光束相对于工件的聚光距离变化，来使工件中的第2激光束的聚光位置与第1激光束的聚光位置大致一致。



1. 一种激光焊接装置,对工件照射激光束来对所述工件进行激光焊接,所述激光焊接装置具备:

第1激光振荡器,对第1激光束进行振荡;

第2激光振荡器,对波长与所述第1激光束不同的第2激光束进行振荡;

第1激光束扫描系统,变更所述第1激光束以及所述第2激光束相对于所述工件的照射位置;和

第1衍射光学元件,使所述第2激光束相对于所述工件的聚光距离变化,来使所述工件中的所述第2激光束的聚光位置与所述第1激光束的聚光位置大致一致。

2. 一种激光焊接装置,对工件照射激光束来对所述工件进行激光焊接,所述激光焊接装置具备:

第1激光振荡器,对第1激光束进行振荡;

第2激光振荡器,对波长与所述第1激光束不同的第2激光束进行振荡;

第1激光束扫描系统,变更所述第1激光束以及所述第2激光束相对于所述工件的照射位置;和

第2激光束扫描系统,使所述第2激光束相对于所述第1激光束扫描系统的照射位置变化,来使所述工件中的所述第2激光束的聚光位置与所述第1激光束的聚光位置大致一致。

3. 根据权利要求1所述的激光焊接装置,其中,

所述激光焊接装置还具备:第2激光束扫描系统,使所述第2激光束相对于所述第1激光束扫描系统的照射位置变化,来使所述工件中的所述第2激光束的聚光位置与所述第1激光束的聚光位置大致一致。

4. 根据权利要求1所述的激光焊接装置,其中,

所述第1衍射光学元件包含具有变更所述第2激光束的焦距的功能的三维衍射光栅。

5. 根据权利要求2或者3所述的激光焊接装置,其中,

所述第2激光束扫描系统包含压电镜。

6. 根据权利要求3所述的激光焊接装置,其中,

所述第1衍射光学元件包含具有变更所述第2激光束的焦距的功能的三维衍射光栅,所述第2激光束扫描系统包含压电镜。

7. 根据权利要求1~6的任一项所述的激光焊接装置,其中,

所述第1衍射光学元件具有使所述第2激光束分支的功能。

8. 根据权利要求1~7的任一项所述的激光焊接装置,其中,

所述激光焊接装置还具备:第3激光振荡器,对波长与所述第1激光束不同的第3激光束进行振荡,

所述激光焊接装置还具备:第2衍射光学元件,为了使所述工件中的所述第1激光束的聚光位置、所述第2激光束的聚光位置以及所述第3激光束的聚光位置大致一致,使所述第3激光束相对于所述工件的聚光距离变化。

9. 根据权利要求1~7的任一项所述的激光焊接装置,其中,

所述激光焊接装置还具备:第3激光振荡器,对波长与所述第1激光束不同的第3激光束进行振荡,

所述激光焊接装置还具备:第3激光束扫描系统,为了使所述工件中的所述第1激光束

的聚光位置、所述第2激光束的聚光位置以及所述第3激光束的聚光位置大致一致,使所述第3激光束相对于所述第1激光束扫描系统的照射位置变化。

10. 根据权利要求1所述的激光焊接装置,其中,

所述第1衍射光学元件使所述第2激光束的聚光距离变化,以使得所述第2激光束的聚光位置处于距所述第1激光束的聚光位置在0.05mm以内。

11. 根据权利要求2所述的激光焊接装置,其中,

所述第2激光束扫描系统使所述第2激光束的照射位置变化,以使得所述第2激光束的聚光位置处于距所述第1激光束的聚光位置在0.05mm以内。

12. 一种激光焊接方法,对工件照射激光束来对所述工件进行激光焊接,所述激光焊接方法具备如下工序:

对第1激光束进行振荡;

对波长与所述第1激光束不同的第2激光束进行振荡;

变更所述第1激光束以及所述第2激光束相对于所述工件的照射位置;和

使所述工件中的所述第2激光束的聚光位置与所述第1激光束的聚光位置大致一致,

在使所述第2激光束的聚光位置大致一致的工序中,进行使所述第2激光束相对于所述工件的聚光距离变化的工序、以及使所述第2激光束的照射位置变化的工序之中的至少一者。

激光焊接装置以及激光焊接方法

技术领域

[0001] 本发明涉及激光焊接装置以及激光焊接方法。

背景技术

[0002] 近年来,从环境考虑的观点出发电动汽车增加,在使用于电动汽车的旋转电机的生产工序中,为了在最小的设备管理中实现稳定的品质的焊接而提高生产率,使用激光焊接。对于旋转电机的加工对象,使用近红外波长的反射率较高的金属材料、例如铜。

[0003] 在专利文献1中,公开了一种焊接装置,该焊接装置具备两个激光振荡器、和将由各激光振荡器振荡的波长不同的激光汇总为1个的光学系统,将激光向加工对象照射。这样,用蓝色波长的激光对加工对象进行预热,并用近红外波长的激光使加工对象熔融。

[0004] 在先技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本专利第6935484号公报

发明内容

[0007] 然而,如专利文献1的发明那样,在将波长不同的两个激光通过光学系统的情况下,产生色像差,存在两个激光的聚光位置偏移这样的问题。

[0008] 本发明鉴于这方面而作出,其目的在于能够使波长不同的激光束的聚光位置靠近并进行激光焊接。

[0009] 本发明是对工件照射激光束来对所述工件进行激光焊接的激光焊接装置,该激光焊接装置具备:第1激光振荡器,对第1激光束进行振荡;第2激光振荡器,对波长与所述第1激光束不同的第2激光束进行振荡;第1激光束扫描系统,变更所述第1激光束以及所述第2激光束相对于所述工件的照射位置;和衍射光学元件,使所述第2激光束相对于所述工件的聚光距离变化,来使所述工件中的所述第2激光束的聚光位置与所述第1激光束的聚光位置大致一致。

[0010] 在本发明中,通过衍射光学元件使从第2激光振荡器射出的第2激光束的聚光距离变化,来使第2激光束靠近第1激光束的聚光位置,从而使第1激光束以及第2激光束的聚光位置大致一致。

[0011] 如果设为这样的结构,则能够使波长不同的第1激光束以及第2激光束的聚光位置靠近并进行激光焊接。由此,即使是铜等焊接困难的材料的工件,也容易使工件熔融,能够实现焊接时间的缩短化、焊接品质的提高、焊接品质的管理带来的生产率、成品率的改善。

[0012] 另外,在本发明中,对工件照射激光束来对所述工件进行激光焊接的激光焊接装置具备:第1激光振荡器,对第1激光束进行振荡;第2激光振荡器,对波长与所述第1激光束不同的第2激光束进行振荡;第1激光束扫描系统,变更所述第1激光束以及所述第2激光束相对于所述工件的照射位置;和第2激光束扫描系统,使所述第2激光束相对于所述第1激光束扫描系统的照射位置变化,来使所述工件中的所述第2激光束的聚光位置与所述第1激光

束的聚光位置大致一致。

[0013] 在本发明中,通过第2激光束扫描系统使第2激光束相对于第1激光束扫描系统的照射位置变化,来使第2激光束的聚光位置靠近第1激光束的聚光位置,从而使第1激光束以及第2激光束的聚光位置大致一致。

[0014] 如果设为这样的结构,则能够使波长不同的第1激光束以及第2激光束的聚光位置靠近并且进行激光焊接。

[0015] 根据本发明,能够使波长不同的第1激光束以及第2激光束的聚光位置靠近并且进行激光焊接。

附图说明

[0016] 图1是示出本实施方式1所涉及的激光焊接装置的结构侧视图。

[0017] 图2是示出旋转电机的定子中的多个电导体的结构的俯视图。

[0018] 图3是示出第1电导体以及第2电导体的结构的立体图。

[0019] 图4是示出第1电导体以及第2电导体的另一结构的俯视图。

[0020] 图5是说明将第1电导体以及第2电导体的端部彼此接合的顺序的图。

[0021] 图6是示出第1激光束以及第2激光束的扫描形状的俯视图。

[0022] 图7是对在第1激光束以及第2激光束中产生的轴上色像差进行说明的概念图。

[0023] 图8是对在第1激光束以及第2激光束中产生的倍率色像差进行说明的概念图。

[0024] 图9是示出激光束的波长与焦距差的关系的曲线图。

[0025] 图10是示出反射镜摆角与扫描位置的关系的曲线图。

[0026] 图11是示出反射镜摆角与扫描位置差的关系的曲线图。

[0027] 图12是对第1激光束的聚光位置进行说明的图。

[0028] 图13是对分支用光学元件中的使激光束分支的功能进行说明的图。

[0029] 图14是对三维衍射光栅中的使激光束分支的功能、和使聚光距离变化的功能进行说明的图。

[0030] 图15是示出使在第1激光束以及第2激光束中产生的轴上色像差降低了的状态的图。

[0031] 图16是示出使在第1激光束以及第2激光束中产生了倍率色像差的状态的图。

[0032] 图17是示出变更第1校正镜的反射镜角度而使倍率色像差降低了的状态的图。

[0033] 图18是示出本实施方式2所涉及的激光焊接装置的结构侧视图。

[0034] 图19是对在使第1激光束分支,另一方面不使第2激光束分支的状态下产生了轴上色像差的状态进行说明的图。

[0035] 图20是对在使第1激光束以及第2激光束分支的状态下产生了轴上色像差的状态进行说明的图。

[0036] 图21是示出使轴上色像差降低了的状态的图。

[0037] 图22是示出本实施方式3所涉及的激光焊接装置的结构侧视图。

[0038] 图23是示出本实施方式4所涉及的激光焊接装置的结构侧视图。

[0039] 图24是对在第1激光束、第2激光束以及第3激光束中产生的轴上色像差进行说明的概念图。

[0040] 图25是对在第1激光束、第2激光束以及第3激光束中产生的倍率色像差进行说明的概念图。

具体实施方式

[0041] 以下,参照附图来对本发明的一实施方式详细地进行说明。但是,本发明并不限于以下的实施方式。另外,为了使说明较为明确,以下的记载以及附图被适当地简略化。在各图中,用箭头示出X方向、Y方向以及Z方向。

[0042] 《实施方式1》

[0043] 如图1所示,激光焊接装置1对作为工件的旋转电机10的焊接对象部13射出第1激光束LB1以及第2激光束LB2。焊接对象部13为第1电导体11以及第2电导体12的端部。第1电导体11的端部和第2电导体12的端部通过激光焊接而相互接合。第1电导体11以及第2电导体12例如是旋转电机10的定子15的线圈17。激光焊接装置1通过对第1电导体11以及第2电导体12进行激光焊接,来制造旋转电机10。本实施方式的旋转电机10例如能够应用于车辆驱动用的马达、发电机等。此外,作为工件而例示了旋转电机10来进行说明,但是并不限于此。

[0044] 在以下的说明中,以同时地照射相互波长不同的第1激光束LB1以及第2激光束LB2为前提,但是例如也可以使第1激光束LB1以及第2激光束LB2的照射定时错开。

[0045] 〈旋转电机〉

[0046] 如图2所示,旋转电机10具有定子15和未图示的转子。定子15具有定子芯16和线圈17。定子芯16形成为圆筒状。转子被配置于定子芯16的内侧。对于定子芯16,设置多个槽18。槽18沿着定子芯16的中心轴C(参照图1)而沿轴向贯通并延伸。以定子芯16的中心轴C为中心,沿周向等间隔地设置多个槽18。

[0047] 线圈17插通槽18。线圈17例如将由铜形成的多个电导体进行捆扎而构成。线圈17具有第1电导体11和第2电导体12。第1电导体11和第2电导体12被配置为相互相邻。第1电导体11的端部和第2电导体12的端部从槽18突出。

[0048] 如图3所示,第1电导体11以及第2电导体12例如具有厚度 t 为2mm、并且端面宽度 W 为4mm的端面形状。另外,第1电导体11与第2电导体12的间隙例如为0.2~0.5mm左右。

[0049] 通常,在第1电导体11以及第2电导体12上整面地存在树脂等被覆部19,但是在激光焊接时,设为将第1电导体11以及第2电导体12的端部的被覆部19除去的状态。

[0050] 第1电导体11以及第2电导体12的端部彼此未必需要接触,只要隔开稍许间隙而接近即可。即,在激光射出开始时,不需要使用任何机构对第1电导体11以及第2电导体12的端部赋予外力等在使彼此密接的状态下对接。

[0051] 此外,在本实施方式中,第1电导体11以及第2电导体12的端部彼此被配置为沿厚度方向排列,但是并不限于该方式。例如,如图4所示,也可以设为使第1电导体11以及第2电导体12的前端部彼此对接的配置。

[0052] 〈激光焊接装置〉

[0053] 如图1所示,激光焊接装置1具备:第1激光振荡器21、第2激光振荡器22、激光头25、第1衍射光学元件32、旋转工作台34、第1折转镜35、作为第2激光束扫描系统的第1校正镜36、和控制部40。

[0054] 第1激光振荡器21射出第1激光束LB1。第1激光振荡器21的输出例如为1~5kW。第1激光束LB1的波长为800~1200nm,优选为1070nm附近(特别是1060~1080nm),称为IR波长。由于第1激光束LB1能够提高激光输出,因此在激光焊接时,将其用作主要进行工件的熔融以及接合的激光束。

[0055] 从第1激光振荡器21射出的第1激光束LB1经由空间传送至激光头25。此外,第1激光束LB1也可以经由光纤等来传送。

[0056] 第2激光振荡器22对第2激光束LB2进行振荡。第2激光振荡器22的输出例如为几百W~1kW左右。第2激光束LB2的波长与第1激光束LB1的波长不同。第2激光束LB2的波长为450nm附近(特别是400~460nm)、532nm附近(特别是520~550nm),称为蓝色波长。

[0057] 第2激光束LB2难以提高激光输出,用作激光加工开始时的工件的预热、焊接开端、焊接品质改善的用途。然而,今后,在第2激光束LB2的激光输出、光束品质提高的情况下,也可以取代第1激光振荡器21来使用。

[0058] 从第2激光振荡器22射出的第2激光束LB2经由空间传送至激光头25。此外,第2激光束LB2也可以经由光纤等来传送。

[0059] 此外,第1激光束LB1的波长以及第2激光束LB2的波长的组合并不限于此。

[0060] 激光头25具有作为第1激光束扫描系统的电流反射镜(Galvano Mirror)26、和f θ 透镜28。电流反射镜26通过变更反射镜角度,来控制从第1激光振荡器21射出的第1激光束LB1、和从第2激光振荡器22射出的第2激光束LB2的行进方向。此外,一般地,电流反射镜26由X轴用和Y轴用的两片反射镜构成,但是由于图变得复杂,因此仅图示1片来进行说明。

[0061] f θ 透镜28将由电流反射镜26反射的第1激光束LB1以及第2激光束LB2聚光。由f θ 透镜28聚光的第1激光束LB1以及第2激光束LB2向第1电导体11以及第2电导体12照射。

[0062] 第1衍射光学元件32使从第2激光振荡器22射出的第2激光束LB2的聚光距离变化。此时变化的聚光距离根据第1衍射光学元件32的设计来决定。第1衍射光学元件32例如由三维衍射光栅(3D-DOE)构成。第1衍射光学元件32用于校正由于第1激光束LB1的波长和第2激光束LB2的波长不同而产生的轴上色像差。

[0063] 此外,在本实施方式中,为了具有使第2激光束LB2的聚光距离变化的功能而使用第1衍射光学元件32,但是例如也可以为了具有使第2激光束LB2分支的功能而使用第1衍射光学元件32。此时分支的角度根据第1衍射光学元件32的设计来决定。

[0064] 第1折转镜35使第1激光束LB1反射,另一方面使第2激光束LB2透过。第1激光束LB1在由第1折转镜35进行了反射之后,被导光到激光头25。第2激光束LB2在透过了第1折转镜35之后,被导光到激光头25。

[0065] 第1校正镜36例如由压电镜(Piezo Mirror)构成。第1校正镜36通过变更反射镜角度,来控制从第2激光振荡器22射出的第2激光束LB2的行进方向。第1校正镜36用于校正由于第1激光束LB1的波长和第2激光束LB2的波长不同而产生的倍率色像差。

[0066] <第1电导体以及第2电导体的激光焊接时的举动>

[0067] 如图5所示,第1激光束LB1以及第2激光束LB2向第1电导体11的端部射出。通过熔融第1电导体11的一部分,来形成熔融部7。

[0068] 当以第1激光束LB1以及第2激光束LB2进行扫描并持续射出时,熔融部7的熔融范围变大。第1电导体11以及第2电导体12经由熔融部7而成为彼此相连的形状。

[0069] 当停止第1激光束LB1以及第2激光束LB2的射出、并且使熔融部7固化时,第1电导体11的端部和第2电导体12的端部成为完全接合的状态。

[0070] 此外,在本实施方式中,将第1激光束LB1以及第2激光束LB2向第1电导体11的端部射出,但是并不限于该方式。例如,也可以将第1激光束LB1以及第2激光束LB2向第2电导体12的端部射出、或者向第1电导体11以及第2电导体12的中间部分射出等。

[0071] 另外,如图6所示,在激光焊接时,使第1激光束LB1以及第2激光束LB2以跨越第1电导体11的端部和第2电导体12的端部的方式沿着螺旋状的轨迹进行扫描即可。此外,第1激光束LB1以及第2激光束LB2的扫描形状并不限于此,例如也可以是涡旋状。

[0072] <控制部>

[0073] 如图1所示,控制部40具有:第1激光振荡器控制部41、第2激光振荡器控制部42、激光头控制部50、第1校正镜控制部51和旋转工作台控制部55。

[0074] 第1激光振荡器控制部41控制第1激光振荡器21的动作,来调整第1激光束LB1的输出。

[0075] 第2激光振荡器控制部42控制第2激光振荡器22的动作,来调整第2激光束LB2的输出。

[0076] 激光头控制部50控制激光头25的动作。具体地,激光头控制部50通过变更电流反射镜26的反射镜角度,来变更第1激光束LB1以及第2激光束LB2相对于旋转电机10的照射位置。

[0077] 电流反射镜26通过变更第1激光束LB1以及第2激光束LB2相对于 $f\theta$ 透镜28的照射位置,来变更第1激光束LB1第2激光束LB2相对于第1电导体11以及第2电导体12的照射位置。

[0078] 第1校正镜控制部51通过变更第1校正镜36的反射镜角度,来变更第2激光束LB2相对于电流反射镜26的照射位置。第1校正镜控制部51控制第1校正镜36的动作,使得以从第1激光振荡器21射出的第1激光束LB1为基准,来校正第2激光束LB2的照射位置。

[0079] 旋转工作台控制部55控制旋转工作台34的动作。具体地,旋转工作台控制部55通过使旋转电机10以中心轴C为中心连续地旋转移动,来变更第1电导体11以及第2电导体12与激光头25的相对位置。

[0080] <关于色像差>

[0081] 接下来,说明在将相互波长不同的第1激光束LB1以及第2激光束LB2使用于1个光学系统的情况下产生的色像差。在图7以及图8中,示出了未设置第1衍射光学元件32的状态。

[0082] 如图7所示,从第1激光振荡器21射出的第1激光束LB1在由第1折转镜35进行了折转之后,被以 45° 的角度倾斜的电流反射镜26反射,透过 $f\theta$ 透镜28的中央部向焊接对象部13照射。

[0083] 从第2激光振荡器22射出的第2激光束LB2在由第1校正镜36进行了折转之后,被以 45° 的角度倾斜的电流反射镜26反射,透过 $f\theta$ 透镜28的中央部向焊接对象部13照射。第1激光束LB1和第2激光束LB2在同轴上照射。

[0084] 在此,在第1激光束LB1的波长和第2激光束LB2的波长不同的情况下,产生轴上色像差,成为第1激光束LB1的聚光位置和第2激光束LB2的聚光位置不同的状态。

[0085] 所谓轴上色像差,是指在光轴上产生的色像差,是聚光点的位置在光轴上不同的现象。在将近红外激光和蓝色激光使用于相同光学系统上的情况下,产生10~20mm左右的聚光位置偏移。

[0086] 通常,波长较短的激光束,聚光位置变短。因此,在图7所示的例子中,图示了第2激光束LB2的聚光点62成为比第1激光束LB1的聚光点61短的焦点位置的图像。在此,将轴上色像差量设为a。

[0087] 接下来,如图8所示,在将电流反射镜26的角度从45°变更为给定角度的情况下,第1激光束LB1的聚光位置变化为从f θ 透镜28的中央位置沿XY方向偏移的位置。此时,第2激光束LB2的聚光位置与第1激光束LB1同样,变化为从f θ 透镜28的中央位置沿XY方向偏移的位置。

[0088] 在此,在第1激光束LB1的波长和第2激光束LB2的波长不同的情况下,产生倍率色像差,第1激光束LB1的聚光位置的偏移量和第2激光束LB2的聚光位置的偏移量变得不同。

[0089] 所谓倍率色像差,是指在激光扫描的情况下产生的像差,在进行激光扫描的XY方向上产生。

[0090] 在图8所示的例子中,图示了第2激光束LB2的聚光点62相对于f θ 透镜28的中央位置的偏移量变得比第1激光束LB1的聚光点61相对于f θ 透镜28的中央位置的偏移量大的图像。在此,将轴上色像差量设为a,并将倍率色像差量设为b。

[0091] 在图9中,计算在作为IR波长的第1激光束LB1和作为蓝色波长的第2激光束LB2之间实际上产生了多少像差(聚光位置偏移),并示于曲线图中。

[0092] 如图9所示,可知在波长1070nm的第1激光束LB1和波长450nm的第2激光束LB2之间,轴上色像差量a产生了约17mm。

[0093] 在图10中,计算由于第1激光束LB1和第2激光束LB2的波长的差异而产生了多少倍率色像差,并示于曲线图中。

[0094] 如图10所示,在1070nm的第1激光束LB1和450nm的第2激光束LB2之间,在电流反射镜26的反射镜摆角5°近处,产生了倍率色像差量b。具体地,如图11所示,可知在反射镜摆角5°近处,倍率色像差量b产生了约1.6mm。

[0095] 这样,在使用波长1070nm的第1激光束LB1和波长450nm的第2激光束LB2来进行激光焊接的情况下,轴上色像差量以及倍率色像差量变大。因此,为了确保焊接品质,需要将轴上色像差以及倍率色像差降低,例如,作为实际运用的目标值,优选将轴上色像差以及倍率色像差这两者均设为50 μ m以下。

[0096] <关于轴上色像差的降低>

[0097] 以下对降低轴上色像差的方法进行说明。对于校正由于轴上色像差而产生的聚光位置的差异,在将第1激光束LB1的聚光位置设为基准的情况下,需要将第2激光束LB2的聚光距离伸长。因此,考虑使射入到f θ 透镜28的第2激光束LB2的发散角变化的方法。

[0098] 在本实施方式中,对使用第1衍射光学元件32的方法进行说明,但是也可以在第2激光束LB2的光路内追加单透镜等。

[0099] 一般地,将第1衍射光学元件32用于对第2激光束LB2进行分支的情况较多,但是在本实施方式中,使用不仅具有第2激光束LB2的分支功能,还具有变更焦距的功能的三维衍射光学元件(3D-DOE)。

[0100] 如图12所示,在未设置第1衍射光学元件32的状态下,在将第2激光束LB2导入到f θ 透镜28的情况下,第2激光束LB2在聚光点62处聚光。

[0101] 接下来,如图13所示,在将具有将第2激光束LB2一分为二的功能的分支用光学元件101导入到光轴上的情况下,第2激光束LB2被一分为二为聚光点62a和聚光点62b。在图13所示的例子中,聚光点62a和聚光点62b的聚光距离相同。

[0102] 在此,在如本实施方式那样导入了不仅具有第2激光束LB2的分支功能还具有变更聚光距离的功能的第1衍射光学元件32的情况下,如图14所示,能够使分支为两个的激光束在聚光距离不同的聚光点62a和聚光点62b聚光。

[0103] 在此,将包含聚光点62a的面设为A面,并将包含聚光点62b的面设为B面。当用光束分析仪等观察各聚光点的状态时,在A面上,聚光点62a聚光,聚光点62b'未聚光而模糊。另一方面,在B面上,聚光点62b聚光,聚光点62a'未聚光而模糊。这样,通过使用作为三维衍射光栅的第1衍射光学元件32,能够使第2激光束LB2分支,并且使焦距变更。

[0104] 为此,在本实施方式中,如图15所示,通过在第2激光振荡器22与第1校正镜36之间配置第1衍射光学元件32,能够将第1激光束LB1的聚光点61和第2激光束LB2的聚光点62设定在同轴上的相同位置。由此,能够降低轴上色像差。

[0105] <关于倍率色像差的降低>

[0106] 然而,如图16所示,在变更了电流反射镜26的反射镜角度的情况下,第1激光束LB1的聚光点61和第2激光束LB2的聚光点62变为不同的位置,产生倍率色像差。以下,对降低倍率色像差的方法进行说明。

[0107] 如图17所示,从第2激光振荡器22射出的第2激光束LB2经由第1校正镜36、电流反射镜26、f θ 透镜28向焊接对象部13照射。

[0108] 在此,通过将第1校正镜36移动微少量(例如,10 μ rad以下),能够将位置相对于第1激光束LB1的聚光点61而沿XY方向偏移了的第2激光束LB2的聚光点62靠近聚光点61。由此,能够降低倍率色像差。即,第1校正镜36使第2激光束LB2相对于电流反射镜26的照射位置变化,来使旋转电机10中的第2激光束LB2的聚光点62与第1激光束LB1的聚光点61大致一致。在本实施方式中,所谓“大致一致”,是指两个聚光点的距离为2mm以内。在一个例子中,第1校正镜36使第2激光束LB2的照射位置变化,使得第2激光束LB2的聚光点62处于距第1激光束LB1的聚光点61在0.05mm以内。由此,能够使第1激光束LB1以及第2激光束LB2的聚光位置进一步靠近。第1校正镜36也可以使第2激光束LB2的照射位置变化,使得第2激光束LB2的聚光点62变为距第1激光束LB1的聚光点61在0.01mm以内。

[0109] 在本实施方式中,特别地,由于第1校正镜36的动作量较小,因而作为能够高精度地进行位置调整的结构,优选将使用了压电元件的压电镜使用于驱动部中。此外,也可以使用一般的电流反射镜等。

[0110] 《实施方式2》

[0111] 以下,对与上述实施方式1相同的部分赋予相同的符号,并仅对不同点进行说明。

[0112] 如图18所示,激光焊接装置1具备:第1激光振荡器21、第2激光振荡器22、激光头25、分支用光学元件31、第1衍射光学元件32、旋转工作台34、第1折转镜35、第1校正镜36和控制部40。

[0113] 分支用光学元件31使从第1激光振荡器21射出的第1激光束LB1分支为两个分支光

束。此时分支的角度根据分支用光学元件31的设计来决定。

[0114] 分支用光学元件31被搭载于第1角度变更部31a。第1角度变更部31a通过使分支用光学元件31从第1激光束LB1的光轴方向观察沿周向旋转,来变更分支用光学元件31的角度。由此,能够变更两个分支光束的分支方向。

[0115] 分支用光学元件31例如由DOE(衍射光学元件)构成。此外,如果只是使第1激光束LB1单纯地分支,也可以由三角棱镜等其他光学元件构成分支用光学元件31。

[0116] 第1衍射光学元件32被搭载于第2角度变更部32a。第2角度变更部32a通过使第1衍射光学元件32从第2激光束LB2的光轴方向观察沿周向旋转,来变更第1衍射光学元件32的角度。由此,能够变更两个分支光束的分支方向。

[0117] 控制部40具有:第1激光振荡器控制部41、第2激光振荡器控制部42、第1角度变更控制部45、第2角度变更控制部46、激光头控制部50、第1校正镜控制部51、和旋转工作台控制部55。

[0118] 第1角度变更控制部45控制第1角度变更部31a的动作,使得将分支用光学元件31的角度变更。

[0119] 第2角度变更控制部46控制第2角度变更部32a的动作,使得将第1衍射光学元件32的角度变更。

[0120] <关于分支光束的色像差的降低>

[0121] 以下,对在使第1激光束LB1分支的情况下,在与第2激光束LB2之间产生的色像差进行说明。

[0122] 在图19所示的例子中,使第1激光束LB1分支,另一方面,不使第2激光束LB2分支。具体地,在第1激光振荡器21与第1折转镜35之间,配置分支用光学元件31。分支用光学元件31具有使第1激光束LB1分支的功能。

[0123] 第1激光束LB1透过分支用光学元件31从而被分支为两个分支光束。第1激光束LB1在聚光位置处分支为聚光点61a和聚光点61b而聚光。

[0124] 在图19所示的例子中,在第2激光振荡器22与第1校正镜36之间,未配置具有激光分支功能的第1衍射光学元件32。因此,第2激光束LB2在聚光位置处以一点的聚光点62进行聚光。

[0125] 在此,由于第2激光束LB2的波长比第1激光束LB1的波长短,因此聚光点62变得聚光距离比聚光点61a以及聚光点61b短。因此,第1激光束LB1和第2激光束LB2成为在远离光轴方向的位置进行聚光,难以进行高品质的激光加工。

[0126] 接下来,在图20所示的例子中,使第1激光束LB1以及第2激光束LB2分支。具体地,在第2激光振荡器22与第1校正镜36之间,配置具有激光分支功能的分支用光学元件101。分支用光学元件101具有使第2激光束LB2分支的功能。

[0127] 第2激光束LB2透过分支用光学元件101从而被分支为两个分支光束。第2激光束LB2在聚光位置处分支为聚光点62a和聚光点62b而聚光。

[0128] 在此,由于第2激光束LB2的波长比第1激光束LB1的波长短,因此聚光点62a以及聚光点62b变得聚光距离比聚光点61a以及聚光点61b短。因此,第1激光束LB1和第2激光束LB2成为在远离光轴方向的位置进行聚光,难以进行高品质的激光加工。

[0129] 为此,在本实施方式中,如图21所示,在第2激光振荡器22与第1校正镜36之间,配

置具有使第2激光束LB2分支的功能和使聚光距离变化的功能的第1衍射光学元件32。

[0130] 由此,能够使第1激光束LB1的分支光束的聚光点61a以及聚光点61b、和第2激光束LB2的分支光束的聚光点62a以及聚光点62b大致一致。在本实施方式中,所谓“大致一致”,是指两个聚光点的距离为2mm以内。在一个例子中,第1衍射光学元件32使第2激光束LB2的聚光距离变化,使得第2激光束LB2的聚光点62a以及聚光点62b分别处于距第1激光束LB1的聚光点61a以及聚光点61b在0.05mm以内。由此,能够使第1激光束LB1以及第2激光束LB2的聚光位置进一步靠近。第1衍射光学元件32也可以使第2激光束LB2的聚光距离变化,使得第2激光束LB2的聚光点62a以及聚光点62b分别变为距第1激光束LB1的聚光点61a以及聚光点61b在0.01mm以内。但是,也能够根据加工条件而使第1激光束LB1以及第2激光束LB2中的一者在上述数值范围内先行移动。在基于预加热等使焊接品质提高的措施中,主要使第2激光束LB2先行的情况较多。

[0131] 此外,如在上述实施方式1中说明的那样,在变更了电流反射镜26的反射镜角度的情况下,在第1激光束LB1与第2激光束LB2之间产生倍率色像差。在该情况下,变更第1校正镜36的反射镜角度来降低倍率色像差即可。

[0132] 《实施方式3》

[0133] 如图22所示,第1校正镜36由搭载了具有透镜功能的反射镜的压电镜构成。第1校正镜36的表面形成为凹面状。

[0134] 并且,通过变更第1校正镜36的反射镜角度,能够将在波长不同的第1激光束LB1与第2激光束LB2之间产生的轴上色像差以及倍率色像差这两者均降低。

[0135] 在使用这样高级的光学系统的情况下,不需要为了降低轴上色像差而设置第1衍射光学元件32。因此,在图22所示的例子中,不设置第1衍射光学元件32,能够采用更简单的结构。

[0136] 《实施方式4》

[0137] 如图23所示,激光焊接装置1具备:第1激光振荡器21、第2激光振荡器22、第3激光振荡器23、激光头25、分支用光学元件31、第1衍射光学元件32、第2衍射光学元件33、旋转工作台34、第1折转镜35、第1校正镜36、作为第3激光束扫描系统的第2校正镜37、第2折转镜38和控制部40。

[0138] 第3激光振荡器23对第3激光束LB3进行振荡。第3激光束LB3的波长与第1激光束LB1以及第2激光束LB2的波长不同。第3激光振荡器23的波长例如为1300nm附近(特别是1250~1350nm)。

[0139] 在本实施方式中,将第3激光束LB3设想为用于测定焊接对象部13的熔深深度的测定光,但是也可以用作加工用激光束。

[0140] 另外,将第1激光束LB1、第2激光束LB2、第3激光束LB3的波长设为全部不同,但是并不限于此。例如,也可以将第3激光束LB3的波长设为与第1激光束LB1的波长相同,并且提高第1激光束LB1的激光输出。

[0141] 另外,在将从第3激光振荡器23振荡出的第3激光束LB3用于测定用的情况下,也可以设为未搭载有第2激光振荡器22、第2激光振荡器控制部42的结构。也就是说,用第3激光束LB3来测定由第1激光束LB1熔融的第1电导体11以及第2电导体12的熔深深度即可。

[0142] 如图24所示,在波长不同的第1激光束LB1、第2激光束LB2以及第3激光束LB3之间

产生轴上色像差。具体地,中波长的第1激光束LB1的聚光点61相对于短波长的第2激光束LB2的聚光点62,聚光距离在光轴方向上变长给定的轴上色像差量 a_1 。另外,长波长的第3激光束LB3的聚光点63相对于短波长的第2激光束LB2的聚光点62,聚光距离在光轴方向上变长给定的轴上色像差量 a_2 。

[0143] 如图25所示,当变更电流反射镜26的反射镜角度,使激光束的向 $f\theta$ 透镜28的入射角度变化时,在波长不同的第1激光束LB1、第2激光束LB2以及第3激光束LB3之间产生倍率色像差。

[0144] 具体地,中波长的第1激光束LB1的聚光点61相对于短波长的第2激光束LB2的聚光点62,聚光位置沿X方向偏移了给定的倍率色像差量 b_1 。另外,长波长的第3激光束LB3的聚光点63相对于短波长的第2激光束LB2的聚光点62,聚光位置沿X方向偏移了给定的倍率色像差量 b_2 。

[0145] 如图23所示,第2衍射光学元件33使从第3激光振荡器23射出的第3激光束LB3的聚光距离变化。此时变化的聚光距离根据第2衍射光学元件33的设计来决定。第2衍射光学元件33例如由三维衍射光栅(3D-DOE)构成。

[0146] 此外,在本实施方式中,为了具有使第3激光束LB3的聚光距离变化的功能而使用第2衍射光学元件33,但是例如也可以为了具有使第3激光束LB3分支的功能而使用第2衍射光学元件33。此时分支的角度根据第2衍射光学元件33的设计来决定。

[0147] 第2衍射光学元件33被搭载于第3角度变更部33a。第3角度变更部33a通过使第2衍射光学元件33从第3激光束LB3的光轴方向观察沿周向旋转,来变更第2衍射光学元件33的角度。由此,能够变更第3激光束LB3的分支方向。

[0148] 第2校正镜37例如由压电镜构成。第2校正镜37通过变更反射镜角度,来控制从第3激光振荡器23射出的第3激光束LB3的行进方向。第2校正镜37用于校正由于第1激光束LB1以及第2激光束LB2的波长和第3激光束LB3的波长不同而产生的倍率色像差。

[0149] 第2折转镜38使第2激光束LB2透过,另一方面使第3激光束LB3反射。第2激光束LB2在透过了第2折转镜38以及第1折转镜35之后,被导光到激光头25。第3激光束LB3在被第2折转镜38反射之后,透过第1折转镜35,被导光到激光头25。

[0150] 控制部40具有:第1激光振荡器控制部41、第2激光振荡器控制部42、第3激光振荡器控制部43、第1角度变更控制部45、第2角度变更控制部46、第3角度变更控制部47、激光头控制部50、第1校正镜控制部51、第2校正镜控制部52、和旋转工作台控制部55。

[0151] 第3激光振荡器控制部43控制第3激光振荡器23的动作,来调整第3激光束LB3的输出。

[0152] 第3角度变更控制部47控制第3角度变更部33a的动作,使得将第2衍射光学元件33的角度变更。

[0153] 第2校正镜控制部52通过变更第2校正镜37的反射镜角度,来变更第3激光束LB3相对于电流反射镜26的照射位置。在此,第2校正镜控制部52控制第2校正镜37的动作,使得以从第1激光振荡器21射出的第1激光束LB1为基准,来校正第3激光束LB3的照射位置。

[0154] 《其他实施方式》

[0155] 关于上述实施方式,也可以设为以下这样的结构。

[0156] 在本实施方式中,对用铜形成线圈17的结构进行了说明,但是例如也可以用铝、其

他材料来形成。

[0157] 在所述实施方式中,分支用光学元件31、第1衍射光学元件32使用将第1激光束LB1、第2激光束LB2单纯地一分为二的类型,但是并不限于该方式。例如,为了进一步抑制溅射、气孔等的产生,也可以使用在被一分为二的主激光束的周围以环状或者加入了同心圆的点分支这样的形状将光束形成为多分支、不同形状的光学元件。

[0158] 另外,作为减少溅射、气孔的对策中的1个,也可以基于焊接对象部13中的第1激光束LB1的照射位置,来调整第1激光束LB1的输出。例如,也可以在沿着螺旋状的轨迹照射第1激光束LB1时,也进行在加工终端部降低激光输出等、加工中的激光输出控制等。

[0159] 此外,在变更分支用光学元件31、第1衍射光学元件32等的种类时,也可以使用转换式的更换系统。由此,能够减轻分支用光学元件31的更换时的位置调整等工夫。

[0160] 产业上的可利用性

[0161] 如以上说明那样,本发明可得到能够使波长不同的激光束的聚光位置靠近并且进行激光焊接这样实用性高的效果,因此非常有用且产业上的可利用性高。

[0162] -符号说明-

- [0163] 1 激光焊接装置
- [0164] 10 旋转电机(工件)
- [0165] 21 第1激光振荡器
- [0166] 22 第2激光振荡器
- [0167] 23 第3激光振荡器
- [0168] 26 电流反射镜(第1激光束扫描系统)
- [0169] 32 第1衍射光学元件
- [0170] 33 第2衍射光学元件
- [0171] 36 第1校正镜(第2激光束扫描系统)
- [0172] 37 第2校正镜(第3激光束扫描系统)
- [0173] LB1 第1激光束
- [0174] LB2 第2激光束
- [0175] LB3 第3激光束。

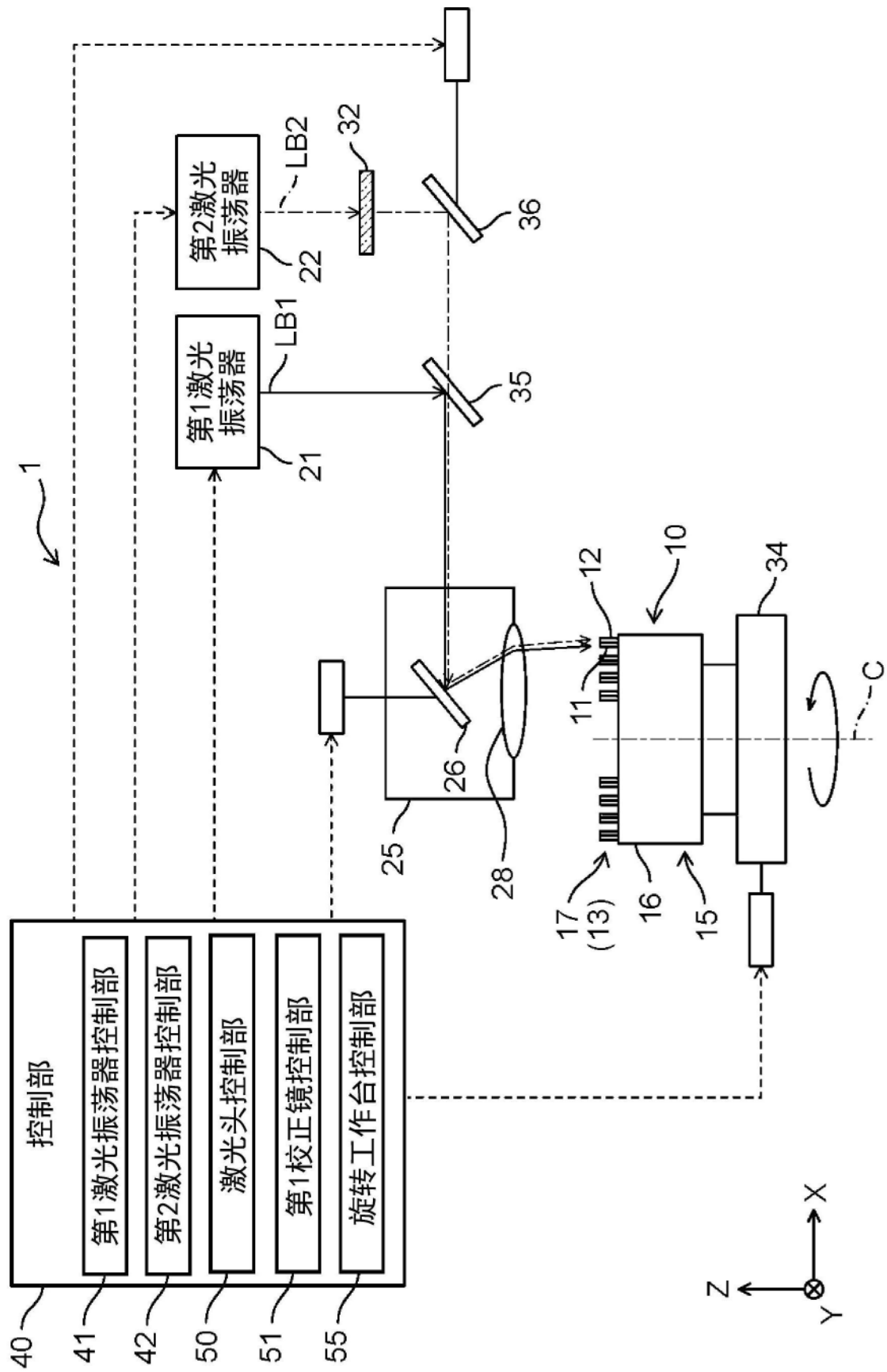


图1

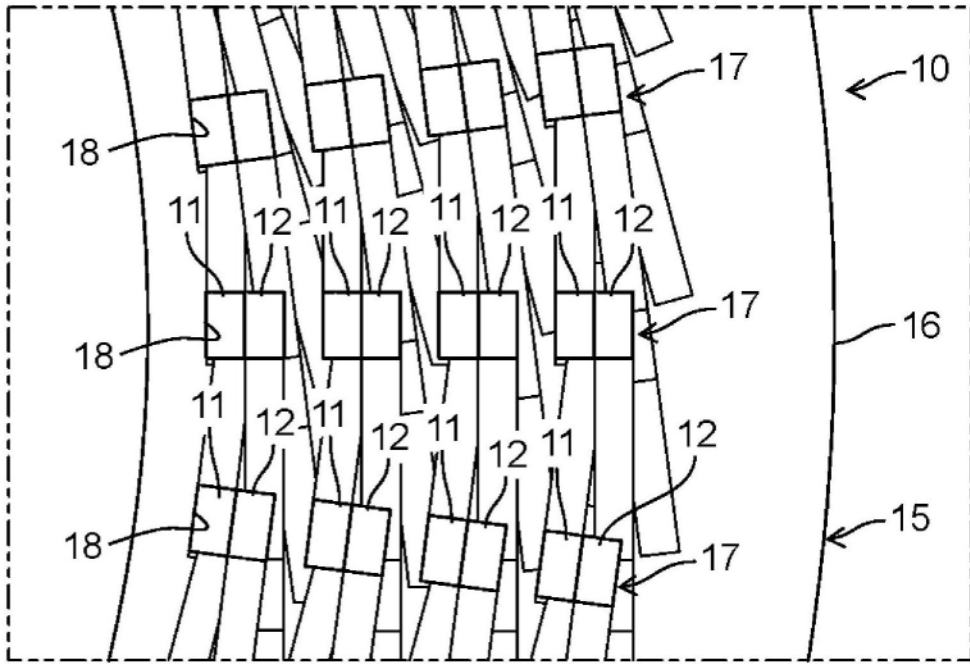


图2

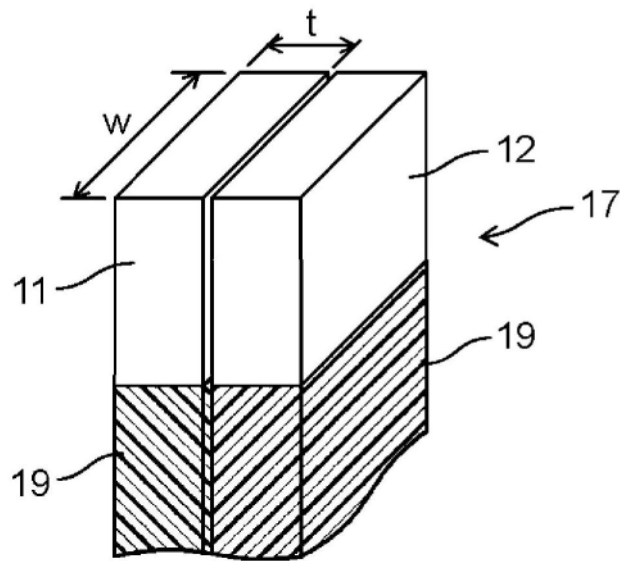


图3

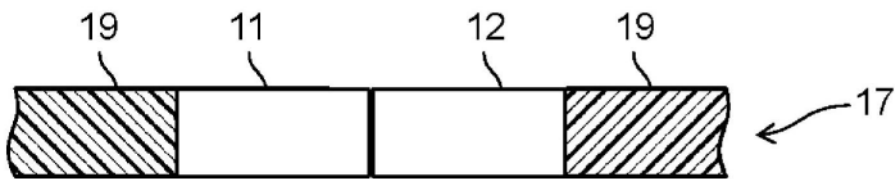


图4

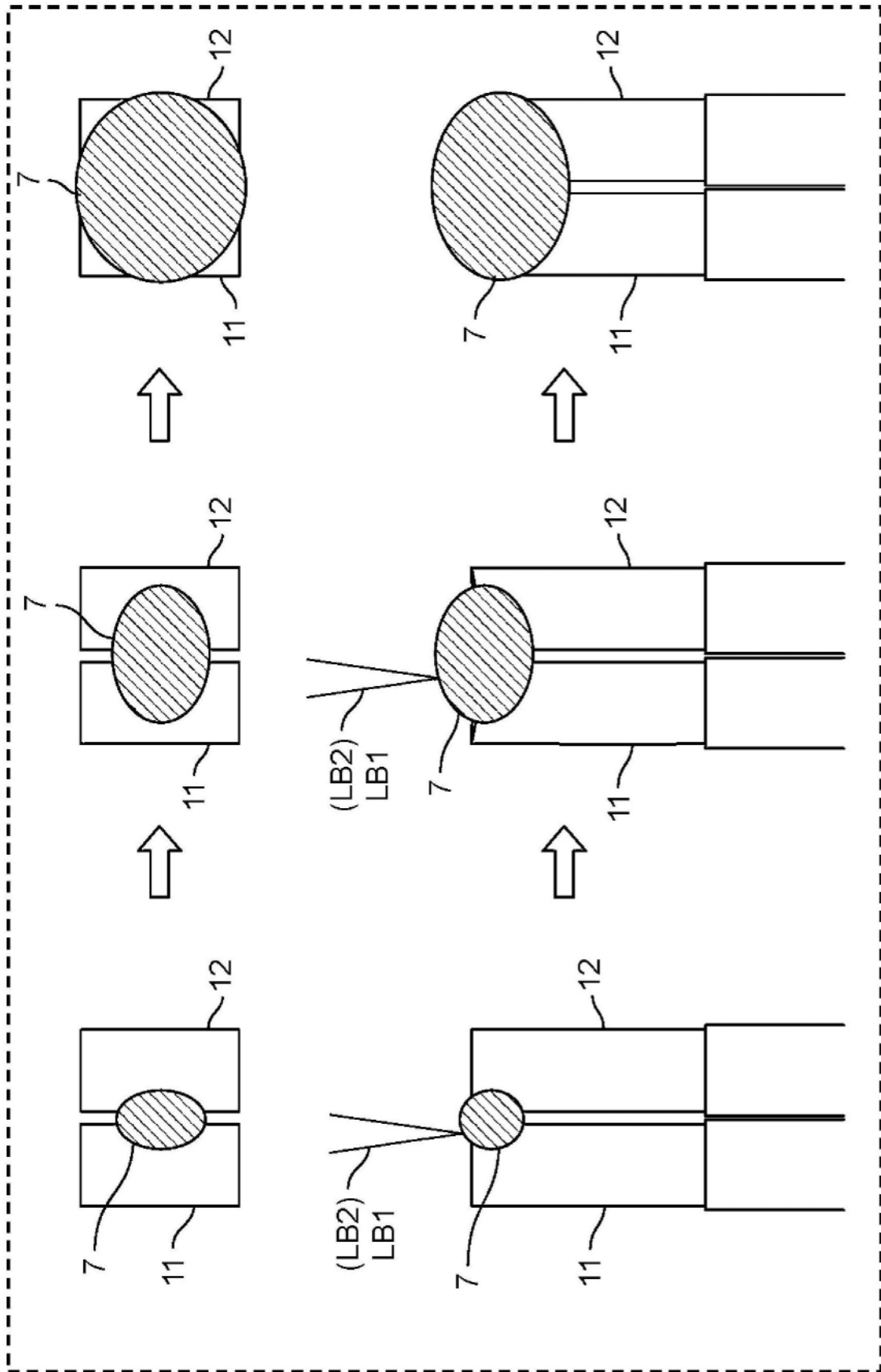


图5

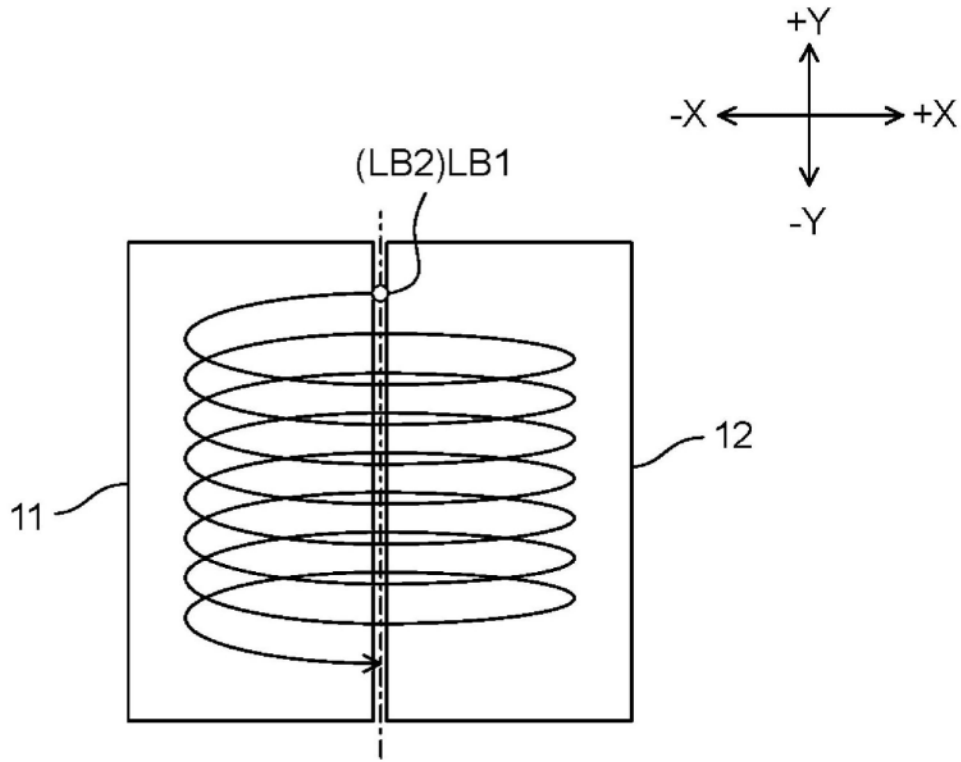


图6

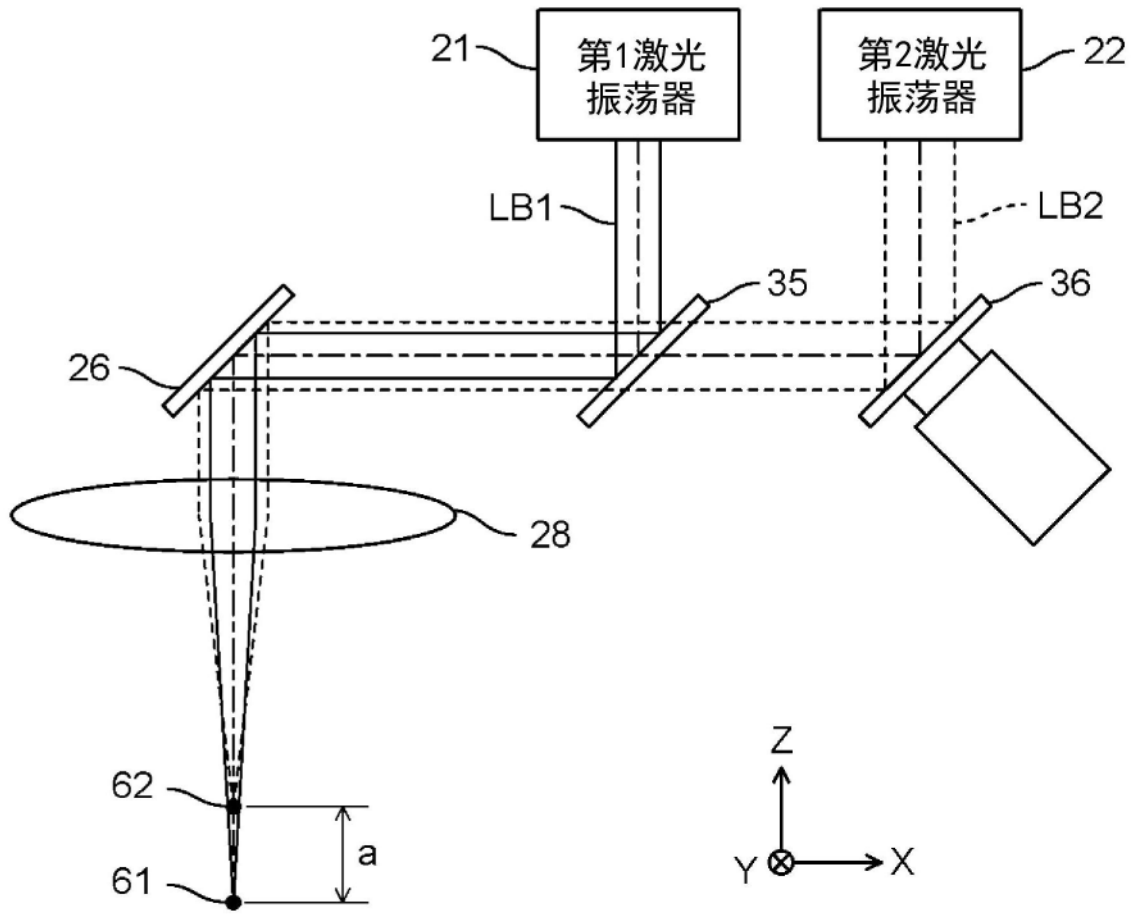


图7

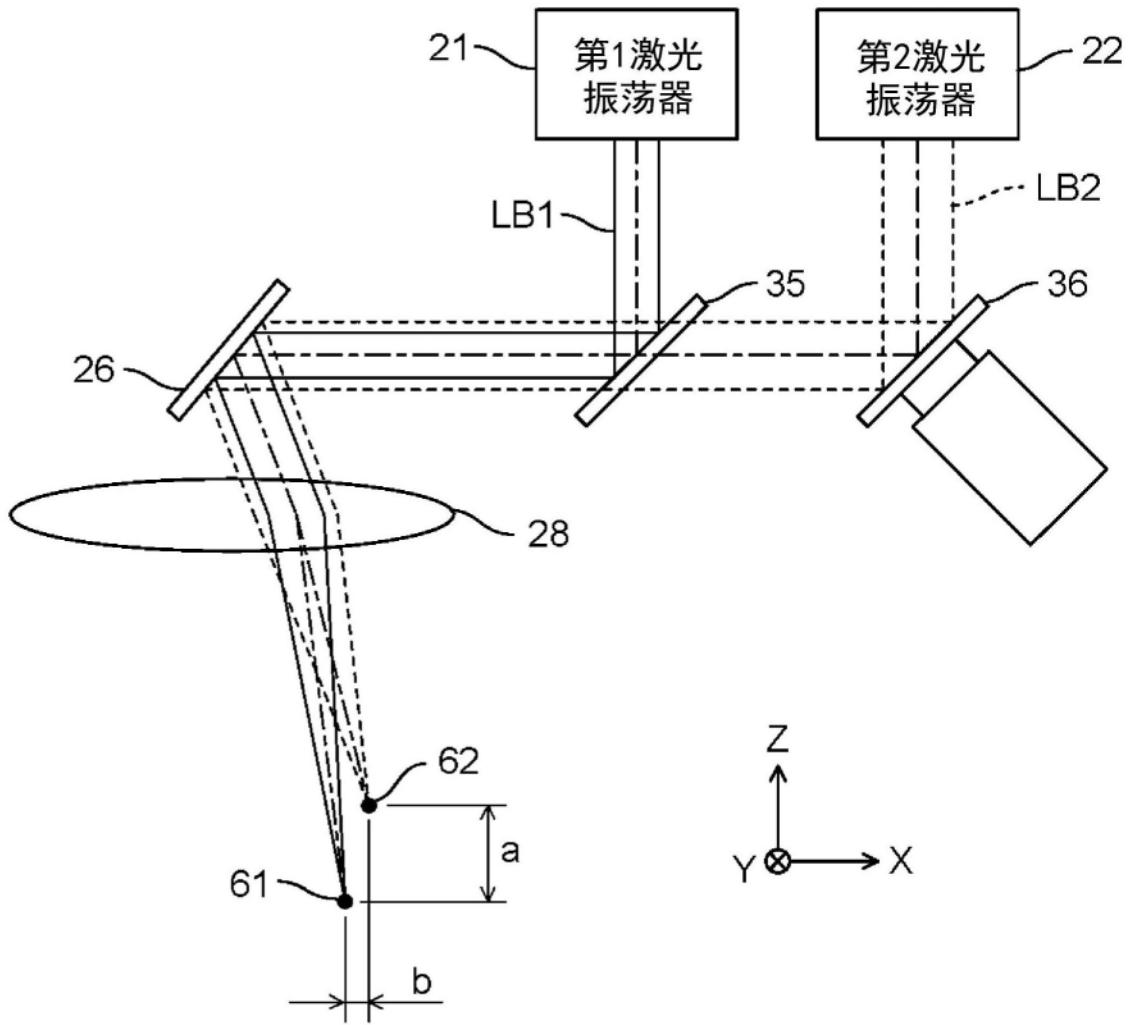


图8

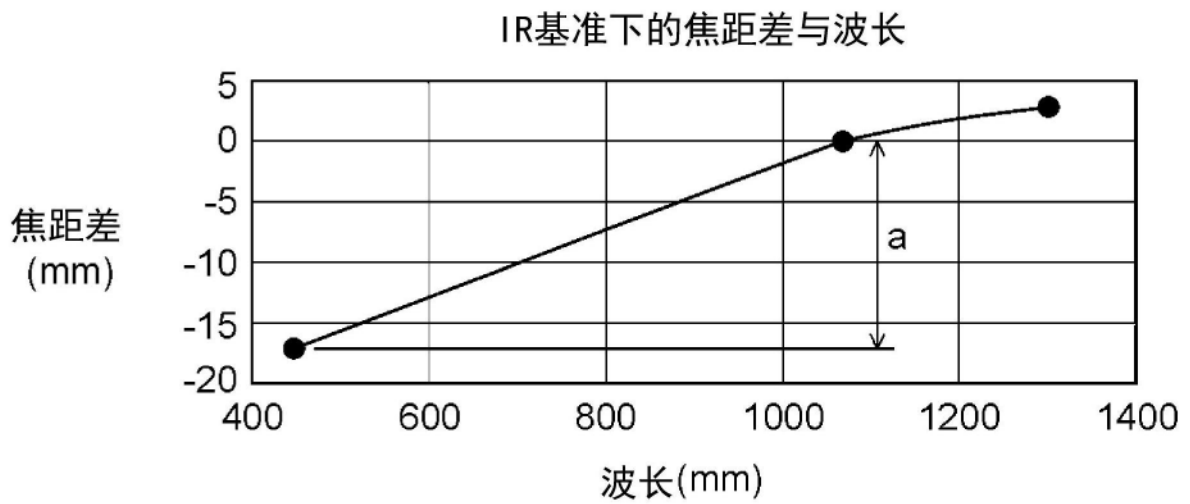


图9

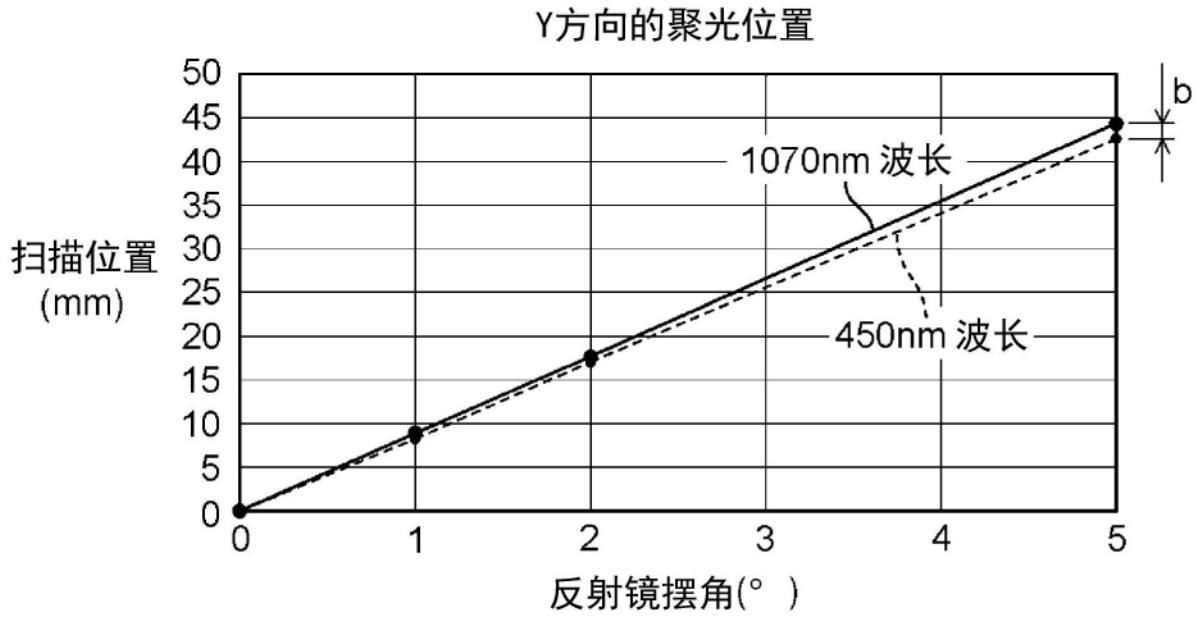


图10

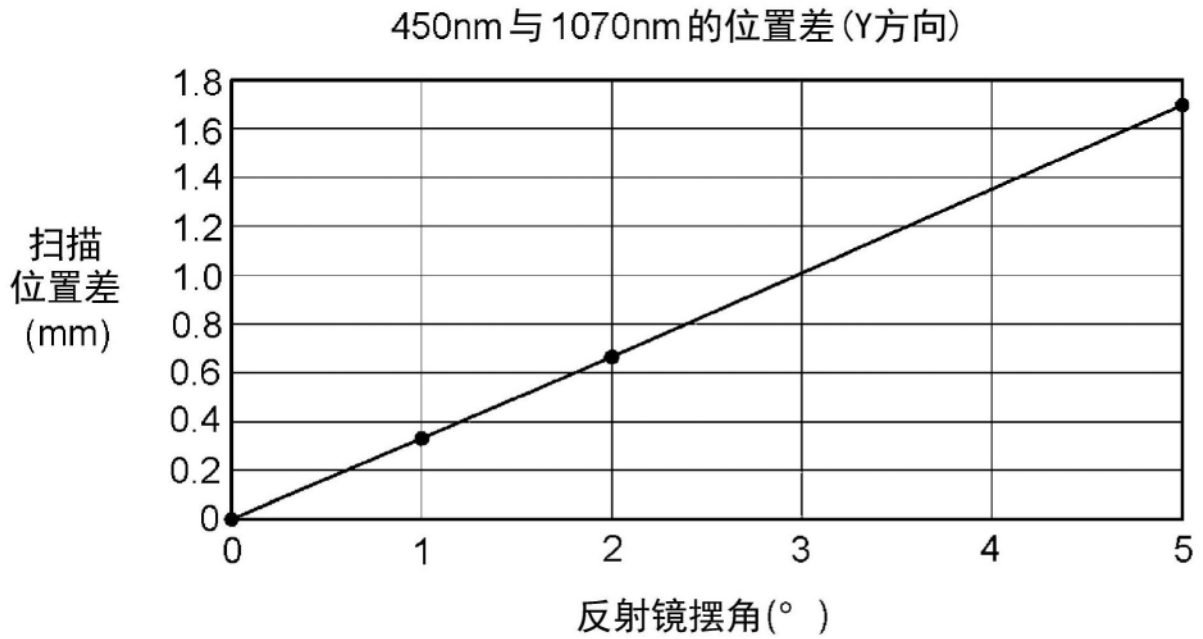


图11

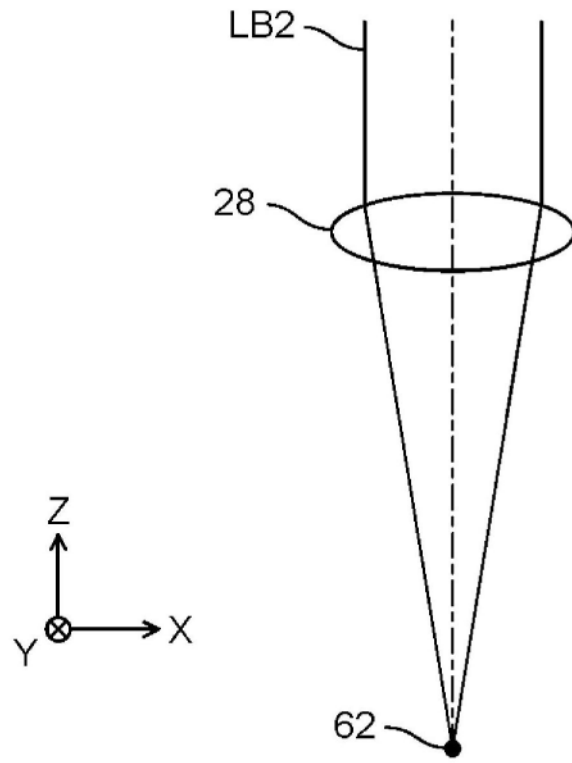


图12

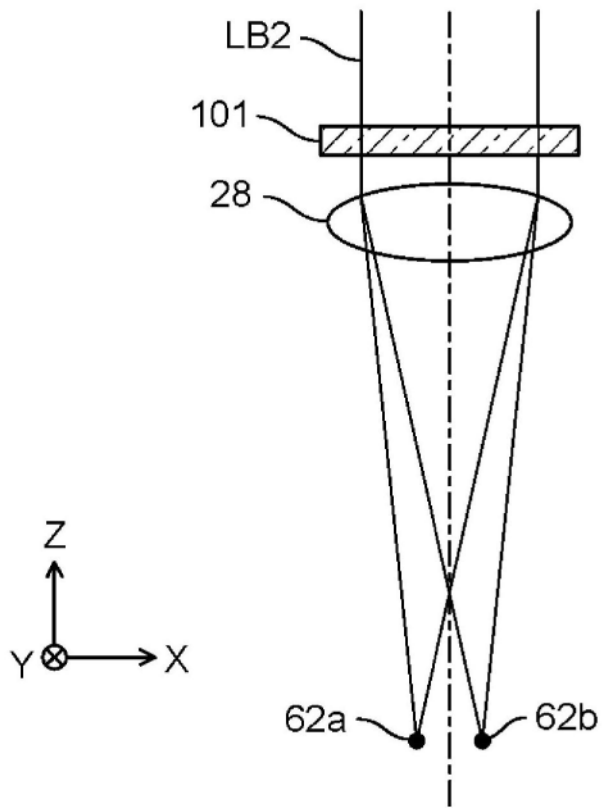


图13

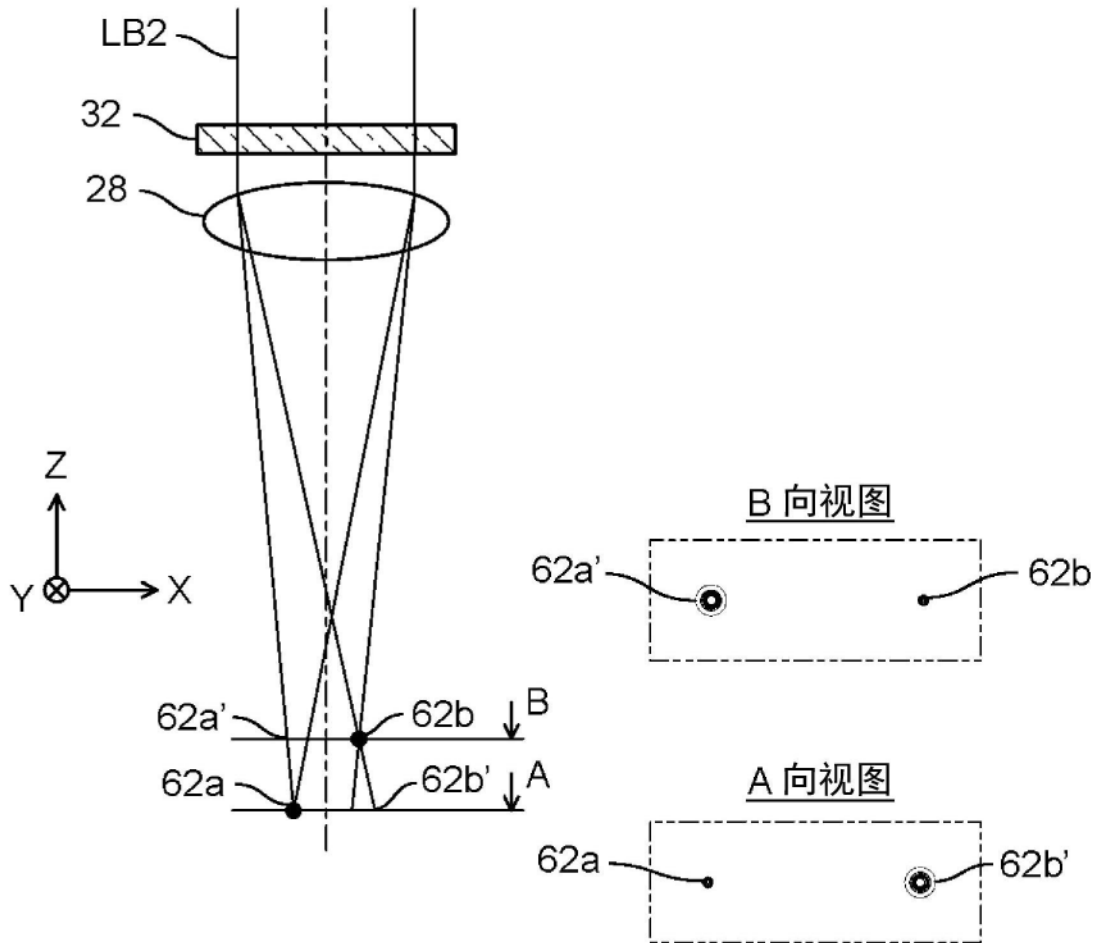


图14

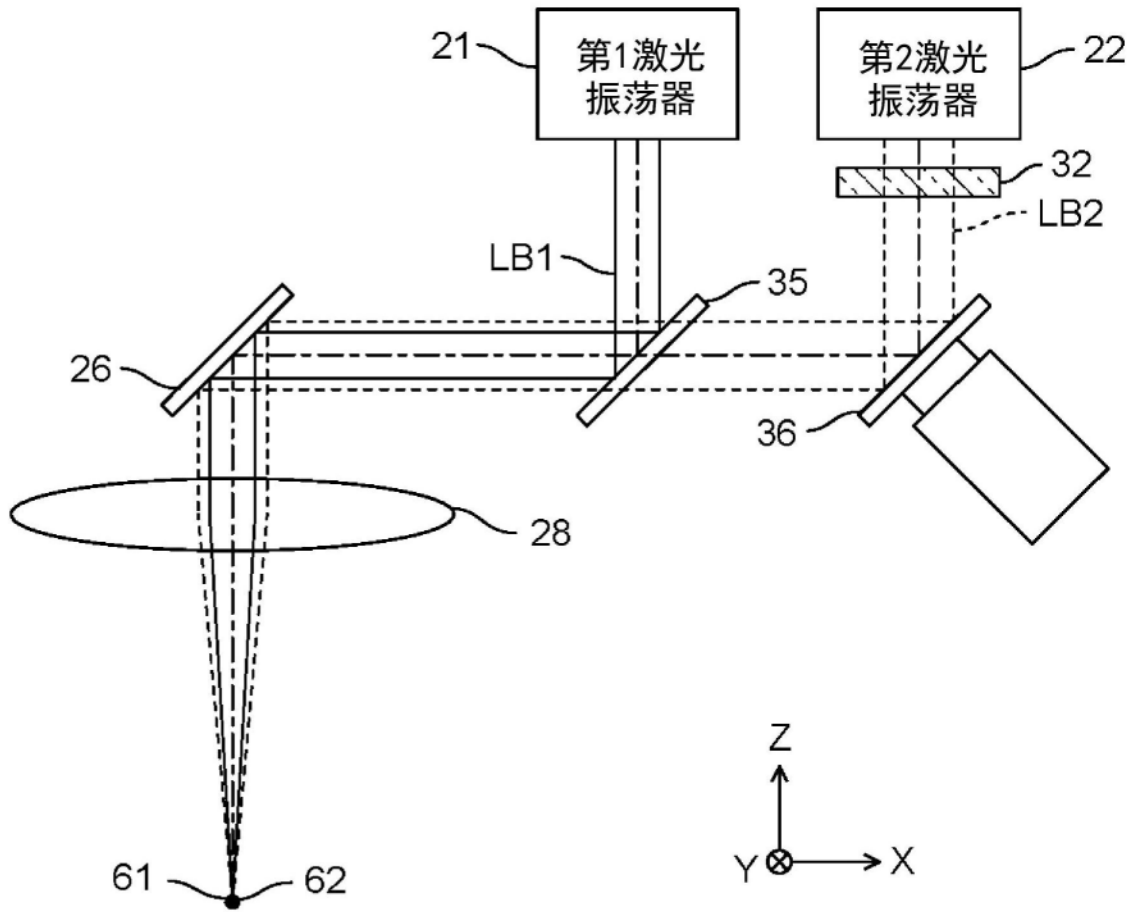


图15

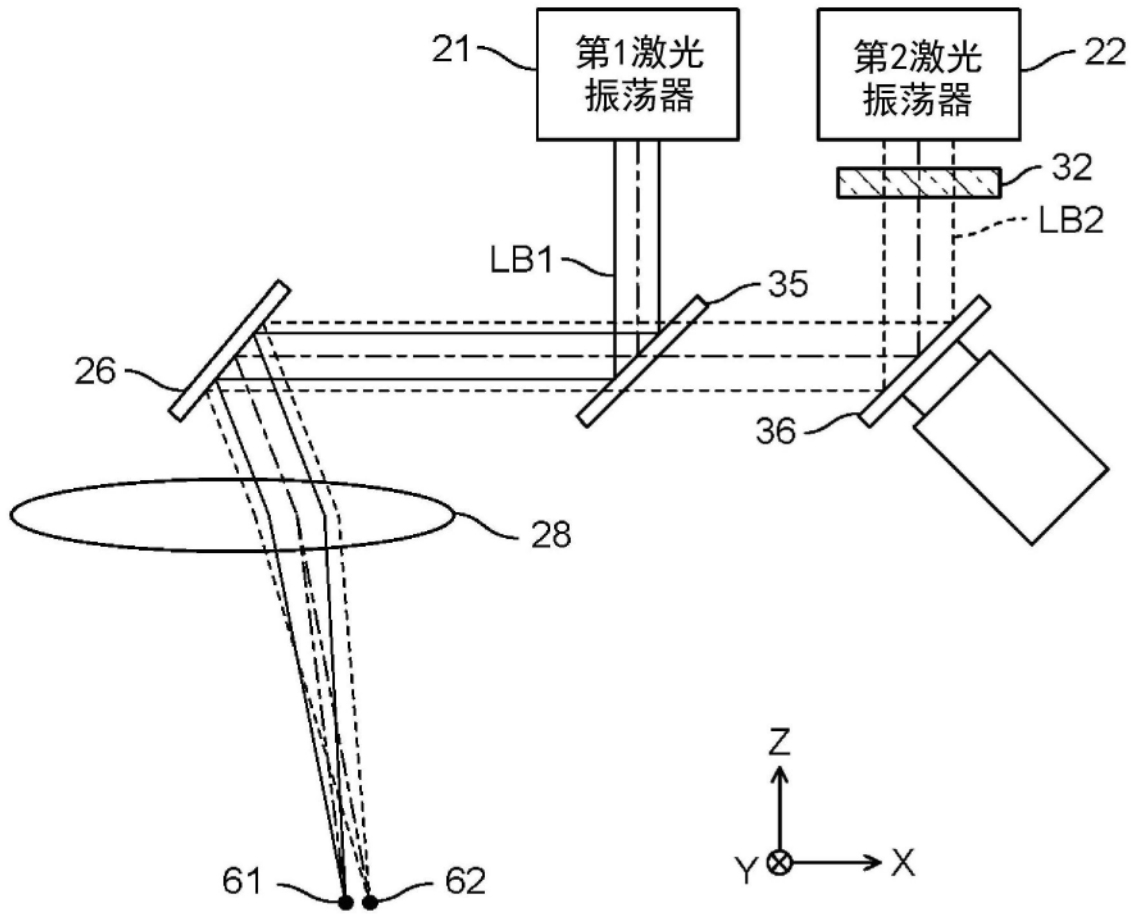


图16

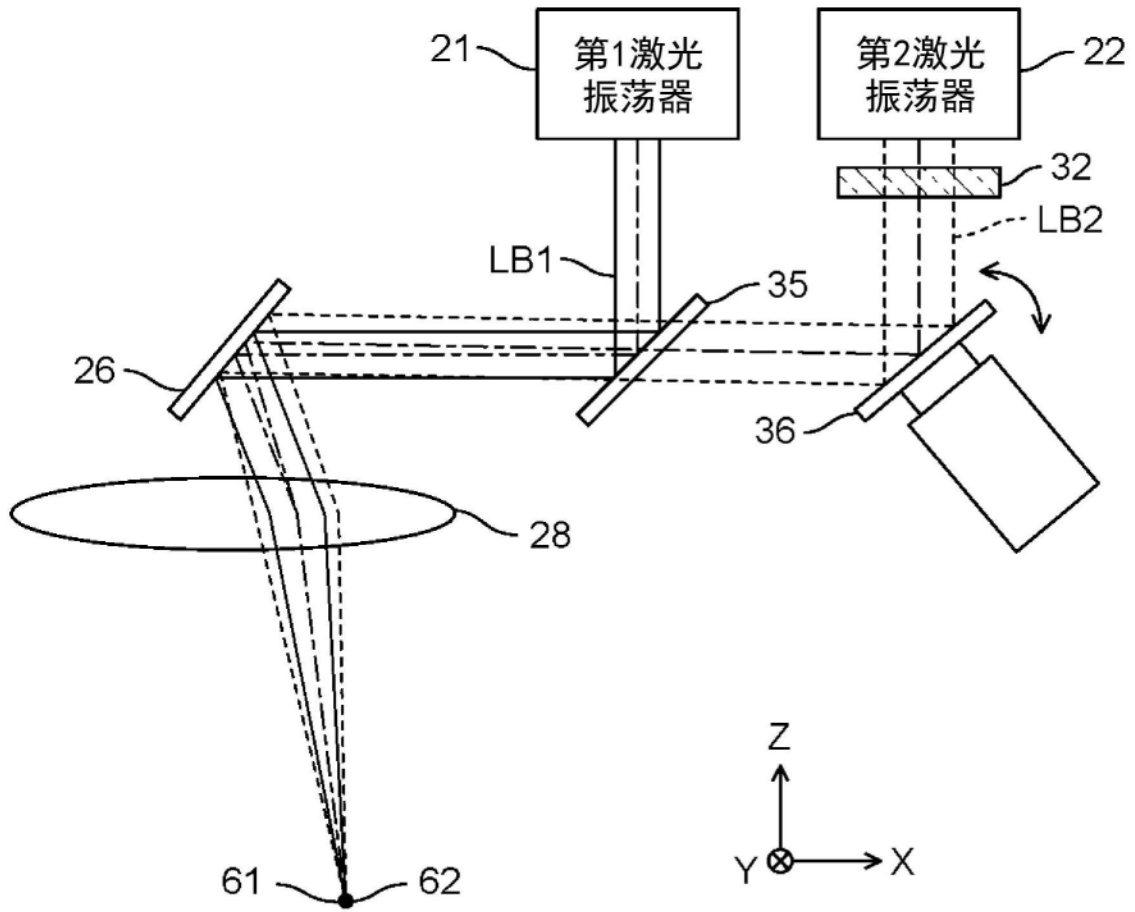


图17

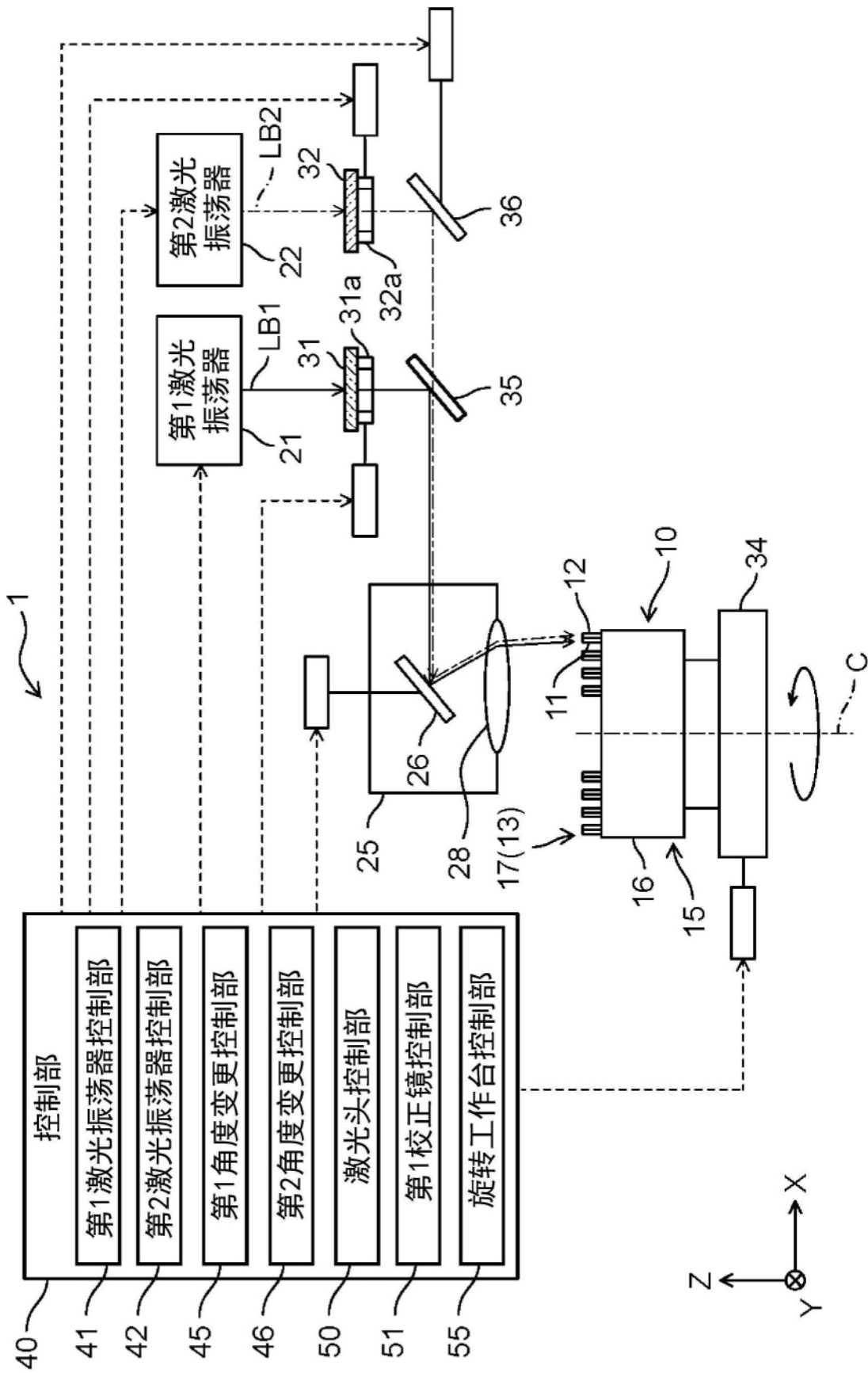


图18

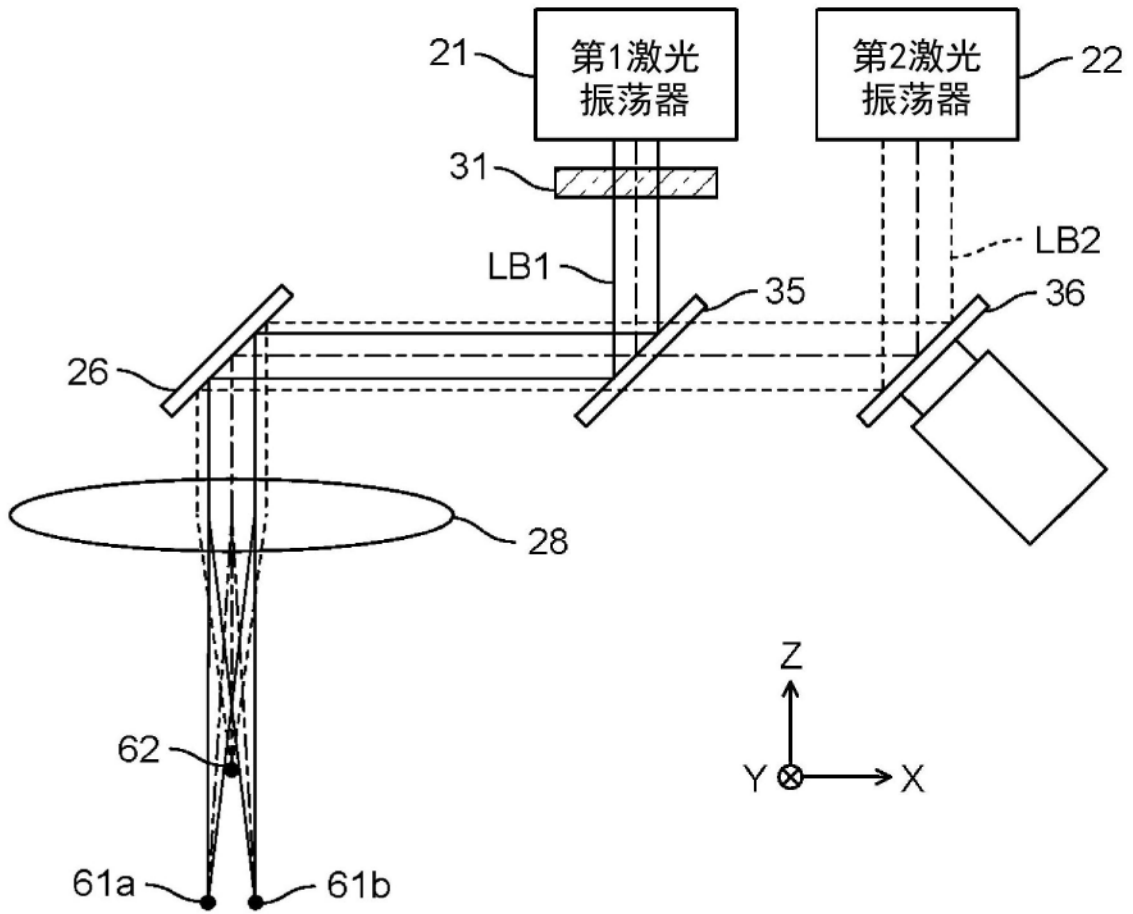


图19

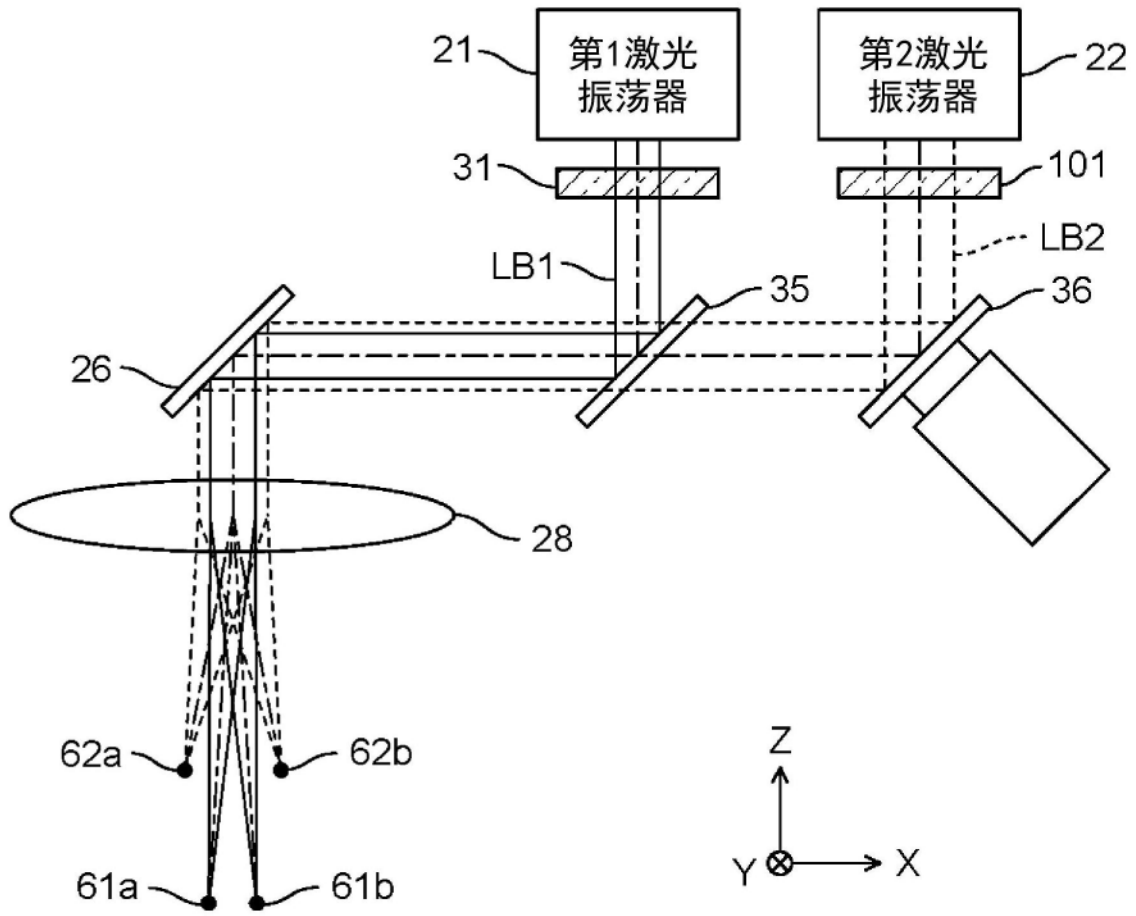


图20

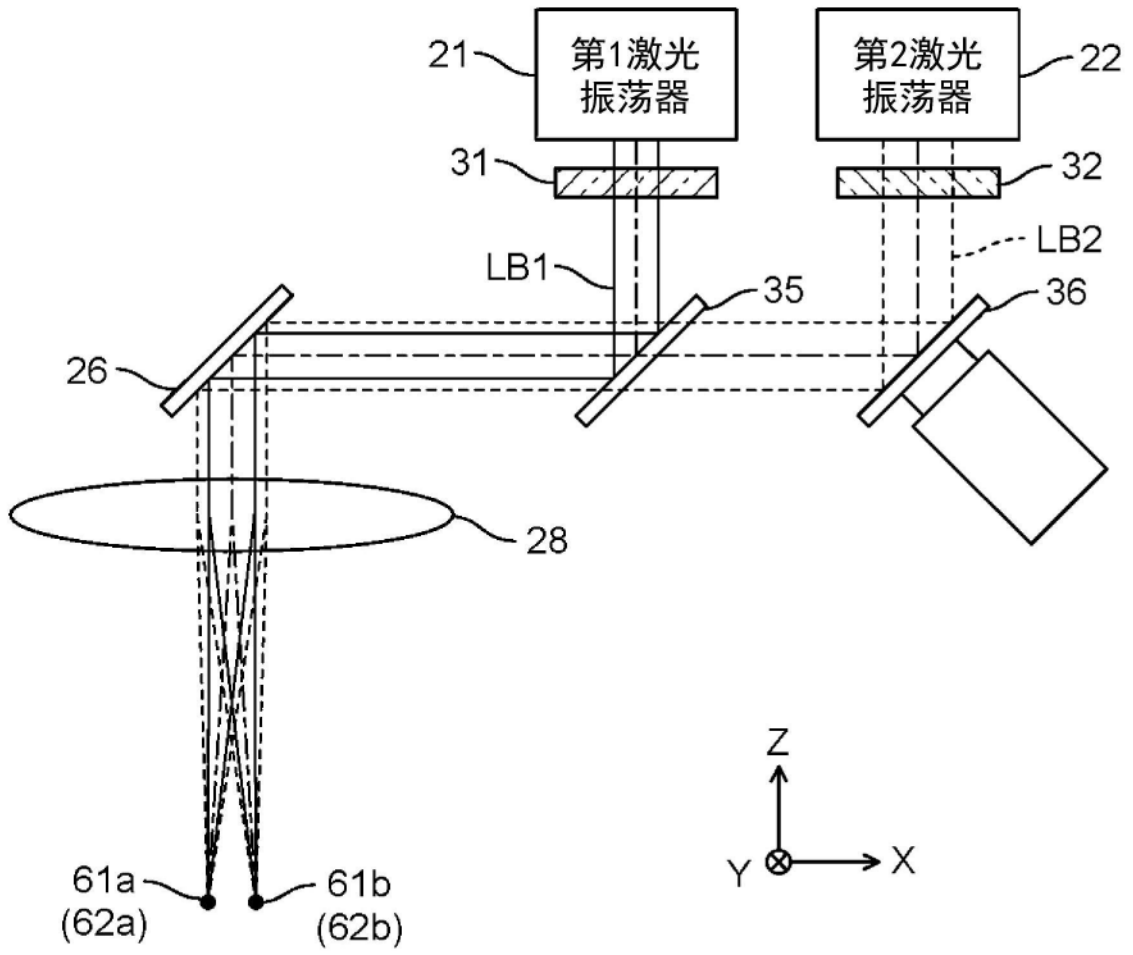


图21

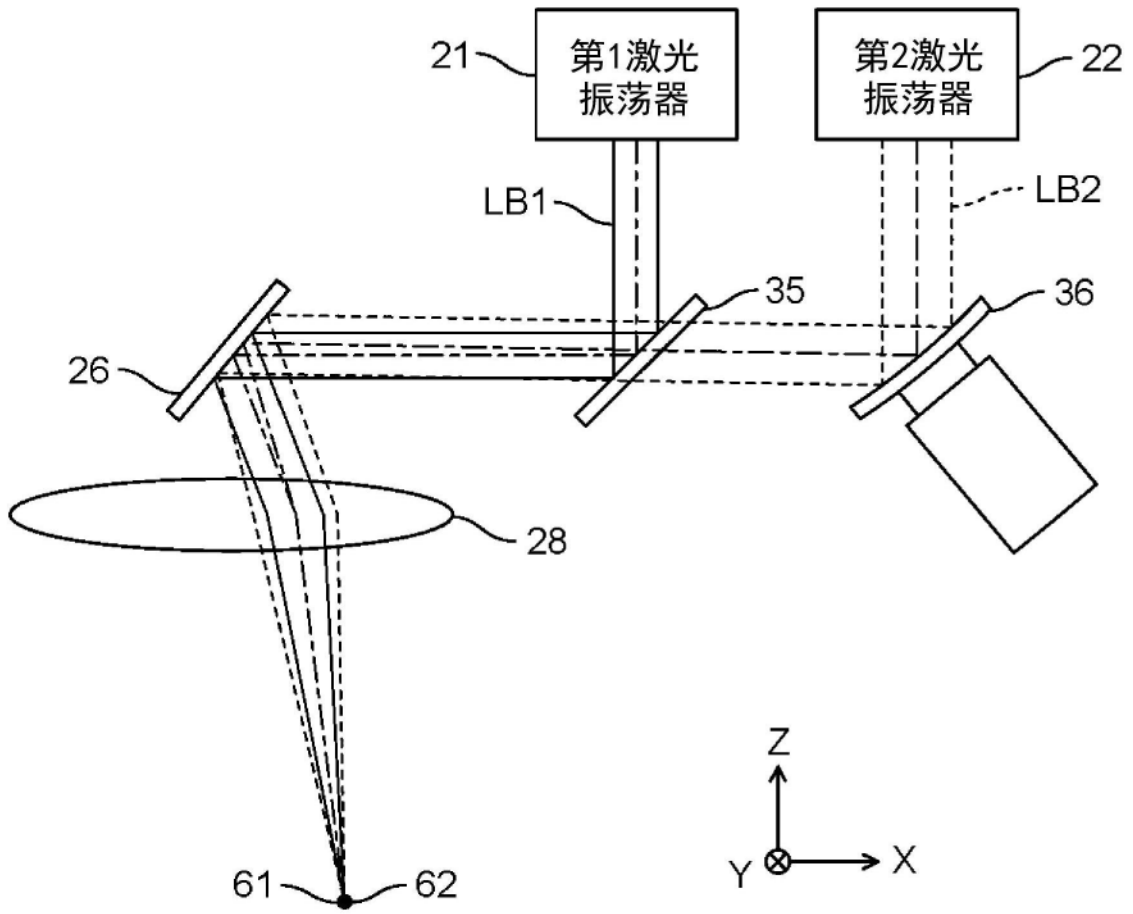


图22

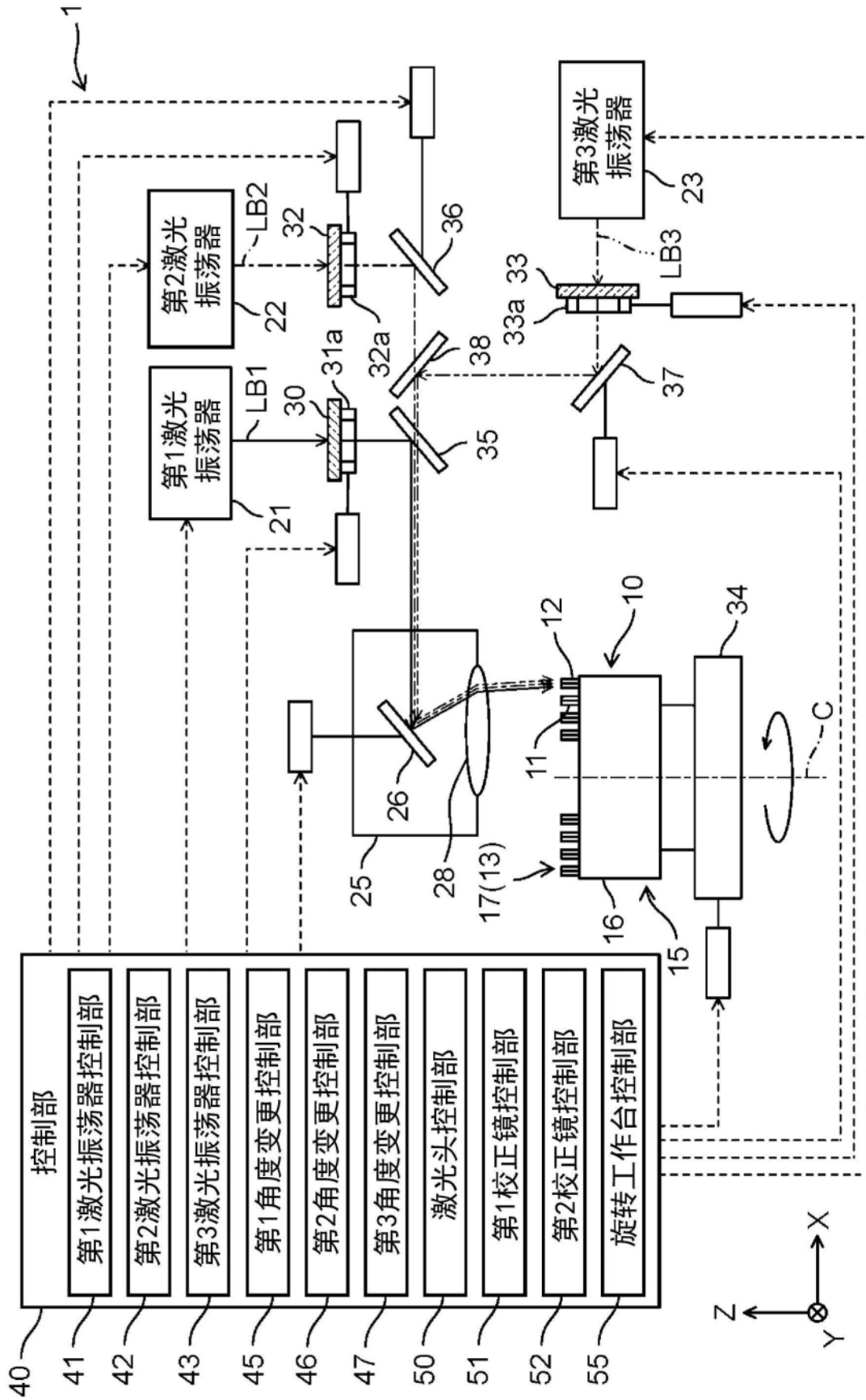


图23

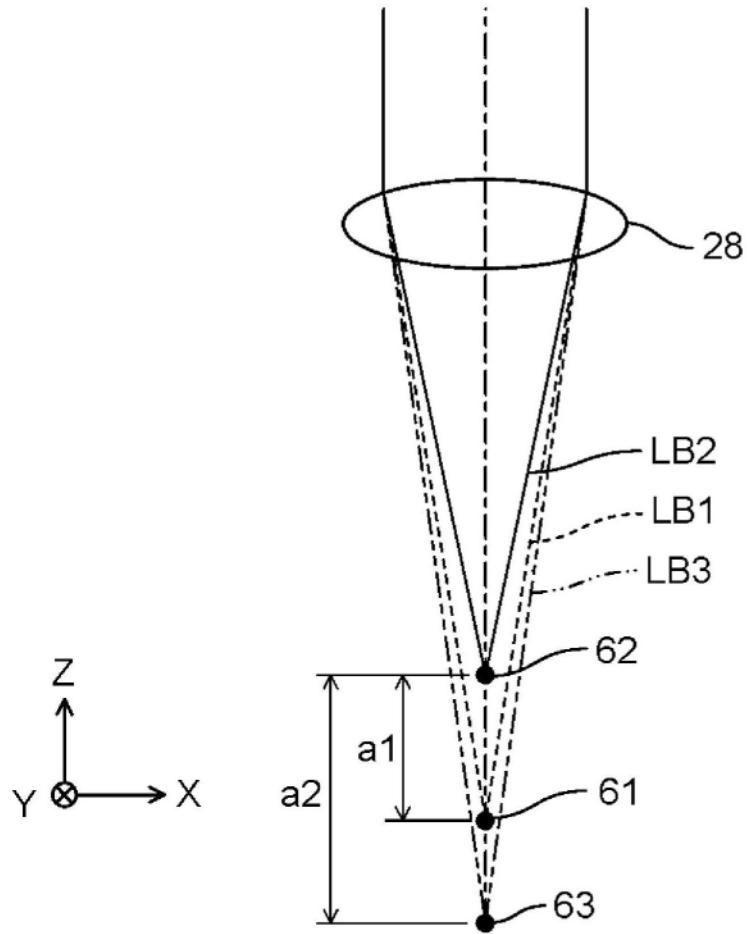


图24

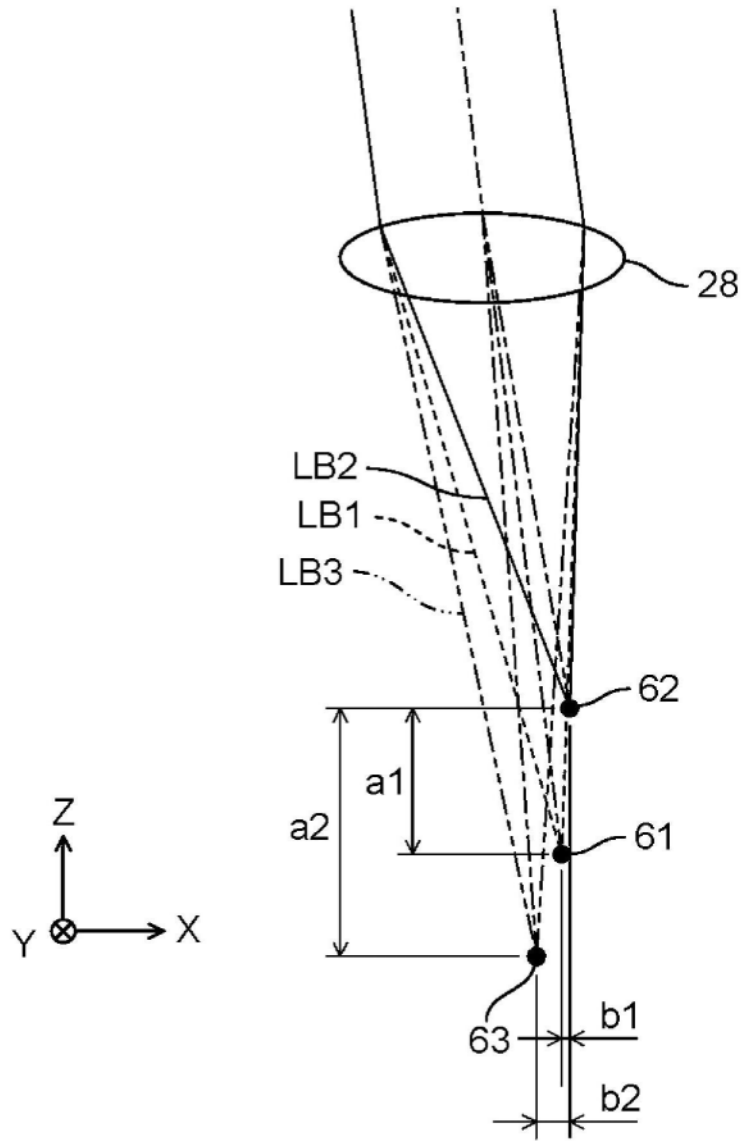


图25