

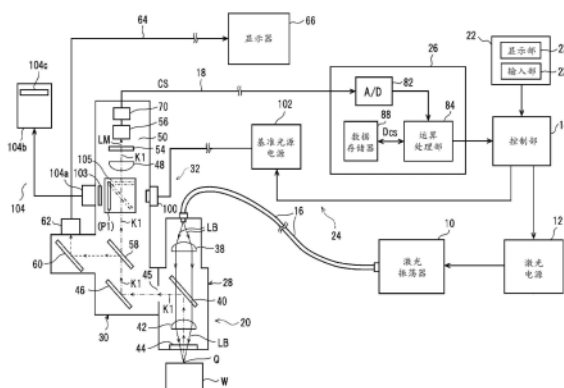


(45) 授权公告日 2025.06.06

审查员 徐艳

权利要求书3页 说明书14页 附图15页

该激光加工装置具有:激光振荡器(10)、激光电源(12)、控制部(14)、光缆(16)、电缆(18)加工头(20)、操作面板(22)以及激光加工监视部(24)。激光加工监视部(24)除了作为主功能即监视功能用的基本结构而包含控制部(14)、操作面板(22)、传感器信号处理部(26)以及传感器单元(30)之外,作为用于对内置于传感器单元(30)的光传感器(50)进行校正的校正部(32)而具有基准光源(100)、基准光源电源(102)、光测定器(104)以及光路切换部(105)。



1. 一种激光加工监视装置, 在从加工头对被加工物照射激光加工用的激光光束时, 通过配置在所述加工头内或与所述加工头接近地配置的光传感器对在所述被加工物的加工点附近产生或反射的预定的被测定光进行光电转换, 取得表示所述被测定光的光强度的传感器输出信号, 根据所述传感器输出信号进行所述激光加工的监视, 其特征在于,

所述激光加工监视装置具有:

基准光源, 其设置于所述加工头, 产生用于对所述光传感器的光电转换特性进行校正的基准光;

基准光源电源部, 其向所述基准光源供给用于产生所述基准光的能够调整的电力; 以及

光测定器, 其为了进行所述基准光源的电光转换特性的校正而具有接受来自所述基准光源的所述基准光的受光部, 测定所接受的所述基准光的光强度或与所述光强度相当的预定的物理量。

2. 根据权利要求1所述的激光加工监视装置, 其特征在于,

所述激光加工监视装置具有: 传感器单元, 其内置有所述光传感器, 装入于所述加工头或者与所述加工头接近地配置,

所述基准光源和所述光测定器的所述受光部中的至少一方安装于所述传感器单元。

3. 根据权利要求2所述的激光加工监视装置, 其特征在于,

在所述传感器单元内设置有光路切换部, 该光路切换部用于选择将所述被加工物的加工点与所述光传感器光学连结的第一光路、将所述基准光源与所述光传感器光学连结的第二光路、或者将所述基准光源与所述光测定器的受光部光学连结的第三光路。

4. 根据权利要求3所述的激光加工监视装置, 其特征在于,

在所述第二光路上设置有选择并通过包含所述被测定光的波长的预定的波段的光学滤波器。

5. 根据权利要求3或4所述的激光加工监视装置, 其特征在于,

所述加工头具有: 射出单元, 其经由单元连接开口一体或能够装卸地与所述传感器单元结合,

在所述射出单元设置有第一光学系统, 该第一光学系统朝向所述被加工物的加工点照射所述激光光束, 并且将来自所述加工点附近的所述被测定光从所述激光光束分离并使所述被测定光通过所述单元连接开口,

在所述传感器单元设置有第二光学系统, 该第二光学系统用于将从所述射出单元经由所述单元连接开口进入的所述被测定光引导至所述光传感器。

6. 根据权利要求5所述的激光加工监视装置, 其特征在于,

在所述传感器单元内, 所述光路切换部设置在所述第二光学系统中或者比所述第二光学系统更接近所述光传感器的位置,

所述基准光源以及所述光测定器的受光部设置在所述光路切换部的附近。

7. 根据权利要求3或4所述的激光加工监视装置, 其特征在于,

所述光路切换部具有:

筒状的镜支承体, 其能够绕与所述第一光路交叉的第一轴线旋转;

端面开口, 其为了导入来自所述基准光源的所述基准光而形成于所述镜支承体的第一

端面;

第一侧面开口和第二侧面开口,其与所述镜支承体的侧面相对置地形成;

第三侧面开口,其在环绕方向上在所述第一侧面开口与所述第二侧面开口之间形成于所述镜支承体的侧面;

第一折返镜,其与所述端面开口对置地配置于所述镜支承体的第二端面的内侧,以倾斜的入射角接受从所述基准光源经由所述端面开口导入的所述基准光并向预定的方向反射;以及

第二折返镜,其与所述第三侧面开口对置地配置于所述镜支承体的侧面的内侧,以倾斜的入射角接受来自所述第一折返镜的所述基准光并向所述第三侧面开口之外反射,

在选择所述第一光路时,以所述第一侧面开口和所述第二侧面开口与所述光传感器对置的方式选择或调整所述镜支承体的旋转位置,

在选择所述第二光路时,以所述第三侧面开口与所述光传感器对置的方式选择或调整所述镜支承体的旋转位置,

在选择所述第三光路时,以所述第三侧面开口与所述光测定器的受光部对置的方式选择或调整所述镜支承体的旋转位置。

8. 根据权利要求7所述的激光加工监视装置,其特征在于,

所述基准光源与所述镜支承体的所述端面开口对置地安装于所述传感器单元的侧壁,所述光测定器的受光部与所述镜支承体的侧面对置地安装于所述传感器单元的侧壁。

9. 根据权利要求7所述的激光加工监视装置,其特征在于,

将旋转旋钮与从所述镜支承体的所述第二端面突出的旋转轴结合。

10. 根据权利要求3或4所述的激光加工监视装置,其特征在于,

所述光路切换部具有:1个或多个折返镜,其能够在为了选择所述第一光路而从所述第一光路退避的第一位置与为了选择所述第二光路而遮断所述第一光路并将来自所述基准光源的所述基准光朝向所述光传感器反射的第二位置之间移动。

11. 根据权利要求10所述的激光加工监视装置,其特征在于,

所述光路切换部为了选择所述第三光路而使所述折返镜移动到所述第一位置。

12. 根据权利要求3或4所述的激光加工监视装置,其特征在于,

所述光路切换部具有:1个或多个折返镜,其能够在为了选择所述第一光路而从所述第一光路退避的第一位置、为了选择所述第二光路而遮断所述第一光路并将来自所述基准光源的所述基准光朝向所述光传感器反射的第二位置、以及为了选择所述第三光路而从所述第三光路退避的第三位置之间移动。

13. 根据权利要求1~4中任一项所述的激光加工监视装置,其特征在于,

所述基准光源具有:发光二极管或半导体激光器,其具有包含所述被测定光的波段的放射特性。

14. 根据权利要求1~4中任一项所述的激光加工监视装置,其特征在于,

所述基准光源具有放射特性与黑体接近的发光二极管或半导体激光器。

15. 一种激光加工监视方法,在从加工头对被加工物照射激光加工用的激光光束时,通过配置在所述加工头内或与所述加工头接近地配置的光传感器对在所述被加工物的加工点附近产生或反射的被测定光进行光电转换,取得表示所述被测定光的光强度的传感器输

出信号,根据所述传感器输出信号进行所述激光加工的监视,其特征在于,包括:

在装入到所述加工头或与加工头接近地配置的传感器单元内设置所述光传感器,

在所述传感器单元安装产生用于对所述光传感器的光电转换特性进行校正的基准光的基准光源,

在进行所述激光加工时,在所述传感器单元内设定将所述被加工物的加工点与所述光传感器光学连结的第一光路,

在进行所述光传感器的校正时,在所述传感器单元内设定将所述基准光源与所述光传感器光学连结的第二光路,

为了进行所述基准光源的电光转换特性的校正,使从所述基准光源放射的所述基准光入射至光测定器的受光部,以所述光测定器的测定值与基准值一致的方式调整所述基准光源的输出。

16.根据权利要求15所述的激光加工监视方法,其特征在于,

包括:

将所述光测定器的所述受光部安装于所述传感器单元,在进行所述基准光源的校正时,在所述加工头内设定将所述基准光源和所述受光部光学连结的第三光路。

17.根据权利要求15所述的激光加工监视方法,其特征在于,

包括:

将所述基准光源以能够装卸的方式安装于所述传感器单元,在进行所述基准光源的校正时,将所述基准光源从所述传感器单元卸下,使在所述传感器单元之外从所述基准光源产生的所述基准光入射到所述光测定器的所述受光部。

18.一种激光加工装置,其特征在于,具有:

激光振荡部,其振荡输出激光加工用的激光光束;

加工头,其经由光缆与所述激光振荡部光学连接,将来自所述激光振荡部的所述激光光束聚光照射于被加工物的加工点;以及

激光加工监视部,其进行激光加工的监视,

所述激光加工监视部具有:

光传感器,其配置在所述加工头内或与所述加工头接近地配置,输出表示在所述被加工物的加工点附近产生或反射的预定的被测定光的光强度的传感器输出信号;

传感器信号处理部,其针对来自所述光传感器的所述传感器输出信号生成数字的波形数据,根据所述波形数据显示输出所述传感器输出信号的波形;

基准光源,其产生用于对所述光传感器的光电转换特性进行校正的基准光;

基准光源电源部,其向所述基准光源供给用于产生所述基准光的能够调整的电力;以及

光测定器,其为了进行所述基准光源的电光转换特性的校正而具有接受来自所述基准光源的所述基准光的受光部,测定所接受的所述基准光的光强度或与所述光强度相当的预定的物理量。

激光加工监视装置、激光加工监视方法以及激光加工装置

技术领域

[0001] 本发明涉及激光加工监视装置、激光加工监视方法以及激光加工装置。

背景技术

[0002] 以往,在激光加工装置中,使用了进行激光加工的好坏判定的技术。具体而言,激光加工装置具有内置于对被加工物照射激光光束的加工头的受光元件或光传感器。在被加工物的加工点附近产生或反射的被测定光经由加工头内的光学系统而被光传感器接收。激光加工装置对通过光传感器的光电转换而得的电信号(传感器输出信号)进行预定的信号处理,由此,进行激光加工的好坏判定。

[0003] 这种激光加工监视技术与使用拍摄元件对加工点附近的加工状况进行图像解析的技法相比,不仅硬件以及软件简便,通过信号处理技术的研讨,监视的质的提高也得以实现。例如,在激光焊接中,也能够精细地监视或者解析熔融部的微小的举动以及变化。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2007-30032号公报

发明内容

[0007] 但是,在本发明人等进行上述那样的激光加工监视技术的研究开发过程中,光传感器的光电转换特性的误差对于监视性能的提高而言成为主要障碍。即,在光传感器中使用的光电二极管的光电转换特性不可避免地产生经时变化,并且也被周围温度等环境条件左右。当光电二极管的光电转换特性改变时,即使从被加工物侧接受相同的光强度的被测定光,对其进行光电转换而得的传感器输出信号的值也变化。因此,无论使数字式的信号处理技术如何高性能化,都无法进行针对激光加工的精细的监视以及解析,无法进行准确的好坏判定。

[0008] 为了应对该问题,本发明人等使用了如下的校正法。首先,在激光加工装置出厂时或设置时,作为初始化的一环,对基准的被加工样品照射基准功率的激光光束。并且,取得由加工头内的光传感器得到的传感器输出信号的波形作为例如如图18A那样的基准波形SW。

[0009] 接着,如图18B所示,在基准波形SW的整个区间(或一部分区间)设定从基准波形SW的值上下偏移了一定的容许范围($\pm\delta$)的上下限值包络 $JW+\delta$ 、 $JW-\delta$ 。图示的容许范围 $\pm\delta$ 为了使图解变得容易而进行了扩大,但实际上为了提升校正精度而在无限小的范围内进行包络设定。

[0010] 以后,在进行该光传感器的校正时,对同一被加工样品照射同一基准功率的激光光束,将由此得到的传感器输出信号的波形RW与上下限值包络 $JW+\delta$ 、 $JW-\delta$ 一并显示在监视画面(维护画面)上。并且,在传感器输出信号的波形RW例如如图18C那样溢出到上下限值包络 $JW+\delta$ 、 $JW-\delta$ 之外时,以收敛于上下限值包络 $JW+\delta$ 、 $JW-\delta$ 的内侧(容许范围)的方式,由现场相关人员通过画面输入等操作来进行传感器输出的增益调整。

[0011] 但是,判明了上述那样的光传感器校正法未成为有效的解决对策。即,激光振荡部和被加工样品与校正时光传感器接受的试验光的放射源相关,在试验光的光路中介入激光光学系统。因此,在初始取得的基准波形SW与当前取得的传感器输出信号的波形RW之间产生的误差中,除了光传感器的光电转换特性的变动量,还包含这些相关要素或介入要素的光学特性或物理特性的变动量。因此,无法进行以光传感器的光电转换特性为重点的校正。而且,无法保证校正用的试验光的光强度始终恒定。因此,无法正确地修正光传感器的光电转换特性的误差。另外,由于使激光振荡部以及被加工样品参与到光传感器的校正,因此,校正作业麻烦且大规模。

[0012] 并且,上述那样的光传感器校正法根据装置固有的基准波形SW与当前取得的传感器输出信号的波形RW的相对比较来进行校正,光传感器的校正基准值按每个装置而不同。因此,监视的性能以及精度中的实际表示的值与本来应表示的值之差作为使用同一产品的光传感器的同一机型的激光加工装置的个体差异而产生偏差。即,同一机型的激光加工装置的仪表误差在同一机型间存在偏差,因此,无法进行同一加工条件设定下的同一品质评价。

[0013] 本发明的一方式的激光加工监视装置在从加工头对被加工物照射激光加工用的激光光束时,通过配置在所述加工头内或与所述加工头接近地配置的光传感器对在所述被加工物的加工点附近产生或反射的预定的被测定光进行光电转换,取得表示所述被测定光的光强度的传感器输出信号,根据所述传感器输出信号进行所述激光加工的监视,所述激光加工监视装置具有:基准光源,其设置于所述加工头,产生用于对所述光传感器进行校正的基准光;基准光源电源部,其向所述基准光源供给用于产生所述基准光的能够调整的电力;以及光测定器,其为了进行所述基准光源的校正而具有接受来自所述基准光源的所述基准光的受光部,测定所接受的所述基准光的光强度或与所述光强度相当的预定的物理量。

[0014] 在本发明的一方式的激光加工监视装置中,使用加工头配备的基准光源对激光加工的监视用的光传感器进行校正,通过装置配备的光测定器来对该基准光源进行校正,因此,即使基准光源的电光转换特性因经时变化或者环境条件而变动,也能够适时、准确地对其进行修正,即使光传感器的光电转换特性因经时变化或者环境条件而变动,也能够适时、准确地对其进行修正。

[0015] 本发明的一方式的激光加工监视方法,在从加工头对被加工物照射激光加工用的激光光束时,通过配置在所述加工头内或与所述加工头接近地配置的光传感器对在所述被加工物的加工点附近产生或反射的被测定光进行光电转换,取得表示所述被测定光的光强度的传感器输出信号,根据所述传感器输出信号进行所述激光加工的监视,所述激光加工监视方法包括:在装入到所述加工头或与所述加工头接近地配置的传感器单元内设置所述光传感器;在所述传感器单元安装产生用于对所述光传感器进行校正的基准光的基准光源;在进行所述激光加工时,在所述传感器单元内设定将所述被加工物的加工点与所述光传感器光学连结的第一光路;在进行所述光传感器的校正时,在所述传感器单元内设定将所述基准光源与所述光传感器光学连结的第二光路;为了进行所述基准光源的校正,使从所述基准光源放射的所述基准光入射至光测定器的受光部,以所述光测定器的测定值与基准值一致的方式调整所述基准光源的输出。

[0016] 在本发明的一方式的激光加工监视方法中,在进行激光加工的监视时,在传感器单元内设定第一光路,使来自被加工物侧的被测定光入射到光传感器,在对光传感器进行校正时,在传感器单元内设定第二光路,使来自基准光源的基准光入射到光传感器。而且,在对基准光源进行校正时,使来自基准光源的基准光入射到光测定器的受光部。由此,即使基准光源的电光转换特性因经时变化或者环境条件而变动,也能够适时、准确地对其进行修正,即使光传感器的光电转换特性因经时变化或者环境条件而变动,也能够适时、准确地对其进行修正。

[0017] 本发明的一方式的激光加工装置具有:激光振荡部,其振荡输出激光加工用的激光光束;加工头,其经由光缆与所述激光振荡部光学连接,将来自所述激光振荡部的所述激光光束聚光照射于被加工物的加工点;以及激光加工监视部,其进行激光加工的监视,所述激光加工监视部具有:光传感器,其配置在所述加工头内或与所述加工头接近地配置,输出表示在所述被加工物的加工点附近产生或反射的预定的被测定光的光强度的传感器输出信号;传感器信号处理部,其针对来自所述光传感器的所述传感器输出信号生成数字的波形数据,根据所述波形数据显示输出所述传感器输出信号的波形;基准光源,其产生用于对所述光传感器进行校正的基准光;基准光源电源部,其向所述基准光源供给用于产生所述基准光的能够调整的电力;以及光测定器,其为了进行所述基准光源的校正而具有接受来自所述基准光源的所述基准光的受光部,测定所接受的所述基准光的光强度或与所述光强度相当的预定的物理量。

[0018] 在本发明的一方式的激光加工装置中,使用装置配备的基准光源对激光加工监视部的光传感器进行校正,通过装置配备的光测定器对该基准光源进行校正,因此,即使基准光源的电光转换特性因经时变化或者环境条件而变动,也能够适时、准确地对其进行修正,即使光传感器的光电转换特性因经时变化或者环境条件而变动,也能够适时、准确地对其进行修正。这样,通过提高激光加工监视部的监视性能,能够对激光加工进行合格的好坏判定。

[0019] 根据本发明的一方式的激光加工监视装置或者激光加工监视方法,通过上述那样的结构以及作用,能够改善针对在激光加工的监视中使用的光传感器的校正的精度、再现性以及作业性,提高监视性能。

[0020] 根据本发明的一方式的激光加工装置,通过上述那样的结构以及作用,能够对激光加工进行合格的好坏判定。

附图说明

[0021] 图1是表示包含本发明的一实施方式中的激光加工监视装置的激光加工装置的整体结构的框图。

[0022] 图2是表示黑体的放射光谱分布的曲线图。

[0023] 图3是表示对不锈钢照射脉冲激光光束而从其熔融部发出的红外线强度的光谱分布的图。

[0024] 图4是表示用于验证实施方式中的激光加工监视部的监视功能的实验1的情形和在该实验中取得的传感器输出信号的监视显示波形的图。

[0025] 图5是表示用于验证上述监视功能的实验2的情形和通过该实验取得的传感器输

出信号的监视显示波形的图。

[0026] 图6是表示用于验证上述监视功能的实验3的情形和通过该实验取得的传感器输出信号的监视显示波形的图。

[0027] 图7A是表示实施方式中的基准光源的一结构例的剖视图。

[0028] 图7B是表示实施方式中的基准光源的另一结构例的剖视图。

[0029] 图8是示意性地表示在实施方式的校正部中,为了选择第二光路而将光路切换部的折返镜切换到第二位置的状态的图。

[0030] 图9是示意性地表示在上述校正部中,为了选择第三光路而将光路切换部的折返镜切换到第三位置的状态的图。

[0031] 图10是表示内置有优选的结构例的光路切换部的传感器单元的外观的立体图。

[0032] 图11是图10的传感器单元的侧视图。

[0033] 图12是从某个角度观察内置于图10的传感器单元的光路切换部时的立体图。

[0034] 图13是从另一角度观察光路切换部时的立体图。

[0035] 图14是从基准光源侧观察光路切换部时的侧视图。

[0036] 图15是沿图14的A-A线的剖视图。

[0037] 图16A是表示校正部的第一模式下的光路切换部的各部的关系的主要部分的纵剖视图。

[0038] 图16B是表示第二模式下的光路切换部的各部的关系的主要部分的纵剖视图。

[0039] 图16C是表示第三模式下的光路切换部的各部的关系的主要部分的横剖视图。

[0040] 图17是表示实施方式中的激光加工监视部的一变形例的图。

[0041] 图18A是示意性地表示现有技术的光传感器校正法的第一阶段的监视画面的图。

[0042] 图18B是示意性地表示现有技术的光传感器校正法的第二阶段的监视画面的图。

[0043] 图18C是示意性地表示现有技术的光传感器校正法的第三阶段的监视画面的图。

具体实施方式

[0044] 以下,参照附图对本发明的优选的实施方式进行说明。

[0045] [激光加工装置整体的结构]

[0046] 图1表示包含本发明的一实施方式的激光加工监视装置的激光加工装置的整体结构。该激光加工装置例如构成为对被加工物W照射高输出的CW激光光束或脉冲激光光束,利用激光的能量使被加工物W的加工点Q熔化而进行所希望的激光熔融加工的激光加工机。该激光加工装置具有:激光振荡器10、激光电源12、控制部14、光缆16、电缆18、加工头20、操作面板22以及激光加工监视部(实施方式的激光加工监视装置)24。

[0047] 在该激光加工装置中,激光振荡器10、激光电源12、控制部14以及操作面板22通常集中或接近地配置于一处,构成装置主体。另一方面,加工头20构成为从装置主体分离独立的单元,在与光缆16的长度对应的区域内配置于任意的加工场所。

[0048] 激光加工监视部24除了作为主要的功能即监视功能用的基本结构而包含控制部14、操作面板22、传感器信号处理部26以及传感器单元30之外,作为用于对内置于传感器单

元30的光传感器50进行校正的校正部32而具有基准光源100、基准光源电源102、光测定器104以及光路切换部105。

[0049] 激光振荡器10例如由YAG激光器、光纤激光器或半导体激光器构成。激光振荡器10在对被加工物W实施例如激光点焊时,在控制部14的控制下从激光电源12接受激励电力的供给而激励内置的介质,振荡输出具有该介质所固有的波长的脉冲的激光光束LB。由激光振荡器10振荡输出的激光光束LB经由光缆16传送至加工头20。

[0050] 加工头20具有作为头主体的射出单元28和经由单元连接开口45一体或能够装卸地与射出单元28结合的传感器单元30。射出单元28具有筒状的框体。射出单元28的框体的上端部与来自激光振荡器10的光缆16连接,射出单元28的框体的下端的激光射出口朝向正下方的被加工物W。在射出单元28的框体中,作为激光光学系统,准直透镜38、分色镜40、聚焦透镜42以及保护玻璃44从上向下配置为纵一列。在此,保护玻璃44安装于激光射出口。分色镜40朝向单元连接开口45倾斜45°地配置。在分色镜40上涂敷有电介质多层膜,该电介质多层膜使来自光缆16的激光光束LB透过,对来自被加工物W的加工点Q附近的被测定光和可见光进行反射。

[0051] 在激光加工时,在光缆16中传播来的激光光束LB在射出单元28内从光缆16的终端面以一定的发散角向垂直下方射出。激光光束LB穿过准直透镜38而成为平行光,透过分色镜40后通过聚焦透镜42和保护玻璃44而被聚焦,入射到被加工物W的加工点Q。于是,利用激光光束LB的激光能量使加工点Q附近熔融、凝固,在该处形成焊接熔核进而形成焊接接头。焊接接头例如是对接接头、T型接头、L字接头、重叠接头等任意接头,由用户选择。

[0052] 传感器单元30也具有一体型或组装型的筒状的框体。在传感器单元30的框体中,在框体的上端部设置有光传感器50,在光传感器50的正下方,作为监视光学系统,折返镜46、分色镜58以及聚光透镜48从下向上配置为纵一列。在此,折返镜46在与单元连接开口45相同的高度位置倾斜45°地配置。校正部32的光路切换部105设置在分色镜58与聚光透镜48之间。

[0053] 分色镜58是为了对被加工物W的加工点Q附近进行监视摄影而设置的。分色镜58在与设置于分色镜58的侧方的折返镜60相同的高度位置倾斜45°地配置。在该分色镜58上涂敷使被测定光透过,对可见光进行反射的电介质多层膜。折返镜60也倾斜45°地配置,在折返镜60的正上方安装有CCD照相机62。从CCD照相机62输出的图像信号经由电缆64输送到显示器装置66。显示器装置66通常配置在装置主体侧。虽然省略图示,但也能够将向被加工物W的加工点Q附近照射可见光的引导光的光学系统装入到传感器单元30。

[0054] 该实施方式中的光传感器50具有例如光电二极管56作为光电转换元件。光传感器50在光电二极管56的前级(下)具有仅使具有特定频带的波长的光LM透过,阻断除此以外的光的波长滤波器或带通滤波器54。在光传感器50的背后设置有放大输出电路70的基板。

[0055] 在激光加工时,从被加工物W的加工点Q附近放射具有宽频带的波长的电磁波(光),该被加工物W被从射出单元28照射激光光束LB。在从被加工物W放射的电磁波中朝向垂直上方的电磁波中的、在射出单元28内通过聚焦透镜42因分色镜40而在水平方向上反射的光通过单元连接开口45而被引导至传感器单元30内。被引导至传感器单元30内的光中的、因折返镜46而向垂直上方反射后透过分色镜58的光通过光路切换部105和聚光透镜48入射到带通滤波器54。并且,具有由带通滤波器54选择的预定频带的波长分量的光LM会聚

并入射到光电二极管56的受光面。该情况下,光路切换部105以被加工物W的加工点Q与光传感器50在图1中由单点划线所示的第一光路K1光学连结的方式进行切换。

[0056] 另外,从射出单元28通过单元连接开口45进入到传感器单元30的光中的可见光因折返镜46而向垂直上方折返。被折返的可见光如图1中虚线所示,因分色镜58在水平方向上反射,因折返镜60而向垂直上方折返,从而入射到CCD照相机62的拍摄面。也可以在CCD照相机62的前方设置聚光透镜(未图示)。CCD照相机62的输出信号(影像信号)被输送到显示器装置66,在显示器装置66的画面上显示被加工物W的加工点Q附近的图像。

[0057] 在光传感器50中,透过带通滤波器54的波段在使用了单一的光电二极管56的监视法中,综合考虑灵敏度、通用性、成本性等,优选设定为最适合于针对被加工物W能够选择的多种材料以及多种多样的加工方式,将预定的因素对于加工点附近的焊接特性的影响作为放射能量的强度或变化来捕捉的频带。

[0058] 关于这一点,能够适当地使用图2所示那样的公知的黑体放射光谱分布。如图2的曲线图所示,黑体放射的电磁波的光谱与表面温度之间存在一定的关系。如果物体的温度高,则放射能量的峰值向短波长移位,如果物体的温度低,则向长波长移位,且峰值的放射能量相对于温度的变化呈指数函数地变化。根据该曲线图,从温度1500°C的黑体放射的能量密度的峰值点的波长约为1800nm。

[0059] 另一方面,本发明人等对于加工点从各种角度位置测定对铁系的不锈钢(熔点约1500°C)照射了激光光束时检测出的1000nm以上的光的强度(相对计数值),将通过光谱分析仪分析了光谱分布而得的结果示于图3。光谱分析仪的显示波形针对检测出的1000nm以上的光的强度不进行经时的区别,将各个峰值作为相对强度来表示。关于示出的波形,波形整体表示的强度根据测定时的角度位置而不同,但得到了恒定的特性。由此,从该不锈钢的熔融部发出的红外线的强度(放射能量密度)具有遍及约1000nm~1100nm的频带的陡峭的山形的特性和遍及约1200nm~2500nm的频带的宽的山形的特性。若着眼于后者的宽的山形的特性,则峰值点的波长约为1800nm,与从温度1500°C的黑体放射的能量密度的峰值点的波长(约1800nm)大致近似。

[0060] 由此,针对作为被加工物W的材质而能够设想的多种金属,通过将各自的熔点设为指标,能够参照图2的曲线图,决定使用了单一的光电二极管56的激光加工监视法中的实用上的最佳的波段。作为一例,作为激光熔融加工的主要材料的铁系金属、铜系金属、铝系金属的熔点分别大致为1500°C左右、1000°C左右、600°C左右,因此,在图2中,可以将1.3 μ m(1300nm)~2.5 μ m(2500nm)的频带设为由光传感器50进行光电转换的波段。

[0061] 再次在图1中,从传感器单元30内的放大输出电路70输出的传感器输出信号CS经由电缆18向装置主体侧的传感器信号处理部26传送。传感器输出信号CS通过A/D转换器82转换为数字信号,由运算处理部84接受数字的信号处理。

[0062] 运算处理部84由能够高速地进行特定的运算处理的硬件或中间件的运算处理装置,优选FPGA(现场可编程门阵列)构成。运算处理部84使用数据存储器88将传感器输出信号CS的瞬时的电压值换算为表示放射光的强度的计数值(相对值),生成换算值作为数字的波形数据DCS。生成的波形数据DCS保存在数据存储器88中。运算处理部84根据波形数据DCS,经由控制部14在操作面板22的显示部22a的显示器上显示传感器输出信号CS的波形。或者,运算处理部84也执行后述的好坏判定的处理,将判定结果与传感器输出信号CS的波

形一起显示。控制部14将从运算处理部84提供的波形数据DCS以及判定结果的数据转换为影像信号,在操作面板22的显示部22a的显示器上显示传感器输出信号CS的波形、判定结果信息等图像。

[0063] 这样,根据该实施方式的激光加工监视部24,将被加工物的加工点达到熔融状态时的放射光(红外线)作为监视的对象。并且,不对放射光进行温度换算,将加工时的放射光量的变化换算为特定频带中的瞬时的积分值或计数值来显示,由此,将被加工物的加工状况可视化成波形。

[0064] 操作面板22例如具有由液晶显示器构成的显示部22a和键盘式或触摸面板式的输入部22b,在控制部14的显示控制下显示设定画面、监视画面、维护画面等。例如,作为设定画面之一,将与激光光束LB的设定条件对应的激光输出波形显示在显示部22a的显示器上。另外,作为监视画面之一,在显示部22a的显示器上,例如如后述的图4~图6所示,将在激光加工监视部24中不损害强度变化地取得的非常精细的传感器输出信号的波形可视化来显示。并且,作为维护画面之一,能够在画面上进行针对光学传感器50的输出的增益调整(数字增益调整)。

[0065] [激光加工监视部的监视功能]

[0066] 本发明人等为了验证本实施方式中的激光加工监视部24的监视功能,进行了图4~图6分别所示那样的实验1、2、3。各图所示的波形是在操作面板22的显示部22a的监视画面上显示的传感器输出信号CS的波形。在波形中描绘了细小的锯齿的部分表示在加工点附近产生金属的熔融,检测到来自熔融池的波面的放射光紊乱。在时间轴上递升地增大的波形达到峰值的时间点是停止激光光束LB的照射的时间点,从该时间点起波形下降。

[0067] 关于实验1(图4),将厚度1.0mm的不锈钢板(SUS304)W1、W2横向排列2片作为被加工物W,使用脉冲激光光束进行对接焊接。在该对接焊接中,将激光束的光斑直径设为0.3mm,将激光输出设为500W,将脉冲宽度设为20毫秒。并且,验证了在被加工物W1、W2间没有缝隙(间隙)的情况(a)和有作为光斑直径0.3mm的30%值的0.09mm的缝隙的情况(b)下,能够在激光加工监视部24中如何监视、解析缝隙(特定因素)对于被加工物(W1、W2)的对接焊接的加工特性的影响。

[0068] 将在对接部没有缝隙的情况(a)的波形与有缝隙的情况(b)的波形进行比较。前者(a)具有波形的上升开始后的检测开始点高、波形的下降比较平缓的特性。另一方面,后者(b)具有波形的上升开始后的检测开始点低、波形的下降比较陡峭的特性。该现象示出了以下。即,在对接部有缝隙的情况(b)下,激光光束也入射到没有金属的部位(缝隙),因此产生因相对于照射点处的光斑直径存在缝隙而形成熔融池的熔融金属量变少的现象。在从熔融池附近检测出的放射光中,熔融金属量的差也表现为放射光量的差,波形上升后的检测开始点变低。另外,因蒸发金属与透过缝隙的透过光一起飞散的现象,熔融金属量变少,因此,在有缝隙的情况下,迅速检测出波形下降。

[0069] 关于实验2(图5),将厚度0.3mm的不锈钢板(SUS304)W1、W2重叠2片作为被加工物W,使用脉冲激光光束进行搭接焊接。在该搭接焊接中,将激光束的光斑直径设为0.3mm,将激光输出设为500W,将脉冲宽度设为45毫秒。并且,验证了在被加工物(W1、W2)间没有缝隙的情况(a)和在被加工材料(W1、W2)间有作为光斑直径0.3mm的20%值的0.06mm的缝隙的情况(b)下,能够如何监视、解析缝隙(特定因素)对于被加工物(W1、W2)的搭接焊接的加工特

性的影响的有无或程度。

[0070] 在该搭接焊接中,将存在0.06mm的缝隙的情况(b)和不存在的状况(a)进行比较。在波形的递升部分难以识别放射光的强度变化,但在波形的下降部分,即停止了脉冲激光的照射之后,存在缝隙的情况(b)与不存在缝隙的情况(a)相比,波形的下降平缓。该现象示出了以下。即,在搭接焊接中,在被加工材料没有缝隙的情况(a)下,认为照射激光光束以在将第一片金属W1熔融并贯通后直接将第二片金属W2转变为熔融的方式发挥作用。另一方面,在被加工材料存在微小的缝隙的情况(b)下,因存在于缝隙的空气层的影响,被加工材料中的热传递与在金属层间没有缝隙的情况(a)相比延迟,由此缓慢地检测出波形的下降。

[0071] 关于实验3(图6),将厚度0.3mm的不锈钢SUS304的板材W1、W2无缝隙地重叠2片作为被加工物W,使用脉冲激光光束进行搭接焊接。在该搭接焊接中,将激光束的光斑直径设为0.3mm,将激光输出和脉冲宽度设为参数。即,针对激光输出,从300W~550W以50W为增量选择6个阶段的值,针对脉冲宽度选择25毫秒、35毫秒、45毫秒这3个阶段的值。并且,验证了能够如何监视、解析激光输出(第一特定因素)和脉冲宽度(第二特定因素)对于被加工物(W1、W2)的搭接焊接的加工特性的影响。

[0072] 从图6可知,越是增大激光光束LB的激光输出设定值,由传感器输出信号CS的波形表示的放射光强度也越是成比例地增大,并且,越是增大激光光束LB的激光输出设定值,传感器输出信号CS的波形的下降越是延迟。并且,能够观察到越是增大脉冲宽度,由传感器输出信号的波形显示的放射光强度(特别是下降之前的最大峰值)越是变得更高这样的相关性。由此,以数十W为单位、10毫秒为单位准确地检测激光加工中的来自被加工物的放射光。

[0073] 如上所述,根据本实施方式的激光加工监视部24,能够根据在激光加工时显示在操作面板22的监视画面上的传感器输出信号CS的波形特性,简明且精细地进行该激光加工中的激光光束LB的作用的监视、解析、与该激光加工的加工状态或加工品质相关的预定的因素的影响度的监视、解析、针对该激光焊接加工的好坏判定等。

[0074] [校正部的结构以及作用]

[0075] 但是,该实施方式的激光加工监视部24在装入到加工头20的传感器单元30中内置有受光元件或光传感器50。但是,构成该光传感器50的光电二极管56的光电转换特性除了不可避免地产生经时变化,还被周围温度等环境条件左右。当光电二极管56的光电转换特性变化时,即使从被加工物W侧接收到相同的光强度的被测定光LM,对其进行光电转换而得的模拟的传感器输出信号CS的值也变化。因此,无论传感器信号处理部26是何种高性能的传感器信号处理部,在监视画面上提供的传感器输出信号CS的波形信息的精度以及可靠性都低,针对激光加工无法进行精细的监视、解析、准确的好坏判定。

[0076] 为了应对该问题,本实施方式的激光加工监视部24具有:校正部32,其能够针对与传感器50的光电转换特性的经时变化、环境条件对应的变动进行精度以及可靠性高的校正。以下,对校正部32的结构以及作用进行详细说明。

[0077] 如图1所示,校正部32由设置于传感器单元30的内外的基准光源100、基准光源电源102、光测定器104以及光路切换部105构成。

[0078] 基准光源100是产生包含被测定光LM的波长的红外线的光源,优选具有与图2的理想黑体的放射光谱分布接近的放射特性。

[0079] 图7A表示基准光源100的优选的结构例。该基准光源100具有能够进行黑体辐射的

红外线发光元件110。该红外线发光元件110由表层部由晶体构成的发光二极管构成,在该晶体的表面析出形成有黑体层(黑体膜)。该黑体层表面优选形成为树枝状,从树枝状表面向多方向发出放射光,结果在放射方向上不存在不均匀,能够得到可靠性高的基准光,且能够实现极短时间内的发热(发光)。另外,树枝状表面的表面积大而散热性高,因此,发光停止时的热的扩散速度也快,在反复使用时也能够作为没有输出降低的稳定的黑体光源使用。在该基准光源100中,107是准直透镜,112是框体,114是内部电气配线,115是连接器,116是电路基板,118是筒状保持部,120是开口部,122是热敏电阻,124是保护玻璃,126是永久磁铁(将框体112能够装卸地固定于单元30用的永久磁铁)。

[0080] 图7B的基准光源100将筒状保持部118在轴向上扩展而在其中配置有扩散板128。除此以外的结构与图7A的结构相同。从红外线发光元件110的发光面以一定的发散角射出的光(基准光)透过扩散板128向外射出,由此成为指向性高的放射光。因此,不需要准直透镜(107)。

[0081] 再次在图1中,基准光源电源102通过向基准光源100供给的可变的激励电力,能够任意地控制基准光源100产生的基准光的功率和振荡模式(连续波或重复脉冲)。光测定器104可以是公知的功率计或者光量计,测定由受光部104a接受的光的功率或者光束,将其测定值以数值的方式显示在主体104b的显示器104c。

[0082] 光路切换部105为了选择将被加工物W的加工点Q与光传感器50光学连结的第一光路K1、将基准光源100与光传感器50光学连结的第二光路K2或将基准光源100与光测定器104的受光部104a光学连结的第三光路K3而进行切换。

[0083] 为了实现该切换功能,光路切换部105具有:1个(或多个)折返镜106,其能够在为了选择第一光路K1而从第一光路K1退避的第一位置P1(图1)、为了选择第二光路K2而遮断第一光路K1并将来自基准光源100的基准光朝向光传感器50反射的第二位置P2(图8)、为了选择第三光路K3而从该光路K3退避的第三位置P3(图9)之间移动。

[0084] 在本实施方式中,光路切换部105在传感器单元30的框体内设置于分光镜58与聚光透镜48之间。基准光源100和光测定器104的受光部104a与光路切换部105相邻地安装于传感器单元30的框体的侧壁。也可以在光测定器104的受光部104a的前方配置与光传感器50的带通滤波器54相同或具有同样的波长选择特性的光学滤波器103。基准光源电源102以及光测定器104的主体104b设置于传感器单元30之外。

[0085] 接着,对校正部32的作用进行说明。校正部32具有根据该激光加工装置的运转状况、现场相关人员的判断等而选择的3个模式。即,有在激光加工的监视中不与光传感器50的受光以及光电转换干涉的第一模式、使用基准光源100进行光传感器50的校正的第二模式以及使用光测定器104进行基准光源100的校正的第三模式。

[0086] 在第一模式中,如上所述,将光路切换部105的折返镜106切换到图1所示的第一位置P1。基准光源100、基准光源电源102以及光测定器104置于断开状态。在装置主体侧,各部进行动作,特别是在传感器信号处理部26、控制部14以及操作面板22中,如上述那样进行设为传感器输出信号CS的波形显示处理。

[0087] 第二模式在激光加工监视的间歇随时或定期地选择(实施)。在该模式下,将光路切换部105的折返镜106切换到图8所示的第二位置P2,并且接通基准光源电源102,从基准光源100产生基准光。此时,基准光源电源102将先于本次的第二模式而在第三模式下调整

或更新后的体积位置的激励电力供给到基准光源100。

[0088] 在第二模式中,在装置主体侧,除了激光振荡器10和激光电源12以外,也使各部动作。不过,传感器信号处理部26、控制部14以及操作面板22相对于从传感器单元30输送来的传感器输出信号CS,不切换为第一模式中那样的波形显示处理的功能,而是切换为用于以数值显示功率或光束的测定值(测定计数值)来进行增益调整的校正功能。

[0089] 在第二模式中,从基准光源100放射的基准光通过第二光路K2而被引导至光传感器50。更详细而言,从基准光源100在水平方向上放射的基准光通过光路切换部105的折返镜106而向垂直上方折返。并且,向垂直上方折返的基准光经由聚光透镜48入射到光传感器50的带通滤波器54,穿过该滤波器54的特定波段的光入射到光电二极管56。光电二极管56对从接受到的基准光中选择出的波长进行光电转换并输出模拟的传感器输出信号CS。该传感器输出信号CS与上述一样地由后级的放大输出电路70放大后经由电缆18输送到装置主体侧的传感器信号处理部26。

[0090] 在传感器信号处理部26中,根据由A/D转换器82转换为数字信号的传感器输出信号CS,传感器信号处理部26运算由光传感器50进行了光电转换后的基准光的光强度或光束的测定值即测定计数值,储存在数据存储器88中。控制部14从数据存储器88读出测定计数值,在操作面板22的显示部22a的显示器上显示测定计数值。

[0091] 实施第二模式的现场相关人员读取显示于显示部22a的监视画面(维护画面)的测定计数值。现场相关人员通过操作面板22上的输入操作,进行针对光传感器50的输出的增益调整或偏移调整,以使测定计数值与预定的基准计数值一致。

[0092] 第三模式在激光加工监视的间歇或其过程中随时或定期地选择(实施),在第二模式之前选择(实施)。在该模式下,将光路切换部105的折返镜106切换到图9所示的第三位置P3,并且分别接通基准光源100、基准光源电源102以及光测定器104。装置主体侧的各部全部保持断开状态。从基准光源100放射的基准光通过第三光路K3入射到光测定器104的受光部104a。此时,基准光源电源102将在上次的第三模式中调整(更新)后的体积位置的激励电力供给到基准光源100。

[0093] 实施第三模式的现场相关人员读取显示于光测定器104的显示器104c的基准光的测定值,检查该测定值是否与作为光传感器50的输出而预先设定的绝对基准值一致。如果不一致,则现场相关人员调整(更新)基准光源电源102的体积位置,以使测定值与绝对基准值一致。这样,从基准光源100放射的基准光的光强度经由光测定器104被校正为绝对基准值。此外,通常的光测定器104通过另外进行校正管理来保证其测定精度。

[0094] 基准光源100如上述那样由发光二极管等半导体元件构成,其电光变换特性不可避免地产生经时变化,或者与环境条件对应地变动。因此,在从基准光源电源102向基准光源100稳定地供给一定的激励电力时,反而从基准光源100放射的基准光的光强度不期望且不确定地变化。根据本实施方式的校正部32,能够通过第三模式随时或频繁地修正基准光源100的电光转换特性的变化、变动。因此,在第二模式(光传感器50的校正)时,能够始终从基准光源100向光传感器50提供精度高的基准光。

[0095] 如上所述,本实施方式的激光加工监视部24在内置于传感器单元30的光传感器50的校正中使用装置配备的基准光源100,并且通过装置配备的光测定器104对基准光源100进行校正。在该激光加工监视部24中,即使基准光源100的电光变换特性因经时变化或者环

境条件而变动,也能够适时、准确地对其进行修正。另外,即使光传感器50的光电转换特性因经时变化或者环境条件而变动,也能够适时、准确地对其进行修正。由此,能够大幅改善针对光传感器50的校正的精度、再现性以及作业性,飞跃性地提高监视性能。另外,将光传感器50的校正基准值设为光测定器104的绝对基准值,因此,能够得到没有机差的监视性能。

[0096] 并且,在该实施方式中,在传感器单元30内,在光传感器50的附近设置光路切换部105,并且与光路切换部105相邻地在传感器单元30的框体的侧壁安装基准光源100以及光测定器104的受光部104a。由此,能够不伴随传感器单元30的分解、光传感器50的拆卸而简便且安全地进行以光传感器50的光电转换特性为重点的校正。另外,在激光加工现场,能够在不将传感器单元30内的光传感器50以及监视光学系统暴露于周围的尘埃环境的情况下,通过日常检查或者定期检查来频繁地进行光传感器50的校正以及基准光源100的校正。

[0097] [光路切换部的优选的结构例]

[0098] 如上所述,在本实施方式的激光加工监视部24中,在传感器单元30内与光传感器50一起(优选在其附近)设置有光路切换部105。以下,参照图10~图16C,对光路切换部105的优选的结构例进行说明。

[0099] 在图10和图11中表示传感器单元30的主要部分的外观结构。图示的传感器单元30的框体由从下向上连接成纵一系列的下部圆筒部130、中间方筒部132、上部圆筒部134以及传感器盒136构成。

[0100] 在下部圆筒部130中收纳有监视光学系统的折返镜46和分色镜58(图1)。在中间方筒部132的侧壁安装有基准光源100以及光测定器104的受光部104a,并且以能够旋转的方式设置有旋转旋钮138。在此,基准光源100和旋转旋钮138彼此面对面地位于中间方筒部132的对置的侧面。光测定器104的受光部104a在中间方筒部132的环绕方向上位于基准光源100与旋转旋钮138之间的侧面。基于该结构例的光路切换部105设置在中间方筒部132中。在上部圆筒部134中收纳有监视光学系统的聚光透镜48(图1)。在传感器盒136中收纳有光传感器50。

[0101] 这样,基准光源100和光测定器104的受光部104a并非收纳于传感器单元30的内侧,而是从外侧安装于侧壁,光路切换部105的旋转旋钮138也设置于传感器单元30的侧壁之外。通过装备校正部32,传感器单元30的内部空洞(光路)的尺寸(特别是横宽尺寸)实质上未增加。

[0102] 图12~图15表示本实施例的光路切换部105的结构,图12及图13是立体图,图14是侧视图,图15是沿图14的A-A线的剖视图。

[0103] 如图12和图13所示,光路切换部105具有筒状的镜支承体140和多个镜,存在与镜对置的孔。具体而言,镜支承体140在与第一光路K1呈直角交叉的方向(X方向)上延伸,能够绕轴线HX旋转。在镜支承体140的一个端面140a形成有端面开口142。端面开口142以面向基准光源100的放射的方式安装。相反侧的端面140b封闭,旋转轴144从该端面140b的中心部向轴线HX上(X方向)突出。旋转旋钮138在传感器单元30的外侧安装于旋转轴144的末端。

[0104] 在镜支承体140的侧面,在环绕方向上隔开间隔地形成有3个侧面开口146、148、150。第一及第二侧面开口146、148彼此面对面,第三侧面开口150位于两者的中间。

[0105] 在镜支承体140的内侧,在与端面开口142对置的端面140b的内侧设置有第一折返

镜106A,并且在与第三侧面开口150对置的侧面的内侧设置有第二折返镜106B。在此,第一折返镜106A以预定的倾斜角配置,以便以倾斜的入射角接受从基准光源100通过端面开口142导入的基准光,朝向预定的方向即第二折返镜106B反射。另一方面,第二折返镜106B以预定的倾斜角配置,以便以倾斜的入射角接受来自第一折返镜106A的基准光,并向第三侧面开口150外反射。

[0106] 如图16A~图16C所示,基准光源100经由筒状的安装部件160固定于中间方筒部132的侧壁。在安装部件160与镜支承体140的末端部之间设置有轴承162。另一方面,在镜支承体140的旋转轴144与中间方筒部132的侧壁之间设置有轴承164。若在传感器单元30外转动旋转旋钮138,则镜支承体140在传感器单元30中被两轴承162、164支承,并且绕轴线HX旋转。

[0107] 镜支承体140的旋转位置与校正部32的3种模式对应地选择为3种(或2种)。在第一模式中,为了选择第一光路K1,以第一及第二侧面开口146、148在垂直方向上相对置地处于第一光路K1上的方式,选择或调整镜支承体140的旋转位置。

[0108] 图16A表示第一模式下的光路切换部105的各部的位置关系。该情况下,第一和第二折返镜106A、106B设置在第一位置P1。在此,第二折返镜106B与第一折返镜106A一样地采取立起的姿势而退避到第一光路K1的附近。

[0109] 透过分光镜58(图1)在下部圆筒部130内传播来的被测定光在光路切换部105中从下侧的侧面开口148进入到镜支承体140中。进入到镜支承体140中的被测定光穿过第一及第二折返镜106A、106B的附近,从上侧的侧面开口146向镜支承体140之外射出。这样穿过光路切换部105的被测定光直接在上部圆筒部134内传播,通过聚光透镜48入射到光传感器50。

[0110] 在第二模式中,为了选择第二光路K2,以第三侧面开口150与光传感器50对置的方式选择或调整镜支承体140的旋转位置。

[0111] 图16B表示第二模式下的光路切换部105的各部的位置关系。该情况下,第一和第二折返镜106A、106B设置在第二位置P2。在此,第二折返镜106B在Z方向上位于最低的位置,经由第三侧面开口150与正上方的光传感器50对置。第一折返镜106A与光路切换部105的旋转联动,倾斜向下与基准光源100面对面。

[0112] 从基准光源100放射的基准光若从端面开口142进入到镜支承体140中,则直接直线前进,以倾斜的入射角入射到内部深处的第一折返镜106A,在此向斜下方反射,以倾斜的入射角入射到第二折返镜106B。并且,入射到第二折返镜106B的基准光在此朝向垂直上方反射,从第三侧面开口150向外射出。这样从第三侧面开口150向外射出的基准光直接在上部圆筒部134内传播,通过聚光透镜48入射到光传感器50。

[0113] 在第三模式中,为了选择第三光路K3,以第三侧面开口150与恰好位于光路切换部105的旁边的光测定器104的受光部104a在水平方向(Y方向)上对置的方式,选择或调整镜支承体140的旋转位置。

[0114] 图16C表示第三模式下的光路切换部105的各部的位置关系。该情况下,第一和第二折返镜106A、106B设置在第三位置P3。在此,第二折返镜106B在Y方向上设定反射面,隔着第三侧面开口150与恰好位于旁边的光测定器104的受光部104a对置。第一折返镜106A与光路切换部105的旋转联动,与基准光源100面对面。

[0115] 来自基准光源100的基准光若通过端面开口142进入到镜支承体140中,则直接直线前进,以倾斜的入射角入射到正面内部深处的第一折返镜106A,在此向斜侧面反射,以倾斜的入射角入射到第二折返镜106B。并且,入射到第二折返镜106B的基准光进一步向斜侧面(Y方向)反射,从第三侧面开口150向外射出。这样,基准光在与旋转轴线HX正交的水平方向(Y方向)上从光路切换部105出射,入射到光测定器104的受光部104a。

[0116] 此外,在上述的说明中,镜支承体140的旋转位置在第一模式和第三模式中相差 180° ,但也能够相同(共通)。即,若从图16A所示的旋转位置旋转 180° ,则镜支承体140的旋转位置与图16C相同。这样,通过将镜支承体140的第一模式下的旋转位置(第一位置P1)和第三模式下的旋转位置(第三位置P3)设定为相同(共通),也能够同时实施第一模式(激光加工的监视)和第三模式(基准光源100的校正)。

[0117] 该情况下,如图16C所示,在光路切换部105内部的中心附近,从第二折返镜106B朝向光测定器104的受光部104a的横向的第三光路K3与穿过下方的分色镜58而朝向上方的光传感器50的纵向的第一光路K1垂直地交叉,但不会相互干涉。

[0118] 如上所述,该结构例的光路切换部105在端面和侧面具有多个开口的能够旋转的筒状的镜支承体140的内部搭载折返镜106(106A、106B)。通过选择或调整镜支承体140的旋转位置,使折返镜106(106A、106B)选择性地移动到第一、第二以及第三位置P1、P2、P3。由此,能够择一地选择第一、第二以及第三光路K1、K2、K3,或者选择第一以及第三光路(K1、K3)或者第二光路K2中的任一个。根据这样的结构,能够在传感器单元30的有限的空洞内高效且顺畅地进行所需的光路选择或切换。

[0119] [其他实施方式或变形例]

[0120] 以上,对本发明的优选的实施方式进行了说明,但上述的实施方式并限定本发明。对于本领域技术人员而言,在具体的实施方式中,能够在不脱离本发明的技术思想以及技术范围的情况下施加各种变形、变更。

[0121] 例如,能够对光路切换部105、基准光源100以及光测定器104的受光部104a的配置结构进行各种变形或者变更。即,也能够是将基准光源100及光测定器104的受光部104a、光路切换部105中的任一个或全部在传感器单元30内或加工头20内与光传感器50分离地设置的结构、将基准光源100及光测定器104的受光部104a中的至少一方以能够装卸的方式安装于传感器单元30的结构。

[0122] 并且,如图17所示,也能够将基准光源100以能够装卸的方式安装于传感器单元30,并且将光测定器104的受光部104a从传感器单元30分离地配置,在传感器单元30之外进行基准光源100的校正。

[0123] 或者,在具有上述优选的结构例(图10~图16C)的光路切换部105的情况下,也能够将第三模式中的第一以及第二折返镜106A、106B的第三位置P3设定为与第二位置P2上下反转的位置(即第二折返镜106B的反射面隔着第三侧面开口150面向正下方的分色镜58侧的位置)。该情况下,光测定器104的受光部104a配置在射出单元28的激光射出口的附近。由此,第三光路K3成为基准光源100→光路切换部105→分色镜58→折返镜46→单元连接开口45→分色镜40→聚焦透镜42→保护玻璃44→光测定器104的受光部104a。

[0124] 另外,在传感器单元30中,也能够使基准光源100与光测定器104的受光部104a夹着光路切换部105对置,将光路切换部105的折返镜106设为1个即可。该情况下能够采用如

下结构:能够使单一的折返镜106在为了选择第一光路K1而从第一光路K1退避的第一位置P1、为了选择第二光路K2而以倾斜角45°遮断第一光路K1而将来自基准光源100的基准光朝向光传感器50反射的第二位置P2之间移动。并且,该情况下,通过将折返镜106的第一位置P1设定在也从第三光路K3退避的位置,也能够使第一位置P1和第三位置P3共通。

[0125] 上述实施方式的激光加工装置将传感器单元30与射出单元28一体结合而装入到加工头20。但是,也可以构成为将传感器单元30从射出单元28分离而作为独立的单元,朝向被加工物W配置在加工头20或射出单元28的附近。

[0126] 这样,在将传感器单元30设为独立单元的情况下,以直接取入在被加工物W的加工点Q附近产生或反射的被测定光的方式,在传感器单元30的监视光学系统的前级(单元端面)设置入射窗。并且,该情况下,除了光测定器104的受光部104a,基准光源100也能够传感器单元30之外使用。即,在第二模式中,能够使基准光源100的放射面从外部施加于(朝向)传感器单元30的入射窗,将从基准光源100放射的基准光从入射窗取入到传感器单元30中,使内部深处的光传感器50经由内部的监视光学系统接受取入的基准光。由此,能够从传感器单元30省略光路切换部(105)。

[0127] 上述实施方式中的激光光束监视部24将从被加工物W的加工点Q附近放射的红外线作为被测定光。但是,也能够将从被加工物W的加工点Q附近放射的等离子光、来自加工点Q附近的反射光(加工用的激光光束进行了反射的光)或可见光作为被测定光。因此,基准光源100并不限定于黑体放射光源,能够使用具有与被测定光的波段对应的放射特性的各种发光二极管或半导体激光器。该情况下,能够在将基准光源100与光传感器50光学连结的第二光路K2上,设置与使用的基准光源的放射特性或者被测定光的波长对应的波长选择特性的带通滤波器或者光学滤波器。

[0128] 本发明的激光加工监视方法或装置并不限定于对进行激光焊接的激光加工装置的应用,也能够应用于进行其他激光加工例如激光切断、激光钎焊、激光淬火、激光表面改性等的激光加工装置。

[0129] 本申请的公开与2020年4月7日申请的日本特愿2020-068853号中记载的主题相关联,它们的全部公开内容通过引用而引用于此。

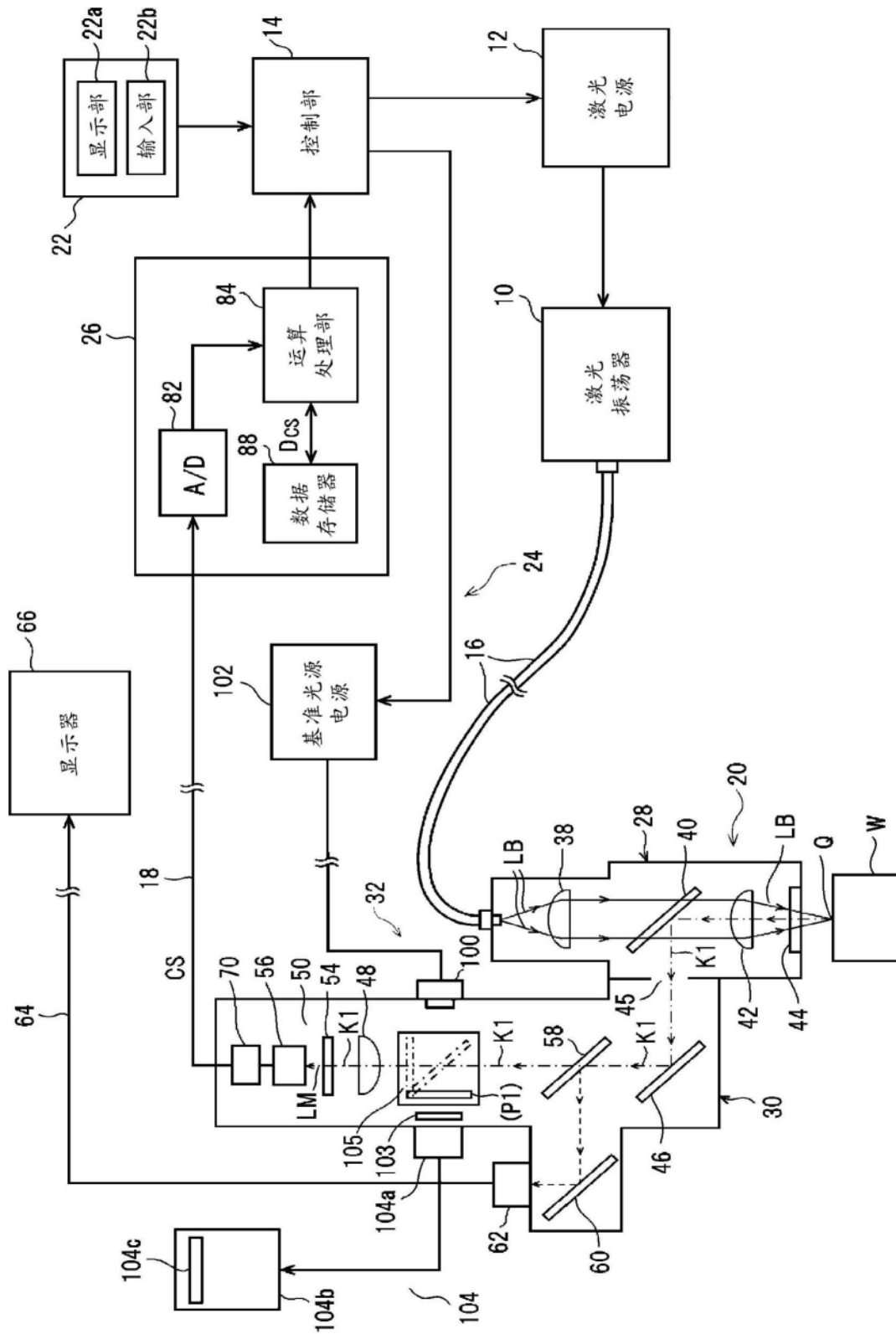


图1

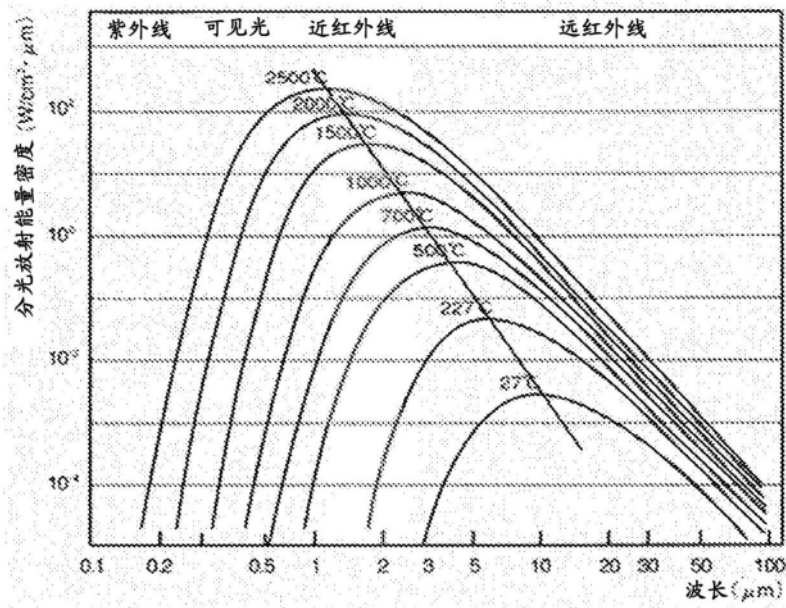


图2

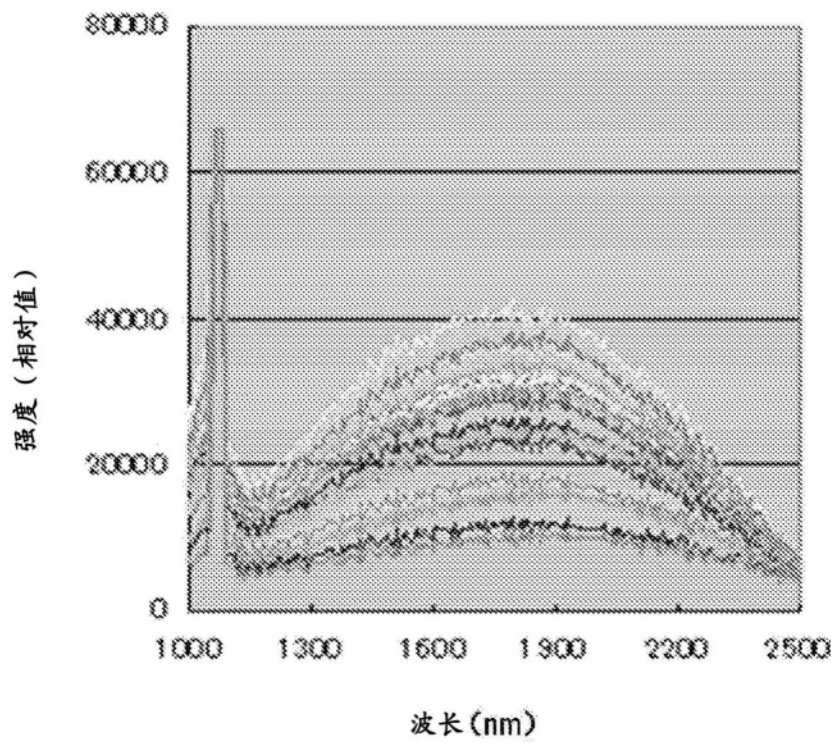


图3

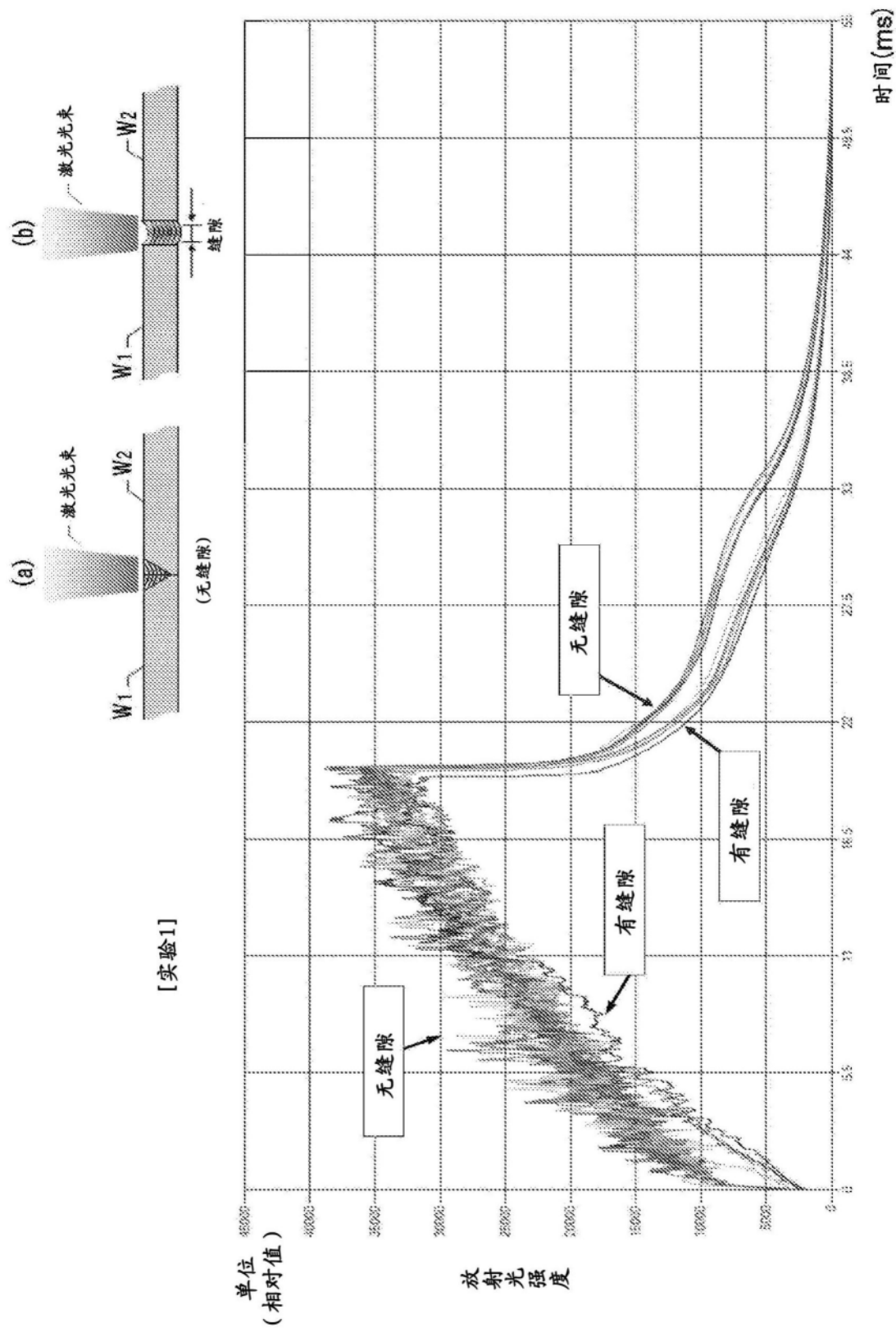


图4

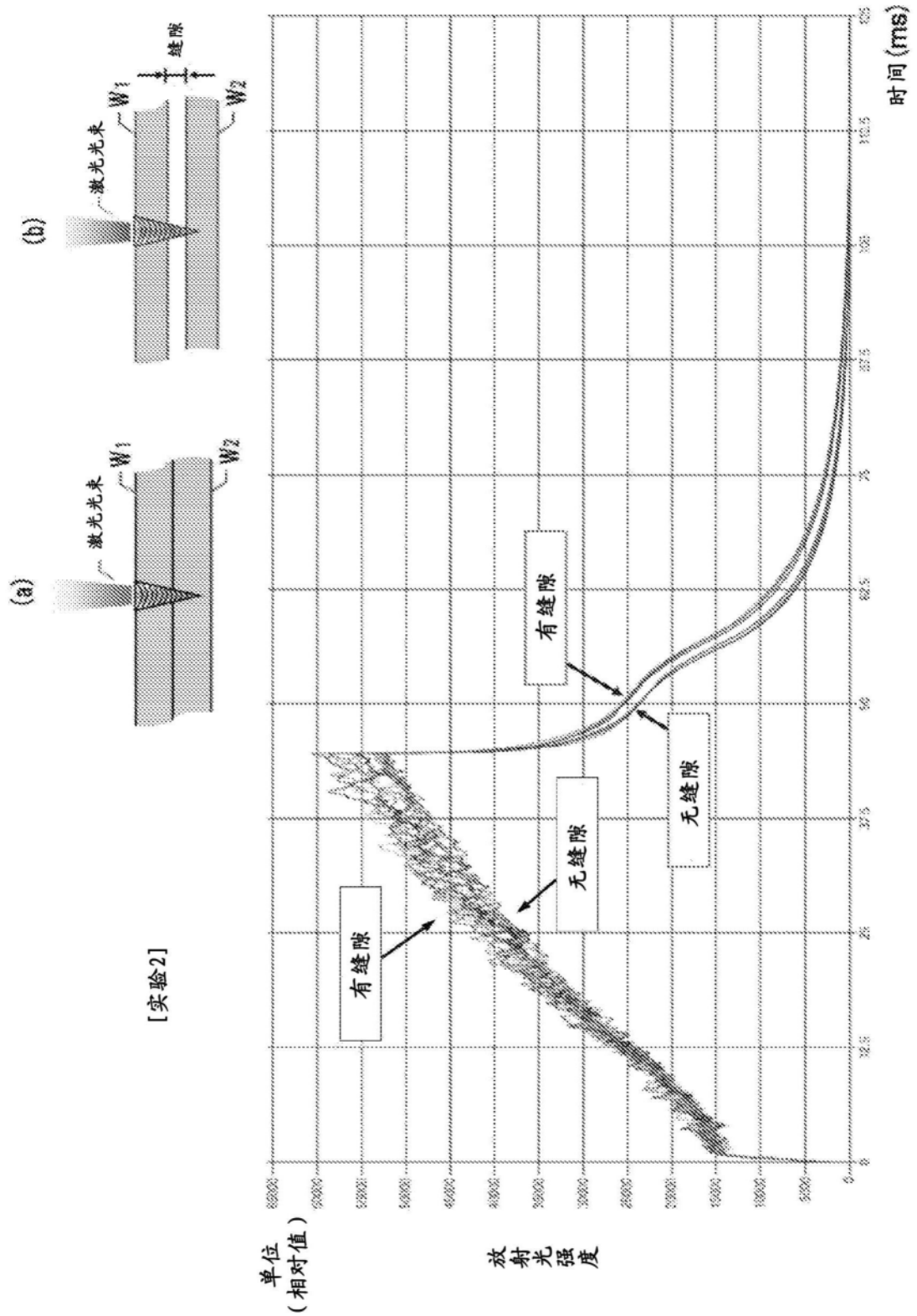


图5

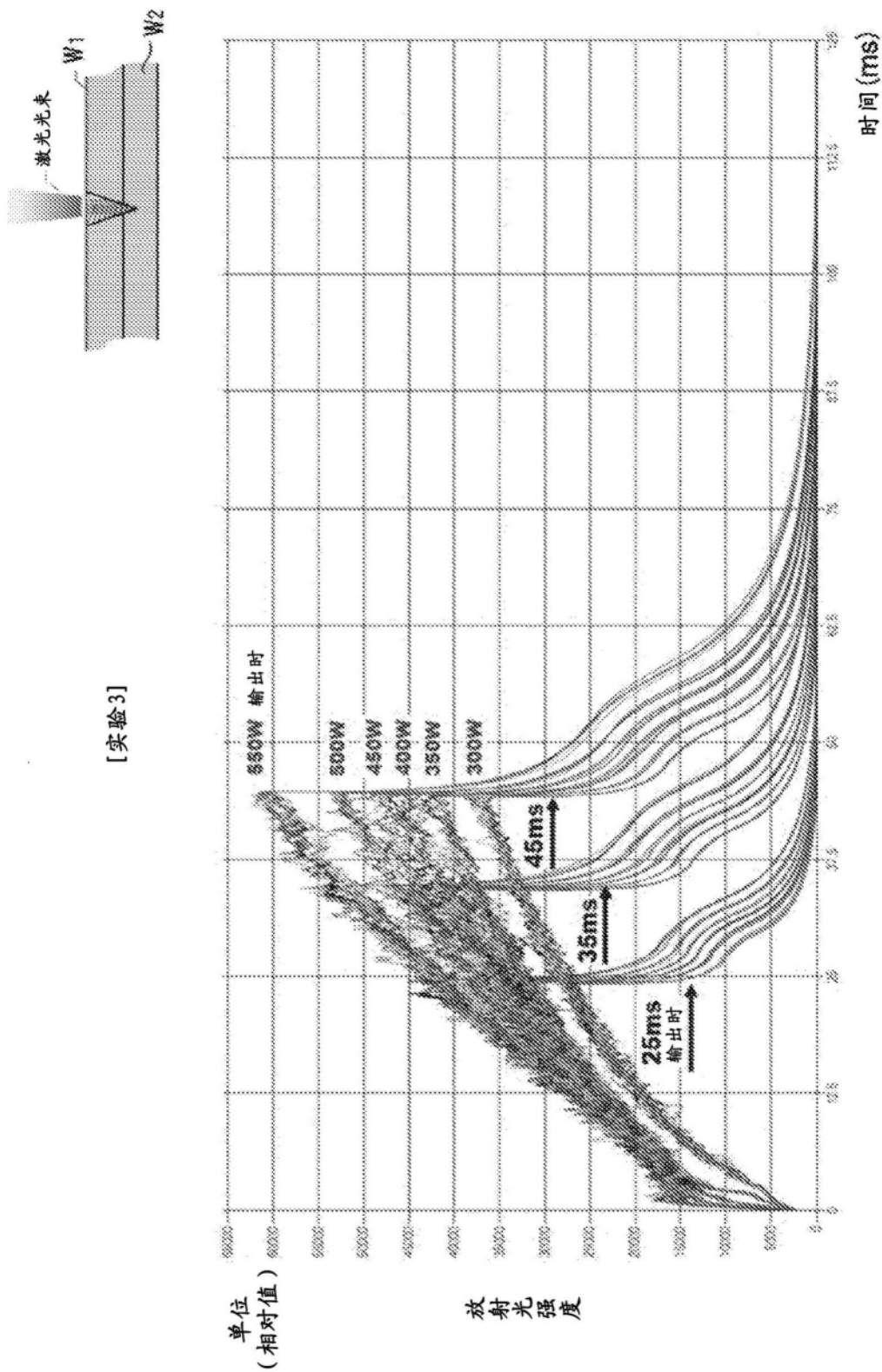


图6

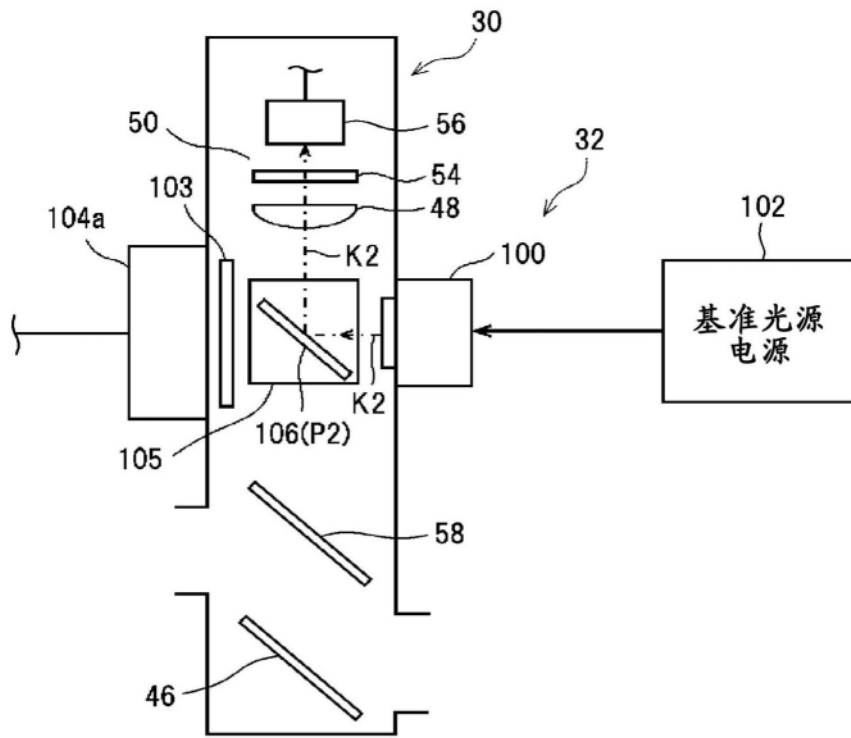


图8

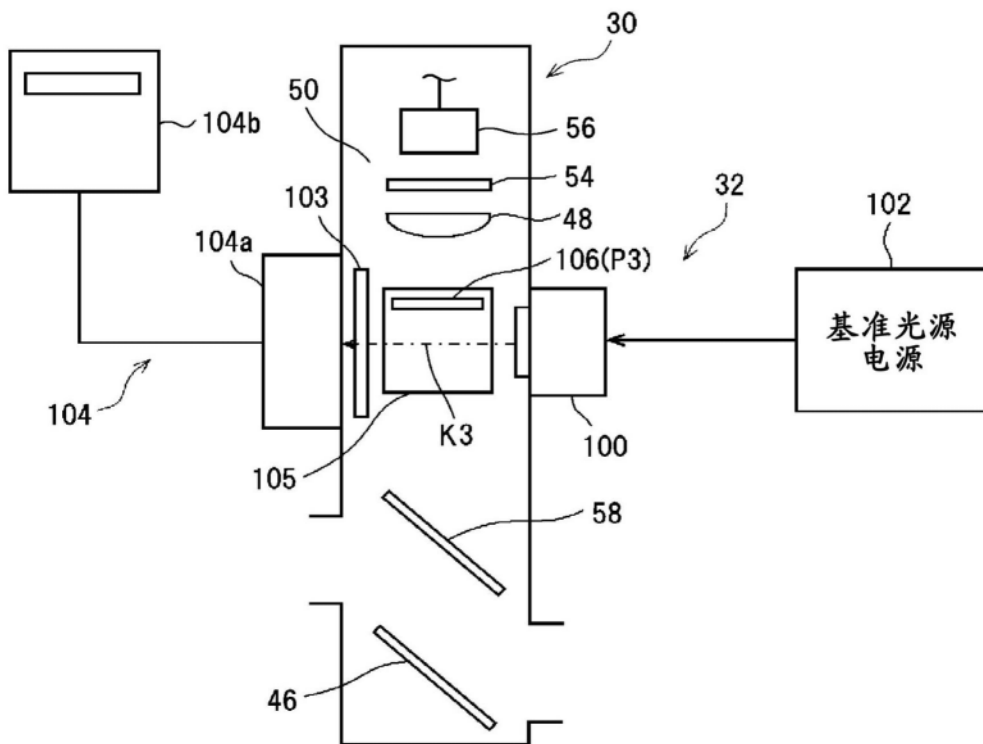


图9

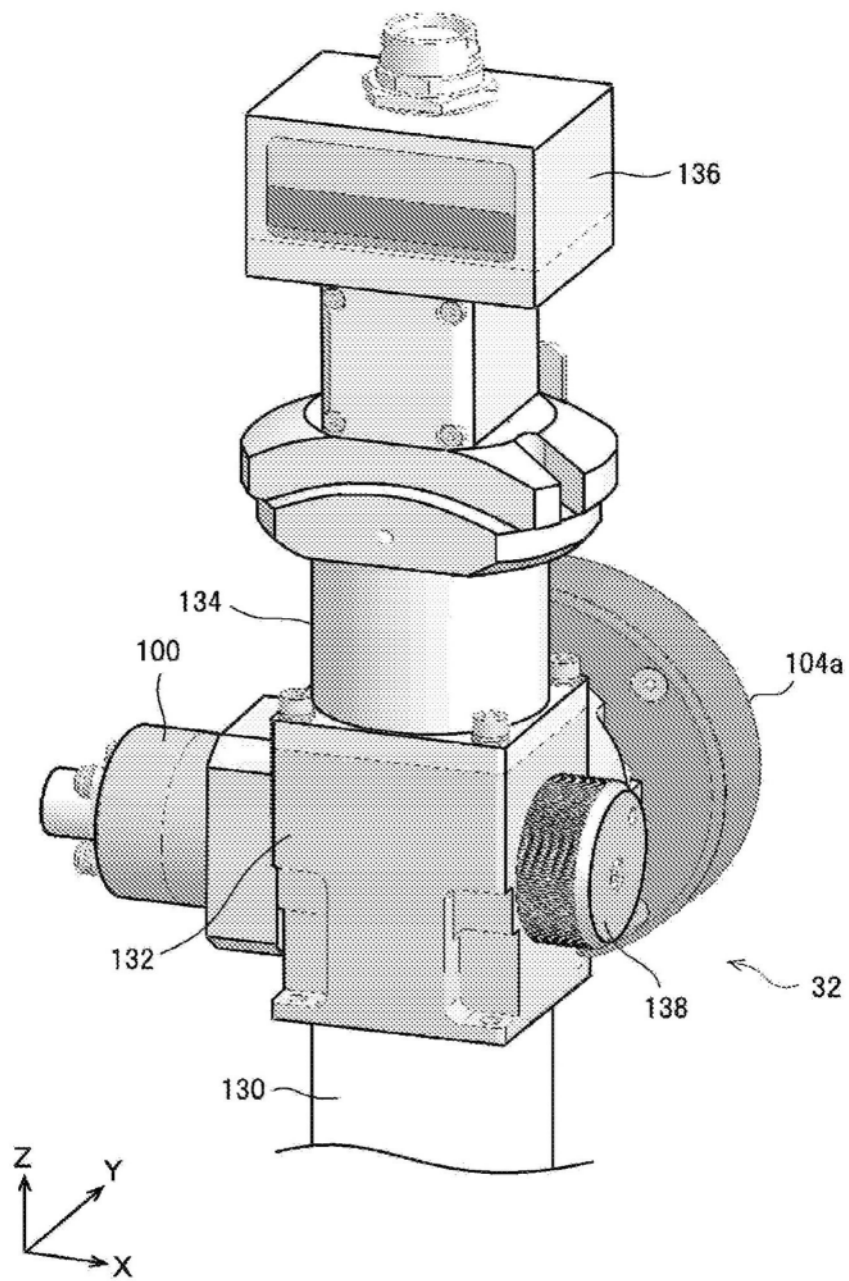


图10

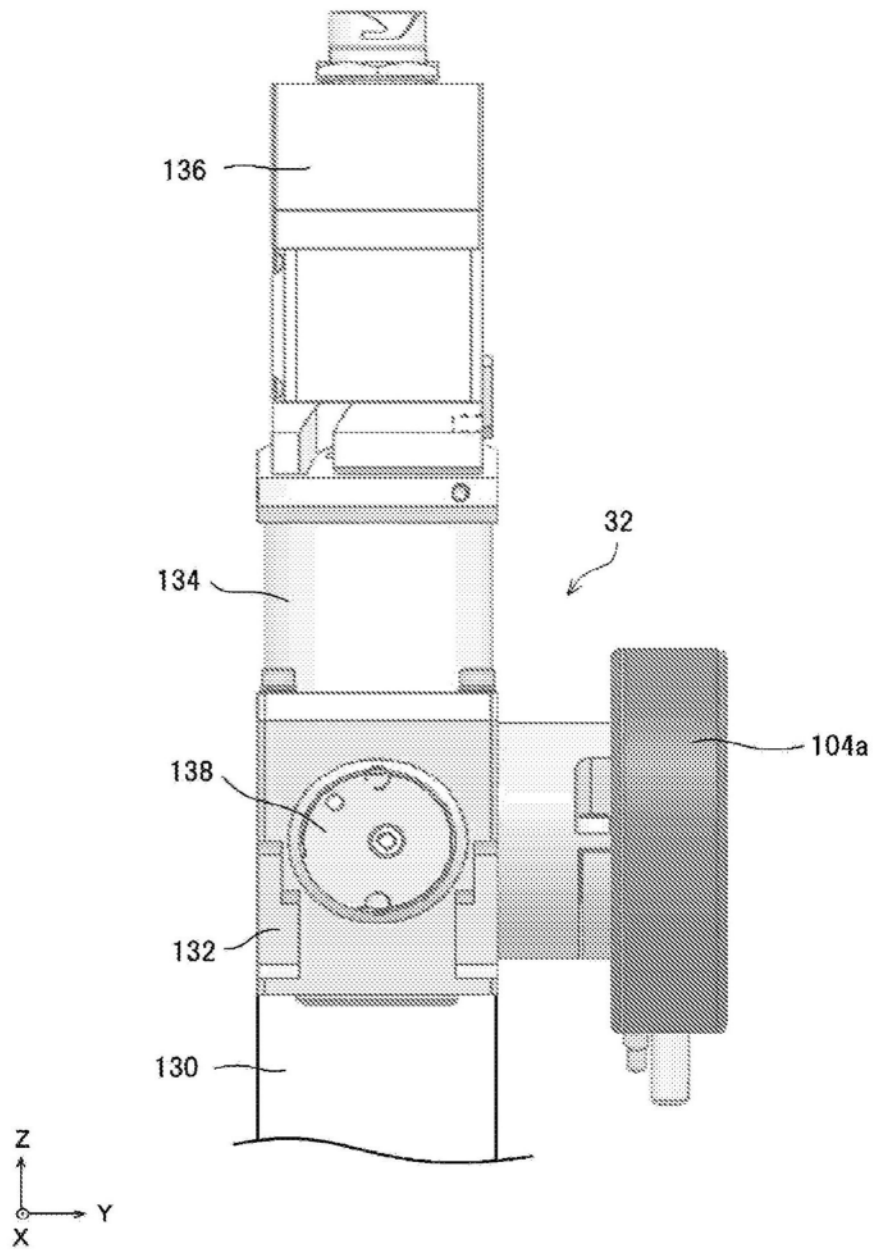


图11

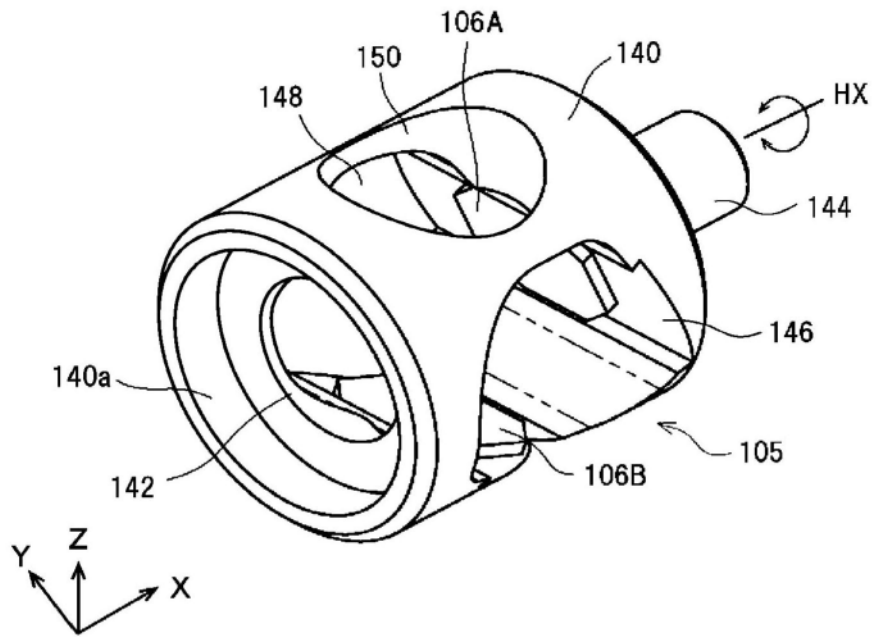


图12

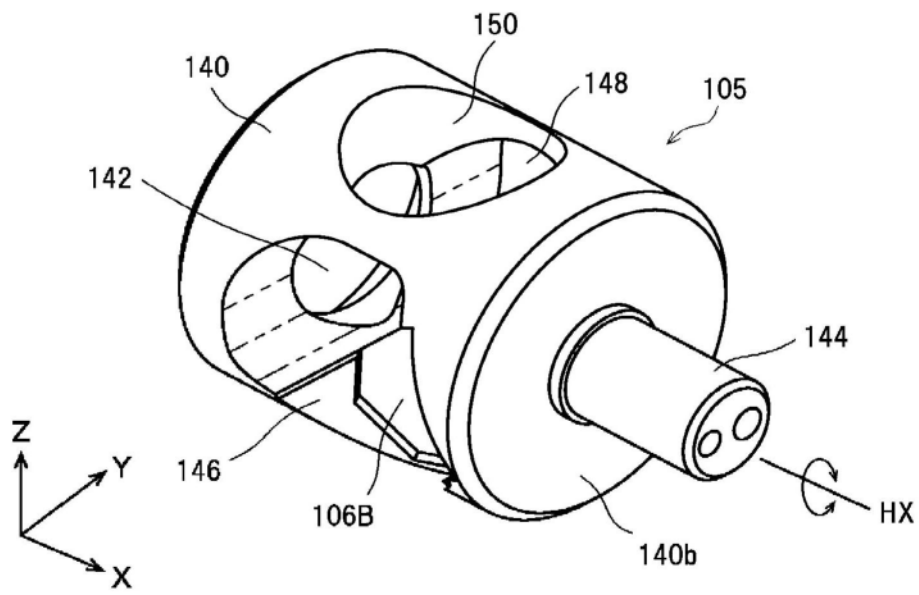


图13

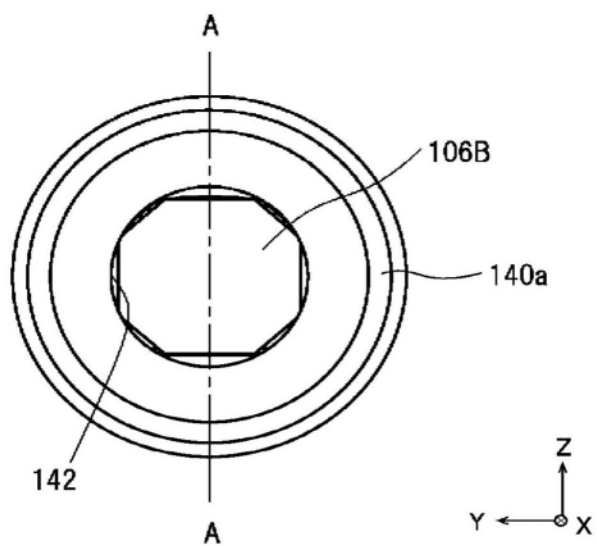


图14

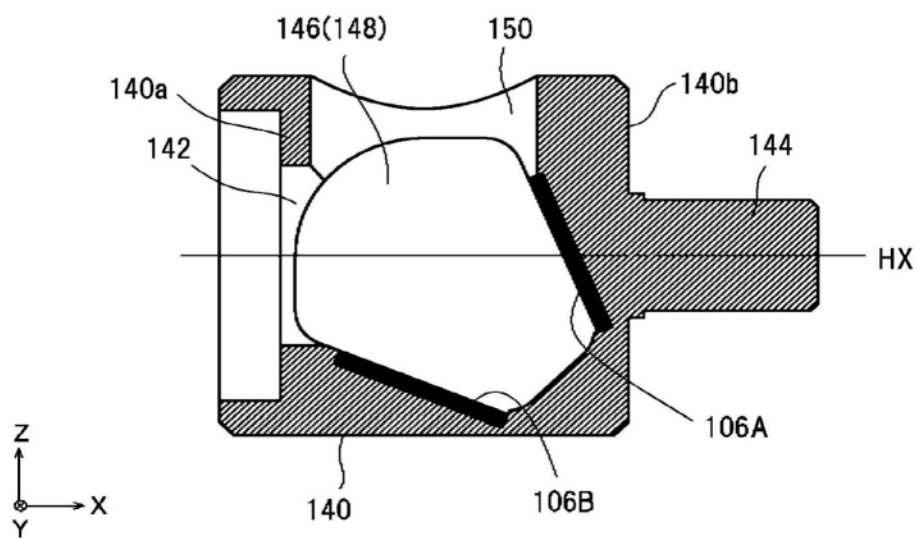


图15

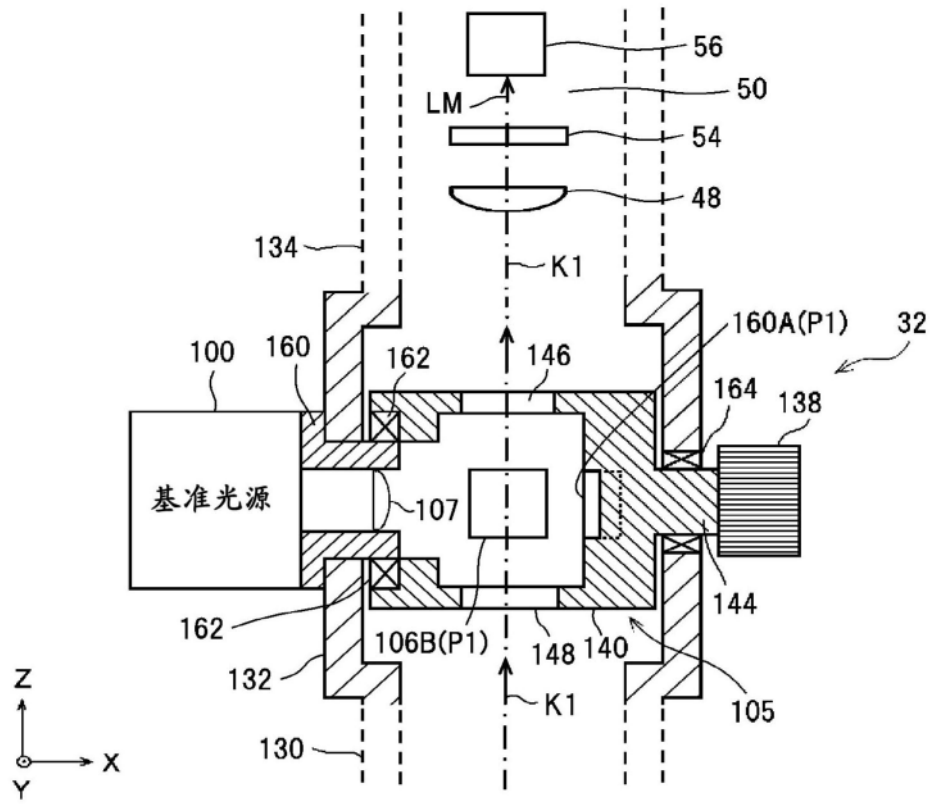


图16A

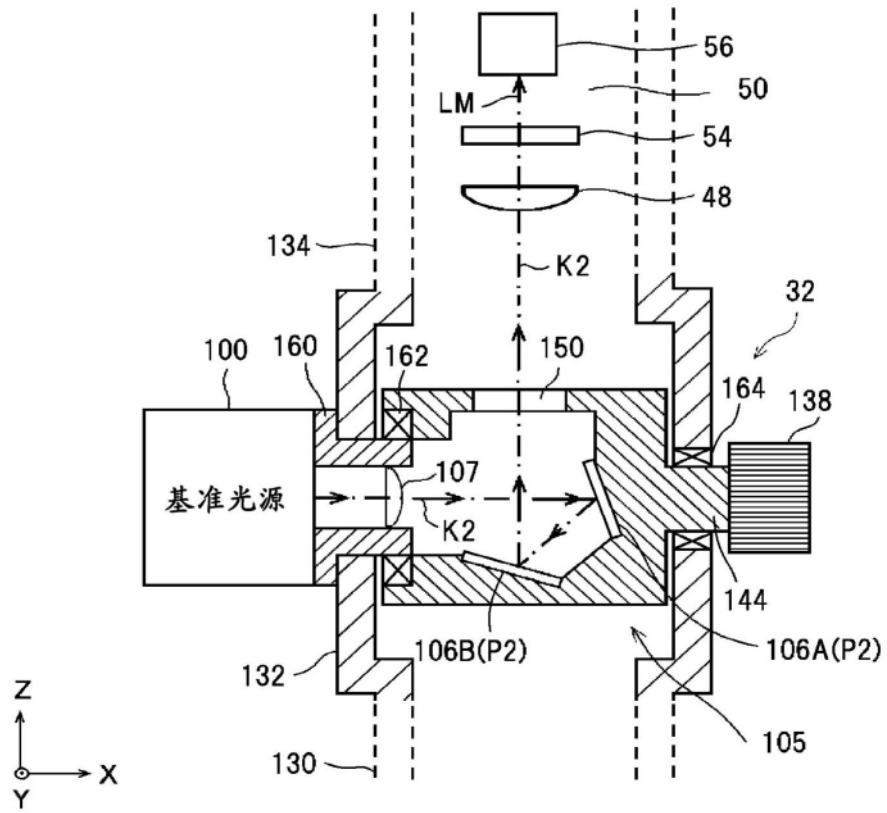


图16B

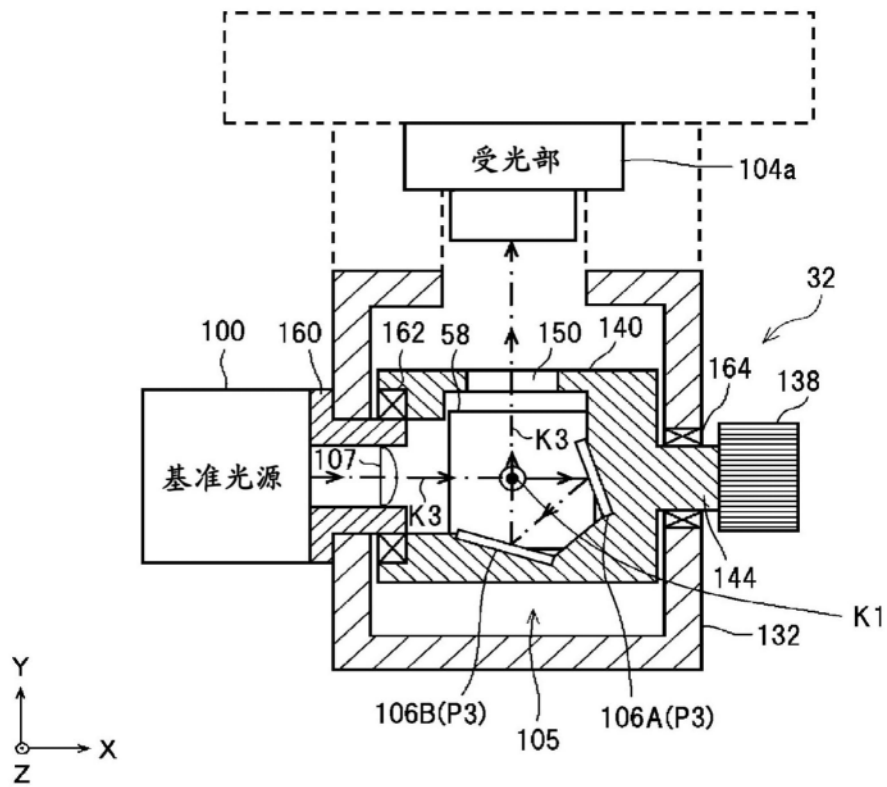


图16C

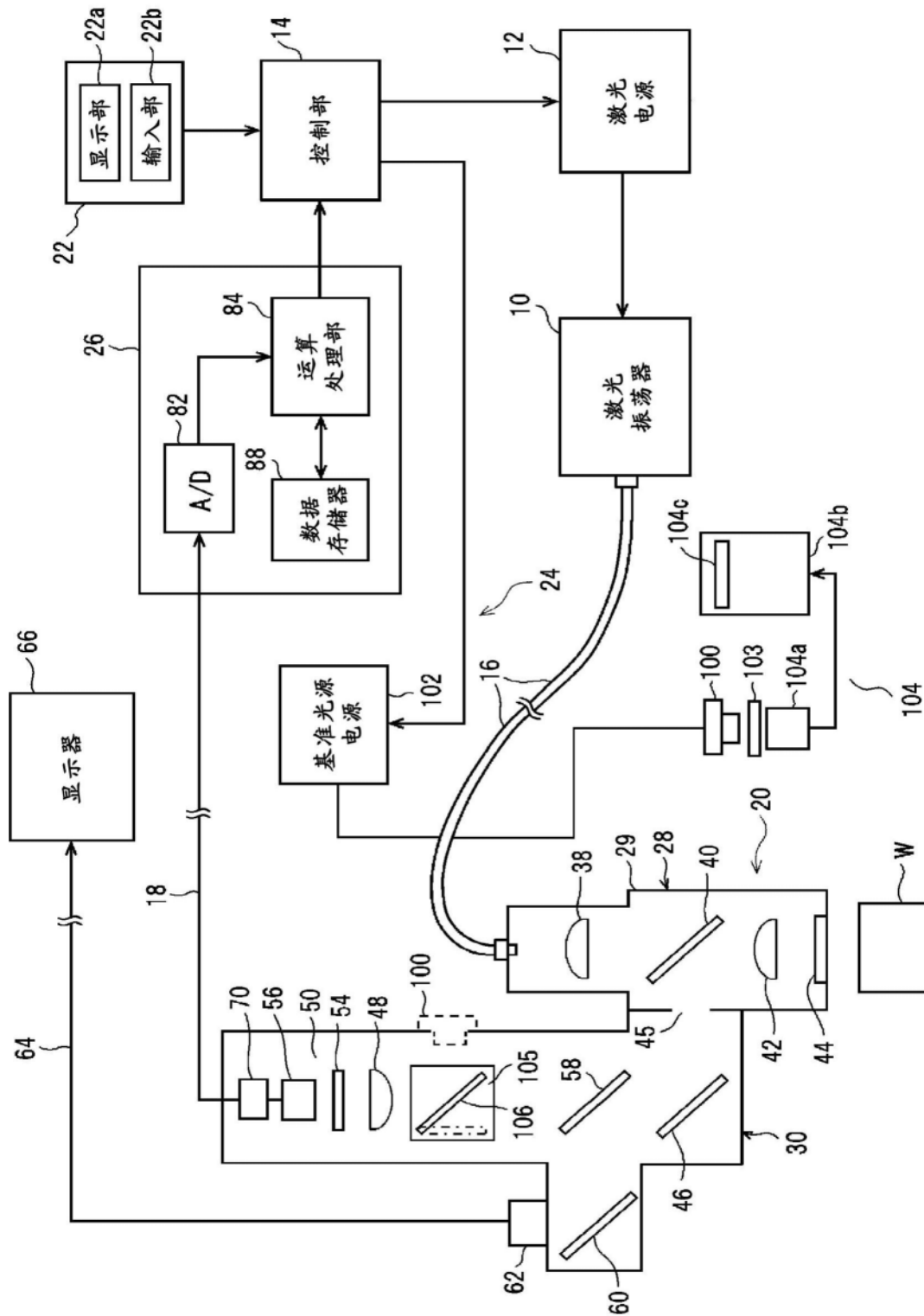


图17

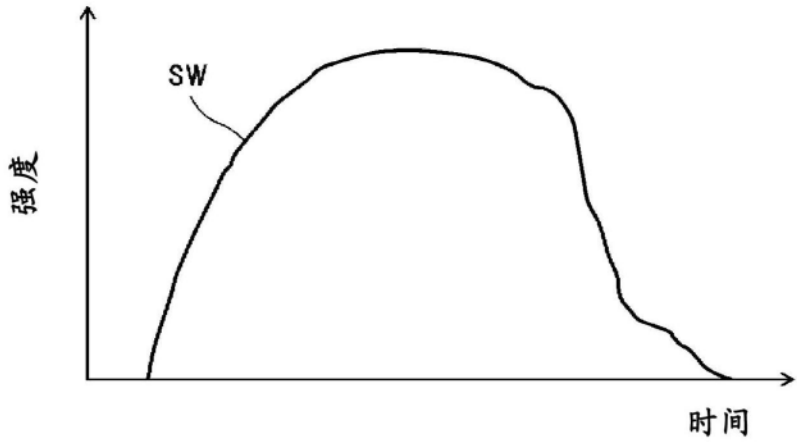


图18A

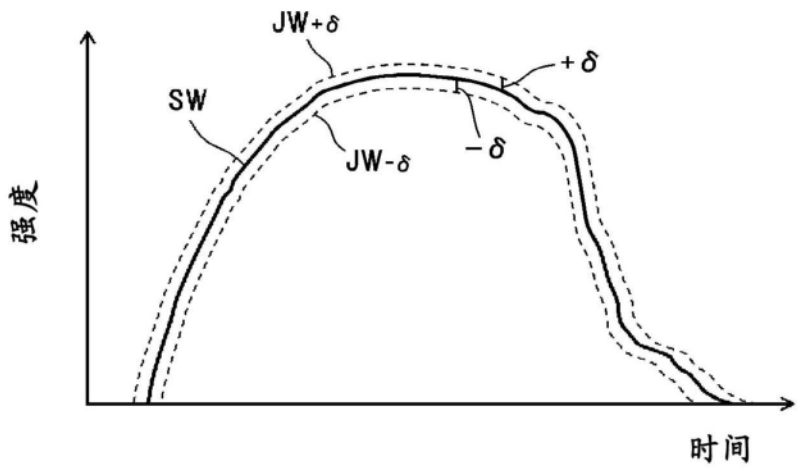


图18B

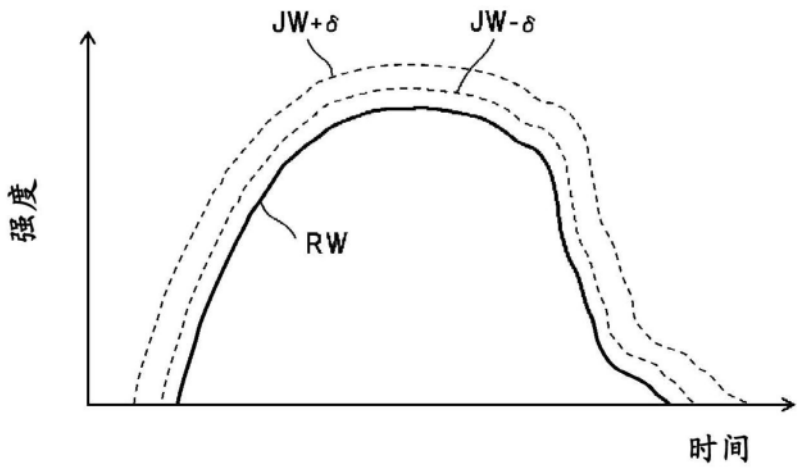


图18C