



(12) 发明专利



(10) 授权公告号 CN 115335668 B

(45) 授权公告日 2025. 04. 11

(21) 申请号 202080099125.8

(22) 申请日 2020.10.30

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115335668 A

(43) 申请公布日 2022.11.11

(30) 优先权数据
2020-076923 2020.04.23 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2022.09.27

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2020/040843 2020.10.30

(87) PCT国际申请的公布数据
W02021/215032 JA 2021.10.28

(73) 专利权人 株式会社岛津制作所
地址 日本京都府京都市中京区西之京桑原
町1番地

(72) 发明人 平冈亮二 米泽善央 永井徹也

(74) 专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有限公司 11270
专利代理师 康艳青 王琳

(51) Int.Cl.
G01J 3/02 (2006.01)
G01J 3/18 (2006.01)
G01J 3/36 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2017276546 A1, 2017.09.28
US 9778110 B1, 2017.10.03

审查员 李研研

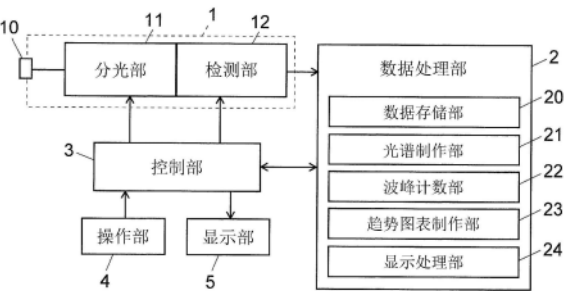
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

分光测定装置

(57) 摘要

本发明的分光测定装置的一形态包括:光谱测定部(11、12),针对作为激光光的被测定光,反复测定规定波长范围的光谱;波峰计数部(21、22),每当由光谱测定部获得光谱时,从所述光谱中检测波峰并且对所检测出的波峰数进行计数;以及显示处理部(24),将由波峰计数部所得的波峰计数结果的数值实时显示在显示部的画面上。根据所述形态的分光测定装置,可有效率且准确地进行多模激光振荡器的调整等。



1. 一种分光测定装置,包括:

光谱测定部,针对作为激光光的被测定光,反复测定规定波长范围的光谱;

波峰计数部,每当由所述光谱测定部获得光谱时,从所述光谱中检测波峰并且对所检测出的波峰数进行计数,以获得纵模数对应的所述所检测出的波峰数;以及

显示处理部,将由所述波峰计数部所得的波峰计数结果的数值实时显示在显示部的画面上。

2. 根据权利要求1所述的分光测定装置,还包括:

图表制作部,制作表示由所述波峰计数部所得的波峰计数结果的时间经过的趋势图表,

所述显示处理部将所述趋势图表与所述波峰计数结果的实时的数值显示在同一画面上。

3. 根据权利要求2所述的分光测定装置,其中,

所述显示处理部将由所述光谱测定部所得的光谱与所述趋势图表及所述波峰计数结果的实时的数值显示在同一画面上,且将所述数值所反映的、表示所检测出的各个波峰的信息显示在所显示的光谱上。

4. 根据权利要求1所述的分光测定装置,其中,

所述光谱测定部包含:衍射光栅,将被测定光进行波长分散;多通道型的检测器,同时检测由所述衍射光栅所得的波长分散光;以及转动部,为了使到达所述检测器的波长分散光的波长范围变化而使所述衍射光栅转动。

分光测定装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种分光测定装置,特别涉及一种适于激光光的分析的分光测定装置。

背景技术

[0002] 近年来,激光除了用于精密光学机器以外,还广泛地用于光通信、印刷、医疗、机械加工等各种领域,其利用范围不断扩大。在激光装置的研究、开发或制造工序的调整、或者品质评价、管理等时,激光光的发光光谱的监测 (monitoring) 必不可少,因此广泛地使用被称为光学频谱分析仪 (optical spectrum analyzer) 的一种分光测定装置。光学频谱分析仪为测定由光纤等所输入的被测定光的光强度分布 (光学频谱) 并显示的装置,可在光谱上确认波峰波长或波峰宽度、或者光强度等。

[0003] 通常的光学频谱分析仪是以不仅进行激光装置的分析或评价而且还进行各种光器件的分析或评价为目的,因而虽然适于详细的分析,但有实时 (real time) 性差的倾向。相对于此,作为更重视实时性的分光测定装置,已知有被称为多通道 (multi-channel) 分光器的装置,此装置可针对输入至装置的被测定光同时测定规定波长范围的光强度 (参照非专利文献1等)。此种分光测定装置主要是为了大致实时测定由发光、吸收、反射等所致的光谱而利用。而且,也开发出了通过提高波长分辨率从而应对波峰波长宽度窄的激光光的监测等的、多通道分光器。

[0004] [现有技术文献]

[0005] [非专利文献]

[0006] 非专利文献1:“PMA-12多通道分光器系列”,[线上 (online)],[2020年2月3日检索],滨松光子 (Hamamatsu Photonics) 股份有限公司,国际互联网<URL:https://www.hamamatsu.com/resources/pdf/sys/SDSS0008J_PMA12.pdf>

[0007] 非专利文献2:石田祐三,“超短脉冲光的产生”,光学,30卷,6号,2001年,([线上 (online)],[2020年2月3日检索],国际互联网<URL:<https://annex.jsap.or.jp/photonics/kogaku/public/30-06-kougi.pdf>>)

发明内容

[0008] [发明所要解决的问题]

[0009] 所述那样的高波长分辨率的多通道分光器可将所输入的激光光的光学频谱 (以下简称为“光谱”) 大致实时提示给用户,因而例如在进行激光装置的调整那样的情况下有益。但是,通常一边观看实时显示的光谱一边进行激光装置的适当的调整或评价并不容易,为了进行此种调整、评价等,要求提供更有效的信息。

[0010] 本发明是为了解决此种问题而成,其主要目的在于提供一种可有效率且可靠地进行激光装置等的调整或评价的分光测定装置。

[0011] [解决问题的技术手段]

[0012] 为了解决所述问题而成的本发明的分光测定装置的一形态包括：

[0013] 光谱测定部,针对作为激光光的被测定光,反复测定规定波长范围的光谱;

[0014] 波峰计数部,每当由所述光谱测定部获得光谱时,从所述光谱中检测波峰并且对所检测出的波峰数进行计数,以获得纵模数对应的所述所检测出的波峰数;以及

[0015] 显示处理部,将由所述波峰计数部所得的波峰计数结果的数值实时显示在显示部的画面上。

[0016] [发明的效果]

[0017] 如众所周知那样,激光大致分为单模激光(single mode laser)与多模激光(multimode laser)。单模激光具有高的聚光性,射束的截面形状为圆形,因而适于微细的印字或医疗、微细加工等用途。另一方面,多模激光与单模相比聚光性差,但容易提高输出,适于切断、焊接等机械加工。单模激光由于纵模数为1,因而光谱中仅出现一条波峰。因此,用户一边在显示画面上确认光谱一边以单模振荡的方式调整激光装置相对较容易。

[0018] 另一方面,多模激光的情况下,光谱中出现多个波峰。多模激光特别要求高输出及短脉冲化,但在以锁模(mode locking)状态运行的情况下,多模激光的脉宽或光强度依存于纵模数(参照非专利文献2等)。因此,产生多模激光的激光装置的调整中,重要的是控制纵模数。而且,对于多模激光而言,有时重要的是评价缓存一致性(cache coherency)或光谱波形的下摆部的宽广度等,此种评价中也需要掌握光谱上的波峰的个数。但是,用户从实时显示的光谱中读取波峰数相当困难。本发明人着眼于所述方面,想到让用户可直观地掌握实时获得的光谱中观测的波峰的个数。

[0019] 即,本发明的所述形态的分光测定装置若被给予激光光作为被测定光,则每当更新光谱时,将最新的光谱上观测的波峰的个数以数值显示在显示部的画面上。因此,根据本发明的所述形态的分光测定装置,用户可在显示部的画面上实时确认测定对象的激光光的纵模数。因此,例如在用户进行多模激光装置的调整那样的情况下,能以纵模数成为所需数的方式进行调整,或者确认纵模数并立即判定调整是否合适。由此,激光装置等的调整效率提高并且其准确性也提高。

附图说明

[0020] 图1为本发明的一实施方式的分光测定装置的主要部分的结构图。

[0021] 图2为本实施方式的分光测定装置的多通道分光器的概略光路结构图。

[0022] 图3为表示本实施方式的分光测定装置的显示画面的一例的图。

[0023] 图4的(A)、图4的(B)为本实施方式的分光测定装置的波峰计数处理的说明图。

[0024] [符号的说明]

[0025] 1:多通道分光器

[0026] 2:数据处理部

[0027] 3:控制部

[0028] 4:操作部

[0029] 5:显示部

[0030] 6:测定结果显示窗口

[0031] 10:光输入用连接器

- [0032] 11:分光部
- [0033] 12:检测部
- [0034] 20:数据存储部
- [0035] 21:光谱制作部
- [0036] 22:波峰计数部
- [0037] 23:趋势图表制作部
- [0038] 24:显示处理部
- [0039] 60:光谱显示栏
- [0040] 61:波峰数显示栏
- [0041] 62:勾选框
- [0042] 63:趋势图表显示栏
- [0043] 110:入射狭缝
- [0044] 111:第一凹面镜
- [0045] 112:衍射光栅
- [0046] 113:第二凹面镜
- [0047] 114:转动部
- [0048] C:交点
- [0049] $D_0 \sim D_8$:光强度
- [0050] Q:阈值
- [0051] S:强度值

具体实施方式

[0052] 以下,参照附图对本发明的分光测定装置的一实施方式进行说明。

[0053] [本实施方式的分光测定装置的结构]

[0054] 图1为本实施方式的分光测定装置的主要部分的结构图。

[0055] 如图1所示,本装置包括多通道分光器1、数据处理部2、控制部3、操作部4及显示部5。多通道分光器1包含:光输入用连接器10,连接用于输入被测定光的光纤;分光部11,将所输入的被测定光进行波长分散;以及多通道型的检测部12,检测波长分散光。数据处理部2包含数据存储部20、光谱制作部21、波峰计数部22、趋势图表(trend graph)制作部23及显示处理部24作为功能块。

[0056] 数据处理部2及控制部3以包含中央处理器(Central Processing Unit,CPU)等的计算机作为硬件资源,通过由所述计算机执行搭载于所述计算机的软件,从而实现各自的功能。

[0057] 图2为图1中的多通道分光器1的概略性光路结构图。

[0058] 图2中,分光部11为切尼-特纳(Czerny-Turner)型的分光器,包含入射狭缝110、第一凹面镜111、衍射光栅112、第二凹面镜113及转动部114。衍射光栅112通过包含马达等的转动部114而以规定角度范围自如转动。检测部12为线性传感器(linear sensor),以可一齐检测规定波长范围的光的方式在波长分散方向配置有多数个受光元件。作为检测部12,例如可使用电荷耦合器件(Charge Coupled Device,CCD)线性传感器等。

[0059] [本实施方式的分光测定装置的测定动作]

[0060] 参照图1及图2,对本实施方式的分光测定装置的多通道分光器1的通常的测定动作进行简单说明。

[0061] 在被测定光(多模激光光等)的测定时,用于输入所述被测定光的光纤连接于光输入用连接器10。用户通过在操作部4中进行规定的操作,从而输入用于测定的规定参数。具体而言,用户针对作为测定对象的波长范围(或其中心波长)、曝光时间、波峰检测条件(后述的阈值等)等各参数,从预先准备的多个选项中分别选择一个。

[0062] 首先,控制部3控制转动部114,以衍射光栅112的衍射面相对于第一凹面镜111成为规定的初始角度的方式设定。此时的初始角度与作为先选择的参数之一的波长范围相应。若开始测定,通过光纤将被测定光导入至本装置,则所述被测定光通过入射狭缝110而被导入至分光部11内。

[0063] 在分光部11内,被测定光首先照射于第一凹面镜111,经第一凹面镜111反射而向衍射光栅112的衍射面行进。此时的被测定光大致为平行光。照射于衍射光栅112的衍射面的被测定光经波长分散,被送至第二凹面镜113。照射于第二凹面镜113的波长分散光分别收敛并且反射,到达检测部12的各受光元件。在规定的波长范围 $\lambda_1 \sim \lambda_2$ 内各不相同的波长的光到达检测部12的各受光元件。各受光元件分别输出与所入射的光的强度相应的检测信号。

[0064] 所述检测信号相当于波长范围为 $\lambda_1 \sim \lambda_2$ 的光的光谱。数据处理部2中,数据存储器20将由检测部12的各受光元件所得的检测信号数字化后暂且存储。此时,检测部12中,以先作为参数之一所选择的曝光时间将受光信号累增(即积分),生成检测信号。因此,在入射光的强度弱的情况下,可通过延长曝光时间从而获得高强度的检测信号。在被测定光为单一激光光的情况下,通常能以所述一个波长范围充分涵盖光谱。

[0065] 另一方面,在被测定光为将具有不同中心波长的多个激光光结合而成的光的情况下,多通道分光器1针对不同的波长范围反复获取检测信号。即,在将衍射光栅112的位置(角度)暂时固定的状态下获得规定波长范围的检测信号后,控制部3控制转动部114,使相对于从第一凹面镜111到来的被测定光的、衍射光栅112的衍射面的角度以规定角度变化。由此,从衍射光栅112送往第二凹面镜113的波长分散光的波长范围变化。因此,检测部12的各受光元件中,获得针对与所述波长范围 $\lambda_1 \sim \lambda_2$ 不同的波长范围(例如 $\lambda_2 \sim \lambda_3$)的光的、检测信号。

[0066] 如此,一边使衍射光栅112以规定角度转动,一边反复由检测部12获取规定波长范围的检测信号。由此,数据存储器20可收集下述数据,此数据表示先作为参数之一所选择的波长范围总体的光的光谱。若规定的波长范围总体的数据的收集结束,则控制部3使衍射光栅112回到初始位置,重复所述测定。由此,以规定时间间隔反复获得表示规定的波长范围总体的光谱的数据。

[0067] [本实施方式的分光测定装置的显示处理]

[0068] 接下来,对基于如上所述那样获得的数据由数据处理部2实施的显示处理动作进行说明。图3为表示显示部5的显示画面的一例的图。

[0069] 获得规定的波长范围总体的光谱的数据后,光谱制作部21基于所述数据来制作光谱(发光光谱)。接下来,波峰计数部22针对所制作的光谱按照规定的算法检测波峰,进而对

所检测出的波峰的个数进行计数。作为波峰检测的算法,可想到各种算法,例如可采用如下方法。

[0070] 图4的(A)、图4的(B)为波峰检测处理的一例的说明图。

[0071] 如图4的(A)所示,将波长轴上的表示光强度的数据设为 D_0 、 D_1 、 D_2 、 D_3 、…。这些数据分别是由检测部12的一个受光元件所得的检测信号数字化而成。此处, D_0 为所设定的波长范围中最短波长的数据。

[0072] 用于波峰检测的参数为连续变化的数据点数 P 、及用于识别波峰与噪声的强度的阈值 Q 。图4的(A)、图4的(B)的示例中, $P=3$ 。

[0073] 当前,如图4的(A)所示那样,研究在沿着波长轴的一方向(本例中为右方向(波长增加方向),但也可为左方向(波长减小方向))连续的三个(即 P 个)数据的强度值,找出强度值依次增加的最初三个数据的组。当前,图4的(B)的示例中, D_0 、 D_1 、 D_2 为所述三个数据的组。从这里开始,进一步沿波长增加方向依次研究数据的强度值,找出强度值依次减小的最后三个数据的组。图4的(B)的示例中, D_6 、 D_7 、 D_8 为所述三个数据的组。此时,从最初三个数据的组中的第一个数据到最后三个数据的组中的第三个数据为止的范围、即 $D_0 \sim D_8$ 的范围为一个波峰的候选。

[0074] 然后,在图4的(B)所示那样的图表上,以直线将最初三个连续数据的组中的最初的数据 D_0 、与最后三个连续数据的组中的最后的数据 D_8 的强度值连结。接着,将此线与通过所述波峰候选中表示最大强度的数据 D_4 的垂线的交点 C 作为强度的基点(零点),求出数据 D_4 的强度值 S 。若此强度值 S 超过阈值 Q ,则认定此波峰候选为正式的波峰。

[0075] 在所设定的波长范围总体中,从与最小的波长对应的数据到与最长的波长对应的数据为止,如所述那样执行波峰检测,求出被认定为正式波峰的波峰的总数,结束处理。通过此种处理,可获取在所设定的波长范围总体观测的波峰的个数。

[0076] 显示处理部24制作图3所示那样的测定结果显示窗口6,经由控制部3将所述测定结果显示窗口6显示在显示部5的画面上。如图3所示,在测定结果显示窗口6中,配置有光谱显示栏60、波峰数显示栏61、趋势图表显示栏63等,在波峰数显示栏61的左方配置有显示开/关(ON/OFF)的勾选框(check box)62。

[0077] 显示处理部24将由光谱制作部21所制作的最新的光谱显示于光谱显示栏60。每当获取新的光谱时,显示于光谱显示栏60的光谱更新。而且,显示处理部24将由波峰计数部22求出的波峰计数值以数值显示于波峰数显示栏61。图3的示例中,“15”为波峰数。此数值也在每当求出与新获取的光谱对应的波峰数时更新,即大致实时更新。而且,在显示开/关(ON/OFF)的勾选框62中附有勾选标记(check mark)的情况下,显示处理部24在显示于光谱显示栏60的光谱上重叠显示标记64,此标记64指示作为波峰数而计数的波峰、即按照所述算法所检测的波峰。

[0078] 图3的示例中,在各波峰的峰顶附近标注的○记号为所述标记64。当然,标记64只要可在视觉上容易地识别作为波峰所计数者与并非如此者即可,例如可使用箭头标记等适当形状的标记。而且,也可不为标记,而通过改变波峰的显示色,从而表示作为波峰所计数者与并非如此者。或者,若为进行对峰顶的强度为某一定阈值以上的波峰进行计数那样的处理的情况,则也可代替使用标记64来分别指示各个波峰,而将表示所使用的阈值的水平的线重叠显示于光谱,得知超过此线的波峰为被计数者。

[0079] 而且,趋势图表制作部23在每当获得与光谱对应的波峰数的数值时,将横轴设为时间(或采样次数),将纵轴设为波峰数,制作表示波峰数的时间变化的趋势图表。显示处理部24将所制作的趋势图表显示于趋势图表显示栏63。因此,每当获得新的光谱并基于此光谱求出波峰数时,也更新趋势图表而在图表上追加新的线。显示于波峰数显示栏61的数值为最新的值,因而用户即便观看此数值也无法掌握以往的数值。相对于此,趋势图表有时间经过,因而用户可在趋势图表中确认以往的波峰数的值或波峰数的变化的状况。

[0080] 例如在用户进行激光振荡器的调整那样的情况下,若使所述振荡器的参数变化,则伴随于此而激光的纵模的位置或个数变化。因此,伴随激光振荡器的参数的变化,显示于光谱显示栏60的光谱变化,显示于波峰数显示栏61的数值也变化。而且,在显示于趋势图表显示栏63的趋势图表上,也追加与新的波峰数对应的线。因此,用户一边观看这些显示,一边以例如波峰数成为目标值的方式调整激光振荡器的参数。而且,在欲确认激光振荡器的动作的稳定性的情况下,用户只要一边观看所述显示一边确认波峰数是否变动即可。

[0081] 如以上那样,根据本实施方式的分光测定装置,用户可一边目测确认显示在显示部5的画面上的、光谱上的波峰数的计数结果的数值及此数值的时间变化的信息,一边实施激光装置的调整或评价等。由此,可进行有效率且可靠的调整或评价。

[0082] [变形例]

[0083] 所述说明中,光谱、波峰数及趋势图表的显示形态不限于图3,可适当变更。

[0084] 而且,所述实施方式仅为本发明的一例,表明即便在本发明主旨的范围内适当进行变形或修正、追加,也包含于本案权利要求书。

[0085] [各种形态]

[0086] 本领域技术人员理解,所述例示性的实施方式为以下形态的具体例。

[0087] (第一项)本发明的分光测定装置的一形态包括:

[0088] 光谱测定部,针对作为激光光的被测定光,反复测定规定波长范围的光谱;

[0089] 波峰计数部,每当由所述光谱测定部获得光谱时,从所述光谱中检测波峰并且对所检测出的波峰数进行计数,以获得纵模数对应的所述所检测出的波峰数;以及

[0090] 显示处理部,将由所述波峰计数部所得的波峰计数结果的数值实时显示在显示部的画面上。

[0091] 根据第一项所记载的分光测定装置,将与激光光的纵模数对应的波峰数实时显示在显示画面上。因此,例如在用户进行多模激光振荡器的调整那样的情况下,可基于波峰数迅速判定调整是否合适,调整的效率提高并且其准确性也提高。

[0092] (第二项)第一项所记载的分光测定装置可还包括:图表制作部,制作表示由所述波峰计数部所得的波峰计数结果的时间经过的趋势图表,

[0093] 所述显示处理部将所述趋势图表与所述波峰计数结果的实时的数值显示在同一画面上。

[0094] 根据第二项所记载的分光测定装置,用户不仅可根据显示容易地掌握所述时间点的波峰数即激光的纵模数,而且可一眼掌握纵模数的时间变化。因此,例如用户通过一边调整激光振荡器一边确认趋势图表,从而可掌握其调整状态与和其对应的纵模数的关系,能成为所需纵模数的方式迅速进行调整。

[0095] (第三项)而且,第二项所记载的分光测定装置中,所述显示处理部可将由所述光

谱测定部所得的光谱与所述趋势图表及所述波峰计数结果的实时的数值显示于同一画面上,且将所述数值所反映的、表示所检测出的各个波峰的信息显示在所显示的光谱上。

[0096] 根据第三项所记载的分光测定装置,用户可在光谱上确认此时作为波峰所检测出的波形与未作为波峰检测的波形。由此,用户可判断此时的波峰检测条件(参数)是否适当,视需要变更波峰检测条件。

[0097] (第四项)而且,第一项至第三项中任一项所记载的分光测定装置中,所述光谱测定部可包含:衍射光栅,将被测定光进行波长分散;多通道型的检测器,同时检测由所述衍射光栅所得的波长分散光;以及转动部,为了使到达所述检测器的波长分散光的波长范围变化而使所述衍射光栅转动。

[0098] 根据第四项所记载的分光测定装置,可提高波长分辨率并且以短时间测定广泛的波长范围的光谱。由此,第四项所记载的分光测定装置也可观测波长宽度窄的波峰,可扩大可测定的激光光的范围或种类。

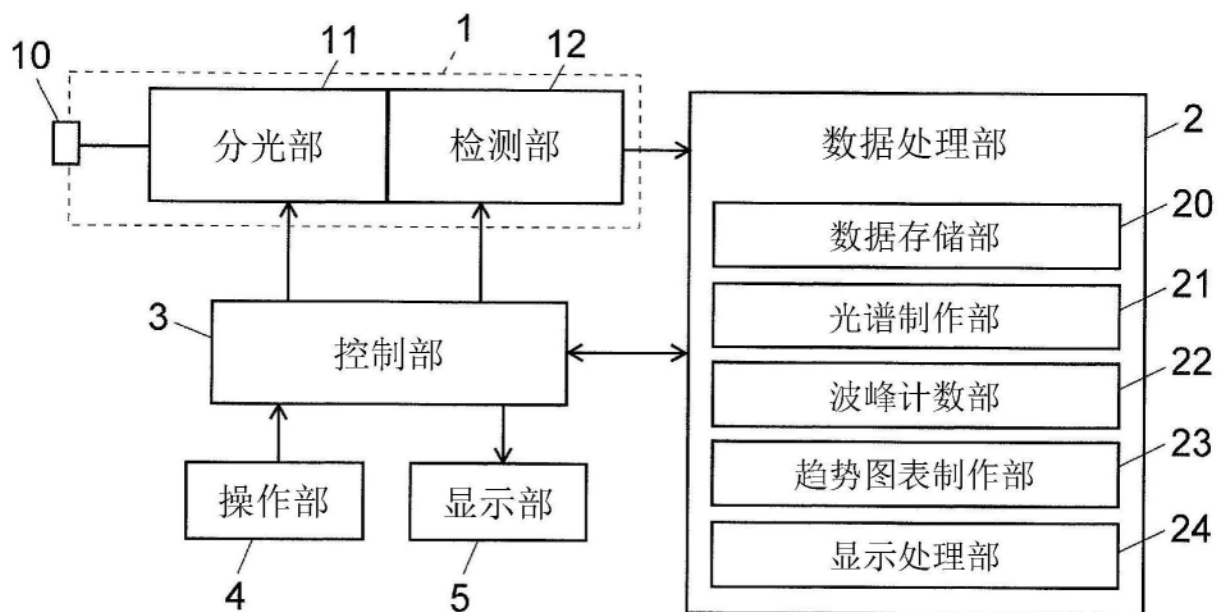


图1

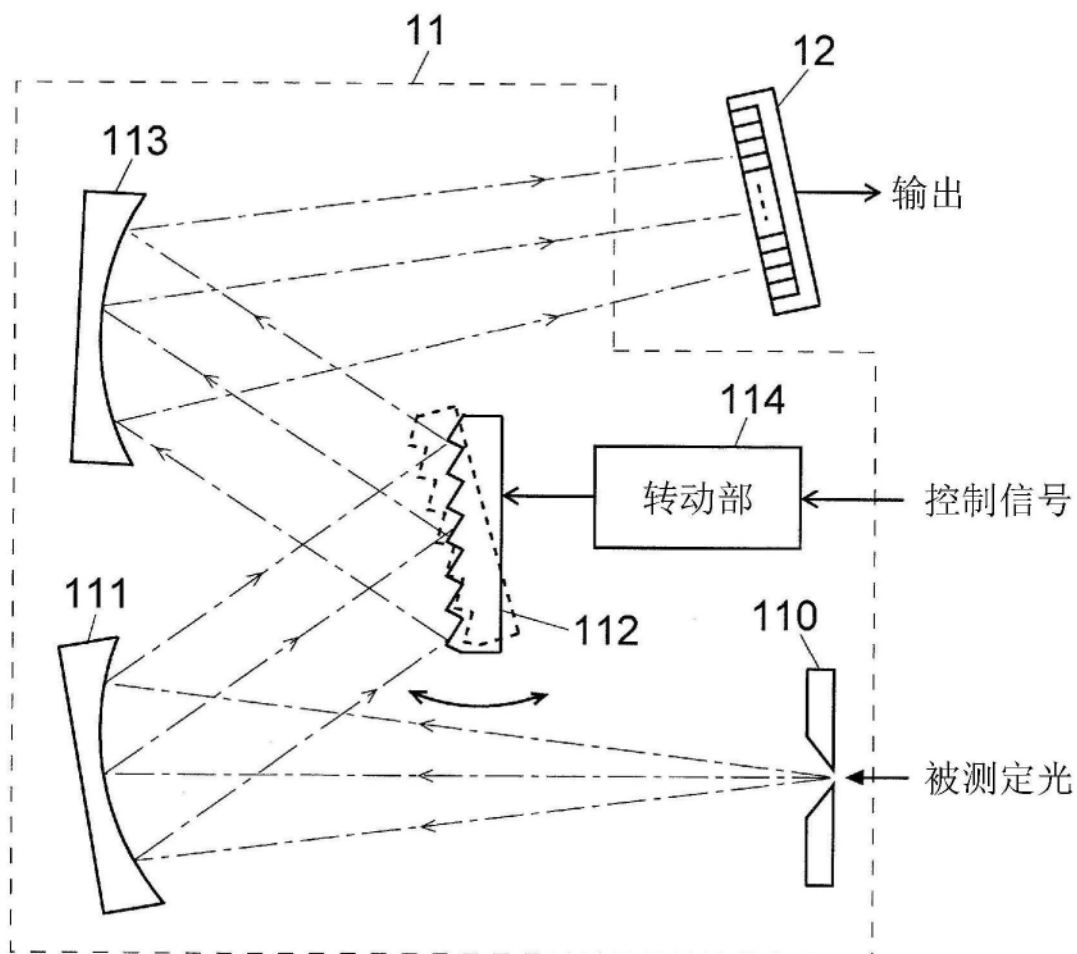


图2

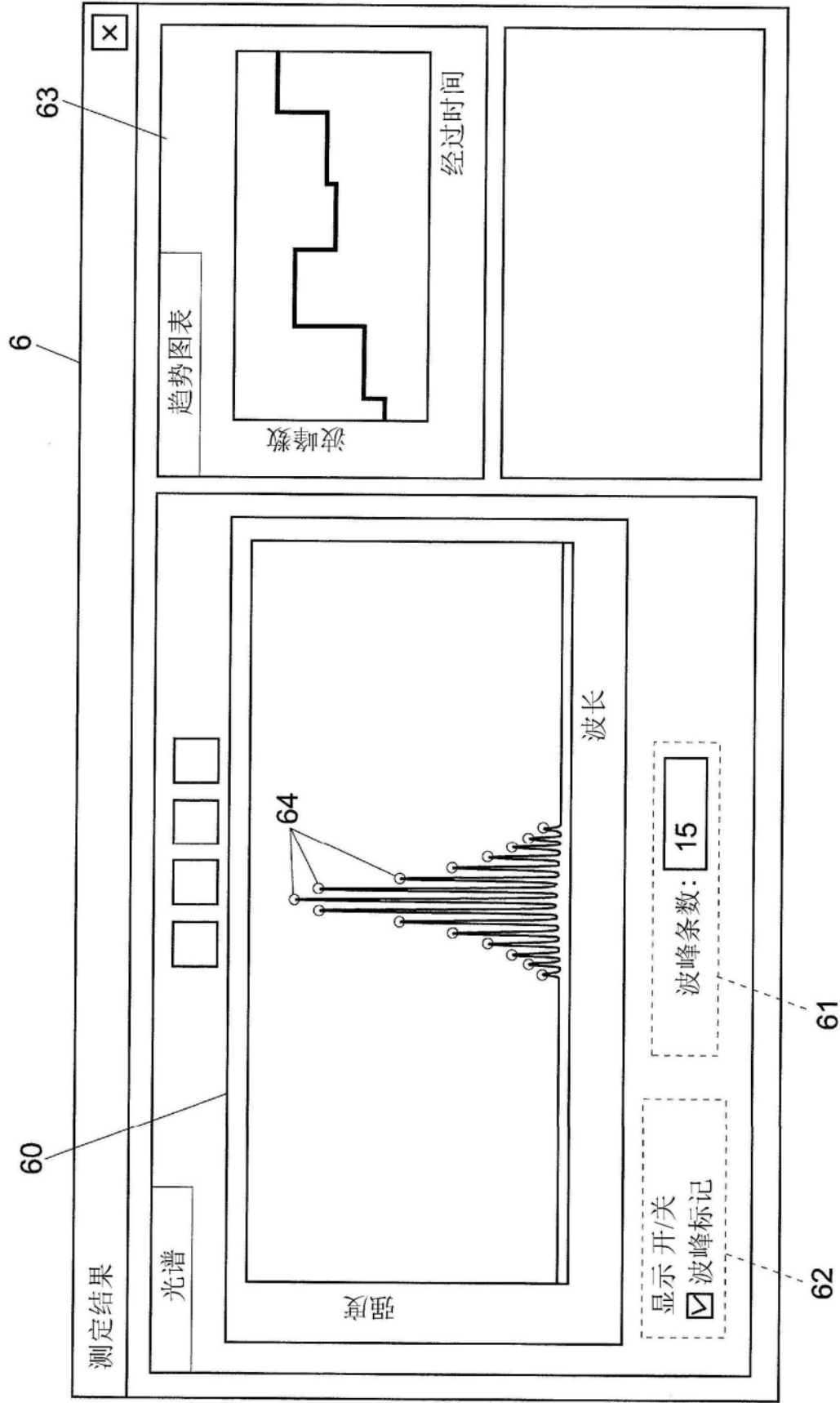
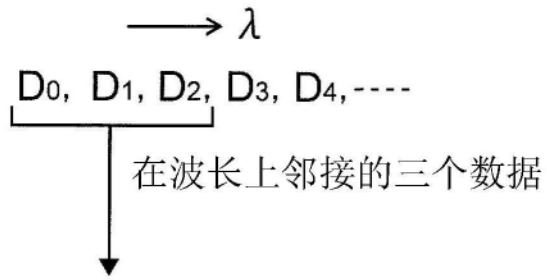


图3

(A)



(B)

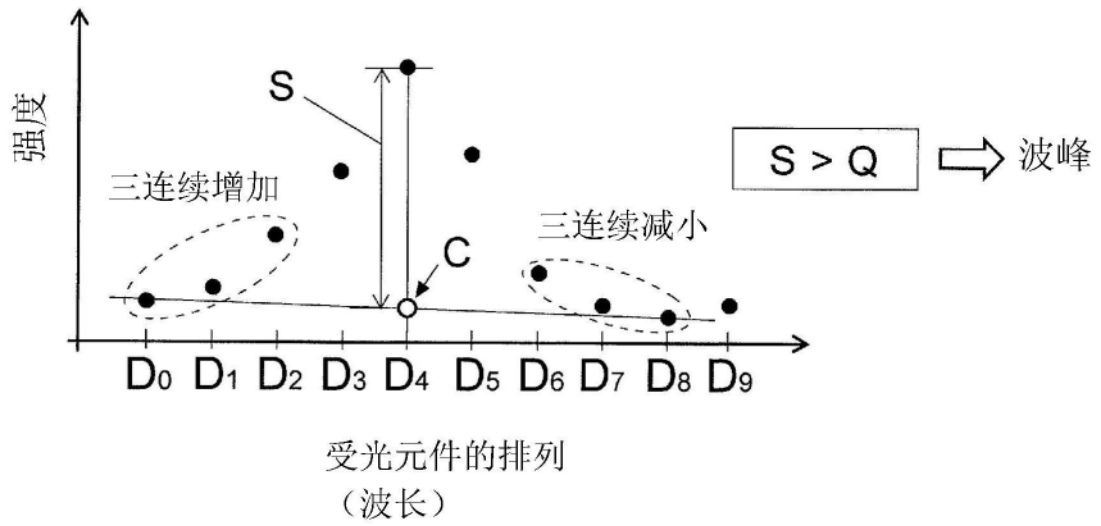


图4