



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103705339 B

(45)授权公告日 2018.03.09

(21)申请号 201310450937.4

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2013.09.27

A61F 9/008(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 金俊江

申请公布号 CN 103705339 A

(43)申请公布日 2014.04.09

(30)优先权数据

2012-218634 2012.09.28 JP

(73)专利权人 株式会社尼德克

地址 日本爱知县蒲郡市拾石町前浜34-14

(72)发明人 阿部均

(74)专利代理机构 上海市华诚律师事务所

31210

代理人 肖华

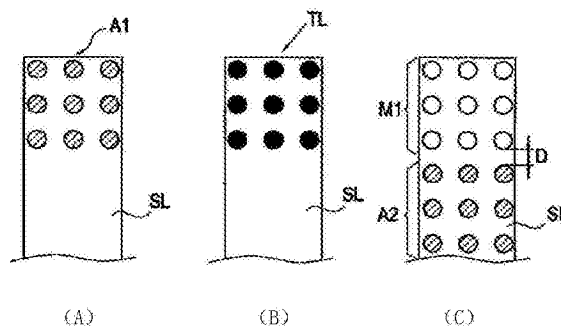
权利要求书3页 说明书12页 附图6页

(54)发明名称

眼科用激光治疗装置

(57)摘要

一种眼科用激光治疗装置,具有照射光学系统,所述照射光学系统包含来自治疗激光光源的治疗激光,和来自瞄准光源的瞄准光的点在患者眼睛的组织上二维扫描的光扫描器;以及控制单元,所述控制单元基于排列有多个照射治疗激光的点的照射图案,对所述照射光学系统进行控制,将治疗激光照射于点位置,所述控制单元为了示出治疗激光的照射点位置,基于与照射图案对应的瞄准规则,对所述照射光学系统进行控制,将瞄准光照射于点位置,所述眼科用激光治疗装置的特征在于,具有使治疗激光与瞄准光移动的移动单元,所述控制单元在从对应照射图案规定的第 n 个(n 是自然数)点位置至第 m 个(m 是大于 n 的自然数)点位置的一系列的激光的照射后,控制所述移动单元,将基于瞄准规则的瞄准光照射于与已照射过治疗激光的点位置不同的位置。



1. 一种眼科用激光治疗装置,具有:

照射光学系统,所述照射光学系统包含来自治疗激光光源的治疗激光,和将来自瞄准光源的瞄准光的点在患者眼睛的组织上二维扫描的光扫描器;

控制单元,所述控制单元基于排列有多个照射治疗激光的点的照射图案,对所述照射光学系统进行控制,将治疗激光照射于点位置,所述控制单元为了示出治疗激光的照射点位置,基于与照射图案对应的瞄准规则,对所述照射光学系统进行控制,将瞄准光照射于点位置,

所述眼科用激光治疗装置的特征在于,

具有使治疗激光与瞄准光的照射位置移动的移动单元,以及

输入照射图案的点间隔的点间隔输入单元;

所述控制单元在从对应照射图案规定的第 n 个点位置至第 m 个点位置构成的区域内的一系列的激光的照射后,控制所述移动单元,将基于瞄准规则的瞄准光自动地照射于与整个已照射过治疗激光的点位置所构成的区域不同的区域,其中 n 是自然数, m 是大于 n 的自然数;

所述控制单元基于用所述点间隔输入单元输入的点间隔,使瞄准光的照射位置移动,以使瞄准光的点对应于点间隔排列,

所述控制单元照射瞄准光,以使基于瞄准规则的瞄准光的点的端部位于离已照射过治疗激光的点的端部仅所述点间隔的位置;

其中,用于在眼底上移动治疗激光的照射位置和瞄准光的照射位置的移动单元是光扫描器。

2. 如权利要求1所述的眼科用激光治疗装置,其特征在于,

所述控制单元使瞄准光的照射位置沿着预先规定的方向移动。

3. 如权利要求1所述的眼科用激光治疗装置,其特征在于,

照射图案是点被排列成格子状的图案。

4. 如权利要求1所述的眼科用激光治疗装置,其特征在于,

具有移动方向输入单元,所述移动方向输入单元对利用所述移动单元实现的瞄准光的照射位置的移动方向进行输入,

所述控制单元基于用所述移动方向输入单元输入的移动方向,对所述移动单元进行控制。

5. 如权利要求1所述的眼科用激光治疗装置,其特征在于,

所述移动单元兼作所述光扫描器用。

6. 如权利要求1所述的眼科用激光治疗装置,其特征在于,

具有第一信号输入单元,所述第一信号输入单元对触发治疗激光的照射的信号进行输入,

所述控制单元基于瞄准规则将瞄准光照射于第一区域,

基于用所述第一信号输入单元输入的第一触发信号,将治疗激光照射于与第一区域中的照射图案对应的点位置之后,控制所述移动单元将瞄准光照射于和第一区域不同的第二区域,

基于用所述第一信号输入单元输入的第二触发信号,将治疗激光照射于与第二区域中

的照射图案对应的点位置。

7. 如权利要求6所述的眼科用激光治疗装置,其特征在于,
所述第一信号输入单元是手术人员操作的操作单元。

8. 如权利要求6所述的眼科用激光治疗装置,其特征在于,
具有第二信号输入单元,所述第二信号输入单元是手术人员为了输入使治疗激光的照射停止的信号而操作的单元,

所述第一信号输入单元是控制单元,

所述控制单元在照射治疗激光之后,基于瞄准规则照射瞄准光,在瞄准光的照射期间,对来自所述第二信号输入单元的停止信号等待预定的时间,

在停止信号从所述第二信号输入单元被输入的情况下,停止治疗激光的照射,在停止信号未从所述第二信号输入单元输入的情况下,照射治疗激光。

9. 如权利要求1所述的眼科用激光治疗装置,其特征在于,

具有移动模式设定单元,所述移动模式设定单元在一系列的治疗激光的照射后,对瞄准光的照射位置的移动模式进行设定,所述移动模式设定单元设定第一移动模式和第二移动模式,所述第一移动模式是通过所述控制单元使瞄准光的照射位置移动的模式,所述第二移动模式是通过所述控制单元使瞄准光的照射位置不移动的模式,

所述控制单元在用所述移动模式设定单元设定了第一移动模式的情况下,在一系列的治疗激光的照射之后,使瞄准光的照射位置移动,在用所述移动模式设定单元设定了第二移动模式的情况下,在一系列的治疗激光的照射之后,将瞄准光照射于已照射过治疗激光的点位置。

10. 如权利要求1所述的眼科用激光治疗装置,其特征在于,

第n个点位置是照射图案的最初的点位置;

第m个点位置是照射图案的最后的点位置。

11. 如权利要求1所述的眼科用激光治疗装置,其特征在于,

在利用所述控制单元的一系列的治疗激光的照射之后,使瞄准光的照射位置移动的方向沿着狭缝照明光的长度方向。

12. 一种眼科用激光治疗装置,具有:

照射光学系统,所述照射光学系统包含来自治疗激光光源的治疗激光,和将来自瞄准光源的瞄准光的点在患者眼睛的组织上二维扫描的光扫描器;

设定单元,所述设定单元对排列有多个照射治疗激光的点的照射图案进行设定;

控制单元,所述控制单元基于所设定的照射图案对所述照射光学系统进行控制,将治疗激光照射于点位置,所述控制单元为了示出治疗激光的照射点位置,基于与所述照射图案对应的瞄准规则,对所述照射光学系统进行控制,将瞄准光照射于点位置,

所述眼科用激光治疗装置的特征在于,

具有移动单元,所述移动单元使治疗激光与瞄准光的照射位置移动,

所述设定单元将排列有多个点的照射图案作为一个组,将多个该组组合起来,能够设定比由所述一个组规定的照射图案更广阔范围的照射图案,

所述控制单元进行基于与作为所述一个组被设定的照射图案对应的瞄准规则的瞄准光的照射控制,在基于作为所述一个组被设定的照射图案的治疗激光的照射后,控制所述

移动单元,将基于与作为其他组被设定的照射图案对应的瞄准规则的瞄准光自动地照射于与整个已照射过治疗激光的点位置不同的位置,

其中,用于在眼底上移动治疗激光的照射位置和瞄准光的照射位置的移动单元是光扫描器。

13.如权利要求12所述的眼科用激光治疗装置,其特征在于,

所述设定单元至少设定规定了照射图案的一个组,且能够对该设定了的一个组的移动方向进行设定。

眼科用激光治疗装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种对患者眼睛照射治疗用激光的眼科用激光治疗装置。

背景技术

[0002] 作为一种眼科用激光治疗装置,例如光凝固装置为人们所知。在光凝固治疗(例如,泛视网膜光凝固治疗)中,在患者眼睛的眼底一个点一个点地照射治疗激光,大范围地持续使组织热凝固。近年来,具有由电流计式反射镜等构成的光扫描器、基于排列有多个点的照射图案依次照射治疗激光的装置为人们所知(例如,参照专利文献1)。在使用这种装置的治疗中,例如,使用点排列于 3×3 等方阵的图案进行大多数照射。这时,以所有点大致均等配置的形式在眼底上的大范围进行持续照射。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1日本特表2009-514564号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的课题

[0007] 如前所述,在照射治疗激光于患者眼睛大范围的情况下,每当治疗激光的照射结束,手术人员就需要调整装置的位置,很费工夫。具体来说,每当基于照射图案的治疗激光的一系列照射结束,就要使搭载有激光传输机的裂隙灯整体上下或者左右移动。

[0008] 本发明鉴于上述现有技术的问题点,将提供一种眼科用激光治疗装置作为技术课题,能够使手术人员一边确认一边对患者眼睛的大范围持续进行基于照射图案的照射。

[0009] 为了解决上述课题,根据本发明的一个形态,提供一种眼科用激光治疗装置,包含来自治疗激光光源的治疗激光,和将来自瞄准光源的瞄准光的点在患者眼睛的组织上二维扫描的光扫描器;控制单元,所述控制单元基于排列有多个照射治疗激光的点的照射图案,对所述照射光学系统进行控制,将治疗激光照射于点位置,所述控制单元为了示出治疗激光的照射点位置,基于与照射图案对应的瞄准规则,对所述照射光学系统进行控制,将瞄准光照射于点位置,所述眼科用激光治疗装置的特征在于,具有使治疗激光与瞄准光的照射位置移动的移动单元,所述控制单元在从对应照射图案规定的第 n 个(n 是自然数)点位置至第 m 个(m 是大于 n 的自然数)点位置的一系列的激光的照射后,控制所述移动单元,将基于瞄准规则的瞄准光照射于与已照射过治疗激光的点位置不同的位置。

[0010] 发明效果

[0011] 根据本发明,能够在患者眼睛的大范围高效率地持续进行治疗激光的照射。

附图说明

[0012] 图1是眼科用激光治疗装置的光学系统以及控制系统的概略结构图。

[0013] 图2A、图2B是对 3×3 的照射图案进行说明的图。

[0014] 图3是眼底示意图。

[0015] 图4A~4C是对手动模式的治疗激光与瞄准光的照射进行说明的图。

[0016] 图5的A~C是对自动模式的治疗激光与瞄准光的照射进行说明的图。

[0017] 图6是治疗激光与瞄准光的照射的时序图。

具体实施方式

[0018] 以下,基于附图对本发明的实施形态进行说明。图1是示出眼科用激光治疗装置的光学系统以及控制系统的概略结构图。本实施形态的眼科用激光治疗装置由对患者眼睛的眼底照射激光、使组织凝固的光凝固装置构成。

[0019] 眼科用激光治疗装置100具有激光光源单元10,激光照射光学系统(单元)40,观察光学系统(单元)30,照明光学系统(单元)60,控制部70,和操作单元80。观察光学系统30以及照明光学系统60为裂隙灯(细隙灯显微镜)。激光照射光学系统40被安装在裂隙灯上。激光光源单元10具有治疗激光光源11,瞄准光源12,光束组合器13,聚光透镜14,光闸15和光闸16。

[0020] 治疗激光光源11发射适于治疗的波长的激光。在本实施形态中,为了使眼底吸收激光的能量,光源11发射可见区域波长,例如532nm(绿色),577nm(黄色)等波长的激光。瞄准光源12发射用于使手术人员识别治疗激光的照射位置(点)的瞄准光(瞄准光)。在本实施形态中,瞄准光为了使手术人员能用肉眼分辨而采用可见区域的波长。在此,瞄准光与治疗激光波长不同,例如,采用640nm(红色)的波长。由此,即便在观察光学系统30中存在使治疗激光衰减的手术人员保护过滤器,手术人员也可以容易确认治疗激光的照射位置。作为瞄准光源12,使用例如发射红色激光的激光二极管(LD),但并不仅限于此。

[0021] 光束组合器13具有使治疗激光与瞄准光合波(成为同轴)的作用。例如,光束组合器13将治疗激光的大部分反射,使瞄准光透过。因此,本实施形态的光束组合器13为分色镜。用光束组合器13合波的激光被聚光透镜14聚光,入射到向激光照射光学系统40导光的光纤20中。

[0022] 光闸15设置于治疗激光光源11与光束组合器13之间。光闸15阻断治疗激光。光闸15具有遮蔽板和遮蔽板的驱动机构,为基于指令信号相对于光路将遮蔽板进行插入与移除的结构。光闸16在光束组合器13的下游,配置于光束组合器13与聚光透镜14之间。光闸16与光闸15结构相同,阻断瞄准光和治疗激光。光闸16是在装置异常时关闭的安全光闸,但是也可以在瞄准光扫描时用于进行瞄准光的照射与阻断。光闸16也可以用于进行治疗激光的照射与阻断。另外,也可以将各光闸换成具有切换光路(偏向)功能的电流计式反射镜、声光元件。

[0023] 激光照射光学系统(激光传输机)40具有中继透镜41,变焦透镜(组)42,镜43,准直透镜44,光扫描器(扫描部)50,物镜45,以及反射镜(最终镜)46。激光照射光学系统40的上游放置有光纤20的出射端。光纤20将来自激光光源单元10的激光向激光照射光学系统40导光。变焦透镜(组)42具有沿着光轴移动的多个透镜,具有对眼底上的激光光斑大小进行变更的作用。反射镜46是用于使观察光学系统30的光路与激光的光轴重合的合波构件。反射镜46置于观察光学系统30的左右眼光路之间。

[0024] 光扫描器50具有使激光(治疗激光与瞄准光)在眼底上二维扫描(移动)的功能。光

扫描器50具有使治疗激光等的光轴(光路)偏转,使眼底上的激光光斑位置变更的功能。通过光扫描器50对激光的照射方向(照射位置)进行调整。

[0025] 又,在本实施形态中,光扫描器50兼作使治疗激光的照射位置、瞄准光的照射位置在眼底上移动的移动单元(移动光学系统)用。换言之,光扫描器50使排列有对应后述照射图案被照射的瞄准光的点的图案(瞄准图案)移动。

[0026] 光扫描器50具有将激光按X方向(相对于患者眼睛为左右方向,相对于图1的纸面为垂直方向)扫描的第一扫描单元和将激光按Y方向(相对于患者眼睛为上下方向,图1的纸面中的上下方向)扫描的第二扫描单元。本实施形态的第一以及第二扫描单元分别为电流计式反射镜单元。在此,两个电流计式反射镜单元的镜子的旋转轴被配置成相互垂直。另外,作为光扫描器,只要使激光(的光轴)在眼底上二维(XY方向)扫描(移动)的结构即可,也可以将X方向的扫描用多面镜进行,将Y方向的扫描用电流计式反射镜进行。又,也可以将X方向和Y方向的扫描用两个谐振镜进行。

[0027] 变焦透镜42由省略了图示的透镜凸轮保持,透镜凸轮根据手术人员的操作而旋转,由此,各变焦透镜42沿着光轴移动。通过变焦透镜42的移动,激光的光斑大小(眼底上的点径)在50~500 μm 之间持续变化。光斑大小为光纤20的出射端面的放大倍率,在本实施形态中,为1~10倍的放大率。变焦透镜42的位置由安装于透镜凸轮的编码器42a检测。控制部70通过编码器42a来接收各透镜的位置信息(检测信号),并得到激光的光斑大小。

[0028] 光扫描器50基于来自控制部70的指令信号被控制,以使得激光(点)作为二维图案形成于目标面。又,图示中进行了省略,反射镜46上也可以连接通过手术人员的操作使激光光轴二维倾斜(偏转)的机构(手动机械手)。

[0029] 患者眼睛E的角膜上抵接有接触透镜CL。接触透镜CL具有使患者眼睛的角膜、水晶体的折射能力失效的作用。利用接触透镜CL,在接触透镜CL与镜子46之间形成患者眼睛E的眼底的共轭面。

[0030] 从光纤20出射的激光通过中继透镜41,变焦透镜42,镜子43,准直透镜44之后,入射至光扫描器50。激光由光扫描器50偏转,从物镜45出射。激光被镜子46向患者眼睛E的方向弯曲,通过接触透镜CL向眼底(目标面)导光。

[0031] 观察光学系统30具有物镜,变倍数光学系统,手术人员保护过滤器,正立棱镜组,视野光圈,和目镜。手术人员保护过滤器具有过滤器和将过滤器向光路插入与移除的插脱机构。过滤器为至少在照射治疗激光期间被插入观察光路内的结构。照明光学系统60具有照明光源,聚光透镜,狭缝板,以及投影透镜。狭缝板上形成有用于将投影的照明光变成狭缝状的开口。狭缝板上形成有将开口的宽度进行变更的机构。又,狭缝板能够水平旋转(能够将照明光轴作为轴进行旋转)。通过狭缝板的操作,能够调整投影到眼底的狭缝光的宽度、角度。手术人员用观察光学系统30对由照明光学系统60狭缝照明的眼底进行观察,进行激光照射。

[0032] 对装置100进行统辖、控制的控制部70上连接有治疗激光光源11,瞄准光源12,光闸15以及16,编码器42a,光扫描器50,存储器71,操作单元80等。控制部70上使用了中央运算处理单元(Central Processing Unit)。作为存储单元的存储器71中,存储有照射图案,瞄准规则,手术条件,装置的控制程序等。

[0033] 操作单元80具有,脚踏开关81,其为对触发治疗激光照射的信号进行输入的触发

输入单元,以及用于进行激光照射条件等的设定、显示的显示器82。显示器82是触摸板式的,兼作显示单元与设定(输入)单元用。

[0034] 显示器82上设置有各种设定部和用于进行设定(输入设定信号)的面板开关。显示器82具有图形用户界面(graphical user interface)的功能,为用户(手术人员)能够视觉性地进行确认、设定激光照射条件等的结构。在显示器82上可以对以下的照射条件项目进行设定、显示。

[0035] 显示器82具有输出设定部83,照射时间设定部84,移动模式设定部85,图案设定部86,移动方向设定部87,详细设定开关88,以及菜单开关82a。图案设定部86具有开关86a和点间隔设定部86b。通过触碰显示器82上的各项目可以对数值等进行设定。被设定的数值等条件存储于存储器71中。

[0036] 用输出设定部83可以设定治疗激光的输出(功率)。用照射时间设定部84可以设定治疗激光的照射时间(脉冲宽度)。用移动模式设定部85可以设定瞄准光的照射位置的移动模式。用移动模式设定部85可以设定两种模式。用图案设定部86可以设定治疗激光的照射图案。触碰开关86a的话,就显示下拉菜单,显示能够设定的候选。通过图案设定部86内的触碰操作等,能够增减点的数值。用点间隔设定部86b可以设定照射图案的点间隔。用移动方向设定部87可以对一系列的治疗激光照射后的瞄准光的照射位置(排列有瞄准光的点的图案整体)的移动方向进行设定。用详细设定开关88可以设定详细的条件。菜单开关82a是用于引出其他设定部等的开关。

[0037] 点间隔设定部86b是用于设定照射图案中的点之间的间隔的开关,作为向控制部70输入点间隔的点间隔输入单元而发挥作用。在此说的点间隔是指相邻点的边缘的最短距离。作为点间隔,令一份点间隔为1.0,从0.5到2.0准备了25段的间隔。在本实施形态中,点间隔被设定为1.0。

[0038] 用移动方向设定部87,可以切换设定沿着上下方向(Y方向)从上向下的移动方向,和沿着左右方向(X方向)从左向右的移动方向这两种方向。在此,移动方向是指沿着狭缝光(狭缝照明光)的长度方向的方向。移动方向设定部87作为将瞄准光的照射位置的移动方向输入到控制部70的移动方向输入单元而发挥作用。在此,上下方向被设定。

[0039] 接着,对照射图案和瞄准光的照射进行说明。图2A、2B是示出照射图案的图。在此,照射图案是排列有治疗激光的照射点位置的图案。本实施形态的照射图案是点分隔排列的图案。瞄准光为了使手术人员视觉分辨治疗激光的照射点位置,照射于对应照射图案的点位置,象征性地示出照射图案。在本实施形态中,将瞄准光照射到与治疗激光的照射位置(照射预定位置)相同的点位置上。

[0040] 在照射图案上,点按照规则(例如,几何学的图形)进行排列。作为照射图案,可以列举例如:点按照 2×2 , 3×3 , 4×4 等方阵形状排列的图案(正方形图案:参照图2A),将正方形图案中偶数行的点列错开,成为锯齿样形状的图案(锯齿形图案:参照图2B),点按照圆弧状排列的图案(圆弧图案),由排列有圆弧图案的外径方向、内径方向的扇形构成的图案(扇形图案),点按照圆形排列的图案(圆图案),圆图案被分割的图案(圆分割图案),点按照直线形排列的图案(直线图案)等。这些照射图案由设备制造商准备并存储于存储器71中。

[0041] 本实施形态的瞄准(动作)基于以下说明的瞄准规则而进行。在瞄准时,在治疗激光未照射的状态下(对位状态),瞄准光的点适当地闪烁,使手术人员容易确认点下面的状

态。具体来说,将照射图案的点分割为多个组,在多个组之间照射瞄准光,使点以所需的时间间隔忽亮忽灭。在组的分割中,组之间的一部分的点重复也是可以的。本实施形态中的所需的时间间隔是指,在不同的组之间,手术人员在点熄灭的状态下能看见的时间,换言之,手术人员能够确认点下面的状态的时间。分割照射图案的各组与各组的每个点亮(熄灭)时间构成了瞄准规则。瞄准规则作为瞄准用控制程序存储于存储器71中。控制部70基于瞄准规则照射瞄准光。这种瞄准在日本特开2011-224345号公报中被公开。作为瞄准的一例可以参照上述公报。

[0042] 另外,瞄准规则为只要能使手术人员识别治疗激光的照射位置即可。因此,可以利用各种各样的瞄准规则。

[0043] 例如,作为瞄准规则,也可以采用总是点亮的照射图案的全部点的结构。又,也可以采用使全部的点忽亮忽灭的结构。

[0044] 又,也不一定必须将瞄准光照射于治疗激光的点位置。例如,也可以采用仅将瞄准光照射于照射图案的最外周的点位置的结构。又,也可以采用示出照射图案的轮廓、区域的结构。例如,如果是正方形图案的情况,可以列举通过瞄准光的持续扫描照射示出正方形的轮廓(框)的结构,和将示出正方形图案区域的十字示出的瞄准光的照射。

[0045] 基于图2A、2B对照射图案中的点的排列规则进行说明。在此,以正方形图案和锯齿形图案为例。图2A示出了点为 3×3 的正方形图案的情况。图2B示出了点为 3×3 的锯齿形图案的情况。

[0046] 如图2A所示,点被有规则地排列,使各点的中心位于用虚线示出的格子Ra的顶点。格子Ra是 3×3 的正方形格子。因此,照射图案(瞄准光的照射也一样)就是正方形图案。利用格子Ra规定治疗激光和瞄准光的点的排列规则。格子Ra的格子间隔被规定为使得相邻点之间(在此指上下左右方向)的间隔为规定的距离(长度)。在此,点间隔Da是将格子Ra的间隔(格子间隔)设为一个点的大小,以使得相邻点之间为一个点的大小。在正方形图案的上下左右方向,点间隔在任意的点之间都相同。因此,如果按照正方形图案照射治疗激光,则点周边的热量的扩散就变得均匀,点以及点之间的凝固也变得均匀。由此,照射治疗激光照射的区域(在此为 3×3 的正方形行列状的区域)就被大致均匀地(均等)治疗。

[0047] 治疗时,将治疗激光持续地照射于由照射图案决定的点位置。在 3×3 的正方形图案的情况下,通过脚踏开关81的触发信号,对从对应于照射图案(在此为正方形图案)的规定的第n个点位置至第m个点位置持续地照射治疗激光。在此,n为自然数($n=1, 2, \dots, N$),m是比n大的自然数($m > n, m=2, 3, \dots, M$)。因此,通过触发,将治疗激光照射于至少两个点上。在本实施形态中,通过手术人员的触发输入,从第n个点至第m个点进行持续的一系列的激光的照射。n与m是对应于照射图案预先设定的。该对应方式作为治疗激光的照射控制程序存储于存储器71。最好设定为使将第n个与第m个收纳于一系列的激光的照射期间眼球等未移动的时期内。

[0048] 例如将第n个与第m个设定为以下的情况。将对应于 3×3 的正方形图案的第n个点设定为最初的点(第1个点)。将第m个点设定为最后的点(第9个点)。因此,利用治疗激光的一系列的照射,就对照射图案的全部点照射了治疗激光。

[0049] 从正方形图案中第1个点位置的点Sa1向着第9个点位置的点Sa9按照顺序照射治疗激光。在相邻的点之间,进行例如像描绘“2”一样的一系列的点的扫描。在本实施形态中,

为了减小在治疗激光的照射期间患者眼睛移动的影响,将一系列的治疗激光的照射时间缩短。具体来说,点Sa1的照射结束后,将治疗激光照射于点Sa1的旁边(在图中为相邻右边)的点。又,将在一个点上的治疗激光照射时间设定为5~50ms左右,例如设定为20ms。由此,一系列的治疗激光的照射就在0.2秒以下。一系列的治疗激光的照射时间最好在1秒以下。重复这种操作(流程),从点Sa1至点Sa9,对于一个点持续照射一次治疗激光。这样一来,对应于照射图案(正方形图案)的组织上的(点)位置就成为治疗激光的一系列的照射位置。

[0050] 这种正方形图案被认为在治疗眼底的广阔范围时很有效。由于正方形图案可以将治疗区域大致作为四边形(正方形),因此能够将某面积(区域)通过多个正方形图案大致无间隙地铺满。

[0051] 另外,在以上的说明中,虽然从第n个(在此为最初的)点到第m个(在此为最后的)点依次照射治疗激光,但是不仅限于此。第n个和第m个对点的位置进行规定,并不规定照射的顺序。

[0052] 接着,关于图2B的锯齿形图案进行说明。点被有规则地排列,以使各点的中心位于用图中的虚线示出的格子Rb的顶点。格子Rb是 3×3 的三角格子(六边形格子,六角格子)。该三角格子的三角形为等边三角形。因此,格子Rb的顶点间的距离在任意方向都相同。因此,在锯齿形图案中,点间隔Db在上下、倾斜(60度与240度,120度与300度)方向都一定。点间隔Db被设定为与点间隔Da相同。在通过格子Rb规定的锯齿形图案中,由于与某个点相邻的所有点都具有相同的间隔,因此可以期待比正方形图案更好的热凝固的均匀性。在基于锯齿形图案的照射中,与正方形图案的情况一样,对从对应于最初的点位置的点Sb1到对应于最后的点位置的点Sb9持续照射治疗激光。

[0053] 另外,在本实施形态的锯齿形图案中,将所有列的点数量(在此为纵列)都设定为相同,以使锯齿形图案能够没有间隙地排列(所有的点都以相同的点间隔排列)。又,将预先规定的列的位置在规定的方向错开。例如,将偶数列(第2列)错开到奇数列(1列、3列)的下方。由此,图2B示出的锯齿形图案就变成下面凸起、上面凹陷的样子。因此,排列多个锯齿形图案时,可以将相邻的图案排列为凹凸嵌合,将锯齿形图案排列为铺满的样子。

[0054] 另外,锯齿形图案中的瞄准光、治疗激光的照射与正方形图案的情况相同。

[0055] 另外,也可以将上述的正方形图案与锯齿形图案用于旋转状态(例如,以中央的点为中心进行旋转)。点之间的关系为只要基于上述的格子进行排列即可。

[0056] 接着,关于光凝固治疗进行说明。图3是示出眼底的广阔范围的图。在眼底F上,示出了向着(延伸)上下方向(Y方向)的狭缝光(纵狭缝)SL,和示意性地示出照射治疗激光的位置的已照射过点列TLS。作为遍布眼底的广阔范围持续照射多个治疗激光的治疗方法,可以列举例如泛视网膜光凝固治疗(PRT)。在PRT中,在除去了眼底F的黄斑的广阔范围持续进行凝固。在PRT中,照射数百至上千束(点)的治疗激光。在治疗激光的照射中,为了确认照射部位而对眼底F进行扩大。在扩大了(窄的)视野VF内进行激光照射。利用照明光学系统60将狭缝光SL投光于眼底F,用观察光学系统30对视野VF的范围内进行观察。此时的视野VF是狭缝光SL的宽度的十几倍~几十倍左右(在图3中为了方便说明进行了示意化)。

[0057] 为了将治疗激光照射于眼底F整体,在视野VF内的激光照射操作结束后,需要变更下一个治疗激光的照射区域。进一步地,只要在视野VF内整体的治疗激光的照射操作结束了的话,就改变观察区域进行操作。为了确认治疗激光的照射位置,需要沿着用狭缝光SL照

明的区域照射治疗激光(在此为下方)。在图3中示出了在狭缝光SL内对多个治疗激光的点进行照射的点列TLS。

[0058] 在沿着狭缝光SL照射治疗激光的情况下,例如,对正方形图案或者锯齿形图案进行照射后,需要沿着上下方向移动治疗激光的照射位置。具体来说,就是操作控制杆等,使观察光学系统30、照明光学系统60以及激光照射光学系统40(裂隙灯整体)上下移动(在此为下方)。对于每一次治疗激光的一系列的照射,手术人员都必须进行观察光学系统30等的操作,非常费工夫。

[0059] 接着,对基于正方形图案的治疗激光与瞄准光的照射进行说明。图4A~4C以及图5的A~C是对治疗激光照射后的瞄准光的照射位置的移动进行说明的图。图6是治疗激光与瞄准光的照射的时序图。

[0060] 在图4A~4C以及图5的A~C中,示出了基于 3×3 的正方形图案将治疗激光照射于用在上下方向延伸的狭缝光SL照明的部位的例子。在此,对应于正方形图案,从用狭缝光SL照明的区域的上部向下方照射治疗激光。

[0061] 在图4A~4C以及图5的A~C中示出的瞄准状态是基于瞄准规则的一个例子形成的,作为将瞄准光照射于治疗激光的点位置的例子而使用。

[0062] 移动模式设定部85是移动模式设定单元,其在一系列的治疗激光的照射后,对瞄准光的照射位置的移动模式进行设定。使用移动模式设定部85,能够在自动模式(第一移动模式)和手动模式(第二移动模式)之间进行切换设定,在自动模式下,在一系列的治疗激光的照射后使瞄准光的照射位置移动到与已照射过治疗激光的点不同的位置,在手动模式下,在一系列的照射激光的照射后不使瞄准光的照射位置移动。

[0063] 图4A~4C表示手动模式的一例。图5的A~C表示自动模式的一例。在图4A~4C以及图5的A~C中,用斜线表示瞄准光的照射点,用黑色涂满表示治疗激光的照射点(已照射过的点),用空体表示凝固斑点(因热量而变化的斑点)。图4A以及图5的A表示瞄准的状态(瞄准状态),图4B以及图5的B表示治疗激光照射时的状态,图4C以及图5的C表示治疗激光照射后的瞄准状态。

[0064] 首先,对手动模式进行说明。将瞄准光照射于示出对应 3×3 的正方形图案的瞄准光照射位置的区域Aa1。基于预先设定的对应正方形图案的瞄准规则,持续地照射瞄准光。一旦用图案设定部86设定正方形图案,则设定信号就被输送至控制部70。控制部70基于设定信号和存储于存储器71的控制程序(瞄准规则),对瞄准光源12、光扫描器50等进行控制,将瞄准光照射于正方形图案的点位置。由此,瞄准光就照射于区域Aa1(参照图4A)。

[0065] 在图4A的状态下,一旦踩下脚踏开关81,则照射治疗激光,过渡到图4B的状态(变化)。控制部70基于来自脚踏开关81的触发信号,控制治疗激光光源11和光扫描器50,将治疗激光持续照射于区域Aa1的 3×3 的点位置。由此,在区域TLa形成 3×3 的已照射过治疗激光的点。

[0066] 一旦一系列的治疗激光的照射结束,则过渡到图4C的状态。控制部70再次进行瞄准光的照射。此时,控制部70将瞄准光照射于区域Aa2,区域Aa2是和已照射过治疗激光的区域相同的区域(与治疗激光照射前的瞄准光照射位置相同的位置)。控制部70继续对区域Aa2照射瞄准光。

[0067] 手动模式是仅将治疗激光照射于对应照射图案的瞄准光的点位置的模式。因此,

只要光学系统不移动,瞄准光的照射位置就不移动。即使一系列治疗激光的照射结束,也还是原来的状态,即将瞄准光照射于已照射过治疗激光的点位置。因此,在手动模式下,如前所述,每当一系列的治疗激光的照射结束,检查人员就需要操作控制杆,将照射光学系统40向下方移动(操作)。

[0068] 接着,对自动模式进行说明。在图5的A的状态下,3×3的正方形图案(瞄准光的点的图案)被照射于区域(第一区域)A1。基于与预先设定的正方形照射图案对应的瞄准规则照射瞄准光。用图案设定部86一旦设定正方形图案,则设定信号就被输送至控制部70。控制部70基于设定信号和存储于存储器71的控制程序(瞄准规则),控制瞄准光源12和光扫描器50等,照射瞄准光。此时,控制部70基于用点间隔设定部86b设定的点间隔D和来自编码器42a的示出光斑大小的信号,将瞄准光的点间隔定为D。

[0069] 在图5的A的状态下,一旦踩下脚踏开关81,则照射治疗激光,过渡到图5的B的状态。控制部70基于来自脚踏开关81的触发信号,控制治疗激光光源11和光扫描器50,将治疗激光持续照射于区域A1的3×3的点位置。由此,在区域TL形成3×3的已照射过治疗激光(照射)的点。

[0070] 一旦一系列的治疗激光的照射结束,则过渡到图5的C的状态。控制部70基于用移动方向设定部87设定的移动方向(从上向下)和点间隔,控制瞄准光源12和光扫描器50等,将瞄准光照射于形成有凝固斑点的区域M1的下方(上下方向上)区域(第二区域)A2的点位置。控制部70将瞄准光照射于和已照射过治疗激光的点位置不同的点位置,催促手术人员进行下一步治疗激光的照射。另外,在图5的C中,在已照射过治疗激光的点位置上形成有通过治疗激光热凝固的凝固斑点。

[0071] 详细的情况在后面叙述,此时,控制部70至少在手术人员能够识别区域A2的点位置的时间内进行瞄准光的照射。在本实施形态中,等待触发信号的输入,至少在此期间继续瞄准光的照射。

[0072] 区域M1(与区域A1一致)与区域A2仅隔开点间隔D。具体来说,着眼于区域TL的最下段的点与区域A2的最上段的点,移动区域A2的照射位置,以使上下方向(移动方向)相邻的点的间隔为点间隔D。即,对光扫描器50等进行控制,以使瞄准光的点按照对应点间隔D的正方形图案的格子状(规则)排列。

[0073] 在图5的C的状态下,一旦踩下脚踏开关81,治疗激光就被照射于区域A2。并且,将瞄准光的照射位置移动到已照射过治疗激光的区域的下方。换言之,对瞄准光的点的图案整体进行移动。

[0074] 在此,对瞄准光和治疗激光的时序进行说明。图6中示出了有无瞄准光的照射、有无治疗激光的照射以及有无触发信号的输入。在瞄准光的照射中,用斜线示出的区域表示持续地照射瞄准光。

[0075] 在输入触发信号前的状态下,通过控制部70持续照射瞄准光。因而,手术人员可以识别图5的A的状态。在该状态下,进行治疗部位的确认和对位。

[0076] 一旦在第一瞄准光的照射区域(的瞄准时)输入触发信号,则控制部70关于瞄准光的照射区域开始治疗激光的照射。对于9个点持续照射治疗激光(图5的B的状态)。治疗激光的整体照射时间T1假如为一束20ms的话,则大致为0.2秒。控制部70在治疗激光的照射时间中不照射瞄准光。另外,也可以在照射治疗激光期间照射瞄准光。

[0077] 一旦一系列的治疗激光的照射结束,则控制部70再次开始照射瞄准光。此时,瞄准光的照射位置如图5的C所示移动。瞄准光至少在照射时间T2期间照射。照射时间T2是手术人员能够识别瞄准光的点位置(在此为图案整体的位置)的时间。在本实施形态中,由于下一个触发信号的输入是由手术人员进行的,因此照射时间T2是由手术人员确保的时间。因此,控制部70从瞄准光的照射的再次开始起等待触发信号的输入。优选为,控制部70为在照射时间T2期间不接受触发信号的输入的结构。由此,手术人员就能容易地确认瞄准光的照射位置。另外,照射时间T2也可以由手术人员进行设定。例如,在数百毫秒到十几秒的范围内设定。例如,0.1~10秒,最好是0.3~2秒。

[0078] 其后,在第二瞄准光的照射区域,一旦输入触发信号,则控制部70关于瞄准光的照射区域持续照射治疗激光。第二瞄准光的照射区域相对于第一瞄准光的照射区域整体在眼底上的照射区域不同。

[0079] 这样一来,向第一区域(A1)照射治疗激光结束后,将瞄准光照射(瞄准光的照射位置被移动)于和第一区域(TL,M1)不同的第二区域(A2)。照射一系列的治疗激光后,通过将瞄准光的照射位置(瞄准光的点的图案)移动到已照射过的区域TL的下方,手术人员便能够节省每次照射一系列的治疗激光结束、检查人员就要移动观察光学系统30等的工夫。又,通过将瞄准光的照射位置相对于已照射过治疗激光的位置移动了对应于点间隔D的距离,提高了向下一个治疗部位的瞄准操作(对位)的精度。

[0080] 又,由于在一系列的治疗激光的照射之后,瞄准光被照射于和已照射过治疗激光的位置不同的位置,因此可以容易地确认照射了治疗激光的位置的(组织的)状态。

[0081] 又,通过做成照射图案沿着某方向移动的结构,对于每次一系列的治疗激光的照射,手术人员都能确认照射位置,容易地在大范围持续治疗激光的照射。并且,相比于在大范围持续地一次性照射治疗激光,在本实施形态的结构中,手术人员能够适当地确认治疗激光的照射位置,容易应对手术中的各种各样的情况。

[0082] 另外,瞄准光的照射位置的移动范围(区域A2的移动界限)依赖于照射光学系统40的设计。在此是指激光等不被反射镜46遮光(不渐晕)的范围,上限值大约2mm左右。在本实施形态中,在瞄准光的点的移动范围超过(照射图案的点的一部分超过上限值)上限值的情况下,控制部70使瞄准光的照射位置移动到区域TL(最初的治疗激光照射区域)也是可以的(照射位置的重设)。另外,在瞄准光的照射位置的移动范围超过上限值的情况下,控制部70减少点的数量,使得瞄准光的点收纳在上限值内也是可以的。在该情况下,最好维持点的间隔。

[0083] 另外,在以上的说明中,虽然将瞄准光的照射位置的移动范围与光扫描器50的原点位置对应的位置(与观察光轴一致)作为开始位置,但是不仅限于此。为了有效利用照射光学系统40的上限(界限),也可以使最初的瞄准光的照射位置变位到光学系统的上限的位置。例如,在自动模式中,控制部70将最初的瞄准光的照射位置(对应于区域A1)变位到光学系统的上限位置。由此,在上下方向上,能够移动尽量多的瞄准光的照射位置,在较多的部位进行治疗激光的照射。例如,只要是上述的光学系统,在上下方向上,就能确保大致4mm的范围。

[0084] 关于具有以上的结构的装置,对利用治疗激光的照射的治疗动作进行说明。手术人员在治疗之前,对以下的项目进行设定。

[0085] 进行利用输出设定部83的治疗激光的输出设定(例如600mW),利用照射时间设定部84的脉冲宽度设定(例如20ms),利用移动模式设定部85的自动模式设定,利用图案设定部的 3×3 的正方形图案与点间隔D的设定,利用移动方向设定部87的上下方向的设定,利用变焦透镜42的光斑大小的设定(例如200 μ m)等设定。

[0086] 手术人员使接触透镜CL抵接于患者眼睛。并且,通过观察光学系统30对用来自照明光学系统60的照明光狭缝照明的患者眼睛的眼底进行观察。一旦手术人员操作未图示的瞄准开关,则控制部70开始瞄准光的照射。手术人员一边观察用正方形图案示出的瞄准光的点,一边进行对位。一旦手术人员踩下脚踏开关81,控制部70就基于触发信号进行治疗激光的照射。一系列的治疗激光的照射结束后,控制部70在和已照射过治疗激光的点位置不同的下方的位置(区域),将瞄准光照射于仅相距点间隔D的位置(瞄准光的照射位置的移动)。

[0087] 在该状态下,一旦踩下脚踏开关81,则控制部70将治疗激光照射于瞄准光照射的点位置。并且,控制部70将瞄准光再次照射于已照射过治疗激光的位置的下方。手术人员重复这种操作,进行用狭缝光照明的治疗部位的上下方向的凝固。如果瞄准光的照射位置的移动范围超过上限值,则控制部70就将瞄准光的照射位置移动至瞄准光在上下方向上最初照射治疗激光的位置。

[0088] 其后,手术人员使观察光学系统30等移动,重复上述动作,以使照射中的瞄准光的点位置在左右方向(X方向)移动。通过这些操作,就将治疗激光持续照射于眼底的广阔范围。

[0089] 另外,在以上的说明中,利用手术人员的触发进行治疗激光的照射,但不仅限于此。只要在一系列的治疗激光的照射之后,移动瞄准光的照射位置,进行下一步的治疗激光的照射即可。例如,也可以采用以下的结构,由控制部70进行治疗激光的触发,手术人员使利用控制部70的治疗激光的照射停止。

[0090] 具体来说,通过作为信号输入单元的脚踏开关81输入照射停止信号。又,一系列的治疗激光的照射结束后,将瞄准光的照射位置移动后,控制部70仅在照射时间T2内等待治疗激光的照射,并等待照射停止信号的输入。照射时间T2是使手术人员识别瞄准光的照射位置的时间,是照射犹豫时间。作为照射时间T2,为0.1~3秒,优选为0.3~1.5秒,更好的是0.3~1.0秒,在此为0.5秒。

[0091] 又,也可以采用将上述的结构分为两个模式,由手术人员设定模式的结构。例如,在显示器82上设置照射模式设定部。照射模式为:第一照射模式(半自动模式),在瞄准光的照射位置移动后等待来自脚踏开关81的照射信号,和第二照射模式(自动发射模式),在瞄准光的照射位置移动后等待来自脚踏开关81的照射停止信号。

[0092] 另外,在以上的说明中,对从第n个点到第m个点照射治疗激光后使瞄准光的照射位置移动的结构在此是指,对于 3×3 的正方形图案,对从最初的点到最后的点照射治疗激光后使瞄准光的照射位置移动,但是不仅限于该结构。

[0093] 在基于照射图案的治疗激光的照射中,只要向多个点照射治疗激光之后,使手术人员通过瞄准光的照射确认与已照射过治疗激光的点不同的点(未照射的点)的位置即可。

[0094] 例如,照射图案中的第n个点位置和第m个点位置不包罗照射图案的全部点也是可以的。在从第n个至第m个点中,也可以是将治疗激光照射于照射图案的中途的点(部分区

域),其后再使瞄准光移动的结构。

[0095] 以 9×3 的正方形图案为例。控制部70在 9×3 的正方形图案中,依次将治疗激光照射于第1个至第9个点(从第1行第1列的点至第3行第3列的点),从第10个至第18个点,从第19个至第27个点的结构。控制部70基于 9×3 的正方形图案的设定,首先进行 9×3 的正方形图案的瞄准光的照射。并且,控制部70将瞄准光照射于从第1个至第9个点位置,催促手术人员进行治疗。

[0096] 控制部70一旦接收到手术人员的触发输入,就进行从第1个至第9个点的一系列的激光照射。其后,控制部70将瞄准光照射于从第10个至第18个点位置(瞄准光照射位置的移动)。控制部70基于触发进行从第10个至第18个点的一系列治疗激光的照射。其后,控制部70将瞄准光照射于从第19至第27个点位置。该情况下的瞄准规则是对应于从第n个至第m个点设定的。由此,即使在使用点数量很多(照射范围很广阔)的照射图案的情况下,通过部分地照射瞄准光,手术人员可以容易地确认瞄准光的点。

[0097] 另外,在以上的说明中,瞄准光的照射位置的移动方向为上下方向与左右方向,但并不仅限于此。移动方向构成为任意的角度均可。又,行进方向也可以是任意方向。又,也可以使移动方向中包含多个图案。例如,使瞄准光的照射位置沿着上下方向移动时,在超过范围的上限值的情况下,也可以使其在左右方向移动。在该情况下,控制部70使瞄准光(与治疗激光)的照射位置从上向下移动,到达了下限的话就使瞄准光的照射位置向右方移动。然后,使瞄准光从下向上移动。这样一来,就使得瞄准光的照射位置按之字形移动。另外,横向的移动宽度最好对应于狭缝光的宽度。

[0098] 另外,在以上的说明中,瞄准光的移动位置构成为,使得移动后的瞄准光的点与已照射过治疗激光的点仅相距点间隔地相邻,但是并不仅限于此。未必一定要相邻。只要移动瞄准光,以使点按照对应于点间隔的格子状排列即可。具体来说,如果以图5的B为例,则在区域TL照射治疗激光之后,使瞄准光的照射位置移动至区域A2的下方。由此,对应于照射图案的区域就被跳过。由此,可以期待对治疗激光的照射位置的热影响得以分散。

[0099] 另外,在以上的说明中,在一系列的激光照射之后,使瞄准的照射位置以规定的方向移动,以使点按照对应点间隔的格子状排列,但是并不仅限于此。只要是在一系列的激光照射之后,使瞄准光的点位置移动的结构即可。也可以是使瞄准光的点位置移动至预先规定的位置的结构。

[0100] 另外,在以上的说明中,将锯齿形图案定为行和列点数相同的情况,但是并不仅限于此。只要是使点的上下方向、倾斜方向的点间隔相同的点排列即可。例如,也可以采用锯齿形图案的轮廓为六角形的点排列。为了无间隙地铺满这种锯齿形图案,不仅是上下方向,也需要斜向的移动。

[0101] 另外,在以上的说明中,光扫描器50兼用作移动单元被,但是并不仅限于此。只要是能移动治疗激光、瞄准光的照射位置的结构即可。例如,也可以采用使反射镜46在XY方向倾斜(旋转)的结构。又,也可以在照射光学系统40上设置作为移动单元的其他光扫描器和透镜移动单元等。又,也可以采用使裂隙灯(观察光学系统30等)移动的结构。

[0102] 另外,在以上的说明中,移动模式设定部85,移动方向设定部87,图案设定部86,点间隔设定部86b不一定是必需的。装置100的设定也可以在制造商处预先设定。

[0103] 另外,在以上的说明中,有无治疗激光、瞄准光的照射是由光源的开、关来控制的

结构,但是并不仅限于此。只要能控制向点位置的治疗激光等的照射和非照射即可。也可以使用光闸等阻断单元。还可以使用光扫描器等光路偏转单元。

[0104] 另外,在以上的说明中,对某点位置仅照射一次治疗激光,但是并不仅限于此。只要是能进行眼底的光凝固治疗的结构即可。例如,也可以将短脉冲宽度的治疗激光间隔规定的休止时间多次照射于相同的点位置。在这种情况下,可以期待微创光凝固治疗。在这种情况下,相邻的点也可以不用隔开。

[0105] 另外,在以上的说明中,虽然是将治疗激光照射于眼底进行光凝固治疗的结构,但是并不仅限于此。只要是治疗激光照射于患者眼睛的组织进行治疗的结构即可。例如,也可以适用于选择性激光小梁成形术(SLT)。在该情况下,是使瞄准光的照射位置沿着患者的眼角移动的结构。

[0106] 另外,在以上的说明中,虽然是基于照射图案持续地照射多个治疗激光的点的结构,但是并不限于该结构。也可以是采用具有由手术人员等一束束地指定治疗激光的点进行照射的模式(单一模式)的结构。

[0107] 又,如本实施形态的自动模式所示,在进行像对于治疗部位的瞄准光的照射位置在治疗激光照射前与照射后为不同的那样的控制的情况下,也考虑到对瞄准光的照射位置进行控制,以使手术人员能够把握基于设定的所有照射图案进行照射的预定区域整体。例如,也可以在接下来进行的在对应于治疗激光的照射图案(照射区域)的照射预定位置进行瞄准光的照射的同时,在能够对设定的照射预定区域整体的范围进行把握的外周部分(例如四角等)进行瞄准光的照射。

[0108] 另外,以上的说明毕竟只是例示,本发明并不仅限于此。在不脱离本发明的技术思想的限度内,基于本领域的技术人员知识可以做出各种变更。

[0109] 符号说明

[0110] 10 激光光源单元

[0111] 20 光纤

[0112] 30 观察光学系统

[0113] 40 激光照射光学系统

[0114] 50 光扫描器

[0115] 60 照明光学系统

[0116] 70 控制部

[0117] 80 操作单元

[0118] 100 眼科用激光治疗装置。

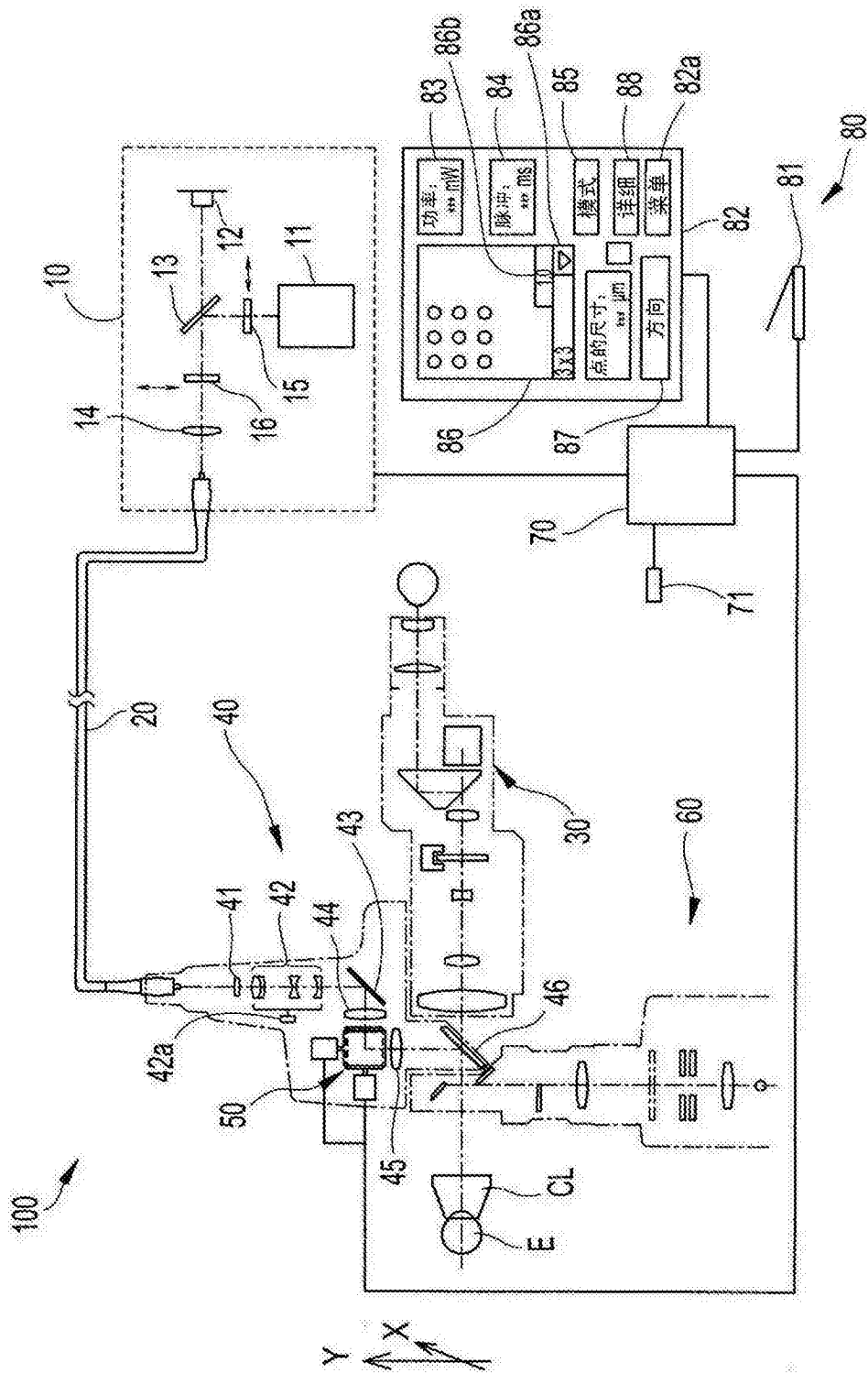


图1

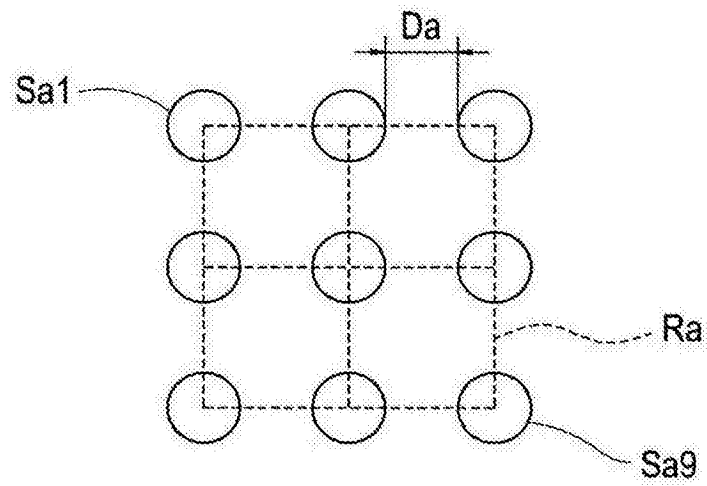


图2A

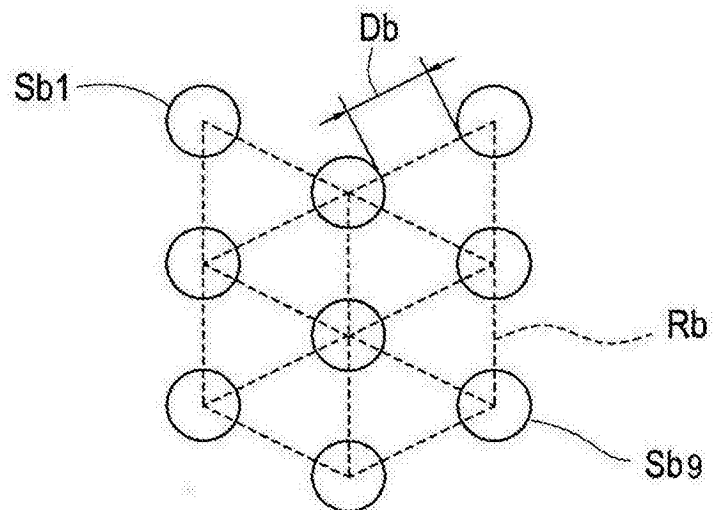


图2B

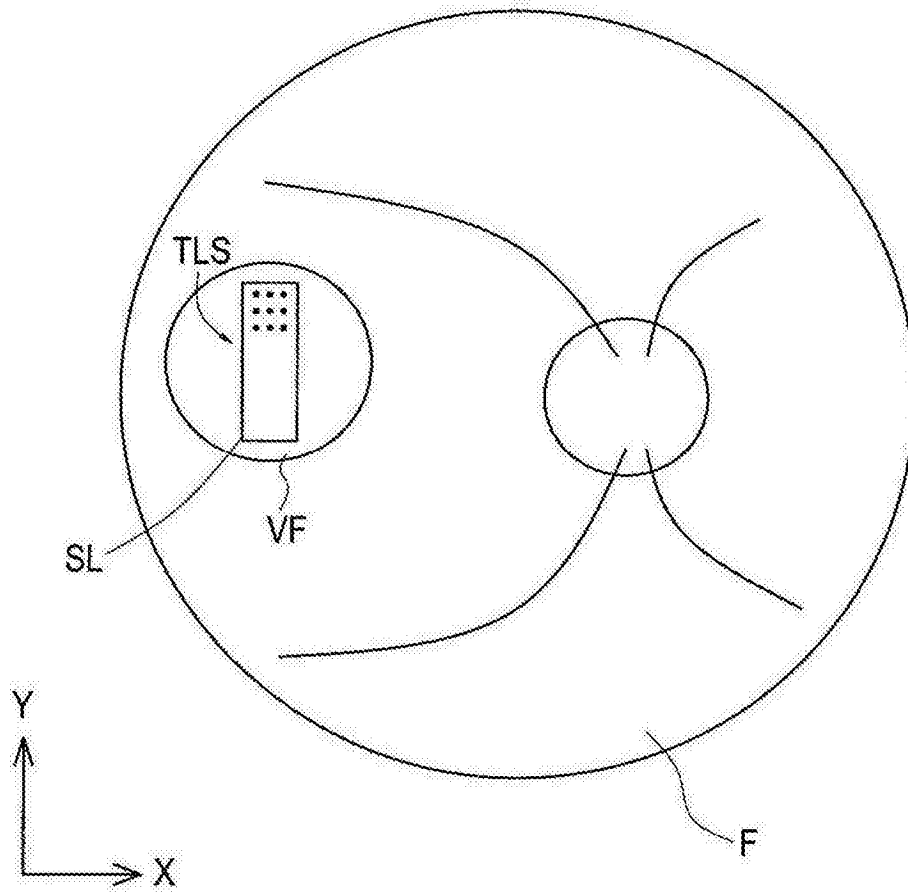


图3

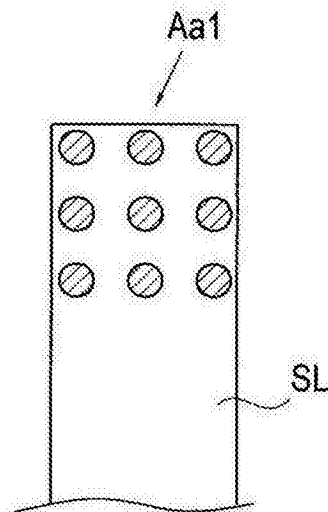


图4A

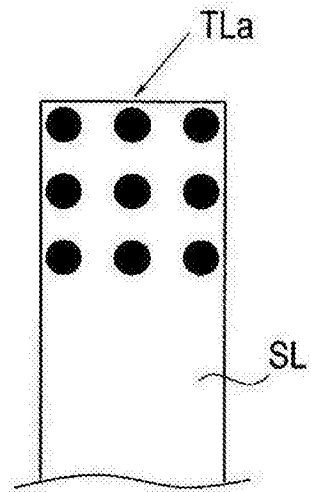


图4B

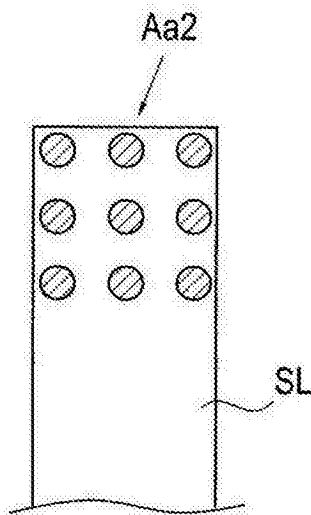


图4C

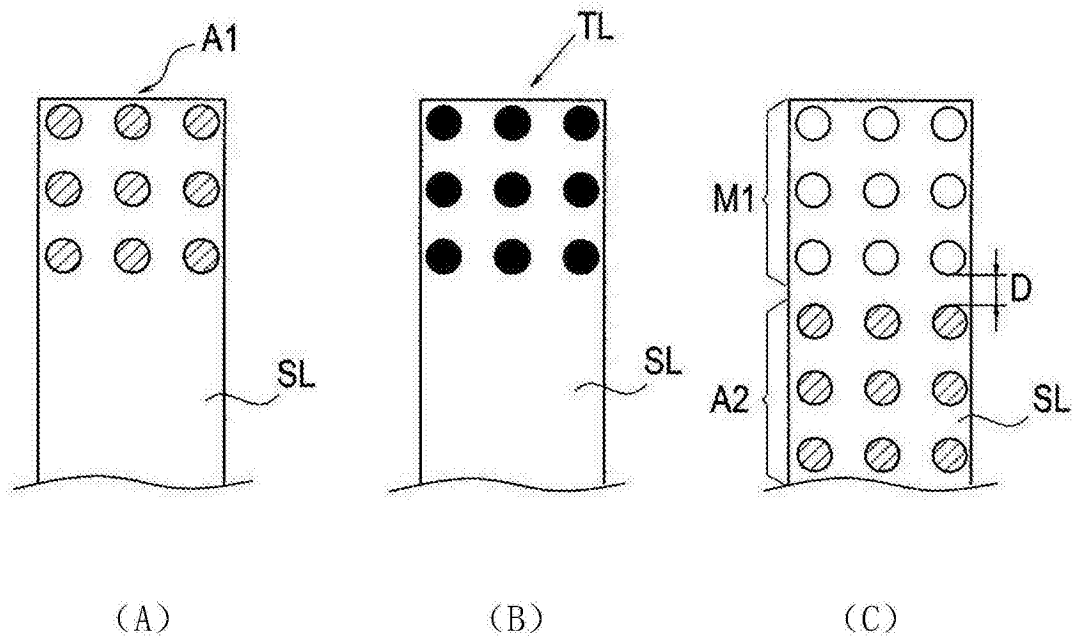


图5

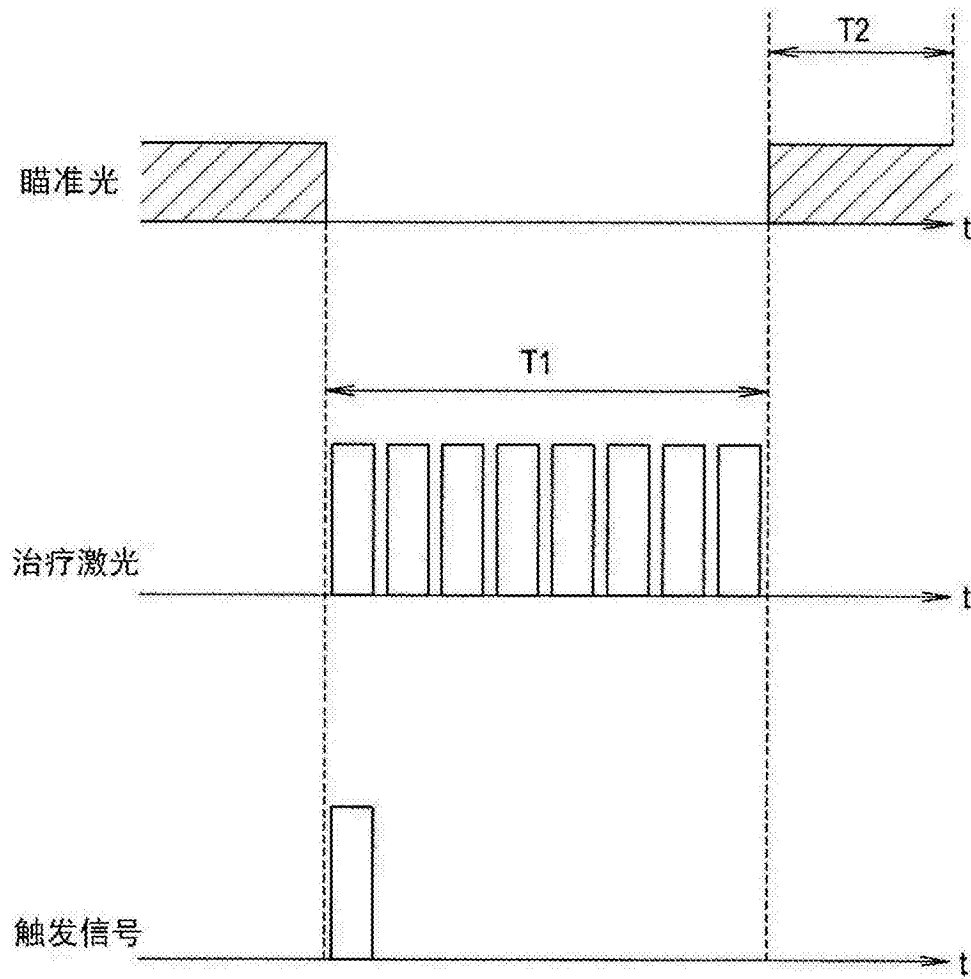


图6