



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106164748 B

(45)授权公告日 2019.01.04

(21)申请号 201580010606.6

(72)发明人 井出昌史

(22)申请日 2015.02.20

(74)专利代理机构 上海华诚知识产权代理有限公司 31300

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106164748 A

代理人 刘煜

(43)申请公布日 2016.11.23

(51)Int.CI.

G02B 3/00(2006.01)

(30)优先权数据

G02B 26/08(2006.01)

2014-037151 2014.02.27 JP

G02B 26/10(2006.01)

2014-191906 2014.09.19 JP

G02B 27/22(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

H04N 9/31(2006.01)

2016.08.25

G02B 27/01(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2015/054844 2015.02.20

(56)对比文件

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/129584 JA 2015.09.03

JP 特开2012-226221 A, 2012.11.15,

(73)专利权人 西铁城时计株式会社

JP 特开2013-113997 A, 2013.06.10,

地址 日本国东京都西东京市田无町六丁目
1番12号

JP 特表2009-530661 A, 2009.08.27,

CN 101772722 A, 2010.07.07,

CN 102132193 A, 2011.07.20,

审查员 李妍

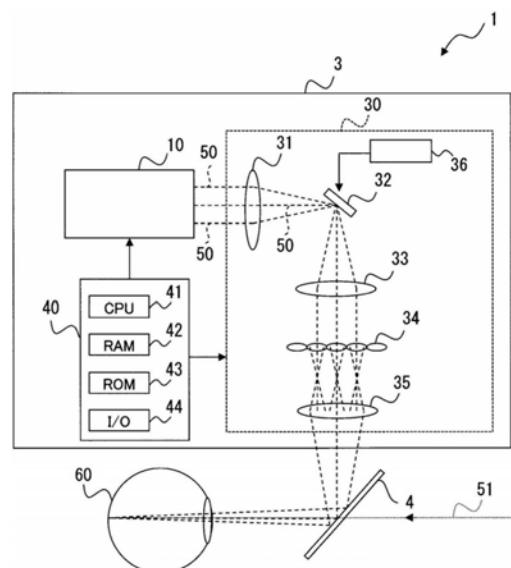
权利要求书2页 说明书14页 附图16页

(54)发明名称

投影装置

(57)摘要

对于投影能够实现立体视觉的图像的投影装置,与不具有本构成的情况相比,将装置更加小型化,并且将投影图像更加高精细化。投影装置为扫描至少以红色、绿色以及蓝色为一组的激光来投影能够实现立体视觉的图像的投影装置,具有:光源部,其出射激光;扫描部,其利用激光二维形状地扫描投影区域;以及微透镜阵列,其由通过扫描部扫描的激光入射的多个微透镜构成,使激光的出射角度与向微透镜的入射位置相对应地发生变化,来创造出位置和方向被控制了的光线的场相应于投影的图像而从微透镜的表面上的各点出射的状态。



1. 一种投影装置,其为扫描至少以红色、绿色以及蓝色为一组的激光来投影能够实现立体视觉的图像的投影装置,所述投影装置的特征在于,具有:

光源部,其出射所述激光;

扫描部,其通过所述激光二维形状地扫描投影区域;以及

微透镜阵列,其由通过所述扫描部扫描的激光入射的多个微透镜构成,使所述激光的出射角度与向该微透镜入射的入射位置相对应地发生变化,来创造出位置和方向被控制了的光线的场相应于投影的图像而从该微透镜的表面上的各点出射的状态;

投射透镜,其使从所述光源部出射的激光作为准直光入射到所述扫描部;

第2投射透镜,其入射通过所述扫描部扫描的激光,使该激光转换为通过与入射角度相对应的位置的会聚光并入射到所述微透镜阵列;

所述第2投射透镜和所述微透镜阵列以所述第2投射透镜的后侧焦面与所述微透镜阵列的前侧焦面大致重叠的间隔配置。

2. 如权利要求1所述的投影装置,其特征在于,

还具有控制部,其控制在所述第2投射透镜和所述微透镜阵列之间所述激光会聚的假想的显示面上的该激光的像的位置,以使投影的图像的纵深位置被感知。

3. 如权利要求1或2所述的投影装置,其特征在于,

所述扫描部为使所述激光反射且在所述投影区域上扫描的MEMS反射镜,

所述MEMS反射镜在所述第2投射透镜的前侧焦点位置的附近与所述第2投射透镜分离而被配置。

4. 如权利要求1或2所述的投影装置,其特征在于,

所述光源部从多个光纤的出射端部出射多组所述激光,

所述扫描部以不同组的同色激光的扫描像相互之间不重叠的方式,利用所述多组激光二维形状地扫描所述投影区域。

5. 如权利要求4所述的投影装置,其特征在于,

所述光源部具有:

多个第1激光元件,其发出红色激光;

多个第1光纤,其分别对所述多个第1激光元件发出的红色激光进行导波;

多个第2激光元件,其发出绿色激光;

多个第2光纤,其分别对所述多个第2激光元件发出的绿色激光进行导波;

多个第3激光元件,其发出蓝色激光;

多个第3光纤,其分别对所述多个第3激光元件发出的蓝色激光进行导波;以及

光纤束组合器,其将所述多个第1光纤、所述多个第2光纤以及所述多个第3光纤的出射端部固定而形成光纤束,

所述多个第1光纤、所述多个第2光纤以及所述多个第3光纤从所述出射端部出射所述多组激光。

6. 如权利要求4所述的投影装置,其特征在于,

所述扫描部以不同组的同色激光的扫描像相互之间不重叠的范围的扫描角,对构成所述投影区域的各部分区域,利用所述多组激光中与该部分区域对应的激光进行扫描。

7. 如权利要求4所述的投影装置,其特征在于,

所述光源部以各组激光的扫描线相互错开的方式空出间隔来出射所述多组激光，
所述扫描部利用所述多组激光同时地扫描所述投影区域。

投影装置

技术领域

[0001] 本发明涉及扫描激光来投影能够实现立体视觉的图像的投影装置。

背景技术

[0002] 已知有使用多个微镜显示图像的装置。例如,在专利文献1所记载的图像显示装置中,来自光源的光被多个微镜反射,获得的部分光选择地透过焦距不同的多个透镜,由此显示表现出纵深的图像。

[0003] 另外,已知有不仅能够取得光的强度分布还能够取得光的入射方向的信息的摄像装置(光场相机)(例如,参照专利文献2、3)。光场相机在摄像透镜和摄像元件之间具有微透镜阵列,通过使一个微透镜对应于摄像元件的多个像素,来取得光的入射方向的信息。

[0004] 另外,已知有与光场相机相反,基于光的强度分布和入射方向的信息,通过再现从某物体入射的光线来显示能够实现立体视觉的图像的光场显示器。例如,在非专利文献1中,记载了使用基于OLED(有机发光二极管)的扩散光源和微透镜阵列的头戴式NTE(near-to-eye)光场显示器。

[0005] 在非专利文献2中,记载了通过排列多个光纤扫描仪而不是微透镜,从各个光纤扫描仪出射各个角度的激光来投影图像的三维显示器。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开2010-085621号公报

[0009] 专利文献2:日本特开2012-205111号公报

[0010] 专利文献3:日本特开2013-145982号公报

[0011] 非专利文献

[0012] 非专利文献1: Douglas Lanman and David Luebke, "Near-Eye Light Field Displays," in SIGGRAPH ASIA 2013, (Hong Kong, China, Nov. 2013).

[0013] 非专利文献2: Brian T. Schowengerdt, Richard S. Johnston, C. David Melville, Eric J. Seibel, "3D Displays using Scanning Laser Projection," SID Int. Symp. Digest Tech. Papers, Vol. 43, 641-643 (2012).

发明内容

[0014] 例如,为了在便携设备中实现高精细的三维显示,考虑二维形状地排列多个微型投影仪来形成光场。然而,这样的话,难以将装置小型化,制造成本也变高。因此,为了将小型且高精细的投影装置搭载于便携设备,需要同时实现微型投影仪本身的进一步的小型化和高精细化。

[0015] 非专利文献1的光场显示器是比较小型的头戴式装置,但是为了扩大视野(field of view),需要高分辨率且显示面积大的高性能的微显示器。另外,在非专利文献1的光场显示器中,由于从作为扩散型点光源的OLED的各像素向多方向出射光,因此该光也入射到

微透镜阵列中的相邻的像素的微透镜,从而产生交调失真,在显示图像中引起重影。

[0016] 在此,本发明的目的在于,对于投影能够实现立体视觉的图像的投影装置,与不具有本构成的情况相比,将装置更加小型化,并且将投影图像更加高精细化。

[0017] 投影装置为扫描至少以红色、绿色以及蓝色为一组的激光来投影能够实现立体视觉的图像的投影装置,投影装置的特征在于,具有:光源部,其出射激光;扫描部,其通过激光二维形状地扫描投影区域;以及微透镜阵列,其由通过扫描部扫描的激光入射的多个微透镜构成,使激光的出射角度与向该微透镜入射的入射位置相对应地发生变化,来创造出位置和方向被控制了的光线的场相当于投影的图像而从该微透镜的表面上的各点出射的状态。

[0018] 较佳地,上述投影装置还具有投射透镜,其使从光源部出射的激光作为准直光入射到扫描部。

[0019] 较佳地,上述投影装置还具有第2投射透镜,其入射通过扫描部扫描的激光,使激光转换为通过与入射角度相对应的位置的会聚光并入射到微透镜阵列。

[0020] 较佳地,上述投影装置还具有控制部,其控制在第2投射透镜和微透镜阵列之间激光会聚的假想的显示面上的激光的像的位置,以使投影的图像的纵深位置被感知。

[0021] 较佳地,在上述投影装置中,第2投射透镜和微透镜阵列以第2投射透镜后侧焦面与微透镜阵列的前侧焦面大致重叠的间隔配置。

[0022] 较佳地,在上述投影装置中,扫描部为使激光反射且在投影区域上扫描的MEMS (Micro Electro Mechanical System) 反射镜,MEMS反射镜与第2投射透镜相距靠近第2投射透镜的前侧焦点位置的距离而被配置。

[0023] 较佳地,在上述投影装置中,光源部从多个光纤的出射端部出射多组激光,扫描部以不同组的同色激光的扫描像相互之间不重叠的方式,利用多组激光二维形状地扫描投影区域。

[0024] 较佳地,在上述投影装置中,光源部具有:多个第1激光元件,其发出红色激光;多个第1光纤,其分别对多个第1激光元件发出的红色激光进行导波;多个第2激光元件,其发出绿色激光;多个第2光纤,其分别对多个第2激光元件发出的绿色激光进行导波;多个第3激光元件,其发出蓝色激光;多个第3光纤,其分别对多个第3激光元件发出的蓝色激光进行导波;以及光纤束组合器,其将多个第1光纤、多个第2光纤以及多个第3光纤的出射端部固定而形成光纤束,多个第1光纤、多个第2光纤以及多个第3光纤从出射端部出射多组激光。

[0025] 较佳地,在上述投影装置中,扫描部以不同组的同色激光的扫描像相互之间不重叠的范围的扫描角,对构成投影区域的各部分区域,利用多组激光中与该部分区域对应的激光进行扫描。

[0026] 较佳地,在上述投影装置中,光源部以各组的激光的扫描光线相互错开的方式空出间隔来出射多组激光,扫描部利用多组激光同时地扫描投影区域。

[0027] 根据上述投影装置,与不具有本构成的情况相比,装置能够更加小型化,并且投影图像能够更加高精细化。

附图说明

[0028] 图1为眼镜型显示器1的立体图。

- [0029] 图2为眼镜型显示器1的投影单元3的概略构成图。
- [0030] 图3A为光源部10的概略构成图。
- [0031] 图3B为激光模块11的概略构成图。
- [0032] 图4A为表示图2的等价光学系统的示意图。
- [0033] 图4B为用于说明图4A的激光50的光束形状的图。
- [0034] 图4C为用于说明图4A的激光50的光束形状的图。
- [0035] 图5A为表示用光纤束组合器12固定的各光纤的排列的实例的图。
- [0036] 图5B为用于说明扫描多组激光50的方法的实例的图。
- [0037] 图6为用于说明图像能够立体地看到的原理的图。
- [0038] 图7为说明扫描多组激光50的方法的另一实例的图。
- [0039] 图8为说明扫描多组激光50的方法的又一实例的图。
- [0040] 图9为另一投影部30A的概略构成图。
- [0041] 图10为表示图9的等价光学系统的示意图。
- [0042] 图11为用于说明使用投影部30A的NTE光场显示器的工作原理的图。
- [0043] 图12为表示投影部30A的机构的实例的立体图。
- [0044] 图13为表示投影部30A的机构的实例的侧视图。
- [0045] 图14为表示投影部30A的机构的实例的部分放大图。

具体实施方式

[0046] 以下,参照附图,对投影装置进行说明。但是,应当理解,本发明并不限于附图或以下所记载的实施方式中。

[0047] 该投影装置从多个光纤的出射端部出射至少以红色激光、绿色激光以及蓝色激光为1组的多组激光,将该激光二维形状地扫描,使用微透镜使该扫描光的角度发生变化。由此,该投影装置创造出控制了位置和方向的大量光线从假想的显示面上的各点出射的状态,通过使该光线投影在使用者的视网膜上,投影能够实现对应于眼睛的再聚焦(refocusing)特性的立体感知的图像。

[0048] 该投影装置能够应用于例如,NTE (near-to-eye) 光场显示器的光学引擎部。在以下中,作为投影装置的实例,对NTE的眼镜型显示器进行说明。但是,本说明书的投影装置并不限于NTE显示器,也能够应用于其他形式的直视型的光场显示器。

[0049] 图1为眼镜型显示器1的立体图。眼镜型显示器1具有眼镜型的框架2、投影单元3、3' 以及半反射镜4、4'。眼镜型显示器1被佩戴于使用者的头部,使激光投影于使用者的视网膜而使其对图像进行视觉辨认。

[0050] 框架2与一般的眼镜相同,具有能够佩戴于头部的形状。投影单元3、3' 具有大致L字状的形状,分别被安装于左眼用和右眼用的透镜部分。半反射镜4、4' 被安装于投影单元3、3' 的顶端部,以便在使用者将框架2佩戴于头部时,分别与使用者的左眼以及右眼相对。由于为了进行自然的立体显示,还需要以与眼睛的远近调整功能联动的方式再生双眼视差,因此左眼用的投影单元3和右眼用的投影单元3' 显示考虑了双眼视差的相互不同的图像。由于投影单元3、3' 都具有相同的构成,因此在以下中对投影单元3进行说明。

[0051] 图2为眼镜型显示器1的投影单元3的概略构成图。投影单元3在内部具有光源部

10、投影部30以及控制部40。

[0052] 光源部10出射以红色(R)、绿色(G)以及蓝色(B)的激光为1组的多组激光50。在图2中,示出了3组激光50。投影部30使从光源部10出射的RGB激光50偏转并入射到使用者的左眼60,在其视网膜上投影图像。即,眼镜型显示器1使用使用者的视网膜作为投影面。使用者利用在视网膜上扫描的光,对与图像信号相对应的图像进行视觉辨认。控制部40与被投影的图像的图像数据相对应地控制光源部10的RGB激光的发光时机以及发光强度。

[0053] 如图2所示,从投影部30出射的激光50由半反射镜4反射而入射到使用者的左眼60,且外光51也透过半反射镜4而入射到使用者的左眼60。即,眼镜型显示器1是将激光50的投影图像与外光51的外景重叠地显示的、所谓的透视型投影装置。但是,这是一个实例,投影装置没有必要必须为透视型。

[0054] 图3A为光源部10的概略构成图。光源部10具有激光模块11R、11G、11B以及光纤束组合器12。

[0055] 激光模块11R经由光纤阵列25R,出射例如波长640nm的红色激光。激光模块11G经由光纤阵列25G,出射例如波长520nm的绿色激光。激光模块11B经由光纤阵列25B,出射例如波长460nm的蓝色激光。如此,光源部10使用各颜色专用的激光模块作为RGB各颜色的光源。由于激光模块11R、11G、11B具有同样的构成,在以下中对这些不进行区别,只称为“激光模块11”。

[0056] 光纤束组合器12将来自各激光模块的光纤阵列25R、25G、25B的端部包捆固定,形成光纤束。光纤束组合器12以例如各光纤在与激光的出射方向垂直的截面上形成正方排列或六方排列的方式,固定光纤阵列25R、25G、25B的端部。在以下中说明了例如,光纤阵列25R、25G、25B分别由9根单模光纤构成,光纤束组合器12包捆合计27根而形成光纤束的情况。多组(例如9组)RGB激光(合波光)从光纤束组合器12的端部(各光纤的出射端部)出射。

[0057] 另外,也可以将由来自各个光纤阵列25R、25G、25B的每一根光纤导波的RGB激光通过熔接型光纤合束器在1根光纤中合波,出射多组RGB激光(合波光)。或者,也可以将光纤束组合器12包捆的光纤束置换为多芯光纤。

[0058] 图3B为激光模块11的概略构成图。在激光模块11中,为了多路复用(空间复用)相同波长(颜色)的光源,设有对应颜色的LD(激光二极管)阵列。作为主要的构成要素,激光模块11具有硅基板20、LD阵列21、辅助基板23、光纤阵列25以及驱动器IC27。激光模块11是,在也被称为Si平台的硅基板20的上表面安装有LD阵列21、辅助基板23、光纤阵列25以及驱动器IC27的集成化激光模块。

[0059] 硅基板20具有例如十几mm见方左右的大小。硅基板20例如为具有从上表面贯通至底面的硅贯通电极(through-silicon via:TSV),通过集中配置于底面的焊料凸块与未图示的电路基板电连接的TSV型基板。或者,硅基板20也可以为具有通过FPC(Flexible printed circuits柔性印刷电路)与未图示的电路基板电连接的构造的基板。

[0060] LD阵列21由出射与激光模块11对应的红色、绿色或蓝色激光的多个(例如9个)半导体激光元件构成。即,激光模块11R的LD阵列21出射全部红色的激光,激光模块11G的LD阵列21出射全部绿色的激光,激光模块11B的LD阵列21出射全部蓝色的激光。另外,激光模块11B(以及激光模块11R、11G)的LD阵列21也可以为使用二次谐波的所谓的SHG激光元件。另外,也可以考虑成品率而在构成LD阵列21的激光元件的个数中保有冗余度。

[0061] 辅助基板23为在下表面形成有用于保持光纤阵列25的槽的、例如“ γ ”字型的硅基板。辅助基板23接合于硅基板20,固定光纤阵列25的端部。另外,对于辅助基板23,也可以使用V槽基板代替“ γ ”字型基板。

[0062] 光纤阵列25例如为分别对从LD阵列21出射的激光进行导波的单模光纤。在辅助基板23接合于硅基板20的状态下,光纤阵列25的端部光耦合于LD阵列21的各激光元件。光纤阵列25的根数例如为与构成LD阵列21的激光元件的个数相同的9根。即,如上述那样,光源部10具有9组3根RGB光纤,出射9组RGB激光。

[0063] 另外,在构成光纤阵列25的各光纤的出射端部,可以分别熔接GI (Graded Index渐变式折射率) 透镜。从单模的各光纤出射的RGB激光为高斯光束,与各光纤的数值孔径 (NA: Numerical Aperture) 相对应地发散。通过GI透镜使各光纤的NA发生变化,由此控制出射的RGB激光的各波长的高斯光束的发散角。

[0064] 驱动器IC27是驱动LD阵列21等的机构,至少包含对LD阵列21驱动所必要的电流供给进行控制的机构。驱动器IC27优选为安装有数字接口,另外若包括CPU以及存储器等核心部分作为控制部则更加好。

[0065] 再次参照图2,对投影部30进行说明。投影部30具有投射透镜31、MEMS反射镜32、投射透镜33、微透镜阵列34、中继透镜35以及MEMS驱动器36。

[0066] 从光源部10的构成光纤阵列25R、25G、25B的各光纤的出射端部出射的多组RGB激光50入射到投射透镜31。投射透镜31进行调整光束直径和入射角度的作用,以使从光源部10出射的多组激光50照射到MEMS反射镜32上。投射透镜31同时将从光源部10出射的激光作为准直光入射到MEMS反射镜32。

[0067] MEMS反射镜32为扫描部的一个实例,其通过MEMS驱动器36在相互正交的两轴方向上高速地摇动。MEMS反射镜32使透过投射透镜31的多组激光50在其镜面上反射,在眼镜型显示器1的使用者的视网膜上二维形状地扫描。MEMS反射镜32的镜面的大小例如为直径 $\varphi 1.2\text{mm}$ 左右。

[0068] 投射透镜33为第2投射透镜的一个实例,被配置于MEMS反射镜32和微透镜阵列34之间,调整基于MEMS反射镜32的多组激光50的扫描范围。具体的,投射透镜33使在MEMS反射镜32上反射的多组激光50的光束以成为大致平行的方式入射到微透镜阵列34上。即,投射透镜33使由MEMS反射镜32扫描的激光转换为通过与其入射角度相对应的位置的准直光(角度位置转换)而入射到微透镜阵列34。作为投射透镜33,可以使用与投射透镜31焦距相同的透镜,也可以使用与投射透镜31焦距不同的透镜。

[0069] 微透镜阵列34例如为多个微透镜341以正方排列或六方排列二维形状地连续反复配置而成的复眼状透镜。微透镜阵列34使从MEMS反射镜32经由投射透镜33入射的多组激光50的角度与向微透镜341的入射位置相对应地变化(位置角度转换),来创造出光线与投影的图像相对应地从微透镜341的表面上的各点发散的状态。

[0070] 中继透镜35用于延长目视暂留(目镜部与眼睛的距离),以使透过微透镜阵列34的多组激光50高效地入射到使用者的眼睛。另外,中继透镜35进行调整激光50的光束直径和入射角度的作用。透过微透镜阵列34的多组激光50经由中继透镜35投影到使用者的视网膜上。

[0071] MEMS驱动器36按照控制部40的控制数据,使MEMS反射镜32在相互正交的两轴方向

上高速地摇动。该驱动方式可以使用静电方式、电磁方式、压电方式等中的任一种。另外，也可以在各轴方向的扫描中组合不同的驱动方式。

[0072] 控制部40由具有CPU41、RAM42、ROM43以及I/O44等的微电脑以及其周边电路构成。

[0073] CPU41为进行各种运算以及处理的中央处理部。RAM42为暂时存储输入数据以及CPU41所处理的数据的随机存取存储器。ROM43为存储CPU41所实行的动作程序以及固定数据的只读存储器。I/O44为用于在光源部10以及投影部30之间进行数据的交付的接口。

[0074] 控制部40控制眼镜型显示器1整体的动作。控制部40根据图像数据，如后所述地控制光源部10的发光时机，并且控制投影部30的MEMS驱动器36使光源部10的多组激光50投影到使用者的视网膜上。详细内容如后所述，控制部40通过控制在投射透镜33与微透镜阵列34之间激光会聚的假想的显示面上的激光的像的位置，使入射到眼睛的激光的光束的位置和角度发生变化，以使投影的图像的纵深位置被感知。

[0075] 另外，虽然未图示，但是控制部40具有利用例如飞行时间(TOF)方式、图案投射法或基于图像的图案识别等，测量使用者的眼球的运动，由此进行眼动追踪的功能。在眼动追踪中，例如从眼睛安全的观点来看，使用向眼球照射微弱的近红外光，用对近红外具有敏感度的CMOS或CCD传感器取得其反射光，通过图像处理来检测以及捕获跟随瞳孔的位置的方法。作为其他的方法，控制部40也可以使用例如由未图示的检测部测量从照射红外线到接收其反射光为止的光的飞行时间的飞行时间法，或者用近红外光向眼球照射伪随机点等结构光，从通过由近红外CMOS/CCD相机构成的图像传感器取得的图像中检测深度信息来测量眼球的运动的方法。由此，控制部40根据眼球的运动使投影图像变化。另外，如果向控制部40增加使用未图示的陀螺仪传感器进行头部追踪的功能的话则更好。

[0076] 图4A为表示图2的等价光学系统的示意图，图4B以及图4C为用于说明图4A的激光50的光束形状的图。另外，图5A为表示用光纤束组合器12固定的各光纤的排列的实例的图，图5B为用于说明扫描多组激光50的方法的实例的图。使用图4A～图5B，详细说明投影单元3的功能。

[0077] 多组RGB激光50从构成光纤阵列25的各光纤的出射端部出射。在图4A中示出了三组激光。虽然在图4A中没有表示，但各组激光由红色、绿色以及蓝色这3束激光构成。另外，在图4A中，为了进行说明，MEMS反射镜32作为透过激光50的等价回路而图示。

[0078] 图5A示出了构成光纤阵列25R、25G、25B的各光纤251正方配列排列的情况的实例。从各光纤251出射的激光50，由于光纤束组合器12包捆的光纤束内的各光纤251的配置，在与前进方向垂直的面内，位置相互稍微地偏离。例如，在图5A中由于相邻的光纤251的芯间相距距离d地分离，因此各组激光50如图4A所示，在与前进方向垂直的面内位置相距距离d地偏离。

[0079] 该位置偏离通过激光50透过投射透镜31而转换为角度的偏离。例如，在将投射透镜的焦点位置作为f时，透过投射透镜中央位置的光束和从该位置远离1的位置的光束形成(1)式所示的角度θ。

[0080] 【数1】

$$[0081] \theta = \tan^{-1} \frac{l}{f} \quad \dots (1)$$

[0082] 投射透镜31对多组激光50进行大致的准直，以形成符合MEMS反射镜32的镜面大小

(例如 $\phi 1.2\text{mm}$)的光束直径。一般地,由于使平行的多根光束入射到透镜时,各光束通过透镜的焦点,因此在眼镜型显示器1中,MEMS反射镜32被配置于与投射透镜31相距投射透镜31的焦距 f 的位置。由此,即使镜面小,多组激光50也能被MEMS反射镜32反射。

[0083] 另外,在使用在空气中振动的反射镜作为MEMS反射镜32的情况下,由于存在由空气的阻尼系数等决定的MEMS反射镜32的共振频率所决定的大小的限制条件,有时不能够确保为了将MEMS反射镜32上的光束直径调整到在视网膜的投影区域上所需的小的光束直径所必要的面积。在这种情况下,例如,也能够通过使用真空密封型MEMS使空气阻尼的影响消失,并将MEMS反射镜32大型化,由此与高NA的投射透镜组合,将光腰收束,精细化。

[0084] MEMS反射镜32以用多组激光50的投射点覆盖例如视网膜上的四边形的投影区域的方式来扫描激光50。该扫描可以是光栅扫描也可以是向量扫描。但是,MEMS反射镜32以不同组的同色激光50的扫描像相互之间不重叠那样的扫描角,二维形状地扫描激光50。由此,与用一组RGB激光扫描投影区域整体的情况相比,能够以更微小的扫描角(即,使用具有更高的共振频率的MEMS反射镜)驱动MEMS反射镜32。

[0085] 图5B示出了扫描多组激光50的方法的实例。在图5B中,微透镜上的投影区域61被分割为9个四边形的部分区域62。在投影单元3中,使1个部分区域62与1组RGB激光50对应。MEMS反射镜32在两轴方向上摇动,由此,在各部分区域62中,1组RGB激光50的投射点52例如如箭头所示双向地移动。并且,通过将MEMS反射镜32的扫描角抑制得较小,以不同组的同色的激光50的扫描像相互之间不重叠的方式由9组激光50扫描各自对应的部分区域62,由此扫描投影区域61整体。另外,在图5B中,也将MEMS反射镜32作为透过激光50的器件而图示。

[0086] 如果使用相比于投射透镜31有效直径更大的透镜作为投射透镜33,能够扩大扫描范围。但是,在图4A中为了简单起见,将投射透镜31与投射透镜33的倍率作为1比1,投射透镜33的焦距作为与投射透镜31相同的 f 进行了说明。并且,并不限于这样的配置,以光纤阵列25的出射端部、投射透镜31、MEMS反射镜32、投射透镜33以及微透镜阵列34的前侧焦点位置被配置于相互地相距相同的焦距 f 而分离的位置的方式进行说明。

[0087] 此时,由于图4A所示的光学系统成为4f的光学系统(1比1的投影系统),因此平行地入射到投射透镜31的多组激光50从投射透镜33相互平行地出射。实际上,由于激光50为高斯光束,因此具有如图4A所示光束的发散,但在透过投射透镜31时被准直,成为大致平行。此时,大致平行光以对应于投射透镜31的入射位置的入射角入射到MEMS反射镜32,由MEMS反射镜32调制角度。被MEMS反射镜32反射的大致平行光,由投射透镜33转换到与角度调制量相对应的出射位置。即,激光50在MEMS反射镜32上承受角度调制的基础上进一步地透过投射透镜33,由此光束间的角度的偏离被转换为各光轴平行的被控制的规定位置的偏移。

[0088] 并且,在投射透镜33的后侧焦面上,从各光纤出射的激光50再次结成焦点。该焦点位置大致等于微透镜阵列34的入射侧的前侧焦面。在图4A中没有示出,但是在使用中继透镜35的情况下,较佳地,通过使投射透镜33的后侧焦面与自微透镜341的前侧焦点位置少许偏向微透镜阵列34一侧的位置重叠,将来自微透镜阵列34的各出射光束控制为扩散光,由后述使用中继透镜35的观察光学系统来进行大致的准直。

[0089] 如此,相互不重叠的多组在前侧焦面附近会聚的激光50从投射透镜33入射到微透镜阵列34。MEMS反射镜32扫描激光50的话,向微透镜阵列34的各组激光50的入射位置就如

图4A中箭头A所示的那样变化。大致垂直地入射到微透镜阵列34的各组激光50, 相应于构成微透镜阵列34的各微透镜341(分割区域)上的照射位置, 转换为如图4A中箭头B所示那样的角度不同的光。即, 激光50透过微透镜阵列34, 由此, 激光50间的位置偏移转换为细微的角度偏移。另外, 微透镜阵列34同时具有对透过的各激光50的光束进行大致准直的作用。

[0090] 并且, 由于透过微透镜阵列34的激光50通过对应的微透镜341的后侧焦面, 因此各微透镜341的后侧焦点能够视为具有角度分布的多波束的投影仪的等价孔状的光源。即, 各微透镜阵列34和中继透镜35在外观上作为能够对每个微透镜341独立地进行控制的微投影仪阵列而发挥作用。

[0091] 另外, 关于图4A中的各组激光50, 若将RGB的3根光束形状示出的话, 成为如图4B的样子。在该图中, 示出了入射到1个微透镜341的RGB激光50的光束形状。另外, 若将例如激光50的2根光束的传播示出的话, 成为图4C的上侧的样子。在此, f_1 、 f_2 分别为投射透镜33、微透镜341的焦距。被MEMS反射镜32以不同角度反射的各光束通过透过投射透镜33被转换为平行光束, 进一步地通过透过微透镜341, 被转换为通过微透镜341的后侧焦点的角度。另外, 各个光束的形状成为如图4C下侧的样子。来自MEMS反射镜32的各个光束为准直光, 通过透过投射透镜33而成为会聚光, 进一步地通过透过微透镜341再次成为准直光。

[0092] 另外, 为了简单起见, 在图4A中使1个微透镜341对应于1束激光50而进行了图示, 但是实际上没有这样的必要, 也可以使多个微透镜341对应于从光纤阵列25的一个光纤输出的1束激光50。

[0093] 若使用者的眼睛被固定于靠近微透镜阵列34的位置, 则从各微透镜341射出的光入射到眼睛。但是, 在各微透镜341与使用者的眼睛的位置远离的情况下, 由于整体的光束发散, 因此若直接使用来自微透镜341的出射光的话, 效率会变差。因此, 虽然图4A中未示出, 但是为了激光50高效率地入射到使用者的眼睛, 通过中继透镜35和微透镜341的组合构成观察光学系统, 以使来自微透镜阵列34的出射光大致准直并且使出射光朝向眼睛的方式进行控制即可。

[0094] 如此, 将从微透镜阵列34经由中继透镜35而出射的激光输入到NTE显示器的光学系统, 由此人的眼睛再现能够重调焦距的光场(light field), 投影能够立体地感知的图像成为可能。

[0095] 图6为用于说明图像能够立体地看见的原理的图。透镜L为将人眼睛的透镜示意化的器件。

[0096] 在要观察出射点S的情况下, 人的眼睛控制透镜(晶状体)L, 以使成像点S'到达视网膜上。在此, 方便起见, 将眼睛改变透镜的焦距以使像在视网膜上成像的动作表达为“聚焦”。一般地, 在眼睛聚焦于出射点S的状态下, 若将更靠近透镜L的位置C作为出射点S, 则由于来自出射点S的光中通过透镜L的光轴的光以更大的角度进入透镜L, 因此在更远的位置C'成像。因此, 在视网膜位置S', 成为模糊的图像。相反地, 若将距透镜L更远的位置D作为出射点S, 则由于来自出射点S的光中通过透镜L的光轴的光以更小的角度进入透镜L, 因此在相比于视网膜位置S'更近的位置D'成像。其结果, 在视网膜位置S', 成为模糊的图像。因此, 由于如果使出射点S的位置相对于透镜L前后移动, 则与此相应地成像位置也前后移动, 因此人的眼睛能够通过聚焦的动作来选择在视网膜位置S'成像的图像, 通过透镜L的调整来测量距离出射点的距离。

[0097] 如上所述,在人看物体时,若从物体的1点出发的光在视网膜上成像,则该物体的像能够清楚地看见。另一方面,若来自物体的光在与视网膜上不同的位置成像,则该物体能够模糊地看见。在眼镜型显示器1中,通过从微透镜阵列34出射的激光,产生再现来自位于不同位置的物体的多条光线的光场。由此,眼镜型显示器1能够根据使用者的眼睛聚焦的动作来改变在视网膜上成像的像。即,能够与眼睛的重调焦距(refocus)相对应。

[0098] 眼镜型显示器1出射多组RGB激光,如上所述通过微透镜341将各激光的位置偏移转换为微小的角度偏移。并且,眼镜型显示器1通过由此创造出与物体发出的光线从假想的显示面上(各微透镜341上)的多个点发散这一状态等价的状态,将该物体的图像投影到使用者的眼睛。此时,眼镜型显示器1的控制部40以与光线追踪(ray tracing)相同的方式控制各投影仪的光。在光线追踪中,通过计算显示的物体、光源、视点等的位置数据,反向地追溯到达人眼睛的光线,如光从该处发出那样描绘物体。在眼镜型显示器1中也同样地,控制部40计算显示对象的物体、光源、视点等的位置数据,使用该数据和通过眼动追踪取得的眼睛的位置信息,控制光源部10出射的各光线的发光时机、位置以及方向,以实时地再现眼睛识别所必要最低限度的光场。由此,控制部40使令物体可被立体地看见的光线入射到使用者的眼睛。

[0099] 将如上所述的投影单元3分为右眼用和左眼用的两种而成为眼镜型,由此,能够实现这样小型双眼型光场显示器,其不仅能够实现眼的远近调整,而且能够再现由视差导致的辐辏,投影高精细的图像。一般地,为了实现光场显示器必须要显示从各种角度观察到的图像,用于描绘的数据变多。然而,若是眼镜型的话,由于并用应用了眼动追踪以及陀螺仪传感器等的头部追踪系统,对于眼球仅显示从正面观察的图像即可,因此具有必要的数据量变少的优点。

[0100] 另外,不限于眼镜型,也能够通过将投影单元3本身配置为阵列状,来实现直视型的高精细且小巧的微型投影系统。

[0101] 另外,如上所述即使不奖MEMS反射镜的扫描角抑制到很小,也能使不同组的同色激光50的扫描像相互之间不重叠。在以下中,说明该方法的两个例子

[0102] 作为第一个方法,例如为在使用MEMS反射镜的扫描的1个周期中,使多组激光50的点灯范围变窄的方法。在以下中,将该方法与以使多组激光的扫描范围变窄的方式抑制MEMS反射镜的扫描角(使水平扫描范围变窄)的方法进行比较地说明。

[0103] 图7为说明扫描多组激光50的方法的另一实例的图。图7的上侧示出了使MEMS反射镜的水平扫描范围变窄的方法,图7的下侧示出了不使MEMS反射镜的水平扫描范围变窄、而是通过激光的点灯时间来限制描绘范围的方法。在图7下侧的方法中,即使使用不将扫描角抑制得很小的以往类型的MEMS反射镜,也能够取得不同组的同色激光50的扫描像相互之间不重叠的效果。

[0104] 在图7所示的任一个方法中,都假定投影区域61A、61B的水平方向的描绘范围与垂直方向的扫描线数相同。在这些图中假定单方向扫描,将扫描线53用箭头表示。另外,在MEMS反射镜的水平扫描中使用共振马达,垂直扫描为强迫振动方式。由于垂直扫描能够从外部强制地控制,因此垂直扫描范围V在图7所示的任一个方法中都能够是相同的。另一方面,由于水平扫描由MEMS反射镜的共振特性决定,因此在使扫描范围变窄的图7上侧的方法中能够使水平扫描范围H₁和水平描绘范围I接近,但是在水平扫描范围宽的图7下侧的方法

中,若控制激光元件的点灯时间来扫描水平描绘范围I的话,则水平描绘范围I相对于水平扫描范围H₂的的比例就变小。

[0105] 在描绘范围的分辨率相同的情况下,相对于MEMS反射镜的水平扫描范围,水平描绘范围越窄,激光元件所要求的每一点的点灯时间就越短。因此,在图7下侧的方法中,需要能够以高频率驱动的激光元件以及驱动电路。一般地,由于需要高速动作的电路大多导致高成本,因此尽量优选以低频率的驱动。

[0106] 作为第二个方法,例如有以各组激光的扫描线相互偏离的方式空出间隔来从光源部10出射多组激光50,使用以往类型的MEMS反射镜利用多组激光50同时地扫描投影区域这样的方法。使用图8对该扫描方法进行说明。

[0107] 图8为说明扫描多组激光50的方法的又一实例的图。在图8中,将3组激光的扫描线53a、53b、53c分别用实线、虚线以及一点划线表示。如图8所示,可以通过以各组激光之间相互不重叠的方式准确地对齐各光束的间隔,由此,以覆盖投影区域61整体(或者0微透镜阵列34的区域整体)的方式同时地扫描多组激光50。另外,在图8中示出了由各组激光的光束单方向地扫描投影区域整体的方法,但是也可以如图5B的各部分区域62中的扫描那样,进行双方向的扫描。

[0108] 在眼镜型显示器的情况下,由于从微透镜阵列34到使用者的眼睛为止的距离(目视暂留)比较短例如为25mm左右,因此也可以没有微透镜阵列34与眼睛之间的中继透镜35。另外,到此为止,说明了使多组RGB激光50(合波光)从光源部10入射到投影部30的情况的例子,但是合波光可以为1束(单光束)也可以为多束(多光束)。在此,在以下中,详细地说明了在没有中继透镜35的另一接眼型投影部中,使用1组RGB激光(单光束)的情况的例子。

[0109] 图9为另一投影部30A的概略构成图。投影部30A例如能够在眼镜型显示器1的左眼用投影单元3内替代图2所示的投影部30而使用。在使用投影部30A的情况下,虽然未图示,但也在右眼用的投影单元3'内准备有与投影部30A同样的投影部,在两者的投影单元中显示考虑了双眼视差的相互不同的图像。对与图2所示的投影部30共通的构成要素使用相同的符号,并省略重复的说明。

[0110] 投影部30A具有投射透镜31、MEMS反射镜32、MEMS基板32A、投射透镜33、微透镜阵列34、MEMS驱动器36、线栅阵列37、 $\lambda/4$ 板38以及固定件39。

[0111] 来自单模光纤251'的RGB激光的合波光入射到投射透镜31。单模光纤251'为对将来自激光模块11R、11G、11B的RGB激光合波并统一调整为相同偏振方向而成的光进行导光的光纤。单模光纤251'(以下,仅称为“光纤251'”)的出射端部以出射光入射到投射透镜31的方式由光纤固定部252固定。在投影部30A中,为了使偏振的控制容易地进行,作为光纤251',优选使用该波长下的保偏单模光纤(PMF:Polarization Maintaining Fiber)。

[0112] 投射透镜31将从光纤251'的出射端部出射的1组RGB激光50作为准直光入射到MEMS反射镜32。另外,可以使用内置有作为投射透镜31而发挥作用的透镜的带透镜光纤来代替设置单独的投射透镜31,或者将由渐变折射率(GI)光纤构成的带透镜光纤与微型光学透镜组合而成的复合透镜。

[0113] 为了扩大基于MEMS反射镜32的激光50的扫描角,如图9所示,投影部30A使用线栅阵列37和 $\lambda/4$ 板38,使激光50的前进方向发生变化。另外,在投影部30A中,在使用多组RGB激光的情况下,也由例如用图7以及图8说明的扫描方法,不管MEMS反射镜32的扫描角的大小

如何,以不同组的同色激光50的扫描像相互之间不重叠的方式进行控制。

[0114] 如图9所示,在投影部30A中,以光纤251'的出射方向与在MEMS反射镜32没有摇动时的MEMS反射镜32的法线方向正交的方式配置光纤251'的出射端部与MEMS反射镜32。进一步地,线栅阵列37相对于光纤251'的出射方向以45度的角度配置,以使从光纤251'出射的激光50由线栅阵列37反射并碰上MEMS反射镜32。但是,只要由MEMS反射镜32反射的激光50能够不被光纤251'(光纤固定部252)遮挡地从投影部30A出射即可,光纤251'、MEMS反射镜32以及线栅阵列37的配置角度也可以与图9所示的不同。

[0115] 线栅阵列37例如为反射S偏振透过P偏振的偏振器件。在投影部30A,从光纤251'使例如S偏振入射。这种情况下,线栅阵列37使入射的S偏振的激光50朝向MEMS反射镜32反射,并入射到 $\lambda/4$ 板38。

[0116] $\lambda/4$ 板38被配置于线栅阵列37与MEMS反射镜32之间,使透过的激光50的偏振方向发生变化。 $\lambda/4$ 板38使从线栅阵列37入射的S偏振转换为圆偏振而大致垂直地入射到MEMS反射镜32,并且将在MEMS反射镜32上反射并从MEMS反射镜32入射的圆偏振转换为P偏振。即,激光50通过两次透过 $\lambda/4$ 板38,转换为具有相对于最初的偏振方向正交的偏振方向的直线偏振。转换为P偏振的激光50透过线栅阵列37,入射到投射透镜33。为了在 $\lambda/4$ 板38的两平面减轻表面反射,实施了减反射(AR)涂层,但是为了进一步地防止表面反射所导致的噪声光,优选相对于MEMS反射镜32的平面倾斜例如15度左右地配置 $\lambda/4$ 板38。

[0117] 如图2所示的投影部30那样,在将激光的光束倾斜地入射到MEMS反射镜32的情况下,若以相对该法线方向的入射角度以上的大小振动光束,则MEMS反射镜32的反射光束就会被作为入射源的光纤遮挡。然而,在图9所示的投影部30A中,反射光束不会被光纤251'遮挡,能够将光束的扫描角扩大MEMS反射镜32的振动角的2倍的大小。另外,在如投影部30那样使光束倾斜地入射到MEMS反射镜32的情况下,增大入射角度的话,就会在投影图像中产生非对称的歪斜,但由于在投影部30A中使光束相对于MEMS反射镜32垂直地入射,因此在以相同的振动角进行比较的情况下,能够减轻这样的歪斜。

[0118] MEMS反射镜32被安装于MEMS基板32A上,通过MEMS驱动器36在相互正交的两轴方向上高速地摇动。MEMS反射镜32的扫描方法没有特别地限定,但为了消除扫描线的重叠,可以使用例如单方向扫描。通过MEMS反射镜32,激光50保持大致平行地被反射。

[0119] 投射透镜33具有与例如无畸变式(阿贝型)的目镜相同的构成。投射透镜33从激光50的入射方向(图9的左侧)按照顺序,由平凸透镜、空气层、双凸透镜、双凹透镜以及平凸透镜这4个透镜构成。如果使用该透镜,则具有歪曲像差变少画质变好的优点。

[0120] 微透镜阵列34与图2所示的投影部30的微透镜阵列相同。另外,在图9中示出了平凸透镜的微透镜阵列34,但是微透镜阵列34的各微透镜341可以是平凸透镜也可以是双凸透镜,平凸透镜的情况下凸透镜的朝向可以是入射方向和出射方向中的任一个方向。这是由于微透镜阵列34的颜色像差、歪曲像差等各种像差能够通过调整后述的假想显示面上的按颜色区分的图像数据位置来减轻。另外,在微透镜阵列的两表面,优选为实施降低在使用波长下的反射的无反射涂层(AR涂层)。在投影部30A,透过微透镜阵列34的激光50不经由中继透镜35而直接入射到使用者的眼睛。

[0121] 固定件39固定投射透镜33、线栅阵列37以及 $\lambda/4$ 板38。另外,光纤251'的出射端部、MEMS基板32A以及微透镜阵列34的相对于固定件39的相对位置也分别固定。

[0122] 图10为表示图9的等价光学系统的示意图。在图4A中为了简单,说明了4f的光学系统,在图10中,为了使投射透镜31尽可能地小型,另外,为了使投射范围增大,使投射透镜33的有效直径大于投射透镜31。另外,图9所示的投影部30A的构成要素中,在图10仅示出了投射透镜31、MEMS反射镜32、投射透镜33以及微透镜阵列34。另外,在图10中,MEMS反射镜32被图示为透过激光50。

[0123] 投射透镜31、投射透镜33以及各微透镜341的焦距分别作为 f_0 、 f_1 、 f_2 。投射透镜31、33的焦距 f_0 、 f_1 可以为相同大小,也可以为不同的大小。微透镜341的焦距 f_2 小于投射透镜31、33的焦距 f_0 、 f_1 。另外,箭头 L_i 的长度相当于目视暂留。

[0124] 如图10所示,光纤251'被配置于投射透镜31的焦距 f_0 的附近。将来自投射透镜31的光作为大致准直光的MEMS反射镜32被配置于与投射透镜31相距 f_0+a 的位置,所述的 f_0+a 使得在能够将激光50看作大致准直光的范围内配置了必要的光学系统的基础上,在MEMS反射镜32的有效面上没有渐晕。另外,投射透镜33被配置于与MEMS反射镜32相距其焦距 f_1 的位置。从MEMS反射镜32相对于光轴倾斜地入射到投射透镜33的激光50所形成的光束通过投射透镜33的作用,被转换为与光轴相距与该入射角度以及位置相对应的距离的大致平行光束(角度位置转换)。实际上,激光50为高斯光束,具有光束的发散,但透过投射透镜33的各平行光束通过投射透镜33的作用而在与投射透镜相距焦距 f_1 的位置会聚。在该位置的平面71,各光束的直径被缩小而成为在空间中显示像的状态,因此平面71作为假想的显示器而发挥作用。在以下中,将该平面71称为“假想显示面(virtual display plane)71”。

[0125] 微透镜阵列34被配置于与假想显示面71相距各微透镜341的焦距 f_2 或者比其稍短的距离的位置。即,在不考虑透镜的厚度的情况下,投射透镜33和微透镜阵列34空出将投射透镜33的焦距 f_1 和微透镜阵列34的焦距 f_2 合计的距离的间隔而配置。透过投射透镜33并在假想显示面71会聚的激光50通过微透镜阵列34被准直,且与其入射位置相对应地转换为不同的角度(位置角度转换),通过与微透镜阵列34相距焦距 f_2 的位置。因此,垂直入射到微透镜阵列34的各小透镜的有效面的激光50可以看成从被配置于焦距 f_2 的位置的针孔阵列射出的光。在MEMS反射镜32扫描激光50时,来自各微透镜341的激光50的出射位置和出射角度发生变化。如此,微透镜阵列34的各微透镜341作为控制激光50的角度且投射到使用者眼睛的视网膜的视网膜扫描型显示器而发挥作用。

[0126] 图11为用于说明使用投影部30A的NTE(near-to-eye:接眼型)光场显示器的工作原理的图。另外,图11的记载由于为了说明而进行简化,因此并不严密,在投影部30A中,各光束垂直地入射到微透镜阵列34。另外,该工作原理本身与非专利文献(V.F.Pamplona, A.Mohan, M.M.Oliveira, and R.Raskar, “NETRA: Interactive Display for Estimating Refractive Errors and Focal Range,” ACM Trans.Graph.29, (2010))所记载的NETRA系统相同。

[0127] 在使用者看无限远(足够远)的物体72时,具有正常视力的使用者的眼睛80的透镜(晶状体)81成为松弛的状态,平行地入射到透镜81的光重叠并在视网膜上形成像73。因此,如果通过投影部30A生成平行地入射到使用者的眼睛80的光束74并在假想显示面71上的符号75的位置上显示像素,则由于眼睛80在无限远处聚焦,因此能够显示为在无限远处具有物体。

[0128] 另外,在眼睛80聚焦于无限远处的状态下,从距眼睛80更近的物体76倾斜入射到

透镜81的光不在视网膜上重叠并被投影于多个位置77,因此在眼睛80作为模糊的像而被看到。因此,如果通过投影部30A生成从对应于物体76的位置出射的光束78并在假想显示面71上的符号79所示的另一位置显示像素,则在眼睛80中就会看到模糊的物体76。

[0129] 另一方面,在使用者看附近的物体76时,眼睛80的透镜81的光焦度变大,眼睛80聚焦于近处。在该情况下,相反地,来自无限远处的物体72的光在相比于视网膜更靠面前侧的位置成像,因此在视网膜上被投影于多个位置,在眼睛80中仍然作为模糊的像而被看到。

[0130] 在眼睛80聚焦于无限远处的状态下,若使假想显示面71上的像素从符号75的位置移动到符号79的位置,则伴随于此向各微透镜341的光束的入射位置也移动。由此,由于向透镜81的光束的入射角度发生变化,因此使用者会感知物体在更近处,增加透镜81的光焦度,聚焦于物体76的位置。

[0131] 使用投影部30A的眼镜型显示器1在控制部40的控制下,对应于25mm左右的目视暂留而控制在假想显示面71上显示的像素的位置,利用从微透镜阵列34出射的激光,产生再现来自不同位置的物体的光线的光场。此时,来自各微透镜341的光束的多个点重叠,在视网膜上生成合成图像。任一点都作为具有景深较深的视网膜扫描型激光显示器的特征的大致准直光被投影到视网膜上,因此若假设仅显示1个点,则任一点都能够被使用者的眼睛清楚地看到。因此,各小透镜所构成的激光视网膜扫描型的显示装置对于各点,不管使用者的视力如何,都能够实现不需要光学可见度调整机构的免对焦特性。

[0132] 然而,在眼镜型显示器1中,为了产生对应于纵深位置的图像的模糊,例如在阳光下瞳孔直径成为 $\varphi 4\text{mm}$,因此使其中来自多个微透镜阵列的小透镜的光线与来自相同物体位置的多个路径的光线相对应。由此,以入射角度以及位置不同的多个准直光束入射到使用者的瞳孔的方式,将表示相同点的不同的光线有意地投影到由角膜以及晶状体构成的眼睛的透镜系统的多个位置。这样,使从各微透镜341以不同的角度出射的光在使用者眼睛的视网膜上合成的话,通过眼睛的重调焦距功能,不同纵深位置的图像被不同的眼睛的透镜光焦度甄别,仅能够清楚地看到所成的像,因此使用者能够感知纵深。

[0133] 图12~图14分别为表示投影部30A的机构的实例的立体图、侧视图、部分放大图。在这些图中,示出了眼镜型显示器1的左眼用的投影单元3所使用的投影部。投影部30A的宽度、纵深以及高度分别为数cm左右。眼镜型显示器1通过将左眼用的投影部30A以及与投影部30A左右对称的未图示的右眼用的投影部分别安装于图1所示的左眼用的投影单元3和右眼用的投影单元3'而构成。

[0134] 来自光源部10的各光纤251的出射端部被安装于光纤安装部91。图14示出了光纤安装部91的附近的部分放大图。光纤安装部91以能够变更安装的光纤251的个数,并能够使用1组RGB激光(单光束)和多组RGB激光(多光束)中的任一种作为入射到投影部30A的合波光的方式构成。从被安装于光纤安装部91的各光纤251的出射端部出射的激光经由投射透镜31入射到固定件39的内部。

[0135] MEMS反射镜32被安装于MEMS基板32A上,由控制基板92控制。控制基板92与上述的MEMS驱动器36对应。

[0136] 由MEMS反射镜32扫描的激光经由固定件39内的线栅阵列37、投射透镜33、微透镜阵列34,从目镜93出射。使用者通过窥视目镜93的附近,对被投影的图像进行视觉辨认。另外,在目镜93的后段配置在表面形成有偏振分束器、介电薄膜的半反射镜,与实际的外部风

景合成,由此也能够作为图1所示的透视型。

[0137] 如以上说明的那样,使用投影部30或投影部30A的眼镜型显示器1通过由微透镜阵列34控制扫描激光的角度,来实现视网膜扫描型的光场显示器。与例如平板显示器(FPD)的构成相比较,在投影部30、30A中,由于能够自由地缩放分辨率、显示的大小、与眼睛的距离等,因此能够实现更加高精细且小型的投影仪。另外,与将能够看作扩散型光源阵列的微型显示器置于假想显示面的位置的光场显示器不同,在投影部30、30A中,由于RGB激光的光束通过投射透镜31、33被控制为平行光,没有光束之间的重叠,因此也没有来自1个激光元件的激光入射到多个微透镜341而产生交调失真的情况。另外,眼镜型显示器1由于是视网膜扫描型,因此具有即使使用激光源也能够通过抑制在投射透镜、微透镜表面的散射光的产生来使散斑不产生的优点、若与使用者的视力相应地控制假想显示面71上的像素的位置的话,则能够与视力情况无关地使用的优点。

[0138] 另外,也可以将投影部30、30A中的投射透镜33替代为微透镜阵列。该微透镜阵列的开口直径、排列可以与微透镜阵列34相同,也可以与微透镜阵列34不同。另外,在投影单元3中,作为投射透镜33,也可以使用用图9说明的无畸变式(阿贝型)的目镜。

[0139] 另外,在眼镜型显示器1中,使用了以RGB3色为1组的激光,但是为了扩大色域,除了R、G、B3色之外,也可以含有例如Y(黄色)之类的其他波长的激光。另外,波段不限于可见光,也可以例如在RGB激光中含有红外激光等而出射,在可见光图像重叠近红外线图像等而投影。这种情况下,通过用近红外相机拍摄近红外图像,能够附加眼动追踪功能。

[0140] 另外,作为投影装置的例子,使用NTE的眼镜型显示器进行了说明,但是如果能够将较大的图像投影到投影区域,则该投影装置也能够应用于其他形式的直视型的光场显示器。为了投影较大的图像,将成为微型投影仪阵列的微透镜和中继透镜配合视觉辨认距离地大型化,或者准备多个本说明书的投影装置并阵列化,只要能够从宽的范围视觉辨认即可。

[0141] 符号说明

- | | | |
|--------|----------------|---------|
| [0142] | 1 | 眼镜型显示器 |
| [0143] | 3,3' | 投影单元 |
| [0144] | 10 | 光源部 |
| [0145] | 11,11R,11G,11B | 激光模块 |
| [0146] | 12 | 光纤束组合器 |
| [0147] | 21 | LD阵列 |
| [0148] | 25,25R,25G,25B | 光纤阵列 |
| [0149] | 30,30A | 投影部 |
| [0150] | 31,33 | 投射透镜 |
| [0151] | 32 | MEMS反射镜 |
| [0152] | 34 | 微透镜阵列 |
| [0153] | 341 | 微透镜 |
| [0154] | 40 | 控制部 |
| [0155] | 50 | 激光。 |

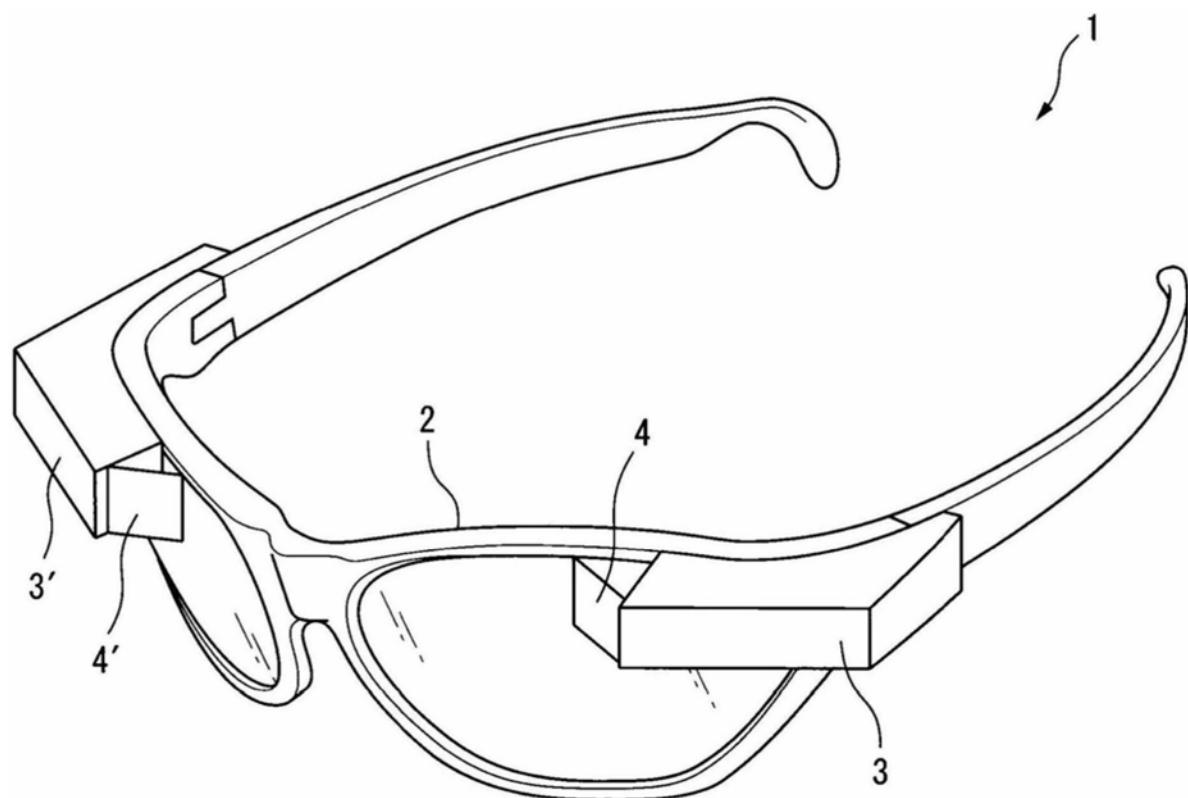


图1

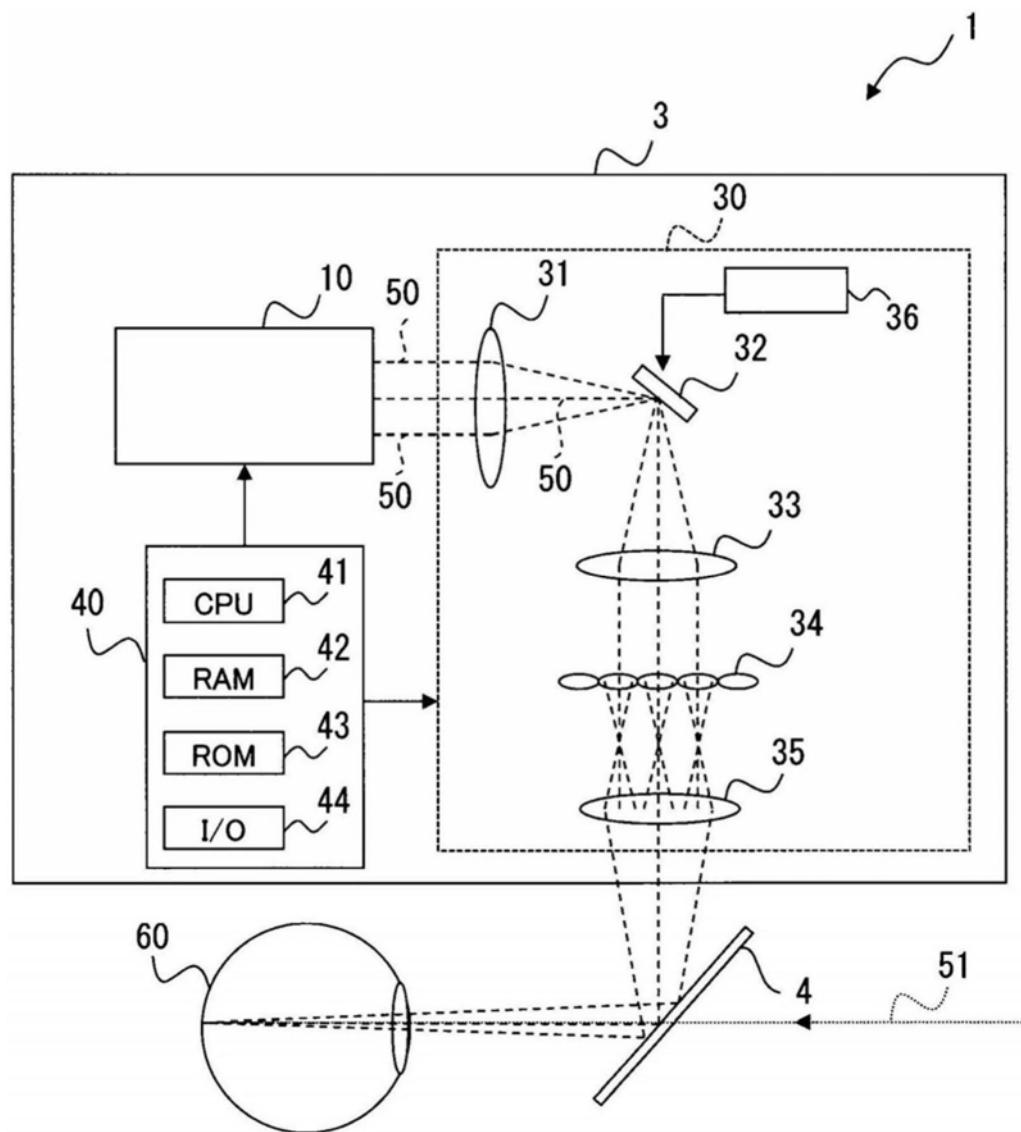


图2

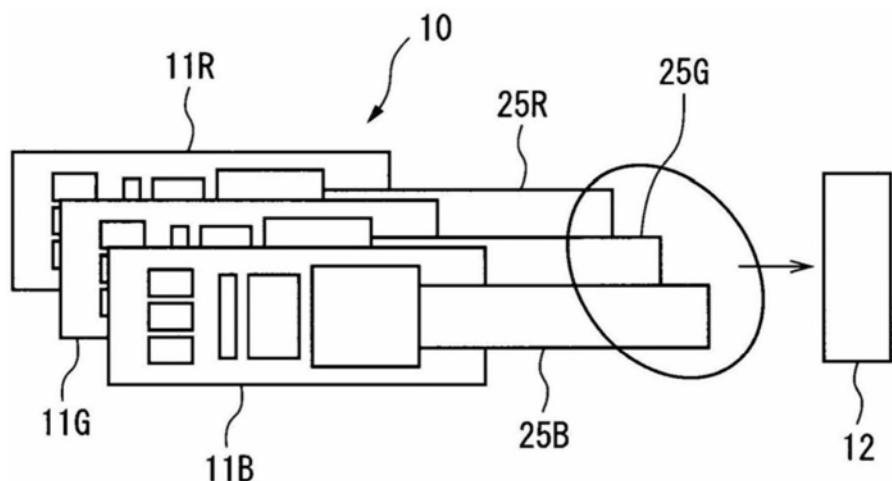


图3A

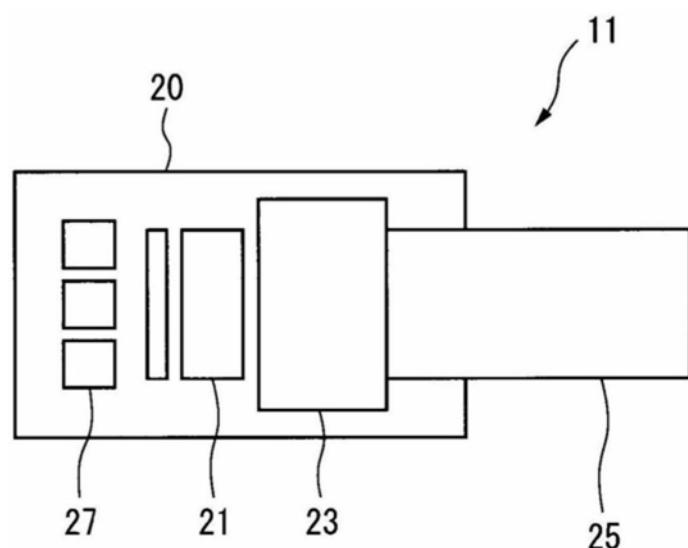


图3B

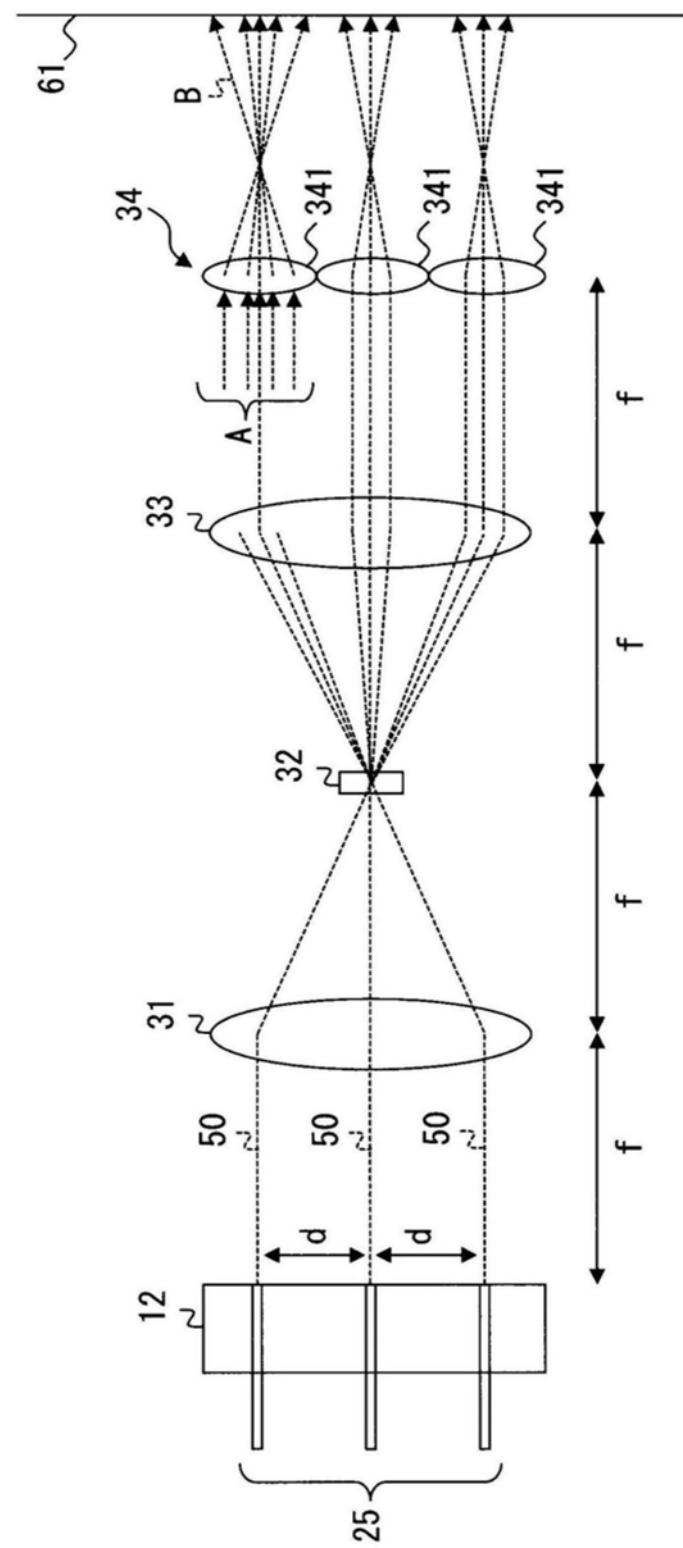


图4A

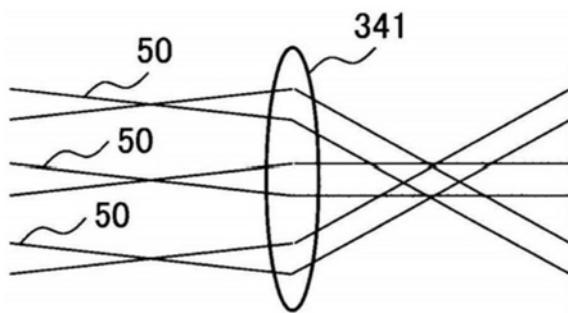


图4B

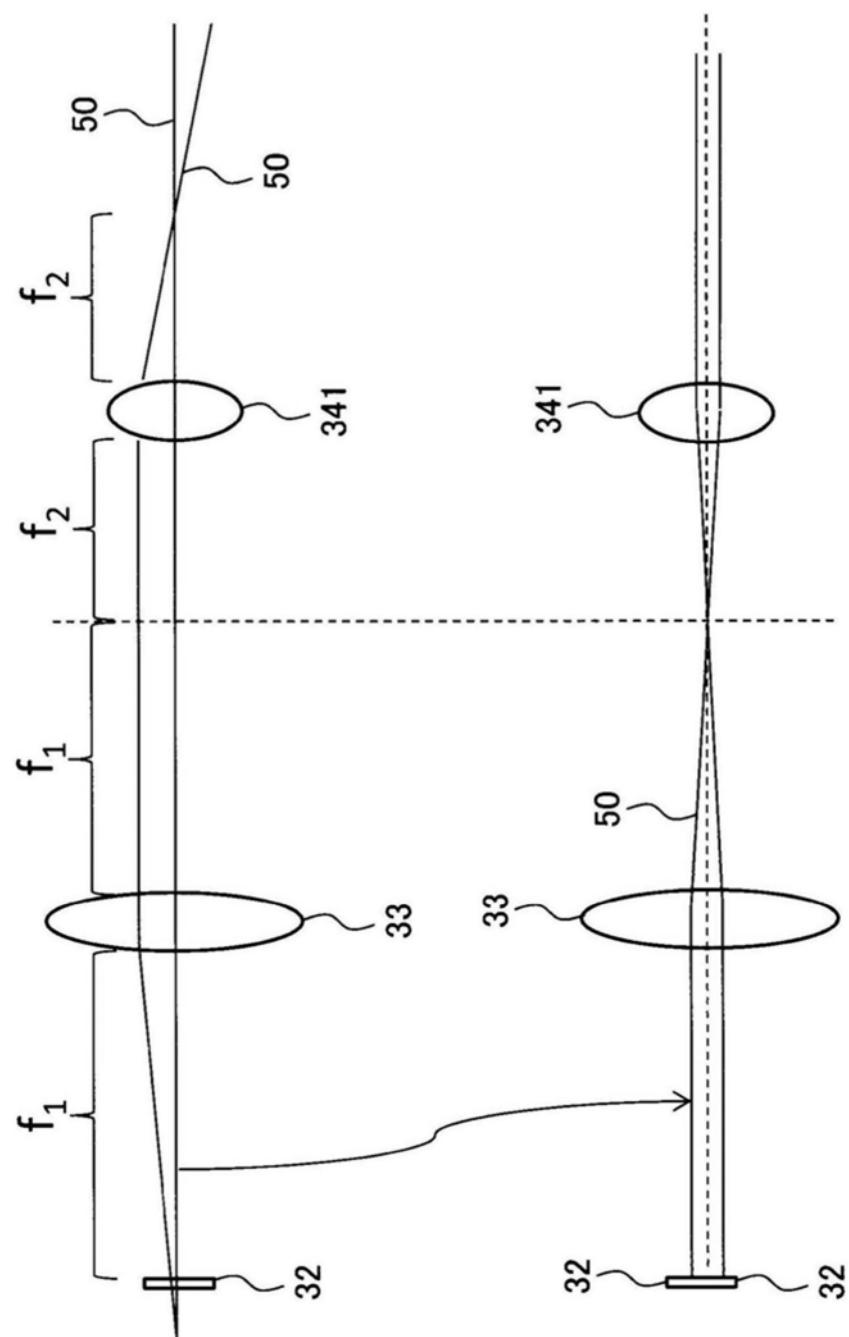


图4C

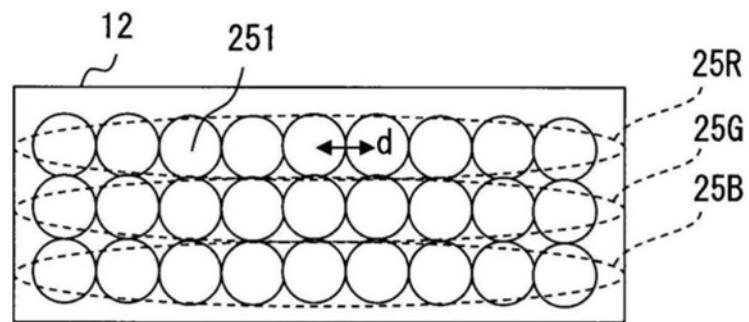


图5A

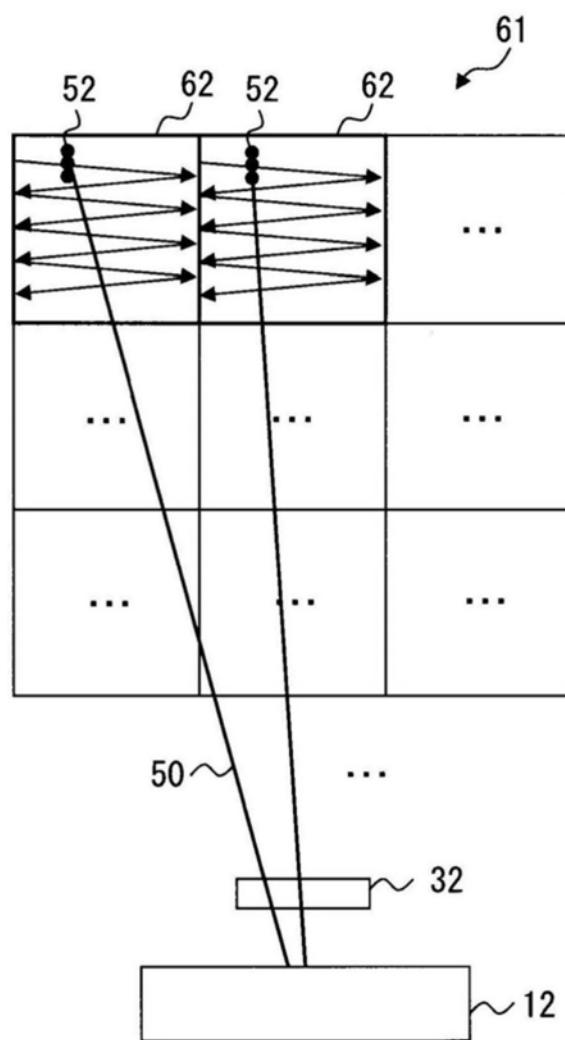


图5B

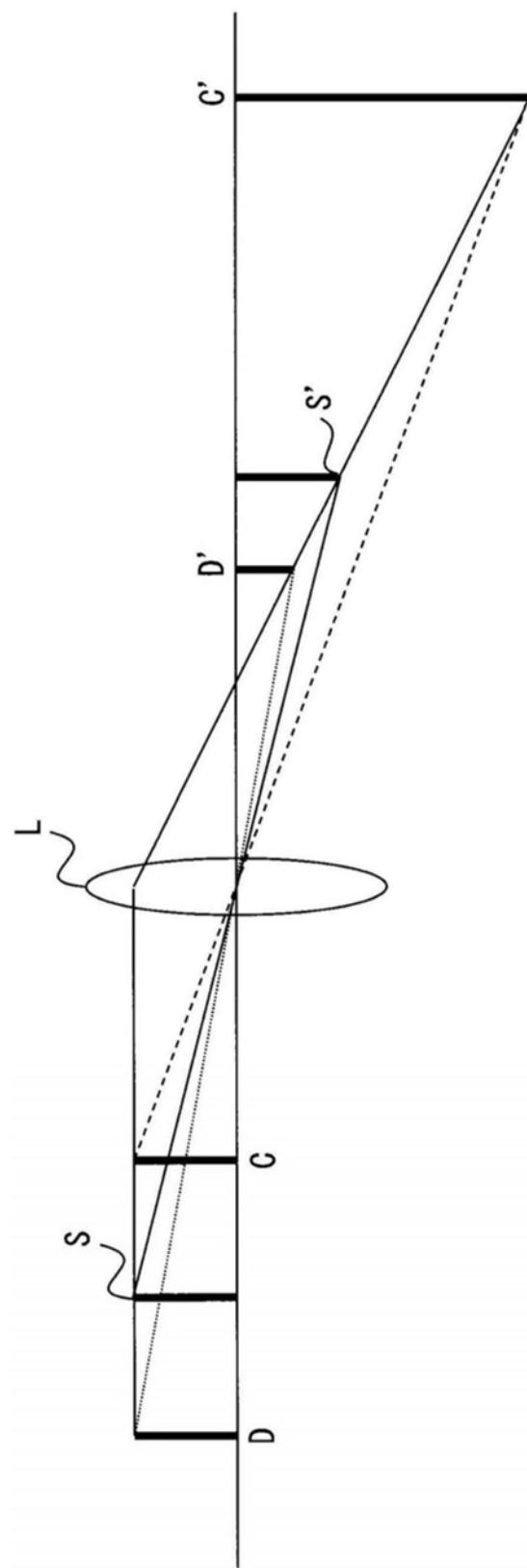


图6

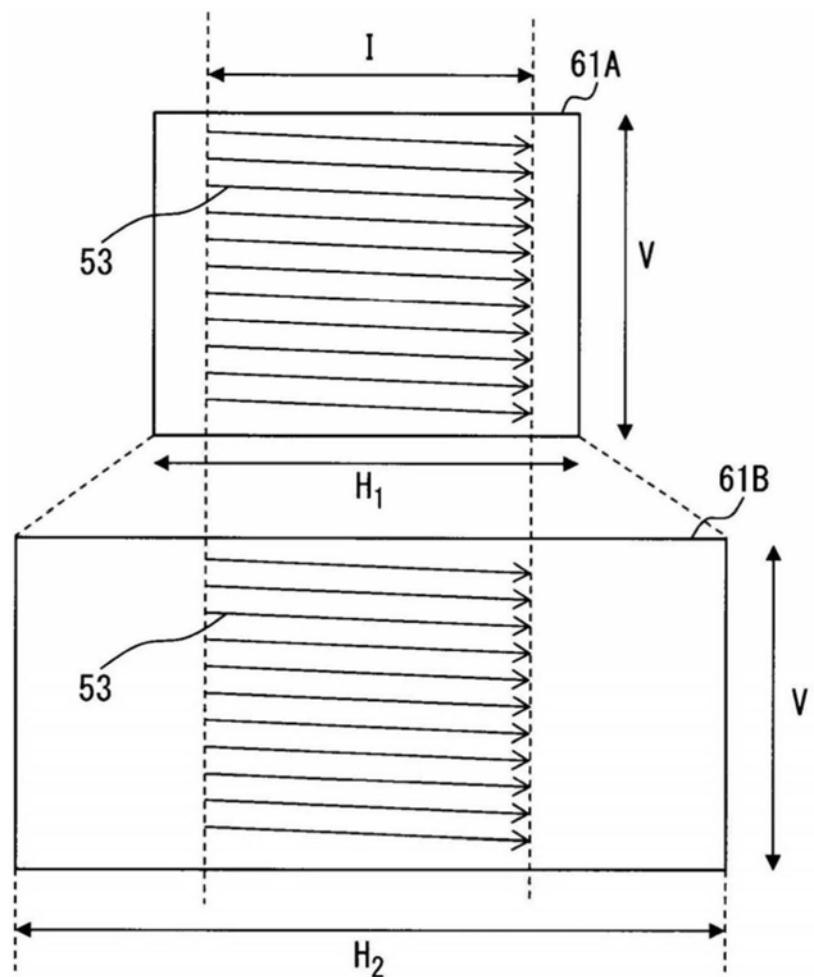


图7

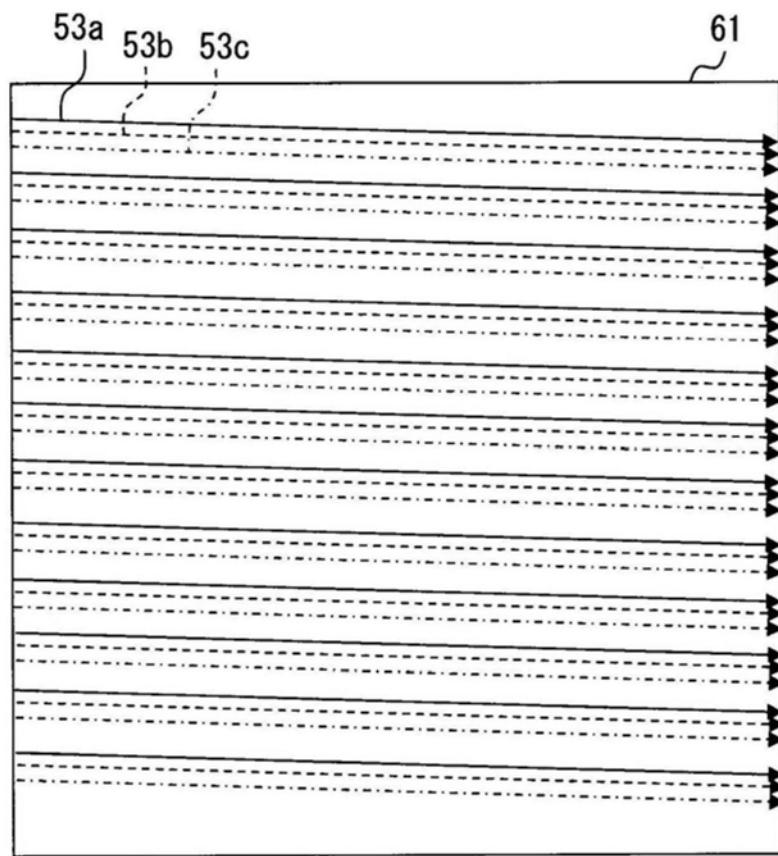


图8

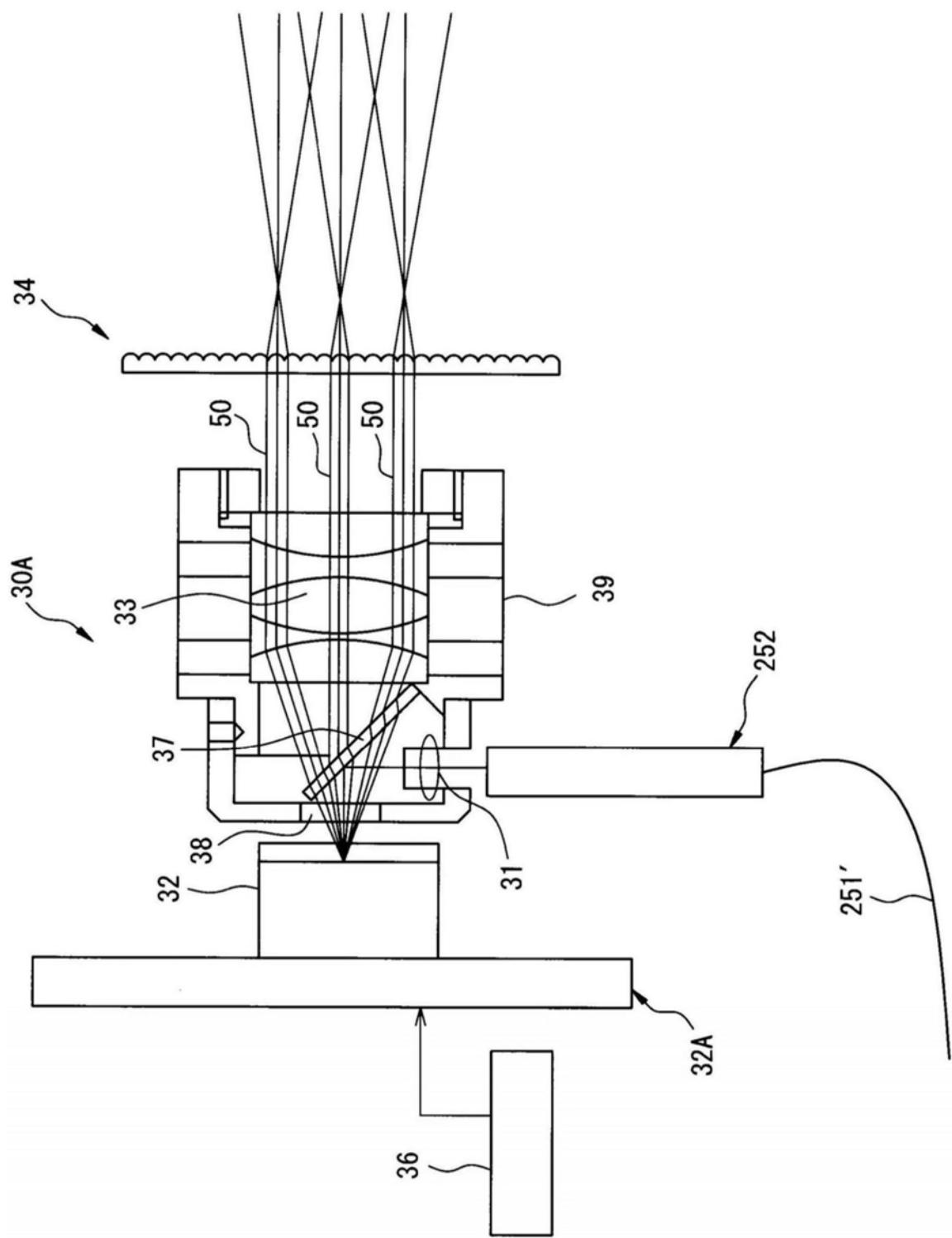


图9

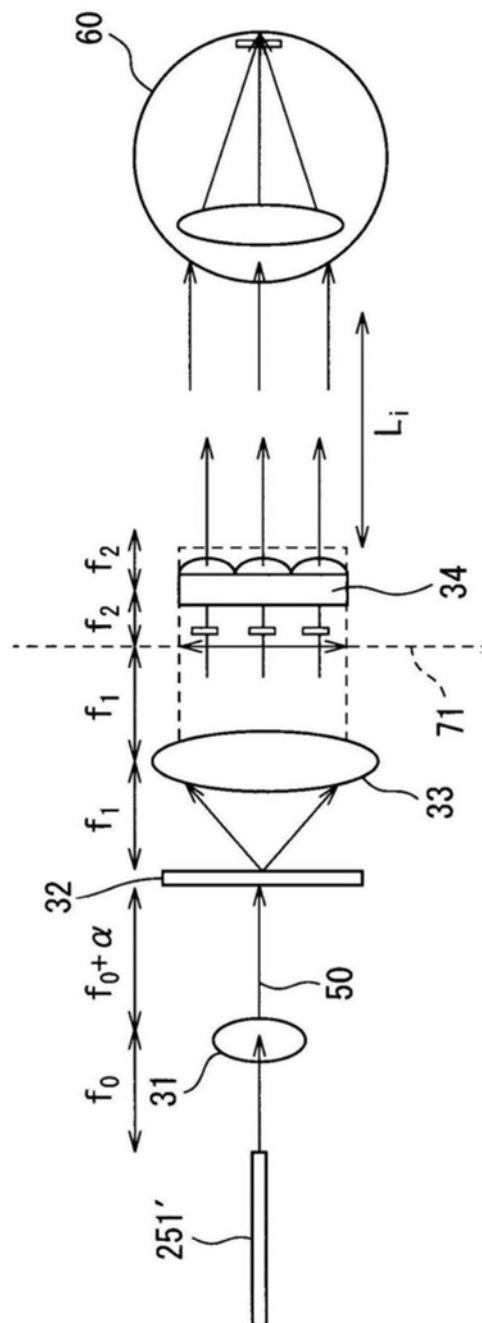


图10

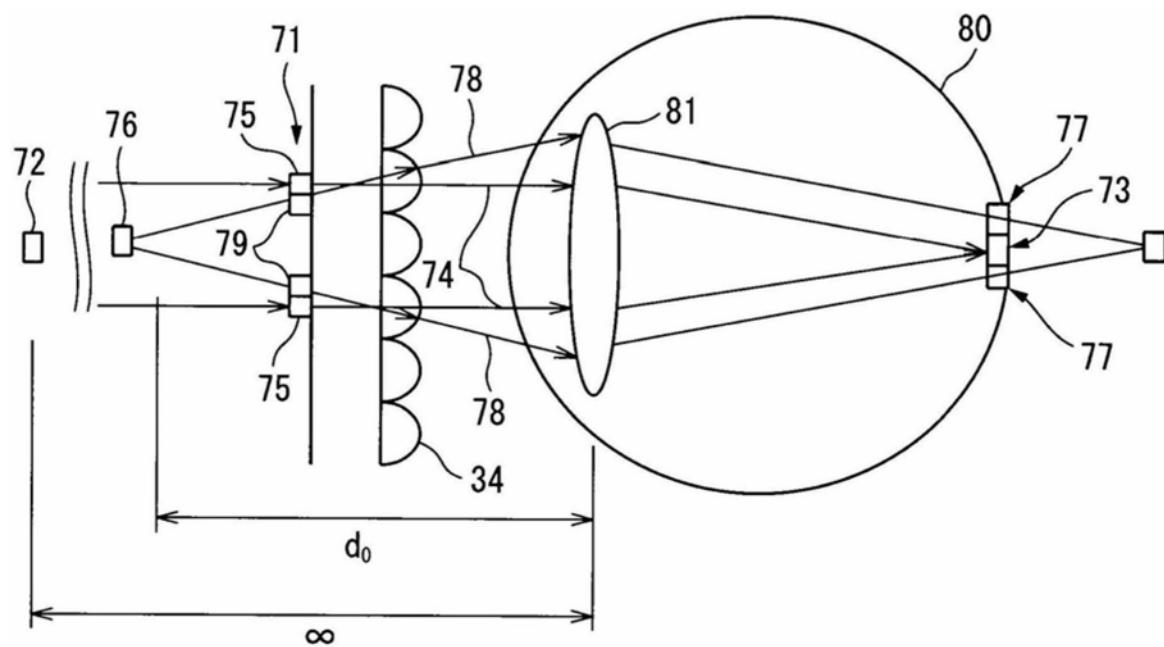


图11

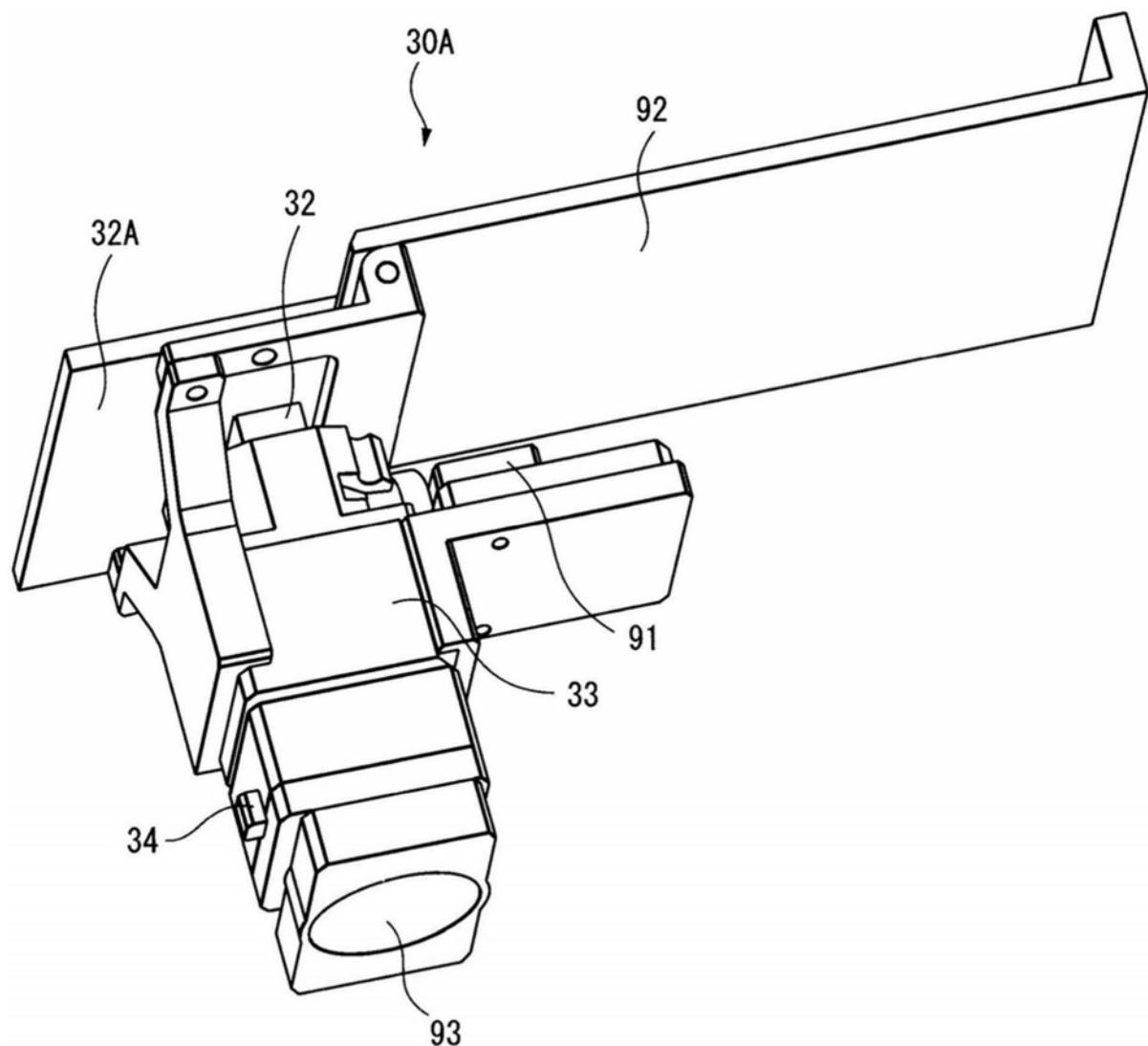


图12

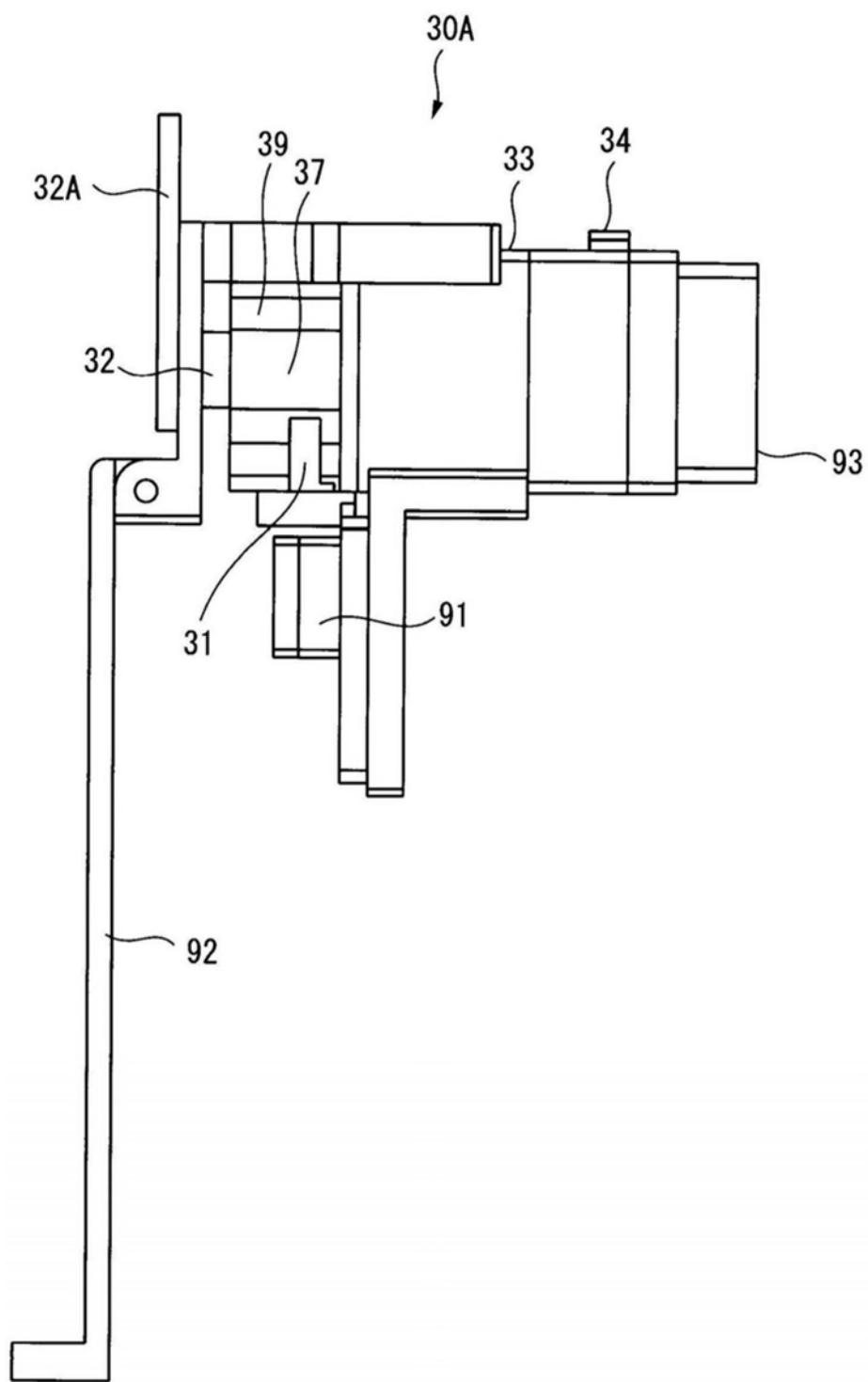


图13

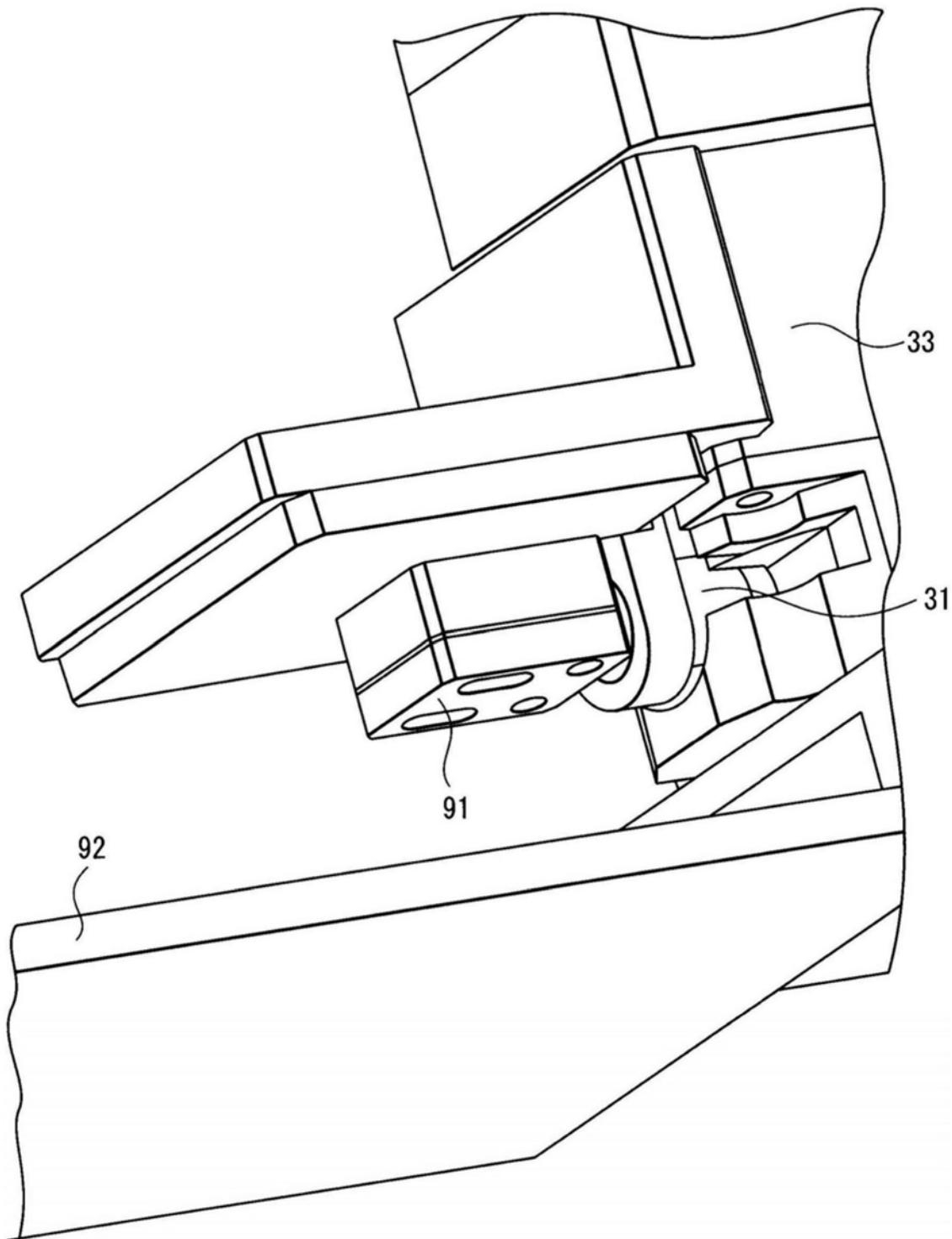


图14