



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109188684 B

(45) 授权公告日 2022.01.14

(21) 申请号 201811167526.3

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2013.10.16

G02B 27/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G02B 27/46 (2006.01)

申请公布号 CN 109188684 A

G02B 27/12 (2006.01)

(43) 申请公布日 2019.01.11

G02B 3/08 (2006.01)

(30) 优先权数据

G02B 3/00 (2006.01)

2013-072388 2013.03.29 JP

G08G 1/16 (2006.01)

(62) 分案原申请数据

G06K 9/00 (2006.01)

201380075190.7 2013.10.16

H04N 5/222 (2006.01)

(73) 专利权人 麦克赛尔株式会社

H04N 5/225 (2006.01)

地址 日本京都府

H04N 5/232 (2006.01)

(72) 发明人 岛野健 崎田康一 太田光彦

(56) 对比文件

JP 2007327966 A, 2007.12.20

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

US 2009279189 A1, 2009.11.12

代理人 张敬强 金成哲

CN 101151890 A, 2008.03.26

审查员 涂小龙

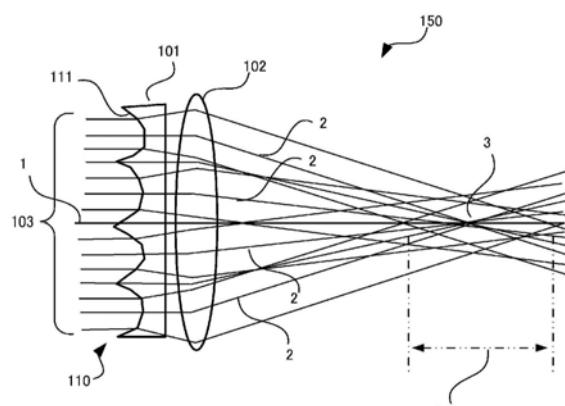
权利要求书1页 说明书16页 附图19页

(54) 发明名称

相位滤波器、摄像光学系统以及摄像系统

(57) 摘要

一种相位滤波器(101)包括具有围绕光轴旋转对称的环形环结构，每个环形环都包括基本上抛物线形状的剖面，使得入射光束均匀地扩大在焦点平面上，并且相互叠加。



1. 一种摄像光学系统，其将以光轴为中心呈同心圆状形成有多个环形带的相位滤波器搭载于具有单一的焦点的成像光学系统，各上述环形带为具有在光瞳平面的径向上作为凹透镜发挥作用的凹陷表面，该摄像光学系统的特征在于，

平行于上述光轴的光线射入上述成像光学系统时，上述光线射入上述相位滤波器的各环形带，

通过了上述相位滤波器的各上述环形带的各光线由于上述相位滤波器的各上述环形带分别局部地被形成各发散光，

通过了上述成像光学系统的各上述光线分别通过上述成像光学系统的上述焦点的位置，并且在光轴上不聚焦地在包括上述成像光学系统的上述焦点位置的光轴的前后扩展的范围叠加。

2. 根据权利要求1所述的摄像光学系统，其特征在于，

上述相位滤波器一体地直接形成于构成上述成像光学系统的透镜面上。

3. 一种摄像系统，其特征在于，

在权利要求1所述的摄像光学系统中的在上述光轴的前后扩展的范围叠加的位置配置图像传感器，

对由上述图像传感器拍摄到的图像进行反卷积图像处理，得到焦点深度扩展图像。

相位滤波器、摄像光学系统以及摄像系统

[0001] 本申请是申请日为2013年10月16日,申请号为201380075190.7的申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种相位滤波器、一种摄像光学系统以及一种摄像系统,尤其是涉及一种技术,该技术能够抑制像点的、响应于受到WFC图像处理的焦点深度扩展图像中的散焦而发生的平面内位移。

背景技术

[0003] 本申请要求2013年3月29日提交的日本专利申请第2013-72388号的优先权,其全部内容通过引用被并入本文。

[0004] 在成像相机的光学系统的光瞳平面内,称作“波前编码 (Wavefront Coding)”、在下文中简称为“WFC”的技术用于扩展光学系统的场深度和/或焦点深度。WFC通过将三次函数给出的相位分布提供给光瞳平面上的坐标来均匀用于散焦的点的模糊,并且通过称作反卷积的图像处理来移除均匀后的模糊。

[0005] 作为关于WFC的相关技术,例如,提出了一种技术,使得在成像相机的光学系统内,通过处理光瞳函数的相位调制所获取的图像来扩展光学系统的焦点深度,该光瞳函数的相位调制由实施三次相位函数所实现的相位滤波器进行,参见PTL1。此外,用于扩展焦点深度的技术使得在使用与光轴正交的x-y坐标系作为用于调制光学传递函数 (optical transfer function)、在下文中简称为“OTF”的相位滤波器时,通过提供相位分布来处理所获取的图像,通过使得具有由一系列函数的任意次幂的乘积表示的一系列函数的三次函数规范化来获取该相位分布,参见PTL2。此外,虽然并非用于光学成像系统,但是也提出了一种技术,其用于使用称作“轴棱锥”的锥棱镜产生非衍射光束来尝试改进波长转换的效率,参见PTL3。

[0006] 引用列表

[0007] 专利文献

[0008] [PTL1]特许3275010号公报

[0009] [PTL2]特开2011-120309号公报

[0010] [PTL3]特开平H08-271942号公报

发明内容

[0011] 技术问题

[0012] 在上述背景技术中,相位滤波器的相位分布被给定为光瞳平面上的具有三次函数或类似函数的坐标系的x轴和y轴。当尝试使用并不围绕上述光轴旋转对称的相位过滤器来均匀用于散焦的点像时,具有点像的位置响应于散焦的量而发生位移的问题。

[0013] 例如,通过用于规范化的光瞳平面坐标系x,y的下述公式使用系数 α 来表示相位分

布：

[0014] $W(x, y) = \alpha \cdot (x^3 + y^3) \dots$ 公式1

[0015] 当加入散焦的波前像差时,通过下述公式使用规范化的光瞳半径 ρ 来表示相位分布：

$$W(x, y) + W_{20} \rho^2 = \alpha \cdot (x^3 + y^3) + W_{20} (x^2 + y^2)$$

$$[0016] = \alpha \left\{ \left(x + \frac{W_{20}}{3\alpha} \right)^3 + \left(y + \frac{W_{20}}{3\alpha} \right)^3 \right\} - \frac{W_{20}^2}{3\alpha} (x + y) - \frac{2W_{20}^3}{27\alpha^2}$$

....公式2

[0017] 此处, W_{20} 是散焦,即,散焦的像差系数。第一项意指在光瞳平面中三次函数的相位分布在x方向和y方向分别被加入 $W_{20}/3\alpha$ 的位移。由于上述位移基本上对应于焦点平面上的相位位移,因此该位移并不影响点像强度分布。第二项表示对应于所谓的波前倾斜的x,y的线性函数的相位分布,并且意指与 $W_{20}^2/3\alpha$ 成比例的、焦点平面上的像点位置的位移。第三项是常数项,其并不影响点像强度分布。因此,当存在三次相位分布时,散焦的波前像差自然地转换为横向偏差。如果允许该横向偏差,则即使存在散焦,点像分布也基本上不会改变,因此使得模糊方式均匀,与散焦无关。上述内容实现反卷积,并且这是WFC的原理。然而,另一方面,由于散焦,上述内容导致点像的位移。因此,在这种应用中出现了通过点像的位置测量物体的位置的问题。

[0018] 此外,导致并不围绕光轴旋转对称的相位分布的例如三次分布的光学平面基本上需要同样的非球面光学平面。至于非球面表面,通过具有切削工具的车床加工而形成的金属模具有能够广泛应用于塑料注射成型、使用玻璃模具的成型等等。然而,车床加工的物体必须具有围绕旋转轴对称的形状。例如三次非球面表面的、围绕轴不对称的形状要求通过旋转磨具进行二维数控加工,这会导致加工成本和/或加工时间的增加。

[0019] 此外,具有例如三次分布的连续函数的所述相位过滤器要求至少数十个波长,其各自由上凸和下凸组成。在这种情况下,在具有图像角的光线进入相位过滤器时,出现了相位位移量偏离优选的位移量的问题。

[0020] 此外,在使用轴棱锥的光学系统中,在进入轴棱锥的底表面的平行光束被折射重叠的范围内,激光束作为如激光束的集合一样的细光束没有折射地传播。然而,这种透镜用于平行光束,并且不能被应用于例如成像相机的、同时要求多个像点的这种光学系统。

[0021] 鉴于上述,本发明的一个目的是提供一种技术,该技术能够抑制像点响应被WFC图像处理的焦点深度扩展图像中的散焦而进行平面内位移。

[0022] 问题的解决方案

[0023] 为了解决上述问题,根据本发明的相位滤波器包括围绕光轴旋转对称的环形结构,每条环形带都包括基本上抛物线形状的剖面,以用于在焦点平面上均匀地扩展入射光线并且使该光线相互叠加。根据这种构造,可以抑制像点的、响应于受到WFC图像处理的焦点深度扩展图像中的散焦而发生的平面内位移。

[0024] 此外,根据本发明的光学成像系统包括相位滤波器,该相位滤波器包括围绕光轴旋转对称的环形结构,每条环形带都包括基本上抛物线形状的剖面,以用于在焦点平面上均匀地扩展入射光线并且使该光线相互叠加。根据这种构造,可以抑制像点的、响应于受到WFC图像处理的焦点深度扩展图像中的散焦而发生的平面内位移。同时,能够将光学成像系

统应用于根据点像的位置测量物体位置。

[0025] 此外,根据本发明的成像系统将反卷积图像处理应用于由光学成像系统获取的图像,该光学成像系统配备有图像形成系统,该图像形成系统具有根据本发明的相位滤波器,该相位滤波器包括围绕光轴旋转对称的环形结构,每条环形带都包括基本上抛物线形状的剖面,以用于在焦点平面上均匀地扩展入射光线并且使该光线相互叠加,并且成像系统获取焦点深度扩展图像。根据这种构造,可以抑制像点的、响应于受到WFC图像处理的焦点深度扩展图像中的散焦而发生的平面内位移。同时,能够将光学成像系统应用于根据点像的位置测量物体位置。

[0026] 此外,根据本发明的车辆驾驶辅助装置将反卷积图像处理应用于由光学成像系统获取的车辆周围的物体的图像,该光学成像系统配备有图像形成系统,该图像形成系统具有根据本发明的相位滤波器,该相位滤波器包括围绕光轴旋转对称的环形结构,每条环形带都包括基本上抛物线形状的剖面,以用于在焦点平面上均匀地扩展入射光线并且使该光线相互叠加,车辆驾驶辅助装置获取焦点深度扩展图像,将预定的图像识别算法应用于焦点深度扩展图像并且同时检测相互在不同位置处且在距离车辆恒定距离范围内的多个物体。根据这种构造,可以实现距离车辆远近位置处存在的障碍物的同时检测,并且实现改进驾驶车辆的安全性的效果。

[0027] 此外,根据本发明的监视装置将反卷积图像处理应用于由光学成像系统获取的监视目标区域内的图像,该光学成像系统配备有图像形成系统,该图像形成系统具有相位滤波器,该相位滤波器包括围绕光轴旋转对称的环形结构,每条环形带都包括基本上抛物线形状的剖面,以用于在焦点平面上均匀地扩展入射光线并且使该光线相互叠加,监视装置获取焦点深度扩展图像,将预定的图像识别算法应用于焦点深度扩展图像并且同时检测在监视目标区域内的且相互在距离光学成像系统不同位置处的多人。根据这种构造,可以实现不考虑距离光学成像系统的距离而提高对于侵入或存在于监视目标区域中的可疑人员和/或罪犯等的识别率。

[0028] 此外,根据本发明的认证装置将反卷积图像处理应用于由光学成像系统多次获取的图像中的相同的认证目标的每个图像,该光学成像系统配备有图像形成系统,该图像形成系统具有相位滤波器,该相位滤波器包括围绕光轴旋转对称的环形结构,每条环形带都包括基本上抛物线形状的剖面,以用于在焦点平面上均匀地扩展入射光线并且使该光线相互叠加,认证装置获取焦点深度扩展图像,将预定的图像识别算法应用于焦点深度扩展图像并且从距离光学成像系统不同距离的每个图像中认证相同的认证目标。根据这种构造,即使在例如人体的指纹、静脉、虹膜等的认证对象与光学成像系统之间的距离对于每次认证操作都改变的情况下,也能够适当地吸收这种距离变化并且改进认证精度。

[0029] 此外,根据本发明的医疗装置将反卷积图像处理应用于由光学成像系统获取的图像中的人体医疗护理目标区域中的图像,该光学成像系统配备有图像形成系统,该图像形成系统具有相位滤波器,该相位滤波器包括围绕光轴旋转对称的环形结构,每条环形带都包括基本上抛物线形状的剖面,以用于在焦点平面上均匀地扩展入射光线并且使该光线相互叠加,医疗装置获取焦点深度扩展图像、将预定的图像识别算法应用于焦点深度扩展图像并且同时输出距离光学成像系统不同距离的人体医疗护理目标区域中的多个位置的图像。根据这种构造,可以不考虑每个受感染区域与光学成像系统之间的距离而改进医护人

员对于受感染区域的同时可见度。这简化了医疗相机等等中的光学系统设计,减少了所需透镜数量等,并且减少了制造成本。

[0030] 应该注意的是,在上述车辆驾驶辅助装置、监视装置、认证装置和医疗装置的任意一个中,可以容许透镜与传感器表面之间的精度调整,并因此可以实现减少生产成本。

[0031] 本发明的有益效果

[0032] 根据本发明,可以抑制像点的、响应于受到WFC图像处理的焦点深度扩展图像中的散焦而发生的平面内位移。

附图说明

- [0033] 图1是配备有本发明的第一实施方式的相位滤波器的光学成像系统的示意图;
- [0034] 图2是示出本发明的第一实施方式的相位滤波器的结构的平面图;
- [0035] 图3是示出本发明的第一实施方式的相位滤波器的结构的侧剖面图;
- [0036] 图4是示出根据锥棱镜的折射光线的视图;
- [0037] 图5是示出配备有本发明的第一实施方式的相位滤波器的光学成像系统示例性构造以及用于向光学成像系统获取的图像施加图像处理的成像系统的构造视图;
- [0038] 图6是用于表示抛物线形状剖面的示意图;
- [0039] 图7是用于说明反卷积操作的光学图像形成系统的示意图;
- [0040] 图8是示出基于是否具有第一实施例的相位滤波器而获取的图像的比较处理结果的示例的视图;
- [0041] 图9是示出根据第一实施例的相位滤波器的光瞳平面上的波前像差的视图;
- [0042] 图10是示出根据第一实施例的相位滤波器的点分布的第一计算结果的视图;
- [0043] 图11是示出根据第一实施例的相位滤波器的点分布的第二计算结果的视图;
- [0044] 图12是示出根据第一实施例的相位滤波器的点分布的第三计算结果的视图;
- [0045] 图13是示出根据第一实施例的相位滤波器的点像分布的第四计算结果的视图;
- [0046] 图14是示出根据第一实施例的相位滤波器的点像分布的第五计算结果的视图;
- [0047] 图15是示出第二实施例的相位滤波器的结构的平面图;
- [0048] 图16是示出第二实施例的相位滤波器的结构的侧剖面图;
- [0049] 图17是根据第二实施例的相位滤波器的光程差分布的示例;
- [0050] 图18是根据第二实施例的反卷积的结果的图像;
- [0051] 图19是第三实施方式的相位滤波器的结构的平面图;
- [0052] 图20是示出第三实施例的相位滤波器的结构的侧剖面图;
- [0053] 图21是根据第三实施例的相位滤波器的光程差分布的示例;
- [0054] 图22是根据第三实施例的反卷积的结果的图像;
- [0055] 图23是本发明的第二实施方式的车辆驾驶辅助装置的示例性构造;
- [0056] 图24是设置于本发明的第二实施方式的车辆驾驶辅助装置的信息处理装置的硬件的示例性构造;
- [0057] 图25是通过本发明的第二实施方式的车辆驾驶辅助装置进行的示例性处理流程;
- [0058] 图26是本发明的第三实施方式的监视装置的示例性构造;
- [0059] 图27是设置于本发明的第三实施方式的监视装置的信息处理装置的硬件的示例

性构造；

- [0060] 图28是通过本发明的第三实施方式的监视装置进行的示例性处理流程；
- [0061] 图29是本发明的第四实施方式的认证装置的示例性构造；
- [0062] 图30是设置于本发明的第四实施方式的认证装置的信息处理装置的硬件的示例性构造；
- [0063] 图31是通过本发明的第四实施方式的认证装置进行的示例性处理流程；
- [0064] 图32是本发明的第五实施方式的医疗装置的示例性构造；
- [0065] 图33是设置于本发明的第五实施方式的医疗装置的信息处理装置的硬件的示例性构造；以及
- [0066] 图34是通过本发明的第五实施方式的医疗装置进行的示例性处理流程。

具体实施方式

[0067] 将在下文中参考附图详细描述本发明的实施方式。图1是本发明的第一实施方式的相位滤波器101以及配备有滤波器101的光学成像系统150的示意图。图2是示出第一实施方式的滤波器101的结构的平面图。图3是示出相位滤波器101的结构的侧剖面图。应该注意的是，包含在光学成像系统150中的相位滤波器101和图像形成透镜102在图1中以它们侧剖面的形状示出。

[0068] 如图1-3所示，相位滤波器101是圆盘形的，并且具有围绕光轴1旋转对称的形状。相位滤波器101设置有作为凹槽的凹陷表面112，其每个都具有抛物线剖面并且以基本相同的间隔同心地围绕光轴1的中心。在本文中，同心地围绕光轴1形成的凹陷表面112被称为环形带111，并且一组环形带111被称为环形结构110。图1-3中示出的相位滤波器101的示例具有包含有两条环形带111的环形结构110。环形带111由对于进入环形带111的光线起到光瞳平面的径向上的凹透镜的作用的凹陷表面构成。应该注意的是，在环形带111之间，此处示出的相位滤波器101的环形带111的宽度彼此相等。

[0069] 在光学成像系统150中，图像形成透镜102被布置为与上述相位滤波器101共享光轴1。图像形成透镜102是在未设置相位滤波器101时能够在光轴1上的预定位置处形成物方的图像的透镜。通过被构成为上述图像形成透镜102和相位滤波器101组合而成的构造的光学成像系统150，作为进入相位滤波器101的入射光通量的光线103被上述凹陷表面112折射为局部发散光。相位滤波器101的凹陷表面112的曲率被限定为使得在纸面上发散光通过图像形成透镜102被转换为局部基本平行的光通量。“局部基本平行”指的是穿过每个凹陷表面112的一组光线在穿过图像形成透镜102之后基本上彼此平行。

[0070] 沿着穿过环形带111的中心的光线2的折射方向，局部基本平行的光通量朝向原始焦点位置3传播。传播方向的理由如下。即，凹陷表面112的、在环形带111的中心处作为抛物线剖面的假想切面与图像形成透镜102的光轴1正交，并且穿过该中心的光线进入图像形成透镜102而在相位滤波器101处折射。结果，显而易见的是，在缺乏相位滤波器101的情况下，光线穿过焦点位置3。如上所述，来自环形带111的基本上平行的光线在光轴方向上、在邻近焦点位置3的范围104内重叠。为了描述方便，从每条环形带111发散并随后被图像形成透镜102折射的光线被称为基本平行的光通量。然而，由于相位滤波器101和图像形成透镜102围绕光轴1旋转对称，因此基本平行的光通量实际上是类似沿着椎体的侧表面传播的光

通量。

[0071] 上述光通量类似于被图4中所示的轴棱锥201折射的光线。轴棱锥201是锥形透镜，其具有作为第一表面的平坦底表面以及作为第二表面的椎体。轴棱锥201也被称作锥棱镜。图4示意性地示出了上述轴棱锥201的侧剖面、光轴1以及入射平行光通量203之间的关系。在轴棱锥201的底表面202处进入的平行光通量203被轴棱锥201的倾斜侧表面204折射，并且在沿着假想锥形表面的光路上均匀地汇聚。在区域202中，从两侧以一定角度进入的光通量203重叠，以产生图中的菱形，在区域202中，形成了具有彼此相对的底表面紧贴的两个椎体的形状的区域205。区域205在图4中被突出显示，以清楚表示区域205。在区域205中，在沿着光轴方向的范围202内，形成非衍射光束。至于上述图1中来自相位滤波器101的每条环形带111的光通量，对应于图4中所示的来自轴棱锥201的不同角度的多个光通量的重叠，多条非衍射光束相互重叠，并且实现了平滑在焦点方向上点像分布。

[0072] 随后，将参考图5描述使用相位滤波器101的光学成像系统150和用于对光学成像系统150所获取的图像施加图像处理的成像系统300的构造。此处，假设存在位于距离光学成像系统150较近位置处的物体301，并且存在距离光学成像系统150一定距离的位置处的物体302。

[0073] 在这种情况下，来自物体301、302的反射光穿过光学成像系统150的相位滤波器101进入图像形成透镜102，以形成在光轴1方向上具有均匀模糊量级的图像303、304。如上所述，通过在焦点方向上平滑点像分布而产生均匀的模糊。鉴于上述，成像系统300具有图像传感器305被布置于图像303、304在光轴方向上彼此重叠的位置处的构造。

[0074] 成像系统300还具有图像信号输出电路306，以用于将来自上述图像传感器305的输出信号转换为适当的静止图像或移动图像格式的图像信号，同时保持通过图像传感器305能够输出的最大分辨率信息，并且输出所转换的图像信号。成像系统300具有监视输出产生电路307，以用于接收由图像信号输出电路306所输出的图像信号，并将图像信号转换为能够被输出至显示器的格式的图像信号并且输出至监视显示器308。如图5中示意性地示出的，随着图像被显示在监视显示器308上，获取关于近处物体301和远处物体302的均匀模糊的图像303、304。应该注意的是，由于上述监视输出处理并不是成像系统300强制的，因此不具有监视显示器308和监视输出产生电路307的构造也是可以的。

[0075] 此外，成像系统300具有反卷积预处理电路309，以及反卷积滤波电路310。在成像系统300中，来自图像信号输出电路306的输出信号被分配且输入至反卷积预处理电路309。根据上述，在反卷积预处理电路309中，上述输出信号被转换为适于在反卷积滤波电路310处滤波操作的数字图像数据类型的图像信号。来自反卷积预处理电路309的输出信号在反卷积滤波电路310处被滤波处理，并且被输入至第二监视输出产生电路311。第二监视输出产生电路311将来自反卷积滤波电路310的输入信号转换为适当的主要为静止图像或移动图像格式的图像信号，并且将所转换的图像信号输出至第二监视显示器312中，以在第二监视显示器312上显示。如上所述，在第二监视显示器312上产生输出显示的情况下，输出了近处物体301和远处物体302均被聚焦的图像。在这种情况下，由于使用了相位滤波器101，因此在第二监视显示器312上的输出图像中，图像中的物体的位置不会基于距离光学成像系统150的距离而位移，并且在反映了原始位置的位置处的产生图像。

[0076] 随后，将描述用于确认采用上述相位滤波器101时的焦点深度扩展的效果的模拟。

图6是用于表示相位滤波器101的抛物线剖面或凹陷表面112的形状的示意图。在图中,水平轴是光瞳平面的径向坐标,并且垂直轴表示相位滤波器101的形状。同时,图6示出一个循环的曲线图,并且在半径o的光轴位置处具有陡峰的曲线图被标示为“偶”,并且抛物线的底部位于光轴上的曲线图被标示为“奇”。抛物线剖面的深度被表示为“d”。曲线图形状由径向上的周期p表示。如公式3所示,上述曲线图形状以傅里叶级数扩展,并且最终表示为公式4。

$$W(r) = \sum_{k=0}^m a_k \cos \left(\frac{2\pi k}{p} r \right)$$

[0077] $= \begin{cases} \frac{4d}{p^2} r^2 & \left(\text{odd} : -\frac{p}{2} < r < \frac{p}{2} \right) \\ \frac{4d}{p^2} \left(r - \frac{p}{2} \right)^2 & \left(\text{even} : 0 < r < p \right) \end{cases}$ 公式 3

$$W(r) = \begin{cases} \frac{d}{3} + \frac{4d}{\pi^2} \sum_{k=1}^m \frac{(-1)^k}{k^2} \cos \left(\frac{2\pi k}{p} r \right) & \left(\text{odd} \right) \\ \frac{d}{3} + \frac{4d}{\pi^2} \sum_{k=1}^m \frac{1}{k^2} \cos \left(\frac{2\pi k}{p} r \right) & \left(\text{even} \right) \end{cases}$$
公式 4

[0079] 此处,周期p被表示为公式5。

$$p = \begin{cases} \frac{2r_n}{2n-1} & \left(\text{odd} \right) \\ \frac{r_n}{n} & \left(\text{even} \right) \end{cases}$$
公式 5

[0081] 在公式5中, r_n 是对应于光学成像系统150的光瞳半径的第n条环形带111的半径。此处表示的环形结构110包括各自具有相同宽度和相同相位差的环形带111。应该注意的是,假设相位滤波器101被设置于光学成像系统150的光瞳平面处。这意味着相位滤波器101可以在实际的光学成像系统150中被设置在光阑位置。

[0082] 如上所述,相位滤波器101的环形带111的剖面形状假设为抛物线剖面。然而,剖面无需被限制为通过用于局部径向坐标的二次函数所描述的剖面。例如,剖面可以是圆形或椭圆形。在所有示例中,用于邻近环形带111的剖面的顶端的半径的二次扩展项是主要的。因此,假设了抛物线剖面。

[0083] 随后,将描述反卷积图像处理。如图7中所示,假设由光强度分布0(x0, y0) 所表示的物体存在于距离 d_0 处,并且通过具有焦距f的光学系统500,光学图像强度分布I(x, y) 根据下述图像形成公式而在距离d处形成图像。此处,假设物体的光强度分布为一组点光源,该点光源的波动光学点像分布PSF(x, y) 的叠加形成图像I(x, y)。点像分布由下述公式给出,其中图像形成光学系统500的光阑的孔径,即,光瞳平面的振幅透过率被表示为P(X, Y) :

$$[0084] PSF(x, y) = \frac{1}{(\lambda d)^2} |F[P(X, Y)]|^2 \quad \dots \text{公式 6}$$

[0085] 代表二维傅里叶变换的F由下述公式表示。

$$[0086] F[P(X, Y)] = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} P(X, Y) \exp\left\{-i \frac{2\pi}{\lambda d} (Xx + Yy)\right\} dXdY \quad \dots \text{公式 7}$$

[0087] 如普遍公知的,傅里叶变换是用于将作为物理量的时间、空间分布等等转换为它们的频谱的操作。通过将用于物体表面的光强度分布的几何图O(x, y)的点像分布积分和叠加,使用下述公式来表示图像平面的强度分布。

$$[0088] I(x, y) = O(x, y) * PSF(x, y) \\ = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} O(x', y') PSF(x - x', y - y') dx' dy' \quad \dots \text{公式 8}$$

[0089] 此处,符号*表示卷积积分的操作。此外,通过将傅里叶变换应用于图像平面强度分布,图像平面光强度分布的空间谱被证明是物体表面的空间频谱与点像分布的空间频谱的乘积,如下述公式所示。

$$[0090] F[I(x, y)] = F[O(x, y) * PSF(x, y)] = F[O(x, y)] F[PSF(x, y)] = F[O(x, y)] OTF \dots \text{公式 9}$$

[0091] 点像分布的空间频谱被称作光学传递函数OTF,并且如下述由光瞳函数的自相关函数来表示。

$$[0092] OTF = F[PSF(x, y)] = F[F[P(X, Y)]]^2 = P(X, Y) * P^*(X, Y) \\ = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} P(X', Y') P^*(X' - X, Y' - Y) dX' dY' \quad \dots \text{公式 10}$$

[0093] 根据上述公式9,图像平面强度分布由下述公式表示。

$$[0094] I(x, y) = F^{-1}[F[O(x, y)] OTF] \dots \text{公式 11}$$

[0095] 如果图像平面强度分布和OTF是已知的,那么图像平面上物体表面上的光强度分布的几何图,即,理想光学图像由下述公式表示。

$$[0096] O(x, y) = F^{-1}\left[\frac{F[I(x, y)]}{OTF}\right] \quad \dots \text{公式 12}$$

[0097] 这种操作被称作反卷积。从公式的结构中显而易见的是,反卷积要求OTF永不为零。不论离焦与否,如果物体的点像分布是相同的,则即使在距离物体不同距离的图像位于图像平面上时也可获取均匀的理想光学图像。

[0098] 图8示出在有或没有第一实施方式的相位滤波器101的情况下所获取的图像的处理结果的比较的示例。用于图8中示出的模拟结果的模拟条件如下:焦距:50mm;有效直径:

15.625mm; F数:3.2; 波长:0.5μm; 物体距离:710mm; 传感器尺寸:15mm; 环形带间距:0.8mm; 相位差:4.24λ; 奇例; 近似度:8; 图像尺寸:1024×1024。用于0mm和1mm散焦的OTF的平均值作为用于反卷积的OTF。由作为光学成像系统或成像系统的相机所获取的图像的色调假设为12位。原始图像为0亮度和最大亮度的辐条形单色图像。上部一排示出了在没有相位滤波器101的情况下原始获取的图像,中部一排示出了由具有第一实施方式的相位滤波器101的相机所获取的图像,并且底部一排示出了反卷积产生的图像。另一方面,纵列方向代表传感器表面上的散焦量,即,从左侧开始-2mm、-1mm、0mm、1mm、2mm。负值在此表示传感器被设置为靠近透镜,并且正值表示传感器远离透镜。在左侧的没有相位滤波器101和反卷积处理后的每个图像下方,示出了具有白色特征的每个图像的评价指数值的计算结果。图像的评价值是称作峰值信噪比(PSNR)的数值,其由下述公式限定。

$$[0099] \quad PSNR = 20 \cdot \log_{10} \frac{Max}{\sqrt{\frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} [I(i, j) - O(i, j)]^2}} \quad \dots \text{公式 13}$$

[0100] 此处,Max是最大亮度,m、n各自为横向和垂直图像尺寸,I(i, j)是评价图像,并且O(i, j)是原始图像。根据上述结果,尽管在-2mm到+2mm的散焦范围内缺乏没有散焦的原始图像,但是没有看到具体的图像恶化,并且确定了焦点深度的扩展。图9示出具有第一实施例的相位滤波器101的光瞳平面的波前像差,其是相位分布520。此处,不包括具有散焦的波前像差。发现了成形为抛物线剖面的相位位移被添加在每个环形带111处。

[0101] 图10-14示出关于上述条件的点像分布函数的计算结果。在每幅图中,水平轴线代表图像的像素位置,并且垂直轴线代表亮度。计算区域的范围是0.938mm。图10至图14中示出了散焦量为-2、-1、0、1、2mm的计算结果。尽管对于没有散焦的聚光点具有过度缩小的趋势,但是可以看出在其他情况下获得了基本相同的光点尺寸。

[0102] 在上述第一实施例中,描述了具有相等的环形带宽度或间距的环形结构110的相位滤波器101。然而,对于环形带,相位滤波器101的环形带111的宽度不需要是相同的。图15示出第二实施例的相位滤波器101的平面图,并且图16示出第二实施例的相位滤波器101的侧剖面图。在下述第二实施例中,将描述相位滤波器101的环形带111的宽度从光轴1朝向外周部25变小的示例。在图15和16的示例中,最外侧环形带111,换句话说,最接近于外周部25的环形带111的宽度115被形成为比下一个内侧环形带111的宽度116更窄。相位滤波器101具有环形结构110,环形结构110具有包括凹陷表面112的环形带111和包括另一方面起到凸透镜的作用的凸起表面113的环形带114,凹陷表面112对于入射光通量起到了在光瞳平面上径向上的凹透镜的作用。

[0103] 图17示出在具有上述结构的相位滤波器101的光瞳平面上的波前像差或相位分布580。在相位分布580中,水平轴代表光瞳平面的规范化半径,并且垂直轴代表以μm为单位的光程差。相位分布580示出,随着光瞳平面的规范化半径增大,换句话说,当环形带111的位置接近于相位滤波器101的外周部25时,环形带111的宽度变窄。在相位滤波器101中应用这种类型的结构使得每条环形带所占用的区域都均匀并且变得更不易受到加工中变化的影响。在第二实施例的环形结构中,相位差对于所有环形带111都是均匀的。

[0104] 应该注意的是,环形带111的折射并不影响第一实施例的相位滤波器101的环形带

111之间的区域,即,环形带各自起到凸透镜的作用,即,光通量进入陡峭的凸起位置。另一方面,在其中交替地设置有如上所述作为凹透镜的环形带111和作为凸透镜的环形带114的相位滤波器101中,在环形带111的凹陷表面112中进入靠近环形带114的区域的光通量能够被折射为具有所需的环形带114的凸透镜函数。因此,相位分布580具有平滑的形状,而不具有如图9中关于第一实施方式的相位分布520所示的陡峰。由于这种结构的相位滤波器101在环形带之间不具有上述陡峭的凸起部,因此可以避免相位滤波器101发生碎裂。应该注意的是,虽然如上所述为了方便起见环形带111作为凹透镜并且环形带114作为凸透镜,但是实际上通过假设包括环形带111和114的区域为单一环形带而限定环形带的宽度。

[0105] 图18示出在应用上述第二实施例的相位滤波器101时的反卷积后的图像。除相位滤波器之外的条件与第一实施例的条件相同。左侧图像590示出没有散焦,即,正焦,而右侧图像600具有2mm的散焦。根据第二实施例的图像在图像质量方面稍逊于第一实施例。然而,第二实施例具有如第一实施例的焦点深度扩展的效果。

[0106] 此处,在折射光线的倾斜角度随着相位滤波器101的凹陷平面112的倾斜增加而增加的同时,当凹陷表面112的深度在外周部25处与在光轴1附近处相同时,光线与光轴1的交点的改变随着该点接近光轴1而增大。上述假设对应于如下事实,即,焦点深度扩展的贡献随着接近光轴1而增大并且随着接近外周部25而减少。因此,以下将描述这种相位滤波器101的示例,其环形带111的凹陷表面112的深度随着凹陷表面112接近外周部25而变得更深。应该注意的是,当环形带111的凹陷表面112的深度随着凹陷表面112接近外周部25而变得更深时,对于所有环形带,环形带的宽度假设为均匀的。

[0107] 图19是示出第三实施例的相位滤波器的结构的平面图,并且图20是示出第三实施例的相位滤波器的结构的侧剖面图。在图19和20所示的示例中,被设置为最接近外周部25的最外侧环形带111的凹陷表面112的深度117比与其相邻的设置于内侧的环形带111的凹陷表面112的深度118更深。相位滤波器101具有环形结构110,而环形结构110具有包括对于入射光通量起到光瞳平面的径向上的凹透镜的作用的凹陷表面112的环形带111以及包括另一方面起到凸透镜的作用的凸起表面113的环形带114,凹陷表面112用于。

[0108] 图21示出通过具有上述结构的相位滤波器101产生的光瞳平面的波前像差或相位分布610。如相位分布610所示,随着相位滤波器101的环形带111的凹陷表面112的深度增大,光程差的改变以及相位差的变化变大。

[0109] 图22示出在使用第三实施例的相位滤波器101时的反卷积后的图像。此处,除相位滤波器之外的条件与第一实施例的条件相同。在纸面上,左侧图像620具有-2mm的散焦,中间图像630具有-1mm的散焦,并且右侧图像640具有0mm的散焦。在每张图像下方示出的dB值是峰值信噪比PSNR。如上所示,应该理解的是,实现了图像质量基本上等于第一实施例中的图像质量。

[0110] 如上所述,相位滤波器101提供了用于在光学成像系统150中扩展实际的焦点深度的技术,这可以应用于多种用途。根据所应用的用途,以下将描述使用相位滤波器101的装置的示例。

[0111] 图23是本发明的第二实施方式的车辆驾驶辅助装置700的示例性构造,并且图24是设置于车辆驾驶辅助装置700的信息处理装置710的硬件的示例性构造。例如,用于获取车辆周围图像的装置具有车载相机,其中包含有相位滤波器101,并且基于车载相机所获取

的图像来监测障碍物以避免与其碰撞,即,可以假设一种车辆驾驶辅助装置700。

[0112] 与本发明的第一实施方式所示的成像系统300类似,车辆驾驶辅助装置700包括图像传感器305、图像信号输出电路306、反卷积预处理电路309以及反卷积滤波电路310,并且进一步包括信息处理装置710。由信息处理装置710得出的处理结果要被显示在设置于车辆的汽车导航装置730的监视显示器上。

[0113] 根据这种情况下的构造,由位于装备有车辆驾驶辅助装置700的车辆周围,如前方,的其他车辆701、702所反射的光经由光学成像系统150中的相位滤波器101而进入图像形成透镜102,并且在光轴1的方向上形成具有均匀的模糊度的图像703、704。在车辆驾驶辅助装置700中,图像传感器305接收图像703、704的传感数据,并且将该传感数据传送至图像信号输出电路306。反卷积预处理电路309在图像信号输出电路306输出时接收图像信号,并且将图像信号转换为适于在反卷积滤波电路310处滤波计算的数字图像数据类型的图像信号。在反卷积滤波电路310处的滤波处理之后,来自反卷积预处理电路309的输出信号被输入至信息处理装置710。随后,输出信号受到预定的处理,以实现在汽车导航装置730处显示聚焦于近处车辆701和远处车辆702的图像,并且实现根据图像显示的警告通知等等的音频输出。

[0114] 以下将描述设置于上述车辆驾驶辅助装置700的信息处理装置710的硬件构造。信息处理装置710包括存储装置701,其配置有适当的非易失性存储装置,例如硬盘驱动器;内存703,其配置有易失性内存装置,例如RAM;CPU704,其用于将存储在存储装置701中的程序702读取进入内存703、执行该程序、完全控制装置本身,并且执行不同判定、操作和控制处理;705,例如用于接收用户的输入、输出结果等等的显示器、键盘以及鼠标。应该注意的是,作为程序702,至少是用于实施车辆驾驶辅助装置700所需要的功能的图像识别算法710以及接近判定程序711。以下将描述使用程序702的处理流程。

[0115] 随后,参考图25,将描述由车辆驾驶辅助装置700所执行的处理流程。车辆驾驶辅助装置700的光学成像系统150获取作为车辆周围物体的其他车辆701、702的图像(s100),并且图像传感器305传感所获取的图像703、704以获取图像数据(s101)。

[0116] 图像传感器305向图像信号输出电路306提供作为图像信号的上述图像数据。图像信号输出电路306将来自上述图像传感器305的输出信号转换为适当的静止图像或移动图像格式的图像信号,同时保持通过图像传感器305能够输出的最大分辨率信息,并且将所转换的图像信号输出至反卷积预处理电路309(s102)。

[0117] 反卷积预处理电路309在图像信号输出电路306输出时接收图像信号,并且将图像信号转换为适于在反卷积滤波电路310处滤波计算的数字图像数据类型的图像信号(s103)。来自反卷积预处理电路309的输出信号在反卷积滤波电路310处受到滤波处理,并且被输入至信息处理装置710(s104)。

[0118] 信息处理装置710获取来自反卷积滤波电路310的输出数据,即,焦点深度扩展图像,将用于识别车辆的图像识别算法710应用于该焦点深度扩展图像,并且同时检测在距离自身车辆恒定的距离内的不同距离处的多个物体,例如其他车辆701、702(s105)。例如,对于构成原始图像的像素,图像识别算法710通过预定颜色的像素组的形状和/或尺寸的区域来确认对应于车辆形状的区域,并且执行图像处理,例如突出显示所确认的区域。

[0119] 信息处理装置710在汽车导航装置730上显示在步骤s105处所检测到的其他车辆

701、702的图像703、704,并且通过汽车导航装置730来显示警告其他车辆701、702接近的通知信息/产生警告其他车辆701、702接近的通知信息的音频输出(s106)。根据车辆驾驶辅助装置700,可以实现存在于车辆的近处和远处位置的物体的同时检测,并且改进驾驶车辆的安全性。

[0120] 除上述之外,可以实现一种装置,即,监视装置750,其用于通过包含有相位滤波器101的监视相机来获取在预定的监视目标区域内的嫌疑人和/或入侵者的图像,并且基于监视相机所获取的图像来执行预定的监视处理。图26是本发明的第三实施方式的监视装置的示例性构造。图27是设置于本发明的第三实施方式的监视装置750的信息处理装置760的硬件的示例性构造。

[0121] 与本发明的第一实施方式中示出的成像系统300类似,监视装置750包括图像传感器305、图像信号输出电路306、反卷积预处理电路309以及反卷积滤波电路310,并且进一步包括信息处理装置760。信息处理装置760的处理结果被显示在监视显示器780上。

[0122] 根据这种情况下的构造,由在监视装置750周围延伸的监视目标区域内的人员751、752所反射的光经由光学成像系统150中的相位滤波器101而进入图像形成透镜102,并且在光轴1的方向上形成具有均匀的模糊度的图像753、754。在监视装置750中,图像传感器305接收图像753、754的传感数据,并且将该传感数据传送至图像信号输出电路306。反卷积预处理电路309在图像信号输出电路306输出时接收图像信号,并且将图像信号转换为适于在反卷积滤波电路310处滤波计算的数字图像数据类型的图像信号。在反卷积滤波电路310处的滤波处理之后,来自反卷积预处理电路309的输出信号被输入至信息处理装置760。随后,输出信号受到预定的处理,以实现在监视显示器780处显示聚焦于近处人员751和远处人员752的图像,并且根据图像显示音频输出警告通知等等。

[0123] 以下将描述设置于上述监视装置750的信息处理装置760的硬件构造。监视装置750包括存储装置761,其配置有适当的非易失性存储装置,例如硬盘驱动器;内存763,其配置有易失性内存装置,例如RAM;CPU764,其用于将存储在存储装置761中的程序762读取进入内存763、执行该程序、完全控制装置本身,并且执行不同判定、操作和控制处理;765,例如用于接收用户的输入、输出结果等等的显示器、键盘以及鼠标。应该注意的是,作为程序762,至少是用于实施监视装置750所需要的功能的图像识别算法770。以下将描述使用程序702的处理流程。

[0124] 随后,参考图28,将描述由监视装置750所执行的处理流程。监视装置750的光学成像系统150获取位于监视目标区域中的人员751、752的图像(s200),并且图像传感器305传感所获取的图像753、754以获取图像数据(s201)。

[0125] 图像传感器305向图像信号输出电路306提供作为图像信号的上述图像数据。图像信号输出电路306将来自上述图像传感器305的输出信号转换为适当的静止图像或移动图像格式的图像信号,同时保持通过图像传感器305能够输出的最大分辨率的信息,并且将所转换的图像信号输出至反卷积预处理电路309(s202)。

[0126] 反卷积预处理电路309在图像信号输出电路306输出时接收图像信号,并且将图像信号转换为适于在反卷积滤波电路310处滤波计算的数字图像数据类型的图像信号(s203)。来自反卷积预处理电路309的输出信号在反卷积滤波电路310处受到滤波处理,并且被输入至信息处理装置760(s204)。

[0127] 信息处理装置760获取来自反卷积滤波电路310的输出数据,即,焦点深度扩展图像,将用于识别人员的图像识别算法770应用于该焦点深度扩展图像,并且同时检测在距离自身监视装置750恒定的距离内的不同距离处的监视目标区域内的多个物体,例如人员751、752(s205)。例如,对于构成原始图像的像素,图像识别算法770通过预定颜色的像素组的形状和/或尺寸的区域来确认对应于人员形状的区域,并且执行图像处理,例如突出显示所确认的区域。

[0128] 信息处理装置760在监视显示器780上显示在步骤s205处所检测到的人员751、752的图像753、754,并且通过监视显示器780来显示警告入侵监视目标区域中的人员751、752的通知信息/产生警告入侵监视目标区域中的人员751、752的通知信息的音频输出(s206)。根据监视装置750,可以实现不考虑距离光学成像系统的距离而提高对于入侵或存在于监视目标区域中的可疑人员和/或罪犯等的识别率。

[0129] 除上述之外,可以实现一种装置,即,认证装置800,其用于通过包含有相位滤波器101的成像装置来获取认证目标的图像,并且基于成像装置所获取的图像来执行预定的认证处理。图29是本发明的第四实施方式的认证装置的示例性构造。图30是设置于本发明的第四实施方式的认证装置的信息处理装置的硬件的示例性构造。

[0130] 与本发明的第一实施方式中示出的成像系统300类似,认证装置800包括图像传感器305、图像信号输出电路306、反卷积预处理电路309以及反卷积滤波电路310,并且进一步包括信息处理装置810。信息处理装置810的处理结果被显示在监视显示器830上。

[0131] 根据这种情况下的构造,由作为认证目标(例如,作为指纹认证或静脉认证的目标的手/手指、手掌以及手腕,作为虹膜认证的目标的瞳孔等等)的手指801、802所反射的光经由光学成像系统150中的相位滤波器101而进入图像形成透镜102,并且在光轴1的方向上形成具有均匀的模糊度的图像803、804。在认证装置800中,图像传感器305接收图像803、804的传感数据,并且将该传感数据传送至图像信号输出电路306。反卷积预处理电路309在图像信号输出电路306输出时接收图像信号,并且将图像信号转换为适于在反卷积滤波电路310处滤波计算的数字图像数据类型的图像信号。在反卷积滤波电路310处的滤波处理之后,来自反卷积预处理电路309的输出信号被输入至信息处理装置810。随后,输出信号受到预定的处理,以实现在监视显示器830处显示手指801位于近处时聚焦于手指801的图像和手指802位于远处时聚焦于手指802的图像,并且根据所显示的图像音频输出认证处理结果。

[0132] 以下将描述设置于上述认证装置800的信息处理装置810的硬件构造。认证装置800包括存储装置811,其配置有适当的非易失性存储装置,例如硬盘驱动器;内存813,其配置有易失性内存装置,例如RAM;CPU814,其用于将存储在存储装置811中的程序812读取进入内存813、执行该程序、完全控制装置本身,并且执行不同判定、操作和控制处理;815,例如用于接收用户的输入、输出结果等等的显示器、键盘以及鼠标。应该注意的是,作为程序812,至少是图像识别算法880和用于实施认证装置800所需要的功能的认证程序881。以下将描述使用程序812的处理流程。

[0133] 随后,参考图31,将描述由认证装置800所执行的处理流程。认证装置800的光学成像系统150获取认证目标801、802的图像(s300),并且图像传感器305传感所获取的图像803、804以获取图像数据(s301)。

[0134] 图像传感器305向图像信号输出电路306提供作为图像信号的上述图像数据。图像信号输出电路306将来自上述图像传感器305的输出信号转换为适当的静止图像或移动图像格式的图像信号,同时保持通过图像传感器305能够输出的最大分辨率的信息,并且将所转换的图像信号输出至反卷积预处理电路309(s302)。

[0135] 反卷积预处理电路309在图像信号输出电路306输出时接收图像信号,并且将图像信号转换为适于在反卷积滤波电路310处滤波计算的数字图像数据类型的图像信号(s303)。来自反卷积预处理电路309的输出信号在反卷积滤波电路310处受到滤波处理,并且被输入至信息处理装置810(s304)。

[0136] 信息处理装置810获取来自反卷积滤波电路310的输出数据,即,焦点深度扩展图像,将用于识别认证目标的图像识别算法770应用于该焦点深度扩展图像,并且检测距离光学成像系统150不同距离的属于相同人员的多个对象,例如认证目标801、802(s305)。用于认证的数据将为对应于指纹、静脉、虹膜等等的图像803、804的图像数据。例如,对于构成原始图像的像素,图像识别算法770确认预设的对应于指纹、静脉、虹膜等等的形状的预定颜色的像素组的形状和/或尺寸的区域,并且执行图像处理,例如突出显示所确认的区域。

[0137] 信息处理装置810将在阶段s305处所获取的认证目标801、802的图像数据输入至认证程序881,并且通过认证程序881提取特征数据的每个处理来执行一般认证处理,并且将所提取的特征数据与预定样板进行比较,该预定样板即是为了作为认证目标的每个人员所事先准备的用于认证的参考数据(s306)。

[0138] 信息处理装置810在监视显示器830上显示或音频输出在阶段s306处获取的认证结果(s307)。根据上述认证装置800,即使在例如人手指、静脉、虹膜等等的认证物体与光学成像系统之间的距离每次认证操作均变化的情况下,也能够适当地吸收这种距离的变化并且改进认证精度。

[0139] 除上述之外,可以实现一种装置,即医疗装置850,其用于通过包含有相位滤波器101的医疗装置的成像装置来获取预定的医疗护理目标区域的图像,并且基于成像装置所获取的图像来执行预定的处理。图32是本发明的第五实施方式的医疗装置的示例性构造。图33是设置于本发明的第五实施方式的医疗装置850的信息处理装置860的硬件的示例性构造。

[0140] 与本发明的第一实施方式中示出的成像系统300类似,医疗装置850包括图像传感器305、图像信号输出电路306、反卷积预处理电路309以及反卷积滤波电路310,并且进一步包括信息处理装置860。信息处理装置860的处理结果被显示在监视显示器880上。

[0141] 根据这种情况下的构造,由受感染部分851、852反射的光经由光学成像系统150中的相位滤波器101而进入图像形成透镜102,并且在光轴1的方向上形成具有均匀的模糊度的图像853、854,例如,受感染部分851、852是医疗护理目标区域,例如要被检查、治疗的器官。在医疗装置850中,图像传感器305接收图像853、854的传感数据,并且将该传感数据传送至图像信号输出电路306。反卷积预处理电路309在图像信号输出电路306输出时接收图像信号,并且将图像信号转换为适于在反卷积滤波电路310处滤波计算的数字图像数据类型的图像信号。在反卷积滤波电路310处的滤波处理之后,来自反卷积预处理电路309的输出信号被输入至信息处理装置860。随后,输出信号受到预定的处理,以实现在监视显示器880处显示聚焦于近处的受感染部分851和远处的受感染部分852的图像。

[0142] 以下将描述设置于上述医疗装置850的信息处理装置860的硬件构造。信息处理装置860包括存储装置861,其配置有适当的非易失性存储装置,例如硬盘驱动器;内存863,其配置有易失性内存装置,例如RAM;CPU864,其用于将存储在存储装置861中的程序862读取进入内存863、执行该程序、完全控制装置本身,并且执行不同判定、操作和控制处理;865,例如用于接收用户的输入、输出结果等等的显示器、键盘以及鼠标。应该注意的是,作为程序862,至少是用于实施医疗装置850所需要的功能的图像认证程序870。以下将描述使用程序862的处理流程。

[0143] 随后,参考图34,将描述由医疗装置850所执行的处理流程。医疗装置850的光学成像系统150获取医疗护理目标区域中的受感染部分851、852的图像(s400),并且图像传感器305传感所获取的图像853、854以获取图像数据(s401)。

[0144] 图像传感器305向图像信号输出电路306提供作为图像信号的上述图像数据。图像信号输出电路306将来自上述图像传感器305的输出信号转换为适当的静止图像或移动图像格式的图像信号,同时保持通过图像传感器305能够输出的最大分辨率的信息,并且将所转换的图像信号输出至反卷积预处理电路309(s402)。

[0145] 反卷积预处理电路309在图像信号输出电路306输出时接收图像信号,并且将图像信号转换为适于在反卷积滤波电路310处滤波计算的数字图像数据类型的图像信号(s403)。来自反卷积预处理电路309的输出信号在反卷积滤波电路310处受到滤波处理,并且被输入至信息处理装置860(s404)。

[0146] 信息处理装置860获取来自反卷积滤波电路310的输出数据,即,焦点深度扩展图像,将用于识别受感染部分的图像识别算法870应用于该焦点深度扩展图像,并且检测在距离医疗护理目标区域中的光学成像系统150不同距离处的、医疗护理目标区域中的多个对象,例如受感染部分851、852(s405)。例如,对于构成原始图像的像素,图像识别算法870确认对应于预定颜色的像素组的形状和/或尺寸的受感染部分的形状的区域,并且执行图像处理,例如突出显示所确认的区域。

[0147] 信息处理装置860将在阶段s405处所获取的受感染部分851、852的图像数据显示在监视显示器880上(s406)。根据上述医疗装置850,可以不考虑每个受感染部分与光学成像系统之间的距离而改进医护人员对于受感染部分的同时可见度。这简化了医疗相机等等中的光学系统的设计,减少了所需透镜数量等,并且减少了制造成本。

[0148] 虽然综上所述已具体描述了用于实施本发明等等的最优方式,但是本发明并不局限于此,而是能够在不脱离本发明的主旨的情况下以不同方式进行修改。

[0149] 根据上述本发明的实施方式,在WFC的图像处理之后的焦点深度扩展图像中,消除了像点响应于散焦的而发生的平面内位移,并且根据本发明的实施方式的相位滤波器、使用该相位滤波器的光学系统以及成像系统可被应用于通过点像的位置来测量物体位置的用途。此外,由于构成相位滤波器的光学非球面表面具有旋转对称的形状,并且用于形成滤波器的模具具有旋转对称的形状,因此旋转车床加工可被用于制造该模具。因此,能够减少用于相位滤波器的模具的制造时间并且减少制造成本。进一步,由于环形结构被引入相位滤波器,因此消除了大幅度的凹凸形状,即,防止了元件不规则,可以容忍对于具有视角的光线的相位位移量的变化。此外,在本发明的实施方式的光学系统中,可以实现与作为环形带的轴棱锥的构造等同的光学系统,并且该光学系统可被应用于光学成像系统。

[0150] 因此,在受到WFC的图像处理的焦点深度扩展图像中,可以抑制像点响应于散焦而发生的平面内位移。

[0151] 根据本说明书的描述,至少明确了以下内容。即,在本发明的实施方式的相位滤波器中,环形带可被配置为具有凹陷表面,该凹陷表面对于入射光通量起到了光瞳平面的径向上的凹透镜的作用。据此,由于构成相位滤波器的光学非球面表面具有同心地设置有环形凹陷表面的旋转对称的形状,并且用于形成滤波器的模具具有旋转对称的形状,因此旋转车床加工可被用于制造该模具。因此,能够减少用于相位滤波器的模具的制造时间并且减少制造成本。此外,由于环形结构被引入相位滤波器,因此消除了大幅度的凹凸形状,即,防止了元件不规则,可以容忍对于具有视角的光线的相位位移量的变化。

[0152] 此外,在本发明的相位滤波器中,环形结构可被配置为具有对于入射光通量起到光瞳平面的径向上的凹透镜的作用的凹陷表面,或者具有起到凸透镜的作用的凸起表面。据此,与仅配置有起到凹透镜的作用的环形带相比,由于相位分布产生的光瞳平面的波前像差,即,相位分布的陡峰被消除,并且使得相位分布具有平滑形状,因此,可以避免相位滤波器发生碎裂。

[0153] 此外,在本发明的实施方式的相位滤波器中,在环形带之间,每条环形带的宽度都可被配置为均匀的。据此,可以使得相位滤波器的环形结构简单,并且可以减少用于形成相位滤波器的模具的制造时间和制造成本。

[0154] 此外,在本发明的实施方式的相位滤波器中,对于环形带来说,由环形带产生的相位差可被配置为均匀的。据此,对于环形带,相位滤波器的每条环形带都能够产生相同的相位位移。

[0155] 此外,在本发明的实施方式的相位滤波器中,每条环形带的宽度都被配置为从光轴朝向相位滤波器的外周部变窄。据此,每条环形带所贡献的区域都可以是均匀的,并且可以容忍相位滤波器的易损性在制造过程中的变化。

[0156] 此外,在本发明的实施方式的相位滤波器中,由环形带产生的相位差被配置为在相位滤波器的外周部处的相位差大于在光轴附近的相位差。据此,相位滤波器的每条环形带对焦点深度扩展的贡献可变得平滑,而与距离光轴的距离无关。

[0157] 图1、5、23、26、29和32中的任意附图示出在一侧具有平坦表面而在另一侧具有相位结构的相位板被插入的构造。然而,由于在形成图像的位置处,在靠近光阑或光瞳平面的透镜表面上直接形成相位结构获取了相同效果,因此可在所述透镜上直接和一体地形成相位滤波器。

[0158] 作为使用本发明的透镜光学系统,不仅可以假设为具有固定焦距的透镜,也可以假设为具有可变焦距的变焦透镜光学系统。如果相位滤波器在光学系统中被设置为靠近光阑或光瞳平面,则本发明基本上可以被应用于其上,尽管焦点深度扩展的效果可能会或多或少改变。由于用于摄影的场深度被扩展,并且用于图像和传感器表面的调焦变得容易,因此可以取消调焦机构。

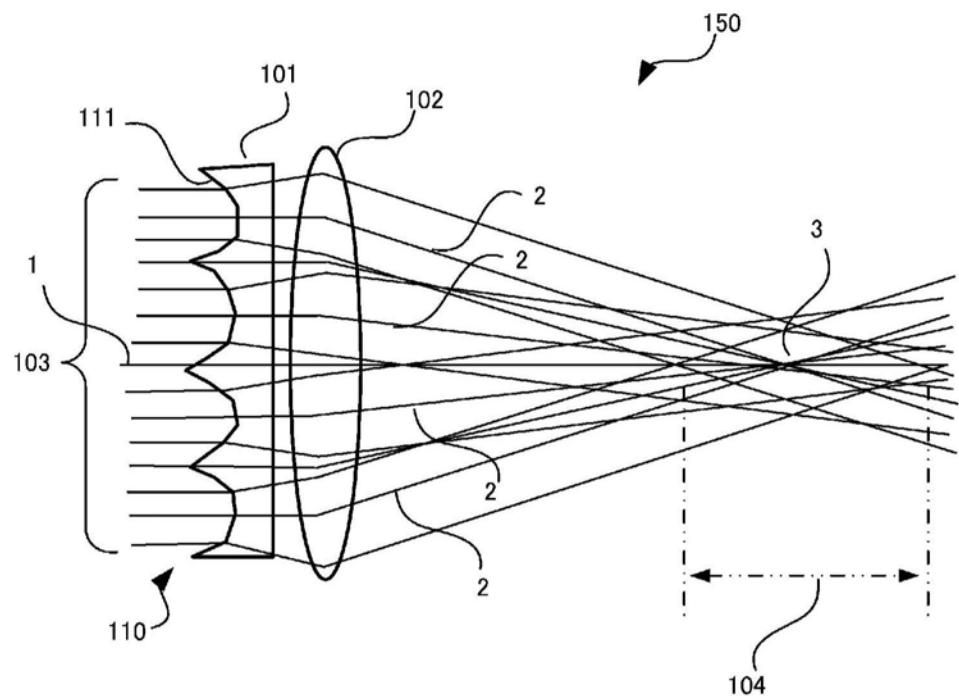


图1

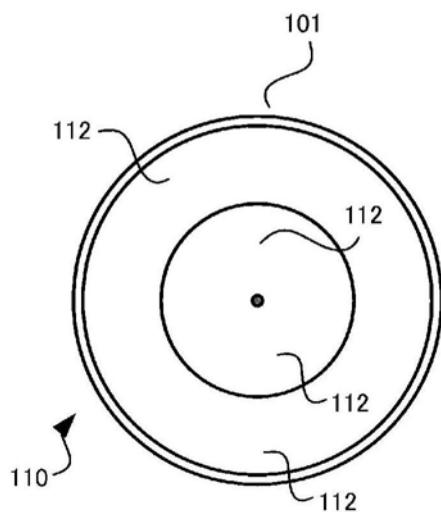


图2

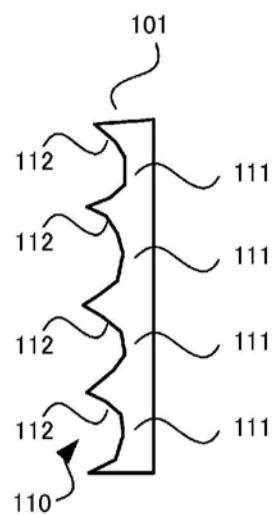


图3

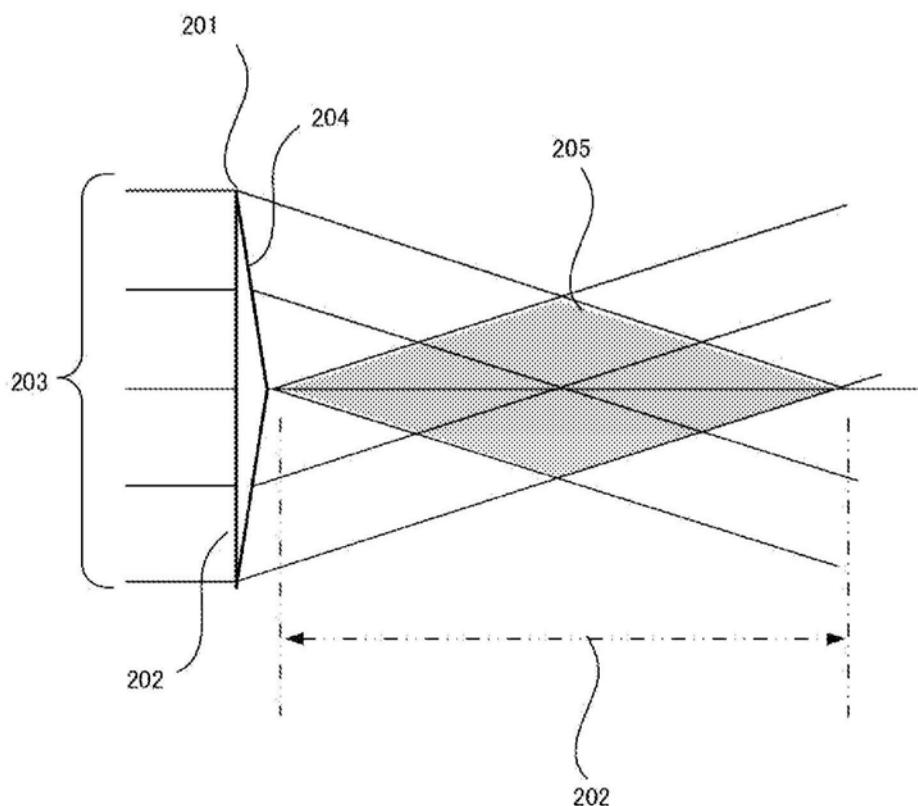


图4

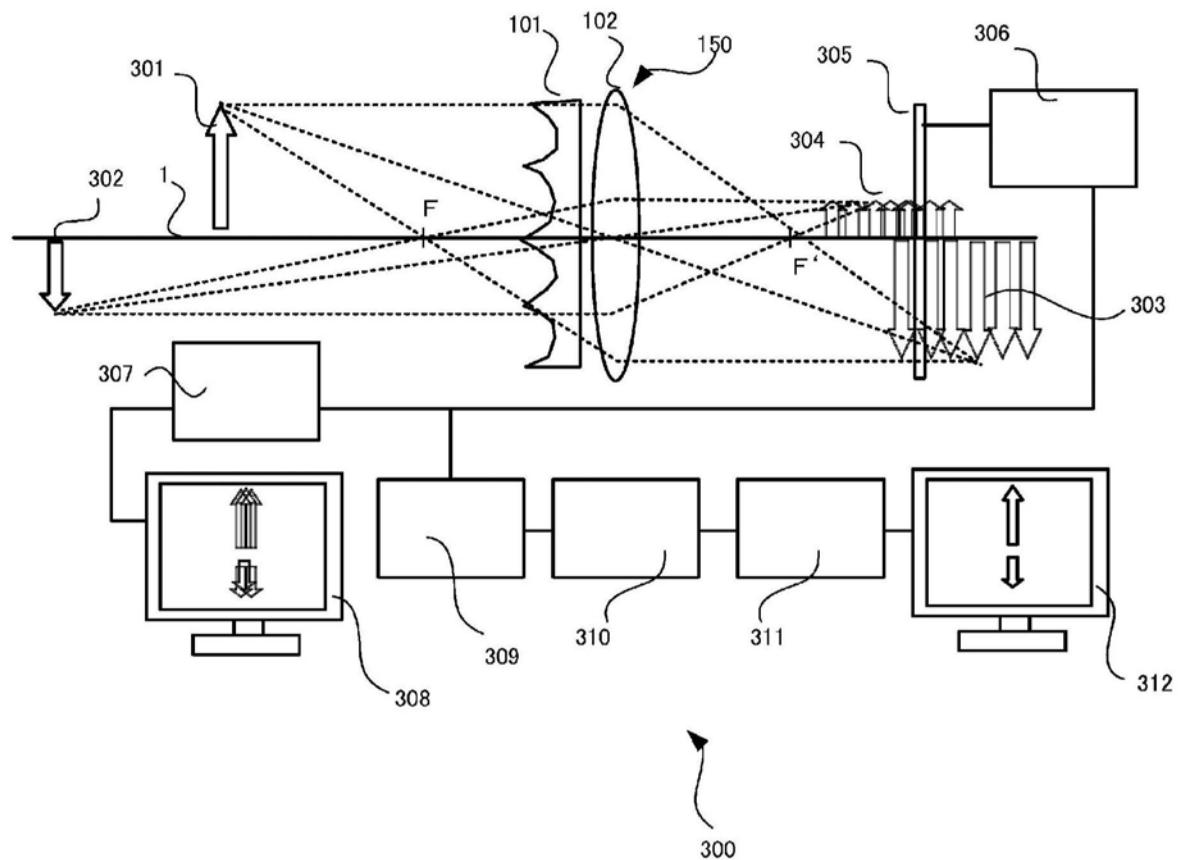


图5

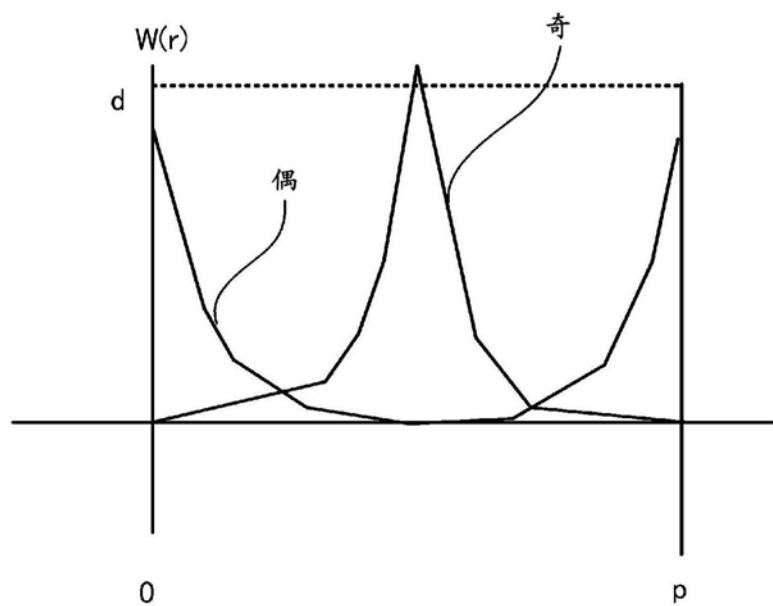


图6

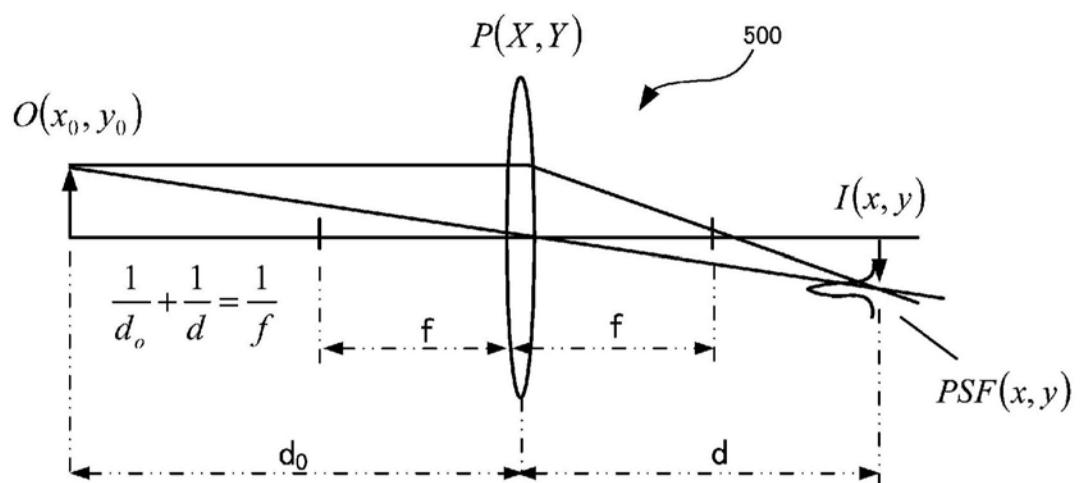


图7

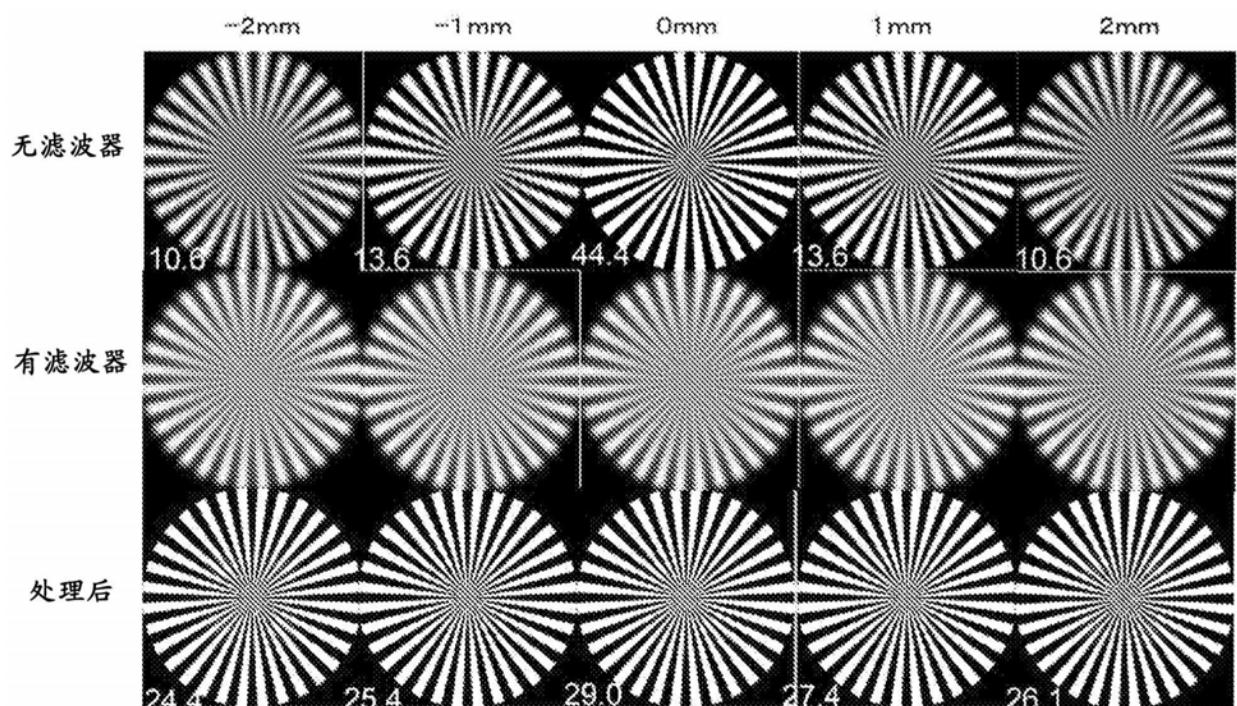


图8

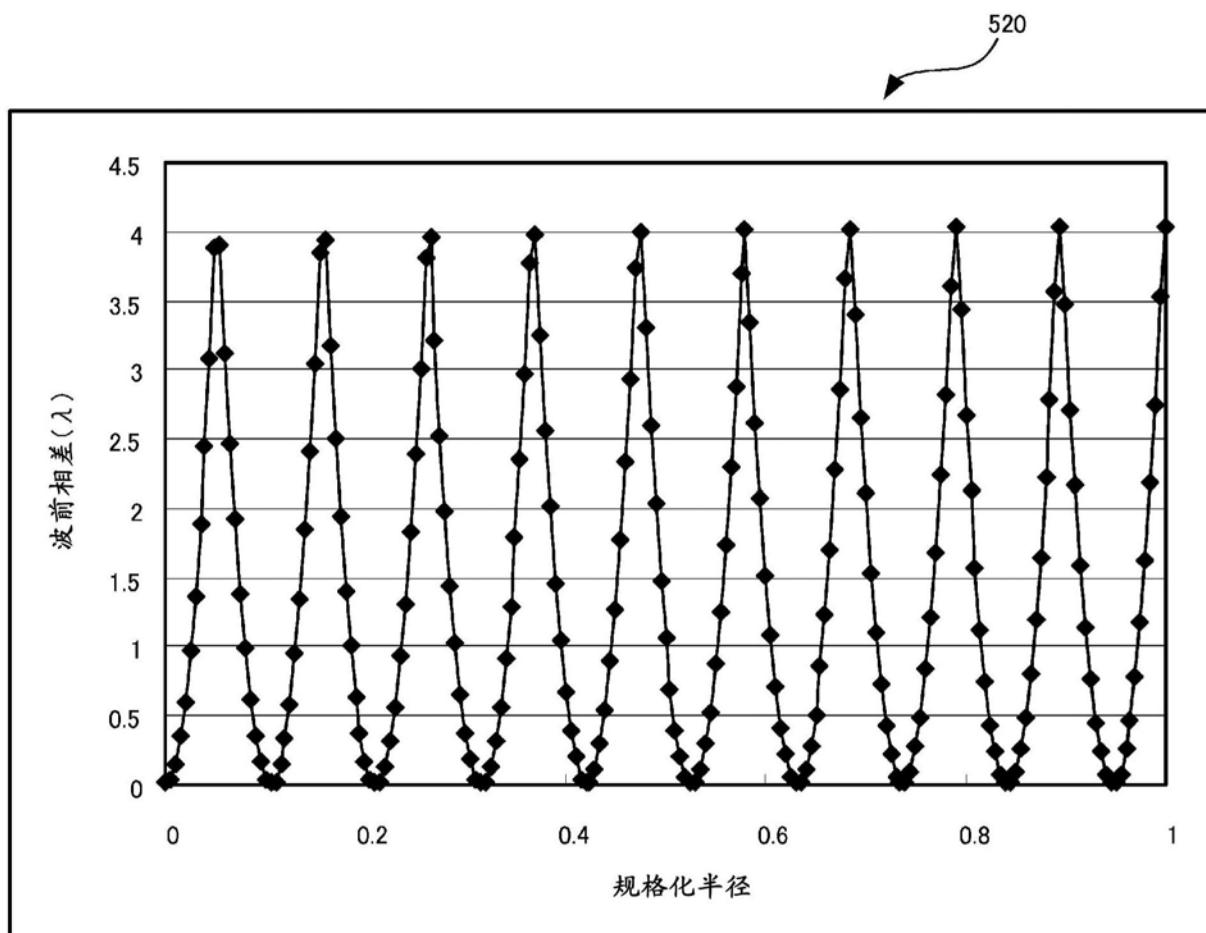


图9

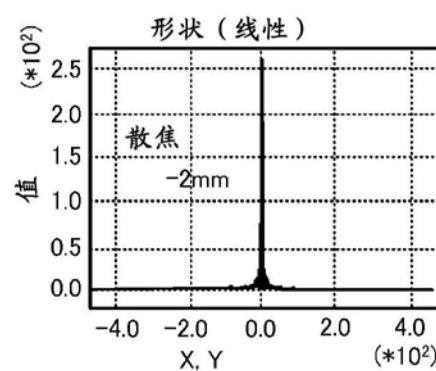


图10

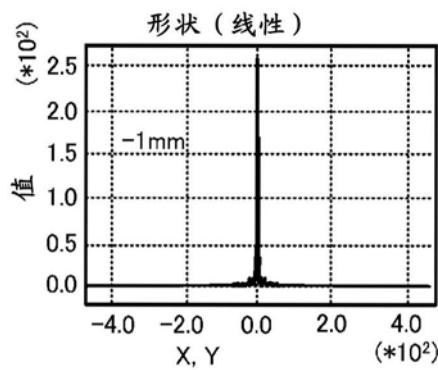


图11

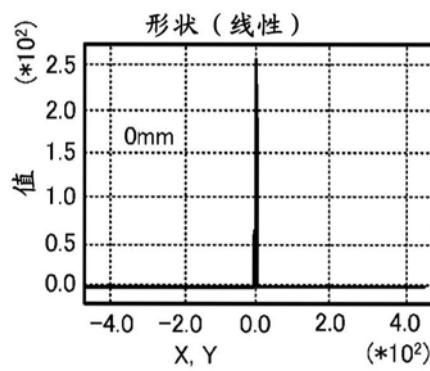


图12

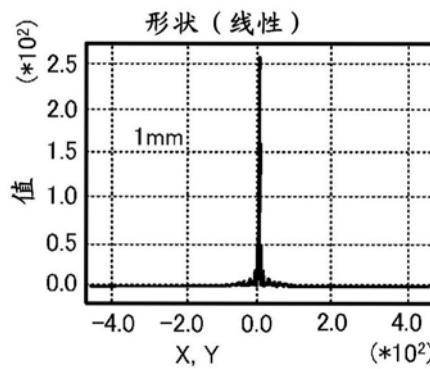


图13

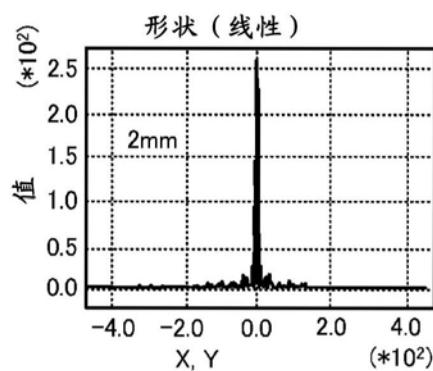


图14

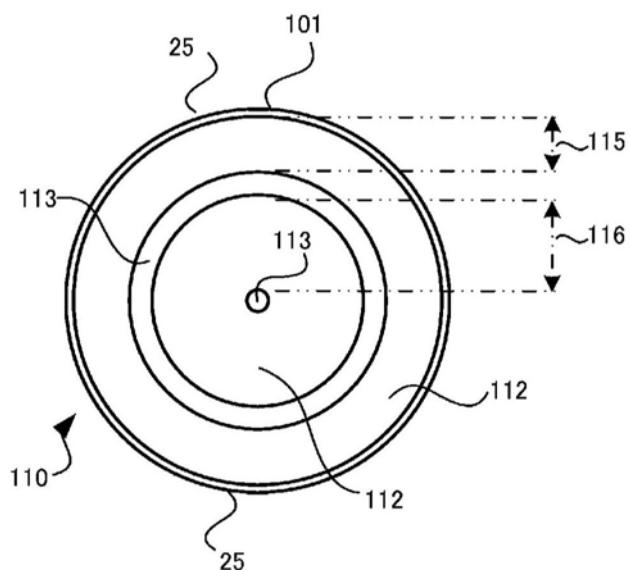


图15

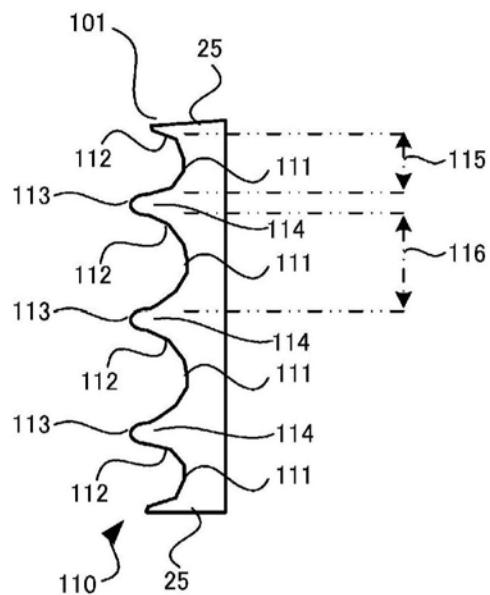


图16

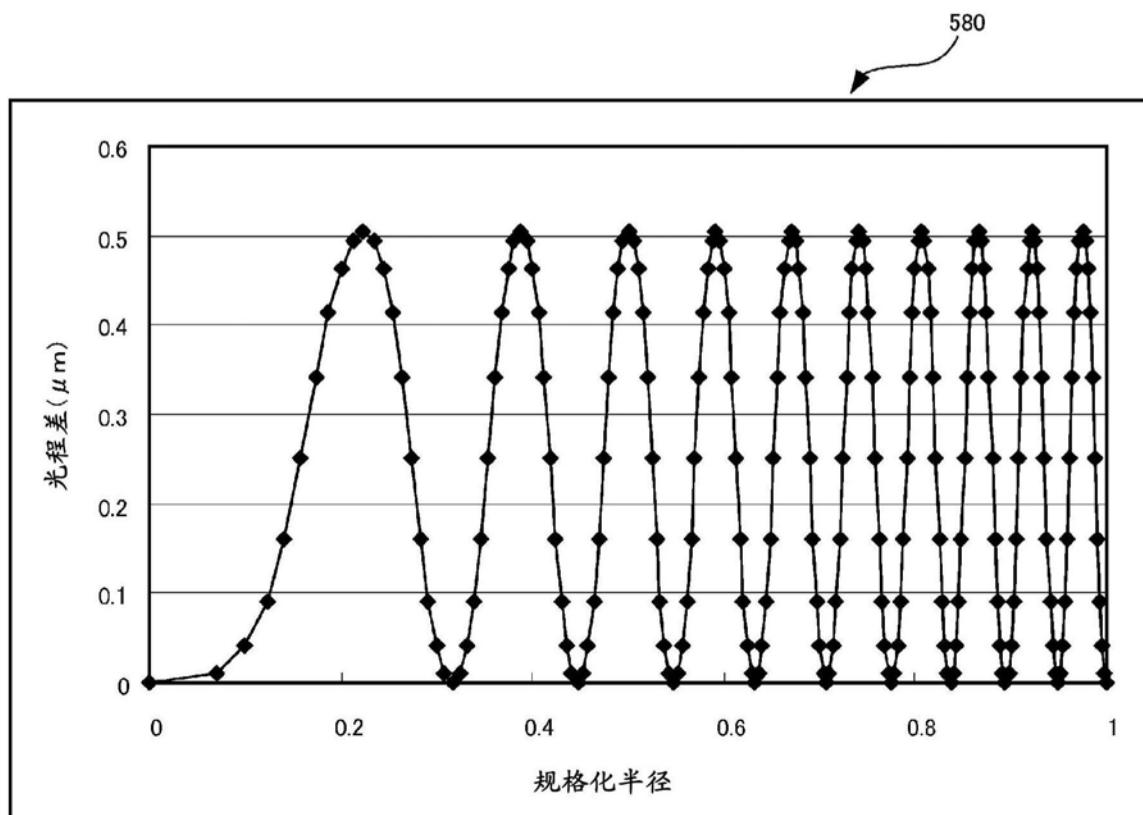


图17

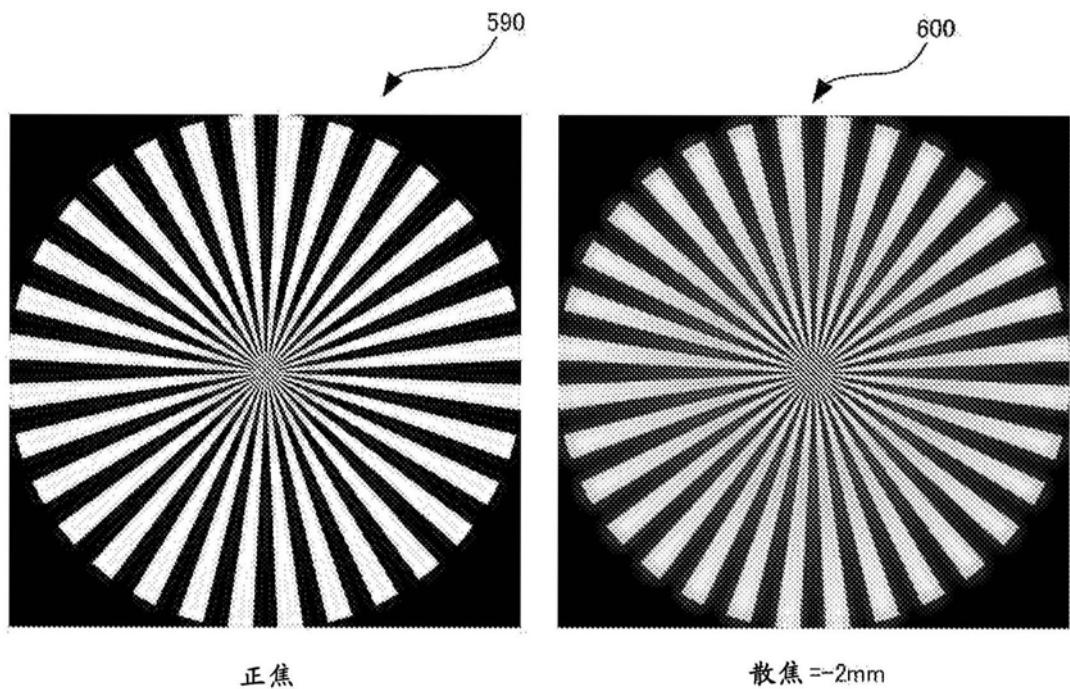


图18

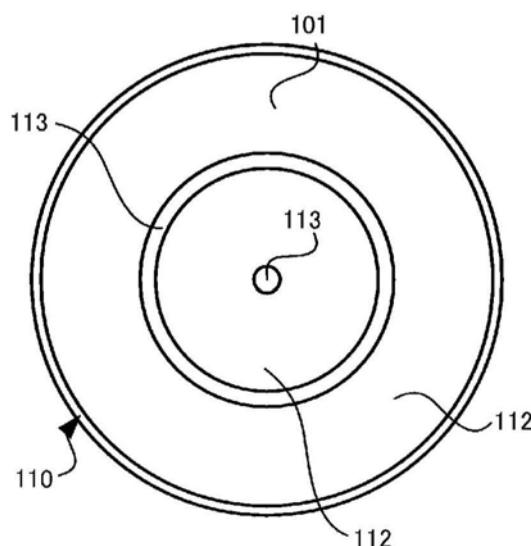


图19

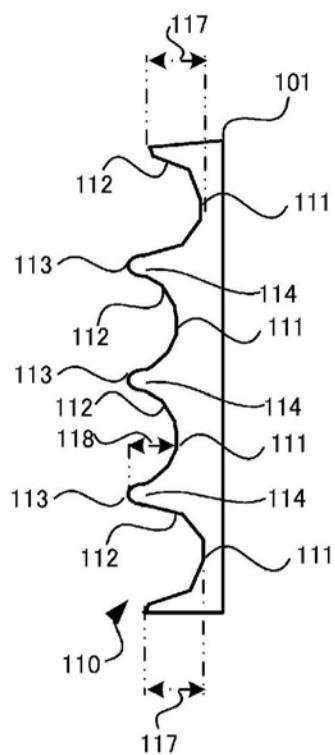


图20

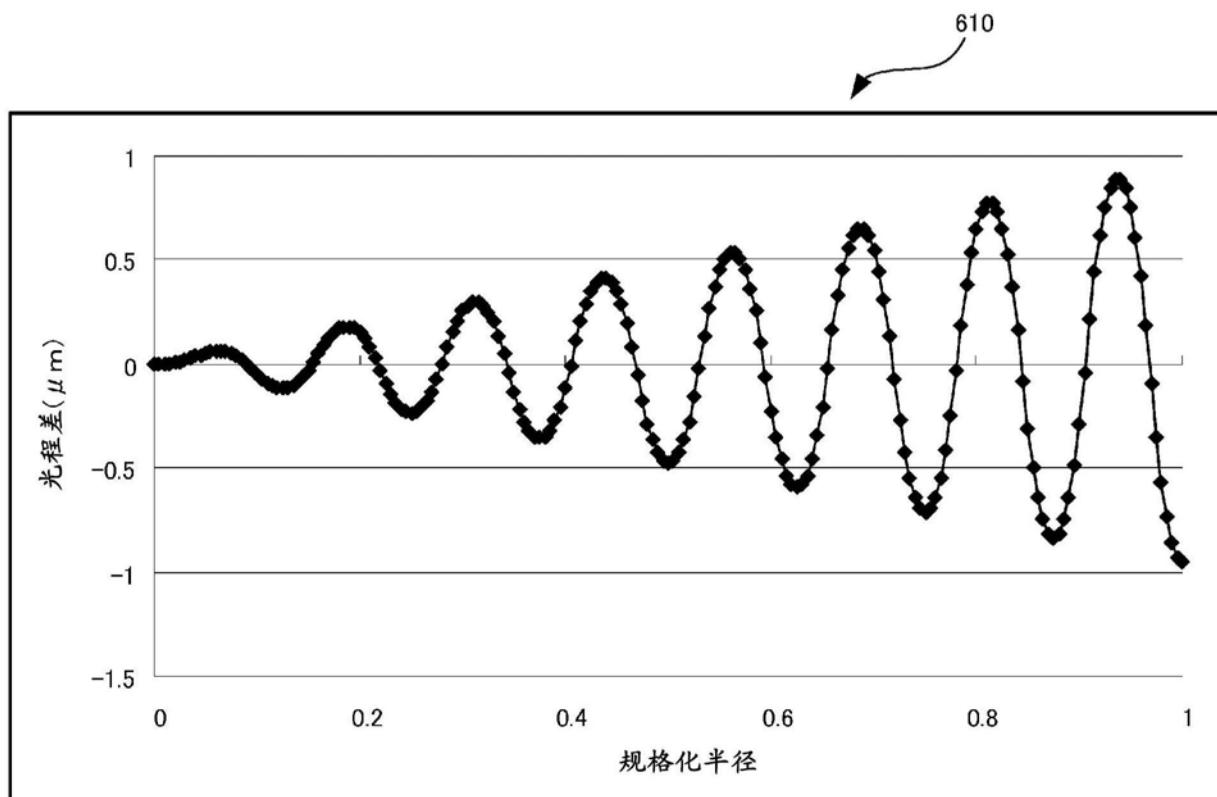


图21

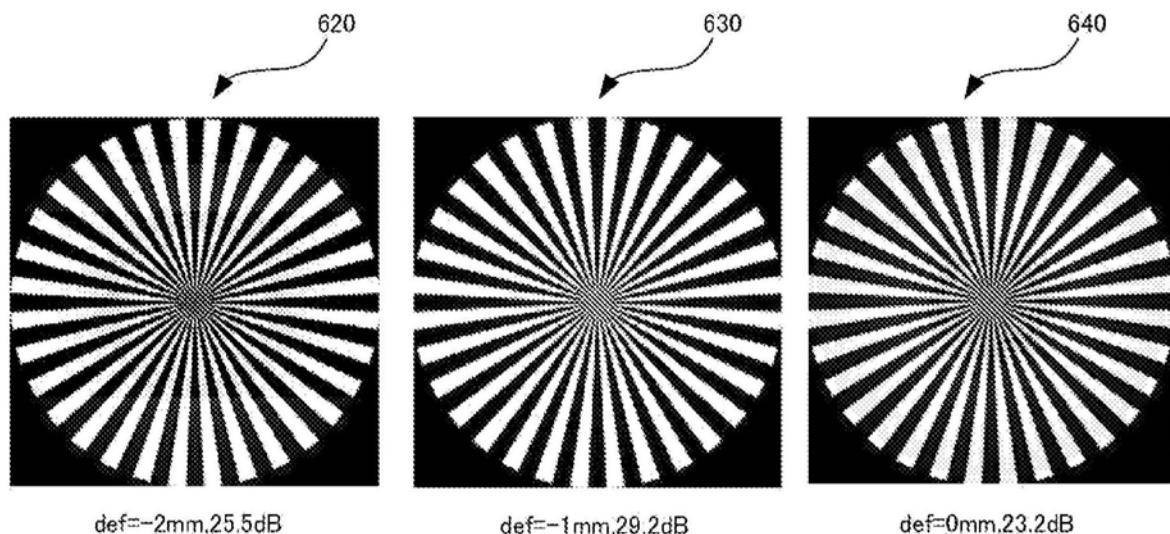


图22

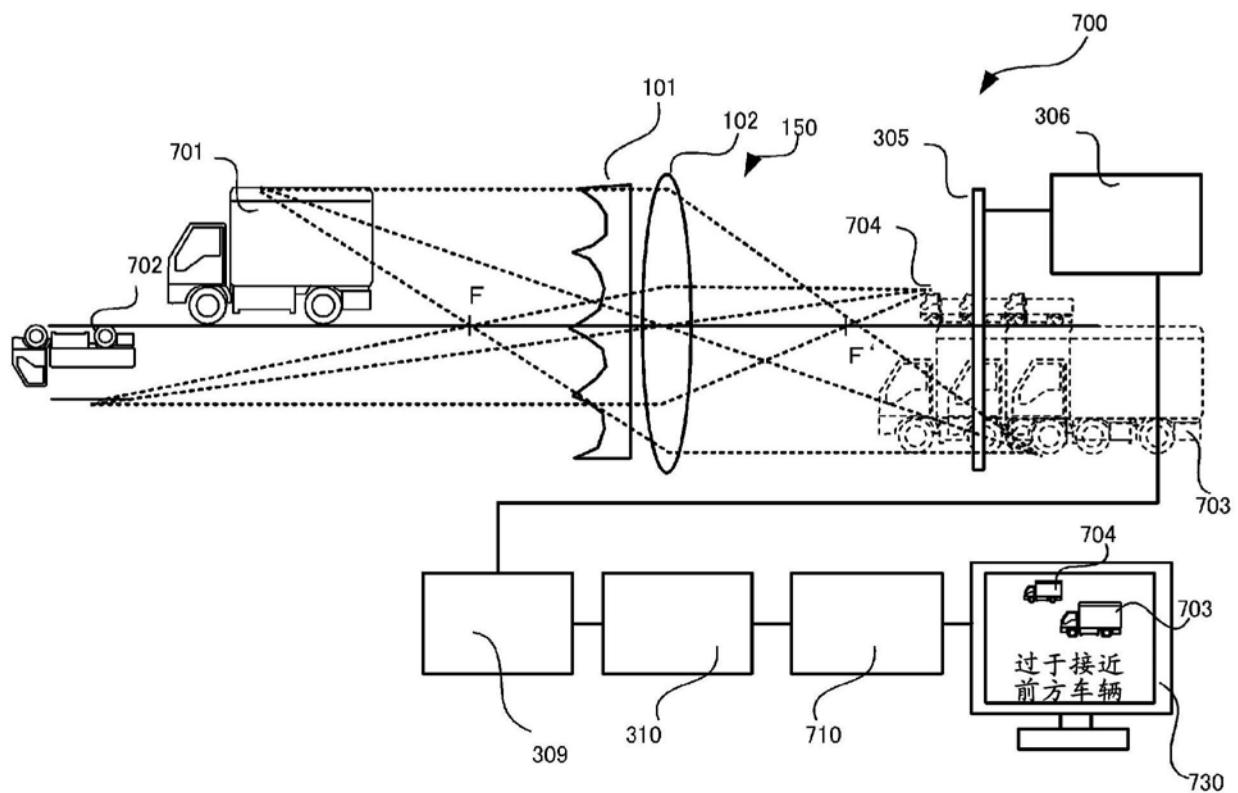


图23

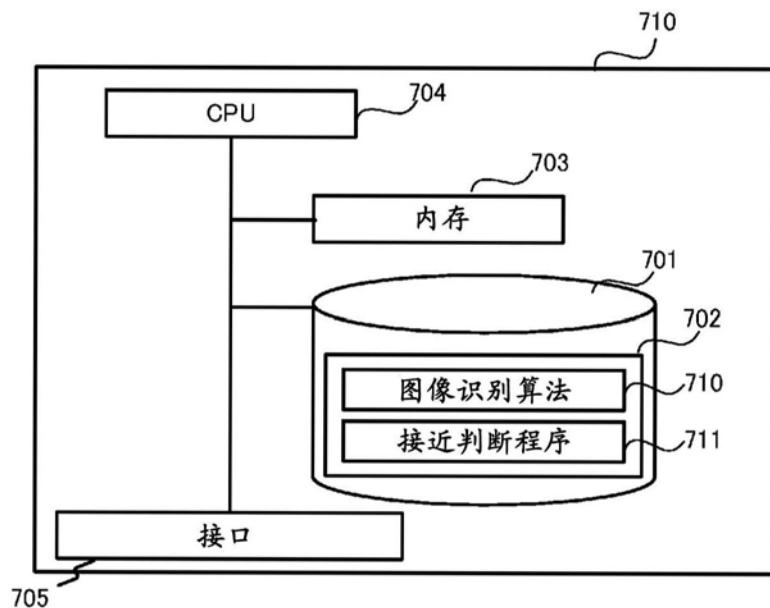


图24

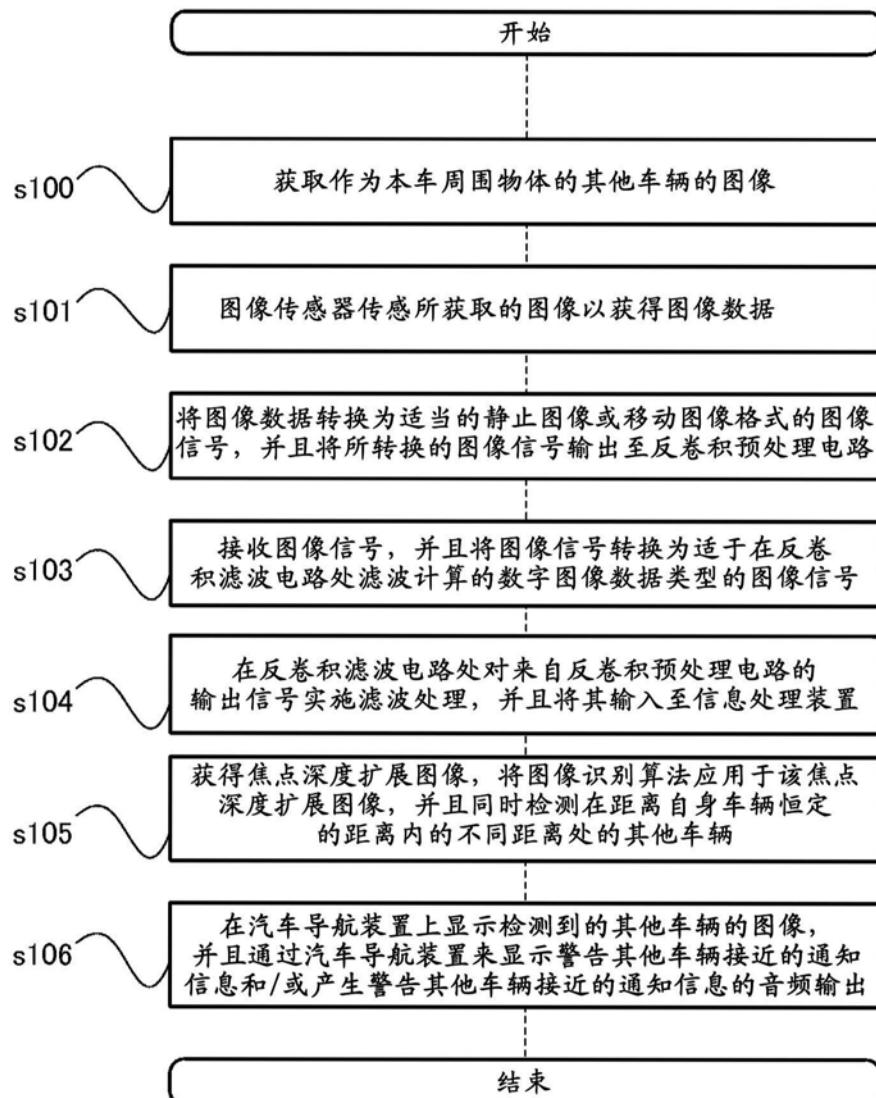


图25

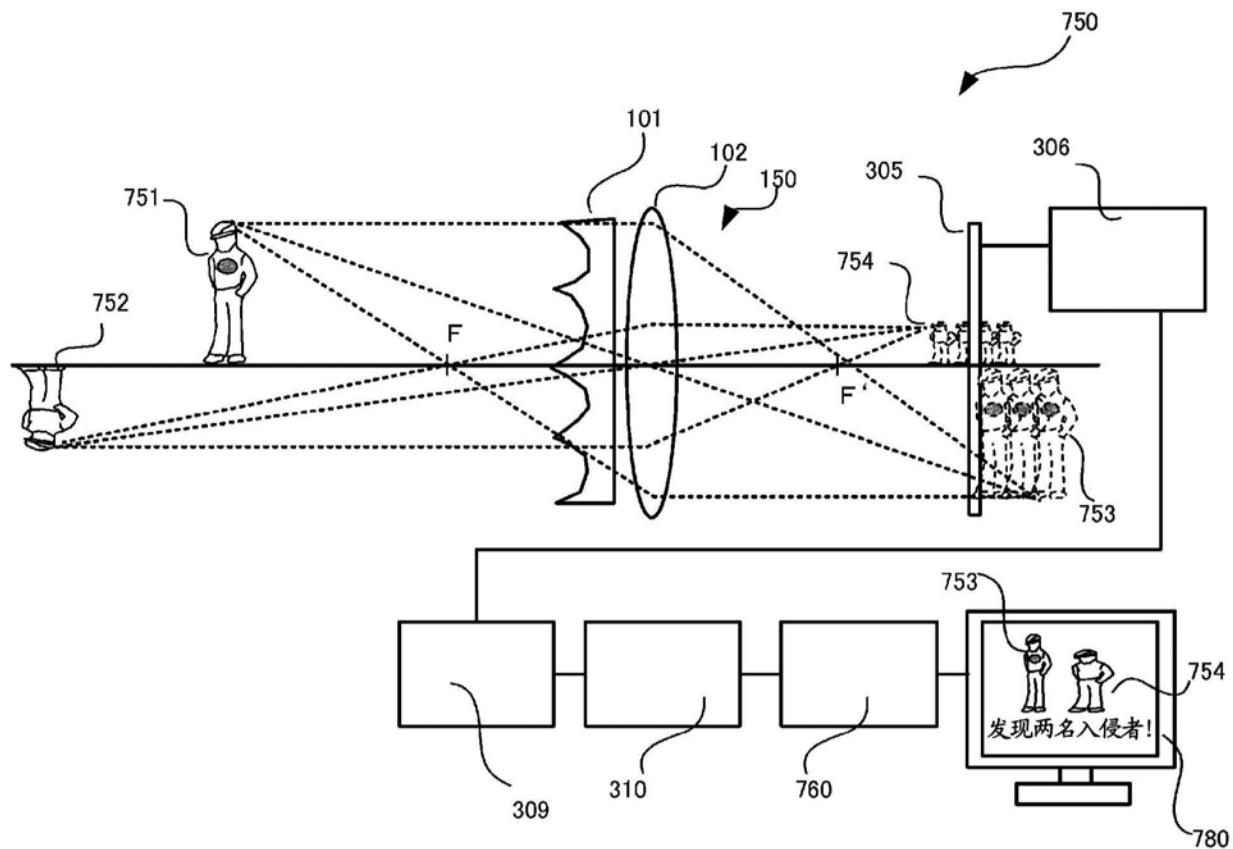


图26

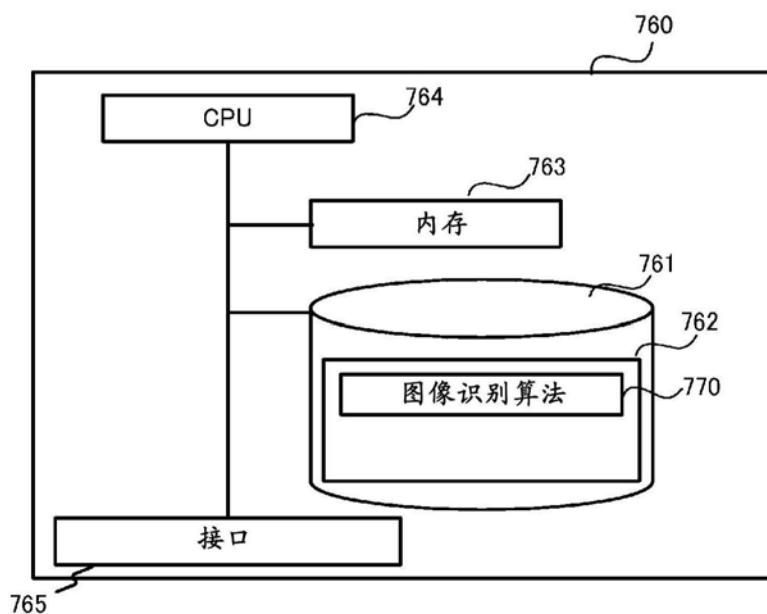


图27

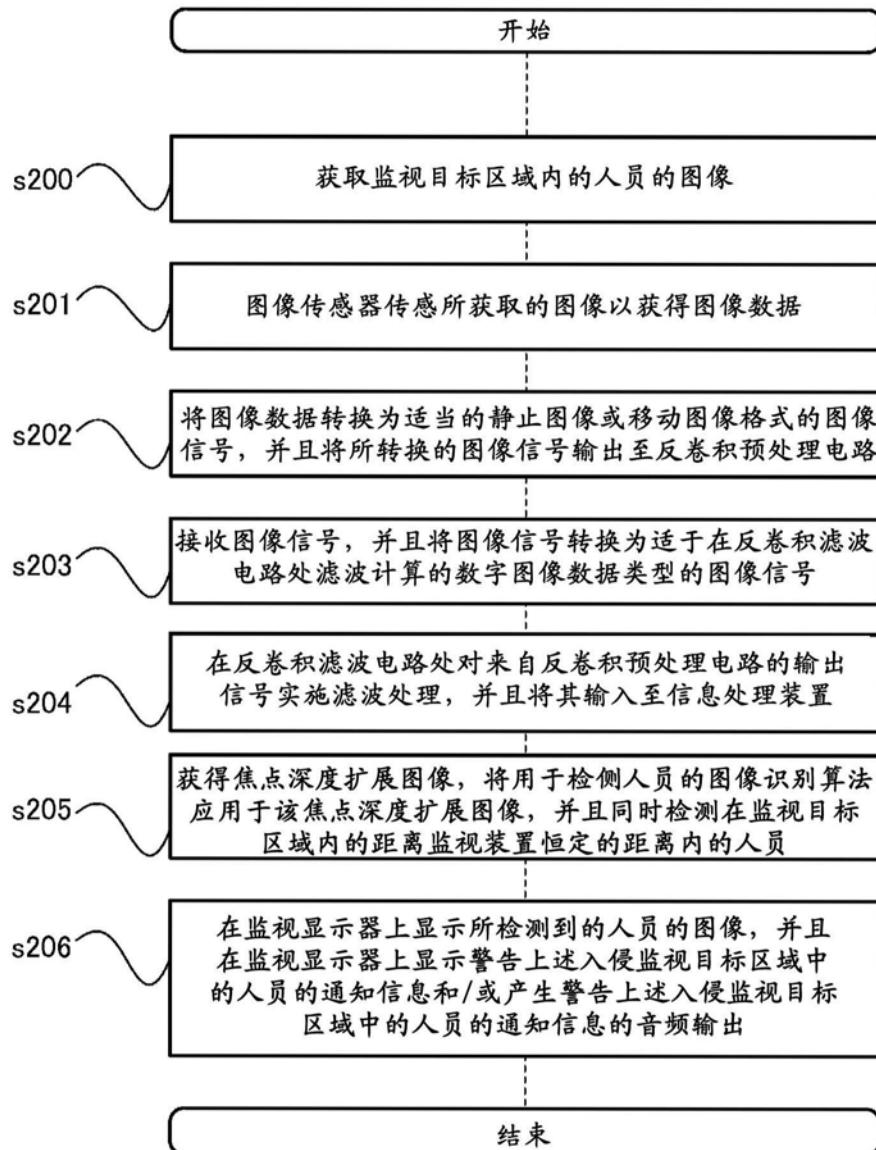


图28

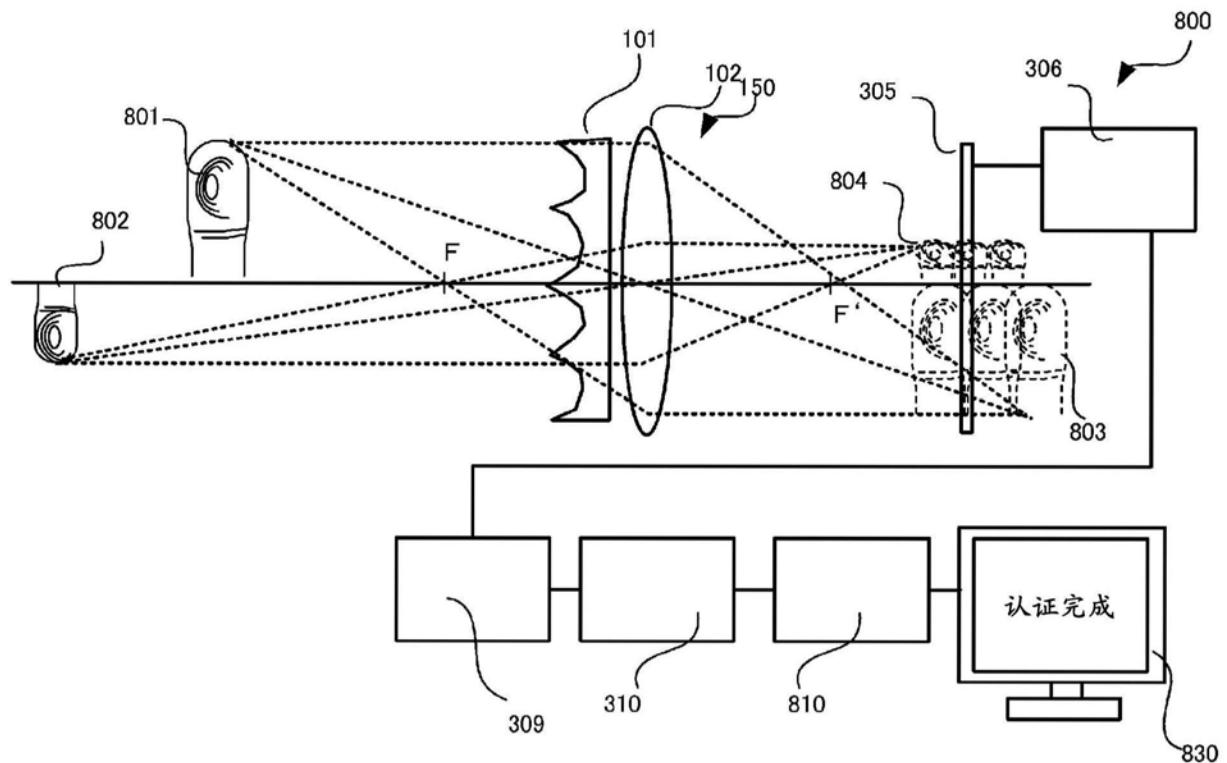


图29

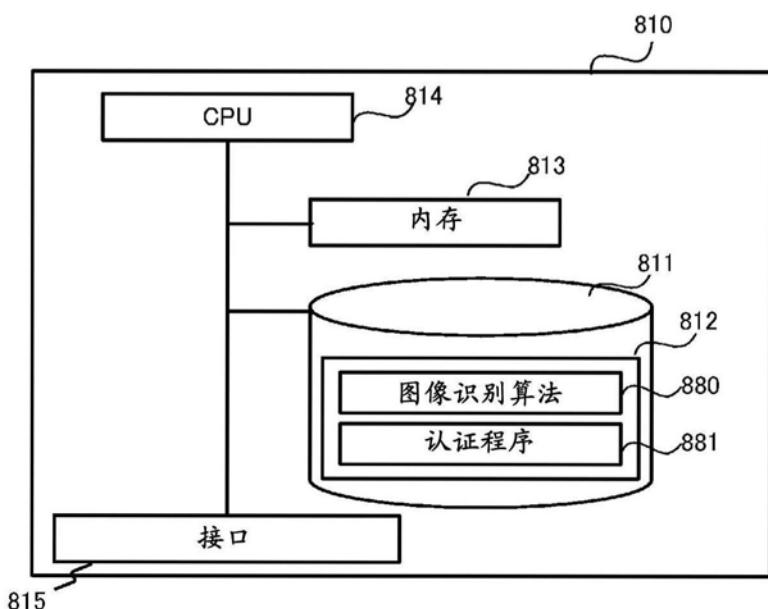


图30

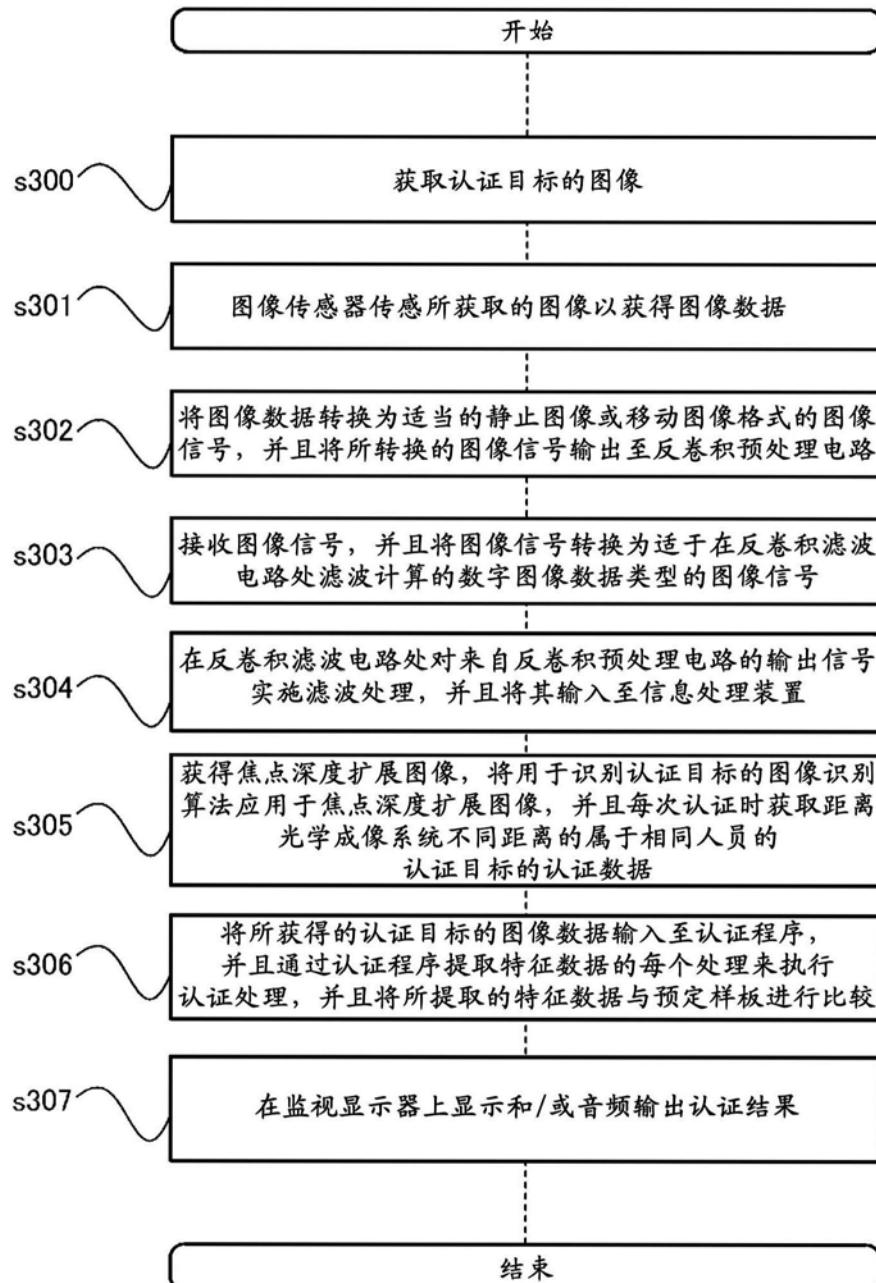


图31

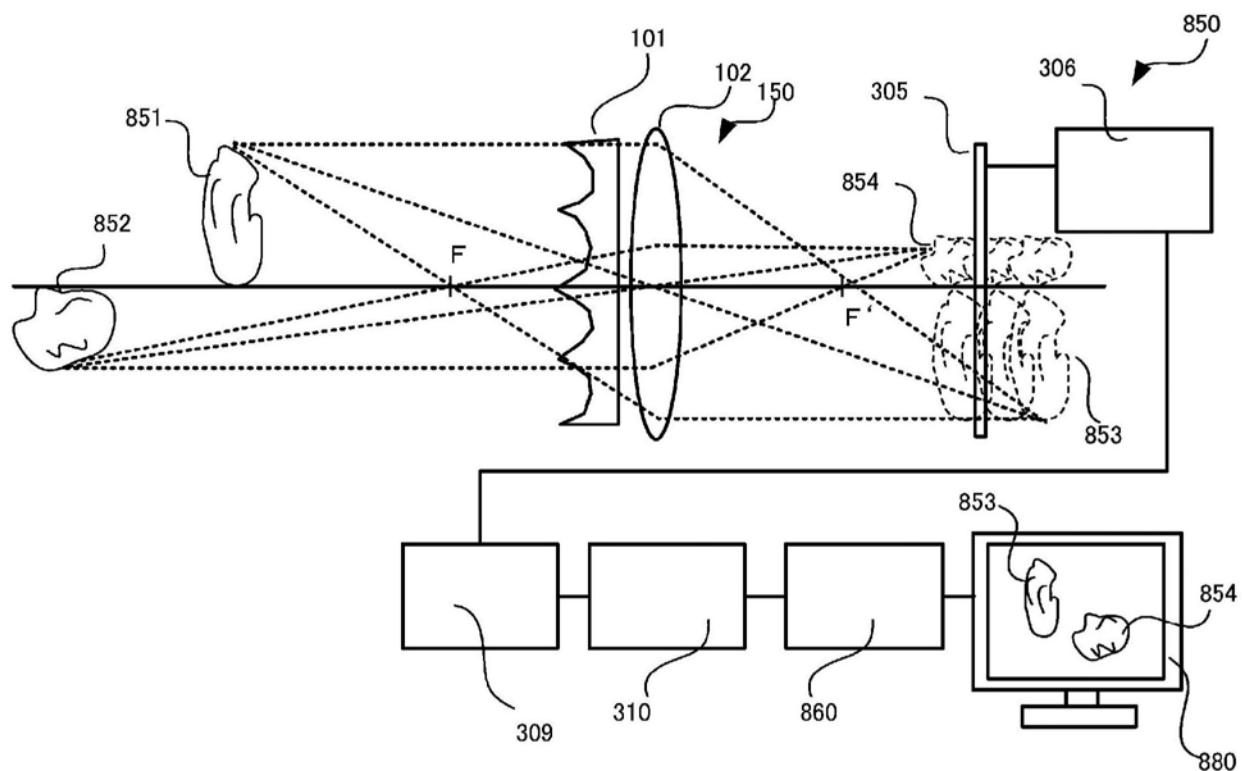


图32

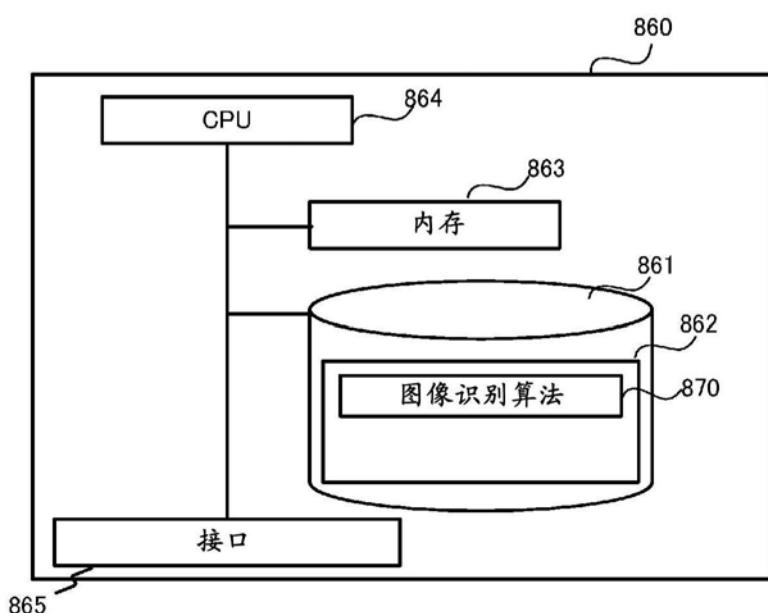


图33

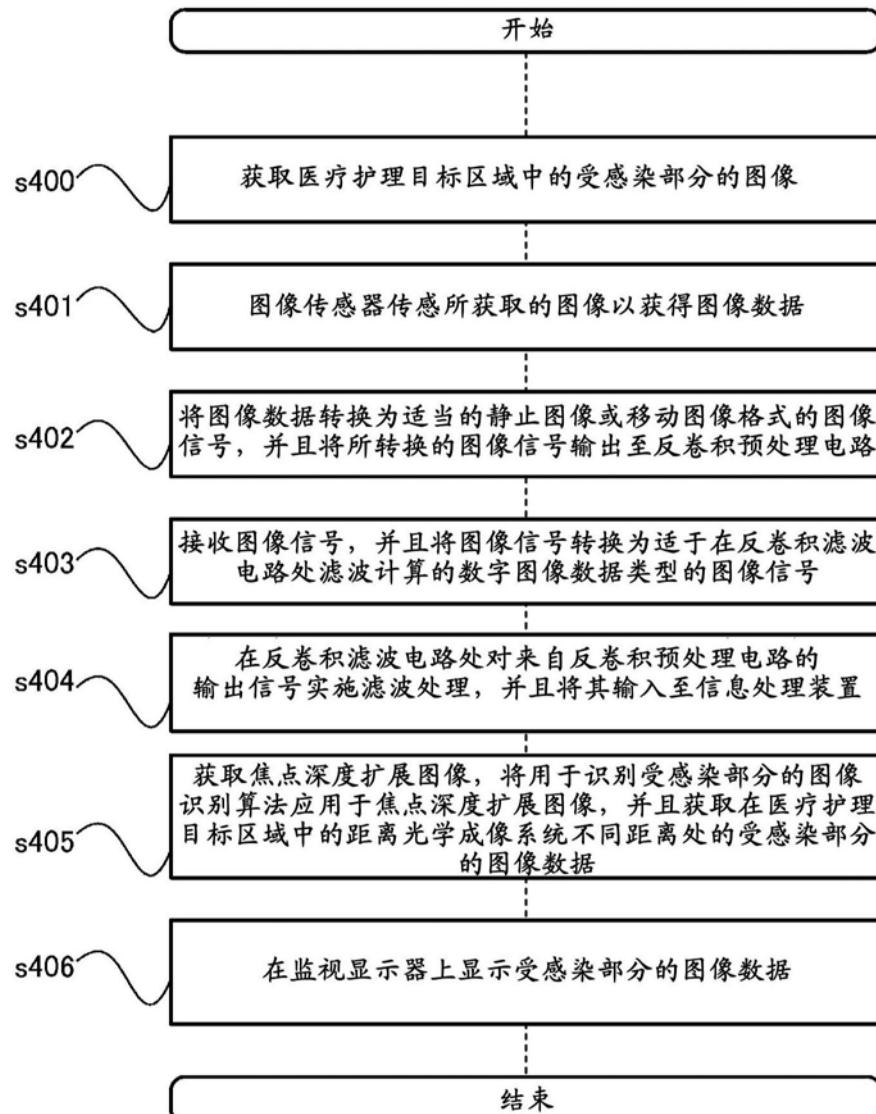


图34