



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109196407 A

(43)申请公布日 2019.01.11

(21)申请号 201680086335.7

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2016.11.25

G02C 7/02(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

G02C 13/00(2006.01)

2018.11.30

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2016/084962 2016.11.25

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/096647 JA 2018.05.31

(71)申请人 伊藤光学工业株式会社

地址 日本爱知县

(72)发明人 宫岛泰史

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇

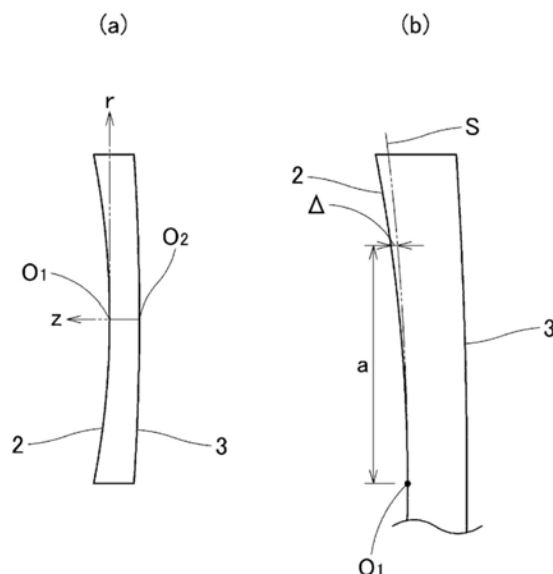
权利要求书1页 说明书12页 附图8页

(54)发明名称

视力矫正用镜片的设计方法和视力矫正用镜片

(57)摘要

提供一种能够提高在夜间等暗处的对比敏感度的视力矫正镜片。设为以下的视力矫正用镜片：在将穿过镜片的几何中心的前后方向的轴设为z轴、将朝向镜片的后方的方向设为z轴的正方向时，为了延长焦深，而对基于处方度数决定的折射面的z坐标值附加了以 Ar^3 （其中，r为与z轴相距的距离，A为常数）来表示的焦深延长成分。通过延长在暗处变短（变浅）的焦深，对于处于原来的焦点的前方或后方的对象物也容易聚焦，因此能够提高在暗处的对比敏感度。



1. 一种视力矫正用镜片的设计方法,其特征在于,

在将穿过镜片的几何中心的前后方向的轴设为z轴、且将朝向镜片的后方的方向设为z轴的正方向时,为了延长焦深,而对基于处方度数决定的折射面的z坐标值附加以 Ar^3 表示的焦深延长成分,其中,r为与z轴相距的距离,A为常数。

2. 根据权利要求1所述的视力矫正用镜片的设计方法,其特征在于,

在所述折射面为镜片的后表面且所述常数A为正数、或者所述折射面为镜片的前表面且所述常数A为负数的情况下,对所述z坐标值附加用于缩小镜片的边缘厚度的边缘厚度缩小成分。

3. 根据权利要求2所述的视力矫正用镜片的设计方法,其特征在于,

所述边缘厚度缩小成分以 Dr^{10} 来表示,其中,在常数A为正时D为负的常数,在常数A为负时D为正的常数。

4. 根据权利要求1所述的视力矫正用镜片的设计方法,其特征在于,

以使所述常数A的绝对值处于 $1.73 \times 10^{-6} \sim 1.96 \times 10^{-5}$ 的范围内的方式对所述常数A进行设定。

5. 根据权利要求3所述的视力矫正用镜片的设计方法,其特征在于,

以使所述常数A的绝对值处于 $1.73 \times 10^{-6} \sim 1.96 \times 10^{-5}$ 的范围内、且使所述常数D的绝对值处于 $1.65 \times 10^{-17} \sim 1.88 \times 10^{-16}$ 的范围内、且所述常数A的绝对值越大则所述常数D的绝对值越大的方式对所述常数A和所述常数D进行设定。

6. 一种视力矫正用镜片,其特征在于,

在将穿过镜片的几何中心的前后方向的轴设为z轴、且将朝向镜片的后方的方向设为z轴的正方向时,为了延长焦深,而对基于处方度数决定的折射面的z坐标值附加了以 Ar^3 表示的焦深延长成分,其中,r为与z轴相距的距离,A为常数。

7. 根据权利要求6所述的视力矫正用镜片,其特征在于,

所述折射面为镜片的后表面且所述常数A为正数,或者所述折射面为镜片的前表面且所述常数A为负数,

对所述z坐标值附加了用于缩小镜片的边缘厚度的边缘厚度缩小成分。

8. 根据权利要求7所述的视力矫正用镜片,其特征在于,

所述边缘厚度缩小成分以 Dr^{10} 来表示,其中,在常数A为正时D为负的常数,在常数A为负时D为正的常数。

9. 根据权利要求6所述的视力矫正用镜片,其特征在于,

所述常数A的绝对值处于 $1.73 \times 10^{-6} \sim 1.96 \times 10^{-5}$ 的范围内。

视力矫正用镜片的设计方法和视力矫正用镜片

技术领域

[0001] 本发明涉及一种眼镜镜片、隐形眼镜等视力矫正用镜片及其设计方法,特别是涉及一种具有焦深延长效果的视力矫正用镜片及其设计方法。

背景技术

[0002] 在下述专利文献1中记载了一种光学板,是针对入射的光波而言在作为摄像光学系统的第一光学系统之前配置的第二光学系统的光学板,能够延长焦深。该光学板被设为,厚度与同该光学板内的基点相距的距离的三次方的幂函数大致成比例地增加。

[0003] 专利文献1:日本特开2009-282391号公报(参照权利要求1、权利要求2)

发明内容

[0004] 发明要解决的问题

[0005] 另外,由于衰老或疲劳而眼睛的调节能力下降的人在傍晚、夜间等照度低的暗处难以感受到对比度,从而存在即使使用眼镜或隐形眼镜也感觉看不清的问题。

[0006] 本发明用于解决上述的问题,其目的在于提供一种能够提高暗处的对比敏感度的视力矫正用镜片的设计方法和视力矫正用镜片。

[0007] 用于解决问题的方案

[0008] 本发明的视力矫正用镜片的设计方法的特征在于,在将穿过镜片的几何中心的前后方向的轴设为z轴、且将朝向镜片的后方的方向设为z轴的正方向时,为了延长焦深,而对基于处方度数决定的折射面的z坐标值附加以 Ar^3 (其中,r为与z轴相距的距离,A为常数)来表示的焦深延长成分。根据利用该制作方法制作出的视力矫正用镜片,通过延长在暗处变短(变浅)的焦深,对于处于原来的焦点的前方或后方的对象物也容易聚焦,因此能够提高在暗处的对比敏感度。

[0009] 在此,优选的是,在所述折射面为镜片的后表面且所述常数A为正数、或者所述折射面为镜片的前表面且所述常数A为负数的情况下,对所述z坐标值附加用于缩小镜片的边缘厚度的边缘厚度缩小成分。这是因为使由于附加焦深延长成分而变厚的边缘厚度变薄。

[0010] 另外,优选的是,所述边缘厚度缩小成分以 Dr^{10} (其中,在常数A为正时D为负的常数,在常数A为负时D为正的常数)来表示。这是因为通过增大镜片的边缘部处的影响,能够使边缘厚度变薄。

[0011] 另外,优选的是,以使所述常数A的绝对值处于 $1.73 \times 10^{-6} \sim 1.96 \times 10^{-5}$ 的范围内的方式对所述常数A进行设定。这是因为,对于普通尺寸的眼镜镜片,如果常数A的绝对值处于所述的范围内,则能够适度地获得焦深延长效果,并且能够抑制像散的发生。

[0012] 另外,优选的是,以使所述常数A的绝对值处于 $1.73 \times 10^{-6} \sim 1.96 \times 10^{-5}$ 的范围内、使所述常数D的绝对值处于 $1.65 \times 10^{-17} \sim 1.88 \times 10^{-16}$ 的范围内并且所述常数A的绝对值越大则所述常数D的绝对值越大的方式对所述常数A和所述常数D进行设定。这是因为,对于普通尺寸的眼镜镜片,如果像这样设定常数A和常数D,则能够适度地获得焦深延长效果且能

够抑制像散的发生,并且能够使边缘厚度与附加焦深延长成分前的镜片同等。

[0013] 本发明的视力矫正用镜片的特征在于,在将穿过镜片的几何中心的前后方向的轴设为z轴、将朝向镜片的后方的方向设为z轴的正方向时,为了延长焦深,而对基于处方度数决定的折射面的z坐标值附加了以 Ar^3 (其中,r为与z轴相距的距离,A为常数)来表示的焦深延长成分。由此,通过延长在暗处变短(变浅)的焦深,对于处于原来的焦点的前方或后方的对象物也容易聚焦,因此能够提高在暗处的对比敏感度。

[0014] 在此,优选的是,在所述折射面为镜片的后表面且所述常数A为正数、或者所述折射面为镜片的前表面且所述常数A为负数时,对所述z坐标值附加了用于缩小镜片的边缘厚度的边缘厚度缩小成分。这是因为使由于附加焦深延长成分而变厚的边缘厚度变薄。

[0015] 另外,优选的是,所述边缘厚度缩小成分以 Dr^{10} (其中,在常数A为正时D为负的常数,在常数A为负时D为正的常数)来表示。这是因为通过增大镜片的边缘部处的影响,能够使边缘厚度变薄。

[0016] 另外,优选的是,使所述常数A的绝对值处于 $1.73 \times 10^{-6} \sim 1.96 \times 10^{-5}$ 的范围内。这是因为,对于普通尺寸的眼镜镜片,如果常数A的绝对值处于所述的范围内,则能够适度地获得焦深延长效果,并且能够抑制像散的发生。

附图说明

[0017] 图1的(a)是第一实施方式所涉及的镜片的整体的概要图,(b)是将该镜片的上半部分放大所得到的概要图。

[0018] 图2是用于说明第一实施方式所涉及的镜片的图。

[0019] 图3的(a)是利用普通的单焦点镜片得到的光束的会聚状态的示意图,(b)是利用第一实施方式所涉及的镜片得到的光束的会聚状态的示意图。

[0020] 图4的(a)是用于说明在明处的通常的单焦点镜片的焦深的图,(b)是用于说明在暗处的通常的单焦点镜片的焦深的图,(c)是用于说明在暗处的第一实施方式所涉及的镜片的焦深的图。

[0021] 图5是表示使用通常的单焦点镜片在明处拍摄视标所得到的照片的图。

[0022] 图6是使用第一实施方式所涉及的镜片在明处拍摄视标所得到的照片的图。

[0023] 图7是表示使用通常的单焦点镜片在暗处拍摄视标所得到的照片的图。

[0024] 图8是表示使用第一实施方式所涉及的镜片在暗处拍摄视标所得到的照片的图。

[0025] 图9的(a)是第三实施方式所涉及的镜片的整体的概要图,(b)是将该镜片的上半部分放大所得到的概要图。

[0026] 图10的(a)是表示将常数A设为正并在镜片的后表面附加了焦深延长成分的状态的概要图,(b)是表示将常数A设为负并在镜片的前表面附加了焦深延长成分的状态的概要图,(c)是表示将常数A设为负并在镜片的后表面附加了焦深延长成分的状态的概要图,(d)是表示将常数A设为正并在镜片的前表面附加了焦深延长成分的状态的概要图。

具体实施方式

[0027] 以下,基于附图对本发明的实施方式进行说明。此外,在以下的说明中,将对于佩戴者使用了镜片的眼镜的佩戴者而言的前后、左右、上下分别设为该镜片的前后、左右、上

下。

[0028] <第一实施方式>

[0029] 如图1所示,第一实施方式所涉及的镜片1是用于矫正佩戴者的视力的视力矫正用镜片,具体地说,是眼镜所使用的眼镜镜片。镜片1的后表面2设为由式(i)定义的凹面,前表面3设为由式(ii)定义的凸面。此外,将穿过镜片1的几何中心(在后表面2上为基点 O_1 ,在前表面3上为基点 O_2)的前后方向的轴设为z轴,将朝向镜片1的后方的方向设为z轴的正方向。z轴与镜片1的光轴一致。

$$[0030] \quad z = r^2 / (R_1 + (R_1^2 - Kr^2)^{1/2}) + Ar^3 \cdots (i)$$

$$[0031] \quad z = r^2 / (R_2 + (R_2^2 - Kr^2)^{1/2}) \cdots (ii)$$

[0032] 式(i)、(ii)的r为与z轴相距的距离。即,在考虑在后表面2以基点 O_1 为中心、在前表面3以基点 O_2 为中心、而将与z轴正交的上下方向、左右方向的轴分别设为x轴、y轴的正交坐标系的情况下, $r = (x^2 + y^2)^{1/2}$ 。 R_1 、 R_2 为面的顶点处的曲率半径,K为1,A为正的常数。因而,镜片1的前表面3为球面,后表面2为非球面。此外, R_1 、 R_2 由处方度数(详细地说,S度数、C度数以及散光轴AX)决定。镜片1是用于近视者的远用镜片,因此 $R_1 < R_2$ 。

[0033] 如式(i)所示,针对后表面2,对基于处方度数而通过下面的式(iii)定义的折射面的z坐标值附加了r的三次方的项 Ar^3 。

$$[0034] \quad z = r^2 / (R_1 + (R_1^2 - Kr^2)^{1/2}) \cdots (iii)$$

[0035] 项 Ar^3 是为了延长焦深而附加的焦深延长成分。在上述专利文献1中记载了以下内容:使光通过使厚度与同基点相距的距离r的三次方的幂函数成比例地变化的光学板,由此能够延长焦深。镜片1是应用了该设计的镜片,是在基于处方度数决定的折射面(在实施方式中,为曲率半径 R_1 的球面。以下也称为原来的球面,在图1的(b)中用标记S表示。)上附加厚度与同z轴相距的距离(即,在后表面2,为与图1所示的z轴与后表面2的交点即基点 O_1 相距的距离)r的三次方的幂函数成比例地变化的部分(焦深延长成分)而形成了后表面2的镜片。根据上述式(i)和(iii),可以说后表面2是将曲率半径 R_1 的球面与以 Ar^3 表示的非球面合成所得到的,换言之,后表面2如图2中示意性地所示的那样是将用于实现处方度数的度数成分与用于延长焦深的焦深延长成分(非球面成分)合成所形成的。

[0036] 从 $1.73 \times 10^{-6} \sim 1.96 \times 10^{-5}$ 的范围内选择常数A。这是因为,对于普通尺寸的眼镜镜片(直径50mm~80mm),如果常数A处于该范围,则能够适度地获得焦深延长效果,并且能够抑制像散的发生。即,常数A越大,则焦深延长效果越大,但是像散的发生变大。考虑到了它们的平衡的范围就是上述范围。

[0037] 在本实施方式中,设为 $A = 7.68 \times 10^{-6}$ 。该值是如图1的(b)所示那样当将 Δ 设为以原来的球面S为基准的半径a时的z轴方向上的高度(即,相对于原来的球面S的厚度的增加量)时,在a为25mm时 Δ 为120 μ m的值。此外, $A = \Delta / 1000 / a^3$ 成立(其中,a的单位:mm, Δ 的单位: μ m)。顺便提及,在a为25mm、 Δ 为27 μ m时, $A = 1.73 \times 10^{-6}$,在a为15mm、 Δ 为66 μ m时, $A = 1.96 \times 10^{-5}$ 。

[0038] 接着,说明镜片1的设计方法。

[0039] 首先,基于处方度数来决定镜片1的前表面3的折射面和后表面2的折射面。关于该决定方法,是众所周知的方法,因此在此不详细记述。然后,对所决定的前表面3的折射面和后表面2的折射面中的任一个面的z坐标值附加以 Ar^3 (其中,r为与z轴相距的距离,A为常

数)来表示的焦深延长成分。

[0040] 在实施方式中,基于处方度数来将镜片1的前表面3的折射面和后表面2的折射面分别决定为通过上述式(ii)和(iii)表示的球面,对后表面2的折射面的 z 坐标值附加了焦深延长成分 Ar^3 (其中, $A=7.68\times 10^{-6}$)。

[0041] 接着,说明焦深延长的效果。

[0042] 图3的(a)是利用基于处方度数决定了前表面和后表面的折射面的普通的镜片10得到的光束22的会聚状态的示意图,入射到镜片10的与光轴平行的光束22集中聚集至焦点位置 P_3 ,因此在焦点位置 P_3 处,信号强度高且能够清晰地看到对象物,但是例如位置 P_4 那样使焦点稍微偏移了的位置处,骤然变得模糊而看不清。即,焦深(换言之,景深)浅。此外,图的下部所示的点的集合示意性地表示各个位置 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 、 P_5 处的光束22的会聚程度。

[0043] 图3的(b)是利用镜片1得到的光束22的会聚状态的示意图,入射到镜片1的与光轴平行的光束22在包括焦点位置 P_3 在内的某种程度的范围内分散地聚集,焦深变深。因而,在焦点位置 P_3 处也仍有一些散焦,但是即使在例如位置 P_4 那样使焦点稍微偏移了的位置处,由于中心部的信号强度某种程度地高,因此能够识别对象物。此外,在将常数 A 设为正数的情况下,焦深被延长至原来的焦点位置 P_3 的后侧(深处侧)。

[0044] 焦深延长的效果在夜间等照度低的暗处特别大。下面使用图4进行说明。图4示出了包括虹膜21的眼球20的状态。此外,图4中的标记 F_1 、 F_2 、 F_3 表示焦深的深度(长度)。

[0045] 图4的(a)示出了白天等照度高的明处的状态,由于虹膜21闭合,从而入射的光束22变细,因此光集中的范围变长,焦深 F_1 变深(长)。因而,在比较长的距离内聚焦。

[0046] 图4的(b)示出了暗处的状态,由于虹膜21打开,从而入射的光束22变粗,因此光集中的范围变短,焦深 F_2 变浅(短)。因而,聚焦的距离变短。

[0047] 图4的(c)示出了在暗处使用镜片1的状态,虹膜21打开,从而入射的光束22变粗,但是由于焦深 F_3 深,因此在比较长的距离内聚焦。因而,利用镜片1,特别容易识别在暗处的对象物。

[0048] 另外,在图5~8中示出在摄像机的镜头的前侧安装了没有附加焦深延长成分的普通的单焦点镜片(其中,没有加入度数。)的情况和安装了在与该单焦点镜片相同设计的单焦点镜片上如上述那样附加焦深延长成分而成的焦深延长镜片的情况下分别拍摄视标并进行景深的比较所得到的实验结果。在表1、2中示出该实验中所使用的镜片的详细的数据。此外,表1所示的矢高值(z 坐标值)为与中心相距的距离 $r=35\text{mm}$ (即,镜片的边缘)处的值。使多个视标等间隔(前后方向的间隔在图5、6中为 15cm ,在图7、8中为 10cm)地相对于摄像机倾斜地排列。

[0049] [表1]

[0050]

Z:矢高值	4.565mm
X:相距中心的距离	35.00mm
R:曲率半径	146.738mm
K:非球面系数	1
A:常数(mm)	7.68E-06
Δ :有效半径的高度(μm)	120

a:有效半径(mm)	25
[0051] [表2]	
[0052]	
INDEX	1.60
S	-0.00D
C	-0.00D
AX	0
CT(中心厚度)	1.80mm
Δ (棱镜)	0.00
镜片直径	70.00mm
凸面R(R ₂)	147.57mm
凹面R(R ₁)	146.738mm

[0053] 图5是使用单焦点镜片在明处拍摄到的,图6是使用焦深延长镜片在明处拍摄到的,焦距为135mm,F值为4.5,快门速度为1/25,ISO为400,从摄像机到最近的视标的距离为约200cm,照度在摄像机附近为80lx,在最近的视标附近为90lx。

[0054] 图7是使用单焦点镜片在暗处拍摄到的,图8是使用焦深延长镜片在暗处拍摄到的,焦距为135mm,F值为8.0,快门速度为1/10,ISO为400,从摄像机到最近的视标的距离为约100cm,照度在摄像机附近为48lx,在最近的视标附近为55lx。

[0055] 当将图5与图6、图7与图8进行比较时可知,与使用了普通的单焦点镜片的图5、图7相比,使用了焦深延长镜片的图6、图8能够看到更深处的视标,景深变深,并且可知,与明处相比,暗处时两个镜片的景深之差更大。

[0056] 接着,对如下测定的结果进行说明:针对7名受验者,制作根据处方度数而通过上述式(ii)决定了前表面并通过上述式(iii)决定了后表面的普通的单焦点镜片以及在该后表面附加焦深延长成分 Ar^3 (其中, $A=7.68 \times 10^{-6}$)所得到的焦深延长镜片即镜片1,使受验者佩戴来进行了对比敏感度的测定。在表3中示出各受验者的年龄、处方度数以及制作出的镜片的度数。此外,由于制作出的镜片是试制品,因此处方度数与镜片的度数有若干差值。表3中的R为右眼,L为左眼,镜片的折射率均为1.60。使用Vitech公司的视力对比测试仪(Vision contrast tester)6500进行了对比敏感度的测定。

[0057] [表3]

[0058]

年龄	处方镜片度数	单焦点镜片度数	焦深延长镜片
54岁 受验者A	R: S-0.00 C-0.00 AX0 L: S-0.00 C-0.00 AX0	R: S-0.01 C-0.01 AX0 L: S-0.03 C-0.01 AX0	R: S-0.07 C-0.03 AX0 L: S-0.08 C-0.02 AX0
53岁 受验者B	R: S-6.50 C-0.00 AX0 L: S-6.50 C-0.00 AX0	R: S-6.59 C-0.00 AX0 L: S-6.59 C-0.00 AX	R: S-6.54 C-0.01 AX1 L: S-6.53 C-0.01 AX0
50岁 受验者C	R: S-2.25 C-0.00 AX0 L: S-1.25 C-0.50 AX175	R: S-2.32 C-0.01 AX0 L: S-1.26 C-0.52 AX175	R: S-2.34 C-0.02 AX0 L: S-1.34 C-0.47 AX175
42岁 受验者D	R: S-1.75 C-1.00 AX170 L: S-1.75 C-0.00 AX0	R: S-1.76 C-1.07 AX170 L: S-1.77 C-0.00 AX0	R: S-1.83 C-1.01 AX169 L: S-1.82 C-0.02 AX0
39岁 受验者E	R: S-4.50 C-0.75 AX165 L: S-4.25 C-0.75 AX175	R: S-4.58 C-0.73 AX165 L: S-4.30 C-0.73 AX174	R: S-4.58 C-0.75 AX163 L: S-4.35 C-0.72 AX177
34岁 受验者F	R: S-0.00 C-0.00 AX0 L: S-0.00 C-0.00 AX0	R: S-0.02 C-0.00 AX0 L: S-0.00 C-0.01 AX0	R: S-0.08 C-0.02 AX0 L: S-0.08 C-0.03 AX0
26岁 受验者G	R: S-2.25 C-0.50 AX180 L: S-2.50 C-0.00 AX0	R: S-2.26 C-0.54 AX1 L: S-2.53 C-0.00 AX0	R: S-2.34 C-0.47 AX179 L: S-2.59 C-0.03 AX0

[0059] 在表4中示出测定结果。Vitech公司的视力对比测试仪6500针对各个视标A~E将多个视标进行排列并根据能够识别到哪个视标测定对比敏感度,表4示出了各受验者针对各个视标A~E能够识别到哪个视标。此外,在表4中,镜片A表示普通的单焦点镜片,镜片B表示镜片1。另外,针对各受验者测定右眼、左眼、双眼,并且在明处和暗处进行了测定。在表4中记载了测定场所的照度。从受验者到视标的距离均为3.00m。

[0060] [表4]

[0061]

受验者	类型	右眼			左眼			双眼			照度	距离
		视标A	视标B	视标C	视标D	视标E	视标A	视标B	视标C	视标D		
受验者A	镜片A	6	7	7	7	7	5	7	7	7	482lx	3.00m
	镜片B	6	7	7	7	7	6	7	7	7	7	
	镜片A	6	6	5	4	4	6	6	5	4	3	
	镜片B	6	7	4	5	5	6	7	7	6	5	
受验者B	镜片A	8	7	8	7	4	5	7	6	5	482lx	
	镜片B	6	7	7	4	5	5	6	6	7	6	
	镜片A	8	8	5	3	2	5	5	4	3	1	
	镜片B	7	7	7	4	2	5	7	6	4	2	
受验者F	镜片A	5	6	7	6	4	5	5	4	6	5	
	镜片B	5	6	5	6	4	5	6	6	6	5	
	镜片A	5	5	4	3	1	5	5	4	3	1	
	镜片B	5	5	4	3	1	5	5	4	3	1	
受验者D	镜片A	5	7	6	2	1	5	6	5	4	3	
	镜片B	5	6	5	2	1	6	7	5	4	4	
	镜片A	5	5	4	3	1	6	6	4	3	1	
	镜片B	7	6	4	2	1	7	6	5	3	1	
受验者E	镜片A	6	5	4	2	1	6	5	3	2	1	
	镜片B	6	6	3	1	1	6	5	3	2	0	
	镜片A	6	6	4	5	3	6	6	6	4	4	
	镜片B	6	6	4	3	3	5	6	6	5	4	
受验者E	镜片A	5	6	4	2	1	5	5	4	3	1	
	镜片B	6	5	4	3	1	5	6	5	3	1	
	镜片A	5	4	3	0	0	5	4	3	0	0	
	镜片B	6	6	4	1	1	5	6	4	3	1	
受验者C	镜片A	6	6	5	3	0	6	6	4	4	3	
	镜片B	5	6	6	3	0	5	6	4	3	3	
	镜片A	5	6	3	0	0	5	5	4	1	0	
	镜片B	6	5	3	0	0	5	5	4	2	0	
受验者G	镜片A	6	7	6	6	4	6	6	6	5	3	
	镜片B	6	7	7	6	4	6	7	7	7	5	
	镜片A	6	6	5	3	1	5	6	4	3	1	
	镜片B	6	6	4	3	1	5	6	6	5	3	

[0062] 以例如在视标B的情况下,若测定结果为“6”则对比敏感度为“85”,若测定结果为

“7”则对比敏感度为“170”的方式利用规定的换算表来对对比敏感度进行换算。表5是通过以下得到的表：基于根据表4的测定结果得到的对比敏感度，针对视标A~E求出关于各受验者的右眼、左眼、双眼在明处和暗处各处的、使用了镜片1时的对比敏感度相对于使用了普通的单焦点镜片时的对比敏感度之比、即（使用了镜片1时的对比敏感度）/（使用了普通的单焦点镜片时的对比敏感度），并通过视标计算平均。

[0063] [表5]

[0064]

受验者	照度	右眼	左眼	双眼
受验者A 54岁	明处	100%	132%	100%
	暗处	142%	168%	220%
受验者B 53岁	明处	82%	95%	109%
	暗处	145%	270%	146%
受验者C 50岁	明处	106%	79%	93%
	暗处	110%	112%	100%
受验者D 42岁	明处	81%	150%	85%
	暗处	158%	125%	130%
受验者E 39岁	明处	85%	104%	135%
	暗处 31lx	128%	130%	120%
	暗处 9lx	194%	214%	191%
受验者F 34岁	明处	88%	154%	100%
	暗处	100%	100%	90%
受验者G 26岁	明处	110%	120%	108%
	暗处	93%	100%	111%

[0065] 从表5可知，例如受验者A在明处用双眼观察的情况下，使用了镜片1时的对比敏感度是使用了普通的单焦点镜片时的100%，无论使用镜片1还是使用普通的单焦点镜片，对比敏感度都不变，但是在暗处用双眼观察的情况下，使用了镜片1时的对比敏感度是使用了普通的单焦点镜片时的220%，在使用了镜片1时，对比敏感度提高至使用了普通的单焦点镜片时的2倍以上。像这样，能够看到，在暗处（照度50lx以下），16只眼睛中有12只眼睛的对比敏感度得到了提高。即，可知，利用镜片1，在傍晚、夜间等对比度下降的暗处的对比敏感度提高，特别是对比敏感度急剧下降的中老年人，在暗处的对比敏感度的提高效果高。

[0066] 另外，如果从 $1.73 \times 10^{-6} \sim 1.96 \times 10^{-5}$ 的范围内选择常数A，则能够适度地获得焦深延长效果，并且能够抑制像散的发生。即，由于能够抑制周边的失真并延长焦深，因此辅助眼睛的调节，从而使眼睛感觉舒适而不易疲劳。

[0067] <第二实施方式>

[0068] 接着，对第二实施方式进行说明，但是针对与第一实施方式的结构要素相同的结构要素标注相同的标记，并适当地省略其说明。

[0069] 第二实施方式所涉及的镜片也为眼镜镜片，前表面3与镜片1同样地设为由上述式(ii)定义的凸面，但是对后表面2的z坐标值附加用于使镜片的边缘厚度变薄的边缘厚度缩小成分 Dr^{10} （其中，D为负的常数）。即，第二实施方式的镜片的后表面2设为由下面的式(iv)定义的凹面。

[0070] $z = r^2 / (R_1 + (R_1^2 - Kr^2)^{1/2}) + Ar^3 + Dr^{10} \dots (iv)$

[0071] 在第二实施方式的镜片中,附加边缘厚度缩小成分 Dr^{10} 是为了在由于焦深延长成分 Ar^3 (其中,A为正的常数)的附加而镜片的边缘厚度变厚从而可能在外观、重量方面产生问题时,降低所述可能。另外,使边缘厚度缩小成分中的r的指数大到为10是为了通过增大镜片的边缘部处的影响来实现边缘厚度的减少。此外,在观察物体时使用的后表面2的中央部,由于r小,因此边缘厚度缩小成分 Dr^{10} 小,不会对焦深延长效果产生负面影响。

[0072] 如第一实施方式中所记述的那样,优选为从 $1.73 \times 10^{-6} \sim 1.96 \times 10^{-5}$ 的范围选择常数A,但是在从所述范围选择常数A时,优选为从 $-1.88 \times 10^{-16} \sim -1.65 \times 10^{-17}$ 的范围选择常数D,并且以常数A越大则常数D的绝对值越大的方式进行选择。这是因为如果像这样进行选择,则镜片的边缘厚度与普通的单焦点镜片的厚度同等。

[0073] 此外,计算常数A处于上述范围内时的第一实施方式的镜片1的边缘厚度的与普通的单焦点镜片相比的增加量(设为眼镜镜片中常用的直径75mm的镜片时的边缘厚度的增加量),将该增加量设为 Δ ,通过 $D = \Delta / a^{10}$ 来计算出常数D的范围(其中, $a = 37.5\text{mm}$, Δ 的单位:mm)。

[0074] 在表6中示出改变S度数地计算设为 $A = 1.73 \times 10^{-6}$ 、 $D = -1.65 \times 10^{-17}$ 时的第一实施方式的镜片1、第二实施方式的镜片以及普通的单焦点镜片(镜片直径均为75mm)的边缘厚度所得到的值,在表7中示出改变S度数地计算设为 $A = 1.96 \times 10^{-5}$ 、 $D = -1.88 \times 10^{-16}$ 时的第一实施方式的镜片1、第二实施方式的镜片以及普通的单焦点镜片(镜片直径均为75mm)的边缘厚度所得到的值。

[0075] [表6]

S度数(D)	第一实施方式 (mm)	第二实施方式 (mm)	普通的单焦点镜片 (mm)
-2.00	3.711	3.620	3.620
-3.00	5.037	4.946	4.946
-4.00	6.156	6.065	6.065
-5.00	7.516	7.425	7.425
-6.00	8.952	8.861	8.861
-7.00	10.139	10.048	10.048
-8.00	11.682	11.591	11.591
-9.00	12.810	12.719	12.719
-10.00	14.477	14.386	14.386

[0076] [表7]

[0078]

S度数(D)	第一实施方式 (mm)	第二实施方式 (mm)	普通的单焦点镜片 (mm)
-2.00	4.652	3.620	3.620
-3.00	5.978	4.946	4.946
-4.00	7.097	6.065	6.065
-5.00	8.456	7.425	7.425
-6.00	9.892	8.861	8.861
-7.00	11.079	10.048	10.048
-8.00	12.623	11.591	11.591
-9.00	13.750	12.719	12.719
-10.00	15.417	14.386	14.386

[0079] 如从表6和表7可知,通过附加边缘厚度缩小成分 Dr^{10} ,由此第二实施方式的镜片的边缘厚度与普通的单焦点镜片同等。

[0080] 根据第二实施方式的镜片,能够与镜片1同样地,提高暗处的对比敏感度,特别是提高中老年人的在暗处的对比敏感度,并且能够使镜片的边缘厚度与普通的镜片同等。

[0081] <第三实施方式>

[0082] 第一实施方式和第二实施方式是近视者用的单焦点镜片(远用镜片),第三实施方式是远视者用的单焦点镜片(近用镜片)。下面对第三实施方式进行说明,对与第一实施方式的结构要素相同的结构要素标注相同的标记,并适当省略其说明。

[0083] 关于第三实施方式的镜片,也是通过上述式(i)对后表面2进行定义,通过上述式(ii)对前表面3进行定义,在镜片的凹面(后表面2)附加有焦深延长成分 Ar^3 ,但是常数A设为负数,从 $-1.96 \times 10^{-5} \sim -1.73 \times 10^{-6}$ 的范围内选择。这是因为,普通尺寸的眼镜镜片如果处于该范围内,则能够适度地获得焦深延长效果,并且能够抑制像散的发生。另外, $R_1 > R_2$ 。

[0084] 在图9中示出第三实施方式的镜片的整体的概要图(a)、将上半部分放大所得到的概要图(b)。如图9的(b)所示,在第三实施方式的镜片的情况下,厚度相对于两点划线所示的原来的球面S减少,该厚度的减少量越接近镜片的边缘则越大。

[0085] 在表8中示出S度数为+1.00D、+2.00D、+3.00D的情况的第三实施方式的镜片的例子。常数A设为 -7.68×10^{-6} 。

[0086] [表8]

[0087]

S	+1.00D	+2.00D	+3.00D
C	-0.00D	-0.00D	-0.00D
AX	0	0	0
CT(中心厚度)	2.80mm	3.80mm	4.50mm
Δ (棱镜)	0.00	0.00	0.00
镜片直径	75.00mm	75.00mm	70.00mm
凸面 $R(R_2)$	108.57mm	108.57mm	99.18mm
凹面 $R(R_1)$	130.606mm	165.434mm	187.812mm

[0088] 如第三实施方式那样,通过将常数A设为负数,焦深被延长至焦深延长前的焦点的

前侧。镜片的边缘厚度相比于焦深延长前变薄,因此不需要附加边缘厚度缩小成分。

[0089] 根据第三实施方式的镜片,相对于原来的球面S的高度与同基点 O_1 相距的距离 r 的三次方的幂函数成比例地减少,因此越趋向镜片的边缘,焦点越向前方偏移。因而,延长深度被延长,在暗处的对比敏感度提高。并且,不需要附加边缘厚度缩小成分。

[0090] <第四实施方式>

[0091] 第四实施方式是远视者用的单焦点镜片(近用镜片),但是与第三实施方式不同,将常数A设为正数。下面对第四实施方式进行说明,对与第一实施方式的结构要素相同的结构要素标注相同的标记,并适当省略其说明。

[0092] 关于第四实施方式的镜片,通过上述式(i)对后表面2进行定义,通过上述式(ii)对前表面3进行定义,在镜片的凹面(后表面2)附加有焦深延长成分 Ar^3 。常数A设为正数,从 $1.73 \times 10^{-6} \sim 1.96 \times 10^{-5}$ 的范围内选择。这是因为,普通尺寸的眼镜镜片如果处于该范围内,则能够适度地获得焦深延长效果,并且能够抑制像散的发生。另外, $R_1 > R_2$ 。在将常数A设为正数的情况下,焦深被延长至焦深延长前的焦点的后侧。

[0093] 在表9中示出S度数为+1.00D、+2.00D、+3.00D的情况的第四实施方式的镜片的例子。常数A设为 7.68×10^{-6} 。

[0094] [表9]

[0095]

S	+1.00D	+2.00D	+3.00D
C	-0.00D	-0.00D	-0.00D
AX	0	0	0
CT(中心厚度)	2.30mm	3.00mm	3.80mm
Δ (棱镜)	0.00	0.00	0.00
镜片直径	75.00mm	75.00mm	70.00mm
凸面 $R(R_2)$	108.57mm	108.57mm	99.18mm
凹面 $R(R_1)$	130.885mm	166.157mm	188.797mm

[0096] 此外,在将常数A设为正数的情况下,焦深被延长至焦深延长前的焦点的后侧。另外,由于边缘厚度变厚,因此也可以附加边缘厚度缩小成分 Dr^{10} 。优选的是,在从 $1.73 \times 10^{-6} \sim 1.96 \times 10^{-5}$ 的范围内选择常数A时,从 $-1.88 \times 10^{-16} \sim -1.65 \times 10^{-17}$ 的范围内选择常数D,并且以常数A越大则常数D的绝对值越大的方式进行选择。

[0097] 根据第四实施方式的镜片,相对于原来的球面S的高度与同基点 O_1 相距的距离 r 的三次方的幂函数成比例地增加,因此越趋向镜片的边缘,焦点越向后方偏移。因而,延长深度被延长,在暗处的对比敏感度提高。

[0098] <变形例>

[0099] 下面对变形例进行说明。

[0100] (1)关于第一实施方式的镜片那样的远用镜片,也可以将常数A设为负数。在将常数A设为负数的情况下,焦深被延长至不附加焦深延长成分时的焦点的前侧。另外,与不附加焦深延长成分时相比,边缘厚度变薄。

[0101] (2)附加焦深延长成分 Ar^3 之前的折射面的式子不限于上述式(ii),例如也能够设为在上述式(ii)中添加 $\sum A_i r^i$ 所表示的多项式所得到的式子(即,附加焦深延长成分 Ar^3 之

前的折射面不限于球面)。在该情况下,在该式子中进一步附加焦深延长成分 Ar^3 。不附加焦深延长成分的面(在上述各实施方式中为前表面3)的式子当然也不限于上述式(iii)。

[0102] (3) 在上述各实施方式中,在后表面2(凹面)附加了焦深延长成分,但是也可以在镜片的前表面3(凸面)附加焦深延长成分。

[0103] 即,存在将焦深延长成分附加于后表面2的情况和附加于前表面3的情况,关于各个情况存在常数A为正的情况和常数A为负的情况。图10图示了这四种情况,图10的(a)示出与第一实施方式和第四实施方式同样地将常数A设为正数并在后表面2附加了焦深延长成分的状态,(b)示出将常数A设为负数并在前表面3附加了焦深延长成分的状态,(c)示出与第三实施方式同样地将常数A设为负数并在后表面2附加了焦深延长成分的状态,(d)示出将常数A设为正数并在前表面3附加了焦深延长成分的状态。在图中,两点划线表示焦深延长成分附加前的面。常数A优选为绝对值处于 $1.73 \times 10^{-6} \sim 1.96 \times 10^{-5}$ 的范围内。这是因为,如果处于所述范围内,则在计算上可知能够适度地获得焦深延长效果,并且能够抑制像散的发生。

[0104] 另外,在(a)和(b)的情况中,由于边缘厚度增加,因此也可以附加边缘厚度缩小成分。在(c)和(d)的情况中,由于边缘厚度减少,因此不需要附加边缘厚度缩小成分。在附加边缘厚度缩小成分的情况下,在如(a)那样常数A为正数时,常数D设为负数,在如(b)那样常数A为负数时,常数D设为正数。另外,优选的是,在常数A的绝对值处于 $1.73 \times 10^{-6} \sim 1.96 \times 10^{-5}$ 的范围内,常数D的绝对值设为 $1.65 \times 10^{-17} \sim 1.88 \times 10^{-16}$ 的范围内,并且设定为常数A的绝对值越大则使常数D的绝对值越大。这是因为,对于普通尺寸的眼镜镜片,如果像这样决定常数A和常数D,则在计算上可知能够适度地获得焦深延长效果且能够抑制像散的发生,并且能够使边缘厚度与附加焦深延长成分前的镜片同等。

[0105] (4) 边缘厚度缩小成分中的r的指数也可以不为10,例如也可以设为8,作为边缘厚度缩小成分而附加 Dr^8 。

[0106] (5) 上述各实施方式是单焦点镜片,但是也可以对渐进镜片、双焦点镜片等多焦点镜片附加焦深延长成分。这是因为与单焦点镜片的情况同样地,能够获得焦深延长效果。在该情况下,可以将焦深延长成分附加于渐进折射力面或多焦点面,也可以附加于与其相反的面,例如将凹面设为渐进折射力面或多焦点面并在凸面附加焦深延长成分,或者将凸面设为渐进折射力面或多焦点面并在凹面附加焦深延长成分等。

[0107] (6) 在对渐进镜片、双焦点镜片附加焦深延长成分的情况下,可以附加于包括远用部(远用折射面)和近用部(近用折射面)的整体(在渐进镜片的情况下,为包括远用部、近用部以及渐进部的整体)中,也可以单独地附加于各个远用部和近用部,也可以仅附加于远用部或仅附加于近用部。在单独地附加于各个远用部和近用部的情况下,常数A能够在远用部与近用部中不同。焦点多于两个的情况也是同样的。

[0108] (7) 在渐进镜片、多焦点镜片的情况下,如果将远用部的处方度数的S度数设为+0.25D来进行设计(即使远用部的度数减弱0.25D),通过在远用部附加焦深延长成分,来弥补与使度数减弱相应的看不清的程度,则由于加入度数被降低0.25D,因此相应地抑制失真等的发生。

[0109] (8) 也可以将本发明应用于隐形眼镜。

[0110] 附图标记说明

[0111] 1: 镜片; 2: 后表面; 3: 前表面。

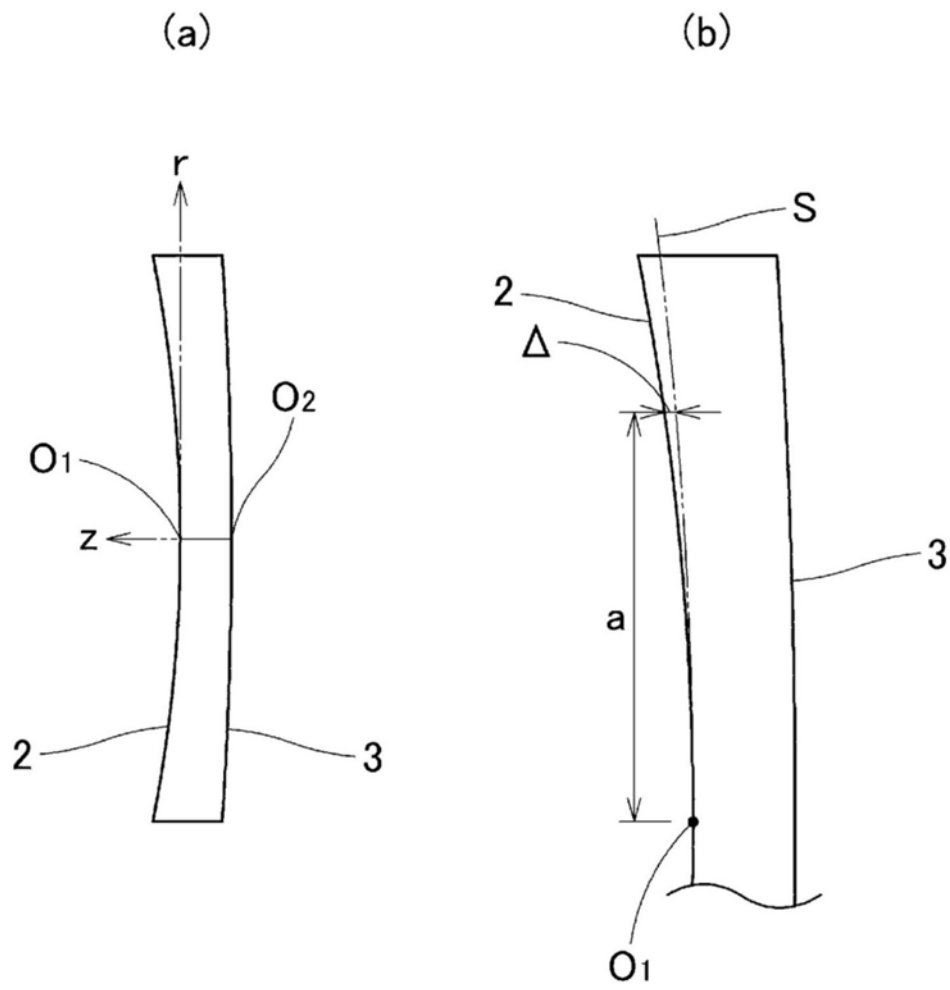


图1

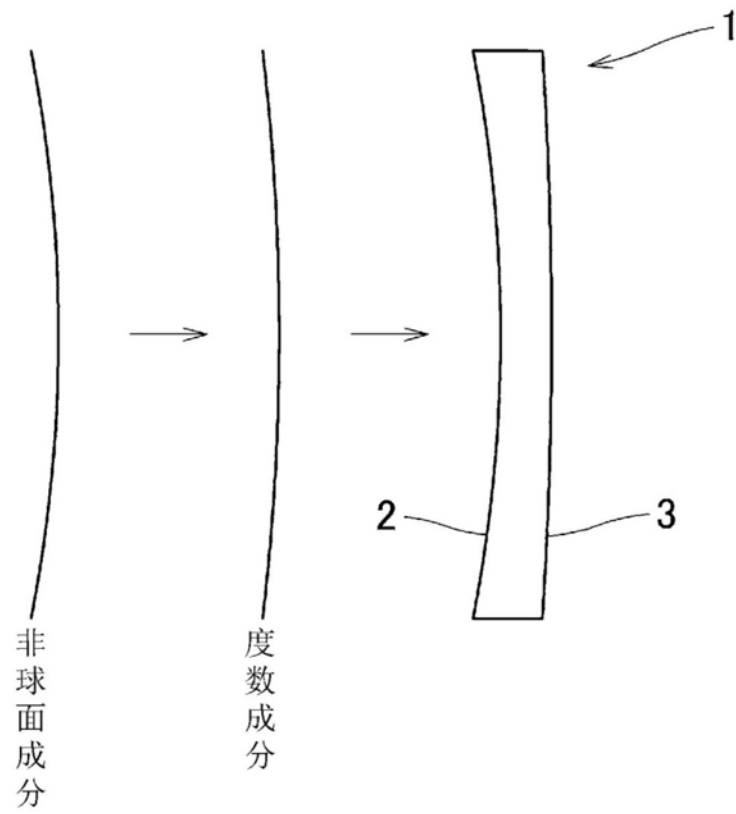


图2

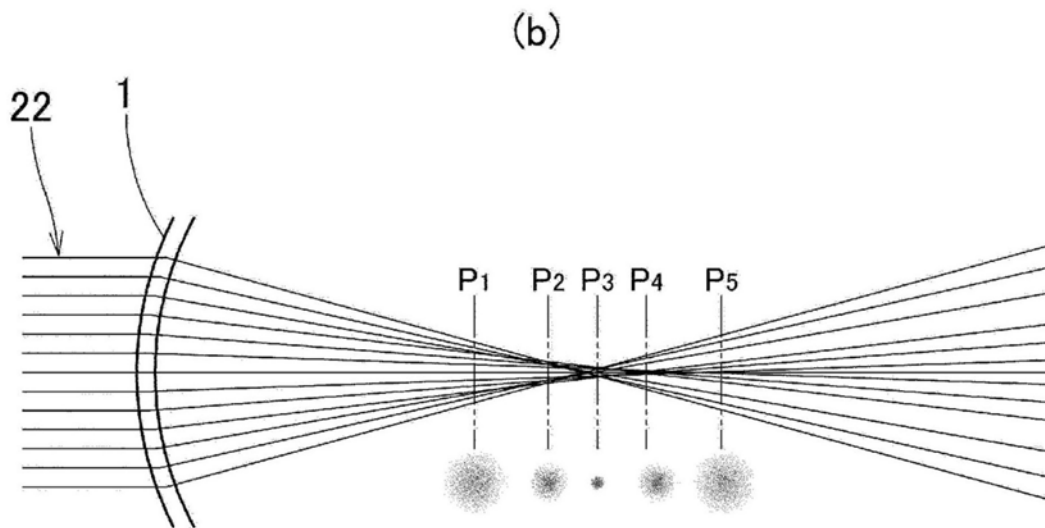
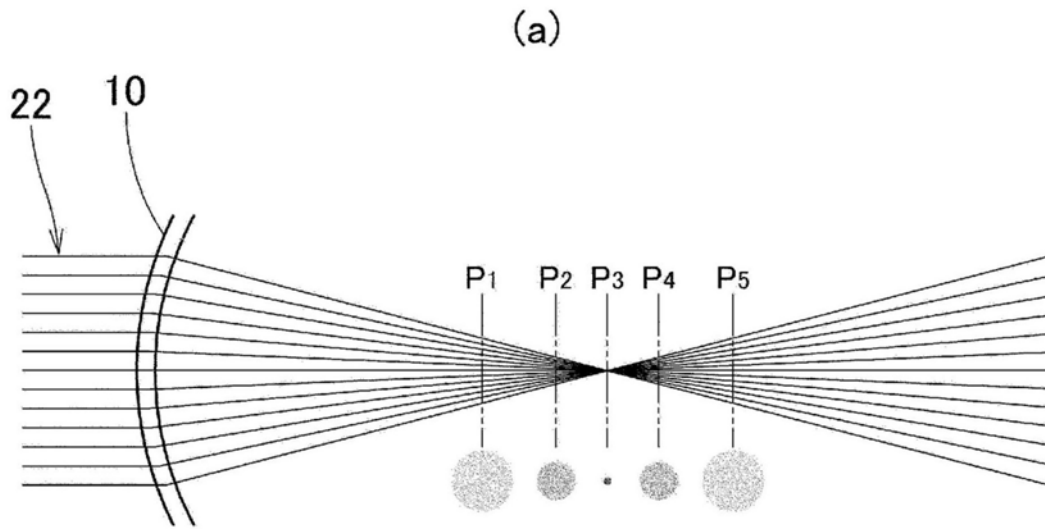


图3

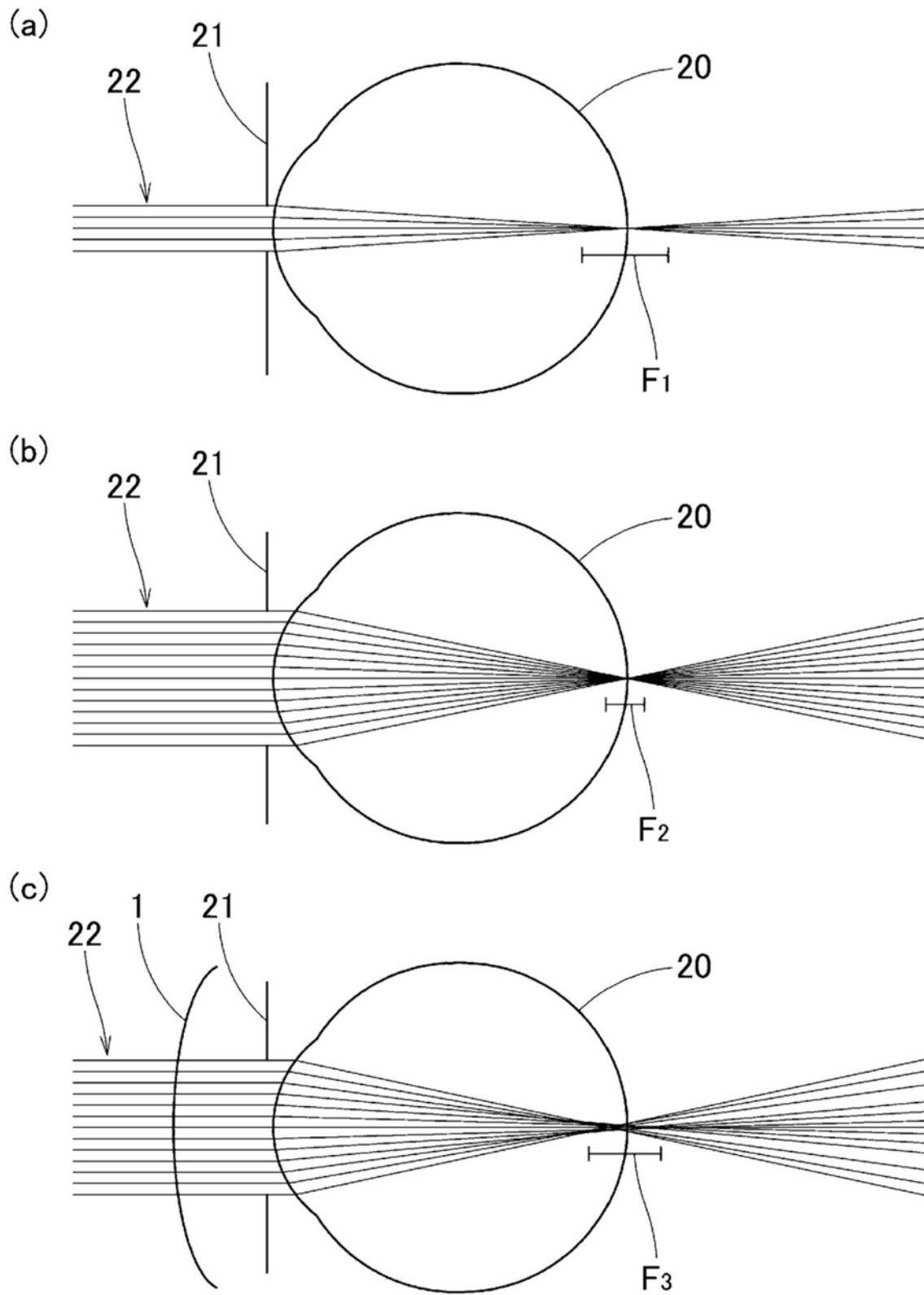


图4

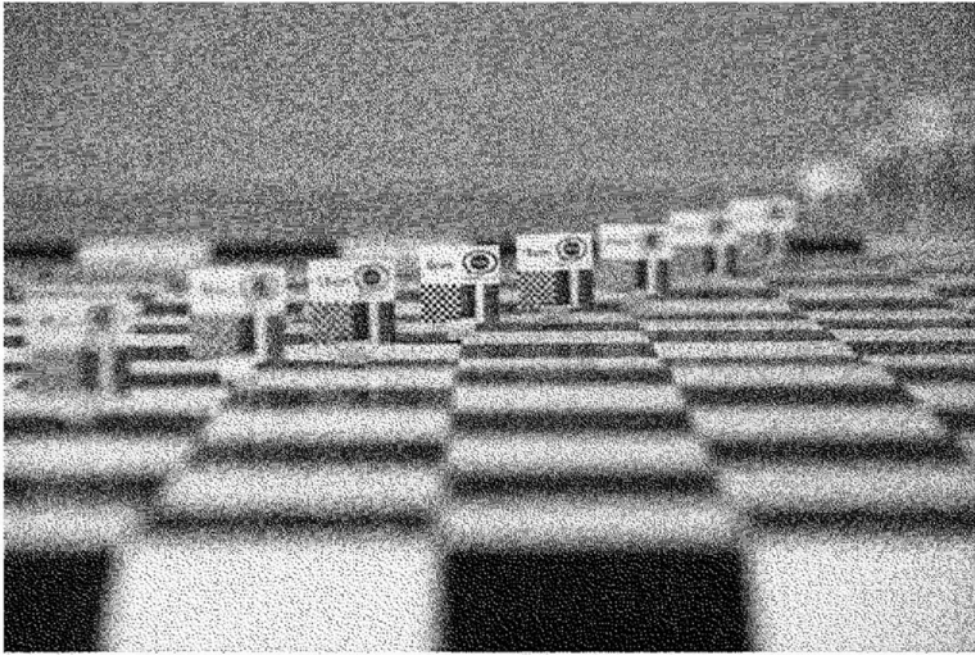


图5

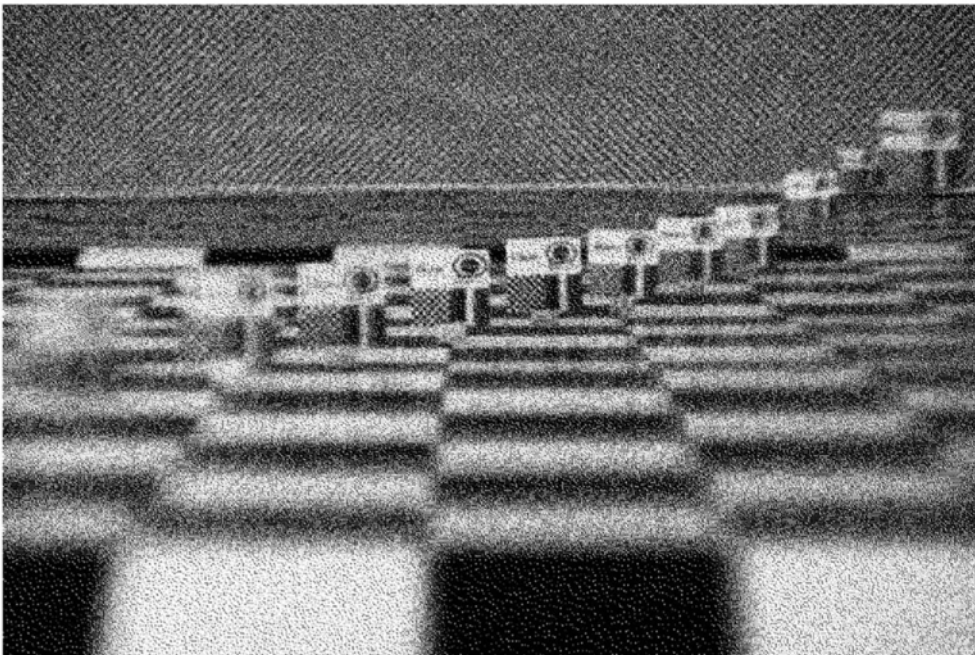


图6

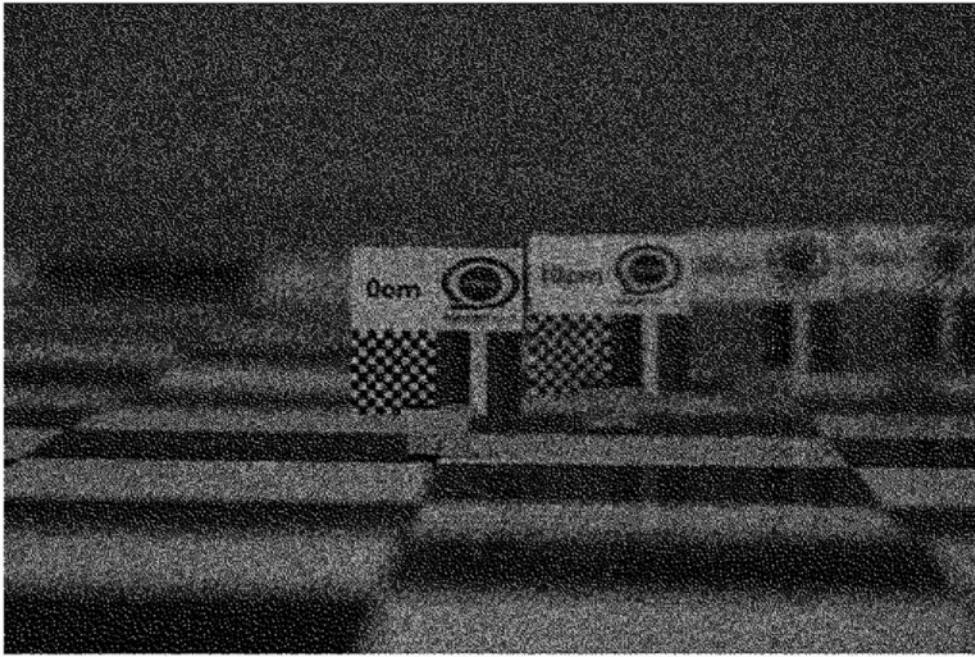


图7

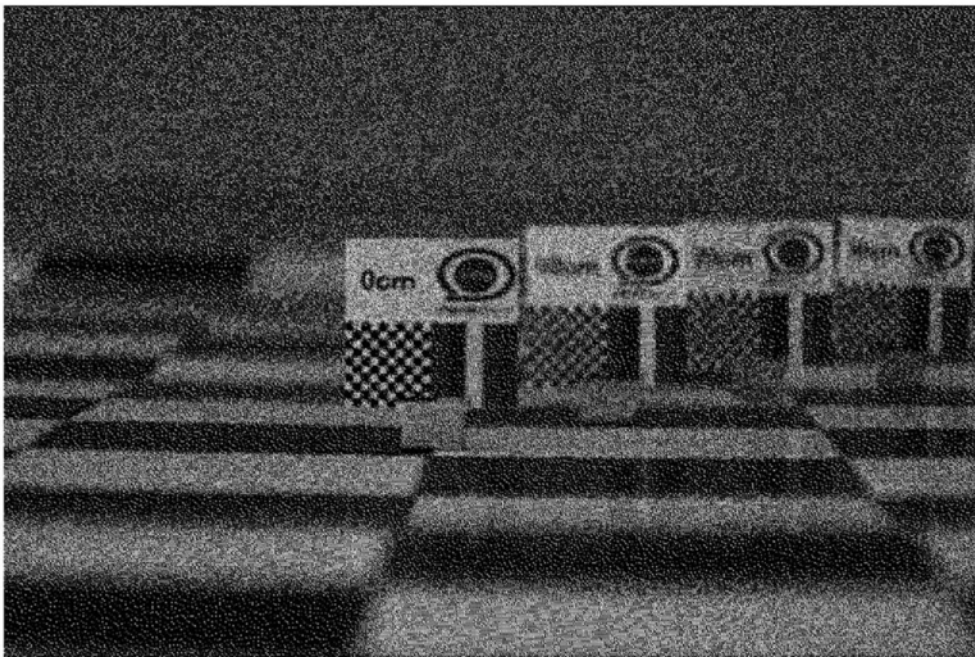


图8

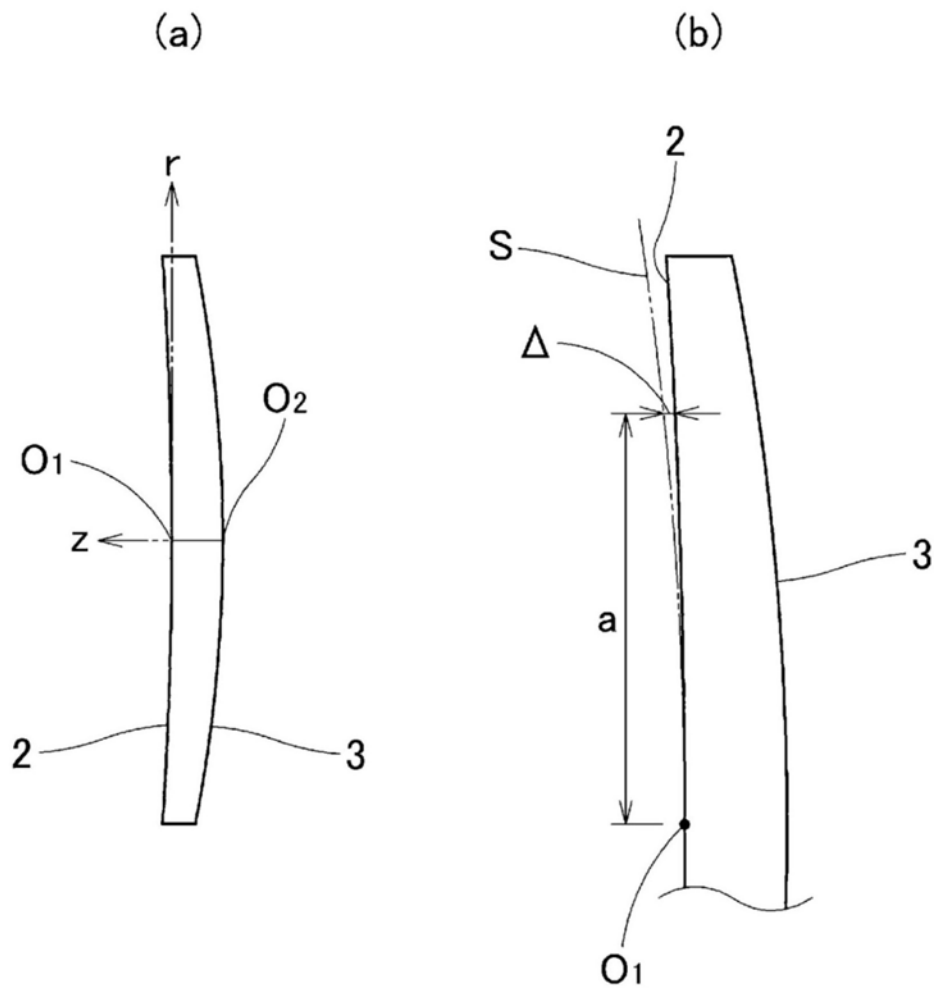


图9

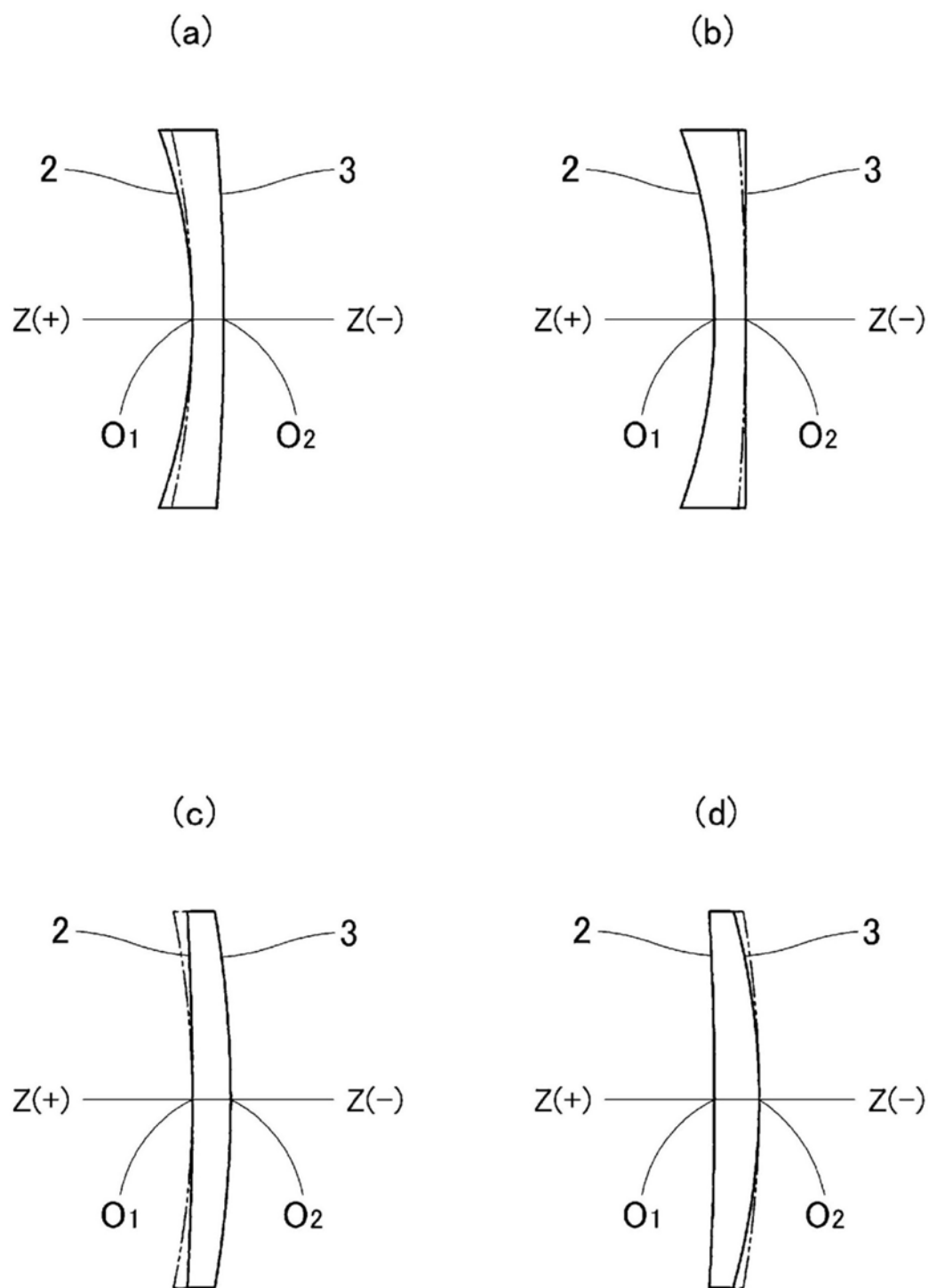


图10