(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119556489 A
(43)申请公布日 2025.03.04

(21)申请号 202411842392.6
(22)申请日 2020.06.26
(30)优先权数据
62/868,348 2019.06.28 US
62/896,920 2019.09.06 US
(62)分案原申请数据
202080059468.1 2020.06.26
(71)申请人 华柏恩视觉研究中心有限公司
地址 澳大利亚新南威尔士州
(72)发明人 帕德马贾·桑卡里杜尔格
阿瑟·巴克 阿瑟·霍
哈桑·埃斯凡迪亚里耶罗米
凯瑟琳·菲特克
(74)专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262
专利代理师 李健 张奎燕
(51)Int.Cl.
G02C 7/06(2006.01)
G02C 7/02(2006.01)
G02C 7/04(2006.01)
G02B 5/18(2006.01)

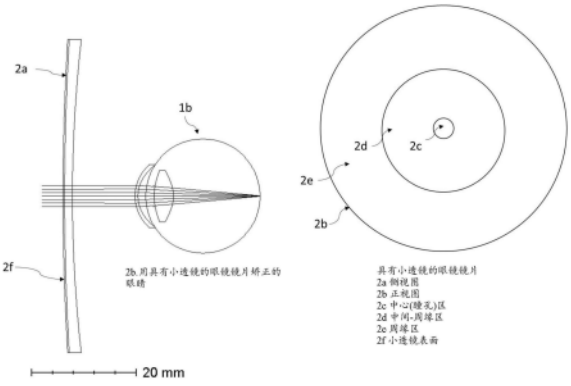
权利要求书4页 说明书41页 附图45页

(54)发明名称

矫正、减缓、减少和/或控制近视进展的眼科镜片和方法

(57)摘要

本公开涉及矫正、减缓、减少和/或控制近视进展的眼科镜片和方法。一种眼科镜片，其包括被配置成将光引导至第一图像平面的基底镜片；以及多个光调制单元。该多个光调制单元中的一个或多个将光折射到不同于该第一图像平面的第二图像平面和/或多个光调制单元中的一个或多个将光折射到不同于该第一图像平面和第二图像平面的第三图像平面。在一些实施方式中，该多个光调制单元中的至少一个被配置成将光折射到不同于该第一图像平面的至少两个(例如，2、3或4个)图像平面。



CN 119556489 A

1.一种眼科镜片,其包括:

基底镜片,其被配置成将光引导到第一图像平面;

多个光调制单元,所述光调制单元设置在所述基底镜片上的或所述基底镜片中的至少一个光调制单元区中,

其中所述光调制单元是凹面的并且具有相对于所述基底镜片的焦度的负焦度;以及

其中透射通过所述光调制单元区的光导致离焦光分布,所述离焦光分布沿着相对于所述第一图像平面在后面方向延伸到一个或多个附加图像平面。

2.根据权利要求1所述的眼科镜片,其中所述光调制单元本质上是折射的。

3.根据权利要求1所述的眼科镜片,其中所述光调制单元本质上是衍射的。

4.根据权利要求1所述的眼科镜片,其中所述光调制单元是多焦的并且具有不同于所述基底镜片的焦度的至少两个光焦度。

5.根据权利要求1所述的眼科镜片,其中所述光调制单元是非球面的并且具有从-3D到+5D变化的焦度。

6.根据权利要求1所述的眼科镜片,其中所述光调制单元的直径范围为从约20微米到约3mm。

7.根据权利要求1所述的眼科镜片,其中所述光调制单元的矢状深度从约20nm到约1mm变化。

8.根据权利要求1所述的眼科镜片,其中所述光调制单元以排列、聚集体、阵列、簇的堆叠(包含例如联合的、邻接的单元和/或彼此相互作用或以其他方式彼此依赖的单元)定位在所述镜片上。

9.根据权利要求1所述的眼科镜片,其中所述光调制单元布置成正方形、六边形、圆形、菱形、同心、非同心、螺旋、不完整回路、旋转对称、旋转不对称或任何其他合适的排列。

10.根据权利要求1所述的眼科镜片,其中所述光调制单元区位于所述基底镜片的中心光学区、中间-周缘光学区和周缘光学区中的一个或多个的任何组合中。

11.根据权利要求1所述的眼科镜片,其中所述基底镜片具有横跨所述镜片的均匀的焦度。

12.根据权利要求1所述的眼科镜片,其中所述基底镜片的焦度横跨所述镜片而变化。

13.根据权利要求1所述的眼科镜片,其中所述基底镜片的周缘光学区焦度比所述基底镜片的中心光学区和/或中间-周缘光学区更正或更负。

14.根据权利要求1所述的眼科镜片,其中所述基底镜片结合滤光器和/或相位改性掩模。

15.根据权利要求1所述的眼科镜片,其中所述光调制单元区具有几何填充因子,所述几何填充因子被设计成提供分布在近视散焦和远视散焦的期望的光的比率。

16.根据权利要求1所述的眼科镜片,其中所述光调制单元区被配置成提供没有明显的远视散焦或没有明显的近视散焦的离焦光分布。

17.根据权利要求1所述的眼科镜片,其中所述光调制单元区被配置成提供具有近视散焦光、远视散焦光或两者的非周期性和非单调振幅的离焦光分布。

18.根据权利要求1所述的眼科镜片,其中所述眼科镜片被配置用于矫正、减缓、减少和/或控制近视进展。

19.根据权利要求1所述的眼科镜片,其中所述光调制单元相对于所述眼科镜片的总表面积的填充比(例如,所述光调制单元的总表面积相对于所述眼科镜片的总表面积的比)为约5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%或85%(例如至少5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%或85%或在5-15%、20-30%、35-45%、40-50%、45-55%、60-70%、70-75%、或75-85%之间)。

20.一种眼科镜片,其包括:

基底镜片,其被配置成将光引导到第一图像平面;

多个光调制单元,所述光调制单元设置在所述基底镜片上的或所述基底镜片中的至少一个光调制单元区中,

其中所述光调制单元是凸面的并且具有相对于所述基底镜片的焦度的正焦度;以及

其中透射通过所述光调制单元区的光导致离焦光分布,所述离焦光分布沿着相对于所述第一图像平面在前面方向延伸到一个或多个附加图像平面。

21.根据权利要求20所述的眼科镜片,其中所述光调制单元本质上是折射的。

22.根据权利要求20所述的眼科镜片,其中所述光调制单元本质上是衍射的。

23.根据权利要求20所述的眼科镜片,其中所述光调制单元是多焦的并且具有不同于所述基底镜片的焦度的至少两个光焦度。

24.根据权利要求20所述的眼科镜片,其中所述光调制单元是非球面的并且具有从-3D到+5D变化的焦度。

25.根据权利要求20所述的眼科镜片,其中所述光调制单元的直径范围为从约20微米到约3mm。

26.根据权利要求20所述的眼科镜片,其中所述光调制单元的矢状深度从约20nm到约1mm变化。

27.根据权利要求20所述的眼科镜片,其中所述光调制单元以排列、聚集体、阵列、簇的堆叠(包含例如联合的、邻接的单元和/或彼此相互作用或以其他方式彼此依赖的单元)定位在所述镜片上。

28.根据权利要求20所述的眼科镜片,其中所述光调制单元布置成正方形、六边形、圆形、菱形、同心、非同心、螺旋、不完整回路、旋转对称、旋转不对称或任何其他合适的排列。

29.根据权利要求20所述的眼科镜片,其中所述光调制单元区位于所述基底镜片的中心光学区、中间-周缘光学区和周缘光学区中的一个或多个的任何组合中。

30.根据权利要求20所述的眼科镜片,其中所述基底镜片具有横跨所述镜片的均匀的焦度。

31.根据权利要求20所述的眼科镜片,其中所述基底镜片的焦度横跨所述镜片而变化。

32.根据权利要求20所述的眼科镜片,其中所述基底镜片的周缘光学区焦度比所述基底镜片的中心光学区和/或中间-周缘光学区更正或更负。

33.根据权利要求20所述的眼科镜片,其中所述基底镜片结合滤光器和/或相位改性掩模。

34.根据权利要求20所述的眼科镜片,其中所述光调制单元区具有几何填充因子,所述几何填充因子被设计成提供分布在近视散焦和远视散焦的期望的光的比率。

35.根据权利要求20所述的眼科镜片,其中所述光调制单元区被配置成提供没有明显的远视散焦或没有明显的近视散焦的离焦光分布。

36.根据权利要求20所述的眼科镜片,其中所述光调制单元区被配置成提供具有近视散焦光、远视散焦光或两者的非周期性和非单调振幅的离焦光分布。

37.根据权利要求20所述的眼科镜片,其中所述眼科镜片被配置用于矫正、减缓、减少和/或控制近视进展。

38.根据权利要求20所述的眼科镜片,其中所述光调制单元相对于所述眼科镜片的总表面积的填充比(例如,所述光调制单元的总表面积相对于所述眼科镜片的总表面积的比)为约5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%或85%(例如至少5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%或85%或在5-15%、20-30%、35-45%、40-50%、45-55%、60-70%、70-75%、或75-85%之间)。

39.一种眼科镜片,其包括:

基底镜片,其具有第一焦度并且被配置成将光引导到至少第一平面;以及

多个小透镜,所述多个小透镜设置在所述基底镜片表面或嵌入在所述基底镜片的以下一个或多个区的任何组合中的至少一种:所述基底镜片的中心光学区、中间-周缘光学区和周缘光学区,并且每个小透镜被配置成用于将光引导到一个或多个图像平面;

其中:

所述多个小透镜的图像平面包括在相对于所述第一平面的远视散焦或近视散焦方向中的至少一个中的至少两个附加平面;

所述多个小透镜的所述图像平面对应于大于3.00D的焦度的变化。

40.根据权利要求39所述的眼科镜片,其中所述多个小透镜包括多个多焦小透镜,每个多焦小透镜被配置用于将光引导到多于一个图像平面并且其中,所述至少两个附加平面包括来自所述多个多焦小透镜中的每个多焦小透镜的所述多于一个图像平面。

41.根据权利要求40所述的眼科镜片,其中所述至少两个附加平面在相对于所述第一平面的所述近视散焦方向,并且其中,所述多个多焦小透镜具有相对于所述第一焦度的+0.5D到+5D的范围内的焦度。

42.根据权利要求41所述的眼科镜片,其中所述多个小透镜包括所述眼科镜片的所有小透镜,并且其中所述多个小透镜均为多焦小透镜。

43.根据权利要求41所述的眼科镜片,其中所述多个小透镜彼此分离。

44.根据权利要求41所述的眼科镜片,其中所述多个小透镜彼此邻接。

45.根据权利要求41所述的眼科镜片,其中所述多个小透镜包括位于中间-周缘光学区的多个小透镜,并且其中,所述眼科镜片上的第一直径的所述多个小透镜中的第一一个或多个小透镜具有第一焦度,并且所述眼科镜片上的第二直径的所述多个小透镜中的第二一个或多个小透镜具有第二焦度,其中,所述第二直径大于所述第一直径,并且所述第二焦度比所述第一焦度相对更正。

46.根据权利要求39所述的眼科镜片,其中所述眼科镜片是眼镜镜片。

47.根据权利要求40所述的眼科镜片,其中所述至少两个附加平面在相对于所述第一平面的所述近视散焦方向和所述远视散焦方向,并且其中,所述多个多焦小透镜具有相对

于所述第一焦度的-5D到+5D的范围内的焦度。

48.根据权利要求47所述的眼科镜片,其中所述多个小透镜包括所述眼科镜片的所有小透镜,并且其中所述多个小透镜均为多焦小透镜。

49.根据权利要求47所述的眼科镜片,其中所述多个小透镜彼此分离。

50.根据权利要求47所述的眼科镜片,其中所述多个小透镜彼此邻接。

51.根据权利要求39所述的眼科镜片,其中所述多个小透镜中的每个小透镜的直径范围为从约20微米到约3mm。

52.根据权利要求39所述的眼科镜片,其中所述多个小透镜相对于所述眼科镜片的总表面积的填充比在5-15%之间。

53.根据权利要求39所述的眼科镜片,其中所述眼科镜片被配置成提供散焦光的至少一个连续带。

54.根据权利要求53所述的眼科镜片,其中所述散焦光的连续带是入射光的所述离焦光分布的至少约20%。

55.根据权利要求41所述的眼科镜片,其中所述离焦光分布在所述近视散焦以及所述第一平面的1.00D内的振幅小于总近视散焦光的30%。

56.根据权利要求41所述的眼科镜片,其中所述离焦光分布在所述近视散焦以及所述第一平面的1.00D内的振幅小于总近视散焦光的20%。

57.根据权利要求41所述的眼科镜片,其中所述离焦光分布在所述近视散焦以及所述第一平面的1.00D内的振幅小于总近视散焦光的10%。

58.根据权利要求39所述的眼科镜片,其中所述多个小透镜包括多个复曲面小透镜,每个复曲面小透镜被配置用于将光引导到多于一个图像平面,并且其中,所述至少两个附加平面包括来自所述多个复曲面小透镜中的每个复曲面小透镜的所述多于一个图像平面,并且其中,所述眼科镜片被配置成提供散焦光的至少一个连续带。

矫正、减缓、减少和/或控制近视进展的眼科镜片和方法

[0001] 本申请是优先权日为2019年06月28日和2019年9月6日,申请日为2020年6月26日,申请号为202080059468.1,发明名称为“矫正、减缓、减少和/或控制近视进展的眼科镜片和方法”的申请的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本公开要求2019年6月28日提交的美国临时申请号62/868,348和2019年9月6日提交的美国临时申请号62/896,920的优先权。本申请还与2017年10月25日提交的国际申请号PCT/AU2017/051173有关,该国际申请要求2016年10月25日提交的美国临时申请号62/412,507的优先权。这些优先权申请和相关申请中的每一个均通过引用以其整体并入本文。

技术领域

[0004] 本公开涉及眼科镜片,更特别是涉及用于矫正、减缓、减少和/或控制近视进展的眼科镜片和方法。

背景技术

[0005] 包括本公开中背景的讨论以解释所公开实施方式的上下文。这不应被视为承认所提及的材料在本公开呈现的实施方式和权利要求的优先权日是已公开的、已知的或是公知常识的一部分。

[0006] 近视(myopia),通常称为近视眼(shortsightedness),是一种导致远处物体聚焦在视网膜前方的眼睛疾病。因而,视网膜上的图像未对焦(in focus)并因此物体的图像模糊。已采用近视的光学矫正策略,其使用眼科镜片将图像平面移动到视网膜并提供清晰的视觉。然而,这些策略不会减缓眼睛的生长,因此近视继续进展。现在存在许多旨在减缓或阻止或控制近视进展的光学矫正策略,并且这些策略通常采用近视散焦,同时试图在视网膜处同时提供清晰的视觉。已发现这些策略在一定程度上减缓了进展。

[0007] 考虑到由眼睛成像的自然场景,该场景包括对焦的元件以及近视和远视散焦的元件。这种对焦和失焦元件的程度和幅度因场景而异。因此,在眼睛中,视网膜的区域(regions)暴露于由对焦和失焦图像产生的竞争性光学信号。失焦图像可能是远视散焦以及近视散焦两者。这种竞争性聚焦/散焦信号可能对引导眼睛进行正视化(emmetropisation)有影响—如在动物模型中,仅引入近视或远视散焦破坏了正视化。类似地,用具有均匀焦度(power)的设备来矫正近视的眼睛并不会减缓眼睛生长。因此,将光引导或转移到多个平面的元件的结合可在视网膜处导致竞争性信号并可提供减缓和/或阻止眼睛生长的激励。

[0008] 因此,需要通过引导光以转移到多个平面以在视网膜处提供竞争性散焦信号,并因此提供针对眼睛生长的减缓和/或停止信号。本公开旨在解决本文公开的这些和其他问题。本公开还旨在指出使用本文描述的示例性眼科镜片和方法的一个或多个优点。

发明内容

[0009] 本公开旨在克服和/或改善本文描述的一个或多个问题。

[0010] 本公开至少部分地涉及用于矫正、减缓、减少和/或控制近视进展的眼科镜片和/或方法。

[0011] 本公开至少部分地涉及用于利用多个光调制单元通过将光引导或移动到多个平面来矫正、减缓、减少和/或控制眼睛生长进展的眼科镜片和/或方法。

[0012] 本公开至少部分地涉及将入射光引导至多于一个图像平面(例如,2个或更多个图像平面或3个或更多个图像平面)的眼科镜片和/或方法。

[0013] 本公开至少部分地涉及利用多个光调制单元和基底镜片以将入射光引导至多于一个的图像平面(例如,2个或更多个图像平面或3个或更多个图像平面)处的眼科镜片和/或方法。

[0014] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其包括基底镜片;以及多个光调制单元,其中,该基底镜片将光引导至第一图像平面并且该多个光调制单元中的至少一个或多个将光引导至第二图像平面(例如,一个或多个第二图像平面)。

[0015] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其包括基底镜片;以及多个光调制单元,其中,该基底镜片将光引导至第一图像平面并且该多个光调制单元中的至少一个或多个将光引导至相对于第一图像平面在前面的第二图像平面(例如,一个或多个第二图像平面)。

[0016] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其包括基底镜片;以及多个光调制单元,其中,该基底镜片将光引导至第一图像平面并且该多个光调制单元中的至少一个或多个将光引导至相对于第一图像平面在后面的第二图像平面(例如,一个或多个第二图像平面)。

[0017] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其具有基底镜片;以及多个光调制单元,其中,该基底镜片将光引导至第一图像平面,并且该多个光调制单元中的至少一个或多个将光引导至第二图像平面(例如,一个或多个第二图像平面),并且该多个光调制单元中的至少一个或多个将光引导至第三图像平面(例如,一个或多个第三图像平面)。

[0018] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其具有基底镜片;以及多个光调制单元,其中,该基底镜片将光引导至第一图像平面,并且该多个光调制单元中的至少一个或多个将光引导至相对于第一图像平面在前面的第二图像平面(例如,一个或多个第二图像平面),并且该多个光调制单元中的至少一个或多个将光引导至相对于该第一图像平面和第二图像平面更靠前面的第三图像平面(例如,一个或多个第三图像平面)。

[0019] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其具有基底镜片;以及多个光调制单元,其中,该基底镜片将光引导至第一图像平面,并且该多个光调制单元中的至少一个或多个将光引导至相对于第一图像平面在前面的第二图像平面(例如,一个或多个第二图像平面),并且该多个光调制单元中的至少一个或多个将光引导至相对于第一图像平面在后面的第三图像平面(例如,一个或多个第三图像平面)。

[0020] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其具有基底镜片;以及多个光调制单元,其中,该基底镜片将光引导至两个或更多个图像平面并且该多个光调制单元将光引导至一个或多个图像平面(例如,不同于与该基底镜片关联的两个或更多个图像平面的一个或多个图像平面)。

[0021] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其包括具有第一焦度的基底镜片;以及多

个光调制单元,其中,该光调制单元中的一个或多个相对于该第一焦度是近视的并且该光调制单元中的一个或多个相对于该第一焦度是远视的。

[0022] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其包括具有第一焦度和第二焦度的基底镜片;以及位于具有该第二焦度的该基底镜片上的多个光调制单元,其中,该光调制单元中的一个或多个相对于该第一焦度和第二焦度是近视的并且该光调制单元中的一个或多个相对于该第一焦度和第二焦度是远视的。

[0023] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其包括具有第一焦度的基底镜片;位于该基底镜片上的具有第二焦度的多个光调制单元,以及围绕该多个光调制单元的具有第三焦度的包络区(envelope zone),其中,该光调制单元中的一个或多个相对于该第一焦度和第三焦度是近视的并且该光调制单元中的一个或多个相对于该第一焦度和第三焦度是远视的。

[0024] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其包括具有第一焦度的基底镜片;以及多个光调制单元,其中该多个光调制单元中的一个或多个具有第二焦度并且该多个光调制单元中的至少一个或多个具有第三焦度,其中该眼科镜片的具有该第一焦度的部分将入射光引导至第一图像平面,并且具有该第二焦度的光调制单元将光引导至相对于该第一图像平面近视散焦的第二图像平面,并且具有该第三焦度的光调制单元将光引导至相对于该第一图像平面远视散焦的第三图像平面。

[0025] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其包括具有第一焦度的基底镜片;以及多个光调制单元,其中该多个光调制单元中的一个或多个具有第二焦度、第三焦度和第四焦度,其中该眼科镜片的具有该第一焦度的部分将入射光引导至第一图像平面,并且具有该第二焦度和第三焦度的光调制单元将光引导至相对于该第一图像平面近视散焦的第二和第三图像平面,并且具有该第四焦度的光调制单元将光引导至相对于该第一图像平面远视散焦的第四图像平面。

[0026] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其包括具有第一焦度的基底镜片;以及多个光调制单元,其中该多个光调制单元中的一个或多个具有第二焦度、第三焦度和第四焦度,其中该眼科镜片的具有该第一焦度的部分将入射光引导至第一图像平面,并且具有该第二焦度的光调制单元将光引导至相对于该第一图像平面近视散焦的第二图像平面,并且具有该第三焦度和第四焦度的光调制单元将光引导至相对于该第一图像平面远视散焦的第三和第四图像平面。

[0027] 本公开至少部分地涉及一种用于具有屈光不正(refractive error)的眼睛的眼科镜片,该眼科镜片包括具有第一焦度的基底镜片;以及多个光调制单元,其中该多个光调制单元中的一个或多个具有第二焦度并且该多个光调制单元中的至少一个或多个具有第三焦度,其中该眼科镜片的具有该第一焦度的部分将入射光引导至第一图像平面以矫正该眼睛的该屈光不正,并且具有该第二焦度的光调制单元将光引导至相对于该第一图像平面近视散焦的第二图像平面,并且具有该第三焦度的光调制单元将光引导至相对于该第一图像平面远视散焦的第三图像平面。

[0028] 本公开至少部分地涉及一种用于具有屈光不正的眼睛的眼科镜片,该眼科镜片包括基底镜片和多个光调制单元;该基底镜片包括中心光学区和周缘光学区,其中该周缘光学区的焦度比该中心光学区的更正;其中位于该周缘光学区上的该光调制单元中的一个或

多个具有比周缘光学区焦度更正的焦度,并且位于该周缘光学区上的该光调制单元中的一个或多个具有比周缘光学区焦度更负的焦度。

[0029] 本公开至少部分地涉及利用一个或多个多焦的光调制单元以将入射光引导至多于一个图像平面处的眼科镜片和/或方法。

[0030] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其包括基底镜片;以及一个或多个多焦的光调制单元,其中,该基底镜片将光引导至第一图像平面,并且该多焦的光调制单元中的一个或多个将光引导到至少第二和第三图像平面。

[0031] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其包括基底镜片;以及一个或多个多焦的光调制单元,其中,该基底镜片包括第一焦度,并且该一个或多个多焦的光调制单元的一部分包括至少第二焦度,并且该一个或多个多焦的光调制单元的一部分包括至少第三焦度。

[0032] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其包括具有一个或多个焦度的基底镜片;以及多个光调制单元,其中,该光调制单元中的一个或多个为多焦的光调制单元(即,它们具有多于一个焦距)。

[0033] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其包括具有第一焦距的基底镜片;以及多个多焦的光调制单元,其中一个或多个多焦的光调制单元的第一部分具有第二焦距并且该一个或多个多焦的光调制单元的第二部分具有第三焦距。

[0034] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其包括具有第一光焦度(focal power)的基底镜片;以及多个多焦的光调制单元,其中,该多焦的光调制单元的一部分引导相对于该第一焦度在前面的光并且该多焦的光调制单元的另一部分引导相对于该第一焦度在后面的光。

[0035] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其包括具有一个或多个焦度的基底镜片;以及多个光调制单元,其中该光调制单元中的一个或多个在焦度上是基本上均匀的并且多焦的光调制单元中的一个或多个具有变化的焦度。

[0036] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其包括具有第一焦度的基底镜片;以及多个光调制单元,其中,该光调制单元(例如,多焦的光调制单元)中的一个或多个具有变化的焦度,即渐变焦度,或渐进焦度(例如,该光调制单元具有多于一个焦距,其中该多焦距从一个焦距逐渐过渡或变化到另一个焦距;或焦距横跨光调制单元的多个区域中的一个而变化)。

[0037] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其包括具有第一焦度的基底镜片;以及多个光调制单元,其中该光调制单元(例如,多焦的光调制单元)中的一个或多个的焦度包括散光焦度(例如,可以具有一个或多个圆柱面或复曲面以沿不同轴或子午线提供不同的焦度)。

[0038] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其包括具有第一焦度的基底镜片;以及多个光调制单元,其中该光调制单元(例如,多焦的光调制单元)中的一个或多个的焦度包括一个或多个散光焦度,由此该一个或多个散光光焦度的轴(或子午线)可以是径向地,和/或周向地,和/或垂直地,和/或水平地,和/或倾斜地对准,和/或呈随机或准随机(quazi-random),和/或伪随机排列。

[0039] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其包括具有第一焦度的基底镜片;以及多个光调制单元,其中该光调制单元(例如,多焦的光调制单元)中的一个或多个的焦度包括

较高阶像差(例如球面像差、彗形、三叶形、四叶形、较高阶散光等)的一种或多种组合。

[0040] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其包括具有第一焦度的基底镜片;以及多个光调制单元,其中该光调制单元(例如,多焦的光调制单元)中的一个或多个的焦度包括较高阶像差的一种或多种组合,由此一个或多个非旋转对称的较高阶像差(例如彗形、三叶形)的轴或子午线可以径向地,和/或周向地,和/或垂直地,和/或水平地,和/或倾斜地对准,和/或呈随机或准随机,和/或伪随机排列。

[0041] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其包括具有第一光焦度的基底镜片,以及多个光调制单元,其中该光调制单元中的一个或多个具有相对于第一焦度近视的光焦度并且一个或多个光调制单元具有相对于第一焦度远视的光焦度。

[0042] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其包括具有第一光焦度的基底镜片,以及多个光调制单元,其中该光调制单元中的一个或多个具有相对于第一焦度近视或远视的光焦度,并且该光调制单元中的一个或多个是多焦的光调制单元,该多焦的光调制单元具有相对于该第一焦度变化的焦度。

[0043] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其包括具有第一焦度的基底镜片;具有相对于第一焦度近视的焦度的一个或多个光调制单元;以及具有相对于第一焦度远视的焦度的一个或多个光调制单元,其中具有第一焦度的该基底镜片引导入射光聚焦在第一图像平面处,具有相对于第一焦度更近视的焦度的该一个或多个光调制单元将光引导至相对于第一图像平面远视散焦的一个或多个图像平面,并且具有比第一焦度更远视的焦度的一个或多个光调制单元将光引导至相对于第一图像平面近视散焦的一个或多个图像平面。

[0044] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,其包括具有第一焦度的基底镜片、具有相对于该第一焦度近视的焦度的一个或多个光调制单元;具有相对于该第一焦度远视的焦度的一个或多个光调制单元,以及具有变化焦度的一个或多个多焦的光调制单元,其中具有第一焦度的该基底镜片将入射光引导至第一图像平面,具有相对于第一焦度更近视的一个或多个光调制单元将光引导至相对于第一图像平面远视散焦的一个或多个图像平面,具有相对于第一焦度更远视的焦度的一个或多个光调制单元将光引导至相对于第一图像平面近视散焦的一个或多个图像平面,并且该一个或多个多焦的光调制单元将光引导至一个或多个图像平面。

[0045] 本公开至少部分地涉及一种用于矫正眼睛的屈光不正的眼科镜片,该眼科镜片包括具有第一焦度的基底镜片、具有相对于该第一焦度近视的焦度的一个或多个光调制单元;具有相对于该第一焦度远视的焦度的一个或多个光调制单元,以及具有变化焦度的一个或多个多焦的光调制单元,其中具有第一焦度的该基底镜片将入射光引导至第一图像平面以矫正该眼睛的该屈光不正,具有相对于第一焦度更近视的焦度的一个或多个光调制单元将光引导至相对于第一图像平面远视散焦的一个或多个图像平面,具有相对于第一焦度更远视的焦度的一个或多个光调制单元将光引导至相对于第一图像平面近视散焦的一个或多个图像平面,并且该一个或多个多焦的光调制单元将光引导至一个或多个图像平面。

[0046] 本公开至少部分地涉及一种眼科镜片,该眼科镜片包括具有两个或更多个子午线的基底镜片,该基底镜片包括两个或更多个子午线焦度;具有相对于一个子午线焦度近视的一个或多个光调制单元;具有相对于该一个子午线焦度远视的一个或多个光调制单元,其中具有两个或更多个子午线焦度的该基底镜片将入射光引导至两个或更多个子午线平

面,具有相对于第一焦度更近视的焦度的一个或多个光调制单元引导光以聚焦在相对于一个子午线平面远视散焦的图像平面处,具有相对于第一焦度更远视的焦度的一个或多个光调制单元将光引导至相对于该一个子午线平面近视散焦的图像平面。

[0047] 本公开至少部分地涉及利用基底镜片和一个或多个光调制单元的眼科镜片和/或方法,该一个或多个光调制单元(单个地和/或共同地)导致离焦光分布(through focus light distribution),该离焦光分布散布在多于一个图像平面上(例如,2个或更多个图像平面或3个或更多个图像平面、2个或更多个图像平面或3个或更多个图像平面、4个或更多个图像平面或5个或更多个图像平面、6个或更多个图像平面或7个或更多个图像平面、8个或更多个图像平面或9个或更多个图像平面、10个或更多个图像平面)。

[0048] 本公开至少部分地涉及利用基底镜片和一个或多个光调制单元的眼科镜片和/或方法,该一个或多个光调制单元(单个地和/或共同地)导致离焦光分布,该离焦光分布导致焦深扩展。

[0049] 本公开至少部分地涉及利用基底镜片和在该基底镜片上的一个或多个区中的多个光调制单元的眼科镜片和/或方法,其中该基底镜片上的一个或多个光调制单元的尺寸、单元与单元的间距、矢状高度、曲率、焦度和几何填充因子,对于透射通过一个或多个光调制单元区的光来说,导致入射光的离焦光分布,其中该光的一部分被引导到图像平面,光的一部分相对于该图像平面近视散焦,并且光的一部分相对该图像平面远视散焦。

[0050] 本公开至少部分地涉及利用基底镜片和在该基底镜片上的一个或多个区中的多个光调制单元的眼科镜片和/或方法,该多个光调制单元(单个地和/或共同地),对于透射通过一个或多个光调制单元区的光来说,导致离焦光分布,其被引导到图像平面、该图像平面前面和/或该图像平面后面。

[0051] 本公开至少部分地涉及利用基底镜片和在该基底镜片上的一个或多个区中的多个光调制单元的眼科镜片和/或方法,该多个光调制单元比该基底镜片相对更正,以对于透射通过一个或多个光调制单元区的光来说,导致离焦光分布,该离焦光分布被引导到图像平面、该图像平面前面和/或该图像平面后面。

[0052] 本公开至少部分地涉及利用基底镜片和在该基底镜片上的一个或多个区中的多个光调制单元的眼科镜片和/或方法,该多个光调制单元比该基底镜片相对更正,以对于透射通过一个或多个光调制单元区的光来说,导致离焦光分布,该离焦光分布被引导到图像平面和在该图像平面前面的一个或多个平面。

[0053] 本公开至少部分地涉及利用基底镜片和多个光调制单元的眼科镜片和/或方法,该多个光调制单元比该基底镜片相对更负以导致离焦光分布,该离焦光分布被引导到图像平面、该图像平面前面和该图像平面后面。

[0054] 本公开至少部分地涉及利用基底镜片和多个光调制单元的眼科镜片和/或方法,该多个光调制单元比该基底镜片相对更负,(单个地和/或共同地)导致离焦光分布,该离焦光分布被引导到图像平面和在该图像平面后面的一个或多个平面。

[0055] 本文所述的主题的其他特征和优点根据说明书和附图以及权利要求是明显的。

附图说明

[0056] 当结合附图阅读时,可以从以下详细描述中理解本文描述的实施方式的各个方

面。

[0057] 图1是单视眼科镜片和用眼镜镜片矫正的眼睛的示意图。

[0058] 图2是根据本文描述的一些实施方式中的一个示例性的眼科镜片示意图,其具有基底镜片和结合在该镜片上的光调制单元;和用该眼科镜片矫正的眼睛的示意图。

[0059] 图3是光调制单元的焦度分布的示例的示意图。

[0060] 图4是光调制单元的表面轮廓的示例的示意图。

[0061] 图5是对光进行相位调制的光调制单元的示例的示意图。

[0062] 图6是光调制单元横跨眼科镜片各个区的可能分布的示意图。

[0063] 图7是示出眼科镜片上的光调制单元的示例的几何填充因子以及处于近视散焦和远视散焦的合成离焦光分布(resultant through focus light distribution)的表格。

[0064] 图8是入射在包括多个光调制单元的眼科镜片上的光的离焦光分布,其展示了对焦在图像平面处、在图像平面前方或前面以及在图像平面后方或后面的光的比例。

[0065] 图9示出了一个眼科镜片的焦度图,其具有平光焦度(plano powered)基底镜片和+3.50D光调制单元。

[0066] 图10是入射到眼科镜片上的光的合成离焦光分布,该眼科镜片包括多个光调制单元,多个光调制单元具有75%的光被引导到图像平面并且约25%的光被引导到图像平面前面(近视散焦)的平面的几何填充因子。

[0067] 图11是包括多个光调制单元的眼科镜片的离焦光分布的实施方式,其中几何填充因子被设计成提供横跨在图像平面前面和后面的平面的光聚焦的不对称振幅。

[0068] 图12示出了包括多个光调制单元的眼科镜片的离焦光分布,其中在屈光度步进(steps)中考虑到了横跨在图像平面前面和后面的平面的光分布带。

[0069] 图13示出了包括多个光调制单元的眼科镜片的离焦光分布,其中在离散的或不连续的屈光步进中考虑到了横跨在图像平面前面和后面的平面的光分布带。

[0070] 图14a和图14b示出了光调制单元与相邻单元的依赖关系。

[0071] 图15是列出实施例1-13的光调制单元的规格的表格。

[0072] 图16是根据本文描述的一些实施方式(实施例1)的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。

[0073] 图17是根据本文描述的一些实施方式(实施例2)的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。

[0074] 图18是根据本文描述的一些实施方式(实施例3)的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。

[0075] 图19是根据本文描述的一些实施方式(实施例4)的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。

[0076] 图20显示了一个具有正的光调制单元(+0.50D的光调制单元焦度)的-2.00D近视镜片的焦度图和几何模糊圈。

[0077] 图21显示了一个具有负的光调制单元(+2.00D的光调制单元焦度)的-2.00D近视镜片的焦度图和几何模糊圈。

[0078] 图22是根据本文描述的一些实施方式(实施例5)的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。

[0079] 图23是根据本文描述的一些实施方式(实施例6)的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。

[0080] 图24是根据本文描述的一些实施方式(实施例7)的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。

[0081] 图25是根据本文描述的一些实施方式(实施例8)的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。

[0082] 图26是根据本文描述的一些实施方式(实施例9)的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。

[0083] 图27是根据本文描述的一些实施方式(实施方式10)的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。

[0084] 图28是根据本文描述的一些实施方式(实施方式11)的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。

[0085] 图29是根据本文描述的一些实施方式(实施方式12)的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。

[0086] 图30是根据本文描述的一些实施方式(实施例13)的在眼科镜片的前表面上具有凹面和凸面光调制单元的示例性眼科镜片的示意图。

[0087] 图31是根据本文描述的一些实施方式(实施例14)的在眼科镜片的前表面上具有多焦的光调制单元的示例性眼科镜片的示意图。

[0088] 图32是根据本文描述的一些实施方式(实施例15)的在眼科镜片的前表面上具有多焦的光调制单元的示例性眼科镜片的示意图。

[0089] 图33是根据本文描述的一些实施方式(实施例16)的在眼科镜片的前表面上具有多焦的光调制单元的示例性眼科镜片的示意图。

[0090] 图34是根据本文描述的一些实施方式(实施例17)的在眼科镜片的前表面和后表面两者上具有正负两者和多焦的光调制单元的示例性眼科镜片的示意图。

[0091] 图35是根据本文描述的一些实施方式的在眼科镜片的镜片表面上嵌有凹面的、凸面的和多焦的光调制单元的示例性眼科镜片的示意图。

[0092] 图36是根据本文描述的一些实施方式的在眼科镜片的镜片矩阵中嵌有凹面的、凸面的和多焦的光调制单元的示例性眼科镜片的示意图。

[0093] 图37是根据本文描述的一些实施方式的示例性眼科镜片的放大示意图,该示例性眼科镜片在眼科镜片的前表面上具有眼镜镜片凹面的和凸面的光调制单元,以示出光被引导穿过眼镜镜片到达视网膜处的多个平面。

[0094] 图38是根据本文描述的一些实施方式的示例性眼科镜片(即隐形镜片)的放大示意图,其在眼科镜片的前表面上具有凹面的和凸面的光调制单元,以示出光被引导穿过眼镜镜片以聚焦在视网膜处的多个平面处。

[0095] 图39是根据本文描述的一些实施方式的用于近视眼的示例性镜片的焦度图。

[0096] 图40是根据本文描述的一些实施方式的用于近视眼的示例性镜片的焦度图。

[0097] 图41是根据本文描述的一些实施方式的用于近视眼的示例性镜片的焦度图。

[0098] 图42是包括光调制单元的眼科镜片的图示,其中光调制单元的光焦度被选择以使对应的焦平面位于眼睛的入瞳附近。

[0099] 图43是根据本文描述的一些实施方式的用于近视眼的示例性镜片的示意图。

[0100] 图44是根据本文描述的一些实施方式的用于近视眼的示例性镜片的示意图。

[0101] 图45是根据本文描述的一些实施方式的用于近视眼的示例性镜片的示意图。

具体实施方式

[0102] 以下公开提供了许多不同的实施方式或示例,用于实现所提供的主题的不同特征。下面描述部件和布置的具体示例以简化本公开。当然,这些仅仅是示例而不是限制性的。此外,本公开可以在各种示例中重复参考数字和/或字母。这种重复是为了简单和清楚的目的,其本身并不规定所讨论的各种实施方式和/或配置之间的关系。

[0103] 详细说明中使用的主题标题是为了便于读者参考而包含在内的,并且不应用于限制在整个公开或权利要求中发现的主题。主题标题不应用于解释权利要求的范围或权利要求的限定。

[0104] 如在本公开中使用的术语“约”应理解为可与术语“近似的”或“大致地”互相替换。

[0105] 如在本公开中使用的术语“包括”及其派生词(例如,包含、含有)应被视为包含其所指的特征,并且不意味着排除其它特征的存在,除非另有说明或暗示。

[0106] 如在本公开中使用的术语“近视”或“近视眼”旨在指已经近视、前近视或具有正在向近视进展的屈光状况的眼睛。

[0107] 如在本公开中使用的术语“停止信号”是指可以促进减慢、阻止、延迟、抑制或控制眼睛的生长和/或眼睛的屈光状况的光学信号。

[0108] 如在本公开中使用的术语“眼科镜片”旨在包括眼镜镜片或隐形镜片中的一种或多种。在一些实施方式中,眼科镜片可以包括基底镜片。它还可以包括设计成附接到或粘附到基底镜片上或与基底镜片结合使用的一种或多种膜或片材或涂层。

[0109] 如在本公开中使用的术语“眼镜镜片”旨在包含镜片坯材、半成品、成品或基本上成品的眼镜镜片。

[0110] 如在本公开中使用的术语“光调制单元”是指折射或衍射或折射和衍射光学元件的组合[例如,小透镜、折射镜片或菲涅耳型镜片,或衍射小阶梯光栅、衍射光栅、衍射环,或相位改性掩膜,例如振幅掩膜、二元振幅掩膜、相位掩膜,或相息图(kinoform),或二元相位掩膜,或相位改性表面,例如超表面或纳米结构],该元件可以是(或可以成形为):圆形、椭圆形、半圆形、六边形、正方形、圆柱形或其他合适的形状。光调制单元可以是球面的、非球面的、多焦的或棱柱形的,并且光调制单元的直径范围可以从约20微米到约3mm(例如,约20微米、50微米、75微米、100微米、200微米、250微米、300微米、400微米、500微米、600微米、700微米、750微米、800微米、900微米、1mm、1.5mm、2mm、2.5mm,和/或3mm)。光调制单元可以具有零焦度或没有焦度,可以是正焦度或负焦度和/或可以具有多个焦度。光调制单元可以具有焦距或可以具有一个或多个焦距。光调制单元的形状(或表面轮廓)可以是凸面的、平光的(例如,平坦的或基本上平坦的)、凹面的或者可以是合适形状的组合。光调制单元可以具有低阶像差(散光)。光调制单元可以具有散光轴,该散光轴垂直地、水平地、倾斜地、径向地、周向地对准,和/或呈随机、准随机和/或伪随机排列。光调制单元可以具有一种较高阶像差或者多于一种较高阶像差(例如球面像差、彗形、三叶形、四叶形等)的组合。光调制单元可以具有非旋转较高阶像差(例如彗形、三叶形、四叶形)的轴或子午线,该轴或子午线垂

直地、水平地、倾斜地、径向地、周向地对准,和/或呈随机、准随机和/或伪随机排列。光调制单元可以由与眼科镜片的基材(例如基底镜片)相同(例如,具有相同的折射率)的材料组成,或者可以相对于眼科镜片的基材在材料和/或折射率上有变化。光调制单元可以在减成法或局部镜片材料改变工艺中通过激光器(例如飞秒激光器)生成。可以与掩模配合制备多个光调制单元以提高生产光调制单元的效率。光调制单元可以形成于或附接在基底镜片的前表面或后表面中的一者或两者上,或者嵌入或夹层在基底镜片中,或者可以包括其组合(例如,一个或多个光调制单元嵌入在基底镜片中以及一个或多个形成在一个或多个表面上)。光调制单元可以作为镜片表面涂层的一部分形成或作为镜片制造过程(例如,模制过程)的一部分转移到表面。光调制单元可出现像差;例如,可以在光调制单元的部分或整体中使用非球面以引入焦度变化,例如球面像差或横跨光调制单元的其他合适的光学像差。光调制单元的焦度可以使用已建立的用于测量折射焦度(refractive power)的技术和/或程序来确定,或者可以基于所用材料的折射率、厚度、曲率或其组合来计算,或者使用其他合适的材料特性来计算。

[0111] 如在本公开中使用的术语“多焦的”光调制单元是指具有多个焦距和/或焦度的光调制单元。它也可以指圆柱形或散光或复曲面的光调制单元。在一些实施方式中,多焦的光调制单元可被称为具有变化焦度的光调制单元。

[0112] 图1是单视眼科镜片和用眼镜镜片矫正的近视眼的示意图。如图所示,眼科镜片(例如,眼镜镜片)放置在眼睛前面以影响该眼睛的视力。在图1中,眼科镜片1(1a是侧视图并且1b是正视图)具有大致均匀的焦度,并且如可通过镜片1的侧视图观察到的,穿过眼科镜片1(例如,眼镜镜片)的光会对焦在眼睛的小凹(fovea)处的或其附近的单个图像平面中。

[0113] 考虑到在眼睛处的自然场景的图像,该场景通常包括对焦的元件以及近视散焦和远视散焦的元件。这种对焦和失焦元件的程度和幅度因场景而异。因此,在眼睛中,视网膜的一些区域或部分暴露于由对焦和失焦图像产生的竞争性光学信号。失焦图像可能是远视散焦以及近视散焦两者。这种竞争性聚焦/散焦信号可能对引导眼睛进行正视化有影响—如在动物模型中,引入近视或远视散焦可能破坏正视化。类似地,用具有均匀焦度的眼科镜片的设备来矫正近视的眼睛并不会减缓眼睛生长。因此,将光引导到多个平面的元件的结合可在视网膜处导致竞争性信号并可提供减缓和/或阻止眼睛生长的激励。

[0114] 因此,需要通过将光引导至多个平面以在视网膜处提供竞争性散焦信号,并因此提供针对眼睛生长的减缓和/或停止信号。在一些实施方式中,可期望通过与周围相比衰减对焦图像的强度来实现这些结果。在这种情况下,当眼科镜片在使用中时,期望针对眼睛的一些注视方向将入射光引导至视网膜处的多个平面。

[0115] 因此,在一些实施方式中,本文所述的眼科镜片和/或方法可以在人的眼睛使用眼科镜片时,能够针对眼睛的所有或大部分的注视方向,将光引导至多个平面。在一些实施方式中,任何眼睛的大部分的注视方向可以包含当人的眼睛使用眼科镜片时眼睛的注视位置的至少55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%或99%。

[0116] 眼科镜片的基底镜片

[0117] 图2是根据本文描述的一些实施方式的具有基底镜片和结合在该基底镜片上的光调制单元的示例性眼科镜片和用眼科镜片矫正的眼睛的示意图。在图2中,眼科镜片2(例如

眼镜镜片)(2a为侧视图并且2b为正视图)包括形成在镜片的表面上或嵌入镜片中的多个光调制单元2f。眼科镜片(例如,眼镜镜片)具有三个光学区—中心光学区2c;中间-周缘光学区2d和周缘光学区2e。

[0118] 在一些实施方式中,眼科镜片(例如,眼镜镜片)的基底镜片可以包括这三个区中的一个或多个。在一些实施方式中,眼科镜片可以结合片材或膜或涂层,其可以附接到或施加到眼镜镜片的一个或多个表面,或装配到基底镜片的前表面和/或后表面和/或嵌入基底镜片中。在一些实施方式中,眼科镜片的中心光学区可以是圆形的形状并且具有范围从约1.5mm到5mm的半径。在一些实施方式中,中心光学区可以是非圆形的形状。在一些实施方式中,光学区可以是椭圆或正方形的形状或任何其他合适的形状。在一些实施方式中,中心光学区可以偏离眼科镜片的中心轴或光轴。在一些实施方式中,中间-周缘光学区可以是环形的形状或者可以具有其他合适的形状并且具有约15mm的内半径和约15mm的外半径。在一些实施方式中,周缘光学区可以是环形的形状或具有其他合适的形状并且具有约10mm的内半径和约30mm的外半径。在一些实施方式中,基底镜片的基材可以由透明或至少基本上透明的材料构成。在一些实施方式中,基底镜片可以具有横跨镜片而均匀的焦度,或者可以具有横跨镜片而变化的焦度。在一些实施方式中,与中心和/或中间-周缘光学区相比,基底镜片的周缘光学区具有更正的焦度。在一些实施方式中,与中心光学区相比,基底镜片的周缘和中间-周缘光学区具有更正的焦度。在一些实施方式中,与中心和/或中间-周缘光学区相比,基底镜片的周缘光学区具有更负的焦度。在一些实施方式中,从中心到中间-周缘和/或周缘区的正焦度的增加可以是阶梯式的,或者可以以单调或非单调的方式逐渐增加。在一些实施方式中,从中心到中间-周缘和/或周缘区的负焦度的增加可以是阶梯式的,或者可以以单调或非单调的方式逐渐增加。在一些实施方式中,从中心到周缘区的焦度变化可以横跨整个(或基本上整个)基底镜片,或者可以施加到镜片的某些区域或象限或区段(sections)。在一些实施方式中,眼科镜片的基底镜片可以结合滤光器或者可以结合相位改性掩模,例如振幅掩模。在一些实施方式中,滤光器可以被施加在整个基底镜片上或可以被施加到镜片的精选区域或象限或区段。在一些实施方式中,相位改性掩模可以被施加在整个基底镜片上或者可以被施加到镜片的精选区域或象限或区段。

[0119] 光调制单元

[0120] 在一些实施方式中,本文所述的眼科镜片和/或方法可以在人的眼睛使用眼科镜片时,能够通过利用基底镜片和多个光调制单元的组合,针对眼睛的所有或大部分的注视方向,将光引导到多个平面。光调制单元可以横跨整个镜片而存在或存在于镜片的一个或多个区(区域(regions)或部位(areas))(称为光调制区或治疗区)中。在一些实施方式中,眼科镜片的中心区可以没有光调制单元以实现例如远距视线(distance vision)的清晰视觉。在一些实施方式中,眼科镜片可以包括具有一个或多个焦度的基底镜片,以及横跨整个镜片的或在一个或多个光调制区中的多个光调制单元。在一些实施方式中,眼科镜片可以包括具有一个或多个焦度的基底镜片、多个光调制单元和围绕光调制单元的包络区。在一些其他实施方式中,眼科镜片可以包括具有一个或多个焦度的基底镜片;一个或多个同心环或环形区域或者环或环形区的至少一部分具有一个或多个焦度和多个光调制单元。在一些实施方式中,眼科镜片可以包括具有相位改性掩模的基底镜片和在一个或多个光调制区中的多个光调制单元。

[0121] 在一些实施方式中,多个光调制单元可以规则地或不规则地放置在基底镜片上并且可以彼此分离,或者彼此邻接或重叠或叠放。一个或多个光调制单元可以被定位或集群在眼科镜片的基底镜片上,要么是个别地,要么是集群地呈阵列或排列,或呈聚集体、堆叠、簇或其他合适的集群排列(也称为几何排列)。该个别的光调制单元或排列、聚集体、阵列、簇的堆叠(包含例如联合的、邻接的单元和/或彼此相互作用或以其他方式彼此依赖的单元)可以呈以下形状定位在基底镜片上:正方形、六边形、圆形、菱形、同心、非同心、螺旋、不完整回路(incomplete loop)、旋转对称、旋转不对称或任何其他合适的排列(例如,对应于正方形、六边形或任何其他合适排列的重复图案或任何非重复或随机的排列),并且可以以基底镜片的几何或光学中心为中心,或者可以不以基底镜片的几何或光学中心为中心。在一些实施方式中,单个光调制单元的几何中心可以与光调制单元阵列的几何中心对准。在一些实施方式中,单个光调制单元的几何中心可以不与光调制单元阵列的几何中心对准。在一些实施方式中,单个光调制单元的几何中心或光调制单元阵列的几何中心偏离基底镜片的中心。在一些实施方式中,光调制单元阵列的几何中心可以与基底镜片的光学或几何中心对准,但是单个光调制单元可以偏离该阵列的几何中心。

[0122] 在一些实施方式中,在中心光学区中的一个或多个光调制单元的直径可以在约20微米和约400微米之间(例如,在约20-60微米,40-80微米,60-100微米,80-120微米,100-140微米,120-160微米,140-180微米,160-200微米,180-220微米,200-240微米,220-260微米,240-280微米,260-300微米,280-320微米,300-340微米,320-360微米,340-380微米,360-400微米,20-100微米,100-200微米,200-300微米,300-400微米之间)。在一些实施方式中,在中间-周缘光学区中的一个或多个光调制单元的直径可以在约20微米和约1.5mm之间(例如,在约20-100微米,100-200微米,200-300微米,300-400微米,400-500微米,500-600微米,600-700微米,700-800微米,800-900微米,900微米-1mm,1-1.1mm,1.1-1.2mm,1.2-1.3mm,1.3-1.4mm,1.4-1.5mm,1-1.5mm,500微米-1mm,100-500微米之间)。在一些实施方式中,在周缘光学区中的光调制单元的直径可以在约20微米和约3mm之间(例如,在约20-100微米,100-200微米,200-300微米,300-400微米,400-500微米,500-600微米,600-700微米,700-800微米,800-900微米,900微米-1mm,1-1.1mm,1.1-1.2mm,1.2-1.3mm,1.3-1.4mm,1.4-1.5mm,1.5-1.6mm,1.6-1.7mm,1.7-1.8mm,1.8-1.9mm,1.9-2mm,2-2.1mm,2.1-2.2mm,2.2-2.3mm,2.3-2.4mm,2.4-2.5mm,2.5-2.6mm,2.6-2.7mm,2.7-2.8mm,2.8-2.9mm,2.9-3mm之间)。在一些实施方式中,光调制单元的最长(x)子午线或轴与最短子午线或轴(y)的长度的比率可以是约1.1,约1.2,约1.3,约1.4,约1.5,约1.6,约1.7,约1.8,约1.9和约2.0。在一些实施方式中,在特定光学区中的多个光调制单元的直径可以相同或基本上相同。在一些实施方式中,在特定光学区中的多个光调制单元的直径可以在上述范围之间变化。在一些实施方式中,光调制镜片的矢状深度可以从约20nm到约1mm,从约20nm到约500μm,从约20nm到约400μm,从约20nm到约300μm,从约20nm到约200μm,从约20nm到约100μm,从约20nm到约50μm,从约20nm到约40μm,从约20nm到约30μm,从约20nm到约20μm,从约20nm到约10μm变化。在一些实施方式中,光调制单元相对于基底镜片的矢状差,即与基底镜片上的延伸部或凹陷的高度差可以是约+20nm到约+50μm,+20nm到约+40μm,+20nm到约+30μm,+20nm到约+20μm,+20nm到约+10μm,+20nm到约+5μm,-20nm到约-50μm,-20nm到约-40μm,-20nm到约-30μm,-20nm到约-20μm,-20nm到约-10μm,-20nm到约-5μm。

[0123] 图3示出了折射的示例性光调制单元(包含例如多焦的光调制单元)的一些可能焦度分布的示例。光调制单元可以如示例3a中所示包括两个区(例如Z1和Z2)或者可以如3b中所示包括环形区(例如,由环形区Z3和Z5围绕的中心区Z4)或者可以如示例3c中所示是复曲面或散光的光调制单元(例如,Z6指代水平子午线并且Z7指代垂直子午线)。其他合适的布置也是可能的(例如,具有单一区或多于三个区的光调制单元)。如图所示,焦度分布可以横跨光调制单元是基本上均匀的或者可以横跨光调制单元而变化。在复曲面/散光的光调制单元的一些实施方式中,子午线轴可以是垂直/水平或倾斜取向的。在复曲面/散光的光调制单元的一些实施方式中,沿矢状和切向子午线的焦度可以是不均匀的。在一些实施方式中,光调制单元可以是基本上正焦度的,可以是基本上负焦度的和/或可以是正焦度和负焦度的组合。在一些实施方式中,基本上正焦度的光调制单元可以具有均匀焦度以将光引导至单一焦点或可以具有可变焦度(多焦)以将光引导成聚焦在多个平面处。在一些实施方式中,基本上负焦度的光调制单元可以具有均匀的(例如,基本上均匀的)焦度以将光引导到单一焦点或者可以具有变化的焦度(多焦)以将光引导成聚焦在多个平面处。在一些实施方式中,光调制单元可以布置成使得光调制单元的多个主要子午线或轴中一个或最长的子午线可以彼此平行对准,或者可以径向地对准,或者可以周向地对准,或者呈任何合适的几何排列,例如(举例来说)三角形排列或正方形或矩形或六边形排列。在一些实施方式中,光调制单元可以具有一种较高阶像差或多于一种较高阶像差(例如球面像差、彗形、三叶形、四叶形等)的组合以造成焦深扩展。在一些实施方式中,光调制单元的焦深扩展可以引入至少两个主要像差和至少两个次要像差。在一些实施方式中,扩展焦点的图像质量可以是约0.4或更高(例如,0.35、0.4、0.45等),或者可以小于散焦0.50D的两个焦点的图像质量差。

[0124] 图4示出了图3中所示的光调制单元3a和3b的一些可能的表面轮廓。

[0125] 在一些实施方式中,基底镜片上的一个或多个光调制单元的焦度可以在中心光学区中从约-3D到约+3D变化(例如,约-3D,-2.5D,-2D,-1.5D,-1D,-0.5D,+0.5D,+1D,+1.5D,+2D,+2.5D,+3D)。在一些实施方式中,眼科镜片上的一个或多个光调制单元的焦度可以在中间-周缘光学区中从约-3D到+5D变化(例如,约-3D,-2.5D,-2D,-1.5D,-1D,-0.5D,+0.5D,+1D,+1.5D,+2D,+2.5D,+3D,+3.5D,+4D,+4.5D,+5D)。在一些实施方式中,基底镜片上的一个或多个光调制单元的焦度可以在周缘光学区中从约-3D到约+5D变化(例如,约-3D,-2.5D,-2D,-1.5D,-1D,-0.5D,+0.5D,+1D,+1.5D,+2D,+2.5D,+3D,+3.5D,+4D,+4.5D,+5D)。在一些实施方式中,更多的多焦的光调制单元中的一个的焦度可以包含范围从约-3D到约+5D(例如,约-3D,-2.5D,-2D,-1.5D,-1D,-0.5D,0.00,+0.5D,+1D,+1.5D,+2D,+2.5D,+3D,+3.5D,+4D,+4.5D,+5D)的多于一个的焦度。

[0126] 在一些实施方式中,基底镜片上的一个或多个光调制单元的焦度可以在中心光学区中在从约-3D到约+3D的范围内(例如,约-3D,-2.5D,-2D,-1.5D,-1D,-0.5D,+0.5D,+1D,+1.5D,+2D,+2.5D,+3D)。在一些实施方式中,基底镜片上的一个或多个光调制单元的焦度可以在中间-周缘光学区中在从约-3D到+5D的范围内(例如,约-3D,-2.5D,-2D,-1.5D,-1D,-0.5D,+0.5D,+1D,+1.5D,+2D,+2.5D,+3D,+3.5D,+4D,+4.5D,+5D)。在一些实施方式中,基底镜片上的一个或多个光调制单元的焦度可以在周缘光学区中在从约-3D到约+5D的范围内(例如,约-3D,-2.5D,-2D,-1.5D,-1D,-0.5D,+0.5D,+1D,+1.5D,+2D,+2.5D,+3D,+3.5D,+4D,+4.5D,+5D)。在一些实施方式中,更多的多焦的光调制单元中的一个的焦度可以包含范

围从约-3D到约+5D(例如,为约-3D,-2.5D,-2D,-1.5D,-1D,-0.5D,0.00,+0.5D,+1D,+1.5D,+2D,+2.5D,+3D,+3.5D,+4D,+4.5D,+5D)的多于一个的焦度。

[0127] 在一些实施方式中,光调制单元可以包括相位改性掩模,例如振幅掩模、二元振幅掩模、相位掩模,或相息图,或二元相位掩模,或相位改性表面,例如超表面或纳米结构。图5示出了其中光相位已被调制的光调制单元的一些示例。考虑到例如光调制单元,光调制单元的靠外的区域(5d)表示其中光相位已被调制了如下值的区域:例如pi/2、pi、3.pi/2,或介于0和pi/2之间,介于pi/2和pi之间,介于pi和3.pi/2之间或介于3.pi/2和2.pi之间;靠内的白色圆圈(5e)表示光调制单元的第二区域,其光相位已被调制为不同于第一区域的相位;中间灰色圆圈(5f)表示光调制单元的第三区域,其光相位已被调制为不同于第一区域或第二区域的相位。

[0128] 在一些实施方式中,取决于基底镜片上的取向,以及包括滤光器、相位改性掩模等中的一种或多种的其他特征的结合,结合折射焦度的光调制单元可以选择性地透射可在以下范围内的的入射光:从约100%到约30%,从约100%到约40%,从约100%到约50%,从约100%到约60%,从约100%到约70%,从约100%到约80%,从约100%到约90%,从约90%到约50%,到大于约50%,大于约60%,大于约70%,大于约80%,大于约90%。在一些实施方式中,光调制单元的光透射区域可以是整个光调制单元,或者光调制单元的精选部分或区域。

[0129] 在一些实施方式中,本文描述的和如图6所示的光调制单元可以横跨本文描述的基底镜片的所有区进行分布,或者可以横跨基底镜片的一个或多个区(光调制区或治疗区)进行分布。在一些实施方式中,光调制单元可以仅横跨中心区(6a)、仅横跨中间-周缘区(6b)、仅横跨周缘区(6c)、仅横跨中心和中间-周缘区(6e),仅横跨中间-周缘和周缘区(6f)或仅横跨中心和周缘区(6g)进行分布。在一些实施方式中,光调制单元可以横跨一个或多个区的全部进行分布,或者可以限于一个(或多个)区的象限或区域(例如,如图6d和6h所示)或者可以呈不对称的分布(6i)。光调制单元的尺寸、每平方mm的密度和包装布置可以横跨所述区而均匀或横跨所述区而变化。图6j示出了一个示例,其中与中间-周缘区相比,光调制单元的密度在周缘区中更大。图6k示出了一个示例,其中光调制单元布置在同心区中,但是环(R1和R2)的几何中心(CR1和CR2)彼此不对准或与基底镜片的几何中心(G1)不对准。图6l示出了一个示例,其中光调制单元布置成螺旋排列,在该螺旋排列中第一圈的最后一些光调制单元与第一回路的第一调制单元不对准。在其他实施方式中,光调制单元可以布置成具有多个回路的螺旋排列,在该螺旋排列中第一圈的最后一个调制单元可以不与第一回路的第一单元、第二回路的第一单元、第三回路的第一单元等对准。

[0130] 在一些实施方式中,横跨基底镜片的所有表面部位或横跨基底镜片的一个或多个区而分布的光调制单元可以是折射焦度的并且可以:仅包括基本上负焦度的光调制单元,仅包括基本上正焦度的光调制单元,仅包括具有一个或多个焦度的基本上负焦度的光调制单元,仅包括具有一个或多个焦度的基本上正焦度的光调制单元,仅包括基本上多焦的光调制单元,包括具有一个或多个焦度的基本上负焦度的光调制单元与多焦的光调制单元的组合,包括具有一个或多个焦度的基本上正焦度的光调制单元与多焦的光调制单元的组合,包括具有一个或多个焦度的基本上正焦度的光调制单元与具有一个或多个焦度的基本上负焦度的光调制单元的组合,或包括基本上正焦度的光调制单元、负焦度的光调制单元

与多焦的光调制单元的组合。

[0131] 在一些实施方式中,对于基底镜片的一个或多个区中的每一个,具有一个或多个焦度的基本上负焦度的光调制单元和具有一个或多个焦度的基本上正焦度的光调制单元的分布(例如,负焦度光调制单元与正焦度光调制单元的数量比率)可以是约100/0,95/5;90/10,85/15,80/20,75/25,70/30,65/35,60/40,55/45,50/50,45/55,40/60,35/65,30/70,25/75,20/80,15/85,10/90,5/95,或者0/100。在一些实施方式中,基本上负焦度的光调制单元和多焦的光调制单元横跨基底镜片的一个或多个区的分布(例如,负焦度的光调制单元与多焦的光调制单元的数量比率)可以是约100/0,95/5;90/10,85/15,80/20,75/25,70/30,65/35,60/40,55/45,50/50,45/55,40/60,35/65,30/70,25/75,20/80,15/85,10/90,5/95,或者0/100。在一些实施方式中,基本上正焦度的和多焦的光调制单元横跨基底镜片的一个或多个区的分布(例如,正焦度的光调制单元与多焦的光调制单元的数量比率)可以是约95/5;90/10,85/15,80/20,75/25,70/30,65/35,60/40,55/45,50/50,45/55,40/60,35/65,30/70,25/75,20/80,15/85,10/90,5/95,0/100。在一些实施方式中,基本上正焦度的、基本上负焦度的和多焦的光调制单元横跨基底镜片的一个或多个区的分布(例如,正焦度的光调制单元与负焦度与多焦的光调制单元的数量比率)可以等比例地变化或者可以不等比例地变化。在一些实施方式中,基本上正焦度的、基本上负焦度的、多焦的光调制单元和具有相位改性掩模的光调制单元横跨基底镜片的一个或多个区的分布(例如,正焦度的光调制单元与负焦度光调制单元与多焦的光调制单元的数量比率)可以等比例地变化或不等比例地变化。

[0132] 在一些实施方式中,负焦度光调制单元横跨基底镜片的一个或多个区的分布可以限于象限、区、区域、随机散布;排列成2个或更多个光调制单元的簇、堆叠、聚集体、阵列;或规则地排列在基底镜片上。在一些实施方式中,正焦度光调制单元横跨基底镜片的一个或多个区的分布可以限于象限、区、区域、随机散布;排列成2个或更多个光调制单元的簇、堆叠、聚集体、阵列;或规则地排列在基底镜片上。在一些实施方式中,多焦的光调制单元横跨基底镜片的一个或多个区的分布可以限于象限、区、区域、随机散布;排列成2个或更多个光调制单元的簇;或规则地排列在眼科镜片上。

[0133] 几何填充比/离焦光分布:

[0134] 在一些实施方式中,眼科镜片可以以具有填充比为特征。填充比(或填充因子比)可以定义为由光调制单元占据的面积与专用于光调制单元的基底镜片的区域的总面积的比率。该区域也被称为光调制单元区(例如,不包含没有光调制单元的任何特定中心区/区域)。在一些实施方式中,镜片设计者和/或临床医生可以使用光调制单元几何分布或填充比作为关于眼科镜片的临床性能(包含近视控制功效、视力和/或可佩戴性)的指南。例如,在具有25%的几何填充因子的周缘环形光学区中结合了具有焦度的基底镜片和正焦度的光调制单元的眼科镜片可导致临床医生得出以下结论:穿过周缘区的25%光聚焦在视网膜平面的前面以减缓轴向眼睛生长,而穿过镜片的周缘部分的75%光可以聚焦在视网膜平面处以提供屈光不正矫正和良好的视力。在这种情况下,如果近视进展比预期的快,临床医生可以考虑将正焦度的光调制单元的几何填充因子增加到约35%。然而,穿过眼科镜片的周缘区并进入眼睛的入射光的离焦光分布(TFLD)可与由几何填充因子表示的TFLD不匹配。图7是为一系列实施方式提供几何填充因子以及眼睛中对应的TFLD的表格。从该表格中可见,

当入射光被引导通过眼科镜片1(图7)时,虽然预期正焦度的光调制单元导致光被引导到处于近视散焦(即,在对应于基底镜片焦度的视网膜平面或图像平面的相对前面)的平面,可由基底镜片和光调制单元的几何特性(包含例如单元之间的间距、单元的直径或尺寸、矢状深度,单元的曲率或表面轮廓、单元的焦度或焦距和/或该布置的其他光调制效果)引起的相互作用可以导致从该布置射出的光被引导到多个平面,例如,在视网膜或图像平面处以及在近视(在视网膜或图像平面前面)和远视散焦(在图像平面的相对后面)中的一者或两者中。对于图7中的镜片1,周缘区中的合成光分布有约23.8%处于近视散焦(在图像平面前面),而较多的光量34.7%处于远视散焦(在图像平面后面)。这在图8中进一步示出,其中可见从眼科镜片上的光调制区的布置发出的光被引导到视网膜图像平面(C)(或在仅有所述镜片的情况下,引导到对应于基底镜片焦度的图像平面),以及处于近视散焦的多个平面(A和A')以及处于远视散焦的多个平面(B和B')。

[0135] 本文描述的一些实施方式可以提供一种用于横跨一个或多个图像平面延伸的TFLD的方法,该方法包括眼科镜片;该眼科镜片包括基底镜片,以及具有多个光调制单元的一个或多个光调制区,其中穿过可调整成提供TFLD的光调制区的光被引导至一个或多个图像平面,更大比例的光相对于图像平面处于近视散焦,更大比例的光相对于图像平面处于远视散焦,同等比例地分布在近视和远视散焦,所有光都被引导至图像平面前面,所有光都被引导至图像平面后面等。一些实施方式可以提供一种方法,其中眼科镜片的表面几何特性包含光调制单元的几何填充因子。本文描述的一些实施方式针对眼科镜片,该眼科镜片具有:具有将光引导至第一图像平面的基底焦度的基底镜片、具有多个光调制单元的一个或多个光调制区,其中邻近光调制单元(但不在其下面)的基底焦度中的一部分相互作用以将光引导至不在第一图像平面上的图像平面。在一些实施方式中,该不在第一图像平面上的图像平面与由光调制单元所引导的光的方向相似,在其他实施方式中,它与由光调制单元所引导的光的方向相反。

[0136] 在一些实施方式中,可能期望一种眼科镜片,其具有结合一个或多个光调制单元的光调制区,以为穿过光调制区的光提供TFLD,其中处于近视散焦相比处于远视散焦而分布的光的比率可以是约<1.0,约<0.9,约<0.8,约<0.7,约<0.6,约<0.5,约<0.4,约<0.3,约<0.2,约<0.1。

[0137] 在一些实施方式中,可能期望一种眼科镜片,其具有结合一个或多个光调制单元的光调制区,以为穿过光调制区的光提供TFLD,其中处于近视散焦相比处于远视散焦而分布的光的比率可以是约>1.0,约>1.1,约>1.2,约>1.3,约>1.4,约>1.5,约>1.6,约>1.7,约>1.8,约>1.9。

[0138] 在一些实施方式中,可能期望一种眼科镜片,其具有结合一个或多个光调制单元的光调制区,以为穿过光调制区的光提供没有明显的远视散焦的TFLD。在一些实施方式中,可能期望一种眼科镜片,其具有结合一个或多个光调制单元的光调制区,以为穿过光调制区的光提供没有明显近视散焦的TFLD。

[0139] 在一些实施方式中,可能期望一种眼科镜片,其具有结合一个或多个光调制单元的光调制区,以为穿过光调制区的光提供TFLD,其中被引导至处于近视散焦的图像平面的光的比例是约15%到约80%,15%到约75%,15%到约70%,15%到60%,约20%到50%,约25%到50%,约30%到约50%,约35%到约50%,约25%到30%,约30%到40%,优选地>

25％,优选地>30％和优选地>35％。

[0140] 在一些实施方式中,可能期望一种眼科镜片,其具有结合一个或多个光调制单元的光调制区,以为穿过光调制区的光提供TFLD,其中被引导至处于远视散焦的图像平面的光的比例是约15％到约80％,15％到约75％,15％到约70％,15％到60％,约20％到50％,约25％到50％,约30％到约50％,约35％到约50％,约25％到30％,约30％到40％,优选地>25％,优选地>30％和优选地>35％。

[0141] 在一些实施方式中,可能期望一种眼科镜片,其具有结合一个或多个光调制单元的光调制区,以为穿过光调制区的光提供TFLD,其中被引导至针对近视散焦的图像平面和被引导至针对远视散焦的图像平面的光的比例的差是整个TFLD的约20-80％,约20％-75％,约20％-70％,约20％到65％,约20％到60％,约20％到55％,约20％到50％,约20％到45％,约20％到40％。

[0142] 图9示出了横跨眼科镜片(图7的镜片1)的矢状和切向焦度分布,该眼科镜片具有带有清晰中心区的平光焦度的基底镜片。在周缘区中存在正焦度(+3.50D)的多个光调制单元,其中周缘区中的几何填充比为58％。由于基底镜片和光调制单元的几何特性(包含几何填充比)产生的相互作用,合成焦度图表明在该镜片上创建了正焦度区和负焦度区两者。从累积光分布来看,离焦光分布表明,对于穿过周缘区的光线,23.8％的光在图像平面前面或处于近视散焦,而34.7％的光在图像平面后面或处于远视散焦并且剩余的41.5％在图像平面处。此外,观察到存在近视散焦的峰值振幅,大致为3.5D,并且与远视散焦相比,近视散焦的峰值振幅更大。光调制单元具有1mm的直径并且以1.5mm间隔开来。

[0143] 因此,在一些实施方式中,为了实现期望的TFLD,光调制单元相对于眼科镜片的基底镜片上的光调制区的总表面积的几何填充比(例如,光调制单元的总表面积与眼科镜片的总表面积的比率)可以是约5％,约10％,约15％,约20％,约25％,约30％,约35％,约40％,约45％,约50％,约55％,约60％,约65％,约70％,约75％,约80％或约85％,至少5％,至少10％,至少15％,至少20％,至少25％,至少30％,至少35％,至少40％,至少45％,至少50％,至少55％,至少60％,至少65％,至少70％,至少75％,至少80％或者至少85％或者在5-15％,20-30％,35-45％,40-50％,45-55％,60-70％,70-75％,70-80％或者75-85％之间。在一些实施方式中,光调制区可以仅在镜片的中心区域中,仅在中间-周缘环形区域中,仅在周缘环形区域中,同时在中间-周缘和周缘区域两者中存在,可以横跨整个镜片表面积而存在,可以仅限于某些象限(例如,鼻、颞、下和/或上象限中的一种或多种),可以限于某些节段(segments)或可以限于某些区域。

[0144] 在一些实施方式中,为了实现期望的TFLD,单元与单元的间距(即光调制单元之间的间距)可以大于、等于、小于光调制单元的直径或横跨间距而可变。在一些实施方式中,单元与单元的间距可以包含掩模、不透明区域或其他减少透射的装置。在一些实施方式中,为了实现期望的TFLD,呈特定阵列或排列或簇或堆叠或聚集体的光调制单元可被定位成使得单元与单元的间距可以在所有单元之间是恒定的,可以在所有单元之间是可变的,对于某些单元是恒定的而对于某些单元是可变的。

[0145] 图10示出了眼科镜片的实施方式,其中光调制单元区的几何填充因子使得约50％的光被引导至视网膜图像平面,约25％的光被引导至视网膜图像平面前面(近视散焦)的平面并且约25％的光由光调制单元引导到视网膜图像平面后面(远视散焦)的平面。考虑到

TFLD,观察到在图像平面C处存在光的振幅峰值,在A处存在处于近视散焦(在图像平面前面)的光的振幅峰值,并且类似地,在B处存在处于远视散焦(在图像平面后面)的光的光振幅峰值。此外,光还被引导到落在C和A之间的一系列屈光度A'上的多个焦平面和落在C和B之间的一系列屈光度B'上的多个焦平面。

[0146] 在一些实施方式中,包括光调制单元的眼科镜片在光调制区中具有几何填充因子,该几何填充因子被设计成使得在A处在图像平面前面的散焦光的峰值振幅显著大于、稍微大于、基本上类似于、稍微小于、显著小于在B处在图像平面后面的散焦光的振幅。

[0147] 在一些实施方式中,被引导到图像平面前方的光的峰值振幅A的距离可以被定位成比被引导到图像平面后面的光的峰值振幅B的距离显著更靠近图像平面。

[0148] 在一些实施方式中,包括光调制单元的眼科镜片在光调制区中具有几何填充因子,该几何填充因子被设计成使得合成TFLD对于处于近视散焦A(在图像平面前面)的光具有振幅峰值,此外,可以有光被引导到在A和图像平面C之间的一系列平面(A'),其中在A'的一个或多个图像平面处的光的振幅显著小于或稍微小于在A处的振幅。类似地,在一些实施方式中,在光调制区中包括光调制单元的眼科镜片具有几何填充因子,该几何填充因子被设计成使得TFLD对于处于远视散焦B(在视网膜后面)的光具有振幅峰值,此外,可以有光被引导至在B和C之间的一系列平面(B'),其中在B'处的一个或多个图像平面处的振幅显著小于或稍微小于在B处的振幅。在一些实施方式中,光被引导以在A和B处提供散焦的峰值幅度,此外,引导到多个焦平面的带,从而仅在A'处提供近视散焦,而在B'处没有焦平面(图11)。在一些实施方式中,在A'或B'处的TFLD中的散焦振幅可以以离散的步进,例如在A'处每0.05D或更大,或每0.125D或更大或每0.25D或更大,形成多个焦平面的带,而在B'处仅针对一部分存在多个焦平面的带(图12)。在一些实施方式中,A'或B'或两者处的TFLD中的散焦振幅可以至少部分地形成隔开至少约0.05D或更大、约0.125D或更大、约0.25D或更大、约0.37D或更大、约0.50D或更大的散焦的不连续分布(图13中的A')。

[0149] 在一些实施方式中,TFLD可以至少部分地形成近视散焦光、远视散焦光或两者的非周期性和非单调振幅。

[0150] 在一些实施方式中,在A'或B'处的散焦光的任何连续带的光振幅可以是TFLD的至少约20%,可以是约25%,可以是约30%、约40%、约50%、约60%、约70%、约80%、约10%至50%、约10%至40%、约10%至30%或约10%至20%。在一些实施方式中,在图像平面前面(或前方或处于近视散焦)的TFLD的峰值振幅可以是被引导到视网膜平面前面的所有光的约50%,可以显著>50%,稍微>50%,或<50%。在一些实施方式中,在视网膜平面后面(或后方或处于远视散焦)的TFLD的峰值振幅可以是被引导到视网膜平面后面的光的约50%,可以显著>50%,稍微>50%,或<50%。

[0151] 在一些实施方式中,在视网膜平面前面(或前方或处于近视散焦)并且在视网膜平面的1.00D内的TFLD的振幅可以是在视网膜平面前方的总光的约<10%,或约<20%,或约<30%或约<50%。在一些实施方式中,在视网膜平面后面(或后方或处于远视散焦)并且在视网膜平面的1.00D内的TFLD的振幅可以是在视网膜后方的总光的约<10%,或约<20%,或约<30%或约<50%。在一些实施方式中,TFLD的振幅可以使得当在视网膜图像平面的1.00D内或1.50D内时,在B和B'处的振幅可以约为零振幅,而当在视网膜图像平面的1.00D内或1.50D内时,在A和A'处的振幅可以大于零。在一些实施方式中,TFLD的振幅可以使得当在视

网膜图像平面的1.00D内或1.50D内时,在A和A'处的振幅约为零振幅,而当在视网膜图像平面的1.00D内或1.50D内时,在B和B'处的振幅可以大于零。

[0152] 在一些实施方式中,在特定焦点处的TFLD的振幅可以通过光调制单元在基底镜片上的布置来改性。在某些实施方式中,两个或更多个光调制单元可以以相依赖的方式布置以对给定焦点或焦平面处的TFLD的振幅改性。例如,在图14a中,两个光调制单元以相依赖的方式布置,使得它们共享一个公共焦点并因此提供某个聚焦振幅。该公共焦点(焦点1和2)处的光强度的总和大于单独的焦点1或单独的焦点2处的光强度。当成对的光调制单元中的一个被改性或覆盖时(图14b),则公共焦点处的振幅或光强度减小。在一些实施方式中,用于近视控制的结合光调制单元的眼科镜片可以针对光提供TFLD,该光被引导至处于近视和远视散焦两者的图像平面,其中几何填充因子不包含负焦度的折射元件。在一些实施方式中,用于近视控制的结合光调制单元的眼科镜片可以针对光提供TFLD,该光被引导至处于近视和远视散焦两者的图像平面,其中几何填充因子不包含正焦度的折射单元。在一些实施方式中,用于近视控制的结合光调制单元的眼科镜片可以针对光提供TFLD,该光被引导至处于近视和远视散焦两者的图像平面,其中几何填充因子基本上不包含正焦度或负焦度的光调制单元,或仅包含正焦度的折射光调制单元,仅包含负焦度的折射光调制单元或包含正焦度和负焦度的折射光调制单元两者或仅包含基本上零焦度的光调制单元或仅包含衍射单元或具有相移掩模的光调制单元。在一些实施方式中,用于近视控制的结合光调制单元的眼科镜片可以针对光提供TFLD,该光被引导至仅基本上处于近视散焦、仅基本上处于远视散焦、处于近视和远视散焦两者的图像平面,其中几何填充因子包含具有零折射焦度的光调制单元。在一些实施方式中,用于近视控制的结合光调制单元的眼科镜片可以提供TFLD,其中在视网膜平面处的图像对比度降低了约(大致)10%或更多、约(大致)20%或更多、约(大致)30%或者更多。在一些实施方式中,用于近视控制的结合光调制单元的眼科镜片可以提供TFLD,其中当通过镜片的包括光调制单元的部分观察时,光调制单元可以导致漫射模糊(低对比度VA和高对比度VA之间的差异)。在一些实施方式中,用于近视控制的结合光调制单元的眼科镜片可以提供TFLD,其中镜片的漫射模糊可以是约0.07logMAR或更大、约0.10logMAR或更大、约0.15logMAR或更大、约0.20logMAR或更大或约0.25logMAR或更大。

[0153] 虽然示例和描述通常限于用于近视控制的眼科镜片,但是光学散焦的操纵可以容易地应用于产生期望的TFPD以用于任何其他视力矫正应用或视力辅助应用,或改善视力和视力质量,一般包含改善老花眼、近视、远视、散光、视疲劳、夜视等。

[0154] 示例性眼科镜片

[0155] 图15是详述图16-30(实施例1-13)中描述的示例性折射光调制单元的分布、光调制单元的焦度、光调制单元的百分比分布、专用于光调制单元的区的面积和光调制单元的总填充比的表格。

[0156] 图16是根据本文描述的一些实施方式的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。如图所示,图16提供了图2的眼科镜片(例如,眼镜镜片)的中心区和中间-周缘区的焦度图,该眼科镜片包括基底镜片或载体镜片和结合到基底镜片中或基底镜片上的多个光调制单元。眼科镜片的中心光学(例如,瞳孔)区2c具有约5.0mm的直径并且具有约-2.00D的均匀(或基本上均匀)的焦度以矫正-2.00D近视眼的距离屈光不正。围绕中心区的是直径约20mm

的中间-周缘光学区2d。中间-周缘光学区还具有约-2.00D的基底光学焦度(base optical power)。多个光调制单元(光调制单元区)散布在整个中间-周缘光学区2d中。如图所示,光调制单元为圆形形状并具有约0.8mm的直径。在光学上,多个光调制单元的第一小组具有+1.50D的光学焦度(当与基底镜片组合时,合成焦度为-0.50D)。在光学上,多个光调制单元的第二小组具有-0.50D的光学焦度(当与基底镜片组合时,合成焦度为-2.50D)。穿过+1.50D光调制单元的光线聚焦在穿过-2.00D基底镜片焦度的光线的更前面,并且穿过-0.50D光调制单元的光线与被引导通过基底光学焦度(以及+2.50D光调制单元)的光线相比更靠后面地聚焦。结果,图16所示的镜片设计使光线被引导到至少三个不同的图像平面。如进一步图示的,光调制单元的小组被定位成重复的基本上正方形的排列。光调制单元的第一小组与光调制单元的第二小组的分布比是约50/50。超出中间-周缘区的周缘光学区可以在焦度上是均匀的,或者可以以与本文所述的方式基本上相同(或不同)的方式散布有光调制单元。

[0157] 图17是根据本文描述的一些实施方式的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。如图所示,图17提供了图2的眼科镜片(例如,眼镜镜片)的中心区和中间-周缘区的焦度图,该眼科镜片包括基底镜片或载体镜片和结合到基底镜片中或基底镜片上的多个光调制单元。眼科镜片的中心光学(例如,瞳孔)区2c具有约5.0mm的直径并且具有约-2.00D的均匀(或基本上均匀)的焦度以矫正-2.00D近视眼的距离屈光不正。围绕中心区的是直径约20mm的中间-周缘光学区2d。中间-周缘光学区还具有约-2.00D的基底光学焦度。多个光调制单元(光调制单元区)散布在整个中间-周缘光学区2d中。如图所示,光调制单元为圆形形状。在光学上,多个光调制单元的第一小组具有+2.00D的光学焦度(当与基底镜片组合时,合成焦度为0.00D)。多个光调制单元的第一小组具有约0.8mm的直径。在光学上,多个光调制单元的第二小组具有-0.50D的光学焦度(当与基底镜片组合时,合成焦度为-2.50D)。多个光调制单元的第二小组具有约1.2mm的直径。穿过+2.00D焦度的光调制单元的光线聚焦在穿过-2.00D基底焦度的光线的更前面,并且穿过-0.50D焦度的光调制单元的光线与被引导通过基底光学焦度(以及+2.00D光调制单元)的光线相比更靠后面地聚焦。结果,图17所示的镜片设计使光线被引导到至少三个不同的图像平面。如进一步图示的,光调制单元的小组被定位成重复的基本上正方形的排列。光调制单元的第一小组与光调制单元的第二小组的分布比是约50/50。超出中间-周缘区的周缘光学区可以在焦度上是均匀的,或者可以以与本文所述的方式基本上相同(或不同)的方式散布有光调制单元。

[0158] 图18是根据本文描述的一些实施方式的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。如图所示,图18提供了图2的眼科镜片(例如,眼镜镜片)的中心区和中间-周缘区的焦度图,该眼科镜片包括基底镜片或载体镜片和结合到基底镜片中或基底镜片上的多个光调制单元。眼科镜片的中心光学(例如,瞳孔)区2c具有约5.0mm的直径并且具有约-2.00D的均匀(或基本上均匀)的焦度以矫正-2.00D近视眼的距离屈光不正。多个光调制单元(光调制单元区)散布在整个中心光学区2c中。如图所示,光调制单元为圆形形状。在光学上,中心光学区中的多个光调制单元具有+1.50D的光学焦度(当与基底镜片组合时,焦度为-0.50D)。多个光调制单元具有约0.2mm的直径。围绕中心区的是直径约20mm的中间-周缘光学区2d。中间-周缘光学区还具有约-2.00D的基底光学焦度。多个光调制单元(光调制单元区)散布在整个中间-周缘光学区2d中。如图所示,光调制单元为圆形形状。在光学上,在中间-周缘光

学区中的多个光调制单元的第一小组具有约+2.00D的光学焦度(当与基底镜片组合时,焦度为0.00D)。中间-周缘区中的多个光调制单元的第一小组具有约0.8mm的直径。在光学上,在中间-周缘光学区中的多个光调制单元的第二小组具有约-0.50D的光学焦度(当与基底镜片组合时,焦度为-2.50D)和约1.2mm的直径。穿过中间-周缘区中的+2.00D焦度的光调制单元和中心区中的+1.50D焦度的光调制单元的光线与穿过-2.00D基底焦度的光线相比更靠前面地聚焦。穿过中间-周缘区中的-0.50D光调制单元的光线与被引导通过基底光学焦度的光线和被引导通过+2.00D和+1.50D光调制单元的光线相比更靠后面地聚焦。结果,图18所示的镜片设计使光线被引导到至少四个不同的图像平面。如进一步图示的,光调制单元的小组被定位成重复的基本上正方形的排列。在中间-周缘光学区2d中,光调制单元的第一小组与光调制单元的第二小组的数量的分布比是约50/50。超出中间-周缘区的周缘光学区可以在焦度上是均匀的,或者可以以与本文所述的方式基本上相同(或不同)的方式散布有光调制单元。

[0159] 图19是根据本文描述的一些实施方式的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。如图所示,图19提供图2的眼科镜片(例如,眼镜镜片)的中心区和中间-周缘区的焦度图,该眼科镜片包括基底镜片或载体镜片和结合到基底镜片中或基底镜片上的多个光调制单元。眼科镜片的中心光学(例如,瞳孔)区2c具有约5.0mm的直径并且具有约-2.00D的均匀(或基本上均匀)的焦度以矫正-2.00D近视眼的距离屈光不正。如图所示,光调制单元为圆形形状。在光学上,在中心光学区中的多个光调制单元的第一小组具有约+1.50D的光学焦度(当与基底镜片组合时,焦度为-0.50D)和约0.2mm的直径。在光学上,在中心光学区中的多个光调制单元的第二小组具有约-0.50D的光学焦度(当与基底镜片组合时,焦度为-2.50D)和约0.2mm的直径。围绕中心区的是直径约20mm的中间-周缘光学区2d。中间-周缘光学区还具有约-2.00D的基底光学焦度。多个光调制单元散布在整个中间-周缘光学区2d中。如图所示,光调制单元为圆形形状。在光学上,在中间-周缘光学区中的多个光调制单元的第一小组具有约+1.50D的光学焦度(当与基底镜片组合时,焦度为-0.50D)和约0.8mm的直径。在光学上,在中间-周缘光学区中的多个光调制单元的第二小组具有约-0.50D的光学焦度(当与基底镜片组合时,焦度为-2.50D)和约0.8mm的直径。穿过中心和中间-周缘光学区两者中的+1.50D光调制单元的光线与穿过-2.00D基底焦度的光线以及穿过-0.50D焦度的光调制单元的光线相比更靠前面地聚焦。类似地,穿过中心和中间-周缘光学区两者中的-0.50D焦度的光调制单元的光线与被引导通过基底光学焦度以及+1.50D光调制单元的光线相比更靠后面地聚焦。结果,图19所示的镜片设计使光线被引导到至少三个不同的图像平面。如进一步图示的,光调制单元的小组被定位成重复的基本上正方形的排列。在中心光学区和中间-周缘光学区中,光调制单元的第一组与光调制单元的第二小组的数量的分布比是约50/50。超出中间-周缘区的周缘光学区可以在焦度上是均匀的,或者可以以与本文所述的方式基本上相同(或不同)的方式散布有光调制单元。

[0160] 图20的(a)部分显示了具有正光调制单元的-2.00D近视镜片的焦度图(光调制单元焦度为+0.50D;与基底镜片组合,镜片焦度为-1.50D)。图20的(b)部分显示了当用具有图20的(a)部分所示的焦度图的眼科镜片矫正-2.00D近视眼时,在555nm的波长处的光学性能模拟的几何模糊圈。在图20的(b)部分中可以看到光很好地聚焦,即几何模糊圈与艾里斑(Airy disk)相当,这表明视觉性能良好。如果同一只眼睛的视网膜平面现在向前面移动

0.2mm(这对应于0.50D的屈光不正变化),几何模糊圈则增加,然而穿过正光调制单元的光现在正对焦—如图20的(c)部分中可见。

[0161] 图21的(a)部分显示了具有负光调制单元的-2.00D近视镜片的焦度图(光调制单元焦度为-0.50D)。图21的(b)部分显示了当用具有图21的(a)部分所示的焦度图的眼科镜片矫正-2.00D近视眼时,在555nm的波长处的光学性能模拟的几何模糊圈。在图21的(b)部分中可以看到光很好地聚焦,即几何模糊圈与艾里斑相当,这再次表明视觉性能良好。如果同一只眼睛的视网膜平面现在向后面移动0.2mm(这对应于0.50D的屈光不正变化),几何模糊圈则增加,然而穿过负光调制单元的光现在正对焦—如图21的(c)部分中可见。

[0162] 图22是根据本文描述的一些实施方式的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。如图所示,图22提供了图2的眼科镜片(例如,眼镜镜片)的焦度图,该眼科镜片包括基底镜片和结合到基底镜片中或基底镜片上的多个光调制单元。眼科镜片的中心光学(例如,瞳孔)区2c具有约5.0mm的直径并且具有约-2.00D的均匀(或基本上均匀)的焦度以矫正-2.00D近视眼的距离屈光不正。围绕中心区的是直径约20mm的中间-周缘光学区2d。中间-周缘光学区还具有约-2.00D的基底焦度。多个光调制单元散布在整个中间-周缘光学区2d中。如图所示,光调制单元为圆形形状。在光学上,多个光调制单元具有约-0.50D的光学焦度(当与基底镜片组合时,焦度为-2.50D)。光调制单元具有约0.8mm的直径。穿过-0.50D焦度的光调制单元的光线与被引导通过基底光学焦度的光线相比更靠后面地聚焦。结果,图22所示的镜片设计使光线聚焦在至少两个不同的图像平面上。超出中间-周缘区的周缘光学区可以在焦度上是均匀的,或者可以以与本文所述的方式基本上相同(或不同)的方式散布有光调制单元。

[0163] 图23是根据本文描述的一些实施方式的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。如图所示,图23提供了图2的眼科镜片(例如,眼镜镜片)的焦度图,该眼科镜片包括基底镜片和结合到基底镜片中或基底镜片上的多个光调制单元。眼科镜片的中心光学(例如,瞳孔)区2c具有约5.0mm的直径并且具有约-2.00D的均匀(或基本上均匀)的焦度以矫正-2.00D近视眼的距离屈光不正。围绕中心区的是直径约20mm的中间-周缘光学区2d。中间-周缘光学区还具有约-2.00D的基底焦度。多个光调制单元散布在整个中间-周缘光学区2d中。如图所示,光调制单元为圆形形状。在光学上,多个光调制单元具有-3.50D的光学焦度(当与基底镜片组合时,焦度为-5.50D)。光调制单元具有约0.8mm的直径。穿过-3.50D焦度的光调制单元的光线与被引导通过基底焦度的光线相比更靠后面地聚焦。结果,图23所示的镜片设计使光线聚焦在至少两个不同的图像平面上。超出中间-周缘区的周缘光学区可以在焦度上是均匀的,或者可以以与本文所述的方式基本上相同(或不同)的方式散布有光调制单元。

[0164] 图24是根据本文描述的一些实施方式的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。如图所示,图24提供了图2的眼科镜片(例如,眼镜镜片)的焦度图,该眼科镜片包括基底镜片和结合到基底镜片中或基底镜片上的多个光调制单元。眼科镜片的中心光学(例如,瞳孔)区2c具有约5.0mm的直径并且具有约-2.00D的均匀(或基本上均匀)的焦度以矫正-2.00D近视眼的距离屈光不正。围绕中心区的是直径约20mm的中间-周缘光学区2d。中间-周缘光学区还具有约-2.00D的基底焦度。多个光调制单元散布在整个中间-周缘光学区2d中。如图所示,光调制单元为圆形形状。在光学上,多个光调制单元的第一小组具有约+2.00D的

光学焦度(当与基底镜片组合时,焦度为0.00D)。多个光调制单元的第一小组具有约0.8mm的直径。在光学上,多个光调制单元的第二小组具有约-0.50D的光学焦度(当与基底镜片组合时,焦度为-2.50D)。多个光调制单元的第二小组具有约0.8mm的直径。穿过+2.00D焦度的光调制单元的光线聚焦在穿过-2.00D基底焦度的光线的更前面,并且穿过-0.50D光调制单元的光线与被引导通过基底光学焦度(以及+2.00D光调制单元)的光线相比更靠后面地聚焦。结果,图24所示的镜片设计使光线聚焦在至少三个不同的图像平面上。如进一步图示的,光调制单元定位成重复的基本上正方形的排列。光调制单元的第一小组与光调制单元的第二小组的数量的分布比是约90/10。超出中间-周缘区的周缘光学区可以在焦度上是均匀的,或者可以以与本文所述的方式基本上相同(或不同)的方式散布有光调制单元。

[0165] 图25是根据本文描述的一些实施方式的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。如图所示,图25提供了图2的眼科镜片(例如,眼镜镜片)的焦度图,该眼科镜片包括基底镜片和结合到基底镜片中或基底镜片上的多个光调制单元。眼科镜片的中心光学(例如,瞳孔)区2c具有约5.0mm的直径并且具有约-2.00D的均匀(或基本上均匀)的焦度以矫正-2.00D近视眼的距离屈光不正。围绕中心区的是直径约20mm的中间-周缘光学区2d。中间-周缘光学区还具有约-2.00D的基底焦度。多个光调制单元散布在整个中间-周缘光学区2d中。如图所示,光调制单元为圆形形状。在光学上,多个光调制单元的第一小组具有约+3.50D的光学焦度(当与基底镜片组合时,焦度为+1.50D)。多个光调制单元的第一小组具有约1.1mm的直径。在光学上,多个光调制单元的第二小组具有约-0.50D的光学焦度(当与基底镜片组合时,焦度为-2.50D)。多个光调制单元的第二小组具有约0.5mm的直径。穿过+3.50D光调制单元的光线聚焦在穿过-2.00D基底焦度的光线的更前面,并且穿过-0.50D光调制单元的光线与被引导通过基底光学焦度(以及+3.50D光调制单元)的光线相比更靠后面地聚焦。结果,图25所示的镜片设计使光线聚焦在至少三个不同的图像平面上。如进一步图示的,光调制单元的小组被定位成重复的基本上正方形的排列。光调制单元的第一小组与光调制单元的第二小组的数量的分布比是约90/10。超出中间-周缘区的周缘光学区可以在焦度上是均匀的,或者可以以与本文所述的方式基本上相同(或不同)的方式散布有光调制单元。

[0166] 图26是根据本文描述的一些实施方式的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。如图所示,图26提供了图2的眼科镜片(例如,眼镜镜片)的焦度图,该眼科镜片包括基底镜片和结合到基底镜片中或基底镜片上的多个光调制单元。眼科镜片的中心光学(例如,瞳孔)区2c具有约5.0mm的直径并且具有约-2.00D的均匀(或基本上均匀)的焦度以矫正-2.00D近视眼的距离屈光不正。围绕中心区的是直径约20mm的中间-周缘光学区2d。中间-周缘光学区还具有约-2.00D的基底焦度。多个光调制单元散布在整个中间-周缘光学区2d中。如图所示,光调制单元为圆形形状。在光学上,在中间-周缘区中的多个光调制单元的第一小组具有约+2.00D的光学焦度(当与基底镜片组合时,焦度为0.00D)。多个光调制单元的第一小组具有约0.8mm的直径。在光学上,在中间-周缘光学区中的多个光调制单元的第二小组具有约-0.50D的光学焦度(当与基底镜片组合时,焦度为-2.50D)。多个光调制单元的第二小组具有约0.8mm的直径。围绕中间-周缘光学区2d的是直径约50mm的周缘光学区2e。周缘光学区还具有约-2.00D的基底光学焦度。多个光调制单元散布在整个中周缘光学区2e中。如图所示,光调制单元为圆形形状。在光学上,多个光调制单元的第一小组具有约+3.50D的光学焦度(当与基底镜片组合时,焦度为+1.50D)。多个光调制单元的第一小组具有

约3mm的直径。在光学上,多个光调制单元的第二小组具有约-1.00D的光学焦度,导致比基底焦度相对更负约-1.00D的焦度(当与基底镜片组合时,焦度为-3.00D)。多个光调制单元的第二小组具有约2mm的直径。穿过+2.00D光调制单元和+3.50D光调制单元的光线聚焦在穿过-2.00D基底焦度的光线的更前面,并且穿过-0.50D光调制单元和-1.00D光调制单元的光线与被引导通过基底光学焦度(以及+2.00D和+3.50D光调制单元)的光线相比更靠后面地聚焦。结果,图26所示的镜片设计使光线聚焦在至少五个不同的图像平面上。如进一步图示的,光调制单元的小组被定位成重复的基本上正方形的排列。在中间-周缘光学区和周缘光学区中的光调制单元的第一小组与光调制单元的第二小组的数量的分布比是约90/10。

[0167] 图27是根据本文描述的一些实施方式的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。如图所示,图27提供了图2的眼科镜片(例如,眼镜镜片)的焦度图,该眼科镜片包括基底镜片和结合到基底镜片中或基底镜片上的多个光调制单元。眼科镜片的中心光学(例如,瞳孔)区2c具有约5.0mm的直径并且具有约-2.00D的均匀(或基本上均匀)的焦度以矫正-2.00D近视眼的距离屈光不正。围绕中心区的是直径约20mm的中间-周缘光学区2d。中间-周缘光学区还具有约-2.00D的基底焦度。多个光调制单元散布在整个中间-周缘光学区2d中。如图所示,光调制单元为圆形形状。在光学上,多个光调制单元的第一小组具有约+2.00D的光学焦度(当与基底镜片组合时,焦度为0.00D)。多个光调制单元的第一小组具有约0.8mm的直径。在光学上,多个光调制单元的第二小组具有约-2.00D的光学焦度(当与基底镜片组合时,焦度为-4.00D)。多个光调制单元的第二小组具有约0.2mm的直径。穿过+2.00D焦度的光调制单元的光线聚焦在穿过-2.00D基底焦度的光线的更前面,并且穿过-2.00D光调制单元的光线与被引导通过基底光学焦度(以及+2.00D光调制单元)的光线相比更靠后面地聚焦。结果,图27所示的镜片设计使光线聚焦在至少三个不同的图像平面上。如进一步图示的,光调制单元的所有小组被定位成重复的基本上正方形的排列。光调制单元的第一小组与光调制单元的第二小组的数量的分布比是约90/10。超出中间-周缘区的周缘光学区可以在焦度上是均匀的,或者可以以与本文所述的方式基本上相同(或不同)的方式散布有光调制单元。

[0168] 图28是根据本文描述的一些实施方式的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。如图所示,图28提供了图2的眼科镜片(例如,眼镜镜片)的焦度图,该眼科镜片包括基底镜片和结合到基底镜片中或基底镜片上的多个光调制单元。眼科镜片的中心光学(例如,瞳孔)区2c具有约5.0mm的直径并且具有约-2.00D的均匀(或基本上均匀)的焦度以矫正-2.00D近视眼的距离屈光不正。围绕中心区的是直径约20mm的中间-周缘光学区2d。中间-周缘光学区还具有约-2.00D的基底焦度。多个光调制单元散布在整个中间-周缘光学区2d中。如图所示,光调制单元为圆形形状。在光学上,多个光调制单元的第一小组具有约+2.00D的正焦度(与基底焦度组合的焦度是平光)。多个光调制单元的第一小组具有约0.2mm的直径。在光学上,多个光调制单元的第二小组具有比基底焦度相对更负约-2.00D的焦度(与基底镜片组合,焦度为-4.00D)。多个光调制单元的第二小组具有约0.2mm的直径。穿过+2.00D光调制单元的光线聚焦在穿过-2.00D基底焦度的光线的更前面,并且穿过-2.00D光调制单元的光线与被引导通过基底光学焦度(以及+2.00D光调制单元)的光线相比更靠后面地聚焦。结果,图28所示的镜片设计使光线聚焦在至少三个不同的图像平面上。如进一步图示的,光调制单元的所有小组被定位成重复的基本上正方形的排列。光调制单元的第一小组与光调

制单元的第二小组的数量的分布比是约50/50。超出中间-周缘区的周缘光学区可以在焦度上是均匀的,或者可以以与本文所述的方式基本上相同(或不同)的方式散布有光调制单元。

[0169] 图29是根据本文描述的一些实施方式的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。如图所示,图29提供了图2的眼科镜片(例如,眼镜镜片)的焦度图,该眼科镜片包括基底镜片和结合到基底镜片中或基底镜片上的多个光调制单元。眼科镜片的中心光学(例如,瞳孔)区2c具有约5.0mm的直径并且具有约-2.00D的均匀(或基本上均匀)的焦度以矫正-2.00D近视眼的距离屈光不正。围绕中心区的是直径约20mm的中间-周缘光学区2d。中间-周缘光学区还具有约-2.00D的基底光学焦度。多个光调制单元散布在整个中间-周缘光学区2d中。如图所示,光调制单元为圆形形状。在光学上,多个光调制单元的第一小组具有约+2.00D的正焦度(与基底镜片组合,焦度是平光)。多个光调制单元的第一小组中的一些具有约0.2mm的直径并且多个光调制单元的第一小组中的一些具有约0.8mm的直径。在光学上,多个光调制单元的第二小组具有比基底镜片焦度相对更负约-2.00D的焦度(与基底镜片组合,焦度为-4.00D)。多个光调制单元的第二小组中的一些具有约0.2mm的直径并且多个光调制单元的第二小组中的一些具有约0.8mm的直径。穿过+2.00D光调制单元的光线聚焦在穿过-2.00D基底镜片焦度的光线的更前面,并且穿过-2.00D光调制单元的光线与被引导通过基底镜片焦度(以及+2.00D光调制单元)的光线相比更靠后面地聚焦。结果,图29所示的镜片设计使光线聚焦在至少三个不同的图像平面上。如进一步图示的,光调制单元的所有小组被定位成重复的基本上正方形的排列。光调制单元的第一小组与光调制单元的第二小组的数量的分布比是约50/50。超出中间-周缘区的周缘光学区可以在焦度上是均匀的,或者可以以与本文所述的方式基本上相同(或不同)的方式散布有光调制单元。

[0170] 图30是根据本文描述的一些实施方式的用于近视眼的具有凹面和凸面光调制单元的示例性眼科镜片的焦度图。如图所示,图30提供了图2的眼科镜片(例如,眼镜镜片)的焦度图,该眼科镜片包括基底镜片和结合到基底镜片中或基底镜片上的多个光调制单元。眼科镜片的中心光学(例如,瞳孔)区2c具有约5.0mm的直径并且具有约-2.00D的均匀(或基本上均匀)的焦度以矫正-2.00D近视眼的距离屈光不正。围绕中心区的是直径约20mm的中间-周缘光学区2d。中间-周缘光学区还具有约-2.00D的基底焦度。多个光调制单元散布在整个中间-周缘光学区2d中。如图所示,光调制单元为圆形形状。在光学上,多个光调制单元的第一小组具有约+3.50D的正焦度(与基底镜片组合,焦度为+1.50D)。多个光调制单元的第一小组具有约0.8mm的直径。在光学上,多个光调制单元的第二小组具有约-3.50D的负焦度(与基底镜片组合,焦度为-5.50D)。多个光调制单元的第二小组具有约0.8mm的直径。穿过+3.50D光调制单元的光线聚焦在穿过-2.00D基底镜片焦度的光线的更前面,并且穿过-3.50D光调制单元的光线与被引导通过基底镜片焦度(以及+3.50D光调制单元)的光线相比更靠后面地聚焦。结果,图30所示的镜片设计使光线聚焦在至少三个不同的图像平面上。如进一步图示的,光调制单元的所有小组被定位成重复的基本上正方形的排列。光调制单元的第一小组与光调制单元的第二小组的数量的分布比是约10/90。超出中间-周缘区的周缘光学区可以在焦度上是均匀的,或者可以以与本文所述的方式基本上相同(或不同)的方式散布有光调制单元。

[0171] 图31是根据本文描述的一些实施方式的用于近视眼的具有多焦的光调制单元的

示例性眼科镜片的焦度图。如图所示,图31提供了图2的眼科镜片(例如,眼镜镜片)的焦度图,该眼科镜片包括基底镜片和结合到基底镜片中或基底镜片上的多个多焦的光调制单元。眼科镜片的中心光学(例如,瞳孔)区2c具有约5.0mm的直径并且具有约-2.00D的均匀(或基本上均匀)的焦度以矫正-2.00D近视眼的距离屈光不正。围绕中心区的是直径约20mm的中间-周缘光学区2d。中间-周缘光学区还具有约-2.00D的基底焦度。多个多焦的光调制单元散布在整个中间-周缘光学区2d中。如图所示,光调制单元为圆形形状。多焦的光调制单元具有变化的焦度,其中多焦的光调制单元的一部分具有约-0.50D的负焦度(与基底镜片组合,焦度为-2.50D)并且多焦的光调制单元的一部分具有约+2.00D的正焦度(与基底镜片组合,焦度为0.00D)。结果,图31所示的镜片设计使光线聚焦在至少三个不同的图像平面上。如进一步图示的,光调制单元被定位成重复的基本上正方形的排列。在一些实施方式中,多焦的光调制单元可以以相同的方式取向(如图31所示)并且在一些实施方式中,多焦的光调制单元可以以不同的方向取向(参见例如图32)并且在一些实施方式中,除了多焦的光调制单元之外,还可以存在正和/或负焦度的光调制单元(参见例如图33)。在一些实施方式中,在镜片的一部分上的多焦的光调制单元可以是镜片的相对部分上的多焦的光调制单元的镜像(mirror image)。超出中间-周缘区的周缘光学区可以在焦度上是均匀的,或者可以以与本文所述的方式基本上相同(或不同)的方式散布有光调制单元。

[0172] 图34是根据本文描述的一些实施方式的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。如图所示,图34提供了图2的眼科镜片(例如,眼镜镜片)的焦度图,该眼科镜片包括基底镜片和结合到基底镜片中或基底镜片上的多个光调制单元。眼科镜片的中心光学(例如,瞳孔)区2c具有约5.0mm的直径并且具有约-2.00D的均匀(或基本上均匀)的焦度以矫正-2.00D近视眼的距离屈光不正。围绕中心区的是直径约20mm的中间-周缘光学区2d。中间-周缘光学区还具有约-2.00D的基底焦度。多个光调制单元散布在整个中间-周缘光学区2d中。如图所示,光调制单元为圆形形状。在光学上,在眼科镜片的前表面上的中间-周缘区的下半部中的多个光调制单元的第一小组具有约+3.50D的正焦度(与基底镜片组合,焦度为+1.50D)。多个光调制单元的第一小组具有约0.8mm的直径。在光学上,在眼科镜片的后表面上的中间-周缘区的上半部中的多个光调制单元的第二小组具有约+2.00D的正焦度(与基底镜片组合,焦度是平光D)和约-0.50D的负光调制单元(与基底镜片组合,焦度为-2.50D)。多个光调制单元的第二小组在直径上变化,其中对于正和平光的光调制单元为约0.8mm以及对于负光调制单元为0.5mm。穿过+3.50D光调制单元的光线聚焦在穿过+2.00D光调制单元和-2.00D基底镜片焦度的光线的更前面,并且穿过-0.50D光调制单元的光线与被引导通过基底镜片焦度(以及+3.50D和+2.00DD光调制单元)的光线相比更靠后面地聚焦。结果,图34所示的镜片设计使光线聚焦在至少四个不同的图像平面上。如进一步图示的,光调制单元的所有小组被定位成重复的基本上正方形的排列。光调制单元的第一小组与光调制单元的第二小组的数量的分布比是约50/50。超出中间-周缘区的周缘光学区可以在焦度上是均匀的,或者可以以与本文所述的方式基本上相同(或不同)的方式散布有光调制单元。

[0173] 图35是根据本文描述的一些实施方式的在眼科镜片的前表面上具有凹面和凸面光调制单元两者的示例性眼科镜片的示意图。如图35所示,光调制单元定位在眼科镜片(例如眼镜镜片2)的表面上。眼科镜片的中心光学(例如,瞳孔)区2c具有约5.0mm的直径并且具有约-2.00D的均匀(或基本上均匀)的焦度以矫正-2.00D近视眼的距离屈光不正。围绕中心

区的是直径约20mm的中间-周缘光学区2d。中间-周缘光学区还具有约-2.00D的基底焦度。多个光调制单元散布在整个中间-周缘光学区2d中。在一些实施方式中,凹面光调制单元3b可以具有比光调制单元3a的基底镜片焦度相对更负的焦度。在一些实施方式中,光调制单元可以是多焦的光调制单元(3c),其中光调制单元的一部分比基底镜片焦度相对更正并且光调制单元的其他部分比基底镜片焦度相对更负。在一些实施方式中,凸面光调制单元3d可以具有比光调制单元3a的基底镜片焦度相对更正的焦度。

[0174] 图36是根据本文描述的一些实施方式的在眼科镜片的镜片矩阵中嵌入有凹面、多焦和凸面光调制单元的示例性眼科镜片的示意图。如图36所示,光调制单元被嵌入眼科镜片(例如眼镜镜片2)的镜片矩阵中。眼科镜片的中心光学(例如,瞳孔)区2c具有约5.0mm的直径并且具有约-2.00D的均匀(或基本上均匀)的焦度以矫正-2.00D近视眼的距离屈光不正。围绕中心区的是直径约20mm的中间-周缘光学区2d。中间-周缘光学区还具有约-2.00D的基底焦度。多个光调制单元散布在整个中间-周缘光学区2d中。在一些实施方式中,光调制单元可以定位在眼科镜片4a和偏移层4e之间。在一些实施方式中,光调制单元可以定位在眼科镜片和涂层之间。在一些实施方式中,涂层可以是抗划痕涂层、抗反射涂层或者光波长吸收涂层。在一些实施方式中,凹面光调制单元4b可以具有比镜片4a的基底焦度相对更负的焦度。在一些实施方式中,光调制单元可以具有变化的(多焦的)焦度(4c),其中光调制单元的一部分比基底镜片焦度相对更正并且光调制单元的其他部分比基底镜片焦度相对更负。在一些实施方式中,凸面光调制单元4d可以具有比镜片4a的基底焦度相对更正的焦度。

[0175] 图37是根据本文描述的一些实施方式的示例性眼科镜片的放大示意图,该示例性眼科镜片在眼科镜片的前表面上具有凹面和凸面光调制单元两者以示出被引导通过眼镜镜片以聚焦在视网膜处的多个平面处的光。如图37所示,光调制单元定位在眼科镜片(例如眼镜镜片)的表面上,但也可以嵌入眼科镜片中。在一些实施方式中,光可以在以下项的一个或多个(或全部)中穿过的镜片:眼科镜片的具有基底焦度的一部分6a,眼科镜片的具有凹面光调制单元的一部分6c和眼科镜片的具有凸面光调制单元的一部分6b。如图所示,在一些实施方式中,穿过眼科镜片的不同部分6a、6b和6c的光线可以聚焦在对应的图像平面7a、7b和7c上。眼科镜片的基底焦度部分6a可以使光聚焦到图像平面7a上。如图所示,在一些实施方式中,在图像平面7a的前方(前面)的图像平面7b可以对应于穿过眼科镜片的凸面(比基底焦度相对更正的焦度)光调制单元的光。如图所示,在一些实施方式中,在图像平面7a后方(后面)的图像平面7c可以对应于穿过眼科镜片的凹面(比基底焦度相对更负的焦度)光调制单元的光。

[0176] 图38是根据本文所述的一些实施方式的示例性眼科镜片[即隐形镜片(8)]的放大示意图,该示例性眼科镜片在眼科镜片的前表面上具有凹面和凸面光调制单元两者,以示出被引导通过隐形镜片以聚焦在视网膜处的多个平面处的光。如图38所示,光调制单元定位在眼科镜片(例如隐形镜片)的表面上但是也可以嵌入隐形镜片中。在一些实施方式中,光可以在以下项的一个或多个(或全部)中穿过镜片:眼科镜片的具有基底焦度的一部分8a、眼科镜片的具有凹面光调制单元的一部分8c和眼科镜片的具有凸面光调制单元的一部分8b。如图所示,在一些实施方式中,穿过眼科镜片的不同部分8a、8b和8c的光线可以聚焦在对应的图像平面7a、7b和7c上。眼科镜片的基底焦度部分8a可以使光聚焦到图像平面7a

上。如图所示,在一些实施方式中,在图像平面7a前方(前面)的图像平面7b可以对应于穿过隐形镜片的凸面(比基底焦度相对更正的焦度)光调制单元的光。如图所示,在一些实施方式中,在图像平面7a后方(后面)的图像平面7c可以对应于穿过隐形镜片的凹面(比基底焦度相对更负的焦度)光调制单元的光。

[0177] 图39是根据本文描述的一些实施方式的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。如图所示,图39提供了图2的眼科镜片(例如,眼镜镜片)的焦度图,该眼科镜片包括基底镜片和结合到基底镜片中或基底镜片上的多个光调制单元。眼科镜片的中心光学(例如,瞳孔)区2c具有约5.0mm的直径并且具有约-2.00D的均匀(或基本上均匀)的焦度以矫正-2.00D近视眼的距离屈光不正。围绕中心区的是直径约20mm的中间-周缘光学区2d。中间-周缘光学区具有约-1.00D的基底焦度。多个光调制单元散布在整个中间-周缘光学区2d中。如图所示,光调制单元为圆形形状。在光学上,多个光调制单元具有约+1.00D的正焦度(与基底镜片周缘区组合,焦度是平光D)。多个光调制单元具有约0.8mm的直径。穿过+1.00D光调制单元的光线聚焦在穿过-1.00D中间-周缘区和-2.00D基底镜片焦度的光线的更前面。结果,图39所示的镜片设计使光线聚焦在至少三个不同的图像平面上。超出中间-周缘区的周缘光学区可以在焦度上是均匀的并且可以在焦度上类似于中间-周缘区,并且可以以与本文所述的方式基本上相同(或不同)的方式散布有光调制单元。

[0178] 图40是根据本文描述的一些实施方式的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。如图所示,图40提供了图2的眼科镜片(例如,眼镜镜片)的焦度图,该眼科镜片包括基底镜片和结合到基底镜片中或基底镜片上的多个光调制单元。眼科镜片的中心光学(例如,瞳孔)区2c具有约5.0mm的直径并且具有约-2.00D的均匀(或基本上均匀)的焦度以矫正-2.00D近视眼的距离屈光不正。围绕中心区的是直径约20mm的中间-周缘光学区2d。中间-周缘光学区具有类似于中心区的约-2.00D的基底焦度。多个光调制单元散布在整个中间-周缘光学区2d中。如图所示,光调制单元为圆形形状。在光学上,多个光调制单元具有约+3.50D的正焦度(与基底镜片组合,焦度为+1.50D)。多个光调制单元具有约0.8mm的直径。穿过+3.50D光调制单元的光线聚焦在穿过-2.00D基底镜片焦度的光线的更前面。多个光调制单元由一个区(包络区)围绕或者包络,该区的焦度不同于基底焦度的焦度或者光调制单元的焦度。在图40中,包络区为圆形形状并且具有+2.00D的焦度(与基底镜片组合,焦度是平光)。结果,图30所示的镜片设计使光线聚焦在至少三个不同的图像平面上。超出中间-周缘区的周缘光学区可以在焦度上是均匀的并且可以在焦度上类似于中间-周缘区,并且可以以与本文所述的方式基本上相同(或不同)的方式散布有光调制单元。

[0179] 图41是根据本文描述的一些实施方式的用于近视眼的示例性眼科镜片的焦度图。如图所示,图41提供了图2的眼科镜片(例如,眼镜镜片)的焦度图,该眼科镜片包括基底镜片结合到基底镜片中或基底镜片上的多个光调制单元。眼科镜片的中心光学(例如,瞳孔)区2c具有约5.0mm的直径并且具有约-2.00D的均匀(或基本上均匀)的焦度以矫正-2.00D近视眼的距离屈光不正。围绕中心区的是直径约20mm的中间-周缘光学区2d。中间-周缘光学区具有类似于中心区的约-2.00D的基底焦度。多个光调制单元散布在整个中心和中间-周缘光学区2d中。如图所示,光调制单元为圆形形状。在光学上,多个光调制单元的第一小组具有+1.50D的光学焦度(当与基底镜片组合时,合成焦度为-0.50D)。在光学上,多个光调制单元的第二小组具有-0.50D的光学焦度(当与基底镜片组合时,合成焦度为-2.50D)。穿过+

1.50D光调制单元的光线聚焦在穿过-2.00D基底镜片焦度的光线的更前面,并且穿过-0.50D光调制单元的光线与被引导通过基底光学焦度(以及+1.50D光调制单元)的光线相比更靠后面地聚焦。结果,图41所示的镜片设计使光线聚焦在至少三个不同的图像平面上。如进一步图示的,光调制单元的小组被定位成重复的基本上正方形的排列。光调制单元的第一小组与光调制单元的第二小组的分布比是约50/50。此外,中间-周缘光学区包括环,其具有约+2.00D的焦度(与基底焦度组合:平光)。因此,光调制单元中的一些可以由同心区围绕或者重叠或者连接到一侧。超出中间-周缘区的周缘光学区可以在焦度上是均匀的并且可以在焦度上类似于中间-周缘区,并且可以以与本文所述的方式基本上相同(或不同)的方式散布有光调制单元。

[0180] 图42是根据本文描述的一些实施方式的示例性眼科镜片以及用眼科镜片矫正的眼睛的示意图,该示例性眼科镜片具有基底镜片和结合在该镜片上的光调制单元。在一些实施方式中,本文描述的眼科镜片和/或方法可以利用光调制单元,由此光调制单元的焦距或者光焦度中的一个或多个可以选择成将它们的对应焦平面(一个或多个)放置在眼睛的靠近(near to)入瞳、大约(about)入瞳或邻近(in the vicinity of)入瞳处以传送降低的对比度。在图42中,根据本文描述的一些实施方式显示了示例性眼科镜片321以及用眼科镜片矫正的眼睛320的示意图,该示例性眼科镜片321具有基底镜片322和结合在该镜片上的光调制单元323。图42显示了入射到一个光调制单元325上并被其折射的光线324。光调制单元325的焦距选择成将其焦平面326放置在靠近眼睛320的入瞳327处。眼睛的入瞳是观察者看向眼睛时所看到的眼睛的瞳孔(由虹膜的孔径开口形成)。也就是说,它是由于在虹膜/瞳孔前方的眼睛的光学部件(例如,角膜)而被观察者看到的表观瞳孔。

[0181] 图43是根据本文描述的一些实施方式的具有基底镜片和光调制单元的示例性眼科镜片的示意图。在一些实施方式中,本文描述的眼科镜片和/或方法可以利用光调制单元,其中基本上正或负或零焦度的单元可以具有横跨光调制单元不断变化且非单调的焦度分布。在一些实施方式中,焦度分布的最大值在折射焦度上可以比基底焦度更负(图43的(a)部分),或者焦度分布的最小值可以比基底焦度更正(图43的(b)部分),或者最大值和最小值的平均值可以与基底焦度大致相同(图43的(c)部分)。在一些实施方式中,连续变化的焦度分布可以以周期性或非周期性方式变化。连续变化的焦度分布可以由一系列变化的曲率形成;或者可以通过结合一种或多种较高阶像差来形成;或是以上的组合。

[0182] 图44是根据本文描述的一些实施方式的具有基底镜片和光调制单元的示例性眼科镜片的示意图。在一些实施方式中,本文描述的眼科镜片和/或方法可以利用光调制单元,其中除了将光引导到一个或多个平面之外,光调制单元还可以漫射光。光调制单元可以是折射的,并且由一种或多种较高阶像差形成,或者可以由光散射特征形成;或是两者的组合。

[0183] 图45是根据本文描述的一些实施方式的用于近视眼的示例性眼科镜片的示意图。如图所示,图45提供了图2的眼科镜片(例如,眼镜镜片)的焦度图,该眼科镜片包括基底镜片和结合到基底镜片中或基底镜片上的多个光调制单元。眼科镜片的中心光学(例如,瞳孔)区2c具有约5.0mm的直径并且具有约-2.00D的均匀(或基本上均匀)的焦度以矫正-2.00D近视眼的距离屈光不正。眼科镜片的中间-周缘光学区2d结合焦度约为+1.00D(与基底焦度组合:-1.0D)的两个环。多个光调制单元散布在整个环中。如图所示,光调制单元为

圆形形状。在光学上,多个光调制单元具有+3.50D的光学焦度(当与基底镜片组合时,合成焦度为+2.50D)。结果,图45所示的镜片设计使光线聚焦在至少三个不同的图像平面上。

[0184] 所要求保护的主题的进一步优点将根据描述所要求保护的主题的一些实施方式的以下实施例而变得明显。在一些实施方式中,以下进一步实施方式中的一个或多于一个(包含例如全部)可以包括其他实施方式中的每一个或其部分。

[0185] 实施例:

[0186] A1.一种眼科镜片,其包括:基底镜片;以及多个多焦的光调制单元。

[0187] A2.一种眼科镜片,其包括:基底镜片,其被配置成将光引导到第一图像平面;以及多个多焦的光调制单元,其中该多个多焦的光调制单元中的一个或多个将光折射到不同于该第一图像平面的至少两个图像平面。

[0188] A3.一种眼科镜片,其包括:基底镜片,其被配置成将光引导到第一图像平面和第二图像平面;以及多个多焦的光调制单元,其中该多个多焦的光调制单元中的一个或多个将光折射到不同于该第一图像平面和第二图像平面的至少两个图像平面。

[0189] A4.一种眼科镜片,其包括:基底镜片,其被配置成将光引导到第一图像平面;多个正焦度的光调制单元,其具有从0.5D到5D变化的焦度以将光折射到相对于该第一图像平面位于前面的一个或多个图像平面;以及多个负焦度的光调制单元,其具有从-0.5D到-5D变化的焦度以将光折射到相对于该第一图像平面位于后面的一个或多个图像平面。

[0190] A5.一种眼科镜片,其包括:基底镜片,其被配置成将光引导到第一图像平面;以及多个光调制单元,其中该多个光调制单元中的一个或多个将光折射到不同于该第一图像平面的一个或多个图像平面。

[0191] A6.根据实施例A中任一项所述的眼科镜片,其中该多个光调制单元中的一个或多个将光折射到不同于该第一图像平面的第二图像平面和/或多个光调制单元中的一个或多个将光折射到不同于该第一图像平面和第二图像平面的第三图像平面。

[0192] A7.根据实施例A中任一项所述的眼科镜片,其中该多个光调制单元被配置成将光折射到不同于该第一图像平面的至少两个(例如,2、3、4、5或6个)图像平面。

[0193] A8.根据实施例A中任一项所述的眼科镜片,其中该多个光调制单元中的至少一个被配置成将光折射到不同于该第一图像平面的至少两个(例如,2、3或4个)图像平面。

[0194] A9.根据实施例A6-A8中任一项所述的眼科镜片,其中该第二图像平面和该第三图像平面中的至少一个位于第一图像平面前面。

[0195] A10.根据实施例A6-A9中任一项所述的眼科镜片,其中该第二图像平面和该第三图像平面中的至少一个位于第一图像平面后面。

[0196] A11.根据实施例A中任一项所述的眼科镜片,其中该多个光调制单元中的一个或多个具有范围从约20微米到约3mm的直径。

[0197] A12.根据实施例A中任一项所述的眼科镜片,其中该多个光调制单元中的一个或多个具有相对于基底表面的焦度相对更正(例如,表面形状为凸面)的焦度。

[0198] A13.根据实施例A中任一项所述的眼科镜片,其中该多个光调制单元的至少一部分具有与周围表面部位相比相对更负(例如,表面形状为凹面)的焦度。

[0199] A14.根据实施例A中任一项所述的眼科镜片,其中该多个光调制单元位于中心光学部分、中间-周缘光学区和周缘光学区中的一个或多个的任何组合中。

[0200] A15.根据实施例A中任一项所述的眼科镜片,其中该光调制单元相对于该眼科镜片的总表面积的填充比(例如,该光调制单元的总表面积与该眼科镜片的总表面积的比率)是约5%,10%,15%,20%,25%,30%,35%,40%,45%,50%,55%,60%,65%,70%,75%,80%或85%(例如,至少5%,10%,15%,20%,25%,30%,35%,40%,45%,50%,55%,60%,65%,70%,75%,80%或85%或在5-15%,20-30%,35-45%,40-50%,45-55%,60-70%,70-75%,70-80%或75-85%之间)。

[0201] A16.根据实施例A中任一项所述的眼科镜片,其中该光调制单元相对于对应于中心光学区、中间-周缘光学区或周缘光学区中的任何区的表面积的填充比(例如,该光调制单元的总表面积与相关区的总表面积的比率)是约5%,10%,15%,20%,25%,30%,35%,40%,45%,50%,55%,60%,65%,70%,75%,80%或85%(例如,至少5%,10%,15%,20%,25%,30%,35%,40%,45%,50%,55%,60%,65%,70%,75%,80%或85%或在5-15%,20-30%,35-45%,40-50%,45-55%,60-70%,70-75%,70-80%或75-85%之间)。

[0202] A17.根据实施例A中任一项所述的眼科镜片,其中该多个光调制单元的直径在约20微米和约3mms之间(例如,在约20-100微米,100-200微米,200-300微米,300-400微米,400-500微米,500-600微米,600-700微米,700-800微米,800-900微米,900微米-1mm,1-1.1mm,1.1-1.2mm,1.2-1.3mm,1.3-1.4mm,1.4-1.5mm,1.5-1.6mm,1.6-1.7mm,1.7-1.8mm,1.8-1.9mm,1.9-2mm,2-2.1mm,2.1-2.2mm,2.2-2.3mm,2.3-2.4mm,2.4-2.5mm,2.5-2.6mm,2.6-2.7mm,2.7-2.8mm,2.8-2.9mm,2.9-3mm之间)变化。

[0203] A18.根据实施例A中任一项所述的眼科镜片,其中在该中心光学区中的一个或多个光调制单元的直径在约20微米和约1000微米之间(例如,在约20-60微米,40-80微米,60-100微米,80-120微米,100-140微米,120-160微米,140-180微米,160-200微米,180-220微米,200-240微米,220-260微米,240-280微米,260-300微米,280-320微米,300-340微米,320-360微米,340-380微米,360-400微米,20-100微米,100-200微米,200-300微米,300-400微米,400-500微米,500-600微米,600-700微米,700-800微米,800-900微米,900-1000微米之间)。

[0204] A19.根据实施例A中任一项所述的眼科镜片,其中在该中间-周缘光学区中的一个或多个光调制单元的直径在约20微米和约2mm之间(例如,在约20-100微米,100-200微米,200-300微米,300-400微米,400-500微米,500-600微米,600-700微米,700-800微米,800-900微米,900微米-1mm,1-1.1mm,1.1-1.2mm,1.2-1.3mm,1.3-1.4mm,1.4-1.5mm,1.5-1.6mm,1.6-1.7mm,1.7-1.8mm,1.8-1.9mm,1.9-2mm,1-1.5mm,1.5-2mm,500微米-1mm,100-500微米之间)。

[0205] A20.根据实施例A中任一项所述的眼科镜片,其中在该周缘光学区中的一个或多个光调制单元的直径在约20微米和约3mms之间(例如,在约20-100微米,100-200微米,200-300微米,300-400微米,400-500微米,500-600微米,600-700微米,700-800微米,800-900微米,900微米-1mm,1-1.1mm,1.1-1.2mm,1.2-1.3mm,1.3-1.4mm,1.4-1.5mm,1.5-1.6mm,1.6-1.7mm,1.7-1.8mm,1.8-1.9mm,1.9-2mm,2-2.1mm,2.1-2.2mm,2.2-2.3mm,2.3-2.4mm,2.4-2.5mm,2.5-2.6mm,2.6-2.7mm,2.7-2.8mm,2.8-2.9mm,2.9-3mm之间)。

[0206] A21.根据实施例A中任一项所述的眼科镜片,其中在特定光学区中的该多个光调制单元的直径可以在上述范围之间变化(例如,该多个光调制单元中的一个或多个第一光

调制单元具有第一直径并且该多个光调制单元中的一个或多个第二光调制单元具有第二直径)。

[0207] A22.根据实施例A中任一项所述的眼科镜片,其中该多个光调制单元彼此分离(或彼此邻接)。

[0208] A23.根据实施例A中任一项所述的眼科镜片,其中该多个光调制单元中的一个或多个(例如,该多个光调制单元中的一个或多个第一光调制单元和/或该多个光调制单元中的一个或多个第二光调制单元)在该眼科镜片上定位成正方形、六边形或任何其他合适的排列(例如,对应于正方形、六边形或任何其他合适的排列的重复图案)。

[0209] A24.根据实施例A中任一项所述的眼科镜片,其中在中心光学区、中间-周缘光学区和周缘光学区中的一个或多个的任何组合中,该多个光调制单元的焦度从约-3D到+5D变化(例如,约-3D,-2.5D,-2D,-1.5D,-1D,-0.5D,+0.5D,+1D,+1.5D,+2D,+2.5D,+3D,+3.5D,+4D,+4.5D,+5D)。

[0210] A25.根据实施例A中任一项所述的眼科镜片,其中在该眼科镜片上负焦度和正焦度光调制单元的数量的分布(例如,正焦度光调制单元与负焦度光调制单元的数量的比率)变化如下:约95/5;90/10/,85/15,80/20,75/25,70/30,65/35,60/40,55/45,50/50,45/55,40/60,35/65,30/70,25/75,20/80,15/85,10/90,5/95,或0/100。

[0211] A26.根据实施例A中任一项所述的眼科镜片,其中该多个光调制单元中的一个或多个具有对应于圆形、椭圆形、半圆形、六边形、正方形或其他合适形状中的至少一种的形状。

[0212] A27.根据实施例A中任一项所述的眼科镜片,其中该眼科镜片包括为基本上圆形形状的中心光学区,为基本上环形形状并位于该中心光学区周围的中间-周缘光学区,和/或为基本上环形形状并位于该中间-周缘光学区周围的周缘光学区。

[0213] A28.根据实施例A中任一项所述的眼科镜片,其中该多个光调制单元位于中间-周缘光学区中,以及其中该多个光调制单元中的一个或多个第一光调制单元具有第一直径和第一焦度并且该多个光调制单元中的一个或多个第二光调制单元具有第二直径和第二焦度。

[0214] A29.根据实施例A28所述的眼科镜片,其中该第一焦度比该基底镜片的焦度相对正并且该第二焦度比该基底镜片的焦度相对负。

[0215] A30.根据实施例A28所述的眼科镜片,其中该第一焦度比该基底镜片的焦度相对正并且该第二焦度比该第一焦度和该基底镜片的焦度相对更正。

[0216] A31.根据实施例A28所述的眼科镜片,其中该第一焦度比该基底镜片的焦度相对负并且该第二焦度比该第一焦度和该基底镜片的焦度相对更负。

[0217] A32.根据实施例A中任一项所述的眼科镜片,其中,该眼科镜片被配置成用于矫正、减缓、减少和/或控制近视的进展。

[0218] A33.根据实施例A中任一项所述的眼科镜片,其中该眼科镜片是眼镜镜片。

[0219] B1.一种眼科镜片,其包括:具有对应的第一图像平面的基底镜片;以及具有一个或多个光调制单元的一个或多个光调制区;其中穿过该光调制区的光导致横跨该第一图像平面和不同于该第一图像平面的一个或多个图像平面的离焦光分布。

[0220] B2.根据实施例B1所述的眼科镜片,其中该多个光调制单元中的一个或多个在本

质上是折射的。

[0221] B3.根据实施例B1到B2所述的眼科镜片,其中一个或多个折射光调制单元具有为零或相对于该基底镜片的折射焦度并非不同的折射焦度。

[0222] B4.根据实施例B1到B2任一项所述的眼科镜片,其中该多个光调制单元相对于该基底镜片焦度为负焦度。

[0223] B5.根据实施例B1到B2任一项所述的眼科镜片,其中该多个光调制单元相对于该基底镜片焦度为正焦度。

[0224] B6.根据实施例B1到B2任一项所述的眼科镜片,其中该多个光调制单元中的一个或多个具有多于一个光焦度。

[0225] B7.根据实施例B1到B6所述的眼科镜片,其中针对透射通过该光调制单元区的光的一定比例的该离焦光分布在该第一图像平面前面。

[0226] B8.根据实施例B1到B6所述的眼科镜片,其中针对透射通过该光调制单元区的光的一定比例的该离焦光分布在该第一图像平面后面。

[0227] B9.根据实施例B1到B8所述的眼科镜片,其中针对透射通过该光调制单元区的光的一定比例的该离焦光分布在该第一图像平面前面和后面。

[0228] B10.根据实施例B1到B9所述的眼科镜片,其中在该第一图像平面前面或后面的该离焦光分布的比例是约>20%。

[0229] B11.根据实施例B1到B9所述的眼科镜片,其中在该第一图像平面前面或后面的该离焦光分布的比例是约>30%。

[0230] B12.根据实施例B1所述的眼科镜片,其中该多个光调制单元中的一个或多个在本质上是衍射的。

[0231] B13.一种眼科镜片,其包括:基底镜片,其具有第一焦度和对应的第一图像平面;一个或多个光调制单元区,具有焦度相对于第一焦度为负的多个光调制单元;其中透射通过该眼科镜片的光导致离焦光分布,该离焦光分布横跨散布在该第一图像平面,在该第一图像平面前面的一个或多个图像平面和在该第一图像平面后面的一个或多个图像平面。

[0232] B14.一种眼科镜片,其包括:基底镜片,其具有第一焦度和对应的第一图像平面;一个或多个光调制单元区,具有焦度相对于第一焦度为正的多个光调制单元,其中透射通过该眼科镜片的光导致离焦光分布,该离焦光分布横跨散布在该第一图像平面,在该第一图像平面前面的一个或多个图像平面和在该第一图像平面后面的一个或多个图像平面。

[0233] B15.一种用于个人眼睛的眼科镜片,该眼科镜片包括:基底镜片,该基底镜片包括第一区,该第一区具有基于该眼睛的屈光不正的第一焦度;第二区,该第二区具有与该第一焦度相比相对正的第二焦度;在该第二区上的多个光调制单元;以及其中透射通过该眼科镜片的光导致离焦光分布,该离焦光分布横跨散布在第一图像平面,在该第一图像平面前面的一个或多个图像平面和在该第一图像平面后面的一个或多个图像平面。

[0234] B16.根据实施例B15所述的眼科镜片,其中该第二焦度横跨该第二区是不均匀的。

[0235] B17.根据实施例B15到B16所述的眼科镜片,其中从该第二区的内边缘到外边缘的不均匀的焦度可以包括增加、减少或非单调焦度中的一种或多种。

[0236] B18.根据实施例B15和B17所述的眼科镜片,其中该多个光调制单元中的一个或多个本质上是折射的。

[0237] B19.根据实施例B15到B18所述的眼科镜片,其中一个或多个折射光调制单元具有为零或相对于该基底镜片的折射焦度并非不同的折射焦度。

[0238] B20.根据实施例B15到B19任一项所述的眼科镜片,其中该多个光调制单元的焦度相对于该基底镜片焦度为负。

[0239] B21.根据实施例B15到B19任一项所述的眼科镜片,其中该多个光调制单元的焦度相对于该基底镜片焦度为正。

[0240] C1.一种眼科镜片,其被配置成用于矫正、减缓、减少和/或控制近视进展,该眼科镜片包括:基底镜片,其被配置成将光引导至少第一图像平面;位于中心并且为基本上圆形形状的中心光学区;为基本上环形形状并位于该中心光学区周围的中间-周缘光学区;为基本上环形形状并位于该中间-周缘光学区周围的周缘光学区;以及位于该中心光学区、中间-周缘光学区或周缘光学区中的至少一个或多个中的多个光调制单元,其中该多个光调制单元中的一个或多个被配置成将光引导到在该第一图像平面前面的一个或多个图像平面;以及其中该多个光调制单元中的一个或多个被配置成将光引导到在该第一图像平面后面的一个或多个图像平面。

[0241] D1.一种眼科镜片,其包括:用于将光引导到至少第一平面的基底镜片;以及在至少一个光调制单元区中的多个光调制单元;其中该眼科镜片被配置成使得透射通过该至少一个光调制单元区的光导致离焦光分布(TFLD),该离焦光分布沿着相对于该第一平面在后面(远视散焦)和/或前面(近视散焦)的方向中的至少一个方向延伸到一个或多个附加平面。

[0242] D2.一种眼科镜片,其包括:基底镜片;以及在至少一个光调制单元区中的多个光调制单元;其中该基底镜片被配置成将光引导到至少第一图像平面,并且该多个光调制单元被配置成将光引导到相对于该第一图像平面位于后面(远视散焦)和/或前面(近视散焦)的一个或多个图像平面。

[0243] D3.一种眼科镜片,其包括:基底镜片;以及在至少一个光调制单元区中的多个光调制单元,其用于通过将光引导或转移到一个或多个平面来矫正、减缓、减少和/或控制眼睛生长的进展;其中该基底镜片被配置成将光引导到至少第一图像平面并且该多个光调制单元被配置成将光引导到相对于该第一图像平面位于后面(远视散焦)和/或前面(近视散焦)的一个或多个图像平面。

[0244] D4.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中该第一图像平面对应于视网膜平面。

[0245] D5.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中该基底镜片具有横跨该镜片的均匀的焦度。

[0246] D6.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中该基底镜片的焦度横跨该镜片而变化。

[0247] D7.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中该基底镜片的周缘光学区与中心和/或中间-周缘光学区相比为更正的焦度。

[0248] D8.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中该基底镜片的周缘和中间-周缘光学区与中心光学区相比为更正的焦度。

[0249] D9.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中该基底镜片的周缘光学区与该中

心和/或中间-周缘光学区相比为更负的焦度。

[0250] D10.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中从中心到中间-周缘和/或周缘区的正焦度的增加是阶梯式的或以单调或非单调方式逐渐增加的。

[0251] D11.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中从中心到中间-周缘和/或周缘区的负焦度的增加是阶梯式的和/或以单调或非单调方式逐渐增加的。

[0252] D12.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中从中心到周缘区的焦度变化横跨整个基底镜片和/或被施加到该镜片的某些区域或象限或区段。

[0253] D13.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中该眼科镜片的该基底镜片结合滤光器和/或结合相位改性掩模(例如,振幅掩模)。

[0254] D14.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中滤光器被施加在整个基底镜片上和/或被施加到该镜片的精选区域或象限或区段。

[0255] D15.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中相位改性掩模被施加在整个基底镜片上和/或被施加到该镜片的精选区域或象限或区段。

[0256] D16.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中该眼科镜片进一步包括,一个或多个同心环或环形区或者环或环形区的至少一部分具有一个或多个焦度以及多个光调制单元。

[0257] D17.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中该眼科镜片包括具有相位改性掩模的基底镜片和多个光调制单元。

[0258] D18.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中该光调制单元被定位或集群在该眼科镜片的该基底镜片上,要么是个别地呈阵列或排列,,要么呈聚集体、阵列、堆叠、簇或其他合适的集群排列。

[0259] D19.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中该光调制单元的个别的排列、聚集体、阵列、堆叠或簇以正方形、六边形或任何其他合适的排列(例如,对应于正方形、六边形或任何其他合适的排列的重复图案或任何非重复或随机排列)而定位在该基底镜片上;和/或以该基底镜片的几何或光学中心为中心;和/或不以该基底镜片的几何或光学中心为中心。

[0260] D20.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中该一个或多个光调制单元中的至少一个的最长(x)子午线或轴与最短子午线或轴(y)的长度比率是约1.1,约1.2,约1.3,约1.4,约1.5,约1.6,约1.7,约1.8,约1.9和约2.0。

[0261] D21.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中该光调制单元的矢状深度从约20nm到约1mm,从约20nm到约500μm,从约20nm到约400μm,从约20nm到约300μm,从约20nm到约200μm,从约20nm到约100μm,从约20nm到约50μm变化。

[0262] D22.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中该一个或多个光调制单元被布置成使得该光调制单元的主子午线的一个或轴或最长子午线彼此平行排布(lined);或者可以径向地对准;或者可以周向地或以任何合适的几何排列(例如,三角形排列或正方形或矩形或六边形)排布。

[0263] D23.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中该光调制单元包括相位改性掩模,例如振幅掩膜、二元振幅掩膜、相位掩膜,或相息图,或二元相位掩膜,或相位改性表面,例如超表面或纳米结构。

[0264] D24.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中该一个或多个光调制单元的光相位被调制,例如,该光调制单元的靠外的区域表示其中该光相位已被调制了如下值的区域:例如pi/2、pi、3.pi/2,或介于0和pi/2之间,介于pi/2和pi之间,介于pi和3.pi/2之间或介于3.pi/2和2.pi之间;靠内的白色圆圈表示该光调制单元的第二区域,其光相位已被调制为不同于第一区域的相位;和/或中间灰色圆圈表示该光调制单元的第三区域,其光相位已被调制为不同于该第一区域和/或该第二区域的相位。

[0265] D25.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中该光调制单元的尺寸、每平方mm的密度和集群布置可以横跨所述区而均匀或横跨所述区而变化(例如,与该中间-周缘区相比,在该周缘区中的该光调制单元的密度较大或较小)。

[0266] D26.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中基本上正焦度的、基本上负焦度的、多焦的光调制单元以及具有相位改性掩模的光调制单元横跨该眼科镜片的一个或多个区的分布(例如,正焦度的光调制单元与负焦度与多焦的光调制单元的数量比率)可以等比例或不等比例地变化。

[0267] D27.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中镜片设计者和临床医生可以使用光调制单元几何分布和/或填充比作为关于该眼科镜片的临床性能(包含近视控制功效、视力和可佩戴性)的指南。

[0268] D28.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中该光调制单元相对于该眼科镜片的该基底镜片的总表面积的几何填充比(例如,该光调制单元的总表面积与该眼科镜片的总表面积的比率)是约5%,约10%,约15%,约20%,约25%,约30%,约35%,约40%,约45%,约50%,约55%,约60%,约65%,约70%,约75%,约80%或约85%,至少5%,至少10%,至少15%,至少20%,至少25%,至少30%,至少35%,至少40%,至少45%,至少50%,至少55%,至少60%,至少65%,至少70%,至少75%,至少80%或至少85%或在5-15%,20-30%,35-45%,40-50%,45-55%,60-70%,70-75%,70-80%或75-85%之间。

[0269] D29.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中对应于该中心光学区的表面积不包括光调制单元或包括多个光调制单元。

[0270] D30.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中该光调制单元相对于对应于该中心光学区的表面积的几何填充比是约5%,约10%,约15%,约20%,约25%,约30%,约35%,约40%,约45%,约50%,约55%,约60%,约65%,约70%,约75%,约80%或约85%,至少5%,至少10%,至少15%,至少20%,至少25%,至少30%,至少35%,至少40%,至少45%,至少50%,至少55%,至少60%,至少65%,至少70%,至少75%,至少80%或至少85%或在5-15%,20-30%,35-45%,40-50%,45-55%,60-70%,70-75%,70-80%或75-85%之间。

[0271] D31.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中该光调制单元相对于对应于该周缘光学区的表面积的几何填充比是约5%,约10%,约15%,约20%,约25%,约30%,约35%,约40%,约45%,约50%,约55%,约60%,约65%,约70%,约75%,约80%或约85%,至少5%,至少10%,至少15%,至少20%,至少25%,至少30%,至少35%,至少40%,至少45%,至少50%,至少55%,至少60%,至少65%,至少70%,至少75%,至少80%或至少85%或在5-15%,20-30%,35-45%,40-50%,45-55%,60-70%,70-75%,70-80%或75-85%之间。

[0272] D32.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中该眼科镜片结合一个或多个光调制单元以提供TFLD,其中处于近视散焦分布的光相比处于远视散焦比率是约<1.0,约<0.9,约<0.8,约<0.7,约<0.6,约<0.5,约<0.4,约<0.3,约<0.2,约<0.1。

[0273] D33.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中该眼科镜片结合一个或多个光调制单元以提供TFLD,其中处于近视散焦分布的光相比处于远视散焦的比率是约>1.0,约>1.1,约>1.2,约>1.3,约>1.4,约>1.5,约>1.6,约>1.7,约>1.8,约>1.9。

[0274] D34.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中该眼科镜片结合光调制单元以提供没有明显远视散焦的TFLD。

[0275] D35.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中该眼科镜片结合光调制单元以提供没有明显近视散焦的TFLD。

[0276] D36.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中该眼科镜片具有几何填充因子,使得约75%的光被引导到视网膜图像平面,并且约25%的光由该光调制单元引导到在该视网膜图像前面(近视散焦)的平面。

[0277] D37.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中该眼科镜片包括具有几何填充因子的光调制单元,该几何填充因子被设计成使得在该图像平面前面的散焦光的峰值振幅显著大于、稍微大于、基本上类似于、稍微小于、显著小于在该图像平面后面的散焦光的振幅。

[0278] D38.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中被引导到该图像平面前方的光的峰值振幅的距离被定位成比被引导到该图像平面后面的光的峰值振幅的距离显著更靠近该图像平面。

[0279] D39.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中该TFLD至少部分地形成近视散焦光、远视散焦光或两者的非周期性和非单调振幅。

[0280] D40.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中散焦光的任何连续带的光振幅是总光振幅的至少约20%,约25%,约30%,约40%,约50%,约60%,约70%,约80%,约10%到50%,约10%到40%,约10%到30%或约10%到20%。

[0281] D41.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中在该图像平面前面(或前方或处于近视散焦)的该TFLD的峰值振幅是被引导到该视网膜平面前面的所有光的约50%,显著>50%,稍微>50%,或<50%。

[0282] D42.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中在该视网膜平面后面(或后方或处于远视散焦)的该TFLD的峰值振幅是被引导到该视网膜平面后面的所有光的约50%,显著>50%,稍微>50%,或<50%。

[0283] D43.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中在该视网膜平面前面(或前方或处于近视散焦)并且在该视网膜平面的1.00D内的该TFLD的振幅是在该视网膜平面前方的总光的约<10%,或约<20%,或约<30%或约<50%。

[0284] D44.根据实施例D中任一项所述的眼科镜片,其中在该视网膜平面后面(或后方或处于远视散焦)并且在该视网膜平面的1.00D内的该TFLD的振幅是在该视网膜后方的总光的约<10%,或约<20%,或约<30%或约<50%。

[0285] D55.一种眼科镜片,其包括:包括至少中心光学区和周缘光学区的基底镜片,该基底镜片被配置成将光引导到至少第一平面;以及多个光调制单元,其位于该基底镜片的至

少该周缘光学区的表面上并被配置成用于通过将光引导或转移到一个或多个平面来矫正、减缓、减少和/或控制眼睛生长的进展;其中该眼科镜片被配置成使得透射通过该眼科镜片的光导致离焦光分布(TFLD),该离焦光分布沿着后面(远视散焦)或前面(近视散焦)方向中的至少一个方向延伸到一个或多个附加平面。

[0286] E1.一种眼科镜片,其包括:被配置成将光引导至少第一平面的基底镜片;以及一个或多个光调制单元区,其包括多个光调制单元,该多个光调制单元的设置在该基底镜片表面的或嵌入该基底镜片的以下一个或多个区的任何组合中的至少一种:该基底镜片的中心光学区、中间-周缘光学区和周缘光学区,并被配置成用于将光引导或转移到一个或多个平面;其中透射通过该一个或多个光调制单元区的光导致离焦光分布(TFLD),该离焦光分布沿着相对于该第一平面在后面(远视散焦)和/或前面(近视散焦)的方向中的至少一个方向延伸到一个或多个附加平面。

[0287] E2.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中该一个或多个光调制单元区被配置成将光引导到位于该第一平面后面(远视散焦)的一个或多个平面和位于该第一图像平面前面(近视散焦)的一个或多个平面。

[0288] E3.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中该多个光调制单元本质上是折射和/或衍射中的至少一种。

[0289] E4.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中该光调制单元的矢状深度从约20nm到约1mm,从约20nm到约500μm,从约20nm到约400μm,从约20nm到约300μm,从约20nm到约200μm,从约20nm到约100μm,和/或从约20nm到约50μm变化。

[0290] E5.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中该光调制单元是平光焦度,和/或正焦度,和/或负焦度中的至少一种和/或具有多个焦度。

[0291] E6.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中在该第一图像平面前面的TFLD的比例是透射通过该一个或多个光调制单元区的光的>20%。

[0292] E7.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中在该第一图像平面后面的TFLD的比例是透射通过该一个或多个光调制单元区的光的>20%。

[0293] E8.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中结合一个或多个光调制单元的该一个或多个光调制单元区被配置成提供TFLD,其中处于近视散焦分布的光与远视散焦的比率是约<1.0,约<0.9,约<0.8,约<0.7,约<0.6,约<0.5,约<0.4,约<0.3,约<0.2,约<0.1。

[0294] E9.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中结合一个或多个光调制单元的该一个或多个光调制单元区被配置成提供TFLD,其中处于近视散焦分布的光与远视散焦的比率是约>1.0,约>1.1,约>1.2,约>1.3,约>1.4,约>1.5,约>1.6,约>1.7,约>1.8,约>1.9。

[0295] E10.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中结合一个或多个光调制单元的该一个或多个光调制单元区被配置成提供没有明显远视散焦的TFLD。

[0296] E11.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中结合一个或多个光调制单元的一个或多个光调制单元区被配置成提供没有明显近视散焦的TFLD。

[0297] E12.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中该光调制单元区具有几何填充因子,该几何填充因子被设计成使得在该图像平面前面的散焦光的峰值振幅显著大于、稍微大于、基本上类似于、稍微小于和/或显著小于在该图像平面后面的散焦光的振幅。

[0298] E13.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中被引导到该图像平面前方的光

的峰值振幅的距离被定位成比被引导到该图像平面后面的光的峰值振幅的距离显著更靠近该图像平面。

[0299] E14.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中该TFLD至少部分地形成近视散焦光、远视散焦光或两者的非周期性和非单调振幅。

[0300] E15.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中散焦光的任何带的光振幅是总光振幅的至少约20%,约25%,约30%,约40%,约50%,约60%,约70%,约80%,约10%到50%,约10%到40%,约10%到30%或约10%到20%。

[0301] E16.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中在该图像平面前面(或前方或处于近视散焦)的该TFLD的峰值振幅是被引导到该视网膜平面前面的所有光的约50%,显著>50%,稍微>50%,或<50%。

[0302] E17.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中在该视网膜平面后面(或后方或处于远视散焦)的该TFLD的峰值振幅是被引导到该视网膜平面后面的所有光的约50%,显著>50%,稍微>50%,或<50%。

[0303] E18.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中在该视网膜平面前面(或前方或处于近视散焦)并且在该视网膜平面的1.00D内的该TFLD的振幅是在该视网膜平面前方的总光的约<10%,或约<20%,或约<30%或约<50%。

[0304] E19.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中在该视网膜平面后面(或后方或处于远视散焦)并且在该视网膜平面的1.00D内的该TFLD的振幅是在该视网膜后方的总光的约<10%,或约<20%,或约<30%或约<50%。

[0305] E20.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中该基底镜片的焦度横跨该镜片而变化。

[0306] E21.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中该基底镜片的周缘光学区的焦度与该中心光学区和/或中间-周缘光学区相比更正或更负。

[0307] E22.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中该基底镜片的周缘光学区的焦度和中间-周缘光学区与中心光学区相比更正。

[0308] E23.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中从中心到中间-周缘和/或周缘区的焦度变化是阶梯式的或以单调或非单调方式逐渐增加。

[0309] E24.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中从中心到周缘区的焦度变化横跨整个基底镜片和/或被施加到该镜片的某些区域或象限或区段。

[0310] E25.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中该眼科镜片的该基底镜片结合滤光器和/或结合相位改性掩模(例如,振幅掩膜)。

[0311] E26.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中滤光器被施加在整个基底镜片上和/或被施加到该镜片的精选区域或象限或区段。

[0312] E27.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中相位改性掩模被施加在整个基底镜片上和/或被施加到该镜片的精选区域或象限或区段。

[0313] E28.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中该眼科镜片进一步包括一个或多个同心环或环形区或者具有一个或多个焦度的一个或多个环或环形区的至少一部分以及多个光调制单元。

[0314] E29.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中该光调制单元中的一个或多个

可以要么被个别地,要么呈阵列或排列,或呈聚集体、堆叠,或簇或其他合适的集群排列而定位或集群在该基底镜片的一个或多个区上。

[0315] E30.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中该光调制单元的个别排列、聚集体、阵列、堆叠或簇以正方形、六边形或任何其他合适的排列(例如,对应于正方形、六边形或任何其他合适的排列的重复图案或任何非重复或随机排列)而定位在该基底镜片上;和/或以该基底镜片的几何或光学中心为中心;和/或不以该基底镜片的几何或光学中心为中心。

[0316] E31.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中该一个或多个光调制单元中的至少一个的最长(x)子午线或轴与最短子午线或轴(y)的长度比率是约1.1,约1.2,约1.3,约1.4,约1.5,约1.6,约1.7,约1.8,约1.9和约2.0。

[0317] E32.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中该一个或多个光调制单元被布置成使得该光调制单元的主子午线中的一个或轴或最长子午线彼此平行排布;或者可以径向地对准;或者可以周向地或以任何合适的几何排列(例如,三角形排列或正方形或矩形或六边形)排布。

[0318] E33.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中该一个或多个光调制单元包括相位改性掩模,例如振幅掩膜、二元振幅掩膜、相位掩膜,或相息图,或二元相位掩膜,或相位改性表面,例如超表面或纳米结构。

[0319] E34.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中该一个或多个光调制单元的光相位被调制,例如,该光调制单元的靠外的区域表示其中该光相位已被调制了如下值的区域:例如pi/2、pi、3.pi/2,或介于0和pi/2之间,介于pi/2和pi之间,介于pi和3.pi/2之间或介于3.pi/2和2.pi之间;靠内白色圆圈表示该光调制单元的第二区域,其光相位已被调制为不同于第一区域的相位;和/或中间灰色圆圈表示该光调制单元的第三区域,其光相位已被调制为不同于该第一区域和/或该第二区域的相位。

[0320] E35.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中该光调制单元的尺寸、每平方mm的密度和/或集群布置中的一种或多种的任何组合横跨所述区而均匀或横跨所述区而变化(例如,与该中间-周缘区相比,在该周缘区中的该光调制单元的密度较大或较小)。

[0321] E36.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中镜片设计者和临床医生可以使用光调制单元几何分布和/或填充比作为关于该眼科镜片的临床性能(包含近视控制功效、视力和可佩戴性中的一种或多种的任何组合)的指南。

[0322] E37.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中对应于该中心光学区的表面积不包括光调制单元或包括多个光调制单元。

[0323] E38.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中在该中心光学区中的该光调制单元相对于对应于该中心光学区的表面积的几何填充比是约5%,约10%,约15%,约20%,约25%,约30%,约35%,约40%,约45%,约50%,约55%,约60%,约65%,约70%,约75%,约80%或约85%,至少5%,至少10%,至少15%,至少20%,至少25%,至少30%,至少35%,至少40%,至少45%,至少50%,至少55%,至少60%,至少65%,至少70%,至少75%,至少80%或至少85%或在5-15%,20-30%,35-45%,40-50%,45-55%,60-70%,70-75%,70-80%或75-85%之间。

[0324] E39.根据实施例E中任一项所述的眼科镜片,其中在该周缘光学区和/或该中间-

周缘光学区中的该光调制单元相对于对应于该周缘光学区和/或该中间-周缘光学区的表面积的几何填充比是约5％,约10％,约15％,约20％,约25％,约30％,约35％,约40％,约45％,约50％,约55％,约60％,约65％,约70％,约75％,约80％或约85％,至少5％,至少10％,至少15％,至少20％,至少25％,至少30％,至少35％,至少40％,至少45％,至少50％,至少55％,至少60％,至少65％,至少70％,至少75％,至少80％或至少85％或在5-15％,20-30％,35-45％,40-50％,45-55％,60-70％,70-75％,70-80％或75-85％之间。

[0325] E40.一种眼科镜片,其包括:具有前表面和后表面的基底镜片,所述基底镜片被配置成将光引导到至少第一图像平面;在所述基底镜片上或中的一个或多个光调制单元区,该一个或多个光调制单元区包括定位成特定配置的多个光调制单元;其中该光调制单元的几何排列、填充因子比、直径、矢状深度、曲率、焦度和单元与单元的间距中的一种或多种的任何组合被配置成使得透射通过该光调制单元区的光导致离焦光分布,该离焦光分布被引导到相对于该第一图像平面位于前面和/或后面的多个平面。

[0326] E41.一种用于设计/制造眼科镜片的方法,该方法包括:选择具有焦度分布并且被配置成将光引导到至少第一平面的基底镜片;以及确定将一个或多个光调制单元区放置在该基底镜片的中心光学区、中间-周缘光学区和/或周缘光学区中的一种或多种的任何组合中,该一个或多个光调制单元区包括多个光调制单元,该光调制单元的设置在基底镜片表面或嵌入基底镜片中的至少一种;利用该光调制单元的几何排列、填充因子比、光调制单元直径、光调制单元矢状深度、光调制单元曲率、光调制单元焦度和单元与单元的间距中的一种或多种的任何组合来配置该眼科镜片,使得透射通过该一个或多个光调制单元区的光导致离焦光分布(TFLD),该离焦光分布沿着相对于该第一平面在后面(远视散焦)和前面(近视散焦)的方向中的至少一个方向延伸到一个或多个附加平面。

[0327] 应当理解,在本说明书中公开和定义的实施方式扩展到从文本或附图中提及或显见的单独特征中的两个或更多个特征的所有替代组合。所有这些不同的组合构成了本公开的各种替代方面。

[0328] 前文概述了几个实施方式的特征,以便本领域技术人员可以更好地理解本公开各方面。本领域技术人员应当理解,他们可以容易地使用本公开作为设计或修改其他工艺和结构的基础,以实现与本文介绍的实施方式相同的目的和/或实现相同的优点。本领域技术人员也应该认识到,这样的等同构造并不脱离本发明的精神和范围,并且他们可以在不脱离本公开的精神和范围的情况下对本文进行各种改变、替换和变更。

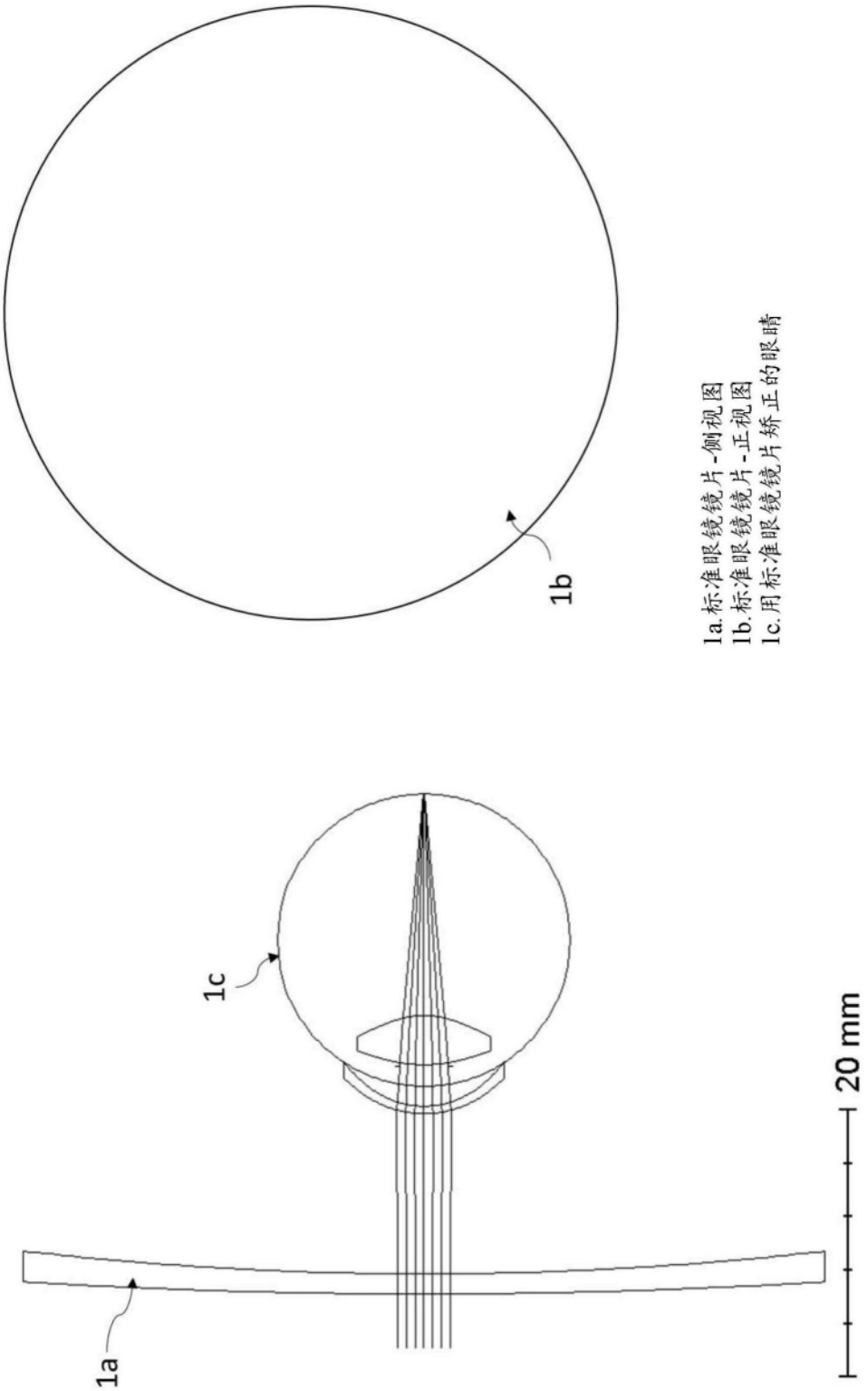


图1

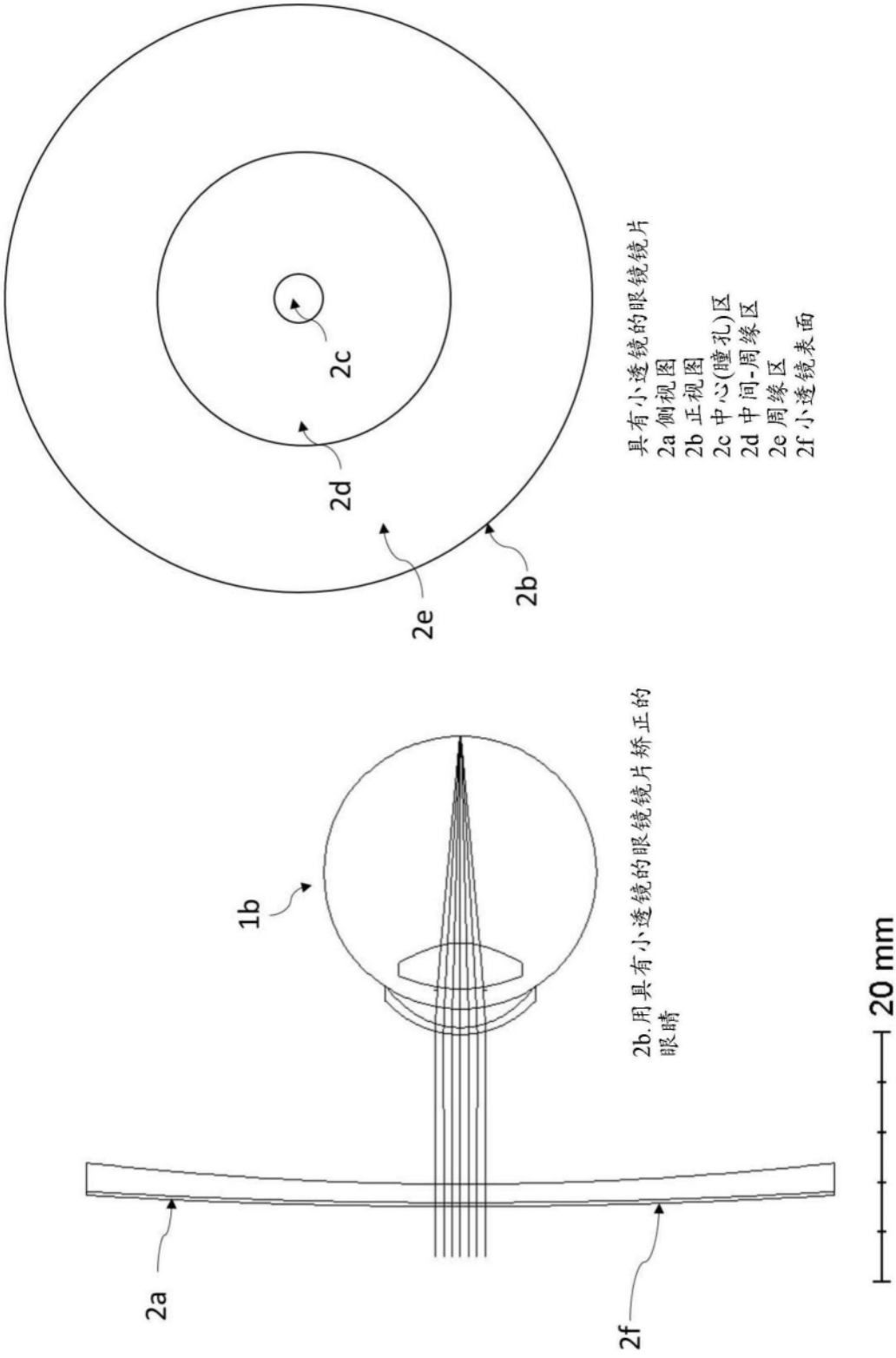

具有小透镜的眼镜镜片
2a 侧视图
2b 正视图
2c 中心(瞳孔)区
2d 中间-周缘区
2e 周缘区
2f 小透镜表面
2c
2d
2e
2b
1b
2b.用具有小透镜的眼镜镜片矫正的眼睛
2a
2f
20 mm

图2

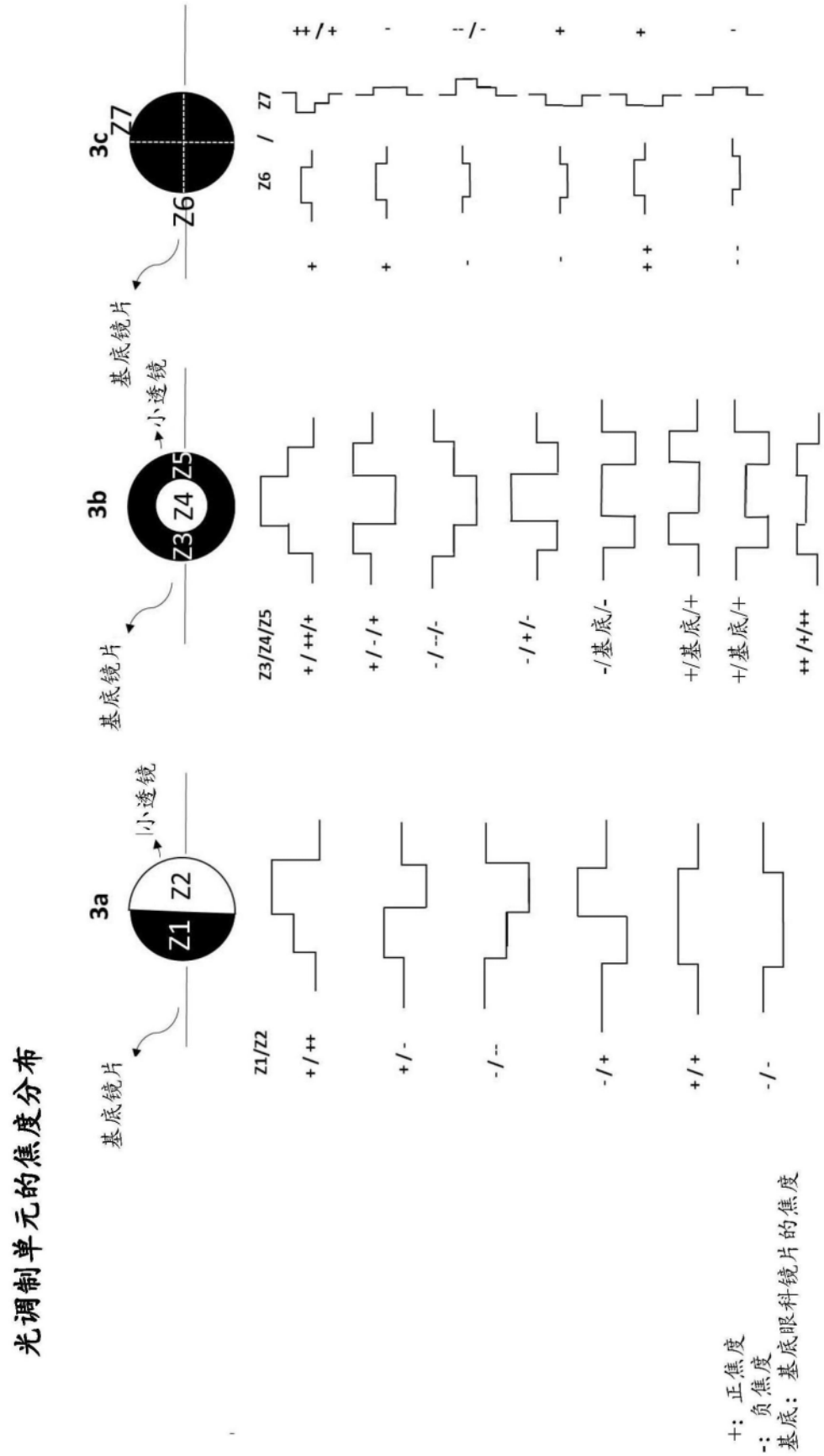

光调制单元的焦度分布
3a
小透镜
Z1
Z2
基底镜片
Z1/Z2
+/++
+/-
-/--
-/+
+/+
-/-
3b
小透镜
Z3
Z4
Z5
基底镜片
Z3/Z4/Z5
+/++/+
+/-/+
-/--/-
-/+/-
-/基底/-
+/基底/+
+/基底/+
++/+/++
3c
Z6
Z7
基底镜片
Z6 / Z7
+ +/+
+ -
- -/-
- +
+ +
+ +
- -
+：正焦度
-：负焦度
基底：基底眼科镜片的焦度

图3

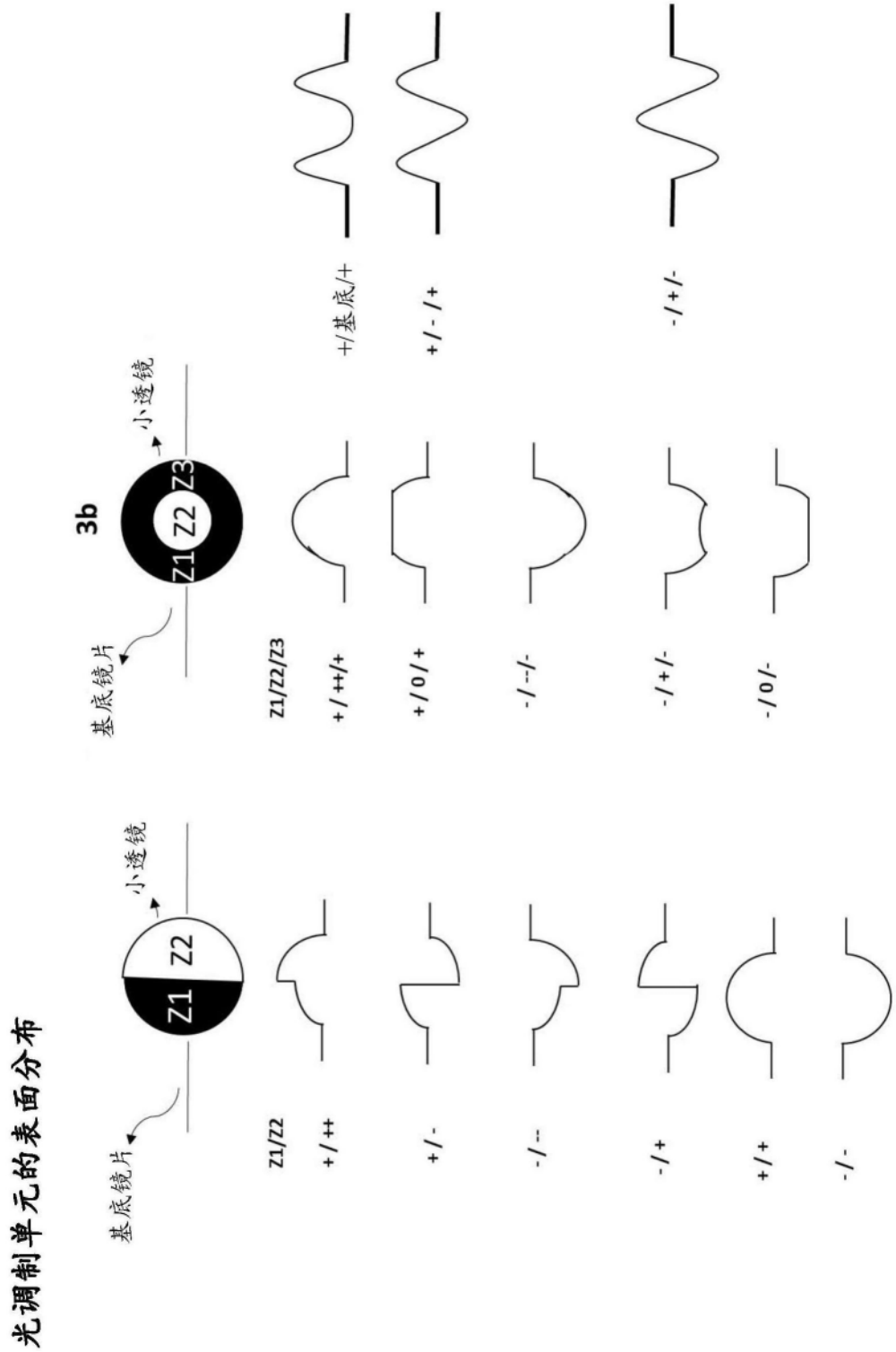

光调制单元的表面分布
基底镜片
小透镜
Z1
Z2
Z1/Z2
+ / ++
+ / -
- / --
- / +
+ / +
- / -
3b
基底镜片
小透镜
Z1
Z2
Z3
Z1/Z2/Z3
+ / ++/+
+ / 0 / +
- / --/-
- / +/-
- / 0 /-
+/基底/+
+ / - / +
- / +/-

图4

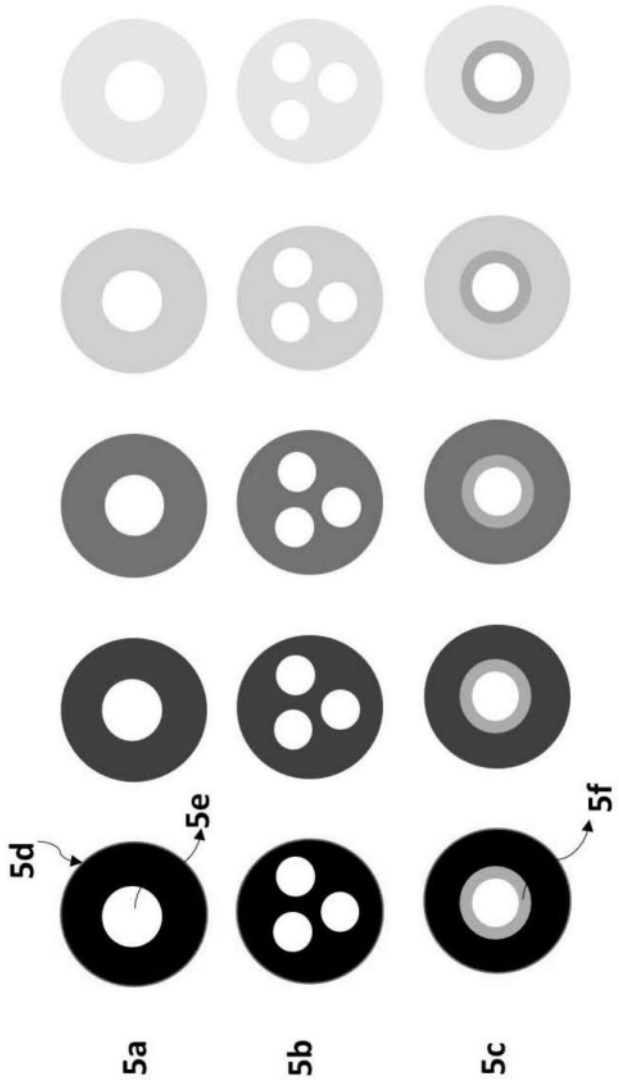


图5

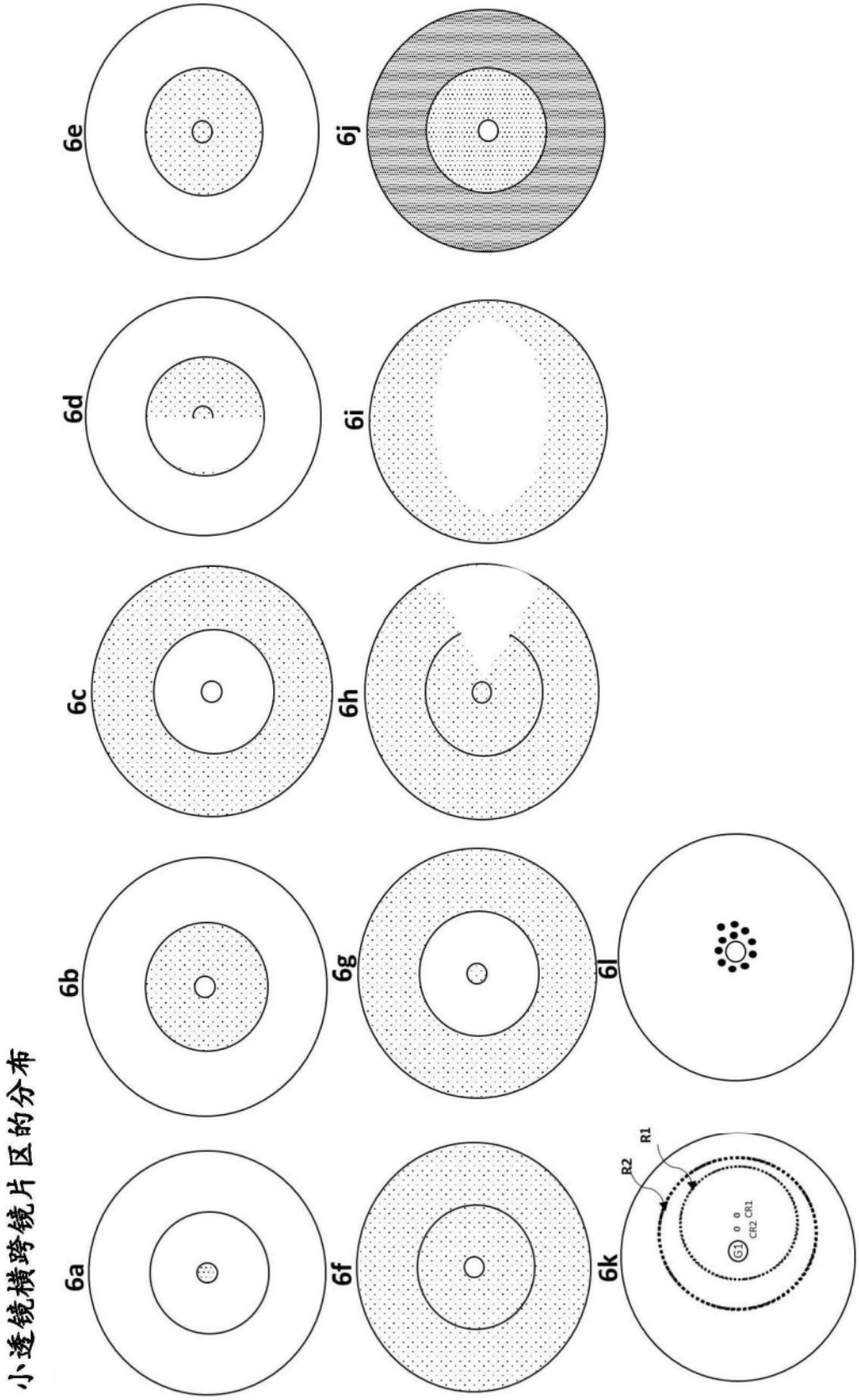


图6

镜片	基底镜片焦度(D)	中心区直径(mm)	周缘区宽度(mm)	光调制单元直径(mm)	光调制单元焦度(D)	光调制单元间距-边缘到边缘(mm)	不包含中心区的几何填充因子(%周缘区的光调制单元覆盖率，即%近视散焦：%远视散焦)	离焦光分布(%光近视散焦：%远视散焦)
1	平光	9.2	20.8	1.00	+3.50	1.50	58%:0%	23.8%:34.7%
2	平光	0	7	0.20	+7.50	0.49	25%:0%	10.7%:15.0%
3	平光	0	30	0.20	+1.30	0.49	21%:0%	9.0%:11.87%
4	平光	9.2	20.8	1.00	-3.50	1.50	0%:58%	34.7%:23.8%

图7

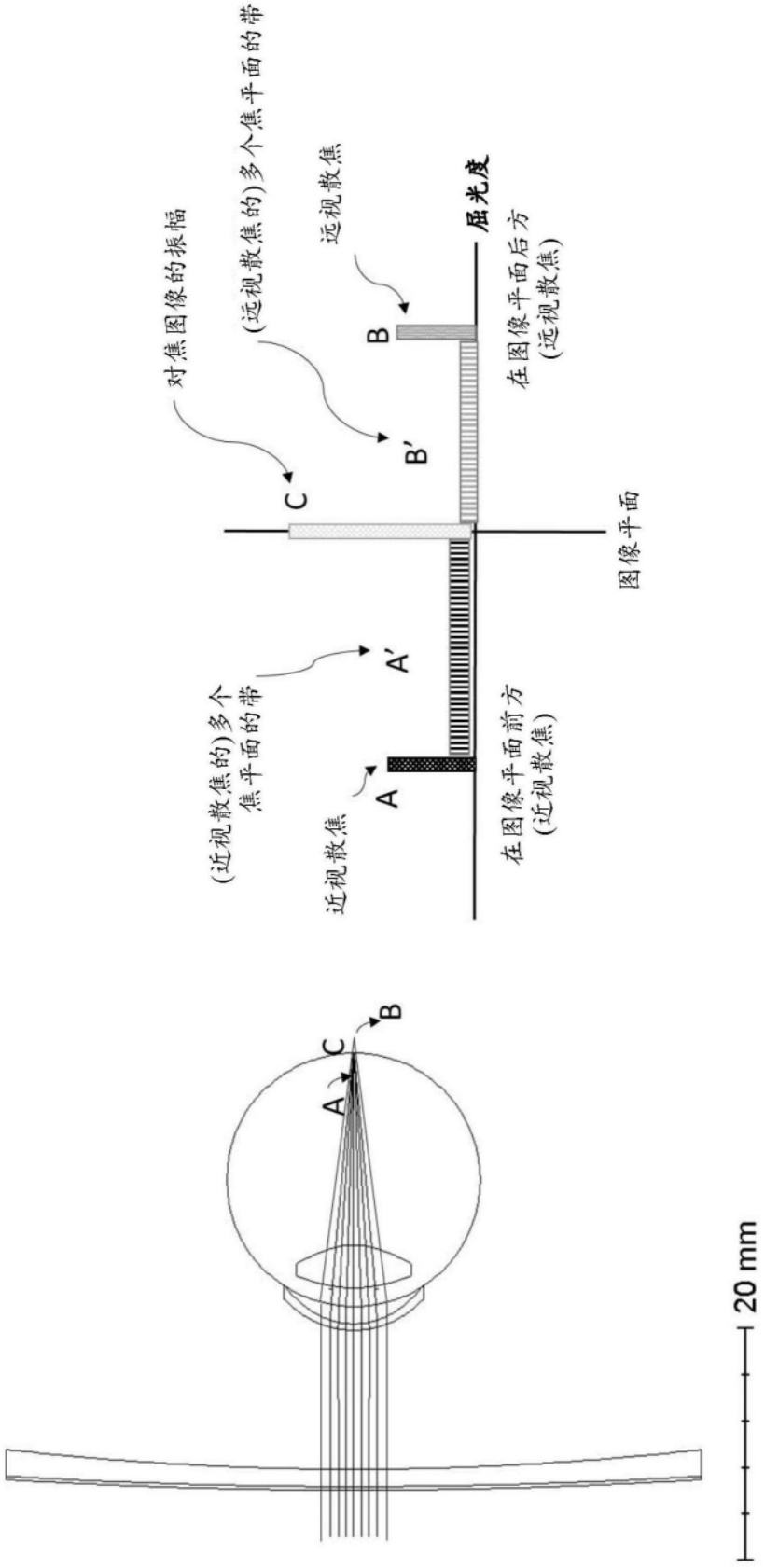

对焦图像的振幅
(远视散焦的)多个焦平面的带
远视散焦
屈光度
在图像平面后方
(远视散焦)
C
B'
B
图像平面
(近视散焦的)多个
焦平面的带
A'
A
近视散焦
在图像平面前方
(近视散焦)
C
B
A
20 mm

图8

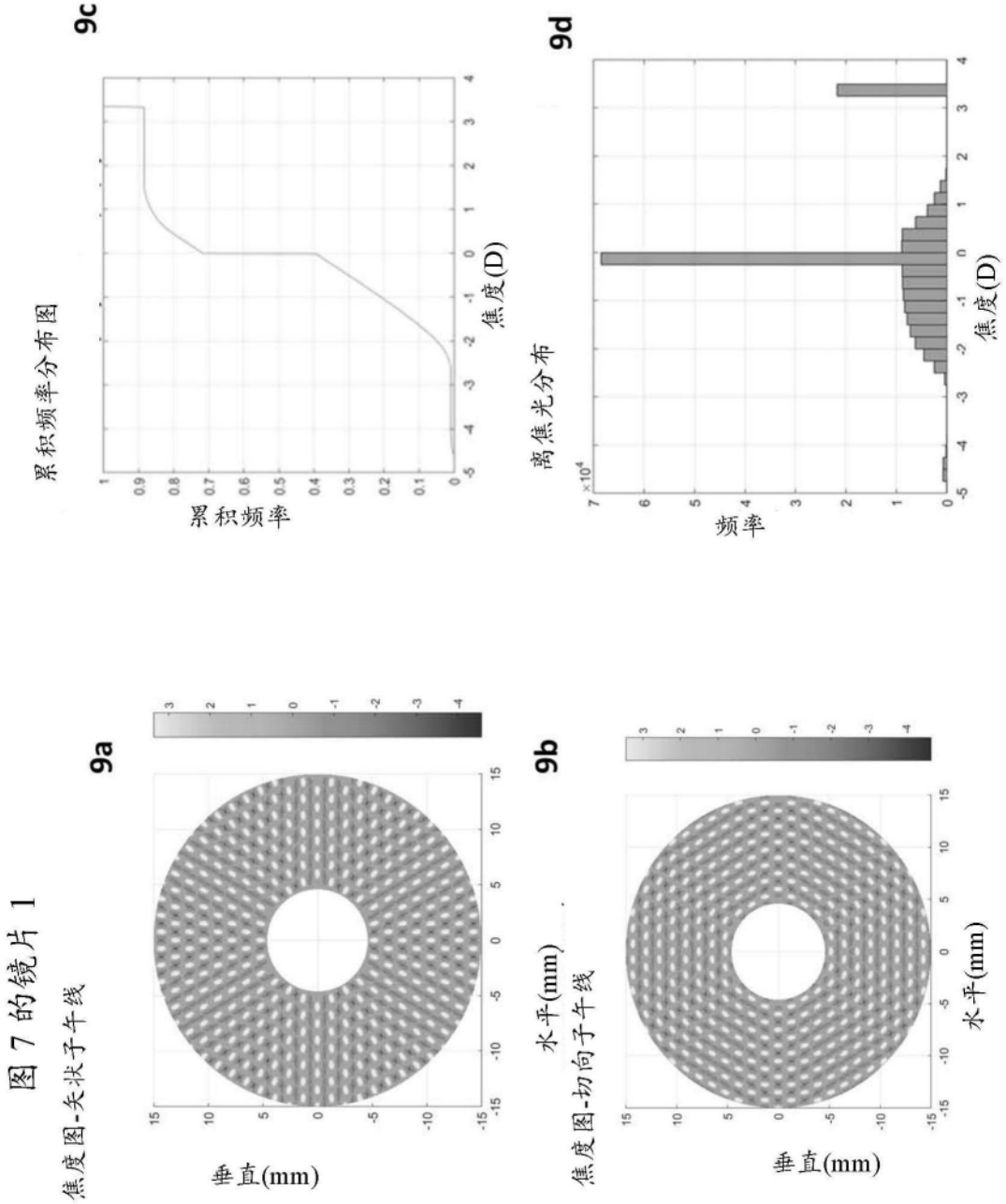

9c
累积频率分布图
累积频率
焦度(D)
9d
离焦光分布
频率
焦度(D)
9a
图 7 的镜片 1
焦度图-矢状子午线
垂直(mm)
9b
焦度图-切向子午线
水平(mm)
垂直(mm)
水平(mm)

图9

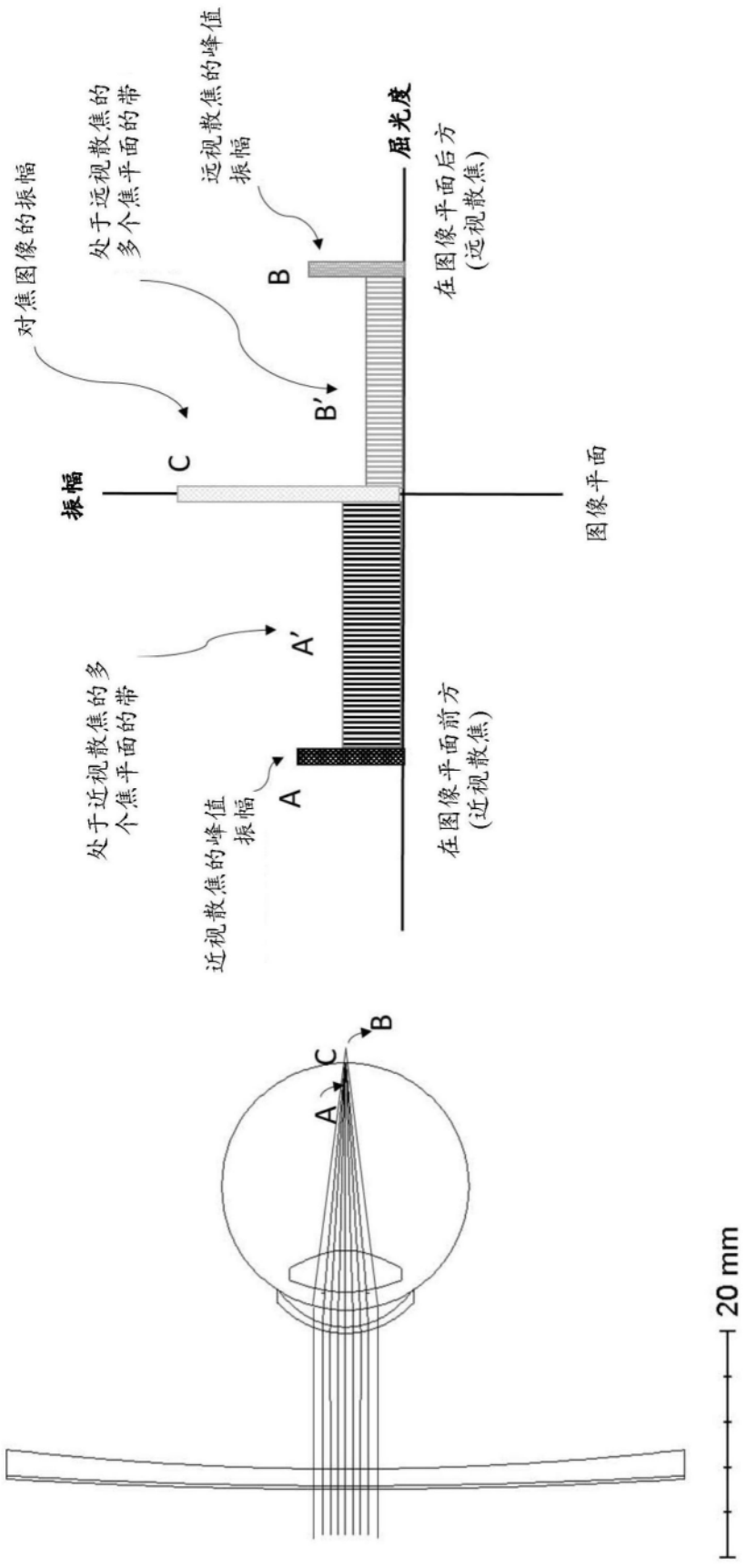

对焦图像的振幅
处于远视散焦的多个焦平面的带
远视散焦的峰值振幅
B
屈光度
在图像平面后方(远视散焦)
B'
振幅
C
图像平面
处于近视散焦的多个焦平面的带
A'
近视散焦的峰值振幅
A
在图像平面前方(近视散焦)
B
C
A
20 mm

图10

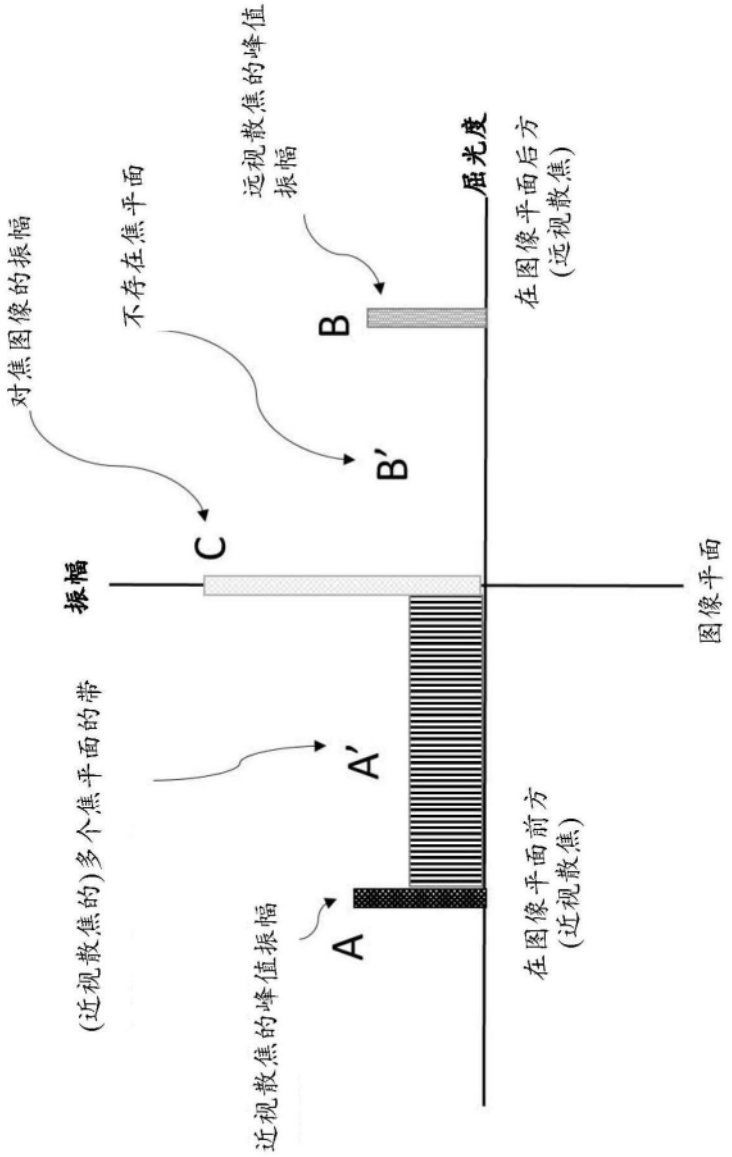

远视散焦的峰值
振幅
屈光度
在图像平面后方
(远视散焦)
不存在焦平面
对焦图像的振幅
B
B′
C
振幅
图像平面
(近视散焦的)多个焦平面的带
A′
A
近视散焦的峰值振幅
在图像平面前方
(近视散焦)

图11

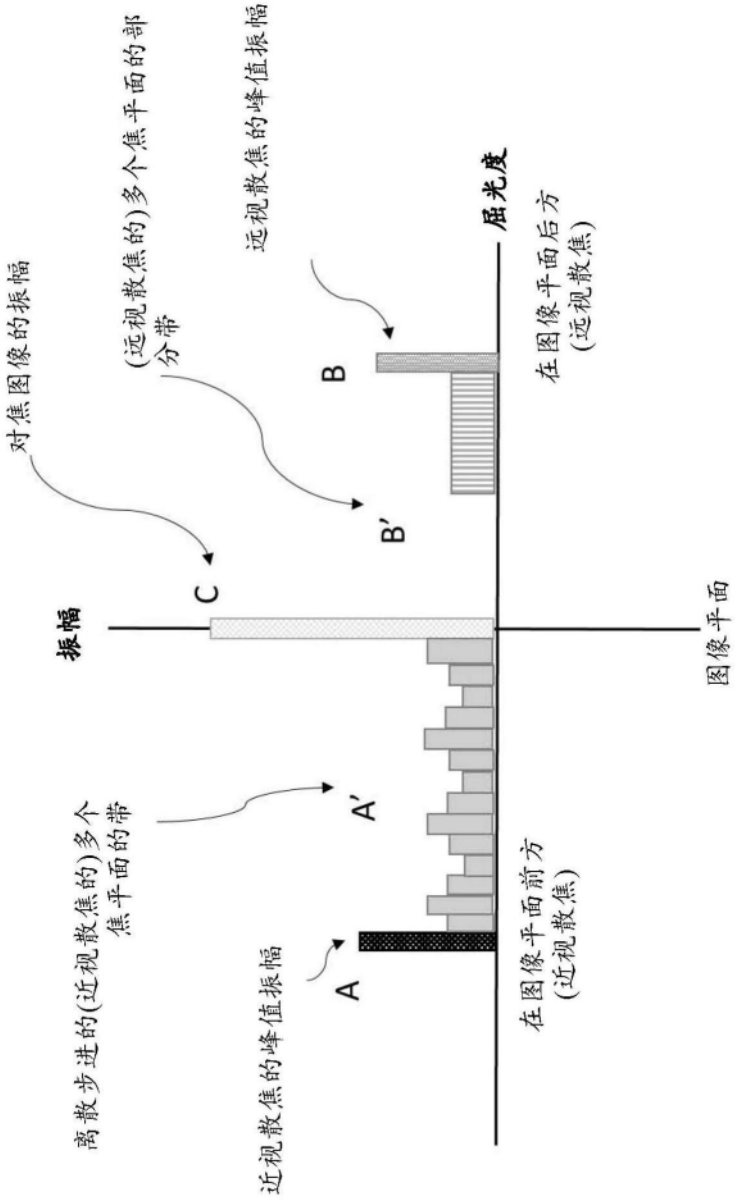

振幅
屈光度
图像平面
对焦图像的振幅
(远视散焦的)多个焦平面的部分带
远视散焦的峰值振幅
在图像平面后方(远视散焦)
离散步进的(近视散焦的)多个焦平面的带
近视散焦的峰值振幅
在图像平面前方(近视散焦)
A
A′
B
B′
C

图12

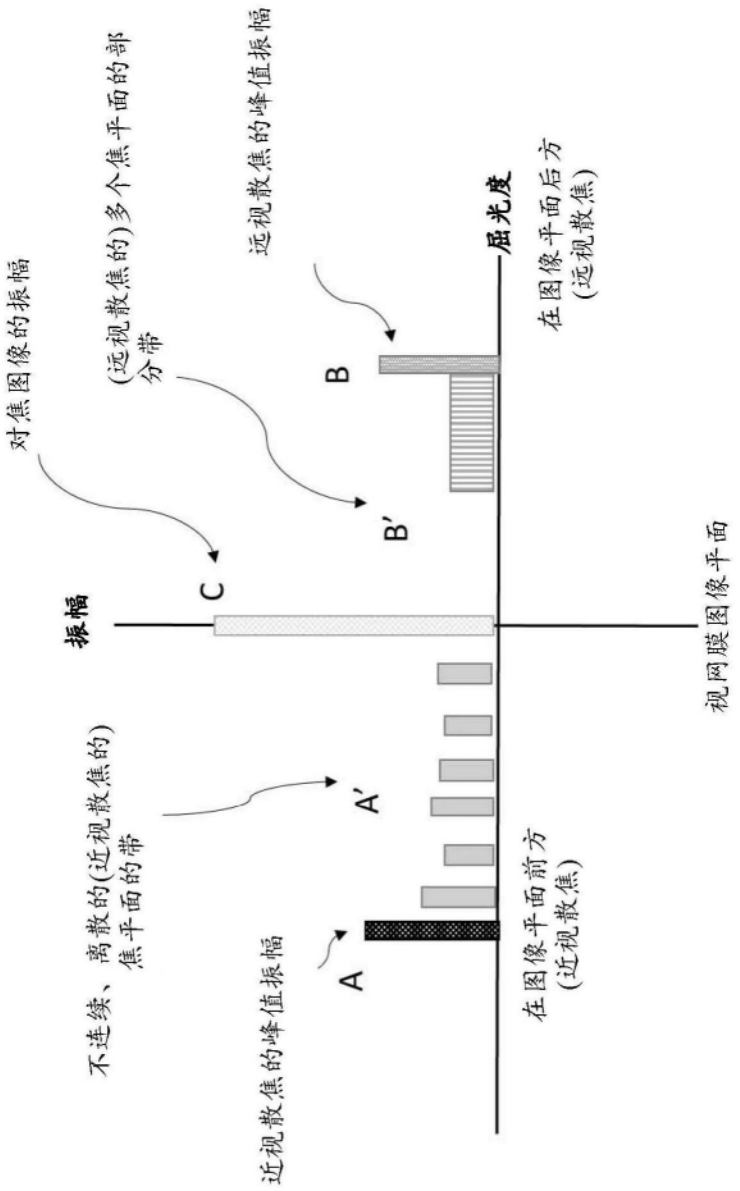

对焦图像的振幅
(远视散焦的)多个焦平面的部分带
远视散焦的峰值振幅
振幅
屈光度
C
B
B′
在图像平面后方
(远视散焦)
不连续、离散的(近视散焦的)焦平面的带
A′
视网膜图像平面
近视散焦的峰值振幅
A
在图像平面前方
(近视散焦)

图13

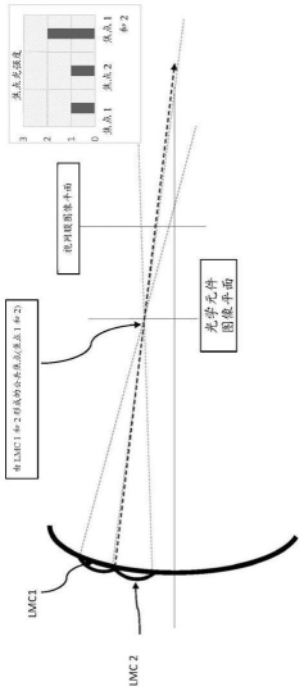


图14a

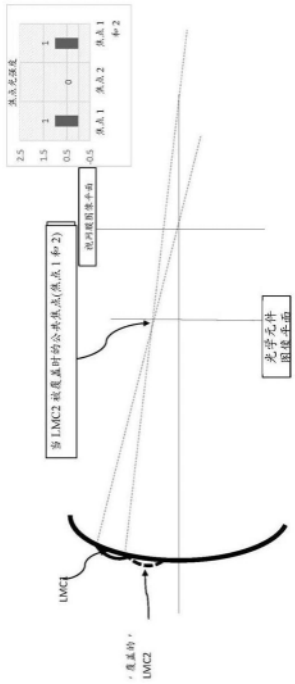


图14b

所有实施例的眼镜镜片焦度均为-2.00D

		正光调制单元		负的光调制单元		正/负 LMC 的分布(%)	正 LMC 的面积(mm^2)	负 LMC 的面积(mm^2)	总几何填充比(%)
		焦度(D)	直径(mm)	焦度(D)	直径(mm)				
实施例 1	中心区	-	-	-	-	-	-	-	16
	中间-周缘区	1.50	0.80	-0.50	0.80	50/50	25.1	25.1	
	周缘区	-	-	-	-	-	-	-	
实施例 2	中心区	-	-	-	-	-	-	-	26
	中间-周缘区	2.00	0.80	-0.50	1.20	50/50	25.1	56.5	
	周缘区	-	-	-	-	-	-	-	
实施例 3	中心区	1.50	0.20	-	-	-	0.7	-	26.21
	中间-周缘区	2.00	0.80	-0.50	1.20	50/50	25.1	56.5	
	周缘区	-	-	-	-	-	-	-	
实施例 4	中心区	1.50	0.20	1.50	0.20	50/50	1.4	1.4	16.9
	中间-周缘区	1.50	0.80	-0.50	0.80	50/50	25.1	25.1	
	周缘区	-	-	-	-	-	-	-	
实施例 5	中心区	-	-	-	-	-	-	-	16
	中间-周缘区	-	-	-0.50	0.80	-	-	50.3	
	周缘区	-	-	-	-	-	-	-	
实施例 6	中心区	-	-	-	-	-	-	-	16
	中间-周缘区	-	-	-3.50	0.80	-	-	50.3	
	周缘区	-	-	-	-	-	-	-	
实施例 7	中心区	-	-	-	-	-	-	-	16
	中间-周缘区	2.00	0.80	-0.50	0.80	~88/12	44.2	6.0	
	周缘区	-	-	-	-	-	-	-	
实施例 8	中心区	-	-	-	-	-	-	-	28.09
	中间-周缘区	3.50	1.10	-0.50	0.50	~91/9	86.5	1.8	
	周缘区	-	-	-	-	-	-	-	
实施例 9	中心区	-	-	-	-	-	-	-	25.44
	中间-周缘区	2.00	1.00	-0.50	1.00	~87/13	40.8	6.3	
	周缘区	3.50	3.00	-0.50	3.00	~81/19	367.6	84.8	
实施例 10	中心区	-	-	-	-	-	-	-	13.6
	中间-周缘区	2.00	0.80	-2.00	0.20	~84/16	42.2	0.5	
	周缘区	-	-	-	-	-	-	-	
实施例 11	中心区	-	-	-	-	-	-	-	1.12
	中间-周缘区	2.00	0.20	-2.00	0.20	50/50	1.8	1.8	
	周缘区	-	-	-	-	-	-	-	
实施例 12	中心区	-	-	-	-	-	-	-	8.16
	中间-周缘区	2.00	0.80 & 0.20	-2.00	0.80 & 0.20	50/50	12.8	12.8	
	周缘区	-	-	-	-	-	-	-	
实施例 13	中心区	-	-	-	-	-	-	-	25
	中间-周缘区	3.50	1.00	-3.50	1.00	~88/12	69.1	9.4	
	周缘区	-	-	-	-	-	-	-	

表格 1:

实施例 1-13 的光调制单元规格

实施例 1-13 显示了具有光调制单元的眼镜镜片的焦度图(以屈光度计)。

该眼镜镜片(即在没有光调制单元的部位中)具有-2.00D的焦度并且它由正(除了实施例 5 和 6)和负光调制单元组成。实施例显示了具有以下特征的小透镜:三个不同的光学区(即中心、中间-周缘和周缘区)的正/负光调制单元的不同的焦度、尺寸、填充比和分布(即,其数量)。

图15

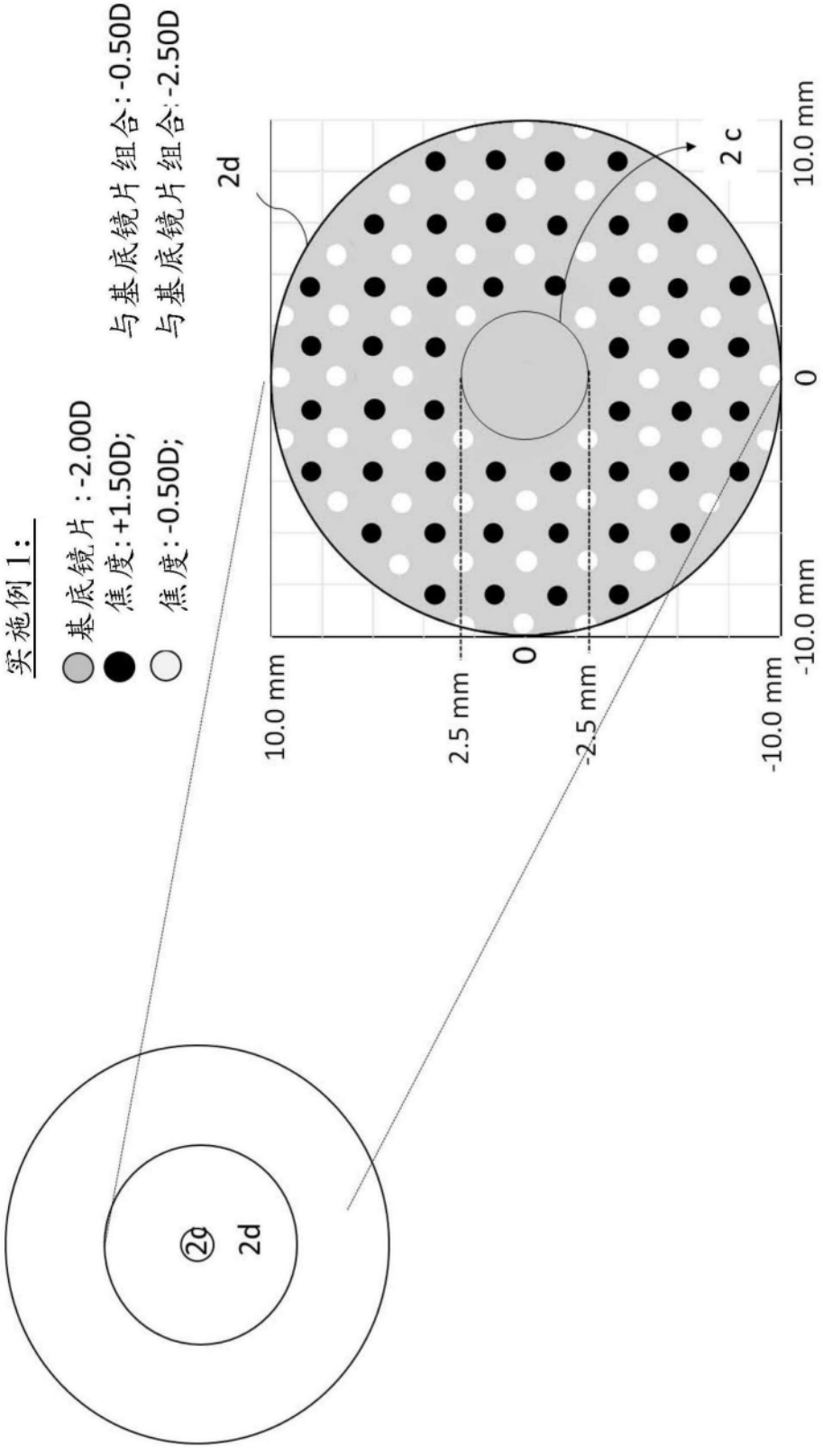

实施例1：
基底镜片：-2.00D
焦度:+1.50D;
焦度:-0.50D;
与基底镜片组合:-0.50D
与基底镜片组合:-2.50D
2d
2c
10.0 mm
0
-10.0 mm
10.0 mm
2.5 mm
0
-2.5 mm
-10.0 mm
2d

图16

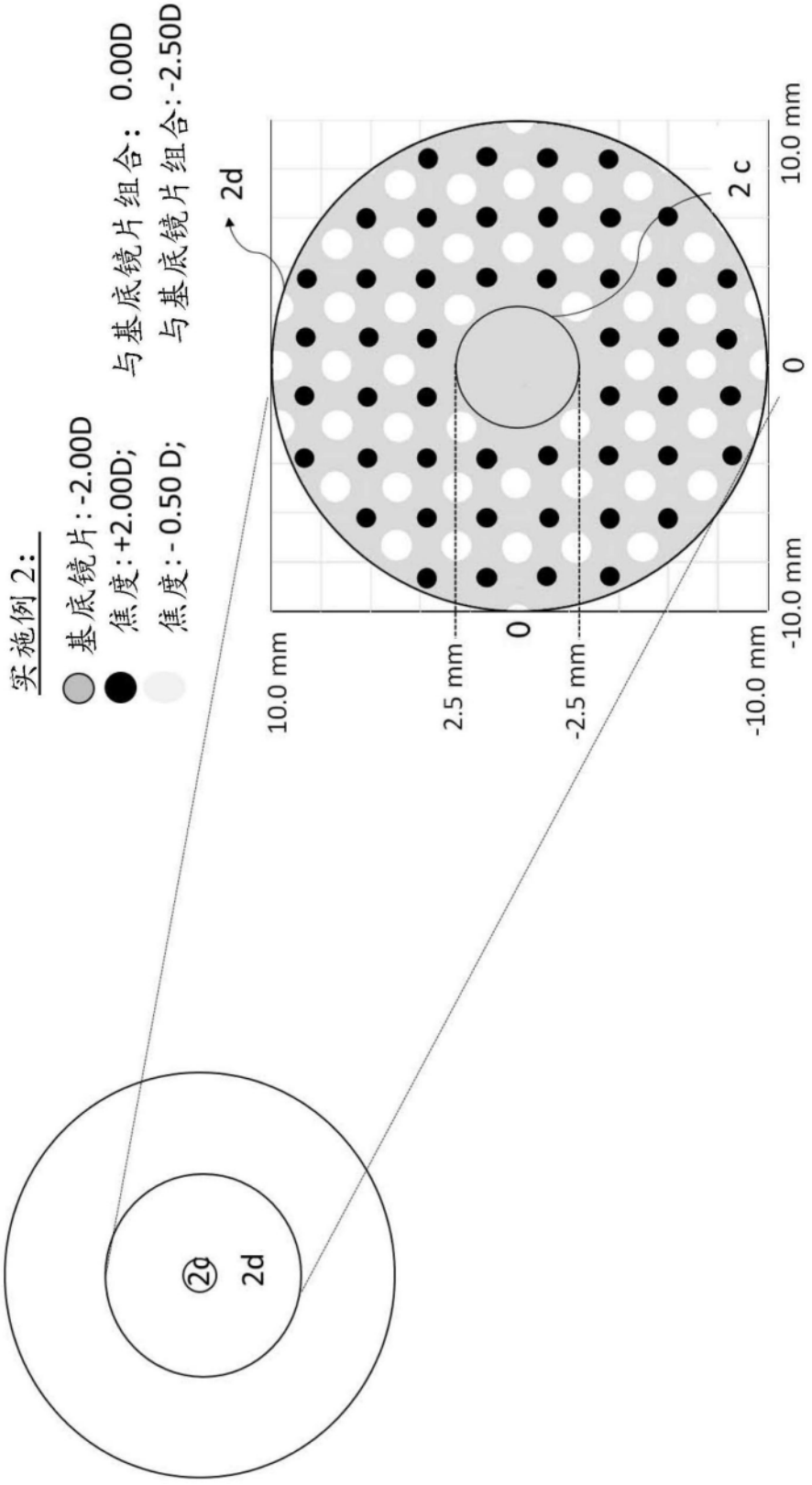

实施例 2:
基底镜片:-2.00D
焦度:+2.00D;
焦度:-0.50 D;
与基底镜片组合: 0.00D
与基底镜片组合:-2.50D
2d
2 c
10.0 mm
0
-10.0 mm
10.0 mm
2.5 mm
0
-2.5 mm
-10.0 mm
②d
2d

图17

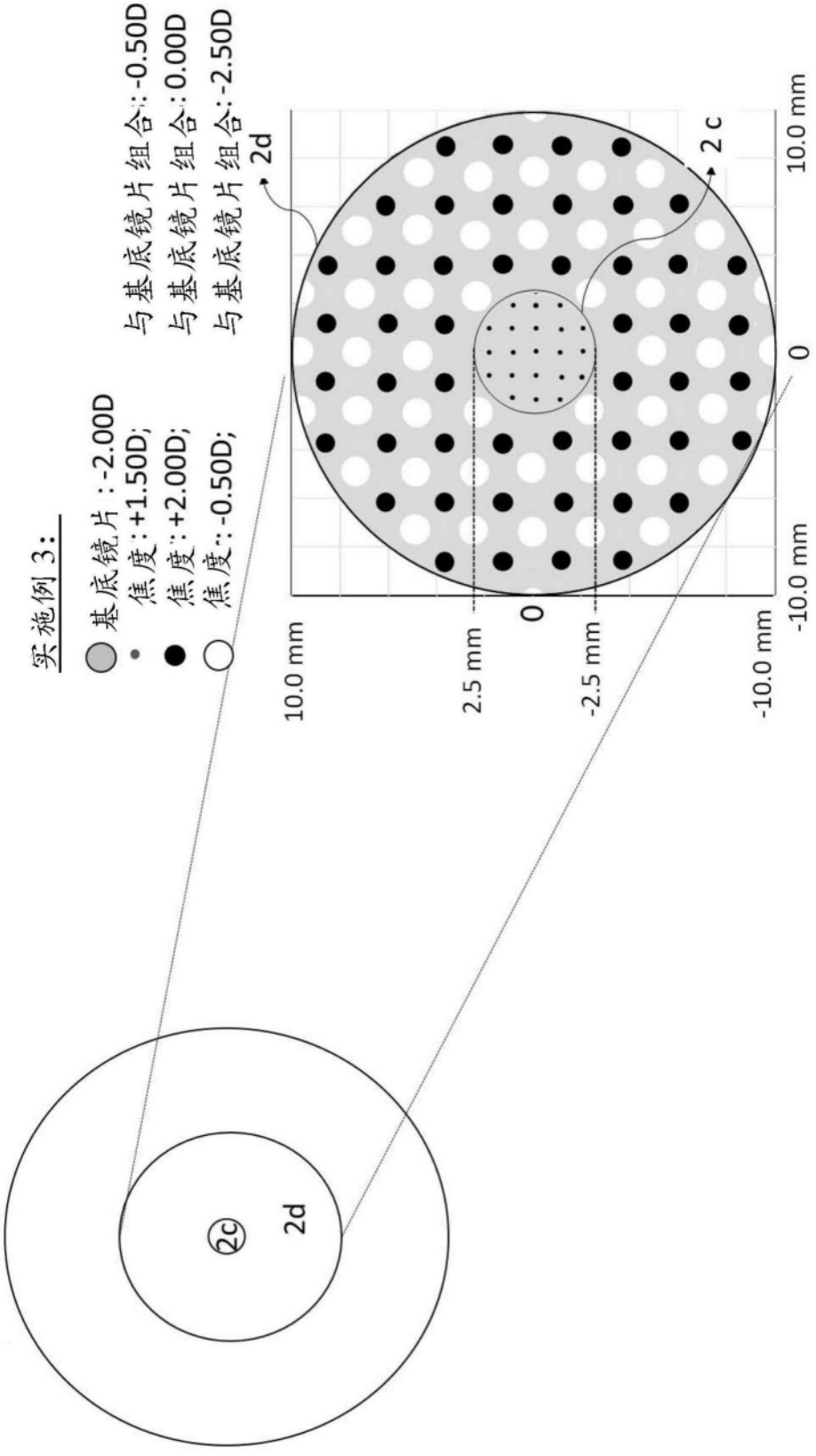

实施例3：
基底镜片：-2.00D
焦度：+1.50D；
焦度：+2.00D；
焦度：-0.50D；
与基底镜片组合：-0.50D
与基底镜片组合：0.00D
与基底镜片组合：-2.50D
2d
2c
2d
2 c
10.0 mm
0
-10.0 mm
10.0 mm
2.5 mm
0
-2.5 mm
-10.0 mm

图18

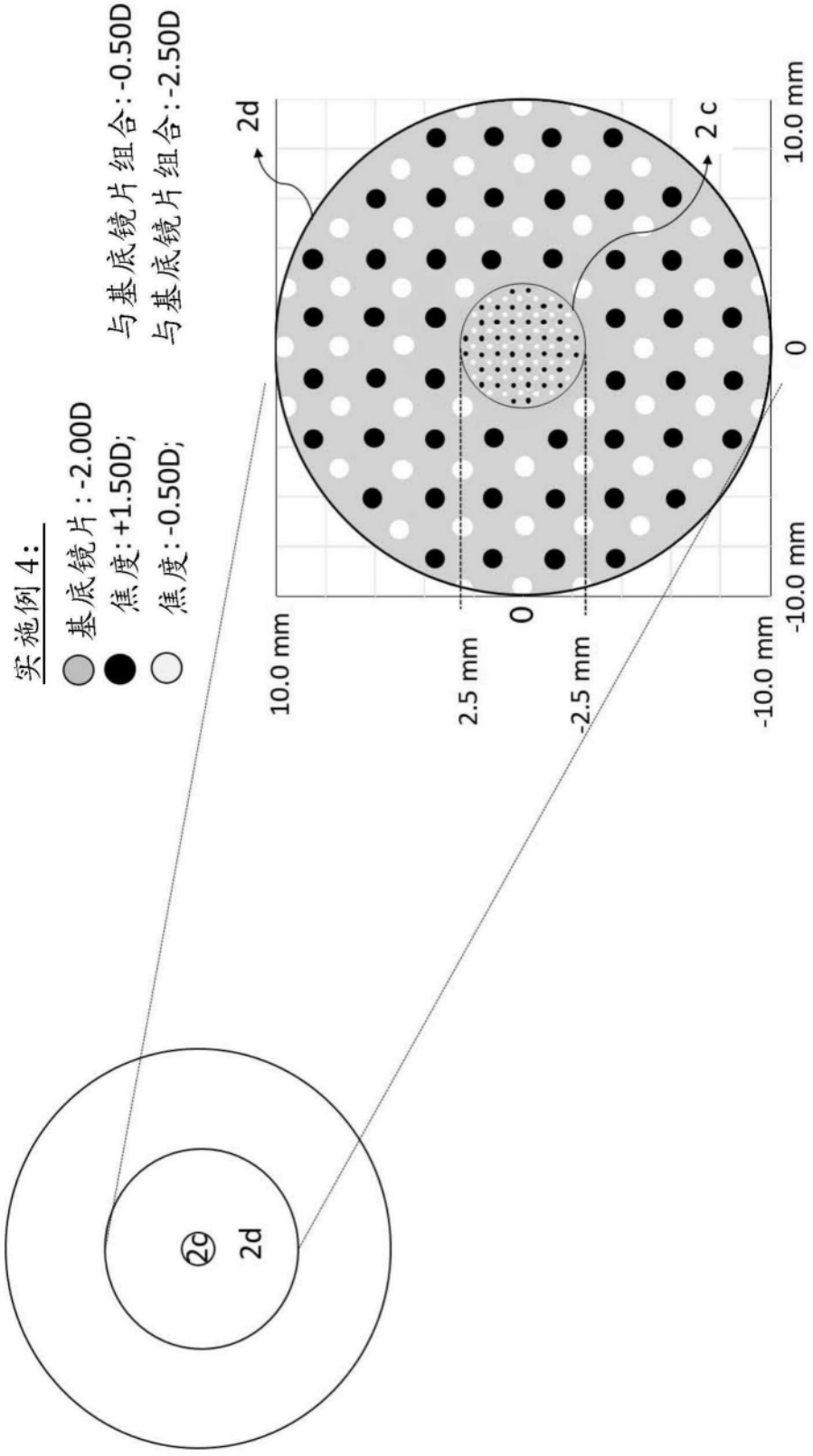

实施例4:
基底镜片:-2.00D
焦度:+1.50D;
焦度:-0.50D;
与基底镜片组合:-0.50D
与基底镜片组合:-2.50D
2d
2c
10.0 mm
0
-10.0 mm
10.0 mm
2.5 mm
0
-2.5 mm
-10.0 mm
2d

图19

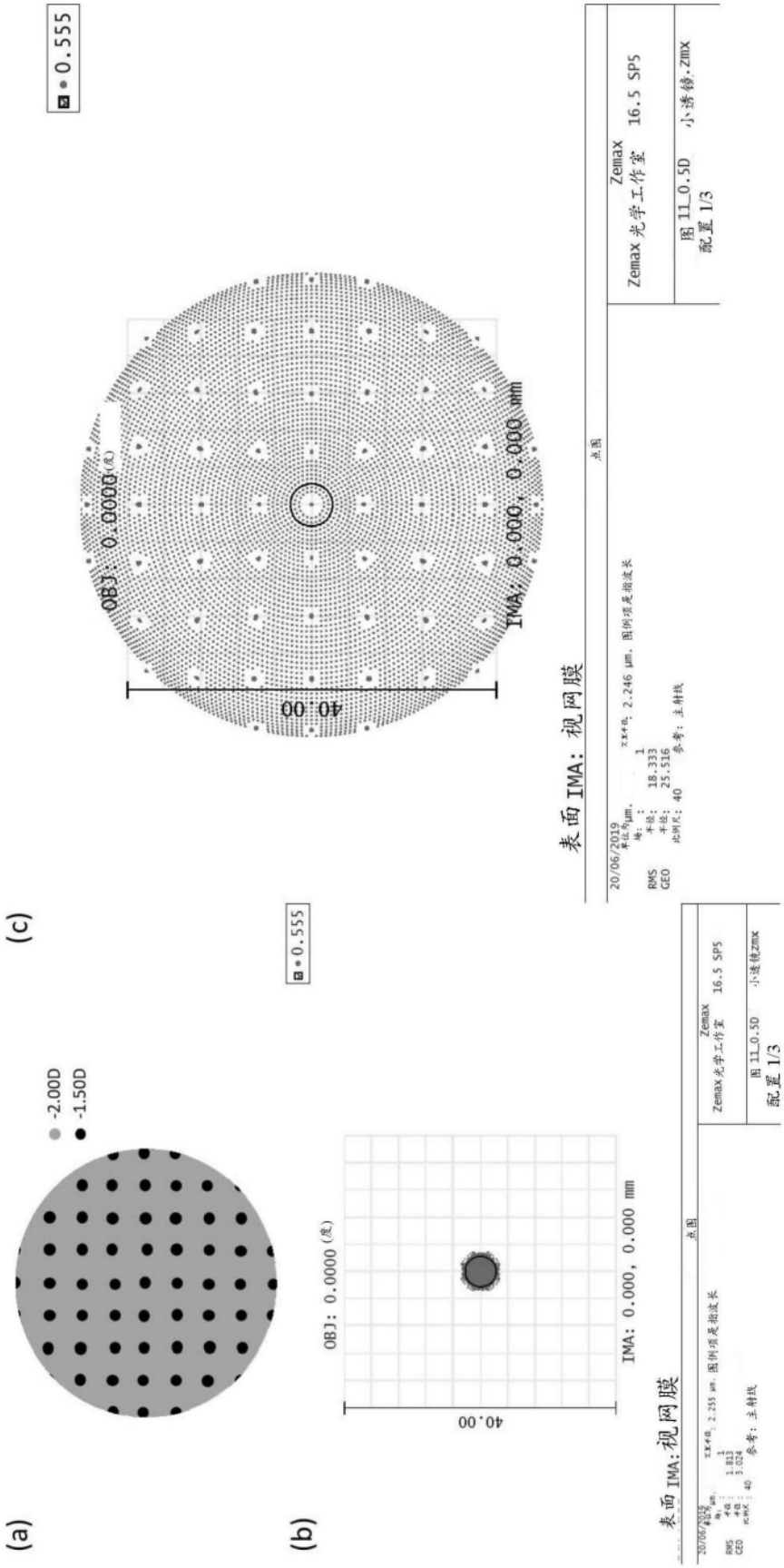

(a)
-2.00D
-1.50D
(b)
0.555
OBJ: 0.0000 (度)
IMA: 0.000, 0.000 mm
40.00
表面 IMA:视网膜
(c)
0.555
OBJ: 0.0000 (度)
IMA: 0.000, 0.000 mm
40.00
表面 IMA: 视网膜
Zemax
Zemax 光学工作室 16.5 SP5
图 11_0.5D 小透镜.zmx
配置 1/3

图20

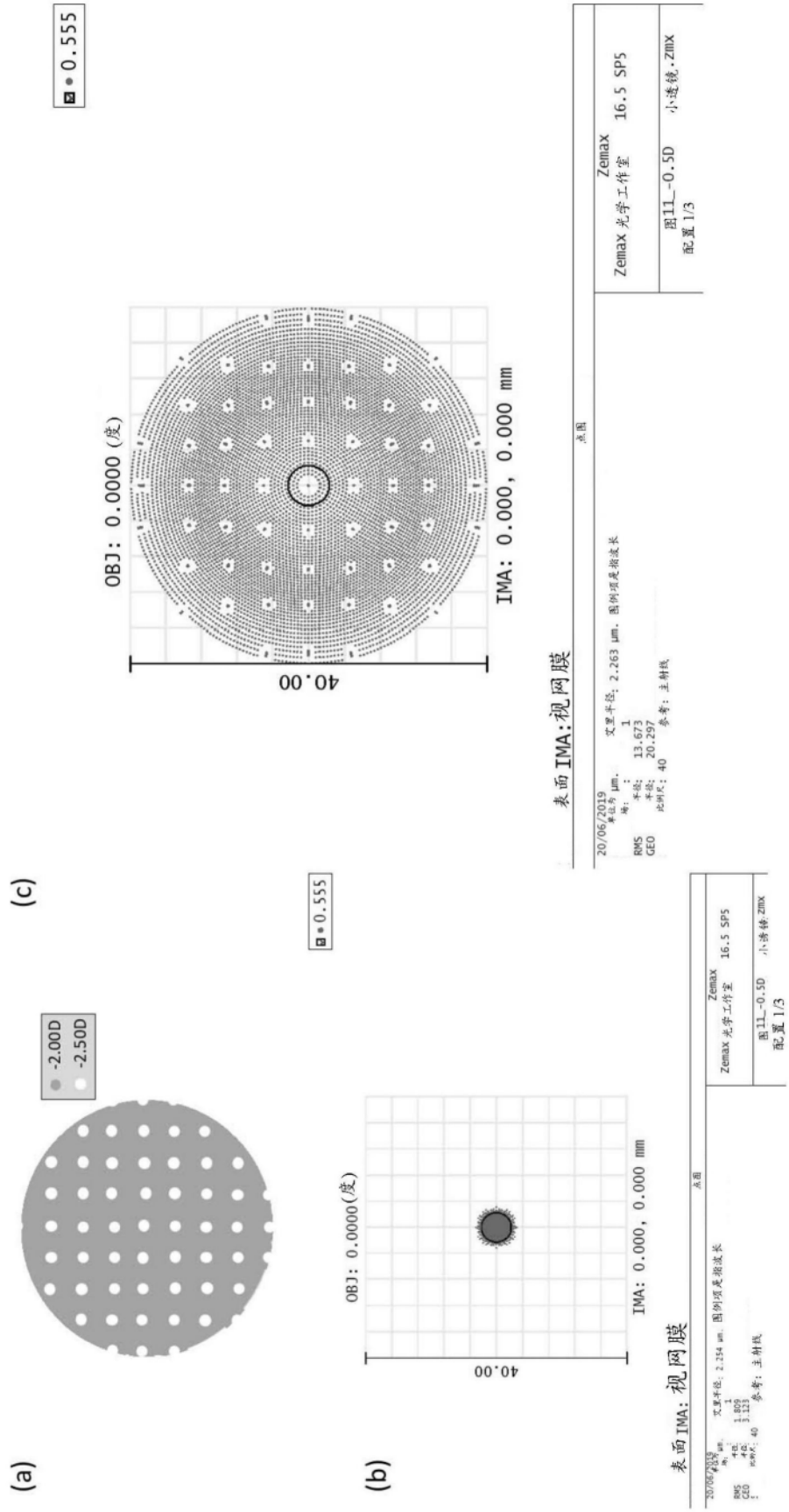

(a)
-2.00D
-2.50D
(b)
0.555
OBJ: 0.0000(度)
40.00
IMA: 0.000, 0.000 mm
表面IMA:视网膜
(c)
0.555
OBJ: 0.0000 (度)
40.00
IMA: 0.000, 0.000 mm
表面IMA:视网膜
Zemax
Zemax 光学工作室 16.5 SP5
图11_-0.5D 小透镜.zmx
配置 1/3

图21

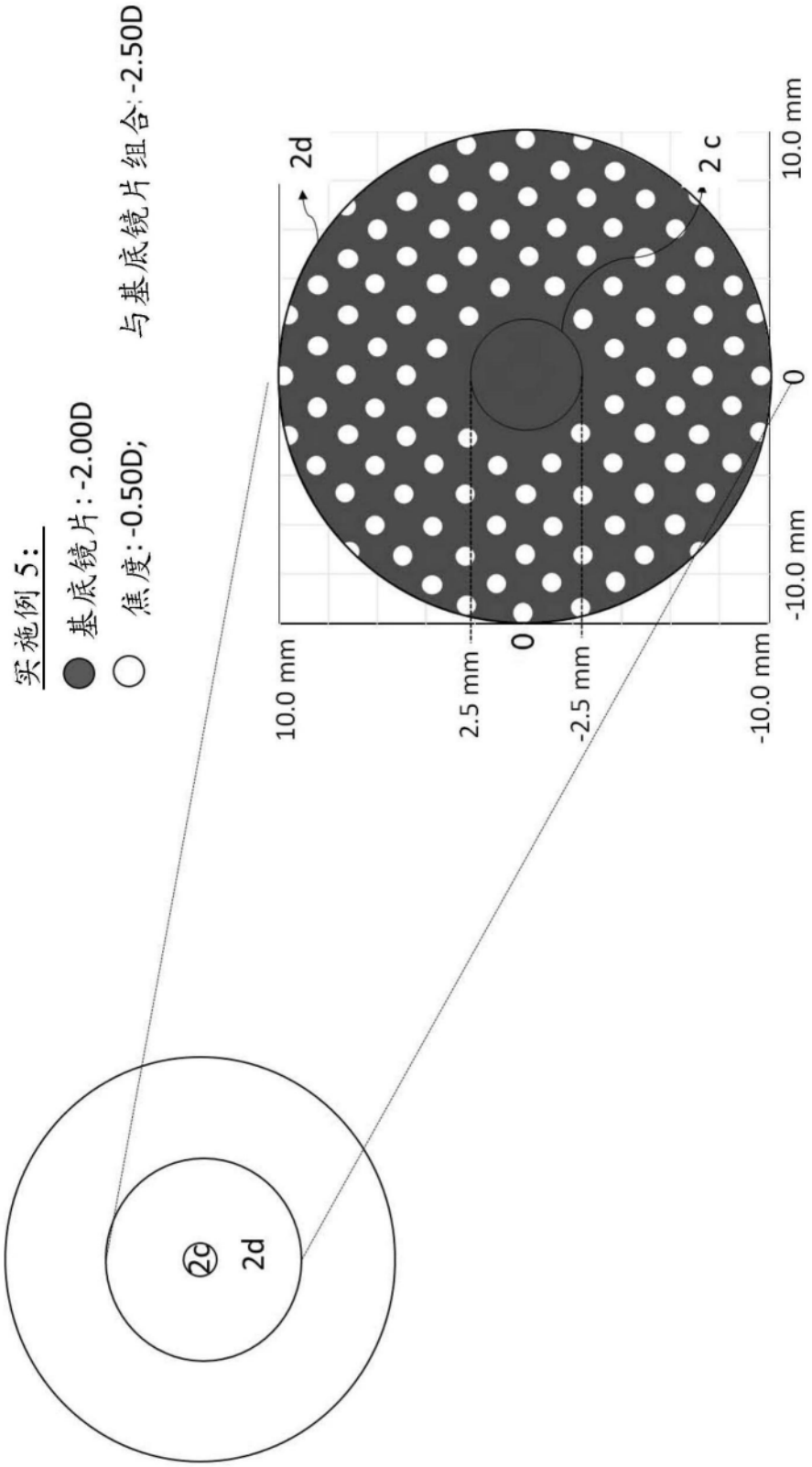

实施例5：
基底镜片：-2.00D
焦度：-0.50D；
与基底镜片组合：-2.50D
2d
2 c
10.0 mm
0
-10.0 mm
10.0 mm
2.5 mm
0
-2.5 mm
-10.0 mm
2d

图22

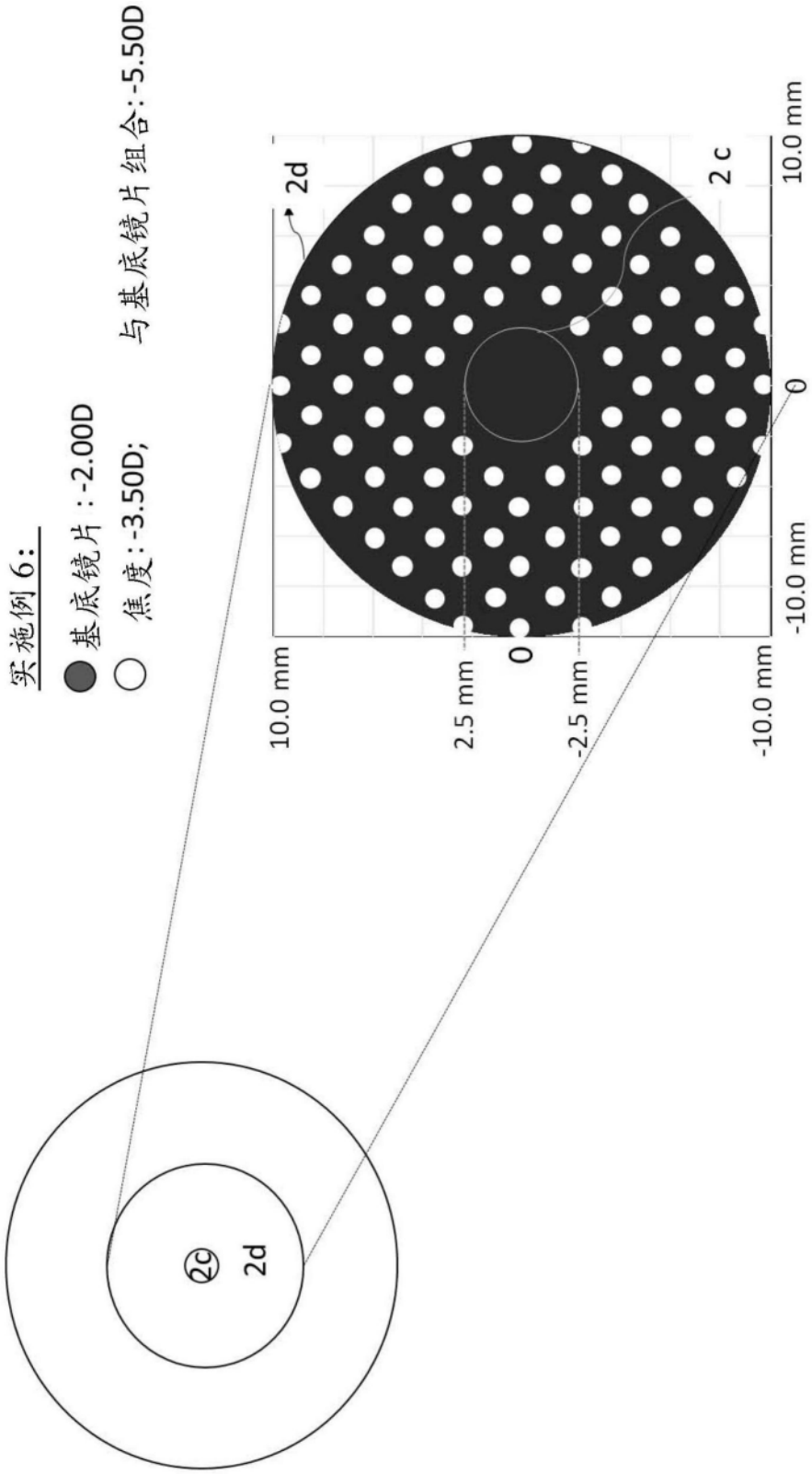

实施例6：
基底镜片：-2.00D
焦度：-3.50D；
与基底镜片组合：-5.50D
2d
2c
10.0 mm
0
-10.0 mm
10.0 mm
2.5 mm
0
-2.5 mm
-10.0 mm
2c
2d

图23

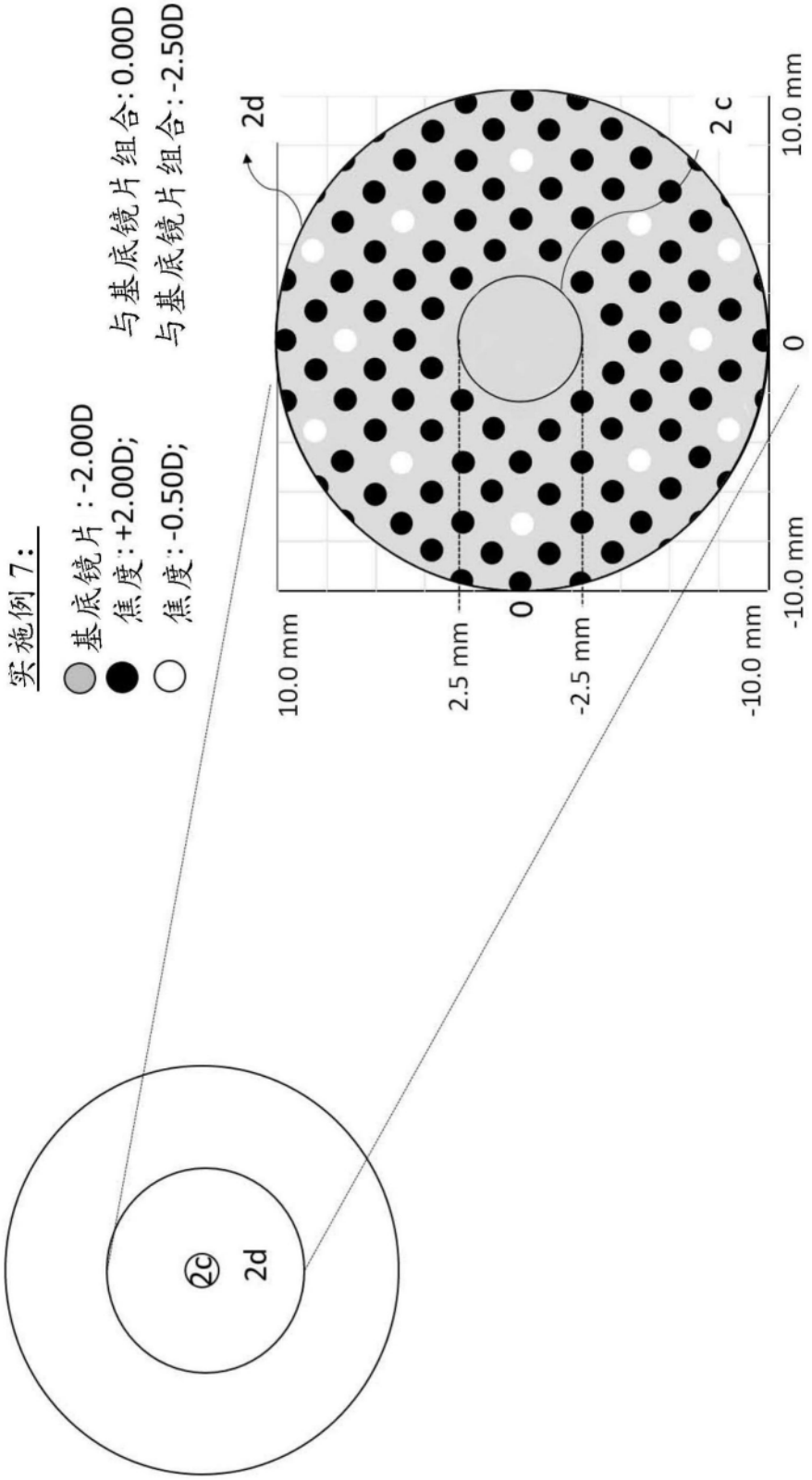

实施例7：
基底镜片：-2.00D
焦度：+2.00D；
焦度：-0.50D；
与基底镜片组合：0.00D
与基底镜片组合：-2.50D
2d
2c
2d
10.0 mm
2.5 mm
0
-2.5 mm
-10.0 mm
10.0 mm
0
-10.0 mm

图24

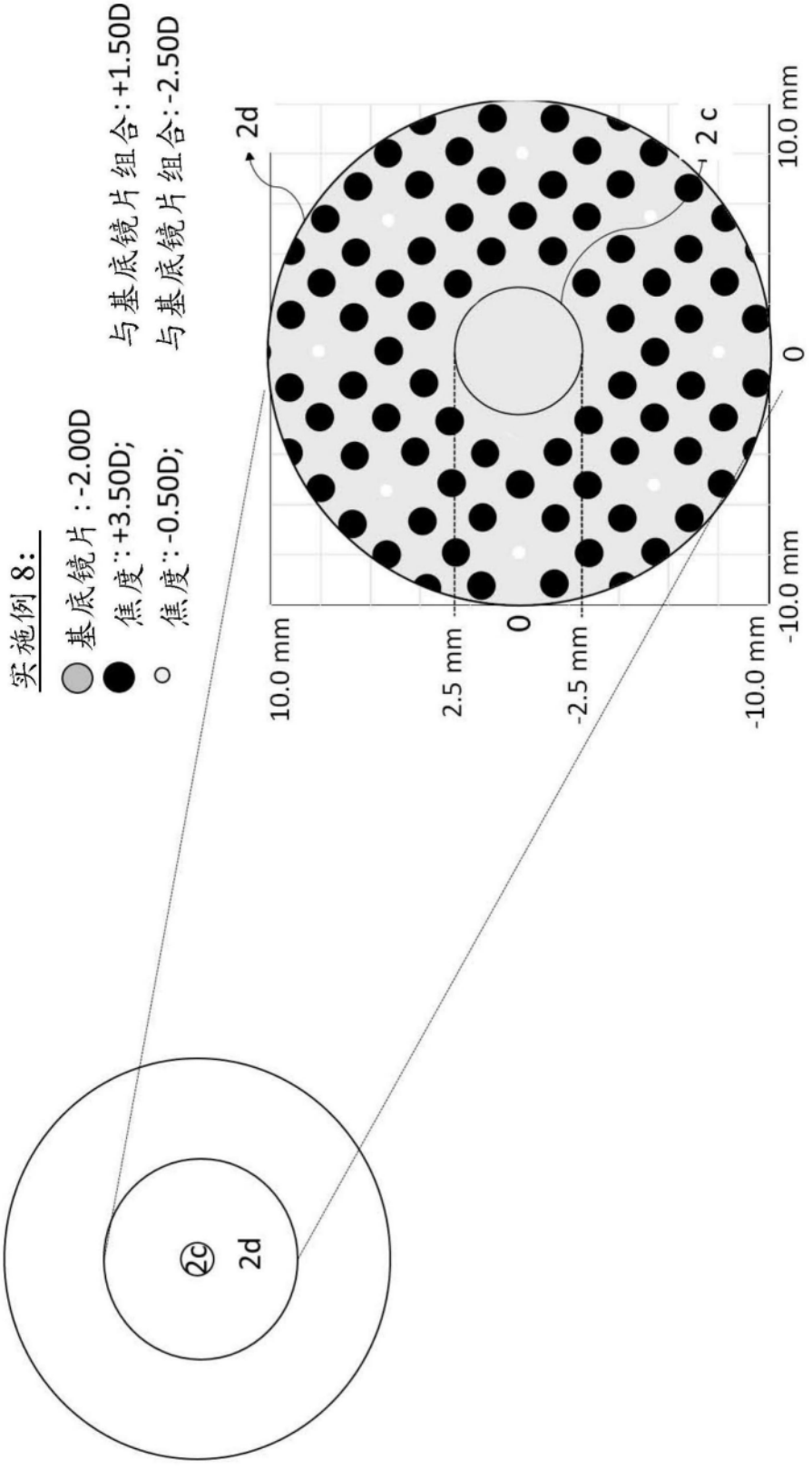

实施例8:
基底镜片:-2.00D
焦度::+3.50D;
焦度::-0.50D;
与基底镜片组合:+1.50D
与基底镜片组合:-2.50D
2d
2c
2d
10.0 mm
2.5 mm
0
-2.5 mm
-10.0 mm
10.0 mm
0
-10.0 mm

图25

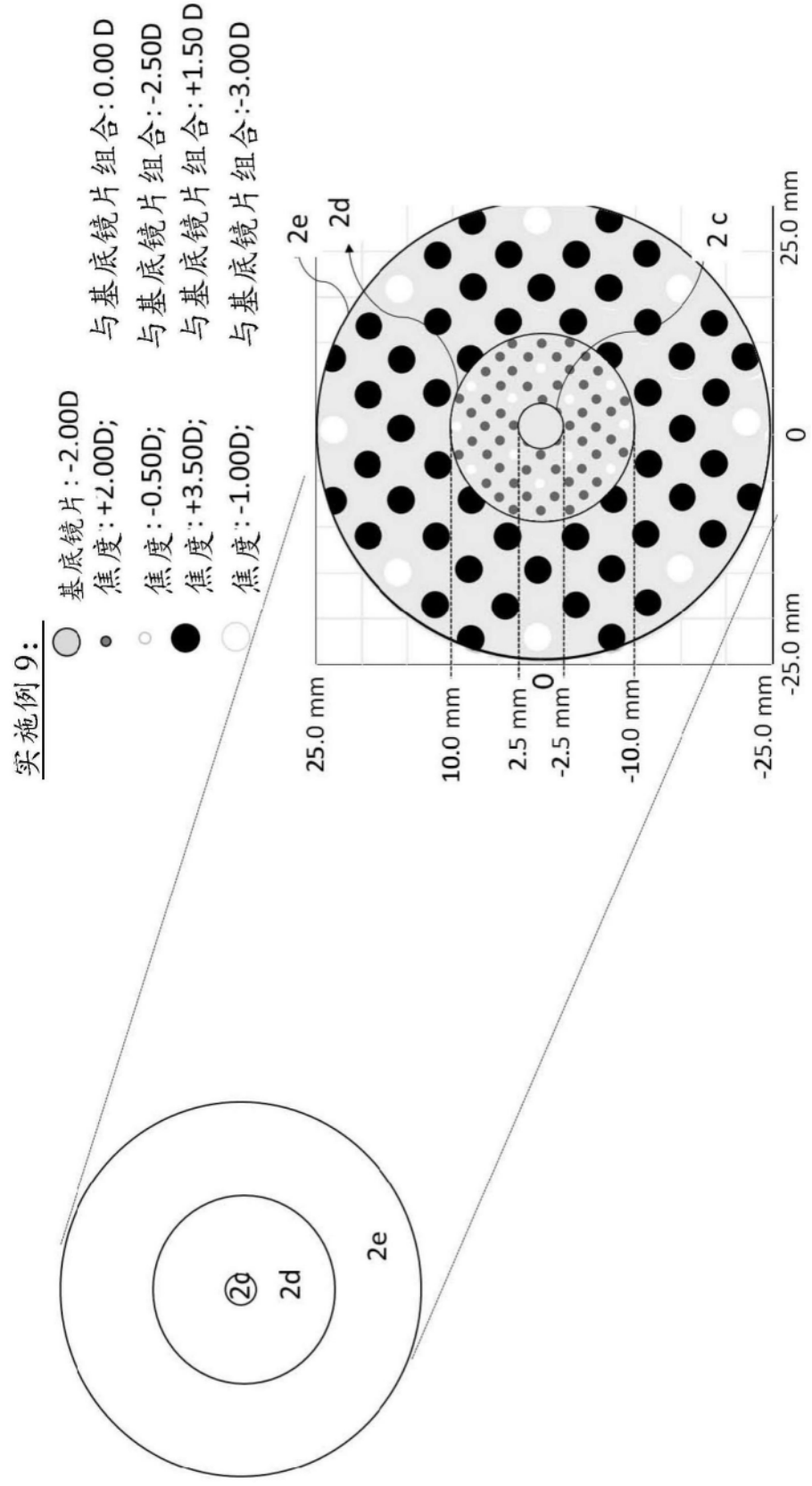

实施例9：
基底镜片：-2.00D
焦度：+2.00D；
与基底镜片组合：0.00 D
焦度：-0.50D；
与基底镜片组合：-2.50D
焦度：+3.50D；
与基底镜片组合：+1.50 D
焦度：-1.00D；
与基底镜片组合：-3.00D
2e
2d
2 c
25.0 mm
0
-25.0 mm
25.0 mm
10.0 mm
2.5 mm
0
-2.5 mm
-10.0 mm
-25.0 mm
2e
2d
2c

图26

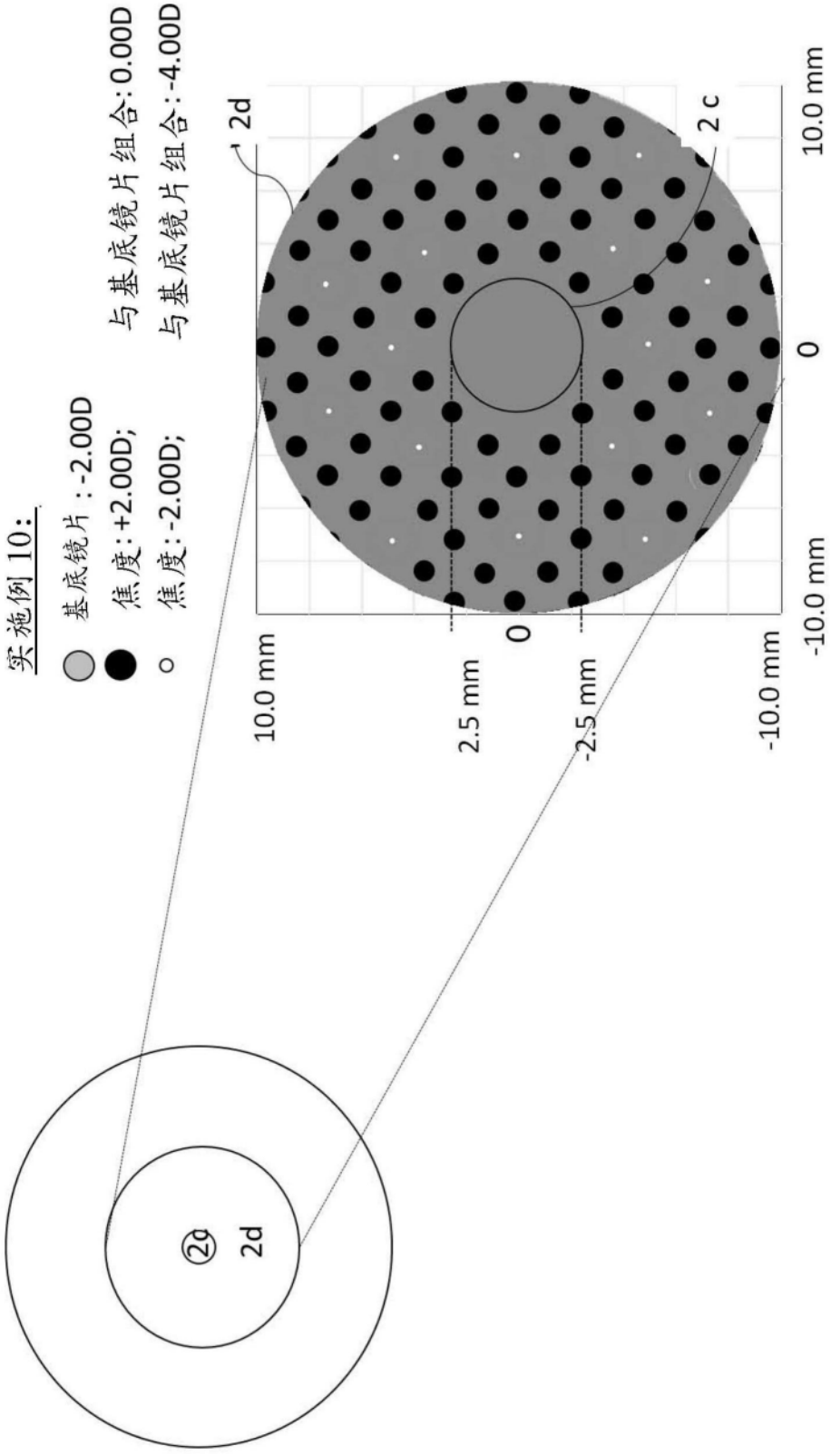

实施例10：
基底镜片：-2.00D
焦度：+2.00D；
焦度：-2.00D；
与基底镜片组合：0.00D
与基底镜片组合：-4.00D
2d
2c
10.0 mm
0
-10.0 mm
2.5 mm
-2.5 mm
2d

图27

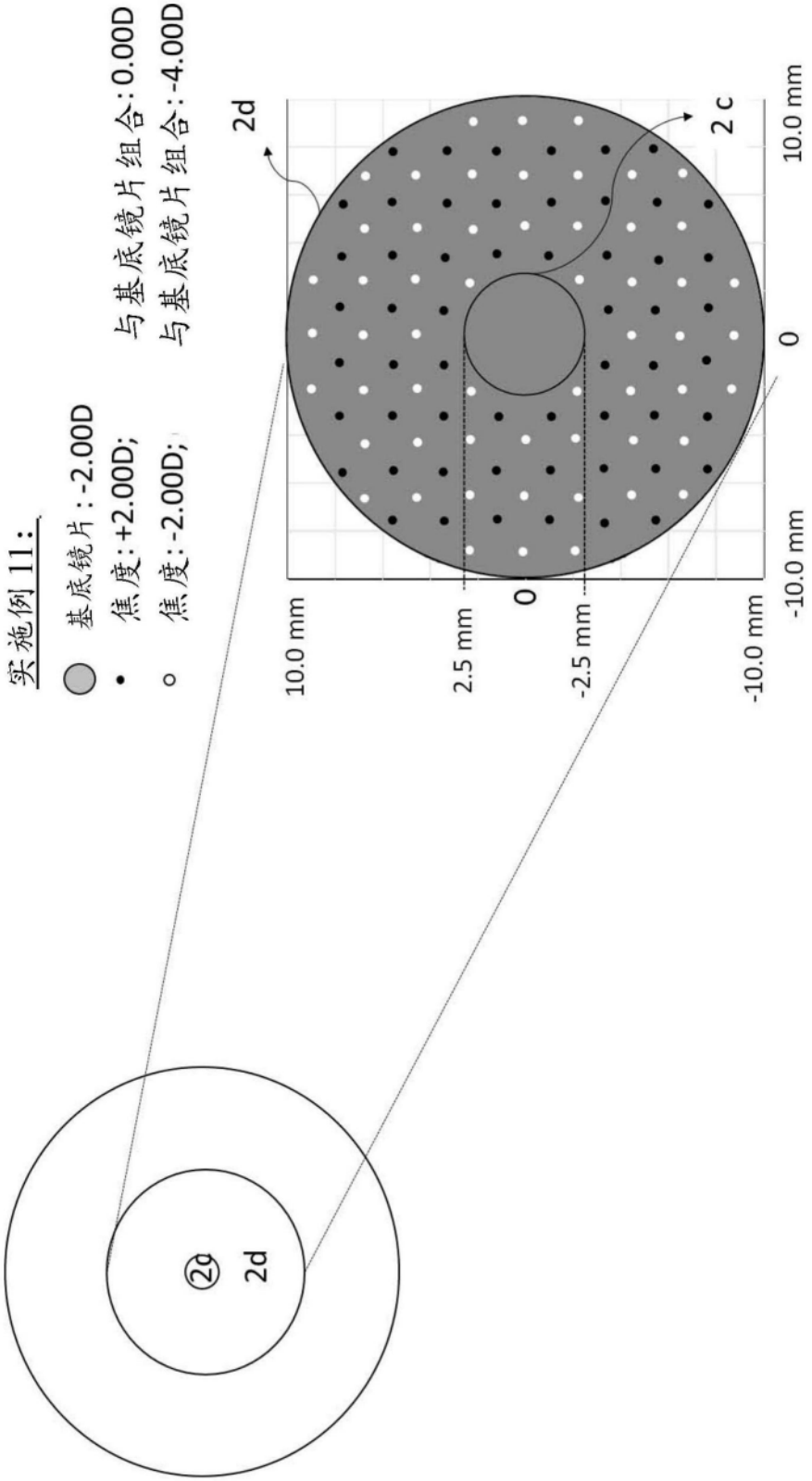

实施例 11：
基底镜片：-2.00D
焦度：+2.00D；
焦度：-2.00D；
与基底镜片组合：0.00D
与基底镜片组合：-4.00D
2d
2 c
10.0 mm
0
-10.0 mm
10.0 mm
2.5 mm
0
-2.5 mm
-10.0 mm
2d

图28

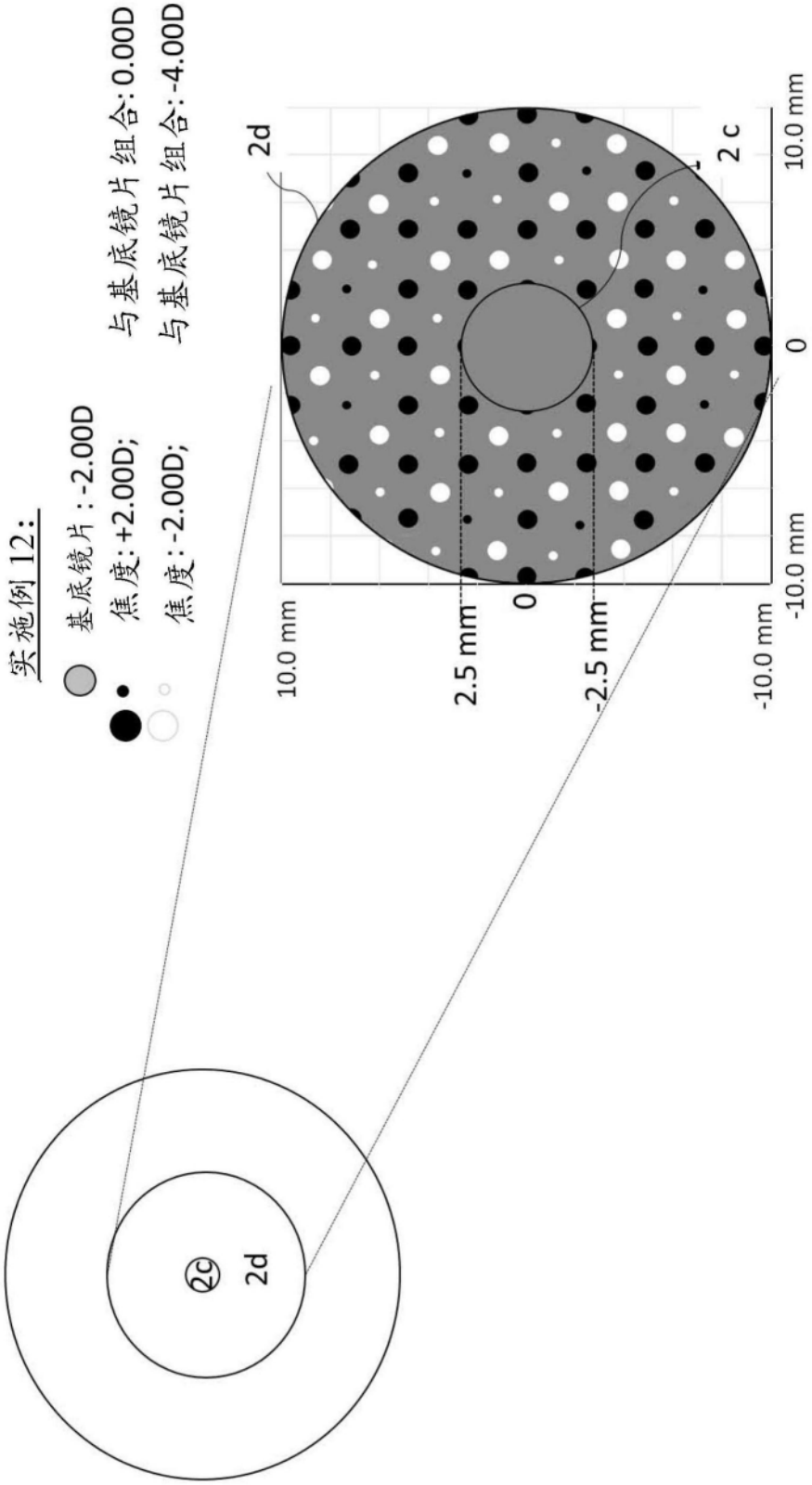

实施例12：
基底镜片：-2.00D
焦度:+2.00D;
焦度:-2.00D;
与基底镜片组合:0.00D
与基底镜片组合:-4.00D
2d
2c
2d
10.0 mm
2.5 mm
0
-2.5 mm
-10.0 mm
10.0 mm
0
-10.0 mm

图29

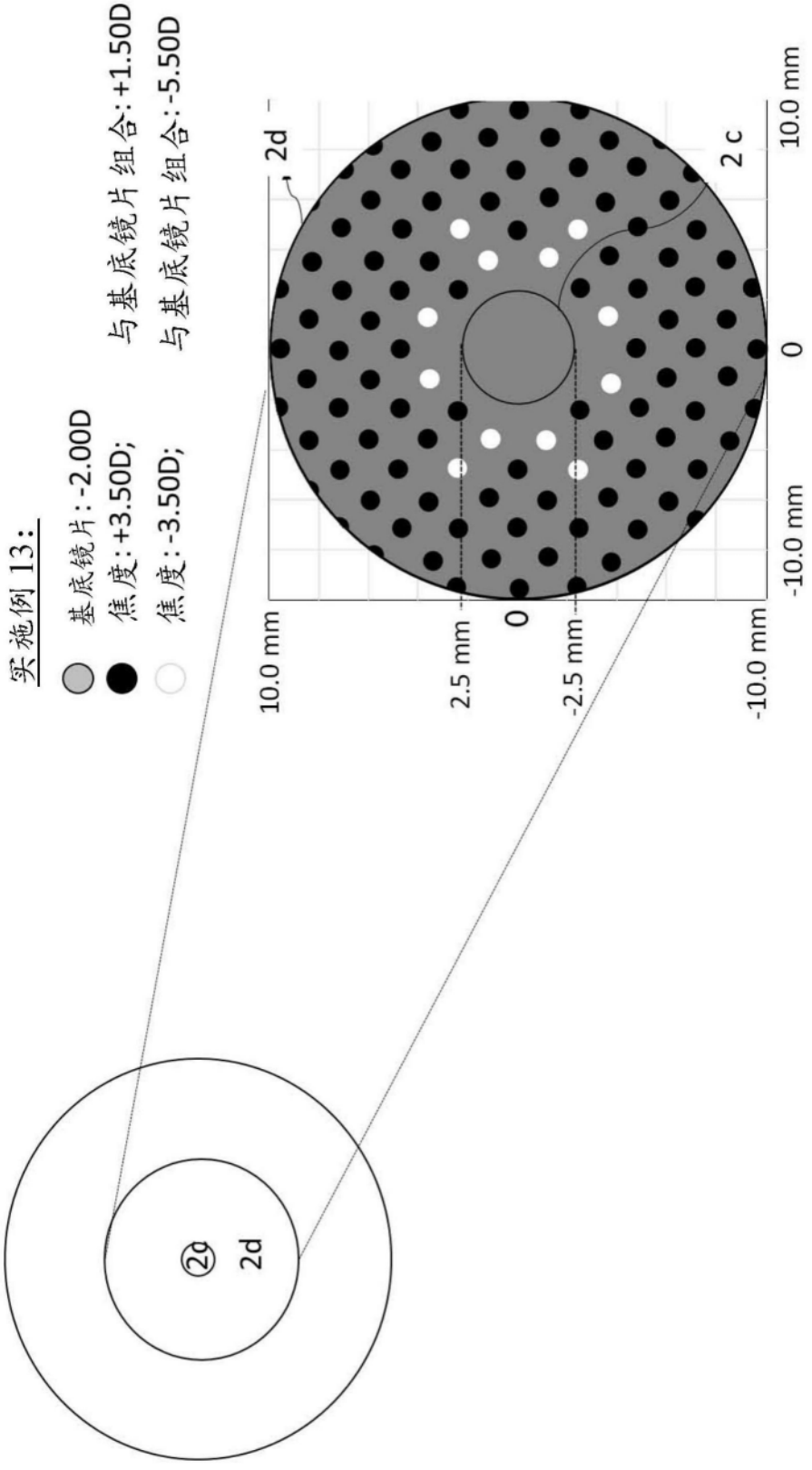

实施例13：
基底镜片：-2.00D
焦度：+3.50D；
焦度：-3.50D；
与基底镜片组合：+1.50D
与基底镜片组合：-5.50D
2d
2 c
10.0 mm
0
-10.0 mm
10.0 mm
2.5 mm
0
-2.5 mm
-10.0 mm
②
2d

图30

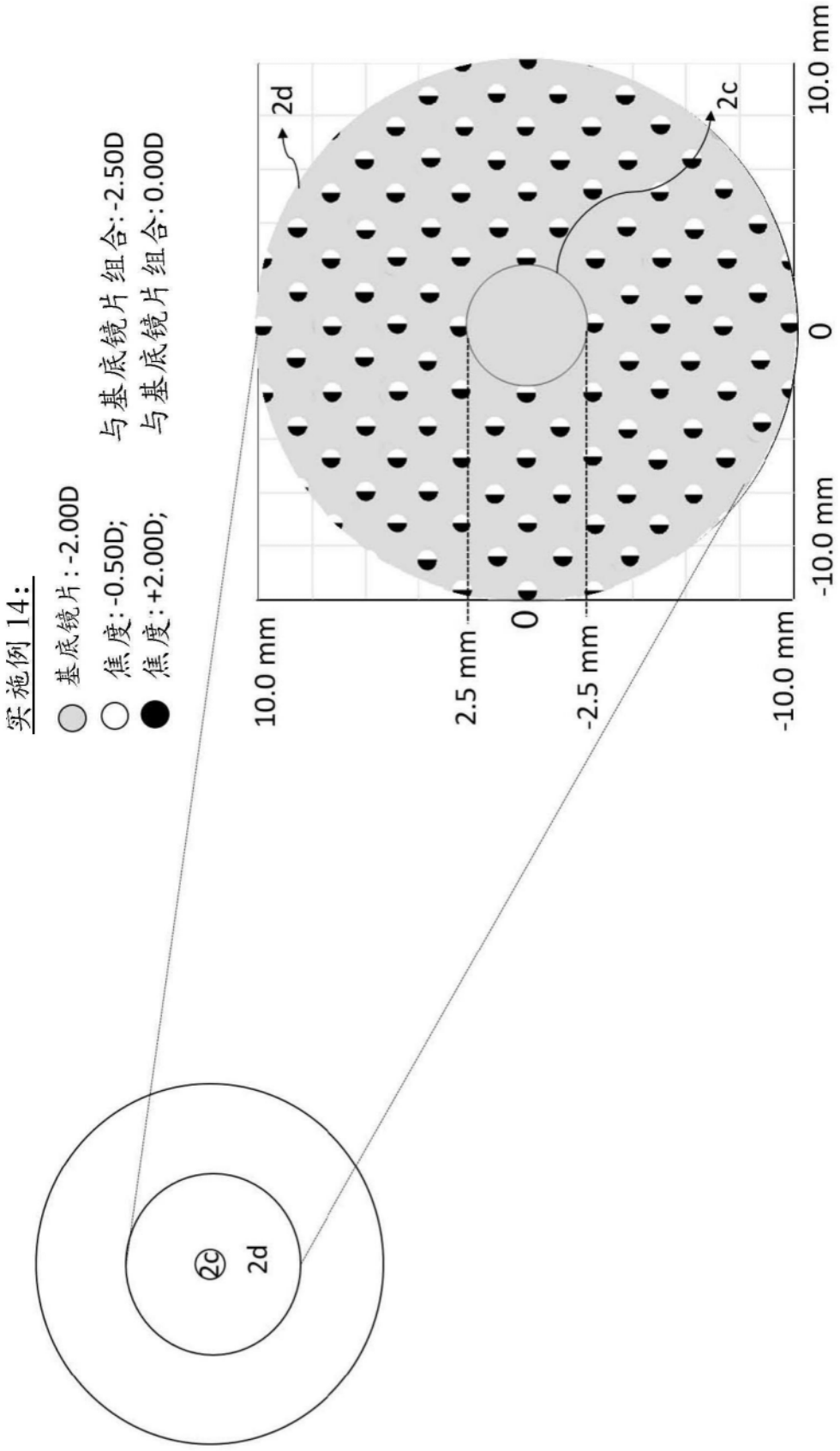

实施例 14:
基底镜片:-2.00D
焦度:-0.50D;
焦度:+2.00D;
与基底镜片组合:-2.50D
与基底镜片组合:0.00D
2d
2c
10.0 mm
2.5 mm
0
-2.5 mm
-10.0 mm
10.0 mm
0
-10.0 mm
2c
2d

图31

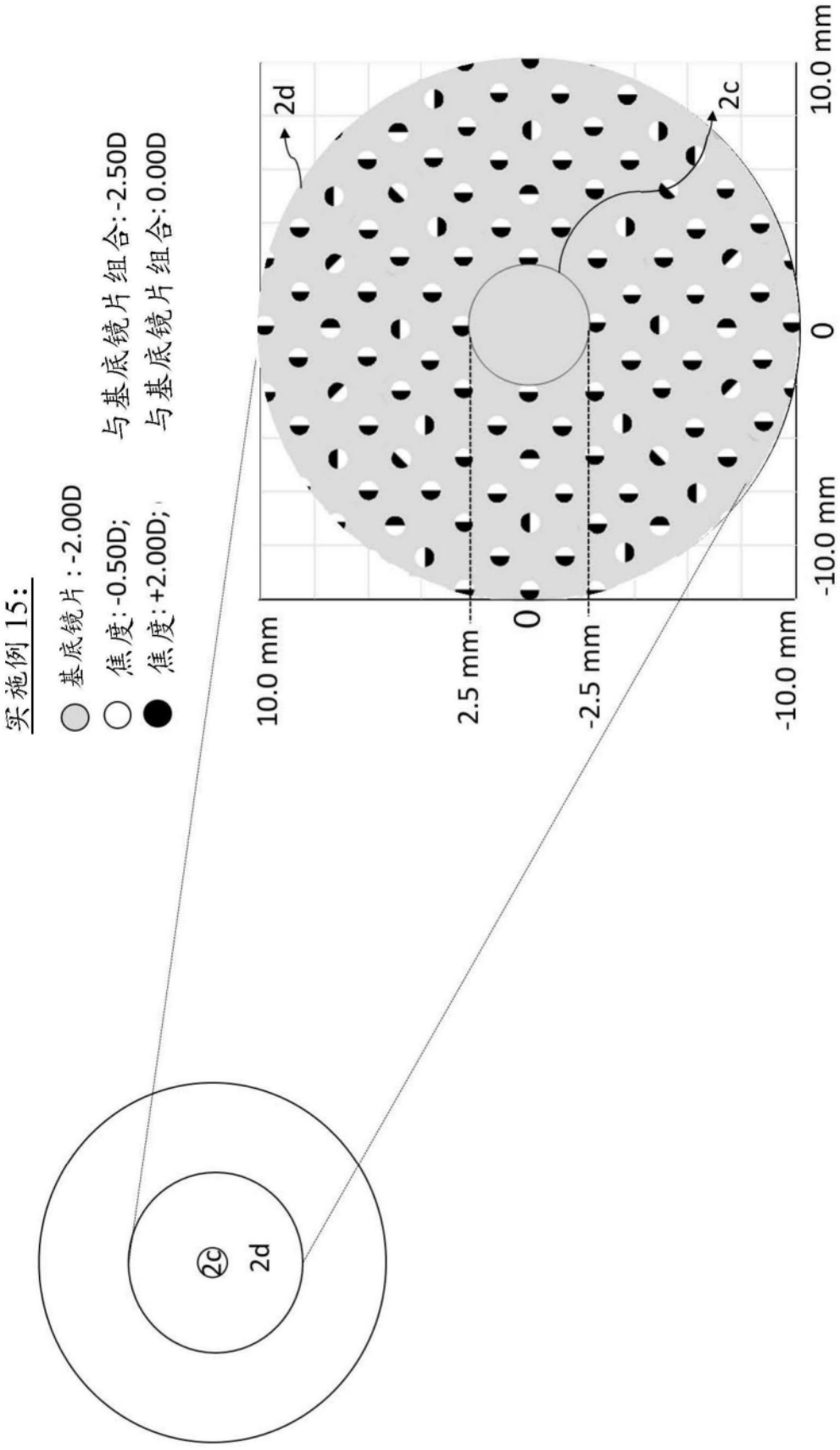

实施例15：
基底镜片：-2.00D
焦度:-0.50D;
焦度:+2.00D;
与基底镜片组合:-2.50D
与基底镜片组合:0.00D
2d
2c
10.0 mm
2.5 mm
0
-2.5 mm
-10.0 mm
10.0 mm
0
-10.0 mm
2c
2d

图32

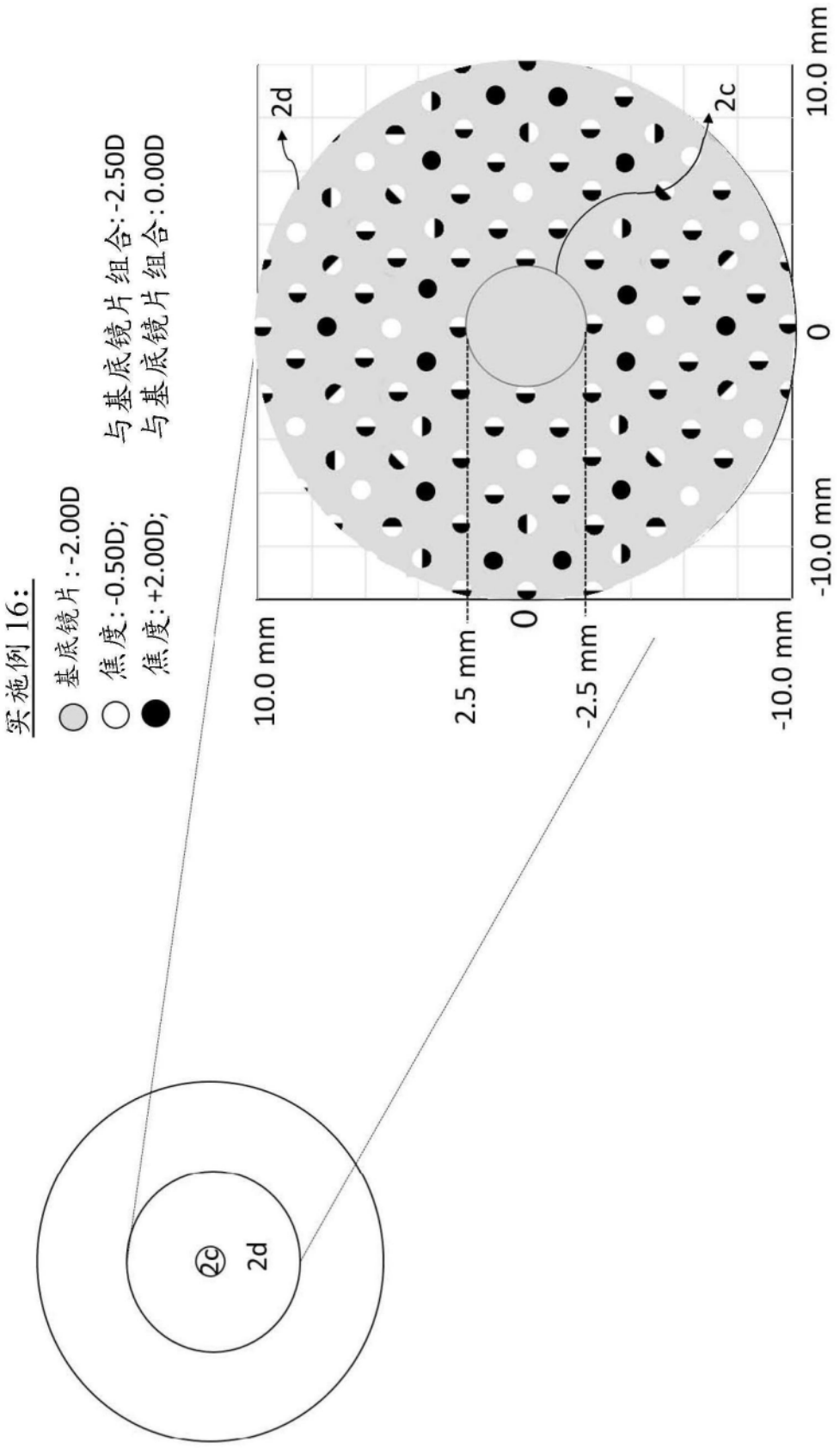

实施例16:
基底镜片:-2.00D
焦度:-0.50D;
焦度:+2.00D;
与基底镜片组合:-2.50D
与基底镜片组合:0.00D
2d
2c
10.0 mm
2.5 mm
0
-2.5 mm
-10.0 mm
10.0 mm
0
-10.0 mm
2c
2d

图33

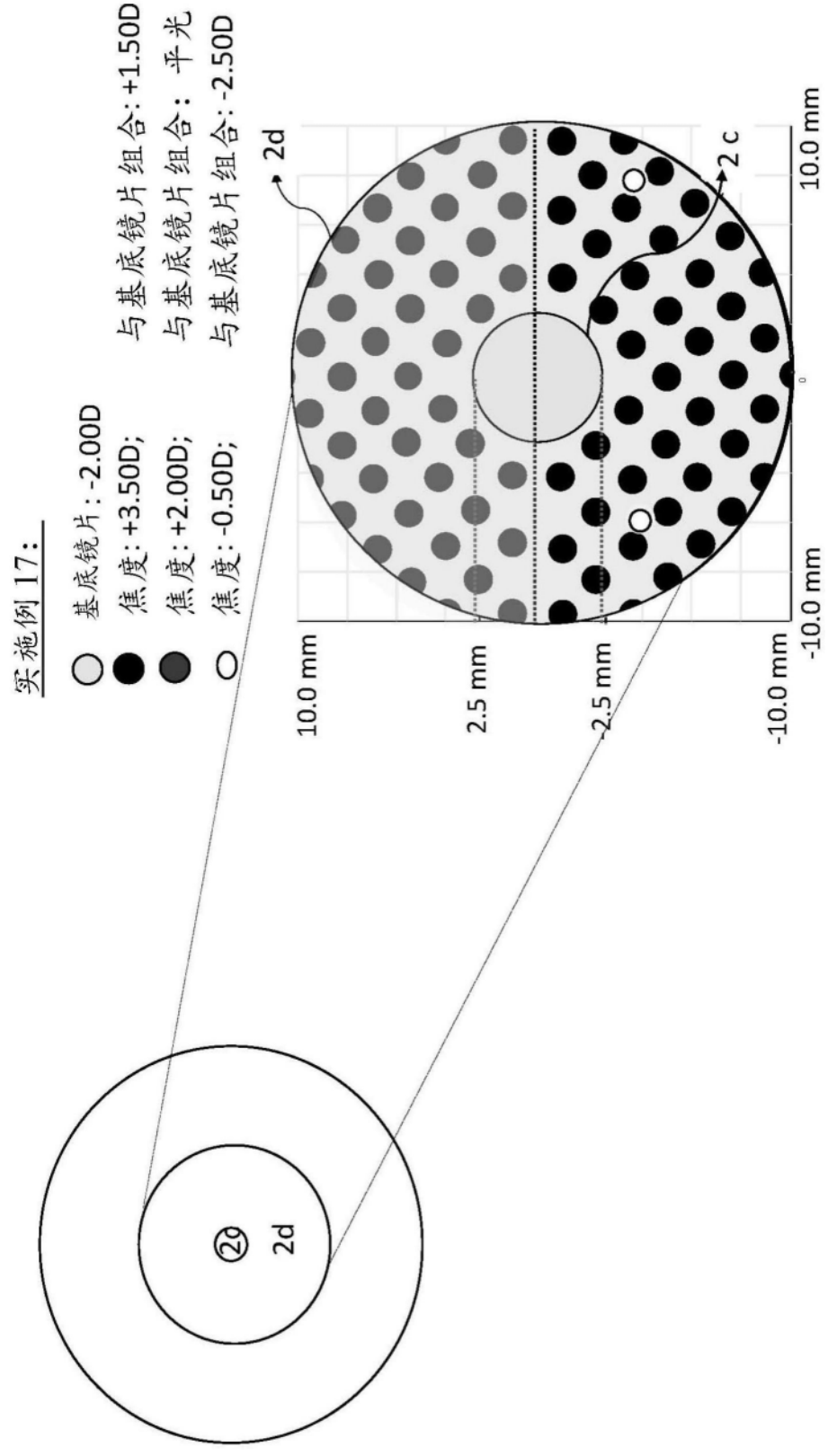

实施例17：
基底镜片：-2.00D
焦度：+3.50D；
焦度：+2.00D；
焦度：-0.50D；
与基底镜片组合：+1.50D
与基底镜片组合：平光
与基底镜片组合：-2.50D
2d
2c
10.0 mm
10.0 mm
2.5 mm
-2.5 mm
-10.0 mm
-10.0 mm
2d

图34

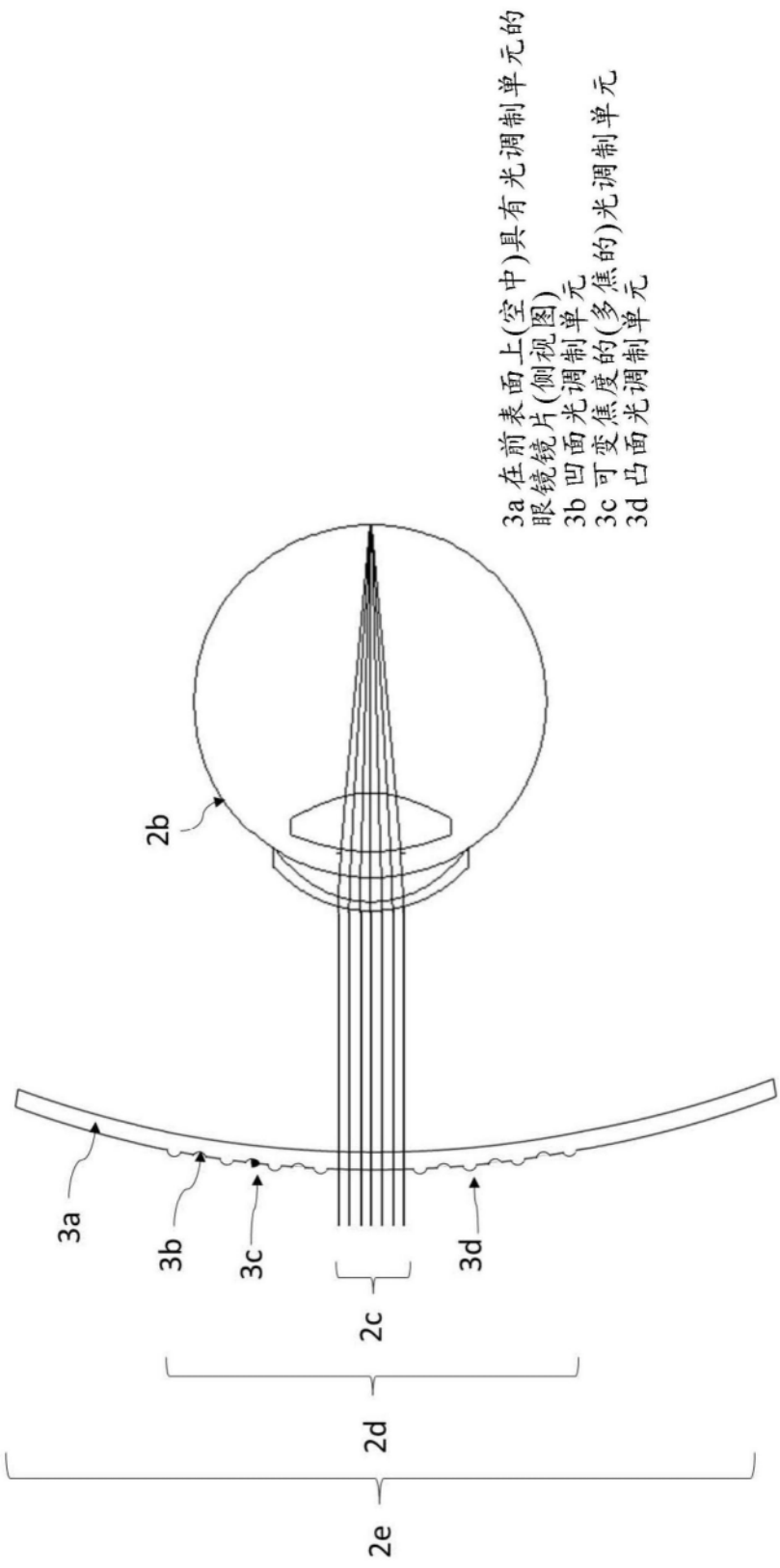

3a 在前表面上(空中)具有光调制单元的眼镜镜片(侧视图)
3b 凹面光调制单元
3c 可变焦度的(多焦的)光调制单元
3d 凸面光调制单元
2b
3a
3b
3c
3d
2c
2d
2e

图35

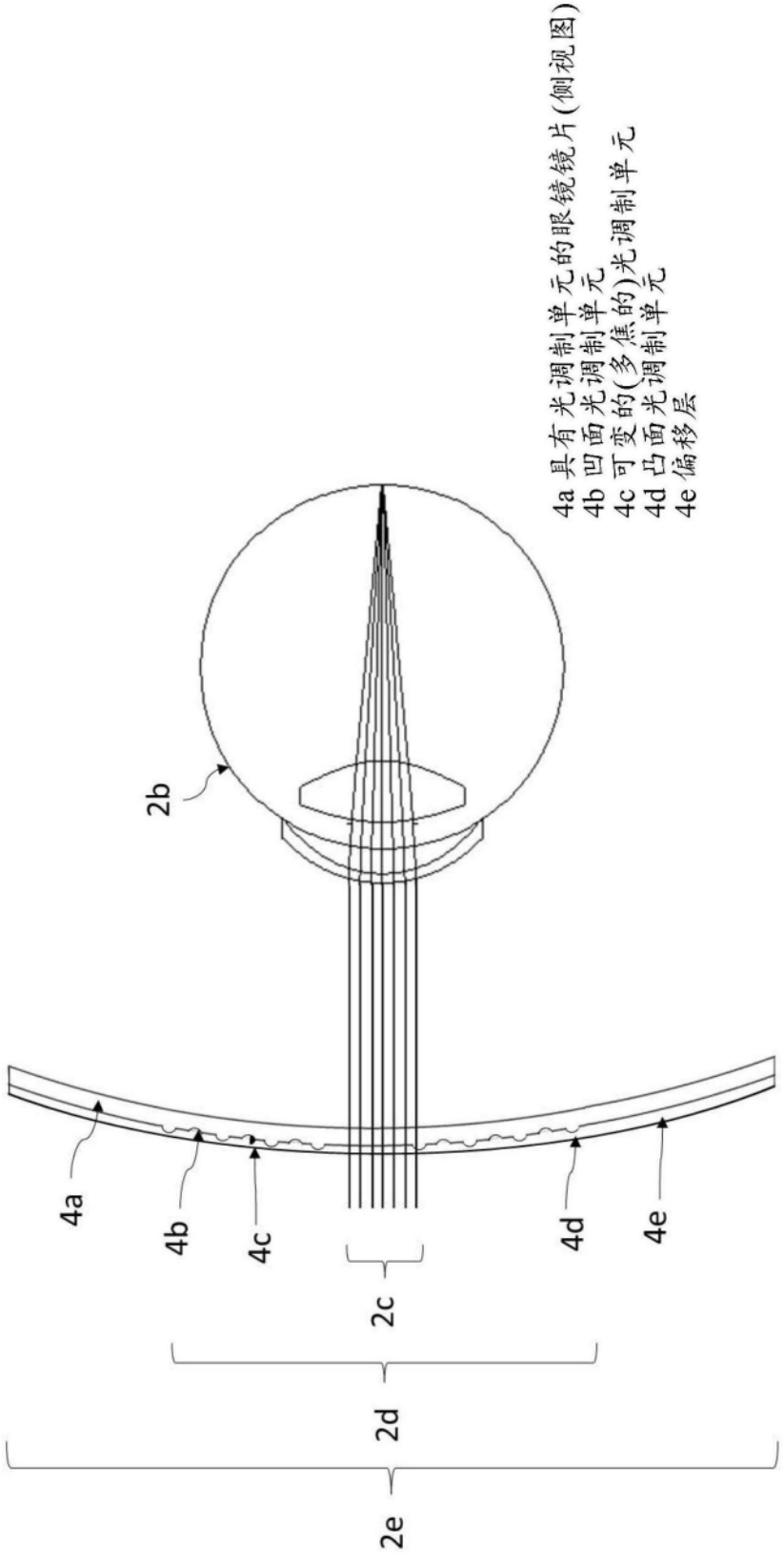

4a 具有光调制单元的眼镜镜片(侧视图)
4b 凹面光调制单元
4c 可变的(多焦的)光调制单元
4d 凸面光调制单元
4e 偏移层
2b
4a
4b
4c
2c
4d
4e
2d
2e

图36

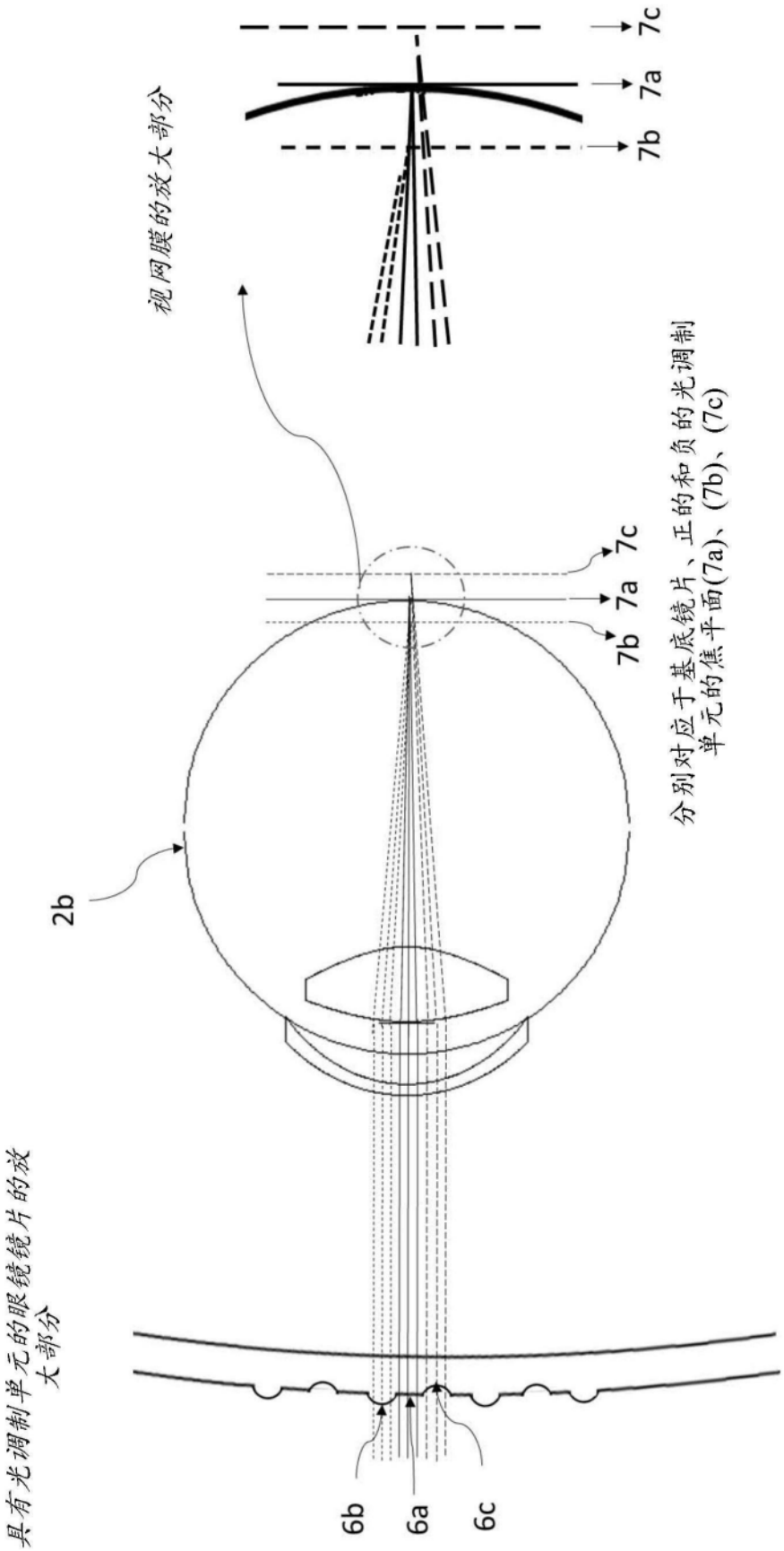

具有光调制单元的眼镜镜片的放大部分
视网膜的放大部分
分别对应于基底镜片、正的和负的光调制单元的焦平面(7a)、(7b)、(7c)
2b
6b
6a
6c
7b
7a
7c

图37

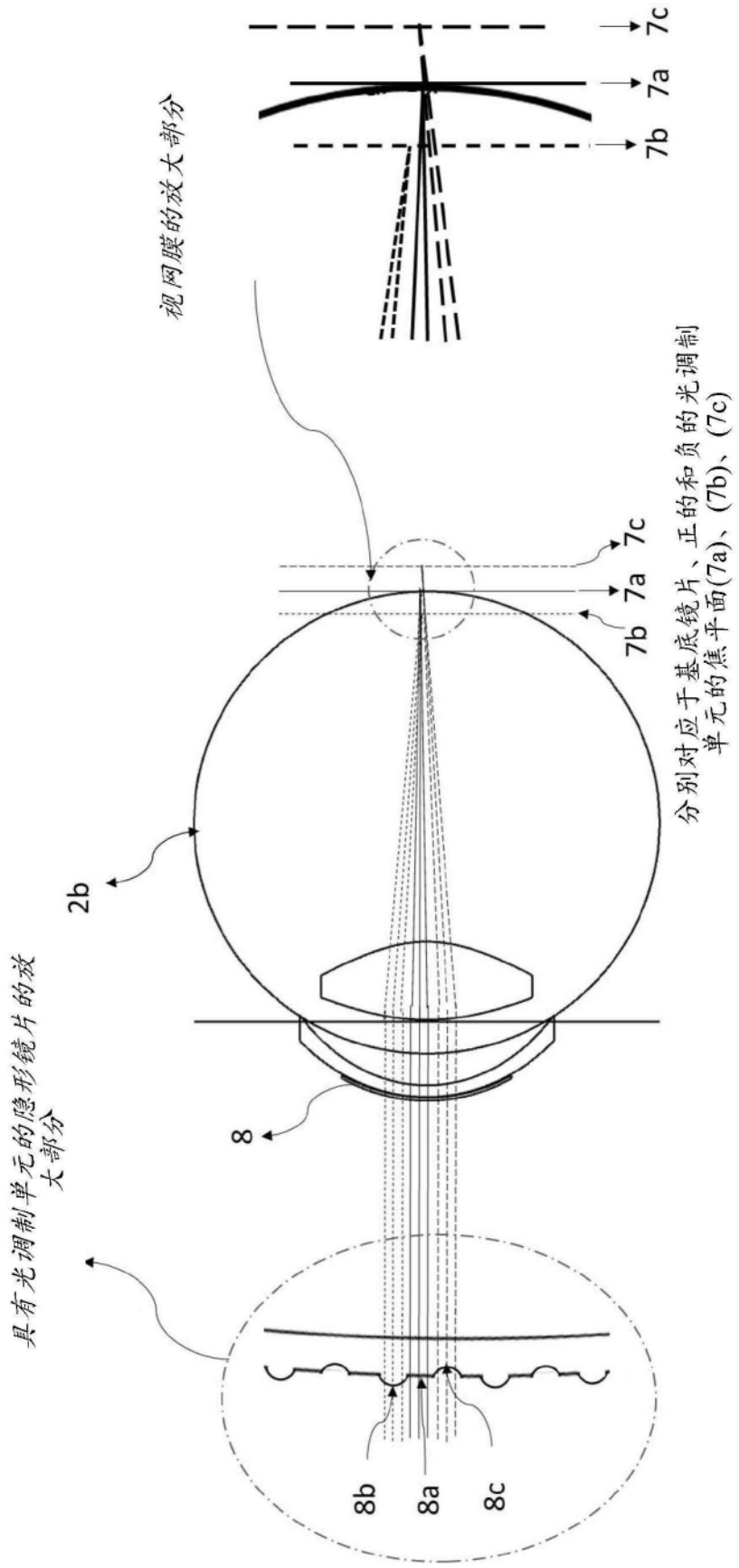

视网膜的放大部分
7c
7a
7b
分别对应于基底镜片、正的和负的光调制
单元的焦平面(7a)、(7b)、(7c)
2b
8
具有光调制单元的隐形镜片的放
大部分
8b
8a
8c

图38

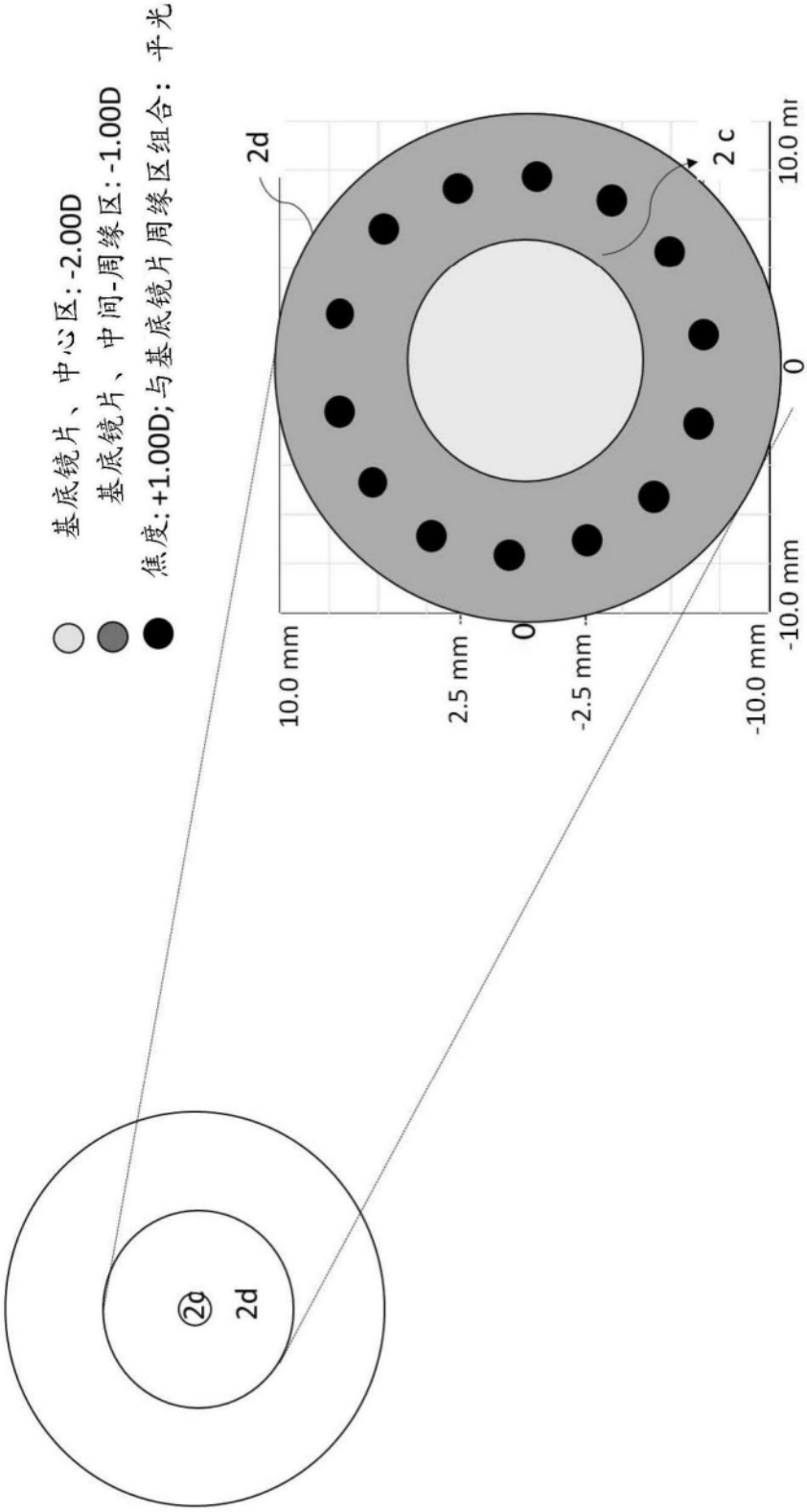

基底镜片、中心区:-2.00D
基底镜片、中间-周缘区:-1.00D
焦度:+1.00D;与基底镜片周缘区组合:平光
2d
2 c
10.0 mm
2.5 mm
0
-2.5 mm
-10.0 mm
10.0 mm
0
-10.0 mm
2d
2d

图39

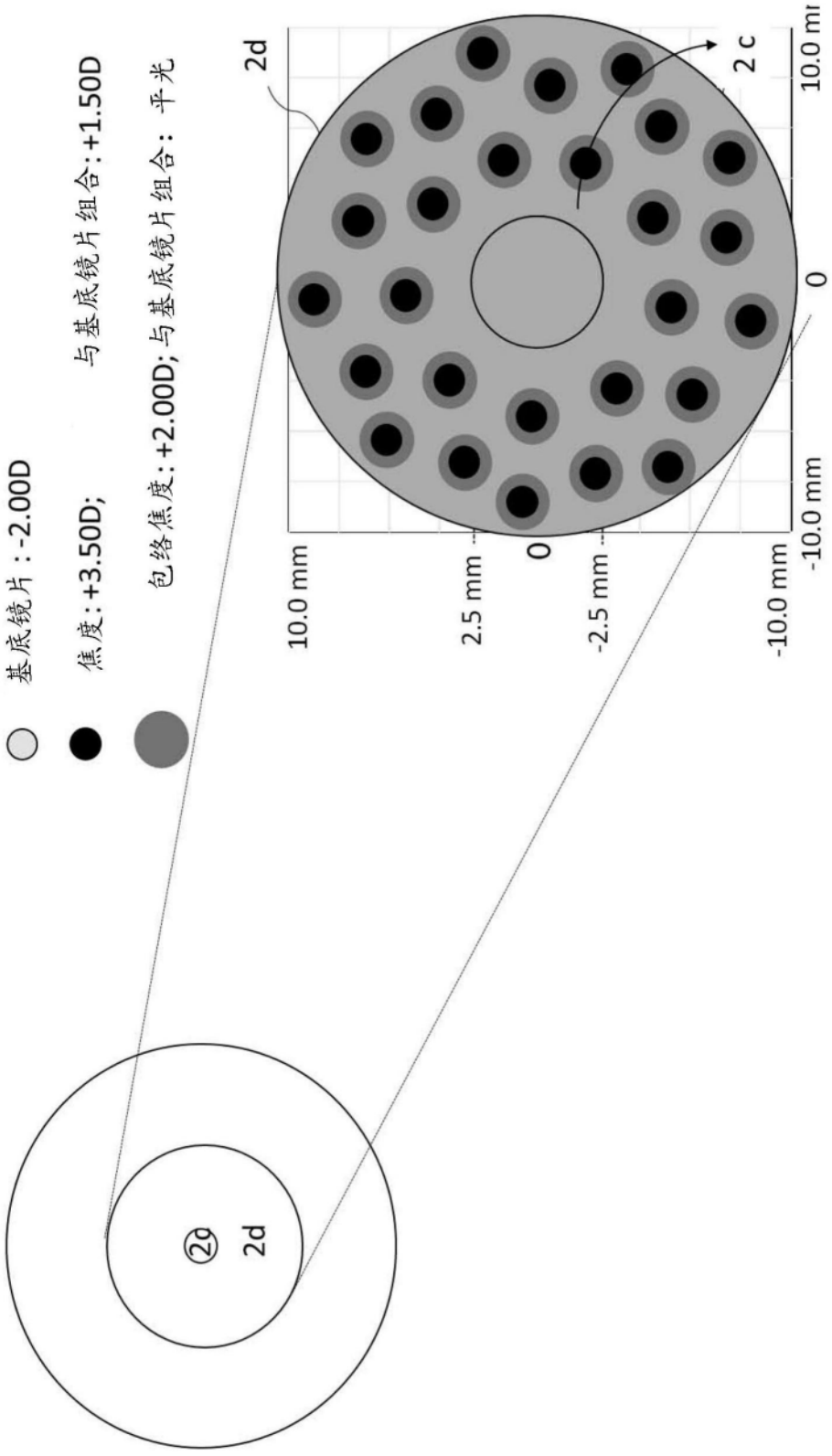

基底镜片：-2.00D
焦度：+3.50D；
与基底镜片组合：+1.50D
包络焦度：+2.00D；与基底镜片组合： 平光
2d
2 c
10.0 mm
2.5 mm
0
-2.5 mm
-10.0 mm
2d

图40

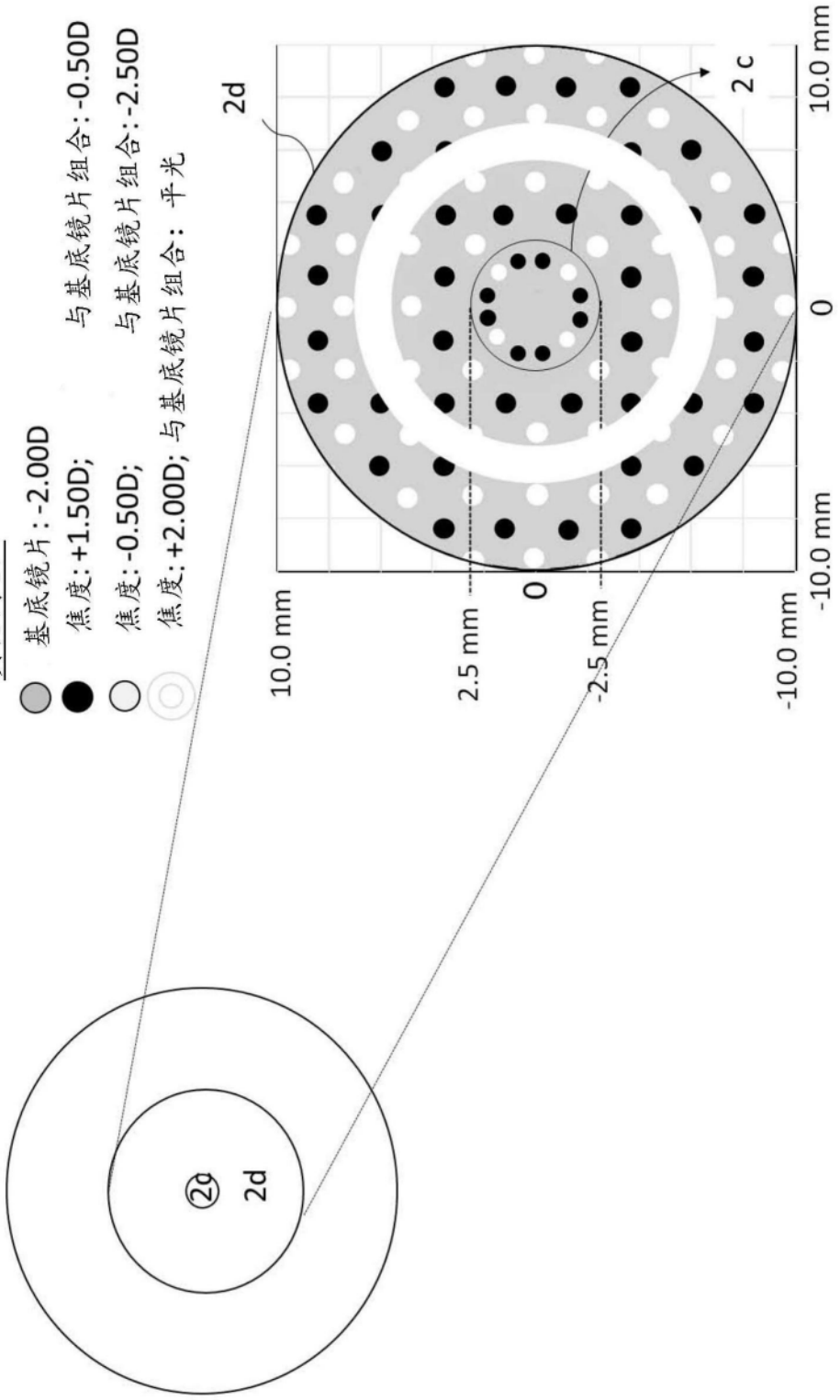

实施例1:
基底镜片:-2.00D
焦度:+1.50D;
焦度:-0.50D;
焦度:+2.00D;
与基底镜片组合:-0.50D
与基底镜片组合:-2.50D
与基底镜片组合:平光
2d
2c
2d
10.0 mm
2.5 mm
0
-2.5 mm
-10.0 mm
10.0 mm
0
-10.0 mm

图41

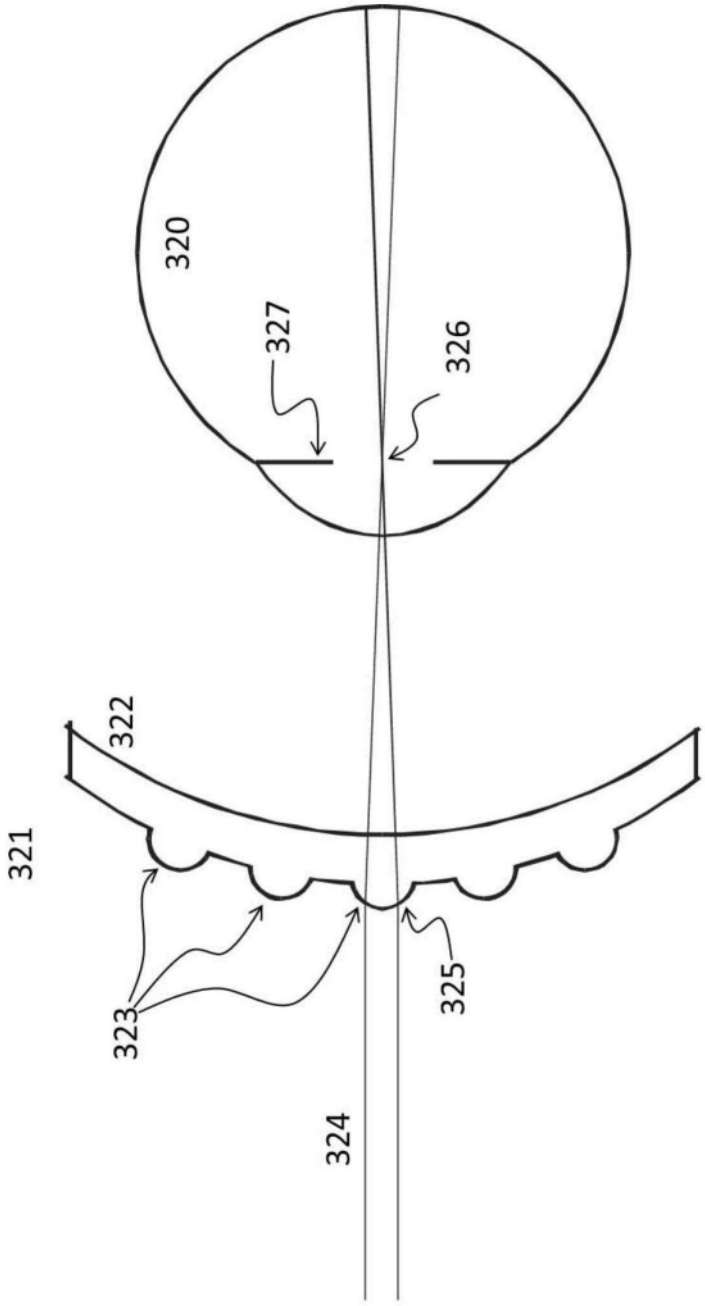


图42

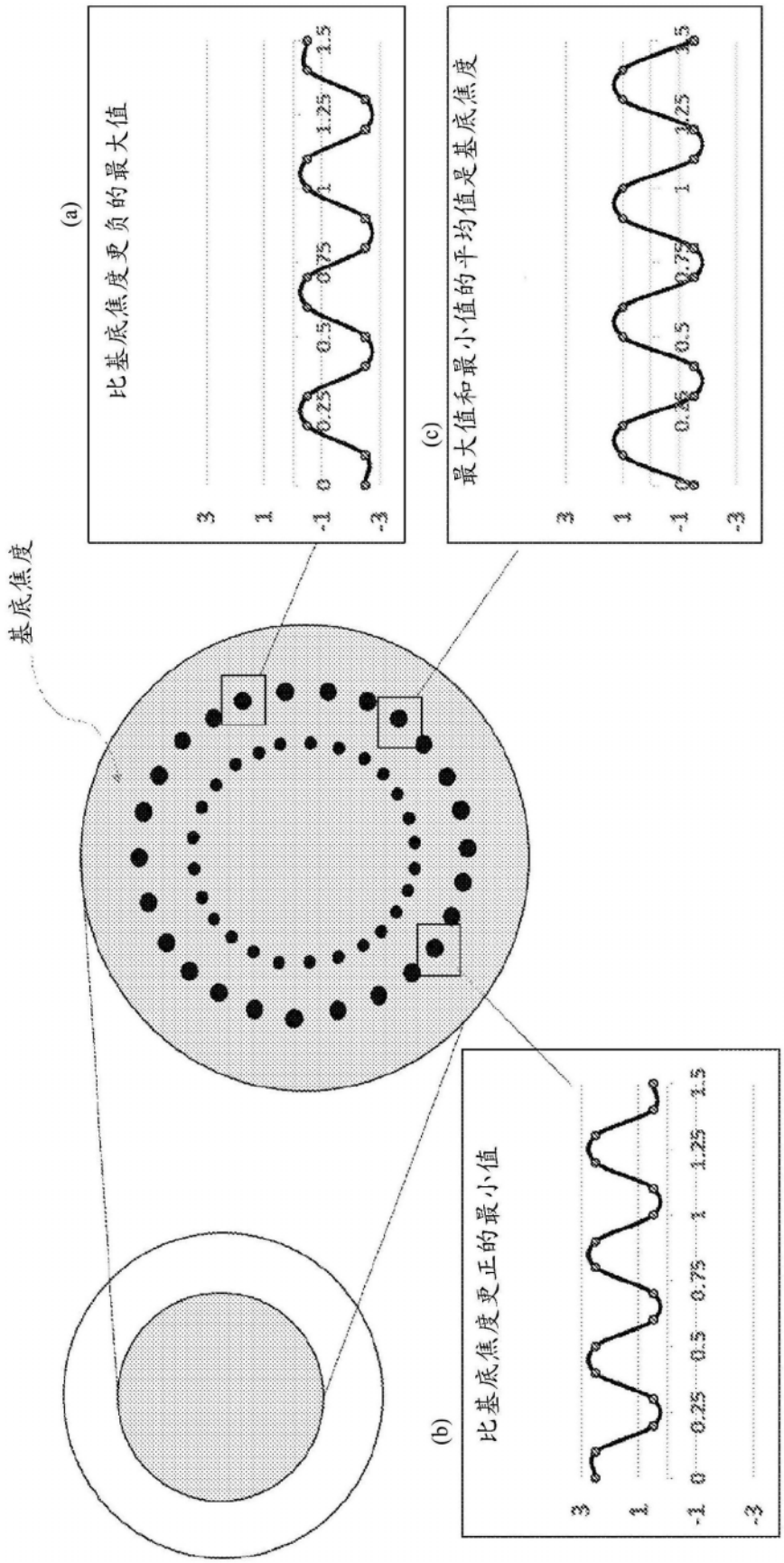

基底焦度
(a)
比基底焦度更负的最大值
(b)
比基底焦度更正的最小值
(c)
最大值和最小值的平均值是基底焦度
3
1
-1
-3
0
0.25
0.5
0.75
1
1.25
1.5

图43

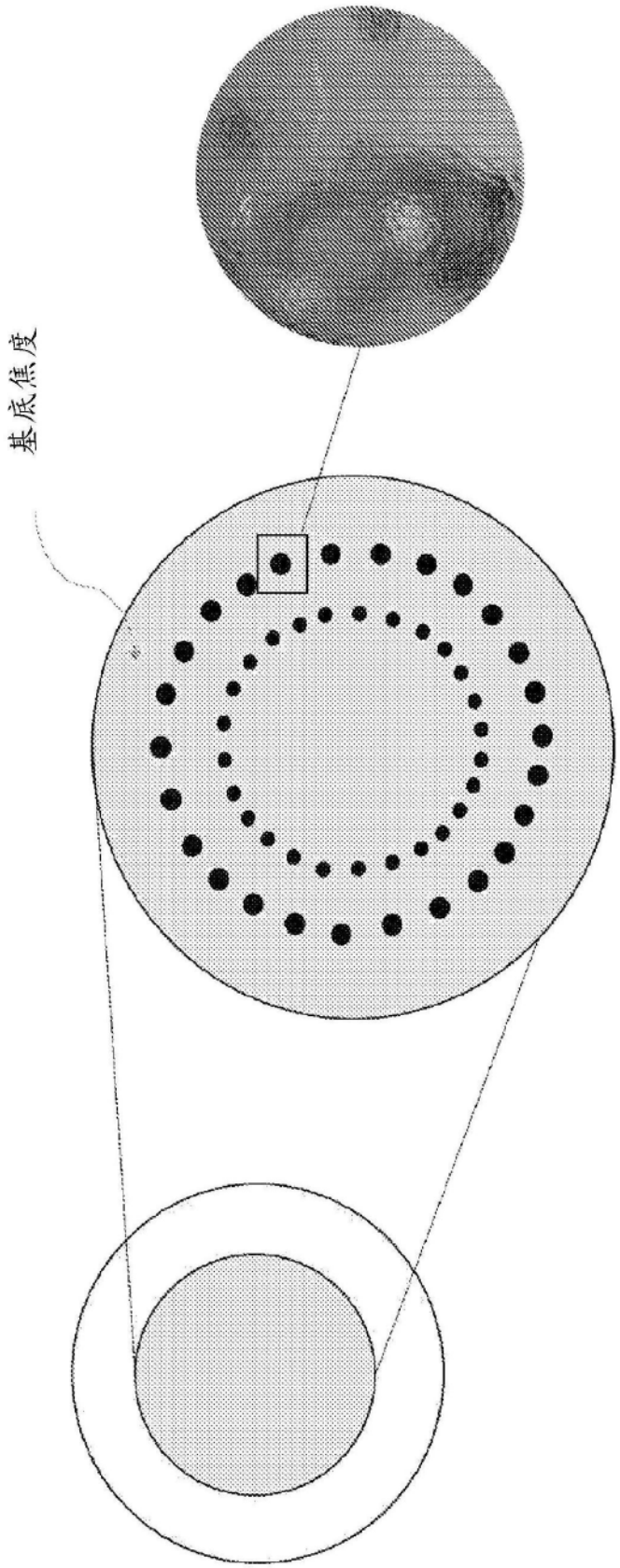


图44

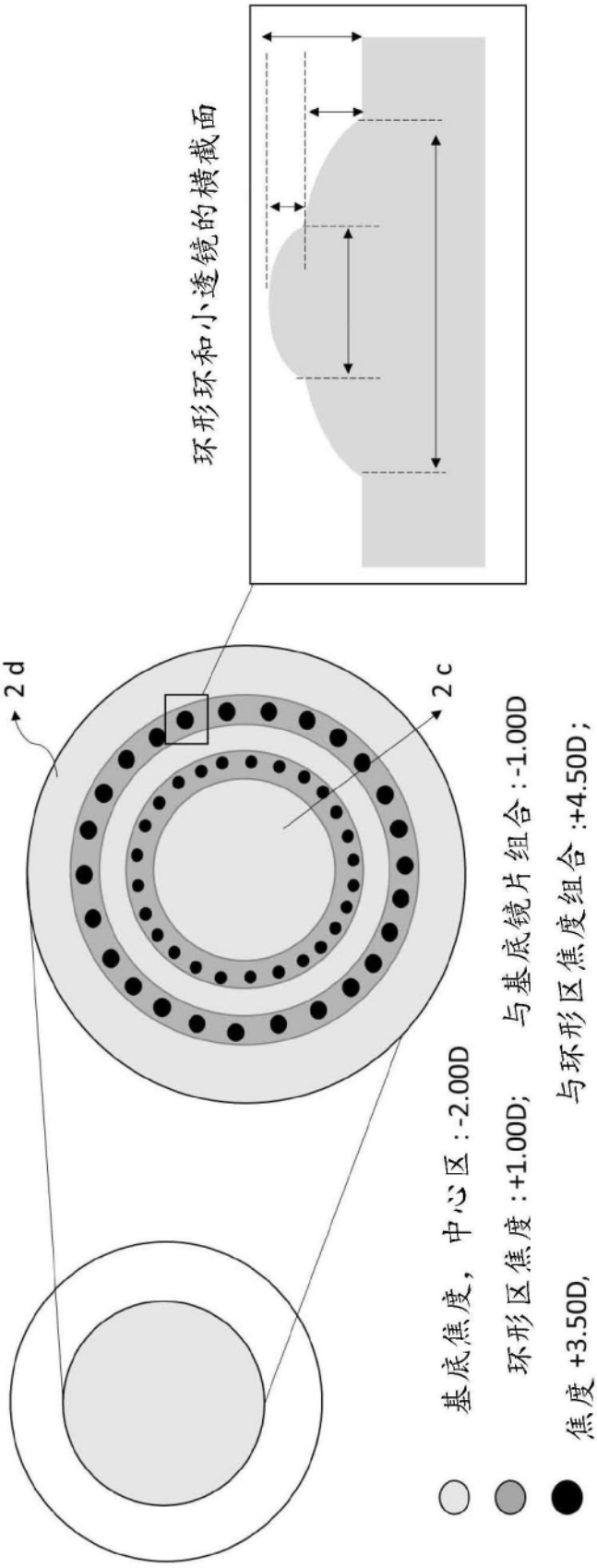

环形环和小透镜的横截面
2 d
2 c
基底焦度，中心区：-2.00D
环形区焦度：+1.00D；
与基底镜片组合：-1.00D
焦度 +3.50D，
与环形区焦度组合：+4.50D；
与基底镜片组合：+2.50D.

图45