



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119200257 A

(43) 申请公布日 2024. 12. 27

(21) 申请号 202411614704.8

(22) 申请日 2022.12.15

(30) 优先权数据

63/291,993 2021.12.21 US

(62) 分案原申请数据

202280080627.5 2022.12.15

(71) 申请人 库博光学国际有限公司

地址 英国费勒姆

(72) 发明人 M·韦伯 A·布拉德利

B·阿鲁穆加姆 D·S·哈蒙德

P·张伯伦

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限

责任公司 11287

专利代理师 刘锋

(51) Int.Cl.

G02C 7/04 (2006.01)

G02C 7/02 (2006.01)

G02C 7/06 (2006.01)

B29D 11/00 (2006.01)

G02B 1/04 (2006.01)

B29C 39/02 (2006.01)

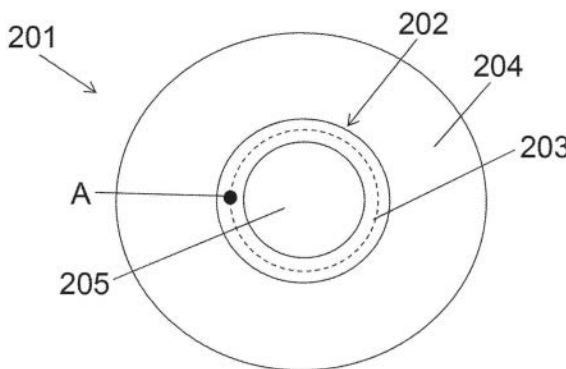
权利要求书2页 说明书15页 附图19页

(54) 发明名称

隐形眼镜及关于其的方法

(57) 摘要

本申请涉及隐形眼镜及关于其的方法。描述一种隐形眼镜 (201) 及制造此类镜片的方法。所述镜片 (201) 包含光学区域 (202)。所述光学区域 (202) 包括中央区 (205), 所述中央区 (205) 具有第一光轴 (219)、基本径向曲率屈光力、基本径向弧矢屈光力, 及在所述第一光轴 (219) 上的曲率中心。所述光学区域 (202) 包括环形区 (203), 其中在跨所述环形区 (203) 的宽度的半途的点处, 所述环形区 (203) 具有X的径向曲率屈光力, 其中X大于所述基本径向曲率屈光力。所述环形区 (203) 具有距所述光轴 (219) 第一距离的离轴曲率中心, 使得在跨其宽度的半途的点处, 所述环形区 (203) 具有Y的弧矢屈光力, 其中Y大于所述基本径向弧矢屈光力, 且其中Y小于X。



1. 一种隐形眼镜,所述镜片包含光学区域,其包括:

中央区,所述中央区具有第一光轴、基本屈光力、在所述第一光轴上的曲率中心及第一曲率半径;及

环形区,其中所述环形区相对于所述中央区倾斜,且具有大于所述基本屈光力的径向曲率附加屈光力,其中

行进穿过所述中央区的光线在远端焦面处形成聚焦图像,且行进穿过所述环形区的光线不在所述远端焦面处形成光点;且

其中在所述中央区与所述环形区之间的边界处径向弧矢屈光力增加,且所述径向弧矢屈光力随着朝向所述环形区的外边缘的径向距离增加而增加。

2. 根据权利要求1所述的隐形眼镜,其中在所述中央区与所述环形区之间的所述边界处径向弧矢屈光力的所述增加大于+2.0D。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的隐形眼镜,其中所述中央区的所述基本屈光力由所述镜片的前表面及/或后表面的曲率产生。

4. 根据任一前述权利要求所述的隐形眼镜,其中所述环形区的所述径向曲率屈光力由所述镜片的前表面及/或后表面的曲率产生。

5. 根据任一前述权利要求所述的隐形眼镜,其中在跨所述环形区的径向宽度的半途的点处,所述环形区具有比所述基本屈光力大+10.0D的径向曲率屈光力。

6. 根据权利要求1或权利要求3至5中的任一项所述的隐形眼镜,其中在跨所述环形区的径向宽度的半途的点处,所述环形区具有比所述基本屈光力大+2.0D的径向弧矢屈光力。

7. 根据权利要求1至4中的任一项所述的隐形眼镜,其中在跨所述环形区的径向宽度的半途的点处,所述环形区具有比所述基本屈光力大+4.0D的径向弧矢屈光力,以及比所述基本屈光力大+12.0D的径向曲率屈光力。

8. 根据任一前述权利要求所述的隐形眼镜,其中所述镜片的所述基本屈光力在0.5D与-15.0D之间。

9. 根据任一前述权利要求所述的隐形眼镜,其中所述镜片包括弹性体材料、硅酮弹性体材料、水凝胶材料或硅酮水凝胶材料或其混合物。

10. 根据任一前述权利要求所述的隐形眼镜,其中所述镜片是使用车削工艺或模铸工艺而形成的。

11. 一种制造隐形眼镜的方法,所述方法包括:

使用车削工艺或模铸工艺来形成根据任一前述权利要求所述的隐形眼镜。

12. 根据权利要求11所述的方法,其包含设计所述隐形眼镜的步骤,其中设计所述隐形眼镜包括:

(a) 对第一隐形眼镜进行建模,所述第一隐形眼镜具有:

中央区,其中所述中央区具有基本屈光力,及在第一光轴上的曲率中心;及

环形区,其围绕所述中央区,所述环形区具有以所述第一光轴为中心的曲率半径,其中所述环形区的曲率产生大于所述基本屈光力的第一附加屈光力;

(b) 对第二隐形眼镜进行建模,其中所述第二隐形眼镜具有与所述第一隐形眼镜相同的中央区,及围绕所述中央区的环形区,其中所述环形区具有以所述光轴为中心的曲率半径,且所述环形区产生大于所述第一隐形眼镜的所述第一附加屈光力的第二附加屈光力;

(c) 在模型内,倾斜所述第二隐形眼镜的所述环形区,使得所述环形区的外边缘与所述第一镜片的所述环形区的外边缘匹配,从而产生第三隐形眼镜,其中所述第三镜片的所述环形区具有所述第二隐形眼镜的所述环形区的所述第二附加屈光力,但曲率中心是距所述第一光轴的第一距离。

13. 根据权利要求12所述的方法,其包括基于所述经建模的第三隐形眼镜来制造镜片。

## 隐形眼镜及关于其的方法

[0001] 分案申请的相关信息

[0002] 本案是分案申请。该分案的母案是申请日为2022年12月15日、申请号为202280080627.5、发明名称为“隐形眼镜及关于其的方法”的发明专利申请案。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及隐形眼镜。本发明特别(但非排他地)涉及用于减缓近视的进展的隐形眼镜。本发明还特别(但非排他地)涉及供老花者使用的隐形眼镜。本发明还涉及制造此类镜片的方法。

### 背景技术

[0004] 许多人(包含儿童及成年人)需要隐形眼镜来矫正近视(myopia, shortsightedness)且许多成年人可能需要镜片来矫正老花眼(与年龄有关的无法适应及因此无法聚焦于近距对象上)。

[0005] 近视眼将来自远距对象的入射光聚焦到视网膜前面的位置。因此,光朝向视网膜前面的平面会聚及发散,且在到达视网膜时失焦。用于矫正近视的常规镜片(例如,眼镜镜片及隐形眼镜)减少来自远距对象的入射光在其到达眼睛之前的会聚(对于隐形眼镜),或引起其发散(对于眼镜镜片),使得焦点位置移位到视网膜上。

[0006] 老花眼未有效地改变形状以适应近距对象,且因此有老花眼的人无法聚焦于近距对象。用于矫正老花眼的常规镜片(例如,眼镜镜片及隐形眼镜)包含双焦或渐进镜片,其包含针对近视力优化的区及针对远视力优化的区。还可使用双焦或多焦镜片或单视力镜片(其中为每只眼提供不同处方,一只眼配备远视力镜片,而一只眼配备近视力镜片)来治疗老花眼。

[0007] 几十年前有人提出,可通过矫正不足,即使焦点朝向视网膜移动但不完全移动到视网膜上而减缓或预防儿童或年轻人近视的进展。然而,与利用完全矫正近视的镜片获得的视力相较,所述方法必然导致远视力下降。此外,现在认为矫正不足在控制发展中近视方面有效是值得怀疑的。一种用以矫正近视的更新近方法是提供具有提供远视力的完全矫正的一或多个区及矫正不足或故意诱发近视散焦的一或多个区两者的镜片。有人提出此方法可预防或减缓儿童或年轻人近视的发展或进展,同时提供良好的远视力。

[0008] 在具有提供散焦的区的镜片的情况中,提供远视力的完全矫正的区通常被称为基本屈光力(base power)区且提供矫正不足或故意诱发近视散焦的区通常被称为近视散焦区或附加屈光力(add power)区(因为屈亮度比远视区的屈光力更偏正或更不偏负)。附加屈光力区的表面(通常为前表面)具有小于远视屈光力区的曲率半径且因此向眼睛提供更偏正或更不偏负屈光力。附加屈光力区经设计以在眼睛内将入射平行光(即,来自远处的光)聚焦于视网膜前面(即,较靠近镜片),而远视屈光力区经设计以聚焦光且在视网膜处(即,离镜片更远)形成图像。

[0009] 一种已知类型的减少近视的进展的隐形眼镜是以MISIGHT(库博光学公司

(CooperVision, Inc.)) 的名称购得的双焦隐形眼镜。此双焦镜片不同于经配置以改进老花者的视力的双焦或多焦隐形眼镜, 因为双焦镜片经配置具有特定光学尺寸以使能够适应的人士可使用远视矫正 (即, 基本屈光力) 来观看远距对象及近距对象两者。具有附加屈光力的双焦镜片的疗区域还在远及近观察距离两者处提供近视散焦图像。

[0010] 虽然这些镜片已被发现有益于防止或减慢近视的发展或进展, 但环形附加屈光力区可引起不想要的视觉副作用。通过视网膜前面的环形附加屈光力区聚焦的光从焦点发散以在视网膜处形成散焦环。因此, 这些镜片的佩戴者可能看见环绕形成于视网膜上的图像的环或“光晕”, 特别对于例如路灯及汽车头灯的小而明亮的物体。此外, 理论上, 佩戴者可利用由环形附加屈光力区产生的视网膜前面的额外焦点来聚焦近距对象, 而非使用眼睛的天然适应 (即, 眼睛改变焦距的本能) 来聚焦近距对象; 换句话说, 佩戴者可能不经意地以与使用老花眼矫正镜片相同的方式使用所述镜片, 这对于年轻受试者来说是非所要的。

[0011] 已开发可用于治疗近视, 且经设计以消除在 MISIGHT (库博光学公司 (CooperVision, Inc.)) 镜片及上文描述是其它类似镜片中是聚焦远视图像周围观察到是光晕是进一步镜片。在这些镜片中, 环形区经配置使得未在视网膜前面形成单个同轴图像, 从而防止此图像被用来避免眼睛适应近距目标是需求。确切来说, 远距点光源通过环形区成像到近距附加屈光力焦面处的环形焦线, 从而导致在远视焦面处是光的小光点大小, 而在视网膜上无环绕“光晕”效应。

[0012] 为了治疗近视, 认识到提供引入额外近视散焦的镜片可为有益的。为了治疗老花眼, 提供产生延长焦深的镜片可为有益的。

## 发明内容

[0013] 根据第一方面, 本公开提供一种包含光学区域的隐形眼镜。所述光学区域包括中央区, 所述中央区具有第一光轴、基本径向曲率屈光力及基本径向弧矢屈光力。所述中央区具有在所述第一光轴上的曲率中心。所述光学区域包括环形区, 其中在跨所述环形区的半途的点处, 所述环形区具有  $X$  的径向曲率屈光力, 其中  $X$  大于所述基本径向曲率屈光力。所述环形区具有距所述光轴第一距离的离轴曲率中心。在跨其宽度的半途的点处, 所述环形区具有  $Y$  的径向弧矢屈光力, 其中  $Y$  大于所述基本径向弧矢屈光力, 且其中  $Y$  小于  $X$ 。

[0014] 根据第二方面, 本公开提供一种制造镜片的方法。所述方法包括形成本发明的第一方面的隐形眼镜。

[0015] 当然将了解, 关于本公开的一个方面描述的特征可被并入本公开的其它方面中。举例来说, 本公开的方法可并入参考本公开的设备描述的特征, 且反之亦然。

## 附图说明

[0016] 现将仅举例来说参考所附示意图描述本发明的实施例, 其中:

[0017] 图1A是使用提供近视散焦图像以减少近视的进展的治疗区域的隐形眼镜的示意性俯视图;

[0018] 图1B是图1A的隐形眼镜的侧视图;

[0019] 图2A是图1A的镜片的射线图;

[0020] 图2B展示由远距点源形成的图1A的镜片的近端焦面处的光图案;

- [0021] 图2C展示由远距点源形成的图1A的镜片的远端焦面处的光图案；
- [0022] 图3是图1A及1B的镜片的部分射线图以及指示隐形眼镜的中央远视区(点划线)及环形附加区(虚线)的曲率半径的圆圈；
- [0023] 图4A是展示图1A及1B中展示的镜片的径向弧矢屈光力的变动的标绘图；
- [0024] 图4B是展示图1A及1B中展示的镜片的径向曲率屈光力的变动的标绘图；
- [0025] 图5A是具有非同轴光学器件的不同隐形眼镜的俯视图；
- [0026] 图5B是图5A的隐形眼镜的侧视图；
- [0027] 图6A是图5A及5B的镜片的射线图；
- [0028] 图6B展示由远距点源形成的图5A及5B的镜片的近端焦面处的光图案；
- [0029] 图6C展示由远距点源形成的图5A及5B的镜片的远端焦面处的光图案；
- [0030] 图6D是图5A及5B的镜片的部分射线图以及指示隐形眼镜的中央远视区(点划线)及环形附加区(虚线)的曲率半径的圆圈；
- [0031] 图7A是展示图5A及5B中展示的镜片的径向弧矢屈光力的变动的标绘图；
- [0032] 图7B是展示图5A及5B中展示的镜片的径向曲率屈光力的变动的标绘图；
- [0033] 图8A是根据本公开的实施例的镜片的俯视图；
- [0034] 图8B是图8A的隐形眼镜的侧视图；
- [0035] 图9是图8A及8B的镜片的部分射线图以及指示隐形眼镜的中央远视区(点划线)及环形附加区(虚线)的曲率半径的圆圈；
- [0036] 图10A是展示图8A及8B中展示的镜片的径向曲率屈光力的变动的标绘图；
- [0037] 图10B是展示图8A及8B中展示的镜片的径向弧矢屈光力的变动的标绘图；
- [0038] 图11A是图8A及8B的镜片的射线图；
- [0039] 图11B展示由远距点源形成的图8A及8B的镜片的远端焦面处的光图案；
- [0040] 图11C展示由远距点源形成的图8A及8B的镜片的第一近端焦面处的光图案；
- [0041] 图11D展示由远距点源形成的图8A及8B的镜片的第二近端焦面处的光图案；
- [0042] 图12A是根据本公开的实施例的镜片的俯视图,其具有径向曲率屈光力的变动；
- [0043] 图12B是图12A的隐形眼镜的侧视图；
- [0044] 图13A是沿线E-E截取的图12A及12B的镜片的示意图以及指示隐形眼镜的中央远视区(点划线)及环形附加区(虚线)的曲率半径的圆圈；
- [0045] 图13B是沿线F-F截取的图12A及12B的镜片的示意图以及指示隐形眼镜的中央远视区(点划线)及环形附加区(虚线)的曲率半径的圆圈；
- [0046] 图14是展示图12A及12B中展示的镜片的环形区周围的径向曲率屈光力随角度 $\theta$ 的正弦变动的示意性图表；
- [0047] 图15A是展示根据本公开的实施例的镜片的环形区周围的随角度 $\theta$ 的正弦变动屈光力的示意性图表；
- [0048] 图15B是展示根据本公开的实施例的镜片的环形区周围的随角度 $\theta$ 的锯齿变动屈光力的示意性图表；
- [0049] 图15C是展示根据本公开的实施例的镜片的环形区周围的随角度 $\theta$ 的方波变动屈光力的示意性图表；
- [0050] 图16是展示根据本公开的实施例的设计隐形眼镜的方法的流程图；及

[0051] 图17是穿透使用图16中描述的方法进行建模的三个经建模的镜片的一部分的径向横截面的示意图。

### 具体实施方式

[0052] 根据第一方面,本公开提供一种隐形眼镜。镜片包含包括中央区域的光学区域,所述中央区域具有第一光轴、基本径向曲率屈光力及基本径向弧矢屈光力,及在所述第一光轴上的曲率中心。中央区具有环形区。在跨环形区的宽度的半途的点处,环形区具有X的径向曲率屈光力。X大于基本径向曲率屈光力。环形区具有距光轴第一距离的离轴曲率中心,且使得在跨其宽度的半途的点处,环形区具有Y的径向弧矢屈光力,其中Y大于基本径向弧矢屈光力,且其中Y小于X。

[0053] 如本文中使用时,术语隐形眼镜是指可放置到眼睛的前表面上的眼用镜片。将了解,此隐形眼镜将提供临床上可接受的眼上移动且不粘到人的一只或两只眼睛。隐形眼镜可呈角膜镜片(例如,搁置于眼睛的角膜上的镜片)的形式。隐形眼镜可为软性隐形眼镜,例如水凝胶隐形眼镜或硅酮水凝胶隐形眼镜。镜片可为用于预防或减缓近视的发展或进展的镜片,所述镜片可用于向近视眼提供延长焦深。

[0054] 根据本公开的隐形眼镜包括光学区域。光学区域涵盖具有光学功能性的镜片的部分。光学区域经配置以在使用时定位于眼睛的瞳孔上方。对于根据本公开的隐形眼镜,光学区域包括中央区及围绕所述中央区的环形区(或若干区)。光学区域由外围区域围绕。外围区域并非光学区域的部分,但在镜片被佩戴时位于光学区域外部及虹膜上方,且其提供机械功能,举例来说,增加镜片的大小,从而使镜片更容易处置,提供压载以防止镜片的旋转,及/或提供改进镜片佩戴者的舒适性的塑形区。外围区域可延伸到隐形眼镜的边缘。

[0055] 根据本公开的实施例的隐形眼镜可包含压载以在镜片定位于佩戴者的眼睛上时定向镜片。将压载并入隐形眼镜中的本公开的实施例在放置于佩戴者的眼睛上时将在佩戴者的眼睑的作用下旋转到预定休止角;举例来说,压载可为楔形物且旋转可由眼睑对楔形物的作用造成。所属领域中众所周知压载隐形眼镜以定向隐形眼镜;举例来说,环面隐形眼镜经压载以定向镜片,使得由镜片提供的正交圆柱形矫正与佩戴者的眼睛的散光正确对准。可能的是本公开的隐形眼镜在给定定向上向佩戴者提供特定益处。举例来说,当最大附加屈光力子午线处于特定定向时,隐形眼镜可向佩戴者提供特定益处。

[0056] 隐形眼镜可为大体上圆形形状且具有从约4mm到约20mm的直径。光学区域可为大体上圆形形状且可具有从约2mm到约10mm的直径。在一些实施例中,隐形眼镜具有从13mm到15mm的直径,且光学区域具有从7mm到9mm的直径。

[0057] 第一光轴可沿着镜片的中心线。中央区可将来自第一光轴上的远距点物体的光聚焦到第一光轴上的远端焦面处的光点。如本文中使用的术语表面并非指代物理表面,而指代可通过来自远距对象的光将聚焦的点绘制的表面。此表面也被称为图像平面(即使其可为曲面)或图像壳。眼睛将光聚焦到弯曲的视网膜上,且在完美聚焦眼睛中,图像壳的曲率将与视网膜的曲率匹配,因此眼睛不会将光聚焦到平坦数学平面上。然而,在所属领域中,视网膜的曲面通常被称为平面。

[0058] 中央区可为大体上圆形形状且可具有约2mm与9mm之间的直径,且优选地可在2mm与7mm之间。中央区可为大体上椭圆形形状。环形区可从中央区的外围径向向外延伸达约

0.1mm到4mm之间,优选地在约0.5mm与1.5mm之间。举例来说,环形区的径向宽度可为约0.1mm到约4mm,且优选地可为约0.5mm到约1.5mm。中央区的外围可界定中央区与环形区之间的边界,且因此环形区可邻近中央区。

[0059] 环形区可毗连中央区。混合区可提供于中央区与环形区之间。混合区不应大体上影响由中央区及环形区提供的光学器件,且混合区可具有0.05mm或更小的径向宽度,但其也可宽到0.2mm,或在一些实施例中宽到0.5mm。

[0060] 在本公开的上下文中,镜片的中央及环形区的屈光力可被定义为径向曲率屈光力、圆周曲率屈光力、平均曲率屈光力(其为径向及圆周曲率屈光力的平均值)、径向弧矢屈光力、圆周弧矢屈光力及平均弧矢屈光力(其为径向及圆周弧矢屈光力的平均值)。

[0061] 曲率及弧矢屈光力经定义如下:

[0062] 对于波前 $W$ ,在距法向于波前的中心的线的径向距离 $r$ (瞳孔半径)的点处, $W(r) = A \cdot r^2$ ,其中 $A$ 是函数。

[0063] 波前曲率或曲率屈光力 $P_c$ 是波前的二阶导数的函数。波前斜率或基于斜率的屈光力 $P_s$ 是波前的一阶导数的函数且随波前的斜率而变动。

[0064] 对于简单球面镜片,曲率屈光力 $P_c$ 被定义为:

$$[0065] \quad P_c = \frac{\partial^2 W}{\partial r^2} = \frac{\partial(2Ar)}{\partial r} = 2A$$

[0066] 基于斜率的屈光力 $P_s$ 被定义为

$$[0067] \quad P_s = \frac{1}{r} \frac{\partial W}{\partial r} = \frac{2Ar}{r} = 2A$$

[0068] 即,对于简单镜片(具有近轴假设), $P_c = P_s$ 。

[0069] 径向曲率屈光力是从镜片的曲率中心径向向外延伸的方向上的曲率屈光力。圆周曲率屈光力是恒定径向坐标处的曲率屈光力,围绕镜片的圆周延伸。平均曲率提供径向及圆周曲率屈光力的平均值。

[0070] 径向弧矢屈光力是从镜片的中心径向向外延伸的方向上的弧矢屈光力。圆周弧矢屈光力是恒定径向坐标处的弧矢屈光力,围绕镜片的圆周延伸。

[0071] 中央区可具有与弧矢屈光力相同的曲率屈光力。这在本文中被称为基本曲率屈光力、基本弧矢屈光力或基本屈光力。中央区的标称屈光力将对应于如在隐形眼镜包装上提供的隐形眼镜的经标记屈亮度(但实际上其可不具有相同值)。这将为跨中央区获取的平均弧矢或平均曲率屈光力。中央区的所测量屈光力是跨中央区获取的直接测量的平均折射曲率或弧矢屈光力。这可能不同于标称屈光力。

[0072] 对于近视治疗中使用的镜片,基本屈光力将为负或接近零,且中央区将矫正远视力。基本屈光力可在0.5屈亮度(D)与-15.0屈亮度之间。基本屈光力可为从-0.25D到-15.0D。

[0073] 中央区的基本屈光力可由镜片的表面的曲率产生。基本屈光力可由镜片的前表面的曲率及/或镜片的后表面的曲率中心产生。

[0074] 在本公开的上下文中,环形区是围绕光学区域的大体上环形区。其可具有大体上圆形形状或大体上椭圆形形状。其可完全围绕光学区域。其可部分围绕光学区域。

[0075] 对于本公开的实施例,环形区的径向曲率屈光力大于中央区的基本径向曲率屈光

力。

[0076] 可通过环形区的至少一个表面的曲率确定环形区的径向曲率屈光力。环形区的径向曲率屈光力可由镜片的前表面及/或后表面的曲率产生。相较于中央区,环形区可具有较大曲率或较小曲率半径。相较于中央区的曲率,环形区的前表面可具有较大曲率或较小曲率半径。替代地或额外地,环形区的后表面可具有大于中央区的曲率的曲率。

[0077] 径向曲率屈光力可跨环形区变化。在跨环形区的宽度的半途的点处,环形区的径向曲率屈光力是X。径向曲率屈光力将为比基本径向曲率屈光力更偏正(或更不偏负)的屈光力。环形区的净径向曲率屈光力将为中央区的基本径向曲率屈光力与环形区的径向曲率附加屈光力的总和。举例来说,如果基本径向曲率屈光力是-3.0D,且环形区的径向曲率附加屈光力是+4.0D,那么环形区的净径向曲率屈光力将为+1.0D。

[0078] X的值可在+0.5D与+20.0D之间。X的值可比基本径向曲率屈光力大+10.0D(即,跨环形区的宽度的半途的点处的径向曲率附加屈光力可为+10.0D)。X的值可比基本径向曲率屈光力大+11.0D(即,跨环形区的宽度的半途的点处的径向曲率附加屈光力可为+11.0D)。X的值可比基本径向曲率屈光力大+12.0D(即,跨环形区的宽度的半途的点处的径向曲率附加屈光力可为+12.0D)。

[0079] 环形区可被理解为相对于中央区倾斜。如本文中使用的,环形区的倾斜意味着圆形对称倾斜而非横向倾斜。环形区绕围绕镜片的圆周延伸的曲线倾斜,使得环形区的外边缘在第一方向上移动,且环形区的内边缘在相反方向上移动。倾斜环形区将更改环形区的径向弧矢屈光力,因为这是波前的一阶导数的函数,但将不会更改环形区的径向曲率屈光力,其为波前的二阶导数的函数。相对于中央区倾斜环形区将意味着环形区的曲率中心远离中央区的第一光轴移位达第一距离。环形区的径向弧矢屈光力可跨环形区的宽度,且在本公开的实施例中变化。在跨环形区的宽度的半途的点处,环形区的径向弧矢屈光力是Y。Y将大于中央区的基本径向弧矢屈光力,但Y将小于X(跨环形区的宽度的半途的点处的环形区的径向曲率屈光力)。环形区的径向弧矢屈光力将比中央区的弧矢屈光力更偏正。环形区的净径向弧矢屈光力将为环形区的基本径向弧矢屈光力与径向弧矢附加屈光力的总和。Y的值可在+0.5D与+10.0D之间。Y的值可比基本径向弧矢屈光力大+2.0D(即,跨环形区的宽度的半途的点处的径向弧矢附加屈光力可为+2.0D)。Y的值可比基本径向弧矢屈光力大+4.0D(即,跨环形区的宽度的半途的点处的径向弧矢附加屈光力可为+4.0D)。Y的值可比基本径向弧矢屈光力大+3.0D(即,跨环形区的宽度的半途的点处的径向弧矢附加屈光力可为+3.0D)。

[0080] 下文描述X及Y的值的实例组合。所属领域的技术人员将立即理解,X及Y值的许多其它组合落在本公开的范围之内。

[0081] X的值可比基本径向曲率屈光力大+10.0D(即,跨环形区的宽度的半途的点处的径向曲率附加屈光力可为+10.0D),且Y的值可比基本径向弧矢屈光力大+2.0D(即,跨环形区的宽度的半途的点处的径向弧矢附加屈光力可为+2.0D)。

[0082] X的值可比基本径向曲率屈光力大+12.0D(即,跨环形区的宽度的半途的点处的径向曲率附加屈光力可为+12.0D),且Y的值可比基本径向弧矢屈光力大+4.0D(即,跨环形区的宽度的半途的点处的径向弧矢附加屈光力可为+4.0D)。

[0083] X的值可比基本径向曲率屈光力大+10.0D(即,跨环形区的宽度的半途的点处的径

向曲率附加屈光力可为+10.0D),且Y的值可比基本径向弧矢屈光力大+3.0D(即,跨环形区的宽度的半途的点处的径向弧矢附加屈光力可为+3.0D)。

[0084] X的值可比基本径向曲率屈光力大+11.0D(即,跨环形区的宽度的半途的点处的径向曲率附加屈光力可为+11.0D),且Y的值可比基本径向弧矢屈光力大+3.0D(即,跨环形区的宽度的半途的点处的径向弧矢附加屈光力可为+3.0D)。

[0085] X的值可比基本径向曲率屈光力大+12.0D(即,跨环形区的宽度的半途的点处的径向曲率附加屈光力可为+12.0D),且Y的值可比基本径向弧矢屈光力大+3.0D(即,跨环形区的宽度的半途的点处的径向弧矢附加屈光力可为+3.0D)。

[0086] 环形区的径向曲率屈光力可大于环形区的圆周曲率屈光力。环形区的圆周曲率屈光力可与基本圆周曲率屈光力相同。环形区的圆周弧矢屈光力可与圆周基本弧矢屈光力相同。

[0087] 在环形区的宽度上,环形区的径向弧矢屈光力可大于中央区的径向弧矢屈光力。在具有提供附加屈光力的环形区的已知中心远视镜片设计中,其中环形区的曲率中心与中央区的光轴重合(这可被称为同轴环形区),环形区的径向弧矢屈光力将跨环形区的宽度大于中央区的径向弧矢屈光力。对于具有提供附加屈光力的环形区的已知中心远视镜片设计,其中环形区的曲率中心移位远离中央区的光轴(这可被称为离轴环形区),由于环形区相对于中央区的倾斜,在环形区的最内边缘处,环形区的径向弧矢屈光力可低于中央区的径向弧矢屈光力。径向弧矢屈光力可随着朝向环形区的外边缘的径向距离增加而增加。在这些已知设计中,环形区可相对于中央区径向倾斜,使得跨环形区的宽度的中点处的径向弧矢屈光力与中央区在其延伸到所述中点的情况下将具有的径向弧矢屈光力匹配。镜片可在环形区的中点处具有与中央区在其向外延伸到中点的情况下将具有的径向弧矢屈光力匹配的径向弧矢屈光力。

[0088] 相对于中央区倾斜的环形区及环形区的小曲率半径的组合效应意味着环形区的径向弧矢屈光力可跨整个环形区宽度大于中央区的径向弧矢屈光力。替代地,环形区的弧矢屈光力朝向中央区与环形区之间的边界可能存在下降。

[0089] 径向弧矢屈光力可跨环形区域的宽度径向向外增加。径向弧矢屈光力从环形区域的最内边缘径向向外增加可为线性增加。

[0090] 径向曲率屈光力可从环形区的内边缘沿给定子午线径向向外恒定,或可从环形区的内边缘沿给定子午线径向向外增加。

[0091] 径向曲率屈光力可在最小值X1与最大值X2之间随环形区周围的子午线变化,其中X1及X2两者大于基本径向曲率屈光力。X1及X2两者可大于基本曲率屈光力。径向曲率屈光力可在环形区周围周期性地变动。可通过正弦波形、三角波形、方波形或锯齿波形定义变动。径向曲率屈光力可在X1与X2之间连续变化。通过角度 $\theta$ 定义环形区的圆周周围的位置,其中 $\theta$ 在 $0^\circ$ 与 $360^\circ$ 之间变化,可能存在每 $90^\circ$ 、每 $45^\circ$ 、每 $20^\circ$ 或每 $10^\circ$ 的径向曲率屈光力的最大值。X1可在+0.5D与+10.0D之间。X2可在+2.0D与+20.0D之间。

[0092] 替代地及或额外地,环形区的径向弧矢屈光力可在最大值Y1与最小值Y2之间随环形区周围的子午线变化,其中Y1及Y2两者大于基本径向弧矢屈光力。Y1及Y2两者可大于基本径向弧矢屈光力。径向弧矢屈光力可在环形区周围周期性地变动。径向弧矢屈光力的周期性变动可在整个环形区周围或在环形区的一部分周围变化。可通过正弦波形、三角波形

或锯齿波形定义变动。径向弧矢屈光力可在Y1与Y2之间连续变化。通过角度 $\theta$ 定义环形区的圆周周围的位置,其中 $\theta$ 在 $0^\circ$ 与 $360^\circ$ 之间变化,可能存在每 $90^\circ$ 、每 $45^\circ$ 、每 $20^\circ$ 或每 $10^\circ$ 的最大径向弧矢屈光力。Y1可在+0.5与+9.0D之间。Y2可在+2.0与+19.0D之间。

[0093] 在本公开的实施例中,其中环形区的径向曲率屈光力在最小值X1与最大值X2之间变化,X1及X2两者可大于Y。在本公开的实施例中,其中环形区的径向弧矢屈光力在最小值Y1与最大值Y2之间变化,Y1及Y2两者可小于X。在本公开的实施例中,其中环形区的径向曲率屈光力在最小值X1与最大值X2之间变化,且环形区的径向弧矢屈光力在最小值Y1与最大值Y2之间变化,径向曲率屈光力及径向弧矢屈光力的变动可同相或异相。在环形区周围的任何子午线,径向曲率屈光力可大于径向弧矢屈光力。环形区的径向弧矢屈光力及曲率半径两者可随环形区周围的子午线而变动,使得镜片的径向曲率屈光力保持恒定,或在于环形区周围移动时近似恒定。举例来说,对于具有+3.0D的恒定径向曲率屈光力的镜片,随着子午线在环形区周围移动,径向弧矢屈光力可在+2.0D与+3.0D之间变化。对于具有+3.0D的径向弧矢屈光力的区,环形区的曲率半径将以第一光轴为中心。对于具有+2.0D的径向弧矢屈光力的区,环形区的曲率中心将移位远离第一光轴,且环形区的曲率半径可改变。

[0094] 隐形眼镜可包含至少两个同心环形区。对于至少两个环形区中的每一者,在跨环形区的宽度的半途的点处,环形区可具有X的径向曲率屈光力,其中X大于基本径向曲率屈光力。至少两个环形区中的每一者可具有距光轴第一距离的离轴曲率中心,使得在跨其宽度的半途的点处,环形区具有Y的径向弧矢屈光力,其中Y大于基本径向弧矢屈光力,且其中Y小于X。每一环形区可包含上文描述的环形区的特征中的任一者。对于具有至少两个同心环形区的实施例,每一环形区可具有相同径向曲率屈光力分布及相同径向弧矢屈光力分布,或每一同心环形区可具有不同径向曲率屈光力分布及/或径向弧矢屈光力分布。对于具有至少两个同心环形区的实施例,可通过具有基本屈光力(即,与中央区相同的屈光力)的区分离环形区。

[0095] 隐形眼镜可包括弹性体材料、硅酮弹性体材料、水凝胶材料或硅酮水凝胶材料或其组合。如在隐形眼镜的领域中理解,水凝胶是保持水处于平衡状态且无含硅酮的化学品的材料。硅酮水凝胶是包含含硅酮的化学品的的水凝胶。如本公开的上下文中描述的水凝胶材料及硅酮水凝胶材料具有至少10%到约90% (wt/wt) 的平衡水含量(EWC)。在一些实施例中,水凝胶材料或硅酮水凝胶材料具有从约30%到约70% (wt/wt) 的EWC。相比之下,如本公开的上下文中描述的硅酮弹性体材料具有从约0%到小于10% (wt/wt) 的水含量。通常,搭配本方法或设备使用的硅酮弹性体材料具有从0.1%到3% (wt/wt) 的水含量。适合镜片配方的实例包含具有以下美国通用药品名称(USAN)的镜片配方: methafilcon A、ocufilcon A、ocufilcon B、ocufilcon C、ocufilcon D、omafilcon A、omafilcon B、comfilcon A、enfilcon A、stenfilcon A、fanfilcon A、etafilcon A、senofilcon A、senofilcon B、senofilcon C、narafilcon A、narafilcon B、balafilcon A、samfilcon A、lotrafilcon A、lotrafilcon B、somofilcon A、rioofilcon A、delefilcon A、verofilcon A、kalifilcon A及类似者。

[0096] 替代地,镜片可包括硅酮弹性体材料、基本上由其组成或由其组成。举例来说,镜片可包括具有从3到50的肖氏A硬度的硅酮弹性体材料、基本上由其组成或由其组成。可使用常规方法来确定肖氏A硬度,如所属领域的一般技术人员所理解(举例来说,使用方法DIN

53505)。举例来说,可从诺稀尔技术(NuSil Technology)或陶氏化学公司(Dow Chemical Company)获取其它硅酮弹性体材料。

[0097] 根据第二方面,本公开提供一种制造镜片的方法。所述方法可包括形成隐形眼镜,其中所述隐形眼镜包括中央区,所述中央区具有第一光轴、基本曲率屈光力及基本弧矢屈光力,且以所述第一光轴上的曲率中心为中心。镜片包括环形区。环形区具有X的径向曲率屈光力。X大于基本径向曲率屈光力。环形区具有距光轴第一距离的离轴曲率中心,且使得在跨其宽度的半途的点处,环形区具有Y的径向弧矢屈光力,其中Y大于基本径向弧矢屈光力,且其中Y小于X。

[0098] 镜片可包含上文陈述的特征中的任一者。

[0099] 制造方法可包括形成具有凹镜片形成表面的母模部件及具有凸镜片形成表面的公模部件。所述方法可包括用块状镜片材料填充母与公模部件之间的间隙。所述方法可进一步包括固化块状镜片材料以形成镜片。

[0100] 可使用车削工艺来形成隐形眼镜。可通过模铸工艺、旋模工艺或车削工艺或其组合来形成镜片。如所属领域的技术人员所理解,模铸是指通过将镜片形成材料放置在具有凹镜片部件形成表面的母模部件与具有凸镜片部件形成表面的公模部件之间来对镜片进行建模。

[0101] 制造镜片的方法可包含设计隐形眼镜,其中所设计镜片是根据本公开的实施例的镜片,且包含上文描述的特征中的任一者。可使用建模(其可为计算机实施建模)来设计镜片。

[0102] 所述方法可包括对第一隐形眼镜进行建模。第一隐形眼镜可具有中央区,所述中央区具有第一光轴。中央区可具有基本屈光力,且可以第一光轴上的曲率中心为中心。第一隐形眼镜可具有围绕中央区的环形区。环形区可具有以第一光轴为中心的曲率半径,其中环形区的曲率产生附加屈光力,其中环形区的净屈光力是基本屈光力与附加屈光力的总和。所述方法可包括对第二隐形眼镜进行建模。第二隐形眼镜可具有与第一隐形眼镜相同的中央区。第二镜片的中央区可具有与第一镜片相同的基本屈光力,且可以第一光轴上的曲率中心为中心。第二隐形眼镜可具有围绕中央区的环形区。第二镜片的环形区可具有以第一光轴为中心的曲率半径,且第二镜片的第二环形区的曲率可产生大于第一隐形眼镜的附加屈光力的一附加屈光力。第二镜片的净屈光力将为第二镜片的基本屈光力与附加屈光力的总和。第二镜片的净屈光力可大于第一镜片的净屈光力。设计镜片的方法可包括在模型内倾斜第二镜片的环形区,使得环形区的外圆周或外边缘与第一镜片的环形区的外边缘匹配,同时保持环形区的内边缘固定。倾斜第二镜片的环形区将使环形区的曲率中心移动远离第一光轴。倾斜第二镜片的环形区将产生第三经建模的镜片,即,倾斜第二镜片。第三镜片或倾斜第二镜片将具有环形区,这产生与未倾斜第二隐形眼镜相同的净屈光力,但具有离轴曲率中心。

[0103] 制造镜片的方法可包括基于经建模的第三隐形眼镜(即,倾斜第二镜片)来制造镜片。由于基于第三经建模的镜片的镜片将具有高于基于第一经建模的镜片的镜片的曲率,因此此镜片可具有较高正球面像差。与基于第一或第二经建模的镜片的镜片相较,基于第三隐形眼镜设计制造的镜片也可具有延长焦深。

[0104] 图1A展示使用提供近视散焦图像以减少近视的进展的治疗区域的隐形眼镜1的示

意性俯视图。图1B展示图1A的镜片1的示意性侧视图。镜片1包括大致覆盖瞳孔的光学区域2,及位于虹膜上方的外围区域4。外围区域4提供机械功能,包含增加镜片的大小,从而使镜片1更容易处置,提供压载以防止镜片1的旋转,及提供改进镜片1佩戴者的舒适性的塑形区。光学区域2提供镜片1的光学功能性,且光学区域包括环形区3及中央区5。镜片1具有基本径向曲率屈光力,其等于基本径向弧矢屈光力。基本屈光力由镜片1的表面的曲率半径产生。中央区5的曲率中心位于第一光轴19(图2A中展示)上。环形区3具有大于基本径向曲率屈光力的径向曲率屈光力。环形区3径向曲率屈光力由环形区3的曲率半径6提供,其小于中央区5的曲率半径7,如图3中展示。环形区3的曲率中心位于第一光轴19上。环形区3具有大于中央区5的屈光力。如图2A中展示,环形区3的焦点11及中央区5的焦点15共享共同光轴19。环形区3的焦点11位于近端焦面13上,且中央区5的焦点位于进一步远离镜片的后表面的远端焦面17上。如图2C中展示,对于无穷远处的点源,通过中央区5聚焦的光线在远端焦面17处形成聚焦图像23。通过中央区5聚焦的光线也在近端焦面13处产生未聚焦模糊光点27。

[0105] 如图2B中展示,通过环形区3聚焦的光线在近端焦面13处形成聚焦图像21。通过环形区3聚焦的光线在近端焦面13之后发散,且发散光线在远端焦面17处产生未聚焦环25。如上文论述,未聚焦环图像25可导致镜片1的佩戴者在聚焦距离图像周围看到“光晕”。

[0106] 图4A是展示图1A及1B中展示的镜片1的径向弧矢屈光力的变动的标绘图31,且图4B是展示图1A及1B中展示的镜片1的径向曲率屈光力的变动的标绘图33。图4A及4B展示沿镜片1的径向直径的屈光力变动。对于此镜片1,由于环形区3具有大于中央区5的屈光力,且由于环形区3具有同轴曲率中心,因此跨环形区3的径向弧矢屈光力(通过曲线35指示)大于跨中央区5。跨环形区3的径向曲率屈光力(通过曲线37指示)也大于跨中央区5。

[0107] 图5A展示具有非同轴光学器件的另一隐形眼镜101的示意性俯视图。图5B是图5A的镜片101的示意性侧视图。类似于图1A的镜片1,镜片101包括大致覆盖瞳孔的光学区域102,及位于虹膜上方的外围区域104。外围区域104提供机械功能,包含增加镜片的大小,从而使镜片101更容易处置,提供压载以防止镜片101的旋转,及提供改进镜片101佩戴者的舒适性的塑形区。光学区域102提供镜片101的光学功能性,且光学区域包括环形区103及中央区105。镜片101具有基本径向曲率屈光力,其等于基本径向弧矢屈光力。基本屈光力由镜片101的表面的曲率半径产生。中央区105的曲率中心位于第一光轴119(图6A中展示)上。环形区103具有大于基本径向曲率屈光力的径向曲率屈光力。环形区103径向曲率屈光力由环形区103的曲率半径提供,其小于中央区105的曲率半径。然而,与图1A及1B的镜片1对比,对于图5A及5B中展示的镜片101,无法通过单个球体定义环形区103的曲率,且环形区103的曲率中心未位于第一光轴119上。这在图6D中展示。环形区103相对于中央区105倾斜,使得相较于图1A及1B的镜片1的情况,环形区103的外边缘相对于其内边缘较高(在图5B中),这更改环形区103的径向弧矢屈光力,但未更改环形区103的径向曲率屈光力。如图6D中展示,中央区105的前表面界定较大半径107的球体的表面的一部分。环形区103的前表面界定具有较小半径106的弯曲环形表面。

[0108] 在远端焦面117处,行进穿过中央区105的光线被聚焦。环形区103充当光束阻挡件,这导致远端焦面117处的光124的小光点大小133,如图6C中展示。

[0109] 在近端焦面113处未形成单个图像。如图6B中展示,在近端焦面113处,对于无穷远

处的点源,行进穿过中央区105的光线产生模糊圆128,图1A、1B及2A、2B的镜片也如此。然而,来自远距点源的行进穿过环形区103的光线产生聚焦环122,如图6B中展示,其围绕模糊圆128。图6B展示针对远距点源产生的光图案。与图1A及1B的镜片1对比,图5A及5B的镜片101未在近端焦面113处产生单个图像或同轴图像,其可用于避免眼睛适应近距对象的需求。对于远处的延长对象,形成于近端焦面113处的聚焦图像是(i)将运用具有环形区103的光学屈光力的常规镜片获取的延长对象的聚焦图像及(ii)表示环形区103的光学效应的光学传递函数的卷积。

[0110] 与图1A及1B的镜片1对比,在远端焦面117处未出现环或“光晕”效应。

[0111] 图7A是展示图5A及5B中展示的镜片101的径向弧矢屈光力的变动的标绘图131,且图7B是展示图5A及5B中展示的镜片的基于径向曲率的屈光力的变动的标绘图133。图7A及7B展示沿镜片101的径向直径的屈光力变动。对于此镜片101,由于环形区103具有大于中央区105的屈光力,且这意味着跨环形区103的径向曲率屈光力(通过曲线137指示)大于跨中央区105。然而,环形区103相对于中央区105倾斜,使得环形区103具有离轴曲率中心。环形区103相对于中央区105的倾斜意味着径向弧矢屈光力在中央区105与环形区103之间的边界处比中央区的径向弧矢屈光力更偏负,如通过曲线135展示。径向弧矢屈光力可随着朝向环形区103的外边缘的径向距离增加而增加。

[0112] 图8A展示根据本公开的实施例的隐形眼镜201的示意性俯视图。类似于图1A及1B的镜片1及图5A及5B的镜片101,镜片201包括大致覆盖瞳孔的光学区域202,及位于虹膜上方的外围区域204。外围区域204提供机械功能,包含增加镜片的大小,从而使镜片201更容易处置,提供压载以防止镜片201的旋转,及提供改进镜片201佩戴者的舒适性的塑形区。光学区域202提供镜片201的光学功能性,且光学区域包括环形区203及中央区205。镜片201的中央区205具有基本径向曲率屈光力,其等于基本径向弧矢屈光力。在本公开的此实例实施例中,中央区的基本径向曲率屈光力是0.0D,其等于中央区205的基本径向弧矢屈光力。此基本屈光力由镜片201的表面的曲率半径产生。中央区205的曲率中心244位于第一光轴219(图9中展示)上。环形区203具有大于基本径向曲率屈光力的径向曲率屈光力。环形区203径向曲率屈光力由环形区203的曲率半径提供,其小于中央区205的曲率半径。

[0113] 在跨环形区的宽度的半途的点A处(在图8A及8B中指示),环形区的径向曲率屈光力具有约+3.5D的值。对于图8A及8B中展示的实例镜片201,对于给定径向位置,径向曲率屈光力在环形区203周围的所有子午线处恒定。这意味着径向曲率屈光力将沿图8A及8B中展示的虚曲线241具有相同值,所述虚曲线是在跨环形区203的宽度的半途的点处围绕环形区203延伸的曲线。在本公开的此实例实施例中,X是约+3.5D。类似于图5A及5B中展示的镜片,镜片201的环形区203已相对于中央区205倾斜,使得环形区203的曲率中心243偏离第一光轴219。这在图9中展示。使环形区203相对于中央区205倾斜减小中央区205与环形区203之间的边界处的径向弧矢屈光力。在跨环形区203的宽度的半途的点A处,径向弧矢屈光力具有值Y,其大于基本径向弧矢屈光力,但小于X。对于此实例实施例,对于给定径向位置,Y是约+2.25D,且径向弧矢屈光力在环形区203周围的所有子午线处恒定。这意味着径向弧矢屈光力将沿图8A及8B中展示的虚曲线241具有相同值,其为围绕环形区203延伸的曲线。

[0114] 在远端焦面217处,行进穿过中央区205的光线被聚焦。行进穿过环形区203的光线经引导朝向弧矢附加焦面218。

[0115] 图10A是展示跨图8A及8B中展示的镜片201的径向直径的曲率屈光力的变动的标绘图231。此标绘图231展示径向及圆周曲率屈光力的平均值。跨中央区205, 镜片201的曲率屈光力是恒定的, 且近似为零。在中央区205与环形区203之间的边界处, 曲率屈光力展示急剧增加, 如通过曲线235指示。这是归因于径向曲率屈光力的增加。圆周曲率屈光力在中央区205与环形区203之间的边界处将不显著改变, 但径向曲率屈光力将增加, 且因此平均曲率屈光力(通过曲线235指示)将在中央区205与环形区203之间的边界处增加到圆周曲率屈光力及径向曲率屈光力的平均值。

[0116] 图10B是展示跨图8A及8B中展示的镜片201的径向直径的弧矢屈光力的变动的标绘图233。此标绘图233展示径向及圆周弧矢屈光力的平均值。跨镜片201的中央区205, 弧矢屈光力是恒定的且具有0.0D的值。在中央区205与环形区203之间的边界处, 归因于径向弧矢屈光力的增加, 环形区203的弧矢屈光力急剧增加, 如通过曲线237指示。径向弧矢屈光力以近似线性方式跨环形区203的宽度径向向外延伸增加。与图7A中针对具有离轴附加屈光力环形区203的镜片展示的弧矢屈光力曲线对比, 中央区205与环形区203之间的边界处的弧矢屈光力不存在下降。这是因为环形区203已以增加中央区205与环形区203之间的边界处的径向弧矢屈光力的方式相对于中央区倾斜。中央区205与环形区205之间的边界处的弧矢屈光力的增加将不像具有同轴附加屈光力环形区的镜片(举例来说, 如图1A及1B中展示)那样大。

[0117] 如图11A中展示, 对于图8A及8B中展示的镜片201, 在远端焦面217处, 行进穿过中央区205的光线将形成聚焦图像223, 如图11B中展示。行进穿过环形区203的光线将在远端焦面217处产生未聚焦环225。在第一近端焦面218处, 对于无穷远处的点源, 行进穿过中央区205的光线将产生第一模糊圆227且行进穿过环形区203的光线将产生第二模糊圆229, 如图11C中展示。在第二近端焦面220处, 行进穿过中央区205的光线将产生第三模糊圆231且行进穿过环形区203的光线将产生位于第三模糊圆231内的聚焦环233, 如图11D中展示。图12A展示根据本公开的实施例的隐形眼镜301的示意性俯视图。类似于图8A及8B的镜片201, 镜片301包括大致覆盖瞳孔的光学区域302, 及位于虹膜上方的外围区域304。外围区域304提供机械功能, 包含增加镜片的大小, 从而使镜片301更容易处置, 提供压载以防止镜片301的旋转, 及提供改进镜片301佩戴者的舒适性的塑形区。光学区域302提供镜片301的光学功能性, 且光学区域302包括环形区303及中央区305。镜片301具有基本径向曲率屈光力, 其等于基本径向弧矢屈光力。在本公开的此实例实施例中, 中央区的基本径向曲率屈光力是-2.0D, 且中央区的基本径向弧矢屈光力是-2.0D。基本屈光力由镜片301的表面的曲率半径产生。中央区305的曲率中心位于第一光轴上。环形区303具有大于基本径向曲率屈光力的径向曲率屈光力。环形区303的径向曲率屈光力随环形区303周围的子午线而变动。在此实例实施例中, 径向曲率屈光力沿任何子午线径向向外延伸时近似恒定。沿通过图12A及12B中的虚线341指示的跨环形区的宽度的半途在环形区303周围延伸的曲线, 径向曲率屈光力在最小值X1与最大值X2之间变化。X1及X2两者大于中央区305的基本曲率屈光力。X1是+2.0D且X2是+10.0D。径向曲率屈光力在环形区周围以正弦方式变化, 具有图14中展示的分布。使用角度 $\theta$ 来定义环形区303的圆周周围的位置, 其中 $\theta$ 在 $0^\circ$ 与 $360^\circ$ 之间变化, 对于此实例实施例, 径向曲率屈光力在每 $180^\circ$ 跨环形区303的宽度的半途的点处具有X2的最大值, 使得点A及C处的径向曲率是X2。径向曲率屈光力在每 $180^\circ$ 跨环形区303的宽度的半途的点处

具有X1的最小值,使得点B及D处的径向曲率是X1。

[0118] 环形区303的径向曲率屈光力由环形区303的表面的曲率产生。在环形区303周围的所有点处,环形区303的曲率半径小于中央区305的曲率半径307。在环形区303周围的所有点处,环形区303具有离轴曲率中心。在此实例实施例中,环形区303的曲率半径随子午线而变动,且此产生变化的径向曲率屈光力。如图13A中展示,沿其中径向曲率具有最大值的径向直径(图12A中的线E-E),环形区303的曲率半径306e将为最小的(图13A)。如图13B中展示,沿其中径向曲率具有最小值的径向直径(图12A中的线F-F),环形区303的曲率半径306f将为最大的。

[0119] 对于此镜片301,在跨环形区303的宽度的半途的点处,径向弧矢屈光力具有恒定值Y,在环形区305周围具有恒定值。Y小于X,但Y大于镜片301的中央区305的基本屈光力,如图14中示意性地展示。

[0120] 在本公开的其它实施例(未展示)中,镜片类似于图8A到11D中展示及描述的镜片,但在跨环形区的宽度的半途的点A处(如图8A及8B中展示),环形区的径向曲率屈光力比中央区的基本径向曲率屈光力大约+10.0D(即,径向曲率附加屈光力是约+10.0D),且环形区的径向弧矢屈光力比中央区的基本径向弧矢屈光力大约+2.0D(即,径向弧矢附加屈光力是约+2.0D)。

[0121] 在本公开的其它实施例(未展示)中,镜片类似于图8A到11D中展示及描述的镜片,但在跨环形区的宽度的半途的点A处,环形区的径向曲率屈光力比中央区的基本径向曲率屈光力大约+12.0D(即,径向曲率附加屈光力是约+12.0D),且环形区的径向弧矢屈光力比中央区的基本径向弧矢屈光力大约+4.0D(即,径向弧矢附加屈光力是约+4.0D)。有利地,此镜片将在中央区与环形区之间的边界处展示径向弧矢屈光力的急剧增加。径向弧矢屈光力的增加可超过+2.0D。对于具有相对较小瞳孔直径的镜片佩戴者(举例来说,年轻的镜片佩戴者),中央区与环形区之间的边界处的径向弧矢屈光力的此急剧增加可改进环形区的治疗效应。

[0122] 在本公开的其它实施例(未展示)中,镜片类似于图8A到11D中展示及描述的镜片,但在跨环形区的宽度的半途的点A处(如图8A及8B中展示),环形区的径向曲率屈光力比中央区的基本径向曲率屈光力大约+11.0D(即,径向曲率附加屈光力是约+11.0D),且环形区的径向弧矢屈光力比中央区的基本径向弧矢屈光力大约+3.0D(即,环形区径向弧矢附加屈光力是约+3.0D)。

[0123] 在本公开的其它实施例(未展示)中,镜片类似于图8A到11D中展示及描述的镜片,但在跨环形区的宽度的半途的点A处(如图8A及8B中展示),环形区的径向曲率屈光力比中央区的基本径向曲率屈光力大约+12.0D(即,径向曲率附加屈光力是约+12.0D),且环形区的径向弧矢屈光力比中央区的基本径向弧矢屈光力大约+3.0D(即,环形区径向弧矢附加屈光力是约+3.0D)。

[0124] 在本公开的其它实施例(未展示)中,镜片类似于图8A到11D中展示及描述的镜片,但在跨环形区的宽度的半途的点A处(如图8A及8B中展示),环形区的径向曲率屈光力比中央区的基本径向曲率屈光力大约+10.0D(即,径向曲率附加屈光力是约+10.0D),且环形区的径向弧矢屈光力比中央区的基本径向弧矢屈光力大约+3.0D(即,径向弧矢附加屈光力是约+3.0D)。在本公开的其它实施例中,镜片可具有具以阶梯方式或以锯齿方式随子午线变

化的径向曲率屈光力的环形区。变动可为周期性的或非周期性的。径向曲率屈光力每 $180^\circ$ 、每 $90^\circ$ 、每 $20^\circ$ 、每 $10^\circ$ 或每 $5^\circ$ 可能存在峰值。通过实例,在图15A到C中展示径向屈光力的周期性变动,其可为径向弧矢或曲率屈光力的变动。

[0125] 在本公开的其它实施例中,径向曲率屈光力及径向弧矢屈光力两者可随环形区周围的子午线而变动。径向弧矢屈光力的变动可与径向曲率屈光力的变动同相或异相。在环形区的圆周周围的所有点处,径向弧矢屈光力可小于径向曲率屈光力,但大于中央区的基本屈光力。

[0126] 在本公开的其它实施例中,镜片可包含两个或更多个同心环形区。对于环形区中的的每一者,在跨环形区的宽度的半途的点处,环形区具有X的径向曲率屈光力,其中X大于基本径向曲率屈光力。至少两个环形区中的的每一者可具有距光轴第一距离的离轴曲率中心,使得在跨其宽度的半途的点处,环形区具有Y的径向弧矢屈光力,其中Y大于基本径向弧矢屈光力,且其中Y小于X。可通过具有基本屈光力(即,与中央区相同的屈光力)的区分离每一同心环形区。

[0127] 在本公开的其它实施例中,镜片可包含两个或更多个同心环形区。环形区中的至少一者是如图5A及6A中展示的环形区,且对于其它环形区中的至少一者,在跨环形区的宽度的半途的点处,环形区具有X的径向曲率屈光力,其中X大于基本径向曲率屈光力。至少两个环形区中的的每一者可具有距光轴第一距离的离轴曲率中心,使得在跨其宽度的半途的点处,环形区具有Y的径向弧矢屈光力,其中Y大于基本径向弧矢屈光力,且其中Y小于X。

[0128] 图16展示设计隐形眼镜的方法501,其中镜片是根据本公开的实施例的镜片。在第一步骤503中,所述方法涉及对第一隐形眼镜进行建模。第一隐形眼镜具有中央区,所述中央区具有第一光轴。中央区具有基本屈光力,且以第一光轴上的曲率中心为中心。在此实例中,第一隐形眼镜的中央区具有-3.0D的基本屈光力。第一隐形眼镜具有围绕中央区的环形区。环形区具有以第一光轴为中心的曲率半径。环形区的曲率产生附加屈光力。在此实例中,环形区具有产生+2.0D的附加屈光力的曲率。环形区的净屈光力是基本屈光力与附加屈光力的总和,且因此在此实例中,环形区的净屈光力是-1.0D。在第二步骤505中,所述方法涉及对第二隐形眼镜进行建模。第二隐形眼镜具有与第一隐形眼镜相同的中央区,且因此,在此实例中,第二隐形眼镜具有-3.0D的基本屈光力。第二隐形眼镜也以第一光轴上的曲率中心为中心。第二隐形眼镜具有围绕中央区的环形区。第二镜片的环形区具有也以第一光轴为中心的曲率半径,但环形区的曲率产生大于第一镜片的附加屈光力的附加屈光力。在此实例中,第二环形区的曲率产生+4.0D的附加屈光力。第二镜片的净屈光力是基本屈光力与附加屈光力的总和,且因此在此实例中,第二镜片的净屈光力是+1.0D。在第三步骤507中,所述方法包括在模型内倾斜第二镜片的环形区,使得第二环形区的外边缘与第一镜片的环形区的外边缘匹配,同时保持第二环形区的内边缘固定。这产生具有具未倾斜第二镜片的相同净屈光力的环形区的第三镜片(对应于倾斜第二镜片)。在此实例中,第三镜片或倾斜第二镜片具有具+1.0D的净屈光力,但具不在第一光轴上的曲率中心的环形区。

[0129] 图17是作为设计上文描述的镜片的方法的部分进行建模的三个经建模的镜片601、603、605的示意图。三个镜片共享共同中央区607,所述共同中央区607具有以第一光轴为中心的提供-3.0D的基本屈光力的曲率。第一镜片601具有环形区601a,所述环形区601a具有产生+2.0D的附加屈光力的曲率,使得环形区的净屈光力是-1.0D。第一镜片601的环形

区601a的曲率中心以第一光轴为中心。第二镜片603具有环形区603a,所述环形区603a具有产生+4.0D的附加屈光力的曲率,使得环形区的净屈光力是+1.0D。第二镜片603的环形区603a的曲率中心也以第一光轴为中心。第一镜片601的环形区601a的内边缘及第二镜片603的环形区603a的内边缘在点607处重合。第三镜片605是第二镜片603的倾斜版本。第三镜片605的环形区605a具有产生+4.0D的附加屈光力的曲率,具有与第二镜片603相同的附加屈光力及相同的净屈光力。第三镜片的环形区605a的内边缘与相同于第一镜片601及第二镜片603的点607重合,但第三镜片605的环形区605a的外边缘已倾斜以在点611处与第一镜片601的环形区601a的外边缘重合。第三镜片605的环形区605a具有+1.0D的净屈光力,但具有不在第一光轴上的曲率中心。

[0130] 所属领域的一般技术人员将了解,这些实例实施例的特征可在落入本公开的范围内的其它实施例中组合。

[0131] 虽然在前述描述中,提及具有已知的明显或可预见等效物的整体或元素,但此类等效物宛如个别阐述般并入本文中。应参考用于确定本公开的真实范围的权利要求书,其应被解释为涵盖任何此类等效物。读者还将了解,被描述为有利、方便或类似者的本公开的整体或特征是任选的,且不限独立权利要求的范围。此外,应理解,此类选用整体或特征虽然在本公开的一些实施例中具有可能益处,但可能并非所要的且因此在其它实施例中可能不存在。

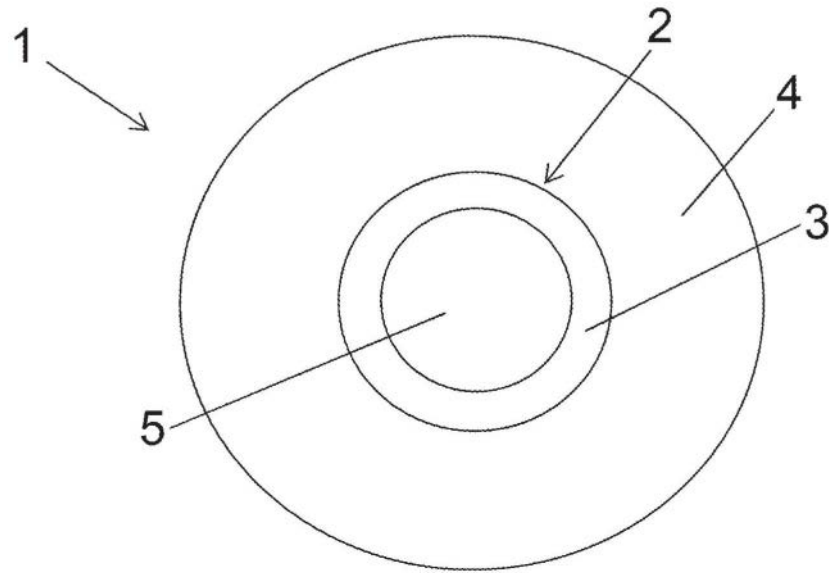


图1A

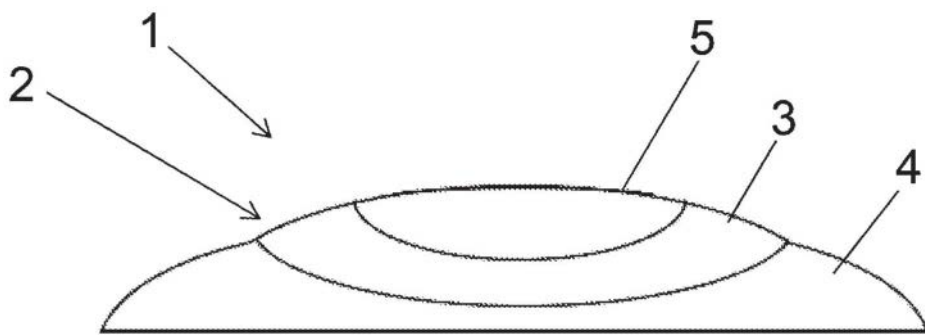
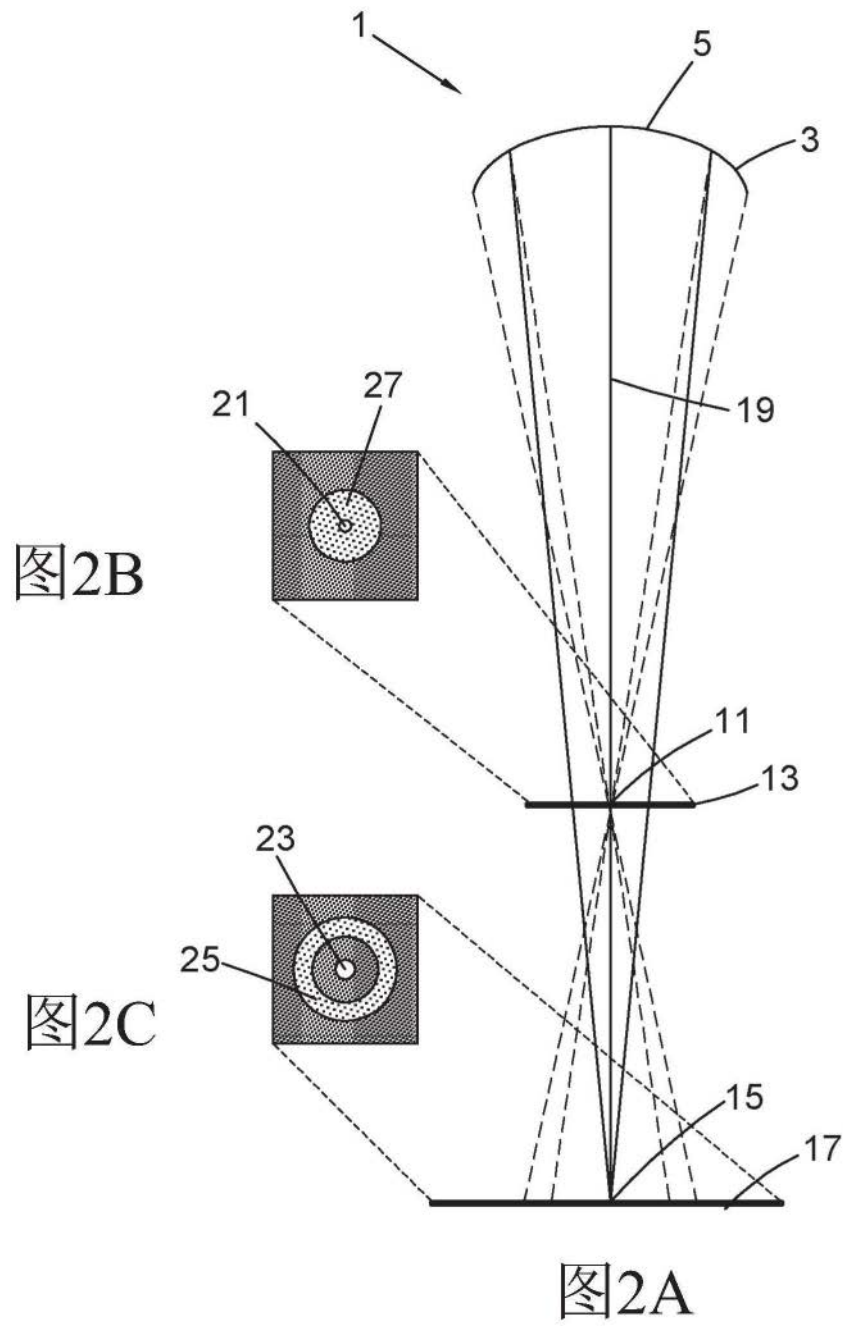


图1B



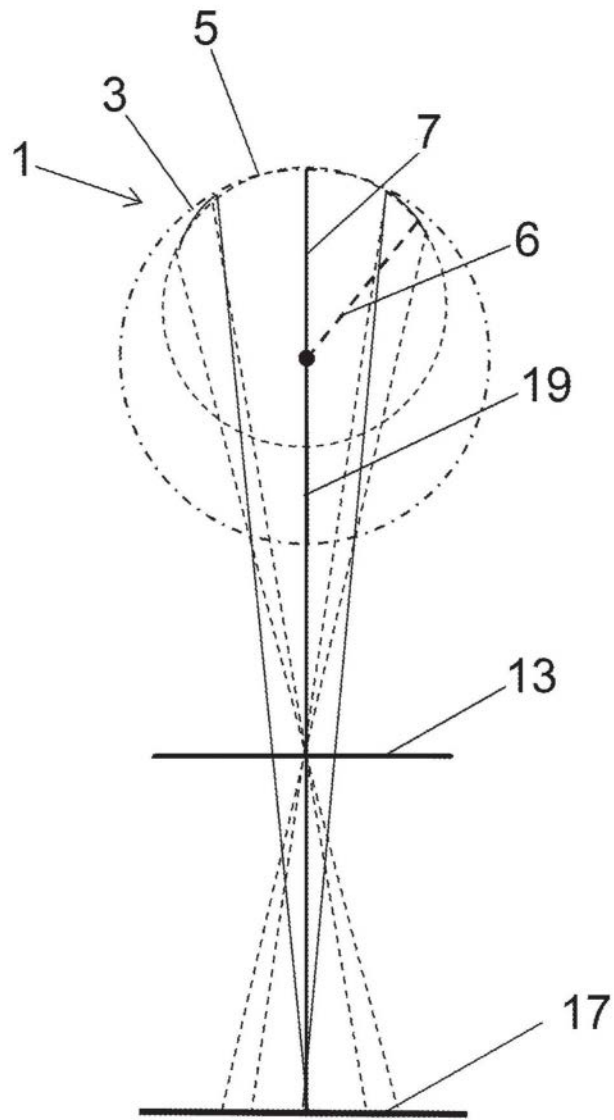


图3

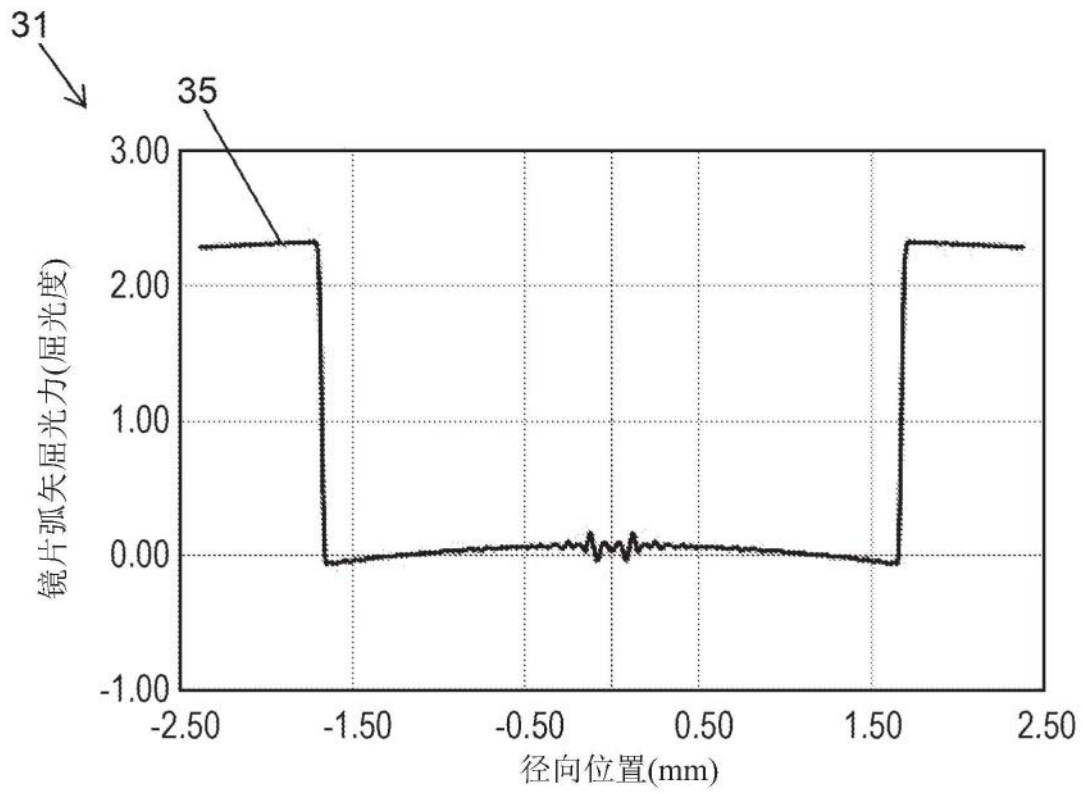


图4A

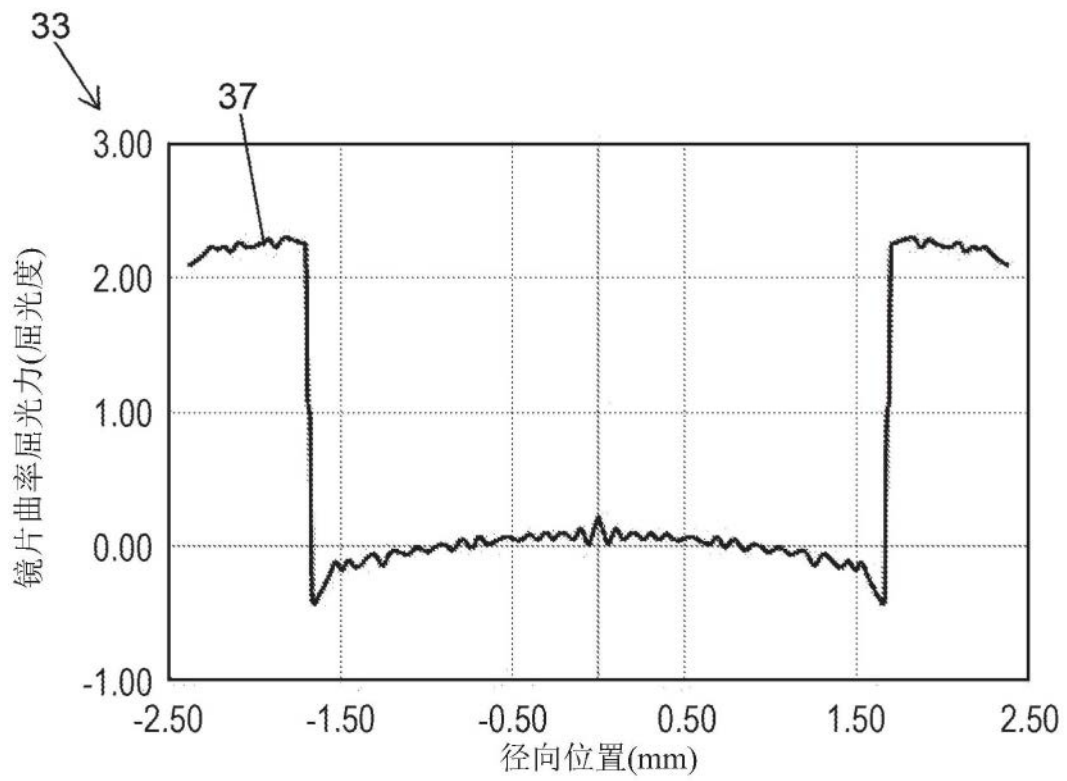


图4B

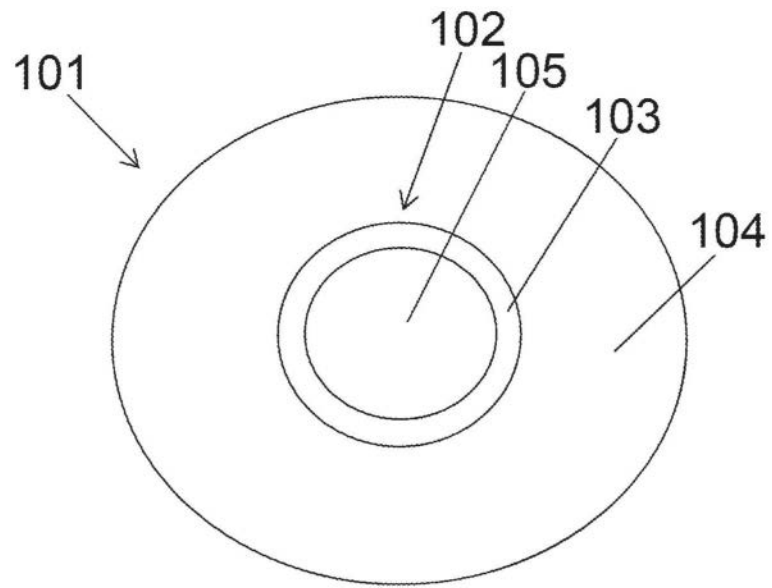


图5A

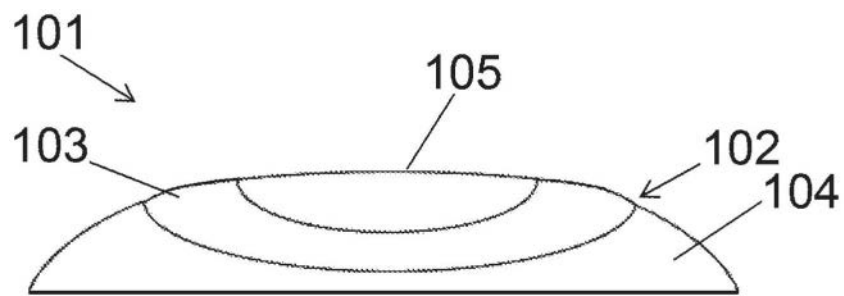
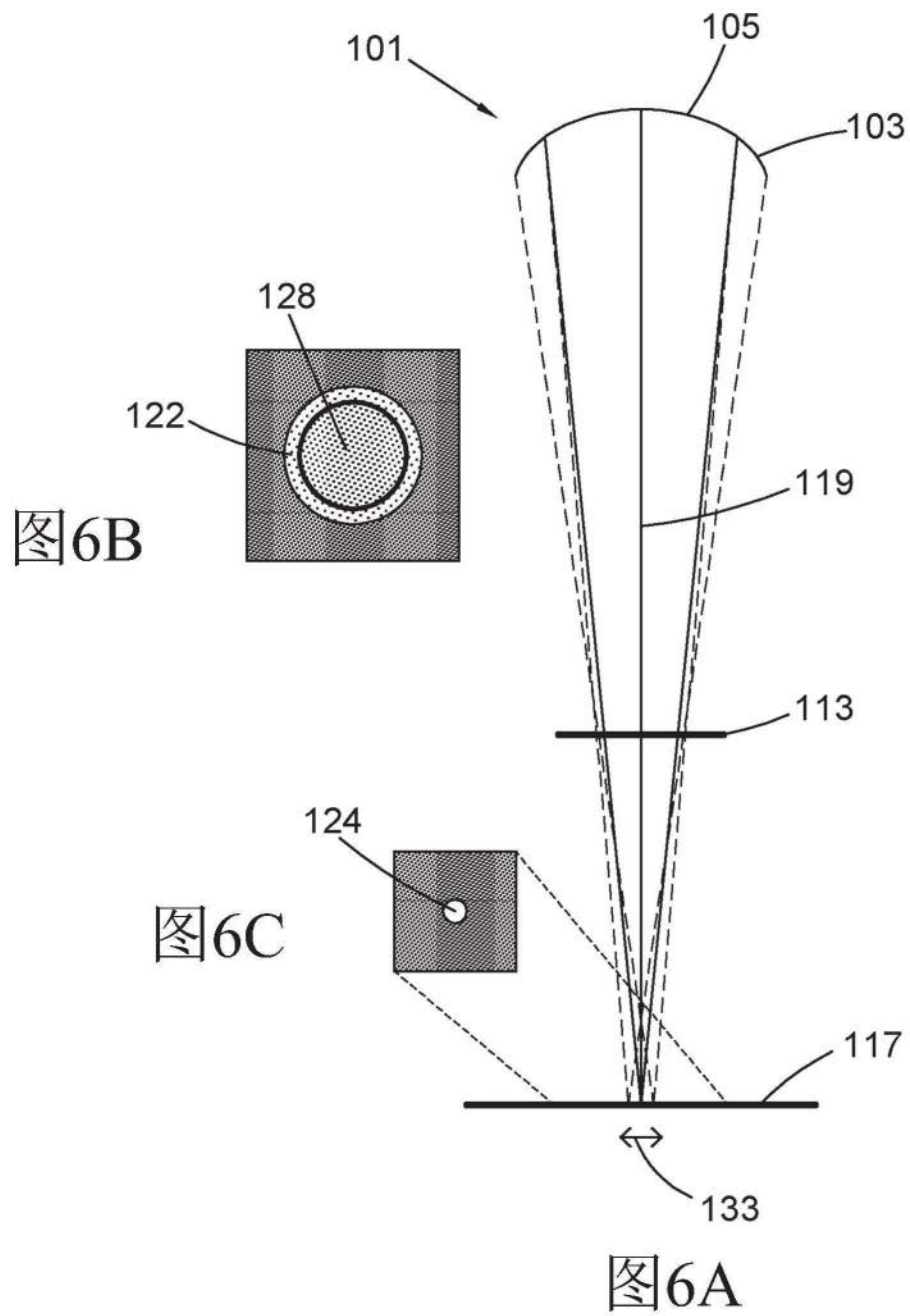


图5B



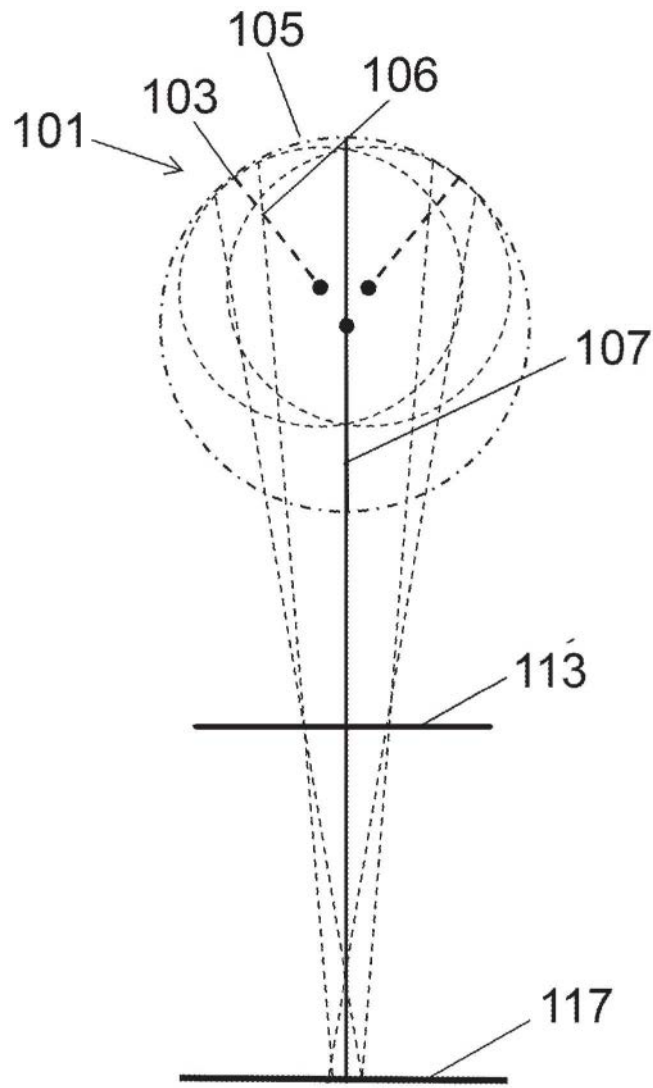


图6D

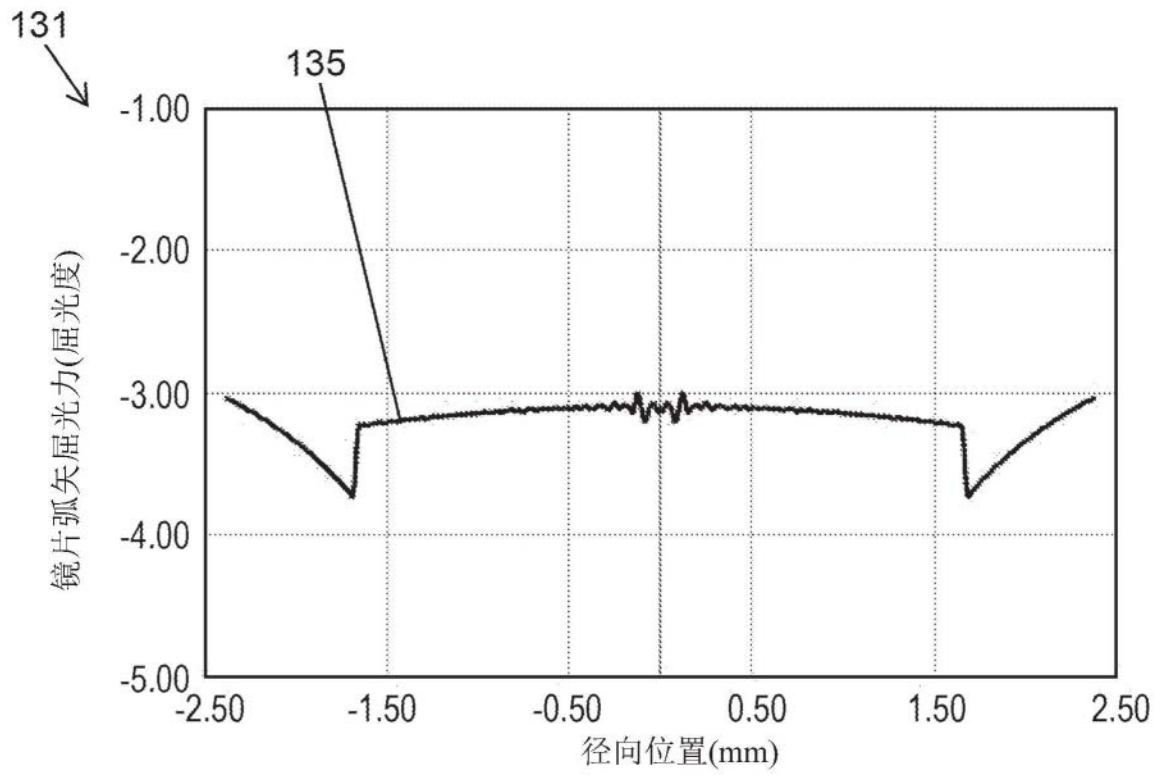


图7A

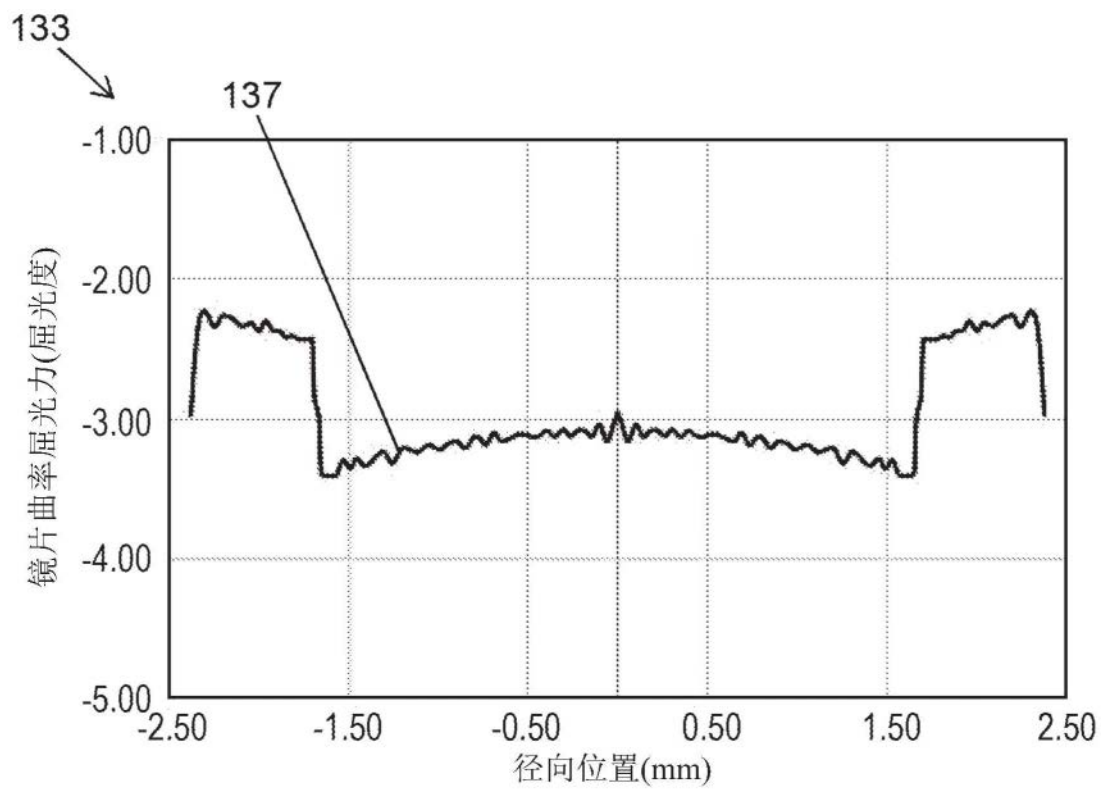


图7B

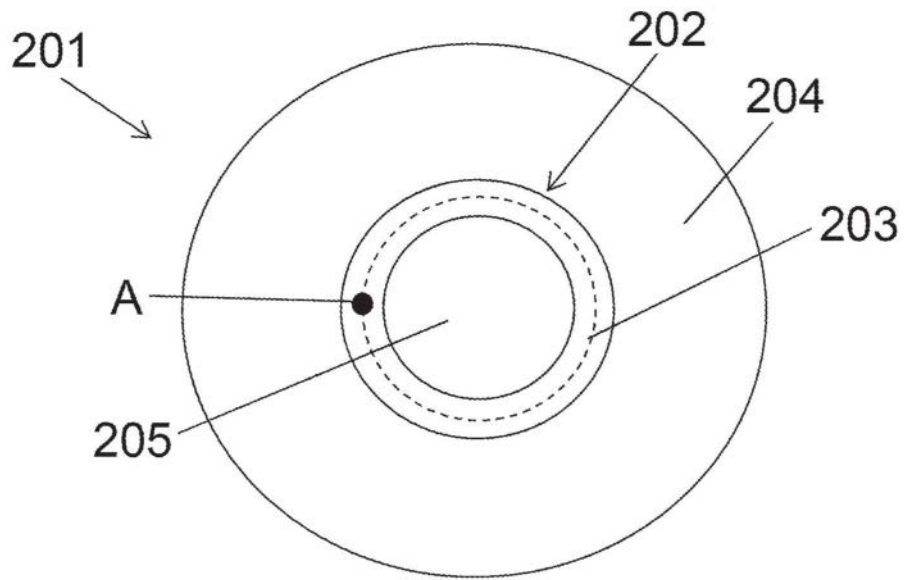


图8A

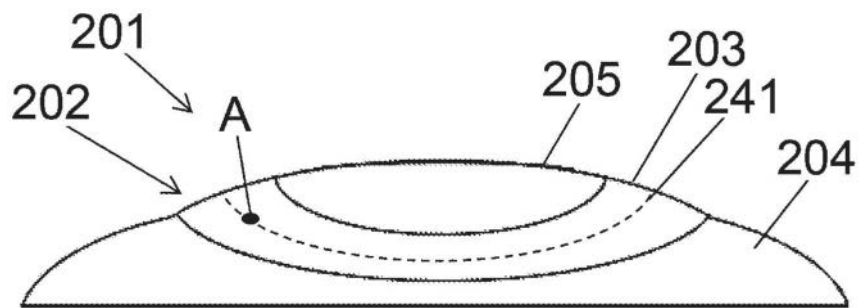


图8B

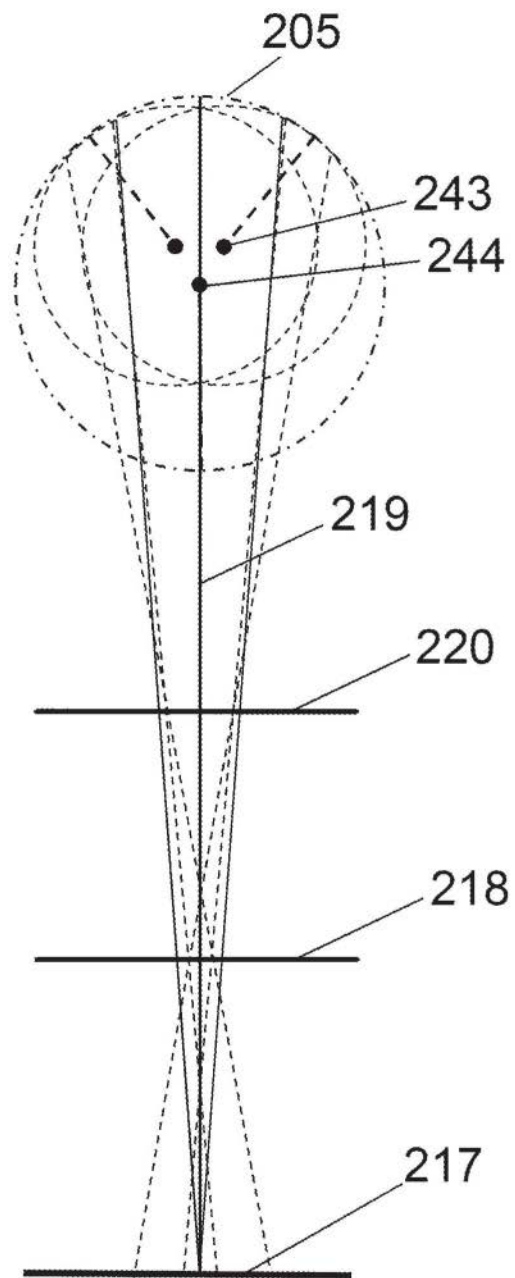


图9

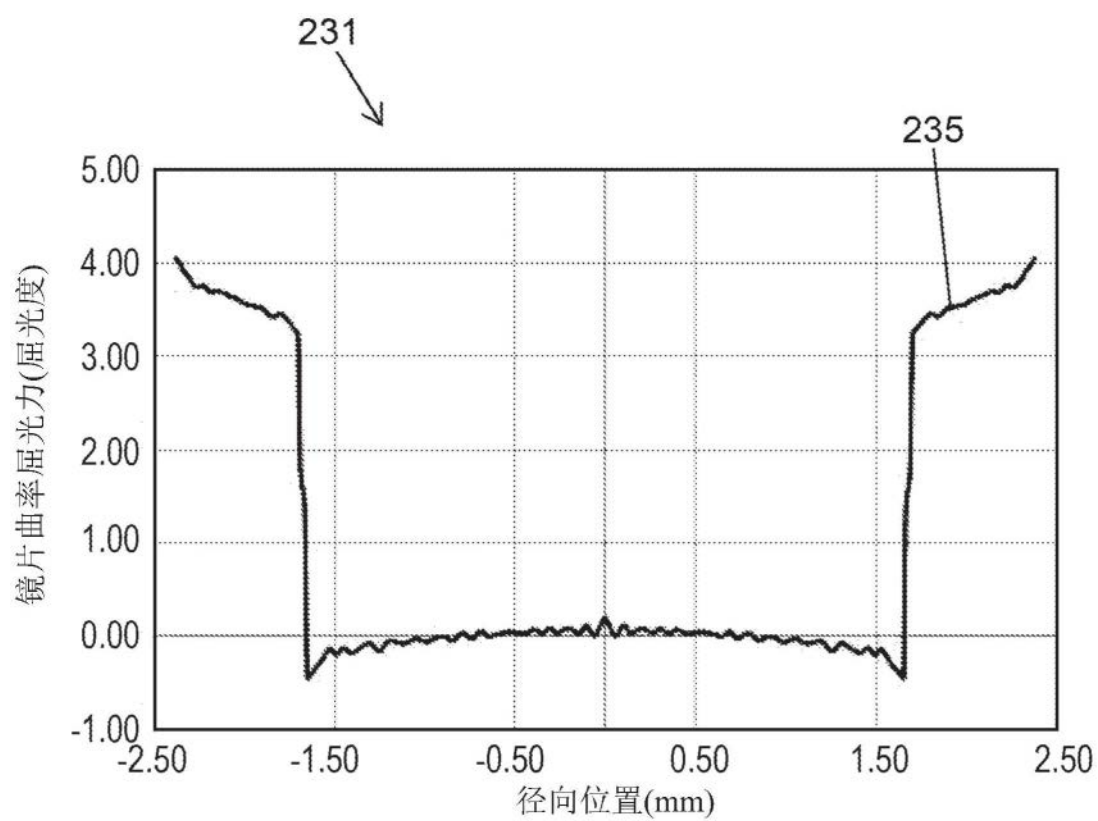


图10A

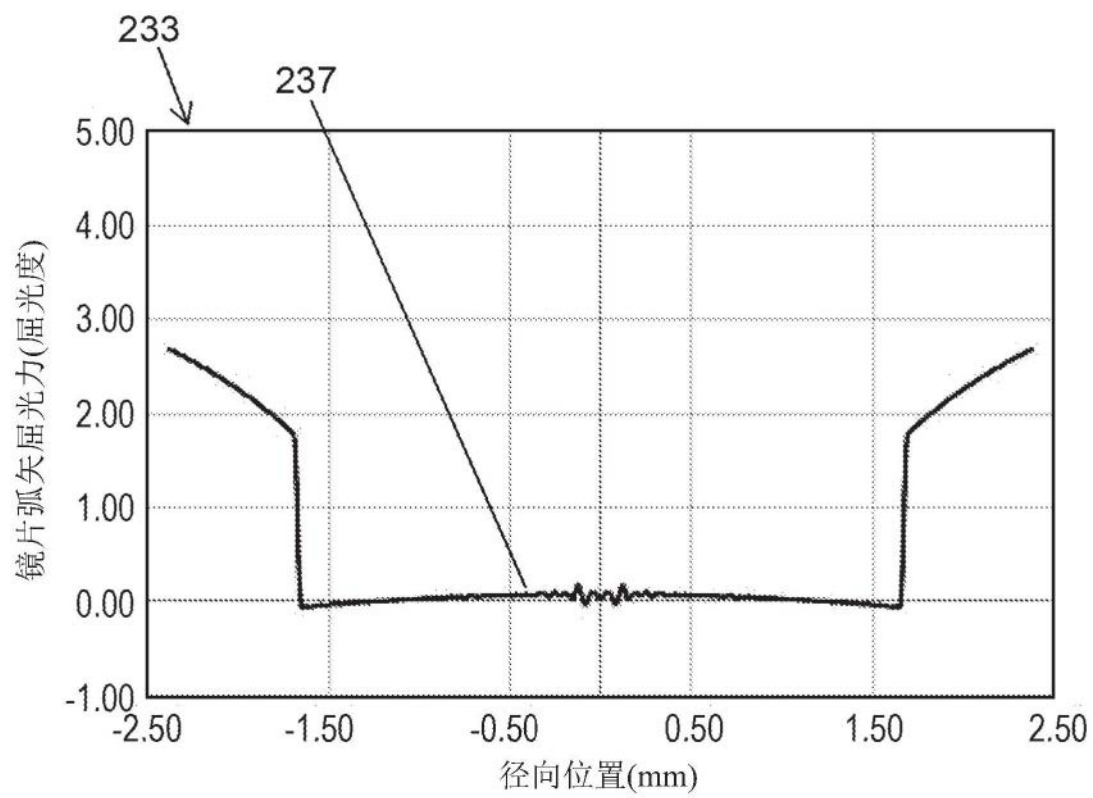
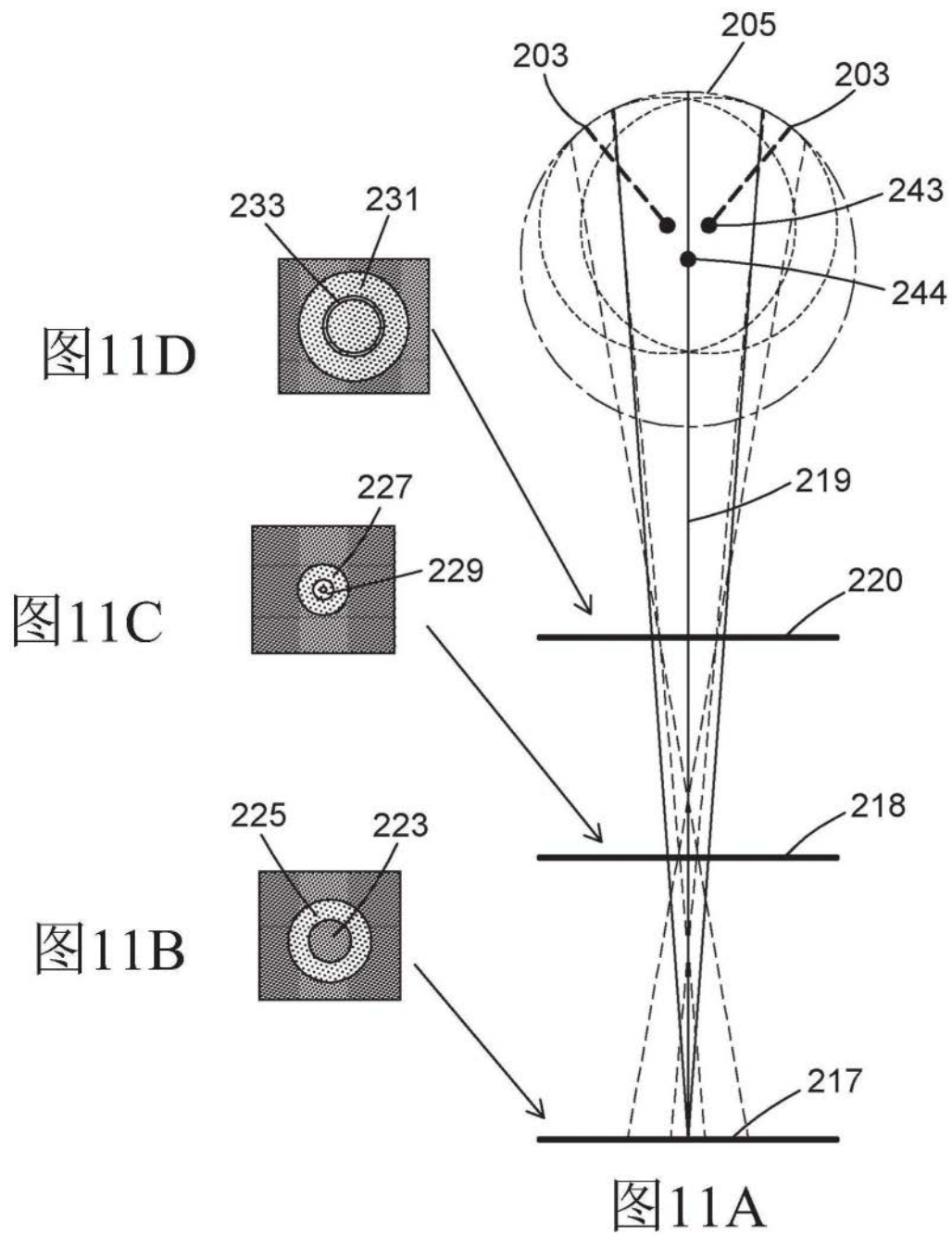


图10B



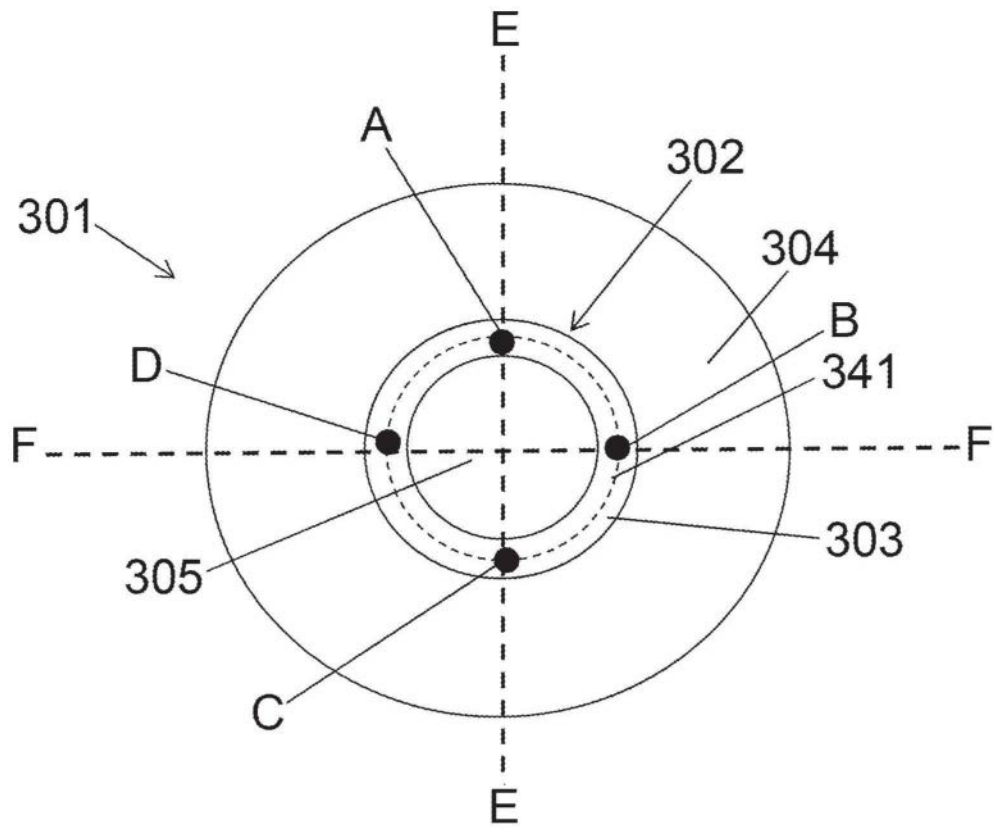


图12A

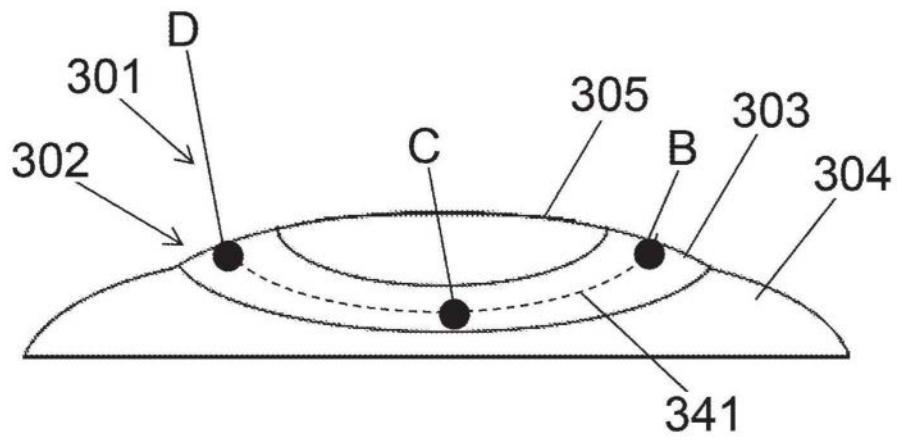


图12B

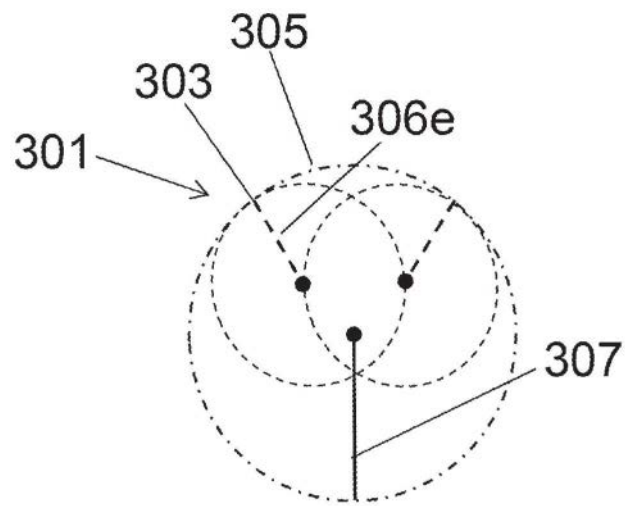


图13A

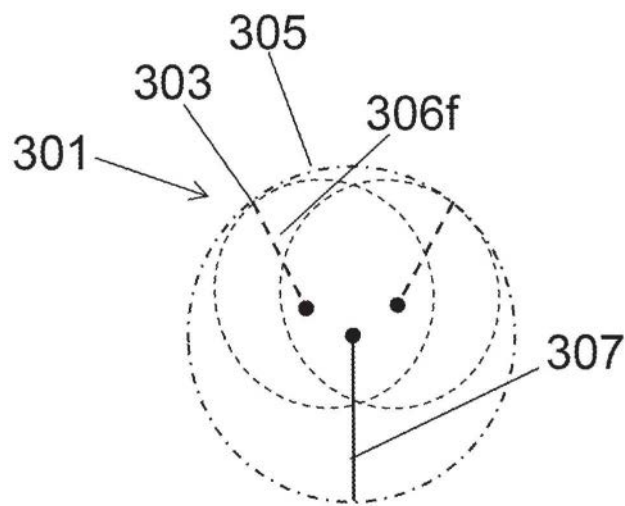


图13B

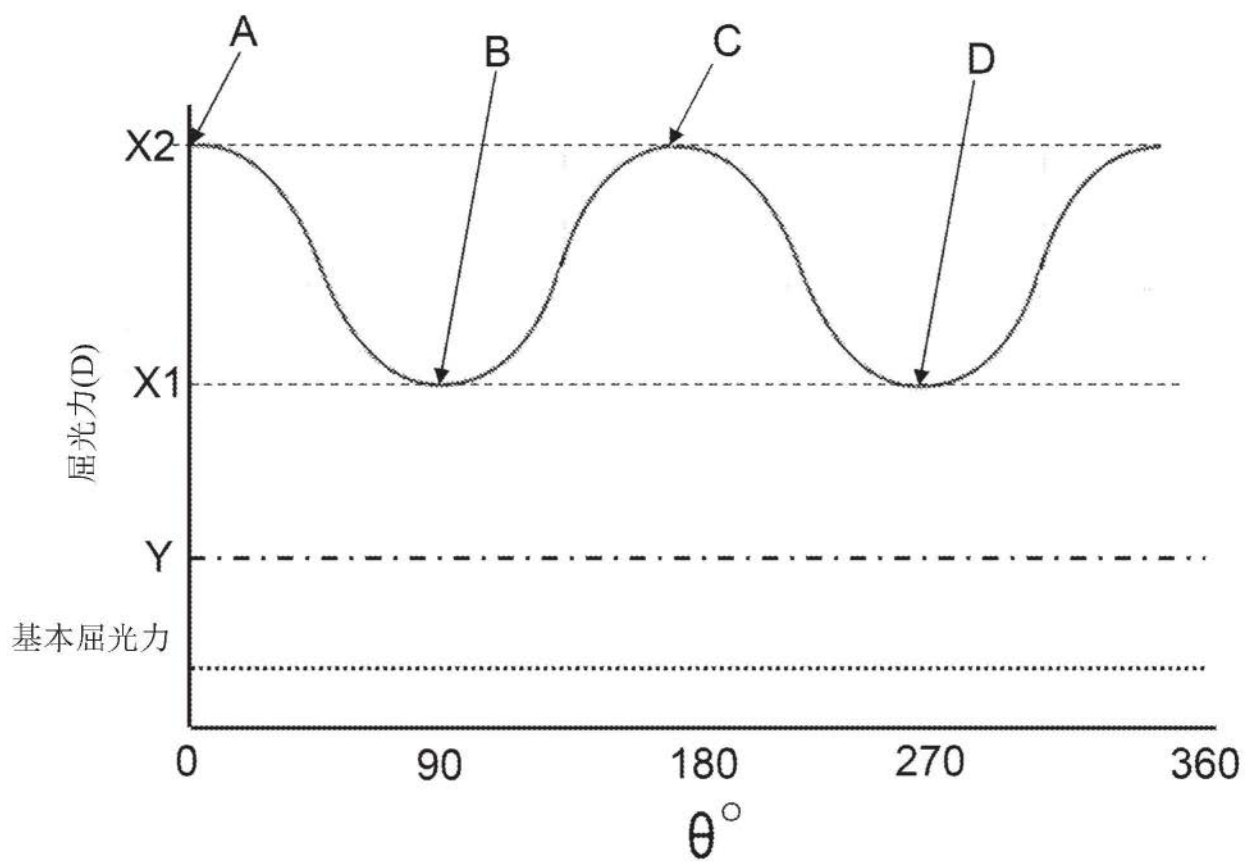


图14

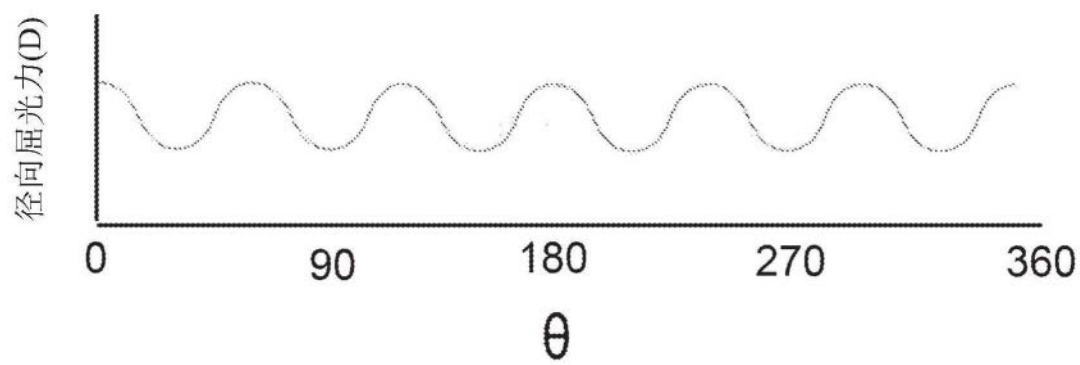


图15A

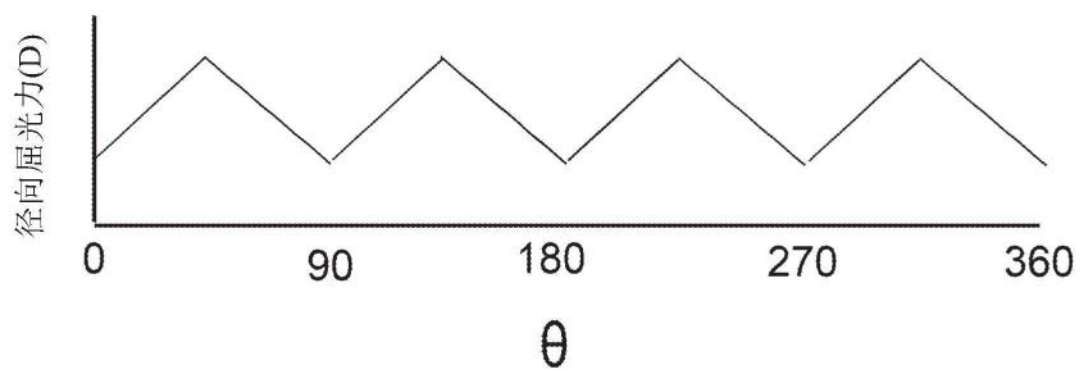


图15B

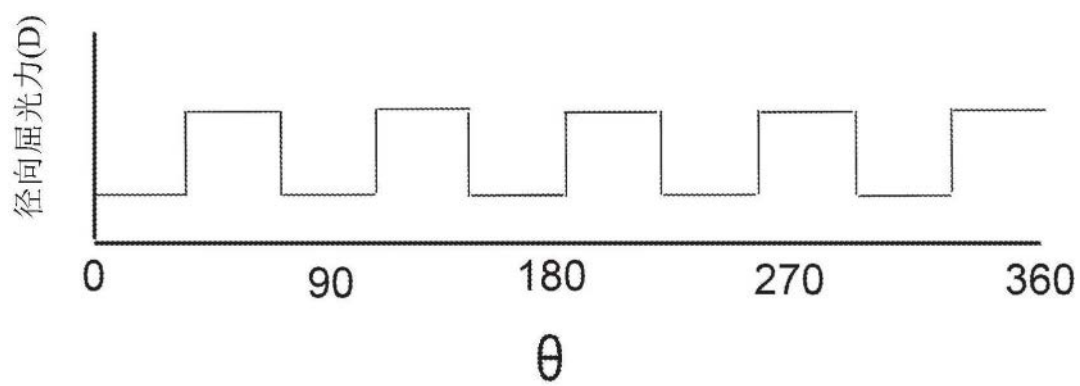


图15C

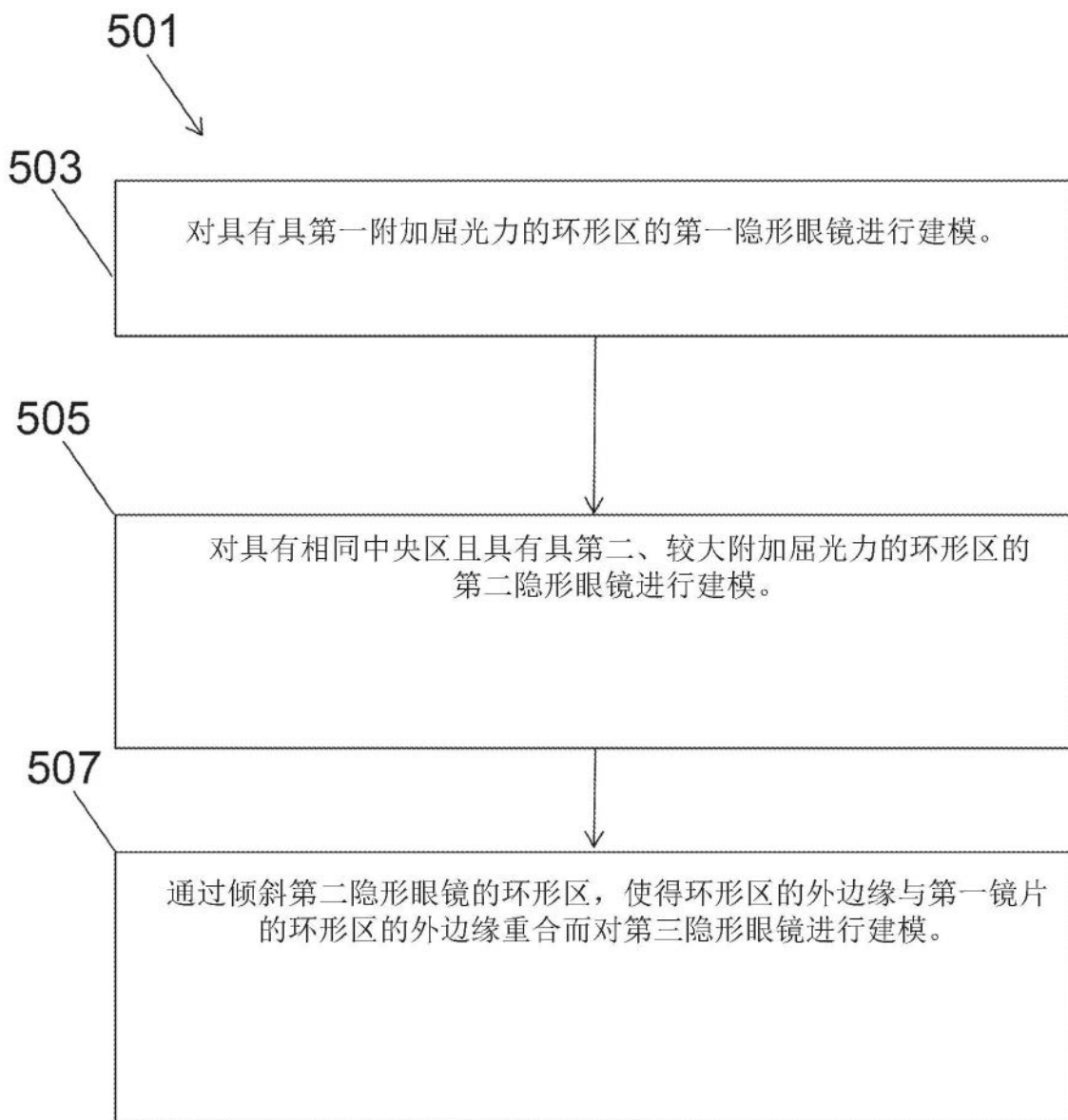


图16

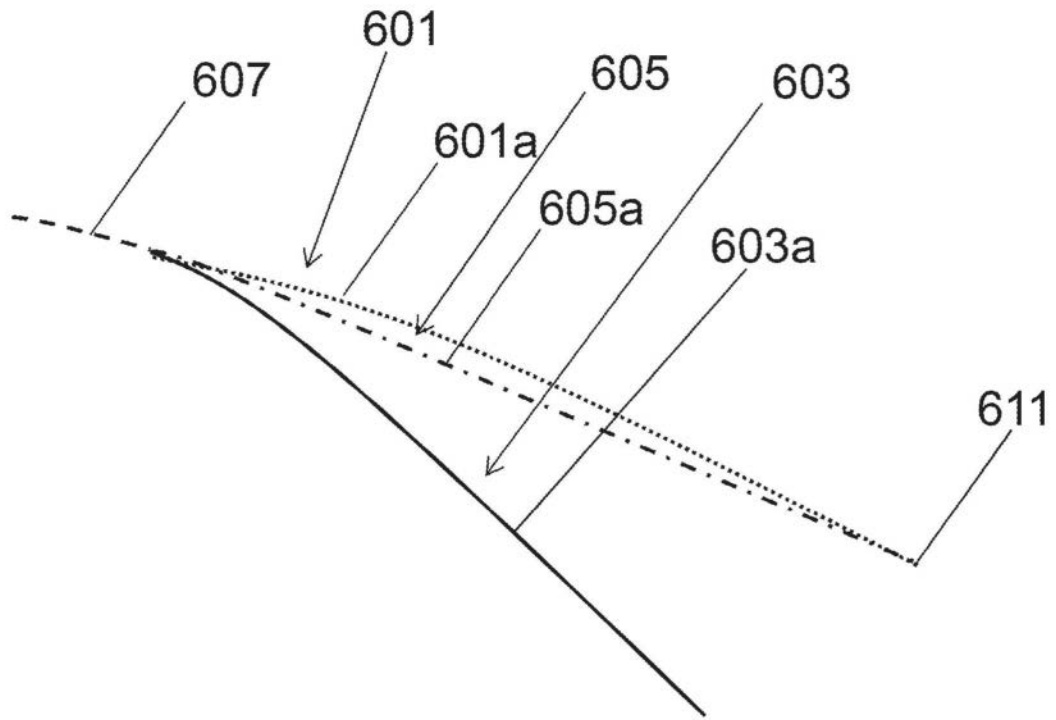


图17