



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101981489 A

(43) 申请公布日 2011. 02. 23

(21) 申请号 200980112517. 7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2009. 03. 31

G02C 7/04 (2006. 01)

A61F 2/16 (2006. 01)

(30) 优先权数据

12/058817 2008. 03. 31 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 09. 29

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/038960 2009. 03. 31

(87) PCT申请的公布数据

W02009/124052 EN 2009. 10. 08

(71) 申请人 庄臣及庄臣视力保护公司

地址 美国佛罗里达州

(72) 发明人 C·B·伍利 J·W·海伍德

R·克拉克 T·卡凯宁

S·W·尼德尔 S·B·希克森-卡兰

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

72001

代理人 李进 艾尼瓦尔

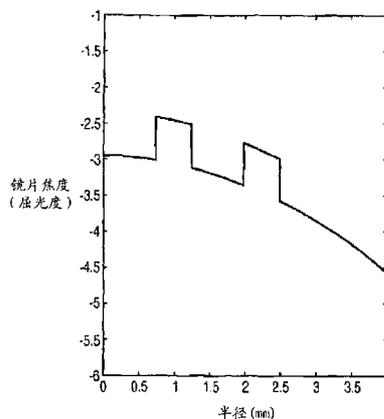
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 3 页

(54) 发明名称

用于矫正老花眼的镜片及其设计方法

(57) 摘要

本发明提供设计隐形眼镜的方法和根据所述方法设计的隐形眼镜,与常规镜片和方法相比,所述隐形眼镜提供改进的矫正老花眼的方法。本发明发现,使用能协同作用的镜片对,以使所述镜片佩戴者拥有良好的双眼视以及在近、中和远视力方面的一致性能,从而可实现镜片性能的改善和设计时间的缩短。



1. 一种镜片对,包括第一镜片和第二镜片,所述第一镜片和所述第二镜片满足下述关系:

$$\begin{aligned}\bar{D} &\geq -0.14 \times Rx_{\text{额外}} + 0.84 \\ \bar{N} &\geq -0.08 \times Rx_{\text{额外}} + 0.64\end{aligned}$$

$$\bar{\Delta}d \leq 0.2$$

$$\bar{\Delta}n \leq 0.2$$

其中 \bar{D} 是瞳孔直径为约 2.5 至 6mm 时,双眼加权远视比的平均值;

$Rx_{\text{额外}}$ 是为个体提供近视矫正而需加到远视处方上的额外焦度,以屈光度表示。

\bar{N} 是瞳孔直径为约 2.5 至 6mm 时,双眼加权近视比的平均值;

$\bar{\Delta}d$ 是瞳孔直径为约 2.5 至 6mm 时,所述第一镜片和所述第二镜片间远视视差的平均值;以及

$\bar{\Delta}n$ 是瞳孔直径为约 3.5 至约 6mm 时,所述第一镜片和所述第二镜片间近视视差的平均值。

2. 根据权利要求 1 所述的镜片对,其中所述镜片对选自一组镜片,所述组的镜片的增加焦度在约 0.75 至约 2.50 屈光度范围内,而远视焦度在约 -12.00 至约 +8.00 屈光度范围内。

3. 根据权利要求 1 所述的镜片对,其中所述镜片对中的至少一个镜片还包括前表面和背表面,所述前表面为区域多焦表面,而所述背表面为非球面表面。

4. 根据权利要求 3 所述的镜片对,其中所述前多焦表面为包括至少五个径向对称区域的区域多焦表面,所述五个径向对称区域为交替的近视矫正区域和远视矫正区域;并且所述背表面为非球面表面。

5. 根据权利要求 4 所述的镜片对,其中所述背表面的半径为约 7.85mm,二次曲线常数为 -0.26。

6. 根据权利要求 1 所述的镜片对,其中所述镜片对中的至少一个镜片包括前表面,所述前表面为具有交替的远视矫正区域和近视矫正区域的区域多焦表面,其中各近视矫正区域中加入了球面像差,所述球面像差与所述远视矫正区域的球面像差的偏差为约 0.5 至约 0.1 屈光度 /mm²。

7. 根据权利要求 1 所述的镜片对,其中所述镜片对中的至少一个镜片包括前表面,所述前表面为具有交替的远视矫正区域和近视矫正区域的区域多焦表面,其中所述远视矫正区域内的球面像差可根据下述公式进行调整:

$$SA_{Rx} = SA_0 + c * Rx_{\text{球镜}}$$

$$0.0044 < c < 0.0052$$

其中 SA_0 为 $Rx_{\text{球镜}}$ 设计的球面像差,等于 0.0 屈光度;以及

c 为常数,其值介于 0.0044 和 0.0052 之间。

8. 根据权利要求 6 或 7 所述的镜片对,其中在所述镜片对的至少一个镜片中,所述镜片的背表面为非球面表面。

9. 根据权利要求 1 所述的镜片对,其中所述镜片对还满足下述关系:

$$1.25 < r < 3 \text{ 时, } STD(P_e(r)) < 0.15。$$

其中 STD 为标准偏差。

10. 一组隐形眼镜片,包括第一镜片、第二镜片和第三镜片,所述第一镜片的单眼加权远视比的平均值为 d_A 、单眼加权近视比的平均值为 n_A ,所述第二镜片的单眼加权远视比的平均值为 d_B 、单眼加权近视比的平均值为 n_B ,以及所述第三镜片的单眼加权远视比的平均值为 d_C 、单眼加权近视比的平均值为 n_C ,其中所述第一镜片、所述第二镜片和所述第三镜片中的每一个均具有与其他任何一个所述镜片不同的焦度分布,并且其中 $d_A > d_B > d_C$, $n_A < n_B < n_C$ 。

11. 一种矫正老花眼的方法,包括下述步骤:a.)提供两个或更多个镜片,其中每个镜片的焦度分布均有别于其他任何一个所述镜片的焦度分布;和 b.)从步骤 a.)提供的所述镜片中选出第一镜片和第二镜片,将其配成镜片对,其中所述第一镜片和所述第二镜片对满足下列关系:

$$\begin{aligned}\bar{D} &\geq -0.14 \times Rx_{\text{额外}} + 0.84 \\ \bar{N} &\geq -0.08 \times Rx_{\text{额外}} + 0.64\end{aligned}$$

$$\bar{\Delta d} \leq 0.2$$

$$\bar{\Delta n} \leq 0.2$$

其中 \bar{D} 是瞳孔直径为约 2.5 至 6mm 时,双眼加权远视比的平均值;

$Rx_{\text{额外}}$ 是为个体提供近视矫正而需加到远视处方上的额外焦度,以屈光度表示。

\bar{N} 是瞳孔直径为约 2.5 至 6mm 时,双眼加权近视比的平均值;

$\bar{\Delta d}$ 是瞳孔直径为约 2.5 至 6mm 时,所述第一镜片和所述第二镜片间远视视差的平均值;以及

$\bar{\Delta n}$ 是瞳孔直径为约 3.5 至约 6mm 时,所述第一镜片和所述第二镜片间近视视差的平均值。

用于矫正老花眼的镜片及其设计方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于矫正老花眼的眼科镜片。具体地讲,本发明提供可从中选择隐形眼镜对的若干组隐形眼镜、以及提供隐形眼镜对,以供个体佩戴,从而矫正老花眼。

背景技术

[0002] 随着个体年龄的增长,眼睛变得难于调节或弯曲天然晶状体以聚焦在离观察者相对较近的物体上。这种情况被称为老花眼。类似地,对于摘除了天然晶状体并植入人工晶状体作为替代物的人而言,也丧失了调节能力。

[0003] 可使用多种方法矫正眼睛调节能力的丧失,其中一种方法称为“单眼视觉”,使用这种方法时,将把矫正远视力的单光镜片用于佩戴者的主视眼,而把矫正近视力的单光镜片用于佩戴者的非主视眼。单眼视觉是有缺点的,因为它会导致立体视觉丧失。另一种已知的用于矫正老花眼的方法是在个体的双眼中使用双焦或多焦隐形眼镜。与单眼视觉相比,在双眼中使用双焦或多焦镜片会导致图像对比度和分辨率降低。另一种治疗老花眼的方法需将双焦或多焦镜片用于一只眼睛,而将单光镜片用于另一只眼睛。使用这种方法的不足之处在于,需考虑大量的镜片,方可为个体提供满意的镜片性能。

附图说明

[0004] 图 1 为示出焦度分布的坐标图。

[0005] 图 2 为示出本发明镜片的焦度分布的坐标图。

[0006] 图 3 为示出本发明镜片的焦度分布的坐标图。

[0007] 图 4 为示出本发明镜片的焦度分布的坐标图。

具体实施方式

[0008] 本发明提供设计隐形眼镜的方法、根据该方法设计的隐形眼镜以及生产该隐形眼镜的方法,与常规镜片和方法相比,该隐形眼镜提供改进的矫正老花眼的方法。本发明发现,通过使用能协同作用的镜片对,以使镜片佩戴者拥有良好的双眼视以及在近、中和远视力方面的一致性能,可实现镜片性能的改善和设计时间的缩短。

[0009] 在一个实施例中,本发明提供了镜片对,其包括第一镜片和第二镜片、基本上由第一镜片和第二镜片组成、以及由第一镜片和第二镜片组成,其中,第一镜片和第二镜片满足下列关系:

[0010]

$$\bar{D} \geq -0.14 \times RX_{\text{额外}} + 0.84$$

[0011]

$$\bar{N} \geq -0.08 \times Rx_{\text{额外}} + 0.64$$

[0012] $\bar{\Delta d} \leq 0.2$

[0013] $\bar{\Delta n} \leq 0.2$

[0014] 其中 \bar{D} 是瞳孔直径为 2.5 至 6mm 时, 双眼加权远视比的平均值;

[0015] $Rx_{\text{额外}}$ 是为个体提供近视矫正而需加到远视处方上的额外焦度(以屈光度表示);

[0016] \bar{N} 是瞳孔直径为 2.5 至 6mm 时, 双眼加权近视比的平均值;

[0017] $\bar{\Delta d}$ 是瞳孔直径为约 2.5 至 6mm 时, 第一镜片和第二镜片间远视视差的平均值; 以及

[0018] $\bar{\Delta n}$ 是瞳孔直径为约 3.5 至约 6mm 时, 第一镜片和第二镜片间近视视差的平均值。

[0019] 在一个优选的实施例中, 镜片对选自增加的焦度在约 0.75 至约 2.50 屈光度范围内的一组镜片。

[0020] 本发明还提供了用于矫正老花眼的方法, 该方法包括以下步骤、基本上由以下步骤组成、以及由以下步骤组成: a.) 提供两个或更多个镜片, 其中每个镜片的焦度分布均有别于其他每个镜片的焦度分布; 和 b.) 从步骤 a.) 提供的镜片中选出第一镜片和第二镜片, 将它们配成一对, 其中第一和第二镜片对满足下列关系:

[0021]

$$\bar{D} \geq -0.14 \times Rx_{\text{额外}} + 0.84$$

[0022]

$$\bar{N} \geq -0.08 \times Rx_{\text{额外}} + 0.64$$

[0023] $\bar{\Delta d} \leq 0.2$

[0024] $\bar{\Delta n} \leq 0.2$

[0025] 在另一个实施例中, 本发明提供了一组镜片, 其包括下述镜片、基本上由下述镜片组成、以及由下述镜片组成: 第一镜片, 其单眼加权远视比的平均值为 d_A 、单眼加权近视比的平均值为 n_A ; 第二镜片, 其单眼加权远视比的平均值为 d_B 、单眼加权近视比的平均值为 n_B ; 和第三镜片, 其单眼加权远视比的平均值为 d_C 、单眼加权近视比的平均值为 n_C , 其中, 第一镜片、第二镜片和第三镜片中的每一个均具有与其他任何一个镜片不同的焦度分布, 并且其中 $d_A > d_B > d_C$, $n_A < n_B < n_C$ 。在一个优选的实施例中, 该镜片组为三个镜片的组。

[0026] 本发明发现, 与常规多焦镜片相比, 个体佩戴满足下述关系的一对镜片后可拥有极佳的视力表现:

[0027]

$$\bar{D} \geq -0.14 \times Rx_{\text{额外}} + 0.84$$

[0028]

$$\bar{N} \geq -0.08 \times Rx_{\text{额外}} + 0.64$$

[0029] $\bar{\Delta d} \leq 0.2$

[0030] $\bar{\Delta n} \leq 0.2$

[0031] 其中 \bar{D} 是瞳孔直径 25 为 2.5 至 6mm 时, 双眼加权远视比的平均值;

[0032] $Rx_{\text{额外}}$ 是为个体提供近视矫正而需加到远视处方上的额外焦度(以屈光度表示);

[0033] \bar{N} 是瞳孔直径为 2.5 至 6mm 时, 双眼加权近视比的平均值;

[0034] $\bar{\Delta d}$ 是瞳孔直径为约 2.5 至 6mm 时, 两个镜片间远视视差的平均值; 以及

[0035] $\bar{\Delta n}$ 是瞳孔直径为约 3.5 至约 6mm 时, 两个镜片间近视视差的平均值。

[0036] 双眼加权远视比 (“D”) 是指主视眼的加权远视比 (“ d_1 ”) 和非主视眼的加权远视比 (“ d_2 ”) 的最大值, 或可表示为: $D = \max(d_1, d_2)$ 。加权近视比 (“N”) 是指主视眼的加权近视比 (“ n_1 ”) 和非主视眼的加权近视比 (“ n_2 ”) 的最大值, 或可表示为: $N = \max(n_1, n_2)$ 。出于本发明的目的, 所谓“主视眼”是指由眼科保健从业者确定的、应进行远视矫正优化的眼睛, 而非主视眼是指应进行近视矫正优化的眼睛。

[0037] 需计算每只眼睛 (瞳孔大小不同) 的单眼加权远视比和单眼加权近视比, 这些比率可分别衡量任何给定镜片半径的镜片焦度满足镜片佩戴者远视和近视要求的程度。这些比率还可以衡量预期单个镜片与给定佩戴者的理想球镜符合的程度, 同时丰富处方的内容。加权远视比和加权近视比的取值范围是 0 至 1.0, 其中 0 意味着镜片对眼镜佩戴者的所需距离视力没有起到有益效果, 而 1.0 意味着镜片对佩戴者的所需距离视力起到了完全矫正。对于旋转对称的焦度分布, 可对镜片半径进行积分, 从而计算单眼加权远视比, 计算公式如下:

[0038]

$$d(R) = \frac{\int_0^R [1 - \tanh(0.5 * |P(r) - Rx_{\text{球镜}}|)] r dr}{\int_0^R r dr} \quad (\text{I})$$

[0039] 其中 R 为瞳孔半径;

[0040] $Rx_{\text{球镜}}$ 为计算单眼加权比的眼睛的球镜处方焦度 (以屈光度表示);

[0041] \tanh 为双曲正切值;

[0042] $P(r)$ 为镜片加眼睛的焦度, 其计算公式如下:

[0043] $P(r) = P_{\text{CL}}(r) + SA_{\text{眼睛}} * r^2 + F$

[0044] (II)

[0045] 其中 $SA_{\text{眼睛}}$ 为眼睛的球面像差, 其值优选为 0.1 屈光度 / mm^2 ;

[0046] F 为镜片拟合 (以屈光度表示), 指相对标称值的变化;

[0047] r 为离隐形眼镜中心的径向距离; 以及

[0048] $P_{\text{CL}}(r)$ 为隐形眼镜的径向焦度分布或焦度分布。对于具体的设计, 提供的焦度分布为一系列以 0.25 屈光度递增的 $P_{\text{CL}}(r)$ 。

[0049] 镜片的径向焦度分布或焦度分布 ($P_{\text{CL}}(r)$) 为镜片在空气中的轴向焦度, 可由镜片的表面形状、厚度和折射率计算得到。使用能测定波前的干涉仪测量波前, 通过测得的波前可最精确地测量径向焦度分布。图 1 为径向焦度分布或焦度分布的例子。如图所示, 水平轴或 X 轴表示离镜片几何中心的径向距离。垂直轴或 Y 轴表示每个径向位置处加到眼睛焦度上的镜片焦度。

[0050] 可对镜片半径进行积分, 计算单眼加权近视比, 计算公式如下:

[0051]

$$n(R) = \frac{\int_0^R [1 - \tanh(0.5 * |P(r) - Rx_{\text{球镜}} - Rx_{\text{额外}}|)] r dr}{\int_0^R r dr}$$

(III)

[0052] 其中 R 为瞳孔半径；

[0053] $Rx_{\text{球镜}}$ 为计算单眼加权比的眼睛的球镜处方光度（以屈光度表示）；

[0054] \tanh 为双曲正切值；

[0055] $P(r)$ 是隐形眼镜加眼睛的焦距，可由公式 II 计算得到；以及

[0056] $Rx_{\text{额外}}$ 是为个体提供近视矫正而需加到远视处方上的额外光度（以屈光度表示）。

[0057] 对于非旋转对称的焦距分布，可对镜片半径进行积分，从而计算单眼加权远视比，计算公式如下：

[0058]

$$d(R) = \frac{\int_0^{2\pi} \int_0^R [1 - \tanh(0.5 * |P(r, \Phi) - Rx_{\text{球镜}}|)] r dr d\Phi}{\int_0^{2\pi} \int_0^R r dr d\Phi}$$

(IV)

[0059] 其中 R、 $Rx_{\text{球镜}}$ 、 \tanh 和 $P(r)$ 如上所述，以及

[0060] Φ 为极角。

[0061] 对于非旋转对称的焦距分布，可对镜片半径进行积分，从而计算单眼加权近视比，计算公式如下：

[0062]

$$n(R) = \frac{\int_0^{2\pi} \int_0^R [1 - \tanh(0.5 * |P(r, \Phi) - Rx_{\text{球镜}} - Rx_{\text{额外}}|)] r dr d\Phi}{\int_0^{2\pi} \int_0^R r dr d\Phi}$$

(V)

[0063] 对于对称的衍射镜片，可对镜片半径进行积分，从而计算单眼加权远视比，计算公式如下：

$$d(R) = \frac{\int_0^R [1 - \tanh(0.5 * |\sum_m \epsilon_m * P_m(r) - Rx|)] r dr}{\int_0^R r dr}$$

[0064]

(VI)

[0065] 其中 m 为衍射级次；

[0066] $P_m(r)$ 为进入 m 级次的焦距分布；

[0067] $\sum_m \varepsilon_m$ 为进入 m 级次的衍射效率；以及

[0068] ε_m 为 1。

[0069] 可对公式 II、IV 和 V 做类似的修改。

[0070] 可使用双眼加权远视比 D 和双眼加权近视比 N 判断镜片的性能，要使镜片对矫正老花眼的性能达到最佳，使用的镜片需采用球面像差矫正，主视眼中的镜片需与处方的球镜焦度保持一致，同时非主视眼中的镜片需与球镜焦度加上处方中的增加焦度的总和保持一致。在这种情况下，D 和 N 均等于 1.0。尽管这对镜片能为可耐受眼睛视远和视近间视差的个体提供最佳的光学性能，但对于那些不能耐受该视差的个体来说，在衡量镜片的性能时必须将视差纳入考虑的范围内。

[0071] 视远的视差为 Δd ，视近的视差为 Δn ，它们的定义如下：

$$[0072] \quad \Delta d = |d_1 - d_2|$$

$$[0073] \quad \Delta n = |n_1 - n_2|$$

[0074] 对视差的测量与视觉舒适度、立体视觉和视觉痕迹有关。

[0075] 在一个优选的实施例中，提供了包括三个镜片的镜片组，其中每个镜片的焦度分布均有别于其他任何一个镜片的焦度分布，并且这些镜片满足下列关系：

[0076]

$$\bar{D} \geq -0.14 \times Rx_{\text{额外}} + 0.84$$

[0077]

$$\bar{N} \geq -0.08 \times Rx_{\text{额外}} + 0.64$$

$$[0078] \quad \bar{\Delta d} \leq 0.2$$

$$[0079] \quad \bar{\Delta n} \leq 0.2$$

[0080] 出于本发明的目的，所谓“包括三个镜片的镜片组”并不像字面上所示的那样仅指三个镜片，而是指三个镜片子集，每个子集均由多个镜片构成，这些镜片提供球镜焦度和所需范围内的增加焦度。优选地，构成每个镜片子集的多个镜片提供的球镜焦度在 -12.00 至 +8.00 屈光度范围内（以 0.50 屈光度递增）；而增加焦度在 0.75 至 2.50 屈光度范围内（以 0.25 屈光度递增）。更优选地，一个镜片子集提供的球镜焦度在 -12.00 至 +8.00 屈光度范围内（以 0.50 屈光度递增），而增加焦度在 0.75 至 1.75 屈光度范围内（以 0.25 屈光度递增）；第二镜片子集提供的球镜焦度在 -12.00 至 +8.00 屈光度范围内（以 0.50 屈光度递增），而增加焦度在 0.75 至 2.50 屈光度范围内（以 0.25 屈光度递增）；并且第三镜片子集提供的球镜焦度在 -12.00 至 +8.00 屈光度范围内（以 0.50 屈光度递增），而增加焦度在 1.25 至 2.50 屈光度范围内（以 0.25 屈光度递增）。

[0081] 图 2、3 和 4 示出镜片焦度分布的例子，其中每个镜片子集的球镜处方焦度为 -3.00 屈光度。这些焦度分布所例示的镜片还满足： $d_A > d_B > d_C$ 并且 $n_A < n_B < n_C$ 。

[0082] 可将这些示例性的镜片配成表 1 中所示的对组合。对表 1 而言，分别以“A”、“B”和“C”代表图 2、3 和 4 的镜片。在表 1 中，第一个字母代表用于主视眼的镜片，第二个字母代表用于非主视眼的镜片。“+”号表示非主视眼镜片的焦度在由眼科保健从业者确定的焦度（充分矫正个体远视所需的焦度）之上，需增加 0.25 屈光度。

[0083] 表 1

[0084]

增加的焦度（屈光度）	组合
0.75	AA、AB、AA+
1.00	AA、AB、AA+
1.25	BB、AB、BC、AA+、BB+
1.50	BB、AB、BC、AA+、BB+
1.75	BC、BB、AB
2.00	BC、BB+
2.25	BC
2.50	BC

[0085] 还更优选地，本发明提供了包括三个镜片的镜片组，其中每个镜片的焦度分布均有别于其他每个镜片的焦度分布，并且这些镜片满足下列关系：

[0086]

$$\bar{D} \geq -0.14 \times Rx_{\text{额外}} + 0.84$$

[0087]

$$\bar{N} \geq -0.08 \times Rx_{\text{额外}} + 0.64$$

$$[0088] \quad \bar{\Delta d} \leq 0.2$$

$$[0089] \quad \bar{\Delta n} \leq 0.2$$

[0090] 其中，镜片的前表面或物侧表面为区域多焦表面或连续的非球面多焦表面，而镜片的背表面或眼侧表面为非球面表面。所谓“区域多焦表面”是指当从一个焦度区域移动到另一个焦度区域时焦度不连续的表面。非球面背表面的半径（即从几何中心到镜片边缘的距离）优选地为大约 7.20 至 8.10mm，更优选地为 7.85mm，而其二次曲线常数为 -0.26。

[0091] 在一个还更优选的实施例中，前多焦表面具有五个径向对称的区域，这些区域交替为近视矫正和远视矫正区域，或近视矫正、远视矫正和中视矫正区域；而非球面背表面的半径为大约 7.20 至 8.10mm，更优选地为 7.85mm，并且其二次曲线常数为 -0.26。该实施例中这组镜片中的三个镜片 A、B 和 C 的更优选的值列于下方的表 2 中。

[0092] 表 2

[0093]

	A	B	C

标称区域高度 (屈光度)	0.6	0.9	1.9
区域高度范围	0.3 至 0.8	0.7 至 1.2	1.7 至 2.1
球面像差 (屈光度 /mm ²)	-0.1	-0.17	-0.1
球面像差范围	-0.08 至 -0.12	-0.14 至 -0.20	-0.8 至 -0.12
第一过渡区域	0.75	0.7	1
第一过渡区域范围	0.65 至 0.85	0.6 至 0.8	0.9 至 1.1
第二过渡区域	1.25	1.3	1.95
第二过渡区域范围	1.15 至 1.35	1.2 至 1.4	1.85 至 2.05
第三过渡区域	2	1.95	2.5
第三过渡区域范围	1.9 至 2.1	1.85 至 2.05	2.4 至 2.6
第四过渡区域	2.5	2.55	3.45
第四过渡区域范围	2.4 至 2.6	2.45 至 2.65	3.35 至 2.55

[0094] 在一个更优选的实施例中,本发明提供了包括三个镜片的镜片组,其中每个镜片的焦度分布均有别于其他每个镜片的焦度分布,并且这些镜片满足下列关系:

[0095]

$$\bar{D} \geq -0.14 \times Rx_{\text{额外}} + 0.84$$

[0096]

$$\bar{N} \geq -0.08 \times Rx_{\text{额外}} + 0.64$$

[0097] $\bar{\Delta}d \leq 0.2$

[0098] $\bar{\Delta}n \leq 0.2$

[0099] 其中前表面为区域多焦表面,每个区域均结合了球面像差,近视区域的球面像差在远视区域的球面像差基础上增加了 0.05 至 0.1 屈光度 /mm²。作为另外一种选择,不论多焦表面是连续表面还是不连续表面,可根据下列公式调整远视区域和近视区域的球面像差:

[0100] $SA_{Rx} = SA_0 + c \times Rx_{\text{球镜}}$

[0101] $0.0044 < c < 0.0052$

[0102] 其中 SA_0 为 $Rx_{\text{球镜}}$ 设计的球面像差,等于 0.0 屈光度;

[0103] c 为常数,其值介于 0.0044 和 0.0052 之间,优选 0.0048。在这些实施例中,镜片

的背表面优选地为非球面,其半径优选地为大约 7.20 至 8.10mm,更优选地为 7.85mm,其二次曲线常数为 -0.26。

[0104] 在本发明的另一个实施例中,提供了包括三个镜片的镜片组,其中每个镜片的焦度分布均有别于其他每个镜片的焦度分布,并且这些镜片满足下列关系:

[0105]

$$\bar{D} \geq -0.14 \times R_{x_额外} + 0.84$$

[0106]

$$\bar{N} \geq -0.08 \times R_{x_额外} + 0.64$$

[0107] $\bar{\Delta d} \leq 0.2$

[0108] $\bar{\Delta n} \leq 0.2$

[0109] $STD(P_E(r)) < 0.15 (1.25 < r < 3 \text{ 吋})$ 。

[0110] 其中 STD 为标准偏差;以及

[0111] $P_E(r)$ 为镜片加眼睛的有效焦度,可由下列公式求得:

[0112]
$$P_E(R) = \int_0^R P(r) * r dr$$

(VII)

[0113] 其中 $P(r)$ 为通过公式 II 求得的眼睛上的隐形眼镜的焦度。附加约束使设计的视觉性能对瞳孔大小不敏感。

[0114] 在本发明的区域设计中,第一区域或位于镜片几何中心居中位置处的区域可以是、并优选为提供远视矫正的区域,或为提供近视矫正或中视矫正的区域。在镜片对中,第一区域可以相同或不同。相似地,在连续的非球面多焦设计中,每个镜片对中心处的矫正性质可以相同或不同,该性质可选自远视矫正、中视矫正和近视矫正。

[0115] 可根据本发明设计的隐形眼镜优选地为软质隐形眼镜。优选地使用由适于制备此类镜片的任何材料制成的软质隐形眼镜。形成软质隐形眼镜的示例性材料包括但不限于有机硅弹性体、含有机硅大分子单体、水凝胶、含有机硅水凝胶等,以及它们的组合,所述含有机硅大分子单体包括但不限于美国专利 No. 5,371,147、5,314,960 和 5,057,578 中所公开的那些,这些专利全文以引用方式并入本文。更优选地,表面为硅氧烷或含有硅氧烷官能团,包括但不限于聚二甲基硅氧烷大分子单体、甲基丙烯酰氧基丙基聚烷基硅氧烷、以及它们的混合物、硅树脂水凝胶或水凝胶,例如依他菲康 A。

[0116] 优选的镜片形成材料为聚甲基丙烯酸 2-羟乙酯聚合物,即最大分子量介于约 25,000 与约 80,000 之间、多分散性小于约 1.5 至小于约 3.5,并且其上共价地键合至少一个可交联的官能团。此材料在美国专利 No. 6,846,892 中有所描述,该专利全文以引用的方式并入本文。形成人工晶状体的合适材料包括但不限于聚甲基丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸羟乙酯、惰性透光塑料、硅氧烷基聚合物等,以及它们的组合。

[0117] 可以通过任何已知的方法固化镜片形成材料,这些方法包括但不限于热固化、辐射固化、化学固化、电磁辐射固化等,以及它们的组合。优选使用紫外光或可见光的全光谱来模制透镜。更具体地讲,适于固化镜片材料的精确条件将取决于所选材料和要形成的镜片。眼科镜片(包括但不限于隐形眼镜)的聚合反应工艺是熟知的。合适的工艺在美国专

利 No. 5, 540, 410 中有所公开, 该专利全文以引用的方式并入本文。

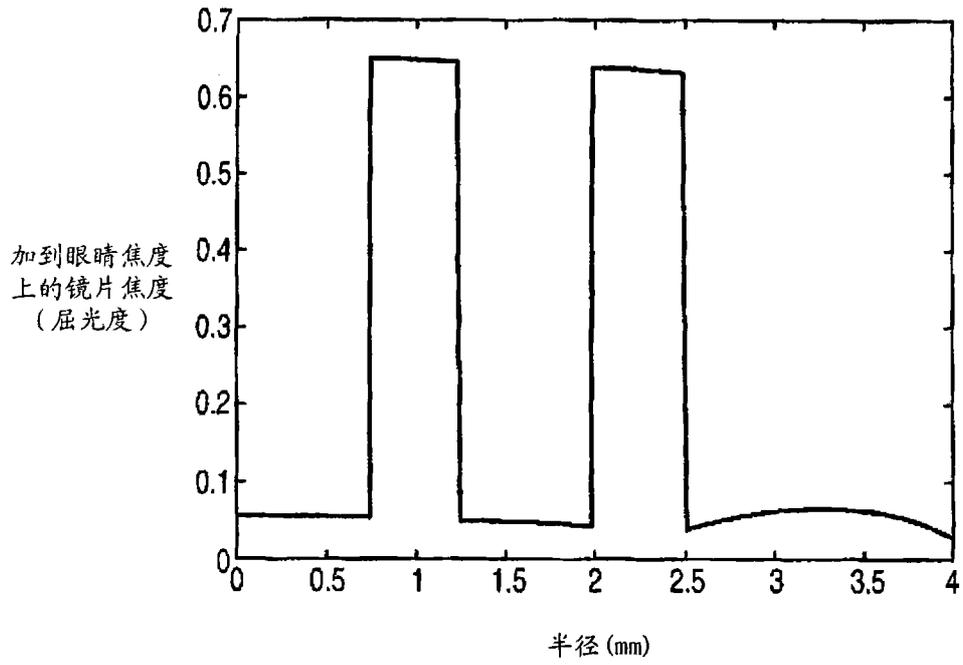


图 1

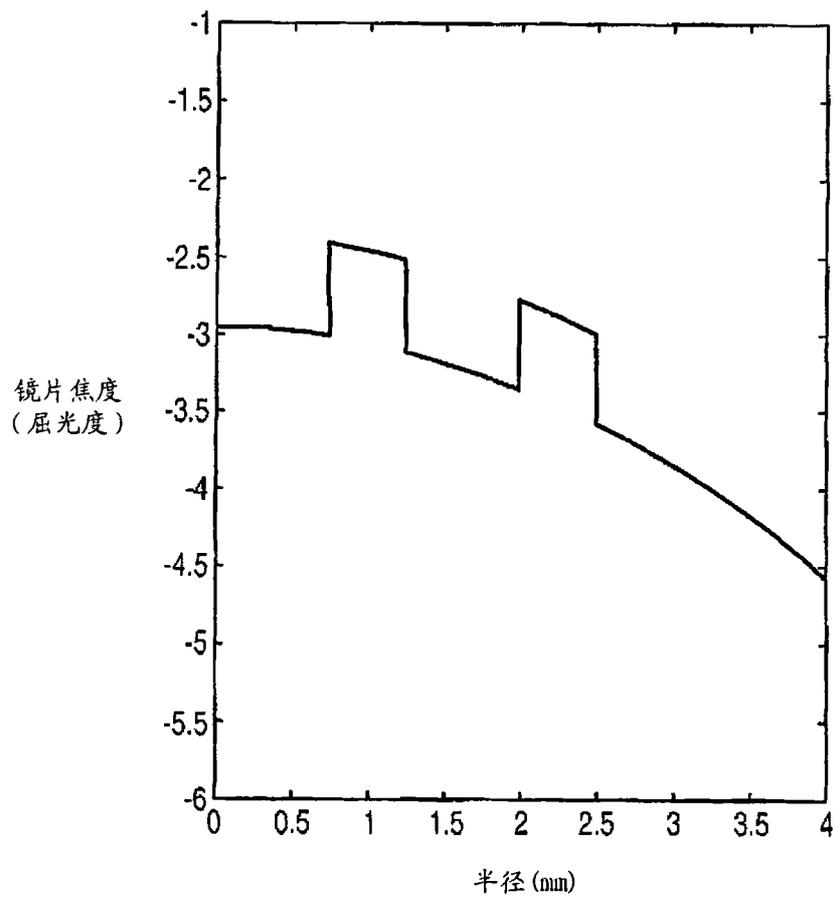


图 2

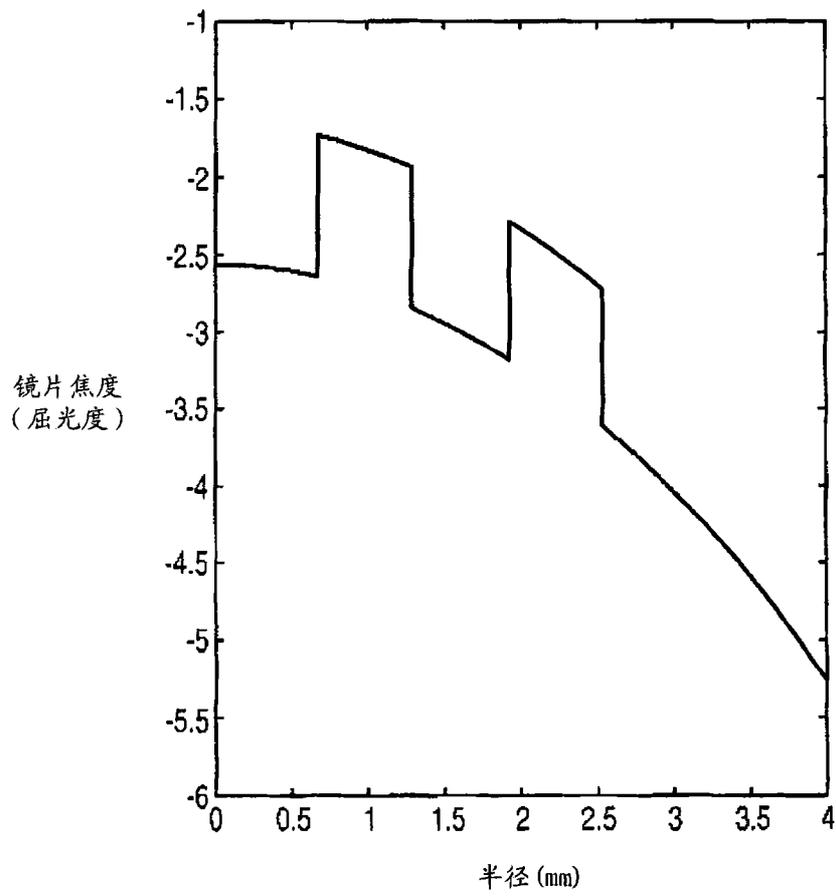


图 3

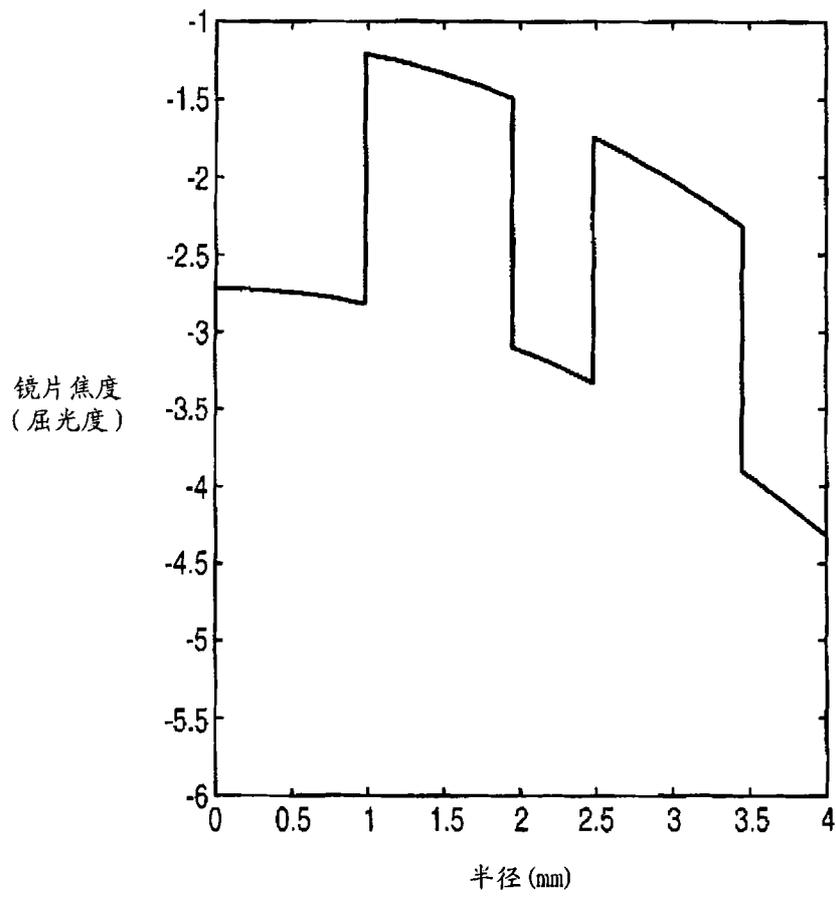


图 4