



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111736365 B

(45) 授权公告日 2022. 08. 02

(21) 申请号 202010603760.7

G02B 27/00 (2006.01)

(22) 申请日 2020.06.29

审查员 林兰兰

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111736365 A

(43) 申请公布日 2020.10.02

(73) 专利权人 苏州科技大学
地址 215011 江苏省苏州市苏州高新区科
锐路1号

(72) 发明人 张慧星 唐运海 吴泉英 张海平
谈阳 胡亦有

(74) 专利代理机构 苏州创元专利商标事务所有
限公司 32103
专利代理师 陶海锋

(51) Int. Cl.
G02C 7/06 (2006.01)

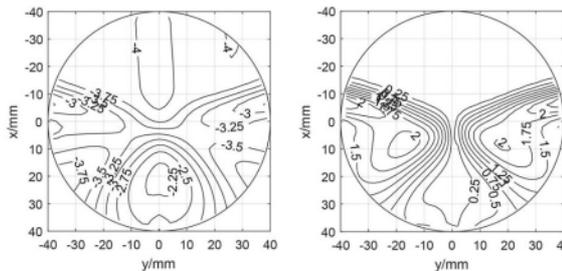
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种渐进多焦点眼用镜片环曲面的设计方法

(57) 摘要

本发明公开一种渐进多焦点眼用镜片环曲面的设计方法。经设计得到镜片表面的曲率分布c和曲率中心坐标,再采用带有曲率调整元的环曲面方程确定渐进多焦点眼用镜片表面矢高。与现有技术中的球面方程相比,本发明提供的设计方法增加了一个优化调整参数,能有效减小渐进多焦点眼用镜片像散,扩大眼用镜片近用区的清晰视觉范围。



1. 一种渐进多焦点眼用镜片环曲面的设计方法, 在以x轴数值向下, y轴水平向右, z轴垂直纸面向外的xyz笛卡尔坐标系中, 经设计得到镜片表面的曲率分布c和曲率中心坐标 $(\xi, 0, \zeta)$, 其特征在于: 再以曲率中心y方向坐标为零, 按如下环曲面方程, 得到渐进多焦点眼用镜片表面矢高:

$$z(x, y) = \zeta - \frac{1}{c} + \frac{c(x - \xi)^2 + (c + A)y^2}{1 + \sqrt{1 - c^2(x - \xi)^2 - (c + A)^2 y^2}},$$

其中, c为曲率分布, ξ 为曲率中心x坐标, ζ 为曲率中心z坐标, A为曲率调整元; 所述曲率调整元A为如下函数中的一种:

$$(1) A = \frac{C}{n - 1} (1 - e^{-(y/k)^2});$$

$$(2) A = \frac{C}{n - 1} (1 - \cos(\frac{y\pi}{k}));$$

其中, C为预设像散值, 单位为屈光度, $-0.5 < C < 0.5$; n为镜片折射率, k为调节因子,

$$\frac{\Phi}{4} \leq k \leq \frac{\Phi}{2}, \Phi \text{ 为镜片直径。}$$

一种渐进多焦点眼用镜片环曲面的设计方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种渐进多焦点眼用镜片设计方法,特别涉及一种由曲率和曲率中心,直接计算渐进多焦点眼用镜片表面矢高的设计方法。

背景技术

[0002] 当今渐进多焦点眼用镜片的市场日益扩大,渐进多焦点眼用镜片的光学性能需要进一步提高。渐进多焦点眼用镜片表面上部为远用区,下部区域为近用区,连接远用区和近用区的区域为渐变通道(或称中间过渡区),其余部分为散光区。渐进多焦点眼用镜片上远用区、近用区和渐变通道统称为有效视觉区。

[0003] 在本发明作出之前,中国发明专利CN101661167B公开了一种利用子午线设计渐进多焦点眼用镜片的方法,先确定远用区参考点和近用区参考点的光焦度,再通过确定连接远用区和近用区的子午线曲率分布,结合连续分布的轮廓线来确定遍及整个镜片的曲率半径,进而由各点的曲率半径计算出镜片渐进多焦点表面上各点的曲率中心,最后根据球面方程计算渐进多焦点镜片表面矢高分布。渐进多焦点眼用镜片的子午线、轮廓线和曲率中心有相应的优化设计方法,可参见中国发明专利CN107037604A和CN 107632412B等。但现有技术中设计渐进多焦点眼用镜片的曲面方程都是球面方程,由于球面方程控制镜片像散时调节能力不足,因此有必要引入能够独立控制x方向和y方向曲率的环曲面作为曲面矢高方程,从而能够进一步控制渐进多焦点眼用镜片的像散。

发明内容

[0004] 本发明针对现有技术设计渐进多焦点眼用镜片存在的球面方程控制参数较少的局限性,采用环曲面方程设计,以增加设计调整的灵活性,提供一种能有效减小镜片的像散子的渐进多焦点眼用镜片的设计方法。

[0005] 实现本发明目的的技术方案是提供一种渐进多焦点眼用镜片环曲面的设计方法,在以x轴数值向下,y轴水平向右,z轴垂直纸面指向读者的xyz笛卡尔坐标系中,经设计得到镜片表面的曲率分布c和曲率中心坐标 $(\xi, 0, \zeta)$,再以曲率中心y方向坐标为零,按如下环曲面方程,得到渐进多焦点眼用镜片表面矢高:

$$[0006] \quad z(x, y) = \zeta - \frac{1}{c} + \frac{c(x - \xi)^2 + (c + A)y^2}{1 + \sqrt{1 - c^2(x - \xi)^2 - (c + A)^2 y^2}},$$

[0007] 其中,c为曲率,x为曲率中心x坐标,z为曲率中心z坐标,A为曲率调整元;

[0008] 所述曲率调整元A为如下函数中的一种:

$$[0009] \quad (1) \quad A = \frac{C}{n-1} (1 - e^{(y/k)^2});$$

$$[0010] \quad (2) A = \frac{C}{n-1} \left(1 - \cos\left(\frac{y\pi}{k}\right)\right);$$

[0011] 其中,C为预设像散值,单位为屈光度, $-0.5 < C < 0.5$;n为镜片折射率,k为调节因子, $\frac{\Phi}{4} \leq k \leq \frac{\Phi}{2}$, Φ 为镜片直径。

[0012] 本发明技术方案中,设计得到镜片表面的曲率分布c和曲率中心坐标 $(\xi, 0, \zeta)$,可按中国发明专利CN107037604B“一种渐进多焦点眼用镜片及其设计方法”和CN101661167B“一种利用子午线设计渐进多焦点眼用镜片的方法”公开的技术方案。

[0013] 与现有技术相比,本发明具有以下特点:

[0014] (1)充分利用环曲面单独控制x方向曲率和y方向曲率的特点,平滑渐变函数调整y方向曲率,从而减小渐进多焦点眼用镜片的像散。

[0015] (2)增加渐进多焦点眼用镜片表面矢高控制参数,增加设计调整的灵活性。

附图说明

[0016] 图1 是本发明实施例1中,根据现有技术设计的渐进多焦点眼用镜片的光焦度和像散等值线图,左图为光焦度等值线图,右图为像散等值线图;

[0017] 图2 是本发明实施例1提供的曲率调整元A的分布曲线图;

[0018] 图3 是本发明实施例1提供的渐进多焦点眼用镜片表面矢高公式得到光焦度和像散等值线图,左图为光焦度等值线图,右图为像散等值线图;

[0019] 图4 是本发明实施例2提供的曲率调整元A的分布曲线图;

[0020] 图5 是本发明实施例2提供的渐进多焦点眼用镜片表面矢高公式得到光焦度和像散等值线图,左图为光焦度等值线图,右图为像散等值线图。

具体实施方式

[0021] 下面结合附图及实施例对本发明技术方案作进一步描述。

[0022] 实施例1

[0023] 在本实施例中,根据配镜者的需求设计一个远用区光焦度为-4屈光度,附加光焦度为2屈光度的内渐进多焦点镜片,镜片材料折射率 $n=1.56$,镜片直径 $\Phi=80\text{mm}$,渐变通道长度15mm。采用中国发明专利CN107037604B公开的技术方案设计轮廓线,根据中国发明专利CN101661167B,得到镜片上各点矢高由如下式(1)的球面方程计算:

$$[0024] \quad z(x, y) = \zeta - \sqrt{r^2 - (x - \xi)^2 - (y - \eta)^2} \quad (1)$$

[0025] 其中,r为曲率半径,其值等于曲率c的倒数, (ξ, η, ζ) 为曲率中心坐标。

[0026] 根据公式(1)计算出渐进多焦点眼用镜片表面矢高后,根据微分几何方法计算出渐进多焦点眼用镜片的光焦度和像散分布参见附图1所示。

[0027] 预设像散值C取-0.125屈光度,调节因子k取20,代入如下公式(2):

$$[0028] \quad A = \frac{C}{n-1}(1 - e^{(y/k)^2}) \quad (2),$$

[0029] 得到曲率调整元A的分布曲线,参见附图2所示。在子午线附近曲率调整元A接近于零,从中间到两侧曲率调整元A的绝对值缓慢增加。

[0030] 将本实施例提供的曲率调整元A,曲率和曲率中心坐标代入公式(3)中:

$$[0031] \quad z(x, y) = \zeta - \frac{1}{c} + \frac{c(x-\xi)^2 + (c+A)y^2}{1 + \sqrt{1 - c^2(x-\xi)^2 - (c+A)^2 y^2}} \quad (3),$$

[0032] 再次计算出渐进多焦点眼用镜片表面矢高后,根据微分几何计算出渐进多焦点眼用镜片的光焦度和像散分布,结果参见附图3所示,左图为光焦度等值线图,右图为像散等值线图。

[0033] 比较图1和图3可知,采用本发明设计得到的渐进多焦点眼用镜片光焦度图中,-4屈光度等值线两边向上抬升,但是对远用区视觉影响很小。在 $y=-10\text{mm}$ 至 $y=-20\text{mm}$ 之间,本发明设计的镜片像散大于2屈光度的面积明显减小,在 $y=10\text{mm}$ 至 $y=20\text{mm}$ 之间,本发明设计的镜片像散大于2屈光度的面积为图1中的四分之一。大像散区域面积减小有利于提高渐进多焦点眼用镜片佩戴者适应度。在近用区,即 $x=20\text{mm}$ 处,像散小于0.25屈光度的宽度增大了4mm。这表明近用区清晰视觉范围扩大,镜片佩戴者观察近处物体时舒适度提高。

[0034] 实施例2

[0035] 本实施例中,眼用镜片的参数参见实施例1,曲率调整元A的函数采用如下公式(4):

$$[0036] \quad A = \frac{C}{n-1}(1 - \cos(\frac{y\pi}{k})) \quad (4),$$

[0037] 得到曲率调整元A分布曲线参见图4所示;在子午线附近曲率调整元A接近于零,与实施例1相比,从中间到两侧曲率调整元A的绝对值增速更小。

[0038] 将本实施例提供的曲率调整元A,曲率和曲率中心坐标代入公式(3)中,再次计算出渐进多焦点眼用镜片表面矢高后,根据微分几何计算出渐进多焦点眼用镜片的光焦度和像散分布结果参见附图5所示,左图为光焦度等值线图,右图为像散等值线图。

[0039] 比较图1和图5可知,采用本发明设计得到的渐进多焦点眼用镜片光焦度图中,-4屈光度等值线两边向上抬升,但是对远用区视觉影响很小。远用区靠近边缘部分有宽度约8mm的区域像散大于0.25屈光度且小于0.5屈光度,对镜片佩戴者的视觉影响很小。在 $y=-10\text{mm}$ 至 $y=-20\text{mm}$ 之间,本发明设计的镜片像散大于2屈光度的面积明显减小,在 $y=10\text{mm}$ 至 $y=20\text{mm}$ 之间,本发明设计的镜片像散大于2屈光度的面积为图1中的五分之一。大像散区域面积减小有利于增加渐进多焦点眼用镜片佩戴者适应度。在近用区,即 $x=20\text{mm}$ 处,像散小于0.5屈光度的宽度增大了4mm。这表明近用区清晰视觉范围扩大,镜片佩戴者观察近处物体时舒适度增加。

[0040] 本发明提供的上述实施例证明,通过将渐进多焦点眼用镜片表面的球面矢高方程改为本发明提出的环曲面矢高方程,并增加从中间到两侧缓慢变化的曲率调整元,能使渐进多焦点眼用镜片的大像散区面积明显减小,而且扩大了近用区的小像散区域的面积。与

现有技术相比较,本发明提出的设计方案设计出的渐进多焦点眼用镜片光学性能得到明显改善。

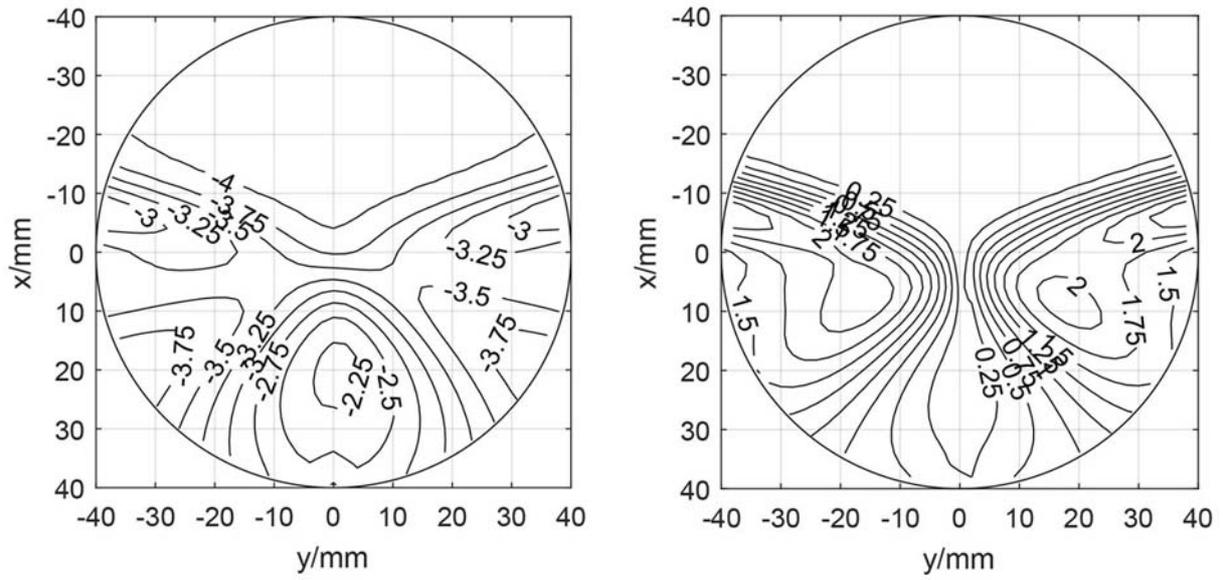


图1

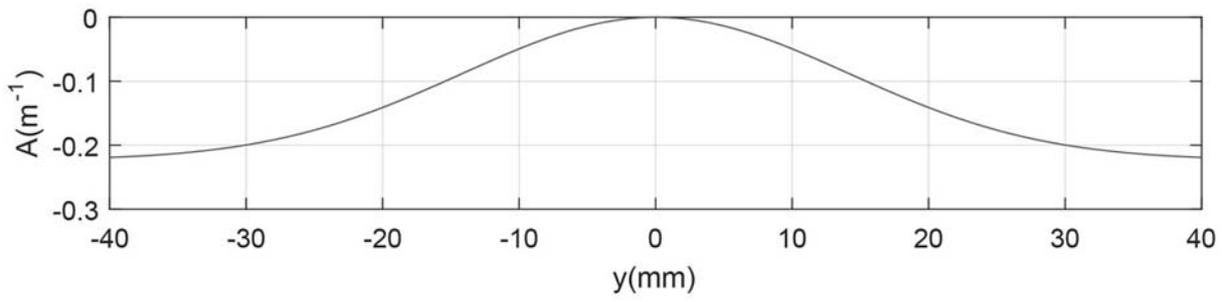


图2

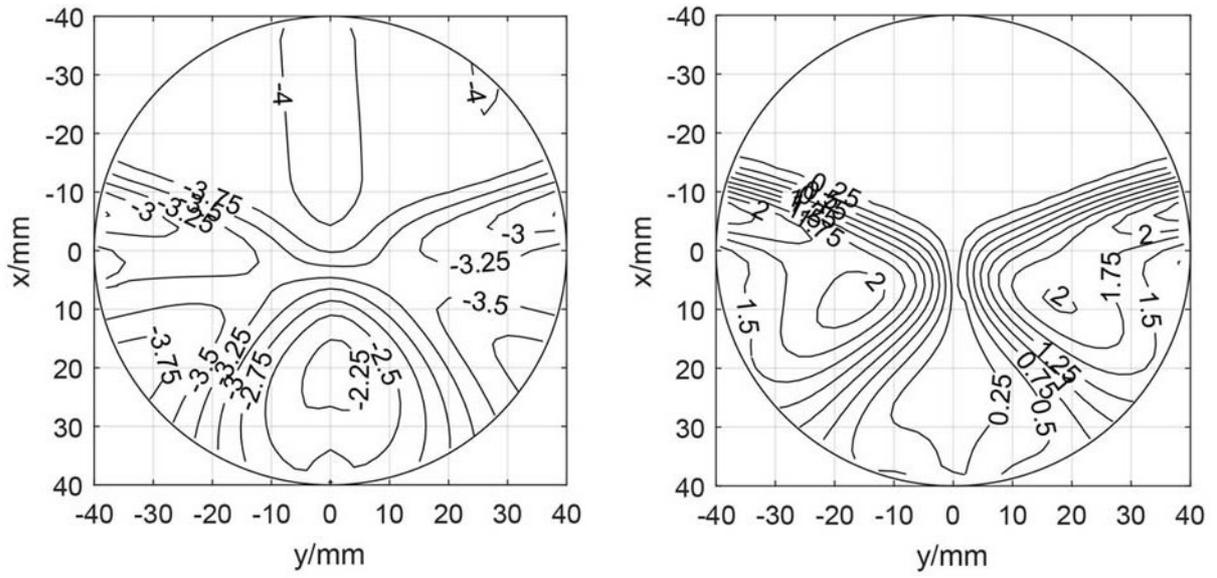


图3

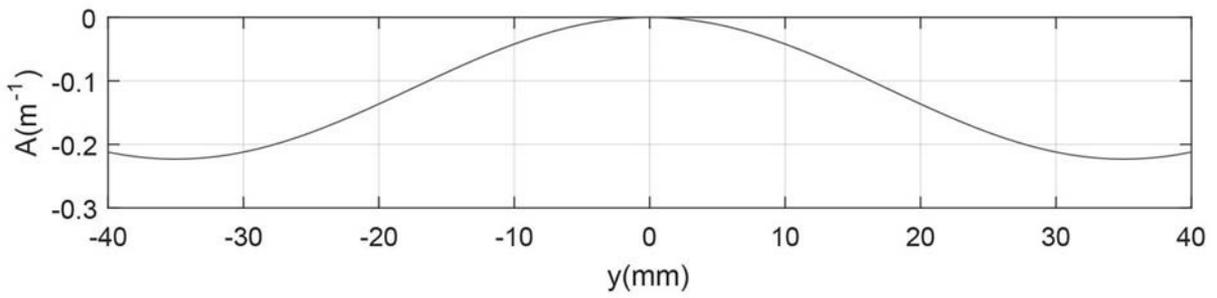


图4

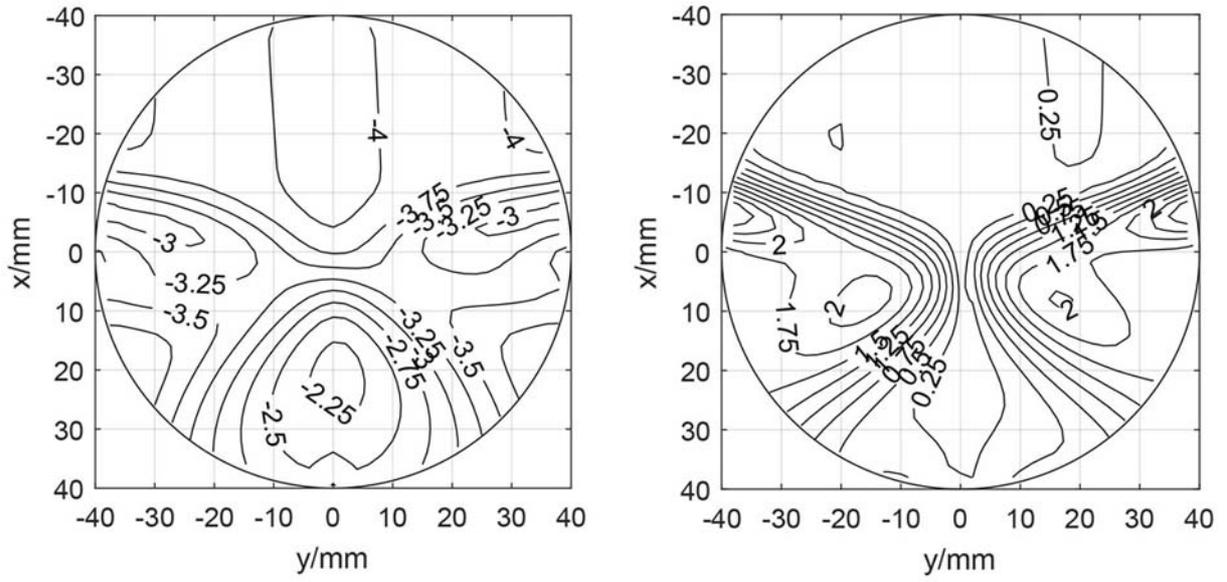


图5