

用于控制近视加深的环焦眼镜片及其制造方法

技术领域

- 5 本发明涉及眼镜片，具体涉及一种用于控制近视加深的环焦眼镜片及其制造方法。

背景技术

- 近视是常见的眼部疾病，近视主要是由于眼球过度拉长，使得远处物
10 体的焦平面落在视网膜前方从而导致远处视力模糊。根据一项研究，到
2050 年，全球将有超过 50% 的近视人口。为了找到有效的干预措施来控制
近视的发展，相关领域的学者已经进行了大量的研究。现在主流的方式
有三种，其包括 1) 阿托品眼药水；2) 改变角膜弧度的“OK 镜”；3) 令
周边视野模糊的离焦镜。阿托品浓度越高效果越好，但是副作用也很明显：
15 瞳孔变大、畏光、视近困难、过敏，浓度越高近视反弹越明显等，即便是
低浓度的阿托品也需在密切随访监测下使用，安全性很难保证。俗称“OK
镜”的角膜塑形镜是硬性隐形眼镜，于晚上睡觉时佩戴，原理是透过镜片
与角膜的接触，利用压力令角膜改变至理想弧度，患者需每晚佩戴才能保
持稳定疗效，一旦停用就会反弹，此外若未能处理好镜片的卫生，会增加
20 感染或刮伤角膜的风险。离焦镜利用光学技术将镜片周边的焦点偏离，令
周边视野模糊，有助于抑制眼球拉长，但由于周边视野模糊，容易造成绊
倒，走路和上落楼梯需特别小心。

- 香港理工大学视光学院的研究小组最近进行的一项随机临床研究表
明，与使用单焦隐形眼镜的儿童相比，佩戴散焦软性隐形眼镜（DISC）的
25 中小學生近两年的近视加深较慢。当小学生每天戴 8 个小时的 DISC 镜片
时，近视加深慢 60%。DISC 镜通过不同光焦度的交替同心环设计，为患
者提供清晰的视力的同时，令患者不断的接收各个视觉距离的正向离焦讯
号，抑制眼球拉长。尽管 DISC 镜对近视控制有正面效果，但作为一种隐

形眼镜，本质上是侵入性的，由于眼镜健康问题，大量的中小學生不能配戴软性隱形眼鏡。例如，他們可能有鏡片不耐受的問題或使用安全問題，這都可能會限制他們的佩戴時間。

5 結合了散焦功能的眼鏡片對於所有患者來說都是有非常大的吸引力且易于接受的，因為它本質上與傳統的眼鏡片一樣都是非侵入性，易于佩戴且非常安全。同時，眼鏡片可以使佩戴時間最大化，以便實現最佳的近視控制。但是簡單的將 DISC 鏡同心環設計概念轉移到眼鏡片上，會產生許多問題。特別是不同光焦度的同心環在相接位置會出現明顯的接縫，對於隱形眼鏡來說，這些接縫會由於淚水的影響，在外觀上不容易被觀察到。
10 但當接縫出現在眼鏡片上時，外觀上會非常明顯，會嚴重影響美觀，減低患者佩戴意欲。

發明內容

本發明公開一種用於控制近視加深的環焦眼鏡片及其製造方法。該環
15 焦眼鏡片能為患者提供清晰視力的同時，也具有多個環形散焦區以形成光學離焦效果。由於該環焦眼鏡片在不同光焦度的同心環之間不具有接縫，該環焦眼鏡片如普通眼鏡片一樣美觀。該製造方法可使用三個前模芯，一套後模芯和平面後模芯以製造一系列的具有全度數的環焦眼鏡片，從而減少模芯數量和生產成本。同時，該製造方法提供一種半成品鏡片/透鏡以
20 製造高近視度數和高散光度數的環焦眼鏡片。由於高近視度數高散光度數的市場需求較小，使用單獨模芯的方式不符合成本效益。使用該半成品鏡片加後加工的方式不僅大大減少了模芯數量，也減少了所需鏡片的庫存數量，從而降低了成本。

本發明某些實施例公開一種用於控制近視加深的環焦眼鏡片，其包括
25 凸起的前表面、下凹的後表面、用於將光線成像於視網膜上的多個矯正區和用於將光線成像於視網膜前的多個散光區，前表面的光學中心和後表面的光學中心位於同一光軸上，所述矯正區具有第一屈光力，所述散光區具有第二屈光力，所述第二屈光力大於所述第一屈光力，所述矯正區和所述散光區在所述環焦眼鏡片中交錯排列。其中，所述前表面包括由多個第一

曲面和多个第二曲面组成的自由曲面，所述多个第一曲面具有相同的曲率半径，所述多个第二曲面具有相同或不同的曲率半径，所述第一曲面的曲率半径大于所述第二曲面的曲率半径，所述第一曲面和所述第二曲面在自由曲面中交错相接，所述矫正区至少由所述第一曲面限定，所述散光区至少由所述第二曲面限定。并且其中，所述第一曲面和相邻的所述第二曲面以相切连续的方式或者过渡曲面的方式相接，在所述相切连续的方式中，所述第一曲面和相邻的所述第二曲面相切连续，就此第一曲面的端点与第二曲面的端点在相接点处重合，并且在所述相接点处第一曲面的切线与第二曲面的切线的斜率相同，以及将第一曲面的圆心与第二曲面的圆心相连的连线的延长线通过所述相接点，在所述过渡曲面的方式中，所述第一曲面和相邻的所述第二曲面之间设置有一个过渡曲面，所述过渡曲面的起点和终点分别与所述第一曲面的终点和相邻的所述第二曲面的起点相接，在所述第一曲面和所述过渡曲面的相接点，所述第一曲面和所述过渡曲面的曲率方向和大小相同，在所述第二曲面和所述过渡曲面的相接点，所述第二曲面和所述过渡曲面的曲率方向和大小相同，所述过渡曲面上曲率连续变化。

根据某些实施例，从镜片中央沿径向往外，当前一曲面的屈光度减后一曲面的屈光度小于或等于阈值时，所述前一曲面和所述后一曲面以所述相切连续的方式相接，当所述前一曲面的屈光度减所述后一曲面的屈光度大于阈值时，所述前一曲面和所述后一曲面以所述过渡曲面的方式相接。

根据某些实施例所述阈值是 3.5D。

根据某些实施例，彼此相邻的第一曲面和第二曲面都以所述相切连续的方式相接。

根据某些实施例，所述自由曲面由母线沿所述光轴回转形成，所述母线由多条第一曲线和多条第二曲线组成，每条第一曲线具有所述第一曲面的曲率半径，每条第二曲线具有所述第二曲面的曲率半径，所述第一曲线和所述第二曲线在所述母线中交错相接，所述第一曲线回转形成所述第一曲面，所述第二曲线回转形成所述第二曲面。

根据某些实施例，多个第二曲面的曲率半径沿环焦眼镜片的径向不变

或增加。

根据某些实施例，所述第二屈光力比所述第一屈光力大 0.5D 至 5D。

根据某些实施例，当所述第一屈光力为-2D 至 0D 中时，前表面的矫正区弯度为 401 弯至 600 弯。

- 5 根据某些实施例，当所述第一屈光力为-4D 至-2D 时，前表面的矫正区弯度为 201 弯至 400 弯。

根据某些实施例，当所述第一屈光力为-6D 至-4D 时，前表面的的矫正区弯度为 50 弯至 200 弯。

根据某些实施例，所述后表面为球面、偶次非球面或双锥面。

- 10 根据某些实施例，所述多个矫正区包括矫正中央区和多个矫正同心环，所述矫正中央区位于环焦眼镜片的中心，所述多个散光区包括多个散光同心环，所述矫正同心环与所述散光同心环交错排列。

根据某些实施例，矫正中央区的直径为 5mm 至 12mm，矫正同心环的宽度为 0.5mm 至 2mm，散光同心环的宽度为 0.5mm 至 2mm。

- 15 根据某些实施例，所述多个散光区具有 5-15 个散光同心环，所述多个矫正区包括 5-15 个矫正同心环。

根据某些实施例，环焦眼镜片的中心厚度为 1mm 至 3mm，环焦眼镜片的直径为 60mm 至 80mm。

- 20 本发明某些实施例公开一种用于制造一系列的所述环焦眼镜片的方法，所述系列的环焦眼镜片包括具有不同近视度和散光度的环焦眼镜片的第一套环焦眼镜片，具有不同近视度和散光度的环焦眼镜片的第二套环焦眼镜片，具有不同近视度和散光度的环焦眼镜片的第三套环焦眼镜片，以及具有不同近视度和散光度的环焦眼镜片的第四套环焦眼镜片，第一套环焦眼镜片的近视度数小于第二套环焦眼镜片的近视度数、第二套环焦眼镜片的近视度数小于第三套环焦眼镜片的近视度数、第三套环焦眼镜片的近视度数小于第四套环焦眼镜片的近视度数，所述方法包括：
- 25

提供用于生成具有第一矫正区弯度的前表面的第一前模芯；

提供用于生成具有第二矫正区弯度的前表面的第二前模芯，其中，所述第一矫正区弯度大于所述第二矫正区弯度；

提供用于生成具有第三矫正区弯度的前表面的第三前模芯，其中，所述第二矫正区弯度大于所述第三矫正区弯度；

- 5 提供用于生成具有不同曲率半径的后表面的一套后模芯，其包括多个后模芯，每个后模芯用于生成具有相应的曲率半径的后表面；

提供用于生成为平面的后表面的平面后模芯；

使用所述第一前模芯和该套后模芯以生成所述第一套环焦眼镜片；

使用所述第二前模芯和该套后模芯以生成所述第二套环焦眼镜片；

- 10 使用所述第三前模芯和该套后模芯以生成所述第三套环焦眼镜片；

使用所述第三前模芯和所述平面后模芯以生成半成品透镜；以及

对所述半成品透镜的后表面加工以生成所述第四套环焦眼镜片。

- 根据某些实施例，所述第一套环焦眼镜片具有第一屈光力为-2D 至 0D 的环焦眼镜片、所述第二套环焦眼镜片具有第一屈光力为-4D 至-2D 的环焦眼镜片、所述第三套环焦眼镜片具有第一屈光力为-6D 至-4D 的环焦眼镜片，所述第四套环焦眼镜片具有第一屈光力少于-6D 或散光度数小于-2D 的环焦眼镜片。

根据某些实施例，所述第一矫正区弯度为 401 弯至 600 弯、所述第二矫正区弯度为 201 弯至 400 弯、所述第三矫正区弯度为 50 弯至 200 弯。

- 20 根据某些实施例，该套后模芯具有 80 至 120 个后模芯。

根据某些实施例，半成品透镜的中心厚度为 2mm 至 20mm。

附图说明

图 1 为根据本发明实施例的环焦眼镜片的结构示意图；

- 25 图 2 为根据本发明实施例的环焦眼镜片的光学效果图；

图 3 为根据本发明实施例的自由曲面的母线的示意图；

图 4 为根据本发明实施例的矫正区和散光区的分布图；

图 5a 和图 5b 示出不同曲面的相接方法；

图 6 为根据本发明实施例的一种用于制造一系列的环焦眼镜片的方法的流程图；

5 图 7 为根据本发明实施例的模具的结构图；

图 8 为根据本发明实施例的前表面和后表面相互配合的示意图；以及

图 9 为根据本发明实施例的环焦眼镜片的实拍图。

具体实施方式

10 下面结合附图以及实施例说明本发明的具体实施方式。

本发明某些实施例公开一种用于控制近视加深的环焦眼镜片，其包括凸起的前表面、下凹的后表面、用于将光线成像于视网膜上的多个矫正区和用于将光线成像于视网膜前的多个散光区，前表面的光学中心和后表面的光学中心位于同一光轴上，所述矫正区具有第一屈光力，所述散光区具有第二屈光力，所述第二屈光力大于所述第一屈光力，所述矫正区和所述散光区在所述环焦眼镜片中交错排列。其中，所述前表面包括由多个第一曲面和多个第二曲面组成的自由曲面，所述多个第一曲面具有相同的曲率半径，所述多个第二曲面具有相同或不同的曲率半径，所述第一曲面的曲率半径大于所述第二曲面的曲率半径，所述第一曲面和所述第二曲面在自由曲面中交错相接，所述矫正区至少由所述第一曲面限定，所述散光区至少由所述第二曲面限定。并且其中，所述第一曲面和相邻的所述第二曲面以相切连续的方式或者过渡曲面的方式相接，在所述相切连续的方式中，所述第一曲面和相邻的所述第二曲面相切连续，就此第一曲面的端点与第二曲面的端点在相接点处重合，并且在所述相接点处第一曲面的切线与第二曲面的切线的斜率相同，以及将第一曲面的圆心与第二曲面的圆心相连的连线的延长线通过所述相接点，在所述过渡曲面的方式中，所述第一曲面和相邻的所述第二曲面之间设置有一个过渡曲面，所述过渡曲面的起点和终点分别与所述第一曲面的终点和相邻的所述第二曲面的起点相接，在

所述第一曲面和所述过渡曲面的相接点，所述第一曲面和所述过渡曲面的曲率方向和大小相同，在所述第二曲面和所述过渡曲面的相接点，所述第二曲面和所述过渡曲面的曲率方向和大小相同，所述过渡曲面上曲率连续变化。

5

根据某些实施例，从镜片中央沿径向往外，当前一曲面的屈光度减后一曲面的屈光度小于或等于阈值时，所述前一曲面和所述后一曲面以所述相切连续的方式相接，当所述前一曲面的屈光度减所述后一曲面的屈光度大于阈值时，所述前一曲面和所述后一曲面以所述过渡曲面的方式相接。

10 根据某些实施例所述阈值是 3.5D。

根据某些实施例，彼此相邻的第一曲面和第二曲面都以所述相切连续的方式相接。

根据某些实施例，所述自由曲面由母线沿所述光轴回转形成，所述母线由多条第一曲线和多条第二曲线组成，每条第一曲线具有所述第一曲面的曲率半径，每条第二曲线具有所述第二曲面的曲率半径，所述第一曲线和所述第二曲线在所述母线中交错相接，所述第一曲线回转形成所述第一曲面，所述第二曲线回转形成所述第二曲面。

15

根据某些实施例，多个第二曲面的曲率半径沿环焦眼镜片的径向不变或增加。

20 根据某些实施例，所述第二屈光力比所述第一屈光力大 0.5D 至 5D。

根据某些实施例，当所述第一屈光力为-2D 至 0D 中时，前表面的矫正区弯度为 401 弯至 600 弯。

根据某些实施例，当所述第一屈光力为-4D 至-2D 时，前表面的矫正区弯度为 201 弯至 400 弯。

25 根据某些实施例，当所述第一屈光力为-6D 至-4D 时，前表面的的矫正区弯度为 50 弯至 200 弯。

根据某些实施例，所述后表面为球面、偶次非球面或双锥面。

根据某些实施例，所述多个矫正区包括矫正中央区和多个矫正同心环，所述矫正中央区位于环焦眼镜片的中心，所述多个散光区包括多个散光同心环，所述矫正同心环与所述散光同心环交错排列。

根据某些实施例，矫正中央区的直径为 5mm 至 12mm，矫正同心环的宽度为 0.5mm 至 2mm，散光同心环的宽度为 0.5mm 至 2mm。

根据某些实施例，所述多个散光区具有 5-15 个散光同心环，所述多个矫正区包括 5-15 个矫正同心环。

根据某些实施例，环焦眼镜片的中心厚度为 1mm 至 3mm，环焦眼镜片的直径为 60mm 至 80mm。

图 1-5 示出根据本发明实施例的一种用于控制近视加深的无接缝的环焦眼镜片。如图 1-2 所示，环焦眼镜片 1 包括凸起的前表面 11 和下凹的后表面 12，多个矫正区 101 和多个散光区 102。前表面 11 的光学中心 111 和后表面 12 的光学中心 121 位于同一条光轴 10 上。前表面 11 是由多个曲面 131 和多个曲面 132 组成的自由曲面 13。曲面 131 具有曲率半径 R_A ，曲面 131 具有曲率半径 R_B ， R_A 大于 R_B ，曲面 131 和曲面 132 在自由曲面 13 中交错相接。后表面 12 可以是球面也可以是偶次非球面或双锥面。矫正区 101 用于为患者提供清晰视力，其将光线成像于视网膜 201 上，并具有矫正屈光不正的第一屈光力 X_1 。矫正区 101 至少由曲面 131 限定。散光区 102 用于提供光学离焦，其将光线成像于视网膜 201 前的位置 202，并具有散光的第二屈光力 X_2 。散光区 102 至少由曲面 132 限定。在本实施例， $X_2 = X_1 + m$ ， $m \in [0.5D, 5D]$ ， X_2 优选为 3.5D。矫正区 101 与散光区 102 在环焦眼镜片 1 中沿径向交错排列。

如图 3 所示，自由曲面 13 可用一条顺滑的曲线作为母线 14 沿光轴 10 回转形成。母线 14 由具有曲率半径 R_A 的多条曲线 141 和具有曲率半径 R_B 的多条曲线 142 组成。曲线 141 和曲线 142 在母线 14 中交错相接，曲线 141 回转形成曲面 131，曲线 142 回转形成曲面 132。根据某些实施例，曲线 142 的曲率半径 R_B 沿环焦眼镜片 1 的径向不变或增加。

如图 4 所示，多个矫正区 101 包括矫正中央区 101a、多个矫正同心环

101b 和矫正同心外环 101c。多个散光区 102 包括多个散光同心环 102a。根据本实施例，矫正中央区 101a 位于环焦眼镜片 1 的中心，为圆柱形并具有直径 D_1 ，其优选为 8mm。矫正同心环 101b 的宽度 W_1 优选为 1mm。环焦眼镜片 1 的直径 D_2 优选为 70mm。散光同心环 102a 的宽度 W_2 优选为 1mm。

- 5 多个散光区 102 优选包括 9 个散光同心环 102a。环焦眼镜片 1 的中心厚度优选为 1.5mm。

由于前表面 11 是由具有 R_a 的曲面 131 和 R_b 的曲面 132 组成的自由曲面 13，为了解决不同光焦度（即各环的曲率半径不同）的同心环相接时的接缝问题，环与环之间可以以相切连续的方式或者过渡曲面的方式相

10 接。

在所述相切连续的方式中，第 n 环（例如矫正同心环 101b）的曲面 131 的终点（即端点）与第 $n+1$ 环（例如散光同心环 102a）的曲面 132 的起点（即端点）在相接点处重合，且在相接点处曲面 131 和曲面 132 的切线的斜率相同，同时将曲面 131 和曲面 132 的圆心相连的连线的延长线通

15 过相接点。

在所述过渡曲面的方式中，第 n 环和第 $n+1$ 环之间设置有一个过渡曲面，所述过渡曲面的起点和终点分别与所述第 n 环的终点和相邻的所述第 $n+1$ 环的起点相接，在所述第一曲面和所述过渡曲面的相接点，所述第一曲面和所述过渡曲面的曲率方向和大小相同，在所述第二曲面和所述过渡

20 曲面的相接点，所述第二曲面和所述过渡曲面的曲率方向和大小相同，所述过渡曲面上曲率连续变化。

在实际应用中，可以根据需要选择上述相切连续方式和过渡曲面的方式来连接相邻的环（曲面）。例如，可以全部选择相切连续的方式，可以全部选择过渡曲面的方式，也可以根据相邻的环的曲面的屈光度的差值来

25 选择连接方式。

根据一个实施例，从镜片中央沿径向往外，当前一曲面 131 的屈光度减后一曲面 132 的屈光度小于或等于一阈值（例如 3.5D）时，环与环之间采用相切连续的方式连接，从而使第 n 环（例如矫正同心环 101b）的曲面 131 的终点（即端点）与第 $n+1$ 环（例如散光同心环 102a）的曲面 132 的

起点（即端点）在相接点处重合，且在相接点处曲面 131 和曲面 132 的切线的斜率相同，同时将曲面 131 和曲面 132 的圆心相连的连线的延长线通过相接点。如图 5a 所示，曲面 131 和曲面 132 相切连续，就此曲面 131 的端点 1311 与曲面 132 的端点 1321 在相接点 1331 处重合，并且在相接点 1331 处曲面 131 的切线 1312 与曲面 132 的切线 1322 的斜率相同，以及将曲面 131 的圆心 O_A 与曲面 132 的圆心 O_B 相连的连线 $O_A O_B$ ，134 的延长线 1341 通过相接点 1331，从而解决接缝问题。

从镜片中央沿径向往外，当前一曲面 131 的屈光度减后一曲面 132 的屈光度大于前述阈值（例如 3.5D）时，环与环之间采用曲率连续的方式连接，在第一曲面 131 和第二曲面 132 之间有一个过渡曲面 133。如图 5b 所示，第一曲面 131 的终点 1311 和过渡曲面 133 的起点重合，并在该点两者的曲率和方向都相同；同样，第二曲面 132 的起点 1321 和过渡曲面的终点 1332 重合，并在该点两者的曲率和方向都相同。在过渡曲面 133 上，曲率连续变化，从 R_A 变化为 R_B 。

进一步的面向制造，本发明提供了一种前后模互相配合形成不同矫正度数镜片的生产方式，该方式大大减少模芯数量从而降低生产成本。

本发明某些实施例公开一种用于制造一系列的所述环焦眼镜片的方法，所述系列的环焦眼镜片包括具有不同近视度和散光度的环焦眼镜片的第一套环焦眼镜片，具有不同近视度和散光度的环焦眼镜片的第二套环焦眼镜片，具有不同近视度和散光度的环焦眼镜片的第三套环焦眼镜片，以及具有不同近视度和散光度的环焦眼镜片的第四套环焦眼镜片，第一套环焦眼镜片的近视度数小于第二套环焦眼镜片的近视度数、第二套环焦眼镜片的近视度数小于第三套环焦眼镜片的近视度数、第三套环焦眼镜片的近视度数小于第四套环焦眼镜片的近视度数，所述方法包括：

提供用于生成具有第一矫正区弯度的前表面的第一前模芯；

提供用于生成具有第二矫正区弯度的前表面的第二前模芯，其中，所述第一矫正区弯度大于所述第二矫正区弯度；

提供用于生成具有第三矫正区弯度的前表面的第三前模芯，其中，所

述第二矫正区弯度大于所述第三矫正区弯度；

提供用于生成具有不同曲率半径的后表面的一套后模芯，其包括多个后模芯，每个后模芯用于生成具有相应的曲率半径的后表面；

提供用于生成为平面的后表面的平面后模芯；

- 5 使用所述第一前模芯和该套后模芯以生成所述第一套环焦眼镜片；
使用所述第二前模芯和该套后模芯以生成所述第二套环焦眼镜片；
使用所述第三前模芯和该套后模芯以生成所述第三套环焦眼镜片；
使用所述第三前模芯和所述平面后模芯以生成半成品透镜；以及
对所述半成品透镜的后表面加工以生成所述第四套环焦眼镜片。

- 10 根据某些实施例，所述第一套环焦眼镜片具有第一屈光力为-2D 至 0D 的环焦眼镜片、所述第二套环焦眼镜片具有第一屈光力为-4D 至-2D 的环焦眼镜片、所述第三套环焦眼镜片具有第一屈光力为-6D 至-4D 的环焦眼镜片，所述第四套环焦眼镜片具有第一屈光力少于-6D 或散光度数小于-2D 的环焦眼镜片。

- 15 根据某些实施例，所述第一矫正区弯度为 401 弯至 600 弯、所述第二矫正区弯度为 201 弯至 400 弯、所述第三矫正区弯度为 50 弯至 200 弯。

根据某些实施例，该套后模芯具有 80 至 120 个后模芯。

根据某些实施例，半成品透镜的中心厚度为 2mm 至 20mm。

- 图 6 为根据本发明实施例的一种用于制造一系列的环焦眼镜片的方法
20 的流程图。该系列的环焦眼镜片包括具有不同近视度和散光度的多套环焦眼镜片。当近视度数大于-6D 和散光度数大于-2D 时，根据步骤 S61，提供用于生成具有近视度为 0 至-2D 的第一套环焦眼镜片的第一前模芯、用于生成具有近视度为-2D 至-4D 的第二套环焦眼镜片的第二前模芯、用于生成具有近视度为-4D 至-6D 的第三套环焦眼镜片的第三前模芯，以及用于
25 生成具有不同曲率半径的后表面的一套后模芯。第一前模芯用于生成具有第一矫正区弯度的前表面，第二前模芯用于生成具有第二矫正区弯度的前表面，第三前模芯用于生成具有第三矫正区弯度的前表面，第一矫正区弯

度大于第二矫正区弯度，第二矫正区弯度大于第三矫正区弯度。该套后模芯包括多个后模芯，每个后模芯用于生成具有相应的曲率半径的后表面。

根据步骤 S62，使用第一前模芯和该套后模芯以生成第一套环焦眼镜片，使用第二前模芯和该套后模芯以生成第二套环焦眼镜片，以及使用第
5 三前模芯和该套后模芯以生成第三套环焦眼镜片。

当近视度数小于-6D 和散光度数小于-2D 时，根据步骤 S63，提供用于生成具有近视度数小于-6D 和散光度数小于-2D 的第四套环焦眼镜片的平面后模芯，其用于生成为平面的后表面。使用第三前模芯和平面后模芯以生成具有第三矫正区弯度的前表面和为平面的后表面的半成品透镜，以及
10 对半成品透镜的后表面加工以生成第四套环焦眼镜片。第一套环焦眼镜片、第二套环焦眼镜片、第三套环焦眼镜片和第四套环焦眼镜片中的环焦眼镜片在近视度和散光度上没有重叠。

图 7 为根据本发明实施例的模具 70 的结构图，该模具 70 包括前模芯 71 和后模芯 72。在本实施例中，如图 8 所示，当环焦眼镜片 1 的第一屈
15 光力 $X_1 \in [-2D, 0D]$ 时，前表面的矫正区弯度优选为 500 弯，所有近视度数和散光度数都由相配合的后表面 12 ($R_{c1}, R_{c2}, R_{c3}, \dots$) 完成。在本实施例中，矫正区弯度可通过以下经验公式计算：矫正区弯度 $= (0.532/R_A) \times 100$ ， R_A 的单位为米，但也可通过本领域的其它相关的公式计算。当 $X_1 \in [-4D, -2D]$ 时，矫正区弯度优选为 300 弯，所有近视度数和散光度数同样都由上述相
20 配合的后表面 12 ($R_{c1}, R_{c2}, R_{c3}, \dots$) 完成。当 $X_1 \in [-6D, -4D]$ 时，矫正区弯度优选为 100 弯，所有近视度数和散光度数也同样都由上述相配合的后表面 12 ($R_{c1}, R_{c2}, R_{c3}, \dots$) 完成。即整个眼镜片系列的模具包括三个用于生成三个不同自由曲面的前表面 11 的前模芯 61，和一套用于生成后表面 12 的后模芯 62，两者互相配合就可以完整地制造整个系列的大部分。因
25 为整套模具不需要每个度数都有一套独立的模芯，所以该方法大大减少了前后表面模芯的数量，降低了生产成本。

根据某些实施例，前表面的矫正区弯度为 500 弯，配合一个曲率半径为 104.5819 的后表面，就可以组成一个矫正区为平光的镜片，配合一个曲率半径为 82.6233 的后表面时，就可以组成一个矫正区为-1.5D 的近视

镜片。当前表面的矫正区弯度为 300 弯时，同样配合曲率半径为 104.5819 的后表面时，就可以组成一个矫正区为-2.25D 的近视镜片，配合一个曲率半径为 82.6233 的后表面时，就可以组成一个矫正区为-3.75D 的近视镜片；同理当前表面的矫正区弯度为 100 弯时，同样配合曲率半径为 104.5819 的后表面时，就可以组成一个矫正区为-4.5D 的近视镜片，配合一个曲率半径为 82.6233 的后表面时，就可以组成一个矫正区为-6D 的近视镜片。

当需要近视度数<-6D 或散光度数<-2D 时，使用 100 弯的做前模，后模用平面的，中心厚度优选 8mm，以做出具有 100 弯的矫正区弯度的前表面和为平面的后表面的半成品镜片，然后再对该半成品做二次加工以生成近视度数<-6D 或散光度数<-2D 的环焦眼镜片。这是由于该类镜片的需求较少，用模具生产不符合成本效益，半成品的方式可以减少模芯数量和库存，从而降低成本。

图 9 为根据本发明实施例的环焦眼镜片的实拍图，其可以清晰示出镜片表面无任何接缝。在灯光下镜片的投影，可以看到矫正区和散光区有明显不同的光焦度，这充分验证了本发明的正确性和可行性。

与现有技术相比，本发明具有以下显著的优点。

1. 本发明提供了用于控制近视加深的一种面向制造的无缝环焦眼镜片设计技术以及前表面的不同光焦度同心环相切连续设计，其外观与普通镜片一致无任何接缝，具有美观的外观。
2. 矫正区和散光区交错排列，减少由于光学离焦而产生的周边视觉剥离。
3. 该面向制造方法使用三个前模芯、一套后模芯和一个平面后模芯以制造一系列具有完整度数的镜片，这大大减少模芯数量和生产成本。
4. 优化的屈光力分布，不仅为患者提供清晰的视野，也最大化的保证患者可以接受到正向光学离焦讯号，抑制眼球拉长，改善视力。

虽然以上描述了本发明的具体实施方式，但是本领域的技术人员应当理解，这仅仅是举例说明，在不背离本发明的原理和实质的前提下，可以对这些实施的方式做出一些变更和修改，因此，本发明的保护范围由所附

的权利要求书限定。

权 利 要 求 书

1. 一种用于控制近视加深的环焦眼镜片，其包括凸起的前表面、下凹的后表面、用于将光线成像于视网膜上的多个矫正区和用于将光线成像于视网膜前的多个散光区，前表面的光学中心和后表面的光学中心位于同一光轴上，所述矫正区具有第一屈光力，所述散光区具有第二屈光力，所述第二屈光力大于所述第一屈光力，所述矫正区和所述散光区在所述环焦眼镜片中交错排列；

其中，所述前表面包括由多个第一曲面和多个第二曲面组成的自由曲面，所述多个第一曲面具有相同的曲率半径，所述多个第二曲面具有相同或不同的曲率半径，所述第一曲面的曲率半径大于所述第二曲面的曲率半径，所述第一曲面和所述第二曲面在自由曲面中交错相接，所述矫正区至少由所述第一曲面限定，所述散光区至少由所述第二曲面限定；

并且其中，所述第一曲面和相邻的所述第二曲面以相切连续的方式或者过渡曲面的方式相接，

- 15 在所述相切连续的方式中，所述第一曲面和相邻的所述第二曲面相切连续，就此第一曲面的端点与第二曲面的端点在相接点处重合，并且在所述相接点处第一曲面的切线与第二曲面的切线的斜率相同，以及将第一曲面的圆心与第二曲面的圆心相连的连线的延长线通过所述相接点，

20 在所述过渡曲面的方式中，所述第一曲面和相邻的所述第二曲面之间设置有一个过渡曲面，所述过渡曲面的起点和终点分别与所述第一曲面的终点和相邻的所述第二曲面的起点相接，在所述第一曲面和所述过渡曲面的相接点，所述第一曲面和所述过渡曲面的曲率方向和大小相同，在所述第二曲面和所述过渡曲面的相接点，所述第二曲面和所述过渡曲面的曲率方向和大小相同，所述过渡曲面上曲率连续变化。

- 25 2. 根据权利要求 1 所述的环焦眼镜片，其中，从镜片中央沿径向往外，当前一曲面的屈光度减后一曲面的屈光度小于或等于阈值时，所述前一面和所述后一面以所述相切连续的方式相接，当所述前一曲面的屈光度减所述后一曲面的屈光度大于阈值时，所述前一面和所述后一面以所

述过渡曲面的方式相接。

3. 根据权利要求1所述的环焦眼镜片，其中，所述阈值是3.5D。

4. 根据权利要求1所述的环焦眼镜片，其中，彼此相邻的第一曲面和第二曲面都以所述相切连续的方式相接。

5. 根据权利要求1-4中任何一项所述的环焦眼镜片，其中，所述自由曲面由母线沿所述光轴回转形成，所述母线由多条第一曲线和多条第二曲线组成，每条第一曲线具有所述第一曲面的曲率半径，每条第二曲线具有所述第二曲面的曲率半径，所述第一曲线和所述第二曲线在所述母线中交错相接，所述第一曲线回转形成所述第一曲面，所述第二曲线回转形成所述第二曲面。

6. 根据权利要求1-4中任何一项所述的环焦眼镜片，其中，多个第二曲面的曲率半径沿环焦眼镜片的径向不变或增加。

7. 根据权利要求1-4中任何一项所述的环焦眼镜片，其中，所述第二屈光力比所述第一屈光力大0.5D至5D。

8. 根据权利要求1-4中任何一项所述的环焦眼镜片，其中，当所述第一屈光力为-2D至0D中时，前表面的矫正区弯度为401弯至600弯。

9. 根据权利要求1-4中任何一项所述的环焦眼镜片，其中，当所述第一屈光力为-4D至-2D时，前表面的矫正区弯度为201弯至400弯。

10. 根据权利要求1-4中任何一项所述的环焦眼镜片，其中，当所述第一屈光力为-6D至-4D时，前表面的矫正区弯度为50弯至200弯。

11. 根据权利要求1-4中任何一项所述的环焦眼镜片，其中，所述后表面为球面、偶次非球面或双锥面。

12. 根据权利要求1-4中任何一项所述的环焦眼镜片，其中，所述多个矫正区包括矫正中央区和多个矫正同心环，所述矫正中央区位于环焦眼镜片的中心，所述多个散光区包括多个散光同心环，所述矫正同心环与所述散光同心环交错排列。

13. 根据权利要求12所述的环焦眼镜片，其中，矫正中央区的直径为

5mm至12mm, 矫正同心环的宽度为0.5mm至2mm, 散光同心环的宽度为0.5mm至2mm。

14. 根据权利要求12所述的环焦眼镜片, 其中, 所述多个散光区具有5-15个散光同心环, 所述多个矫正区包括5-15个矫正同心环。

5 15. 根据权利要求1-4中任何一项所述的环焦眼镜片, 其中, 环焦眼镜片的中心厚度为1mm至3mm, 环焦眼镜片的直径为60mm至80mm。

16. 一种用于制造一系列的根据权利要求1所述的环焦眼镜片的方法, 所述系列的环焦眼镜片包括具有不同近视度和散光度的环焦眼镜片的第一套环焦眼镜片, 具有不同近视度和散光度的环焦眼镜片的第二套环焦眼镜片, 具有不同近视度和散光度的环焦眼镜片的第三套环焦眼镜片, 以及具有不同近视度和散光度的环焦眼镜片的第四套环焦眼镜片, 第一套环焦眼镜片的近视度数小于第二套环焦眼镜片的近视度数、第二套环焦眼镜片的近视度数小于第三套环焦眼镜片的近视度数、第三套环焦眼镜片的近视度数小于第四套环焦眼镜片的近视度数, 所述方法包括:

15 提供用于生成具有第一矫正区弯度的前表面的第一前模芯;

提供用于生成具有第二矫正区弯度的前表面的第二前模芯, 其中, 所述第一矫正区弯度大于所述第二矫正区弯度;

提供用于生成具有第三矫正区弯度的前表面的第三前模芯, 其中, 所述第二矫正区弯度大于所述第三矫正区弯度;

20 提供用于生成具有不同曲率半径的后表面的一套后模芯, 其包括多个后模芯, 每个后模芯用于生成具有相应的曲率半径的后表面;

提供用于生成为平面的后表面的平面后模芯;

使用所述第一前模芯和该套后模芯以生成所述第一套环焦眼镜片;

使用所述第二前模芯和该套后模芯以生成所述第二套环焦眼镜片;

25 使用所述第三前模芯和该套后模芯以生成所述第三套环焦眼镜片;

使用所述第三前模芯和所述平面后模芯以生成半成品透镜; 以及

对所述半成品透镜的后表面加工以生成所述第四套环焦眼镜片。

17. 根据权利要求 16 所述的方法, 其中, 所述第一套环焦眼镜片具有第一屈光力为-2D 至 0D 的环焦眼镜片、所述第二套环焦眼镜片具有第一屈光力为-4D 至-2D 的环焦眼镜片、所述第三套环焦眼镜片具有第一屈光力为-6D 至-4D 的环焦眼镜片, 所述第四套环焦眼镜片具有第一屈光力少于
5 -6D 或散光度数小于-2D 的环焦眼镜片。
18. 根据权利要求 16 所述的方法, 其中, 所述第一矫正区弯度为 401 弯至 600 弯、所述第二矫正区弯度为 201 弯至 400 弯、所述第三矫正区弯度为 50 弯至 200 弯。
19. 根据权利要求 16 所述的方法, 其中, 该套后模芯具有 80 至 120 个
10 后模芯。
20. 根据权利要求 16 所述的方法, 其中, 半成品透镜的中心厚度为 2mm 至 20mm。