



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111443503 B

(45) 授权公告日 2022.07.15

(21) 申请号 202010402142.6

(22) 申请日 2017.07.19

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111443503 A

(43) 申请公布日 2020.07.24

(30) 优先权数据  
16180167.5 2016.07.19 EP

(62) 分案原申请数据  
201780057265.7 2017.07.19

(73) 专利权人 卡尔蔡司光学国际有限公司  
地址 德国阿伦

(72) 发明人 T.马佩斯 M.霍瑙尔 G.米歇尔斯  
T.格勒格

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
72001  
专利代理师 卢江 刘春元

(51) Int.Cl.

G02C 7/06 (2006.01)

G02C 7/02 (2006.01)

G02B 3/10 (2006.01)

B33Y 80/00 (2015.01)

B29D 11/00 (2006.01)

B29C 64/112 (2017.01)

B33Y 10/00 (2015.01)

(56) 对比文件

CN 101681028 A, 2010.03.24

JP 2003029216 A, 2003.01.29

JP 2004157487 A, 2004.06.03

JP H05313107 A, 1993.11.26

审查员 吴坤军

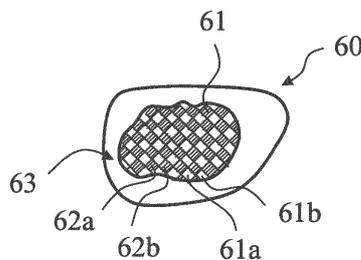
权利要求书3页 说明书18页 附图4页

(54) 发明名称

眼镜镜片及其生产方法

(57) 摘要

眼镜镜片及其生产方法。本发明涉及一种用于生产眼镜镜片的方法,具有以下步骤:增材制造第一体积元素组,其中该第一体积元素组包括多个第一体积元素,其被布置成几何网格的网格点的样式以形成第一部分网格,并且这些第一体积元素一起形成该眼镜镜片的第一部分,所述部分具有用于观察第一物距的屈光力;增材制造第二体积元素组,其中该第二体积元素组包括多个第二体积元素,其被布置成几何网格的网格点的样式以形成第二部分网格,并且这些第二体积元素一起形成该眼镜镜片的第二部分,所述第二部分具有用于观察不同于该第一物距的第二物距的屈光力。本发明的特征在于,在增材制造过程中第一部分网格和第二部分网格被布置成相交。



1. 一种眼镜镜片(60,70,80,90,102,110a,110b),包括

- 第一体积元素组,其中该第一体积元素组包括多个第一体积元素(1a,1b,⋯;11a,11b,⋯;51a,51b,⋯;61a,61b;71a,71b),其中这多个第一体积元素(1a,1b,⋯;11a,11b,⋯;51a,51b,⋯;61a,61b;71a,71b)被布置成以几何网格的网格点的方式形成第一部分网格,其中这些第一体积元素(1a,1b,⋯;11a,11b,⋯;51a,51b,⋯;61a,61b;71a,71b)一起形成该眼镜镜片(60,70,80,90,102,110a,110b)的第一部分,该眼镜镜片的所述第一部分具有用于观察第一物距( $d_1$ )的屈光力

- 第二体积元素组,其中该第二体积元素组包括多个第二体积元素(2a,2b,⋯;12a,12b,⋯;52a,52b,⋯;62a,62b;72a,72b),其中这多个第二体积元素(2a,2b,⋯;12a,12b,⋯;52a,52b,⋯;62a,62b;72a,72b)被布置成以几何网格的网格点的方式形成第二部分网格,其中这些第二体积元素(2a,2b,⋯;12a,12b,⋯;52a,52b,⋯;62a,62b;72a,72b)一起形成该眼镜镜片(60,70,80,90,110a,110b)的第二部分,该眼镜镜片的所述第二部分具有用于观察不同于该第一物距( $d_1$ )的第二物距( $d_2$ )的屈光力,其中

- 该第一部分网格和该第二部分网格被布置在彼此之中、各自穿透彼此,其中

(i) 这些第一体积元素(1a,1b,⋯;11a,11b,⋯;51a,51b,⋯;61a,61b;71a,71b)由第一材料构成,并且这些第二体积元素(2a,2b,⋯;12a,12b,⋯;52a,52b,⋯;62a,62b;72a,72b)由不同于该第一材料的第二材料构成,

其特征在于,

- 这些第一体积元素(1a,1b,⋯;11a,11b,⋯;51a,51b,⋯;61a,61b;71a,71b)中的一个第一体积元素与这些第二体积元素(2a,2b,⋯;12a,12b,⋯;52a,52b,⋯;62a,62b;72a,72b)中的邻接的一个第二体积元素之间的过渡通过彼此邻接的第一和第二体积元素(1a,1b,⋯;11a,11b,⋯;51a,51b,⋯;61a,61b;71a,71b;2a,2b,⋯;12a,12b,⋯;52a,52b,⋯;62a,62b;72a,72b)的材料的逐渐变化来实现。

2. 如权利要求1所述的眼镜镜片(60,70,80,90,102,110a,110b),其特征在于,这些第一体积元素(1a,1b,⋯;11a,11b,⋯;51a,51b,⋯;61a,61b;71a,71b)由第一材料构成,并且这些第二体积元素(2a,2b,⋯;12a,12b,⋯;52a,52b,⋯;62a,62b;72a,72b)由不同于该第一材料的第二材料构成。

3. 如权利要求2所述的眼镜镜片(60,70,80,90,102,110a,110b),其特征在于,该第一材料具有第一折射率,并且该第二材料具有不同于该第一折射率的第二折射率。

4. 如权利要求1所述的眼镜镜片(60,70,80,90,102,110a,110b),其特征在于,这些第一体积元素(51a,51b,51i,51t,51u)各自具有第一表面元素(54c),并且这些第二体积元素(52a,52b,52c,52t,52u)各自具有第二表面元素(53c),并且这些第一表面元素(54c)中的相应一个第一表面元素和这些第二表面元素(53c)中的相应一个第二表面元素被布置成彼此成角度,这些相应第一表面元素和第二表面元素彼此邻接。

5. 如权利要求2所述的眼镜镜片(60,70,80,90,102,110a,110b),其特征在于,这些第一体积元素(51a,51b,51i,51t,51u)各自具有第一表面元素(54c),并且这些第二体积元素(52a,52b,52c,52t,52u)各自具有第二表面元素(53c),并且这些第一表面元素(54c)中的相应一个第一表面元素和这些第二表面元素(53c)中的相应一个第二表面元素被布置成彼此成角度,这些相应第一表面元素和第二表面元素彼此邻接。

6. 如权利要求1所述的眼镜镜片(60,102,110a,110b),其特征在于,该第一部分网格被构造成二维的,和/或该第二部分网格被构造成二维的。

7. 如权利要求2所述的眼镜镜片(60,102,110a,110b),其特征在于,该第一部分网格被构造成二维的,和/或该第二部分网格被构造成二维的。

8. 如权利要求3所述的眼镜镜片(60,102,110a,110b),其特征在于,该第一部分网格被构造成二维的,和/或该第二部分网格被构造成二维的。

9. 如权利要求4所述的眼镜镜片(60,102,110a,110b),其特征在于,该第一部分网格被构造成二维的,和/或该第二部分网格被构造成二维的。

10. 如权利要求1所述的眼镜镜片(70,80,90),其特征在于,该第一部分网格被构造成三维的,并且该第二部分网格被构造成三维的。

11. 如权利要求2所述的眼镜镜片(70,80,90),其特征在于,该第一部分网格被构造成三维的,并且该第二部分网格被构造成三维的。

12. 如权利要求3所述的眼镜镜片(70,80,90),其特征在于,该第一部分网格被构造成三维的,并且该第二部分网格被构造成三维的。

13. 如权利要求4所述的眼镜镜片(70,80,90),其特征在于,该第一部分网格被构造成三维的,并且该第二部分网格被构造成三维的。

14. 如权利要求1至13中任一项所述的眼镜镜片(60,70,80,90,102,110a,110b),其特征在于,该第一物距( $d_1$ )与该第二物距( $d_2$ )相差大于来自10 cm、15 cm、20 cm、30 cm或50 cm的组中的某个值。

15. 如权利要求1至13中任一项所述的眼镜镜片(60,80,90,102,110a,110b),其特征在于,该第一体积元素组和该第二体积元素组被布置在载体(85,95,105,66a,66b)的表面上。

16. 如权利要求15所述的眼镜镜片(60,80,90,102,110a,110b),其特征在于,

- 该载体(85)具有物体侧球面或复曲面或自由形式表面,并且,该第一体积元素组和该第二体积元素组被布置在的表面是该载体(85)的眼侧表面,或

- 该载体(95,105)具有眼侧球面或复曲面或自由形式表面,并且该第一体积元素组和该第二体积元素组被布置在的表面(104)是该载体(95,105)的物体侧表面,或

- 该第一体积元素组和该第二体积元素组被布置在的表面是该载体的眼侧和/或物体侧表面。

17. 如权利要求5所述的眼镜镜片(60,80,90,102,110a,110b),其特征在于,该载体(85,95,105,66a,66b)具有折射率梯度。

18. 如权利要求1至13中任一项所述的眼镜镜片(60,70,80,90,102,110a,110b),其特征在于,在该第一体积元素组和该第二体积元素组上布置了涂层(106,106a,107,108)。

19. 如权利要求1至13中任一项所述的眼镜镜片(60,70,80,90,102,110a,110b),其特征在于,这些第一体积元素(1a,1b,⋯;11a,11b,⋯;51a,51b,⋯;61a,61b;71a,71b)各自具有在 $1000 \mu\text{m}^3$ 与 $1 \text{mm}^3$ 之间的体积,和/或这些第二体积元素(2a,2b,⋯;12a,12b,⋯;52a,52b,⋯;62a,62b;72a,72b)各自具有在 $1000 \mu\text{m}^3$ 与 $1 \text{mm}^3$ 之间的体积。

20. 如权利要求19所述的眼镜镜片(60,70,80,90,102,110a,110b),其特征在于,

- 这些第一体积元素(1a,1b,⋯;11a,11b,⋯;51a,51b,⋯;61a,61b;71a,71b)各自具有在 $100 \mu\text{m}^2$ 与 $1 \text{mm}^2$ 之间的物体侧表面,和/或这些第二体积元素(2a,2b,⋯;12a,

12b, …; 52a, 52b, …; 62a, 62b; 72a, 72b) 各自具有在  $100 \mu\text{m}^2$  与  $1 \text{mm}^2$  之间的物体侧表面, 和/或

- 这些第一体积元素 (1a, 1b, …; 11a, 11b, …; 51a, 51b, …; 61a, 61b; 71a, 71b) 各自具有在  $100 \mu\text{m}^2$  与  $1 \text{mm}^2$  之间的眼侧表面, 和/或这些第二体积元素 (2a, 2b, …; 12a, 12b, …; 52a, 52b, …; 62a, 62b; 72a, 72b) 各自具有在  $100 \mu\text{m}^2$  与  $1 \text{mm}^2$  之间的眼侧表面。

## 眼镜镜片及其生产方法

[0001] 本申请是申请日为2017年7月19日、申请号为 201780057265.7、国际申请号为 PCT/EP2017/068241、发明名称为“眼镜镜片及其生产方法”的专利申请的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及根据专利权利要求3至5的前序部分所述的眼镜镜片、以及根据专利权利要求1的前序部分所述的用于生产眼镜镜片的方法。

### 背景技术

[0003] 在来自现有技术的许多变化中已知了眼镜镜片。存在没有标称屈光力的眼镜镜片、以及矫正眼镜镜片,也就是说具有屈光力的眼镜镜片。屈光力是眼镜镜片的聚焦和棱镜度的统称。

[0004] 在矫正眼镜镜片的情况下,单光眼镜镜片与多焦点眼镜镜片之间存在不同。单光眼镜镜片是设计中仅存在一种屈光力的眼镜镜片。多焦点眼镜镜片是设计中存在具有不同聚焦度的两个或更多个明显不同的部分的眼镜镜片。尤其重视双焦点眼镜镜片(即,包括通常用于视远和视近的两个部分的多焦点眼镜镜片)、以及变焦点眼镜镜片(即,包括至少一个渐进表面以及在眼镜的配戴者向下看时具有递增(正)焦度的眼镜镜片)。递减眼镜镜片是不常见的,即包括至少一个渐进表面以及在眼镜的配戴者向下看时具有递减焦度(即,焦度衰减)的眼镜镜片。

[0005] 必须通过眼镜镜片获得何种形状以便获得期望的光学矫正是由其材料决定性地确定的。在此,最重要的参数是材料的折射率。虽然眼镜片过去主要是由无机玻璃(具体为冕牌玻璃(阿贝数  $> 55$ )和火石玻璃(阿贝数  $< 50$ ))生产出的,但由许多有机材料制成的眼镜镜片同时已经变得可用。尤其以商品名CR 39、MR 8、MR 7、CR 330和MR 174提供了有机眼镜镜片的这种基础材料。在公布的说明书EP 2692941 A1中也发现了一系列这种基础材料。其他材料在其针对有机眼镜镜片的适用性方面被不断地测试和开发。下表1阐明了一系列已知基础材料的特征变量和参考变量:

[0006] 表1:用于生产眼镜镜片的基础材料

商品名	基础材料	平均折射率 $n_e$	阿贝数 $v_e$
CR 39 CR 330 CR 607 CR 630	聚烯丙基二甘醇碳酸酯	1.500	56
Trivex	聚脲/聚氨酯	1.530	45
PC	聚碳酸酯	1.590	29
MR 6	聚硫氨酯	1.598	
MR 8	聚硫氨酯	1.598	41
MR 7	聚硫氨酯	1.664	32
MR 10	聚硫氨酯	1.666	32
MR 174	聚环硫化物	1.738	32
	矿物 1.5	1.525	58
	矿物 1.6	1.604	44

[0007] 目前,如在例如文献DE 30 07 572 C2、US 6,103,148 A或JP 2008 191186 A中所描述的,大量具有球面的、旋转对称非球面的或渐进式前表面的有机眼镜镜片半成品或眼镜镜片成品在具有前表面形状壳和后表面形状壳的原型中以大规模生产来铸造从而在工艺中形成空腔,所述前表面形状壳和后表面形状壳借助于密封环彼此间隔开。这适用于商品名为MR 7、MR 8、MR 10和CR 39、CR 607、CR 630等的基础材料。商品名为MR 7、MR 8和MR 10的基础材料是由日本三井化学公司(Mitsui Chemicals)出售的聚硫氨酯。在此,缩写“MR”代表三井树脂。CR 39或哥伦比亚树脂(Columbia Resin)39是由匹兹堡玻璃板工业(PPG工业)公司选择的品牌名,以所述品牌出售了材料:聚二甘醇双烯丙基碳酸酯或聚烯丙基二甘醇碳酸酯(缩写:PADC)。这是热固性聚合物材料。CR 607和CR 630也是由PPG生产的。

[0009] 由聚碳酸酯制成的眼镜镜片的半成品或成品通常是借助于注塑模制技术以金属形式生产的。例如,在EP 0955147 A1中对此生产方法进行了描述。半成品应理解为是指眼镜镜片毛坯,其表面已经完成了处理并且在进一步的生产步骤中不再对其表面的形式进行更改。通常,半成品的相反表面通过材料烧蚀方法获得其最终形式。成品是眼镜镜片毛坯,其中两个表面均已经获得了它们的最终形式。

[0010] 无机眼镜镜片通常是通过毛坯的基于机器的机械研磨机加工生产的。

[0011] 上述半成品或成品经常经受一个或多个精加工工艺。具体地,将功能层施加于一侧或两侧。这种功能层是为眼镜镜片配备预先确定的特性的层,这些特性对于眼镜配戴者是有利的并且眼镜镜片仅基于基础材料或载体材料的特性将不会具有所述特性,在所述基础材料或载体材料上在需要时施加并形成功能层。除了光学特性(比如减反射涂层、镀银、光偏振、着色、自着色等)之外,这种有利的特性还包括机械特性(比如硬化、降低灰尘粘附性或减少起水汽等)和/或电气特性(比如屏蔽电磁辐射、传导电流等)和/或其他物理或化学特性。功能性涂层的实例例如从文献WO 10/109154 A1、WO 01/55752 A1和DE 10 2008 041 869 A1中收集。

[0012] 特别订购的处方眼镜镜片(即,具体地,光学特性不以可预先选择的方式至少部分地被标准化的、而是关于其在眼镜镜片上的尺寸和/或布置以适应使用者的方式被单独地计算并制造的个体化单光镜片和多焦点镜片并且特别是变焦或渐进式镜片)通过机械的(特别是变形和/或研磨)方法形成其最终形式。在此,外部形式可以具有圆形、椭圆形或任意的实施例,在后一情况下描述了所谓的自由形式。

[0013] 目前,在为此而设计的处方制造场所(所谓的Rx实验室(Rx是处方的缩写))由半成品通过减材制造方法(德文缩写为HF)来生产高品质的具有适应个体的屈光力的眼镜镜片。成品由两个光学表面限定,这两个光学表面根据强度或屈光力、材料和规定而具有变化的相互间距。由于通常使用的自由形式制造方法,这两个光学表面是连续的。在聚合物镜片的情况下,在铸造过程中必须已经在前面引入了该规则的例外,即在双焦点和三焦点镜片的情况下嵌入的视近区域。还存在具有在背面上以突出方式形成的视近区域的相应眼镜镜片。

[0014] 在具有多个强度或光焦度的当前眼镜镜片中,即在双焦点镜片、三焦点镜片和多焦点镜片、特别是变焦点镜片的情况下,视近区域和视远区域在空间上彼此分离。特别地,如果眼镜配戴者希望在视近区域中、但在头部前方的高处进行观看或者视远区域中透过眼镜下部进行观看,这总是令人烦恼的。

[0015] 在设计自由度方面,眼镜架的当前市场非常依赖于其生产者可以提供的眼镜镜片的形式和尺寸。决定了仍然可以制造出眼镜镜片(因为它配合在半成品内)还是不可以眼镜镜片(情况可能如此)的半成品直径和厚度特别具有决定性。在此,由于省去了在预定外壳模具中铸造半成品,因此可以显著扩大常规大规模生产的限制。

[0016] 在目前大规模生产的眼镜镜片的情况下,折射率是均匀的并且与位置无关而是恒定的,因此眼镜镜片的厚度朝向边缘(在近视或近视眼患者的情况下)或在显著矫正的情况下朝向中心(在远视或远视眼患者的情况下)显著增加。从美观的观点来看,这是没有吸引力的,特别是在第一种情况下,因为大的边缘厚度是惹眼的。

[0017] 大规模生产的眼镜镜片的以下固有特性(甚至在高品质产品中也存在)被认为是令人烦恼的:

[0018] 1. 视近区域和视远区域的大空间间隔

[0019] 2. 根据马哈茂德定理(Minkwitz's theorem),在变焦点镜片中从视远区域到视近区域的平滑过渡的情况下,不可避免地发生朝向边缘的像散畸变。

[0020] 3. 只有用显著的支出才能实现的不连续的或不连续可微分的光学表面。

[0021] 4. 在非渐进式多焦点镜片的情况下,比如在双焦点或三焦点镜片的情况下,在主镜片和子片之间的可见的美观上没有吸引力的边缘。

[0022] 5. 在具有强屈光力的眼镜镜片的情况下的可见的不美观的大边缘厚度;特别地,在近视的人的情况下,高棱镜值导致眼镜镜片的边缘较厚。

[0023] 6. 在眼镜镜片前表面和/或眼镜架的被认为是美观的形式处方的情况下,与矫正眼镜的可生产性有关的限制;鉴于外部形式,由于制造方法和镜架的形状,当前的眼镜镜片受到非常显著的限制,并且由此导致相应小的设计自由度。在目前存在的限制因素的范围内,比如Nike Vaporwing Elite等产品实际上不能被生产为具有光焦度、而只能被生产0 dpt太阳镜。

[0024] 鉴于上述被认为是麻烦的特性,现有技术披露了用于改进眼镜镜片的不同方法。特别是在这样的背景下已知了,所谓的数字制造器尤其为几乎任何结构提供了制造选择,所述结构用常规研磨方法是难以实现的或只能困难地实现。在数字制造器机器类别中,3D打印机代表增材(即,累积)构建制造器的最重要子类别。最重要的3D打印技术是针对金属的选择性激光熔化(SLM)和电子束熔化、针对聚合物、陶瓷和金属的选择性激光烧结(SLS)、

针对液体人造树脂的立体光刻(SLA)和数字光加工、以及针对塑料、尤其是人造树脂的多喷射(multi jet)或聚合物喷射(poly jet)造型(例如,喷墨打印机)和熔融沉积造型(FDM)。下面概述了用于借助于增材方法来生产透射光学单元的几种方法。

[0025] DE 10 2009 008 997 A1提出了由多个小型化元件构成的光导结构,从参考物开始到多个部分具有不同折光力的眼镜镜片。每个元件由多个由透光或透明材料制成的微滴构成,所述微滴沉积在具有平面界定表面的基材上,并且所述微滴的近似半球形拱形从基材突出。这些微滴具有不同的直径,使得具有多个微滴的每个元件形成小型化的部分棱镜或部分镜片或任何其他特定的光学单元。此外,可以从该文献中找到用于在透光或透明基材上生产光导结构的方法。将透明或半透明的打印油墨通过喷墨打印以微滴形式施加到基材上。在此,为了生产小型化光导元件的目的,施加相同和不同尺寸的微滴,其中一起形成比如棱镜或镜片的光导结构的多个这样的元件被彼此相邻地施加。

[0026] WO 2010/091888 A1还描述了一种光学元件、及其制造方法,其中借助于3D打印方法、即尤其使用“按需滴落”喷墨打印机(DOD喷墨打印机)将光导结构、特别是光学校镜施加于透明基材上。还陈述了,DE 10 2005 039 113 A1已经描述了借助于微喷射打印方法在基材上施加柱面微镜片。举例来说,在WO 2014/108364 A1中提出了硅酮、硅酮与丙烯酸的混合物、环氧改性的阳离子UV可固化硅酮)作为用于生产光学元件的打印材料。

[0027] 从单光眼镜镜片成品开始,EP 2 878 989 A1提出借助于3D打印方法生产渐进式眼镜镜片。

[0028] WO 2015/014381 A1描述了使用增材制造工艺,例如立体光刻(SLA)、喷墨打印、选择性激光烧结(SLS)、选择性激光熔化(SLM)、或熔融沉积造型(FDM)来生产透明眼科镜片。该文献描述了通过将体积元素(体素)在某个方向上以预定的布置以 $0.1\ \mu\text{m}$ 与 $500\ \mu\text{m}$ 之间的范围串联在一起来生产这种镜片,这些体积元素形成三维网格,所述预定的布置例如可以被定义在CAD(计算机辅助设计)文件中。每个体积元素(体素)由具有至少一种聚合物或预聚物或单体的组合物构成。在每种情况下通过形成化学或机械结合来建立体积元素(体素)之间的连通性。作为合适的聚合物,该文献指明了聚烯烃(比如环烯烃聚合物)、聚丙烯酸酯(比如聚(甲基)丙烯酸甲酯)、聚(甲基)丙烯酸酯、聚(甲基)丙烯酸乙酯、聚(甲基)丙烯酸丁酯、聚(甲基)丙烯酸异丁酯、聚酯、聚酰胺、聚硅氧烷、聚酰亚胺、聚氨酯、聚硫氨酯、聚碳酸酯、聚烯丙基化合物、多硫化物、聚乙烯基化合物、聚亚芳基化合物、多氧化物、和聚砜、及其共混物。作为合适的单体或预聚物,该文献指明了烯属化合物、丙烯酸类化合物、环氧树脂、有机酸、羧酸、苯乙烯、异氰酸酯、醇、降冰片烯、硫醇、胺类、酰胺、酸酐、烯丙基类化合物、硅酮、乙烯基酯、乙烯基醚、乙烯基卤化物、以及环硫化物。单体或预聚物可以是可热固化的或以辐射引起的方式可固化的。光引发剂和可选的共光引发剂可以用于辐射引起的固化。

[0029] H.-J. Trost等人,Proc. 2001 Ann. Mtg. ASPE,10-15 2001年11月(ASPE, Raleigh,NC 2001)第533-536页提出了借助于按需滴喷(drop-on-demand,DOD)技术例如生产具有折射率梯度的眼镜镜片,即所谓的GRIN(梯度折射率)眼镜镜片。这种技术是喷墨打印方法,其中墨滴是通过喷嘴以计量方式施加的。通过使用不同的光学墨材料来实现所需的折射率变化。在打印之后,所施加的光学墨材料通过热或UV光进行固化。该文献给出了生产具有径向和/或轴向折射率梯度的镜片的选择。

[0030] WO 2015/102938 A1也描述了借助于3D打印方法由体积元素(体素)来生产镜片。将具有不同介质材料的层堆叠,并以这种方式生产GRIN光学单元。

[0031] 此外,WO 2014/179780 A1描述了通过3D打印来生产GRIN光学单元,用于生产具有极小色散的光学GRIN结构。通过改变有机基质中的纳米颗粒浓度来产生折射率梯度。作为这些纳米颗粒的可能材料,有ZnS、ZrO<sub>2</sub>、ZnO、BeO、AlN、TiO<sub>2</sub>、SiO<sub>2</sub>。根据该文献中的说明书,有机基质可以由以下各项构成:例如二丙烯酸二(乙二醇)酯、二丙烯酸新戊二醇酯、二丙烯酸己二醇酯、双酚A酚醛清漆环氧树脂(SU8)、甲基丙烯酸-2-羟乙酯(HEMA)、聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、苯乙烯、和聚[(2,3,4,4,5,5-六氟四氢咪喃-2,3-二基)(1,1,2,2-四氟乙烯)](CYTOP)。

[0032] 尽管可以使用各种方法来生产满足许多人的美学感知需求的眼镜镜片,但仍需要进一步改进。

[0033] JP 2004 157487 A描述了一种由多组微透镜组装而成的双焦点镜片。每组微透镜具有固定焦点或固定折射率。借助于液晶装置可以在这多组微透镜之间切换。

[0034] JP 2003 029216 A描述了阅读用眼镜。这些阅读用眼镜的眼镜镜片的后表面在视近部分中、并且可选地在位于视近部分和视远部分之间的中间区域中具有局部曲率变化。存在多组相似弯曲的六边形后表面段,这些段彼此嵌套地布置。每个组提供不同的焦距。

[0035] JP H05 313 107 A描述了一种由杆制成的接触镜片,该杆由一束纤维构成。存在多组纤维。一组中的所有纤维具有相同的折射率。不同组的纤维在折射率方面不同。成品接触镜片中的微透镜从每根纤维中出现。由于生产过程,接触镜片由多组微透镜构成,这些微透镜彼此嵌套地布置。由于组内的均匀折射率,每个微透镜组提供一个焦平面,所述焦平面不同于每个其他组的焦平面。

## 发明内容

[0036] 本发明的目的在于提供一种用于生产眼镜镜片的方法,在该眼镜镜片中,常规眼镜镜片的至少一个被认为是麻烦的上述因素得到改善。

[0037] 本发明的目的还在于提供一种眼镜镜片,在该眼镜镜片中,常规眼镜镜片的至少一个被认为是麻烦的上述因素得到改善。

[0038] 该方法相关的目的通过具有权利要求1的特征的用于生产眼镜镜片的方法实现。该产品相关的目的通过选择性地具有专利权利要求3至5中任一项所述的特征的眼镜镜片实现。本发明的有利的实施例和发展是从属权利要求的主题。

[0039] 根据本发明的所有变体的共同之处在于,相应的眼镜镜片包括至少两个体积元素组,即:包括多个第一体积元素的第一体积元素组,其中该多个第一体积元素被布置成几何网格的网格点的样式以形成第一部分网格,并且其中这些第一体积元素一起形成该眼镜镜片的第一部分,该眼镜镜片的所述第一部分具有用于观察第一物距的屈光力。进一步,该眼镜镜片包括第二体积元素组,该第二体积元素组相应地包括多个第二体积元素,其中该多个第二体积元素被布置成几何网格的网格点的样式以形成第二部分网格,并且其中这些第二体积元素一起形成该眼镜镜片的第二部分,该眼镜镜片的所述第二部分具有用于观察不同于该第一物距的第二物距的屈光力。在根据本发明的眼镜镜片的所有变体中,该第一部分网格和第二部分网格被布置在彼此之中(例如,移位或偏离)、各自穿透彼此。

[0040] 在几何中,网格是由一组网格单元构成的空间区域的完整且无重叠的分区。这些网格单元是由一组(虚构的或想象的)网格点限定的,这些网格点通过一组(虚构的或想象的)网格线互连。

[0041] 第一和第二部分网格穿透彼此是指,第一部分网格和第二部分网格一起具有共同的而整体不重合的空间。在本发明的范围内,以穿透方式在彼此中移位是指以例如锌共混物结构的方式的布置,该结构可以被描述为放置在彼此中的两个立方体心部分格的组合,这些部分格被布置成相对于彼此移位了1/4的空间对角线。另外,还应该包括(单层)层格,这些层格相对于彼此移位了位于层表面中的矢量的某个尺寸。第一和第二这两个部分网格也不需要具有相同的形式。而是,决定性的是,第一和第二这两个部分网格对于观察不同物距没有提供屈光力的大的空间间隔。

[0042] 提供观察第一物距的屈光力的眼镜镜片第一部分可以对应于例如常规眼镜镜片的视近区域,提供用于观察第二物距的屈光力的眼镜镜片第二部分可以对应于视远区域。相应地,根据本发明的第一和第二部分网格的布置提供了三维结构,其中视远和视近区域本身是虚拟地彼此嵌套的。当然,第一物距也可以是通常的眼睛与屏幕距离,并且第二物距可以是常规的阅读距离。这种眼镜镜片适用于办公室工作等。

[0043] 相应地,眼镜镜片的第一部分和第二部分表示眼镜镜片的重合表面区域,眼镜配戴者在预期用途的情况下透过该表面区域进行查看。这些区域的典型表面尺寸在 $0.3\text{ cm}^2$ 与 $7\text{ cm}^2$ 之间、优选在 $0.5\text{ cm}^2$ 与 $6\text{ cm}^2$ 之间、更优选在 $0.8\text{ cm}^2$ 与 $5\text{ cm}^2$ 之间、最后甚至更优选在 $1\text{ cm}^2$ 与 $4\text{ cm}^2$ 之间。

[0044] 在适当的实施例的情况下,眼镜镜片的不同之处可以在于

[0045] -不存在可见的双焦点或三焦点区域

[0046] -不需要变焦眼镜的渐进通道,因此与之相关的所有个性化参数都被淘汰(渐进通道长度、内移量、镜架形状、变焦曲线、图像像差分布的平衡,这在常规变焦点镜片的情况下是不可避免的)

[0047] -下加光(两个焦点之间的差异)保持不变,其中焦点的数量仅受不同的、单独设置的体素(第一、第二和可选的其他体积元素组)的数量的限制

[0048] -尤其以下参数可以保持不变:顶点距离(德语缩写为HSA)、前倾角和镜圈面部弧度,如果需要的话。

[0049] 不变是指,在以与根据现有技术的常规眼镜镜片的情况完全相同的方式设计根据本发明的眼镜镜片时,考虑比如下加光、顶点距离、前倾角和镜圈面部弧度等这些参数。

[0050] 除了在变焦点镜片和多焦点镜片领域中的这些明显的应用之外,所描述的实施例还提供了用于减少单光镜片的美观问题的方法。为此,能够不再仅通过考虑具有恒定折射率的光学表面的相对位置来引入光学矫正,现有技术的上述类型的常规眼镜镜片就是那种情况。

[0051] 根据本发明的体积元素组是借助于增材制造方法生产的。确切地,根据本发明的用于生产眼镜镜片的方法包括以下步骤:

[0052] - 增材制造第一体积元素组,其中该第一体积元素组包括多个第一体积元素,其中这多个第一体积元素被布置成几何网格的网格点的样式以形成第一部分网格,其中这些第一体积元素一起形成该眼镜镜片的第一部分,该眼镜镜片的所述第一部分具有用于观察

### 第一物距的屈光力

[0053] - 增材制造第二体积元素组,其中该第二体积元素组包括多个第二体积元素,其中这多个第二体积元素被布置成几何网格的网格点的样式以形成第二部分网格,其中这些第二体积元素一起形成该眼镜镜片的第二部分,该眼镜镜片的所述第二部分具有用于观察不同于该第一物距的第二物距的屈光力。

[0054] 根据本发明,该方法的特征在于,在该增材制造过程中,该第一部分网格和该第二部分网格被布置在彼此之中(例如,移位或偏移)、各自穿透彼此。

[0055] 增材制造第一体积元素组以及增材制造第二体积元素组的方法步骤不需要首先完成第一体积元素组然后完成第二体积元素组。而是,可以首先增材地生产该第一体积元素组的一个或多个体积元素、之后进而生产该第二体积元素组的一个或多个体积元素、然后再次生产该第一体积元素组的一个或多个体积元素等等,直到在根据本发明的布置中以与在彼此之中以穿透方式移位的两个部分网格相对应的方式完成这两个体积元素组。

[0056] 增材制造(AM)或增材制造方法是用于快速且有成本效益地制造模型、图案、原型、工具和最终产品的、以前通常称为快速原型制造的方法的综合标签。这种制造是直接基于计算机内部数据模型由无形(例如,液体,粉末等)或中性形式(带状、线状)材料通过化学和/或物理过程实施的。尽管这些是一次成形方法,但是对于特殊产品而言,不需要存储了工件的相应几何形状的特殊工具(例如,模具)。当前的现有技术由VDI Statusreport AM 2014传授。2016年7月13日检索到的<https://3druck.com/grundkurs-3d-drucker/teil-2-uebersicht-der-aktuellen-3d-druckverfahren-462146/>提供了当前3D打印方法的综述。

[0057] 发现多喷射造型或多喷射打印的方法特别合适。例如,在URL <https://de.wikipedia.org/wiki/>中描述了该方法。在2016年7月13日分别检索了Multi\_Jet\_Modeling,URL <http://www.materialise.de/3d-druck/polyjet>或URL <http://www.stratasys.com/de/3d-drucker/technologies/polyjet-technology>。多喷射是一种强大的3D打印技术,通过该技术可以生产平滑的精确的部件、原型和生产辅助件。由于具有微观层分辨率和高达0.1 mm的准确度,因此可以从每种技术可用的最全面的材料谱中生产薄壁和复杂的几何形状。多喷射3D打印机的操作与喷墨打印机类似。然而,多喷射3D打印机不是将墨滴喷射到纸上,而是将由可交联的液体光聚合物制成的层喷到施工平台上。该方法比较简单:在第一准备步骤中,制备软件基于3D CAD文件自动计算光聚合物和支撑材料的放置(即,仅在3D打印期间用于定位和支撑光聚合物直到后者被固化的材料)。在实际生产过程中,3D打印机喷射液态光聚合物微滴、并且通过紫外光立即交联这些微滴。因此,在施工平台上累积精细的层,由此产生一个或多个精确3D模型或3D零件。如果必须支持悬垂或复杂的形式,3D打印机喷射可去除的支撑材料。使用者可以手动地用水或在溶剂浴中轻松地去除支撑材料。优选地,可以直接从3D打印机加工和使用模型和部件,而不必进行后硬化。

[0058] Stratasys (Objet) Eden 260 V 3D打印机适用于根据本发明的应用。以上在说明书的引言部分中提及的材料,特别是在文献WO 2014/179780 A1和WO 2015/014381 A1中指出的材料适用于根据本发明的方法。举例来说,适合于第一和第二体积元素的聚合物是聚烯烃(比如环烯烃聚合物)、聚丙烯酸酯(比如聚(甲基)丙烯酸甲酯)、聚(甲基)丙烯酸酯、聚(甲基)丙烯酸乙酯、聚(甲基)丙烯酸丁酯、聚(甲基)丙烯酸异丁酯、聚酯、聚酰胺、聚硅氧

烷、聚酰亚胺、聚氨酯、聚硫氨酯、聚碳酸酯、聚烯丙基化合物、多硫化物、聚乙烯基化合物、聚亚芳基化合物、多氧化物、和聚砜、及其共混物。烯属化合物、丙烯酸类化合物、环氧化物、有机酸、羧酸、苯乙烯、异氰酸酯、醇、降冰片烯、硫醇、胺类、酰胺、酸酐、烯丙基类化合物、硅酮、乙烯基酯、乙烯基醚、乙烯基卤化物、以及环硫化物可以被认为是适合用于生产第一和第二体积元素的打印材料的单体或预聚物。单体或预聚物可以是可热固化的或以辐射引起的方式可固化的。光引发剂和可选的共光引发剂可以用于辐射引起的固化。

[0059] 如上所述,第一和第二体积元素也可以由添加了纳米颗粒的有机基质构成。有机基质可以由以下各项构成:例如二丙烯酸二(乙二醇)酯、二丙烯酸新戊二醇酯、二丙烯酸己二醇酯、双酚A酚醛清漆环氧树脂(SU8)、甲基丙烯酸-2-羟乙酯(HEMA)、聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、苯乙烯、和聚[(2,3,4,4,5,5-六氟四氢咪喃-2,3-二基)(1,1,2,2-四氟乙烯)](CYTOP)。

[0060] 纳米颗粒的可能材料是例如:ZnS、ZrO<sub>2</sub>、ZnO、BeO、AlN、TiO<sub>2</sub>和SiO<sub>2</sub>。

[0061] 通过根据本发明的用于生产眼镜镜片的这样的方法,完全解决了开篇所介绍的方法特定问题。

[0062] 用这些词语可以提及:本发明不仅限于两个部分网格的穿透性布置。而是,也可以为相应的不同物距实现多于两个部分网格。然而,发现有利的是将不同的部分网格的数量限制为不超过5、优选地不超过四或者不超过3,因为否则人脑不允许聚焦感知、或者仅困难地允许聚焦感知。

[0063] 上述产品相关的问题可通过以下指明的变体之一解决:起始产品始终是具有下述特征的眼镜镜片:

[0064] 根据本发明的眼镜镜片包括第一体积元素组,该第一体积元素组包括多个第一体积元素,其中这多个第一体积元素被布置成几何网格的网格点的样式以形成第一部分网格,其中这些第一体积元素一起形成该眼镜镜片的第一部分,该眼镜镜片的所述第一部分具有用于观察第一物距的屈光力。进一步,该眼镜镜片包括第二体积元素组,该第二体积元素组相应地包括多个第二体积元素,其中该多个第二体积元素被布置成几何网格的网格点的样式以形成第二部分网格,并且其中这些第二体积元素一起形成该眼镜镜片的第二部分,该眼镜镜片的所述第二部分具有用于观察不同于该第一物距的第二物距的屈光力。该第一部分网格和该第二部分网格被布置在彼此之中(例如,移位或偏移)、各自穿透彼此。

[0065] 本发明的第一变体在于:该第一部分网格具有三维实施例,并且该第二部分网格具有三维实施例。由于这两个部分网格的三维设计,将存在随着第一部分与第二部分之间的层数而增加的相互作用,所述相互作用旨在被设计用于清晰观察不同物距。下面结合与图4有关的描述来解释细节。然而,原则上实现的是,光在穿过眼镜镜片的通路上不仅在前表面和后表面处被折射两次、而且在这些部分网格之间的每个界面处被反复折射,但是在每种情况下都是以较小的角度。因此,能够优化为使用者个别地定制的眼镜镜片的光路。在此,光路可以在局部水平上受到影响,并且在常规系统中保持紧密相连的相对大的光束可以被分离成较小的光束并且更精确地被控制。

[0066] 本发明的第二变体出自以下配置:

[0067] (i) 这些第一体积元素由第一材料构成并且这些第二体积元素由不同于该第一材料的第二材料构成。

[0068] 根据本发明提供了：第一体积元素中的一个第一体积元素和第二体积元素中的邻接的一个第二体积元素之间的过渡是通过邻接的第一和第二体积元素的材料的变化来实现的。通常，从一个焦点到下一个焦点的变化在本发明的这个变体中是逐渐的。在说明书的最后四部分中总结了进一步的细节。然而，原则上实现的是，在该实施例中，可以进一步减少光学有效表面中的其余边缘，并且因此在美观性方面获得了进一步的改进。另外，体积元素组之间的逐渐变化使体积元素组之间的各个界面处的杂散光的形成减少。计算这些单独的体积元素组并设定相应的折射率与离散过渡情况相比复杂得多，因此更多的计算能力必须可供用于该设计。

[0069] 通常，包括布置平滑用硬涂层。平滑用硬涂层应理解为是指减少眼镜镜片基材的表面粗糙度和表面结构的层。

[0070] 利用这种平滑用硬涂层，眼镜镜片优选具有  $< 10$  nm的表面粗糙度Ra。进一步优选地，眼镜镜片在所有光学表面上的表面粗糙度Ra分别在1.0 nm至8.0 nm的范围内、特别优选在3.0 nm至7.0 nm的范围内、非常特别优选在4.0 nm至6.0 nm的范围内。表面粗糙度Ra的上述值分别与眼镜镜片的前表面和后表面有关。与完成的眼镜镜片相关的表面粗糙度Ra优选地通过白光干涉测量法、优选使用NewView 7100(翟柯(Zygo)公司)设备来确定。

[0071] 平滑用硬涂层的组成可以含有至少一种硅烷衍生物  $(R^4O)Si(OR^1)(OR^2)(OR^3)$ ，其中 $R^1$ 、 $R^2$ 、 $R^3$ 、 $R^4$ 可以彼此相同或不同、被取代或未被取代，并且 $R^1$ 、 $R^2$ 、 $R^3$ 、 $R^4$ 可以选自烷基、酰基、亚烷基酰基、环烷基、芳基和亚烷基芳基构成的组。替代性地或另外，平滑用硬涂层的组成可以含有至少一种硅烷衍生物  $R^6R^7_{3-n}Si(OR^5)_n$ ，其中 $R^5$ 可以选自构烷基、酰基、亚烷基酰基、环烷基、芳基和亚烷基芳基构成的组， $R^5$ 可以被取代或未被取代， $R^6$ 是包括环氧基团的有机基团， $R^7$ 可以选自自由烷基、环烷基、芳基和链烯基芳基构成的组， $R^7$ 可以被取代或未被取代。这种平滑用硬涂层的其他实例可以在EP 2 578 649 A1、DE 10 2005 059 485 A1和EP 2 385 086 A1中找到。原则上，这使得由不同体积元素构成的结构对于观察者从外部来看不显眼或不太明显，同时眼镜镜片具有耐划伤性。如果光学系统是基于具有尖锐边缘的参数和在第二变体中描述的跳跃变化，则该变体的美观的平滑特性是特别重要的。进一步的点在于改善了被涂覆表面的可清洁性，因为存在更少的可能积聚污垢的沟槽。与未涂覆的变体相比，在施加印章图形(定心十字、测量圆等)的范围内产生了进一步的优点，这些印章图形可选地可以通过移印或喷墨打印方法进一步打印到眼镜镜片表面上。

[0072] 本发明的第三变体的特征在于，第一体积元素组和第二体积元素组被布置在具有(空间)折射率梯度的载体表面上。如在说明书的引言部分中所描述的，折射率梯度提供了生产本体的期望屈光力的可能性，该屈光力几乎不依赖于其几何形状。这允许眼镜镜片整体上具有与使用具有空间恒定折射率的载体相比更薄的实施例。在布置了第一体积元素组和第二体积元素的区域中，载体的厚度优选地在0.1与5 mm之间、进一步优选地在0.5与3 mm之间、最优选地在1与2 mm之间。

[0073] 开篇提出的生产相关的问题通过上述三个变体中的各个变体全部解决了。

[0074] 下面描述的本发明的变体也可以以任何方式组合，如下面以示例性方式详细说明的。

[0075] 原则上，第一和第二体积元素可以由相同的材料构成。然后，通过各个第一和第二体积元素的相应表面几何形状和/或各个第一和第二体积元素相对于彼此的相对位置和对

齐、和/或包括第一和第二两个部分网格的网格的外部几何形状来确定或设定用于在不同物距处的清晰视觉的不同屈光力。首先,术语“表面几何形状”包括表面积和表面形式二者,特别是相应体积元素的表面的局部曲率。

[0076] 根据以上作出的解释,替代性地可能的是,第一体积元素由第一材料构成并且这些第二体积元素由不同于该第一材料的第二材料构成。然而,可以不仅通过各个第一和第二体积元素的相应表面几何形状和/或各个第一和第二体积元素相对于彼此的相对位置和对齐、和/或包括第一和第二两个部分网格的网格的外部几何形状,而且还通过相应的第一和第二体积元素的不同光折射特性,来确定或设定用于在不同物距处的清晰视觉的不同屈光力。特别是当第一材料具有第一折射率并且第二材料具有不同于第一折射率的第二折射率时,不仅这些体积元素的光学有效表面的取向起作用,而且其屈光力也起作用。与常规眼镜镜片相比,在很大程度上消除或至少显著减少了成形在美感方面的限制。增材制造方法的使用,特别是多喷射或聚合物喷射打印/造型的使用允许以很少的花费实现不连续的和/或不连续可微分的光学表面。例如,视近区域和视远区域(通常:第一物距范围和第二物距范围)的大空间间隔被省去,并且与此相关地,没有了在常规类型变焦点镜片的情况下朝向边缘发生的像散畸变。

[0077] 如果使用具有不同折射率的材料来实现第一和第二体积元素,则能够通过将第一和第二体积元素布置成使得这些体积元素一起产生光滑的、可选地甚至平面的表面,当根据本发明的眼镜镜片或具有该眼镜镜片的眼镜按预期被使用时,该表面在物体的方向上对齐(即,可选地设有涂层,形成眼镜镜片的前表面)和/或在眼睛的方向上对齐(即,可选地设有涂层,形成眼镜镜片的后表面),从而产生针对不同物距的屈光力。相比之下,如果使用具有相同折射率的材料或者为了实现第一和第二体积元素而甚至使用相同的材料,则第一和第二体积元素的表面将在两个不同体积元素彼此相邻的位置处相对于彼此具有不同的取向,以便获得根据本发明的特性,从而提供针对不同物距的区域的宏观空间统一。特别地,在这种情况下,本发明的特征可以在于,这些第一体积元素各自具有第一表面元素,并且这些第二体积元素各自具有第二表面元素,并且这些第一表面元素中的相应一个第一表面元素和这些第二表面元素中的与之邻接的相应一个第二表面元素被布置成彼此成角度。

[0078] 总而言之,第一体积元素与第二体积元素之间的过渡可以通过相邻的体积元素的彼此邻接的相应表面元素的材料跳跃变化和/或取向的跳跃式变化以不连续的方式实现。

[0079] 作为替代方案,第一体积元素与相邻的第二体积元素之间的过渡也可以以逐渐或平滑的方式实现,具有与常规变焦点镜片中的渐进通道类似的特性。这可以通过相邻的体积元素的相应光学表面的材料的逐渐变化和/或取向的逐渐变化来相应地实现。

[0080] 第一部分网格可以具有二维实施例。作为替代方案或补充,第二部分网格可以具有二维实施例。在本申请的范围内,(部分)网格的二维实施例应理解是指单层的层网格。换句话说,形成(部分)网格的所有体积元素应位于平面中。在两个部分网格都具有二维实施例的情况下,包括第一部分网格和第二部分网格的网格再一次形成二维网格,即,如果这两个部分网格在上述平面中相对于彼此移位。举例来说,这两个部分网格可以以棋盘状结构的形式存在,其中棋盘的浅色方块被想象成对应于第一部分网格的第一体积元素,并且棋盘的深色方块被想象成对应于第二体积元素。

[0081] 即使第一部分网格和第二部分网格都具有二维实施例,这些也不必在布置有这些体积元素的平面中相对于彼此移位。这两个部分网格在仅垂直于该平面对齐的方向上并且在任何空间方向上相对于彼此的位移都是可能的。

[0082] 第一部分网格还可以具有三维实施例。作为替代方案或补充,该第二部分网格也可以具有三维实施例。再一次,这两个部分网格可以在任何空间方向上相对于彼此移位。特别是在三维实施例的情况下,针对这两个不同物距的焦点将与每个层相互影响。换句话说,在部分网格的三维设计的情况下,将存在随着第一部分与第二部分之间的层数而增加的相互作用,所述相互作用旨在被设计用于清晰观察不同物距。下面结合与图4有关的描述来解释细节。

[0083] 例如,第一物距可以与第二物距相差超过5 cm或超过10 cm或超过15 cm或超过20 cm或超过30 cm或甚至超过50 cm。换言之,在每种情况下设计包括第一和第二体积元素的部分所针对的焦平面彼此间隔开上述值。眼镜配戴者能够沿着相同的观察方向清晰看到布置在这些焦平面中的物体。借助于根据本发明的类型的眼镜镜片,不需要如传统多焦点镜片所需的视线改变。

[0084] 原则上可能的是,眼镜镜片仅由第一和第二体积元素组构成、或者仅由第一和第二体元件组形成。还可能的是,存在与第一和第二体积元素组相对应的类型的一个或多个进一步的体积元素组,并且眼镜镜片仅由这些不同类型的体积元素组构成,这些体积元素组各自形成眼镜镜片的一部分,这些部分提供用于观察相同或不同物距的屈光力。根据本发明的眼镜镜片的特别有利的实施例的特征在于,第一体积元素组和第二体积元素组布置在载体的表面上。举例来说,载体可以借助于比如铸造等方法、或研磨方法由毛坯来生产。然而,本发明还提供了,根据本发明的方法任选地特征在于以下方法步骤

[0085] - 增材制造带有表面的载体,该第一体积元素组和该第二体积元素组被布置在该表面上。

[0086] 举例来说,该载体可以具有物体侧球面或复曲面或自由形式表面,并且,该第一体积元素组和该第二体积元素组被布置在的表面可以是该载体的眼侧表面。替代性地,该载体还可以具有眼侧球面或复曲面或自由形式表面,并且该第一体积元素组和该第二体积元素组被布置在的表面可以是该载体的物体侧表面。在上述两个变体中,眼镜镜片的整体效果由该球面或复曲面或旋转对称的非球面或自由形式表面的屈光力、以及第一和第二体积元素组的体积元素的光折射特性构成。

[0087] 最后,还可能的是,第一体积元素组和第二体积元素组被布置在的表面是该载体的眼侧和/或物体侧表面。然后,眼镜镜片的整体效果基本上由第一和第二体积元素组的体积元素的光折射特性构成。

[0088] 此外可能的是,该载体可以具有折射率梯度。如在说明书的引言部分中所描述的,折射率梯度提供了生产本体的期望屈光力的可能性,该屈光力几乎不依赖于其几何形状。

[0089] 此外,在第一体积元素组和第二体积元素组上可以布置涂层。特别地,在说明书的引言部分中提到的所有功能层结构都作为涂层进行讨论。具体地,应提及影响或改变眼镜镜片的光学特性(比如减反射涂层、镀银、光偏振、着色、自着色等)、以及机械特性(比如硬化、降低灰尘粘附性或减少起水汽等)、和/或电气特性(比如屏蔽电磁辐射、传导电流等)和/或其他物理或化学特性的那些涂层。

[0090] 最后,还可能的是,第一体积元素组和第二体积元素组也被实施为埋入结构。一方面,这大大简化了随后的硬涂层或减反射涂层(例如,可以使用传统的平滑用硬涂层系统),并且另一方面,彼此邻接的体积元素的表面上的不连续性或弯曲或跳跃没有形成随后在完成的眼镜镜片表面上收集污垢的空腔。埋入结构应理解为是指嵌入基材材料中。

[0091] 根据本发明的眼镜镜片的上述屈光力可以通过各自具有在 $1000\ \mu\text{m}^3$ 与 $1\ \text{mm}^3$ 之间的体积的第一体积元素和/或通过各自具有在 $1000\ \mu\text{m}^3$ 与 $1\ \text{mm}^3$ 之间的体积的第二体积元素获得。体积元素的最小可能体积由生产方法预先确定,例如在多喷射或聚合物喷射造型的情况下由微滴尺寸预先确定,并且例如在SLA方法中由激光的焦点尺寸预先确定。

[0092] 举例来说,第一体积元素可以各自具有在 $100\ \mu\text{m}^2$ 与 $1\ \text{mm}^2$ 之间的物体侧表面和/或第二体积元素可以各自具有在 $100\ \mu\text{m}^2$ 与 $1\ \text{mm}^2$ 之间的物体侧表面。作为替代方案或补充,第一体积元素可以各自具有在 $100\ \mu\text{m}^2$ 与 $1\ \text{mm}^2$ 之间的眼侧表面和/或第二体积元素可以各自具有在 $100\ \mu\text{m}^2$ 与 $1\ \text{mm}^2$ 之间的眼侧表面。

[0093] 形成第一部分的第一体积元素的数量优选地在 $50$ 与 $10^9$ 之间,进一步优选地在 $100$ 与 $10^8$ 之间,最后进一步优选地在 $200$ 与 $10^7$ 之间,最后甚至更优选地在 $500$ 与 $10^6$ 之间。

[0094] 形成第二部分的第二体积元素的数量优选地在 $50$ 与 $10^9$ 之间,进一步优选地在 $100$ 与 $10^8$ 之间,最后进一步优选地在 $200$ 与 $10^7$ 之间,最后甚至更优选地在 $500$ 与 $10^6$ 之间。

[0095] 优选地,第一体积元素的数量和第二体积元素的数量在相同的数量级。这意味着第一体积元素的数量和第二体积元素的数量彼此之间的偏差不超过 $10$ 倍,优选不超过 $8$ 倍,进一步优选不超过 $5$ 倍,最后进一步优选不超过 $2$ 倍。

[0096] 根据本发明的技术方案具有以下优点,特别是在考虑到上述有利实施例和本发明构思的发展时:

[0097] 除了在变焦点和多焦点镜片领域中的上述应用以及减少美观问题的同样上述方法之外,特别是在单光镜片的情况下,还可以不选择纯粹基于梯度光学器件的系统(参见前述公开物WO 2015/102938 A1和WO 2014/179780 A1),其中平面镜片或甚至物理平面片被生成成为眼镜镜片。从光学活性表面与基材材料中的折射率梯度的有利组合中产生了非常好的结果。如果折射率朝向眼镜镜片的边缘增大,则可以在矫正近视眼睛缺陷时减小眼镜镜片的边缘厚度。如果使用塑料,则最大折射率升高是 $1.48$ 到 $1.80$ ,其中由于基础化学物质的必要改变,可实现性是困难的。矿物玻璃提供了进一步的增大可能性。

[0098] 鉴于眼镜镜片的设计,提高了对当前技术的各种限制。考虑到曲率,提高对具有受限的递送范围的球面的或非球面旋转对称的前表面的限制是特别有利的。当使用在此描述的技术时,可以实现任何的曲率和曲率变化,对镜片的光焦度有或没有影响。如果需要,可以通过折射率的变化来补偿曲率的变化。

[0099] 进一步的有利特性是由于限制了可用半成品的直径而提高了眼镜镜片的尺寸限制。与半成品的情况不同,半成品由于生产原因被限制为直径约 $80$ 至 $90\ \text{mm}$ ,3D打印机的施工空间的最大尺寸(已经显著超过其并且可以有利地大于 $200 \times 200 \times 200\ \text{mm}$ )代表生产极限。如果利用这个体积,则可以一件式打印整个眼镜、护罩等。

## 附图说明

[0100] 下文将参照附图更详细地描述本发明。在附图中:

[0101] 图1 示出了由第一和第二体积元素组的体积元素形成的两个部分网格的布置的第一示例性实施例,这些部分网格以穿透方式在彼此中移位。

[0102] 图2 示出了由第一、第二、第三和第四体积元素组的体积元素形成的四个部分网格的布置的示例性实施例,这些部分网格以穿透方式在彼此中移位。

[0103] 图3 示出了由第一和第二体积元素组的体积元素形成的两个部分网格的布置的第二示例性实施例,这些部分网格以穿透方式在彼此中移位。

[0104] 图4 示出了由第一和第二体积元素组的体积元素形成的两个部分网格的布置的第三示例性实施例,这些部分网格以穿透方式在彼此中移位。

[0105] 图5 示出了由第一和第二体积元素组的体积元素形成的两个部分网格的布置的第四示例性实施例,这些部分网格以穿透方式在彼此中移位

[0106] a) 这些体积元素的布置

[0107] b) 第一和第二体积元素各自的放大图示。

[0108] 图6 以物体侧的平面图示出了根据本发明的眼镜镜片的第一示例性实施例(示意性草图)。

[0109] 图7 示出了根据本发明的眼镜镜片的第二示例性实施例的截面(示意性草图)。

[0110] 图8 示出了根据本发明的眼镜镜片的第三示例性实施例(示意性草图)。

[0111] 图9 示出了根据本发明的眼镜镜片的第四示例性实施例的截面(示意性草图)。

[0112] 图10示出了根据本发明的眼镜镜片的第五示例性实施例(示意性草图)。

[0113] 图11示出了具有根据本发明的眼镜镜片的眼镜的示例性实施例。

## 具体实施方式

[0114] 上面给出了解释,根据本发明的眼镜镜片包括至少两个体积元素组。这两个体积元素组(在下文称为第一和第二体积元素组)各自包括多个相应的体积元素。第一体积元素组的体积元素在下文被称为第一体积元素;第二体积元素组的体积元素在下文被称为第二体积元素。

[0115] 这些第一体积元素被布置成几何网格的网格点的样式并且形成第一部分网格。第一体积元素组的体积元素一起形成眼镜镜片的第一部分。它们一起限定了眼镜镜片的区域,眼镜配戴者在预期用途的情况下透过该区域注视,所述区域具有用于观察第一物距的屈光力。

[0116] 这些第二体积元素同样被布置成几何网格的网格点的样式并且自身一起形成第二部分网格。第二体积元素组的体积元素一起形成眼镜镜片的第二部分。它们一起限定了眼镜镜片的区域,眼镜配戴者在预期用途的情况下透过该区域注视,所述区域具有用于观察第二物距的屈光力,第二物距与第一部分网格所设定的上述第一物距有偏差,所述第一部分网格由第一体积元素组的体积元素形成。

[0117] 第一部分网格和第二部分网格被布置成在彼此之中移位、各自穿透彼此。结果,由分别由不同体积元素形成并且针对不同物距设计的两个部分网格限定的眼镜镜片区域在宏观水平上几何重合。这会在下文基于附图再次阐明。

[0118] 图1示出了由第一和第二体积元素组的体积元素形成的两个部分网格的布置的第一示例性实施例,所述体积元素以穿透方式在彼此中移位。在本示例性实施例中,第一部分

网格由立方体体积元素1a、1b、1c … 1t、1u构成,这些体积元素布置成类似于棋盘的白色区域。在本示例性实施例中,第二部分网格由立方体体积元素2a、2b、2c … 2t、2u构成,这些体积元素布置成类似于棋盘的黑色区域。每个立方体体积元素1a、1b、1c … 1t、1u、2a、2b、2c … 2t、2u占据相同的空间量,边缘长度为 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 。边缘长度 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 通常位于10  $\mu\text{m}$ 与1 mm之间的范围内。立方体体积元素1a、1b、1c … 1t、1u、2a、2b、2c … 2t、2u的体积则在1000  $\mu\text{m}^3$ 与1  $\text{mm}^3$ 之间的范围内。

[0119] 在本示例性实施例中,基于立方体体积元素1a、1b、1c … 1t、1u的第一部分网格和基于立方体体积元素2a、2b、2c … 2t、2u的第二部分网格具有相同的实施例。从几何的角度来看,这两个部分网格在片材排的方向上相对于彼此偏移了边缘长度 $a_1$ 。替代性地,也可以说这两个部分网格在垂直于片材排方向的方向上相对于彼此偏移了边缘长度 $a_2$ 。在这个示例性实施例中,这两个部分网格位于一个平面中。在当前情况下,让图1中可见的表面3是在基于图1中所示结构的眼镜镜片的预期用途的情况下面向物体的表面。因此,在该情况下在图1中不可见的表面4是在眼镜镜片的预期用途的情况下面向眼镜配戴者的眼睛的表面。考虑到上述尺寸规格,单一体积元素1a、1b、1c … 1t、1u、2a、2b、2c … 2t、2u的物体侧面(在各自情况下在本示例性实施例中表示平面表面)在100  $\mu\text{m}^2$ 与1  $\text{mm}^2$ 之间。

[0120] 由第一部分网格限定的眼镜镜片部分在本示例性实施例中由立方体体积元素1a、1b、1c … 1t、1u的全部体积确定。换句话说,由第一部分网格限定的眼镜镜片区域(其被设计用于观察第一物距并且在预期用途的情况下眼镜配戴者透过该区域注视以便清晰看到布置在该距离处的物体)在本示例性实施例中由立方体体积元素1a、1b、1c … 1t、1u的全部物体侧面(和眼侧)表面确定。根据本发明,这个表面区域应在0.3  $\text{cm}^2$ 与7  $\text{cm}^2$ 之间、优选在0.5  $\text{cm}^2$ 与6  $\text{cm}^2$ 之间、进一步优选在0.8  $\text{cm}^2$ 与5  $\text{cm}^2$ 之间、最后甚至更优选在1  $\text{cm}^2$ 与4  $\text{cm}^2$ 之间。

[0121] 由第二部分网格限定的眼镜镜片部分在本示例性实施例中由立方体体积元素2a、2b、2c … 2t、2u的全部体积确定。换句话说,由第二部分网格限定的眼镜镜片区域(其被设计用于观察第二物距并且在预期用途的情况下眼镜配戴者透过该区域注视以清晰看到布置在该距离处的物体)在本示例性实施例中由立方体体积元素2a、2b、2c … 2t、2u的全部物体侧面(和眼侧)表面确定。根据本发明,这个表面区域应在0.3  $\text{cm}^2$ 与7  $\text{cm}^2$ 之间、优选在0.5  $\text{cm}^2$ 与6  $\text{cm}^2$ 之间、进一步优选在0.8  $\text{cm}^2$ 与5  $\text{cm}^2$ 之间、最后甚至更优选在1  $\text{cm}^2$ 与4  $\text{cm}^2$ 之间。

[0122] 从宏观的观点来看,由第一部分网格限定的表面区域和由第二部分网格限定的表面区域重合,并且因此在针对第一物距设计的眼镜镜片部分与针对第二物距设计的眼镜镜片部分之间没有大的间隔。与为老花眼配戴者设计的常规类型的双焦点或变焦点镜片相比,从宏观的观点来看,视近部分和视远部分重合。

[0123] 举例来说,W0 2015/102938 A1详细描述了如何生产这种网格结构。因此,配备有一个或多个处理器的3D打印机接收CAD模型,该模型具有在本示例性实施例中包括多个体积元素的单层的数据。因此,该数据包含:例如上文指明的第一体积元素1a、1b、1c … 1t、1u应由具有第一介电常数的第一材料制造的信息,该第一材料对应于第一打印机墨;以及上文指明的第二体积元素2a、2b、2c … 2t、2u应由具有第二介电常数的第二材料制成的信息,该第二材料对应于第二打印机墨。根据该数据,3D打印机的这个或这些处理器计算应放

置相应打印机墨的相应位置、温度和/或UV光要求以及固化所放置的打印机墨的相应时间，以便生成相应的体积元素1a、1b、1c … 1t、1u、2a、2b、2c … 2t、2u。

[0124] 图2示出了以穿透方式在彼此中移位的部分网格的体积元素的布置的另外一示例性实施例。在这个示例性实施例中，整个网格由四个部分网格形成。这四个部分网格包括第一、第二、第三和第四体积元素组的体积元素。基于六边形体积元素11a、11b、11c、11d的第一部分网格、基于六边形体积元素12a、12b、12c、12d的第二部分网格、基于六边形体积元素13a、13b的第三部分网格、以及基于六边形体积元素14a、14b的第四部分网格在本示例性实施例中具有相同的实施例。六边形体积元素11a、11b、11c、11d、12a、12b、12c、12d、13a、13b、14a、14b的体积在 $1000 \mu\text{m}^3$ 与 $1 \text{mm}^3$ 之间的范围内。

[0125] 由第一部分网格限定的眼镜镜片部分在本示例性实施例中由体积元素11a、11b、11c、11d的全部体积确定。换句话说，由第一部分网格限定的眼镜镜片区域(其被设计用于观察第一物距并且在预期用途的情况下眼镜配戴者透过该区域注视以清晰看到布置在该距离处的物体)在本示例性实施例中由体积元素11a、11b、11c、11d的全部物体侧(和眼侧)表面确定。根据本发明，这个表面区域应在 $0.3 \text{cm}^2$ 与 $7 \text{cm}^2$ 之间、优选在 $0.5 \text{cm}^2$ 与 $6 \text{cm}^2$ 之间、进一步优选在 $0.8 \text{cm}^2$ 与 $5 \text{cm}^2$ 之间、最后甚至更优选在 $1 \text{cm}^2$ 与 $4 \text{cm}^2$ 之间。

[0126] 由第二部分网格限定的眼镜镜片部分在本示例性实施例中由体积元素12a、12b、12c、12d的全部体积确定。换句话说，由第二部分网格限定的眼镜镜片区域(其被设计用于观察第二物距并且在预期用途的情况下眼镜配戴者透过该区域注视以清晰看到布置在该距离处的物体)在本示例性实施例中由体积元素12a、12b、12c、12d的全部物体侧(和眼侧)表面确定。根据本发明，这个表面区域应在 $0.3 \text{cm}^2$ 与 $7 \text{cm}^2$ 之间、优选在 $0.5 \text{cm}^2$ 与 $6 \text{cm}^2$ 之间、进一步优选在 $0.8 \text{cm}^2$ 与 $5 \text{cm}^2$ 之间、最后甚至更优选在 $1 \text{cm}^2$ 与 $4 \text{cm}^2$ 之间。

[0127] 由第三部分网格限定的眼镜镜片部分在本示例性实施例中由体积元素13a、13b的全部体积确定。换句话说，由第三部分网格限定的眼镜镜片区域(其被设计用于观察第三物距并且在预期用途的情况下眼镜配戴者透过该区域注视以清晰看到布置在该距离处的物体的情况下)在本示例性实施例中由体积元素13a、13b的全部物体侧(和眼侧)表面确定。根据本发明，这个表面区域应在 $0.3 \text{cm}^2$ 与 $7 \text{cm}^2$ 之间、优选在 $0.5 \text{cm}^2$ 与 $6 \text{cm}^2$ 之间、进一步优选在 $0.8 \text{cm}^2$ 与 $5 \text{cm}^2$ 之间、最后甚至更优选在 $1 \text{cm}^2$ 与 $4 \text{cm}^2$ 之间。

[0128] 由第四部分网格限定的眼镜镜片部分在本示例性实施例中由体积元素14a、14b的全部体积确定。换句话说，由第四部分网格限定的眼镜镜片区域(其被设计用于观察第四物距并且在预期用途的情况下眼镜配戴者透过该区域注视以清晰看到布置在该距离处的物体)在本示例性实施例中由体积元素14a、14b的全部物体侧(和眼侧)表面确定。根据本发明，这个表面区域应在 $0.3 \text{cm}^2$ 与 $7 \text{cm}^2$ 之间、优选在 $0.5 \text{cm}^2$ 与 $6 \text{cm}^2$ 之间、进一步优选在 $0.8 \text{cm}^2$ 与 $5 \text{cm}^2$ 之间、最后甚至更优选在 $1 \text{cm}^2$ 与 $4 \text{cm}^2$ 之间。

[0129] 从宏观的角度来看，由第一部分网格限定的表面区域、由第二部分网格限定的表面区域、由第三部分网格限定的表面区域、以及由第四部分网格限定的表面区域重合，因此在针对第一物距设计的眼镜镜片部分、针对第二物距设计的眼镜镜片部分、针对第三物距设计的眼镜镜片部分、与针对第四物距设计的眼镜镜片部分之间没有大的间隔。

[0130] 图3示出了由第一和第二体积元素组的体积元素形成的两个部分网格的布置的第二示例性实施例，这些部分网格以穿透方式在彼此中移位。基于体积元素21a、21b、21c、21d

… 21x、21y、21z的第一部分网格包括圆柱形体积元素21a和多个环段形的体积元素21b、21c、21d … 21x、21y、21z。第二部分网格仅包括多个环段形的体积元素22a、22b、22y、22z。与图2和3中所示的示例性实施例类似，所有体积元素21b、21c、21d，… 21x、21y、21z、22a、22b、22y、22z布置在一个平面中。

[0131] 图4示出了由第一和第二体积元素组的体积元素形成的两个部分网格的布置的第三示例性实施例，这些部分网格以穿透方式在彼此中移位。

[0132] 在本示例性实施例中，基于立方体体积元素1a、1b、1c … 1x、1y、1z的第一部分网格和基于立方体体积元素2a、2b、2c … 2y、2z的第二部分网格具有相同的实施例。这两个部分网格表示一系列三维立方结构，其相应体积元素21b、21c、21d … 21x、21y、21z、22a、22b、22y、22z被布置成彼此相邻且在彼此之中、各自穿透彼此。因此，最终网格包括多个图1中所示类型的层。在当前情况下，让图1中可见的表面3是在基于图1中所示结构的眼镜镜片的预期用途的情况下面向物体的表面。因此，在该情况下在图1中不可见的表面4是在眼镜镜片的预期用途的情况下面向眼镜配戴者的眼睛的表面。

[0133] 由第一部分网格限定的眼镜镜片部分在本示例性实施例中由立方体体积元素1a、1b、1c … 1x、1y、1z的全部体积确定。换句话说，由第一部分网格限定的眼镜镜片区域（其被设计用于观察第一物距并且在预期用途的情况下眼镜配戴者透过该区域注视以清晰看到布置在该距离处的物体）在本示例性实施例中由立方体体积元素1a、1b、1c的全部物体侧（和眼侧）表面（即，表面3的所有黑色区域）确定。根据本发明，这个表面区域应在 $0.3 \text{ cm}^2$ 与 $7 \text{ cm}^2$ 之间、优选在 $0.5 \text{ cm}^2$ 与 $6 \text{ cm}^2$ 之间、进一步优选在 $0.8 \text{ cm}^2$ 与 $5 \text{ cm}^2$ 之间、最后甚至更优选在 $1 \text{ cm}^2$ 与 $4 \text{ cm}^2$ 之间。

[0134] 由第二部分网格限定的眼镜镜片部分在本示例性实施例中由立方体体积元素2a、2b、2c … 2x、2y、2z的全部体积确定。换句话说，由第二部分网格限定的眼镜镜片区域（其被设计用于观察第二物距并且在预期用途的情况下眼镜配戴者透过该区域注视以清晰看到布置在该距离处的物体）在本示例性实施例中由立方体体积元素2a、2b、2c的全部物体侧（和眼侧）表面（即，表面3的所有白色区域）确定。根据本发明，这个表面区域应在 $0.3 \text{ cm}^2$ 与 $7 \text{ cm}^2$ 之间、优选在 $0.5 \text{ cm}^2$ 与 $6 \text{ cm}^2$ 之间、进一步优选在 $0.8 \text{ cm}^2$ 与 $5 \text{ cm}^2$ 之间、最后甚至更优选在 $1 \text{ cm}^2$ 与 $4 \text{ cm}^2$ 之间。

[0135] 从宏观的观点来看，由第一部分网格限定的表面区域（即，表面3的所有黑色区域）和由第二部分网格限定的表面区域（即，表面3的所有白色区域）重合，因此在针对第一物距设计的眼镜镜片部分与针对第二物距设计的眼镜镜片部分之间没有大的间隔。与为老花眼配戴者设计的常规类型的双焦点或变焦点镜片相比，从宏观的观点来看，视近部分和视远部分重合。

[0136] 特别是在眼镜镜片的第一部分和第二部分的物体侧表面3和眼侧表面4形成平面表面的情况下，可以仅通过折射率的相应变化来实现针对不同物距的设计。因此，需要彼此嵌套的GRIN结构。代替或附加于适当调整的折射率变化，还可以使用体积元素产生嵌套的焦点区域，其物体侧和/或眼侧表面被实施为具有必要的曲率。

[0137] 图4所示的结构代表了非常复杂的系统，因为这些不同材料的焦点再次与每一层相互影响。如果考虑单光镜片，则该结构是令人感兴趣的。然后，这些3D棋盘图案可以在边缘使用。由于3D打印机只能以二进制方式打印，即，仅一种或另一种材料，则“平滑的物质变

化”必须通过足够小的体积元素来实现。

[0138] 图5示出了由第一和第二体积元素组的体积元素形成的两个部分网格的布置的第四示例性实施例,这些部分网格以穿透方式在彼此中移位。图5a)示出了棋盘图案样式的体积元素51a、51b、… 51t、51u、52a、52b、52c、… 52t、52u的基本布置,如上面关于图1详细描述。不同于根据图1的实施例变体(或者可选地除此之外还有),其中各个体积元素通过折射率的相应变化来设计,其方式为产生有利于清晰观察不同物距的融合部分,在根据图5的实施例中包含体积元素51a、51b、… 51t、51u、52a、52b、52c、… 52t、52u,其物体侧表面(还有可选地眼侧表面)具有不同曲率而使得相邻的第一和第二体积不是连续地彼此邻接、而是成一定角度并且可选地具有跳跃。图5a)示出了第一和第二体积元素52c和52i中的每一个的放大图示,这些体积元素具有物体侧表面53c和54c,这些物体侧表面在两个相邻的第一和第二体积元素彼此邻接的过渡处具有不同曲率。

[0139] 图6以示意性草图的形式示出了从物体侧看的眼镜镜片60的第一示例性实施例的平面视图。可见的表面用附图标记63表示。该示例性实施例具有区域61,该区域以根据本发明的形式实施。可以看到“棋盘图案”样式的两个部分网格的嵌套布置,如图1所示。第一部分网格的体积元素以示例性方式用附图标记61a、61b表示,并且第二部分网格的体积元素以示例性方式用附图标记62a、62b表示。

[0140] 根据本发明,区域61被设计用于清晰观察两个不同物距。

[0141] 图7示出了眼镜镜片70的第二示例性实施例的截面(示意性草图)。在这个示例性实施例中,整个眼镜镜片70由具有多个第一体积元素71a、71b的第一体积元素组以及具有多个第二体积元素72a、72b的第二体积元素组构成,这些第一体积元素被布置成几何网格的网格点的样式,从而形成第一部分网格,这些第二体积元素被布置成几何网格的网格点的样式,从而形成第二部分网格。原则上,该实施例对应于这两个部分网格相对于彼此如图4所示的布置。

[0142] 第一体积元素71a、71b一起形成眼镜镜片的第一部分,该第一部分具有用于观察第一物距的屈光力。这些第二体积元素一起形成眼镜镜片的第二部分,该第二部分具有用于观察不同于该第一物距的第二物距的屈光力。由于第一体积元素组和第二体积元素组穿透彼此,因此它们形成共同的宏观观察区域,该区域首先有利于清晰观察布置在第一物距 $d_1$ 处的物体以及清晰观察布置在第二物距 $d_2$ 处的物体。相应的焦平面在图中用附图标记73和74表示。

[0143] 图8示出了眼镜镜片80的第三示例性实施例的截面(作为示意性草图)。在这个示例性实施例中,根据本发明的结构81以埋入结构的形式被施加于透明载体85的后侧(眼侧)84。眼镜镜片80的前侧(物体侧)83可以具有球面、复曲面、旋转对称非球面、或非球面的实施例(例如,作为自由形式表面)。

[0144] 可以从图9中获得眼镜镜片90的第四示例性实施例的截面(以示意性草图的形式)。在这个示例性实施例中,根据本发明的结构91以埋入结构的形式被施加于透明载体95的前侧(物体侧)93。眼镜镜片90的后侧(眼侧)94可以具有球面、复曲面、或非球面的实施例(例如,作为自由形式表面)。

[0145] 涂层,例如硬涂层、减反射涂层、莲花效应型涂层等,可以施加于眼镜镜片80、90的一个或两个光学有效表面83、84、93、94。

[0146] 图10以示意性草图的形式示出了根据本发明的眼镜镜片102的第五示例性实施例的截面。在这个示例性实施例中,根据本发明的结构101以埋入结构的形式被施加于透明载体105的后侧(眼侧)104的一部分。眼镜镜片102的前侧(眼侧)103可以具有球面、复曲面、或非球面的实施例(例如,作为自由形式表面)。还填充了埋入结构的间隙106a的平滑用硬涂层106、粘合促进剂层107、以及由多个单独层构成的减反射涂层108被施加至埋入结构101。

[0147] 在此明确提到的是,结构101也可以被施加于载体105的前部和后部二者上。

[0148] 可以从图11中获得具有根据本发明的眼镜镜片110a、110b的眼镜100的示例性实施例。除了两个眼镜镜片110a、110b之外,眼镜100还包括眼镜架120,示出了眼镜架的鼻梁125和两个镜腿130a、130b。每个眼镜镜片110a、110b包括载体66a、66b,每个载体承载根据图6中所示类型的本发明的结构61a、61b。眼镜的所有组成部分都可以借助3D打印方法生产。

[0149] 总之,本发明的概念在于:使用制造方法(例如,多喷射打印)构造三维结构,该制造方法允许控制眼镜镜片的屈光力,特别是控制每个单独体积元素的折射率和体积元素的表面的相对取向,所述三维结构的视远区域和视近区域彼此嵌套。从一个焦点到下一个焦点的变化可以逐渐地或跳跃地实现。在第一种情况下,出现小的过渡区,所述过渡区具有与常规变焦点镜片的情况下的渐进通道相似的特性以及与之相关的光学特性。其次,可以通过改变材料或改变光学表面的取向来跳跃地实现特性的变化。

[0150] 这些表面元素可以根据需要布置。例如但不排他地,布置为棋盘、六边形或同心圆。

[0151] 在优选实施例中,不连续表面可以实施为具有两种材料的埋入结构;首先,这大大简化了随后的硬涂层和减反射涂层(能够使用常规的平滑用硬涂层系统),并且其次,表面的不连续性不形成会随后在表面上积聚污垢的空腔。

[0152] 这产生了光学表面的各种组合:

[0153] -前侧和后侧上的两个不连续表面,

[0154] -前侧或后侧上的一个不连续表面、以及镜片另一侧上的球面、复曲面或非球面(自由形式)的表面。

[0155] 哪种组合产生理想的矫正是由各个参数(球镜度、散光、棱镜度、下加光等)与不同表面特性的可能性的组合中得出。

[0156] 必须将硬涂层设置成使得光学有效表面的边缘不会被平滑化、或者不被平滑得比绝对不可避免的更多。如果通过材料的折射率提供屈光力的变化,则在专利申请W0 2015/014381 A1和W0 2014/179780 A1中可以找到可能的实施例。如果当仅应用这两个原理(材料变化与不连续表面)中的一个时两个或更多个表面元素之间的期望焦度差(下加光)不足以获得期望的效果,则可以将这两种方法彼此组合。

[0157] 眼镜镜片应继续包括常规的精加工、硬涂层和减反射涂层。将根据本发明的方法转移到混合镜片本身就得到了可能的实施例。前提条件是根据本发明的结构的、适合于眼镜镜片的表面的预成形载体的可获得性。

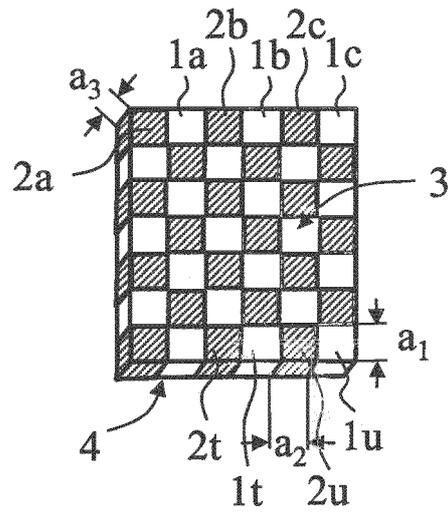


图 1

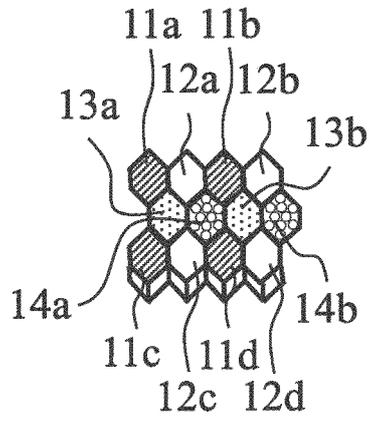


图 2

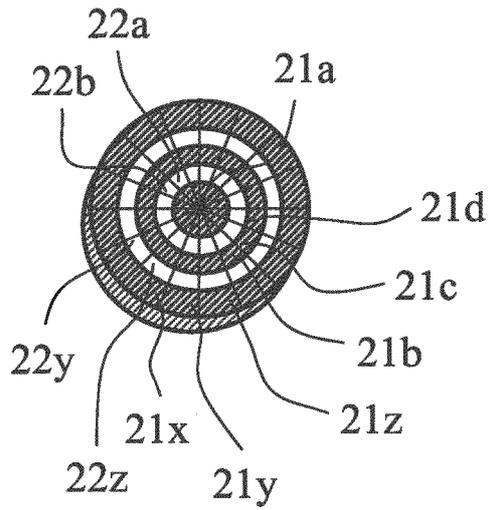


图 3

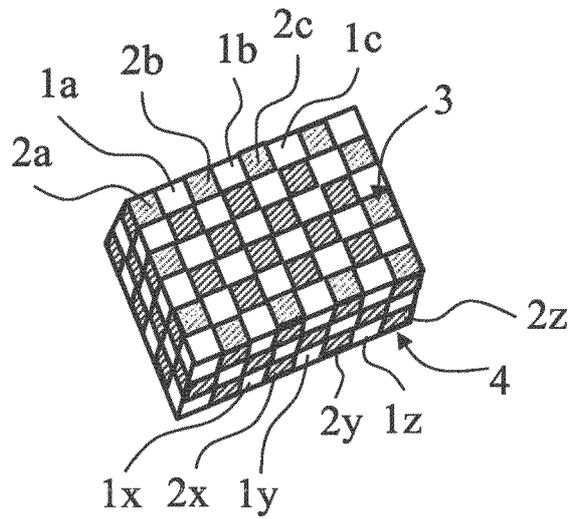


图 4

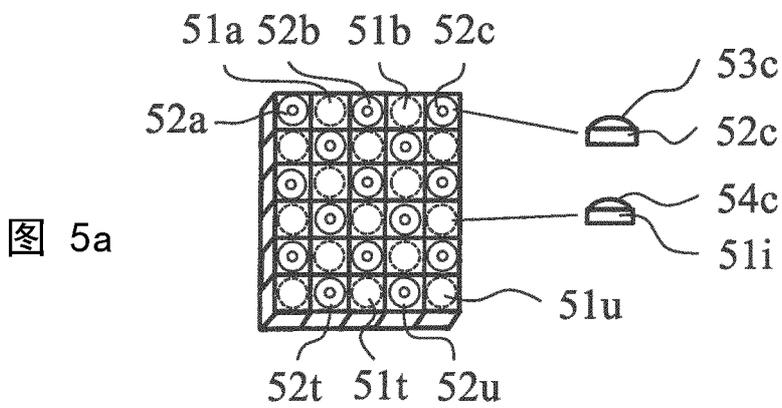


图 5a

图 5b

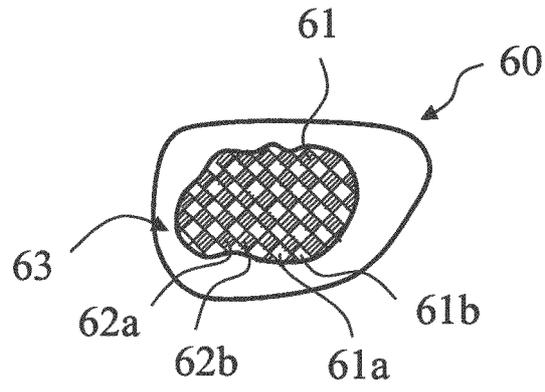


图 6

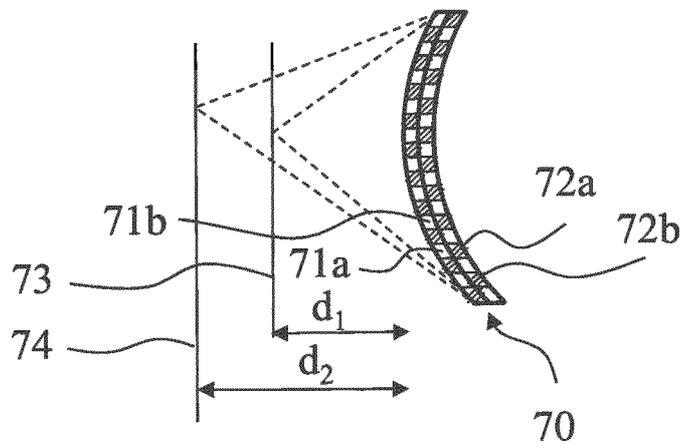


图 7

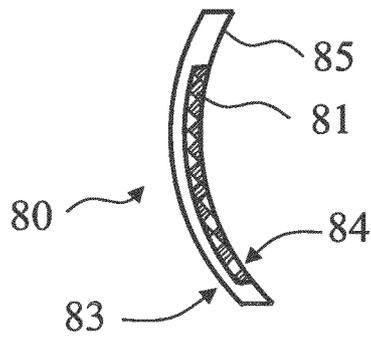


图 8

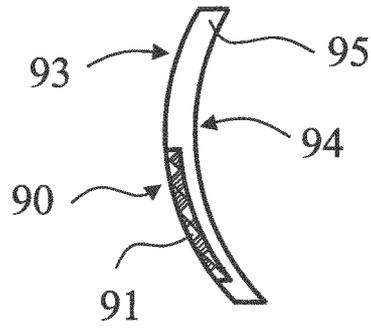


图 9

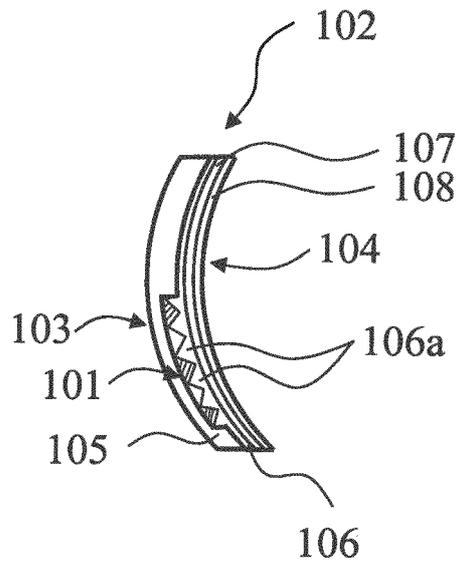


图 10

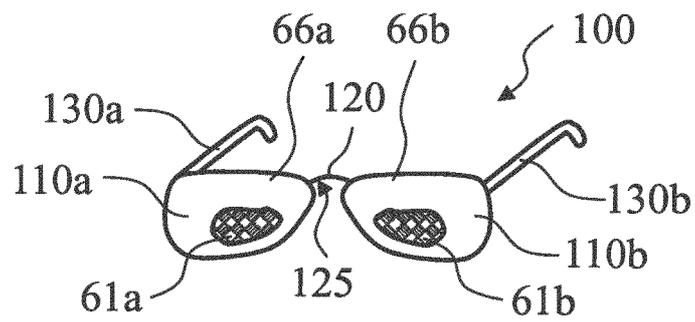


图 11