[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02C 7/04 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580024766.2

[45] 授权公告日 2009 年 7 月 1 日

[11] 授权公告号 CN 100507639C

[22] 申请日 2005.7.20
[21] 申请号 200580024766.2
[30] 优先权
[32] 2004. 7.20 [33] US [31] 10/895,692
[86] 国际申请 PCT/US2005/025654 2005.7.20
[87] 国际公布 WO2006/014681 英 2006.2.9
[85] 进入国家阶段日期 2007.1.22
[73] 专利权人 董晓青
地址 美国加利福尼亚州
[72] 发明人 董晓青
[56] 参考文献
US6224211B1 2001.5.1
US6733124B2 2004.5.11
CN1474957A 2004.2.11
审查员 谢建军

[74] 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限责任公司
代理人 李瑞海

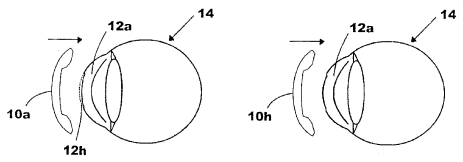
权利要求书 4 页 说明书 21 页 附图 3 页

[54] 发明名称

用于对屈光手术后、角膜矫正术后以及圆锥角膜的变形角膜进行重塑的接触镜片

[57] 摘要

一种病人眼睛的角膜佩戴的接触镜片，在持续佩戴期间使病人的角膜逐渐变形以对变形角膜状态进行重塑，所述变形角膜状态例如屈光手术后的角膜、以往的角膜矫正术后的角膜以及圆锥角膜。 接触镜片具有多个区，包括一个光学区、至少一个共形区、复合连接区、对准区和周边区。 这一个或多个共形区以及对准区用于使中央的光学区的角度共形，以压迫变形角膜的中央部分和中周边部分，从而使角膜组织重新分布以减小屈光手术后的残余屈光误差，或者使得圆锥角膜的中央角膜表面变平以使除去接触镜片之后的裸眼视力或眼镜矫正视力更好。



1. 一种用于对变形角膜进行重塑的接触镜片，所述变形角膜是从变形前角膜变形而成的，所述变形角膜具有突然凸出的部分，所述变形前角膜在其中央区域具有纵向高度，所述纵向高度限定了假想镜片纵向高度，所述接触镜片包括：

第一区，具有由第一曲线限定的曲率；

第二区，连接到所述第一区并从其径向延伸，所述第二区具有由第二曲线限定的曲率，使得所述第二曲线在不改变所述第一曲线的情况下，根据预定共形数据改变所述假想镜片纵向高度以使之与所述变形角膜的所述凸出部分匹配。

2. 一种用于对变形角膜进行重塑的接触镜片，所述变形角膜是从变形前角膜变形而成的，所述变形角膜具有突然凸出的部分，所述变形前角膜在其中央区域具有纵向高度，所述纵向高度限定了假想镜片纵向高度，所述接触镜片包括：

光学区，具有由第一曲线限定的曲率；

共形区，连接到所述光学区并从其径向延伸，所述共形区具有由第二曲线限定的曲率，所述第二曲线比所述第一曲线平，使得所述第二曲线在不改变所述第一曲线的情况下改变所述假想镜片纵向高度，其中，所述共形区使所述假想镜片纵向高度缩短到与所述光学区匹配，以在不改变所述第一曲线的情况下压缩所述变形角膜。

3. 一种用于对变形角膜进行重塑的接触镜片，所述变形角膜是从变形前角膜变形而成的，所述变形角膜具有突然凸出的部分，所述变形前角膜在其中央区域具有纵向高度，所述纵向高度限定了假想镜片纵向高度，所述接触镜片包括：

第一区，具有由第一曲线限定的曲率；

第二区，连接到所述第一区并从其径向延伸，所述第二区具有由第二曲线限定的曲率，所述第二曲线比所述第一曲线平，使得所述第二曲线在不改变所述第一曲线的情况下改变所述假想镜片纵向高度，其中，所述第

二区使所述假想镜片纵向高度缩短到与所述第一区匹配，以在不改变所述第一曲线的情况下压缩所述变形角膜，其中，所述第二曲线是根据针对所述变形角膜的预定共形数据形成的。

4. 一种用于对变形角膜进行重塑的接触镜片，所述变形角膜是从变形前角膜变形而成的，所述变形角膜具有突然凸出的部分，所述接触镜片包括：

光学区，具有由基本曲线限定的曲率；

共形区，连接到所述光学区并从其径向延伸，所述共形区具有由共形曲线限定的曲率，所述共形曲线形成得比所述基本曲线平；

复合连接区，连接到所述共形区并从其径向延伸，所述复合连接区至少具有限定第一曲线的第一曲率和限定第二曲线的第二曲率，所述第一曲线比所述基本曲线平，所述第二曲线比所述第一曲线陡；

对准区，连接到所述复合连接区并从其径向延伸，所述对准区具有由对准曲线限定的曲率，所述对准曲线比所述第二曲线平；

周边区，连接到所述对准区并从其径向延伸，所述周边区具有由周边曲线限定的曲率，所述周边区形成边缘抬起状以用作泪液蓄积区。

5. 一种用于对变形角膜进行重塑的接触镜片，所述变形角膜是从变形前角膜变形而成的，所述变形角膜具有突然凸出的部分，所述变形前角膜在其中央区域具有纵向高度，所述纵向高度限定了假想镜片纵向高度，所述接触镜片包括：

光学-共形区，具有预定偏心率值以根据所述变形角膜的共形数据形成至少一个非球基本曲线，所述偏心率值使得可以在不改变所述非球基本曲线最中央部分的情况下改变所述假想镜片纵向高度。

6. 根据权利要求 5 所述的接触镜片，还包括：

复合连接区，连接到所述光学-共形区并从其径向延伸，所述复合连接区至少具有由第一曲线限定的第一曲率和由第二曲线限定的第二曲率，所述第一曲线比所述基本曲线平，所述第二曲线比所述第一曲线陡；

对准区，连接到所述复合连接区并从其径向延伸，所述对准区具有由对准曲线限定的曲率，所述对准曲线比所述第二曲线平；

周边区，连接到所述对准区并从其径向延伸，所述周边区具有由周边曲线限定的曲率，所述周边区形成边缘抬起状以用作泪液蓄积区。

7. 根据权利要求 5 所述的接触镜片，其中：

所述偏心率值确定为使得所述光学-共形区在不改变所述非球基本曲线最中央部分的情况下改变所述假想镜片纵向高度。

8. 一种用于对变形角膜进行重塑的接触镜片，所述变形角膜是从变形前角膜变形而成的，所述变形角膜具有凹陷的中央部分，所述接触镜片包括：

光学区，具有由基本曲线限定的曲率；

共形区，连接到所述光学区并从其径向延伸，所述共形区具有由共形曲线限定的曲率；

复合连接区，连接到所述共形区并从其径向延伸，所述复合连接区至少具有限定第一曲线的第一曲率，所述第一曲线比所述基本曲线陡，所述共形曲线形成为比所述第一曲线平，所述共形曲线形成为使得所述共形曲线在不改变所述基本曲线的情况下改变所述假想镜片纵向高度。

9. 根据权利要求 8 所述的接触镜片，还包括：

对准区，连接到所述复合连接区并从其径向延伸，所述对准区具有由对准曲线限定的曲率，所述对准曲线比所述第二曲线平；

周边区，连接到所述对准区并从其径向延伸，所述周边区具有由周边曲线限定的曲率，所述周边区形成边缘抬起状以用作泪液蓄积区。

10. 一种用于对变形角膜进行重塑的接触镜片，所述变形角膜是从变形前角膜变形而成的，所述变形角膜具有凹陷的中央部分，所述变形前角膜在其中央区域具有纵向高度，所述纵向高度限定了假想镜片纵向高度，所述接触镜片包括：

光学区，具有由基本曲线限定的曲率；

共形/第一连接区，具有预定偏心率值以根据所述变形角膜的共形数据形成至少一个非球共形/第一连接曲线，所述偏心率值使得在不改变所述非球基本曲线最中央部分的情况下改变所述假想镜片纵向高度。

11. 根据权利要求 10 所述的接触镜片，其中：

所述偏心率值在不改变所述基本曲线的情况下改变所述假想镜片纵向高度。

12. 根据权利要求 10 所述的接触镜片，还包括：

第二连接区，连接到所述共形/第一连接区并从其径向延伸，所述第二连接区至少具有限定了第二曲线的第二曲率。

13. 根据权利要求 12 所述的接触镜片，还包括：

对准区，连接到所述第二连接区并从其径向延伸，所述对准区具有由对准曲线限定的曲率，所述对准曲线比所述第二曲线平；

周边区，连接到所述对准区并从其径向延伸，所述周边区具有由周边曲线限定的曲率，所述周边区形成边缘抬起状以用作泪液蓄积区。

14. 一种用于对变形角膜进行重塑的接触镜片，所述变形角膜是从变形前角膜变形而成的，所述变形角膜具有凹陷的中央部分，所述变形前角膜在其中央区域具有纵向高度，所述纵向高度限定了假想镜片纵向高度，所述接触镜片包括：

光学区，具有由第一曲线限定的曲率；

第二区，连接到所述光学区并从其径向延伸，所述第二区具有由第二曲线限定的曲率；

第三区，连接到所述第二区并从其径向延伸，所述第三区具有由第三曲线限定的曲率，所述第三曲线比所述第一曲线陡，所述第二曲线形成为比所述第三曲线平，所述第二曲线在不改变所述第一曲线的情况下改变所述假想镜片纵向高度。

15. 根据权利要求 14 所述的接触镜片，其中，所述光学区包括多个子光学区，每个子光学区具有由曲线限定的曲率。

16. 根据权利要求 14 所述的接触镜片，其中，所述光学区包括内区和外区，所述内区具有由内曲线限定的内曲率，所述外区具有由外曲线限定的外曲率，所述外曲线比所述内曲线平。

用于对屈光手术后、角膜矫正术后以及圆锥角膜的变形角膜进行重塑的接触镜片

相关申请的交叉引用

本申请是 2003 年 8 月 6 日提交给美国受理局的、国际申请号为 No. PCT/US03/24624 的共同在审 PCT 国际申请的延续申请，上述国际申请要求 2002 年 8 月 7 日提交的申请号为 No. 10/214,652、现为美国专利 No. 6,652,095 的美国申请的优先权。该 PCT 申请和美国申请的全部内容通过引用而结合于此。

技术领域

本发明涉及用于重塑角膜的接触镜片，更具体地说，涉及用于对几何上不正常的变形角膜（altered cornea）进行重塑的接触镜片，所述不正常的变形例如屈光手术后残余近视增加、消除过度矫正造成的远视眼和/或老花眼、以及对不规则角膜（例如重度或极重度圆锥角膜）进行重塑，以恢复有用的镜片矫正视力。更具体地说，本发明涉及这样的接触镜片，其形状使得它在持续佩戴期间可以逐渐改变病人的角膜以对角膜进行重塑，从而消除变形角膜情况下的残余近视、远视、老花或散光。该镜片也可以适用于对做过角膜矫正术（Ortho-K）的变形角膜进行加强，以增强降低近视的效果。

背景技术

许多人由于多种可能的情况而在视力方面遇到困难。最常见的视力问题是近视眼。近视眼是种常见的情况，其中由于眼睛弯曲过度（即角膜的曲率半径小于正常情况）而不能在视网膜处正确聚焦，所以不能看清远处的物体。

另一种情况是远视眼。在远视眼的情况下，因为眼睛角膜的曲率过于

平（即角膜的曲率半径大于正常情况）而不能在视网膜处正确聚焦，所以眼睛既不能看清远处的物体也不能看清近处的物体。远视眼在儿童中比较普遍。严重的远视眼可以给儿童造成惰眼（lazy eye）或弱视。在年轻时，轻微的或中等的远视眼是隐伏但可以忍受的，但是在年纪增长时会给阅读带来问题。

另一个常见的问题是散光，其中角膜一个或多个折射表面的曲率不均匀，使光线不能清晰地聚焦在视网膜上的一点，造成视力模糊。老花眼是40 岁或更大年纪的成年人中最常见的视力问题。无论原来是正视眼（正常情况）、近视眼还是远视眼，中年的人群（即 40 岁以上）会由于眼睛的晶状体失去弹性而开始难以看清近处的物体。老花眼可能与其他屈光问题（例如远视眼、近视眼或散光）并发。

正常角膜通常是抛物线形，曲率在角膜中央处或靠近中央的部分最陡（半径较短），而向着缘部逐渐变平（半径较长），其离心率是某个正值，即所谓的“正形状因子”。变形角膜是与正常抛物线形大不相同的角膜，它具有异常突起的部分，或人角膜的“负形状因子”，这可能是自然发生的，也可能是由于某些屈光手术造成的。

前一种情况，即“自然变形”，通过圆锥角膜最易理解，其异常突起的部分通常位于略低于角膜（即其下方）的位置。对于重度或极重度圆锥角膜患者，难以通过眼镜或任何类型的隐形眼镜得到良好的视力。传统上最终还是靠角膜移植手术来恢复可用的视力。但是，角膜移植伴随的并发症非常普遍，例如不规则散光、移植物排斥、感染或圆锥角膜复发。因此，任何非手术方法，只要能恢复圆锥角膜患者的视力并避免角膜移植，就都是很有价值的。

后一种情况，即由于手术造成的变形，最佳例子是近视屈光手术，例如 LASIK、PRK 和 RK。做过这些手术的角膜通常在角膜中央部分有被削平的曲率。屈光手术后仍然对视力不满意的情况并不罕见，例如残余近视、过矫远视、医原性圆锥角膜或不规则散光。遇到术后并发症常用的处理方法是补强手术、佩戴眼镜、隐形眼镜校正，严重情况下需要进行角膜移植。

对这些屈光不正中的一些或全部进行治疗的另一种传统方法是通过佩戴接触镜片来改变角膜形状，所述接触镜片被设计为针对角膜的特定位置持续施加压力，以逐步将角膜压迫或塑造为期望的角膜曲率。治疗完成之后仍然需要维持部分时间佩戴维持镜片以防角膜恢复到其变形前的形状。这种治疗方法通常称为角膜矫正术（Ortho-K）。虽然传统的角膜矫正术适用于正常角膜以矫正近视、散光和远视、但是尚未开发出其对变形角膜的应用，因为一般认为要计算出适当的镜片来对变形角膜进行重塑是非常困难的。这些变形角膜在角膜中央部分的角膜曲率很不规则或扁平到无法测量。也难以测量或使用传统角膜信息（例如变形角膜的角膜曲率或离心率）来初步重建角膜形状并定制矫正镜片。

例如，传统的矫正接触镜片的中央曲率半径比角膜的中央曲率半径长，可以通过对角膜进行压迫而改变角膜尖端形状。这种重塑过的角膜在中央部分曲率半径会延长，因此可以改善近视。但是，对于屈光手术后的变形角膜，要计算出对变形角膜凹陷的中央部分进行压迫以进一步降低近视的镜片会是非常困难的。尤其是在高于 800 到 1000 度的高度近视情况下，原始的角膜已经被大量削平时，就更加困难。原始的近视度数约高，屈光手术时去除的组织就越多，因此术后发生视力问题的可能性就越大。

自 20 世纪 70 年代初以来已经进行过多种形式的角膜矫正术。几乎所有的镜片都是设计来对正常的、规则的抛物线形角膜进行重塑。现代的角膜矫正镜片通常通过角膜测量获取信息，并设计为与角膜表面精密相符。测得的信息（例如角膜曲率和离心率）用于数学计算，即公知的“初步角膜重建”，构成计算出镜片细节以作为制造的基础。通常认为，要计算出精确的镜片具体数据来对变形角膜——例如中央部分最平的（屈光手术后）、或异常凸起的（圆锥角膜）角膜——进行重塑是很困难的。有些技师使用传统角膜矫正镜片，“尝试错误（trial-and-error）”方法（一片一片试），试图重塑变形角膜，但是很少成功。如果能提供非手术方法用角膜矫正术对变形角膜进行重塑，将大量减少补强手术或角膜移植的需求。

以往认为角膜矫正术的上限是 600 度。虽然通过美国专利 No. 6,543,897 中公开的设计可以使近视度数降低高达 1000 度，但是处理非常

高度的近视时，仍需要依照前面角膜矫正已经改变过的角膜形状来计算接触镜片的数据，以进一步降低近视度数。先前做过角膜矫正者进一步降低近视度数的困难度与对近视手术后的变形角膜进行加强以降低近视的困难度相当接近。

授权给 Reim 的美国专利 No. 5,963,297 和授权给 Stoyan 的美国专利 No. 5,349,395、No. 4,952,045、No. 5,191,365、No. 6,010,219 公开了用于降低近视的角膜矫正镜片设计。其中没有公开用于对变形角膜进行重塑的镜片具体设计。尽管用于近视的现代角膜矫正术已有很大改善，但是仍然需要这样的接触镜片，它可用于对变形角膜进行有效的角膜矫正以通过非手术方式恢复有用的视力，从而避免补强手术或角膜移植。

发明内容

本发明的一个目的是提供一种进行角膜矫正术的接触镜片，它可以有效地重塑特殊几何形状的角膜，以改善或重建其视力。

本发明的另一个目的是提供一种进行角膜矫正术的接触镜片，它可以对中央凸出的角膜（例如由于圆锥角膜造成的）进行重塑。

本发明的另一个目的是提供一种进行角膜矫正术的接触镜片，它可以对中央凹陷的角膜（例如屈光手术削平后的角膜）进行重塑。

本发明的另一个目的是提供一种进行角膜矫正术的接触镜片，它可以对中央扁平的角膜（例如做过近视角膜矫正术的角膜）进行重塑以进一步降低近视度数。

本发明的另一个目的是提供一种进行角膜矫正术的接触镜片，它可以对中央变陡的角膜（例如做过远视角膜矫正术的角膜）进行重塑以进一步降低远视度数。

本发明的目的是通过提供用于对病人眼睛的变形角膜进行重塑的装置和方法而达到的。根据本发明的方法，给病人的角膜配上接触镜片，这种接触镜片包括光学区、共形区、复合连接区、对准区和周边区。经过精密计算的共形区用于矫正角膜上突然凸出或凹陷的部分所造成的数学计算偏差，以符合变形角膜的具体几何形状。共形区可以比光学区陡或比它平，

并与光学区共同作用来重塑角膜中央部分，从而使圆锥角膜的凸出部分变平顺、或对手术后残余散光、远视或近视这样的屈光度数误差进行矫正。用共形区来调整角膜接触镜片的“拱起”或“贴合”程度而不改变贴合表面的原始曲率，从而能提供持续有效的力量来重塑变形角膜，是一项新颖的观念，可以提供具有精密曲率的镜片以重塑变形角膜，这与仅依靠经验通过“尝试错误”方法来选择测试镜片是不同的。这种新颖的观念在此称为“共形塑型”，用来对几何凸起或削过的变形角膜进行重塑。

根据本发明的一种实施例，提供了一种接触镜片，包括镜片的基本曲线部分、围绕基本曲线形部分并与其相连的共形曲线部分、围绕共形曲线部分并与其相连的复合连接曲线部分、围绕复合连接曲线部分并与其相连的对准曲线部分、以及围绕对准曲线部分并与其相连的周边曲线部分。

这类镜片的目的是重塑变形角膜以使圆锥角膜的不规则圆锥表面变平顺、使中央已经变平的角膜变平以进一步降低近视度数、或使中央已经变平的角膜变陡峭以抵消医源性远视。这类镜片也适用于根据已由对极高度近视的角膜矫正术造成的变形角膜中已变平的中央部分，设计后续治疗的角膜矫正镜片，以进一步降低近视度数。这类镜片也适用于根据已由对高度远视的角膜矫正术造成的变形角膜中已变陡的中央部分，设计后续治疗的角膜矫正镜片，以近一步降低远视度数。

为了治疗变形角膜，可以根据手术前的纪录，或仔细校准过的标准测试镜片组来确定手术前的原始角膜或假想角膜，所述远视角膜或假想角膜具有抛物线曲率，所述标准测试镜片组的镜片深度是已知的。具有抛物线表面的假想角膜可以看作与盖在镜片下方的变形角膜具有相同的体积。假想角膜与变形角膜体积的唯一不同之处是“泪湖”，表示屈光手术后或角膜矫正术后变形角膜的中央凹陷，或者围绕圆锥角膜中圆锥突起的泪湖。

变形角膜的体积是根据假想角膜及其泪湖的体积来估计的。这样设计出的镜片可以通过将泪湖体积的差异转换成共形区的曲率而使镜片与变形角膜相符。共形区可以看作光学区的一部分，实际上也可以根据需要共形的泪湖类型和大小，形成具有正或负离心率的连续球面或非球曲面。

附图说明

图 1 是根据本发明，病人眼睛进行屈光手术后的变形角膜所用角膜矫正接触镜片 10a 的测试轮廓图。图 1a 示出了用于估计变形角膜的标准试验接触镜片 10h。

图 2 是根据本发明，病人眼睛的圆锥角膜造成的变形角膜所用角膜矫正接触镜片 10b 的测试轮廓图。图 1a 示出了用于估计变形角膜的标准试验接触镜片 10h。

图 3 是根据本发明的一种实施例，用于对近视角膜矫正术进行的屈光手术造成的变形角膜或圆锥角膜造成的变形角膜进行重塑的角膜矫正接触镜片的侧视图，其中基本曲线比假想角膜的重心曲率平。

图 4 是图 3 中角膜矫正接触镜片的正视图。

图 5 是根据本发明的另一种实施例，用于对远视角膜矫正术进行的屈光手术造成的变形角膜或圆锥角膜造成的变形角膜进行重塑的角膜矫正接触镜片的侧视图，其中基本曲线比假想角膜的重心曲率陡。

图 6 是图 5 中角膜矫正接触镜片的正视图。

具体实施方式

下面对目前设想到的实施本发明的最佳模式进行详细说明。这些说明不应被理解为限制性含义，而仅仅是为了对本发明实施例的主要原理进行说明。本发明的范围由权利要求最佳地限定。另外，可以参考本人此前的美国专利 No. 6,361,169、No. 6,543,897 和 No. 6,652,095，这些专利通过引用而结合于此。

图 1、图 3 和图 4 图示了根据本发明一种实施例的角膜矫正接触镜片 10a。如图 1 和图 1a 所示，接触镜片 10a 是中央共形的接触镜片，适于佩戴在病人眼睛 14 的变形角膜 12a 上，其中变形角膜 12a 由标准的试验接触镜片 10h 估计为具有假想角膜 12h。接触镜片 10a 优选地有六个矫正区，从镜片 10a 中央到外周边分别为：光学区 20a、共形区 202a、复合连接区 22a - 24a、对准区 26a、以及周边区 28a。

（光学区 20）

参考图 3—图 6，光学区 20（a、b）的曲率由基本曲线 30（a、b）限定。光学区 20（a、b）在治疗中用于使屈光手术后变形角膜 12a 的中央部分矫正性地变陡，并用于使圆锥角膜的变形角膜 12b 中央部分变平（或变平顺）。基本曲线 30（a、b）的曲率半径可以比变形角膜 12a 中央部分的测得曲率陡（即曲率半径更短）以减轻受到过度矫正的远视，也可以比角膜 12a 中央部分的测得曲率平（即曲率半径更长）以消除残余近视。为了使变形角膜 12b 的圆锥角膜中不规则角膜表面变平，也可以给基本曲线指定任意的曲率，所述任意曲率与假想角膜 12h 的中央曲率相比相等或更陡（曲率半径更短）、但比变形角膜 12b 的中央曲率更平（曲率半径更长）。但是，该曲率半径同时也可以比假想角膜 12h 更平，以消除圆锥角膜的变形角膜 12b 的轴性近视。

对于屈光手术后的变形角膜 12a，其镜片的光学区 20a（LOZ）优选地设计得等于或略小于角膜的光学区（KOZ）。这里 LOZ 设计得比较小的原因是为了使之符合手术后的 KOZ 大小以便塑形。另一方面，对于圆锥角膜的变形角膜 12b，其镜片的光学区 20b 优选为设计得等于或大于角膜圆锥凸（protruded cone）的直径，但有时对于角膜 12b 很大范围的球形圆锥（globus cone），光学区 20b 可以小于圆锥凸的直径。比较大的光学区 20b 的目的是为了将圆锥凸容纳在光学区下方以进行塑形。

与传统教导相比，假想角膜 12h 中心曲率的定义是一项新颖的观念。镜片设计人员通常依赖角膜曲率计（keratometric）可测量的角膜曲率作为设计镜片的信息。这就是为何几乎没有人想到可以通过角膜矫正对变形角膜 12a 和 12b 进行塑形，而未对此加以探索。选取适当的试验接触镜片 10h，其隆起形下方的角膜组织与泪湖可以视为一个整体，用来计算出假想角膜 12h 的中央曲率。有三项最重要的因子与纵向高度有数学关系，即泪湖中的泪液体积、盖在试验接触镜片 10h 下方的变形角膜 12a 或 12b 的组织体积、以及假想角膜 12h 的体积，所述纵向高度可以用于计算出接触镜片 10a 或 10b 来分别对变形角膜 12a 或 12b 进行塑形。这些因子间的相互关系将在后面详述。这种假设使重建变形角膜 12a 或 12b 的基础强化到相当可靠的参考基点并可以获得角膜在变形前的角膜曲率，下文中称为

“假想角膜”12h。用来估计假想角膜 12h 的标准接触镜片称为“试验接触镜片”10h。

一系列标准的试验接触镜片 10h 可以用作检测变形角膜 12（a、b）的试片组，它们是根据镜片纵向高度（LSD）仔细校准并以本人的在先美国专利 No. 6,361,169 中公开的参考表系统分类的。根据这些可以确定假想角膜 12h 的中央部分和外围部分的曲率。这样的试片组是根据一般人类眼球的形状组成的，因此可以很容易且可靠地追溯确定假想角膜 12h 的曲率。如果能获得角膜变形前的信息，则选取适当的试验接触镜片 10h 的步骤还要简单得多。变形角膜 12a 的中央凹陷区（或变形角膜 12b 的周围泪湖），加上变形角膜 12a（或 12b）的体积可视为一个整体，这样的整体就可以像通常情况一样用传统的角膜矫正术观察荧光图案的方式来验证和调整。有些接触镜片技师可能试验过通过验证荧光图案来选择传统 RGP 用于变形角膜，例如用于验配圆锥角膜的“三点接触法”。本发明的目标是通过接触镜片 10a 或 10b 分别重塑变形角膜 12a 或 12b，从而在取下接触镜片 10a 或 10b 后可以暂时改善裸眼或戴眼镜的视力。这与传统接触镜片的目的大不相同，传统接触镜片只有在佩戴时才对变形角膜有作用。用标准的试验接触镜片 10h 进行试戴的步骤，只是估计假想角膜 12h 的曲率以计算出接触镜片 10a 或 10b 制造参数的初步步骤。

参考图 1、图 3 和图 4，用来对屈光手术后的变形角膜 12a 进行塑形的光学区 20a，其曲率为基本曲线 30a，该曲率可以通过以往公开的技术，像通常对正常角膜进行塑形一样，由角膜尖端的曲率和目标度数来确定。这里的角膜尖端曲率是由任何可靠的角膜曲率计测得的变形角膜 12a 的中央曲率，这与验配传统角膜矫正术的通常情况一样，但是通常优选地通过形貌仪（topography）来获得。目标度数是指“残余近视”或“过矫远视”加上一些过度矫正的额外度数，以确保能塑形成足够的度数。为达到不同的目的，基本曲线 30a 可以比变形角膜 12a 中央部分的曲率更平（曲率半径更长）、相等或更陡（曲率半径更短）。如果目的是矫正残余近视，则基本曲线 30a 比变形角膜 12a 中央部分的曲率更平（曲率半径更长）。相反，如果接触镜片 10a 的目的是为了矫正过矫远视，则基本曲线 30a 比变

形角膜 12a 中央部分的曲率更陡（曲率半径更短）。

对于圆锥角膜，配具体的 RGP 接触镜片的传统方法是产生特别陡的光学区，其拱形高于圆锥尖端，周边曲率则平坦得多，就像一顶帽子，对于角膜 12b 的变形形状而言只能佩戴矫正而不能重塑。根据本发明的方法可以重塑圆锥凸使之恢复原始曲率；或者同时以更平的中央曲率使之形成类似切除过的形状，以矫正“轴性近视”；或者使之成为不太凸出的规则表面，以改善佩戴眼镜时的矫正视力。

参考图 1、图 3、图 4 和图 2、图 5、图 6，用来对圆锥角膜的变形角膜 12b 进行重塑的光学区 20（a、b）的曲率（为基本曲线 30（a、b））可以通过两种方式来确定。第一种方式，对于较轻微但偏离中心的圆锥，将接触镜片 10a 的基本曲线 30a 设定得比假想角膜 12h 的中央曲率平，从而以零度（熟知的“正视眼”）为治疗后的目标度数，这样应当能够把圆锥凸重塑回假想角膜 12h 的原始曲率，甚至将凸出的变形角膜 12b 转变得像切除过的变形角膜 12a。重塑后变形角膜 12b 会在角膜中央部分最平，在除去接触镜片 10a 之后，所有的轴性近视都会被同时消除，恢复较好的裸眼视力。但是，不能以对正常角膜进行塑形的方式来确定基本曲线 30a，因为变形角膜 12b 的中央曲率通常不规则或不能测量，从而用来设计镜片就不可靠。然而，通过配传统 RGP 时公知的泪镜效应（tear lens effect）确定试验接触镜片 10h 的基本曲线和过度折射能力，可以容易地以数学方式确定接触镜片 10a 的基本曲线 30a。

第二种方法，对于重度或极重度圆锥角膜，用前述比假想角膜 12h 的中央曲率相同或略陡的曲率任意地确定接触镜片 10b 的基本曲线 30b。最常用的方式是，对于第一副镜片，将基本曲线 30b 确定为变形角膜 12b 和假想角膜 12h 二者中央曲率的平均值。现在光学区 20b 的功能是提供空间来容纳极重度圆锥角膜中非常突出的圆锥，并在变形角膜 12b 中央部分的接触表面上施加轻微的力以将其塑形为较规则的表面，从而在除去接触镜片 10b 之后能有较好的眼镜矫正视力。光学区 20b 的宽度应当设计成等于或大于角膜形貌确定的最大圆锥宽度，从而可以使圆锥确保盖在接触镜片 10b 的光学区 20b 下方。

对于球面曲率的光学区 20（a、b）可以有替代的方法，可以是正或负离心率的非球面，或划分成若干个同心球面或非球面曲率，并在共形区 202（a、b）向外合并。

在本发明的一种实施例中，光学区 20（a、b）的直径范围从 3 mm 到 8 mm，基本曲线 30（a、b）的曲率半径范围从 15.0 mm 到 5.0 mm。

（共形区 202（a、b））

参考图 3、图 4、图 5 和图 6，共形区 202（a、b）的曲率半径由预定的共形曲线 302（a、b）限定，该曲率半径经过仔细计算可以使接触镜片 10a 或 10b 的镜片光学区 20（a、b）共形化贴覆在变形角膜 12a 或 12b 的中心部分，分别将其重塑为较平、较陡或较规则的表面。根据所需重塑的变形角膜 12a 或 12b 的类型，共形区 202（a、b）的共形曲线 302（a、b）可以平于（曲率半径更长）、陡于（曲率半径更短） 或等于基本曲线 30（a、b）。

（对屈光手术或角膜矫正术后的角膜进行重塑）

参考图 3 和图 4，在设计接触镜片 10a 来对屈光手术或角膜矫正术后的角膜 12a 进行重塑时，共形区 202（a、b）可视为较陡的外部复合连接区 22a-24a 的弯曲臂，将光学区恰当地贴覆到变形角膜 12a 的中央部分。然而，接触镜片 10a 的光学区 20a 与共形区 202a 的区域宽度之和应当设计成几乎等于或略小于手术削平后或角膜矫正术后产生的角膜光学区，以有效地重塑变形角膜 12a 的中央凹陷。

削平的角膜光学区可以通过测量角膜形貌来估计。假想角膜 12h 提供了对要共形的凹陷区的深度进行估算的参考点。在用于对残余近视进行重塑时，该深度在理论上等于削平的角膜光学区宽度范围内、假想角膜 12h 与变形角膜 12a 二者的中央曲率之间的纵向高度差值；在用于对过矫远视进行重塑时，该深度等于假想角膜 12h 与接触镜片 10a 二者的中央曲率之间的纵向高度差。然后可以从假想角膜 12h 减去该凹陷区深度以求得接触镜片 10a 的纵向高度。

然后就可以计算出接触镜片 10a 的共形曲线 302a，它通常比外部连接曲线 34a-36a 平，以形成往中央下勾的部分，该部分的弯曲角度是精确共形的，以消除前述凹陷区的泪水湖。这样，削平的或角膜矫正术后形成的凹陷区范围内的纵向高度现在就可以成功地转换成适合的共形区 202a 及其共形曲线 302a，以形成往中央下勾的部分，该部分连结到外部复合连接区 22a-24a，使得光学区 20a 可以贴合在变形角膜 12a 的中央部分以进行有效重塑。这里的所有数学项都基于计算接触镜片纵向高度的公知方法。

对于用来对变形角膜 12a 中角膜矫正术后残余近视、屈光手术后残余近视或过矫远视进行重塑的镜片 10a，共形区 202a 优选地比外部复合连接区 22a-24a 更平，使接触镜片 10a 的光学区 20a 下勾和弯曲，以便能贴合在变形角膜 12a 的凹陷部分。

共形区 202a 和共形曲线 302a 也可以用其它结构来使光学区 20a 实现“弯曲”。共形区 202a 可以划分为若干个互相接连的较平或较陡的曲线，只要其总的“弯曲角度”保持相同即可。其中“勾子”的形状如何交错排列是没有关系的。该曲线也可以替换成非球面，与光学区 20a 合并形成具有某个离心率的连续逐渐变平的曲面，即“自弯”表面；或者与复合连接区 22a-24a 合并成为复合区的一部份。这里的主要工作是依照前述的原则，获取准确估算的共形区 202a 的“弯曲效果”，使接触镜片 10a 的中央部份贴合到变形角膜 12a 的凹陷部分进行适当的重塑。

（对圆锥角膜进行重塑）

在设计接触镜片 10b 来重塑变形角膜 12b 之前，我们必须先了解一般圆锥角膜的表面形貌。其凸出的圆锥一般位于变形角膜 12b 几何中心的下方，在变形角膜 12b 几何中心的下方形成突然变陡的界线；角膜表面在此界线上方通常变平，从而形成一个对比强烈的分界。圆锥角膜的变形角膜 12b 中邻近圆锥凸的角膜部分（中央和上方）变平，偏离中心的圆锥凸可以视为半削平的角膜表面。在适当选择的试验接触镜片 10h 的光学区下方也会有凹陷区泪湖。先前所提到的计算出共形区 202a 及其曲线 302a 以重塑（屈光手术后）变形角膜 12a 的设计原理，完全可以用来计算接触镜片

10a 以重塑变形角膜 12b 的偏心圆锥凸。如果通过适当的设计，接触镜片 10a 可以扩展偏心圆锥凸附近较平的角膜区并使之平滑，并产生一个有效的角膜光学区以改善裸视力。但是，如果圆锥凸位于角膜中心或被重塑成位于角膜中心，则在设计接触镜片 10a 以通过非常平的光学区 20a 来重塑中央圆锥的陡峭部分时，就不需共形区 202a 及其共形曲线 302a。

现在，假想角膜 12h 提供了参考点，可以用试验接触镜片 10h 来估计变形角膜 12b 的原始纵向高度，以及圆锥凸突起前的大致角膜曲率。要通过指定的光学区 20a 及其曲线 30a 来重塑圆锥凸或使其高对比性的分界平滑化以改善可矫正的视力，接触镜片 10a 的共形区应当产生精确共形的纵向高度，从而可以同时施加两种力来进行有效的角膜重塑，其一由光学区 20a 施加在变形角膜 12b 的中央部分；其二由对准区 26a 施加在变形角膜 12b 的中外围角膜部分。变形角膜 12b 的中央部份会被角膜接触镜 10a 的光学区 20a 重塑成类似削平的平滑表面，其基本曲线 30a 比假想角膜 12h 的中央曲率更平。

计算出共形区 202a 及其共形曲线 302a，使光学区 20a 弯曲而越过圆锥凸，贴合在变形角膜 12b 较平的中央部分和上部，这与前述使光学区 20a 下勾和弯曲在变形角膜 12a 上相似。但是，由于只有角膜下部比较陡（凸出）而不像变形角膜 12a 一整圈都陡峭，因此所估计的弯曲量只有一部分（大约 50%）应当共形化。共形区 202a 紧接着的外部镜片结构是根据假想角膜 12h 的形状来确定的。共形曲线 302a 通常比中央基本曲线 30a 平，如前所述，弯曲角度必须精确共形以消除凹陷区的泪湖。根据本发明提供的方法，通过计算出共形区 202a 及其共形曲线 302a 与镜片相符，可以使本人的在先美国专利 No. 6,652,095 中公开的“反向几何角膜接触镜”共形化，从而能更好地重塑变形角膜 12a。

在某些情况下，如果圆锥凸比较广或很靠近外围，接触镜片 10a 可能会在对准区 26a 下部翘起来，因此压迫变形角膜 12b 以塑形的两种力量中外围压力会弱化。这就是为何对于严重的圆锥凸我们必须指定基本曲线 30b 等于或陡于假想角膜 12h 的中心曲率，以符合变形角膜 12b 的形状。变形角膜 12b 的共形区 202b 可以视为连接到平坦的相邻复合连接区 22b-

24b 的上伸展臂，使光学区 20b 轻轻贴合到变形角膜 12b 的凸出部分。如果基本曲线 30b 变陡（曲率半径变短），曲率介于较平的假想角膜 12h 中央曲率与最陡的圆锥凸尖端曲率之间，则会使光学区 20b 拱起，并且增加接触镜片 10b 的紧度。

基本曲线 30b 变陡所增加的纵向高度可以根据两个因素来相当精确地估算，这些因素是以假想角膜 12h 的中心曲率为基准，基本曲线 30b 陡峭度增加 （曲率半径减少）的量，以及从变形角膜 12b 的几何中心算起圆锥凸尖端偏离中心的距离。根据本发明提供的方法，通过计算出共形区 202a 及其共形曲线 302a，使本人的在先美国专利 No. 6,543,897 中公开的“双向几何（“DG”）角膜接触镜”共形化，使镜片贴合而能更好地重塑变形角膜 12b。

要了解使“双向几何角膜接触镜”共形化以重塑变形角膜 12b 的技巧，最好从位于中央的圆锥凸，或是远视角膜矫正术后变陡的角膜开始，其基本曲线 30b 与假想角膜 12h 的中央曲率相符。假想角膜 12h 可以看作中立点（neutral point）。因此，假想角膜 12h 的中心点（中立点）、变形角膜 12b 的中心点、以及接触镜片 10b 的中心点，这三个几何中心理论上同轴。基本曲线 30b 的陡度增大（曲率半径减小）会增大光学区 20b 的纵向高度，以及接触镜片 10b 的高度，使得接触镜片 10b 同轴地拱起这个量。可以计算出光学区 20b 的范围内增加的纵向高度，并把它换算成共形曲线 302b 而从接触镜片 10b 的镜片总高度中减掉，从而使光学区 20b 与变形角膜 12b 中心部分恢复成原本贴合的关系，共形曲线 302b 通常比基本曲线 30b 平。

在更高度数远视的情况下，通过“双向几何角膜接触镜”做过远视角膜矫正后的变形角膜 12b（如本人的在先美国专利 No. 6,652,095 所描述的），可能因为中央平坦区（称为“中央湖”）而有残余度数误差，中央湖发生的原因是，所述双向几何角膜接触镜较陡的光学区下方有拱起的残余空间。这接触镜片 10b 的光学区 20b 下方拱起的残余空间，可以通过加入前述共形区 202b 来减少或消除，这样可以恢复光学区 20b 贴合到变形角膜 12b 中心部分的接触关系，以增加远视度数的降幅。要共形化的量通

常设定为该治疗远视的双向几何角膜接触镜下方原拱起高度的约 50%（如本人的在先美国专利 No. 6,652,095 所描述），但是也可以根据塑形后变形角膜 12b 上的中央湖的不同区域宽度不同来个别确定，这可以使用现代化的角膜形貌术来容易地确定。

在大多数情况下，圆锥角膜的圆锥凸很少正好位于变形角膜 12b 的几何中心，而是通常会向下偏心。接触镜片 10b 在变形角膜 12b 上的贴合点也会以相同程度向下偏心。估计共形区 202a 及其共形曲线 302a 的方式与前述同轴性圆锥凸可能大为不同。偏心圆锥凸会在接触镜片 10b 中央部分的下方形成泪液堆积的空间。同理，在接触镜片 10b 的下部也会有边缘抬起的现象。

基本曲线 30b 如果比假想角膜 12h 的中央曲率陡（曲率半径下降），陡度增加会使光学区 20 更加拱起，并如前所述增加接触镜片 10b 下方的泪液高度。但是，对于偏心圆锥凸 ，增加基本曲线 30b 的陡度也会使偏心圆锥凸与接触镜片 10b 的贴合并位置移动得更靠近光学区 20 几何中心，因而实质上反而减少中央泪液高度。因此，由于基本曲线 30b 变陡而净增加的泪液高度可以依照这两个相反关系的因素来确定，并转换到接触镜片 10b 的共形曲线 302b 以抵消增加的中央泪液高度，同时将光学区 20b 适当地贴合到变形角膜 12b 的凸出部分以进行有效的重塑。

较陡的基本曲线 30b 减低中央泪液高度的反效果，与圆锥凸偏离中心的距离正相关。为了容易理解，假设圆锥凸尖端正好位于试验接触镜片 10h 光学区的最外侧边缘上，则镜片中心会被这个完全偏心的圆锥凸明显顶起。接触镜片 10b 的基本曲线 30b 再增加任何陡度，由于完全偏心的缘故，中央泪液高度都不会实际增加（0%增加）而是注定会被 100%抵消掉，直到基本曲线 30b 的陡度达到圆锥凸尖端的曲率。要对完全偏心的圆锥凸进行塑形，并不需要共形区 202a 及其共形曲线 302a。换言之，这完全偏心的圆锥凸所使用的角膜接触镜 10b 可以完全自动共形。接触镜片 10b 的光学中心会随着基本曲线 30b 变陡而自行调整位置，稍微向变形角膜 12b 的圆锥凸尖端进行偏心移动。伴随着接触镜片 10b 的自动共形效果，接触镜片 10b 原本拱起的边缘抬起的程度会变得较小。另一方面，对

于前述位于中心的圆锥凸，基本曲线 30b 的任何变陡都会在接触镜片 10b 下方的中央泪液高度中 100％反映出来。这时候就需要设计共形区 202b 及其共形曲线 302b 来抵消增加的中央泪液高度，以将光学区 20b 适当地贴合到变形角膜 12b 上。对于介于上述两个极端位置之间的圆锥凸，与较陡的基本曲线 30b 相伴的减低中央泪液高度的反效果，与通过角膜形貌术测得的变形角膜 12b 几何中心到圆锥凸最外部分的距离正相关。

总而言之，接触镜片 10b 的共形区 202b 在治疗圆锥角膜中的主要目的是抵消光学区 20b 变陡（曲率半径变短）时拱起的纵向高度，恢复光学区 20b 适当贴合到变形角膜 12b 凸出尖端的关系，以进行有效的双力塑形。所需抵消的纵向高度大小可以根据三个变量以数学方法计算出来。

1) 光学区 20b 的纵向高度，该光学区 20b 的基本曲线 30b 比假想角膜 12h 中央曲率陡；

2) 光学区 20b 范围内假想角膜 12h 的纵向高度；

3) 变形角膜 12b 的几何中心到圆锥凸尖端的偏心径向距离。

(1)与(2)因子间的纵向高度差应当通过第(3)因子来调整，以得到需要由共形区 202b 抵消的纵向高度，此数值可以通过公知的纵向高度计算数学法则转换成共形曲线 302b。因子(3)通常设定为所需总的共形纵向高度的 50％。原因是大多数时候，圆锥凸通常位于变形角膜 12b 几何中心的正下方，光学区 20b 通常设为等于或只是稍大于圆锥凸宽度，如前所述。因此，圆锥凸尖端会正好位于光学区 20b 的半途位置（50％偏心距）。也就是说，(1)与(2)因子间大约 50％的纵向高度差可以因为 50％偏心的圆锥而自行共形化，而所增加泪液高度中剩余的 50％应当通过共形区 202b 及其共形曲线 302b 来补偿。

另一方面，对于小的中央圆锥凸，使用基本曲线 30a 比假想角膜 12h 的中央曲率更平的接触镜片 10a，可以将变形角膜 12b 塑形成另一个变形角膜 12a，所述另一个变形角膜 12a 如前所述形成类似削平的表面。事实上可以首先用共形接触镜片 10b 将偏心的严重或极严重圆锥凸塑造成比较平滑的中央圆锥凸，再用具有较平光学区 20a 的后续角膜接触镜 10a 进一步将变形角膜 12b 重塑为类似削平的中央曲率，以获得清晰的裸视力。

假如指定的基本曲线 30a 比假想角膜 12h 的中央曲率更平，以使对比明显的分界平滑化并同时减轻轴性近视，则通常将共形区 202a 及其共形曲线 302a 指定为比外部复合连接区 34a-36b 更平，以使光学区 20a 下勾与弯曲，越过圆锥凸而将接触镜片 10a 的光学区 20a 贴合在变形角膜 12b 的上部。另一方面，如果指定的基本曲线 30b 比假想角膜 12h 的中央曲率更陡，则将共形区 302b 指定为比基本曲线 30b 平，以形成一个适应臂，该臂的弯角可以精确地通过前述三个因子计算出来。这样，借助于共形区 202b 及其共形曲线 302b，经过适当共形的接触镜片 10b 可以通过光学区 20b 轻轻贴合到变形角膜 12 的凸出部分，同时还能通过对准区 26b 压迫变形角膜 12b 外围部分以进行有效的重塑。这里所有的数学计算都基于公知的纵向高度计算公式，但限定在光学区 20b 与共形区 202b 的范围内。

共形区 202b 及其共形曲线 302b 用来抵消拱起的光学区 20b，它们可以有其他结构。共形区 202b 可以划分为若干个连续变平和变陡的区域，只要总的“弯曲或抵消角度”或“弯曲或抵消量”保持相同即可。共形区 202b 是以何种交错或中间形状曲率形成，对此没有影响。共形曲线 302b 可以变平到成为零屈光度或负屈光度，实际上也就成为数学定义上的平面或凸面。曲线也可以由非球面替代，与光学区 20b 合并成具有正离心率的连续的逐渐变平曲线，形成“自弯或自行抵消”的表面；或者与内部连接区 22b 合并成为复合连接区 22b-24b 的一部份。唯一的要求是，共形区 202b 及其共形曲线 302b 应当总是保持适当的“弯曲或抵消效果”，以使光学区 20b 压迫中央部分，并允许对准区 26b 压迫变形角膜 12b 的外围部分。

在本发明的一种实施例中，共形区 202（a、b）的直径范围从 0.1 mm 到 3 mm。对于不同的接触镜片 10a 或 10b，在共形接触镜片 10b 中，共形曲线 302（a、b）的曲率半径比基本曲线 30b 平（曲率半径大）1-60 屈光度；在接触镜片 10a 中，比外部连接区 34a-36a 平（曲平率半径大）1-60 屈光度。

尽管本发明只举例说明提供了一个共形曲线 302（a 或 b），但接触镜片 10（a 或 b）也可以具有两个或更多共形区或曲线，以及用某个离心率

的非球面替代这里的弧形区，甚至与复合连接区 22-24（a 或 b）合并形成连续的变平或变陡的曲线连接到光学区 20（a 或 b）。

（复合连接区 22－24（a 或 b））

参考图 3－图 6，复合连接区 22-24（a 或 b）的作用是介于共形区 202（a 或 b）与对准区 26（a 或 b）之间的过渡区、压迫表面、或泪液循环区。接触镜片 10a 的复合连接区 22a-24a 可视为本人在美国专利 No. 6,543,897 中公开的装配弧（Fitting zone）与促成弧区（Facilitate zone）的组合；接触镜片 10b 的复合连接区 22b-24b 可视为本人在美国专利 No. 6,652,095 中公开的平坦弧（Plateau zone）与装配弧区的组合。但是，根据本发明，复合连接区 22-24（a 或 b）的纵向高度由估计的假想角膜 12h 来确定，使对准区 26（a 或 b）在塑形前后都能适当地贴覆在外围角膜上。

（对准区 26（a 或 b））

如图 3－图 6，对准区 26（a 或 b）是为了使镜片 10（a、b）能正确对中而设计的，其曲率半径等于或略长于假想角膜 12h 的中央曲率（即与外围角膜吻合）。预定对准曲线 38（a 或 b）限定了对准区 26（a 或 b）的曲率，该曲率与环绕在角膜 12h 中央部分周围那部分角膜 12h 的假想曲率几乎相同。

对准区 26（a 或 b）在与变形角膜 12a、12b 相对应的区域产生宽广的接触面 40，产生足以稳定镜片位置的定心力，使光学区 20（a 或 b）能对准变形角膜 12a、12b 的中心尖端位置。对准曲线 38（a 或 b）由假想角膜中心曲率来决定，该曲率是由前述试验接触镜片 10h 估计的。

有关的对准曲线 38（a 或 b）在变形角膜 12a、12b 上形成大面积的贴合面，有助于使镜片 10a、10b 在变形角膜 12a、12b 的尖端定位良好。对准区 26（a 或 b）及其曲线 38（a 或 b）已经在前述美国专利 No. 6,543,897 和 No. 6,652,095 中公开过。

或者，只要能维持足够的贴合力量，对准区 26（a 或 b）也可以分段成多个曲线，也可以是任何形状或曲线的组合。

（周边区 28（a 或 b））

如图 3—图 6，周边区 28（a 或 b）设计为曲率半径比变形角膜 12（a 或 b）的曲率半径长，结果比环绕假想角膜 12h 中心部分的与对准区 26（a 或 b）对应的那部分假想角膜 12h 的估计曲率还要平。周边区 28（a 或 b）的表面轮廓由周边曲线 42（a 或 b）限定，周边曲线的曲率几乎与其下方的那部分假想角膜 12h 平行，但比假想角膜 12h 更平。当佩戴者眨眼时，会带动泪水泵浦作用，此时周边区 28（a 或 b）具有协助镜片 10a、10b 下方泪水循环的功能。这样的泪水流动有助于镜片—角膜接触面保持润滑、和氧气供应，使镜片 10a、10b 配戴起来更舒适。

另外，周边区 28（a 或 b）设计为使镜片边缘稍微翘起，以方便从角膜 12a、12b 上取下镜片。周边区 28（a 或 b）及其曲线 38（a 或 b）已经在前述美国专利 No. 6,543,897 和 No. 6,652,095 中公开过。

在对病人的眼睛及有关眼部组织进行详细检查之后，才能计算对镜片基本曲线 30（a 或 b）、共形曲线 302（a 或 b）、连接曲线 34（a 或 b）— 36（a 或 b）、对准曲线 38（a 或 b）以及周边曲线 42（a 或 b）进行限定的各个曲率半径。必须测量角膜曲率、限定适当的接触镜片度数，还必须确定对接触镜片 10a、10b 可能产生生理影响的其他因素。熟悉眼科技术的人员通常可以进行这些工作。

例如，一开始佩戴本发明的接触镜片 10a 每天 6-8 小时，之后维持每天短时间佩戴 4-8 小时，对于近视手术前为-8.00 的屈光度(D)，可以使残余近视降低达-2.0 屈光度(D)。

（确定假想角膜的测试镜片套件）

根据本发明，可以用测试镜片套件作为确定假想角膜的工具，用于对激光角膜手术和近视角膜矫正术后进行修补。该套件包括参照表和测试镜片组。参照表用于通过下列因子中的一项或多项来确定共形数据：

a) 手术前或角膜矫正术前的角膜曲率读数；

b) 手术后或角膜矫正术后的角膜曲率读数；

c) 手术前后、或角膜矫正术前后减少的度数；

d) 手术后或角膜矫正术后的角膜光学区。

这组测试镜片套件包括根据共形数据设计的按参照表预先确定的递增量递增的共形镜片。

另一组测试镜片套件可以帮助确定假想角膜，用于圆锥角膜和远视角膜矫正术后进行修补。该套件包括参照表和测试镜片组。参照表用于通过下列因子中的一项或多项来确定共形数据：

a) 一组代表正常角膜的角膜曲率读数；

b) 圆锥凸尖端和远视角膜矫正术后这二者至少其一的角膜曲率读数；

c) 圆锥角膜的圆锥凸宽度或远视角膜矫正术后变陡的角膜区这二者中其一或两者的数值；

d) 圆锥凸尖端的偏心距大小。

这组测试镜片套件包括根据共形数据设计，按参照表预先确定的递增量递增的共形镜片。

应当指出，依照一般的概念水准来使用参照表寻找正常的接触镜片，已经在本人的美国专利 No. 6,361,169 中描述过。

尽管已经结合优选实施例对本发明进行了说明，但是本领域技术人员应当明白，在不脱离本发明的精神和范围的情况下，可以进行多种改变和采用多种可替换形式。

（示例）

以下举例说明病例 AA1125 的接触镜片设计，该病人接受过激光手术（LASIK），因为近视复发而接受了另一次补强手术。

<右眼>

术前角膜曲率（KM）：无法得知

术前屈光度：无法得知

术后角膜曲率（Sim-k）：39.11（8.63），39.63（8.52）

术后屈光度：-1.75 屈光度（近视-1.75 屈光度）。

假想角膜的中央曲率：44.75 屈光度（通过试验接触镜片估计）

削平的角膜光学区：5mm

估计需要共形化的高度：52 微米

光学区 20：宽度 5.0mm，曲率半径 9.72mm

共形区 202：通过给基本曲线增加 0.8 的离心率而与光学区合并的非球面

装配弧区 22：宽度 0.4mm，曲率半径 6.28mm

促成弧区 24：宽度 0.4mm，曲率半径 7.21mm

对准区 26：宽度 1.6mm，曲率半径 7.70mm，离心率 0.40

周边区 28：宽度 0.4mm，曲率半径 11.00mm

镜片度数：远视+2.00 屈光度，前表面离心率+0.42 以补偿基本曲线离心率，从而引起多焦点加度效果。

<左眼>

术前角膜曲率（KM）：无法得知

术前屈光度：无法得知

术后角膜曲率（Sim-k）：39.93（8.45），40.99（8.23）

术后屈光度：近视-1.50 屈光度，散光-0.50 屈光度，角度 135（近视-1.50，散光 0.50 屈光度）

假想角膜的中央曲率：44.75 屈光度（通过试验接触镜片估计）

估计需要共形化的高度：42 微米

光学区 20：宽度 5.0mm，曲率半径 9.58mm

共形区 202：通过给基本曲线增加 0.8 的离心率而与光学区合并的非球面

装配弧区 22：宽度 0.4mm，曲率半径 6.26mm

促成弧区 24：宽度 0.4mm，曲率半径 7.18mm

对准区 26：宽度 1.6mm，曲率半径 7.70mm，离心率 0.40

周边区 28：宽度 0.4mm，曲率半径 11.00mm

镜片度数：远视+2.00 屈光度，前表面离心率+0.35 以补偿基本曲线离心率，从而引起多焦点加度效果。

病人佩戴这副接触镜片 2 天，每天 7-8 小时。这段矫正期之后，近视度数

降低到 0 屈光度。这相当于两眼都降低近视 1.75 屈光度（球面等效情况下）。经过夜间佩戴 5-7 小时之后，可以维持整日视力清晰（约 0 屈光度）。角膜形貌对中良好，被切除的中心区域内角膜曲率明显变平，证明近视度数有效降低。这个病例已经追踪了六个月，没有发现任何后遗症。

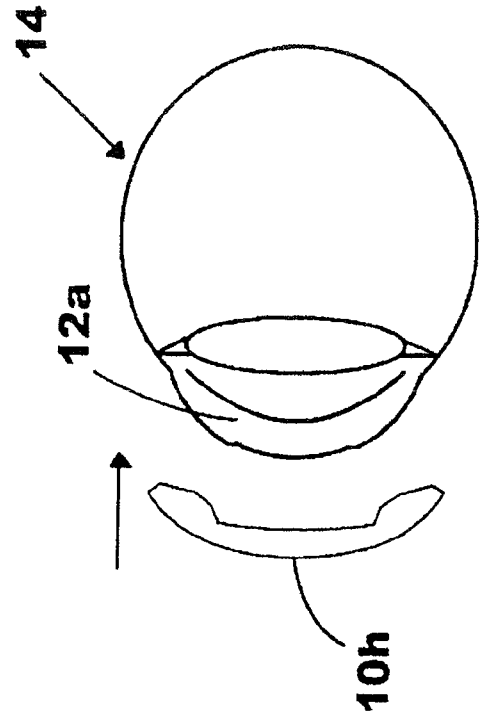


图1a

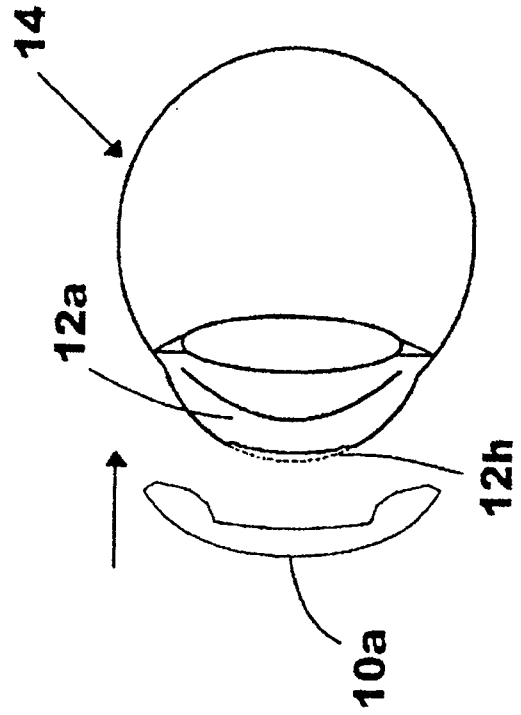


图1

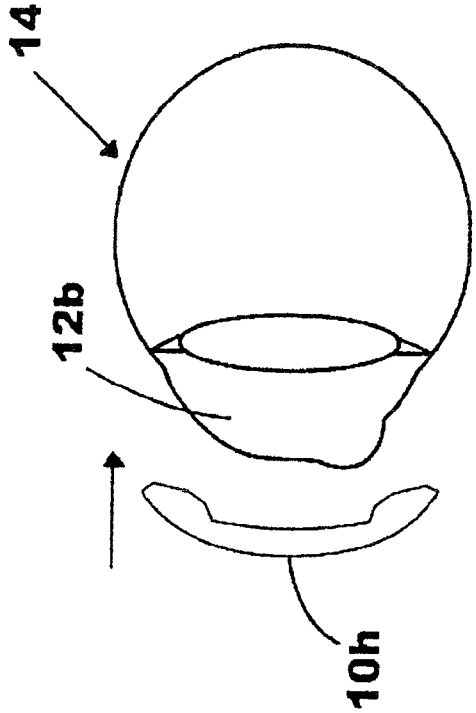


图2a

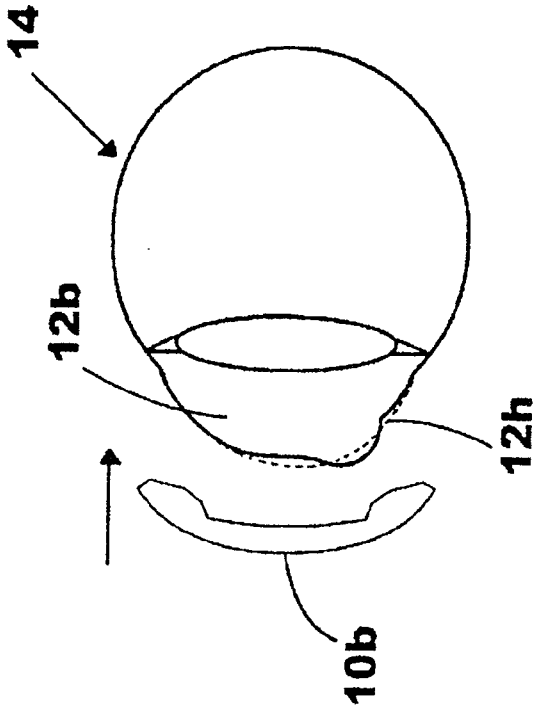


图2

图5

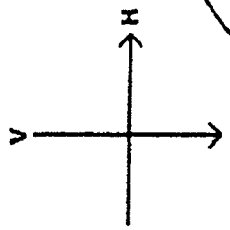

30b
302b
34b
36b
38b
42b
42b
H
V

图6

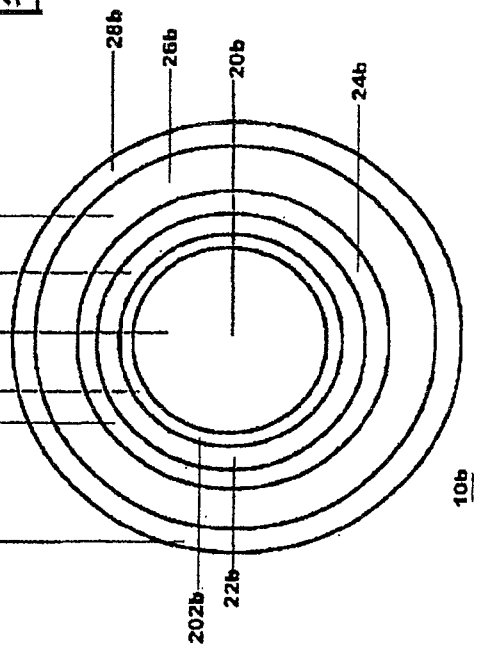

28b
26b
20b
24b
10b
202b
22b

图3

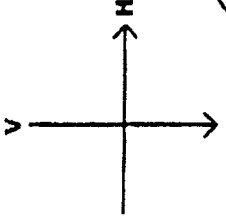
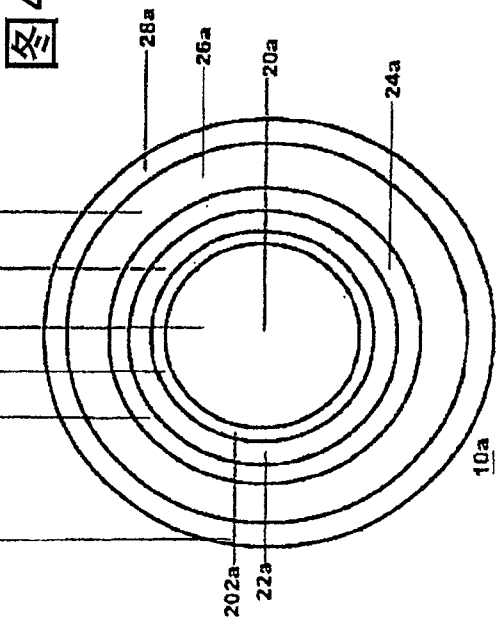

30a
302a
34a
38a
42a
36a
H
V

图4


28a
26a
20a
24a
10a
202a
22a