



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110892313 B

(45) 授权公告日 2022.04.01

(21) 申请号 201880044475.7

马特·克拉克

(22) 申请日 2018.05.01

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110892313 A

代理人 武晶晶

(43) 申请公布日 2020.03.17

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

(30) 优先权数据
62/492,780 2017.05.01 US

(56) 对比文件

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.12.31

CN 103648448 A, 2014.03.19

CN 103648448 A, 2014.03.19

US 6010219 A, 2000.01.04

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2018/030502 2018.05.01

CN 102621710 A, 2012.08.01

CN 103467652 A, 2013.12.25

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/204395 EN 2018.11.08

US 2016377887 A1, 2016.12.29

US 2016334640 A1, 2016.11.17

(73) 专利权人 普雷斯拜视力有限公司
地址 以色列特拉维夫市

CN 104823100 A, 2015.08.05

CN 104335104 A, 2015.02.04

WO 2005121874 A1, 2005.12.22

(72) 发明人 奥默·拉法尔里 小尤金·德胡安
亚伊尔·阿尔斯特 奥弗·平特

审查员 苏眉英

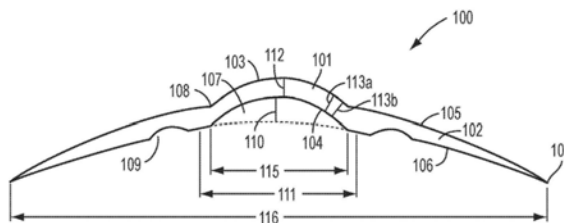
权利要求书2页 说明书49页 附图39页

(54) 发明名称

动态泪液透镜

(57) 摘要

公开了动态接触镜,其被制造具有从外围部分向外延伸的动态部分。当佩戴在眼睛上时,动态部分形成用于矫正视力的泪液透镜。动态部分还可被配置用于提供动态泪液透镜,该动态泪液透镜随着眼睑施加的力而改变光焦度。动态部分可被配置成采取共形构形和至少一个非共形构形,或者可被配置成采取至少两个非共形构形。动态接触镜可以用于矫正视力,例如矫正老视。



1. 一种动态接触镜,其包括:
内部动态部分,其包括动态后表面和与所述动态后表面相对的动态前表面;
外围部分,其包括:外围后表面;与所述外围后表面相对的外围前表面;以及将所述外围部分和所述内部动态部分耦合起来的过渡区;
其中所述内部动态部分包括:
具有从0.1MPa至3MPa范围内的杨氏模量的材料;以及
从10 μ m至300 μ m的预制中心SAG高度,其中所述预制中心SAG高度是被配置成靠在角膜上的所述外围后表面的延伸曲率与位于所述内部动态部分的中心处的所述动态后表面之间的距离。
2. 如权利要求1所述的动态接触镜,其中所述动态接触镜被配置用于在施加到角膜时产生用于矫正视力的泪液透镜。
3. 如权利要求1所述的动态接触镜,其中当所述动态接触镜施加到角膜时,所述内部动态部分能够采取两个或更多个准稳定构形,其中所述两个或更多个准稳定构形的特征在于所述中心动态后表面与角膜之间的不同间隙。
4. 如权利要求1所述的动态接触镜,其中所述内部动态部分具有从2.5mm至7mm的直径。
5. 如权利要求1所述的动态接触镜,其中所述动态后表面具有从3mm至7.5mm的曲率半径。
6. 如权利要求1所述的动态接触镜,其中所述内部动态部分具有基本上均匀的厚度。
7. 如权利要求1所述的动态接触镜,其中所述内部动态部分具有从20 μ m至300 μ m的基本上均匀的厚度。
8. 如权利要求1所述的动态接触镜,其中所述过渡区被配置用于促进向泪液透镜的泪液流动,其中在所述动态接触镜被施加到眼睛时,所述泪液透镜形成于所述动态后表面与角膜之间。
9. 如权利要求1所述的动态接触镜,其中所述过渡区包括被配置用于增强所述内部动态部分的柔韧性的特征。
10. 如权利要求9所述的动态接触镜,其中所述特征包括平滑边缘、变薄的截面厚度、凹槽,或者前述任何一项的组合。
11. 如权利要求1所述的动态接触镜,其中所述动态接触镜包括位于所述外围后表面中的从所述内部动态部分延伸的一个或多个通道。
12. 如权利要求11所述的动态接触镜,其中所述一个或多个通道中的每一个从所述内部动态部分径向地延伸。
13. 如权利要求11所述的动态接触镜,其中所述一个或多个通道包括从3至20个通道。
14. 如权利要求11所述的动态接触镜,其中所述一个或多个通道中的每一个具有从100 μ m至1000 μ m的宽度,以及从50 μ m至200 μ m的高度。
15. 如权利要求11所述的动态接触镜,其中所述一个或多个通道中的每一个具有从1mm至7mm的长度。
16. 如权利要求11所述的动态接触镜,其中所述通道中的至少一个耦合到从所述外围前表面延伸的一个或多个窗孔。
17. 如权利要求16所述的动态接触镜,其中所述一个或多个窗孔具有从200 μ m至600 μ m

的直径。

18. 如权利要求1所述的动态接触镜,还包括位于所述外围后表面中的一个或多个空腔。

19. 如权利要求18所述的动态接触镜,其中所述外围后表面包括从3至12个空腔。

20. 如权利要求18所述的动态接触镜,其中所述一个或多个空腔中的每一个独立地具有在所述外围后表面之下从10 μ m至500 μ m的深度。

21. 如权利要求1所述的动态接触镜,还包括一个或多个突出物,所述一个或多个突出物覆盖所述外围前表面。

22. 如权利要求21所述的动态接触镜,其中所述外围前表面包括从3至12个突出物。

23. 如权利要求21所述的动态接触镜,其中所述一个或多个突出物中的每一个独立地具有在所述外围前表面之上从10 μ m至200 μ m的高度。

24. 一种保护患者的眼睛免于潜在伤害的方法,包括向需要这样的保护的患者的眼睛施加如权利要求1至23中任一项所述的动态接触镜。

25. 施加到角膜的如权利要求1至23中任一项所述的动态接触镜。

动态泪液透镜

技术领域

[0001] 本公开涉及动态接触镜,该动态接触镜具有动态部分,所述动态部分在放置于角膜上时具有共形构形和至少一个非共形构形,或者可具有至少两个非共形构形。当佩戴于眼睛上时,动态部分形成用于矫正视力的泪液透镜(tear lens)。动态部分还可被配置用于提供动态泪液透镜,该动态泪液透镜响应于眼睑和/或注视运动向动态接触镜施加的力而改变光焦度(optical power)。接触镜可以用于矫正视力,诸如矫正老视、延缓近视进展,或者用于矫正由不规则形状角膜导致的视力。

背景技术

[0002] 典型的视力问题,诸如近视(近视眼)、远视(远视眼)和老视(调节丧失及随后的中近视力丧失),能够很容易地使用眼镜来矫正。然而,出于例如适应活跃生活的原因或美观原因,一些人喜欢接触镜来矫正视力。

[0003] 随年龄而患上老视的接触镜佩戴者需要额外的矫正镜片以同时允许近、中和远视力。为了解决老视,接触镜制造者已开发出经由若干聚焦区域同时聚焦来自一定距离范围的光的多焦点镜片,以及包含例如用于矫正近视的中心区域和用于矫正远视的周围区域等两个聚焦区域的双焦点镜片。后一种镜片相对于眼睛的视轴平移以根据眼睛注视角度同时提供近视力和远视力矫正。

[0004] 平移接触镜被配置成在角膜表面上方从1mm至6mm的任何位置移动(平移),并且因此远比通常在角膜上方具有从0mm至1mm移动的标准接触镜不稳定。由于平移镜被设计成移动的,因此在上眼睑眨眼期间,平移镜在角膜上方下移,使得镜片的下边缘随着每次眨眼运动而撞击在下眼睑缘上。这样的反复运动和眼睑接触由于角膜和下眼睑缘加重的异物敏感度而导致显著的使用者不适。此外,由于在下眼睑缘上存在睑板腺开口,下眼睑撞击可导致这些开口的反复创伤和炎症,而这可能引起角化过度并且可能引起睑板腺功能障碍。

发明内容

[0005] 根据本发明,动态接触镜包括:动态部分,其包括动态后表面和与所述动态后表面相对的动态前表面;外围部分,其包括外围后表面、与所述外围后表面相对的外围前表面,以及将所述外围部分和所述动态部分耦合起来的过渡区;其中所述动态部分包括:具有从0.05MPa至10MPa范围内的杨氏模量的材料;以及从10 μ m至300 μ m的预制中心SAG(矢状)高度。

[0006] 根据本发明,动态接触镜包括:外围部分、耦合到所述外围部分的动态部分,其中所述动态部分包括:共形构形,其被配置用于向具有角膜的眼睛提供第一光焦度;以及至少一个非共形构形,其被配置用于向眼睛提供第二光焦度,其中所述第二光焦度不同于所述第一光焦度。

[0007] 根据本发明,动态接触镜包括:外围部分,其包括外围后表面和外围前表面,其中所述外围后表面包括外围基础曲率;以及动态部分,其包括动态后表面和动态前表面,其中

至少所述动态后表面朝向所述动态前表面从所述外围基础曲率凸起。

[0008] 根据本发明,动态接触镜包括:动态部分,其包括动态后表面,其中所述动态后表面包括动态基础曲率;外围部分,其耦合到所述动态部分,其中所述外围部分包括外围后表面;并且所述外围后表面包括外围基础曲率;其中,在第一构形下,所述动态基础曲率与所述外围基础曲率基本上相同;并且在第二构形下,所述动态基础曲率偏离所述外围基础曲率。

[0009] 根据本发明,动态接触镜包括动态部分,其中,所述动态部分包括动态后表面;所述动态后表面包括动态基础曲率;在第一构形下,所述动态基础曲率与角膜曲率基本上相同;并且在第二构形下,所述动态基础曲率偏离角膜曲率。

[0010] 根据本发明,动态接触镜包括:外围部分,其中所述外围部分包括外围后表面,其中所述外围后表面包括外围基础曲率;以及动态部分,其耦合到所述外围部分,其中所述动态部分包括中心厚度,以及相对于所述外围基础曲率的中心SAG高度;其中,所述动态部分被配置成采取以相对于所述外围基础曲率的第一中心间隙高度为特征的第一构形,以及采取以相对于所述外围基础曲率的第二中心间隙高度为特征的第二构形,其中,所述第一中心间隙高度和所述第二中心间隙高度不相同;并且所述第一构形和所述第二构形是准稳定的。

[0011] 根据本发明,动态接触镜包括动态部分,该动态部分包括后表面,其中,所述后表面包括动态基础曲率;在第一构形下,所述后表面包括第一基础曲率;并且在第二构形下,所述后表面包括第二基础曲率。

[0012] 根据本发明,动态接触镜包括:动态部分,其中所述动态部分包括:至少一个第一非共形构形,其被配置用于向具有角膜的眼睛提供第一光焦度;以及至少一个第二非共形构形,其被配置用于向眼睛提供第二光焦度,其中所述第二光焦度不同于所述第一光焦度;至少一个第一机制,其被配置用于引起所述第一非共形构形与所述至少一个第二非共形构形之间的变化;以及至少一个第二机制,其被配置用于引起所述至少一个第二非共形构形与所述至少一个第一非共形构形之间的变化。

[0013] 根据本发明,动态接触镜包括:第一部分,其包括第一后表面、与所述第一后表面相对的第一前表面,以及第一材料,其中,所述第一后表面包括第一曲率半径;并且所述第一材料包括第一杨氏模量;以及第二部分,其耦合到所述第一部分,其中所述第二部分包括第二后表面和与所述第二后表面相对的第二前表面,以及第二材料,其中,所述第二后表面包括第二曲率半径;并且所述第二材料包括第二杨氏模量;并且其中所述第一曲率半径小于所述第二曲率半径;并且其中所述第一杨氏模量和所述第二杨氏模量中的每一个独立地处于从0.05MPa至10MPa的范围内。

[0014] 根据本发明,动态接触镜包括:第一部分,其包括第一后表面、与所述第一后表面相对的第一前表面,以及第一材料,其中所述第一部分包括第一杨氏模量;以及外围部分,其耦合到所述第一部分,其中所述外围部分包括:外围后表面,其具有基础曲率,以及第二材料,其包括第二杨氏模量;并且其中所述第一后表面从所述外围部分的后表面的基础曲率向前凸起;并且其中所述第一杨氏模量和所述第二杨氏模量中的每一个独立地处于从0.05MPa至10MPa的范围内。

[0015] 根据本发明,矫正患者视力的方法包括向需要矫正视力的患者的眼睛施加根据本

发明的动态接触镜。

[0016] 根据本发明,处理老视的方法包括向患者的患有老视的眼睛施加根据本发明的动态接触镜。

[0017] 根据本发明,矫正患者视力的方法包括向需要这样的处理的患者的眼睛施加根据本发明的动态接触镜。

[0018] 根据本发明,在眼科治疗之后处理患者的眼睛的方法包括向需要这样的处理的患者的眼睛施加根据本发明的动态接触镜。

[0019] 根据本发明,治疗患者的眼睛的角膜的创伤伤口的的方法包括向需要这样的治疗的患者的眼睛施加根据本发明的动态接触镜。

[0020] 根据本发明,保护患者的眼睛免于潜在伤害的方法包括向需要这样的保护的患者的眼睛施加根据本发明的动态接触镜。

[0021] 根据本发明,制造动态接触镜的方法包括对材料进行成型以提供动态接触镜,该动态接触镜包括:外围部分,其包括外围后表面和外围前表面,其中所述外围后表面包括外围基础曲率;以及动态部分,其包括动态后表面和动态前表面,其中至少所述动态后表面朝向所述动态前表面从所述外围基础曲率凸起。

[0022] 根据本发明,制造动态接触镜的方法包括对材料进行成型以提供动态接触镜,该动态接触镜包括:动态部分,其特征在于动态基础曲率;以及外围部分,其耦合到所述动态部分,其中所述外围部分包括外围基础曲率,其中所述动态基础曲率不同于所述外围基础曲率。

[0023] 根据本发明,将根据本发明的动态接触镜施加到角膜。

附图说明

[0024] 本文描述的附图仅用于说明目的。附图并非旨在限制本公开的范围。

[0025] 图1A示出了由本公开提供的具有用于泪液储器的空腔的动态接触镜的截面图。

[0026] 图1B示出了由本公开提供的不具有用于泪液储器的空腔的动态接触镜的截面图。

[0027] 图2A示出了由本公开提供的具有动态部分并且带有泪液储器的动态接触镜的截面图,其中动态部分邻近角膜的前表面,这可能适合于未矫正的远视力。

[0028] 图2B示出了由本公开提供的具有动态部分并且带有泪液储器的动态接触镜的截面图,其中动态部分从角膜凸起,从而提供用于泪液透镜的空间,这可能适合于经矫正的近视力。

[0029] 图2C示出了由本公开提供的具有动态部分并且没有泪液储器的动态接触镜的截面图,其中动态部分邻近角膜的前表面,这可能适合于未经矫正的远视力。

[0030] 图2D示出了由本公开提供的具有动态部分并且没有泪液储器的动态接触镜的截面图,其中动态部分从角膜凸起,从而提供用于泪液透镜的空间,这可能适合于经矫正的近视力。

[0031] 图3A-图3D示出了本发明提供的动态接触镜的光学相干断层扫描(optical coherence tomography,OCT)图像,该接触镜具有泪液透镜,所述泪液透镜相应地具有0 μ m、43 μ m、84 μ m和105 μ m的间隙高度。

[0032] 图4A和图4B示出了由本公开提供的具有楔形泪液储器的动态接触镜的截面图。图

4A示出了动态接触镜,其中动态部分邻近角膜,其中动态部分的后表面通过毛细力保持抵靠角膜。图4A示出了动态接触镜的视图,图示了当向下注视时在下眼睑向泪液储器施加力时,从泪液储器朝向动态部分的泪液移动方向。图4A示出了动态接触镜的视图,其中动态部分从角膜凸起,从而为泪液透镜提供体积。图4B示出了图4A中所示的动态接触镜的底视图。

[0033] 图5A和图5B分别示出了动态接触镜的截面图和底视图,该动态接触镜在对称地安置于中心动态部分周围的外围部分的后表面中具有分离的泪液空腔。

[0034] 图6示出了由本公开提供的动态接触镜的三(3)个截面图。

[0035] 图7示出了动态接触镜的截面图,该截面图用于计算穹顶高度与泪液透镜的光焦度之间的关系。

[0036] 图8示出了具有近外围泪液储器的动态接触镜的截面图。

[0037] 图9A-图9C示出了由本公开提供的施加于角膜的,具有动态部分和泪液储器的动态接触镜的OCT图像。

[0038] 图10示出了由本公开提供的具有近中心动态部分的动态接触镜的截面图。

[0039] 图11示出了由本公开提供的动态接触镜的照片,该动态接触镜处于眼球和眼睑的测试台模型上,其中在外围部分之上未施加眼睑压力。

[0040] 图12示出了图11的模型的照片,其中在外围部分之上施加了眼睑压力。

[0041] 图13示出了图11和图12的模型的照片,其中眼睑压力被释放。

[0042] 图14A示出了由本公开提供的,处于共形构形下的动态接触镜的OCT图像。

[0043] 图14B示出了由本公开提供的,处于非共形构形下的动态接触镜的OCT图像。

[0044] 图15示出了由本公开提供的动态接触镜的OCT图像,其中动态部分与角膜共形。

[0045] 图16示出了由本公开提供的动态接触镜的OCT图像,其中动态部分处于非共形构形下,以提供具有28 μm 的间隙高度的泪液透镜。

[0046] 图17A示出了由本公开提供的动态接触镜的OCT图像,该动态接触镜与角膜形成泪液透镜。

[0047] 图17B示出与图17A的OCT图像相对应的眼睛的图像。

[0048] 图18-图20示出了用于提供泪液储器的不同的空腔构形。

[0049] 图21示出了由本公开提供的,形成负泪液透镜的动态接触镜的示例的OCT图像。

[0050] 图22示出了由本公开提供的,形成负泪液透镜的动态接触镜的OCT图像。

[0051] 图23A-图23C示出了动态接触镜的视图,该动态接触镜在前表面上具有对称地安置于动态中心部分周围的脊状物。图23A示出了截面图,图23B示出了前表面的视图,而图23C示出了后表面的视图。

[0052] 图24A-图24C示出了动态接触镜的视图,该动态接触镜具有对称地安置于动态中心部分周围的,位于前表面上的脊状物和位于后表面中的上覆的重叠储器。图24A示出了截面图,图24B示出了前表面的视图,而图24C示出了后表面的视图。

[0053] 图25A示出了相对于预制备动态接触镜的动态中心部分的间隙高度,动态中心部分的后表面与角膜之间的间隙高度的示意图。

[0054] 图25B示出了具有40 μm 预制SAG高度的动态接触镜的OCT图像,当其放置在眼睛上时展现出37 μm 间隙高度内的泪液透镜。

[0055] 图25C示出了具有100 μm 预制SAG高度的动态接触镜的OCT图像,当其放置在眼睛上

时展现出96 μ m间隙高度内的泪液透镜。

[0056] 图26A-图26C是对于动态中心部分的不同厚度,动态中心部分的后表面与角膜之间的间隙高度与预制造态接触镜的动态中心部分的SAG高度的关系图。

[0057] 图27示出了动态接触镜的一部分的截面,其具有流体储器和覆盖该流体储器的脊状物。

[0058] 图28示出了(1)具有位于眼睛上的胶合脊状物的动态镜的照片(左上),以及(2)动态接触镜的一部分的示意性截面图,其具有位于该动态接触镜的前表面上的脊状物(右下)。

[0059] 图29示出了动态接触镜的截面的OCT图像,该动态接触镜在主(向前)注视情况下具有位于角膜上的脊状物。

[0060] 图30示出了动态接触镜的截面的OCT图像,该动态接触镜在向下注视情况下具有位于角膜上的脊状物。

[0061] 图31示出了动态接触镜的OCT图像,该动态接触镜在向下注视期间在角膜上具有约500微米宽度的预制脊状物,以及38微米的间隙高度。

[0062] 图32示出了动态接触镜的OCT图像,该动态接触镜具有覆盖在角膜上的具有11mm基础曲线的平坦外围轮廓。

[0063] 图33A-图41B示出了由本公开提供的动态接触镜的示例的截面图,其处于共形和非共形构形下,以及较少非共形构形和较多非共形构形下。

[0064] 现在详细参考本公开的某些实施方式。尽管描述了本公开的某些实施方式,但应当理解,其并不旨在将本公开的实施方式限制为所公开的实施方式。相反,对本公开的实施方式的参考旨在覆盖可以包括在由所附权利要求书限定的本公开的实施方式的精神和范围内的替代、修改和等同项。

具体实施方式

[0065] 如本文所使用,当由患者佩戴时,“后”描述面向眼睛的特征,而“前”描述背向眼睛的特征。动态接触镜或其部分的后表面是指在患者佩戴期间靠近或面向角膜的表面。动态接触镜或其部分的前表面是指在患者佩戴期间远离或背向角膜的表面。

[0066] “基本上”是指例如尺寸等值的 $\pm 10\%$ 。

[0067] “与角膜的表面基本上共形”是指这样的构形:其中动态接触镜的一部分的后表面离角膜表面处于3 μ m内。动态接触镜的后部与角膜之间的间隙可以包含泪液。

[0068] 如本文所使用,材料的“模量”是指杨氏模量(Young's modulus)。杨氏模量例如可以根据由Jones等人,Optometry and Vision Science,89,10,1466-1476,2017所述的方法来确定。

[0069] 以屈光度(D)表示的角膜的光焦度可通过公式为 $D = (1.3375 - 1) / R$ 关联于曲率半径R,其中1.3375对应于房水的折射率,而R对应于角膜的前表面的曲率半径。角膜的曲率与曲率半径R成反比,使得随着曲率半径的增大,角膜的曲率减小,并使得随着曲率半径的减小,角膜的曲率增大。

[0070] 虽然已知硬质透气(rigid gas permeable,RGP)镜用以创造出泪液透镜,但RGP镜不拥有改变形态的能力。软性动态接触镜通常以均匀的方式与角膜表面共形,并且镜片下

的任何薄泪膜均未得到使用且不足以产生任何光焦度。在本发明中,将动态泪液透镜系统与软性接触镜材料相结合使用。

[0071] 本公开提供的动态接触镜可以被制造成具有可在眼睛上的两个或更多个构形之间过渡的动态部分,其中该两个或更多个构形中的每一个提供不同的光焦度。当处于其中动态部分或动态部分的至少一部分不与角膜共形的构形时,在角膜的前表面与动态接触镜的动态部分的后表面之间形成透镜状体积,该透镜状体积可填充有泪液以形成用于矫正视力的泪液透镜(tear lens)。动态接触镜可被配置成在共形构形与一个或多个非共形构形之间过渡。动态镜可被配置成在两个或更多个非共形构形之间过渡。

[0072] 本公开提供的动态接触镜可以被制造成具有可在眼睛上的两个或更多个构形之间过渡的动态部分,其中该两个或更多个构形中的每一个提供不同的光焦度。当处于其中动态部分或动态部分的至少一部分不与角膜共形的构形时,在角膜的前表面与动态接触镜的动态部分的后表面之间形成透镜状体积,该透镜状体积可填充有泪液以形成用于矫正视力的泪液透镜。在这样的情况下,该至少两个构形都是非共形的,并且各自具有泪液透镜,每一泪液透镜向眼睛提供不同的光焦度。

[0073] 泪液透镜是在动态接触镜的后表面与前角膜表面之间形成的液体透镜(liquid lens)。泪液透镜与系统中的其他光学表面(诸如角膜和动态接触镜)相结合以形成新的光学系统。动态接触镜的基础曲线(base curve)与泪液透镜焦度之间的定量关系可由等式(1)描述:

$$[0074] \quad \text{泪液透镜的屈光力} = (336/R_{\text{BOZ}} - 336/K) \quad (1)$$

[0075] 其中 R_{BOZ} 是以mm为单位的,动态接触镜的后视区半径;而 K 是以mm为单位的,角膜的前表面的半径。基础曲线是指动态接触镜的外围部分的后表面的曲率,并且当安置在角膜上时与角膜的前表面的曲率基本上相同。

[0076] 动态接触镜实际后表面基础曲线与泪液透镜之间的定量关系也可由等式(2)描述:

$$[0077] \quad F_t = (n-1)/R_{\text{BOZ}} + (1-n)/RC \quad (2)$$

[0078] 其中 F_t 是泪液透镜的光焦度; n 是泪液的折射率(1.337 ± 0.001); RC 是以mm为单位的,角膜的曲率半径;而 R_{BOZ} 是以mm为单位的,动态接触镜的后视区半径。

[0079] 对于圆柱形泪液透镜,针对每条子午线计算定量关系。

[0080] 在图1A中示出了本公开提供的动态接触镜100的示例的截面。该镜包括动态部分101,该动态部分101从外围部分102的基础曲率凸起和/或从邻近于动态部分的外围部分的基础曲率凸起。外围部分的该区域可被称为邻近于动态部分的近中心外围部分。近中心外围具有基础曲率。在预制的非共形构形下,动态部分从近中心外围部分的基础曲率凸起。应当理解,102表示不同于101的曲率,并且其自身可由一个或多个曲率形成。动态部分101包括动态前表面103和动态后表面104。动态后表面104包括曲率。动态接触镜的外围部分102包括外围前表面105、外围后表面106、外围边缘107和镜片直径116。外围部分102耦合到动态部分101。动态部分101与外围部分102在界面108处耦合,该处也称为过渡区。外围后表面包括空腔109,该空腔109在放置于角膜上时填充有泪液以提供泪液储器。外围后表面106包括外围基础曲率。位于动态部分101的区域下方的外围基础曲率的延伸由虚线指示。SAG高度110被示出为从外围基础曲率到镜片后表面的距离。如本文所使用,SAG高度是指预制动

态镜的一个维度,并且可以称为预制SAG高度。当施加于角膜时,动态部分的后表面与角膜之间的距离被称为间隙高度。如本文所公开,间隙高度可与SAG高度相同,然而,在许多实施方式中,间隙高度小于预制SAG高度。在一些注视角度下,间隙高度可能小于预制SAG高度,并且在其他注视角度下,间隙高度可能接近于预制SAG高度。中心凸起包括取决于距镜片中心径向距离的多个SAG高度。在图1A中,最大SAG高度位于动态部分的中心,其位于镜片的中心几何轴112处。SAG高度朝向动态部分的外围115减小,从而形成镜片形状。在图1A中,光学区域111稍大于动态部分的直径。光学区域是指用于视力的镜片的区域。动态部分的直径可以大于光学区域的直径。在一些实施方式中,动态部分的直径可以小于光学区域的直径。在一些实施方式中,动态部分的直径可以与光学区域的直径相似或相同。

[0081] 如图1A中所示,中心SAG高度110定义为被配置成靠在角膜上的外围后表面106的延伸曲率与位于动态部分的中心处的后表面104之间的距离。动态部分的特征可以是取决于相对凸起的动态部分的中心轴的位置的多个SAG高度。SAG高度将会在中心处最大,并且将会朝向动态部分的外围减小。动态部分101包括中心厚度112,并且两个径向矢状厚度的示例被标识为113a和113b。在图1A中,光学区域的直径111被示出为稍大于动态部分的直径115。动态接触镜100具有直径116。如图1A中所示,动态部分101、外围部分102和光学区域关于动态接触镜的中心几何轴共同对准。

[0082] 图1B示出了与图1A中所示的动态接触镜相似的动力接触镜,但没有用于泪液储器的空腔。图1B中的元素的定义如同图1A。

[0083] 本公开提供的动态接触镜可以包括外围部分,该外围部分包括外围后表面和与该外围后表面相对的外围前表面;动态部分;将外围部分和动态部分耦合起来的过渡区;其中动态部分包括:具有从0.05MPa至50MPa范围内的杨氏模量的材料;并且其中动态部分以远离外围前表面和远离外围后表面延伸的轮廓为特征。动态部分的特征可以在于从10 μ m至250 μ m范围内的预制SAG高度。所述杨氏模量例如处于从0.1MPa至20MPa、从0.1MPa至3MPa、从0.1MPa至2MPa或从0.1MPa至5MPa的范围内。动态部分的特征可以在于从10 μ m至100 μ m范围内的预制SAG高度。动态部分可以包括从20 μ m至600 μ m、从50 μ m至500 μ m、从100 μ m至400 μ m或从50 μ m至300 μ m范围内的最大厚度。动态部分可以包括从20 μ m至600 μ m、从50 μ m至500 μ m、从100 μ m至400 μ m或从50 μ m至300 μ m范围内的中心厚度。动态部分的特征在于基本上均匀的厚度,与过渡区处的厚度相同的中心厚度,大于过渡区处的厚度的中心厚度,或者小于过渡区处的厚度的中心厚度。外围部分可以包括耦合到动态部分的中间部分,该中间部分以中间曲率半径为特征;以及耦合到中间部分的远端部分,该远端部分以远端曲率半径为特征,其中中间曲率半径小于远端曲率半径。过渡区可以包括一个或多个特征,该一个或多个特征被配置用于促进动态部分在两个或更多个准稳定构形之间过渡。动态接触镜可以包括位于外围后表面中的一个或多个空腔。动态接触镜可以包括位于外围前表面中的一个或多个突出物。动态接触镜可以包括位于外围部分的后表面中的一个或多个凹槽。动态接触镜可以包括一个或多个窗孔(fenestration)。动态接触镜可以包括位于外围后表面中的一个或多个空腔和位于外围前表面中的一个或多个突出物、位于后表面中的一个或多个凹槽,以及/或者一个或多个窗孔。凹槽或通道可以耦合到一个或多个窗孔。

[0084] 本公开提供的动态接触镜可以包括动态部分,该动态部分包括动态后表面和与该动态后表面相对的动态前表面;外围部分,该外围部分包括外围后表面、与该外围后表面相

对的外围前表面,以及将外围部分和动态部分耦合起来的过渡区;其中动态部分包括:具有从0.05MPa至10MPa范围内的杨氏模量的材料;以及从10 μ m至300 μ m的预制中心SAG高度。

[0085] 所述材料例如可以具有从0.05MPa至8MPa、从0.1MPa至6MPa、从0.1MPa至4MPa、从0.1MPa至3MPa、从0.1MPa至2MPa或从0.5MPa至1MPa范围内的杨氏模量。

[0086] 中心SAG高度诸如中心预制SAG高度可以例如处于从20 μ m至300 μ m、从50 μ m至300 μ m、从10 μ m至200 μ m、从10 μ m至100 μ m、从50 μ m至250 μ m或从50 μ m至200 μ m的范围内。

[0087] 动态接触镜可被配置用于在施加于角膜时产生用于矫正视力的泪液透镜。

[0088] 当动态接触镜施加于角膜时,动态部分可以采取两个或更多个准稳定构形,其中该两个或更多个准稳定构形以中心动态后表面与角膜之间的不同间隙为特征。动态接触镜可被配置成使得动态部分可以通过由眼睑施加于动态接触镜的压力而在两个或更多个准稳定状态之间过渡。

[0089] 动态部分可以具有例如从2.5mm至7mm、从2.5mm至6.5mm、从2.5mm至6.0mm、从2.5mm至5mm或从2mm至4mm的直径。

[0090] 动态后表面可以具有例如从3mm至7.5mm、从3mm至7mm、从3.5mm至6.5mm或从4mm至6mm的曲率半径。

[0091] 动态接触镜的动态后表面可以具有基本上为球形的曲率,并且动态前表面可以具有基本上为球形的曲率。因此,在某些实施方式中,动态镜的光焦度来源于泪液透镜而不是来源于形成镜片的材料。

[0092] 动态部分可以具有基本上均匀的厚度。例如,动态部分可以具有从20 μ m至300 μ m、从20 μ m至250 μ m、从50 μ m至200 μ m或从50 μ m至150 μ m的基本上均匀的厚度。

[0093] 动态部分可以具有不均匀的厚度。例如,具有不均匀厚度的动态部分可以具有从20 μ m至300 μ m、从20 μ m至250 μ m、从50 μ m至200 μ m或从50 μ m至150 μ m的中心厚度。

[0094] 过渡区可被配置用于促进向在动态镜施加于眼睛时在动态后表面与角膜之间形成的泪液透镜的泪液流动。

[0095] 例如,过渡区可以包括凹槽或通道,该凹槽或通道促进泪液流入和流出由动态部分限定的泪液透镜的能力。

[0096] 一个或多个通道可以安置在外围部分的后表面中,并且可以从动态部分延伸到外围部分。

[0097] 例如,一个或多个通道中的每一个可以从动态部分径向地向外延伸。

[0098] 一个或多个通道例如可以包括从3至20个通道、从3至16个通道、从3至12个通道、从4至10个通道或从4至8个通道。

[0099] 一个或多个通道中的每一个例如可以具有从100 μ m至1000 μ m、从100 μ m至800 μ m、从100 μ m至600 μ m、从200 μ m至600 μ m或从400 μ m至600 μ m的宽度。

[0100] 一个或多个通道中的每一个例如可以具有从50 μ m至200 μ m、从50 μ m至150 μ m或从100 μ m至200 μ m的高度/深度。

[0101] 一个或多个通道中的每一个例如可以具有从1mm至7mm、从1mm至6mm、从1mm至5mm、从1mm至4mm或从1mm至3mm的长度。

[0102] 凹槽或通道可以具有任何适当的截面轮廓以促进泪液的流动。

[0103] 通道中的至少一个可以耦合到穿过外围前表面延伸的一个或多个窗孔。窗孔可被

配置用于将泪层或镜片的前表面流体耦合到通道或流体耦合到镜片的外围后表面与角膜之间的泪膜。例如,通道可以耦合到一个、两个、三个或更多个窗孔。

[0104] 一个或多个窗孔中的每一个可以独立地具有例如从200 μm 至600 μm 、从300 μm 至500 μm 的直径。窗孔可以具有任何适当的截面轮廓以促进泪液的流动。

[0105] 过渡区可以包括被配置用于增强动态部分的柔韧性的特征。用于增强动态部分的柔韧性,用于促进动态部分在准稳定构形之间过渡的能力,和/或用于促进动态部分维持准稳定构形的能力的特征的示例包括平滑边缘、变薄的截面厚度、凹槽,或者前述任何一项的组合。

[0106] 例如,本公开提供的动态接触镜可以包括:具有从2.5mm至7mm的直径的动态部分;具有从3mm至7.5mm的曲率半径的后动态表面;具有从20 μm 至300 μm 的中心厚度的基本上均匀的厚度;从动态部分朝向镜片的外围边缘径向地向外延伸的一个或多个通道,其中该一个或多个通道是从3至20个通道,其中每个通道具有从100 μm 至1000 μm 的宽度、从50 μm 至200 μm 的高度/深度、从1mm至7mm的长度;以及耦合到该一个或多个通道中的每一个的一个或多个窗孔,其中该窗孔具有从200 μm 至600 μm 的直径。

[0107] 作为另一示例,本公开提供的动态接触镜可以包括:具有从2.5mm至7mm的直径的动态部分;具有从3mm至7.5mm的曲率半径的后动态表面;具有从50 μm 至300 μm 的中心厚度的基本上均匀的厚度;从动态部分朝向镜片的外围边缘径向地向外延伸的一个或多个通道,其中该一个或多个通道是从3至10个通道,其中每个通道具有从400 μm 至600 μm 的宽度、从50 μm 至150 μm 的高度/深度、从1mm至5mm的长度;以及耦合到该一个或多个通道中的每一个的一个或多个窗孔,其中该窗孔具有从300 μm 至500 μm 的直径。

[0108] 本公开提供的动态接触镜可以包括动态部分,其中该动态部分包括共形构形,其被配置用于向具有角膜的眼睛提供第一光焦度;以及至少一个非共形构形,其被配置用于向眼睛提供第二光焦度,其中第二光焦度不同于第一光焦度;至少一个第一特征,其被配置用于引起共形构形与至少一个非共形构形之间的变化;以及至少一个第二机制,其被配置用于引起至少一个非共形构形与共形构形之间的变化。

[0109] 本公开提供的动态接触镜可以包括动态部分,其中该动态部分包括第一非共形构形,其被配置用于向具有角膜的眼睛提供第一光焦度;以及至少一个第二非共形构形,其被配置用于向眼睛提供第二光焦度,其中第二光焦度不同于第一光焦度;至少一个第一特征,其被配置用于引起第一非共形构形与至少一个第二非共形构形之间的变化;以及至少一个第二机制,其被配置用于引起至少一个非共形构形与共形构形之间的变化。

[0110] 当施加于眼睛时,动态部分可以采取这样的构形:其中动态部分的后表面与角膜的前表面共形或基本上共形。应当理解,在共形构形下,动态接触镜的后表面与角膜的前表面之间将会存在薄的泪膜。例如,泪膜可以是0.1 μm 至3 μm 厚、从0.5 μm 至2.5 μm 厚或从1 μm 至2 μm 厚。动态接触镜可以被设计成使得在共形构形下,动态部分与角膜之间的泪膜厚度可大于3 μm 和/或可跨动态部分改变以产生镜片形状。

[0111] 当施加于眼睛时,动态部分可以采取第一非共形构形,其中动态部分的后表面不与角膜的前表面共形。例如,在第一非共形构形下,角膜的前表面与动态部分的后表面之间的中心间隙可以大于3 μm ,诸如大于5 μm 、大于10 μm 、大于20 μm 、大于30 μm 、大于40 μm 、大于50 μm 、大于60 μm 、大于70 μm 、大于80 μm 或大于100 μm 。例如,在第一非共形构形下,角膜的前表面

与动态部分的后表面之间的中心间隙可以处于从 $5\mu\text{m}$ 至 $100\mu\text{m}$ 、从 $10\mu\text{m}$ 至 $90\mu\text{m}$ 、从 $10\mu\text{m}$ 至 $70\mu\text{m}$ 、从 $10\mu\text{m}$ 至 $50\mu\text{m}$ 或从 $10\mu\text{m}$ 至 $30\mu\text{m}$ 的范围内。动态部分可以采取第二共形构形,其中角膜的前表面与动态部分的后表面之间的中心间隙大于第一非共形构形下的中心间隙,并且例如可以处于从 $10\mu\text{m}$ 至 $200\mu\text{m}$ 或从 $10\mu\text{m}$ 至 $100\mu\text{m}$ 的范围内。应当理解,该两个构形之间的根本区别在于一个构形与角膜共形更多,而另一构形共形更少,并且因此在两个非共形构形之间产生泪液透镜尺寸的变化,这在动态镜处于两个准稳定非共形构形中之一时提供了光焦度的变化。

[0112] 动态镜被制造成使得曲率 101 不同于曲率 102 ,从而当在动态部分之下没有泪液流动且没有机械力施加于镜片时,预制SAG高度较小。然而,当泪液在动态部分之下流动时,例如由注视变化或眼睑压力所引起,预制SAG采取预制SAG高度的一部分或全部,导致泪液透镜的尺寸改变,并且从而改变动态部分的光焦度。预制SAG可以基于期望的光焦度变化来设计。

[0113] 在注视变化期间或眼睑压力下,泪液透镜的间隙高度可以采取预制SAG高度的 10% 至 100% 。间隙高度可以恢复的百分比至少部分地取决于泪液的流动、泪液在动态部分之下流动的可用性,以及结构特征诸如泪液储器、通道、凹槽、窗孔、过渡几何结构、外围和边缘几何结构和/或其他特征诸如控制和/或促进动态镜的不同部分中的泪液流动的材料性质和表面性质。实际上,动态镜的预制SAG高度和其他结构特征包括例如厚度、材料模量、曲率半径和直径有助于以向前方向并远离角膜对动态部分给予恢复力,该恢复力产生抽吸力以将泪液拉到动态部分下方,从而在准稳定的非共形构形下形成泪液透镜。通过向动态镜施加眼睑压力可以克服该恢复力,从而导致动态部分以向后方向并朝向角膜移动,以采取另一准稳定的非共形或共形构形。

[0114] 在共形构形下,动态部分的后表面与角膜之间的距离例如可以小于 $3\mu\text{m}$ 、小于 $2\mu\text{m}$ 或小于 $1\mu\text{m}$ 。

[0115] 动态接触镜可以被制造成使得动态部分被设计成不与角膜共形。在这样的实施方式中,动态部分在角膜上方拱起,从而产生等于或大于 $10\mu\text{m}$ 的间隙高度,以产生提供光焦度的泪液透镜。例如,具有 6.2mm 的基础曲线的直径为 3mm 的视区将会相对于近中心基础曲线产生 $40\mu\text{m}$ 的间隙高度;或者,例如,具有 6.4mm 的基础曲线(base curve, BC)的直径为 5mm 的视区将会相对于近中心BC产生 $100\mu\text{m}$ 的间隙高度。在共形构形下,动态部分的后表面的基础曲率可以与外围部分的基础曲率基本上相同。

[0116] 在另一实施方式中,接触镜被设计成使得动态部分由本文公开的低模量材料制成,例如,具有从 0.05MPa 至 10MPa 或从 0.1MPa 至 2MPa 的杨氏模量的材料,被设计成不与角膜共形。在这样的实施方式中,动态部分在角膜曲率上方拱起以产生等于或大于 $10\mu\text{m}$ 的间隙,从而产生泪液透镜。例如,具有 6.2mm 的BC的直径为 3mm 的视区将会相对于近中心BC产生 $40\mu\text{m}$ 的间隙高度;或者,例如,具有 6.4mm 的BC的直径为 5mm 的视区将会相对于近中心BC产生 $100\mu\text{m}$ 的间隙高度。在共形构形下,动态部分的后表面的基础曲率可以与外围部分的基础曲率基本上相同。

[0117] 共形构形代表准稳定状态。准稳定是指该构形可以维持一段时间,除非或直到施加力以破坏准稳定平衡。

[0118] 准稳定共形构形可以通过动态部分的后表面与角膜的前表面之间的粘附力来维

持。准稳定共形构形可以通过动态接触镜的机械动力学来维持。准稳定共形构形可以通过粘附力和镜片机械力的组合来维持。

[0119] 粘附力可以通过毛细力介导,毛细力例如包括泪液内的内聚力以及泪液膜与角膜的前表面之间的粘附力。动态部分的后表面与角膜之间的泪液薄膜的表面张力可以导致这两个表面粘附。由于泪液和前眼表面是亲水的,当动态部分的后表面也亲水时,将会有利于粘附力。相反地,当动态后表面疏水时,粘附力将会较小。

[0120] 机械力可能来自于镜片的某些区域的厚度的选择、镜片的某些区域的曲率的选择,以及并入促进通过眼睑操纵镜片的特征。

[0121] 在共形构形下,粘附力可以在整个动态后表面上延伸,或者可以在动态后表面的一部分上延伸。

[0122] 在共形构形下,动态后表面与角膜之间的间隙跨动态部分的直径基本上均匀。间隙差可被定义为动态部分的中心处的间隙距离与距中心径向距离处的间隙距离之间的差。在共形构形下,间隙差较小且处于最小值。在共形构形下,间隙差小于在非共形构形下的间隙差。

[0123] 在共形构形下,动态部分可被配置用于向眼睛提供第一光焦度。第一光焦度可以是零(0D)。光焦度例如可以处于从0D至

[0124] $\pm 6D$ 、从0D至 $\pm 4D$ 、从0D至 $\pm 3D$ 、从0D至 $\pm 2D$ 或从0D至 $\pm 1D$ 的范围内。

[0125] 动态部分可以具有一个或多个准稳定非共形构形。

[0126] 一个或多个非共形构形可以包括单个非共形构形、两个或更多个分立的非共形构形,或者多个可以是连续的或分立的准稳定非共形构形。

[0127] 在共形构形下,在动态部分的中心处以及朝向与外围部分的过渡区的动态部分的外围处,镜片的后表面与角膜之间的间隙差在共形构形下小于在非共形构形下的间隙差。

[0128] 在非共形构形下,动态部分不粘附到角膜。动态部分在角膜的表面上方延伸或从角膜的表面凸起,以在动态部分的后表面与角膜之间提供透镜状体积。透镜状体积可以填充有泪液以形成泪液透镜。

[0129] 当位于眼睛上时,动态接触镜的非共形构形连同泪液透镜向眼睛提供第二光焦度,其中第一光焦度(在共形构形下)与第二光焦度不相同。在非共形构形下的第二光焦度可以大于或小于在共形构形下的光焦度。例如,第二光焦度可以小于第一光焦度的 $\pm 1D$ 、

[0130] $\pm 2D$ 、 $\pm 3D$ 、 $\pm 4D$ 、 $\pm 5D$ 或 $\pm 6D$ 。例如,第二光焦度可以是第一光焦度的从0.1D至6D、从0.1D至5D、从0.1D至4D、从0.1D至3D、从0.1D至2D或从0.1D至1D。例如,第二光焦度可以是第一光焦度的从-0.1D至-6D、从-0.1D至-5D、从-0.1D至-4D、从-0.1D至-3D、从-0.1D至-2D或从-0.1D至-1D。

[0131] 在某些动态接触镜中,第一光焦度不向眼睛提供光焦度的变化;并且在某些动态接触镜中,第二光焦度不向眼睛提供光焦度的变化。

[0132] 在某些动态接触镜中,共形构形向眼睛提供第一光焦度变化;并且至少一个非共形构形向眼睛提供除了第一光焦度变化之外的第二光焦度变化。

[0133] 对于单个非共形构形,动态部分可以采取单个构形,其中动态中心部分不粘附到角膜。单个非共形构形可以是准稳定的。单个非共形构形可以具有与预制动态部分基本上相同的形状。

[0134] 非共形构形可以包括两个或更多个分立的构形。该两个或更多个分立的非共形构形中的每一个可以向眼睛给予不同的光焦度。不同的光焦度通过由动态部分形成的泪液透镜的不同光焦度而产生。该两个或更多个分立的构形中的每一个可以是准稳定的。

[0135] 非共形构形可以包括多个可以是分立的或连续的构形。这些分立的或连续的构形可以是准稳定的,或者可以是不稳定的。该多个分立的或连续的构形中的一个或多个可以是准稳定的。例如,包含在多个连续的构形中的准稳定构形可以基本上包括预制动态部分的形状。

[0136] 非共形构形的特征可以在于相对于外围部分的基础曲率的中心间隙。外围部分的后表面的特征可以在于单个曲率,其如图1A和图1B中所示,可以外推到在动态接触镜的动态部分下方延伸。在非共形构形下,动态部分的后表面与外围基础曲率之间的距离是相对于外围基础曲率的间隙高度。在非共形构形下,间隙高度可从动态部分的中心朝向动态部分的外围径向地减小。

[0137] 在某些设计中,例如对于负泪液透镜,预制SAG高度和间隙高度可朝向动态部分与外围部分之间的过渡区增大并继而减小。

[0138] 镜片的前表面可以具有多焦点结构,例如使得当动态部分采取非共形构形以向眼睛提供额外的光焦度时,动态部分外围的区域提供与在共形构形下相同的光焦度。

[0139] 整个动态镜构形可以与多焦点镜片设计相耦合,以提供多焦点镜片的优点,同时还在所需的条件下从动态镜提供额外的光焦度,例如用于中间视力和近视力。

[0140] 当放置于眼睛上时,外围部分可以与角膜共形,并且外围基础曲率可以与角膜曲率基本上相同,并且间隙高度可以相对于角膜的前表面为基准。

[0141] 在非共形构形下,动态部分的中心间隙高度可以大于在共形构形下的中心间隙高度。

[0142] 在非共形构形下,间隙高度差将会大于在共形构形下的间隙高度差。

[0143] 本公开提供的动态接触镜可以包括一个或多个特征,该一个或多个特征被配置用于引起动态部分的构形的变化。

[0144] 所述一个或多个特征可以在眼睑向该特征施加压力时引起构形的变化。用于施加眼睑压力的机制可以是被动的、主动的,或者其组合。被动的机制可以包括但不要求动态接触镜的佩戴者的有意识动作。例如,被动机制可以包括改变注视角度。主动机制可以涉及动态接触镜佩戴者的有意识动作以引起从一个构形向另一个的过渡。主动机制的示例包括有意识地眨眼或有意识地眯眼,以引起从动态部分的一个构形向动态部分的另一构形的过渡。有意识机制可以包括反复眨眼或保持眼睑闭合一段时间。

[0145] 用于引起构形变化的机制还可以是由于镜片内的内力,该内力一旦克服毛细力,可以导致动态部分凸起。例如,对于被制造具有凸起的镜片,凸起构形可以代表低能量构形。在减小毛细力以释放共形动态部分后,动态接触镜的物理结构将会充当力以导致动态部分从角膜凸起并采取预制形状。用于引起共形状态与非共形状态之间的过渡的机制可以不涉及毛细力。镜片内的机械力可以导致动态部分在构形之间过渡。在动态镜已在构形之间过渡,例如从共形构形向非共形构形过渡期间或之后,泪液可以流入动态接触镜的后表面与角膜之间的体积以形成泪液透镜。机械力可来自于动态接触镜的设计的选择,以及形成镜片的不同部分的材料的选择。例如,设计元素包括预制动态接触镜的不同部分的厚度、

刚度和/或曲率半径,并且包括位于动态接触镜的前表面上的突出物的安置。材料性质的示例包括形成动态接触镜的不同部分的材料的模量。

[0146] 所述至少一个第一机制与至少一个第二机制可以是相同的机制,或者可以是不同的机制,例如包括毛细力和/或内部机械力。

[0147] 本公开提供的动态接触镜可以包括中心几何轴。

[0148] 动态部分可以安置在几何轴的中心处、与中心几何轴近中心、偏离几何轴的中心,或者前述任何一项的组合。例如,动态部分可以是中心对称的,并且以动态接触镜的几何轴为中心。近中心动态部分可以对称地安置在关于动态接触镜的中心几何轴的径向距离处。动态部分还可以位于远离几何轴的中心处。

[0149] 在共形构形下,动态部分可被配置成与角膜基本上共形。

[0150] 在共形构形下,动态部分可被配置成粘附到角膜。粘附到角膜是指在共形构形下,动态部分将会采取准稳定构形,其中动态部分的后表面通过泪液薄层而与角膜的前表面分离。粘附到角膜可以是暂时的。粘附可以例如建立准稳定平衡。准稳定平衡可以通过力的施加而被破坏。

[0151] 动态部分可以通过毛细力粘附到角膜表面。

[0152] 两个湿润表面之间的液体层可以称为毛细桥(capillary bridge)。两个表面之间的毛细粘附力是由将液体从窄间隙向外拉的毛细作用导致的。将两个表面朝向彼此拉的毛细粘附力可以维持这两个表面的相对位置处于平衡状态。破坏该平衡,例如,通过迫使相对的表面分开可以减小毛细粘附力并导致表面分离。

[0153] 在非共形构形下,在动态部分的后表面与角膜的表面之间的体积内可形成泪液透镜。泪液透镜可以向眼睛提供额外的光焦度。用于填充泪液透镜的泪液可以源自如本文所公开的泪液储器、源自动态接触镜之间例如在动态接触镜的外围部分处的泪膜、源自动态接触镜的外围例如邻近结膜、通过跨越动态镜厚度的窗孔,或者前述任何一项的组合。在包括从动态接触镜的前表面延伸到后表面的窗孔的动态接触镜中,泪液还可以源自动态接触镜的前表面上的泪液。

[0154] 动态接触镜的动态部分可被配置用于提供针对至少两个不同视力深度的光焦度。视力深度例如可以包括近视力、中间视力和远视力。

[0155] 例如,动态接触镜可被配置成使得当施加于角膜时,动态部分在共形构形下提供经矫正的第一视力,并且在至少一个非共形构形下提供经矫正的第二视力。

[0156] 例如,动态接触镜可被配置成使得当施加于角膜时,动态部分在共形构形下提供未经矫正的第一视力,并且在至少一个非共形构形下提供经矫正的第二视力。

[0157] 例如,动态接触镜可被配置成使得当施加于角膜时,动态部分在共形构形下提供经矫正的第一视力,并且在至少一个非共形构形下提供未经矫正的第二视力。

[0158] 第一视力和第二视力中的每一个可以独立地包括远视力、中间视力或近视力。例如,动态接触镜可被配置成使得当施加于角膜时,动态部分在共形构形下提供未经矫正的第一视力,并且在至少一个非共形构形下提供经矫正的第二视力。

[0159] 用于引起构形变化的机制可以包括操纵泪液储器。

[0160] 在动态接触镜的后表面中可以形成空腔。空腔可以安置在镜片的外围部分中并位于光学区域以外,以便不干扰视力。空腔可以是可压缩的或不可压缩的。

[0161] 当施加于眼睛时,空腔可以填充有泪液以形成泪液储器。泪液储器可以是可压缩的或不可压缩的。动态接触镜可以包括可压缩的泪液储器、不可压缩的泪液储器,或者其组合。

[0162] 泪液储器可以是可通过施加眼睑压力而压缩的。例如,可以通过改变眼睛的注视角度、通过正常眨眼、通过有意眨眼、通过眯眼,或通过前述任何一项的组合来施加眼睑压力。

[0163] 泪液储器可以通过例如从0.1gm力至10gm力、从0.2gm力至8gm力、从0.5gm力至6gm力、从1gm力至5gm力或从2gm力至4gm力范围内的力而压缩。

[0164] 为了有效地引起动态部分的构形变化,可能只需要泪液储器是部分可压缩的。例如,为了引起构形变化,可以迫使一定量的泪液进入动态部分的后表面与角膜之间的泪膜间隙中。泪液的量可以足以加宽间隙或以其他方式减弱毛细力并释放毛细粘附。随后,随着动态部分过渡到非共形构形,泪液填充扩张的透镜状体积并且泪液中的至少一些可以从泪液储器抽取。替代地或附加地,通过向泪液储器施加眼睑压力,可以间歇地、连续地或半连续地迫使泪液进入动态后表面与角膜之间的间隙中,以提供一个或多个分立的非共形构形或者一个或多个连续的非共形构形。

[0165] 泪液储器还可以涉及到用于从非共形构形向共形构形过渡的机制。当从完全压缩或部分压缩状态释放时,泪液储器可被配置成进行扩张。泪液储器的扩张的透镜状体积可以从泪膜和从泪液透镜吸取泪液。填充泪液储器的结果可以是动态部分的后表面拉靠在角膜上,以建立或恢复共形构形的准稳定状态。

[0166] 一个或多个泪液储器可被配置成仅在注视变化期间当眼睑施加压力时压缩。在注视变化期间,眼睑向角膜的前表面和/或向可压缩的泪液储器施加的压力可以由与眼睑发生动态接触的前表面来提供。通过正常眨眼,通过有意眨眼,以及/或者通过眯眼可以向可压缩的泪液储器施加更大的力,其中眯眼可以保持一定的时间并以一定的力闭眼。

[0167] 因此,至少一个第一机制、至少一个第二机制,或者至少一个第一机制和至少一个第二机制两者可以包括操纵一个或多个泪液储器内的流体。泪液储器可以流体耦合到泪膜或者通过外围部分的后表面与角膜之间的泪膜流体耦合到后部与角膜之间的泪液透镜。

[0168] 空腔可被配置成使得在压缩期间,泪液被优先地推到动态部分之下,并且当释放时,泪液被优先地从动态接触镜的动态部分之下吸取。这可以例如通过空腔/泪液储器的形状的适当选择来实现。例如,适当的形状可以包括朝向动态部分变窄的截面轮廓,例如楔形空腔/泪液储器。

[0169] 动态接触镜可以包括一个或多个泪液储器。

[0170] 单个泪液储器可以包括安置在距动态接触镜的中心几何轴径向距离处的同心空腔。单个泪液储器可以包括仅安置在外围部分的一部分中的空腔。例如,单个泪液储器可以包括位于动态接触镜的外围部分的一半上的弧形的空腔。例如,该弧形空腔可以安置在距动态接触镜的中心几何轴径向距离处,并且被配置用于被如此佩戴以使得当由使用者佩戴时,弧形泪液储器处于动态接触镜的较低部分上。单个泪液储器可被配置成使得储器可以与眼睑相互作用。可以提供不止一个圆形储器使得每个储器可以例如具有不同的内径。圆形储器还可以具有隔室,使得当压力施加于储器上时,泪液优先地朝向动态部分移动,而不是在圆形储器内移动。

[0171] 动态接触镜可以包括两个或更多个泪液储器,例如多个泪液储器。泪液储器可被塑形或安置在外围部分中,以适合与一个或两个眼睑相互作用,以及引起共形构形与非共形构形之间的过渡。泪液储器可以对称地或不对称地安置在动态部分周围。泪液储器可以安置在光学区域以外,以便不干扰视力。

[0172] 至少一个第一机制、该至少一个第二机制,或者至少一个第一机制和至少一个第二机制两者可以包括在注视变化期间当眼睑向动态接触镜施加压力时,通过压缩动态部分和/或压缩动态接触镜的外围部分而交换泪液。交换泪液可以包括在动态部分的后表面与角膜之间的泪膜、外围后表面与角膜之间的泪膜、泪液透镜、一个或多个泪液储器、镜片的外围处的泪液、镜片的前表面上的泪液之间交换泪液,或者前述任何一项的组合。

[0173] 至少一个第一特征、至少一个第二特征,或者至少一个第一特征和至少一个第二特征两者可以包括位于动态接触镜的前表面上的突出物,该突出物被配置用于与眼睑相互作用。

[0174] 动态部分与一个或多个泪液储器可以是邻接的。在这样的设计中,在泪液透镜的外围部分上的眼睑运动可以导致动态中心部分朝向角膜移动,使得动态部分向前凸起。当向前凸起时,动态中心部分可以采取共形构形或非共形构形。当向前凸起时,动态中心部分可以采取至少两个不同的非共形构形。

[0175] 可以使用随泪液储器一起使用所描述的类似特征而不使用泪液储器。动态接触镜可以不具有空腔和泪液储器,并且眼睛的眼睑和/或注视角度的类似作用可以导致构形之间的过渡并且泪液透镜可以例如与泪膜交换泪液。

[0176] 突出物可以安置在光学区域以外的动态接触镜的外围部分的前表面上,以便不干扰视力。

[0177] 突出物可被配置用于当与眼睑动态接触时提供摩擦力。摩擦力可以导致动态接触镜在眼睛上移动或者,例如,可以向动态部分给予压缩力,该压缩力足以减小共形状态下的粘附毛细力以释放并从而引起从共形构形向非共形构形的过渡。突出物可以对称地或不对称地安置在动态部分周围。突出物可以包括位于距动态接触镜的中心不同径向距离处的一个或多个同心脊状物。突出物可以是例如以 120° 、 90° 、 60° 、 45° 或 30° 的角度关于动态中心部分对称地定位的分立特征。突出物可以安置在动态接触镜的光学区域以外,以便不干扰视力。

[0178] 突出物是镜片的前表面中的增厚区域并被设计成当突出物与眼睑之间存在动态接触时产生机械力。动态接触镜可以包括一个或多个突出物。一个或多个突出物可以安置在距动态部分一定距离处,例如,距动态部分从0.5mm至5.5mm、从1mm至5mm、从1.5mm至4.5mm或从2mm至4mm的范围内。突出物例如可以具有从0.5mm至3mm、从1mm至3mm或从1mm至2mm范围内的尺寸。一个或多个突出物可以独立地具有距动态接触镜的前表面例如从 $10\mu\text{m}$ 至 $500\mu\text{m}$ 、从 $50\mu\text{m}$ 至 $450\mu\text{m}$ 、从 $100\mu\text{m}$ 至 $400\mu\text{m}$ 或从 $150\mu\text{m}$ 至 $350\mu\text{m}$ 的高度。一个或多个突出物可以独立地具有任何适当的截面轮廓,诸如椭圆形、肾形、圆顶形或长方形,并且侧面可以具有不同的斜度。

[0179] 在突出物覆盖空腔的实施方式中,突出物可被设计成可压缩的。在该上下文中,可压缩是指在空腔处于压缩状态的构形下,突出物也朝向角膜移动,使得动态镜的前表面以上的突出物的高度小于在压缩状态下的高度。例如,突出物可以与前表面的曲率基本上共

形,以提供基本上平滑的轮廓。

[0180] 在突出物覆盖空腔的实施方式中,重叠处的截面厚度可以小于相邻外围部分的厚度,与相邻外围部分的厚度相同,或者大于相邻外围部分的厚度。

[0181] 一个或多个突出物可以包括增加摩擦力的表面特征,诸如凹槽、凹坑和脊状物。凹槽、凹坑或脊状物可以具有小于突出物尺寸的尺寸。例如,凹槽、凹坑或脊状物的高度或深度可以小于100 μm 、小于75 μm 、小于50 μm 或小于25 μm 。可以选择用于增加眼睑与动态镜之间的摩擦力的一个或多个特征的尺寸以促进使用者舒适度。

[0182] 一个或多个突出物的位置 and 高度可被选择成使得眼睑抵靠突出物的运动可以引起动态接触镜的动态部分的构形变化。突出物可引起构形变化的机制可以通过毛细力的变化和/或动态接触镜的内力的变化。突出物可被定位成使得在向下注视期间眼睑抵靠一个或多个突出物的力导致动态部分改变构形。

[0183] 一个或多个突出物可以覆盖空腔,例如泪液储器。一个或多个突出物可以不覆盖或部分覆盖空腔,例如泪液储器。

[0184] 图23A-图23C示出了在前表面上具有突出物的动态接触镜的视图。图23A示出了具有中心动态部分2301和突出物2302的动态接触镜的截面视图。动态接触镜的外围部分(2304和2305)耦合到动态部分2301并以两个不同的曲率为特征。外围部分包括在动态部分2301与曲率界面2303之间具有第一曲率2304的部分,以及在界面2303与动态接触镜的边缘2306之间具有第二曲率2305的部分。图23B示出了动态接触镜的前表面的视图,其包括动态部分2301,以72°角度关于中心动态部分2301对称地安置的五(5)个长方形突出物2302,以及曲率界面2303。图23C示出了动态镜的后表面的视图,其包括动态中心部分2301和曲率界面2303。图23A-图23C中所示的动态镜不包括位于动态镜的后表面中的空腔。

[0185] 图24A-图24C示出了在前表面上具有与后表面中相应的空腔对准的突出物的动态接触镜的视图。图24A示出了具有中心动态部分2401和位于前表面上的突出物2402的动态接触镜的侧视图。动态接触镜的外围部分(2404和2405)耦合到动态部分2401,以两个不同的曲率为特征。外围部分包括在动态部分2401与曲率界面2403之间具有第一曲率2404的部分,以及在曲率界面2403与动态接触镜的边缘2406之间具有第二曲率2405的部分。图24B示出了动态接触镜的前表面的视图,其包括动态部分2401,以72°角度关于中心动态部分2401对称地安置的五(5)个长方形突出物2402,以及曲率界面2403。图24C示出了动态镜的后表面的视图,其包括动态中心部分2401、具有第一曲率2404的外围部分、具有第二曲率2405的外围部分,以及曲率界面2403。图24A-图24C中所示的动态镜包括位于动态镜的后表面中的空腔2406。后表面上的空腔2406可以与动态镜的前表面上相应的突出物2402对准并位于其下方。

[0186] 应当理解,即使在例如眼睑压力下没有覆盖的突出物,这样的空腔也可以是可压缩的或可变形的。这样的可压缩性可以通过减薄空腔上方的镜片厚度或者通过增加空腔的尺寸,改变其几何结构,改变镜片的总体几何结构或者通过改变空腔区域中的刚度例如通过使用具有较低模量的材料和/或减小空腔附近的外围部分的厚度来实现。

[0187] 动态泪液透镜可以流体耦合到至少一个窗孔,以促进从和向镜片与眼睛之间的空间的泪液移动。窗孔的数目例如可以是从1至50个,诸如从1至20个或从3至10个,并且例如可以具有从50 μm 至600 μm 诸如从100 μm 至300 μm 的内径。

[0188] 本公开提供的动态接触镜可以包括光学区域,该光学区域是指动态接触镜的用于视力的区域。

[0189] 动态部分与光学区域的至少一部分重叠。动态部分的尺寸可以小于光学区域的尺寸、与光学区域基本上相同,或者可以小于光学区域的尺寸。

[0190] 本公开提供的动态接触镜可以包括耦合到动态部分的外围部分,其中该外围部分被配置用于将动态接触镜保持在角膜上。动态部分与外围部分可以在过渡区处耦合。过渡区可被配置,例如定制尺寸,以促进共形和/或非共形构形之间的过渡,控制共形和/或非共形构形之间的过渡,稳定共形和/或非共形构形,破坏共形和/或非共形构形的稳定,或者前述任何一项的组合。

[0191] 例如,外围部分与动态部分之间的过渡区处的截面厚度可以薄于或厚于动态接触镜的相邻外围和/或动态部分的厚度。例如,在动态接触镜的截面轮廓中,厚度可以从外围区域中的镜片的外围边缘朝向与动态部分的过渡区逐渐增大。动态部分的厚度可以是基本上均匀的,并且可以与过渡区厚度相同、薄于过渡区厚度或者厚于过渡区厚度。动态部分的厚度可以从过渡区厚度向动态部分的中心增大。动态部分的厚度可以从过渡区厚度向动态部分的中心减小。

[0192] 过渡区可被配置用于促进维持准稳定构形,促进在准稳定构形之间过渡,以及/或者控制和/或促进与泪液透镜的流体交换。

[0193] 动态接触镜可以包括动态部分,其包括以第一模量为特征的第一材料;以及外围部分,其包括以第二模量为特征的第二材料。

[0194] 第一材料和第二材料可以包括相同的材料,或者第一材料和第二材料可以包括不同的材料。

[0195] 第一模量可以大于第二模量,第一模量可以小于第二模量,或者第一模量可以与第二模量相同。

[0196] 动态部分和外围部分可以包括以单个模量为特征的单个材料。可以理解,根据动态镜距中心径向距离处的厚度,动态镜的特征可以在于随着距中心的径向距离而不同的刚度。

[0197] 第一模量可以处于例如从0.05MPa至100MPa的范围内;并且第二模量可以处于从0.05MPa至100MPa的范围内。

[0198] 第一模量可以处于例如从0.1MPa至2MPa的范围内;并且第二模量可以处于从0.1MPa至2MPa的范围内。

[0199] 例如,第一模量和第二模量可以独立地处于例如从0.05MPa至10MPa、从0.1MPa至8MPa、从0.15MPa至6MPa、从0.2MPa至4MPa、从0.25MPa至3MPa、从0.3MPa至2MPa、从0.3MPa至1.5MPa或从0.3MPa至1.0MPa的范围内。

[0200] 第一材料、第二材料中的每一个,或者单个材料可以独立地包括硅树脂、水凝胶、硅水凝胶,或者前述任何一项的组合。可以使用用于制造软性接触镜的任何适当的材料。尽管可以由不同于非动态部分的材料来制造动态部分,但可以使用单个基本材料来制造动态接触镜,然而,可以对某些区域进行处理或改性以给予期望的机械性质。例如,外围部分和动态部分可以包括相同的基本材料,然而,某些区域例如可以具有较高交联密度或较低交联密度设计,以促进动态部分展现准稳定构形和/或响应于眼睑向动态接触镜施加的力而

在准稳定构形之间过渡的能力。

[0201] 动态接触镜可以包括后表面；并且该后表面的至少一部分可以包括材料、表面处理或者其组合，其被选择用于控制后表面的至少一部分与泪液之间、角膜与泪液之间、后表面与角膜之间的毛细力，或者前述任何一项的组合。

[0202] 可以选择材料和/或表面处理以便提供表面疏水性、亲水性、极性、电荷，或者其他能够影响毛细力的属性。后表面的性质可以是均匀的，或者可以是不均匀的。后表面的表面性质可以是连续的或不连续的。

[0203] 适当的表面处理的示例包括涂层、等离子体处理和浸渍。

[0204] 材料本身可被选择用于建立期望的表面性质。

[0205] 镜片的包括外围部分和动态部分在内的后表面的性质在后表面的一个或多个区域中可以是相同的或者可以是不同的。例如，可能需要一个表面性质以控制动态部分的后表面毛细粘附到角膜，并且需要不同的表面性质，例如在泪液储器与动态部分之间的区域中以促进泪液交换。

[0206] 在截面轮廓中，动态部分可以包括后表面，其包括后表面与角膜之间的间隙轮廓。间隙轮廓的特征可以在于间隙差，其中间隙差是中心间隙高度与外围间隙高度之间的差异。间隙轮廓包括多个间隙差，该多个间隙差随着远离动态部分的中心朝向与外围部分的周界过渡区的径向距离而减小。最大间隙差可被定义为中心间隙高度与动态部分的周界处的间隙高度之间的差。

[0207] 共形构形的特征可以在于第一最大间隙差；非共形构形的特征可以在于第二最大间隙差；其中第二最大间隙差大于第一最大间隙差。

[0208] 本公开提供的动态接触镜可以包括预制形状。预制形状包括动态部分，该动态部分从后表面朝向前表面从外围部分的外围基础曲率凸起。

[0209] 动态接触镜可以不具有向前凸起的预置动态部分。动态部分例如可以具有与外围部分的前表面基本上连续的前表面。可以通过使动态部分的至少一部分的厚度小于与外围部分的过渡区的厚度来提供此构形下的泪液透镜。这样的构形对于提供具有负光焦度的镜片可能是有用的。

[0210] 在至少一个非共形构形中的一个下，动态接触镜可以包括预制形状。

[0211] 动态接触镜可以包括外围部分，其包括外围后表面，其中该外围后表面包括外围基础曲率，并且动态部分包括动态后表面，其中该动态后表面包括动态基础曲率。

[0212] 在共形构形下，动态基础曲率可以与外围基础曲率基本上相同。

[0213] 在非共形构形下，动态基础曲率可以偏离外围基础曲率。例如，动态部分的曲率可以大于外围基础曲率。

[0214] 角膜的特征可以在于角膜曲率。动态接触镜的动态部分可以包括动态后表面，其中该动态后表面的特征可以在于动态基础曲率。在共形构形下，动态基础曲率可以与角膜曲率基本上相同。在非共形构形下，动态基础曲率可以偏离角膜曲率。

[0215] 动态接触镜可以包括外围部分，其包括外围后表面，其中该外围后表面包括外围基础曲率，并且动态部分的特征可以在于相对于外围基础曲率的中心SAG高度。

[0216] 动态部分的特征可以在于相对于外围基础曲率的第一中心SAG高度并且采取以相对于外围基础曲率的第二中心SAG高度为特征的第二构形，其中第一中心SAG高度与第二中

心SAG高度不相同。第一中心SAG高度可以大于第二中心SAG高度或者可以小于第二中心SAG高度。

[0217] 动态部分可被配置成采取以相对于外围基础曲率的第一中心间隙高度为特征的第一构形,以及采取以相对于外围基础曲率的第二中心间隙高度为特征的第二构形,其中第一中心间隙高度与第二中心间隙高度不相同。第一中心间隙高度可以大于第二中心间隙高度或者可以小于第二中心间隙高度。

[0218] 本公开提供的动态接触镜可以包括外围部分,其包括外围后表面和外围前表面,其中外围后表面包括外围基础曲率;以及动态部分,其包括动态后表面和动态前表面,其中至少动态后表面朝向动态前表面从外围基础曲率凸起。

[0219] 动态接触镜可以包括动态部分,其包括动态后表面,其中该动态后表面的特征可以在于动态基础曲率;以及外围部分,其耦合到动态部分,其中该外围部分包括外围后表面;并且该外围后表面的特征可以在于外围基础曲率。

[0220] 在第一构形下,动态基础曲率可以与外围基础曲率基本上相同;并且在第二构形下,动态基础曲率可以偏离外围基础曲率。在第二构形下,动态基础曲率可以小于外围基础曲率。

[0221] 动态接触镜可以包括动态部分,其包括动态后表面,其中该动态后表面包括动态基础曲率。

[0222] 在第一构形下,动态基础曲率可以与角膜曲率基本上相同;并且在第二构形下,动态基础曲率可以偏离角膜曲率。在第二构形下,动态基础曲率可以小于角膜曲率。

[0223] 动态接触镜可以包括外围部分,其包括外围后表面,其中该外围后表面的特征可以在于外围基础曲率;以及动态部分,其耦合到外围部分,其中该动态部分包括中心厚度,以及当施加于角膜时相对于外围基础曲率或邻近动态部分的近外围基础曲率的中心SAG高度、间隙高度。

[0224] 动态部分可被配置成采取以相对于外围基础曲率的第一中心间隙高度为特征的第一构形,并且可被配置成采取以相对于外围基础曲率的第二中心间隙高度为特征的第二构形。

[0225] 第一中心间隙高度与第二中心间隙高度可以不相同。

[0226] 第一构形和第二构形可以是准稳定的。

[0227] 动态接触镜可以包括动态部分,其包括后表面,其中该后表面包括动态基础曲率。

[0228] 在第一构形下,动态部分的后表面的特征可以在于第一基础曲率;并且在第二构形下,动态部分的后表面的特征可以在于第二基础曲率。

[0229] 第一构形可被配置用于向具有角膜的眼睛提供第一光焦度;并且第二构形可被配置用于向眼睛提供第二光焦度。

[0230] 第一基础曲率可以与角膜曲率基本上相同。

[0231] 动态接触镜还可以包括至少一个第一特征,例如突出物,其被配置用于引起第一构形与第二构形之间的变化;以及至少一个第二机制,其被配置用于引起第二构形与第一构形之间的变化。

[0232] 在本公开提供的动态接触镜中,动态部分可以是圆顶形的,并且可以具有圆形截面。

[0233] 本公开提供的动态接触镜可以包括动态部分,其中预制动态部分包括SAG高度和中心厚度,其中中心厚度小于预制SAG高度;以及外围部分,其耦合到动态部分,其中该外围部分被配置用于将动态接触镜保持在角膜上。参考图1A,SAG高度是外围部分的曲率跨动态部分的延伸与动态部分的中心轴处的动态部分的后表面之间的距离。

[0234] 动态部分的特征可以在于SAG高度、中心厚度、径向厚度、后表面轮廓、前表面轮廓、直径,以及对于球形轮廓在于后曲率半径和前曲率半径。

[0235] 动态部分的预制SAG高度(图1A中的110)可以处于例如从 $5\mu\text{m}$ 至 $300\mu\text{m}$ 、从 $10\mu\text{m}$ 至 $250\mu\text{m}$ 、从 $15\mu\text{m}$ 至 $200\mu\text{m}$ 、从 $20\mu\text{m}$ 至 $150\mu\text{m}$ 、从 $30\mu\text{m}$ 至 $125\mu\text{m}$ 或从 $40\mu\text{m}$ 至 $100\mu\text{m}$ 的范围内。

[0236] 在非共形构形下,间隙高度(图1A中的110)可以处于例如从 $5\mu\text{m}$ 至 $300\mu\text{m}$ 、从 $10\mu\text{m}$ 至 $250\mu\text{m}$ 、从 $15\mu\text{m}$ 至 $200\mu\text{m}$ 、从 $20\mu\text{m}$ 至 $150\mu\text{m}$ 、从 $30\mu\text{m}$ 至 $125\mu\text{m}$ 或从 $40\mu\text{m}$ 至 $100\mu\text{m}$ 的范围内。

[0237] 动态接触镜的中心厚度(图1A中的112)可以处于例如从 $10\mu\text{m}$ 至 $600\mu\text{m}$ 、从 $20\mu\text{m}$ 至 $600\mu\text{m}$ 、从 $30\mu\text{m}$ 至 $600\mu\text{m}$ 、从 $40\mu\text{m}$ 至 $500\mu\text{m}$ 、从 $50\mu\text{m}$ 至 $400\mu\text{m}$ 、从 $100\mu\text{m}$ 至 $300\mu\text{m}$ 、从 $150\mu\text{m}$ 至 $200\mu\text{m}$ 、从 $50\mu\text{m}$ 至 $100\mu\text{m}$ 、从 $100\mu\text{m}$ 至 $150\mu\text{m}$ 、从 $150\mu\text{m}$ 至 $200\mu\text{m}$ 、从 $200\mu\text{m}$ 至 $250\mu\text{m}$ 或从 $250\mu\text{m}$ 至 $300\mu\text{m}$ 的范围内。

[0238] 动态部分(图1A中的115)的特征可以在于处于例如从 1mm 至 7mm 、从 1.5mm 至 6mm 、从 1.5mm 至 5mm 、从 2mm 至 5mm 、从 2mm 至 4mm 或从 2.5mm 至 3.5mm 范围内的直径。

[0239] 过渡区(图1A中的108)可以具有处于例如从 $10\mu\text{m}$ 至 $600\mu\text{m}$ 、从 $20\mu\text{m}$ 至 $600\mu\text{m}$ 、从 $30\mu\text{m}$ 至 $600\mu\text{m}$ 、从 $40\mu\text{m}$ 至 $500\mu\text{m}$ 、从 $50\mu\text{m}$ 至 $400\mu\text{m}$ 、从 $100\mu\text{m}$ 至 $300\mu\text{m}$ 、从 $150\mu\text{m}$ 至 $200\mu\text{m}$ 、从 $50\mu\text{m}$ 至 $100\mu\text{m}$ 、从 $100\mu\text{m}$ 至 $150\mu\text{m}$ 、从 $150\mu\text{m}$ 至 $200\mu\text{m}$ 、从 $200\mu\text{m}$ 至 $250\mu\text{m}$ 或从 $250\mu\text{m}$ 至 $300\mu\text{m}$ 范围内的厚度。

[0240] 动态部分可以具有球形轮廓,并且后表面和/或前表面的曲率半径可以处于例如从 5mm 至 10mm 、从 4mm 至 9mm 、从 3mm 至 8mm 、从 5mm 至 6mm 、从 6mm 至 7mm 、从 7mm 至 8mm 、从 8mm 至 9mm 、从 9mm 至 10mm 或从 10mm 至 11mm 的范围内。

[0241] 动态接触镜的动态部分可以包括后表面和前表面。

[0242] 在制成时,包括后表面和前表面的动态部分的形状可以包括向外的凸起或圆顶,其中动态部分以从后向前的方向并且远离外围基础曲率的轮廓延伸。

[0243] 在本公开提供的动态接触镜中,动态部分可被配置成采取两个或更多个构形,其中该两个或更多个构形中的每一个不与角膜的表面共形。因此,动态接触镜可以包括动态部分,其中该动态部分包括至少一个第一非共形构形,其被配置用于向具有角膜的眼睛提供第一光焦度;以及至少一个第二非共形构形,其被配置用于向眼睛提供第二光焦度,其中第二光焦度不同于第一光焦度;至少一个第一物理特征,其被配置用于引起第一非共形构形与至少一个第二非共形构形之间的变化;以及至少一个第二物理特征,其被配置用于引起至少一个第二非共形构形与至少一个第一非共形构形之间的变化。

[0244] 泪液透镜的体积可以处于例如从 $0.001\mu\text{L}$ 至 $0.01\mu\text{L}$ 、从 $0.001\mu\text{L}$ 至 $0.1\mu\text{L}$ 、从 $0.01\mu\text{L}$ 至 $10\mu\text{L}$ 、从 $0.02\mu\text{L}$ 至 $8\mu\text{L}$ 、从 $0.05\mu\text{L}$ 至 $7\mu\text{L}$ 、从 $0.1\mu\text{L}$ 至 $6\mu\text{L}$ 、从 $0.1\mu\text{L}$ 至 $5\mu\text{L}$ 、从 $0.5\mu\text{L}$ 至 $4\mu\text{L}$ 的范围内,或者从 $1\mu\text{L}$ 至 $3\mu\text{L}$ 的范围内。

[0245] 外围部分可以具有处于例如从 8mm 至 17mm 、从 8.5mm 至 16.5mm 、从 9mm 至 16mm 、从 9.5mm 至 15.5mm 范围内的直径。

[0246] 外围部分的特征可以在于基础曲率,即,处于例如从 7mm 至 10mm 、从 7.2mm 至 9.8mm 、从 7.4mm 至 9.6mm 、从 7.6mm 至 9.4mm 、从 7.8mm 至 9.2mm 或从 8mm 至 9mm 的范围内的前表面曲率。

[0247] 在本公开提供的某些动态接触镜中,动态部分可被配置用于当施加于眼睛时促进在构形之间动态地变化。例如,动态部分可以在例如通过改变注视角度、通过正常眨眼、通过有意眨眼、通过保持眼睑闭合或通过抵靠眼睛挤压眼睑引起的与眼睑的动态接触期间改变构形。

[0248] 动态部分的后表面和前表面可以独立地具有球形轮廓或非球形轮廓。例如,动态部分的厚度在整个轮廓上可以基本上不变,可以朝向中心比朝向过渡区更薄,或者可以朝向中心比朝向过渡区更厚。

[0249] 动态接触镜可以具有动态部分,其包括以第一曲率半径为特征的后表面;以及以至少一个第二曲率半径为特征的外围部分,其中第一曲率半径小于第二曲率半径。换句话说,动态部分从外围基础曲率向前延伸。

[0250] 动态接触镜的动态部分包括厚度。动态部分的厚度可以包括中心厚度,该中心厚度是指位于动态部分的物理中心处的动态部分的厚度;以及多个径向厚度,其跨越从中心到动态部分与外围部分的过渡区的动态部分的区段。

[0251] 动态部分的厚度跨轮廓可以是基本上均匀的。在某些镜片中,厚度可以跨轮廓改变或者是不均匀的。例如,中心厚度可以大于多个径向厚度中的每一个。动态部分的厚度可以关于动态部分的中心轴径向对称。

[0252] 动态部分的厚度跨轮廓可以不是均匀的。与外围相比,厚度可以朝向中心更大或者朝向中心更小。动态部分的厚度还可以跨轮廓改变。

[0253] 动态部分和光学部分可以与动态接触镜的视轴对准。动态接触镜的视轴是指镜片的中心轴。在一些实施方式中,动态部分不与镜片的视轴对准。

[0254] 光学区域的特征可以在于处于例如从1mm至8mm、从2mm至7mm或从3mm至6mm范围内的直径。

[0255] 本公开提供的动态接触镜的动态部分和外围部分可以包括硅树脂、水凝胶或者硅水凝胶。

[0256] 动态接触镜的动态部分和外围部分可以包括相同的材料。动态部分和外围部分可以包括例如以不同的物理和/或机械性质为特征的不同的材料。动态部分和外围部分的特征可以在于具有不同模量的材料,并且所述部分可以展现出不同的刚度。

[0257] 动态部分和外围部分的特征还可以在于刚度。截面刚度与材料模量乘以截面厚度的立方成正比。可以理解,当外围部分包括单一材料时,随着厚度从外围部分的边缘朝向与动态部分的过渡区增大,截面刚度增大。

[0258] 本公开提供的动态接触镜可以包括可变形动态部分和耦合至可变形动态部分的外围部分。动态部分可被配置用于变形以适应视力深度。外围部分可被配置用于将动态接触镜保持在角膜上。

[0259] 当施加于眼睛时,动态部分的后表面与角膜的前表面之间的透镜状体积可填充有泪液以形成泪液透镜。在动态接触镜中,动态部分被配置成根据视觉距离改变形状。动态部分的构形的变化提供了动态泪液透镜。动态部分的构形可以连续变化,或者可以采取分立的构形。应当理解,具有动态部分的动态接触镜可被制造成具有从外围部分的曲率向外(从后向前的方向)延伸的圆顶。还应当理解,当使用者佩戴具有向外延伸的圆顶的所制造的镜片时,该圆顶可以比制造出时更少地向外延伸。换句话说,当施加于角膜时,动态接触镜可

以向外伸展。

[0260] 第一构形和第二构形对应于由泪液透镜赋予的不同的光焦度。第一构形可以适合于远视力,并且第二构形可以适合于近视力。第一构形可以适合于近视力,并且第二构形可以适合于远视力。

[0261] 动态部分的目的是促进响应于眼睛的观看距离而改变动态部分的光焦度。例如,在适合于远视力的第一构形下,动态部分将会被安置在角膜前表面附近,而对于近视力,动态部分将会远离角膜延伸以形成泪液透镜。

[0262] 在某些动态接触镜中,当动态部分的构形改变时,动态部分的光焦度不改变。换句话说,动态部分的光焦度的变化主要或完全由于泪液透镜的光焦度的变化而引起。例如,动态部分的厚度以及动态部分的后表面和前表面的相对截面轮廓不会因为动态部分采取不同的构形而改变。当动态部分的构形改变时,外围部分的形状可能不会明显改变。外围部分可被配置用于将动态接触镜保持在角膜上,保持动态接触镜在角膜的光学区域上居中并且使动态接触镜在角膜上的平移最小化。例如,镜片在角膜上的平移可以小于 $\pm 1.5\text{mm}$ 、小于 $\pm 1.0\text{mm}$ 或小于 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

[0263] 在不同的构形下,动态部分的中心厚度和动态部分的径向厚度可能不会明显改变。例如,动态部分可以包括多个径向厚度,并且在第一构形下的多个径向厚度与在第二构形下的对应径向厚度基本上相同。

[0264] 还可以在曲率方面考虑具有变化构形的动态部分的均匀轮廓。在某些动态接触镜中,动态部分将会不具有光焦度,并且动态部分的后表面和前表面将会具有以相同的曲率半径为特征的球形轮廓。曲率半径可以由动态部分的直径、在与动态部分的过渡区处的外围部分的厚度以及间隙高度来定义。

[0265] 在某些动态接触镜中,动态部分可以包含包括第一曲率半径的后表面,动态部分可以包含包括第二曲率半径的前表面,并且第一构形下的第一曲率半径与第二曲率半径的比率与至少一个第二构形下的比率相同。

[0266] 在某些动态接触镜中,动态部分的特征可以在于多个径向厚度,其中在动态部分可达到的整个间隙高度范围内,多个径向厚度中的每个径向厚度基本上相同。

[0267] 动态部分的构形可被配置成在由眼睑向动态接触镜施加力时改变。该力可以施加到外围部分、外围部分的一个区域和/或施加到动态部分。

[0268] 眼睑力可以通过改变注视角度来施加,例如对于远视力向前注视,或者例如对于近视力向下注视。可以通过正常眨眼或通过有意眨眼来施加眼睑力。有意眨眼可涉及保持眼睑闭合一段时间、挤压眼睑闭合一段时间,以及/或者多次重复前述各项。

[0269] 眼睑力可以用于使动态部分从一个构形过渡到另一个,和/或加速从一个构形过渡到另一个。

[0270] 随着由于眼睑施加的力而导致的动态部分构形改变,泪液透镜的光焦度可以改变。

[0271] 在制成时,动态接触镜的动态部分相对于动态接触镜的外围部分的延伸轮廓向前延伸以形成圆顶。

[0272] 在动态部分邻近角膜前表面的构形下,可以通过粘附力和内聚毛细力的组合将动态部分保持在这样的准稳定构形下。随着泪膜层厚度的减小,动态部分的后表面与角膜的

前表面之间的粘附力将会变得大于泪液的内聚力,从而导致动态部分采取准稳定构形,其中动态部分与角膜的表面基本上共形。

[0273] 可以使用各种方法和特征来促进由眼睑力引起的动态部分在两个或更多个构形之间的过渡。

[0274] 在某些方法中,可以通过增大两个表面之间的间隔来破坏将动态部分保持抵靠在角膜上的毛细力。例如,这可以通过在表面之间推动泪液从而降低粘附力并导致动态部分的后表面释放来实现。根据构造,动态部分在释放时可以采取完全伸展的圆顶形构形,并且可以从外围部分的后表面与角膜之间的过渡区抽出泪液,以使用泪液填充泪液透镜。替代地或结合地,可以使用反复眨眼来促进泪液向和/或从泪液透镜的运动。眨眼可以包括有意眨眼,由此使用者可以在不完全扩展动态部分的情况下实现期望的视力矫正。

[0275] 在某些方法中,可以使用眼睑施加到外围部分的摩擦力来改变动态部分的构形,并从而改变泪液透镜的光焦度。在这样的方法中,眼睑可以抓住外围部分,并朝向中心物理地挤压动态接触镜,以施加足以克服将动态部分保持抵靠在角膜上的毛细力的力,并且从而导致后表面动态部分释放并提供泪液透镜。可以用于促进眼睑施加机械力的能力的物理镜片特征的示例包括突出物,例如动态接触镜的外围部分的前表面上的脊状物,外围部分中的增厚,用以增大外围部分的边缘与结膜之间的摩擦力的特征,以及使用外围部分中的多个曲率。

[0276] 通过有意眨眼,可以使处于伸展构形下的动态部分抵靠角膜表面。

[0277] 在图2A和图2B中示出了动态泪液透镜的截面。图2A示出了处于适于未经矫正的远视力的构形下的动态泪液透镜。图2B示出了处于适于经矫正的近视力的构形下的动态泪液透镜。

[0278] 图2A和图2B包括动态接触镜200,其具有动态部分201和外围部分202。动态部分201包括内后表面203和内前表面204,并且外围部分202包括外围后表面205和外围前表面206。动态接触镜200抵靠角膜208的前表面207。泪膜209位于动态接触镜200的后表面203/205与角膜208的前表面207之间。泪液填充泪液储器210。眼睑211朝向动态接触镜的外围,并且不压缩泪液储器(见图2A)。视线方向与视轴212对准,与未经矫正的远视力一致。

[0279] 在适合未经矫正的远视力的图2A中,动态部分201与角膜的前表面共形和/或邻近该前表面。安置在外围后表面205中的泪液储器210填充有泪液。眼睑211远离泪液储器210。

[0280] 在适合经矫正的近视力的图2B中,当眼睛向下移动212以聚焦在近处物体(向下注视)时,眼睑211在泪液储器(图2A中的210)之上移动,从而对储器加以压缩以将泪液推向动态部分。同时,内后表面203对角膜前表面209的粘附减小,从而导致动态部分201向外凸起并远离角膜208。在内后表面203与角膜208的前表面209之间形成泪液透镜213,其发挥矫正近视力的作用。图2B中所示的其他元素如图2A中所示。

[0281] 图2C和图2D示出了分别与图2A和图2B中所示相似的动态接触镜构形,其中动态接触镜不包括泪液储器。图2C和图2D中的元素如图2A中所示。

[0282] 图3A-图3D示出了本公开提供的位于角膜上的动态接触镜的示例的截面的光学相干断层扫描(optical coherence tomography,OCT)图像。图3A-图3D示出了动态接触镜300、向外凸起的动态部分301和外围部分302。动态接触镜安置在角膜306上。图3A示出了当内动态部分位于角膜表面附近时没有间隙且没有凸起的动态接触镜。图3B-图3D示出了具

有分别为43 μm 、84 μm 和105 μm 的间隙高度的动态接触镜。图3B-图3D中所示的内动态部分的凸起创造出用于矫正视力的泪液透镜304。

[0283] 作为上述方法的补充或替代,可以通过操纵进出泪液储器的泪液流动来促进动态部分的构形变化。

[0284] 本公开提供的动态接触镜可以包括安置在外围部分的后表面上的多个空腔。期望的是,空腔位于镜片的光学区域之外,以免干扰视力。

[0285] 动态接触镜可被制造成使得外围部分的后表面包括一个或多个空腔。

[0286] 一个或多个空腔可被配置用于在将动态接触镜施加于角膜时提供一个或多个泪液储器。

[0287] 一个或多个空腔可被配置用于在将动态接触镜施加于角膜时提供一个或多个可压缩的泪液储器。空腔与外围部分的前表面之间的外围部分的厚度可以足够薄,使得由眼睑施加的力能够压缩空腔。可以通过眨眼、有意眨眼或通过眼睑在空腔上方移动来施加眼睑力。

[0288] 空腔可以按任何合适的方式安置和配置,以促进动态部分在两个或更多个构形之间的过渡。

[0289] 例如,一个或多个空腔可以对称地安置在动态部分周围。一个或多个空腔可以不对称地安置在动态部分周围。

[0290] 一个或多个空腔可以包括一个或多个同心环、一个或多个凹槽、一个或多个楔形空腔,以及/或者一个或多个圆形空腔。

[0291] 空腔可以在动态部分周围连续,或者可以包括多个分离的空腔。空腔可以是细长的,诸如长方形或楔形,其中长轴指向镜片的中心。分离的空腔可以与通道相流体耦合,以促进泪液在空腔之间和/或在空腔与动态部分之间的填充和流动。

[0292] 例如,分离的空腔可以具有从0.1mm至5mm范围内的宽度、从0.1mm至5mm范围内的长度,以及从10 μm 至200 μm 范围内的深度。

[0293] 空腔可以是连续的、半连续的或分离的。连续空腔是指围绕动态部分安置的单个空腔。连续空腔的示例是一个同心环或多个同心环。同心环可以具有任何合适的截面形状。例如,截面形状可以是圆形、椭圆形、正方形、矩形、三角形和/或成角度的。多个同心环可以通过一个或多个流体通道而流体耦合。

[0294] 分离的流体空腔的示例是安置在动态接触镜的动态部分周围的多个空腔。多个空腔可以对称地安置在动态部分周围,例如相隔45°,或者可以围绕动态部分间隔地安置。例如,可以按例如120°、90°、60°、45°或30°的间隔或任何其他合适的间隔在动态部分周围安置成组的空腔。分离的空腔可以具有任何合适的尺寸和截面形状。例如,分离的空腔可以具有半球形或三角形的截面形状。空腔可以是椭圆形、长方形、圆柱形、圆形或任何其他合适的截面形状。空腔可以是对称的,或者可以以不同于宽度的长度为特征。

[0295] 所述一个或多个空腔可以安置成与动态部分相距一定距离,例如距动态部分从0.5mm至5.5mm、从1mm至5mm、从1.5mm至4.5mm、或从2mm至4mm的范围内。空腔可以具有例如从0.5mm至3mm、从1mm至3mm或从1mm至2mm的范围内的尺寸。一个或多个空腔可以独立地具有从动态接触镜的前表面起的,例如从10 μm 至500 μm 、从50 μm 至450 μm 、从100 μm 至400 μm 或从150 μm 至350 μm 的高度。一个或多个空腔可以独立地具有任何合适的截面轮廓,诸如椭圆形、

肾形、圆顶形或长方形,并且侧面可以具有不同的斜度。

[0296] 半连续空腔是指通过在动态接触镜的后表面中形成的通道而流体耦合的分离的空腔。通道可允许泪液在相邻的泪液储器之间流动。

[0297] 当安置在角膜上时,空腔可填充有泪液以形成泪液储器。

[0298] 当由于眼睑的运动或随着注视角度改变的眼睑动态接触而被压缩时,泪液可被推向动态接触镜的动态部分,以破坏保持该动态部分抵靠角膜的毛细力和/或导致SAG高度增大。泪液储器可以提供泪液源以填充泪液透镜,从而有助于在从一个构形改变为另一构形时更快的响应。

[0299] 当移除眼睑压力时,储器可以扩张并起作用以从泪液透镜拉出泪液以使用泪液填充储器,从而有效地将动态部分拉向角膜。空腔和所产生的泪液储器可以用来将泪液推入泪液透镜和从泪液透镜拉出。空腔可以用来改变动态接触镜的内部机械性质,以促进动态部分在准稳定构形之间的过渡。

[0300] 图4A-图4B示出了由本公开提供的动态接触镜,其中泪液储器包括凹槽。图4A-图4B中所示的动态接触镜400包括动态部分401、外围部分402、内后表面403、内前表面404、外围后表面405和外围前表面406。镜片的外围后表面中的凹槽形式的空腔提供了泪液储器407。如图4A中所示,对于未经矫正的远视力,动态部分的后表面具有与角膜(未示出)的前表面相对应的曲率。如图4A中进一步所示,眼睑(未示出)施加在凹槽状泪液储器407上的压力导致泪液被推向动态部分,如箭头408所示。泪液储器407的截面朝向动态部分较窄,并且远离动态部分较深。如图4A中进一步所示,动态部分继而向外变形以形成凸起,在该凸起下方形成泪液透镜。同时,泪液储器压缩以抵靠角膜。泪液透镜可以矫正近视力。图4B示出了包括动态部分401、同心泪液储器407和外围部分402的镜片的底视图。

[0301] 图5A和5B分别示出了动态接触镜的截面图和底视图,该动态接触镜具有用于留存泪液的分离的空腔。在图5A中所示的截面中,楔形空腔507围绕可变形动态部分501安置。在图5B中所示的底视图中,空腔507对称地安置在围绕动态部分501的外围部分402中。空腔可以是楔形的,其中较窄的部分指向动态接触镜的动态部分。

[0302] 图6示出了本公开提供的动态接触镜的三(3)个截面图。顶部视图示出了浸入水中的预制镜片。镜片的动态部分位于镜片的几何轴的中心并且向外凸起,远离外围部分的基础曲率。中间视图示出了施加于角膜的动态接触镜。动态部分与角膜的曲率基本上共形,并且动态部分的基础曲率与外围部分的基础曲率基本上相同。在将动态接触镜施加于角膜的下部视图中,动态部分采取第二构形,其中动态部分向外凸起并远离角膜。动态部分的基础曲率与外围部分的基础曲率不相同。在动态部分的后表面与角膜的前表面之间形成泪液透镜。由于泪液透镜,与中间视图中所示的共形构形相比,下部视图中的动态接触镜提供了+3屈光度(+3D)的光焦度。眼睛的光学区域位于动态部分与镜片的外围边缘之间。

[0303] 例如,基于计算,对于具有一定直径的镜片,从一个非共形构形到向眼睛提供+3屈光度的第二共形构形的改变需要一定的间隙差(穹顶高度)。例如,对于具有2mm光学直径的镜片,从一个非共形构形到向眼睛提供+3光焦度的第二共形构形的改变要求非共形构形与共形构形之间的间隙差为5 μm 。或者,如图7中所示的示例,对于具有4毫米光学直径的镜片,其间隙增大为19 μm ,或者对于具有5毫米光学直径的镜片,其间隙增大为30 μm ,提供了额外的+3屈光度(+3D)的光焦度。对于这些计算,前角膜基础曲率为R7.75 mm,并且动态部分的

前表面在向前凸起时具有R7.25 mm的曲率。

[0304] 图8示出了具有近外围泪液储器的动态接触镜的截面图。动态接触镜包括具有前表面803和后表面804的动态部分801、具有前表面805和后表面806的外围部分802、外围边缘807、中心部分817和中心后表面818,以及动态部分801的中心厚度812。后表面818的曲率与外围部分后表面806的基础曲率相同或相似。

[0305] 图9A-图9C示出了由本公开提供的施加于角膜904的动态接触镜的截面图。图9A示出了具有104 μ m的SAG高度的泪液储器901(左)和具有72 μ m的SAG高度的镜片动态部分903下方的泪液透镜902(右)。在图9B中,动态部分903与角膜904的表面基本上共形,并且泪液储器901的SAG高度增大到144 μ m。在图9C中,在将0.1gm力至10gm力的压力施加到图9B中所示的泪液储器901之后,动态部分903从角膜904凸起,从而以76 μ m的SAG高度重塑泪液透镜902,并且泪液储器901的SAG高度减小到120 μ m。

[0306] 对于图10中所示的动态接触镜,具有泪液透镜1002的动态部分1003围绕动态接触镜的中心几何轴位于近中心处。动态接触镜的中心部分与角膜1004的表面共形。

[0307] 在动态部分周围对称地安置空腔和泪液储器可以使动态接触镜的功能独立于眼睛上的方向。使动态接触镜旋转对称可以有助于使用者佩戴动态接触镜的能力。

[0308] 用以促进动态部分从一个构形过渡到另一构形的可压缩空腔的这种推/拉动作可以用作改变构形的唯一机制,或者可以通过有意眨眼来增强。例如,有意眨眼例如可以通过从动态部分与角膜之间的泪液层排出泪液或通过使该泪液层变薄来帮助稳定其中动态部分邻近角膜表面的构形。

[0309] 本公开提供的动态接触镜可具有动态部分,但不包括用于在构形之间过渡的机制。动态接触镜可具有预制形状,其中动态部分从外围部分的后表面的基础曲率向前凸起。当施加到角膜时,动态部分形成泪液透镜。然而,与动态泪液透镜不同,在本实施方式中,动态接触镜可以产生不会随着镜片上的眼睑压力的变化而改变构形的泪液透镜。在某些实施方式中,接触镜的动态部分可被配置用于抵抗变形。参考具有被配置成采取共形构型和至少一个或多个共形构形或者多个非共形构形的动态部分的接触镜,具有静态泪液透镜的接触镜当放置在角膜上时将会采取单个非共形构形。被配置成具有静态泪液透镜的接触镜、动态部分和镜片的外围部分的尺寸可以构造成与其中动态部分采取多个构形的接触镜的尺寸相同。具有静态泪液透镜的接触镜可适合于矫正不规则角膜的视力、处理散光,以及用于角膜伤口愈合。由本公开提供的被配置成具有静态泪液透镜的接触镜的示例如图1B中所示。图1B示出了具有动态部分和外围部分的接触镜的截面图。当施加于角膜时,可在动态部分1001的后表面与角膜的前表面之间形成泪液透镜(未示出)。

[0310] 本公开提供的动态接触镜可以包括一个或多个窗孔。

[0311] 该一个或多个窗孔可以安置在镜片的外围部分中并且位于光学区域之外,以便不干扰视力。

[0312] 一个或多个窗孔可以延伸穿过外围部分的厚度,可以将外围部分的前表面和后表面流体耦合起来。窗孔可以促进泪液向邻近上皮的泪膜的流动,并且根据镜片构形,可以促进泪液向和从动态泪液透镜的流动,并且/或者可以促进泪液沿着上皮交换以促进眼睛健康。

[0313] 一个或多个窗孔可以流体耦合到一个或多个空腔。窗孔可允许泪液从动态接触镜

的前表面流入一个或多个空腔,这可以促进动态部分在不同构形之间的过渡。

[0314] 窗孔可以流体耦合到动态接触镜的后表面中的通道。通道可以从镜片的外围区域延伸到动态部分。通道还可以流体耦合流体空腔,该流体空腔可以流体耦合到或者可以不流体耦合到动态接触镜的动态区域。

[0315] 图33A-图41B示出了由本公开提供的动态接触镜的示例的截面图。

[0316] 图33A和图33B示出了动态接触镜的截面图,该动态接触镜具有中心动态部分3301和位于动态镜的后表面中的空腔3302。动态部分3301具有基本上均匀的厚度。动态镜的轮廓以非共形构形(图33A)和共形构形(图33B)示出。在非共形构形下,空腔处于压缩状态,而在共形构形下,空腔处于非压缩状态。

[0317] 图34A和图34B示出了动态接触镜的截面图,该动态接触镜具有中心动态部分3401、动态镜的后表面中的空腔3402(处于压缩状态),以及位于动态镜的前表面上并且覆盖相应的空腔3402的突出物3403。动态镜的轮廓以非共形构形(图34A)和共形构形(图34B)示出。在非共形构形下,空腔处于压缩状态,而在共形构形下,空腔处于非压缩状态。突出物3403促进空腔在眼睑施加的压力下压缩的能力。

[0318] 图35A和图35B示出了与在图34A和图34B中所示相似的动态接触镜的截面图,但其中突出物不与空腔对准。图35A和图35B中所示的动态镜具有中心动态部分3501、动态镜的后表面中的空腔3502,以及位于动态镜的外围部分的前表面上并且不覆盖空腔3502的突出物3503。动态镜的轮廓以非共形构形(图35A)和共形构形(图35B)示出。在非共形构形下,空腔处于压缩状态,而在共形构形下,空腔处于非压缩状态。突出物3503促进空腔在眼睑施加的压力下压缩的能力。

[0319] 图36A和图36B示出了动态接触镜的截面图,该动态接触镜具有中心动态部分3601和位于动态镜的后表面中的空腔3602。动态部分3601具有不均匀的厚度,使得中心3605比与外围部分3607的外围过渡区3606处更厚。动态镜的轮廓以非共形构形(图36A)和共形构形(图36B)示出。在非共形构形下,空腔3602处于压缩状态,而在共形构形下,空腔3602处于非压缩状态。

[0320] 图37A和图37B示出了动态接触镜的截面图,该动态接触镜具有中心动态部分3701和位于动态镜的后表面中的空腔3702。动态部分3701具有不均匀的厚度,使得中心3705比与外围部分3707的外围过渡区3706处更薄。动态镜的轮廓以非共形构形(图37A)和共形构形(图37B)示出。在非共形构形下,空腔3702处于压缩状态,而在共形构形下,空腔3702处于非压缩状态。

[0321] 图38A和图38B示出了动态接触镜的截面图,该动态接触镜具有中心动态部分3801和位于动态镜的前表面中的突出物3803。动态部分3801具有不均匀的厚度,使得中心3805比与外围部分3807的外围过渡区3806处更薄。动态镜的轮廓以非共形构形(图38A)和共形构形(图38B)示出。

[0322] 图39A和图39B示出了动态接触镜的截面图,该动态接触镜具有中心动态部分3901、动态镜的后表面中的空腔3902以及覆盖相应的空腔3902的突出物3903。动态部分3901具有不均匀的厚度,使得中心3805比与外围部分3907的外围过渡区3906处更薄。动态镜的轮廓以非共形构形(图39A)和共形构形(图39B)示出。在非共形构形下,空腔3902处于非压缩状态,而在共形构形下,空腔3902处于压缩状态。在共形构形下,突出物3903可压缩

以提供基本上平滑的前表面。

[0323] 图40A和图40B示出了动态接触镜的截面图,该动态接触镜具有中心动态部分4001、动态镜的后表面中的空腔4002以及覆盖相应的空腔4002的突出物4003。动态部分4001具有不均匀的厚度,使得中心4005比与外围部分4007的外围过渡区4006处更薄。动态镜的轮廓以非共形构形(图40A)和共形构形(图40B)示出。在非共形构形下,空腔4002处于非压缩状态,而在共形构形下,空腔4002处于压缩状态。突出物4003是不可压缩的或部分可压缩的,使得其从前表面突出。

[0324] 图41A和图41B示出了动态接触镜的截面图,该动态接触镜具有中心动态部分4101、动态镜的后表面中的空腔4102以及不与空腔4102对准的突出物4103。动态部分4101具有不均匀的厚度,使得中心4105比与外围部分4007的外围过渡区4106处更薄。动态镜的轮廓以非共形构形(图41A)和共形构形(图41B)示出。在非共形构形下,空腔4102处于非压缩状态,而在共形构形下,空腔4102处于压缩状态。突出物4103是不可压缩的或部分可压缩的,使得其从前表面突出。

[0325] 图33A-图41B示出了处于非共形和共形构形下的动态接触镜。动态接触镜可以采取至少一个第二非共形构形,其中间隙高度不同于另一非共形构形。共形构形以及一个或多个非共形构形是准稳定的。

[0326] 动态部分的后表面、外围部分的后表面或者动态部分和外围部分两者的后表面可包括表面处理。

[0327] 表面处理可被配置用于控制、修改和/或选择泪液对动态部分的后表面、外围部分的后表面或者动态部分和外围部分两者的后表面的粘附力和内聚力。

[0328] 可以将表面处理应用于动态接触镜的内后表面和/或外围后表面的全部或一部分。

[0329] 在包括空腔的动态接触镜中,可以对空腔的壁和/或从空腔延伸的通道进行表面处理。

[0330] 表面处理例如可以包括涂层、薄膜、化学处理、等离子体处理或前述任何一项的组合。

[0331] 可以选择表面处理以改变动态部分的后表面、外围部分的后表面或动态部分和外围部分两者的后表面的疏水性/亲水性。

[0332] 可以选择表面处理以控制和/或调整动态部分的后表面与角膜之间的毛细力。

[0333] 可以选择表面处理以控制和/或促进泪液流入和流出泪液透镜。

[0334] 动态接触镜的后表面可以包括被选择用以控制后表面的亲水性/疏水性的材料。后表面可以包括被选择用以控制后表面的电荷、后表面的极性或其组合的材料。

[0335] Dk是指透氧率(oxygen permeability),即,在给定的时间段内和压差条件下穿过诸如动态接触镜等装置的氧气量。Dk以 10^{-11} (cm/sec) (mL O₂) (mL×mmHg) 为单位表示,也称为barrer。氧气透过率可以表示为Dk/t,其中t是结构(例如动态接触镜)的厚度,并且因此Dk/t表示在给定的时间内和压差条件下穿过指定厚度的动态接触镜的氧气量。氧气透过率的单位是barrer/cm或 10^{-9} (cm/sec) (mL O₂) (mL×mmHg)。

[0336] 具有透氧率的镜片材料促进眼睛健康。对于动态接触镜,通常期望透氧率大于约80Dk。对于高模量材料和/或较厚的材料截面,可能难以获得这样高的透氧率。

[0337] 动态接触镜的动态部分和外围部分可以包括这样的材料：其特征不在于透氧率从约10Dk至约500Dk、从约50Dk至约400Dk、从约50Dk至约300DK，并且在某些实施方式中从约50DK至约100Dk。

[0338] 动态接触镜可以包括具有低离子多孔性 (ionoporosity) 的硅树脂或硅水凝胶。例如，动态接触镜可以包含包括低离子渗透率的硅水凝胶或硅树脂，并且水的范围可以是约5%至约35%，使得Dk为 100×10^{-11} 或更大。低离子渗透率可以包括不超过约 $0.25 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{sec}$ ，例如不大于约 $0.08 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{sec}$ 的Ionoton离子渗透系数。

[0339] 动态接触镜可以包括至少安置在动态接触镜的前表面上的可润湿表面涂层，使得泪膜在动态接触镜之上是光滑的。可湿润表面涂层可以包括润滑涂层以使患者感到舒适，例如在患者眨眼时润滑眼睛。可湿润涂层可以产生不超过约 80° 的接触角。例如，涂层可以产生不超过约 70° 的接触角，并且接触角可以是在约 55° 至 65° 的范围内，以提供具有用于视觉的光滑泪层的表面。例如，可湿润涂层可以安置在装置的上表面和下表面上，即，安置在动态接触镜的前表面和后表面上。上表面可以包括至少在内光学部分之上延伸的可润湿涂层。

[0340] 可湿润涂层可以包含一种或多种合适的材料。例如，可湿润涂层可以包含聚乙二醇 (PEG)，并且该PEG涂层可以安置在ParyleneTM上。备选地，可湿润涂层可以包括等离子体涂层，并且等离子体涂层可以包括发光化学气相沉积 (LCVD) 膜。例如，等离子体涂层可以包括碳氢化合物 (例如， CH_4)、 O_2 或含氟碳氢化合物 (例如， CF_4) 涂层中的至少一种。备选地或组合地，可湿润涂层可以包括聚乙二醇 (PEG) 涂层或2-羟乙基甲基丙烯酸酯 (HEMA)。例如，可湿润涂层可以包括安置于ParyleneTM涂层上的HEMA或可湿润涂层。

[0341] 本公开提供的动态接触镜可以具有例如从10wt%至70wt%，诸如从30wt%至60wt%的含水量，其中wt%基于动态接触镜的总重量。

[0342] 本公开提供的动态接触镜可以使用适合于制造接触镜并且特别是软性接触镜的任何方法来制造。合适的方法的示例包括模塑成型。可以如此制造动态接触镜，使得在制成时，动态部分向外凸起以形成圆顶、近中心凸起或其他朝前的表面轮廓。

[0343] 制造动态接触镜的方法例如包括形成动态接触镜，该动态接触镜包括：动态部分，其中动态部分包括SAG高度和中心厚度，其中中心厚度小于SAG高度；以及耦合到动态部分的外围部分，其中外围部分被配置用于将动态接触镜保持在角膜上。制造动态接触镜的方法例如包括形成动态接触镜，该动态接触镜包括：以动态基础曲率为特征的动态部分；耦合到动态部分的外围部分，其中外围部分包括外围基础曲率，其中动态基础曲率不同于外围基础曲率。例如，动态部分的曲率半径可以小于外围部分的曲率半径。例如，动态部分的曲率半径可以小于近中心外围部分的曲率半径，其中近中心外围部分是外围部分中邻接过渡区和动态部分的部分。用于制造动态镜的材料可以是适用于常规软性接触镜的材料。该材料例如可以包括从0.05MPa至30MPa、从0.1MPa至20MPa、从0.1MPa至10MPa、从0.1MPa至5MPa或从0.1MPa至2MPa的杨氏模量。

[0344] 本公开提供的动态接触镜可被制造成具有预制SAG高度。预制中心SAG高度是指从动态部分的中心处的后表面到与动态部分相邻的近中心外围部分的基础曲线的延伸的距离。预制中心SAG在图1A中被示出为元素110，其中虚线是动态部分下方的近中心外围部分的基础曲线的延伸。预制SAG高度是当镜片被放置在角膜上并且动态部分填充有泪液以形

成泪液透镜时可以达到的最大间隙。根据包括泪液可用性在内的多个因素,具有40 μm 预制SAG高度的动态部分例如可以产生具有40 μm 、30 μm 、20 μm 和/或10 μm 间隙的准稳定泪液透镜。具有100 μm 预制SAG高度的动态部分例如可以产生具有100 μm 、90 μm 、80 μm 、70 μm 、60 μm 、50 μm 、40 μm 、30 μm 和/或10 μm 间隙的的准稳定泪液透镜。

[0345] 本公开提供的动态接触镜可以用于矫正或改善视力。

[0346] 用于矫正患者视力的方法可以包括将本公开提供的动态接触镜施加于需要矫正视力的患者的眼睛。

[0347] 矫正视力可以包括矫正远视、近视、散光或老视。

[0348] 本公开提供的方法包括通过将本公开提供的动态接触镜施加于患者的患有老视的眼睛来处理老视。

[0349] 本公开提供的动态接触镜可被设计用于动态地矫正视力。例如,老视的特征在于眼睛无法聚焦在近处物体上。本公开提供的动态接触镜的动态部分可以动态地改变构形以适应远视力或近视力。例如,与老视相关,在适合于观看远处物体的第一构形下,动态接触镜的动态部分可以邻近于角膜。在这个构形下,没有泪液透镜并且远视力未被矫正。继而,当患者观看近处物体时,动态接触镜的动态部分可采取第二构形,该第二构形矫正老视并有助于清晰地观看近处物体。这是在不改变动态部分的径向厚度或通过改变动态部分的曲率比的情况下实现的。相反,当动态部分向外凸起时,透镜状体积扩张以提供用于动态矫正近视力的泪液透镜。泪液透镜改变了动态接触镜的动态部分的光焦度。

[0350] 本公开提供的动态接触镜还可以用作多焦点镜,以矫正老视和防止近视发展。

[0351] 本公开提供的动态接触镜的静态构形可以用于补偿不规则角膜、处理散光或用于角膜伤口愈合。

[0352] 结合有泪液透镜的动态接触镜可以矫正由于不规则形状的角膜导致的视力。不规则形状的角膜可能是永久性或暂时性的,例如由于包括屈光性角膜切削术或角膜交联术在内的眼科手术而导致的。泪液透镜可以矫正散光。为了处理这样的状况,本公开提供的具有静态泪液透镜的动态接触镜可能是合适的。

[0353] 本公开提供的动态接触镜可以用于增强或恢复眼科治疗后的视敏度。眼科治疗可涉及眼部组织的操纵,并且可关联于光学区域之外的病变。眼科治疗可涉及切开眼部组织并在光学区域内植入装置。在某些实施方式中,眼科治疗涉及消融基质和/或上皮的至少一部分。眼科治疗例如可包括白内障手术,包括超声乳化、常规白内障囊外摘除术和白内障囊内摘除术;青光眼手术,包括激光小梁成形术、虹膜切开术、虹膜切除术、巩膜切开术、前房角切开术、引流植入术和根管成形术;角膜手术,包括角膜移植手术、穿透性角膜移植术、人工角膜、翼状胬肉切除术、角膜染色术和骨齿人工角膜移植术;以及屈光治疗,包括屈光性角膜切削术(photorefractive keratectomy, PRK)和激光辅助原位角膜磨镶术(laser-assisted in-situ keratomileusis, LASIK)。眼科治疗还可以涉及处理眼睛的伤口,其中处理可以涉及或者可以不涉及眼科手术。眼科治疗可以包括白内障手术、角膜镶嵌手术、角膜移植手术或眼外伤伤口处理。眼科治疗可以包括在光学区域之外的部位切开角膜和/或对角膜进行穿孔。

[0354] 通常,诸如白内障手术、角膜镶嵌手术和角膜移植手术之类的眼科治疗可以区别于仅涉及对角膜的光学区域或主要对角膜的光学区域进行操纵的眼科治疗。在前一类眼科

治疗中——由于将装置植入眼部组织中作为辅助物或作为被移除的眼部组织的替代物而可被视为植入手术——这类手术涉及对光学区域之外的眼部组织以及光学区域本身进行操纵。后一类治疗以屈光手术为例,其中对角膜的光学区域进行雕琢以矫正屈光不正。屈光手术的示例例如包括PRK和LASIK。在治疗还涉及到对光学区域之外的眼部组织进行操纵的意义上而言,涉及操纵角膜的光学区域的眼科治疗也被涵盖在内。例如,LASIK涉及在光学区域之外的基质上切开切口以形成皮瓣。继而将皮瓣翻起以暴露基质,继而使用激光对基质进行消融以提供用于屈光矫正的形状。此外,可以将涉及光学区域之外的组织的眼部操纵和涉及操纵光学区域内的组织的屈光手术结合起来。例如,可以将角膜镶嵌手术和诸如LASIK手术等相关联的屈光手术结合起来。

[0355] 本公开提供的动态接触镜可以用于在角膜镶嵌手术或角膜覆盖手术后对角膜进行处理。角膜镶嵌体和角膜覆盖体是插入角膜以重塑眼睛前表面(即,角膜前表面)从而改善视力的微小镜片或其他光学装置,并且其在某些情况下可类似于小型接触镜。目前的角膜镶嵌体的主要用途是改善近视力和解决老视。在某些情况下,可以将角膜镶嵌手术与诸如LASIK等屈光手术相结合,以同时矫正老视和常见的屈光不正,诸如近视、远视和/或散光。

[0356] 本公开提供的动态接触镜可以用于在白内障手术后对角膜进行处理。在某些实施方式中,眼科治疗包括白内障手术。白内障手术涉及摘除和更换已发展为浑浊(这被称为白内障)的眼睛的天然晶状体。

[0357] 本公开提供的动态接触镜可以用于在角膜移植手术后对角膜进行处理。角膜移植治疗例如包括穿透性角膜移植术、板层角膜移植术、深板层角膜移植术和内皮角膜移植术。

[0358] 本公开提供的动态接触镜当在眼科治疗之后施加于患者的眼睛时,会加速眼部缺陷的愈合。眼部缺陷包括角膜和/或其他眼部组织的切口和穿孔。

[0359] 本公开提供的动态接触镜可以用于在交联治疗后对角膜进行处理。角膜交联是一种增强角膜中的化学键,从而有助于角膜抵抗角膜形状不规则改变(称为扩张症)的能力的技术。

[0360] 本公开提供的动态接触镜可以用于在屈光疗法(例如,PRK和LASIK)之后对角膜进行处理。屈光眼科手术用于改善眼睛的屈光状态,并且例如包括诸如自动板层角膜成形术(ALK)、激光辅助原位角膜磨镶术(LASIK)、屈光性角膜切削术(PRK)、激光辅助上皮下角膜磨镶术(LASEK)、EPI-LASIK、放射状角膜切开术、微小-不对称放射状角膜切开术、弧形角膜切开术、角膜缘松解切开术、角膜热成形术、激光角膜热成形术、基质内角膜环段切除术和有晶状体眼人工晶状体植入术等手术。在这些手术中的任何一种手术之后,需要一段时间才能恢复最佳视力。例如,在LASIK中,通常在手术后约24小时内获得最佳视力。在此恢复期间,除了视力欠佳外,患者可能还会感到不适,例如畏光或光敏感和/或灼热感。期望用于缩短获得最佳视力的时间以及用于减少或消除与屈光眼科手术相关联的不适的方法。

[0361] PRK是一种其中使用激光对基质进行塑形以矫正屈光不正的外科手术。在该过程中,移除覆盖在被消融的基质部分上的上皮以形成上皮缺损。

[0362] LASIK是一种用于矫正屈光不正(例如近视、远视和散光)的外科手术,其中使用激光来重塑角膜以改善视敏度,例如图像的清晰度和锐度。LASIK手术包括角膜的手术切割和激光雕刻。在LASIK手术期间,通过施加软性角膜吸引环来固定眼睛。继而使用刀片或激光

在外层角膜中形成皮瓣,而在皮瓣的一端留下铰合部。继而将皮瓣折回以露出基质或角膜的中间部分。继而使用激光使角膜基质蒸发以移除组织,从而对角膜进行重塑以矫正视力。在重塑基质层之后,将皮瓣重新定位在眼睛上方,并通过自然粘附使其保持在原位。通常在手术后约24小时内获得最佳视力。

[0363] 本公开提供的动态接触镜可被配置用于矫正屈光不正,例如散光。镜片提供平滑的球形前表面,并通过减小内光学部分的挠曲并通过在佩戴过程中保持镜片对中而将镜片引起的畸变降至最低。减小的内光学部分的挠曲可以部分地通过增大内部部分的刚度并通过形成泪液透镜来实现。内光学部分的对中使得由光学器件的倾斜引起的散光和棱镜效应最小化,并且还使边缘畸变最小化。

[0364] 虽然前述内容集中于与有意操纵眼睛相关联的眼科治疗,但是可以理解,动态接触镜和使用动态接触镜的方法还可用于处理对眼睛的其他伤害,例如处理创伤伤口。眼睛创伤还可能导致水肿并损害各种眼部组织之间的界面。因此,除了手术后方法之外,本公开提供的动态接触镜还可用于治疗眼睛的创伤伤口。创伤例如包括物理创伤诸如钝性创伤和穿透性创伤、化学创伤、冲击伤、烧伤和心理创伤。创伤伤口的处理可能涉及外科手术,例如移除嵌入的物理物体或移除瘢痕组织。就创伤产生水肿和光学不规则性的程度而言,动态接触镜的应用将会导致更快的视觉恢复,并且通过稳定受累眼部组织来加速愈合。创伤还可能导致眼部组织包括角膜前表面的缺损,并累及上皮和/或基质,并可能导致眼内组织受损。因此,伤口愈合包括使不一定是由外科手术导致的,与眼部组织的物理损伤相关联的伤口愈合。

[0365] 本公开提供的动态接触镜还可以用作预防装置。例如,动态接触镜可以用于保护眼睛免受潜在伤害,例如由于物理创伤造成的伤害、免受化学物质的侵害、免受微粒的侵害,以及防止水肿。作为预防装置,可以在预期接触潜在伤害之前将动态接触镜施加于眼睛。当被佩戴以保护眼睛免受潜在伤害时,动态接触镜可以凭借对眼睛前表面的密封来提供物理屏障、化学屏障,并且/或者可以防止或最小化由非物理力诸如爆炸压力或身体其他部位的创伤所引起的水肿。在某些实施方式中,保护眼睛免受潜在伤害包括保护眼睛不遭受气体、蒸气、灰尘或烟雾。在某些实施方式中,保护包括防止水肿。

[0366] 实施例

[0367] 通过参考以下实施例进一步说明本公开提供的实施方式,所述实施例描述了本公开提供的动态接触镜和动态接触镜的使用。

[0368] 实施例1

[0369] 眼睛模型中动态接触镜的光学功能

[0370] 图11中示出了具有动态部分的动态接触镜的视图。在模型角膜上应用字母“A”,并在该字母和模型角膜之上使用动态接触镜。模拟的眼睑的左右两侧的特征。在图11中,没有对角膜施加压力。

[0371] 如图12中所示,在通过使模拟的眼睑朝向中心(即,朝向动态部分)移动而向动态接触镜施加压力时,动态中心部分的屈光过渡到更靠后的光焦度。结果,字母“A”的大小约增大到170%。

[0372] 如图13中所示,当通过使模拟的眼睑远离中心动态部分而从镜片释放人工眼睑压力时,动态中心部分的屈光力在大约100毫秒内恢复到初始光焦度。

- [0373] 使用盐溶液来模拟泪液。
- [0374] 实施例2
- [0375] 眼睛模型中具有泪液储器的动态接触镜的光学功能
- [0376] 将具有动态部分和外围泪液储器的动态接触镜放置在眼睛模型之上并通过OCT成像。
- [0377] 如图14A中所示,图像的最右侧的动态部分1401处于共形状态。在镜片与模型角膜1402之间没有泪液透镜。在图像的左侧可见具有144 μm 高度的泪液储器1403。
- [0378] 如图14B中所示,当在泪液储器上施加轻压力时,储器1403的高度减小到120 μm ,并且动态部分1401采取非共形构形以形成具有76 μm 间隙高度的泪液透镜1404。
- [0379] 实施例3
- [0380] 眼睛模型中镜片的光学功能
- [0381] 将具有动态部分的动态接触镜放置在50岁男子的人眼上。
- [0382] 动态接触镜具有以下性质:8.9mm基础曲率、14.5mm直径、100 μm 中心厚度,10mm半径处的厚度为200 μm ,SAG为200 μm ,并且动态部分的直径为20mm。
- [0383] 使用标准自动验光仪来测量眼睛的屈光矫正。
- [0384] 确定眼睛的屈光矫正为-2.25D,并且角膜基础曲率为7.4mm。
- [0385] 将具有动态部分的动态接触镜放置在眼睛上方。如图15的OCT图像所示,动态部分1501与角膜1502共形,其中在动态部分的后表面与角膜之间没有明显的间隙。眼睛所需的屈光矫正为
- [0386] +3.5D,并且镜片的前曲率为7.52mm。这表明镜片的光焦度为-5.75D(以便矫正-2.25D(未经矫正的眼睛所需)+3.5D(镜片的额外近视漂移))。
- [0387] 继而对动态接触镜的外围部分施加压力。动态部分1501采取如图16中的OCT图像所示的非共形构形。在动态部分的后表面与角膜1502之间明显存在间隙1503。在非共形构形下,眼睛所需的屈光矫正为-2.75D,表明泪液透镜1503为+6.25D(+3.5D加上2.75D的远视漂移)的光学系统添加了光焦度。
- [0388] 实施例4
- [0389] 人眼上的泪液透镜形成
- [0390] 将本公开提供的动态接触镜施加于人眼。
- [0391] 图17A示出了在主注视中具有76 μm 高度的泪液储器1701。用OCT成像的人眼区域在图17B中由区段标识。
- [0392] 实施例5
- [0393] 近中心动态部分
- [0394] 将具有动态部分的动态接触镜施加在人角膜上。动态部分1003位于动态接触镜的近中心区域中。如图10中所示,非共形动态部分位于镜片中心的近中心处。在共形构形下,动态部分将会为眼睛增加正光焦度。
- [0395] 实施例6
- [0396] 示例动态接触镜构形和尺寸
- [0397] 图18-图20中示出了动态接触镜构形和尺寸的示例。
- [0398] 图18示出了具有外围360°凹槽的动态接触镜,该凹槽具有朝向中心凸起的开放路

径/边缘。动态镜被设计成使得当下眼睑在凹槽的一部分上施加压力时,泪液可以被引导到中心。

[0399] 图19示出了在外围部分中具有六(6)个泪液囊袋的动态接触镜,所述泪液囊袋具有朝向中心凸起的开放路径/边缘。动态镜被设计成使得当下眼睑在凹槽的一部分上施加压力时,泪液可以被引导到中心。

[0400] 图20示出了具有外围360°凹槽的动态接触镜,该凹槽具有与动态部分的尺寸相似的尺寸。

[0401] 实施例7

[0402] 具有动态部分的负镜片

[0403] 图21示出了形成负泪液透镜2102的中心动态部分2101的OCT图像。动态部分的厚度朝向动态部分的中心减小。图22示出了负泪液透镜2202,其中镜片的中心与角膜2203共形。动态部分的中心的厚度小于与外围部分的过渡区处的厚度。

[0404] 实施例8

[0405] 镜头参数对内力的影响,参见下文实施例11

[0406] 图25A-图25C中示出了当施加到患者的眼睛时,动态部分的预制形状对动态部分的形状的影响。

[0407] 图25A示出了动态部分的后表面与角膜之间的间隙与动态部分的预制SAG高度的关系。

[0408] 例如,参考图25A,对于由具有0.76MPa杨氏模量的硅水凝胶制成,且在3mm直径上具有约100 μ m的预制中心SAG高度(相当于4.72mm曲率半径)的动态接触镜,当施加于具有7.6mm前曲率的眼睛时,动态部分的中心处的后表面与角膜之间的间隙约为10 μ m。间隙高度是由预制SAG高度产生的恢复力与泪液的可用性之间的平衡。间隙高度将会取决于泪液的可用性。例如,如图25A中所示,间隙高度仅为预制SAG高度的约10%。利用额外的泪液,间隙高度可以高达预制SAG高度的100%。可以通过包括流体储器、通道、窗孔和其他有助于在动态部分所限定的间隙内与泪液透镜交换泪液的物理特征来控制/或促进泪液的可用性。动态镜具有14.5mm的直径,具有3mm直径的动态部分,200 μ m的中心厚度,并且由硅水凝胶制成。

[0409] 图25B示出了由具有0.76MPa杨氏模量的硅水凝胶制成,在3mm直径上具有40 μ m的预制SAG高度(相当于6.19mm曲率半径)的动态接触镜的OCT图像,该动态接触镜位于具有7.6mm前曲率的眼睛上,并且具有间隙高度为37 μ m的泪液透镜。

[0410] 图25C示出了由具有0.76MPa杨氏模量的硅水凝胶制成,在3mm直径上具有100 μ m的预制SAG高度(相当于4.72mm曲率半径)的动态接触镜的OCT图像,该动态接触镜位于具有7.6mm前曲率的眼睛上,并且具有间隙高度为96 μ m的泪液透镜。

[0411] 为了产生图25B和图25C中所示的泪液透镜,在外围部分下方提供泪液,并允许泪液在动态部分下方流动以形成泪液透镜。这两个图像都表明动态镜可以实现其完全的预制潜在SAG,从而在整个预制SAG下方创造出泪液透镜。因此,使用软性接触镜材料,并且如果该动态镜具有曲率半径小于外围或近外围部分的预制中心动态部分,则在动态部分与角膜之间将会形成高度大于10 μ m的间隙。还参见图25A中的图示。此外,当有更多的泪液可用于在动态部分与角膜之间形成泪液透镜时,动态部分可以从角膜拱起更远。

[0412] 泪液的可用性可能取决于几个因素,包括镜片的几何结构、促进泪液流动或交换的特征(例如储器、通道和窗孔)、预制SAG高度,以及眼睑施加于镜片的压力。制造出了具有60 μm 至110 μm 预制SAG高度(镜片中心处的动态部分的后表面与外围部分的基础曲率之间的距离)的动态接触镜,将其施加于眼睛,并且测量了动态部分的后表面与角膜之间的间隙。预制SAG高度与间隙高度之间的关系反映了预制圆顶在准稳定非共形构形的几何结构上引起的内部机械力。预制SAG高度越大,产生的泵送力就越大。

[0413] 还可以通过增大动态部分的厚度,通过减小动态部分的直径,以及通过增大形成动态部分的材料的杨氏模量来增大内部机械力。这些效果在图26A-图26C中图示,图中示出了对于具有200 μm (图26A)、250 μm (图26B)和300 μm (图26C)厚度的动态部分,动态部分的中心的后表面与角膜之间的测得的间隙对比于预制SAG高度的图示。可以理解,图26A-图26C表示具有越来越大的刚度的动态部分。

[0414] 随着动态部分的预制厚度增大,内力增大,并且间隙高度增大。硅水凝胶镜片的模量为0.76MPa,镜片直径为14.5mm,动态部分直径为3mm,并且基础曲率为8.9。对于每个动态部分厚度,预制SAG高度从50 μm 到250 μm 不等。

[0415] 实施例9

[0416] 带有外围脊状物的动态镜

[0417] 图27中示出了在外围部分的前表面上具有脊状物的动态接触镜的截面示意图。动态镜的直径为14.5mm,中心厚度为200 μm ,预制SAG为200 μm ,动态部分的直径为3mm,并且外围脊状物的高程为350 μm ,并且包括外围部分的厚度在内的总厚度为550 μm 。图27中所示的动态镜包括:厚度300 μm 且预制SAG高度2402为100 μm 的动态部分2401、外围部分2405中的空腔2403,以及覆盖空腔2403的具有高达350 μm 的各种厚度的突出物2404。

[0418] 图28中示出了放置在眼睛上的镜片的照片。图28示出了在眼睛上具有胶合的脊状物的动态接触镜的照片(左上),以及在角膜2801上的包括动态部分2802、外围部分2803、脊状物2804和眼睑2805的动态镜的示意性截面图(右下)。

[0419] 将具有外围脊状物的动态镜放置在人眼上,并在主(向前)注视(图29)期间和向下注视(图30)期间通过OCT成像。在主注视期间,动态部分与角膜共形,而在向下注视期间,动态部分向外凸起以形成间隙高度为16 μm 的泪液透镜。在另一实施例中,如图31中所示,对于具有预制脊状物的动态镜,泪液透镜的间隙为38 μm 。

[0420] 实施例10

[0421] 具有平坦外围的动态镜

[0422] 制造出具有以下参数的动态镜:材料类型:SH65硅水凝胶;材料模量:200MPa;中心厚度(CT):200 μm ;R0-OZ光学区:1.5 μm ;SAG(凸起间隙):110 μm ;R1(近外围区)4.5 μm ;BC1(近外围BC):8.9 μm ;R2(镜片总直径:14.5 μm ;BC2(远外围BC):11 μm ;过渡半径(OZ与近外围之间的圆角,0=尖角):1 μm ;并且边缘形状:凿形。在这样的动态镜中,外围部分的曲率半径大于其他动态镜(更平坦的轮廓)。

[0423] 图32示出了将外围轮廓平坦化至11mm的基础曲线导致动态部分的后表面与角膜之间的间隙增大。

[0424] 实施例11

[0425] 动态接触镜设计

[0426] 通常,动态镜的结构基于软性接触镜领域中常见的标称镜片几何设计,使得至少外围部分与角膜共形,以实现舒适性和镜片下方的流体流动。

[0427] 标称动态接触镜可以具有类似于角膜前曲率(7mm至9mm)的平均后光学区半径(BOZR),其可为均匀的(对于所有镜片直径,例如8.9mm,均为相同的BOZR)或不同的BOZR(用于不同的镜片直径),以增强镜片符合角膜/巩膜凹凸的能力。

[0428] 标称动态镜例如可以具有两个外围曲率,对于10mm(+1.5mm)中心直径的7.86mm(+1.5mm)中心BOZR,以及外围中更平坦的9.3mm(+1.5mm)BOZR。两个BOZR曲率之间的过渡可以通过连续的逐渐变化来平滑,或者可以采用倒角。动态镜可以具有标准直径(约14mm),由标准软性接触镜材料(例如硅水凝胶)制成,并且可以具有标准的光学透明度。动态接触镜可以具有标准边缘,诸如圆形边缘或凿形边缘。

[0429] 动态镜的动态部分的直径例如可以是从小1mm至7mm,例如从2mm至4mm。可以将动态镜制造成使得轮廓的特征在于不同的曲率。例如,可以将中心动态部分制造成具有更陡的基础曲线,例如凸起,使得动态部分的中心与周围曲率的表面之间的SAG高度为从10 μ m至200 μ m。可以通过一个或多个过渡曲率或倒角来平滑两个曲率之间,即,动态部分的曲率与外围部分之间的过渡区,以消除或最小化局部压力点并促进与动态部分下方的泪液透镜的流体交换。促进动态部分变形的能力的参数例如包括厚度、材料模量、总体镜片几何结构、动态部分的面积和直径,以及动态部分的基础曲线。

[0430] 可以在动态部分与外围部分之间的过渡区上刻出例如具有50 μ m至1000 μ m的宽度的,位于镜片后表面上的凹槽(以从动态部分释放压力并允许流体可用性)。凹槽可以跨过动态部分与周围的外围部分之间的过渡区。凹槽的数目例如可以在从1到12个的范围内,并且凹槽的长度例如可以在从0.5mm到动态镜的镜片边缘(约7mm)的范围内。

[0431] 凹槽中的一个或多个可以连接到空腔、连接到一个或多个窗孔,或者连接到空腔以及一个或多个窗孔。

[0432] 假设角膜的中心曲率是7.6mm,则具有4屈光度的光焦度的镜片在直径3mm的光学区域上将会需要14 μ m的SAG,或者对于直径4mm的光学区需要26 μ m的SAG,或者对于直径5mm光学区需要41 μ m的SAG。

[0433] 表1示出了对于直径从3mm至5.8mm的光学区域,由40 μ m或100 μ m的不同预制SAG高度产生的计算出的光焦度,假设泪液透镜间隙等同于预制SAG高度。

[0434] 表1. 计算出的光焦度

[0435]

预制镜片参数								
OZ 预制 SAG, μm	40	100	40	100	40	100	40	100
R2, mm	6.19	4.72	6.84	5.76	7.20	6.40	7.37	6.75
光焦度, 屈光度	11.32	27.87	6.23	15.36	3.87	9.55	2.79	6.89
聚焦距离, mm	8.8	3.6	16.1	6.5	25.9	10.5	35.8	14.5
泪液透镜体积, μL	0.14	0.36	0.26	0.64	0.40	1.01	0.55	1.38

[0436] 本发明各个方面

[0437] 第1A方面. 一种接触镜,其包括动态部分,其中所述动态部分包括:共形构形,其被

配置用于向具有角膜的眼睛提供第一光焦度;以及至少一个非共形构形,其被配置用于向眼睛提供第二光焦度,其中所述第二光焦度不同于所述第一光焦度。

[0438] 第2A方面.如第1A方面所述的接触镜,其中,所述接触镜包括中心几何轴;并且所述动态部分安置于所述中心几何轴处、与所述中心几何轴近中心、偏离所述中心几何轴,或者前述任何一项的组合。

[0439] 第3A方面.如第1A至2A方面中任一项所述的接触镜,其中所述共形构形被配置成与角膜基本上共形。

[0440] 第4A方面.如第1A至3A方面中任一项所述的接触镜,其中所述共形构形被配置用于粘附到角膜。

[0441] 第5A方面.如第1A至4A方面中任一项所述的接触镜,其中所述共形构形被配置用于通过毛细力粘附到角膜。

[0442] 第6A方面.如第1A至5A方面中任一项所述的接触镜,其中所述至少一个非共形构形包括单个非共形构形、一个或多个分立的非共形构形,或者连续范围的非共形构形。

[0443] 第7A方面.如第1A至6A方面中任一项所述的接触镜,其中所述至少一个非共形构形被配置用于在所述动态部分的后表面与角膜的前表面之间提供泪液透镜。

[0444] 第8A方面.如第1A至7A方面中任一项所述的接触镜,其中所述接触镜被配置成使得当施加于角膜时,所述动态部分针对第一视力采取所述共形构形,以及针对第二视力采取所述至少一个非共形构形。

[0445] 第9A方面.如第8A方面所述的接触镜,其中所述第一视力和所述第二视力中的每一个独立地包括远视力、中间视力或近视力。

[0446] 第10A方面.如第1A至9A方面中任一项所述的接触镜,还包括至少一个第一机制,其被配置用于引起所述共形构形与所述至少一个非共形构形之间的变化;以及至少一个第二机制,其被配置用于引起所述至少一个非共形构形与所述共形构形之间的变化。

[0447] 第11A方面.如第10A方面所述的接触镜,其中,所述至少一个第一机制、所述至少一个第二机制,或者所述至少一个第一机制和所述至少一个第二机制两者包括操纵一个或多个泪液储器;所述一个或多个泪液储器安置在所述动态部分的后表面与角膜的前表面之间;并且所述一个或多个泪液储器流体耦合到所述动态部分的后表面与角膜的前表面之间的泪液。

[0448] 第12A方面.如第11A方面所述的接触镜,其中所述一个或多个泪液储器对称地安置在所述动态部分周围。

[0449] 第13A方面.如第11A方面所述的接触镜,其中所述一个或多个泪液储器不对称地安置在所述动态部分周围。

[0450] 第14A方面.如第1A至13A方面中任一项所述的接触镜,其中所述一个或多个泪液储器中的至少一些泪液储器是可压缩的。

[0451] 第15A方面.如第1A至14A方面中任一项所述的接触镜,其中所述一个或多个泪液储器中的至少一些泪液储器可通过从0.1gm力至10gm力范围内的力而压缩。

[0452] 第16A方面.如第1A至15A方面中任一项所述的接触镜,其中,所述一个或多个泪液储器被配置成当眼睑施加压力时压缩;并且所述一个或多个泪液储器被配置成当眼睑不施加压力时扩张。

[0453] 第17A方面.如第1A至16A方面中任一项所述的接触镜,其中所述一个或多个泪液储器被配置成仅在注视变化期间当眼睑施加压力时压缩。

[0454] 第18A方面.如第1A至17A方面中任一项所述的接触镜,其中所述一个或多个泪液储器邻接所述动态部分。

[0455] 第19A方面.如第10A方面所述的接触镜,其中所述至少一个第一机制、所述至少一个第二机制,或者所述至少一个第一机制和所述至少一个第二机制两者包括在注视变化期间当眼睑向所述接触镜施加压力时,通过压缩所述动态部分或压缩所述外围部分而交换泪液。

[0456] 第20A方面.如第10A方面所述的接触镜,其中所述至少一个第一机制、所述至少一个第二机制,或者所述至少一个第一机制和所述至少一个第二机制两者包括位于所述接触镜的前表面上的突出物,所述突出物被配置用于与眼睑相互作用。

[0457] 第21A方面.如第1A至20A方面中任一项所述的接触镜,还包括光学区域,其中所述动态部分与所述光学区域的至少一部分重叠。

[0458] 第22A方面.如第1A至21A方面中任一项所述的接触镜,还包括外围部分,该外围部分耦合到所述动态部分,其中所述外围部分被配置用于将所述接触镜保持在角膜上。

[0459] 第23A方面.如第1A至22A方面中任一项所述的接触镜,其中,所述动态部分包括以第一模量为特征的第一材料;并且所述外围部分包括以第二模量为特征的第二材料。

[0460] 第24A方面.如第23A方面所述的接触镜,其中,所述第一材料和所述第二材料包括相同的材料。

[0461] 第25A方面.如第23A方面所述的接触镜,其中,所述第一材料和所述第二材料不包括相同的材料。

[0462] 第26A方面.如第1A至25A方面中任一项所述的接触镜,其中,所述第一模量大于所述第二模量。

[0463] 第27A方面.如第1A至25A方面中任一项所述的接触镜,其中,所述第一模量小于所述第二模量。

[0464] 第28A方面.如第1A至25A方面中任一项所述的接触镜,其中,所述第一模量与所述第二模量相同。

[0465] 第29A方面.如第1A至28A方面中任一项所述的接触镜,其中,所述第一模量处于从0.05MPa至10MPa的范围内;并且所述第二模量处于从0.05MPa至10MPa的范围内。

[0466] 第30A方面.如第1A至29A方面中任一项所述的接触镜,其中,所述第一模量处于从0.01MPa至2MPa的范围内;并且所述第二模量处于从0.01MPa至2MPa的范围内。

[0467] 第31A方面.如第1A至30A方面中任一项所述的接触镜,其中所述第一材料和所述第二材料中的每一个独立地包括硅树脂、水凝胶、硅水凝胶,或者前述任何一项的组合。

[0468] 第32A方面.如第1A至31A方面中任一项所述的接触镜,其中在所述至少一个非共形构形下,所述动态部分相对于所述外围部分的后表面的基础曲率,包括从5 μ m至300 μ m范围内的中心SAG高度。

[0469] 第33A方面.如第1A至32A方面中任一项所述的接触镜,其中所述动态部分包括从30 μ m至600 μ m的中心厚度。

[0470] 第34A方面.如第1A至33A方面中任一项所述的接触镜,其中,所述接触镜包括后表

面;并且所述后表面的至少一部分包括材料、表面处理或者其组合;其被选择用于控制所述接触镜的所述后表面的至少一部分与泪液之间、角膜与泪液之间、所述接触镜的所述后表面与角膜之间的毛细力,或者前述任何一项的组合。

[0471] 第35A方面.如第1A至34A方面中任一项所述的接触镜,其中,所述第一光焦度不向眼睛提供光焦度变化;或者所述第二光焦度不向眼睛提供光焦度变化。

[0472] 第36A方面.如第1A至35A方面中任一项所述的接触镜,其中,所述共形构形向眼睛提供第一光焦度变化;并且所述至少一个非共形构形向眼睛提供除了所述第一光焦度变化之外的第二光焦度变化。

[0473] 第37A方面.如第1A至36A方面中任一项所述的接触镜,其中所述共形构形和所述至少一个非共形构形中的至少一个是准稳定的。

[0474] 第38A方面.如第1A至37A方面中任一项所述的接触镜,其中,所述动态部分包括后表面并且包括位于所述后表面与角膜之间的间隙轮廓,其中所述间隙轮廓包括最大间隙差,其中所述最大间隙差是中心间隙高度与所述动态部分的周界处的间隙高度之间的差异;所述共形构形包括第一最大间隙差;所述非共形构形包括第二最大间隙差;并且所述第二最大间隙差大于所述第一最大间隙差。

[0475] 第39A方面.如第1A至38A方面中任一项所述的接触镜,其中,所述接触镜包括预制形状;并且所述接触镜在所述至少一个非共形构形中之一下包括所述预制形状。

[0476] 第40A方面.如第1A至39A方面中任一项所述的接触镜,其中,所述接触镜包括外围部分,该外围部分包括外围后表面;所述外围后表面包括外围基础曲率;所述动态部分包括动态后表面;所述动态后表面包括动态基础曲率;在所述共形构形下,所述动态基础曲率与所述外围基础曲率基本上相同;并且在所述至少一个非共形构形下,所述动态基础曲率偏离所述外围基础曲率。

[0477] 第41A方面.如第1A至40A方面中任一项所述的接触镜,其中,角膜包括角膜曲率;所述动态部分包括动态后表面;所述动态后表面包括动态基础曲率;并且在所述共形构形下,所述动态基础曲率与所述角膜曲率基本上相同。

[0478] 第42A方面.如第1A至41A方面中任一项所述的接触镜,其中,所述接触镜包括外围部分,该外围部分包括外围后表面;所述外围后表面包括外围基础曲率;所述动态部分包括相对于所述外围基础曲率的中心SAG高度;并且所述动态部分被配置成采取以相对于所述外围基础曲率的第一中心SAG高度为特征的第一构形和采取以相对于所述外围基础曲率的第二中心SAG高度为特征的第二构形,其中所述第一中心SAG高度和所述第二中心SAG高度不相同。

[0479] 第43A方面.一种接触镜,其包括:外围部分,其包括外围后表面和外围前表面,其中所述外围后表面包括外围基础曲率;以及动态部分,其包括动态后表面和动态前表面,其中至少所述动态后表面朝向所述动态前表面从所述外围基础曲率凸起。

[0480] 第44A方面.一种接触镜,其包括:动态部分,其包括动态后表面,其中所述动态后表面包括动态基础曲率;外围部分,其耦合到所述动态部分,其中所述外围部分包括外围后表面;并且所述外围后表面包括外围基础曲率;其中,在第一构形下,所述动态基础曲率与所述外围基础曲率基本上相同;并且在第二构形下,所述动态基础曲率偏离所述外围基础曲率。

[0481] 第45A方面.一种接触镜,其包括动态部分,所述动态部分包括动态后表面,其中所述动态后表面包括动态基础曲率;其中,在第一构形下,所述动态基础曲率与角膜曲率基本上相同;并且在第二构形下,所述动态基础曲率偏离角膜曲率。

[0482] 第46A方面.一种接触镜,其包括:外围部分,所述外围部分包括外围后表面,其中所述外围后表面包括外围基础曲率;以及动态部分,其耦合到所述外围部分,其中所述动态部分包括中心厚度,以及相对于所述外围基础曲率的中心SAG高度;其中,所述动态部分被配置成采取以相对于所述外围基础曲率的第一中心SAG高度为特征的第一构形,以及采取以相对于所述外围基础曲率的第二中心SAG高度为特征的第二构形,其中,所述第一中心SAG高度和所述第二中心SAG高度不相同;并且所述第一构形和所述第二构形是准稳定的。

[0483] 第47A方面.一种接触镜,其包括动态部分,该动态部分包括后表面,其中,所述后表面包括动态基础曲率;在第一构形下,所述后表面包括第一基础曲率;并且在第二构形下,所述后表面包括第二基础曲率。

[0484] 第48A方面.如第47A方面所述的接触镜,其中,所述第一构形被配置用于向具有角膜的眼睛提供第一光焦度;并且所述第二构形被配置用于向眼睛提供第二光焦度。

[0485] 第49A方面.如第47A至48A方面中任一项所述的接触镜,其中所述第一基础曲率与角膜曲率基本上相同。

[0486] 第50A方面.如第47A至49A方面中任一项所述的接触镜,还包括至少一个第一机制,其被配置用于引起所述第一构形与所述第二构形之间的变化;以及至少一个第二机制,其被配置用于引起所述第二构形与所述第一构形之间的变化。

[0487] 第51A方面.一种接触镜,其包括:动态部分,其中所述动态部分包括:至少一个第一非共形构形,其被配置用于向具有角膜的眼睛提供第一光焦度;以及至少一个第二非共形构形,其被配置用于向眼睛提供第二光焦度,其中所述第二光焦度不同于所述第一光焦度;至少一个第一机制,其被配置用于引起所述第一非共形构形与所述至少一个第二非共形构形之间的变化;以及至少一个第二机制,其被配置用于引起所述至少一个第二非共形构形与所述至少一个第一非共形构形之间的变化。

[0488] 第52A方面.一种接触镜,其包括:第一部分,其包括第一后表面、与所述第一后表面相对的第一前表面,以及第一材料,其中,所述第一后表面包括第一曲率半径;并且所述第一材料包括第一模量;以及第二部分,其耦合到所述第一部分,其中所述第二部分包括第二后表面和与所述第二后表面相对的第二前表面,以及第二材料,其中,所述第二后表面包括第二曲率半径;并且所述第二材料包括第二模量;并且其中所述第一曲率半径小于所述第二曲率半径;并且其中所述第一模量和所述第二模量中的每一个处于从0.05MPa至10MPa的范围内。

[0489] 第53A方面.如第52A方面所述的接触镜,其中,所述第一部分被配置用于在施加到眼睛时提供泪液透镜;并且所述第二部分被配置用于将所述接触镜保持在角膜上。

[0490] 第54A方面.如第52A至53A方面中任一项所述的接触镜,其中所述第一模量和所述第二模量中的每一个处于从0.05MPa至3MPa的范围内。

[0491] 第55A方面.如第52A至54A方面中任一项所述的接触镜,其中所述第一部分相对于所述外围部分的后表面的第二曲率半径,包括从5 μ m至300 μ m范围内的中心SAG高度。

[0492] 第56A方面.一种接触镜,其包括:第一部分,其包括第一后表面、与所述第一后表

面相对的第一前表面,以及第一材料,其中所述第一材料包括第一模量;以及外围部分,其耦合到所述第一部分,其中所述外围部分包括:外围后表面,其具有基础曲率,以及第二材料,其包括第二模量;并且其中所述第一后表面从所述外围部分的后表面的基础曲率向前凸起;并且其中所述第一模量和所述第二模量中的每一个处于从0.05MPa至10MPa的范围内。

[0493] 第57A方面.如第56A方面所述的接触镜,其中所述第一模量和所述第二模量中的每一个处于从0.05MPa至3MPa的范围内。

[0494] 第58A方面.如第56A至57A方面中任一项所述的接触镜,其中所述第一部分相对于所述外围部分的后表面的基础曲率,包括从5 μ m至300 μ m范围内的中心SAG高度。

[0495] 第59A方面.一种矫正患者视力的方法,包括向需要矫正视力的患者的眼睛施加如第1A至51A方面中任一项所述的接触镜。

[0496] 第60A方面.如第59A方面所述的方法,其中矫正视力包括矫正远视、矫正近视、矫正散光或矫正老视。

[0497] 第61A方面.如第59A方面所述的方法,其中矫正视力包括延缓近视进展。

[0498] 第62A方面.一种处理老视的方法,包括向患者的患有老视的眼睛施加如第1A至51A中任一项所述的接触镜。

[0499] 第63A方面.一种矫正患者视力的方法,包括向需要这样的处理的患者的眼睛施加如第52A至58A方面中任一项所述的接触镜。

[0500] 第64A方面.如第63A方面所述的方法,其中矫正视力包括处理不规则角膜或散光。

[0501] 第65A方面.一种在眼科治疗之后处理患者的眼睛的方法,包括向需要这样的处理的患者的眼睛施加如第52A至58A方面中任一项所述的接触镜。

[0502] 第66A方面.一种治疗患者的眼睛的角膜的创伤伤口的的方法,包括向需要这样的治疗的患者的眼睛施加如第52A至58A方面中任一项所述的接触镜。

[0503] 第67A方面.一种保护患者的眼睛免于潜在伤害的方法,包括向需要这样的保护的患者的眼睛施加如第52A至58A方面中任一项所述的接触镜。

[0504] 第68A方面.一种制造接触镜的方法,包括对材料进行成型以提供接触镜,该接触镜包括:外围部分,其包括外围后表面和外围前表面,其中所述外围后表面包括外围基础曲率;以及动态部分,其包括动态后表面和动态前表面,其中至少所述动态后表面朝向所述动态前表面从所述外围基础曲率凸起。

[0505] 第1方面.一种动态接触镜,其包括:动态部分,其包括动态后表面和与所述动态后表面相对的动态前表面;外围部分,其包括外围后表面、与所述外围后表面相对的外围前表面,以及将所述外围部分和所述动态部分耦合起来的过渡区;其中所述动态部分包括:具有从0.05MPa至10MPa范围内的杨氏模量的材料;以及从10 μ m至300 μ m的预制中心SAG高度。

[0506] 第2方面.如第1方面所述的动态接触镜,其中所述动态接触镜被配置用于在施加到角膜时产生用于矫正视力的泪液透镜。

[0507] 第3方面.如第1至2方面中任一项所述的动态接触镜,其中当所述动态接触镜施加到角膜时,所述动态部分能够采取两个或更多个准稳定构形,其中所述两个或更多个准稳定构形的特征在于所述中心动态后表面与角膜之间的不同间隙。

[0508] 第4方面.如第1至3方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述动态部分具有从

2.5mm至7mm的直径。

[0509] 第5方面.如第1至4方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述动态后表面具有从3mm至7.5mm的曲率半径。

[0510] 第6方面.如第1至5方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述动态部分具有基本上均匀的厚度。

[0511] 第7方面.如第1至6方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述动态部分具有从20 μm 至300 μm 的基本上均匀的厚度。

[0512] 第8方面.如第1至7方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述过渡区被配置用于促进向在施加到眼睛时形成于所述动态后表面与角膜之间的泪液透镜的泪液流动。

[0513] 第9方面.如第1至8方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述过渡区包括被配置用于增强所述动态部分的柔韧性的特征。

[0514] 第10方面.如第9方面所述的动态接触镜,其中所述特征包括平滑边缘、变薄的截面厚度、凹槽,或者前述任何一项的组合。

[0515] 第11方面.如第1至10方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述动态接触镜包括位于所述外围后表面中的从所述动态部分延伸的一个或多个通道。

[0516] 第12方面.如第11方面所述的动态接触镜,其中所述一个或多个通道中的每一个从所述动态部分径向地延伸。

[0517] 第13方面.如第11至12方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述一个或多个通道包括从3至20个通道。

[0518] 第14方面.如第11至13方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述一个或多个通道中的每一个具有从100 μm 至1000 μm 的宽度,以及从50 μm 至200 μm 的高度。

[0519] 第15方面.如第11至14方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述一个或多个通道中的每一个具有从1mm至7mm的长度。

[0520] 第16方面.如第11至15方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述通道中的至少一个耦合到从所述外围前表面延伸的一个或多个窗孔。

[0521] 第17方面.如第16方面所述的动态接触镜,其中所述一个或多个窗孔具有从200 μm 至600 μm 的直径。

[0522] 第18方面.如第1至17方面中任一项所述的动态接触镜,还包括位于所述外围后表面中的一个或多个空腔。

[0523] 第19方面.如第18方面所述的动态接触镜,其中所述外围后表面包括从3至12个空腔。

[0524] 第20方面.如第18至19方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述一个或多个空腔中的每一个独立地具有在所述后外围表面之下从10 μm 至500 μm 的深度。

[0525] 第21方面.如第1至20方面中任一项所述的动态接触镜,还包括一个或多个突出物,所述一个或多个突出物覆盖所述外围前表面。

[0526] 第22方面.如第21方面所述的动态接触镜,其中所述外围前表面包括从3至12个突出物。

[0527] 第23方面.如第21至22方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述一个或多个突出物中的每一个独立地具有在所述前外围表面之上从10 μm 至200 μm 的高度。

[0528] 第24方面.一种动态接触镜,其包括:外围部分,动态部分,其耦合到所述外围部分,其中所述动态部分包括:共形构形,其被配置用于向具有角膜的眼睛提供第一光焦度;以及至少一个非共形构形,其被配置用于向眼睛提供第二光焦度,其中所述第二光焦度不同于所述第一光焦度。

[0529] 第25方面.如第24方面所述的动态接触镜,其中,当施加于眼睛时,在所述共形构形下,所述动态部分与角膜的前表面基本上共形;并且在所述非共形构形下,所述动态部分不与角膜的前表面共形。

[0530] 第26方面.如第24至25方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述共形构形和所述非共形构形是准稳定的。

[0531] 第27方面.如第24至26方面中任一项所述的动态接触镜,其中,所述动态接触镜包括中心几何轴;并且所述动态部分安置于所述中心几何轴处、与所述中心几何轴近中心、偏离所述中心几何轴,或者前述任何一项的组合。

[0532] 第28方面.如第24至27方面中任一项所述的动态接触镜,其中,当施加于眼睛时,在所述共形构形下,所述动态部分与角膜基本上共形。

[0533] 第29方面.如第24至28方面中任一项所述的动态接触镜,其中,当施加于眼睛时,在所述共形构形下,所述动态部分粘附到角膜。

[0534] 第30方面.如第24至29方面中任一项所述的动态接触镜,其中,当施加于眼睛时,在所述共形构形下,所述动态部分通过毛细力粘附到角膜。

[0535] 第31方面.如第24至30方面中任一项所述的动态接触镜,其中,当施加于眼睛时,在所述共形构形下,所述动态部分通过机械力粘附到角膜。

[0536] 第32方面.如第24至31方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述至少一个非共形构形包括单个非共形构形、一个或多个分立的非共形构形,或者连续范围的非共形构形。

[0537] 第33方面.如第24至32方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述至少一个非共形构形被配置用于在所述动态部分的后表面与角膜的前表面之间提供泪液透镜。

[0538] 第34方面.如第24至33方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述动态接触镜被配置成使得当施加于角膜时,所述动态部分针对第一视力采取所述共形构形,以及针对第二视力采取所述至少一个非共形构形。

[0539] 第35方面.如第34方面所述的动态接触镜,其中所述第一视力和所述第二视力中的每一个独立地包括远视力、中间视力或近视力。

[0540] 第36方面.如第24至35方面中任一项所述的动态接触镜,还包括:至少一个第一特征,其被配置用于引起所述共形构形与所述至少一个非共形构形之间的变化;其中所述至少一个包括所述动态部分的预制几何结构。

[0541] 第37方面.如第36方面所述的动态接触镜,其中所述动态部分的几何结构包括从所述外围部分向前延伸的凸起。

[0542] 第38方面.如第24至37方面中任一项所述的动态接触镜,还包括:至少一个第一特征,其被配置用于引起所述共形构形与所述至少一个非共形构形之间的变化;以及至少一个第二特征,其被配置用于引起所述至少一个非共形构形与所述共形构形之间的变化。

[0543] 第39方面.如第38方面所述的动态接触镜,其中所述第一特征和所述第二特征中的每一个被配置用于通过由眼睑施加的压力来引起构形的变化。

[0544] 第40方面.如第39方面所述的动态接触镜,其中由眼睑施加的压力包括向下注视、正常眨眼、有意眨眼、保持眼睑闭合一段时间,或者抵靠眼睛挤压眼睑一段时间。

[0545] 第41方面.如第38至40方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述至少一个第一特征和所述至少一个第二特征是相同的特征。

[0546] 第42方面.如第24方面所述的动态接触镜,还包括被配置用于通过由眼睑施加的压力来引起构形的变化的至少一个特征。

[0547] 第43方面.如第42方面所述的动态接触镜,其中所述至少一个特征包括一个或多个突出物,所述一个或多个突出物位于所述动态接触镜的所述前表面上。

[0548] 第44方面.如第43方面所述的动态接触镜,其中所述一个或多个突出物相对于所述前表面具有从10 μ m至200 μ m范围内的高度。

[0549] 第45方面.如第43至44方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述一个或多个突出物安置在所述动态接触镜的所述后表面中的底层空腔上方。

[0550] 第46方面.如第43至44方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述一个或多个突出物包括一个或多个脊状物。

[0551] 第47方面.如第42至46方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述至少一个特征包括被配置用于增加摩擦力的一个或多个特征。

[0552] 第48方面.如第47方面所述的动态接触镜,其中所述被配置用于增加摩擦力的一个或多个特征包括凹槽、凹坑、窗孔、脊状物,或者前述任何一项的组合。

[0553] 第49方面.如第38至49方面中任一项所述的动态接触镜,其中,所述至少一个第一特征、所述至少一个特征机制,或者所述至少一个第一特征和所述至少一个第二特征两者包括一个或多个泪液储器;所述一个或多个泪液储器安置在所述动态部分的后表面与角膜的前表面之间;并且所述一个或多个泪液储器流体耦合到所述动态部分的后表面与角膜的前表面之间的泪液。

[0554] 第50方面.如第49方面所述的动态接触镜,其中所述一个或多个泪液储器对称地安置在所述动态部分周围。

[0555] 第51方面.如第49方面所述的动态接触镜,其中所述一个或多个泪液储器不对称地安置在所述动态部分周围。

[0556] 第52方面.如第49至51方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述一个或多个泪液储器中的至少一些泪液储器是可压缩的。

[0557] 第53方面.如第49至52方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述一个或多个泪液储器中的至少一些泪液储器能够通过从0.1gm力至10gm力范围内的力而压缩。

[0558] 第54方面.如第49至53方面中任一项所述的动态接触镜,其中,所述一个或多个泪液储器被配置成当眼睑施加压力时压缩;并且所述一个或多个泪液储器被配置成当眼睑不施加压力时扩张。

[0559] 第55方面.如第49至54方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述一个或多个泪液储器被配置成仅在注视变化期间当眼睑施加压力时压缩。

[0560] 第56方面.如第49至55方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述一个或多个泪液储器流体耦合到所述动态部分。

[0561] 第57方面.如第36至56方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述至少一个第一

特征、所述至少一个第二特征,或者所述至少一个第一特征和所述至少一个第二特征两者包括在注视变化期间当眼睑向所述动态接触镜施加压力时,通过压缩所述动态部分或压缩所述外围部分而交换泪液。

[0562] 第58方面.如第36至56方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述至少一个第一特征、所述至少一个第二特征,或者所述至少一个第一特征和所述至少一个第二特征两者包括位于所述动态接触镜的前表面上的突出物,所述突出物被配置用于与眼睑相互作用。

[0563] 第59方面.如第24至58方面中任一项所述的动态接触镜,还包括光学区域,其中所述动态部分与所述光学区域的至少一部分重叠。

[0564] 第60方面.如第24至59方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述外围部分被配置用于将所述动态接触镜保持在角膜上。

[0565] 第61方面.如第24至60方面中任一项所述的动态接触镜,其中,所述动态部分包括以第一杨氏模量为特征的第一材料;并且所述外围部分包括以第二杨氏模量为特征的第二材料。

[0566] 第62方面.如第61方面所述的动态接触镜,其中,所述第一材料和所述第二材料包括相同的材料。

[0567] 第63方面.如第61方面所述的动态接触镜,其中,所述第一材料和所述第二材料包括不同的材料。

[0568] 第64方面.如第61和63方面中任一项所述的动态接触镜,其中,所述第一模量大于所述第二杨氏模量。

[0569] 第65方面.如第61和63方面中任一项所述的动态接触镜,其中,所述第一模量小于所述第二杨氏模量。

[0570] 第66方面.如第61方面所述的动态接触镜,其中,所述第一模量与所述第二杨氏模量相同。

[0571] 第67方面.如第61方面所述的动态接触镜,其中,所述第一杨氏模量处于从0.05MPa至10MPa的范围内;并且所述第二杨氏模量处于从0.05MPa至10MPa的范围内。

[0572] 第68方面.如第61方面所述的动态接触镜,其中,所述第一杨氏模量处于从0.01MPa至2MPa的范围内;并且所述第二杨氏模量处于从0.01MPa至2MPa的范围内。

[0573] 第69方面.如第61至68方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述第一材料和所述第二材料中的每一个独立地包括硅树脂、水凝胶、硅水凝胶,或者前述任何一项的组合。

[0574] 第70方面.如第24至69方面中任一项所述的动态接触镜,其中在所述至少一个非共形构形下,所述动态部分相对于所述外围部分的后表面的基础曲率,包括从5 μ m至300 μ m范围内的中心间隙高度。

[0575] 第71方面.如第24至70方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述动态部分包括从30 μ m至600 μ m的中心厚度。

[0576] 第72方面.如第24至71方面中任一项所述的动态接触镜,其中,所述动态接触镜包括后表面;并且所述后表面的至少一部分包括材料、表面处理或者其组合;其被选择用于控制所述动态接触镜的所述后表面的至少一部分与泪液之间、角膜与泪液之间、所述动态接触镜的所述后表面与角膜之间的毛细力,或者前述任何一项的组合。

[0577] 第73方面.如第24至72方面中任一项所述的动态接触镜,其中,所述第一光焦度不

向眼睛提供光焦度变化;或者所述第二光焦度不向眼睛提供光焦度变化。

[0578] 第74方面.如第24至73方面中任一项所述的动态接触镜,其中,所述共形构形向眼睛提供第一光焦度变化;并且所述至少一个非共形构形向眼睛提供除了所述第一光焦度变化之外的第二光焦度变化。

[0579] 第75方面.如第24至74方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述共形构形和所述非共形构形中的至少一个是准稳定的。

[0580] 第76方面.如第24至75方面中任一项所述的动态接触镜,其中,所述动态部分包括后表面并且包括位于所述后表面与角膜之间的间隙轮廓,其中所述间隙轮廓包括最大间隙差,其中所述最大间隙差是中心间隙高度与所述动态部分的周界处的间隙高度之间的差异;所述共形构形包括第一最大间隙差;所述非共形构形包括第二最大间隙差;并且所述第二最大间隙差大于所述第一最大间隙差。

[0581] 第77方面.如第24至76方面中任一项所述的动态接触镜,其中,所述动态接触镜包括预制形状;并且所述动态接触镜在所述非共形构形中之一下包括所述预制形状。

[0582] 第78方面.如第24至77方面中任一项所述的动态接触镜,其中,所述动态接触镜包括外围部分,该外围部分包括外围后表面;所述外围后表面包括外围基础曲率;所述动态部分包括动态后表面;所述动态后表面包括动态基础曲率;在所述共形构形下,所述动态基础曲率与所述外围基础曲率基本上相同;并且在所述至少一个非共形构形下,所述动态基础曲率偏离所述外围基础曲率。

[0583] 第79方面.如第24至78方面中任一项所述的动态接触镜,其中,角膜包括角膜曲率;所述动态部分包括动态后表面;所述动态后表面包括动态基础曲率;并且在所述共形构形下,所述动态基础曲率与所述角膜曲率基本上相同。

[0584] 第80方面.如第24至79中任一项方面所述的动态接触镜,其中,所述动态接触镜包括外围部分,该外围部分包括外围后表面;所述外围后表面包括外围基础曲率;所述动态部分包括相对于所述外围基础曲率的中心SAG高度;并且所述动态部分被配置成采取以相对于所述外围基础曲率的第一中心间隙高度为特征的第一构形和采取以相对于所述外围基础曲率的第二中心间隙高度为特征的第二构形,其中所述第一中心SAG高度和所述第二中心间隙高度不相同。

[0585] 第81方面.一种动态接触镜,其包括:外围部分,其包括外围后表面和外围前表面,其中所述外围后表面包括外围基础曲率;以及动态部分,其包括动态后表面和动态前表面,其中至少所述动态后表面朝向所述动态前表面从所述外围基础曲率凸起。

[0586] 第82方面.一种动态接触镜,其包括:动态部分,其包括动态后表面,其中所述动态后表面包括动态基础曲率;外围部分,其耦合到所述动态部分,其中所述外围部分包括外围后表面;并且所述外围后表面包括外围基础曲率;其中,在第一构形下,所述动态基础曲率与所述外围基础曲率基本上相同;并且在第二构形下,所述动态基础曲率偏离所述外围基础曲率。

[0587] 第83方面.一种动态接触镜,其包括动态部分,其中,所述动态部分包括动态后表面;所述动态后表面包括动态基础曲率;在第一构形下,所述动态基础曲率与角膜曲率基本上相同;并且在第二构形下,所述动态基础曲率偏离角膜曲率。

[0588] 第84方面.一种动态接触镜,其包括:外围部分,其中所述外围部分包括外围后表

面,其中所述外围后表面包括外围基础曲率;以及动态部分,其耦合到所述外围部分,其中所述动态部分包括中心厚度,以及相对于所述外围基础曲率的中心SAG高度;其中,所述动态部分被配置成采取以相对于所述外围基础曲率的第一中心间隙高度为特征的第一构形,以及采取以相对于所述外围基础曲率的第二中心间隙高度为特征的第二构形,其中,所述第一中心间隙高度和所述第二中心间隙高度不相同;并且所述第一构形和所述第二构形是准稳定的。

[0589] 第85方面.一种动态接触镜,其包括动态部分,该动态部分包括后表面,其中,所述后表面包括动态基础曲率;在第一构形下,所述后表面包括第一基础曲率;并且在第二构形下,所述后表面包括第二基础曲率。

[0590] 第86方面.如第85方面所述的动态接触镜,其中,所述第一构形被配置用于向眼睛提供第一光焦度;并且所述第二构形被配置用于向眼睛提供第二光焦度。

[0591] 第87方面.如第85至86方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述第一基础曲率与角膜曲率基本上相同。

[0592] 第88方面.如第85至87方面中任一项所述的动态接触镜,还包括:至少一个第一机制,其被配置用于引起所述第一构形与所述第二构形之间的变化;以及至少一个第二机制,其被配置用于引起所述第二构形与所述第一构形之间的变化。

[0593] 第89方面.一种动态接触镜,其包括:动态部分,其中所述动态部分包括:至少一个第一非共形构形,其被配置用于向具有角膜的眼睛提供第一光焦度;以及至少一个第二非共形构形,其被配置用于向眼睛提供第二光焦度,其中所述第二光焦度不同于所述第一光焦度;至少一个第一机制,其被配置用于引起所述第一非共形构形与所述至少一个第二非共形构形之间的变化;以及至少一个第二机制,其被配置用于引起所述至少一个第二非共形构形与所述至少一个第一非共形构形之间的变化。

[0594] 第90方面.一种动态接触镜,其包括:第一部分,其包括第一后表面、与所述第一后表面相对的第一前表面,以及第一材料,其中,所述第一后表面包括第一曲率半径;并且所述第一材料包括第一杨氏模量;以及第二部分,其耦合到所述第一部分,其中所述第二部分包括第二后表面和与所述第二后表面相对的第二前表面,以及第二材料,其中,所述第二后表面包括第二曲率半径;并且所述第二材料包括第二杨氏模量;并且其中所述第一曲率半径小于所述第二曲率半径;并且其中所述第一杨氏模量和所述第二杨氏模量中的每一个独立地处于从0.05MPa至10MPa的范围内。

[0595] 第91方面.如第90方面所述的动态接触镜,其中,所述第一部分被配置用于在施加到眼睛时提供泪液透镜;并且所述第二部分被配置用于将所述动态接触镜保持在角膜上。

[0596] 第92方面.如第90至91方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述第一杨氏模量和所述第二杨氏模量中的每一个独立地处于从0.05MPa至3MPa的范围内。

[0597] 第93方面.如第90至92方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述第一部分相对于所述外围部分的后表面的第二曲率半径,包括从5 μ m至300 μ m范围内的中心SAG高度。

[0598] 第94方面.一种动态接触镜,其包括:第一部分,其包括第一后表面、与所述第一后表面相对的第一前表面,以及第一材料,其中所述第一材料包括第一杨氏模量;以及外围部分,其耦合到所述第一部分,其中所述外围部分包括:外围后表面,其具有基础曲率,以及第二材料,其包括第二杨氏模量;并且其中所述第一后表面从所述外围部分的后表面的基础

曲率向前凸起;并且其中所述第一杨氏模量和所述第二杨氏模量中的每一个独立地处于从0.05MPa至10MPa的范围内。

[0599] 第95方面.如第94方面所述的动态接触镜,其中所述第一杨氏模量和所述第二杨氏模量中的每一个独立地处于从0.05MPa至3MPa的范围内。

[0600] 第96方面.如第94至95方面中任一项所述的动态接触镜,其中所述第一部分相对于所述外围部分的后表面的基础曲率,包括从5 μ m至300 μ m范围内的中心SAG高度。

[0601] 第97方面.一种矫正患者视力的方法,包括向需要矫正视力的患者的眼睛施加如第1至96方面中任一项所述的动态接触镜。

[0602] 第98方面.如第97所述的方法,其中矫正视力包括矫正远视、矫正近视、矫正散光或矫正老视。

[0603] 第99方面.如第97至98方面中任一项所述的方法,其中矫正视力包括延缓近视进展。

[0604] 第100方面.一种处理老视的方法,包括向患者的患有老视的眼睛施加如第1至96方面中任一项所述的动态接触镜。

[0605] 第101方面.一种矫正患者视力的方法,包括向需要如此处理的患者的眼睛施加如第1至96方面中任一项所述的动态接触镜。

[0606] 第102方面.如第101方面所述的方法,其中矫正视力包括处理不规则角膜或散光。

[0607] 第103方面.一种在眼科治疗之后处理患者的眼睛的方法,包括向需要这样的处理的患者的眼睛施加如第1至96方面中任一项所述的动态接触镜。

[0608] 第104方面.一种治疗患者的眼睛的角膜的创伤伤口的的方法,包括向需要这样的治疗的患者的眼睛施加如第1至96方面中任一项所述的动态接触镜。

[0609] 第105方面.一种保护患者的眼睛免于潜在伤害的方法,包括向需要这样的保护的患者的眼睛施加如第1至96方面中任一项所述的动态接触镜。

[0610] 第106方面.一种制造动态接触镜的方法,包括对材料进行成型以提供动态接触镜,该动态接触镜包括:外围部分,其包括外围后表面和外围前表面,其中所述外围后表面包括外围基础曲率;以及动态部分,其包括动态后表面和动态前表面,其中至少所述动态后表面朝向所述动态前表面从所述外围基础曲率凸起。

[0611] 第107方面.如第106方面所述的方法,其中,所述外围部分包括以第一杨氏模量为特征的第一材料;并且所述动态部分包括以第二杨氏模量为特征的第二材料;并且其中所述第一杨氏模量和所述第二杨氏模量中的每一个是从0.05MPa至30MPa。

[0612] 第108方面.如第106至107方面中任一项所述的方法,其中所述第一杨氏模量和所述第二杨氏模量中的每一个是从0.01MPa至2MPa。

[0613] 第109方面.一种制造动态接触镜的方法,包括对材料进行成型以提供动态接触镜,该动态接触镜包括:动态部分,其特征在于动态基础曲率;以及外围部分,其耦合到所述动态部分,其中所述外围部分包括外围基础曲率,其中所述动态基础曲率不同于所述外围基础曲率。

[0614] 第110方面.如第109方面所述的方法,其中所述动态部分的曲率半径小于所述外围部分的曲率半径。

[0615] 第111方面.如第109至110方面中任一项所述的方法,其中所述动态部分的曲率半

径小于近中心外围部分的曲率半径,其中所述近中心外围部分邻接所述动态部分。

[0616] 第112方面.施加到角膜的如第1至96方面中任一项所述的动态接触镜。

[0617] 存在实现本文所公开的实施方式的替代方式。因此,本实施方式应被视为说明性的而不是限制性的。此外,权利要求不应限于本文给出的细节,而是有权要求其全部范围及其等效内容。

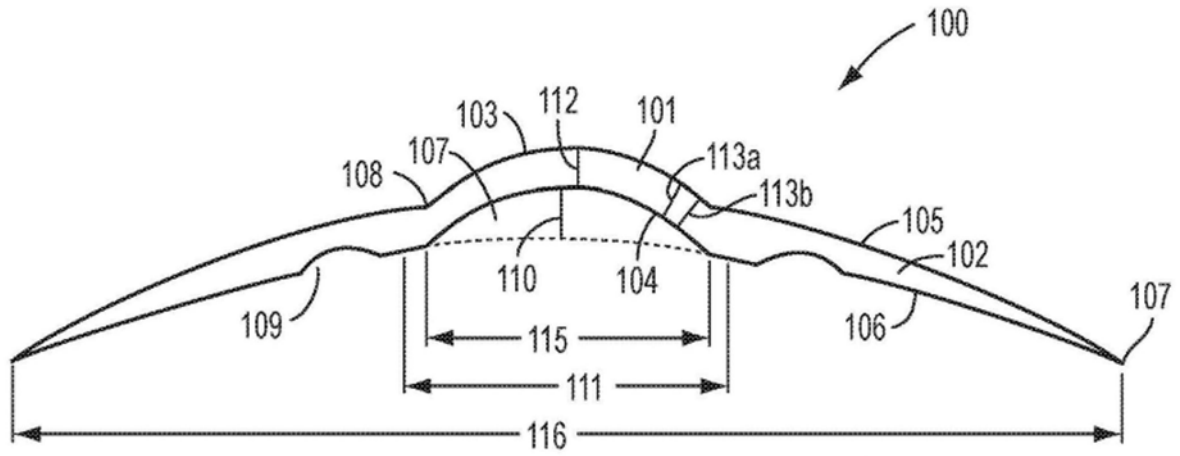


图1A

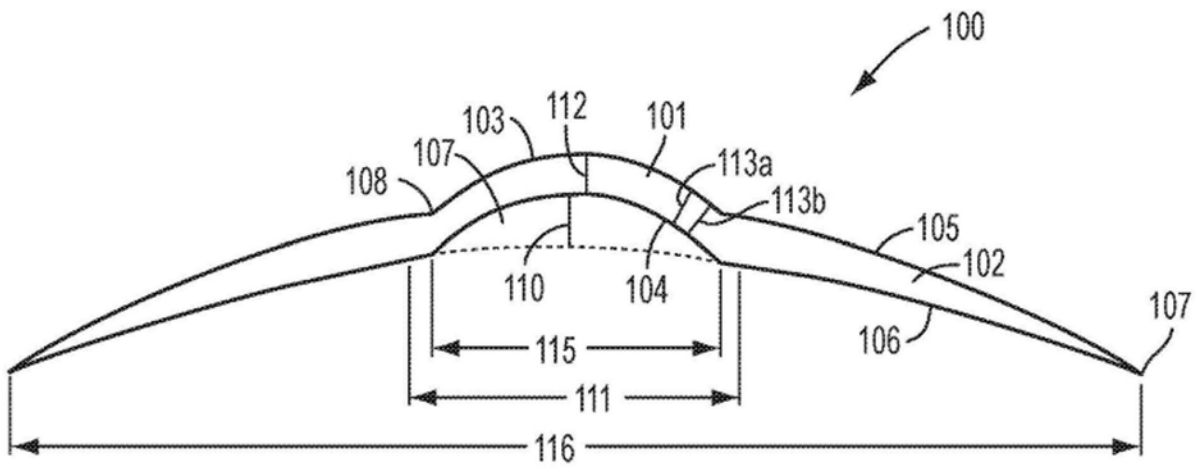


图1B

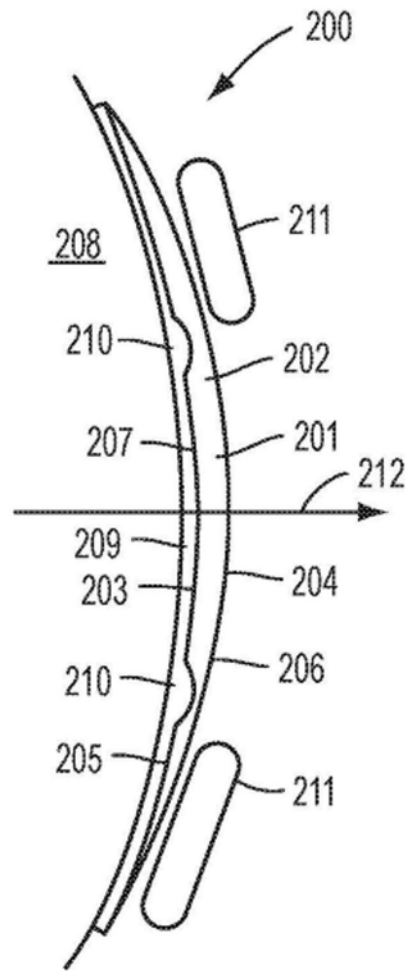


图2A

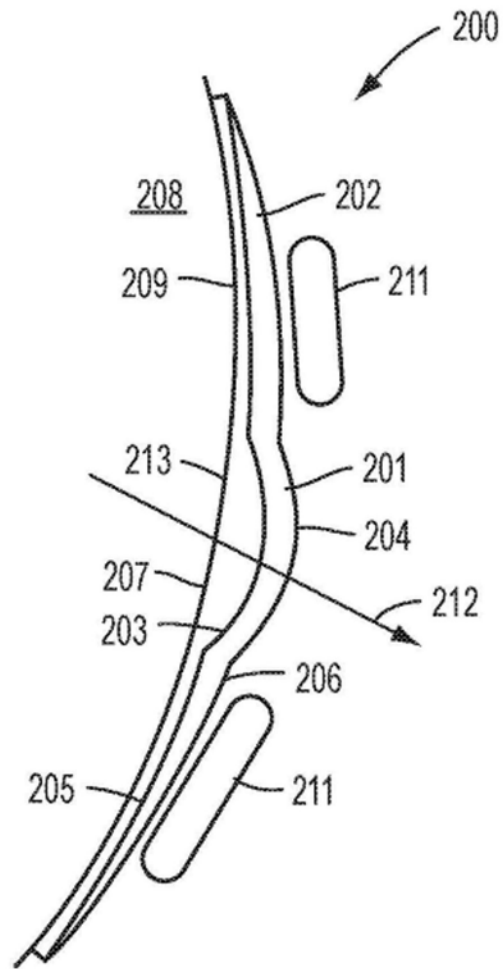


图2B

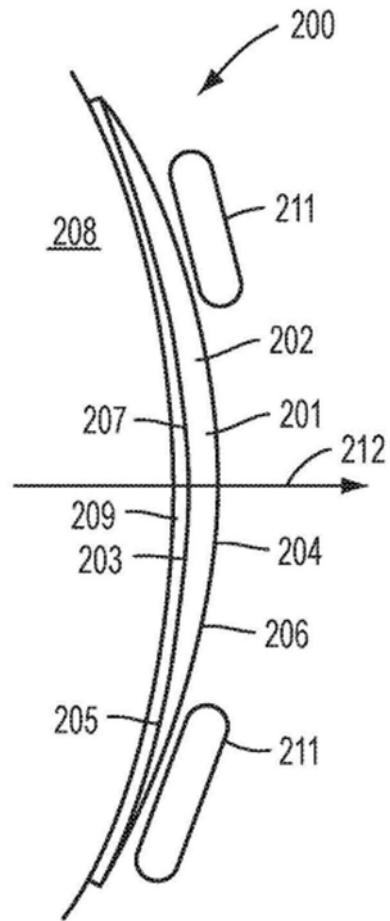


图2C

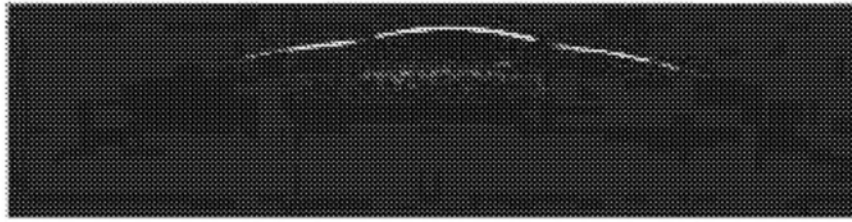


图3B



图3C

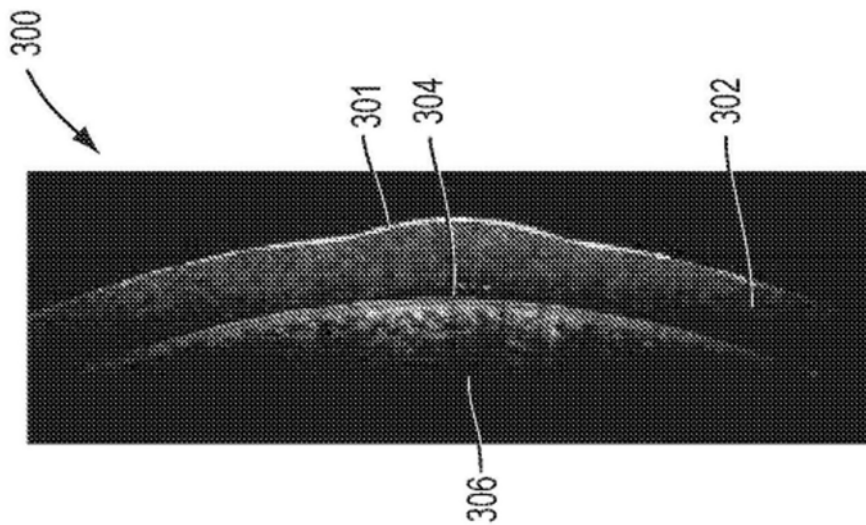


图3D

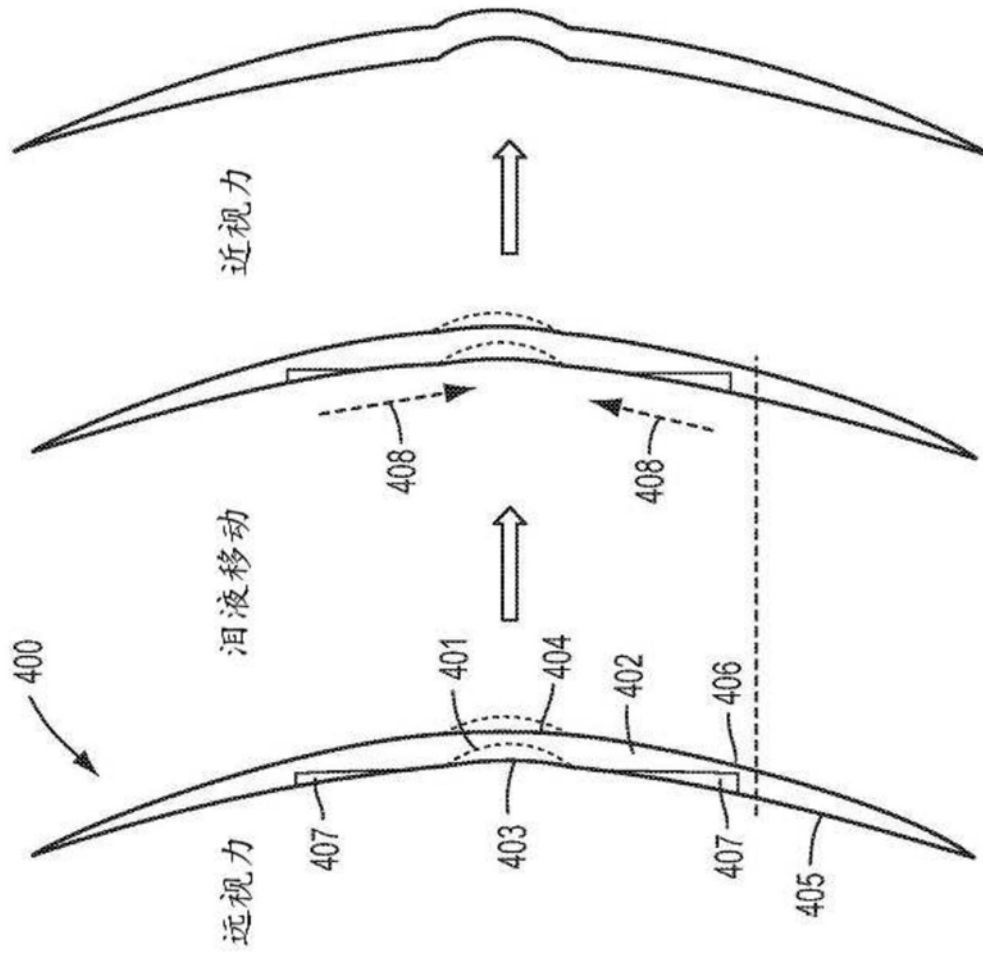


图4A

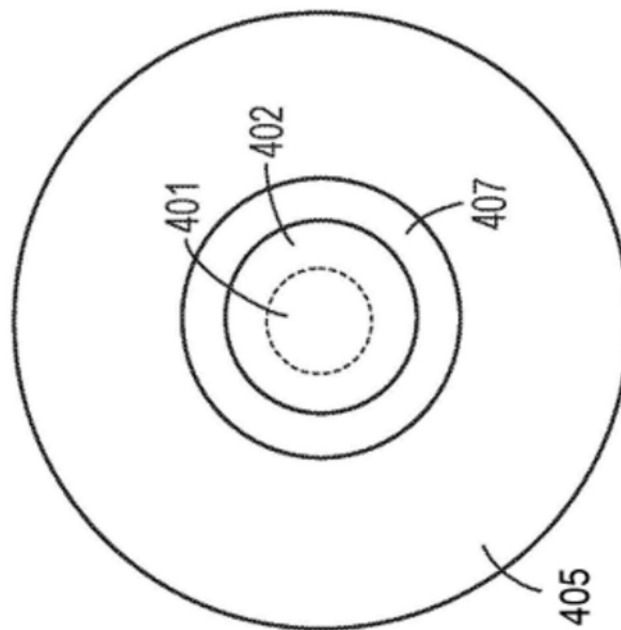


图4B

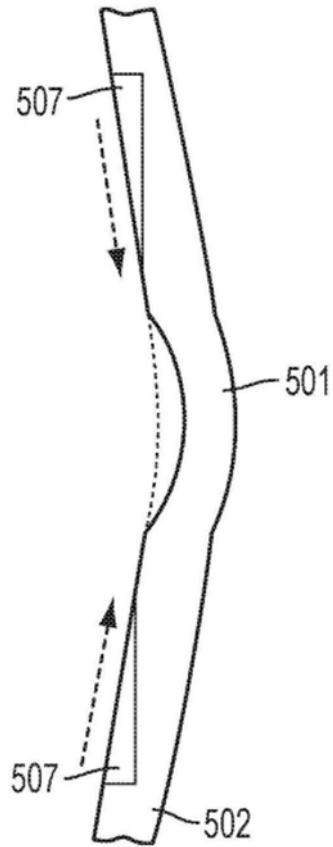


图5A

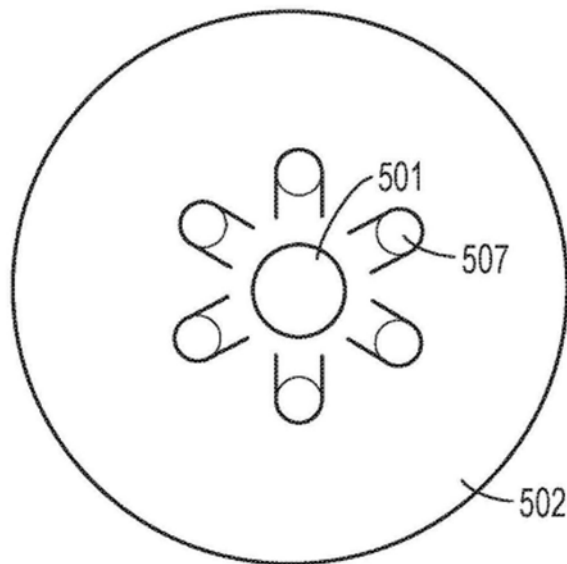


图5B

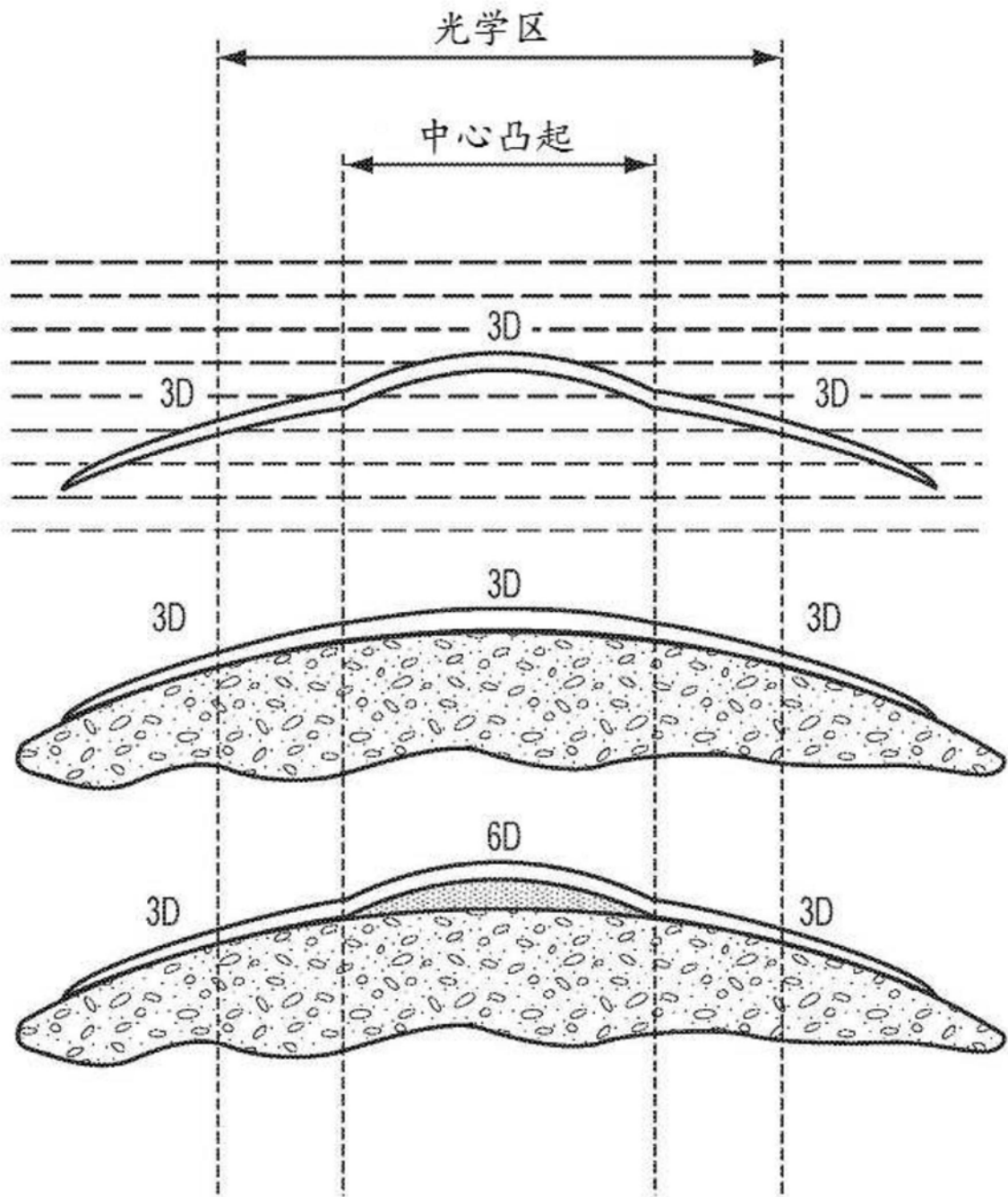
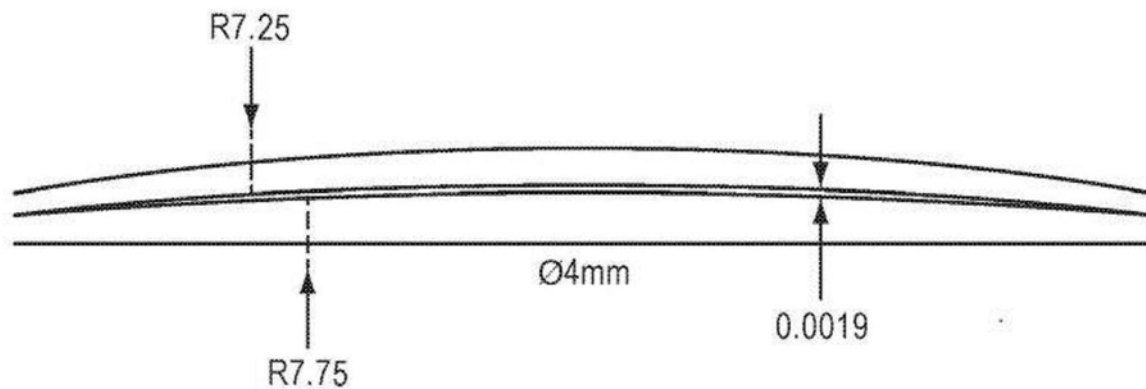


图6



4mm直径			
	曲线 (m)	直径 (m)	穹顶高度 (mm)
角膜表面	0.00775	0.004	0.019
5mm直径			
	曲线 (m)	直径 (m)	穹顶高度 (mm)
角膜表面	0.00775	0.005	0.030

图7

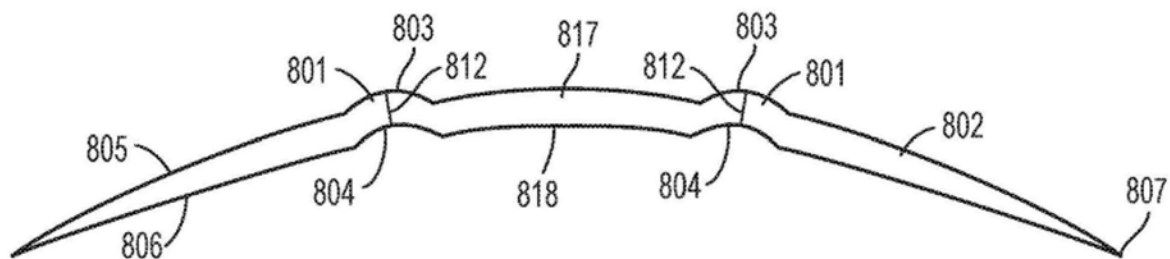


图8

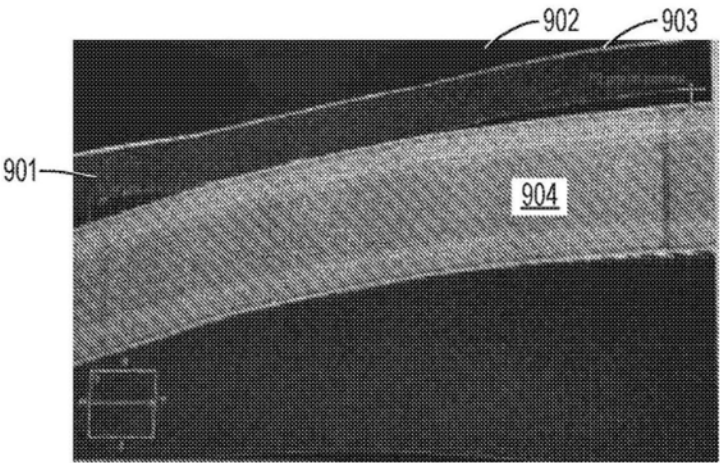


图9A

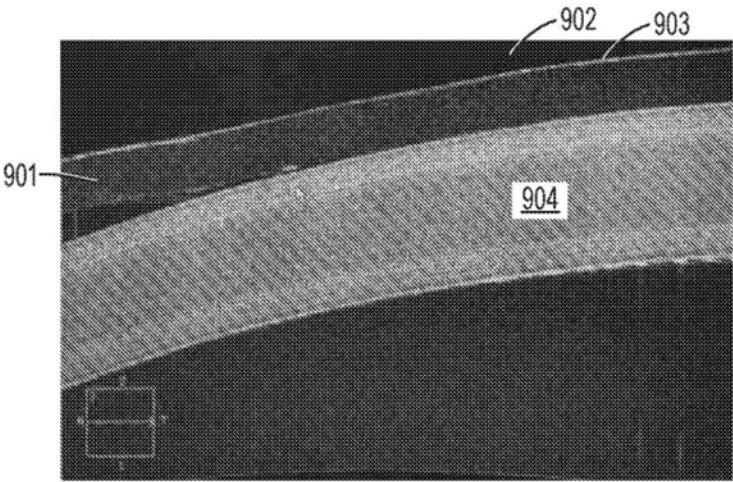


图9B

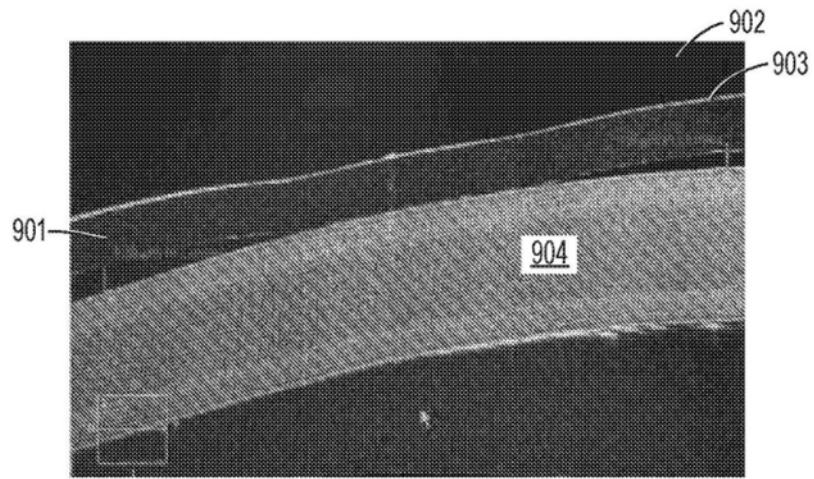


图9C

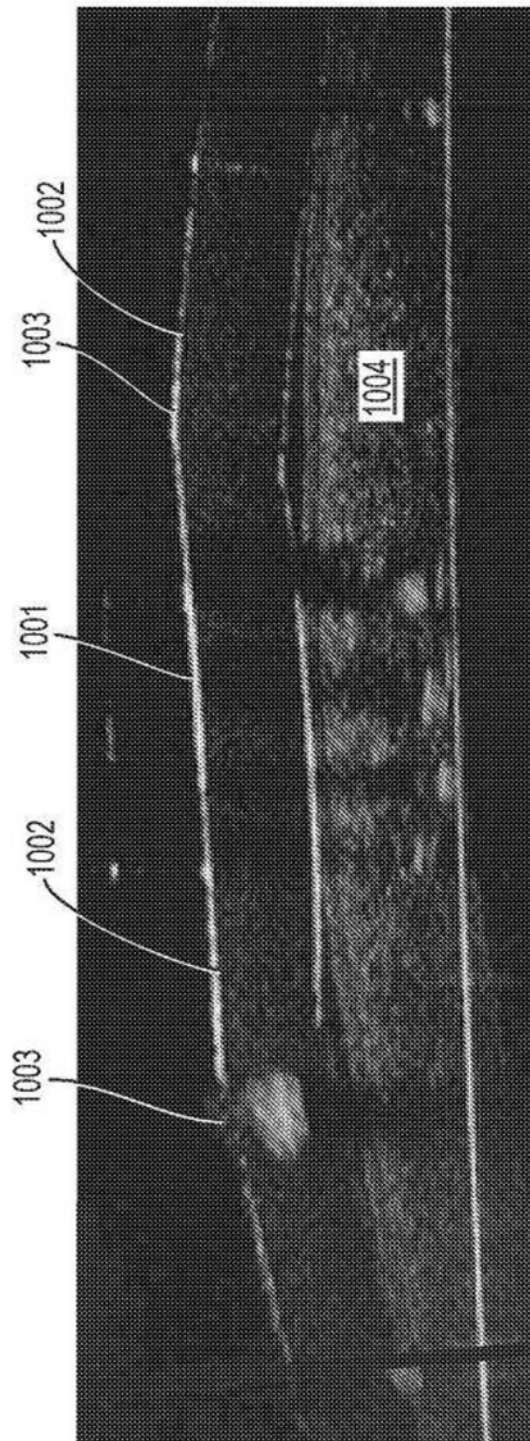


图10

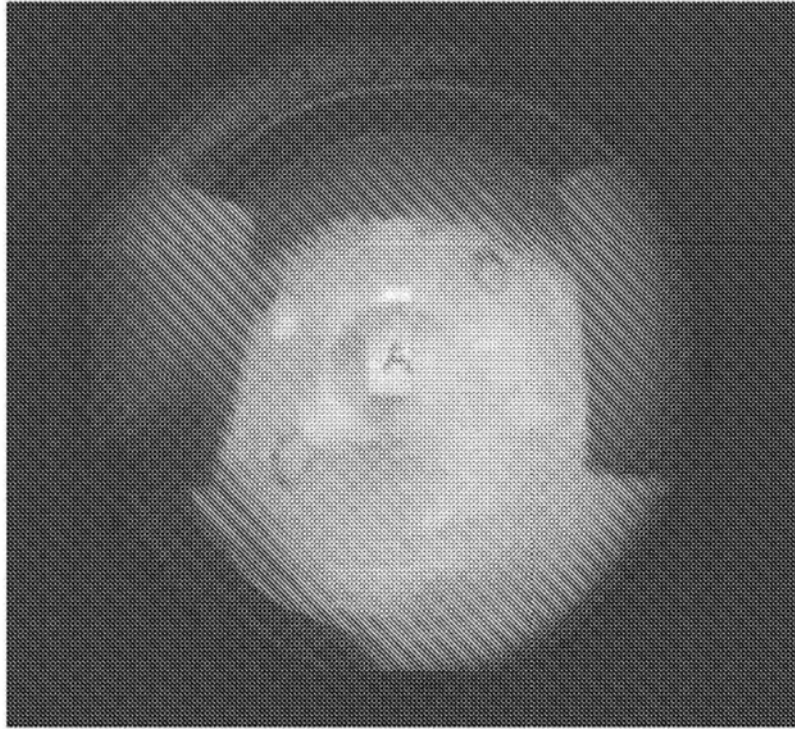


图11

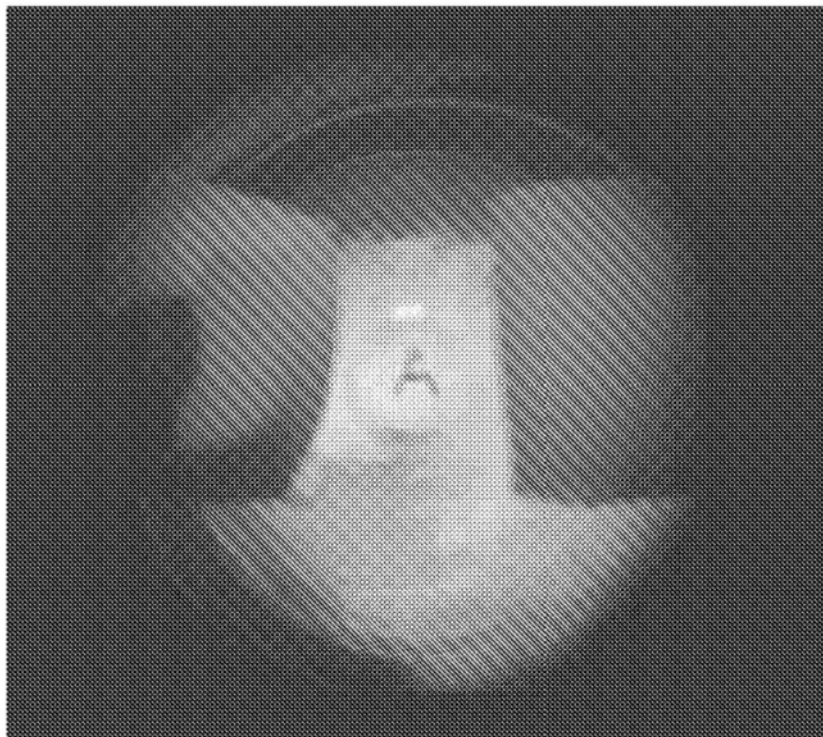


图12

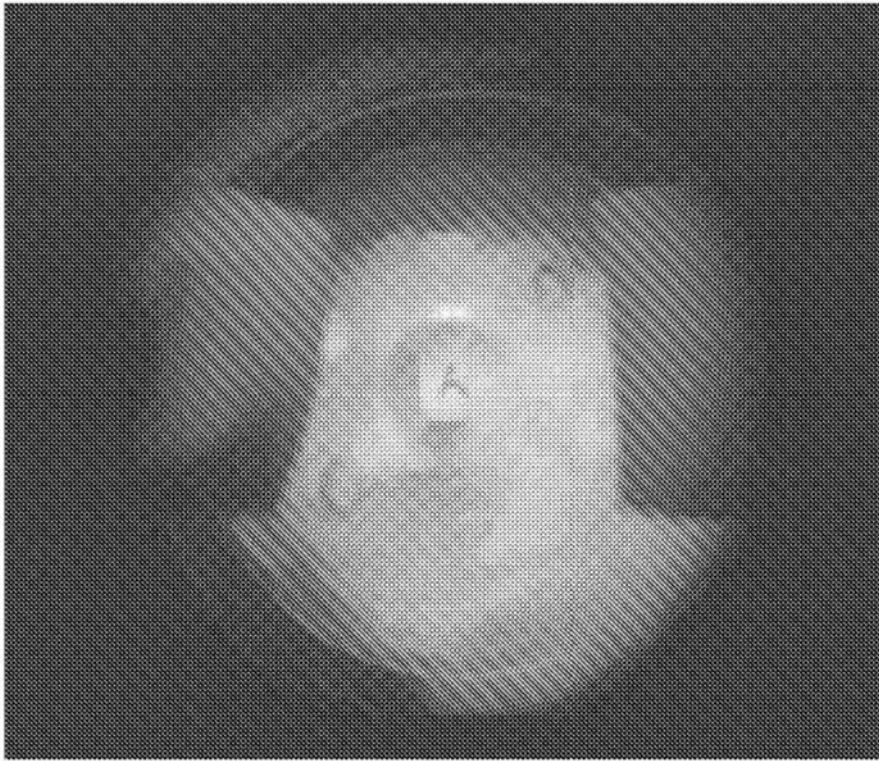


图13

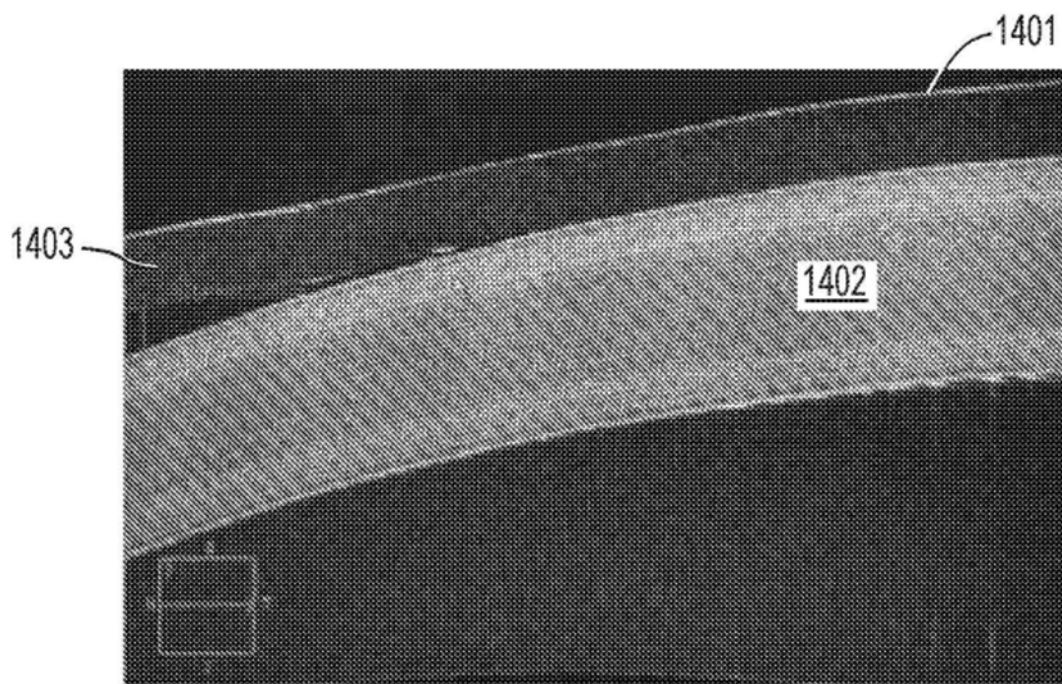


图14A

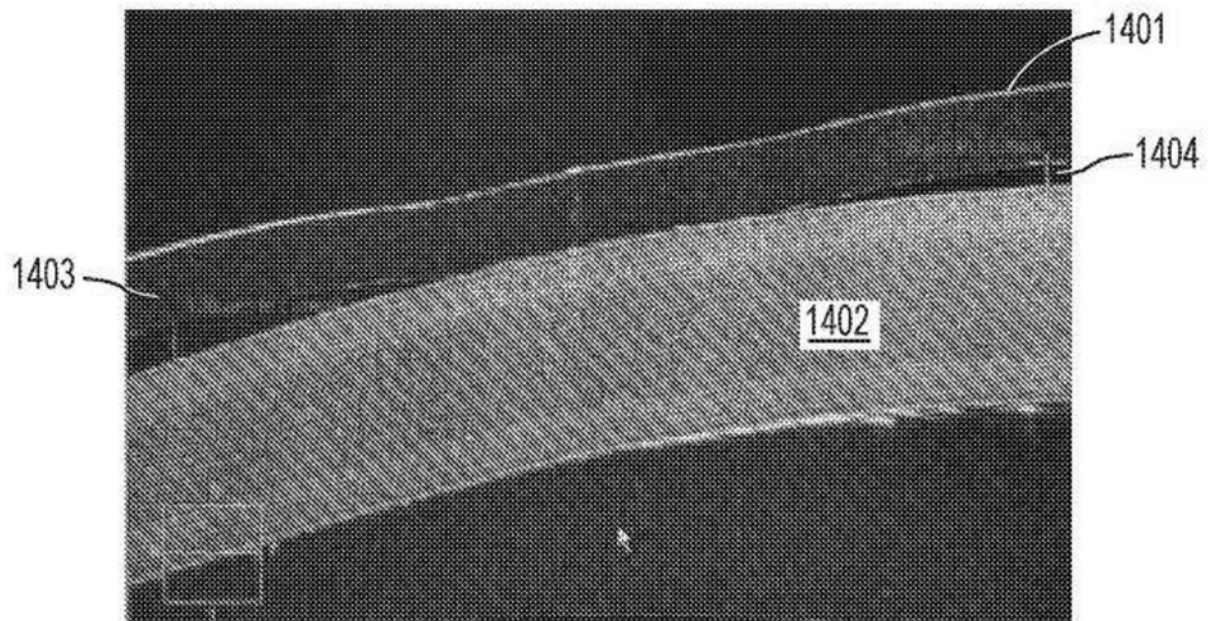


图14B

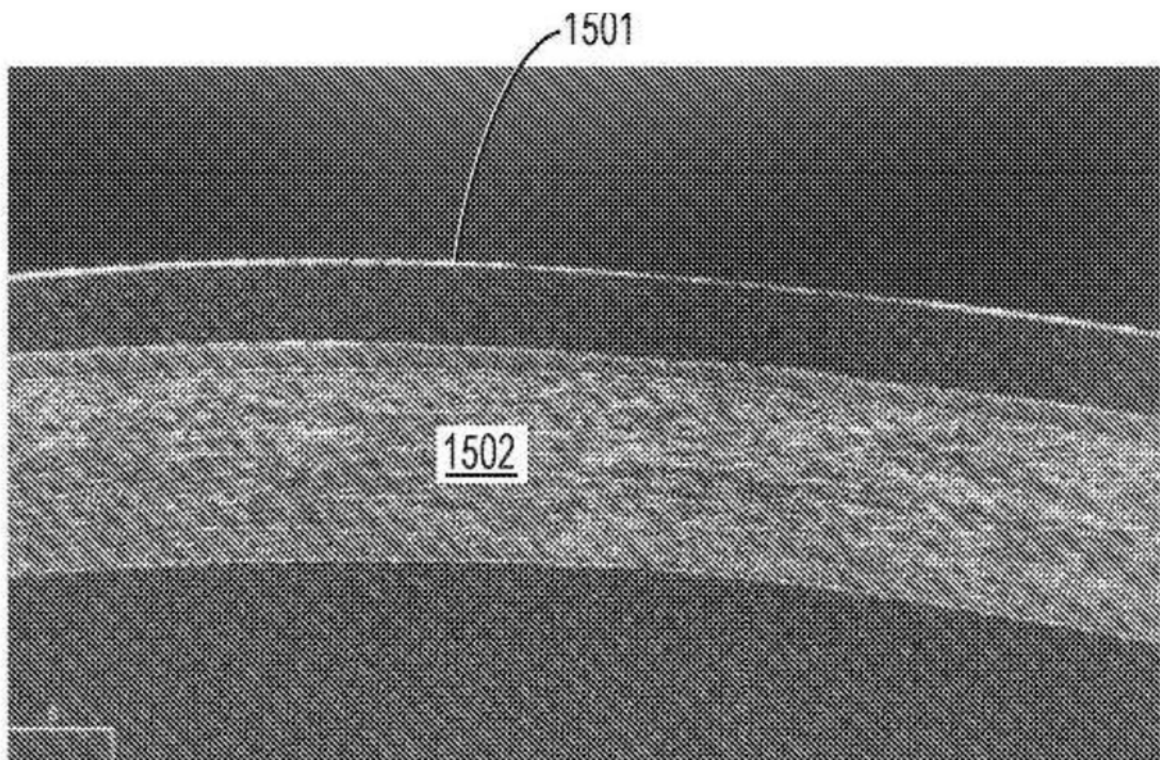


图15

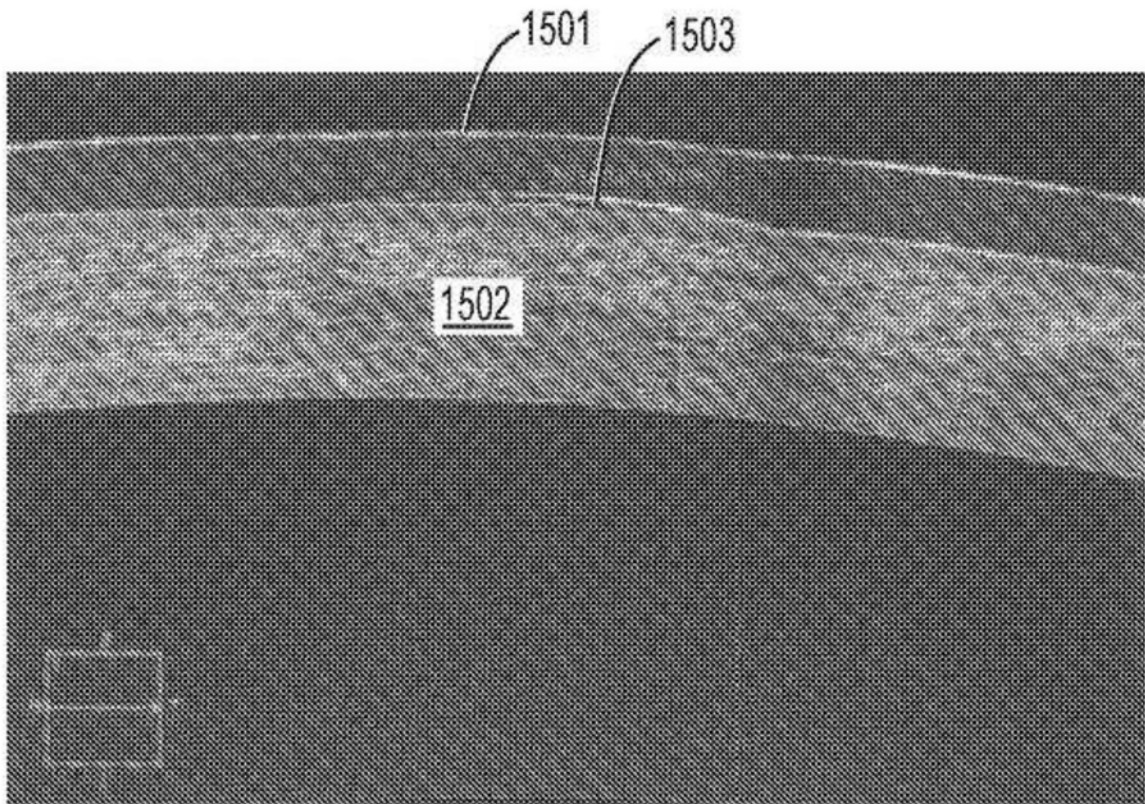


图16

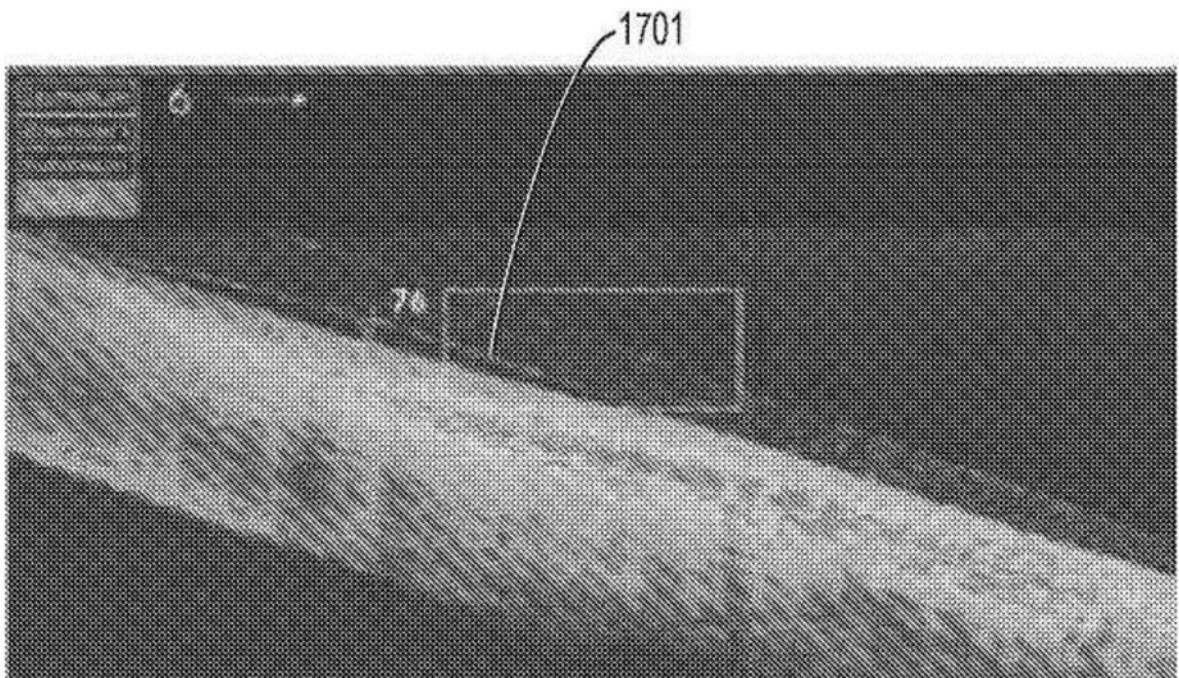


图17A

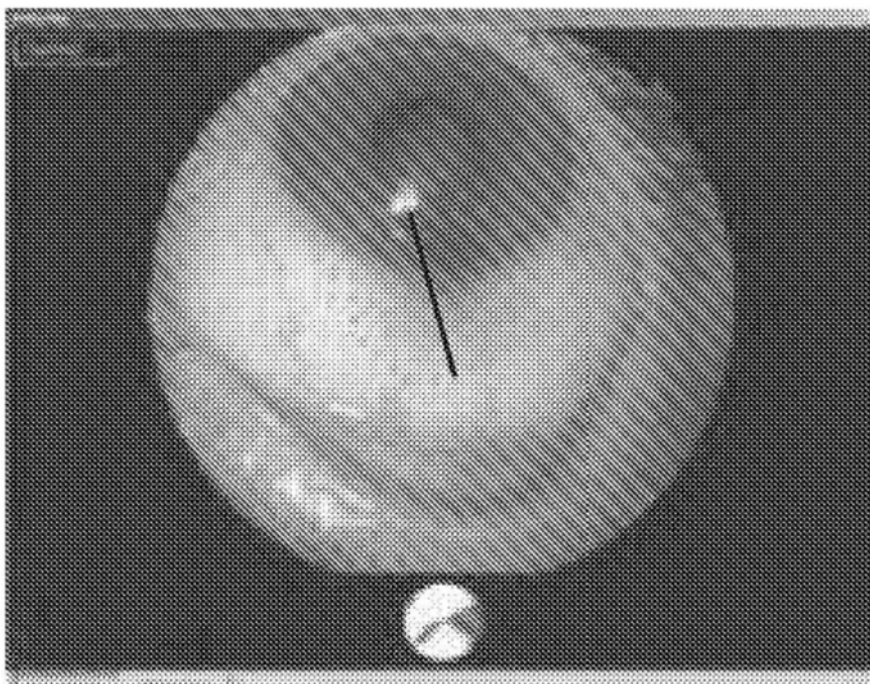


图17B

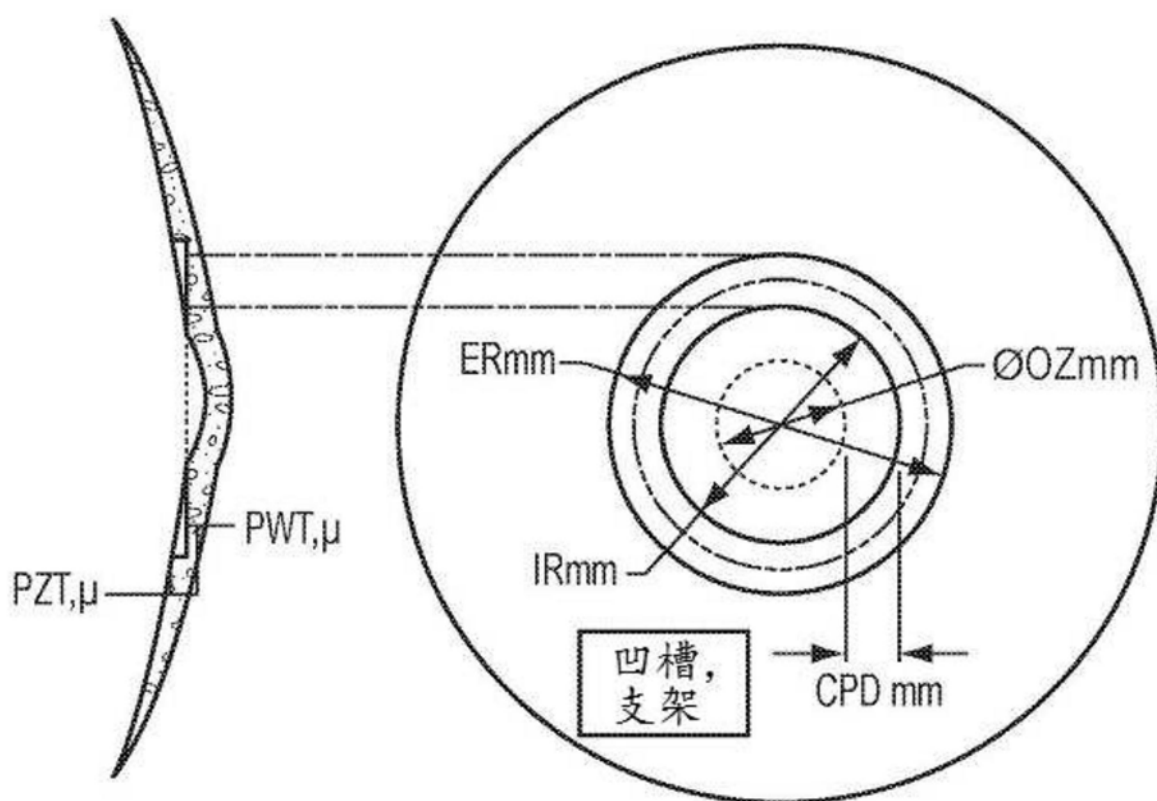


图18

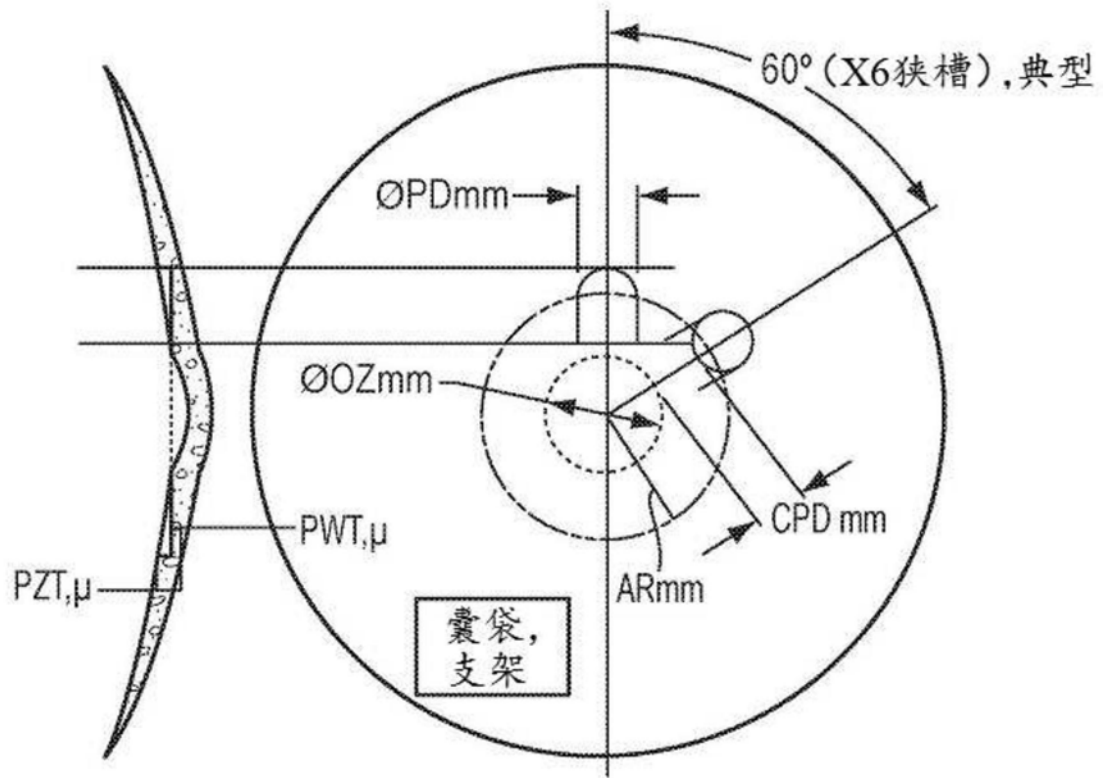


图19

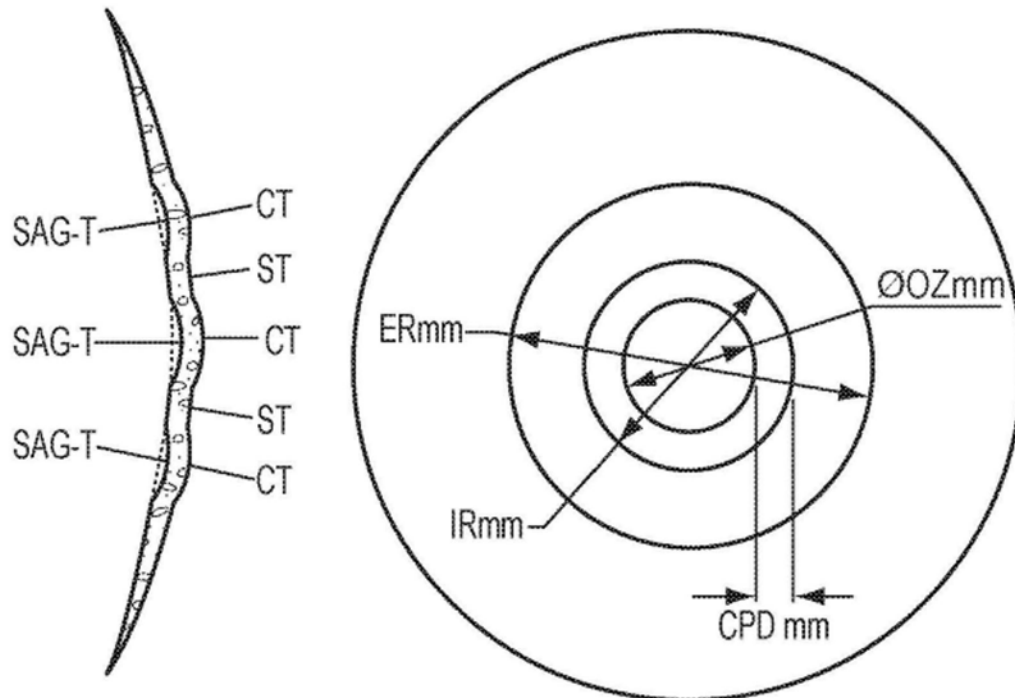


图20

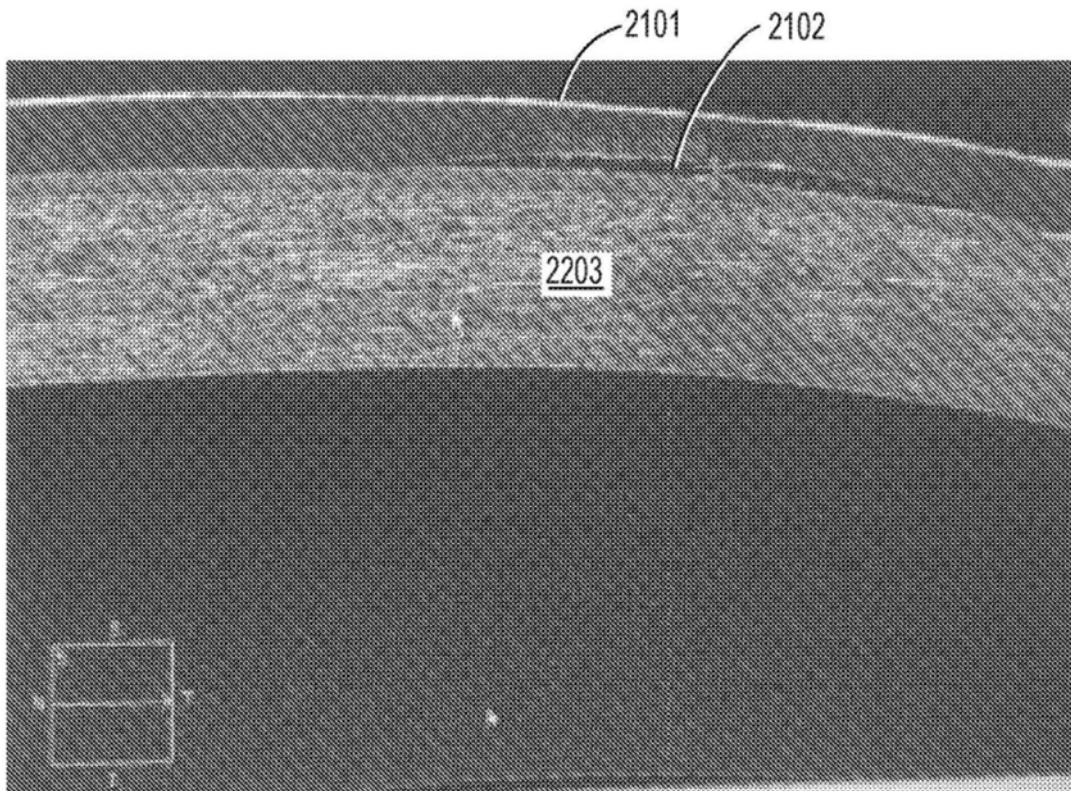


图21

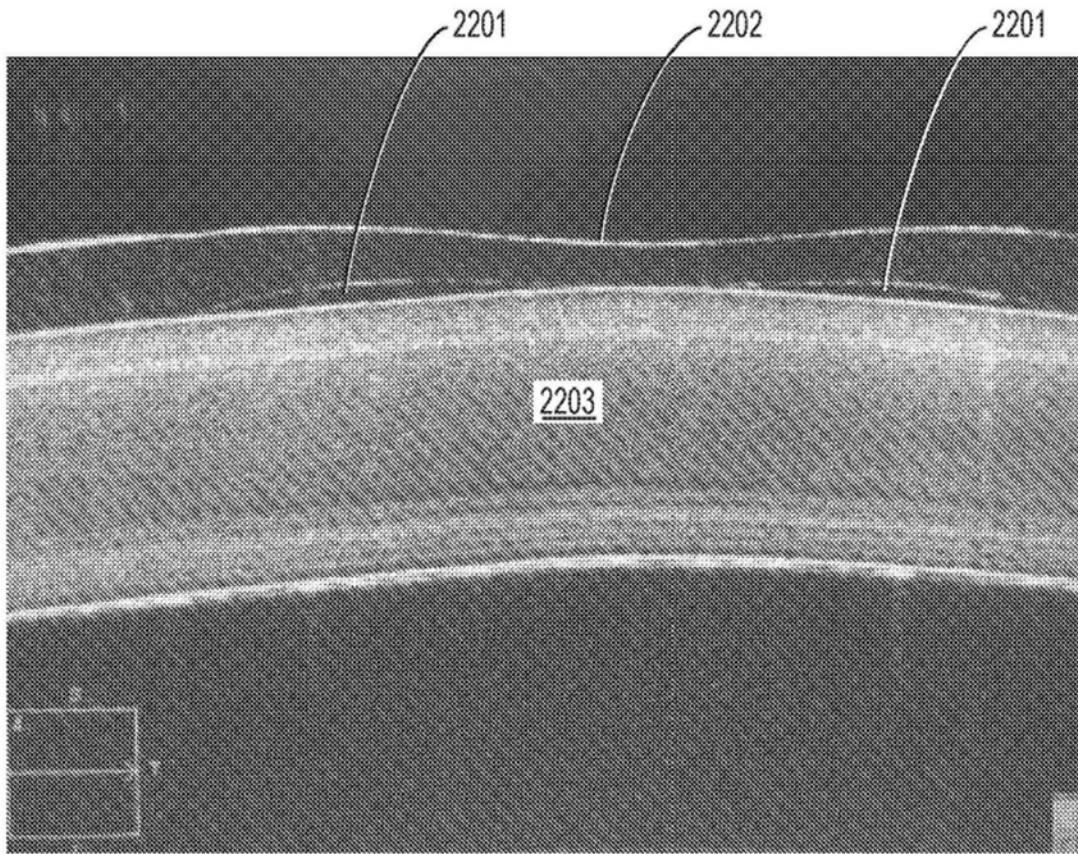


图22

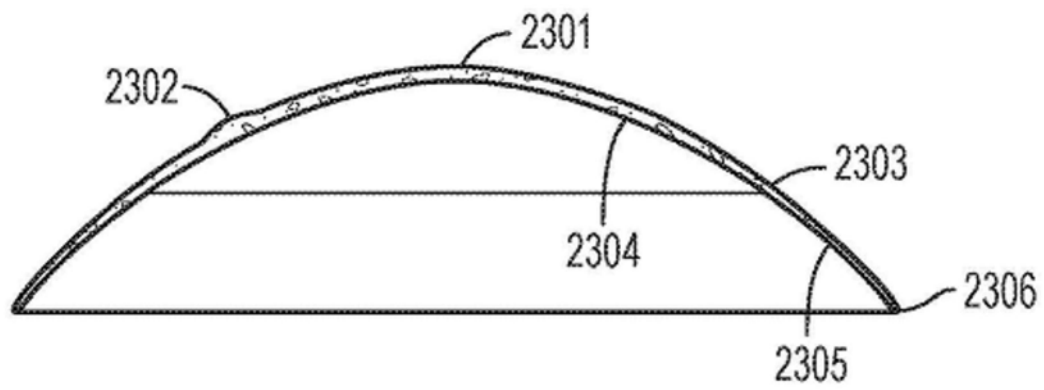


图23A

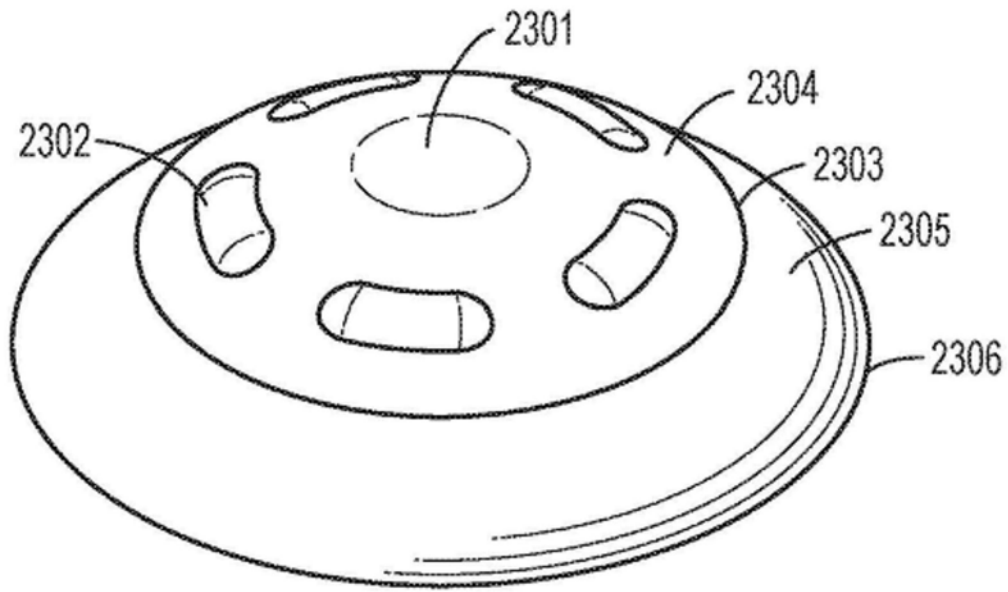


图23B

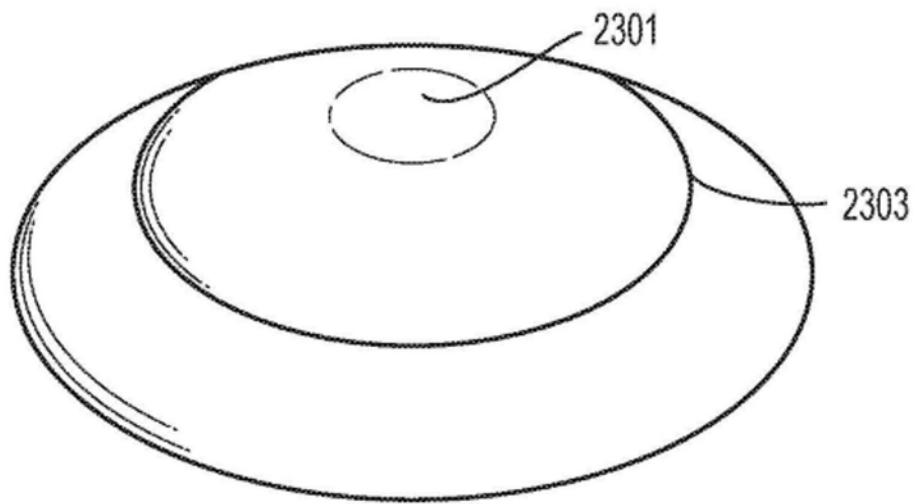


图23C

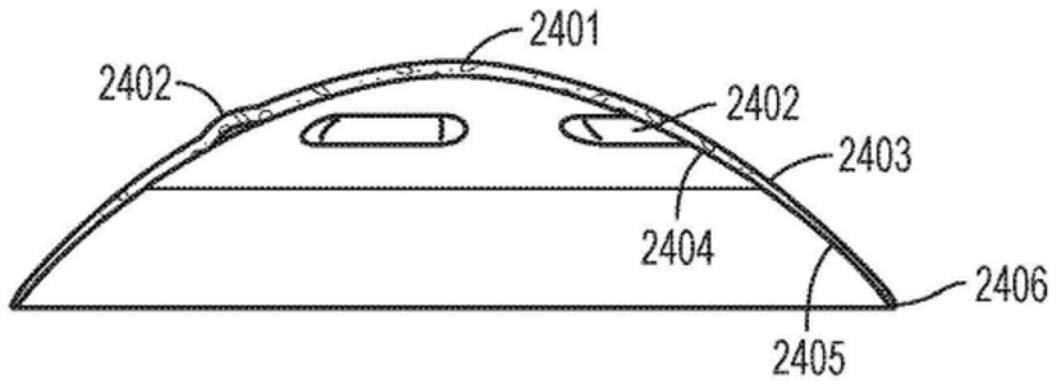


图24A

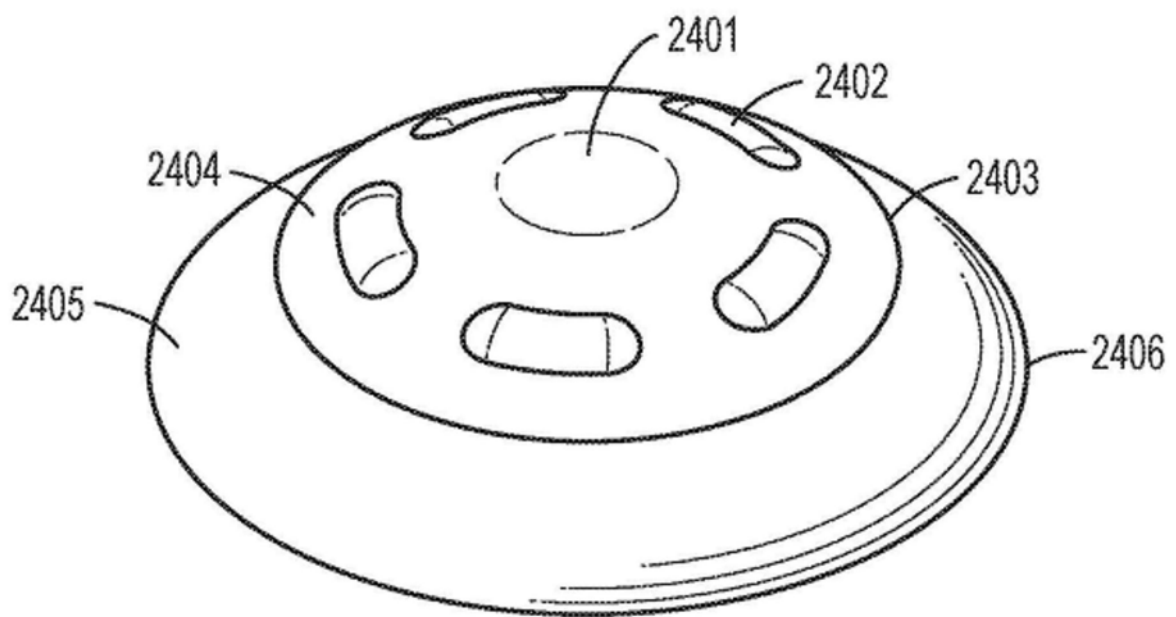


图24B

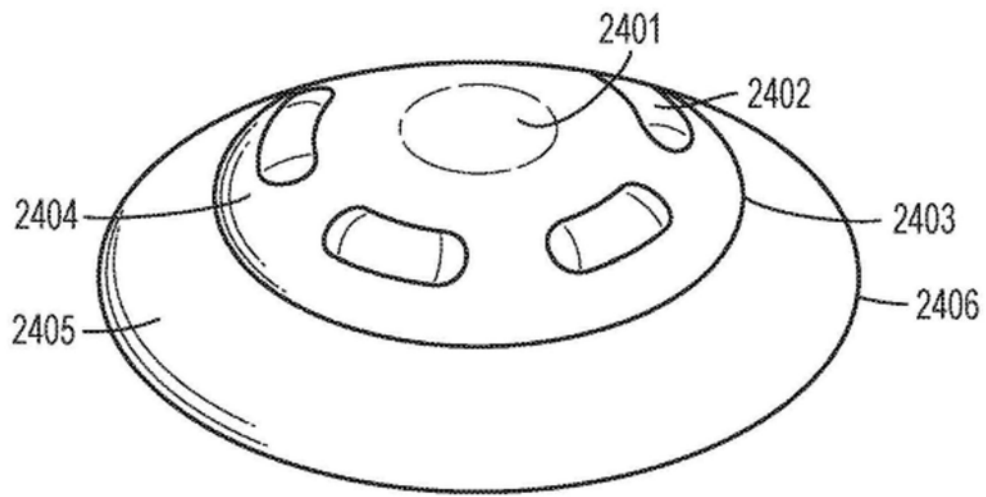


图24C

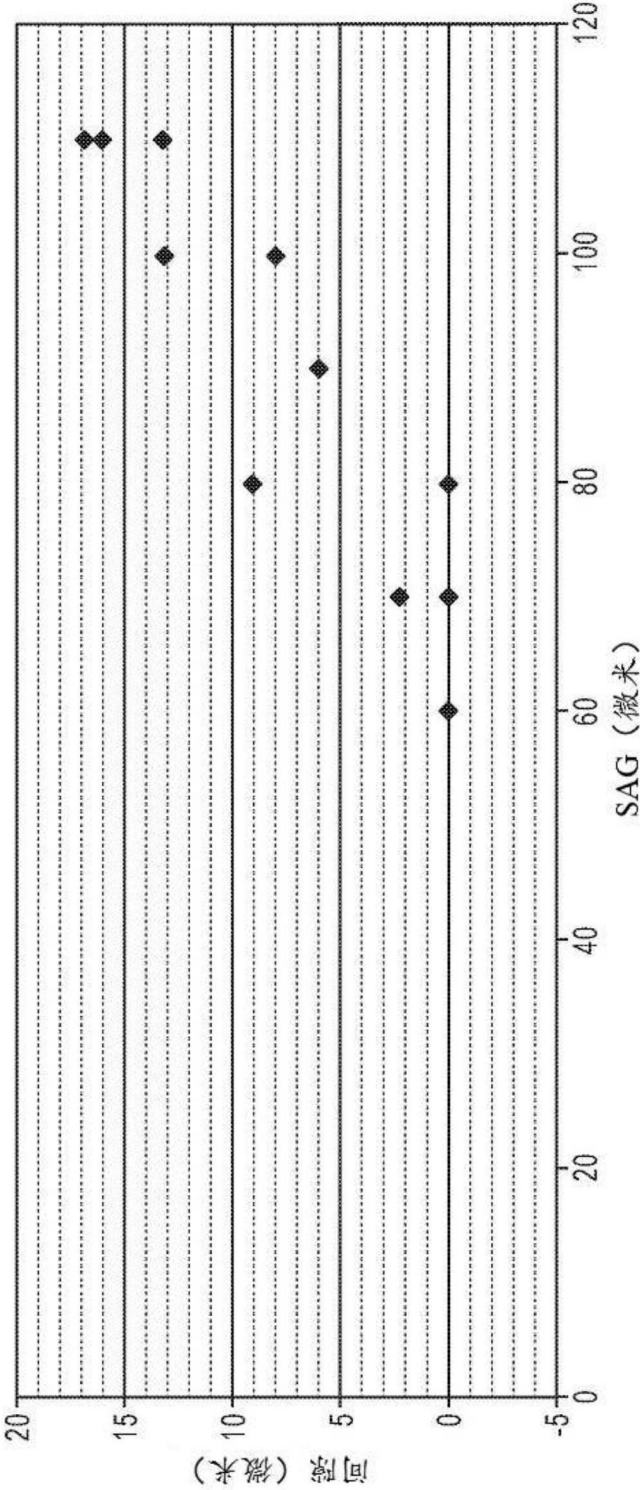


图25A



图25B



图25C

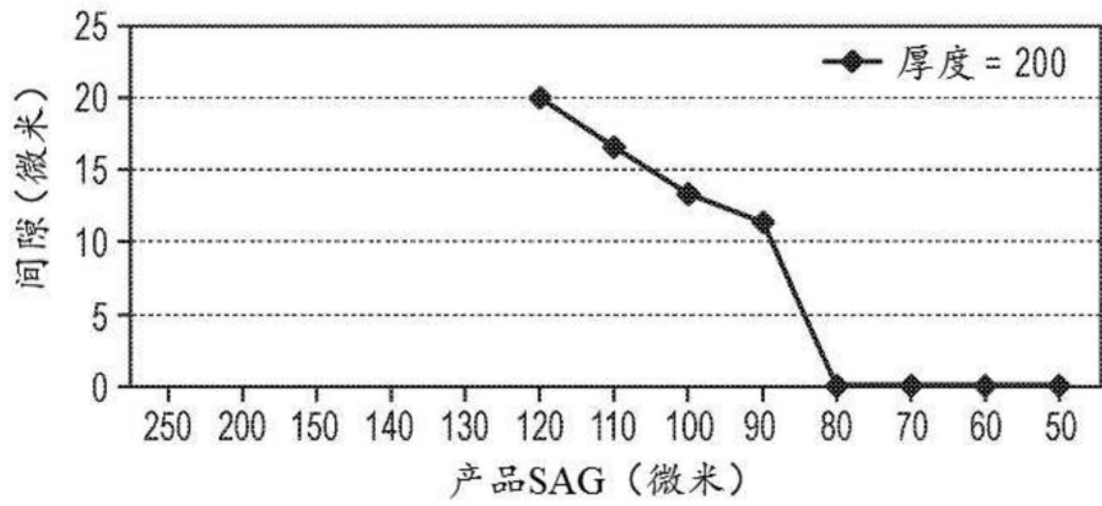


图26A

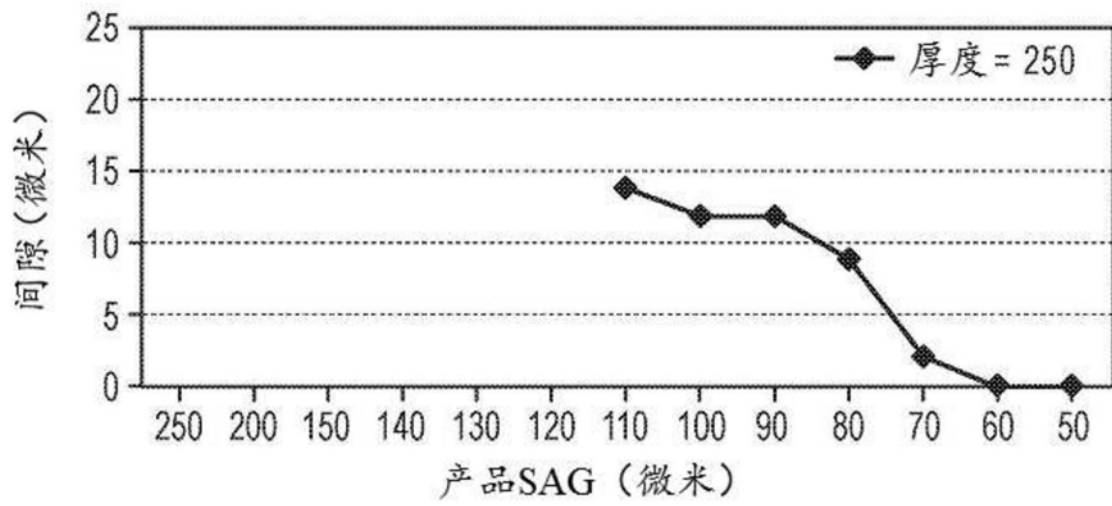


图26B

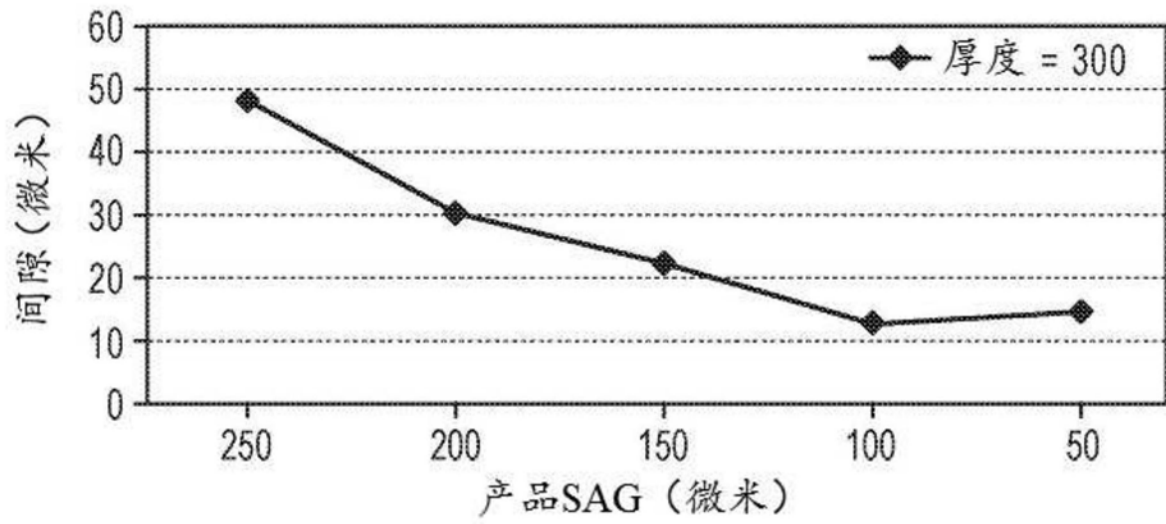


图26C

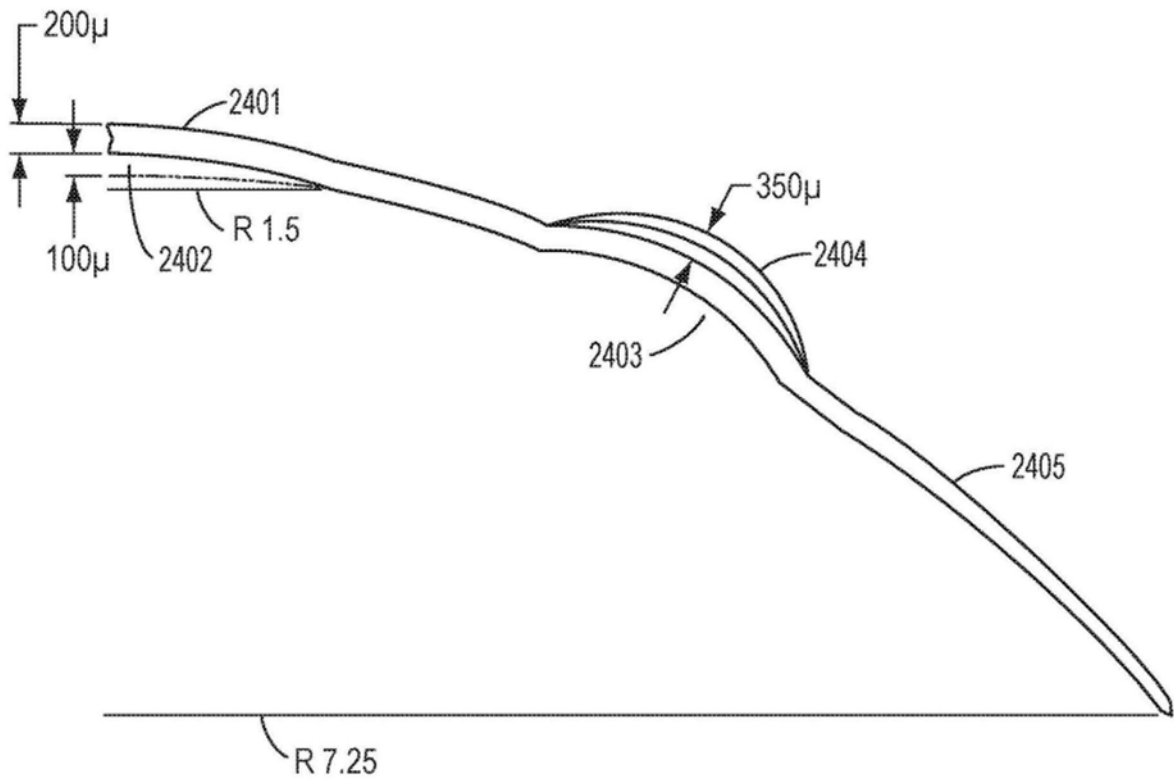


图27

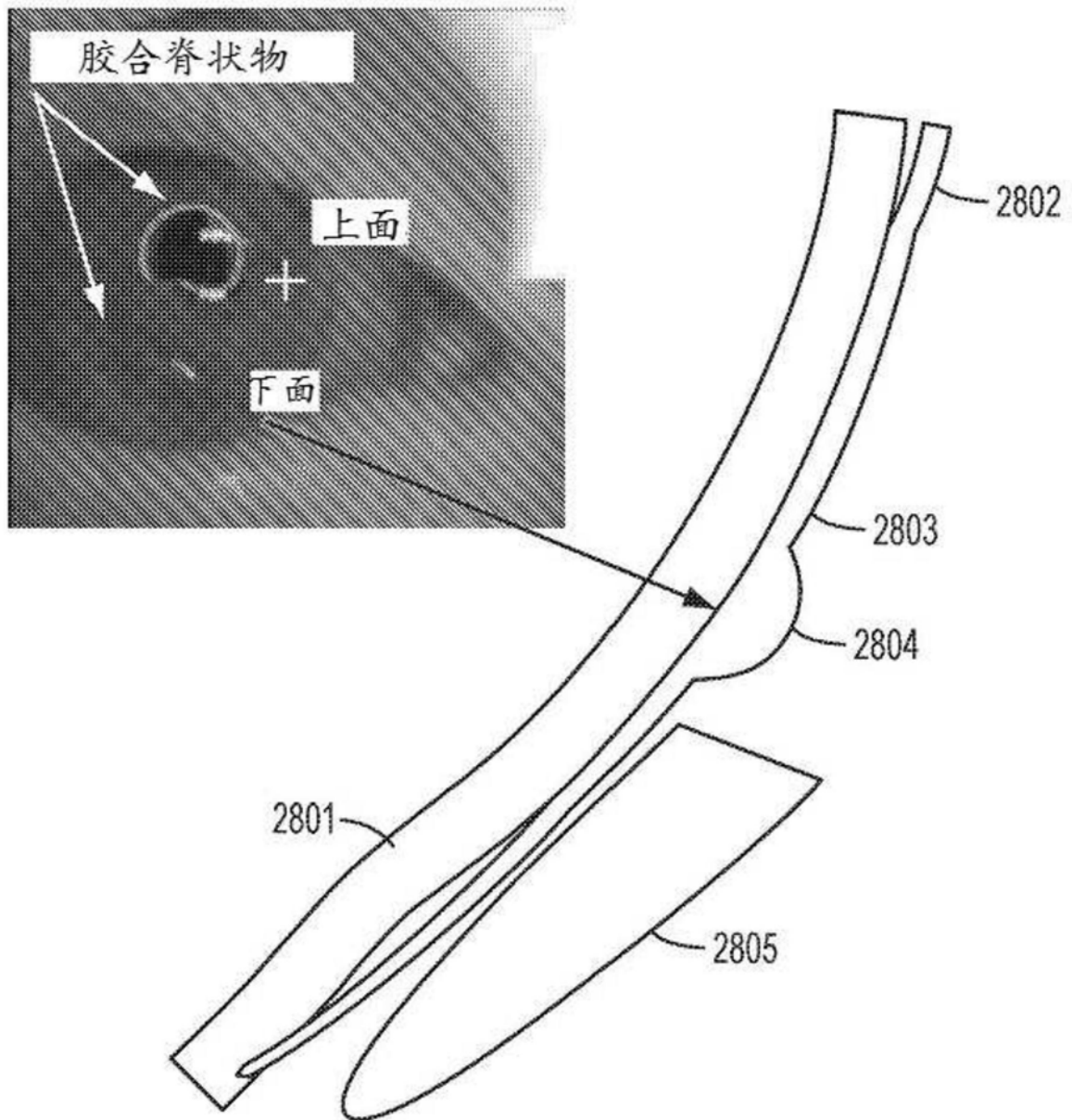


图28

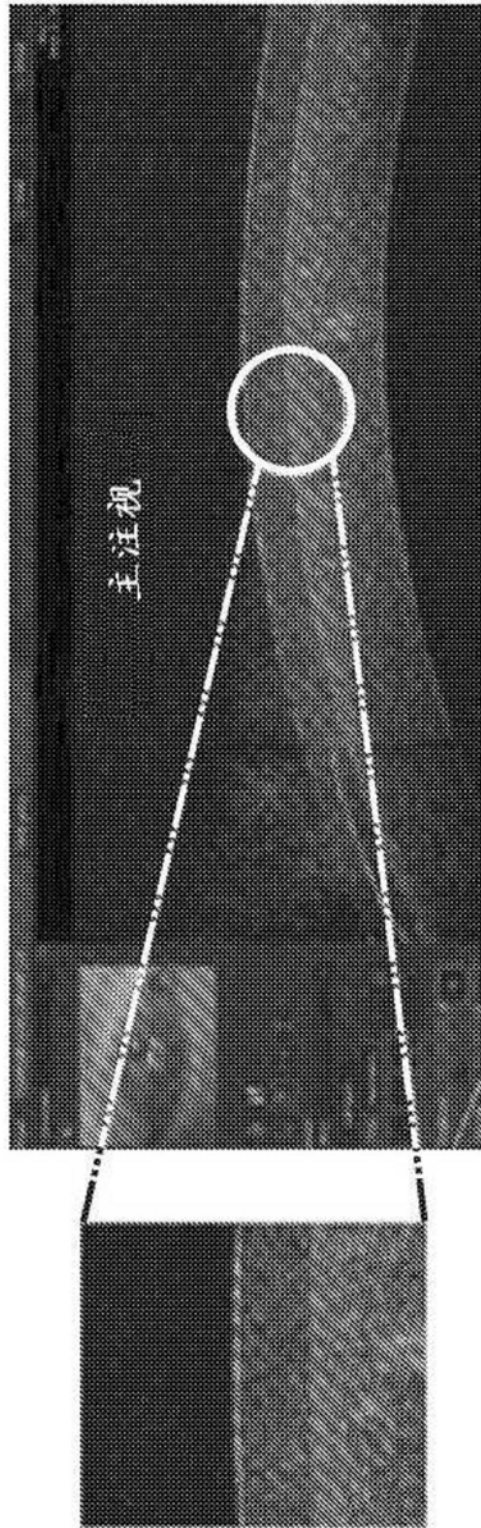


图29

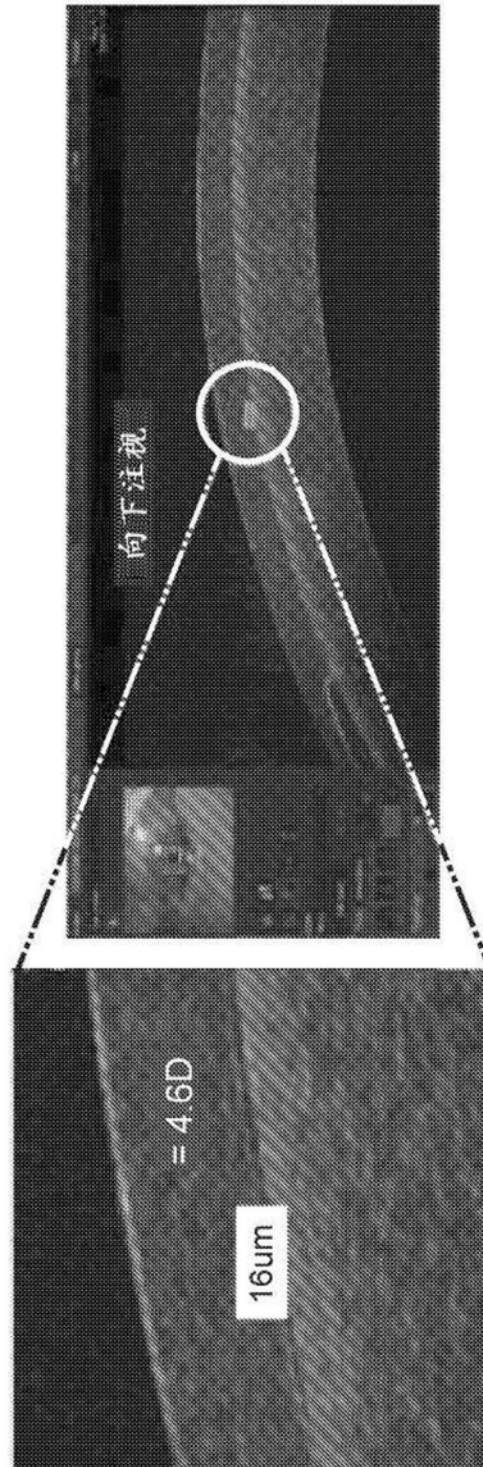


图30

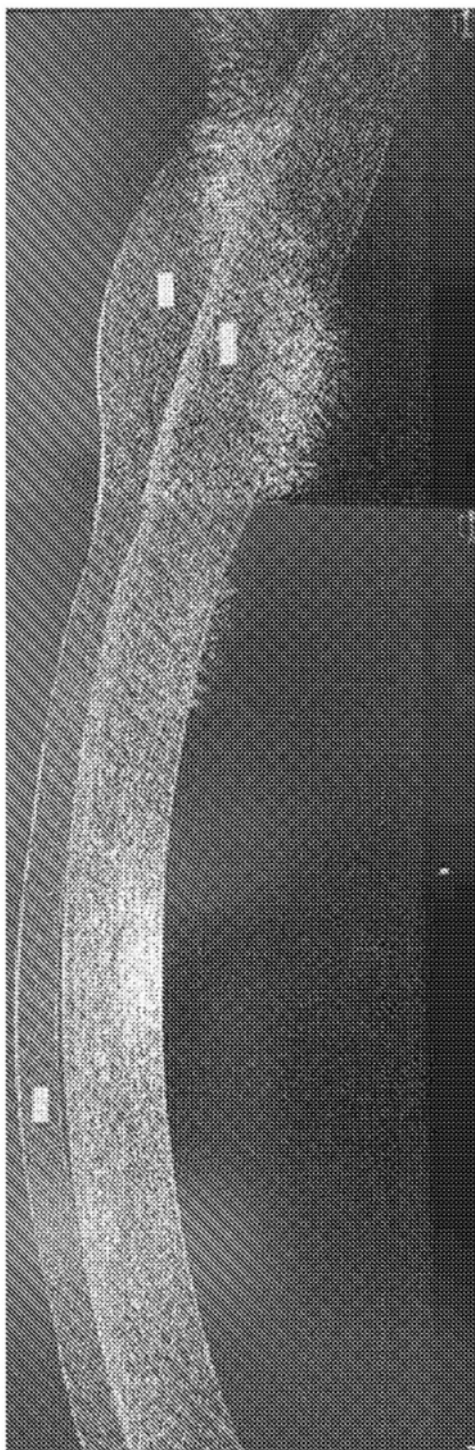


图31

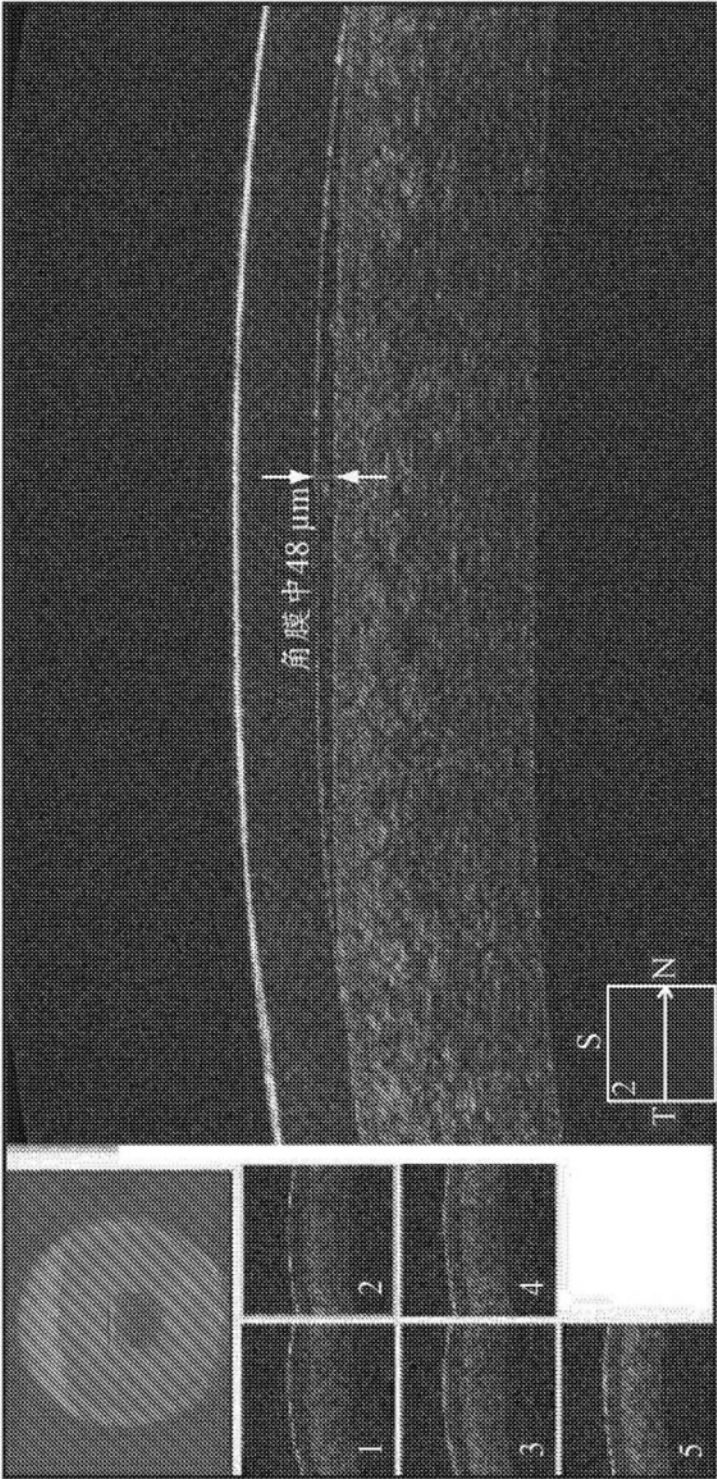


图32

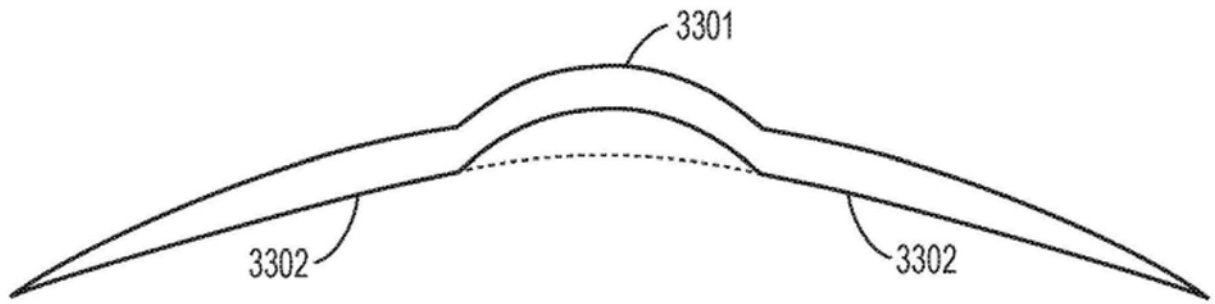


图33A

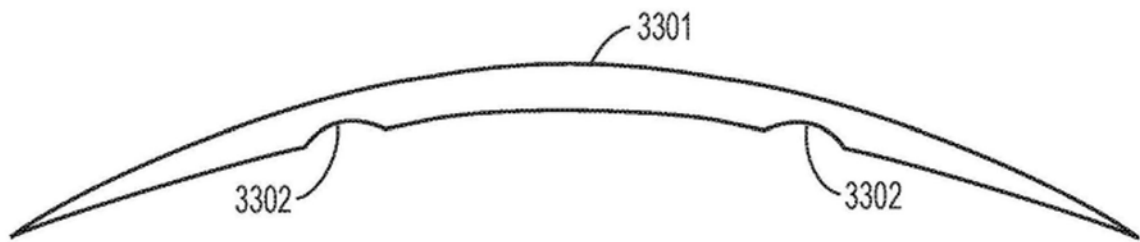


图33B

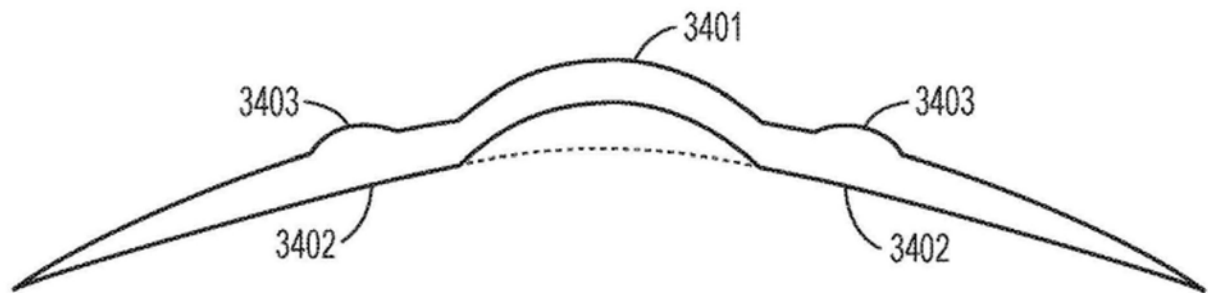


图34A

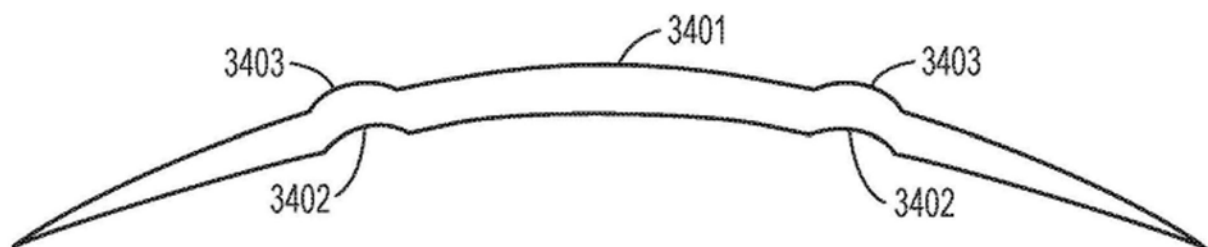


图34B

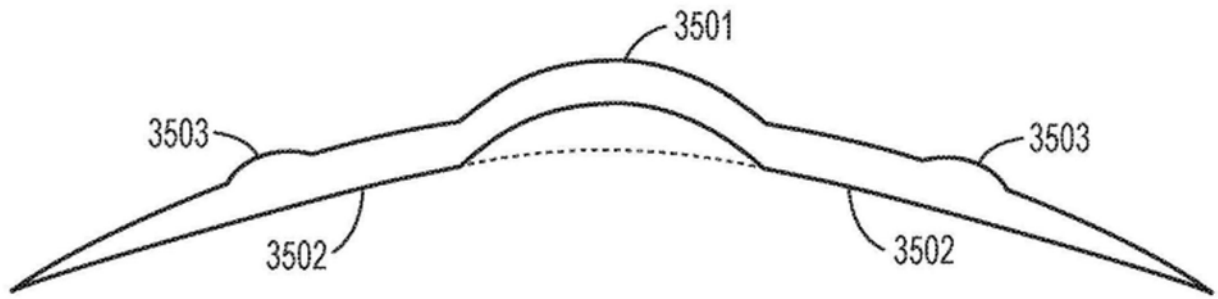


图35A

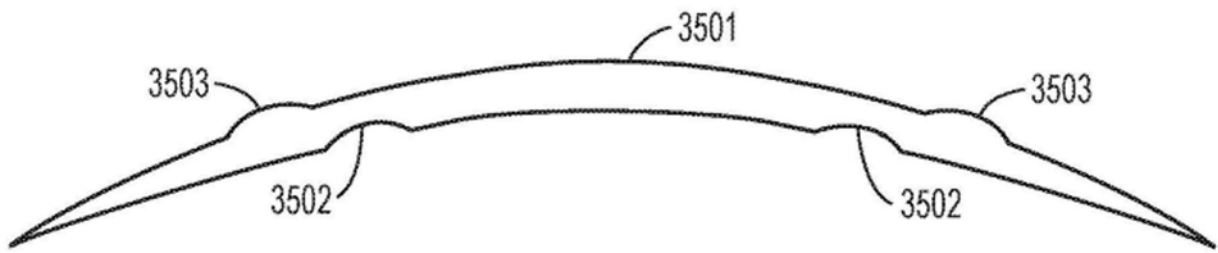


图35B

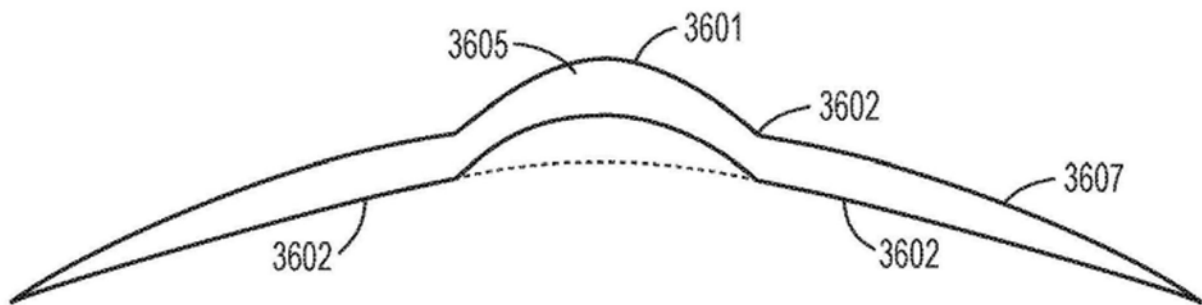


图36A

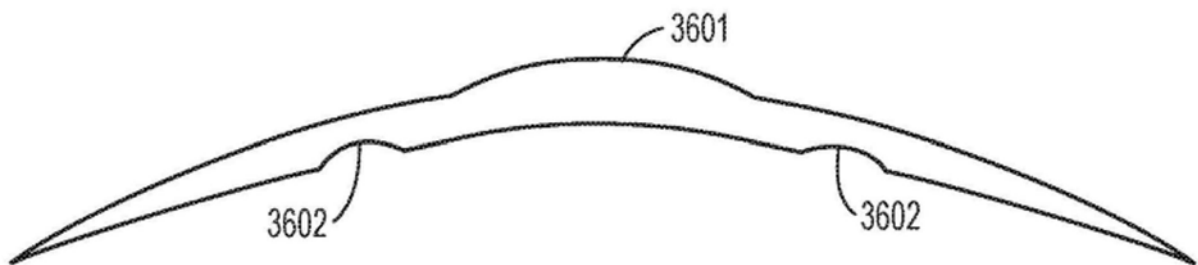


图36B

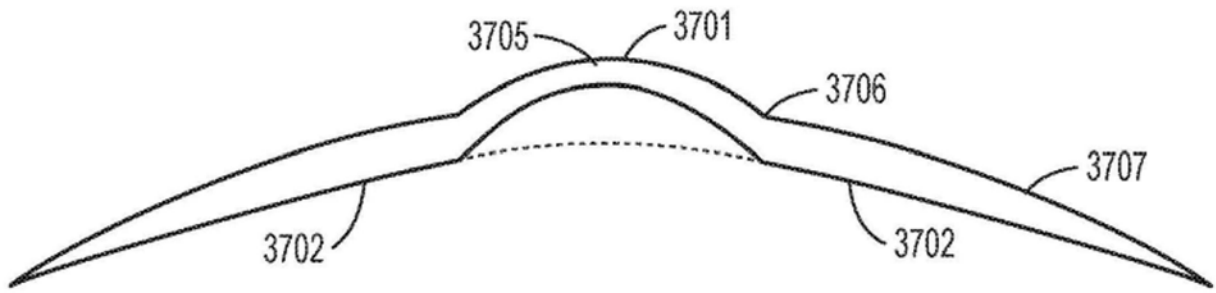


图37A

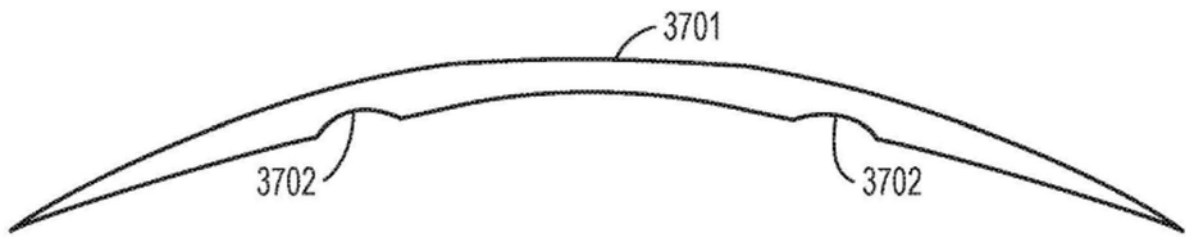


图37B

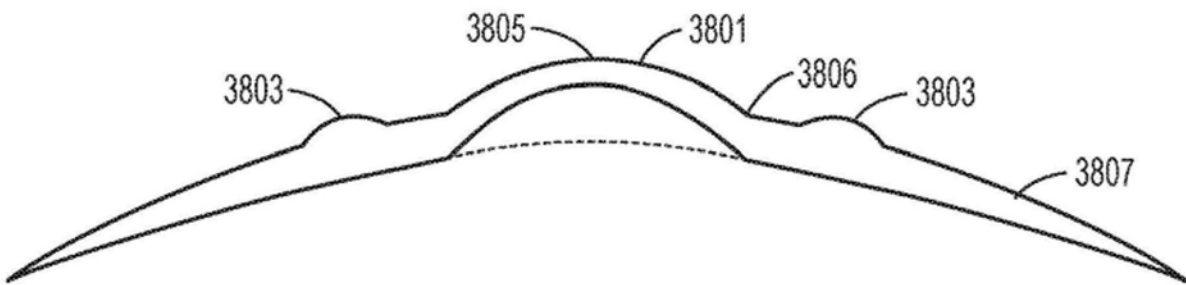


图38A

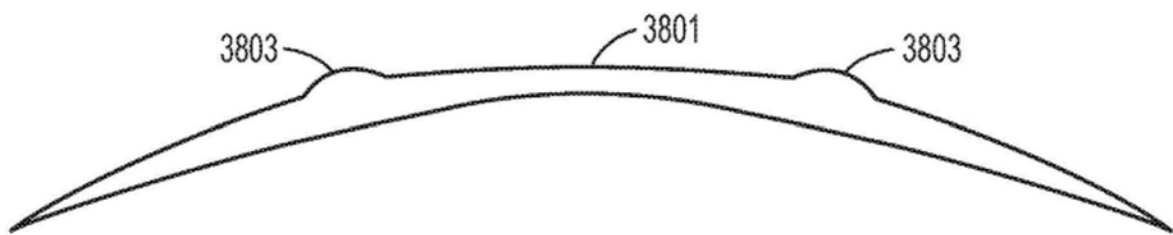


图38B

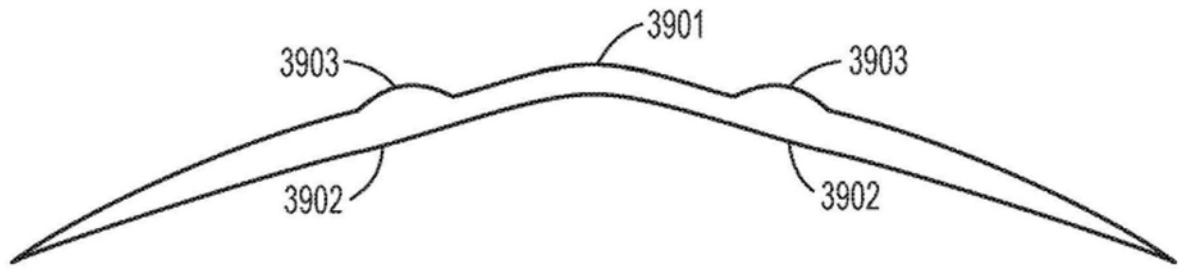


图39A

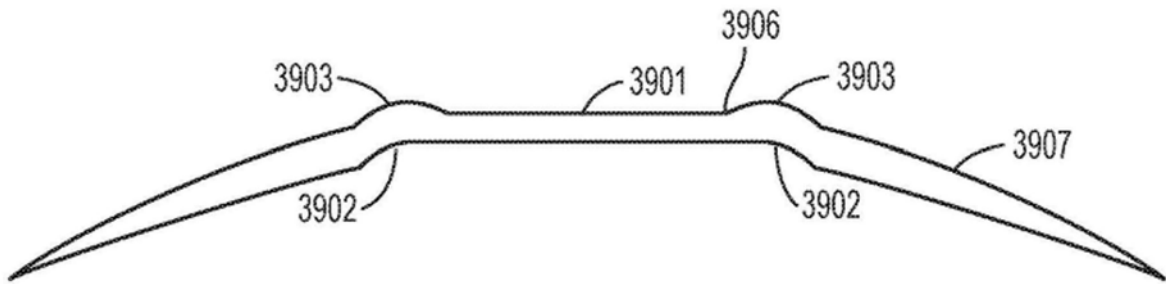


图39B

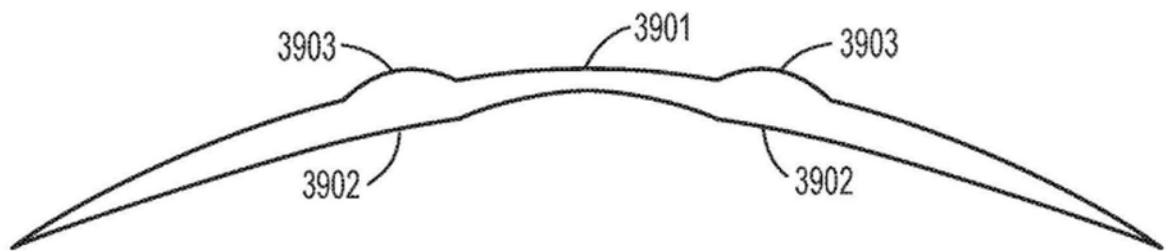


图40A

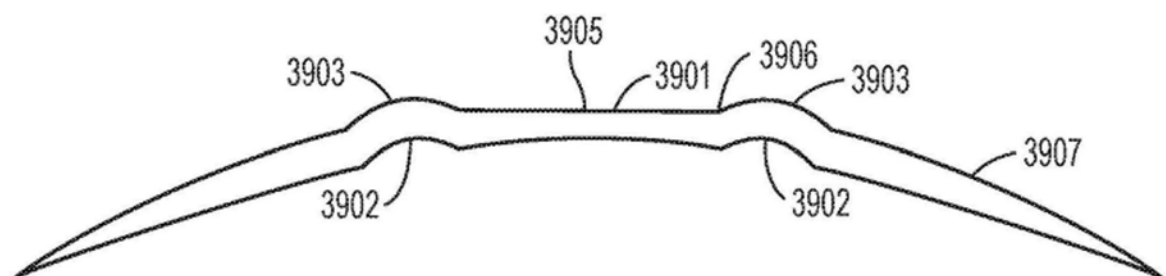


图40B

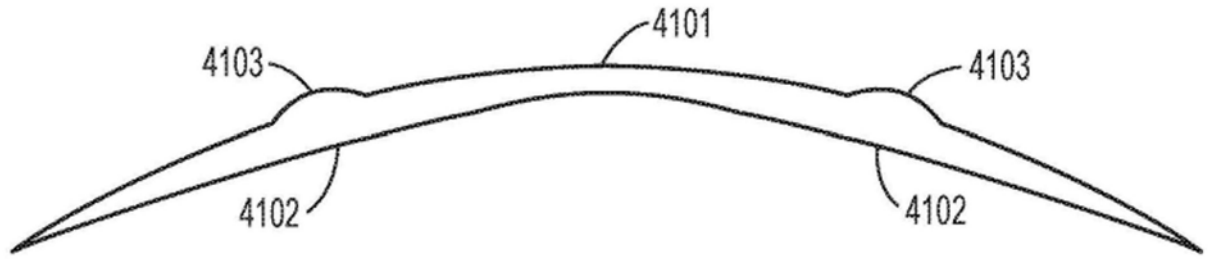


图41A

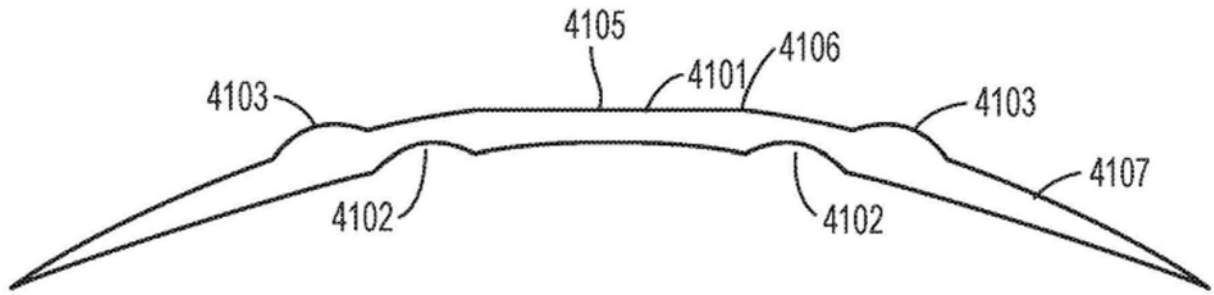


图41B