



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102667912 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 12

(21) 申请号 200980163064. 0

(22) 申请日 2009. 11. 21

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 06. 20

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/065420 2009. 11. 21

(87) PCT申请的公布数据

W02011/062591 EN 2011. 05. 26

(71) 申请人 道格拉斯·彼得·马格雅利

地址 美国密歇根州

(72) 发明人 道格拉斯·彼得·马格雅利

(74) 专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理
有限责任公司 11204

代理人 余朦 杨莘

(51) Int. Cl.

G09G 5/00 (2006. 01)

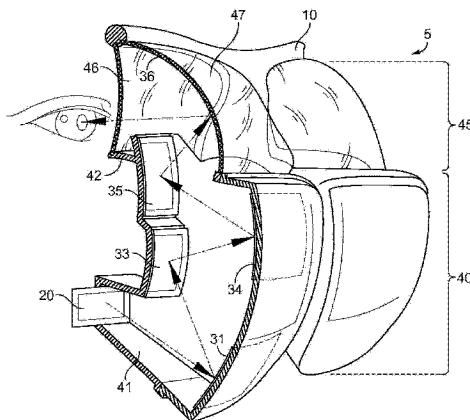
权利要求书 5 页 说明书 13 页 附图 9 页

(54) 发明名称

头戴式显示装置

(57) 摘要

公开了一种主要基于反射的头戴式显示装置，其用于显示和观看来自可视显示源的可视内容，该头戴式显示装置包括框架和与框架连接的至少一个光学壳体，光学壳体和框架被配置成使光学壳体可至少部分位于使用者眼睛前方，光学壳体包括位于光学壳体内以投射可视内容的发光可视源以及与发光可视源光学连通的多个反射光学表面，多个反射光学表面被配置成将可视内容的投射反射至使用者的眼睛。



1. 主要基于反射的头戴式显示装置，包括：

可佩戴的头戴式框架；

至少一个近眼式光学壳体，连接至所述框架，所述光学壳体和所述框架被配置成使所述光学壳体能至少部分位于使用者眼睛前方，所述光学壳体包括：

发光可视源，用于投射可视内容；

多个反射光学表面，与所述发光可视源光学连通并被配置成将所述可视内容的投射反射到所述使用者的眼睛中，当所述投射从每个反射光学表面反射时，所述反射光学表面被配置成协作地放大所述可视内容的投射，从而使所投射的可视内容在由使用者的眼睛观看时变大。

2. 如权利要求 1 所述的头戴式显示装置，还包括第一近眼式光学壳体和第二近眼式光学壳体，所述第一近眼式光学壳体和所述第二近眼式光学壳体都连接至所述框架，所述第一近眼式光学壳体被配置成能够至少部分地位于所述使用者的第一只眼镜的前方以将第一可视内容投射至所述第一只眼睛，所述第二近眼式光学壳体被配置成能够至少部分地位于所述使用者的第二只眼镜的前方以将第二可视内容投射至所述第二只眼睛。

3. 如权利要求 1 所述的头戴式显示装置，其中，所述框架为眼镜框架。

4. 如权利要求 1 所述的头戴式显示装置，其中，所述光学壳体还包括初级传输壳体和次级视觉壳体，所述次级视觉壳体被配置成布置在所述使用者的眼睛前方并连接至所述初级传输壳体。

5. 如权利要求 4 所述的头戴式显示装置，其中，所述次级视觉壳体包括透明的前防尘盖，所述前防尘盖被配置成位于所述使用者的眼睛前方并被配置成允许所述使用者透过所述前防尘盖观看。

6. 如权利要求 5 所述的头戴式显示装置，其中，所述次级视觉壳体还包括外防尘盖，所述外防尘盖被配置成位于所述前防尘盖的前方，所述前防尘盖和所述外防尘盖被配置成协作地密封所述光学壳体阻止环境污染物进入。

7. 如权利要求 6 所述的头戴式显示装置，其中，所述外防尘盖是透明的且被配置成允许所述使用者透过所述外防尘盖观看。

8. 如权利要求 7 所述的头戴式显示装置，还包括可变可调的穿透损失层，所述可调的穿透损失层被配置成与所述外防尘盖连通。

9. 如权利要求 8 所述的头戴式显示装置，其中，所述可调的穿透损失层能够选择性地完全透明以允许所述使用者透过透明的外防尘盖和所述可调的穿透损失层观看周围环境。

10. 如权利要求 8 所述的头戴式显示装置，其中，所述可调的穿透损失层能够选择性地完全为暗色以阻止所述使用者透过所述外防尘盖和所述可调的穿透损失层观看。

11. 如权利要求 8 所述的头戴式显示装置，其中，所述可调的穿透损失层能够选择性地具有变化的暗度级别以允许所述使用者部分地透过所述外防尘盖和所述可调的穿透损失层观看周围环境。

12. 如权利要求 7 所述的头戴式显示装置，其中，所述外防尘盖的内表面为反像平面镜。

13. 如权利要求 1 所述的头戴式显示装置，其中，所述多个反射光学表面包括一系列反射光学表面，至少包括第一反射光学表面和最终反射光学表面，以将所述可视内容从以所

述第一反射光学表面开始的每个所述反射光学表面反射，所述最终反射光学表面为所述外防尘盖的内表面，所述可视内容从所述内表面被最终反射至所述使用者的眼睛。

14. 如权利要求 13 所述的头戴式显示装置，其中，所述可视内容从以所述第一反射光学表面开始且以所述最终反射光学表面结束的每个所述反射光学表面反射。

15. 如权利要求 13 所述的头戴式显示装置，其中，所述第一反射光学表面为凸形表面，所述最终反射光学表面为凹形表面。

16. 如权利要求 13 所述的头戴式显示装置，还包括至少一个中间反射光学表面。

17. 如权利要求 16 所述的头戴式显示装置，其中，所述第一反射光学表面和所述最终反射光学表面为凹形表面。

18. 如权利要求 17 所述的头戴式显示装置，其中，所述至少一个中间反射光学表面包括为凸形表面的第二反射光学表面。

19. 如权利要求 17 所述的头戴式显示装置，其中，所述至少一个中间反射光学表面包括为凸形表面的第二反射光学表面、为凹形表面的第三反射光学表面以及为凸形表面的第四反射光学表面。

20. 如权利要求 4 所述的头戴式显示装置，其中，所述初级传输壳体被配置成基本位于所述框架之下。

21. 如权利要求 4 所述的头戴式显示装置，其中，所述初级传输壳体被配置成基本位于所述框架之上。

22. 如权利要求 1 所述的头戴式显示装置，其中，所述发光可视源为微显示器。

23. 如权利要求 1 所述的头戴式显示装置，其中，还包括与所述发光可视源连通的屈光度调节器，所述屈光度调节器被配置成使所述发光可视源相对于来自所述发光可视源的可视内容投射方向向前或向后移动，从而提供所述可视内容的焦点校正。

24. 如权利要求 1 所述的头戴式显示装置，其中，所述头戴式显示装置为所述使用者的眼睛产生基本 60 度的文本可读对角视野。

25. 如权利要求 1 所述的头戴式显示装置，还包括折射元件，所述折射元件位于光学路径中，在所述可视内容从所述发光可视源投射之后且进入使用者眼睛之前，所投射的可视内容沿所述光学路径行进。

26. 主要基于反射的头戴式显示装置，包括：

可佩戴的头戴式框架；

至少一个近眼式光学壳体，连接至所述框架，所述光学壳体和所述框架被配置成使所述光学壳体能至少部分位于使用者眼睛前方，所述光学壳体包括：

发光可视源，用于投射可视内容；

多个反射光学表面，与所述发光可视源光学连通并被配置成将所述可视内容的投射反射到所述使用者的眼睛中。

27. 如权利要求 26 所述的头戴式显示装置，其中，当所述投射从每个反射光学表面反射时，所述反射光学表面被配置成协作地放大所述可视内容的投射，从而使所投射的可视内容在由使用者的眼睛观看时变大。

28. 如权利要求 26 所述的头戴式显示装置，还包括第一近眼式光学壳体和第二近眼式光学壳体，所述第一近眼式光学壳体和所述第二近眼式光学壳体都连接至所述框架，所述

第一近眼式光学壳体被配置成能够至少部分地位于所述使用者的第一只眼镜的前方以将第一可视内容投射至所述第一只眼睛，所述第二近眼式光学壳体被配置成能够至少部分地位于所述使用者的第二只眼镜的前方以将第二可视内容投射至所述第二只眼睛。

29. 如权利要求 26 所述的头戴式显示装置，其中，所述光学壳体还包括初级传输壳体和次级视觉壳体，所述次级视觉壳体被配置成布置在所述使用者的眼睛前方并连接至所述初级传输壳体。

30. 如权利要求 29 所述的头戴式显示装置，其中，所述次级视觉壳体包括透明的前防尘盖，所述前防尘盖被配置成位于所述使用者的眼睛前方并被配置成允许所述使用者透过所述前防尘盖观看。

31. 如权利要求 30 所述的头戴式显示装置，其中，所述次级视觉壳体还包括外防尘盖，所述外防尘盖被配置成位于所述前防尘盖的前方，所述前防尘盖和所述外防尘盖被配置成协作地密封所述光学壳体阻止环境污染物进入。

32. 如权利要求 31 所述的头戴式显示装置，其中，所述外防尘盖是透明的且被配置成允许所述使用者透过所述外防尘盖观看。

33. 如权利要求 32 所述的头戴式显示装置，还包括可变可调的穿透损失层，所述可调的穿透损失层被配置成与所述外防尘盖连通。

34. 如权利要求 33 所述的头戴式显示装置，其中，所述可调的穿透损失层能够选择性地完全透明以允许所述使用者透过透明的外防尘盖和所述可调的穿透损失层观看周围环境。

35. 如权利要求 33 所述的头戴式显示装置，其中，所述可调的穿透损失层能够选择性地完全为暗色以阻止所述使用者透过所述外防尘盖和所述可调的穿透损失层观看。

36. 如权利要求 33 所述的头戴式显示装置，其中，所述可调的穿透损失层能够选择性地具有变化的暗度级别以允许所述使用者部分地透过所述外防尘盖和所述可调的穿透损失层观看周围环境。

37. 如权利要求 32 所述的头戴式显示装置，其中，所述外防尘盖的内表面为反像平面镜。

38. 如权利要求 26 所述的头戴式显示装置，其中，所述多个反射光学表面包括一系列反射光学表面，至少包括第一反射光学表面和最终反射光学表面，以将所述可视内容从以所述第一反射光学表面开始的每个所述反射光学表面反射，所述最终反射光学表面为所述外防尘盖的内表面，所述可视内容从所述内表面被反射到所述使用者的眼睛。

39. 如权利要求 38 所述的头戴式显示装置，其中，所述可视内容从以所述第一反射光学表面开始且以所述最终反射光学表面结束的每个所述反射光学表面反射。

40. 如权利要求 38 所述的头戴式显示装置，其中，所述第一反射光学表面为凸形表面，所述最终反射光学表面为凹形表面。

41. 如权利要求 38 所述的头戴式显示装置，还包括至少一个中间反射光学表面。

42. 如权利要求 41 所述的头戴式显示装置，其中，所述第一反射光学表面和所述最终反射光学表面为凹形表面。

43. 如权利要求 42 所述的头戴式显示装置，其中，所述至少一个中间反射光学表面包括为凸形表面的第二反射光学表面。

44. 如权利要求 42 所述的头戴式显示装置,其中,所述至少一个中间反射光学表面包括为凸形表面的第二反射光学表面、为凹形表面的第三反射光学表面以及为凸形表面的第四反射光学表面。

45. 如权利要求 29 所述的头戴式显示装置,其中,所述初级传输壳体被配置成基本位于所述框架之下。

46. 如权利要求 29 所述的头戴式显示装置,其中,所述初级传输壳体被配置成基本位于所述框架之上。

47. 如权利要求 26 所述的头戴式显示装置,其中,所述发光可视源为微显示器。

48. 如权利要求 26 所述的头戴式显示装置,其中,还包括与所述发光可视源连通的屈光度调节器,其中,所述屈光度调节器被配置成使所述发光可视源相对于来自所述发光可视源的可视内容投射方向向前或向后移动,从而提供所述可视内容的焦点校正。

49. 如权利要求 26 所述的头戴式显示装置,其中,所述头戴式显示装置为所述使用者的眼睛产生基本 60 度的文本可读对角视野。

50. 如权利要求 26 所述的头戴式显示装置,还包括折射元件,所述折射元件位于光学路径中,在所述可视内容从所述发光可视源投射之后且进入使用者眼睛之前,所投射的可视内容沿所述光学路径行进。

51. 反射式头戴式显示装置,包括 :

框架 ;

至少一个光学壳体,连接至所述框架,所述光学壳体和所述框架被配置成使所述光学壳体能够至少部分位于使用者眼睛前方,所述光学壳体包括 :

发光可视源,设置在所述光学壳体内以投射可视内容 ;

多个反射光学表面,与所述发光可视源光学连通并被配置成将所述可视内容的投射反射到所述使用者的眼睛中。

52. 如权利要求 51 所述的头戴式显示装置,其中,所述框架为可佩戴的头戴式框架。

53. 如权利要求 51 所述的头戴式显示装置,其中,当所述投射从每个反射光学表面反射时,所述反射光学表面被配置成协作地放大所述可视内容的投射,从而使所投射的可视内容在由使用者的眼睛观看时变大。

54. 将放大的可视内容投射至头戴式显示装置的眼盒的方法,包括 :

提供可佩戴的头戴式显示装置,所述头戴式显示装置被配置成放置在使用者的头部并位于所述使用者的至少一只眼睛前方,所述头戴式显示装置包括框架以及连接至所述框架的至少一个近眼式光学壳体,

其中,所述光学壳体包括 :

至少一个发光可视源,设置在所述光学壳体内以投射可视内容 ;以及

多个反射光学表面,设置在所述光学壳体内,所述多个反射光学表面被配置成接连地将所述可视内容的放大投射反射至所述眼盒 ;

向所述发光可视源提供输入信号以产生待投射的可视内容 ;

将所投射的内容从所述反射光学表面反射,从而使最终反射光学表面将所述内容反射至所述眼盒,其中,所述内容将变大。

55. 如权利要求 54 所述的方法,其中,所述输入信号为来自计算机的输出信号。

56. 如权利要求 54 所述的方法,其中,所述输入信号为视频信号。
57. 如权利要求 54 所述的方法,其中,所述输入信号为图像信号。
58. 如权利要求 54 所述的方法,其中,所述输入信号包括静态可视内容。
59. 如权利要求 54 所述的方法,其中,所述输入信号包括动态可视内容。

头戴式显示装置

技术领域

[0001] 本公开涉及头戴式显示装置，该头戴式显示装置用于显示和观看来自可视显示源的可视内容。

背景技术

[0002] 头戴式显示装置(简称为“HMD”)为佩戴在使用者头部的显示装置，其具有(1)位于使用者的一只眼睛前方的单个小显示光学器件(单目式 HMD)，或(2)两个小显示光学器件，分别位于使用者的两只眼睛的前方(双目式 HMD)，从而使单个使用者观看广范围的可视显示内容。双目式 HMD 允许使用者能够观看三维的可视内容。在当今的军事、商业和消费者市场中存在的 HMD 装置主要为护目镜 / 眼镜式装置，其通过佩戴一副护目镜或眼镜的方式来佩戴；或者该护目镜 / 眼镜式装置为头盔式装置，其附接至佩戴在使用者头部的头盔。此外，在当今的市场中存在的 HMD 装置主要依赖于三种不同的技术，并因此分为三种不同的类别：折射型、衍射型和激光印字机(laser writer)型。

[0003] 在当今市场中存在的第一类 HMD 装置为折射型 HMD。折射型 HMD 使用折射的光学物理原理，将来自可视显示源的可视内容的投射传递至使用者的眼睛。折射型 HMD 通过将来自显示源的可视内容的投射传递穿过透光介质(通常为透明塑料如丙烯酸)，对使用者的眼睛产生最终相干的且常常放大的图像。透光介质一般为透镜或透镜系列，当来自可视源的光波进入或离开透光介质时透镜或透镜系列使光波弯曲且放大，从而形成放大的内聚性图像，与放大镜的操作类似。这是当今市场上的大多数 HMD 所采用的主要方法。

[0004] 虽然折射型 HMD 可能是 HMD 市场中采用的主要方法，但其还有一些缺点。这种折射型 HMD 的问题在于，透光介质通常为位于 HMD 的光学路径中的大块重塑料，对于将其佩戴在头部或脸部的使用者而言，这种类型的 HMD 非常沉重、笨重且麻烦。这限制了使用者佩戴这样的 HMD 的总体舒适度。此外，用于使用者的这种笨重配件大大限制了这种装置可采用的式样。此外，因为折射型 HMD 的折射透镜常位于使用者的直接视野中，所以产生了这样的折射型 HMD，其向使用者提供充分的“透视视觉(see-through vision)”、或同时看见投射的可视内容以及同时清楚地透过投射内容看到周围环境之外的真实世界的能力，“混合现实(mixed-reality)”视图变得非常复杂。折射型 HMD 的另一缺点在于，折射型 HMD 可常常阻止使用者看见除了投射的可视内容之外的任何其它事物，或严格地限制使用者的周边视觉，这最终可使使用者有幽闭感。折射型 HMD 的另一缺点在于，对于消费者或商业市场中普遍存在的那些折射型 HMD，其具有非常受限制的视野(FOV)角度，典型的 FOV 为约 25 度，高端 FOV 为约 40 度。当试图将消费者和商业市场中存在的折射型 HMD 的 FOV 增加至典型的 25 度 FOV 之上时，装置的成本和重量显著增加，这可成为在两个已经竞争的市场中的重要的限制因素。这种情况在 40 度至 120 度之间的 FOV 的折射型 HMD 更为普遍的军事市场中是明显的，然而，如上所述，这些装置极其沉重且非常昂贵。

[0005] 在当今市场存在的第二类 HMD 装置为衍射型 HMD，或者更精确地，为折射 / 衍射混合 HMD。衍射型 HMD 使用衍射和衍射光栅以及折射的光学物理原理，将来自可视显示源的可

视内容的投射传递至使用者的眼睛。通过这种类型的HMD，可视内容的投射通过包含在折射透光介质元件之一内的透光介质和衍射光栅，以对使用者的眼睛产生最终相干的且常常放大的图像。来自投射的可视内容的光波经过透光介质并最终经过衍射光栅，该光波用于向使用者呈现单一相干的图像。这种混合HMD系统的主要缺点在于，其需要高强度的光源，因此当该混合HMD系统消耗能量时其效率是非常低的，所以它们需要大量的功率来以工作在可接受的水平，并且该HMD系统具有显著减少的显示寿命。此外，由于衍射光栅工作的物理原理，该系统在某种程度上具有受限制的FOV能力。

[0006] 在当今市场存在的第三类HMD装置为激光印字机型HMD。激光印字机型HMD使用常由红色、绿色和蓝色激光器的三色激光器组成的远程激光发动机、以及一组激光印字机，以根据输入的可视显示信号使激光弯曲并照射成相干可视图像。激光器和激光印字机通过相干的光纤电缆连接至头戴式显示单元，以将图像传递至头戴式单元。然后，图像从相干的光纤电缆投射到最终的观看屏上(在HMD单元中的典型透明透镜)以供使用者观看。与这种类型的HMD相关联的一个缺点在于，这样的系统所需的相干的光纤电缆是非常昂贵的。这样的HMD系统的另一缺点在于，由于图像来自光纤电缆，所以头部单元仍需要一些类型的折射光学器件来放大图像，而这又导致受限制的FOV和头部单元重量的增加。此外，与激光印字机HMD相关的另一缺点在使用这样的系统观看3D可视内容时变得明显。为此，HMD系统将需要通过单个光纤电缆向头部单元同时发送两个不同的图像，因此需要头部单元包括射束分裂器来为各只眼睛分离两个图像，或HMD系统将需要第二激光系统，第二激光系统与第一激光系统同时工作以产生输送3D可视内容必要的第二图像。在上述任一种情况下，这都可变得非常昂贵。激光印字机HMD的另一缺点在于，运行这种装置所必要的能量消耗非常高。最后，如果不仔细观察所需的光纤电缆的最小弯曲半径，则通过光纤电缆将图像传递至头戴式单元可能存在潜在的问题。如果电缆的弯曲半径过紧，则会导致重要的信号丢失。

[0007] 如今可用的这三种类型的HMD系统都不能提供放大的相干可视内容以供使用者从便宜、轻便、舒适的且被认为是近眼式HMD装置的单个装置观看。因此，由于与当今可用的这三种类型的系统相关的缺陷和问题，需要在行业中提供一种新型的HMD装置，该新型HMD装置相当便宜、轻便、紧凑、舒适且为近眼式装置。

发明内容

[0008] 本文描述了一种主要基于反射的头戴式显示装置，其用于显示及观看来自可视显示源的可视内容。

[0009] 根据本公开，反射式头戴式显示装置包括框架和连接至框架的至少一个近眼式光学壳体。光学壳体和框架被配置成使光学壳体可至少部分位于使用者眼睛前方。光学壳体包括位于光学壳体内以投射可视内容的发光可视源。光学壳体还包括布置在光学壳体内的多个反射光学表面，多个反射光学表面被配置成将来自可视源的可视内容的投射反射到使用者的眼睛中。

[0010] 因此，本公开为主要且基本基于反射的头戴式显示装置，其与主要基于折射的、衍射的或激光印字机的头戴式显示装置不同。以这种方式，本公开可选地为完全没有折射的头戴式显示装置。通过主要使用多个反射光学表面来将可视内容传输至使用者的眼睛，与

重的透明塑料不同,该装置可使用空气作为反射经过的传输介质。本公开的这方面的优点在于,使装置比任何其它可用装置显著轻便。它的优点和区别还在于该装置为曾经开发的装置中最可操作的、近眼式、主要基于反射的头戴式显示装置,因为之前行业中试图对这样的基于反射的装置进行的开发均未成功。本公开的另一优点在于,因为装置主要基于反射,所以反射器被制定成特定的尺寸且定位在适当的位置,使得将可视内容从可视显示源投射至使用者眼睛所需的所有反射器可被包含在保持近眼式的相对较小的光学壳体内。这样紧凑的装置消除了对大的、昂贵的远程系统的需要,远程系统诸如对于基于激光印字机的装置而言是必要的系统。

[0011] 在本公开的另一方面,框架是可佩戴的头戴式框架,光学表面被配置成协作地放大可视内容的投射,从而使可视内容变得大于来自其被投射的可视源的实际尺寸。此外,装置可包括:连接至框架的第一近眼式光学壳体,该光学壳体被配置成位于使用者的第一只眼镜的前方;连接至框架的第二近眼式光学壳体,该光学壳体被配置成位于使用者的第二只眼镜的前方。以这种方式,实现了双目式头戴式显示装置。

[0012] 在本公开的另一方面,光学壳体还包括基本不透明的初级传输壳体,初级传输壳体连接至基本透明的次级视觉壳体。次级视觉壳体位于使用者眼睛的前方,并被设计成允许使用者透过其观看。次级视觉壳体包括前防尘盖和外防尘盖,前防尘盖和外防尘盖都是透明的。次级视觉壳体具有可变可调的穿透损失层,可变可调的穿透损失层与外防尘盖连通。该穿透损失层允许对穿过该层的任何光的穿透损失量进行可选地调节。因此,使用者可对层进行调节以使该层完全透明来允许观看穿过该层的所有光,或使该层完全为暗色或不透明以阻止观看穿过该层的光,或具有可变级别的暗度以允许部分观看穿过该层的光。

[0013] 在本公开的另一方面,多个反射光学表面包括一系列反射光学表面,包括第一反射光学表面、至少一个中间反射光学表面和最终反射光学表面。最终反射光学表面可以是外防尘盖的内表面。可视内容从可视源投射至第一反射光学表面。然后,可视内容被反射至至少一个中间反射光学表面,接下来被反射至最终反射光学表面(也就是外防尘盖的内表面),最后被反射至使用者的眼睛。使用者能够通过使可调的穿透损失层(位于最终反射光学表面之后)完全为暗色因此阻止他透过次级视觉壳体的外防尘盖看到外面的周围环境,来选择性地选择仅观看可视内容。可选地,使用者能够通过将可调的穿透损失层设定为仅部分变暗或不透明来选择性地选择具有“看透视力”并同时观看可视内容和实时的外部周围环境(混合现实视图)。以这种方式,使用者会看到覆盖在其外部周围环境的真实世界视图之上的可视内容的反射。

[0014] 其它实施方式、目的、特征和优点将在下面的实施方式的具体说明中列举,其中一部分根据描述显而易见,或可通过本发明所要求的实践来学到。这些目的和优点将通过在说明书和权利要求中特别指出的方法和构成来实现及获得。上述发明内容可被理解为对本文公开的一些实施方式的简要且一般的概述,其仅用于有益于且方便读者的目的,而不是旨在以任何方式对所附的依法享有的权利要求的范围及其等同物的范围进行限制。

附图说明

[0015] 图1是佩戴着主要基于反射的头戴式显示装置的使用者佩戴的双目式实施方式的立体图;

- [0016] 图 2 是主要基于反射的头戴式显示装置的实施方式的侧视图；
- [0017] 图 3 是使用 5 个反射光学表面的主要基于反射的头戴式显示装置的双目式实施方式的立体剖视图；
- [0018] 图 3A 是主要基于反射的头戴式显示装置的双目式实施方式的立体剖视图，示出 5 个反射器系统中从发光可视源至使用者眼睛的反射路径的实施方式；
- [0019] 图 4 是主要基于反射的头戴式显示装置的实施方式的后立体图；
- [0020] 图 5 是使用 3 个反射光学表面的主要基于反射的头戴式显示装置的可选双目式实施方式的立体图；
- [0021] 图 6 是主要基于反射的头戴式显示装置的双目式实施方式的立体剖视图，示出 3 个反射器系统中从发光可视源至使用者眼睛的反射路径的实施方式；
- [0022] 图 7 是 5 个反射器的头戴式显示装置中的反射光学表面的实施方式的侧视图，示出从发光可视源至使用者眼睛的反射路径的实施方式；
- [0023] 图 8 是 3 个反射器的头戴式显示装置中的反射光学表面的实施方式的侧视图，示出从发光可视源至使用者眼睛的反射路径的实施方式；
- [0024] 图 9A 至图 9C 是与可调的穿透损失层的实施方式连通的最终反射光学表面的实施方式的一系列立体分解图，其中可调的穿透损失层在图 9A 至图 9C 中具有逐渐增加的暗度或不透明度级别。

具体实施方式

[0025] 虽然本发明能够多种形式实施，但是附图和下文显示和描述了一个或多个当前优选的实施方式，可以理解，本公开被认为是本发明的示例，并且并不是要将本发明限制于本文所示的具体实施方式。标题仅为了方便的目的并且不被解释为以任何方式限制本发明。任何标题下所示的实施方式可与其它任何标题下所示的实施方式相结合。

[0026] HMD 装置的构造

[0027] 参照图 1、图 2 和图 5，公开了主要基于反射的头戴式显示（“HMD”）装置 5，HMD 装置 5 用于显示和观看来自显示源的可视内容。HMD 装置 5 包括框架 10 和与框架 10 连接的至少一个近眼式光学壳体 15。

[0028] 在优选的实施方式中，框架 10 是可佩戴的头戴式框架，诸如眼镜框架。然而，该实施方式的公开不应被理解为对框架 10 的形状的限制。因此，在可选的实施方式中，框架 10 可以是任何类型，其可被配置成安装至头盔或安装至任何其它相似类型的头戴式装置（诸如头箍或可调整的头带）。框架 10 连接至近眼式光学壳体 15 并被配置成支撑近眼式光学壳体 15 的重量。框架 10 还被配置成当其被合适地佩戴时，使光学壳体 15 可至少部分位于使用者的眼睛前方并且位于 HMD 使用者的视线中。

[0029] 在优选的实施方式中，框架 10 连接至两个光学壳体 15，其中，第一光学壳体 15 可至少部分地放置在使用者的第一只眼睛前方，第二光学壳体 15 可至少部分地放置在使用者的第二只眼睛前方。第一和第二光学壳体 15 可根据需要，为物理等同、彼此的镜像或其它尺寸和形状的组合。该实施方式被认为是“双目式”HMD 装置，因为它使用两个分离的通道（即两个分离的光学壳体 15）来向使用者两只眼睛中的每一只提供单独的可视内容。双目式 HMD 装置可通过在两个通道上同时向使用者的两只眼睛提供完全相同的可视内容（与

看电视类似)来允许使用者观看二维可视内容;或通过在第一通道上向使用者的第一只眼睛提供第一可视内容以及在第二通道上向使用者的第二只眼睛提供完全不同的第二可视内容(即如同每只眼睛观看放映不同节目的单独的电视)来允许使用者观看二维可视内容;或最后通过仅在第一通道上向使用者的第一只眼睛提供可视内容而不向使用者的第二只眼睛提供任何内容来允许使用者观看二维可视内容。可选地,双目式装置可通过向每只眼睛提供相同可视内容的略微不同的版本来允许使用者实现三维立体视觉(即双目视觉)。然而,该实施方式的公开不应被理解为将 HMD 装置 5 限制于仅具有两个光学壳体 15 的装置。因此,在可选的实施方式(未示出)中,框架 10 可仅与一个光学壳体 15 连接,其中,框架 10 和光学壳体 15 被配置成使一个光学壳体 15 可部分放置在使用者的第一只眼睛的前方。该可选的实施方式中的装置被称为“单目式”HMD 装置,因为该装置使用仅用于使用者的两只眼睛中的一只眼睛的单通道(即一个光学壳体 15)。

[0030] 在另一可选的实施方式中(未示出),框架 10 和光学壳体 15 可被配置成使光学壳体 15 选择性地附接至框架 10/从框架 10 拆卸,因此,允许使用者选择是使用单目式 HMD 装置(仅具有用于一只眼睛的一个光学壳体 15)还是双目式 HMD 装置(具有两个光学壳体 15,其中每个分别用于使用者的每只眼睛)。在又一可选的实施方式(未示出)中,光学壳体 15 可铰接地连接至框架 10,以使光学壳体 15 可选择性地绕铰接装置转动,从而从使用者眼睛的前方位置移除光学壳体 15 且从使用者的视线中移除光学壳体 15。

[0031] 框架 10 由至少一种耐用的、轻质的材料组成,诸如镁合金、铝合金、钛或具有非常轻且非常耐用的物理特性的任何其它类似的基于轻质金属的材料。然而,上述材料的公开不应被理解为将轻质材料仅限制于基于金属的材料。因此,在可选的实施方式中,框架 10 可由如下的耐用的、轻质材料组成:诸如聚碳酸酯、PVC、聚乙烯、尼龙或具有非常轻且非常耐用的物理特性的任何其它基于聚合物的材料。

[0032] 参照图 3 至图 5,每个近眼式光学壳体 15 包括用于投射可视内容的发光可视源 20、多个反射光学表面 30、初级传输壳体 40 以及次级视觉壳体 45。

[0033] 发光可视源 20 为电子装置,其以能够被观察者观看的可视形式展示信息。在优选的实施方式中,发光可视源 20 为连接至电源的微显示器,其中,微显示器包括源输入以接受来自外部源的输入信号,输入信号以可视形式被输出。然而,上述实施方式的公开不应被理解为对本文所公开的实践中所使用的发光可视源的类型进行限制。因此,在可选的实施方式中,发光可视源 20 可以是激光印字机、微型投影仪或能够显示可视内容的任何其它装置或系统。此外,发光可视源 20 可通过常规的导线或电缆、光纤、无线信号传输装置、或信号和数据传输领域技术人员已知的传输信号的任何其它类似的方式接收来自外部源的输入信号。

[0034] 待投射的可视内容包括静态可视内容和动态可视内容,以及能够可视地显示且能够被观看的任何其它内容。静态可视内容包括在显示过程中不会随时间改变的内容,包括但不限于照片、静止图像、不会通过新信息更新的静态文本和图形数据显示。动态可视内容包括在显示过程中随时间改变的内容,包括但不限于视频播放或实时视频、变化图像、在获取到新信息时更新的动态文本和图形数据显示。

[0035] 多个反射光学表面 30 为具有高度抛光或光滑的表面光洁度的表面,诸如镜子、抛光金属或平滑玻璃的表面,例如利用反射的光学物理原理来使入射的光波折回。多个反射

光学表面 30 与发光可视源 20 光学连通且被配置成协作地将可视内容的清楚聚焦投射从发光可视源 20 反射至使用者的眼睛。

[0036] 参照图 3A 和图 6, 在优选的实施方式中, 多个反射光学表面 30 为单独的凹表面和凸表面的组合, 并包括至少第一反射光学表面 31 和最终反射光学表面 36。第一反射光学表面 31 为从发光可视源 20 将可视内容首先投射至的反射光学表面。最终反射光学表面 36 为将可视内容最终反射至使用者眼睛的反射光学表面。优选地, 多个反射光学表面 30 还包括至少一个中间反射光学表面 32。当投射由各个反射光学表面 30 反射时, 这些凹和凸反射光学表面 30 另外被配置成协作地放大可视内容的投射, 从而使投射的可视内容 55 在由 HMD 装置使用者的眼睛观看时呈现放大和聚焦的状态。然而, 上述使用单独的凹表面和凸表面的组合实施方式的公开不应被理解为对可在如本文所公开的 HMD 装置中使用的反射光学表面的形状范围进行限制。在可选的实施方式中, HMD 装置 5 可仅使用凸反射光学表面、仅使用凹反射光学表面或其它独特的几何形状而不背离本文所公开的范围。此外, 尽管上述实施方式的公开已涉及仅使用多个反射光学表面 30 来将从可视源 20 投射的可视内容反射至使用者眼睛的 HMD, 但可选的实施方式可在不背离本公开的主要基于反射的 HMD 的范围的情况下, 包括光学路径中所包含的另外的光源元件。因此, 在可选的实施方式中, 除了包括多个反射光学表面 30 之外, 一个或多个反射元件(未示出)可位于发光可视源 20 与使用者眼睛之间的光学路径中, 从而对将经过的光波进行操作。在这方面, 产生了反射 / 折射混合 HMD。

[0037] 参照图 2 和图 4, 每个近眼式光学壳体 15 包括或连接至屈光度调节器 25, 屈光度调节器 25 与发光可视源 20 连通。屈光度调节器 25 被配置成在基本与从发光可视源 20 发出的可视内容投射的方向平行的方向上物理地前后移动发光可视源 20 的位置。由此, 发光可视源 20 将接近或远离与第一反射光学表面 31 的固定位置。这导致对使用者眼睛内的投射的可视内容的最终聚焦点进行相应的调整。因此, 屈光度调节器 25 能够提供处方(prescription)焦点校正并对在固定处方范围投射至使用者眼睛的可视内容的焦点进行调整。

[0038] 再次参照图 1 至图 6, 初级传输壳体 40 为 HMD 装置 5 中的近眼式光学壳体 15 的室, 来自发光可视源 20 的可视内容的投射起源于该室, 并且在该室中发生投射的可视内容的大部分光学反射和放大。在一个实施方式中, 初级传输壳体 40 是基本不透明的、中空的室, 该室具有布置在其第一端 41 的发光可视源 20 和屈光度调节器 25。初级传输壳体 40 还可包含多个反射光学表面 30 中除了最终反射光学表面 36 之外的每个反射光学表面, 这些反射光学表面 30 布置在初级传输壳体 40 内侧的多个位置。更具体地, 多个反射光学表面 30 部分地直接布置在初级传输壳体 40 的前后内壁上或布置在位于初级传输壳体 40 的前后内壁上的支撑结构上。在优选的实施方式中, 初级传输壳体 40 连接至框架 10 且由框架 10 支撑。然而, 上述实施方式的公开不应被理解为将初级传输壳体 40 的结构仅限制为基本不透明或中空的室。在可选的实施方式中, 初级传输壳体可以是侧面开放的结构或开放的轮廓框架, 简单地用于将反射光学表面 30、发光可视源 20 以及屈光度调节器 25 支撑在适当的位置, 但是不会阻止外部入射光进入反射光学表面 30 的反射路径。

[0039] 初级传输壳体 40 由至少一个耐用的、轻质材料组成, 该轻质材料诸如为镁合金、铝合金、钛或具有非常轻且非常耐用的物理特性的任何其它类似的基于轻质金属的材料。

然而,上述材料的公开不应被理解为将轻质材料仅限制于基于金属的材料。因此,在可选的实施方式中,初级传输壳体 40 可由如下的耐用的、轻质材料组成:诸如聚碳酸酯、PVC、聚乙烯、尼龙或具有非常轻且非常耐用的物理特性的任何其它基于聚合物的材料。此外,关于初级传输壳体的位置,在优选的实施方式中,初级传输壳体被配置成基本位于框架 10 和使用者眼睛之下并与使用者的面部相邻。然而,在可选的实施方式中,初级传输壳体 40 可被配置成基本沿与框架 10 相关的任何头戴式耳机(earpiece)的长度定位、与使用者面部的一侧相邻、位于框架 10 上方、位于使用者眼睛上方、与使用者前额相邻,或根据需要位于允许本文公开的 HMD 装置根据本文公开的教导工作的任何其它位置。

[0040] 参照图 2 至图 4 和图 6,次级视觉壳体 45 在初级传输壳体 40 的第二开放端 42 处与初级传输壳体 40 连接,第二开放端 42 与发光可视源 20 所在的第一端 41 相反。次级视觉壳体 45 是至少部分放置在 HMD 装置使用者的眼睛前方的光学壳体 15 的一部分。在优选的实施方式中,次级视觉壳体 45 还一体连接至框架 10 和初级传输壳体 40。然而,上述实施方式的公开不应被理解为将第二视觉壳体 45 限制于与框架 10 或初级传输壳体 40 一体连接。在可选的实施方式中,次级视觉壳体 45 可拆卸地或可铰接地连接至初级传输壳体 40 并由初级传输壳体 40 支撑。

[0041] 参照图 3 至图 4 和图 6,次级视觉壳体 45 包括透明的前防尘盖 46,前防尘盖 46 被配置成直接位于使用者眼睛的前方且位于使用者的视线中。前防尘盖 46 优选地光学中性,即前防尘盖 46 不会如常规的处方镜片(prescription lens)般作用。相反地,前防尘盖 46 允许来自使用者观看的任何可视目标的光波穿过前防尘盖 46 而没有任何明显的失真、改变或弯曲。此外,前防尘盖 46 优选地由耐用的透明材料组成,该材料诸如为聚碳酸酯、玻璃、丙烯酸或透明且耐用的任何其它类似材料。

[0042] 次级视觉壳体 45 还包括外防尘盖 47,外防尘盖 47 基本为与前防尘盖 46 相邻设置的壳。外防尘盖 47 被配置成位于前防尘盖 46 前方且与前防尘盖 46 位于相同的使用者视线中。次级视觉壳体 45 的前防尘盖 46 与外防尘盖 47 一起用于关闭初级传输壳体 40 的开放的第二端 42,并因此基本密封光学壳体 15 以阻止灰尘或任何其它环境污染物进入光学壳体 15 并干扰反射光学器件。

[0043] 参照图 9A 至图 9C,外防尘盖 47 包括凹形内表面 48,内表面 48 被配置成多个反射光学表面 30 中的最终反射光学表面 36。如前述所公开的,该内表面 48 就是反射光学表面 36,投射的可视内容 55 最终从反射光学表面 36 反射至使用者的眼睛。在优选的实施方式中,外防尘盖 47 为基本透明的、弧形的壳并且与可变可调的穿透损失(transmission-loss)层 50 连通。在该实施方式中,外防尘盖 47 由耐用的透明材料组成,该材料诸如为聚碳酸酯、玻璃、丙烯酸或透明且耐用的任何其它类似的材料。此外,外防尘盖 47 可选地被设计成具有一定的材料厚度,该材料厚度足以达到光学装置中提供弹道防护的至少最小要求。然而,上述实施方式的公开不应被理解为将外防尘盖 47 仅限制为大致上透明或基本透明的无源壳。在可选的实施方式(未示出),外防尘盖 47 可以是可调光镜或反向电致变色镜或允许对外防尘盖 47 的反射率选择性地反射或调整的任何其它类似技术。

[0044] 在另一可选的实施方式中,基本透明的外防尘盖 47 还可以是“部分反射镜”,其中,透明的外防尘盖 47 具有部分反射的内表面 48,因此具有部分反射的最终反射光学表面 36。该部分反射的内表面 48 具有与其相关的固定的最小反射率值。反射率值为由表面反

射的辐射(如光)总量与最初入射到表面上的辐射总量之间的比值(用百分比表示)。具有如外防尘盖 47 内表面 48 的部分反射镜,因此具有最终反射光学表面 36,从而允许 HMD 设计者将反射光学表面的最小反射率值增加到仅使用未经处理的、透明的外防尘盖 47 可实现的反射率值之上。在这样的实施方式中,可通过使另外的透明外防尘盖 47 (如上所述)的内表面 48 处理或涂有反射材料(即铝、银、金等)的薄沉积层形成部分反射镜,从而提高内表面 48 的反射率并为最终反射光学表面 36 产生固定的小反射率值。通过选择将要沉积在最终反射光学表面 36 上的合适类型和厚度的反射材料,可精确地实现具有所需的小反射率值的部分反射镜。在一个实施方式中,部分反射镜的最小反射率可在以下范围内:大约 1-10%、11-20%、21-30%、31-40%、41-50%、51-60%、61-70%、71-80%、81-90% 或 91-99%。

[0045] 因为优选实施方式的基本透明的外防尘盖 47 是具有凹形内表面 48 的弧形壳,外防尘盖 47 充当折射透镜,当使用者透过该折射透镜观看时,该折射透镜扭曲使用者所看到的周围环境。因此,外防尘盖 47 的外表面 49 上形成有分离的校正折射透镜形状(未示出),该形状可抵消这种扭曲以使得外防尘盖 47 为光学中性且不会对穿过防尘盖 47 的光波产生明显的扭曲作用。

[0046] 再次参照图 9A 至图 9C,在优选的实施方式中,与外防尘盖 47 连通的可变可调的穿透损失层 50 可选择性地被制成具有变化层次的暗度和不透明度,从完全黑暗或完全不透明至完全透明。在一个实施方式中,可调的穿透损失层 50 可包括至少三个不同的层 51、52、53,其中,柔性可调液晶层 52 被层压或位于两个保护层 51、53 之间(参见图 9A 至图 9C)。这种三层的夹层结构可移除地附接至外防尘盖 47 的外表面 49 或内表面 48,液晶层的暗度可被调整成允许穿过该层的光的不同级别的穿透损失。

[0047] 然而,上述实施方式的公开不应被理解为将可调的穿透损失层 50 限制于可附接至外防尘盖 47 的分离的可移除的层。在可选的实施方式中,可调的穿透损失层 50 可与外防尘盖 47 一体相关。在这样的实施方式中,外防尘盖 47 可包括至少两个分离的层,其中,可调的穿透损失层 50 是被层压或位于外防尘盖 47 的两层之间的柔性可调的液晶层。在另一可选实施方式中,可调的穿透损失层 50 可与外防尘盖 47 的外表面 49 或内表面 48 一体相关。此外,上述实施方式的公开不应被理解为将可调的穿透损失层 50 仅限制于使用液晶技术。在可选的实施方式中,可调的穿透损失层 50 可使用任何类型的技术或者是能够获得可调级别的穿透损失的任何类型的层(诸如调光镜或反向电致变色镜)。

[0048] 此外,因为优选的实施方式的前防尘盖 46 和外防尘盖 47 为基本透明的,使用者能够透过前防尘盖 46 和外防尘盖 47 观看,从而能够在观看使用者的真实世界周围环境的同时观看覆盖在使用者的真实世界周围环境上的投射的可视内容。这使得使用者具有“透视视觉”,其中,使用者可以同时看见可视内容 55 与周围环境的混合现实视图。如果使用者想要投射的可视内容 55 的更亮视图,则他可以进一步朝向等级的暗度或不透明度端增大与可调的穿透损失层 50 相关的暗度或不透明度的级别,进而增加经过该层到达使用者眼睛的外部光的穿透损失,使使用者所能够看见的周围环境的视图变暗。如果使用者使可调的穿透损失层 50 完全变暗或不透明,他将仅能够看见投射的可视内容 55,外部环境将被完全阻挡。然而,如果使用者将可调的穿透损失层 50 调节成完全透明,则使用者将仍然能够看见可视内容 55 的微弱投射,而具有周围环境的明亮视图。在优选的实施方式中,外防尘盖 47 是未经处理的、透明的外防尘盖,可调的穿透损失层 50 被调节成完全透明,使用者将观

看到全亮度下的周围环境。然而,在外防尘盖 47 为部分反射镜的实施方式中,由于来自部分反射镜的穿透损失阻止周围环境的所有光穿过外防尘盖 47 到使用者的眼睛,所以周围环境会比实际中稍暗。对使用者所看到的投射的可视内容 55 的亮度进行调节的一种另外的方式为使发光可视源 20 的输出变亮或变暗。

[0049] 在可选的实施方式中,可调的穿透损失层 50 能够被简单地完全移除并且用一组变光滤光器替换,变光滤光器具有固定级别的穿透损失(与太阳镜类似),并附接至外防尘盖的外表面 49。这些滤光器将仅允许固定百分比的入射光通过。在另一可选的实施方式中,可能根本没有可调的穿透损失层 50,外防尘盖 47 本身可以是变光滤光器的基本透明组。在该实施方式中,混合现实视图中的投射的可视内容 55 和周围环境的亮度可主要通过制成透明的外防尘盖 47 的透明材料的颜色和 / 或明暗度来确定。例如,如果透明的外防尘盖为炭色,则会导致穿过外防尘盖 47 的外部光的一些穿透损失。在这种情况下,与外防尘盖 47 为无色透明材料相比,投射的可视内容会变亮,而周围环境的视图会变暗。

[0050] 此外,在上述任一实施方式中,前防尘盖 46 和外防尘盖 47 都是透明的或允许使用者观看真实世界的周围环境,次级视觉壳体 45 可被配置成允许处方镜片(未示出)附接至该次级视觉壳体 45 以在需要透过该壳体清楚地观看周围环境时向使用者提供处方焦点校正。在可选的实施方式中,当使用者透过前防尘盖 46 观看周围环境时,次级视觉壳体 45 的前防尘盖 46 可以是针对使用者的处方焦点校正需要的永久的处方镜片。

[0051] 在另一可选的实施方式中,外防尘盖 47 可以是永久的且基本不透明的壳,其阻止使用者透过其看到周围环境。以这种方式,使用者仅可观看所投射的可视内容从外防尘盖 47 的内表面 48 (也作为最终反射光学表面 36)反射出的反射内容。此外,在该可选的实施方式中,在外防尘盖 47 的外表面 49 中无需形成校正透镜形状,因为不能透过外防尘盖 47 看到外部。

[0052] 参照图 3A,如上所述,HMD 装置 5 包括第一反射光学表面 31 和最终反射光学表面 36,优选地包括至少一个中间反射光学表面 32。此外,如上所述,HMD 装置 5 可选地包括一个或多个折射光学元件(未示出)。在优选的实施方式中,HMD 装置 5 为具有总共 5 个反射光学表面的装置,其中至少一个中间反射光学表面 32 包括第二反射光学表面 33、第三反射光学表面 34 和第四反射光学表面 35。在该优选的实施方式中,第一反射光学表面 31 和第三反射光学表面 34 为凹形表面,第二反射光学表面 33 和第四反射光学表面 35 为凸形表面,第一反射光学表面 31、第二反射光学表面 33、第三反射光学表面 34 和第四反射光学表面 35 中的每一个都为位于初级传输壳体 40 内的基本完全反射表面。此外,如上所述,在优选的实施方式中,最终反射光学表面 36 为外防尘盖 47 的凹形透明内表面 48,其由透明材料(诸如聚碳酸酯)组成。这种 5 个反射器的 HMD 装置能够产生在约 1 度至约 60 度之间的文本可读对角(text-readable diagonal)FOV,其中,可从 FOV 的一角至 FOV 的相反对角读取文本。更具体地,这种 5 个反射器的 HMD 装置能够产生约 50 度或约 60 度的非排他性文本可读对角 FOV,其中投射的可视内容很少或没有失真。可选地,当与投射的可视内容相关的一定量的多种失真影响(诸如枕形失真或桶形失真)被认为是可接受的或使用者所需的时,5 个反射器的 HMD 装置还能够产生显著大于 50 度或 60 度的对角 FOV。在这方面,对于那些围绕 FOV 的外周的信息无需是文本可读的实施方式而言,5 个反射器的 HMD 装置能够产生大于 100 度的对角 FOV。然而,上述 5 个反射器的 HMD 装置的公开不应被理解为将 HMD 装置的范

围仅限制于使用 5 个反射光学表面的那些 HMD 装置。因此,使用少于或多于 5 个反射光学表面的可选的实施方式可存在并落入本公开的范围内。

[0053] 参照图 5 和图 6,在可选的实施方式中, HMD 装置 5 可以是具有总共 3 个反射光学表面 30 的装置,其中至少一个中间反射光学表面 32 包括第二反射光学表面 33。在该可选的实施方式中,第一反射光学表面 31 为凹形表面,第二反射光学表面 33 为凸形表面,第一反射光学表面 31 和第二反射光学表面 33 都为位于初级传输壳体 40 内的基本完全反射表面。此外,最终反射光学表面 36 为外防尘盖 47 的凹形透明内表面,该内表面由透明材料(诸如聚碳酸酯)组成。这种 3 个反射器的 HMD 装置能够产生在约 1 度至约 40 度之间的文本可读对角 FOV。更具体地,这种 3 个反射器的 HMD 装置能够产生约 25 度或约 40 的非排他性文本可读对角 FOV,其中投射的可视内容很少或没有失真。然而,与上述 5 个反射器的 HMD 装置相比,当与投射的可视内容相关的一定量的多种失真影响(诸如枕形失真或桶形失真)被认为是可接受的或使用者所需的时,3 个反射器的 HMD 装置还能够产生显著大于 25 度或 40 度的对角 FOV。由此,对于那些围绕 FOV 的外周的信息无需是文本可读的实施方式而言,3 个反射器的 HMD 能够产生大于 80 度的对角 FOV。

[0054] 确定反射光学表面的几何形状

[0055] 每个反射光学表面的几何形状通过使用高端光学设计软件(诸如由 Optical Research Associates 编写的 CODE-V、由 ZEMAX Development Corporation 编写的 ZEMAX 或由 Sinclair Optics, Inc. 编写的 OSL)来确定,从而基于 HMD 系统开发者选择的独立设计输入变量的大列表以及由 HMD 系统开发者为其设定的输入值来限定反射光学表面的形状。光学系统设计领域的技术人员应熟悉每个上述软件包。

[0056] 每个反射镜的形状以及限定每个反射镜的形状的相关算法通过软件输出并基于系统开发者选择的多个输入变量及为其设定的值来确定。这些变量是基于所需的整体系统或具体设计要求而选择的具体设计参数。软件操作员必须独立地选择设计输入变量及其相关的值,并将它们输入光学设计软件,随后运行计算机分析,计算机分析将输出几何形状和限定这些形状的相关算法。在运行计算机分析之前,在设计变量的长列表中其值需要被确定且输入软件的变量如下:在整体主要基于反射的系统中所需的单独的反射光学表面和 / 或折射元件的数量;每个反射光学表面是否是凹形、凸形、平的、一些独特的替换几何形状或其组合;与最终反射光学表面相关的所需的良视距范围;所需的眼盒(eyebox)的尺寸;整个反射系统所需的 FOV 角度;可由 HMD 装置使用者观察的可接受或所需的可视内容失真(诸如枕形失真或桶形失真)的量;所需的整个系统包(即包封套)的尺寸;所需的现存视角;是否需要混合现实视图;投射的光波将从可视源 20 进入系统的方式以及该光波从最终光学表面 36 离开系统的所需方式;以及是否需要整体系统高于眼睛、低于眼睛或位于眼睛系统侧面。该列表并不是详尽的变量列表,仅被设置为可能的系统设计选择输入变量的范例。还存在影响软件分析输出以及任何得到的限定每个反射光学表面形状的数学算法的其它设计变量。输入到软件中的变量仅取决于 HMD 装置的整体系统设计需求。

[0057] 为了对上文引用的上述设计变量进行进一步地说明和限定,提供了以下描述。良视距为从使用者眼睛的瞳孔至最终反射光学表面的中心点之间的距离。眼盒为虚拟区域,来自最终反射光学表面的近似平行光束可经过该虚拟区域进入使用者的眼睛。眼盒常为圆形区域,该圆形区域由至少与(或不显著大于)使用者眼睛的瞳孔一样大的直径限定。例如,

如果在平均照明情况下,常规使用者具有直径为 2 毫米的瞳孔,则需要选择直径为 10 毫米的眼盒尺寸。这将允许使用者将其眼睛的瞳孔在眼盒中向上、向下、向左或向右移动并且不会看不到从最终反射光学表面反射出且通过较大的 10mm 眼盒的可视内容。如上所述,FOV 指的是掠角范围(swept angle extent)(常为对角角度),在该角度下使用者能看见从最终反射光学表面反射的可观察的内容。整体系统包或“包封套”的尺寸指的是整体 HMD 装置(包括所有光学壳体)的外部尺寸。最后,现有的视角指的是在混合现实视图中,当使用者佩戴 HMD 装置时能透过 HMD 装置观看外部世界的总体可允许的视角。

[0058] 一旦系统设计者选择了变量并确定了其期望值,则设计者启动光学设计软件的分析部分以运行计算机设计分析,从而确定每个反射光学表面的整体几何形状及其相对于彼此以及相对于使用者眼睛的相关位置。当分析完成时,软件输出对每个几何表面的形状进行限定的复杂算法。如果改变或更改了大量输入变量中的一个,即使只是稍作更改,则每个反射光学表面的几何形状、其相对位置以及所得到的限定几何表面的数学算法都会完全改变。因此,仅有一个特定的通用等式用于限定每个表面的几何形状,该通用等式基于所选的输入变量组的具体值。因此,在此如此多的输入变量以及这些变量的相应值的情况下,毫不夸张地讲,存在无限多个可能的反射光学表面几何形状和限定这些几何形状的相关算法,其都基于所选择的独立输入变量及其选定的值的具体组合。

[0059] HMD 装置的操作

[0060] 参照图 1,在操作过程中,5 个反射器 HMD 装置 5 的优选实施方式如下文所述地工作。HMD 装置使用者将 HMD 装置 5 的框架 10 和所附接的光学壳体 15 放置在其头部上(如戴一副眼镜)。光学壳体 15 被定位成使次级视觉壳体 45 位于使用者眼睛前方,前防尘盖 46 和外防尘盖 47 位于使用者的直接视线中。使用者首先透过透明的前防尘盖 46、然后透过透明的外防尘盖 47 观看他的周围环境。如果使用者不是自然地具有至少 20/20 视力,并且通常需要一些类型的处方镜片校正来实现 20/20 视力,那么处方镜片可在前防尘盖 46 与使用者眼睛之间附接至次级视觉壳体 45 的前防尘盖 46。

[0061] 向发光可视源 20 以及与外防尘盖 47 连通的可变的半透明层 50 供电。可视输入信号被发送至发光可视源 20 的源输入。发光可视源 20 接受可视输入信号并将其转换成待投射的可视内容。参照 5 个反射器的 HMD 装置的图 3A 和图 7(参见 3 个反射器的 HMD 装置的图 6 和图 8),显示在发光可视源 20 上的可视内容被从该处投射至凹形的第一发射光学表面 31。然后,凹形的第一发射光学表面 31 将所投射的可视内容反射至凸形的第二反射光学表面 33。然后,凸形的第二反射光学表面 33 将所投射的可视内容反射至凹形的第三反射光学表面 34。然后,凹形的第三发射光学表面 34 将所投射的可视内容反射至凸形的第四反射光学表面 35。第一发射光学表面 31、第二发射光学表面 33、第三发射光学表面 34 和第四发射光学表面 35 中每一个都为基本完全反射的表面。然后,凸形的第四发射光学表面 35 将所投射的可视内容反射至凹形的最终发射光学表面 36,在优选的实施方式中,最终发射光学表面 36 也是透明的外防尘盖 47 的内表面 48。透明的外防尘盖 47 的内表面 48、以及由此最终发射光学表面 36 可以是部分反射镜(如上所述)。然后,凹形的最终发射光学表面 36 将所投射的可视内容通过前防尘盖 46 以及与其附接的任何处方镜片反射至使用者的眼睛,或更具体地,反射至虚拟的眼盒,在该眼盒中可视内容被放大且聚焦。

[0062] 然而,该实施方式的操作的公开不应被理解为对所投射的可视内容从多个反射光

学表面 30 中每一个反射的顺序的限制。换言之,可视内容从反射表面反射的顺序并不限于仅以顺序编号的次序进行反射,每个反射表面仅用于对可视内容进行一次反射。相反地,本领域技术人员应理解,在可选的实施方式中,单个反射光学表面能够在可视内容的投射到达所需的最终目标前,执行对所投射的可视内容的多次反射或对来自所投射的可视容的光通过位于光学路径中的折射透镜元件进行反射。以这种方式,在与本文所公开的 HMD 装置相比需要更多反射表面来实现较大的放大率和基本较大的 FOV 的反射 HMD 装置中,同样的所需放大率和 FOV 可通过使用较少的反射表面来实现,其中,在可视内容到达使用者眼睛之前,反射表面中的一个或多个执行可视内容的多次反射。

[0063] 例如,在使用 7 个反射光学表面来实现特定所需放大率和 FOV 角度的系统中(即可视内容的反射顺序为:反射器 #1、反射器 #2、反射器 #3、反射器 #4、反射器 #5、反射器 #6、反射器 #7),同样的放大率和 FOV 角度可通过仅 5 个反射光学表面来实现,其中,通过使用 5 个反射光学表面之一执行需要三个单独的反射光学表面进行的反射(即所投射的可视内容的反射顺序为:反射器 #1、反射器 #2、反射器 #3、反射器 #1、反射器 #4、反射器 #5、反射器 #1)。

[0064] 继续公开优选的实施方式的操作,如果使用者看到的投射至使用者眼睛的可视内容没有马上就足够明亮或清楚且聚焦,则有几种调节方式,使用者可以使 HMD 装置 5 提高或优化使用者的透视视觉并实现更平衡的混合现实视图。首先,参照图 9A 至图 9C,关于投射的可视内容的亮度,如果使用者感觉可视内容不够亮,则使用者可对可变可调的穿透损失层 50 进行调节以使层 50 变暗或更不透明,进而增加穿过其的外部光的穿透损失以使可视内容的投射变亮。然而,这样做也减少了从周围环境进入使用者眼睛的光的量,并因此使使用者透过混合现实视图中的投射的可视内容观看的真实世界周围环境的视图变暗。相反地,如果使用者的周围环境视图看起来过暗,或简单地不是使用者所需的亮度级别,则使用者可对可调的穿透损失层 50 进行调节使层 50 变亮且更透明。这将降低穿过该层的外部光的穿透损失,并允许来自周围环境的更多的光穿过层 50 到达使用者的眼睛。然而,这样做的结果是在混合现实视图中对使用者而言投射的可视内容变亮或不那么鲜明。

[0065] 其次,参照图 4,关于使用者所看的投射的可视内容的清晰度,如果投射的可视内容没有清晰聚焦,则使用者可对屈光度调节器 25 进行手动调节,以使发光可视源 20 靠近或远离位于初级传输壳体 40 内部的第一反射光学表面 31。这导致对投射的可视内容在使用者眼睛或眼盒内的最终焦点位置进行了相应的调节,因此允许使用者清晰地聚焦可视内容。

[0066] 与主要基于反射的 HMD 装置 5 相关的主要优点之一在于,如本文所公开的,因为不需要任何重的玻璃或丙烯酸折射透镜以及在装置内安装硬件来实现投射的可视内容的放大和聚焦,对于使用者的佩戴而言 HMD 装置 5 比其它任何可用的 HMD 装置更轻便且舒适。此外,因为反射光学不需要单独且昂贵的折射透镜,所以本文所公开的 HMD 装置的制造成本显著低于当今消费者、商业或军品市场上可用的其它 HMD 装置。这也转化成使最终的 HMD 装置 5 的销售价格显著降低。此外,如本文所公开的主要基于反射的 HMD 装置 5 能够实现大的文本可读 FOV 角度并将 FOV 角度从装置的一个实施方式增加至装置的另一实施方式而不显著增加 HMD 装置 5 的成本或重量。最后,本文所公开的 HMD 装置的另一优点在于,因为主要基于反射的 HMD 装置 5 的光学壳体 15 非常紧凑,所以 HMD 装置 5 是近眼式装置。

[0067] 本领域技术人员可以从前述详细的描述和附图及权利要求中认识到,可对本发明的优选实施方式进行修改和改变而不背离本公开和权利要求的范围。

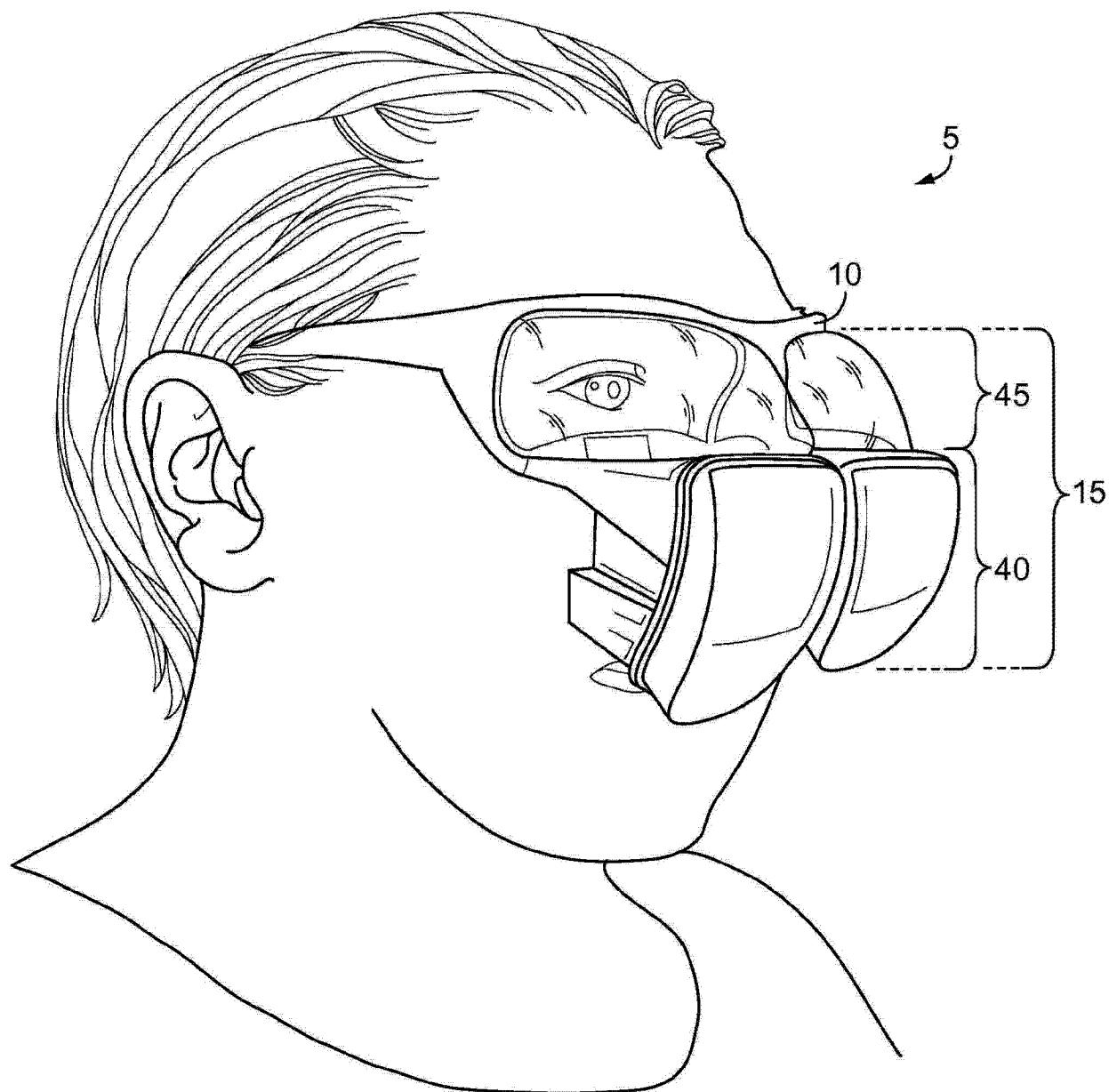


图 1

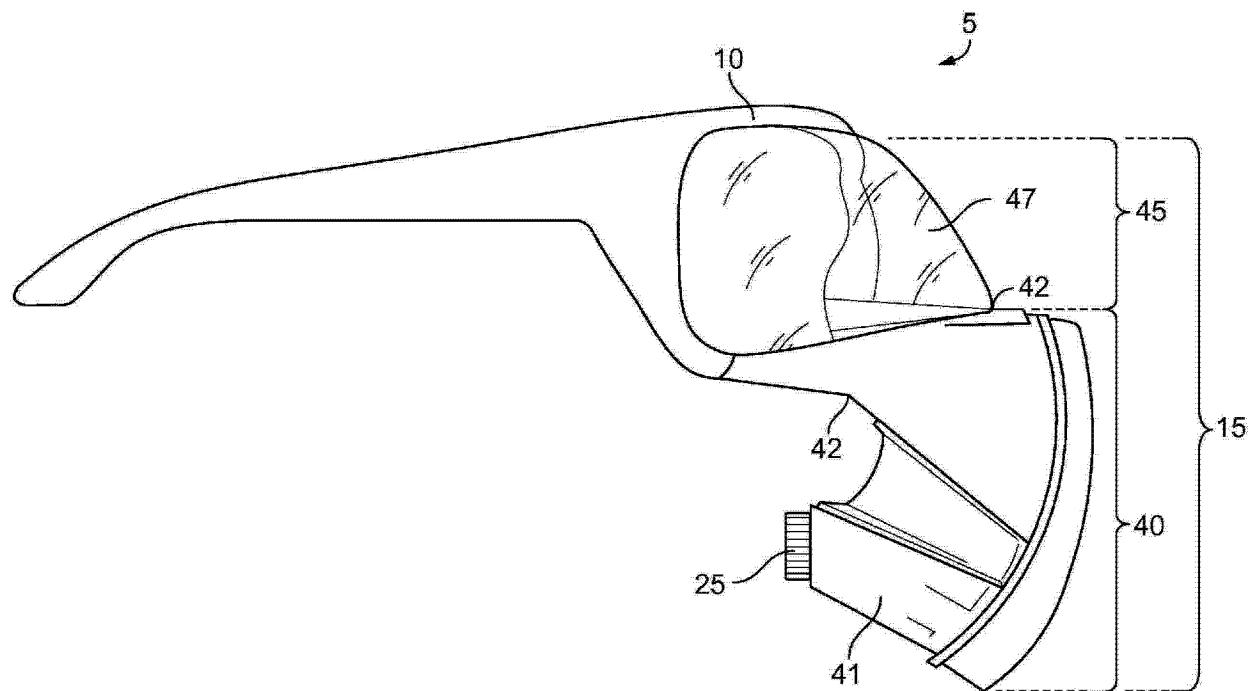


图 2

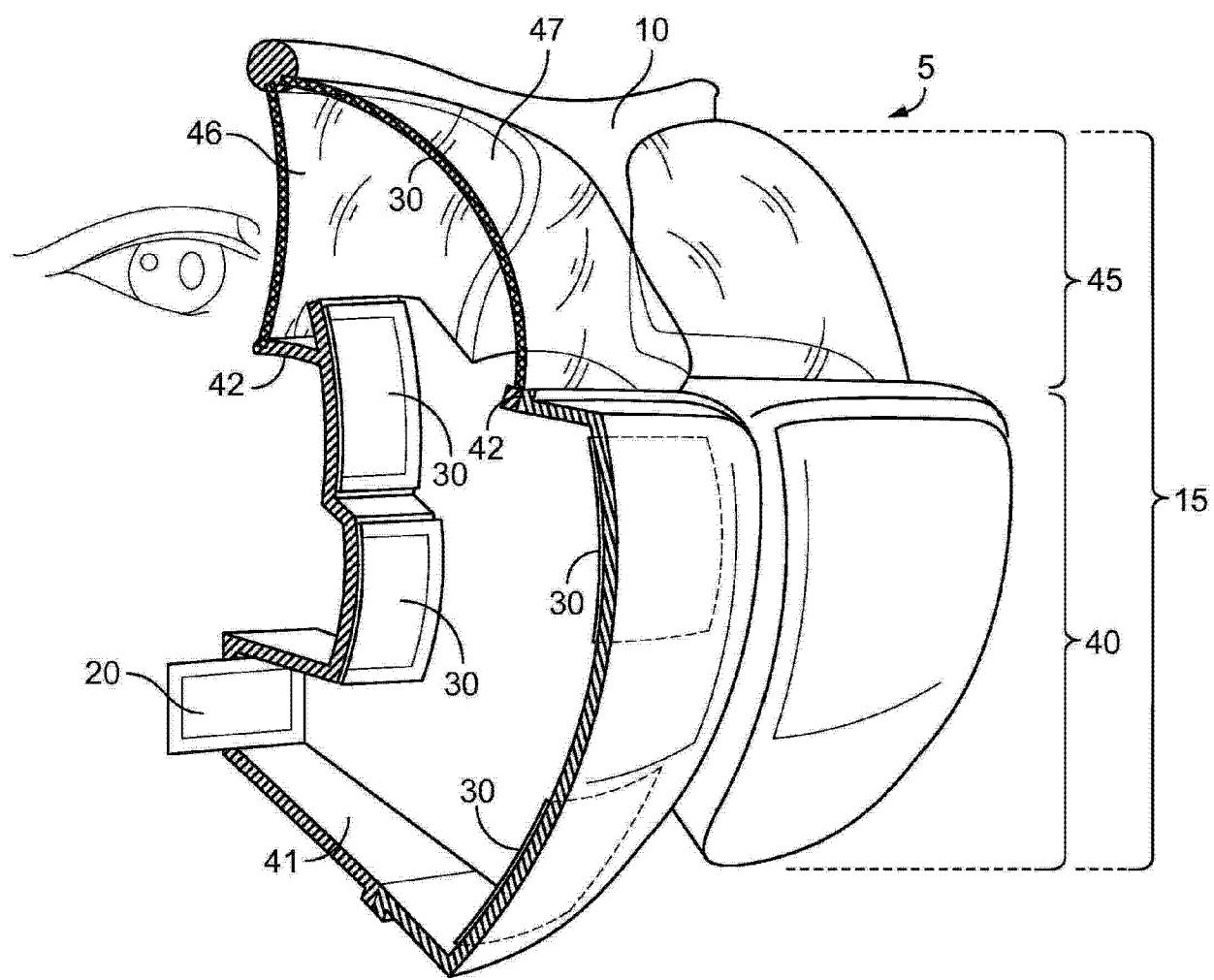


图 3

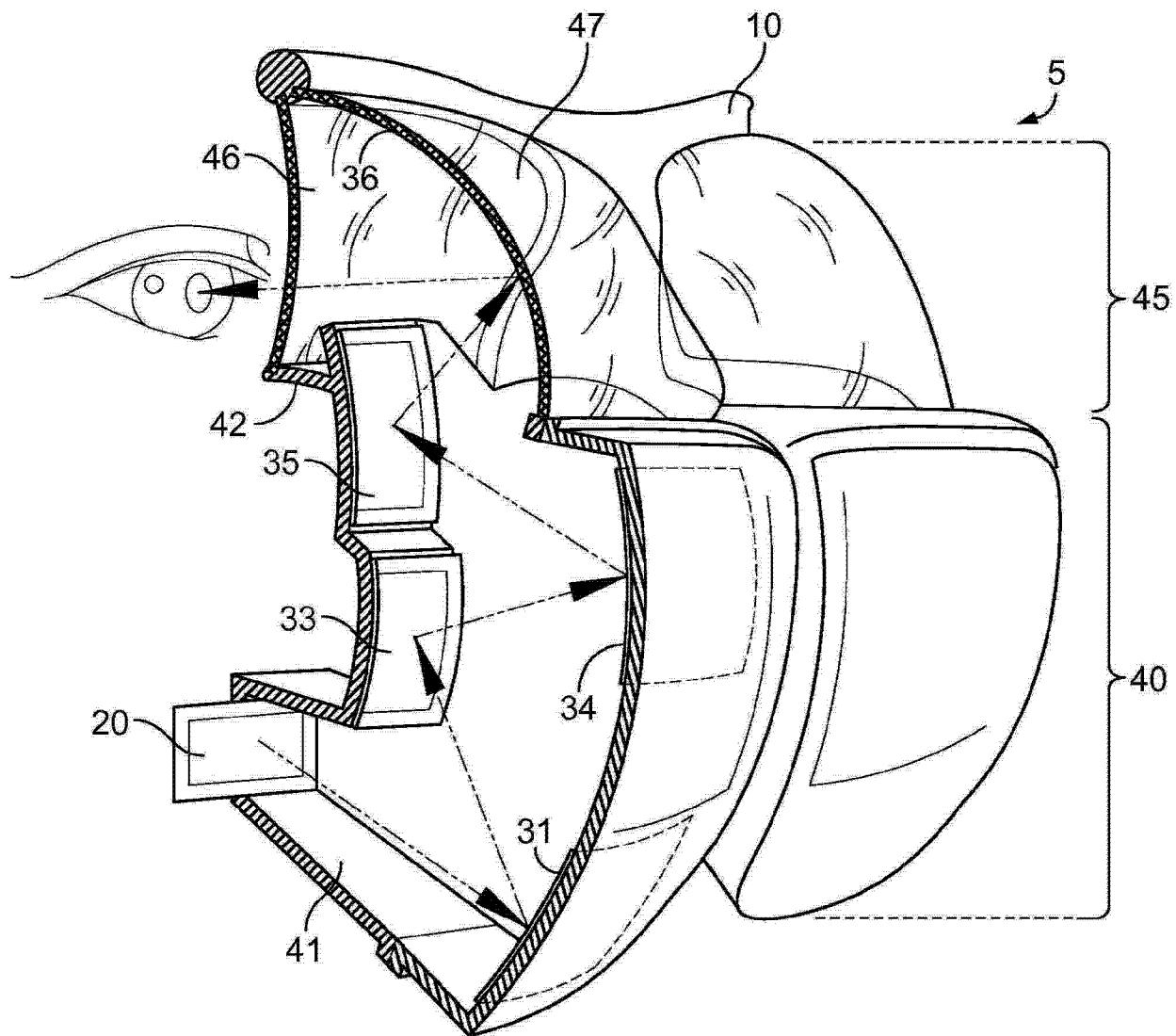


图 3A

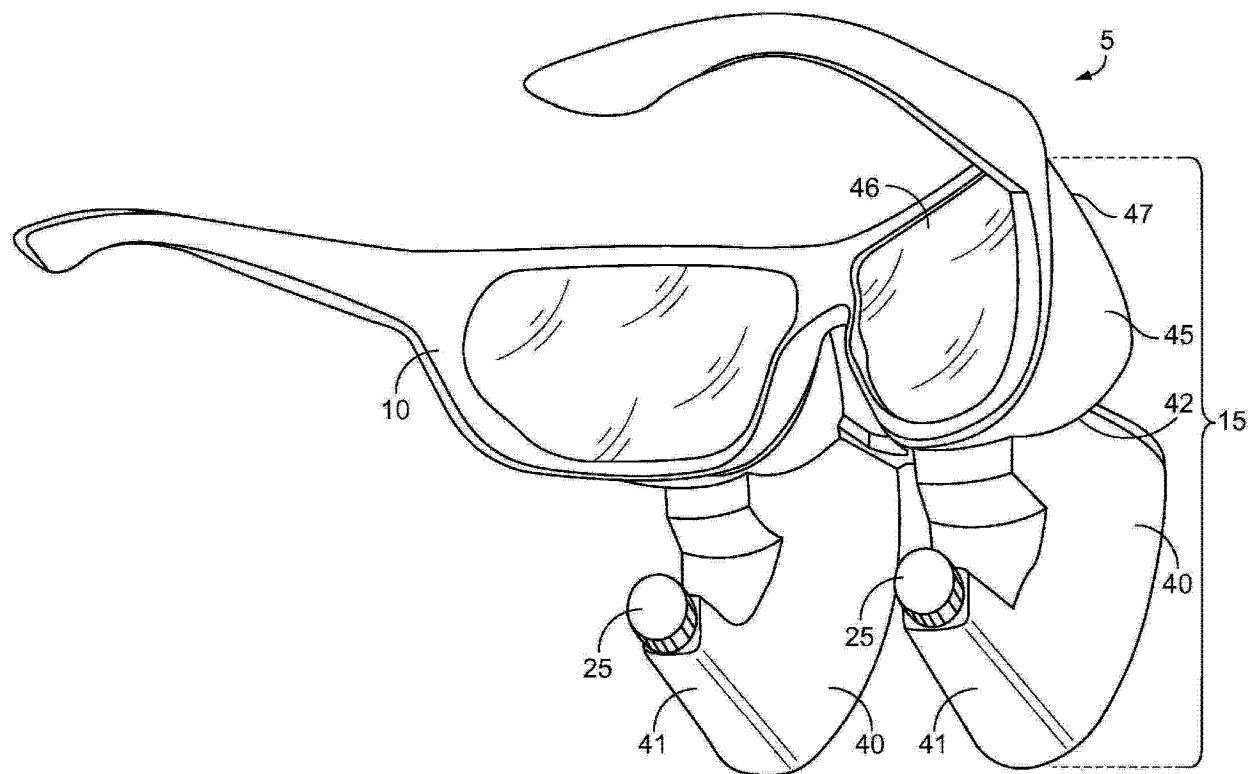


图 4

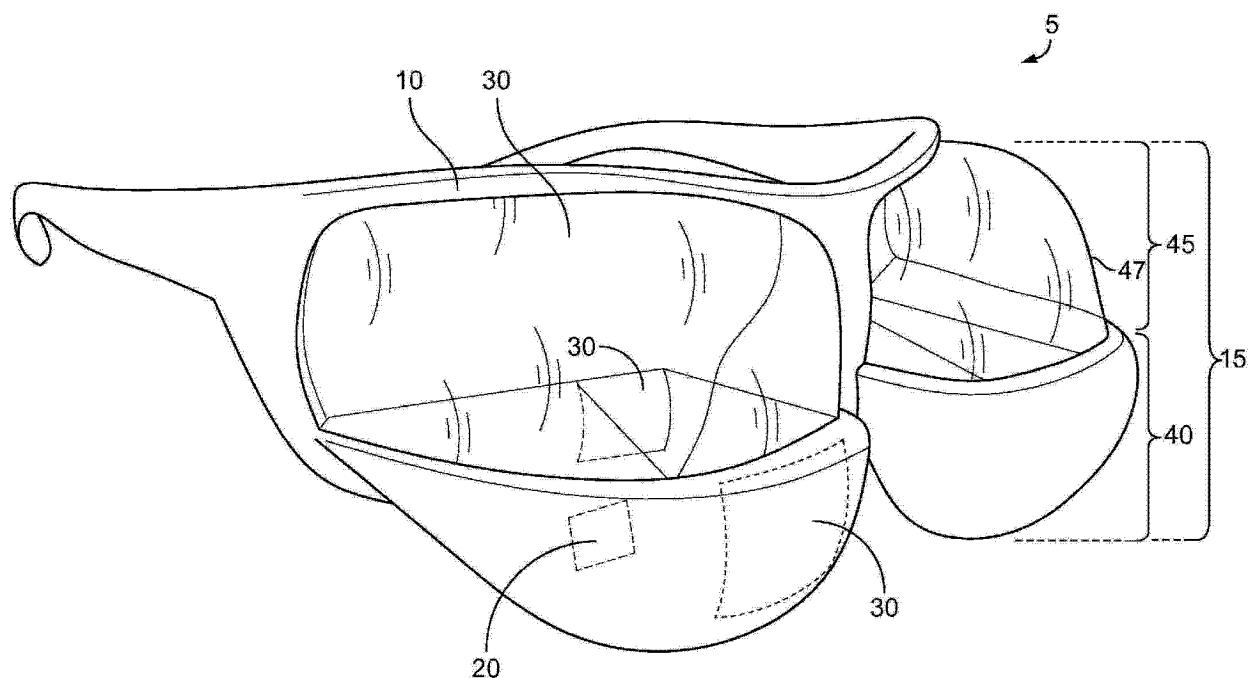


图 5

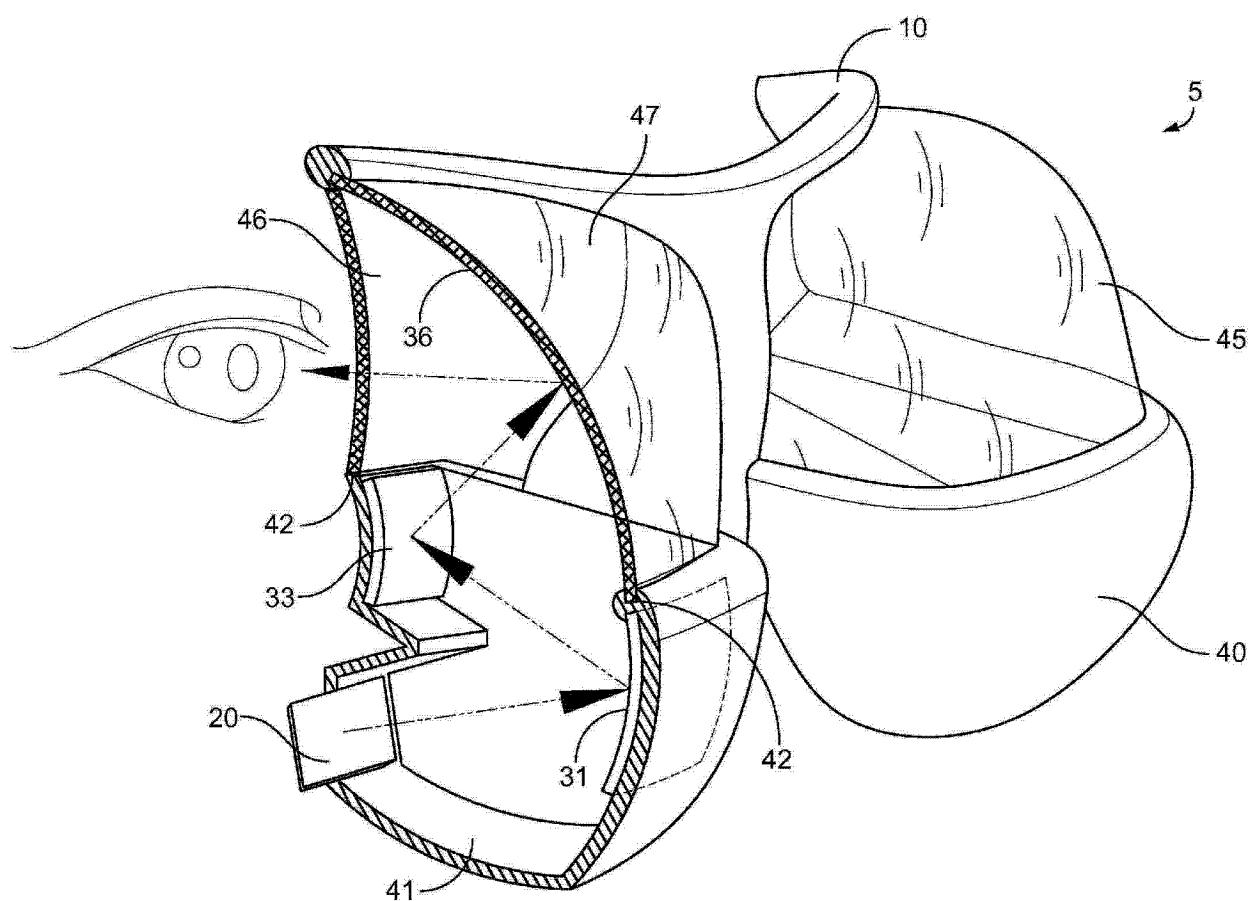


图 6

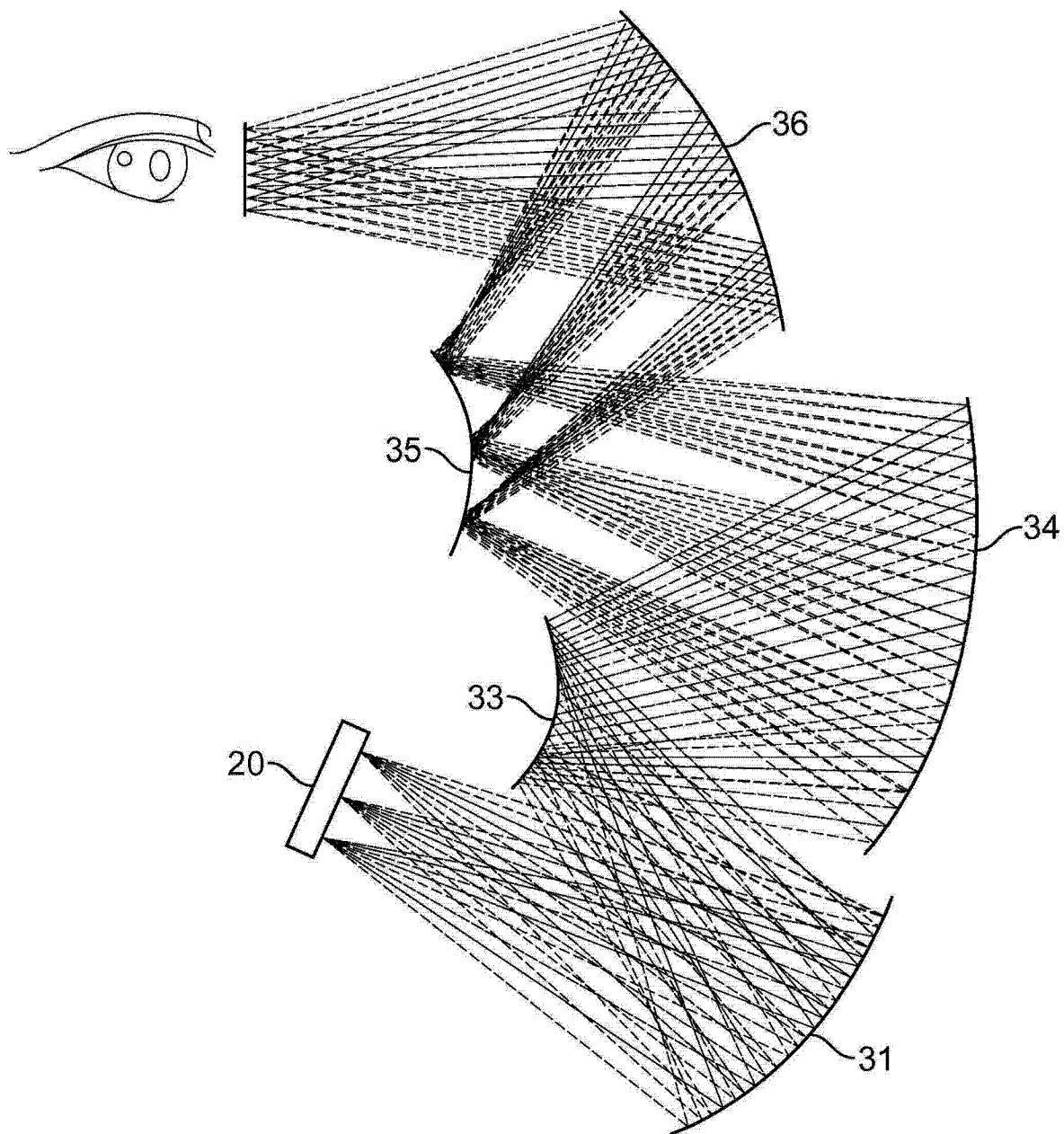


图 7

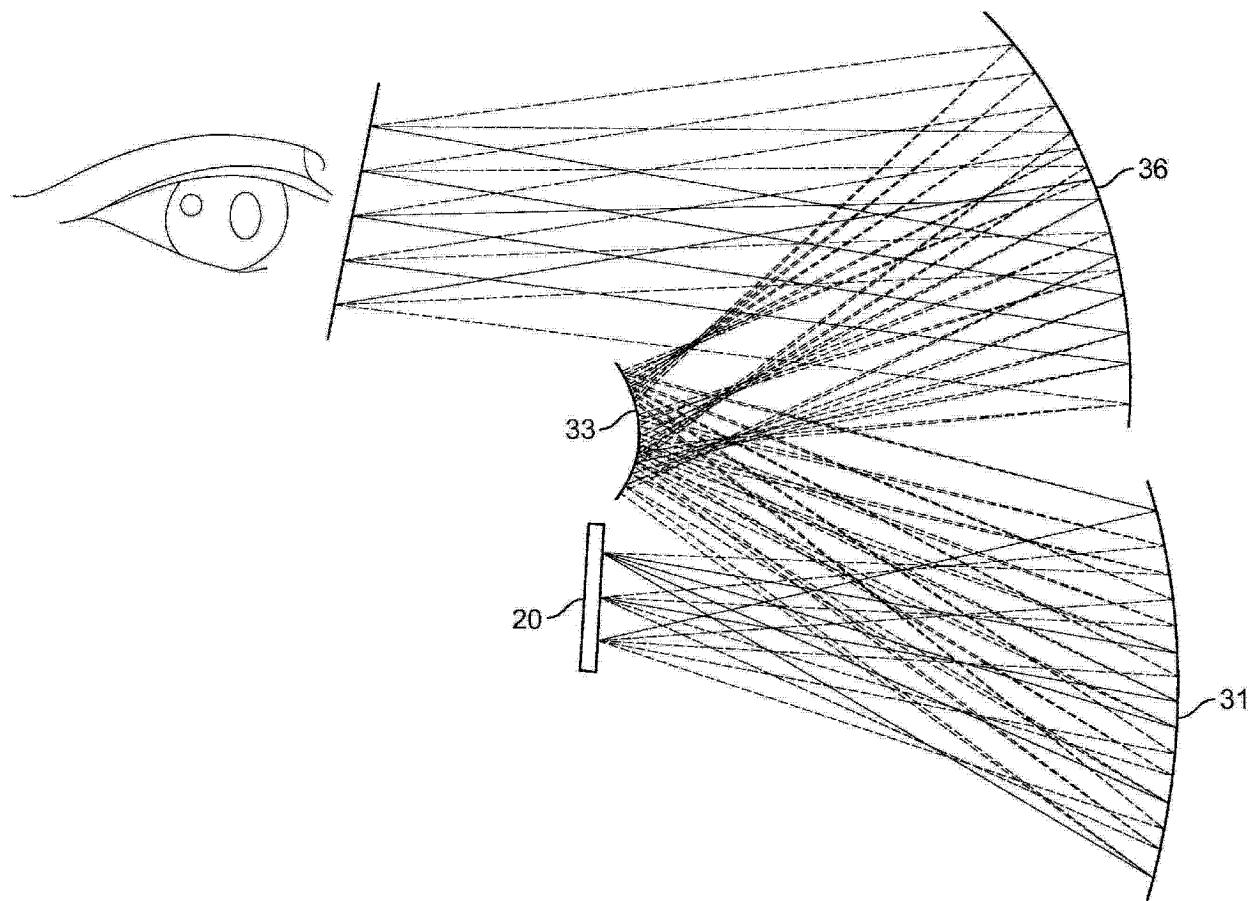


图 8

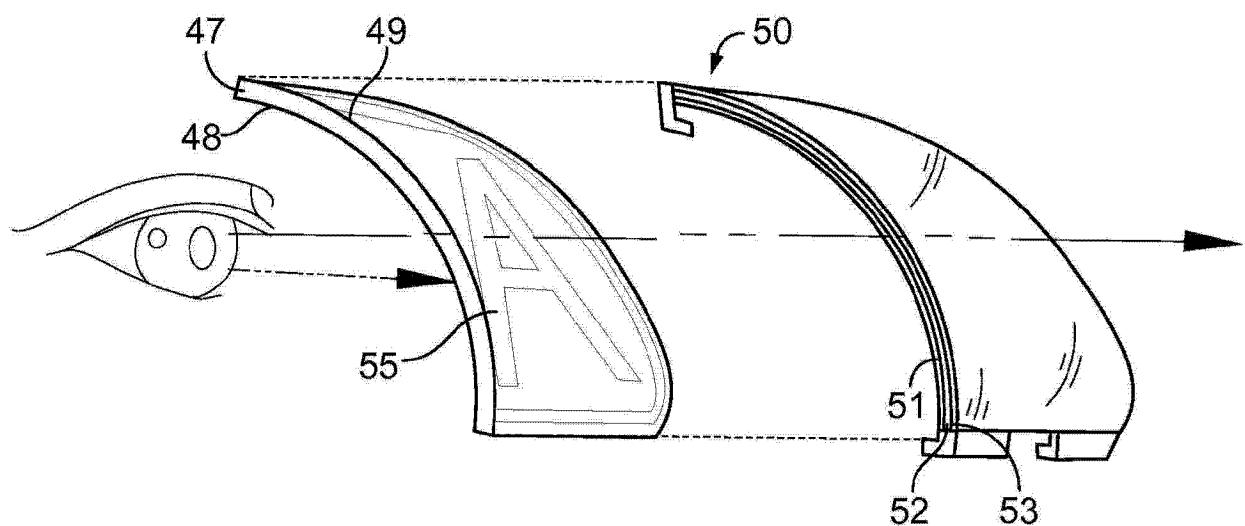


图 9A

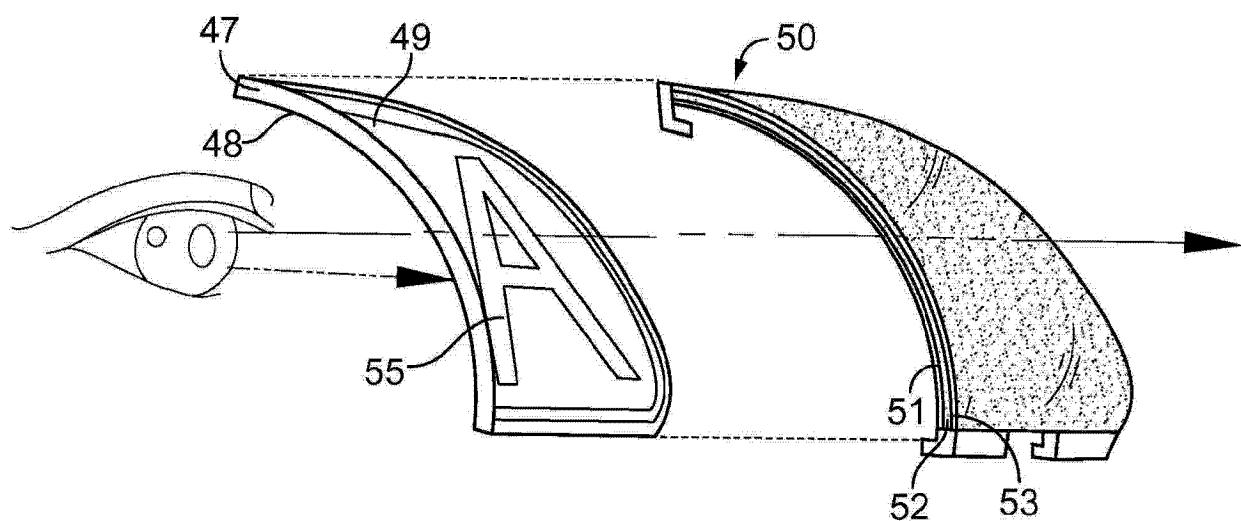


图 9B

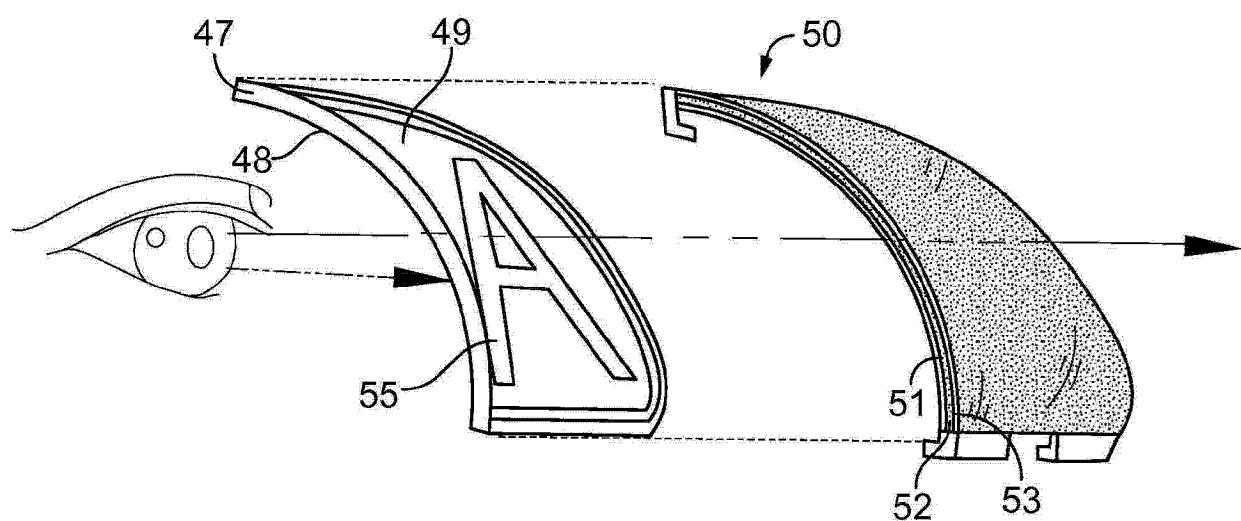


图 9C