



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105917267 B

(45)授权公告日 2018.06.12

(21)申请号 201580002985.4

(72)发明人 施宏艳 杨松龄

(22)申请日 2015.09.13

(51)Int.Cl.

(65)同一申请的已公布的文献号

G02B 27/01(2006.01)

申请公布号 CN 105917267 A

(56)对比文件

(43)申请公布日 2016.08.31

CN 104204904 A, 2014.12.10,

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

US 2012/0162549 A1, 2012.06.28,

2016.06.15

JP 特开2012-194541 A, 2012.10.11,

(86)PCT国际申请的申请数据

CN 104423044 A, 2015.03.18,

PCT/CN2015/089484 2015.09.13

审查员 周梦颖

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/041308 ZH 2017.03.16

(73)专利权人 深圳市柔宇科技有限公司

地址 518052 广东省深圳市南山区科技园

科苑路15号科兴科学园A4-1501

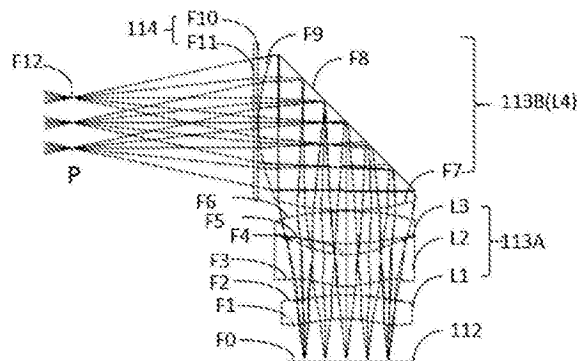
权利要求书3页 说明书8页 附图6页

(54)发明名称

光学模组、光学装置及穿戴式显示装置

(57)摘要

一种光学模组、光学装置及穿戴式显示装置,其中,穿戴式显示装置(10),包括:微型显示模组(112),用于输出显示源;光学模组(113),用于将所述显示源放大并投射至出瞳(P),包括:第一光学模块(113A),包括依序设置的具有正光焦距的第一透镜(L1)、具有负光焦距的第二透镜(L2)及具有正光焦距的第三透镜(L3),以及第二光学模块(113B),包括由第一非球面(F7)、第二非球面(F9)及偏转面(F8)组成的具有正光焦距的第四光学元件(L4),所述偏转面(F8)用于改变第一光学模块(113A)的光路方向至出瞳(P)方向。上述的光学模组(113)采用有限的光学元件实现高质量的显示图像。



1. 一种穿戴式显示装置,其特征在于,包括:
微型显示模组,用于输出显示源;
光学模组,用于将所述显示源放大并经出瞳投射至用户眼睛,包括:
第一光学模块,包括依序设置的具有正光焦度的第一透镜、具有负光焦度的第二透镜及具有正光焦度的第三透镜,以及
第二光学模块,包括由第一非球面、第二非球面及偏转面组成的具有正光焦度的第四光学元件,所述偏转面用于改变第一光学模块的光路方向至出瞳方向;
所述光学模组具有焦距 f ,第一透镜具有焦距 f_1 ,第二透镜具有焦距 f_2 ,第三透镜具有焦距 f_3 ,其中,
 $2f < f_1 < 12f$,
 $-1.1f < f_2 \leq -0.4f$,
 $0.4f < f_3 < 4.5f$.
2. 如权利要求1所述的穿戴式显示装置,其特征在于,所述第一透镜靠近所述显示源,所述第二透镜、第三透镜及第四光学元件于远离所述显示源的方向依序设置于第一透镜之后。
3. 如权利要求1所述的穿戴式显示装置,其特征在于,所述第一光学模块包括至少三个非球面。
4. 如权利要求1所述的穿戴式显示装置,其特征在于,所述第四光学元件的第一非球面朝向所述第三透镜,所述第四光学元件的第二非球面朝向所述出瞳。
5. 如权利要求1所述的穿戴式显示装置,其特征在于,所述第二透镜的色散系数小于所述第三透镜和第四光学元件的色散系数,用于消除横向色差。
6. 如权利要求1所述的穿戴式显示装置,其特征在于,所述第四光学元件为一体成型的由第一非球面、第二非球面及偏转面构成的棱镜。
7. 如权利要求1所述的穿戴式显示装置,其特征在于,所述第四光学元件由具有第一非球面的透镜、具有第二非球面的透镜及具有偏转面的反射镜组成。
8. 如权利要求1所述的穿戴式显示装置,其特征在于,所述偏转面的偏转角度范围为75度至105度。
9. 如权利要求1所述的穿戴式显示装置,其特征在于,所述偏转面的偏转角度为90度。
10. 如权利要求1所述的穿戴式显示装置,其特征在于,所述偏转面提供单次反射。
11. 如权利要求1所述的穿戴式显示装置,其特征在于,所述光学模组定义一个光轴,所述第一透镜、第二透镜、第三透镜及第四光学元件分别具有多个光学表面、及分别具有一个光学中心,其中,所述多个光学表面具有旋转对称性,所述光学中心共轴,且与所述光轴一致。
12. 如权利要求1所述的穿戴式显示装置,其特征在于,所述第四光学元件具有焦距 f_4 ,其中,
 $0.7f < f_4 < 1.5f$.
13. 如权利要求1所述的穿戴式显示装置,其特征在于,所述显示源通过所述光学模组投射至出瞳的光路距离 L 包括:显示源通过第一光学模块投射至所述偏转面的距离 L_1 及所述偏转面投射至出瞳的距离 L_2 ,其中,

$$0.8f < L_1 < 1.6f$$

$$0.6f < L_2 < 1.8f$$

$$1.2f < L < 3.4f。$$

14. 如权利要求1所述的穿戴式显示装置,其特征在于,所述光学模组具有视场角 ω ,其中, $\omega < 40$ 。

15. 如权利要求1所述的穿戴式显示装置,其特征在于,所述第二光学模块的出光侧设置有保护镜片。

16. 如权利要求1所述的穿戴式显示装置,其特征在于,所述微型显示模组包括两个微型显示器,所述穿戴式显示装置包括两组所述光学模组,分别对两个微型显示器的显示源进行放大及像差校正。

17. 如权利要求16所述的穿戴式显示装置,其特征在于,两组所述光学模组沿一个中心轴对称,并各光学模组的光线出射方向分别与该中心轴具有一夹角。

18. 如权利要求17所述的穿戴式显示装置,其特征在于,所述夹角的范围为0至9度。

19. 一种光学装置,其特征在于,包括光学模组,所述光学模组具有:

第一光学模块,包括依序设置的具有正光焦度的第一透镜、具有负光焦度的第二透镜及具有正光焦度的第三透镜,以及

第二光学模块,包括由第一非球面、第二非球面及偏转面组成的具有正光焦度的第四光学元件,所述偏转面用于改变第一光学模块的光路方向至出瞳方向;

所述光学模组具有焦距 f ,第一透镜具有焦距 f_1 ,第二透镜具有焦距 f_2 ,第三透镜具有焦距 f_3 ,其中,

$$2f < f_1 < 12f,$$

$$-1.1f < f_2 \leq -0.4f,$$

$$0.4f < f_3 < 4.5f。$$

20. 如权利要求19所述的光学装置,其特征在于,所述第一光学模块包括三个或三个以上的非球面。

21. 如权利要求19所述的光学装置,其特征在于,包括两组所述光学模组,以及具有用于固定该两组光学模组的承载侧的第一基座,该两组光学模组沿该承载侧的中心轴对称设置。

22. 如权利要求21所述的光学装置,其特征在于,所述两组光学模组对应的所述第一透镜、第二透镜、第三透镜及第四光学元件分别沿所述承载侧的两端朝所述中心轴方向依次固定于所述第一基座。

23. 如权利要求22所述的光学装置,其特征在于,所述承载侧包括分别用于固定所述两组光学模组的第一承载侧及第二承载侧,该第一承载侧及第二承载侧分别与垂直于所述中心轴的水平轴线具有一夹角。

24. 如权利要求23所述的光学装置,其特征在于,所述第一基座包括与所述承载侧相对的底侧,且承载侧与底侧之间具有垂直高度,所述第一承载侧及第二承载侧分别靠近与其对应的第四光学元件一端的垂直高度大于分别靠近与其对应的第一透镜一端的高度。

25. 如权利要求21所述的光学装置,其特征在于,包括两组所述光学模组,及分别固定一组所述光学模组的第二基座及第三基座,所述第二基座及第三基座沿一中心轴对称设

置,且第二基座及第三基座分别固定的光学模组的光线出射方向与该中心轴具有一夹角。

26. 如权利要求25所述的光学装置,其特征在于,所述第二基座靠近其对应的所述第四光学元件的一端与第三基座靠近其对应的所述第四光学元件的一端连接,使得所述第一基座与第二基座分别与所述中心轴具有所述夹角。

27. 如权利要求23-26任一项所述的光学装置,所述夹角的范围为0~9度。

28. 一种穿戴式显示设备,其特征在于,包括权利要求21-27任一项所述的光学装置及微型显示模组;

所述微型显示模组用于提供显示源;

所述光学装置包括的光学模组用于将所述显示源放大的虚像投射至出瞳。

光学模组、光学装置及穿戴式显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及光学显示领域,尤其涉及一种适用于近眼显示的光学模组、具有该光学模组的光学装置及具有该光学模组或光学装置的穿戴式显示装置。

背景技术

[0002] 目前,穿戴式显示设备可以分为穿透式及沉浸式,其中,沉浸式穿戴式显示设备偏重于沉浸的视觉体验,包括提供用户私人影院的高品质体验效果、虚拟场景的真实性娱乐体验等,因此,沉浸式不论应用于何种领域,其对于显示质量的要求都会相对较高。

[0003] 现有技术及产品中,为了达到较好的显示质量,如大视场、高分辨率的需求,一种方式是通过增加线视场、减小光学模组的放大倍数,以减小畸变等显示问题,来达到显示质量的相对平衡。但该方式下,显示器的尺寸需相对增加,这会导致穿戴式显示设备显示前端的体积及重量增加,对于用户来说其较低的便携性、以及佩戴时较重的负担都会带来不良的体验感受。另一种方式是采用小尺寸的显示器,为了大视场的需求,则需增加多个透镜来提升显示模组的放大倍数。由于放大倍数越高,畸变问题愈加严重,因此需相应增加功能透镜来修正畸变等问题,导致光学模组相对复杂,同样造成显示前端体积及重量的增加。

[0004] 有鉴于此,需要提供一种相对简化的并且能提供较优显示质量的光学模组。

发明内容

[0005] 本发明的实施方式提供了一种光学模组、光学装置及穿戴式显示装置,以解决上述背景技术存在的问题。

[0006] 本发明提供了一种穿戴式显示装置,包括:

[0007] 微型显示模组,用于输出显示源;

[0008] 光学模组,用于将所述显示源放大并投射至出瞳,包括:

[0009] 第一光学模块,包括依序设置的具有正光焦度的第一透镜、具有负光焦度的第二透镜及具有正光焦度的第三透镜,以及

[0010] 第二光学模块,包括由第一非球面、第二非球面及偏转面组成的具有正光焦度的第四光学元件,所述偏转面用于改变第一光学模块的光路方向至出瞳方向。

[0011] 本发明还提供了一种光学装置,包括光学模组,该光学模组具有:

[0012] 第一光学模块,包括依序设置的具有正光焦度的第一透镜、具有负光焦度的第二透镜及具有正光焦度的第三透镜,以及

[0013] 第二光学模块,包括由第一非球面、第二非球面及偏转面组成的具有正光焦度的第四光学元件,所述偏转面用于改变第一光学模块的光路方向至出瞳方向。

[0014] 本发明还提供了一种穿戴式显示装置,包括上述任一项所述的光学装置及微型显示模组;

[0015] 所述微型显示模组用于提供显示源;

[0016] 所述光学装置包括的光学模组用于将所述显示源放大的虚像投射至出瞳。

[0017] 本发明实施例提供的光学模组包括依序设置的具有正光焦度的第一透镜、具有负光焦度的第二透镜及具有正光焦度的第三透镜,以及由第一非球面、第二非球面及偏转面组成的具有正光焦度的第四光学元件,通过偏转面改变第一光学模块的光路方向至出瞳方向。第一光学模块与具有第一、第二非球面的第二光学模块搭配以修正像差,采用有限的光学元件实现高质量的显示图像。

附图说明

[0018] 下列附图用于结合具体实施方式详细说明本发明的各个实施方式。应当理解,附图中示意出的各元件并不代表实际的大小及比例关系,仅是为了清楚说明而示意出来的示意图,不应理解成对本发明的限制。

[0019] 图1为本发明实施例提供的一种穿戴式显示装置的示意图。

[0020] 图2为本发明实施例提供的一种光学模组的示意图。

[0021] 图3为图2一种实施数据下的MTF曲线图。

[0022] 图4为图2一种实施数据下的像散和场曲曲线图。

[0023] 图5为图2一种实施数据下的畸变曲线图。

[0024] 图6为本发明实施例提供的光学原理示意图。

[0025] 图7为本发明实施例提供的一种光学装置的示意图。

[0026] 图8为本发明又一实施例提供的一种光学装置的示意图。

[0027] 图9为图8剖视的原理示意图。

具体实施方式

[0028] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合多个实施方式及附图,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施方式仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0029] 图1为本发明第一实施例提供的一种穿戴式显示装置10,为了便于理解本发明原理,该实施例提供一种穿戴式显示装置的示例性结构结合阐述,但本发明并不限于该示例性结构。结合图1、图2、图6所示,该穿戴式显示装置10包括显示装置11,以及显示装置11两端分别延伸连接的耳机装置12,从而用户佩戴时,显示装置11置于用户双眼前,提供近眼显示,耳机装置12佩戴于用户的双耳,提供音频输出。显示装置11包括设置于朝向用户的内侧的两个视窗(未示出),以及置于其内的微型显示模组112及光学模组113,其中,微型显示模组112用于输出显示源,光学模组113用于将显示源放大并投射至出瞳。该实施例中,微型显示模组112包括两个微型显示器112A、112B,该微型显示器可以为OLED(Organic Light-Emitting Diode,有机发光二极管)显示器,也可以为LCD(Liquid Crystal Display,液晶显示)显示器,本发明并不限定微型显示器的类型。相应的,该穿戴式显示装置10包括两组光学模组113,从而两组光学模组113分别将与其对应的微型显示器112A、112B提供的显示源光线通过对应的视窗投射至用户的双眼,即投射至出瞳P,进而使用户看到放大的虚像。

[0030] 再结合图2提供的光学模组113及微型显示模组的原理图,光学模组113包括第一光学模块113A以及第二光学模块113B。第一光学模块113A包括依序设置的具有正光焦度的第一透镜L1、具有负光焦度的第二透镜L2及具有正光焦度的第三透镜L3。第二光学模块

113B包括具有第一非球面F7、第二非球面F9及偏转面F8的第四光学元件L4,其中偏转面F8用于改变第一光学模块113A的光路方向至出瞳方向。

[0031] 本发明中第四光学元件L4包括但不限于一体成型的第一非球面F7、第二非球面F9及偏转面F8构成的棱镜,或者具有第一非球面F7的透镜、具有第二非球面F9的透镜及具有偏转面F8的反射镜组成。本领域技术人员根据该原理,可以在不付出创造性劳动下灵活变换第四光学元件的具体形式,该变换仍属于本发明的保护范畴。

[0032] 该实施例中,每组光学模组113的第一透镜L1设置于靠近显示源的位置,第二透镜L2、第三透镜L3及第四光学元件L4于远离显示源的方向依序设置于第一透镜L1之后。具体的,结合图6所示,两组光学模组113及其分别对应的第一微型显示器112A、112B的设置呈轴对称性,该例中,微型显示器112A、112B提供显示源的一侧相对设置,定义出微型显示器112A、112B之间的中心轴X,每组光学模组113的第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3及第四光学元件L4依次设置于微型显示器112A或112B与中心轴X之间。其中第四光学元件L4的第一非球面F7朝向第三透镜L3,第二非球面F9朝向出瞳P。其中,第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3及第四光学元件L4分别具有一个光学中心,各光学中心共轴,且与光学模组113的光轴一致。第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3分别具有多个光学表面(Surface),且多个光学表面均具有旋转对称性。具体的,第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3沿靠近显示源朝向中心轴X的方向分别包括光学表面F1及F2、F3及F4、F5及F6,较佳的,该光学表面均为非球面(aspheric)。

[0033] 该实施例提供的第一光学模块113A的组合,可以用于校正球差,像散,场曲,畸变。可以理解的是,其他实施方式中,光学表面F1、F2、F3、F4、F5、F6中至少有三个光学表面为非球面时,即可以实现第一光学模块113A在有限的透镜组合下,可以与第二光学模块113B互相补偿校正像差。

[0034] 作为较优实施方式,第二光学模块113B的出光侧设置有保护镜片114,用以保护光学模组113的镜片。该保护镜片114可以采用任何可见光透过率高的光学材料,表面镀防指纹以及防划伤硬膜。具体的,该保护镜片具有朝向第二非球面F9的光学表面F10,及朝向出瞳P的光学表面F11。

[0035] 较优的,第二透镜L2的色散系数小于第四光学元件L4和第三透镜L3的色散系数,且差别较大,可以用于消除横向色差。

[0036] 根据非球面的表达公式:

[0037]
$$Z(s) = \frac{Cs^2}{1 + \sqrt{1 - C + 2kCs^2}} + A_4s^4 + A_6s^6 + A_8s^8 + \dots$$
 —公式 1

[0038] 其中,Z:旋转对称轴,s:径向距离,C:弧度(曲率半径的倒数),k:曲面常数(K=0球面;k>-1椭圆面;K=-1抛物面;k<-1双曲面),A4、A6、A8:高次非球面系数。

[0039] 结合上述光学模组的设置,设定光学模组113具有焦距f,第一透镜具有焦距f1,第二透镜具有焦距f2,第三透镜具有焦距f3,第四光学元件具有焦距f4,则其之间的关系满足:2f<f1<12f,-1.1f<f2≤-0.4f,0.4f<f3<4.5f,0.7f<f4<1.5f。

[0040] 设定显示源通过光学模组113投射至出瞳P的光路距离为L,该光路距离L包括:显示源通过第一光学模块113A投射至偏转面F8的第一距离L1及偏转面F8投射至出瞳P的第二距离L2,其中,光路距离L、第一距离L1、第二距离L2满足:0.8f<L1<1.6f,0.6f<L2<1.8f,

1.2f<L<3.4f。

[0041] 基于对穿戴式显示装置便携性、轻便性的需求,用于容置光学模组的空间则需要相对缩减,而根据本发明上述实施例提供的光学模组113的设置原理,可以在有限容置空间内并保证显示质量的前提下,提供高达40度的视场角。作为一种大视场角及高分辨率的较佳实施方式,该光学模组113的视场角为30度时,如图3-图5提供的调制传递函数(Modulation Transfer Function,MTF)曲线图、像散和场曲曲线图及畸变曲线图所示,全视场在65线对/毫米(lp/mm)处时可以达到0.6以上。需要说明的是,本领域技术人员可以依据上述光学模组的设置原理,根据产品定位,即所需的视场角、所需的分辨率进行灵活设置而达到产品最优效果。

[0042] 以下结合两组实施数据加以阐述,其中,表1为第一实施数据提供的显示源F0、出瞳F12以及各光学元件的光学数据,包括各光学表面(Surface)的类型(Surface Type),半径(Raduis),光学表面轴上间距(Thickness),材质(Material),其中材质包括折射率(n_d)及色散系数(v_d),表2为表1相关的非球面的相关参数。

[0043]

Surface	Surface Type	Raduis (mm)	Thickness (mm)	Material	
				n_d	v_d
F0		infinite			
F1	aspheric	-6.46	4.9	1.49	58
F2	aspheric	-6.703	2.28		
F3	aspheric	4.409	0.1	1.64	23
F4	aspheric	1.912	2.03		
F5	aspheric	4.456	1.123	1.53	55
F6	aspheric	-43.463	4.296		
F7	aspheric	32.521	0.1	1.54	56

[0044]

F8		infinite	8.683	1.54	56
F9	aspheric	-15.249	8.683	1.54	56
F10		infinite	0.1	1.51	64
F11		infinite	0.5		
F12		infinite	18		

[0045]

Surface	K	A2	A4	A6	A8	A10	A12	A14
F1	-22.382380	0.00000	-6.17517E-03	3.59102E-04	-8.11389E-06	7.45363E-08	6.69739E-10	-1.73438E-11
F2	-2.194040	0.00000	-3.76305E-04	3.50307E-05	6.21368E-07	-1.46816E-08	-2.33027E-10	3.60272E-12
F3	-10.222000	0.00000	-2.60700E-04	-1.56000E-05	2.36100E-07	8.77100E-10	-9.76800E-11	-3.79000E-13
F4	-3.083000	0.00000	-3.96200E-04	3.97100E-06	6.34700E-09	-7.79700E-10	9.38500E-12	-1.80200E-14
F5	-7.430000	0.00000	1.94800E-04	-1.56400E-06	-3.16200E-08	3.44600E-10	-2.27600E-12	5.18800E-14
F6	6.901000	0.00000	-2.04900E-04	2.64100E-06	-3.47000E-08	-1.41700E-10	-1.17500E-12	3.82900E-14
F7	5.666000	0.00000	-4.43500E-05	1.92600E-06	-1.61200E-08	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
F9	-1.383000	0.00000	2.77000E-05	-8.21300E-07	5.30900E-09	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0046] 根据表1、表2的数据以及上述公式1可得： $f_1 = 9f$, $f_2 = -0.4f$, $f_3 = 0.41f$, $f_4 = 1.1f$ 。

[0047] 表3为第二实施数据提供的各光学表面(Surface)的光学数据,表4为表3相关的非球面的相关参数。

[0048]

Surface	Surface Type	Raduis (mm)	Thickness (mm)	Material	
				n_d	v_d
F0		infinite			
F1	spheric	-9.057	4	1.49	58
F2	spheric	-6.734	1.437		
F3	aspheric	26.262	0.078	1.64	23
F4	aspheric	4.746	10.17		
F5	aspheric	17.63	2.5	1.53	55
F6	aspheric	-10.14	1.1		
F7	aspheric	27.51	0.5	1.54	56
F8		infinite	8.683	1.54	56
F9	aspheric	-18.296	8.683	1.54	56
F10		infinite	0.1	1.52	64
F11		infinite	0.5		
F12		infinite	18		

[0049]

Surface	K	A2	A4	A6	A8	A10	A12	A14
F3	1.494000	0.00000	2.02700E-04	-8.52600E-06	1.36000E-07	1.02500E-09	-3.17900E-11	1.03000E-13
F4	-2.697000	0.00000	-2.21900E-04	5.26000E-06	3.42400E-09	-1.06100E-09	7.30900E-12	3.52400E-15
F5	-19.847000	0.00000	-1.70300E-03	1.87400E-05	3.74000E-07	-5.82000E-09	-4.23400E-10	6.96900E-12
F6	0.790000	0.00000	-8.51200E-04	2.03900E-06	2.78200E-07	4.21600E-09	-2.35300E-10	-4.94300E-12
F7	-2.539000E+15	0.00000	1.69200E-04	5.94400E-06	-5.15900E-08	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
F9	0.196000	0.00000	1.08200E-04	-1.00700E-06	-1.46700E-09	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0050] 根据表3、表4的数据以及上述公式1、公式2、公式3可得： $f_1 = 2.3f$, $f_2 = -0.58f$, f_3

$=0.64f, f4=1.2f$ 。

[0051] 表5为第三实施数据提供的各光学表面(Surface)的光学数据,表6为表5相关的非球面的相关参数。

[0052]

Surface	Surface Type	Raduis (mm)	Thickness (mm)	Material	
				n_d	v_d
F0		infinite			
F1	spheric	-15.363	4	1.85	23.8
F2	spheric	-13.068	6.11		
F3	aspheric	21.551	0.1	1.92	18.9
F4	aspheric	6.315	6.379		
F5	spheric	-49.886	0.1	1.46	90
F6	aspheric	-22.183	5.215		
F7	aspheric	9.238	0.1	1.50	62
F8		infinite	8.683	1.50	62
F9	aspheric	-14.668	8.683	1.50	62
F10		infinite	0.1	1.52	64
F11		infinite	0.5		
F12		infinite	18		

[0053]

Surface	K	A2	A4	A6	A8	A10	A12	A14
F3	-12.84	0	-0.0002174	-3.375E-06	1.102E-07	-4.184E-10	-3.233E-11	4.337E-13
F4	-2.974000	0.00000	-3.30600E-04	4.11700E-06	8.58700E-09	-6.80600E-10	1.50800E-11	1.91100E-14
F6	-1.47300E+17	0.00000	-8.39600E-05	9.79300E-07	-1.76400E-08	-7.68600E-10	-1.01700E-11	2.48300E-13
F7	-4.139000	0.00000	-6.98000E-05	-6.06000E-08	-1.52500E-08	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
F9	-1.647000	0.00000	5.22600E-05	-1.13900E-07	3.72600E-09	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0054] 根据表5、表6的数据以及上述公式1、公式2、公式3可得: $f1=2.43f, f2=-0.63f, f3=4.3f, f4=0.77f$ 。

[0055] 该实施例中,入射及出射偏转面F8的光线之间的夹角,即偏转面F8的偏转角度为90度,并采用单次反射。但本发明并不限于此,即偏转角度可以根据具体穿戴式显示装置的结构、构造提供的空间而灵活设置,比如在75度至105度皆可。该偏转面的设置,可以使得显示装置内部元件结构更加紧凑,从而使得显示装置的设计可以更加小巧。根据本发明上述光学模组的结构及原理,本领域技术人员可以在不付出创造性劳动下灵活变换,该变换仍属于本发明的保护范畴。

[0056] 较优的,两组光学模组113可以分别与中心轴X形成一定角度,具有一夹角 θ 。如图6所示,此处设定第一光学模块113A的光路方向为第一方向D1,经偏转面F8反射后的光路方向为第二方向D2,则该第二方向D2与中心轴X形成的夹角即为 θ 。在本实施方式中,第二方向

D2即为光学模组113的光线出射方向,即是说,光学模组113的光线出射方向与中心轴X之间的夹角为 θ 。该设置可以有效解决因用户个体差异导致双眼看到的虚像无法重合的问题。较优的,该光学夹角 θ 可采用 0° ~ 9° 的范围。需说明的是,图示所示的角度仅为示例性阐述,并不用于限定具体角度及方向。

[0057] 需要说明的是,穿戴式显示设备10并不限于上述实施例提供的具体结构,穿戴式显示设备可以包括上述任一种实施方式提供的一组光学模组,相应的,微型显示模组包括一个微型显示器,即提供单眼显示的穿戴式显示设备。还可以为包括两组光学模组,微型显示模组包括一个微型显示器,该微型显示器用于提供两组光学模组的显示源,例如可以将微型显示器置于两组光学模组之间,显示源分别投射至两组光学模组的第一光学模块,两组光学模组的第二光学模块分别根据其第一光学模块提供的虚像,改变光路至其对应的出瞳方向。

[0058] 基于上述实施方式对光学模组的原理性阐述,本发明又一实施例提供了一种光学装置20的实施方式,包括两组光学模组213,具体的,每组光学模组213的第一光学模块213A包括依序设置的具有正光焦距的第一透镜L1、具有负光焦距的第二透镜L2及具有正光焦距的第三透镜L3,以及第二光学模块213B,包括由第一非球面F7、第二非球面F9及偏转面F8组成的具有正光焦距的第四光学元件L4,偏转面F8用于改变第一光学模块213A的光路方向至出瞳方向。该实施例中,还包括具有用于固定两组光学模组213的承载侧211的第一基座21,该两组光学模组213沿该承载侧211的中心轴X对称设置。两组光学模组213对应的第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3及第四光学元件L4分别沿承载侧211的两端朝中心轴X方向依次固定于第一基座21。具体的,承载侧211包括分别用于固定两组光学模组213的第一承载侧211a及第二承载侧211b,该第一承载侧211a及第二承载侧211b分别与垂直于中心轴X的水平轴线Y具有夹角 θ 。具体的该夹角 θ 可通过基座结构设计以实现。例如,第一基座211具有与承载侧211相对的底侧212,且承载侧211与底侧212之间具有垂直高度,第一承载侧211a及第二承载侧211b分别靠近与其对应的第四光学元件L4一端的垂直高度 h_1 大于分别靠近与其对应的第一透镜L1一端的高度 h_2 ,使得第一承载侧211a及第二承载侧211b分别与垂直于中心轴X的水平轴线Y具有夹角 θ ,从而该光学装置20通过第一基座21的第一承载侧211a及第二承载侧211b实现了光线出射方向与中心轴X之间光学夹角 θ 。该示例中,底侧212为平行于水平轴线Y的底面,其他实施方式中,第一基座211可以不具有底侧212,或者具有任意形态的底侧212,只要第一承载侧211a及第二承载侧211b分别与水平轴线Y形成具有夹角 θ 的结构即可。

[0059] 可以理解,在其它实施方式中,为了实现光学模组113的光线出射方向与中心轴X之间的夹角为 θ ,也可省略第一基座21,而通过改变偏转面F8的偏转角度来实现。比如,两个第一光学模块113A的两个第一方向D1重叠,偏转面F8的偏转角为 $90^{\circ}-\theta$,此时也可实现光线出射方向与中心轴X之间的夹角为 θ 。

[0060] 作为另一种实施方式,如图8、图9所示,光学装置30包括分别固定一组光学模组213的第二基座32及第三基座33,第二基座32及第三基座33沿一中心轴X对称设置,且第二基座32及第三基座33分别固定的光学模组213的光线出射方向与该中心轴X具有一夹角。具体的,第二基座32及第三基座33分别具有出光视窗34,用以将光学模组213放大显示源的虚像投射至出瞳。第二基座32靠近其对应的第四光学元件L4的一端与第三基座33靠近其对应

的第四光学元件L4的一端连接,使得第二基座32与第三基座33分别与中心轴X具有夹角 θ ,即第二基座32与第三基座33具有夹角 2θ 。其中,第二基座32及第三基座33具有出光视窗34一侧的水平距离 z_2 大于与出光视窗34相对一侧的水平距离 z_1 ,即第二基座32及第三基座33出光一侧的水平距离 z_2 大于与出光一侧相对一侧的水平距离 z_1 。该实施方式中,光学装置30通过第二基座32及第三基座33连接夹角 2θ ,实现了两组光学模组213光线出射方向分别与中心轴X之间的光学夹角 θ 。

[0061] 可以理解的是,本发明提供的穿戴式显示设备,包括提供显示源的微型显示模组,结合上述任一实施方式提供的光学模组,该光学模组实现显示源放大的虚像投射至出瞳。

[0062] 以上所述仅为本发明的较佳实施方式而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

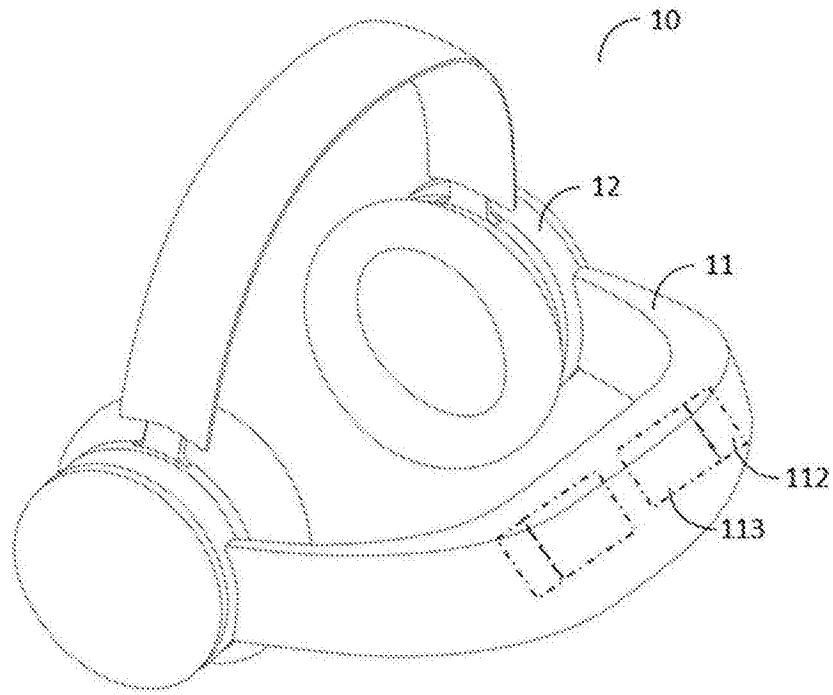


图1

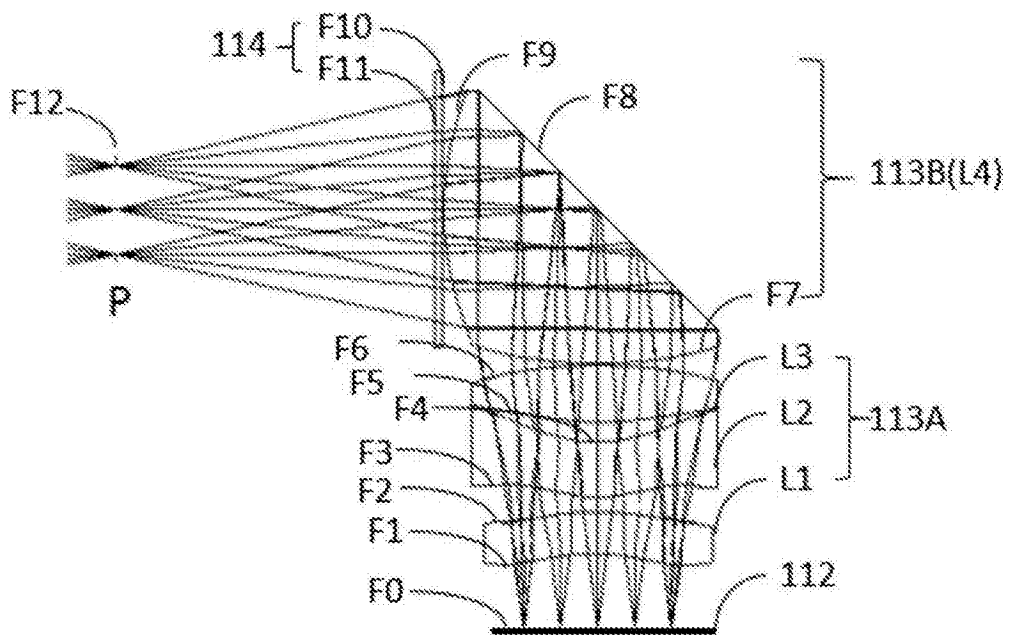


图2

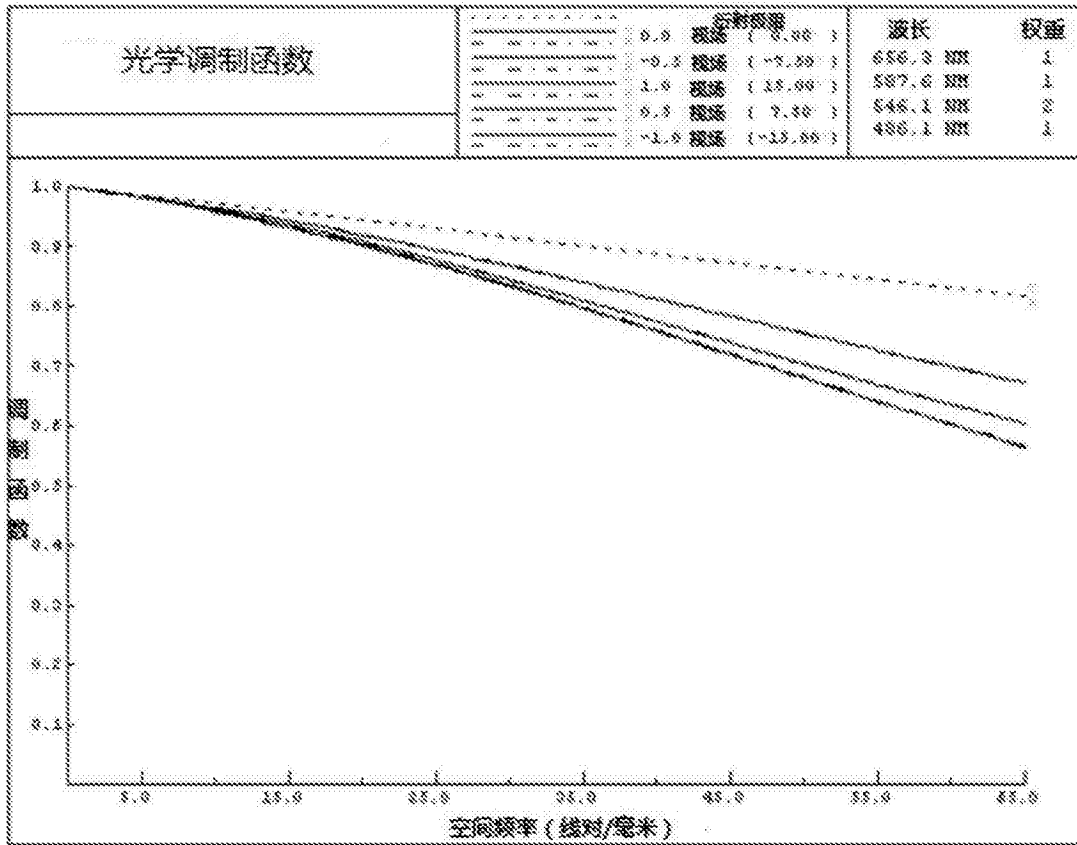


图3

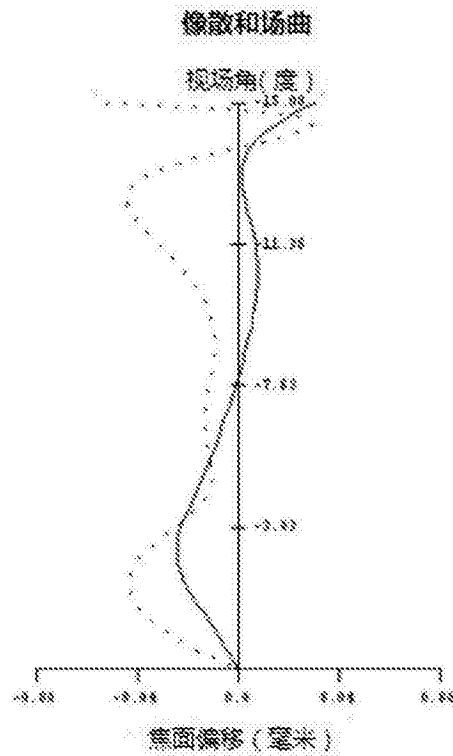


图4

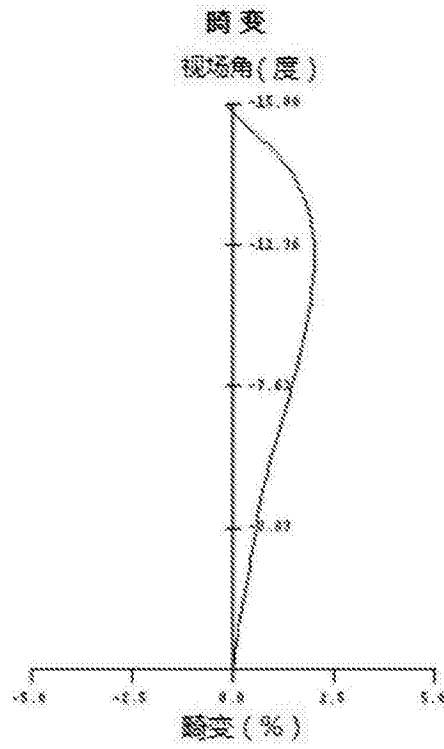


图5

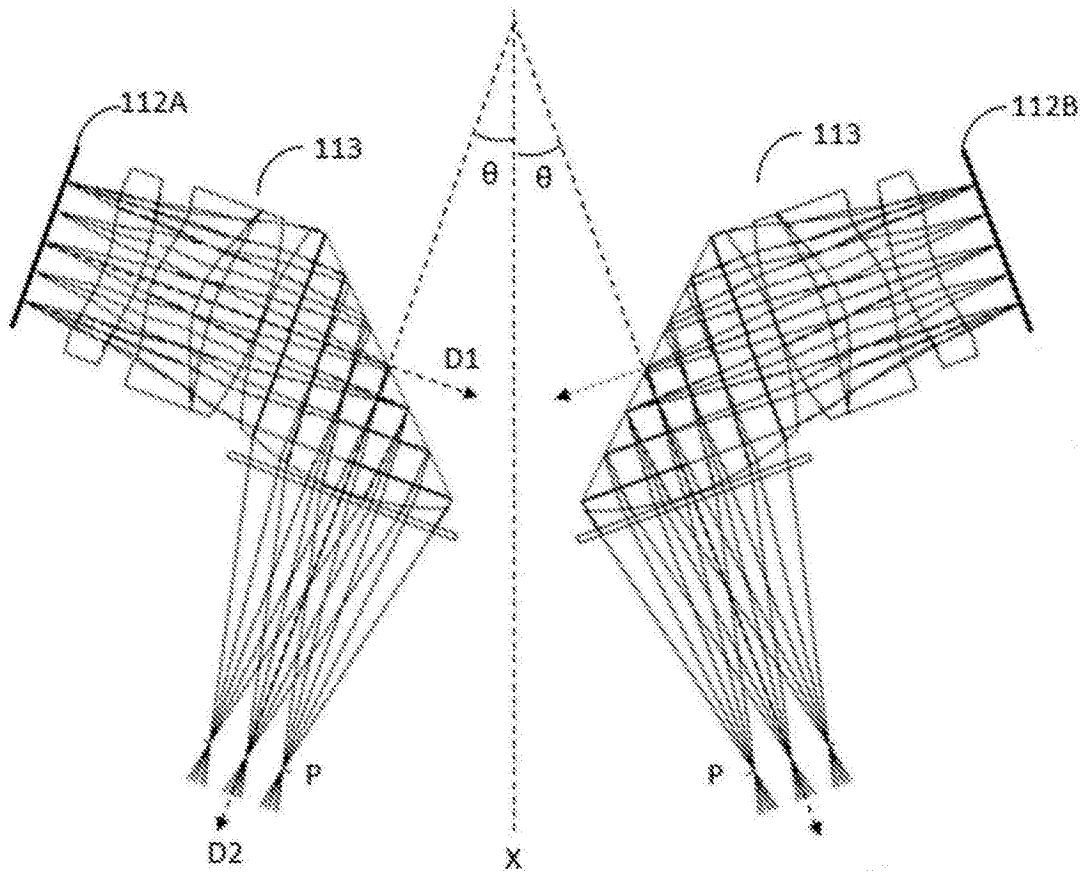


图6

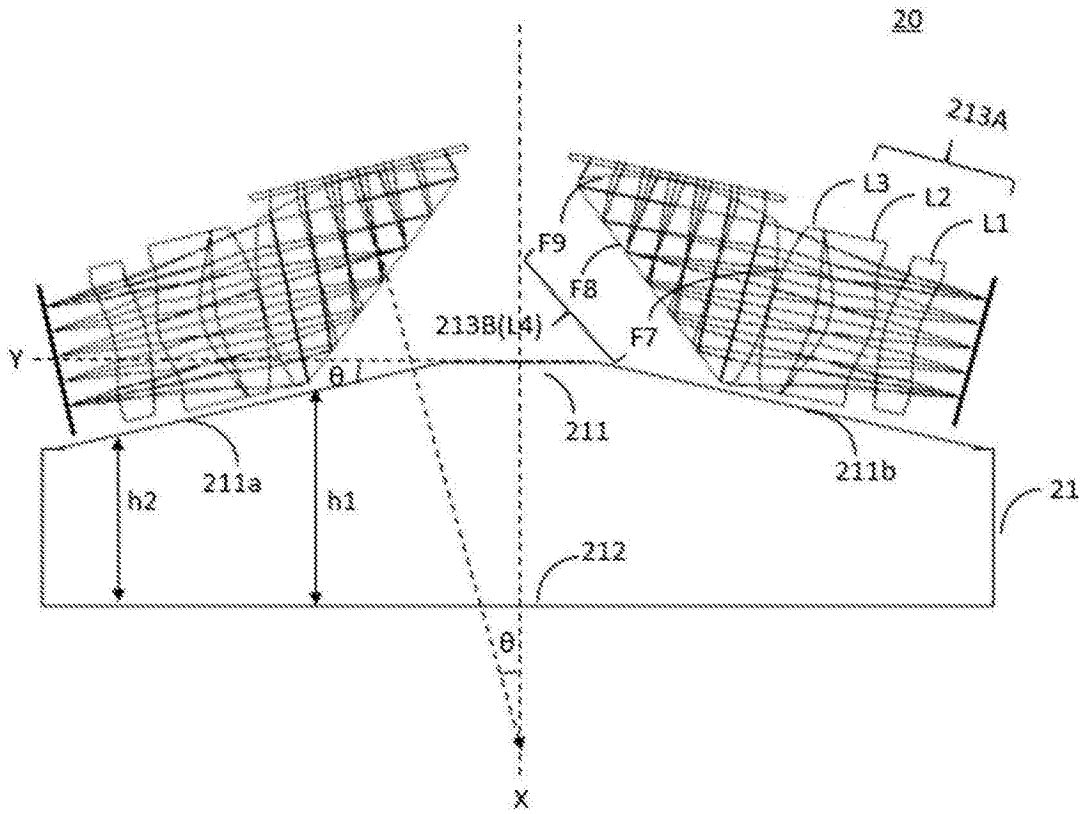


图7

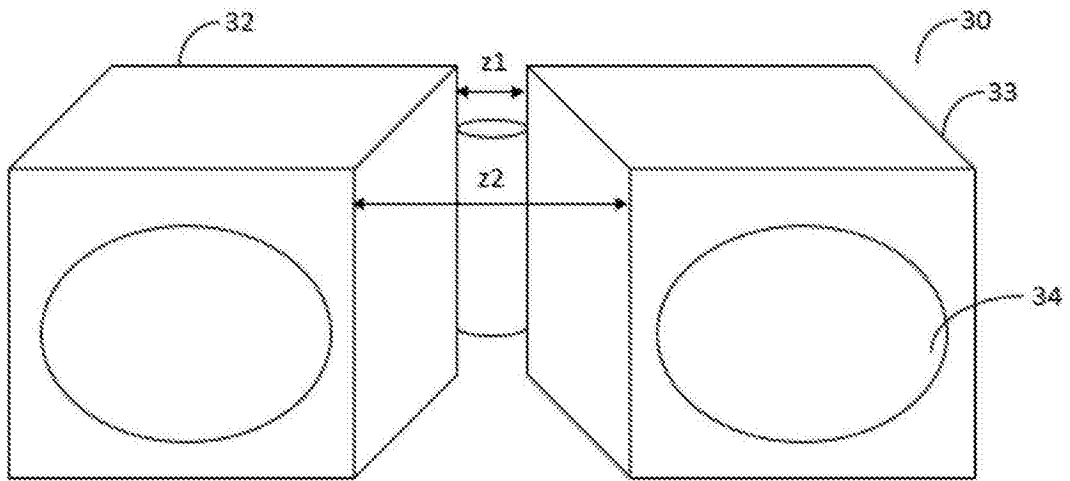


图8

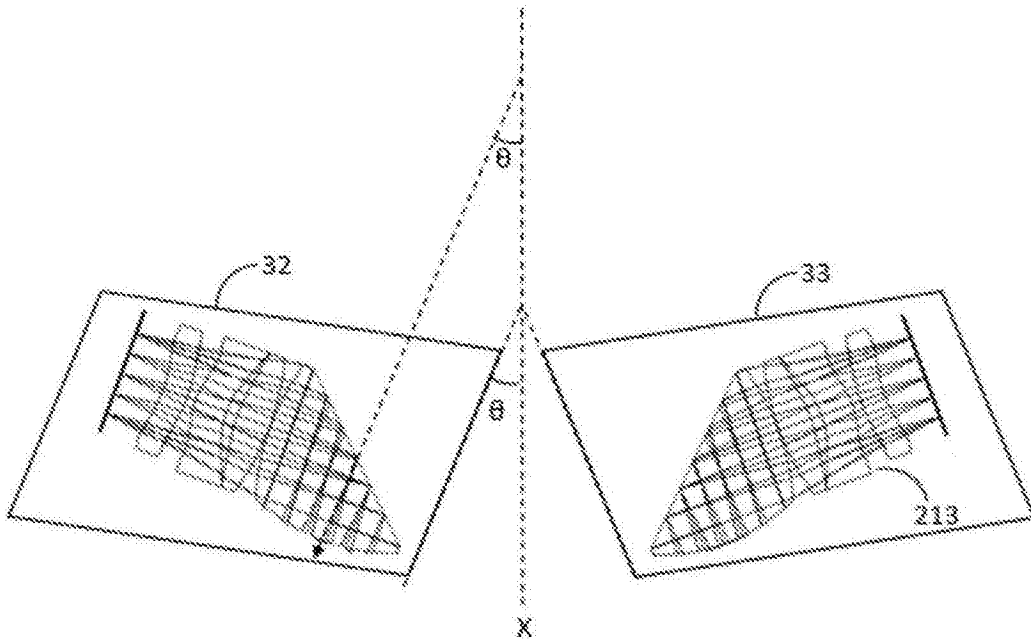


图9