

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2017年3月16日 (16.03.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/041308 A1

- (51) 国际专利分类号:
G02B 27/01 (2006.01) G02B 15/173 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2015/089484
- (22) 国际申请日: 2015年9月13日 (13.09.2015)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 深圳市柔宇科技有限公司 (SHENZHEN ROYOLE TECHNOLOGIES CO. LTD) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区科技园科苑路15号科兴科学园 A4-1501, Guangdong 518052 (CN)。
- (72) 发明人: 施宏艳 (SHI, Hongyan); 中国广东省深圳市南山区科技园科苑路15号科兴科学园 A4-1501, Guangdong 518052 (CN)。 杨松龄 (YANG, Songling); 中国广东省深圳市南山区科技园科苑路15号科兴科学园 A4-1501, Guangdong 518052 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,

BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(54) Title: OPTICAL MODULE, OPTICAL APPARATUS AND WEARABLE DISPLAY APPARATUS

(54) 发明名称: 光学模组、光学装置及穿戴式显示装置

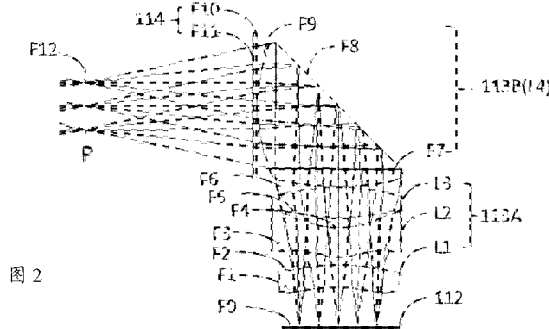


图 2

(57) Abstract: An optical module, an optical apparatus and a wearable display apparatus. The wearable display apparatus (10) comprises: a micro display module (112), which is used to output a display source; and an optical module (113), which is used to enlarge the display source and project same to an exit pupil (P) and comprises: a first optical module (113A), comprising a first lens (L1) with a positive focal power, a second lens (L2) with a negative focal power and a third lens (L3) with a positive focal power which are sequentially arranged, and a second optical module (113B), comprising a fourth optical element (L4) which is composed of a first aspheric face (F7), a second aspheric face (F9) and a deflection face (F8) and has a positive focal power, wherein the deflection face (F8) is used to change a light path direction of the first optical module (113A) to the direction of the exit pupil (P). The optical module (113) adopts limited optical elements to achieve a high-quality display image.

(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), 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)组成的具有正光焦度的第四光学元件(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。



WO 2017/041308 A1

光学模组、光学装置及穿戴式显示装置

技术领域

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

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。

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。

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

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。

本发明提供了一种穿戴式显示装置，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投射至出瞳，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。

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：

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。

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；

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。

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

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。

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。

图 2 为本发明实施例提供的一种光学模組的示意图。

图 3 为图 2 一种实施数据下的 MTF 曲线图。

图 4 为图 2 一种实施数据下的像散和场曲曲线图。

图 5 为图 2 一种实施数据下的畸变曲线图。

图 6 为本发明实施例提供的原理示意图。

图 7 为本发明实施例提供的一种光学装置的示意图。

图 8 为本发明又一实施例提供的一种光学装置的示意图。

图 9 为图 8 剖视的原理示意图。

具体实施方式

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。

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。

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。

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。

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，该实施例中，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)。

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。

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。

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。

根据非球面的表达式:

$$Z(s) = \frac{Cs^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)C^2s^2}} + A_4s^4 + A_6s^6 + A_8s^8 + \dots \quad \text{——公式 1}$$

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。

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: $2f < f1 < 12f$, $-1.1f < f2 \leq -0.4f$, $0.4f < f3 < 4.5f$, $0.7f < f4 < 1.5f$ 。

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: $0.8f < L1 < 1.6f$, $0.6f < L2 < 1.8f$, $1.2f < L < 3.4f$ 。

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。

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。

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
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		

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

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

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。

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		

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

根据表 3、表 4 的数据以及上述公式 1、公式 2、公式 3 可得: $f_1=2.3f$, $f_2=-0.58f$, $f_3=0.64f$, $f_4=1.2f$ 。

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。

表 5

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		

表6

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

根据表 5、表 6 的数据以及上述公式 1、公式 2、公式 3 可得: $f_1=2.43f$, $f_2=-0.63f$, $f_3=4.3f$, $f_4=0.77f$ 。

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。

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 度的范围。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。

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。

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，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 组成的具有正光焦度的第四光学元件 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。

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 $90-\theta$ ，此时也可实现光线出射方向与中心轴 X 之间的夹角为 θ 。

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 。

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。

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。

权 利 要 求 书

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。

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 4 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，

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

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

$$0.4f < f_3 < 4.5f.$$

13、如权利要求 12 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，

$$0.7f < f_4 < 1.5f.$$

14、如权利要求 12 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，

$$0.8f < L_1 < 1.6f$$

$$0.6f < L_2 < 1.8f$$

$$1.2f < L < 3.4f。$$

15、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， $\omega < 40$ 。

16、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。

17、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。

18、如权利要求 17 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。

19、如权利要求 18 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。

20、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。

21、如权利要求 20 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。

22、如权利要求 20 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。

23、如权利要求 22 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。

24、如权利要求 23 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。

25、如权利要求 24 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。

26、如权利要求 20 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。

27、如权利要求 26 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。

28、如权利要求 24-27 任一项所述的光学装置，所述夹角的范围为 0~9 度。

29、一种穿戴式显示设备，其特征在于，包括权利要求 22-28 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。

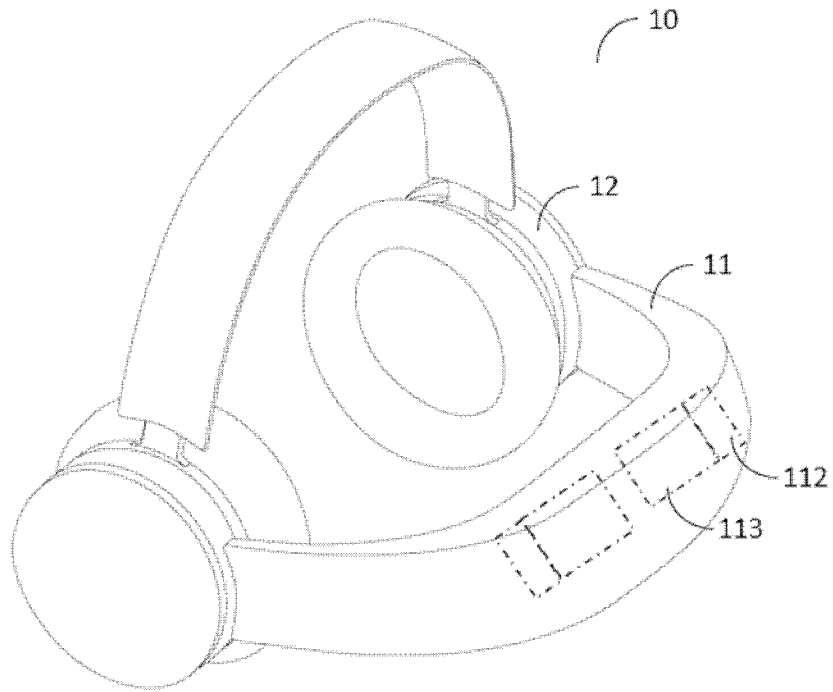


图 1

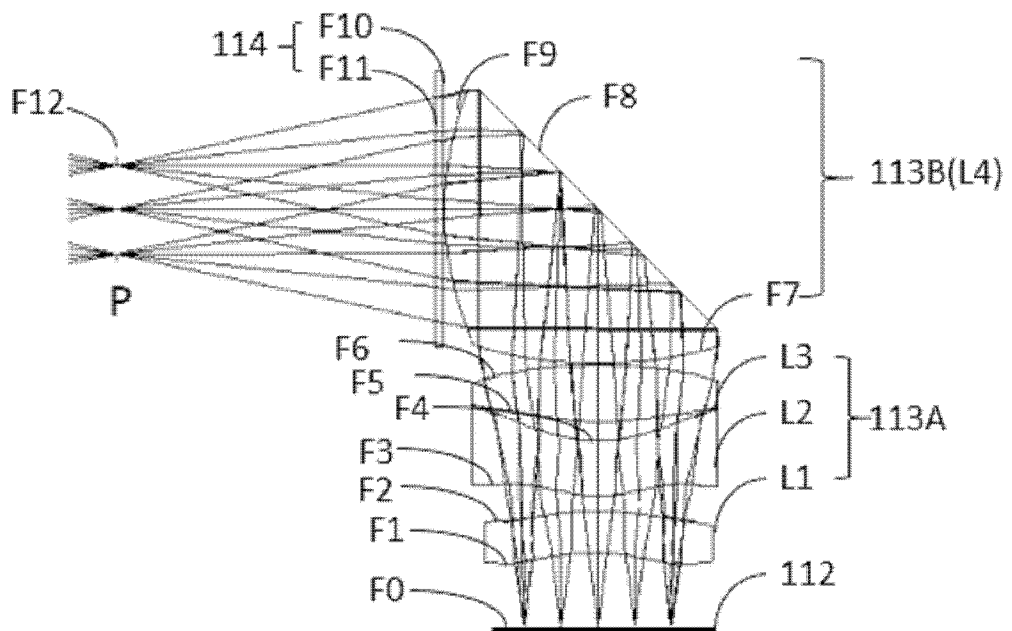


图 2

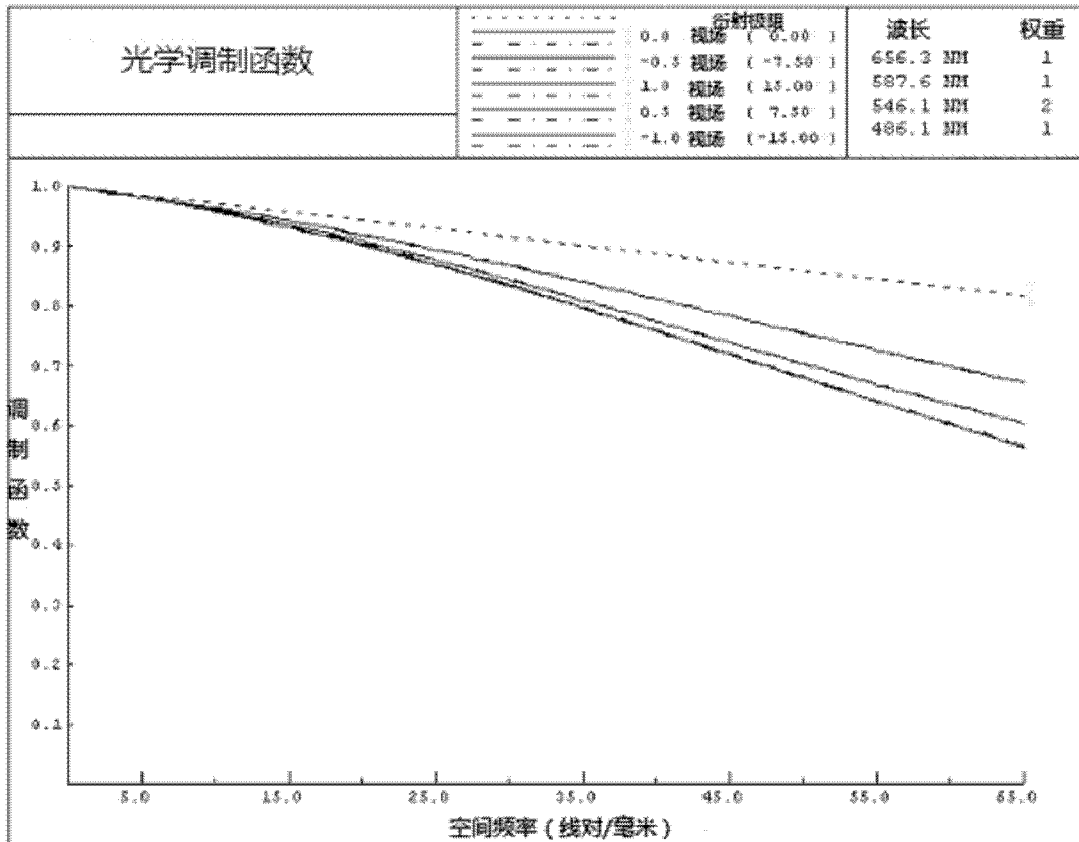


图 3

像散和场曲

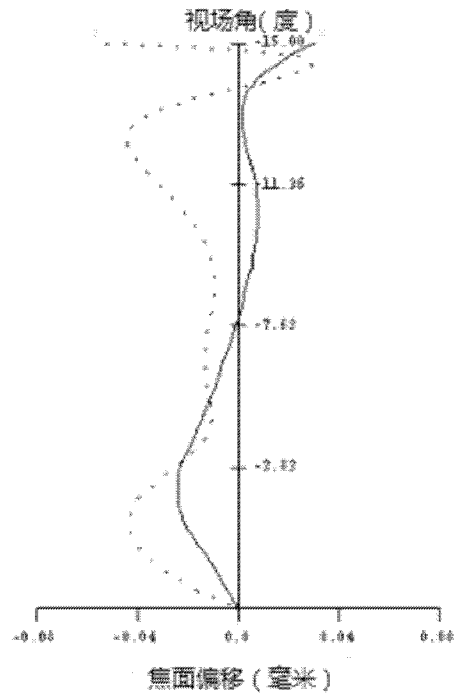


图 4

畸变

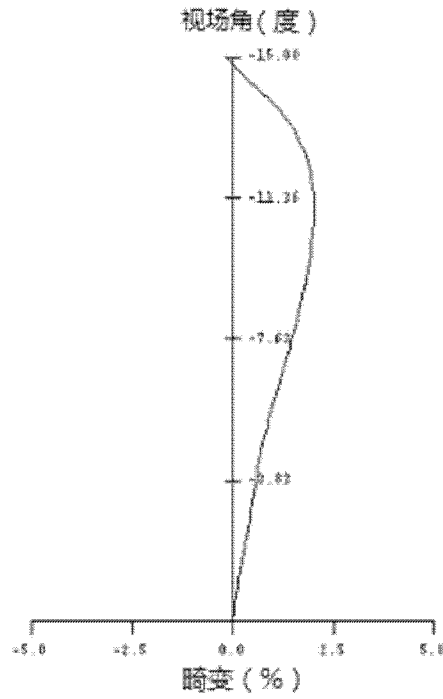


图 5

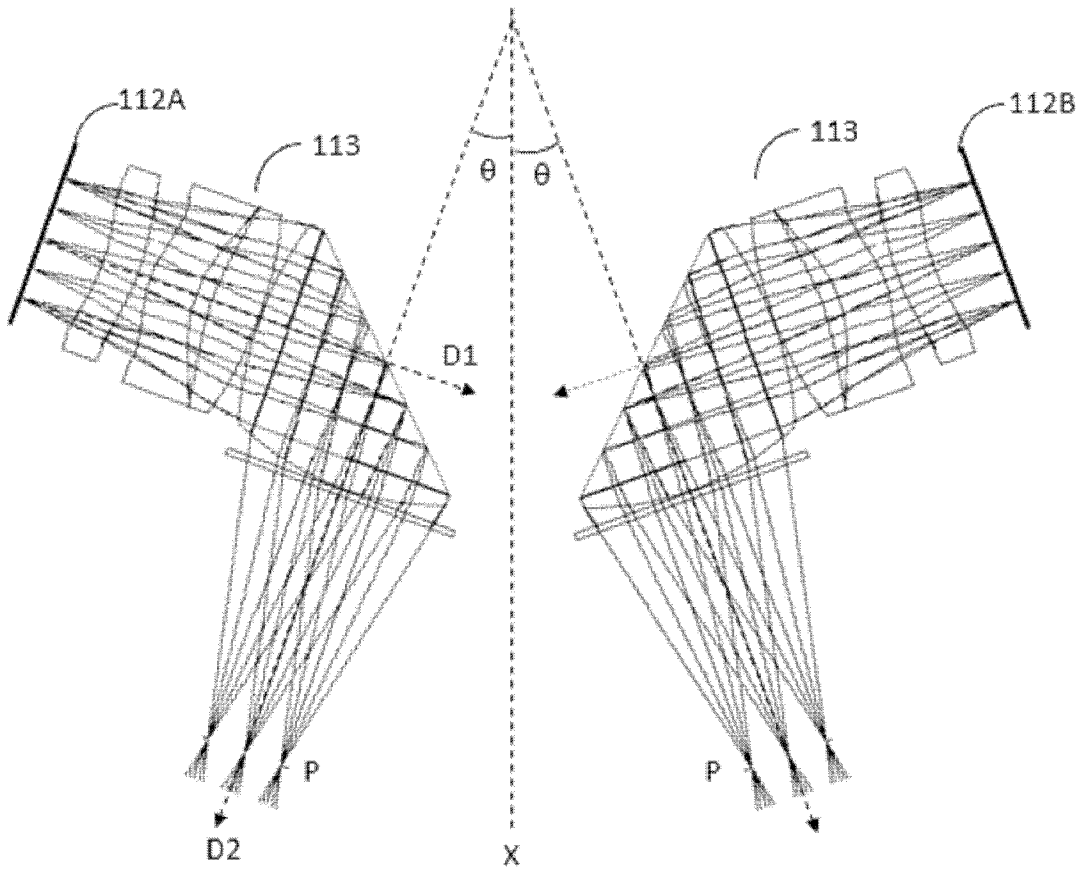


图 6

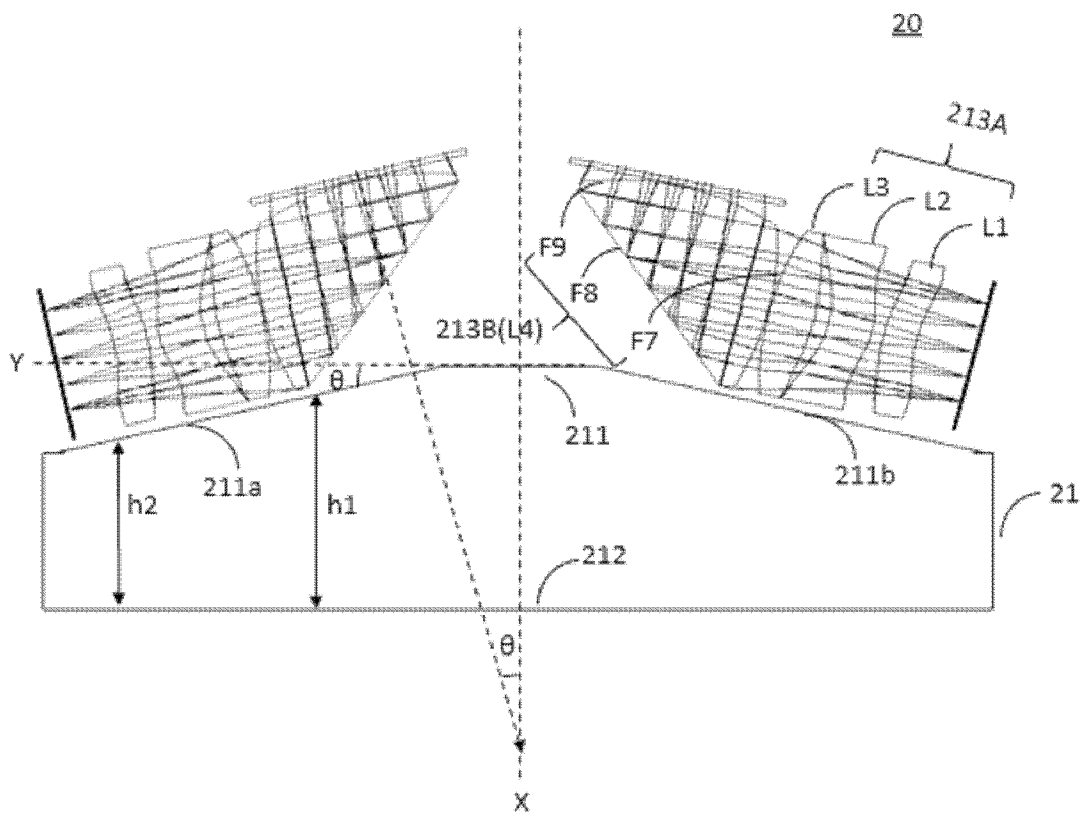


图 7

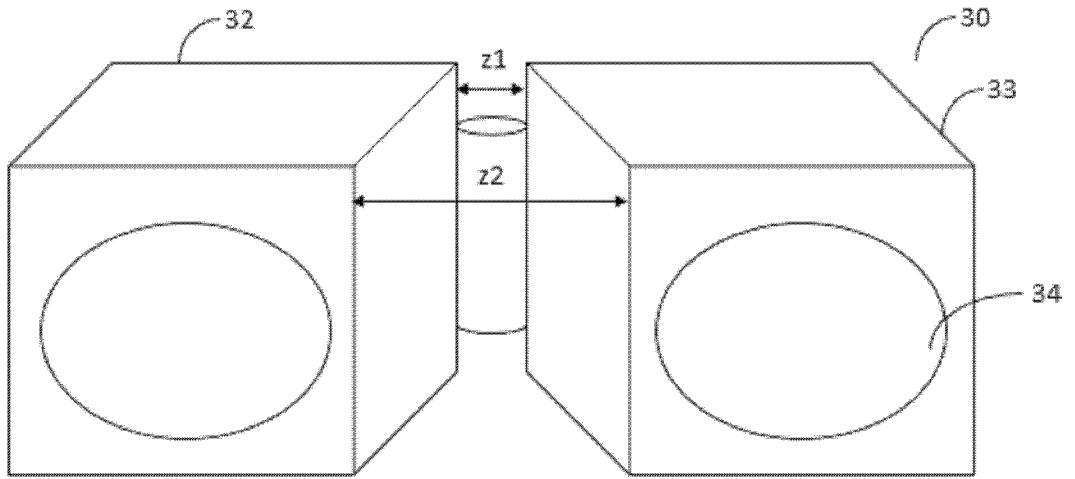


图 8

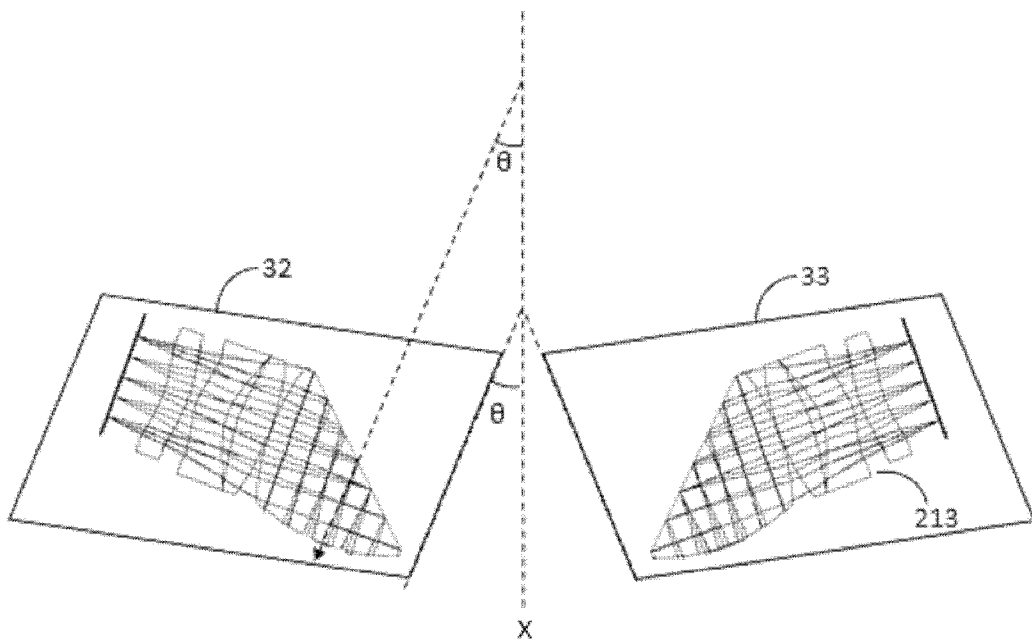


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2015/089484

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 27/01 (2006.01) i; G02B 15/173 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT; WPI; EPODOC; CNKI: ROYOLE; SHI, Hongyan; YANG, Songling; pupil, wear, module, curved surface, deflect, astigmatism, OPTICAL, HEAD+ OR EYE+ OR HELMET, DISPLAY+, LENS, POSITIVE, NEGATIVE, DISTORTION, GROUP, SPHERICAL W ABERRATION, FIRST OR SECOND, MICRO W DISPLAY

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2005046954 A1 (ACHTNER, B.), 03 March 2005 (03.03.2005), description, paragraphs [0029] and [0056], and figure 5	1-29
A	CN 103988111 A (FUJIFILM CORPORATION), 13 August 2014 (13.08.2014), the whole document	1-29
A	CN 104793337 A (CORETRONIC CORPORATION), 22 July 2015 (22.07.2015), the whole document	1-29
A	CN 103492925 A (FUJIFILM CORPORATION), 01 January 2014 (01.01.2014), the whole document	1-29
A	CN 101424788 A (CHANGCHUN INSTITUTE OF OPTICS, FINE MECHANICS AND PHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES), 06 May 2009 (06.05.2009), the whole document	1-29
A	CN 1664649 A (BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY), 07 September 2005 (07.09.2005), the whole document	1-29

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search
12 May 2016 (12.05.2016)

Date of mailing of the international search report
31 May 2016 (31.05.2016)

Name and mailing address of the ISA/CN:
State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao
Haidian District, Beijing 100088, China
Facsimile No.: (86-10) 62019451

Authorized officer
YANG, Jing
Telephone No.: (86-10) **62413557**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2015/089484

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 1335529 A (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION), 13 February 2002 (13.02.2002), the whole document	1-29

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2015/089484

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US 2005046954 A1	03 March 2005	EP 1513000 A1	09 March 2005
		EP 1513000 B1	29 November 2006
		US 6903875 B2	07 June 2005
		JP 2005099788 A	14 April 2005
		DE 50305854 G	11 January 2007
		AT 347120 T	15 December 2006
		WO 2013046559 A1	04 April 2013
CN 103988111 A	13 August 2014	US 9042025 B2	26 May 2015
		US 2014198391 A1	17 July 2014
		JP WO2013046559 A1	26 March 2015
CN 104793337 A	22 July 2015	JP 5823528 B2	25 November 2015
		TW 201530188 A	01 August 2015
		US 2015198809 A1	16 July 2015
CN 103492925 A	01 January 2014	WO 2012137496 A1	11 October 2012
		JP 5782111 B2	24 September 2015
		US 8964305 B2	24 February 2015
		US 2014036138 A1	06 February 2014
		CN 103492925 B	13 January 2016
CN 101424788 A	06 May 2009	None	
CN 1664649 A	07 September 2005	CN 100538437 C	09 September 2009
CN 1335529 A	13 February 2002	JP 2002116409 A	19 April 2002
		KR 20020010078 A	02 February 2002
		EP 1176449 B1	19 April 2006
		CA 2349650 A1	27 January 2002
		US 6747611 B1	08 June 2004
		JP 3587454 B2	10 November 2004
		KR 100441697 B1	27 July 2004
		US 2005219152 A1	06 October 2005
		CA 2349650 C	21 August 2007
		EP 1176449 A2	30 January 2002
		TW 508454 B	01 November 2002
		MY 128803 A	28 February 2007
		CN 1289938 C	13 December 2006
		US 8289231 B2	16 October 2012
		DE 60118846 T2	09 November 2006
		DE 60118846 E	24 May 2006

<p>A. 主题的分类</p> <p>G02B 27/01 (2006.01) i; G02B 15/173 (2006.01) i</p> <p>按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类</p>																							
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)</p> <p>G02B</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))</p> <p>CNPAT; WPI; EPODOC; CNKI: 柔宇, 光学, 微 3D 显, 施宏艳, 杨松龄, 显示, 第一 OR 第二, 透镜, 瞳, 穿戴 OR 头 OR 眼, 模块 OR 模组, 球面 OR 曲面, 正 OR 负, 偏转, 畸变, 像散, 像差, OPTICAL, HEAD+ OR EYE+ OR HELMET, DISPLAY+, LENS, POSITIVE, NEGATIVE, DISTORTION, GROUP, SPHERICAL W ABERRATION, FIRST OR SECOND, MICRO W DISPLAY</p>																							
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>US 2005046954 A1 (ACHTNER, BERTRAM) 2005年 3月 3日 (2005 - 03 - 03) 说明书[0029], [0056]段、附图5</td> <td>1-29</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103988111 A (富士胶片株式会社) 2014年 8月 13日 (2014 - 08 - 13) 全文</td> <td>1-29</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104793337 A (中强光电股份有限公司) 2015年 7月 22日 (2015 - 07 - 22) 全文</td> <td>1-29</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103492925 A (富士胶片株式会社) 2014年 1月 1日 (2014 - 01 - 01) 全文</td> <td>1-29</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101424788 A (中国科学院长春光学精密机械与物理研究所) 2009年 5月 6日 (2009 - 05 - 06) 全文</td> <td>1-29</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1664649 A (北京理工大学) 2005年 9月 7日 (2005 - 09 - 07) 全文</td> <td>1-29</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	US 2005046954 A1 (ACHTNER, BERTRAM) 2005年 3月 3日 (2005 - 03 - 03) 说明书[0029], [0056]段、附图5	1-29	A	CN 103988111 A (富士胶片株式会社) 2014年 8月 13日 (2014 - 08 - 13) 全文	1-29	A	CN 104793337 A (中强光电股份有限公司) 2015年 7月 22日 (2015 - 07 - 22) 全文	1-29	A	CN 103492925 A (富士胶片株式会社) 2014年 1月 1日 (2014 - 01 - 01) 全文	1-29	A	CN 101424788 A (中国科学院长春光学精密机械与物理研究所) 2009年 5月 6日 (2009 - 05 - 06) 全文	1-29	A	CN 1664649 A (北京理工大学) 2005年 9月 7日 (2005 - 09 - 07) 全文	1-29
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
A	US 2005046954 A1 (ACHTNER, BERTRAM) 2005年 3月 3日 (2005 - 03 - 03) 说明书[0029], [0056]段、附图5	1-29																					
A	CN 103988111 A (富士胶片株式会社) 2014年 8月 13日 (2014 - 08 - 13) 全文	1-29																					
A	CN 104793337 A (中强光电股份有限公司) 2015年 7月 22日 (2015 - 07 - 22) 全文	1-29																					
A	CN 103492925 A (富士胶片株式会社) 2014年 1月 1日 (2014 - 01 - 01) 全文	1-29																					
A	CN 101424788 A (中国科学院长春光学精密机械与物理研究所) 2009年 5月 6日 (2009 - 05 - 06) 全文	1-29																					
A	CN 1664649 A (北京理工大学) 2005年 9月 7日 (2005 - 09 - 07) 全文	1-29																					
<p><input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																							
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																							
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2016年 5月 12日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2016年 5月 31日</p>																					
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10) 62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>杨婧</p> <p>电话号码 (86-10) 62413557</p>																					

C. 相关文件		
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 1335529 A (国际商业机器公司) 2002年 2月 13日 (2002 - 02 - 13) 全文	1-29

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/089484

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
US	2005046954	A1	2005年 3月 3日	EP	1513000	A1	2005年 3月 9日
				EP	1513000	B1	2006年 11月 29日
				US	6903875	B2	2005年 6月 7日
				JP	2005099788	A	2005年 4月 14日
				DE	50305854	G	2007年 1月 11日
				AT	347120	T	2006年 12月 15日
CN	103988111	A	2014年 8月 13日	WO	2013046559	A1	2013年 4月 4日
				US	9042025	B2	2015年 5月 26日
				US	2014198391	A1	2014年 7月 17日
				JP	W02013046559	A1	2015年 3月 26日
				JP	5823528	B2	2015年 11月 25日
CN	104793337	A	2015年 7月 22日	TW	201530188	A	2015年 8月 1日
				US	2015198809	A1	2015年 7月 16日
CN	103492925	A	2014年 1月 1日	WO	2012137496	A1	2012年 10月 11日
				JP	5782111	B2	2015年 9月 24日
				US	8964305	B2	2015年 2月 24日
				US	2014036138	A1	2014年 2月 6日
				CN	103492925	B	2016年 1月 13日
CN	101424788	A	2009年 5月 6日	无			
CN	1664649	A	2005年 9月 7日	CN	100538437	C	2009年 9月 9日
CN	1335529	A	2002年 2月 13日	JP	2002116409	A	2002年 4月 19日
				KR	20020010078	A	2002年 2月 2日
				EP	1176449	B1	2006年 4月 19日
				CA	2349650	A1	2002年 1月 27日
				US	6747611	B1	2004年 6月 8日
				JP	3587454	B2	2004年 11月 10日
				KR	100441697	B1	2004年 7月 27日
				US	2005219152	A1	2005年 10月 6日
				CA	2349650	C	2007年 8月 21日
				EP	1176449	A2	2002年 1月 30日
				TW	508454	B	2002年 11月 1日
				MY	128803	A	2007年 2月 28日
				CN	1289938	C	2006年 12月 13日
				US	8289231	B2	2012年 10月 16日
				DE	60118846	T2	2006年 11月 9日
				DE	60118846	E	2006年 5月 24日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)