



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102033319 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 15

(21) 申请号 201010523877. 0

(22) 申请日 2010. 10. 25

(73) 专利权人 北京理工大学

地址 100081 北京市海淀区中关村南大街 5 号

(72) 发明人 王涌天 潘奕捷 刘娟 刘冬梅 史瑞 谢敬辉

(74) 专利代理机构 北京理工大学专利中心 11120

代理人 仇蕾安

(51) Int. Cl.

G02B 27/01(2006. 01)

G02B 27/00(2006. 01)

G02B 5/18(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1432348 A, 2003. 07. 30,

CN 1588131 A, 2005. 03. 02,

US 2010/0103078 A1, 2010. 04. 29,

WO 2005/093493 A1, 2005. 10. 06,

JP 特开 2005-292308 A, 2005. 10. 20,

程德文 等. 轻型大视场自由曲面棱镜头盔显示器的设计. 《红外与激光工程》. 2007, 第 36 卷 (第 3 期),

审查员 刘魁

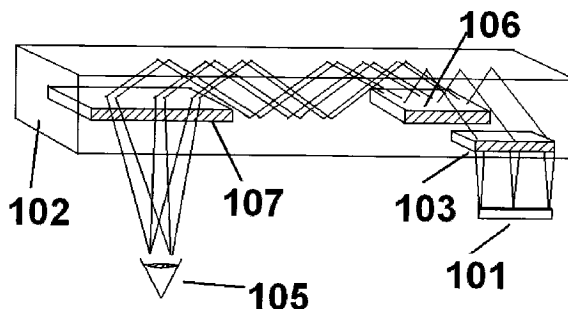
权利要求书1页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

一种应用全息元件的视度型显示装置

(57) 摘要

本发明涉及一种包括 3 块全息元件的光学系统,可应用于头盔显示器或眼镜式显示器。该光学显示用系统将像源元件投影出的图像,经过 3 块全息元件后,实现扩束并转换为发散或汇聚球面波发出,以方便具有一定视度的使用者佩戴使用。由于采用了全息元件而不是透镜实现显示,本发明的光学系统特别适宜在超薄型的显示器件中使用,制作成本低,亦可根据使用者需求定制。



1. 一种供具有视度的观察者使用的光学系统,包括:投射出光学图像的像源元件以及与像源元件相对设置的透明基底,所述基底上具有:

全息透镜 H1,接收由像源元件投射的图像,并将其转换为角谱平面波以全反射形式在基底内向全息光栅 H2 的方向传播;

全息光栅 H2,将经全息透镜 H1 而在基底内传播的光衍射,在第一方向上实现光束均匀化并扩束,以全反射形式在基底内朝向全息透镜 H3 的方向传播;

全息透镜 H3,将经全息光栅 H2 衍射而在基底内传播的光在第二方向上实现均匀化并扩束,并将光以离轴球面波的形式输出到基底外,从而实现具有一定视度的显示;所述视度 SD 满足

$$R_d = \frac{\cos^2 \beta_{3r}}{\left(\frac{1}{R_{eye}} - SD\right) \times \cos^2 \beta_{1r}} \quad \text{其中 } R_d \text{ 为像源元件和全息透镜 H1 之间的距离, } \beta_{1r} \text{ 为全息}$$

透镜 H1 的参考光和光轴的夹角,  $\beta_{3r}$  为全息透镜 H3 的参考光和光轴的夹角,  $R_{eye}$  为出瞳距离。

2. 根据权利要求 1 所述的光学系统,其中全息光栅 H2 由两束夹角为  $2 \arcsin\left[\frac{\sqrt{2}}{2} \sin \theta_{diff}\right]$  的平面波干涉而记录,两平面波在全息光栅 H2 平面上的交线位于前述第一方向和第二方向的角平分线上,  $\theta_{diff}$  为垂直入射到全息透镜 H1 的光线经全息透镜 H1 衍射的一级衍射角,所述衍射角大于光线在基底内进行全反射的临界角。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的光学系统,全息透镜 H3 以反射式全息记录制作,输出到基底外的离轴球面波是发散球面波,视度 SD 为负。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的光学系统,全息透镜 H3 以透射式全息记录制作,输出到基底外的离轴球面波是汇聚球面波,视度 SD 为正。

5. 一种头盔显示器,包括如权利要求 1-4 之一所述的光学系统。

6. 一种眼镜式显示器,包括如权利要求 1-4 之一所述的光学系统。

## 一种应用全息元件的视度型显示装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种全息光学装置,具体涉及一种应用 3 块全息光学元件 (HOEs) 的目视显示装置,包括头盔显示器或眼镜式显示器。

### 背景技术

[0002] 在现有技术中,为了不使用复杂的透镜系统也可以观看像质良好的放大虚像,提出了类似图 1 所示的虚像观看光学系统,适宜使用在超薄、易佩戴的头盔、眼镜式等显示器上。如图 1 所示的虚像观看光学系统,显示在图像显示装置 11 上的图像光首先入射到内设有透射全息透镜 13 的光波导 12 上。入射图像光被透射全息透镜 13 变成平行光,且入射图像光在光波导 12 内以满足全反射的角度偏转而传播。光波导 12 内还设置一透射全息光栅 14,所述透射全息光栅 14 与透射全息透镜 13 排成行并其间隔一预定距离。在图像光通过光波导 12 且全反射后,图像光入射到透射全息光栅 14 上并且由透射全息光栅 14 再次衍射而成平行光投射到光波导 12 外部,入射到观看对象的光瞳 15。

[0003] 但是,图 1 所示的光学系统使用透射全息光栅 14 校正透射全息透镜 13 出现的色差 (achromatic aberration),由于入射到透射全息光栅 14 的光束只在图 1 的绘图平面内的方向上偏转,则无法消除在至少垂直于绘图平面的方向上出现的像差。并且,大多数衍射光学元件都有很高的色散,对于由非单色光源元件输出的源入射光,色散也给显示效果带来了明显的不良影响。虽然使用非球面光波代替简单球面光波记录的方式可以减小器件的几何像差和色散,但是不能完全解决色散问题;而传统的光学透镜系统可以克服严重的色散问题,却难以克服体积大、重量高这一明显缺点,难以用于超薄型的显示装置。

[0004] 随着近视眼患者的不断增加,老龄化社会的程度加深,以及虚拟现实技术的不断普及,对带有一定视度的超轻薄显示系统的技术需求不断迫切。目前,一般头盔显示器和眼镜式显示器不能达到适应视度的技术要求,而近视和远视人群,还要同时佩戴校正眼镜,使用不方便且影响显示效果,尚没有研究出能够有效的解决视度问题且各项色差在较优范围内的超轻薄显示系统。

### 发明内容

[0005] 为了突破上述常规头盔显示器和眼镜式显示器技术中的缺陷,本发明提供一种包括 3 个全息光学元件的显示系统,通过对各全息元件的设计和布局而更高效率的衍射光,获得具有一定放大率、低色散并适于具有视度人群使用的显示用光学系统。由于控制了 3 个全息光学元件的排布和尺寸,本发明中的光学系统结构紧凑,制作成本低,可以根据使用人的视度定制,更便于应用到其他光学系统当中。

[0006] 本发明一种供具有视度的观察者使用的光学系统,包括:投射出光学图像的像源元件以及与像源元件相对设置的透明基底,所述基底上具有:

[0007] 1、全息透镜 H1,接收由像源元件投射的图像,并将其转换为角谱平面波(平行光)以全反射形式在基底内向全息光栅 H2 的方向传播;

[0008] 2、全息光栅 H2, 将经全息透镜 H1 而在基底内传播的光衍射, 在第一方向上实现光束均匀化并扩束, 以全反射形式在基底内朝向全息透镜 H3 的方向传播;

[0009] 3、全息透镜 H3, 将经全息光栅 H2 衍射而在基底内传播的光在第二方向上实现均匀化并扩束, 并将光以离轴球面波的形式输出到基底外, 从而实现具有一定视度的显示。

[0010] 本发明使用设计和记录全息光栅和全息透镜的方式实现超轻薄显示装置, 显示装置的光学系统像差和色散都明显的减小, 并且结构紧凑, 可以适应使用者的视度要求, 同时也可以非常方便的应用到其他光学系统中。

#### 附图说明

[0011] 图 1 是常规的虚像观看光学系统的侧视图。

[0012] 图 2 是本发明光学系统的结构三维视图。

[0013] 图 3 是本发明光学系统的光线传输示意图。

[0014] 图 4 是光通过全息透镜 H1 时, 逆向光路示意图。

[0015] 图 5 是无透镜傅立叶变换全息图记录示意图。

[0016] 图 6 是全息透镜 H3 的局部光路图。

#### 具体实施例

[0017] 图 2 为本发明的光学结构的三维视图, 图 3 是本发明光学系统的光线传输示意图。本发明的光学系统包括了全息透镜 H1、全息光栅 H2、全息透镜 H3 这三个全息元件, 以下内容中, 为与其他标记统一, 以不同的附图标记区分三个元件, 即分别为全息透镜 103、全息光栅 106、全息透镜 107。如图 2 和 3 所示, 全息透镜 103 的照明光来自正对它的像源元件 101。照明光直接照射到全息透镜 103 上, 全息透镜 103 起到一个准直透镜的作用, 把入射的球面波准直为角谱平面波 (平行光), 并且把准直后的光线在 x 方向引入倾斜相位。这样全息透镜 103 将有限远处的像源元件 101 发出的不同光线, 耦合进入基底 102, 衍射后的光线在基底 102 内沿 x 方向进行全反射传播。

[0018] 经过多次全反射之后, 衍射光线入射到全息光栅 106 上, 全息光栅 106 消除 x 方向的相位倾斜, 并引入 y 方向相位倾斜。在 y 方向, 全息光栅 106 与全息透镜 103 具有相同的长度 W1, 在 x 方向, 全息光栅 106 的长度为 W2, 并且  $W2 > W1$ 。全息光栅 106 对入射来的光进行衍射, 在 x 轴方向使衍射光均匀化并扩束后, 偏转到 y 方向上向全息透镜 107 方向传播; 光沿 y 方向经过多次全反射入射到全息透镜 107, 全息透镜 107 在 x 和 y 方向的长度都是 W2, 使出射的光束直径得到扩束, 从而经过上述三个全息元件实现的扩束倍率为

$$[0019] \quad \frac{W2}{W1} \quad (1)$$

[0020] 光束经过全息透镜 107 后消除 y 方向相位倾斜, 最终输出一离轴球面波到基底外, 以实现有视度的显示。全息透镜 107 和全息透镜 103 的作用原理相反, 全息透镜 107 把入射的角谱平面波出射为合适人眼 105 视度的发散或汇聚球面波。

[0021] 以下, 参考图 4 和图 5 详细描述全息透镜 103 的工作原理。

[0022] 以  $\phi_{pq}$  这种表示, 即一个参数的脚标有两个参量 p 和 q, 其中 p 的值可为 1-3, 分别代表涉及全息透镜 103、全息光栅 106 或全息透镜 107 的参量, q 的值可为 c、o、r 或 i, 分别

代表再现光、物光、参考光、像光。物光、参考光为制作全息透镜的光源；再现光是用于重现物体（物光）的光源，像光即最终产生的像。在下面的描述中将延续这种参数表示方法。

[0023] 通常的目视光学系统都是对称系统，本发明的光学系统也一样，以全息透镜 103、全息光栅 106、全息透镜 107 的几何中心为其原点，光轴即是 z 轴。对光学元件而言，子午平面是光轴和主光线构成的平面，则对于全息透镜 103 来说，子午平面是 xz 平面，对于全息透镜 107 来说，子午平面是 yz 平面。以后的全息透镜如果不做特殊说明，都是在子午平面内分析。

[0024] 由于此系统中全息光栅 106 起到的作用是扩束和补偿相位倾斜，因此其并没有参与准直和视度调节。当分析系统的视度与准直功能时，可认为全息光栅 106 对所有光束的作用是一致的，因此只分析全息透镜 103 与全息透镜 107 对光线的作用。如图 4 所示，根据本发明，距离为  $R_{1o}(x)$  的像源元件 101 的各个像素发出的球面波，经过全息透镜 103 后，转换为平面波后入射到全息透镜 107 处。以全息透镜 107 的局部 104 为示例，按逆光路分析，设从全息透镜的局部 104 发出的各种角谱平面波通过全息透镜 103 后成像在像源元件 101 上。垂直方向为 x 方向，任意入射在 x 方向上偏离原点距离为  $x_1$  的角谱平面波（平行光）所成的像（离轴球面波球心）的离轴角度应该满足公式： $\sin \beta_{1i}(x_1) \approx 0$  其中  $\beta_{1i}(x_1)$  是在子午平面内， $x_1$  点及出射汇聚球心的连线与光轴（z 轴）的夹角。

[0025] 图 5 是无透镜傅立叶变换全息图记录示意图，利用一个轴上点源 109 和平面波的参考光 108 实现记录。假设记录时点源位于轴上， $\beta$  是入射或出射光线与光轴在子午平面的夹角，依据轴外点正弦值近似

[0026]

$$\sin \beta_o(x_1) \approx \frac{x_1}{R_o} - \frac{1}{2} \frac{x_1^3}{R_o^3} \quad (2)$$

[0027] 其中， $\beta_o(x_1)$  如图 5 所示，表示来自点源的球面波（即物光）照射到  $x_1$  位置时与光轴的夹角， $x_1$  为在 x 方向上偏离原点的位置。如果将图 5 的记录方式应用在全息透镜上，则在图 4 所示的结构中，对于全息透镜 103 而言，参照前述表达参数的方式，可得  $R_{1o}(x_1)$  为轴上球面波（物光）入射到  $x_1$  点时的半径，当  $x_1$  取值为零时， $R_{1o}(0)$  即是像源元件 101 和全息透镜 103 之间的距离  $R_o$ 。

[0028]

$$R_{1o}(x_1) = \frac{R_{1o}(0)}{\cos \beta_{1o}(x_1)} \approx \frac{R_{1o}(0)}{1 - \frac{1}{2} \sin^2 \beta_{1o}(x_1)} \approx \frac{R_{1o}(0)}{1 - \frac{1}{2} \left( \frac{x_1}{R_{1o}} \right)^2 + \frac{1}{2} \left( \frac{x_1}{R_{1o}} \right)^4} \quad (3)$$

$$[0029] \quad \sin \beta_{1r}(x) = \sin \beta_{1r} \quad (4)$$

[0030] 其中， $\beta_{1r}$  为参考光的平面波和光轴的夹角。

[0031]

$$\beta_{1c}(x_1) = \beta_{1c} + \Delta \beta_{1c} \approx 180^\circ + \beta_{1r} - \frac{x_1 \cos \beta_{1r}}{R_{1r}} \quad (5)$$

[0032] 在逆光路条件下，各种角谱平面波被视作再现光， $\beta_{1c}$  定义为在子午平面内每束角谱平面光与光轴的夹角； $R_{1r}$  是对光路进行等效展开后，全息透镜 107 (104) 与全息透镜 103 之间的距离（即展开后两个全息透镜所处平面的间距）。

[0033]

$$\sin \beta_{1c}(x_1) = \sin(180^\circ + \beta_{1r} + \Delta\beta_{1c}) \approx -\sin \beta_{1r} - \Delta\beta_{1c} \cos \beta_{1r} \approx -\sin \beta_{1r} + \frac{x_1 \cos^2 \beta_{1r}}{R_{1r}} \quad (6)$$

[0034] 根据全息透镜基本公式  $\sin \beta_{1i} = \sin \beta_{1c} \pm (\sin \beta_{1o} - \sin \beta_{1r})$  (7)

[0035] 得到

$$\sin \beta_{1i}(x_1) \approx \frac{x_1 \cos^2 \beta_{1r}}{R_{1r}} - \frac{x_1}{R_{1o}(0)} \quad (8)$$

[0036] 根据  $\sin \beta_{1i}(x_1) \approx 0$ , 并带入  $R_d = R_{1o}(0)$  得到

$$R_{1t} = R_d \cos^2 \beta_{1r} \quad (9)$$

[0038] 全息光栅 106 为线光栅, 仅仅起到在 x 方向扩束并转向的作用, 即全息光栅 106 使角谱平面波在 x 方向上相位倾斜为零并转轴使其在 y 方向具有一定相位倾斜。

[0039] 以垂直入射到全息透镜 103 的光线为例, 当其进入全息透镜 103 后发生衍射, 出射光线具有的相位为

[0040]

$$\phi_1 = -\frac{2\pi}{\lambda} (n_{sub} \sin \theta_{diff}) x_1 \quad (10)$$

[0041] 其中  $n_{sub}$  为基底的折射率系数,  $\theta_{diff}$  为该垂直入射的光线经过全息透镜 103 后的一级衍射角, 该衍射角大于光线在基底内进行全反射的临界角。  $x_1$  为该垂直光线入射到全息透镜 103 上时入射位置相对于全息透镜 103 原点的偏移量,  $\phi_1$  为全息透镜 103 针对该垂直入射光线引入的相位倾斜。

[0042] 全息透镜 103 的出射光线经过全息光栅 106 后需要消除 x 方向的相位倾斜, 并且使此光线经过全息透镜 107 后垂直表面输出, 即

$$\phi_1 + \phi_2 + \phi_3 = 0 \quad (11)$$

[0044] 其中  $\phi_2$  为全息光栅 106 针对此光线引入的相位倾斜,  $\phi_3$  为全息透镜 107 针对此光线引入的相位倾斜。

[0045] 由于

$$\phi_3 = -\frac{2\pi}{\lambda} (n_{sub} \sin \theta_{diff}) y_3 \quad (12)$$

[0046]  $y_3$  为该光线入射到全息透镜 107 上时相对于原点的 y 方向距离, 因此

[0047]

$$\phi_2 = -\phi_1 + \frac{2\pi}{\lambda} (n_{sub} \sin \theta_{diff}) y_3 \quad (13)$$

$$[0048] \quad \phi_2 = -\phi_1 + \frac{2\pi}{\lambda} (n_{sub} \sin \theta_{diff}) y_3$$

[0049]

$$= \frac{2\pi}{\lambda} (n_{sub} \sin \theta_{diff}) x_1 + \frac{2\pi}{\lambda} (n_{sub} \sin \theta_{diff}) y_3 \quad (14)$$

[0050] 由于由夹角为  $\theta$  的平面波参考光记录时, 产生的干涉条纹空间频率为

$$f = \frac{2 \sin(\frac{\theta}{2})}{\lambda}$$

此干涉条纹对于垂直入射光线所引入的一级衍射角度满足

[0051]

$$2 \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) = n_{sub} \sin \theta_{diff} \quad (15)$$

[0052] 因此全息光栅 106 可以由两束夹角为  $2 \arcsin\left[\frac{\sqrt{2}}{2} \sin \theta_{diff}\right]$  的平面波干涉而记录, 两平面波在 xy 平面的交线位于 x、y 轴夹角的角平分线上, 即两平面波在 xy 平面内的交线与 x 轴和 y 轴都成 45 度。

[0053] 图 6 是全息透镜 107 的局部光路图。全息透镜 107 将全息光栅 106 转向后的衍射光在 y 方向上再次扩束, 并且把通过全息光栅 106 的角谱平面波 (平行光) 在通过全息透镜 107 后, 转变为发散球面波出射, 即当眼睛 105 位于出瞳距离时看到的虚像好像是从有限距离发出, 定义此距离为全息透镜 107 的后焦距  $f'$ 。根据视度调节公式, 可以计算出后焦距  $f'$

$$[0054] \quad f' = -1/SD \quad (16)$$

[0055] 其中, SD 为视度。

[0056] 假设离轴球面波的球心位于距离全息透镜 107 平面为  $f'$  的高斯像面 (不考虑单色像差) 上。

$$[0057] \quad \text{即 } R_{3o}(0) = f' = -1/SD \quad (17)$$

[0058] 那么入射在全息透镜 107 上偏离 y 方向原点  $y_3$  距离的角谱平面波 (平行光), 所成的虚像点 (离轴球面波球心) 的离轴角度应该满足如下关系:

[0059]

$$\sin \beta_{3i}(y_3) \approx \tan \beta_{3i}(y_3) = \frac{y_3}{R_{eye}} \quad (18)$$

[0060] 因此给定 FOV 后可以求得

[0061]

$$y_3 = \tan\left(\frac{FOV}{2}\right) \times R_{eye} \quad (19)$$

[0062] 即 FOV 约束了每个小区域的边长, 其中, FOV 为视场角,  $R_{eye}$  为出瞳距离, 即人眼到全息透镜 107 的距离。

[0063] 同样根据图 4 针对全息透镜 107 分析 (因此增加角标 3),

[0064]

$$\sin \beta_{3o}(y_3) \approx \frac{y_3}{R_{3o}(0)} - \frac{1}{2} \frac{y_3^3}{R_{3o}^3(0)} \quad (20)$$

[0065] 其中  $R_{3o} = f'$

[0066]

$$R_{3o}(y_3) = \frac{R_{3o}(0)}{\cos \beta_{3o}(y_3)} \approx \frac{R_{3o}(0)}{1 - \frac{1}{2} \sin^2 \beta_{3o}(y_3)} \approx \frac{R_{3o}(0)}{1 - \frac{1}{2} \left(\frac{y_3}{R_{3o}(0)}\right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{y_3}{R_{3o}(0)}\right)^4} \quad (21)$$

$$[0067] \quad \sin \beta_{3r}(y_3) = \sin \beta_{3r} \quad (22)$$

[0068] 以反射式全息记录方法为例

[0069]

$$\beta_{3c}(y_3) = \beta_{3c} + \Delta\beta_{3c} \approx \beta_{3r} - \frac{y_3 \cos \beta_{3r}}{R_{3t}} \quad (23)$$

[0070]

$$\sin \beta_{3c}(y_3) = \sin(\beta_{3r} + \Delta\beta_{3c}) \approx \sin \beta_{3r} + \Delta\beta_{3c} \cos \beta_{3r} \approx \sin \beta_{3r} - \frac{y_3 \cos^2 \beta_{3r}}{R_{3t}} \quad (24)$$

[0071] 其中  $\beta_{3r}$  为针对全息透镜 107 中一个区域的参考光入射角 (与光轴的夹角),  $\beta_{3o}$  为针对全息透镜 107 中一个区域的物光入射角, 根据全息公式

$$\sin \beta_i = \sin \beta_o \pm (\sin \beta_o - \sin \beta_r) \quad (25)$$

[0073] 当采用再现光与参考光同向输入时, 可以得出

[0074]

$$\sin \beta_{3i}(y_3) \approx -\left(-\frac{y_3 \cos^2 \beta_{3r}}{R_{3t}} + \frac{y_3}{R_{3o}(0)}\right) = \frac{y_3 \cos^2 \beta_{3r}}{R_{3t}} - \frac{y_3}{R_{3o}(0)} \quad (26)$$

[0075] 此时, 根据全息透镜 107 的设计目标, 另公式 (18) 与公式 (26) 相等, 并带入公式 (16) (17) 得到

[0076]

$$R_{3t} = \frac{\cos^2 \beta_{3r}}{\frac{1}{R_{eye}} - SD} \quad (27)$$

[0077] 该系统全息透镜 103 和全息透镜 107 同时正常工作, 必须满足

$$R_{1t} = R_{3t} \quad (28)$$

[0079] 将公式 (9)、(17) 带入 (27) 得到

[0080]

$$R_d = \frac{\cos^2 \beta_{3r}}{\left(\frac{1}{R_{eye}} - SD\right) \times \cos^2 \beta_{1r}} \quad (29)$$

[0081] 根据公式 (19)、(27) (29), 只要规定 FOV、Reye、SD、 $\beta_{1r}$ 、 $\beta_{3r}$ , 即可算出  $R_d$  和  $R_{3t}$ , 便可以制备出满足要求的全息透镜 103 和全息透镜 107, 对像源元件 101 提供的图像, 实现有视度的显示。

[0082] 表 1 给出了在给定了相应的 FOV、Reye、SD、 $\beta_{1r}$ 、 $\beta_{3r}$  参数下的具体实例数据。

[0083] 表 1

[0084]



实例 1	实例 2
$FOV=24^\circ$ $SD = -2, R_{3o} = f' = 500mm;$ $R_{e,ye} = 60mm$ $y_3 = 12.75mm$ $R_t = R_{3t} = 40.2mm$	$FOV=20^\circ$ $SD = -8, R_{3o} = f' = 125mm;$ $R_{e,ye} = 60mm$ $y_3 = 10.58mm$ $R_t = R_{3t} = 30.4mm$
[0085] $\beta_{1r} = \beta_{3r} = 30^\circ$ $R_d = 53.6mm$	$\beta_{1r} = \beta_{3r} = 30^\circ$ $R_d = 40.5mm$

[0086] 如果需要进行正视度调节时,可以采用透射式方法记录全息透镜 107,其所成的像与 107 的距离与具有相同值的负视度设计时一样,只是成像于另一面,即原发散球面波变为汇聚球面波,因而能够实现正视度的矫正。

[0087] 虽然已经详细描述了本发明的实施例,应当理解的是,在不背离所附的权利要求所限定的本发明的范围的情况下,本发明并不局限于该实施例而是可以以各种方式修改,以置换、替代或改变的方式构造或以各种其它形式实施。

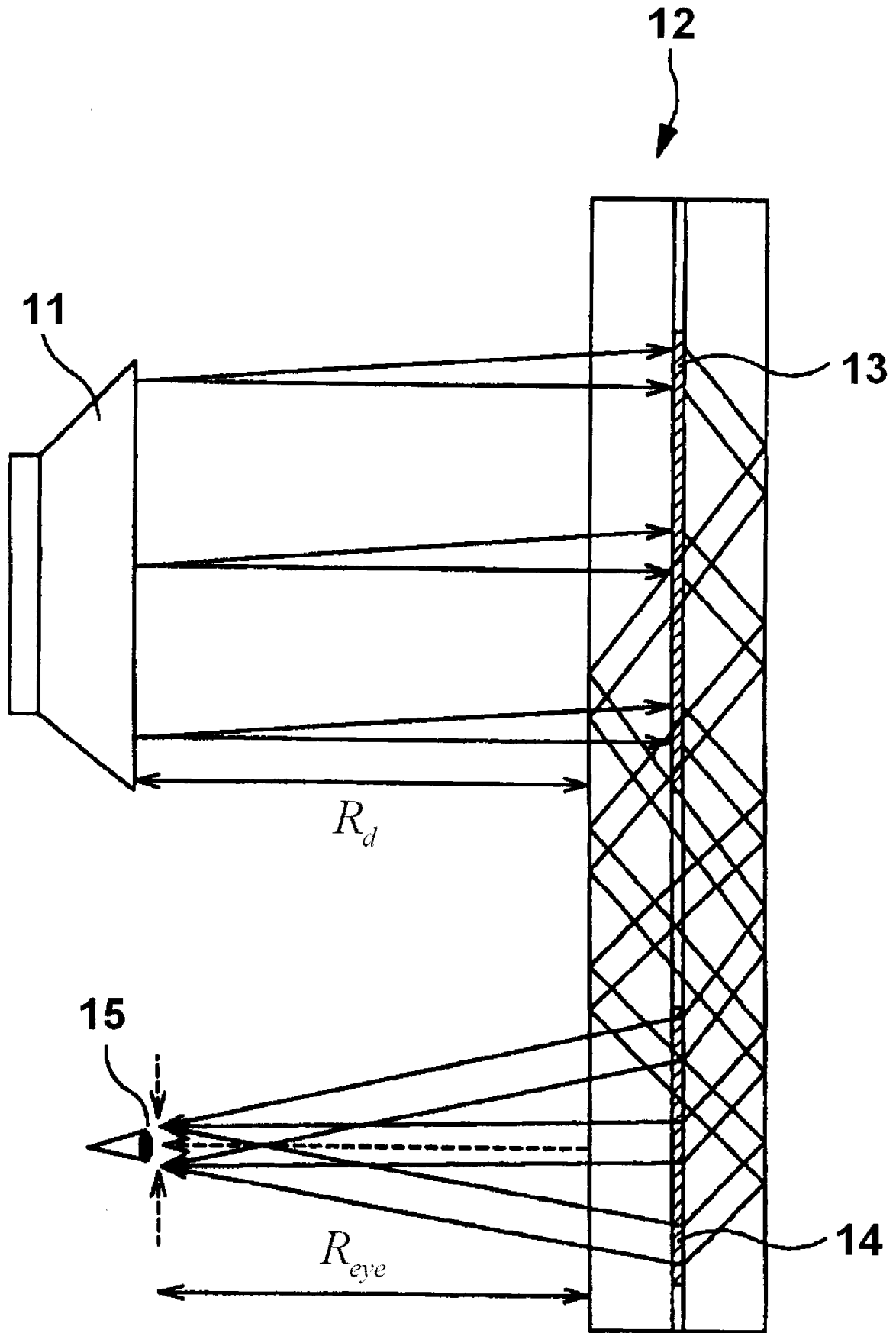


图 1

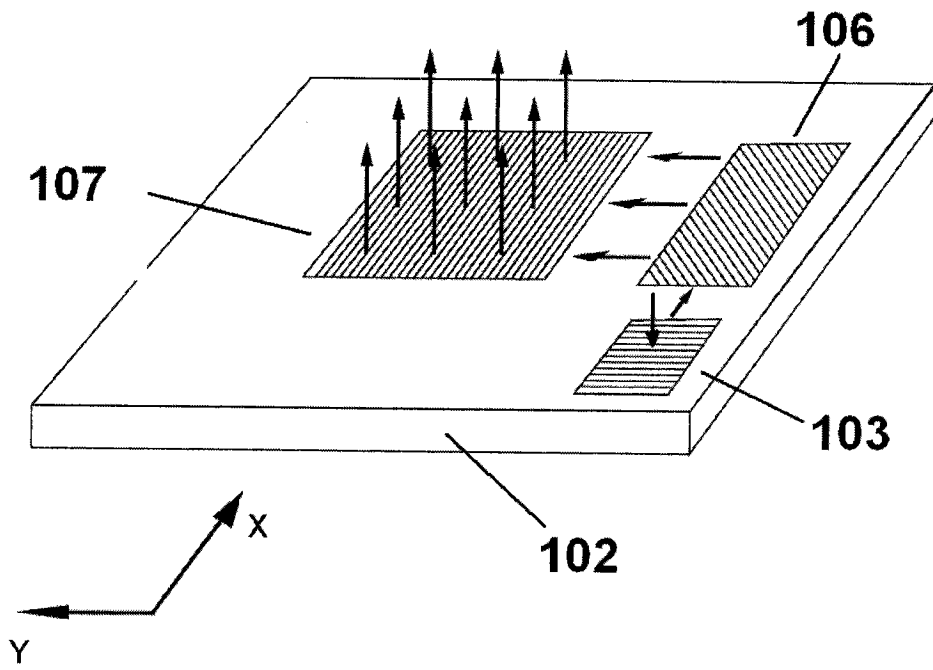


图 2

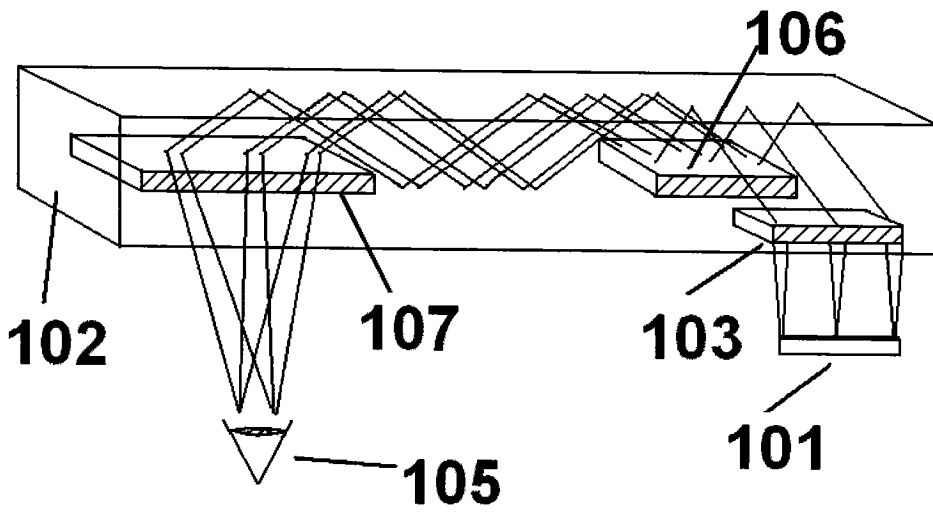


图 3

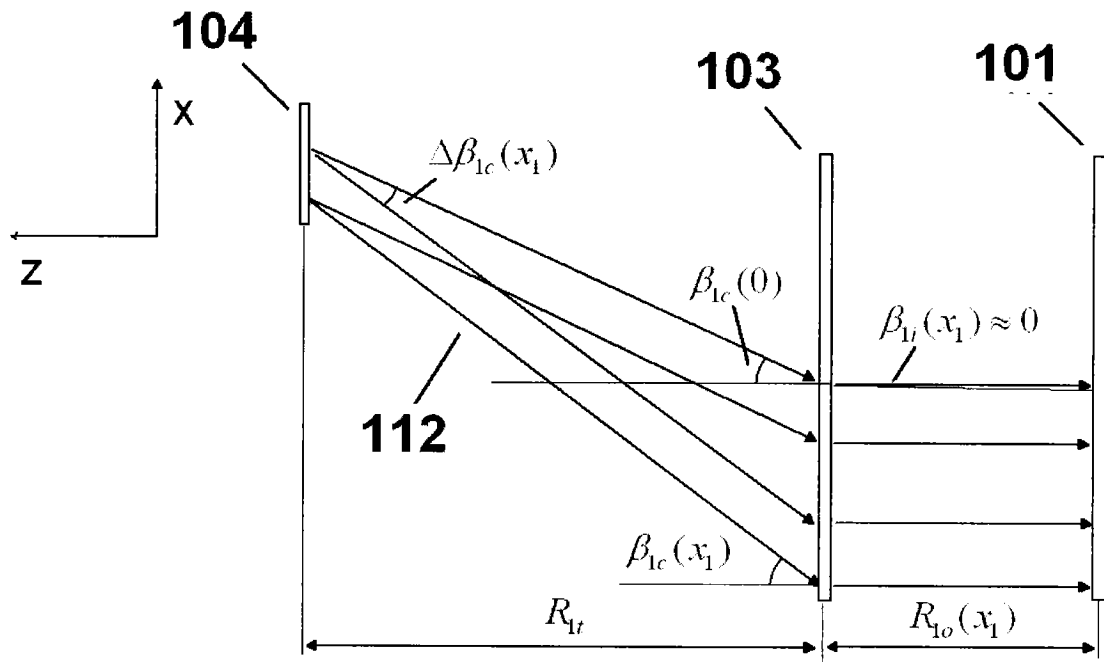


图 4

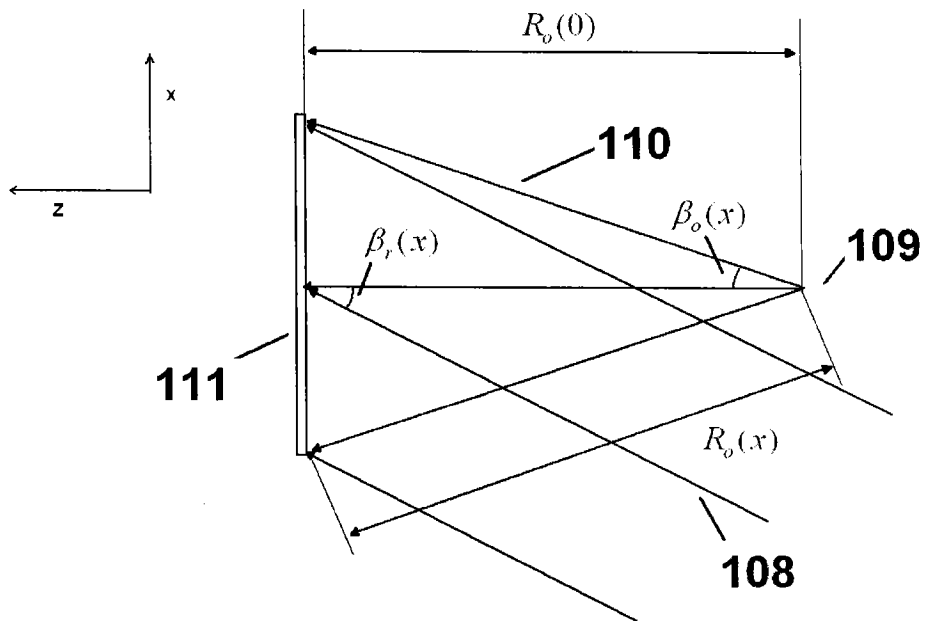


图 5

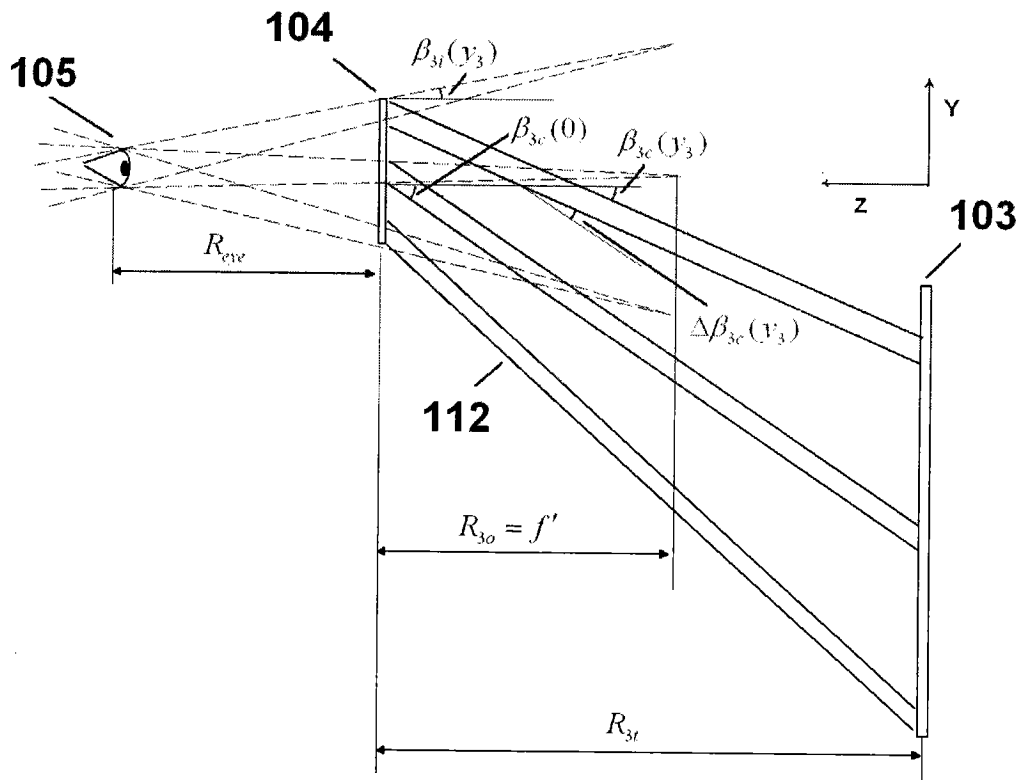


图 6