



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102109715 B

(45) 授权公告日 2014. 06. 04

(21) 申请号 201110031646. 2

G09F 9/35(2006. 01)

(22) 申请日 2011. 01. 25

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

1001344. 9 2010. 01. 27 GB

JP 特开 2008-249887 A, 2008. 10. 16, 全文.

JP 特开 2008-539460 A, 2008. 11. 13, 全文.

CN 101263722 A, 2008. 09. 10, 全文.

(73) 专利权人 友达光电股份有限公司

地址 中国台湾新竹市

审查员 房元锋

(72) 发明人 强纳森·哈洛德

葛瑞汉·约翰·伍德凯吉 廖仁伟

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理

有限公司 11006

代理人 梁挥 祁建国

(51) Int. Cl.

G02F 1/1337(2006. 01)

G02B 27/22(2006. 01)

G02F 1/133(2006. 01)

G02F 1/1335(2006. 01)

H04N 13/00(2006. 01)

H04N 13/04(2006. 01)

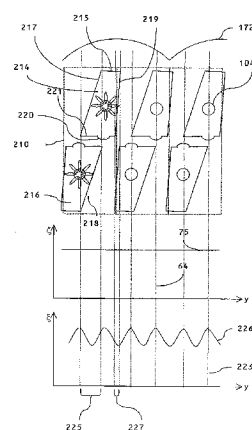
权利要求书1页 说明书18页 附图18页

(54) 发明名称

自动立体显示装置

(57) 摘要

一种自动立体显示装置包含：一空间光调变器，其中如凸块特征的配向特征提供液晶的分子的径向对称配向。视差元件排列在空间光调变器上，以将光线由像素引导至不同的观察窗中。像素开口形状被制作成使每一个别像素列的平行于视差元件的几何轴的假设线具有与此列的像素交叉的总交叉长度，其被凸块特征所调变的光线强度所加权，其对应至假设线的所有位置均相同。此可改善角强度均匀率。每一个像素可包含多个像素开口，其中每一个别像素的开口的配向特征于垂直几何轴的方向中互相偏置。此可改善角对比均匀率。



1. 一种自动立体显示装置,包含:

一空间光调变器,具有一阵列,该阵列包含多个不同颜色且可个别地定址的像素,该些像素排列于多行和多列中,每一像素包含至少一开口,该开口容置有液晶并具有一配向特征,该配向特征设置来提供该液晶的分子的径向对称配向;以及

一视差元件,包含一阵列的多个光学元件,其中该些光学元件排列在该空间光调变器上,以将一光线由该些像素引导至多个观察窗;该些光学元件具有多个几何轴,该些几何轴平行横向地延伸越过该空间光调变器至该些像素排列于其中的该些列;

其特征在于:

该至少一开口的形状被制作成与平行于该些光学元件的该些几何轴的假设线交叉,该假设线具有一总交叉长度,该总交叉长度为沿着该假设线而相邻的具同色的该些像素的交叉的长度;当越过该些配向特征的交叉长度经该配向特征所调变的该光线的强度加权后,该假设线的所有位置对应的总交叉长度为相同,其中该配向特征所调变的该光线的强度为该些像素的其余部分所调变的该光线的强度的几分之一。

2. 如权利要求 1 所述的自动立体显示装置,其特征在于,每一像素包含多个开口,每一开口包含液晶和该液晶中的该配向特征,其中每一个别像素的该些开口的该些配向特征在垂直于该些几何轴的一方向上彼此之间具有一水平偏移量。

3. 如权利要求 2 所述的自动立体显示装置,其特征在于,每一像素包括至少两开口,该两开口在垂直于该些几何轴的方向上彼此重叠。

4. 如权利要求 3 所述的自动立体显示装置,其特征在于,该至少二开口的每一个重叠部分具有至少一平行边,该至少一平行边相对于平行该些光学元件的该些几何轴的方向是倾斜的。

5. 如权利要求 1 所述的自动立体显示装置,其特征在于,于一列中彼此相邻的该些像素包含在垂直于该些几何轴的该方向中重叠的各自开口。

6. 如权利要求 1 所述的自动立体显示装置,其特征在于,被该配向特征所调变的该光线的强度为 0,使得越过该配向特征的该交叉长度被加权至 0。

7. 如权利要求 1 所述的自动立体显示装置,其特征在于,该些配向特征中之一包括一凸块,该凸块朝向该液晶突出。

8. 如权利要求 1 所述的自动立体显示装置,其特征在于,该空间光调变器包含容纳于二基材间的一液晶层。

9. 如权利要求 1 所述的自动立体显示装置,其特征在于,该些配向特征形成在一个基材上。

10. 如权利要求 1 所述的自动立体显示装置,其特征在于,平行地延伸越过该空间光调变器的该些几何轴垂直于该些像素排列所在的该些列。

## 自动立体显示装置

### 技术领域

[0001] 本发明是有关于一种自动立体显示装置的像素结构。此类显示装置可被使用于电视、电脑监视器、通讯手机、数字相机、笔记型与桌上型电脑、游戏装置、汽车和其他移动式显示器的应用中。

### 背景技术

[0002] 正常的人类视觉是立体的,即每一只眼睛看到稍微不同的世界影像。头脑融合这两个影像(称为立体对)以赋予深度的感受。三维立体显示装置显出分开的影像至每一只相对应的眼睛,其会被视为如在观看一真实世界景象。头脑再次融合此立体对以赋予深度的现象于影像中。

[0003] 图1绘示显示平面1的显示表面的平面视图。右眼2观视位于显示平面1上的右眼同源(Homologous)影像点3,而左眼4观视位于显示平面1上的左眼同源影像点5,以产生使用者所察觉的位于屏幕平面后的外观影像点6。若来自点3的光线被左眼4所看见,而来自点5的光线被右眼2所看见,则会产生一反影像(Pseudoscopic Image)21。由于会产生视觉疲劳至观察者,反影像是受欢迎的。

[0004] 图2绘示显示平面1的显示表面的平面视图。右眼2观视位于显示平面1上的右眼同源影像点7,而左眼4观视位于显示平面1上的左眼同源影像点8,以产生使用者所察觉的位于屏幕平面前的外观影像点9。若右眼2可看见来自点8的光线,而左眼4可看见来自点7的光线,则会产生一反影像12。

[0005] 图3绘示左眼影像10和右眼影像11的现象。左眼影像10中的左眼同源影像点5置放于参考线12上。右眼影像11中的相对应的同源影像点3置放在关于参考线12的不同相对位置3上。点3与参考线12间的分离13称为像差(Disparity),而在此事例中,对将位于屏幕平面后的像差的点来说,像差是一正像差。类似地,在左眼影像10中,当右眼影像11中的对应的同源影像点7与参考线14横向地分开具有负像差的一距离15时,同源影像点8位于参考线14上。当由左眼影像10改变至右眼影像11时,同源影像点3的移动是向右的。此对应至位于屏幕平面后的无畸变(Orthoscopic)影像点6,而当同源影像点7的移动向左时,则对应至位于屏幕平面前的无畸变影像点9。

[0006] 对此景象中的一个广义点而言,在如图3所示的立体对的每一个影像中,存在有一个对应点。这些点被称为同源点。此两个影像间的同源点的相对分离被称为像差;具有零像差的点对应至位于显示器深度平面上的点。图1指出具有非交叉型像差的点出现在显示器的后方,而图3指出具有交叉型像差的点出现在显示器的前方。同源点的分离大小、至观察者的距离、和观察者两眼之间分离赋予在显示器上所感知的深度大小。

[0007] 立体型式显示装置是本领域所熟知的,且参照使用者戴上某种助视器来实质分开传送至左右眼的影像的显示装置。例如:此助视器可为将影像以颜色编码(Color Coded;如红色和绿色)的彩色滤光片;在正交极化状态中编码影像的偏光眼镜;或将画面编码成与眼镜快门开启同步的一时间序列影像的快门眼镜(Shutter Glass)。

[0008] 自动立体显示装置不需使用者所戴的眼镜就可操作。在自动立体显示装置中,可由图 4 所示的空间的有限区域来看见每一个画面。

[0009] 图 4 绘示具有附属的视差元件 17 的显示装置 16。显示装置 16 产生右眼影像 18 给右眼频道。视差元件 17 引导光于箭头 19 所示的方向中,以产生右眼观察窗 (Viewing Window) 20 于显示器前方的区域中。观察者将其右眼 22 置放在观察窗 20 的位置上。左眼观察窗 24 的位置被显出来做为参考。观察窗 20 亦可被称为垂直延伸的光学瞳孔。

[0010] 图 5 绘示左眼光学系统。显示装置 16 产生左眼影像 26 给左眼频道。视差元件 17 引导光于箭头 28 所示的方向中,以产生左眼观察窗 30 于显示器前方的区域中。观察者将其左眼 32 置放在观察窗 30 的位置上。右眼观察窗 20 的位置被显出来做为参考。

[0011] 视差元件 17 做为光学操控机构。来自左眼影像 26 的光被传送至显示器前方的有限区域中,称之为观察窗 30。若左眼 32 置放在观察窗 30 的位置上,则观察者看到由显示装置 16 所产生的恰当的左眼影像 26。类似地,光学系统传送意图成为右眼影像 18 的光至右眼观察窗 20。若观察者将其右眼 22 置放在此观察窗,则将看到由显示装置 16 所产生的右眼影像 18。通常,来自任一影像的光可被视为已被光学操控(引导)入各自的方向性分布中。

[0012] 在本案中,专有名词 3D 是用以指出一种立体或自动立体影像,其中不同的影像被表达至每一只眼睛,此眼睛造成产生在头脑中的深度的知觉。应理解的是,此专有名词 3D 不同于 3D 图像,其中 3D 物件是被表达在二维(2D)显示装置上,而每一只眼睛看到完全相同的影像。

[0013] 视差元件 17 可切换于在提供 3D 影像的状态,以容许 3D 与 2D 影像被选择性地显示。在本案中,专有名词 2D/3D 是用以指出一种显示装置,其中可切换光学元件的功能,以实施全解析度 2D 影像或降低解析度的自动立体 3D 影像。

[0014] 图 6 绘示显示设备的平面视图,其中显示设备包含在显示平面 34 中的显示装置 16 和视差元件 17,显示平面 34 产生左眼观察窗 36、37、38 和右眼观察窗 39、40、41 于观察窗平面 42 中。观察窗平面与显示装置 16 间的分离称为名义观察距离 43。位于相对显示装置 16 的中间位置中的观察窗 37 与观察窗 40 在第 0 个波瓣 (Lobe) 44 中。位于第 0 个波瓣 44 右侧的左眼观察窗 36 和右眼观察窗 39 在第 +1 个波瓣 46 中,而位于第 0 个波瓣左侧的左眼观察窗 38 和右眼观察窗 41 在第 -1 个波瓣 48 中。

[0015] 显示设备的观察窗平面 42 代表距侧向观视自由度 (Viewing Freedom) 最大的显示装置 16 的距离。对远离显示平面 34 的多个点而言,有多个钻石形自动立体显示观视区,如图 6 的平面视图所示。如图 6 所示,来自每一个点交叉的光以一有限宽度的圆锥体射向观察窗。圆锥体的宽度可被定义为角宽度。

[0016] 视差元件 17 用来产生在观察窗平面 42 上的照度的指向性分布,观察窗平面 42 与显示装置 16 相距有一定距离。遍及观察窗平面 42 各处的强度变异构成一光指向性分布的具体形式 (Tangible Form)。

[0017] 若眼睛置放在如左眼观察窗 37 和右眼观察窗 40 的一对观视区的每一者中,则自动立体影像将于遍及显示器各处的全部区域上被看见。就第一阶层来说,显示器的纵向观视自由度被此些观视区的长度所决定。

[0018] 越过显示器(构成光指向性分布的具体形式)的观察窗平面的强度(或照度)

$\alpha$  50 的变异是相对位置 x51 绘示至图 7 的理想化观察窗。右眼观察窗位置强度（或照度）函数（或分布）52 对应至图 6 所示的右眼观察窗 41，而强度（或照度）函数 53 对应至左眼观察窗 37；强度（或照度）函数 54 对应至右眼观察窗 40；及强度（或照度）函数 55 对应至左眼观察窗 36。积分强度（或照度）函数 60 为来自个别强度（或照度）函数 52、53、54、55 的强度总和，强度（或照度）函数 52、53、54、55 相对个别观察窗 41、37、40、36 和进一步相邻的观察窗的位置。

[0019] 图 8 示意地绘示相对于位置 x51 的积分强度函数 60 至较实际的观察窗。右眼观察窗位置强度函数 56 对应至图 6 所示的右眼观察窗 41，而强度函数 57 对应至左眼观察窗 37；强度函数 58 对应至右眼观察窗 40；及强度函数 59 对应至左眼观察窗 36。来自积分名义强度函数 60 的变异对在一角度范围的名义强度的比值称为角强度均匀率（Angular Intensity Uniformity；AIU）或  $\alpha$ （ $\alpha$ ）函数。此名义强度函数可为例如：如图 7 所示的平坦的照度函数、朗伯（Lambertian）函数、或具有实质平顺地变化的强度曲线的其他函数。AIU 可于一段视角有限范围中，或个别显示的输出角度的全部角度范围中被测量到。

[0020] 图 9 绘示又一强度函数 61，其中实质为三角形的观察窗相互重叠以产生一平的强度（或照度）函数 60。有利的是，此种观察窗可提供强韧的手段，藉以减少函数 60 中的不均匀度。又，此种观察窗减少影像翻转假影（Artefact），在此影像翻转假影中，影像内容似乎是在多重画面显示中快速地由一画面变化至又一画面变化，造成观察者看见影像明显的转动。

[0021] 几种 3D 假影可因不当的观察窗性能而发生，特别是对重叠观察窗。当来自右眼影像光被左眼看见（反之亦然）时，会发生反影像。这是一种重大的 3D 影像品质降级机构，其会导致观察者的视觉疲劳。重叠观察窗会显示模糊影像，其限制住了显示时表现出的有用深度量。此外，粗劣的观察窗品质将导致观察者的有效观视自由度的减少。此光学系统设计来最佳化观察窗的性能。

[0022] 在具有多重画面的显示器中，相邻的观察窗包含一系列的畫面資料。当观察者相对显示装置横向移动时，每一只眼睛所看得见影像会变化，以维持 3D 影像的出现。当人类观察者相对显示装置移动时，他们对照度的变化很敏感。例如：若积分强度（或照度）函数 60 变化超过其最大值的 0.5% 至 5%，则似乎会显示出闪烁的画面。因此，需要最小化积分强度（或照度）函数 60 的变异。当函数随着视角变化时，函数的均匀度可称为角强度均匀率（AIU），其为一重要的性能参数。

[0023] 各自的影像显示在显示平面 34 上，并被位于或靠近观察窗平面 42 的观察者所看见。

[0024] 以下将讨论用以改善显示器的 AIU 的一些已知技术。

[0025] 一种型式的公知自动立体显示装置的像素配置结构使用如图 10a 所示的带状配置结构，其用在标准 2D 显示。像素开口（Apertures）62 排列于多行的红色像素 65、绿色像素 67 和蓝色像素 69 中。为产生自动立体显示，如双凸透镜阵列（Lenticular Array）的视差元件 172 与多组的红色像素 65、绿色像素 67 和蓝色像素 69 对齐，如图所示。阵列的透镜间的尖端 71 是此阵列的视差元件 172 的几何轴的一个例子。

[0026] 视差元件 172 可以是倾斜的，以使视差元件 172 的光学元件（例如：双凸透镜阵列例子中的透镜）的几何轴倾斜至像素开口 62 的垂直行的方向，如美国专利第 3,409,351 号

和美国专利第 6,064,424 号所述。如此的排列可使观察窗的重叠（类似图 9 所示），相较于光学元件的几何轴平行于像素开口的垂直行方向（Column Direction）的视差元件时，造成强度的积分强度（或照度）函数 60 的较佳均匀度。

[0027] 在此，平行于视差元件的光学元件的几何轴的直线被称为射线（Ray Line），其为一直线，沿着此直线的光射线名义上（忽略掉像差）由一显示装置指向在观察窗平面中任何垂直位置上的观察窗平面中相同的相对水平位置，而不是光射线的方向。图 10a 更绘示射线 64 的倾斜方位与相对像素开口 62 的视差元件 172 的光学元件的几何轴。如此的排列会产生对垂直线倾斜的观察窗，使得画面资料在观察者垂直地移动时似乎会变化。

[0028] 图 10a 更包含射线 64 与像素开口函数重叠（或交叉）的图示，此像素开口函数提供在此称为  $\zeta(\zeta)$  函数 73 的强度函数。 $\zeta(\zeta)$  函数 73 随着像素平面中的位置  $y$  49 变化。如将于以下所述，此与越过的观察窗平面 42 的位置  $x$  51 的观察窗强度（ $\alpha$ ）50 有关。

[0029] 为了理解容易，射线 64 越过函数 75 的位置  $y$  49 对应至光自射线 64 导入的水平位置  $y$  49。 $\zeta(\zeta)$  函数 73 的强度函数 75 具有通常是平但具有峰部 74 的强度，峰点 74 的由来已被理解如下。

[0030] 可藉由测量对应至越过像素开口 62 的位置  $y$  49 的射线 64 的总交叉长度 66、68、70、72（以粗线表示），来决定在每一个已知位置  $y$  49 的  $\zeta(\zeta)$  函数。此是因为在操作时视差元件 172 收集来自射线 64 的光，并将此光完全引导至被观视者观察到的空间中的位置。

[0031] 事实上，一眼睛是基于瞳孔大小、透镜像差（Lens Aberrations）和透镜焦点条件，而收到来自像素平面上的一区域或地点的一束射线 64 的光，因此所观察到的积分名义强度函数  $\alpha(\alpha)$  60 是  $\zeta(\zeta)$  函数 73 与点函数（SpotFunction） $\sigma(\sigma)$  的回旋积分（convolution），但仍会有相似的峰部。因此，强度函数 60 的变化，正如总交叉长度因射线 64 多样化地覆盖不同数量的像素开口 62 和其间的间隙而变化。特别是，强度函数 75 包含高总交叉长度所在的高位准，此是因为射线 64 在其角落与较多的像素开口 62 交叉。

[0032] 如可被看到的是，总交叉长度 66、68、70、72 可包含来自两相邻像素的贡献。当这些相邻的像素具有两种不同颜色时，每一个像素将具有 3D 影像的单位细胞（Cell）结构中同色的对应像素。因此，相邻像素可被便利地用以理解单一颜色中的总交叉长度。

[0033] 在一些具有不均匀  $\zeta(\zeta)$  强度函数 75（其中视差元件 172 为双凸透镜阵列）的系统中，这些透镜可被散焦，以有效地藉由提供不同射线 64 的不同总交叉长度 66 的平均值来平滑化  $\alpha(\alpha)$  积分强度函数 60。然而，此一方法引起 3D 观察窗间产生更多的重叠，并造成更多层的影像模糊、更少的有用深度和更多的反影像。因此，需要维持一高 AIU 而不增加透镜的散焦。

[0034] 世界（WO）专利申请案公开号第 2007/031921 号揭示一种技术，藉以使用如图 10b 所示的像素切角（Cut-Out）76 来减少强度函数 75 中如峰部 74 的特征。此切角 76 补偿了增加的交叉，否则交叉会发生在像素开口 62 的角落，像素开口 62 减少射线 80 的总交叉长度 78，并藉以平坦化  $\zeta(\zeta)$  强度函数 75。然而，如此的安排不能用来补偿宽视角显示的输出，如下所述。

[0035] 如具有平行配向（Homogeneous Alignment）的扭转向列型液晶显示器（TwistNematic Liquid Crystal Display；TN-LCD）的公知液晶显示面板使用实质长方形

的像素开口形状,在其中整个像素操作为一单一区域 (Domain),以使光学输出的角对比性质对像素的每一部分实质为常数。此类像素非常适于长方形切角方法,以改善强度函数 60 的均匀率。然而,由于细胞中单一液晶配向的光学性能的限制,此种面板受到随视角变化的对比的显著变异。为了要补偿此种视角效应,一种方式是使用垂直配向液晶材料结合至多区域结构及更复杂的配向修正技术。在此事例中,每一个像素包含具有不同液晶分子配向的多个区域。此随视角变化的显示的对比性质被来自个别区域的对比性质的加入所决定。

[0036] 一种改善 AIU 的方式是对显示器施加一径向对称模式。在此事例中,空间光调变器 (Spatial Light Modulator) 的像素的开口 (显示区) 包含一配向特征,例如:凸块 (Bump) 特征,其提供液晶的分子的径向对称配向。通常,此种显示器能改善显示装置的角特性。

## 发明内容

[0037] 根据本发明,提出一种自动立体显示装置,包含:

[0038] 具有一阵列的不同色的可个别地定址的多个像素的空间光调变器,这些像素排列于多行和多列中,每一个像素包含有至少一个开口,此开口容置有液晶并具有一配向特征,此配向特征设置来提供此液晶的分子的径向对称配向;以及

[0039] 包含多个光学元件的一阵列的视差元件,这些光学元件排列在空间光调变器上,以将一光线由像素引导至多个观察窗;这些光学元件具有多个几何轴,这些几何轴平行横向地延伸越过空间光调变器至像素排列于其中的此些列;

[0040] 其中这些开口的形状被制作成使平行于视差元件的几何轴的一假设线具有一总交叉长度,此总交叉长度与沿着假设线而相邻的具同色的像素相交叉;当越过配向特征的总交叉长度被前述经配向特征所调变的光线强度所加权后,假设线的所有位置对应的总交叉长度为相同,其中此配向特征所调变的光强度被表示为被前述的像素的其余部分所调变的光强度的几分之一。

[0041] 由于平行于圆柱透镜的几何轴的多个假设线与每一个别像素交叉的加权总交叉长度,对应至假设线的所有位置为相同,此可改善显示装置的 AIU 或角对比均匀率 (Angular Contrast Uniformity; ACU)。在操作时,视差元件收集来自此些假设线 (射线) 之一的光线,并将此光线全引导至被观视者观察到的空间中的位置 (或更严格地说,由于瞳孔大小、透镜像差和透镜聚焦调件,一只眼睛接收来自一束射线的光线,因此所观察到的实际强度是  $\zeta$  函数的回旋积分)。因此,对应至假设线的所有位置相同的总交叉长度意指:当每一个像素具有相同的传送设定 (例如:在一白色影像上) 时,所观察到的光强度对不同的观视位置是相同的。为达成这个条件,越过配向特征的总交叉长度经配向特征所调变的光强度加权,其中此配向特征所调变的光强度被表示为像素的其余部分所调变的光强度的几分之一。此是基于对凸块配向特征可能无法提供与像素的其余部分相同的强度的一现象的理解,而补偿此现象。

[0042] 有利地,每一个像素包含多个开口,每一个开口包含液晶和液晶中的配向特征,每一个像素的开口的配向特征在垂直于几何轴的一方向上彼此之间具有一水平偏移量。

[0043] 藉由此特征,不同视角的 ACU 可针对下列原因被改善。此优点的产生是因配向特征提供液晶分子的径向对称配向。结果是,每一条假设线越过不同配向的液晶分子,其取决

于相对配向特征的假设线的位置。此不同配向引起自不同假设线所收集与被在对应观看位置的观视者所观察到的光线的对比变异,因而产生角对比不均匀度。相对观察窗平面中的位置  $x$  51 的对比均匀率称为 ACU 或  $\beta(\beta)$  函数。然而,此效应被在垂直于几何轴的一方向上彼此之间具有一水平偏移量的每一个像素的开口的配向特征所减少。特别是,有越过假设线可能位置范围的液晶分子的配向平均,以使随视角变化的对比变异被最小化。

[0044] 加上,这些优点可不需对光学元件进行散焦来达成,可设定视差元件的焦点以提供一假设观察者的眼睛的小影像于像素平面上,以减少观察窗间的模糊。有利地,此藉由降低反影像的强度来改善 3D 影像品质,亦减少影像本身的模糊。

[0045] 此加强的 AIU 和 ACU 改善显示装置的性能。其可提供取决于显示装置的配置结构的各种优点。此类的优点包含例如:减少影像模糊、和/或容许深度的程度被显出来。本发明在自动立体多重画面显示装置中具有特别的价值,可使显示装置对移动中的观察者不会有可看见的闪烁。因此,当对显示器移动的观察者在移动时,将不会看见显示器似乎有闪烁的情形,或穿越显示区域的强度变化。

[0046] 在可切换至 2D/3D 的自动立体显示装置中,除在 3D 模式的优点外,亦可改善 2D 模式的 AIU 和 ACU;而视差元件的制造与设计可以是宽松的;具有低成本、高良品率和/或宽松的公差。在可切换至 2D/3D 的自动立体显示装置中,当使用双折射(Birefringent)透镜阵列作为视差元件时,符合透镜阵列需求的折射率可以是宽松的;和/或在高角度的偏极切换器(Polarisation Switcher)的性能可以是宽松的。

[0047] 以下结合附图和具体实施例对本发明进行详细描述,但不作为对本发明的限定。

## 附图说明

[0048] 图 1 绘示屏幕平面后方物件的 3D 显示的明显深度的产生;

[0049] 图 2 绘示屏幕平面前方物件的 3D 显示的明显深度的产生;

[0050] 图 3 绘示影像立体对之每一个影像上的同源点的位置;

[0051] 图 4 示意地绘示 3D 自动立体显示器前方的右眼观察窗的形成;

[0052] 图 5 示意地绘示 3D 自动立体显示器前方的左眼观察窗的形成;

[0053] 图 6 绘示来自 3D 显示器的输出圆锥体的观视区域产生的平面视图;

[0054] 图 7 绘示自动立体显示器的一观察窗外形;

[0055] 图 8 绘示来自 3D 自动立体显示器的观察窗输出外形的示意图;

[0056] 图 9 绘示来自 3D 自动立体显示器的观察窗输出外形的又一示意图;

[0057] 图 10a 绘示包含在一倾斜角对准至一像素阵列的双凸透镜阵列的自动立体显示器;

[0058] 图 10b 绘示修正的像素结构以改善图 10a 的显示器的 AIU;

[0059] 图 11a 绘示一径向对称模式的空间光调变器中的液晶配向的剖面图;

[0060] 图 11b 绘示又一径向对称模式的空间光调变器中的液晶配向的剖面图;

[0061] 图 12 绘示一径向对称模式的空间光调变器中的液晶配向的平面视图;

[0062] 图 13a 绘示的使用图 11a、图 11b 和图 12 的可切换式双凸透镜自动立体显示器的剖面图;

[0063] 图 13b 绘示的使用图 11a、图 11b 和图 12 的可切换式视差格栅自动立体显示器的



剖面图；

- [0064] 图 14 绘示径向对称模式的空间光调变器中的偏极调变的邦加球释意；
- [0065] 图 15a 绘示双凸透镜屏幕与像素阵列的一排列方式；
- [0066] 图 15b 绘示双凸透镜屏幕与像素阵列的又一排列方式；
- [0067] 图 15c 绘示双凸透镜屏幕与像素阵列的又一排列方式；
- [0068] 图 15d 绘示双凸透镜屏幕与像素阵列的又一排列方式；
- [0069] 图 16a 绘示公知的横向式像素自动立体显示器的 AIU 与 ACU 性质；
- [0070] 图 16b 绘示公知的纵向式像素自动立体显示器的 AIU 与 ACU 性质；
- [0071] 图 17 绘示本发明的像素排列实施例；
- [0072] 图 18a 绘示本发明的像素排列实施例的一电路布局；
- [0073] 图 18b 绘示本发明的像素排列实施例的又一电路布局；
- [0074] 图 19 绘示本发明的像素排列实施例的细节；
- [0075] 图 20 绘示本发明的像素排列实施例的细节；
- [0076] 图 21 绘示本发明的像素排列实施例的细节；
- [0077] 图 22 绘示本发明的像素排列实施例的细节；
- [0078] 图 23 绘示本发明的像素排列实施例；
- [0079] 图 24 绘示本发明的又一像素排列实施例；
- [0080] 图 25 绘示本发明的又一像素排列实施例；
- [0081] 图 26 绘示本发明的又一像素排列实施例；
- [0082] 图 27 绘示本发明的又一像素排列实施例；
- [0083] 图 28 绘示本发明的又一像素排列实施例。

[0084] 其中,附图标记

- |                  |           |
|------------------|-----------|
| [0085] 1 显示平面    | 2 右眼      |
| [0086] 3 影像点     | 4 左眼      |
| [0087] 5 左眼同源影像点 | 6 外观影像点   |
| [0088] 7 右眼同源影像点 | 8 左眼同源影像点 |
| [0089] 9 外观影像点   | 10 左眼影像   |
| [0090] 11 右眼影像   | 12 参考线    |
| [0091] 13 分离     | 14 参考线    |
| [0092] 15 距离     | 16 显示装置   |
| [0093] 17 视差元件   | 18 右眼影像   |
| [0094] 19 箭头     | 20 右眼观察窗  |
| [0095] 21 反影像    | 22 右眼     |
| [0096] 24 左眼观察窗  | 26 左眼影像   |
| [0097] 28 箭头     | 30 左眼观察窗  |
| [0098] 32 左眼     | 34 显示平面   |
| [0099] 36 左眼观察窗  | 37 左眼观察窗  |
| [0100] 38 左眼观察窗  | 39 右眼观察窗  |
| [0101] 40 右眼观察窗  | 41 右眼观察窗  |

|        |                      |                         |
|--------|----------------------|-------------------------|
| [0102] | 42 观察窗平面             | 43 名义观察距离               |
| [0103] | 44 波瓣                | 46 波瓣                   |
| [0104] | 48 波瓣                | 49 位置 y                 |
| [0105] | 50 强度 $\alpha$       | 51 位置 x                 |
| [0106] | 53 强度函数              | 52 强度函数                 |
| [0107] | 55 强度函数              | 54 强度函数                 |
| [0108] | 57 强度函数              | 56 强度函数                 |
| [0109] | 59 强度函数              | 58 强度函数                 |
| [0110] | 60 强度函数              | 61 强度函数                 |
| [0111] | 62 射线                | 64 像素开口                 |
| [0112] | 65 红色像素              | 66 总交叉长度                |
| [0113] | 67 绿色像素              | 68 总交叉长度                |
| [0114] | 69 蓝色像素              | 70 总交叉长度                |
| [0115] | 71 尖端                | 72 总交叉长度                |
| [0116] | 73zeta( $\zeta$ ) 函数 | 74 峰部                   |
| [0117] | 75 强度函数              | 76 切角                   |
| [0118] | 78 总交叉长度             | 80 射线                   |
| [0119] | 100 基材               | 102 基材                  |
| [0120] | 104 凸块特征             | 105 凸块特征                |
| [0121] | 106 光阻挡层             | 108 光阻挡层                |
| [0122] | 110 液晶分子             | 111 区域                  |
| [0123] | 112 区域               | 114 指示器方位               |
| [0124] | 116 开口               | 117 开口                  |
| [0125] | 118 像素               | 120 背光                  |
| [0126] | 122 偏光片              | 124 四分之一波片              |
| [0127] | 125 基材               | 127 图案化的液晶层             |
| [0128] | 129 基材               | 131 输出偏光片               |
| [0129] | 132 四分之一波片           | 134 偏光片                 |
| [0130] | 136 基材               | 138 可切换式偏极转动层           |
| [0131] | 140 基材               | 142 折射微透镜阵列             |
| [0132] | 144 等向层              | 146 基材                  |
| [0133] | 150 入射偏极化状态          | 152 右圆形偏极化状态            |
| [0134] | 156 右圆形偏极化状态         | 158 左圆形偏极化状态            |
| [0135] | 160 转态               | 162 转态                  |
| [0136] | 164 线                | 166 转态                  |
| [0137] | 170 空间光调变器           | 172 视差元件                |
| [0138] | 174 像素阵列             | 176 非零角度                |
| [0139] | 179 峰部               | 180sigma( $\sigma$ )    |
| [0140] | 181 低谷               | 182sigma( $\sigma$ ) 函数 |

|        |                         |                       |
|--------|-------------------------|-----------------------|
| [0141] | 183 下陷部                 |                       |
| [0142] | 184 函数                  | 185zeta( $\zeta$ ) 函数 |
| [0143] | 186alpha( $\alpha$ ) 函数 | 188xi( $\xi$ ) 函数     |
| [0144] | 190xi( $\xi$ ) 函数       | 191 区域                |
| [0145] | 192xi( $\xi$ ) 函数       | 194xi( $\xi$ ) 函数     |
| [0146] | 196 角对比 beta( $\beta$ ) | 198beta( $\beta$ ) 函数 |
| [0147] | 200beta( $\beta$ ) 函数   | 202beta( $\beta$ ) 函数 |
| [0148] | 210 像素                  | 214 开口                |
| [0149] | 215 项边缘                 | 216 底开口               |
| [0150] | 217 边缘                  | 218 不透光区              |
| [0151] | 219 边缘                  | 220 凸块特征补偿特征          |
| [0152] | 221 底边缘                 | 222 长度                |
| [0153] | 223 射线                  | 224 长度                |
| [0154] | 225 重叠区                 | 226ACU 函数             |
| [0155] | 227 重叠区                 | 228 凸块特征补偿特征          |
| [0156] | 250 行电极                 | 252 列电极               |
| [0157] | 254 电晶体元件               | 256 电极                |
| [0158] | 260 凸块特征                | 262 凸块特征              |
| [0159] | 264 列                   | 266 列                 |
| [0160] | 268 列                   | 270 列                 |
| [0161] | 272 凸块特征                | 274 凸块特征              |
| [0162] | 276 凸块特征                | 278 凸块特征              |
| [0163] | 280 凸块特征                | 282 凸块特征              |
| [0164] | 284 凸块特征                | 286 凸块特征              |
| [0165] | 288 像素行                 | 289 像素行               |
| [0166] | 290 像素行                 | 291 列                 |
| [0167] | 292 列                   | 293 列                 |
| [0168] | 294 列                   | 295 开口                |
| [0169] | 296 开口                  | 297 开口                |
| [0170] | 298 开口                  | 300 射线                |
| [0171] | 301 径向对称模式像素开口          | 302 凸块特征补偿特征          |
| [0172] | 303 径向对称模式像素开口          | 304 凸块特征补偿特征          |
| [0173] | 305 凸块特征区域              | 306zeta( $\zeta$ ) 函数 |
| [0174] | 308xi( $\xi$ ) 函数       |                       |
| [0175] | RCP 右圆形偏极化              | LCP 左圆形偏极化            |

### 具体实施方式

[0176] 图 10a 绘示对准至像素阵列的双凸透镜屏幕 (Lenticular Screen) 172 的一种已知排列, 以提供自动立体显示器。双凸透镜屏幕 172 包含倾斜伸长的双凸透镜元件对准并

排列在空间光调变器 170 上,空间光调变器 170 包含一阵列的像素 62,在此例子中,每一个像素 62 包含一个单一开口。可个别地定址的像素 62 具有不同颜色并以一重复单位的像素来排列,这些重复单位的像素是于重复一水平的列方向和一垂直的行方向中。因此,双凸透镜屏幕 172 的光学元件具有多个几何轴,这些几何轴是于一方向中平行地延伸越过空间光调变器,此方向相对行方向倾斜一角度,在此事例中,此行方向为垂直方向。例如:像素包含多行红色像素 65、多行绿色像素 67 和多行蓝色像素 69。

[0177] 双凸透镜屏幕是一种型式的视差元件,其可包含一阵列的垂直延伸的圆柱状微透镜,并引导来自像素的光进入不同的观察窗。在此所使用的圆柱状的用语具有其在本技艺中的正常含义,其不仅包含严格的球状透镜形状并包含非球状透镜形状。透镜的间距再次对应至观视点修正条件 (Viewpoint CorrectionCondition),以提供在正确视距的观察窗。透镜的曲率被实质设定来产生位于观察窗平面的 LCD 像素的影像。当透镜收集光于来自像素的圆锥体中,并将其分布至观察窗时,双凸透镜立体显示器具有基本面板的全亮度。

[0178] 圆柱状透镜是描述一种透镜,其中一边缘(具一曲率半径)于第一线性方向中被扫视过。圆柱状透镜的几何轴被定义为沿着第一线性方向中的透镜中心的线,即平行于边缘 71 的扫视方向。平行于几何轴的假设线被称为射线 64。假设射线 64 与像素开口 62 的重叠(或交错)提供针对显示器的角强度均匀率和角对比均匀率性质的资讯。

[0179] 因此,射线 64 与列像素 65 的像素开口 62 的重叠 72,与位于等同位置的射线 64 与列像素 67 的像素开口 62 的重叠 66 具有相同的长度或大小,其中列像素 67 相邻于列像素 65。然而,重叠 72 可能不同于重叠 68,重叠 68 为不同位置的射线 64 在越过像素开口 62 并与其的重叠。事实上,可藉由调查对单一射线 64 的两横向相邻的像素开口 62 间的重叠,来典型地考虑像素开口 62 间的总重叠。因此,总重叠藉由重叠 68 与重叠 70 的和而被计算出。

[0180] 越过射线位置  $y_{49}$  的重叠线长度  $\zeta(\zeta)$  73 的图示被称为  $\zeta(\zeta)$  函数 75,其中射线位置  $y_{49}$  相对于像素开口 62 中的像素位置。如图 10a 所示,长方形像素开口 62 提供加强强度的峰部 74。当藉由双凸透镜屏幕反映影像至观察窗平面 42 时,造成在某些观视位置的加强的观察窗强度。因此,当一观察者移动越过观察窗平面 42 时,显示的强度会变化而引起影像闪烁。由于眼睛对此种程度的闪烁非常敏感,此类假影不受欢迎的。例如:积分强度(或照度)函数 60 中低于 0.5% -5% 的强度假影可能会被移动中的观察者所看见。因此,需要藉由提供高均匀率  $\zeta(\zeta)$  函数(强度函数) 75,来尽可能地降低此效应。

[0181] 一种改善此  $\zeta$  不均匀度的已知手段绘示于图 10b 中。在此事例中, $\zeta(\zeta)$ (假设射线与像素开口函数的重叠)的峰部 74 被长方形切角 76 所最小化。因此,AIU 将具有高均匀度。如将于稍后所述,此种技术不能提供高 AIU 给径向对称液晶模式。又,如将于以下所述,此种技术不能补偿角对比均匀率(ACU)效应。

[0182] 在使用倾斜透镜的自动立体显示器中,可藉由考虑对彩色像素的一特定排列的 3D 影像的各种所欲的性质,来决定相对于多行和多列像素的假设射线的角度。例如有多个像素,其中红、绿和蓝像素具有同样大小,并一起形成一正方形彩色像素单位细胞,其大小为水平方向 3 单位和垂直方向 3 单位;另有一射线,其在水平方向 1 单位和垂直方向 3 单位的角度上,并具有与垂直线间的 18.43 度角,且提供彼此重叠至一第一程度的观察窗。藉由设定具有水平方向 1 单位和垂直方向 3 单位的角度度的射线来减少角度至 9.46 度,可增加相邻观察窗间的重叠(扩大图 9 的三角形观察窗结构的基础)。较宽广的观察窗将显出增加的

画面重叠,因而更可能会发生会反影像,并增加影像中的模糊量。然而,当观察者相对显示装置横向移动时,此类影像将较平顺地变化,并相较于 18.43 度角具有较大的垂直观视自由度。此两个不同的角度亦提供具有不同空间频率资讯的像素,其中此空间频率资讯可修正 3D 影像的逼真度。其他影像亦可能具有修正为所需的显示性质。

[0183] 通常,射线(即光学元件的几何轴)倾斜一角度,使得以列方向中的像素间距于列方向的几何轴位移发生在行方向中的像素间距乘以一非零整数中。例如:在行方向系垂直于列方向之处,意指光学元件的几何轴相对于行方向倾斜等于  $\tan^{-1}(pr/(pc \times n))$  的角度,其中  $pr$  为列方向的像素间距, $pc$  为行方向的像素间距, $n$  为非零整数。上述的 18.43 度和 9.46 度角对应至  $n$  分别为 1 或 2 的事例。

[0184] 空间光调变器为径向对称模式的液晶显示器,包含:排列于多行和多列中(如下细述)的一阵列的像素,此些行和列提供液晶的分子的径向对称配向。图 11a 绘示此类径向对称模式的空间光调变器的部分例子的剖面图。一液晶层(未标示)被夹在基材 100、102 之间。液晶分子 110 藉由凸块特征 104 对准至倾斜的指示器方位 114,此些凸块特征 104 自基材 100 朝向液晶层突出。在相邻的凸块特征 104、105 间,液晶指示器需经历相对不连续的倾斜,因而引起配向中的旋转位移(Disclinations)。此种旋转位移引起降低影像对比品质的散射。光阻挡层 108 和 106 遮盖液晶旋转位移的区域和定址电子装置(AddressingElectronics),以最佳化显示对比。

[0185] 凸块特征 104、105 为一种型式的提供径向对称液晶配向的配向特征。此类的配向可藉由如图 11a 所示的实体凸块的凸块特征 104、105 来产生。然而,可使用其他型式的配向特征的其他方式来产生此径向对称配向,例如:藉由配向层性质的改变而不需实体凸块,如图 11b 所示。图 11b 绘示又一径向对称模式的空间光调变器的液晶配向的剖面图。在区域 112 中,其配向性质与区域 111 不同,以使其所造成远离区域 111 的配向与如图 11a 所示的远离凸块特征 104 的配向实质相同。因此,区域 111 为一不同形式的配向特征。

[0186] 亦可藉由例如电极图案或金字塔配向特征来产生配向特征,但配向特征仍产生一种基本上径向对称的液晶配向。在本说明书中,配向特征的用语被定义为包含以上选项的单一者或结合者。在每一事例中,可将又一光阻挡层或部分光阻挡层并入至配向特征的区域中,以去除如旋转位移的配向缺陷的可见度。

[0187] 在如图 12 所示的单一像素 118 的平面视图中,单一像素 118 具有例如:二个开口 116、117,但并不在此限。凸块特征 104、105 可为圆形的,而光阻挡层 106 可包含开口 116、117,每一个开口 116、117 包含单一凸块特征 104。液晶分子在所示的凸块特征上采取径向对称配向。利用一单一定址电压来定址具有开口 116、117 的像素 118,以使在每一个次开口的液晶分子的驱动典型地相同。因此,包含有多重凸块特征的可定址像素包含多重像素开口,以减少散射效应。

[0188] 在越过每一个开口 116、117 的区域时,液晶分子以一组倾斜的方式排列,此为在凸块表面上的液晶分子的配向与越过像素开口的配向的传递所造成的结果。如将于参照图 14 所述,每一个倾斜对在一特殊视角的最佳化的对比有贡献。在 2D 操作模式中,相较于例如单一倾斜出现遍及整个像素的扭转向列(TN)模式,来自每一个倾斜的贡献总和对更均匀观视模式有贡献。因此,2D 操作模式中,径向对称模式比 TN 模式装置具有对视角的较高对比均匀率。如将于后所述,当一公知径向对称模式的液晶显示器结合至如视差格栅

(ParallaxBarrier) 或双凸透镜屏幕的伸长的视差光学装置时,此性质不被维持。

[0189] 图 13a 绘示与世界专利第 03/015424 号所述相似的自动立体显示装置的侧视示意图,其中世界专利第 03/015424 号包含一可切换式双凸透镜元件。自动立体显示装置包含:背光 120、偏光片 122、四分之一波片 124、(阵列) 基材 102、被像素化 (Pixelated) 的液晶层 128、(对面的) 基材 100、四分之一波片 132、偏光片 134、基材 136、可切换式偏极转动层 (Polarisation Rotating Layer) 138、基材 140、双折射微透镜阵列 142 (包含双凸透镜屏幕)、等向层 144 和基材 146。此种 2D/3D 显示器能够 2D/3D 于模式中在自动立体 3D 显示和具有全亮度的全解析度的 2D 影像间切换。或者,可使用固定式透镜来取代可切换式双折射透镜和偏极切换装置,以使显示器为一种不可切换的 3D 自动立体显示器。

[0190] 图 13b 绘示一种视差格栅自动立体显示装置。视差格栅是视差元件至双凸透镜屏幕的另一种形式,此双凸透镜屏幕引导光进入不同的观察窗。图 13a 的可切换式双凸透镜屏幕系被液晶视差格栅元件所取代,此液晶视差格栅元件包含基材 125、129;图案化的液晶层 127 和输出偏光片 131。视差格栅的操作方式类似于本发明的具有像素排列的双凸透镜屏幕,虽然具有较低的输出 (Throughput) 效率。或者,此视差格栅可为固定式格栅。视差格栅的几何轴再次平行于光学元件的光学轴,这些光学元件为视差格栅中的开口。

[0191] 图 14 绘示第 11 图和图 12 的像素的操作。来自背光 120 的入射光被偏光片 122 所偏极化,以提供入射偏极化状态 150 (例如:0 度),此入射光并被四分之一波片 124 转换成右圆形偏极化状态 152。液晶分子的每一个方位再提供一半波片函数,以使未切换状态中的光被转换成左圆形偏极化状态 158。例如:被线 164 所指出的液晶分子 110 提供相对于一轴的转动,以使转态 (Transition) 166 被提供在邦加球 (Poincare Sphere) 上。每一个方位提供在一不同方位的一转态 160、162 或 166。接着通过四分之一波片 132 后提供转态 162,以提供一输出偏极化状态 156,输出偏极化状态 156 被输出偏光片 134 所传送或吸收。在一相反的驱动状态中,分子被对准来提供实质无相调变,以使至偏光片 134 的在输入的偏极化状态实质平行于输入偏极化状态 150。

[0192] 有利的是,相较于扭转向列 (TN) 模式 (宽视角) 的操作,此种安排提供加强的角对比性质。

[0193] 图 15a 绘示具有双凸透镜屏幕 172 的显示像素平面 170 的第一排列方式。多个像素排列在具多行和多列的阵列 174 中,此些列实质平行并垂直至双凸透镜元件的几何轴。此些像素具有纵向式像素开口方位。在图 15b 中,像素阵列 174 具有横向式方位的像素。在图 15c 中,双凸透镜屏幕 172 相对于阵列 174 的多列像素的排列方向 (垂直) 倾斜一非零角度 176。在图 15d 中,双凸透镜屏幕 172 垂直的但相对于阵列 174 的多列像素的排列方向倾斜一非零角度 176。图 15d 的排列方式有利地产生垂直的观察窗,以至于当观视者相对显示器垂直地移动时,最佳观看位置似乎不会改变。在这些例子中,此些行和列是成正交的,虽然在通常的事例中这种情形不是必要的,行方向和列方向可以一小于 90 度角来排列。

[0194] 图 16a 绘示图 12 的像素 118 与图 15b 的阵列结合时的横向式像素排列。两行的像素置放在透镜阵列的每一者下方,以提供具有垂直透镜的双画面自动立体显示装置。双凸透镜屏幕 172 具有平行于几何透镜轴的垂直的假设线 (射线 64)。来自空间光调变器的光线从特定的射线 64 收集来的,并被引导于一特别的方向中。可藉由考虑强度 (照度) 外形或点尺寸  $\sigma(\sigma)$  函数 182 来分析观视者眼睛所收到的光, $\sigma(\sigma)$  函数 182 代表在像素

平面上假设的观察者瞳孔的影像,此像素平面被双凸透镜屏幕 172 所产生,  $\sigma(\sigma)$  180 相对像素平面上的位置  $y$  49。观视者眼睛收到由影像此收集的光。

[0195] 代表假设射线 64 与开口 116、117 的重叠分布的  $\zeta(\zeta)$  函数 185 被绘示。特别地,  $\zeta(\zeta)$  函数 185 具有  $0\zeta(\zeta)$  的低谷 181;最大  $\zeta(\zeta)$  的峰部 179;代表在凸块特征 104 区域的  $\zeta(\zeta)$  函数的下陷部 183。

[0196] 当藉由双凸透镜屏幕 172 反映像素 118 至观察窗平面 42 时,如图 6 所示的例子,相对观察窗平面位置  $x$  51 的强度  $\alpha$  50 的变异如函数 184 所示,其为  $\sigma(\sigma)$  函数 182 与  $\zeta(\zeta)$  函数 185 的回旋积分。此 AIU 变异意指当眼睛移动越过观察窗平面时强度产生变异。若点尺寸  $\sigma(\sigma)$  函数 182 增加,则观察窗可能会模糊不清至如  $\alpha(\alpha)$  函数 186 所示具有较少的 AIU 变异。然而,此类的模糊会增加显示的串音 (Crosstalk) 特性,因而降低 3D 影像品质的等级。

[0197] 此分析可进一步延伸以评估角对比均匀率 (ACU)。对比  $\xi(\xi)$  188 相对越过像素平面的位置  $y$  49 而被示意地绘示。可看到的是,对一单一开口 117 或 116,有各种不同的对比  $\xi(\xi)$  函数 190、192、194 越过开口 117 或 116。在区域 191 中,  $\xi(\xi)$  188 是 0,所以对比不确定的且标示为 0。每一个  $\xi(\xi)$  函数 190、192、194 代表观视显示输出的一不同的极坐标。因此,直接在轴上 (On-axis) 的对比可使用一  $\xi(\xi)$  函数 194 来代表,而在由与东北方向中的垂直线相差 45 度视观显示的极坐标上的对比,可使用一不同的函数 192 来代表。

[0198] 点函数  $\sigma(\sigma)$  函数 182 与对比  $\zeta(\zeta)$  函数 190、192、194 的回旋积分,以及双凸透镜屏幕的收集圆锥体角度一起提供相对观察窗位置  $x$  51 的角对比  $\beta(\beta)$  196。可看到的是,每一个视角具有一不同的对比  $\beta(\beta)$  函数 198、200、202,当眼睛移动越过观察窗平面时每一者对应至对比变异,对不同的视角此对比变异是不相同的。因此,角对比均匀率 (ACU) 在遍及显示输出各处上是不一致的。

[0199] 对比均匀率, ACU 能自我显示为显示的黑状态 (Black States) 中的强度变化,且能因而于观察者移动时导致显示的黑状态中的闪烁效应。此外,由于对任何特殊液晶分子倾斜的液晶半波片效应的色度 (Chromaticity) 的变异。

[0200] 此种效应将会随着极视角而变化。为解释容易起见,本说明书将进一步以 ACU 函数 ( $\xi(\xi)$  相对  $y$  和  $\beta(\beta)$  相对  $x$ ) 来描述自一单一极观察座标的变异。

[0201] 图 16b 绘示具有双凸透镜屏幕的图 12 纵向式像素的排列。在此事例中,凸块特征 104、105 二者相互对准排列,以使每一个观察窗有一单一对比变异,而不是如图 16a 所示的双对比变异。

[0202] [ 实施例 ]

[0203] 图 17 绘示本发明的第一实施例。径向对称模式的横向式像素 210 包含顶开口 (或所谓的顶或第一显示区域) 214、和底开口 (或所谓的底或第二显示区域) 216,每一个开口容纳有如上所述排列的凸块特征 104,以提供液晶的分子的径向对称配位。图 17 绘示不同色的 3 个像素 210,例如红、绿和蓝色。像素 210 的开口 214 和 216 容纳有电极、电容和其他定址电路的不透光区 218 所分开。如将于以下所细述,每一个像素 210 可被个别地定址,亦即每一个像素可被彼此分开地定址。每一个像素 210 的顶开口 214 和底开口 216 可被统一地定址或分开地定址。

[0204] 以与凸块特征 104 相关的特殊方式制作开口 214 和 216 的形状,以改善 AIU 和 ACU。开口 214 具有水平的顶边缘 215、倾斜的边缘 217 和 219、及具有凸块特征补偿特征 220 的底边缘 221。底边缘 221 和凸块特征补偿特征 220 被整合在一起。下开口 216 具有旋转 180 度的相同开口形状。在此例子中,凸块特征补偿特征 220 对准至平行于射线 64 的凸块特征 104,并具有安排来补偿凸块特征 104 中的损失的开口形状,如将于以下参照图 19 至图 22 所述。

[0205] 单一像素 210 的开口 214 和 216 的边缘 217 重叠于重叠区 225 中,而两相邻像素 210 的开口 214 和 216 的边缘 219 重叠于重叠区 227 中。当忽略凸块特征补偿特征 220 时,顶边缘 215 和底边缘 221 相互平行,以使重叠区 225 和 227 外的开口 214 和 216 具有平行于射线 64 的相同高度。在此例子中,重叠区 225 中的开口 214 和 216 的面积实质相同的,和 / 或实质对准至射线 64。同样地,在重叠区 225 和 227 中,边缘 217 相互平行且每一者对射线 64 倾斜,而边缘 219 亦相互平行且每一者对射线 64 倾斜。

[0206] 结果是,当忽略凸块特征补偿特征 220 时,在单一系列中的射线 64 与像素 210 交叉的总交叉长度对应于射线 64(为一假设线)的每一个位置相同的。在重叠区 225 和 227 外,此交叉与开口 214 和 216 的单一者交叉,而交叉长度为边缘 215 和边缘 221 间的距离。在重叠区 225 中,此交叉长度被相加越过相同像素 210 的二开口 214 和 216。在重叠区 227 中,此交叉长度被相加越过不同色的不同像素 210 的二开口 214 和 216。当考虑单色像素 210 时,射线 64 与沿着射线 64 而相邻的同色像素 210 交叉的总交叉长度对应至射线 64(为一假设线)的每一个位置是相同的。对应于重叠区 225 和 227 外的位置、及重叠区 225 中的位置,射线 64 具有与如图 17 所示的单列中的像素 210 交叉的固定长度。此可解释射线 64 的位置的最大范围。然而,对重叠区 227 中的位置,与单列中的单色像素 210 交叉的长度是比较短的,并随着射线 64 的向外移动而减少。然而,在后续的列中,像素 210 的颜色相互偏置。此具有的结果是,重叠区 225 中与图 17 所示的列中的像素 210 的交叉与沿着射线 64 而相邻的又一系列中的同色像素 210 的交叉相加,以使与前述颜色的 210 交叉的总交叉长度保持相同。

[0207] 因此,当忽略凸块特征 104 和凸块特征补偿特征 220 时,开口 214 和 216 的形状对射线 64 的所有位置  $y_{49}$  提供均匀的  $\zeta$  函数(强度函数)75。

[0208] 凸块特征补偿特征 220 被排列来补偿凸块特征 104,提供甚至考虑到凸块特征 104 的均匀的  $\zeta$  函数 75。如将于以下参照图 19 至图 22 所述,此是藉由凸块特征补偿特征 220 来达成,此凸块特征补偿特征 220 的形状制作成使射线 64 与特定颜色的像素 210 交叉的被凸块特征 104 上的光强度所加权的总交叉长度对应至假设射线 64 的每一个位置为相同。

[0209] 包含有凸块特征补偿特征 220 的开口 214 和 216 的形状具有几个重要的优势。有利的是,显示器的 AIU 为一常数,与点  $\sigma$  函数 182 无关。典型地,由于透镜的像差,点  $\sigma$  函数 182 随着角度而变化,以使  $\alpha$  函数 186 和 AIU 随着视角而变化。然而,目前的实施例意指:当观察者改变观视位置时,根据视角的点  $\sigma$  函数 182 的变化是不可见的。对相对此显示器移动的观察而言,此类的显示器显出减少了的闪烁。

[0210] 又,在光学元件制造上的公差可较宽松,以使光学元件可较便宜地制造。再者,由于元件性能(如散射或折射率不配合)中的误差不会被看见为 2D AIU 误差,2D 模式性能可



被加强。

[0211] 又,可减少光学元件的点尺寸,以使相邻画面间的串音程度可被降低,因而增加 3D 影像的品质。再者,相邻影像间的模糊量可于一多重画面显示器中被减少,以使可被显出的深度值增加。

[0212] 又,可增加一双画面显示器的观察窗尺寸,以使较宽的观察窗可被使用。例如:此种排列使观察窗平面上的名义观察窗尺寸成为 130mm,而不是 65mm。相邻像素行间得小重叠意指相较于公知技术,画面间的串音区域被最小化。因此,可具有无畸变影像的较宽区域。若观察者横向地移动,在看见反影像前先看见 2D 影像(因为双眼在相同的观察窗中)。此种显示器具有延伸的纵向观视自由度。

[0213] 更可看到的是,像素 210 的二开口 214 和 216 中的凸块特征 104 的位置,及由此得来的凸块特征补偿特征 220 在垂直于射线 64 的方向上彼此之间具有一水平错距(偏移量),而不是垂直地对准如于使用图 12 所示的形式的纵向式像素 118 的双画面显示器中。可看到通过凸块特征 104 的区域中心的射线 223 分布越过像素宽度。射线 223 的间隔可能是相等的。在此方式中,凸块特征 104 提供补偿给显示器中的 ACU 效应,此显示器比他种装置提供更均匀的 ACU 函数 226。当凸块特征 104 提供液晶分子的径向对称配向时,在通常用语中,在不同位置的射线 64 越过不同配向的液晶分子,视相对于凸块特征 104 的射线 64 的位置而定。此不同配向引起光线对比中的变异,此光线收集自不同的假设线并被对应观视位置上的观察者所观察到,因而产生 ACU。此 ACU 在如图 16a 所示的像素排列中是低劣的,但于像素 210 中被偏置的凸块特征 104 降低此效应。这是因为在越过假设线的可能位置的范围中,引起对比变异的液晶分子配向中的变异有减少。

[0214] 因此,本发明的实施例提供加强的 AIU 和加强的 ACU 于径向对称模式显示器中。当观察者移动时,此类显示器显出较低程度的闪烁,并表现出增大的公差给光学元件制造误差,因而具有低成本。

[0215] 有利地,本发明的实施例提供根据自动立体显示装置视角的均匀的强度变异。此类实施例去除显示器领域间的黑罩幕的残余可见度。注视显示器的观察者看到对宽视角范围的遍及显示器各处的一均匀强度结构。因此,当观察者相对此显示器移动时,此显示器似乎不会出现闪烁。此种闪烁是令人困扰的视觉反影。此外,像素排列的成本与公知的像素排列实质相同。因此,不管视差光学元件的焦点条件为何,如函数 60 所代表的显示器的 AIU 对显示器的所有观视角度有利地实质固定不变的。此种排列亦可有利地提高 ACU。因此,当观察者移动他们的头部时,可最小化显示器的对比或色彩变异。若当观察者移动时改变显示器的对比,则影像似乎会出现强度或色彩的闪烁,因而降低显示器性能的等级。

[0216] 在可切换式 2D/3D 显示器中,当切换至 2D 时,亦可能有一些残留的 3D 功能。有利地,在本实施例中,AIU 和 ACU 与视差光学元件的焦点条件无关。因此,若有在 2D 模式中有一些残留的 3D 功能,其将有益地不显露为 AIU 或 ACU 效应。此可使光学元件的制造公差成为宽松的。例如:在可切换式双折射透镜中,如美国专利第 7,058,252 号所述,液晶和等向透镜材料间可能有一些残留的折射率变化(Refractive Index Step)。在公知的像素中,因残留的透镜功能,此可能会引起 AIU 误差。在本实施例中,在折射率变化上的公差可因而被放宽,藉以有利地减少透镜成本并增加良率、较宽广的材料选择和较宽大的加工宽容度。在本实施例中,当提供足够的空间给电极和定址电路时,可调整个别领域的实际对准来最佳

化开口比率。这些图示提供为说明的目的,但并不以此为限。

[0217] 又,在 3D 模式中,透镜的焦点可被最佳化,而不是如公知系统所述的散焦。有利地,此造成越过相邻观察窗的画面资料的更大分离。减少观察窗重叠有利地减少于 3D 影像中所看见的模糊,以使可显示的深度总量增加。再者,更可降低反影像强度,而增加显示的舒服度。可应用此类的排列至使用例如双凸透镜屏幕和视差格栅的视差光学元件的 3D 显示器。

[0218] 又,在具有根据视角的光学函数中的变异的透镜中,由像素平面收集到的光线区域将因视角而异,其中此光学函数中的变异被例如离轴 (Off-axis) 像差;或根据入射照射角度的有效透镜指数等级的变化所引起。

[0219] 在本实施例中,对沿着射线的同色像素的所有射线而言,射线具有固定的交叉长度,意指当被收集的射线所来自的区域随着视角变化时,将产生相同的强度和对比函数。所以此类的排列可实施高视角而不产生不均匀的强度分布,因而提供优良的 AIU 和 ACU 品质。

[0220] 又,在其性能取决于偏极切换器的视角的被动式双折射透镜中,强度变异将会取决于切换器的偏极输出。此类的排列可使切换器具有减少的光学补偿膜,因而在制造上较便宜、较薄和较容易。

[0221] 又,当透镜被排列在 2D 模式时,于具有 3D 功能离轴的主动式双折射透镜中,黑罩幕并未被分解为根据视角的 AIU 或 ACU 中的变化。

[0222] 因此,本实施例具有增加的影像品质,并结合低成本但不对显示器的 2D 品质妥协的优点。此类的排列系藉由像素开口布局的修正来达成。

[0223] 图 18a 绘示图 17 所示的像素 210 的一种可能布局,其中多行像素间的边缘 219 是倾斜的。每一个像素 210 可被个别地定址如下。开口 214 和 216 被行电极 250、列电极 252、电晶体元件 254 和电极 256 所驱动。像素区域被形成有两相邻列电极 252、两相邻行电极 250。电极 256 在像素区域中。电极 256 和相对基材的对面电极(未绘示)可形成一电容,用以保持电场至位于其间的液晶层。如图 18a 和图 18b 所示,二个开口 214 和 216 在像素区域中。但本发明并不受此限。可只有一个或多于二个开口于单一像素区域中。在此方式中,在保持像素开口功能时,可便利地设置定址电路于各自的像素开口间。再者,一些像素的垂直重叠是可能的,以使系统的开口比率可被最佳化。图 18b 绘示图 17 所示的像素 210 的又一种可能布局,其中多行像素间的边缘 219 是垂直的,因此对准实质平行于视差光学元件的几何轴。此排列具有较低的开口比率,但有利地具有相较于图 18a 的较小画面间的串音区域。

[0224] 现将以实施例来描述凸块特征的补偿特征的细部说明。当以四分之一波片和偏光片来分析时,凸块特征 104 包含强度低于周围像素的区域。因此,除其长度外,必须考虑射线重叠的强度。需要包含凸块特征 104 的强度,以对像素平面中的特殊位置  $y_{49}$  提供均匀的  $\zeta(\zeta)$  函数 73。因此,像素开口 214 和 216 的形状被制作成使被均等于射线 64 的不同位置的交叉长度为一加权的交叉长度。亦即,越过凸块特征 104 的交叉长度被光线的强度所加权,此光线的强度被凸块特征 104 调变为像素 210 的其余部分所调变的光线强度的几分之一,亦即除凸块特征 104 外的像素的其余部分。

[0225] 藉由例子说明,图 19 绘示一事例,其中在凸块特征 104 的区域中的输出强度是均匀的,且为像素 210 其余部分的输出强度的 50%。为要维持射线 64 的重叠,沿着射线 64,

凸块特征补偿特征 220 的长度 224 (在平行于射线 64 的方向中) 小于凸块特征 104 的长度 222 (在平行于射线 64 的方向中), 例如: 凸块特征 104 的长度 222 的一半。当凸块特征补偿特征 220 中的强度为凸块特征 (区域) 104 中的强度的两倍时, 则越过像素的宽度的总射线强度是固定不变的。

[0226] 图 20 绘示一事例, 其中越过凸块特征 104 举例是不透光。在此事例中, 凸出部的长度 (Tab Length) 224 是与凸块特征 104 的长度 222 相同。

[0227] 在其他实施例中, 强度函数可越过凸块特征 104 的长度 / 宽度而变化。在此事例中, 在平行于射线 64 的方向中的凸块特征补偿特征 220 的长度 224 的设定是: 在射线 64 的每一个位置上, 根据强度函数对在射线 64 各自位置上的凸块特征 104 的积分, 以补偿被凸块特征 104 所阻挡的光线。此具有的结果是: 与射线 64 交叉的加权交叉长度和由此得来的 zeta ( $\zeta$ ) 函数, 在射线 64 的每一个位置上实质固定的。

[0228] 在图 21 中, 凸块特征补偿特征 228 和 220 被绘示为分布在开口 214 的顶部和底部上。有利地, 此种排列可提供一种定位电子元件的不同排列方式, 其增加总开口比率。在图 22 中, 凸块特征补偿特征 228 与倾斜边缘的形状结合。换言之, 倾斜边缘连接至如图 22 所示的凸块特征补偿特征 228 的边缘。

[0229] 这些实施例的又一目的为: 藉由提供越过像素宽度的凸块特征和凸块特征补偿特征的一空间频率, 此空间频率大于当被加入越过相邻列时的像素空间频率。在此方式中, 可最小化一显示器的 ACU 的变异。

[0230] 当然, 像素可提供根据图 17 所示的形状以外的形状。现将描述其他形状的例子。图 23 至图 26 绘示横向式径向对称模式的像素的各种实施例, 这些像素具有越过一像素宽度的凸块特征补偿特征和多于一个的凸块特征, 此像素宽度被相加越过至少两相邻列的像素。

[0231] 图 23 绘示四列 264 至 270 的像素的例子, 每一个像素包含单一开口, 此开口具有在两相邻列的像素上的凸块特征补偿特征 220 和凸块特征 260、262。此两相邻列可为不色的像素。例如: 列 264、270 可为红色像素, 列 266 可为绿色像素, 而列 268 可为蓝色像素。当考虑单色像素时, 射线 64 与沿着射线 64 而相邻的同色像素交叉的总交叉长度对应至射线 64 (为一假设线) 的每一个位置是相同的。当考虑红色像素的列 264、270 时, 对射线 64 的一些位置, 射线 64 与一像素系只交叉在一列 264 或相邻列 270, 而在这些位置的像素具有固定的高度, 以使交叉长度等于此高度。在射线 64 的其他位置的相邻列 264 和 270 中的像素是以对应锥形来沿着射线 6 重叠, 以使相邻列 264 和 270 的像素上的相加的总交叉长度实质保持相同。

[0232] 因此, 针对同色像素列, 凸块特征 262 和 272 亦被横向地隔开, 以提供越过一像素宽度的多于一个的凸块特征, 此像素宽度被相加越过至少两相邻列的同色像素。因为位于一列中的水平对准的液晶指示器对准至位于一相邻列中的垂直对准的液晶指示器, ACU 可改善, 因而平均了越过此二列的各自的对比性质。在沿着一垂直射线的二像素开口间的重叠区域中, 像素开口的边缘可以是倾斜的, 因而越过任何两像素的射线的交叉长度对应至射线的所有位置可以是固定的。在像素宽度 (并非开口宽度) 的中心, 与垂直线间的倾斜角度可大于在像素宽度边缘的倾斜角度。此是因为在画面资料变化于观察窗平面的区域中的像素开口重叠应被最小化; 但在像素宽度的中心, 与垂直线间的较高倾斜角度可实施更

便利的列电极布线。

[0233] 图 24 至图 26 绘示类似图 23 的例子,但具有分离的像素,以包含二开口,其中每一个开口容纳有一凸块特征。

[0234] 图 24 类似地包含三个凸块特征 274、276 和 278,此三个凸块特征 274、276 和 278 横向地相隔遍及两同色列。液晶旋转位移出现在凸块特征 274 和 276 间,因此插入额外的罩幕区 275 以去除旋转位移的可见度。此更需要像素边界的修正以为维持  $\zeta$  函数的均匀度。在此例子中,开口的边缘相对于垂直线倾斜,其比垂直边缘达成较大的开口比率,在垂直边缘中像素垂直地偏置,如将于图 27 所示。因此,增加凸块特征的数目改善 ACU。相似地,图 25 和图 26 绘示平均遍及两相邻同色列的四个凸块特征 280、282、284 和 286。改变凸块特征的位置可延伸超过两列。如图 25 所示,凸块特征 286 并不必定需出现在像素开口中。

[0235] 图 27 绘示像素开口和凸块特征补偿特征的又一排列,用于具有垂直透镜的双画面显示器中。像素行 288 和 289 位于透镜阵列 172 的第一透镜的下方,而像素行 290 位于透镜阵列 172 的相邻透镜的下方。这些像素排列在四列 291、292、293 和 294 所组成的一群组中。开口 295、296 和 297 具有  $1/2$  像素间距的宽度,而开口 298 具有  $1/4$  像素间距的宽度。每一个开口 295、296 和 297 中的凸块特征 104 的横向位置是不相同的,以提供更均匀的 ACU,如将于后所述。除在凸块特征 104 和凸块特征补偿特征 220 外,在平行于射线 64 的方向中的像素的长度实质固定的,如前述原因所示。或者,像素边缘可以是倾斜且重叠,以使  $\zeta$  函数固定不变。在列群组中,在越过开口的任何位置上的总射线 229 的重叠,是固定不变于平行于射线 64 的方向中的两个像素开口长度上。有利地,此排列提供凸块特征 104 的一种正规顺序,如射线 300 的顺序所示。因此,此种排列具有优良的 ACU 性能与优良的 AIU 性能于径向对称模式装置中。

[0236] 以上所述的本发明的实施例包含垂直透镜和垂直行的像素。然而,本发明可被应用于几种不同的配置结构,包含有图 15a 至图 15d 所示的针对双凸透镜阵列和视差格栅的结构。图 28 绘示又一实施例,其中透镜以类似图 15c 的方式,对一阵列的径向对称模式像素开口 301 和 303 倾斜。在此事例中,凸块特征补偿特征 302、304 相对于沿着平行于几何透镜轴的射线 64 的凸块特征区域 305 而被横向地偏置。再者,长方形切角部分被绘示来改善 AIU。凸块特征补偿特征 302、304 的形状被修改自前述的半圆形,以提供  $\zeta$  函数 306 的均匀度,并进一步最小化  $\xi$  函数 308 的均匀度。有利地,如以上所述的原因,在增加 3D 和 2D 影像品质与降低光学组件的成本时,倾斜透镜多重画面显示器的 AIU 和 ACU 可被加强。

[0237] 在整个说明书中,可藉由如由光阻挡层 108 和 106 所形成的黑罩幕层的单一材料层来定义像素开口。有利地,相较于藉由多重材料层来定义像素开口的结构,对制造提供改善的公差。但相较于黑罩幕层,凸块特征 104 的位置将被一分离层所定义。在此事例中,在组装时黑罩幕层的对准可被有利地设定至对准凸块特征 104。有利地,包含凸块特征 104 的材料层可被置放在与黑罩幕层相同的基材上。

[0238] 虽然本发明已以实施方式揭露如上,然其并非用以限定本发明,任何在此技术领域中具有通常知识者,在不脱离本发明的精神和范围内,当可作各种的更动与润饰,因此本发明的保护范围当视后附的专利申请范围所界定为准。

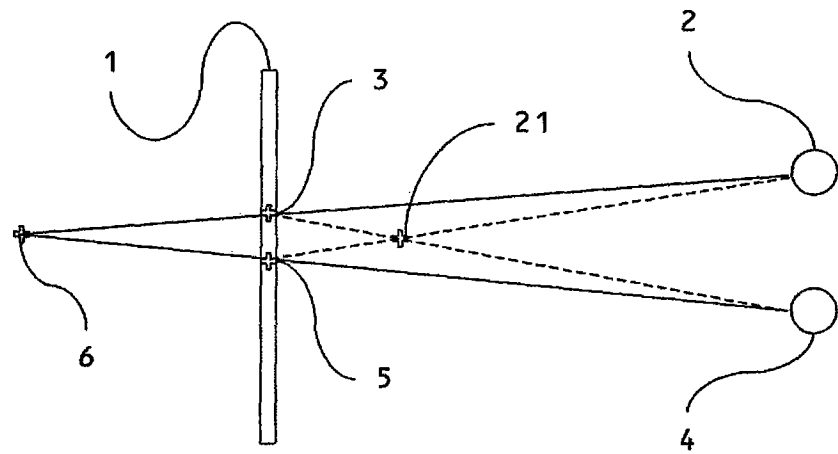


图 1

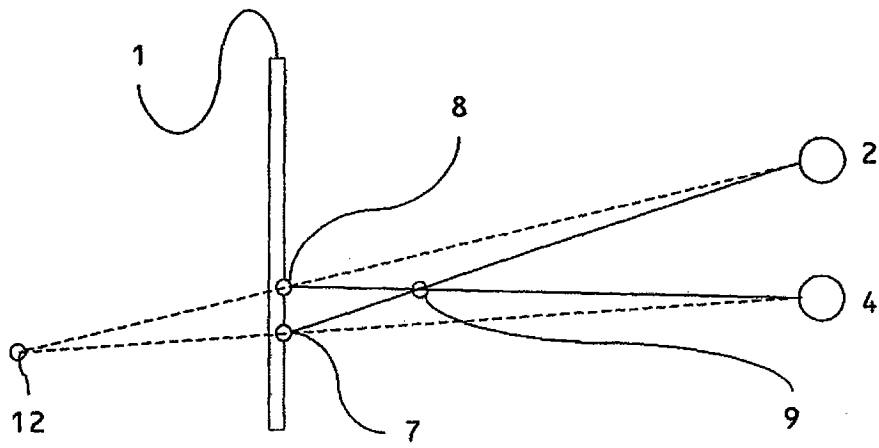


图 2

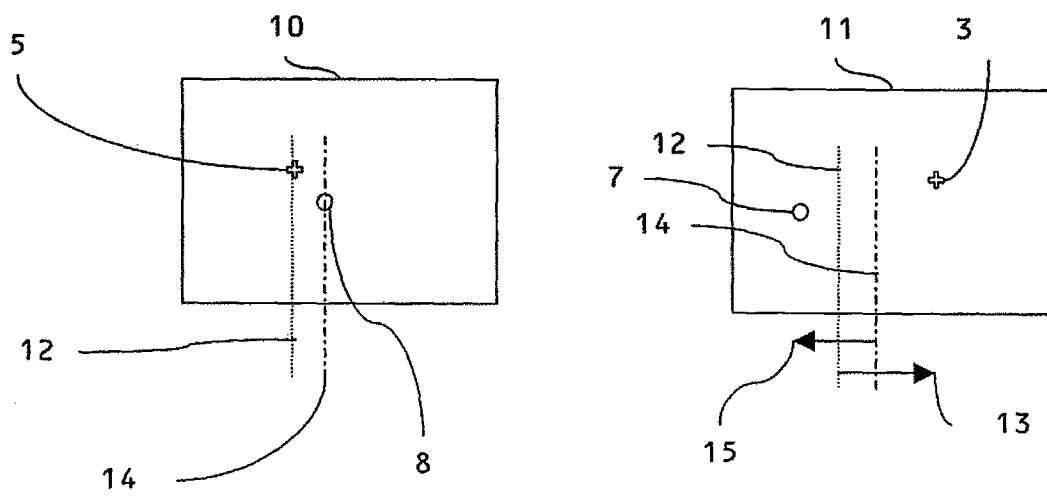


图 3

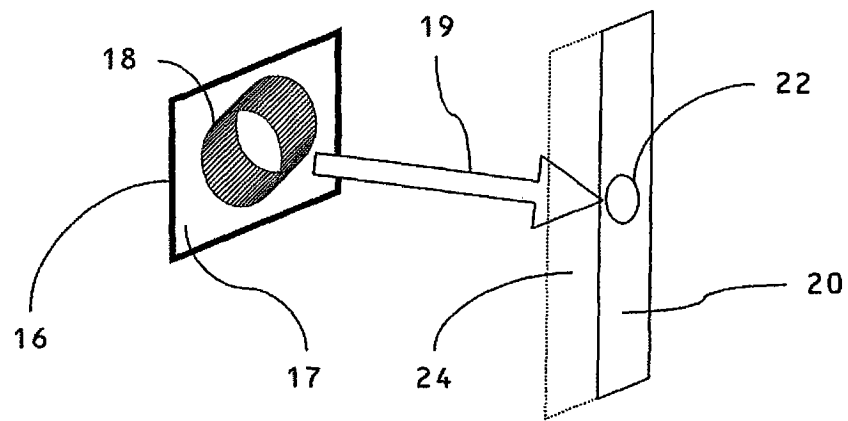


图 4

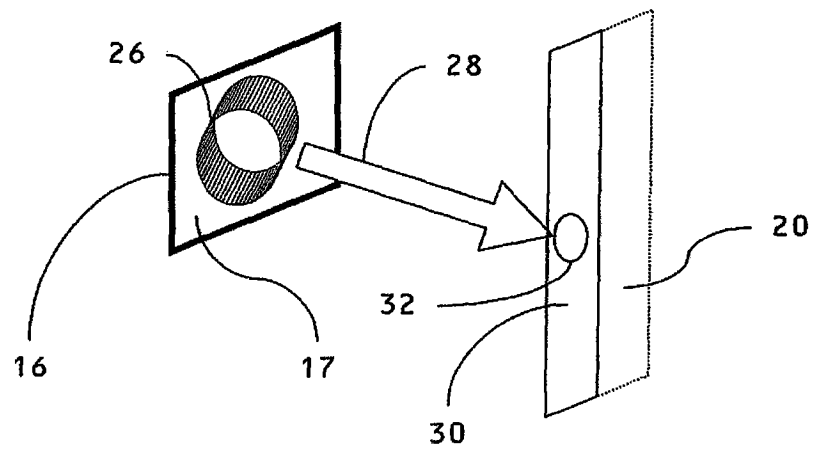


图 5

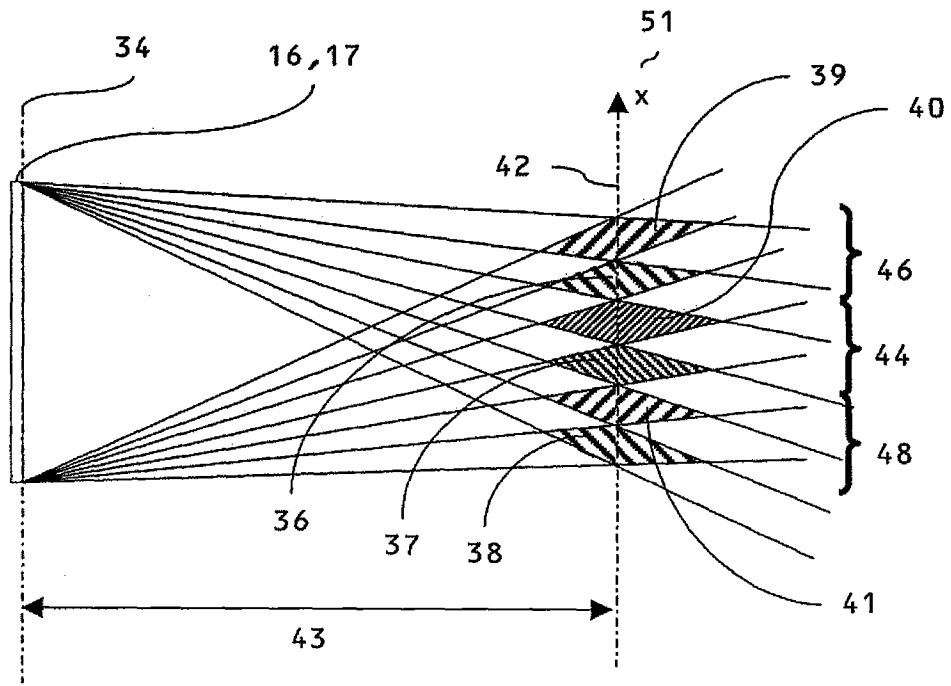


图 6

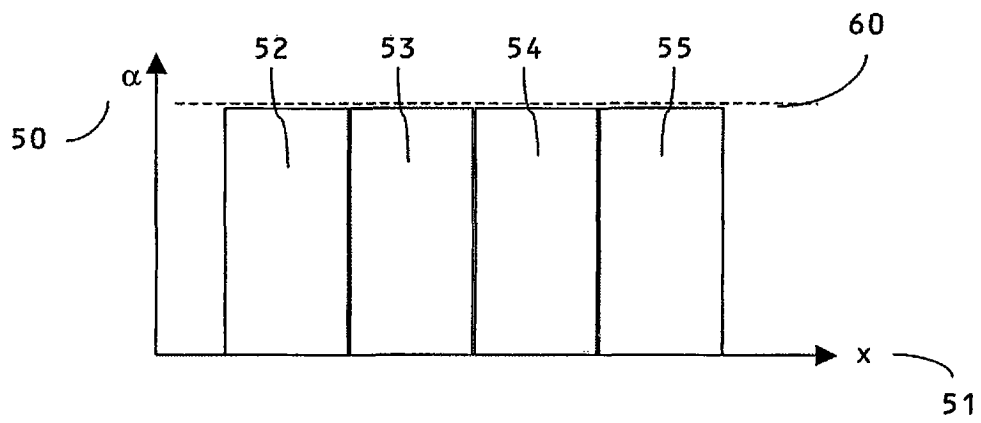


图 7

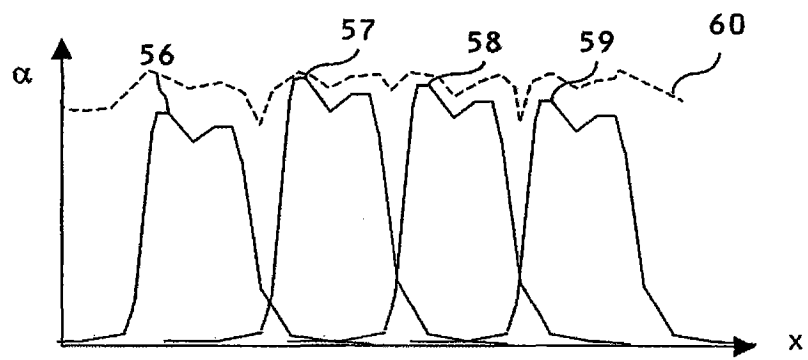


图 8

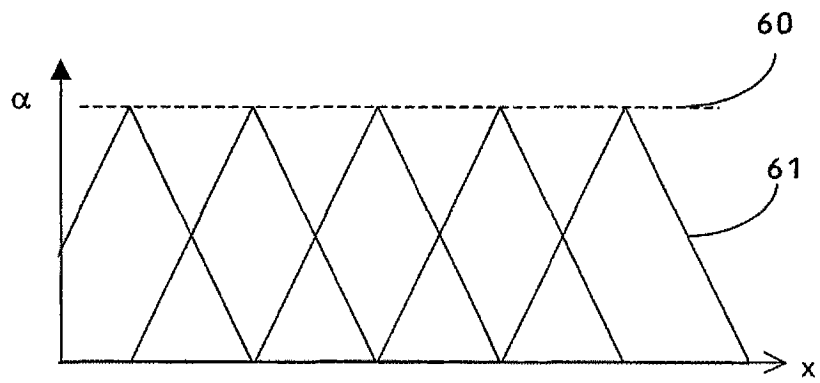


图 9

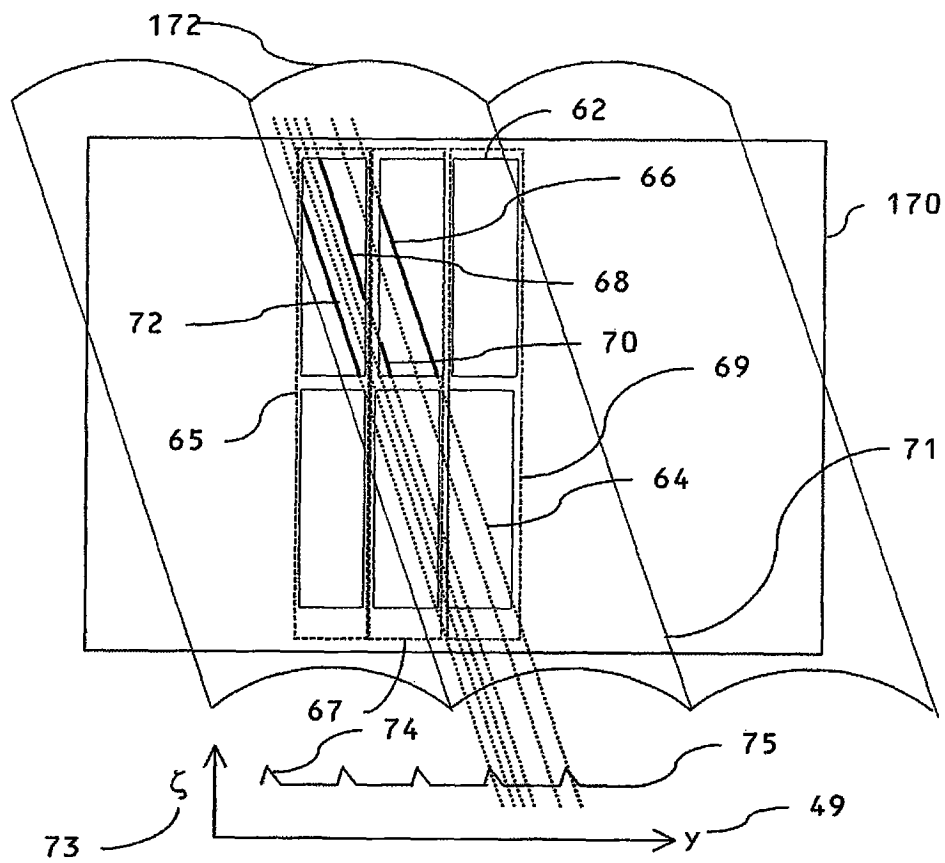


图 10a



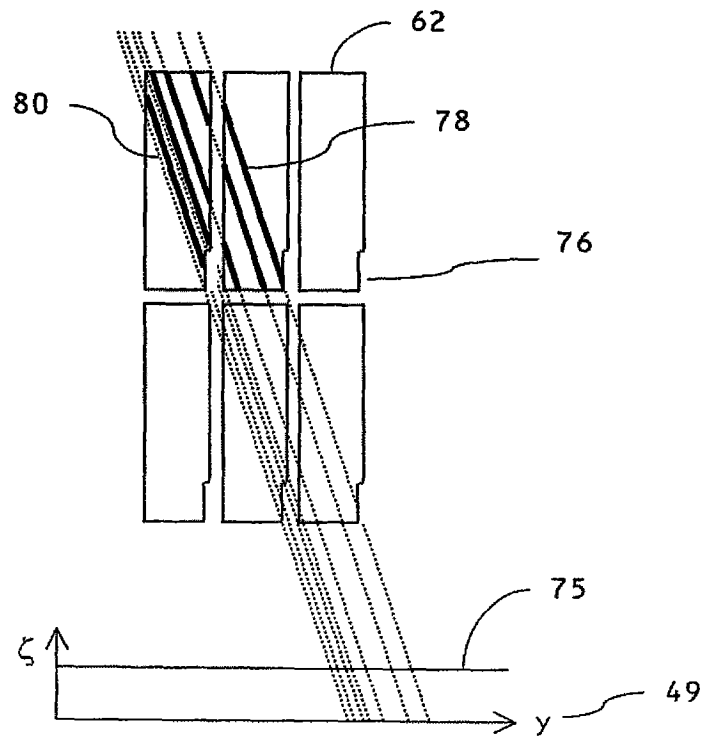


图 10b

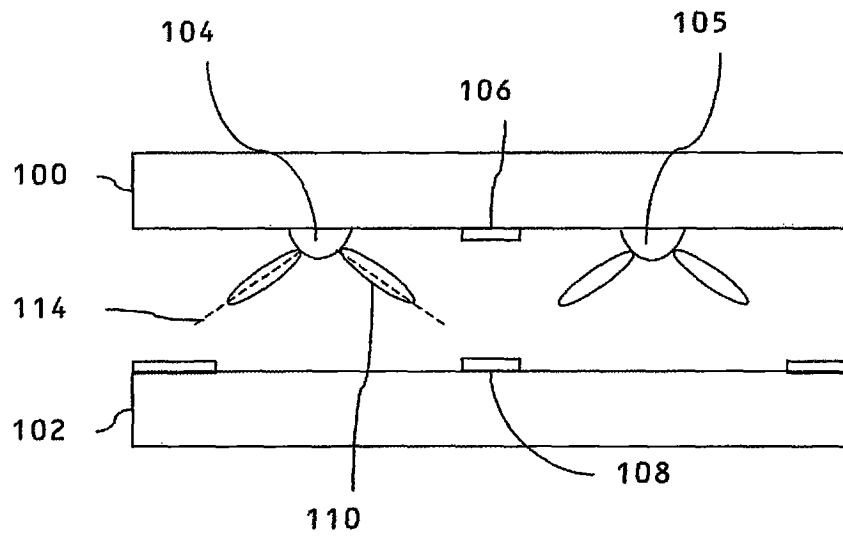


图 11a

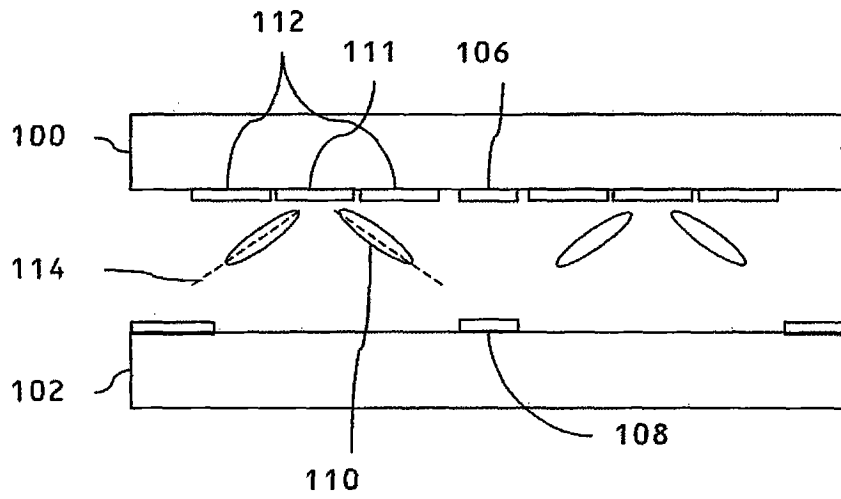


图 11b

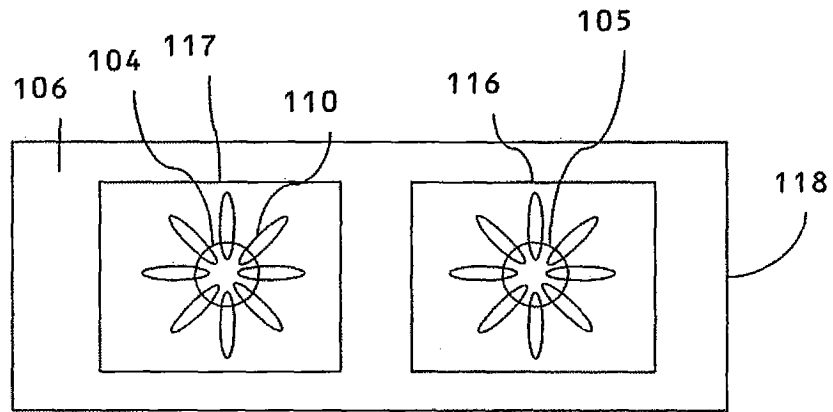


图 12

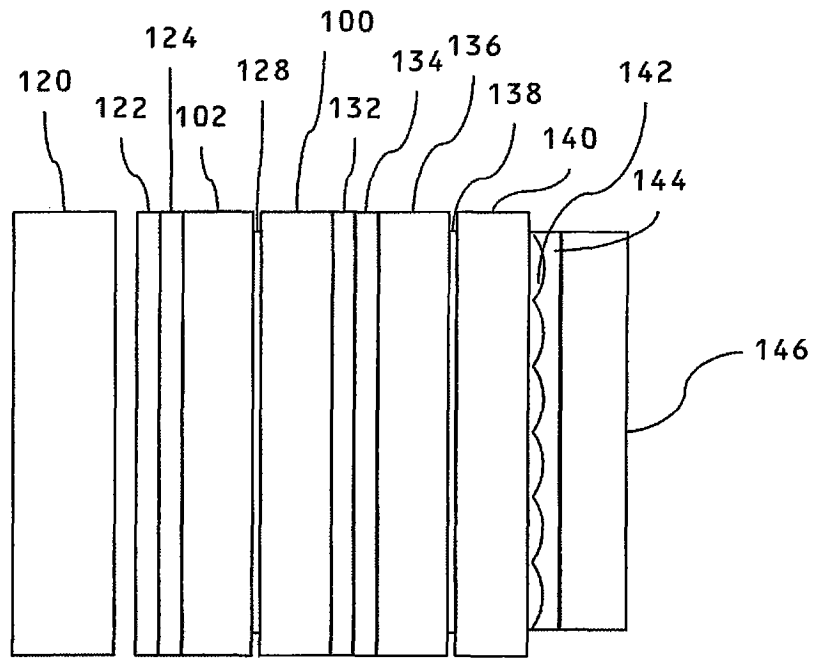


图 13a

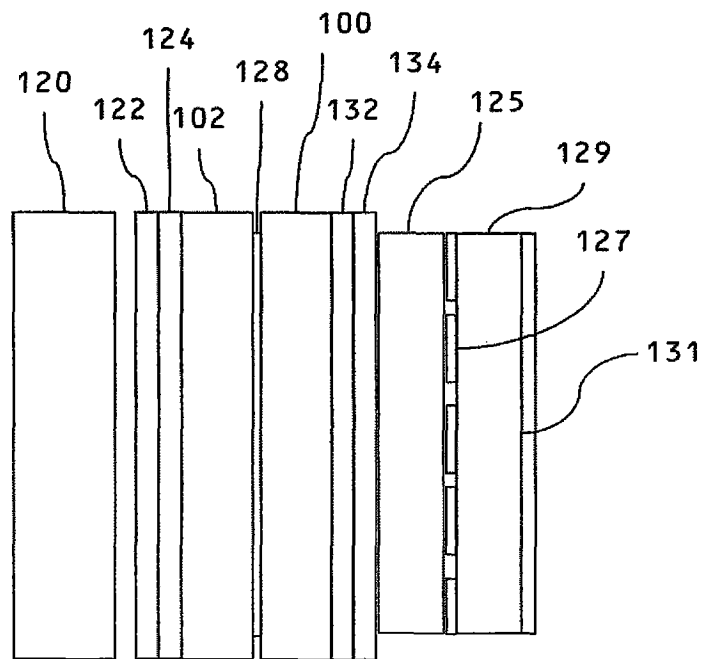


图 13b

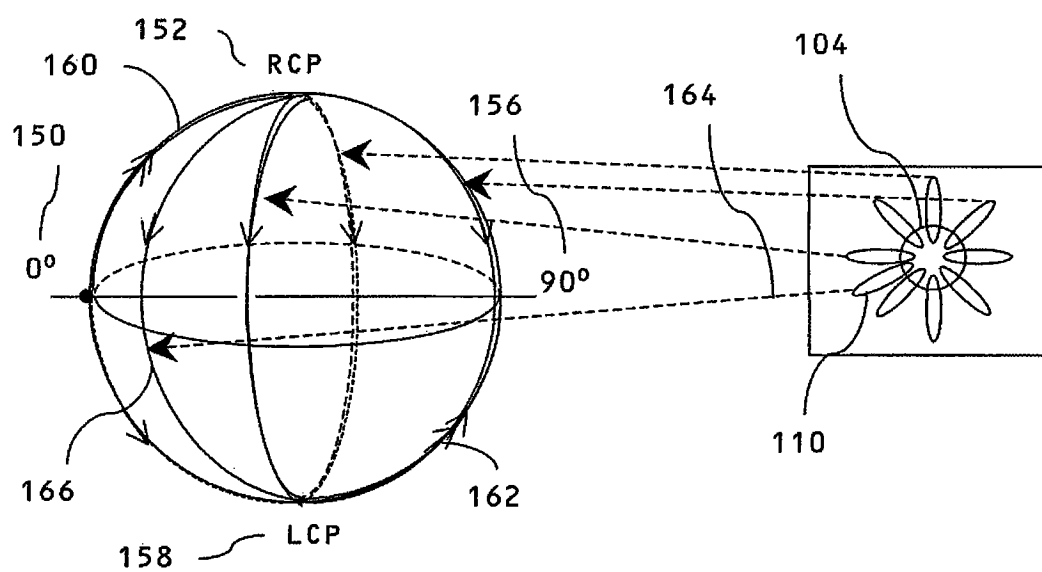


图 14

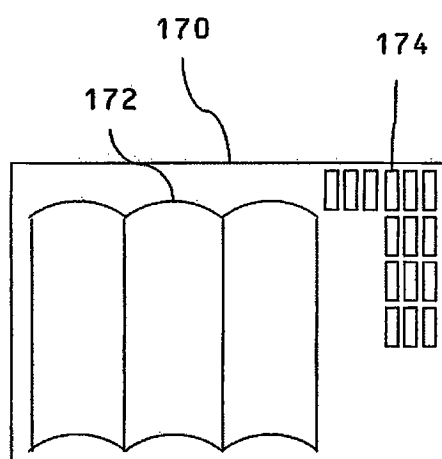


图 15a

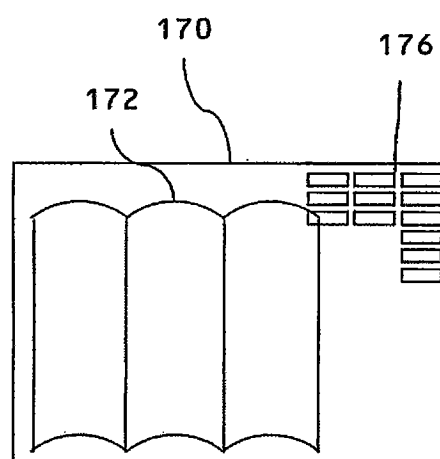


图 15b

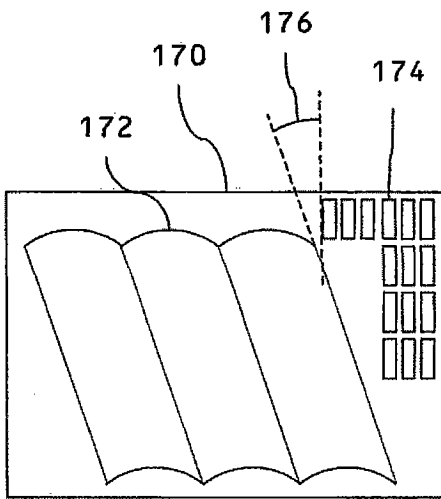


图 15c

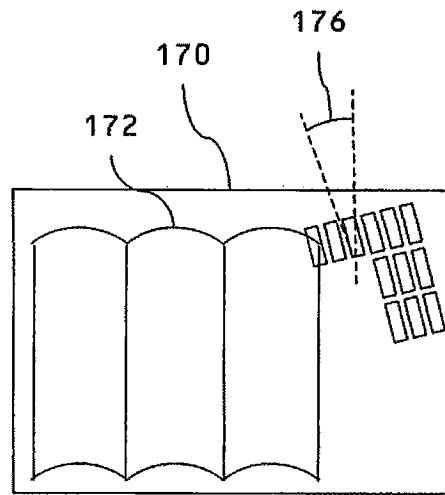


图 15d

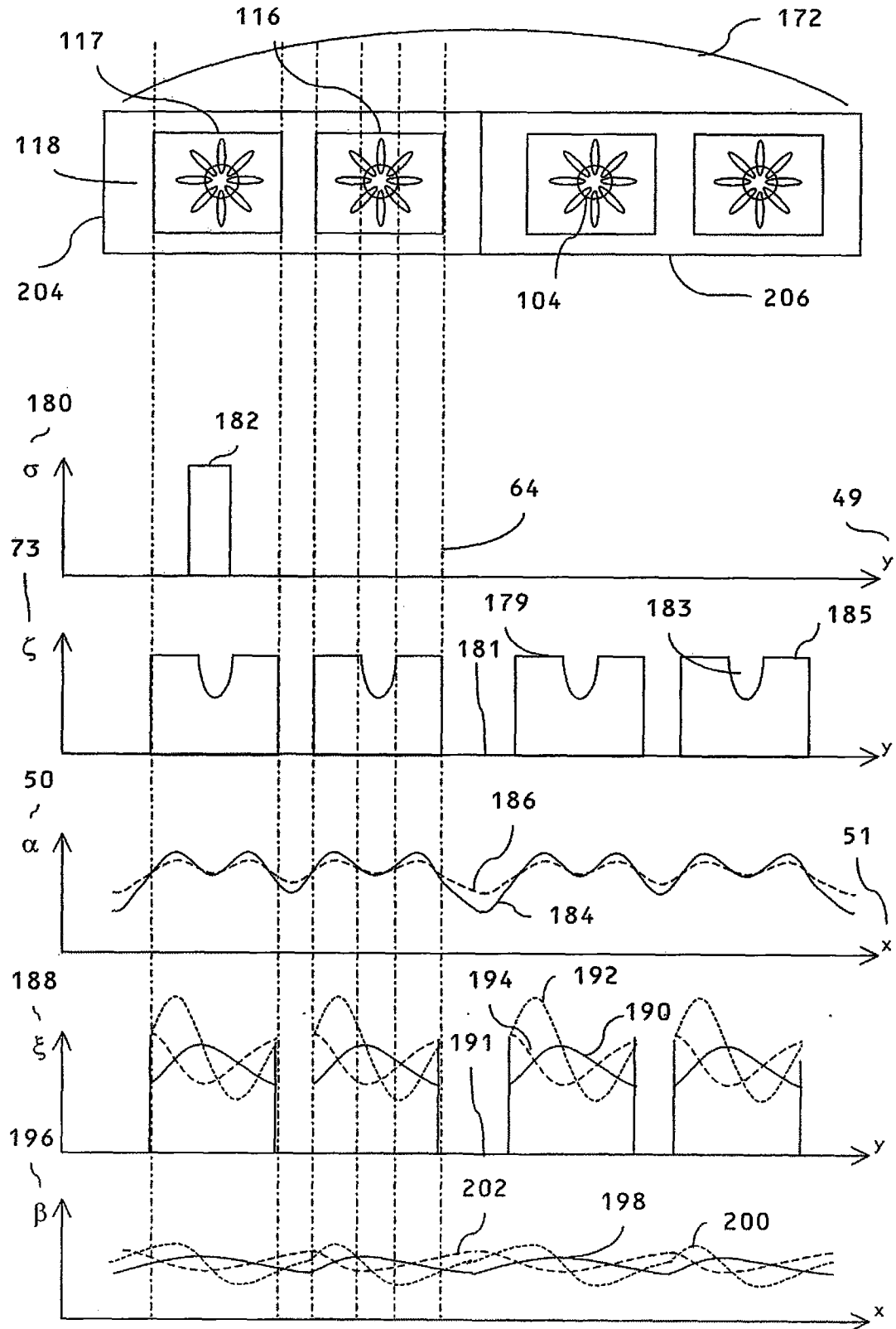


图 16a

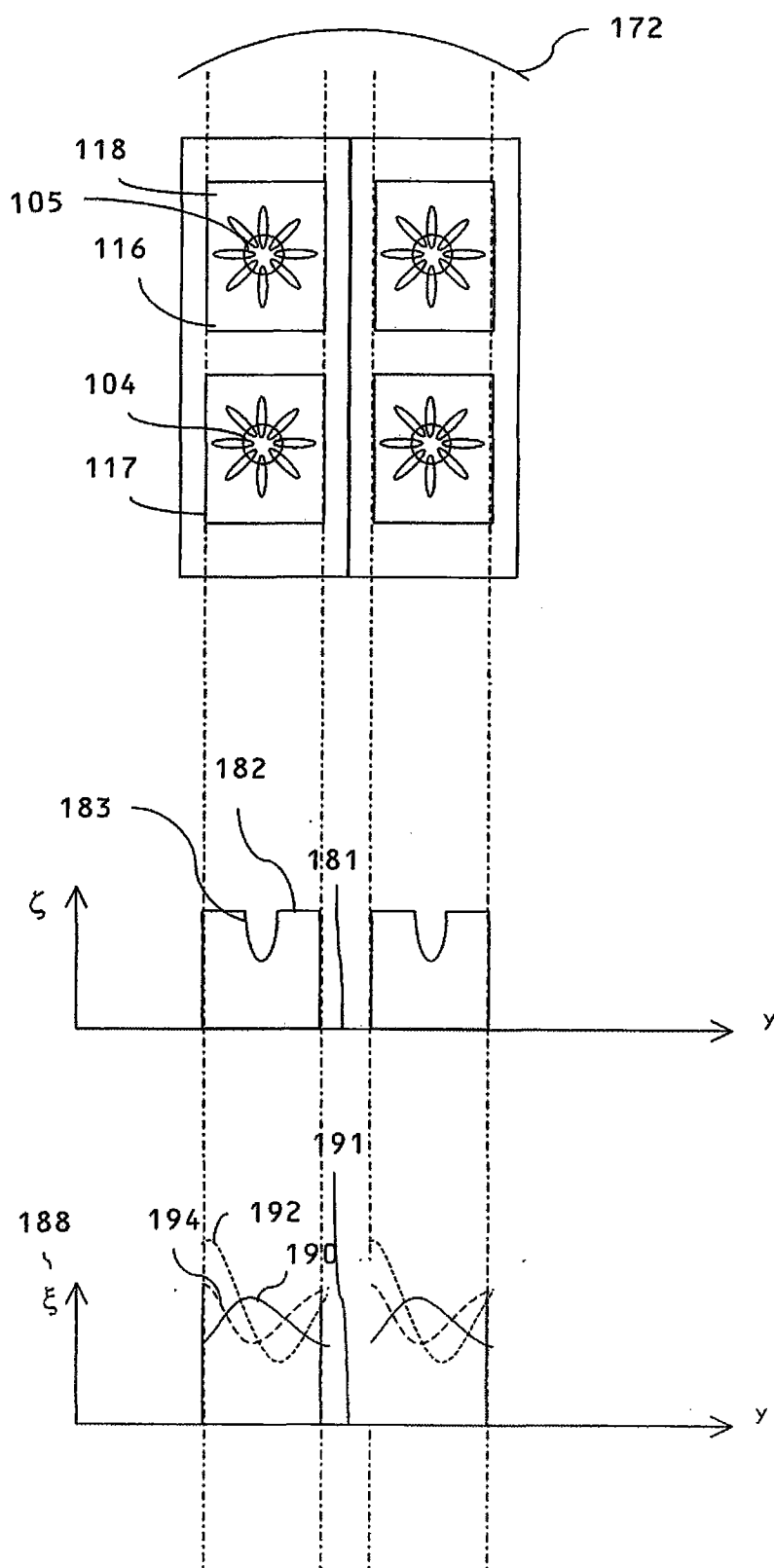


图 16b

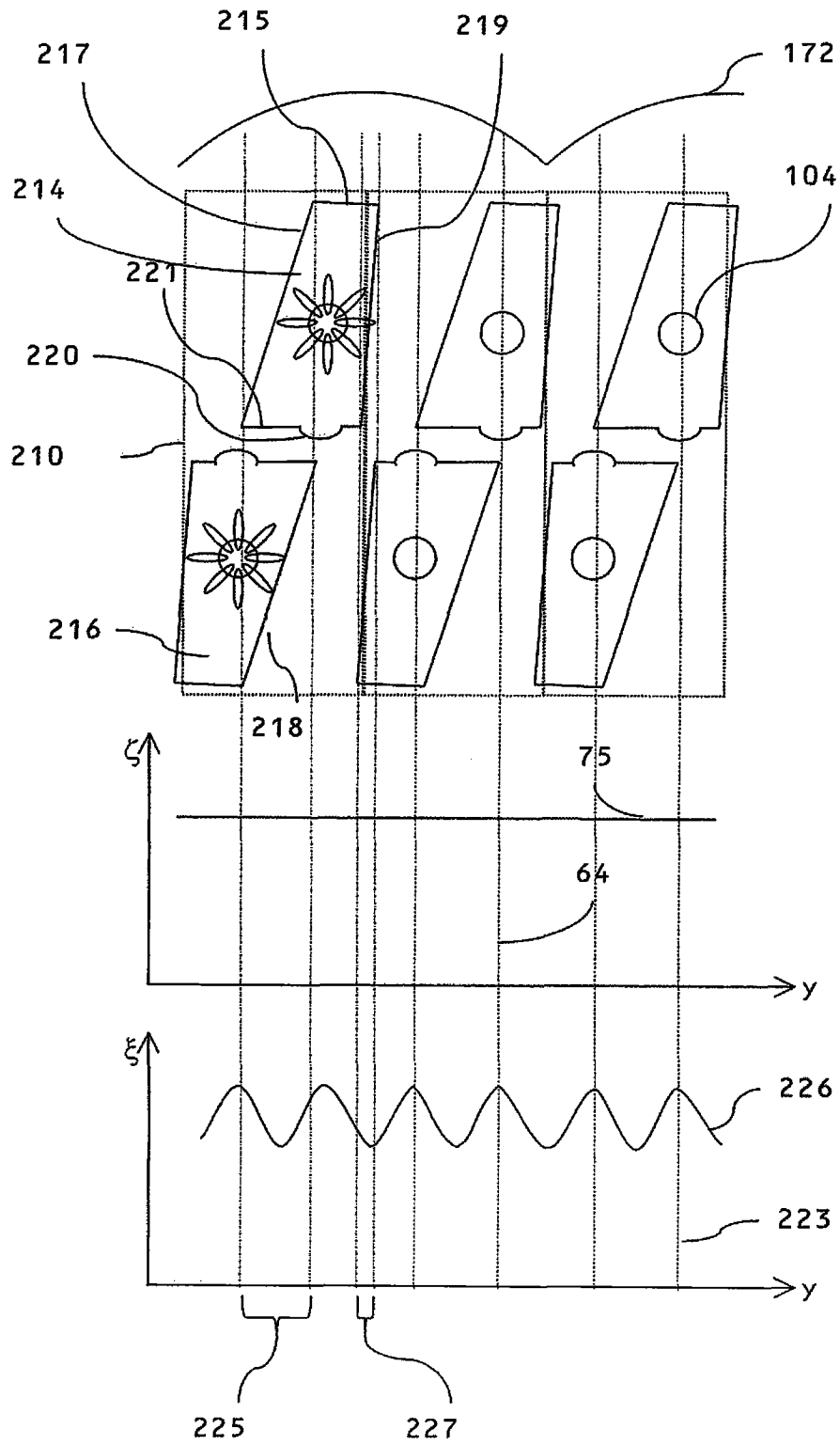


图 17



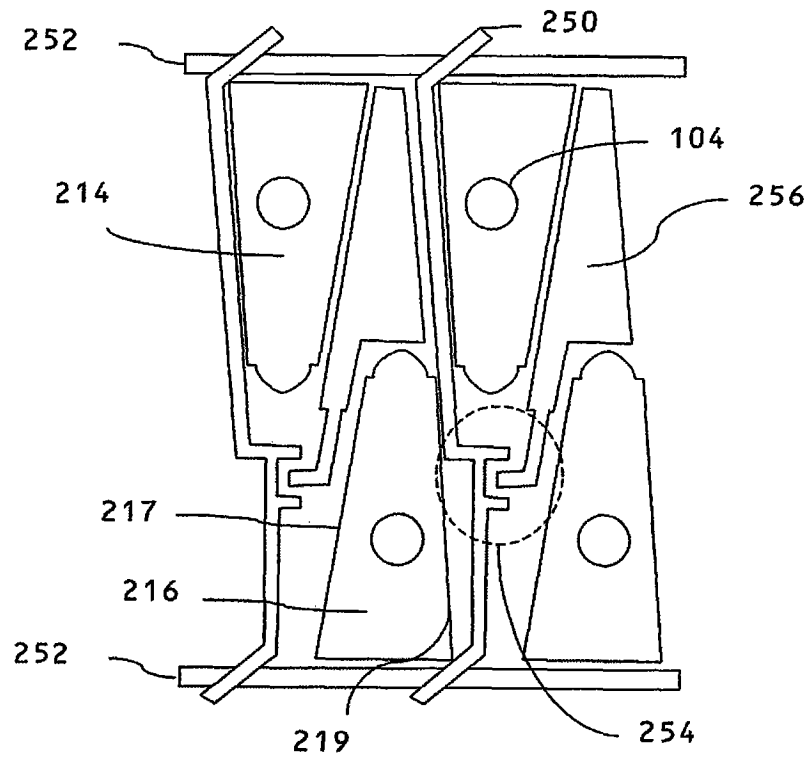


图 18a

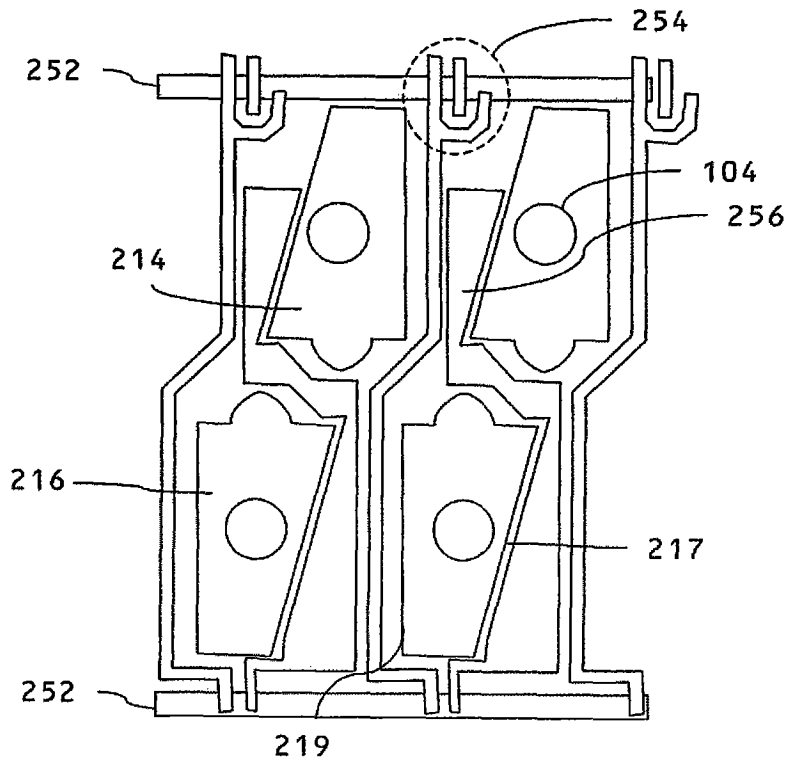


图 18b

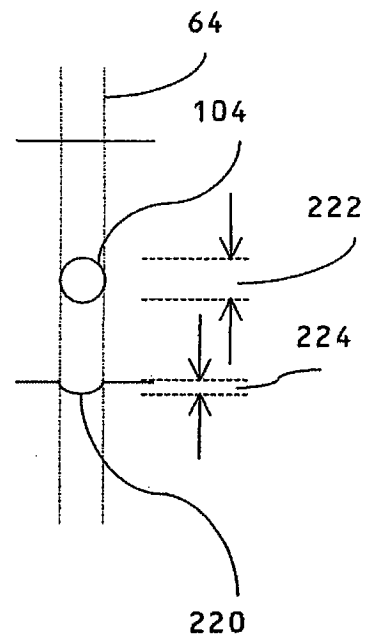


图 19

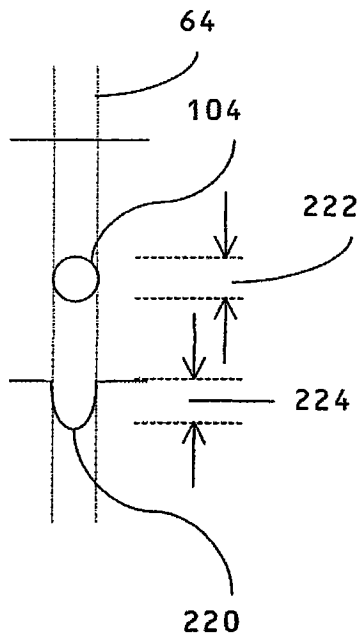


图 20

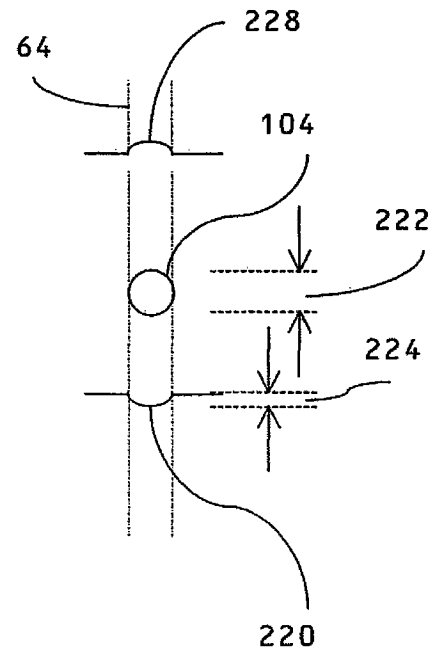


图 21

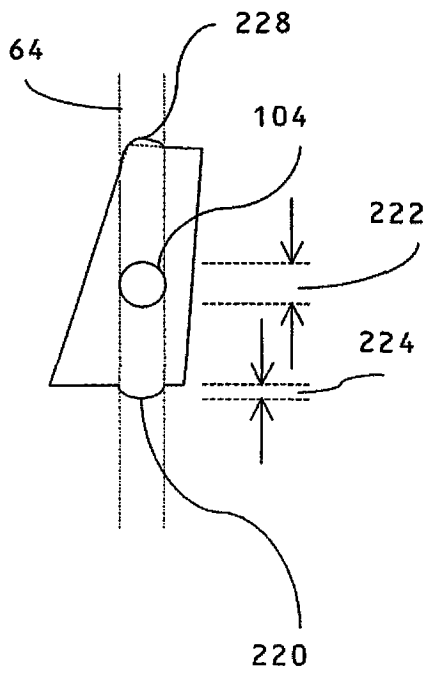


图 22

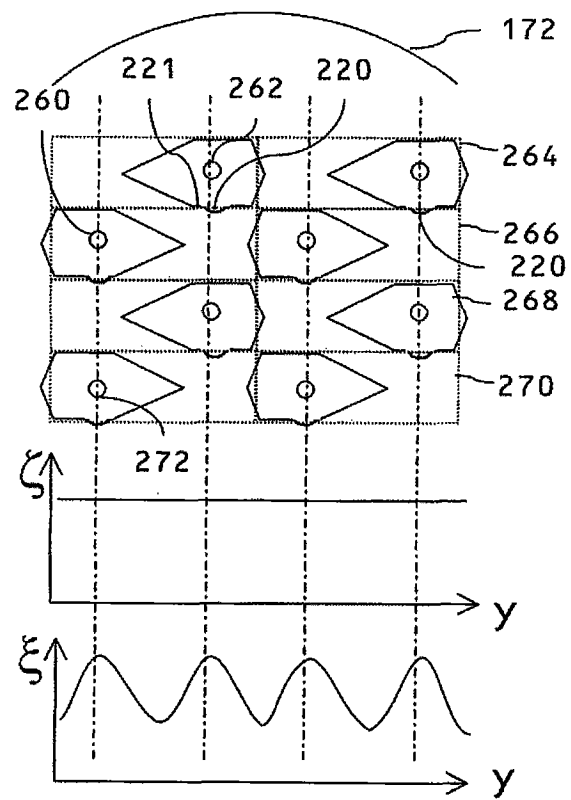


图 23

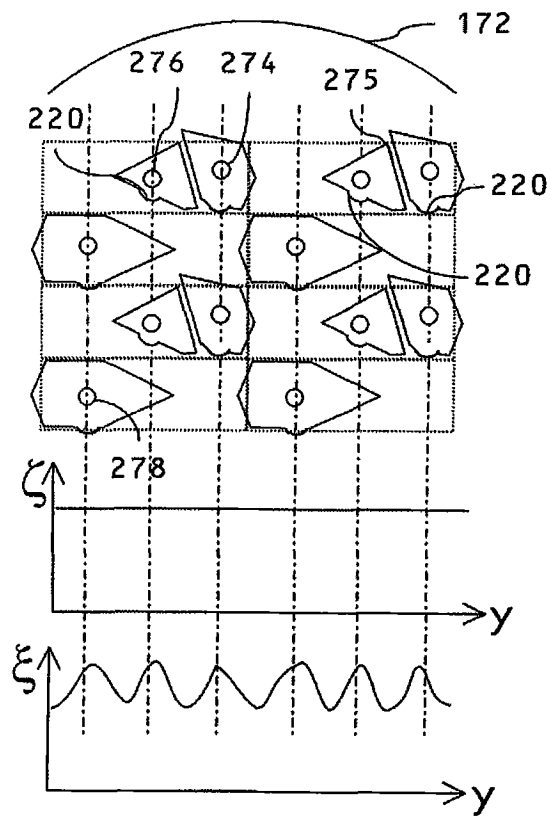


图 24

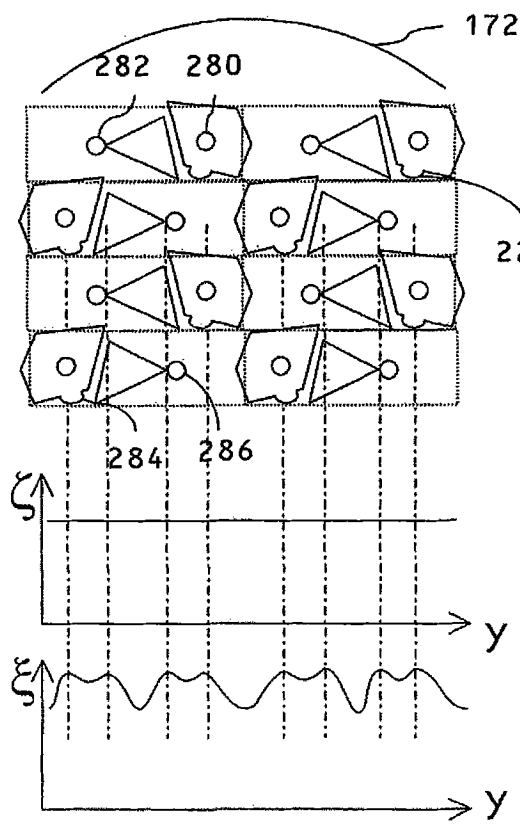


图 25

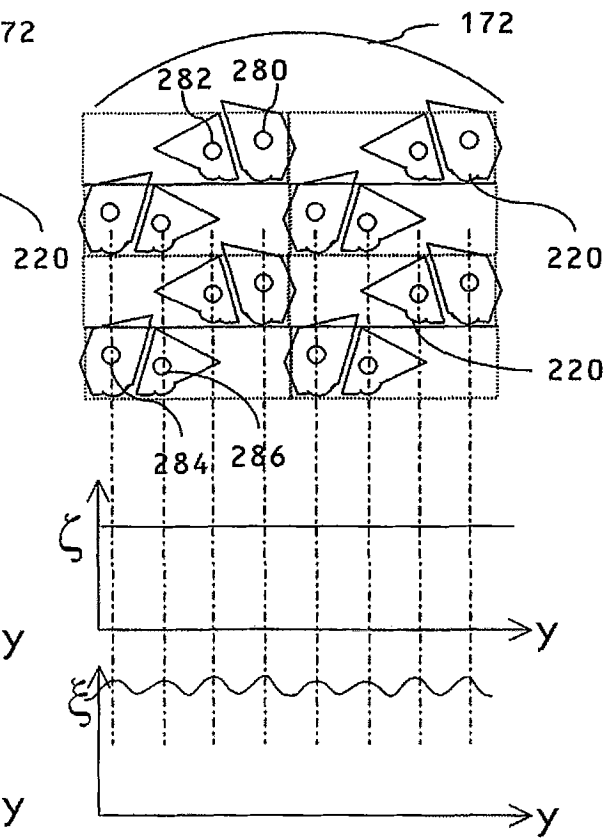


图 26

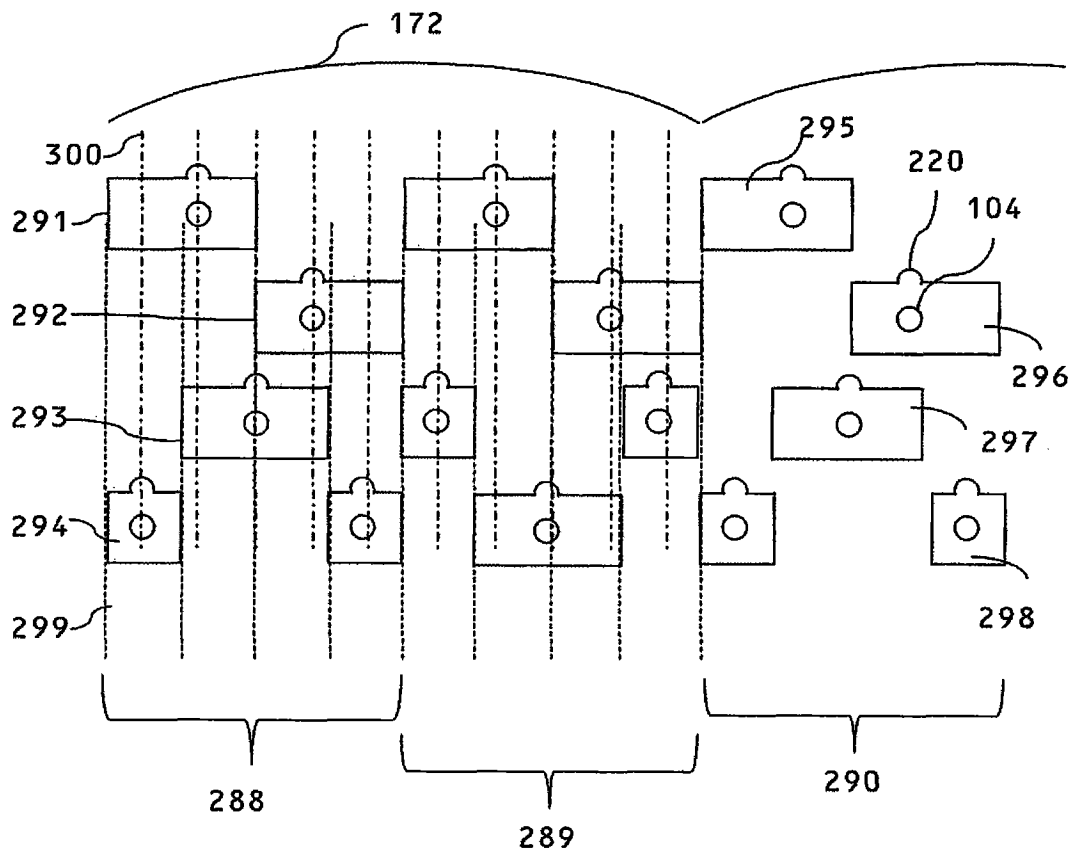


图 27

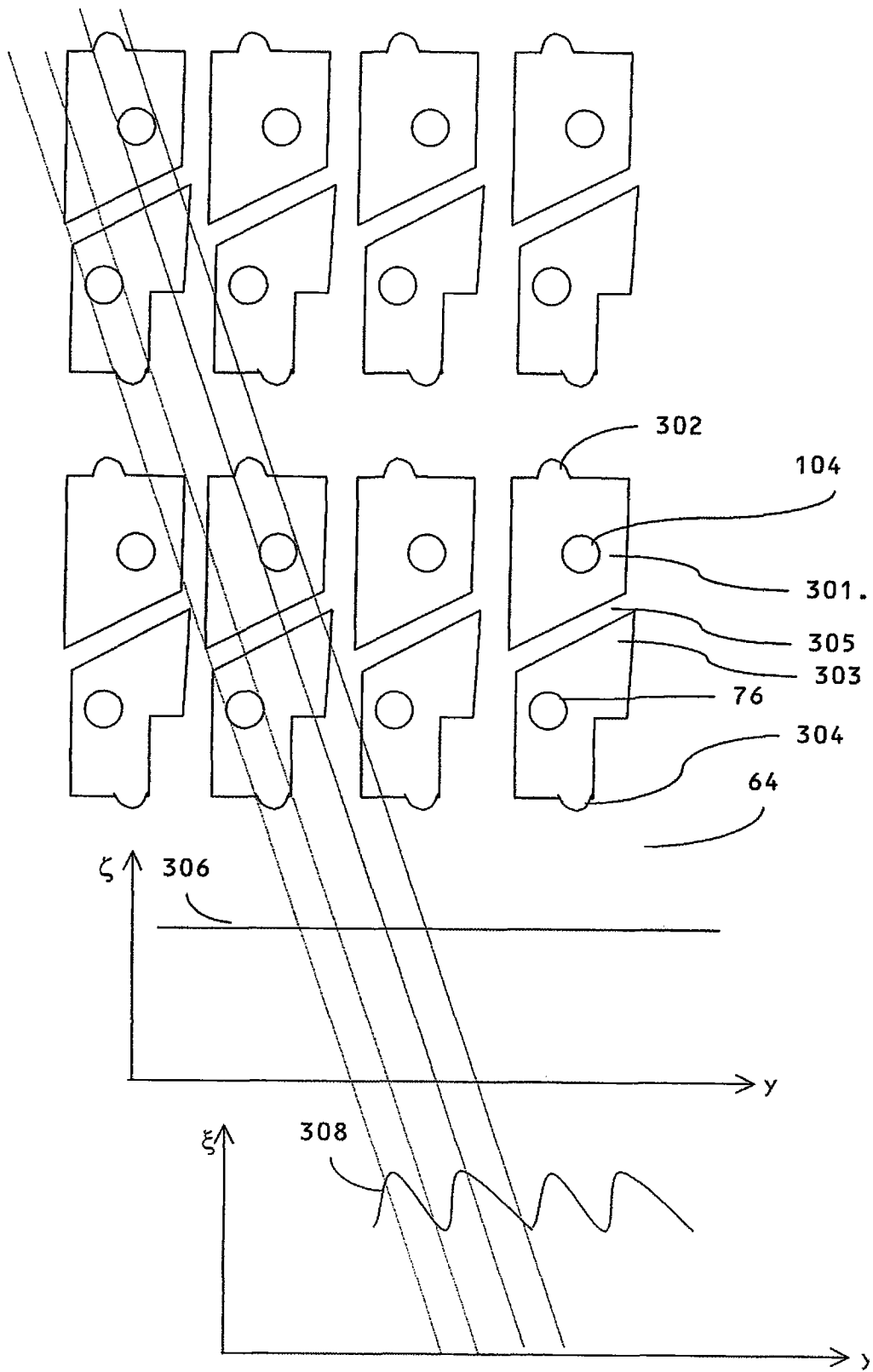


图 28

|                |  |         |            |
|----------------|--|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 自动立体显示装置   |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN102109715B</a>   | 公开(公告)日 | 2014-06-04 |
| 申请号            | CN201110031646.2   | 申请日     | 2011-01-25 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 友达光电股份有限公司   |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 友达光电股份有限公司   |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 友达光电股份有限公司   |         |            |
| [标]发明人         | 强纳森哈洛德<br>葛瑞汉约翰伍德凯吉<br>廖仁伟   |         |            |
| 发明人            | 强纳森·哈洛德<br>葛瑞汉·约翰·伍德凯吉<br>廖仁伟  |         |            |
| IPC分类号         | G02F1/1337 G02B27/22 G02F1/133 G02F1/1335 H04N13/00 H04N13/04 G09F9/35     |         |            |
| CPC分类号         | G02B27/225 H04N13/0497 G02B30/26 H04N13/398 G02B30/27 H04N13/302 H04N13/31 |         |            |
| 优先权            | 2010001344 2010-01-27 GB   |         |            |
| 其他公开文献         | CN102109715A   |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>                             |         |            |

#### 摘要(译)

一种自动立体显示装置包含：一空间光调变器，其中如凸块特征的配向特征提供液晶的分子的径向对称配向。视差元件排列在空间光调变器上，以将光线由像素引导至不同的观察窗中。像素开口形状被制作成使每一个别像素列的平行于视差元件的几何轴的假设线具有与此列的像素交叉的总交叉长度，其被凸块特征所调变的光线强度所加权，其对应至假设线的所有位置均相同。此可改善角强度均匀率。每一个像素可包含多个像素开口，其中每一个别像素的开口的配向特征于垂直几何轴的方向中互相偏置。此可改善角对比均匀率。

