



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106405930 A

(43)申请公布日 2017. 02. 15

(21)申请号 201610483177.0

(22)申请日 2016.06.27

(71)申请人 南京中电熊猫液晶显示科技有限公司

地址 210033 江苏省南京市仙林大道科技
南路南京液晶谷南京中电熊猫液晶显
示科技有限公司

(72)发明人 袁玲 马群刚

(51)Int.Cl.

G02F 1/13357(2006.01)

G02B 27/22(2006.01)

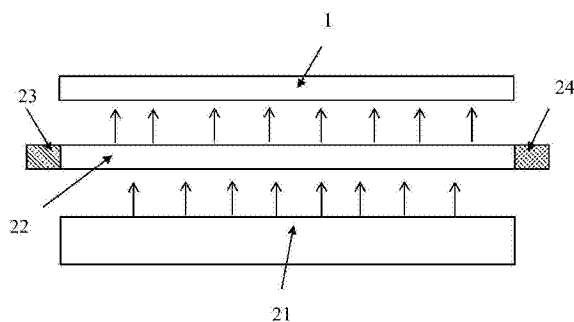
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

裸眼三维显示装置及其方法

(57)摘要

本发明提供一种裸眼三维显示装置及其方法,其包括:液晶显示屏、以及为该液晶显示屏提供背光的2D/3D可切换背光模组;其中,该2D/3D可切换背光模组包括:2D背光模组、位于该2D背光模组上的声光介质基体、设置在该声光介质基体一端的多个压电传感器、以及设置在该声光介质基体另一端的多个声波吸收器,每个压电传感器与每个声波吸收器对应设置。本发明裸眼三维显示装置不仅具有高质量的2D显示效果,还具有高亮度的3D显示效果;通过调节声波的频率来控制背光的衍射光分布,无需改变其他的显示参数,实现多视点3D显示,并且该三维显示装置的观看距离可以动态调节。



1. 一种裸眼三维显示装置, 其特征在于, 其包括: 液晶显示屏、以及为该液晶显示屏提供背光的2D/3D可切换背光模组; 其中, 该2D/3D可切换背光模组包括: 2D背光模组、位于该2D背光模组上的声光介质基体、设置在该声光介质基体一端的多个压电传感器、以及设置在该声光介质基体另一端的多个声波吸收器, 每个压电传感器与每个声波吸收器对应设置。

2. 根据权利要求1所述的裸眼三维显示装置, 其特征在于: 所述压电传感器设有与所述声光介质基体的侧表面接触的压电晶体; 所述声波吸收器设有与所述声光介质基体的侧表面接触的吸声材料。

3. 根据权利要求1所述的裸眼三维显示装置, 其特征在于: 所述声光介质基体由透明光学各向同性的材料制成。

4. 根据权利要求1所述的裸眼三维显示装置, 其特征在于: 设定液晶显示屏的左下角作为坐标系的原点, 以液晶显示屏的水平方向作为坐标系的Z轴, 以液晶显示屏的垂直方向作为坐标系的X轴, 垂直于XZ面的方向作为坐标系的Y轴; 所述声光介质基体的高度方向与X轴平行, 声光介质基体的宽度方向与Z轴平行, 声光介质基体的长度方向与Y轴平行; 所述多个压电传感器和多个声波吸收器分别依序设置Z轴方向上设置所述声光介质基体的相对侧边。

5. 根据权利要求4所述的裸眼三维显示装置, 其特征在于: 所述2D背光模组位于平行于XZ面的平面。

6. 根据权利要求1-5任一所述的裸眼三维显示装置, 其特征在于: 所述2D/3D可切换背光模组的R、G、B光源是按时序依次切换, R、G、B光源的切换间隔小于1/180秒, R、G、B光源的半峰宽较窄。

7. 根据权利要求1-6任一所述的裸眼三维显示装置的显示方法, 其特征在于: 包括如下步骤:

S1: 当液晶显示屏显示2D内容时, 压电传感器和声波吸收器处于不工作的状态, 2D/3D可切换背光模组发出面光源至液晶显示屏上;

S2: 当液晶显示屏显示3D内容时, 通过对压电传感器施加电信号后会产生声波, 2D背光模组发出的光波通过含声波作用的声光介质基体后, 调节对应声波的频率来控制光波经过声光介质基体后产生不同衍射角度的衍射光, 液晶显示屏发出分离的多个视点图像。

8. 根据权利要求7所述的裸眼三维显示装置的显示方法, 其特征在于: 所述步骤S2的具体内容为: 每个压电传感器和对应的声波吸收器产生的每个衍射区域与液晶显示屏的像素一一对应。

9. 根据权利要求7所述的裸眼三维显示装置的显示方法, 其特征在于: 所述的视差图像所对应的背光衍射角度 θ_d 满足以下条件:

在 $L > 2\lambda_s^2/\lambda$ 条件下, 当 $\theta_i = \theta_d$ 时, 满足衍射条件, 当满足公式(3)时, 0级衍射光消失, 只出现1级衍射光, 衍射角度 $\theta_d = \arcsin(\lambda f_s / 2n_0 v_s)$;

$$I_1 = I_i \sin^2(\pi \Delta n L / \lambda) \quad (1)$$

$$\Delta n = -\frac{1}{2} n_0^3 p s \quad (2)$$

$$\Delta n L / \lambda = \frac{1}{2} + k \quad k=0, \pm 1, \pm 2, \dots \dots (3)$$

其中, I_i 表示入射光的光强; θ_i 表示入射光与声波面间的夹角; θ_d 表示1级衍射光的衍射角度; 声波 k_s 沿着X向传播; λ_s 为声波的波长; λ 为光波的波长; L 表示声波场与光波场在声光介质基体22中相互作用长度; n_0 表示声光介质基体的平均折射率; Δn 表示声致折射率变化(声波引起声光介质基体的折射率变化量); S 为声波引起声光介质产生的应变; P 为声光介质基体的弹光系数。

10. 根据权利要求9所述的裸眼三维显示装置的显示方法, 其特征在于: 人眼所处位置的最佳观看距离与视点衍射光之间角距离的关系式为 $d_{3D} \approx d / \Delta \theta$, $\Delta \theta = \theta_{di} - \theta_{dj}$, 其中, d_{3D} 为最佳观看距离; d 为人眼瞳孔间距的平均距离; $\Delta \theta$ 为相应视点衍射光之间的角距离; θ_{di} 与 θ_{dj} 表示多视点像素发出的相应多个衍射光的任意两个视点的衍射光之间的角距离。

裸眼三维显示装置及其方法

技术领域

[0001] 本发明涉及到三维显示领域,具体涉及一种裸眼三维显示装置及其方法。

技术背景

[0002] 由于三维显示具有更加真实、自然、深度场景信息等特点,因此,三维显示越来越受到人们的关注。现有商业三维显示器所应用的技术主要是基于立体显示技术和裸眼立体显示技术,立体显示技术的三维显示器由于需要观看者需要佩戴辅助设备,并且显示场景只含有一个视点信息,已经越来越不受消费者的接纳。现如今,裸眼多视点立体显示器已经成为立体显示器迈入商业化的重要方式。相对于传统裸眼多视点立体显示器,本发明装置可兼容2D显示。于此同时,传统裸眼立体显示装置的光学设计参数一旦固定,人眼所感知立体显示效果的最佳观看距离范围将固定,无法改变。

[0003] 针对传统立体显示装置的缺陷,本发明装置可实现3D显示最佳观看距离动态调节,并且该装置具有高的3D显示亮度。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种实现3D显示最佳观看距离、并具有高亮度的裸眼三维显示装置及其方法。

[0005] 本发明提供一种裸眼三维显示装置,其包括:液晶显示屏、以及为该液晶显示屏提供背光的2D/3D可切换背光模组;其中,该2D/3D可切换背光模组包括:2D背光模组、位于该2D背光模组上的声光介质基体、设置在该声光介质基体一端的多个压电传感器、以及设置在该声光介质基体另一端的多个声波吸收器,每个压电传感器与每个声波吸收器对应设置。

[0006] 优选地,所述压电传感器设有与所述声光介质基体的侧表面接触的压电晶体;所述声波吸收器设有与所述声光介质基体的侧表面接触的吸声材料。

[0007] 优选地,所述声光介质基体由透明光学各向同性的材料制成。

[0008] 优选地,设定液晶显示屏的左下角作为坐标系的原点,以液晶显示屏的水平方向作为坐标系的Z轴,以液晶显示屏的垂直方向作为坐标系的X轴,垂直于XZ面的方向作为坐标系的Y轴;所述声光介质基体的高度方向与X轴平行,声光介质基体的宽度方向与Z轴平行,声光介质基体的长度方向与Y轴平行;所述多个压电传感器和多个声波吸收器分别依序设置Z轴方向上设置所述声光介质基体的相对侧边。

[0009] 优选地,所述2D背光模组位于平行于XZ面的平面。

[0010] 优选地,所述2D/3D可切换背光模组的R、G、B光源是按时序依次切换,R、G、B光源的切换间隔小于1/180秒,R、G、B光源的半峰宽较窄。

[0011] 本发明又提供一种裸眼三维显示装置的显示方法,包括如下步骤:

[0012] S1:当液晶显示屏显示2D内容时,压电传感器和声波吸收器处于不工作的状态,2D/3D可切换背光模组发出面光源至液晶显示屏上;

[0013] S2:当液晶显示屏显示3D内容时,通过对压电传感器施加电信号后会产生声波,2D背光模组发出的光波通过含声波作用的声光介质基体后,调节对应声波的频率来控制光波经过声光介质基体后产生不同衍射角度的衍射光,液晶显示屏发出分离的多个视点图像。

[0014] 优选地,所述步骤S2的具体内容为:每个压电传感器和对应的声波吸收器产生的每个衍射区域与液晶显示屏的像素一一对应。

[0015] 优选地,:所述的视差图像所对应的背光衍射角度 θ_d 满足以下条件:

[0016] 在 $L > 2\lambda_s^2/\lambda$ 条件下,当 $\theta_i = \theta_d$ 时,满足衍射条件,当满足公式(3)时,0级衍射光消失,只出现1级衍射光,衍射角度 $\theta_d = \arcsin(\lambda f_s/2n_0 v_s)$;

[0017] $I_1 = I_i \sin^2(\pi \Delta n L / \lambda)$ (1)

[0018] $\Delta n = -\frac{1}{2} n_0^3 p s$ (2)

[0019] $\Delta n L / \lambda = \frac{1}{2} + k \quad k=0, \pm 1, \pm 2, \dots, \dots$ (3)

[0020] 其中, I_i 表示入射光的光强; θ_i 表示入射光与声波面间的夹角; θ_d 表示1级衍射光的衍射角度;声波 k_s 沿着X向传播; λ_s 为声波的波长; λ 为光波的波长; L 表示声波场与光波场在声光介质基体22中相互作用长度; n_0 表示声光介质基体的平均折射率; Δn 表示声致折射率变化(声波引起声光介质基体的折射率变化量); S 为声波引起声光介质产生的应变; P 为声光介质基体的弹光系数。

[0021] 优选地,人眼所处位置的最佳观看距离与视点衍射光之间角距离的关系式为 $d_{3D} \approx d / \Delta \theta$, $\Delta \theta = \theta_{di} - \theta_{dj}$,其中, d_{3D} 为最佳观看距离; d 为人眼瞳孔间距的平均距离; $\Delta \theta$ 为相应视点衍射光之间的角距离; θ_{di} 与 θ_{dj} 表示多视点像素发出的相应多个衍射光的任意两个视点的衍射光之间的角距离。

[0022] 本发明裸眼三维显示装置不仅具有高质量的2D显示效果,还具有高亮度的3D显示效果;通过调节背声波的频率来控制背光的衍射光分布,无需改变其他的显示参数,实现多视点3D显示,并且该三维显示装置的观看距离可以动态调节。

附图说明

[0023] 图1所示为本发明裸眼三维显示装置的结构示意图;

[0024] 图2为图1所示裸眼三维显示装置的2D/3D可切换背光模组的结构示意图;

[0025] 图3为图1所示裸眼三维显示装置的显示2D工作状态的示意图;

[0026] 图4为图1所示裸眼三维显示装置的显示3D工作状态的示意图;

[0027] 图5为图1所示裸眼三维显示装置的声光介质基体的参数设计示意图;

[0028] 图6为图1所示裸眼三维显示装置在3D显示模式的声光衍射示意图;

[0029] 图7为图1所示裸眼三维显示装置的3D显示模式下工作的示意图;

[0030] 图8为图1所示裸眼三维显示装置的为多视点3D显示背光的分光示意图;

[0031] 图9为图1所示裸眼三维显示装置的多视点3D显示装置工作原理示意图。

具体实施方式

[0032] 本发明裸眼三维显示装置,请参阅图1所示,本裸眼三维显示装置包括:作为显示

图像功能的液晶显示屏1、以及为该液晶显示屏1提供背光的2D/3D可切换背光模组2。其中，液晶显示屏1作为显示图像的功能，该液晶显示屏是无需彩膜结构，如无RGB色层、BM、OC层；2D/3D可切换背光模组2的R、G、B光源是按时序依次切换，R、G、B光源的切换间隔小于1/180秒，并且R、G、B光源的半峰宽较窄。液晶显示屏1依次相应显示红色3D内容、绿色3D内容、蓝色3D内容，切换的间隔与R、G、B光源的切换间隔相同。

[0033] 请参阅图2所示，2D/3D可切换背光模组2包括：2D背光模组21、位于该2D背光模组21上的声光介质基体22、设置在该声光介质基体22一端的多个压电传感器23、以及设置在该声光介质基体22另一端的多个声波吸收器24。其中，声光介质基体22位于液晶显示屏1与2D背光模组21之间；每个压电传感器23与每个声波吸收器24对应设置；压电传感器23的功能是将电信号转化成声波；声光介质基体22由透明光学各向同性的材料制成，如PMMA(甲基丙烯酸甲酯)等；声波吸收器24的作用是通过吸声材料是将声波的能量转换为热能，从而阻碍声波继续传播；压电传感器23设有与声光介质基体22的侧表面接触的压电晶体，声波吸收器24设有与声光介质基体22的侧表面接触的吸声材料。

[0034] 液晶显示屏1显示图像内容，2D/3D可切换背光模组2为液晶显示屏1的显示图像提供照明。

[0035] 请参阅图3所示，当液晶显示屏1显示2D内容时，压电传感器23与声波吸收器24处于不工作的状态，2D/3D可切换背光模组2的光学特性为面光源特性。

[0036] 请参阅图4所示，当液晶显示屏1显示3D内容时，压电传感器23与声波吸收器24处于工作状态，压电传感器23会产生声波，声波在声光介质基体22的声光介质中传播过程中会使得声光介质材料密度发出周期性的变化。当2D背光模组21发出的光波通过声光介质后会使得光波发出Bragg衍射，此时2D/3D可切换背光模组2光学特性为指向背光的光学特性。

[0037] 当背光发出的光波通过声光介质后，通过声波吸收器24调节声波的频率控制空间中衍射条纹分布，从而产生适合3D显示所需背光照明。当液晶显示屏1上相应的像素显示视差图像内容后，从而实现了多视点3D显示。

[0038] 视点的含义为：背光模组的明暗交替的线光源对液晶显示屏上的多个视差图像提供照明，每个视差图像为一个视点。当人眼处在恰当距离观看液晶显示屏时，左眼与右眼只接受相应的视差图像，从而实现了3D观看效果。

[0039] 图5为声光介质基体的参数设计示意图，以液晶显示屏的左下角作为坐标系的原点，以液晶显示屏1的水平方向作为坐标系的Z轴，以液晶显示屏1的垂直方向作为坐标系的X轴，垂直于XZ面的方向作为坐标系的Y轴。垂直于XZ面的方向作为坐标系Y轴。2D背光模组21位于平行于XZ面的平面。

[0040] 声光介质基体22的高度H方向与X轴平行，声光介质基体22的宽度W方向与Z轴平行，声光介质基体的长度L方向与Y轴平行；压电传感器23和声波吸收器24分别设置在声光介质基体的高度H方向的相对侧边。

[0041] L为声波场与光波场在声光介质基体22相互作用的有效长度；H为声光介质基体22的高度，与液晶显示屏1的有效显示区域的垂直方向的宽度相互对应。

[0042] 如图6所示，当压电传感器23发出声波后，声波在声光介质基体22中传播，由于光波的频率远大于声波的频率，因此可将声光介质基体22对光波的调节过程视为静止。因此，可以通过控制声波频率来调节衍射光的衍射角度，即控制了衍射光的空间分布。

[0043] 图6为本裸眼三维显示装置在3D显示模式的声光衍射示意图当入射角 θ_i 与衍射角 θ_d 相等时,衍射光只有1级衍射光出现,1级衍射光的光强 I_1 满足公式(1),1级衍射角度 θ_d 满足公式(4):

$$[0044] \quad I_1 = I_i \sin^2(\pi \Delta n L / \lambda) \quad (1)$$

$$[0045] \quad \Delta n = -\frac{1}{2} n_0^3 p s \quad (2)$$

$$[0046] \quad \Delta n L / \lambda = \frac{1}{2} + k \quad k=0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (3)$$

$$[0047] \quad \theta_d = \arcsin(\lambda f_s / (2 n_0 v_s)) \quad (4)$$

[0048] 其中, I_i 表示入射光的光强; θ_i 表示入射光与声波面间的夹角; θ_d 表示1级衍射光的衍射角度;声波 k_s 沿着X向传播; λ_s 为声波的波长; L 表示声波场与光波场在声光介质基体22中相互作用长度; n_0 表示声光介质基体22的平均折射率; Δn 表示声致折射率变化(声波引起声光介质基体22的折射率变化量); S 为超声波引起声光介质产生的应变; P 为声光介质基体22的弹光系数。

[0049] 声波面:压电传感器产生声波,声波将沿着声光介质基体22内传播,在声波的传播过程中,会引起声波介质的质点发生振动,声光介质中质点振动相位相同的点连成的面称为声波面。

[0050] 为了使得多个视差图像发出的光能够在空间中相应位置分离,根据公式(4),本发明采用的光源为半峰宽较窄的RGB光源,并且R、G、B光源的切换间隔小于1/180秒,液晶显示屏1依次相应显示红色3D内容、绿色3D内容、蓝色3D内容。

[0051] 当在某个时间段上,2D/3D可切换背光模组2发出的光源是R光源,于此同时液晶显示屏1显示红色3D内容,通过控制相应视差图像对应的声波频率,使得多个红色视差图像能够在空间中相应位置分离。当人眼处在对应的位置,人会感知红色3D显示效果。同理,当在某个时间段上,2D/3D可切换背光模组2发出的光源是G光源,于此同时液晶显示屏1显示绿色3D内容,通过控制相应视差图像对应的声波频率,使得多个绿色视差图像能够在空间中相应位置分离。当人眼处在对应的位置,人会感知绿色3D显示效果。当在某个时间段上,2D/3D可切换背光模组2发出的光源是B光源,于此同时液晶显示屏1显示蓝色3D内容,通过控制相应视差图像对应的声波频率,使得多个蓝色视差图像能够在空间中相应位置分离。当人眼处在对应的位置,人会感知蓝色3D显示效果。其中,当面板1分别显示红色3D内容、绿色3D内容以及蓝色3D内容,多视点像素对应的多个压电传感器所产生的声波频率是不相同的,具体的差别由设计决定。

[0052] 图7为3D显示模式下工作示意图,由于多视点3D显示模式中,水平视差是深度融合的主要因素,因此,将多个压电传感器23和对应的多个声波吸收器24依序按Z轴方向上依次排列,如图7所示按Z轴排列。每个压电传感器23和对应的声波吸收器24在声光介质基体22上产生的衍射区域A与液晶显示屏1的多个视差图像像素排列一一对应,通过控制压电传感器23的频率实现空间视点对应的背光分离。

[0053] 当光波以一定角度入射含超声波的声光介质基体22的表面,光波通过声光介质基体22后发生了Bragg衍射,并且各个不同衍射角衍射光在XY面上分光。如图8所示为多视点3D显示背光的分光示意图,通过调节压电传感器23控制声波的频率来实现不同衍射角度衍

射光的分布,从而使得多个视点图像发出分离的空间光强。

[0054] 图8表示多视点3D显示中多视点像素的分光示意图,当观看者处在最佳的观看距离,人的左右眼分别接收到不同的视差图像时,人就会感知到立体效果。其中,最佳观看距离 $d_{3D} \approx d / \Delta \theta$, d 为人眼瞳孔间距的平均距离, $\Delta \theta$ 为相应视点衍射光之间的角距离。 $\Delta \theta = \theta_{di} - \theta_{dj}$, θ_{di} 与 θ_{dj} 表示多视点像素发出的相应多个衍射光的任意两个视点的衍射光之间的角距离。 θ_{di} 与 θ_{dj} 是由公式(4)决定。通过控制声波频率来控制相应视点图像衍射光的衍射角度,从而 $\Delta \theta$ 的值可通过声波频率来动态调节,从而最佳观看距离可以动态调节。

[0055] 图9所示为多视点3D显示装置工作示意图,通过调节对应的压电传感器23使得产生相应的声波频率,2D背光模组21光源光强分布适合3D显示所需的照明,由于人眼视觉流畅的最低标准是60Hz,当液晶显示屏1以高于180Hz的显示频率依次显示红绿蓝3D显示内容,并且当人眼处于最佳观看距离时,可以连续感知立体显示效果,最佳观看距离 $d_{3D} \approx d / \Delta \theta$, d 为人眼瞳孔间距的平均距离, $\Delta \theta$ 为相应视点衍射光之间的角距离。

[0056] 本发明还揭示一种裸眼三维显示装置的显示方法,包括如下步骤:

[0057] S1:当液晶显示屏显示2D内容时,压电传感器和声波吸收器处于不工作的状态,2D/3D可切换背光模组发出面光源至液晶显示屏上;

[0058] S2:当液晶显示屏显示3D内容时,通过对压电传感器施加电信号后会产生声波,2D背光模组发出的光波通过含声波作用的声光介质基体后,调节对应声波的频率来控制光波经过声光介质基体后产生不同衍射角度的衍射光,液晶显示屏发出分离的多个视点图像。

[0059] 每个压电传感器23和对应的声波吸收器24在声光介质基体22上产生的每个衍射区域与液晶显示屏1的多个视差图像像素排列一一对应。

[0060] 本发明裸眼三维显示装置不仅具有高质量的2D显示效果,还具有高亮度的3D显示效果;通过调节背声波的频率来控制背光的衍射光分布,无需改变其他的显示参数,实现多视点3D显示,并且该三维显示装置的观看距离可以动态调节。

[0061] 以上详细描述了本发明的优选实施方式,但是本发明并不限于上述实施方式中的具体细节,在本发明的技术构思范围内,可以对本发明的技术方案进行多种等同变换,这些等同变换均属于本发明的保护范围。

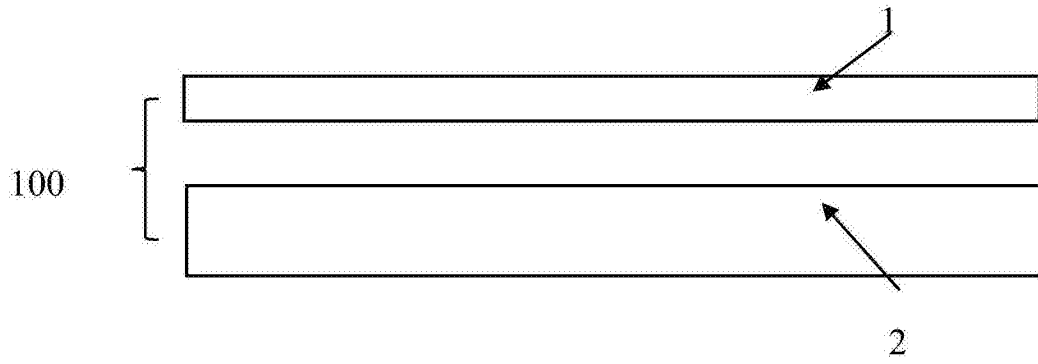


图1

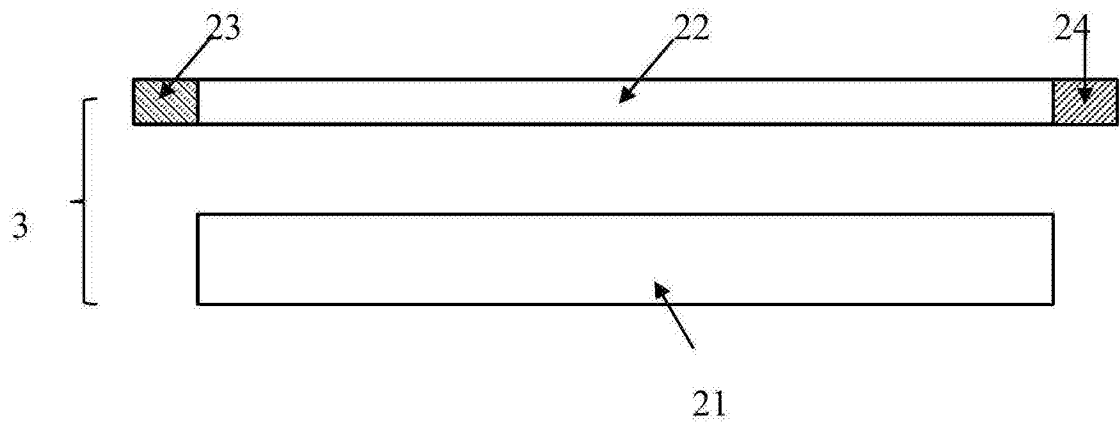


图2

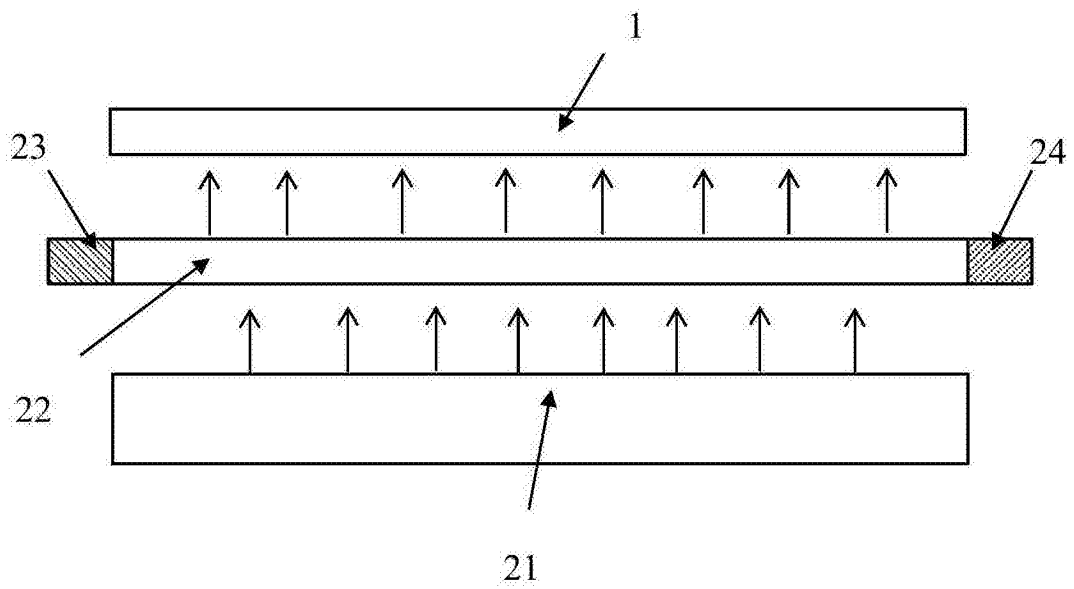


图3

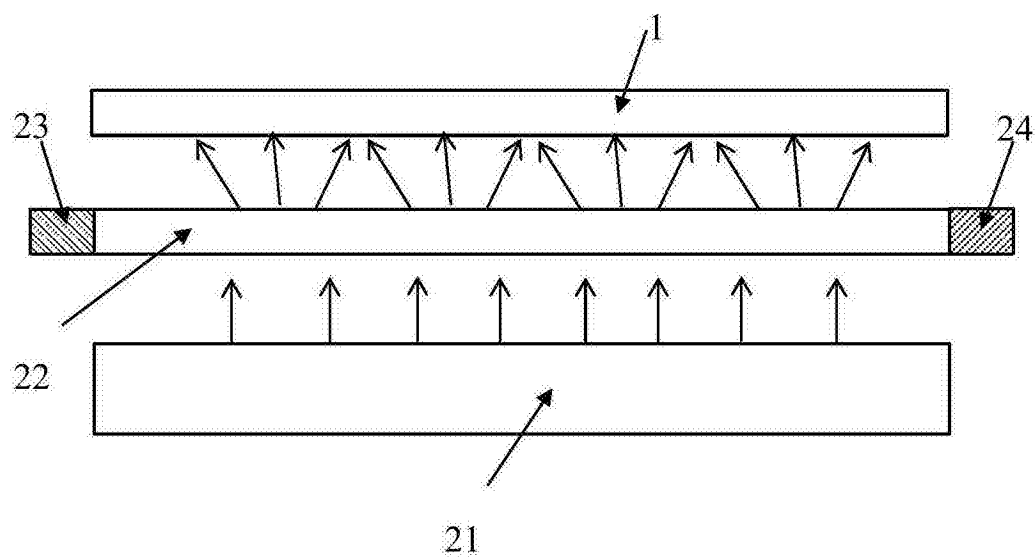


图4

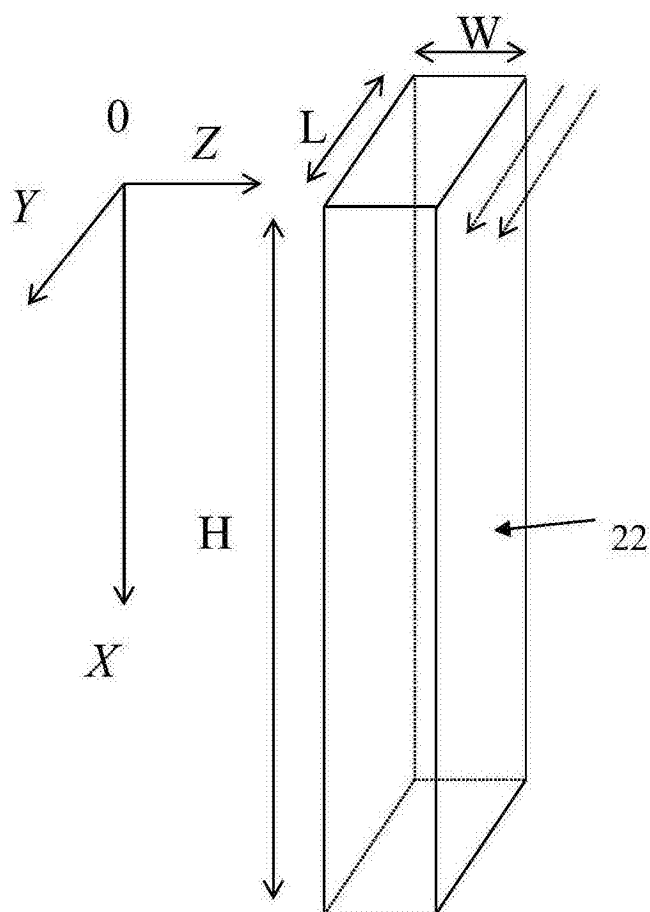


图5

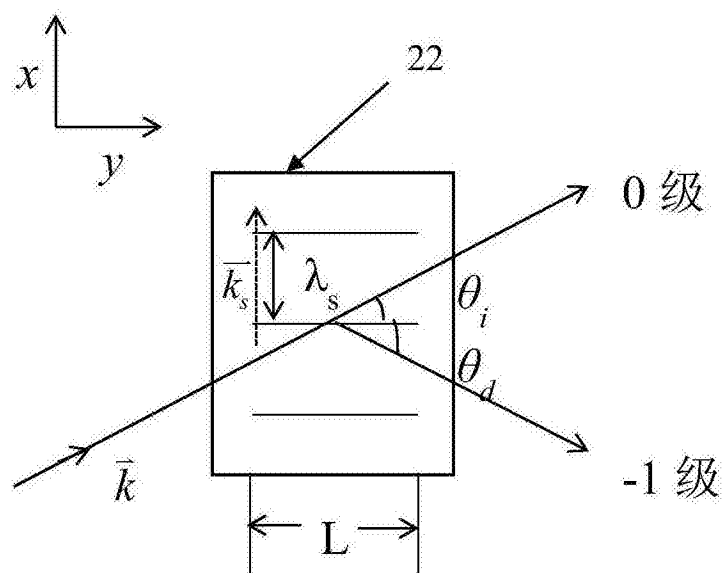


图6

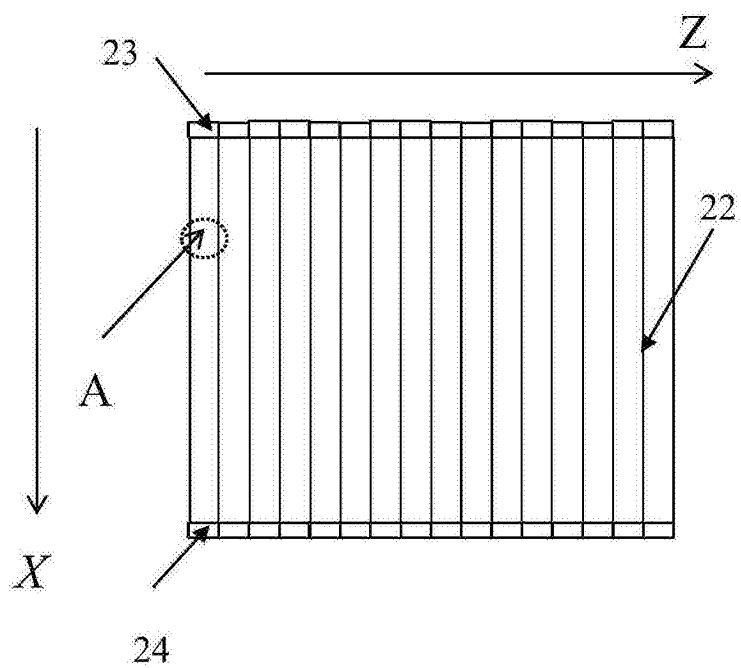


图7

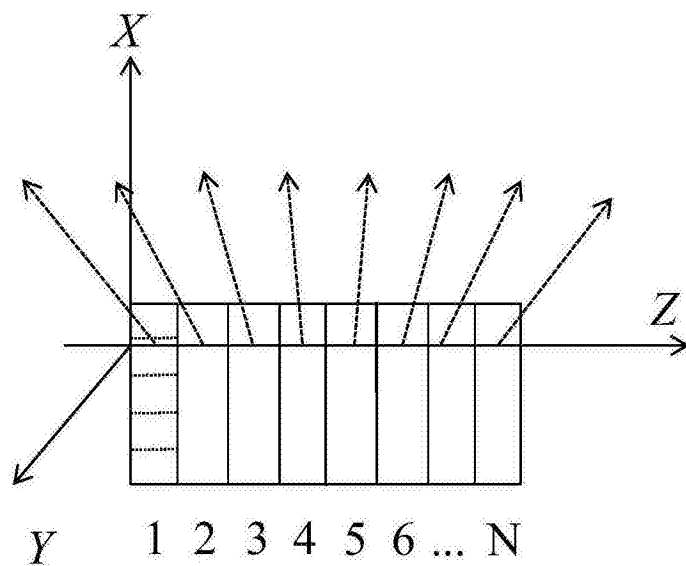


图8

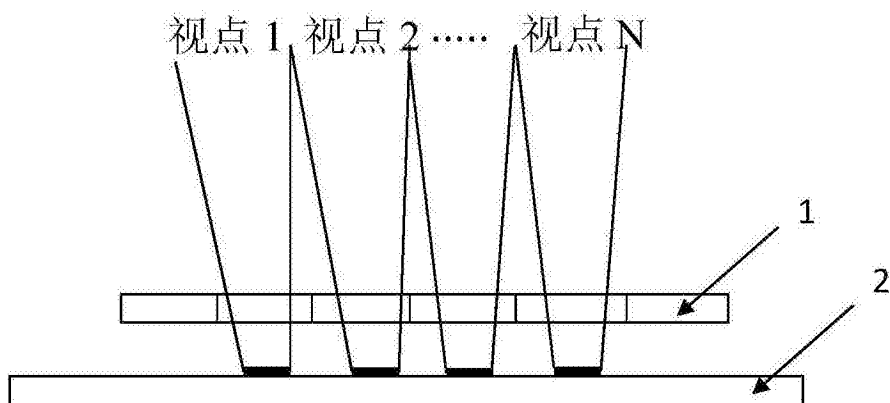


图9

专利名称(译)	裸眼三维显示装置及其方法		
公开(公告)号	CN106405930A	公开(公告)日	2017-02-15
申请号	CN201610483177.0	申请日	2016-06-27
[标]申请(专利权)人(译)	南京中电熊猫液晶显示科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	南京中电熊猫液晶显示科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	南京中电熊猫液晶显示科技有限公司		
[标]发明人	袁玲 马群刚		
发明人	袁玲 马群刚		
IPC分类号	G02F1/13357 G02B27/22		
CPC分类号	G02B30/00 G02F1/133602		
其他公开文献	CN106405930B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种裸眼三维显示装置及其方法，其包括：液晶显示屏、以及为该液晶显示屏提供背光的2D/3D可切换背光模组；其中，该2D/3D可切换背光模组包括：2D背光模组、位于该2D背光模组上的声光介质基体、设置在该声光介质基体一端的多个压电传感器、以及设置在该声光介质基体另一端的多个声波吸收器，每个压电传感器与每个声波吸收器对应设置。本发明裸眼三维显示装置不仅具有高质量的2D显示效果，还具有高亮度的3D显示效果；通过调节声波的频率来控制背光的衍射光分布，无需改变其他的显示参数，实现多视点3D显示，并且该三维显示装置的观看距离可以动态调节。

