



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110941101 A

(43)申请公布日 2020.03.31

(21)申请号 201911373141.7

(22)申请日 2019.12.27

(71)申请人 北京航空航天大学

地址 100191 北京市海淀区学院路37号

申请人 四川大学

(72)发明人 王琼华 李爽 夏云鹏 邢妍

任慧 邓欢

(51)Int.Cl.

G02B 30/27(2020.01)

G02B 30/50(2020.01)

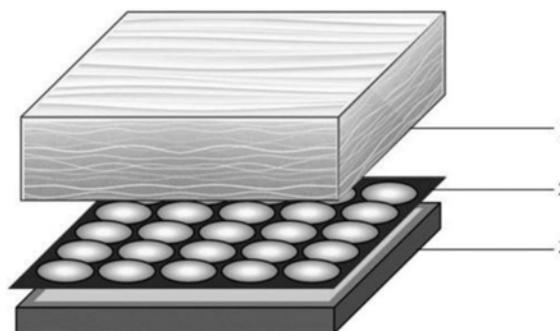
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54)发明名称

一种基于液体散射层的集成成像3D显示装置

(57)摘要

本发明提出一种基于液体散射层的集成成像3D显示装置,所述装置由2D显示屏、透镜阵列和液体散射层组成,2D显示屏位于最底层,往上依次是透镜阵列和液体散射层。所述2D显示屏,用于显示集成成像微图像阵列。所述透镜阵列,用于对2D显示屏上显示的微图像阵列发出的光线进行调制,在液体散射层所在位置再现出3D图像。所述液体散射层,用于对经透镜阵列调制后的光线进行散射,在液体散射层内再现连续的3D图像,达到无光学扩散屏的传统集成成像3D深度范围。本发明提出的一种基于液体散射层的集成成像3D显示装置,能够再现连续完整的3D图像,同时保持集成成像3D深度范围。



1. 一种基于液体散射层的集成成像3D显示装置,所述装置由2D显示屏、透镜阵列和液体散射层组成,2D显示屏位于最底层,往上依次是透镜阵列和液体散射层;所述2D显示屏,用于显示集成成像微图像阵列;所述透镜阵列,用于对2D显示屏上显示的微图像阵列发出的光线进行调制,在液体散射层所在位置再现出3D图像;所述液体散射层,用于对经透镜阵列调制后的光线进行散射,在液体散射层内再现连续的3D图像,达到无光学扩散屏的传统集成成像3D深度范围。

2. 根据权利要求1所述的一种基于液体散射层的集成成像3D显示装置,其特征在于,所述液体散射层的组成为液态胶体或者液态胶体稀释液,其存在胶体的丁达尔效应,对入射的光线在一定深度范围内进行散射,其厚度 h 不小于2D显示屏与透镜阵列形成的集成成像3D深度范围,散射后的3D图像在3D深度范围内均能清晰再现。

3. 根据权利要求1所述的一种基于液体散射层的集成成像3D显示装置,其特征在于,所述液体散射层的分散质分子直径 d 满足: $1\text{nm} \leq d \leq 100\text{nm}$ 。

4. 根据权利要求1所述的一种基于液体散射层的集成成像3D显示装置,其特征在于,所述液体散射层的折射率 n 满足: $1.3 \leq n \leq 1.9$ 。

5. 根据权利要求1所述的一种基于液体散射层的集成成像3D显示装置,其特征在于,所述液体散射层是硅酸胶体、氢氧化铝胶体、氢氧化铁胶体、氧化锆胶体、碘化银胶体、蛋白质胶体、淀粉胶体、墨水胶体等胶体或者其稀释液中的一种。

一种基于液体散射层的集成成像3D显示装置

一、技术领域

[0001] 本发明涉及3D显示技术领域,特别涉及一种基于液体散射层的集成成像3D显示装置。

二、背景技术

[0002] 作为一种重要的裸眼3D显示技术,集成成像3D显示具有真彩色、全视差、无立体观看视疲劳等优点。集成成像3D显示需要在2D显示屏上显示出含有原3D物体光场信息的微图像阵列,并利用2D显示屏前附加的透镜阵列恢复出原3D物体的光场信息。

[0003] 在传统的集成成像3D显示装置中,受相邻透镜元间距的影响,再现的3D图像存在不连续的问题。光学扩散屏是能够在空间上调制入射光束光强度的器件,这一器件的引入可以再现连续完整的3D图像,然而,仅在光学扩散屏附近有限的深度范围内才能获得较好的3D再现效果,能够清晰再现3D图像的深度范围小于无光学扩散屏的传统集成成像3D显示的深度。目前,仍缺少能够同时再现连续的3D图像和达到无光学扩散屏的传统集成成像3D深度范围的方法。

三、发明内容

[0004] 为解决上述问题,本发明提出一种基于液体散射层的集成成像3D显示装置。所述装置由2D显示屏、透镜阵列和液体散射层组成,2D显示屏位于最底层,往上依次是透镜阵列和液体散射层。

[0005] 所述2D显示屏,用于显示集成成像微图像阵列。

[0006] 所述透镜阵列,用于对2D显示屏上显示的微图像阵列发出的光线进行调制,在液体散射层所在位置再现出3D图像。所述透镜阵列由多个透镜元排列组成。所述透镜元由单片式透镜或者多片式透镜共轴排列组成,所述透镜元的焦距为 f ,节距为 P_0 。

[0007] 其中,所述透镜元的排布方式包括矩形排布或者六边形排布等。

[0008] 其中,所述透镜元的形状包括圆形、正方形或者六边形。

[0009] 其中,每片透镜的面型包括球面透镜或者非球面透镜。

[0010] 所述液体散射层,用于对经透镜阵列调制后的光线进行散射,在液体散射层内再现连续的3D图像,达到无光学扩散屏的传统集成成像3D深度范围。

[0011] 其中,所述液体散射层的组成为液态胶体或者液态胶体稀释液,其存在胶体的丁达尔效应,对入射的光线在一定深度范围内进行散射,其厚度 h 不小于2D显示屏与透镜阵列形成的集成成像3D深度范围,散射后的3D图像在3D深度范围内均能清晰再现。

[0012] 优选地,所述液体散射层的分散质分子直径 d 满足: $1\text{nm} \leq d \leq 100\text{nm}$ 。

[0013] 优选地,所述液体散射层的折射率 n 满足: $1.3 \leq n \leq 1.9$ 。

[0014] 优选地,所述液体散射层是硅酸胶体、氢氧化铝胶体、氢氧化铁胶体、氧化锆胶体、碘化银胶体、蛋白质胶体、淀粉胶体、墨水胶体等胶体或者其稀释液中的一种。

[0015] 所述液体散射层中心到透镜阵列的距离 L ,透镜阵列到2D显示屏的距离 l 与透镜阵

列中透镜元的焦距 f 在集成成像实模式下满足：

$$[0016] \quad \frac{1}{l} + \frac{1}{L} = \frac{1}{f} \quad (1)$$

[0017] 本发明提出的一种基于液体散射层的集成成像3D显示装置，使用液体散射层对3D图像在3D深度范围内均匀散射。与传统集成成像3D显示装置相比，能够使受相邻透镜元间距影响而导致的不连续3D图像改变为连续完整的3D图像。与基于光学扩散屏的集成成像3D显示装置相比，具有更大的3D深度范围，使再现的3D图像的各个深度平面都能够清晰显示。

四、附图说明

[0018] 本发明的前述方面及特点从下述结合附图与实施例的详细描述中将进一步明确和容易理解，其中：

[0019] 附图1为基于液体散射层的集成成像3D显示装置的结构示意图。

[0020] 附图2为基于液体散射层的集成成像3D显示装置的观看原理示意图。

[0021] 附图3为透镜元形状与透镜阵列排布示意图，(a)圆形透镜元矩形排布示意图，(b)圆形透镜元六边形排布示意图，(c)正方形透镜元矩形排布示意图，(d)六边形透镜元六边形排布示意图。

[0022] 附图4为液体散射层的原理示意图。

[0023] 附图5为胶体的丁达尔效应示意图。

[0024] 上述附图中的图示标号为：

[0025] 1 2D显示屏，2透镜阵列，3液体散射层，4再现的3D图像，5观看者，6入射光线，7散射光线，8光源，9液态胶体，10胶体分散质分子，11溶液，12溶液分散质分子。

[0026] 应该理解上述附图只是示意性的，并没有按比例绘制。

五、具体实施方式

[0027] 下面详细说明本发明提出的一种基于液体散射层的集成成像3D显示装置的一个典型实施例，对本发明进行进一步的具体描述。有必要在此指出的是，以下实施例只用于对本发明做进一步的说明，不能理解为对本发明保护范围的限制，该领域技术熟练人员根据上述本发明内容对本发明做出一些非本质的改进和调整，仍属于本发明的保护范围。

[0028] 本发明提出一种基于液体散射层的集成成像3D显示装置，其结构如附图1所示。所述装置由2D显示屏、透镜阵列和液体散射层组成，2D显示屏位于最底层，往上依次是透镜阵列和液体散射层。所述的一种基于液体散射层的集成成像3D显示装置的观看原理示意图如附图2所示。

[0029] 所述2D显示屏，用于显示集成成像微图像阵列。本实施例中，2D显示屏采用4K超高清液晶屏，微图像阵列分辨率为 3840×2160 ，由 95×53 个图像元组成。

[0030] 所述透镜阵列，用于对2D显示屏上显示的微图像阵列发出的光线进行调制，在液体散射层所在位置再现出3D图像。所述透镜阵列由多个透镜元排列组成，其中每个透镜元分别能够进行独立成像。透镜元形状及排列方式如附图3所示。本实施例中，透镜阵列包含的透镜元数量为 95×53 ，使用的透镜元形状为正方形，透镜元为单片式球面透镜，其排布方式为矩形排布，焦距 f 为3mm，透镜阵列的节距 P_0 为1.4mm。

[0031] 所述液体散射层,用于对经透镜阵列调制后的光线进行散射,在液体散射层内,再现连续的3D图像,并且达到无光学扩散屏的传统集成成像3D深度范围,其原理如附图4所示。所述液体散射层的组成为液态胶体或者液态胶体稀释液,其存在胶体的丁达尔效应,如附图5所示,一束光线通过胶体,从垂直入射光的方向可以观察到胶体里出现一条光线轨迹,通过溶液时则无法观察到。所述液体散射层对入射的光线在一定深度范围内进行散射,散射后的3D图像在3D深度范围内均能清晰再现。本实施例中,液体散射层采用铵型硅溶胶稀释液,分散质为二氧化硅,其浓度为15%,分子直径d在10nm到20nm之间,液体散射层的折射率n约为1.4,厚度h为35mm。液体散射层中心到透镜阵列的距离L为21mm,透镜阵列到2D显示屏的距离l为3.5mm。L,l与透镜元焦距f在集成成像实模式下满足:

$$[0032] \quad \frac{1}{l} + \frac{1}{L} = \frac{1}{f} \quad (1)$$

[0033] 本实施例的3D深度范围可由下式获得:

$$[0034] \quad \Delta Z_m = 2 \frac{L}{P_0} P_l \quad (2)$$

[0035] 其中, $P_l = 1\text{mm}$ 为像方像素的大小,由上式计算得出 $\Delta Z_m = 31.4\text{mm}$ 。

[0036] 基于光学扩散屏的集成成像3D显示装置的3D深度范围可由下式获得:

$$[0037] \quad \Delta Z'_m = 2 \frac{\Delta L}{\tan(\frac{\theta}{2})} = 2 \frac{\varphi \times s}{\tan(\frac{\theta}{2})} \quad (3)$$

[0038] 其中, $\Delta L = 0.17\text{mm}$ 为分辨距离, $\theta = 5^\circ$ 为光学扩散屏的扩散角度, $\varphi = 1'$ 为人眼最小分辨角, $s = 0.6\text{m}$ 为观看距离。由上式计算得出 $\Delta Z'_m = 7.2\text{mm}$ 。

[0039] 与基于光学扩散屏的集成成像3D显示装置的3D深度范围相比,本发明的3D深度范围实现了提升,接近于无扩散屏的传统集成成像3D显示装置的3D深度范围,所述液体散射层不存在光学扩散屏对集成成像3D深度范围的限制。

[0040] 以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,而不是对其的限制条件。

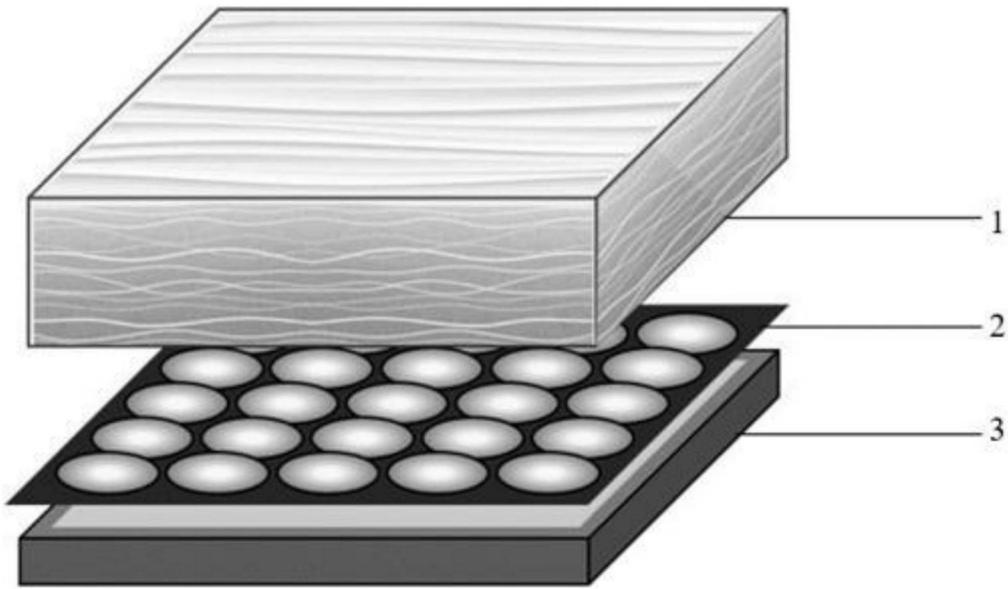


图1

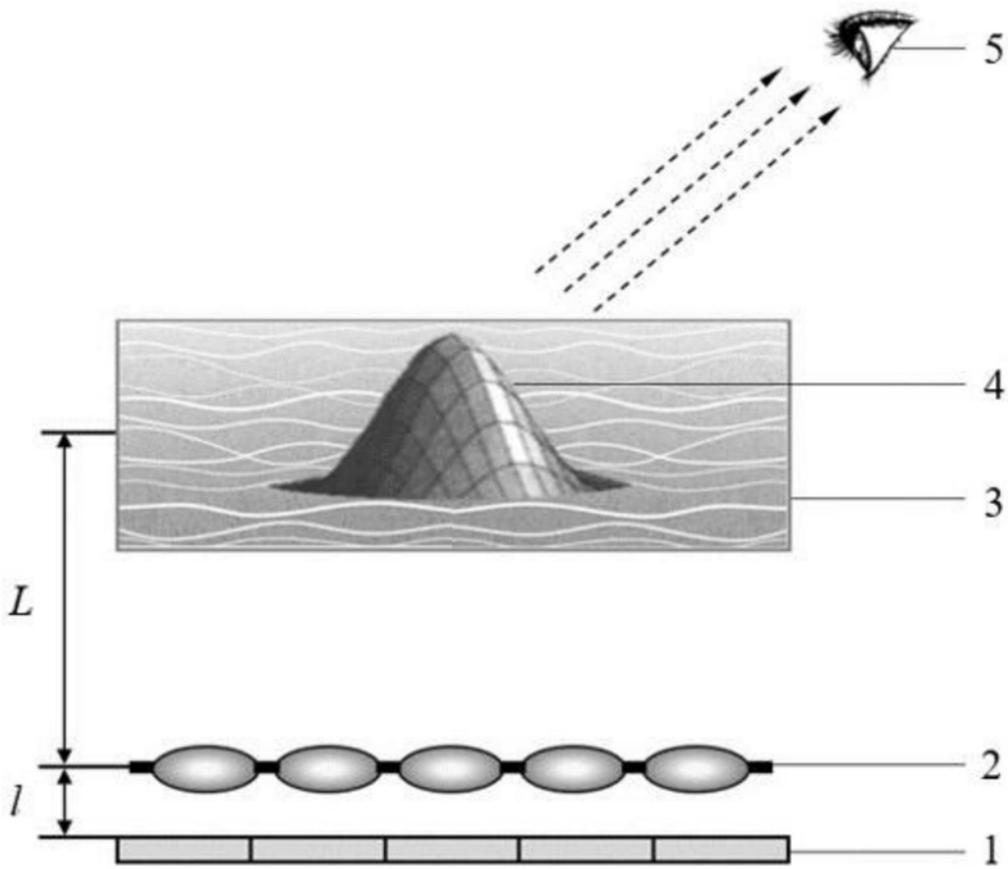


图2

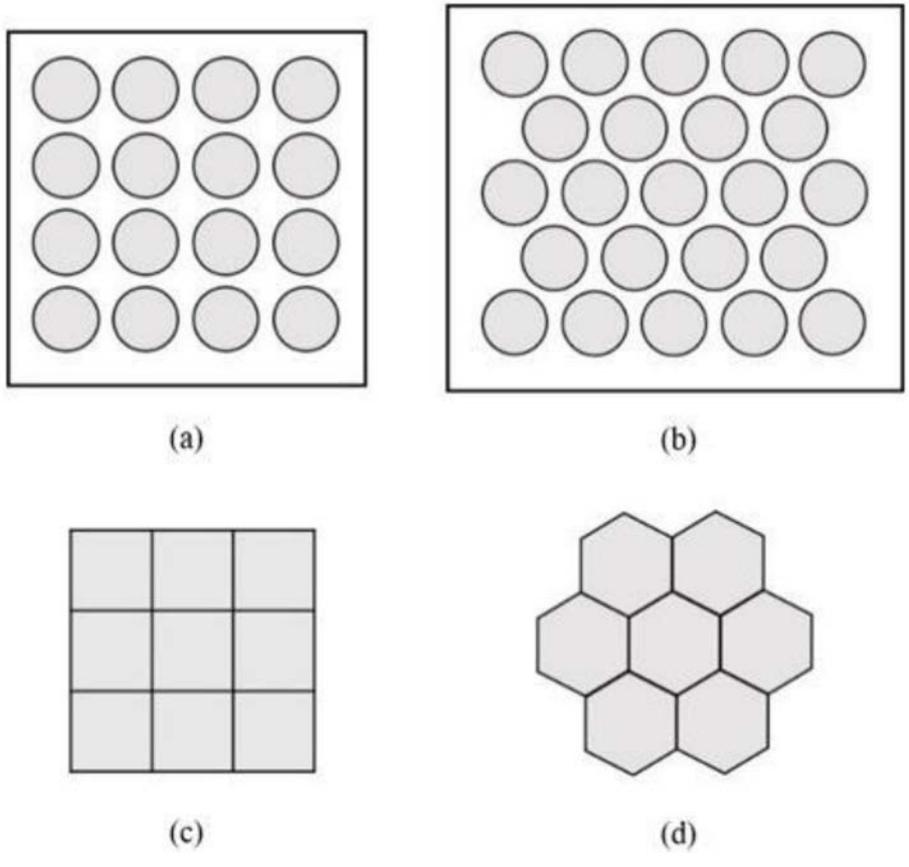


图3

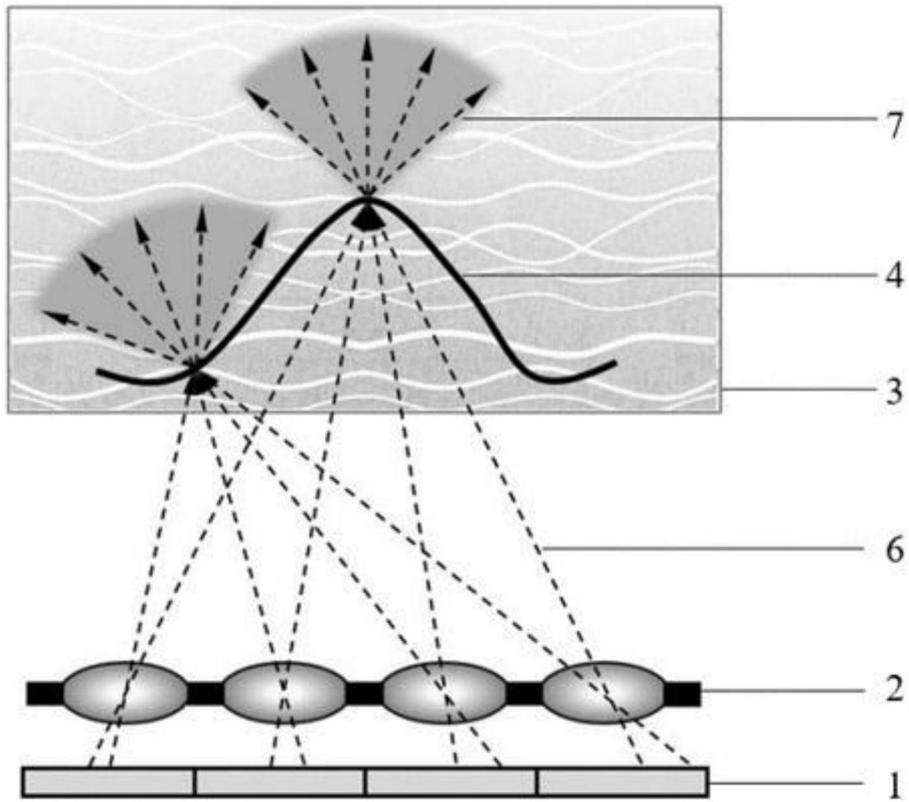


图4

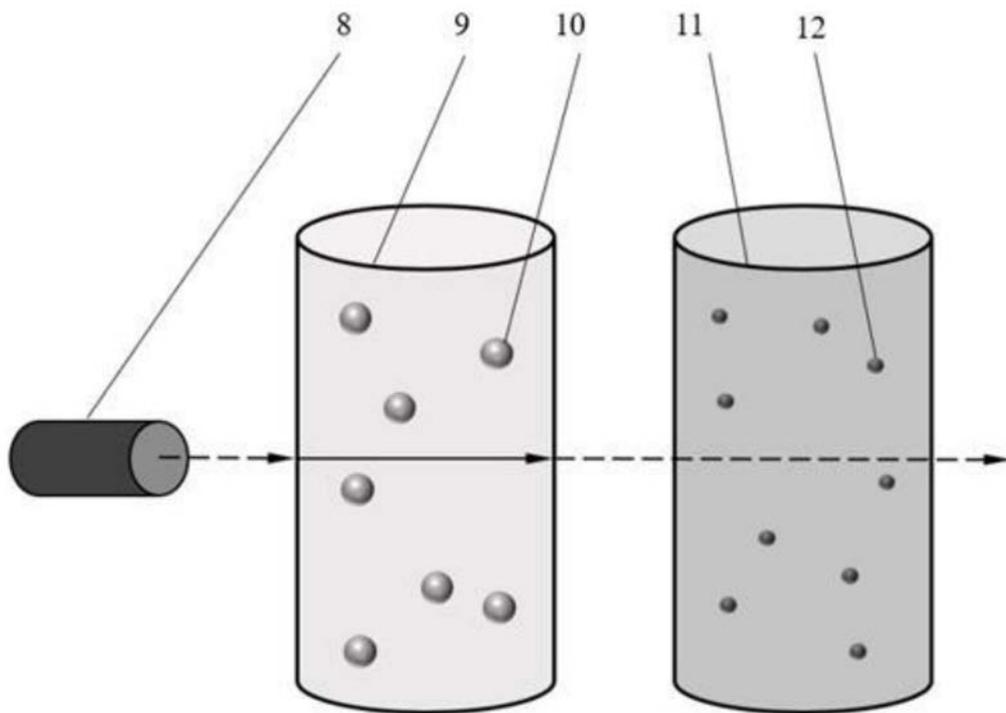


图5