



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104007556 B

(45)授权公告日 2017.02.15

(21)申请号 201410249464.6

(22)申请日 2014.06.06

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104007556 A

(43)申请公布日 2014.08.27

(73)专利权人 南开大学

地址 300071 天津市南开区卫津路94号

(72)发明人 杨勇 王宁 孙立勋 袁小聪

(74)专利代理机构 天津佳盟知识产权代理有限公司 12002

代理人 侯力

(51)Int.Cl.

G02B 27/22(2006.01)

(56)对比文件

WO 97/16765 A1,1997.05.09,全文.

JP 特开平10-20246 A,1998.01.23,全文.

CN 1643406 A,2005.07.20,全文.

CN 103513433 A,2014.01.15,全文.

CN 203561797 U,2014.04.23,全文.

审查员 杨盈家

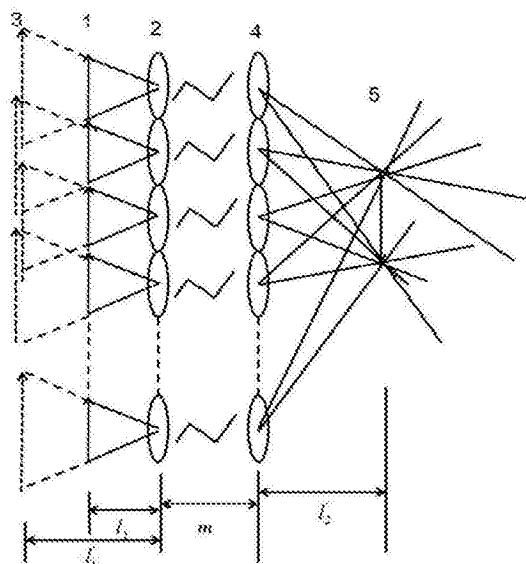
权利要求书1页 说明书3页 附图5页

(54)发明名称

基于微透镜阵列组的低串扰集成成像三维显示方法

(57)摘要

本发明提出了一种微透镜阵列组的低串扰集成成像三维显示方法。该方法涉及一组双微透镜阵列和待显示元素图像的显示屏。所述显示屏放在第一个微透镜阵列前方的一倍焦距以内，将第二个微透镜阵列放置在第一个透镜阵列的后方。由于缩短了显示屏和透镜阵列之间的距离，更多的光线进入到相应正确的透镜元中，提高光能利用率，同时减少了入射到相邻透镜而形成串扰的光线，减少了串扰信息的来源，降低了集成像的串扰，增大了视场角。第二个微透阵列起集成的作用，将放大后的元素图像集成显示。显示屏中的元素图像和两个微透镜阵列中的透镜元三者一一对应，且中心对齐。



CN 104007556 B

1.一种基于微透镜阵列组的低串扰集成成像三维显示方法,该方法涉及的装置包括两个微透镜阵列和待显示元素图像的显示屏,所述的显示屏放在第一个微透镜阵列前方的一倍焦距内,第二个微透镜阵列放在第一个微透镜阵列的后方,用于集成图像,且显示屏中的元素图像和两个微透镜阵列中的透镜元三者一一对应,且中心对齐;其特征在于该方法的具体操作步骤为:

第一步,第一次成像

将待显示元素图像的显示屏放在第一个微透镜阵列前方的一倍焦距内,通过缩短显示屏和透镜阵列间的距离提高系统的光能利用率,使得更多有效光线进入到相应的正确透镜元中,减少光线的外泄;

设第一个微透镜阵列透镜元的焦距为 f_1 ,显示屏和第一个透镜阵列的距离为 l_1 ,像距 l'_1 表示为:

$$l'_1 = \frac{f_1 l_1}{l_1 - f_1};$$

第二步,图像集成过程

将第二个微透镜阵列放置在第一个微透镜阵列的后方,第二个微透镜阵列将元素图像集成,从而得到三维图像;

第二个微透镜阵列与第一个微透镜阵列的间距为 m ,第二个透镜的焦距为 f_2 ,物距为 l_2 ,像距为 l'_2 , l'_2 是集成图像中心对准平面的位置,其物像关系满足:

$$\text{高斯公式: } \frac{1}{l_2} + \frac{1}{l'_2} = \frac{1}{f_2} \quad l_2 = -l'_1 + m = \frac{f_1 l_1}{f_1 - l_1} + m$$

$$\text{像距 } l'_2 = \frac{f_2 l_2}{l_2 - f_2} = \frac{f_1 f_2 l_1 + f_1 f_2 m - f_2 l_1 m}{f_1 l_1 + f_1 m - m l_1 - f_1 f_2 + f_2 l_1};$$

第三步,根据光线分析和成像原理,微透镜阵列组可以等效为一个微透镜阵列,等效的透镜阵列的焦距为 f' ,等效后的显示屏和透镜阵列的距离为 g' ,由几何关系得:

$$f' = \frac{f_1 \times f_2}{m - f_1 - f_2}$$

$$g' = \frac{B \times (A \times g^2 + B \times m^2 + 2 \times f_1 \times g \times m)}{f_1 \times f_2 \times g + A \times B \times g + B \times f_1 \times m + B \times f_1^2}$$

其中 $A=f_1+f_2-m$, $B=f_1-g$; g 为等效前显示屏与第一个微透镜的距离,通过上述公式可确定 f_1 , f_2 和 m ;

第四步,将元素图像显示屏和两个透镜阵列依次平行放置,且元素图像元和透镜阵列元等大,中心点同轴。

基于微透镜阵列组的低串扰集成成像三维显示方法

技术领域

[0001] 本发明涉及集成成像三维立体显示技术领域,尤其涉及一种低串扰大视场的集成成像三维显示系统。

背景技术

[0002] 集成成像是一种利用二维平面周期排列的微透镜阵列对三维真实场景进行记录和再现的全真三维立体显示技术。它包括元素图像阵列的获取和三维立体图像的再现两部分。获取部分,通过微透镜阵列对物空间三维场景成像,记录其不同视角的三维信息,得到在水平和垂直方向平行排列的元素图像阵列。再现过程,一般采用和元素图像参数相同的微透镜阵列,将微透镜阵列放在获取过程的相应位置,根据光路可逆的原理,元素图像发出的光线通过再现微透镜阵列聚拢重构出原物空间的三维立体图像。集成成像所集成的三维图像具有真彩色,视角连续,无需相干光,不需要佩戴眼镜,不存在视觉疲劳等优势。

[0003] 尽管集成成像有很多优点,但串扰问题和观看范围小一直制约着集成成像显示技术的发展和三维观看效果。显示过程中,元素图像发出的光线不仅入射到其相应的透镜元中成像,还入射到相邻的透镜出射,形成串扰像,造成图像的跳变,影响观看效果。

[0004] 常规集成成像显示装置由显示屏和单透镜阵列组成,为保证成实像,元素图像放置在透镜阵列的一倍焦距外,导致大量的光线入射到相邻的透镜中,从而形成串扰像。可通过减少入射到相邻透镜内的光线,达到减少串扰的目的,同时增大视场角。缩短元素图像和透镜阵列之间的距离,就可增大入射到正确透镜元的光线数。许多研究学者们针对集成成像的串扰问题提出了很多方案,但有的装置过于复杂,或是损失了大量的有效光线。

发明内容

[0005] 本发明目的是解决现有集成成像装置存在图像串扰和观看范围小的问题,提供一种微透镜阵列组的集成成像三维显示方法。

[0006] 本发明提供了一种基于微透镜阵列组的低串扰集成成像三维显示方法,该方法涉及的装置包括两个微透镜阵列和待显示元素图像的显示屏。所述的显示屏放在第一个微透镜阵列前方的一倍焦距内,第二个微透镜阵列放在第一个微透镜阵列的后方,用于集成图像,且显示屏中的图像元和两个微透镜阵列中的透镜元同轴平行放置。

[0007] 本发明提出的微透镜阵列组的低串扰的集成成像三维显示方法的具体操作步骤为:

[0008] 第一步,第一次成像。

[0009] 将待显示元素图像的显示屏放在第一个微透镜阵列前方的一倍焦距内,通过缩短显示屏和透镜阵列间的距离提高系统的光能利用率,使得更多有效光线进入到相应的正确透镜元中,减少光线的外泄。

[0010] 设元素图像的尺寸为 P_0 ,第一个微透镜阵列透镜元的焦距为 f_1 ,显示屏和第一个透镜阵列的距离为 l_1 ,像距为 l_1' ,它们之间的物像关系为:

[0011] 高斯公式： $\frac{1}{l_2} + \frac{1}{l_1} = \frac{1}{f_1}$

[0012] 像距： $l_1 = \frac{f_1 l_2}{l_2 - f_1}$ 。

[0013] 第二步，图像集成过程。

[0014] 将第二个微透镜阵列放置在第一个透镜阵列的后方，第二个透镜阵列将元素图像集成，从而得到三维图像。

[0015] 第二个微透镜阵列与第一个微透镜阵列的间距为 m ，第二个透镜阵列的焦距为 f_2 ，物距为 l_2 ，像距为 l_2' ， l_2' 是集成图像中心对准平面的位置，其物像关系满足：

[0016] 高斯公式： $\frac{1}{l_2} + \frac{1}{l_2'} = \frac{1}{f_2}$ $l_2' = -l_2 + m = \frac{f_2 l_2}{f_2 - l_2} + m$

[0017] 像距 $l_2' = \frac{f_2 l_2}{l_2 - f_2} = \frac{f_1 f_2 l_1 + f_1 f_2 m - f_2 l_1 m}{f_1 l_1 + f_1 m - m l_1 - f_1 f_2 + f_2 l_1}$ 。

[0018] 第三步，根据光线分析和成像原理，微透镜阵列组可以等效为一个微透镜阵列，等效的透镜阵列的焦距为 f' ，等效后的显示屏和透镜阵列的距离为 g' ，由几何关系得：

[0019] $f' = \frac{f_1 \times f_2}{m - f_1 - f_2}$

[0020] $g' = \frac{B \times (A \times g^2 + B \times m^2 + 2 \times f_1 \times g \times m)}{f_1 \times f_2 \times g + A \times B \times g + B \times f_1 \times m - B \times f_1^2}$

[0021] 其中 $A = f_1 + f_2 - m$ ， $B = f_1 - g$ ， g 为等效前显示屏与第一个微透镜的距离。

[0022] 通过上述公式可计算出 f_1 ， f_2 和 m 。

[0023] 第四步，将元素图像显示屏和两个透镜阵列依次平行放置，且元素图像元和透镜阵列元等大，中心点同轴。

[0024] 本发明的优点和有益效果：

[0025] 本发明提出的一种基于微透镜阵列组的低串扰的集成成像三维显示方法，通过缩短待显示元素图像的显示屏和第一个微透镜阵列之间的距离，使得进入到相应透镜元的正确光线增大，从而减少了进入到相邻透镜元的光线数，增大透镜元的集光能力，提高光能利用率，大幅度减少了串扰，增加了集成图像的可观测范围。

附图说明

[0026] 图1是微透镜阵列组集成成像立体显示装置的结构原理示意图。

[0027] 图2是单个透镜元的光路分析示意图。

[0028] 图3是微透镜阵列组显示系统等效后的单透镜阵列显示系统示意图。

[0029] 图4是本发明对应的系统和常规集成成像显示系统对不同透镜元的立体角的示意图。

[0030] 图5是本发明对应的系统和常规集成成像显示系统拍摄到的对比图像。

[0031] 图中，1待显示元素图像显示屏，2第一个微透镜阵列，3放大后的虚像，4显示微透镜阵列，5集成的三维图像，6等效的微透镜阵列。

具体实施方式

[0032] 下面详细说明利用本发明的一种较少串扰,同时增大视场角的集成成像3D显示装置的实施方式,对本发明进行进一步的描述。

[0033] 本发明提出了一种基于微透镜阵列组的集成成像显示方法,该方法采用的装置包括待显示元素图像的显示屏和两个微透镜阵列,可减少串扰,同时增大视场角。显示屏和两个微透镜阵列依次放置。显示屏在第一个微透镜阵列前方一倍焦距内,第二个微透镜阵列放置在第一个微透镜阵列的后方用于集成图像,并保证显示屏中的元素图像和两个微透镜阵列平行共轴放置,如图1所示,且具体的成像步骤显示在附图2中。

[0034] 本发明所述的可减少串扰,同时增大集成像观测范围的集成成像3D显示方法的具体操作步骤如下:

[0035] 第一步,第一个透镜阵列透镜包含 $p \times q$ 个透镜元,每个透镜元的尺寸 P_0 ,透镜元焦距为 f_1 ,该透镜阵列放置于待显示元素图像的显示屏前一倍焦距以内,且相距 l_1 ,即 $l_1 < f_1$,

根据公式 $\frac{1}{l_1} + \frac{1}{l_1'} = \frac{1}{f_1}$,得像距 $l_1' = \frac{f_1 l_1}{l_1 - f_1}$ 。

[0036] 第二步,第二个透镜阵列包含 $p \times q$ 个透镜元,每个透镜元的尺寸 P_0 ,透镜元焦距 f_2 ,该透镜阵列置于第一个透镜阵列后方,且距离第一个透镜阵列的距离 m 。根据成像公式

$\frac{1}{l_2} + \frac{1}{l_2'} = \frac{1}{f_2}$,其中物距 $l_2 = l_2' + m$,计算出像距 l_2' 。

[0037] 第三步,双微透镜阵列可以等效为一个微透镜阵列,等效的透镜阵列的焦距 f' 和显示屏到透镜阵列的距离 g' 表示为

$$[0038] \quad f' = \frac{f_1 \times f_2}{m - f_1 - f_2} \quad (1);$$

$$[0039] \quad g' = \frac{B \times (A \times g^2 + B \times m^2 + 2 \times f_1 \times g \times m)}{f_1 \times f_2 \times g + A \times B \times g + B \times f_1 \times m - B \times f_1^2} \quad (2);$$

[0040] ($A = f_1 + f_2 - m, B = f_1 - g$)

[0041] 可由此计算出两微透镜阵列之间的距离 m 。

[0042] 等效后的透镜阵列成像关系如图3所示。

[0043] 实施例

[0044] 本实施例中待显示的元素图像和透镜阵列分别包含 $p \times q = 199 \times 150$ 个图像元和透镜元,图像元和透镜元的尺寸均为 $P_0 = 1\text{mm}$ 。第一个透镜阵列的焦距 $f_1 = 1.43\text{mm}$,第二个透镜阵列的焦距 $f_2 = 18.69\text{mm}$ 。待显示元素图像的显示屏距离第一个透镜阵列的距离 $l_1 = 1\text{mm}$ 。等效后的单透镜阵列显示系统为常规集成成像显示系统,其焦距 $f' = 3.3\text{mm}$,透镜阵列距元素图像的距离 $g' = 4.3\text{mm}$,由公式(1)或(2)得出 $m = 28\text{mm}$ 。

[0045] 如附图4所示,显示屏到第一个透镜阵列的距离分别为 $l_1 = 1\text{mm}$ 和 $l_1 = 4.3\text{mm}$ 时,元素图像出射的光线进入到正确的透镜元(透镜序号为0)与相邻透镜元(非零的透镜序号)的立体角,可见当待显示元素图像的显示屏到透镜阵列的距离缩短时,进入到正确透镜的光线数增多,串扰光线与正确光线的差距明显增大。附图5为本发明提出的方法(左侧)和常规集成成像显示方法(右侧)拍摄到的集成图像,可以看出串扰减少,观测范围明显增大。

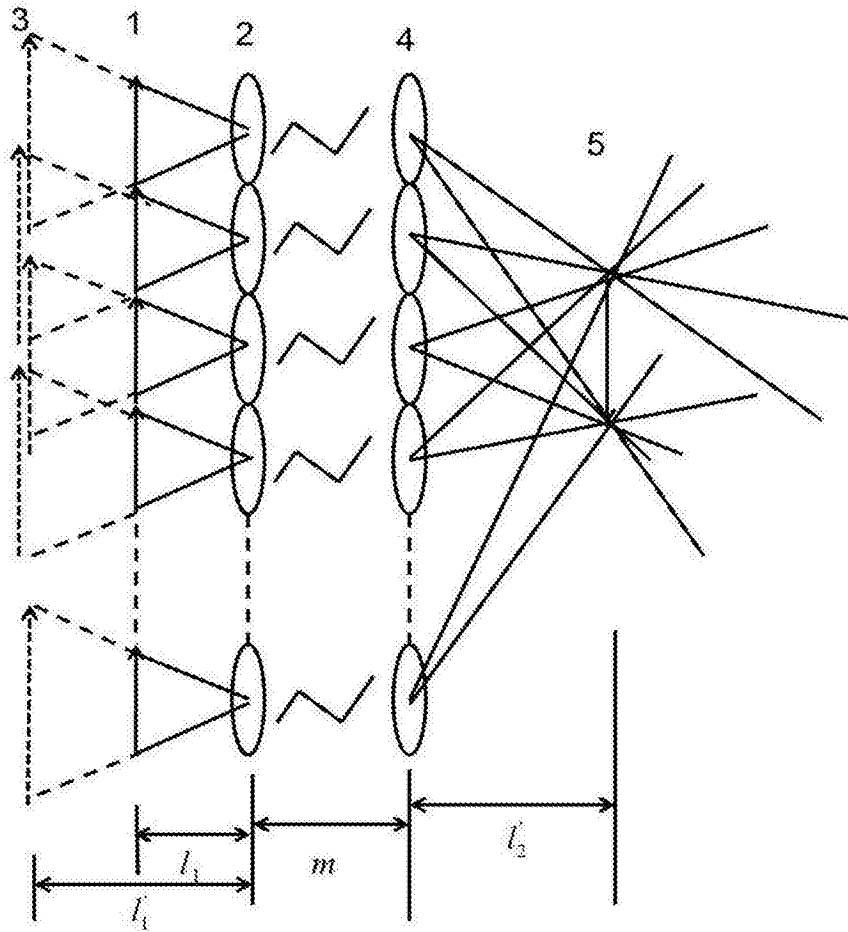


图1

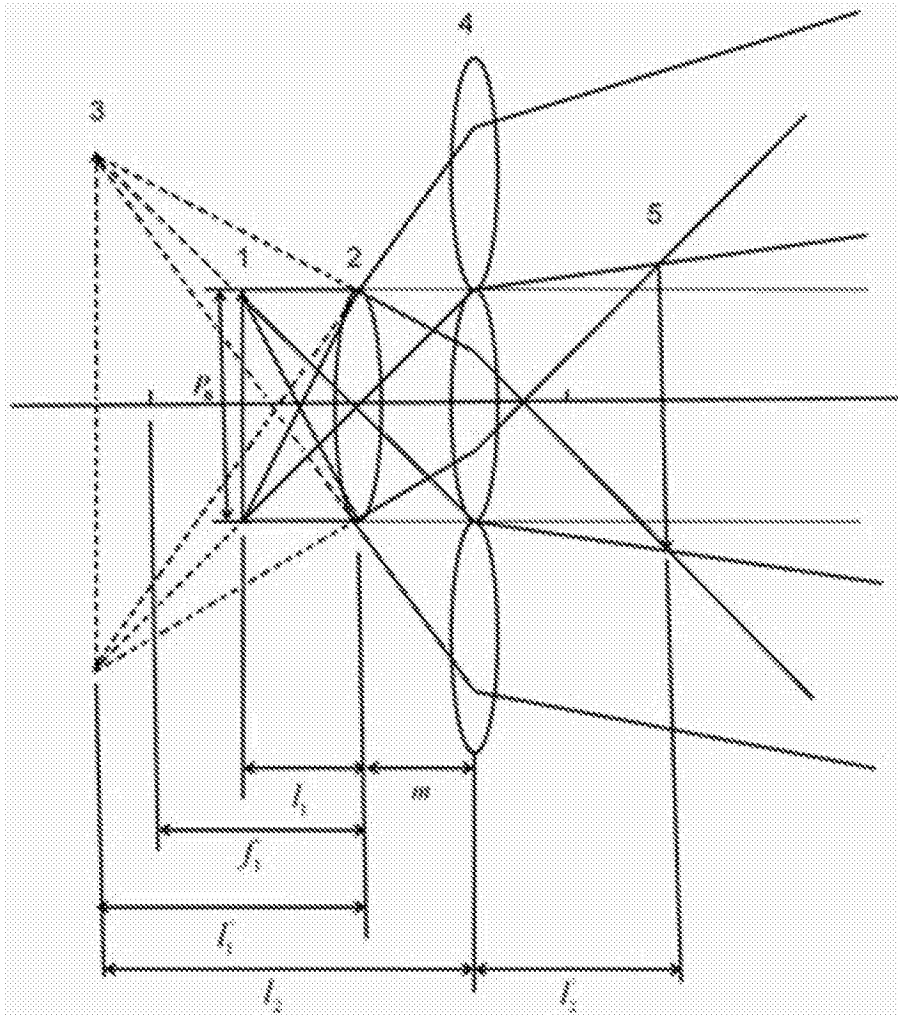


图2

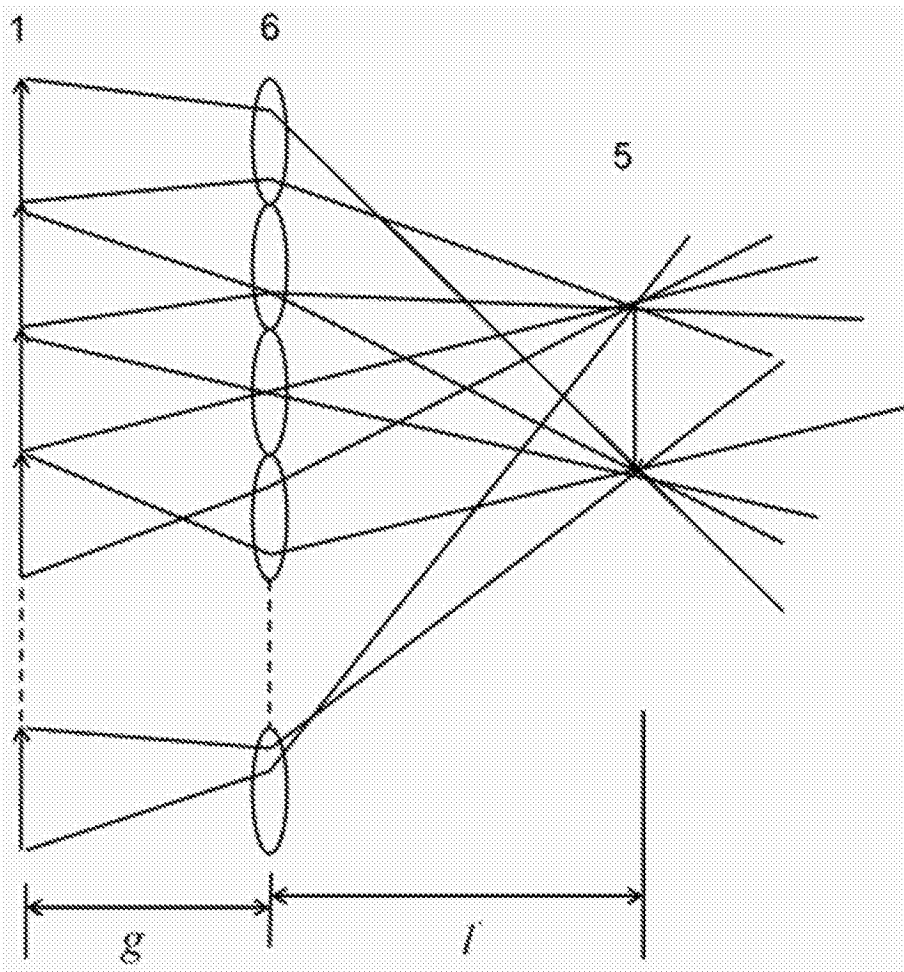


图3

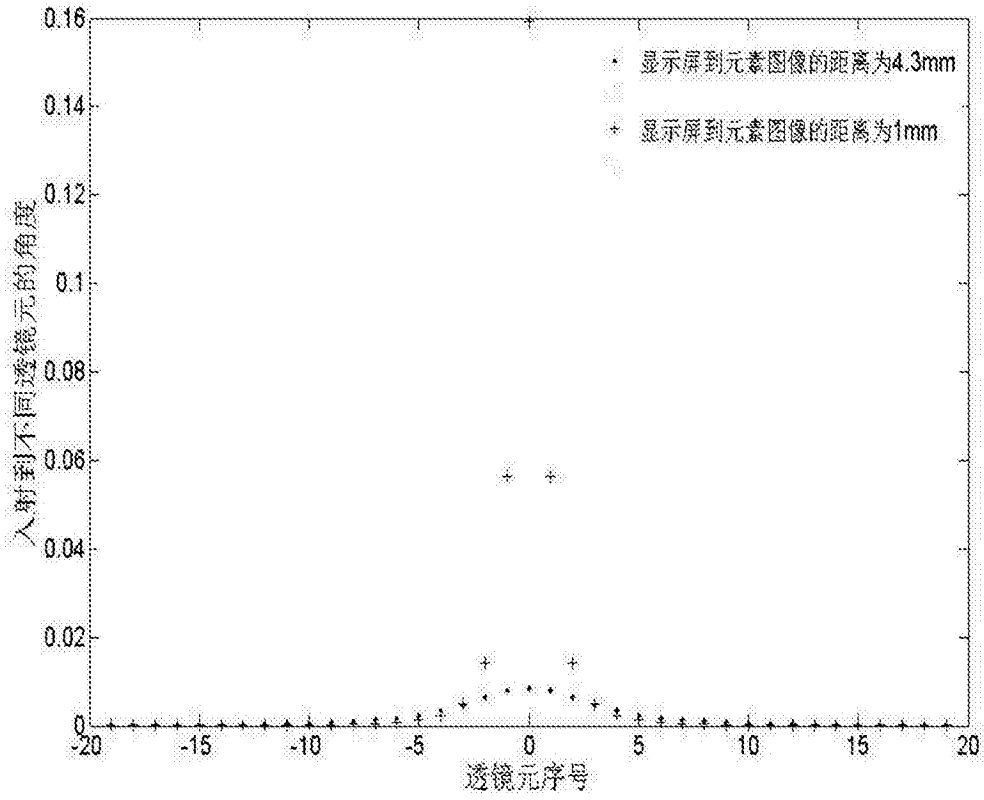


图4

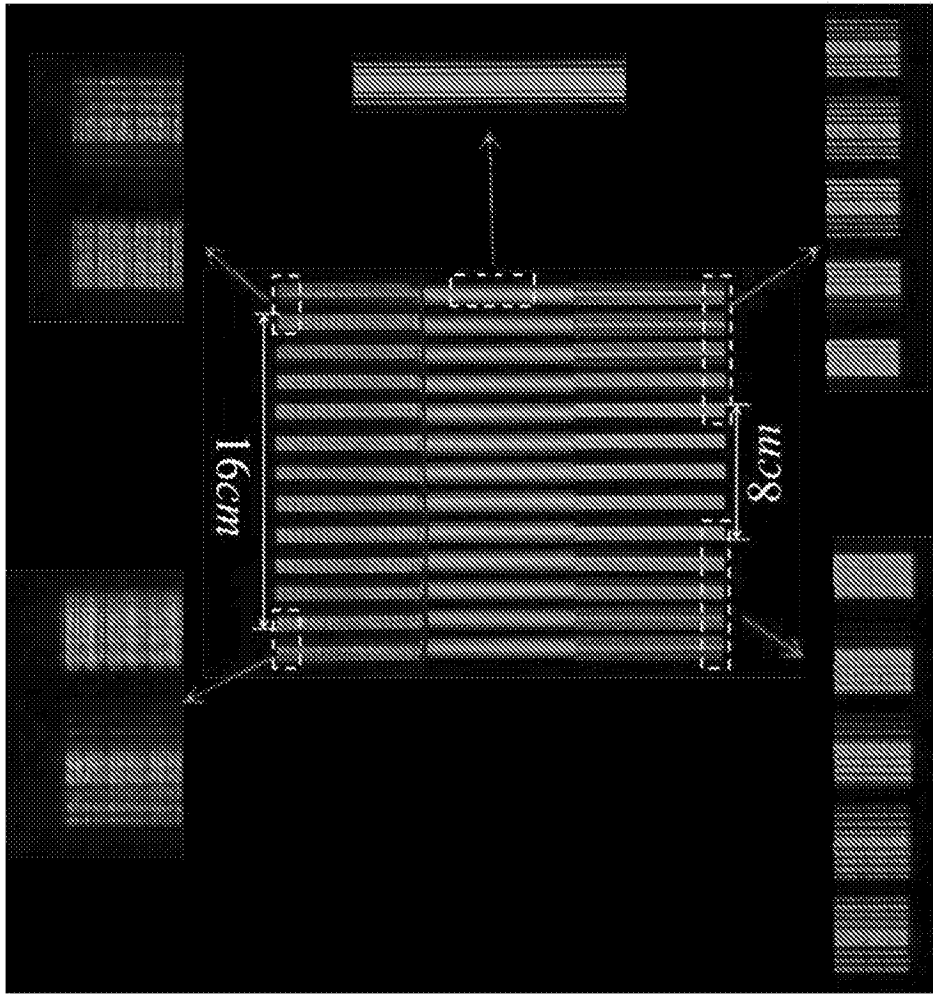


图5