



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111367136 B

(45) 授权公告日 2022. 02. 08

(21) 申请号 202010094091.5

(22) 申请日 2020.02.15

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111367136 A

(43) 申请公布日 2020.07.03

(73) 专利权人 江西微瑞光学有限公司  
地址 334000 江西省上饶市经济技术开发区  
区兴业大道19号

(72) 发明人 王卓 刘国栋

(74) 专利代理机构 北京律和信知识产权代理事  
务所(普通合伙) 11446

代理人 郝文博 韩炜

(51) Int. Cl.

G03B 21/14 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1264842 A, 2000.08.30

CN 1264842 A, 2000.08.30

CN 103959150 A, 2014.07.30

US 7825363 B2, 2010.11.02

CN 101592853 A, 2009.12.02

JP 2006243477 A, 2006.09.14

CN 101919258 A, 2010.12.15

WO 2014207457 A1, 2014.12.31

CN 104880903 A, 2015.09.02

CN 107861253 A, 2018.03.30

CN 105334687 A, 2016.02.17

审查员 金曦

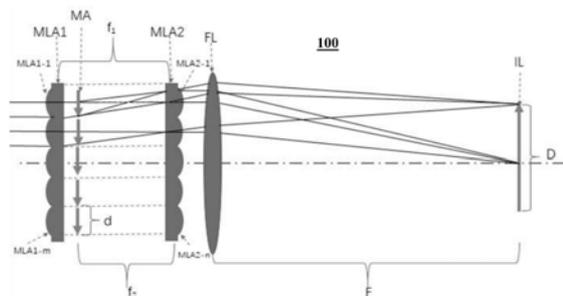
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

多通道投影光学组件、多通道投影设备以及  
投影方法

(57) 摘要

本发明提供一种多通道投影光学组件,包括:第一微透镜阵列,包括多个第一微透镜,配置成可接收入射光;第二微透镜阵列,包括多个第二微透镜,并设置在所述第一微透镜阵列的光路下游;图像生成器,设置在所述第一微透镜阵列与所述第二微透镜阵列之间;场镜,所述场镜设置在所述第二微透镜阵列的光路下游,其中所述第一微透镜阵列中的每个第一微透镜与所述第二微透镜阵列中的一个第二微透镜对应,形成多个光通道,其中在每个光通道中,所述第一微透镜将入射光整形后照射在所述图像生成器上,并通过所述第二微透镜和所述场镜将所述图像生成器的像形成在同一目标面上,并且每个光通道所成的像基本重合。



1. 一种多通道投影光学组件,包括:

第一微透镜阵列,包括多个第一微透镜,配置成可接收入射光;

第二微透镜阵列,包括多个第二微透镜,并设置在所述第一微透镜阵列的光路下游;

图像生成器,设置在所述第一微透镜阵列与所述第二微透镜阵列之间;

场镜,所述场镜设置在所述第二微透镜阵列的光路下游,

其中所述第一微透镜阵列中的每个第一微透镜与所述第二微透镜阵列中的一个第二微透镜对应,形成多个光通道,其中在每个光通道中,所述第一微透镜将入射光整形后照射在所述图像生成器上,并通过所述第二微透镜和所述场镜将所述图像生成器的像形成在同一目标面上,并且每个光通道所成的像基本重合。

2. 如权利要求1所述的多通道投影光学组件,其中在每个光通道中,所述第一微透镜的光轴与所述第二微透镜的光轴重合,所述图像生成器位于所述第二微透镜阵列的焦平面处。

3. 如权利要求1或2所述的多通道投影光学组件,其中所述第二微透镜阵列位于所述第一微透镜阵列的焦平面处。

4. 如权利要求1或2所述的多通道投影光学组件,其中所述场镜的光轴平行于所述第一微透镜阵列和第二微透镜阵列的光轴,所述目标面垂直于所述场镜的光轴;或者

所述场镜的光轴非平行于所述第一微透镜阵列和第二微透镜阵列的光轴,所述目标面垂直于所述场镜的光轴。

5. 如权利要求1或2所述的多通道投影光学组件,其中所述图像生成器包括掩模,所述掩模上具有多个图案,每个图案与一个所述光通道对应。

6. 如权利要求3所述的多通道投影光学组件,其中所述第一微透镜、所述第二微透镜、以及所述场镜中的一个或多个为非球面镜,所述场镜包括一个或多个透镜、反射镜、平面镜、或Fresnel透镜以及上述的组合。

7. 如权利要求1或2所述的多通道投影光学组件,其中所述场镜包括第三微透镜阵列,所述第三微透镜阵列包括多个第三微透镜,每个光通道包括一第三微透镜,其中在每个光通道中,所述第一微透镜的光轴与所述第二微透镜的光轴重合,第三微透镜的光轴相对于所述第一微透镜和第二微透镜的光轴平行但具有一定偏移。

8. 如权利要求1或2所述的所述多通道投影光学组件,还包括光源,所述光源配置成可向所述第一微透镜阵列发光,经第一微透镜阵列后均匀照射在所述图像生成器上。

9. 如权利要求8所述的多通道投影光学组件,其中所述光源包括发光单元和反射镜,所述发光单元配置成可向所述反射镜发射光束,经所述反射镜反射后入射到所述第一微透镜阵列上。

10. 如权利要求9所述的多通道投影光学组件,其中所述反射镜包括全内反射镜,所述第一微透镜阵列与所述全内反射镜集成在一起,所述全内反射镜与所述第一微透镜阵列的接收角相匹配。

11. 如权利要求4所述的多通道投影光学组件,其中所述图像生成器与所述第一微透镜阵列和/或第二微透镜阵列集成在一起。

12. 如权利要求9所述的多通道投影光学组件,其中光源部分与第一微透镜阵列集成在一起。

13. 一种多通道投影设备,包括如权利要求1-12中任一项所述的多通道投影光学组件。
14. 一种利用如权利要求1-12中任一项所述的多通道投影光学组件进行图案投影的方法。

## 多通道投影光学组件、多通道投影设备以及投影方法

### 技术领域

[0001] 本发明大致涉及光学技术领域,尤其涉及一种多通道投影光学组件、包括该多通道投影光学组件的多通道投影设备以及使用该多通道投影光学组件进行图案投影的方法。

### 背景技术

[0002] 在很多场合中,需要将不同的图案投影到目标平面上。一些方案中通过改变物结构(诸如数字成像仪的形式)或通过机械操控映射光学器件,诸如改变焦距,来实现投影。但这种解决方案通常较为昂贵,并且图像边缘的清晰度或者锐利度较差。同时现有解决方案在出现最终投影面与微透镜光轴不重合的情况下,成像边缘的强度和锐度都会有挑战。

### 发明内容

[0003] 有鉴于现有技术的至少一个缺陷,本发明提供一种多通道投影光学组件,包括:

[0004] 第一微透镜阵列,包括多个第一微透镜,配置成可接收入射光;

[0005] 第二微透镜阵列,包括多个第二微透镜,并设置在所述第一微透镜阵列的光路下游;

[0006] 图像生成器,设置在所述第一微透镜阵列与所述第二微透镜阵列之间;

[0007] 场镜,所述场镜设置在所述第二微透镜阵列的光路下游,

[0008] 其中所述第一微透镜阵列中的每个第一微透镜与所述第二微透镜阵列中的一个第二微透镜对应,形成多个光通道,其中在每个光通道中,所述第一微透镜将入射光整形后照射在所述图像生成器上,并通过所述第二微透镜和所述场镜将所述图像生成器的像形成在同一目标面上,并且每个光通道所成的像基本重合。

[0009] 根据本发明的一个方面,在每个光通道中,所述第一微透镜的光轴与所述第二微透镜的光轴重合,所述图像生成器位于所述第二微透镜阵列的焦平面处。

[0010] 根据本发明的一个方面,所述第二微透镜阵列位于所述第一微透镜阵列的焦平面处。

[0011] 根据本发明的一个方面,所述场镜的光轴平行于所述第一微透镜阵列和第二微透镜阵列的光轴,所述目标面垂直于所述场镜的光轴;或者

[0012] 所述场镜的光轴非平行于所述第一微透镜阵列和第二微透镜阵列的光轴,所述目标面垂直于所述场镜的光轴。

[0013] 根据本发明的一个方面,所述图像生成器包括掩模,所述掩模上具有多个图案,每个图案与一个所述光通道对应。

[0014] 根据本发明的一个方面,所述第一微透镜、所述第二微透镜、以及所述场镜中的一个或多个为非球面镜,所述场镜包括一个或多个透镜、反射镜、平面镜、或Fresnel透镜以及上述的组合。

[0015] 根据本发明的一个方面,所述场镜包括第三微透镜阵列,所述第三微透镜阵列包括多个第三微透镜,每个光通道包括一第三微透镜,其中在每个光通道中,所述第一微透镜

的光轴与所述第二微透镜的光轴重合,第三微透镜的光轴相对于所述第一微透镜和第二微透镜的光轴平行但具有一定偏移。

[0016] 根据本发明的一个方面,所述多通道投影光学组件还包括光源,所述光源配置成可向所述第一微透镜阵列发光,经第一微透镜阵列后均匀照射在所述图像生成器上。

[0017] 根据本发明的一个方面,所述光源包括发光单元和反射镜,所述发光单元配置成可向所述反射镜发射光束,经所述反射镜反射后入射到所述第一微透镜阵列上。

[0018] 根据本发明的一个方面,所述反射镜包括全内反射镜,所述第一微透镜阵列与所述全内反射镜集成在一起,所述全内反射镜与所述第一微透镜阵列的接收角相匹配。

[0019] 根据本发明的一个方面,所述图像生成器与所述第一微透镜阵列或第二微透镜阵列集成在一起。

[0020] 根据本发明的一个方面,光源部分与第一微透镜阵列集成在一起。

[0021] 本发明还涉及一种多通道投影设备,包括如上所述的多通道投影光学组件。

[0022] 本发明还涉及一种利用如上所述的多通道投影光学组件进行图案投影的方法。

## 附图说明

[0023] 图1示出了根据本发明第一实施例的一种多通道投影光学组件;

[0024] 图2示出了根据本发明一个实施例的第一微透镜阵列和第二微透镜阵列的对准方式;

[0025] 图3示出了根据本发明一个变形的多通道投影光学组件的示意图;

[0026] 图4示出了根据本发明一个实施例的矫正图像扭曲的示意图;

[0027] 图5示出了根据本发明一个实施例的多通道投影光学组件的示意图;

[0028] 图6示出了根据本发明一个实施例的多通道投影光学组件的示意图;

[0029] 图7示出了根据本发明一个实施例的多通道投影光学组件的示意图;

[0030] 图8示出了图像生成器与第二微透镜阵列集成在一起的实施例;和

[0031] 图9示出了图像生成器与第一微透镜阵列和第二微透镜阵列集成在一起的实施例。

## 具体实施方式

[0032] 在下文中,仅简单地描述了某些示例性实施例。正如本领域技术人员可认识到的那样,在不脱离本发明的精神或范围的情况下,可通过各种不同方式修改所描述的实施例。因此,附图和描述被认为本质上是示例性的而非限制性的。

[0033] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个所述特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0034] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接:可以是机械连接,也可以是电连接或可以相互通讯;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0035] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征之“上”或之“下”可以包括第一和第二特征直接接触,也可以包括第一和第二特征不是直接接触而是通过它们之间的另外的特征接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”包括第一特征在第二特征正上方和斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”包括第一特征在第二特征正上方和斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0036] 下文的公开提供了许多不同的实施方式或例子用来实现本发明的不同结构。为了简化本发明的公开,下文中对特定例子的部件和设置进行描述。当然,它们仅仅为示例,并且目的不在于限制本发明。此外,本发明可以在不同例子中重复参考数字和/或参考字母,这种重复是为了简化和清楚的目的,其本身不指示所讨论各种实施方式和/或设置之间的关系。此外,本发明提供了的各种特定的工艺和材料的例子,但是本领域普通技术人员可以意识到其他工艺的应用和/或其他材料的使用。

[0037] 以下结合附图对本发明的优选实施例进行说明,应当理解,此处所描述的优选实施例仅用于说明和解释本发明,并不用于限定本发明。

[0038] 图1示出了根据本发明第一实施例的一种多通道投影光学组件100,下面参考附图详细描述。

[0039] 如图1所示,多通道投影光学组件100可用于在目标平面IL上投射出预设图案。图1中在目标平面IL上具有向上的箭头,该箭头为所述预设图案的一个实例以便于下面的详细描述。本领域技术人员根据本发明的教导可以实现各种类型的图案的投射。

[0040] 多通道投影光学组件100包括第一微透镜阵列MLA1、第二微透镜阵列MLA2、图像生成器MA、以及场镜FL。其中,第一微透镜阵列MLA1包括m个第一微透镜MLA1-1、MLA1-2、…、MLA1-m,图1中示意性地标注出了第一微透镜MLA1-1和MLA1-m,所述第一微透镜阵列MLA1配置成可接收入射光。第二微透镜阵列MLA2位于所述第一微透镜阵列MLA1的光路下游,并包括n个第二微透镜MLA2-1、MLA2-2、…、MLA2-n,图1中示意性地标注出了第二微透镜MLA2-1和MLA2-n。其中m和n均为大于1的整数。m可以等于n。

[0041] 所述第一微透镜阵列MLA1中的每个第一微透镜与所述第二微透镜阵列MLA2中的一个第二微透镜对应,从而形成多个光通道,每个光通道包括一个第一微透镜和一个第二微透镜。其中在每个光通道中,所述第一微透镜将入射光整形后照射在所述图像生成器上,并通过所述第二微透镜和所述场镜将所述图像生成器的像形成在同一目标面IL上,并且每个光通道所成的像基本重合,从而形成足够清晰和锐利的图像。本领域技术人员容易理解,第一微透镜阵列MLA1和/或第二微透镜阵列MLA2可以包括冗余的微透镜,例如位于微透镜阵列边缘、未被用于成像的冗余的单元微透镜,这些都在本发明的保护范围内。所述第一微透镜阵列MLA1的光轴例如可平行于所述第二微透镜阵列MLA2的光轴,如图中所示。

[0042] 根据本发明的一个优选实施例,所述第一微透镜为凸透镜,第二微透镜为凸透镜。

根据本发明的一个优选实施例,第一微透镜可以是凸平透镜、平凸透镜、双凸透镜、凸凹透镜、凹凸透镜中的任意一种;第二微透镜可以是凸平透镜、平凸透镜、双凸透镜、凸凹透镜、凹凸透镜中的任意一种。这些都在本发明的保护范围内。另外如果采用凹凸透镜或者凸凹透镜的情况,微透镜本身需要满足正光焦度的要求。

[0043] 根据本发明,多个光通道可以是具有实体边界的有形通道,也可以是无实体边界的、由光线的实际传播路径限定出的无形通道。

[0044] 对于光通道为有形通道的情形,例如可以在第一微透镜阵列MLA1和第二微透镜阵列MLA2之间设置间隔件,该间隔件可以形成有对应于各个光通道的通孔。这样的间隔件一方面可以限定和分割各个光通道,另一方面也可以用于保持两个微透镜阵列MLA1和MLA2之间的间距。例如可以通过3D打印技术来制作这样的间隔件。除去在第一微透镜阵列MLA1和第二微透镜阵列MLA2之间直接设置通道间隔件,也可以在第一微透镜阵列MLA1之前(光路上游)或者第二微透镜阵列MLA2之后(光路下游),场镜之前(光路上游)设置类似的间隔件。此间隔件在存在不同通道直接串扰的时候,可以起到隔断串扰的作用。所述间隔件可以根据需要涂黑,形成多个消光筒,类似蜂窝状结构。对于存在杂散光问题的情形,这种通道间的串扰通常是存在的,增加通道间的隔断可以提高投影图像的锐度和对比度。另外当第一微透镜阵列和第二微透镜阵列的微透镜是圆形或者六边形的情形,间隔件需要覆盖整个平面,因此间隔件的形状为六边形或者四边形。

[0045] 对于无形光通道的情形,入射到第一微透镜阵列MLA1上的光束,经过第一微透镜阵列MLA1和第二微透镜阵列MLA2中一一对应的第一微透镜和第二微透镜,可以限定出光通道。

[0046] 图像生成器MA设置在所述第一微透镜阵列MLA1与所述第二微透镜阵列MLA2之间。所述图像生成器MA例如为掩模,掩模上具有多个图案,每个图案与一个所述光通道对应,从而通过一个光通道以及场镜,被投影在目标平面IL上。图1中示出了本发明一个优选实施例,所述掩模上具有多个(例如n个)相同的图案,如图所示为箭头形状。第一微透镜将入射光整形后照射在所述图像生成器MA的一个图案上,并通过所述第二微透镜和所述场镜FL(场镜FL设置在所述第二微透镜阵列MLA2的光路下游)将所述图像生成器MA的像形成在目标平面IL上,并且通过使得多个光通道所成的像基本重合,因此使得在目标平面IL上所成的图像的边缘锐利、清晰。例如在图1的实施例中,通过m个光通道以及场镜FL,分别在所述目标平面IL上投射出m个相同的图案,并且m个图案基本重合,从而确保最终形成的图案清晰锐利。

[0047] 根据本发明的一个优选实施例,在每个光通道中,所述第一微透镜的光轴与所述第二微透镜的光轴重合,如图2所示,其中m个光通道中,第一微透镜光轴与第二微透镜光轴重合,分别为光轴 $OA_1$ 、 $OA_2$ 、 $\dots$ 、 $OA_m$ 。另外如图1所示,所述图像生成器MA位于所述第二微透镜阵列MLA2的焦平面处,即图像生成器MA与所述第二微透镜阵列MLA2之间沿着光轴方向的距离为第二微透镜的焦距 $f_2$ 。根据本发明的一个优选实施例,所述第二微透镜阵列MLA2位于所述第一微透镜阵列MLA1的焦平面处,即第二微透镜阵列MLA2与第一微透镜阵列MLA1之间沿着光轴方向的距离为第一微透镜的焦距 $f_1$ 。第一微透镜阵列MLA1与第二微透镜阵列MLA2之间的对齐可能会影响瞳孔匹配(pupil matching),即前光学子系统的出瞳和后续光学系统的入瞳重合,并进而影响系统效率。根据本发明的一个优选实施例,为实现确切的瞳

孔匹配,使得 $f_1=f_2$ 。这样的结构有可能要求图像生成器MA在第一微透镜阵列MLA1的内部或者非常靠近第一微透镜阵列MLA1表面。在实际使用中,当上述结构难以加工制作时,考虑到兼顾效率和成像效果,可以选择让图像生成器MA比较接近第一微透镜阵列MLA1的后表面,即 $f_2$ 略小于 $f_1$ (二者越接近,效率越高)。由于平均效应,在成像位置IL处的光线均匀度甚至可以达到或超过90%。根据本发明的一个优选实施例,所述成像位置IL位于所述场镜FL的焦平面处,即所述成像位置(目标面)IL与所述场镜FL之间沿着光轴方向的距离为所述场镜FL的焦距F。

[0048] 下面简单描述多通道投影光学组件100的工作方式。

[0049] 所述第一微透镜阵列MLA1中的每个第一微透镜与所述第二微透镜阵列MLA2中的一个第二微透镜对应,构成一个光通道。因此多个第一微透镜与多个第二微透镜形成多个光通道,图中例如为m个光通道。所述图像生成器MA例如为掩模,掩模上具有多个图案(例如为相同的多个图案),每个图案与一个所述光通道对应。因此在每个光通道中,第一微透镜将入射光整形后照射在所述图像生成器MA的一个图案上,例如均匀照射在图像生成器MA的一个图案上,并通过所述第二微透镜和所述场镜FL将所述图像生成器MA的像形成在同一目标面IL上,并且每个光通道所成的像基本重合。并且由于图像生成器MA位于所述第二微透镜阵列的焦平面上,因此从图像生成器MA出射的光束经过第二微透镜阵列MLA2将被调整为平行光束,然后经过场镜FL,被汇聚成像到所述图像平面IL上。

[0050] 上面以一个光通道的成像为例进行了说明。多个光通道可采用相同的成像方式,从而在图像平面IL上在相同位置处成像。

[0051] 对图1的成像系统进行光学分析,可以看出,最终每个通道单个投影的成像质量,实际上是由图像生成器MA(即掩模版的质量)、第二微透镜阵列MLA2、以及场镜FL决定的。尤其是第二微透镜阵列MLA2,其加工质量直接影响到最终成像质量。而每个通道是否可以完美的重叠,则是由图像生成器MA和第二微透镜阵列MLA2的精确对准所决定的。第一微透镜阵列MLA1和图像生成器MA以及第二微透镜阵列MLA2的对准,主要影响的是系统的效率。如果进一步考虑系统的拉格朗日不变量(和系统的光学扩展量(etendue)直接相关),则成像面D的亮度本身,是直接和图1中第一微透镜MLA1-1和第二微透镜MLA2-1的光轴通过场镜FL后,与场镜FL的光轴的夹角直接成正比。直观的讲,在每个通道固定后,投影的亮度直接和通道的数目成正比。

[0052] 根据本发明的一个优选实施例,如图1所示的,所述场镜FL的光轴(即图1中的水平方向的轴线)平行于所述第一微透镜阵列MLA1和第二微透镜阵列MLA2的光轴,所述目标面IL垂直于所述场镜FL的光轴。

[0053] 可替换的,如果所述目标面IL相对于所述第一微透镜阵列MLA1和第二微透镜阵列MLA2的光轴是倾斜的(非90度角度),那么可以使得所述场镜FL的光轴与所述第一微透镜阵列MLA1和第二微透镜阵列MLA2的光轴非平行,所述目标面IL垂直于所述场镜FL的光轴。图3示出了这样的实施例,下面参考图3详细描述。

[0054] 如图3所示,所述目标面IL的法线IL-V的方向与所述第一微透镜阵列MLA1和第二微透镜阵列MLA2的光轴OA之间的角度为 $\theta$ ,那么相应的,可以使得场镜FL相对于图1中的定位围绕其光学中心O旋转角度 $\theta$ ,从而所述场镜FL的光轴与所述第一微透镜阵列MLA1和第二微透镜阵列MLA2的光轴非平行,所述目标面平行于所述场镜,垂直于所述场镜的光轴,或者

目标面的法线方向平行于所述场镜的光轴,同样可以实现良好的成像。

[0055] 由于从第二微透镜阵列MLA2出射的光束是平行的,图案被投射到无限远处。因此可以通过根据需要来使得场镜FL倾斜,同时不会影响成像的能力,新的成像表面同样随着场镜FL一起倾斜。此时需要考虑引入的图像扭曲(image warping)。图4示出了根据本发明解决图像扭曲的一个实施例的说明。

[0056] 当场镜FL处于图1所示的位置时,其垂直于第一微透镜阵列MLA1和第二微透镜阵列MLA2的光轴,此时,穿过其光学中心O的光线在所述成像表面上的交点为A1和A1'。假设场镜FL相对于图1所示的位置围绕其光学中心旋转了角度 $\theta$ ,那么倾斜后的场镜的焦平面上的新的交点将为B1和B1',可以清楚看出,所形成的图案B1-B1'相对于原图案A1-A1'产生了扭曲。因此根据本发明的一个优选实施例,所述图像生成器MA上的图案是经过预扭曲的处理。所述预扭曲处理可以通过图4所述的几何关系来实现,其中, $\alpha$ 为边缘光线(edge ray,即通过场镜中心、同时通过图案A1' A1和B1' B1的光线)与FL光轴的夹角,P为在图1状态下场镜FL的光轴与所述成像表面IL的交点,P'为场镜FL旋转角度 $\theta$ 后所述场镜FL的光轴与所述成像表面IL的交点。 $P'B1' = F \cdot \tan(\theta + \alpha)$ ,与 $PA1' = F \cdot \tan(\alpha)$ 相比较。例如如果 $\theta = 45\text{deg}$ , $\alpha = 15\text{deg}$ , $P'B1' = 1.732F$  and  $PA1' = F$ 。二者的比例将提供适当的扭曲曲线,即通过将 $\alpha$ 从-15度改变到+15度。换句话说,畸变 $\text{Distortion}(\alpha) = P'B1' / PA1' = \tan(\theta + \alpha) / \tan(\alpha)$ 建立了一个映射关系,在 $\theta$ 给定后,畸变是 $\alpha$ 的一个函数。假设最开始投影的图案A1' A是没有畸变的,那么新的图案则有畸变,并且遵循上面给出的曲线。因此,为了最终得到的B1' B1图案没有畸变,就需要最开始的图案有预畸变(pre-distortion),而预畸变图案的形成,遵循 $1 / \text{Distortion}(\alpha)$ 。

[0057] 图1-图4中所示的场镜包括一个透镜。本领域技术人员容易理解,场镜也可以包括一个或者多个透镜。

[0058] 根据本发明的一个优选实施例,所述场镜FL还可以包括反射镜。图5示出了这样的实施例。如图5所示,所述场镜FL例如具有凹面的反射面,其接收来自第二微透镜阵列MLA2的光束并将其汇聚到成像表面IL上,并且使得多个通道最终所成的像基本重合。

[0059] 另外,为了改善成像质量,需要减小象差。根据本发明的一个实施例,所述第二微透镜阵列MLA2上的微透镜可以是非球面镜,所述场镜、第一微透镜也可以是非球面镜。

[0060] 根据本发明的一个优选实施例,所述第一微透镜、所述第二微透镜、以及所述场镜中的一个或多个为非球面镜,所述场镜包括一个或多个透镜、反射镜、平面镜、或Fresnel透镜以及上述的组合。

[0061] 根据本发明的一个实施例,所述多通道投影光学组件100满足以下关系:

$$[0062] \quad d \cdot F / (2f_2) = D / 2$$

[0063] 其中d为所述图案生成器上的图案的高度,F为所述场镜的焦距,所述 $f_2$ 为所述第二微透镜阵列MLA2的焦距。

[0064] 根据一个实施例, $d = 0.6\text{mm}$ , $D = 120\text{mm}$ , $f_2 = 2\text{mm}$ , $F = 400\text{mm}$ , $f_1 = 2.5\text{mm}$ 。

[0065] 在此情况下,可以使得所述多通道投影光学组件100的厚度较薄,例如可以达到5mm以下。

[0066] 根据本发明的一个优选实施例,所述场镜包括第三微透镜阵列,所述第三微透镜阵列包括多个第三微透镜,每个光通道包括一第三微透镜,其中在每个光通道中,所述第一

微透镜的光轴与所述第二微透镜的光轴重合,第三微透镜的光轴相对于所述第一微透镜和第二微透镜的光轴平行但具有一定偏移。

[0067] 根据本发明的一个优选实施例,所述多通道投影光学组件100还包括光源,所述光源配置成可向所述第一微透镜阵列MLA1发光,经第一微透镜阵列MLA1后均匀照射在所述图像生成器MA上。图6中示出了根据本发明一个优选实施例的光源,所述光源包括发光单元101和反射镜102,所述发光单元101配置成可向所述反射镜发射光束,经所述反射镜反射后入射到所述第一微透镜阵列上。此处反射镜优选是全内反射透镜(TIR透镜),全内反射透镜对于固态光源是非常适合的。

[0068] 优选的,所述反射镜包括全内反射透镜,所述第一微透镜阵列与所述全内反射透镜集成在一起,所述全内反射透镜与所述第一微透镜阵列的接收角相匹配。图7示出了全内反射透镜的示意图,包含了LED和TIR透镜,并且在LED上还具有LED封装透镜(或称一次光学透镜)。

[0069] 根据本发明的一个优选实施例,所述图像生成器MA可以与所述第一微透镜阵列MLA1或第二微透镜阵列MLA2集成在一起。例如,图像生成器MA可以与第二微透镜阵列MLA2集成在一起,从而使得在多个光通道中,其中图像生成器的图案相对于第二微透镜的位置都是相同的。

[0070] 图8和图9示出了这样的实施例。在图8中,图像生成器MA与第二微透镜阵列MLA2集成在一起,二者例如可通过热固胶或者UV胶粘接在一起。这样的方案的优势是装配上容易保证精度,并且图像生成器MA和第二微透镜阵列MLA2胶合在一起后,灰尘不容易进入。整个部件更加坚固,不容易被破坏,尤其是用在车上时。本领域技术人员容易理解,图像生成器MA也可以与第一微透镜阵列MLA1集成在一起,此处不再赘述。在图9的实施例中,第一微透镜阵列MLA1、图像生成器MA以及第二微透镜阵列MLA2集成在一起,例如可通过热固胶或者UV胶粘接在一起,形成三明治的结构。与图8的实施例类似,图9的实施例案的优势是装配上容易保证精度,并且三者胶合在一起后,灰尘不容易进入。整个部件更加坚固,不容易被破坏。

[0071] 在制作所述多通道投影光学组件时,所述第一微透镜阵列、第二微透镜阵列和所述图像生成器中的一个或多个可以通过晶圆级光学元件制造,所述第一微透镜例如为单面球面透镜、双面球面透镜、单面非球面透镜或双面非球面透镜,通过注射成型制造。

[0072] 根据本发明的一个优选实施例,光源部分与第一微透镜阵列集成在一起,即比如在TIR透镜的外表面直接注塑成型微透镜阵列。

[0073] 本发明还涉及一种多通道投影设备,包括如上所述的多通道投影光学组件。

[0074] 本发明还涉及一种利用如上所述的多通道投影光学组件进行图案投影的方法。该方法例如包括:在每一个光通道中,通过第一微透镜将入射光整形后照射在所述图像生成器上,并通过所述第二微透镜和所述场镜将所述图像生成器的像形成在同一目标面IL上,并且每个光通道所成的像基本重合,从而形成足够清晰和锐利的图像。

[0075] 最后应说明的是:以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,对于本领域的技术人员来说,其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的

保护范围之内。

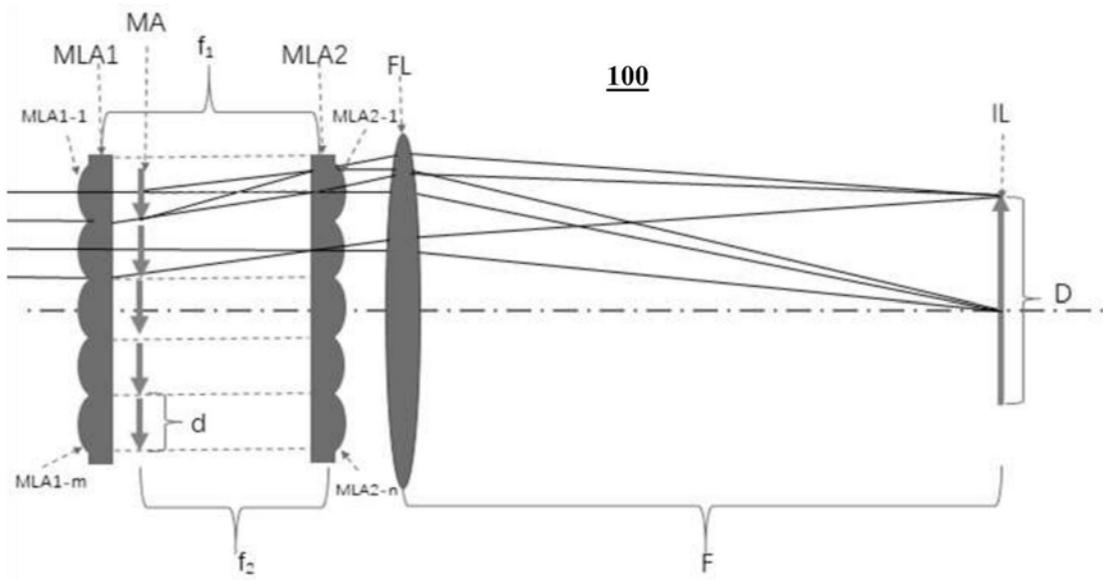


图1

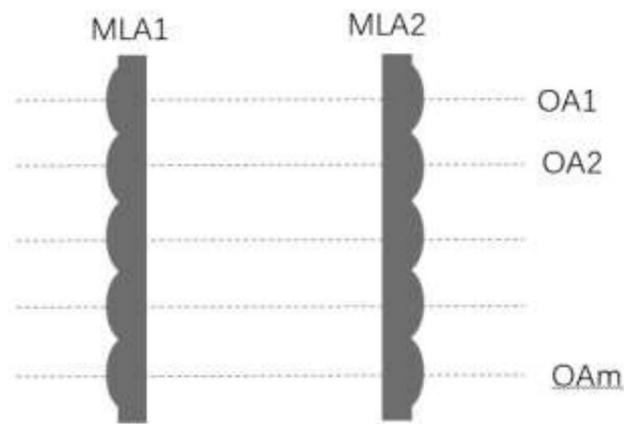


图2

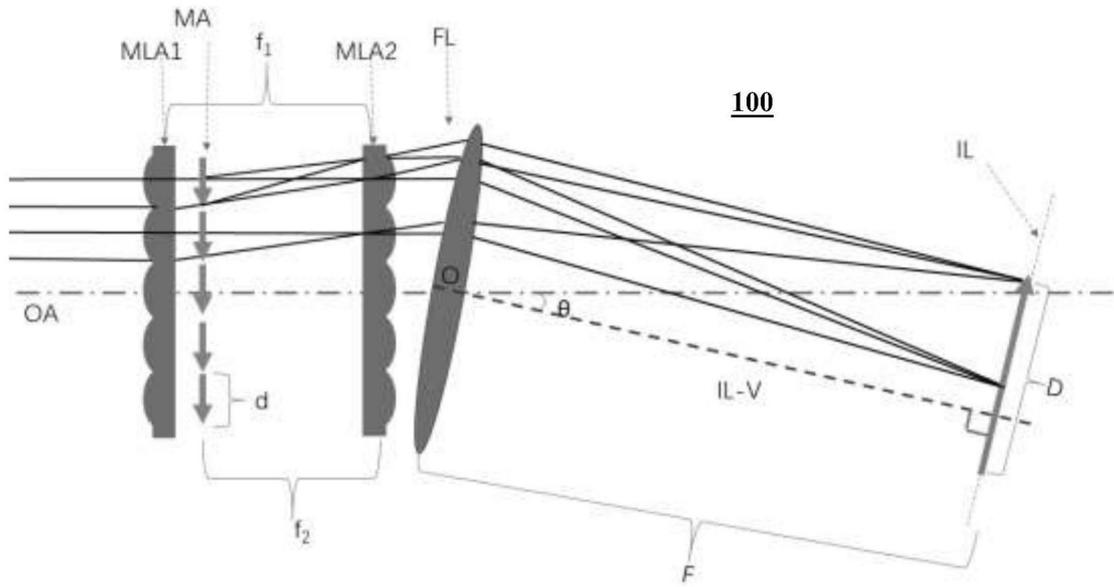


图3

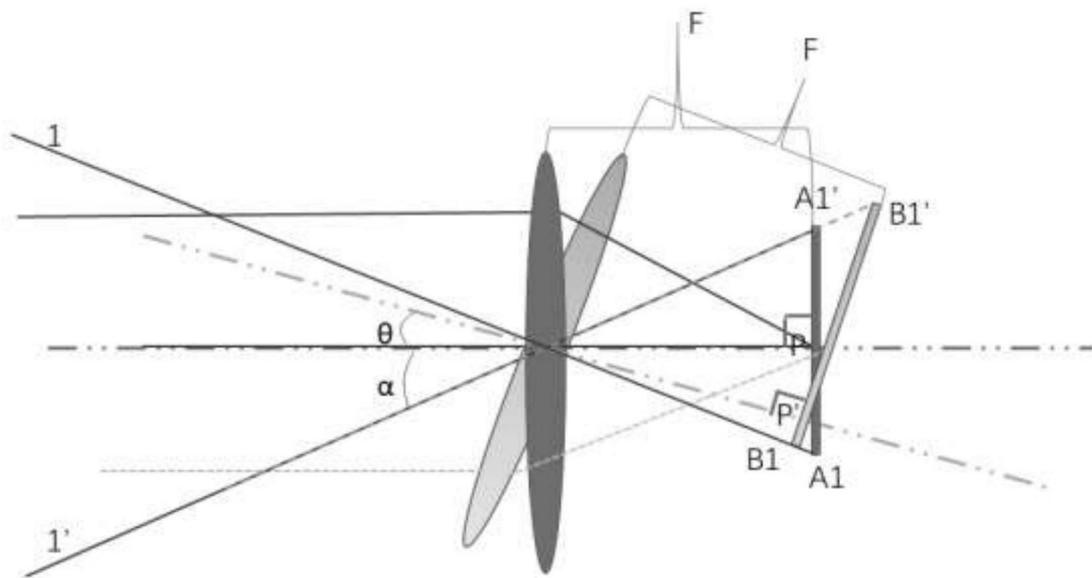


图4

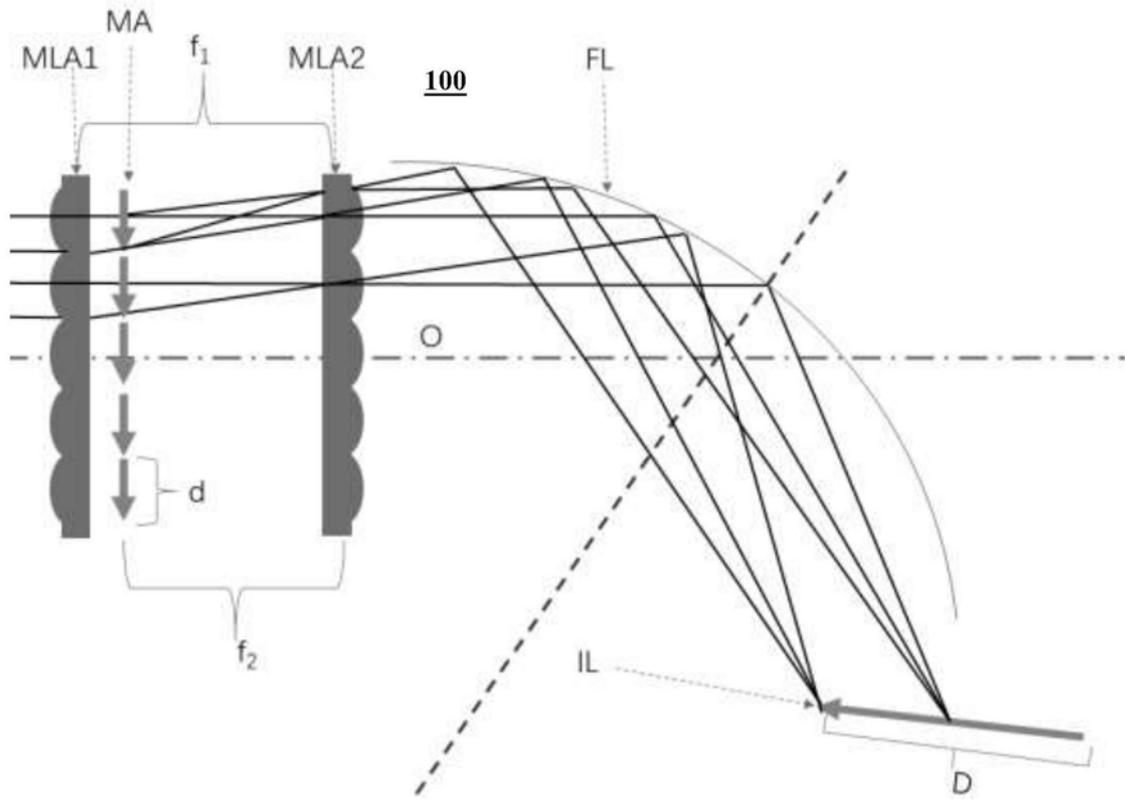


图5

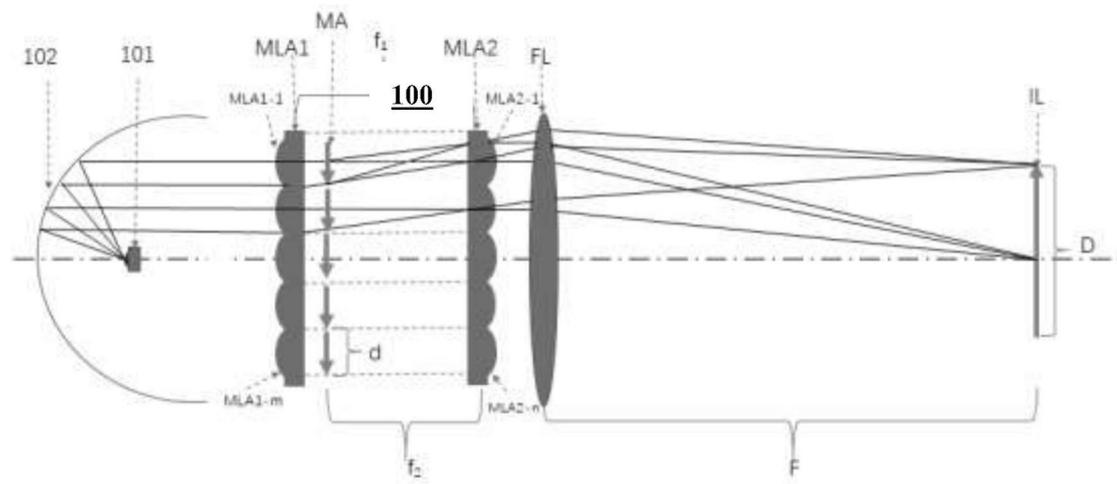


图6

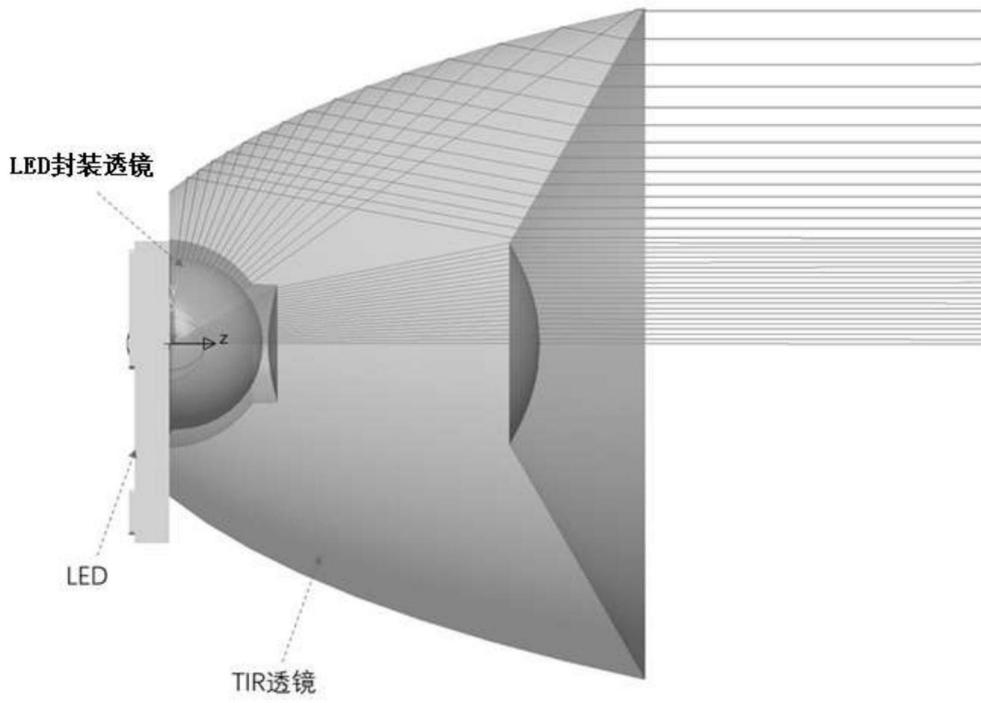


图7

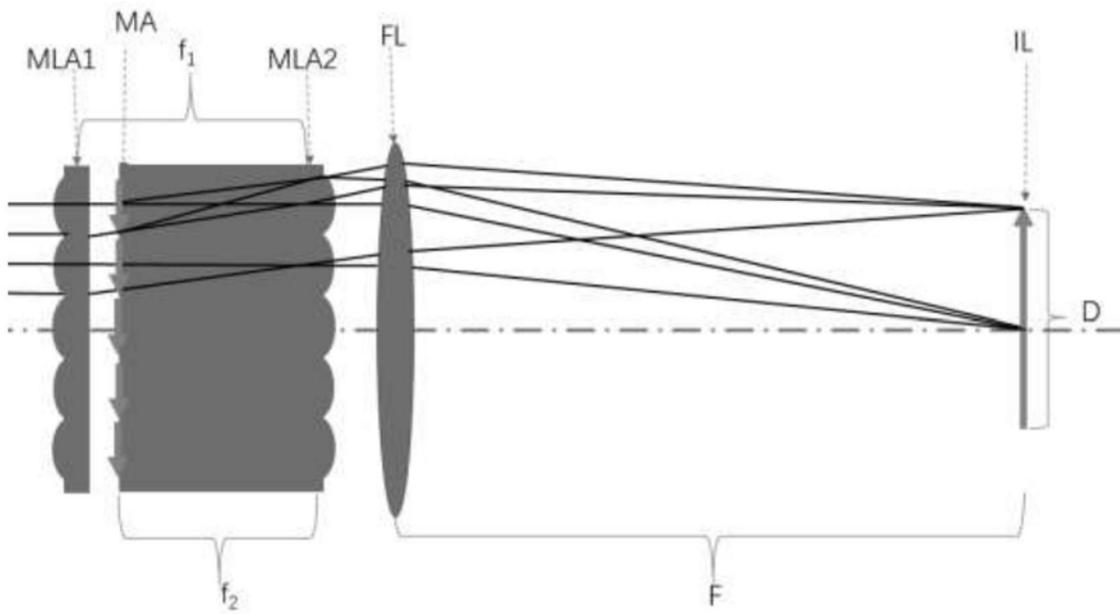


图8

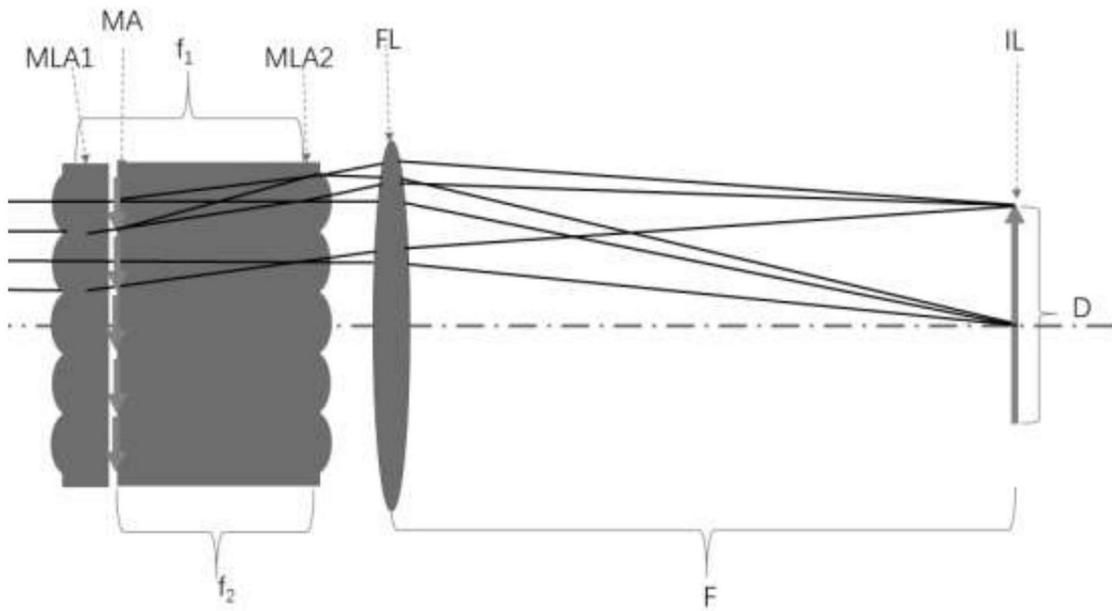


图9