



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109633796 A

(43)申请公布日 2019.04.16

(21)申请号 201811603192.X

(22)申请日 2018.12.26

(71)申请人 深圳大学

地址 518060 广东省深圳市南山区南海大道3688号

(72)发明人 廖常锐 王义平 周鹏

(74)专利代理机构 深圳市恒申知识产权事务所
(普通合伙) 44312

代理人 袁文英

(51) Int. Cl.

G02B 3/00(2006.01)

G02B 27/09(2006.01)

G02B 27/10(2006.01)

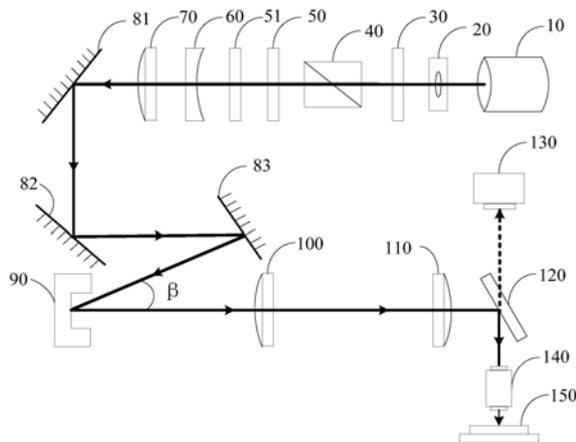
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

微透镜阵列加工系统与加工工艺

(57)摘要

本发明公开了一种微透镜阵列加工系统与加工工艺,加工系统包括激光光源、快门、半波片、格兰棱镜、偏振片、光阑、平凹镜、第一平凸镜、第一反射镜、空间光调制器、第二平凸镜、第三平凸镜、分色镜、图像传感器、物镜、位移平台。其中,利用空间光调制器对激光光源提供的激光光束进行整形分束,可以形成多束整形激光光束,有效的克服了传统的单光束激光加工方式效率低下的缺点;同时通过多束整形激光光束并行加工的方式,可以在普通玻璃载玻片的表面烧蚀出弹坑阵列,有效简化了微透镜阵列加工工艺流程,从而降低了生产成本。



1. 一种微透镜阵列加工系统,其特征在于,所述加工系统包括激光光源、快门、半波片、格兰棱镜、偏振片、光阑、平凹镜、第一平凸镜、第一反射镜、空间光调制器、第二平凸镜、第三平凸镜、分色镜、图像传感器、物镜、位移平台;

所述激光光源用于提供符合预设条件的激光光束;

所述激光光束依次穿过所述快门、所述半波片、所述格兰棱镜、所述偏振片、所述光阑、所述平凹镜及所述第一平凸镜后,经所述第一反射镜反射至所述空间光调制器,所述空间光调制器加载有预设的相位全息图;

所述激光光束经所述空间光调制器反射之后,依次穿过所述第二平凸镜与所述第三平凸镜,并投射在所述分色镜上;

所述分色镜用于将投射在所述分色镜上的激光光束分为第一激光光束与第二激光光束,所述第一激光光束投射于所述图像传感器,所述图像传感器用于输出所述待加工玻璃载玻片对应的观测图像;

所述第二激光光束穿过所述物镜后投射至所述位移平台上固定的待加工玻璃载玻片,以在所述待加工玻璃载玻片上烧蚀出弹坑阵列。

2. 如权利要求1所述的微透镜阵列加工系统,其特征在于,还包括湿法腐蚀处理装置,所述湿法腐蚀处理装置用于对带有弹坑阵列的玻璃载玻片进行湿法腐蚀处理。

3. 如权利要求1所述的微透镜阵列加工系统,其特征在于,所述平凹镜、第一平凸镜用于对所述激光光束进行扩束,使得投射至所述空间光调制器的激光光束的覆盖区域大小与所述空间光调制器的液晶面板大小相同。

4. 如权利要求1所述的微透镜阵列加工系统,其特征在于,投射至所述空间光调制器的激光光束与所述空间光调制器反射的激光光束之间的夹角小于 10° 。

5. 如权利要求1所述的微透镜阵列加工系统,其特征在于,还包括第一计算设备,所述第一计算设备与所述空间光调制器连接;

所述第一计算设备用于向所述空间光调制器发送所述相位全息图,所述相位全息图包括达曼光栅相位图与菲涅尔透镜相位图,所述达曼光栅相位图与菲涅尔透镜相位图相互叠加。

6. 如权利要求1所述的微透镜阵列加工系统,其特征在于,所述第二平凸镜与所述第三平凸镜之间还包括虚拟测试面,所述激光光束垂直穿过所述虚拟测试面;

所述空间光调制器与所述第二平凸镜之间的光程、所述第二平凸镜与所述虚拟测试面之间的光程,均与所述第二平凸镜的焦距相同;

所述虚拟测试面与所述第三平凸镜之间的光程、所述第三平凸镜与所述物镜之间的光程,均与所述第三平凸镜的焦距相同。

7. 如权利要求1所述的微透镜阵列加工系统,其特征在于,还包括第二计算设备,所述图像传感器、所述快门及所述位移平台,均与所述第二计算设备连接。

8. 如权利要求1至7任意一项所述的微透镜阵列加工系统,其特征在于,所述激光光束为飞秒激光光束,所述飞秒激光光束的能量取值范围为 $5\text{mW}\sim 10\text{mW}$ 。

9. 如权利要求8所述的微透镜阵列加工系统,其特征在于,所述物镜的数值孔径的取值范围为 $0.4\sim 0.5$ 。

10. 一种微透镜阵列加工工艺,其特征在于,所述微透镜阵列加工工艺包括以下步骤:

建立微透镜阵列加工系统,所述微透镜阵列加工系统为权利要求1至9任意一项所述的微透镜阵列加工系统;

利用激光光源输出多束飞秒激光光束,以在待加工玻璃载玻片上烧蚀出弹坑阵列;

将带有弹坑阵列的玻璃载玻片置于氢氟酸稀释溶液中进行腐蚀,并利用超声波水浴加热辅助;

将腐蚀后的玻璃载玻片取出后,依次在丙酮、无水乙醇、去离子水中清洗,得到微透镜阵列。

微透镜阵列加工系统与加工工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及透镜加工技术领域,尤其涉及一种微透镜阵列加工系统与加工工艺。

背景技术

[0002] 微透镜阵列是一种光学微结构,具有结构单元小、集成度高、光学性能好等优势,能够满足现代科学技术的发展对光学元件所提出的更高性能要求,在光束整形、光存储、光学区通信、三维成像等领域具有广阔应用。

[0003] 其中,模具表面微透镜结构的加工质量对最终的产品性能具有决定性作用,但是目前微透镜阵列的加工方式仍旧存在加工效率低下的问题,导致加工成本较高。

发明内容

[0004] 本申请提供了一种微透镜阵列加工系统与加工工艺,可以解决现有技术中微透镜阵列的加工方式效率低下的技术问题。

[0005] 本发明第一方面提供一种微透镜阵列加工系统,该系统包括激光光源、快门、半波片、格兰棱镜、偏振片、光阑、平凹镜、第一平凸镜、第一反射镜、空间光调制器、第二平凸镜、第三平凸镜、分色镜、图像传感器、物镜、位移平台;

[0006] 所述激光光源用于提供符合预设条件的激光光束;

[0007] 所述激光光束依次穿过所述快门、所述半波片、所述格兰棱镜、所述偏振片、光阑、所述平凹镜及所述第一平凸镜后,经所述第一反射镜反射至所述空间光调制器,所述空间光调制器加载有预设的相位全息图;

[0008] 所述激光光束经所述空间光调制器反射之后,依次穿过所述第二平凸镜与所述第三平凸镜,并投射在所述分色镜上;

[0009] 所述分色镜用于将投射在所述分色镜上的激光光束分为第一激光光束与第二激光光束,所述第一激光光束投射于所述图像传感器,所述图像传感器用于输出所述待加工玻璃载玻片对应的观测图像;

[0010] 所述第二激光光束穿过所述物镜后投射至所述位移平台上固定的待加工玻璃载玻片,以在所述待加工玻璃载玻片上烧蚀出弹坑阵列。

[0011] 可选的,还包括湿法腐蚀处理装置,所述湿法腐蚀处理装置用于对带有弹坑阵列的玻璃载玻片进行湿法腐蚀处理,以得到微透镜阵列。

[0012] 可选的,所述平凹镜、第一平凸镜用于对所述激光光束进行扩束,使得投射至所述空间光调制器的激光光束的覆盖区域大小与所述空间光调制器的液晶面板大小相同。

[0013] 可选的,投射至所述空间光调制器的激光光束与所述空间光调制器反射的激光光束之间的夹角小于 10° 。

[0014] 可选的,还包括第一计算设备,所述第一计算设备与所述空间光调制器连接;

[0015] 所述第一计算设备用于向所述空间光调制器发送所述相位全息图,所述相位全息图包括达曼光栅相位图与菲涅尔透镜相位图,所述达曼光栅相位图与菲涅尔透镜相位图相

互叠加。

[0016] 可选的,所述第二平凸镜与所述第三平凸镜之间还包括虚拟测试面,所述激光光束垂直穿过所述虚拟测试面;

[0017] 所述空间光调制器与所述第二平凸镜之间的光程、所述第二平凸镜与所述虚拟测试面之间的光程,均与所述第二平凸镜的焦距相同;

[0018] 所述虚拟测试面与所述第三平凸镜之间的光程、所述第三平凸镜与所述物镜之间的光程,均与所述第三平凸镜的焦距相同。

[0019] 可选的,还包括第二计算设备,所述图像传感器、所述快门及所述位移平台,均与所述第二计算设备连接。

[0020] 可选的,所述激光光束为飞秒激光光束,所述飞秒激光光束的能量取值范围为5mW~10mW。

[0021] 可选的,所述物镜的数值孔径的取值范围为0.4~0.5。

[0022] 本发明第二方面提供一种微透镜阵列加工工艺,该微透镜阵列加工工艺包括以下步骤:

[0023] 建立微透镜阵列加工系统,所述微透镜阵列加工系统为本发明第一方面提供的微透镜阵列加工系统;

[0024] 利用激光光源输出多束飞秒激光光束,以在待加工玻璃载玻片上烧蚀出弹坑阵列;

[0025] 将带有弹坑阵列的玻璃载玻片置于氢氟酸稀释溶液中进行腐蚀,并利用超声波水浴加热辅助;

[0026] 将腐蚀后的玻璃载玻片取出后,依次在丙酮、无水乙醇、去离子水中清洗,得到微透镜阵列。

[0027] 本发明提供的微透镜阵列加工系统,包括激光光源、快门、半波片、格兰棱镜、偏振片、平凹镜、第一平凸镜、第一反射镜、空间光调制器、第二平凸镜、第三平凸镜、分光镜、图像传感器、物镜、位移平台。其中,利用空间光调制器对激光光源提供的激光光束进行整形分束,可以形成多束整形激光光束,有效的克服了传统的单光束激光加工方式效率低下的缺点;同时通过多束整形激光光束并行加工的方式,可以在普通玻璃载玻片的表面烧蚀出弹坑阵列,有效简化了微透镜阵列加工工艺流程,从而降低了生产成本。

附图说明

[0028] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0029] 图1为本发明实施例中微透镜阵列加工系统的结构示意图;

[0030] 图2为本发明实施例中微透镜阵列加工系统的另一结构示意图;

[0031] 图3为本发明实施例中相位全息图的叠加示意图;

[0032] 图4为本发明实施例中激光光束分束后的能量分布特征示意图。

具体实施方式

[0033] 为使得本发明的发明目的、特征、优点能够更加的明显和易懂,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而非全部实施例。基于本发明中的实施例,本领域技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0034] 请参阅图1,图1为本发明实施例中微透镜阵列加工系统的结构示意图,本实施例中,上述加工系统包括激光光源10、快门20、半波片30、格兰棱镜40、偏振片50、光阑51、平凹镜60、第一平凸镜70、第一反射镜、空间光调制器90、第二平凸镜100、第三平凸镜110、分色镜120、图像传感器130、物镜140、位移平台150。

[0035] 具体的,激光光源10用于提供符合预设条件的激光光束,如提供1KHz飞秒激光光束作为光源,波长为800nm,脉冲宽度为100fs,能提供最大输出功率为4W,能量取值范围为5mW~10mW。上述激光光束依次穿过快门20、半波片30、格兰棱镜40、偏振片50、光阑51、平凹镜60、第一平凸镜70后,经第一反射镜反射至空间光调制器90。

[0036] 其中,快门20用于控制激光在加工过程中的开关;半波片30和格兰棱镜40组合用于对激光光束的能量进行调节;偏振片50用于调节激光光束的偏振态;光阑51用于限制激光光束的大小。

[0037] 平凹镜60与第一平凸镜70组合用于对激光光束进行扩束,使得投射至空间光调制器90的激光光束的覆盖区域大小与空间光调制器90的液晶面板大小相同。

[0038] 第一反射镜包括反射镜81、反射镜82及反射镜83,用于将激光光束反射至空间光调制器90。可以理解的是,第一反射镜可以不限于包括上述反射镜81、反射镜82及反射镜83,也可以包括更多或更少的反射镜。另外,还可以采用其它可以改变激光光束传播方向的光学器件,来代替上述第一反射镜。

[0039] 空间光调制器90上加载有预设的相位全息图,用于对激光光束进行整形分束。

[0040] 进一步地,上述激光光束经空间光调制器90反射之后,依次穿过第二平凸镜100与第三平凸镜110,并投射在分色镜120上。

[0041] 其中,第二平凸镜100与第三平凸镜110组合构成了一个4f系统,可对激光光束进行缩束。

[0042] 分色镜120用于将投射在分色镜120上的激光光束分为第一激光光束与第二激光光束,第一激光光束投射于图像传感器130,图像传感器130用于输出待加工玻璃载玻片对应的观测图像,以便于实时观测激光加工情况。第二激光光束穿过物镜140后投射至位移平台150上固定的待加工玻璃载玻片;物镜140用于将激光聚焦作用于物体表面,以在待加工玻璃载玻片上烧蚀出弹坑阵列。

[0043] 其中,物镜的数值孔径的取值范围为0.4~0.5,待加工玻璃载玻片固定于位移平台150上。另外,待加工玻璃载玻片优选抛光清洗过的玻璃载玻片。

[0044] 进一步地,上述加工系统还包括湿法腐蚀处理装置,在得到带有弹坑阵列的玻璃载玻片之后,对带有弹坑阵列的玻璃载玻片进行湿法腐蚀处理。

[0045] 本发明实施例所提供的微透镜阵列加工系统,包括激光光源、快门、半波片、格兰棱镜、偏振片、光阑、平凹镜、第一平凸镜、第一反射镜、空间光调制器、第二平凸镜、第三平凸镜、分色镜、图像传感器、物镜、位移平台。其中,利用空间光调制器对激光光源提供的激

光光束进行整形分束,可以形成多束整形激光光束,有效的克服了传统的单光束激光加工方式效率低下的缺点;同时通过多束整形激光光束并行加工的方式,可以在普通玻璃载玻片的表面烧蚀出弹坑阵列,有效简化了微透镜阵列加工工艺流程,从而降低了生产成本。

[0046] 进一步地,参照图2,图2为本发明实施例中微透镜阵列加工系统的另一结构示意图,本实施例中,上述加工系统还包括第一计算设备160,第一计算设备160与空间光调制器90连接,第一计算设备160用于向空间光调制器90发送相位全息图,相位全息图包括达曼光栅相位图与菲涅尔透镜相位图,该达曼光栅相位图与菲涅尔透镜相位图相互叠加。

[0047] 其中,达曼光栅可以将一束激光分束为能量均匀分布的五束激光,为了去除零级光影响,在达曼光栅相位图基础上叠加了菲涅尔透镜相位图,得到最终可加载于空间光调制器的相位全息图。具体参照图3,图3为本发明实施例中相位全息图的叠加示意图。

[0048] 进一步地,上述加工系统还包括第二计算设备170,图像传感器130、快门20及位移平台150均与第二计算设备170连接。其中,第二计算设备170可以通过控制快门20来控制激光在加工过程中的开关。图像传感器130可以采用CCD(Charge-coupled Device,电荷耦合元件),CCD图像传感器可直接将光学信号转换为模拟电流信号,电流信号经过放大和模数转换,即可实现图像的获取、存储、传输、处理和复现。第二计算设备170通过图像传感器130即可实时观测激光加工情况。另外,第二计算设备170还可以控制位移平台150位移,从而制作出符合需求的微透镜阵列。

[0049] 进一步地,在第二平凸镜100与第三平凸镜110之间还包括虚拟测试面180,上述激光光束垂直穿过虚拟测试面180。其中,在虚拟测试面180检测激光光束的能量分布情况,具体可参照图4,图4为本发明实施例中激光光束分束后的能量分布特征示意图。

[0050] 其中,空间光调制器90与第二平凸镜100之间的光程、第二平凸镜100与虚拟测试面180之间的光程,均与第二平凸镜100的焦距相同;虚拟测试面180与第三平凸镜110之间的光程、第三平凸镜110与物镜140之间的光程,均与第三平凸镜110的焦距相同。其中,在虚拟测试面180可对零级光进行遮挡。

[0051] 其中,投射至空间光调制器90的激光光束与空间光调制器90反射的激光光束之间的夹角 β 小于 10° 。

[0052] 本实施例中,利用空间光调制器90对激光光源10提供的激光光束进行整形分束,可以形成多束整形激光光束,有效的克服了传统的单光束激光加工方式效率低下的缺点;同时通过多束整形激光光束并行加工的方式,可以在普通玻璃载玻片的表面烧蚀出弹坑阵列,有效简化了微透镜阵列加工工艺流程,从而降低了生产成本。

[0053] 进一步地,本实施例还提供一种微透镜阵列加工工艺,该微透镜阵列加工工艺包括以下步骤:

[0054] 步骤一、建立微透镜阵列加工系统,该微透镜阵列加工系统即为上述图1或图2所示的微透镜阵列加工系统。

[0055] 步骤二、利用激光光源输出多束飞秒激光光束,以在待加工玻璃载玻片上烧蚀出弹坑阵列。

[0056] 步骤三、将带有弹坑阵列的玻璃载玻片置于氢氟酸稀释溶液中进行腐蚀,并利用超声波水浴加热辅助。

[0057] 步骤四、将腐蚀后的玻璃载玻片取出后,依次在丙酮、无水乙醇、去离子水中清洗,

得到微透镜阵列。

[0058] 具体的,先建立上述微透镜阵列加工系统,调节空间光调制器的位置,使得投射至空间光调制器的激光光束与空间光调制器反射的激光光束之间的夹角小于 10° ,这样可以保证空间光调制器的衍射效率最大化,由于空间光调制器的衍射效率会直接影响激光能量的利用率,故减小投射至空间光调制器的激光光束与空间光调制器反射的激光光束之间的夹角,可以提升激光能量的利用率。

[0059] 其次,计算可加载于空间光调制器的相位全息图。本实施例采用达曼光栅相位图将一束激光光束分束为能量均匀分布的多束激光光束;同时为避免零级光的影响,采用菲涅尔透镜相位图将零级光与目标光束焦平面错开;最终加载的相位全息图采用相互叠加的达曼光栅相位图与菲涅尔透镜相位图,以保证输出激光的能量均匀性。

[0060] 进一步地,对激光光束进行分束后,需要对分束激光进行缩束,确保与物镜的入瞳孔径匹配;为此,搭建4f系统,该4f系统由两个平凸镜组成。

[0061] 进一步地,将已抛光清洗的玻璃载玻片放置在位移平台上,将能量约为5mW-10mW的多束飞秒激光通过物镜聚焦,曝光时间控制在500ms到1000ms之间,即可在玻璃载玻片烧蚀形成弹坑阵列。

[0062] 进一步地,将带有弹坑阵列的玻璃载玻片置于质量浓度为8%~10%的氢氟酸稀释溶液中,并且用超声波水浴加热辅助,加热温度为30~40摄氏度,时间为20~30分钟;将腐蚀后的玻璃载玻片取出后,依次在丙酮、无水乙醇、去离子水中清洗,清洗时间均为10-15分钟,即可得到微透镜阵列。

[0063] 本实施例所提供的微透镜阵列加工工艺,可以有效提高微透镜阵列制备的效率,避免了使用复杂、昂贵的设备,有效的缩减了微透镜阵列制备流程,从而缩减了制备成本。

[0064] 上述实施例所提供的微透镜阵列加工系统与加工工艺,在以下领域有潜在应用:

[0065] 一、三维电视和虚拟显示:用二维微透镜阵列获得多方位视角的单元图像实现三维成像。

[0066] 二、有机发光二极管(Organic Light-emitting Diode,OLED):将微透镜阵列置于普通结构的OLED上,可以改变光线的传播方向,打破基底表面的内全反射,使更多的光出射到空气中,提高取光效率。

[0067] 在上述实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中未详述的部分,可以参见其它实施例的相关描述。

[0068] 以上为对本发明所提供的一种微透镜阵列加工系统与加工工艺的描述,对于本领域的技术人员,依据本发明实施例的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

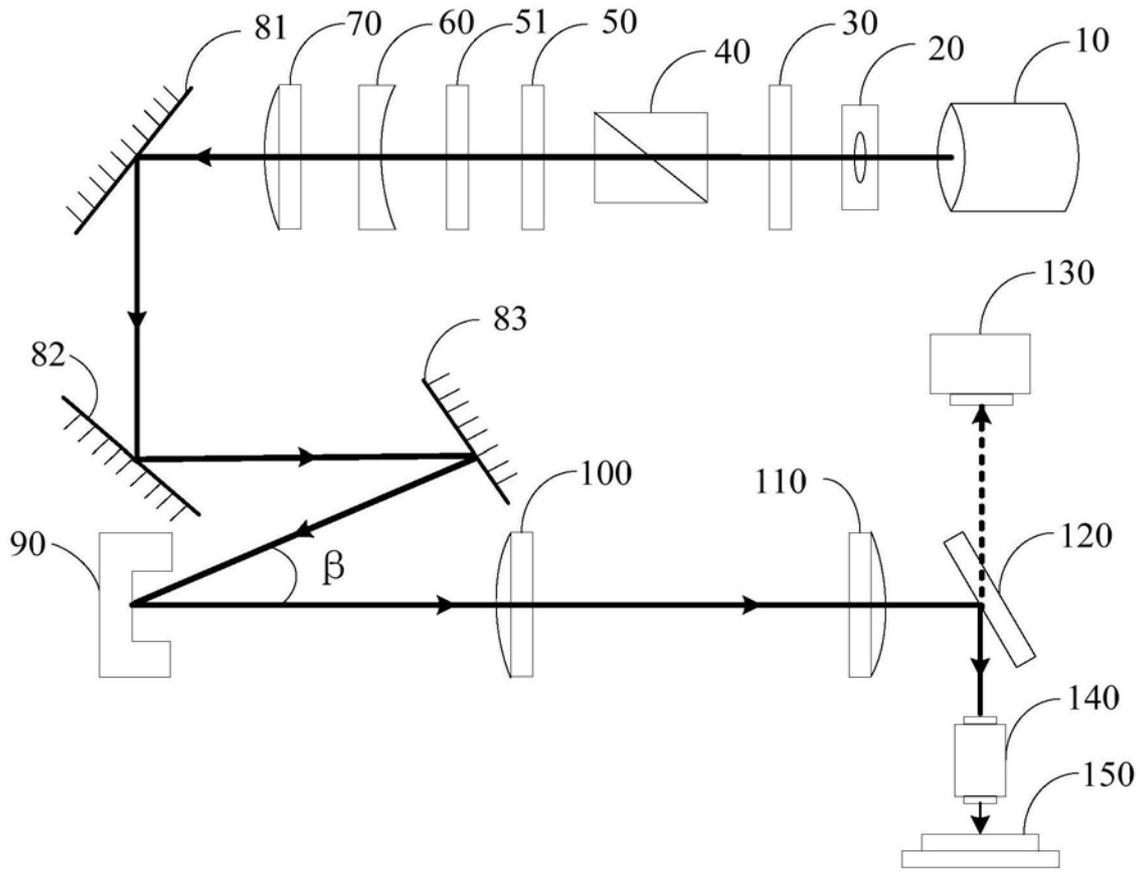


图1

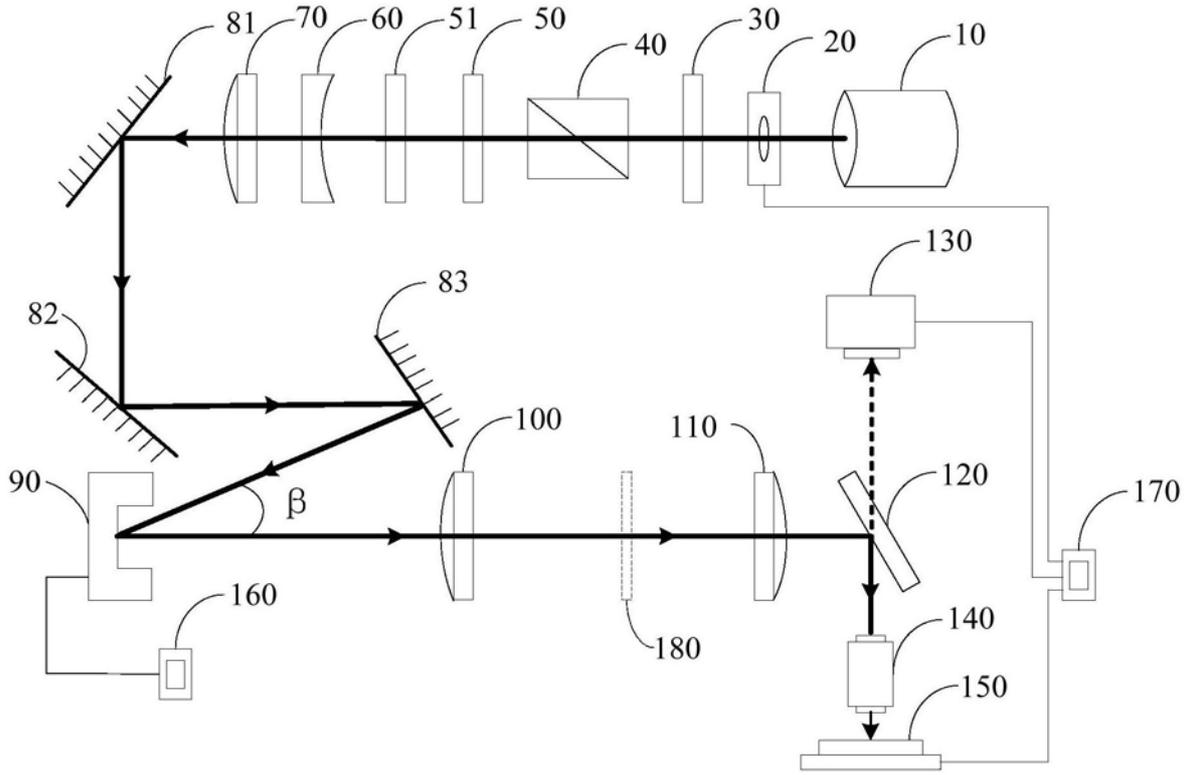


图2

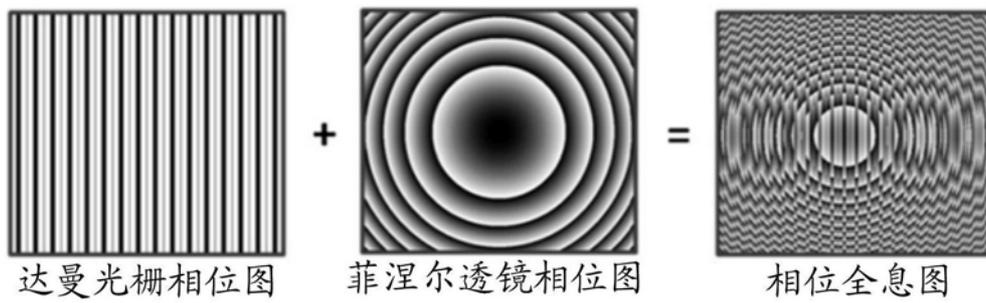


图3

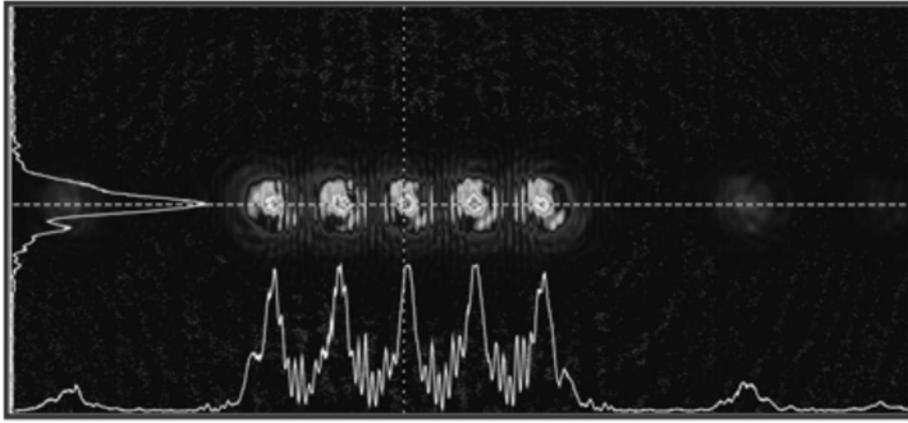


图4