



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112828474 B

(45) 授权公告日 2022. 07. 05

(21) 申请号 202011626223.0

B23K 26/064 (2014.01)

(22) 申请日 2020.12.31

审查员 何昱含

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112828474 A

(43) 申请公布日 2021.05.25

(73) 专利权人 武汉华工激光工程有限责任公司

地址 430223 湖北省武汉市东湖开发区华

中科技大学科技园激光产业园

(72) 发明人 王雪辉 成迎虹 温彬 李曾卓

(74) 专利代理机构 北京集智东方知识产权代理

有限公司 11578

专利代理师 吴倩 龚建蓉

(51) Int. Cl.

B23K 26/38 (2014.01)

B23K 26/402 (2014.01)

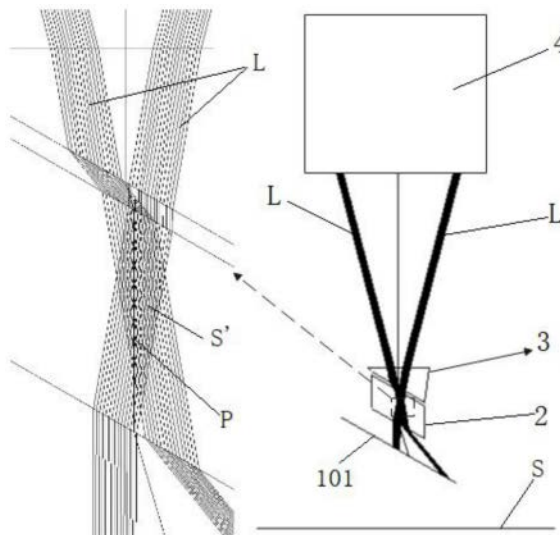
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

用于透明脆性材料的斜向切割补偿方法及系统

(57) 摘要

本发明涉及一种用于透明脆性材料的斜向切割补偿方法及系统,其包括如下步骤:设置加工治具,并倾斜透明脆性材料,使透明脆性材料的下表面与治具斜面贴合;设置光路补偿单元,其用于补偿激光光束射入倾斜的透明脆性材料时带来的像差;激光光束依次经过光路补偿单元、光路补偿单元和透明脆性材料之间的空隙内的空气,折射聚焦于倾斜的透明脆性材料内部,并沿斜向切割轨迹完成对倾斜的透明脆性材料的斜向切割。本发明通过增加光路补偿单元补偿激光射入倾斜的透明脆性材料时带来的像差,使得聚焦于透明脆性材料内的激光能量能够被有效集中,保证在透明脆性材料内形成的焦深段足以沿斜向切割轨迹对倾斜的透明脆性材料进行斜向切割。



1. 一种用于透明脆性材料的斜向切割补偿方法,其特征在于,包括如下步骤:

设置加工治具,且所述加工治具具有治具斜面,并倾斜透明脆性材料,使所述透明脆性材料的下表面与治具斜面贴合;

设置光路补偿单元,其与倾斜的透明脆性材料的上表面之间存在空隙,用于补偿激光光束射入倾斜的透明脆性材料时带来的像差,使得聚焦于透明脆性材料内的激光能量足以沿斜向切割轨迹对倾斜的透明脆性材料进行斜向切割;

激光光束依次经过光路补偿单元、光路补偿单元和透明脆性材料之间的空隙内的空气,折射聚焦于倾斜的透明脆性材料内部,并沿斜向切割轨迹完成对倾斜的透明脆性材料的斜向切割。

2. 如权利要求1所述的斜向切割补偿方法,其特征在于,所述透明脆性材料具有相互平行的下表面和上表面。

3. 如权利要求1所述的斜向切割补偿方法,其特征在于,所述透明脆性材料包括玻璃或蓝宝石。

4. 如权利要求2所述的斜向切割补偿方法,其特征在于,所述治具斜面与水平面的夹角为 $\alpha$ ,所述斜向切割轨迹与倾斜的透明脆性材料的上表面之间的夹角为 $\beta$ ,且 $\alpha$ 与 $\beta$ 互为余角。

5. 如权利要求2所述的斜向切割补偿方法,其特征在于,所述光路补偿单元的折射率与透明脆性材料相同。

6. 如权利要求1所述的斜向切割补偿方法,其特征在于,“激光光束依次经过光路补偿单元以及光路补偿单元、透明脆性材料之间的空隙内的空气折射聚焦于倾斜的透明脆性材料内部,并沿斜向切割轨迹完成对倾斜的透明脆性材料的斜向切割”的过程包括如下步骤:

控制加工治具、倾斜的透明脆性材料同步沿Z向移动至预定位置;

产生并输出激光光束,且所述激光光束经过扩束后从激光切割头射出,再依次经过光路补偿单元、光路补偿单元和透明脆性材料之间的空隙内的空气折射到倾斜的透明脆性材料内部,且聚焦在斜向切割轨迹上;同时控制倾斜的透明脆性材料沿垂直于斜向切割轨迹所在平面的方向移动,以在倾斜的透明脆性材料的上表面上形成表面切割轨迹,并最终沿斜向切割轨迹完成对倾斜的透明脆性材料的斜向切割。

7. 如权利要求2所述的斜向切割补偿方法,其特征在于,所述光路补偿单元为三棱镜,其具有与倾斜的透明脆性材料的上表面平行的第一斜面、与水平面平行的第二斜面以及分别与第一斜面、第二斜面连接的第三斜面。

8. 如权利要求7所述的斜向切割补偿方法,其特征在于,所述第一斜面与倾斜的透明脆性材料的上表面之间形成空隙,且空隙的宽度为1-2mm。

9. 一种用于实现权利要求1-8任一项所述斜向切割补偿方法的斜向切割补偿系统,其特征在于,包括:

加工治具,其具有治具斜面,且所述治具斜面与水平面的夹角为 $\alpha$ ,所述倾斜透明脆性材料的下表面与治具斜面贴合;

激光器,其用于产生并输出激光光束;

扩束镜,其用于调整激光光斑尺寸及发散角;

激光切割头,其用于对经扩束镜输出的激光光束进行光束整形;

光路补偿单元,其与倾斜的透明脆性材料的上表面之间存在空隙,用于补偿经过激光

切割头射出的激光光束射入倾斜的透明脆性材料时带来的像差,使得聚焦于透明脆性材料内的激光能量足以沿斜向切割轨迹对倾斜的透明脆性材料进行斜向切割;

移动平台,其用于在激光器出光前带动所述加工治具、倾斜的透明脆性材料同步沿Z向移动至预定位置,以及在激光器出光后带动所述加工治具、倾斜的透明脆性材料同步沿垂直于斜向切割轨迹所在平面的方向移动;

以及控制系统,其连接所述激光器以及移动平台,其用于控制激光器出光;以及控制移动平台运动。

10.如权利要求9所述的斜向切割补偿系统,其特征在于,所述激光切割头为贝塞尔切割头。

## 用于透明脆性材料的斜向切割补偿方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及材料加工领域,尤其涉及一种透明脆性材料的斜向切割补偿方法及系统。

### 背景技术

[0002] 目前对于透明脆性材料,如玻璃的切割加工,有以下几种切割方法:

[0003] 1、机械方法:用刀具等工具进行机械切割,其切割效果极差,无法适用于高要求的精度切割;

[0004] 2、激光切割:若采用一般激光切割头进行切割,则激光切割头需要垂直于玻璃100,如图1a所示,激光光束L1在玻璃100内部纵向形成焦深段S1,以形成垂直的切割面,若需要切割面为斜面,则如图1b所示,需要将玻璃100倾斜,此时激光光束L1发生折射,形成的焦深段S1内,激光能量不能在玻璃100内部集中,导致斜向切割效果差;

[0005] 若采用振镜扫描切割,则需要通过激光扫描的方法沿玻璃的三维轮廓、在各个方向上逐步进行扫描式切割,其操作复杂,切割效率低。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种透明脆性材料的斜向切割方法及系统,其通过增加光路补偿单元补偿激光射入倾斜的透明脆性材料时带来的像差,使得聚焦于透明脆性材料内的激光能量能够被有效集中,保证在透明脆性材料内形成的焦深段足以沿斜向切割轨迹对倾斜的透明脆性材料进行斜向切割。

[0007] 为了实现上述目的,本发明采用了如下技术方案:

[0008] 一方面,提供了一种用于透明脆性材料的斜向切割补偿方法,其包括如下步骤:

[0009] 设置加工治具,且所述加工治具具有治具斜面,并倾斜透明脆性材料,使所述透明脆性材料的下表面与治具斜面贴合;

[0010] 设置光路补偿单元,其与倾斜的透明脆性材料的上表面之间存在空隙,用于补偿激光光束射入倾斜的透明脆性材料时带来的像差,使得聚焦于透明脆性材料内的激光能量足以沿斜向切割轨迹对倾斜的透明脆性材料进行斜向切割;

[0011] 激光光束依次经过光路补偿单元、光路补偿单元、透明脆性材料之间的空隙内的空气,折射聚焦于倾斜的透明脆性材料内部,并沿斜向切割轨迹完成对倾斜的透明脆性材料的斜向切割。

[0012] 优选的,所述透明脆性材料具有相互平行的下表面和上表面。

[0013] 优选的,所述透明脆性材料包括玻璃或蓝宝石。

[0014] 优选的,所述治具斜面与水平面的夹角为 $\alpha$ ,所述斜向切割轨迹与倾斜的透明脆性材料的上表面之间的夹角为 $\beta$ ,且 $\alpha$ 与 $\beta$ 互为余角。

[0015] 优选的,所述光路补偿单元的折射率与透明脆性材料相同。

[0016] 优选的,“激光光束依次经过光路补偿单元、光路补偿单元和透明脆性材料之间的

空隙内的空气,折射聚焦于倾斜的透明脆性材料内部,并沿斜向切割轨迹完成对倾斜的透明脆性材料的斜向切割”的过程包括如下步骤:

[0017] 控制加工治具、倾斜的透明脆性材料同步沿Z向移动至预定位置;

[0018] 产生并输出激光光束,且所述激光光束经过扩束后从激光切割头射出,再依次经过光路补偿单元、光路补偿单元和透明脆性材料之间的空隙内的空气折射到倾斜的透明脆性材料内部,且聚焦在斜向切割轨迹上;同时控制倾斜的透明脆性材料沿垂直于斜向切割轨迹所在平面的方向移动,以在倾斜的透明脆性材料的上表面上形成表面切割轨迹,并最终沿斜向切割轨迹完成对倾斜的透明脆性材料的斜向切割。

[0019] 优选的,所述光路补偿单元为三棱镜,其具有与倾斜的透明脆性材料的上表面平行的第一斜面、与水平面平行的第二斜面以及分别与第一斜面、第二斜面连接的第三斜面。

[0020] 优选的,所述第一斜面与倾斜的透明脆性材料的上表面之间形成空隙,且空隙的宽度为1-2mm。

[0021] 还提供一种用于实现上述斜向切割补偿方法的斜向切割补偿系统,其特征在于,包括:

[0022] 加工治具,其具有治具斜面,且所述治具斜面与水平面的夹角为 $\alpha$ ,所述倾斜透明脆性材料的下表面与治具斜面贴合;

[0023] 激光器,其用于产生并输出激光光束;

[0024] 扩束镜,其用于调整激光光斑尺寸及发散角;

[0025] 激光切割头,其用于对经扩束镜输出的激光光束进行光束整形;

[0026] 光路补偿单元,其与倾斜的透明脆性材料的上表面之间存在空隙,用于补偿经过激光切割头射出的激光光束射入倾斜的透明脆性材料时带来的像差,使得聚焦于透明脆性材料内的激光能量足以沿斜向切割轨迹对倾斜的透明脆性材料进行斜向切割;

[0027] 移动平台,其用于在激光器出光前带动所述加工治具、倾斜的透明脆性材料同步沿Z向移动至预定位置,以及在激光器出光后带动所述加工治具、倾斜的透明脆性材料同步沿垂直于斜向切割轨迹所在平面的方向移动;

[0028] 以及控制系统,其连接所述激光器以及移动平台,其用于控制激光器出光;以及控制移动平台运动。

[0029] 优选的,所述激光切割头为贝塞尔切割头。

[0030] 本发明至少具备以下有益效果:

[0031] 本发明结构设计合理,操作简单,其通过增加光路补偿单元,并将其与加工治具、倾斜的透明脆性材料按照独特的位置布局进行设置,以此补偿激光射入倾斜的透明脆性材料时带来的像差,使得聚焦于透明脆性材料内的激光能量能够被有效集中,保证在透明脆性材料内形成的焦深段足以沿斜向切割轨迹对倾斜的透明脆性材料进行斜向切割,以此在确保切割质量的同时大幅提高切割工作效率。

## 附图说明

[0032] 为了更清楚地说明本发明实施例技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,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。

- [0033] 图1a为现有技术中激光光束对透明脆性材料进行垂直切割的示意图；
- [0034] 图1b为现有技术中激光光束对倾斜的透明脆性材料进行斜向切割的示意图；
- [0035] 图2为本发明中加工治具、透明脆性材料以及光路补偿单元的位置关系示意图；
- [0036] 图3为本发明中激光光束对倾斜的透明脆性材料进行斜向切割的示意图；
- [0037] 图4为本发明中激光光束通过光路补偿单元折射到透明脆性材料中的光路图；
- [0038] 图5为本发明中激光光束对倾斜的透明脆性材料进行斜向切割时形成的切割轨迹示意图；
- [0039] 图6为本发明中斜向切割补偿系统的结构示意图。

### 具体实施方式

[0040] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0041] 实施例1：

[0042] 如图2-图3所示，本实施例提供了一种用于透明脆性材料的斜向切割补偿方法，其包括如下步骤：

[0043] S1、设置加工治具1，且所述加工治具1具有治具斜面101，且所述治具斜面与水平面S的夹角为 $\alpha$ ；倾斜透明脆性材料2，使所述透明脆性材料2的下表面201与治具斜面101贴合，由此，可通过加工治具1承载透明脆性材料2，且所述透明脆性材料2的下表面201与水平面S的夹角也为 $\alpha$ ；其中，所述透明脆性材料2包括玻璃或蓝宝石，其具有相互平行的下表面201和上表面202；

[0044] 以及设置光路补偿单元3，其位于预期在倾斜的透明脆性材料2上形成的斜向切割轨迹P的上方，且与倾斜的透明脆性材料2的上表面202之间存在空隙203，用于补偿激光光束射入倾斜的透明脆性材料2时带来的像差，使得聚焦于透明脆性材料2内的激光能量足以沿斜向切割轨迹P对倾斜的透明脆性材料2进行斜向切割；其中，所述斜向切割轨迹P与倾斜的透明脆性材料2的上表面202之间的夹角为 $\beta$ ，同时，所述斜向切割轨迹P与水平面S、激光切割头4均垂直， $\alpha$ 与 $\beta$ 互为余角；

[0045] 本实施例中，所述光路补偿单元3的折射率与透明脆性材料2相同，且光路补偿单元3优选为三棱镜，其具有与倾斜的透明脆性材料2的上表面202平行的第一斜面301、与水平面S平行的第二斜面302以及分别与第一斜面301、第二斜面302连接的第三斜面303；其中，所述第一斜面301与倾斜的透明脆性材料2的上表面202之间形成空隙203，且空隙203的宽度为1-2mm，以在避免部件位置干涉的前提下保证切割效果；

[0046] S2、启动激光器，产生并输出激光光束L，且所述激光光束L经过扩束后从激光切割头4射出，再依次经过光路补偿单元3、光路补偿单元3和透明脆性材料2之间的空隙203内的空气，折射聚焦于倾斜的透明脆性材料2内部，以形成焦深段S'，并沿斜向切割轨迹P完成对倾斜的透明脆性材料2的斜向切割；本实施例中，所述激光切割头4可以为贝塞尔切割头；

[0047] 具体的，如图4所示，以光路补偿单元3为三棱镜为例，激光光束L经扩束镜、激光切割头4射出后再射入光路补偿单元3，再由第一斜面301折射到光路补偿单元3与倾斜的透明脆性材料2上表面202之间的空隙203中，再经倾斜的透明脆性材料2上表面202折射聚焦于

倾斜的透明脆性材料2内部,以实现倾斜的透明脆性材料2的斜向切割;

[0048] 具体的,如图3,图 5所示,所述步骤S2包括:

[0049] S21、控制加工刀具1、倾斜的透明脆性材料2同步沿Z向移动至预定位置,且加工刀具1、倾斜的透明脆性材料2移动时,光路补偿单元3、激光切割头4 位置保持不变;

[0050] S22、启动激光器,产生并输出激光光束L,且所述激光光束L经过扩束后从激光切割头4射出,再依次经过光路补偿单元3、光路补偿单元3和透明脆性材料2之间的空隙203内的空气折射到倾斜的透明脆性材料2内部,且聚焦在斜向切割轨迹P上;同时控制倾斜的透明脆性材料2沿垂直于斜向切割轨迹P所在平面的方向移动,如若斜向切割轨迹P形成于XZ平面,则控制倾斜的透明脆性材料2沿Y向移动,以在倾斜的透明脆性材料2的上表面上形成表面切割轨迹P',并最终沿斜向切割轨迹P完成对倾斜的透明脆性材料2的斜向切割。

[0051] 如图3所示,相较于图1b而言,本实施例通过增加光路补偿单元3,并将其与加工刀具1、倾斜的透明脆性材料2按照独特的位置布局进行设置,以此补偿激光射入倾斜的透明脆性材料2时带来的像差,使得聚焦于透明脆性材料2 内的激光能量能够被有效集中,使得在透明脆性材料2内形成的焦深段S' 足以沿斜向切割轨迹P对倾斜的透明脆性材料2进行斜向切割。

[0052] 实施例2:

[0053] 本实施例提供了一种用于实现实施例1所述斜向切割补偿方法的斜向切割补偿系统,其适用于透明脆性材料的切割,如图2-图3,图6所示,其包括:

[0054] 加工刀具1,其具有刀具斜面101,且所述刀具斜面101与水平面S的夹角为 $\alpha$ ;同时,所述倾斜透明脆性材料2的下表面201与刀具斜面101贴合;

[0055] 激光器6,其用于产生并输出激光光束L;

[0056] 扩束镜5,其用于调整激光光斑尺寸及发散角;

[0057] 激光切割头4,其用于对经扩束镜5输出的激光光束L进行光束整形,将其整形为切割所需的光束分布形式;优选的,所述激光切割头4为贝塞尔切割头,其可以将经扩束镜5输出的激光光束L整形为焦深0.1-6mm的贝塞尔光束;

[0058] 光路补偿单元3,其位于预期在倾斜的透明脆性材料2上形成的斜向切割轨迹P的上方,且与倾斜的透明脆性材料2的上表面202之间存在空隙203,所述光路补偿单元3用于补偿经过激光切割头4射出的激光光束L射入倾斜的透明脆性材料2时带来的像差,使得聚焦于透明脆性材料2内的激光能量足以沿斜向切割轨迹P对倾斜的透明脆性材料2进行斜向切割;

[0059] 移动平台8,其用于在激光器1出光前带动所述加工刀具1、倾斜的透明脆性材料2同步沿Z向移动至预定位置,以及在激光器1出光后带动所述加工刀具 1、倾斜的透明脆性材料2同步沿垂直于斜向切割轨迹P所在平面的方向移动;

[0060] 以及控制系统7,其连接所述激光器6以及移动平台8,其用于控制激光器 6出光;以及控制移动平台8,使移动平台8在激光器1出光前带动所述加工刀具1、倾斜的透明脆性材料2同步沿Z向移动至预定位置,以及在激光器1出光后带动所述加工刀具1、倾斜的透明脆性材料2同步沿垂直于斜向切割轨迹P所在平面的方向移动。

[0061] 其他技术特征,如透明脆性材料2、光路补偿单元3以及加工刀具1的位置关系,激光切割头4、光路补偿单元3的类型等与实施例1相同,在此不再赘述。

[0062] 综上所述,本发明的切割补偿装置结构设计合理,操作简单,适用于对倾斜的透明脆性材料进行斜向切割,具体的,其通过增加光路补偿单元,并将其与加工治具、倾斜的透明脆性材料按照独特的位置布局进行设置,以此补偿激光射入倾斜的透明脆性材料时带来的像差,使得聚焦于透明脆性材料内的激光能量能够被有效集中,保证在透明脆性材料内形成的焦深段足以沿斜向切割轨迹对倾斜的透明脆性材料进行斜向切割。

[0063] 需要说明的是,上述实施例1-2中的技术特征可进行任意组合,且组合而成的技术方案均属于本申请的保护范围。

[0064] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和优点。本行业的技术人员应该了解,本发明不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本发明的范围内。本发明要求的保护范围由所附的权利要求书及其等同物界定。



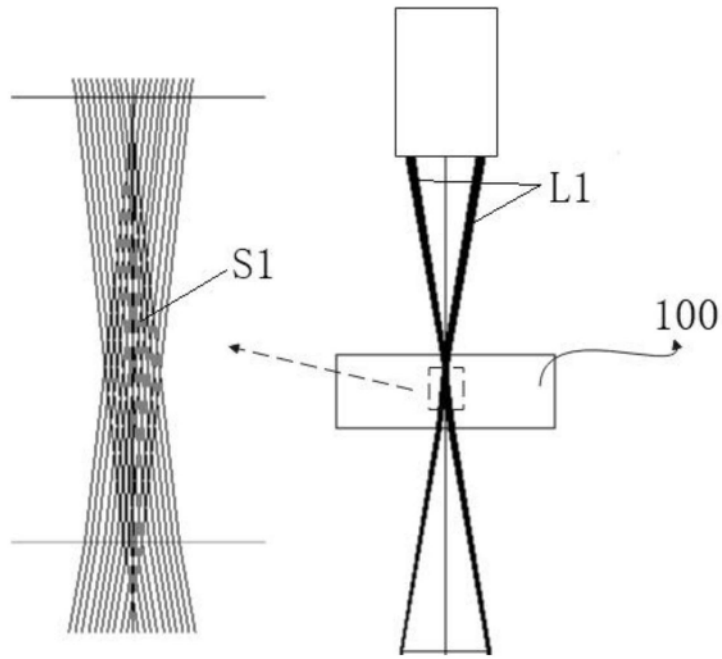


图1a

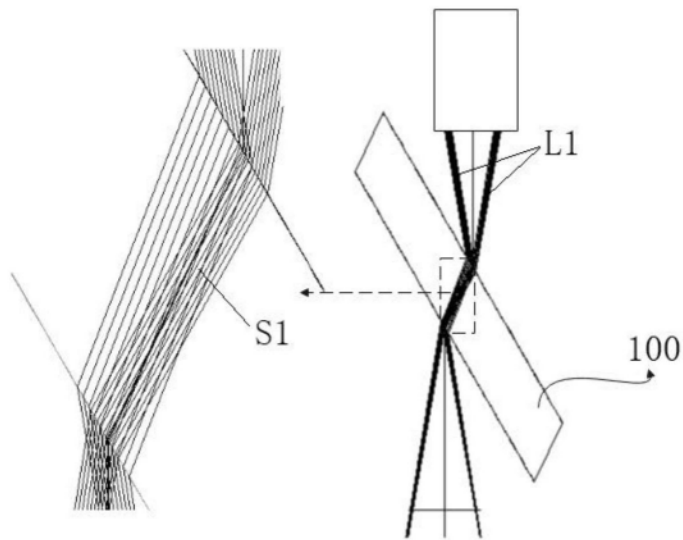


图1b

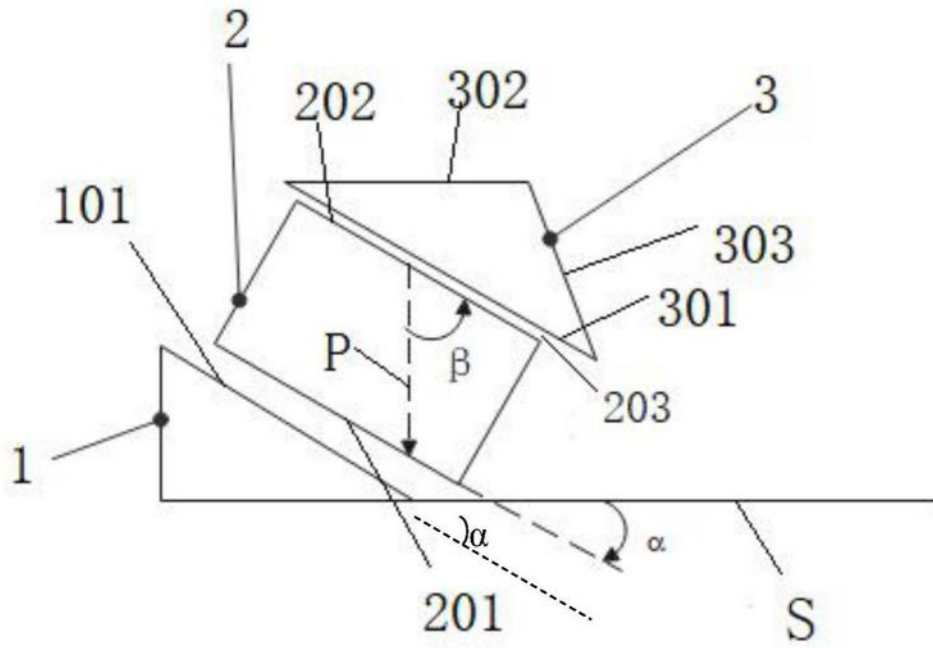


图2

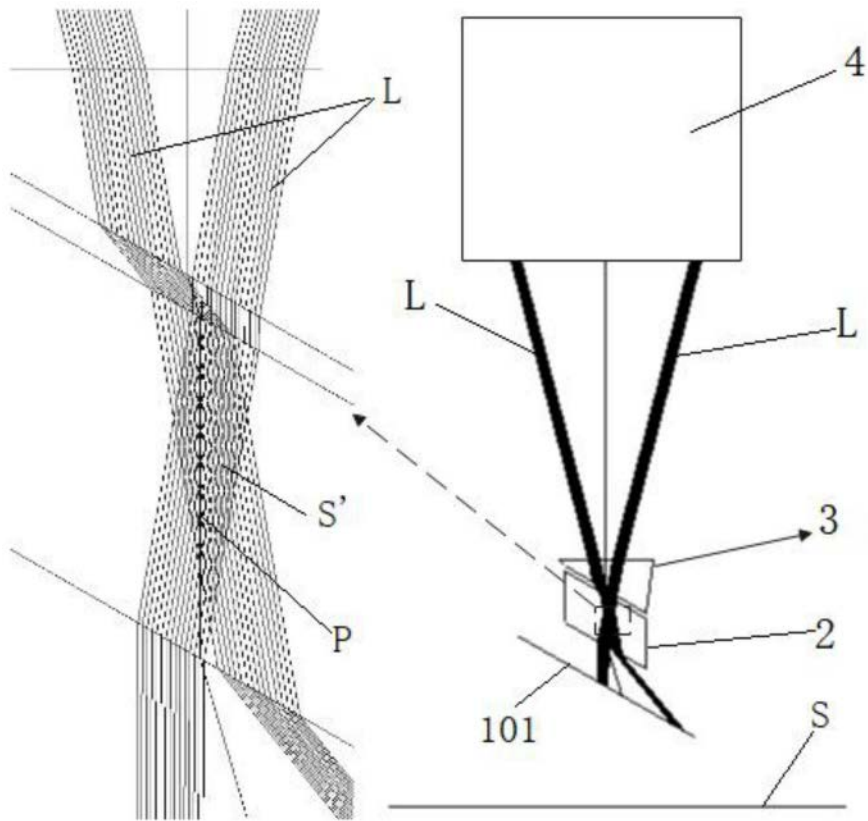


图3

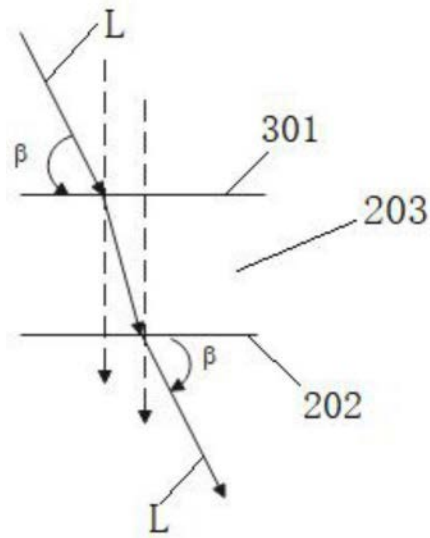


图4

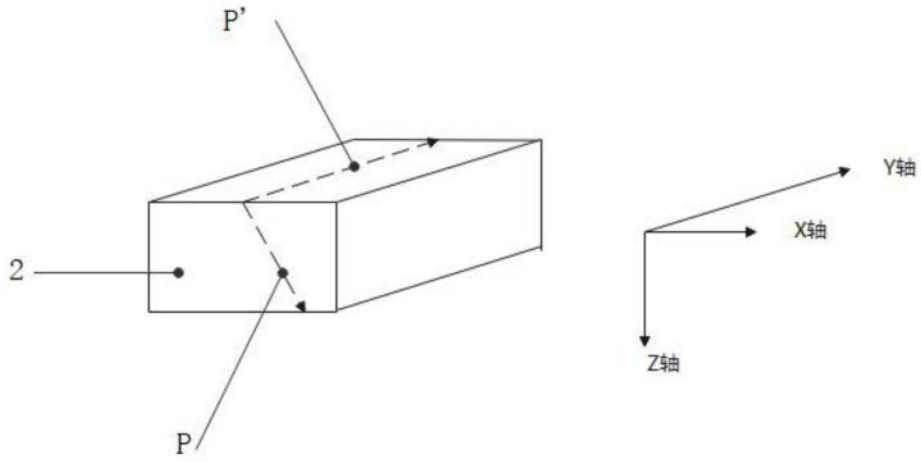


图5

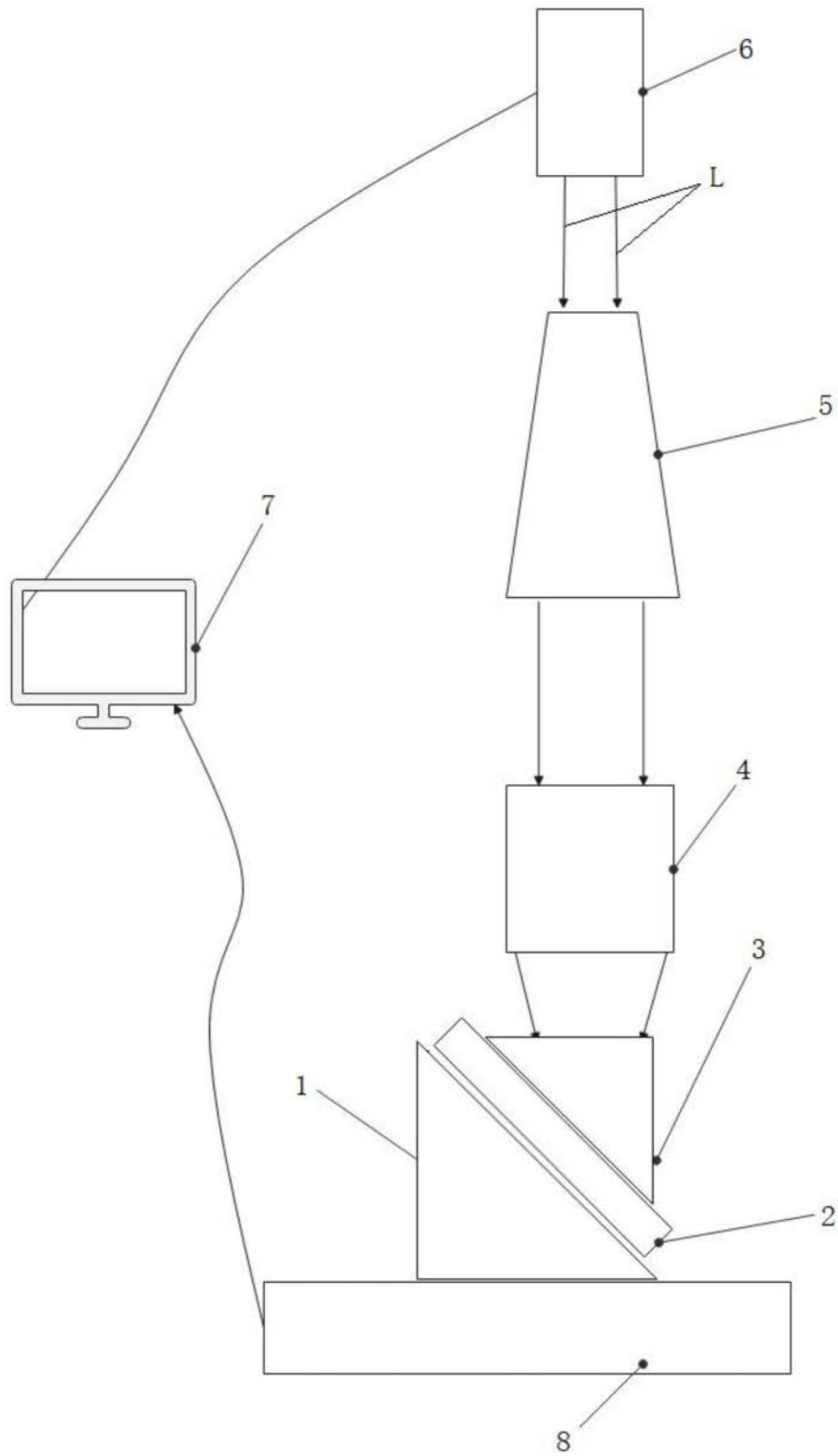


图6