

# 一种空间外差干涉仪光栅的胶合检测方法

申请号: [201010046536.9](#)

申请日: 2010-01-13

申请(专利权)人 [中国科学院安徽光学精密机械研究所](#)  
地址 [230031 安徽省合肥市蜀山湖路350号](#)  
发明(设计)人 [熊伟 施海亮 罗海燕 李大成 吴军 方勇华](#)  
主分类号 [G01J3/02 \(2006.01\) I](#)  
分类号 [G01J3/02 \(2006.01\) I](#)  
公开(公告)号 [101762323A](#)  
公开(公告)日 [2010-06-30](#)  
专利代理机构 [安徽合肥华信知识产权代理有限公司](#) [34112](#)  
代理人 [余成俊](#)



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101762323 A

(43) 申请公布日 2010.06.30

(21) 申请号 201010046536.9

(22) 申请日 2010.01.13

(71) 申请人 中国科学院安徽光学精密机械研究所

地址 230031 安徽省合肥市蜀山湖路 350 号

(72) 发明人 熊伟 施海亮 罗海燕 李大成  
吴军 方勇华

(74) 专利代理机构 安徽合肥华信知识产权代理有限公司 34112

代理人 余成俊

(51) Int. Cl.

G01J 3/02 (2006.01)

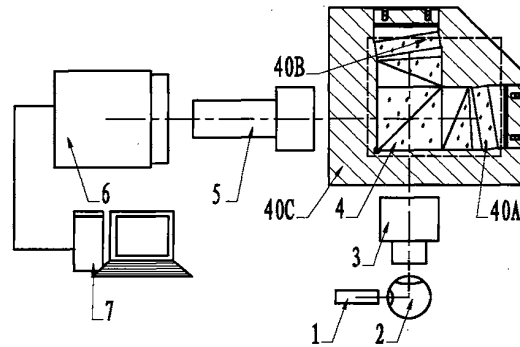
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种空间外差干涉仪光栅的胶合检测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种空间外差干涉仪光栅的胶合检测方法,涉及光学仪器领域。待胶合空间外差干涉仪竖直放置于胶合装调机构的透明平台上,由激光器输出的激光经积分球漫反射形成均匀面光源,入射至准直系统形成平行光,入射待胶合空间外差干涉仪上。在待胶合空间外差干涉仪出射端形成干涉条纹,最终经成像系统后由 CCD 接收干涉条纹,并在计算机上实时显示。计算特定波长光源  $\lambda_0$  经干涉系统后在 CCD 整个像面宽度  $w_1$  上,形成  $f_x$  个干涉条纹。在待胶合空间外差干涉仪上均匀地涂覆光敏胶,微量调整两臂光栅倾角  $\alpha$  和  $\beta$ ,读取 CCD 整幅像面内的干涉条纹  $f$  变化到  $f_x$  时止,使两光栅定位,固化被胶合的两光栅。本发明解决了空间外差干涉仪胶合过程中光栅倾角难以准确控制的技术问题。本发明两臂光栅倾角误差可控制在  $2.5''$  以内。



1. 一种空间外差干涉仪光栅的胶合检测方法,将待胶合的空间外差干涉仪两臂端的光栅放置于透明平台上,所述空间外差干涉仪的一个臂端光栅的光轴为水平方向,另一臂端光栅的光轴为竖直方向,所述透明平台为 L 形平台,所述空间外差干涉仪光轴为水平方向的臂端的光栅放置于透明平台呈大地水平状态的台面上,光轴沿竖直方向的臂端的光栅靠在所述 L 形透明平台的侧壁上,所述空间外差干涉仪两臂端的光栅倾角可调,设置有激光器、积分球、准直系统,所述激光器对准积分球入光口,所述积分球、准直系统的光轴与所述空间外差干涉仪光轴为竖直方向臂端光栅的光轴重合,还设置有与计算机连接的 CCD、成像系统,所述 CCD、成像系统的光轴与所述空间外差干涉仪光轴呈水平方向的臂端光栅的光轴重合;其特征在于:包括以下步骤:

(1) 在待胶合的空间外差干涉仪两臂端光栅的胶合面上均匀的涂覆光学胶;

(2) 控制激光器向积分球发出激光,激光器输出的激光经积分球漫反射后形成均匀面光源,再经准直系统中的准直光路准之后,形成平行光出射,所述平行光入射至待胶合的空间外差干涉仪,被空间外差干涉仪内部的分束器分束至空间外差干涉仪两臂端的光栅上,最后从空间外差干涉仪的出射端出射;

(3) 待胶合的空间外差干涉仪出射端的出射光经成像系统之后形成干涉条纹,控制 CCD 接收光学干涉条纹,并在 CCD 连接的计算机的显示屏上实时显示出干涉条纹;

(4) 进行理论计算,在波数为  $\sigma$  的单色激光入射的情况下,在所述 CCD 整幅像面宽度  $w$  上,所形成的干涉条纹数  $f_x$  的理论值从如下计算公式得到:

$$f_x = 2\sigma \sin \gamma \cdot w \approx 4(\sigma - \sigma_0) \tan \theta_1 \cdot w$$

其中,  $\sigma$  为入射光波数,  $\sigma_0$  为系统 littrow 波数即系统基频,  $\theta_1$  为系统 littrow 入射角,  $\gamma$  为光束出射角相差角度;

(5) 控制空间外差干涉仪两臂端,使空间外差干涉仪两臂端尚未胶合固化的光栅分别作微小的倾角偏移,在计算机中读取此时 CCD 整幅像面上的干涉条纹数  $f$ ,继续调整直空间外差干涉仪两臂端光栅的倾角,直到干涉条纹数  $f$  变化到步骤 (4) 计算得到的理论值  $f_x$  时,停止调节,并使两光栅定位;

(6) 固化空间外差干涉仪两臂端光栅上的光学胶。

2. 根据权利要求 1 所述的一种空间外差干涉仪光栅的胶合检测方法,其特征在于:所述的积分球是具有高漫反射性内壁的空心球体,将所述激光器出射光进行漫反射;所述 CCD 接受面列像元呈大地垂直状态,所述 CCD 的行像元呈大地水平状态。

3. 根据权利要求 1 所述的一种空间外差干涉仪光栅的胶合检测方法,其特征在于:所述的光学胶为紫外光敏胶,所述步骤 (6) 采用紫外光照射对空间外差干涉仪两臂端光栅上涂覆的光学胶进行固化。

4. 根据权利要求 1 所述的一种空间外差干涉仪光栅的胶合检测方法,其特征在于:所述的激光器为可调谐激光器。

## 一种空间外差干涉仪光栅的胶合检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光学仪器领域,尤其是一种空间外差干涉仪光栅的胶合检测方法。

### 背景技术

[0002] 空间外差光谱仪能在较窄的光谱带宽内获得极高的光谱分辨率,其中干涉仪是空间外差光谱仪中的核心部件。空间外差干涉仪中两臂光栅倾角的不对称性是由前置各棱镜角度制造误差、光学不均匀性等引起的。

[0003] 由于空间外差干涉仪两臂光栅倾角直接决定了干涉仪的光谱范围  $\Delta \lambda$  和光谱分辨率  $\delta \lambda$ ,当胶合过程中两臂光栅倾角不在理论计算值胶合固化时,都会在一定程度上损失干涉仪的光谱范围或光谱分辨率,使光谱仪达不到设计指标。因此,空间外差干涉仪的核心技术是使实际胶合检测到的两臂光栅倾角尽可能的接近理论设计值。

[0004] 空间外差干涉仪的传统胶合方法主要依赖于各光学元件自身的加工精度和装配经验,系统精度难以控制,同时为了探测信息的实时和准确性,也需要能够实时地检测干涉图像。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种空间外差干涉仪光栅的胶合检测方法,以解决现有技术中空间外差干涉仪两臂光栅倾角难以准确控制的问题。

[0006] 为了达到上述目的,本发明所采用的技术方案为:

[0007] 一种空间外差干涉仪光栅的胶合检测方法,将待胶合的空间外差干涉仪两臂端的光栅放置于透明平台上,所述空间外差干涉仪的一个臂端光栅的光轴为水平方向,另一臂端光栅的光轴为竖直方向,所述透明平台为 L 形平台,所述空间外差干涉仪光轴为水平方向的臂端的光栅放置于透明平台呈大地水平状态的台面上,光轴沿竖直方向的臂端的光栅靠在所述 L 形透明平台的侧壁上,所述空间外差干涉仪两臂端的光栅倾角可调,设置有激光器、积分球、准直系统,所述激光器对准积分球入光口,所述积分球、准直系统的光轴与所述空间外差干涉仪光轴为竖直方向臂端光栅的光轴重合,还设置有与计算机连接的 CCD、成像系统,所述 CCD、成像系统的光轴与所述空间外差干涉仪光轴呈水平方向的臂端光栅的光轴重合;其特征在于:包括以下步骤:

[0008] (1) 在待胶合的空间外差干涉仪两臂端光栅的胶合面上均匀的涂覆光学胶;

[0009] (2) 控制激光器向积分球发出激光,激光器输出的激光经积分球漫反射后形成均匀面光源,再经准直系统中的准直光路准之后,形成平行光出射,所述平行光入射至待胶合的空间外差干涉仪,被空间外差干涉仪内部的分束器分束至空间外差干涉仪两臂端的光栅上,最后从空间外差干涉仪的出射端出射;

[0010] (3) 待胶合的空间外差干涉仪出射端的出射光经成像系统之后形成干涉条纹,控制 CCD 接收光学干涉条纹,并在 CCD 连接的计算机的显示屏上实时显示出干涉条纹;

[0011] (4) 进行理论计算,在波数为  $\sigma$  的单色激光入射的情况下,在所述 CCD 整幅像面宽

度  $w$  上,所形成的干涉条纹数  $f_x$  的理论值从如下计算公式得到:

$$[0012] \quad f_x = 2\sigma \sin \gamma \cdot w \approx 4(\sigma - \sigma_0) \tan \theta_1 \cdot w$$

[0013] 其中,  $\sigma$  为入射光波数,  $\sigma_0$  为系统 littrow 波数即系统基频,  $\theta_1$  为系统 littrow 入射角,  $\gamma$  为光束出射角相差角度。

[0014] (5) 控制空间外差干涉仪两臂端,使空间外差干涉仪两臂端尚未胶合固化的光栅分别作微小的倾角偏移,在计算机中读取此时 CCD 整幅像面上的干涉条纹数  $f$ ,继续调整直空间外差干涉仪两臂端光栅的倾角,直到干涉条纹数  $f$  变化到步骤 (4) 计算得到的理论值  $f_x$  时,停止调节,并使两光栅定位;

[0015] (6) 固化空间外差干涉仪两臂端光栅上的光学胶。

[0016] 所述的一种空间外差干涉仪光栅的胶合检测方法,其特征在于:所述的积分球是具有高漫反射性内壁的空心球体,将所述激光器出射光进行漫反射;所述 CCD 接受面列像元呈大地垂直状态,所述 CCD 的行像元呈大地水平状态。

[0017] 所述的一种空间外差干涉仪光栅的胶合检测方法,其特征在于:所述的光学胶为紫外光敏胶,所述步骤 (6) 采用紫外光照射对空间外差干涉仪两臂端光栅上涂覆的光学胶进行固化。

[0018] 所述的一种空间外差干涉仪光栅的胶合检测方法,其特征在于:所述的激光器为可调谐激光器。

[0019] 本发明中,空间外差干涉仪 littrow 波数  $\sigma_0$ , littrow 波长  $\lambda_0$ , 光谱分辨能力  $R_0$  及光谱分辨率  $\delta \lambda$  满足下列条件:

$$[0020] \quad \sigma_0 = 1/\lambda_0, R_0 = \lambda_0/\delta \lambda$$

[0021] 本发明中,空间外差干涉仪光谱分辨能力  $R_0$ , 光栅刻线密度  $1/d$ , 光栅有效界面宽度  $w_0$  及系统 littrow 角  $\theta_1$  满足下列条件:

[0022]

$$R_0 = 4w_0\sigma_0 \sin \theta_1 = 2w_0 \frac{1}{d}$$

[0023] 本发明中,空间外差干涉仪光谱范围  $\Delta \lambda$ , 光谱分辨率  $\delta \lambda$  及 CCD 宽度方向上的像元数  $N$  满足下列条件:

$$[0024] \quad \Delta \lambda = N \cdot \delta \lambda / 2$$

[0025] 本发明中,空间外差干涉仪光栅有效刻线宽度  $w_0$ , CCD 宽度方向上的像元数  $N$ 、像元尺寸  $t$  及所述的成像系统放大倍率  $M$  满足下列条件:

$$[0026] \quad M = N \cdot t/w_0$$

[0027] 本发明中,激光器为可调谐激光器。采用波长稳定和单色性较好的激光器,可减小由于波长变化引入的判读误差。

[0028] 本发明中,学胶为紫外光敏胶,固化两臂光栅的光学胶是用紫外光照射实现固化。固化后可将空间外差干涉仪胶合件整体退火,减小应力而引起的信号改变。

[0029] 本发明与现有的技术相比的有益效果是:

[0030] 1、本发明采用空间外差干涉原理,可使光栅胶合时倾角的控制准确度提高。

[0031] 2、采用可调谐激光器光源, CCD 探测接收,计算机判读,胶合时干涉仪两臂光栅倾角的误差可控制在  $2.5''$  以内。

[0032] 3、空间外差干涉仪两臂光栅倾角首先经理论计算得到,胶合检测时可根据理论值进行控制。

[0033] 4、激光器采用波长稳定和单色性较好的可调谐激光器,可减小由于波长变化引入的判读误差。

[0034] 5、CCD 与计算机相连,可直接判读干涉图像,方便光栅倾角的准确调节。

[0035] 6、放置空间外差干涉仪的光栅胶合装调机构平台,具有两个倾角旋转自由度,调节精度高,光路调整及标定方便。

#### 附图说明

[0036] 图 1 为本发明装置示意图。

[0037] 图 2 为本发明空间外差干涉仪两臂端光栅旋转自由度  $b^\circ$  示意图。

[0038] 图 3 为本发明空间外差干涉仪光栅旋转自由度  $a^\circ$  剖视图。

#### 具体实施方式

[0039] 一种空间外差干涉仪光栅的胶合检测方法,如图 1 所示,将待胶合的空间外差干涉仪 4 两臂端的光栅 40A、40B 放置于透明平台 40C 上,空间外差干涉仪 4 的一个臂端光栅 40A 的光轴为水平方向,另一臂端光栅 40B 的光轴为竖直方向,透明平台 40C 为 L 形平台,空间外差干涉仪光轴为水平方向的臂端的光栅 40A 放置于透明平台 40C 呈大地水平状态的台面上,光轴沿竖直方向的臂端的光栅 40B 靠在 L 形透明平台的侧壁上,空间外差干涉仪两臂端的光栅倾角可调,设置有激光器 1、积分球 2、准直系统 3,激光器 1 对准积分球 2 入光口,激光器 1 为可调谐激光器,积分球 2、准直系统 3 的光轴与空间外差干涉仪光轴为竖直方向臂端的光栅 40B 光轴重合,还设置有与计算机 7 连接的 CCD6、成像系统 5,CCD6、成像系统 5 的光轴与空间外差干涉仪光轴呈水平方向臂端的光栅 40A 的光轴重合;包括以下步骤:

[0040] (1) 在待胶合的空间外差干涉仪两臂端光栅的胶合面上均匀的涂覆光学胶;

[0041] (2) 控制激光器向积分球发出激光,激光器输出的激光经积分球漫反射后形成均匀面光源,再经准直系统中的准直光路准之后,形成平行光出射,平行光入射至待胶合的空间外差干涉仪,被空间外差干涉仪内部的分束器分束至空间外差干涉仪两臂端的光栅上,最后从空间外差干涉仪的出射端出射;

[0042] (3) 待胶合的空间外差干涉仪出射端的出射光经成像系统之后形成干涉条纹,控制 CCD 接收光学干涉条纹,并在 CCD 连接的计算机的显示屏上实时显示出干涉条纹;

[0043] (4) 进行理论计算,在波数为  $\sigma$  的单色激光入射的情况下,在所述 CCD 整幅像面宽度  $w$  上,所形成的干涉条纹数  $f_x$  的理论值从如下计算公式得到:

$$[0044] \quad f_x = 2\sigma \sin \gamma \cdot w \approx 4(\sigma - \sigma_0) \tan \theta_1 \cdot w$$

[0045] 其中,  $\sigma$  为入射光波数,  $\sigma_0$  为系统 littrow 波数即系统基频,  $\theta_1$  为系统 littrow 入射角,  $\gamma$  为光束出射角相差角度。

[0046] (5) 控制空间外差干涉仪两臂端,使空间外差干涉仪两臂端尚未胶合固化的光栅分别作微量的倾角偏移,在计算机中读取此时 CCD 整幅像面上的干涉条纹数  $f$ ,继续调整直空间外差干涉仪两臂端光栅的倾角,直到干涉条纹数  $f$  变化到步骤 (4) 计算得到的理论值  $f_x$  时,停止调节,并使两光栅定位;

[0047] (6) 固化空间外差干涉仪两臂端光栅上的光学胶。

[0048] 积分球是具有高漫反射性内壁的空心球体,将激光器出射光进行漫反射;CCD 接受面列像元呈大地垂直状态,CCD 的行像元呈大地水平状态。

[0049] 光学胶为紫外光敏胶,步骤(6)采用紫外光照射对空间外差干涉仪两臂端光栅上涂覆的光学胶进行固化。

[0050] 本发明的胶合检测步骤如下:

[0051] 1、搭建胶合检测装置:

[0052] 激光器 1 选用可调谐激光器,激光器 1 输出的激光经积分球 2 进行均匀漫反射后,入射到准直系统 3 形成均匀的具有一定视场角的平行光,照射在待胶合的空间外差干涉仪 4 上。待胶合的空间外差干涉仪 4 放置在光栅胶合装调机构的精密透明平台 40C 上,用 CCD6 检测待胶合空间外差干涉仪 4 的干涉条纹。积分球 2、准直系统 3 及干涉仪其中一臂 40A 共轴,空间外差干涉仪 4 另一臂 40B、成像系统 5 及 CCD6 共轴,上述两光轴互相垂直。

[0053] 2、调整胶合检测装置:

[0054] 将光栅装调机构的透明平台 40C 调整使之呈大地水平状态。

[0055] 使 CCD6 光轴垂直于待胶合空间外差干涉仪 4 的出射端面,准直系统 3 光轴垂直与待胶合空间外差干涉仪 4 的入射端面。

[0056] 固定准直系统 3、待胶合空间外差干涉仪 4、成像系统 5 和 CCD6 的位置关系。

[0057] 3、本发明的胶合步骤如下:

[0058] 胶合环境应在防震以及优于 10 万级的超净环境,以防止灰尘落入胶合面,同时防止胶合检测过程中外界震动的干扰。

[0059] 将紫外固化胶均匀涂布于洁净的待胶合两臂光栅的胶合面上,将光栅贴靠在待胶合干涉仪两臂,挤出多余的紫外固化胶,排除胶合面的气泡。

[0060] 由设计要求的两臂光栅倾角计算出在 CCD 整幅像面宽度上理论干涉条纹数,开启激光器光源、积分球、CCD 及计算机,在显示屏上读取干涉条纹数目,使被胶合的尚未固化的两臂光栅作微量的倾角调节,直到整幅像面上的干涉条纹数目等于理论计算值时,停止调节,使两臂光栅定位。

[0061] 用紫外灯照射被胶合的两臂光栅,使其迅速固化,得到胶合好的干涉仪。

[0062] 退火,复检,消除由于胶合固化产生的局部应力对信号的影响。

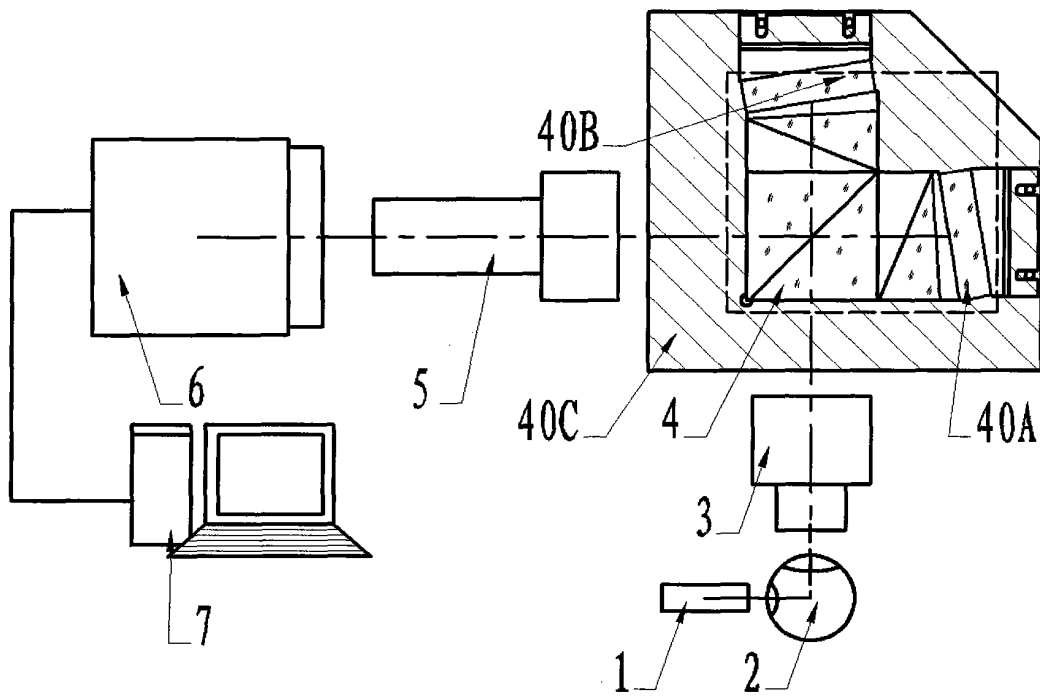


图 1

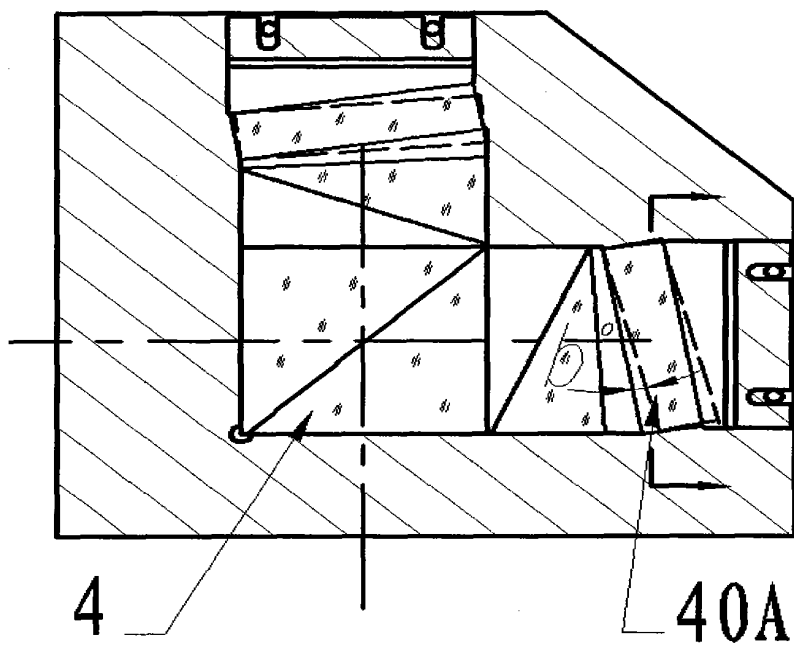


图 2



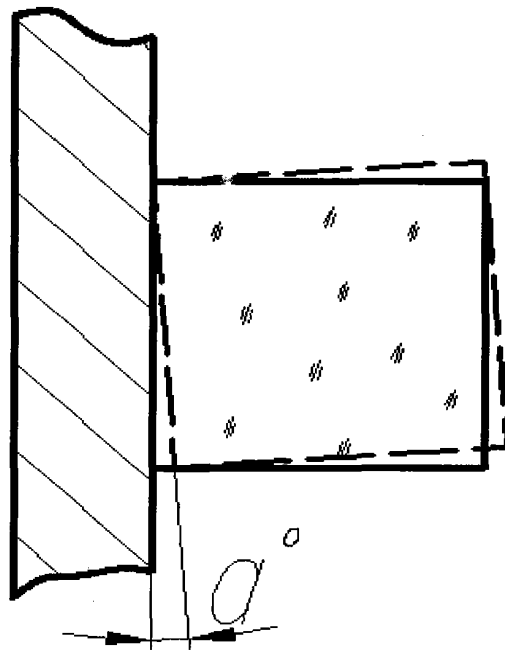


图 3