



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103558221 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 06

(21) 申请号 201310536315. 3

CN 1580748 A, 2005. 02. 16,

(22) 申请日 2013. 11. 04

CN 200979536 Y, 2007. 11. 21,

(73) 专利权人 武汉理工大学

CN 102175690 A, 2011. 09. 07,

地址 430070 湖北省武汉市洪山区珞狮路
122 号

US 5220403 A, 1993. 06. 15,

审查员 黄艳

(72) 发明人 陶海征 乔昂 彭飞 赵修建

(74) 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限
公司 42102

代理人 胡琳萍

(51) Int. Cl.

G01N 21/88(2006. 01)

G01N 35/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1479944 A, 2004. 03. 03,

CN 201773074 U, 2011. 03. 23,

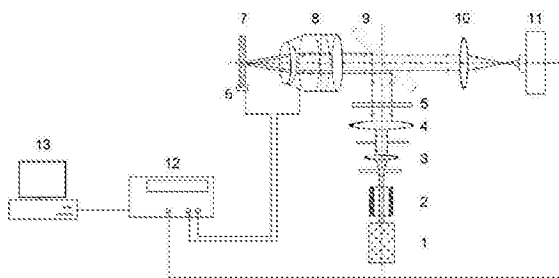
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种红外光学材料的均匀性检测装置和方法

(57) 摘要

本发明公开了一种红外光学材料的均匀性检测装置和方法,其特征在于采用红外光源、遮杂散光管、准直部件、扩束部件组成均匀红外光束发生装置,红外分光镜将入射光成 90° 反射,经反射的入射光通过变焦透镜聚焦至待测材料上;被待测材料反射的光束再经过变焦透镜、红外分光镜、聚焦透镜传输到红外传感器,通过处理红外信号实现对待测可见光不透明红外光学材料的均匀性评测。相对于以往红外光学材料的评测方法和装置,本评测方法和装置既可获得待测红外材料内部聚焦面一定景深内缺陷的形貌和位置信息,又可获得待测红外材料内部缺陷的三维形貌和位置信息,从而实现红外光学材料均匀性的精细评测功能。



1. 一种红外光学材料的均匀性检测方法,采用红外光学材料的均匀性检测装置进行检测,所述红外光学材料的均匀性检测装置包括红外分光镜、光轴与红外分光镜法线成 45° 角的红外均匀光源发生装置,与红外均匀光源发生装置光轴垂直的红外变焦透镜、二维精密移动载物台、聚光镜、红外传感器,红外变焦透镜、二维精密移动载物台、聚光镜、红外传感器共用一个横向光轴;所述红外变焦透镜、二维精密移动载物台沿横向光轴方向设置在红外分光镜前方,且红外均匀光源发生装置产生的红外均匀光源入射到达红外分光镜形成与入射方向垂直的红外光束,红外光束通过红外变焦透镜汇聚到达放置于二维精密移动载物台上的待测材料上形成反射光;所述聚光镜、红外传感器沿横向光轴方向设置在红外分光镜后方,反射光通过红外变焦透镜的汇聚,依次通过红外分光镜、聚光镜投射到红外传感器上并形成电信号;还设置信号采集及控制器,信号采集及控制器分别与红外传感器、二维精密移动载物台、红外变焦透镜连接,信号采集及控制器与计算机连接;所述计算机通过信号采集及控制器控制变焦透镜的对焦和调焦、二维精密移动载物台的移动、以及红外传感器的信号采集;

所述红外均匀光源发生装置包括遮杂散光管、准直部件、扩束部件、滤光片组,红外光源、遮杂散光管、准直部件、扩束部件、滤光片组依次排列并共用一个通过红外分光镜中心的光轴;

二维精密移动载物台的二维移动方向所在平面以及待测材料平面均与横向光轴空间垂直;所述的二维精密移动载物台由滑板、载物台、驱动装置组成,一伺服驱动装置安装在滑板上,控制X轴方向的移动,载物台安装在滑板上,载物台设置为能够相对滑板在Y轴方向移动,另一伺服驱动装置安装在载物台上,控制Y轴方向的移动;在检测过程中载物台能够带动待测样品沿X/Y轴方向做步进运动;

其特征在于包括如下步骤:

(1) 将待测材料固定于二维精密移动载物台的载物台上,设定红外变焦透镜所需的放大倍数,通过计算机控制红外变焦透镜对待测材料进行对焦,获得待测材料表面附近位置的清晰图像,同时构建三维坐标系,以垂直于待测材料表面方向为Z轴;

(2) 设定待测材料沿X/Y轴方向步进运动每步的行程,X/Y轴方向步进运动每步的行程小于焦点视场半径;并设定X/Y轴的步进次数和步进移动顺序,通过一个连续的蛇形移动观测线移动路径完成待测材料整个平面在Z轴上一个位置的检测;

(3) 之后,通过计算机控制红外变焦透镜的移动,使焦平面沿Z轴向材料内部移动设定步进,从而实现对材料内部更深景深内的缺陷观测,而后重复步骤(1)-(2)的操作,获取不同焦平面内的扩展平面图像;如此重复实现对待测材料内部不同焦平面的观测;

(4) 计算机计算不同焦平面的相对高度,结合不同焦平面的图像差异对观测结果进行图像三维合成及图像修正,实现图像的三维合成,从而获得待测材料内部整体缺陷的位置信息和三维形貌。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:所述的步骤(2)中控制二维精密移动载物台沿X轴正向移动,每移动设定步进,再拍摄下一个像点的图像,依次动作,获得一系列图像;之后,再控制二维精密移动载物台沿Y轴反向移动设定步进,随后,控制X轴反向移动依次拍摄获得一系列图像,如此重复以上动作形成一个近乎覆盖待测材料所在平面的连续的蛇形移动观测线移动路径;再通过计算机控制计算图像方位和尺寸,去除系列图像重叠部

分,即可扩展成待测材料整个平面在 Z 轴上一个位置的完整的焦平面图像。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其特征在于:所述图像三维合成为实时的三维合成,每次获得的最新的二维图像数据融合进已有的三维图像数据中,从而实时更新三维图像;具体步骤如下:

1) 随红外变焦透镜的移动采集不同景深或不同焦平面下若干相同(X,Y)坐标的二维图像数据;

2) 将步骤 1) 获得的各个二维图像数据根据初始构建的三维坐标系依次叠加并转换为三维图像数据;

3) 设置视角为图像中心点垂直方向视角,并根据视角转换原理转换步骤 2) 获得的三维图像数据,生成最终需要的三维图像数据。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其特征在于:所述的聚光镜采用红外透镜。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其特征在于:所述红外变焦透镜在变焦伺服电机控制下能够实现最小为 $1\ \mu\text{m}$ 的焦平面的移动。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其特征在于:所述的红外光源采用黑体光源。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其特征在于:所述的红外传感器的响应波段为 $0.8\sim 14\ \mu\text{m}$ 。

一种红外光学材料的均匀性检测装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种可见光不透明红外光学材料的均匀性检测装置和方法,特别是一种检测单晶锗、硫系玻璃等可见光不透明红外光学材料内部缺陷的检测方法,及材料均匀性的检测方法和装置。

背景技术

[0002] 随着在军事、民用方面的应用范围越来越广泛,红外光学材料的质量要求也日益提高。红外光学材料内部缺陷(如条纹、裂纹、分相、气泡等)是决定红外光学材料质量的关键指标之一,其中缺陷主要是由于红外材料制备过程中的化学组分的不均匀性以及热不均匀性等原因造成的。

[0003] 对于可见光透明光学玻璃均匀性的检测,现在已拥有成熟的干涉或全息检测方法,并形成了相关的国家标准(GB/T7962.3-2010)。但是,对于可见光不透明红外光学材料,目前缺乏相关的检测方法和装置,没有统一的国内外检测标准。

[0004] 对于红外光学材料的均匀性检测方法,国内专利(中国专利申请号:201110228174.X,2010105545001,201110025184.3)报道了几种红外硫系玻璃内部缺陷的光学检测方法和装置,均采用面光源透射成像的方式,可以方便快捷的实现红外硫系玻璃缺陷的检测。但是,该方法只能给出样品内部所有缺陷在垂直光轴平面内的投影,无法给出缺陷在样品内部的具体位置、立体形貌和分布等精确信息。

[0005] 专利(中国专利申请号:201110073411.X)报道了一种红外玻璃非均匀性检测装置及检测方法,通过精确测定红外玻璃样品放入前后的线扩散函数和相应的光学传递函数,通过对比实现红外玻璃非均匀性的检测。该方法采用光学传递函数间接地表征红外玻璃的均匀性,不能直观地给出其内部缺陷位置、形貌和分布信息。

[0006] 在反射式显微镜光学系统中,由于其利用聚焦系统成像,使得显微镜的视场半径很小,因此无法在显微镜下全部显示稍大的待测物体,一次观测只能看到的物体的一部分,无法观测到物体的全貌。因此需要通过多次观测,并利用图像扩展技术将一系列具有重叠区域的相邻图像,根据重叠区域的位置信息和相同特征拼合成大视野的全景图像,从而能够展现超大视野。

[0007] 在显微镜光学系统中,放大倍数较小时景深比较大。而随着显微镜放大倍数的增大,其景深就会相应减小,只能看清聚焦面附近的结构。因此为了使物体在一幅图中完全聚焦清晰,需要采用显微图像融合技术,利用多幅同一场景不同聚焦位置的图像,融合成一幅各处都清晰的全景深图像。

发明内容

[0008] 本发明要解决的技术问题在于:提供一种可见光不透明红外光学材料的均匀性检测装置和方法,既可获得待测红外材料内部聚焦面设定景深内缺陷的形貌和位置信息,又可获得待测红外材料内部缺陷的三维形貌和位置信息,从而实现红外光学材料均匀性的精

细检测功能。

[0009] 为解决上述技术问题,本发明提供的技术方案是:

[0010] 一种红外光学材料的均匀性检测装置,其特征在于包括红外分光镜、光轴与红外分光镜法线成 45° 角的红外均匀光源发生装置,与红外均匀光源发生装置光轴垂直的红外变焦透镜、二维精密移动载物台、聚光镜、红外传感器,红外变焦透镜、二维精密移动载物台、聚光镜、红外传感器共用一个横向光轴;所述红外变焦透镜、二维精密移动载物台沿横向光轴方向设置在红外分光镜前方,且红外均匀光源发生装置产生的红外均匀光源入射到达红外分光镜形成与入射方向垂直的红外光束,红外光束通过红外变焦透镜汇聚到达放置于二维精密移动载物台上的待测材料上形成反射光;所述聚光镜、红外传感器沿横向光轴方向设置在红外分光镜后方,反射光通过红外变焦透镜的汇聚,依次通过红外分光镜、聚光镜投射到红外传感器上并形成电信号;还设置信号采集及控制器,信号采集及控制器分别与红外传感器、二维精密移动载物台、红外变焦透镜连接,信号采集及控制器与计算机连接;所述计算机通过信号采集及控制器控制变焦透镜的对焦和调焦、二维精密移动载物台的移动、以及红外传感器的信号采集。

[0011] 按上述技术方案,所述红外均匀光源发生装置包括遮杂散光管、准直部件、扩束部件、滤光片组,红外光源、遮杂散光管、准直部件、扩束部件、滤光片组依次排列并共用一个通过红外分光镜中心的光轴。

[0012] 按上述技术方案,二维精密移动载物台的二维移动方向所在平面以及待测材料平面均与横向光轴空间垂直;所述的二维精密移动载物台由滑板、载物台、驱动装置组成,一伺服驱动装置安装在滑板上,控制X轴方向的移动,载物台安装在滑板上,载物台设置为能够相对滑板在Y轴方向移动,另一伺服驱动装置安装在载物台上,控制Y轴方向的移动;在检测过程中载物台能够带动待测样品沿X/Y轴方向做步进运动。

[0013] 按上述技术方案,所述的聚光镜采用红外透镜。

[0014] 按上述技术方案,所述红外变焦透镜在变焦伺服电机控制下能够实现最小为 $1\mu\text{m}$ 的焦平面的移动。

[0015] 按上述技术方案,所述的红外光源采用黑体光源。

[0016] 按上述技术方案,所述的红外传感器的响应波段为 $0.8\sim 14\mu\text{m}$ 。

[0017] 采用上述红外光学材料的均匀性检测装置进行检测的方法,其特征在于包括如下步骤:

[0018] (1) 将待测材料固定于二维精密移动载物台的载物台上,设定红外变焦透镜所需的放大倍数,通过计算机控制红外变焦透镜对待测材料进行对焦,获得待测材料表面附近位置的清晰图像,同时构建三维坐标系,以垂直于待测材料表面方向为Z轴;

[0019] (2) 设定待测材料沿X/Y轴方向步进运动每步的行程,X/Y轴方向步进运动每步的行程小于焦点视场半径;并设定X/Y轴的步进次数和步进移动顺序,通过一个连续的蛇形移动观测线移动路径完成待测材料整个平面在Z轴上一个位置的检测;

[0020] (3) 之后,通过计算机控制红外变焦透镜的移动,使焦平面沿Z轴向材料内部移动设定步进,从而实现对材料内部更深景深内的缺陷观测,而后重复步骤(1)-(2)的操作,获取不同焦平面内的扩展平面图像;如此重复实现对待测材料内部不同焦平面的观测;

[0021] 4) 计算机计算不同焦平面的相对高度,结合不同焦平面的图像差异对观测结果进

行图像三维合成及图像修正,实现图像的三维合成,从而获得待测材料内部整体缺陷的位置信息和三维形貌。

[0022] 按上述技术方案,所述的步骤(2)中控制二维精密移动载物台沿 X 轴正向移动,每移动设定步进,再拍摄下一个像点的图像,依次动作,获得一系列图像;之后,再控制二维精密移动载物台沿 Y 轴反向移动设定步进,随后,控制 X 轴反向移动依次拍摄获得一系列图像,如此重复以上动作形成一个近乎覆盖待测材料所在平面的连续的蛇形移动观测线移动路径;再通过计算机控制计算图像方位和尺寸,去除系列图像重叠部分,即可扩展成待测材料整个平面在 Z 轴上一个位置的完整的焦平面图像。

[0023] 按上述技术方案,所述图像三维合成为实时的三维合成,每次获得的最新的二维图像数据融合进已有的三维图像数据中,从而实时更新三维图像;具体步骤如下:

[0024] 1)随红外变焦透镜的移动采集不同景深或不同焦平面下若干相同(X,Y)坐标的二维图像数据;

[0025] 2)将步骤 1)获得的各个二维图像数据根据初始构建的三维坐标系依次叠加并转换为三维图像数据;

[0026] 3)设置视角为图像中心点垂直方向视角,并根据视角转换原理转换步骤 2)获得的三维图像数据,生成最终需要的三维图像数据。

[0027] 本发明具有以下有益效果:载物台采用高精度二维伺服控制,通过计算机精密控制 X/Y 轴伺服电机的移动,可对待测样品进行精密扫描检测,从而获得红外光学材料在聚焦面一定景深内缺陷精细形貌及位置信息的扩展二维平面图像;同时,通过二维精密载物台与变焦透镜的协同调节,获取系列二维平面图像,并通过显微图像融合技术融合成一幅全景深图像,从而获得材料内部整体缺陷形貌和位置分布的三维图像。

[0028] 能够对可见光不透明红外光学材料内部缺陷的位置、三维形貌和分布进行更精确的检测;通过调控二维精密移动载物台,对样品不同点进行连续观测,可以实现对待测红外材料内部聚焦面一定景深内缺陷的综合检测;通过红外变焦透镜实现对样品不同焦平面的连续观察,结合二维精密移动载物台的调控,同时利用计算机中智能检测软件系统通过合成技术获取三维图像,达到对材料均匀性更精确测评的目的。

[0029] 相对于以往红外光学材料的评测方法和装置,本检测方法和装置既可获得待测红外材料内部聚焦面一定景深内缺陷的形貌和位置信息,又可获得待测红外材料内部缺陷的三维形貌和位置信息,从而实现红外光学材料均匀性的精细评测功能。

附图说明

[0030] 图 1 本发明的原理结构框图

[0031] 图 2 载物台上待测红外光学材料样品的移动规则图

[0032] 附图说明:红外光源 1、遮杂散光管 2、准直部件 3、扩束部件 4、滤光片组 5、红外分光镜 9、红外变焦透镜 8、二维精密移动载物台 6、待测材料 7、聚光镜 10、红外传感器 11、信号采集及控制器 12、计算机 13。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图对本发明实施例的双圆周弹簧同步器进行详细描述。

[0034] 本发明解决上述技术问题所采用的技术方案为：一种可见光不透明红外光学材料的均匀性检测方法和装置，其特征在于包括红外光源 1、遮杂散光管 2、准直部件 3、扩束部件 4、滤光片组 5、红外分光镜 9、红外变焦透镜 8、二维精密移动载物台 6、聚光镜 10、红外传感器 11、信号采集及控制器 12、计算机 13。

[0035] 红外光源的 1、遮杂散光管 2、准直部件 3、扩束部件 4、滤光片组 5 依次排列，组成红外均匀光源发生装置，其中各部件共用一个光轴，此光轴通过红外分光镜中心，并与分光镜法线成 45° 角。

[0036] 待测红外光学待测材料 7 安装在所述的二维精密移动载物台 6 上，之后依次为红外变焦透镜 8、红外分光镜 9、聚光镜 10、红外传感器 11，其共用另一个光轴，此光轴垂直于红外光源部件光轴，并通过红外分光镜中心，与分光镜法线成 45° 角，同时与红外均匀光源发生装置光轴成 90° 。

[0037] 所述的红外传感器 11 与所述的信号采集及控制器 12 连接，所述的信号采集及控制器与所述的计算机 13 连接。

[0038] 红外光源 1 采用黑体光源。

[0039] 红外变焦透镜 8 由计算机 13 通过信号采集及控制器 12 控制。

[0040] 二维精密移动载物台 6 由滑板、载物台、驱动装置等组成，一伺服驱动装置安装在滑板上，控制 X 轴方向的移动，载物台安装在滑板上，载物台可相对滑板在 Y 轴方向移动，另一伺服驱动装置安装在载物台上，控制 Y 轴方向的移动。

[0041] 在测试的过程中载物台可以带动被测物沿 X/Y 轴方向移动。X/Y 轴做步进运动，每步的行程约小于焦点视场半径。这样通过设定 X/Y 轴的步进步数和顺序就可以完成对待测材料整个平面的观测。

[0042] 红外传感器 11 的响应波段为 $0.8 \sim 14 \mu\text{m}$ 。

[0043] 聚光镜 10 采用红外透镜实现光线聚焦到传感器上。

[0044] 智能检测软件系统可以通过控制变焦透镜对待测材料不同景深内缺陷的观察，采用深度融合技术，实现三维成像。

[0045] 信号采集及控制器 12 可以控制变焦透镜 8 的对焦和调焦、二维精密移动载物台 6 的移动、以及红外传感器 11 的信号采集。

[0046] 如图 1 所示，系统通过采用反射式光路的设计，红外光源 1、遮杂散光管 2、准直部件 3、扩束部件 4 产生强度均匀、形状规则、单向性较好的红外光源，再通过滤光片组 5 进一步提高红外光束中各波段光线的均匀性和质量，之后红外光束通过红外分光镜 9，形成反射光束，光束继而通过变焦透镜组 8，聚焦在待测红外光学材料样品 7 上，如果红外材料内部成分不均匀，或者有空洞、裂纹等情况时，会造成材料内部空间各点对光线反射强弱的不同，从而形成缺陷像。

[0047] 当入射光束照射到待测材料后，产生反射光，反射光通过变焦透镜 8 的汇聚，再次通过红外分光镜 9 而向上透射过去；带有样品内部信息的反射光，最后经过聚光透镜 10 的聚焦，投射到红外传感器 11 上，从而通过传感器形成电信号；信号通过信号采集及控制器 12 的采集和初步处理，再经过计算机 13 软件的处理，在显示器上形成样品精细结构二维或三维的清晰图像。

[0048] 对于整个平面的观测，首先选择所需的放大倍数，通过计算机控制红外变焦透镜

对待测材料进行对焦,获得待测样品表面附近位置的清晰图像,同时计算机软件构建三维坐标系,以垂直于样品表面方向为Z轴,之后通过二维精密载物台控制X轴向一个方向移动,移动一定步进(小于实际视场半径,步进的大小是计算机根据视场半径的大小确定的,一次移动的步进小于视场直径的2/3),再拍摄下一个像点的图像,依次动作,获得一系列图像;再控制Y轴移动一定步进(小于实际视场半径),控制X轴向反方向移动依次拍摄,如此重复以上动作,具体观测动作如图2所示,可以实现对整个样品某一景深内缺陷的观测,再通过计算机控制计算图像方位和尺寸,去除重叠部分,即可组合成完整的某一景深内的扩展平面图像。

[0049] 在完成样品表面附近的均匀性检测后,通过计算机控制红外变焦透镜的移动,使焦平面向材料内部移动一定步进,从而观测到材料内部更深一层的缺陷,而后重复以上操作,实现在此焦平面附近的均匀性观测,如此重复实现对材料内部不同焦平面附近的缺陷观测。

[0050] 最后计算机及软件系统通过计算不同焦平面的相对高度,结合不同焦平面的图像差异对观测结果进行三维合成及图像修正,实现图像的三维合成,从而获得待测材料内部整体缺陷的位置、三维形貌和分布的精细信息。

[0051] 所述三维成像技术,其图像三维合成的步骤如下:

[0052] 1) 计算机采集若干相同(X, Y)坐标而不同景深的二维图像数据。

[0053] 2) 计算机将步骤1)获得的各个二维图像数据根据初始构建的三维坐标系依次叠加并转换为三维图像数据。

[0054] 3) 设置视角为图像中心点垂直方向视角,并根据视角转换步骤2)获得三维图像数据,生成最终的三维图像数据。

[0055] 所述三维成像技术为实时的三维合成,每次获得的最新的二维图像数据融合进已有的三维图像数据中,从而实时更新三维图像。

[0056] 本发明提出的可见光不透明红外光学材料的均匀性检测方法和装置,采用独特的变焦成像及软件多景深合成技术,结合机械精密控制技术,既可获得待测红外材料内部聚焦面一定景深内缺陷的形貌和位置信息,又可实现待测红外材料内部缺陷的三维形貌和位置信息,从而实现红外光学材料均匀性的精细检测功能。

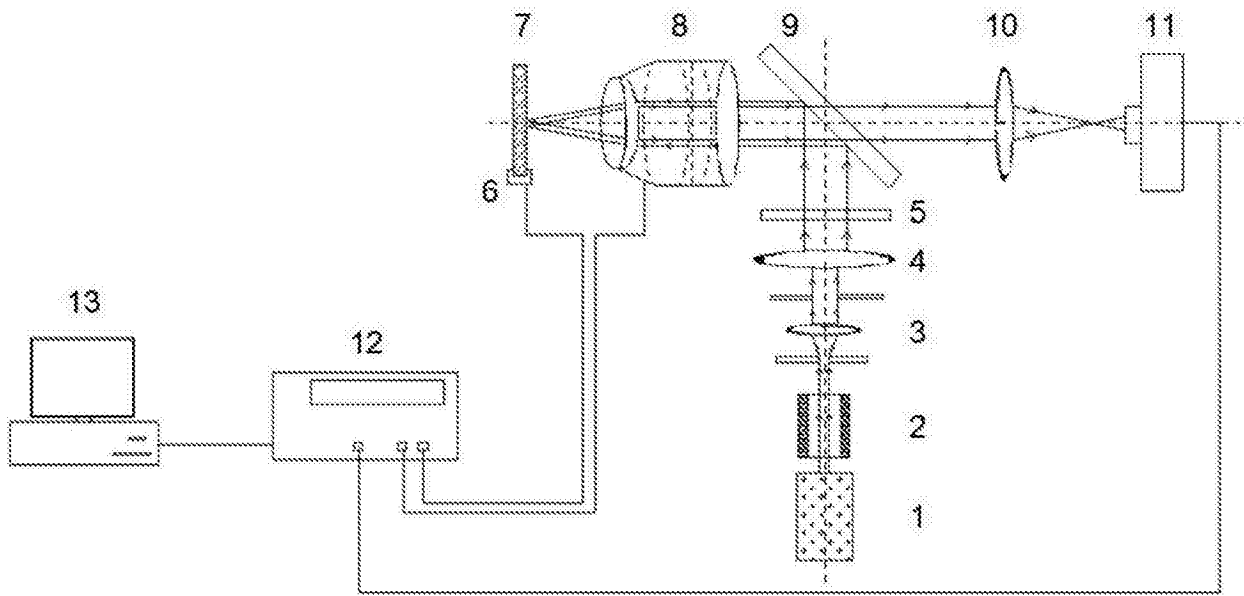


图 1

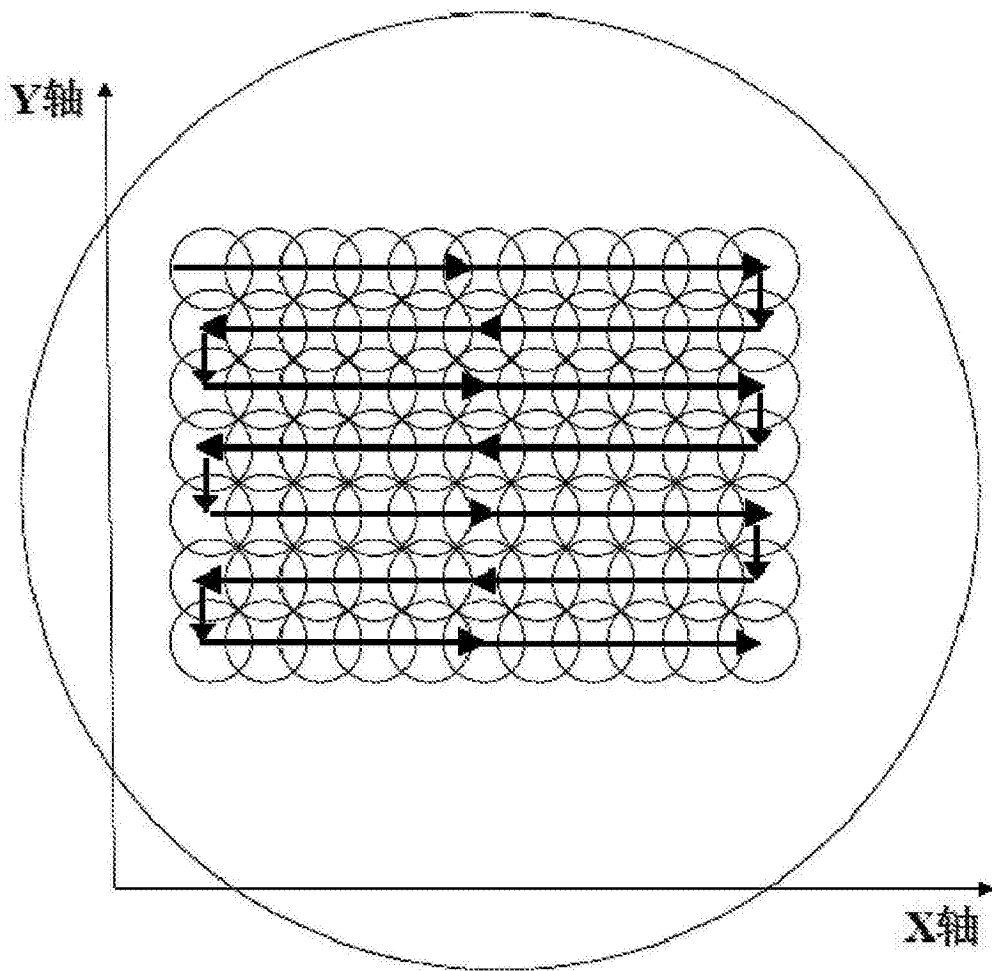


图 2