



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103308286 A

(43) 申请公布日 2013. 09. 18

(21) 申请号 201310256926. 2

(22) 申请日 2013. 06. 25

(71) 申请人 上海理工大学

地址 200093 上海市杨浦区军工路 516 号

申请人 上海出版印刷高等专科学校

(72) 发明人 李春梅 曾忠 郑亮 徐东

方恩印 周颖梅 程鹏飞 金张英

(74) 专利代理机构 上海精晟知识产权代理有限公司 31253

代理人 冯子玲

(51) Int. Cl.

G01M 11/02 (2006. 01)

G01B 7/28 (2006. 01)

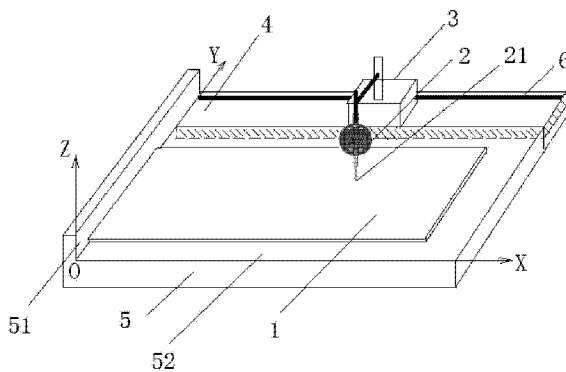
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

## (54) 发明名称

立体印刷用柱镜光栅参数检测方法

## (57) 摘要

本发明揭示了一种立体印刷用柱镜光栅参数检测方法,包括:将被测柱镜光栅固定放置于工作台上;调节电子数显千分表在电子数显千分表安装座上的位置;沿第一方向移动电子数显千分表,由数据采集模块对电子数显千分表安装座的第一/二方向数据进行采集;所述第一方向与第二方向相互垂直;保存测量的电子数显千分表安装座第一方向数据与电子数显千分表第二方向的数据;对测试数据进行分析,拟合出被测柱镜光栅曲面,计算出被测柱镜光栅板的参数。本发明立体印刷用柱镜光栅参数检测方法,可通过计算机实时检测被测柱镜光栅参数,不需要打印测试条或制作测试图像,避免了人工观测带来的误差,具有高效率、高稳定性和高可靠性的优点。



1. 一种立体印刷用柱镜光栅参数检测方法,其特征在于,所述检测方法包括如下步骤:

步骤 S1、将被测柱镜光栅固定放置于工作台上,被测柱镜光栅有光栅的面向上;

步骤 S2、调节电子数显千分表在安装座上的位置,使触头压在被测光栅第一条的低点附近,并继续下压设定距离,锁紧电子数显千分表位置,并调零;

步骤 S3、电子数显千分表安装座沿第一方向移动,由数据采集模块同时对电子数显千分表安装座的第一方向的位置数据和电子数显千分表上第二方向的数据进行采集;所述第一方向与工作台面所在平面平行,第二方向与工作台面所在平面垂直;

步骤 S4、保存测量的电子数显千分表安装座的第一方向的位置数据和电子数显千分表上第二方向的数据;

步骤 S5、对测试数据进行分析,拟合出被测柱镜光栅曲面,计算出被测柱镜光栅板的参数。

2. 根据权利要求 1 所述的立体印刷用柱镜光栅参数检测方法,其特征在于:

所述步骤 S3 中,所述电子数显千分表安装座沿第一方向的移动由带减速器的电机驱动精密丝杆螺母机构实现,由一对导轨保证其运动方向,由高精度位置光栅记录其位置数据;

电子数显千分表的触头在第二方向的运动为被动移动,电子数显千分表的触头在被测柱镜光栅表面移动时一直与被测柱镜光栅曲面保持接触,于是电子数显千分表上第二方向的数据变化反应了被测柱镜光栅表面的曲面变化,该数据通过 USB 口或串口被数据采集模块采集;

计算机通过数据采集模块同时采集电子数显千分表安装座第一方向高精度位置光栅的数据和电子数显千分表上第二方向的数据;在计算机屏幕上实时显示被测柱镜光栅的轮廓曲线,并标出横纵坐标。

3. 根据权利要求 2 所述的立体印刷用柱镜光栅参数检测方法,其特征在于:

所述电子数显千分表的触头是定制的、半径为 5 微米的小球。

4. 根据权利要求 1 至 3 之一所述的立体印刷用柱镜光栅参数检测方法,其特征在于:

所述步骤 S5 中,根据采集到的电子数显千分表安装座在第一方向的数据和电子数显千分表上第二方向的数据,计算出被测柱镜光栅线数 LPI、栅距  $p$ 、厚度  $d$  和光栅曲面半径  $R$  的步骤:

步骤 S51、测量数据中,第一方向数据为  $(x_1, x_2, \dots, x_p)$  和第二方向数据为  $(z_1, z_2, \dots, z_p)$ ;

步骤 S52、利用上述数据在计算机上实时显示光栅圆弧曲面形状,并对数据进行筛选与分析;

步骤 S53、将测量曲线开头和结尾不构成完整光栅圆弧面的数据删除;

步骤 S54、划分出第一条光栅的第一方向数据为  $(x_{11}, x_{12}, x_{13}, \dots, x_{1(m-1)}, x_{1m})$ ,其对应的第二方向数据为  $(z_{11}, z_{12}, z_{13}, \dots, z_{1(m-1)}, z_{1m})$ ;第二条光栅的第一方向数据为  $(x_{21}, x_{22}, x_{23}, \dots, x_{2(s-1)}, x_{2s})$ ,其对应的第二方向数据为  $(z_{21}, z_{22}, z_{23}, \dots, z_{2(s-1)}, z_{2s})$ ;同理,第  $n$  条光栅的第一方向数据为  $(x_{n1}, x_{n2}, x_{n3}, \dots, x_{n(q-1)}, x_{nq})$ ,其对应的第二方向数据为  $(z_{n1}, z_{n2}, z_{n3}, \dots, z_{n(q-1)}, z_{nq})$ ;

步骤 S55、找出第一条光栅到第 n 条光栅的最低点的坐标为  $(x_{1L}, z_{1L}), (x_{2L}, z_{2L}), \dots, (x_{nL}, z_{nL})$ , 最高点的坐标为  $(x_{1H}, z_{1H}), (x_{2H}, z_{2H}), \dots, (x_{nH}, z_{nH})$ , 用最小二乘法拟合出光栅半径  $R_1, R_2, \dots, R_n$ ;

步骤 S56、计算出被测光栅的平均栅距为  $p = \frac{(x_{nL} - x_{1L}) + (x_{nH} - x_{1H})}{2n}$ , 则该光栅板的平均线数为  $LPI = 25.4/p$ , 光栅的厚度  $d = \frac{z_{nH} - z_{1H}}{n}$  和曲率半径  $R = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n}$ 。

5. 根据权利要求 1 所述的立体印刷用柱镜光栅参数检测方法, 其特征在于:  
步骤 S1 中, 被测柱镜光栅的一端与工作台面的基准面对齐靠紧。
6. 根据权利要求 1 所述的立体印刷用柱镜光栅参数检测方法, 其特征在于:  
步骤 S2 中, 调节电子数显千分表在安装座上的位置, 使触头压在被测光栅第一条的低点附近, 并继续下压 0.3 ~ 0.8mm, 锁紧电子数显千分表位置并调零。
7. 根据权利要求 1 所述的立体印刷用柱镜光栅参数检测方法, 其特征在于:  
步骤 S4 中, 在保存测量数据的同时, 在计算机界面上实时画出变化曲线。

## 立体印刷用柱镜光栅参数检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于光学检测技术领域,涉及一种柱镜光栅参数检测方法,尤其涉及一种立体印刷用柱镜光栅参数检测方法。

### 背景技术

[0002] 在传统印刷行业中,普通的平面印刷品在信息传播领域的地位正在逐渐下滑。而使静态的二维图像变得栩栩如生的立体印刷,正冲击着人们的视觉感受,成为印刷行业的一个新的经济增长点。立体印刷是融合了光栅板折射分像技术与印刷技术,将经过特殊编码处理的多幅图像印刷在同一平面上,利用光栅使平面图像呈现出三维立体视觉效果或动画变异效果的印刷方式。目前,立体印刷市场所用光栅主要为柱面透镜光栅,简称柱镜光栅,是应用最多、也是最成熟的光栅材料。

[0003] 柱镜光栅板参数包括光栅线数 LPI (栅距  $p=25.4/LPI$ ,单位 :mm)、厚度  $d$ 、曲率半径  $R$ 、折射率  $n$  和透射率  $S$ 。选定了板材材料,折射率  $n$  和透射率  $S$  就已经固定。柱镜光栅厂家会提供一个柱镜光栅线数的理论值,而由于批量生产误差的存在,该值不够精确。立体印刷的制作者主要关心的是所用柱镜光栅的准确的线数或栅距。因为在使用专业的三维立体软件制作立体印刷用的立体图像时,是对左右视觉图像根据柱镜光栅板参数进行纵向条状分割编号,再按照拍摄时图像所居位置次序将同样编号的条顺序排列,形成一幅新的包含立体信息的图像。

[0004] 柱镜光栅线数的准确度是立体印刷成败的关键步骤。柱镜光栅校对正确的情况下,印刷的立体画面会很清晰,没有晃动点,不眼晕,看起来很舒服。反之则画面模糊,晃来晃去,眼晕,不舒服,如果是变画,则变的不彻底,有残影。所以,在立体印刷前,如何准确检测所用柱镜光栅的线数具有很重要的意义。

[0005] 目前常用的柱镜光栅线数测试过程如下:

[0006] (1) 根据柱镜光栅厂家提供的立体光栅的理论线数,用光栅测试软件打印出大致范围,然后盖上柱镜光栅,用观察哪个测试条比较接近全黑全白;

[0007] (2) 在这个接近的测试条的基础上,再生成更高精度的光栅条,盖上柱镜光栅测试,直到全黑全白为止,相对应的光栅条就是要找的光栅线数。

[0008] 何赛军在 2009 年硕士论文《基于柱镜光栅的多视点自由立体显示技术研究》和 2010 年 1 月 13 日获得授权的专利 CN200810062514.4 “基于柱镜光栅 LCD 自由立体显示设备的通用光栅参数测量方法”中,采用通过基于柱镜光栅的 LCD 自由立体显示设备观察全黑全白 RGB 图像,来测量柱镜光栅的线数和倾斜角。该方法把传统的打印测试条改成了在 LCD 上显示全黑全白 RGB 图像,仍然通过人工观察能否获得全黑或全白的效果。

[0009] 从上述方法可以看出传统立体光栅校对技术的缺陷:(1) 测试比较麻烦,需要打印很多测试条或者制作很多测试图像;(2) 通过人工视觉判断是否全黑或全白,人为因素影响较大;(3) 检测精度无法保证。

[0010] 有鉴于此,如今迫切需要设计一种新的柱镜光栅参数检测方法,以便克服现有方

法的上述缺陷。

## 发明内容

[0011] 本发明所要解决的技术问题是：提供一种立体印刷用柱镜光栅参数检测方法，可准确、快捷、自动的立体印刷用柱镜光栅线数 LPI。

[0012] 为解决上述技术问题，本发明采用如下技术方案：

[0013] 一种立体印刷用柱镜光栅参数检测方法，所述检测方法包括如下步骤：

[0014] 步骤 S1、将被测柱镜光栅固定放置于工作台上，被测柱镜光栅有光栅的面向上；

[0015] 步骤 S2、调节电子数显千分表在电子数显千分表安装座上的位置，使触头压在起始光栅的低点附近，并继续下压设定距离，锁紧电子数显千分表位置，并调零；

[0016] 步骤 S3、电子数显千分表安装座沿第一方向移动，由数据采集模块同时对电子数显千分表安装座的第一方向的位置数据和电子数显千分表上第二方向的数据进行采集；所述第一方向与工作面所在平面平行；

[0017] 步骤 S4、保存测量的电子数显千分表安装座的第一方向的位置数据和电子数显千分表上第二方向的数据；

[0018] 步骤 S5、对测试数据进行分析，拟合出被测柱镜光栅曲面，计算出被测柱镜光栅板的参数。

[0019] 作为本发明的一种优选方案，所述步骤 S3 中，所述电子数显千分表安装座沿第一方向的移动由带减速器的电机驱动精密丝杆螺母机构实现，由一对导轨保证其运动方向，由高精度位置光栅记录其位置数据；

[0020] 电子数显千分表触头在第二方向的运动为被动移动，电子数显千分表的触头在被测柱镜光栅表面移动时一直与被测柱镜光栅曲面保持接触，于是电子数显千分表的触头在第二方向的位置变化反应了被测柱镜光栅表面的曲面变化；

[0021] 计算机通过数据采集模块同时采集电子数显千分表安装座第一方向高精度位置光栅的数据和电子数显千分表上第二方向的数据；在计算机屏幕上实时显示被测柱镜光栅的轮廓曲线，并标出横纵坐标。

[0022] 作为本发明的一种优选方案，所述电子数显千分表的触头是半径为 5 微米的特制小球。

[0023] 作为本发明的一种优选方案，所述步骤 S5 中，根据采集到的第一方向和第二方向数据，计算出被测柱镜光栅线数 LPI、栅距  $p$ 、厚度  $d$  和光栅曲面半径  $R$  的步骤：

[0024] 步骤 S51、测量数据中，第一方向数据为  $(x_1, x_2, \dots, x_p)$  和第二方向数据为  $(z_1, z_2, \dots, z_p)$ ；

[0025] 步骤 S52、利用上述数据在计算机上实时显示光栅圆弧曲面形状，并对数据进行筛选与分析；

[0026] 步骤 S53、将测量曲线开头和结尾不构成完整光栅圆弧面的数据删除；

[0027] 步骤 S54、划分出第一条光栅的第一方向数据为  $(x_{11}, x_{12}, x_{13}, \dots, x_{1(m-1)}, x_{1m})$ ，其对应的第二方向数据为  $(z_{11}, z_{12}, z_{13}, \dots, z_{1(m-1)}, z_{1m})$ ；第二条光栅的第一方向数据为  $(x_{21}, x_{22}, x_{23}, \dots, x_{2(s-1)}, x_{2s})$ ，其对应的第二方向数据为  $(z_{21}, z_{22}, z_{23}, \dots, z_{2(s-1)}, z_{2s})$ ；同理，

第  $n$  条光栅的第一方向数据为  $(x_{n1}, x_{n2}, x_{n3}, \dots, x_{n(q-1)}, x_{nq})$ , 其对应的第二方向数据为  $(z_{n1}, z_{n2}, z_{n3}, \dots, z_{n(q-1)}, z_{nq})$ ;

[0028] 步骤 S55、找出第一条光栅到第  $n$  条光栅的最低点的坐标为  $(x_{1L}, z_{1L}), (x_{2L}, z_{2L}), \dots, (x_{nL}, z_{nL})$ , 最高点的坐标为  $(x_{1H}, z_{1H}), (x_{2H}, z_{2H}), \dots, (x_{nH}, z_{nH})$ , 用最小二乘法拟合出光栅半径  $R_1, R_2, \dots, R_n$ ;

[0029] 步骤 S56、计算出被测光栅的平均栅距为  $p = \frac{(x_{nL} - x_{1L}) + (x_{nH} - x_{1H})}{2n}$ , 则该光栅板

的平均线数为  $LPI = 25.4/p$ , 光栅的厚度  $d = \frac{z_{nH} - z_{1H}}{n}$  和曲率半径  $R = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n}$ 。

[0030] 作为本发明的一种优选方案, 步骤 S1 中, 被测柱镜光栅的一端与工作台面的基准面对齐靠紧; 步骤 S2 中, 使电子数显千分表触头压在被测光栅第一条的低点附近, 并继续下压 0.5mm 左右, 锁紧电子数显千分表位置, 并调零。

[0031] 作为本发明的一种优选方案, 步骤 S4 中, 在保存测量数据的同时, 在计算机界面上实时画出变化曲线。

[0032] 本发明提出的立体印刷用柱镜光栅参数检测方法, 其有益效果在于:

[0033] 1) 本发明方法可通过计算机实时检测被测柱镜光栅参数, 不需要打印测试条或制作测试图像, 避免了人工观测带来的误差, 具有高效率、高稳定性和高可靠性的优点;

[0034] 2) 本发明可以将被测柱镜光栅横截面形状通过计算机实时显示出来, 对测试人员来说直观、形象;

[0035] 3) 由于本发明方法横向和纵向位置检测光栅精度高, 能满足做立体印刷的精度要求;

[0036] 4) 本发明柱镜光栅参数检测方法利用到的装置结构简单, 检测的数据值精确可靠, 具有很好的市场前景。

## 附图说明

[0037] 图 1-1 为本发明被测柱镜光栅外形示意图。

[0038] 图 1-2 为单个被测柱镜光栅参数图。

[0039] 图 2 为本发明立体印刷用的柱镜光栅线数检测方法原理图。

[0040] 图 3 为本发明立体印刷用的柱镜光栅线数检测装置布局示意图。。

[0041] 图 4 为测试数据示意图。

[0042] 附图中的标号名称:

[0043] 被测柱镜光栅 1; 电子数显千分表 2; 电子数显千分表触头 21; 电子数显千分表安装座 3; 驱动机构 4; 工作面 5; 垂直基准面 51; 水平基准面 52; 高精度位置光栅 6;

[0044] 栅距  $p$ ; 厚度  $d$ ; 曲率半径  $R$ ;

[0045] 第一条光栅的最高、最低点坐标为  $(x_{1H}, z_{1H})$ 、 $(x_{1L}, z_{1L})$ ;

[0046] 第二条光栅的最高、最低点坐标为  $(x_{2H}, z_{2H})$ 、 $(x_{2L}, z_{2L})$ ;

[0047] 第  $n$  条光栅的最高、最低点坐标为  $(x_{nH}, z_{nH})$ 、 $(x_{nL}, z_{nL})$ 。

## 具体实施方式

[0048] 下面结合附图详细说明本发明的优选实施例。

[0049] 实施例一

[0050] 请参阅图 2、图 3，本发明揭示了一种立体印刷用柱镜光栅线数检测方法，具体包括以下步骤：

[0051] 【步骤 S1】将被测柱镜光栅 1 放置于大理石工作台面 5 上，柱镜光栅 1 的左端与大理石台面 5 的垂直基准面 51 对齐靠紧，被测柱镜光栅 1 有光栅的面向上，平面放置在大理石工作台面 5 的水平基准面 52 上。

[0052] 【步骤 S2】启动测试系统，所有传感器初始化；如图 1-1、图 1-2 所示，建立坐标系，X 轴、Y 轴设置于大理石工作台面（或被测柱镜光栅平面）上，或者与大理石工作台面（或被测柱镜光栅平面）平行。电机驱动电子数显千分表安装座 3 沿 X 方向移动至最右边的第一条光栅低点附近，并继续下压 0.3 ~ 0.8mm（如 0.5mm），锁紧电子数显千分表位置并调零。

[0053] 【步骤 S3】开始测量，电子数显千分表安装座 3 沿 X 负方向移动，计算机通过高速数据采集卡同时采集高精度位置光栅 4 和电子数显千分表 USB 或串口的数据，高精度位置光栅 4 记录的是电子数显千分表安装座 3 的 X 方向的位置，电子数显千分表 USB 或串口记录的是电子数显千分表触头 21 在 Z 方向产生的位移，同时在计算机屏幕上可以实时显示光栅的轮廓曲线，并标出横纵坐标。

[0054] 具体地，本实施例中，所述电子数显千分表安装座 3 沿水平方向（即与工作台面平行的方向）的移动由驱动机构 4 实现，驱动机构 4 是由带减速器的电机驱动精密丝杆螺母机构实现，由一对导轨保证电子数显千分表安装座 3 的运动方向，由高精度位置光栅 6 记录其位置数据。电子数显千分表触头 21 在垂直方向的运动为被动移动，电子数显千分表触头 21 在被测柱镜光栅表面移动时一直与被测柱镜光栅曲面保持接触，于是电子数显千分表触头 21 的在垂直方向的位置变化反应了被测柱镜光栅 1 表面的曲面变化。计算机通过数据采集模块同时采集高精度位置光栅 6 和电子数显千分表触头 21 的数据；在计算机屏幕上实时显示被测柱镜光栅的轮廓曲线，并标出横纵坐标。

[0055] 【步骤 S4】把步骤 S3 中测量的 X 方向和 Z 方向的数据保存到数据库中，以后可以在历史数据中查询，并可在计算机界面上显示光栅的历史数据曲线；

[0056] 【步骤 S5】对测试数据进行分析，计算出光栅线数 LPI，栅距 p，厚度 d 和光栅曲面半径 R，LPI 无量纲，其余单位均为 mm。

[0057] 步骤 S5 具体包括如下步骤：

[0058] 步骤 S51、测量的 X 方向数据为  $(x_1, x_2, \dots, x_p)$  和 Z 方向数据为  $(z_1, z_2, \dots, z_p)$ ；

[0059] 步骤 S52、利用上述数据在计算机上实时显示光栅圆弧曲面形状，并对数据进行筛选与分析；

[0060] 步骤 S53、将测量曲线开头和结尾不构成完整光栅圆弧面的数据删除；

[0061] 步骤 S54、划分出第一条光栅的 X 方向数据为  $(x_{11}, x_{12}, x_{13}, \dots, x_{1(m-1)}, x_{1m})$ ，其对应的 Z 方向数据为  $(z_{11}, z_{12}, z_{13}, \dots, z_{1(m-1)}, z_{1m})$ ；第二条光栅的 X 方向数据为  $(x_{21}, x_{22}, x_{23}, \dots, x_{2(s-1)}, x_{2s})$ ，其对应的 Z 方向数据为  $(z_{21}, z_{22}, z_{23}, \dots, z_{2(s-1)}, z_{2s})$ ；同理，第 n 条光栅的 X 方向数据为  $(x_{n1}, x_{n2}, x_{n3}, \dots, x_{n(q-1)}, x_{nq})$ ，其对应的 Z 方向数据为  $(z_{n1}, z_{n2}, z_{n3}, \dots, z_{n(q-1)}, z_{nq})$ ；

[0062] 步骤 S55、请参阅图 4，找出第一条光栅到第 n 条光栅的最低点的坐标为  $(x_{1L}, z_{1L}), (x_{2L}, z_{2L}), \dots, (x_{nL}, z_{nL})$ ，最高点的坐标为  $(x_{1H}, z_{1H}), (x_{2H}, z_{2H}), \dots, (x_{nH}, z_{nH})$ ，用最小

二乘法拟合出光栅半径  $R_1, R_2, \dots, R_n$ ;

[0063] 步骤 S56、计算出被测光栅的平均栅距为  $p = \frac{(x_{nL} - x_{1L}) + (x_{nH} - x_{1H})}{2n}$ , 则该光栅板

的平均线数为  $LPI = 25.4/p$ , 光栅的厚度  $d = \frac{z_{nH} - z_{1H}}{n}$  和曲率半径  $R = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n}$ 。

[0064] 综上所述, 本发明提出的立体印刷用柱镜光栅参数检测方法, 可通过计算机实时检测被测柱镜光栅参数, 不需要打印测试条或制作测试图像, 避免了人工观测带来的误差, 具有高效率、高稳定性和高可靠性的优点。同时, 本发明可以将被测柱镜光栅横截面形状通过计算机实时显示出来, 对测试人员来说直观、形象。由于本发明方法横向和纵向位置数据精度高, 能满足做立体印刷的精度要求。此外, 本发明柱镜光栅参数检测方法利用到的装置结构简单, 检测的数据值精确可靠, 具有很好的市场前景。

[0065] 这里本发明的描述和应用是说明性的, 并非想将本发明的范围限制在上述实施例中。这里所披露的实施例的变形和改变是可能的, 对于那些本领域的普通技术人员来说实施例的替换和等效的各种部件是公知的。本领域技术人员应该清楚的是, 在不脱离本发明的精神或本质特征的情况下, 本发明可以以其它形式、结构、布置、比例, 以及用其它组件、材料和部件来实现。在不脱离本发明范围和精神的条件下, 可以对这里所披露的实施例进行其它变形和改变。



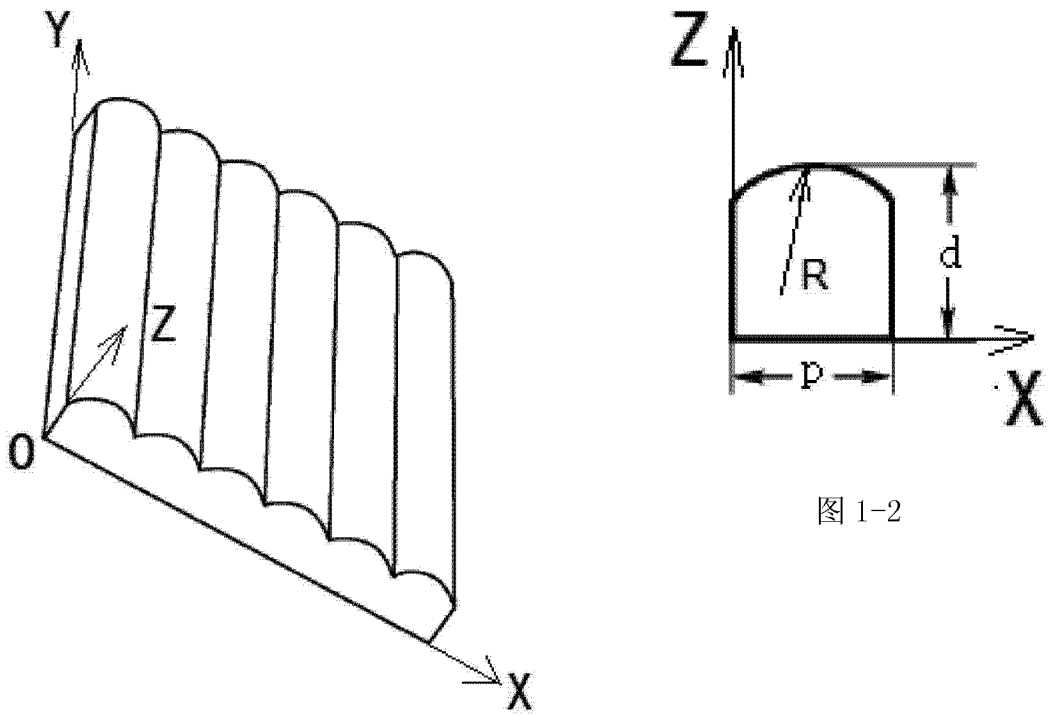


图 1-2

图 1-1

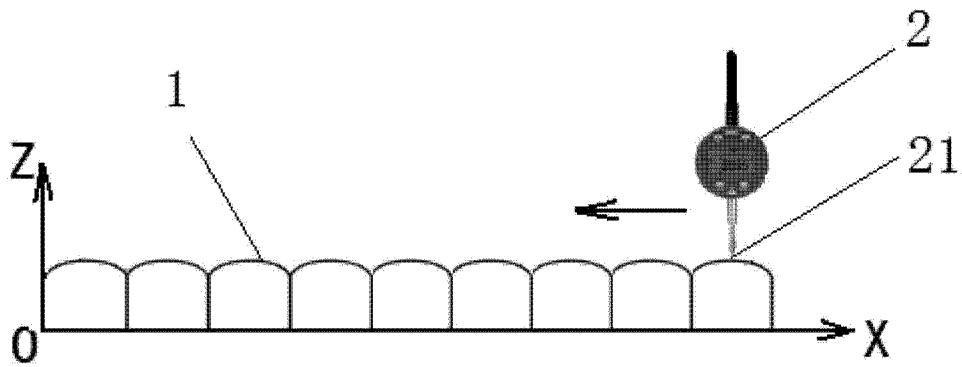


图 2

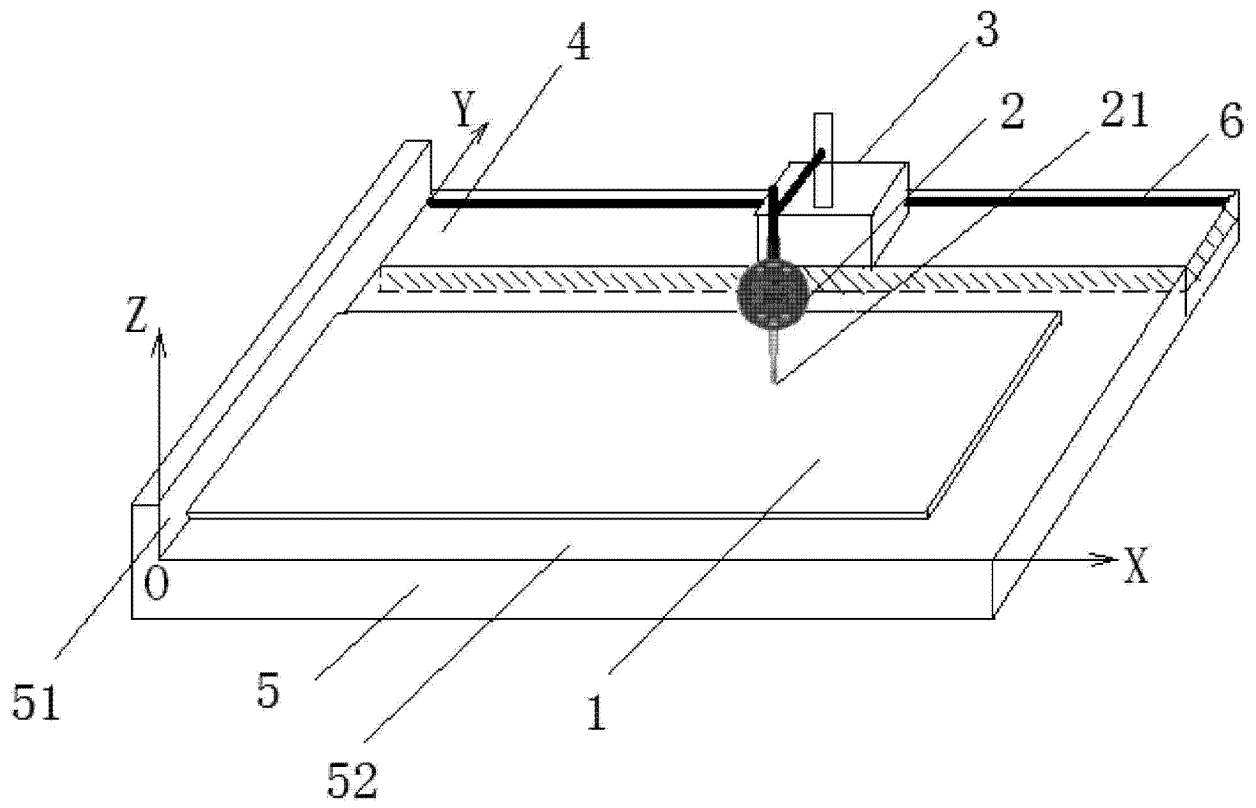


图 3

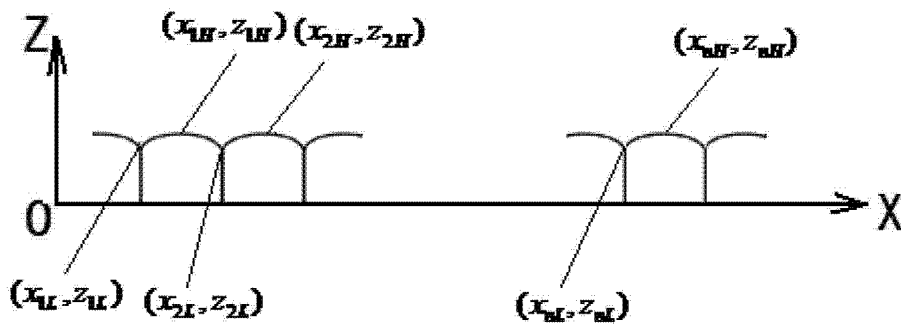


图 4