

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.⁷
G01B 11/08
G02B 21/36



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00105546.1

[43] 授权公告日 2003 年 8 月 13 日

[11] 授权公告号 CN 1117964C

[22] 申请日 2000.3.31 [21] 申请号 00105546.1

[71] 专利权人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园

[72] 发明人 汪家道 陈大融 孔宪梅

审查员 方波

[74] 专利代理机构 北京清亦华专利事务所

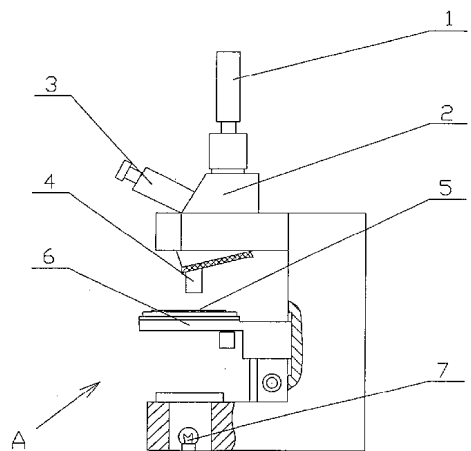
代理人 罗文群

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 5 页

[54] 发明名称 纤维尺寸测量专用显微装置

[57] 摘要

本发明涉及一种纤维尺寸测量方法及其装置，首先制作纤维样品，然后采集纤维图像，分离纤维图像背景，识别纤维跟踪，测量纤维尺寸，统计计算纤维尺寸。本发明的装置包括目镜、物镜、样品台、光源、摄像头和接口附件。由于本发明的纤维测量方法和合理、紧凑的专用显微测量装置，使得纤维尺寸测量快速、准确，测量误差被极大地减少。



ISSN 1008-4274

1、一种纤维尺寸测量专用显微装置，包括目镜、物镜、样品台、光源，样品台置于物镜下方，光源置于样品台下方；其特征在于还包括摄像头和接口附件，所述的摄像头通过接口附件置于显微装置上方；所述的光源为单色光源；所述样品台为步进电机驱动工作台，该工作台包括底座、x方向工作台面、y方向工作台面、x方向步进电机和y方向步进电机，x方向步进电机和y方向步进电机分别固定在y方向工作台面的两侧；所述的底座固定在显微装置样品台台架上，底座两侧开有y方向阳滑道，滑道中有滚珠，底座的一侧固定有y方向齿条，该齿条与y方向步进电机的齿轮啮合；所述的y方向工作台面包括台面、x方向阴滑道和y方向阴滑道，台面的中央开有光孔，台面的两侧为凸起，两边凸起的内侧为y方向阴滑道，y方向阴滑道分别与底座两侧的y方向阳滑道通过滚珠成滑动配合，x方向阴滑道垂直于y方向阴滑道；所述的x方向工作台面包括连接块、滑道块和x方向齿条，x方向齿条固定在滑道块上，x方向齿条与x方向步进电机的齿轮相啮合，连接块的上顶面与滑道块的上顶面相对固定，连接块的下顶面为U型结构台面，U型台面伸出处于y方向工作台面下部，滑道块的两侧开有x方向阳滑道，x方向阳滑道与y方向工作台面上的x方向阴滑道通过滚珠成滑动配合。

2、如权利要求1所述的专用显微装置，其中所述的步进电机控制电路包括两个矩形脉冲发生器，用于产生矩形脉冲，两个八选一选择器，用于对矩形脉冲的选择，以及一个运算放大器，用于将电压放大，输出后控制步进电机。

纤维尺寸测量专用显微装置

技术领域

本发明涉及一种纤维尺寸测量方法及装置,属微测量技术领域。

背景技术

纤维直径等参数是衡量其产品质量的重要标志,且这些参数已被国际羊毛纤维组织(IWTO)接受为国际标准。为了测量纤维直径及相关的参数,国际上已发展了一系列方法。其中比较成熟和广泛应用的方法有投影显微法和基于计算机图像分析的方法。

投影显微法发展相对较为成熟,在我国被广泛采用,但它存在许多本身不可克服的缺点。这些缺点主要为:

(一)测量速度慢、工作效率低。投影显微法的纤维直径测量完全是由人工在暗室中一根一根进行的,因此其测量速度非常慢,工作效率低。

(二)费用高。投影显微法测量速度慢且劳动强度大,在实际测量中,需要雇佣较多的人和购置较多台仪器,这无形中增加了成本。

(三)测量精度低。人工手动测量结果会受到较大的人为因素干扰,从而降低了测量精度和可信度,使得测量结果很难被承认。目前越来越激烈的国际竞争环境下,国内采用这种测量方法测量的结果已无法被国际相关厂商所承认。

随着技术的发展,尤其是计算机和图像处理技术的发展,利用计算机进行纤维直径及相关参数的测量越来越可行。由澳大利亚厂商提供的光学纤维直径分析仪(OFDA)目前正被一些单位使用,从其使用状况来说,它比投影法要方便和快速得多。它的基本原理是对纤维图像进行显微放大和并对显微放大图像进行处理和纤维尺寸测量。该仪器虽效率较高,但同样存在一些不足:

(一)显微镜工作台的驱动电机是一边悬挂的,因此受力不均匀;

(二)该仪器选用的图像采集卡是一种高速图像卡,因此使得它制作成本非常昂贵,同时其通用性也大大下降;

(三)OFDA所使用的光源为可切换光源,其目的是产生明暗场以便满足不同的图像处理需要。这种光源的可切换造成了光源制造和控制的复杂性;

(四)软件工作平台为DOS下,且数据文件不能同其它软件共享,没有管理功能;

(五)该产品价格非常昂贵,因此极大地限制了它的广泛应用。

发明内容

本发明的目的是提出一种纤维尺寸测量方法及专用显微装置。将计算机、控制、显微和图像处理技术相结合，开发了基于纤维形状特征的纤维尺寸测量方法和装置。由于采用了独特技术，使得其具有明显的技术先进性。

本发明提出的纤维尺寸测量方法，包括以下各步骤：

(1) 纤维样品制作：

清洗并晾干后的纤维经刀刃间距为 2 毫米的双刃刀切割后形成长短在 2 毫米的纤维，将切断后的纤维经撒布器均匀撒布在制样玻璃上，撒布时间一般为 30 秒。在纤维撒布的玻璃片上再盖上一片玻璃，将纤维夹紧。如此就完成了纤维样品的制作。

(2) 纤维图像采集：

纤维图像采集是指将纤维样品由显微镜放大后的图像经摄像头、图像采集卡采集到计算机内存中。

(3) 纤维图像背景分离：

纤维图像背景分离是指将纤维图像中纤维成像部分同其它部分分离开。其分离的原理是根据纤维图像部分同其它部分在灰度上存在明显的差别，这种差别主要为纤维图像部分的灰度值较大，而其它部分较小，因此可通过选择一个中界值来将纤维和其它部分分离开来。

(4) 纤维跟踪识别：

纤维尺寸主要是由其轮廓信息所决定的，因此提取其轮廓信息是非常关键的。这里采用的方法为边界链码跟踪方法来实现的，在跟踪过程中，将识别到的边界用特定颜色标识，并将其坐标值记录在计算机内存中，以便后续处理。

(5) 纤维尺寸测量：

纤维尺寸测量是该方法的目的，测量参数都是从纤维边界中计算出来的，这些参数是：

纤维直径：纤维中点沿纤维垂直方向测量纤维两边轮廓线间的距离；

纤维弯曲率：纤维中点出的纤维弯曲曲率。

单位长度上突起数：
$$\frac{\text{纤维两边轮廓突起总数}}{2 \times \text{纤维长度}}$$

突起面积：
$$\frac{\text{纤维两边轮廓突起面积总和}}{\text{纤维突起总数}}$$

(6) 纤维尺寸统计计算：

纤维样品中的单个纤维尺寸存在很大的随机性，因此只有其统计参数和分布才能更好地反映其质量。该方法所给的统计参数和分布为

(a) 统计参数

平均值（所有测量参数）：
$$\frac{\text{所有测量纤维测量参数总和}}{\text{测量纤维根数}}$$

标准方差（所有测量参数）：
$$\sqrt{E[(\text{纤维参数} - \text{参数平均值})^2]}$$
， E 为数学期望

刺痛因素： $\frac{\text{纤维直径大于规定尺寸的根数}}{\text{测量纤维根数}}$

5%最粗纤维与纤维平均直径差： $5\% \text{最粗毛纤维平均直径} - \text{纤维平均直径}$

5%最细纤维与纤维平均直径差： $\text{纤维平均直径} - 5\% \text{最细毛纤维平均直径}$

(b)分布

纤维直径分布：纤维数量随纤维直径变化的概率分布

纤维弯曲率分布：纤维数量随纤维曲率变化的概率分布

突起大小分布：纤维数量随纤维突起大小的概率分布

单位长度上突起数量分布：纤维数量随单位长度上突起数量的概率分布

本发明提出的纤维尺寸测量专用显微装置，包括目镜、物镜、样品台、光源，样品台置于物镜下方，光源置于样品台下方；还包括摄像头和接口附件，所述的摄像头通过接口附件置于显微装置上方；所述的光源为单色光源；所述样品台为步进电机驱动工作台，该工作台包括底座、x方向工作台面、y方向工作台面、x方向步进电机和y方向步进电机，x方向步进电机和y方向步进电机分别固定在y方向工作台面的两侧；所述的底座固定在显微装置样品台台架上，底座两侧开有y方向阳滑道，滑道中有滚珠，底座的一侧固定有y方向齿条，该齿条与y方向步进电机的齿轮啮合；所述的y方向工作台面包括台面、x方向阴滑道和y方向阴滑道，台面的中央开有光孔，台面的两侧为凸起，两边凸起的内侧为y方向阴滑道，y方向阴滑道分别与底座两侧的y方向阳滑道通过滚珠成滑动配合，x方向阴滑道垂直于y方向阴滑道；所述的x方向工作台面包括连接块、滑道块和x方向齿条，x方向齿条固定在滑道块上，x方向齿条与x方向步进电机的齿轮相啮合，连接块的上顶面与滑道块的上顶面相对固定，连接块的下顶面为U型结构台面，U型台面伸出处于y方向工作台面下部，滑道块的两侧开有x方向阳滑道，x方向阳滑道与y方向工作台面上的x方向阴滑道通过滚珠成滑动配合。

上述显微装置中的步进电机，由专用控制电路进行控制，该控制电路包括两个矩形脉冲发生器，用于产生矩形脉冲；两个八选一选择器，用于对矩形脉冲的选择；以及一个运算放大器，用于将电压放大，输出后控制步进电机。

由于本发明所提出的先进的纤维测量方法和合理、紧凑的专用显微测量装置，使得(1)纤维尺寸测量快速、准确；(2)所测的纤维尺寸几乎包括了所有关于纤维的轮廓特征；(3)由于采用先进的测量方法和合理的装置，使得其成本相对同类产品要低得多；(4)由于专用显微装置中关键部件样品台采用了合理、紧凑的结构，使得其寿命得到了大大的延长，所引起的测量误差被极大地减少。

附图说明

图1为用于本发明方法的专用显微测量装置结构示意图。

图2为从图1的A向观察显微测量装置中的样品台的立体视图。

图3为样品台中y方向工作台面。

图 4 为样品台中 x 方向工作台面。

图 5 为显微装置中步进电机控制电路图。

图 1 一图 4 中 1 是摄像头, 2 是摄像头接口附件, 3 是目镜, 4 是物镜, 5 是纤维样品, 6 是样品台, 7 是光源, 8 是 x 方向工作台面, 9 是 y 方向工作台面, 10 是 y 方向步进电机, 11 是 y 方向齿条, 12 是底座, 13 是 y 方向阳滑道, 14 是 x 方向步进电机, 15 是滑道滚珠, 16 是滑道部分, 17 是 x 方向阴滑道, 18 是光孔, 19 是 y 方向阴滑道, 20 是台面部分, 21 是连接块, 22 是连接块上顶面, 23 是滑道块, 24 是 U 型台面, 25 是齿条, 26 是 x 方向阳滑道, 图 5 中, U1 和 U2 是矩形脉冲发生器, S1 和 S2 是八选一选择器, M1 是运算放大器。

具体实施方式

如图 1 所示, 本发明针对纤维尺寸测量方法, 设计的专用显微装置包括目镜 3、物镜 4、样品台 6、光源 7, 样品台置于物镜下方, 光源 7 置于样品台 6 下方; 还包括摄像头 1 和接口附件 2。摄像头 1 通过接口附件 2 置于显微装置上方。光源 7 为激光或单色光源。样品台 6 为步进电机驱动工作台, 该工作台包括底座 12、x 方向工作台面 8、y 方向工作台面 9、x 方向步进电机 14 和 y 方向步进电机 10。底座 12 固定在显微装置样品台台架上, 底座 12 两侧开有 y 方向阳滑道, 滑道中有滚珠 13, 其中一侧固定有齿条 11, 该齿条与 y 方向步进电机 10 的齿轮啮合。y 方向工作台面 9 由台面 20 和滑道 16 两部分组成。台面部分的中央开有光孔 18, 两侧为凸起, 两边凸起的内侧各开有 y 方向阴滑道 19, 该 y 方向阴滑道分别与底座两侧的 y 方向阳滑道通过滚珠成滑动配合。滑道部分 16 垂直于台面部分 20, 滑道的两侧为凸起, 两边凸起的内侧各开有 y 方向阳滑道 17。x 方向工作台面包括连接块 21、台面 24 和齿条 25; 连接块的上顶面 22 与滑道块的上顶面相对固定, 连接块的下顶面为 U 型结构台面; U 型台面伸出处于 y 方向工作台面 9 的下部。滑道块的顶面上装有齿条 25, 该齿条与 x 方向步进电机 14 的齿轮相啮合, 滑道块的两侧开有 x 方向阳滑道 26, 该 x 方向阳滑道与 y 方向工作台面上的 x 方向阴滑道通过滚珠 15 成滑动配合。

纤维放大显微镜主要有组成为

(1) 光源

显微镜光源采用透射光, 光源采用发光二极管。

显微镜光源的光谱特性将影响被测纤维的显微图像质量。根据纤维形状等特性, 对其进行光学分析得出, 为了获得有利于进一步处理的纤维图像, 所选光源为单色光或激光。

(2) 工作台

如图三所示, 工作台是实现放置其上的纤维样品能够在计算机控制下完成 x 和 y 两个水平方向的间歇运动, 因此该工作台实质是一个二维工作台。工作台由 x 方向工作台面、x 方向步进电机、y 方向工作台面、y 方向步进电机、工作台底座及步进电机

的控制电路组成。x 方向的运动是通过 x 方向工作台面与 y 方向工作台面的相对运动来实现的；y 方向的运动是通过 y 方向工作台面与工作台底座相对运动来实现的。所有相对运动部件间驱动都是通过电机轴上的齿轮和齿条来实现的，而运动部件间的支撑是通过 V 型滚珠滑道来完成的。

步进电机驱动电路如图四所示。控制电路产生电压为 5V、周期为十几毫秒的矩形脉冲或电压为 25V、周期为 4 秒左右的矩形脉冲。

图五中的两个 555 矩形脉冲发生器产生矩形脉冲，其中振荡周期：

$$T_1 = (R_1 + R_2) \cdot C \cdot \ln 2 = (10K + 5K + 10K) \times 1\mu F \times \ln 2 = 17.3 \text{ ms}$$

$$T_2 = (R_1 + R_2) \cdot C \cdot \ln 2 = (170K + 20K + 50K) \times 22\mu F \times \ln 2 = 3.7 \text{ s}$$

占空比 $q = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$ ，并可以通过其中的可调电阻调节。

矩形脉冲信号输出到两个 74151 八选一选择器上，通过 Enable 和 Control 信号线，控制在某时刻要么在第一个 74151 八选一选择器的第 5 管脚上输出周期为 3.7 秒的矩形脉冲；要么在第二个 74151 八选一选择器的第 5 管脚上输出周期为 17.3 毫秒的矩形脉冲。如果输出为周期为 3.7 秒的矩形脉冲，将输出信号输入 MAX578 运算放大器中，MAX578 运算放大器是一个电压放大器，将 5V 的矩形脉冲放大为 25V 的矩形脉冲，通过管脚 1 并经过单向导通二极管输出信号。

(3) 物镜放大倍数应为 4× 或 5×。

摄像头为单色摄像头，其成像把面为 1/2 到 1/4 之间。

图像采集的目的是将摄像头输出的图像采集到计算机内，使其变为计算机可处理的数值化的点阵图像。图像采集卡为通用多媒体卡。

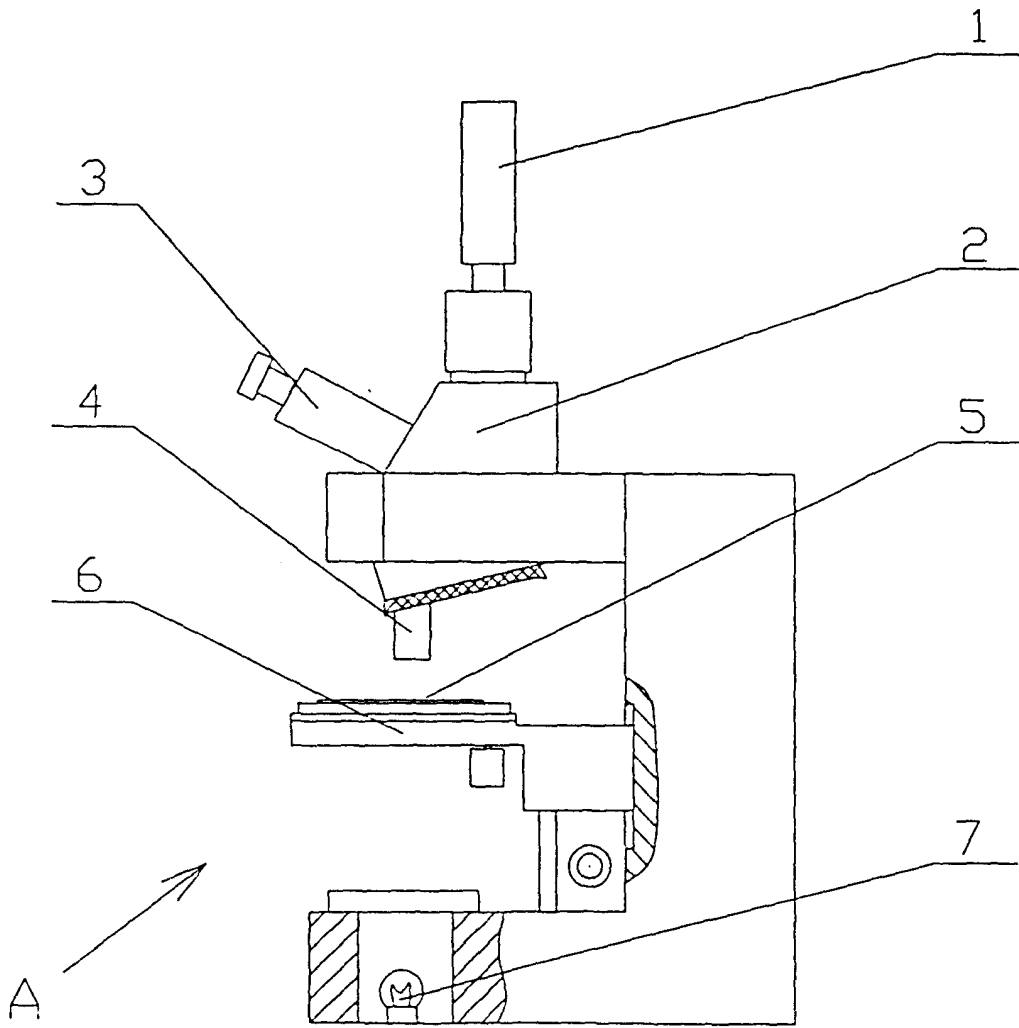


图 1

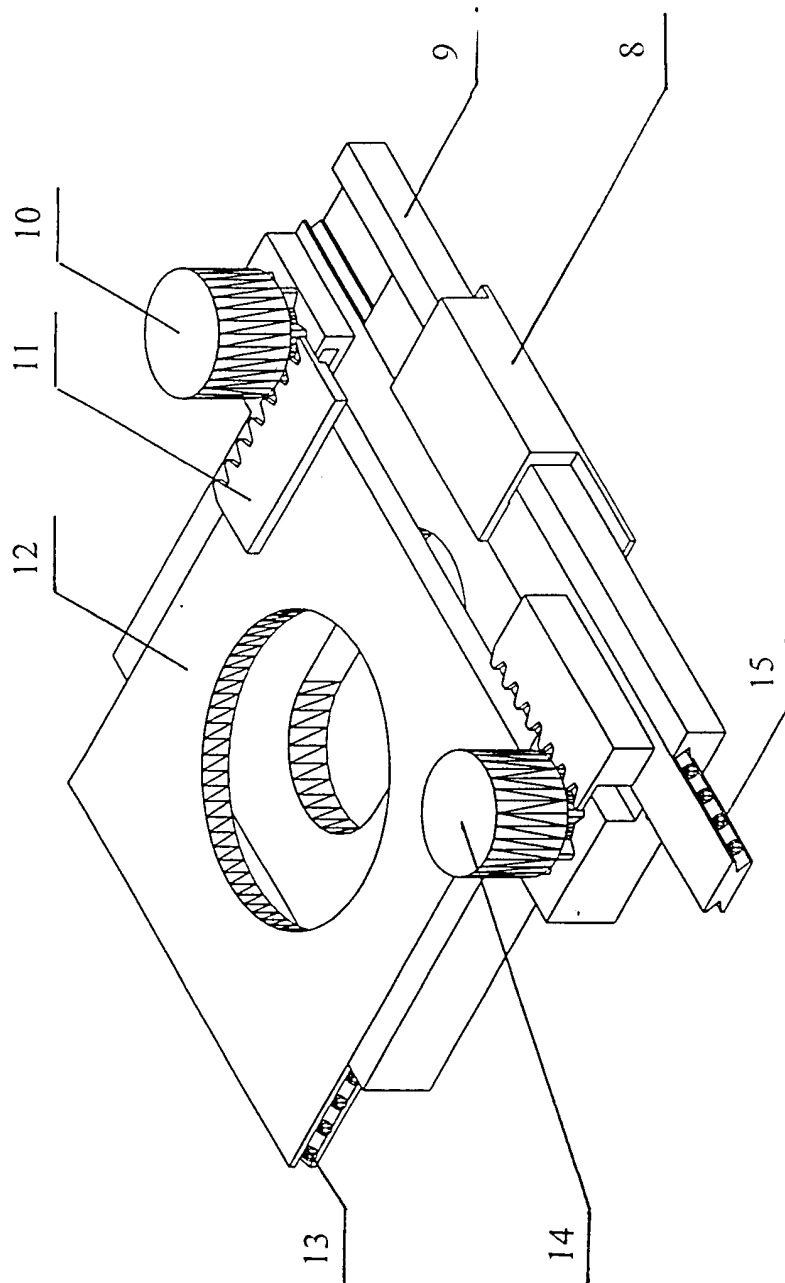


图 2

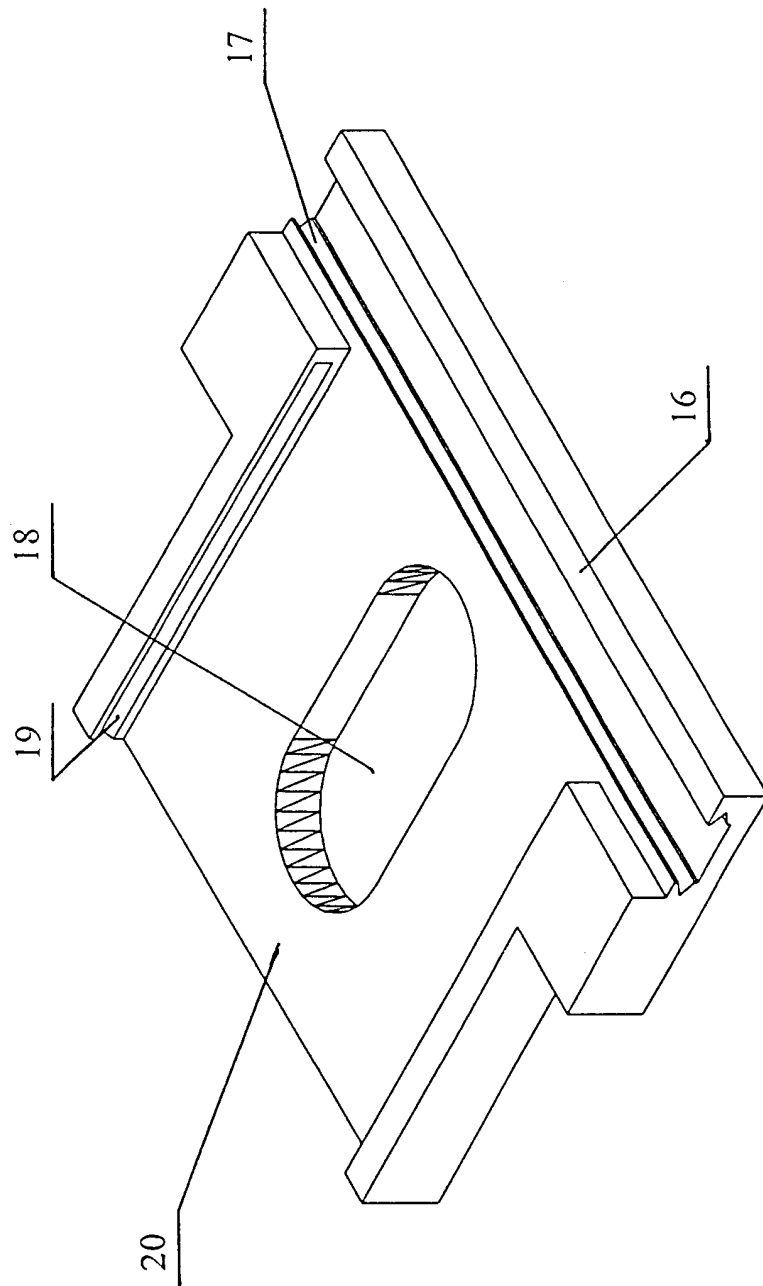


图 3

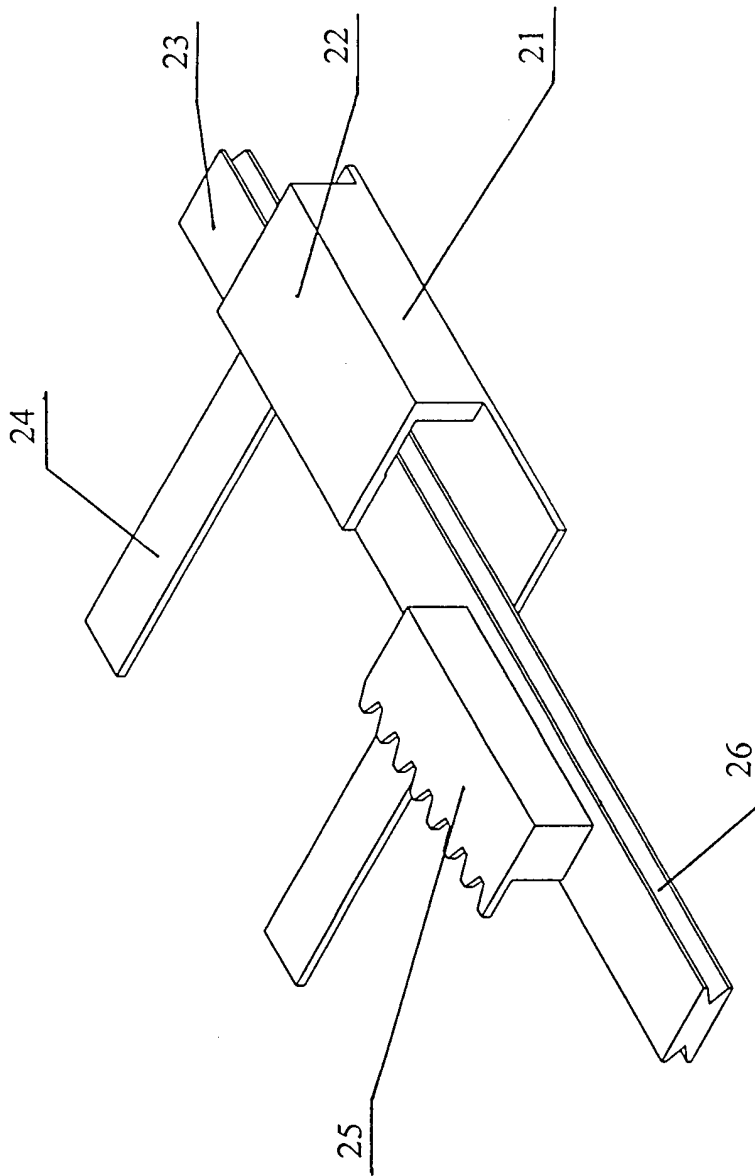


图 4

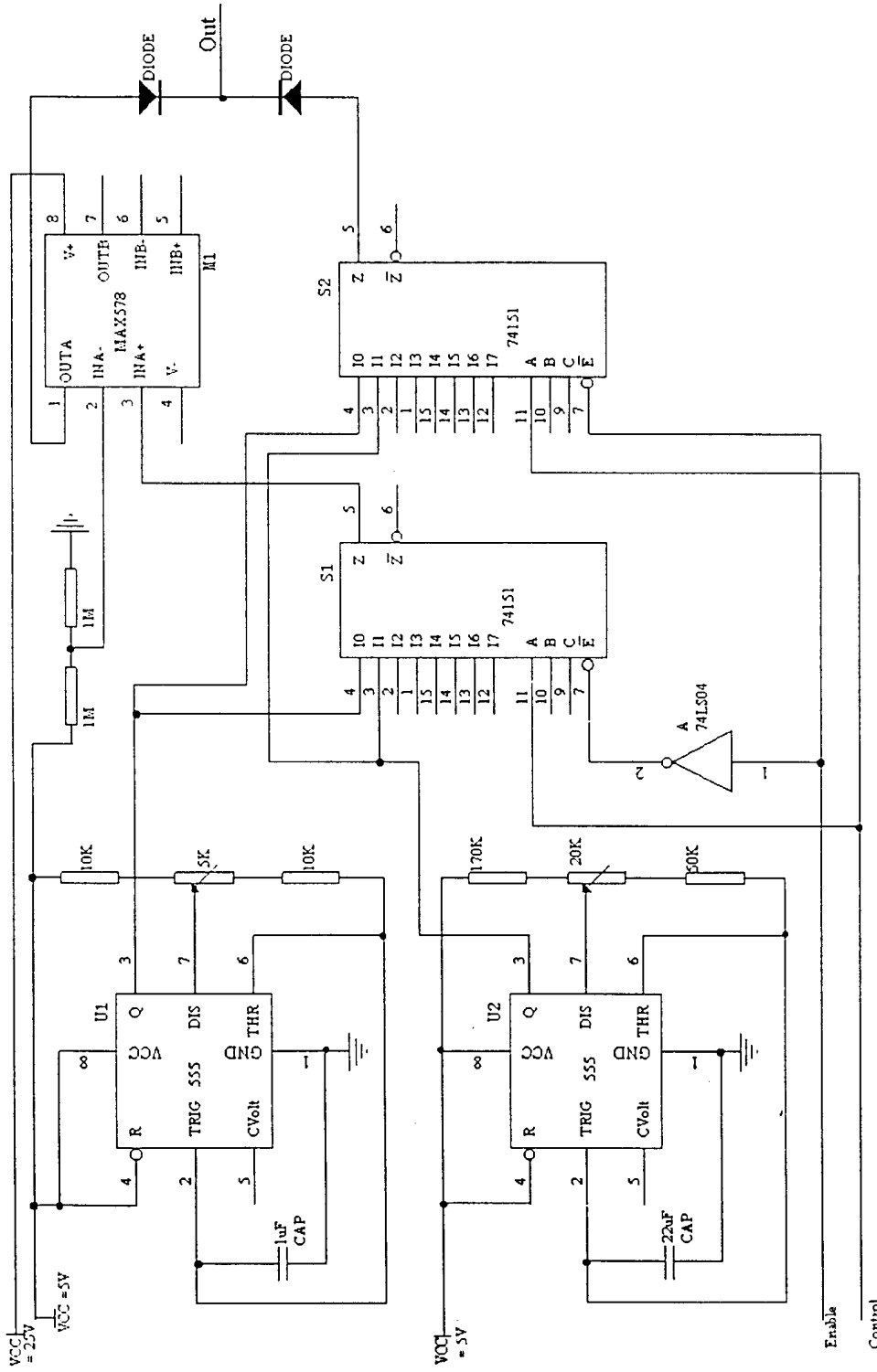


图 5