

基于微光学阵列元件的二维位移 测量装置

申请号：[201210088617.4](#)

申请日：2012-03-30

申请(专利权)人 [中国科学院长春光学精密机械与物理研究所](#)

地址 [130033 吉林省长春市东南湖大路3888号](#)

发明(设计)人 [卢振武 刘华 王尧 孙强](#)

主分类号 [G01B11/02\(2006.01\)I](#)

分类号 [G01B11/02\(2006.01\)I](#)

公开(公告)号 [102607428A](#)

公开(公告)日 [2012-07-25](#)

专利代理机构 [长春菁华专利商标代理事务所 22210](#)

代理人 [陶尊新](#)



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102607428 B

(45) 授权公告日 2014. 05. 28

(21) 申请号 201210088617. 4

CN 1643338 A, 2005. 07. 20, 全文.

(22) 申请日 2012. 03. 30

CN 102003939 A, 2011. 04. 06, 全文.

CN 1662790 A, 2005. 08. 31, 全文.

(73) 专利权人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

审查员 王晓

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路 3888 号

(72) 发明人 卢振武 刘华 王尧 孙强

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 陶尊新

(51) Int. Cl.

G01B 11/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 6108090 A, 2000. 08. 22, 全文.

CN 1601223 A, 2005. 03. 30, 全文.

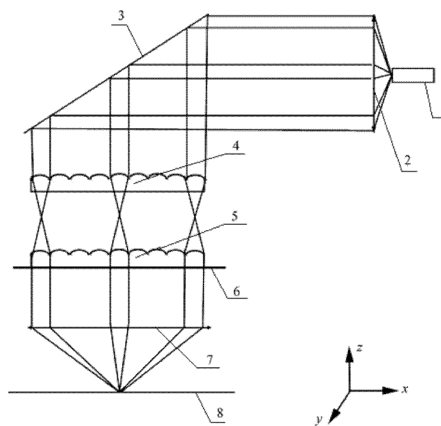
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

基于微光学阵列元件的二维位移测量装置

(57) 摘要

基于微光学阵列元件的二维位移测量装置, 涉及一种基于微光学元件的二维位移测量装置, 解决现有二维位移测量中, 需要两套独立测量系统, 导致体积较大的问题, 包括激光器、扩束镜、反射镜、二维参考微光学阵列元件、二维测量微光学阵列元件、聚焦透镜和二维面阵探测器; 激光器发出的激光光束经扩束镜和反射镜后平行入射至二维参考微光学阵列元件, 在所述二维参考微光学阵列元件的焦平面处会聚成点光源, 点光源发出的光束经二维测量微光学阵列元件平行入射至聚焦透镜, 经聚焦透镜出射的光束在二维面阵探测器上成像。本发明所述的装置在测量过程中测量准确方便, 并减少了装置的体积。



1. 基于微光学阵列元件的二维位移测量装置,该装置包括激光器(1)、扩束镜(2)、反射镜(3)、二维参考微光学阵列元件(4)、二维测量微光学阵列元件(5)、聚焦透镜(7)和二维面阵探测器(8);其特征是,激光器(1)发出的激光光束经扩束镜(2)和反射镜(3)后平行入射至二维参考微光学阵列元件(4),在所述二维参考微光学阵列元件(4)的焦平面处会聚成点光源,点光源发出的光束经二维测量微光学阵列元件(5)平行入射至聚焦透镜(7),经聚焦透镜(7)出射的光束在二维面阵探测器(8)上成像;所述二维参考微光学阵列元件(4)和二维测量微光学阵列元件(5)由多个微结构单体(9)密接组成,每个微结构单体(9)为平凸透镜,所述平凸透镜的前表面(10)为球面或非球面,平凸透镜的后表面(11)为平面。

2. 根据权利要求1所述的基于微光学阵列元件的二维位移测量装置,其特征在于,还包括二维位移平台(6),所述二维测量微光学阵列元件(5)固定在二维位移平台(6)上,随二维位移平台(6)进行运动。

3. 根据权利要求1所述的基于微光学阵列元件的二维位移测量装置,其特征在于,所述的多个微结构单体(9)为一体结构或者相互独立的结构。

基于微光学阵列元件的二维位移测量装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于微光学阵列元件的二维位移测量装置。

背景技术

[0002] 用于位移测量的装置,在机械加工业中有很广泛的应用。目前,精密位移测量装置均是一维的,公知的用来精密测量物体的移动位移的工具包括光栅尺,磁栅尺,球栅尺等,这些都是测量一个方向上位移的,利用它们也可以构成测量平面位置的系统。但是,在某些比较特殊的领域,比如半导体工业测量,测量显微镜,要求测量系统体积相对较小,移位方便等,如采用两个一维光栅尺构成的系统,读数头为两个,数据线也为两套,不利于减小系统体积。

发明内容

[0003] 本发明为解决现有二维位移测量中,需要两套独立测量系统,导致体积较大的问题,提供一种基于微光学阵列元件的二维位移测量装置。

[0004] 基于微光学阵列元件的二维位移测量装置,该装置包括激光器、扩束镜、反射镜、二维参考微光学阵列元件、二维测量微光学阵列元件、聚焦透镜和二维面阵探测器;激光器发出的激光光束经扩束镜和反射镜后平行入射至二维参考微光学阵列元件,在所述二维参考微光学阵列元件的焦平面处会聚成点光源,点光源发出的光束经二维测量微光学阵列元件平行入射至聚焦透镜,经聚焦透镜出射的光束在二维面阵探测器上成像;所述二维参考微光学阵列元件和二维测量微光学阵列元件由多个微结构单体密接组成,每个微结构单体为平凸透镜,所述平凸透镜的前表面为球面或非球面,平凸透镜的后表面为平面。

[0005] 本发明的有益效果:本发明采用二维参考微光学阵列元件和二维测量微光学阵列元件进行二维测量,测量过程中只需要移动二维测量微光学阵列元件,通过二维面阵探测器接收图像并根据后期信号处理即可精确完成位移测量,本发明所述的装置在测量过程中测量准确方便,并减少了装置的体积。

附图说明

[0006] 图1为本发明所述的基于微光学阵列元件的二维位移测量装置的结构示意图;

[0007] 图2为本发明所述的基于微光学阵列元件的二维位移测量装置中二维测量微光学阵列元件和二维参考微光学阵列元件的结构示意图;

[0008] 图3为本发明所述的基于微光学阵列元件的二维位移测量装置的测量原理示意图;

[0009] 图4中(a)(b)(c)(d)(e)为本发明所述的基于微光学阵列元件的二维位移测量装置的测量过程示意图。

具体实施方式

[0010] 具体实施方式一、结合图 1、图 2 和图 3 说明本实施方式，基于微光学阵列元件的二维位移测量装置，该装置包括激光器 1、扩束镜 2、反射镜 3、二维参考微光学阵列元件 4、二维测量微光学阵列元件 5、二维位移平台 6、聚焦透镜 7 和二维面阵探测器 8。激光器 1 发出的激光通过扩束镜 2 和反射镜 3 以后平行的入射到参考微光学阵列元件 4 上，在参考微光学阵列元件 4 的焦平面上会聚成为点光源像，点光源像发出的光束经过测量微光学阵列元件 5，平行出射到聚焦透镜 7 上，最终在二维面阵探测器 8 上成像。

[0011] 本实施方式所述的二维参考微光学阵列元件 4 和二维测量微光学阵列元件 5 由多个密接的微结构单体 9 密接而成。每个微结构单体 9 均为一个平凸透镜，其前表面 10 为球面或非球面，后表面 11 为平面，每个微结构单体 9 均很好的消除了球差。所述的多个微结构单体 9 为一体结构或者相互独立的结构。

[0012] 本实施方式的具体工作流程为：设定二维参考微光学阵列元件 4 的焦距为 f_1 ，口径为 D ， x 方向微结构单体 9 的尺寸 d_x ， y 方向微结构单体尺寸为 d_y ，二维测量微光学阵列元件 5 的焦距为 f_2 ，口径、 x 方向微结构单体尺寸和 y 方向微结构单体 9 尺寸与二维参考微光学阵列元件 4 相同，为 D 、 d_x 和 d_y 。即 x 方向上微结构单体 9 的数量为 $N_x = D/d_x$ ， y 方向上微结构单体 9 的数量为 $N_y = D/d_y$ 。二维参考微光学阵列元件 4 的后焦面与二维测量微光学阵列元件 5 的前焦平面重合，两个微光学阵列元件之间的距离为 f_1+f_2 。

[0013] 测量开始阶段，二维测量微光学阵列元件 5 与二维参考微光学阵列元件 4 光轴对齐，二维参考微光学阵列元件 4 将入射光束分割为多个子光束，每个子光束在二维参考微光学阵列元件 4 的焦平面形成点光源阵列，点光源阵列中各点光源发出的光束经二维测量微光学阵列元件 5 后平行入射到聚焦透镜上，最终成像在二维面阵探测器 8 的中心 O 。

[0014] 结合图 3，二维测量微光学阵列元件 5 与二维移动平台 6 固定在一起，二维移动平台 6 产生位移与二维测量微光学阵列元件 5 的位移一致。以 x - y 平面为例，二维移动平台 6 移动时，带动二维测量微光学阵列元件 5 移动，当移动量为单体周期的整数倍时，二维参考微光学阵列元件 4 形成的各个子光束会单独照射在二维测量微光学元件 5 的各个单体上，出射后形成单一的平行光。当移动量不为阵列单体周期的整数倍时，二维参考微光学阵列元件 4 形成的每个子光束将会照射在二维测量微光学元件 5 的单体上两个相邻的单体上，出射后形成两组具有不同角度的平行光。

[0015] 通过二维测量微光学阵列元件 5 形成与光轴有 θ_x 角和 $\arctan(\frac{dx}{f_2}) - \theta_x$ 角的两组平行光束，这两组平行光经过聚焦透镜 7，会形成两个聚光光斑，分别会聚在 O' 和 O'' 两点，通过二维面阵探测器 8 的信号处理，取出能量最高的点，认为是光束会聚点，记为 O' 。

[0016] 假设二维移动平台 6 在 x 方向上移动距离为 S_x ， y 方向上移动距离为 S_y 。 $O'O''$ 在 x 方向上距离为 L_x ，在 y 方向上的距离为 L_y 。聚焦透镜 7 的焦距为 f 。二维移动平台 6 在移动过程中，随二维移动平台 6 平移距离的增大 O' 呈现出以 O 为中心的周期性往复运动规律，当 $0 < S_x < \frac{1}{2}d_x$ 时， O' 从 O 开始移动，移动方向与二维移动平台 6 移动方向相同，

$$[0017] \quad \operatorname{tg} \theta_x = \frac{S_x}{f_2},$$

$$[0018] \quad f \cdot \operatorname{tg} \theta_x = L_x$$

$$[0019] \quad S_x = L_x \cdot \frac{f_2}{f}$$

[0020] 当 $\frac{1}{2}d_x < S_x < d_x$ 时, $0'$ 从与平台移动方向相反的最大位置开始向 0 点移动,

$$[0021] \quad S_x = L_x \cdot \frac{f_2}{f} + d_x$$

[0022] 这正好完成一个周期,当 S_x 继续增大, $0'$ 又重新回到 0 点开始重复上述运动。通过计数,得到 L_x 往复周期,即可完成位移测量。

$$[0023] \quad \text{当 } nd_x < S_x < (\frac{1}{2} + n)d_x \text{ 时, } S_x = L_x \cdot \frac{f_2}{f} + nd_x, (n=0, 1, 2, \dots, N_x)$$

$$[0024] \quad \text{当 } (\frac{1}{2} + n)d_x < S_x < (n+1)d_x \text{ 时, } S_x = L_x \cdot \frac{f_2}{f} + (n+1)d_x, (n=0, 1, 2, \dots, N_x)$$

[0025] 同样的,在 y 方向上,

$$[0026] \quad \text{当 } nd_y < S_y < (\frac{1}{2} + n)d_y \text{ 时, } S_y = L_y \cdot \frac{f_2}{f} + nd_y, (n=0, 1, 2, \dots, N_y)$$

$$[0027] \quad \text{当 } (\frac{1}{2} + n)d_y < S_y < (n+1)d_y \text{ 时, } S_y = L_y \cdot \frac{f_2}{f} + (n+1)d_y, (n=0, 1, 2, \dots, N_y)$$

[0028] 具体实施方式二、结合图 3 和图 4 说明本实施方式,本实施方式为具体实施方式一所述的基于微光学阵列元件的二维位移测量装置的具体实施例:

[0029] 设定二维参考微光学阵列元件 4 的焦距为 0.8mm,口径 D 为 1mm, x 方向微结构单体 9 的尺寸 d_x 为 0.1mm, y 方向微结构单体 9 的尺寸 d_y 为 0.1mm,所述二维测量微光学阵列元件 5 的焦距为 0.5mm,二维测量微光学阵列元件 5 的口径 D 、 x 方向微结构单体 9 尺寸 d_x 和 y 方向微结构单体 9 尺寸 d_y 与二维参考微光学阵列元件 4 的相同,分别为 $D=1\text{mm}$, $d_x=0.1\text{mm}$, $d_y=0.1\text{mm}$ 。

[0030] 即 x 方向上微结构单体 9 的数量为 $N_x = D/d_x = 10$, y 方向上微结构单体 9 的数量为 $N_y = D/d_y = 10$ 。二维参考微光学阵列元件 4 与二维测量微光学阵列元件 5 的焦平面重合,两个微光学阵列元件之间的距离为 1.3mm。

[0031] 结合图 3, x - z 平面测量原理示意图,进行二维测量时,以激光器发出的其中一束子光束为例。聚焦透镜 7 的焦距为 10mm。

$$[0032] \quad \text{当 } \frac{n}{10} < S_x < \frac{(\frac{1}{2} + n)}{10} \text{ 时, } S_x = \frac{L_x}{20} + \frac{n}{10}, (n=0, 1, 2, \dots, 10)$$

$$[0033] \quad \text{当 } \frac{(\frac{1}{2} + n)}{10} < S_x < \frac{(n+1)}{10} \text{ 时, } S_x = \frac{L_x}{20} + \frac{(n+1)}{10}, (n=0, 1, 2, \dots, 10)$$

[0034] 同样的,在 y 方向上,

$$[0035] \quad \text{当 } \frac{n}{10} < S_y < \frac{(\frac{1}{2}+n)}{10} \text{ 时, } S_y = \frac{L_y}{20} + \frac{n}{10}, (n=0, 1, 2, \dots, 10)$$

$$[0036] \quad \text{当 } \frac{(\frac{1}{2}+n)}{10} < S_y < \frac{(n+1)}{10} \text{ 时, } S_y = \frac{L_y}{20} + \frac{(n+1)}{10}, (n=0, 1, 2, \dots, 10)$$

[0037] 图 4 为本实施例的测量过程示意图,其中, a 为当 $S_x = 0$ 时,光束聚焦在二维面阵探测器 8 的中心, $L_x=0$; b 为当 $0 < S_x < 0.05\text{mm}$ 时,光束聚焦点移动方向与 S_x 移动方向一致,移动过程中会产生分光现象,但通过 CCD 信号处理技术,可以获取能量最大点的位置,即会聚点的位置, L_x 不断增大; c 为当 $S_x = 0.05\text{mm}$,分光能量相同,此时 L_x 最大。 d 为当 $0.05 < S_x < 0.1\text{mm}$ 时,光束聚焦点从与平台移动方向相反的最大位置开始向探测器中心移动,移动过程中会产生分光现象,但通过二维面阵探测器 8 信号处理技术,可以获取能量最大点的位置,即会聚点的位置, L_x 不断增大。 e 为当 $S_x = 0.1\text{mm}$ 时,光束聚焦在二维面阵探测器 8 中心, $L_x=0$ 。这正好完成一个周期,当 S_x 继续增大,光束开始重复上述运动。通过计数以及计算机处理得到 L_x 往复周期,即可完成位移测量。

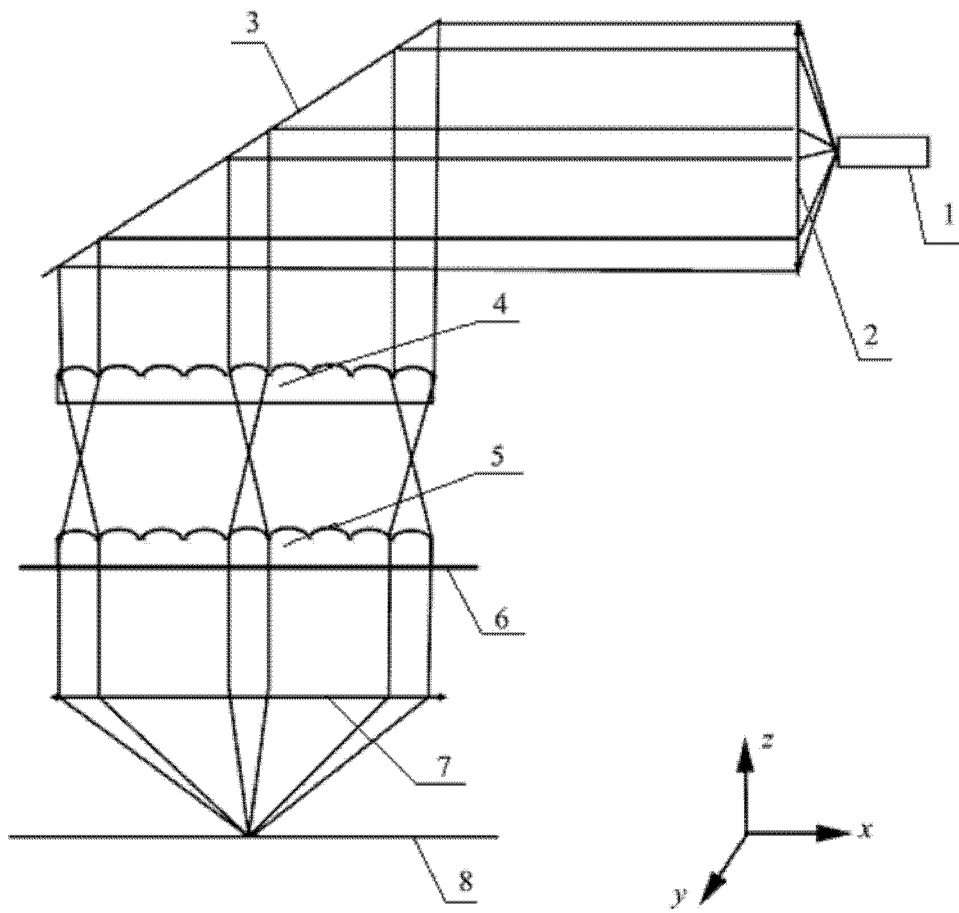


图 1

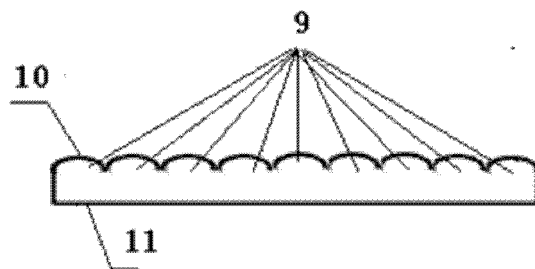


图 2

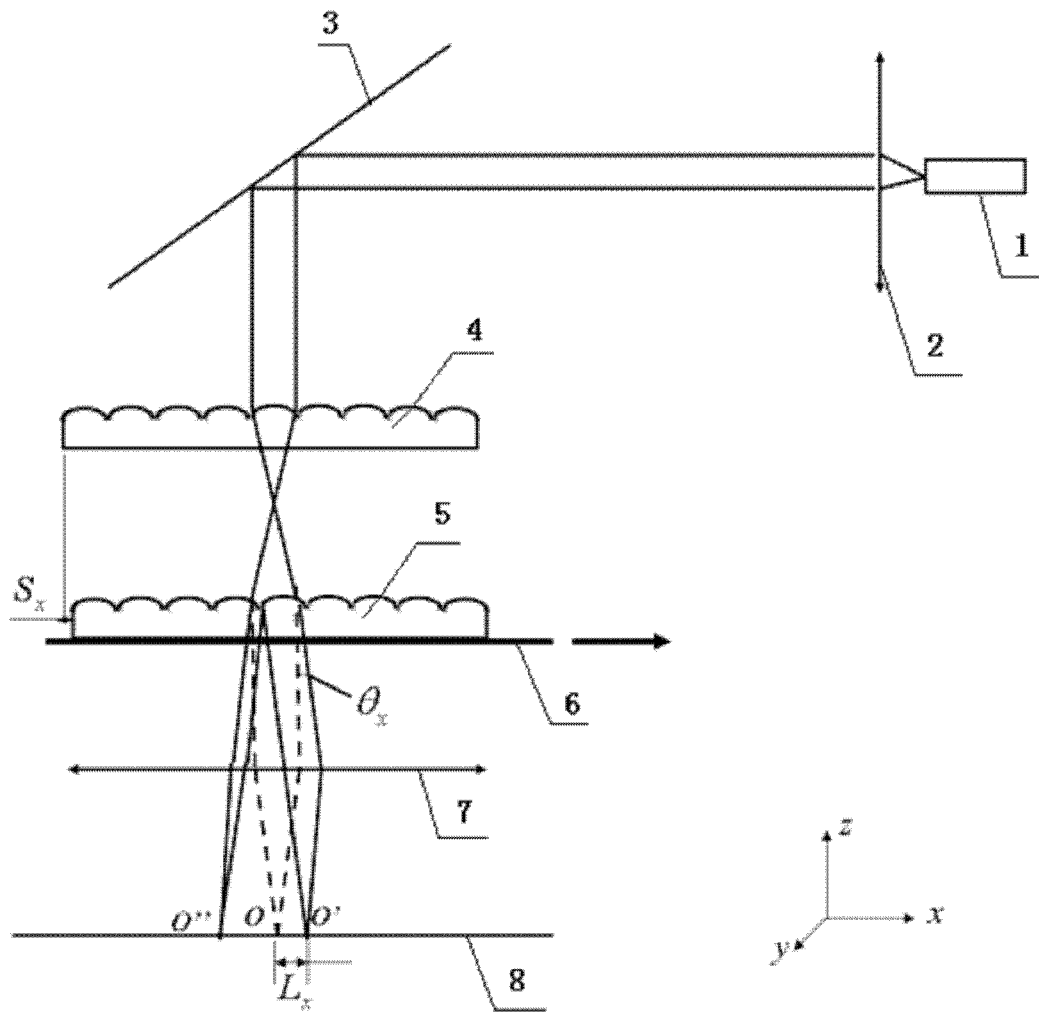
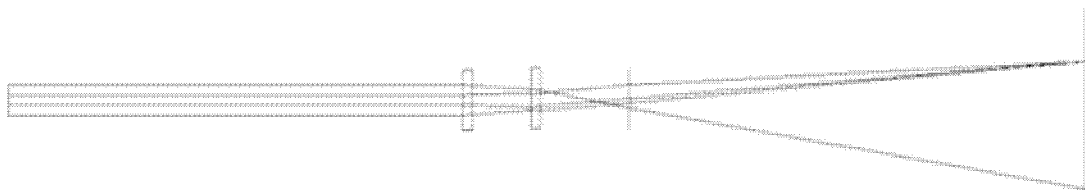


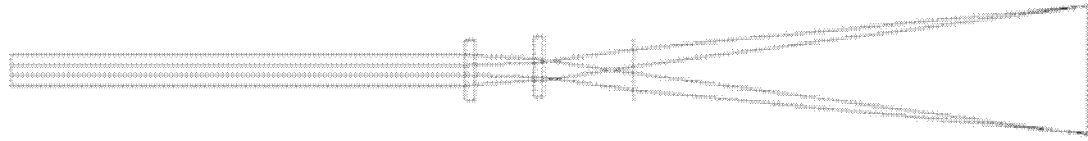
图 3



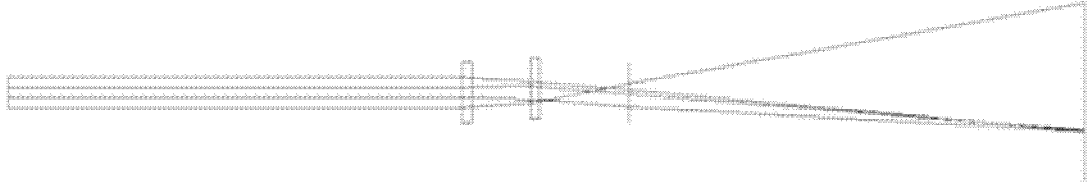
(a)



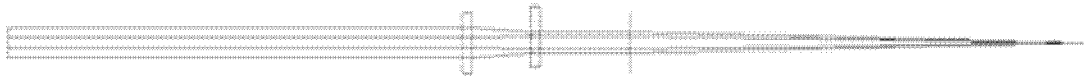
(b)



(c)



(d)



(e)

图 4