



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103090792 A

(43) 申请公布日 2013.05.08

(21) 申请号 201310007585.5

(22) 申请日 2013.01.08

(71) 申请人 常州先进制造技术研究所
地址 213000 江苏省常州市常武中路 801 号
惠弘楼

(72) 发明人 刘博 宋小波 谭治英 蒋欣晟
骆长俊

(51) Int. Cl.

G01B 11/00 (2006.01)

G01B 11/02 (2006.01)

G01B 11/24 (2006.01)

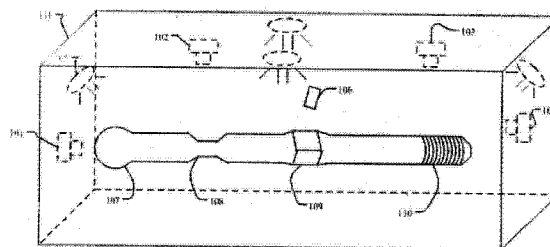
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

基于机器视觉的球销类不合格品的自动分检方法和装置

(57) 摘要

本发明公开了一种基于机器视觉的球销类不合格品的自动分检方法,使用工业相机捕获球销类工件的图像信息,根据工件的物理参数定位待识别部位的图像坐标,检测所选择的零件部位是否合格。本发明采用光电检测装置触发工业相机,实时抓拍元件图像,通过检测出的球销元件球头圆心的位置定位各个部件的候选检测区域,根据螺纹、凹槽、六角等元件部位的特征实施有针对性的识别算法,在元件检测准确性及系统运行耗时方面都具有显著效果。



1. 一种基于机器视觉的球销类不合格品的自动分检方法,其特征在于:使用工业相机捕获球销类工件的图像信息,根据工件的物理参数定位待识别部位的图像坐标,检测所选择的零件部位是否合格。

2. 根据权利要求1所述的基于机器视觉的球销类不合格品的自动分检方法,其特征在于:使用光电检测装置捕获传送元件的装置到达工业相机所指定拍摄区域的时刻信息。

3. 根据权利要求2所述的基于机器视觉的球销类不合格品的自动分检方法,其特征在于:首先检测出球销的球头圆心位置,然后通过相机标定算法将实际的元件尺寸转换为图像尺寸,从而完成待识别部位的图像坐标定位。

4. 根据权利要求3所述的基于机器视觉的球销类不合格品的自动分检方法,其特征在于:球销的中间螺纹使用水平方向的锐化算子进行边缘增强处理,螺纹底端的倒角采用 45° 、 135° 方向的锐化算子进行边缘增强处理;边缘增强后进行二值化处理,统计非背景像素点的个数,从而判断螺纹部位是否合格。

5. 根据权利要求3所述的基于机器视觉的球销类不合格品的自动分检方法,其特征在于:检测出球销的凹槽部位的上、下边轮廓线后,分别统计上、下边轮廓线上的点拟合出的直线数目,从而判断凹槽部位是否合格。

6. 根据权利要求3所述的基于机器视觉的球销类不合格品的自动分检方法,其特征在于:采用激光线在球销的六角部位进行打光,通过检测元件表面反射的激光线形状判断六角是否加工。

7. 根据权利要求4至6任一项所述的基于机器视觉的球销类不合格品自动分检方法所使用的装置,其特征在于:包括柜体,所述柜体内设有光电检测装置,所述柜体左侧面设有用于检测球销球头圆心坐标的第一工业相机,所述柜体顶面设有用于识别球销凹槽部位的第二工业相机和用于识别球销螺纹部位的第三工业相机,所述柜体右侧面设有用于识别球销六角部位的第四工业相机。

基于机器视觉的球销类不合格品的自动分检方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及机器视觉领域,特别是涉及一种基于机器视觉的球销类不合格品的自动分检方法和装置。

背景技术

[0002] 在工业元件的生产过程中由于工人误操作,可能使加工程序漏加工,从而导致产品不合格。为了检测出这些不合格品,通常采用人工的方式。人工测量存在很多的局限性和缺点:检测效率低,精度差;检测数量有限,检测人员容易疲劳以致发生漏检和误判现象;不能自动测量,不能在线测量,为了提高检测速度,就不得不靠增加检测分选人员的数量来实现,进而生产成本大幅度提高。且由于人眼疲劳等原因,不合格品有可能漏检,从而造成工厂声誉和经济上的损失。

[0003] 机器视觉技术是指运用计算机模拟动物的视觉功能,获得客观事物的图像,并且从中提取有用信息,进行处理并做出解释,从而正确的识别和理解周围环境。机器视觉的主要有以下特点:

[0004] 高效低成本,计算机硬件的发展一直遵循着摩尔定理,并且CPU的价格也随着技术的发展不断降低但是性能却一直在上升,所以机器视觉系统也越来越变得低成本高效率,即所谓的性价比越来越高,并且操作起来简单,维修起来也很便宜。用机器视觉检测系统取代人工检测者让工厂和企业获得了更多的利润。

[0005] 高精度,高精度的机器视觉系统甚至能够测量精确到0.01mm甚至更微小的级别,而且一个系统就能不需接触的测量图片中的多个部位,从而有效的保护了脆弱部件。

[0006] 应用灵活,机器视觉系统可以测量各种不同的对象。比如,尺寸,大小,距离,部件定位,瑕疵等等。当要检测的对象变化后,只需要在算法和程序上做针对性的修改升级即可。

[0007] 连续使用时间长,由于只需要有电源提供动力,除了故障和检修,机器视觉系统可以在各种环境下进行测量和使用,并且能够长时间使用而不会出现疲劳饥饿等人工检测者的状况。

[0008] 机器视觉在工业元件检测系统中应用的关键问题是图像识别算法的准确率及运算耗时。由于待识别的工件部位尺寸往往比较小,工件部位是否合格的特征区别较为细微,而且分检系统运行在产品的生产流水线上,检测时常常受到油污等的干扰,这些因素都极大的影响了检测装置的准确率。为了突出工件待识别部位的细节信息,基于机器视觉的工业元件分检系统中摄像头所采集的图像信息量往往比较巨大,如果直接处理这些巨大的图像数据,计算量非常大,系统运行耗时很难满足实际需求。

发明内容

[0009] 本发明所要解决的技术问题是,提供一种基于机器视觉的球销类不合格品的自动分检方法和装置,以解决现有技术中分检系统的准确率低,耗时长的问题。

[0010] 为解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案是:

[0011] 一种基于机器视觉的球销类不合格品的自动分检方法,使用工业相机捕获球销类工件的图像信息,根据工件的物理参数定位待识别部位的图像坐标,检测所选择的零件部位是否合格。

[0012] 使用光电检测装置捕获传送元件的装置到达工业相机所指定拍摄区域的时刻信息。当元件传送装置到达工业相机的拍摄区域时,光电检测装置触发工业相机抓拍一张图像,供后续的软件识别系统进行处理。

[0013] 首先检测出球销的球头圆心位置,然后通过相机标定算法将实际的元件尺寸转换为图像尺寸,从而完成待识别部位的图像坐标定位。使用 Hough 变换检测球销元件球头圆心的位置, Hough 变换检测圆的基本思想是将候选图像区域中的所有点经过先经过预处理得到边缘点图像,然后这些边缘点被映射到一个三元参数空间,在参数空间中每个坐标点的元素都会对应一个累加值,对这些累加值进行累加统计求取峰值,就可以判断得到所要求的圆的圆心和半径了。直角坐标系中圆的方程为:

$$[0014] \quad (x-x_0)^2+(y-y_0)^2 = R^2$$

[0015] 其中, x_0 为圆心横坐标, y_0 为圆心纵坐标, R 为半径。要确定一个圆,就要确定这三个参数,我们结合 Hough 变换的思想就可以知道,要在参数空间之中建立一个三维累加器数组,记为 $P(x_0, y_0, R)$ 。并根据上述圆的方程式逐步的变化 x_0 和 y_0 来计算满足方程式的解 R

$$[0016] \quad R = \sqrt{(x-x_0)^2+(y-y_0)^2}$$

[0017] 并由此来更新累加器的值,最后累加器的峰值 $P_{\max}(x_0, y_0, R)$ 所对应的坐标即为圆心坐标。

[0018] 得到球头圆心和半径后就可以根据螺纹、凹槽、六角等各个特征部位的形状知识以及与球心的距离来定位它们的图像候选区域。后续直接针对这些候选区域处理能够减少软件系统的运算量,减少系统耗时,并能够排除候选区域以外区域处理时对于识别准确率带来的干扰,提升系统的识别准确率。

[0019] 由世界坐标系到实际图像坐标系的映射方程组为:

$$[0020] \quad \begin{bmatrix} X_u \\ Y_u \\ 1 \end{bmatrix} = \frac{1}{Z_c} \begin{bmatrix} f, 0, 0, 0 \\ 0, f, 0, 0 \\ 0, 0, 1, 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_{3*3}, t_{3*1} \\ 0_{1*3}, 1_{1*1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \end{bmatrix}$$

$$[0021] \quad X_d = X_u(1+kr^2)^{-1}$$

$$[0022] \quad Y_d = Y_u(1+kr^2)^{-1}$$

$$[0023] \quad \begin{bmatrix} X_f \\ Y_f \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N_x, 0, 0 \\ 0, N_y, 0 \\ 0, 0, 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_d \\ Y_d \\ 1 \end{bmatrix}$$

[0024] 其中, X_w, Y_w, Z_w 为特征点的世界坐标, R_{3*3} 为正交旋转矩阵, t_{3*1} 为平移矩阵, f 为工业相机焦距, Z_c 为特征点在工业相机坐标系中的 z 坐标, X_u, Y_u 为理想图像坐标; $r^2 = X_u^2 + Y_u^2$, k 为畸变因子, X_d, Y_d 为实际图像物理坐标; (x_c, y_c) 为计算机图像中心, (N_x, N_y) 为单位距离像素数。

[0025] 球销的中间螺纹使用水平方向的锐化算子进行边缘增强处理,螺纹端口的倒角采用 45° 、 135° 方向的锐化算子进行边缘增强处理;边缘增强后进行二值化处理,统计非背景像素点的个数,从而判断螺纹部位是否合格。

[0026] 螺纹部位检测采用的是指定方向的 Sobel 梯度算子进行边缘增强处理,如垂直方向上的螺纹采用水平梯度算子,螺纹底端的倒角采用 45° 、 135° 方向梯度算子。边缘增强后通过统计前景点数目判别螺纹加工是否合格。

[0027]

$$\begin{bmatrix} 1,0,-1 \\ 2,0,2 \\ 1,0,-1 \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} 2,1,0 \\ 1,0,-1 \\ 0,-1,-2 \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} 0,-1,-2 \\ 1,0,-1 \\ 2,1,0 \end{bmatrix}$$

水平梯度 Sobel 算子

45° Sobel 算子

135° Sobel 算子

[0028] 球销凹槽部位检测时首先检测出凹槽部位的上、下边轮廓线,分别从轮廓线的左端依次遍历线上的点,两相邻的点拟合成一条直线 L_i ,直线用极坐标 (ρ_i, θ_i) 的形式表示,其中 ρ_i 代表直线 L_i 到原点的垂直距离, θ_i 代表 x 轴到直线 L_i 垂线的角度。当直线 L_i 与 L_j 的 ρ 和 θ 差别非常小时,则认为 L_i 与 L_j 为同一条直线,记为 N_i , N_i 的长度为 M_i 。当遍历到轮廓线的右端时,如果 N_i 不小于 2,且 $M_{\max 1}+M_{\max 2}$ (M_i 中的两个极大值) 长度符合要求,则认为凹槽部位合格。

[0029] 采用激光线在球销的六角部位进行打光,通过检测元件表面反射的激光线形状判断六角是否加工。调整线状激光发射器的位置,使其发出的激光线落在六角部位上。通过红色激光线与背景区域的显著差异提取出激光线,如前面所述,分别将激光线上相邻的两点拟合成一条直线 L_i ,其极坐标形式为 (ρ_i, θ_i) 。当直线 L_i 与 L_j 的 θ 差别非常小时,则认为 L_i 与 L_j 为同一方向上的直线,记为 N_i , N_i 的长度为 M_i ,如果 $M_{\max 1}+M_{\max 2}$ (M_i 中的两个极大值) 长度符合要求,则认为拟合出的线为有限条的线段,即六角部位合格。否则认为拟合出的线为圆弧,六角部位加工不合格。

[0030] 一种基于机器视觉的球销类不合格品自动分检方法所使用的装置,包括柜体,所述柜体内设有光电检测装置,所述柜体左侧面设有用于检测球销球头圆心坐标的第一工业相机,所述柜体顶面设有用于识别球销凹槽部位的第二工业相机和用于识别球销螺纹部位的第三工业相机,所述柜体右侧面设有用于识别球销六角部位的第四工业相机。

[0031] 本发明采用光电检测装置触发工业相机,实时抓拍元件图像,通过检测出的球销元件球头圆心的位置定位各个部件的候选检测区域,根据螺纹、凹槽、六角等元件部位的特征实施有针对性的识别算法,在元件检测准确性及系统运行耗时方面都具有显著效果。

附图说明

[0032] 图 1 本发明的基于机器视觉的球销类不合格品自动分检装置系统的结构示意图;

[0033] 图 2 为图 1 的球头圆心定位示意图;

[0034] 图 3 为图 1 的凹槽检测示意图;

[0035] 图 4 为图 1 的螺纹检测示意图;

[0036] 图 5 为图 1 的六角检测示意图。

具体实施方式

[0037] 下面结合附图及具体实施例,进一步阐释本发明。应理解,这些实施例仅用于说明本发明而不适用于限制本发明的范围。

[0038] 一种基于机器视觉的球销类不合格品的自动分检方法,使用工业相机捕获球销类工件的图像信息,根据工件的物理参数定位待识别部位的图像坐标,检测所选择的零件部位是否合格。

[0039] 使用光电检测装置捕获传送元件的装置到达工业相机所指定拍摄区域的时刻信息。当元件传送装置到达工业相机的拍摄区域时,光电检测装置触发工业相机抓拍一张图像,供后续的软件识别系统进行处理。

[0040] 首先检测出球销的球头圆心位置,然后通过相机标定算法将实际的元件尺寸转换为图像尺寸,从而完成待识别部位的图像坐标定位。使用 Hough 变换检测球销元件球头圆心的位置,Hough 变换检测圆的基本思想是将候选图像区域中的所有点经过先经过预处理得到边缘点图像,然后这些边缘点被映射到一个三元参数空间,在参数空间中每个坐标点的元素都会对应一个累加值,对这些累加值进行累加统计求取峰值,就可以判断得到所要求的圆的圆心和半径了。直角坐标系中圆的方程为:

$$[0041] \quad (x-x_0)^2+(y-y_0)^2 = R^2$$

[0042] 其中, x_0 为圆心横坐标, y_0 为圆心纵坐标, R 为半径。要确定一个圆,就要确定这三个参数,我们结合 Hough 变换的思想就可以知道,要在参数空间之中建立一个三维累加器数组,记为 $P(x_0, y_0, R)$ 。并根据上述圆的方程式逐步的变化 x_0 和 y_0 来计算满足方程式的解 R

$$[0043] \quad R = \sqrt{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2}$$

[0044] 并由此来更新累加器的值,最后累加器的峰值 $P_{\max}(x_0, y_0, R)$ 所对应的坐标即为圆心坐标。

[0045] 得到球头圆心和半径后就可以根据螺纹、凹槽、六角等各个特征部位的形状知识以及与球心的距离来定位它们的图像候选区域。后续直接针对这些候选区域处理能够减少软件系统的运算量,减少系统耗时,并能够排除候选区域以外区域处理时对于识别准确率带来的干扰,提升系统的识别准确率。

[0046] 由世界坐标系到实际图像坐标系的映射方程组为:

$$[0047] \quad \begin{bmatrix} X_u \\ Y_u \\ 1 \end{bmatrix} = \frac{1}{Z_c} \begin{bmatrix} f, 0, 0, 0 \\ 0, f, 0, 0 \\ 0, 0, 1, 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_{3*3}, t_{3*1} \\ 0, 1, 1, 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \end{bmatrix}$$

$$[0048] \quad X_d = X_u(1+kr^2)^{-1}$$

$$[0049] \quad Y_d = Y_u(1+kr^2)^{-1}$$

$$[0050] \quad \begin{bmatrix} X_f \\ Y_f \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N_x, 0, 0 \\ 0, N_y, 0 \\ 0, 0, 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_d \\ Y_d \\ 1 \end{bmatrix}$$

[0051] 其中, X_w, Y_w, Z_w 为特征点的世界坐标, R_{3*3} 为正交旋转矩阵, t_{3*1} 为平移矩阵, f 为工

业相机焦距, Z_c 为特征点在工业相机坐标系中的 z 坐标, X_u, Y_u 为理想图像坐标; $r^2 = X_u^2 + Y_u^2$, k 为畸变因子, X_d, Y_d 为实际图像物理坐标; (x_c, y_c) 为计算机图像中心, (N_x, N_y) 为单位距离像素数。

[0052] 球销的中间螺纹使用水平方向的锐化算子进行边缘增强处理, 螺纹端口的倒角采用 45° 、 135° 方向的锐化算子进行边缘增强处理; 边缘增强后进行二值化处理, 统计非背景像素点的个数, 从而判断螺纹部位是否合格。

[0053] 螺纹部位检测采用的是指定方向的 Sobel 梯度算子进行边缘增强处理, 如垂直方向上的螺纹采用水平梯度算子, 螺纹底端的倒角采用 45° 、 135° 方向梯度算子。边缘增强后通过统计前景点数目判别螺纹加工是否合格。

[0054]

$$\begin{bmatrix} 1, 0, -1 \\ 2, 0, 2 \\ 1, 0, -1 \end{bmatrix}$$

水平梯度 Sobel 算子

$$\begin{bmatrix} 2, 1, 0 \\ 1, 0, -1 \\ 0, -1, -2 \end{bmatrix}$$

45° Sobel 算子

$$\begin{bmatrix} 0, -1, -2 \\ 1, 0, -1 \\ 2, 1, 0 \end{bmatrix}$$

135° Sobel 算子

[0055] 球销凹槽部位检测时首先检测出凹槽部位的上、下边轮廓线, 分别从轮廓线的左端依次遍历线上的点, 两相邻的点拟合成一条直线 L_i , 直线用极坐标 (ρ_i, θ_i) 的形式表示, 其中 ρ_i 代表直线 L_i 到原点的垂直距离, θ_i 代表 x 轴到直线 L_i 垂线的角度。当直线 L_i 与 L_j 的 ρ 和 θ 差别非常小时, 则认为 L_i 与 L_j 为同一条直线, 记为 N_i , N_i 的长度为 M_i 。当遍历到轮廓线的右端时, 如果 N_i 不小于 2, 且 $M_{\max 1}, M_{\max 2}$ (M_i 中的两个极大值) 长度符合要求, 则认为凹槽部位合格。

[0056] 采用激光线在球销的六角部位进行打光, 通过检测元件表面反射的激光线形状判断六角是否加工。调整线状激光发射器的位置, 使其发出的激光线落在六角部位上。通过红色激光线与背景区域的显著差异提取出激光线, 如前面所述, 分别将激光线上相邻的两点拟合成一条直线 L_i , 其极坐标形式为 (ρ_i, θ_i) 。当直线 L_i 与 L_j 的 θ 差别非常小时, 则认为 L_i 与 L_j 为同一方向上的直线, 记为 N_i , N_i 的长度为 M_i , 如果 $M_{\max 1} + M_{\max 2}$ (M_i 中的两个极大值) 长度符合要求, 则认为拟合出的线为有限条的线段, 即六角部位合格。否则认为拟合出的线为圆弧, 六角部位加工不合格。

[0057] 如图 1 所示, 一种基于机器视觉的球销类不合格品自动分检方法所使用的装置, 包括柜体 111, 所述柜体 111 内设有光电检测装置 105, 所述柜体 111 左侧面设有用于检测球销球头 107 圆心坐标的第一工业相机 101, 所述柜体 111 顶面设有用于识别球销凹槽部位 108 的第二工业相机 102 和用于识别球销螺纹部位 110 的第三工业相机 103, 所述柜体 111 右侧面设有用于识别球销六角部位 109 的第四工业相机 104。

[0058] 当光电检测装置检测到传送元件的装置位置位于柜体 111 的指定位置时, 工业相机 101、102、103、104 分别抓拍一张图片, 输入软件系统进行识别处理。其中 101 相机进行 107 球头圆心的检测, 如图 2 所示。通过球头圆心的图像坐标, 定位 102 相机采集的图片中 108 凹槽的部位并进行凹槽检测, 如图 3 所示。通过球头圆心的图像坐标, 定位 103 相机采集的图片中 110 螺纹部位并进行螺纹检测, 如图 4 所示。106 为激光线发射器, 其高度固定, 可在水平方向上滑动, 针对同一种型号的元件, 调整激光线发射器的位置, 使其照射在元件

的109六角部位;通过球头圆心的图像坐标,定位104相机采集的图片中六角部位并进行六角检测,如图5所示。

[0059] 本发明采用光电检测装置控制工业相机抓拍,通过球销类元件的球头圆心定位其它待检测部位,并设计了针对性强的识别算法,从而使基于机器视觉的球销类不合格品的自动分检系统具有较好的识别效率及较低的运行耗时。

[0060] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

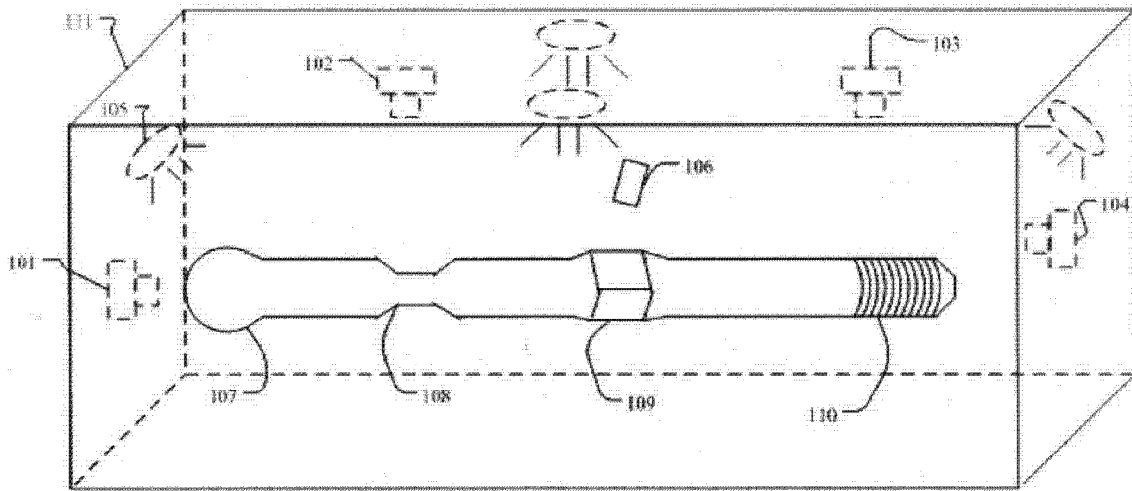


图 1

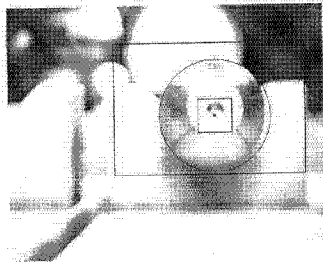


图 2

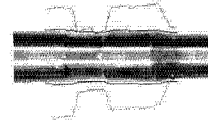


图 3

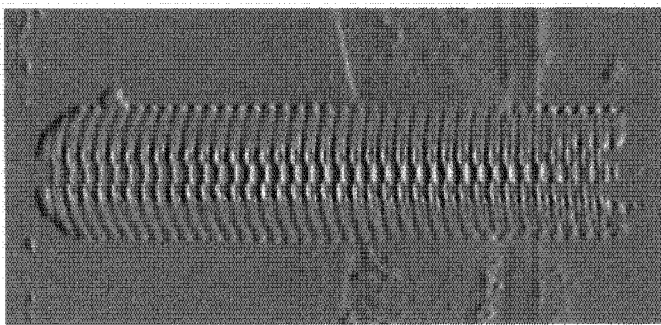


图 4

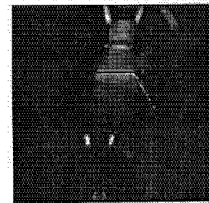


图 5