



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108712831 B

(45)授权公告日 2020.01.14

(21)申请号 201810708352.0

审查员 梅俊慧

(22)申请日 2018.07.02

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108712831 A

(43)申请公布日 2018.10.26

(73)专利权人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381号

(72)发明人 胡志辉 周浔 黄茜 王尔琪

(74)专利代理机构 广州市华学知识产权代理有
限公司 44245

代理人 刘巧霞

(51)Int.Cl.

H05K 3/42(2006.01)

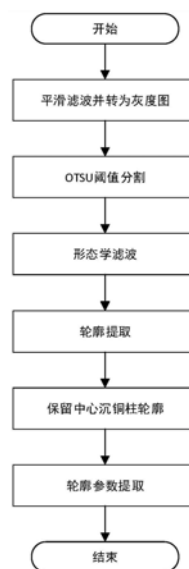
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

背钻PCB截面显微图像工艺参数提取方法

(57)摘要

本发明公开了一种背钻PCB截面显微图像工艺参数提取方法,步骤是:先提取左轮廓和右轮廓,然后以左轮廓为例,构造左轮廓的哈希数组,记录轮廓中纵坐标下对应的左轮廓的最左侧点和最右侧点,根据上述点坐标,得到残留孔环左侧宽度、左侧孔壁粗糙度等参数,然后利用邻域极值优化的方法,寻找孔铜壁左侧厚度由大变小的突变处,该突变处与左轮廓中纵坐标最大值之间的差值为stub长度。本发明还公开了右轮廓的工艺参数右侧孔壁粗糙度和残留孔环右侧宽度的提取。本发明方法可实现对显微图像的感兴趣区域分割,并依据输入的比例尺信息自动测算,提高对背钻PCB横截面物理参数提取的效率和可靠性。



1. 背钻PCB截面显微图像工艺参数提取方法,其特征在于,包括:

获取背钻PCB截面显微图像,在图像中提取背钻的铜柱纵向剖切面左右两部分轮廓,定义为左轮廓和右轮廓,将轮廓点坐标按照顺序分别存入一数组,坐标系原点在图像左上角,向下为y正半轴,向右为x正半轴;自动提取工艺参数,工艺参数包括stub长度,步骤是:

(1) 遍历左轮廓内部所有像素点;

(2) 根据遍历的像素点构造哈希表存储键值对,键为图像的纵坐标y值,值为该y值下对应的左轮廓的最左侧点和最右侧点,即构造左轮廓的哈希数组LA[i],数组元素是两个坐标点,分别是y=i时对应左轮廓最左侧点P₁和最右侧点P₂, $1 \leq i \leq y_{\max}$, $y_{\max}$ 表示左轮廓中纵坐标的最大值;

(3) 遍历哈希表,记录键值对中最左侧点和最右侧点横坐标的差,存入数组LW,LW[i]表示y=i时孔铜壁左侧的厚度,LW中最小值就是孔铜壁左侧最小厚度;

(4) 记录每个y值对应的最左侧点横坐标与右邻域范围内y值对应最左侧点横坐标最大的差值,存储数组为LB[i] = {max(|x_{i,1}-x_{k,1}|), i < k < i+δ},其中x_{i,1}表示LA[i]中最左侧点P₁的横坐标;δ表示邻域取值范围;

(5) 遍历数组LB,保留数组LB中在右邻域内是极大值的元素,将非极大值以及元素值小于一定限值的元素剔除置零;

(6) 获得数组LB中的最大值,得到其对应的纵坐标y_{LB},以该纵坐标y_{LB}为起始索引,从数组LW开始向下搜索,寻找孔铜壁左侧厚度由大变小的突变处,对应的纵坐标记为y_t,y_t和左轮廓中纵坐标最大值之间的差值为stub长度。

2. 根据权利要求1所述的背钻PCB截面显微图像工艺参数提取方法,其特征在于,所述工艺参数包括左侧孔壁粗糙度,数组LB中第二大值为左侧孔壁粗糙度。

3. 根据权利要求1所述的背钻PCB截面显微图像工艺参数提取方法,其特征在于,所述工艺参数包括残留孔环左侧宽度,该宽度为轮廓对应的数组LB中的最大值。

4. 根据权利要求1所述的背钻PCB截面显微图像工艺参数提取方法,其特征在于,所述工艺参数包括右侧孔壁粗糙度和残留孔环右侧宽度,步骤是:

遍历右轮廓内部所有像素点;

构造右轮廓的哈希数组RA[i],数组元素是两个坐标点,分别是y=i时对应右轮廓最左侧点RP₁和最右侧点RP₂, $1 \leq i \leq Ry_{\max}$, $Ry_{\max}$ 表示右轮廓中纵坐标的最大值;

记录每个y值对应的最右侧点横坐标与右邻域范围内y值对应最右侧点横坐标最大的差值,得到RB[j] = {max(|x_{j,1}-x_{k,1}|), j < k < j+δ},其中x_{j,1}表示RA[j]中最右侧点RP₂的横坐标;

然后,遍历数组RB[j],保留RB[j]中在右邻域内是极大值的元素,非极大值或者元素值小于一定限值的元素剔除置零;

将数组RB[j]中的最大值记录为残留孔环右侧宽度,第二大值记录为右侧孔壁粗糙度。

5. 根据权利要求1所述的背钻PCB截面显微图像工艺参数提取方法,其特征在于,获取背钻PCB截面显微图像后,先进行滤波,然后将滤波后的图像转换为单通道灰度图,针对上述灰度图进行二值化。

6. 根据权利要求5所述的背钻PCB截面显微图像工艺参数提取方法,其特征在于,所述滤波是采用高斯滤波。

7. 根据权利要求5所述的背钻PCB截面显微图像工艺参数提取方法,其特征在于,采用OTSU进行二值化。

8. 根据权利要求7所述的背钻PCB截面显微图像工艺参数提取方法,其特征在于,针对二值化后的图像,先进行形态学闭运算以填补空洞,使轮廓可能存在的断裂点得到连接,后做开运算平滑轮廓边界,得到平滑后图像。

9. 根据权利要求8所述的背钻PCB截面显微图像工艺参数提取方法,其特征在于,使用OpenCV中findcontours方法对平滑后图像进行边缘提取,将图中所有连续封闭的轮廓分别以数组形式保存,每个数组是由当前轮廓所有点坐标(x,y)组成,点坐标按轮廓逆时针顺序存储,坐标系原点为图像左上角,向下为y正半轴,向右为x正半轴。

10. 根据权利要求9所述的背钻PCB截面显微图像工艺参数提取方法,其特征在于,提取左轮廓和右轮廓的方法是:

根据边缘提取后得到的轮廓的长度进行排序,选择前两位最长的轮廓,判断轮廓数组中是否超过一定比例的点坐标均位于图像中部区域;

如果是,则根据轮廓中的x轴坐标划分出左轮廓和右轮廓,

如果否,则进一步选择下一长度的轮廓进行判断;

若选择N次均不符合条件,则说明边缘提取失败,对外提示并调整参数后重新进行边缘提取。

背钻PCB截面显微图像工艺参数提取方法

技术领域

[0001] 本发明涉及PCB板参数测量和图像处理研究领域,特别涉及一种背钻PCB截面显微图像工艺参数提取方法。

背景技术

[0002] 在PCB板的制作中,背钻技术是一种常用的加工技术。背钻是一种比较特殊的控深钻。以多层板的制作为例,比如12层板,需要将第1层一直连到第9层,通常做法是一次钻出一个通孔,然后沉铜。但这样第1层将直接连到第12层。又由于从第10层到第12层并无需要相连的线路,因此会有一个多余的铜柱(业内叫stub),此铜柱会影响信号的通路,影响通讯信号的完整性,特别对高速信号的完整性危害很大,会形成反射、振铃、信号延迟等等。而且由于连接层的不同,铜柱子的长短不一样,因而信号延迟会不一样,使信号时序不可控。为避免形成多余铜柱,采用二次钻,也称背钻技术,即将stub从反面钻掉,在不影响连接层信号传输的前提下,留下尽可能短的stub。

[0003] PCB板材电路制作过程中,对产品背钻质量把控十分严格,需要严格检测PCB板背钻后的各项参数,比如stub长度、孔环宽度、孔壁厚度等。现有方法是通过显微镜拍摄高清显微图像,通过人工画线测量,依据比例尺转换得到实际尺寸。尺寸检测过程费时费力,且孔壁粗糙难以测量,还容易产生视觉疲劳。

[0004] 为此,研究一种能够自动提取背钻后PCB截面各项工艺参数的方法具有重要的意义。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服现有技术的缺点与不足,提供一种背钻PCB截面显微图像工艺参数提取方法,该方法可实现对显微图像的感兴趣区域分割,并依据输入的比例尺信息自动测算,提高对背钻PCB横截面物理参数提取的效率和可靠性。

[0006] 本发明的目的通过以下的技术方案实现:背钻PCB截面显微图像工艺参数提取方法,包括:

[0007] 获取背钻PCB截面显微图像,在图像中提取背钻的铜柱纵向剖切面左右两部分轮廓,定义为左轮廓和右轮廓,将轮廓点坐标按照顺序分别存入一数组,坐标系原点在图像左上角,向下为y正半轴,向右为x正半轴;自动提取工艺参数,工艺参数包括stub长度,步骤是:

[0008] (1) 遍历左轮廓内部所有像素点;

[0009] (2) 根据遍历的像素点构造哈希表存储键值对,键为图像的纵坐标y值,值为该y值下对应的左轮廓的最左侧点和最右侧点,即构造左轮廓的哈希数组LA[i],数组元素是两个坐标点,分别是 $y=i$ 时对应左轮廓最左侧点 P_1 和最右侧点 P_2 , $1 \leq i \leq y_{\max}$, $y_{\max}$ 表示左轮廓中纵坐标的最大值;

[0010] (3) 遍历哈希表,记录键值对中最左侧点和最右侧点横坐标的差,存入数组LW,LW

[i]表示 $y=i$ 时孔铜壁左侧的厚度,LW中最小值就是孔铜壁左侧最小厚度;

[0011] (4) 记录每个 y 值对应的最左侧点横坐标与右邻域范围内 y 值对应最左侧点横坐标最大的差值,存储数组为 $LB[i] = \{\max(|x_{i,1} - x_{k,1}|), i < k < i + \delta\}$,其中 $x_{i,1}$ 表示 $LA[i]$ 中最左侧点 P_1 的横坐标; δ 表示邻域取值范围;

[0012] (5) 遍历数组LB,保留数组LB中在右邻域内是极大值的元素,将非极大值以及元素值小于一定限值的元素剔除置零;

[0013] (6) 获得数组LB中的最大值,得到其对应的纵坐标 y_LB ,以该纵坐标 y_LB 为起始索引,从数组LW开始向下搜索,寻找孔铜壁左侧厚度由大变小的突变处,对应的纵坐标记为 y_t , y_t 和左轮廓中纵坐标最大值之间的差值为 $stub$ 长度。

[0014] 优选的,所述工艺参数包括左侧孔壁粗糙度,数组LB中第二大值为左侧孔壁粗糙度。

[0015] 优选的,所述工艺参数包括残留孔环左侧宽度,该宽度为轮廓对应的数组LB中的最大值。

[0016] 优选的,所述工艺参数包括右侧孔壁粗糙度和残留孔环右侧宽度,步骤是:

[0017] 遍历右轮廓内部所有像素点;

[0018] 构造右轮廓的哈希数组 $RA[i]$,数组元素是两个坐标点,分别是 $y=i$ 时对应右轮廓最左侧点 RP_1 和最右侧点 RP_2 , $1 \leq i \leq Ry_{max}$, Ry_{max} 表示右轮廓中纵坐标的最大值;

[0019] 记录每个 y 值对应的最右侧点横坐标与右邻域范围内 y 值对应最右侧点横坐标最大的差值,得到 $RB[j] = \{\max(|x_{j,1} - x_{k,1}|), j < k < j + \delta\}$,其中 $x_{j,1}$ 表示 $RA[j]$ 中最右侧点 RP_2 的横坐标;

[0020] 然后,遍历数组 $RB[j]$,保留 $RB[j]$ 中在右邻域内是极大值的元素,非极大值或者元素值小于一定限值的元素剔除置零;

[0021] 将数组 $RB[j]$ 中的最大值记录为残留孔环右侧宽度,第二大值记录为右侧孔壁粗糙度。

[0022] 优选的,获取背钻PCB截面显微图像后,先进行滤波,然后将滤波后的图像转换为单通道灰度图,针对上述灰度图进行二值化。

[0023] 更进一步的,所述滤波是采用高斯滤波。以对图像平滑降噪。

[0024] 更进一步的,采用OTSU进行二值化。

[0025] 优选的,针对二值化后的图像,先进行形态学闭运算以填补空洞,使轮廓可能存在的断裂点得到连接,后做开运算平滑轮廓边界,得到平滑后图像。

[0026] 优选的,使用OpenCV中`findContours`方法对平滑后图像进行边缘提取,将图中所有连续封闭的轮廓分别以数组形式保存,每个数组是由当前轮廓所有点坐标 (x, y) 组成,点坐标按轮廓逆时针顺序存储,坐标系原点为图像左上角,向下为 y 正半轴,向右为 x 正半轴。

[0027] 优选的,提取左轮廓和右轮廓的方法是:

[0028] 根据边缘提取后得到的轮廓的长度进行排序,选择前两位最长的轮廓,判断轮廓数组中是否超过一定比例的点坐标均位于图像中部区域;

[0029] 如果是,则根据轮廓中的 x 轴坐标划分出左轮廓和右轮廓,

[0030] 如果否,则进一步选择下一长度的轮廓进行判断;

[0031] 若选择 N 次均不符合条件,则说明边缘提取失败,对外提示并调整参数后重新进行

边缘提取。N可根据实际拍摄的图像情况选择。

[0032] 本发明与现有技术相比,具有如下优点和有益效果:

[0033] 1、本发明根据背钻PCB截面显微图像,可按生产方的品控需求自动精确地提取出stub长度、孔壁厚度、残留孔环长度、孔壁粗糙度等,具有自动化程度高、结果准确的优点。

[0034] 2、由于PCB制作和沉铜的过程中,铜路难免会粗糙、参差不齐,如果参数部分采用传统的拟合、霍夫曼检测等图像处理方法精度不高,效果不佳。本发明提出对应每个纵坐标的粗糙度估算并再保留邻域极值的优化过程,保证了测量的精度和程序速度,效率很高。

[0035] 3、本发明是以流水线上拍摄的显微图像为对象,可以直接用计算机程序处理并计算和提取参数,免去了人工费时费力的手动测量,提高了测量精度和速度,降低了成本。

附图说明

[0036] 图1为本发明实施例采集的原图像。

[0037] 图2为本发明实施例的背钻PCB截面图像参数提取方法的流程图。

[0038] 图3为本实施例轮廓参数提取的流程图。

[0039] 图4是对提取的参数直接标注在图像上的效果图。

具体实施方式

[0040] 下面结合实施例及附图对本发明作进一步详细的描述,但本发明的实施方式不限于此。

[0041] 实施例

[0042] 针对流水线背钻PCB,通过显微镜拍摄高清显微图像,得到图1所示原图像,本实施例所述背钻PCB截面显微图像工艺参数提取方法即是针对该原图像进行相应参数的自动提取和标示。具体步骤参见图2。

[0043] 一、滤波和灰度图转换

[0044] 根据图像的特征,选择对图像平滑降噪,滤波采用高斯滤波,因图片尺寸较大,为2800*1550,故高斯核大小取(9,9)。

[0045] 对滤波后的彩色图像进行灰度图转换,将其转为单通道灰度图。

[0046] 二、阈值分割

[0047] 由于沉铜区域(铜截面区域)与板材灰度差异较大,因此本实施例选用OTSU方法进行二值化分割,将上述的单通道灰度图转换为二值图,图中,沉铜区域值为1。

[0048] 三、形态学滤波

[0049] 二值化后的图像边缘存在锯齿,同时内部可能存在空洞,为此,本实施例先利用形态学闭运算填补空洞,从而连接轮廓可能存在的断裂处,然后再利用形态学开运算平滑轮廓的边界,便于后续的轮廓提取。

[0050] 四、轮廓提取

[0051] 针对形态学滤波后的图像,使用OpenCV的findcontours方法提取二值图中的封闭轮廓,保存所有连续封闭的轮廓点。用多个并列数组分别保存多个轮廓;每个数组是由当前轮廓所有点坐标(x,y)组成,点坐标按轮廓逆时针顺序存储,坐标系原点为图像左上角,向下为y正半轴,向右为x正半轴。

[0052] 五、提取感兴趣的轮廓

[0053] 根据PCB上需进行背钻的沉铜柱在显微图像中的位置和大小特征,本实施例中沉铜柱一般在图像的中部,且封闭轮廓相对是最长,因此提取出符合上述条件的轮廓,去除其他冗余轮廓。

[0054] 六、轮廓参数提取

[0055] 如图3所示,以左侧轮廓为例,轮廓参数提取的步骤如下:

[0056] (6-1) 遍历左轮廓所有像素点,记录左轮廓中y坐标最大值 $y_{\max}$,y坐标最小值为 $y_{\min}$ 。

[0057] (6-2) 根据遍历的像素点构造哈希表存储键值对,键为图像的纵坐标y值,值为该y值下对应的左轮廓的最左侧点和最右侧点,哈希函数为直映射,即构造左轮廓的哈希数组A[i],数组元素是两个坐标点,分别是y=i时对应左轮廓最左侧点 P_1 和最右侧点 P_2 。

[0058] (6-3) 遍历哈希表,记录键值对中最左侧点和最右侧点横坐标的差,存入数组LW,LW[i]表示y=i时孔铜壁左侧的厚度,LW中最小值就是孔铜壁左侧最小厚度TV, $TV = \min \{LW[i] | y_{\min} < i < y_{\max}\}$ 。

[0059] (6-4) 计算粗糙程度,记录每个y值对应的最左侧点横坐标与右邻域范围内y值对应最左侧点横坐标最大的差值,存储数组为 $LB[i] = \{\max(|x_{i,1} - x_{k,1}|), i < k < i + \delta\}$,其中 $x_{i,1}$ 表示LA[i]中最左侧点 P_1 的横坐标; δ 表示邻域取值范围。

[0060] (6-5) 遍历数组LB,保留数组LB中在右邻域内是极大值的元素,将非极大值以及元素值小于一定限值的元素剔除置零,数学表达式为 $\{LB[i] = 0 | LB[i] \neq \max(LB[j]), i < j < i + \delta, \delta = 100 \text{ 或 } LB[i] < \varepsilon, \varepsilon = 5\}$ 。

[0061] (6-6) 将数组LB中的最大值记录为残留孔环左侧宽度 $RL = \max\{LB[i], y_{\min} < i < y_{\max}\}$,LB中第二大值为左侧孔壁粗糙度 $HR = \max\{LB[i] \text{ 且 } LB[i] \neq RL, y_{\min} < i < y_{\max}\}$ 。

[0062] (6-7) 从找到的RL参数对应图像y值为起始索引,从数组LW开始向下搜索,寻找孔铜壁左侧厚度由大变小的突变处,即满足条件: $\{h | w[h - \Delta] - w[h + \Delta] > t, \Delta = 3, t = 0.9 * RL\}$,以此为起点到轮廓底端,纵坐标变化的长度为stub长度: $HS = y_{\max} - h$ 。

[0063] 右轮廓中各个参数(右侧孔壁粗糙度和残留孔环右侧宽度)的计算参见上述步骤,其中,先记录右轮廓中每个y值对应的最右侧点横坐标与右邻域范围内y值对应最右侧点横坐标最大的差值,得到 $RB[j] = \{\max(|x_{j,1} - x_{k,1}|), j < k < j + \delta\}$,其中 $x_{j,1}$ 表示RA[j]中最右侧点 RP_2 的横坐标;RA[i]表示右轮廓的哈希数组,数组元素是两个坐标点,分别是y=i时对应右轮廓最左侧点 R_1 和最右侧点 RP_2 , $1 \leq i \leq Ry_{\max}$, $Ry_{\max}$ 表示右轮廓中纵坐标的最大值;

[0064] 然后,遍历RB[j],保留RB[j]中在右邻域内是极大值的元素,非极大值或者元素值小于一定限值的元素剔除置零,数学表达式为 $\{B[j] = 0 | Bp \neq \max(B[j]), p < j < p + \delta, \delta = 100 \text{ 或 } B[j] < \varepsilon, \varepsilon = 5\}$;

[0065] 将数组RB[j]中的最大值记录为残留孔环右侧宽度RR, $RR = \max\{B[j], y_{\min} < i < y_{\max}\}$,第二大值记录为右侧孔壁粗糙度HR, $HR = \max\{B[j] \text{ 且 } B[i] \neq RR, y_{\min} < i < y_{\max}\}$ 。

[0066] 可通过各种手段实施本发明描述的技术。举例来说,这些技术可实施在硬件、固件、软件或其组合中。对于硬件实施方案,处理模块可实施在一个或一个以上专用集成电路(ASIC)、数字信号处理器(DSP)、可编程逻辑装置(PLD)、现场可编程逻辑门阵列(FPGA)、处理器、控制器、微控制器、电子装置、其他经设计以执行本发明所描述的功能的电子单元或

其组合内。

[0067] 对于固件和/或软件实施方案,可用执行本文描述的功能的模块(例如,过程、步骤、流程等)来实施所述技术。固件和/或软件代码可存储在存储器中并由处理器执行。存储器可实施在处理器内或处理器外部。

[0068] 本领域普通技术人员可以理解:实现上述方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成,前述的程序可以存储在一计算机可读取存储介质中,该程序在执行时,执行包括上述方法实施例的步骤;而前述的存储介质包括:ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0069] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

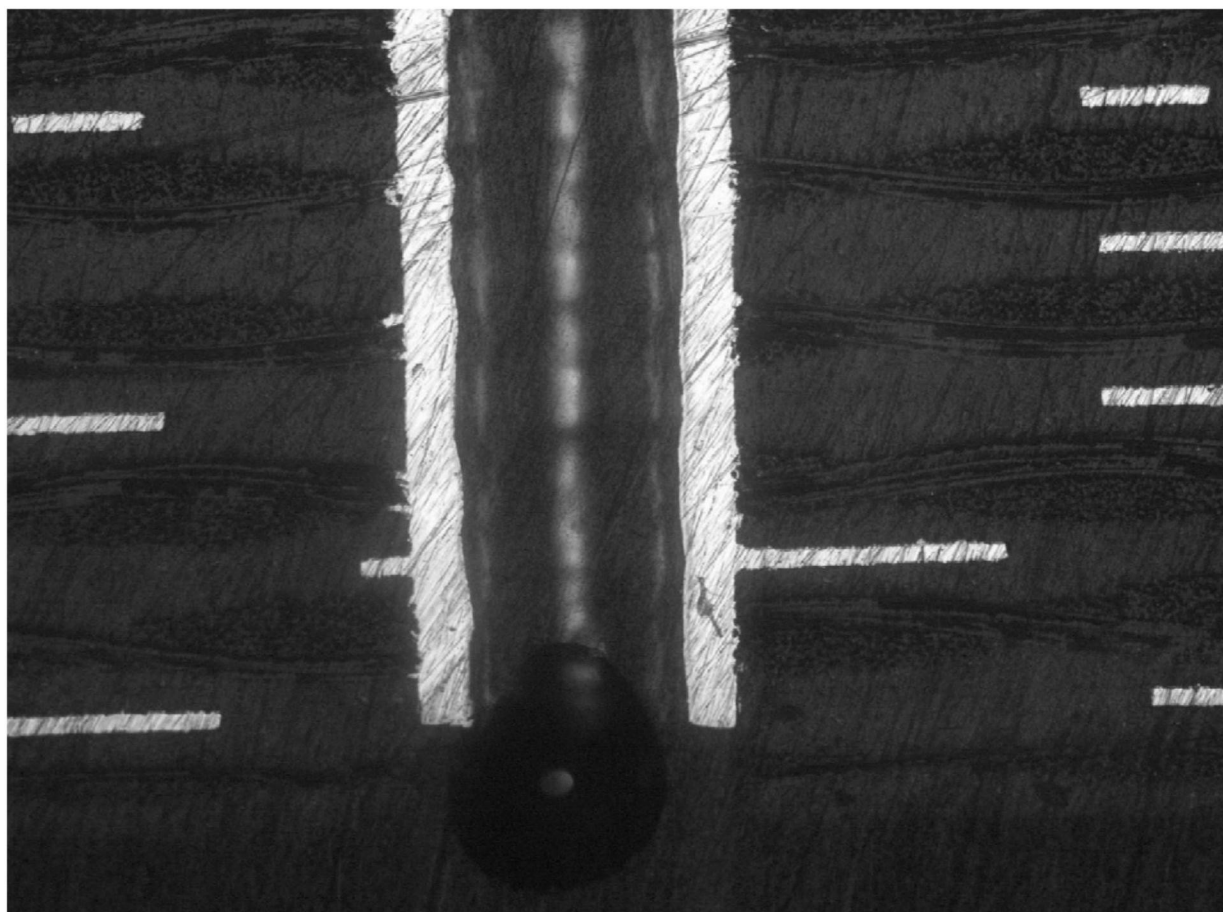


图1

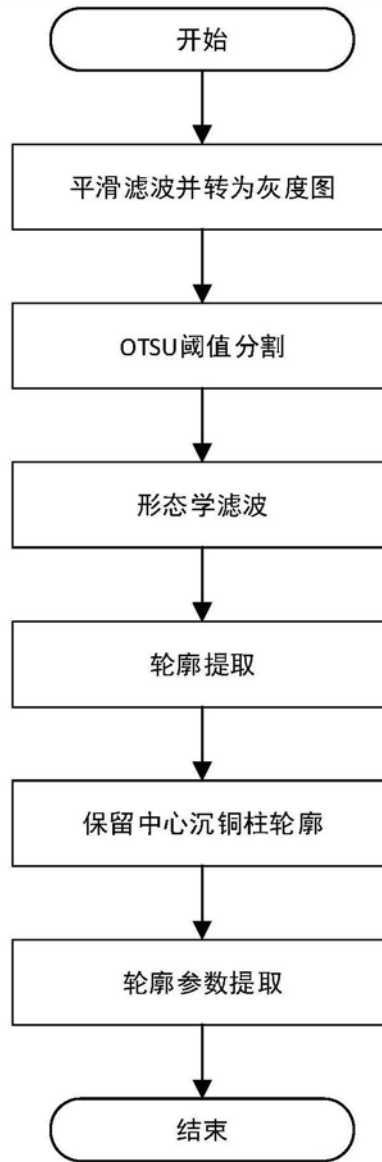


图2

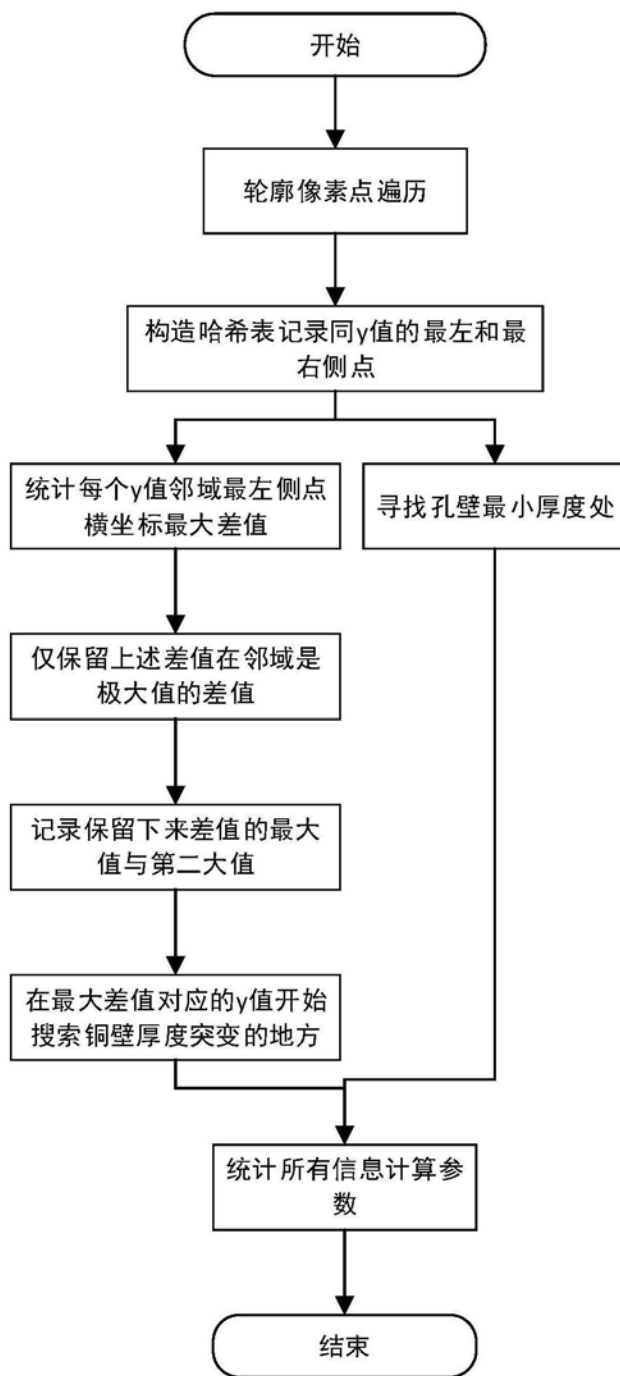


图3

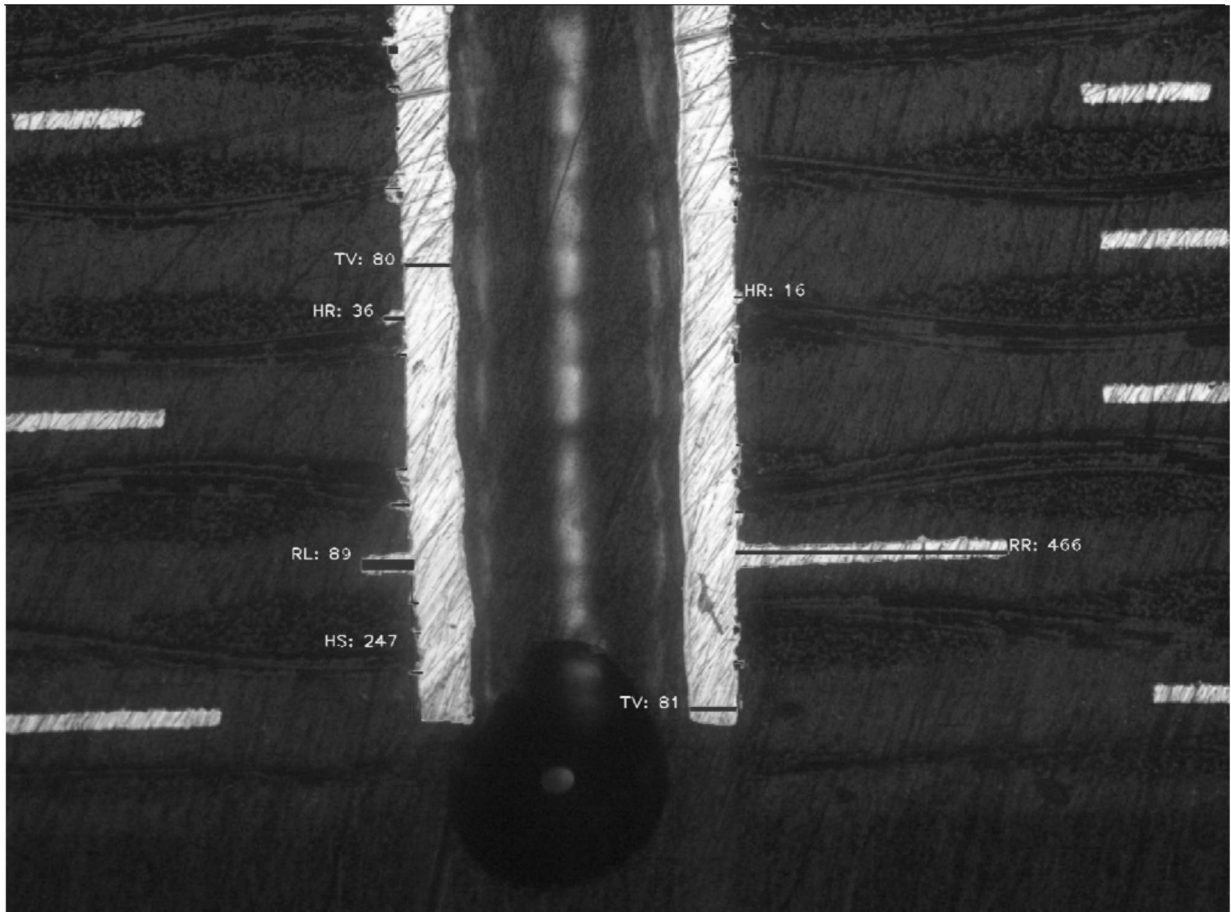


图4