

图像处理技术在镀镍层腐蚀保护等级评定中的应用

曲彦平, 于淼, 耿新

(沈阳工业大学材料学院, 辽宁 沈阳 110023)

[摘要] 为了能够准确地得到镀镍涂层腐蚀“保护”等级,利用计算机图像处理技术对镀镍层腐蚀图像的腐蚀特征进行检测分析。对镀镍层腐蚀图像采集、图像预处理、图像二值化、腐蚀特征点面积测量进行讨论,给出镀镍层腐蚀特征检测分析图像处理的算法,同时利用 MATLAB 工具箱对图像处理过程进行仿真试验,最后根据镀镍层腐蚀特征点面积计算镀镍层腐蚀“保护”等级。该方法为镀镍层腐蚀“保护”等级评定提供新的依据。

[关键词] 镀镍层;腐蚀评级;图像处理;MATLAB;图像二值化

[中图分类号] TG174.4

[文献标识码] B

[文章编号] 1001-3660(2008)01-0080-03

Rating System of the Nickel Coating Corrosion Protection Grade Based on Image Processing

QU Yan-ping, YU Miao, GENG Xin

(School of Materials, Shenyang University of Technology, Shenyang 110023, China)

[Abstract] In order to find the corrosion protection grade of the nickel coating exactly, the computer image processing techniques were used to detect corrosion features in nickel coating. The methods included the nickel coating image collecting, image preprocessing, image binarization, area calculation of corrosion features in nickel coating, the algorithm of computer image processing on corrosion protection test was studied, and simulative experiment on the algorithm based on MATLAB was introduced, then the corrosion feature area parameters was used to calculate corrosion protection grade. This method provided a new basis to nickel coating protection grade rating.

[Key words] Nickel coating; Corrosion protection grade; Image processing; MATLAB; Image binarization

0 引言

镀层材料经过大气环境暴露,表面有一定的腐蚀特征出现,根据 GB6461-86 规定,针对覆盖层对基体腐蚀的保护能力所评定的级数称为“保护”等级^[1]。目前,镀层腐蚀特征的检测技术可以分为以下 3 种:传统的人工检测方法、检测仪器与镀层材料接触的检测方法、计算机图像处理技术的检测方法。人工检测的方法主观性强,误判率高;检测仪器与镀层材料接触的检测方法虽然检测准确率可以得到保证,但是检测仪器造价过高,不便于携带,并且缺乏灵活性;计算机图像处理技术的检测方法造价低、灵活性高、便于携带和操作,因此,计算机图像处理技术在镀层材料腐蚀特征的检测中将会有广泛的应用。

笔者首先进行镀镍层腐蚀试样的制备;然后对腐蚀试样的腐蚀特征进行采集,将镀镍层材料的腐蚀特征以图像的形式表现出来;最后采用 MATLAB 语言编程对腐蚀图像信息进行分析处理,从而对镀镍层材料腐蚀“保护”等级进行评级。

1 镀镍层腐蚀试样制备

[收稿日期] 2007-10-23

[基金项目] 辽宁省教育厅科学技术基金项目(2004D014)

[作者简介] 曲彦平(1963-),男,吉林长岭人,教授,博士,主要从事材料表面强化技术研究。

将 A3 钢制成 30mm × 10mm × 1mm 的试样,对试样进行化学镀镍。对镀镍试样按照 GB/T 10125-1997 中的中性盐雾试验标准在型号 JST-160 盐雾试验箱中进行腐蚀试验^[2];按预先规定的试验周期取出腐蚀试验样品,作为腐蚀试样。

2 镀镍层腐蚀图像处理分析

首先利用图像采集系统对镀镍层腐蚀试样进行图像采集;采集到的彩色图像经过灰度化和图像增强处理后,使其变成腐蚀区域更突出的灰度图像;然后将 256 级灰度图像变成黑白的二值图像,使腐蚀点与背景区域分离;最后,根据镀镍层腐蚀二值化图像计算腐蚀区域面积,利用镀镍层腐蚀“保护”等级公式给出镀镍层腐蚀评价等级。镀镍层腐蚀图像的处理流程如图 1 所示。

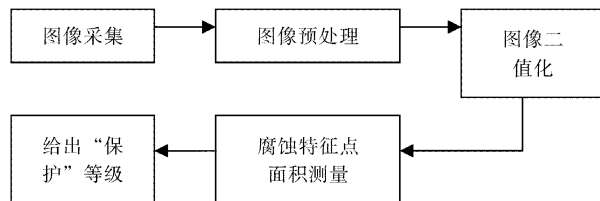


图 1 腐蚀图像处理流程

Figure 1 Treatment procedure of corrosion image

2.1 图像的采集

本系统中图像采集系统设备的空间位置如图 2 所示。主要包括: CCD 摄像机、视频采集卡、环形光源等。环形光源均匀照射在待测镀镍层腐蚀试样的表面, 由 CCD 摄像机采集腐蚀试样的图像, 该图像经视频采集卡处理后转化成 RGB 真彩色图像并同屏显示在计算机显示器的窗口上, 当确定好要处理的对象后, 将对象定格下来。然后利用计算机图像处理技术对镀镍层腐蚀图像做各种相应的处理, 并最终能够给出评级结果。

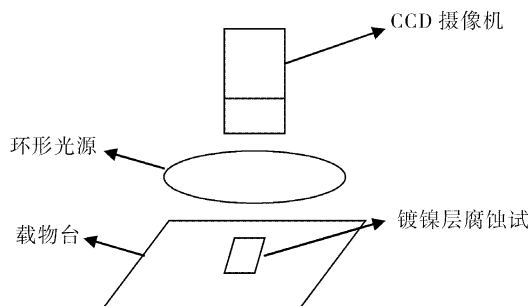


图 2 腐蚀图像采集系统

Figure 2 Collective system of corrosion image

2.2 图像预处理

为了减少数据处理量, 加快处理速度, 一般首先将 RGB 彩色图像转换成灰度图像。本文中, 直接对彩色图像进行颜色分解, 生成各颜色分量的单色灰度图像。G(绿色)颜色分量图像保留了镀镍层腐蚀图像的细节, 腐蚀区域与背景区域灰度区分明显, 并且整幅图像亮度比较均匀。因此, 我们对采集进来的镀镍层腐蚀图像直接提取 G(绿色)颜色分量灰度图像。

镀镍层腐蚀图像在采集时由于光照条件、转换器件的精度以及在传输过程中信息的损失和噪声干扰等影响, 都会影响图像质量, 从而影响镀镍层腐蚀等级评定的准确性。因此在图像识别之前, 必须对图像进行增强处理, 消除噪声、提高图像质量。目前图像增强的方法主要有空域处理和频域处理 2 种方法^[3]。镀镍层腐蚀的“保护”缺陷主要包括凹坑腐蚀、针孔腐蚀及镀镍层表面的腐蚀产物等。对于“保护”缺陷中的针孔腐蚀, 在腐蚀图像中一般只占几个像素, 如果采用空域滤波, 就将图像变得模糊, 目标区域与背景区域区分不明显, 而且也会将针孔腐蚀从腐蚀图像中滤除掉。

同态滤波是一种基于特征的对比度增强方法, 主要用于减少光照不均匀引起的图像降质, 并对感兴趣的区域进行有效增强。同态滤波从图像的整体角度对光照不均匀进行修正, 而且可以很好地保留图像的原始形貌^[4]。所以, 本文采用同态滤波来对图像进行预处理。同态滤波的过程如图 3 所示。

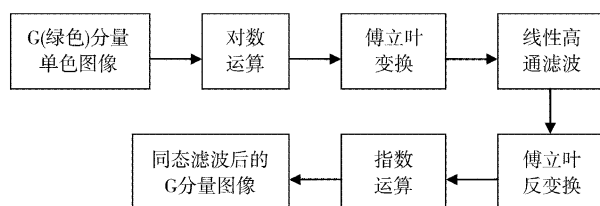


图 3 同态滤波过程

Figure 3 Wave filtrating process of same state

2.3 图像二值化

镀镍层腐蚀图像二值化就是将图像中的腐蚀区域变成黑色, 将背景区域变成白色, 使腐蚀区域从背景中分离出来。基于阈值的二值化是图像二值化最常用的方法, 其难点在于阈值的自适应选择^[5]。一般自适应选取阈值的方法有双峰法、迭代法、最大类间方差法等^[6]。双峰法是指图像由前景与背景组成, 在灰度直方图上, 前景与背景都形成高峰, 在双峰间的低谷处就可以作图像的二值化阈值。但是双峰法对于图像明暗程度变化较大时, 二值化的效果也发生较大的变化。并且, 对于腐蚀区域较小的镀镍层腐蚀图像, 其灰度直方图的双峰并不明显。基于迭代的阈值能区分出前景与背景的主要区域所在, 但在图像的细微处还没有很好的区分度。

最大类间方差法由 Otsu N^[7]于 1978 年提出。取某个灰度值, 以它为界将图像分为前景与背景 2 个区域, 分别计算前景与背景两区域中的像素点数及灰度平均值。然后计算它们的类间方差, 最后取所有灰度的类间方差中的最大值对应的灰度为阈值。最大类间方差法对不同亮度情况的图像处理效果都较好, 而且算法也比较稳定。但是, 经过对腐蚀情况不同的腐蚀图像试验发现, 最大类间方差法并不适用于所有的腐蚀图像。如果腐蚀图像中的腐蚀区域较小, 或者腐蚀区域与背景区域区分不明显时, 二值化后的图像使原本孤立的腐蚀区域粘连在一起, 出现大面积的黑色区域。当腐蚀图像中腐蚀区域较大时, 二值化图像就较完整地显示出滤波后图像中的腐蚀区域。所以, 在实际的镀镍层腐蚀评级系统应用中, 在用最大类间方差法计算腐蚀图像阈值之前, 先对图像作进一步处理。

首先, 按照镀镍层腐蚀区域大小, 将腐蚀图像分为两类。对于腐蚀区域较大的图像, 利用最大类间方差法直接对滤波后的图像计算阈值; 对于腐蚀区域较小的图像, 首先进行灰度拉伸。图像的灰度拉伸目的是增加原图像的灰度级数, 根据需要调整图像的灰度值^[8]。所以, 对腐蚀区域较小的腐蚀图像进行灰度拉伸, 使同态滤波后的图像腐蚀区域更暗, 背景区域更亮, 以增大腐蚀区域与背景区域灰度差。图像灰度拉伸计算方法如下:

$$G'(x, y) = \begin{cases} fG(x, y) * Relative & fG(x, y) > \bar{fG}(x, y) \\ fG(x, y) / Relative & fG(x, y) \leq \bar{fG}(x, y) \end{cases} \quad (1)$$

式中, $G'(x, y)$ 为输出图像像素点的 G(绿色)分量值; $Relative$ 为对比度拉伸算子, 本文中取固定值 1.4; $fG(x, y)$ 为输入图像像素点的 G(绿色)分量值; $\bar{fG}(x, y)$ 为输入图像像素点的 G(绿色)分量值平均值。

用最大类间方差法对处理后的腐蚀图像计算阈值, 利用阈值对腐蚀图像二值化。如果图像中像素点灰度值大于阈值, 该点灰度值变为 1, 如果像素点灰度值小于阈值, 该点灰度值变为 0。二值化图像中像素点灰度值为 0 (图中的黑色区域) 的区域就是镀镍层腐蚀图像中的腐蚀区域, 像素点灰度值为 1 的点所组成的区域为镀镍层腐蚀图像的背景区域。

2.4 计算“保护”等级

根据国标 GB 6461-86 规定, 镀镍层腐蚀试样的保护等级是根据保护缺陷所覆盖的面积按下列公式得出保护等级:

$$R = 3 * (2 - \lg A) \quad (2)$$

式中, R 为保护等级 (根据上式得到的 R 值修约为最接近的

整数); A 为缺陷面积百分比。

区域缺陷面积百分比就是镀镍层腐蚀图像二值图像矩阵中像素点灰度值为 0 的点的总和与镀镍层腐蚀图像像素总数之比的百分数。

3 试验结果与分析

采用文中给出的镀镍层腐蚀图像处理算法,选用镀镍层腐蚀图像通过 MATLAB 工具箱对腐蚀图像算法进行仿真试验,试验结果如图 4 所示。由图 4 可见,镀镍层腐蚀图像经过同态滤波增强后,图像保留了较好的原始细节,同时在腐蚀特征区域得到较好的加强;同态滤波能够较好地修正图像的整体亮度,在保留了图像的原始形貌基础上有效增强镀镍层图像中的腐蚀点区域。从图中看到,同态滤波后的图像的直方图是单峰图像,背景区域与腐蚀区域在直方图中显示不是很明显。而同态滤波的图像经过灰度拉伸之后,由其直方图中可以看出,横坐标(灰度级)较小的区域对应峰值基本上表示腐蚀图像腐蚀区域的像素点数目,而横坐标(灰度级)较大的区域对应的峰值代表了腐蚀图像背景区域像素点数,腐蚀区域与背景区域在直方图上得到很好的区分。然后,用最大类间方差法计算灰度拉伸后图像阈值,根据求出的阈值 T 对图像进行二值化,灰度拉伸后的图像二值化可以很好地反映出镀镍层腐蚀图像中的腐蚀区域,使腐蚀区域与背景区域在二值化图像中得以分离。最后对镀镍层腐蚀二值化图像计算缺陷面积百分数为 11.02%,根据镀镍层腐蚀“保护”等级公式,计算出“保护”等级 R 值并修约为最接近的整数 $R=3$,即图 4 中镀镍层腐蚀“保护”等级为 3 级。

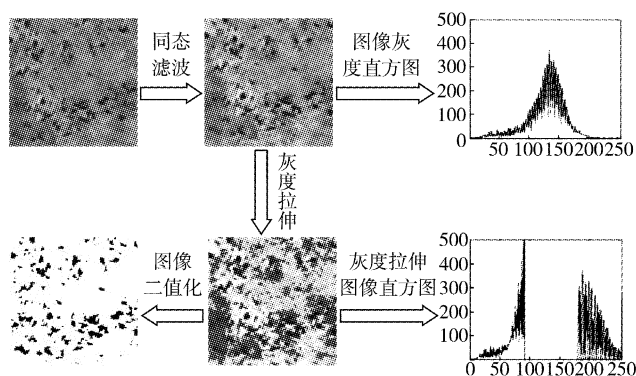


图 4 MATLAB 仿真试验结果

Figure 4 Simulation experiment result of MATLAB

4 结论

根据对镀镍层腐蚀图像计算机图像处理过程的讨论及对相应处理结果的分析,本文得出以下结论:

- 1) 提出镀镍层腐蚀图像的采集系统,通过该系统采集到的腐蚀图像腐蚀区域清晰,图像亮度均匀;
- 2) 图像预处理采用频域的处理方法,使腐蚀图像得到有效的增强;图像二值化采用改进的最大类间方差法,得到的二值化图像能够很好地反映出图像的腐蚀区域;
- 3) 给出完整的镀镍层腐蚀评级算法,使用该算法可以直接

求出镀镍层腐蚀“保护”等级。

[参考文献]

- [1] GB6461-86,金属覆盖层对底材呈阴极的覆盖层腐蚀实验后的电镀试样评级[S].
- [2] GB10125-1997,人造气氛腐蚀试验——盐雾试验[S].
- [3] 陈春宁,王延杰.在频域中利用同态滤波增强图像对比度[J].图像处理,2007,23(2/3):264-266
- [4] 张新明,沈兰荪.基于小波的同态滤波器用于图像对比度增强[J].电子学报,2001,29(4):531-533
- [5] 吕俊哲.图像二值化算法研究及其实现[J].科技情报开发与经济,2004,14(12):266-267
- [6] 齐丽娜,张博,王战凯.最大类间方差法在图像处理中的应用[J].无线电工程,2006,36(7):25-26
- [7] Ostu N. A threshold selection method from gray-level histogram[J]. IEEE Trans, 1979, SMC-9: 62-66
- [8] 何斌,马天予,王运坚. VisualC++ 数字图像处理[M]. 北京:人民邮电出版社,2004. 78-90

专利名称:半导体机台气体反应室的气体配送系统与方法

专利申请号:03121918.7 **公开号:**CN1538507

申请日:2003-04-14 **公开日:**2004-10-20

申请人:台湾省华邦电子股份有限公司

一种半导体机台气体反应室的气体配送系统与方法,特别是在晶片进行等离子蚀刻或薄膜沉积工艺中,能通过气体流量控制阀参数设定,随时调整等离子气体在反应室里的分布状况,使同一片晶圆的均匀度达到最佳的气体配送系统与方法。首先使输入反应室气体的输送管路经过气体分流器区分为两条管路,其中一条管路接至对应于上电极板气体分配器中心区域的气体喷嘴,另一条管路接至对应于上极板气体分配器周边区域的气体喷嘴,且中心区域气体喷嘴及周边区域喷嘴并以 O 型环分隔,以避免两区域的气流发生局部扰流现象,通过流量控制阀调整 2 条管路的气体流量,并经过上电极板气体分配器的气孔后,可改变气体在反应室的分布情形,以满足不同工艺条件需求。

专利名称:处理和制造具有光泽度的表面的方法

专利申请号:02815901.2 **公开号:**CN1541157

申请日:2002-08-09 **公开日:**2004-10-27

申请人:德国许克雕刻有限公司

本发明涉及一种方法用于处理和制造具有可再现的光泽表面的材料以及采用该方法的挤压工具。为了提高挤压工具的耐用度,按照本发明建议挤压工具设有一涂层,该涂层包括具有类似金刚石层的碳并且牢固依附地构成在挤压工具表面上,其层厚为 0.1~10 μ m,并且表面硬度具有超过 1800HV 的维氏硬度。借此在处理高耐磨的材料的过程中显著降低挤压工具表面的磨损。