

镀层内应力的测试

镀层内应力是指在没有外在载荷的情况下,镀层内部所具有的一种平衡应力。这种应力是在电镀过程中受到一些沉积因素的影响,引起金属晶格缺陷所致。特别是某些金属离子和有机添加剂的作用,会显著增加镀层的内应力。镀层内应力有宏观应力和微观应力两类。宏观应力表现在将一金属薄片进行单面电镀,薄片受镀层内应力影响而产生弯曲。朝阳极方向弯曲,表明镀层受张应力(拉应力);背阳极方向弯曲,表明镀层受压应力。微观应力则主要通过提高镀层硬度表现出来。宏观应力能引起镀层在储存、使用过程中产生气泡、开裂、剥落等现象,在外力作用时,还将引起应力腐蚀和降低抗疲劳强度等。用来测定镀层宏观应力的方法有:幻灯投影法、电阻应变仪法、螺旋收缩仪法、x射线衍射法等多种。

一、幻灯投影法

本法往往作为镀层内应力的定性试验方法。试验装置(见图 10—1—13)中扁形镀槽由透明有机玻璃制成。内部尺寸为 250mm×150mm×12mm,试片 2 是 120mm×8mm×0.2mm 的紫铜薄片,试验前在 700℃下退火 40min,自然冷却后清洗,干燥,静压碾平,将一面绝缘(绝缘涂料选择应根据镀液 pH 值和温度不同而异)。用夹子将试片一端紧固在槽顶端,另一端自由垂直(称自由端)。阳极制成 150mm×8mm×5mm 的长条,紧固在槽夹子上,阳极与试片的距离为 150mm。接通电源以后,试片面对阳极一面沉积镀层。若镀层中产生了内应力,试片的自由端便发生偏转,用幻灯机将试样偏转的挠度放大 10 倍投影在屏幕 4 上,屏幕板上贴一张坐标纸,从坐标纸上记录试片某一厚度下的挠度值,以此评定镀层内应力的大小。测试时,应注意以下事项:①试验前试片必须与屏幕的纵坐标重合,影像应清晰。②为防止幻灯机光源对电解槽内试液温度的影响,只在读数时才开启光源。③用不同电镀工艺,在相同厚度下的内应力,可用挠度值作相应比较。

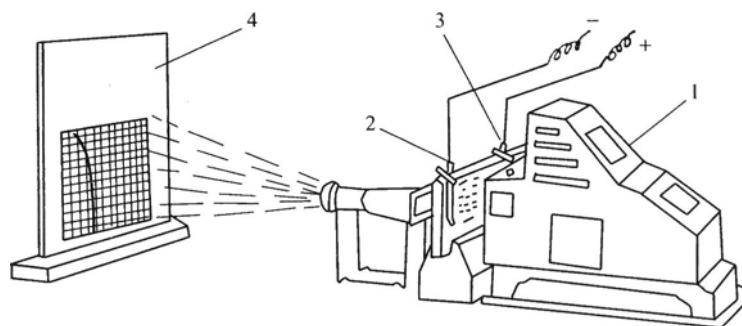


图 10—1—13 幻灯投影法试验装置

1-幻灯机; 2-阴极试片; 3-阳极紧固夹; 4-贴有坐标纸的屏幕。

二、电阻应变仪法

本方法是利用电阻丝的伸缩而产生的电阻值变化的原理来测量镀层内应力。在一个 100mm×20mm×2mm、表面粗糙度 $R_a \leq 0.4$ 的碳钢片试样表面上,将市售应变片(由电阻丝制成)用 88 号胶黏剂粘贴固定,并焊接所需长度的导线,然后用相应绝缘涂料将试样和应变片背面全部涂覆,接头部位应严格绝缘(要求达到 50MΩ 绝缘电阻),经电阻应变仪进行双桥平衡后,置于电解槽中,按规定的电流密度和时间进行电镀。当试样单面沉积金属镀层后,由于镀层产生应力,导致应变片相应收缩而改变其电阻值。镀后取出试样,清洗、吹干后在电阻应变仪上测量应变值,按下式计算镀层内应力:

$$\sigma = \frac{\delta \varepsilon E}{2\delta_0} \times 10^{-6}$$

式中: σ 为镀层内应力(MPa); δ 为试样厚度(mm); ε 为应变值测定值; E 为镀层金属弹

性模数(MPa); δ_0 为镀层厚度(mm)。

测定时,应注意下列事项:①胶黏剂及绝缘涂料应根据所用镀液的 pH 值和温度来选择。②应变片必须紧贴试样表面,不允许有气泡存在。③为防止应变值随时间变化,镀后测量的间歇时间每次均应一致。

三、螺旋收缩仪法

本法是利用螺旋形金属片试样在电镀时其曲率半径发生变化进行测试。将一条一定规格的不锈钢螺旋带,经表面清洗、干燥、内壁绝缘后称重;将该螺旋带一端固定在仪器上,另一端为自由端,将该螺旋带连同仪器装在电解槽上方,使螺旋带浸于镀液中进行电镀。螺旋带外壁一面沉积镀层后,由于镀层应力产生而使其曲率半径发生变化,从螺旋片另一端连接的齿轮将位移量放大。从仪器刻度盘上的指针位置读出相应数值。称出电镀后螺旋形试片质量,计算金属增重后得知镀层的平均厚度,即可得到某一厚度下镀层的应力。

国产定型螺旋收缩仪有 LDY-2 型等几种。螺旋收缩仪的操作方法可按说明书进行。

通常,研究或对比镀层内应力相对值时,读出指针的偏转读数,即作为镀层应力示值。而在测定镀层内应力的绝对值时,则需事先测出该仪器的偏转常数,然后通过指针示值和偏转常数换算而得。