

① 印制板 导线凹坑 缺陷



在印制板生产中时常出现板面导线缺口、针孔、凹坑等,有人认为是不是什么大病,这种看法是不对的。这是因为在现代要求比较高的传输线观念中,则会成为很大故障。现在印制板表面导线大多数已成为传输线了。例如:高速电脑上的印制板表面上的导线,事实上已成为传输线,这时,对导线的特性阻抗有比较严格的要求。当“方波讯号”通过传输线时所遇到的阻力称为特性阻抗(Z_0),现在电脑中所采用的印制板传输线又以表面微带线为主,其特性阻抗的计算公式如下:

$$Z_0 = \frac{87}{\sqrt{\epsilon_r + 1.41}} \ln\left(\frac{5.98h}{0.8w + t}\right)$$

- 式中: w :印制导线的宽度 (mm)
- t :印制导线的厚度 (mm)
- h :导线与接地面间的电介质的厚度 (mm)
- ϵ_r :相对介电常数

从式中可以明显看出:与特性阻抗有关的参数是 w 、 t 、 ϵ_r 和 h ,其中介电常数和 ϵ_r 变化小,而 w 、 t 和 h 则容易发生变化。如果对特性阻抗要求比较严格的情况下,必须控制导线宽度 w ,导线厚度 t 和介质厚度 h 。在标准中通常规定线宽变细不得超过 20%,在最新发布的 IPC-6012 的 3.5.1 节仍然沿用了这个数据。据说这是针对导体通过电流而言,在对特性阻抗有要求时,必须对导线宽度、厚度严格控制。而导线缺口会减少导线宽度,导线表面凹坑可能影响导线厚度,所以要控制导线的宽度和厚度就必须对导线表面缺口和凹坑进行控制。在进行讨论之前,还必须根据有关标准对导线缺口和凹坑下个定义:在导电区域产生的小孔缺陷,没有完全穿透金属箔,这就是麻点和凹坑;而局部区域中缺少金属铜,层压板基材露出,这就是针孔;针孔发生在导线边缘就是导线

缺口。本文主要对导线表面缺口、凹坑等缺陷进行讨论,并通过显微剖切进行分析,不但要找出产生的真正原因,而且要提出纠正措施。

样本收集和显微剖切

从每年的印制板废品统计中可以看出,因导线表面缺口而产生的废品是相当多的(见表 1)。有的导线缺口按标准规定要求被判断为合格的还没统计在内。

表 1 导线缺口废品统计

年份	缺陷名称	废品块数	废品中排位
1997	导线缺口	293	7
1998	导线缺口	263	3
1999 年上半年	导线缺口	128	3

导线表面凹坑时有发生,有时多,有时少,有时没有,无论多或少都没有引起人们的关注。前不久检验中发现了 30 几块凹坑废品,我们用立体显微镜观察,看到如下图所示的几种情况:

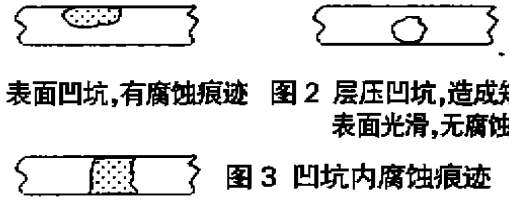


图 1 表面凹坑,有腐蚀痕迹 图 2 层压凹坑,造成短路,表面光滑,无腐蚀痕迹
图 3 凹坑内腐蚀痕迹

所述十一种导线表面凹坑的图示是对最近发生几批加工板的统计结果,基本反映了产生凹坑的实际情况。为了查清产生导线凹坑的真正原因,采取切实可行的纠正措施,避免产生和减少这类废品,我们采用显微剖切技术来进行研究。显微剖切结果分三类说明如下:

第一类:显微剖切照片如图 4、图 5 和图 6 所示。

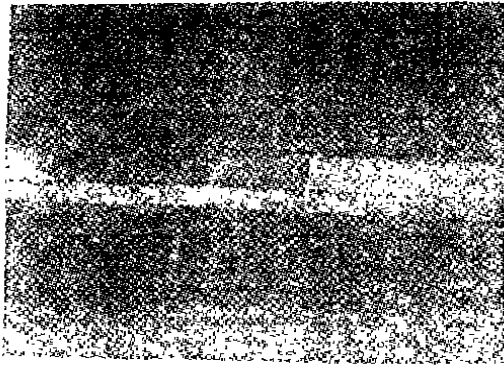


图4 导线表面凹坑显微剖切照片 × 200

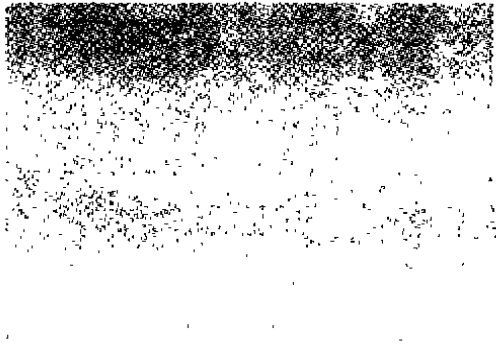


图5 导线表面凹坑显微剖切照片 × 200



图6 导线表面凹坑显微剖切照片 × 200

这一类导线表面凹坑共同特点是坑底和全板电镀铜界面持平,因此产生原因是干膜抗蚀剂残胶或其他胶类造成,这一类缺陷使导线厚度减少。

第二类:显微剖切照片如图7,图8和图9所示。

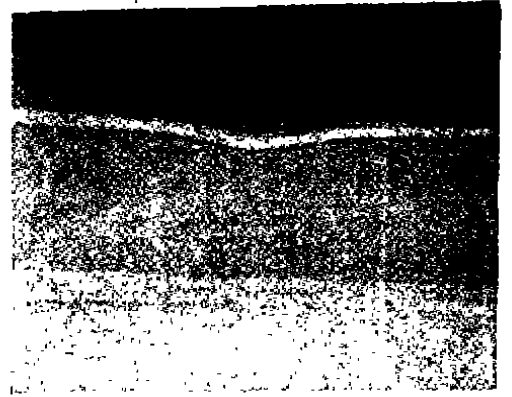


图7 导线表面凹坑显微剖切照片 × 33

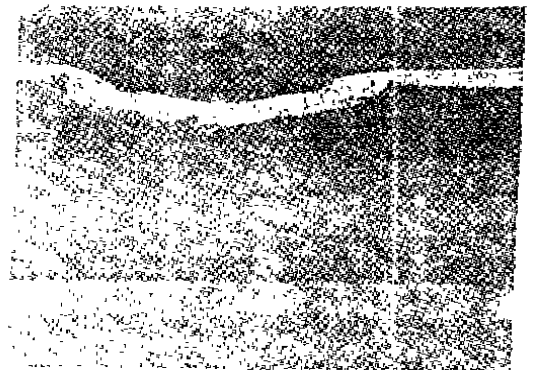


图8 导线表面凹坑显微剖切照片 × 100
凹坑处导线变形

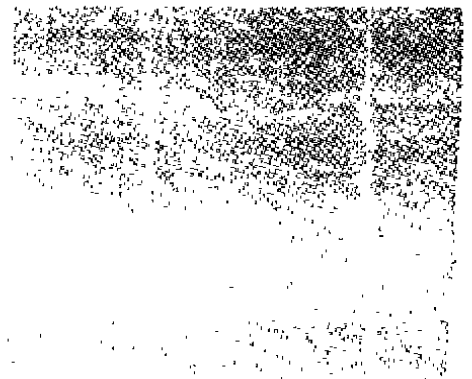


图9 导线表面凹坑显微剖切照片 × 100
凹坑处导线受到损坏

第二类导线表面凹坑显微剖切的共同特点是凹坑处的基材也有凹陷而导线厚度没有变化,产生原因是层压造成。

第三类导线表面凹坑的显微剖切照片如图10,图11和图12所示。

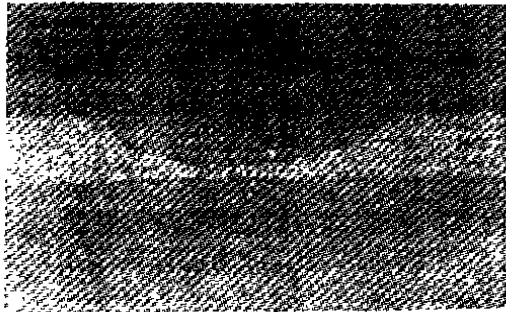


图 10 导线表面凹坑显微剖切照片 × 200



图 11 导线表面凹坑显微剖切照片 × 200

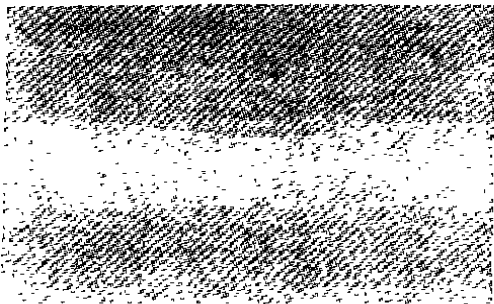


图 12 导线表面凹坑显微剖切照片 × 200

第三类导线表面凹坑的共同特点是坑底位置不固定,图 10 和图 11 的坑底位置超过全板电镀界面之下,而图 12 凹坑很浅,在全板电镀界面之上。这一类导线表面凹坑是腐蚀工序产生,也就是说,因导线表面上的锡铅合金电镀层有缺陷,在蚀刻时起不到应有的保护作用。锡铅电镀层有时局部偏薄或被划伤或遭化学溶液的破坏,蚀刻时蚀刻段的长度为 100cm,按工艺规定,在距离蚀刻段的末端 15~30 厘米铜应该完全被蚀刻掉。可以推断图 10 和图 11 所示导线表面凹坑处上面抗蚀层锡铅合金几乎失去了抗蚀刻层的作用,所以在蚀刻一开始蚀刻剂对凹坑部位的铜的蚀刻反应就发生了,在非图形部位蚀刻作用完成时(35 μ m 铜箔蚀刻完),凹坑处蚀刻

反应继续进行,以致于蚀刻深度大于 35 μ m。图 12 所示导线表面蚀刻凹坑很浅,凹坑处表面锡沿抗蚀层在蚀刻末端才失掉抗蚀剂的作用,所以才有蚀刻深度很浅的情况发生。

导线缺口和导线表面凹坑产生的原因几乎相同,就不详述了。

结 论

1. 第一类导线表面凹坑产生的原因是图形电镀前导线表面有干膜或修版油墨污染,图形电镀铜、锡铅都没镀上,而在蚀刻修版时又用油墨修补过,是抗腐蚀的,因此采取的纠正措施是提高干膜成像质量,加强其后的修版质量,修版后到图形电镀传递过程中减少修版油墨的污染,例如:①修版油墨完全固化后再图形电镀;②图形电镀前截边时,不要把加工板落在一起,防止油墨污染到导线表面上。以上两项措施,只要采取其中一项就能有效防止这类缺陷发生。

2. 层压凹坑产生的原因是在叠层和后固化过程中,板与隔板或板与板之间夹杂有外来颗粒物造成的。采取的纠正措施是必须在叠层前清理干净隔板及销钉,提高叠层间的清洁度,后固化前检查每块加工板表面,确保板与板之间无异物。

3. 第三类导线表面凹坑产生原因是因锡铅镀层局部薄或划伤或化学溶液损坏,在蚀刻时起不到应有的保护作用。采取纠正措施是图形电镀锡铅合金后,在蚀刻之前的整个过程要把加工板按规定立放在架子上,拿板子要小心,防止划伤,电镀锡铅的厚度要达到 7 μ m,并且应致密。另外,还有一点必须强调:电镀锡铅合金的表面必须用水冲洗干净,否则铅锡合金镀层会被残余溶液腐蚀,起不到保护作用。从电镀后到蚀刻工序存放的时间越长,镀层受到破坏的程度就越严重。

我们采取上述纠正措施后,导线表面凹坑缺陷明显减少,所以我们以为上述纠正措施现行有效。

沈锡宽,教授级高工。从事 PCB 工艺研究,新品开发和品质管理工作等 35 年。曾编著过《印制电路技术》一书(主编)和任品质部经理。

楼亚芬,高级工程师,现任品质部经理。