

线路板高精度电化学蚀刻

冯 辉

(郑州轻工业学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 为了提高线路板蚀刻精度,减少侧腐蚀现象及解决化学蚀刻废液问题,提出了采用电化学方法蚀刻线路板工艺,研究了电化学蚀刻线路板工艺,筛选出最佳工艺和控制因素。结果表明,电化学蚀刻可提高蚀刻精度,并可回收蚀刻产物铜,维持电解液的稳定,且不产生蚀刻废液。

关键词: 电化学; 线路板; 蚀刻; 精度

中图分类号: TN41

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2001)06-0057-02

蚀刻是印制线路板生产中的必要工序,随着线路板精度的提高,线宽越来越细,化学蚀刻工艺的侧蚀问题也越来越突出,蚀刻电解液不稳定、蚀刻废液等问题至今尚无满意的解决方法。为了解决回收铜的问题,已有化学蚀刻加电化学回收铜的综合蚀刻系统,但所回收的铜为粉末状,需清洗、过滤、熔炼等再加工工序,设备也相对复杂。电化学蚀刻工艺原理是将线路板作阳极产生可控制的电化学腐蚀,由于其特殊的高精度,并可在阴极上直接回收95%以上的蚀刻产物铜而可大大减少蚀刻废液的优点,非常值得研究。

1 电化学蚀刻装置的设计

电化学蚀刻装置由电解槽、阴极、电流分布导向板、阳极(即被蚀刻的线路板)、电解液循环管路及电解液循环泵等构成(如图1)。蚀刻过程中阳极产物 Cu^{2+} 溶解于电解液中,在阴极铜离子自溶液中还原沉积在阴极上。电解液可始终保持稳定的最佳状态。选择最佳的电解液配方及电流分布导向板的结构,使蚀刻电流分布均匀。

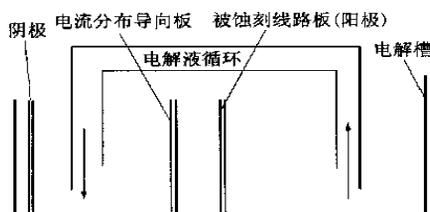


图1 电化学蚀刻装置示意图

2 实验

采用正交实验方法,实验主要考核残留量、蚀刻速度、阳极电流效率这三个指标。根据前期实验结果, H_2SO_4 浓度(A)、添加剂(B)、添加剂(C)、导

板控分布形式(D)、电流密度(E)等五个因素对考核指标有较大影响。因此确定采用 $L_{16}(4)^5$ 正交实验表。蚀刻效果的检验采用金相显微镜观察并摄制典型图象照片。各因素选取水平如表1。

表1 因素-水平数据表

水平	硫酸浓度(M) A	添加剂 T_1 浓度 B	添加剂 T_2 浓度 C	导板 类型 D	电流密度 (A/dm^2) E
1	0.510	0.095	0.018	1	10.30
2	0.660	0.119	0.035	2	13.80
3	0.820	0.143	0.053	3	17.30
4	0.970	0.167	0.071	4	20.70

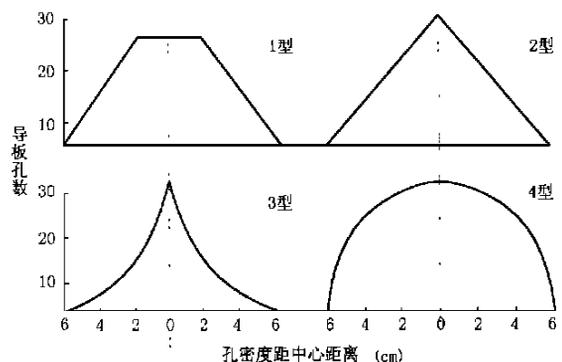


图2 导板孔率分布曲线

3 实验结果与讨论

3.1 蚀刻均匀性

通常电力线分布总是边缘大于中心,要取得均匀一致的电力线分布,除了适当调整阴极和阳极之间的位置及面积比例外,还应采取尽可能的措施控制电力线分布。本实验设计了四种不同孔率分布形态的电力线导板,用来调整电力线分布,以获得电力线的均匀分布,电力线导板的孔率分布曲线如图2。

表2为实验数据结果,经数据处理后可得出导板3阳极电流效率最高,蚀刻结果均匀度最好。实

验中观察导板对改善蚀刻电流的均匀分布具有明显的作用。根据表 2 中数据相对各因素贡献的关系,获得最佳工艺条件为: A₂、B₂、C₄、D₃、E₄。

3.2 阳极电流

阳极电流是蚀刻的重要控制变量,其随蚀刻时间的变化如图 3。电化学蚀刻电流随时间不断下降,接近蚀刻结束时,电流接近 0。当采用初始较大电流时(如 E₄),蚀刻提早产生钝化,同时阳极表面产生一层钝化膜,这种钝化膜可被含硫酸的电解液溶解,钝化膜处在产生-溶解的动态状态,因此钝化膜增大了阳极的电化学极化,有利于蚀刻均匀,且蚀刻表面光亮(图 3 曲线 1)。初始电流较小时(如 E₁),钝化较晚,末期电流较大(图 3 曲线 2),且残余量也较多。

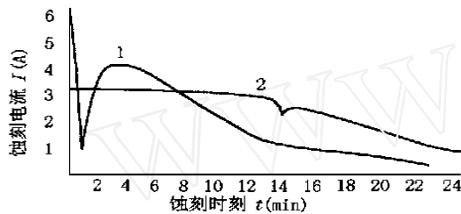


图 3 蚀刻电流与时间的关系

表 2 正交实验结果

实验序号	电化学蚀刻量 (g)	化学蚀刻量 (g)	电蚀刻残留率 (%)	蚀刻速度 (g/min)	阳极效率 (mg/库)
1	0.8366	0.0496	5.60	0.03765	0.3266
2	1.0873	0.0154	1.40	0.03758	0.3382
3	1.3649	0.0470	3.33	0.03506	0.3297
4	0.9078	0.0250	2.68	0.05829	0.3379
5	1.0385	0.0225	2.12	0.04605	0.3418
6	1.0274	0.0245	2.33	0.03761	0.3409
7	0.8505	0.0269	3.07	0.03926	0.3271
8	0.6006	0.0207	3.33	0.03670	0.3328
9	0.9542	0.0159	1.64	0.03545	0.3277
10	1.0509	0.0206	1.92	0.03545	0.3469
11	1.0119	0.0254	2.45	0.03907	0.3307
12	0.8472	0.0137	1.59	0.03786	0.3018
13	0.9625	0.0141	1.44	0.04155	0.3310
14	1.0772	0.0233	2.12	0.03901	0.3206
15	0.8870	0.0576	6.10	0.03555	0.3107
16	1.1239	0.0234	2.04	0.03560	0.3315

3.3 蚀刻精度

经电化学蚀刻后,线路板外观整齐洁净,0.2mm 的线间距清晰可见,正面 100 倍金相显微镜观察可见线路线条边缘整齐(采用与化学蚀刻同样的蚀刻保护油墨印刷工艺),断面 250 倍金相显微镜观察显示线条断面呈正梯形图形(图 4),表明未产生侧腐蚀现象。而化学蚀刻结果通常线条断面呈倒梯形图形。

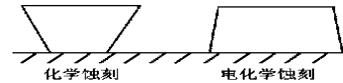


图 4 蚀刻结果断面形态示意图

4 结束语

电化学蚀刻中阳极溶解具有方向性,这与化学蚀刻有着本质的不同。当正面应蚀刻部位的铜箔电化学溶解完毕后,蚀刻则不能继续进行,线路侧面裸露的铜箔由于其方向是侧对阴极,产生强大的电化学阻力,侧腐蚀进行得极其缓慢。在化学蚀刻中,蚀刻量与蚀刻时间直接成正比,强大的机械冲刷和化学腐蚀造成蚀刻没有方向性,对线路板上线条有疏密不均匀时,侧腐蚀是难免的。电化学蚀刻还解决了整个蚀刻系统的循环问题,由于电化学蚀刻原理是阳极 Cu 的氧化溶解,阴极 Cu²⁺ 的还原沉积,即溶解在电解液中的铜离子可同时在阴极上实现电化学沉积,既达到回收铜的目的,又使电解液保持相对稳定的最佳组成,整个蚀刻系统稳定、维护容易。而化学蚀刻则是靠不断向腐蚀液中加入盐酸(酸性)或是氨水(碱性)来维持蚀刻的稳定,不仅极不方便,而且蚀刻液会越来越来多,造成废液大量产生,其再生处理将使生产成本增加和二次污染等诸多难以满意解决的问题。总之,电化学蚀刻有着蚀刻液稳定、可直接回收铜、产生废液量微少、生产成本低廉等优点,但蚀刻速度尚不如化学蚀刻快,有待进一步研究改进。

收稿日期: 2001-02-23

作者简介: 冯辉(1956),男,讲师,主要从事电化学及相关课题的研究。

Study on higher accuracy etching circuit board by means of the electrochemistry

FENG Hui

(Zhengzhou Institute of Light Industry, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: In order to improve etching accuracy of the circuit board, decrease etching on side face of the circuit and decrease waste liquor, the electrochemistry method to etch circuit board is proposed, the result of researching shows that using this method, the etching accuracy can be improved, the metal copper can be reused without waste liquor.

Keywords: electrochemistry; circuit board; etching; accuracy