

文章编号:1673-9981(2013)03-0205-03

芯片引线键合点失效的俄歇电子能谱分析

蔺 娴, 李雨辰

中国电子科技集团公司第四十六研究所, 天津 300222

摘 要:采用俄歇电子能谱法(AES),对某芯片的正常引线键合点和失效引线键合点进行了分析.实验结果表明:失效引线键合点表面出现了Cl元素,其失效原因是在键合点处形成的氯化物腐蚀键合点,导致键合点失效;溅射20 min后,键合点内发生Ni金属的迁移,这也是导致键合点失效的原因之一.

关键词:AES;深度剖析;芯片;键合点

中图分类号:TB304 **文献标识码:**A

随着集成电路的发展,要求封装技术不断提高,以适应各种半导体生产新工艺及新材料的要求和挑战.引线键合是使用非常细小的金属引线,其两端分别与芯片和管脚键合而形成电气连接,以实现半导体封装内部芯片和外部管脚以及芯片之间的连接,起着确立芯片和外部的电气连接、确保芯片和外界之间的输入/输出畅通的重要作用,是整个后道封装过程中的关键工序.引线键合以工艺简单、成本低廉、适用多种封装形式而在连接方式中占主导地位.但是引线键合的失效会降低器件性能,并可能造成电路的短路,对半导体器件的可靠性影响极大.芯片引线键合的失效原因很多,有焊盘出坑、键合剥离、引线弯曲疲劳、键合点和焊盘腐蚀、引线框架腐蚀及金属迁移等键合工艺差错造成的失效,也有内引线断裂和脱键造成的失效、金属间化合物使Au-Al系统失效以及热循环导致引线疲劳等失效^[1-2].

俄歇电子能谱法(AES)作为一种常用的表面分析方法,广泛应用于分析研究半导体器件组分结构及界面化学等领域中,可以对质量控制工艺进行分析及器件失效分析,并在很小的范围内同时快速分析多个点,也可以采用线面等方式表征元素在某一层面的横向分布.本实验采用AES法对某芯片的引线键合点进行了深度剖析,通过其正常键合点和失效键合点的对比,分析其失效的原因.

1 实验部分

1.1 实验仪器及参数选择

实验仪器为PHI670俄歇电子能谱仪.入射电子束参数为:加速电压10 kV,入射电子束流10 nA,电子束斑直径50 nm;Ar离子枪参数为:束斑 2×2 mm,Ar离子加速电压4 kV,溅射步长10 min.

1.2 实验方法

实验选取芯片的正常键合点和失效键合点两点进行深度剖析,图1为样品检测位置示意图.图1中A为正常键合点,B为失效键合点.正常键合点键合牢固,可以正常地发挥其作用;失效键合点键合脱落,使键合失效,对器件的性能造成很大地影响.

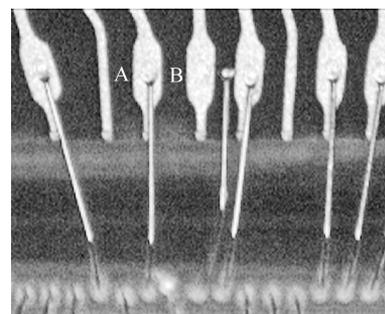


图1 样品检测位置示意图

Fig.1 The location detection region of sample

收稿日期:2013-04-22

作者简介:蔺娴(1975-),女,山西灵石人,工程师,硕士.

首先对样品表面 A 和 B 两点进行俄歇电子能谱分析,然后用 Ar 离子枪对 A 和 B 两点溅射 10 min 和 20 min,再分别进行俄歇电子能谱分析.

2 结果及分析

2.1 未经溅射的样品分析

图 2 和图 3 分别为未经溅射的样品中 A, B 两

点的二次电子像及俄歇电子能谱图,表 1 为不同溅射时间下正常键合点和失效键合点的成分及含量.

从图 2 可见,正常键合点和失效键合点的表面形貌没有明显地差别.从表 1 及图 3 可知,正常键合点和失效键合点都含有 C, Au, O, N 和 Cu 元素,只是它们的含量有所不同,正常键合点中 C, Au 和 O 元素的含量均高于失效键合点,而 N 和 Cu 元素含量均明显低于失效键合点;失效键合点的表面含有

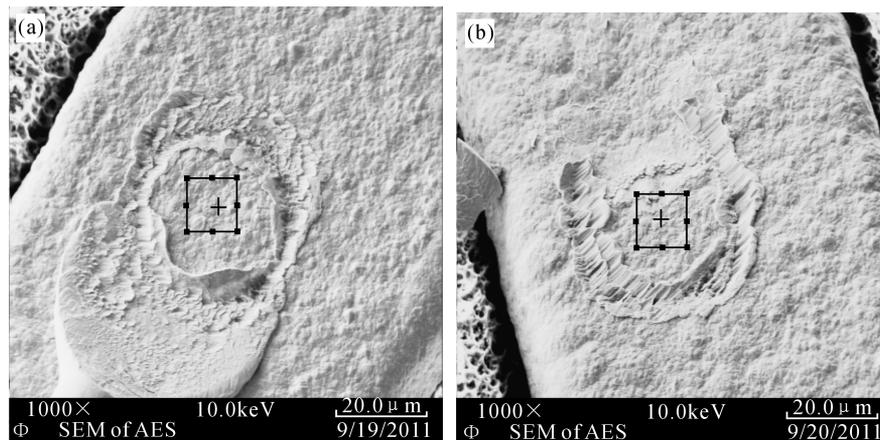


图 2 未经溅射的键合点的二次电子像图

(a)正常键合点;(b)失效键合点

Fig.2 The secondary electron image on the bonding point without sputtering

(a) the normal bonding point ; (b) the failed bonding point

Cl 元素,而正常键合点的表面则不含有 Cl 元素.失效键合点表面存在 Cl 元素,说明键合点表面存在 Cl 元素污染,Cl 元素以氯化物形式存在,从而腐蚀键合点且导致键合点失效,潮湿和污物是造成腐蚀的主要原因,腐蚀可导致引线一端或两端完全断开,使引线在封装内自由活动并造成短路,从而引起键合点电阻增加直至器件失效.绝大多数情况下,封装材料在芯片表面及相邻键合点施加了一个压力,只有腐蚀非常严重才会出现电连接问题^[2].

2.2 溅射后的样品分析

图 4 为溅射 10 min 的键合点的 AES 谱图.从图 4 和表 1 可以看出,溅射 10 min 后正常键合点和失效键合点所含元素均相同,都是只有 Au 元素,说明两个位置的状态是相同的.

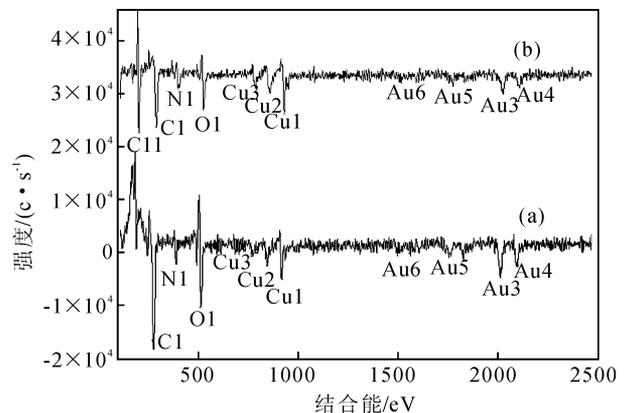


图 3 未经溅射键合点的 AES 谱图

(a)正常键合点;(b)失效键合点

Fig.3 The AES spectrum of the bonding point without sputtering

(a) the normal bonding point ; (b) the failed bonding point

表 1 不同溅射时间下正常键合点和失效键合点的成分及含量

样品	0						10 min		20 min	
	C	Au	O	N	Cu	Cl	Au	Au	Ni	O
正常键合点	51.7	22.4	15.1	5.9	4.9	—	100	54.0	39.4	6.6
失效键合点	45.7	20.4	12.7	7.9	9.9	3.4	100	68.8	23.6	7.6

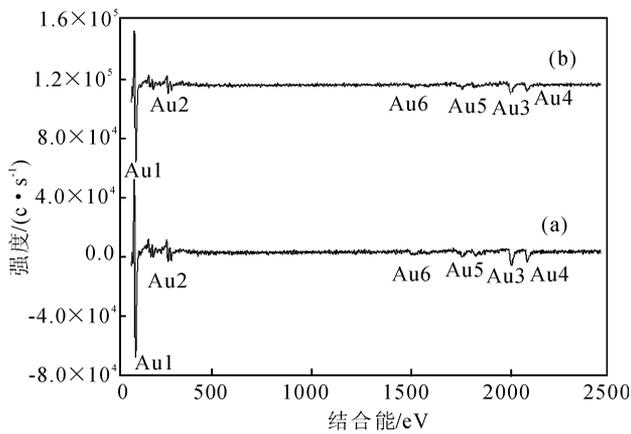


图4 溅射 10 min 的键合点的 AES 谱图

(a)正常键合点;(b)失效键合点

Fig.4 The AES spectrum of the bonding point after 10 min of sputtering

(a) the normal bonding point ; (b) the failed bonding point

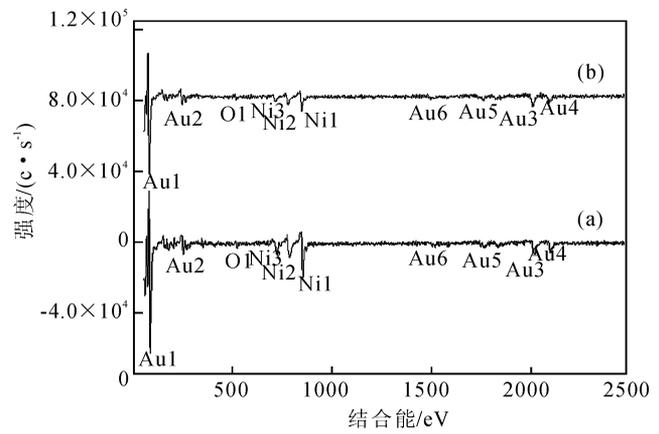


图5 溅射 20 min 的键合点的 AES 谱图

(a)正常键合点;(b)失效键合点

Fig.5 The AES spectrum of the bonding point after 20 min of sputtering

(a) the normal bonding point ; (b) the failed bonding point

图5为溅射 20 min 的键合点的 AES 谱图.从图5和表1可以看出,继续延长溅射时间至 20 min,正常键合点和失效键合点所含元素均相同,只有 Au, Ni 和 O 元素,只是元素含量有所差别,失效键合点中 Ni 元素低于正常键合点,这是因失效键合点中金属发生迁移.金属迁移是指从键合焊盘开始的金属枝晶生长,这是一个金属离子从阳极区向阴极区迁移的电解过程,与金属的可获得性、离子种类、电势差等相关.金属迁移将导致桥连区的泄漏电流增加,如果桥连完全形成则造成短路,是一种逐渐失效现象^[2].

3 结 论

(1)失效键合点表面存在 Cl 元素污染,Cl 元素以氯化物的形式腐蚀键合点,从而导致其失效.

(2)溅射 20 min 后失效键合点中发生 Ni 金属迁移,这也是导致键合点失效的原因之一.

参考文献:

- [1] 何田. 引线键合技术的现状和发展趋势[J].电子工业专用设备,2004,33(10):12-14.
- [2] 晁宇晴,杨兆建,乔海灵. 引线键合技术进展[J].电子工艺技术,2007,28(4):205-210.

Failure analysis of the wire bonding of the chip by auger electron spectroscopy

LIN Xian, LI Yuchen

No.46 Research Institute, Member of China Electronics Technology Group corporation, Tianjin 300222, China

Abstract: The bonding points of both normal wire and failed wire of the chip were analyzed by Auger electron spectroscopy. The results showed that the element of the chlorine was found in the surface of the bonding point of failed wire, resulting in corrosion occurred and chloride formed at the bonding point. The another possible reason of the failure was migration of Ni atom after 20 min of sputtering at the bonding point.

Key words: AES; depth analysis; chip; wire bonding