

BGA 焊锡球表面处理工艺及设备研究

Research on Surface Treatment Technology and Equipment of BGA Solder Ball

孙绍福 唐丽 张欣 朱俊楠

Shaofu Sun Li Tang Xin Zhang Junnan Zhu

云南锡业锡材有限公司 中国·云南昆明 650501

Yunnan Tin Industry Tin Material Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650501, China

摘要: 目前芯片封装用 BGA 焊锡球的生产工艺主要有: 裁剪成型法、离心雾化法和均匀液滴法等多种。其中离心雾化和均匀液滴法均在气体中成球, 导致锡球表面光洁度比在液体中成球的锡球要差, 而锡球的表面光滑度将直接影响后续的装配焊接成品率。论文主要针对采用在气体中成型的生产工艺生产的 BGA 焊锡球, 由于合金成分均匀性及收缩率不一致, 导致 BGA 焊锡球表面粗糙、皱褶、收缩纹等表面质量问题。通过不断的试验及工艺研究, 最终采用研磨的物理处理方法, 提出一种 BGA 焊锡球表面处理工艺, 并设计开发一种处理设备, 有效地解决了 BGA 焊锡球表面质量问题。

Abstract: At present, the production technology of BGA solder ball for chip packaging mainly includes: cutting molding method, centrifugal atomization method and uniform droplet method. Both centrifugal atomization and uniform droplet method are globular in gas, resulting in worse surface cleanliness of the tin sphere than tin spheres in liquid, and the surface smoothness of the tin ball will directly affect the subsequent assembly welding yield. The paper mainly targets the BGA solder ball produced by the production process formed in gas. Due to the inconsistent alloy composition uniformity and shrinkage rate, the surface is rough, folds and shrinkage lines. Through continuous test and process research, a BGA solder ball surface treatment process was proposed, and a treatment equipment was designed to effectively solve the BGA solder ball surface quality problem.

关键词: BGA; 表面质量; 处理工艺; 设备

Keywords: BGA; surface quality; treatment process; equipment

DOI: 10.12346/etr.v3i6.3704

1 引言

随着电子产品朝“轻、薄、短、小”及多功能化方向发展, 集成电路封装技术也向高密度集成化的方向演变。封装形式向球栅阵列 (BGA) 封装形式发展, 焊锡球替代引脚, 实现电路基板与芯片之间电连接和机械连接。植球过程中, 要求焊球具有良好的表面光滑度^[1]。

由于环保的要求, SnAgCu 无铅焊料逐渐代替 Sn63Pb37 共晶合金, 而无铅锡基焊料共晶温度都在 210℃以上, 制球成型温度也从 220℃提高到 280℃左右, 在此温度下成型的焊球, 加之焊料中 Ag 金属的影响, 成型后的锡球表面坑洼不平、有大量凹坑、皱褶等表面粗糙质量问题。锡球表面光滑度是评价 BGA 焊球质量优劣的一项重要指标, 表面的缺

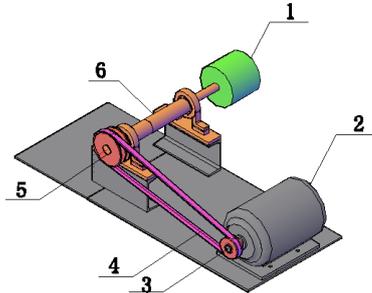
陷会导致植球时吸球失败, 还会影响焊接性能和作业性能^[2]。升高成型温度或调整成型冷却温度可以改善焊球表面质量, 但不能彻底消除。成温度过高又带来其他问题, 如焊球冷却时间增加, 易氧化等, 另外通过添加稀土元素可以改善焊球表面状态, 但同时可能又带来焊接性能或者力学性能的下降, 既要保证表面质量, 又要提高性能, 需多方面进行综合考虑, 同时制造成本将上升^[3]。论文在不添加微量元素, 不改变 BGA 成型工艺参数的前提下, 研究一种物理的工艺处理方法解决 BGA 焊锡球表面质量问题。

2 处理工艺研究

物件、零件表面粗糙度处理方式通常有物理和化学处

【作者简介】孙绍福 (1983-), 男, 本科, 机械工程师, 任职云南锡业锡材有限公司 BGA 锡球事业部经理, 从事电子焊料制备工艺研究。

理两种大的方式，物理方式最常见的有研磨或抛光。结合 BGA 焊锡球产品特点，采用物理方式进行处理。通过锡球与锡球或锡球与研磨杯在一定摩擦力下的相对运动对 BGA 焊锡球表面研磨抛光。首先设计一个简易装置，用于锡球研磨试验。设计简易装置如图 1 所示。



1—锡球研磨杯；2—变频调速电机；3—小带轮；4—皮带；5—大带轮；6—工作轴

图 1 试验用简易装置

在研磨杯底部焊接一根 $\phi 25$ 的轴，轴的一端通过螺纹与传动轴相连，把锡球装入研磨杯，为保证锡球充分滚动翻转，本次试验装入锡球量分别为容器的 1/3、2/3、装满。密封好杯盖。启动电源进行研磨，试验结果见表 1。

表 1 焊锡球研磨试验结果统计表

锡球装入量	转速 (r/min)	各种时间条件下锡球表面状况		
		20min	40min	60min
研磨杯的 1/3	60	无改善	无改善	无改善
	120	无改善	无改善	轻微改善
	200	无改善	无改善	轻微改善
研磨杯的 2/3	60	无改善	无改善	轻微改善
	120	无改善	轻微改善	有改善
	200	轻微改善	轻微改善	有改善，但不光亮，有小点
装满	60	无改善	无改善	无改善
	120	无改善	无改善	无改善
	200	无改善	无改善	无改善

通过以上实验可知，采用研磨的方式可以提高焊锡球表面光洁度，且当装入量在 2/3、转速在 120 转 /min，滚动研磨 60min 时效果最佳，锡球表面雾状去除效果见图 2、图 3 所示。

通过实验研究，将采用旋转研磨的处理工艺解决锡球表面雾状、褶皱等问题。其原理是在转动的不锈钢杯中，BGA 焊锡球作为磨料，同时也是被加工料，依靠转动的离心力和摩擦力，以及锡球之间的相对运动对焊锡球自身表面进行的精整加工。通过研磨去除锡球表面雾状，褶皱。对自身进行表面抛光，使其表面粗糙度降低，以获得光亮的、平整的表面，如图 4 所示。

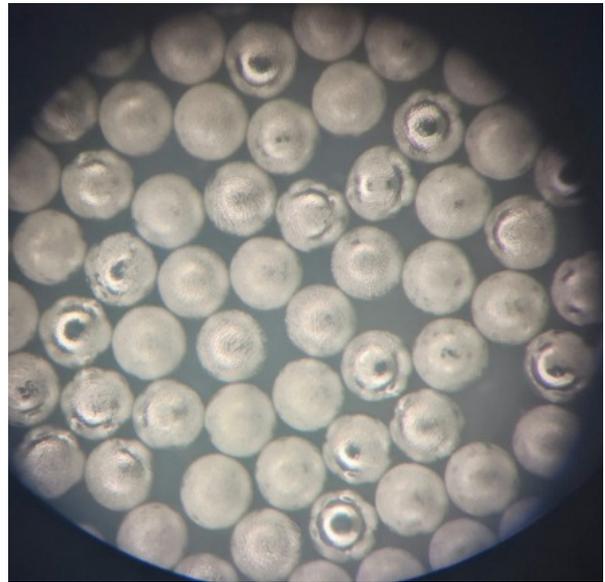


图 2 研磨前锡球表面

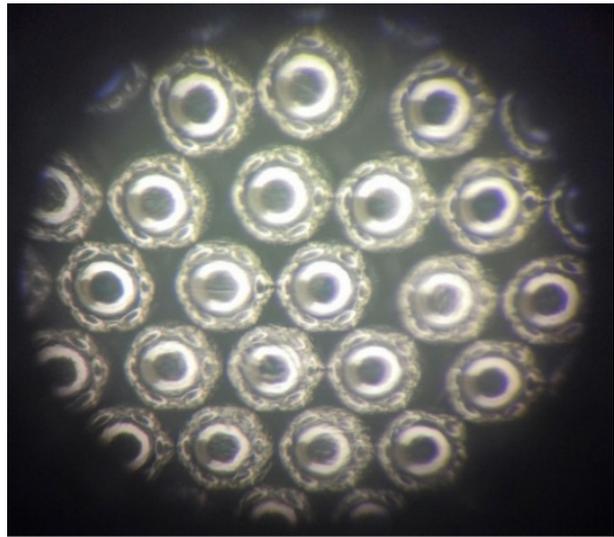


图 3 研磨后锡球表面

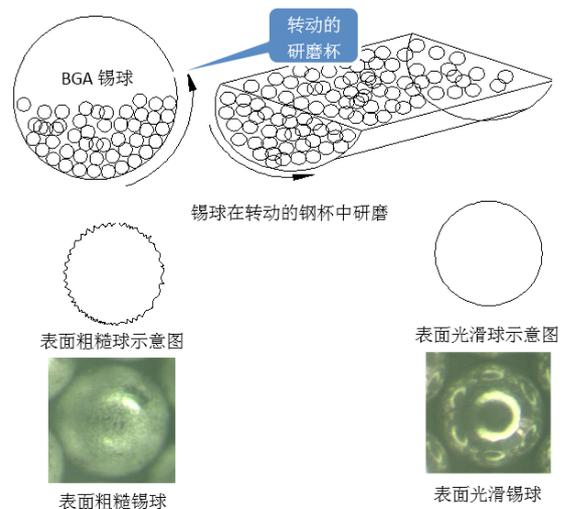


图 4 锡球研磨示意图

在转动的不锈钢杯中，BGA 焊锡球作为磨料，同时也是被加工料，依靠转动的离心力和摩擦力，以及锡球之间的相对运动对焊锡球自身表面进行的精整加工。通过研磨去除锡球表面雾状、皱褶。对自身进行表面抛光，使其表面粗糙度降低，以获得光亮的、平整的表面。

3 设备开发研究

3.1 设备结构

动力采用电机，为实现转速可调，采用增加变频器。因考虑到工作转速较低，增加减速机，电机与减速机之间通过弹性联轴器相连，减速机之后为工作滚筒，通过刚性联轴器相连，滚筒数量可根据电机的功率以及承载的重量计算而相应增加或减少，如图 5 所示。

3.2 设备设计

根据方案图进行设备设计，加工制作相关零件，装配图如图 6 所示。

机座 1 用两根槽钢制作。电机 3 根据实验最佳转速 120r/min，结合减速机速比，选 Y90L—4 型，转速 1400r/min，功率 1.5KW。通过支架安装在基座上，通过变频器控制电机实现调速。

减速机 5 为齿轮减速机，速比 6.3，电机通过减速机减

速后转速在 (0~222) r/min，通过减速机底座 16 安装固定在机座上。工作滚筒 7 通过其两端的实心轴安装在轴承机构上，工作滚筒在机座上成一条直线安装。轴承机构是将实心轴固定在轴心线上转的全部零部件，包括圆锥滚子轴承 9、深沟球轴承 10、定位套筒 11、轴承座端盖 12、端盖螺钉 13、轴承座螺钉 14 和轴承座架 15 等。工作筒的两端各设一个轴承机构。论文的工作滚筒为两个。但同一减速机输出轴线上可安装的工作滚筒不限于一个或两个，可以根据实际需要安装更多的工作滚筒。减速机输出轴与工作滚筒间，以及两个工作滚筒间通过刚性联轴器 6 连接传动。每个工作滚筒的筒壁上设有两个装料和放料开关，每个开关板由蝶型锁紧螺母 8 固定。工作滚筒上的放料和出料开关可以只设一个，也可以设多个，根据工作滚筒的实际需要确定。电机轴与减速机输入轴间用弹性联轴器 4 连接。

论文的每个工作筒内直径为 $\phi 150\text{mm}$ ，长度为 545mm。锡球装入工作杯（摇球杯），摇球杯再放入滚筒，通过滚筒两端止紧螺栓固定摇球杯，装球率（装入 BGA 焊锡球所占体积在工作杯容积的 $\frac{2}{3}$ ）^[4]，工作滚筒图如图 7 所示，摇球杯如图 8 所示。

论文研究的 BGA 焊锡球光洁度处理设备，经反复试验及验证，最佳工艺参数如表 2 所示。

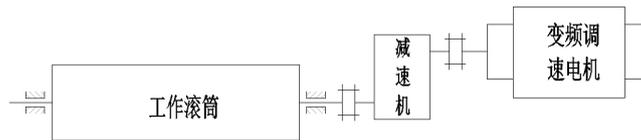
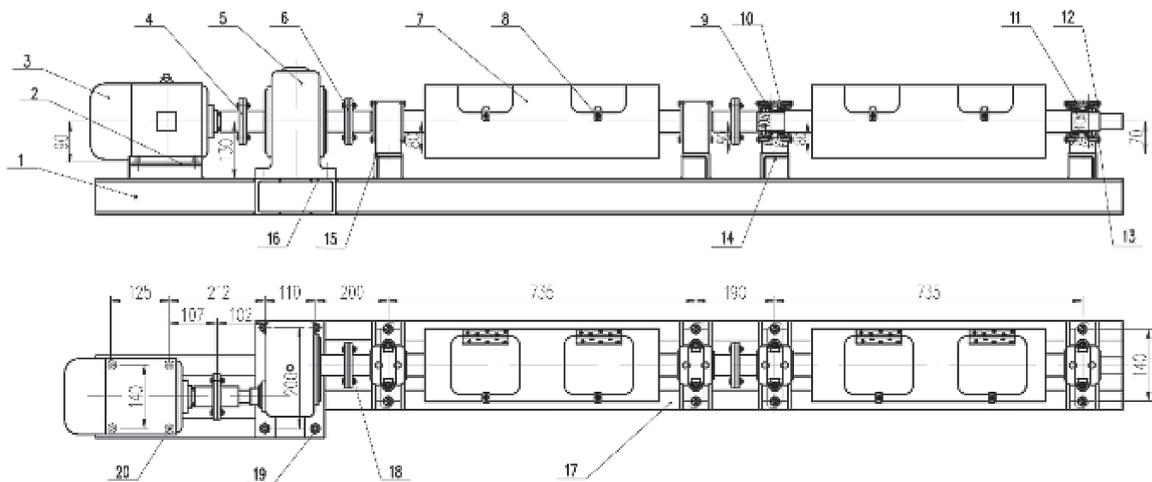


图 5 设备方案图



1—基座；2—电机支架；3—电机；4—弹性联轴器；5—齿轮减速机；6—刚性联轴器；7—工作滚筒；8—蝶形螺母；9—单列圆锥滚子轴承；10—深沟球轴承；11—定位套筒；12—轴承座端盖；13—六角螺钉；14—六角螺钉；15—轴承座架；16—减速机底座；17—机架

图 6 设备装配图

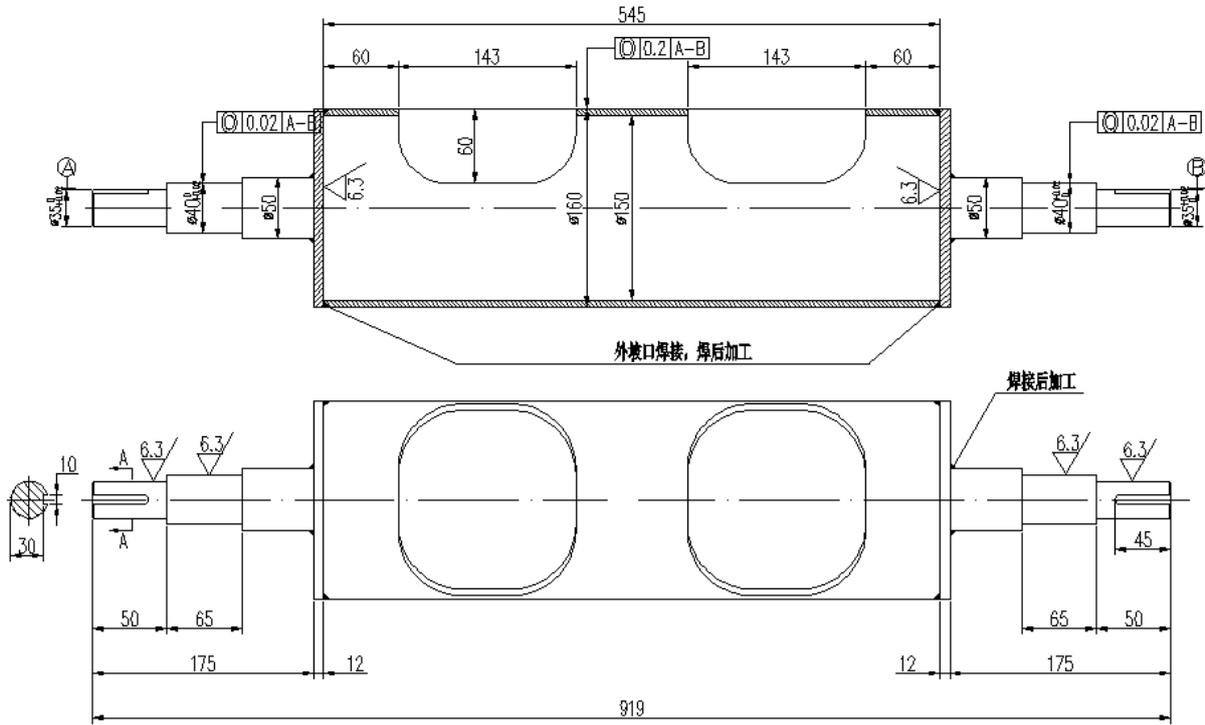


图 7 工作滚筒图

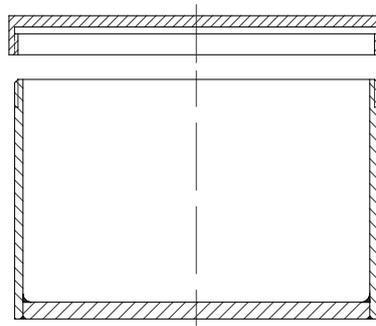


图 8 摇球杯

表 2 工艺参数

工作电压	380V
额定转速	1400 r/min
工作转速	125 r/min
装瓶重量	3000 ± 50g
摇球时间	60 ± 5min

4 实施效果

4.1 锡球表面处理效果

用本设备和方法,在摇球杯里装入 SnAg3Cu0.5 合金,球径尺寸为 0.600 锡球,并按表 2 工艺参数进行研磨处理,进行处理效果对比,效果如图 9 所示。

在 40 倍光学显微镜下,处理过的锡球表面光亮,无雾状结构,用扫描电镜进行表面微观观察,经处理过的锡球无沟痕、凸点等表面粗糙的现象。

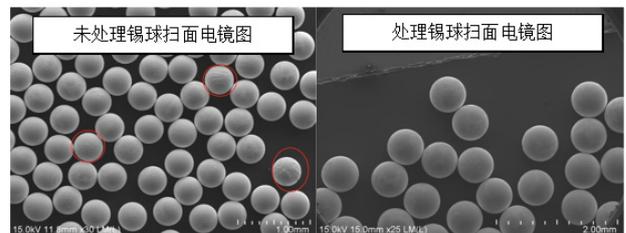
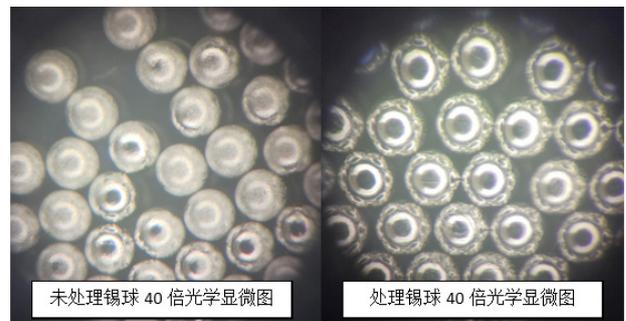


图 9 锡球表面对比图

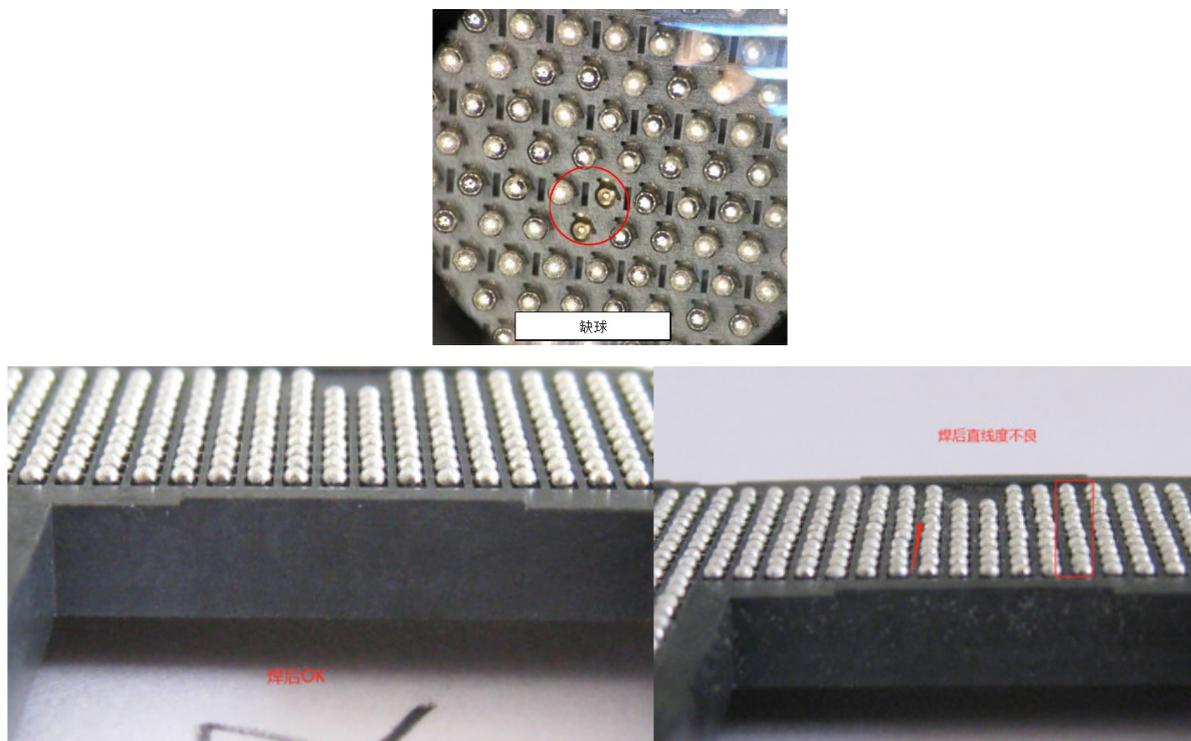


图 10 锡球植球和焊后对比图

4.2 锡球植球及焊接效果对比

分别用经处理过的锡球和未处理过的锡球进行植球焊接对比，其效果如图 10 所示。

经表面处理过的锡球，植球良率高于 96%，未经表面处理的锡球良率较低。

经表面处理的锡球，焊后直线度较好，未经处理锡球，焊后排列不整齐，一致性差。

4.3 设备总体效果

采用论文研究的 BGA 焊锡球表面处理工艺及设备进行处理的效果如表 3 所示。

表 3 实施效果对比

工艺方法 指标	传统方法	光洁度处理设备
表面光洁度	表面雾状，不光滑	100% 光滑
亮度值	≤ 28Lux	≥ 28Lux
产能	传统锡球成型后表面没有经过处理，达不到客	36kg/h
操作性	户要求	操作简便，1 人可同时操作 3 台以上

5 结语

采用焊锡球互相研磨的工艺方法和设计的焊锡球表面处理设备，可以有效地解决 BGA 焊锡球表面粗糙、皱褶等焊球表面质量问题，提高锡球表面光洁度。最终解决 BGA 焊锡后续焊接不良问题。

参考文献

- [1] 黄丽梅,王国欣,郭晓晓,等.球化温度对BGA钎焊球真球度及表面质量的影响[J].热加工工艺,2009,38(21):36-38.
- [2] 于洋,史耀武,夏志东,等.BGA焊球表面状态与微观结构关系的研究[J].稀有金属材料与工程,2008(6):1092-1094.
- [3] 王伟,郑齐一,李树祥,等.BGA焊锡球表面光洁度处理方法及设备:中国,CN102085637A[P].2011-06-08.
- [4] 王伟,郑齐一,李树祥,等.BGA焊锡球表面光洁度处理设备:中国,CN201872045U[P].2011-06-22.