

# 引线键合中劈刀动作对线弧的影响

裴开 刘壮华

(深圳市开致自动化设备有限公司, 广东 深圳 518108)

**摘要** 近年来,随着半导体行业的发展,对半导体封装技术提出了更高的要求,引线键合作为目前最成熟、应用最广泛的半导体芯片封装的内部连接方式,也向着高密度、高效率以及高可靠性方向发展,这对引线键合设备以及键合工艺都提出了更高的要求。本文以引线键合线弧成形过程作为研究对象,通过理论分析和实际引线键合测试相结合的方式,分析了线弧成形过程中劈刀动作对线弧最终成形形态的影响,提出高效率、高可靠性线弧成形的优化方式,为半导体芯片引线键合中的劈刀动作改善和线弧成形的优化提供参考。

**关键词** 引线键合 线弧成形 劈刀口径

中图分类号:TN3

文献标识码:A

文章编号:1007-0745(2021)09-0060-03

现代电子技术发展迅猛,尤其是近期国家对于半导体行业的发展进行了强力推动,使得半导体行业相关的设备、技术得以迅速发展,而引线键合作为目前半导体芯片内连技术中运用最为广泛的技术,还存在许多待进一步深入优化和完善的问题(如图1)。

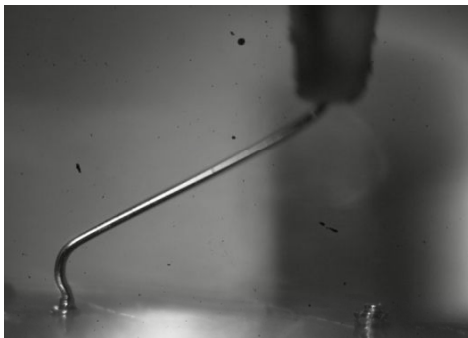


图1 引线键合

线弧成形作为引线键合中最为关键的技术之一,其可靠性、稳定性、适应性、效率是引线键合的质量评定指标中重要的一环,劈刀作为进行热超声焊接的主要焊接工具,也作为线弧成形的主要作用部件,劈刀动作以及劈刀本身对线弧的影响,尚有许多待研究、改善的价值。

## 1 引线键合中线弧成形的基本动作

引线键合弧形一般包括Q弧形、梯形弧、P弧形、M弧形等,各种线弧成形方法和原理类似,本文以Q弧形和梯形弧的控制动作和参数调试方法来进行分析劈刀动作对线弧成形各个节点的影响,线弧控制的基本动作如图2所示。

Q弧形和梯形弧的线弧成形动作主要包括:

- (1) 劈刀第一次反向运动,决定线弧的高度。
- (2) 劈刀第二次反向运动,决定梯形弧的跨度。(梯形弧特有)
- (3) 劈刀上升动作放出剩余的线。
- (4) 劈刀下降动作,将整个线弧牵引拉正,完成线弧成形。

## 2 劈刀动作对弧形的影响

### 2.1 第一次反向运动

以Q弧形为例,反向运动的关键参数有三个,分别是反向高度、反向距离、反向角度,通过控制变量法改变相关的变量可以得出每个参数对整个线弧成形的影响方式和作用点(如图3)。

#### 2.1.1 反向高度

通过调整弧形运动的不同反向高度(如图4),可以得到最终线弧的成形形状,通过形状对比可以得出,反向高度越高则线弧弧高越高。

#### 2.1.2 反向距离

通过调整弧形运动的不同反向距离,可以得到最终线弧的成形形状,通过形状对比可以得出,反向距离越大则线弧折角越明显,但过大可能会造成线弧颈部受损,反向距离越小则线弧折角越小,甚至有可能导致拉直线(如图5所示)。

#### 2.1.3 反向角度

通过参数调节和实际焊线测试情况可知,反向角度越小则弧形越稳定,有利于折出一致性更高的线弧,反向角度越大则弧形更平滑,但一致性会降低。

### 2.2 第二次反向运动(梯形弧)

第二次反向运动为梯形弧特有的动作,用于折出梯形线弧的平行跨度段,其运动方式与第一次反向运动类似,其不同之处在于,第二次反向运动的高度和距离一般来说相对较大,所以使用直接点到点直线运动有可能造成线弧折弯处的长度变长,而使用固定点反向弧线运动可以改善此问题,得到较为一致的弧形折点,有利于最终的稳定线弧形成。

### 2.3 线弧上升

线弧上升动作分很多种,有直线、曲线、折线等多种上升走法,其中三轴联合直线运动速度最快,也是最常用的一种运动方式。值得注意的是,在线弧上升动作中,为

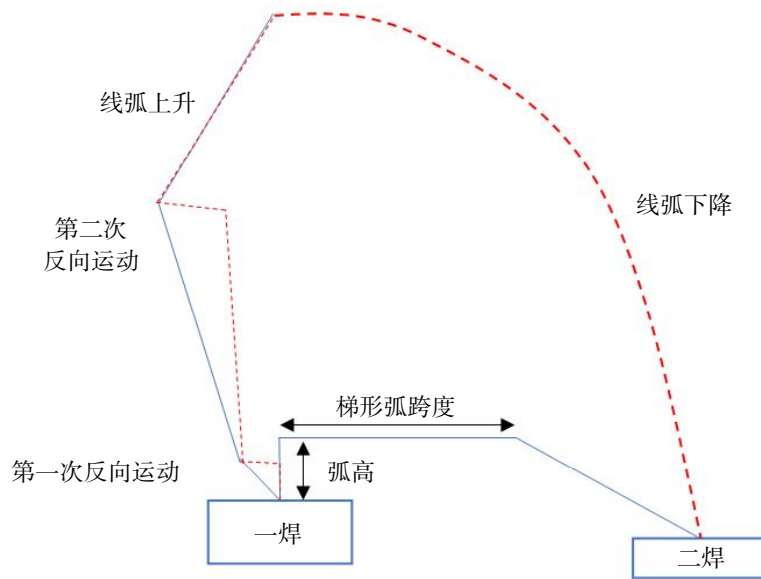


图2 引线键合动作示意图

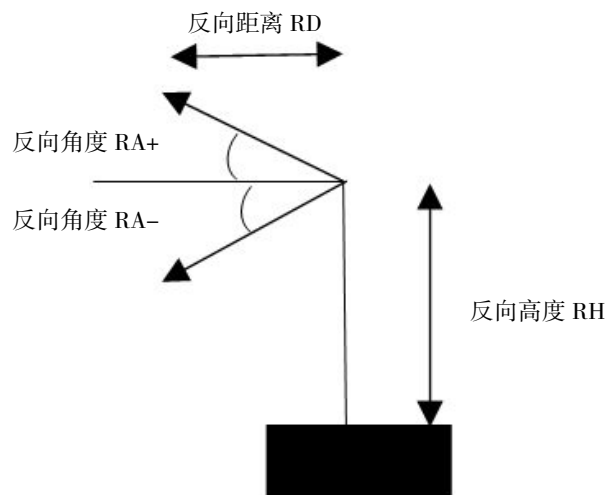


图3 反向运动示意图



图4 不同反向高度对比

了尽量避免线与劈刀一起运动将已经折好的线弧拉直，应尽量减小劈刀与金线之间的摩擦力。一般使用直线上升是比较稳定的运动方式，好处在于劈刀与线之间的摩擦力最小，上升过程中线不易被拉直，缺点是动作过慢，对于速度要求高的场合不适用。

#### 2.4 线弧下降

线弧的下降动作决定了最终线弧成形，整个线弧的动

作将依据此动作来决定，线弧下降动作是最容易影响弧形差别的因素之一。把握好劈刀下降的时机对线弧成形的一致性有较大帮助，若劈刀下降过快，可能导致线缩回劈刀里面或者线被向下压弯，最终导致线弧过短或者造成甩线等问题，更严重的可能会导致留线尾不良，进而影响下一条线的焊接质量。在下降之前增加劈刀水平移动距离可以改善这一问题，通过加大水平距离，将线弧下降前的线朝



图5 反向距离大(左)和反向距离小(右)



图6 长跨度线弧的塌线和改善

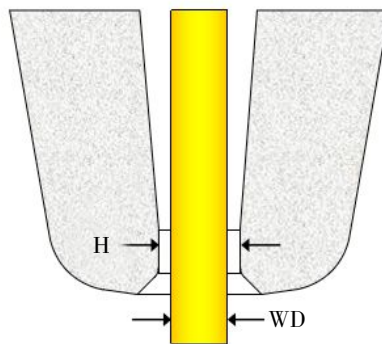


图7 劈刀口径与线径

向以及线弧开始下降后的劈刀移动方向偏离垂直方向移动, 则会有明显改善。需要注意的是, 线的朝向和水平移动距离的大小与线是否缩回劈刀关系较大。

当线弧较低时, 由于线弧中间部分存在膨胀, 可能会导致塌线。而且对于一二焊高度差别大、线弧跨度长的产品, 此现象更加明显。影响因素之一是由于线弧下降过程中, 劈刀附近的线比较柔软, 导致这部分线会形成向下凸起的形状, 当触碰到焊接面时, 由于没有支撑导致线往下掉, 从而导致二焊完成后焊点附近的线与焊盘接触, 最终形成塌线。调整线弧下降的轨迹, 减小线的柔软性, 使用较小的反向角度在二焊附近形成尖锐的线弧折角, 可以在一定程度上避免塌线(如图6)。

### 3 劈刀口径对弧形的影响

如图7所示,  $H$  为劈刀口径,  $WD$  为线直径, 选用合适的劈刀有利于线弧的稳定成形, 劈刀口径过大, 则线与劈刀的摩擦力较小, 劈刀与线的接触不紧密, 导致在各个折线动作中, 劈刀比较难作用于线, 难以折出比较稳定的线弧折角, 从而导致弧形稳定性变差。若劈刀口径过小, 则线弧折角容易形成, 但会增加线与劈刀之间的摩擦, 可能导致放线不顺以及线身受损被刮伤的情况。

因此, 针对不同的线径, 选用不同口径的劈刀至关重要, 一般情况下选用线径的1.2~1.5倍口径的劈刀是比较合适的,

再针对不同的劈刀进行弧形参数优化, 则较容易得到理想的弧形。

### 4 结语

综上所述, 本文对引线键合中劈刀对线弧的影响进行分析, 对劈刀在线弧成形的各个阶段中所起到的作用进行详细阐述, 通过参数调试对比试验, 以及分析对比得出不同劈刀动作以及劈刀口径对线弧最终成形的影响, 提出弧形稳定性优化方法以及线弧运动中各个参数的配合方法, 为引线键合弧形的稳定性持续优化提供思路。<sup>[1-4]</sup>

### 参考文献:

- [1] 关晓丹, 梁万雷. 微电子封装技术及发展趋势综述 [J]. 北华航天工业学院学报, 2013(01):34-37.
- [2] 唐伟东. 基于可变长连杆—弹簧模型的引线成形过程建模与仿真研究 [D]. 湖南: 中南大学, 2015.
- [3] 周洪军, 韩雷, 王彦芳. 引线成形中劈刀反向运动对引线影响的研究 [J]. 半导体技术, 2010(02):186-190.
- [4] 胥晓. 引线键合线弧成形规律及其实验平台运动控制研究 [D]. 湖南: 中南大学, 2014.