

基于半导体封装研磨设备系统的塑封体划伤问题精准改善技术探究

马勉之, 张 耿, 石军强, 杜志军, 张瑞明, 王文斌

华天科技(西安)有限公司 陕西西安

【摘要】 半导体封装行业指纹产品, 后道塑封体研磨工艺主要塑封体表面处理, 对指纹接触的表面进行特殊处理, 以提高指纹图像的采集质量和识别准确性。研磨设备主要用于 IC 整条塑封后对塑封体多余材料的去除与表面平整化处理, 其工作原理基于研磨原理, 通过磨具与塑封体表面的相对运动来实现材料去除。

【关键词】 半导体封装; 研磨工艺; 封装作业流程

【收稿日期】 2024 年 8 月 25 日

【出刊日期】 2024 年 9 月 20 日

【DOI】 10.12208/j.ijms.20240003

Research on precise improvement technology for plastic encapsulation scratch problems based on semiconductor packaging grinding equipment systems

Mianzhi Ma, Geng Zhang, Junqiang Shi, Zhijun Du, Ruiming Zhang, Wenbin Wang

Huatian Technology (Xi 'an) Co., LTD, Xi'an, Shaanxi

【Abstract】 For fingerprint products in the semiconductor packaging industry, the post-plastic encapsulation grinding process mainly involves surface treatment of the plastic encapsulation. Special treatment is carried out on the surface in contact with fingerprints to improve the acquisition quality and recognition accuracy of fingerprint images. Grinding equipment is mainly used for the removal of excess materials and surface leveling treatment of the entire IC after plastic packaging. Its working principle is based on the grinding principle, and material removal is achieved through the relative movement between the grinding tool and the surface of the plastic packaging.

【Keywords】 Semiconductor packaging; Grinding process; Encapsulate the operation process

引言

本文目的在目前封装行业中, 研磨设备主要用于芯片封装完成后, 利用设备和手动砂纸抛光返工, 设备通过砂轮进行研磨塑封体, 将整条框架或基板产品的塑封体打磨到客户需求的厚度和粗糙度, 使指纹产品达到一定的灵敏度和指纹识别的能力, 是指纹产品封装过程中非常重要的步骤。

研磨设备具有将产品的塑封体打磨到客户需求的粗糙度功能, 目前通过对近半年 KE-G1250AH-FH 塑封体划伤的数据汇总分析, 研磨后塑封体划伤占比高达 1450PPM, 对数据整理发现设备返工后塑封体划伤 705PPM, 磨胶后塑封体划伤在 TOP2 的重要缺陷, 且占比较高, 严重影响设备良率及人员效率。

1 试验部分

1.1 主要材料及设备

主要原料: 基板类, 京瓷; KE-G1250AH-FH 塑封料, 磨轮 180D*5W*10X*104H #1500, 韩国

SUHWOO 科技有限公司, 磨刀板 SMT 75, 10T, 2EA, 韩国 SUHWOO 科技有限公司。

主要设备: 研磨机: 韩国 SUHWOO 科技有限公司; 烘箱: 冥凡科技(上海)有限公司; 整条测试设备: 鸿劲科技有限公司; 塑封设备: 日本 TOWA。

1.2 制作研磨的工艺流程(如图 1 所示)

塑封后整条研磨的工艺流程一般包括以下步骤:

固定: 将塑封后的产品固定在研磨设备的工作台上, 确保其在研磨过程中不会移动。研磨压力施加: 为保证磨粒能够有效地切削塑封体材料, 需要向磨具施加一定压力。这一压力通过磨头组件传递到研磨盘与塑封体接触面上。压力大小可根据塑封材料的硬度、研磨阶段等因素进行调整。例如, 对于硬度较高的塑封材料或在粗磨阶段, 通常需要较大压力以提高研磨效率; 而在精磨阶段, 为了获得更平整的表面, 压力则适当减小, 磨头进给控制: 磨头除了提供研磨压力外, 还能在垂直方向上进行进给

运动。这一运动由丝杆螺母机构、液压系统或直线电机等驱动实现。通过精确控制磨头的进给量，能够准确控制研磨深度，确保塑封体被研磨到规定的厚度和平整度。在研磨过程中，控制系统会根据预设的研磨参数和实时监测数据，动态调整磨头的进给速度和位移量。

粗磨：使用一阶段参数进行初步研磨，去除塑封材料表面的较大凸起和不平整部分。

细磨：使用二阶段参数进一步平整表面，并使研磨量更加均匀。

清洗：清除研磨产生的碎屑和粉尘，避免对后续研磨造成影响。

精磨：使用三阶段参数进行精细研磨，以达到规定的平整度和表面粗糙度要求。

检测：通过测量设备（如平整度测量仪、厚度测量仪等）对研磨后的产品进行检测，查看是否满足工艺规格。

微调整：如果检测结果未达到要求，根据偏差情况对研磨参数进行微调，然后再次进行研磨和检测。

最终清洗：彻底清洁产品表面，去除残留的研

磨颗粒和污染物。（冷却作用：研磨过程中，由于磨粒与塑封体表面的摩擦会产生大量热量，这些热量若不及时散发，可能导致塑封体局部过热，进而引起材料性能变化、表面烧伤或变形等问题。因此，研磨设备配备冷却系统，通常采用冷却液（如去离子水、专用切削液等）进行冷却。冷却液通过喷头喷洒到研磨区域，吸收研磨产生的热量，降低塑封体和磨具的温度，保证研磨过程在适宜的温度范围内进行。润滑作用：冷却液不仅起到冷却作用，还能在磨粒与塑封体表面之间形成一层润滑膜。这层润滑膜可以减小磨粒与材料表面的摩擦系数，降低切削力，使磨粒更容易切入材料，同时减少磨粒的磨损，提高磨具的使用寿命。此外，润滑膜还能将研磨产生的碎屑及时冲走，防止碎屑在研磨区域堆积，影响研磨质量。

卸料：将研磨完成且合格的产品从工作台上卸下。

不同的产品和生产要求可能会导致具体的工艺流程和参数有所不同，需要根据实际情况进行优化和调整。

阶段	GRINDING TOTAL DEPTH(mm)	GRINDING CYCLE MAX DEPTH(mm)	GRINDING TABLE SPEED (mm/sec)	GRINDING RPM	START	INSPECTION	REMARKS
一段研磨1ND GRIND MODE	0.18	0.002	250	2000	FORWARD	NONE(INSPEC TION)	粗磨
二段研磨2ND GRIND MODE	0.07	0.002	150	2250	FORWARD	NONE(INSPEC TION)	细磨
三段研磨3ND GRIND MODE	0.008	0.002	100	2500	FORWARD	NONE(INSPEC TION)	精磨
四段研磨4ND GRIND MODE	0.001	0.001	5	3000	BACKWARD	INSPECTION(WITH CORRECT)	抛光

图 1 制作研磨工艺参数

产品主要的封装作业流程



研磨主要作业流程



1.3 方案具体实施方式

下面对实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，其所描述的实施例仅仅是本方案中的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本方案中的实施例，本领域普通技术人员在类似技术问题，均可

以借鉴参考此方案解决相应的技术难题，为助推国家集成电路半导体封装行业发展贡献一点力量。

本文所要解决的技术问题在于针对上述现有技术中的不足，提供一种研磨设备研磨区域改造及方法，通过改善塑封体划伤提高产品良率，提高设备

利用率。一种研磨设备研磨区域改善塑封体划伤系统, 包括用于放置待加工产品的研磨平台, 研磨平台的上方设置有盖板且盖板与主轴不相连, 盖板上对应研磨平台开有盖板孔, 盖板孔的上方通过主轴安装有磨轮, 磨轮的一端与主轴连接实现上下和左右运动, 盖板孔的一侧安装有用于冲洗磨轮的竹节管, 图 2 所示。

具体的, 盖板孔的直径为 35~40mm。研磨平台至少包括两个, 两个研磨平台间隔设置, 盖板孔对应设置在每个研磨平台上方的盖板上。竹节管的长度为 40~60cm, 直径为 8~10mm。竹节管的一端与底座固定连接, 竹节管经旋转开关、分流器和电磁阀与进水管路连接。

进一步的, 竹节管与分流器之间设置有手动开关。

盖板上设置有把手。具体的, 还包括壳体, 壳体设置在研磨平台和盖板的外侧, 壳体的中部区域设置有研磨区, 研磨区的一侧设置有上料区, 另一侧对应设置有下列区。

进一步的, 研磨区的壳体上设置有前门, 前门的一侧设置有监控仪表, 前门的另一侧设置有显示屏。

本文另一个技术方案是, 一种研磨设备研磨区域改善方法, 利用磨胶设备研磨区域改善塑封体划伤系统, 具体为: 在盖板上对应研磨平台的研磨区域开盖板孔; 在盖板孔的一侧设置一根竹节管, 利用竹节管实现冲洗位置及角度调节; 控制竹节管内的纯水流速大于 1.2L/min, 对研磨区域的磨轮进行冲洗。

与现有技术相比, 本方法至少具有以下有益效果:

一种研磨设备研磨区域改善系统, 设备通过砂轮进行研磨胶体, 将整条框架或基板类产品的胶体打磨到客户需求的厚度和粗糙度, 使产品表面达到一定的灵敏度和指纹识别的能力。通过增加水流量减少产品划伤, 研磨过程中达到润滑的作用, 如图 3 所示。

设备增加研磨水流量, 只能另增加水管, 在研磨产品时可以直接喷到产品面, 盖板孔的直径设置为 35~40mm 是为了方便调节喷水的位置, 也为了保护设备在运行时, 主轴研磨时的水飞溅到外面。设

置两个研磨平台是为了增加 UPH, 同时也为了减少宕机, 提升生产效率。竹节管的长度为 40~60cm, 直径为 8~10mm, 水通过软管转接到竹节管, 竹节管固定在盖板的边缘。

竹节管的旋转开关和电磁阀的目的都是为了控制水流量, 软件可以通过电磁阀控制水流的开关闭合。竹节管的旋转开关可以通过手动开关管控闭合, 也可以调节流量的大小。手动开关设置是为了保证更好的管控水流, 电磁阀备件异常时, 可以通过手动开关来管控, 保障设备运行稳定。

进一步的, 设置把手只是为了拿去盖板方便, 磨轮更换, 磨刀板更换, 需要通过把手把盖板拿起, 方便操作。设备为全自动研磨系统, 上料区是上料系统, 通过料盒放置产品一条条传递到研磨区域, 进行塑封体打磨, 磨完后传送到下料区, 将打磨好的产品一条条放到料盒, 下料的过程。上料区和下料区是为了实现设备自动上下料, 释放人力。设备设置前门是方便日常的维修或者手动产品的研磨, 监控表和显示屏是为了监控设备各个机械部位的动力运行情况和产品加工时研磨参数、机械位置的设定。

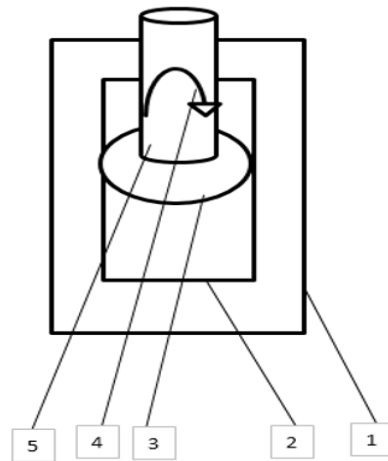


图 2 研磨主轴结构图

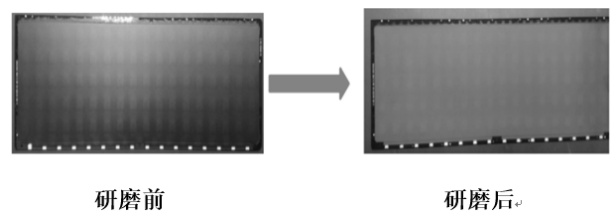


图 3 为正常产品研磨前后对比示意图

2 与现有技术相比, 此方案有益效果如下

本方法是一种研磨设备研磨区域改善系统, 设备通过砂轮进行研磨塑封体, 将整条框架或基板类产品的塑封体打磨到客户需求的厚度和粗糙度, 使产品表面达到一定的灵敏度和指纹识别的能力。通过增加水流量减少产品划伤, 研磨过程中达到润滑的作用。

3 产品研磨过程控制要点

3.1 通过对产品划伤方面经过分析, 影响划伤的主要因素有研磨参数, 砂轮, 水流量等。

3.2 用不同砂轮进行验证, #800/#1500/#2000 三种砂轮研磨后仍有塑封体划伤结果 fail 如图 7 所示。

3.3 用不同厂家的两种#1500 砂轮验证结果均匀塑封体划伤, 验证结果 fail 如图 4 所示。

3.4 参数 DOE (table 移动速度、砂轮转速、每个 cycle 研磨量) 8 组参数 DOE 结果都有塑封体划伤, 参数异常导致塑封体划伤风险低, 如图 5 所示。

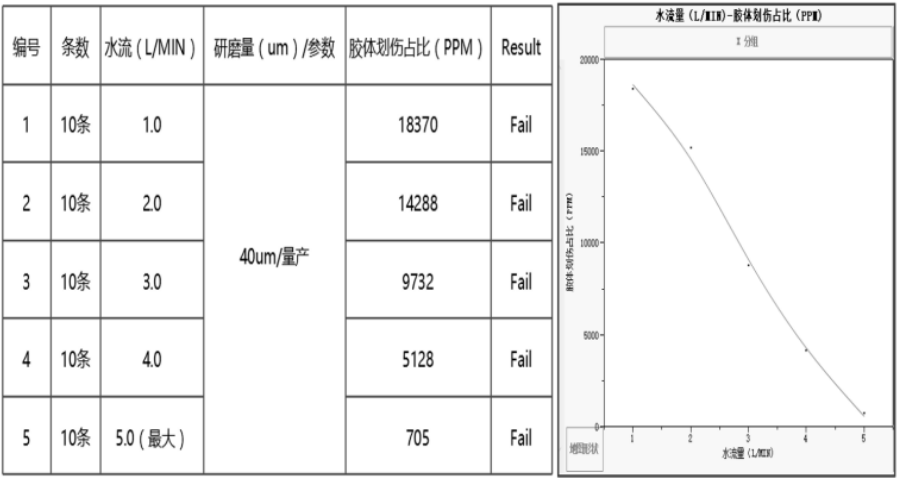
3.5 从 DOE 验证结果看研磨水流量和塑封体划伤强相关, 增大水流量塑封体划伤呈下降趋势, 如图 6 所示。

供应商	编号	塑封料型号	加工前厚度	加工后厚度	粗糙度 (um)	数量、研磨	产品外观缺陷	图片	备注
国产A	第一条	KE-G1250AH-FH	757	716	0.197	量产参数, 研磨 40um	OK		pass
			756	714	0.127				
			750	716	0.234				
	第二条		750	712	0.28		胶体异色		fail
			753	713	0.194				
			752	714	0.198				
	第三条		758	718	0.155		OK		pass
			759	717	0.193				
			751	710	0.278				
	第四条		747	712	0.155		划伤		fail
			748	710	0.124				
			750	711	0.21				
	第五条		753	712	0.155		OK		pass
			752	718	0.193				
			758	717	0.278				
国产B	第六条		759	710	0.155		划伤		fail
			751	712	0.124				
			747	710	0.21				
	第七条		753	711	0.197		胶体异色		fail
			752	712	0.127				
			758	716	0.234				
	第八条		757	714	0.28		OK		pass
			756	716	0.194				
			750	712	0.124				
	第九条		750	713	0.21		划伤		fail
			753	714	0.155				
			752	718	0.093				
	第十条		758	717	0.278		OK		pass
			759	710	0.155				
			751	712	0.193				

图 4 1500#国产 A/B 砂轮验证结果

编号	条数	砂轮转速 (RPM)	每个cycle研磨量 (um)	Table移动速度 (mm/s)	外观检验	Result
1	10条	2000	2	100	5ea划伤	Fail
2	10条	2500	2	200	8ea划伤	Fail
3	10条	2000	1	200	5ea划伤	Fail
4	10条	2250	1	150	6ea划伤	Fail
5	10条	2500	1	100	4ea划伤	Fail
6	10条	2500	3	250	10ea划伤	Fail
7	10条	3000	1	100	2ea划伤	Fail
8	10条	3000	2	150	5ea划伤	Fail

图 5 研磨参数 DOE 和塑封体划伤验证结果



砂轮目数	编号	加工前厚度(um)	加工后厚度(um)	粗糙度(um)	参数设置	外观检验	图片	备注
#800	第一条	691	655	0.491	量产参数, 研磨 40UM	划伤		fail
		682	655	0.521				
		690	654	0.459				
	第二条	689	652	0.401		划伤		fail
		685	652	0.39				
		695	649	0.405				
	第三条	696	652	0.436				
		692	655	0.38		划伤		fail
		692	654	0.346				
#1500	第四条	686	655	0.203		OK	/	pass
		691	651	0.123				
		692	650	0.141				
	第五条	697	649	0.13		划伤		fail
		691	653	0.176				
		687	654	0.122				
	第六条	696	649	0.13		OK	/	pass
		689	653	0.176				
		698	654	0.122				
#2000	第七条	685	655	0.089		划伤		fail
		692	651	0.067				
		685	650	0.069				
	第八条	695	649	0.067		OK	/	pass
		685	653	0.051				
		687	654	0.067				
	第九条	695	649	0.078		OK	/	pass
		696	653	0.055				
		686	654	0.061				

图 7 不同目数砂轮验证结果

3.6 研磨控制要点

指纹产品对塑封体表面粗糙度和塑封间隙（芯片表面到塑封体表面的距离）有一定要求，粗糙度一般在 0.1-0.5um 之间，塑封间隙通过研磨后产品总厚度间接管控，塑封间隙计算公式：塑封间隙=研磨后产品总厚度-芯片厚度-DAF 厚度-引线框架载体厚度-载体镀锡厚度（见图 8），塑封间隙要根据芯片指纹识别能力设定，因此在产品镭射打标后需要对塑封体面进行研磨，镭射打标在基板或框架面，使产品的粗糙度和塑封间隙达到要求，研磨后产品相较塑封成型产品粗糙度和平整度好，另研磨产品可以去除塑封脱模时产生的腊脂，通常在塑封体面向

下研磨 40um,需要在设计塑封产品总厚度时增加 40um 研磨量。

环境温度和湿度变化会影响研磨设备性能、研磨耗材特性以及产品材料的物理性能。例如，温度过高可能使研磨液挥发过快，影响其冷却和润滑效果；湿度过高可能导致封装材料吸水膨胀。一般研磨车间需控制温度在 21 - 27℃，相对湿度在 35%RH - 60%RH。芯片封装对环境洁净度要求极高。研磨过程中产生的碎屑若再次附着在产品表面，会造成塑封体划痕或影响后续工艺。因此，研磨区域通常设置在洁净车间内，通过空气过滤系统保持环境洁净，防止颗粒污染物进入研磨区域。

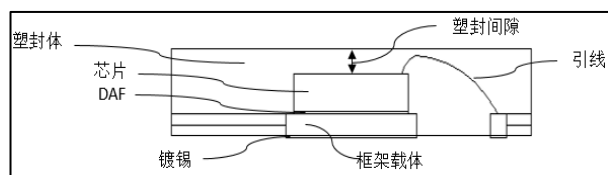


图8 塑封间隙图示

尽管本文已经示出和描述了本方案的实施例，但对于本领域的普通技术人员而言，可以理解在不脱离本方案的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型。

4 结论

解决的技术问题在于针对上述现有技术中的不足，提供一种研磨设备研磨区域改善方法及系统，通过改善塑封体划伤提高产品良率，提高设备利用率的技术难题，推进微电子行业发展。

参考文献

- [1] 熊伟, 陶军峰, 李越,等. 一种 QFN 指纹识别芯片的封装方法, CN109037083A[P].
- [2] 高云, 刘庭, 张月升等. QFN 封装结构及其制造方法,

CN115706071A[P]. 2023.

- [3] 聂伟, 冯宇伟, 钟芳琦. 一种 QFN 芯片封装体结构, CN212570981U[P]. 2021.
- [4] 刘恺, 王亚琴. QFN 封装结构及其制造方法, CN114664778A[P]. 2022.
- [5] 张健欣. CSP/QFN 切割技术及多刀应用[J]. 中国集成电路, 2002(3):2.
- [6] 朱文辉. 先进 QFN 封装国内外发展趋势[C]// 2010 中国电子制造技术论坛. 0.
- [7] 鲜飞. QFN 封装元件组装工艺技术的研究[J]. 印制电路信息, 2005.
- [8] 陆建, 蒋伟, 周丽娟,等. 一种 QFN 产品封装改进工艺, CN114242602A[P]. 2022.

版权声明: ©2024 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS