

哈尔滨工业大学（深圳）

电子封装设计 实验指导书

要求：请按“实验指导书”要求做实验。实验前，请预习，完成实验报告的预习部分，实验后，整理数据，完成实验报告的其他部分

目录

工程训练（电子工艺实习）——电子封装设计	1
1. 实验目的	1
2. 实验预习要求	1
3. 实验设备与耗材	1
3.1 认识部分仪器设备	1
4. 电子封装的概念	3
4.1 电子封装	3
4.2 静电的概念	5
4.3 LED 的封装	6
4.4 SMD-LED 封装流程及原理	7
4.4.1 扩晶	7
4.4.2 芯片粘结	7
4.4.3 引线键合	8
4.4.4 金线拉力测试	9
4.4.5 点胶	10
4.4.6 性能测试	11
4.5 LED 封装原物料说明	11
5. 实验步骤及注意事项	14
5.1 芯片检验	14
5.2 扩晶	14
5.3 固晶	15
5.3.1 操作步骤	15
5.3.2 固晶机实验注意事项	22
5.4 引线键合	23
5.4.1 操作步骤	23
5.4.2 焊线机实验注意事项	27
5.5 金线拉力计	27
5.6 点胶机	28
5.6.1 操作步骤	28
5.6.2 点胶机实验注意事项	29
5.7 LED 性能表征	30
5.7.1 万用表测试 LED 功能	30
5.7.2 ATM-500 自动温控光电分析测量系统的实验步骤	30
5.7.3 ATM-500 自动温控光电分析测量系统的注意事项	31
6. LED 封装实验制作过程容易出现的问题总结	31
7. 实验思考题	33
8. 实验报告要求	33

工程训练（电子工艺实习）——电子封装设计

1. 实验目的

1. 加深对电子封装设计基础知识的理解；
2. 掌握电子封装设计的整个工艺流程；
3. 了解实验设备的操作方法以及注意事项；
4. 掌握固晶机和焊线机的重点和难点部分；
5. 通过操作加深对 LED 发光原理、LED 封装组成的理解，锻炼实操能力。

2. 实验预习要求

1. 复习电子封装设计基础知识，根据预习报告要求，完成实验报告；
2. 了解此次实验的实验设备，实验设备的功能、使用方法及注意事项；
3. 预习实验室的安全操作要求，需按要求通过安全操作考题方可进入实验室。

3. 实验设备与耗材

	名称	数量	型号
1	扩晶机	1 台	
2	固晶机	1 台	GS100BH-N
3	焊线机	1 台	Connx
4	点胶机	1 台	创世纪 SVE-DS 1680L
5	切片机	1 只	
7	ATA-500 自动温控光电分析 测量系统	1 台	
8	Dage3800Demo 拉力测试机	1 台	
9	显微镜	1 台	
10	烤箱	1 台	
11	天平	1 台	
12	搅拌机	1 台	
13	LED 芯片	若干	
14	支架	若干	
15	绝缘胶	若干	
16	金线	若干	
17	A、B 胶	若干	
18	荧光粉	若干	
19	扩晶环	若干	

3.1 认识部分仪器设备

设备名称

设备图片

扩晶机



固晶机



焊线机



点胶机



ATA-500 自动温控光电分析
测量系统



烤箱



4. 电子封装的概念

4.1 电子封装

电子封装是个整体的概念，包括了从集成电路裸片到电子整机装联的全部技术内容。在国际上，微电子封装是个很广泛的概念，包含组装和封装的多项内容，包含的范围应包括单芯片封装设计和制造、多芯片封装设计和制造、芯片后封装工艺、各种封装基板设计和制造、芯片互连与组装、封装总体电性能、机械性能、热性能和可靠性设计、封装材料、封装工模夹具以及绿色封装等多项内容。具体可以分为广义封装与狭义封装。

狭义的电子封装，是把集成电路装配为芯片最终产品的过程，简单地说，就是把生产出来的集成电路裸片放在一块起到承载作用的基板上，把引脚引出来，然后固定包装成为一个整体。封装具有保护芯片、增强电热性能、方便整机装配的重要作用。晶圆上划出的裸片，经过检测合格后，将其紧贴安装在基底上，再将多根金属导线（Bonding Wire，一般用金线）把裸片上的金属接触点跟外部的引脚通过焊接连接起来，然后将金属/陶瓷/塑料管壳密封起来，形成芯片整体。

广义的电子封装，是指将半导体和电子元器件具有的电子、物理功能，转变为能适用于设备或系统的形式。

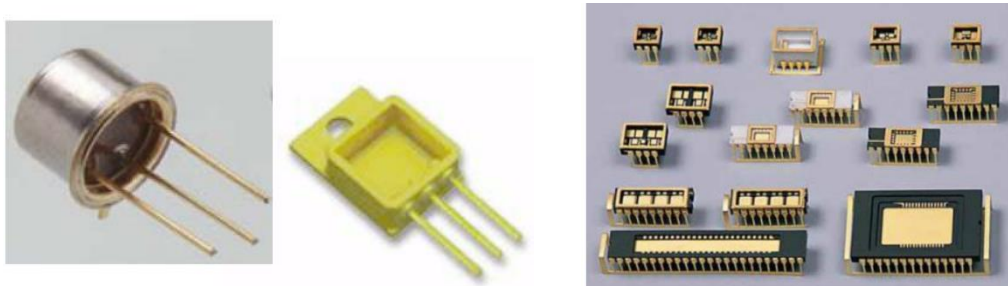


图4-1 不同的封装形式

一般说来，微电子封装分为三个级别：

最初的晶圆被称为0级封装。一级封装是在半导体圆片裂片以后，将一个或多个集成电路芯片用适宜的封装形式封装起来，并使芯片的焊区与封装的外引脚用引线键合、载带自动键合和倒装芯片键合连接起来，使之成为有实用功能的电子元器件或IC组件。包括单芯片组件和多芯片组件两大类。一级封装包含了从圆片裂片到电路测试的整个工艺过程，即我们常说的后道封装，还要包含单芯片组件和多芯片组件的设计和制作，以及各种封装材料，如引线键合丝、引线框架、装片胶和环氧模塑料等内容。这一级也称芯片级封装。

二级封装是将一级微电子封装产品连同无源元器件一同安装到印制板或其它基板上，成为部件或整机。这一级所采用的安装技术包括通孔安装技术、表面安装技术和芯片直接安装技术等。二级封装还应该包括双层、多层印制板、柔性电路板和各种基板材料、设计和制作技术。这一级也称板级封装。

三级封装是将二级封装的产品通过选层、互连插座、线束线缆或柔性电路板与母板连接起来，形成三维立体封装，构成完整的整机系统，这一级封装应包括连接器、叠层组装和柔性电路板等相关材料、设计和组装技术。这一级也称系统级封装。

本次课所讲为狭义的电子封装，即前面所讲的第1级封装。社会不断的发展趋势，要求电子产品的功率密度越来越高，系统产品体积的不断减小带来了芯片总体积的减小，这也使得电子产品内部的芯片封装的发展趋势从以往的插入式安装到表面贴装集成电路封装，以及从单芯片封装到多芯片封装到高阶封装技术，从而实现了在相同体积下装入更多芯片，同时在相同芯片数下有效缩小PCB面积的目的。

封装的作用可分为以下 1、信号分配——与外线互联，保证信号内外交换；2、功率分配——提供必要的电力，完成电压、功率等分配；3、尺度过渡——完成各级封装连线由小到大的尺寸过渡；4、机械支撑——满足内部各部分的机械强度要求；5、散热——散发内部产生的热量；6、应力缓冲——减轻和缓解各材料间的应力，避免受损；7、防潮——减少水气对性能

的影响，保证正常工作；8、防腐——防止空气中的各种化学气体、物质的侵害；9、标准化——完成各种应用元器件的标准化现代微电子封装的功能。

4.2 静电的概念

在大家进入实验室前会要求大家穿上防静电工衣和鞋套，进入风淋室，这就是操作过程中需要的注意静电，静电的危害，以及如何对静电进行防护。

静电简单的说是物体表面正负电荷发生分离的一种物理现象。产生的原因有：摩擦、剥离、感应。产生的机理：物质因失去或得到电子而带电。



图4-2 静电的危害

静电的特点主要是：隐蔽性-在一般情况下，人体是不能直接感知静电的，因为人体感知的静电放电电压为——2~3kV，发生静电放电时人体也不一定能有电击的感觉，因此具有很强的隐蔽性；潜在性-器件在受到 ESD 应力后并不马上失效，而会在使用过程中逐渐退化或突然失效，这时的器件是“带伤工作”，最后出现问题排查问题时很难确定是否是静电的主要原因，实际上，静电放电对元器件损伤的潜在性和累积性会严重影响元器件的使用可靠性；随机性-一个元件产生以后，一直到它损坏以前，所有的过程都会受到静电为威胁，这些静电的产生也具有随机性，其损坏也具有随机性；复杂性-静电放电损伤的失效分析工作比较复杂，这是因电子产品的精、细、微小的结构特点而费时、费事、费钱，要求较高的技术，往往需要使用一些高精密仪器，即使如此，有些静电损伤现象也难以与其它原因造成的损伤加以区别，误把静电损伤失效当做其它失效。

静电防护主要分成 4 部分：防静电控制系统一般包括储藏柜、静电测试设备、手腕带测试器、防静电工作服、手套、椅子、护腕、防静电台垫、接地连线插头等等，此图为防静电控制系统。

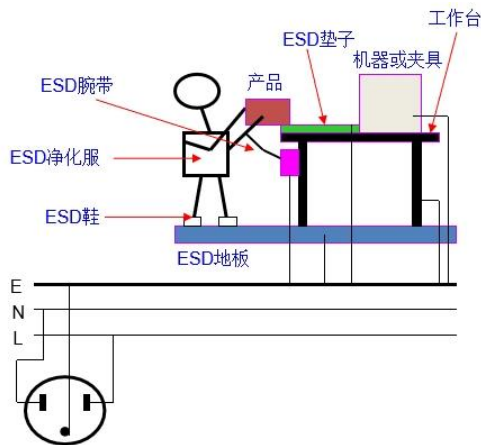


图4-3 防静电控制系统

控制人体静电的方法：1、降低人体静电，让人体与大地相连接即接地；2、要穿上防静电衣、防静电鞋、带上静电手环；3、保持人体与大地相连，要求地面也是防静电的才可以将人体的静电导入大地，所以地面可以用防静电地垫，防静电复合胶板，并用防静电接地线接好地。

针对 LED 控制静电的方法：1、所有的设备必须接好地线；2、盛放 LED 材料盘子须用不锈钢盘，放材料的桌子要接地良好；3、缩短焊接时间采用特殊焊接方式。

最后一个就是的防静电标准工作台和工作椅。

4.3 LED 的封装

LED 封装 (Package) 对于 LED 芯片来说是必需的，也是至关重要的。封装是安装半导体芯片用的外壳，它不仅起着保护芯片和增强导热性能的作用，还是沟通芯片内部世界与外部电路的桥梁。封装的主要作用有：1、物理保护，防止湿气等由外部侵入；2、电气连接；3、有效地将内部产生的热排出。

一般情况下，分立器件的管芯被密封在封装体内，封装的作用主要是保护管芯和完成电气互连。而 LED 封装则是完成输出电信号，保护管芯正常工作、输出可见光。既有电参数，又有光参数的设计及技术要求。LED 的核心发光部分是 p 型半导体和 n 型半导体构成的 pn 结管芯。但 pn 结区发出的光子是非定向的，即向各个方向发射有相同的几率。因此，并不是管芯产生的所有光都可以释放出来，这主要取决于半导体材料的质量、管芯结构和几何形状、封装内部结构与包封材料。

LED 按照封装形式可以分为垂直 LED (Lamp-LED)、平面封装 LED (Plat-LED)、贴片式封装 LED (SMD-LED)、侧发光 LED (Side-LED)、顶部发光 LED (TOP-LED)、高功率 LED (High Power-LED)、覆晶封装 LED (Flip Chip-LED) 和集成封装 LED (Integration-LED)。本次实验着重介绍的是 SMD-LED，即贴片式封装 LED。

4.4 SMD-LED 封装流程及原理

SMD-LED 封装工艺流程如下图所示，主流程为整个工艺流程的主线，支线流程为辅线，原物料为主线提供所需物料。整个工艺流程大概分为芯片检验、扩晶、固晶、焊线、点胶、烘烤、划片和性能测试。

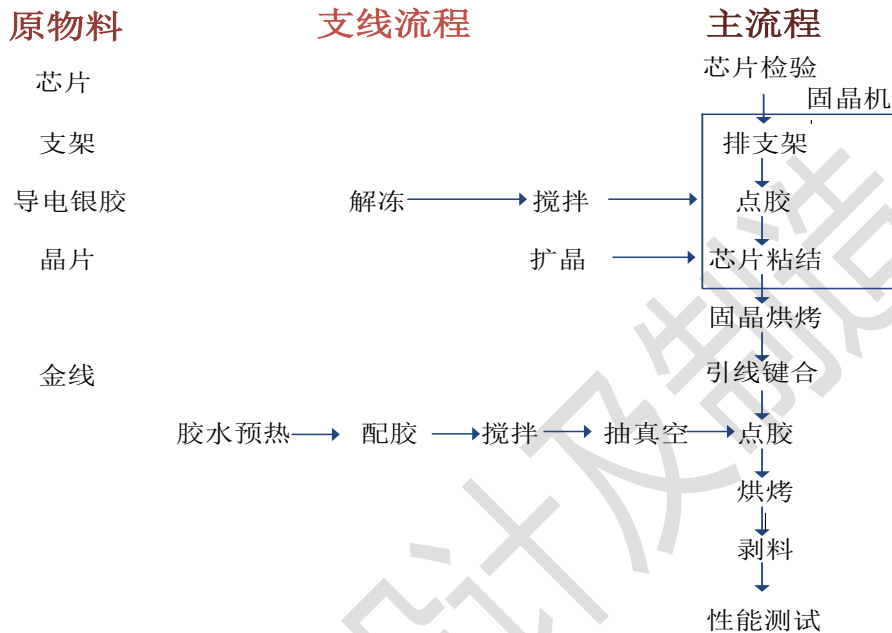


图4-4 SMD LED 封装流程

4.4.1 扩晶

由于 LED 芯片在划片后依然排列紧密间距很小（约 0.1mm），不利于后工序的操作。采用扩晶机对黏结芯片的膜进行扩张，使 LED 芯片的间距拉伸到约 0.6mm。也可以采用手工扩张，但很容易造成芯片掉落浪费等不良问题。

4.4.2 芯片粘结

所谓芯片粘结为芯片在载体上的固定方法，即采用粘结或者焊接等技术实现芯片或者管芯与底座的连接，不同类型的芯片和封装采用不同的粘结方式，常见的分别有银浆粘结技术、低熔点玻璃粘结技术、环氧树脂粘结技术、导电胶粘结技术、共晶焊技术和焊料粘结技术。不同粘结方式的优缺点各有不同。具体的工艺考虑包括：机械强度；化学性能稳定；导电性和导热性；热匹配特性；低固化温度和易操作性。

特别需要强调的两个地方为：“二点一线”和“三点一线”。二点一线指的是“固晶位置”，即固晶台吸嘴光圈中心点与固晶台十字光标中心对准。三点一线指取晶位置，即晶片台十字光标中心点，吸嘴孔中心点，顶针中心点重合。

基本的工作过程为：在 LED 支架的相应位置点上绝缘胶，固晶机通过真空吸附吸起芯片，

吸附时，芯片下面有一个针头将芯片顶起，刚好由真空吸口吸住，带着芯片的真空吸口摆 90° 到支架处，去真空，同时并给一点压力将芯片压在胶水上，完成放置芯片，监控图像，及时调整芯片位置，及时添加胶水和控制胶量大小。

4.4.3 引线键合

常见的芯片互连技术主要：引线键合、载带自动焊和倒装焊、硅通孔等。早期有梁式引线结构焊接，另外还有埋置芯片互连等技术。引线键合根据焊点形状可以分为球焊和楔形焊接；载带自动焊是一种自动表面安装技术，可为拥有大量输入-输出端（一般小于等于 500）的芯片提供互连。倒装芯片技术是一种互连方法，该方法将半导体芯片的电信号端子以面向下或者倒装的方式与封装基本互连。在微电子封装中，半导体器件的失效约有 1/4-1/3 是由芯片连接引起的，芯片互连对器件可靠性影响很大。

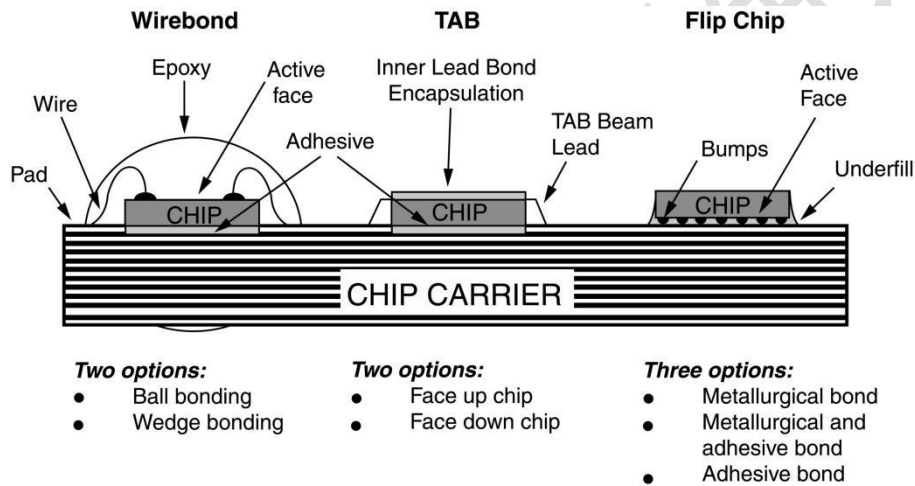


图4-5 芯片互联技术

通常有三种工艺方式，分别为热压键合、超声键合和热超声键合。热压键合:利用加压和加热，使得金属丝与焊区接触面的原子间达到原子的引力范围，从而达到键合目的，常用于金丝的键合，一端是球形，一端是楔形。超声键合:利用超声波(60~120KHz)发生器使劈刀发生水平弹性振动，同时施加向下的压力。使得劈刀在这两种力作用下带动引线在焊区金属表面迅速摩擦,引线受能量作用发生塑性变形,在 25ms 内与键合区紧密接触成焊点。超声键合中有一个关键部件是换能器，即把超声电能转换成超声机械动能，实现键合。热超声键合:用于 Au 和 Cu 丝的键合。它也采用超声波能量,但是与超声不同点的是:键合时要提供外加热源、键合丝线无需磨蚀掉表面氧化层。外加热量的目的是激活材料的能级，促进两种金属的有效连接以及金属间化合物的扩散和生长，键合点一端是球形,一端是楔形。

引线键合是 LED 封装技术中的关键环节，工艺上主要需要监控的是压焊金丝拱丝形状，焊点形状，拉力。对压焊工艺的深入研究涉及到多方面的问题，如金丝材料、超声功率、压焊

压力、劈刀（磁嘴）选用、劈刀（磁嘴）运动轨迹等等。金丝键合首先采用电火花放电，在瓷嘴末端形成金属球。然后在超声波辅助作用下，依靠热压和超声摩擦的方式，破坏芯片表面的氧化层和污染，使金属球产生塑性变形，两界面从而实现亲密接触和原子扩散，完成冶金连接。

4.4.4 金线拉力测试

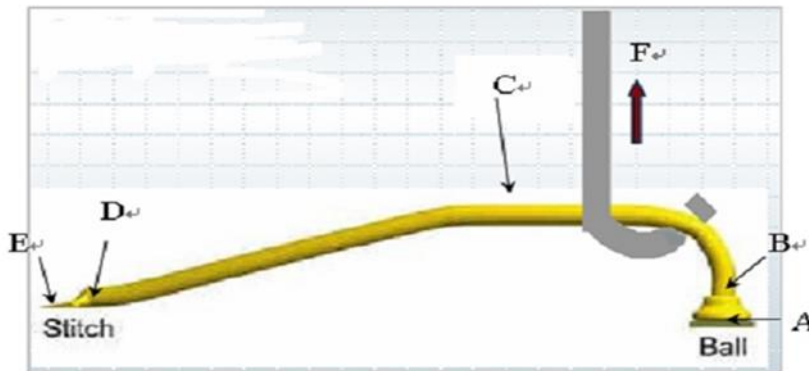
金线作为芯片和外部电路主要的连接材料，耐腐蚀性、传导性好，并能做到极高的键合速度，广泛的引用于半导体、微电子行业。

金线作为一个重要的原材料必须具备几个重要的特性，良好的机械性能和导电性能，合适的破坏力，选择正确的尺寸，表面清洁无污染无损伤。目前 LED 封装行业金线直径大多选择 1.0MIL 或者 1.2MIL，纯度为 99.99%。延伸率一般为 2%~8%，断裂负荷一般要求：0.8-1.0mil 金线：拉力 $\geq 5g$ ；1.0-1.2mil 金线：拉力 $\geq 6g$ 。

金丝太软会导致 1. 拱丝下垂 2. 球形不稳定 3. 球颈部容易收缩 4. 金丝易断裂

金丝太硬会导致 1. 将芯片电极或者外延打出坑洞 2. 金球颈部断裂 3. 形成合金困难 4. 拱丝弧线控制困难。

因此测定金线是否符合要求就显得极为重要。拉线测试，或称键合力度拉扯测试，是评价金线键合力度与质量的有效方法之一。方法：在键合金线的下方施加一个向上的拉力使键合部从芯片表面被拉开，并对拉力的大小进行测量。



拉力断点	描述	可能原因
A	一焊球与芯片焊垫脱离	一焊参数不良或芯片焊垫氧化等
B	线颈部位断裂	线颈受损变细
C	线弧拉断	无
D	键合部位脱离	二焊参数不良
E	二焊球与 PCB 脱离	二焊参数不良或金属镀层不良

4.4.5 点胶

在电子应用中主要有五种封装技术：塑封、顶部包封、灌封、底部填充和印刷，图中示意了这几种主要的封装技术类型，合适的封装技术选择取决于下列几个因素，包括设备、人工成本、产量、封装周期、应用要求、封装器件的可靠性、封装材料和封装的形式。同时，与封装相关的因素也影响封装工艺的选择，如封装厚度、尺寸厚度、尺寸控制、封装的复杂性、小空洞或窄间隙、阵列封装、翘曲控制、2D 或 3D 封装、晶圆级封装或芯片级封装以及互连类型等（如锡球或者引脚）。本次实验选用的是灌封封装工艺技术，灌封工艺通常包含注胶和固化两个步骤，可分为单组分灌封和双组分灌封。单组分灌胶由已经混合好的环氧树脂和固化剂组成，双组分灌封胶由相互分离的树脂和固化剂组成，其有几项优势，可以在室温下固化，与单组分灌封胶相比，具有更广泛的材料特性，同时具有较长的存储寿命，缺点是需要精确的混合比例和充分混合。

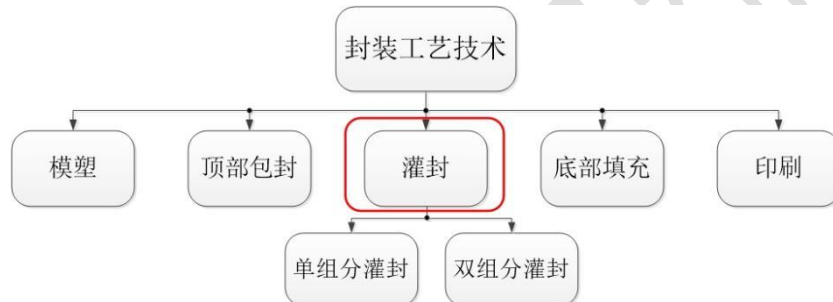


图4-6 封装工艺技术

光源的颜色常用色温这一概念来表示。光源发射光的颜色与黑体在某一温度下辐射光色相同时，黑体的温度称为该光源的色温。LED 灯的色温主要是和荧光粉的选择和配比比例相关的。本次封装实验要求 LED 发出白光，普通的 LED 芯片本身无法直接发出白光，目前白光 LED 主要通过三种型式实现：采用红、绿、蓝三色 LED 组合发光，即多芯片白光 LED；采用蓝光 LED 芯片和黄色荧光粉，由蓝光和黄光两色互补得到白光，或用蓝光 LED 芯片配合红色和绿色荧光粉，由芯片发出的蓝光、荧光粉发出的红光和绿光三色混合获得白光；利用紫外 LED 芯片发出的近紫外光激发三基色荧光粉得到白光。此次实验选用蓝光 LED 芯片和黄色荧光粉，由蓝光和黄光两色互补得到白光。

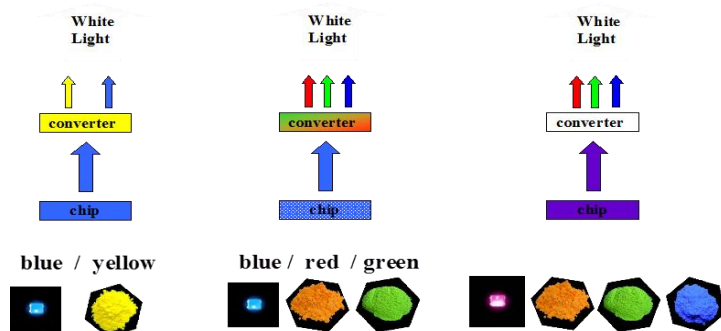


图4-7 白光 LED 三种实现型式

SVE-DS1680 全自动点胶机是由 X/Y/Z 三个轴和点胶控制系统来组成的。原理是压缩空气送入胶瓶(注射器)，将胶压进与活塞室相连的进给管中，当活塞处于上冲程时，活塞室中填满胶(含荧光粉)，当活塞向下推进滴胶针头时，胶从针嘴压出。滴出的胶量由活塞下冲的距离决定，可以手工调节，也可以在软件中控制。

4.4.6 性能测试

A. LED 工作时所消耗的功率有部分转化成热能，导致其 PN 结温度的上升，LED 的发光与结温存在密切关系，在不同的 PN 结温度下，LED 的发光光谱，光通量的参数会发生显著变化，LED 的光率和寿命也会受到影响，因此，配合 LED 控温光电分析系统软件可实现被测 LED 在不同的结温下，光度/辐射度（光通量，光强、辐射通量等）、色度（色坐标、相关色温、主波长、色纯度、峰值波长、半波宽、及相对光谱等）以及电参数（电压、电流、功率）的测量、自动分析 LED 电流与电压、光通量、光强的相互关系曲线和数据管理。

4.5 LED 封装原物料说明

LED 芯片是半导体发光器件 LED 的核心部件，它主要由砷 (AS)、铝 (AL)、镓 (Ga)、铟 (IN)、磷 (P)、氮 (N)、锗 (Si) 这几种元素中的若干种组成。不是所有的半导体材料都能制作发光芯片，只有具有直接带隙的半导体材料才能够制作发光芯片。芯片的发光波长与半导体带隙有关，不同材料有不同的带隙，同种材料掺杂比例不同带隙也不同，发光波长就不同，本次实验用的为蓝色 LED，波长为 435-490nm。



图4-8 LED 芯片

LED 支架的作用是用来导电和支撑晶片，由支架素材经过电镀而形成。使用前需要观察是否有氧化的现象。

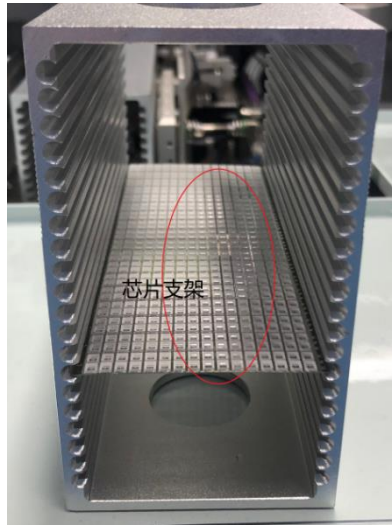


图4-9 支架

对于背面具有电极的红光、黄光、黄绿芯片，要求芯片固晶胶既能导电，又可以把 LED 芯片上的热量通过胶水传导到支架上，因此须采用导热和导电性能好皆好的固晶胶，可选取银胶；对于对于蓝宝石绝缘衬底的蓝光、绿光 LED 芯片上，下面不允许导电，但是导热性能良好的胶水来固定芯片，本次实验用的是绝缘胶。



图4-10 胶水

在封装 LED 时需要用金线或铝线把芯片两个电极和 LED 支架焊接起来，才能把电源通过支架加到 LED 芯片上。金线和铝线都可以作为 LED 芯片与支架间的连接线。金线电阻率较铝线电阻率小，在 LED 功率比较大或要求电参数比较高的场合使用金线。

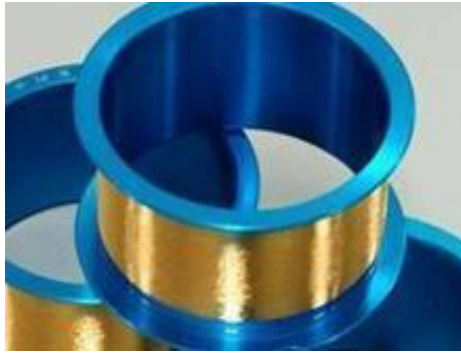


图4-11 金线样式

在制作 SMD 白光 LED 时，因为器件的体积较小，可以把荧光粉与封装胶水配好后，通过自动点胶机贴在芯片上。

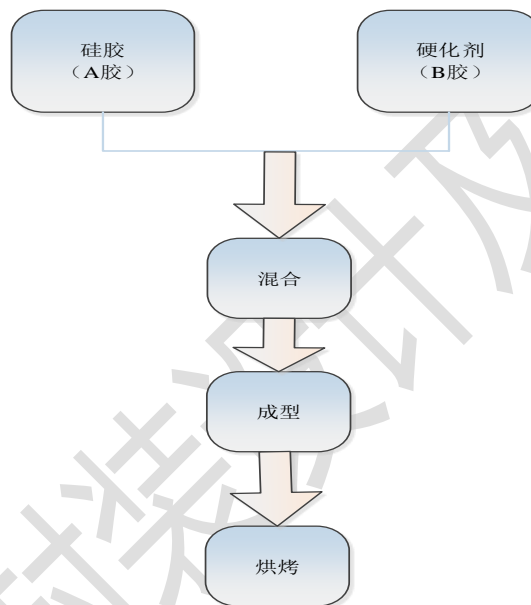


图4-12 胶水应用过程

本次实验使用的荧光粉与 A、B 胶水如下所示：



图4-13 荧光粉与 A、B 胶

5. 实验步骤及注意事项

5.1 芯片检验

用显微镜查看材料表面是否有机械损伤及麻点麻坑，芯片尺寸及电极大小是否符合工艺要求，电极图案是否完整。（上课前老师已经检验好）。

5.2 扩晶

扩晶机操作步骤

1. 开气压阀，打开扩晶机开关和温度开关，预设温度在 45~55℃ 范围；



- 2.

图5-1 扩晶机设置

3. 扩晶环分成内环和外环，把扩晶环内环放在放置在扩晶机圆盘上；
4. 取一张待扩晶片，先将贴在蓝膜上的晶片标签纸撕下，将晶片离心纸慢慢撕下（离心纸朝上，蓝膜朝下）；
5. 将蓝膜放入扩晶座，晶片朝上，晶片需放于扩晶环中心且必须平贴底座；
6. 放下扩晶机上盖，移动手柄，使上盖扣紧扩晶环；
7. 按下绿色上升（左二）按钮，使加热盘上升；
8. 将扩晶环外环平整的放到压盖内（光滑面朝下）；
9. 按下压盖气缸开关（左一和右一），压盖下压，使两片扩晶环扣紧；
10. 按下加热盘气缸开关（右二），加热盘回位后松开手柄，打开扩晶机上盖，取出扩晶好的蓝膜，将扩晶机上盖移于原位；
11. 用刀片将扩晶环外多余的蓝膜沿着扩晶环整齐地割掉，将废料放到废料盒内；
12. 关闭扩晶机开关及温度开关。

注意事项：

1. 扩晶机运行时禁止将手伸入，防止夹伤；
2. 使用刀片时注意安全；

- 3.操作时手不可触摸蓝膜上晶片；
- 4.刀片切割时，不可损伤扩晶环及环内蓝膜；
- 5.若有异常状况时，立即停机通知老师。

5.3 固晶



图5-2 固晶机操作界面

5.3.1 操作步骤

(1) 设备初始化

1)按机器左下方滑盖内的 UPS 电源按钮；按机器左侧马达电源开关开启设备，按工控机内部的电脑主机开关启动显示器；



a)UPS 电源开关



b)马达启动开关



c)电脑主机开关

图5-3 电源开关

2)检查机器，检查升降台上的料盒，固晶平台上的夹具、盖板，以及吸嘴、顶针、点胶头等是否在正确位置，检查气压是否正确；

3)一切正常后，进入软件界面，加载程序。每次进入软件界面，必须进入**系统复位**操作，以用来检查机台上所有的马达是否回到原点，才能正常工作。



图5-4 软件操作主界面

(2) 进料及程序设计

1)在料盒里放料（芯片支架），分别有左右两个工作台，每个工作台有两个料盒，默认右料盒为1，左料盒为2。在对应的工作台上放置扩晶环，配合屏幕调整芯片方向并摆正位置；

2)确定固晶胶盘里面是否有胶水，如果没有则拆出底胶盘前先拔线插头，底胶盘要用酒精清洗干净。安装好底胶盘，并空转起来。将底胶挤到底胶盘中，注意整个底盘中只要有薄薄的一层胶就可以。

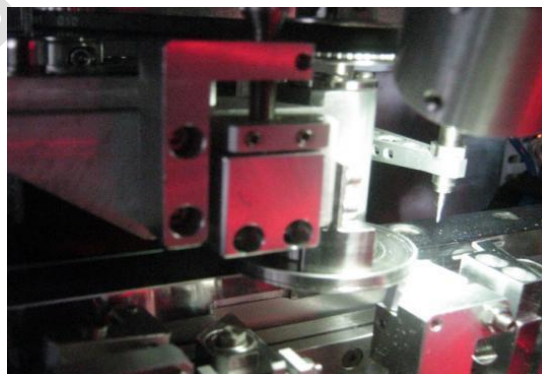


图5-5 加胶水

3)固晶前对“三点一线”与“两点一线”，“三点一线”指晶片台十字光标中心点，吸嘴孔中心点，顶针中心点重合。设定方法：在“设定与参数”模式中选择“固晶臂”点“吸晶位

置”，把反光片放于吸嘴下，在显示器上看晶片台 CCD 所拍吸嘴光圈图像，移动 CCD 镜头使十字光标中心与光圈中心重合，使固晶臂归位。

上述课前已经设置完成，课上从以下步骤开始。

(3) 取晶模式设置

1) 在取晶模式（主页面-视觉机构-取晶）下（注：不勾选多窗口图像显示），选择如下图 5-6 所示两项参数：晶片定位和晶片极性。

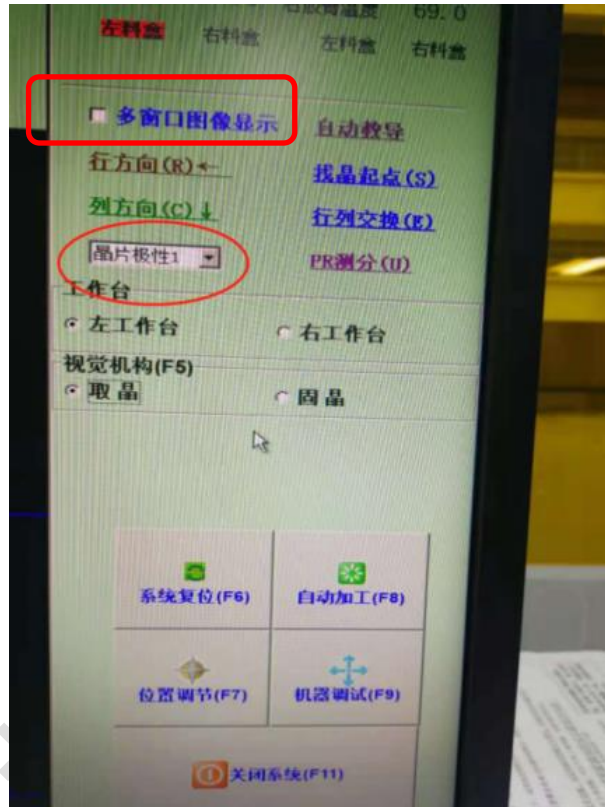


图 5-6 主页面

2) 选择“晶片定位”，点击左下角“PR 学习 (F2)”，在左侧窗口通过滚动鼠标滑轮来调节“第 2 步：PR 位置与大小”的宽和高（如图 5-7 所示）调整定位框位置包含整个芯片，然后在右下角点击“学习”、“修改精度”，点击“退出”，随后在弹出页面点击“自动校验”后点击“确认”，随后在弹出页面点击“开始自动教导”后点击“确认”。

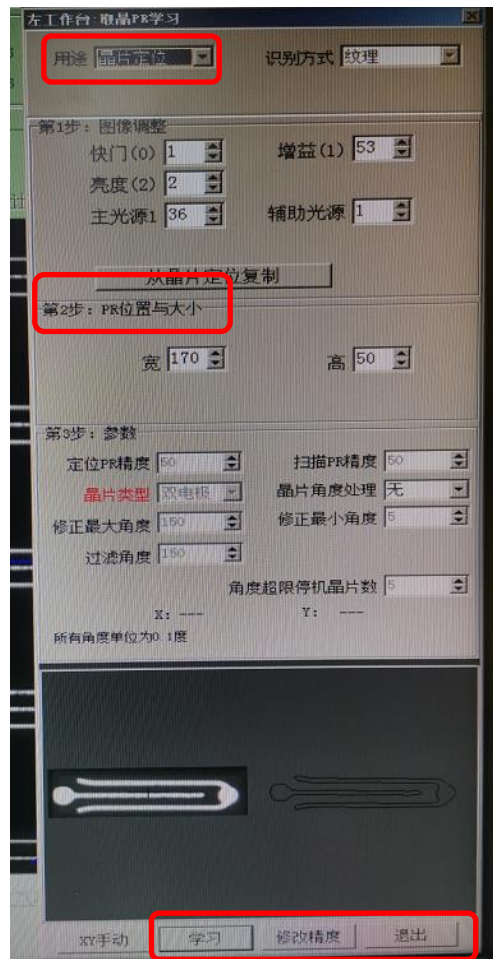


图 5-7 晶片定位页面

3) 选择“晶片极性”，点击左下角“PR 学习 (F2)”，在左侧窗口通过滚动鼠标滑轮调节“第 2 步：PR 位置与大小”的宽和高调整定位框位置包含整个芯片，然后在右下角点击“学习”、“修改精度”，点击“退出”。

注意：取晶时左工作台逆时针旋转 90° 放置，右工作台顺时针旋转 90° 放置，注意晶片的方向和支架的方向，不能固反。

(4) 固晶模式设置

1) 回归主页面找到“机器调试 (F9)”，点击进入，界面出现如下图所示

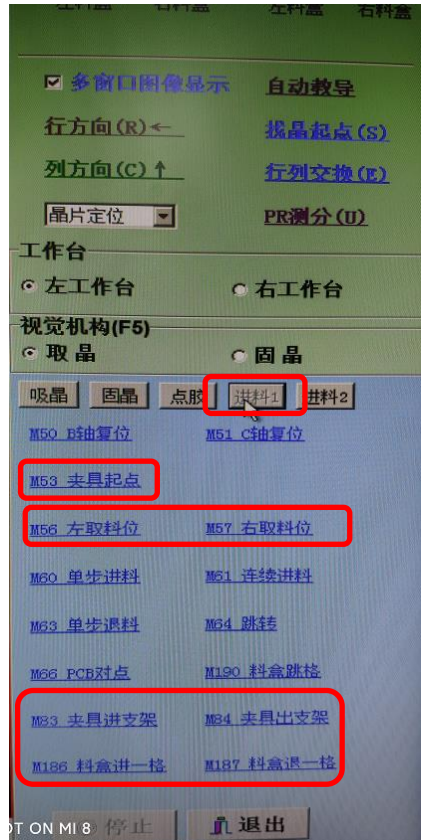


图 5-8 机器调试页面

点击“送料 1”，根据选择的料盒对应地单击 M56（左取料位）或 M57（右取料位）。

2) 保证测试夹具和料盒中的料片处于同一水平面上，如果没有则单击“M186（料盒进一格）或 M187（料盒退一格）”调节料盒中的料片位置，后点击“M83 夹具进支架”，后点击“M53 夹具起点”，支架回到夹具起点位置，最后单击“退出”，回到主页面。

3) 在**固晶模式**（主页面-视觉机构-固晶）下（注：不勾选多窗口图像显示），选择调节三项参数，分别是**焊点定位 1**、**支架极性和焊点检测**。

4) 选择“**焊点定位 1**”，点击左下角“PR 学习（F2）”，在左侧窗口（如图 5-9 所示）出现“学习图像模式-位置与大小-宽/高”，滚动鼠标的滑轮调节定位框的宽和高框住支架，可以改变定位框的宽和高，然后在右下角点击“学习”、“修改精度”，点击“退出”，随后在弹出页面点击“自动校验”后点击“确认”。

随后在弹出页面点击“焊点”。焊点这个页面（如图 5-10 所示）里，分别调节 Id 的 1、2 和 3 栏来教导行列间距。鼠标选中 1 栏后，直接点击修改（因在前面已经将这第一焊点的位置定好了），则第 1 栏的参数进行了修改。接着鼠标定位到第 2 栏（或第 3 栏）的参数，接着点击“重温”，夹具便会将第二焊点所在的支架移动到摄像头下，接着将光标

十字中心即第二焊点定位到该支架的合适位置（也可通过点击右下角 BC 手动，后点击 PR 定位，点击←↑→↓可达到更精准地移动焊点定位的位置），然后点击修改。

这 1、2、3 栏的参数都修改完毕后，鼠标点回第 1 栏，点击重温（这时不需要点修改），此时夹具便会将第一焊点所在的支架位置移动到摄像头下。

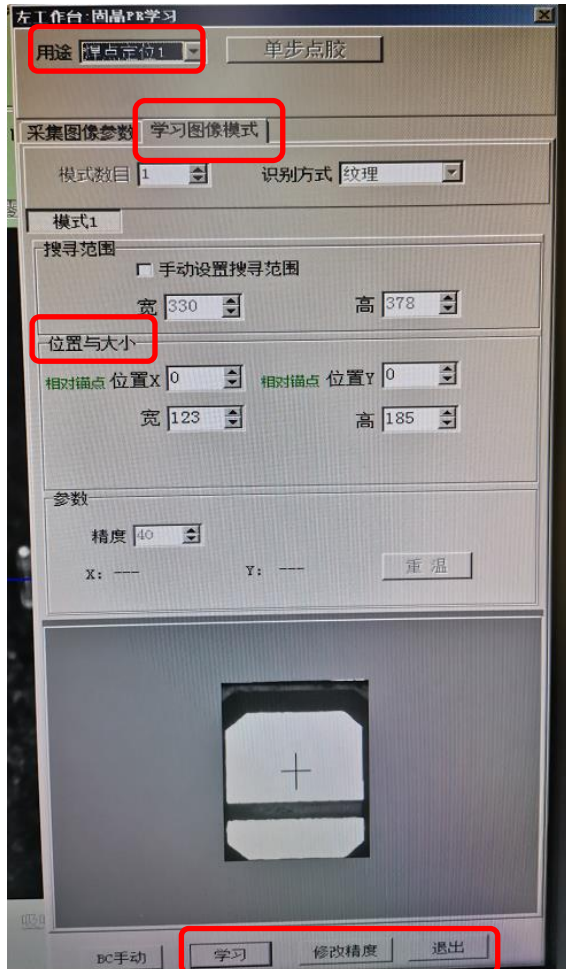


图 5-9 焊点定位 1 页面

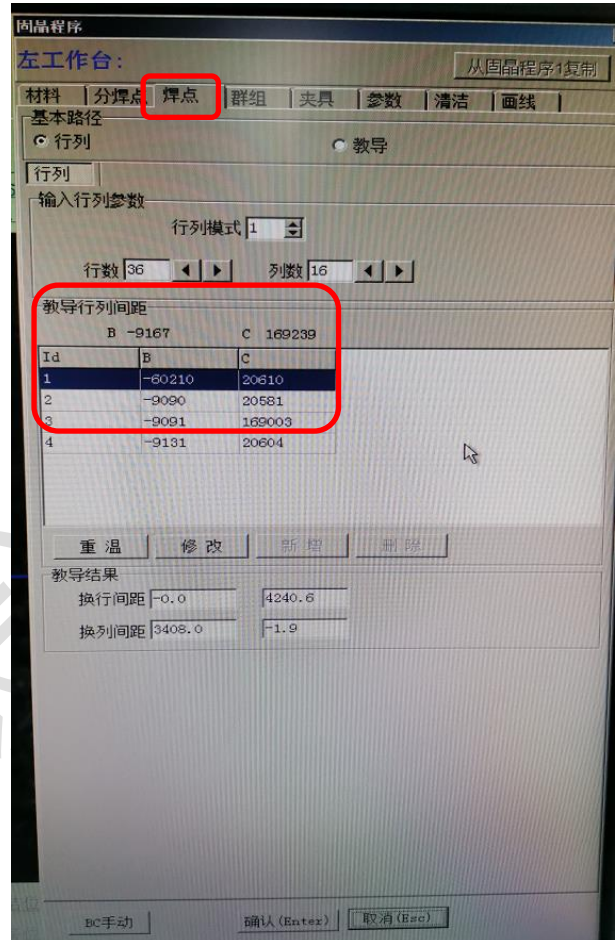


图 5-10 焊点页面

接着点击“夹具”（如图 5-11 所示），选择“夹具起点”的第一栏时，直接点击“修改”（注意：不是点重温!!!），最后点击“确认”。

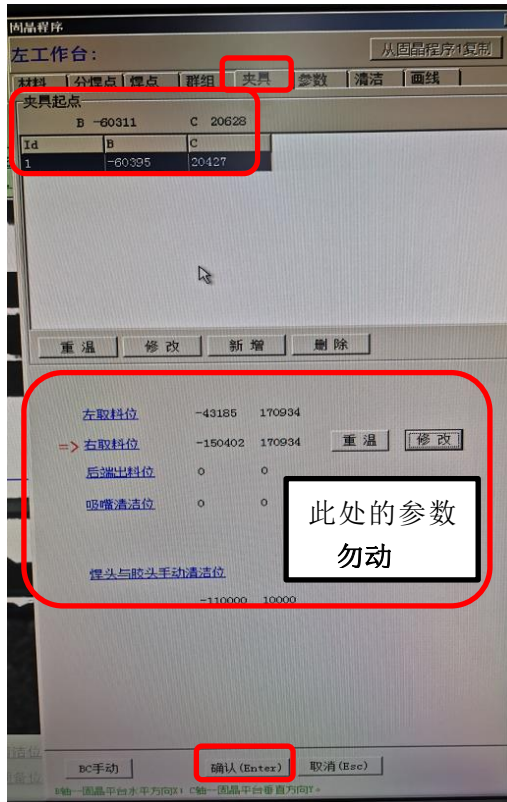


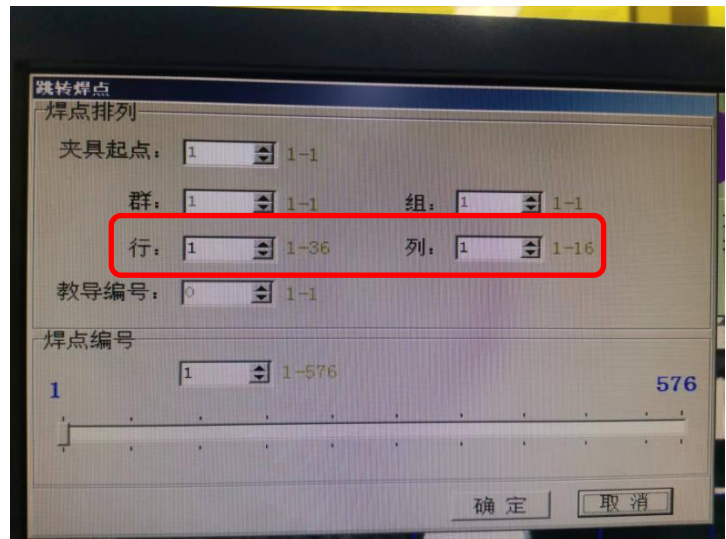
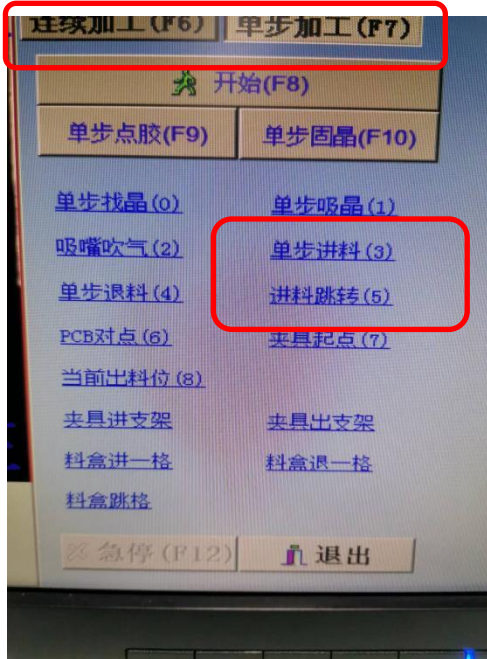
图 5-11 夹具页面

4)接着调整“支架极性”和“焊点检测”。选择“支架极性（或焊点检测）”，点击左下角“PR 学习（F2）”，在左侧窗口出现“学习图像模式-位置与大小-宽/高”，滚动鼠标的滑轮调节定位框的宽和高框住支架，可以改变定位框的宽和高，然后在右下角点击“学习”、“修改精度”，最后点击“退出”。

（5） 设置加工模式

1)设置好后退出到主页面并进入“自动加工”界面，有连续加工和单步加工（连续加工为连续进行进料、点胶和固晶；单步加工需要手动操作每一步，分为单步进料、单步点胶、单步固晶，点击开始将进行一次进料、点胶、固晶整个流程。

2) 首先单击“单步加工 (F7)”，接着在该页面单击“单步进料 (3)”，再单击“进料跳转 (5)”，通过调整行和列，以找到支架片上未固晶的起点后点击“连续加工 (F6)”。



3) 点击“停止”结束加工后，在：机器调试-进料 1 或者 2 界面，点击 M56（左取料位）或 M57（右取料位），后点击“M84 夹具出支架”，则完成整个固晶操作。

(6) 系统关闭

- 1) 在显示屏中，关闭系统；
- 2) 关闭机器电源，打开滑盖，关闭总电源及电脑电源；
- 3) 观察：将固晶后的支架放于显微镜下观察，检查是否无效芯片；
- 4) 烘烤：将固晶后的支架放于干燥箱内，150℃，2-2.5h。烘烤完成后可进行焊线工艺；
- 5) 每组需完成 1 个支架的固晶实验，并标注芯片名称，操作人，操作时间等相关信息。

5.3.2 固晶机实验注意事项

- 1) 注意安全，扩晶时单人操作，谨防夹伤；
- 2) 扩晶前，应先检查芯片，除去异常芯片；
- 3) 胶纸切勿放反，以免压坏芯片；
- 4) 芯片扩张距离要适中，既不能过疏，也不能过密。

5.4 引线键合

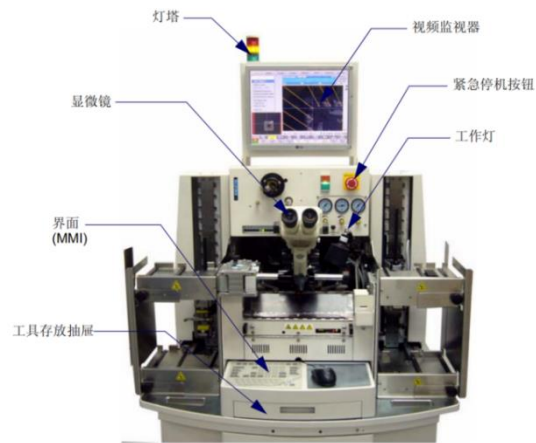


图 5-12 焊线机操作界面图

5.4.1 操作步骤

1、开机初始化：

1) 打开气阀，按机器上方的绿色开机按钮，检查瓷嘴位置，确保瓷嘴在压板的右上方，且无碰撞可能性后，点击三下确定；



图 5-13 开关机按钮

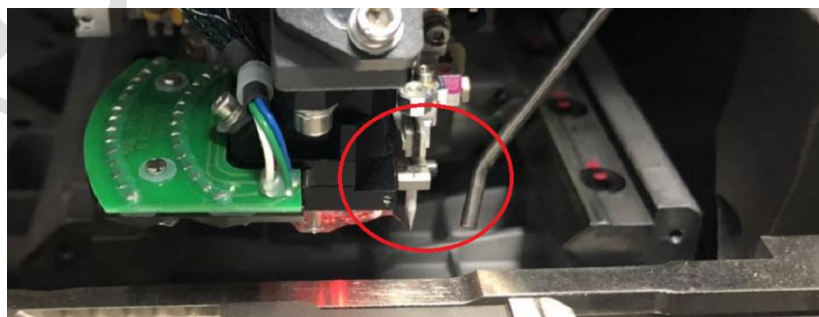


图 5-14 瓷嘴

2) 再次点击确定给马达上电，完成之后再次点击两次确定；

3) 再次点击确定，加载程序；

4) 显示屏出现测高提示，点击取消（瓷嘴高度实验前已完成调试）。

2、加热块校正

1) 在操作面板上选择重教模式；

2) 观察屏幕中蓝色十字线位置是否与蓝色十字线与圆弧相切。若不相切，则用鼠标移动红色光标至与蓝色十字线重合。按下 b2 键（鼠标中键即鼠标滑轮）不放，移动鼠标位置，直至蓝色十字线与圆弧相切，按下 b3 键（鼠标右键）实现对点 1 重教；

3) 点击 b1 键（鼠标左键），按照步骤 2，完成对点 2 的重教。同样方法完成对点 3 的重教；

4) 点击 b1 键，回到点 1，点击确定，完成加热块校正。

3、打线前准备工作

1) 在显示屏中，选择配置图像显示模块，在子菜单中依次打开 2, 3, 8 三项，点击完成；

2) 观察显示屏，看程序有无加载，若无则在程序模块子菜单中加载程序；

3) 观察显示屏中温度模块，若温度未开，则点击温度模块，在子菜单中开启温度开关；

4) 检查气体，确保在显示屏上对应的模块为白色。

上述课前已经设置完成，课上从以下步骤开始。

4、放置料盒

1) 点击界面下方一料盒操作—退出输入料盒，空料盒自动放置在机器左端上方支架上；

2) 拿起料盒，取一料片，将材料按正确方向装入料盒底部凹槽，再将装有材料的料盒放置在机器左端下方传送带上，并将边缘与右侧板壁贴紧；

3) 在显示屏上选择料盒操作模块，在界面下方一料盒操作—轻推输入料盒，把装有料片的料盒装入到设备上；

4) 点击完成。

5、拉进引线框

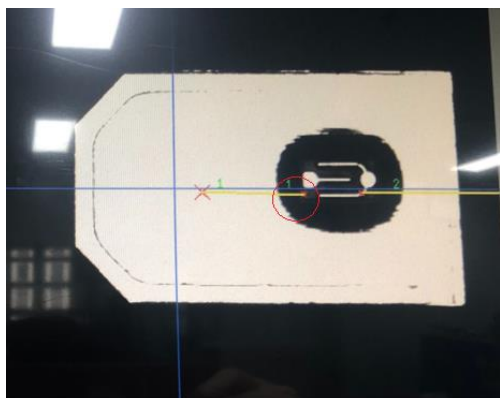
1) 确保料片平面和操作传输平面在一个平面内，若不是，则在显示屏上选择一料盒操作—轻推输入料盒/反向移动输入料盒操作；

2) 在显示屏上选择 W/H 操作模块，在子菜单中选择拉进引线框；

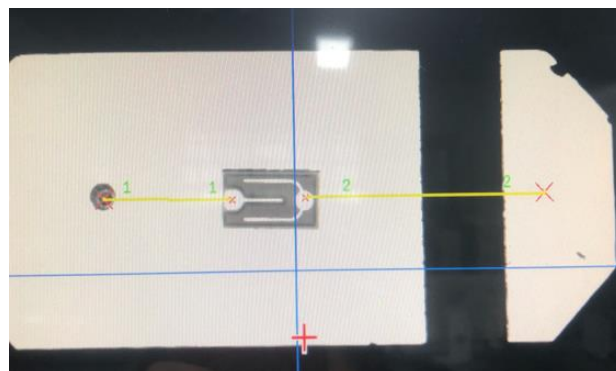
3) 在机器的键盘上点击 Index 按钮。

6、校正焊点位置

1) 观察显示屏程序中晶片焊点（即第一焊点，芯片 pad）的位置（红色×），看是否处于晶片的两个电极中心。若否，则点击主界面左上角-3 程序模块-7 器件操作-2 更多选择器-2 选择所有器件，点击完成；



程序中晶片焊点位置



程序中晶片焊点位置移动到晶片的电极中心

图 5-15 焊点校正前后

2) 完成步骤 1 之后，在弹出的界面中选择 5 移动；（选择完后勿动鼠标）

3) 晃动鼠标（勿动鼠标的 B1、B2、B3）使红色十字光标位于上述步骤 1) 的红色×处，按下 B2 定位键后，按 B1 键选取抓取点；

4) 晃动鼠标，使红色光标移至对应的晶片电极中心，按下 b2 定位键后，点击 b1 放置抓取点，点击完成；

5) 继续观察程序中晶片焊点位置（红色×）是否处于晶片的两个电极中心，否则继续按照上述步骤调整。

7、手动打线操作

1) 晃动鼠标，使红色十字光标定位在左下角界面的（1-96 个器件）中的其中一个空杯（建议顺序焊接），点击 B2 键定位，选定该支架来进行焊接；

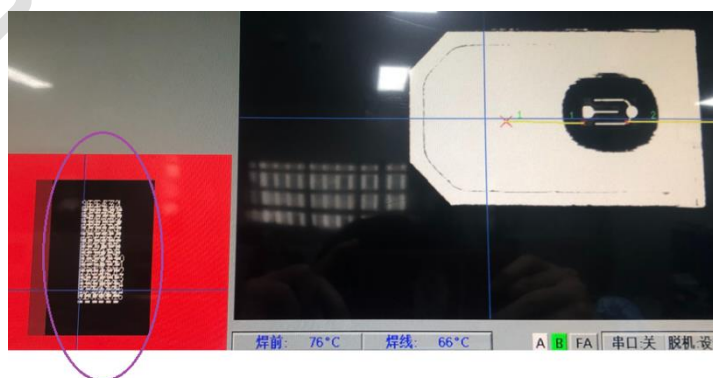
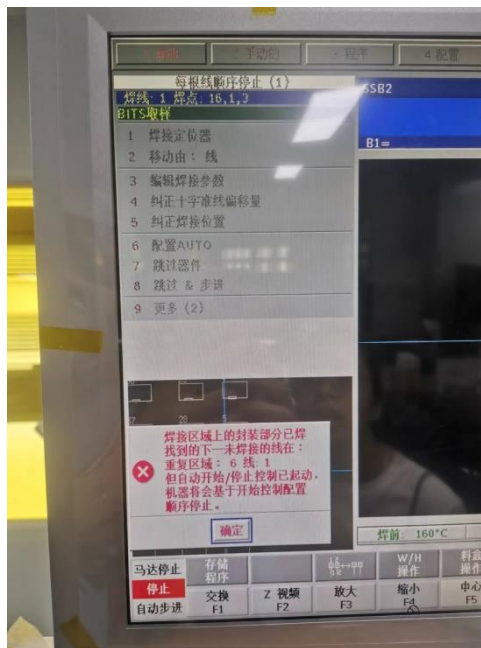


图 5-16 左下角 96 个可操作器件和右边操作界面

- 2) 点击界面左上角：1 自动模块-2 开始/停止控制-1 开始控制模式中点击选择一次；
- 3) 移动鼠标并单击下一行 2 开启器件，把鼠标移动到第一步选定支架的右边操作界面，单击 B2 定位到线 1（左边），点 B1 选择线 1（程序设置先焊线 1，后焊线 2），随后点击完成；
- 4) 接着单击当前页面的：9 顺序停止，此时有可能会弹出告警（如下图）则单击确定。



然后，接着单击当前页面的：-9 更多（2）-6 焊接下一线，单击：“6 焊接下一线”一下则焊接一次；或者单击界面 9 顺序停止-按机器键盘上的 run。

8、自动打线操作（选做）

- 1) 点击界面左上角 1 自动模块-2 开始/停止控制-1 开始控制模式中点击选择一次；
- 2) 移动鼠标到下一行 2 开启器件，点击 b1 键确定后晃动鼠标，使红色十字光标在左下角界面的（1-96 个器件）中的其中一个空杯，点击 b2 键定位（选择哪个空杯就从哪个开始焊接，程序设置先焊左边的线 1，后焊右边的线 2），点击 b1 键后点击完成；

- 3) 在键盘上按下 Run 按钮；
- 4) 再次按下 Run 按钮停止打线。

9、关机操作

- 1) 按住鼠标 b2 键，将瓷嘴移到工作台的右上角，确保瓷嘴不会碰撞到压板；
- 2) 点击显示屏储存模块，储存程序；
- 3) 同时按下 run 上方两个键，使马达掉电；
- 4) 按住机器上方的红色按钮，使机器关机。

5) 清洁桌面，完成实验

5.4.2 焊线机实验注意事项

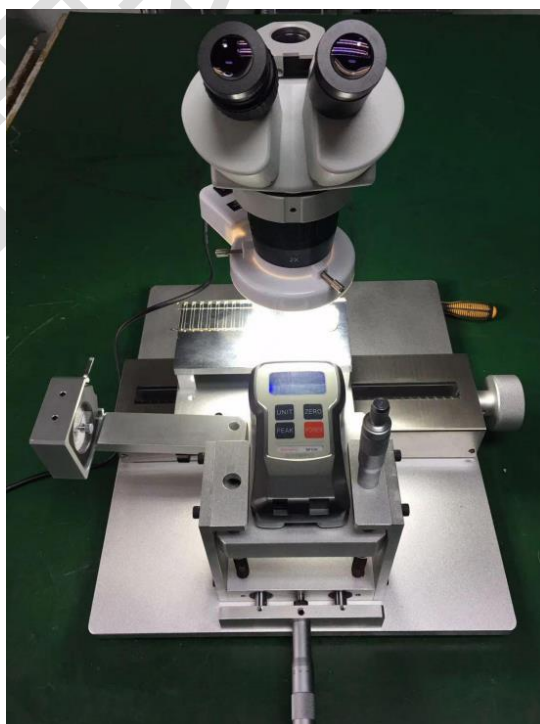
- 1) 实验所用金线不可以用手触碰；
- 2) 每次操作前需要复位；
- 3) 非实验人员，禁止触碰引线键合机，避免夹伤和烫伤。

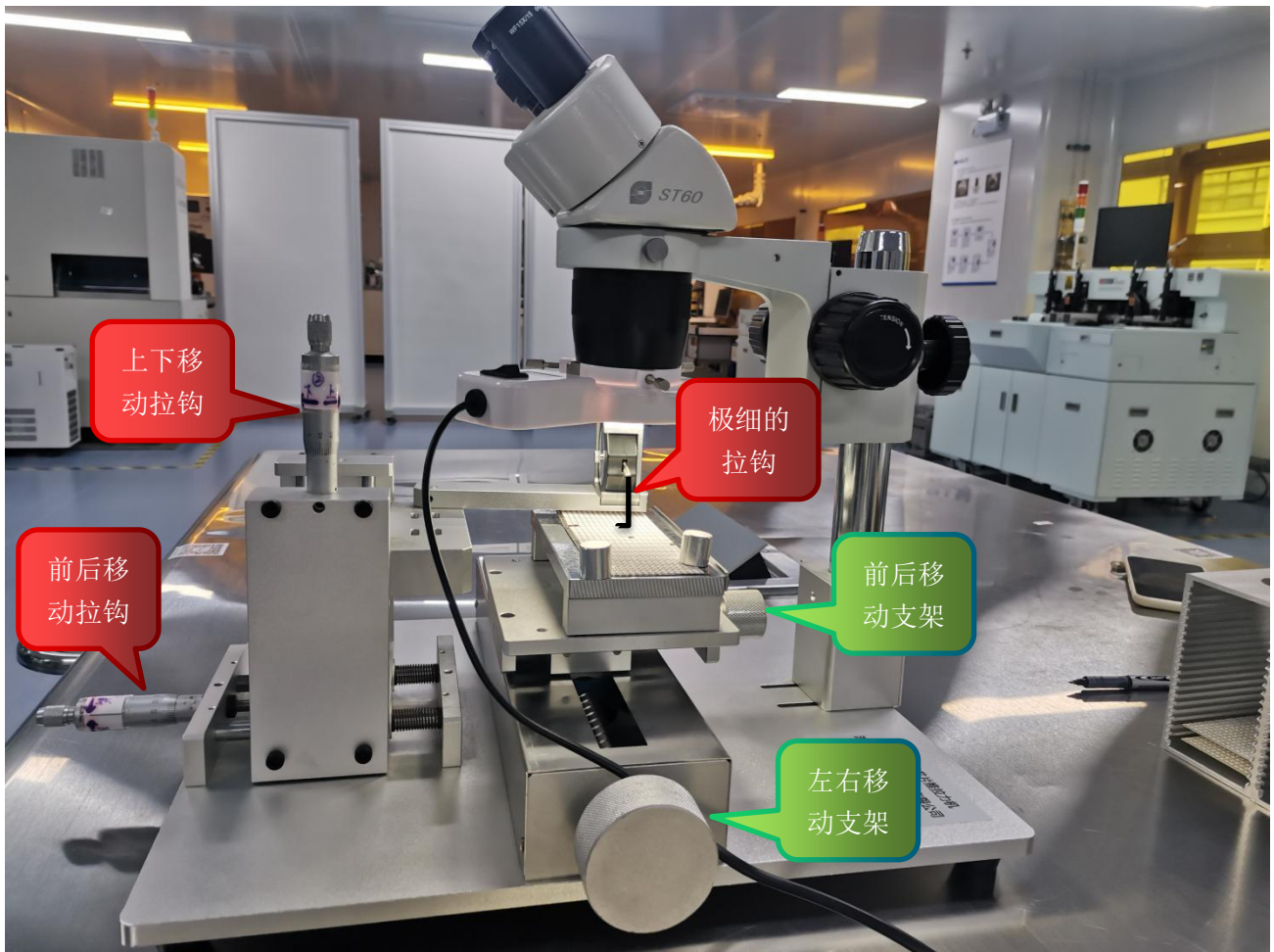
5.5 金线拉力计

金线拉力计针对 LED 封装，半导体行业金线材料进行拉伸力学试验的高精度试验设备，金线是一种贵重金属材料，试样很小，力量很小，并且测试精度要求很高，因此对拉力测试机的机台要求很高，测试过程中不能有半点漂移，就会直接影响到测试结果。



拉线测试所需设备：拉线测试设备（键合力度拉扯测试设备），主要由两部分构成，1) 由机械装置驱动拉钩产生向上的拉力，2) 经校准后的力度测试装置，用来测量金线从芯片表面拉开时的力度。该力度一般用 gF（克力）来表示。下图为金线芯片推拉力一体机。





该方法通过移动支架或拉钩，将拉钩置于已经键合在芯片和支架两端的金线下方（即，其中一端为金线与芯片之间的键合点，另一端为金线与封金线之间的键合点）后，向上移动拉钩使拉钩向上拉扯金线，同时观看力度表盘记录下金线被拉段瞬间的力度，该力度用 gF（克力）单位记录。拉钩通常置于金线弧度的最高点，拉扯力度方向与芯片表面垂直（若芯片表面为一平面）。

5.6 点胶机

5.6.1 操作步骤

1、配胶

1) 在称量台上称量 1.8 g 的荧光粉，A 胶 2.25 g，B 胶 9g，一起加入称量杯中混合（荧光粉：A 胶：B 胶=4:5:20）；

2) 将混合后的胶水放入真空搅拌脱泡机中搅拌均匀，首先配平对称的搅拌杯，盖住搅拌杯盖子，关闭真空搅拌脱泡机仓门，打开真空搅拌脱泡机电源，在面板上设置搅拌速度和时间，点击启动按钮。搅拌停止后，胶水无气泡则可以取出搅拌杯。如果胶水仍有气泡重复该步骤。



图 5-17 真空搅拌脱泡机

2、倒胶

- 1) 安装点胶机阀体，阀体槽口向上，“一”部分加密封圈；自动模式下按 Home 调整机器为“一”，加上螺丝；安装胶管与阀体固定；
- 2) 点击面板操作-更换胶管位置，点胶头处于更换胶管位；
- 3) 将配好的胶水倒入胶管，拧紧导气管。搅拌杯放在点胶口下方准备接胶。

3、排胶

- 1) 电控箱处于自动模式下，然后按两次 mode 键，显示为清理模式；
- 2) 按 dis 就可以出胶（C 键可以暂停排胶，快速擦出排出的胶水后，如果点胶头没有继续排胶，说明胶中无气泡，可以进行点胶）出现排胶后，按 mode 键回到自动模式。

4、点胶

- 1) 点击:面板操作--待机位置，点胶头回归工作位置；
- 2) 加料盒，进料口料盒放置在升降台位置；点击:料盒切换，料盒移动到和轨道平齐位置；点击:进料、传送料片，料片自动移动到点胶位置；
- 3) 进行点胶设定，设置点胶的芯片；点击:主页面，点击：开始，点胶动作开始进行，在机器左侧显示屏上可以看到放大后的运行过程；

- 4) 点胶工作结束，点击：机台动作、出料站，再点击传送料片，将点胶好的料片取出。

5、洗胶

- 1) 将阀体和胶管拆卸下来；
- 2) 所有阀体的零部件以及胶管放入盛放专用点胶清洗杯。

5.6.2 点胶机实验注意事项

- 1) 配好的硅胶不得用力搅拌，避免杂物、气泡产生；
- 2) 点胶时，应当控制点胶速度，不得过快；
- 3) 配好的荧光胶需在 1 小时内用完，过期报废；
- 4) 作业完毕后，应注意工作台面清洁。

5.7 LED 性能表征

5.7.1 万用表测试 LED 功能

1、将万用表旋钮旋到二极管档位如图 5-18 所示，分别测一下 LED 单向导通和反向截止状态下的电压值。



图 5-18 万用表

2、将万用表旋钮旋到电阻档，分别测一下 LED 单向导通和反向截止状态下的电阻值。

5.7.2 ATM-500 自动温控光电分析测量系统的实验步骤

1、系统启动

打开系统电源开关，启动电脑，选择 ATA-V2.00.146 程序，选择测量模式，分为 DC 模式和脉冲模式。DC 模式针对具有较小功率的灯珠，大功率的灯使用脉冲模式，此时电流上升较快，对灯珠的温度影响较小。

2、光谱定标（选做）

1) 安装标准灯，标准灯安装时注意佩戴白色手套；

2) 选择定标菜单，单击快速标准仪[定标]；

3) 输入稳定时间后，单击快速定标待标准灯工作稳定后（一般不少于 5 分钟），观察所测得的光电流值，单击停止定标和保存定标数据按钮完成定标操作。

4) 关标准灯，点击关灯，待灯冷却后，从积分球中取出标准灯。

3、快速测量

1) 参数设置，勾选使用光谱仪测定光谱，输入被测对象的工作电流和 MAX 电压，设置脉冲宽度时间，脉冲时间比积分时间至少多 5ms；

2) 按快捷键“F2”进入快速测试状态；

3) 点击“测试 F3”或快捷键“F3”启动一次测试进入温度稳定条件设置界面；点击“马上测试”立即进行测试；

4) 测试完毕后，可浏览各测试参数和正向电流之间的关系曲线以及各测试点的数据列表等，对测量的数据进行保存。

5.7.3 ATM-500 自动温控光电分析测量系统的注意事项

1、探头移动或更换之后要进行定标测试；

2、等距测量时，灯具放底部测试时发出来的光不能直射探头；

3、灯具中间位置要和挡板中心位置在同一水平线。

6. LED 封装实验制作过程容易出现的问题总结

在实验操作中，对固晶制作流程和焊线制作流程的品质要求很高，容易出现固晶位置不标准、焊线幅度不标准、一焊点和二焊点容易剥落等问题。而在粘胶制作流程中，不规范的操作容易在封装中引起气泡。这些问题对产品最后的热、电、光性能影响明显。

1、在固晶实验制作中常见的工艺问题有：

1) 点胶量过多，固晶时胶水没过晶片上表面或污染上表面；

2) 所固晶片上表面不水平。可能的后果是影响 LED 的配光。

固晶制程中工艺问题的解决方案及对策：

1) 对于点胶量过多影响固晶制程品质的工艺问题，解决办法是调整和控制好点胶量，使固晶后胶水没到晶片高度的 $1/4 \sim 1/3$ ，且使用自动固晶机点胶量已经在固晶中设置完毕；

2) 对于所固晶片上表面不水平的工艺问题，解决办法是用固晶笔将晶片固平。

2、焊线制作流程和问题分析

焊线制程就绪后，进行打线调试，设定好第一焊和第二焊之间劈刀运动的高度和跨度，保证焊线具有良好的弧形。焊线制程的品质要求：第一焊点、第二焊点牢靠。焊线弧度合适，焊线最高点应比第二焊点高 1.5~2 倍晶片高度。

3、学生实验制作中常见的工艺问题有：

1) 晶片上表面被胶水污染，焊线制程中胶水引起劈刀口堵塞；金线烧球较小引起金线堵塞劈刀口；

2) 焊线幅度不符合要求，幅度过浅或者过深。存在的工艺问题是打线调试时没有调整好劈刀的运动高度和跨度；

3) 第一焊点容易剥落。可能存在的工艺问题是劈刀口损坏，烧球不完全或者烧球太小，工作台温度没有达到标准；

4) 第二焊点容易剥落。可能存在的工艺问题是第二焊点被胶水污染，劈刀口损坏，工作台温度没有达到标准，第二焊焊接时间、功率、压力参数设置不合适。

4、焊线制程中工艺问题的解决方案及对策

1) 对于晶片上表面被胶水污染，焊线制程中胶水引起劈刀口堵塞的问题，解决的办法是调整好点胶量，规范点胶制程和固晶制程操作，避免胶水污染晶片上表面；对于金线烧球较小引起金线堵塞劈刀口的问题，解决的办法是重新调整金线尾丝长度、烧球电流和烧球时间，使金球直径约为金丝线径 3 倍；

2) 对于焊线幅度不符合要求，幅度过浅或者过深的工艺问题，解决的办法是重新进行打线调试，调整好焊线制程中劈刀运动的高度和跨度，保证焊线幅度合适，焊线最高点比第二焊点高 1.5~2 倍晶片高度；

3) 对于第一焊点容易剥落的工艺问题，如果是由于劈刀口损坏引起，解决的办法是更换劈刀。如果是由于烧球不完全或者太小引起，解决的办法是调整金线尾丝长度、烧球电流和烧球时间；如果是由于工作台温度没有达到标准引起，解决的办法是调高温度使工作台温度达到 200~250℃之间；

4) 对于第二焊点容易剥落的工艺问题，如果是由于第二焊点被胶水污染引起，解决办法是规范点胶操作。如果是由于劈刀口损坏引起，解决办法是更换劈刀。如果是由于工作台温度没有达到标准引起，解决办法是调高温度使工作台温度达到 200 ~250℃之间。如果是由于第二焊焊接时间、功率、压力参数设置不合适，解决的办法是重新调整。

7. 实验思考题

1. 影响固晶质量的参数有哪些？并简要分析原理。
2. 在引线键合中添加超声的目的是什么？
3. 在拉力测试时，金线断裂的方式有哪几种？
4. 影响引线键合质量的参数有哪些？
5. 点胶结束后，在光学显微镜下观察到样品里有气泡存在，可能的原因是什么？
6. 点胶时，为什么硅胶要分成 A、B 胶形式，而不只采用一种胶？
7. 影响 LED 光学性能的原因有哪些，试具体分析。

8. 实验报告要求

1. 在慕课上认真完成实验报告。