

集成电路开发与测试

职业技能等级标准

标准代码：510011

（2021年2.0版）

杭州朗迅科技有限公司 制定

2021年12月 发布

目 次

前言	1
1 范围	2
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	2
4 适用院校专业	7
5 面向职业岗位（群）	8
6 职业技能要求	9
参考文献	21

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本标准起草单位：杭州朗迅科技有限公司、华润微电子有限公司、杭州友旺电子有限公司、杭州长川科技股份有限公司、杭州士兰集成电路有限公司、杭州芯云半导体技术有限公司、浙江机电职业技术学院、金华职业技术学院。

本标准主要起草人：徐振、徐守政、周文清、吴建忠、张志岩、陈江华、王艳刚、丁盛峰、夏敏磊、余红娟、卓婧。

声明：本标准的知识产权归属于杭州朗迅科技有限公司，未经杭州朗迅科技有限公司同意，不得印刷、销售。

1 范围

本标准规定了集成电路开发与测试职业技能等级对应的工作领域、工作任务及职业技能要求。

本标准适用于集成电路开发与测试职业技能培训、考核与评价，相关用人单位的人员聘用、培训与考核可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的，凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GBT 2900.66-2004 电工术语 半导体器件和集成电路国家标准行业规范

SJ/T 10152-1991 集成电路主要工艺设备术语

GB/T 15876-2015 半导体集成电路塑料四面引线扁平封装引线框架规范

GB/T 4377-2018 半导体集成电路电压调整器测试方法

GB/T 14028-2018 半导体集成电路模拟开关测试方法

JJG 1015-2006 通用数字集成电路测试系统检定规程

SJ/T 11702-2018 半导体集成电路串行外设接口测试方法

SJ/Z 11354-2006 集成电路模拟/混合信号IP核规范

中等职业学校专业教学标准（试行）

高等职业学校专业教学标准

普通高等学校本科专业类教学质量国家标准

3 术语和定义

国家、行业标准界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

晶圆 wafer

一个或多个电路或器件在其中制成的半导体材料或是在某种衬底上淀积的一种材料，一般是扁而圆的片子。

[GBT2900. 66-2004/IEC50050-521:2020，定义 521-05-29]

3.2

晶片 slice

又称裸片。由半导体单晶锭上切割下的，或经研磨、抛光等后续加工处理的圆盘状半导体单晶薄片。

[SJ/T 10152-1991，集成电路主要工艺设备术语 定义 1.4.1.1]

3.3

单晶炉 crystal growing furnace

以高温熔化方法由原材料制备或提纯单质或化合物半导体单晶锭的设备。

[SJ/T 10152--91，材料制造设备术语 1.1]

3.4

切片机 slicing machine

将半导体单晶等脆硬棒材切割成适当厚度片材的设备。

[SJ/T 10152--91，材料制造设备术语 1.2]

3.5

扩散 diffusion

指由浓度梯度所引起的粒子运动。

[GBT2900. 66-2004/IEC60050-521:2020，定义 521-02-59]

3.6

光刻 lithography;microlithography

以曝光或曝光与蚀刻为核心，在圆片上制造集成电路图形的系列表面加工工艺。

[SJ/T 10152--91, 光学曝光设备 3.2.1.1]

3.7

掩膜 mask

又称光掩膜，在透明基板上制作有各种所需屏弊图形，并精确定位，以用于对光致抗蚀涂层选择性曝光的图版结构。

[SJ/T 10152--91, 材料制造设备术语 2.1.5.12]

3.8

蚀刻设备 etching equipment

利用化学或物理腐蚀媒质对显影后的抗蚀剂图层下裸露的基片膜层进行蚀刻，除去不需要的材料膜，形成所需图形的设备。

[SJ/T 10152-1991, 集成电路主要工艺设备术语 定义 3.6]

3.9

离子注入 ion implantation

指将被加速的离子注入到半导体晶体中，在该晶体中形成P型、N型或本征电导率区域。

[GBT2900.66-2004/IEC60050-521:2020, 定义 521-03-14]

3.10

探针卡 probe card

根据被测芯片电路所需探针的数量及布局，将探针对应固定于一块基板上

的测试探头。

[SJ/T 10152--91, 检测设备术语 7.5.2.2]

3.11

探针台 probe station

利用金属探针将圆片上集成电路芯片的电极与测试机联接, 以完成集成电路性能参数中间测试的电子机械设备。

[SJ/T 10152--91, 检测设备术语 7.5]

3.12

集成电路 integrated circuit

将全部或部分电路元件不可分割地联在一起, 并形成电互连, 以致就结构和产品而言, 被视为不可分割的微电路。

[GBT2900.66-2004/IEC60050-521:2020, 定义 521-10-03]

3.13

封装 package

一个或多个半导体芯片, 膜元件或其他元器件的包封, 它提供电连接及机械和环境的保护。

[GBT2900.66-2004/IEC60050-521:2020, 定义 521-05-31]

3.14

划片机 scribing machine

在制有完整集成电路芯片的半导体圆片表面按预定通道刻划出网状沟槽, 以便将其分裂成单个管芯的设备。

[SJ/T 10152--91, 后工序设备术语 6.1]

3.15

引线键合 wire bonding

为了使细金属丝引线与芯片上的规定金属化区或底座上的规定区域形成欧姆接触而采用的工艺和过程。

[GB/T 14113093 半导体集成电路封装术语, 定义 3.10]

3.16

塑料封装机 plastic packaging machine

又称塑封机, 是在一定温度下, 用模压塑封树脂对键合后的管芯进行封装的设备。

[SJ/T 10152--91, 后工序设备术语 6.3.4]

3.17

打标机 marker

将器件的商标、型号等标志清晰打印在器件封壳表面的设备。

[SJ/T 10152--91, 后工序设备术语 6.3.7]

3.18

集成电路分选机 IC handler; IC sorte

与集成电路测试仪连接进行常温或高、低温条件下的集成电路测试和分类的设备。

[SJ/T 10152-1991, 集成电路主要工艺设备术语 定义 7.6.8]

3.19

光致抗蚀剂 photoresist ;resi

又称光刻胶。以适当厚度涂覆于基片上, 经正常曝光和显影后可形成图形

层，用来有选择地掩蔽或保护基片表面，使被保护区基片在相应工艺流程中免于发生变化的高分子辐射敏感材料。

[SJ/T 10152-1991, 集成电路主要工艺设备术语 定义 3.1.3.2]

3.20

飞边 fin

陶瓷或塑料基体边缘或拐角上的细小、轻微、有刃的羽状突出物。

[GB/T 14113-93, 技术、工艺术语 5.6]

4 适用院校专业

4.1 参照原版专业目录

中等职业学校：微电子技术与器件制造、电子与信息技术、电子技术应用、物联网技术应用、电气技术应用、机电技术应用、电子电器应用与维修、电子材料与元器件制造、机电产品检测技术应用。

高等职业学校：集成电路技术应用、微电子技术、电子信息工程技术、应用电子技术、智能产品开发、智能终端技术与应用、电子产品质量检测、电子电路设计与工艺、电子制造技术与设备、电子测量技术与仪器、电子工艺与管理、物联网应用技术、嵌入式技术与应用、物联网工程技术。

高等职业教育本科学校：集成电路技术与应用、电子信息工程。

应用型本科学校：集成电路设计与集成系统、微电子科学与工程、电子信息工程、电子科学与技术。

4.2 参照新版职业教育专业目录

中等职业学校：微电子技术与器件制造、电子信息技术、电子技术应用、物联网技术应用、电气设备运行与控制、机电技术应用、电子电器应用与维修、电

子材料与元器件制造、工业产品质量检测技术。

高等职业学校：集成电路技术、微电子技术、电子信息工程技术、应用电子技术、智能产品开发与应用、电子产品检测技术、电子产品制造技术、电子产品检测技术、物联网应用技术、嵌入式技术应用、智能互联网络技术。

高等职业教育本科学校：集成电路工程技术、电子信息工程技术。

应用型本科学校：集成电路设计与集成系统、微电子科学与工程、电子信息工程、电子科学与技术。

5 面向职业岗位（群）

【集成电路开发与测试】（初级）：主要面向见习操作员、见习外观检验员、见习测试员、见习生产保障技术员等岗位，主要完成生产设备操作、设备周期性保养和维护、简单故障处理、电子产品装配等工作，从事工艺设备的操作、周期性保养，设备维护和简单故障处理、电子产品装配等工作。

【集成电路开发与测试】（中级）：主要面向助理版图设计工程师、助理设备保障工程师、助理软件调试工程师、外观检验员、测试员、生产保障技术员等岗位，主要完成版图辅助设计、生产常规工艺参数设置、软件系统操作和维护、产品质量检验、生产设备定期维护、电子产品装配等工作，从事版图辅助设计、常规工艺参数设置、软件系统维护、测试程序修改、产品质量检验、现场设备定期维护、电子产品装调等工作。

【集成电路开发与测试】（高级）：主要面向版图设计工程师、设备维修工程师、软件调试工程师、外观检验工程师、测试工程师、生产保障工程师等岗位，主要从事版图设计和验证、生产工艺参数监控与管理、产品测试程序调试、生产设备故障排除和维修、生产质量评估和电子产品设计等工作，从事版图输入及物

理验证、工艺参数监控与管理、产品测试程序设计、现场设备排故与维修、新设备调试及数据导入、质量评估及优化、电子产品设计等工作。

6 职业技能要求

6.1 职业技能等级划分

集成电路开发与测试职业技能等级分为三个等级：初级、中级、高级，三个级别依次递进，高级别涵盖低级别职业技能要求。

【集成电路开发与测试】（初级）：主要面向集成电路相关行业及企业的产品设计部门、生产部门、系统运维等部门，从事工艺设备的操作、周期性保养，设备维护和简单故障处理、电子产品装配等工作。

【集成电路开发与测试】（中级）：主要面向集成电路相关行业及企业的产品设计部门、生产部门、系统运维等部门，从事版图辅助设计、常规工艺参数设置、软件系统维护、测试程序修改、产品质量检验、现场设备定期维护、电子产品装调等工作。

【集成电路开发与测试】（高级）：主要面向集成电路相关行业及企业的产品设计部门、生产部门、系统运维等部门，从事版图输入及物理验证、工艺参数监控与管理、产品测试程序设计、现场设备排故与维修、新设备调试及数据导入、质量评估及优化、电子产品设计等工作。

6.2 职业技能等级要求描述

表 1 集成电路开发与测试职业技能等级要求（初级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 车间工作准备	1.1 工作准备	1.1.1 能遵循 8S 管理方式。 1.1.2 能根据车间要求，正确穿戴安全工业服装与装备。 1.1.3 能遵守净化间的环境、健康、安全（EHS）

		<p>规定。</p> <p>1.1.4 能遵守设备作业实施安全规范。</p> <p>1.1.5 能准确判别设备的安全风险。</p>
	1.2 操作准备	<p>1.2.1 能根据车间环境要求，将手机等个人物品存放在指定位置，避免车间内电磁干扰、防尘、静电影响。</p> <p>1.2.2 能正确使用静电消除设备，消除静电，并根据规范进行防静电点检操作。</p> <p>1.2.3 能根据规范要求正确使用除尘设备，并根据要求进行除尘操作。</p> <p>1.2.4 能对防静电设备进行日常维护和保养。</p> <p>1.2.5 能识读车间工作区域标识。</p>
	1.3 安全准备	<p>1.3.1 能识读设备安全标识。</p> <p>1.3.2 能判断设备周围电源、物料等环境安全。</p> <p>1.3.3 能识别设备开关机安全状态。</p> <p>1.3.4 能遵守设备安全工作守则。</p> <p>1.3.5 能处理设备潜在的安全隐患。</p>
2. 晶圆制程	2.1 单晶硅片制备	<p>2.1.1 能识别单晶硅片制备工艺的操作流程。</p> <p>2.1.2 能正确操作单晶炉，设置单晶炉的常规参数。</p> <p>2.1.3 能辨识单晶硅锭直径，选择对应的切割方式。</p> <p>2.1.4 能正确操作硅锭切片机，设置硅锭切片机的常规参数。</p> <p>2.1.5 能保存单晶硅片制备工艺过程形成的电子文档。</p> <p>2.1.6 能完成单晶炉、硅锭切片机的日常保养。</p>
	2.2 晶圆氧化扩散	<p>2.2.1 能识读氧化、扩散设备的运行参数。</p> <p>2.2.2 能按照工艺要求完成氧化、扩散工艺的生产操作。</p> <p>2.2.3 能保存氧化、扩散工艺过程形成的电子文档。</p> <p>2.2.4 能完成氧化、扩散过程中晶圆的无损、无污染传送。</p> <p>2.2.5 能完成氧化、扩散设备的日常保养。</p>
	2.3 晶圆薄膜淀积	<p>2.3.1 能识读薄膜淀积设备的运行参数。</p> <p>2.3.2 能按照工艺要求完成薄膜淀积工序的设备操作。</p> <p>2.3.3 能保存薄膜淀积工艺过程形成的电子文档。</p> <p>2.3.4 能完成薄膜淀积过程中晶圆的无损、无污染传送。</p> <p>2.3.5 能完成薄膜淀积设备的日常保养。</p>
	2.4 晶圆光刻	<p>2.4.1 能判断所采用的掩膜版是否符合光刻要求。</p> <p>2.4.2 能按选定的工艺菜单或工作流程完成光刻</p>

		<p>工艺操作。</p> <p>2.4.3 能保存光刻工艺过程形成的电子文档。</p> <p>2.4.4 能完成光刻过程中晶圆的无损、无污染传送。</p> <p>2.4.5 能进行光刻设备的日常保养。</p>
	2.5 晶圆刻蚀	<p>2.5.1 能识读刻蚀设备的运行参数。</p> <p>2.5.2 能按选定的工艺菜单或工作流程完成刻蚀工艺操作。</p> <p>2.5.3 能保存刻蚀工艺过程形成的电子文档。</p> <p>2.5.4 能完成刻蚀过程中晶圆的无损、无污染传送。</p> <p>2.5.5 能进行刻蚀设备的日常保养。</p>
	2.6 晶圆离子注入	<p>2.6.1 能识别离子注入的晶圆类型。</p> <p>2.6.2 能识读离子注入设备的运行参数。</p> <p>2.6.3 能按选定的工艺菜单或工作流程完成离子注入工艺操作。</p> <p>2.6.4 能完成离子注入过程中晶圆的无损、无污染传送。</p> <p>2.6.5 能完成离子注入设备的日常保养。</p>
3. 晶圆测试	3.1 晶圆检测	<p>3.1.1 能识别晶圆检测工艺的操作流程。</p> <p>3.1.2 能对晶圆进行装片和取片操作。</p> <p>3.1.3 能正确连接测试机、探针卡和探针台。</p> <p>3.1.4 能正确操作测试机和探针台，设置测试机和探针台的常规参数。</p> <p>3.1.5 能完成测试机、探针卡、探针台的日常保养。</p>
	3.2 MAP 图标定	<p>3.2.1 能识别晶圆 MAP 图标定工艺的操作流程。</p> <p>3.2.2 能根据版图要求选择打点操作对应的墨盒规格。</p> <p>3.2.3 能根据探针台操作规范完成打点工艺参数设置。</p> <p>3.2.4 能根据测试记录信息调用对应的 MAP 图。</p> <p>3.2.5 能在标定完成后导出 MAP 图数据文件。</p>
	3.3 晶圆目检	<p>3.3.1 能使用显微镜对扎针晶圆进行检查。</p> <p>3.3.2 能使用显微镜对打点晶圆进行检查。</p> <p>3.3.3 能使用显微镜对晶圆外观进行检查。</p> <p>3.3.4 能正确填写晶圆检测工艺随件单。</p> <p>3.3.5 能保存晶圆检测工艺过程形成的电子文档。</p>
4. 集成电路封装	4.1 晶圆划片	<p>4.1.1 能正确选用晶圆贴膜盘。</p> <p>4.1.2 能进行晶圆贴膜操作。</p> <p>4.1.3 能正确操作划片机、减薄机，设置划片深度及减薄尺寸等常规参数。</p> <p>4.1.4 能完成划片机、减薄机的日常保养。</p>
	4.2 芯片粘	<p>4.2.1 能识别引线键合工艺的操作流程。</p>

	接与键合	<p>4.2.2 能识别引线键合操作的原材料。</p> <p>4.2.3 能根据晶粒座的大小选择点胶头尺寸。</p> <p>4.2.4 能进行键合拉力实验。</p> <p>4.2.5 能正确操作装片机、键合机，设置装片机和键合机的常规参数。</p> <p>4.2.6 能完成装片机、键合机的日常保养。</p>
	4.3 芯片塑料封装	<p>4.3.1 能识别封装工艺、激光打标工艺的操作流程。</p> <p>4.3.2 能识别注塑原材料。</p> <p>4.3.3 能根据不同的封装外形选择对应注塑模具。</p> <p>4.3.4 能完成塑封料的预热、填充工作。</p> <p>4.3.5 能正确操作塑封机、激光打标机，设置塑封机和激光打标机的常规参数。</p> <p>4.3.6 能完成塑封机、激光打标机的日常保养。</p>
	4.4 芯片切筋成型	<p>4.4.1 能识别切筋工艺的操作流程。</p> <p>4.4.2 能根据不同的封装外形选择对应的切筋模具。</p> <p>4.4.3 能正确操作切筋机，设置切筋机的常规参数。</p> <p>4.4.4 能完成切筋机和模具的日常保养。</p>
5. 集成电路测试	5.1 芯片检测	<p>5.1.1 能识别芯片检测工艺的操作流程。</p> <p>5.1.2 能完成待测芯片的物流操作。</p> <p>5.1.3 能完成典型分选机的上料和下料操作。</p> <p>5.1.4 能根据测试机、分选机操作规范完成常规测试工艺参数设置。</p> <p>5.1.5 能区分重力式分选、平移式分选、转塔式分选等不同分选形式。</p> <p>5.1.6 能完成测试机、分选机、测试夹具的日常保养。</p>
	5.2 芯片编带	<p>5.2.1 能识别编带工艺的操作流程。</p> <p>5.2.2 能准确选择编带原材料。</p> <p>5.2.3 能正确选择需要编带的封装芯片。</p> <p>5.2.4 能正确操作编带机，设置编带机的常规参数。</p> <p>5.2.5 能完成编带机的日常保养。</p>
	5.3 芯片目检	<p>5.3.1 能区分不同封装形式的芯片外观。</p> <p>5.3.2 能识读芯片检测随件单。</p> <p>5.3.3 能判断出芯片成品中的外观不良品。</p> <p>5.3.4 能正确选择抽真空的铝箔袋型号。</p> <p>5.3.5 能完成料管、料盘和编带包装的芯片的抽真空操作。</p>
6. 集成电路应用	6.1 电子电路元器件辨识	<p>6.1.1 能正确识读电阻、电容、电感等常用元器件的参数，并根据需求选择元器件。</p> <p>6.1.2 能正确识读二极管、三极管、场效应管等</p>

		<p>半导体器件型号、参数和封装。</p> <p>6.1.3 能正确区分常用数字、模拟及数模混合集成电路。</p> <p>6.1.4 能正确辨识 SOP、DIP 等集成电路常见封装。</p> <p>6.1.5 能正确完成物料的分拣和分类。</p>
	6.2 电路识图	<p>6.2.1 能正确识读系统架构图、原理图、PCB 图、装配图和实物图。</p> <p>6.2.2 能正确识别原理图中元器件型号及参数。</p> <p>6.2.3 能正确识别 PCB 图中元器件封装及极性。</p> <p>6.2.4 能正确识别装配图中元器件的装配位置。</p>
	6.3 电子产品焊接	<p>6.3.1 能正确使用焊接工具及焊接辅助材料，并能正确设置焊接参数。</p> <p>6.3.2 能正确使用 BOM 表准备物料。</p> <p>6.3.3 能根据 BOM 表、原理图和装配图进行装配及焊接。</p> <p>6.3.4 能目测或利用测量工具进行焊接质量的检查。</p> <p>6.3.5 能完成电子产品焊接及对焊接不良品进行修正。</p>

表 2 集成电路开发与测试职业技能等级要求（中级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 版图辅助设计	1.1 版图设计流程使用	<p>1.1.1 能了解集成电路的开发过程。</p> <p>1.1.2 能理解集成电路版图设计的概念流程。</p> <p>1.1.3 能理解集成电路版图设计的方法。</p> <p>1.1.4 能掌握集成电路版图设计的基础知识。</p>
	1.2 版图设计验证工具使用	<p>1.2.1 能了解集成电路版图输入的工具。</p> <p>1.2.2 能了解采用实时方式的集成电路版图验证工具。</p> <p>1.2.3 能了解采用命令行方式的集成电路版图验证工具。</p> <p>1.2.4 能了解采用交互式界面的集成电路版图验证工具。</p>
	1.3 版图图层调用	<p>1.3.1 能了解 LSW 中主要图层的物理含义。</p> <p>1.3.2 能了解各个图层之间的层次关联。</p> <p>1.3.3 能正确使用各个图层。</p> <p>1.3.4 能了解图层图形的使用限制。</p>
	1.4 版图识别	<p>1.4.1 能识读常见集成电路元器件的版图。</p> <p>1.4.2 能识读常见集成电路的整体版图。</p> <p>1.4.3 能利用工业显微镜分析集成电路版图的布局。</p> <p>1.4.4 能识读典型集成电路制造工艺剖面图。</p>
	1.5 版图编辑	<p>1.5.1 会运用典型集成电路工艺的主要设计规则。</p>

		<p>1.5.2 能正确设置逻辑设计库和版图设计库。</p> <p>1.5.3 能利用集成电路逻辑设计工具在逻辑设计库中进行简单逻辑图的绘制。</p> <p>1.5.4 能利用集成电路版图设计工具在版图设计库中进行基本逻辑单元的版图输入。</p> <p>1.5.5 能在版图输入过程中正确调用工艺库中的各种元器件的版图。</p>
2. 晶圆制程	2.1 单晶硅片制备	<p>2.1.1 能进行单晶硅片制备的工艺操作。</p> <p>2.1.2 能识读单晶硅片制备工艺的统计过程数据或控制图。</p> <p>2.1.3 能进行单晶硅锭的质量评估。</p> <p>2.1.4 能检验硅片的切割质量。</p> <p>2.1.5 能判别单晶炉、硅锭切片机运行过程发生的故障类型。</p> <p>2.1.6 能进行单晶炉和硅锭切片机的日常维护。</p>
	2.2 晶圆氧化扩散	<p>2.2.1 能根据工艺要求完成氧化、扩散设备的工艺操作。</p> <p>2.2.2 能识读氧化、扩散工艺的统计过程数据或控制图。</p> <p>2.2.3 能进行氧化、扩散工艺后的晶圆质量评估。</p> <p>2.2.4 能判别氧化、扩散设备运行过程发生的故障类型。</p> <p>2.2.5 能进行氧化、扩散设备的日常维护。</p>
	2.3 晶圆薄膜淀积	<p>2.3.1 能根据工艺要求完成薄膜淀积的工艺操作。</p> <p>2.3.2 能识读薄膜淀积工艺的统计过程数据或控制图。</p> <p>2.3.3 能进行薄膜淀积工艺后的晶圆质量评估。</p> <p>2.3.4 能判别薄膜淀积设备运行过程发生的故障类型。</p> <p>2.3.5 能进行薄膜淀积设备的日常维护。</p>
	2.4 晶圆光刻	<p>2.4.1 能对光刻工艺的流程进行参数确认。</p> <p>2.4.2 能根据光刻胶的类型进行晶圆光刻操作。</p> <p>2.4.3 能识读光刻工艺的统计过程数据或控制图。</p> <p>2.4.4 能进行光刻工艺各工序的晶圆质量评估。</p> <p>2.4.5 能填写光刻工艺的检验记录。</p> <p>2.4.6 能排除光刻工艺设备的常见故障。</p>
	2.5 晶圆刻蚀	<p>2.5.1 能核实工艺菜单或工作流程是否满足刻蚀要求。</p> <p>2.5.2 能对刻蚀工艺的流程进行参数确认。</p> <p>2.5.3 能识读刻蚀工艺的统计过程数据或控制图。</p> <p>2.5.4 能检验刻蚀后的几何尺寸及形貌是否满足</p>

		<p>工艺要求。</p> <p>2.5.5 能进行刻蚀工艺后的晶圆质量评估。</p> <p>2.5.6 能进行刻蚀设备的日常维护。</p>
	2.6 晶圆离子注入	<p>2.6.1 能对离子注入工艺的流程进行参数确认。</p> <p>2.6.2 能进行离子注入设备的操作。</p> <p>2.6.3 能识读离子注入工艺的统计过程数据或控制图。</p> <p>2.6.4 能进行离子注入工艺后的晶圆质量评估。</p> <p>2.6.5 能进行离子注入设备的日常维护。</p>
3. 晶圆测试	3.1 晶圆检测	<p>3.1.1 能进行晶圆检测工艺操作。</p> <p>3.1.2 能根据测试条件要求更换探针卡。</p> <p>3.1.3 能判定晶圆测试过程中扎针位置、深度是否符合要求。</p> <p>3.1.4 能判别测试机、探针台运行过程发生的故障类型。</p> <p>3.1.5 能完成探针卡的焊接和维护保养。</p> <p>3.1.6 能进行测试机和探针台的日常维护。</p>
	3.2 MAP 标定	<p>3.2.1 能进行 MAP 图的核对。</p> <p>3.2.2 能根据芯片要求加载打点程序。</p> <p>3.2.3 能判定晶圆打点过程中墨点是否满足要求。</p> <p>3.2.4 能在标定完成后进行标定数据的校核。</p> <p>3.2.5 能判别晶圆打点运行过程发生的故障类型。</p> <p>3.2.6 能完成墨盒的日常维护和保养。</p>
	3.3 晶圆目检	<p>3.3.1 能使用墨盒对外观不良晶粒进行人工标定。</p> <p>3.3.2 能对人工标定使用的墨盒进行灌墨操作。</p> <p>3.3.3 能根据芯片的大小选择合适的墨盒。</p> <p>3.3.4 能对人工标定晶粒进行 MAP 图校核操作。</p> <p>3.3.5 能对扎针、打点不良的晶圆进行剔除操作。</p> <p>3.3.6 能进行晶圆墨点烘烤操作。</p>
4. 集成电路封装	4.1 晶圆划片	<p>4.1.1 能对合格贴膜晶圆进行判定。</p> <p>4.1.2 能进行晶圆划片工艺的操作。</p> <p>4.1.3 能进行晶圆减薄工艺的操作。</p> <p>4.1.4 能判别划片机、减薄机运行过程发生的故障类型。</p> <p>4.1.5 能完成划片机、减薄机的日常维护。</p>
	4.2 芯片粘接与键合	<p>4.2.1 能进行引线键合工艺操作。</p> <p>4.2.2 能正确安装点胶头并进行芯片粘接。</p> <p>4.2.3 能根据工艺要求选择键合线的材料与线径。</p> <p>4.2.4 能对键合操作的对准情况进行判断。</p> <p>4.2.5 能判别装片机、键合机运行过程发生的故</p>

		障类型。 4.2.6 能进行装片机、键合机的日常维护。
	4.3 芯片塑料封装	4.3.1 能进行封装工艺、激光打标工艺操作。 4.3.2 能正确调用打标文件并进行文本编辑。 4.3.3 能判断飞边毛刺长度是否超出标准。 4.3.4 能判别塑封机、激光打标机运行过程发生的故障类型。 4.3.5 能完成塑封机、激光打标机的日常维护。
	4.4 芯片切筋成型	4.4.1 能进行切筋成型工艺操作。 4.4.2 能正确安装切筋成型模具。 4.4.3 能识别塑封体缺损、引脚断裂、镀锡漏铜等不良品并进行剔除。 4.4.4 能判别切筋机、切筋模具运行过程发生的故障类型。 4.4.5 能完成切筋机、切筋模具的日常维护。
5. 集成电路测试	5.1 芯片检测	5.1.1 能进行芯片检测工艺操作。 5.1.2 能根据测试条件要求更换对应的测试夹具。 5.1.3 能根据芯片测试过程中由测试夹具异常引起的良率偏低故障进行测试夹具微调。 5.1.4 能判别测试机、分选机运行过程发生的故障类型。 5.1.5 能完成测试机、分选机、测试夹具的日常维护。
	5.2 芯片编带	5.2.1 能进行编带工艺操作。 5.2.2 能进行编带质量检查。 5.2.3 能完成编带耗材的更换。 5.2.4 能识别编带机在运行过程发生的故障报警类型。 5.2.5 能进行编带机的日常维护。
	5.3 芯片目检	5.3.1 能正确完成料管、料盘和编带包装的芯片外观检查。 5.3.2 能对外观不良的芯片进行替换。 5.3.3 能完成整盒芯片的拼零操作。 5.3.4 能判断产品是否需要真空包装。 5.3.5 能正确完成贴标签操作。
6. 集成电路应用	6.1 电子产品电路设计	6.1.1 能通过参数手册查询集成电路技术参数。 6.1.2 能查阅单片机技术手册，熟练应用不同型号单片机硬件资源进行电路设计。 6.1.3 能正确使用数字、模拟、数模混合等集成电路进行简易电子产品设计。 6.1.4 能根据设计要求熟练绘制原理图并调用元件库。
	6.2 电子产品	6.2.1 能根据单片机型号进行编程环境的搭建。

	程序设计	<p>6.2.2 能正确分析简易电子产品程序功能。</p> <p>6.2.3 能根据软件流程图进行功能调试。</p> <p>6.2.4 能正确编制简单程序代码，调试完善系统功能。</p>
	6.3 电子产品测试	<p>6.3.1 能正确使用万用表、信号发生器、示波器、逻辑分析仪等仪器仪表。</p> <p>6.3.2 能正确选择仪器仪表对电阻、电容、电感等电子元器件、集成电路的性能参数进行检测。</p> <p>6.3.3 能熟练使用装配、焊接等工具对电子产品进行装配及焊接。</p> <p>6.3.4 能正确使用下载工具进行单片机程序的装载。</p> <p>6.3.5 能正确搭建测试环境，完成电子产品性能测试和故障排查。</p>

表 3 集成电路开发与测试职业技能等级要求（高级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 版图设计	1.1 版图输入	<p>1.1.1 能读懂典型集成电路工艺文件，了解版图设计规则、版图层次。</p> <p>1.1.2 能进行版图输入前的基本设置。</p> <p>1.1.3 能设计集成电路中典型元器件的版图。</p> <p>1.1.4 能根据逻辑原理图正确设计逻辑单元的版图。</p> <p>1.1.5 能根据逻辑原理图进行元器件、逻辑单元版图的摆放及整体版图的布局和布线。</p>
	1.2 版图优化	<p>1.2.1 能理解基于标准单元的设计。</p> <p>1.2.2 能了解标准单元库及其内容。</p> <p>1.2.3 能了解基本的版图布线原理。</p> <p>1.2.4 能了解为满足布线要求而需遵循的标准单元库规则。</p> <p>1.2.5 能根据逻辑要求进行版图的优化。</p> <p>1.2.6 能根据输入的版图生成用于制作掩膜版的 GDS 数据。</p>
	1.3 版图物理验证	<p>1.3.1 能读懂工艺文件中的 DRC、LVS 等版图验证文件。</p> <p>1.3.2 能基于集成电路版图验证工具，利用 DRC 验证文件对所设计的版图进行设计规则的检查。</p> <p>1.3.3 能基于版图设计规则检查结果对所设计的版图进行修改。</p> <p>1.3.4 能基于集成电路版图验证工具，利用 LVS 验证文件对所设计的版图进行逻辑、版图一致性检查。</p> <p>1.3.5 能基于逻辑、版图一致性检查结果对所设计的版图进行修改。</p>

2. 晶圆制程	2.1 单晶硅片制备	<p>2.1.1 能针对不同掺杂物质进行工艺方案的调整。</p> <p>2.1.2 能分析单晶硅片制备不良情况产生原因并进行调整。</p> <p>2.1.3 能分析硅锭切割不良情况产生原因并进行调整。</p> <p>2.1.4 能根据单晶硅片制备的统计过程数据或控制图发现异常并进行处理。</p> <p>2.1.5 能对单晶炉、硅锭切片机的故障进行维修。</p>
	2.2 晶圆氧化扩散	<p>2.2.1 能根据芯片结构设计及参数等要求选择氧化、扩散工艺方案。</p> <p>2.2.2 能根据质量评估结果进行氧化、扩散的工艺参数调整。</p> <p>2.2.3 能根据质量评估结果判断氧化扩散设备是否正常。</p> <p>2.2.4 能根据氧化、扩散工艺的统计过程数据或控制图发现异常并进行处理。</p> <p>2.2.5 能对氧化、扩散设备故障进行维修。</p>
	2.3 晶圆薄膜淀积	<p>2.3.1 能根据芯片设计要求确定薄膜淀积工艺条件。</p> <p>2.3.2 能根据质量评估结果判断薄膜淀积工艺缺陷。</p> <p>2.3.3 能根据质量评估结果判断薄膜淀积设备是否正常。</p> <p>2.3.4 能判断工艺流程是否存在安全隐患。</p> <p>2.3.5 能根据薄膜淀积工艺的统计过程数据或控制图发现异常并进行处理。</p> <p>2.3.6 能对薄膜淀积设备故障进行维修。</p>
	2.4 晶圆光刻	<p>2.4.1 能根据芯片结构设计及参数等要求选择光刻工艺方案。</p> <p>2.4.2 能根据不同的光刻方式及工艺要求选择对应的光刻胶、掩膜版。</p> <p>2.4.3 能根据光刻工艺的统计数据或控制图发现异常并进行处理。</p> <p>2.4.4 能根据质量评估结果判断光刻工艺缺陷。</p> <p>2.4.5 能对光刻设备的故障进行维修。</p>
	2.5 晶圆刻蚀	<p>2.5.1 能根据芯片结构设计及参数等要求选择刻蚀方法。</p> <p>2.5.2 能解决刻蚀工艺常见的工艺质量问题。</p> <p>2.5.3 能根据刻蚀工艺的统计过程数据或控制图发现异常并进行处理。</p> <p>2.5.4 能根据质量评估结果判断刻蚀工艺是否存在缺陷。</p> <p>2.5.5 能对刻蚀设备的故障进行维修。</p>

	2.6 晶圆离子注入	<p>2.6.1 能根据芯片结构设计及参数等要求确定离子注入工艺条件。</p> <p>2.6.2 能完成离子注入工艺的安全操作与工艺状态的确认。</p> <p>2.6.3 能根据离子注入工艺的统计过程数据或控制图发现异常并进行处理。</p> <p>2.6.4 能根据质量评估结果判断离子注入工艺是否存在缺陷。</p> <p>2.6.5 能对离子注入设备的故障进行维修。</p>
3. 晶圆测试	3.1 晶圆检测	<p>3.1.1 能分析测试不良情况产生原因并进行调整。</p> <p>3.1.2 能分析测试良率低的原因并进行调整。</p> <p>3.1.3 能完成探针卡的排线设计和探针卡调试。</p> <p>3.1.4 能对测试机、探针台的故障进行维修。</p>
	3.2 MAP 图标定	<p>3.2.1 能根据晶圆信息进行 MAP 图的绘制。</p> <p>3.2.2 能完成 MAP 图标准文件的导入。</p> <p>3.2.3 能进行打点机墨盒灌墨的操作。</p> <p>3.2.4 能分析 MAP 图标定异常情况产生原因并进行调整。</p> <p>3.2.5 能分析打点故障原因并进行相应调整。</p>
	3.3 晶圆目检	<p>3.3.1 能对标定不合格晶圆进行修复。</p> <p>3.3.2 能判别墨盒存在的问题并进行修复。</p> <p>3.3.3 能对不合格打点晶圆进行人工清洗。</p> <p>3.3.4 能根据晶圆上的不良针印判别测试针卡故障并修复。</p>
4. 集成电路封装	4.1 晶圆划片	<p>4.1.1 能分析划片不良情况产生原因并进行调整。</p> <p>4.1.2 能分析减薄不良情况产生原因并进行调整。</p> <p>4.1.3 能判断是否有崩边、划伤等不合格的晶圆。</p> <p>4.1.4 能对减薄机、划片机的故障进行维修。</p>
	4.2 芯片粘接与键合	<p>4.2.1 能分析粘接不良情况产生原因并进行调整。</p> <p>4.2.2 能分析键合不良情况产生原因并进行调整。</p> <p>4.2.3 能对粘偏、焊接不牢固、溢胶、打点芯片误焊接等不良品进行判断。</p> <p>4.2.4 能对漏键、断裂、弹坑等不良品进行判断。</p> <p>4.2.5 能对装片机、键合机的故障进行维修。</p>
	4.3 芯片塑料封装	<p>4.3.1 能对芯片进行去飞边、去溢料的操作。</p> <p>4.3.2 能分析塑封不良情况产生原因并进行调整。</p> <p>4.3.3 能对塑封缺损、划痕、气孔等不良品进行判断。</p>

		4.3.4 能对塑封机、激光打标机的故障进行维修。
	4.4 芯片切筋成型	4.4.1 能分析切筋不良情况产生原因并进行调整。 4.4.2 能对切筋过程中出现的断脚、歪脚等良品进行判断。 4.4.3 能检查芯片储存容器质量,判断料管、料盘、包装袋等是否存在破损。 4.4.4 能对切筋机、切筋模具的故障进行维修。
5. 集成电路测试	5.1 芯片检测	5.1.1 能分析测试不良情况产生原因并进行调整。 5.1.2 能分析测试良率低的原因并进行相应的调整。 5.1.3 能根据不同封装形式进行测试夹具的设计、调试。 5.1.4 能对测试机、分选机出现的故障进行维修。
	5.2 芯片编带	5.2.1 能分析编带不良情况产生原因并进行调整。 5.2.2 能分析编带良率低的原因并进行相应的调整。 5.2.3 能正确操作盖带拉力测试并根据结果设置编带机热封温度。 5.2.4 能对编带机的故障进行维修。
	5.3 芯片目检	5.3.1 能对不良品芯片进行修复。 5.3.2 能完成外观检查芯片信息的调取与录入。 5.3.3 能正确设置抽真空机参数。 5.3.4 能分析包装不良情况产生原因并进行工艺调整。
6. 集成电路应用	6.1 电子产品电路设计	6.1.1 能根据功能要求和参数要求正确选择集成电路。 6.1.2 能正确识别 QFP、QFN、BGA、PLCC 等集成电路封装。 6.1.3 能利用单片机、数字、模拟、模数混合集成电路实现电子产品电路设计。 6.1.4 能根据设计要求熟练绘制原理图并调用元件库,并能合理设计电子产品外形。
	6.2 电子产品程序设计	6.2.1 能进行电子产品程序结构分析。 6.2.2 能拆分功能模块程序代码。 6.2.3 能根据电子产品功能编制软件测试流程。 6.2.4 能按照功能要求进行代码的编写和调试。
	6.3 电子产品测试	6.3.1 能正确完成电子产品的硬件装配。 6.3.2 能正确完成电子产品的功能测试。 6.3.3 能正确完成电子产品的系统测试,并排除测试中出现的故障。 6.3.4 能正确撰写电子产品测试报告。

参考文献

- [1] 教育部关于印发《职业教育专业目录（2021年）》的通知（教职成〔2021〕2号）
- [2] 《教育部关于公布2019年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》（教高函〔2020〕2号）
- [3] 《教育部关于公布2020年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》（教高函〔2021〕1号）
- [4] 中等职业学校专业教学标准（试行）
- [5] 高等职业学校专业教学标准
- [6] 普通高等学校本科专业类教学质量国家标准
- [7] 2016-2020年全国职业院校技能大赛执行委员会,2019年全国职业院校技能大赛 GZ-2019020集成电路开发及应用赛项规程
- [8] 人力资源社会保障部,国家职业技能标准编制技术规程（2018年版）
- [9] 劳动和社会保障部,国家质量监督检验检疫总局,国家统计局.中华人民共和国职业分类大典.北京:中国劳动社会保障出版社,2015-07
- [10] 国家统计局,战略性新兴产业分类（2018）
- [11] 国务院办公厅,国务院办公厅关于深化产教融合的若干意见（国办发〔2017〕95号）
- [12] GB/T 4754-2017 国民经济行业分类
- [13] GB/T 1.1-2009 标准化工作导则
- [14] GZB 6-25-02-05 国家职业技能标准半导体芯片制造工（2018版）

- [15] GZB 6-25-02-06 国家职业技能标准半导体分立器件和集成电路装调工
(2018版)
- [16] GB/T 4377-2018 半导体集成电路电压调整器测试方法
- [17] GB/T 14028-2018 半导体集成电路模拟开关测试方法
- [18] GB/T 15876-2015 半导体集成电路塑料四面引线扁平封装引线框架规范
- [19] JJG 1015-2006 通用数字集成电路测试系统检定规程
- [20] SJ/T 11702-2018 半导体集成电路串行外设接口测试方法
- [21] SJ/T 10152-1991 集成电路主要工艺设备术语
- [22] SJ/Z 11354-2006 集成电路模拟/混合信号IP核规范