

GZB

国家职业技能标准

职业编码：6-25-02-05

半导体芯片制造工

中华人民共和国人力资源和社会保障部
中华人民共和国工业和信息化部

制定

说 明

为规范从业者的从业行为，引导职业教育培训的方向，为职业技能鉴定提供依据，依据《中华人民共和国劳动法》，适应经济社会发展和科技进步的客观需要，立足培育工匠精神和精益求精的敬业风气，人力资源社会保障部联合工业和信息化部组织有关专家，制定了《半导体芯片制造工国家职业技能标准》（以下简称《标准》）。

一、本《标准》以《中华人民共和国职业分类大典（2015年版）》（以下简称《大典》）为依据，严格按照《国家职业技能标准编制技术规程（2018年版）》有关要求，以“职业活动为导向、职业技能为核心”为指导思想，对半导体芯片制造工从业人员的职业活动内容进行规范细致描述，对各等级从业者的技能水平和理论知识水平进行了明确规定。

二、本《标准》依据有关规定将本职业分为五级/初级工、四级/中级工、三级/高级工、二级/技师和一级/高级技师五个等级，包括职业概况、基本要求、工作要求和权重表四个方面的内容。本次修订内容主要有以下变化：

——对工作年限的要求进行了调整，由上一版的“连续从事本职业工作”改为“累计从事本职业工作”。对培训要求进行了删减，突出了培训与考评分开的要求，注重实际操作，避免应试教育的弊端。

——根据芯片制造业发展变化，增加了对五级/初级工的要求，便于青年职工的发展与培养。

——将上一版对设备维护保养的职业功能要求融入各相关工种的工作内容及操作要求之中。

——增加了对相关知识要求中工艺环境与来料检查、技能要求中设备操作与工作程序设置的要求，突出了本行业对净化的特殊要求与工艺过程控制及精细加工的特点。

——增加了电子真空镀膜工的内容，避免了工艺内容的缺失。

——应审核专家的要求，因台面成型工的工作内容在刻蚀、化学气相淀积与《半导体分立器件和集成电路装调工国家职业技能标准》中的划片、磨片中均有部分体现，且只在少部分电力电子或个别微波器件芯片的制造中有所应用，不具有普遍性，故予以删除。

——权重表也根据行业发展进行了相应的调整，并增加了对基础知识和相关知识要求的内容。

三、本《标准》的编制工作在人力资源社会保障部职业能力建设司、工业和信息化部人事司的指导下，由工业和信息化部电子通信行业职业技能鉴定指导中心具体组织实施。本《标准》起草单位：中国电子科技集团公司第十三研究所。主要起草人有：潘宏菽、苏芳。参与编写人有：王同祥、霍玉柱。

四、本《标准》审定单位有：中芯国际集成电路制造（北京）有限公司、北京燕东微电子有限公司、中国电子科技集团公司第十三研究所、中国电子科技集团公司第五十五研究所、赛迪顾问股份有限公司、中国半导体行业协会任、大唐联电科技有限公司、北京市职业技能鉴定专家委员会电子行业专业委员会委员、中科院半导体研究所、北京松果电子有限公司。主要审定人员有：杨兵、陈江、李剑锋、张彦秀、韦仕贡、李锁印、彭劲松、李珂、任振川、印博文、陶世杰、宁瑾、赵慧。参与编审人员有：黄海强、夏铁力。

五、本《标准》在制定过程中，得到人力资源社会保障部职业技能鉴定中心葛恒双、陈蕾、王小兵、张灵芝、贾成千、宋晶梅等专家的指导和大力支持，在此一并感谢。

六、本《标准》业经人力资源社会保障部、工业和信息化部批准，自公布之日起施行。

半导体芯片制造工 国家职业技能标准

1. 职业概况

1.1 职业名称

半导体芯片制造工^①

1.2 职业编码

6-25-02-05

1.3 职业定义

操作外延炉、高温氧化扩散炉、光刻机、淀积台^②等设备，制造半导体分立器件、集成电路、传感器芯片的人员。

1.4 职业技能等级

本职业共设五个等级，分别为：五级/初级工、四级/中级工、三级/高级工、二级/技师、一级/高级技师。

1.5 职业环境条件

室内，恒温、恒湿，洁净，防静电环境。

1.6 职业能力特征

具有一定的分析、判断和推理能力；能够进行语言及文字表达

^① 本职业分为外延工、氧化扩散工、离子注入工、化学气相淀积工、光刻工、电子真空镀膜工、半导体器件和集成电路电镀工。

^② 半导体芯片制造工序中，需要使用淀积介质、形成表面钝化层的设备，即淀积台。《大典》中为“电击台”，在生产工艺中不需要使用，故修改为淀积台。

和计算；色觉、视觉、听觉、嗅觉正常，手指、手臂灵活，动作协调，知觉良好。

1.7 普通受教育程度

高中毕业（或同等学力）。

1.8 职业技能鉴定要求

1.8.1 申报条件

具备以下条件之一者，可申报五级/初级工：

- (1) 累计从事本职业或相关职业^①工作1年（含）以上。
- (2) 本职业或相关职业学徒期满。

具备以下条件之一者，可申报四级/中级工：

- (1) 取得本职业或相关职业五级/初级工职业资格证书（技能等级证书）后，累计从事本职业或相关职业工作4年（含）以上。
- (2) 累计从事本职业或相关职业工作6年（含）以上。
- (3) 取得技工学校本专业^②或相关专业^③毕业证书（含尚未取得毕业证书的在校应届毕业生）；或取得经评估论证、以中级技能为培养目标的中等及以上职业学校本专业或相关专业毕业证书（含尚未取得毕业证书的在校应届毕业生）。

具备以下条件之一者，可申报三级/高级工：

- (1) 取得本职业或相关职业四级/中级工职业资格证书（技能等级证书）后，累计从事本职业或相关职业工作5年（含）以上。
- (2) 取得本职业或相关职业四级/中级工职业资格证书（技能等

① 相关职业：半导体芯片制造、半导体分立器件和集成电路设计、电子精密机械装调、真空电子器件装调等职业，下同。

② 本专业：半导体物理与器件、微电子、集成电路、微系统制造等电子类专业，下同。

③ 相关专业：半导体分立器件与集成电路设计、精密仪器、微系统装接等电子类专业，下同。

级证书)，并具有高级技工学校、技师学院毕业证书（含尚未取得毕业证书的在校应届毕业生）；或取得本职业或相关职业四级/中级工职业资格证书（技能等级证书），并具有经评估论证、以高级技能为培养目标的高等职业学校本专业或相关专业毕业证书（含尚未取得毕业证书的在校应届毕业生）。

（3）具有大专及以上学历本专业或相关专业毕业证书，并取得本职业或相关职业四级/中级工职业资格证书（技能等级证书）后，累计从事本职业或相关工作2年（含）以上。

具备以下条件之一者，可申报二级/技师：

（1）取得本职业或相关职业三级/高级工职业资格证书（技能等级证书）后，累计从事本职业或相关工作4年（含）以上。

（2）取得本职业或相关职业三级/高级工职业资格证书的高级技工学校、技师学院毕业生，累计从事本职业或相关工作3年（含）以上；或取得本职业或相关职业预备技师证书的技师学院毕业生，累计从事本职业或相关工作2年（含）以上。

具备以下条件者，可申报一级/高级技师：

取得本职业或相关职业二级/技师职业资格证书（技能等级证书）后，累计从事本职业或相关工作4年（含）以上。

1.8.2 鉴定方式

分为理论知识考试、技能考核以及综合评审。理论知识考试以笔试、机考等方式为主，主要考核从业人员从事本职业应掌握的基本要求和相关知识要求；技能考核主要采用现场操作、模拟操作等方式进行，主要考核从业人员从事本职业应具备的技能水平；综合评审主要针对技师和高级技师，采取审阅申报材料、答辩等方式进行全面评议和审查。

理论知识考试、技能考核和综合评审均实行百分制，成绩皆达60分（含）以上者为合格。

1.8.3 监考人员、考评人员与考生配比

理论知识考试中的监考人员与考生配比不低于 1 : 15，且每个考场不少于 2 名监考人员；技能考核中的考评人员与考生配比不低于 1 : 5，且考评人员为 3 人以上单数；综合评审委员为 3 人以上单数。

1.8.4 鉴定时间

理论知识考试时间为不少于 90 min；技能考核时间不少于 120 min；综合评审时间不少于 40 min。

1.8.5 鉴定场所设备

理论知识考试在标准教室进行；技能考核在工厂生产现场、实验室或实训室，按各工种等级的考核要求不同配备相应的设备、工具和材料。

2. 基本要求

2.1 职业道德

2.1.1 职业道德基本知识

2.1.2 职业守则

- (1) 弘扬工匠精神，刻苦钻研业务。
- (2) 尊重师长同行，精心传授知识。
- (3) 珍惜他人劳动，崇尚职业技能。
- (4) 遵守法律规章，不忘安全生产。
- (5) 提倡细致入微，追求精益求精。
- (6) 不断学习进取，立志岗位成才。
- (7) 努力探索创新，勇于突破极限。
- (8) 积淀职业功底，引领工艺潮流。

2.2 基础知识

2.2.1 材料基础知识

- (1) 半导体材料基础知识。
- (2) 材料的化学基础知识。
- (3) 材料的力学基础知识。
- (4) 材料的光学基础知识。
- (5) 材料的电磁学、热学等基础知识。

2.2.2 器件制造基础知识

- (1) 晶体管原理基本知识。
- (2) 半导体集成电路基本知识。
- (3) 半导体器件工艺基本原理基础知识。
- (4) 工艺净化基础知识。

(5) 半导体芯片制造专业外语与中文对应基础知识。

2.2.3 化学基础知识

- (1) 物质结构知识。
- (2) 化学元素知识。
- (3) 化学反应知识。
- (4) 酸碱盐知识。
- (5) 化合物知识。
- (6) 半导体化学知识。

2.2.4 电子与电工基础知识

- (1) 常用电子元器件基础知识。
- (2) 电学测量与电气基础知识。
- (3) 电子线路与安全用电基础知识。
- (4) 常用电子测试仪器与电工工具的使用和维护知识。

2.2.5 安全卫生环境保护知识

- (1) 化学品安全知识。
- (2) 环境保护知识。
- (3) 有毒有害物防护知识。
- (4) 劳动保护知识。
- (5) 设备操作安全知识。
- (6) 电气安全知识。
- (7) 消防安全知识。
- (8) 防静电基础知识。

2.2.6 相关法律、法规知识

- (1) 《中华人民共和国产品质量法》相关知识。
- (2) 《中华人民共和国标准化法》相关知识。
- (3) 《中华人民共和国计量法》相关知识。

- (4) 《中华人民共和国劳动法》相关知识。
- (5) 《中华人民共和国劳动合同法》相关知识。
- (6) 《中华人民共和国安全生产法》相关知识。

3. 工作要求

本标准对五级/初级工、四级/中级工、三级/高级工、二级/技师和一级/高级技师的要求依次递进，高级别涵盖低级别的要求。

3.1 五级/初级工

外延工考核 1、2、3 项职业功能；氧化扩散工考核 1、2、4 项职业功能；化学气相淀积工考核 1、2、5 项职业功能；光刻工考核 1、2、6、7 项职业功能；离子注入工考核 1、2、8、9 项职业功能；电子真空镀膜工考核 1、2、10 项职业功能；半导体器件和集成电路电镀工考核 1、2、11 项职业功能。

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1. 工艺环境处置	1.1 进入洁净区前的准备	1.1.1 能识别厂房洁净与非洁净区域 1.1.2 能识别净化工作服与非净化工作服 1.1.3 能判断净化工作服保存场所是否符合要求 1.1.4 能按规定着装及穿戴洁净防护用品 1.1.5 能按规定风淋后进入相应的洁净区 1.1.6 能杜绝非净化的纸张、包装物等进入洁净区	1.1.1 净化对芯片工艺的影响 1.1.2 穿着净化防护用品的目的 1.1.3 净化工作服的穿戴及保管规定 1.1.4 进入洁净区的要求 1.1.5 洁净区管理规定

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1. 工艺环境处置	1.2 洁净环境维护	<p>1.2.1 能对工作面、洁净区的地面、墙壁等进行清洁</p> <p>1.2.2 能对净化场所是否有异味和不明液体做出判断</p> <p>1.2.3 能根据净化管理规定,对净化区内人员着装、人数等是否符合要求做出判断</p> <p>1.2.4 能检查使用设备仪器的水、电、气是否在安全范围内</p> <p>1.2.5 能对发现的无法处置问题进行上报</p>	<p>1.2.1 洁净区主要的颗粒物来源</p> <p>1.2.2 洁净区工作须知</p> <p>1.2.3 粉尘、颗粒、异味、振动、光照等对工艺影响的基础知识</p> <p>1.2.4 技术安全要求须知</p>
2. 来料检查	2.1 化学药品、试剂检查	<p>2.1.1 能核对待使用的化学药品、试剂是否与文件规定相符</p> <p>2.1.2 能检查待使用化学药品、试剂的有效期限</p> <p>2.1.3 能核对化学药品、试剂的数量是否满足工艺与安全要求</p> <p>2.1.4 能对发现的不符合工艺及安全规定的化学药品、试剂等进行上报</p>	<p>2.1.1 化学药品、试剂明细表</p> <p>2.1.2 化学药品、试剂的有效期限</p> <p>2.1.3 化学药品、试剂领取与安全使用措施</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
2. 来料检查	2.2 工艺气体检查	2.2.1 能检查气体压力是否在安全范围内 2.2.2 能检查气体的有效期限 2.2.3 能检查使用气体的种类是否满足工艺与安全要求	2.2.1 气体压力安全及使用知识 2.2.2 气体有效期限检查方法
	2.3 晶圆片来料检查	2.3.1 能检查晶圆片是否完整 2.3.2 能检查晶圆片表面是否有裂纹或大块沾污 2.3.3 能核对晶圆片数量与要求是否相符 2.3.4 能分辨晶圆片正反面	2.3.1 晶圆片目检方法 2.3.2 晶圆片缺陷类型判别方法 2.3.3 晶圆片外观特征
	2.4 晶圆片清洁处理	2.4.1 能采用配制好的清洗液对晶圆片进行清洗 2.4.2 能在文件规定的范围内调用晶圆片清洗工艺菜单或工作流程 2.4.3 能保证清洁处理过程中晶圆片的完整、无损、无沾污	2.4.1 晶圆片清洁操作指导书 2.4.2 清洁处理工艺菜单明细表 2.4.3 晶圆片清洁处理安全规程

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
3. 外 延 生 长	3.1 生长方式确认	3.1.1 能识别衬底片类型 3.1.2 能识别确认外延生长方式 3.1.3 能按外延生长作业指导书的要求选择生长工作菜单或工作流程	3.1.1 衬底片明细表 3.1.2 外延生长的基本方式
	3.2 工艺操作	3.2.1 能识读外延设备的运行参数 3.2.2 能判断外延洁净条件是否满足外延生长条件要求 3.2.3 能完成晶圆片的无沾污、无损传送 3.2.4 能按选择的工艺菜单或工作流程完成外延生长操作	3.2.1 外延生长工艺菜单明细表 3.2.2 外延设备的安全操作规程 3.2.3 净化及工艺条件对外延生长成品率的影响
	3.3 质量检查	3.3.1 能判断衬底片及外延片外观质量是否满足要求 3.3.2 能检测外延生长后的外延片表面平整度及颗粒度	3.3.1 晶圆片外观质量判别要求 3.3.2 外延片表面检验要求
	3.4 记录填写	3.4.1 能填写外延生长随工单及工艺台账，包括生产信息管理系统的信息录入 3.4.2 能对设备自动记录的文档进行备份保存	3.4.1 工艺记录填写与录入要求 3.4.2 电子文档的保护要求

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
4. 氧化扩散	4.1 工艺方式确认	<p>4.1.1 能识别需氧化、扩散的晶圆片及所用其它原材料</p> <p>4.1.2 能选择氧化、扩散的工艺方式</p> <p>4.1.3 能选择氧化、扩散的工艺菜单或工作流程</p> <p>4.1.4 能确认炉口净化是否开启</p>	<p>4.1.1 氧化、扩散的基本知识</p> <p>4.1.2 氧化、扩散设备工作菜单清单</p> <p>4.1.3 氧化、扩散安全防护要求</p>
	4.2 工艺操作	<p>4.2.1 能识读氧化、扩散设备的运行参数</p> <p>4.2.2 能判断工艺条件是否满足操作要求</p> <p>4.2.3 能核对氧化、扩散设备工艺菜单或工作流程是否满足操作指导书的要求</p> <p>4.2.4 能完成晶圆片的无损、无油污传送</p> <p>4.2.5 能按选定的工作菜单或工作流程完成氧化、扩散工艺操作</p>	<p>4.2.1 氧化、扩散设备的安全操作规程</p> <p>4.2.2 氧化、扩散工艺操作作业指导书</p> <p>4.2.3 显微镜操作常识</p> <p>4.2.4 高温设备的安全使用要求</p>
	4.3 质量检查	<p>4.3.1 能进行氧化、扩散后晶圆片的表观质量检查</p> <p>4.3.2 能检测氧化层厚度，目测氧化后介质层的颜色是否均匀</p>	<p>4.3.1 氧化、扩散工艺规范</p> <p>4.3.2 介质层厚度与颜色的关系</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
4. 氧化扩散	4.4 记录填写	<p>4.4.1 能填写氧化、扩散工艺随工单及工艺台账，包括生产信息管理系统的信息录入</p> <p>4.4.2 能对工艺过程形成的电子文档进行备份保存</p>	<p>4.4.1 工艺记录填写与录入要求</p> <p>4.4.2 电子文档的保护要求</p>
5. 化学气相淀积	5.1 工艺方式确认	<p>5.1.1 能识别需化学气相淀积的晶圆片及所用其他原材料</p> <p>5.1.2 能选择化学气相淀积的工艺方式</p> <p>5.1.3 能选择化学气相淀积的工艺菜单或工作流程</p> <p>5.1.4 能确认化学气相淀积所需的原辅料是否有效</p>	<p>5.1.1 化学气相淀积基础知识</p> <p>5.1.2 化学气相淀积原材料明细表</p> <p>5.1.3 化学气相淀积设备工作程序明细表</p>
	5.2 工艺操作	<p>5.2.1 能识读化学气相淀积设备的运行参数</p> <p>5.2.2 能判断环境及工艺条件是否满足操作要求</p> <p>5.2.3 能核对化学气相淀积设备工艺菜单或工作流程是否满足操作作业指导书的要求</p> <p>5.2.4 能在工艺操作过程中进行晶圆片无损、无沾污传送</p> <p>5.2.5 能按选定的工作程序完成化学气相淀积工艺操作</p>	<p>5.2.1 化学气相淀积设备的安全操作规程</p> <p>5.2.2 化学气相淀积工艺操作作业指导书</p> <p>5.2.3 化学气相淀积设备的安全防护要求</p> <p>5.2.4 显微镜操作常识</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
5. 化学气相淀积	5.3 质量检查	<p>5.3.1 能对化学气相淀积后的晶圆片进行外观质量检查</p> <p>5.3.2 能目测化学气相淀积的介质层颜色是否均匀，并测量介质层厚度</p>	<p>5.3.1 化学气相淀积工艺规范</p> <p>5.3.2 介质层厚度与颜色的关系</p>
	5.4 记录填写	<p>5.4.1 能填写化学气相淀积工艺随工单及工艺台账，包括生产信息管理系统的信息录入</p> <p>5.4.2 能对工艺过程形成的电子文档进行备份保存</p>	<p>5.4.1 工艺记录填写与录入要求</p> <p>5.4.2 电子文档的保护要求</p>
6. 光刻	6.1 工艺方式确认	<p>6.1.1 能识别需光刻操作的晶圆片的类型</p> <p>6.1.2 能判断采用光刻版是否符合光刻要求</p> <p>6.1.3 能识别使用的涂胶、显影与曝光等光刻设备</p> <p>6.1.4 能按光刻操作指导书的要求确认光刻方式，选择光刻设备的工作菜单或光刻工作流程</p>	<p>6.1.1 光刻机曝光的基本方式</p> <p>6.1.2 光刻胶的基本知识</p> <p>6.1.3 温湿度对光刻工艺的影响基础知识</p> <p>6.1.4 光刻版使用保存基础知识</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
6. 光刻	6.2 工艺操作	6.2.1 能识读光刻设备运行的工艺参数 6.2.2 能判断环境温湿度是否满足光刻操作要求 6.2.3 能识别光刻胶类型 6.2.4 能完成晶圆片、光刻版的无损、无沾污操作 6.2.5 能完成光刻工艺的涂胶前处理、涂胶、前烘、对准曝光、显影、坚膜等工序操作	6.2.1 涂胶厚度与均匀性的基础知识 6.2.2 对准、曝光的基础知识 6.2.3 显影、坚膜、去胶知识 6.2.4 涂胶前处理的基础知识 6.2.5 光刻设施使用基本要求
	6.3 质量检查	6.3.1 能对前一道工序送来的晶圆片表面状况进行目检 6.3.2 能检查涂胶后晶圆片表面光刻胶是否均匀 6.3.3 能完成显影后的表面质量检查 6.3.4 能完成坚膜后的表面质量检查	6.3.1 晶圆片目检基础知识 6.3.2 显微镜使用基础知识
	6.4 记录填写	6.4.1 能按要求填写光刻操作工艺台账及随工单，包括生产信息管理系统的信息录入 6.4.2 能对光刻工艺过程中形成的电子文档进行备份保存	6.4.1 光刻工艺记录的填写与录入要求 6.4.2 光刻电子文档的保护要求

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
7. 刻蚀	7.1 工艺方式确认	7.1.1 能识别需刻蚀的晶圆片 7.1.2 能确认刻蚀方式 7.1.3 能按刻蚀操作指导书要求调用设备的工艺菜单或刻蚀工作流程 7.1.4 能确认晶圆片刻蚀掩蔽层类型	7.1.1 刻蚀的目的与方式 7.1.2 不同刻蚀方式的特点及应用基础知识
	7.2 工艺操作	7.2.1 能识别刻蚀设备的运行参数 7.2.2 能进行刻蚀晶圆片的完整传送 7.2.3 能监视刻蚀温度、时间等关键工艺参数是否正常 7.2.4 能完成刻蚀前的扫胶/打底膜操作 7.2.5 能完成刻蚀后去胶及去掩蔽层等晶圆片表面处理工作	7.2.1 刻蚀设备的安全操作规程 7.2.2 工艺参数对刻蚀效果的影响基础知识 7.2.3 刻蚀后晶圆片的处置操作要求
	7.3 质量检查	7.3.1 能对刻蚀前的来片表面状况进行目检 7.3.2 能检查掩蔽层的均匀性、完整性是否满足刻蚀要求 7.3.3 能完成刻蚀后及去除刻蚀掩蔽层后的表面质量检查	7.3.1 刻蚀对掩蔽层的基本要求 7.3.2 刻蚀质量控制基础知识 7.3.3 刻蚀效果检查基础知识

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
7. 刻蚀	7.4 记录填写	<p>7.4.1 能按要求填写刻蚀操作工艺台账及随工单，包括生产信息管理系统的信息录入</p> <p>7.4.2 能对刻蚀工艺过程中形成的电子文档进行备份保存</p>	<p>7.4.1 刻蚀工艺记录的填写与录入要求</p> <p>7.4.2 刻蚀电子文档的保护要求</p>
8. 离子注入	8.1 工艺方式确认	<p>8.1.1 能识别需离子注入的晶圆片的类型</p> <p>8.1.2 能确认离子注入的能量、剂量等是否满足要求</p> <p>8.1.3 能确认掺杂离子种类是否与工艺要求相符</p> <p>8.1.4 能确认安全防护措施是否满足工艺要求</p>	<p>8.1.1 离子注入的基础知识</p> <p>8.1.2 离子注入机的主要构成</p> <p>8.1.3 离子注入的安全防护基础</p> <p>8.1.4 离子注入掺杂的目的</p>
	8.2 工艺操作	<p>8.2.1 能识读离子注入机运行的工艺参数</p> <p>8.2.2 能检查离子注入的安全连锁及防护用品是否有效</p> <p>8.2.3 能根据工艺要求设置离子注入掺杂剂类型、加速电压、束流大小、分析磁场、注入时间、扫描次数、真空度等工艺参数</p> <p>8.2.4 能完成晶圆片注入过程中的无损、无沾污传送</p>	<p>8.2.1 离子注入机安全操作规程</p> <p>8.2.2 离子注入掺杂基础知识</p> <p>8.2.3 离子注入的能量、剂量的范围要求</p> <p>8.2.4 离子注入晶圆片安全传送要求</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
8. 离子注入	8.3 质量检查	<p>8.3.1 能识别离子注入晶圆片的表观质量</p> <p>8.3.2 能判断离子注入后晶圆片是否存在明显缺陷</p>	<p>8.3.1 离子注入目检基本要求</p> <p>8.3.2 工艺参数监测要求</p>
	8.4 记录填写	<p>8.4.1 能填写离子注入工艺台账及随工单，包括生产信息管理系统的信息录入</p> <p>8.4.2 能对离子注入工艺过程形成的电子文档进行备份保存</p>	<p>8.4.1 离子注入记录填写与录入要求</p> <p>8.4.2 离子注入电子文档保护要求</p>
9. 退火	9.1 工艺方式确认	<p>9.1.1 能识别需进行退火的晶圆片</p> <p>9.1.2 能识别不同的退火方式</p> <p>9.1.3 能确定采用的退火方式是否满足工艺要求</p> <p>9.1.4 能确认退火设备的水、电、气状态是否满足要求</p>	<p>9.1.1 退火的目的与工艺方式</p> <p>9.1.2 退火对杂质分布的影响</p> <p>9.1.3 退火设备的安全操作规程</p>
	9.2 工艺操作	<p>9.2.1 能识读退火设备的工作参数</p> <p>9.2.2 能根据掺杂类型的不同选择退火设备</p> <p>9.2.3 能选择退火设备的工作菜单或工作流程完成退火操作</p> <p>9.2.4 能完成退火晶圆片的无沾污、无损传送</p>	<p>9.2.1 不同掺杂与退火的作用</p> <p>9.2.2 退火工艺菜单或工作流程明细表</p> <p>9.2.3 注入掺杂激活基本方法</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
9. 退火	9.3 质量检查	9.3.1 能判断工艺温度、退火时间等是否满足工艺加工要求 9.3.2 能完成退火后晶圆片表观质量的检查	9.3.1 退火对杂质激活的影响 9.3.2 退火目检要求
	9.4 记录填写	9.4.1 能填写退火工艺台账及随工单，包括生产信息管理系统的信息录入 9.4.2 能对退火工艺过程形成的电子文档进行备份保存	9.4.1 退火工艺记录填写与录入要求 9.4.2 退火电子文档保护要求
10. 电子真空镀膜	10.1 工艺方式确认	10.1.1 能识别需进行电子真空镀膜的晶圆片 10.1.2 能核实电子真空镀膜材料和厚度要求 10.1.3 能确认晶圆片电子真空镀膜的工艺方式 10.1.4 能确认电子真空镀膜需采用的工艺设备 10.1.5 能选择电子真空镀膜设备的工艺菜单或工作流程	10.1.1 电子真空镀膜基础知识 10.1.2 溅射基础知识 10.1.3 电子真空镀膜的基本方式方法 10.1.4 蒸发基础知识

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
10. 电子真空镀膜	10.2 工艺操作	<p>10.2.1 能识读电子真空镀膜设备的工艺运行参数</p> <p>10.2.2 能进行晶圆片电子真空镀膜前与电子真空镀膜后的传递</p> <p>10.2.3 能确认电子真空镀膜的真空度等参数是否满足工艺要求</p> <p>10.2.4 能完成电子真空镀膜装片、预处理、正式镀膜、取片等工序的工艺操作</p> <p>10.2.5 能确认需电子真空镀膜的镀膜材料是否与工艺要求相符</p> <p>10.2.6 能目测电子真空镀膜过程中，熔源或靶材辉光是否异常</p>	<p>10.2.1 电子真空镀膜设备工艺菜单或工作流程明细表</p> <p>10.2.2 电子真空镀膜质量与电子真空度的关系</p> <p>10.2.3 电子真空镀膜设备安全操作规程</p> <p>10.2.4 电子真空镀膜熔源观察与调控方法</p>
	10.3 质量检查	<p>10.3.1 能目测电子真空镀膜后的晶圆片表面是否光亮、完整，是否有颗粒沾污</p> <p>10.3.2 能目测电子真空镀膜后表面是否有起皮、镀膜层脱落等现象</p>	<p>10.3.1 电子真空镀膜后对晶圆片表面的目检要求</p> <p>10.3.2 电子真空镀膜工艺规范</p>
	10.4 记录填写	<p>10.4.1 能填写电子真空镀膜工艺台账及随工单，包括生产信息管理系统的信息录入</p> <p>10.4.2 能对工艺过程形成的电子文档进行备份保存</p>	<p>10.4.1 工艺记录填写与录入基本要求</p> <p>10.4.2 电子文档保护要求</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
11. 半导体器件和集成电路电镀	11.1 工艺方式确认	11.1.1 能识别需进行电镀加工的晶圆片 11.1.2 能核实电镀金属的类型与电镀层厚度要求 11.1.3 能确认需采用何种电镀工艺方式对晶圆片进行电镀 11.1.4 能确认电镀液是否满足对晶圆片的电镀要求 11.1.5 能确认电镀回路电阻大小是否满足电镀要求	11.1.1 电镀基础知识 11.1.2 电镀的基本方式方法 11.1.3 电镀液使用基本常识 11.1.4 酸碱度基础知识 11.1.5 电镀回路电阻判断规定
	11.2 工艺操作	11.2.1 能识读电镀设备的工艺运行参数 11.2.2 能选择电镀设备的工艺菜单或工作流程 11.2.3 能判断电镀电流通路是否正常 11.2.4 能完成电镀工艺各工步的安全操作 11.2.5 能识别电镀液温度、酸碱度、搅拌速度等保证镀液在正常范围内工作的参数	11.2.1 电镀设备工艺菜单明细表 11.2.2 电镀设备安全操作规程 11.2.3 芯片电镀的工作流程知识 11.2.4 电化学基础知识 11.2.5 电镀的目的与作用
	11.3 质量检查	11.3.1 能目检电镀后晶圆片的表观质量是否满足工艺要求 11.3.2 能在显微镜下观测镀层是否存在缺失、连条、发花、发黑、不均匀等现象	11.3.1 电镀工艺目检要求 11.3.2 显微镜使用常识

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
11. 半导体器件和集成电路电镀	11.4 记录填写	<p>11.4.1 能填写电镀工艺台账、特殊过程工艺记录及随工单，包括生产信息管理系统的信息录入</p> <p>11.4.2 能对工艺过程形成的电子文档进行备份保存</p>	<p>11.4.1 工艺记录填写与录入的基本要求</p> <p>11.4.2 电子文档保护要求</p>

3.2 四级/中级工

外延工考核 1、2、3 项职业功能；氧化扩散工考核 1、2、4 项职业功能；化学气相淀积工考核 1、2、5 项职业功能；光刻工考核 1、2、6、7 项职业功能；离子注入工考核 1、2、8、9 项职业功能；电子真空镀膜工考核 1、2、10 项职业功能；半导体器件和集成电路电镀工考核 1、2、11 项职业功能。

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1. 工艺环境处置	1.1 洁净环境维护	1.1.1 能识别不同净化级别对净化环境的要求 1.1.2 能根据净化等级判断洁净区内的操作是否符合对应的净化要求 1.1.3 能对洁净区的正负气压进行判断 1.1.4 能按规定开关顺序对洁净区内的送、排风系统进行开关	1.1.1 工艺现场管理基础知识 1.1.2 洁净区对风压的要求基础知识 1.1.3 净化级别的划分与基本要求
	1.2 工艺器具洁净处理	1.2.1 能配制洁净处理工艺器具的清洗液 1.2.2 能对通风设施排风系统是否正常做出判断 1.2.3 能使用洁净处理溶液/气体完成工艺器具洁净处理 1.2.4 能完成有毒、有害器具洁净处理时的安全防护 1.2.5 能对清洁后的工艺器具进行干燥处理，并保存在符合要求的净化环境中	1.2.1 清洗液的配制与使用要求 1.2.2 排风系统的作用基本知识 1.2.3 有毒、有害器具清洁要求 1.2.4 清洗液/气体的作用 1.2.5 工艺器具放置、保管规定

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1. 工艺环境处置	1.3 洁净区内操作	1.3.1 能根据工艺要求,选择确定工艺操作区域 1.3.2 能完成使用仪器、工具的日常维护保养工作 1.3.3 能判断进入洁净区的风淋设置是否正确 1.3.4 能判断工作场所温湿度是否符合工艺要求 1.3.5 能对工艺使用的易损件、消耗件进行检查维护 1.3.6 能在人员多时或净化不符合要求时对芯片产品进行洁净与安全防护	1.3.1 洁净区内工艺操作的规定 1.3.2 仪器、工具的日常维护保养规定 1.3.3 进入洁净区风淋的目的 1.3.4 温湿度对洁净环境及工艺加工质量的影响知识
2. 来料检查	2.1 化学药品、试剂检查	2.1.1 能区分不同纯度的化学药品与试剂 2.1.2 能检查化学药品、试剂的保存是否符合工艺要求 2.1.3 能目检待使用的化学药品、试剂的色泽、浊度是否符合要求 2.1.4 能对过期化学药品、试剂进行处置	2.1.1 化学药品、试剂分类知识 2.1.2 化学药品、试剂保存要求 2.1.3 过期化学药品、试剂的处置要求
	2.2 工艺气体检查	2.2.1 能检查工艺气体流量等参数是否满足工艺要求 2.2.2 能检查使用气体的管道是否有漏气现象	2.2.1 气体流量识读基础知识 2.2.2 气体管道检漏基本方法

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
2. 来料检查	2.3 晶圆片来料检查	2.3.1 能检查晶圆片尺寸、类型是否符合要求 2.3.2 能检查晶圆片表面颗粒度及表面状况是否符合工艺要求 2.3.3 能检查晶圆片的翘曲度、定位参数是否满足工艺要求	2.3.1 表面颗粒度检测基础知识 2.3.2 工艺设备对晶圆片质量的要求
	2.4 晶圆片清洁处理	2.4.1 能配制晶圆片的清洗液 2.4.2 能选择晶圆片清洁处理方式与清洁处理工艺菜单或工作流程 2.4.3 能进行不同清洗方式的工艺操作	2.4.1 清洗液配制要求 2.4.2 晶圆片清洁处理知识
3. 外延生长	3.1 生长方式确认	3.1.1 能根据文件要求确定外延生长使用的外延设备 3.1.2 能按文件要求确定外延设备的运行参数 3.1.3 能确定外延掺杂剂类型	3.1.1 外延工艺参数控制要求 3.1.2 工艺参数对外延质量影响基础知识

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
3. 外延生长	3.2 工艺操作	<p>3.2.1 能按规范要求，设置外延设备的运行参数或外延操作的工作流程</p> <p>3.2.2 能根据外延层厚度及浓度要求或工艺菜单及工作流程估算外延工艺时间</p> <p>3.2.3 能控制外延温度、压力、时间等工艺参数，完成外延生长操作</p>	<p>3.2.1 衬底片的检验规范</p> <p>3.2.2 外延层浓度、厚度的基本控制方法</p> <p>3.2.3 外延生长工艺文件</p>
	3.3 质量检查	<p>3.3.1 能检测外延层方块电阻、厚度、浓度等参数</p> <p>3.3.2 能测量与计算外延层的位错密度</p>	<p>3.3.1 外延工艺检验规范</p> <p>3.3.2 外延层主要参数测量方法</p>
	3.4 记录填写	<p>3.4.1 能填写外延生长的检验记录，并能判断生长的外延片是否合格</p> <p>3.4.2 能对以往的数据记录进行分析，为目前外延参数的确定提供参考</p>	<p>3.4.1 外延片检验指标要求</p> <p>3.4.2 数据分析判断基本要求</p>
4. 氧化扩散	4.1 工艺方式确认	<p>4.1.1 能确定氧化、扩散所用的设备</p> <p>4.1.2 能确定氧化、扩散炉的恒温区</p> <p>4.1.3 能确定氧化、扩散炉的工作温度范围</p> <p>4.1.4 能确定氢氧合成炉的点火安全是否满足要求</p>	<p>4.1.1 氧化的目的作用</p> <p>4.1.2 掺杂扩散的条件与要求</p> <p>4.1.3 杂质扩散的基础知识</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
4. 氧化扩散	4.2 工艺操作	<p>4.2.1 能根据要求的氧化层厚度估算氧化所需要的工艺时间</p> <p>4.2.2 能根据扩散浓度和结深的要求，在文件规定的范围内选择预扩及主扩方式与条件</p> <p>4.2.3 能根据浓度与结深要求选择扩散条件</p> <p>4.2.4 能根据晶圆片状态及工艺要求完成氧化、扩散工艺操作</p> <p>4.2.5 能完成氧化、扩散设施的日常维护保养</p>	<p>4.2.1 氧化、扩散的基本原理与厚度控制</p> <p>4.2.2 晶体管调节放大系数及推结的基本工艺方法</p> <p>4.2.3 掺杂与扩散的基本原理</p> <p>4.2.4 浓度与结深的调控方法</p>
	4.3 质量检查	<p>4.3.1 能进行氧化层均匀性的检测</p> <p>4.3.2 能完成扩散后方块电阻的检测</p> <p>4.3.3 能判断扩散后的硼硅玻璃或磷硅玻璃等去除是否达到工艺要求</p>	<p>4.3.1 氧化、扩散工艺检验规范</p> <p>4.3.2 测量仪器使用须知</p>
	4.4 记录填写	<p>4.4.1 能填写氧化、扩散工艺检验记录</p> <p>4.4.2 能对以往的工艺记录数据进行分析判断，为目前的氧化、扩散工艺条件确定提供参考</p>	<p>4.4.1 检验记录填写要求</p> <p>4.4.2 数据分析判断的基本要求</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
5. 化学气相淀积	5.1 工艺方式确认	5.1.1 能确认化学气相淀积所使用的工艺设备 5.1.2 能确认化学气相淀积的工艺温度及淀积设备的恒温区是否满足工艺要求 5.1.3 能确认化学气相淀积气体管路是否正常有效 5.1.4 能确认淀积源是否有效	5.1.1 采用化学气相淀积的目的 5.1.2 温度对化学气相淀积介质质量的影响 5.1.3 化学气相淀积使用气体的安全操作要求
	5.2 工艺操作	5.2.1 能根据淀积的介质层厚度要求，估算淀积工艺所需要的时间 5.2.2 能根据晶圆片类型和表面状况及芯片制造工艺流程判断采用何种化学气相淀积工艺方法完成介质淀积工艺操作 5.2.3 能完成掺杂与不掺杂化学气相淀积的工艺操作 5.2.4 能完成单层介质淀积与复合介质层淀积的工艺操作 5.2.5 能完成不同类型的化学气相淀积设备的操作	5.2.1 化学气相淀积的分类与工艺特点及用途 5.2.2 化学气相淀积掺杂的基本方法 5.2.3 化学气相淀积在芯片制造工艺中的作用 5.2.4 不同类型化学气相淀积设备的特点与防护

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
5. 化学气相淀积	5.3 质量检查	5.3.1 能检测化学气相淀积介质层厚度及均匀性 5.3.2 能检测淀积介质层折射率或应力 5.3.3 能观测介质层是否有龟裂、起皮等质量问题	5.3.1 化学气相淀积检验规范 5.3.2 介质层质量对芯片参数的影响关系
	5.4 记录填写	5.4.1 能填写化学气相淀积工艺检验记录 5.4.2 能对以往的工艺记录数据进行分析判断，为目前淀积工艺条件的确定提供参考	5.4.1 检验记录填写要求 5.4.2 数据分析判断的基本要求
6. 光刻	6.1 工艺方式确认	6.1.1 能根据不同类型的光刻胶与工艺要求判断涂胶后的光刻胶厚度范围 6.1.2 能确认显影液类型工艺温度是否符合要求 6.1.3 能确认烘焙温度是否满足工艺要求 6.1.4 能确认光刻工艺要求的关键尺寸要求、光刻版关键尺寸和套刻精度	6.1.1 光刻胶使用说明 6.1.2 光刻对显影液的要求 6.1.3 工艺参数偏差对加工质量的影响关系 6.1.4 版图设计与布线基础知识

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
6. 光刻	6.2 工艺操作	<p>6.2.1 能确认涂胶显影设备的工艺参数及所需溶剂、药液是否正常</p> <p>6.2.2 能完成采用不同类型光刻胶、不同类型晶圆片的光刻操作</p> <p>6.2.3 能根据设备、晶圆片及光刻胶等状况确认晶圆片表面光刻胶的曝光量</p> <p>6.2.4 能完成晶圆片光刻工艺的返工操作</p>	<p>6.2.1 涂胶、显影设备的药液检查要求</p> <p>6.2.2 正负光刻胶特性</p> <p>6.2.3 光刻对曝光波长的要求</p> <p>6.2.4 晶圆片返工的规定</p>
	6.3 质量检查	<p>6.3.1 能镜检显影后的图形尺寸及形貌、套刻精度是否满足工艺要求</p> <p>6.3.2 能镜检坚膜后的图形尺寸及形貌是否满足工艺要求</p> <p>6.3.3 能测量光刻胶厚度</p> <p>6.3.4 能对光刻图形的关键尺寸是否合格做出判断</p>	<p>6.3.1 光刻工艺检验规范</p> <p>6.3.2 条宽测量方法及基本原理</p> <p>6.3.3 光刻胶厚度测量方法及基本原理</p>
	6.4 记录填写	<p>6.4.1 能填写光刻工艺的检验记录</p> <p>6.4.2 能对以往的光刻工艺记录数据进行分析判断,为目前光刻工艺条件的确定提供参考</p>	<p>6.4.1 光刻检验记录填写要求</p> <p>6.4.2 关键尺寸明细表</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
7. 刻蚀	7.1 工艺方式确认	7.1.1 能确认待刻蚀的晶圆片是否需要扫胶/打底膜处理 7.1.2 能根据掩蔽层厚度、刻蚀选择比和刻蚀深度等要求确定掩蔽层是否满足刻蚀要求 7.1.3 能确定干法清洗、刻蚀功率、真空度、气体组份与流量是否满足工艺要求 7.1.4 能确认湿法腐蚀的腐蚀液是否能满足腐蚀要求	7.1.1 刻蚀选择比的计算与要求 7.1.2 干/湿法刻蚀的特点 7.1.3 不同刻蚀方法的工艺基础知识 7.1.4 刻蚀各向异性、各向同性原理
	7.2 工艺操作	7.2.1 能配制湿法腐蚀液 7.2.2 能核实工艺菜单或工作流程是否满足刻蚀要求 7.2.3 能根据不同介质情况确定所需的刻蚀方法及工艺时间 7.2.4 能操作不同的刻蚀设备，完成刻蚀工作	7.2.1 腐蚀液的配制方法与安全防护 7.2.2 刻蚀损伤对芯片特性影响 7.2.3 平面、台面工艺基础知识
	7.3 质量检查	7.3.1 能检查刻蚀前后线条的变化 7.3.2 能检查刻蚀后刻蚀掩蔽层的完整性，并判断刻蚀是否合格 7.3.3 能镜检刻蚀后的图形尺寸及形貌是否满足工艺要求	7.3.1 刻蚀检验规范 7.3.2 不同刻蚀方式对掩蔽层的要求

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
7. 刻蚀	7.4 记录填写	<p>7.4.1 能填写刻蚀检验记录</p> <p>7.4.2 能对以往的刻蚀工艺记录数据进行分析判断, 为目前刻蚀工艺条件的确定提供参考</p>	<p>7.4.1 刻蚀检验记录的填写要求</p> <p>7.4.2 数据分析基础</p>
8. 离子注入	8.1 工艺方式确认	<p>8.1.1 能区分不同束流离子注入机及应用范围</p> <p>8.1.2 能区分高、中、低能离子注入机及应用范围</p> <p>8.1.3 能根据晶圆片大小和注入要求确认注入方式</p> <p>8.1.4 能确认离子注入掺杂掩蔽层的类型</p>	<p>8.1.1 离子注入机的分类</p> <p>8.1.2 晶圆片直径及束流对扫描方式的基本要求</p> <p>8.1.3 离子注入与注入掩蔽层的特点与要求</p>
	8.2 工艺操作	<p>8.2.1 能进行不同类型的离子注入机的安全操作</p> <p>8.2.2 能监测离子注入过程中束流大小与变化</p> <p>8.2.3 能发现离子注入过程中是否有打火等现象</p> <p>8.2.4 能计算不同电荷离子经过加速电场后获得的能量, 完成不同电荷杂质离子的离子注入操作</p>	<p>8.2.1 离子注入机维护基本要求</p> <p>8.2.2 真空度对注入质量的影响</p> <p>8.2.3 离子注入的能量、剂量计算</p> <p>8.2.4 高压打火机理</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
8. 离子注入	8.3 质量检查	8.3.1 能测量芯片注入后的击穿或隔离特性 8.3.2 能测量注入剂量是否满足要求 8.3.3 能判断不同杂质离子注入能量等条件是否与工艺要求相符	8.3.1 离子注入检验规范 8.3.2 离子注入对芯片参数的影响
	8.4 记录填写	8.4.1 能填写离子注入工艺的检验记录 8.4.2 能对以往的记录数据进行分析判断，为目前离子注入条件的确定提供参考	8.4.1 离子注入检验记录填写要求 8.4.2 离子注入数据分析判断基本要求
9. 退火	9.1 工艺方式确认	9.1.1 能区分快速退火设备与常规炉体退火设备及应用领域 9.1.2 能确定退火前的晶圆片处理方式 9.1.3 能确定退火工艺菜单或工作流程是否满足退火要求	9.1.1 不同退火设备的特点与应用范围 9.1.2 离子注入前处理工艺要求
	9.2 工艺操作	9.2.1 能完成新退火设备的安全操作 9.2.2 能完成退火前晶圆片的处理 9.2.3 能完成不同退火方式及不同退火设备的安全操作，监控设备运行参数 9.2.4 能完成退火设备的日常维护与保养工作	9.2.1 退火设备恒温区确定方法 9.2.2 温度对退火效果的影响 9.2.3 退火设备的日常维护与保养要求

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
9. 退火	9.3 质量检查	9.3.1 能测量退火后晶圆片的方块电阻 9.3.2 能完成退火前后需测试参数变化量的数据采集与对比	9.3.1 退火工艺检验规范 9.3.2 退火对PN结特性的影响
	9.4 记录填写	9.4.1 能填写退火工艺的检验记录 9.4.2 能对以往退火工艺的记录数据进行分析判断, 为目前退火条件的确定提供参考	9.4.1 退火检验记录填写要求 9.4.2 退火数据分析判断基本要求
10. 电子真空镀膜	10.1 工艺方式确认	10.1.1 能确认欧姆接触金属化体系、合金方式与镀膜前晶圆片的处理方式 10.1.2 能确认肖特基接触金属化体系、退火方式与镀膜前晶圆片的处理方式 10.1.3 能确认晶圆片电子真空镀膜层腐蚀/剥离的工艺方法 10.1.4 能确认电子真空预镀膜操作及正式镀膜操作的时间等参数是否符合工艺要求 10.1.5 能确认多层镀膜体系中各层厚度所需的电子真空镀膜工艺时间	10.1.1 金属半导体欧姆接触原理与工艺 10.1.2 金属半导体肖特基接触的工艺方法 10.1.3 电子真空镀膜层腐蚀与剥离基本原理 10.1.4 半导体器件金属化电极的工艺制备知识

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
10. 电子真空镀膜	10.2 工艺操作	<p>10.2.1 能确认溅射与蒸发设备的工艺菜单或工作流程</p> <p>10.2.2 能控制合金温度，完成不同要求的合金工艺操作</p> <p>10.2.3 能根据镀膜层厚度及蒸发、溅射速率，估算真空镀膜所需的工艺时间，进行电子真空镀膜操作</p> <p>10.2.4 能根据束斑或辉光状况及工艺控制参数的变化，判断电子真空镀膜工艺操作是否正常</p> <p>10.2.5 能完成电子真空镀膜晶圆片的前处理操作</p>	<p>10.2.1 溅射与蒸发工艺的特点及工艺控制基础</p> <p>10.2.2 欧姆接触与肖特基接触控制要求</p> <p>10.2.3 真空镀膜工艺参数的调控方法</p> <p>10.2.4 真空泵的类型及基本工作原理</p>
	10.3 质量检查	<p>10.3.1 能检测带胶电子真空镀膜及腐蚀/剥离后镀膜层边缘是否规整</p> <p>10.3.2 能镜检图形的完整性和表面沾污情况及测试表面颗粒度</p> <p>10.3.3 能检查合金炉恒温区</p>	<p>10.3.1 真空镀膜工艺检验规范</p> <p>10.3.2 带胶真空镀膜对胶的要求</p>
	10.4 记录填写	<p>10.4.1 能填写电子真空镀膜工艺检验记录</p> <p>10.4.2 能对以往的记录数据进行分析判断，为目前电子真空镀膜工艺条件的确定提供参考</p>	<p>10.4.1 检验记录填写基本要求</p> <p>10.4.2 数据分析判断的基本要求</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
11. 半导体器件和集成电路电镀	11.1 工艺方式确认	<p>11.1.1 能确认不同电镀层金属所需的金属电镀液</p> <p>11.1.2 能根据不同电镀液类型确定电镀温度、酸碱度、电镀电流密度等工艺参数</p> <p>11.1.3 能确认带胶电镀的胶厚是否满足电镀层厚度的要求</p> <p>11.1.4 能确认电镀前的扫胶/打底膜效果是否满足电镀要求</p> <p>11.1.5 能确认需电镀的金属与种子层金属是否为同种类型金属</p>	<p>11.1.1 络合物基础知识</p> <p>11.1.2 电镀电流密度对镀层质量的影响</p> <p>11.1.3 带胶电镀对光刻胶的要求知识</p> <p>11.1.4 扫胶/打底膜的目的及控制方法</p>
	11.2 工艺操作	<p>11.2.1 能控制电镀液的温度、酸碱度、电镀电流密度、搅拌方式、电镀时间等工艺参数，完成厚度和均匀性满足要求的电镀操作</p> <p>11.2.2 能根据电镀层厚度、电镀液性质、电镀电流密度等估算电镀工艺时间</p> <p>11.2.3 能进行电镀液与电镀器具、工装的日常维护</p> <p>11.2.4 能完成不同电镀方式和不同电镀金属的镀前处理及电镀操作</p>	<p>11.2.1 电镀工艺参数对镀层质量的影响关系</p> <p>11.2.2 金属电极加厚的基本方法</p> <p>11.2.3 电镀液与电镀器具、工装日常维护要求</p> <p>11.2.4 晶圆片电镀前处理要求</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
11. 半导体器件和集成电路电镀	11.3 质量检查	11.3.1 能进行带胶电镀前光刻胶厚度的测量检验 11.3.2 能完成金属镀层厚度测量计算及电镀层表面质量的检查	11.3.1 电镀工艺检验规范 11.3.2 电镀层厚度的确认方法
	11.4 记录填写	11.4.1 能填写电镀工艺的检验记录 11.4.2 能对以往的记录数据进行分析判断，为目前电镀工艺条件的确定提供参考	11.4.1 检验记录填写基本要求 11.4.2 数据分析判断的基本要求

3.3 三级/高级工

外延工考核 1、2、3 项职业功能；氧化扩散工考核 1、2、4 项职业功能；化学气相淀积工考核 1、2、5 项职业功能；光刻工考核 1、2、6、7 项职业功能；离子注入工考核 1、2、8、9 项职业功能；电子真空镀膜工考核 1、2、10 项职业功能；半导体器件和集成电路电镀工考核 1、2、11 项职业功能。

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1. 工艺环境处置	1.1 洁净环境维护	1.1.1 能判断工作区的物品摆放是否符合净化要求 1.1.2 能判断洁净区域内仪器的放置是否符合净化要求 1.1.3 能判断风压等工艺条件是否符合净化与安全要求 1.1.4 能根据颗粒度检测数据判断洁净区是否符合相应的洁净要求	1.1.1 层流通路对净化的影响 1.1.2 风压、风速对净化与安全生产的影响知识 1.1.3 洁净区与回风区物品摆放要求
	1.2 工艺器具洁净处理	1.2.1 能对洁净处理后的废液、废气进行处置 1.2.2 能设置器具洁净处理的工艺菜单 1.2.3 能对通风设施风量异常等问题提出改进建议 1.2.4 能解决器具洁净处理后仍有水渍、斑点等问题	1.2.1 废液、废气的回收处置措施 1.2.2 工艺设备工艺菜单修改与设置管理规定 1.2.3 清洁处理基本原理与方法

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1. 工艺环境处置	1.3 洁净区内操作	<p>1.3.1 能发现净化防护服穿戴及工艺操作不符合要求的现象</p> <p>1.3.2 能判断操作过程中防静电设施是否有效</p> <p>1.3.3 能判断洁净区内颗粒物及异味产生的主要来源</p> <p>1.3.4 能完成不同洁净区域或不同厂房之间晶圆片传递的净化与安全防护</p>	<p>1.3.1 降低沾污的操作知识</p> <p>1.3.2 工艺过程中晶圆片净化与安全防护知识</p> <p>1.3.3 晶圆片传递的净化与安全防护知识</p>
2. 来料检查	2.1 化学药品、试剂检查	<p>2.1.1 能核查工艺现场使用的不同化学药品、试剂是否正确</p> <p>2.1.2 能区分强氧化药品、试剂与有机溶剂，并确认其使用与存放条件及环境是否符合工艺要求</p> <p>2.1.3 能确定化学药品、试剂的配制顺序与操作时的安全防护是否有效</p> <p>2.1.4 能检查并确认现场使用的化学药品、试剂是否满足工艺与安全要求，防护措施是否有效</p>	<p>2.1.1 化学药品、试剂的物理特征</p> <p>2.1.2 化学药品、试剂化学反应的基本原理</p> <p>2.1.3 化学药品、试剂配制过程的安全防护要求</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
2. 来料检查	2.2 工艺气体检查	<p>2.2.1 能判断不同工艺气体混合后的反应状况</p> <p>2.2.2 能对不同工艺气体采取对应有效的防护措施</p> <p>2.2.3 能对工艺气体反应后的尾气排放进行安全检查</p> <p>2.2.4 能对氢气、特殊气体等的防护有效性做出判断</p>	<p>2.2.1 工艺气体之间反应及控制方法</p> <p>2.2.2 尾气的安全处置措施</p> <p>2.2.3 氢气、特殊气体等气体安全使用须知及资格证管理</p>
	2.3 晶圆片来料检查	<p>2.3.1 能判断晶圆片尺寸、厚度是否符合工艺要求</p> <p>2.3.2 能对工艺过程中来片进行外观目检及图形镜检，判断其是否符合本工艺加工要求</p> <p>2.3.3 能对新材料的特殊性进行检查或通过工艺实验进行验证</p>	<p>2.3.1 工艺对晶圆片尺寸与厚度的要求</p> <p>2.3.2 工艺过程接片检验要求</p> <p>2.3.3 新型晶圆片检验要求</p>
	2.4 晶圆片清洁处理	<p>2.4.1 能设定清洁处理操作菜单或工作流程</p> <p>2.4.2 能完成不同晶圆片的清洁处理操作</p> <p>2.4.3 能按工艺规范处理清洁过程中晶圆片不干净、破损等操作问题</p> <p>2.4.4 能按规定处置清洁处理后的废液、废气等有害物质</p> <p>2.4.5 能完成采用新工艺、新材料晶圆片的清洁处理操作</p>	<p>2.4.1 菜单及工作流程设置、修改要求</p> <p>2.4.2 清洁处理常见问题处置方法</p> <p>2.4.3 新工艺、新材料的控制要求</p> <p>2.4.4 废物处置要求</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
3. 外延生长	3.1 生长方式确认	3.1.1 能根据衬底材料和外延层要求选定同质外延生长与异质外延生长 3.1.2 能根据外延层特性要求选定化学外延生长或物理外延生长 3.1.3 能根据外延要求, 选定单质外延生长与多元外延生长	3.1.1 外延生长工艺原理 3.1.2 不同外延方式对外延层组份、厚度的控制精度范围
	3.2 工艺操作	3.2.1 能针对不同工艺菜单设置相应的外延生长工艺参数 3.2.2 能完成新型外延设备的外延生长操作 3.2.3 能通过选择性腐蚀观察外延层位错 3.2.4 能通过外延过程工艺参数的监控初步判断外延片的质量状况 3.2.5 能对停电等突发情况进行应急处置	3.2.1 外延生长工艺参数设置要求 3.2.2 外延层选择腐蚀控制要求 3.2.3 外延设备工艺监测要求 3.2.4 外延设备紧急处置措施
	3.3 质量检查	3.3.1 能完成外延层几何参数的检测 3.3.2 能完成外延层电学参数的检测 3.3.3 能判断外延层掺杂浓度、厚度、均匀性等参数是否满足产品要求 3.3.4 能判断外延过程是否存在衬底杂质外扩散现象	3.3.1 外延层几何与电学参数检测方法 3.3.2 外延片的产品要求 3.3.3 外延衬底杂质外扩控制方法

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
3. 外延生长	3.4 记录填写	<p>3.4.1 能识读外延工艺统计过程数据或控制图</p> <p>3.4.2 能通过数据或控制图判断目前的外延工艺是否受控</p>	<p>3.4.1 数据采集与分析</p> <p>3.4.2 统计过程控制基础知识</p>
4. 氧化扩散	4.1 工艺方式确认	<p>4.1.1 能确定氧化过程采用干氧或湿氧氧化方式及氧化时间</p> <p>4.1.2 能确定扩散源类型和扩散杂质类别及扩散方式</p> <p>4.1.3 能确定升降温及进出舟速率是否满足工艺要求</p> <p>4.1.4 能确定工艺温度、掺杂剂类型、扩散方式等在氧化扩散中的重要程度</p>	<p>4.1.1 干氧与湿氧氧化的特点及应用场合</p> <p>4.1.2 温度变化对氧化扩散质量的影响</p> <p>4.1.3 掺杂剂类型对扩散的影响</p>
	4.2 工艺操作	<p>4.2.1 能根据掺杂浓度与结深的要求选择氧化、扩散工艺条件</p> <p>4.2.2 能完成新型的氧化、扩散方式的工艺操作</p> <p>4.2.3 能根据工艺规范及单晶、多晶、非晶硅特性选择氧化时间</p> <p>4.2.4 能根据晶圆片的性质确定晶圆片是否能进行高温氧化操作</p> <p>4.2.5 能通过氧化、扩散过程工艺参数的监控初步判断氧化、扩散工艺质量状况</p> <p>4.2.6 能对停电等突发情况进行应急处置</p>	<p>4.2.1 氧化、扩散工艺在掺杂方面的应用</p> <p>4.2.2 掺杂浓度、晶体结构对氧化速率的影响</p> <p>4.2.3 高温氧化的副作用</p> <p>4.2.4 工艺参数对氧化层厚度、结深、浓度的影响</p> <p>4.2.5 氧化扩散应急处置措施</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
4. 氧化扩散	4.3 质量检查	4.3.1 能完成晶圆片表面缺陷或沾污的镜检，并判断是否合格 4.3.2 能进行结深的测量 4.3.3 能判断扩散杂质源的杂质含量是否满足工艺要求	4.3.1 结深的检测或估算方法 4.3.2 缺陷对加工质量及产品可靠性的影响
	4.4 记录填写	4.4.1 能识读氧化、扩散工艺统计过程数据或控制图 4.4.2 能通过以往工艺数据统计或控制图判断目前的氧化、扩散工艺是否受控	4.4.1 数据采集与分析 4.4.2 统计过程控制基础知识
5. 化学气相沉积	5.1 工艺方式确认	5.1.1 能根据工艺温度等条件确定沉积介质的致密程度 5.1.2 能判断化学气相沉积介质的化学配比变化对介质层质量的影响 5.1.3 能确定化学气相沉积过程中的压力、功率、等离子辉光颜色、介质膜颗粒等是否满足工艺要求 5.1.4 能确认化学气相沉积的介质层质量是否满足芯片要求	5.1.1 工艺温度等对介质膜致密性的影响 5.1.2 介质层化学配比与化学气相沉积条件关系 5.1.3 介质层质量对芯片稳定性可靠性的影响

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
5. 化学气相淀积	5.2 工艺操作	5.2.1 能完成不同化学气相淀积介质层的生长操作 5.2.2 能完成化学气相淀积设备腔体的清洗与设备状态恢复工作 5.2.3 能判断工艺流程是否存在安全隐患 5.2.4 能通过化学气相淀积工艺参数的监控初步判断淀积后介质膜的厚度及致密性 5.2.5 能完成新型化学气相淀积设备的操作 5.2.6 能对停电等突发情况进行应急处置	5.2.1 化学气相淀积在半导体芯片制造中的应用 5.2.2 化学气相淀积介质层质量控制要求 5.2.3 化学气相淀积设备清洗管理规定 5.2.4 化学气相淀积用气安全与应急处置措施
	5.3 质量检查	5.3.1 能估算化学气相淀积设备附着介质层厚度 5.3.2 能对介质淀积前后的芯片质量参数进行抽测	5.3.1 气相淀积颗粒控制方法 5.3.2 钝化层对芯片性能的影响
	5.4 记录填写	5.4.1 能识读化学气相淀积工艺统计过程数据或控制图 5.4.2 能通过以往工艺数据统计或控制图判断目前的化学气相淀积工艺是否受控	5.4.1 数据采集与分析 5.4.2 统计过程控制基础知识

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
6. 光刻	6.1 工艺方式确认	<p>6.1.1 能根据不同的光刻方式及工艺要求选择对应的光刻胶、光刻版</p> <p>6.1.2 能确认涂胶、曝光等设备参数偏差对光刻工艺的影响</p> <p>6.1.3 能确认不同曝光方式对应的图形控制要求</p> <p>6.1.4 能确认光刻版是否需要洁净处理</p>	<p>6.1.1 不同光刻方式对光刻图形的影响</p> <p>6.1.2 工艺参数偏差对光刻质量的影响</p> <p>6.1.3 光刻版清洁处理规定</p>
	6.2 工艺操作	<p>6.2.1 能完成新型涂胶、显影、曝光、坚膜设备的工艺操作</p> <p>6.2.2 能进行光刻废液、废气的安全处置</p> <p>6.2.3 能完成不同剖面形貌的光刻工艺操作</p> <p>6.2.4 能完成光刻设备的日常维护与保养</p> <p>6.2.5 能对停电等突发情况进行应急处置</p>	<p>6.2.1 光刻设备与光刻精度及分辨率的关系</p> <p>6.2.2 烘焙、显影对光刻胶形貌的影响关系</p> <p>6.2.3 光刻设备日常维护保养要求</p> <p>6.2.4 应急处置措施要求</p>
	6.3 质量检查	<p>6.3.1 能判断光刻图形的偏差是设备系统造成还是人为因素引起</p> <p>6.3.2 能完成关键工艺的专检</p> <p>6.3.3 能对光刻工艺各工步进行质量检查</p>	<p>6.3.1 不同光刻工艺图形偏差特点</p> <p>6.3.2 光刻专检要求</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
6. 光刻	6.4 记录填写	<p>6.4.1 能完成光刻关键工艺专检记录的填写</p> <p>6.4.2 能通过以往光刻工艺数据统计或控制图，判断目前的光刻工艺是否受控</p>	<p>6.4.1 专检记录填写与控制</p> <p>6.4.2 统计过程控制基础知识</p>
7. 刻蚀	7.1 工艺方式确认	<p>7.1.1 能根据不同版图结构或芯片图形初步判断芯片工艺类型</p> <p>7.1.2 能根据不同条宽及损伤要求确定相应的刻蚀方式</p> <p>7.1.3 能确认需要刻蚀的介质层或晶圆片材料是否会产生沾污并影响刻蚀</p>	<p>7.1.1 刻蚀损伤对器件稳定性、可靠性等参数的影响基础知识</p> <p>7.1.2 沾污的来源与清除方法</p>
	7.2 工艺操作	<p>7.2.1 能完成不同介质层及不同材料的刻蚀操作</p> <p>7.2.2 能进行不同形貌刻蚀图形的刻蚀操作</p> <p>7.2.3 能完成腐蚀液的更换或对刻蚀设备的清洁操作</p> <p>7.2.4 能完成新型刻蚀设备的工艺操作</p> <p>7.2.5 能对停电等突发情况，进行安全处置，保护刻蚀人员、设备、物料等的安全</p>	<p>7.2.1 不同刻蚀方法对图形结构及晶圆片损伤的影响关系</p> <p>7.2.2 去胶工艺基本原理</p> <p>7.2.3 刻蚀工艺基本原理</p> <p>7.2.4 刻蚀工艺应对突发情况的处置措施</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
7. 刻蚀	7.3 质量检查	7.3.1 能测量与检查刻蚀深度 7.3.2 能检查刻蚀后图形结构或表面颗粒沾污 7.3.3 能判断刻蚀去胶后，晶圆片表面是否存在沾污	7.3.1 刻蚀深度测试仪使用方法 7.3.2 刻蚀沾污对刻蚀形貌和刻蚀速率的影响
	7.4 记录填写	7.4.1 能识别刻蚀工艺统计过程数据或控制图 7.4.2 能通过以往数据或控制图判断目前的刻蚀工艺是否受控	7.4.1 数据采集与分析 7.4.2 数据与控制图应用方法
8. 离子注入	8.1 工艺方式确认	8.1.1 能根据注入能量、剂量要求，确定离子注入机类型 8.1.2 能根据注入能量、剂量要求确定注入操作时注入机的真空度等设备运行参数 8.1.3 能检查能量、剂量等探测装置是否有效 8.1.4 能确定晶圆片在离子注入前的处理方式	8.1.1 真空对离子注入束流与放电的影响关系 8.1.2 能量、剂量等参数的监测计算方法 8.1.3 离子注入前处理的目的是与作用

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
8. 离子注入	8.2 工艺操作	<p>8.2.1 能根据注入能量与剂量及离子注入机的性能确定离子注入的加速电压与束流大小，并调整至稳定状态</p> <p>8.2.2 能更换杂质源，测量灯丝绝缘座、高压部件等的绝缘性，清除设备沾污</p> <p>8.2.3 能判断注入过程中出现的打火类型及发生部位，并排除打火现象</p> <p>8.2.4 能按验证规范完成离子注入机的工艺验证操作</p> <p>8.2.5 能对停电等突发情况进行应急处置</p>	<p>8.2.1 离子注入工艺验证方法</p> <p>8.2.2 高阻表的使用与测量方法</p> <p>8.2.3 高压打火的规避防护方法</p> <p>8.2.4 离子注入均匀性的检测方法</p> <p>8.2.5 离子注入应急处理措施要求</p>
	8.3 质量检查	<p>8.3.1 能根据注入后的性能指标判断注入的能量、剂量与要求值的偏差及注入均匀性是否满足要求</p> <p>8.3.2 能镜检注入后的晶圆片图形是否沾污、变形，是否有破坏点或破坏区域</p>	<p>8.3.1 离子注入均匀性判断的基本方法与要求</p> <p>8.3.2 离子注入机束流等工艺参数的检测方法</p>
	8.4 记录填写	<p>8.4.1 能识读离子注入工艺统计过程数据或控制图</p> <p>8.4.2 能通过数据或控制图判断目前的离子注入工艺是否受控</p>	<p>8.4.1 离子注入数据采集与分析</p> <p>8.4.2 统计过程控制基础知识</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
9. 退火	9.1 工艺方式确认	9.1.1 能确认退火升降温速率是否满足工艺要求 9.1.2 能确定退火温度、退火气氛是否符合退火要求 9.1.3 能针对不同晶圆片类型确定退火温度是否满足芯片工艺	9.1.1 离子注入损伤的修复基础知识 9.1.2 不同类型晶圆片的物理特性知识
	9.2 工艺操作	9.2.1 能监控退火设备工艺参数，确认退火设备的恒温区 9.2.2 能完成退火设备腔体的清洁处理 9.2.3 能根据不同芯片产品要求选择并确认退火设备及工作方式 9.2.4 能通过注入与退火配合调节掺杂杂质在晶圆片内部的分布形貌 9.2.5 能对停电等突发情况进行安全处置，保护退火人员、设备、物料等的安全	9.2.1 注入与退火调节结深及杂质形貌方法 9.2.2 退火设备工艺腔体清洁要求 9.2.3 退火对芯片性能的影响 9.2.4 退火工艺应急处置措施要求
	9.3 质量检查	9.3.1 能根据退火后的性能指标判断退火与工艺要求的偏差及退火均匀性是否满足要求 9.3.2 能完成退火后所要求参数的监控与检测，判断退火是否满足要求	9.3.1 离子注入与退火对参数均匀性的影响 9.3.2 杂质分布对芯片性能的影响

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
9. 退火	9.4 记录填写	9.4.1 能识读退火工艺统计过程数据或控制图 9.4.2 能通过数据或控制图判断目前的退火工艺是否受控	9.4.1 退火工艺数据采集与分析 9.4.2 工艺受控的判别准则
10. 电子真空镀膜	10.1 工艺方式确认	10.1.1 能确认电子真空镀膜是采用溅射方式还是蒸发方式 10.1.2 能根据电子真空镀膜层厚度及组份确定腐蚀/剥离的方式与腐蚀/剥离工艺条件 10.1.3 能确定电子真空镀膜是否需要晶圆片进行加热处理 10.1.4 能确认蒸发/溅射速率是否满足工艺要求	10.1.1 溅射、蒸发原理与工艺 10.1.2 镀膜层腐蚀方式、方法及各自特点 10.1.3 金属剥离工艺对胶形及电子真空镀膜厚度的基本要求
	10.2 工艺操作	10.2.1 能完成新型电子真空镀膜设备的安全操作 10.2.2 能完成不同组分的电子真空镀膜工艺操作 10.2.3 能完成晶圆片图形的腐蚀/剥离操作 10.2.4 能计算电子真空镀膜工艺过程中镀膜材料的消耗量 10.2.5 能对停电等突发情况进行应急处置	10.2.1 蒸发与溅射方式对真空镀膜质量的影响 10.2.2 电子真空镀膜源材料消耗量的计算方法 10.2.3 电子真空镀膜应急处置措施

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
10. 电子真空镀膜	10.3 质量检查	10.3.1 能判断镀膜层腐蚀/剥离是否干净 10.3.2 能判断光刻胶是否去除干净 10.3.3 能测量电子真空镀膜层方块电阻等参数，并对膜层质量进行判断	10.3.1 镀膜层腐蚀/剥离检验规范 10.3.2 镀膜金属方块电阻规范表
	10.4 记录填写	10.4.1 能识读电子真空镀膜工艺统计过程数据或控制图 10.4.2 能通过数据或控制图判断目前的电子真空镀膜工艺是否受控	10.4.1 数据采集与分析 10.4.2 统计过程控制基础知识
11. 半导体器件和集成电路电镀	11.1 工艺方式确认	11.1.1 能确认电镀种子层成份和电镀金属成份及电镀方式 11.1.2 能根据电子真空镀膜、电镀、腐蚀等工艺条件确定金属电极电镀层的厚度范围 11.1.3 能确认电镀前处理是否满足电镀要求 11.1.4 能确认带胶电镀胶形貌是否满足电镀要求 11.1.5 能根据晶圆片电镀面积计算电镀电流大小，并确认电镀电流密度是否符合工艺要求	11.1.1 电镀工艺对种子层的要求 11.1.2 电镀前对晶圆片的处理要求 11.1.3 电镀对光刻胶的要求 11.1.4 电镀液的维护使用要求 11.1.5 电镀电流密度对电镀质量的影响

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
11. 半导体器件和集成电路电镀	11.2 工艺操作	11.2.1 能完成新型电镀设备的安全操作 11.2.2 能完成不同镀层金属及不同厚度金属层的电镀操作 11.2.3 能完成对电镀种子层的腐蚀操作 11.2.4 能计算电镀过程中电镀液主盐的消耗量 11.2.5 能计算电镀层的厚度 11.2.6 能对停电等突发情况进行应急处置	11.2.1 电镀液对镀层质量的影响 11.2.2 金属源消耗量的计算方法 11.2.3 不同电镀方式对镀层影响 11.2.4 电镀应急安全处置措施
	11.3 质量检查	11.3.1 能检测金属层硬度 11.3.2 能判断镀层金属与晶圆片粘附能力 11.3.3 能判断电镀层厚度、形貌及去除光刻胶是否满足工艺要求	11.3.1 金属层硬度的检测方法 11.3.2 金属层粘附性能的实验方法与判断
	11.4 记录填写	11.4.1 能识读电镀工艺统计过程数据或控制图 11.4.2 能通过数据或控制图判断目前的电镀工艺是否受控	11.4.1 数据采集与分析 11.4.2 统计过程控制基础知识

3.4 二级/技师

外延工考核 1、2、11 项职业功能；氧化扩散工考核 1、3、11 项职业功能；化学气相淀积工考核 1、4、11 项职业功能；光刻工考核 1、5、6、11 项职业功能；离子注入工考核 1、7、8、11 项职业功能；电子真空镀膜工考核 1、9、11 项职业功能；半导体器件和集成电路电镀工考核 1、10、11 项职业功能。

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1. 工艺环境处置	1.1 洁净环境维护	1.1.1 能针对设备、工作台等的摆放对洁净控制的影响提出建议 1.1.2 能对不符合洁净要求的工艺操作提出整改或纠正措施 1.1.3 能对洁净区内人员走动与物品传递路线提出减少污染、提高效率的建议 1.1.4 能通过观察、触摸、闻、听等方式判断净化工作条件是否正常	1.1.1 设备、工作台及物品摆放对洁净区内颗粒产生与消失的影响 1.1.2 洁净区内人员与物料进出的优化措施 1.1.3 洁净环境异常与对策
	1.2 工艺器具洁净处理	1.2.1 能对工艺器具的洁净处理工艺菜单或工作流程进行优化调整 1.2.2 能完成新型工艺器具的洁净处理工作，设计针对其洁净处理的简易工装 1.2.3 能对洁净处理后的工艺器具保存环境是否符合要求做出判断，并提出改进建议	1.2.1 工艺菜单优化调整规定 1.2.2 新型工艺器具洁净处理注意事项 1.2.3 加工图纸的设计与绘图知识

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
2. 外延生长	2.1 工艺操作	<p>2.1.1 能优化调整外延生长的工艺菜单或工作流程</p> <p>2.1.2 能完成外延设备的换源、换气、换舟等操作</p> <p>2.1.3 能完成不同外延工艺、多种外延层结构的外延生长</p> <p>2.1.4 能进行新外延结构的生长操作</p> <p>2.1.5 能解决外延层缺陷密度高、外延层掺杂浓度与厚度超差、外延层表面发雾等常见的工艺质量问题</p> <p>2.1.6 能对外延生长工艺的改进提出建议</p>	<p>2.1.1 半导体外延材料生长技术</p> <p>2.1.2 同质外延、异质外延的控制</p> <p>2.1.3 新外延结构生长控制</p> <p>2.1.4 晶格失配对外延生长及器件性能的影响</p> <p>2.1.5 外延工艺问题处置要求</p>
	2.2 质量检查	<p>2.2.1 能测量外延片载流子迁移率、掺杂浓度等参数</p> <p>2.2.2 能完成新外延材料的参数检测，判断是否满足生长要求</p> <p>2.2.3 能对测量结果进行分析，判定外延片质量</p> <p>2.2.4 能根据外延工艺的统计数据或控制图发现外延工艺变异</p> <p>2.2.5 能分析质量问题产生的主要原因</p>	<p>2.2.1 外延层迁移率、浓度等测量方法</p> <p>2.2.2 统计过程控制方法</p> <p>2.2.3 现场质量管理与信息反馈知识</p> <p>2.2.4 过程变异的发现与处置方法和要求</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
3. 氧化扩散	3.1 工艺操作	<p>3.1.1 能优化氧化、扩散设备的工艺菜单或工作流程</p> <p>3.1.2 能完成扩散杂质源等源瓶（片）安全更换工作</p> <p>3.1.3 能解决氧化层厚度不均匀、扩散方块电阻偏差大、扩散后晶圆片表面缺陷过多等工艺质量问题</p> <p>3.1.4 能完成新结构器件的氧化、扩散工作，并跟踪与之有关的器件结果反馈，进行工艺调整</p> <p>3.1.5 能对氧化、扩散工艺的改进提出建议</p>	<p>3.1.1 氧化扩散设备工艺菜单或工作流程优化调整控制要求</p> <p>3.1.2 不同杂质扩散对不同炉体的要求规定</p> <p>3.1.3 新结构器件对氧化、扩散工艺的要求</p> <p>3.1.4 氧化、扩散工艺问题处置要求</p>
	3.2 质量检查	<p>3.2.1 能根据芯片检测结果，判断氧化、扩散炉温、气体流量等是否正常</p> <p>3.2.2 能完成炉体恒温区的检测操作，并判断是否满足工艺要求</p> <p>3.2.3 能给出更换杂质源后的扩散验证结果，并确认其是否满足工艺要求</p> <p>3.2.4 能判断扩散及介质层是否存在缺陷或结深是否满足要求</p> <p>3.2.5 能根据新的芯片设计，检测氧化、扩散工艺结果是否满足新设计的要求</p> <p>3.2.6 能根据统计数据或控制图发现工艺的变异，并分析产生变异的主要原因</p>	<p>3.2.1 工艺条件对氧化扩散质量的影响</p> <p>3.2.2 恒温区的检测及调控要求</p> <p>3.2.3 芯片特性与工艺质量关系</p> <p>3.2.4 现场质量管理常用工具及统计过程控制基本理论</p> <p>3.2.5 新器件结构对氧化、扩散工艺的要求</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
4. 化学气相淀积	4.1 工艺操作	<p>4.1.1 能优化调整化学气相淀积设备的工艺菜单或工作流程</p> <p>4.1.2 能根据芯片工艺对介质层应力的要求调节化学气相淀积工艺条件，达到要求的应力范围</p> <p>4.1.3 能控制掺杂化学气相淀积介质层的杂质含量</p> <p>4.1.4 能解决淀积介质层厚度不均匀、折射率或应力偏差过大、表面颗粒过多、介质龟裂等工艺质量问题</p> <p>4.1.5 能完成新结构器件的化学气相淀积工作，并跟踪与之有关的器件结果反馈，进行工艺调整</p> <p>4.1.6 能对化学气相淀积工艺的改进提出建议</p>	<p>4.1.1 化学气相淀积设备工艺菜单优化调整规定</p> <p>4.1.2 新结构器件对化学气相淀积的要求</p> <p>4.1.3 化学气相淀积杂质含量的控制方法</p> <p>4.1.4 新材料、新技术在工艺中采用的规定</p> <p>4.1.5 化学气相淀积工艺问题处置要求</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
4. 化学气相淀积	4.2 质量检查	<p>4.2.1 能判断介质层是否满足应力控制要求</p> <p>4.2.2 能检查介质层回流是否满足工艺要求，杂质含量与回流温度是否满足工艺条件</p> <p>4.2.3 能对化学气相淀积后介质层可能存在的孔洞大小进行判断</p> <p>4.2.4 能定量检测采用新化学气相淀积技术后的介质层质量</p> <p>4.2.5 能根据统计数据或控制图发现工艺的变异，并分析产生变异的主要原因</p>	<p>4.2.1 应力可调的化学气相淀积介质层工艺技术</p> <p>4.2.2 介质回流的控制技术</p> <p>4.2.3 化学气相淀积后介质层孔洞大小的控制措施</p> <p>4.2.4 现场质量管理常用工具及统计过程控制基本理论</p>
5. 光刻	5.1 工艺操作	<p>5.1.1 能优化调整光刻工艺设备工艺菜单或工作流程</p> <p>5.1.2 能根据芯片制造流程，优化调整选用光刻胶等材料的品种与类型</p> <p>5.1.3 能完成新结构器件的光刻工作，并跟踪与光刻有关的器件结果反馈，对光刻工艺进行调整</p> <p>5.1.4 能解决光刻浮胶、显影不干净、条宽均匀性差、对位偏差大等工艺质量问题</p> <p>5.1.5 能对光刻工艺的改进提出建议</p>	<p>5.1.1 工艺菜单及工作流程的优化调整规定</p> <p>5.1.2 新结构器件对光刻工艺的要求</p> <p>5.1.3 光刻工艺技术的发展及在芯片制造业的重要作用</p> <p>5.1.4 光刻工艺问题处置要求</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
5. 光刻	5.2 质量检查	<p>5.2.1 能验证新选用的光刻胶等材料的适用性</p> <p>5.2.2 能监控新型光刻技术采用后的工艺参数是否达到预期效果，并判断其适用性</p> <p>5.2.3 能对多层光刻胶形貌结构是否满足工艺要求做出判断</p> <p>5.2.4 能根据光刻统计数据或控制图发现光刻工艺的变异</p>	<p>5.2.1 光刻胶的工艺验证规范</p> <p>5.2.2 半导体芯片制造工艺成本的主要分布</p> <p>5.2.3 现场质量管理常用工具及统计过程控制基本理论</p>
6. 刻蚀	6.1 工艺操作	<p>6.1.1 能优化刻蚀工艺菜单或工作流程</p> <p>6.1.2 能完成新结构芯片的刻蚀操作，并跟踪与刻蚀工艺有关的结果反馈，改进刻蚀工艺</p> <p>6.1.3 能根据刻蚀深度、刻蚀台阶形貌、刻蚀损伤等要求确定刻蚀设备及刻蚀工艺条件</p> <p>6.1.4 能解决刻蚀残留、刻蚀钻蚀、刻蚀均匀性差等工艺质量问题</p> <p>6.1.5 能对刻蚀工艺的改进提出建议</p>	<p>6.1.1 刻蚀机理及刻蚀效果</p> <p>6.1.2 工艺优化管理规定</p> <p>6.1.3 刻蚀工艺技术</p> <p>6.1.4 工艺稳定性控制技术</p> <p>6.1.5 刻蚀工艺问题处置要求</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
6. 刻蚀	6.2 质量检查	<p>6.2.1 能控制各向同性、各向异性的刻蚀，并能判断是否满足工艺要求</p> <p>6.2.2 能对刻蚀工艺是否满足芯片加工要求做出判断</p> <p>6.2.3 能监控新刻蚀技术、新材料、新设备采用后工艺参数是否达到预期效果，并判断其适用性</p> <p>6.2.4 能根据统计数据或控制图发现工艺的变异，并分析产生变异的主要原因</p>	<p>6.2.1 刻蚀工艺纵横向控制技术</p> <p>6.2.2 新技术方法采用的规定</p> <p>6.2.3 刻蚀技术的发展趋势与质量成本控制</p> <p>6.2.4 刻蚀参数的表征及控制方法</p>
7. 离子注入	7.1 工艺操作	<p>7.1.1 能优化调整离子注入机注入工艺菜单或离子注入工作流程</p> <p>7.1.2 能完成新离子注入机的安全操作与工艺状态确认</p> <p>7.1.3 能进行与离子注入有关的工艺实验工作</p> <p>7.1.4 能解决注入不均、注入退火后方块电阻与结深偏差过大等工艺质量问题</p> <p>7.1.5 能对离子注入工艺的改进提出建议</p>	<p>7.1.1 离子注入机工艺菜单优化调整要求</p> <p>7.1.2 离子注入安全操作及工艺状态确认方法与要求</p> <p>7.1.3 离子注入工艺实验要求</p> <p>7.1.4 离子注入工艺问题处置要求</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
7. 离子注入	7.2 质量检查	<p>7.2.1 能计算离子注入掺杂的结深</p> <p>7.2.2 能根据新的注入技术要求检查及跟踪注入后的芯片指标是否符合要求</p> <p>7.2.3 能根据统计数据或控制图发现过程变异，能分析产生变异的主要原因</p> <p>7.2.4 能实现不同形貌杂质分布的离子注入</p>	<p>7.2.1 注入能量、注入杂质与注入结深的关系</p> <p>7.2.2 现场质量管理活动常识</p> <p>7.2.3 过程变异的发现与处置方法和要求</p>
8. 退火	8.1 工艺操作	<p>8.1.1 能优化调整退火设备的退火工艺菜单或工作流程</p> <p>8.1.2 能完成新退火设备的状态确认</p> <p>8.1.3 能解决退火后参数分布不均、表面沾污、晶圆片变形超差等工艺问题</p> <p>8.1.4 能完成采用新技术进行的芯片生产退火操作，跟踪与退火工艺有关的结果，反馈改进退火工艺</p> <p>8.1.5 能对退火工艺的改进提出建议</p>	<p>8.1.1 退火设备工艺菜单优化调整要求</p> <p>8.1.2 新设备的安全操作守则</p> <p>8.1.3 退火工艺问题处置要求</p> <p>8.1.4 不同退火工艺技术对芯片性能的影响趋势</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
8. 退火	8.2 质量 检查	<p>8.2.1 能估算退火后的结深变化</p> <p>8.2.2 能对表现出的掺杂不均匀,判断出是注入还是退火造成的</p> <p>8.2.3 能根据退火统计数据或控制图发现过程变异</p> <p>8.2.4 能根据退火设备参数监控,估算退火后晶圆片的质量</p> <p>8.2.5 能完成不同形貌杂质分布的退火后质量检查</p>	<p>8.2.1 退火对PN结结深及杂质激活及器件特性的影响</p> <p>8.2.2 退火工艺过程变异的发现与处置方法和要求</p>
9. 电子真空镀膜	9.1 工艺 操作	<p>9.1.1 能优化电子真空镀膜设备的工艺菜单或电子真空镀膜工作流程</p> <p>9.1.2 能完成电子真空镀膜设备的换源、换靶工作,并验证工作状态是否满足工艺要求</p> <p>9.1.3 能针对新器件完成电子真空镀膜工艺新要求的操作,并跟踪结果判断是否能满足新器件对工艺的要求</p> <p>9.1.4 能解决电子真空镀膜后表面沾污、粘附不牢、图形缺失、变形等工艺质量问题</p> <p>9.1.5 能对电子真空镀膜工艺改进提出建议</p>	<p>9.1.1 电子真空镀膜设备及工艺菜单优化调整要求</p> <p>9.1.2 电子真空镀膜工艺新技术采用的规定</p> <p>9.1.3 电子真空镀膜对源与靶材的要求与控制</p> <p>9.1.4 电子真空镀膜工艺问题处置要求</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
9. 电子真空镀膜	9.2 质量检查	<p>9.2.1 能通过电参数测试和镜检及扫描电镜等检测手段判断欧姆接触合金是否满足要求</p> <p>9.2.2 能开展电子真空镀膜工艺实验，并通过实验检测数据判断实验结果是否满足要求</p> <p>9.2.3 能根据统计数据或控制图发现过程变异，分析产生变异的主要原因</p> <p>9.2.4 能根据电子真空镀膜层的表观质量及监控参数的变化判断出镀膜质量问题的原因</p> <p>9.2.5 能对电子真空镀膜加工的晶片进行电子真空镀膜前、电子真空镀膜中及电子真空镀膜后的质量检查，并判断加工质量是否合格</p>	<p>9.2.1 欧姆接触形成机理及检测方法</p> <p>9.2.2 多层金属化体系电极对器件稳定性、可靠性的影响</p> <p>9.2.3 电子真空镀膜对工艺过程控制要求</p> <p>9.2.4 现场质量管理活动常用方法</p> <p>9.2.5 工艺过程变异的发现与处置方法和要求</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
10. 半导体器件和集成电路电镀	10.1 工艺操作	<p>10.1.1 能配制电镀液或调整电镀液的主盐含量</p> <p>10.1.2 能优化调整电镀工艺过程的工艺菜单或工作流程</p> <p>10.1.3 能针对新器件或新电镀工艺的要求进行操作,跟踪结果,判断是否满足要求,进行工艺改进</p> <p>10.1.4 能解决镀层发花、缺失、连条、穿镀、厚度不均、厚度不达标等工艺质量问题</p> <p>10.1.5 能对电镀工艺改进提出建议</p>	<p>10.1.1 电镀设备及工艺菜单优化调整要求</p> <p>10.1.2 电镀液配制与调整维护要求</p> <p>10.1.3 电镀新技术采用的规定</p> <p>10.1.4 电镀工艺问题处置要求</p>
	10.2 质量检查	<p>10.2.1 能根据电镀后晶圆片金属图图形貌、电镀工艺参数的控制及最终器件结果,判断新配制或调整的电镀液是否满足工艺要求</p> <p>10.2.2 能通过实验检测数据判断实验结果是否满足要求</p> <p>10.2.3 能根据统计数据或控制图发现过程变异,分析产生变异的主要原因</p> <p>10.2.4 能完成对电镀特殊过程的工艺验证</p> <p>10.2.5 能判断非平面金属电镀层的连续性、完整性是否满足电镀加工的质量要求</p>	<p>10.2.1 电镀液酸碱度测试及电镀质量的检测方法</p> <p>10.2.2 电镀层质量的检测及控制要求</p> <p>10.2.3 现场质量管理活动常用方法</p> <p>10.2.4 工艺过程变异的发现与处置方法和要求</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
11. 培训及管理	11.1 培训指导	11.1.1 能指导与监督三级/高级工及以下人员的安全操作 11.1.2 能指导三级/高级工及以下人员的工艺工作 11.1.3 能对三级/高级工及以下人员遇到的操作类问题给予解答 11.1.4 能对三级/高级工及以下人员讲授应急工艺处置措施 11.1.5 能讲授本领域半导体芯片制造工艺基础知识	11.1.1 培训教学知识 11.1.2 培训指导方法 11.1.3 应急处置方法及演练示范方法 11.1.4 工艺技术基础知识
	11.2 管理	11.2.1 能对本工艺操作过程中使用的物料进行管控 11.2.2 能对工艺过程操作类文件进行管理 11.2.3 能对现场工艺活动的质量提升提出合理化建议或改进措施 11.2.4 能对产品质量和成本管理提出改进建议	11.2.1 物料管理办法 11.2.2 文件管理规定 11.2.3 产品质量成本基础知识 11.2.4 改进建议提交规定

3.4 一级/高级技师

外延工考核 1、2、11 项职业功能；氧化扩散工考核 1、3、11 项职业功能；化学气相淀积工考核 1、4、11 项职业功能；光刻工考核 1、5、6、11 项职业功能；离子注入工考核 1、7、8、11 项职业功能；电子真空镀膜工考核 1、9、11 项职业功能；半导体器件和集成电路电镀工考核 1、10、11 项职业功能。

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
1. 工艺环境处置	1.1 洁净环境维护	<p>1.1.1 能对设备仪器、工作台的摆放及洁净区工作人员分布调整前后收集数据,进行定量统计分析,将净化条件控制在要求的范围内</p> <p>1.1.2 能根据洁净区域大小、净化级别、温湿度、防静电要求、设备状况等条件对工艺加工提出改进建议</p> <p>1.1.3 能制订洁净区内工作要求手册等操作文件</p> <p>1.1.4 能对成品率、产品可靠性与净化成本的优化调整提出建议或改进方案</p>	<p>1.1.1 有关洁净环境控制的国家与行业标准</p> <p>1.1.2 操作类文件及部分管理规定的编写知识</p> <p>1.1.3 半导体芯片制造工艺原理与技术</p> <p>1.1.4 晶体管与集成电路制造对净化环境的要求</p>
	1.2 工艺器具洁净处理	<p>1.2.1 能制订工艺器具的洁净处理操作指导书</p> <p>1.2.2 能对新型工艺器具洁净处理操作工艺流程、工作菜单的设计与工艺操作方式提出建议或改进方案</p> <p>1.2.3 能对工艺器具或洁净处理设备的改造、采购与验收提出建议</p>	<p>1.2.1 工艺器具清洁处理原理</p> <p>1.2.2 工艺器具在芯片制造过程中的作用</p> <p>1.2.3 工艺器具对芯片制造工艺质量的影响</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
2. 外延生长	2.1 工艺操作	<p>2.1.1 能根据外延材料的结构设计给出外延生长的工艺条件</p> <p>2.1.2 能对新技术、新材料、新设备、新产品进行工艺实验,判断其适用性</p> <p>2.1.3 能制订晶圆片外延生长操作指导书,并对外延生长工艺文件的符合性进行检查</p> <p>2.1.4 能编写外延生长工艺实验报告</p> <p>2.1.5 能针对外延生长操作过程中出现的各类工艺问题提出解决问题的方案及建议</p> <p>2.1.6 能对设备改造、采购与验收提出工艺操作类建议</p>	<p>2.1.1 外延材料结构设计的基础知识</p> <p>2.1.2 不同外延材料生长调控原理</p> <p>2.1.3 外延生长工艺实验报告撰写方法</p> <p>2.1.4 材料外延生长原理</p> <p>2.1.5 设备改造与采购验收知识</p>
	2.2 质量检查	<p>2.2.1 能根据现有外延技术状况判断外延材料结构设计是否合理</p> <p>2.2.2 能测量外延材料的几何、电学、晶体学等参数</p> <p>2.2.3 能完成外延生长质量问题严重程度的判定,并对暂时无法解决的问题进行跟踪,消除潜在的质量隐患</p> <p>2.2.4 能与用户对外延片质量问题进行沟通,核实质量问题,并根据需求状况提出工艺能力提升建议</p>	<p>2.2.1 材料晶格、应力、热等方面的匹配知识</p> <p>2.2.2 外延材料能带图基础知识</p> <p>2.2.3 外延材料量子学基础知识</p> <p>2.2.4 质量问题的闭环处理要求</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
3. 氧化扩散	3.1 工艺操作	<p>3.1.1 能根据芯片结构设计及参数等要求确定氧化、扩散工艺条件</p> <p>3.1.2 能对待采用的新技术、新材料、新设备及新器件设计等进行工艺实验，判断工艺是否可行</p> <p>3.1.3 能制订氧化、扩散工艺操作指导书，并对氧化、扩散工艺文件的符合性进行检查</p> <p>3.1.4 能编写氧化、扩散工艺实验报告</p> <p>3.1.5 能解决氧化、扩散过程中出现的工艺与质量问题或对质量问题的解决提出方案及建议</p> <p>3.1.6 能对氧化扩散设备改造、采购与验收提出工艺操作类建议</p>	<p>3.1.1 芯片结构设计基础知识</p> <p>3.1.2 芯片电学参数与氧化、扩散工艺关系</p> <p>3.1.3 氧化、扩散工艺实验报告的撰写方法</p> <p>3.1.4 氧化、扩散操作指导书的编写方法</p> <p>3.1.5 工艺文件编写要求</p> <p>3.1.6 设备改造与采购验收知识</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
3. 氧化扩散	3.2 质量检查	<p>3.2.1 能判断芯片设计是否与氧化、扩散工艺能力相符</p> <p>3.2.2 能测量氧化、扩散后的晶圆片的氧化层厚度、方块电阻、结深、PN 结及器件的击穿与漏电等性能，判断氧化、扩散工艺是否满足芯片要求</p> <p>3.2.3 能发现氧化、扩散工艺的潜在质量隐患，并对其严重程度做出判断，提出更改或重点监控的方案</p> <p>3.2.4 能核实氧化扩散质量问题，根据需求状况提出氧化扩散工艺能力提升建议</p>	<p>3.2.1 工艺与设计模型基础知识</p> <p>3.2.2 潜在问题的发现与处置方法</p> <p>3.2.3 氧化、扩散工艺的适用范围与要求</p> <p>3.2.4 半导体工艺氧化、扩散方法与工艺技术</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
4. 化学气相淀积	4.1 工艺操作	<p>4.1.1 能根据芯片结构设计及参数等要求确定化学气相淀积工艺条件</p> <p>4.1.2 能对待采用的新技术、新材料、新设备及新器件设计等进行工艺实验，判断工艺是否可行</p> <p>4.1.3 能制订化学气相淀积工艺操作指导书，并对化学气相淀积工艺文件的符合进行检查</p> <p>4.1.4 能编写化学气相淀积工艺实验报告</p> <p>4.1.5 能解决化学气相淀积过程中出现的工艺与质量问题或提出解决问题的方案与建议</p> <p>4.1.6 能对化学气相淀积设备改造、采购与验收提出工艺操作类建议</p>	<p>4.1.1 介质层杂质含量及厚度与器件击穿电压和漏电的关系</p> <p>4.1.2 化学气相淀积工艺实验报告的撰写方法</p> <p>4.1.3 晶体管原理与制造知识</p> <p>4.1.4 化学气相淀积操作指导书及工艺文件的编写方法</p> <p>4.1.5 设备改造与采购验收知识</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
4. 化学气相淀积	4.2 质量检查	<p>4.2.1 能判断芯片设计是否与化学气相淀积工艺能力相符</p> <p>4.2.2 能测量化学气相淀积后介质层的厚度、折射率、应力、抗击穿能力等参数，判断化学气相淀积工艺是否满足芯片要求</p> <p>4.2.3 能发现化学气相淀积工艺潜在质量隐患，并对其严重程度做出判断，提出更改或重点监控的方案</p> <p>4.2.4 能核实化学气相淀积工艺的质量问题，根据需求状况提出化学气相淀积工艺能力提升的建议</p>	<p>4.2.1 工艺与设计模型基础知识</p> <p>4.2.2 潜在质量问题发现与处置方法</p> <p>4.2.3 质量管理体系对质量问题的处置规定</p> <p>4.2.4 芯片工艺对介质层质量要求</p> <p>4.2.5 化学气相淀积工艺原理</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
5. 光刻	5.1 工艺操作	<p>5.1.1 能根据版图结构设计及工艺现状等要求确定光刻工艺条件</p> <p>5.1.2 能针对新技术、新设备、新材料、新产品要求进行光刻工艺实验</p> <p>5.1.3 能编写光刻工艺实验报告</p> <p>5.1.4 能解决光刻过程中的工艺操作质量问题或对问题的解决提出方案与建议</p> <p>5.1.5 能制订光刻工艺操作指导书并对工艺文件的符合性进行检查</p> <p>5.1.6 能对光刻设备改造、采购与验收提出工艺操作类建议</p>	<p>5.1.1 版图设计基础知识</p> <p>5.1.2 光刻工艺实验报告的编写方法</p> <p>5.1.3 光刻工艺操作指导书的编写方法</p> <p>5.1.4 光刻工艺原理</p> <p>5.1.5 设备改造、采购与验收知识</p>
	5.2 质量检查	<p>5.2.1 能判断芯片设计是否与光刻工艺能力相符</p> <p>5.2.2 能判断光刻版是否有缺陷</p> <p>5.2.3 能分析光刻操作过程中出现的质量问题，并对暂时无法解决的问题进行跟踪</p> <p>5.2.4 能发现光刻工艺潜在质量隐患，并对其严重程度做出判断，提出更改或重点监控的方案</p> <p>5.2.5 能核实光刻工艺的质量问题，根据需求状况提出光刻工艺能力提升的建议</p>	<p>5.2.1 芯片制造过程中光刻工艺的地位及重要性</p> <p>5.2.2 对准偏差及刻蚀偏差对不同器件的影响</p> <p>5.2.3 光刻工艺质量问题的闭环处理要求</p> <p>5.2.4 潜在问题的发现与处置方法</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
6. 刻蚀	6.1 工艺操作	<p>6.1.1 能根据芯片图形结构、掩膜层性质及工艺现状等要求，判断刻蚀技术是否能满足芯片加工要求</p> <p>6.1.2 能针对新技术、新材料、新设备、新产品要求进行刻蚀工艺实验</p> <p>6.1.3 能编写刻蚀工艺实验报告</p> <p>6.1.4 能解决刻蚀过程中的工艺操作质量问题或对问题的解决提出方案与建议</p> <p>6.1.5 能测量刻蚀后的图形参数，判断图形加工精度及工艺偏差是否满足芯片设计要求</p> <p>6.1.6 能制订刻蚀工艺操作指导书并对工艺文件的符合性进行检查</p> <p>6.1.7 能对刻蚀设备的改造、采购与验收提出工艺操作类建议</p>	<p>6.1.1 刻蚀工艺实验报告编写方法</p> <p>6.1.2 刻蚀偏差对器件性能的影响关系</p> <p>6.1.3 刻蚀工艺操作指导书的编写方法</p> <p>6.1.4 质量管理体系的要求</p> <p>6.1.5 文实相符性及可操作性检查要求</p> <p>6.1.6 新技术、新材料、新设备、新产品管理规定</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
6. 刻蚀	6.2 质量检查	<p>6.2.1 能判断芯片设计与刻蚀工艺能力是否相符</p> <p>6.2.2 能分析刻蚀操作过程中出现的质量问题，并对暂时无法解决的问题进行跟踪</p> <p>6.2.3 能发现刻蚀工艺潜在质量隐患，并对其严重程度做出判断，提出更改或重点监控的方案</p> <p>6.2.4 能核实刻蚀工艺的质量问题，根据需求状况提出刻蚀工艺能力提升的建议</p>	<p>6.2.1 刻蚀深度、形貌与芯片加工成品率的关系</p> <p>6.2.2 现场质量管理小组活动常用方法</p> <p>6.2.3 问题复现与改进的方法</p> <p>6.2.4 统计过程控制理论基础</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
7. 离子注入	7.1 工艺操作	<p>7.1.1 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>7.1.2 能解决离子注入操作过程中出现的工艺及质量问题或对问题的解决提出方案与建议</p> <p>7.1.3 能制订离子注入工艺的操作指导书并对离子注入工艺文件的符合性进行检查</p> <p>7.1.4 能对新技术、新器件、新材料、新设备进行工艺实验</p> <p>7.1.5 能对离子注入工艺的设备改造与采购验收提出工艺操作方面的建议</p> <p>7.1.6 能编写离子注入工艺实验报告</p>	<p>7.1.1 问题的分析与定位及解决方法</p> <p>7.1.2 离子注入工艺操作指导书的编写方法</p> <p>7.1.3 离子注入工艺及设备的主要工艺参数及与芯片性能的关系</p> <p>7.1.4 工艺实验报告撰写方法</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
7. 离子注入	7.2 质量检查	<p>7.2.1 能判断芯片设计与离子注入工艺能力是否相符</p> <p>7.2.2 能对上报的离子注入工艺操作类问题进行复查确认</p> <p>7.2.3 能确认离子注入晶圆片的角度是否满足加工要求</p> <p>7.2.4 能进行离子注入工艺控制参数的检测、分析,判断工艺条件是否达到设计要求</p> <p>7.2.5 能发现离子注入工艺潜在的隐患,并做出判断,提出改进或重点监视的方案</p> <p>7.2.6 能对确认离子注入工艺的设备验证参数及内容进行把关</p> <p>7.2.7 能核实离子注入工艺的质量问题,根据需求状况提出离子注入工艺能力提升的建议</p>	<p>7.2.1 离子注入特殊过程的管理规定</p> <p>7.2.2 离子注入工艺评价指标要求</p> <p>7.2.3 离子注入潜在问题的发现与处置方法</p> <p>7.2.4 离子注入工艺原理</p> <p>7.2.5 芯片设计及工艺制造知识</p> <p>7.2.6 离子注入机的构成与功能模块的作用及调控基础知识</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
8. 退火	8.1 工艺操作	<p>8.1.1 能解决退火操作过程中出现的工艺及质量问题或对问题的解决提出方案与建议</p> <p>8.1.2 能制订退火工艺的操作指导书并对退火工艺文件的符合性进行检查</p> <p>8.1.3 能采用新技术、新设备、新材料等开展退火工艺实验</p> <p>8.1.4 能编写工艺实验报告</p> <p>8.1.5 能对退火工艺的设备改造或设备采购与验收提出工艺操作类方面的建议</p>	<p>8.1.1 芯片设计基础知识</p> <p>8.1.2 退火工艺原理</p> <p>8.1.3 工艺实验报告撰写要求</p> <p>8.1.4 退火操作指导书的编写与要求</p> <p>8.1.5 工艺文件的编写方法</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
8. 退火	8.2 质量检查	<p>8.2.1 能判断芯片设计与退火工艺能力是否相符</p> <p>8.2.2 能对上报的退火工艺操作类问题进行复查确认</p> <p>8.2.3 能确认不同退火方式及参数控制对晶圆片加工质量的影响</p> <p>8.2.4 能进行退火工艺控制参数的检测、分析,判断退火工艺是否达到设计要求</p> <p>8.2.5 能发现退火工艺潜在的隐患,并做出判断,提出改进或重点监视的方案</p> <p>8.2.6 能对退火工艺的设备验证参数及内容进行把关</p> <p>8.2.7 能核实退火工艺的质量问题,并根据需求状况提出退火工艺能力提升的建议</p>	<p>8.2.1 问题核实与复查要求</p> <p>8.2.2 退火工艺评价指标要求</p> <p>8.2.3 退火工艺潜在质量问题发现与判断准则</p> <p>8.2.4 退火设备工艺验证方法</p> <p>8.2.5 质量管理体系对生产提供的控制要求</p> <p>8.2.6 退火工艺质量问题控制与反馈要求</p> <p>8.2.7 离子注入与退火工艺原理</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
9. 电子真空镀膜	9.1 工艺操作	<p>9.1.1 能根据芯片结构设计及参数等要求确定电子真空镀膜工艺条件</p> <p>9.1.2 能解决电子真空镀膜工艺的操作类质量问题或对问题的解决提出方案与建议</p> <p>9.1.3 能采用新技术、新设备、新材料、新产品开展电子真空镀膜的工艺实验</p> <p>9.1.4 能编写电子真空镀膜工艺实验报告</p> <p>9.1.5 能制订电子真空镀膜工艺操作指导书，并对电子真空镀膜的工艺文件的符合性进行检查</p> <p>9.1.6 能对电子真空镀膜设备进行性能参数及功能的验证，判断是否满足电子真空镀膜要求</p> <p>9.1.7 能对电子真空镀膜的设备改造或设备采购与验收提出工艺操作方面的建议</p>	<p>9.1.1 电子真空镀膜工艺原理</p> <p>9.1.2 工艺实验报告撰写方法</p> <p>9.1.3 工艺操作指导书编写方法</p> <p>9.1.4 电子真空镀膜工艺及设备验证方法与技术要求</p> <p>9.1.5 多层镀膜体系对电子真空镀膜工艺的控制要求</p> <p>9.1.6 电子真空镀膜对芯片质量的影响</p> <p>9.1.7 电子真空镀膜设备改造与采购验收知识</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
9. 电子真空镀膜	9.2 质量检查	<p>9.2.1 能判断芯片设计与电子真空镀膜工艺能力是否相符</p> <p>9.2.2 能发现电子真空镀膜工艺潜在的质量隐患，并对其严重程度做出判断，提出更改或重点监视的方案</p> <p>9.2.3 能对上报的电子真空镀膜工艺操作类问题进行复查确认</p> <p>9.2.4 能根据电子真空镀膜对材料的消耗估算是否需要加源或换靶</p> <p>9.2.5 能对电子真空镀膜工艺的设备验证参数及内容进行把关</p> <p>9.2.6 能核实电子真空镀膜工艺的质量问题，根据需求状况提出电子真空镀膜工艺能力提升的建议</p>	<p>9.2.1 电子真空镀膜指标要求与性能提升控制</p> <p>9.2.2 工艺实验结果审查要求</p> <p>9.2.3 电子真空镀膜工艺潜在问题的发现与处置方法</p> <p>9.2.4 质量管理体系的要求</p> <p>9.2.5 电子真空镀膜设备验证规范</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
10. 半导体器件和集成电路电镀	10.1 工艺操作	<p>10.1.1 能根据芯片结构设计及参数等要求确定电镀工艺条件</p> <p>10.1.2 能解决电镀工艺操作类质量问题或对问题的解决提出方案与建议</p> <p>10.1.3 能根据对电镀层的要求优化调整电镀液的配比</p> <p>10.1.4 能采用新技术、新设备、新材料、新产品开展电镀工艺的工艺实验</p> <p>10.1.5 能编写电镀工艺实验报告</p> <p>10.1.6 能制订电镀工艺操作指导书，并对电镀工艺文件的符合性进行检查</p> <p>10.1.7 能对电镀设备改造或设备采购与验收提出工艺操作类方面的建议</p>	<p>10.1.1 芯片电镀工艺原理</p> <p>10.1.2 电镀对芯片质量的影响</p> <p>10.1.3 工艺实验报告撰写方法</p> <p>10.1.4 工艺操作指导书编写方法</p> <p>10.1.5 电镀液配方及配制技术秘密控制要求</p> <p>10.1.6 文实相符性及可操作性检查要求</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
10. 半导体器件和集成电路电镀	10.2 质量检查	<p>10.2.1 能判断芯片设计与电镀工艺能力是否相符</p> <p>10.2.2 能发现电镀工艺潜在的质量隐患，并对其严重程度做出判断，提出更改或重点监视的方案</p> <p>10.2.3 能对上报的电镀工艺操作类问题进行复查确认</p> <p>10.2.4 能对电镀工艺的设备验证参数及内容进行把关</p> <p>10.2.5 能对电镀后的芯片状况进行跟踪，判断电镀技术是否能满足芯片加工要求</p> <p>10.2.6 能核实电镀工艺的质量问题，根据需求状况提出电镀工艺能力提升的建议</p>	<p>10.2.1 芯片电极质量对电镀层的要求</p> <p>10.2.2 电镀工艺潜在问题的发现与处置方法</p> <p>10.2.3 电镀工艺特殊过程的管理规定</p> <p>10.2.4 质量管理体系的要求</p> <p>10.2.5 电镀设备工艺验证规范</p> <p>10.2.6 电镀液质量控制与调控要求</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
11. 培训及管理	11.1 培训指导	<p>11.1.1 能指导二级/技师及以下人员的工艺工作</p> <p>11.1.2 能对工艺基础知识与操作技能进行答疑解惑</p> <p>11.1.3 能讲授判断防静电设施是否有效的常规方法，并监督判断设施是否有效</p> <p>11.1.4 能讲授人员技术水平、工艺设备、工艺方法、原材料、环境条件、测试方法与产品指标的联系</p> <p>11.1.5 能讲授芯片制造对洁净技术的要求与管控</p> <p>11.1.6 能编写培训大纲、培训讲义</p>	<p>11.1.1 培训改进教案编写方法</p> <p>11.1.2 答疑解惑的方法与技巧</p> <p>11.1.3 静电产生及危害与消除方法</p> <p>11.1.4 芯片制造与洁净厂房控制的基础知识</p> <p>11.1.5 质量管理体系要求知识</p>

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识要求
11. 培训及管理	11.2 管理	<p>11.2.1 能对工艺实验及生产过程控制与管理提出建议</p> <p>11.2.2 能进行工艺质量成本的分析</p> <p>11.2.3 能对工艺技术保密工作提出建议</p> <p>11.2.4 能对现场质量管理活动提供常用的管理方法与分析工具及答疑解惑</p> <p>11.2.5 能对洁净环境的改进与洁净区控制及改造、建设、验收提出建议</p> <p>11.2.6 能对操作人员的操作质量与工作是否满负荷给出建议</p> <p>11.2.7 能对稳定生产与工艺受控提出改进建议</p> <p>11.2.8 能进行工艺操作类软件的维护与验证及部分管理工作</p>	<p>11.2.1 工艺实验指标与节点控制要求</p> <p>11.2.2 技术保密管理规定</p> <p>11.2.3 现场质量管理活动知识</p> <p>11.2.4 工时与工作量统计方法</p> <p>11.2.5 工艺维稳、受控及提升的管理与技术方法</p> <p>11.2.6 工艺操作类软件的维护与验证管理规定</p>

4. 权重表

4.1 理论知识权重表

项目	技能等级																				
	五级/初级工 (%)		四级/中级工 (%)		三级/高级工 (%)		二级/技师 (%)		一级/高级技师 (%)												
基本 要求	职业道德	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
	基础知识	25	25	25	25	20	20	20	20	20	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
	工艺环境处置	外延工	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	20
		氧化扩散工	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		化学气相沉积工	35	—	—	—	—	—	—	—	—	35	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	相关知识 要求	外延生长	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		氧化扩散	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		化学气相沉积	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		光刻	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

