

微电子制造行业概况

作为职业学校微电子专业教师,首先要熟悉本专业面向的微电子制造行业发展情况。要了解国内外微电子技术的发展现状与趋势,要掌握微电子行业生产现状,要了解微电子企业的安全和环保问题。

3.1 国内外微电子行业的发展现状与趋势

微电子工业是在 21 世纪最炙热的全球化产业之一,人们提出,谁拥有微电子技术优势,谁就掌握 21 世纪的主动权。微电子工业将超过汽车工业,成为全球第一大产业。近 30 年来,微电子集成电路技术一直按照“摩尔定律”向前发展。微电子芯片特征是尺寸小、集成密度高、集成电路材料多元化、集成的元件种类多。集成的系统更庞大、集成电路的功能更强、集成系统的功耗更低,已经成为微电子工业基本发展趋势。但是我国微电子制造业相对滞后,芯片自给率很小,大部分依靠进口。目前,美国和日本占有了大部分微电子市场并控制了技术含量高的芯片研发与制造业。我国微电子制造业与世界先进水平相比,还有约两代产品的距离,目前全球微电子强国是美国、日本、西欧和韩国。

3.1.1 中国国内微电子工业发展概况

微电子技术及产业的发展对我国经济发展、信息安全、科技发展等都具有非常重要的意义。我国微电子产业起步于 20 世纪 60 年代,经过 50 多年的发展,现已初步形成了包括材料、设计、制造、封装共同发展的产业链。自改革开放以来,由于境外大量集成电路设计公司和芯片制造公司的涌入以及国家对集成电路高技术产业的政策支持,使我国微电子产业(集成电路产业)进入了高速成长期。微电子产品数量正迅速增长,但是微电子集成电路核心技术的掌握与世界先进水平还相差很远。

发展微电子技术及产业是当今世界各国最重要国策。为此国务院颁布了《国务院关于引发鼓励软件和集成电路产业若干政策的通知》(国发〔2000〕18 号)和《国务院关于进一步鼓励软件产业和集成电路产业发展若干政策的通知》(国发〔2011〕4 号)。对我国微电子行业的发展,在政策上给予了很多支持。具体体现在企业减免税、技术人才各种优惠政策保障等方面,通知还要求各地政府给予更多扶持。从国发〔2011〕4 号文可以看出,我国非常重视



微电子工业的发展,把微电子制造业作为国民经济和社会发展的战略性、基础性产业。国务院于2011年1月28日发布了《国务院关于进一步鼓励软件产业和集成电路产业发展若干政策的通知》(国发〔2011〕4号)。通知要求各地政府提供优惠政策推动微电子制造业的发展。2012年我们欣喜地看到:福建福顺微电子有限公司,芯片24万片的生产能力第一条8英寸IC芯片生产线将于2012年8月底前动工建设;美国无晶圆厂(Fables)公司Marvell Technology表示,要成为“中国最大的半导体公司”。2012年4月该公司报道:Marvell也正准备在南京拓展第二个据点;2012年4月2日,三星电子召开董事会并宣布,确定在西安市建设闪存芯片工厂。

中国科学院王阳元院士曾经这样评价:微电子是最能体现知识经济特征的典型产品之一。在世界上,美国把微电子视为他们的战略性产业,日本则把微电子摆到了“电子立国”的高度。可以毫不夸张地说,微电子技术是当今信息社会和时代的核心竞争力。其实,微电子技术的发展历史并不长,相反,它起步较晚。直到1958年,美国微电子专家基尔比发明了世界上第一块集成电路“锗振荡器”后,才标志着人类社会开始步入了微电子时代。虽然微电子技术起步较晚,但作为电子信息科学与技术的前沿学科,它在社会生活中起着举足轻重的作用。它同经济发展密不可分,与人民生活息息相关,在国防安全方面也扮演着不可替代的重要角色。

科技在20世纪的发展之所以这么快,主要依靠的就是微电子技术的进步。上海半导体和集成电路研讨会曾发布消息说:到2008年,中国微电子产业对集成电路设计人才的需求量将达到25万人,而目前还不到1万人。可见,中国微电子产业的人才奇缺,其数量和质量远远不能满足微电子产业快速发展的需求。微电子专业并不是一个孤立的专业,与它相近的专业还有很多,如电子信息科学与技术、物理学、集成电路设计及制造等。

通过近年来的发展,我国已成为全球半导体OEM(代工生产)主要生产基地。但从总体来说,我国集成电路产业规模还很小,技术创新能力还很低,满足我国整机发展要求并进入国际竞争市场还有很长的路要走。

3.1.2 美国微电子工业的发展概况

美国微电子技术一直居于全球主导地位,从贝尔实验室发明晶体管以来,几十年的技术进步得以迅速应用,新技术、新产品的开发又形成新的市场,技术推动与市场拉动共同创造了极其繁荣的信息技术产业。电子的发现激发了研究电的兴趣。实验物理学家和理论物理学家分别在不同的领域突飞猛进。真空管利用电子的性质得以单向导电,成为晶体检波器的前身。由于量子力学的巨大影响,对金属内部电子行为的描述发生了很大变化。物理学家开始认识到了一类新的物质——半导体。从这一时期兴起的固体物理学由于犹太科学家的流亡转移到美国。贝尔实验室在半导体检波器生产中占据领先地位,组建的半导体研究小组中的物理学家、物理化学家、工程师们通力合作,经过数年的努力,终于使晶体管得以问世,不仅满足了为远距离通信开发中继器的要求,带来的微电子技术革命影响了后来几十年的经济、生活各个方面。晶体管的问世引发微电子技术革命,与真空管相比的显著优点,很快使晶体管应用到许多领域。半导体电子技术日益小型化和微型化,与计算机技术密切结合,从中小规模集成电路、大规模集成电路到超大规模集成的微处理器就是这种结合的产物。微处理器的技术换代反映了创新所带来的对经济领域的深远影响,从而使经济模式发

生变化,演化到新的经济模式——数字经济,也就是信息时代的到来。在世界经济增长中,技术创新起着重要作用。

微电子领域的技术进步对所有经济部门产生了广泛的影响,技术创新的扩散伴随着产业结构的调整,从而引发了大的结构调整。在这种情况下,社会和机构制度的变革必然带来新技术和社会经济管理体系之间更好的匹配。实现这种良好的匹配后,在以后二三十年中呈现出一种比较稳定的长期增长投资行为模式,由微电子技术革命带来的信息技术的发展正是这样。以微电子技术为关键技术支撑的信息产业三次技术浪潮的更替历程,从以晶体管核心技术的主机时代,到以芯片技术为核心的个人计算机时代,以及向以超大规模集成电路为核心的网络时代过渡。通过分析晶体管的发明,说明微电子技术革命是在量子理论新进展基础上得以实现的,也是应用新理论的激情与技术需要两者共同作用下产生的。晶体管的发明与广泛应用导致美国微电子产业迅速兴起。微电子技术微型化、芯片技术更新换代的技术进步过程,与计算机技术结合,微处理器的进步成为技术领先的标志,英特尔公司成为微处理器核心技术领先者。微电子技术创新的迅速扩散,成为信息技术产业的关键支撑技术,新技术产业的绩效影响到多个领域的经济增长,形成信息技术产业高速增长的经济演化形势。微电子技术创新使经济从能源密集型的石油钢铁模式向新的信息技术经济模式转变,对其进行理论分析,论证技术创新是经济长期增长的主要推动因素,分析了美国技术创新涌现的社会环境条件。美国微电子技术创新浪潮汹涌的根源在于激励机制和制度环境。政府对新技术的研究与新产品的开发厂商给予资助,并支持培训研究人员,为发明创新技术提供法律保护,这些条件是美国技术创新得以涌现、微电子技术革命在美国兴起的原因。从技术角度看,半导体三极管、集成电路以及作为微处理器和半导体存储器芯片的大规模和超大规模集成电路,都是美国最先发明的。美国以先锋探索者的精神开拓了半导体工业技术领域,接着又发展了以集成电路为核心的微电子工业技术。美国在这方面一直保持着领先地位,为人类奉献了一半以上的微电子技术,并且现在仍占有 60% 的世界微电子市场份额。

3.1.3 日本微电子行业的发展概况

目前,日本的微电子工业发展处于世界领先地位。日本的集成电路工业相当发达,在产量和技术水平上,仅次于美国而居世界第二位。

随着微电子技术快速地发展,其生产设备及检测设备也不断被更新。2017年1月18日至20日,在东京国际展览中心举行了“2017年第46届日本国际电子制造设备暨微电子工业展”。这是亚洲最大的电子设计、研发与制造技术展览会。自1972年举办至今,已经成功举办了46届。随着全球电子行业的快速发展,展会不断展示最新技术。例如,2017年增设了IC封装技术、PCB及电子组件的部分、三功能全面3D检查设备等。进一步提高了展会的价值,使该展会成为“电子设计、研发与制造领域的国际性综合展会”。最近几年,来自中国、韩国等地的参展商以及观展人士不断增加,该展会已经成为名副其实的“代表亚洲电子产业”的综合性展览会,也是亚洲最大的电子设计、研发与制造方面的展览会。在微电子集成芯片设计等关键技术方面各国都不会公开,但是日本微电子生产设备不断更新换代,有力地推动了全球微电子工业的发展进程。



3.1.4 德国微电子工业发展概况

德国工业的基础就是“制造科技”。如今,德国依赖其在传统技术和高新技术领域的双重优势,成为电子工业强国,排名世界第四位。

3.2 微电子制造行业生产现状

多年来,世界微电子产业一直以3~4倍于国民经济增长速度迅猛发展,新技术、新产品不断涌现。进入21世纪,集成电路技术进步仍然遵循每18个月集成度和性能增加一倍、成本降低一半的摩尔定律发展。目前,世界集成电路生产线约1200条主流工艺特征尺寸达到18英寸、0.07~0.05 μm 工艺技术,生产能力为每条标准线月投片3万~5万片。系统集成芯片(SOC)技术、微电子机械(MEMS)技术、真空微电子技术、神经网络芯片和生物芯片、砷化镓(GaAs)集成电路、锗硅(GeSi)集成电路、基于量子效应的单电子器件和量子集成电路等,正在成为人们研究的热点和新的技术发展领域。

国际微电子技术的发展趋势是集成电路的特征尺寸将继续缩小,集成电路(IC)将发展为系统芯片(SOC)。芯片是信息时代最重要的基础产品之一,如果把石油比作传统工业的“血液”,芯片则是信息时代IT产业的“大脑”和“心脏”。无论是小到日常生活的电视机、VCD机、洗衣机、移动电话、计算机等家用消费品,还是大到传统工业的各类数控机床和国防工业的导弹、卫星、火箭、军舰等都离不开这小小的芯片。而微电子工业发展的主导国家是美国和日本,发达国家和地区有韩国和西欧。我国微电子技术产业正进入迅猛发展时期,目前已经成为世界半导体制造中心和国际上主要的芯片供应地。特别是在半导体晶片生产方面,其产量超过全世界晶片产量的30%,今年随着LED产业迅猛发展,芯片市场已供不应求。

由于信息技术的飞速发展,尤其是集成电路不断升级,使半导体制造技术不断更新和进步。随着我国对外开放政策的指导,中国引入大批半导体制造生产企业,这一举措有效促进了中国微电子工业技术的迅猛发展。例如,具有代表性的企业华力微电子有限公司,于2010年1月在上海张江高科技园区成立,是国家“909”工程升级改造——12英寸集成电路生产线,也是第一条国资控股的12英寸集成电路生产线;北京燕东微电子有限公司也是一家专业化的半导体器件芯片设计、制造、销售的高科技企业等。同时中国大陆也迅速成为世界最大的微电子芯片代工基地。例如,中芯国际集成电路制造有限公司是中国内地规模最大、技术最先进的集成电路芯片代工企业,也是世界领先的集成电路芯片代工企业之一,中芯国际在成都的8英寸芯片生产线、在武汉的12英寸芯片生产线、在上海的12英寸芯片生产线、在深圳建设8英寸和12英寸芯片生产线都建成投产;华虹NEC二厂8英寸芯片生产线建成投产;英特尔投资25亿美元在大连的12英寸芯片制造厂投产;我国台湾茂德也投资9.6亿美元在重庆建设8英寸芯片生产线;英特尔支持建设的深圳方正微电子芯片厂二期工程竣工投产,还有北方微电子公司、重庆四联微电子有限公司、微电子技术有限公司、上海采微电子科技有限公司、北京昆天科微电子技术有限公司、燕东公司、北京中天联科微电子技术有限公司、北京昆腾微电子有限公司等。我国芯片制造业的规模将继续快速扩大。在封装测试领域,中芯国际和英特尔在成都的封装测试企业建成投产,江苏长电科技投资

20 亿元建设的年产 50 亿块集成电路的新厂房在使用,三星电子(苏州)半导体公司的第二工厂投产。飞思卡尔、奇梦达、RFMD、瑞萨、日月光和星科金朋等多家企业也分别对其在中国大陆的封装测试企业进行增资扩产。在芯片封装方面,松下投资 100 亿日元在苏州建设半导体封装新线投产;意法半导体投资 5 亿美元在深圳龙岗建设封装工厂等。据不完全统计,截至 2012 年,中国集成电路晶圆生产线投入运营的为 56 条,其中 12 英寸芯片生产线已经达到 6 条、8 英寸芯片生产线 15 条、6 英寸芯片生产线 12 条、5 英寸芯片生产线 9 条、4 英寸芯片生产线 14 条。集成电路设计企业约 600 家,其中产值在 1 亿美元以上的有 20 家,芯片封装检测企业约 120 家,小规模检测企业在深圳等地很多。

从产业的市场层面看,英特尔、三星、德州仪器、Renesas 公司、东芝公司、ST 微电子有限公司、英飞凌、NEC、摩托罗拉和飞利浦电子公司为世界较大的半导体生产商。领导我国微电子产业主流的企业主要分布在以上海为中心的“长三角”地区、以北京为中心的京津环渤海湾地区和以深圳为中心的“珠三角”地区等。我国各地区微电子制造企业主要分布所占比例如图 3-1 所示。

李克强总理在 2015 年两会上提出“中国制造 2025”概念,中国制造业将在 2025 年进入世界第二方阵,迈入制造强国的行列;在 2035 年,中国制造业将会位居第二方阵的前列,成为名副其实的制造强国;最终在 2045 年中国制造业有望进入第一方阵,成为全球真正的制造强国。规划重点实施领域为新一代信息技术产业、生物医药与生物制造产业、高端装备制造产业、新能源产业等四大产业领域。微电子工业在“中国制造 2025”计划中将会起到非常重要的引擎作用。

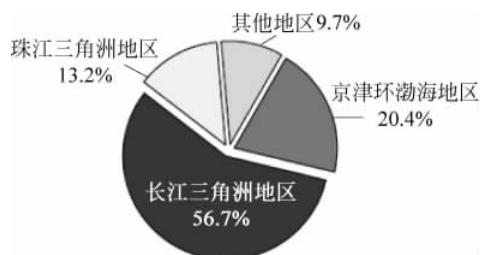


图 3-1 我国微电子制造企业分布比例

3.3 微电子企业的安全和环境保护问题

目前,我国的生态环境形势相当严峻,一些地方环境污染问题相当严重。随着人口增多和人民生活水平的提高,经济社会发展与资源环境的矛盾还会更加突出。如果不能有效地保护生态环境,不仅无法实现经济社会可持续发展,人民群众也无法喝干净的水,呼吸清洁的空气,吃放心的食物,由此必然引发严重的社会问题。微电子产业对经济和社会发展有巨大的带动、促进作用,但它的资源、能源消耗量以及污染物排放量都很大,且原料和排放废弃物中有毒、有害物质含量高。微电子产业迅速发展壮大的同时,随之而来的环境污染问题、安全问题日益凸显。由于微电子企业生产主要原料中含有大量的氟化物、溴化氢及氰化物等剧毒物质,还有重金属;各种洗试剂、试剂会产生大量强酸、有毒的液体;生产过程会产生有毒、易燃、易爆的气体,对环境污染及操作人员的安全都是不可忽视的大问题。

根据相关分析,生产微电子芯片,平均产生废水 $1.98\text{m}^3/\text{片}$ 、废气 $2087\text{m}^3/\text{片}$ 、固体废物 $0.00573\text{t}/\text{片}$ 。在调查中了解到,部分微电子企业废水和废气未经处理就直接排入自然环境。而生产操作人员及管理人员并没有感到问题的严重性。因此,作为微电子专业教师,



尤其是培养生产一线操作型人才的职业学校专业教师,一定要在教学中把环境保护和人身安全知识贯穿在专业教学的始终。要做到培养的每一位毕业生在未来的生产过程中都重视微污染防治,能严格按照国家及行业规定治理生产污染,携手保护人们赖以生存的自然环境。

从学生教育入手,增强全民族的环境保护意识,在全社会形成爱护环境、保护环境的良好风尚。

微电子技术领域及岗位分析

职业学校专业教师了解微电子企业职业技术领域具有非常重要的意义。通过对微电子企业的深入调查了解,主要解决4个问题:一是微电子企业生产流程中哪些岗位适合中等职业学校微电子类专业的毕业生工作,即岗位群的调研;二是微电子企业对中等职业学校微电子类专业的毕业生专业能力和综合能力的要求是什么;三是微电子企业对中等职业学校毕业生和高校微电子类毕业生在工作岗位分工方面有什么不同;四是微电子企业典型岗位的工作过程调研。作为专业教师还应该了解该专业毕业生就业的起薪。

4.1 微电子专业面向的岗位群分析

目前,微电子技术是建立在以IC为核心的各种半导体器件基础上的高新电子技术,是现代电子信息技术的基础,被誉为现代电子工业的心脏和高科技的原动力。中国的半导体市场需求强劲,市场规模的增速远高于全球平均水平。我国IC产业初步形成了包括IC研发设计、芯片制造、封装测试、硅单晶材料和外延片、光刻掩模板、引线框架、特种气体、专用化学品等在内的较完整的产业链。区域经济中微电子产业的快速发展为毕业生提供了良好的就业环境,同时对高素质技能型人才需求量大、薪酬水平较高。近几年随着微电子产业的迅速发展,微电子专业的中职和高职毕业生供不应求。高职毕业生就业岗位有从事微电子芯片制造、器件封装、产品检验、器件调试、设备维护等工作的技术员、工艺员;面向经营单位,从事集成电路产品的采购、销售和维修等工作的销售经理;配合高一级人才,从事半导体芯片的设计工作的工程师。中等职业学校微电子类专业毕业生,主要从事微电子芯片制造一线生产岗位技能操作工作、微电子器件封装各岗位工作及微电子器件检测各岗位工作。

我国半导体产业发展正在稳步增长,半导体产业的发展规模不断壮大,对人才的需求量也会有很大的增长。而目前我国半导体产业人才匮乏,设计人才严重不足,设计能力不够理想;生产制造人才严重缺乏。因此,大力培养微电子生产一线技能方面的人才将是推动微电子产业发展的基础。通过调研和对企业生产过程的分析,了解到微电子器件制造行业,生产过程自动化程度很高,属于技术密集型企业,劳动强度不大。大型微电子企业集芯片设计、芯片生产、微电子芯片封装生产、微电子检测于一体。但一些中小企业具有其中一种到

两种生产能力的比较常见。根据目前企业人才需求情况调研分析,适合中等职业学校培养的微电子技能型人才就业岗位类别如图 4-1 所示。



从图 4-1 可以看出,适合中等职业学校微电子专业毕业生初次工作的岗位类别有 3 个。在人才培养过程中,还要考虑学生未来发展会增加新的岗位,如管理岗位、技术岗位等。通过企业调研,适合中等职业学校微电子专业毕业生工作的岗位有 20 个,名称统计如表 4-1 所列。

表 4-1 适合中职微电子类专业毕业生的操作型岗位名称

序 号	岗 位 名 称	类 别
1	外延工	操作
2	氧化扩散工	操作
3	真空镀膜工	操作
4	硅片研磨工	操作
5	光刻工	操作
6	台面成型工	操作
7	离子注入工	操作
8	单晶片加工工	操作
9	设备维修工	操作
10	合金烧结工	操作
11	芯片装架工	操作
12	封装工	操作
13	老试工	操作
14	真空检漏工	操作
15	电镀工	操作
16	打印工	操作
17	半导体集成电路测试工	操作
18	器件性能检测工	操作
19	器件外观检测工	操作
20	器件包装工	操作

4.2 微电子企业对生产岗位人才的能力要求

通过调研了解到,由于微电子芯片体积微小、生产设备自动化程度高,所以微电子企业各岗位都要求操作人员具有精细认真的工作态度、诚实踏实的工作作风。由于微电子企业

生产的特殊性,对技能型人才的能力要求有“诚实”的特殊性。芯片制造过程中,芯片因加工变化,肉眼是看不到的,加工过程中的流程需要操作人员自觉遵守,加工缺陷需要操作人员诚实负责地反映,以免造成后期更大的损失。所以在微电子芯片生产、微电子器件封装生产、微电子器件检测生产过程中,企业都希望操作人员具有沉稳、细心、认真、诚实的工作态度。在专业能力方面,微电子企业希望毕业生掌握电子线路的基本知识,掌握微电子芯片制造的基本原理,掌握微电子器件封装制造的基本原理,掌握微电子芯片和器件检测基本原理;能掌握微电子生产过程中一至两个岗位的操作技能;具有安全生产常识,具有环境保护意识与常识;善于与人沟通,有较强的合作能力。由于微电子技术发展迅猛,IC 特征尺寸不断缩小,IC 正不断地朝着系统芯片(SOC)方向发展,微电子技术和其他学科相结合将产生很多新的学科生长点。因此,微电子企业希望员工具有自主学习的能力,能够关注和及时掌握新技术。作为职业院校专业教师,要积极主动地与企业交流沟通,听取企业对人才培养的建议,获得人才培养的第一手资料,不断调整教学内容和学生的能力目标,确保教学与微电子技术发展的步伐一致。

4.3 微电子生产领域职业资格鉴定

微电子生产行业职业资格鉴定纳入国家或行业职业资格鉴定范畴,也有大型企业自行确定的职业资格能力规范。某参加国家职业资格鉴定标准制定的微电子大型企业,对生产一线职业能力具体要求如下:半导体芯片制造操作工岗位描述为具有中等职业学校以上微电子类专业毕业文化程度,能使用设备制造半导体分立元器件、集成电路芯片的人员。岗位有外延工、氧化扩散工、离子注入工、真空镀膜工、光刻工和台面成型工等。需要具备的专业知识为半导体材料基本知识;电子技术原理基本知识;半导体集成电路基本知识;半导体器件工艺原理基本知识;半导体常用设备、仪器、仪表的基本知识;安全防护知识;产品质量法相关知识;环境保护法相关知识。表 4-2 是某企业对中职层次微电子专业毕业生及未来岗位能力提升的工作能力要求。

表 4-2 适合中职微电子类专业毕业生的操作型岗位能力说明

设备维修工岗位说明书				
基本情况	部门名称		部门编号	
	直接上级		直接下级	
	岗位名称	设备维修工	岗位编号	
	详细分类			
设置目标	负责设备、电器维修保养工作和车间生产、科研所需各种工模夹具的制作			
职责	(1) 负责各类设备、电器的维修工作 (2) 负责指导操作工对设备进行二级保养工作 (3) 负责本部门电力的正常供应 (3) 协助相关部门做好设备安全防护和监控 (4) 负责做好本岗位规定的所有数据记录和报表填写 (5) 负责对下一级别员工的培训			

续表

职权	(1) 合理化建议权 (2) 发现违章操作制止权、评议权				
任职资格	文化程度	中专及以上	专业	机电相关专业	
	年龄	18 岁以上	性别	不限	
	工作经验	技师及以上的,连续从事本工种 15 年以上; 高级工须连续从事本工种 10 年以上; 其他员工须 1 年以上本工种工作经验			
	岗位所需知识	电子线路基础知识; 半导体常用设备、仪器、仪表的基本知识; 安全防护知识; 产品质量法相关知识; 环境保护法相关知识			
	岗位技能要求	技师及以上的,取得技师技能等级以上证书被聘用的; 高级工,取得高级工技能等级证书被聘用的			
修订 履历	修订时间	修订内容	修订者	审核者	审批者
	2012/8/1	版本修订			

外延工岗位说明书

基本情况	部门名称		部门编号		
	直接上级		直接下级		
	岗位名称	外延工		岗位编号	
	详细分类				
设置 目标	在一定条件下,在一块经过仔细制备的单晶衬底上,沿着原来的结晶轴方向,生长出一层导电类型、电阻率、厚度和晶格结构,完整性等都符合要求的新单晶层、多晶层或其他薄膜				
职责	(1) 负责按照工艺文件规定设定外延工艺条件,设置外延设备运行参数 (2) 负责按照工艺规定程序完成外延操作,制作出合格的外延片 (3) 负责设备的日常维护 (4) 负责做好本岗位规定的所有数据记录和报表填写 (5) 负责对下一级别员工的培训				
职权	(1) 合理化建议权 (2) 产品质量及原材料有异常情况时的报告权				
任职资格	文化程度	中专及以上	专业	微电子	
	年龄	18 岁以上	性别	不限	
	工作经验	技师及以上的,连续从事本工种 15 年以上; 高级工须连续从事本工种 10 年以上; 其他员工须 1 年以上本工种工作经验			
	岗位所需知识	半导体器件工艺原理基本知识; 半导体常用设备、仪器、仪表的基本知识; 化学基本知识; 安全防护知识; 产品质量法相关知识; 环境保护法相关知识			
	岗位技能要求	技师及以上的,取得技师技能等级以上证书被聘用的; 高级工,取得高级工技能等级证书被聘用的			
修订 履历	修订时间	修订内容	修订者	审核者	审批者
	2012/8/1	版本修订			