**大连理工大学**

装 订 线

**本科实验报告**

课程名称：**集成电路制造环境与操作安全**

学院（系）： 微电子学院

专 业： 电子信息类

班 级：

学 号：

学生姓名：

联系电话：

2019学年 ~ 2020学年 第 3 学期

**实验项目列表**

**姓名： 姚程瀚 学号： 201895084**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 实验项目名称 | 学时 | 成 绩 | | | 指导教师  （印章） |
| 观看网课（40） | 考题（60） | 综合成绩  （100） |
| 一 | 超净间安全、真空技术 | 6 |  |  |  |  |
| 二 | 环境、健康和安全 | 6 |  |  |  |  |
| 三 | 集成电路制造环境 | 6 |  |  |  |  |
| 四 | 集成电路产业与超净系统 | 6 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 备注及加分项 |  | | | | | |
| 总计 | 总成绩 | | |  | | |

**上课时间：**

第2周周一到周六1~4节

实验须知

**一. 选课要求**

实验选课前需确认已在教务选课系统中选择该课程。请按分组选课时间上课，有特殊情况需事先请假，无故选课不上者按旷课处理，不给补做，缺实验者不给成绩。

**二. 预习要求**

1. 熟悉网络授课的操作；
2. 课前认真阅读实验教程，复习相关理论知识，学习本节实验预备知识。

**三. 实验课上要求**

1. 每个实验均须独立完成，抄袭他人数据记0分，严禁带他人实验报告进入实验室；
2. 认真完成实验操作和观测；
3. 所有实验记录均需指导教师确认（盖印），否则无效；
4. 请遵守《大连理工大学学生实验守则》及实验室相关规定。

**四. 实验报告**

1. 实验完毕统一提交实验报告，没有按要求提交报告者不给成绩；抄袭实验报告记0分。
2. 为环保，实验报告可以双面打印

**五. 其他**

1. 请注意上课时间。

2. 上课**必须**携实验报告。

**超净间安全、真空技术**

**实验时间： 2020-6-29 实验地点： 超星平台**

**姓名学号： 成 绩：**

**一、实验目的**

1、掌握超净间中存在的安全隐患及预防和处理措施

2、熟悉半导体厂务设施中的真空装置

3、深刻理解超净间中各项安全措施的重要性

**二、实验设备**

超星授课平台。

**三、预习要求及思考题**

1、熟悉超星平台使用；

2、结合所学知识，熟悉超净间中的基本安全隐患。

3、结合所学知识，熟悉超净间中的真空设备。

**四、讲授内容**

1、讲授超净间的安全隐患及处理方法，包括机械、电、危险化学品泄露、火灾等；

2、讲授超净间厂务系统中的真空系统。

**五、考题**

1、请列举5种超净间中存在的安全隐患；

（1）、固体类：摆放物品存在掉落隐患；破碎硅片存在划伤风险。

（2）、液体类：部分液体有毒性；转移液体存在迸溅风险；腐蚀性液体存在泄露风险。

（3）、气体类：可燃性气体有爆燃风险；酸碱性气体会有化学灼烧；惰性气体浓度高时导致窒息；低温液体冻伤。

（4）、机械类：旋转部件导致身体被挤入设备；细小部件损坏时飞溅。

（5）、机电类：高压电泄露；接地不良。

（6）、个人类：生产时误操作；操作未经许可使用的设备。

2、氢氟酸对于身体的伤害具有一定的特殊性，请从网上查阅下载一张氢氟酸伤害的照片，并简述预防和处理措施；

预防措施：穿戴好个人防护用品（手套、口罩、防护服等等），严格氢氟酸管理制度，使用专门的废物收集箱，放入专用的试剂瓶，并标记明确。

处理措施：立刻使用流动的自来水或者清洁水彻底冲洗10-30分钟，如果灼伤面积大，静脉注射10%葡萄糖酸钙10到20毫升后，立刻送医。

3、请写出以下图标代表的意义；



（1）、爆炸品 （2）、可燃品 （3）、易燃品 （4）、有毒性

（5）、有害 （6）、腐蚀性 （7）、污染环境 （8）、移动部件

4、请写出超净间中发生火灾时的紧急处理流程；

处理流程：首先判断火灾是否失去控制，如果可控，则尝试灭火；一旦火灾危及生命安全，立刻由逃生出口离开，并立刻告知全体人员和消防部门。如果发现有人员受伤，应及时通知急救人员。

5、请仿照下表填写物理气相沉积设备(PVD)设备AMAT5500不同腔室的真空度及对应的真空泵及真空计类型（可增加表格）。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 真空度 | 10^-9 | 10^-7 | 10^-5 | 10^-5 |
| 泵的类型 | 低温泵 | 分子泵 | 罗茨泵 | 粗泵 |
| 真空计类型 | 分压力真空计 | 磁控管型  电离真空计 | 高真空电离  真空计 | 高真空电离  真空计 |

**EHS安全管理**

**实验时间： 2020-6-30 实验地点： 超星平台**

**姓名学号： 成 绩：**

**一、实验目的**

1、掌握集成电路生产中存在的环境、健康和安全问题

2、深刻理解超净间中各项安全措施的重要性

**二、实验设备**

超星授课平台。

**三、预习要求及思考题**

1、熟悉超星平台使用；

2、阅读超净实验室安全手册；

3、建议阅读CLEANROOM DESIGN这本书中的相关内容。

**四、讲授内容**

1、讲授EHS管理的相关知识

2、讲授超净间常见危险事故及避险逃生方法。

**五、考题**

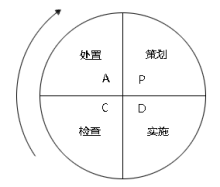
1、EHS安全管理体系和IS09001质量管理体系中都强调领导的作用，请结合你的认知说明为什么要重视领导的作用？

（1）、领导的重视和支持是前提条件。

（2）、EHS管理体系的建立需要资源投入，这就需要最高管理者做出承诺。

（3）、领导可以强化EHS体系的执行力。

2、EHS安全管理体系中我们经常会提到的PDCA循环是什么含义？请画出PDCA循环，并用简要的文字说明这个循环的意义。



含义：PDCA将质量管理分为四个阶段：计划、执行、检查、处理（P-Plan；D-Do；C-Check；A-Act）。

计划：包括方针和目标的确定以及活动计划的制定；

执行：具体运作，实现计划中的内容；

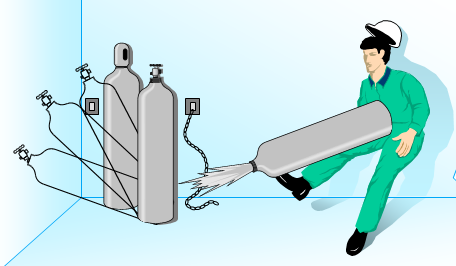
检查：总结执行计划的结果，分清哪些对了，哪些错了，明确效果，找出问题；

处理：对检查的结果进行处理，对成功的经验加以肯定，并予以标准化；对于失败的教训也要总结，以免重现。

意义：（1）、PDCA循环可以发现、改善各种管理问题。

（2）、使我们的思想方法和工作步骤更加条理化、系统化、图像化和科学化。

3、如图，请说明图中事故的原因及解决办法。

原因：缺失安全阀导致气体外泄，在压力作用下气瓶飞溅撞伤工人。

解决方法：

（1）、配备正确的安全阀。

（2）、固定钢瓶。

（3）、避免机械撞击。

（4）、不使用吊索等移动气瓶。

4、图中的错误是什么？怎么正确运输才符合EHS安全管理的要求？

错误：（1）、仅一人情况下进行气瓶作业。

（2）、旋转移动气瓶。

运输方式：

（1）、避免机械撞击气瓶。

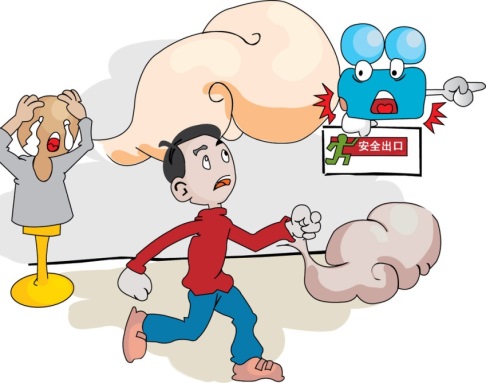
（2）、避免吊升气瓶。

（3）、避免旋转移动气瓶。

（4）、采用气瓶车移动气瓶。

（5）、移动时，固定住气瓶。

5、火灾是我们日常生产生活中最常见的安全事故，那么请问发生火灾时，我们经常说的火灾三原则是什么？



火灾逃生三原则：

“三要”：

（1）、“要”熟悉自己住所的环境；

（2）、“要”遇事保持沉着冷静；

（3）、“要”警惕烟毒的侵害。

“三救”：

（1）、选择逃生通道“自救”；

（2）、结绳下滑“自救”；

（3）、向外界“求救”。

“三不”：

（1）、“不”乘坐普通电梯；

（2）、“不”要轻易跳楼；

（3）、“不”要贪恋财物。

**集成电路制造环境**

**实验时间： 2020-7-1 实验地点： 超星平台**

**姓名学号： 成 绩：**

**一、实验目的**

1、熟悉净化厂房和厂务设施

2、熟悉集成电路工业中所使用的化学试剂

3、了解在半导体领域对中国出口限制的“瓦森纳协定”

**二、实验设备**

超星授课平台。

**三、预习要求及思考题**

1、熟悉超星平台使用；

2、结合所学知识，熟悉超净间的基本结构和厂务设施及化学药品。

**四、讲授内容**

1、讲授集成电路基本材料——硅的性能；

2、讲授超净间厂房和厂务设施及使用的化学试剂；

3、介绍“瓦森纳协定”。

**五、考题**

1、就硅材料的晶格数据和硅原子的直径大小，再谈摩尔定律；

首先，摩尔定律是什么？摩尔定律是由Intel创始人之一的戈登·摩尔提出来的，其表述为：在一片芯片上所集成的元器件数目，每隔18个月左右就会翻倍。该定律是经验定律，由观测得出，并不是一个自然法则。

其次，回顾过去这些年集成电路产业的发展，我们不难看出前些年来摩尔定律对于产业发展的具有极强的预测性。上世纪九十年代，IBM作为nm级别上的科技霸主，搭建起全世界第一条200nm制程生产线，并且在封装、抛光、光刻等方面建立起领先优势。但是随着技术的进步，平面工艺很快走到了尽头，晶体管集成速度越来越慢。在2011年，Intel在22nm FinFET上实现技术突破，摩尔定律得以再次延续。随着制程数字越来越小，各种各样的技术难题不断出现，摩尔定律的指出的翻倍的日期却越来越远，业内很多人士则表明，摩尔定律已经走到了尽头。几天前，Intel再次宣布7nm芯片上市延期，同时，5nm/3nm的芯片仅存在于实验室的测试中，不免让大多数学者认为，摩尔定律已到尽头。

最后，从硅材料上看摩尔定律。硅原子直径为0.22nm，硅晶格常数为0.54nm，当我们进入到3nm制程后，这个级别上大约有十余个原子，在这种情况下，电子的行为受到量子的不确定性影响，使整个晶体管都变得不再可靠。同时，由于高集成度的影响，芯片散热问题将会再次突出，进而影响晶体管的可靠度。所以，综合以上的叙述，我认为摩尔定律在当下已经失效，只有通过材料方面的技术突破才有可能延续摩尔定律。

2、简述集成电路10nm以下工艺的高纯化学试剂的使用；

氢氟酸、硅烷、甲烷、氨、氯气、双氧水、异丙醇、光刻胶

3、简述我国集成电路工业如何冲破瓦森纳协议的遏制，赶上世界先进水平。

我认为突破瓦森纳协议需要多个方面的同步进行：

（1）、光刻机方面需要实现技术突破。ASML掌握着行业内80%的份额，并且已经表态对华禁运，所以，在芯片制造的基础设备上，我们就已经处于落后地位。这就需要各个方面的支持，例如：政府层面的政策支持，企业层面的资金支持等等。

（2）、产业原料方面需要突破。在前几日，日韩两国因为多个领域摩擦，最终在贸易问题上，日本禁运氟化氢、光刻胶等等，致使韩国半导体产业受到严重打击。从此看出，我们作为半导体原材料进口大国，也需要建立起相应的产业链。实现国内在半导体原料上的自给。

（3）、芯片架构实现突破。现阶段主流的芯片架构为：X86，ARM，RICS-V，MIPS。其中PC芯片大多采用了X86架构，嵌入式芯片采用ARM架构，移动穿戴芯片采用RICS-V架构，网关芯片采用MIPS架构等等。这些主流架构几乎垄断了整个半导体产业IP，而我国自主的芯片IP和架构则处于落后状态。

（4）、新材料、新技术实现弯道超车。近些年来，摩尔定律失效的呼声越来越高，硅基电路已经发展到了瓶颈期，下一步将会在材料和技术方面寻求突破。因此，我国集成电路产业可以借助这个形势，抓紧布局新材料和技术的发展，从而迈过现有的技术难题。

**集成电路产业与超净系统概述**

**实验时间： 2020-7-2 实验地点： 超星平台**

**姓名学号： 成 绩：**

**一、实验目的**

1、掌握超净间中超净系统的组成、使用及维护

2、了解集成电路产业发展中超洁净系统的作用

**二、实验设备**

超星授课平台。

**三、预习要求及思考题**

1、熟悉超星平台使用；

2、结合所学知识，熟悉超净间的工作原理及需要达到的指标。

**四、讲授内容**

1、集成电路产业中的超洁净系统；

2、超净间中超净系统的组成、使用及维护。

**五、考题**

1、通过对集成电路产业的学习，结合自己所学专业，谈一谈你对本专业的认识，给你带来的启示有哪些？（开放性题目，大家可以充分发表各自观点）

（1）、落后就要挨打。中兴、华为事件很明显体现出了外部势力对于中国高科技产业的封锁，我们因为核心技术的缺失处处被动。

（2）、核心技术极其重要。2019年，芯片进口额为3055亿美元，因为没有核心技术，我国在集成电路产业中仅仅获得了最低的利润。

（3）、自主产权极其重要。我国的集成电路产业长期受到“造不如买、买不如租”的影响，过于依赖进口，导致断供后产业链崩溃。

2、集成电路芯片的生产制造为什么要用到超净室？

（1）、集成电路的制造需要严格控制微尘粒子。线宽越来越窄，空气中的粒子落在芯片上就会破坏电路。

（2）、超净间对于温湿度和噪声及静电的严格控制，提升了制造工艺的稳定性，提高成品率。

（3）、成品率和工艺稳定性的提升，有助于成本的下降，进而提高产品竞争力。

3、按中国国家标准列表描述洁净度的等级。

（1）、空气洁净度等级共分为9级，越小说明洁净度越高。

（2）、一级为洁净度最高，仅允许出现不大于0.2um的颗粒。

（3）、十级为洁净度最低，仅对0.5um到5um的颗粒有要求。

（4）、相邻的洁净度，相同颗粒的浓度要求相差十倍。

4、超净室按形式分为三类，分别为乱流式、层流式和混合式三种形式，试分别描述这三种形式超净室的特点。

乱流式：

优点：构造简单、系统建造成本，洁净室之扩充比较容易，在某些特殊用途场所，可并用无尘工作台，提高洁净室等级。

缺点：乱流造成的微尘粒子于室内空间飘浮不易排出，易污染产品；重新启动所需时间长。

层流式：

优点：构造简单，运转后短时间内即可变成稳定，不易为作业状态或作业人员所影响。

缺点：建造费用比乱流式高，室内空间不易扩充，弹性运用空间困难，天花板之吊架相当占空间，维修更换过滤器较麻烦。

混合式：

优点：除了乱流式和层流式的优点以外，还具有弹性扩充容易、维护设备时可在维修区轻易执行等优点。

缺点：费用高，可维护性差。