

省级精品资源共享课程建设项目申报书

(本科)

推荐单位_____西安理工大学_____

课程学校_____自动化与信息工程学院_____

课程名称_____半导体工艺原理_____

课程类型 公共基础课 专业基础课 专业课 其他_____

所属一级学科名称_____工 学_____

所属二级学科名称_____电子信息类_____

课程负责人_____王彩琳_____

填报日期_____2015-4-10_____

陕西省教育厅制

2015年1月

填写要求

1. 以 word 文档格式如实填写各项。
2. 表格文本中外文名词第一次出现时，要写清全称和缩写，再次出现时可以使用缩写。
3. 有可能涉密和不宜大范围公开的内容不可作为申报内容填写。
4. 课程团队的每个成员都须在“2.课程团队”表格中签字。
5. “8.承诺与责任”需要课程负责人本人签字，课程建设学校盖章。

1. 课程负责人情况

| | | | | | | |
|------|--------------|----------------------|--------------|--------|------------|---------|
| 基本情况 | 课程负责人 | 王彩琳 | 性 别 | 女 | 出生年月 | 1965.10 |
| | 最终学历 | 研究生 | 专业技术职务 | 教授（博导） | | |
| | 学位 | 博士 | 行政职务 | / | | |
| | 所在院系 | 自动化与信息工程学院/电子工程系 | | | | |
| | 通信地址（邮编） | 陕西省西安市金花南路5号(710048) | | | | |
| | 研究方向 | 新型电力半导体器件及工艺 | | | | |
| | 是否曾获省级精品课程称号 | 否 | 曾获省级精品课程称号年份 | / | 原省级精品课程负责人 | / |

| | |
|------|--|
| 教学情况 | <p>现课程负责人近三年讲授本课程情况：</p> <p>课程负责人每年坚持为电子科学与技术、微电子学专业的本科生上课。</p> <p>近五年来讲授的主要课程（含课程名称、课程类别、周学时；学生届数及学生总人数）（不超过五门）；</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.《半导体工艺原理》春季学期，本科专业课，4学时/周，电子、微电专业07级-11级，每届150人； 2.《电力半导体器件》，秋季学期，本科专业课，4学时/周，电子、微电专业07级-11级，每届150人； 3.《器件可靠性与失效分析》秋季学期，硕士生专业课，4学时/周，微电学与固体电子学专业08-11级，每届约25人； 4.《功率集成》春季学期，硕士生专业课，4学时/周，微电学与固体电子学专业08-11级，每届约30人。 5.《新器件新工艺》，秋季学期，博士生专业课，微电学与固体电子学专业，14级，4人。 <p>承担的实践性教学任务（含实验、实习、课程设计、毕业设计/论文，学生总人数）；</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.《微电子综合实践》，春季学期，2周，共150人； 2.《本科毕业设计/论文》，春季学期，6-8人/年，共80人 3.指导本科生生产实习（2000~2001年），学生数90人 <p>主持的教学研究课题（含课题名称、来源、年限）（不超过五项）；</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.《半导体工艺原理》精品课程建设（Xjy0919），西安理工大学，2009 <p>作为第一署名人在国内外公开发行的刊物上发表的教学研究论文（含题目、刊物名称、时间）（不超过五项）；</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.王彩琳，半导体工艺原理教学方法的改革. 电气电子教学学报, 2011,33(1):108-110 <p>获得的教学表彰/奖励（不超过五项）；主编的省部级及以上规划教材、获奖教材（不超过五项）；</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.“以培养学生综合实践能力为核心的微电子技术方向教学体系的构建”，获陕西省教学成果二等奖，2013.3.5 2.王彩琳 编著，电力半导体新器件及制造技术. 机械工业出版社，2015 |
|------|--|

| | |
|------------------|---|
| 学 术 研 究 | <p>课程负责人近五年来承担的学术研究课题（含课题名称、来源、年限、本人所起作用）（不超过五项）；</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 国家自然科学基金面上项目“阳极注入效率可控的（IEC）GCT 新结构及其关键技术研究(50877066)”，（2009.1-2011.12），已验收 2. 国家自然科学基金面上项目“具有波状基区和复合隔离区的 RC-GCT 新结构及其关键技术研究(51077110)”，（2011.1-2013.12），已验收 3. 教育部高等学校博士学科点专项科研基金（博导类）项目"阶梯形复合终端高压 FSRD 芯片的关键技术研究"(2014.1-2016.12)，在研 4. 陕西省科技计划(工业攻关)项目“波状基区门极换流晶闸管(CP-GCT)的研发”（2014.1-2015.12），在研 5. 国家自然科学基金面上项目“具有沟槽-场限环复合终端双芯 GCT 的关键技术研究(51477137)”（2015.1-2018.12），在研。 <p>在国内外公开发行人物上发表的学术论文（含题目、刊物名称、署名次序与时间）（不超过五项）；</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wang Cai-Lin, Sun Jun. An oxide filled extended trench gate super junction MOSFET structure, <i>Chinese Physics B</i>, 2009, 18(3): 1231-1236（SCI 收录：415CQ） 2. 王彩琳, 高勇, 马丽, 张昌利等, 门极换流晶闸管透明阳极的机理与特性分析, <i>物理学报</i>, 2005,54(5):2296-2301（SCI 收录：925JR） 3. Wang Cailin, Zhanglei. An analysis of the dynamic avalanche mechanism of an improved FCE diode with a deep p+ adjusting region, <i>Journal of Semiconductors/ 半导体学报</i>, 2015, 36(4): 044006-1~5（EI 收录：20151900815548） 4. Wang Cailin, Sun Cheng. New shallow trench and planar gate MOSFET structure based on VDMOS technology, <i>Journal of Semiconductors/ 半导体学报</i>, 2011, 32(2): 024007-1~4（EI 收录：20110813679125） 5. Wang Cailin, Gao Yong. Analysis and optimization of the characteristics of a new IEC-GTO thyristor, <i>Journal of Semiconductors/ 半导体学报</i>, 2007,28(4):484-489（EI 收录：072310642355） <p>获得的学术研究表彰/奖励（含奖项名称、授予单位、署名次序、时间）（不超过五项）：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. “GTR 模块工艺的计算机辅助设计”获机械工业部科技进步壹等奖，机械工业部教育司（排名第三），1997.10.30 2. “GTR 模块的计算机辅助设计和工艺的辅助控制”获西安市科技进步三等奖，西安市人民政府（排名第三），1997.10.22 3. 与“半导体制造技术”有关的授权国家发明专利共6项，专利号分别为 ZL200810018084.6、ZL200910022272.0、ZL201010191042.X、ZL201110196911.2、ZL201110196090.2及 ZL201210376053.4，国家知识产权局（排名均为第一）；授权期限为2010-2015 |
|------------------|---|

2. 课程团队

| 课程团队结构 | 姓名 | 性别 | 出生年月 | 专业技术职务 | 学科专业 | 在本课程中承担的工作 | 签字 |
|-----------------|---|----|---------|--------|---------|----------------------|----|
| | 王彩琳 | 女 | 1965.10 | 教授 | 电子科学与技术 | 课程负责人，负责理论教学、课程设计及实验 | |
| | 封先锋 | 男 | 1970.12 | 副教授 | 电子科学与技术 | 负责实验教学与实习 | |
| | 陈曦 | 女 | 1978.04 | 讲师 | 微电子学 | 负责理论教学与网站建设 | |
| | 杨莺 | 女 | 1978.01 | 副教授 | 微电子学 | 负责课程设计 | |
| | 刘静 | 女 | 1982.10 | 副教授 | 电子科学与技术 | 指导课程设计 | |
| | 张如亮 | 男 | 1976.09 | 讲师 | 微电子学 | 指导课程设计 | |
| | 王冬芳 | 女 | 1976.12 | 讲师 | 微电子学 | 指导专业实验 | |
| | 刘艳涛 | 男 | 1981.10 | 讲师 | 电子科学与技术 | 指导专业实验与实习 | |
| | 臧源 | 男 | 1982.08 | 讲师 | 微电子学 | 指导专业实验与实习 | |
| 课程团队整体素质及青年教师培养 | <p>课程团队（含优秀的教育技术骨干和行业背景专家）的知识结构、年龄结构、学缘结构、师资配置情况、近五年培养青年教师的措施与成效：</p> <p>1) 知识结构</p> <p>本课程团队成员除了长期从事半导体工艺理论教学和实践教学外，还承担了理论物理、半导体物理、半导体器件物理、半导体材料、半导体化学及半导体专业实验等相关课程的教学工作，知识结构合理，能够满足半导体工艺课程教学内容广泛、综合型强等要求。</p> <p>团队成员长期从事半导体工艺领域的相关科研工作，近年来承担了国家自然科学基金和青年基金项目共有 5 项。既有丰富的教学经验，又有丰富的实践经验。团队共 9 名成员，其中 6 名具有博士学位，3 名具有硕士学位。</p> <p>2) 年龄结构</p> <p>团队年富力强，以中青年教师为主，其中 35 岁以上（50 岁以下）6 名，35 岁以下 3 名，有很大的发展空间。</p> <p>3) 学缘结构</p> <p>王彩琳，1991 年于西安理工大学获电力电子技术专业硕士学位，2008 年获本校微电子学与固体电子学博士学位。1991-1999 年间在西安电力电子技术研究所从事半导体工艺开发工作 8 年，2000 年起在本校从事半导体工艺教学</p> | | | | | | |

工作，不仅有丰富的实践和教学经验，而且对半导体工艺仿真有深入的研究。目前招生硕士生的研究方向就是半导体器件及工艺。

封先锋，2010年获西安理工大学微电子学与固体电子学博士学位，多年来一直从事电子系实验室的管理及系半导体工艺线的运行工作，具有丰富的实践经验。

陈曦，2003年于西安交通大学获微电子学与固体电子学硕士学位，2011年于西安理工大学微电子学与固体电子学学科博士毕业，从事半导体工艺理论教学5年，具有丰富的教学经验。

杨莺，2007年获浙江大学微电子学与固体电子学博士学位，从事《理论物理》与《半导体物理》理论教学5年，具有一定的教学经验。

刘静，2009年获西安理工大学微电子学与固体电子学博士学位，从事《器件物理》教学4年，指导微电子技术实践4届，具有一定的教学经验。

张如亮，2012年获西安理工大学微电子学与固体电子学博士学位，从事半导体专业实验教学14年，理论教学10年，指导微电子技术实践4届，具有丰富的教学经验。

王冬芳，2009年获西安理工大学微电子学与固体电子学博士学位，从事半导体专业实验10年，指导微电子技术实践1届，具有丰富的实践教学经验。

刘艳涛，2005年获西安理工大学微电子学与固体电子学硕士学位，从事半导体专业实验10年，目前在西安交通大学微电子学与固体电子学在职读博，指导生产和认识实习10届，具有丰富的实践教学经验。

臧源，2010年获西安理工大学微电子学与固体电子学硕士学位，从事半导体专业实验5年，指导认识和生产实习5届，具有一定的实验教学经验。

4) 师资配置情况

电子科学与技术、微电子学、集成电路设计与系统集成专业，每届学生约180人，6个班，共配置教师8名。其中理论教学配备4名教授（含副教授）和1名讲师，实践性教学（课程设计）另外配备3名讲师，负责实践教学的全过程以及实验室平台建设及设备维护。

5) 主要成员的教学经历、年终考核成绩:

王彩琳，1999年以来一直在西安理工大学自动化与信息工程学院电子工程系任教，主要从事电子科学与技术、微电子学专业相关的教学与科研工作。主讲本科生的“半导体工艺原理”与“电力半导体器件”，以及研究生的“功率集成”、“器件可靠性与失效分析”、“电子科学与技术新进展”及“新器件新工艺”等课程。在长期的理论教学中，坚持理论紧密联系实际，不仅使自己的专业知识得到了从实践到理论的升华，而且结合以往工作中积累的实践经

验，将实际的工艺问题引入课堂，进行实例分析，帮助学生完成从“理论到实际”的过渡。在教学研究的同时，结合自己的科研方向，积极探索半导体新工艺、新技术，以科研促教学，做到科研与教学相长。**教学效果每年均为优秀。**

封先锋，1999 年以来一直从事电子科学与技术 and 微电子学专业的教学与科研工作。承担本科生的“半导体工艺原理”、“半导体材料”、“半导体基础实验”与研究生的“半导体制造技术实践”、“半导体测试技术实践”等课程的主讲任务以及毕业设计、生产实习等实践环节的指导任务。完成中省共建项目“半导体器件工艺实验教学线”的目标，建成达到一定技术指标的小型半导体器件工艺实验线，先后完成了超净室、空气净化系统、冷却循环水系统及纯水制备系统等配套设施的建设任务和 30 多台/套不同工艺设备的选型、安装、调试以及实验线联调及工艺开发工作，积累了丰富的实践经验。**教学效果每年均为优秀。**

陈曦，2003 年以来一直从事电子科学与技术 and 微电子学专业的教学与科研工作，主讲本科生的半导体工艺原理、C 程序设计、计算机软件基础等课程，指导本科生毕业设计、生产实习及多门课程的实验。2007 年参加学校青年教师讲课比赛获二等奖，2014 年参加学校本科教学优秀奖评选，院级排名第二。**教学效果每年均为优秀。**

6) 师资配置情况

电子科学与技术、微电子学、集成电路设计与系统集成专业，共 6 个班，每届学生约 180 人，共配置教师 9 名。其中理论教学配备 3 名教授（含副教授）和 1 名讲师，实践性教学（含课程设计）另外，配备 5 名讲师，负责实践教学的全过程以及实验室平台建设及设备维护。

7) 近五年培养青年教师的措施与成效

为了提高青年教师的教学科研水平，近年来采取了多种方法和措施对青年教师进行了培养：

①. **采取老教师“传、帮、带”的方法。**对新引进的青年教师，从授课方法、授课内容及学术研究等方面对其进行指导；定期开展课程小组的讨论，进行青年教师的试讲、老教师的示范以及教学内容和方法的讨论，以提高青年教师的教学水平。另外，还对每位新进校的青年教师指定一名负责教授，进行全面指导，使之尽快适应各项教学和科研工作。

②. **派青年教师到国内外进修。**本课程团队先后派出杨莺、王冬芳、张如亮 3 位教师分别到美国（得克萨斯大学）、新加坡（南洋理工大学）及德国

| | |
|-----------------------|--|
| | <p>(开姆尼茨工大)作访问学者,进修与半导体工艺有关的教学与科研内容。此外,还派陈曦、张如亮老师下企业(中国北车集团西安永电股份有限公司)在实际半导体工艺线上进行锻炼。</p> <p>③. 参与科研项目。让青年教师直接参与到教授主持的科研项目中,使之能够将教学与科研相结合,提高教师队伍的整体素质。本课题团队的成员都是国家自然科学基金、省、部基金中的项目主持人或主要参与者。</p> <p>④. 举办学术讲座与参加学术会议。每年邀请 2-3 位国内外半导体领域的知名专家到我校进行学术讲座,要求年青教师全部参加,以提高其学术水平;同时,每年派 3-4 名青年教师派青年教师参加国际学术会议交流,以增强其对行业学术前沿知识的了解。</p> <p>⑤. 组织青年教师参加各种教学会议,如教育部教指委召开的本专业规范和教学改革的讨论会议以及电子电气课程报告论坛等,以提高其教学研究水平。</p> <p>通过多年对青年教师的培养,本课程团队取得了良好的培养成效:</p> <p>①. 青年教师教学效果优秀:从每学期对年青教师的授课质量调查显示,近几年的综合打分平均在 90 分以上。</p> <p>②. 青年教师快速成长:本课程团队成员杨莺、张如亮、王冬芳为“双百人才”青年骨干教师,刘静、王冬芳为学校“优秀青年教师”。在团队的培养下,青年教师刘静于 2014 年晋升为副教授职务。</p> |
| <p>教学改革与研究</p> | <p>近五年来教学改革、教学研究成果及其解决的问题(不超过十项):</p> <p>近五年来教学改革与解决的问题:</p> <p>1) 由于半导体工艺的教学不同于其他课程教学,其教学内容几乎全部是微观的、抽象的理论知识。为了激发学生学习的兴趣,积极探索先进的教学方法和模式,制作了精美的半导体工艺课件和表征半导体工艺过程的 flash 动画,将微观的工艺过程和抽象的理论概念用形象、生动的多媒体动画再现出来,可以加深学生对复杂工艺过程的理解。</p> <p>2) 为了培养学生的感性认知能力,设置了与半导体工艺相适应的认识实习环节。在半导体工艺课程学习之前,先进行为期 2 周的认识实习,学生可进入系半导体工艺线 1 周,对半导体工艺环境及设备有个感性认识,便于学生理解半导体工艺原理的抽象理论。第 2 周可以再校外相关企业进行参观学习。</p> <p>3) 为了激发学生学习的热情,便于学生及时了解国际半导体工艺的发展</p> |

动态，介绍了课程学习网站，并采用引导式学习。老师布置与工艺动态和前沿相关的题目，学生可以根据自己的兴趣爱好，充分利用网络资源，相互协作进行查阅并整理，然后各组推荐一名同学在讨论课上作专题报告进行交流。

4) 为了完善考核模式，将课堂教学、课后作业、课外讨论及考勤等集于一体，采用期末考试、专题报告、课后作业与平时考勤相结合的考核方式，克服了以往考核中仅依赖卷面成绩及考勤来评价学生的片面性。

5) 为了加深学生对半导体工艺的理解，利用所学知识进行半导体器件工艺的设计，结合科研课题，开发了半导体工艺模拟软件包，利用该软件包，学生可以对各种半导体器件的制作工艺流程和工艺条件进行计算机仿真与优化。

6) 为了培养学生的创新意识和实践能力，建立了与本课程教学相对应单步工艺实验环节。在工艺课程理论学习过程中，每个单步工艺都配备了相应的实验，如“扩散”工艺、“氧化”工艺、“淀积”工艺、“光刻”工艺等等，学生可进入超净工艺线，熟悉每个具体工艺设备的操作规程，设置运行条件及工艺完成后的参数测试。

7) 为了培养学生综合运用知识的能力，建立了完整的课程综合实践体系。将本课程与前期的“半导体器件物理”、后期的“电力半导体器件”等课程以及生产实习、毕业设计相结合，设计了专业综合实践环节。通过该环节，可以培养了学生的灵活运用知识的能力和实际动手能力，以及分析和解决实际工艺问题的能力。

教学研究成果：

1) 2009年主持了学校教学研究项目“半导体工艺原理精品课程建设”，研究成果为该课程的前期建设奠定了基础。

2) 2011年在《电气电子教学学报》发表了一篇题为“半导体工艺原理教学方法的改革”教学研究论文。

3) 2013年获陕西省教学成果奖贰等奖，成果名称为“以培养学生综合实践能力为核心的微电子技术方向教学体系的构建”。

3. 课程建设

详细介绍课程持续建设和更新情况:

我校自 50 年代开始在国内半导体行业就享有一定的声誉, 当时因生产出国内第一台单晶炉而轰动国内外, 而半导体器件与物理专业也正是在这样的背景下开设起来的。随着当时社会发展对半导体器件需求量的增加, 尤其是电力电子技术的兴起对新型电力半导体器件的需求推动, 促进了国内半导体工业的发展, 以及对专业人才的需求, 在此背景下西安理工大学半导体器件与材料教研室(现电子工程系)创办了半导体器件与物理专业(现电子科学与技术专业和微电子学专业)。自 1974 年开始招收半导体器件与物理专业本科生以来, 就坚持每年开设“半导体工艺原理”课程, 至今已有 40 多年历史。“半导体工艺原理”是该专业的一门重要学位课, 在该学科的知识结构中占有非常重要的地位。通过本课程的学习, 对学生深入了解半导体工艺, 学会半导体工艺设计及分析实际工艺过程中出现的问题等都具有重要的理论指导作用。**本课程在校内的持续建设**可以从以下三个阶段来说明:

1) 形成优良的教学传统和规范的教学管理阶段

我校开展“半导体工艺原理”课程教学已有 41 届学生毕业。作为该专业的一门重要必修课, 受到了教研室的高度重视, 当时由聂代祚教授、涂序梅教授、梁红副教授等组成课程小组, 对课程教学内容、重点及难点等进行了深入的讨论, 制定了本课程的教学大纲, 教材采用科学技术出版社**黄汉尧教授编著的《半导体工艺原理》**, 课程内容重点为**电力半导体器件制造工艺**; 直到 1990 年, 随着计算机与信息技术的不断发展, 集成电路逐渐成为 IT 行业追逐的热点, 教材改为华南理工大学**李乃平教授主编的《微电子器件工艺》**, 课程内容中增加了**集成电路工艺**部分; 教学手段仍采用**传统板书**形式, 当时课程所占学时为 56 学时。课程小组从教学大纲到试题库的建立以及考核办法, 形成了一套严格规范的课程教学管理办法。

2) 教学内容和方法的改革阶段

随着微电子技术和信息技术的快速发展, 半导体工艺的知识点不断增多, 庞杂的教学内容与有限的课时之间的矛盾更加尖锐。传统板书教学虽是基础的教学方式, 也是学生互动的有效手段, 但这种传统的教学方法与较为陈旧的教学内容已很难适应现代微电子技术发展的需求, 而多媒体技术无疑构成了教学中不可缺少的工具。课程负责人 1999 年开始从事半导体工艺的教学工作, 于 2000 年将本课程的教学手段由传统的板书教学改为**多媒体教学与传统板书教学相结合**的方法, 不仅增加了课程信息量、兼顾师生课堂互动效果, 同时将半导体工艺过程中微观、抽象的理论知识通过多媒体形式再现出来, 使之形象化、直观化、具体化, 增加学生学习的兴趣, 也便于学生理解。

随着信息产业的发展, 对集成电路芯片的需求量越来越大, 国家加大了对微电子行业的支持力度, 半导体行业的发展迎来了又一个高峰, “半导体工艺原理”课程对

本专业（电子科学与技术、微电子学专业）毕业生的就业和今后的工作起到了至关重要的作用，加之本课程有其鲜明的课程特点，即涉及的知识面宽、技术的更新换代快。因此，在 2003 年本课程的教材更改为北京大学关旭东教授编著的《硅集成电路工艺》，并以之前的教材作为辅助，课程内容重点改为电力半导体器件与集成电路的制造工艺并重；

在集成电路产业链中，设计技术和制造工艺的创新是推动产业发展最强大的原动力，作为整个产业链的重点，对这部分人才的素质要求也最高。提高集成电路人才素质，加大这类人才培养力度已成必然。集成电路技术的主流工艺已由双极型转变到 CMOS 集成电路工艺，原来以双极型工艺为主的教学内容已经不能适应当代主流工艺和对集成电路人才的要求，2009 年教材更改为山东大学李惠军教授编著的《现代集成电路制造技术原理与实践》。课程小组重新制定了本课程的教学大纲，将授课内容的重点改为 CMOS 集成电路工艺部分。同时申请了校级“半导体工艺原理精品课程建设教学研究项目”。课程小组从教学大纲、课程设计、教案、课件等方面进行了全面的课程建设。2015 年教材更新为哈尔滨工业大学王蔚教授编著的《集成电路制造技术——原理与工艺》。目前，该课程不仅建立了独具特色的授课体系和完善的实践教学体系，还建立了与教学内容相结合的自编自选习题及课后作业与考核系统，能较为全面地反映学生对本课程的掌握程度，各种教学文件和档案完善、齐全。

3. 课程建设的完善和更新阶段

随着微电子技术和计算机网络技术的快速发展，半导体工艺的知识点不断增多，庞杂的教学内容与有限的课时之间的矛盾更加尖锐。同时，我校采用了学分制，使学生在提高了学生学习自由度的同时，也出现了一些新的问题。为了解决在学分制条件下合理利用有限课时，提高教学效率，满足教学大纲要求、完成必要教学内容，同时激发学生的学习能力，培养学生实践能力和创新能力，课程小组提出了将网络技术引入半导体工艺原理的教学中，以此缓解教育资源短缺的矛盾，提高时效性，便于与专业的其它课程进行衔接沟通。本课程于 2009 年获得了学校教学研究项目“半导体工艺原理精品课程建设”的资助，课程小组已经初步完成课程学习网站的建设，目前正在进行网络平台的完善。

为了进一步给学生创造实践的机会，在中省共建特色优势学科实验室建设项目的资助（400 万）下，本专业成立了校内“电子科学与技术实践基地”，建设了一条超净的半导体工艺线，购买了若干半导体工艺设备，如扩散炉、氧化炉、光刻机、感应耦合等离子刻蚀机（ICP）、等离子增强化学气相淀积（PECVD）、电子束蒸发、烧结炉、清洗机等，可用于学生的半导体工艺实践教学，完成从理论到实践的快速过度。

4. 课程内容

课程的内容、结构、知识点、课时等方面的组织安排：

1) 课程的内容

本课程涉及教学内容繁多而复杂，包括材料的制备、掺杂、薄膜生长、光刻、工艺集成及后续封装等技术，超大规模集成电路的特殊工艺，MOS 型 IC 与双极型 IC 及分立器件的制作工艺流程。并且，由于半导体行业的特殊性，学生在学习半导体工艺之前，必须了解微电子制作环境；学习结束后，需要进一步了解微电子产品的性能评价及工艺可靠性等问题。

2) 结构

课程结构从材料制备→基本工艺→芯片→器件→应用技术，由微电子制作环境开始，各部分相互配合，逐步深入，从单步工艺到整体工艺流程，覆盖整个半导体器件制作的全过程。

本课程与微电子技术基础、半导体材料相互关联，同在第 6 学期开设，都是专业基础课的延伸，又是集成电路设计基础与电力半导体器件的这些课先修课程。作为电子专业和微电子专业的整个课程体系中的一门核心课程，也是理论与实践结合非常紧密的一门课。

3) 知识点

本课程涉及的知识点很多，如扩散、离子注入、氧化、淀积、退火、光刻、刻蚀、布线及封装等。此外，还有影响扩散的“场助效应”、“荷电空位效应”、“发射极陷落效应”等；影响离子注入的“沟道效应”及其退火过程中的“扩散增强效应”等；影响氧化工艺的“离解效应”、“鸟嘴效应”等；影响光刻工艺的“邻近效应”，以及电极金属化的“台阶覆盖”、“电迁移”等，多数与单步工艺的原理、工艺参数及实际工艺的影响因素相关。

4) 课时

本课程课时共计 56 学时。具体课程内容及课时分配如下：

| | |
|------------------|--------|
| 绪论：介绍半导体工艺的发展概况 | (2 学时) |
| 第 1 章 硅材料与衬底制备过程 | (4 学时) |
| 第 2 章 外延生长技术 | (6 学时) |
| 第 3 章 热氧化技术 | (8 学时) |
| 第 4 章 扩散技术 | (6 学时) |
| 第 5 章 离子注入 | (8 学时) |
| 第 6 章 光刻技术 | (6 学时) |
| 第 7 章 气相淀积 | (6 学时) |
| 第 8 章 布线和组装技术 | (6 学时) |
| 第 9 章 工艺集成技术 | (4 学时) |

5. 课程资源

| 资源特色 |
|---|
| <p>1) 理论教学</p> <p>①. 课程小组制作了精美的课件及反应半导体工艺微观过程的 flash 动画，在实际的理论教学过程中使用。</p> <p>②. 2002 年购置的清华大学的微电子所开发的半导体工艺设备录像和教学系统，可以补充校内资源短缺、无法满足大规模集成电路部分工艺的实践环节，借鉴其中部分内容可以进行集成电路芯片的工艺流程动画制作。</p> <p>2) 硬件设施</p> <p>①. 已建有微机机房和 workstation 机房，可用来完成半导体工艺的模拟与设计；</p> <p>②. 已经购置了半导体工艺模拟软件 TSUPEREM 和 ISE，可用于半导体基本工艺的模拟与设计。</p> <p>3) 实践教学</p> <p>建成的一条超净的半导体工艺线，已经投入运行，购置了半导体实验用材料、操作工具、化学试剂、高纯气体以及光刻版等，可用于半导体工艺实验及创新性实验教学。</p> <p>4) 评估手段</p> <p>①. 校现代分析测试中心具有先进的测试设备（如扫描电镜、激光共聚焦显微镜等），可以对半导体工艺过程中芯片的表面形貌、剖面结构等结果进行测试。</p> <p>②. 系专业实验室具有先进的示波器及特性测试仪等，可用于半导体器件特性参数的测试。</p> |
| 基本资源清单 |
| <ol style="list-style-type: none">1) 教学大纲2) 授课教案3) 授课日历4) 教学课件（多媒体动画）5) 课堂录像6) 实验指导书（包括认识实习指导书、综合实践指导书、半导体专业实验指导书及生产实习指导书）7) 参考教材8) 习题与答案9) 课程试卷、评分标准与参考答案 |

拓展资源清单及建设使用情况

1) 课程小组制作了精美的课件及反应半导体工艺微观过程的 flash 动画，可用于实际的理论教学过程。为了使学生及时了解半导体工艺技术的快速发展，新建的课程学习网站目前仍需进一步完善，不断补充相关的新工艺、新技术等内容。

2) 建设了微机机房和 workstation 机房，购置了 TSUPEREM 和 ISE 半导体工艺模拟软件，这两款专业软件能满足集成电路工艺仿真，但不适合半导体分立器件的工艺模拟。目前，基于这两款软件正在开发适合半导体分立器件单项工艺及工艺流程模拟的完整软件包。

3) 新建的半导体工艺线，基本能满足学生单步实验和实习等需求。此外，利用购置的半导体工艺设备录像和教学系统作为补充，以弥补本工艺线设备的不足。但超净工艺环境及工艺设备的维护需要大量的资金保证。

4) 本课程的建设和发展，为后续硕士生的课程“功率集成”、“器件可靠性与失效分析”、“电子科学与技术新进展”、“半导体工艺与器件模拟技术”、“半导体制造技术实践”及博士生的课程“新器件新工艺”等课程的开设奠定了基础，不仅为提高本科生的培养质量发挥了重要作用，而且在学科建设和发展中不断完善了课程自身的教学体系和教学条件。同时，这些后续课程对《半导体工艺原理》课程的改革和发展也起到了很好的信息反馈和促进作用，使讲授者对本课程难点和专业结合点的把握更加准确，讲解更加细致和有针对性，从而不断提高该课程的教学质量。

6. 课程评价

自我评价、同行专家评价、学校评价、学生评价、社会使用评价等：

“半导体工艺原理”课程近年来教学效果一直优秀，教师的授课质量受到学生、专家和同行专家的一致好评。

1) 自我评价

认真对待每一节课。课前准备 4-8 小时，主要是补充新的教学内容，并从学生的角度出发，适当调整教学内容或讲授思路，让学生更容易接受新知识；进一步优化多媒体课件及动画的再现方式，突出重点、难点，便于学生理解微观的、抽象的理论知识。

在授课过程中，结合自己多年的实践与教学经验，将半导体工艺的理论与实践恰当的结合起来，列举实例，介绍影响实际工艺过程中的关键因素，以及理论和实际工艺之间的差异，注重培养学生分析问题和解决问题的能力。

通过多年的一线教学，逐渐总结并形成了一套有效的、可行性较强的教学方法，用于半导体工艺原理的教学中，受到同行和学生的一致好评。多年来的教学效果均为优秀。

2) 同行专家评价

授课老师讲课热情，精神饱满，能抓住学生的注意力，实现很好的师生互动。学生学习热情高，课件版面精美、清晰，信息量大。教学内容能理论联系实际，版书字字迹工整规范。教学效果优秀。

3) 学校评价

校内专家反馈学生意见：治学严谨，爱岗敬业，教学态度认真，讲课重点突出，具有扎实的基础理论知识和丰富的工程实践经验；教学过程中，能密切联系实际，

4) 学生评价

本课程深受历届学生的欢迎和好评。特别是在每届本校研究生面试时，同学们都会不约而同的说自己最喜欢的课程是“半导体工艺原理”，为此我感到很欣慰。

校内学生评教指标如下：

| 评价号 | 评价指标 | 权重 |
|-----|---------------------------------|------|
| 1 | 讲课热情，精神饱满，有感染力、吸引力。 | 0.10 |
| 2 | 为人师表，严格管理，课堂纪律好。 | 0.10 |
| 3 | 对问题的阐述深入浅出，简练精确，重点突出，思路清晰。 | 0.10 |
| 4 | 对课程内容娴熟，运用自如。 | 0.10 |
| 5 | 讲述内容充实，案例丰富，信息量大。 | 0.10 |
| 6 | 教学内容能理论联系实际或联系学科发展的新思想、新概念、新成果。 | 0.10 |

| | | |
|----|---|------|
| 7 | 采用启发式教学，师生互动，课堂气氛活跃。 | 0.10 |
| 8 | 按时上下课，认真批改作业和辅导答疑。 | 0.10 |
| 9 | 对于多媒体教学，课件版面精美、清晰。对于传统教学，板书设计合理，书写工整规范。 | 0.10 |
| 10 | 能针对授课内容，采取合理的教学方式，如传统教学，多媒体教学，或多媒体教学与传统教学相结合。 | 0.10 |
| 11 | 思想观点正确，体现唯物论、辩证法 | 0.10 |
| 12 | 内容符合教学基本要求，份量适当 | 0.10 |
| 13 | 由浅入深，循序渐进，符合认识规律 | 0.10 |
| 14 | 引导学生独立思考，利于能力培养 | 0.10 |
| 15 | 论、例、习题配合恰当而典型 | 0.10 |
| 16 | 文字规范，语言流畅易懂，图表正确，编教错误少 | 0.10 |
| 17 | 理论阐述正确，密切联系实际 | 0.10 |
| 18 | 正确表达本课程的基本知识，反映其发展规律 | 0.10 |
| 19 | 正确反映科研成果，恰当反映先进技术 | 0.10 |
| 20 | 属国家奖、21世纪、国家“九五”、“十五”规划教材；近三年出版 | 0.10 |

学校教务处提供的近三年主讲教师教学效果统计如下：

| 教师姓名 | 2012年 | 2013年 | 2014年 |
|------|-------|-------|-------|
| 王彩琳 | 95.32 | 95.01 | 92.16 |
| 封先锋 | 92.67 | 92.86 | 92.91 |
| 陈曦 | 94.72 | 94.85 | 94.39 |

5) 社会使用评价

本专业的学生毕业后，多数在半导体工艺线上从事半导体器件或集成电路芯片的设计、制作及测试等工作，企业反映我校电子专业和微电专业本科生的理论基础扎实、动手能力强，能满足企业对应用型人才的要求。

7. 学校政策支持

西安理工大学高度重视精品课程建设工作,提出要以精品课程建设为标杆,加大优质教学资源的整合和建设力度。根据《教育部关于加强本科教学工作,提高教学质量的若干意见》(教高[2001]4号)和陕西省教育厅《关于启动高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作的通知》(陕教高[2003]29号)精神,制订了“西安理工大学精品课程建设工作条例”,对精品课程建设原则与基本思想、建设规模与评选范围、评选条件、评选程序及办法、建设管理、评后建设的实施等方面做了明确、详细的规定。主要内容有:

1) 精品课程建设工作的由学校主管职能部门教务处负责组织、协调,学院负责组织实施。

2) 对精品课程在师资队伍建设、教学内容和课程体系改革、教学方法和手段的改革、教材建设以及实践教学等方面的要求做了明确详细的规定。

3) 制定了对精品课程的鼓励政策,如要求精品课程建设要与“教学名师奖”评选和省级“名牌专业”、“试点专业”建设相结合。对获奖的课程授予“西安理工大学精品课程”称号,颁发奖牌和奖金。若省级或国家级设有奖金,则学校对获省级或国家级奖的课程,将给予等额的奖金奖励。

4) 学校对精品课程实行动态管理,每年由教务处委托专家在网上(必要时到实地)检查一次。检查不合格的课程取消“精品课程”称号,但保留两年内申请复查的权利,复查合格可恢复称号。取消称号的课程不得重新申报精品课程。

5) 在学校的大力支持下,全校现有 21 门省级、校级精品,并向全校师生免费开放。

自动化信息与工程学院也非常重视精品课程的建设工作,从 2003 年开始,学院在一系列的管理文件和管理制度中,进一步明确规定了支持和奖励精品课程建设的多方面的政策措施,主要内容有:

1) 在校教改基金研究课题立项中优先推荐精品课程建设;

2) 支持精品课程所属的实验室建设和实验教学平台建设。近五年来,学院将学校实验室建设基金和中省共建项目资金向精品课程所属的实验室建设倾斜,累计建设经费达 1000 多万元;

3) 学院对获校级以上精品课程也制定了相应的工作量和经费等方面的奖励办法,同时在教师教学绩效考核指标、教师岗位聘任细则中予以体现。

对本课程后续建设规划的支持措施

1) . 对获得“省级精品课程”称号的课程，除教育部和拨款前期建设中学校、学院已经投入的经费外，学校将给予不少于 1 : 1 的经费配套，同时，学校将在课程建设经费的划拨上给予优惠；

2) . 对获得“省级精品课程”称号的课程主要负责人在职称评聘、岗位津贴以及考核评优方面给予倾斜，与同级别的科研成果获得者享有相同的待遇；

3) . 同等条件下，精品课程的教学带头人在参加省级“教学名师奖”评选时，可优先得到推荐；精品课程所在的专业在参加省级“名牌专业”、“试点专业”评选时，可优先得到推荐。

8. 承诺与责任

1) . 学校和课程负责人保证课程内容不存在政治性、思想性、科学性和规范性问题；

2) . 学校和课程负责人保证申报所使用的课程资源知识产权清晰，无侵权使用的情况；

3) . 学校和课程负责人保证课程资源及申报材料不涉及国家安全和保密的相关规定，可以在网络上公开传播与使用；

课程负责人（签字）

年 月 日

9. 学校推荐意见

（公章）

负责人（签字）

年 月 日