

“微电子材料加工原理与技术”课程教学方法初探

金达莱, 王耐艳, 王龙成, 郭绍义

(浙江理工大学机械与自动控制学院, 杭州 310018)

摘 要: 针对“微电子材料加工原理与技术”课程多学科交融、知识更新快的特点,选取其中教学重点和难点之一的光刻技术进行教学探讨。结合课程教学的学科基础,采用系统讲授法和范例教学法相结合,以及用多媒体动画、生产实录视频演示等方法弥补课堂讲授之不足,可提高课堂教学效果和学生的学习兴趣,加深学生对多学科知识的综合理解。

关键词: 微电子; 光刻技术; 教学方法

中图分类号: G642.4 **文献标识码:** A

0 引 言

“微电子材料加工原理与技术”是我校新设置的材料成型与控制工程学科的专业课程之一,针对专业特色为新能源材料方向的学生开设,是一门介绍微电子材料及其单项加工技术的入门课程。针对微电子技术发展日新月异的社会背景,以及新兴学科的教学在实践环节上有待加强的实际情况,结合探讨系统讲授法和范例教学法互补互惠的教学方法,旨在将抽象的专业知识感性化,提高学生的学习兴趣,改善课堂教学效果,加深学生对多学科知识的综合理解。

1 教学过程中存在的问题

微电子技术是在以硅材料为主的半导体材料上进行工艺加工,以集成电路形式实现强大电子功能的新兴产业。这门技术发展至今虽不足半个世纪,却已是现代信息社会的基础。与传统材料加工技术相比,微电子加工技术的功能化目标更为精细和繁复,器件尺寸在微米甚至纳米级。加工技术也更为多元和复杂,要完成集成电路的加工需要成百上千道工序^[1-2]。“微电子材料加工原理与技术”课程围

绕微电子加工技术中各项单项加工技术,涉及材料特性与加工过程,其课程知识分为成层、图形、掺杂和热处理四大部分。该课程涉及化学、物理、材料、机械等多学科的知识,这对于仅有初步材料基础知识的机械类学生来说,在接受和理解过程中仍然存在一定的困难。另外,微电子材料加工上百道工序的化学精雕,工艺过程复杂,对整个过程的洁净度要求很高,所需要的设备昂贵;要实现最终的器件功能,加工过程耗时长久,还需要精密测试手段来实时监控加工结果^[3-4]。因此,要以实践教学环节来辅助加深课堂知识的理解,给学生以直观的感受,但由于相关设施和条件的制约,还存在相当的难度。当务之急是要对课堂教学进行改进和提高。笔者选择本课程的学习重点——微图形技术,并就其难点——光刻技术的教学方法进行探讨。

2 教学方法探讨

2.1 以生活常识做引导,由浅入深

集成电路通过半导体基底上一组相互套合的图形来实现逻辑与电路功能,光刻技术即是利用光学-化学反应原理和化学、物理刻蚀方法,将电路图形传递到单晶表面或介质层上,形成有效图形窗口或功

能图形的工艺技术。光刻工艺的流程有制版、硅片氧化、涂胶、曝光、显影、腐蚀、去胶等。由于光刻技术涉及化学、物理、材料、机械等知识的综合运用,如果采用系统讲授法,直接由一般性概念的介绍和说明切入教学,比较抽象和复杂。而且,光刻技术与其他各单项技术紧密相关,需要知识的融会贯通,学生若对这一部分内容理解不透彻势必会影响其他知识环节的掌握。

联系实际由浅入深,从原理相似的胶片成像或印相片技术入手帮助学生切入要点。摄影是学生日常生活中比较感兴趣的活动之一,从相片的冲洗技术作为引导,一方面便于学生理解,另一方面也可以激发学生的学习兴趣。带有电路图形的掩膜版类似于底片,涂覆了感光胶(抗蚀剂)的硅片类似于相纸,从底片(掩膜版)和相纸(硅片)的关系比较顺利地引入涂胶、显影、去胶等概念,引伸至相关的材料、作用原理、工艺技术,引入氧化、刻蚀的概念,进一步将图形转移至硅片内部,使学生能循序渐进并触类旁通地理解相关技术过程。基于由浅入深地描述光刻技术原理和过程,学生对光刻技术的理解和光刻设备功能的理解也会容易得多。

2.2 适当采用动画帮助学生理解抽象原理和复杂过程

光刻技术,包括一系列连续的工艺过程:涂胶、曝光、显影、去胶,另外还要结合前期成层过程中的刻蚀。传统板书式、模型式及口授式教学方法,用语言和图表难以简明扼要地表达这种复杂的动态过程。动画的制作和演示,可以将这一过程生动化和形象化。连续播放动画,让学生对光刻技术一目了然,对光刻过程留下整体印象。在播放过程中,单独定格动画片段,采用系统讲授方法展开各个知识点。图1是讲解光刻技术工艺课件中动画设计的部分片段,利用ppt软件自带动画设计功能进行动态演示,可以成为连续的过程。以曝光过程为例,在形象演示了光源对光刻胶的作用后,定格此动画片段,讲授光刻胶分子结构、光化学反应原理、光源、掩膜版材料等。

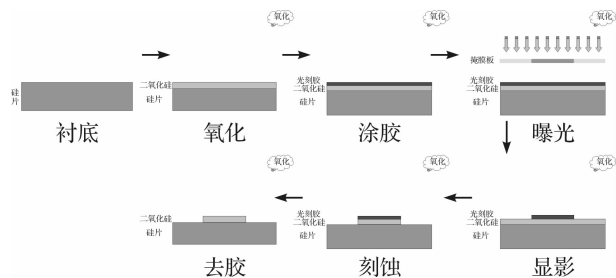


图1 “光刻技术原理”电子课件中动画设计的部分截图

光刻技术在制作一个功能化电路或功能器件的过程中,需要反复使用。在讲授完光刻技术原理和过程后,以范例式教学,用动画演示一个P/N结的制作过程。在这个过程中,前期课程的成层技术、掺杂技术和光刻技术以不同的组合反复采用。学生可以通过观看动画,深刻了解如何通过微电子工艺实现一个简单的功能器件的制作。既可以让学生融会贯通课程前后的知识,同时也让学生对光刻技术的应用意义有更切实的体会。

动画演示不仅帮助学生理解,也加快了课程的节奏、增加了知识量。在课程重点和难点处设置动画演示,结合传统讲授式教学,在逻辑推导、掌握课堂节奏和引导学生递进式理解等方面,比较符合当前学生的学习习惯;通过观察学生上课时的表情、动作等行为,来判断学生的理解程度,及时调整授课速度,引导学生积极思维,调动学生参与教学的主动性,从而提高学习效率。

2.3 结合生产实录视频演示

在课堂教学中增加了一些生产实录的视频演示,适当地拉近教学与实践的距离,以代替实地参观、实物鉴别、施工实习等现场实践形式,一定程度上提高了学生的感性认识,加深学生对抽象概念与原理的理解。实录视频中,光刻车间特殊的黄色光氛围,可以让学生更容易理解光刻胶的光化学反应机理:黄光是可见光中波长最长的光,这样的工作环境对光刻胶的影响最小,不会导致曝光。另外,在这些视频中,包括光刻设备的立体结构、人员操作过程、光刻机动态工作状态、光刻技术与其他微电子单项加工技术的流程关系、光刻前后材料对比等,很好地展现了这一工艺技术在实际应用过程中的方方面面。通过对生产实录视频的观摩,让学生获得真实的现场感受,对书本上单调的文字、数字、符号、图表知识有了更好的理解,增加了学生学习的目标性和原动力。

2.4 适当融入双语教学,提高学生的自学能力

双语教学是目前高教界积极倡导的一种新型教学方法,以培养学生国际化的视野和国际化的交流能力,提高专业教学水平。双语教学要根据专业知识特点及学生实际外语水平进行合理设置,同时也需要有合适的教材作为辅助。“微电子材料加工原理与技术”课程的知识量比较大,需要学生了解半导体材料的特性与实际应用功能,还要掌握多项加工工艺,涉及材料、工艺原理、流程、设备等;单从光刻技术的内容来说,涉及光刻胶材料、光化学反应、光

源等相关知识,且光刻技术还与其他微电子单项加工技术之间存在嵌套关系。在教学期间,要让学生接受英语专业知识,必须有合适的切入点。所幸微电子技术的发展状况,国外远胜于国内。课程中教案所收集的许多图片、设备、视频,都为英文附注或解说,这给双语教学提供了契机。在介绍光刻技术发展历史和背景时,可以自然地引入一些英文专业词汇,如 lithography(光刻)。观看和理解生产实录视频内容,也需要一定的专业词汇基础和英语听力水平。因此,通过课堂教学可以实现对学生专业外语能力的训练。并以此为基础,逐渐建立学生对专业外语学习的信心和兴趣,引导学生自主地去阅读与专业知识相关的外文文献资料,扩展学生的知识面,提高学生的自学能力。例如,推荐微电子制造的经典教材:《Science and Engineering of Microelectronic Fabrication》^[5],经典视频“Silicon run”系列等。

双语教学方法应根据教师的素质、学生的接受能力、教材素材的质量而定,对于“微电子材料加工原理与技术”这门课而言,不建议一步到位地实施全外语教学,宜循序渐进地在某些重点知识点上适当地融入专业外语教学。

2.5 在教学实践中师生互相促进并共同提高

光刻技术是“微电子材料加工原理与技术”课程的重点内容之一,教师的教学经验还需要在大量的教学实践中积累。作为教师,一方面要不断充实和提高自己的专业知识素养,丰富并合理设置教案内容,提高课件质量,另一方面也要通过教学实践积极探索“教与学”的问题,在掌握系统讲授教学法,适当运用范例教学法的基础上,探索其他教学方法的运用。比如在观看生产实录的基础上,采用问题教学

法、研讨式教学法等等。通过激发学生的学习兴趣,引导学生向更高层面的知识进行主动探索;而学生的反馈信息反过来又有助于教师更全面、更广泛、更深入地完善自己的教学工作。整个教学过程无论是思想上还是学识上,都是一个师生相互促进的过程。

3 结 论

光刻技术是“微电子材料加工原理与技术”课程的教学重点和难点之一。采用系统讲授法和范例教学法相结合的教学方法,由浅入深,结合多媒体动画,帮助学生理解连续的动态技术过程,理解抽象的概念和原理;通过生产实录视频,弥补实践性教学资源的不足,提高学生学习兴趣,扩充学生知识面,掌握该学科的发展动向;在教学中融入专业英语知识,提高学生对专业外语学习的信心和兴趣,推动学生的学习主动性。通过这样的课堂教学,使学生更容易接受和理解光刻技术的重点和难点知识,同时激发学生主动学习的热情,在课堂上拉近了学生与微电子光刻技术的距离。

参考文献:

- [1] 赵保经. 微电子学和微电子技术浅说[M]. 北京: 国防工业出版社, 1985: 17-23.
- [2] 李 兴, 刘 盾, 张建民. 现代微电子技术及其发展综述[J]. 天津职业技术师范学院学报, 2003, 13(4), 35-37.
- [3] 刘玉岭, 檀柏梅, 张楷亮. 微电子工程: 材料, 工艺与测试[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004: 3-10.
- [4] 陈立俊. 微电子材料与制程[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2005: 1-5.
- [5] Campbell SA. 微电子制造科学原理与工程技术[M]. 2版. 曾 莹, 等译. 北京: 电子工业出版社, 2003: 150-200.

Teaching Method for Lithography Technology in Microelectronics Manufacturing in the Classroom

JIN Da-lai, WANG Nai-yan, WANG Long-cheng, GUO Shao-yi

(School of Machinery and Automation, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: The course “manufacturing mechanism and technology of microelectronics materials” contains a variety of subject matters, and faces challenges with the rapid updating of professional knowledge. In this paper, lithography technology, one of the major and most difficult parts of the course, is chosen for teaching discussion. In relation to the current discipline status, the oral teaching and example teaching methods are presented as means of improving the effectiveness of classroom teaching, increasing student interest in learning, and helping students have a deeper understanding of multidisciplinary knowledge.

Key words: microelectronics manufacturing; lithography; teaching method

(责任编辑: 张祖尧)