

14nm 集成电路工艺教学套件

Semiconductor Education Kit (14nm Process SEK)



14nm 集成电路工艺教学套件是一款便携式微纳电子学工艺教学实验平台，该产品模拟先进工业级集成电路工艺技术，提供交互式的先进集成电路工艺仿真实验、版图设计实验和工艺教学工具，支持与 7nm 微纳电子器件教学套件的联动测试实验。

产品简介

目前，国内最先进的集成电路量产工艺水平已经达到 14nm，然而相关教学材料（如实验设备）极大的落后于时代步伐。以 EUV 光刻机为代表的工艺制造设备价格极其昂贵，高校很难采购这类设备用于教学，这使得学生所掌握的知识与实际工业界要求差距甚远，造成高校教学与行业人才需求脱节。为此，我们研发了 14nm 集成电路工艺教学套件。

14nm 集成电路工艺教学套件是一款基于“虚拟化”教学的创新型产品，适合于高校及其它教育机构，最大限度地减小教学与工业界的差距。涵盖现代集成电路的主要单步工艺，涉及 MOSFET、FinFET、SOI 和 LDMOS 等多种集成电路器件的制造工艺流程。提供集成电路版图设计实验，支持与 7nm 微纳电子器件教学套件的互连（通过 BNC 接口），实现对完成制造工艺流程的器件的电学特性测量。该教学套件拥有人性化的图形交互界面，实验箱集成了触控液晶显示屏，模拟实际工艺设备的操作面板，强化工艺学习的实践性。**14nm 集成电路工艺教学套件**作为一款强大的教学和实验工具，可以应用于如下场景：

- 集成电路工艺实验工具**：模拟现代先进集成电路的制造工艺流程。
- 集成电路工艺教学工具**：用于直观展示典型器件制造工艺流程，例如：MOSFET、FinFET 和 GaAs 等器件。
- 集成电路版图教学工具**：让学生体验先进工业级集成电路版图的设计。
- 集成电路工艺与器件特性综合分析工具**：让学生体验从工艺制造到器件仿真测试的完整过程。

产品架构

14nm 集成电路工艺教学套件主要包括：PE101™ 实验箱、ProcessLab™ 软件、LayoutLab™ 软件、TeachLab™ 软件和 JointLab™ 软件。



实验箱 - PE101™

工艺实验 (Process)：对应实验箱面板左侧的 Single Process Selection 区域的按键，包括的单步工艺类型如表 1 所示。对应实验箱面板左侧的 Device Fabrication Selection 区域的按键，包括的器件工艺类型如表 2 所示。

表 1 单步工艺类型

按键名称	单步工艺
Oxidation	氧化
Deposit	淀积
Lithography	光刻
Etch	刻蚀
Implant	离子注入
Anneal	退火
Diffuse	扩散
Epitaxy	外延

表 2 器件工艺类型

按键名称	器件工艺
MOSFET	金属氧化物半导体场效应晶体管
SOI	SOI 工艺 MOSFET
Diode	二极管
BJT	三极管
FinFET	鳍式场效应晶体管
Resistor	电阻
Varactor	变容管
LDMOS	横向扩散 MOS
JFET	结型场效应晶体管
GaAs	MESFET/金属半导体场效应晶体管
Custom	定制器件工艺
VR-Process	支持与 VR 产品互动实验

版图实验 (Layout)：对应实验箱面板左侧的 Device Fabrication Selection 区域的 MOSFET、Diode、BJT、Resistor、Varactor 按键，同时支持各类器件或电路版图的绘制和导出等功能。

14nm 集成电路工艺教学套件

Semiconductor Education Kit (14nm Process SEK)

工艺教学 (Teach): 对应实验箱面板左侧的 Single Process Selection 区域的按键, 包括的单步工艺类型如表 1 所示。对应实验箱面板左侧的 Device Fabrication Selection 区域的按键, 包括的器件工艺类型如表 2 所示。

联动测试 (Test): 对应实验箱面板左侧的 Device Fabrication Selection 区域的 MOSFET、SOI、Diode、BJT、FinFET、Resistor、Varactor、LDMOS、JFET 按键, 实现与 7nm 微纳电子器件教学套件的连接, 进行已制造完成器件的电学特性测试。

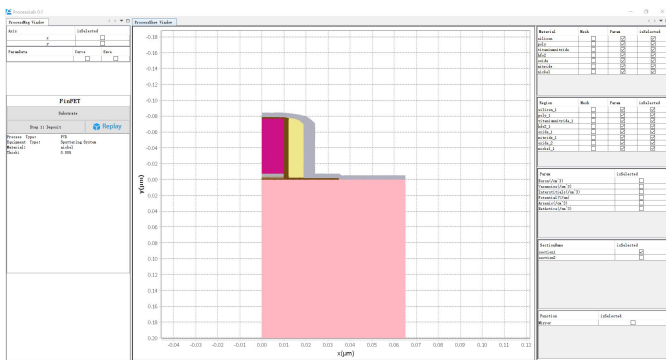
产品特性

- **直观全面及实践性:** 直观展示典型集成电路器件的制造工艺流程, 实验箱液晶显示屏模拟真实工艺设备的参数设定, 增强工艺教学的实践性。
- **与时俱进及可拓展性:** 产品包含当前最新器件的制造工艺流程 (如 FinFET、SOI 等), 预留 1 个定制按键用于用户特殊器件工艺的定制需求, 集成电路工艺模拟器可以根据行业工艺技术的发展进行同步更新。

应用示例

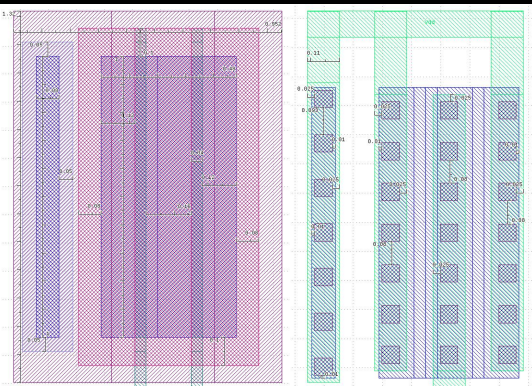
工艺实验模式

ProcessLab™ 软件模拟集成电路的制造工艺流程, 学习单步工艺如: 氧化、离子注入、刻蚀、退火等的基本原理及其输入参数在器件制造中的作用。以剖面图的形式展示每步工艺完成后的器件结构和材料组成, 支持器件单一掺杂、净掺杂和电势等参数的色阶图显示。用户可以通过点选的方式学习器件主要工艺步骤完成后的结构、材料组成, 以及其多种掺杂及电学特性。



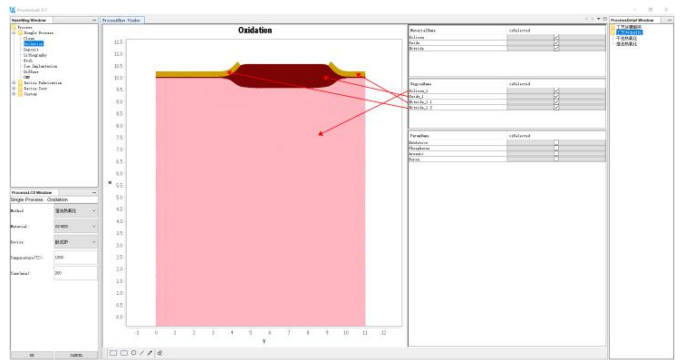
版图实验模式

LayoutLab™ 软件支持集成电路版图的绘制和导出, 学习集成电路版图的设计、布局和布线等实用技能。



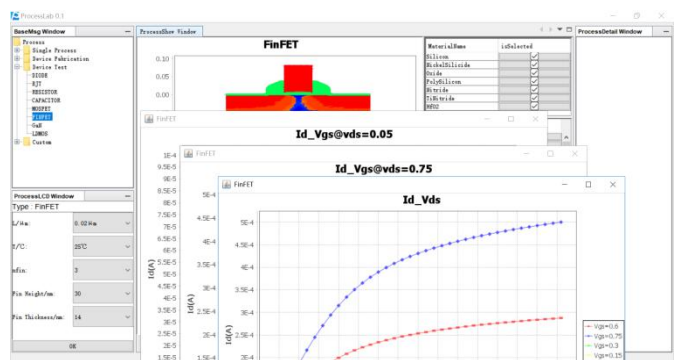
工艺教学模式

TeachLab™ 软件可以有效帮助用户学习集成电路单步工艺原理及其输入参数对掺杂、电势等参数的影响, 掌握典型器件的制造流程。



联动测试模式

JointLab™ 软件能够给出制造工艺完成的器件的电学特性曲线, 可将器件工艺参数的变化与电学特性关联起来。



“集成电路是资金密集、技术密集和人才密集的产业。人才作为第一资源, 是集成电路领域的核心和关键。按照 2020 年全产业销售 10000 亿元人民币, 人均产值 140 万元计算, 需要约 70 万人的规模。因此, 基础性人才的数量缺口也十分巨大。以芯片设计业为例, 目前全行业从业人员的数量约 13 万人, 到 2020 年, 需要将从业人数增加到 28 万人, 差距有 15 万人之多, 要填补这个差距是一个十分艰巨的任务, 毕竟我国高校每年培养的各类集成电路人才数量不到 1 万人。”

—— 引自魏少军 2017 年 3 月份关于《中国 IC 设计业宏观分析和未来发展方向》的报告