

Национальный исследовательский университет
Высшая Школа Экономики
Московский институт электроники и математики

Кафедра ВСиС

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ПРИМЕНЕНИЮ ПРОГРАММЫ TORHIST
ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СТРУКТУР, ТОПОЛОГИЙ И
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ**

Курс «Схемотехника ЭВМ»

Разработчик курса д.т.н., профессор Трубочкина Н.К.

Москва 2013 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

О ПРОГРАММЕ TORHIST	3
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	4
В меню Вид/Панели инструментов включите «Технология».....	4
СОЗДАНИЕ ПОДЛОЖКИ	4
Нажмите кнопку «Группа операций»	4
В единственном поле Текст окна «Параметры»напишите «Подложка»	4
Нажмите кнопку «Подложка»	4
В окне «Параметры» установите следующие свойства	4
Нажмите <i>F5</i> или зелёную стрелку на панели инструментов	5
СОЗДАНИЕ ТРАНЗИСТОРА	5
Снова нажмите кнопку «Группа операций»	5
На панели инструментов нажмите кнопку «Имплантация».....	5
Создание маски	6
Наложение маски	6
Установка параметров операции.....	7
Теперь нанесём <i>n</i> слой	7
Создадим карманы через имплантацию	7
Следующая имплантация.....	9
Последняя операция в группе «Создание транзистора»—имплантация под два <i>n+</i> кармана.	10
Разрез на данном этапе	11
МЕТАЛЛИЗАЦИЯ.....	11
Наносим на поверхность нашего транзистора слой диэлектрика.....	11
Протравливаем области, необходимые для контактов	12
Для операции Травление создаём свою маску «Травление1»	12
Наносим созданную маску	12
Наносим слой металла	13
Стравливаем металл	13
СТРУКТУРА ПОСЛЕ МЕТАЛЛИЗАЦИИ - ВИД РАЗРЕЗА(F5)	14
ПОСЛЕДНЕЕ—ПОЛИРОВКА.....	14

О ПРОГРАММЕ TOPHIST

Программа TopHist позволяет описывать технологический процесс интегральной структуры с пошаговой визуализацией. После создания структуры можно анимационно просмотреть последовательность всего процесса как в прямом, так и в обратном порядке.

Просмотрев эти несколько страниц, всё вышеописанное можно сделать быстро и легко; не придётся тратить время на то, чтобы пытаться «въехать» в незнакомую программу.

Методичка представлена в виде последовательности технологических операций. Ход действий кратко описан словами. Показана последовательность используемых кнопок.

Вы загрузили TopHist. Перед вами окно «Совет дня». Вот полезная из него информация:

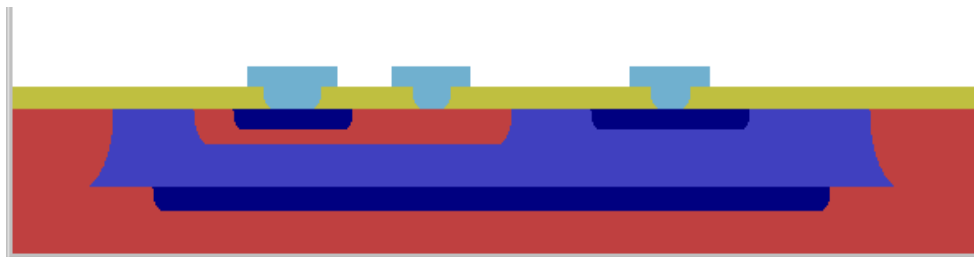
если Вы хотите узнать, какая кнопка что означает, просто подведите к ней
мышь;

если захотите создать новый материал, загляните в Вид/Параметры;

Закрываем это окно. Остаётся окно «Технологический процесс» и большой белый экран с сеткой. *Зелёная линия* на нём — это разрез будущей схемы.

Зайдите сразу в Вид/Параметры/Редактор топологии. В окне «сетка» поставьте её шаг=5. С мелким шагом сетки удобней будет наносить маски.

В качестве примера работы с TopHist синтезируем структуру и определим последовательность технологических операций для n-p-n транзистора:



МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

В меню Вид/Панели инструментов включите «Технология»


На панели инструментов появится группа операций.

Вид/Панели инструментов/ Технология



СОЗДАНИЕ ПОДЛОЖКИ

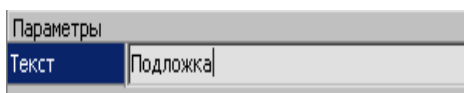
Нажмите кнопку «Группа операций»

«Группа операций» 

В окне «Технологический процесс» появится такой же значок.

Ниже располагается окно «Параметры».

В единственном поле Текст окна «Параметры» напишите «Подложка»



Нажмите кнопку «Подложка»

«Подложка» 

В окне «Параметры» установите следующие свойства

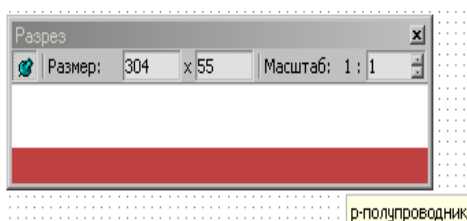
Параметры	
Материал	p-полупроводник
Текст	Подложка
Толщина	3

На белом экране с сеткой подложку можно никак не отображать.

Нажмите F5 или зелёную стрелку на панели инструментов

F5 или 

Появится окно «Разрез».




В нём отображена наша подложка. *Подведите к ней мышь и узнаете из какого она материала.* (При желании, это можно проделывать после каждой операции.)


СОЗДАНИЕ ТРАНЗИСТОРА

Снова нажмите кнопку «Группа операций»

В поле Текст окна «Параметры» напишите «Создание транзистора»

«Группа операций» 

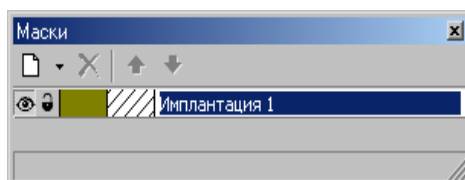
На панели инструментов нажмите кнопку «Имплантация»

«Имплантация» 

Создание маски

Выберите в меню Вид/Редактор масок.

Вид/Редактор масок



На экране появится окно «Маски». Расположите его так, чтобы не мешало. На панели инструментов нажмите «Добавить маску», выберите «Имплантация». В появившемся поле «Имплантация 1» необходимо установить *Цвет заливки* и *Рисунок заливки маски*. Установите их такими, как показано на рисунке

Наложение маски

На панели инструментов нажмите «Рисование прямоугольников»;

«Рисование прямоугольников»



Нарисуйте прямоугольник на экране относительно линии разреза так, как показано на рисунке.



Установка параметров операции

Осталось установить «Параметры» имплантации.

Параметры	
Глубина	1
Маска	Имплантация 1
- Инверсия	Есть
Материал	p(+)-полупроводник
Текст	Имплантация

Теперь нанесём p слой

«Нанесение».....



Он будет необходим для создания карманов.

Параметры	
Материал	p-полупроводник
Текст	Нанесение
Толщина	3,5

Параметры указаны на рисунке.

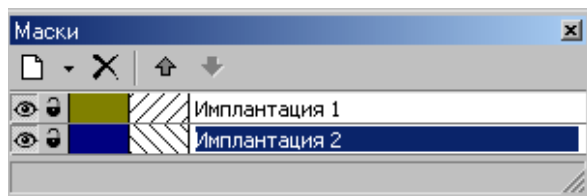
Создадим карманы через имплантацию

«Имплантация».....



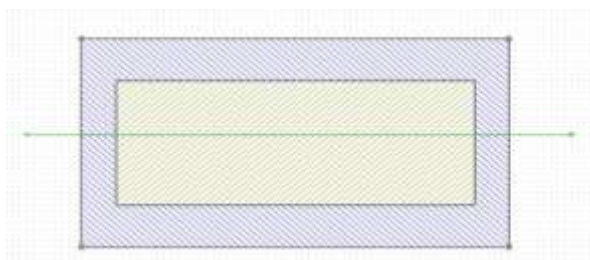
Добавляем маску «Имплантация2» в редакторе масок.

Вид/Редактор масок



Рисуем второй прямоугольник чуть больше первого.

«Рисование прямоугольников»

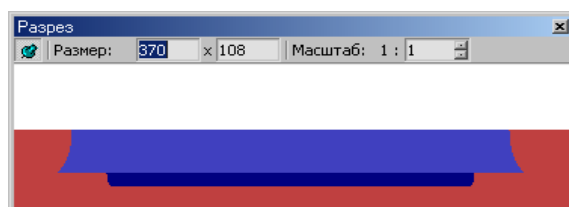


Параметры имплантации следующие.

Параметры	
Глубина	3.6
Маска	Имплантация 2
- Инверсия	Нет
Материал	p-полупроводник
Текст	Имплантация

Разрез (F5) должен выглядеть так.

F5 или 



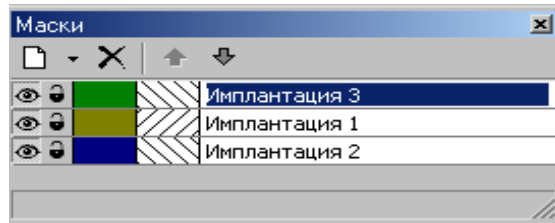
Следующая имплантация.

«Имплантация».....



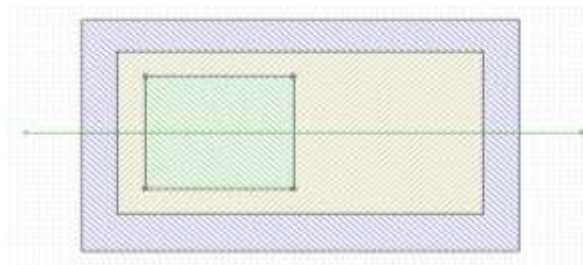
Добавляем маску «Имплантация3» в редакторе масок

Вид/Редактор масок



Рисуем третий прямоугольник внутри первого, в его левой половине.

«Рисование прямоугольников».....



Параметры имплантации .

Параметры	
Глубина	2
Маска	Имплантация 3
- Инверсия	Есть
Материал	p-полупроводник
Текст	Имплантация

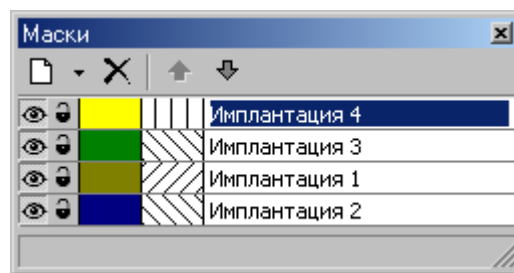
Последняя операция в группе «Создание транзистора»—имплантация под два p+ кармана.

«Имплантация».....



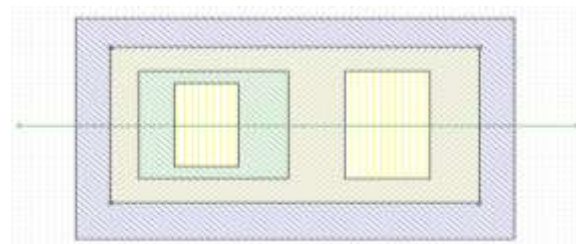
Очередная маска «Имплантация4».

Вид/Редактор масок



Накладываем маску в виде двух прямоугольников, как показано на рисунке.

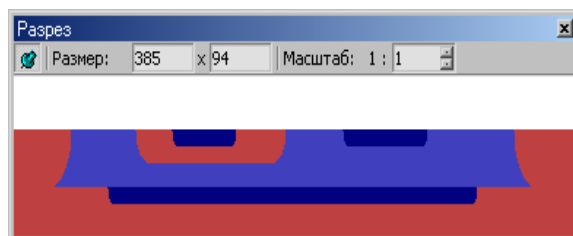
«Рисование прямоугольников».....



Параметры последней имплантации .


Параметры	
Глубина	1
Маска	Имплантация 4
- Инверсия	Есть
Материал	p(+)-полупроводник
Текст	Имплантация

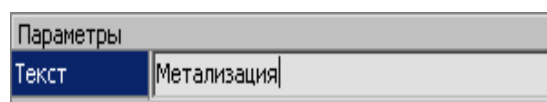
Разрез на данном этапе




МЕТАЛЛИЗАЦИЯ

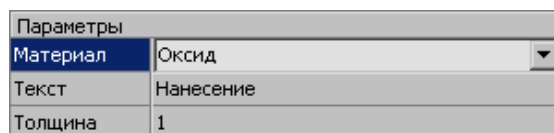
Последний шаг—металлизация. Для наглядности её тоже оформим в виде отдельной группы операций.

«Группа операций» 



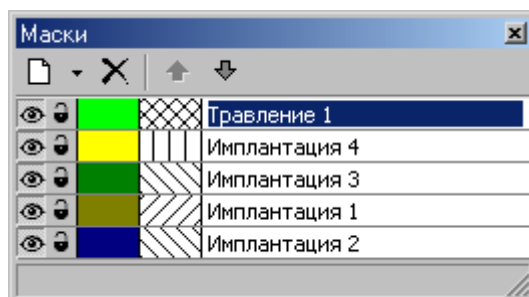
Наносим на поверхность нашего транзистора слой диэлектрика

«Нанесение»..... 



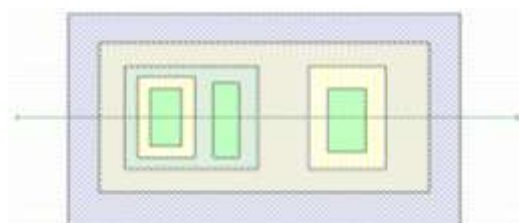
Протравливаем области, необходимые для контактов

«Травление».....



Для операции Травление создаём свою маску «Травление1»

«Рисование прямоугольников».....



Наносим созданную маску

Глубина травления равна толщине нанесённого ранее слоя

Параметры	
Глубина	1
Изотропия	Нет
Маска	Травление 1
- Инверсия	Нет
Текст	Травление

Наносим слой металла

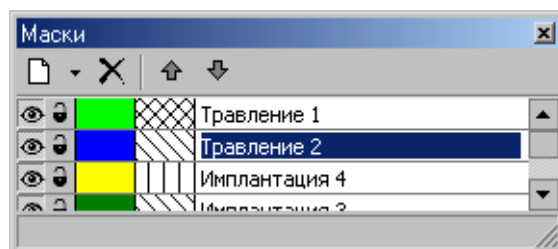
«Нанесение».....



Параметры	
Материал	Металл
Текст	Нанесение
Толщина	2

Стравливаем металл

«Травление».....

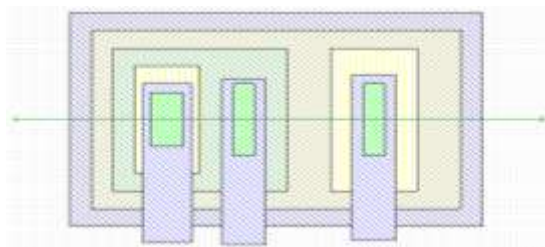


создав маску «Травление2»;

«Рисование прямоугольников».....



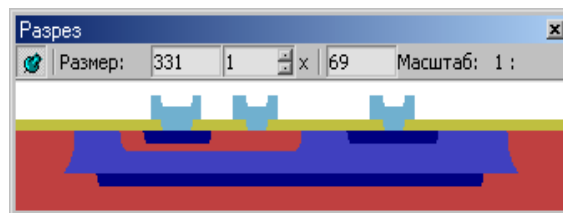
наносим её



с параметрами.

Параметры	
Глубина	2
Изотропия	Есть
Маска	Металлизация 1
- Инверсия	Есть
Текст	Травление

СТРУКТУРА ПОСЛЕ МЕТАЛЛИЗАЦИИ - ВИД РАЗРЕЗА(F5)



ПОСЛЕДНЕЕ—ПОЛИРОВКА

«Полировка».....



Уровень полировки подбираем «на глаз». В нашем случае примерно 8.3

Параметры	
Уровень	8.3
Текст	Полировка

Контакты нашей схемы теперь отполированы.

Структура готова

