



**Брянский Государственный
Технический Университет
Кафедра ЭРЭиЭС**

Выпускная квалификационная работа

на тему:

«Разработка конструкции и технологии тестовой ячейки для контроля параметров ИС, выполненной по КМОП технологии »

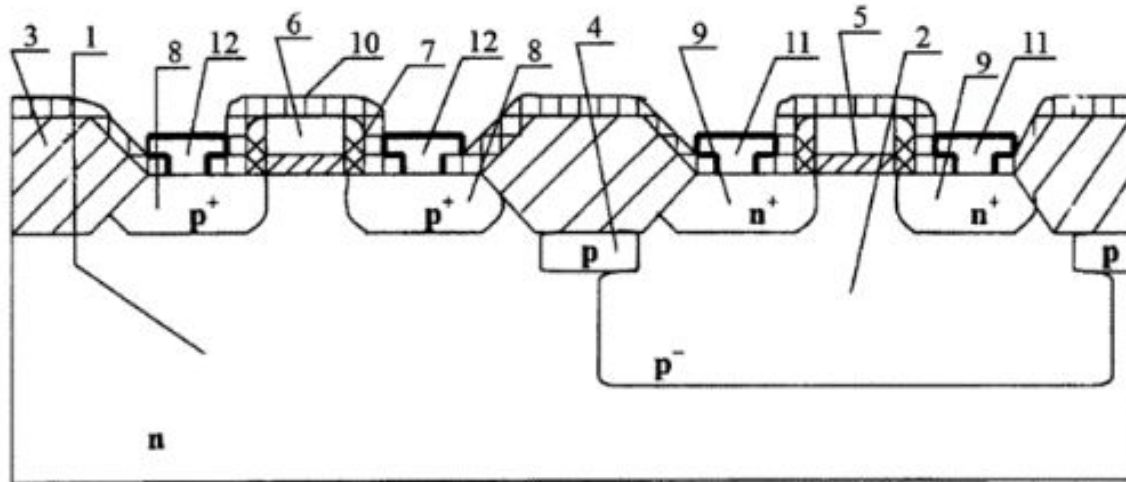
**Выполнил:
студент группы о - 17-ЭиН – МТЭ - Б
Ивакин А.Ю.**

Брянск 2021

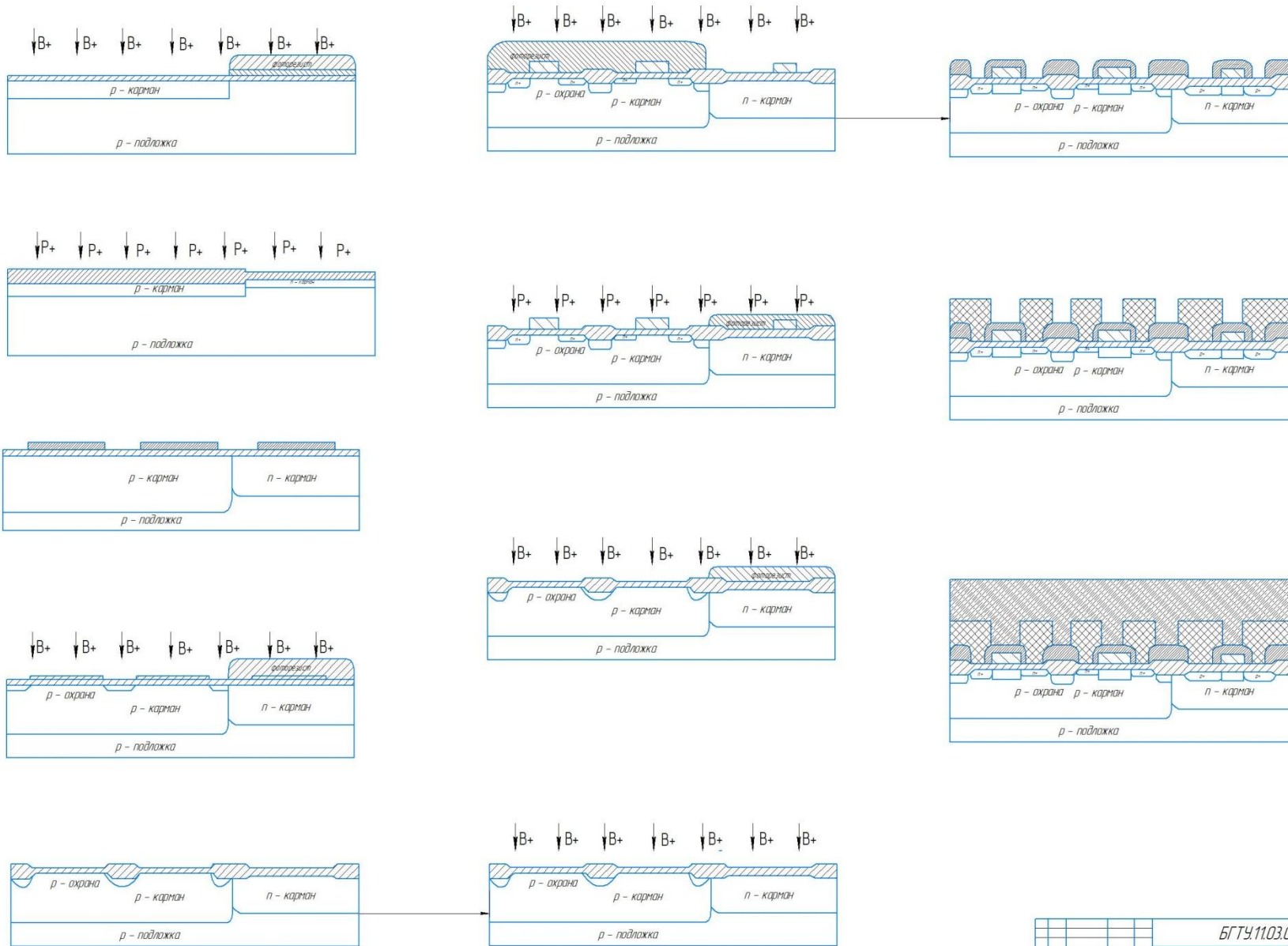
Цели и задачи

- 1) Разработать и описать конструкцию тестового кристалла
- 2) Разработать и описать технологию тестового кристалла
- 3) Измерить и проанализировать параметры тестовых ячеек

КМОП – транзистор в разрезе



1 - кремниевая подложка, 2 - карман p-типа, 3 - диэлектрическая изоляция, 4 - противоканальные области p-типа, 5 - затворный диоксид кремния, 6 - поликремниевый затвор, 7 - комбинированный разделительный диоксид кремния, осаднение диоксида кремния и его термический отжиг, 8 – истоки и стоки p-канального транзистора, 9 – истоки и стоки n-канального транзистора, 10 - комбинированный изолирующий диоксид кремния, осаднение диоксида кремния его термический отжиг, 11 - контакты к стоковым и истоковым областям n-канального транзистора, 12 - контакты к стоковым и истоковым областям p-канального транзистора



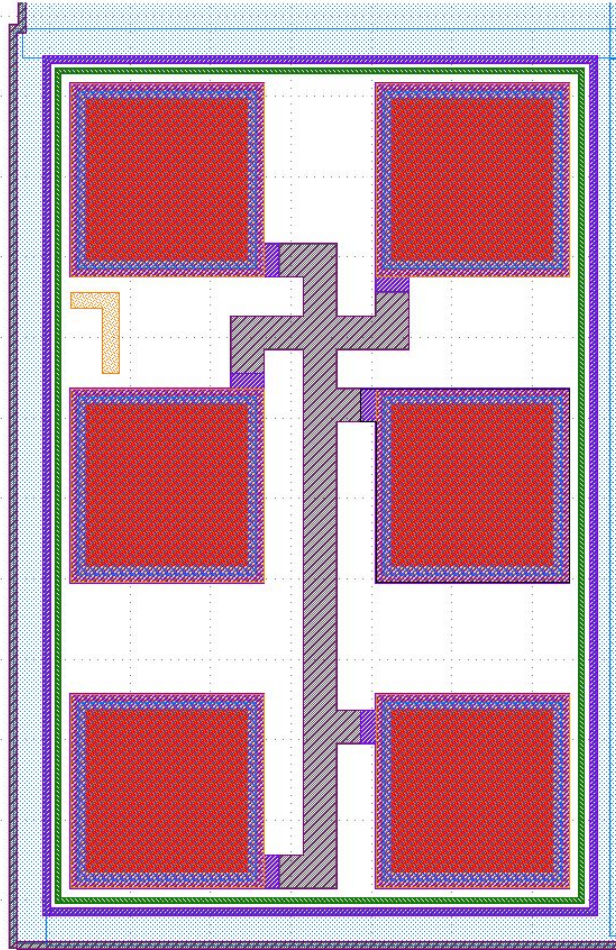
| | | | | | |
|-------------------------|------|-------------|--------|---------|-----|
| БГТУ.11.03.04 | | | | | |
| Имя | Лист | № докум. | Лист | Дата | |
| Разработ | | ИР/Изм. 4.0 | | | |
| Гендир | | Иванов И.И. | | | |
| Начальник | | | | | |
| Умк | | | | | |
| Технологический маршрут | | | | | |
| | | Лист | Масса | Изготов | |
| | | Лист | Листов | г | 1:1 |

КРИПАС, ИП Чебоксарский © 2017 ООО «Солар» - главная ассоциация «Ростов» - Ростов и далее
 Лист № 1
 Лист № 2
 Лист № 3
 Лист № 4
 Лист № 5
 Лист № 6
 Лист № 7
 Лист № 8
 Лист № 9
 Лист № 10
 Лист № 11
 Лист № 12
 Лист № 13
 Лист № 14
 Лист № 15
 Лист № 16
 Лист № 17
 Лист № 18
 Лист № 19
 Лист № 20
 Лист № 21
 Лист № 22
 Лист № 23
 Лист № 24
 Лист № 25
 Лист № 26
 Лист № 27
 Лист № 28
 Лист № 29
 Лист № 30
 Лист № 31
 Лист № 32
 Лист № 33
 Лист № 34
 Лист № 35
 Лист № 36
 Лист № 37
 Лист № 38
 Лист № 39
 Лист № 40
 Лист № 41
 Лист № 42
 Лист № 43
 Лист № 44
 Лист № 45
 Лист № 46
 Лист № 47
 Лист № 48
 Лист № 49
 Лист № 50
 Лист № 51
 Лист № 52
 Лист № 53
 Лист № 54
 Лист № 55
 Лист № 56
 Лист № 57
 Лист № 58
 Лист № 59
 Лист № 60
 Лист № 61
 Лист № 62
 Лист № 63
 Лист № 64
 Лист № 65
 Лист № 66
 Лист № 67
 Лист № 68
 Лист № 69
 Лист № 70
 Лист № 71
 Лист № 72
 Лист № 73
 Лист № 74
 Лист № 75
 Лист № 76
 Лист № 77
 Лист № 78
 Лист № 79
 Лист № 80
 Лист № 81
 Лист № 82
 Лист № 83
 Лист № 84
 Лист № 85
 Лист № 86
 Лист № 87
 Лист № 88
 Лист № 89
 Лист № 90
 Лист № 91
 Лист № 92
 Лист № 93
 Лист № 94
 Лист № 95
 Лист № 96
 Лист № 97
 Лист № 98
 Лист № 99
 Лист № 100

Параметры, контролируемые при изготовлении ИС по КМОП технологии

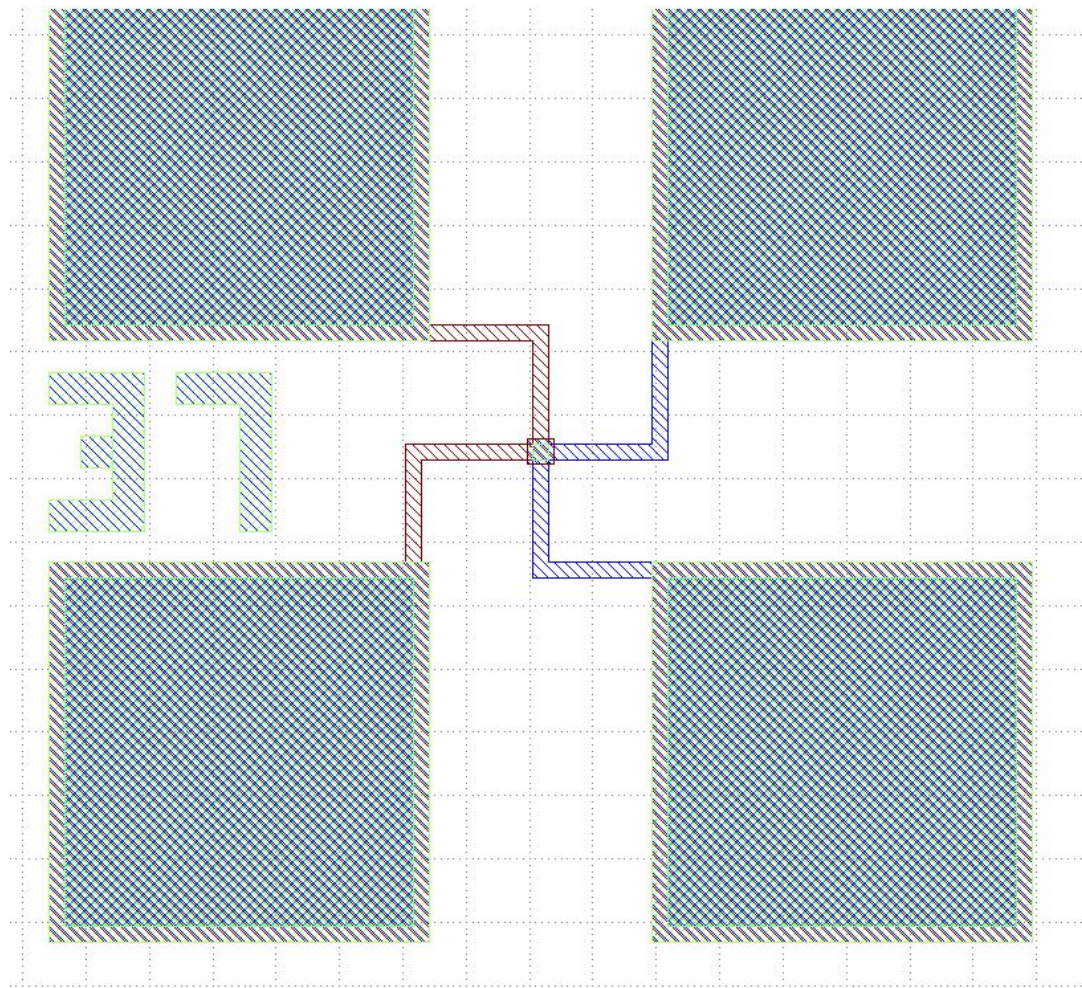
- 1) Сопротивления слоя
- 2) Сопротивление контактов
- 3) Пробивные напряжения и токи утечек
- 4) Обрывы проводящих шин Al на ступеньках окисла SiO₂

Контроль сопротивления слоя

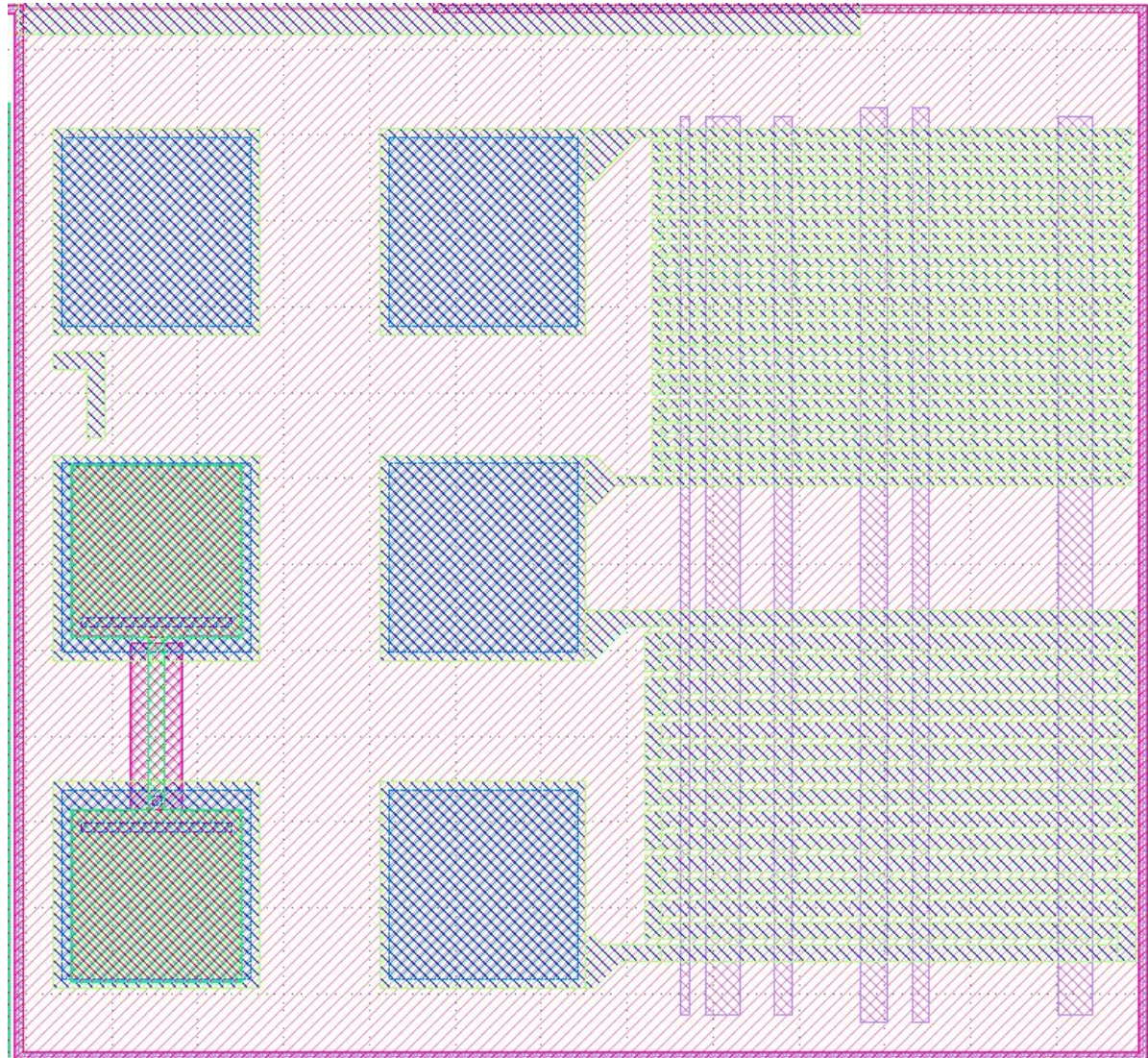


Фигура Ван дер Пау

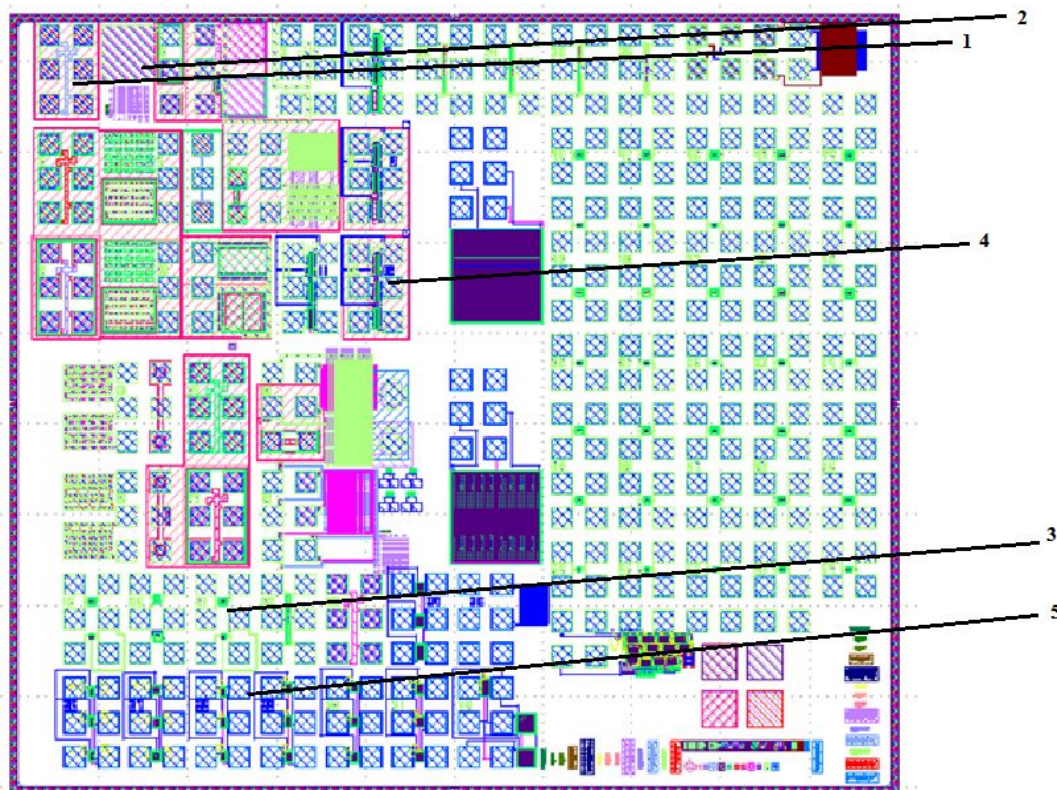
Сопротивление контактов



Обрывы проводящих шин Al на ступеньках SiO₂



Тестовый кристалл



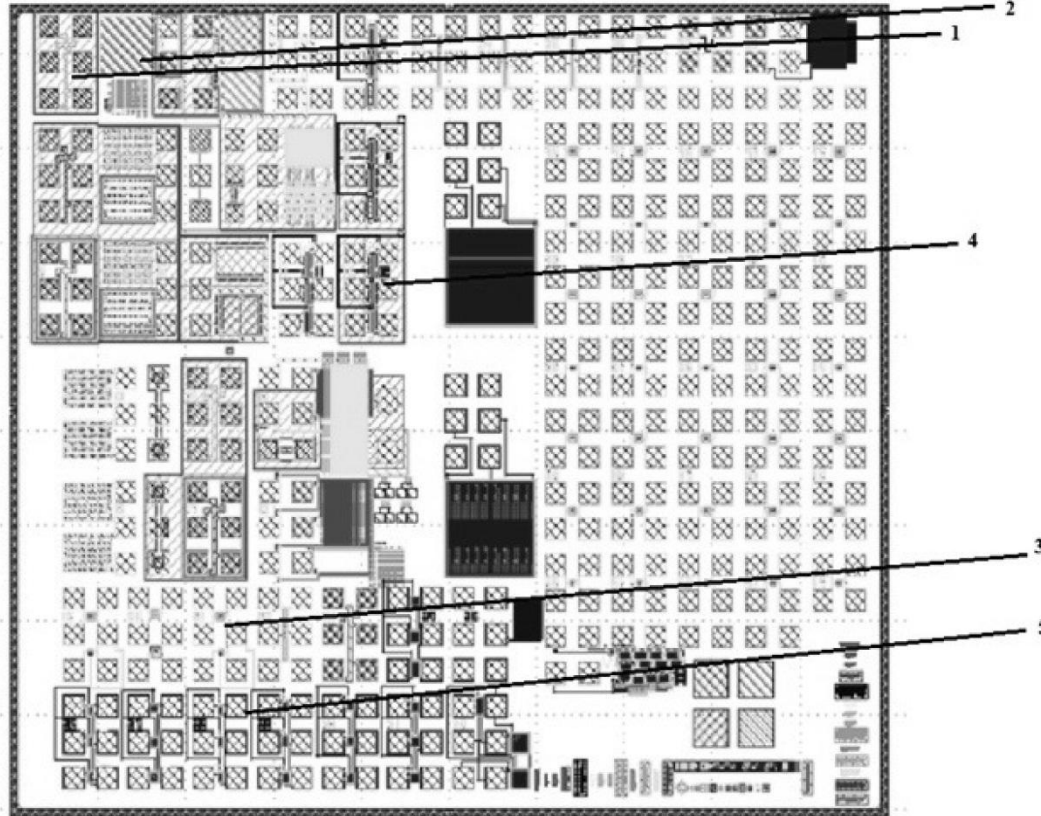
1 – фигура Ван дер Пау

2 – конденсатор

3 – КМОП транзистор

4 – P – канальный

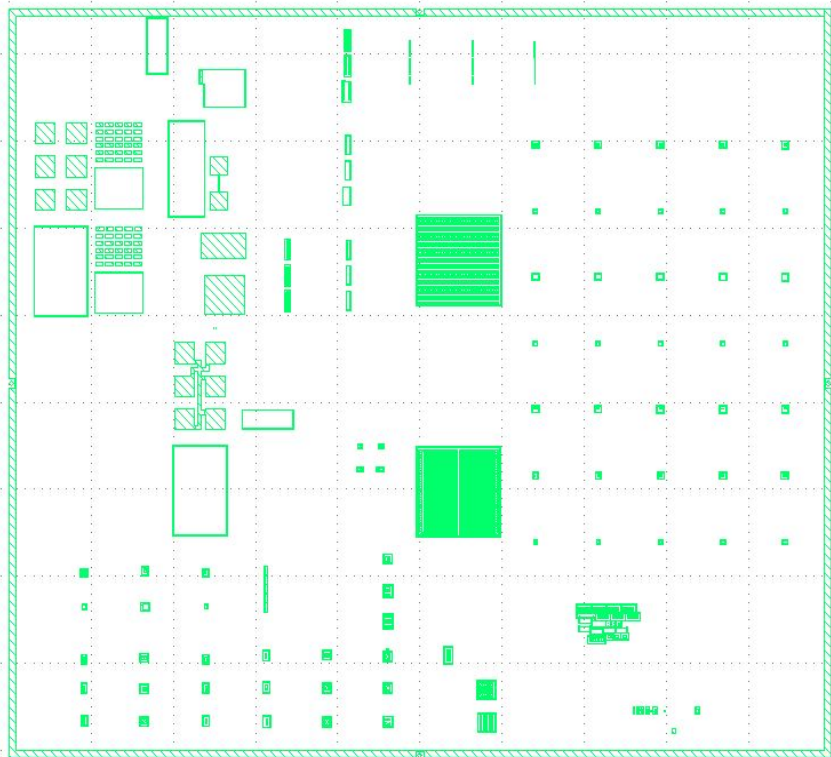
5 – ДМОП транзистор



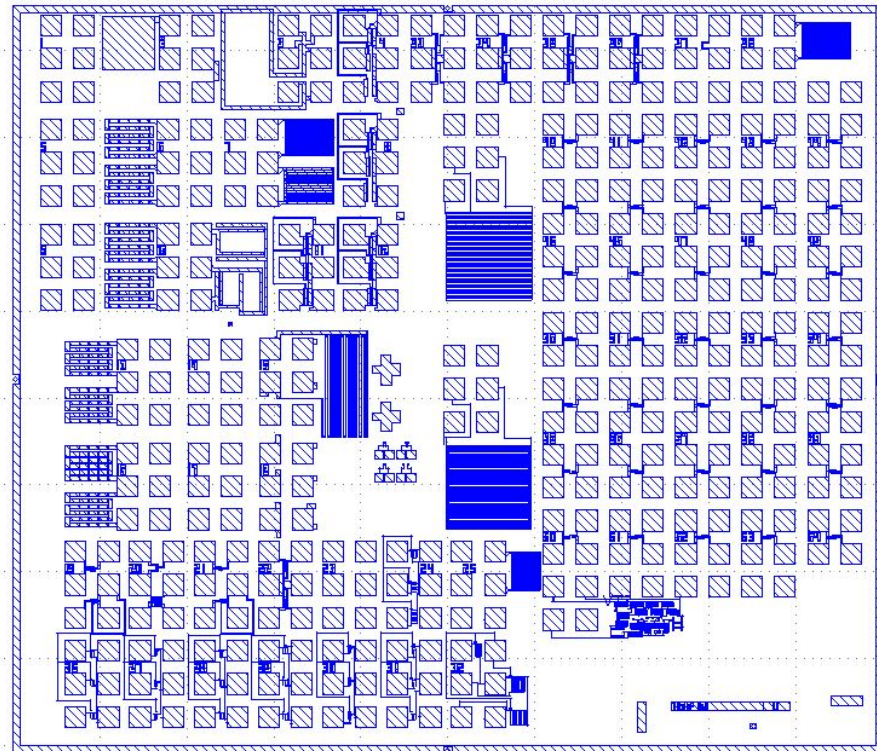
| | |
|---|-------------------------|
| 1 | Фигура Ван дер Пау |
| 2 | Конденсатор |
| 3 | N – МОП транзистор |
| 4 | P – каналный транзистор |
| 5 | ДМОП транзистор |

| | | | | | | |
|--------------|----------------|----------|-------------|-------------------------------|---|--------|
| | | | | БГТУ 11.03.04.001 ЭЗ | | |
| Имя | Лист | № докум. | Год/мес/Дат | Топология тестового кристалла | | |
| Разработ. | Иванкин А.Ю. | | | Лист | 1 | Листов |
| Проект. | Неврасова М.Ю. | | | | | |
| Т. контрол. | | | | | | |
| Реценз. | | | | | | |
| Ил. контрол. | | | | | | |
| Утвержд. | | | | | | |

Слои

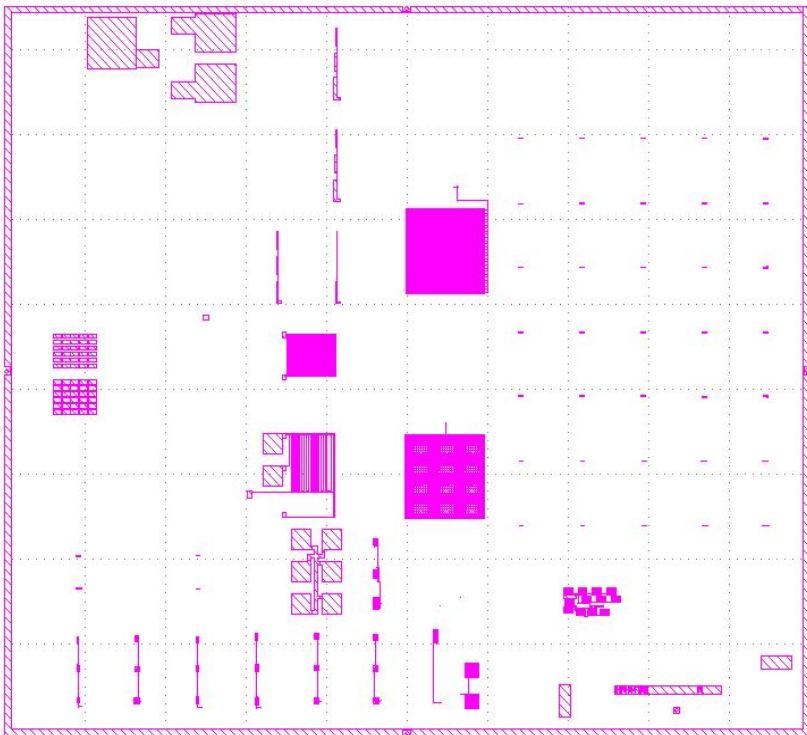


Слой «Р – база»

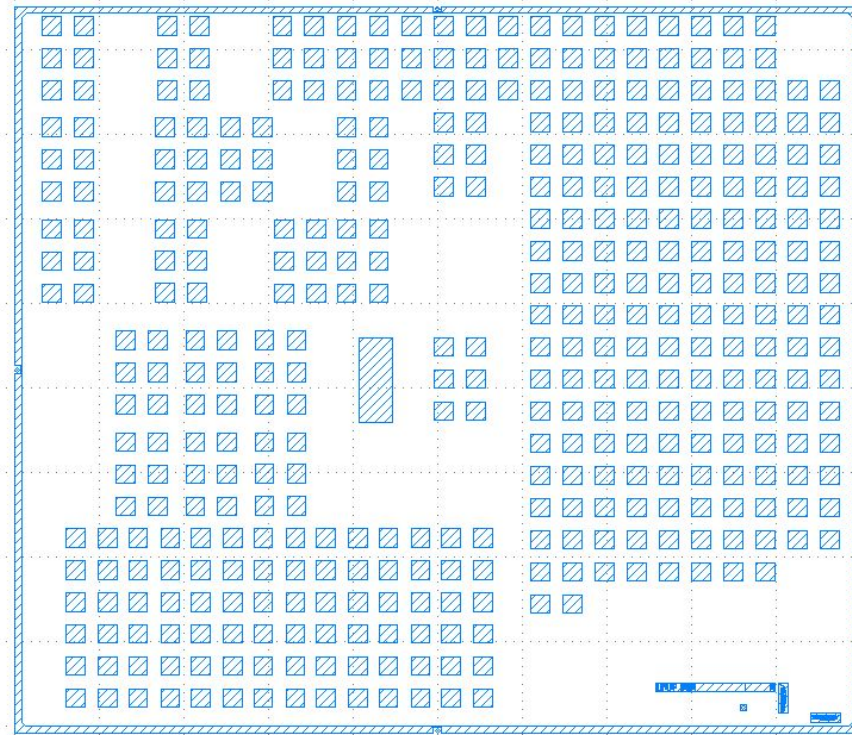


Слой «Металлизация»

Слои



Слой «Поликремний»



Слой «Защита»

Проведение измерений тестового кристалла



Таблица с измеренными параметрами

| № ячейки | Ширина канала, мкм | $U_{\text{пор}}$, В | $U_{\text{обр}}$, В | Норма для $U_{\text{пор}}/U_{\text{обр}}$, В |
|----------|--------------------|----------------------|----------------------|---|
| 8 | 9 | 0,79 | 30 | 1,1-1,8/15-50 |
| | 13 | 0,82 | 31,3 | 1,1-1,8/15-50 |
| | 25 | 0,88 | 31,3 | 1,1-1,8/15-50 |

| № ячейки | Ширина канала, мкм | $U_{\text{пор}}$, В | $U_{\text{си}}$, В | Норма для $U_{\text{пор}}/U_{\text{обр}}$, В |
|----------|--------------------|----------------------|---------------------|---|
| 48 | 4 | 1,03 | 19,27 | 1-1,3/12-45 |

График зависимости порогового напряжения от длины канала по активной области

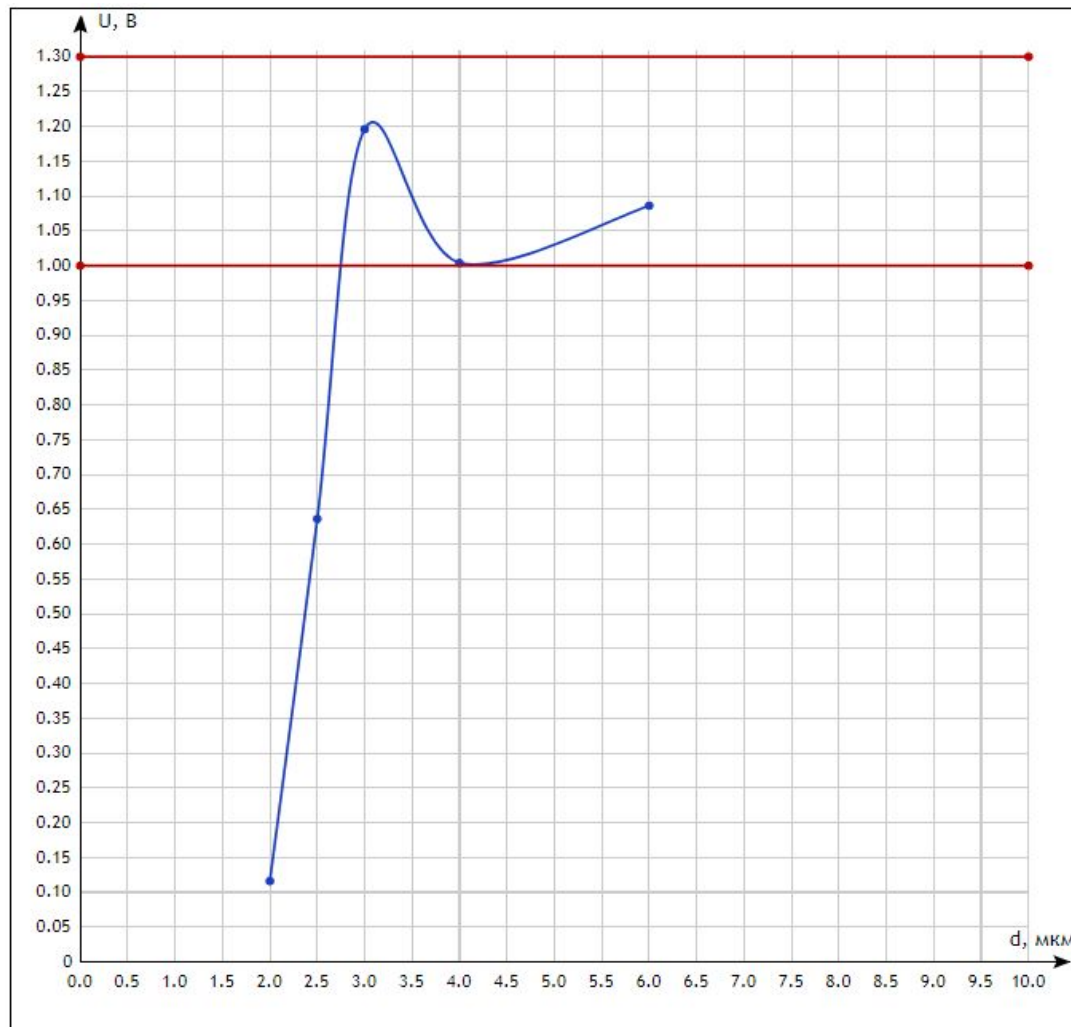
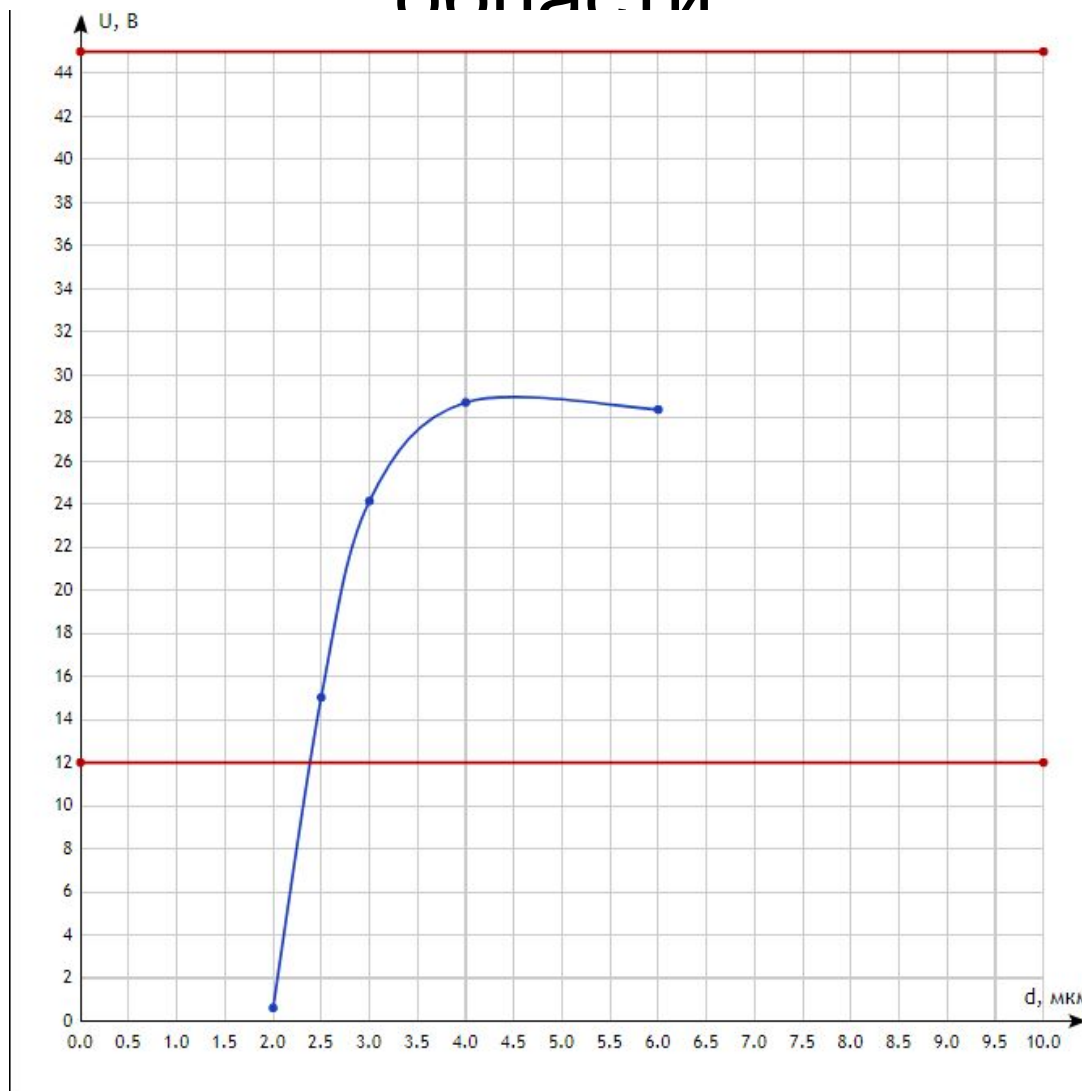


График зависимости напряжения сток-исток от длины канала по активной области



Результаты

- Была разработана конструкция тестовых ячеек для контроля параметров ИС выполненных по КМОП технологии
- Была разработана технология тестовых ячеек для контроля параметров ИС выполненных по КМОП технологии
- Измерены параметры тестового транзистора и построены зависимости пороговых напряжений и напряжений сток-исток от длины канала по активной области.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ