

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение . . . . .	3
<b>1. Физика поверхности . . . . .</b>	<b>5</b>
1.1. Поверхностные заряды и поверхностный потенциал . . . . .	5
1.2. Изменение поверхностного потенциала . . . . .	9
1.3. Скорость поверхностной рекомбинации . . . . .	10
1.4. Каналообразование . . . . .	11
<b>2. Влияние поверхности на характеристики полупроводниковых приборов . . . . .</b>	<b>11</b>
2.1. Прямые характеристики $p-n$ -перехода . . . . .	11
2.2. Обратные характеристики $p-n$ -перехода . . . . .	13
2.2.1. Ток утечки . . . . .	13
2.2.2. Пробой . . . . .	14
2.2.3. $1/f$ -шум . . . . .	14
2.3. Влияние поверхностной рекомбинации и эффекта каналообразования на сплавные транзисторы . . . . .	14
<b>3. Влияние поверхностных эффектов при облучении непассивированных материалов и приборов . . . . .</b>	<b>17</b>
3.1. Введение . . . . .	17
3.2. Влияние радиации на поверхность полупроводников . . . . .	19
3.3. Влияние ионной бомбардировки на кремниевые поверхности $p$ -типа . . . . .	21
3.4. Общие вопросы влияния радиации на непассивированные приборы . . . . .	24
3.5. Влияние радиации на полупроводниковые диоды . . . . .	25
3.6. Модель для непассивированных транзисторов с газовым наполнением . . . . .	28
3.7. Влияние радиации на ток $I_{ко}$ непассивированных транзисторов . . . . .	32
3.8. Влияние мощности дозы облучения и эффекты насыщения . . . . .	33
3.9. Влияние смещения на переходе и потенциала колпачка . . . . .	34
3.10. Восстановление . . . . .	36
3.11. Зависимость поверхностных эффектов от типа излучения . . . . .	38
3.12. Влияние окружающей среды . . . . .	38
3.13. Влияние радиации на коэффициент усиления по току . . . . .	40
3.14. Эксперимент на спутнике «Телестар» . . . . .	41
3.15. Другие непассивированные приборы . . . . .	41
3.15.1. Солнечные батареи . . . . .	42
3.15.2. Детекторы излучений . . . . .	43
3.15.3. Переходы металл — полупроводник и гетеропереходы . . . . .	43

<b>4. Пассивированные приборы</b>	44
4.1. Введение	44
4.2. Двуокись кремния как пассивирующий материал	45
4.2.1. Влияние $\text{SiO}_2$ на поверхность кремния	45
4.2.2. Эффекты накопления заряда в пленке $\text{SiO}_2$	46
4.3. Электрические свойства приборов, пассивированных окисью $\text{SiO}_2$	48
4.4. Результаты пассивации приборов	51
4.5. Радиационные эффекты в пассивированных приборах	52
4.6. Радиационные эффекты в полевых транзисторах типа металл—окись—полупроводник	59
4.7. Интегральные схемы	68
<b>5. Обсуждение моделей поверхностных радиационных эффектов</b>	69
5.1. Определение местонахождения поверхностного заряда, ответственного за радиационные повреждения приборов, пассивированных окисью $\text{SiO}_2$	69
5.1.1. Эффект насыщения	69
5.1.2. Влияние напряжения смещения	69
5.1.3. Восстановление поверхностных эффектов	70
5.1.4. Дополнительное подтверждение правильности модели	71
5.2. Природа заряда в окиси	71
5.3. Предполагаемые модели накопления заряда в слое $\text{SiO}_2$ , подвергнутом ионизирующему облучению	71
5.3.1. Модель смещения электрона	71
5.3.2. Модель дрейфа положительных ионов	77
5.4. Рекомендации для дальнейшего изучения радиационных дефектов на поверхности	78
5.4.1. Общие положения	78
5.4.2. Изучение приборов	79
5.4.3. Отбор приборов для работы в радиационной среде	80
<b>6. Выводы</b>	81
Приложение	85
Единицы измерения параметров радиационных излучений	85
Расчет поглощенной дозы для электронного излучения	85
Литература	89