

# Оглавление

<b>Предисловие редактора . . . . .</b>	<b>3</b>
<b>Введение . . . . .</b>	<b>5</b>
<b>Глава 1. Физико-химические основы процессов сухого (вакуумно-плазменного) травления . . . . .</b>	<b>7</b>
1.1. Плазма: определения, способы получения, основные процессы . . . . .	11
1.2. Уравнение непрерывности для химически активных частиц в плазме . . . . .	25
1.3. Основные стадии процессов сухого травления . . . . .	27
1.3.1. Доставка молекул рабочего газа в зону плазмы газового разряда . . . . .	28
1.3.2. Переход молекул рабочего газа в энергетические и химически активные частицы . . . . .	31
1.3.3. Доставка энергетических и химически активных газовых частиц к поверхности обрабатываемого материала . . . . .	37
1.3.4. Взаимодействие энергетических и химически активных частиц с поверхностью обрабатываемого материала . . . . .	39
<b>Глава 2. Технологические основы сухого (вакуумно-плазменного) травления . . . . .</b>	<b>43</b>
2.1. Основные технологические характеристики процессов травления и их взаимосвязь с физико-химическими параметрами . . . . .	44
2.1.1. Предельно разрешенный размер . . . . .	45
2.1.2. Анизотропность процессов ВПТ . . . . .	46
2.1.3. Селективность . . . . .	51
2.1.4. Неравномерность . . . . .	54
2.1.5. Загрузочный эффект . . . . .	54
2.1.6. Текстура поверхности . . . . .	55

2.2. Факторы, определяющие основные технологические характеристики процессов ВПТ . . . . .	56
2.2.1. Энергия ионного воздействия . . . . .	56
2.2.2. Давление . . . . .	59
2.2.3. Мощность газового разряда . . . . .	60
2.2.4. Температура стенок, подложкодержателя и обрабатываемой поверхности . . . . .	62
2.2.5. Газы и газовые смеси, применяемые для сухого травления различных материалов . . . . .	64
2.2.6. Материалы внутрикамерной оснастки . . . . .	68
2.2.7. Загрязнения . . . . .	69
2.3. Методы вакуумно-плазменного травления . . . . .	71
2.3.1. Ионное травление . . . . .	71
2.3.2. Плазмохимическое травление . . . . .	71
2.3.3. Реактивно-ионное травление . . . . .	72
2.3.4. Радикальное травление . . . . .	80
2.3.5. Реакторы вакуумно-плазменного травления . . . . .	81
2.4. Тенденции развития плазменных систем в области высоких технологий . . . . .	116
<b>Глава 3. Методы контроля технологических параметров и диагностики плазмы . . . . .</b>	<b>122</b>
3.1. Измерение профиля травления приборами с индикаторной иглой . . . . .	124
3.2. Метод кварцевого резонатора . . . . .	126
3.3. Эллипсометрия . . . . .	127
3.4. Лазерная интерферометрия . . . . .	134
3.5. Растворная электронная микроскопия . . . . .	135
3.6. Масс-спектроскопия . . . . .	140
3.7. Эмиссионная спектроскопия . . . . .	143
3.8. Зондовые измерения . . . . .	148
3.9. Методы анализа поверхности и их применение . . . . .	150
3.10. Аппаратура и методы исследования процессов ионно-плазменного травления и анализа образцов после обработки . . . . .	176
<b>Глава 4. Разработка процессов плазмохимического травления кремния с использованием компьютерного моделирования . . . . .</b>	<b>181</b>
4.1. Основы моделирования процессов травления в плазме . . . . .	181
4.2. Особенности расчетов профилей при плазмохимическом травлении кремния . . . . .	186
4.2.1. Физико-химические основы модели . . . . .	188

4.2.2. Математические основы модели . . . . .	190
4.2.3. Структурные эффекты . . . . .	198
4.3. Математическая модель . . . . .	203
4.3.1. Основные частицы и процессы . . . . .	203
4.3.2. Описание модели . . . . .	206
4.3.3. Методика расчета . . . . .	212
<b>Глава 5. Современное применение плазменных технологий в микроэлектромеханических и ультрабольших интегральных системах . . . . .</b>	<b>228</b>
5.1. Тенденции развития микро- и наносистемной техники . . . . .	229
5.2. Сухое травление полимеров . . . . .	250
5.2.1. Характеристики травления для толстых слоев полимеров . . . . .	250
5.2.2. Электрохимическое осаждение никеля в полимерные микроструктуры . . . . .	254
5.2.3. Изготовление керамических микроструктур . . . . .	255
5.3. Травление кремниевых микроструктур с высоким аспектным отношением . . . . .	256
5.3.1. Технология глубокого травления с мелким диффузионным переходом . . . . .	263
5.3.2. Особенности изготовления кремниевых горизонтально управляемых резонаторов . . . . .	265
5.4. Полевые кремниевые эмиттеры с заостренным верхним концом . . . . .	266
5.4.1. Регулирование профилей эмиттеров с применением сухого травления кремния . . . . .	267
5.4.2. Изготовление микрозеркал и лазеров с применением сухого травления . . . . .	272
<b>Литература . . . . .</b>	<b>275</b>