

Содержание

Сведения об авторах	6
Введение. Особенности реактивного магнетронного распыления	7
Глава 1	
Причины нестабильности реактивного распыления	8
1.1. Два стабильных состояния мишени в процессе реактивного распыления	8
1.2. Поглощение реактивного газа растущей пленкой химического соединения	13
1.3. Переходы между двумя стабильными состояниями мишени	15
1.4. Данные о коэффициентах распыления окислов и нитридов на поверхности мишени	23
Глава 2	
Механизмы взаимодействия реактивного газа с поверхностью мишени	27
2.1. Хемосорбция во время реактивного магнетронного распыления	27
2.2. Ионная имплантация атомов реактивного газа в мишень	30
2.3. Соотношение влияния двух механизмов окисления	35
Глава 3	
Стабилизация и управление реактивным разрядом с помощью внешних по отношению к разряду устройств контроля	40
3.1. Контроль по парциальному давлению реактивного газа	40
3.2. Контроль реактивного процесса по парциальному давлению паров распыляемого материала, оцененному по их оптическому излучению	51
Глава 4	
Изменение электрических параметров реактивного разряда при изменении состояния поверхности мишени	60
4.1. О корреляции электрических параметров реактивного разряда и величины парциального давления реактивного газа	60
4.2. Изменение сопротивления реактивного разряда при образовании нитридов на поверхности мишени	63
4.3. Изменение сопротивления реактивного разряда при образовании окислов на поверхности мишени	66

4.4. Немонотонное изменение сопротивления разряда при росте концентрации реактивного газа.....	71
4.5. Изменение сопротивления реактивного разряда при образовании оксинитридов, карбидов и других соединений на поверхности мишени	79

Глава 5

Стабилизация процесса реактивного магнетронного распыления по электрическим параметрам разряда.....	81
--	-----------

5.1. Особенности вольтамперных характеристик реактивного магнетронного разряда при фиксированном потоке реактивного газа.....	81
5.2. Стабилизация реактивного процесса стабилизацией напряжения разряда и контролем напуска газа по току разряда.....	92
5.3. Стабилизация реактивного процесса стабилизацией тока разряда и управлением напуском реактивного газа по напряжению разряда	96
5.4. Стабилизация и управление реактивным импульсным разрядом по величине циркулирующей мощности.....	106

Глава 6

Достижение долговременной стабильности процесса реактивного магнетронного распыления	112
---	------------

6.1. Компенсация влияния увеличения глубины эрозионной канавки...	112
6.2. Учет влияния изменения со временем других параметров процесса	124

Глава 7

Влияние температуры мишени на процесс реактивного распыления	129
---	------------

7.1. Получение пленок реактивным магнетронным нанесением из не охлаждаемой мишени.....	129
7.2. Получение пленок реактивным магнетронным нанесением из расплавленной мишени.....	141

Глава 8

Влияние температуры подложки на скорость роста и состав пленки в реактивном процессе.....	144
--	------------

Глава 9

Особенности проведения, контроля и стабилизации реактивного HiPIMS-процесса	148
--	------------

9.1. Особенности проведения реактивного HiPIMS-процесса.....	148
9.2. Способы контроля и стабилизации реактивного HiPIMS-процесса	157

9.3. Повышение эффективности реактивного HiPIMS-процесса и его стабилизация путем применения комбинированного реактивного разряда, созданного суперпозицией HiPIMS-импульсов с СЧ-импульсами или постоянным током	175
---	-----

Глава 10

Альтернативные способы устранения гистерезиса из характеристик реактивного процесса	181
10.1. Увеличение скорости откачки	181
10.2. Уменьшение скорости нанесения	182
10.3. Уменьшение площади мишени	182
10.4. Разделение объемов распыления мишени и нанесения пленки с отдельным напуском аргона и реактивного газов	186
10.5. Разделение по времени периодических процессов нанесения пленки и ее химической реакции с реактивным газом	191
10.6. Импульсная подача реактивного газа	192
10.7. Добавление второго реактивного газа	194

Глава 11

Некоторые способы повышения эффективности процессов реактивного нанесения тонких пленок	200
11.1. Повышение степени активации частиц реактивного газа вблизи подложки	200
11.2. Повышение коэффициента распыления мишени легированием ее тяжелыми элементами	218
11.3. Получение окисных пленок из керамических не окисных мишеней	229

Глава 12

Заключительная	232
12.1. Преимущества метода реактивного магнетронного нанесения по сравнению с другими методами получения тонких пленок сложного состава	232
12.2. Рекомендуемый порядок практических действий при постановке процесса реактивного магнетронного распыления	235
12.3. Особенности проведения, контроля и стабилизации реактивного HiPIMS процесса	240
Литература	242