

ПОЛУЧЕНИЕ ПЛЕНКИ НИТРИДА КРЕМНИЯ МЕТОДОМ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ

Автор: Ю. С. Гапонова

В настоящее время актуальной задачей является разработка низкотемпературных методов получения диэлектрических материалов в виде тонких высококачественных пленок различного функционального назначения. Использование высокотемпературных процессов для синтеза подобных слоев приводит к генерации и развитию структурных дефектов в полупроводниковых структурах, термической деформации подложек, перераспределению примесей в структурах, что неизбежно вызывает снижение выхода годных приборов. В связи с этим большое распространение в последнее время получили установки, реализующие низкотемпературный процесс плазмохимического осаждения из газовой фазы (ПХОГФ), с помощью которого можно получать диэлектрические пленки нанометровой толщины хорошего качества [1].

Метод химического осаждения из газовой фазы является одним из наиболее распространенных методов формирования тонких пленок и покрытий, применяемых в микроэлектронике (SiO_2 , Si_3N_4 и др.). При использовании в данной технологии плазменной активации осаждаемых веществ (PECVD), увеличивается эффективность и скорость процесса за счет значительного снижения температур (80 - 350 °С). Образование покрытий при осаждении проходит в несколько стадий: образование в плазме радикалов и ионов, адсорбция на поверхности и перегруппировка адсорбированных атомов. Плазмохимия, как метод создания пленок, обеспечивает высокую адгезию и химическую чистоту продукта, осаждаемого из газовой фазы, позволяет наносить однородные по составу и толщине покрытия на детали сложной конфигурации [2].

Задачи:

- 1) Исследовать влияния режимов плазмохимического осаждения на свойства пленок нитрида кремния.
- 2) Освоить метод эллипсометрии для измерения показателя преломления и толщины пленки.
- 3) Исследовать влияния технологических параметров на показатель преломления.

Методика эксперимента

Для исследования использовались пластины полуизолирующего GaAs с нанесенной пленкой нитрида кремния методом ПХО. Осаждение пленок проводилось при различных технологических параметрах, данные представлены в таблице 1.1. Время осаждения пленок составляло 15-20 минут. Температура осаждения 300 °С. Химическая реакция в процессе осаждения:

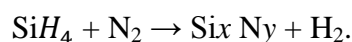


Таблица 1.1- Технологические параметры изготовления образцов

№	Расход газов		Режим работы генераторов		Давление, Па	Мощность		Время работы НЧ/ВЧ генераторов, с	Показатель преломления
	SiH_4 , см ³ /мин	N_2 , см ³ /мин	НЧ	ВЧ		НЧ, Вт	ВЧ, Вт		
1	1,7	900	пост.	имп.	120	55	70	5/13	1,92
2	1,7	900	пост.	имп.	120	55	70	3/13	1,95
3	1,7	900	пост.	имп.	120	55	70	7/13	1,93
4	1,7	850	имп.	имп.	120	55	70	5/13	1,92
5	1,7	800	имп.	имп.	120	55	70	5/13	1,84
6	1,7	900	имп.	имп.	107	55	70	5/13	1,84

7	1,7	900	имп.	имп.	133	55	70	5/13	1,85
8	1,7	900	имп.	имп.	120	55	80	5/13	1,86
9	1,7	900	имп.	имп.	120	55	100	5/13	1,74
10	1,7	900	имп.	имп.	120	100	70	5/13	1,8

Скорость травления пленки нитрида кремния в жидкостном химическом травителе зависит от плотности пленки. Метод является разрушающим, требует выполнения ряда дополнительных операций (фотолитография, измерение толщины пленки до и после травления), работа с опасными растворами.

Исследование оптических характеристик производилось на эллипсометрическом комплексе «ЭЛЛИПС – 1891САГ». Измерения толщин до и после травления в буферном травителе производились на профилометре AMBIOS XP-2 Stylus. Результаты измерений приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2-Экспериментальные данные

№	Толщина пленки эллипсометр, нм	Толщина пленки профилометр, нм	Толщина пленки после буферного профилометр, нм	Время травления в буферном, мин	Скорость травления в буферном, нм/мин	Показатель преломления
1	119	119	68,9	3	16,7	1,92
2	124	124	79	3	15	1,95
3	108	108	54	3	18	1,93
4	146	148	125	0,33	69	1,92
5	158	150	112	0,33	114	1,84
6	146	145	125	0,28	71	1,84
7	154	149	90	0,28	209	1,85
8	151	146	112	0,27	128	1,86
9	176	159	100	0,32	186	1,74
10	174	162	140,6	0,42	51,4	1,8

По табличным данным построены графики зависимости скорости травления в буферном травителе от технологических параметров.

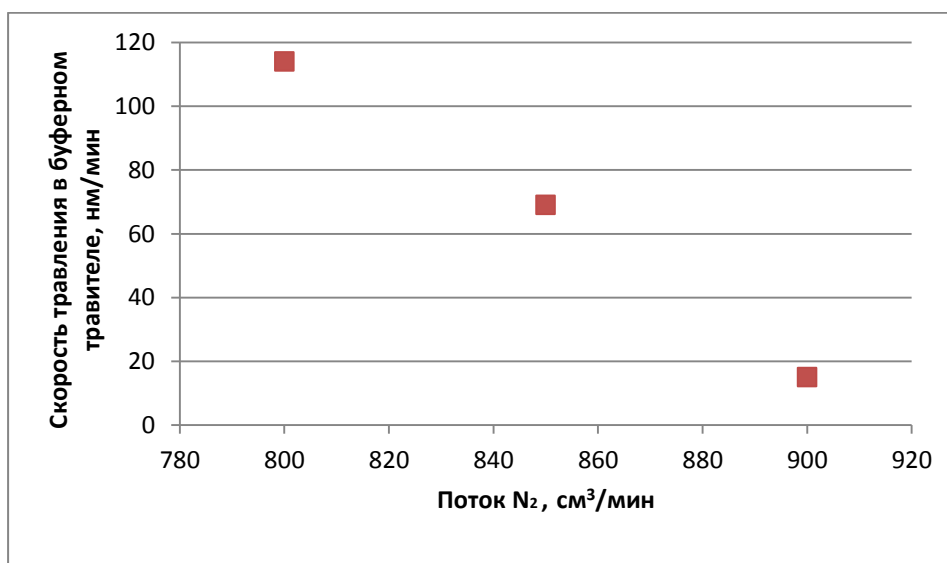


Рисунок 1.1- Зависимость скорости травления от потока N₂

На рисунке 1.1 с увеличением потока N₂ наблюдается спад скорости травления в буферном травителе.

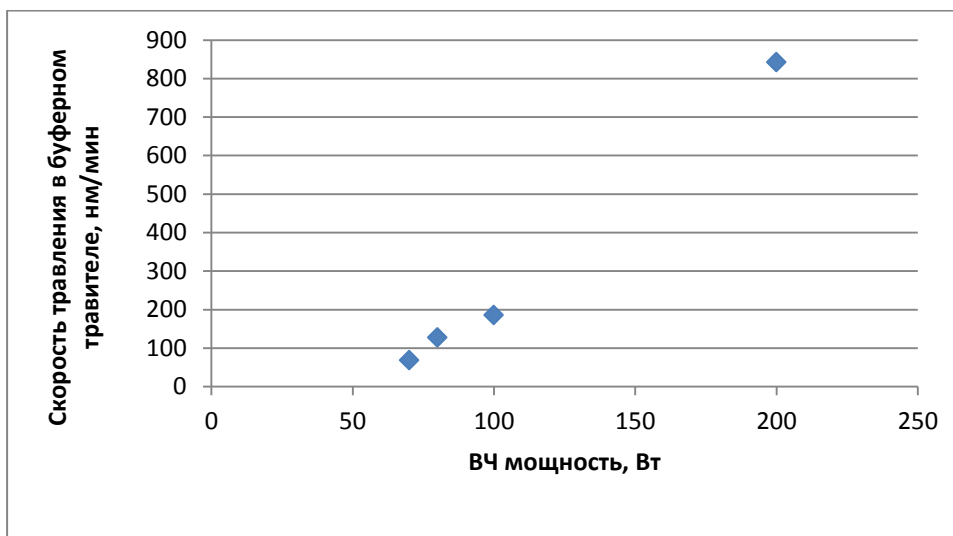


Рисунок 1.2- Зависимость скорости травления от мощности ВЧ генератора

На рисунке 1.2 видно, что с уменьшением мощности ВЧ генератора скорость травления в буферном травителе тоже уменьшается.

На основе табличных данных можно подбирать технологические параметры, так чтобы скорость травления в буферном травителе имела наименьшее значение. Этого можно добиться: при меньшем значении мощности, среднем значении давления в рабочей камере, большим значением расхода газа N_2 и средней температурой столика. Анализируя табличные данные видно, что с увеличением потока азота к потоку силана показатель преломления растет. И с увеличением давления в рабочей камере показатель преломления будет расти. В данный момент на практике ведутся попытки получить технологический процесс нанесения пленки, одним из требований к которой является скорость травления в буферном травителе менее 7 нм /мин. Это говорит о хорошей плотности пленки, что положительно сказывается на электрофизических параметрах (напряжение пробоя, токи утечки) и стойкости к окружающей среде. Такими параметрами обладают пленки со значением показателя преломления близким к 2.

Результаты эксперимента показывают, что измерение относительной плотности пленки методом жидкостного травления в буферном травителе можно заменить измерением показателя преломления, так как измерение показателя преломления требует на порядок меньше затрат времени и ресурсов.

Заключение

В результате проделанной работы была изучена технология получения нитрида кремния плазмохимическим осаждением. Проведено исследование влияния технологических параметров на показатель преломления, на состав, то есть на свойства пленки SixNy. Известно, что чем плотнее пленка, тем лучше ее электрофизические свойства. Освоен метод эллипсометрии для измерения показателя преломления и толщины пленки.

Список используемых источников

- 1 Ковалгин А.Ю. Исследование процессов плазмохимического осаждения пленок нитрида кремния. // Автореф. дисс. на соиск. уч. степени к.т.н. С-Пб.,1995. – 9 стр.
- 2 Обижаев Д.Ю. Структура и свойства функциональных слоев нитрида кремния на различных стадиях их формирования в технологии устройств нано- и микросистем- ной техники. // Автореф. дисс. на соиск. уч. степени к.т.н. – М., 2007. – 22 с.