

Исследование параметров МДМ- структур на основе диоксида титана

П.А.Змановский, А.Е.Субботина, студенты каф.ФЭ

Проверены электрофизические свойства МДМ-структур на основе диоксида титана, полученные магнетронным распылением стехиометричного (TiO_2) состава, используемые для создания мемристоров.

Ключевые слова: МДМ-структура, электрофизические свойства, диоксид титана, мемристор.

Введение

В настоящее время идет активный процесс изучения и создания мемристоров. Наиболее ярко мемристорный эффект проявляется в структурах на основе титана, ванадия и гафния. Наиболее перспективным и исследуемым материалом является диоксид титана, модифицированный примесями некоторых металлов. Диоксид титана проявляет себя, как высоко механический и радиационно-стойкий материал.

Целью данной работы является исследование электрофизических свойств диоксида титана.

Экспериментальная часть

Исследования электрофизических свойств пленки TiO_2 проводились в составе МДМ структур $\text{Al-TiO}_2\text{-Al}$. Пленки диоксида титана получались магнетронным распылением.

Напыление пленок TiO_2 на стеклянной подложке производилось в атмосфере аргона и кислорода при давлении 10^{-2} мм.рт.ст, разрядный ток составлял 250 мА, время напыления 15 минут. Толщина полученных пленок составила около 100 нм. Скорость распыления была приблизительно 6 нм/мин.

Был проведен рентгеноструктурный микроанализ полученной пленки диоксида титана, нанесенной на кремниевую подложку. Рентгеноструктурный микроанализ представлен на рисунке 1.

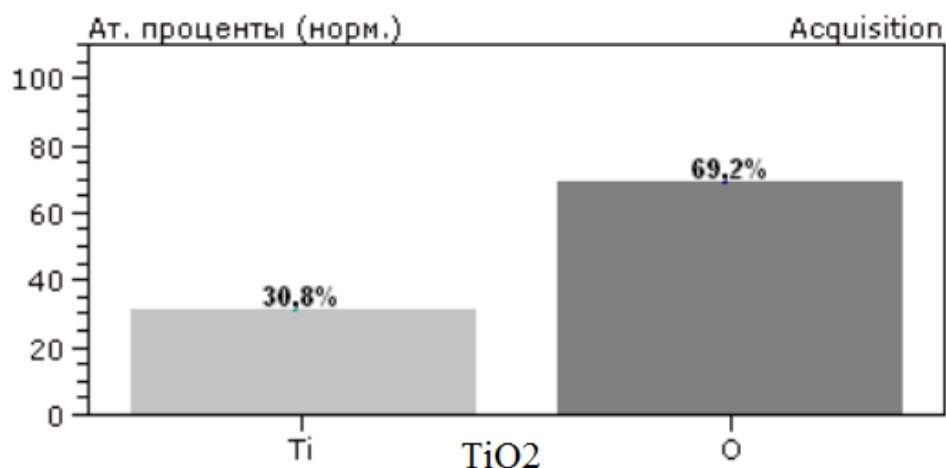


Рисунок 1 – Процентный состав диоксида титана

Из микроанализа можно сказать, что содержание кислорода составляет 69,2%, а титана 30,8%. Можно сделать вывод, что титан в полученной пленки полностью окислен, пленка имеет стехиометрический состав. Эти данные можно сравнить с полученными данными компании Hewlett Packard, где у них содержание кислорода составляло 66%, а титана 33%. Наличие излишнего кислорода можно объяснить адсорбцией воды на поверхности пленки и окислением подложки.

Так же были сняты параметры структуры Al-TiO₂-Al на измерителе иммитанса E7-20, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Экспериментальные параметры структуры Al-TiO₂-Al

№ структуры	R, ГОм	C, пФ	$tg\delta$	ε
1	3,02	2001	0,0009	26
2	2,21	1793,7	0,0015	22,6
3	3,16	2019,8	0,0008	26,3
4	7,2	3450	0,0006	41
5	2,42	1934,2	0,0013	25,1
6	3,2	2195	0,0009	29
7	3,46	2893,4	0,0007	37,6
8	3,97	2596,3	0,0009	33,7
9	4,6	2987,6	0,0005	39
10	4,27	2876,8	0,0009	37,4

В таблице приведены рабочие структуры, так же некоторое количество структур имели «закоротки», это было видно из большого тангенса угла диэлектрической проницаемости и низкого электрического сопротивления.

Среднее значение диэлектрической проницаемости для структуры Al-TiO₂-Al примерно составляет $\epsilon = 31,8$. Для пленок TiO₂ значение диэлектрической проницаемости структуры приблизительно сходится со справочными данными, в которых пленки диоксида титана имеют $\epsilon = 30-40$.

Выводы

В данной работе был реализован метод получения пленки диоксида титана методом магнетронного распыления. Сняты параметры структуры Al-TiO₂-Al. По представленным данным можно сделать вывод, что структуры полностью рабочие, в данных структурах может наблюдаться мемристорный эффект.

В дальнейшем планируется получение мемристорных структур типа «жерна» и изучение их свойств.

Литература

1. Ковтонюк, Н.Ф., Измерения параметров полупроводниковых материалов / Н.Ф. Ковтонюк, Ю.А. Концевой. – М.: Энергия, 1970. – 432 с
2. Троян, П.Е. Электронные процессы в тонкопленочных структурах металл-диэлектрик-металл в сильных электрических полях: дис. ... д.т.н.: 01.04.04 / Троян Павел Ефимович – Томск, 2005. – 348 с.
3. Влияние структурных параметров мемристора на основе оксида титана на его электрические характеристики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://2013.nscf.ru/TesisAll/Stand_section/1950_ZanaveskinML_Stand.pdf, свободный (дата обращения: 25.11.2016).
4. Балагуров Л.А. Магнетронное осаждение слоев диоксида титана с диагностикой плазмы высокочастотного разряда методом оптической эмиссионной спектроскопии / Л.А. Балагуров, И.В. Кулеманов, А.Ф. Орлов, Е.А. Петрова // Материалы электронной техники. 2011. №1. С. 4–7