Диагностика потоков положительных и отрицательных ионов в процессах реакционного магнетронного распыления [[1]](#footnote-1)\*)

1Казиев А.В., 1,2Колодко Д.В., 1Конагуру Р., 1,3Сергеев Н.С., 1Агейченков Д.Г.

1Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия,
2ФИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, Фрязино, МО, Россия
3НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия

Известно, что при реакционном магнетронном осаждении оксидных, нитридных и других составных покрытий при изменении содержания реакционного газа в смеси наблюдаются нелинейные гистерезисные эффекты [1]. Эти процессы имеют большое значение для характеристик растущих пленок, поскольку ими определяются стехиометрия и скорость осаждения. Как правило, для контроля процессов реакционного распыления применяют оптическую эмиссионную спектроскопию, но она не позволяет локально определять потоки ионов разных сортов [2]. Для этой цели прекрасно подходит корпускулярная диагностика.

Эксперименты по диагностике компонентного состава потоков ионов из плазмы разряда проводились на установке с магнетроном с круглой плоской мишенью диаметром 75 мм (Pinch Magneto series). Для корпускулярной диагностики использовался магнитный секторный масс-анализатор со специализированной системой экстракции [3]. Максимальная детектируемая масса при ускоряющем напряжении 1 кВ составляла 140 а.е.м. Для повышения чувствительности измерений в качестве детектора применялся вторичный электронный умножитель, подсоединенный к пикоамперметру. Массовые спектры измерялись как в отдельных экспериментах, так и в процессе осаждения покрытий.

Исследовался разряд с мишенями Al и Zr в смесях Ar и O2 с различным содержанием кислорода в общем потоке газа и при разной мощности разряда (100, 200, 300 Вт). Изучались режимы постоянного тока и импульсно-периодического среднечастотного (100 кГц) питания магнетрона. Выявлено, что повышение содержания кислорода в газовой смеси при сохранении полного потока Ar и O2 ведет к снижению потоков положительных ионов Ar+ и ионов металлов (Al+ и Zr+), однако соотношение между ними при увеличении потока кислорода изменяется в сторону преобладания ионов металлов. Снижение токов ионов Ar+, O+, O2+, Al+ и Zr+ сопровождается ростом тока отрицательных ионов O–.

Для импульсно-периодических режимов показано, что при увеличении длительности пауз для фиксированной средней мощности разряда абсолютные потоки ионов металла и газа увеличиваются. Этот эффект иллюстрируется на рис. 1 на примере циркониевой мишени.

![E:\OneDrive - mephi.ru\work\conf+publ\2020\[conf] Звенигород XLVIII\fig1.png]()

Рис. 1. Зависимость потоков ионов разных сортов от коэффициента заполнения импульсов

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 18-38-20185).

Литература

1. Strijckmans K., Schelfhout R., Depla D. *Journal of Applied Physics* **124** (2018) 241101
2. Sproul W.D., Christie D.J., Carter D.C. *Thin Solid Films* **491** (2005) 1–17
3. Kaziev A.V. et al. *Journal of Instrumentation*, **14** (2019) C09004.
1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVIII/Lt/en/EU-Kaziev_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)