

## ВЫСОКОСКОРОСТНОЕ МАГНЕТРОННОЕ ОСАЖДЕНИЕ ПОКРЫТИЙ НИТРИДА ХРОМА

*В.А. Грудинин, аспирант гр. А8-08,*

*Д.В. Сиделёв, к.т.н., доцент,*

*Г.А. Блейхер, д.ф.-м.н., профессор.*

*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30,  
тел.(3822)-701-777 доб. 5413*

E-mail: [vladergru@mail.ru](mailto:vladergru@mail.ru)

Техника магнетронного распыления широко распространена в промышленности и используется для получения широкого спектра различных функциональных покрытий: износостойких, антикоррозионных, фотокаталитических и др. [1]. Однако существует ряд весомых недостатков, в том числе относительно низкая скорость осаждения [2]. Данный аспект наиболее сильно выражен при реактивном магнетронном распылении, когда поверхность распыляемой мишени магнетронного диода активно взаимодействует с напускаемым в вакуумную камеру реактивным газом, например, азотом или кислородом. При «отравлении» поверхности мишени реактивным газом скорость осаждения покрытий может снижаться в несколько раз по сравнению с распылением в инертной среде. Для решения этой проблемы предлагается использовать несколько приёмов. Во-первых, использовать пространственное разделение объёмов, в которые производится подача реактивного (азот) и рабочего (аргон) газов. Во-вторых, использовать ассистирующий ВЧ источник индуктивно-связанной плазмы (RF-ICP), который обеспечит диссоциацию и ионизацию реактивного газа для образования стехиометричного соединения на поверхности изделия (подложки). В-третьих, использовать конструкцию магнетрона с частично теплоизолированной мишенью, которая позволит увеличить производительность процесса осаждения за счёт использования дополнительного к распылению механизма эрозии мишени (сублимации).

В настоящей работе показана работоспособность магнетронной распылительной системы (МРС) с горячей мишенью и ассистированием ВЧ источником индуктивно-связанной плазмы в условиях раздельной газовой подачи. На рис. 1 показаны зависимости давления, тока и напряжения разряда в зависимости от потока реактивного газа в камеру.

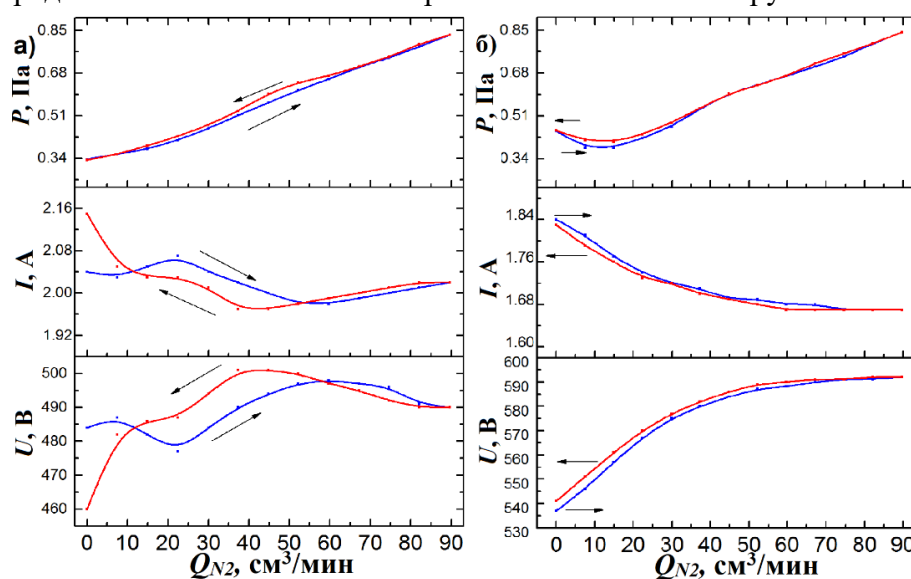


Рис. 1. Электрические параметры разряда в зависимости от потока азота при классическом распылении (а) и в случае распыления горячей мишени (б).

По поведению параметров напылительной системы и величине площадей между кривыми видно, что раздельная газовая подача позволяет минимизировать эффект гистерезиса

реактивного разряда по сравнению с классическим реактивным распылением охлаждаемой мишени.

Были получены покрытия со стехиометрией от  $\text{Cr}_2\text{N}$  до  $\text{CrN}$  с использованием предложенной схемы напыления. В экспериментах были установлены следующие параметры: мощность разряда – 1 кВт, мощность RF-ICP источника - 500 Вт, поток аргона -  $45 \text{ см}^3/\text{мин}$ , потенциал смещения на подложке – (-50) В. Остаточное давление в рабочей камере составляло не более  $2 \cdot 10^{-3}$  Па. Рабочее давление было равно 0,4 Па.

На рис.2 представлены дифрактограммы полученных покрытий (а) и скорость их осаждения (б) в зависимости от потока реактивного газа в рабочую камеру.

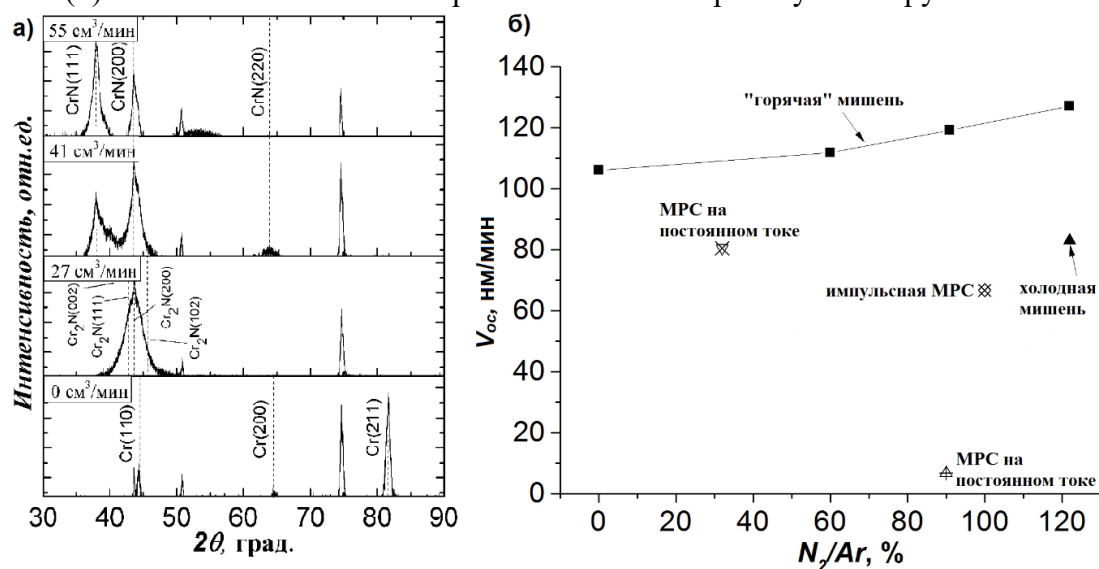


Рис. 2. Дифрактограммы  $\text{CrN}_x$  покрытий (а) и скорость их осаждения (б) в зависимости от потока реактивного газа в вакуумную камеру.

На рис. 2,б показано, что добавление в вакуумную камеру реактивного газа не приводит к снижению производительности процесса осаждения покрытий, а напротив, показывает более высокие значения скорости осаждения (вплоть до 127 нм/мин неподвижно). При потоке азота  $55 \text{ см}^3/\text{мин}$  на подложку осаждается покрытие стехиометричного  $\text{CrN}$  с кубической кристаллической структурой с преимущественной (111) ориентацией.

Таким образом, при использовании магнетронного распыления частично теплоизолированной мишени с ассистированием ВЧ источником индуктивно-связанной плазмы и отдельной газовой подачей возможно минимизировать отравление поверхности мишени в реактивном процессе, повысить стабильность работы магнетрона, увеличить скорость осаждения покрытий и получить при этом покрытия стехиометричного состава.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-38-90134.

#### Список литературы:

1. Bräuer G., Szyszka B., Vergöhl M, Bandorf R. Magnetron sputtering – Milestones of 30 years // Vacuum. – 2010. - vol.84, iss.12. – p. 1354-1359.
2. Westwood W. D. Sputter Deposition Processes // MRS Bulletin. – 1988. – vol.13, iss.12. – p. 46-51.