

ФОРМИРОВАНИЕ ПЛЕНОК CN_x РЕАКТИВНЫМ ИОННО-ЛУЧЕВЫМ РАСПЫЛЕНИЕМ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Филимонов Н. С.

Телеш Е. В. – ст. преподаватель

Исследованы процессы формирования пленок нитрида углерода реактивным ионно-лучевым распылением мишени из графита в условиях наличия вторичного плазменного разряда между подложкой и мишенью. Плёнки формировались на подложках из кремния. Увеличение потенциала мишени приводит к торможению ионов первичного пучка, что снижает коэффициенты распыления и скорость нанесения. Установлено, что при напряжении на мишени более 15 В происходит снижение удельного объемного сопротивления и рост потерь пленок нитрида углерода, что может быть связано с воздействием заряженных частиц вторичного разряда на наносимое покрытие. Установлено, что применение вторичного плазменного разряда приводит к снижению пропускания и резкому уменьшению оптического поглощения в ультрафиолетовой и ближней видимой области спектра.

Нитрид углерода интенсивно исследуется учеными разных стран, т.к. установлено, что β - C_3N_4 , аналогичный β - Si_3N_4 , должен обладать твердостью, сравнимой с твердостью алмаза [1,2]. Дальнейшие расчеты показали, что другие кристаллические фазы C_3N_4 должны иметь стабильность, сравнимую или большую, чем стабильность β - C_3N_4 , и что многие из этих структур должны быть твердыми по природе. C_3N_4 -структуры включают α -, β -, кубический, псевдокубический и графитообразный нитрид углерода. Подобно различным алмазным покрытиям покрытия из нитрида углерода также обладают хорошей износостойкостью и устойчивостью к царапанию. Кроме того, нитриды углерода являются коррозионноустойчивыми но, самое главное, они обладают значительно лучшей термостойкостью, чем соответствующие DLC-покрытия (алмазоподобные покрытия). Для увеличения содержания азота и степени кристалличности пленок нитрида углерода при использовании, упоминавшихся выше способов синтеза покрытий, предпринимаются значительные усилия, направленные на получение богатых азотом нитридов углерода. Предпочтительно, чтобы такие исходные вещества имели соотношение углерод:азот=3:4, и имели связь углерод-азот, аналогичную связи в нитридах кремния.

В наших исследованиях мы использовали реактивное ионно-лучевое распыление мишени из высокоплотного графита. Для управления электрофизическими, оптическими и механическими свойствами формируемых слоев необходимо изменять энергию, величину и состав потока осаждаемых частиц. При реактивном ионно-лучевом распылении необходимо максимально интенсифицировать процесс химического взаимодействия между распыленным материалом мишени и активным рабочим газом. Это можно осуществить путем дополнительной ионизации, как атомов мишени, так и рабочего газа вторичным плазменным разрядом, **для поджига которого используется первичный ионный пучок, распыляющий мишень. Если мишень заземлить через переменный резистор, то она приобретает некоторый положительный потенциал U_m , и между мишенью и подложкой возникает вторичный плазменный разряд.**

Исследование процессов нанесения осуществлялось на модернизированной установке вакуумного напыления УРМ 3.279.017, оснащённой ионно-лучевым источником на основе ускорителя с анодным слоем. Формирование покрытий из CN_x осуществлялось на подложках из кремния и стекла К8 с использованием метода реактивного ионно-лучевого распыления мишени из графита в среде аргона и азота. Внешний вид мишени из графита показан на рисунке 1. Напряжение на аноде составляло 3 кВ, ток мишени 50 мА, рабочее давление в камере $5 \cdot 10^{-4}$ мм рт.ст., парциальное давление азота $3 \cdot 10^{-4}$ мм рт.ст., температура подложки $40^\circ C$. В качестве рабочего газа использовался аргон газообразный, чистый марки «А», ГОСТ 10157-73 и азот.

Толщина покрытий определялась с помощью микроскопа МИИ-4. Исследование оптических характеристик (коэффициенты пропускания и поглощения) покрытий осуществлялось в диапазоне 200-900 нм с помощью спектрофотометра PROSCANMC-121. Измерения тангенса угла диэлектрических потерь $tg\delta$ и сопротивления проводили на LCR измерителе E7-20.



Рис.1.– Внешний вид мишени из высокоплотного графита

На рисунке 2 приведены зависимости скорости нанесения, удельного объемного сопротивления и тангенса угла диэлектрических потерь от напряжения на мишени.

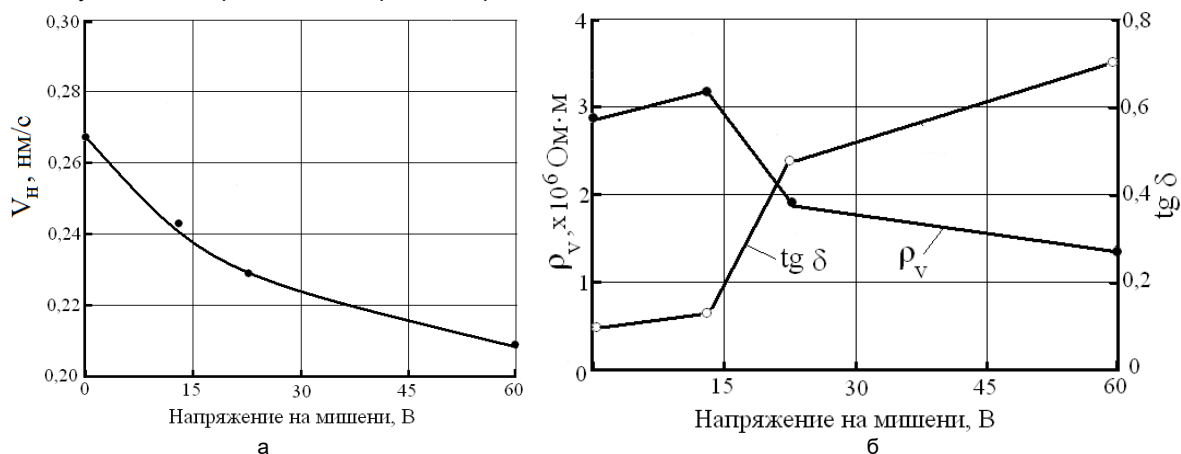


Рис. 2. – Зависимость скорости нанесения (а), удельного объемного сопротивления и тангенса угла диэлектрических потерь (б) от напряжения на мишени

Увеличение потенциала мишени приводит к торможению ионов первичного пучка, что снижает коэффициенты распыления и скорость нанесения. Установлено, что при напряжении на мишени более 15 В происходит снижение удельного объемного сопротивления и рост потерь пленок нитрида углерода, что может быть связано с воздействием заряженных частиц вторичного разряда на наносимое покрытие.

На рисунке 3 приведены спектры пропускания и поглощения пленок CN_x, полученных при различных напряжениях на мишени.

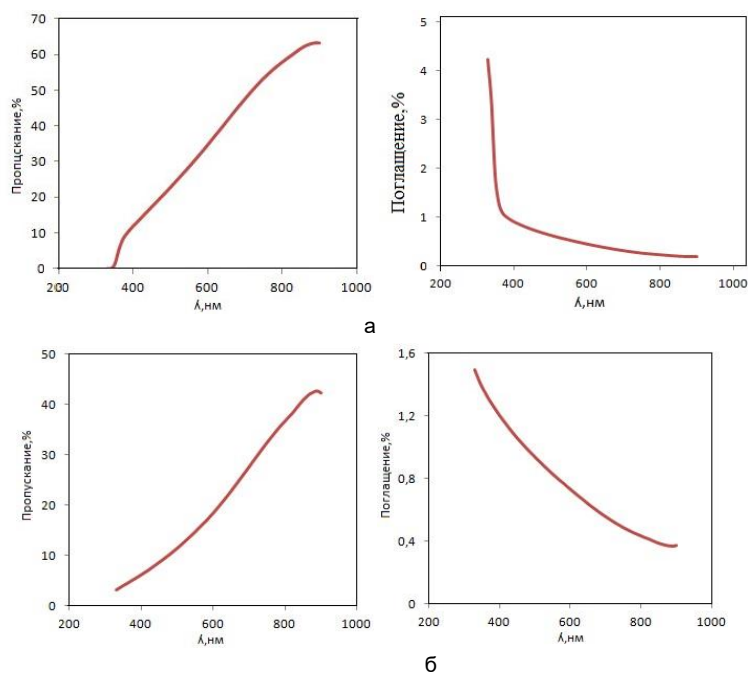


Рис.3.– Спектры пропускания и поглощения пленок CN_x, полученных при U_м=0 (а) и U_м=22 В (б)

Установлено, что применение вторичного плазменного разряда приводит к снижению пропускания и резкому уменьшению оптического поглощения в ультрафиолетовой и ближней видимой области спектра.

Список использованных источников:

1. Li, D. Ionized magnetron sputter deposition of amorphous carbon nitride thin films/ D.Li, S.Lopez, Y.W.Chung, M.S.Wong and W.D. Sproul // Journal of Vacuum Science & Technology.– Vol.13.– №4.– 1995.–P. 60–67.
2. Boussetta, A. Physical properties of carbon nitride films deposited by electron resonance assisted vapor deposition/ A. Boussetta, M. Lu and A. Bensaoula// Journal of Vacuum Science & Technology.– Vol.13.– №3.–1995.–P. 25–30.