

УДК 621.371.39

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛЕНОК НИТРИДА УГЛЕРОДА

Романович Я.Г.

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

Научный руководитель: Телеш Е.В. – старший преподаватель

Аннотация. Исследовано влияние состава рабочего газа и температуры подложки на оптическое пропускание и ширину запрещенной зоны пленок нитрида углерода, полученных прямым осаждением из ионных пучков метана и азота. Установлено, что увеличение парциального давления азота привело к увеличению пропускания. Установлено, что нагрев свыше 373 К приводит к снижению пропускания. Максимальное пропускание на $\lambda=555$ нм составило ~ 68 %. Ширина запрещенной зоны составила 2,48–2,51 эВ и возросла при повышении температуры конденсации.

Ключевые слова: нитрид углерода, прямое осаждение, ионный пучок, торцевой холловский ускоритель, оптические характеристики, ширина запрещенной зоны

Введение. Тонкие пленки из нитрида углерода (CN_x) обладают высокой износостойкостью и устойчивостью к царапанию, являются коррозионностойкими и более устойчивыми к воздействию высоких температур по сравнению с алмазоподобными покрытиями [1]. Тонкие пленки нитрида углерода имеют широкий спектр применений. Покрытия из нитрида углерода могут использоваться для таких областей применения, как износостойкие и противокоррозионные покрытия, в качестве диэлектрических слоев в микроэлектронных устройствах, как оптические покрытия [2]. В настоящее время актуальным является формирование защитных покрытий для дисплеев смартфонов, планшетов, телевизоров и т.п. Такие покрытия должны обладать высокой прозрачностью в видимом диапазоне. В данной работе будет исследовано влияние режимов нанесения на оптические характеристики пленок CN_x .

Основная часть. Покрытия наносились на неподвижные подложки из кремния КДБ-10, кварца и оптического стекла К-8. Покрытия получали при следующих режимах: остаточный вакуум – $3,6 \cdot 10^{-3}$ Па, рабочее давление – $1,06 \cdot 10^{-2}$ Па, напряжение на аноде – 60–80 В; ток разряда – 2 А; ток эмиттера электронов – 13 А. В качестве рабочих газов использовались метан и азот. Толщина пленок составляла 230–370 нм, скорость нанесения – 0,54–1,33 нм/с. Температура подложки составляла 323 К. Увеличение доли азота в рабочем газе приводило к существенному снижению скорости нанесения V_n (рис. 1, а). Нагрев подложки привел к снижению скорости нанесения почти в 2 раза (рис. 1, б). Это можно объяснить десорбцией азота из конденсирующей пленки.

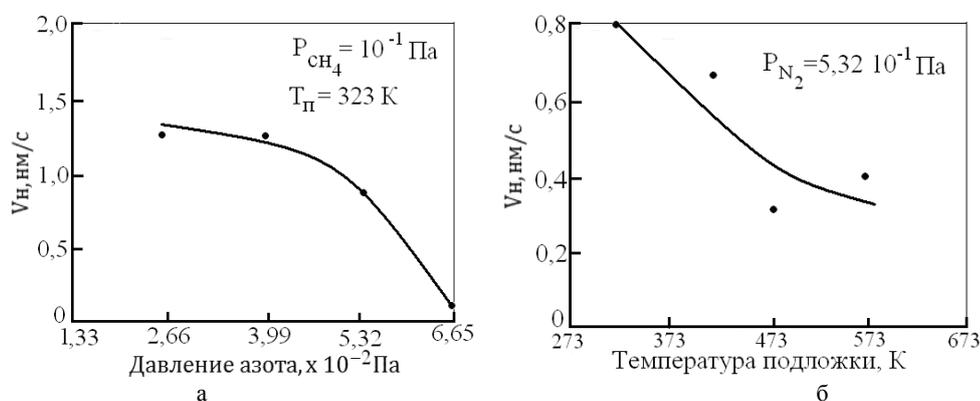
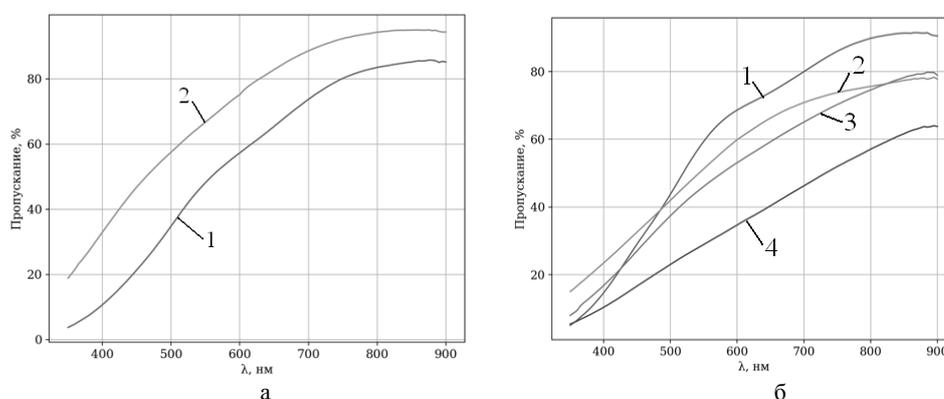


Рисунок 1– Зависимости скорости нанесения пленок нитрида углерода от парциального давления азота (а) и от температуры подложки (б)

На рисунке 2, а представлены спектры пропускания и поглощения пленок CN_x , полученных при давлении азота $6 \cdot 10^{-2}$ Па (1) и $3 \cdot 10^{-2}$ Па (2). Увеличение доли азота в рабочем газе привело к росту пропускания. На рисунке 2, б представлены спектральные зависимости пропускания и поглощения пленок нитрида углерода, полученных при разных температурах подложки и при давлении азота $5,32 \cdot 10^{-2}$ Па. Установлено, что нагрев свыше 373 К приводит к снижению пропускания. Максимальное пропускание на $\lambda=555$ нм составило $\sim 68\%$.



1– $T_{\text{п}}=373$ К; 2– $T_{\text{п}}=323$ К; 3– $T_{\text{п}}=473$ К; 4– $T_{\text{п}}=573$ К

Рисунок 2– Спектральные зависимости пропускания пленок нитрида углерода, полученные при различных парциальных давлениях азота (а) и температурах подложки (б)

Ширина запрещенной зоны составила 2,48–2,51 эВ и возростала при повышении температуры конденсации. Адгезия покрытий из нитрида углерода к стеклу определялась методом поперечных насечек. Установлено, что покрытия, нанесенные на холодную и подогретую до 423 К подложки имели отличную адгезию, соответствующую 5В по шкале ASTM.

Заключение. Таким образом, использование ионных пучков метана и азота для синтеза нитрида углерода способствует интенсификации процессов химического взаимодействия между углеродом и азотом, что позволяет получить высококачественные покрытия из нитрида углерода с высокой прозрачностью в видимом диапазоне.

Список литературы

1. Cohen, M.L. *Structural, electronic and optical properties of carbon nitride*/ M.L. Cohen//Material Science Engineering A.–1995.–V.209.–P. 1–4.
2. Khurshudov, A.G. *Tribological properties of carbon nitride overcoat for thin-film magnetic rigid disks*/ A.G. Khurshudov, K. Kato// Surface and Coatings Technology.–1996.–V.9. P. 537–542.

UDC 621.371.39

STUDY OF OPTICAL PARAMETERS OF CARBON NITRIDE FILMS

Romanovich Y.G.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Telesh E.V. – senior lecturer

Annotation. The effect of the composition of the working gas and the substrate temperature on the optical transmission and band gap of carbon nitride films obtained by direct deposition from ion beams of methane and nitrogen is investigated. It was found that an increase in the partial pressure of nitrogen led to an increase in transmission. It was found that heating above 373 K leads to a decrease in transmission. The maximum transmission at $\lambda = 555$ nm was $\sim 68\%$. The band gap was 2.48–2.51 eV and increased with increasing condensation temperature

Keywords. Carbon nitride, direct deposition, ion beam, end-Hall accelerator, optical performance, band gap