

## Устойчивость пленок графитоподобного нитрида углерода в жидких средах

Д. Д. Морозова, С. Е. Максимов, В. Е. Борисенко

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

Графитоподобный нитрид углерода ( $g\text{-C}_3\text{N}_4$ ) является полупроводниковым материалом с шириной запрещенной зоны приблизительно 2,7 эВ (при 300 К) [1]. Он перспективен для фотокаталитических применений и создания новых оптоэлектронных приборов [1, 2]. Его получают методом пиролитического разложения материалов с высоки содержанием азота [3 – 6]. Целью данной работы является установление устойчивости пленок  $g\text{-C}_3\text{N}_4$  на кремниевой подложке к воздействию различных жидких технологически важных сред, таких как вода, изопропиловый спирт, этиловый спирт, ацетон.

Исследуемые структуры формировали скоростным химическим осаждением  $g\text{-C}_3\text{N}_4$  на пластины монокристаллического (111) кремния с  $n$ -типом проводимости при 550 °С. В качестве источника использовали меламина. Толщина осажденных пленок составляла 90 – 200 нм.

Эксперименты по устойчивости пленок проводили путем их выдержки в дистиллированной воде, а также в химической степени чистоты (ХЧ) ацетоне, изопропиловом спирте, этиловом спирте при комнатной температуре в течение 15 –120 мин. После просушки образцов на воздухе их анализировали в оптическом микроскопе с 10 кратным увеличением на предмет разрушения и/или отслаивания пленок.

Типичный внешний вид пленок до и после жидкостной обработки показан на рис. 1.

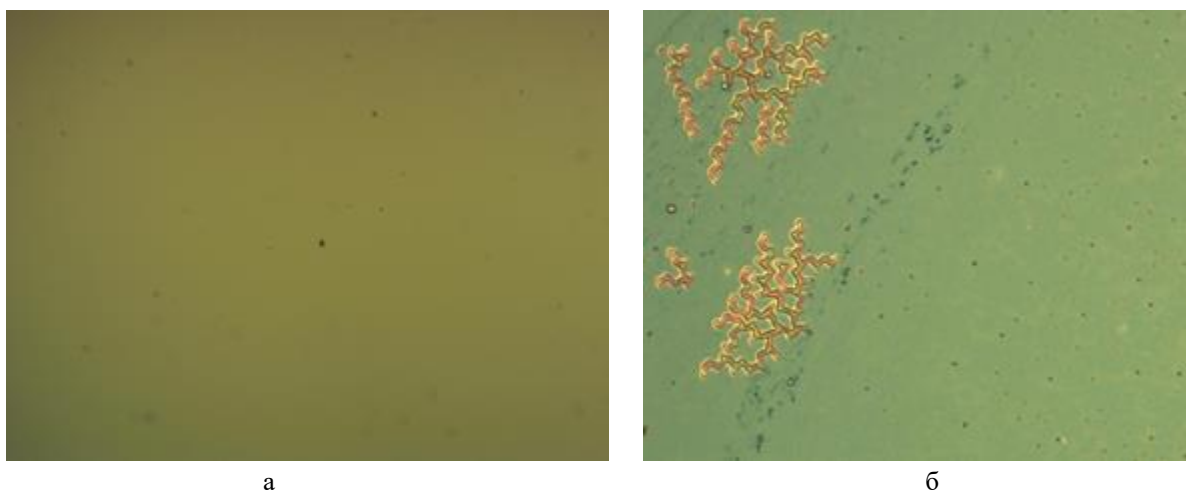


Рис.1. Внешний вид исходной пленки  $g\text{-C}_3\text{N}_4$  (а) и этой же пленки, после взаимодействия с указанными средами (б)

Установлено, что в пределах использованного разрешения оптического микроскопа поверхность исходных пленок является гладкой и не содержит никаких особенных структур – рис. 1а. Взаимодействие пленок с водой и этиловым спиртом в указанном промежутке времени не приводит к изменениям морфологии их поверхности. Однако при проведении эксперимента на пленках, сформированных более чем за 3 месяца до даты эксперимента разрушение, проходило в любой из исследованных сред.

Взаимодействие пленок с изопропиловым спиртом и ацетон на протяжении промежутка времени, превышающем 30 мин, приводит к появлению на ее поверхности очагов разрушения

в виде цепочек отслоившихся фрагментов пленки – рис. 1б. Размер отдельных фрагментов составляет 200 – 4000 мкм. Предположительно, причиной разрушения пленок  $g\text{-C}_3\text{N}_4$  являются остаточные механические напряжения и/или растворимые примеси на границе пленка/подложка.

В результате проведения экспериментальной работы можно сделать вывод о возможности технологической обработки пленок  $g\text{-C}_3\text{N}_4$  в исследованных жидких средах в течение не более нескольких месяцев после их формирования. Взаимодействие пленок с изопропиловым спиртом и ацетоном проходит независимо от времени прошедшего с момента формирования пленки. Для практических применений этих пленок при создании полупроводниковых приборов и фотокаталитических покрытий представляется актуальным дальнейшее исследование наличия и влияния механических напряжений и примесей в них на их поведение в технологических жидких средах, а также в условиях ионной и плазменной обработки.

### Список литературы

- [1] **Baglov, A. V.** Structural and photoluminescence properties of graphite-like carbon nitride. Semiconductors / A. V. Baglov, E. B. Chubenko, A. A. Hnitsko, V. E. Borisenko, A. A. Malashevich, V. V. Uglov // 2020. —Vol. 54.—P. 226–230.
- [2] **Wu Y.** Progress in photocatalysis of  $g\text{-C}_3\text{N}_4$  and its modified compounds / Wu Y., Wang Y., Li M. // E3S Web of Conferences. —2021.—P. 233.
- [3] **Wen J.** A review on  $g\text{-C}_3\text{N}_4$ -based photocatalysts / Wen J., Xie J., Chen X., Li X. // Appl. Surf. Sci.— 2017.—Vol. 391.—P. 72–123.
- [4] **Denisov, N. M.** Synthesis of oxygen-doped graphitic carbon nitride from thiourea / N. M . Denisov, E. B. Chubenko, V. P. Bondarenko, V. E. Borisenko // Tech. Phys. Lett.— 2019.—Vol. 45.— P. 108–110.
- [5] **Sudhaik A.** Review on fabrication of graphitic carbon nitride based efficient nanocomposites for photodegradation of aqueous phase organic pollutants / Sudhaik A., Raizada P., Shandilya P., Jeong D.-Y., Lim J.-H., Singh P.// J Ind. Eng. Chem.— 2018.—Vol. 67.—P. 28–51.
- [6] **Zhu J.** Graphitic carbon nitride: synthesis, properties, and applications in catalysis / Zhu J., Xiao P., Li H., Carabineiro S.A.C. // ACS Appl. Mater. Interface.— 2014.—Vol. 6.—P. 16449-16465.