

Процессы формирования упорядоченных двумерных фаз кремния (пористого силицена) на поверхности $g\text{-Si}_3\text{N}_3/\text{Si}(111)$

В.Г. Мансуров¹, Ю.Г. Галицын¹, Т.В. Малин¹, Д.С. Милахин¹, А.С. Петров¹, К.С. Журавлев¹

¹ Институт физики полупроводников им. А.В.Ржанова, Новосибирск, 630090, пр-т Академика Лаврентьева, 13

эл. почта: mansurov@isp.nsc.ru

DOI 10.34077/RCSP2021-67

Открытие графена, первого термодинамически стабильного двумерного материала, чьи экзотические электронные свойства основаны на безмассовых дираковских электронах, открыло новое направление в материаловедении. Однако повсеместное использование графена сдерживается проблемами интеграции в современные нанотехнологии на основе кремния. Получение кремния в графеноподобной форме, то есть силицена, позволяет решить проблему интеграции в кремниевые технологии, открывая новые и интригующие направления для кремниевой наноэлектроники и фотоники, таких как настраиваемое поглощение для фотоэлектрических приложений, терагерцовые детекторы и эмиттеры, и др. Силицен обычно получают на поверхностях металлов, на которых не образуются силициды, например, таких как серебро, золото, рутений, иридий, однако имеется высокая потребность в синтезе силицена на поверхности кремния.

В данной работе исследовались процессы формирования упорядоченных фаз кремния и возможность синтеза силицена на графеноподобных слоях $g\text{-Si}_3\text{N}_3$ и $g\text{-AlN}$, которые предварительно формировались на поверхности $\text{Si}(111)$, по технологии предложенной нами ранее [1-3].

Эксперименты проводились в сверхвысоковакуумной установке молекулярно-лучевой эпитаксии СВЕ-32 (Riber, Франция). Кремний наносился из твердотельного источника Si, нагреваемого прямым пропусканием тока, на поверхности слоев $g\text{-Si}_3\text{N}_3/\text{Si}(111)$ со сверхструктурой (8×8) и $g\text{-AlN}/g\text{-Si}_3\text{N}_3/\text{Si}(111)$ со сверхструктурой (4×4) . Изменения структуры поверхности в процессе нанесения исследовались с помощью дифракции быстрых электронов ДБЭ. Эволюция дифракционной картины регистрировалась и анализировалась с помощью системы kSA-400 (k-Space Associate, США).

Было обнаружено, что при экспозиции поверхности $g\text{-Si}_3\text{N}_3$ под потоком кремния при температуре $750\text{ }^\circ\text{C}$ наблюдалось появление новой упорядоченной фазы (3×3) , как показано на рисунке 1. Такая периодичность кремниевого слоя 11.6 \AA наблюдалась ранее на поверхности серебра и может быть идентифицирована как пористый силицен [4,5].

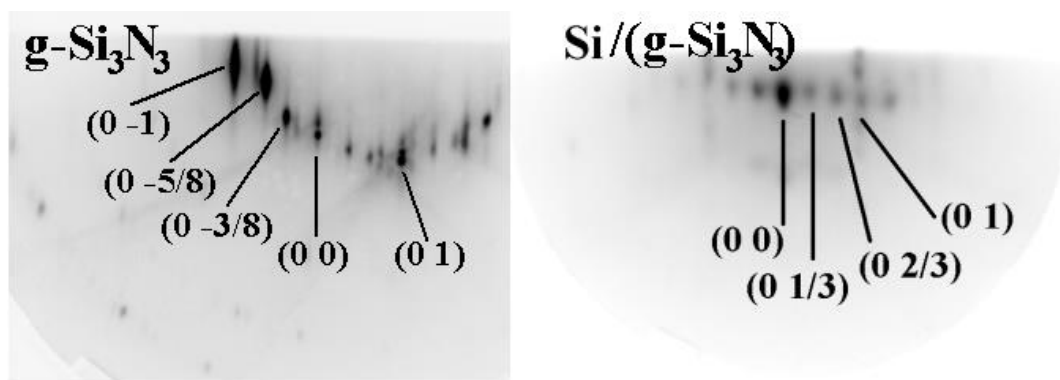


Рис.1. Дифракционные картины исходной поверхности графеноподобной фазы нитрида кремния (8×8) $g\text{-Si}_3\text{N}_3$ и после нанесения кремния (3×3) $\text{Si}/(g\text{-Si}_3\text{N}_3)$ при температуре $750\text{ }^\circ\text{C}$.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Новосибирской области в рамках Проекта № 20-42-540011.

Литература

- [1] V.G.Mansurov, T.V.Malin, Yu.G Galitsyn, et. al., J. Cryst. Growth, 441 (2016) 12.
- [2] V. Mansurov, T.Malin, Yu.Galitsyn, K.Zhuravlev, J. Cryst. Growth, 428 (2015) 93.
- [3] V.G. Mansurov et. al., ed. C. Wongchoosuk, IntechOpen, (2019) DOI:10.5772/intechopen.81775.
- [4] B. Feng et. al., Nano Letters. 12 (2012) 3507.
- [5] G. S. L. Fabris et. al., Theoretical Chemistry Accounts 137 (2018) 13.