

СИНТЕЗ ГРАФЕНА МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ НА ТЕКСТУРИРОВАННОМ МЕДНОМ КАТАЛИЗАТОРЕ С ОРИЕНТАЦИЕЙ <001> И <011>

Дронина Е.А.

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

Комиссаров И.В. – канд. физ.-мат. наук, доцент

В данной работе представлены результаты исследования структуры графена, синтезированного с помощью метода химического осаждения из газовой фазы на текстурированном медном катализаторе с ориентацией <001> и <011>. Установлено, что графен, выращенный на медном катализаторе с ориентацией <011> является менее дефектным, менее напряженным и имеет более выраженное распределение концентрации носителей заряда.

Графен, осажденный методом ХПО, является перспективным материалом при использовании его в качестве буферного слоя для эпитаксиального роста широкозонных нитридных полупроводников.

Структура медного катализатора напрямую определяет кристалличность графена, которая в свою очередь определяет кристалличность эпитаксиальных слоев GaN/AlN осажденных на него. Так, графен, осажденный на меди с ориентацией <001> состоит из кристаллитов двух типов, повернутых под углом 30° . С другой стороны, для ориентации <011>, согласно работе [1], должны наблюдаться только однонаправленные домены. В то же время, дефектность, а также количество слоев графена также определяют структуру и морфологию эпитаксиальных слоев GaN/AlN осажденных на нем. В этой работе, методом комбинационного рассеяния света, исследуется структура графена, синтезированного с помощью химического осаждения из газовой фазы, на текстурированном медном катализаторе (фольге) с ориентацией <001> и <011> (рисунок 1).

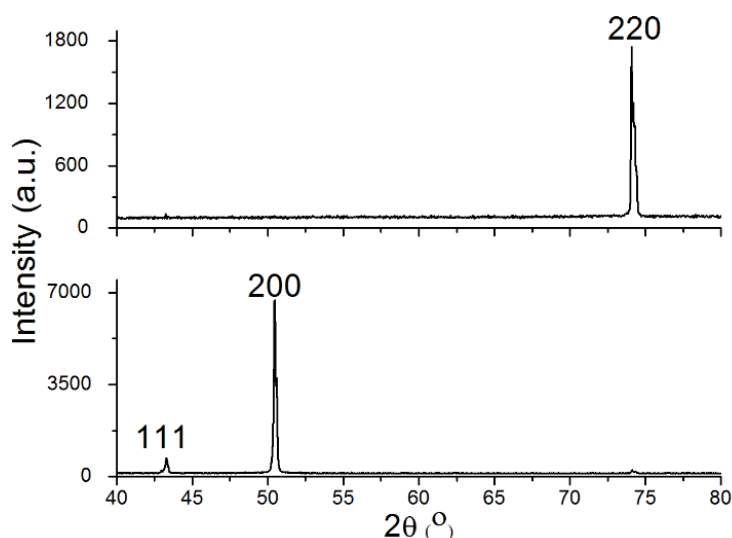


Рисунок 1 – Рентгенограммы каталитических медных подложек различной ориентации после синтеза графена

Синтез графена осуществлялся в трубчатом кварцевом реакторе с внутренним диаметром 12,5 мм на медной фольге с ориентацией <001> и <011>. Предварительно медная фольга подвергалась электрохимической полировке в 1М растворе ортофосфорной кислоты в течении 5 минут при прикладываемом напряжении 2.3В. Непосредственно перед синтезом в кварцевом реакторе медная фольга отжигалась при следующих параметрах: поток азота $66 \text{ см}^3/\text{мин}$, поток водорода $150 \text{ см}^3/\text{мин}$ при температуре 1050°C . После отжига поток водорода уменьшался до $6 \text{ см}^3/\text{мин}$ и осуществлялся напуск метана с расходом $1,7 \text{ см}^3/\text{мин}$ в течении 30 минут. Затем образец охлаждался со скоростью $50^\circ\text{C}/\text{мин}$.

Исследования спектров комбинационного рассеяния (КР) проводились на сканирующем конфокальном микроскопе Confotec NR500. Использован лазер с энергией возбуждения 2,62 эВ (473 нм). Размер области картирования составлял $48,214 \times 48,214 \text{ мкм}$, количество точек на карте 20×20 .

Синтезированный при указанных параметрах графен является малослойным (~ 5 слоев), с незначительной фракцией однослойного графена (рисунок 2). На рисунке 2 представлены типичные спектры для одно и пятислойной фракций графена. Следует отметить, что 2D полоса для

пятислойного графена является ассиметричной. Среднее значение соотношения интенсивности полос I_G/I_D составляет ~ 5 и 9 для ориентаций $\langle 001 \rangle$ и $\langle 011 \rangle$, соответственно.

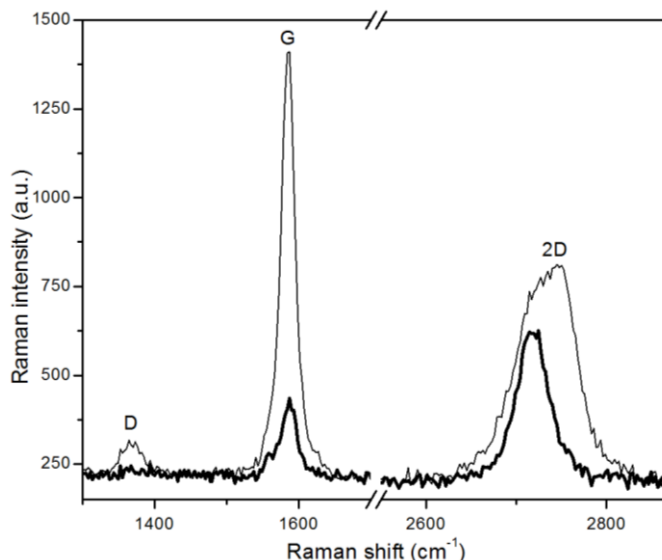


Рисунок 2 – Типичные спектры КР одно и - пятислойного графена на медном катализаторе

Кроме того, корреляционный анализ положения полос 2D и G (рисунок 3, а) позволяет заключить, что графен, выращенный на меди с ориентацией $\langle 001 \rangle$ (рисунок 3,б), является более напряженным по сравнению с графеном, выращенном на медном катализаторе с ориентацией $\langle 011 \rangle$ (рисунок 3,в). В свою очередь графен, выращенный с ориентацией $\langle 011 \rangle$ имеет более выраженное распределение экспериментальных точек вдоль линии распределения концентрации носителей заряда.

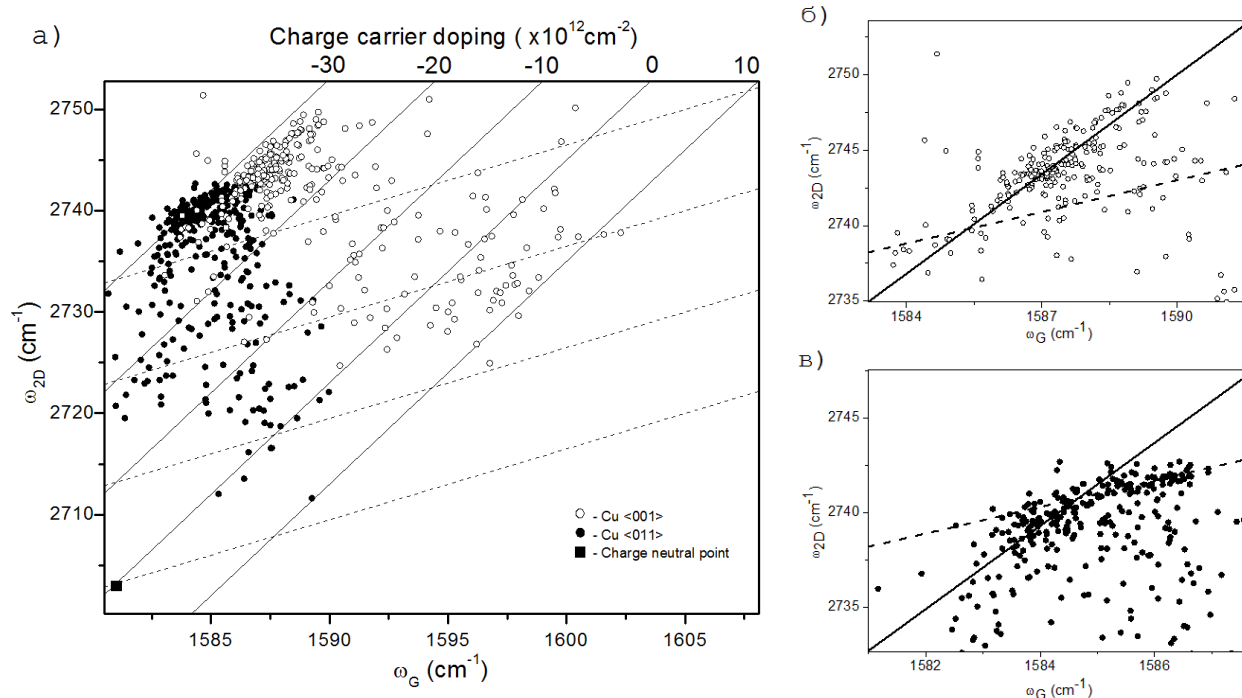


Рисунок 3 – Экспериментальные зависимости положения линии 2D от положения линии G для всех исследуемых образцов (а); экспериментальные зависимости положения линии 2D от положения линии G для образцов графена, выращенных на медном катализаторе с ориентацией $\langle 001 \rangle$ (б) и $\langle 011 \rangle$ (в); Линии постоянного напряжения и постоянной концентрации носителей заряда проведены согласно работе [2] и [3] соответственно

Список использованных источников:

1. Controlling the Orientation, Edge Geometry, and Thickness of Chemical Vapor Deposition Graphene / T.M. Adrian [et al.] // ACS Nano. - 2013. – Vol. 7, № 2. – P. 1351-1359.
2. Raman Spectroscopy of Graphene and Bilayer under Biaxial Strain: Bubbles and Balloons/ J. Zabel [et al.] // Nano letters. - 2012. – Vol. 2, № 12. – P. 617-621.

57-я Научная Конференция Аспирантов, Магистрантов и Студентов БГУИР, 2021 г.

3. Optical separation of mechanical strain from charge doping in graphene / J.E. Lee [et al.] // Nature Communications. – 2012. – Vol. 2, № 1024. – P. 1-8.