Формирование нанокompозитов полианилин/многостенные углеродные нанотрубки с варьируемой проводимостью для сенсорных и электрохимических приложений

Лобов И.А.¹, Давлеткильдеев Н.А.^{1,2}, Соколов Д.В.¹

¹ Омский научный центр СО РАН, 644024, Омск, пр. Карла Маркса, 15

² Омский государственный университет, 644077, Омск, пр. Мира, 55а

DOI 10.34077/Semicond2019-380

Полианилин (ПАНИ) относится к классу органических полупроводников. Область применения полимера широкая: газовые сенсоры, суперконденсаторы, топливные элементные и др. Для разных приложений ключевыми параметрами ПАНИ управляют посредством создания композитов полимера с наноразмерными объектами (оксиды металлов, углеродные наноматериалы и пр.). В данной работе для создания композитов с ПАНИ использовались многостенные углеродные нанотрубки, легированные азотом (N-МУНТ) до и после облучения ионами Ar^+ (5 кэВ , 10^{16} см^{-2}).

Для синтеза композитов ПАНИ/N-МУНТ и ПАНИ/ Ar^+ _N-МУНТ применялась in-situ химическая окислительная полимеризация анилина в присутствии нанотрубок. Композиты осаждались в виде плёнок на подложки SiO_2/Si . Измерение удельной проводимости индивидуальных МУНТ выполнялось по методике, описанной в [1], а композитов - четырёхзондовым методом.

Таблица 1 – Удельная электрическая проводимость, См/см		
	N-МУНТ	Ar^+ N-МУНТ
Индивидуальные МУНТ [1]	$6.9 \cdot 10^3 \pm 2.1 \cdot 10^3$	$2.8 \cdot 10^3 \pm 0.3 \cdot 10^3$
Композит ПАНИ/МУНТ	2.5 ± 0.6	40.3 ± 12

Удельная проводимость индивидуальных N-МУНТ уменьшается после облучения. Проводимость ПАНИ/ Ar^+ _N-МУНТ более чем на порядок превышает проводимость слоев ПАНИ/N-МУНТ (Таблица 1). ПАНИ и МУНТ являются проводящими материалами, и оба обеспечивают проводимость композита. Рост проводимости композита ПАНИ/ Ar^+ _N-МУНТ противоречит снижению проводимости Ar^+ _N-МУНТ. Такое поведение может быть связано с изменением вклада нанотрубок в суммарную проводимость композита. Действительно, при облучении N-МУНТ ионами Ar^+ их работа выхода, измеренная по методике [2], возрастает с 4,5 до 5,1 эВ. Это приводит к формированию омиического перехода на межфазной границе ПАНИ/ Ar^+ _N-МУНТ, который обеспечивает протекание тока между компонентами (Рис.1). В случае композита ПАНИ/N-МУНТ на межфазной границе возникает барьер для носителей заряда и протекание тока между ПАНИ и N-МУНТ затруднено.

Применение ПАНИ/ Ar^+ _N-МУНТ в качестве чувствительного слоя газового сенсора не желательно, так как резистивный отклик слоя ПАНИ будет шунтироваться МУНТ. Однако использование его в качестве электрода суперконденсатора является выгодным, так как это обеспечивает не только высокие удельную площадь поверхности и емкость, но и существенную проводимость электродов.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант № 18-48-550009 p_a).

[1] D.V. Sokolov et al., IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng., **443**, 012034 (2018).

[2] N.A. Davletkildeev et al., Mater. Lett., **161**, 534 (2015).

Рис.1. – Зонные диаграммы меофазных переходов в композитах ПАНИ/N-МУНТ и ПАНИ/ Ar^+ _N-МУНТ.