

НОВАЯ МЕТОДИКА ИЗГОТОВЛЕНИЯ АВТОЭМИССИОННЫХ КАТОДОВ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫМ ОСАЖДЕНИЕМ ИЗ ПАРОВ ЭТАНОЛА

Ламанов А.М.*, Ибрагимов Р.М., Никольский К.Н., Редькин А.Н.⁽¹⁾,
Чесов Р.Г., Шешин Е.П.

Московский физико-технический институт, Институтский пер. 9,
Долгопрудный, Московская обл., Россия, 141704

⁽¹⁾Институт проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов РАН,
Черноголовка, Московская обл., Россия, 142432

* Факс: +7-095-409-95-43

E-mail: alm@cos.ru

Введение

Процесс газозафазного осаждения является одним из наиболее эффективных методов для изготовления плоских автоэмиссионных катодов (АЭК). В зависимости от условий нанесения получаемое углеродное покрытие может представлять собой алмазоподобные пленки [1], аморфный графит [2], различные углеродные образования, в том числе и углеродные нанотрубки (УНТ) [3]. Результаты исследований автоэмиссионных свойств полученных АЭК показали перспективность данного метода при разработке технологии изготовления плоских дисплеев.

Большинство методик газозафазного осаждения является высокотемпературными, что делает невозможным использования вакуумного стекла в качестве подложек. Поэтому одной из задач разработки эффективных плоских автоэмиссионных катодов, в настоящее время является создание низкотемпературных методов синтеза.

В данной работе автоэмиссионные катоды были изготовлены с помощью метода низкотемпературного газозафазного осаждения из паров этанола при температуре поверхности подложки 500 °С. В докладе обобщены результаты исследований автоэмиссионных свойств полученных образцов АЭК.

Эксперимент

Селективное осаждение УНТ при пониженной температуре подложки происходило за счет пиролиза паров этанола. Нагрев подложек и пиролиз осуществлялся за счет тепла графитового нагревателя, помещенного внутри реакционного пространства. Температура нагревателя варьировалась в пределах 1300 – 2200 °С. Подробное описание метода приведено в [4].

Подложка представляла собой обычное стекло толщиной 1,1 мм с напыленным слоем алюминия. В качестве катализатора использовался никель. Для оптимизации

топографии поверхности АЭК изготавливались три типа образцов, отличающихся распределением катализатора на подложке. В образце первого типа слой катализатора представлял собой равномерно напыленный слой никеля. В образцах второго и третьего типов напыление катализатора производилось через маску с отверстиями диаметром 1 мм и 50 мкм. Расстояние между отверстиями равнялось двойному диаметру островка. Общая площадь каждого образца АЭК составляла порядка 0.5 см².

Изготовленные катодные образцы испытывались в диодных конструкциях. В качестве анода использовалось стеклянная пластина с нанесенным на нее проводящим слоем ИТО. Расстояние между катодом и анодом составляло 200 мкм. Давление остаточных газов было менее 3х10⁻⁷ Торр.

Для изучения эмиссионных свойств катодов использовался специально собранный измерительный стенд, который позволял проводить измерения эмиссионного тока в пределах от 0 до 1 мА с шагом 0.3 мкА, а напряжения от 0 до 10 кВ с шагом 2.3 В. При этом погрешность измерений не превышает 1%.

АЭК испытывались в режиме долговременных испытаний в течение 10 часов при фиксированном значении тока 50 мкА. Испытания заключались в стабилизации значения тока автоэмиссии. В процессе исследований осуществлялось ежесекундное измерение напряжения, подаваемого на прибор и протекающего тока.

Результаты

Вольт-амперные характеристики исследуемых образцов в начале и после 10 часов долговременных испытаний представлены на рисунке 1 и 2 соответственно. Из графиков на рисунке 1 видно, что наименьшим значением напряжения включения 650 В (при котором достигается ток 1 мкА), обладает образец с островками УНТ диаметром 50 мкм. На АЭК

второго и третьего типа напряжение включения свыше 1100 В. Такую разницу напряжений включения можно объяснить более оптимальной топографией поверхности третьего катода. Созданная структура позволяет получать дополнительное усиление электрического поля на краях островков.

На рисунке 3 представлен график зависимости напряжения от времени для каждого из образцов. По графику наработки четко отслеживается деградация третьего образца, в то же время явного изменения эмиссионных свойств остальных образцов не наблюдается.

Вычисление плотности тока, собираемого с образцов, показало, что с образца третьего типа плотность тока максимальна. Деградация АЭК с островками нанотрубок диаметром 50 мкм объясняется большей токовой нагрузкой на эмитирующие центры.

Выводы

Проведенные эксперименты показали возможность синтеза УНТ методом низкотемпературного (температура подложки 500°C) газозафного осаждения из паров этанола. Были изготовлены образцы автоэмиссионных Катодов, отличающиеся различным распределением катализатора на поверхности подложки.

Исследования эмиссионных свойств показали, что наилучшими характеристиками обладают катоды с катализатором, нанесенным островками диаметром 50 мкм.

Результаты исследования стабильности катодов выявили, что при плотности тока, отбираемого с катода, не превышающей 80 мкА/см² исследуемые АЭК подвержены незначительным изменениям эмиссионных свойств.

Литература

- 1.J.J. Li, C.Z. Gu, H.Y. Peng, H.H. Wu, Z.S. Jin, Field emission properties of diamond-like carbon films annealed at different temperatures. The 5th IVESC conference, 2004, p.253
- 2.Xinyue Zhang, Zhanling Lu, Binglin Zhang, Ning Yao, Bingxian Ma, Yongmei Zhao, Preparation of nano-structure amorphous carbon film and its field emission properties. The 5th IVESC conference, 2004, p.253
- 3.G.S. Choi, K.H. Son, D.J. Kim, Fabrication of high performance carbon nanotube field emitters. Micr. Engin., 2003, №66, p.206-212
- 4.АН. Редькин, Л.В. Маляревич. Получение углеродных нанотрубок методом сверхбыстрого нагрева паров этанола, Неорг. Материалы., 2003, Т. 39. № 4. с 433-437.

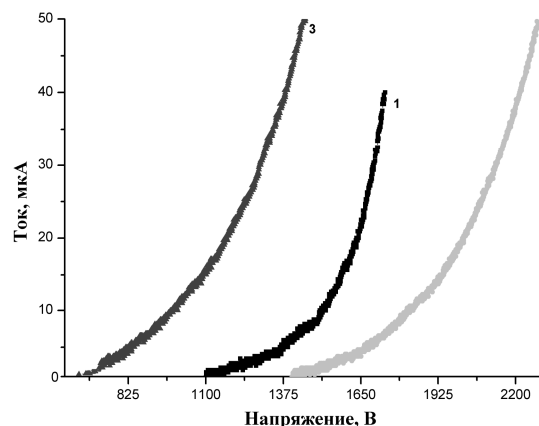


Рисунок 1. Сравнение вольт-амперных характеристик образцов в начале долговременных испытаний: 1 – образец со сплошным слоем УНТ, 2 – образец с островками УНТ диаметром 1 мм, 3 – образец с островками УНТ диаметром 50 мкм

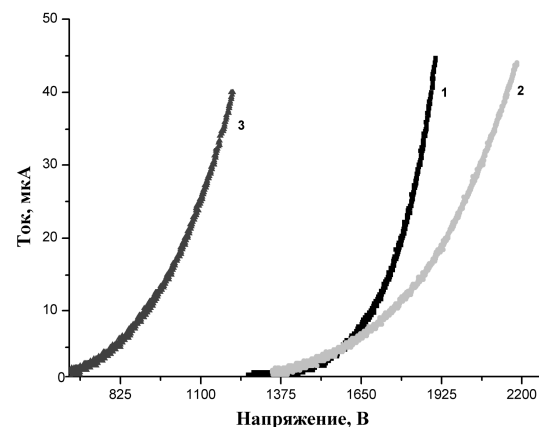


Рисунок 2. Сравнение вольт-амперных характеристик образцов через 10 часов долговременных испытаний: 1 – образец со сплошным слоем УНТ, 2 – образец с островками УНТ диаметром 1 мм, 3 – образец с островками УНТ диаметром 50 мкм

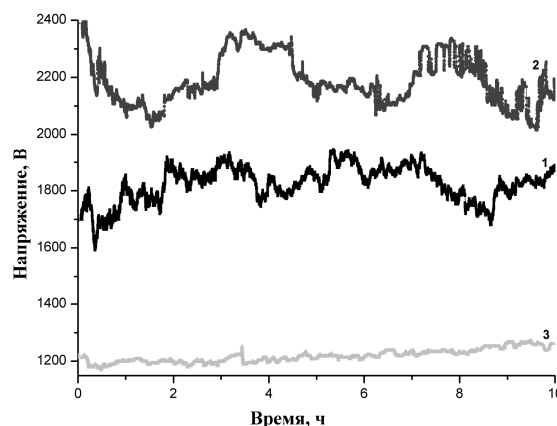


Рисунок 3. Зависимость напряжения от времени: 1 – образец со сплошным слоем УНТ, 2 – образец с островками УНТ диаметром 1 мм, 3 – образец с островками УНТ диаметром 50 мкм..