

УДК 53.084.823

АНАЛИЗ И РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТОВ УСИЛЕНИЯ ПЛАНАРНОЙ ОПАЛОВОЙ СТРУКТУРЫ

Полина Витальевна Ясакова

*Студент 4 курса, бакалавриат**кафедра «Электронные технологии в машиностроении»**Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана**Научный руководитель: Е.В. Панфилова,**кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в машиностроении»*

Автоэмиссионные катоды являются перспективными источниками свободных электронов, используемых при создании катодолуминесцентных светоизлучающих элементов. Катоды для таких приборов должны обладать такими свойствами как оптимальная структура поверхности, которая обеспечивает значительное усиление электрического поля и равномерное распределение эмиссионных центров на поверхности автокатодов.

Напряжённость электрического поля на поверхности автоэлектронного катода, в свою очередь, зависит от среднего поля в приборе, т.е. от отношения напряжения к величине зазора между катодом и анодом, и от формы эмиттера. Для увеличения напряжённости на поверхности эмиттеру придают заострённую форму – острия, кромки, нити, лезвия (рис.1), и, как правило, используют пакеты таких форм. Поэтому часто встречается такое понятие, как многоострийные автоэмиссионные катоды. Это связано с тем, что ток с одного острия, несмотря на огромную плотность, очень мал. Число острий при этом должно достигать десятков тысяч.

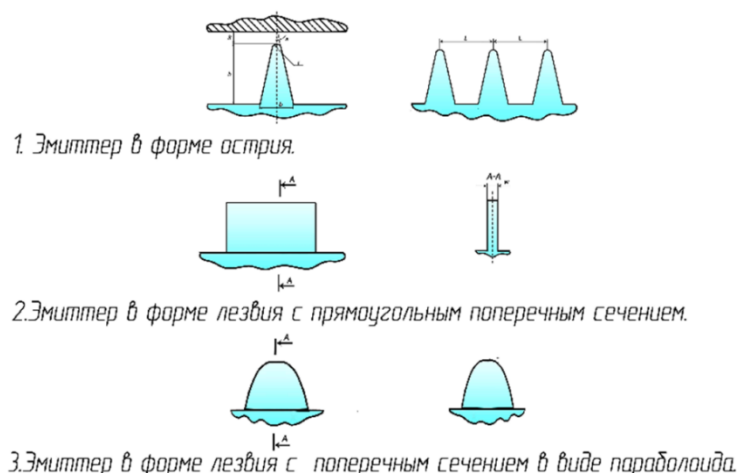


Рис. 1. Формы эмиттеров.

Плотность тока на металлических автокатадах с плоским автоэмиттером значительно меньше, чем у катодов, имеющих форму эмиттеров в виде острия или лезвия. При приложении разности потенциалов между таким катодом, расположенным на плоской поверхности, и плоским анодом, происходит концентрация силовых линий электрического поля вблизи окончания острия/лезвия. В результате этого напряженность поля локально усиливается на окончаниях автоэмиттеров, где радиус

кривизны поверхности максимален, как это показано на рисунке 2. Для количественного выражения данного эффекта вводится понятие коэффициента усиления поля, как отношение напряженности поля у окончания эмиттера, E , к напряженности поля, создаваемой при той же разности потенциалов в отсутствии острия, E_0 : $K = E/E_0$.

Опаловая структура, для которой производится расчет коэффициентов усиления, представляет собой четырехслойную тонкопленочную композицию [3]. Проводящий слой формируется из золота Au, на его поверхность осаждается опаловый монослой. В качестве катализатора используется пленка золота Au. Эмиттером являются углеродные наноструктуры (УНС) (рис. 2).

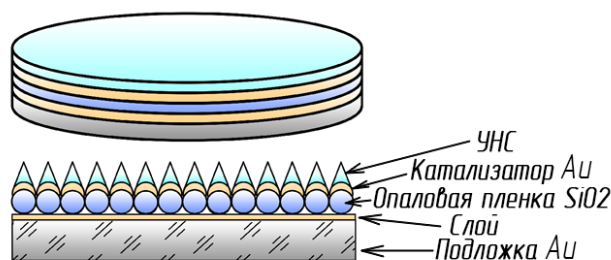


Рис. 2. Многослойная планарная опаловая структура

На основе вольт-амперных характеристик промежутка зонд-образец (рис.3), полученных методом сканирующей туннельной микроскопии, в координатах Фаулера-Нордгейма были рассчитаны коэффициенты усиления структуры по мере ее получения по слоям.



Рис. 3. Вольтамперная характеристика промежутка зонд-образец для структуры золото-опал-золото-УНС.

По результат расчета было выявлено, что с каждым последующим слоем планарной опалой структуры коэффициент усиления возрастает, наибольший коэффициент усиления имеет четырехслойная композиция. Авторы полагают, что данный эффект возникает благодаря острым формам УНС, регулярно расположенных на опаловых микросферах.

Результаты работы могут быть использованы в технологии автоэмиссионных катодов.

Литература

1. Елинсон, М.И. Автоэлектронная эмиссия [Текст]/ М.И. Елинсон, Г.Ф. Васильев, Под ред.Зернова Д.В. – М.: «Гостехиздат», 1958. – 272 с.
2. Смольникова Е.А. Исследование структурных и автоэмиссионных характеристик нанографитных холодных катодов // Диссертация на соискание ученой степени кандидата физ.-мат. наук. – Москва: МГУ им. М.В.Ломоносова. 2015. – 146 с.

3. *Панфилова Е.В., Сырицкий А.Б., Доброносова А.А.* Применение методов сканирующей зондовой микроскопии в исследовании опаловых наноструктур. Инженерный журнал: наука и инновации, 2018, вып. 1