

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ

УДК 537.525

Г.Г. БОНДАРЕНКО¹, М.Р. ФИШЕР², МБОУ ТИХА², В.И. КРИСТЯ²**ВЛИЯНИЕ ТЕРМОПОЛЕВОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ЭМИССИИ ИЗ КАТОДА С ТОНКОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЛЕНКОЙ НА ЭМИССИОННУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЛЕНКИ И НАПРЯЖЕНИЕ ЗАЖИГАНИЯ ТАУНСЕНДОВСКОГО ГАЗОВОГО РАЗРЯДА***

Построена модель термополевой электронной эмиссии из металлического катода с тонкой поверхностной диэлектрической пленкой при его температуре 200–400 К. Получено выражение для эмиссионной эффективности пленки в газовом разряде, равной доле эмиттированных в нее из металлической подложки электронов, выходящих в разрядный объем и увеличивающих эффективный коэффициент ионно-электронной эмиссии катода. Показано, что термополевой механизм эмиссии может оказывать заметное влияние на напряжение зажигания слабо-точного разряда с таким катодом при достаточно низких температурах, менее чем на 100 К превосходящих комнатную.

Ключевые слова: слаботочный газовый разряд, диэлектрическая пленка, термополевая электронная эмиссия, напряжение зажигания разряда.

Введение

Важной характеристикой газоразрядных приборов, таких, как газовые лазеры и газоразрядные лампы, является напряжение зажигания разряда, равное минимальной разности потенциалов между электродами, при которой происходит пробой рабочего газа в межэлектродном промежутке. Его уменьшение приводит к снижению энергоемкости и увеличению долговечности прибора вследствие менее интенсивного распыления электродов.

Напряжение зажигания в значительной степени определяется процессом эмиссии электронов с катода, характеризующимся эффективным коэффициентом ионно-электронной эмиссии γ_{eff} , равным среднему числу эмитируемых электронов в расчете на один падающий на катод ион. Один из способов его увеличения состоит в формировании на поверхности катода тонкой диэлектрической оксидной пленки. В разряде поверхность пленки бомбардируется ионами, приходящими из разрядного объема, и с нее происходит эмиссия электронов, характеризующаяся коэффициентом ионно-электронной эмиссии катода γ_i [1–3]. Накапливающийся при этом на пленке положительный заряд создает в ней электрическое поле, достаточное для появления полевой эмиссии электронов из металлической подложки электрода [4]. Эмитированные электроны ускоряются в пленке полем и, достигая ее внешней поверхности, нейтрализуют положительный заряд, в результате чего устанавливается стационарный режим разряда. Часть таких электронов может преодолевать потенциальный барьер на границе пленки и выходить в разрядный объем, увеличивая γ_{eff} . Это обуславливает более интенсивную ионизацию газа в нем [5, 6] и снижение напряжения зажигания разряда.

Влияние полевой электронной эмиссии из металлической подложки на эффективный коэффициент ионно-электронной эмиссии катода с диэлектрической пленкой исследовалось в работах [7, 8]. В частности, в [7] показано, что оно полностью определяется параметром δ_f , называемым эмиссионной эффективностью пленки [9] и равным доле эмиттированных в пленку электронов, которые выходят из нее в разрядный объем. В [7] изучено влияние полевой эмиссии на характеристики слабо-точного тлеющего разряда, причем использовались фиксированные значения параметра δ_f из интервала от 0 до 0.1, в то время как его величина должна зависеть от толщины пленки и напряженности электрического поля в ней, определяемой разрядными условиями. В [8] рассчитано энергетическое распределение эмиттированных электронов в пленке и получено аналитическое

* Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ, а также в рамках реализации госзадания «Организация проведения научных исследований» Минобрнауки РФ в МГТУ им. Н.Э. Баумана (проект № 3.8408.2017/6.7) при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Калужской области (проект № 18-42-400001).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>