

**ПЕРЕХОДНЫЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В
СВЕРХТОНКОЙ ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ЯЧЕЙКЕ С
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ**

З. Хайдаров, Б.З.Хайдаров

**Ферганский государственный университет,
Ферганский политехнический институт**

E-mail: zokir_nursuh@mail.ru

Аннотация. В настоящей работе исследованы переходные фотоэлектрические процессы в сверхтонкой газоразрядной ячейке. Рассмотрены вопросы задержки пробоя газового разряда в импульсном режиме работы ячейки и электростатические явления переходных процессов. Установлено, что время задержки пробоя зависит от интенсивности освещения полупроводника, длительности и величины импульса напряжения, а также состояния поверхностного заряда, то есть напряженности поля поверхностных зарядов.

Ключевые слова: газоразрядная ячейка, фотоприемник, задержка пробоя, поверхностный заряд, ваттамперная характеристика, кинетика импульсного тока, интенсивность свечения разряда.

Введение: Сверхтонкая газоразрядная ячейка (20 – 100 мкм), состоящая из фоточувствительного полупроводникового электрода и расположенного через газоразрядный промежуток волоконно-оптической шайбы с проводящим прозрачным покрытием из SnO₂, является основным элементом полупроводниковой фотографической ионизационной камеры (ПФИК). Кинетика тока в такой ячейке и кинетика свечения разряда отчасти уже исследованы в работе. Установлено, что статистический разброс задержки пробоя при пренебрежимо малом сопротивлении электродов соответствует функции распределения экспоненциального типа, тогда как разброс при достаточно большой величине сопротивления полупроводникового электрода описывается функцией, близкой функции случайных ошибок.

Действительно, полупроводниковый электрод является самым высокоомным элементом электрической цепи сверхтонкой газоразрядной ячейки и поэтому им будет определяться величина проходящего стационарного тока ПФИК, которая равна фототоку в полупроводнике.

В случае переходных процессов, например, при подключении внешнего напряжения или при «мгновенном» изменении проводимости

полупроводника, величина поверхностного заряда может оказаться в полном несоответствии с током проводимости, что вызывает явления электростатического характера. Существенную роль в токопрохождении играет поверхностный электрический заряд, локализирующийся на границе раздела полупроводник – плазма газового разряда, самосогласованный по величине с плотностью тока и во многом определяющий стационарную вольт-амперную характеристику ПФИК.

Однако, до сих пор переходные фотоэлектрические процессы в сверхтонкой газоразрядной ячейке достаточно не изучены. Данные о влиянии послепробойного статистического разброса и времени задержки пробоя, а также величины поверхностного заряда на фотоэлектрические характеристики сверхтонкой газоразрядной ячейки в научных публикациях отсутствуют.

Целью настоящей работы является выявить закономерности переходных процессов, происходящих в сверхтонкой газоразрядной ячейке ПФИК с учетом задержки пробоя газового разряда и распределения поверхностного заряда на полупроводниковом фотоприемнике.

В настоящем сообщении приводятся результаты исследования газоразрядной ячейки с толщиной 40 мкм и 100 мкм при давлении воздуха 0,2 атм с электродами из компенсированного хромом арсенида галлия при комнатной температуре с темновым удельным сопротивлением $\sim 10^8$ Ом·см и кремния, легированного платиной при $T = 80$ К с темновым удельным сопротивлением $\sim 10^9$ Ом·см в условиях весьма малых сквозных токов или их отсутствия, когда эффекты электростатического характера проявляются наиболее отчетливо.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для выполнения экспериментальных работ была использована ПФИК. Принципиальная электрическая схема сверхтонкой газоразрядной ячейки показана на рис. 1. Между фотоприемником и волоконно-оптической шайбой подключался основной источник питания постоянного тока U_1 , кроме того к источнику постоянного тока последовательно или прямо к газоразрядной ячейке может быть подключен высоковольтный тиратронный импульсный генератор U_2 с длительностью импульсов $t_V = 0,5 - 30$ мкс и длительностью переднего фронта $\tau_\Phi = 50$ нс.

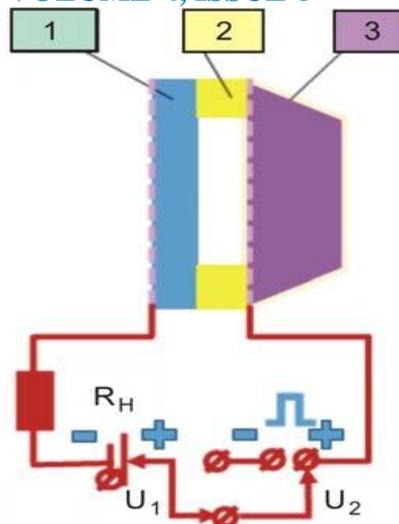


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема сверх- тонкой газоразрядной ячейки. 1 – фоточувствительная к ИК-излучению полупроводниковая пластинка с прозрачным электродом, 2 – слюдяная пластинка с отверстием в центре, 3 – волоконно-оптическая шайба со SnO_2

Максимальная величина импульсного напряжения составляло $U_2 = 1,6$ кВ, с выходным сопротивлением 100 Ом. Для регистрации постоянного тока использован двухкоординатный самопишущий лабораторный комплекс типа ЛКД4-003, а для регистрации токового импульса – двухлучевой осциллограф типа С1-91, регистрировавший падение напряжения на нагрузочном сопротивлении R_n . Авторами разработан метод усреднения, основанный на изменении оптической плотности изображения осциллограммы тока, сфотографированной с экрана осциллографа на фотопленку. Суть метода заключается в том, что, поскольку фотографическое действие газового разряда ячейки на регистрирующую среду определяется величиной среднего количества электричества, нас интересовали не только значения тока в каждом индивидуальном импульсе, но и средние значения тока за период. Поэтому экспериментальная задача состояла в определении среднего тока, усредненного для каждого момента времени по общему количеству импульсов за время экспонирования.

Действительно, принимая, что оптическая плотность почернения пропорциональна количеству импульсов для каждого момента времени, можно считать, что среднее значение тока в данный момент времени определяется следующим соотношением: плотность на осциллограмме условно изображена линиями разной толщины, а плавная штрихпунктирная кривая на рис. 2б показывает полученную кинетику среднего тока. Осциллограмма снималась на аэрофотопленку-42 фотоаппаратом «Зенит-Е» с объективом

«Гелиос» и дополнительным переходным кольцом. Денситометрирование фотоснимков осуществлялось на микроденситометре типа ИФО-451 с шириной щели, обеспечивающей разрешение 20 лин/мм. Во всех измерениях мощность излучения измерялась термостолбиком типа ЛЭТИ с чувствительностью 0,72 В/Вт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хайдаров, З., Хайдаров, Б.З. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ ФОТОПРИЕМНИКОВ В ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ЯЧЕЙКЕ С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ ОПТИЧЕСКОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ // ORIENSS. 2023. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskie-osnovy-raboty-fotopriemnikov-v-gazorazryadnoy-yacheyke-s-vysokim-urovнем-opticheskogo-vozbuzhdeniya> (дата обращения: 13.05.2024).
2. Хайдаров, З., Хайдаров, Б. З. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛАЗМЕННОГО КОНТАКТА ПРИ СТАБИЛИЗАЦИИ РАЗРЯДА В ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ЯЧЕЙКЕ // ORIENSS. 2023. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fizicheskie-svoystva-plazmennogo-kontakta-pri-stabilizatsii-razryada-v-gazorazryadnoy-yacheyke> (дата обращения: 13.05.2024).
3. Хайдаров, З., et al. "ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОНТАКТА ПОЛУПРОВОДНИК–ПЛАЗМА ГАЗОВОГО РАЗРЯДА." Fergana state university conference. 2023.
4. Хайдаров З., Хайдаров Б. З. ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ЯЧЕЙКИ С ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ //Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. – 2022. – Т. 2. – №. 11. – С. 225-233.
5. Хайдаров З. и др. Фотоэлектрические явления в сверхтонком (3-20 мкм) зазоре газового разряда с полупроводниковым электродом //Физическая инженерия поверхности. – 2015.
6. Rakhimov, A. A., and Z. B. Khaydarov. "Solar panels to improve reactive current compensation in load photoelectric systems." Eurasian Research Bulletin 18 (2023): 142-147