

ОСОБЕННОСТИ СВЕЧЕНИЯ РАЗРЯДА В ПОЛУПРОВОДНИКОВОМ ГАЗОРАЗРЯДНОМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕ ИК-ИЗОБРАЖЕНИЯ

Боймирзаев Анваржон Рахмоналиевич
Ассистент –
Ферганский политехнический институт
Фергана, Узбекистан

В настоящее время создание приборов для фотографической регистрации изображений, в широком спектральном диапазоне включая инфракрасных, гамма и рентгеновских излучений является актуальной проблемой. В приборах ночного видения, космическом фотографировании, пространственно-временной диагностике ИК излучений объектов в ближней и дальней области, для диагностики раковых заболеваний человека и в области дефектоскопической материаловедении нужны современные приборы с применением новых достижений. [1-3]

В ПИК фотоприемником инфракрасного излучения в диапазоне длин волн $\lambda = 1,1 \div 4,2 \text{ мкм}$ используется кремний, легированный платиной [4], а в диапазоне длин волн $\lambda = 8 \div 11 \text{ мкм}$ – кремний, легированный серой. Предлагаемой нами усовершенствованной камере волоконно-оптический элемент свободно состыкуется с электронно-оптическим преобразователем (ЭП-16 производство России) или видеоконтрольным устройством (ВКУ).

Фотографические методы регистрации излучений считаются наиболее информативными методами изучения ряда физических процессов. Среди многочисленных методов регистрации инфракрасных излучений перспективным остается полупроводниковая фотографическая система. Для диагностики лазерного излучения, контроля и наблюдения процессов термоядерного синтеза полупроводниковая ионизационная камера (ПИК) является самой совершенной. Возможности ПИКа далеко не исчерпаны.

До этого момента в ПИКе невозможно была эксплуатация полупроводников на основе тройных соединений для более длинноволновых областей спектра, по причине относительно малых удельных сопротивлений фотоприемников. Предварительные исследования показывают, что использование монокристаллического $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ в ПИКе с *Nau-Hau*, при ином расположении фотоприемников, чем ранее, охватывает камерой инфракрасную область $\lambda = 0,8 \div 30 \text{ мкм}$. Это позволяет создать приборов ночного видения в качественно новом уровне. [5] Плоская газоразрядная ячейка с высокоомным фоточувствительным полупроводниковым электродом [1,2] используется в качестве рабочего элемента преобразователя ИК изображения. Замена металлического электрода GaAs:Cr фотоприемником позволяет избежать шнурование разряда и получать равномерное по всей площади электрода свечение в узком (десятки мкм) газоразрядном зазоре. Получение изображения

построено на принципе локальной управляемости тока газового разряда. Изображение формируется в фиолетовом свечении плазмы и затем усиливается ЭОПом с микроканальным усилением. Выходное ИК изображение можно наблюдать на ЭОПе. Спектральный диапазон чувствительности устройства ($1,1 \div 11 \text{ мкм}$) задается чувствительностью фотоприемника. Такой ИК-преобразователь реализован на фотоприемнике из GaAs:Cr ($\rho = 10^7 - 10^8 \text{ Ом}\cdot\text{см}$, длинноволновая граница фоточувствительности 1,7 мкм при 300 К). Быстродействие такого преобразователя $2 \cdot 10^{-8} \text{ с}$, разрешение – 16 лн/мм. Модификации не дорогих устройств, изготовленные и опробованные нами, следующие: 1 – неразрушающий экспресс-контроль неоднородностей сопротивления высокоомных полупроводниковых пластин большого диаметра, используемых в электронной технике; 2 – несеребряные фотографические изображения; 3 – равномерное плазменное травление поверхности; 4 – источник пространственно-равномерного УФ-видимого излучения большого диаметра; 5 – наблюдение диссипативных структур в газовой плазме [6].

В работе рассматривается причина понижения напряжения зажигания разряда и его равномерного распределения по сечению при замене одного из металлических электродов на полупроводниковый. Установлено, что контакт S-образного (газовый зазор) и линейного (полупроводник) объектов помимо обычной неустойчивости по отношению к флуктуациям полного тока, обладают еще неустойчивостью по отношению к флуктуациям потенциала на границе полупроводника и газового зазора при фиксированном напряжении на всей структуре. Если первый тип неустойчивости реализуется при отрицательном полном сопротивлении, то второй тип неустойчивости имеет место при отрицательной полной проводимости, что достигается при гораздо меньших напряжениях. В случае двух металлических электродов флуктуации потенциала на границе нет и реализуется только первый тип - неустойчивости со шнурованием тока. Если же один из электродов полупроводниковый, то флуктуации на границе раздела (при малых напряжениях) переводят систему в состояние неустойчивости по отношению к флуктуациям первого типа и возникает разряд.

Отметим, что проведенный расчет полностью согласуется с тем экспериментальным фактом, что эффект не зависит от полярности приложенного напряжения. Исследуется плоская газоразрядная структура, где один из электродов высокоомный полупроводник, который может обеспечить

стабильное равномерное распределение тока и свечение газового разряда по всему объему газоразрядного зазора. Установлено, что влияние полупроводникового электрода на распределение стационарного тока в газоразрядном зазоре связано с проводимостью его приповерхностного слоя, а объемное сопротивление полупроводника определяет лишь сопротивление нагрузки. Экспериментально показано, что локальная металлизация поверхности полупроводника приводит к шнурованию в местах металлизации. Делается вывод, что основной причиной, ограничивающей вероятность шнурования тока и обеспечивающей стабилизацию разряда, является электрическое поле в газовом зазоре, перпендикулярное токовому шнуру в месте его контакта с полупроводником. Сделана качественная оценка этого эффекта. Очевидное условие малости этого поля по сравнению с продольным полем в шнуре допускает два типа шнурования. Во-первых, одиночный шнур при достаточно большой проводимости поверхностного слоя полупроводника. Во-вторых, большое количество шнуров, почти полностью покрывающих поверхность электродов, при малой поверхностной проводимости.

Полупроводниковые газоразрядные преобразователи ИК изображения (ПГПИИ) с фотоприемником из GaAs:Cr нашли широкое применение при регистрации ИК изображений. Прямое преобразование ИК изображения в видимое с помощью плоского ПГПИИ является привлекательным методом для создания ультрабыстрых ИК-систем. Увеличение чувствительности таких систем остается одной из наиболее актуальных и сложных проблем, препятствующих их широкому применению. В данной работе исследовалось свечение разряда (СР) излучаемое в УФ и видимой области (330÷440 нм), также возможности его локального увеличения в ПГПИИ при данной фоточувствительности фотоприемника. Использование газоразрядного зазора с микрокапиллярной растровой прокладкой (МРП) и ИК света для подсветки фотоприемника приводит к увеличению интенсивности СР. Газоразрядный зазор с МРП действует как усилитель электронного изображения, полученного в зазоре. Распределение света многоканальных микрозарядов формирует выходящее изображение, преобразует и усиливает воспроизводимое падающее ИК изображение. В

системе с МРП локальная интенсивность СР превышает интенсивность СР в ПГПИИ во столько раз, во сколько раз активная площадь фотоприемника превышает общую активную площадь МРП. Шнурование происходит при формировании пространственного заряда положительных ионов, изменяющегося при переходе от Таунсендовского разряда к тлеющему.

Таким образом можно создать прибор ночного видения и пространственно-временной диагностический прибор для исследования ИК излучений объектов в ближней области длин волн при температуре термоэлектрического охладителя и дальней области длин волн при температуре жидкого азота. ПИК также можно применять для диагностики раковых заболеваний, при этом производится фотографическая регистрация инфракрасных излучений в ближней области отраженных от слюны, капли крови или другой части тела человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Йулдашев Х.Т., Касымов Ш.С., Хайдаров З. Фотопреобразователь ИК – изображений со сверхтонкой газоразрядной ячейкой и люминофором. // Журнал прикладная физика 2016. №2, ст. 94-99.
2. Астров Ю.А., Лодыгин А.Н., Порцель Л.М. Гексагональные структуры тока в системе “полупроводник-газоразрядный промежуток. // ЖТФ. 2011. Vol. 81(2). РР. 42-47.
3. Х.Т.Юлдашев, Ш.С.Касымов Исследование характеристики преобразователя изображений в сверхтонкой газоразрядной ячейке с полупроводниковым электродом // ФИП 2015. №2. С.218-225.
4. Касымов Ш.С., Хайдаров З., Йулдашев Х.Т. Электрические свойства чрезмерно тонкой газоразрядной ячейки с полупроводниковым электродом. // Узбекский физический журнал 2012. №4, ст. 241-248.
5. Х.Т.Юлдашев, Б.З.Хайдаров, Ш.С. Касымов Исследование фотоэлектрических и фотографических характеристик полупроводниковой фотографической системы ионизационного типа // ФИП 2015. №2. С.141-148.
6. Йулдашев Х.Т., Касымов Ш.С., Хайдаров З. Фотопреобразователь ИК – изображений со сверхтонкой газоразрядной ячейкой и люминофором. // Журнал прикладная физика 2016. №2, ст. 94-99.