

12-10-2019

ANALYSIS OF ELECTRICAL PARAMETERS OF THE IONIZATION SYSTEM AT HIGH FREQUENCY CURRENTS

X T. Yuldashev
Ferghana Polytechnic Institute

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi>

Recommended Citation

Yuldashev, X T. (2019) "ANALYSIS OF ELECTRICAL PARAMETERS OF THE IONIZATION SYSTEM AT HIGH FREQUENCY CURRENTS," *Scientific-technical journal*: Vol. 23 : Iss. 4 , Article 12.
Available at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi/vol23/iss4/12>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Scientific-technical journal by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact sh.erkinov@edu.uz.

SHORT MESSAGES

–ANALYSIS OF ELECTRICAL PARAMETERS OF THE IONIZATION SYSTEM AT HIGH FREQUENCY CURRENTS

X.T. Yuldashev

Ferghana Polytechnic Institute

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИОНИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ТОКАХ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

X.T. Йулдашев

Ферганский политехнический институт

ФЕРГАНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ЮҚОРИ ЧАСТОТАЛИ ТОКЛАРДА ИОНИЗАЦИОН ТИЗИМ ЭЛЕКТР ПАРАМЕТРЛАРИНИНГ ТАЪСИРИ ТАҲЛИЛИ

X.T. Йулдашев

Фарғона политехника институти

Abstract. *The influence of the physical characteristics of the elements of the ionization system semiconductor-gas discharge gap on its sensitivity and the quality of the images is considered. An analysis of the patterns of image formation based on experimental studies and theoretical estimates showed that the high-frequency mode of the supply voltage determines the relatively low efficiency of modulation of the current by the input illumination, which is a consequence of the increasing role of the capacitive component of the conductivity of the photodetector at high frequencies and an increase in the resistance of the recording part (emulsion) at low frequencies.*

Keywords: ionizing system, semiconducting electrode, high frequency, semiconducting-gas-discharge gap, photoemulsion, frequency attached voltage.

Аннотация. *Ионизацион тизим элементларининг физик хусусиятлари яримўтказгич-газ-разряди оралиғи, унинг сезгирлиги ва тасвирларнинг қабул қилиши сифатига таъсири кўриб чиқилган. Экспериментал тадқиқотлар ва назарий баҳолаш асосида ўтказилган тасвирни шакллантириши қонуниятини таҳлил қилиши шуни кўрсатдики таъминот кучланишининг юқори частотаси ёритилишининг кириши тоқини нисбий паст эффективлигини белгилаб беради, бу эса юқори частоталарда фотоқабул қилгични сизим ташкил этувчисининг аҳамиятини ошиб бориши ва паст частоталарда қайд этувчи частотанинг қаришилигини ошиб кетиши хисобланади.*

Таянч сўзлар: ионизацион система, яримўтказгичли электрод, юқори частота, яримўтказгич-газ-разряди оралиғи, фотоэмульсии, ишчи частота кучланиши.

Аннотация. *Рассмотрены влияние физических особенностей элементов ионизационной системы полупроводник-газоразрядный промежуток на ее чувствительность и качество получаемых изображений. Анализ закономерностей формирования изображения, проведенный на основе экспериментальных исследований и теоретических оценок, показал, что режим высокой частоты питающего напряжения определяет относительно низкую эффективность модуляции тока входной освещенностью, что является следствием возрастающей роли емкостной составляющей проводимости фотоприемник при высоких частотах и увеличения сопротивления регистрирующей части (фотоэмульсии) при низких частотах.*

Ключевые слова: ионизационной системы, полупроводниковый электрод, высокой частоты, полупроводник-газоразрядный промежуток, фотоэмульсии, частота приложенного напряжения.

Полупроводниковые ионизационные системы и спектральные преобразователи изображений ионизационного типа [1] нашли достаточное широкое применение для

SHORT MESSAGES

высокоскоростной пространственно – временной фотографической диагностики лазерных инфракрасных излучений [2]. В настоящее время они являются одним из наиболее перспективных типов устройств, составляющих основу несеребряной высокочувствительной фотографии.

В способе ионизационной системы с использованием токов высокой частоты в конечном счете качество получаемого изображения определяется теми явлениями, которые происходят в газовом разряде. В работе [3] дается качественное объяснение процессов формирования изображения в терминах «канальных» явлений коронного разряда. На основании наблюдений, проведенных в ходе экспериментов, показали, что плотность разрядных точек и их интенсивность зависят от толщины зазора, длительности и числа импульсов высокой частоты поля и от геометрических неровностей поверхности электрода.

Однако эти объяснения и данные, приведенные в работе [4] не дают полного представления о процессе формирования изображения в подобной системе и не дают количественных оценок зависимости качества изображения от электрических параметров ионизационной системы.

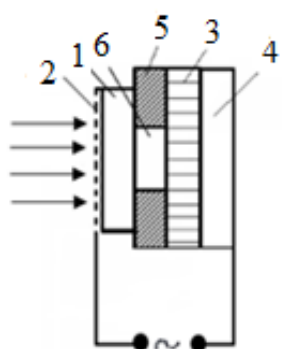


Рис.1. Схематическое расположение элементов ВЧ ионизационной системы с светочувствительным фото-приемником. 1-полупрозрачный электрод, 2-арсенид галлиевый фотоприемник, 3-газоразрядный промежуток, 4-диэлектрическая прок-ладка с вырезом, 5-регистри-рующая пленки, 6-контрэлектрод.

где, U - эффективное значение напряжения на электродах, G_{ϕ} , C_{ϕ} , $G_{газ}$, $C_{газ}$ и $G_{пл}$, $C_{пл}$ – соответственно значения проводимостей и емкостей фотоприемника, газоразрядного промежутка и регистрирующей части; ω – частота приложенного напряжения.

Активная проводимость ФП описывается уравнением

$$G_{\phi} = \sigma_T + \alpha J^n \tag{2}$$

где σ_T – темновая проводимость, α – коэффициент, определяющий фотоэлектрические свойства ФП, J - интенсивность спроектированного излучения и n – постоянная.

В рассматриваемой системе существенную роль играет сопротивление газоразрядного промежутка $1/G_{газ} + j\omega C_{газ}$, которое при низких значениях напряжения может значительно

Анализ формирования изображения в системе с использованием фотоприемника (рис 1) может быть проведен с помощью эквивалентной электрической схемы, показанной на рис (2). Арсенид-галлиевый фотоприемник 1 с входным полупрозрачным электродом 2 прижимается к фотопленки 3, расположенной на электроде 4, калиброванная диэлектрическая прокладка 5, имеющая вырез, создает необходимый газоразрядный промежуток 6. К электродам 2, 4 при экспонировании подается импульс высокочастотного напряжения. В этой схеме фотоприемник, газоразрядный промежуток и регистрирующая часть представлены в виде параллельно включенных активных сопротивлений и емкостей. Выражение для тока может быть записано в следующем виде:

$$i = \frac{U}{\frac{1}{G_{\phi} + j\omega C_{\phi}} + \frac{1}{G_{газ} + j\omega C_{газ}} + \frac{1}{G_{пл} + j\omega C_{пл}}} \tag{1}$$

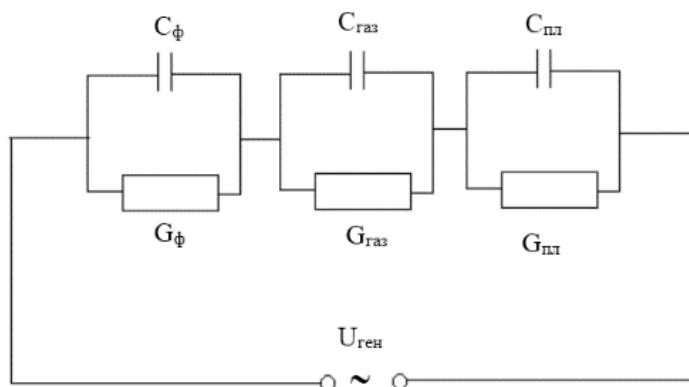


Рис.2. Эквивалентная электрическая схема системы

SHORT MESSAGES

превосходить сопротивление ФП. В этом случае фотографический процесс отсутствует. Начиная с некоторого потенциала $U \geq U_{пр}$ (где $U_{пр}$ – напряжение пробоя газового промежутка между ФП и регистрирующей частью) сопротивление газоразрядного контакта резко уменьшается, так что емкость $C_{газ}$ пробивается и становится очевидным следующее неравенство:

$$\frac{1}{G_{\phi} + j\omega C_{\phi}} > \frac{1}{G_{газ} + j\omega C_{газ}} \leq \frac{1}{G_{пл} + j\omega C_{пл}} \quad (3)$$

С учетом (2), (3) и неравенства $G_{пл} \leq \omega C_{пл}$, которое обычно выполняется для фотоэмульсии и тонкого слоя люминофора, можно приближенное выражение для тока в условиях пробоя газоразрядного промежутка:

$$i = \frac{U}{\frac{1}{\sigma_T + \alpha \omega J^n + j\omega C_{\phi}} + \frac{1}{j\omega C_{пл}}} \quad (4)$$

Если принять во внимание, что интенсивность явлений, происходящих в газовом разряде (свечения газа, электронно-ионная бомбардировка поверхностей электрода и т.п.), пропорциональны величине активного тока, протекающего в системе, то, пользуясь выражением (4), можно выяснить влияние отдельных параметров системы на его сенситометрические характеристики. В частности, из этого выражения следует, что эффективная модуляция тока входной освещенностью может осуществляться в том случае, когда величина фотопроводимости α одного порядка с величиной $(\sigma_T + \omega C_{\phi})$, а сопротивление пленки на рабочей частоте тока не мало. При этом для увеличения чувствительности параметр σ_T должен быть меньше (по сравнению с ωC_{ϕ}), а параметр α , наоборот больше. При $\sigma_T \leq \omega C_{\phi}$ ионизационная система начинает чувствовать входной сигнал лишь тогда, когда уровень входной освещенности достигает значений, при которых αJ^n становится сравнима с ωC_{ϕ} . Отсюда следует, что пороговая освещенность системы будет тем меньше, чем меньше ω и C_{ϕ} . Однако чрезмерное уменьшение круговой частоты питающего напряжения приводит к увеличению сопротивления регистрирующей части и, соответственно, к ограничению величины тока. Таким образом, выбор рабочей частоты должен быть компромиссным. Кроме того, частота напряжения существенным образом влияет и на характер разряда в газовом промежутке. Рассмотрим это влияние на основе теории высокочастотного пробоя газа. Предложим, что в системе фотопроводник – газовый промежуток – регистрирующая пленка приложено синусоидальное переменное напряжение. По мере возрастания амплитуды напряжения (рассмотрим один полупериод синусоидального напряжения), начиная с некоторого потенциала $U \geq U_{пр}$, свободные электроны начинают ионизовать атомы и молекулы газа. Образующиеся при этом отрицательные и положительные ионы и электроны начинают двигаться к соответствующим электродам. При уменьшении напряжения после достижения максимального значения ионизация прекращается. При этом может сказаться, что в момент перемены знака потенциала на электродах в разрядном промежутке останется некоторое количество положительных и отрицательных ионов и электронов, которые не успели рассосаться в полупериод приложенного напряжения. Таким образом, за несколько периодов приложенного напряжения в пространстве между электродами может сказаться некоторый объемный заряд. Плотность этого заряда определяется частотой приложенного поля и длиной разрядного поля, и длиной разрядного промежутка. При низкой частоте и малых разрядных промежутках за время одного полупериода пространство между электродами успевают покинуть почти все электроны и ионы. При этом увеличивается статическое запаздывание пробоя. В итоге эффективное время воздействия газового разряда на регистрирующую пленку становится меньше, чем время экспонирования. Увеличение

SHORT MESSAGES

частоты или межэлектродного расстояния приводит к образованию в пространстве некоторого объемного заряда, что вызывает растекание тока в газоразрядном промежутке. Последнее обстоятельство ухудшает разрешающую способность системы и снижает контрастность изображения.

Из всего сказанного становится очевидным тот факт, что для улучшения фотосистемы и преобразователя изображений необходимо коренным образом изменить характер разряда в газовом зазоре и снизить минимума влияние емкостных сопротивлений ФП и регистрирующей пленки. Это может быть осуществлено в том случае, если в качестве электрического питания использовать не импульс ВЧ напряжения, а импульс постоянного тока. При этом элементам системы необходимо сообщить достаточно высокую проводимость (в частности, это условие относится к регистрирующей пленки). Действительно, в режиме постоянного напряжения работа системы оказалась значительно стабильней, результаты более воспроизводимыми, а фотографические характеристики с лучшими показателями.

В режиме постоянного тока фотографический процесс обладает рядом преимуществ по сравнению с режимом ВЧ питания. Во-первых, как следует из соотношения (1), ФП, работающий на постоянном токе, имеет гораздо большую фоточувствительность, чем при работе на переменном токе. Во-вторых, в стационарном режиме исключается влияние емкостных сопротивлений газоразрядного промежутка и регистрирующей пленки, что позволяет фотоприемнику (при достаточно высокой активной проводимости регистрирующей пленки) более эффективно управлять интенсивностью разряда в газовом промежутке. Существенным достоинством режима постоянного тока является то, что к газовому зазору прикладывается импульс постоянного напряжения, благодаря которому разряд имеет однонаправленный, непрерывный характер. Тем самым фотографический процесс не прерывается во время экспонирования. Это является важным обстоятельством при создании высокоскоростного ионизационного устройства. Более того, в зависимости от типа используемого ФП и варианта записи изображения на регистрирующей пленке, оператор может менять полярность подключения электродов. Как будет показано ниже, полярность подключения является важным условием эффективности работы системы полупроводник – плазма газового разряда. И наконец, в режиме постоянного напряжения увеличивается дрейфовая составляющая носителей тока, благодаря которой повышается разрешающая способность системы и контрастность изображений.

Как известно, процесс прохождения электрического тока через газовый промежуток обычно сопровождается свечением газа, разрушением поверхностей электродов под действием электронного потока, адсорбцией составляющих газа на электродах, химическими реакциями и т.п. Использование этих явлений для формирования изображения в режиме постоянного тока позволило создать несколько типов фотосистем и преобразователей изображений, которые с успехом могут быть использованы не только для инфракрасной фотографии, но и при решении других проблем, стоящих перед техникой фотографирования. Эти фотосистемы, в основе которых используются явления, происходящие в ионизованном газе, были названы нами фотографическими системами и преобразователями изображений ионизационного типа. Таким образом, приведенный выше анализ показывает, что частота питающего напряжения существенным образом определяют сенситометрические характеристики ионизационной системы. При этом возникает противоречивая ситуация, когда улучшение фотографических показателей ограничивается трудностью согласования электрических параметров элементов системы. С другой стороны, сказывается не совсем благоприятным для записи изображения и характер высокочастотного разряда.

References:

- [1]. Yuldashev X.T., Kasimov SH.S., Xaydarov Z. Fotopreobrazovatel IK – izobrajeniy so sverxtonkoy gazorazryadnoy yacheykoy i lyuminoformom. // Jurnal prikladnaya fizika 2016. №2, s. 94-99.

SHORT MESSAGES

- [2]. Lodigin A.N., Astrov Yu.A., Portsel L.M., Beregulin Ye.V. Dinamika taunsendovskogo razryada v argone // JTF. 2015. Vol. **85**(5). s. 27-31.
- [3]. Astrov Yu.A., Lodygin A.N., Portsel L.M. Geksagonalnie strukturi toka v sisteme “poluprovodnik-gazorazryadnyy promejutok. // JTF. 2011. Vol. **81**(2). s. 42-47.
- [4]. Orbux V.I., Lebedeva N.N., Salamov B.G. Vliyaniye poverxnostnoy provodimosti poluprovodnikovogo elektroda na raspredeleniye gazorazryadnogo toka // FTP 2009 T.43, vьp 10, pp.1329-1332.

Литература

- [1]. Йулдашев Х.Т., Касымов Ш.С., Хайдаров З. Фотопреобразователь ИК – изображений со сверхтонкой газоразрядной ячейкой и люминофором. // Журнал прикладная физика 2016. №2, с. 94-99.
- [2]. Лодыгин А.Н., Астров Ю.А., Порцель Л.М., Берегулин Е.В. Динамика таунсендовского разряда в аргоне // ЖТФ. 2015. Vol. **85**(5). с. 27-31.
- [3]. Астров Ю.А., Лодыгин А.Н., Порцель Л.М. Гексагональные структуры тока в системе “полупроводник-газоразрядный промежуток. // ЖТФ. 2011. Vol. **81**(2). с. 42-47.
- [4]. Орбух В.И., Лебедева Н.Н., Саламов Б.Г. Влияние поверхностной проводимости полупроводникового электрода на распределение газоразрядного тока // ФТП 2009 Т.43, вып 10, pp.1329-1332.

Web сайтлар

- [1]. hurshid5704@mail.ru