O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI

OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

FARG‘ONA DAVLAT UNIVERSITETI

FarDU. ILMIY XABARLAR

1995-yildan nashr etiladi
Yilda 6 marta chiqadi

2024/3-SON
ILOVA TO‘PLAM

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК. ФерГУ

Издаётся с 1995 года
Выходит 6 раз в год

Aniq va tabiiy fanlar

MATEMATIKA

S.S.Jo‘raboyev, M.X.Abdumutalova
Tengsizliklarni isbotlashda ehtimollar nazariyasi elementlaridan foydalanish metodikasi 13
Sh.T.Karimov, J.J.Jahongirova
Teskari masalalarni yechishning chekli ayirmalar sxemasini teskarilash usuli 18
B.M.Mamadaliev, M.I.Davlatboeva
About geometry on subspaces in ${}^2R_5$ 22
A.O.Mamanazarov, Y.B.Djuraeva
The existence of the solution of a boundary value problem for the benjamin, bona and mahony equation including the hilfer fractional differential operator 27
A.M.Mirzaqulov
Kompyuterli matematik modellashtirish asoslari 33
A.O.Mamanazarov, D.R.Ibrohimova
Vaqt yo‘nalishlari turlicha bo‘lgan parabolo-giperbolik tenglama uchun chegaraviy masala.....38

FIZIKA-TEXNIKA

V.R.Rasulov, B.B.Axmedov, I.A.Muminov
Elektronlarning energiya spektrini Kroning va Penni usuli yordamida hisoblash 43
M.M.Sobirov, M.M.Kamolova, Q.Q.Muhammadaminov
Atmosferadagi quyosh nurlanish oqimi maydonini shakllanishiga begona aralashmalarning ta'siri 49
M.M.Sobirov, J.Y.Roziqov, Q.Q.Muhammadaminov
Yarim cheksiz o‘lchamdagi kristallarda qutblangan nurlanish oqimini ko‘chirilishi.....55
V.R.Rasulov, I.A.Muminov, G.N.Maqsudova
Xoll effektini brillyuen zonalari nazariyasi yordamida o‘rganish 60
M.M.Sobirov, V.U.Ro‘ziboyev
Yer sirtidan qaytgan quyosh nurlanish oqimini atmosferadagi nurlanish maydoniga ta’siri 64
G‘.R.Raxmatov
Infraqizil quritishning mahsulot sifat kattaliklariga ta’siri.....70
V.U.Ro‘ziboyev
“Bipolyar tranzistorlarni ulanish va ularning kuchaytirish xususiyatlarini o‘rganish” laboratoriya ishida arduinodan foydalanish 75
J.Y.Roziqov
Quyosh nurlanishining atmosferada yutilishi va sochilishi. Zaiflashish qonuni 82
O.K.Dehkonova
Fizika ta’limi jarayoniga raqamli texnologiyalar va zamonaviy usullarni joriy etish orqali innovatsion infratuzilmasini shakllantirish 86
Q.I.G‘aynazarova, T.M.Azimov
Uchlamchi qotishmalarning istiqbollari 98
B.U.Omonov
Bi_2Te_3/Sb_2Te_3 yarimo'tkazgich yupqa pardalarning termoelektrik xususiyatlari.....103
K.E.Onarkulov, G.F.Jo‘rayeva
Afk elementlarining tuzilishi va xususiyatlarining bog‘lanish o‘rganish 109
З.Хайдаров, Д.Ш.Гуфронова, С.Х.Мухаммадаминов
Исследование преобразовательных и выходных характеристик системы полупроводник – плазма газового разряда с дополнительным сеточным электродом 116
M.Kholdorov, G.Mamirjonova
Achievements in the dehydration of fruits and vegetables and the advantages of the methods used 121
M.Kholdorov, G.Mamirjonova
Electronic conduction phenomena observed on the surface of semiconductors and metals....124

FarDU. Ilmiy xabarlar – Scientific journal of the Fergana State University

Volume 30 Issue 3, 2024-yil DOI: 10.56292/SJFSU/vol30_iss3_2t/a349

UO‘K: 621.315.592:621.382:621.385

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ И ВЫХОДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМЫ ПОЛУПРОВОДНИК – ПЛАЗМА ГАЗОВОГО РАЗРЯДА С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ СЕТОЧНЫМ ЭЛЕКТРОДОМ

STUDY OF CONVERSION AND OUTPUT CHARACTERISTICS OF THE SEMICONDUCTOR – PLASMA GAS DISCHARGE SYSTEM WITH AN ADDITIONAL GRID ELECTRODE

QO‘SHIMCHA SETKALI ELEKTRODGA EGA BO‘LGAN YARIMO’TKAZGICH – GAZ RAZRYADI PLAZMASI TIZIMIDA O‘ZGARTIRISH VA CHIQISH XARAKTERISTIKALARNING TADQIQOTI

Зокир Хайдаров[1]

[1]Ферганский Государственный университет, доктор физико-математических наук, доцент

Д.Ш.Гуфронова

Ферганский Государственный университет, магистр

С.Х.Мухаммадаминов

Ферганский Государственный университет, магистр

Аннотация

В настоящей работе экспериментально изучается преобразовательные и выходные характеристики системы полупроводник – плазма газового разряда. Эта система, по-другому называемая газоразрядная ячейка, дополнительно снабжена металлически сеточным электродом. При этом газоразрядный промежуток разделяется на две части: фотоприёмник-сетка и сетка-экран. Подобная конструкция, описываемая в настоящей статье, способствует усиление плазмы по току. Экспериментально изученная зависимость мощности выходного сигнала от величины тока сетка-экран (преобразовательная характеристика) показывает, что кривые имеет сублинейный характер. Зависимость мощности выходного сигнала от величины мощностей входного сигнала (выходная характеристика) имеет сверхлинейный характер. В результате этих исследований появляется возможность регистрации слабых (мене чем 10^{-7} Вт/см^2) инфракрасных излучений объектов.

Abstract

In the present work, the conversion and output characteristics of a semiconductor-plasma gas discharge system are studied experimentally. This system, otherwise called a gas-discharge cell, is additionally equipped with a metal-grid electrode. In this case, the gas-discharge gap is divided into two parts: photodetector-grid and grid-shield. Such a construction, described in the present paper, contributes to the current amplification of the plasma. The experimentally studied dependence of the output signal power on the grid-shield current (conversion characteristic) shows that the curves have a sublinear character. The dependence of the output signal power on the input signal power value (output characteristic) is super linear. As a result of these studies, it is possible to register weak (less than 10^{-7} W/sm^2) infrared radiation of objects.

Annotatsiya

Ushbu maqolada yarimo‘tkazgich – gaz razryadi plazmasi tizimining o‘zgartirish va chiqish xarakteristikalari tajribada o‘rganilgan. Boshqacha gaz razryadli yacheyka, deb ataladigan bu tizim qo‘shimcha metall setka elektrodiga ega. Bunda gaz razryadli oraliq ikki qismga ajratiladi: fotoqabulqilgich-setka va setka-ekran. Ushbu maqolada tavsiflangan bunday konstruksiya gaz razryadi plazmasining tokini kuchaytirish imkoniyatini berdi. Tajribada o‘rganilgan kirish signali quvvatining setka-ekran gaz oralig‘i tokiga bog‘liqligi (o‘zgartirish xarakteristika) chiziqli xarakterga yaqin bo‘ldi. Chiqish signali quvvatining kirish signali quvvatiga bog‘liqligi (chiqish xarakteristika) chiziqli xarakterga qaraganda

tikroq bo'ldi. Olib borilgan tadqiqot natijasiga ko'ra ob'ektlarning kuchsiz (10^{-7} W/sm^2 quvvatdan kam) infraqizil nurlarini qayd etish imkoniyati paydo bo'ldi.

Ключевые слова: *газоразрядная ячейка, плазма газового разряда, металлический сеточный электрод, система полупроводник – плазма газового разряда, преобразовательная характеристика системы, выходная характеристика системы.*

Key words: *gas discharge cell, gas discharge plasma, metal grid electrode, semiconductor - gas discharge plasma system, conversion characteristic of the system, output characteristic of the system.*

Kalit so'zlar: *gaz razryadli yacheyka, gaz razryadi plazmasi, metal setkali elektrod, yarimo'tkazgich – gaz razryadi plazmasi tizimi, tizimning o'zgartirish xarakteristikasi, tizimning chiqish xarakteristikasi.*

ВВЕДЕНИЕ

Физические явления происходящих в чрезмерно тонкой газоразрядной ячейке (толщина от 10 мкм до 100 мкм), состоящей из высокоомного полупроводника и регистрирующей среды (экрана) мало изучены [1-14].

Газоразрядная ячейка применяется в основном для регистрации инфракрасных излучений и пространственно-временной диагностики лазерных излучений в диапазоне 0,4 ÷ 11 мкм и далее. Однако важным препятствием их дальнейшего распространения является недостаточно эффективное использование энергии газового разряда на регистрирующей среде. Это объясняется тем, что в ионизационных системах, хотя имеет место усиление по мощности, определяемое выражением [15]

$$\eta = G\,\frac{eV}{h\nu},$$

(где G – коэффициент фотоэлектрического усиления, V – приложенное напряжение, e – заряд электрона, h – постоянная Планка, ν – частота излучения) отсутствует усиление тока в газоразрядном промежутке. Это создаёт определенные препятствия в тех случаях, когда для регистрации требуются значительные плотности газоразрядного тока.

Цель настоящей работы состоит в экспериментальном рассмотрении возможностей получения достаточной величины тока в плазме тонкой газоразрядной ячейки для регистрации преобразовательного сигнала, управляемой освещённым полупроводником.

ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ СИСТЕМЫ ПОЛУПРОВОДНИК – ПЛАЗМА ГАЗОВОГО РАЗРЯДА.

Нами была исследована система полупроводник – плазма газового разряда в преобразовательном режиме с одним дополнительным электродом, принципиальная схема, которой показана на рис 1. В газовом зазоре между фотоприёмником (ФП) и регистрирующей частью (экраном) с помощью калиброванных слюдяных прокладок помещался электрод в виде плоской металлической сетки, имеющей достаточно мелкую структуру (10 ячеек на 1 мм). Между полупрозрачным электродом фотоприёмника и сеткой подключался основной источник питания U_1, а между сеткой и экраном – вспомогательный источник U_2. Для выявления влияния параметров газоразрядного промежутка на фотоэлектрические свойства системы и определения предельных возможностей предусматривалось изменение давления газа и величины зазора между фотоприёмником и сеткой, а также сеткой и экраном.

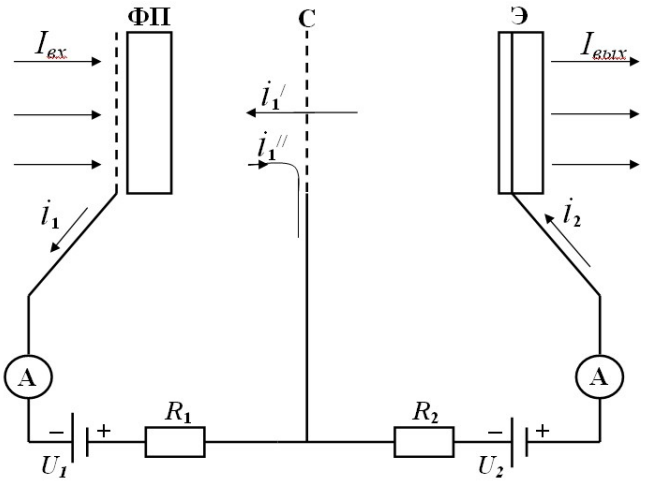

Рис.1. Принципиальная схема системы полупроводник – плазма газового разряда с дополнительным сеточным электродом. ФП - фотоприёмник, С - сетка, Э – экран (регистрирующая среда из волоконно-оптической шайбы с проводящим покрытием из SnO_2), R_1, R_2 - балластные сопротивления.

Если спроектировать оптический сигнал от объекта на поверхность полупроводникового фотоприёмника и приложить к его полупрозрачному электроду и сетке достаточное напряжение ($U > U_{пр}$ – пробойное напряжение для газового промежутка), то в цепи сетки установится самостоятельный тихий разряд. При этом интенсивность свечение газового разряда в поперечном сечении будет контролироваться фотоприёмником в соответствии с интенсивностью спроектированного оптического сигнала. Поскольку высокоэнергичные компоненты плазмы газового разряда могут проскакивать сквозь сетку, то его можно рассматривать как источник начальной ионизации для участка «сетка-экран». При наличии ускоряющего поля частицы приобретут кинетическую энергию, достаточную для интенсивной ударной ионизации, что приведёт к зажиганию разряда в цепи экрана, плотность тока которого будет зависеть от интенсивности разряда в первом зазоре. Таким образом, небольшим током сетки, лимитирующийся фотоприёмником, можно управлять при зажигании разряда значительным током в цепи экрана.

При измерениях считывание выходного сигнала плазмы газового разряда производилось с помощью фотоэлектрического умножителя (ФЭУ-38). Для исключения попадания побочных засветок на фотокатод освещение ФП осуществлялось через кремниевый фильтр.

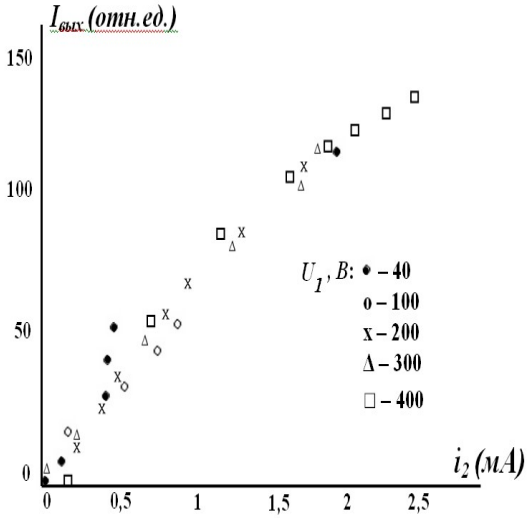

Рис. 2. Семейство преобразователь-ных характеристик (i_2 – является

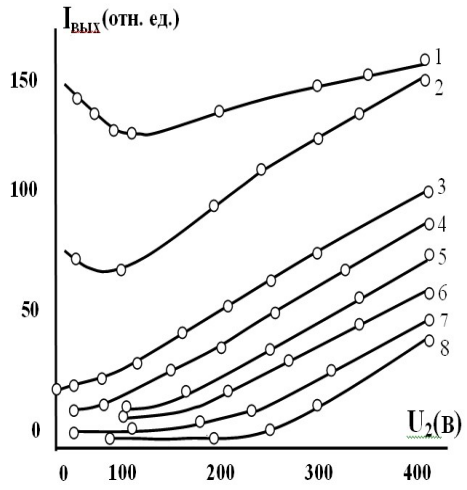

Рис. 3. Семейство зависи-мостей $J_{вых}$ (U_2). p, мм. рт. ст.: 1 – 10; 2 – 20; 3 – 30; 4 – 60; 5 70.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Необходимо констатировать, что преобразовательные и выходные характеристики системы полупроводник – плазма газового разряда в конечном итоге определяются процессами, происходящими в газоразрядном промежутке при протекании в нем тока. Поэтому, важными исследованиями являются изучение влияния параметров второго газового зазора на интенсивность свечения экрана, а также режима питания на выходные характеристики преобразователя оптических сигналов.

На рис. 2 показано семейство зависимостей интенсивности свечения экрана преобразователя сигналов $I_{вых}$ (интенсивность свечения выражена через ток ФЭУ, то есть в относительных единицах) от тока i_2 при фиксированном давлении газа (p = 15 *мм. рт. столба*) и разных значениях напряжения U_1. Ток i_2 в цепи экрана изменялся изменением напряжения U_2 между сеткой и экраном.

На рис.3 приведены семейство зависимостей свечения экрана $I_{вых}$ от приложенного напряжения U_2 между сеткой и экраном.

На рис. 4 показаны семейства выходных характеристик, определяющие зависимости свечения экрана $I_{вых}$ от энергии входного излучения $J_{вх}$. Характеристики сняты для U_1 = 1000 *В*, p = 15 *мм. рт. столба*, при разных значениях напряжения U_2.

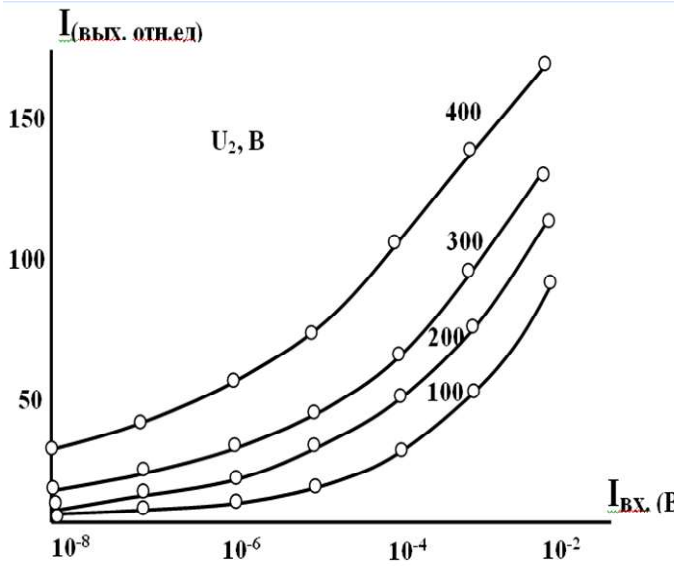

Рис.4. Семейство выходных характеристик -- $J_{вых}(J_{вх})$ при U_1= 1000 *В*.

ОБСУЖДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДЫ.

Из рис. 2 следует, что семейства характеристик выходной интенсивности свечения плазмы экрана $I_{вых}$ от тока i_2 совмещается на одной линии. Характеристики почти линейны для разных значений напряжения U_1, однако в общем случае наблюдаемое уменьшение крутизны характеристик с увеличением i_2 приводит к заметному сублинейному росту выходной интенсивности свечение экрана $I_{вых}$. По всей видимости, последнее обстоятельство объясняется тем, что при больших U_2 интенсивность размножения носителей плазмы между сеткой и экраном приводит к формированию отрицательного объёмного заряда вблизи экрана. В результате этого уменьшается среднее энергия электронов, взаимодействующих с экраном, и, во-вторых, пространственный положительный заряд ионов вблизи катода (сетки), экранируя поток электронов из первого разрядного промежутка, уменьшает темп роста тока i_2.

В общем случае характеристики $I_{вых}(i_2)$, показанных на рис. 2 результатами измерений выходной интенсивности свечение экрана $I_{вых}$ при изменении U_2 и различных значениях p (см. рис. 3), указывает на то, что свечение экрана практически линейно следует за током i_2.

Выходная характеристика газоразрядной ячейки в преобразователях сигналов является самой важной характеристикой. Из приведённых на рис.4 семейств выходных характеристик можно отметить, что кривые имеют монотонно нарастающий характер. При значительно низком уровне освещения свечение экрана незначительно, в дальнейшем с увеличением мощности входного сигнала интенсивность свечение экрана увеличивается нарастающим темпом. Причём, интенсивность свечение экрана тем силнее чем больше напряжения между сеткой и экраном U_2. Это говорит о том, что применение дополнительного электрода в газовом промежутке способствует эффекта увеличения свечение плазмы в регистрирующей среде. Можно отметить, что результаты этих исследований могут быть применены для регистрации слабых сигналов, где величина

темнового и фототоков слишком мало при отображении их в виде свечение экрана, то есть регистрирующей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gurevich E.L., Kittel S., Hergenroder R., Astrov Yu.A., Portsel L.M., Lodygin A.N., Tolmachev V.A. and Ankudinov A.V. Modification of GaAs surface by low-current Townsend discharge // Journal Applied Physics, 2010, Vol 43, No 9, pp. 27-32.
2. Utamuradova Sh.B., Khaydarov Z., Saparov F.A. Physical processes at the semiconductor-plasma contact of a gas discharge in a thin gas-discharge cell // Science and world International scientific journal. 2021, №9 (97), ст. 8-10 (in Russian).
3. Utamuradova Sh. B., Daliev Kh. S., Khaydarov Z., Rakhmanov D.A. Effective method for photographic recording of heat fields of objects and laser radiations based on a gas discharge cell // Science and world International scientific journal, 2021, №9 (97), ст. 8-10 (in Russian).
4. Лодыгин А.Н., Астров Ю.А., Порцель Л.М., Берегулин Е.В. Динамика таунсендовского разряда в аргоне // ЖТФ, 2015, Т. 85, В. 5, ст. 27-31.
5. Paritskii L.G., Khaydarov Z., Mukhamadiev O, Dadabaev O. Spatial stabilization of the current in a semiconductor-gas discharge system // Semiconductors, American Institute of Physics, 1994, Vol. 27, No. (11-12), pp. 1104-1108.
6. Хайдаров З., Йулдашев Х.Т. Новый фотографический эффект в сверхтонкой газоразрядной ячейке с полупроводниковым электродом // Прикладная физика, 2016, №5, ст.75-80.
7. Хайдаров З., Йулдашев Х.Т., Хайдарова К.З. Высокочувствительная полупроводниковая ионизационная фотографическая камера для инфракрасного диапазона // Прикладная физика, 2017, №1, ст.65-68.
8. Йулдашев Х.Т., Хайдаров З., Касымов Ш.С. Кинетика пробоя в системе «Полупроводник – газоразрядной промежуток» // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 4. Физика. Химия. 2017, Т4, №1, ст. 16-22.
9. Хайдаров З., Юлдашев Х.Т., Хайдаров Б.З., Урмонов С. Фотоэлектрические явления в сверхтонком (3–20 мкм) зазоре газового разряда с полупроводниковым электродом // Физическая инженерия поверхности, 2015, №2, ст.136-140.
10. Хайдаров З. Положительный фотографический эффект в чрезмерно тонкой газоразрядной ячейке с полупроводниковым электродом // Узбекский физический журнал, 2012, Т.14, № 1, ст. 46-49.
11. Хайдаров З. Исследование сверхтонкой газоразрядной ячейки с полупроводниковым электродом из кремния, легированного платиной // Физическая инженерия поверхности, 2011, Т.9, № 4, ст. 385-389.
12. Хайдаров З. О возможности усиления фототока плазмы газового разряда в преобразователях изображений ионизационного типа // Физическая инженерия поверхности, 2010, Т.8, № 3, ст. 214-221.
13. Хайдаров З. Особенности автоэлектронной эмиссии в сверхтонком зазоре газоразрядной ячейки в полупроводниковой ионизационной камере // Физическая инженерия поверхности, 2006, Т.3. № 1-2, ст. 207-209.
14. Парицкий Л.Г., Хайдаров З. Особенности контакта полупроводник-газовый разряд при малых межэлектродных расстояниях // Физика и техника полупроводников, 1993, Т.27, В.11/12, ст. 2017-2020.
15. Астров А.Ю., Касымов Ш.С., Парицкий Л.Г., Рывкин С.М. Исследование характеристик полупроводникового ионизационного преобразователя изображений. // Физика и техника полупроводников, 1975, Т.9, В.12, ст.1844.