

ВЫПРЯМЛЕНИЕ НА КОНТАКТЕ ПОЛУПРОВОДНИК-ГАЗОРАЗРЯДНАЯ ПЛАЗМА

Н.Н.ЛЕБЕДЕВА, В.И.ОРБУХ, Г.М.ЭЙВАЗОВА, Е.Ю.БОБРОВА

*Бакинский Государственный Университет**AZ 1148, г.Баку, ул. З.Халилова, 23*

Yarımkəçirici – kiçik sıxlıqlı gaz boşalması plazması strukturu tədqiq edilmişdir. Bu sistemin sabit cərəyanın müxtəlif polyarlılığı və işıqlanmanın müxtəlif səviyyəsində volt- amper xarakteristikaları (VAX) ölçülmüşdür. Yarımkəçirici – gaz boşalması plazması kontaktında düzlənmə müşahidə edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, sistemin VAX-ı bağlı kontaktdakı VAX-la eynidir.

В настоящей работе исследовалась структура полупроводник-плазма газового разряда низкой плотности. Измерялись вольт-амперные характеристики (ВАХ) этой структуры при разных полярностях постоянного напряжения и разных уровнях засветки полупроводника. Обнаружено выпрямление на контакте полупроводник-газоразрядная плазма. Установлено, что ВАХ структуры идентична ВАХ системы с запорным контактом.

The structure of semiconductor – gas discharge plasma of low density has been investigated in the present paper. The current – voltage characteristics (CVC) of this system have been determined by the opposite polarities of direct (current). Voltage and different illumination intensities of semiconductor. It was detected the current rectification on the contact of semiconductor – gas discharge plasma. It was established the identity of the present CVC with the CVC of the lock contact.

В настоящей работе исследовалась газоразрядная ячейка с полупроводниковым электродом, которая нашла широкое техническое применение: как преобразователь ИК-изображения [1-2], визуализатор структурных дефектов в высокоомных полупроводниках [3], системы для не серебряной фотографии [4], устройство для наблюдения зарождения и развития диссипативных структур в плазме [5], генератор высокочастотных колебаний [6]. Действие таких устройств основано на формировании газового разряда в узком зазоре между металлическим электродом и высокоомным фоточувствительным полупроводниковым электродом, где впервые в физике полупроводников поверхность раздела плазма-полупроводник работает в качестве электрического контакта. Традиционно при изучении физических свойств этой структуры полупроводниковый электрод был катодом. В настоящей работе исследовалась эта структура при разной полярности на полупроводнике. Обнаружено выпрямление на контакте полупроводник – газоразрядная плазма. Измерялись вольт-амперные характеристики (ВАХ) этой структуры при различных полярностях постоянного напряжения и разных уровнях освещения полупроводника. В качестве полупроводникового электрода использовался компенсированный хромом (Cr) полуизолирующий арсенид галлия (GaAs). Высокоомные ($\rho \sim 10^8 \text{ Ом}\cdot\text{см}$) пластины GaAs n-типа проводимости, ориентированные в (100) плоскости роста кристалла, имели толщину 1,2 мм и диаметр 20 мм. На одну сторону такой отполированной пластины GaAs вакуумным напылением наносился тонкий слой никеля (Ni, 70% пропускания) или проводящий слой SnO_2 , которые служили прозрачным для света электрическими контактами к полупроводнику. Воздушный зазор между электродами создавался слюдяной прокладкой в виде шайбы толщиной ($d \sim 40 - 80 \text{ мкм}$), внутренний диаметр которой определял рабочую поверхность газоразрядного зазора. Ячейка помещалась в металлическую камеру с двумя окнами для освещения полупроводника и наблюдения свечения разряда, двумя металлическими вводами для подачи на ячейку напряжения и отводом для откачки воздуха из камеры.

Постоянное напряжение от стабилизированного источника питания подавалось в интервале 50-800 В. Ток регистрировался усилителем самописца «Эндим». Давление воздуха в камере ($p = 60 \text{ торр}$) контролировалось манометром. Засветка полупроводникового электрода осуществлялась светом лампы накаливания (400 Вт), прошедший через фильтр ($\lambda = 0,8 \text{ мкм}$) и набор нейтральных фильтров.

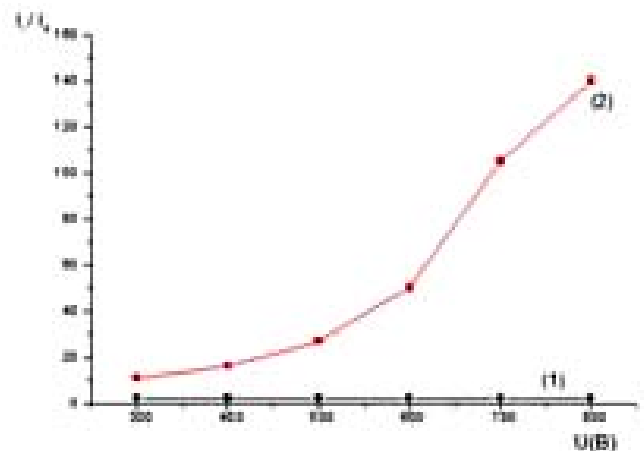


Рис.1. Зависимость фоточувствительность I^1 / I^d от напряжения при положительном (1) и отрицательном (2) потенциале на полупроводнике

Измерение фоточувствительности системы I_1 / I_d (I_1 и I_d – токи на свету и в темноте) от напряжения и при одинаковой интенсивности света (L) обнаружило резкую асимметрию при изменении полярности на полупроводнике (рис.1): при положительном потенциале на полупроводнике (кривая 1) фоточувствительность равна 2 и не зависит от приложенного напряжения; при отрицательном потенциале на полупроводнике (кривая 2) фоточувствительность существенно больше (порядка 10^2).

Выпрямляющие свойства системы проявляются только при засветке полупроводника (рис.2). Темновой ток $I^d_- / I^d_+ = 1$ во всем интервале напряжений (кривые 1 и 1¹). Однако, при освещении полупроводника ток при отрицательной полярности I^1_- существенно зависит от

величины напряжения (кривые 2, 2¹) и при U=800В (I¹ / I₊¹ составляет 3.10. На графике зависимости тока от на напряжения в полупрологарифмическом масштабе обнаружены, по крайней мере, две различные энергии активации. Одну из них мы связываем с высотой барьера на полупроводнике, другую- с активационной зависимостью коэффициента размножения в газе.

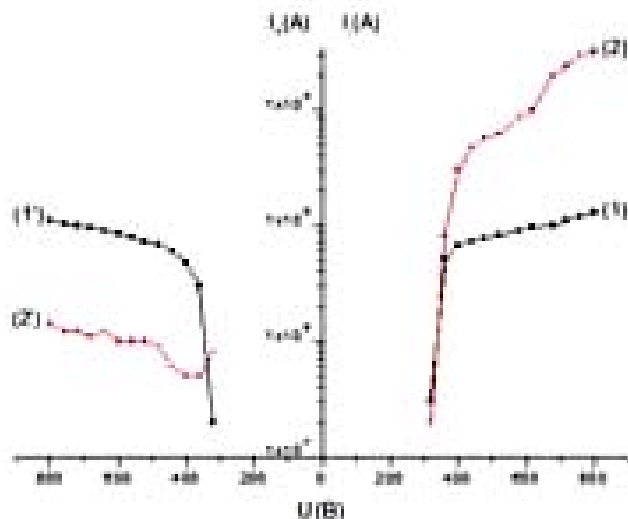


Рис. 2. ВАХ в темноте при положительной (1¹) и отрицательной (1) полярности на полупроводнике; ВАХ на свету при положительной (2¹) и отрицательной (2) полярности на полупроводнике

Полученные результаты можно объяснить, если предположить, что на поверхности полупроводника, обращенной к газу, существует барьерный слой. В темноте, когда концентрация свободных электронов в

объеме полупроводника мала, при обоих полярностях сопротивление барьерного слоя R_б существенно меньше сопротивления объема и ток через систему контролируется высоким темновым сопротивлением объема R_{об}, которое не зависит от полярности и сопротивления барьера I = I₊ = U / R_{об} + R_б. Потому I = I₊, что и наблюдается. На свету при положительной полярности на полупроводнике барьерный слой обедняется фотоэлектронами по сравнению с объемом. Сопротивление барьерного слоя R_б становится больше сопротивления объема R_{об} и потому I₊¹=U/R_б. Тогда fotocувствительность, определяемая как (I¹ / I₊¹)₊ = (R_б + R_{об}^d) / R_б = 1 + R_{об}^d / R_б. Отношение это равно 2: 1 + R_{об}^d / R_б = 2; следовательно, R_{об}^d ~ R_б, т.е. на свету в заперном направлении сопротивление барьерного слоя по порядку величины совпадает с объемным сопротивлением полупроводника в темноте.

На свету при отрицательном потенциале на полупроводнике фотоносители обогащают барьерный слой. Сопротивление барьерного слоя уменьшается и ток контролируется не сопротивлением барьерного слоя, а сопротивлением объема полупроводника на свету R^d-γL: I₋¹ = U / (R^d - γL). Тогда на свету отношение токов в двух полярностях I₋¹ / I₊^d = R_б / (R^d - γL), а т.к. R_б ~ R^d, то I₋¹ / I₊^d = R_б / (R^d - γL) > 1, что и наблюдается в эксперименте.

Таким образом, наше предположение о возникновении заперного слоя (типа барьера Шоттки) на поверхности полупроводника, обращенной к газу, объясняет асимметрию fotocувствительности в зависимости от полярности и эффект выпрямления.

[1]. Ю.А.Астров, В.В.Егоров, Ш.С.Касимов, В.М.Миругов, Л.Г.Парицкий, С.М.Рывкин, «Квант.электрон», 4, № 8, 1681, 1977
 [2]. L.G.Paritskii, Sh.S.Kasymov, USSR Patents 19460/18-10 and 197820-18-10 (1973)
 [3]. A.Kh.Zeinally, N.N.Lebedeva, L.G.Paritskii, B.G.Salamov J.Photogr.Sci., 39, 114, 1991

[4]. N.N.Lebedeva, B.G.Salamov, V.I.Orbukh, V.M.Nagiev, Instrum. And Experim. Technig., 37, N5, p.2, 1994
 [5]. Y.A.Astrov, H.G.Purvins, Tech. Phys. Lett., 28, 918, 2002
 [6]. Е.Л.Гуревич, Ю.П.Райзер, Х.Г.Пурвинс, ЖТФ, 76, №2, 36-39, 2006

Daxil olunub: 01.07.2007