

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОНТАКТА ПОЛУПРОВОДНИК – ПЛАЗМА ГАЗОВОГО РАЗРЯДА

Хайдаров З., Мухаммадаминов С.Х., Гуфронова Д.Ш., Эргашева Г.Ш.

Аннотация: в настоящей работе были исследованы физические свойства на контакте полупроводника из монокристаллического теллурид кадмия с плазмой газового разряда. Показано, что носители заряда в плазме наряду с падающим инфракрасным излучением способствует усилению фототока в газоразрядной ячейке. При достаточно больших напряжениях (больше, чем 2.5 kV) в газоразрядной ячейке наблюдается положительная обратная связь связанное с воздействием плазмы на поверхность полупроводника.

Ключевые слова: газоразрядная ячейка, плазма газового разряда, фотоэлектрический гистерезис, новый фотографический эффект, положительная обратная связь, инфракрасная фотография.

Физические явления на контакте полупроводник – плазма газового разряда является малоизученным объектом [1-3]. В свое время были изучены физические свойства тонкой газоразрядной ячейки с различными полупроводниковыми электродами [4-6]. Однако полная картина физических процессов, происходящих в тонкой (проядка 40-100 мкм) газоразрядной ячейке до конца не раскрыта. В работе [7] нами были теоретически представлены расчеты исследований происходящих в тонкой газоразрядной ячейке с двумя плазменными контактами. В настоящей работе приводятся экспериментальные результаты исследований тонкой газоразрядной ячейки с двумя плазменными контактами с электродом из теллурид кадмия и эти результаты сопоставляются с теоретическими расчетами.

Газоразрядная ячейка состоит из монокристаллического теллурид кадмия, отделенный с двух сторон тонкими газовыми зазорами (толщина каждого зазора – $d = 65 \text{ мкм}$ и давление воздуха – $p = 0,2 \text{ Тор}$) от стеклянных пластинок с прозрачными электродами из SnO_2 . Полупроводниковая пластина тщательно полировались с двух сторон до состояния блеска, механические царапины или другие микроскопические нарушения не имелись. Релаксационные кривые были сняты для CdTe с двумя плазменными контактами в газоразрядной ячейке, эти кривые были приведены на рис. 1 для различных значений приложенного напряжения. Напряжение равно: 1 – 2 kV; 2 – 2.7 kV; 3 – 2.9 kV; 4 – 3 kV; 5 – 3.05 kV. Обсудим теоретического и экспериментального результатов.

На приведенных экспериментальных релаксационных кривых (рис. 1) характерно то, что при $E = I/\xi\mu t$ релаксация выражается линейным нарастанием фототока с наклоном (кривая 3), соответствующим темпу оптической генерации при отсутствии

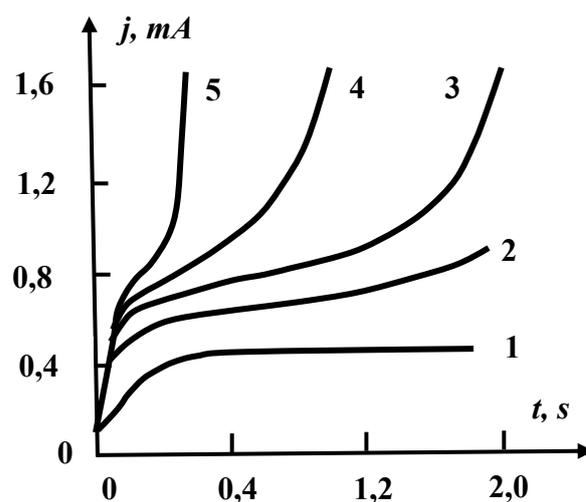


Рис. 1. Кинетика фототока для различных значений приложенного напряжения на газоразрядной ячейке при постоянной интенсивности освещения (белым светом порядка $4 \cdot 10^{-3} \text{ Вт/см}^2$).

рекомбинации. В этом случае рекомбинационные потери носителей в точности восполняются генерацией от плазмы и эффективное время жизни $1/\tau_{\text{эф}} = 1/\tau - \xi\mu E$ – обращается в бесконечность. При $E > 1/\xi\mu\tau$ реализуется условие отрицательного времени жизни, стационарное состояние отсутствует, имеет место экспоненциально подобное нарастание фототока во времени, в газоразрядной ячейке наблюдается положительная обратная связь. В области $E < 1/\xi\mu\tau$, $\tau_{\text{эф}}$ положительно, фототок имеет стационарное значение.

Как видно из экспериментальных релаксационных кривых (рис. 1) их общий характер в известной мере согласуется с теоретическими расчетами (рис. 1), в том числе и в области отрицательного времени жизни. Для напряжения 2 kV наблюдается достижение стационарного состояния, при больших напряжениях (3,05 kV) происходит резкое возрастание тока. Однако, наблюдается сильные временные расхождения в кинетике тока по сравнению с теоретическими расчетами. Это связано, по-видимому, тем, что в упрощенном расчете не были учтены своеобразные явления (предполагали, что воздействия плазмы создают равномерных неосновных носителей по всей глубине полупроводника), сложные взаимодействия носителей плазмы газового разряда с поверхностными зарядами полупроводника и рекомбинационные процессы. Тем не менее, полученные результаты дает нам новый инструмент для применения тонкой газоразрядной ячейки с полупроводниковыми электродами с двумя плазменными контактами в инфракрасной фотографии, но и для изучения физических свойств сверхтонкой (толщиной 10-100 мкм) газоразрядной ячейки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Туланов В.Т., Сиябеков Х.Б., Давлетова А.Ш., Ортаева К.А. Полупроводниковый преобразователь инфракрасных изображений ионизационного типа на основе Si<S> с чувствительностью в спектральном диапазоне излучения CO₂-лазеров. // ФТП, 2001, т. 35, в. 8, с. 1009-1012.
2. Salamov B.G. and Mammadov T.S. Study of light emission amplification in a semiconductor gas discharge system // Journal Applied Physics. – America, 2007. Vol 40. – pp. 6657–6668.
3. Лодыгин А.Н., Порцель Л.М., Астров Ю.А. Газовый разряд в аргоне и азоте при криогенной температуре в тонких зазорах. // Письма ЖТФ, 2008, т. 34, в. 14, с. 61-67.
4. Орбух В.И., Лебедева Н.Н., Саламов Б.Г. Влияние поверхностной проводимости полупроводникового электрода на распределение газоразрядного тока. // ФТП, 2009, т. 43, в. 10, с. 1329-1332.
5. 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. – America 2010. No.9, vol 43. - pp. 27-32.
6. Лодыгин А.Н., Астров Ю.А., Порцель Л.М., Берегулин Е.В. Динамика таунсендовского разряда в аргоне. // ЖТФ, 2015, т. 85, в. 5, с. 27-31.
7. Далиев Х.С., Хайдаров З., Йулдашев Х.Т., Юлдашев Н.Х. Неравновесные процессы на контакте полупроводник – плазма газового разряда. Физики полупроводников и микроэлектроники, Ташкент, 2019, т. 1, в. 4, С. 22-29