|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Лабораторная работа №82  ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ  ЯВЛЕНИЙ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ  **Цель работы:** изучение фотоэлектрических явлений в полупроводниках.  **Задача:** снять световую и семейство вольтамперных характеристик фотосопротивления.  **Приборы и принадлежности:** фотосопротивление, микроамперметр, лампочка, два потенциометра, два вольтметра, источник постоянного тока, ключи.  **Основные метрологические характеристики приборов**     |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | Прибор | Диапазон измерений | Цена деления шкалы прибора | Погрешность измерения | | Миллиамперметр | 0-100мА | 1мА | 0,5мА | | Микроамперметр | 0-50мкА | 1мкА | 0,5В | | Вольтметр | 0-75В | 1В | 0,5В |   **Основные понятия и законы**  Процесс перехода электронов из валентной зоны в зону проводимости под действием света называется внутренним фотоэффектом. При внутреннем фотоэффекте число электронов в зоне проводимости не будет бесконечно возрастать, так как возбужденные электроны будут самопроизвольно опускаться в валентную зону. В результате борьбы этих двух эффектов в зоне проводимости установится постоянное число электронов (столько же будет вакансий в валентной зоне). Число возбужденных электронов будет пропорционально числу падающих фотонов. Число падающих фотонов, в свою очередь, пропорционально интенсивности света.  Существует три типа переходов, которые приводят к появлению фотопроводимости. При переходе первого типа, который подробно рассмотрен, возникает фотопроводимость, которая называется собственной.    Переходы второго типа возникают при поглощении фотона атомом донорной примеси кристалла; при этом образуются свободные электроны и свободные места на донорных атомах.  Переходы третьего типа возникают, когда при поглощении света электроны переводятся из заполненной зоны на незанятые акцепторные уровни. | | | |
| ЛР №82 по курсу физики | ТОГУ | ПО(аб)-81 Пшеничный Д.О. | Лист 1 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Следствием внутреннего фотоэффекта является изменение силы тока, текущего в полупроводнике (фототока). Отчего зависит величина фототока Iф? Хорошо известно, что сила тока пропорциональна концентрации и скорости свободных носителей. Свободными носителями являются электроны зоны проводимости и дырки (вакансии в валентной зоне). Их концентрация пропорциональна интенсивности света J. Поэтому  (1)  Скорость свободных носителей в кристалле пропорциональна приложенному напряжению. Поэтому  (2)  Формула (2) выражает закон Ома, поэтому, естественно, ввести фотосопротивление  (3)  Из формул (1) и (3) видно, что фотосопротивление обратно пропорционально интенсивности света, падающего на полупроводник. Для краткости полупроводник, обладающий фотосопротивлением, также называют фотосопротивлением.  При полном затемнении (J = 0) амперметр будет регистрировать темновой ток Iт. Причина существования темнового тока следующая. В реальных условиях температура полупроводника Т ≠ 0 К. За счет тепловой энергии валентные электроны переходят в зону проводимости. Так появляются свободные носители, не вызванные внутренним фотоэффектом. При Т ≠ 0 К непосредственно измеряется световой ток Ic, который складывается из фототока и темнового тока:  (4)  Экспериментальное изучение световой характеристики (1) затруднено из-за сложности прямого измерения интенсивности света. Зависимость (1) проверяется косвенно следующим методом. Интенсивность света, попадающего на фотосопротивление, пропорциональна мощности излучения. В качестве источника света используется лампочка. Мощность излучения лампочки определяется по формуле  (5)  где η – коэффициент полезного действия лампочки, а N – потребляемая мощность. Потребляемая лампочкой мощность  (6)  где Uл – напряжение на лампочке; Rл – ее сопротивление. На основании изложенного получим  ,  Или  (7)  Именно зависимость (7) и будет определяться экспериментально.  **Описание метода измерений и установки**  Фотосопротивление (ФС) представляет собой обычное омическое сопротивление, состоящее из слоя полупроводника 2, нанесенного на изолирующую подкладку 1 и заключенного между двумя токопроводящими электродами 3. Приемная площадь ФС обычно защищается пленкой прозрачного лака.    На ФС подается напряжение U от источника тока ε. Величина регулируется потенциометром R и снимается вольтметром V.  Для измерения фототока установлен микроамперметр, ФС освещается лампочкой Л, накал которой регулируется потенциометром Rл (б). Напряжение на лампочке Л измеряется вольтметром Vл. Лампочка Л и фотосопротивление ФС изолированы от посторонних источников света. | | | |
| ЛР №82 по курсу физики | ТОГУ | ПО(аб)-81 Пшеничный Д.О. | Лист 2 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Результаты измерений**  Вольтамперная характеристика фотосопротивления   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | |  |  |  |  | |  |  |  | | 1 | 1 | 1 | 2 | | 2 | 2 | 4 | 8 | | 3 | 4 | 9 | 16 | | 4 | 6 | 14 | 26 | | 5 | 9 | 19 | 37 | | 6 | 12 | 27 | 50 | | | | |
| ЛР №82 по курсу физики | ТОГУ | ПО(аб)-81 Пшеничный Д.О. | Лист 3 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Световая характеристика   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |  | 1 | 4 | 9 | 16 | 22 | 28 | |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 4,7 | 5,3 | | | | |
| ЛР №82 по курсу физики | ТОГУ | ПО(аб)-81 Пшеничный Д.О. | Лист 4 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Вывод:** в ходе работы я изучил фотоэлектрические явления в полупроводниках, снял световую и вольт-амперную характеристики фотосопротивления. На основании полученных графиков получившихся зависимостей можно сказать, что они положительно линейны | | | |
| ЛР №82 по курсу физики | ТОГУ | ПО(аб)-81 Пшеничный Д.О. | Лист 5 |