|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Лабораторная работа №67  ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ФОТОЭЛЕМЕНТА  **Цель работы:** ознакомиться с принципом работы полупроводникового фотоэлемента (фотодиода).  **Задача:** построить график зависимости спектральной чувствительности фотодиода от длины световой волны, определить красную границу фотоэффекта и оценить ширину запрещенной зоны.  **Приборы и принадлежности:** монохроматор, фотодиод ФД-3, микроамперметр, лампа с блоком питания  **Основные метрологические характеристики приборов**     |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | Прибор | Диапазон измерений | Цена деления шкалы прибора | Погрешность измерения | | Микроамперметр | 0-200мкА | 1мкА | 0,5мкА |   **Основные понятия и законы**  Внутренний фотоэффект наблюдается в диэлектриках и полупроводниках и приводит к возникновению фотопроводимости или появлению ЭДС. С точки зрения зонной теории твердых тел внутренний фотоэффект в чистых полупроводниках объясняется следующим образом. Квант света, если его энергия превышает ширину запрещенной зоны, поглощается одним из электронов валентной зоны, который в результате переходит в свободную зону. При этом возникает дополнительная пара носителей тока – электрон в зоне проводимости и дырка в валентной зоне, вследствие чего проводимость полупроводника увеличивается, а сопротивление уменьшается. Это явление называется фотопроводимостью, и именно оно лежит в основе действия фотосопротивлений. Согласно квантовой гипотезе, интенсивность света связана с числом квантов. Чем больше квантов с необходимой энергией падает на полупроводник, то есть чем больше интенсивность света, тем больше электронов переходит из валентной зоны в зону проводимости. Следовательно, проводимость полупроводника с увеличением интенсивности света будет расти, а сопротивление – падать  Величина фототока существенно зависит от длины волны падающего света. Для количественного описания этой зависимости вводят новую характеристику – спектральную чувствительность фотоэлемента , равную отношению силы тока к величине потока световой энергии :  Для разных полупроводниковых материалов вид функции различен. Крутой спад кривых в области больших длин волн объясняется существованием красной границы внутреннего фотоэффекта. Очевидно, внутренний фотоэффект не будет наблюдаться, если энергия фотона меньше ширины запрещенной зоны. Таким образом, красная граница фотоэффекта определяется соотношением:  где ℎ - постоянная Планка; – скорость распространения света в вакууме; – максимальная длина волны, при которой еще возможен фотоэффект (красная граница фотоэффекта); – ширина запрещенной зоны.  **Описание метода измерений и установки**  Измерение спектральной чувствительности фотодиода производится с помощью монохроматора УМ-2. Монохроматор используется для разложения света 8 обычной лампы накаливания в спектр. Узкий участок спектра направляется на фотодиод ФД-3. Возникающий ток измеряется микроамперметром. | | | |
| ЛР №67 по курсу физики | ТОГУ | ПО(аб)-81 Пшеничный Д.О. | Лист 1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Схема установки: 1 – монохроматор; 2 – регулировочный винт; 3 – лампа в кожухе; 4 – блок питания лампы; 5 – отсчетный барабан монохроматора; 6 – фотодиод; 7 – микроамперметр.  Простейший способ получения спектральной характеристики фотодиода заключается в том, что на него при помощи монохроматора направляют свет одинаковой интенсивности, но разной длины волны λ и измеряют соответствующее значение фототока .  На практике интенсивность источника света различна для разных длин волн: если перед монохроматором установить лампочку накаливания и вращать барабан, то интенсивность выходящего света будет неодинаковой. Однако спектр излучения лампы (зависимость излучаемой энергии от длины волны λ) может быть измерен экспериментально или рассчитан на основе излучательных свойств материала спирали лампы в соответствии с законами теплового излучения.  Явный вид функции позволяет произвести пересчет силы тока от реального источника к идеальному источнику света с постоянной интенсивностью в любом спектральном интервале. Значение поправочного коэффициента для лампы с вольфрамовой спиралью и температурой T = 2800 K приведены в таблице. Спектральная чувствительность фотодиода пропорциональна произведению силы тока на соответствующий поправочный коэффициент : = .  **Результаты измерений**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Показания барабана монохроматора, градусы | Длина волны λ, нм | Поправочный коэффициент | Величина фототока , мкА | Чувствительность | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 1000 | 465 | 18,52 | 1 | 18,52 | | 1200 | 483 | 15,87 | 1 | 15,87 | | 1400 | 515 | 11,36 | 2 | 22,72 | | 1600 | 552 | 7,75 | 3 | 23,25 | | 1800 | 598 | 5,81 | 6 | 34,86 | | 2000 | 661 | 4,25 | 6 | 25,5 | | 2200 | 750 | 3,25 | 36 | 117 | | 2400 | 862 | 3,05 | 81 | 247,05 | | 2600 | 1010 | 2,94 | 111 | 326,34 | | 2700 | 1115 | 3,09 | 129 | 398,61 | | 2800 | 1240 | 3,47 | 148 | 513,56 | | 2900 | 1380 | 4,02 | 142 | 570,84 | | 3000 | 1540 | 4,50 | 80 | 360 | | 3050 | 1630 | 5,22 | 52 | 271,44 | | 3100 | 1720 | 5,95 | 21 | 124,95 | | | | |
| ЛР №67 по курсу физики | ТОГУ | ПО(аб)-81 Пшеничный Д.О. | Лист 2 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вывод: в ходе работы я ознакомился с принципом работы полупроводникового фотоэлемента, построил график зависимости спектральной чувствительности фотодиода от длины световой волны, определил красную границу фотоэффекта и оценил ширину запрещенной зоны. | | | |
| ЛР №67 по курсу физики | ТОГУ | ПО(аб)-81 Пшеничный Д.О. | Лист 3 |