

Тема: Изследване на фотоелектричните свойства на p-n преход

1. Теоретична обосновка

При контакт между два полупроводника с p - и n - тип на проводи-моет започва дифузия на електроните и дупките от едната в другата облает. Дупките, преминали в полупроводника от n - тип рекомбинират с намира-щите се там свободни електрони, а електроните, проникнали в полупровод-ника от

p - тип, рекомбинират с намиращите се там дупки. По този начин, в граничната облает около контактната повърхност, се създават слоеве бедни на свободни токови носители (обеднени области), а съответните некомпенсирани йони образуват неподвижни обемни заряди;

p - областта се зарежда отрицателно а

n - областта - положително. Така в областта на

$p-n$ -прехода възниква двоен електричен слои. Създаденото контактно електрично поле с интензитет E_k .

При установяване на динамично равновесие общият ток през $p - n$ -

При осветяване на прехода със светлина, чиято енергия на фотоните $h\nu$ е по-голяма от ширината на забранената зона на полупроводника

$h\nu > E_g$,

се генерират двойки токови носители (електрони и дупки), наречени фотоносители. Те, движейки се хаотично, топлинно, се преместват в различни посоки, включително и към границата на

$p - n$

-прехода. Тези, които я достигат, биват разделени от контактного поле; дупките отиват

в s

p -

областта, а електроните - в

p -

областта. Поради това,

p -

областта се зарежда отрицателно, а

p -

областта - положително и възниква фото-електродвижещо напрежение, като съответното поле

E

ϕ

, е в

противоположна посока на контактното поле

E_k .

Нарушава се термодинамичното ' равновесие на

p - p

-прехода и се променя потенциалната бариера на границата между двете области - тя става

Това води до увеличаване на тока през прехода, обусловен от основните токови носители, т.е. нараства дифузионният ток. Потокът на неосновните

носители, т.е. дрейфовият ток през прехода остава същият. Стационарно състояние се установява, когато броят на създадените от светлината фотоно-сители се изравни с броя на електроните и дупките, преминали през прехода вследствие на понижаването на потенциалната бариера. Теорията води до изразите

които са основните уравнения за тънък p-n -преход при отворена верига.

Ако p - p -преходът е свързан последователно със съпротивлението R_t в затворена верига, то е необходимо да се отчете и токът през него

I

t

и тогава:

Режимът на работа на p - n -преход при осветяване, когато към него не е приложено външно напрежение U , се нарича вентилей. В този случай p - n

-преходът се проявява като фотоелемент - полупроводников прибор, който превръща светлинната енергия в електрическа.

2. Опитна постановка

На фиг. 42.1 е дадена схемата на свързване на p - n -преход в режим на фотоелемент, която дава възможност да се измери токът във веригата при

различни стойности на товарното съпротивление R_r . p - n -преходът се осветява от лампа с нажежаема жичка.

3. Задачи и указания за изпълнението им

Задача 1. При няколко различни стойности на товарното съ-противление да се измери токът I_t във веригата и да се пресметне съответната стойност на фотоелектродвижещото напрежение $\varphi_{фт} = I_t(R_t + R_i)$, където R_i е вътрешното съпротивление на използвания микроамперметър. Резултатите да се представят таблично.

Задача 2. Да се представят графично зависимостите $I_t = f(R_t)$, $\varphi_{фт} = f(R_t)$ и товарната волт-амперна характеристика $I_t = f(\varphi_{фт})$.

Задача 3. Да се определят по два начина "токът на късо" $I_{фк}$ и фотоелектродвижещото напрежение "на празен ход" ($\varphi_{фд}$, които са характерни параметри на фотоелемента.

Задача 4. Да се определи интегралната чувствителност на фото-елемента.

По определение интегралната чувствителност е отношение на тока "на късо" към падащия върху фотоелемента светлинен поток от лампа с нажежаема волфрамова жичка, чиято температура е 2848 K, т.е. $k = I_{\text{фк}}/\Phi$. Тук, като се използва посочената формула, да се пресметне чувствителността на фотоелемента за конкретната лампа.

Задача 5. Да се определи коефициентът на полезно действие на фотоелемента η за различните стойности на свързаното към него товарно R.

4. Опитни резултати и графика

$R_T,$

$I_T, \mu A$

Φ фт , V

$\Phi \cdot 10^{-12}$

0

1000

2000

3000

4000

5000

6000

7000

8000

9000

10000

168.10 -6

136. 10 -6

103. 10 -6

83. 10 -6

70. 10 -6

54. 10 -6

47. 10 -6

42. 10 -6

37. 10 -6

34. 10 -6

31. 10 -6

0,163

0,26792

0,30591

0,32951

0,3479

0,32238

0,3276

0,33474

0,33189

0,338

0,340

0

93414,14

107161,61

104378,78

98989,89

73636,36

66939,39

62363,64

55313,13

52545,45

48535,35