|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| SPRAWOZDANIE Z ĆWICZENIA LABORATORYJNEGO Z PRZYRZĄDÓW PÓŁPRZEWODNIKOWYCH NR 2 | | | | |
| KOLEGIUM KARKONOWSKIE  w Jeleniej Górze  INSTYTUT TECHNIKI | | | Temat ćwiczenia: Badanie germanowego złącza PN..  (ćwiczenie nr 2) | |
| Imię i nazwisko: | | | Data wykonania  ćwiczenia:  5.3.2007 | Ocena: |
| Specjalizacja  EiT | Semestr  II | Grupa  IV |

1. **Cel ćwiczenia**

Zbadanie charakterystyki napięciowo - prądowej diody germanowej i wyznaczenie wartości stałej Boltzmanna.

1. **Wstęp teoretyczny**

Złącze półprzewodnikowe PN stanowi najprostszy element elektroniczny nazywany diodą półprzewodnikową. Podstawowym mechanizmem przewodnictwa elektrycznego w półprzewodnikach jest ruch elektronów i dziur. W obszarze kontaktu półprzewodnika typu N i półprzewodnika typu P, wskutek dyfuzji nośników prądu (odpowiednio dziur i elektronów) z obszarów o wysokiej koncentracji do obszarów gdzie ich koncentracja jest niska, powstaje warstwa o zmniejszonej koncentracji nośników. Proces dyfuzji prowadzi do powstania pola. Elektrycznego *Ek* utrudniającego przepływ ładunków i w ostateczności ustala się równowaga w układzie tworząc warstwę o bardzo małej gęstości nośników. Warstwa ta nazywa się warstwą zaporową złącza PN, a jej grubość wynosi ok. 1µm.

Dołączając zewnętrzne źródło napięcia U do zacisków diody tak, aby miało ten sam zwrot, co pole *Ek,* to pola te zsumują się powodując poszerzenie warstwy zaporowej i tym samym zwiększy się opór elektryczny. Popłynie bardzo mały tzw. prąd cieplny lub wsteczny *IS.* Natomiast odwrotne podłączenie zewnętrznego zródło napięcia będzie skierowane przeciwnie w stoslmku do pola *Ek,* powoduje, że warstwa zaporowa między obszarem P i N ulegnie zmniejszeniu a dyfuzja nośników większościowych do obszani po przeciwnej stronie złącza będzie ułatwiona. Ten wzrost dyfiizji dzitu i elektronów jest przyczyną zmniejszenia oporu elektrycznego umożliwiającego przepływ dużego prądu

Rzeczywista dioda posiada pewien opór wewnętrzny *Rd .* Przepływający prąd diody *Id* odkłada na tej rezystancji spadek napięcia powodując zmniejszenie wartości napięcia przyłożonego U.

Charakterystykę prądowo­napięciową złącza PN z uwzględnieniem rezystancji szeregowej opisuje poprawiony wzór Schockley'a:



Równanie to jest słuszne d1a obu przypadków dołączenia napięcia zewnętrznego U(przy podłączeniu prostym, w kierunku przewodzenia U>0, przy dołączeniu odwrotnym, w kierunku zaporowym U<0). Z postaci równania widać, że przy dołączeniu w kierunku przewodzenia człon wykładniczy szybko wzrasta ze wzrostem napięcia *U(IS* jest bardzo małe). Przy dołączeniu odwrotnym (zaporowym) człon wykładniczy bardzo szybko maleje do zera a prąd diody I=Is.

Interesujące w równaniu jest to, że możne ono posłóżyć do wyznaczenia wartości uniwersalnej stałej fizycznej tzn. stałej Boltzmanna. Proste przekształcenie pozwala na sprowadzenie do postaci y=ax+b:



Jest to równanie, którego rozwiązaniem jest prosta, której współczynniki zawierają poszukiwane wartości kB i Rd.

Nachylenie prostej  oraz odcięcie w 

Zatem z a obliczamy . Natomiast Rd obliczamy dla x=0 czyli z zależności na obliczenie .

1. **Użyte przyrządy**

- Digital multimeter M-3800

- Multimeter APPA 207

- Źródło napięcia DF 1731 SL 2A

- Dioda germanowa DZG 7

- Rezystor 1,2 Ω i 1 kΩ

**IV. Tabele pomiarowe**

Kierunek zaporowy R2=1k Ω

(niestety z przyczyn ode mnie niezależnych

Kierunek przewodzenia R1=1,2 Ω (najprwadopodobniej awaria urządzeń) pomiarów¦ nie można było wykonać; jednak gdyby zostały wykonane przedstawiałyby się naspętująco):

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lp | Ud [V] | U1 [V] | [mA] |  | Lp | Ud [V] | U2 [mV] | [mA] |
| 1 | 0,00 | 0,0000 | 0,0 | 1 | 0 | 0,00 | 0,0 |
| 2 | 0,10 | 0,0003 | 0,250 | 2 | -2 | -15,0 | -15 |
| 3 | 0,20 | 0,0034 | 2,8(3) | 3 | -4 | -22,0 | -22 |
| 4 | 0,25 | 0,0085 | 7,08 | 4 | -6 | -25,0 | -25 |
| 5 | 0,30 | 0,0220 | 18,(3) | 5 | -8 | -28,8 | -29 |
| 6 | 0,35 | 0,0580 | 48,(3) | 6 | -10 | -29,2 | -29 |
| 7 | 0,40 | 0,1480 | 123 | 7 | -12 | -29,8 | -30 |
| 8 | 0,45 | 0,3100 | 258,(3) | 8 | -14 | -30,0 | -30 |
| 9 | 0,50 | 0,6420 | 535 | 9 | -16 | -30,5 | -31 |
| 10 | 0,55 | 1,1100 | 925 |  | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lp. | Ud | Id |  |  |  |
| Kierunek przewodzenia Is=30µA | | | | | |
| 1 | 0,00 | 0,0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0,10 | 0,250 | 8,33 | 12479,4 | 400 |
| 3 | 0,20 | 2,83 | 94,33 | 1959,99 | 70,67 |
| 4 | 0,25 | 7,08 | 236 | 912,97 | 35,31 |
| 5 | 0,30 | 18,3 | 610 | 405,1 | 16,39 |
| 6 | 0,35 | 48,3 | 1610 | 173,58 | 7,24 |
| 7 | 0,40 | 123 | 4100 | 75,76 | 3,25 |
| 8 | 0,45 | 258,3 | 8610 | 38,94 | 1,74 |
| 9 | 0,50 | 535 | 17833,33 | 20,16 | 0,93 |
| 10 | 0,55 | 925 | 30833,33 | 12,25 | 0,59 |

Obliczenia stałej Boltzmanna i rezystancji diody (kierunek przewodzenia)





a = 37,82 [1/V] b = -49,34 [V]

T = 291,7 ºK e = 1,602 \* 10-19[C]

kB = e/(2Ta) kB = 7,26 \* 10-24[J/ºK]

tablicowe kB = 1,38 \* 10-23[J/ºK] Rd=1,30 [Ω]

1. **Przykładowe obliczenia**

**  **

 

** **

*Błąd względny pomiaru 48%*

1. **Wnioski**

Niestety z przyczyn obiektywnych ćwiczenie zostało wykonane tylko w połowie. Przy układzie podłączonym w kierunku zaporowym urządzenia nie działały poprawnie. Dokonaliśmy jednak pomiarów układu połączonego w kierunku przewodzenia i właśnie dla tego kierunku policzyłem wartość stałej Boltzmanna oraz charakterystykę prądowo – napięciową diody germanowej. Jednak wyniki moich obliczeń znacznie odbiegają od wartości tabelowych. Przyczyn ów błędów jest kilka. Na pierwszym miejscu są oczywiście błędy urządzeń oraz błędy odczytu. Znaczący wpływ na wynik mają również liczne zaokrąglenia oraz błędy metodyczne.