|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| SPRAWOZDANIE Z ĆWICZENIA LABORATORYJNEGO Z PRZYRZĄDÓW PÓŁPRZEWODNIKOWYCH NR 1 | | | | |
| KOLEGIUM KARKONOWSKIE  w Jeleniej Górze  INSTYTUT TECHNIKI | | | Temat ćwiczenia: Badanie krzemowego złącza PN..  (ćwiczenie nr 1) | |
| Imię i nazwisko: | | | Data wykonania  ćwiczenia:  16.4.2007 | Ocena: |
| Specjalizacja  EiT | Semestr  II | Grupa  IV |

**Cel ćwiczenie**

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

**Wiadomości wstępne**

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 

**Użyte przyrządy**- Digital multimeter M-3800

- Multimeter APPA 207

- Źródło napięcia DF 1731 SL 2A

- Dioda krzemowa

- Rezystor 1,2 Ω i 1 kΩ

**Tabele pomiarowe**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kierunek przewodzenia  R1=1,2 Ω | | | Kierunek zaporowy  R2=1000 Ω | | |
| Ud [V] | U1 [V] | [mA] | Ud [V] | U2 [mV] | [mA] |
| 0,10 | 0,0005 | 0,417 | -1 | 10,4 | -10,4 |
| 0,20 | 0,0010 | 0,833 | -2 | 15,1 | -15,1 |
| 0,30 | 0,0020 | 1,667 | -4 | 22,3 | -22,3 |
| 0,35 | 0,0030 | 2,500 | -6 | 25,6 | -25,6 |
| 0,40 | 0,0080 | 6,667 | -8 | 28,0 | -28,0 |
| 0,45 | 0,0410 | 34,167 | -10 | 28,5 | -28,5 |
| 0,50 | 0,1450 | 120,833 | -12 | 29,3 | -29,3 |
| 0,55 | 0,3200 | 266,667 | -14 | 30,1 | -30,1 |
|  | | | -16 | 32,5 | -32,5 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Ud  [V] | Id  [mA] | [mA] |  |  |
| Kierunek przewodzenia Is=30µA | | | | |
| 0,10 | 0,417 | 13,90 | 870,9566 | 245,81 |
| 0,20 | 0,833 | 27,77 | 519,0824 | 240,10 |
| 0,30 | 1,667 | 55,57 | 300,9984 | 179,96 |
| 0,35 | 2,500 | 83,33 | 216,9123 | 140,00 |
| 0,40 | 6,667 | 222,23 | 96,05089 | 60,00 |
| 0,45 | 34,167 | 1138,90 | 23,52509 | 13,17 |
| 0,50 | 120,833 | 4027,77 | 7,697374 | 4,14 |
| 0,55 | 266,667 | 8888,90 | 3,784705 | 2,06 |

Obliczenia stałej Boltzmanna i rezystancji diody (kierunek przewodzenia)



a = 114 [1/V] b = -258,3 [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=2,27[Ω]

**Przykładowe obliczenia**

**  **

 

** **

**Wnioski**

W ćwiczeniu tym zadaniem było wyznaczenie charakterystyki prądowo - napięciowej diody półprzewodnikowej zarówno. Wyznaczając charakterystykę diody dokonując pomiarów prądu przy zmianie napięcia do niej przyłożonego należy zwrócić uwagę na zakrzywianie się charakterystyki przy prądach o wielkościach, bliskich maksymalnym prądom dla danej diody. Ma na to wpływ rezystancja szeregowa złącza którą można wyznaczyć z narysowanej charakterystyki .W naszym wypadku wyniosła ona 2,27Ω. Obliczona wartość stałej Bolzmana również znacznie odbiega od wartości tablicowych. Na tę niedokładność wpływ mogły mieć różne czynniki, z których najbardziej prawdopodobne są błędy odczytu wartości z urządzeń, błędy metodyczne oraz liczne zaokrąglenia.