

SPIS TRESCI

	str.
1. WSTĘP	8
2. NOSNIKI ELEKTRYCZNOŚCI W CIELE STAŁYM	11
2.1. Właściwości elektronu	11
2.2. Poziomy i pasma energetyczne	12
2.3. Dielektryk, półprzewodnik, metal	16
3. PRZEWODNICTWO ELEKTRYCZNE W METALACH	18
3.1. Gaz elektronowy	18
3.2. Ruch elektronów pod wpływem pola elektrycznego	18
3.3. Obraz pola elektrycznego we wnętrzu metalu - bariera energii potencjalnej	19
3.4. Rozkład energii elektronów	23
3.5. Praca wyjścia, potencjał kontaktowy	26
4. PRZEWODNICTWO ELEKTRYCZNE W PÓŁPRZEWODNIKACH	28
4.1. Półprzewodniki samoistne	28
4.1.1. Koncentracja nośników w półprzewodniku samoistnym jako funkcja temperatury	31
4.1.2. Konduktywność półprzewodników	34
4.2. Półprzewodniki domieszkowe	35
4.2.1. Półprzewodniki typu donorowego / n /	35
4.2.2. Półprzewodniki typu akceptorowego / p /	36
4.2.3. Równanie neutralności półprzewodnika	37
4.3. Położenie poziomu Fermiego w półprzewodnikach domieszko- wych	38
4.4. Prądy w półprzewodnikach	39
4.5. Czas życia nośników	40
4.6. Równanie zachowania ładunku	41
5. DIODY PÓŁPRZEWODNIKOWE	45
5.1. Procesy zachodzące na złączu p - n	45
5.2. Model pasmowy złącza niespolaryzowanego	47
5.3. Złącze p - n spolaryzowane przepustowo	48
5.4. Złącze p - n spolaryzowane zaporowo	50
5.5. Analiza prądów w diodzie p - n	51
5.5.1. Bipolarny charakter prądu w diodzie	51
5.5.2. Zależność prądu diody od przyłożonego napięcia ..	52
5.6. Napięcie progowe U_T	56
5.7. Zależność charakterystyki złącza p - n od temperatury ...	57

	str.
5.8. Rezystancja diody p - n	57
5.9. Pojemności złącza p - n	59
5.9.1. Pojemność ładunku przestrzennego C_T	59
5.9.2. Pojemność dyfuzyjna C_D	64
5.10. Czas przełączania diody p - n	66
5.11. Wartości graniczne diody	69
5.12. Pracą diody w obwodzie	69
5.12.1. Prosta obciążenia i punkt pracy	70
5.12.2. Charakterystyka dynamiczna	70
6. PRZYKŁADY DIOD SPECJALNYCH	73
6.1. Diody stabilizacyjne	73
6.2. Dioda tunelowa	75
6.3. Dioda typu m - p /Schottky/	79
6.3.1. Praca wyjścia metalu mniejsza niż praca wyjścia półprzewodnika: $W_m < W_p$	80
6.3.2. Praca wyjścia metalu większa niż praca wyjścia półprzewodnika: $W_m > W_p$	81
6.3.3. Charakterystyki prądowo-napięciowe	82
6.4. Diody z efektem Gunna	84
7. TRANZYSTORY BIPOLARNE	86
7.1. Budowa tranzystora złączeniowego	86
7.2. Warunki pracy tranzystora	87
7.3. Polaryzacja złącz a zakresy pracy tranzystora	87
7.4. Rozpływ prądów w tranzystorze	88
7.5. Wzmacniające działanie tranzystora	90
7.6. Równania i model Ebersa - Molla	91
7.7. Charakterystyki tranzystora	94
7.7.1. Konfiguracja WB - tranzystor w układzie o wspólnej bazie	94
7.7.2. Konfiguracja WE - tranzystor w układzie o wspólnym emiterze	97
7.7.3. Konfiguracja WC - tranzystor w układzie o wspólnym kolektorze	106
7.8. Graficzna analiza obwodu zawierającego tranzystor w kon- figuracji WE	107
7.9. Analityczne wyrażenie charakterystyk tranzystora	110
7.9.1. Napięcia jako funkcje prądów tranzystora w konfi- guracji WB	110
7.9.2. Teoretyczny przebieg charakterystyki wyjściowej tranzystora w konfiguracji WE	111
7.9.3. Odcięcie tranzystora w konfiguracji WE	112
7.9.4. Zwarty i otwarty obwód bazy	113
7.9.5. Wartość napięcia otwarcia i nasycenia tranzystora	114

7.9.6. Teoretyczne charakterystyki przejściowe tranzystorów - wartości typowe	116
7.9.7. Wpływ temperatury na charakterystyki przejściowe	116
7.10. Czas przełączania tranzystora	116
7.11. Wartości maksymalne napięć tranzystora	119
7.12. Tranzystor jednozłączowy	120
7.13. Struktury czterowarstwowe	122
7.13.1. Dioda czterowarstwowa	122
7.13.2. Tyrystory	123
8. TRANZYSTORY POLOWE	127
8.1. Tranzystor polowy o złączowej bramce	127
8.1.1. Budowa i zasada działania	127
8.1.2. Charakterystyki wyjściowe i parametry złączowego tranzystora polowego	130
8.1.3. Schemat zastępczy tranzystora polowego dla małych sygnałów	133
8.1.4. Analiza graficzna stopnia wzmacniającego z tranzystorem polowym	136
8.2. Tranzystory polowe o izolowanej bramce	136
8.2.1. Typ z kanałem indukowanym	136
8.2.2. Typ z kanałem dyfundowanym	138
8.2.3. Schemat zastępczy tranzystora polowego MOS dla małych sygnałów	140
8.3. Układy pracy tranzystorów polowych	142
8.3.1. Układ o wspólnym źródle	142
8.3.2. Układ o wspólnym drenie	144
8.3.3. Układ o wspólnej bramce	147
8.4. Inne zastosowania tranzystora polowego	148
8.4.1. Tranzystor polowy jako rezystor sterowany	148
8.4.2. Tranzystor polowy jako wyłącznik	151
9. METODY WYTWARZANIA TRANZYSTORÓW ORAZ ELEMENTÓW ELEKTRONICZNYCH W OBWODACH SCALONYCH	155
9.1. Zasadnicze typy tranzystorów	155
9.2. Podstawowe procesy przy wytwarzaniu tranzystorów planarnych	159
9.3. Wytwarzanie elementów monolitycznego obwodu scalonego	161
9.3.1. Wytwarzanie tranzystorów	161
9.3.2. Wytwarzanie diod	163
9.3.3. Wytwarzanie rezystorów i kondensatorów	163
9.4. Technologia warstw cienkich i grubych	164
9.4.1. Cienkowarstwowe elementy bierne	165
9.4.2. Warstwy grube	166

	str.
10. NIEKTÓRE ZAGADNIENIA MIKROELEKTRONIKI	167
10.1. Zmniejszenie wymiarów i ciężaru	167
10.2. Zagadnienie niezawodności	168
10.3. Cena i liczba elementów elektronicznych	169
10.4. Gęstość upakowania i problem cieplny	169
10.5. Szybkość działania układów mikroelektronicznych	170
11. BEZZŁĄCZOWE PRZYRZĄDY PÓŁPRZEWODNIKOWE	171
11.1. Termistory	171
11.2. Hallotrony	178
11.3. Gaussotrony	181
12. PÓŁPRZEWODNIKOWE PRZYRZĄDY FOTOELEKTRONICZNE - OPTOELEKTRO- NIKA	182
12.1. Niektóre pojęcia i jednostki fotometryczne	182
12.1.1. Jednostki fotometrii energetycznej	183
12.1.2. Jednostki fotometrii wizualnej	184
12.2. Fotelektryczne detektory promieniowania	186
12.2.1. Detektory promieniowania działające na zasadzie wykorzystania zewnętrznego zjawiska fotelek- trycznego	187
12.2.2. Detektory promieniowania działające na zasadzie wykorzystania wewnętrznego zjawiska fotelek- trycznego	191
12.3. Półprzewodnikowe źródła światła	197
12.3.1. Komórki elektroluminescencyjne	198
12.3.2. Diody elektroluminescencyjne	200
12.4. Transoptory	201
13. LAMPY ELEKTRONICZNE	203
13.1. Źródła swobodnych elektronów	204
13.1.1. Katody żarzone bezpośrednio	206
13.1.2. Katody żarzone pośrednio	206
13.2. Działanie pola elektrycznego na elektron	207
13.3. Dioda próżniowa	210
13.4. Lampa trójelektrodowa - trioda	212
13.5. Tetroda	216
13.6. Pentoda	218
PYTANIA KONTROLNE	220
LITERATURA	226