

SPIS TREŚCI

	Str.
Przedmowa	9
Wykaz oznaczeń	11
Rozdział 1 — Zasady działania tranzystorów	15
1.1. Zjawiska zachodzące w półprzewodnikach	15
1.1.1. Wprowadzenie ogólne	15
1.1.2. Budowa krystaliczna półprzewodnika	16
1.1.3. Dyfuzja i unoszenie nośników prądu	19
1.1.4. Dziura — nośnik dodatniego ładunku w półprzewodniku	22
1.1.5. Generacja, rekombinacja i czas życia nośników	23
1.1.6. Przewodność półprzewodników — donory i akceptory	24
1.1.7. Znaczenie prądu nośników mniejszościowych	23
1.2. Przejście p - n (dioda warstwowa)	29
1.3. Własności styku metal-półprzewodnik	34
1.4. Zasada działania tranzystora warstwowego	36
1.5. Zasada działania tranzystora ostrzowego	45
Literatura	49
Rozdział 2 — Układy zastępcze i charakterystyki tranzystorów	50
2.1. Układy zastępcze tranzystora	50
2.1.1. Parametry i równania czwórnika	50
2.1.2. Układy zastępcze czwórnika i tranzystora	55
2.1.2.1. Układ zastępczy wyrażony za pomocą oporności	56
2.1.2.2. Układ zastępczy wyrażony za pomocą przewodności	58
2.1.2.3. Układ zastępczy wyrażony za pomocą parametrów mieszanych	59
2.2. Charakterystyki tranzystorów i sposoby ich połączeń	60
2.2.1. Charakterystyki i własności układu z tranzystorem jako czwór- nikiem	60
2.2.2. Sposoby połączeń tranzystora	66
2.2.2.1. Zależności ogólne	66
2.2.2.2. Parametry układów tranzystorowych	69
2.2.2.3. Własności połączeń tranzystora	70
2.3. Warunki stabilności prostych układów tranzystorowych	79
2.3.1. Stabilność tranzystorów warstwowych	79
2.3.2. Stabilność tranzystorów ostrzowych	80
2.3.2.1. Warunek stabilności połączenia WB	80

2.3.2.2.	Warunek stabilności połączenia WE	81
2.3.2.3.	Warunek stabilności połączenia WK	81
2.3.3.	Wnioski końcowe	82
2.4.	Wpływ częstotliwości na parametry tranzystora	82
2.4.1.	Tranzystorowe układy zastępcze na wielkich częstotliwościach	82
2.4.2.	Zależność impedancji i wzmocnienia tranzystora od częstotliwości	92
2.4.2.1.	Impedancja wejściowa tranzystora	92
2.4.2.2.	Impedancja wyjściowa tranzystora	95
2.4.2.3.	Współczynnik wzmocnienia prądowego	97
2.4.2.4.	Współczynnik wzmocnienia mocy	100
2.4.3.	Stabilność prostych układów tranzystorowych na wielkich częstotliwościach	103
	Literatura	104

Rozdział 3 — Konstrukcje i cechy eksploatacyjne tranzystorów i ich układów

3.1.	Konstrukcje tranzystorów	106
3.1.1.	Konstrukcje tranzystorów ostrzowych	106
3.1.2.	Konstrukcje tranzystorów warstwowych	112
3.1.3.	Konstrukcje tranzystorów o zwiększonej częstotliwości granicznej	116
3.2.	Warunki cieplne pracy tranzystorów	117
3.2.1.	Wpływ temperatury na parametry tranzystora ostrzowego	117
3.2.2.	Wpływ temperatury na parametry tranzystora warstwowego	118
3.3.	Szumy tranzystorów	121
3.3.1.	Przyczyny wywołujące powstawanie szumów	121
3.3.2.	Współczynnik szumów prostych układów tranzystorowych	124
3.3.3.	Dane doświadczalne dotyczące szumów tranzystorów	127
3.4.	Trwałość tranzystorów	123
3.5.	Porównanie tranzystora z lampą elektronową	131
3.5.1.	Zasada dwoistości	132
3.5.2.	Zależności ogólne przy transformacji	133
3.5.3.	Przykład transformacji	135
	Literatura	137

Rozdział 4 — Zasady projektowania tranzystorów

4.1.	Zasady projektowania tranzystorów ostrzowych	139
4.1.1.	Kryteria doboru materiału elektrod oraz konstrukcji	139
4.1.1.1.	Zwarciový współczynnik wzmocnienia prądowego	140
4.1.1.2.	Oporność emitera r_e	143
4.1.1.3.	Oporność bazy r_b	144
4.1.1.4.	Oporność kolektora r_k	145
4.1.1.5.	Częstotliwość graniczna f_{ga}	145
4.1.2.	Procesy technologiczne	146
4.1.2.1.	Technologia montażu	146
4.1.2.2.	Technologia płytki półprzewodnikowej	149
4.1.2.3.	Technologia ostrzy	150
4.1.2.4.	Formowanie elektryczne styku kolektora	151
4.1.2.5.	Starzenie tranzystorów	153
4.2.	Zasady projektowania tranzystorów warstwowych	153
4.2.1.	Dobór materiału półprzewodnikowego	153

4.2.1.1.	Współczynnik α_n	154
4.2.1.2.	Częstotliwość graniczna	155
4.2.1.3.	Oporność bazy i kolektora	157
4.2.2.	Procesy technologiczne stosowane przy otrzymywaniu przejść $p-n$	157
4.2.2.1.	Przejścia stopowe	157
4.2.2.2.	Przejścia wyciągane	166
4.2.2.3.	Przejścia dyfuzyjne	168
4.2.3.	Technologia montażu tranzystora warstwowego	169
	Literatura	172
Rozdział 5 — Miernictwo tranzystorów		174
5.1.	Metody pomiaru elektrycznych parametrów tranzystora	174
5.1.1.	Pomiary parametrów oporowych	174
5.1.2.	Pomiar parametru α	180
5.1.3.	Miernik parametrów tranzystorów	181
5.1.4.	Określenie parametrów oporowych z charakterystyk statycznych tranzystora	184
5.1.5.	Pomiar parametrów r_e , r_b , r_k i r_m tranzystora metodą mostkową	185
5.1.6.	Pomiar parametrów przewodnościowych	188
5.1.7.	Pomiar parametrów mieszanych	189
5.1.8.	Pomiar współczynnika b	196
5.1.9.	Pomiar częstotliwości granicznej tranzystora f_{ga}	198
5.1.10.	Zdejmowanie charakterystyk statycznych tranzystora za pomocą charakterografu	200
5.2.	Produkcyjne metody kontroli tranzystorów	209
5.2.1.	Kontrola na stanowisku roboczym	209
5.2.2.	Kontrola ostateczna i segregacja	212
5.3.	Metody pomiaru właściwości półprzewodnika stosowanego na tranzystory	214
	Literatura	218
Rozdział 6 — Wzmacniacze tranzystorowe		220
6.1.	Wzmacniacze tranzystorowe małej częstotliwości	220
6.1.1.	Wzmacniacze tranzystorowe małej mocy	220
6.1.1.1.	Tranzystorowe wzmacniacze oporowe	221
6.1.1.2.	Tranzystorowe wzmacniacze transformatorowe	230
6.1.1.3.	Tranzystorowe wzmacniacze prądu stałego	233
6.1.2.	Wzmacniacze tranzystorowe dużej mocy	234
6.1.2.1.	Ogólne uwagi dotyczące wzmacniaczy mocy	235
6.1.2.2.	Wzmacniacze mocy klasy A	239
6.1.2.3.	Wzmacniacze mocy klasy B	241
6.2.	Wzmacniacze tranzystorowe szerokopasmowe	245
6.2.1.	Uwagi wstępne	245
6.2.2.	Określanie dolnej częstotliwości zakresu	245
6.2.3.	Określanie górnej częstotliwości zakresu	247
6.3.	Wzmacniacze tranzystorowe wielkiej częstotliwości	251
6.3.1.	Uwagi ogólne	251
6.3.2.	Tranzystorowe wzmacniacze rezonansowe	252
6.3.3.	Wzmacniacze tranzystorowe z filtrami pasmowymi	257
6.3.4.	Neutralizacja stopni wzmocnienia wielkiej częstotliwości	259
	Literatura	264

Rozdział 7 — Generatory tranzystorowe	265
7.1. Wiadomości wstępne	265
7.2. Generatory tranzystorowe o czystej oporności ujemnej	266
7.2.1. Generatory samowzbudne	270
7.2.2. Generatory jednostanowe	274
7.2.3. Generatory dwustanowe	275
7.2.4. Wpływ parametrów tranzystora na powtarzalność właściwości generatorów	276
7.2.5. Inne rodzaje generatorów o czystej oporności ujemnej	276
7.3. Generatory tranzystorowe o sprzężeniu zwrotnym za pomocą obwodów zewnętrznych	279
7.4. Stałość częstotliwości generatorów tranzystorowych	282
7.5. Generatory tranzystorowe stabilizowane piezoelektrycznie	284
7.6. Generatory przebiegów odkształconych na tranzystorach warstwowych	285
Literatura	286
Rozdział 8 — Przykłady urządzeń tranzystorowych	287
8.1. Tranzystory w urządzeniach radiokomunikacyjnych	287
8.1.1. Tranzystory w urządzeniach odbiorczych	288
8.1.2. Tranzystory w urządzeniach nadawczych	299
8.2. Tranzystory w urządzeniach telekomunikacyjnych	302
8.2.1. Od tłumiki tranzystorowe	302
8.2.2. Tranzystorowe wzmacniaki telefoniczne	305
8.3. Tranzystory w maszynach matematycznych	308
8.3.1. Tranzystory w układach zliczających	309
8.3.2. Tranzystory w układach sumujących	315
8.4. Zastosowanie tranzystorów w innych urządzeniach	319
8.4.1. Przetwornice tranzystorowe	319
8.4.2. Tranzystory w przenośnej aparaturze pomiarowej	323
Literatura	329
Załącznik: Wykaz niektórych typów tranzystorów	na końcu książki