

Spis treści

Przedmowa (11)

O autorze (13)

1. Półprzewodniki: elektrony i dziury w półprzewodnikach (15)

- o 1.1. Krystaliczna struktura krzemu (16)
- o 1.2. Model wiązań elektronów i dziur (18)
- o 1.3. Energetyczny model pasmowy (22)
- o 1.4. Półprzewodniki, izolatory i przewodniki (27)
- o 1.5. Elektrony i dziury (29)
- o 1.6. Gęstość stanów (32)
- o 1.7. Równowaga cieplna i funkcja Fermiego (33)
- o 1.8. Koncentracje elektronów i dziur (37)
- o 1.9. Ogólne zagadnienia dotyczące parametrów n i p (43)
- o 1.10. Koncentracje nośników w bardzo niskich i bardzo wysokich temperaturach (47)
- o 1.11. Podsumowanie rozdziału (47)
- o Zadania (49)
- o Bibliografia (54)
- o Publikacje ogólnie związane z tematyką rozdziału (55)

2. Ruch i rekombinacja elektronów i dziur (57)

- o 2.1. Ruch cieplny (57)
- o 2.2. Dryft (60)
- o 2.3. Prąd dyfuzyjny (69)
- o 2.4. Zależność pomiędzy wykresem poziomów energetycznych a napięciem i polem elektrycznym (71)
- o 2.5. Zależność Einsteina pomiędzy D i μ (71)
- o 2.6. Rekombinacja elektron-dziura (74)
- o 2.7. Generacja termiczna (77)
- o 2.8. Quasi-równowaga i poziomy quasi-Fermiego (77)
- o 2.9. Podsumowanie rozdziału (79)
- o Zadania (81)
- o Bibliografia (84)
- o Publikacje ogólnie związane z tematyką rozdziału (84)

3. Technologia produkcji komponentów półprzewodnikowych (85)

- o 3.1. Wstęp do produkcji komponentów (86)
- o 3.2. Utlenianie krzemu (88)
- o 3.3. Litografia (89)
- o 3.4. Transfer wzorów - trawienie (96)
- o 3.5. Domieszkowanie półprzewodnika (99)
- o 3.6. Dyfuzja domieszek (101)
- o 3.7. Osadzanie cienkich warstw (105)
- o 3.8. Proces tworzenia złączy pomiędzy komponentami (110)

- o 3.9. Testowanie, montaż i kwalifikacja (113)
- o 3.10. Podsumowanie rozdziału - przykładowy proces produkcji komponentu (114)
- o Zadania (116)
- o Bibliografia (120)
- o Publikacje ogólnie związane z tematyką rozdziału (121)

4. Złącze p-n i złącze metal-półprzewodnik (123)

Część I. Złącze p-n (123)

- o 4.1. Zagadnienia teoretyczne związane ze złączem p-n (124)
- o 4.2. Model warstwy zubożonej (128)
- o 4.3. Złącze p-n i polaryzacja zaporowa (133)
- o 4.4. Charakterystyki pojemnościowo-napięciowe (134)
- o 4.5. Przebieg złącza p-n (136)
- o 4.6. Iniekcja nośników w polaryzacji przewodzenia i warunkach quasi-równowagi brzegowej (141)
- o 4.7. Równanie ciągłości prądu (144)
- o 4.8. Nośniki nadmiarowe w złączu p-n w polaryzacji przewodzenia (146)
- o 4.9. Charakterystyki prądowo-napięciowe diody półprzewodnikowej (150)
- o 4.10. Magazynowanie ładunku (154)
- o 4.11. Małosygnałowy model diody (155)

Część II. Zastosowanie w komponentach optoelektronicznych (156)

- o 4.12. Ogniwa fotowoltaiczne (156)
- o 4.13. Diody elektroluminescencyjne i oświetlenie półprzewodnikowe (164)
- o 4.14. Diody laserowe (170)
- o 4.15. Fotodiody (175)

Część III. Złącze metal-półprzewodnik (176)

- o 4.16. Bariera Schottky'ego (176)
- o 4.17. Teoria emisji termoelektronowej (181)
- o 4.18. Diody Schottky'ego (182)
- o 4.19. Zastosowanie diod Schottky'ego (184)
- o 4.20. Tunelowanie kwantowo-mechaniczne (186)
- o 4.21. Kontakt omowy (186)
- o 4.22. Podsumowanie rozdziału (190)
- o Zadania (194)
- o Bibliografia (204)
- o Publikacje ogólnie związane z tematyką rozdziału (205)

5. Kondensator MOS (207)

- o 5.1. Warunek i napięcie pasma płaskiego (208)
- o 5.2. Akumulacja powierzchniowa (210)
- o 5.3. Zubożenie powierzchni (212)
- o 5.4. Warunek progowy i napięcie progowe (213)

- o 5.5. Silna inwersja poza warunkami progowymi (216)
- o 5.6. Charakterystyki pojemnościowo-napięciowe kondensatora MOS (220)
- o 5.7. Ładunek tlenku - wpływ na U_{fb} i U_t (225)
- o 5.8. Zubożenie bramki wykonanej z krzemu polikrystalicznego spowodowane wzrostem T_{ox} 228
- o 5.9. Grubość i efekt kwantowo-mechaniczny warstw inwersji i akumulacji (230)
- o 5.10. Matryca CCD i CMOS (233)
- o 5.11. Podsumowanie rozdziału (240)
- o Zadania (243)
- o Bibliografia (252)
- o Publikacje ogólnie związane z tematyką rozdziału (252)

6. Tranzystor MOS (253)

- o 6.1. Tranzystory MOSFET - wprowadzenie (253)
- o 6.2. Struktura komplementarna MOS (technologia CMOS) (254)
- o 6.3. Ruchliwości powierzchniowe i układy FET charakteryzujące się dużą mobilnością (260)
- o 6.4. Napięcie U_t , efekt podłoża i domieszkowanie tranzystora MOSFET (267)
- o 6.5. Parametr Q_{inw} charakteryzujący tranzystory MOSFET (271)
- o 6.6. Podstawowy model prądowo-napięciowy tranzystora MOSFET (272)
- o 6.7. Przykładowy układ: inwerter CMOS (276)
- o 6.8. Nasycenie prędkości (282)
- o 6.9. Model prądowo-napięciowy tranzystora MOSFET uwzględniający nasycenie prędkości (284)
- o 6.10. Pasożytnicza rezystancja źródło-dren (289)
- o 6.11. Wyciąganie rezystancji szeregowej i efektywnej długości kanału (290)
- o 6.12. Przerost prędkości i limit prędkości źródła (293)
- o 6.13. Konduktancja wyjściowa (295)
- o 6.14. Wydajność przy wysokich częstotliwościach (296)
- o 6.15. Zakłócenia tranzystorów MOSFET (299)
- o 6.16. SRAM, DRAM i kości pamięci nieulotnej flash (305)
- o 6.17. Podsumowanie rozdziału (314)
- o Zadania (318)
- o Bibliografia (330)
- o Publikacje ogólnie związane z tematyką rozdziału (331)

7. Tranzystory MOSFET w układach scalonych - zmiana skali, prąd upływu i inne zagadnienia (333)

- o 7.1. Zmiana skali technologii - zmniejszenie kosztów produkcji, wzrost szybkości, zmniejszenie poboru prądu (334)
- o 7.2. Prąd podprogowy - "wyłączony" nie oznacza "zupełnie wyłączony" (338)
- o 7.3. Spadek wzmocnienia napięcia U_t - tranzystory MOSFET o krótkich kanałach charakteryzują się większym prądem upływu (342)
- o 7.4. Redukcja grubości elektrycznej izolacji bramki i wpływ tunelowy (347)
- o 7.5. Redukcja parametru W_{zub} (349)
- o 7.6. Płytkie złącze i tranzystory MOSFET z metalowymi źródłami i drenami (352)

- o 7.7. Kompromis pomiędzy $I_{wł}$ i $I_{wył}$ a opracowywanie projektu pod kątem możliwości produkcji (354)
- o 7.8. Tranzystory MOSFET o bardzo cienkich korpusach i wielu bramkach (357)
- o 7.9. Konduktancja wyjściowa (362)
- o 7.10. Symulacja procesów i komponentów (364)
- o 7.11. Kompaktowy model tranzystora MOSFET używany w symulacji pracy obwodu (365)
- o 7.12. Podsumowanie rozdziału (366)
- o Zadania (368)
- o Bibliografia (371)
- o Publikacje ogólnie związane z tematyką rozdziału (372)

8. Tranzystor bipolarny (373)

- o 8.1. Wprowadzenie do tranzystorów BJT (374)
- o 8.2. Prąd kolektora (376)
- o 8.3. Prąd bazy (380)
- o 8.4. Wzmocnienie prądowe (381)
- o 8.5. Modulacja szerokości bazy napięciem kolektora (386)
- o 8.6. Model Ebersa-Molla (389)
- o 8.7. Czas opadania i magazynowanie ładunku (392)
- o 8.8. Model małosygnałowy (396)
- o 8.9. Częstotliwość graniczna (399)
- o 8.10. Model sterowany prądem (400)
- o 8.11. Model do wielkosygnałowej symulacji pracy obwodu (404)
- o 8.12. Podsumowanie rozdziału (406)
- o Zadania (408)
- o Bibliografia (414)
- o Publikacje ogólnie związane z tematyką rozdziału (414)

Dodatek A

- o Wyprowadzenie wzorów na gęstość stanów (415)

Dodatek B

- o Wyprowadzenie funkcji rozkładu Fermiego-Diraca (419)

Dodatek C

- o Samouzgodnienie założeń dotyczących nośników mniejszościowych (423)
- o Odpowiedzi do wybranych zadań (427)

Skorowidz (433)