

TECHNOSUP

Les FILIÈRES TECHNOLOGIQUES des ENSEIGNEMENTS SUPÉRIEURS

ÉLECTRONIQUE 2

Électronique numérique

Fonctionnement et modélisation des composants,
fabrication des circuits

Alain DEVILLE

Danielle DEVILLE

ellipses

Table des matières

Présentation des chapitres 1 et 2	7
Ch.1 Solides cristallins: énergies électroniques et vibrations	8
1 Idées générales	8
2 Etats électroniques de quelques systèmes microscopiques	12
3 Solides: classification d'après les liaisons entre atomes	20
4 Bandes d'énergie dans les solides	22
5 Données sur les énergies électroniques dans Si, Ge, GaAs	34
6 Dopage d'un semi-conducteur. Niveaux d'impuretés. Cas du dopage fort	36
7 Phonons	40
Ch.2 Electrons et trous dans un semi-conducteur	47
1 Densité d'états pour la BV et la BC	47
2 Porteurs: électrons, trous	49
3 Porteurs à l'équilibre thermique en matériau homogène	50
4 Electron: vitesse, accélération par un champ électrique. Masses effectives	57
5 Causes d'écart à l'équilibre. Phénomènes de relaxation	65
6 Porteurs en présence d'un gradient de potentiel et/ou de concentration	71
Préliminaires aux chapitres 3 à 6	87
Ch.3 Contact métal/semi- conducteur, jonction p-n	88
1 Examen qualitatif de l'effet d'une tension continue	88
2 Le modèle de la zone désertée	93
3 Capacité de transition	102
4 Courants dans la jonction p-n	105
5 Courant dans la diode Schottky	125
6 Jonction p-n en commutation	137
7 Hétérojonction à semi-conducteurs	143
Ch.4 Capacité MOS et transistor MOS	149
1 Capacité MOS idéale	151
2 Capacité MOS réelle	169
3 Transistor MOS: préliminaires	174
4 MOSFET à l'approximation de la ZD à profil uniforme	180
5 MOSFET et modèle de la ZD à profil non uniforme	189
6 Principe de fonctionnement du JFET	189

Ch.5 Transistor bipolaire	192
1 Phénomènes généraux	194
2 Aspects dynamiques en amplification linéaire	206
3 Charges stockées dans la région neutre de base. Modèle d'Ebers-Moll	211
4 Le transistor bipolaire en commutation	219
5 Inversion forte. Modèle de Gummel-Poon	225
6 Transistor bipolaire à hétérojonction; quasi-champ électrique	233
Ch.6 Circuits Intégrés	237
1 Les opérations physico-chimiques du procédé planar	240
2 Fabrication d'un transistor nMOS et d'un transistor bipolaire intégré	249
3 Modélisation d'une jonction p-n. Jonction p-n graduelle	255
4 L'inverseur logique CMOS	261
5 L'évolution vers l'électronique fortement submicronique	273
A1 Etat liant, état antiliant; covalence	290
1 Etats liant et antiliant dans l'ion H_2^+	290
2 La molécule H_2	291
3 Liaisons covalentes dans CH_4	292
A2 Semi-conducteurs: aspects statistiques	295
1 Statistique des impuretés dopantes	295
2 Semi-conducteur dopé: niveau de Fermi et température	297
3 Précisions sur une intégrale	299
A3 Evolution de paquets d'ondes	300
1 Vitesse d'un électron; évolution du paquet d'ondes	300
2 Evolution et dérivée temporelle d'un opérateur	305
Références.	307
Index.	311

La collection TECHNOSUP dirigée par Claude Chèze est une sélection d'ouvrages dans toutes les disciplines, pour les filières technologiques des enseignements supérieurs.

Niveau **A Approche** (éléments, résumés ou travaux dirigés) *Initiation, mise à niveau*

Niveau **B Bases** (cours avec exercices et problèmes résolus) *IUP - IUT - BTS*

Niveau **C Compléments** (approfondissement, spécialisation) *Écoles d'ingénieurs, Maîtrise*

L'ouvrage : niveau B (Licence)

Les circuits intégrés de l'électronique numérique, omniprésents dans notre environnement, sont construits à partir d'un nombre restreint de composants élémentaires.

Ce volume décrit d'abord la scène commune à tous ces composants (schéma de bandes électroniques) et les acteurs (électrons de valence) qui s'y manifestent sous la forme d'excitations (électrons, trous).

Puis il étudie le fonctionnement et la modélisation des composants en faisant certains choix propres à rendre compte de la réalité industrielle actuelle : études parallèles de la jonction p-n et du contact métal/semi-conducteur, traitement du transistor MOS avant le bipolaire, place appréciable donnée à l'injection forte, sans négliger les hétérojonctions.

Enfin sont présentées les méthodes de fabrication, les évolutions et les perspectives.

L'ouvrage très précis et très documenté se caractérise par un contact étroit avec la réalité actuelle.

Il s'inscrit dans un traité complet d'électronique avec deux autres ouvrages des mêmes auteurs parus dans la même collection et traitant

- en amont, de la physique pour l'électronique (état quantique, onde électronique, statistique de Fermi)
- et en aval, des circuits spécialisés et des applications.

Les auteurs :

Alain Deville, agrégé de physique, est Professeur émérite de l'Université de Provence où il a participé à la création et au développement de la filière électronique.

Danielle Deville, agrégée de physique appliquée a été professeur en classes préparatoires au lycée Jean Perrin à Marseille après avoir enseigné en BTS d'électrotechnique.

Illustration de couverture : Dessin de Léonard de Vinci.



ISBN 2-7298-2323-9