Contents

Semiconducteurs (Rappels)
- structure
- Zone de Brillouin
- Etats électroniques
- Densité d'états
- Représentation de $\mathbf{u_k}$
- Localisation des électrons
- Niveau de Fermi — calcul de n
  - Calcul de p
  - Notion de trou
  - Calcul de E_F
  - Loi d'action de masse
- Semiconducteur extrinsèque
  - Equilibre thermique
  - Métaux

Jonction PN (en bref)
- Rappels
- Jonction PN
- Variation des niveaux d'énergie
  - Avec ddp externe
  - Evaluation de la charge d'espace
- Jonction hors d'équilibre

Etats hors d'équilibre
- Rappels
- Courant de conduction
- Courant de diffusion
- Equation de la diffusion
- Longueur de diffusion

Génération – Recombinaison
- Génération – Recombinaison
  - Génération de paires
  - Cinétique de la réaction
  - Calcul de τ
- Effet Auger
- Centres profonds

Caractérisation d'un semiconducteur
- Etude du comportement : conductivité
- Effets thermoélectriques (effet Seebeck)
- Effet Hall — régime intrinsèque
  - Régime extrinsèque
- Photoconductivité
- Absorption optique — transition directe
  - Transition indirecte
- Niveau de Fermi

Conduction par bandes d'impuretés — concentrations importantes
Concentrations faibles

Etude des structures tétraédriques
- Règles de formation des structures tétraédriques
- Substitution d'atomes de Si
- Structure tétraédrique déficitaire
- Equation générale des structures tétraédriques

Méthodes d'élaboration
- Elaboration des matériaux massifs : substrats
  - Méthode de Bridgman
  - Méthode de Czochralski
- Méthodes de dépôts sur les substrats : films minces
  - Pulvérisation cathodique
  - LPE
  - MOCVD
  - MBE

Diffusion des porteurs
- Equation de continuité
  - Courant d'entraînement et de conduction
  - Courant de diffusion
    - Justification de la relation d'Einstein
    - Equation de continuité
- Faible écart à l'équilibre : modèle 1D
- Faible injection de paires électron-trous dans un semiconducteur extrinsèque
  - Temps de relaxation infini
  - Temps de relaxation grand mais pas infini

Jonction PN (plus détaillée)
- Introduction
- Région de charge d'espace ou de déplétion ou d'épuisement
  - Potentiel de diffusion, largeur de la zone semiconductrice
    - Equation thermodynamique — région p
      Région n
    - Jonction P+N : équation thermodynamique
    - Jonction polarisée V (hors d'équilibre)
    - Capacité de la zone semiconductrice
- Caractéristique courant – tension
  - Cas idéal : théory de Schockley
    - Etude des limites de zone semiconductrice
    - Etude de l'extérieur de la zone semiconductrice
    - Calcul du courant
    - Caractéristiques de la jonction
- Dépendance du courant avec T
- Diode en petits signaux

Courant de génération et recombinaison
- Régime de fortes injections en polarisation directe
- Claquage de la jonction
  - Effet Zenner

- Effet d'avalanche
- Diode électroluminescente (LED)
- Photodiodes

Transistor bipolaire
- Fonctionnement idéal
- Fonctionnement réel
  - Caractéristique du transistor
  - Courants minoritaires dans l'émetteur
  - Courants dans le collecteur

Photodiode
- Zone désertée
- Zone N

Technologie du silicium
- Distinction entre deux familles de matériaux (rappels)
  - Structure de bandes directe = AsGa
  - Structure de bandes indirecte = Si
- Propriétés de transport

Propriétés des jonctions PN
- L et t, longueur de diffusion, taux de génération-recombinaison, durée de vie
- Propriétés statiques
  - Généralités
  - Propriétés statiques
- Courant dans une jonction PN
- Efficacité d'injection
- Effet de fort dopage : dégénerescence de l'émetteur
  - Bandes d'impuretés
  - Queues de bandes : concentration inhomogène
- Elargissement de la base
  - Structure travaillant sous faible tension (5V)
  - Sous forte tension de polarisation (24V)
- Effets bidimensionnels
- Tension de Earley
- Transistor MOS

Technologie des semiconducteurs du Si : étapes du procédé
- Planar
  - Substrats
  - Epitaxie
  - Diffusion thermique d'impuretés
  - Limites de solubilité et précipitation

Exercices
- Phases tétraédriques
- Transistor NPN
- Barre parallélépipédique : dopage non uniforme
- Jonction métal – semiconducteur (Cu – Si(N))
- Jonction PN : modèle linéaire
- Concentration de porteurs dans AsGa
- Effet Hall