

# Montage n° 18 : Matériaux semiconducteurs

Moulié Vincent

12/05/2017

## Objectifs

- Mettre en évidence les propriétés d'un matériau semiconducteur :  $E_g$ , densité de porteurs, mobilité, temps caractéristique de recombinaison. ODG trouvés à comparer à la littérature : et aux ODG dans le cas des matériaux conducteurs.
- Exploiter une application des semiconducteurs : la photopile (panneaux solaires)

## Introduction

- Diagramme des bandes énergétiques et ODG des  $E_g$  et conductivités des conducteurs, semiconducteurs et isolants.

## A Perturbations « douces » du matériau

(Gradient de température, de concentration des porteurs, champ électrique faible tels que la concentration totale des porteurs de charge soit constante)

### A.1 Influence de la température sur un matériau semiconducteur ([1] + [3])

Objectif : Retrouver ODG de l' $E_g$  associée à une thermistance (à base d'oxydes métalliques semiconducteurs)

Matériel : Bain thermostaté dans lequel est plongé la thermistance. On place à ses bornes un ohmètre. D'où  $R=f(T)$ ; loi exponentielle. Attention à bien soustraire  $1/T_{amb}$  dans l'exponentielle (pas comme dans le [1]) Par ailleurs, mesure  $R(T_{amb})$  et le fixer dans le fit. DG retrouvé : 1eV (250meV en pratique)

### A.2 Effet Hall dans un matériau semiconducteur ([1] + [3])

Objectif : Déterminer le type de porteurs majoritaires dans le semiconducteur, la densité de ces porteurs, leur mobilité ainsi que la conductivité du matériau (GaAs dopé).

On commence par mesurer  $U$  en fonction de  $I$  appliqué dans le semiconducteur sans présence de champ  $B$  encore. On en déduit ainsi la conductivité.

Avant de retrouver les autres propriétés du SC énoncées dans l'objectif, il faut connaître la nature des porteurs majoritaires. Le dire directement (« déterminé en préparation via un petit raisonnement et au vu de mes branchements etc ») et éviter ainsi de perdre trop de temps. Puis détermination du reste.

Pour cela, création d'un champ magnétique uniforme (via électroaimant et entrefer : circuit magnétique alimenté en  $I$  avec des bobines  $\Rightarrow B$  induit ). On y insère notre semiconducteur. À l'équilibre, tension mesurée est celle dite de Hall (effet présent quand matériau traversé par un courant  $I_a$  (constant ici) et plongé dans un  $B$ ).

D'où  $U_{Hall} = F(B)$ . Pour faire varier  $B$ , on fait varier le  $I$  du circuit magnétique.  $B$  est mesuré via un teslamètre inséré dans l'entre fer aussi. Du fit, on en déduit la constante de Hall, puis la densité des porteurs majoritaires, enfin leur mobilité. À confronter toujours.

## B Perturbations « dures » du matériau

(Champ  $E$  élevé ( $10^6$  V/m) ou radiations tels que création de porteurs supplémentaires, dits en excès)

### B.1 Éclairement d'une photorésistance ([1])

Objectif : Retrouver ODG du temps de recombinaison des porteurs en excès au sein d'une photorésistance

Utilisation d'un stroboscope réglé à la fréquence (qlq flash /s ok) la plus basse de manière à ce que la recombinaison puisse bien se produire. Stop à l'oscillo et mesure via curseurs de ce temps caractéristique. Loi en exponentielle. ODG : dizaine de ms.

(Parler du temps de réponse aussi, à différencier du temps de recombinaison)

(Parler des jonctions PN qlq minutes, introduire notamment la photodiode, si le temps le permet : ([2] + [3]) montrer simplement la caractéristique (faire varier le courant inverse via diode LASER et polariseur/analyseur qualitativement juste) de manière à introduire ensuite le 2.2. Pour cela, même montage avec remplacement de la photorésistance par la photodiode et alimentation via un GBF à 50Hz, 5V crête à crête et offset de 2V (conditions pour « belle » caractéristique  $I=f(V)$ ). Puis le 2.2 : dernier quadrant)

### B.2 Cellules solaires ([2])

Objectif : étude du rendement max d'un panneau solaire.

Pour cela, étude de la puissance max pouvant être délivrée pour un éclairage donné. D'où étude de  $I$  délivré en fonction de  $U$  aux bornes d'une charge simulant notre circuit extérieur : une résistance variable. D'où max de Puissance délivrée (pour un  $R = 1800\text{Ohms}$  environ. Anecdote cela dit, on s'en fiche ici. À la rigueur, cela nous renseigne simplement sur la résistance interne du panneau solaire)

Deuxième étape, mesure de la tension aux bornes d'une thermopile placée à la même distance de notre source de lumière (quartz iode) faisant office de Soleil. D'où via formule, expression du flux lumineux total éclairant le panneau solaire. On trouve 12% pour le rendement qui est l'ODG des panneaux solaires commercialisés.

(Avoir en tête que l'éclairement total capté par la thermopile diffère de celui capté par le panneau solaire, car  $E(\lambda)$ ) Ici, en 1ère approx', on ne s'en soucie pas, sinon terme correctif en réalité.)

## Conclusion(s) / Ouverture

Les SC sont présents dans tous les dispositifs électroniques aujourd'hui ; intéressants quant au fait de pouvoir être contrôlés (dopage). Ici, on a montré les ODG associés aux propriétés de ces SC intrinsèques comme dopés. + dispositif bien connu : le « panneau solaire ». D'autres appli : LED, transistor, phototransistor etc.

## Bibliographie

[1] Quaranta électronique

[2] Optique exp Sextant

[3] Capteurs en instrumentation industrielle, Asch

[3] Dispositifs et circuits intégrés semiconducteurs, Vapaille (vieux bouquin utilisé pour la compréhension surtout)