

MP 18 – Matériaux semi conducteurs

31 mai 2021

Clément Gidel & Pascal Wang

Niveau :

Commentaires du jury

Bibliographie

✦ *Le nom du livre, l'auteur*¹

→ Expliciter si besoin l'intérêt du livre dans la leçon et pour quelles parties il est utile.

Prérequis

➤ prérequis

Expériences

✦ Biréfringence du quartz

Table des matières

Plan : Clément

On reprend le même plan que Rémi : Résistance en fonction de la température d'une résistance CTN, effet hall avec mesure de la densité des porteurs à température fixée et champ variable. **Attention la manip 3 a champ fixé et température variable est redondante avec le I : on peut éventuellement passer vite dessus en disant qu'on a fait la même chose en I.**

En III on peut faire le temps de réponse d'une photorésistance c'est pas mal, on a un temps de recombinaison trou/électron.

Compléments/Questions

Passage : 2020

Plan

Questions

- Diode laser, tension de seuil?
- Pourquoi les temps de montée/descente d'une diode sont différents?
- Quelle est la dépendance en température dV/dT du seuil d'une tension de ...? Application à la mesure de température d'un disque dur.
- Représenter $D(p)$ en fonction de $1/T$ en justifiant les pentes (cf. cours de Hervé).
-
- Thermistances, CTP, CTN.
- Comment modéliser électriquement l'entrée d'un oscilloscope? Résistance et capacité en série, permet de basculer entre les modes AC et DC. Comment mesurer sa capacité? Comment mesurer son impédance d'entrée? Pont diviseur de tension.

Commentaires

Utiliser un capteur à effet Hall pour mettre en évidence l'effet Hall? Scientifiquement bancal, pédagogiquement viable?

Photodiode dans le duffait.

Passage : Rémi

➤ Poly de Tp électromagnétisme (les 3 manips sont dedans : p 7, 8, 62 Intro : Différence entre métal, conducteur, isolant. On donne les énergies de gap typique.

I) On a un semi conducteur intrinsèque, c'est à dire non dopé. On veut mesurer la résistance lorsqu'on fait varier la température. On a fait 2 points très rapprochés c'est que ça met du temps à s'équilibrer. Mais les points sont très proches des points pris en préparation. On a précisé que les points doivent se faire en température descendante pour être certain d'atteindre l'équilibre thermique. On trouve $\epsilon_g = 0.75 \pm 0.01 eV$. On compare avec les valeurs données, on est assez proche de ce qu'on a avec le Germanium, on suppose alors que c'est le cas pour notre matériau! On discute des incertitudes, celle qui est dominante est sur la mesure de la température, la mesure de la résistance est assez précise!

II) Mesure par effet Hall de la densité de porteur d'un semi conducteur extrinsèque. On est à température fixée et on a préalablement fixé le champ B . On précise que rigoureusement il aurait fallu étalonner avec un fluxmètre, car le teslamètre utilise l'effet Hall! Expérience. On se place à 3A et 5A ce qui correspond à un champ magnétique connu. Il y a en fait une précaution, il faut faire le zéro avant de la tension de hall à cause du champ magnétique rémanent. On s'en rend compte en live, ouf. 🚫 Erreur? Le zéro sert juste à dire tension nulle quand champ magnétique strictement nul? On trouve quand même quelque chose d'assez éloigné de la théorie, même si on a pas de valeur précise.

III) Même manip à champ fixé mais avec la température qui varie. On prend un point à 120 degrés et 90 degrés. On voit bien qu'à basse température on est n constant et à haute température, linéaire. Dommage que les points mesurés ne fassent pas partis de la régression linéaire, on était à trop basse température. En fait j'ai fait une erreur de code, je les ai pas pris en compte.

Questions

- A partir d'un signal haché en gros un carré, comment on peut faire un signal constant ? Passe bas avec Rc sur ce signal. Le pb est qu'on a une résistance de charge en sortie donc pour avoir un courant quasi nul dans la résistance de charge il faut une grande résistance par rapport à la résistance du filtre RC.
- Lien dopage / intrinsèque/ extrinsèque. Extrinsèque c'est un semi conducteur dopé p ou n.
- Questions sur les incertitudes. Comment on a pris sur T ? Incertitude constructeur. On aurait pu utiliser un bécher pour thermaliser plus efficacement.
- Incertitudes : comment on a trouvé l'incertitude sur l'énergie de gap ? Incertitude sur la pente ? En fait on a 0.5% qui se propage pas correctement, on a surévalué l'incertitude. **Pas une mauvaise idée de faire à la calculatrice.** Conclusion : gap de l'ordre de l'ev, mais l'excitation c'est 0.025 ev donc on excite pas thermiquement notre métal qui reste peu conducteur.
- Densité de porteurs dans le cas intrinsèque ? Germanium est environ 10^{19} , le dopage est peu efficace. A température égale, lequel des semi conducteurs a la plus grande densité de porteurs ? C'est le germanium, car gap plus petit donc plus riche en porteur de charge.
- Mécanisme du fluxmètre ? On mesure la fem induite dans une bobine de surface connue. Il y a surtout une intégration numérique ou analogique à faire.
- D'où vient l'offset de champ ? Aimantation rémanente. Comment résoudre ? Il aurait fallu se mettre sur la courbe de première aimantation. **La meilleure méthode aurait été d'avoir un champ rigoureusement nul dans l'entrefer : on fait la calibration et a la mesure sur la première aimantation. Deuxième solution : on prendre celui qui a le moins d'hystérésis. En pratique, on teste plusieurs aller retour pour voir si on retombe proche de 0 à intensité nulle.**
- Donner le graphe quand on diminue encore la température. En fait, on va ioniser les impuretés, bon c'est délicat.
-

Remarques

- Attention si on a des ODG différents de pas prétendre qu'on peut discuter des erreurs. On peut comparer la densité de porteurs extrinsèques à la densité de porteur intrinsèque.
- Bonne idée de discuter de la diode laser. On peut aller au bout et donner une vraie valeur.
- Diode laser avec jonction pn ? En fait une jonction pn seule c'est une diode. Si on utilise des prop optiques c'est une photodiode. La jonction pn peut absorber la lumière tant que les photons ont une énergie plus grande que le gap. Il y a une fréquence de coupure liée au gap. Il y a une cavité en plus pour avoir une inversion de population. Morale : il faut partir sur la diode et parler de la longueur d'onde de coupure.
- Attention, la température fait un peu varier l'énergie de gap en dilatant le matériau.
- Faire deux fois l'étude en température, c'est deux fois la même manip, c'est un peu dommage. On aurait pu faire une application à la place. On peut montrer que quand on tombe en dessous du gap des diodes laser en silicium $900nm$ et ben l'intensité chute. Partie couplage à l'optique serait bien.
- On aurait aussi pu faire la photoconductivité.
-