Zeitschrift: Archives des sciences [1948-1980]
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 9 (1956)
Heft: 5: Colloque Ampère

Artikel: Résonance paramagnétique électronique dans les semi-conducteurs
Autor: Combrisson, J. / Honig, A. / Saclay, C.E.N.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-739017

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Résonance paramagnétique électronique dans les semi-conducteurs

par J. Combrisson et A. Honig

C.E.N., Saclay.

Nous avons étudié la résonance électronique d'atomes d'arsenic ou de phosphore contenus dans du silicium. Dans les deux cas, nous avons observé une structure hyperfine de la raie (décomposition en 4 raies de largeur 3 gauss, distantes de 75 gauss, pour A_s et en 2 raies distantes d'environ 45 gauss pour P).

Les échantillons contenaient des doses d'impuretés variables voisines de 10^{17} centres par centimètre cube.

L'intérêt de cette étude réside dans la longueur anormale des temps de relaxation: spin-réseau (jusqu'à une minute) et même spin — spin (environ 10^{-3} s).

Les mesures ont été faites entre 1,5° K et 4,2° K et seul le phénomène de dispersion pouvait être observé.

Appareillage.

C'est un montage « classique » pour étude de la résonance magnétique électronique à 9000 MHz, il comprend:

un klystron V 58 stabilisé en fréquence par une cavité de référence;

un banc U.H.F. avec Té magique;

un dispositif de détection du signal par amplificateur sélectif et détecteur à cohérence de phase;

un champ magnétique stable et homogène fourni par un électro-aimant « Varian » ainsi qu'une faible modulation (0,1 à 2 gauss à 600 Hz) de ce champ;

un dispositif de résonance nucléaire pour « marquage » précis de la valeur du champ.

La cavité expérimentale est rectangulaire et plonge dans un Dewar pour hélium liquide. Ce Dewar est entouré d'un autre rempli d'air liquide.

L'utilisation et la nécessité de la récupération de l'hélium ont posé certains problèmes: le liquide est stocké dans un récipient spécial de 10 litres qui ne perd par évaporation que 3/10 de litre par 24 heures, le gaz est stocké dans un gazomètre d'où il peut être prélevé et comprimé en bouteilles pour être rendu au liquéfacteur. L'hélium est transféré du récipient de stockage dans le Dewar expérimental en verre, il y reste plusieurs heures, l'on peut même réduire la pression dans le Dewar pour hélium jusqu'à 1 cm de mercure.

Résultats.

L'appareil enregistre la dérivée de la courbe de dispersion, aucun phénomène apparent d'absorption n'existe: cette dernière est saturée.

Les courbes individuelles de la structure hyperfine ont la forme et le comportement suivants:

Leur forme n'est pas celle d'une dérivée de dispersion mais s'apparente à celle d'une absorption. Il existe une légère dissymétrie et le pic est de signe contraire au grand pic de la dérivée de la dispersion d'un cristal témoin de D.P.P.H.;

Quand on a tracé une raie, il faut attendre un certain temps T_1 avant de pouvoir la rectracer à nouveau. (Pour As: $T_1 = 15$ s à 4° K, $T_1 > 30$s à 1,5° K. Pour P: $T_1 \approx 7$s à 4° K, $T_1 \approx 15$ s à 1,5° K);

Si l'on retrace la courbe sans attendre et que l'on s'arrête à l'endroit où devrait être le pic, le signal croît jusqu'à la valeur du pic avec la constante de temps T_1;

Quand on passe sur une raie rapidement (en un temps inférieur à T_2), le signal de retour est inversé (T_2 est de l'ordre de 10^{-3} s). Les spins ont été « basculés », leur répartition correspond à une « température négative »;

Quand on laisse l'échantillon pendant un temps supérieur à T_1 à un champ élevé (10 000 g) et que l'on descend à 3000 gauss où se fait la mesure, le signal est fortement augmenté et correspond, à ce champ de 3000 gauss, au facteur de Boltzmann qui existe à 10 000 gauss.

Tous ces résultats et quelques autres s'expliquent bien qualitativement si l'on admet que les spins électroniques « voient » des champs locaux légèrement différents (dus au Si 29) et que l'on n'enregistre que les « ailes »des courbes de dispersion individuelles. Ces ailes ont toutes une dérivée de même signe et au fur et à mesure que l'on trace la courbe de résonance, il y a saturation pour les spins qui ont eu leur condition de résonance satisfaite.

Ces temps de relaxation anormalement longs pour la résonance électronique donnent l'idée d'un certain nombre d'expériences basées sur le fait que l'on peut « retourner » les spins ou sur celui que l'on peut les « polariser » à un champ bien supérieur à celui auquel on fait l'expérience.