Résonance paramagnétique électronique dans les semi-conducteurs

Autor(en): **Combrisson, J. / Honig, A. / Saclay, C.E.N.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences [1948-1980]**

Band (Jahr): **9 (1956)**

Heft 5: **Colloque Ampère**

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-739017

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://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.