2. ÉTUDE DES HALOGÉNURES ALCALINS. — Les temps d'établissement et de déclin de la luminescence sont sensiblement identiques et voisins de 100 μ s avec des substances telles que KBr, KCl ou LiF.

NaCl, par contre, possède une plus grande rémanence : 150 μ s.

Enfin, la réponse de l'iodure de potassium est beaucoup plus complexe :

Temps de montée : $t = 30 \mu$ s, avec exaltation de la luminescence pendant 100 μ s.

Temps de déclin : $t = 100 \mu$ s.

Ces quelques résultats expérimentaux, en parfait accord avec ceux déjà obtenus [2], montrent l'intérêt de notre dispositif expérimental pour l'étude quantitative des régimes transitoires en cathodoluminescence.

Manuscrit reçu le 9 février 1967.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] DAVOINE (F.), PINARD (P.) et NOUAILHAT (A.), Étude au microscope électronique à balayage de la cathodoluminescence de l'iodure de potassium, *J. Microscopie*, 1962, 1, 93.
- [2] BECHAZ (G.), GAUTHIER (R.), PINARD (P.) et DAVOINE (F.), Étude des régimes transitoires de cathodoluminescence, *J. Microscopie*, 1966, 5, 551-568.
- [3] BRUCK et BRICKA, *Ann. Radioélectricité*, 1948, 3, 339.
- [4] DURANDEAU (P.), Étude sur les lentilles électroniques magnétiques, Thèse de Doctorat ès Sciences, Toulouse, 1957.

SUR LA DÉTERMINATION DES VARIATIONS DE LA PERMÉABILITÉ DIÉLECTRIQUE COMPLEXE

Par S. IVANOV, D. MICHEV et L. BONTCHEV,

Institut de Physique de l'Académie bulgare des Sciences.

Résumé. — Dans le présent exposé, on traite de l'appareillage de mesure destiné à effectuer la séparation, l'examen et l'enregistrement des variations des deux composantes de la perméabilité diélectrique complexe de certains semiconducteurs, qui se produisent simultanément à l'éclairement continu et par impulsions.

Abstract. — This paper deals with the measuring instrument aimed at carrying out the separation, the study and the recording of the variations of the two components of the complex dielectric permittivity of some semiconductors, simultaneously produced by continuous and pulsed illumination.

A l'éclairement de certains semiconducteurs, insérés comme diélectriques dans un condensateur, on constate que des variations de la perméabilité diélectrique et des pertes diélectriques se produisent simultanément [1]. La séparation des deux composantes de la perméabilité diélectrique complexe a fait l'objet d'une série de travaux scientifiques. Pour résoudre ce problème, on peut suivre plusieurs méthodes : variation de la fréquence d'un générateur dans le circuit oscillant duquel on a inséré le condensateur comportant le semiconducteur en question [2] ; méthode de battement entre un oscillateur à haute stabilité et l'oscillateur contenant l'échantillon inséré dans le circuit [3] ; méthodes de pont [4] ; Q-mètres [5] ; méthodes de résonance [6] ; et d'autres. Toutes les méthodes énumérées, cependant, ne donnent pas de solution au

problème de la détermination des deux composantes avec la précision suffisante.

Dans certains travaux plus récents, on traite des possibilités du pont phaso-sélectif RLCM [7]. En [8] on a donné le schéma d'un tel dispositif ainsi que les résultats des mesures effectuées sur certains semiconducteurs.

Ces dispositifs ont, eux aussi, des inconvénients ; certains influencent plus au moins la précision des résultats des mesures. Ce sont : influence des bruits de fond (surtout provenant du circuit de chauffage) et du courant initial de la diode sur le fonctionnement du détecteur ; influence des variations des tensions d'alimentation ; manque de possibilité pour des mesures à différentes fréquences ; appréciation subjective de la cinétique des processus, et d'autres.

FIG. 1.

Dans le travail proposé, on examine un appareillage de mesure des variations des composantes de la perméabilité diélectrique complexe pour lequel on a su éviter les inconvénients cités ci-dessus [9]. Le schéma du dispositif est représenté sur la figure 1.

Le générateur haute fréquence stabilisé 1 fournit une tension sinusoïdale à différentes fréquences. L'amplitude de cette tension peut être réglée dans de larges limites en fonction du signal obtenu à la sortie du pont phaso-sélectif. L'amplificateur haute fréquence 2 subit une réaction négative combinée de grand taux de contre-réaction en courant et tension. Afin d'améliorer la filtration des harmoniques de la tension haute fréquence, on utilise le cercle oscillant $L_1 C_2$ de facteur de surtension élevé. Le pont phaso-sélectif 3 ne diffère pas de celui étudié en [7] et [8]. Le signal amplifié par 5 est appliqué au détecteur à diode 6. Afin de diminuer l'influence du bruit de fond et d'éliminer le courant initial de la diode, on applique à ce dernier une tension de référence, fournie par le diviseur de tension $R_{14} R_{15}$ (fig. 1). À l'aide du filtre $R_{16} C_{12}$, on filtre la tension appliquée au voltmètre à lampes. Le voltmètre à lampes 7, dont on se sert pour relever les variations de capacité, est réalisé suivant un schéma en pont qui présente de grands avantages. On a prévu la possibilité de déplacement de la position initiale de l'aiguille de l'appareil de mesure au moyen du poten-

tiomètre R_{21} , ce qui facilite en quelque sorte les mesures. La caractéristique du voltmètre à lampes est parfaitement linéaire sur toute l'échelle de mesure. Pour enregistrer les variations de la perméabilité diélectrique complexe, il faut amplifier plusieurs fois le signal obtenu à la sortie du détecteur. À cet effet, on l'applique au modulateur 8 où il module une tension de fréquence 5 kHz. La tension ainsi modulée est appliquée à l'amplificateur 9 et, de sa sortie, à l'appareil d'enregistrement 10, type « He-1 ». Cet appareil d'enregistrement possède une fréquence propre élevée et n'exerce pas d'influence sur le processus étudié. L'alimentation de l'appareillage de mesure s'effectue par une source de courant électroniquement stabilisée.

On a fait une série de mesures et d'études des variations des composantes de la perméabilité diélectrique complexe qui se produisent à l'éclairement des échantillons donnés, avec cet appareillage. L'échantillon étudié 4 est branché au pont phaso-sélectif moyennant un câble coaxial à faible capacité propre (fig. 1). L'échantillon ne doit pas se trouver à proximité d'objets métalliques.

Les mesures effectuées sur des échantillons donnés à l'aide de l'appareillage décrit ont montré que l'appareillage construit et proposé possède, sur des dispositifs semblables, des avantages incontestables : meilleure stabilité, plus grandes sensibilité et précision

pour les mesures des valeurs correspondantes. L'introduction d'un appareil d'enregistrement « He-1 » permet l'enregistrement direct de la cinétique des processus, c'est-à-dire que la méthode devient une méthode objective d'enregistrement, ce qui est particulièrement avantageux pour certains processus qui se passent très rapidement et où toute appréciation subjective conduit à des imprécisions plus ou moins grandes.

On a également prévu dans l'appareillage la possi-

bilité d'obtenir des caractéristiques impulsionnelles des échantillons étudiés. Dans ce but, la lumière blanche ou monochrome est modulée à l'aide d'un modulateur mécanique qui a la caractéristique transitoire :

$$\frac{\Phi_{\sim}}{\Phi_{\max}} = 1 - \frac{1}{\pi} \arccos \frac{X}{R} + \frac{1}{\pi} \cdot \frac{X}{R} \sin \left(\arccos \frac{X}{R} \right)$$

où $\Phi_{\sim}$: représente la variation du flux lumineux à l'ouverture ou à la fermeture de la source lumineuse,

$\Phi_{\max}$: le flux lumineux que l'on obtient à pleine ouverture,

R : le rayon de l'ouverture,

v : la vitesse avec laquelle on découvre et couvre l'ouverture.

Sur la figure 2 se trouve représentée la caractéristique transitoire du modulateur mécanique. Pour toutes les expériences, on a respecté la condition :

$$\tau_{CB} \ll \tau_{CdS}$$

où τ_{CB} : représente la durée du front de l'impulsion lumineuse fournie par la source,

τ_{CdS} : la durée du front de la variation impulsionnelle enregistrée de la perméabilité diélectrique complexe.

Les résultats obtenus des mesures effectuées sur des échantillons en CdS avec l'appareillage décrit seront publiés ultérieurement.

Manuscrit reçu le 2 mars 1967.

FIG. 2.

BIBLIOGRAPHIE

[1] IVANOV (S.), <i>J. Physique Rad.</i> , 1958, 19, 7.	[6] BORISOV (M.), <i>Bull. d'inf. Acad. bulg. Sci., Série phys.</i> , 1950, v. 1, 21.
[2] MOLTAN (W.), <i>Z. Physik</i> , 1921, 4, 262.	[7] KANTCHEV (P.), <i>Annuaire de MEI</i> , 1957, v. IV, n° 2, 39.
[3] NADJAKOV (G.) et IVANOV (S.), <i>C. R. Acad. bulg. Sci.</i> , 1948, 1, 1.	[8] IVANOV (S.), <i>Annuaire de MEI</i> , 1957, v. IV, n° 2, 3.
[4] RÉMEZ (G. A.), « Mesures radiotechniques », 1960.	[9] IVANOV (S.), MICHEV (D.) et BONTCHEV (L.), Brevet d'invention n° 10927, du 12 mai 1964.
[5] TERMEN (F.) et PETIT (Dj.), « Technique de mesures », 1955.	