

Influence de l'introduction d'impuretés (Cu, Zn, Li) sur les propriétés diélectriques de l'oxyde de zinc

Marie-Louise Blanchard, Maryvonne Martin

► **To cite this version:**

Marie-Louise Blanchard, Maryvonne Martin. Influence de l'introduction d'impuretés (Cu, Zn, Li) sur les propriétés diélectriques de l'oxyde de zinc. *J. Phys. Radium*, 1958, 19 (7), pp.677-678. <10.1051/jphysrad:01958001907067700>. <jpa-00235913>

HAL Id: jpa-00235913

<https://hal.archives-ouvertes.fr/jpa-00235913>

Submitted on 1 Jan 1958

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LETTRES A LA RÉDACTION

**INFLUENCE DE L'INTRODUCTION
D'IMPURETÉS (Cu, Zn, Li)
SUR LES PROPRIÉTÉS DIÉLECTRIQUES
DE L'OXYDE DE ZINC**

Par M^{lle} Marie-Louise BLANCHARD
et M^{lle} Maryvonne MARTIN,
Faculté des Sciences de Rennes.

Le comportement diélectrique de l'oxyde de zinc dans le spectre hertzien est très complexe [1] et s'avère particulièrement sensible aux traces d'impuretés [2]. La position des bandes d'absorption dipolaire Debye et l'énergie d'activation qui s'en déduit sont fortement influencées par la concentration du cation introduit.

Nous avons repris dans de meilleures conditions expérimentales que précédemment [2], [3] l'étude d'oxydes différemment dopés : le traitement sous des atmosphères variées (azote, oxygène) a permis de préciser les résultats que nous allons résumer ici.

Préparation des échantillons. — L'introduction d'impuretés s'effectue par imprégnation de la poudre d'oxyde de zinc (Vieille-Montagne) [1] par des solutions de dilution variable, séchage à l'étuve à 130 °C (2 heures) puis traitement vers 900 °C en atmosphère d'azote (4 heures). Les échantillons sont refroidis rapidement (trempe) après leur traitement.

I. ZnO DOPÉ AU CUIVRE. — Les courbes $\epsilon'' = f(T)$ sont représentées pour $\nu = 10$ KHz sur la figure 1

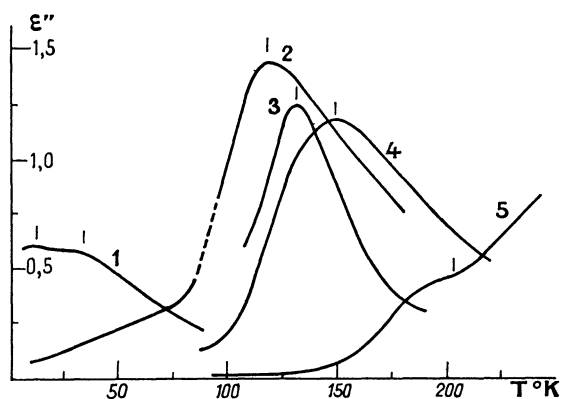


FIG. 1. — ZnO : Cu.

$\nu = 10$ kHz ; concentrations : 1. — 10^{-6} ; 2. — 10^{-5} ;
3. — 10^{-4} ; 4. — 10^{-3} ; 5. $5 \cdot 10^{-3}$.

pour les diverses concentrations utilisées. Les maxima se déplacent vers les basses fréquences lorsque la

concentration diminue. De la position des bandes aux différentes fréquences, on peut déduire les énergies d'activation correspondant aux différents teneurs en impuretés.

CONCENTRATION	ÉNERGIE D'ACTIVATION EN eV
10^{-6}	0,07
10^{-5}	0,21
10^{-4}	0,23
10^{-3}	0,24
$5 \cdot 10^{-3}$	0,45

La comparaison des valeurs de U suggère l'existence de trois domaines :

1) Concentrations voisines de 10^{-6} : $U = 0,07$ eV.

Il est difficile de préciser les résultats pour des concentrations inférieures à cette limite : Quels que soient les soins apportés à la préparation, on introduit nécessairement une concentration en impuretés de cet ordre de grandeur.

2) Concentrations comprises entre 10^{-5} et 10^{-3} correspondant à des énergies moyennes de l'ordre de 0,23 eV.

3) Concentrations supérieures à 10^{-3} : forte énergie, de l'ordre de 0,45 eV.

Nature du dipôle.

Un échantillon ZnO (10^{-4} Cu) a été traité à 850 °C en atmosphère d'oxygène : aucune bande d'absorption n'apparaît. Ceci prouve que la présence de lacunes d'anions est indispensable à la formation du dipôle, celui-ci étant vraisemblablement constitué par l'association cuivre-lacune.

Lorsque l'on dépasse une concentration en impureté supérieure à 10^{-3} , on passe à un mécanisme à énergie plus élevée. Il semble que la quantité de vacances d'anions disponibles ne soit plus suffisante pour créer des associations du type précédent. On observe, en effet, l'apparition de ce mécanisme pour des concentrations bien inférieures en impureté, si l'on effectue le traitement thermique dans des conditions moins favorables à la formation de vacances d'oxygène, par exemple en opérant dans l'air.

Pour ces concentrations élevées en impuretés, la compensation pourrait être réalisée non plus par vacances d'anions, mais par piégeage de charges sur les atomes avoisinant l'impureté [4].

II. ZnO DOPÉ AU ZINC. — Les courbes obtenues pour $\nu = 10$ kHz sont représentées figure 2. Pour chaque concentration, il apparaît deux domaines d'absorption : L'un aux basses températures (< 70 °K) correspondant à une faible énergie, l'autre aux tempé-

ratures moyennes (entre 100 et 200 °K) correspondant à une énergie plus élevée.

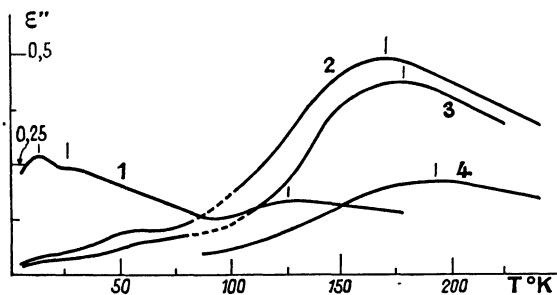


FIG. 2. — ZnO : Zn.

$\nu = 10$ kHz ; concentrations : 1. — 10^{-6} ; 2. — 10^{-5} ;
3. — 10^{-4} ; 4. — 10^{-2} .

On remarque que le niveau de faible énergie s'affaiblit au profit de celui à haute énergie lorsque la concentration croît.

Le tableau ci-dessous donne les énergies d'activation des deux régions en fonctions des concentrations.

CONCENTRATION	ÉNERGIE D'ACTIVATION U EN eV
10^{-6}	environ 0,02 0,18
10^{-5}	environ 0,09 0,25
10^{-4}	environ 0,10 0,24
10^{-2}	0,27

III. ZnO DOPÉ AU LITHIUM. — Le dopage par ions lithium se manifeste par l'apparition de bandes d'absorption Debye situées au-dessous de 100 °K

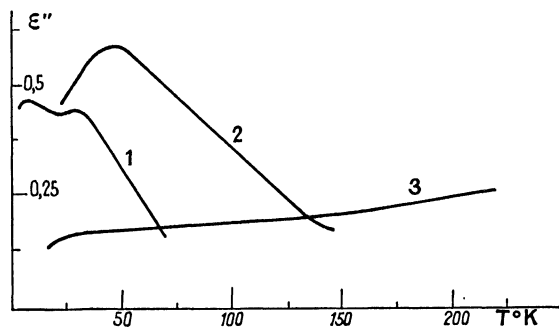


FIG. 3. — ZnO ; Li.

$\nu = 10$ kHz ; concentrations : 1. — 10^{-5} ;
2. — 10^{-4} ; 3. — 10^{-3} .

(fig. 3) dont l'énergie d'activation reste très faible par rapport aux cas précédents. On peut toutefois soupçonner la présence de plusieurs mécanismes d'absorption analogues à ceux précédemment observés dans le cas du cuivre : un premier niveau d'énergie inférieur à 0,01 eV et un second de l'ordre de 0,030 eV. Pour les fortes concentrations (fig. 3) le phénomène s'affaiblit

considérablement et la bande Debye est noyée dans une conductivité correspondant vraisemblablement à un nouveau mode de compensation de l'impureté.

Lettre reçue le 3 juin 1958.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BLANCHARD (M. L.), *C. R. Acad. Sc.*, 1957, **244**, 767.
- [2] HAGÈNE (B.), CORNETEAU (H.) et BLANCHARD (M. L.), *J. Physique Rad.*, 1956, **17**, 450.
- [3] FREYMAN (R.) et coll., Colloque luminescence, Paris, mai 1958. *J. Physique Rad.*, 1956, **17**, 806.
- [4] KROGER (F. A.) et VINK (H. J.), *Physica*, 1954, **20**, 950.