

INFLUENCIA DE LA CAPA FINA AISLANTE EN LA CARACTERISTICA ESTATICA DE CONMUTACION EN UNA ESTRUCTURA METAL-AISLANTE-Si (n)-Si (p+) (MISS).

J. Millán, F. Serra-Mestres, X. Aymerich-Humet.

Universidad Autónoma de Barcelona, Facultad de Ciencias, Departamento de Electricidad y Electrónica. Bellaterra. Barcelona.

RESUMEN:

Con objeto de estudiar la característica de conmutación de una estructura MISS se presenta un modelo regenerativo simple basado en el empleo de las funciones F para establecer la neutralidad eléctrica. Se considera que el mecanismo de conducción predominante a través de la capa fina aislante es por efecto túnel. Mediante expresiones analíticas se calculan los valores de la tensión de conmutación y su dependencia con la temperatura, así como la corriente de conmutación.

1.- INTRODUCCION.

Existen varios criterios para determinar la tensión de conmutación de una estructura Metal-capa fina aislante-Si (n)- Si (p+) (MISS) [1, 2]

El modelo propuesto por J. Buxó [3] para determinar las propiedades de conmutación de estas estructura establece que la condición de conmutación del estado ON al estado OFF se produce al invertirse la superficie de la interfase aislante-Si (n). Sin embargo, cuando se utiliza la función F para establecer la ecuación de neutralidad, el valor de la tensión de conmutación,  $V_C$ , es mayor del que se necesitaría para invertir la superficie del semiconductor. Por tanto, dicho criterio debe ser modificado.

2.- CRITERIO DE CONMUTACION.

El criterio de conmutación que proponemos corresponde a un valor infinito de la capacidad del MIS,  $C_{MIS}$ .

$$\frac{1}{C_{MIS}} = \frac{1}{C_I} + \frac{1}{C_S} \quad (1)$$

donde  $C_S = -dQ_S/dV_S$  es la capacidad por unidad de superficie de la región superficial del semiconductor tipo-n;  $Q_S$  su densidad de carga y  $V_S$  el potencial de la superficie referido al nivel intrínseco de Fermi.

$C_I = -dQ_m/dV_I = \epsilon_I/\delta$  es la capacidad por unidad de superficie del aislante,  $Q_m$  la densidad de carga superficial del metal,  $V_I$  es la diferencia de potencial en el aislante,  $\epsilon_I$  y  $\delta$  su permitividad y espesor, respectivamente.

El punto de conmutación del estado ON al estado OFF sobre la característica V-I corresponde a  $dV/dI = 0$ , es decir, una variación de la corriente que atraviesa el dispositivo,  $dI$ , da lugar a una variación de la carga sobre el metal  $dQ_m = -dQ_S$ , la cual no implica variación de la tensión aplicada V. Si despreciamos la caída de tensión en la unión p<sup>+</sup>-n polarizada en directo  $dV = dV_I - dV_S = 0$ , con lo cual

$$\frac{dQ_m}{dV_I} = -\frac{dQ_S}{dV_S} \quad ; \quad C_I = -C_S \quad ; \quad C_{MIS} = \infty \quad (2)$$

Teniendo en cuenta la condición de neutralidad y que  $Q_m = -\frac{\epsilon_I}{\delta} V_I$  podemos escribir la condición de conmutación (2) como  $dV/dV_S = 0$ .

### 3.- TENSION DE CONMUTACION.

Para deducir la tensión de conmutación  $V_C$  del anterior criterio, utilizamos un modelo simple del dispositivo que relaciona las corrientes de portadores mayoritarios y minoritarios mediante el factor de inyección  $\gamma$  de la unión p<sup>+</sup>-n. Estas dos corrientes son las corrientes túnel que atraviesan el aislante [4, 5], despreciando las corrientes de recombinación tanto en volumen como en superficie. Utilizando la función F en la ecuación de neutralidad se obtiene la siguiente expresión para la tensión de conmutación:

$$V_C = \frac{\epsilon_I^2}{2q \epsilon_S \delta^2 N_D} \left[ \phi_m - \chi - \frac{kT}{q} \ln \frac{\gamma \sqrt{N_C N_V}}{\xi N_D} \right]^2$$

$$\xi = \left[ 1 + \frac{\epsilon_I^2}{q \epsilon_S \delta^2 N_D} \left( \phi_m - \chi - \frac{kT}{q} \ln \frac{\sqrt{N_C N_V}}{N_D} \right) \right] \exp(\chi_{cb}^{1/2} - \chi_{vb}^{1/2}) \delta \quad (3)$$

donde  $\epsilon_s$  es la permitividad del semiconductor;  $N_c$  y  $N_v$  son las densidades efectivas de estados en las bandas de conducción y valencia, respectivamente;  $N_D$  la densidad de impurezas en el semiconductor tipo-n;  $\phi_m$  la función de trabajo del metal;  $\chi$  la afinidad del semiconductor;  $\chi_{cb}$  y  $\chi_{vb}$  las alturas de las barreras túnel efectivas para electrones y huecos, respectivamente. En el término exponencial estas alturas vienen expresadas en eV y  $\delta$  en Å.

La dependencia de  $V_c$  con la temperatura se representa en la figura 1, donde

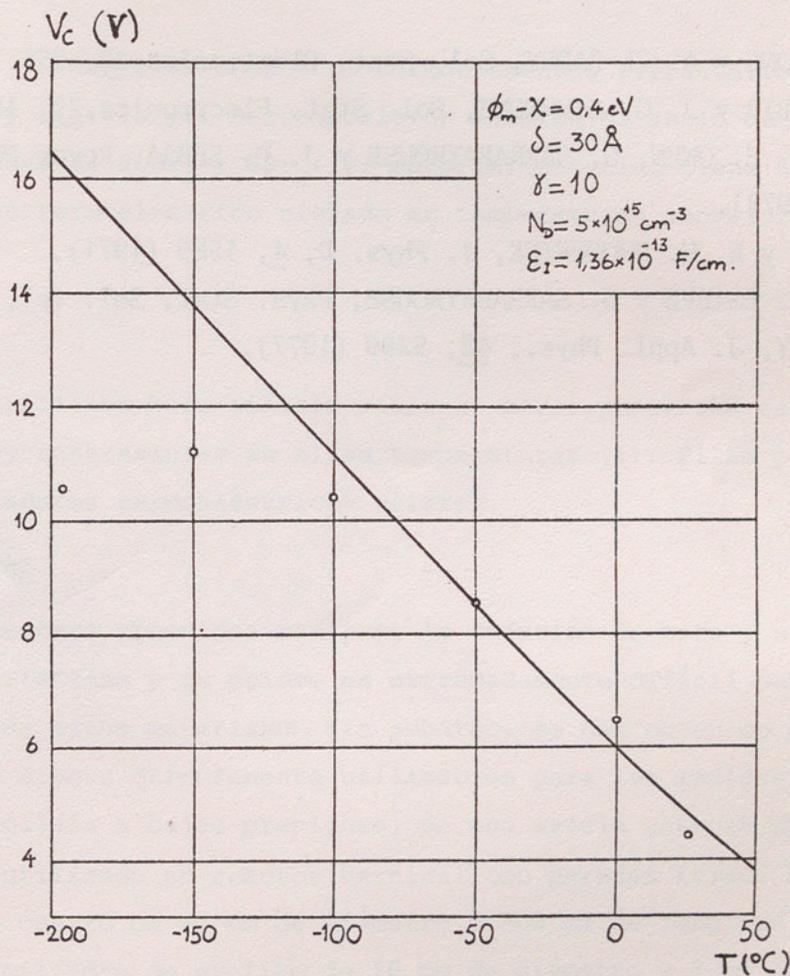


Fig. 1.- Tensión de conmutación en función de la temperatura (trazo continuo). o datos experimentales según [3].

también están reproducidos los correspondientes datos experimentales obtenidos por J. Buxó [3]. Suponiendo que la permitividad de la capa fina del aislante es menor que la del volumen [6], nuestros datos se ajustan a los experimentales en la región de altas temperaturas.

Análogamente, se determina la densidad de corriente,  $j_c$ , en el punto de conmutación:

$$j_c = A^* T^2 \exp(-\chi_{cb}^{1/2} \delta) \left[ \frac{N_D}{\sqrt{N_c N_v}} + \frac{\epsilon_I^2}{\epsilon_s q \delta^2 \sqrt{N_c N_v}} \left( \phi_m - \chi + \frac{kT}{q} \ln \frac{N_D}{\sqrt{N_c N_v}} \right) \right] \quad (4)$$

donde  $A^*$  es la constante de Richardson.

#### REFERENCIAS.

- 1.- J. G. SIMMONS y A. EL-BADRY, Sol. Stat. Electronics, 20, 955 (1977).
- 2.- S. E-D. HABIB y J. G. SIMMONS, Sol. Stat. Electronics, 22, 181 (1979).
- 3.- J. BUXO, A. E. OWEN, G. SARRABAYROUSE y J. P. SEBAA, Revue Physique Appliquée, 13, 767 (1978).
- 4.- H. C. CARD y E. H. RHODERICK, J. Phys. D, 4, 1589 (1971).
- 5.- J. BUXO, D. ESTEVE y G. SARRABAYROUSE, Phys. Stat. Sol. (a), 37, K105 (1976).
- 6.- H. J. BIREY, J. Appl. Phys., 48, 5209 (1977).