

# Medición de la resistencia de contacto en dispositivos planares

J.M. Abad Hernández y M.P. Hernández Sánchez

## RESUMEN

---

Se presenta un método para la determinación de la resistencia frontal de contacto en la tecnología microelectrónica, basado en la definición que usa el concepto de plano de referencia.

El método utiliza una estructura de menor dimensión que el método T.L.M. convencional y permite hacer las mismas mediciones, que pueden ser usadas como criterio de validación de la información.

## ABSTRACT

---

A method for front contact resistance measurement in microelectronics technology, based on the definition that use reference plane concept, is presented.

The method uses smaller structures than those needed for the conventional T.L.M. method and permits the same measurement, which can be used as a validating criteria of information.

## INTRODUCCIÓN

---

La fabricación de circuitos integrados de altos rendimientos, requiere de una estricta caracterización del proceso tecnológico. Los parámetros fundamentales utilizados en el monitoreo se obtienen mediante estructuras

especialmente diseñadas formando campos de prueba adaptados para el uso de sistemas automáticos de adquisición de datos y procesamiento de la información.

Uno de los parámetros generalmente controlado es la resistencia de contacto entre metal y semiconductor.

En la literatura científica se encuentra una abundante fundamentación de la influencia de la resistencia de contacto en las características de actuación de los dispositivos planares. (Ref. 1, 2, 3). Desde los artículos pioneros de Berger (Ref. 4, 5); pocas modificaciones se han tenido en los métodos de medición de la resistencia frontal de contacto.

Recientemente Reeves y col. (Ref. 6) mostraron que con una medición adicional en el método de línea de transmisión (T.L.M.) se obtienen todas las características de actuación de los contactos homogéneos. Posteriormente, Proctor y col. (Ref. 7, 8) propusieron una nueva estructura que permite medir directamente la resistividad de contacto y hacer un examen de la homogeneidad del mismo, pero sólo puede estimarse la resistencia frontal de contactos homogéneos. En este artículo se propone una modificación de la estructura del método T.L.M. para la medición de la resistencia frontal de contacto y se hace un análisis de los errores en las mediciones en comparación con el método T.L.M. convencional.

#### MÉTODO T.L.M.

El método se basa en estimar el intercepto de la dependencia lineal de la resistencia entre dos contactos y la separación entre los mismos. En la figura 1 se muestra la geometría de la estructura utilizada para la medición. La resistencia frontal de contacto  $R_f$ , se estima por la expresión:

$$R_f = \frac{R_1 l_2 - R_2 l_1}{2(l_2 - l_1)} \quad (1)$$

siendo  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $l_1$  y  $l_2$  los parámetros señalados en la figura 1.

Al realizar un análisis de los errores que afectan la medición se observa que las resistencias pueden determinarse con una gran precisión con el instrumental normal del laboratorio, a diferencia de las longitudes, las cuales se ven afectadas por los sobreataques durante el proceso fotolitográfico para la fabricación de las estructuras. Se supondrá por tanto que el error fundamental en la estimación de la resistencia frontal de contacto se debe a la estimación de las longitudes de separación de los contactos. Diferenciando (1) con respecto a  $l$  se obtiene que el error relativo en la determinación de resistencia frontal de contacto es

$$\frac{\Delta R_f}{R_f} = \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^2 \frac{R_j l_i - 2R_f l_i}{R_i l_j - R_j l_i} \frac{\Delta l_i}{l_i} \quad (2)$$

En la expresión 4 se refleja que el error en la estimación en la longitud es el mismo que en la obtención del parámetro derivado de la misma, es decir, no se tiene el fenómeno de amplificación de errores. Esto permite que para una precisión en la determinación de la resistencia de contacto dada, las dimensiones de la estructura del método V-3V' sea menor que la correspondiente al método TLM.

Si en la estructura se hacen los contactos interiores de igual longitud que los exteriores, entonces se puede hacer la estimación de la resistencia frontal de contacto por ambos métodos y utilizar la coincidencia de ambos resultados como un criterio de validación de la información.

En la figura 3 se muestran los resultados de las mediciones de resistencia frontal de contacto Al(100 %)/Si-n+ de la difusión de emisor con una resistencia laminar promedio de 6 Ohms por cuadrado, en un proceso convencional de circuitos integrados bipolares utilizando el método T.L.M. y el V-3V', utilizando una estructura similar a la mostrada en la figura 2 con huecos de contactos de 15 x 15 micrómetros y una longitud total de la estructura de 150 micrómetros. Las mediciones fueron realizadas sobre cuatro obleas correspondientes a corridas diferentes.

En cada oblea se tenían 6 motivos de medición.

La recta de regresión tiene una pendiente de 0.95, lo cual es muy cercano a 1 y el intercepto es de 0.07.

La fuerte correlación cercana a los resultados teóricos demuestra la validez del método V-3V'.

## CONCLUSIONES

---

Se presenta un método para la medición de la resistencia frontal de contacto que presenta las siguientes ventajas respecto al método T.L.M. convencional:

1. La utilización directa de la definición de resistencia de contacto en la estructura para la determinación de la resistencia frontal de contacto por el método V-3V' evita el fenómeno de amplificación en la propagación de errores.
2. Las estructuras de medición de la resistencia frontal de contacto por el método V-3V' son de menor dimensión que las correspondientes al método TLM para una precisión en la estimación de la resistencia frontal de contacto dada.
3. Con un diseño conveniente de la estructura del método V-3V', puede realizarse la medición empleando el método T.L.M. y utilizando la coincidencia de ambos resultados como un criterio de validación de la información.

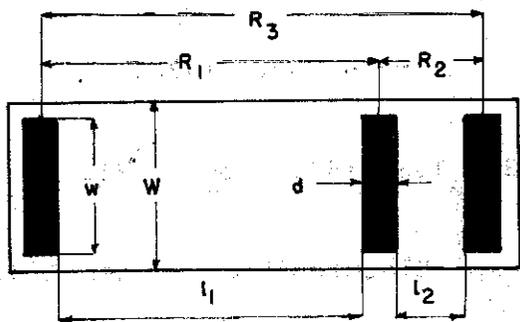


fig.1- Motivo de medición de la Resistencia frontal de contacto por el método TLM.

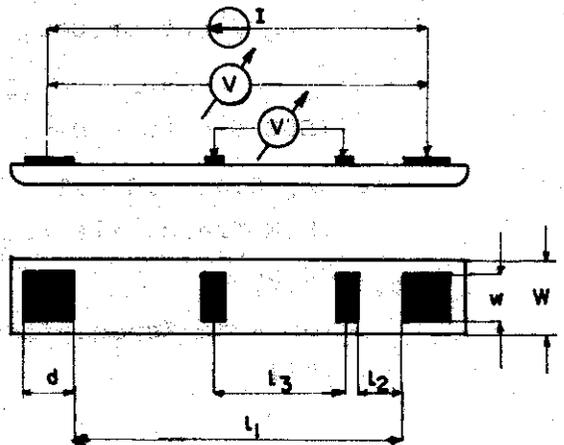


fig.2- Estructura para la determinación de la Resistencia frontal de contacto por el método V-3V.

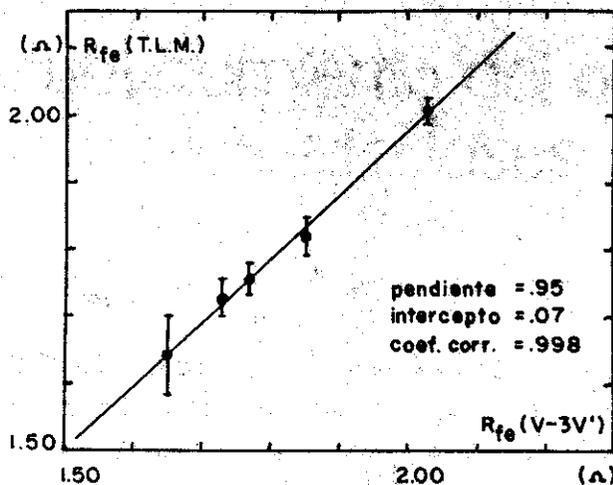


fig.3- Relación entre las mediciones de la Resistencia frontal de contacto medidas por el método T.L.M. y el método V-3V'.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Macksey, H.M. and col.  
IEEE Trans. Electron Dev. ED-24, 113-122, Feb. 1977.
2. Sucin, P.I. and R.L. Johnson  
IEEE Trans. Electron Dev. ED-27, 1846-1848, Sep. 1980.
3. Charwejee, P.K. and col.  
IEEE Trans. Electron Dev. Lett. EDL-1, 220-223, Oct. 1980.
4. Berger, H.H.  
Solid St. Electronics 15, 145-148, May. 1972.
5. Berger, H.H.  
J. Electrochem. Soc. 119, 507-514, Apr. 1972.

6. Reeves, G.K. and H.B. Harrison

IEEE Electron Dev. Lett. EDL-3, 111-113, May. 1982.

7. Proctor, S.J. and L.W. Linholm

IEEE Electron Dev. Lett. EDL-3, 294-296, Oct. 1982.

8. Proctor, S.J. and col.

IEEE Trans. Electron Dev. ED-30, 1535-1542, Nov. 1983.

9. Abad, J.M.

Tesis de Especialista. Emp. Comp. Electrónicos. P. del Río, Oct. 1984.

Recibido: 13 de octubre de 1986.