

Estudio de sensores semiconductores para la detección de gases

Fraigi, L. ⁽ⁱ⁾; Baluk, S. ⁽ⁱ⁾; Roberti, M. ⁽ⁱ⁾; Walsøe Reca, N. E. ⁽ⁱⁱ⁾

⁽ⁱ⁾ Centro de Investigación y Desarrollo en Telecomunicaciones, Electrónica e Informática (CITEI)

⁽ⁱⁱ⁾ PRINSO (Programa en Investigación en Sólidos) CITEFA - CONICET

RESUMEN

En este trabajo se presenta el análisis comparativo de la respuesta eléctrica de sensores de gases de óxidos metálicos semiconductores (SnO_2) comerciales y desarrollados en el Laboratorio de Sensores del CITEI, expuestos a diferentes concentraciones de CO en aire y CH_4 en aire. Se estudió la influencia de la humedad relativa, entre 0 y 85%, en la estabilidad del sensor.

INTRODUCCIÓN

Combustiones incompletas, ventilación ineficiente, emisión vehicular, etc. son algunas de las fuentes más comunes de presencia de monóxido de carbono. Por otra parte, un mantenimiento insuficiente de líneas de gas genera atmósferas potencialmente explosivas. La prevención de accidentes y el estricto control de la seguridad de ciertos recintos necesita del uso de sistemas de detección confiables de gases. Es por ello que se hace imprescindible conocer la respuesta de diferentes sensores de gases sensibles a CO y CH_4 . Los óxidos semiconductores resultan un material funcional atractivo a la hora de desarrollar sistemas de monitoreo de dichos gases.

Cuando el material semiconductor se expone a un gas reductor, por ej. CO, el gas reacciona con las especies de oxígeno adsorbidas y los productos de reacción se desorben cediendo uno o varios electrones a la banda de conducción. En este caso, la resistencia del semiconductor disminuye. La relación entre la resistencia y el factor de recubrimiento del oxígeno lleva a una relación entre la resistencia y la concentración del gas reductor. Este es básicamente el mecanismo por el cual los óxidos metálicos semiconductores empleados como sensores de gases detectan la presencia de gases reductores en el aire.

EXPERIMENTAL

Se evaluó la respuesta de sensores semiconductores comerciales (FIS, FIGARO, CAPTEUR) y desarrollados en el Laboratorio de Sensores (3PG) del CITEI ^[1]. Los mismos son dispuestos en cámaras de medición (ver Foto 1), conectadas a la salida de un banco de mezcla de gases. Estas cámaras son alimentadas con el método dinámico de aplicación de la mezcla de gases, minimizando los problemas de adsorción/desorción del gas en las paredes del sistema de medida y evitando puntos de estancamiento del gas. Los sensores son expuestos a ciclos de 10 min. cada uno alternando aire sintético y distintas mezclas de CO en aire y CH_4 en aire. La evaluación de la estabilidad del detector en aire a diferentes humedades relativas se llevó a cabo utilizando el método de saturación del gas.



Foto 1. Vista de las cámaras de medición

RESULTADOS

Las Figs. 1 y 2 presentan las respuestas de los sensores FIS y 3PG, respectivamente, expuestos a mezclas de CO/aire. La curva de calibración del sensor FIS es del tipo exponencial $a \cdot e^{b \cdot x}$, donde $a = 3,156$, $b = -52 \cdot 10^{-4}$ y $x =$ concentración de CO en ppm.

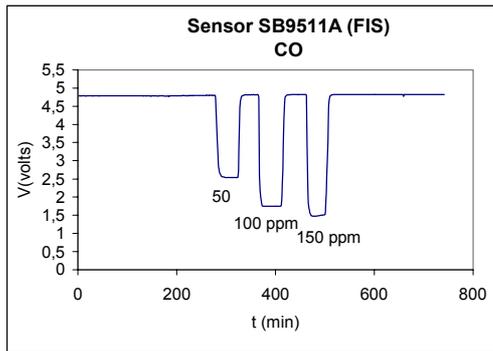


Fig. 1. Respuesta del sensor FIS expuesto a mezclas de CO en aire.

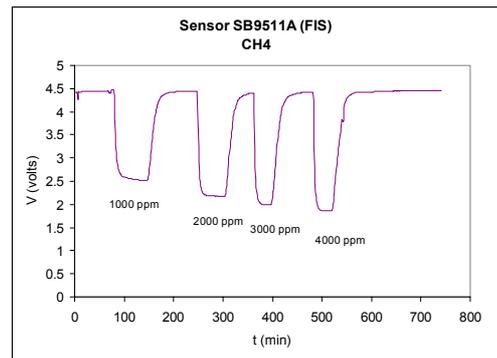


Fig. 3. Respuesta del sensor FIS a mezclas de CH₄ en aire.

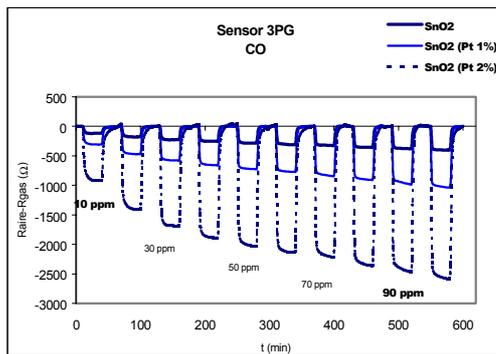


Fig. 2. Respuesta de sensores 3PG a mezclas de CO en aire.

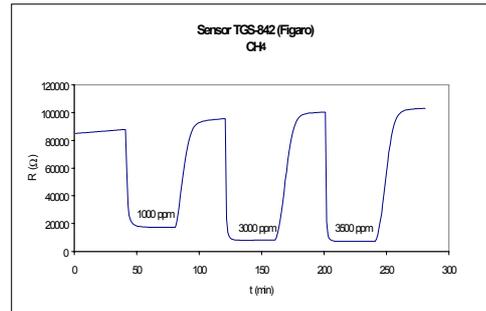


Fig. 4. Respuesta del sensor FIGARO a mezclas de CH₄ en aire.

En el caso de los sensores 3PG la curva de calibración resultante es del tipo potencial. En la Tabla I se presentan los valores de los coeficientes respectivos.

Tabla I. Curva de calibración de sensores 3PG

Curva de calibración: $a \cdot x^b$ (según dopado)			
	SnO ₂	SnO ₂ :Pt 1%	SnO ₂ :Pt 2%
a	3,15	8,07	9,36
b	0,49	0,49	0,39
x = concentración de CO en ppm			

Las Figs. 3, 4 y 5 muestran las respuestas de sensores comerciales FIS, FIGARO y CAPTEUR, respectivamente, expuestos a mezclas de CH₄/aire. En la Tabla II se presentan las curvas de calibración resultantes.

Tabla II. Curva de calibración de sensores semiconductores.

Respuesta de calibración: $a e^{bx}$			
	FIS	FIGARO	CAPTEUR
a	2,699	3120,7	24735
b	-1.10^{-4}	-0,0002	-0,0004
x = concentración de CH₄ en ppm			

En todos los casos, al exponer los sensores a atmósferas de aire con distinta humedad relativa se observó que la respuesta eléctrica presenta una dependencia significativa, debido a la recombinación de los grupos OH con las especies O adsorbidas.

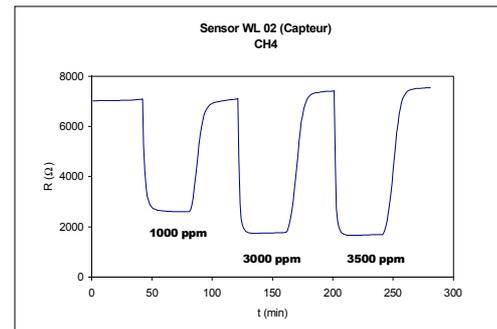


Fig. 5. Respuesta del sensor CAPTEUR a mezclas de CH₄ en aire.

CONCLUSIONES

Los sensores 3PG muestran una respuesta del tipo potencial a la exposición de CO en aire, mientras que los sensores FIS, CAPTEUR y FIGARO muestran una respuesta exponencial al CO y CH₄/aire. Tanto los sensores desarrollados en CITEI como los comerciales muestran una dependencia significativa con la humedad relativa.

REFERENCIAS

[1] L. Fraigi, O. Milano, N. E. Walsöde de Reça, "Sensor de gas fabricado con tecnología microelectrónica híbrida de película gruesa", Iberchip 2001, Marzo de 2001, Montevideo, Uruguay.

Para mayor información contactarse con:

Liliana Fraigi – lili@inti.gov.ar

[Volver a página principal](#) ◀