

SENZOR INTELIGENT PENTRU MONOXID DE CARBON BAZAT PE NANOTEHNOLOGII

R. MEDIANU*, V.MIHĂILĂ**, C.CEPIȘCĂ***

* NATIONAL INSTITUTE FOR LASERS, PLASMA AND RADIATION PHYSICS

** INSTITUT OF OPTOELECTRONICS BUCHAREST

***POLITEHNICA UNIVERSITY OF BUCHAREST

Abstract:

In this paper, we present the nanotechnologies based smart sensor for CO. The analysis of the structure sensor indicate a technical solution obtained with the technology type sputtering RF.

Keywords: smart sensor, nanotechnologies.

1. INTRODUCERE

Lucrarea prezintă aspecte ale realizării unui nou senzor bazat pe nanotehnologii, cu o capacitate de integrare superioară a funcțiilor de captare, condiționare, prelucrare și interfațare a semnalului informațional, pentru un element fizic a cărei detectare este imperios necesară în majoritatea proceselor de ardere a combustibililor. Domeniile largi ale posibilelor utilizări, începând cu industria constructoare de vehicule, apoi supravegherea arderii în toate centralele de tip industrial și casnic, supravegherea mediului în zonele urbane etc. indică și siguranța ariilor de comercializare în serie mare pentru acest nou produs ale cărui caracteristici tehnice sunt la nivelul celor mai recente cercetări din domeniul nanotehnologiilor.

Se prezintă aspecte tehnologice ale realizării noului senzor integrat pentru monoxid de carbon, cu sensibilitate și selectivitate instruibilă, bazat pe un suport semiconductor procesat cu fascicul de ioni și depuneri în straturi compozite de grosimi nanometrice în tehnologie optică prin magnetron sputtering de RF.

2. MĂRIMEA MĂSURATĂ

Monoxidul de carbon este un gaz toxic, fără culoare, miros și care nu produce iritații ale mucoaselor. În cantități mari este mortal pentru ființele vii. Acest gaz este produs de arderea incompletă a combustibililor, fenomen ce apare în lipsa cantității necesare de oxigen pentru arderea respectivă. De aceea, diferitele tipuri de ardere pot conduce la diferite concentrații de CO în atmosferă.

Monoxidul de carbon inhalat formează în sânge carboxyhamoglobina (COHb), substanță ce limitează posibilitatea de transport a oxigenului de către sânge și conduce la afectarea organelor majore și a mușchilor. Studiul normelor referitoare la conținutul de CO indică faptul că o persoană nu trebuie să stea într-o atmosferă cu 9 ppm CO mai mult de 8 ore sau 1 ora în atmosferă cu 50 ppm CO.

3. PRINCIPII DE REALIZARE A SENZORULUI PENTRU CO

O analiză succintă a tipurilor de senzori existenți pentru CO indică următoarele soluții constructive:

- joncțiuni ceramice de ZnO/CuO;
- senzor cu particule de Au dopate cu $\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$;

- senzor de monoxid de carbon în cameră ionizată ;
- senzor de gaz – Mosfet;
- senzor cu absorbția radiațiilor infraroșii..

Soluția adoptată pentru senzorul de monoxid de carbon este cea utilizată la obținerea detectorilor de gaze realizați în tehnica „corp solid” similară cu cea din microelectronică și optica laser, pe baza modificării proprietăților fizice și chimice ale materialelor la interacția cu diferite gaze.

Ținta a fost realizată din oxid de Sn dopat 2% cu Pt și 2% cu Pd prin depunere prin procedeul magnetron sputtering de RF.

4. SOLUȚIA TEHNOLOGICĂ

Senzorii de gaz pe bază de metal-oxid-semiconductori prezintă proprietatea de modificare a conductivității materialului sensibil în prezența gazului determinat. Pentru realizarea de dispozitive cu exactitate ridicată se urmărește îmbunătățirea sensibilității, a selectivității și a stabilității.

Sensibilitatea poate fi crescută prin utilizarea de materiale nanostructurate care pot da o mai mare suprafață de contact cu gazul.

Selectivitatea poate fi îmbunătățită prin prelucrarea digitală a semnalului provenit de la senzor și prin creșterea capacității de implementare tehnologică a sistemelor inteligente.

Stabilitatea este mai bună după realizarea tratamentelor de pretemperare, probele fiind tratate de la 400 la 1000°C timp de 1-8 ore evitându-se astfel instabilitatea în cazul utilizării continue la 200-400°C.

Materialul sensibil poate fi oxid de staniu sau titan. Analizând răspunsul SnO₂ față de diferite specii de gaze, acestea pot fi împărțite în două grupuri:

- CO, H și CH₄ - au proprietăți reducătoare și duc la o creștere a conductivității materialului;
- NO₂ și CO₂ - au proprietăți oxidante și care induc o oxidare a materialului, reducându-i și conductivitatea.

Structura cristalină a SnO₂ este de tip rutil (tetragonal) gruparea spațială (p4₂/mnm). Pentru creșterea sensibilității și selectivității materialelor cea mai răspândită metodă este adăugarea unor metale cum ar fi Pt, Pd, sau Au. La cantități mai mari de dopant are loc o reducere a dimensiunilor granulelor de SnO₂.

Materialele dopante induse prin metoda sputtering sunt sintetizate în tabelul 1.

Tabel 1

Tehnologie	Metalul depus/semiconductor
Pulverizare prin Sputtering	Ce, Ni, Cr, Cd/TiO ₂
	ZnS, InGaAs

Elementul cel mai important în obținerea unui senzor de înaltă sensibilitate este cantitatea și modul de distribuție a metalului adăugat. Modul de dispunere a aditivilor metalici poate fi reprezentat schematic ca în Fig. 1, 2, 3 și 4.

Modul în care se așează atomii de Pd pe suprafața SnO₂ (001) este descris în Fig.3. Metoda după care s-a realizat ținta de SnO₂ dopat pentru modelul experimental a fost sinterizarea termică în cuptoare speciale și sputtering de RF. Țintele astfel obținute se pot utiliza pentru realizarea de straturi subțiri de material sensibil la CO, lucru care conferă senzorului calitatea de inteligent.

În Fig.4 și 5 sunt prezentate instalațiile de tratament termic pentru materialele sensibile cât și pentru tratamentele de “annealing” ale structurilor multistrat.

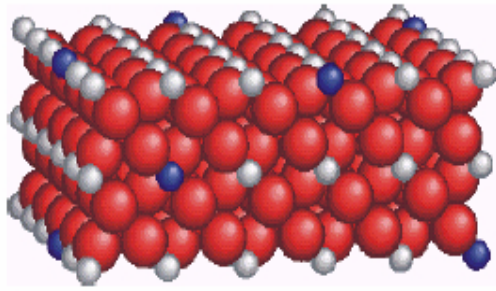


Fig.1. Difuzia metalului în masa cu atomi de Nb în masa de TiO₂.

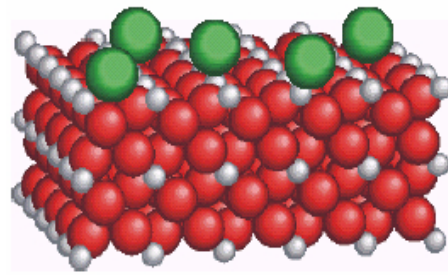


Fig. 2. Atomi metalici ultradispersați cu atomi de Pd la suprafața SnO₂.

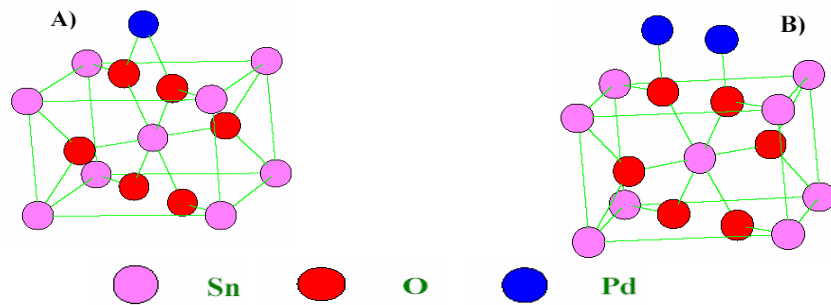


Fig. 3.



Fig. 4. Cuptor de topire cu bare de superkantal la 1600 °C cu sistem de control termic “on line” tip Nabertherm / C42.

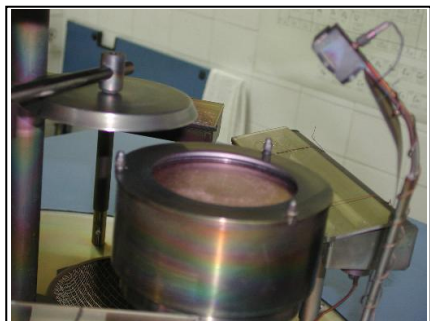


Fig.5. Cuptor de sinterizare ținte.

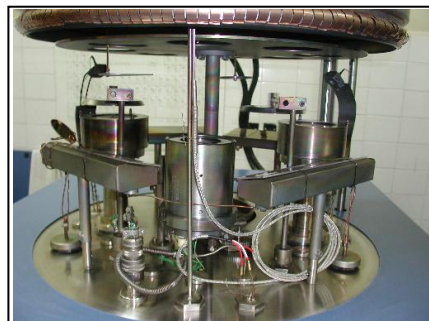


Fig.6. Instalația Magnetron de RF VARIAN ER3119.

Instalația Magnetron de RF VARIAN ER3119 este prezentată în Fig.6, iar componentele sale sunt indicate în Fig.7. Diferite aspecte din etapele tehnologice de realizare a țintei pentru senzorul de CO sunt prezentate în Fig.8 și Fig.9.



a)



b)

Fig.7. a.) Ansamblu magnetron-tun de ioni; b) Magnetron.

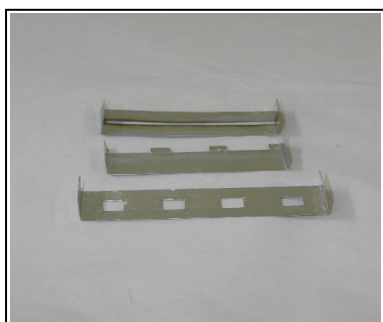


Fig.8. Dispozitiv susținere suport GaAs dopat In Sb O₂



Fig.9. Măști depunere contacte și substrat sensibil la CO.

5. CONCLUZII

Realizarea elementului sensibil - senzor inteligent de monoxid de carbon - se face într-o singură fază tehnologică completă, cu măsurători “on line” pe echipamentul complex VARIAN ER 3119. Tehnologia este realizată într-o structură “solid state” specifică realizării dispozitivelor electrono-optice obținute prin depuneri multiple de straturi subțiri în vid și în atmosferă controlată de gaze ultrapure la presiuni cuprinse între $5 \times 10^{-7} \div 5 \times 10^{-2}$ torr.

REFERENCES

1. Hughes, T.A., *Measurement and Control Basics*, Keller International Publishing Corp., 1994
2. Doebelin, E., O., *Measurement Systems. Application and Design*, Fourth Edition, McGraw-Hill Publishing Company, New York, 1990
3. Cepisca, C, Jula, N., *Tructoare și senzori*, București, Ed.ICPE, 1998.
4. Khazan, A., *Transducers and Their Elements: Design and Application*, Prentice Hall, 1993
5. *** Contract RELANSIN nr. 1851/15.10.2003 „SENZOR INTELIGENT DE MONOXID DE CARBON ”