

Senzor de dioxid de azot cu nanotuburi de carbon

F. Sava (fsava@infim.ro), I.D. Șimândan (simandn_iosif@yahoo.com),
A. Velea (velea@infim.ro), C. E. Simion (simion@infim.ro), A. Tomescu (tade@infim.ro),
A. Lőrinczi (lorinczi@infim.ro), M. Popescu (mpopescu@infim.ro)
National Institute of Materials Physics, 077125-Bucharest-Magurele, Ilfov, Atomistilor str. 105 bis, P. O. Box MG. 7, Romania

Rezumat

Au fost preparate multistraturi orodate de tip Langmuir-Blodgett din stearat de bariu cu nanotuburi de carbon. Dispersia nanotuburilor în masa de molecule amfilice a fost obținută cu ajutorul unui compus sulfonic puternic tensioactiv. Au fost preparate probe cu concentrații diferite de nanotuburi de carbon. Multistraturile prezintă diferențe mari de conductivă electrică. Multistraturile fără nanotuburi prezintă rezistențe electrice foarte mari, de ordinul a 23 GΩ. Pentru concentrații de 0.005 % masic, rezistivitatea multistraturii este de 20 - 60 kΩ. Au fost depuse multistraturi pe suporturi de alumina, prevăzute cu electrozi și încălzitor de platina pentru testarea efectului de senzor. S-a observat o sensibilitate puternică a materialului testat la concentrații de dioxid de azot (NO₂) de 2.5 ppm și la temperaturi ale senzorului de 50 și 100 °C. Materialul este insensibil la prezența oxidului de carbon și a metanului. Scăderea rezistenței electrice sub influența unei concentrații minime de dioxid de azot este de 5.68 % pentru proba cu concentrația de nanotuburi de carbon de 0.005 % masic, iar pentru proba cu concentrația 0.01% masic este de 4.27%. Desorbția dioxidului de azot și revocarea la rezistența inițială se realizează prin încălzirea senzorului peste o temperatură critică specifică combinației nanotub - NO₂. Senzorul de gaz NO₂ are avantajul funcționării la temperaturi apropiate de cea a camerei, a sensibilității mari (1,99) la concentrații foarte mici de gaz și a foarte bune selectivități în cazul amestecului cu alte gaze. Se are în vedere detecta urmelor de NO₂ în procese industriale și în depistarea și prevenirea acțiunilor de terorism chimic.

Introducere

Un strat subțire Langmuir - Blodgett (LB) conține unul sau mai multe straturi monomoleculare transferate de pe suprafața unui lichid pe un substrat solid. Prin imprărirea unei soluții amfilice pe suprafața apei se obține un strat la suprafața apei, inițial dezordonat, care poate fi ordonat prin comprimarea acestuia cu ajutorul unor bariere mobile (Fig. 1). Monostraturile formate prin comprimare cu ajutorul barierelor reprezintă o împachetare compactă de molecule amfilice (acizi grași). Cel mai important indicator al proprietăților monostraturii de material amfilic este dat de măsurarea presiunii superficiale în funcție de aria suprafeței apei la temperatură constantă. Astfel este obținută o izoterma prin comprimarea stratului cu ajutorul barierelor (Fig. 2). Prin examinarea zonelor de pe izoterma se observă ca monostraturile trec prin mai multe faze corespunzătoare diferitelor forme de organizare a moleculelor amfilice pe suprafața apei. Multistraturile organizate se obțin prin introducerea și extragerea substratului în apa menținând tensiunea superficială constantă.

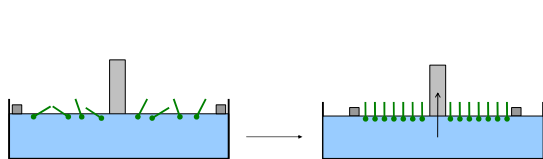


Fig. 1. Metoda de depunere

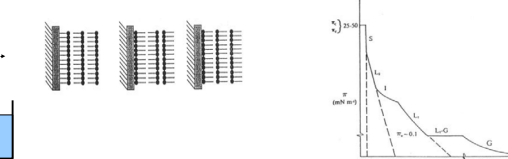


Fig. 2. Izoterma II - A

Preparare

S-au preparat solții de stearat de Ba amestecate cu nanotuburi de carbon. Pentru dispersarea nanotuburilor de carbon în soluția de stearat de bariu și benzen s-a folosit o substanță tensioactivă bazată pe sulfonatul de dodecil-benzen (SDB). Dispersarea la nivel molecular a fost realizată prin centrifugare și ultrasunare. Depunerile de straturi subțiri LB au fost realizate folosind aparatul KSV 5003 (Fig. 3). Folosind această metoda de depunere au fost preparate și depuse următoarele compoziții:

- P.I. 5 monostraturi + 0.4 ml din soluția: 0.05 g Stearat de Ba + 0.05g SDB + 16 ml Benzen pe substrat de sticlă
- P.II. 5 monostraturi + 0.4 ml din soluția: 0.05 g Stearat de Ba + 0.05g SDB + 16 ml Benzen + 0.005 g Nanotuburi de Carbon pe substrat de sticlă
- P.III. 5 monostraturi + 0.4 ml din soluția: 0.05 g Stearat de Ba + 0.05g SDB + 16 ml Benzen + 0.01 g Nanotuburi de Carbon pe substrat de senzor
- P.IV. 5 monostraturi + 0.4 ml din soluția: 0.05 g Stearat de Ba + 0.05g SDB + 16 ml Benzen + 0.005 g Nanotuburi de Carbon pe substrat de senzor

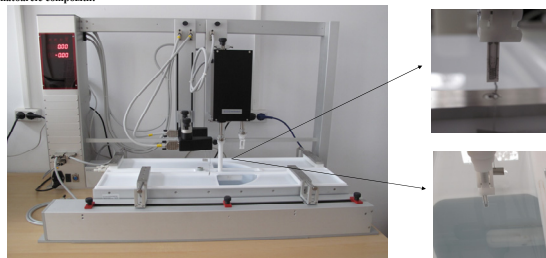


Fig. 3. Aparatul KSV 5003

Rezultate

Pentru caracterizarea straturilor subțiri obținute au fost efectuate măsurări de difracție de radiații X și măsurări de conductivă pentru probele P.I și P.II. (Figs. 4, 5). Pentru testarea efectului de senzor a fost folosită o instalație specială de mixare de gaze. Rezultatele sunt arătate în Fig. 6.

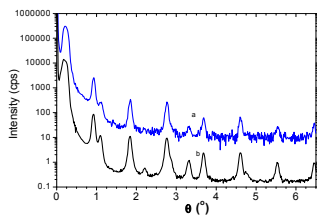


Fig. 4. Diagrama de difracție de radiații X, a) P.I, b) P.II.

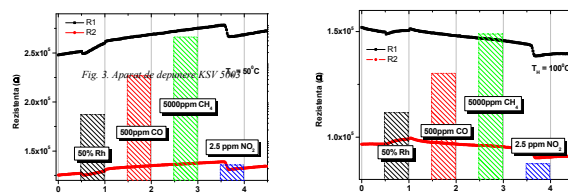


Fig. 5. Conductivă electrică a straturilor subțiri LB a) P.I, b) P.II.

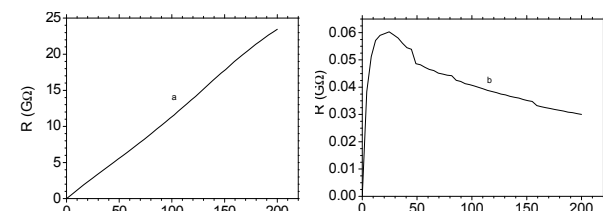


Fig. 6. Măsurări ale efectului de senzor

Se poate observa o sensibilitate puternică a materialului testat la concentrații de dioxid de azot (NO₂) de 2.5 ppm și la temperaturi ale senzorului de 50°C. Materialul este insensibil la prezența oxidului de carbon și a metanului deci putem spune ca acesta este selectiv la temperaturi apropiate de temperatura camerei. Scăderea rezistenței electrice sub influența unei concentrații minime de dioxid de azot este de 5.68 % sau o diferență de rezistență de 7.891 kΩ. Astfel se pot prepara straturi LB cu nanotuburi de carbon de rezistență diferită, rezistența fiind invers proporțională cu procentele masice de nanotuburi folosite în soluție. Din grafic se vede ca absorbția gazului se face în timp (5 min) iar desorbția se presupune ca are loc prin încălzirea senzorului peste o temperatură critică specifică combinației nanotub - NO₂. Materialul este insensibil

Concluzii

Au fost produse straturi de tip Langmuir-Blodgett din stearat de bariu în amestec cu nanotuburi de carbon. Materialul depus pe un suport ceramic prevăzut cu contacte electrice s-a dovedit a fi sensibil la dioxidul de azot (NO₂), în condițiile temperaturii ambiante. Materialul bazat pe compozitul stearat-nanotuburi de carbon poate fi folosit cu succes în detectare valorilor foarte mici de concentrații de dioxid de azot. Selectivitatea sa este excelentă iar operarea senzorului se face la temperatura ambiante, ceea ce îl face convenabil pentru aplicații industriale

Mulumiri

Autorii sunt recunoscători Ministerului Educației, Cercetării și Sportului care a finanțat această cercetare în cadrul proiectului CNSIS- IDEI Nr. 1356/2008.

Referințe

- [1] G. Roberts, Ed. Langmuir-Blodgett Films, Plenum Press, New York (1990).
- [2] M. Popescu, F. Sava, A. Lőrinczi, G. Socol, I. N. Mihailescu, A. Tomescu, C. Simion, "Structure, properties and gas sensing effect of SnSe₂ films prepared by pulsed laser deposition", J. Non-Cryst. Solids 353(18-21), pag. 1865-1869 (2007).
- [3] Shu Peng, Kyeongjae Cho, Pengfei Qi, Hongjie Dai, Chemical Physics Letters, 387, Issues 4-6, pp. 271-276 (2004).