



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2022 00593

(22) Data de depozit: 28/09/2022

(41) Data publicării cererii:
29/03/2024 BOPI nr. 3/2024

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
MICROTEHNOLOGIE-IMT BUCUREȘTI,
STR.EROU IANCU NICOLAE 126A,
VOLUNTARI, IF, RO

(72) Inventatori:
• ȘERBAN BOGDAN CĂȚĂLIN,
STR.LIVIU REBREANU, NR.32A, BL.PM.70,
SC.2, ET.4, AP.80, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;

• BUIU OCTAVIAN, STR. CETATEA DE
BALTĂ NR.26, BL.P10, SC.E, ET.1, AP.72,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• MARINESCU MARIA ROXANA,
ȘOS.IANCULUI NR.68, ET.1, AP.2,
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;
• DUMBRĂVESCU NICULAE,
STR. AGATHA BĂRSESCU NR. 18,
BL. V30B, SC. 2,
AP. 39, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
• PACHIU CRISTIANA, BD.IULIU MANIU,
NR.52-72, BL.3, SC.C, AP.112, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) SENZOR GRAVIMETRIC DE ETANOL

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un senzor cu unde acustice de suprafață destinat monitorizării concentrației de vapori de etanol. Senzorul conform invenției este alcătuit dintr-un substrat piezoelectric, o pereche de traductori interdigitali și un strat sensibil la etanol, constituit din nanohibride binare de tipul nanohornurilor carbonice oxifluorurate/oxid de zinc, senzorul fiind de tipul cu linie dublă de întârziere pentru a compensa driftul termic, și în acest scop, o linie de întârziere este acoperită cu nanohibridul binar sensibil la variația concentrației de etanol, iar a doua linie de întârziere este substratul piezoelectric fără strat sensibil.

Revendicări: 8
Figuri: 2

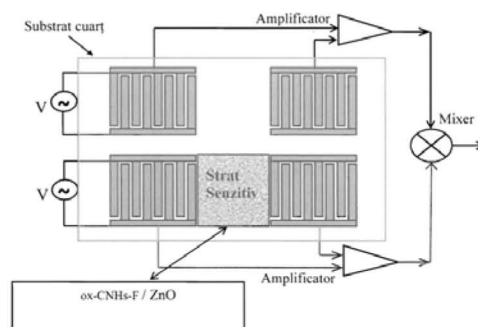
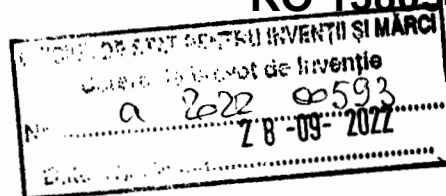


Fig. 2

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





20

SENZOR GRAVIMETRIC DE ETANOL

Bogdan- Catalin Serban, Octavian Buiu, Nicolae Dumbravescu, Roxana Maria Marinescu, Cristina Pachiu

Descriere:

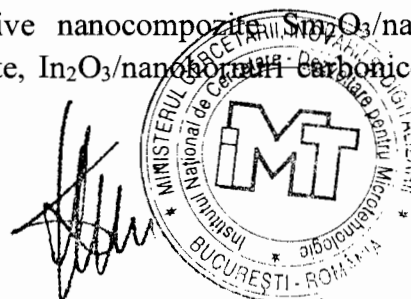
Monitorizarea nivelului de etanol reprezintă un proces important în diverse domenii de activitate casnică și industrială precum: industria vinului (de exemplu, monitorizarea proceselor de fermentare), managementul și siguranța traficului auto (senzori pentru măsurarea alcoolemiei, portabili sau chiar incluși în tabloul de bord al mașinilor), industria alimentară (etanolul, alături de dioxidul de carbon, reprezintă principalul metabolit de alterare al fructelor proaspat tăiate), industria celulozei, domeniul medical (monitorizarea respirației) [1 - 3].

Alături de senzorii optici, [4, 5], electrochimici[6-8], chemirezistivi[9, 10], senzorii cu unde acustice de suprafață sunt frecvent utilizați pentru detecția și monitorizarea etanolului [11-14]. Oxizii metalici semiconductori reprezintă o clasă importantă de compusi utilizați ca straturi sensibile în designul senzorilor de etanol [15-22]. Materialele nanocarbonice precum oxidul de grafena, grafena, nanotuburile de carbon, nanohornurile carbonice oxidate reprezintă o altă clasă de compusi utilizați ca straturi sensibile în monitorizarea concentrației vaporilor de etanol [23-35].

Cererea de brevet de invenție **CN104569081A** cu titlul "*Ethanol gas sensor based on In_2O_3 microflower/ SnO_2 nanoparticle composite material and preparation method of sensor*" (卢单宇 刘咏刘凤敏孙鹏荣喜双) se referă la designul unui senzor etanol de tip rezistiv care utilizează ca straturi senzitive matrice compozite de tipul In_2O_3/SnO_2 . Substratul senzorului revendicat este constituit din Al_2O_3 , electrozii fiind manufacturați din aur. Stratul sensibil la moleculele de etanol are o suprafață specifică mare ($34.4m^2/g$), fiind relativ omogen. Grosimea materialului compozit variază în jurul a $400 \sim 500 \mu m$.

Modelul utilitar **CN203772790U** cu titlul "Alcohol sensor based on zinc oxide nano-structure (叶柏盈)" se referă la designul unui senzor etanol de tip rezistiv care utilizează ca straturi sensibile ZnO . Substratul senzorului este constituit din siliciu, sticlă, sau sticlă organică. Electrozii sunt constituiti din aur, argint, cupru sau aluminiu. Stratul sensibil are o grosime de 200- 300 nm.

Cererea de brevet de invenție **OSIM A00233** cu titlul "*Senzor de etanol și procedeu de obținere a acestuia*" (Bogdan-Cătălin Șerban, Octavian Buiu, Cornel Cobianu, Octavian Ionescu, Dragos Vârșescu, Roxana Marinescu, Nicolae Dumbrăvescu) se referă la obținerea unor noi senzori chemirezistivi de etanol utilizând ca straturi senzitive nanocompozite SnO_2O_3 /nanohornuri carbonice oxidate, Gd_2O_3 /nanohornuri carbonice oxidate, In_2O_3 /nanohornuri carbonice oxidate.



Senzorul propus este constituit dintr-un substrat dielectric precum cuarțul, electrozi (aur, platină, etc.) și stratul senzitiv la etanol, obținut prin metoda sol – gel și după prin drop casting și/sau spin coating. Materiile prime necesare pentru sinteza solului sunt: precursorul inițial (hidrat de acetat de gadoliniu), solventul (metoxietanol și izopropanol, 1: 4 v/v), stabilizatorul (dietilenetriamina) și nanohornurile de carbon oxidate.

Cererea de brevet de invenție **CN109085206A** cu titlul " A kind of Fe₂O₃-TiO₂ The preparation method of gas sensor (江建兴李敏王帅从晓彤孙晓) se referă la designul unui senzor etanol de tip rezistiv care utilizează ca straturi senzitive matrice compozite Fe₂O₃-TiO₂. Stratul senzitiv are o suprafața specifică de 122.46m²/ g. Senzorul revendicate prezintă selectivitate și specificitate.

Cererea de brevet de invenție **OSIM A00232** cu titlul "*Senzor chemirezistiv de etanol*" (Bogdan-Catalin Șerban, Octavian Buiu, Cornel Cobianu, Octavian Ionescu, Dragoș Vârșescu, Roxana Marinescu, Nicolae Dumbrăvescu) se referă la obținerea unor noi senzori chemorezistivi de etanol utilizând ca straturi senzitive nanocompozite TiO₂/La₂O₃/nanohornuri carbonice oxidate. Senzorul propus este constituit dintr-un substrat dielectric precum sticlă, electrozi (aluminiu, cupru, crom, etc.) și stratul senzitiv la etanol, obținut prin metoda sol –gel drop casting și/sau spin coating. Materiile prime necesare pentru sinteza solului sunt: precursorul (etoxidul de titan (IV)), solventul (etanol absolut), catalizatorul (acidul azotic), apa, nanohornurile de carbon oxidate, La₂O₃. Substratul dielectric poate fi format din sticlă (cu grosime ce variază între 50 micrometri și 5 mm).

Cererea de brevet de invenție **RO133635A2** cu titlul "*Strat senzitiv pentru senzor de etanol și procedeu de obținere a acestuia*" (Bogdan-Cătălin Șerban, Octavian Buiu, Cornel Cobianu, Octavian Narcis Ionescu, Dragoș-Alexandru-Cristian Vârșescu, Viorel Marian Avramescu, Maria Roxana Marinescu, Nicolae Dumbrăvescu) se referă la un senzor rezistiv de etanol utilizând ca straturi senzitive matrice nanocompozite de tip CuO/nanohornuri carbonice oxidate. Materiile prime necesare sintezei solului sunt: precursorul- Cu(CH₃COO)₂ *2 H₂O, solventul - etanolul, stabilizatorul (polietilenglicolul cu mase moleculare cuprinse între 6.000 și 8.000), nanohornurile carbonice oxidate. Nanocompozitul după prin metodele spin coating și drop casting pe un substrat dielectric cuarț conferă senzorului câteva avantaje semnificative precum detecție pe un domeniu larg de temperatură și răspunsul rapid al senzorului la variații ale concentrației de etanol.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția prezentă constă în obținerea de noi straturi senzitive la variația nivelului concentrației de vapori de etanol. Filmele senzitive descrise în această invenție se utilizează în designul unui senzor cu unde acustice de suprafață (SAW). Un dispozitiv cu unde acustice de suprafață este compus, uzual, dintr-un substrat piezoelectric, o pereche de traductori interdigitali, precum și un strat senzitiv la gazul analizat. Semnalul electric, aplicat unuia dintre traductori, generează o undă acustică de suprafață care se propagă către celălalt traductor, unda mecanică fiind convertită în semnal electric



18

Acești senzori utilizează drept strat senzitiv un nou nanohibrid binar de tipul nanohornuri carbonice oxifluorurate (**Fig. 1**)- ZnO.

Senzorul utilizat este de tip „linie de întârziere” (delay line), dual, realizat pe un substrat piezoelectric de cuarț. Senzorul prezintă o linie dublă de întârziere pentru a compensa driftul termic. Astfel, o linie de întârziere este acoperită cu nanohibridul binar sensibil la variația concentrației de etanol, cea de-a doua linie de întârziere fiind substratul piezoelectric fără strat senzitiv. Pentru a obține un semnal datorat exclusiv interacției chimice a moleculelor de etanol cu nanocompozitul binar, semnalul asociat liniei de întârziere fără strat senzitiv poate fi scăzut din semnalul liniei de întârziere acoperită cu stratul senzitiv (schema diferențială - **Fig. 2**). Straturile senzitive se depun pe substrat piezoelectric de cuarț prin metoda " drop casting" sau spin coating.

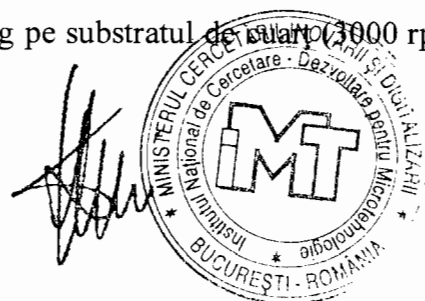
Sinteza ox-CNHS-F se realizează prin tratamentul nanohornurilor carbonice simple, precum și a materialelor carbonice de tip ceapă în plasmă de tip F₂-N₂ și Ar-O₂. Utilizarea ca straturi senzitive a ox-CNHS-F/ZnO câteva avantaje semnificative:

- prezența funcțiunilor oxigenate, generate prin tratamentul materialelor nanocarbonice simple în plasmă de Ar-O₂, asigură gradul de hidrofilicitate necesar interacției etanolul;
- prezența atomilor de fluor micșorează histerezisul prin efectul lor hidrofob;
- datorită electronegativității mărite, atomii de fluor cresc polaritatea suprafeței materialului nanocarbonic, creând dipoli temporari care facilitează interacția cu moleculele de etanol;
- stabilitate chimică și termică;
- proprietăți mecanice superioare;
- detecție la temperatura camerei;

Exemplul 1

Etapele necesare obținerii stratului senzitiv ox-CNHS-F sunt următoarele:

1. Sinteza CNHS-F se realizează prin tratament în plasmă de F₂ și N₂ (amestec volumic 1:10) la o presiune de 1 bar, în reactor de nichel, la temperatura camerei. Timpul de injecție este de 5 minute, timpul de expunere variind între 1 și 3 minute;
2. Oxidarea CNHS-F se realizează prin tratament în plasmă de Ar/O₂ (amestec volumetric 3/1), în tub de cuarț, la o presiune de 5 torr, la temperatura camerei. Timpul de injecție este de 5 minute, timpul de expunere variind între 4 și 6 minute;
3. Dispersia ox-CNHS-F se prepară prin dizolvarea a 4 mg de ox-CNHS-F în 10 mL alcool izopropilic, sub agitare magnetică timp de trei ore, la temperatura camerei;
4. Dispersiei obținute la punctul anterior i se adaugă 1 mg nanopudra de ZnO și se supune agitarii magnetică timp de 12 ore, la temperatura camerei;
5. Dispersia obținută se depune prin metoda spin coating pe substratul de cuarț (3000 rpm, timp de 60 s);



14

6. Filmul obținut se supune încălzirii la 100⁰C, timp de 120 minute;
7. Filmul obținut se supune unui tratament termic final, la 200⁰C, timp de 15 minute.

Exemplul 2

Etapele necesare obținerii stratului senzitiv ox-CNHS-F sunt următoarele:

1. Sinteza ox- CNHS se realizează prin tratament în plasmă de Ar-O₂ (amestec volumetric 3/1), în tub de cuarț, la o presiune de 3 torr, la temperatura camerei. Timpul de injecție este de 5 minute, timpul de expunere variind între 1 și 4 minute.
2. Fluorurarea ox- CNHS se realizează prin tratament în plasmă de F₂ și N₂ (amestec volumic 1:10) la o presiune de 0,5 bari, în reactor de nichel, la temperatura camerei. Timpul de injecție este de 2 minute, timpul de expunere variind între 1 și 3 minute.
3. Dispersia ox-CNHS-F se prepară prin dizolvarea a 4 mg de CNHS-F în 3 mL alcool izopropilic, sub agitare magnetică timp de trei ore, la temperatura camerei.
4. Dispersiei obținute la punctul anterior i se adauga 1 mg nanopudra de ZnO și se supune agitarii magnetică timp de 12 ore, la temperatura camerei;
5. Dispersia obținută se depune prin metoda spin coating pe substratul de cuarț (3000 rpm, timp de 60 s);
6. Filmul obținut se supune încălzirii la 100⁰C, timp de 120 minute;
7. Filmul obținut se supune unui tratament termic final, la 200⁰C, timp de 15 minute.

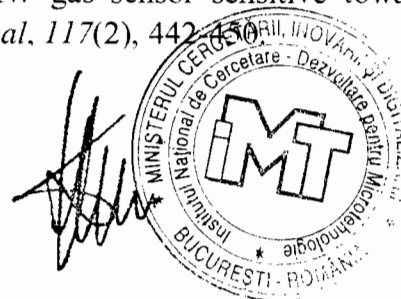


SENZOR GRAVIMETRIC DE ETANOL

Bogdan- Catalin Serban, Octavian Buiu, Nicolae Dumbravescu, Roxana Maria Marinescu, Cristina Pachiu

Referințe:

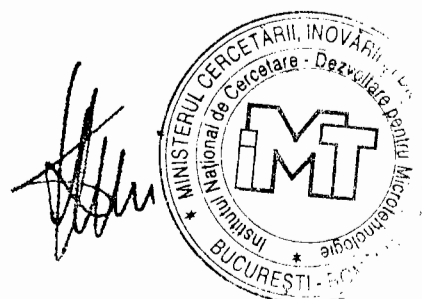
1. Dharmalingam, G., Sivasubramaniam, R., & Parthiban, S. (2020). Quantification of ethanol by metal-oxide-based resistive sensors: A review. *Journal of Electronic Materials*, 49(5), 3009-3024.
2. Gai, L. Y., Lai, R. P., Dong, X. H., Wu, X., Luan, Q. T., Wang, J., ... & Xie, W. F. (2022). Recent advances in ethanol gas sensors based on metal oxide semiconductor heterojunctions. *Rare Metals*, 1-25.
3. Serban, B. C., Buiu, O., Brezeanu, M., Ionescu, O., & Cobianu, C. (2018). Short communication Nanostructured semiconducting metal oxides for ethanol gas sensing. A possible HSAB interpretation. *SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 21(1), 93-96.
4. Jiang, Y., Yi, Y., Brambilla, G., & Wang, P. (2021). High-sensitivity, fast-response ethanol gas optical sensor based on a dual microfiber coupler structure with the Vernier effect. *Optics Letters*, 46(7), 1558-1561.
5. Liu, D., Kumar, R., Wei, F., Han, W., Mallik, A. K., Yuan, J., ... & Wu, Q. (2018). High sensitivity optical fiber sensors for simultaneous measurement of methanol and ethanol. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 271, 1-8.
6. Xu, C., Wang, J., & Zhou, J. (2013). Nanoporous PtNi alloy as an electrochemical sensor for ethanol and H₂O₂. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 182, 408-415.
7. Nahirny, E. P., Bergamini, M. F., & Marcolino-Junior, L. H. (2020). Improvement in the performance of an electrochemical sensor for ethanol determination by chemical treatment of graphite. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 877, 114659.
8. Xu, C., Sun, F., Gao, H., & Wang, J. (2013). Nanoporous platinum-cobalt alloy for electrochemical sensing for ethanol, hydrogen peroxide, and glucose. *Analytica chimica acta*, 780, 20-27.
9. Piliai, L., Tomeček, D., Hruška, M., Khalakhan, I., Nováková, J., Fitl, P., ... & Vršata, M. (2020). New insights towards high-temperature ethanol-sensing mechanism of ZnO-Based chemiresistors. *Sensors*, 20(19), 5602.
10. Yan, W., Chen, Y., Zeng, X., Wu, G., Jiang, W., Wei, D., ... & Qin, Y. (2021). Ultrasensitive ethanol sensor based on segregated ZnO-In₂O₃ porous nanosheets. *Applied Surface Science*, 535, 147697.
11. Ippolito, S. J., Ponzoni, A., Kalantar-Zadeh, K., Wlodarski, W., Comini, E., Faglia, G., & Sberveglieri, G. (2006). Layered WO₃/ZnO/36° LiTaO₃ SAW gas sensor sensitive towards ethanol vapour and humidity. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 117(2), 442-450.



12. Penza, M., Antolini, F., & Vittori-Antisari, M. (2005). Carbon nanotubes-based surface acoustic waves oscillating sensor for vapour detection. *Thin solid films*, 472(1-2), 246-252.
13. Jahanshahi, P., Wei, Q., Jie, Z., & Zalnezhad, E. (2018). Designing a non-invasive surface acoustic resonator for ultra-high sensitive ethanol detection for an on-the-spot health monitoring system. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 23(4), 394-404.
14. Constantinoiu, I., & Viespe, C. (2020). ZnO metal oxide semiconductor in surface acoustic wave sensors: A review. *Sensors*, 20(18), 5118.
15. Ying, Z., Wan, Q., Song, Z. T., & Feng, S. L. (2004). SnO₂ nanowhiskers and their ethanol sensing characteristics. *Nanotechnology*, 15(11), 1682.
16. Van Hieu, N., Kim, H. R., Ju, B. K., & Lee, J. H. (2008). Enhanced performance of SnO₂ nanowires ethanol sensor by functionalizing with La₂O₃. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 133(1), 228-234.
17. Song, X., Wang, Z., Liu, Y., Wang, C., & Li, L. (2009). A highly sensitive ethanol sensor based on mesoporous ZnO-SnO₂ nanofibers. *Nanotechnology*, 20(7), 075501.
18. Zhang, Y., He, X., Li, J., Miao, Z., & Huang, F. (2008). Fabrication and ethanol-sensing properties of micro gas sensor based on electrospun SnO₂ nanofibers. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 132(1), 67-73.
19. Shi, L., & Lin, H. (2011). Preparation of band gap tunable SnO₂ nanotubes and their ethanol sensing properties. *Langmuir*, 27(7), 3977-3981.
20. Wang, Z., & Liu, L. (2009). Synthesis and ethanol sensing properties of Fe-doped SnO₂ nanofibers. *Materials Letters*, 63(11), 917-919.
21. Nascimento, E. P., Firmino, H. C., Santos, A. M., Sales, H. B., Silva, V. D., Macedo, D. A., ... & Menezes, R. R. (2021). Facile synthesis of hollow F-doped SnO₂ nanofibers and their efficiency in ethanol sensing. *Journal of the American Ceramic Society*, 104(3), 1297-1308.
22. Liu, L., Li, S., Wang, L., Guo, C., Dong, Q., & Li, W. (2011). Enhancement ethanol sensing properties of NiO-SnO₂ nanofibers. *Journal of the American Ceramic Society*, 94(3), 771-775.
23. Pargoletti, E., Tricoli, A., Pifferi, V., Orsini, S., Longhi, M., Guglielmi, V., ... & Cappelletti, G. (2019). An electrochemical outlook upon the gaseous ethanol sensing by graphene oxide-SnO₂ hybrid materials. *Applied Surface Science*, 483, 1081-1089.
24. Zhang, C., Hou, Z. L., Zhang, B. X., Fang, H. M., & Bi, S. (2018). High sensitivity self-recovery ethanol sensor based on polyporous graphene oxide/melamine composites. *Carbon*, 137, 467-474.
25. Li, Y., Luo, N., Sun, G., Zhang, B., Lin, L., Jin, H., ... & Zhang, Z. (2018). In situ decoration of Zn₂SnO₄ nanoparticles on reduced graphene oxide for high performance ethanol sensor. *Ceramics International*, 44(6), 6836-6842.



26. Tiwary, P., Chatterjee, S. G., Singha, S. S., Mahapatra, R., & Chakraborty, A. K. (2021). Room temperature ethanol sensing by chemically reduced graphene oxide film. *FlatChem*, 30, 100317.
27. Shabaneh, A. A., Girei, S. H., Arasu, P. T., Rahman, W. B. W. A., Bakar, A. A. A., Sadek, A. Z., ... & Yaacob, M. H. (2014). Reflectance response of tapered optical fiber coated with graphene oxide nanostructured thin film for aqueous ethanol sensing. *Optics Communications*, 331, 320-324.
28. Hernaez, M., Mayes, A. G., & Melendi-Espina, S. (2017). Graphene oxide in lossy mode resonance-based optical fiber sensors for ethanol detection. *Sensors*, 18(1), 58.
29. Gao, D., Yang, X., Teng, P., Kong, D., Liu, Z., Yang, J., ... & Copner, N. (2020). Optofluidic in-fiber on-line ethanol sensing based on graphene oxide integrated hollow optical fiber with suspended core. *Optical Fiber Technology*, 58, 102250.
30. Khalaf, A. L., Arasu, P. T., Lim, H. N., Paiman, S., Yusof, N. A., Mahdi, M. A., & Yaacob, M. H. (2017). Modified plastic optical fiber with CNT and graphene oxide nanostructured coatings for ethanol liquid sensing. *Optics express*, 25(5), 5509-5520.
31. Maity, D., Rajavel, K., & Kumar, R. T. R. (2018). Polyvinyl alcohol wrapped multiwall carbon nanotube (MWCNTs) network on fabrics for wearable room temperature ethanol sensor. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 261, 297-306.
32. Shabaneh, A., Girei, S., Arasu, P., Mahdi, M., Rashid, S., Paiman, S., & Yaacob, M. (2015). Dynamic response of tapered optical multimode fiber coated with carbon nanotubes for ethanol sensing application. *Sensors*, 15(5), 10452-10464.
33. Shabaneh, A. A., Girei, S. H., Arasu, P. T., Rashid, S. A., Yunusa, Z., Mahdi, M. A., ... & Yaacob, M. H. (2014). Reflectance response of optical fiber coated with carbon nanotubes for aqueous ethanol sensing. *IEEE Photonics Journal*, 6(6), 1-10.
34. Shaalan, N. M., Ahmed, F., Rashad, M., Saber, O., Kumar, S., Aljaafari, A., ... & Ezzeldien, M. (2022). Low-Temperature Ethanol Sensor via Defective Multiwalled Carbon Nanotubes. *Materials*, 15(13), 4439.
35. Jiang, Z., Wang, J., Meng, L., Huang, Y., & Liu, L. (2011). A highly efficient chemical sensor material for ethanol: Al₂O₃/Graphene nanocomposites fabricated from graphene oxide. *Chemical Communications*, 47(22), 6350-6352.
36. Cobianu, C., Serban, B. C., Dumbravescu, N., Buiu, O., Avramescu, V., Pachiu, C., ... & Cobianu, C. (2020). Organic-inorganic ternary nanohybrids of single-walled carbon nanohorns for room temperature chemiresistive ethanol detection. *Nanomaterials*, 10(12), 2552.

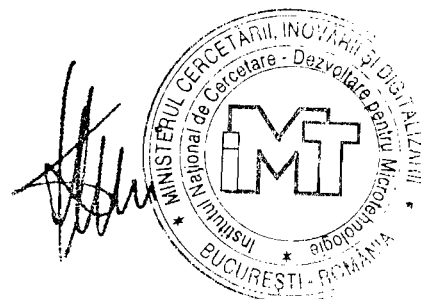


SENZOR GRAVIMETRIC DE ETANOL

Bogdan- Catalin Serban, Octavian Buiu, Nicolae Dumbravescu, Roxana Maria Marinescu, Cristina Pachi

Revendicari:

1. Senzor cu unde acustice de suprafață (SAW) de monitorizare a concentrației de vapori de etanol **caracterizat prin aceea că** este alcătuit dintr-un substrat piezoelectric, o pereche de traductori interdigitali și un strat sensibil la etanol constituit din nanohibride binare de tipul nanohornuri carbonice oxifluorurate/oxid de zinc.
2. Nanohornurile carbonice oxifluorurate utilizate în condițiile revendicării 1, **se caracterizează prin aceea că** se găsesc în nanocompozitul binar într-un procent masic ce variază între 50-80 % .
3. Nanohornurile carbonice oxifluorurate utilizate în condițiile revendicării 1, **se caracterizează prin aceea că se sintetizează prin tratamentul nanohornurilor carbonice simple în plasma de de F_2-N_2 urmat de tratamentul în plasma de $Ar-O_2$.**
4. Nanohornurile carbonice oxifluorurate utilizate în condițiile revendicării 1, **se caracterizează prin aceea că se sintetizează prin tratamentul nanohornurilor carbonice simple în plasma de de $Ar-O_2$ urmat de tratamentul în plasma de F_2-N_2 .**
5. Substratul piezoelectric utilizat în condițiile revendicării 1 **se caracterizează prin aceea că** este realizat din cuarț, niobat de litiu, tantalat de litiu.
6. Stratul sensibil de tipul nanohornuri carbonice oxifluorurate/oxid de zinc redus descris în condițiile revendicării **se caracterizează prin aceea că** se obține prin metoda "drop casting" pe un substrat de cuarț, niobat de litiu, tantalat de litiu.
7. Stratul sensibil de tipul nanohornuri carbonice oxifluorurate/oxid de zinc redus descris în condițiile revendicării **se caracterizează prin aceea că** se obține prin metoda "spin coating" pe un substrat de cuarț, niobat de litiu, tantalat de litiu.
8. Straturile sensibile descrise în condițiile revendicării 1 **se caracterizează prin aceea că** se utilizează în senzori cu unde acustice de suprafață (SAW) pentru măsurarea și monitorizarea nivelului de etanol.



SENZOR GRAVIMETRIC DE ETANOL

Bogdan- Catalin Serban, Octavian Buiu, Nicolae Dumbravescu, Roxana Maria Marinescu, Cristina Pachiu

Desene:

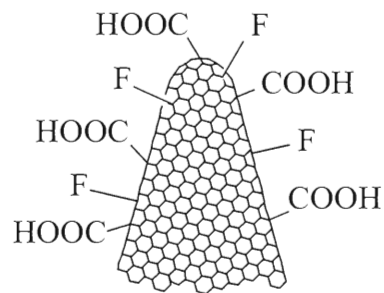


Fig. 1

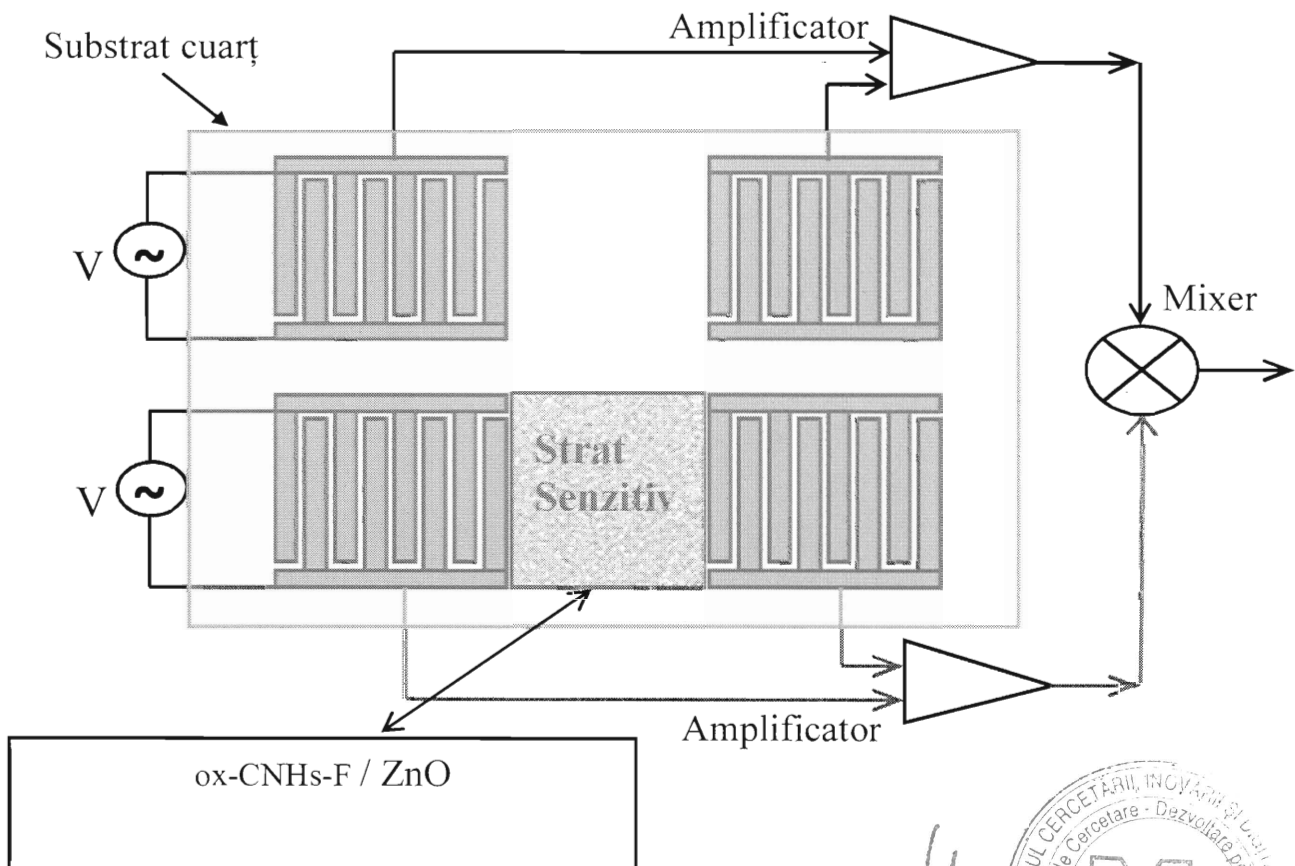


Fig. 2

