

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2022 00313

(22) Data de depozit: 08/06/2022

(41) Data publicării cererii:
29/12/2023 BOPI nr. 12/2023

(71) Solicitant:

- INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
MICROTEHNOLOGIE-IMT BUCUREȘTI,
STR. EROU IANCU NICOLAE 126A,
VOLUNTARI, IF, RO;
- UNIVERSITATEA "VALAHIA" DIN
TÂRGOVIȘTE, BD. REGELE CAROL I NR.2,
TÂRGOVIȘTE, DB, RO

(72) Inventatori:

- ȘERBAN BOGDAN CĂTĂLIN,
STR.LIVIU REBREANU, NR.32A, BL.PM.70,
SC.2, ET.4, AP.80, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;
- BIU OCTAVIAN, STR. CETATEA DE
BALȚĂ NR.26, BL.P10, SC.E, ET.1, AP.72,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
- BUMBAC MARIUS,
STR. GRIGORE BĂLEANU, NR.106, SAT
BĂLENI ROMÂNI, COMUNA BĂLENI, DB,
RO;
- NICOLESCU CRISTINA MIHAELA,
STR.SOARELUI, NR.17, TÂRGOVIȘTE, DB,
RO

(54) SENZOR REZISTIV DE AMONIAC

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un senzor rezistiv de amoniac utilizat la monitorizarea concentrației de amoniac a diverselor zone industriale, amoniacul fiind un gaz toxic care determină o iritație puternică a nasului și a gâtului la concentrații de 500 ppm, iar la concentrații de peste 1000 ppm provoacă edem pulmonar. Senzorul conform invenției este constituit dintr-un substrat dielectric realizat din Kapton cu grosimea cuprinsă între 50 μ m și 5 mm, pe suprafața acestui substrat sunt depuși doi electrozi prin printare directă, pulverizare catodică sau evaporare, electrozii fiind constituiți din același material de Al, Cr, Cu sau Au sau din materiale diferite și pot avea o configurație liniară sau interdigitată, peste substratul cu electrozii se depune un strat senzitiv sub formă de film subțire nanocompozit binar ox - CNH - F - polianilină dopată, procentul masic de ox - CNH - F în stratul senzitiv fiind variabil între 60...80%, depunerea stratului senzitiv pe substratul dielectric de Kapton cu electrozi liniari sau interdigitați realizându-se din dimetilformamidă prin metoda "drop casting".

Revendicări: 11

Figuri: 5

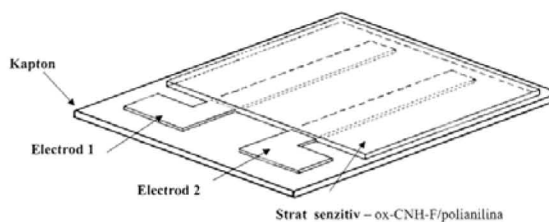


Fig. 4

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).



SENZOR REZISTIV DE AMONIAAC

Inventatori:

Bogdan Cătălin ȘERBAN, Octavian BUIU, Marius BUMBAC, Cristina Mihaela NICOLESCU

Descriere

Amoniacul (NH_3), gaz natural care este prezent în întreaga atmosferă, este un compus corosiv pentru piele, ochi, gât și plămâni, combustiv și exploziv în amestec cu aerul. Acțiunea sa toxică este una complexă. Iritația puternică a nasului și gâtului apare la 500 ppm, în timp ce expunerea la 1000 ppm sau mai mult provoacă edem pulmonar. Amoniacul, una dintre cele mai importante materii prime industriale din lume, este utilizat pe scară largă în multe domenii, inclusiv în industria chimică și petrochimică (reprezintă un intermediar cheie în sinteza multor compuși chimici precum ureea, hidroxilamina și carbonatul de amoniu), industria frigorifică, în industria hârtiei (ca albitor), în medii domestice (ca produs de curățare multifuncțional care poate fi utilizat pe mai multe suprafețe) [1 - 6]. Astfel, piața senzorilor de amoniac este într-o continua expansiune [7].

Diverse materiale precum polimerii [8-14], oxizii semiconductori [15 - 19] sau complecșii pe baza de cupru [20 - 21] au fost utilizate ca straturi senzitive în detecția amoniacului.

Brevetul de invenție **WO 2013/040190** cu titlul „Low concentration ammonia nanosensor” (Samuilov Vladimir) se referă la obținerea unor noi senzori rezistivi pentru monitorizarea concentrației de amoniac. Filmul sensibil are o grosime medie de 50- 100 nm și este constituit dintr-o matrice nanocompozită de tip polianilină- nanotuburi de carbon. Polianilina utilizată este dopată cu acid camforsulfonic, nanotuburile de carbon fiind funcționalizate cu octadecilamină. Electrozii sunt constituiți din nichel, platină, paladiu, aur, substratul fiind realizat din sticlă.

Brevetul de invenție **US 8,646,311** cu titlul „Sensors for hydrogen, ammonia” (Patrick T. Moseley) se referă la obținerea unor noi senzori rezistivi pentru monitorizarea concentrației de amoniac. Stratul sensibil revendicat este constituit din Cr_2O_3 modificat astfel încât un procent mic de cationi Cr^{3+} sunt substituiți cu cationi de metale tranzitionale cu valența mai mare decât 4 (molibden sau tungsten). Electrozii sunt constituiți din aur, substratul fiind realizat din ceramică.

Cererea de brevet de invenție **US 5,252,292A** cu titlul „Ammonia sensor” (Mitsutoshi Hirata, Ryutoku Yosomiya, Soichiro Takenishi) se referă la obținerea unor noi senzori rezistivi pentru monitorizarea concentrației de amoniac. Filmul sensibil utilizat constă dintr-o matrice nanocompozită polimer conductiv – polianilină. Polimerii conductivi pot fi electroliți cu masă moleculară mare, polianilina sintetizând-se prin polimerizare electrochimică. Raportul masic polianilină/polimer conductiv variază între limitele 10/90 până la 90/10. Electrozii sunt, de preferință, fabricați dintr-un metal conductor cu o rezistență excelentă la coroziune, cum ar fi platină, aur, paladiu sau altele asemenea. Ca substrat izolator, se utilizează în mod obișnuit o ceramică, cum ar fi sticla, alumina sau altele asemenea.



[Faint circular stamp]
[Handwritten signature]

Brevetul de invenție **US 4,350,660A** cu titlul „Ammonia gas sensors” (Grenville A. Robinson Peter N. Kember, Derek K. Burns) revendică obținerea unor noi detectori rezistivi pentru monitorizarea concentrației de amoniac. Filmul sensibil utilizat este constituit din ftalocianină de cupru. Substratul este realizat din sticlă, electrozii fiind constituiți din aluminiu. Stratul sensibil are o grosime ce variază între 100 și 10.000 Å.

Nu în ultimul rând, materialele nanocarbonice și-au dovedit utilitatea ca straturi sensibile în detecția și monitorizarea concentrației de amoniac utilizând diverse tipuri de senzori [22 - 29].

Nanohornurile carbonice, materiale cu o structură tubulară, înrudite cu nanotuburile de carbon, prezintă o opțiune interesantă ca straturi sensibile în manufacturarea senzorilor de gaze [30 - 31].

Cererea de brevet de invenție **RO00473 A** cu titlul "Senzor de dioxid de carbon" (Bogdan- Catalin Serban, Octavian Buiu, Cornel Cobianu, Maria Roxana Marinescu) se referă la obținerea unor noi senzori gravimetrice pentru monitorizarea concentrației de dioxid de carbon. Filmele sensibile descrise în această invenție se utilizează în designul unui senzor cu unde acustice de suprafață (SAW).

Straturile sensibile descrise în această invenție, utilizate pentru obținerea unor senzori de dioxid de carbon, sunt nanohornuri carbonice și materiale nanocarbonice de tip ceapă funcționalizate cu grupări de tipul $-CO-NH-CH_2-CH_2-NH-CH_2-CH_2-NH_2$, notate generic CNHs-R-NH-R-NH₂ și CNOs-R-NH-R-NH₂.

Acest tip de funcționalizare conferă selectivitate materialului nanocarbonic de tip nanohorn prin grefarea de grupări de tip amină primară și amină secundară, alifatică. Aminele primare și secundare alifatică, potrivit teoriei HSAB, sunt baze tari și pot interacționa reversibil, la temperatura camerei, cu dioxidul de carbon (acid tare), cu formare de carbamați.

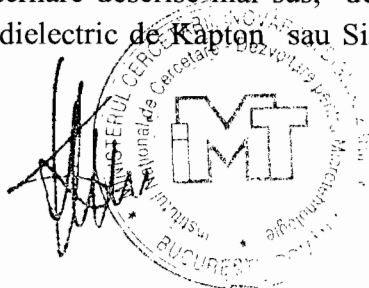
Senzorul utilizat este de tip „linie de întârziere” (delay line), dual, realizat pe un substrat piezoelectric de cuarț. Senzorul prezintă o linie dublă de întârziere pentru a compensa driftul termic.

Cererea de brevet de invenție **RO133637A2** cu titlul "Senzor de etanol și procedeu de obținere a acestuia" (Bogdan Cătălin Șerban, Octavian Buiu, Cornel Cobianu, Octavian Narcis Ionescu, Dragoș-Alexandru-Cristian Varsescu, Maria Roxana Marinescu, Niculae Dumbravescu) se referă la un senzor rezistiv de etanol utilizând ca straturi sensibile matrice nanocompozite In_2O_3 /nanohornuri carbonice oxidate, Sm_2O_3 /nanohornuri carbonice oxidate, Gd_2O_3 /nanohornuri carbonice oxidate. Rezistența senzorului variază proporțional cu concentrația etanolului în gazul analizat.

Cererea de brevet de invenție **RO 00479A**, cu titlul "Senzor rezistiv pentru umiditatea relativă" (Bogdan - Catalin Serban, Octavian Buiu, Cornel Cobianu, Maria Roxana Marinescu) revendică obținerea de noi straturi sensibile la variația valorii umidității relative, utilizate în designul unor senzori de tip rezistiv.

Straturile sensibile descrise în această invenție, utilizate pentru obținerea unor senzori rezistivi de umiditate, sunt nanocompozite binare de tipul: a) nanohornuri carbonice oxidate/lignosulfonat de sodiu; b) materiale nanocarbonice oxidate de tip ceapă/lignosulfonat de sodiu sau nanocompozite ternare de tipul nanohornuri carbonice oxidate/ materiale nanocarbonice oxidate de tip ceapă/lignosulfonat de sodiu.

Utilizarea nanocompozitelor binare și ternare descrise mai sus, depuse ca straturi sensibile prin metoda "drop casting" pe un substrat dielectric de Kapton sau Si/SiO_2 , prezintă câteva avantaje semnificative:



- modificarea rapidă a rezistenței stratului sensibil la variații ale valorii umidității relative;
- îmbunătățirea proprietăților mecanice și procesabilitatea stratului sensibil;
- prezența materialelor nanocarbonice conferă un raport mare suprafață specifică / volum;
- detecție pe un domeniu larg de temperatură;
- caracterul hidrofil al nanohornurilor carbonice oxidate, precum și al materialelor nanocarbonice oxidate de tip ceapă;
- caracterul dispersant al lignosulfonatului de sodiu care facilitează obținerea unui strat sensibil cu o distribuție uniformă a materialului nanocarbonic;

Straturile sensibile descrise în această invenție, care pot fi utilizate pentru obținerea unor senzori rezistivi de amoniac sunt nanocompozite binare, conținând nanohornuri carbonice oxifluorurate (**Fig.1**) și polianilină dopată (**Fig. 2 și 3**).

Sinteza ox-CNHS-F se realizează prin tratamentul nanohornurilor carbonice simple în plasmă de tip F₂-N₂ și Ar-O₂.

Din punct de vedere al principiului de detecție, rezistența stratului sensibil variază cu nivelul concentrației de amoniac, ambele materiale utilizate prezentând o conducție de tip p.

Utilizarea nanocompozitelor binare ox-CNHS-F/ polianiline ca straturi sensibile în monitorizarea concentrației de amoniac câteva avantaje semnificative:

- atât polianilina, cât și materialul nanocarbonic utilizat sunt semiconductoare de tip p, rezistența acestora variind odată cu variația concentrației de amoniac;
- prezența funcțiilor oxigenate de tip carboxil, generate prin tratamentul materialelor nanocarbonice simple în plasmă de Ar-O₂, este esențială în procesul de dopare al emeraldinei, cu formarea de polianilină conductoare de tip p;
- atomii de fluor, prin efectul inductiv atrăgător de electroni, cresc numărul de purtători în nanohornuri carbonice. Cum în ambele structuri nanocarbonice conducția se realizează prin goluri (purtători de tip p), sensibilitatea materialului pentru moleculele de amoniac crește;
- 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 amoniac.
- stabilitate chimică și termică;
- proprietăți mecanice superioare;
- detecție la temperatura camerei;
- datorită interacțiilor de tip π - π între polianilina și materialul nanocarbonic de tip nanohorn, procesul de de-dopare este mai puțin probabil;

Funcționalizarea materialelor nanocarbonice în plasmă de F₂-N₂ și Ar-O₂ are avantajul (prin varierea tipului de plasmă, a timpului de expunere, precum și a puterii acesteia) că poate asigura un raport atomic optim C:F:O, conferind sincron o sensibilitate corespunzătoare, precum și o micșorare a histerezisului.

Substratul sensorului este realizat din Kapton și are o dimensiune de 8 mm, electrozii fiind constituiți din aur. Ei pot fi liniari (**Fig. 4**) sau pot avea o configurație interdigitată (**Fig. 5**). Capacitatea de monitorizare a concentrației de amoniac este investigată prin aplicarea unui curent constant între cei doi electrozi și măsurarea tensiunii la diferite valori ale nivelului de amoniac la care este expus stratul sensibil de tipul ox-CNHS-F- polianilină.



[Handwritten signature]

În cele ce urmează se prezintă etapele necesare pentru obținerea straturilor sensitive la umiditate relativă, precum și pentru obținerea senzorilor rezistivi de amoniac.

În cele ce urmează se prezintă etapele necesare pentru obținerea straturilor sensitive precum și pentru obținerea senzorilor rezistivi de amoniac.

A. Etapele necesare obținerii stratului sensibil ox-CNHS-F sunt următoarele:

- 1) Sinteza CNHS-F se realizează prin tratament în plama de F₂ și N₂ (amestec volumic 1:6), la o presiune de 0,6 bari, în reactor de nichel, la temperatura camerei. Timpul de injecție este de 2 minute, iar timpul de expunere poate varia între 3 și 5 minute.
- 2) Oxidarea CNHS – F se realizează prin tratament în plasma de Ar/O₂ (amestec volumetric 4/1), în tub de cuarț, la o presiune de 5 Torr, la temperatura camerei. Timpul de injecție este de 3 minute, iar timpul de expunere poate varia între 3 și 5 minute.

B. Sinteza polianilinei dopate cu nanohornuri carbonice oxidate.

- 1) Polianilina, ca bază liberă (emeraldină), se prepară prin oxidarea chimică a anilinei cu peroxidisulfatul de amoniu (**Fig. 5**) :

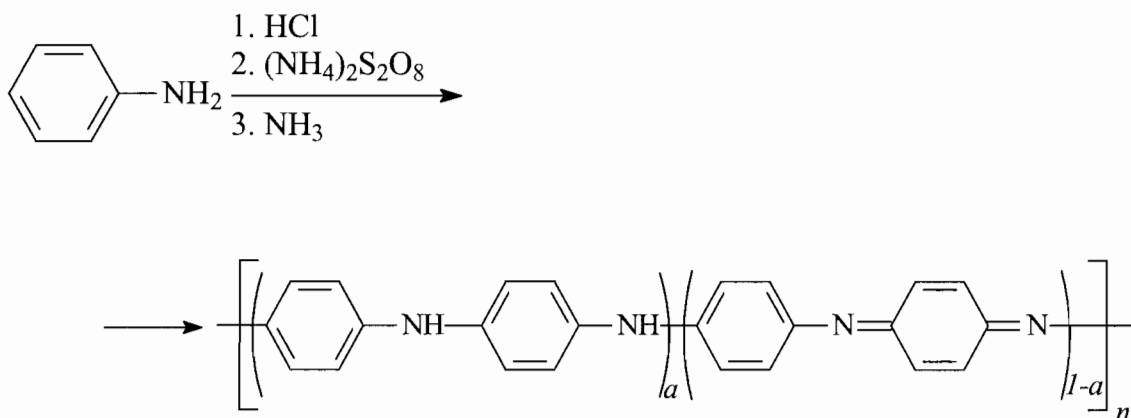
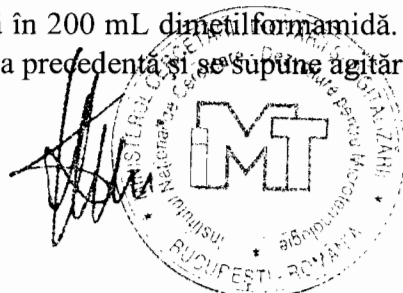


Fig. 5 - Sinteza emeraldinei

Anilina (14,72 g, 0.16 moli) se dizolvă în 500 mL apă distilată. Se adaugă 80 mL soluție de acid clorhidric 37.5% peste soluția inițială. Amestecul de reacție se agită în baie de gheață timp de patru ore. După adăugarea peroxidisulfatul de amoniu (36,48g, 0.16 mol), noul amestec de reacție se plasează în refrigerat și se menține la o temperatură constantă de 4°C, timp de patru ore.

După aceasta, amestecul de reacție obținut se diluează cu apă. Polianilina formată ca precipitat se filtrează, se spală cu 400 mL apă deionizată, apoi cu o soluție de concentrație 30% de NH₄OH, apoi 300 mL apă deionizată. Polianilina solidă, separată, se usucă în etuvă la 80 °C timp de 4 ore.

- 2) Ox- CNH-F este utilizat pentru doparea emeraldinei, cu formarea anilinei conductive (**Fig. 6**). 100 mg de ox-CNHS-F se adaugă în 200 mL dimetilformamidă. Soluției nou formate i se adaugă 10 mg emeraldină sintetizată în etapa precedentă și se supune agitării cu agitator magnetic timp de 6 ore.



Handwritten signature

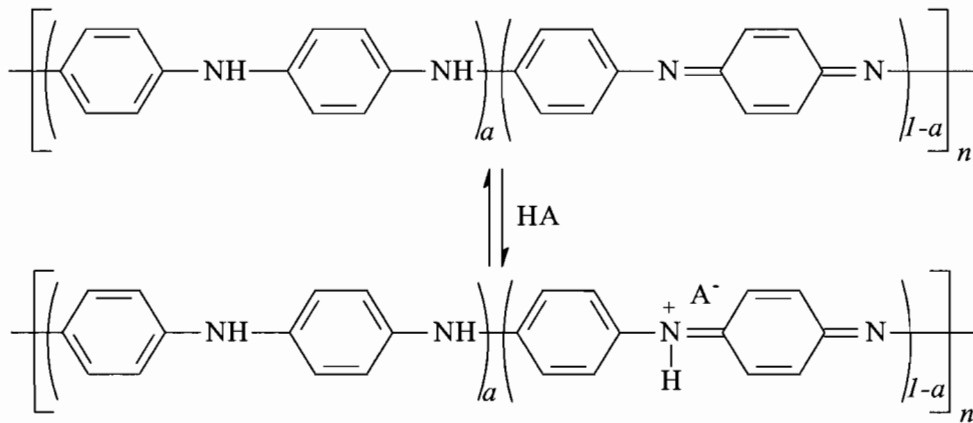


Fig. 6 - Sinteza polianilinei conductive prin dopare (protonarea emeraldinei)
(HA reprezintă ox-CN_H-F)

3) După aceasta, polianilina dopată se filtrează și se spală cu apă și alcool etilic .

C. Obținerea stratului senzitiv polianilină dopată cu nanohornuri carbonice oxidate

- 1 Dispersia de ox-CN_Hs-F – polianilina se prepară prin dizolvarea a 10 mg de nanocompozit in dimetilformamida , sub agitare magnetică timp de 90 minute, la temperatura camerei.
2. Dispersia obtinuta se depune prin metoda” drop casting”, utilizand un substrat de Kapton, cu electrozi liniari sau cu electrozi interdigitati (dupa ce in prealabil s-a realizat mascarea zonei de contacte).
3. Startul senzitiv obtinut se supune unui tratament termic la 100⁰C, timp de trei ore, in vid.

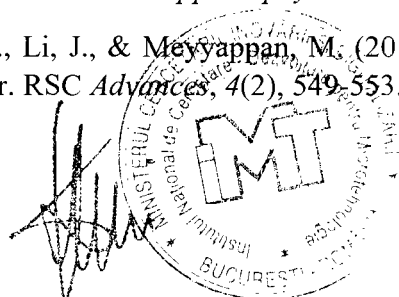


SENZOR REZISTIV DE AMONIA**Inventatori:****Bogdan Cătălin ȘERBAN, Octavian BUIU, Marius BUMBAC, Cristina Mihaela NICOLESCU****Bibliografie**

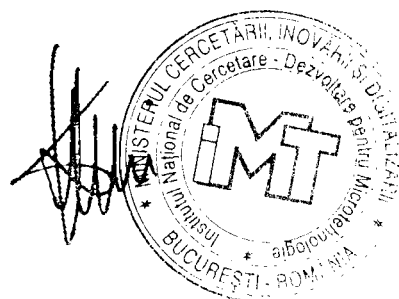
1. Timmer, B., Olthuis, W., & Van Den Berg, A. (2005). Ammonia sensors and their applications — a review. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 107(2), 666-677.
2. Kwak, D., Lei, Y., & Maric, R. (2019). Ammonia gas sensors: A comprehensive review. *Talanta*, 204, 713-730.
3. Aarya, S., Kumar, Y., & Chahota, R. K. (2020). Recent advances in materials, parameters, performance and technology in ammonia sensors: a review. *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, 30(2), 269-290.
4. Bielecki, Z., Stacewicz, T., Smulko, J., & Wojtas, J. (2020). Ammonia gas sensors: Comparison of solid-state and optical methods. *Applied Sciences*, 10(15), 5111.
5. Insausti, M., Timmis, R., Kinnersley, R., & Rufino, M. C. (2020). Advances in sensing ammonia from agricultural sources. *Science of The Total Environment*, 706, 135124.
6. Serban, B. C., Buiu, O., Cobianu, C., Brezeanu, M., Bumbac, M., & Nicolescu, C. M. (2018). Nanostructured semiconducting metal oxides for ammonia sensors. A novel HSAB sensing paradigm. *Acta Chimica Slovenica*, 65(4), 1014-1021.
7. <https://www.alltheresearch.com/report/37/ammonia-nh3-gas-sensor>
8. Tanguy, N. R., Thompson, M., & Yan, N. (2018). A review on advances in application of polyaniline for ammonia detection. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 257, 1044-1064.
9. Kharat, H. J., Kakde, K. P., Savale, P. A., Datta, K., Ghosh, P., & Shirsat, M. D. (2007). Synthesis of polypyrrole films for the development of ammonia sensor. *Polymers for Advanced Technologies*, 18(5), 397-402.
10. Ullah, H., Ayub, K., Ullah, Z., Hanif, M., Nawaz, R., & Bilal, S. (2013). Theoretical insight of polypyrrole ammonia gas sensor. *Synthetic metals*, 172, 14-20.
11. Hernandez, S. C., Chaudhuri, D., Chen, W., Myung, N. V., & Mulchandani, A. (2007). Single polypyrrole nanowire ammonia gas sensor. *Electroanalysis: An International Journal Devoted to Fundamental and Practical Aspects of Electroanalysis*, 19 (19-20), 2125-2130.
12. Šetka, M., Drbohlavová, J., & Hubálek, J. (2017). Nanostructured polypyrrole-based ammonia and volatile organic compound sensors. *Sensors*, 17(3), 562.
13. Husain, A., Ahmad, S., & Mohammad, F. (2020). Electrical conductivity and ammonia sensing studies on polythiophene/MWCNTs nanocomposites. *Materialia*, 14, 100868.



14. Chabukswar, V. V., Pethkar, S., & Athawale, A. A. (2001). Acrylic acid doped polyaniline as an ammonia sensor. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 77(3), 657-663.
15. Chen, T. Y., Chen, H. I., Hsu, C. S., Huang, C. C., Wu, J. S., Chou, P. C., & Liu, W. C. (2015). Characteristics of ZnO nanorods-based ammonia gas sensors with a cross-linked configuration. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 221, 491-498.
16. Dar, G. N., Umar, A., Zaidi, S. A., Baskoutas, S., Hwang, S. W., Abaker, M., ... & Al-Sayari, S. A. (2012). Ultra-high sensitive ammonia chemical sensor based on ZnO nanopencils. *Talanta*, 89, 155-161.
17. Wang, Y. D., Wu, X. H., Su, Q., Li, Y. F., & Zhou, Z. L. (2001). Ammonia-sensing characteristics of Pt and SiO₂ doped SnO₂ materials. *Solid-State Electronics*, 45(2), 347-350.
18. Samà, J., Barth, S., Domènech-Gil, G., Prades, J. D., López, N., Casals, O., ... & Romano-Rodríguez, A. (2016). Site-selectively grown SnO₂ NWs networks on micromembranes for efficient ammonia sensing in humid conditions. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 232, 402-409.
19. Boomashri, M., Perumal, P., Khan, A., El-Toni, A. M., Ansari, A. A., Gupta, R. K., ... & Kumar, K. D. A. (2021). Zinc influence on nanostructured tin oxide (SnO₂) films as ammonia sensor at room temperature. *Surfaces and Interfaces*, 25, 101195.
20. Wang, L., Wang, Z., Xiang, Q., Chen, Y., Duan, Z., & Xu, J. (2017). High performance formaldehyde detection based on a novel copper (II) complex functionalized QCM gas sensor. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 248, 820-828.
21. Fu, T. (2015). A room temperature ammonia sensor based on nanosized copper hexacyanoferrate (II). *Sensors and Actuators B: Chemical*, 212, 487-494.
22. Tang, X., Debliquy, M., Lahem, D., Yan, Y., & Raskin, J. P. (2021). A Review on Functionalized Graphene Sensors for Detection of Ammonia. *Sensors*, 21(4), 1443.
23. Vikrant, K., Kumar, V., & Kim, K. H. (2018). Graphene materials as a superior platform for advanced sensing strategies against gaseous ammonia. *Journal of Materials Chemistry A*, 6(45), 22391-22410.
24. Bannov, A. G., Popov, M. V., Brester, A. E., & Kurmashov, P. B. (2021). Recent advances in ammonia gas sensors based on carbon nanomaterials. *Micromachines*, 12(2), 186.
25. Bekyarova, E., Davis, M., Burch, T., Itkis, M. E., Zhao, B., Sunshine, S., & Haddon, R. C. (2004). Chemically functionalized single-walled carbon nanotubes as ammonia sensors. *The Journal of Physical Chemistry B*, 108(51), 19717-19720.
26. Chopra, S., Pham, A., Gaillard, J., Parker, A., & Rao, A. M. (2002). Carbon-nanotube-based resonant-circuit sensor for ammonia. *Applied physics letters*, 80(24), 4632-4634.
27. Han, J. W., Kim, B., Li, J., & Meeyappan, M. (2014). A carbon nanotube based ammonia sensor on cellulose paper. *RSC Advances*, 4(2), 549-553.



28. Mackin, C., Schroeder, V., Zurutuza, A., Su, C., Kong, J., Swager, T. M., & Palacios, T. (2018). Chemiresistive graphene sensors for ammonia detection. *ACS applied materials & interfaces*, *10*(18), 16169-16176.
29. Synowczyk, A. W., & Heinze, J. (1993). Application of fullerenes as sensor materials. In *Electronic Properties of Fullerenes* (pp. 73-77). Springer, Berlin, Heidelberg.
30. Cobianu, C., Serban, B. C., Dumbravescu, N., Buiu, O., Avramescu, V., Pachiu, C., Bitu, B., Bumbac, M., Nicolescu C.M., Cobianu, C. (2020). Organic-inorganic ternary nanohybrids of single-walled carbon nanohorns for room temperature chemiresistive ethanol detection. *Nanomaterials*, *10*(12), 2552.
31. Serban, B. C., Cobianu, C., Buiu, O., Bumbac, M., Dumbravescu, N., Avramescu, V., Nicolescu, C.M., Brezeanu, M., Radulescu, C., Craciun, G., Romanitan, C., Comanescu, F. (2021). Quaternary Oxidized Carbon Nanohorns—Based Nanohybrid as Sensing Coating for Room Temperature Resistive Humidity Monitoring. *Coatings*, *11*(5), 530.



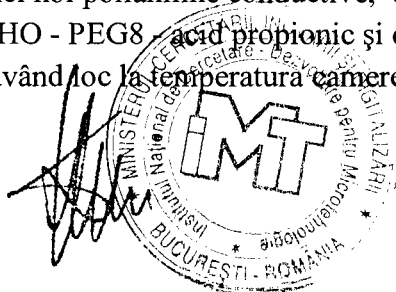
SENZOR REZISTIV DE AMONIAK

Inventatori:

Bogdan Cătălin ȘERBAN, Octavian BUIU, Marius BUMBAC, Cristina Mihaela NICOLESCU

Revendicari

1. Senzor rezistiv de monitorizare a concentrației de amoniac **care se caracterizează prin aceea că** este alcătuit dintr-un substrat dielectric, electrozi metalici și un strat senzitiv constituit dintr-un film subțire de nanocompozit binar ox-CNH-F- polianilina dopată.
2. Procedeu de preparare a unei noi polianiline conductive, **caracterizat prin aceea că** agentul dopant al emeraldinei este ox- CNH-F și că sinteza are loc în două etape, etapa dopării emeraldinei având loc la temperatura camerei, în dimetilformamidă.
3. Procentul masic de ox-CNH-F în stratul senzitiv variază între 60 și 80 %.
4. Substratul dielectric **se caracterizează prin aceea că** poate fi construit din Kapton și poate avea o grosime între 50 microni și 5 milimetri.
5. Electrozii utilizați **se caracterizează prin aceea că** se depun pe suprafața substratului dielectric prin printare directă, pulverizare catodică sau evaporare.
6. Electrozii utilizați **se caracterizează prin aceea că** pot fi constituiți din același material (aluminiu, crom, cupru, aur) sau din materiale diferite.
7. Electrozii utilizați **se caracterizează prin aceea că** pot fi liniari sau pot avea o configurație interdigitată.
8. Depunerea stratului senzitiv **se caracterizează prin aceea că** se realizează din dimetilformamida prin metoda "drop casting" pe substratul de Kapton cu electrozi liniari.
9. Depunerea stratului senzitiv **se caracterizează prin aceea că** se realizează din dimetilformamida prin metoda "drop casting" pe substratul de Kapton cu electrozi interdigați.
10. Utilizarea senzorilor rezistivi obținuți în condițiile revendicărilor 7-8 pentru monitorizarea concentrației de amoniac **se caracterizează prin aceea că** se aplică un curent constant între doi electrozi și se măsoară tensiunea electrică care traversează stratul senzitiv la diverse valori ale presiunii parțiale ale amoniacului.
11. Procedeu de preparare a unei noi polianiline conductive, **caracterizat prin aceea că** agentul dopant al emeraldinei este HO - PEG8, **acid propionic** și că sinteza are loc în două etape, iar etapa dopării emeraldinei având loc la temperatura camerei, în dimetilformamidă.



SENZOR REZISTIV DE AMONIAC

Inventatori:

Bogdan Cătălin ȘERBAN, Octavian BUIU, Marius BUMBAC, Cristina Mihaela NICOLESCU

Desene

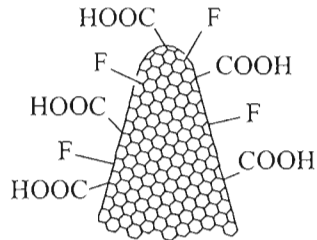


Fig. 1

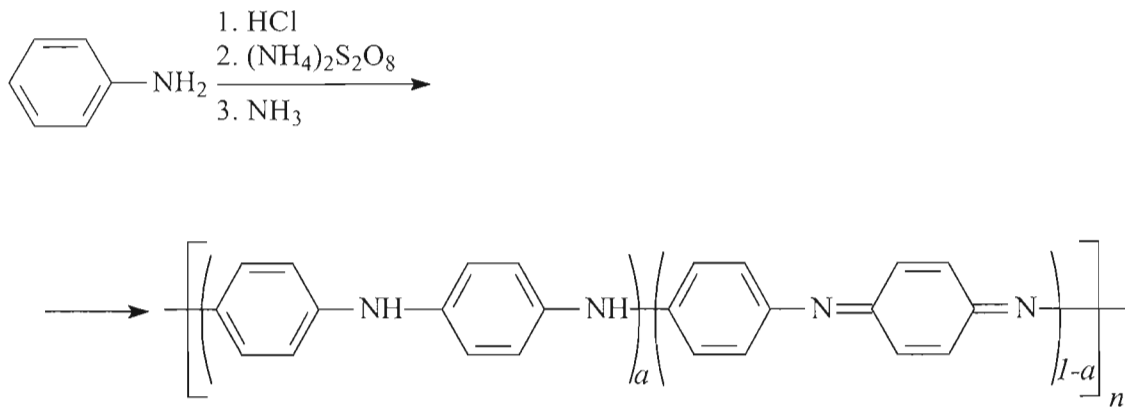


Fig. 2.

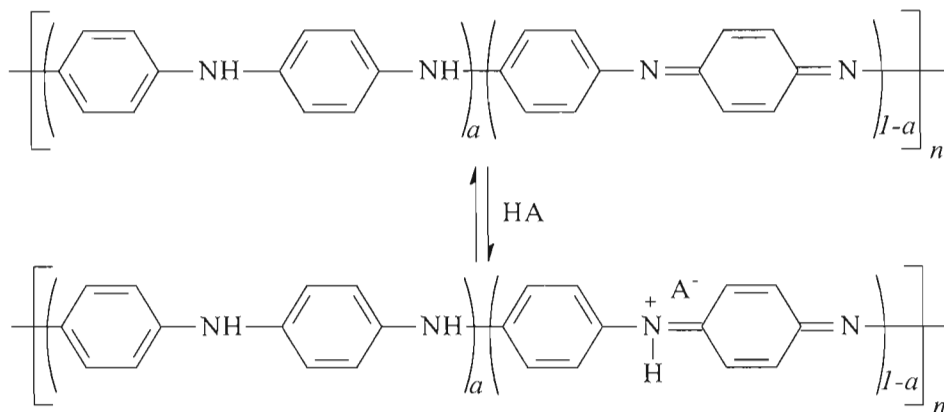
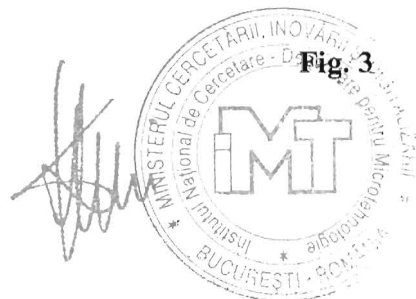


Fig. 3



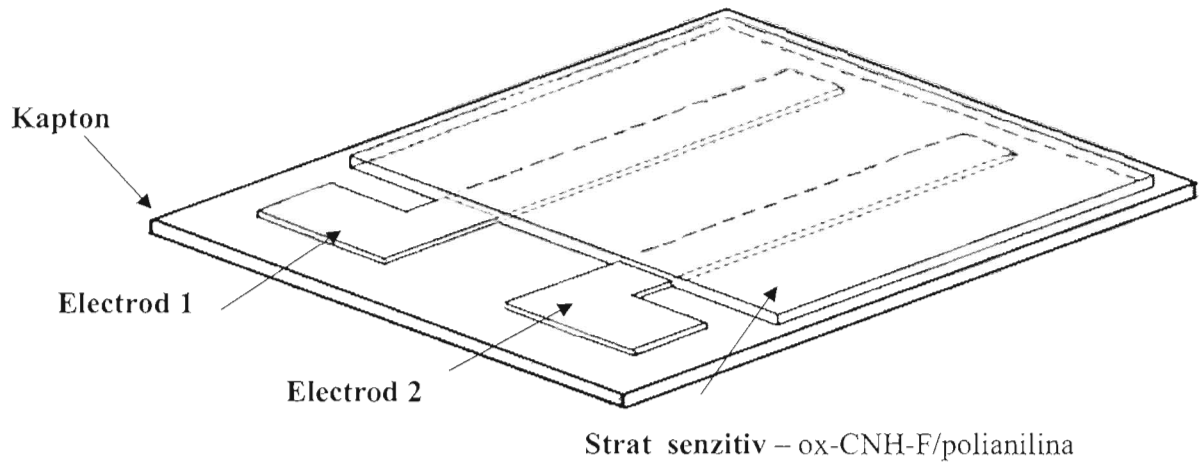


Fig. 4.

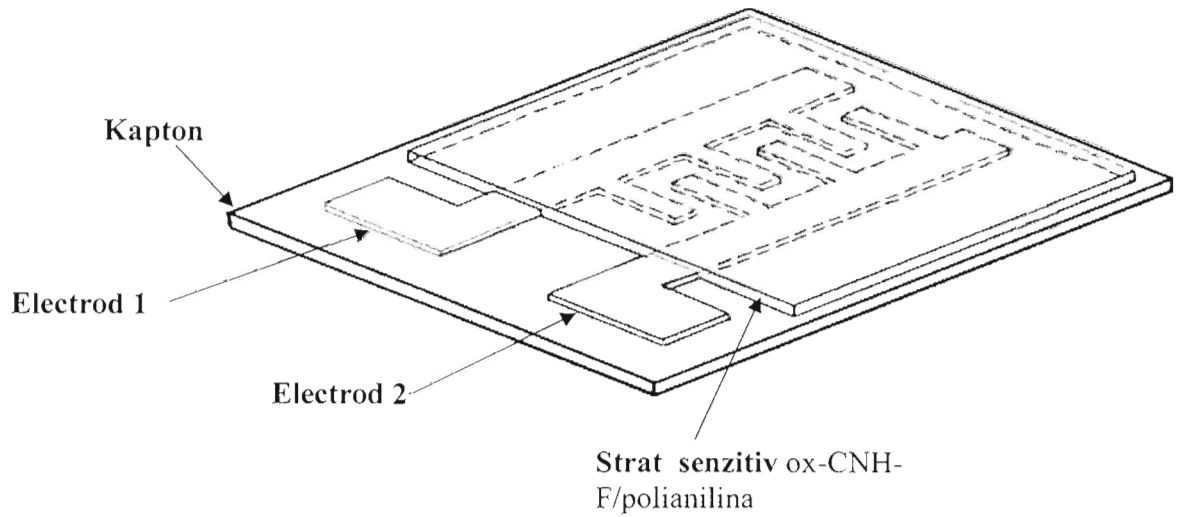


Fig. 5.

