



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2020 00434**

(22) Data de depozit: **24/07/2020**

(41) Data publicării cererii:  
**28/01/2022** BOPI nr. **1/2022**

(71) Solicitant:  
• **UNIVERSITATEA ALEXANDRU IOAN  
CUZA IAȘI, BD. CAROL I NR.22, IAȘI, IS,  
RO**

(72) Inventatori:  
• **DOROFTEI CORNELIU, BD.2GRĂNICERI,  
BL.37, SC.A, AP.16, FĂLTICENI, SV, RO;**  
• **LEONTIE LIVIU, STR. POPĂUȚI, NR.3,  
BL.550C, AP.4, IAȘI, IS, RO**

Data publicării raportului de documentare:  
**28.01.2022**

(54) **SENZOR CERAMIC CAPACITIV DE UMIDITATE RELATIVĂ  
A AERULUI**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un senzor ceramic capacitiv destinat măsurării umidității relative a aerului, senzorul având o configurație simplă, are o sensibilitate mare, un preț de cost redus, este stabil, are un domeniu larg de măsură, o bună stabilitate fizică și chimică, și un consum redus de energie electrică. Senzorul conform

invenției este constituit, ca element sensibil, dintr-un bloc ceramic poros prevăzut cu doi electrozi metalici poroși pe două suprafețe opuse, realizat din perovskitul aluminat de gadolinium  $GdAlO_3$ .

Revendicări: 1



## Senzor ceramic capacitiv de umiditate relativa a aerului

Invenția se referă la un senzor ceramic capacitiv destinat măsurării umidității relative a aerului. Invenția urmărește rezolvarea problemei realizării unui senzor de umiditate simplu, ieftin, stabil, cu gamă largă de măsură și cu consum redus de energie electrică.

*Senzorul* este un dispozitiv care detectează sau măsoară unele condiții sau proprietăți și înregistrează, indică sau uneori răspunde la informația primită. Astfel, senzorii au funcția de a converti un stimul într-un semnal măsurabil. Stimulii pot fi la origine mecanici, termici, electromagnetici, acustici sau chimici în timp ce semnalul măsurabil este tipic de natură electrică, deși pot fi de asemenea folosite semnale pneumatice, hidraulice și optice.

Caracteristicile principale ale senzorilor pot fi definite prin următorii parametri: domeniul de utilizare, sensibilitatea, rezoluția (cel mai mic increment măsurabil al stimulului), frecvența maximă a stimulului ce poate fi detectat (rapiditatea), acuratețea (eroarea de măsurare raportată în procente, la întreaga scală), dimensiunile și masa senzorului, temperatura de operare și condițiile de mediu, durata de viață (în ore sau număr de cicluri de operare), stabilitatea pe termen lung și costul.

Un senzor de umiditate relativă a aerului detectează molecule de apă din aer și produce un semnal ce corespunde concentrației vaporilor de apă din gaz.

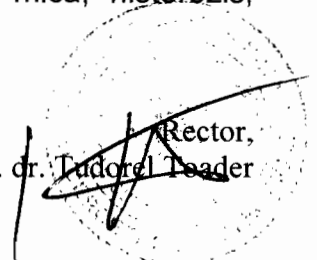
Umiditatea este un factor al mediului înconjurător care afectează multe industrii și tehnologii. Deci, este important să se poată detecta cu acuratețe nivelul de umiditate din atmosferă. Umiditatea relativă (RH) se definește ca fiind raportul dintre presiunea vaporilor de apă ( $p$ ) și presiunea vaporilor de apă saturați ( $p_s$ ) la o temperatură cunoscută, fiind exprimată în procente

$$RH = \frac{p}{p_s} \quad (1)$$

Pentru măsurarea umidității relative a aerului multe din soluțiile constructive propun dispozitive cu senzori de umiditate bazați pe patru metode principale de măsurare:

- **metoda higrometrică**, bazată pe proprietatea unor materiale, naturale sau sintetice, de a-și modifica dimensiunile funcție de umiditatea relativă a mediului ambiant. Higrometrele au numeroase dezavantaje: sensibilitate mică, histerezis,

Prof. dr. Tudorel Toader



precizie redusă, variația sensibilității în timp și cu temperatura, sensibilitate la contaminarea fizică și chimică.

- **metoda psihrometrică**, bazată pe principiul diferenței de temperatură dintre aerul umed și aerul saturat cu vapori de apă la aceeași valoare a umidității absolute. Un exemplu este metoda determinării punctului de rouă (metoda oglinzii reci), conform căreia o oglindă metalică este răcită termoelectric până când vaporii de apă din aer condensează și îi modifică proprietățile de reflexie. Prin măsurarea temperaturilor oglinzii și a aerului se determină automat, sau după curbe de etalonare, umiditatea relativă a aerului. O variantă mai veche a metodei folosește două termometre din care unul este umezit și răcit prin ventilare forțată.

Metoda este sigură și precisă, dar prezintă dezavantajul consumului mare de energie necesară pentru răcire sau ventilare, echipamentul este costisitor și necesită operații de întreținere, iar determinarea valorii umidității este anevoioasă deoarece necesită un echipament de calcul sau utilizarea unei familii de curbe de etalonare (diagrame Mollier).

- **metoda electrică rezistivă**, bazată pe variația conductivității electrice efective a unui material în prezența vaporilor de apă. Se cunosc mai multe variante ale metodei rezistive. În principiu senzorul rezistiv este format dintr-un suport, un strat sensibil la umiditate și doi electrozi peliculari sau filari dintr-un metal nobil în contact cu stratul sensibil. Măsurarea rezistenței electrice a senzorului se face obligatoriu în curent alternativ simetric cu frecvență mică, fără componentă continuă, din cauza pericolului de polarizare a electrozilor. Materialul sensibil poate fi o sare higroscopică îmbibată într-un material poros sau coloidal, un polimer conductor, sau un substrat ceramic activat chimic. Variația rezistenței cu umiditatea (sensibilitatea) este aproximativ exponențială și este de câteva ordine de mărime. Senzorii cu săruri higroscopice (LiCl, LiBr, etc.) au sensibilitate foarte mare, dar lucrează într-un domeniu redus de valori ale umidității, sunt sensibili la vapori chimici și își schimbă ireversibil proprietățile în prezența condensului. Senzorii cu straturi de polimer conductor și cei cu substrat ceramic activat sunt insensibili la condens, au un domeniu de măsură mare, dar au un coeficient de temperatură mare și, fiind peliculari, sunt sensibili la contaminare fizică și chimică. Toți senzorii rezistivi sunt sensibili la aerul impurificat cu gaze ce formează în prezența umidității electroliți (oxizi de sulf, oxizi de azot, amoniac, etc) care falsifică rezultatul măsurării umidității.

Prof. dr. Tăduleț Ioader

Rector,



- **metoda electrică capacitivă**, bazată pe variația constantei dielectrice efective a unui material dielectric poros în prezența vaporilor de apă. Între doi electrozi, dintre care unul poros, se află un strat de material dielectric (cu constantă dielectrică mică) cu pori (canale de dimensiuni nanometrice) în care este adsorbită o cantitate de molecule de apă (cu constantă dielectrică mare) funcție de umiditatea relativă a mediului ambiant. Capacitatea electrică a ansamblului, măsurată cu o punte de curent alternativ, este o măsură a umidității relative a aerului în scară aproximativ lineară. Dezavantajele metodei sunt determinate de variația redusă a capacității totale cu umiditatea datorită porozității mici, de dificultatea de a realiza senzori identici precum și de contaminarea ușoară a senzorilor cu pulberi, gaze sau vapori.

Senzorul ceramic capacitiv conform invenției înlătură dezavantajele senzorilor prezentați prin aceea că, în scopul obținerii unei sensibilități mari, a unui domeniu larg de măsură, a unei bune stabilități și a unei durate mari de exploatare, este realizat sub forma unui bloc ceramic poros din compusul oxidic de tip perovskit cu formula chimică  $GdAlO_3$  având electrozi poroși pe două suprafețe opuse. Materialul este un aluminat de gadolinu, cu conductivitate electrică foarte mică în stare uscată. Senzorul prezintă o sensibilitate mare într-un domeniu larg de umiditate relativă (0% - 98%), un timp de răspuns scurt, un coeficient de temperatură redus și o stabilitate fizică și chimică bună până la mai mult de 400 °C. Blocul ceramic este realizat prin presarea unei pulberi nanometrice preparate prin orice metodă, urmată de un tratament termic, astfel încât să se obțină o masă rezistentă mecanic, cu cristale submicronice și cu o porozitate de cca. 50 %. Suprafața activă, în contact cu aerul umed, este foarte mare și este, practic, în întregime în interiorul senzorului, fiind astfel ferită de impurități solide și de aerosoli. Pentru contaminarea chimică a întregii suprafețe ar fi nevoie de o mare cantitate de contaminanți. Senzorul poate fi curățat termic (regenerat) deoarece rezistă foarte bine la temperatură.

În continuare se prezintă un exemplu de aplicare a invenției la realizarea unui senzor ceramic capacitiv pentru măsurarea umidității relative a aerului. Se procedează după cum urmează:

- se prepară o pulbere nanocristalină de aluminat de gadolinu ( $GdAlO_3$ ) prin procedeul conform brevetului de invenție **RO 121300/2007** care descrie prepararea unei pulberi de ferită: (1) dozarea azotaților metalelor (în cantități ce respectă stoichiometria) 10% metal în apă deionizată, (2) adăugarea soluției de alcool polivinilic (10% alcool polivinilic în apă deionizată, raportul metal/alcool polivinilic este

Prof. dr. Tudorel Toader  
Rector,

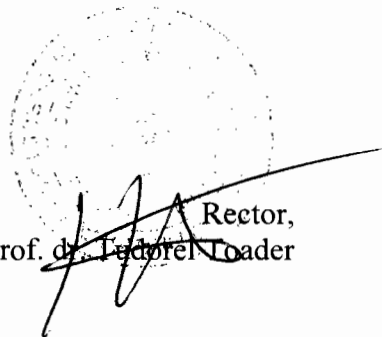
1/1), (3) adăugarea soluției de hidroxid de amoniu pentru creșterea valorii pH la aproximativ 8, (4) agitare la 80 °C rezultând un gel, (5) uscarea gelului la 120 °C și în final (6) auto-combustia inițiată de la o flacără externă rezultând o pulbere. Pulberea astfel obținută se tratează termic în aer la temperatura de 500 °C timp de 30 min. pentru eliminarea carbonului residual și a compușilor organici.

- din pulberea preparată se presează la 5000 daN/cm<sup>2</sup> discuri cu diametrul de 17 mm și grosimea de 2 mm;
- discurile presate se tratează termic cca. 7 ore la temperatura de 1000 °C. Rezultă o structură ce conține cristale de 0,2 ÷ 0,3 μm cu o porozitate de cca. 50 %;
- suprafețele plane se șlefuiesc, se curăță și se acoperă cu electrozi poroși din platină, aur, paladiu sau argint;
- discurile pregătite ca mai sus se montează în suporturi cu contacte pentru electrozi și cabluri pentru legătura la aparatul de măsurare a capacității electrice care poate fi o punte de curent alternativ la frecvența de 10 - 50 Hz sau un dispozitiv cu microcontroller ce integrează măsurarea capacității, conversia în unități de măsură a umidității relative și transmisia la distanță a datelor. Senzorul are porozitatea de cca. 50%, domeniul de măsură a umidității între 0% și 98% RH, variația capacității de peste 5000 de ori pe domeniul de măsură și caracteristica umiditate-capacitate aproape logaritmică.

Această sensibilitate deosebit de mare se datorează metodei de preparare folosită care permite obținerea unei structuri cu porozitate accentuată în care predomină porii deschiși, formând canale ce favorizează penetrarea, respectiv evacuarea vaporilor de apă în toată adâncimea senzorului.

Senzorul conform invenției prezintă următoarele avantaje:

- este simplu: un corp solid dintr-un singur material prevăzut cu doi electrozi;
- este stabil fizic și chimic: material ceramic, rezistent la temperaturi mari, fără compuși solubili în apă sau care ar putea reacționa cu substanțe din mediul ambiant;
- este foarte sensibil la umiditate și puțin sensibil la temperatură;
- acoperă o gamă largă de umiditate relativă a aerului, de la 0% până la apariția condensului;
- fiind poros și cu o foarte mare suprafață activă este rezistent la contaminare fizică sau chimică;
- în caz de contaminare poate fi regenerat termic;
- este ieftin și ușor de produs.

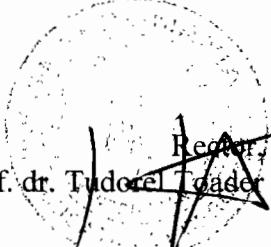
  
Rector,  
Prof. dr. Teodor Toader

## Revendicări

### Senzor ceramic capacitiv de umiditate relativa a aerului

1. Senzor ceramic capacitiv de umiditate relativă a **caracterizat prin aceea că**, în scopul obținerii de sensibilitate mare, domeniu de măsură larg, stabilitate chimică și termică superioare și timp de răspuns redus, utilizează drept element sensibil un bloc ceramic poros cu structură submicronică realizat din perovskitul **aluminat de gadolinu ( $GdAlO_3$ )** preparat prin orice procedeu, având electrozi metalici poroși depuși pe două suprafețe opuse.

Rector  
Prof. dr. Tudorel Toader





Cont IBAN: RO05 TREZ 7032 0F33 5000 XXXX  
Trezoreria Sector 3, București  
Cod fiscal: 4266081

Serviciul Examinare de Fond: Electricitate-Fizică

## RAPORT DE DOCUMENTARE

CBI nr. a 2020 00434	Data de depozit: 24/07/2020	Data de prioritate
Titlul invenției	SENZOR CERAMIC CAPACITIV DE UMIDITATE RELATIVĂ A AERULUI	
Solicitant	UNIVERSITATEA ALEXANDRU IOAN CUZA IAȘI, BD. CAROL I NR.22, IAȘI, RO	
Clasificarea cererii (Int.Cl.)	G01N27/22 (2006.01), G01W1/02 (2006.01)	
Domenii tehnice cercetate (Int.Cl.)	G01N, G01W	
Colecții de documente de brevet cercetate	RO, DE, GB, US, FR, EP, PCT,...	
Baze de date electronice cercetate	ROPATENT, EPOQUE, ESPACENET	
Literatură non-brevet cercetată		

### Documente considerate a fi relevante

Categoria	Date de identificare a documentelor citate și, unde este cazul, indicarea pasajelor relevante	Relevant față de revendicarea nr.
A	RO129316B1 (Universitatea "Alexandru Ioan Cuza" din Iași, RO) 29.11.2017 întreg documentul	1
A	RO102144 (Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Electrotehnică, RO) 09.09.1991 întreg documentul	1

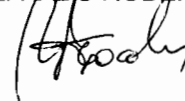
Strada Ion Ghica nr. 5, Sector 3, Cod 030044, București, România  
Telefon centrală: +40-21-306.08.00/01/02/.../28/29  
Fax: +40-21-312.38.19  
E-mail: office@osim.ro  
www.osim.ro



Documente considerate a fi relevante - continuare		
Categoria	Date de identificare a documentelor și, unde este cazul, indicarea pasajelor relevante	Relevant față de revendicarea nr.
A	RO99815 (Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Electrotehnică, RO) 20.03.1992 întreg documentul	1
Unitatea invenției (art.18)	-	
Observații:	-	

Data redactării: 17.03.2021

Examinator,  
Fiz. RADU ROBERT



Litere sau semne, conform ST.14, asociate categoriilor de documente citate	
<p><b>A</b> - Document care definește stadiul general al tehnicii și care nu este considerat de relevanță particulară;</p> <p><b>D</b> - Document menționat deja în descrierea cererii de brevet de invenție pentru care este efectuată cercetarea documentară;</p> <p><b>E</b> - Document de brevet de invenție având o dată de depozit sau de prioritate anterioară datei de depozit a cererii în curs de documentare, dar care a fost publicat la sau după data de depozit a acestei cereri, document al cărui conținut ar constitui un stadiu al tehnicii relevant;</p> <p><b>L</b> - Document care poate pune în discuție data priorității/lor invocată/e sau care este citat pentru stabilirea datei de publicare a altui document citat sau pentru un motiv special (se va indica motivul);</p> <p><b>O</b> - Document care se referă la o dezvăluire orală, utilizare, expunere, etc;</p>	<p><b>P</b> - Document publicat la o dată aflată între data de depozit a cererii și data de prioritate invocată;</p> <p><b>T</b> - Document publicat ulterior datei de depozit sau datei de prioritate a cererii și care nu este în contradicție cu aceasta, citat pentru mai buna înțelegere a principiului sau teoriei care fundamentează invenția;</p> <p><b>X</b> - document de relevanță particulară; invenția revendicată nu poate fi considerată nouă sau nu poate fi considerată ca implicând o activitate inventivă, când documentul este luat în considerare singur;</p> <p><b>Y</b> - document de relevanță particulară; invenția revendicată nu poate fi considerată ca implicând o activitate inventivă, când documentul este combinat cu unul sau mai multe alte documente de aceeași categorie, o astfel de combinație fiind evidentă unei persoane de specialitate;</p> <p><b>&amp;</b> - document care face parte din aceeași familie de brevete de invenție.</p>