

ROMÂNIA



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI

Brevet de invenție

Nr. 135494

Acordat în temeiul Legii nr.64/1991 privind brevetele de invenție, republicată în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr.613, din 19 august 2014.

Titular: UNIVERSITATEA ALEXANDRU IOAN CUZA IAȘI, IAȘI, IS, RO

Titlul invenției: SENZOR CERAMIC CAPACITIV DE UMIDITATE RELATIVĂ A AERULUI

Inventatori: DOROFTEI CORNELIU, FĂLTICENI, SV, RO; LEONTIE LIVIU, IAȘI, IS, RO

Descrierea invenției, revendicările și desenele la care se face referință în acestea, fac parte integrantă din prezentul brevet de invenție.

Durata brevetului de invenție este de 20 ani, cu începere de la data de 24/07/2020, cu condiția plății taxelor anuale de menținere în vigoare a brevetului.

Confirm cele de mai sus prin
semnarea și aplicarea sigiliului

Director General

București, Data eliberării 30/08/2022





(12)

BREVET DE INVENȚIE

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

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

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/08/2022** BOPI nr. **8/2022**

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

(73) Titular:
• **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**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
RO 129316 B1; RO 102144; RO 99815

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

Examinator: fizician RADU ROBERT



Orice persoană are dreptul să formuleze în scris și motivat, la OSIM, o cerere de revocare a brevetului de invenție, în termen de 6 luni de la publicarea mențiunii hotărârii de acordare a acesteia

RO 135494 B1

1 Invenția se referă la un senzor ceramic capacitiv destinat măsurării umidității relative
a aerului.

3 Senzorul este un dispozitiv care detectează sau măsoară unele condiții sau pro-
prietăți și înregistrează, indică sau uneori răspunde la informația primită. Astfel, senzorii au
5 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
7 natură electrică, deși pot fi de asemenea folosite semnale pneumatice, hidraulice și optice.

 Caracteristicile principale ale senzorilor pot fi definite prin următorii parametri:
9 domeniul de utilizare, sensibilitatea, rezoluția (cel mai mic increment măsurabil al stimulului),
frecvența maximă a stimulului ce poate fi detectat (rapiditatea), acuratețea (eroarea de
11 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
13 de operare), stabilitatea pe termen lung și costul.

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

 Umiditatea este un factor al mediului înconjurător care afectează multe industrii și
17 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
19 de apă (p) și presiunea vaporilor de apă saturați (ps) la o temperatură cunoscută, fiind
exprimată în procente

$$RH = \frac{p}{p_s}$$

21
23 Pentru măsurarea umidității relative a aerului multe din soluțiile constructive propun
25 dispozitive cu senzori de umiditate bazați pe patru metode principale de măsurare:

 - metoda higrometrică, bazată pe proprietatea unor materiale, naturale sau sintetice,
27 de a-și modifica dimensiunile funcție de umiditatea relativă a mediului ambiant. Higrometrele
au numeroase dezavantaje: sensibilitate mică, histerezis, precizie redusă, variația sensi-
29 bilității în timp și cu temperatura, sensibilitate la contaminarea fizică și chimică;

 - metoda psihrometrică, bazată pe principiul diferenței de temperatură dintre aerul
31 umed și aerul saturat cu vaporii de apă la aceeași valoare a umidității absolute. Un exemplu
este metoda determinării punctului de rouă (metoda oglinzii reci), conform căreia o oglindă
33 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
35 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
37 ventilare forțată. Metoda este sigură și precisă, dar prezintă dezavantajul consumului mare
de energie necesară pentru răcire sau ventilare, echipamentul este costisitor și necesită
39 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);

41 - 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.
43 În principiu senzorul rezistiv este format dintr-un suport, un strat sensibil la umiditate și doi
electrozi peliculari sau filări dintr-un metal nobil în contact cu stratul sensibil. Măsurarea
45 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
47 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;

- 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.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în mărirea sensibilității gradului de măsurare a umidității relative a aerului independent de temperatura mediului înconjurător.

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 gadoliniu, 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 circa 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.

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.

RO 135494 B1

1 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
3 urmează:

5 - se prepară o pulbere nanocristalină de aluminat de gadolinu (GdAlO_3) prin
procedeul conform brevetului de invenție **RO 121300/2007** care descrie prepararea unei
7 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
9 apă deionizată, raportul metal/alcool polivinilic este 1/1), (3) adăugarea soluției de hidroxid
de amoniu pentru creșterea valorii pH la aproximativ 8, (4) agitare la 80°C rezultând un gel,
11 (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;

13 - din pulberea preparată se presează la 5000 daN/cm² discuri cu diametrul de 17 mm
și grosimea de 2 mm;

15 - discurile presate se tratează termic circa 7 ore la temperatura de 1000°C. Rezultă
o structură ce conține cristale de 0,2÷0,3 μm cu o porozitate de circa 50%;

17 - suprafețele plane se șlefuiesc, se curăță și se acoperă cu electrozi poroși din
platină, aur, paladiu sau argint;

19 - 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
21 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
23 transmisia la distanță a datelor. Senzorul are porozitatea de circa 50%, domeniul de măsură
a umidității între 0% și 98% RH, variația capacității de peste 5000 de ori pe domeniul de
25 măsură și caracteristica umiditate-capacitate aproape logaritmică.

27 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
29 în toată adâncimea senzorului.

Senzor ceramic capacitiv de umiditate relativă a aerului **caracterizat prin aceea că**,
în scopul obținerii unei sensibilități mărite, domeniu de măsură larg, stabilitate chimică și
termică superioare și timp de răspuns redus, este constituit dintr-un bloc ceramic poros cu
structură submicronică realizat din perovskitul aluminat de gadolinu $GdAlO_3$, având electrozi
metalici poroși depuși pe două suprafețe opuse.

3

5

7

