



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2011 00235

(22) Data de depozit: 17.03.2011

(41) Data publicării cererii:
28.03.2014 BOPI nr. 3/2014

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA "ALEXANDRU IOAN
CUZA" DIN IAȘI, BD.CAROL I NR. 11, IAȘI,
IS, RO

(72) Inventatori:
• DOROFTEI CORNELIU, STR. SUCEVEI,
BL. 115, SC. B, AP. 23, FĂLTICENI, SV, RO

(54) SENZOR CAPACITIV DE UMIDITATE RELATIVĂ A AERULUI

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un senzor capacitiv, destinat măsurării umidității relative a aerului, realizat simplu, ieftin, stabil, având o gamă largă de măsură, și un consum redus de energie electrică. Senzorul conform invenției este realizat sub forma unui bloc ceramic poros, din compusul oxidic polifazic cu compoziția $Ba_{1-x}Ni_xSnO_3$, unde $x = 0,3...0,6$, cu electrozi poroși pe două suprafețe opuse, materialul fiind un stanat de Ba

parțial substituit cu Ni, cu structura de tip perovskit, cu conductivitate electrică foarte mică în stare uscată, ce are o sensibilitate mare într-un domeniu larg de umiditate relativă cuprins în intervalul 11...98%, o stabilitate fizică și chimică bună până la mai mult de 400°C, senzorul putând fi preparat prin orice procedeu.

Revendicări: 1

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 capacitiv de umiditate relativă a aerului

Invenția se referă la un senzor 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.

Se cunosc mai multe metode de măsurare a umidității relative a aerului:

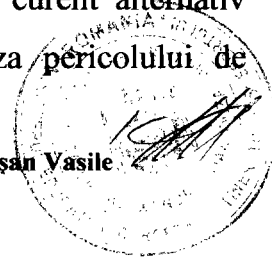
- **metoda higrometrică**, bazată pe proprietatea unor materiale organice, naturale sau sintetice, de a-și modifica dimensiunile funcție de umiditatea relativă a mediului ambiant. Higrometrele au numeroase dezavantaje: sensibilitate mică, histerezis, precizie redusă, variația sensibilității în timp și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

Rector, Prof. Dr. Ișan Vasile



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.

- **metoda 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 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 polifazic cu compoziția $Ba_{1-x}Ni_xSnO_3$ unde $x = 0,3 \div 0,6$ având electrozi poroși pe două suprafețe opuse. Materialul este un stanat de bariu parțial substituit cu nichel, cu structura de tip perovskit, cu conductivitate electrică foarte mică în stare uscată. Senzorul prezintă o sensibilitate mare într-un domeniu larg de umiditate relativă (11 % - 98 %), un coeficient de temperatură redus și o stabilitate fizică și chimică bună până la cel mai mult



4

de 400 °C. Blocul ceramic este realizat prin presarea unei pulberi foarte fine, nanometrice, 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 rezista foarte bine la temperatură.

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

- se prepară o pulbere nanocristalină de stannat cu compoziția $Ba_{0,5}Ni_{0,5}SnO_3$ prin procedeul conform brevetului de invenție **RO 121300/2007** care descrie prepararea unei pulberi de ferită. În acest caz procedeul necesită unele modificări. În soluția inițială, ce conține alcool polivinilic și azotați de bariu și de nichel, staniul se introduce nu sub formă de azotat, ci sub formă de clorură stanoasă ($SnCl_2 \cdot 2H_2O$). Următoarele operații: omogenizarea, neutralizarea cu hidroxid de amoniu și uscarea au loc conform brevetului. Combustia nu se desfășoară la temperatura ambiantă, ci este forțată prin încălzire la temperatura de 400-500°C în aer. Pulberea este formată din aglomerări de cristalite de dimensiuni nanometrice;

- din pulberea preparată se presează la 5000 daN/cm² discuri cu diametrul de 17 mm și grosimea de 1,8 mm;

- discurile presate se tratează termic 40 de minute 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 100 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 descris are porozitatea de 47%, domeniul de măsură a umidității între 11% și 98% RH, variația capacității de

Rector, Prof. Dr. Ișan Vasile



peste 20 de ori pe domeniul de măsură și caracteristica umiditate-capacitate aproape logaritmică.

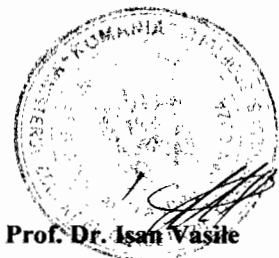
Senzorul conform invenției prezintă următoarele avantaje:

- 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, 10% până la condensare;
- 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.



Revendicări:

1. Senzor capacitiv de umiditate relativă a aerului **caracterizat prin aceea că**, în scopul obținerii de sensibilitate, domeniu de măsură și stabilitate superioare, utilizează drept element sensibil un material ceramic poros cu structură submicronică realizat din compusul oxidic cu compoziția **Ba_{1-x}Ni_xSnO₃** unde $x = 0,3 \div 0,6$ preparat prin orice procedeu.



Rector, Prof. Dr. Isan Vasile