

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2018 00238

(22) Data de depozit: 02/04/2018

(41) Data publicării cererii:  
30/10/2019 BOPI nr. 10/2019

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

(72) Inventatori:  
• MOAGAR-POLADIAN GABRIEL,  
ALEEA FUIORULUI NR.6, BL.Y3A, SC.1,  
ET.6, AP.27, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B,  
RO;  
• TIBEICA CONSTANTIN,  
STR. CRINUL DE PĂDURE NR.1, BL.G7,  
SC.2, ET.9, AP.224, SECTOR 6,  
BUCUREȘTI, B, RO

(54) SENZOR DE PRESIUNE PENTRU MEDII OSTILE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un senzor de presiune care poate funcționa în medii ostile, cum ar fi cele toxice, cele care prezintă risc de contaminare biologică, mediile corozive, cele inflamabile sau cele explozive. Senzorul de presiune, conform invenției, este alcătuit dintr-o capsulă (1) montată într-o incintă (3) cu pereți nemagnetici, în care se dorește măsurarea presiunii mediului (4), dintr-o capsulă (2) montată în exteriorul incintei (3), din niște magneți (6 și 7) montați în opoziție, la o distanță nu mai mare decât diametrul lor, magneții (6 și 7) fiind fixați de capsulele (1 și 2) corespunzătoare cu ajutorul unor elemente (10) de fixare, astfel încât în timpul funcționării presiunea din incintă (3) determină deplasarea primului magnet (6) în raport cu cel de-al doilea magnet (7), această deplasare relativă fiind citită fie cu ajutorul unui senzor (8) magnetic, în cazul în care se determină variația de câmp magnetic, fie cu un senzor (16) de presiune, în cazul în care se determină variația forței de respingere dintre magneți, acești senzori (8 și 16) fiind montați în afara incintei (3) de măsură.

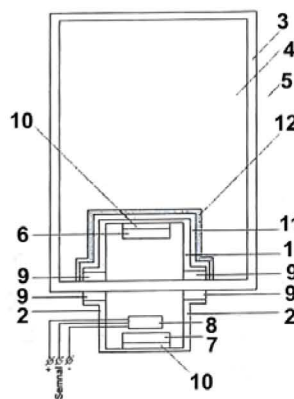


Fig. 1

Revendicări: 16  
Figuri: 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 DE PRESIUNE PENTRU MEDII OSTILE

Invenția se referă la un senzor de presiune care poate opera în medii ostile și anume medii toxice, medii cu risc de contaminare biologică, medii corozive, medii inflamabile sau medii explozive. În aceste cazuri, senzorii de presiune existenți pe piață nu pot fi utilizați în aceste medii fie datorită faptului că nu rezistă expunerii la mediul de interes fie datorită faptului că alimentarea lor electrică și citirea electrică a semnalului pot crea risc în mediul respectiv.

Este cunoscut un tip de senzor de presiune la care alimentarea este electrică și citirea semnalului de asemenea electrică. Principiul de măsurare a presiunii poate fi piezorezistiv, piezoelectric, capacitiv, inductiv sau prin curenți eddy.

De asemenea, este cunoscut un tip de senzor de presiune la care citirea se face optic. Principiul de măsură poate fi interferențial, de deflexie a unui fascicol de lumină, de deplasare a focarului unei lentile în raport cu un element optic fix, piezooptic.

Dezavantajele senzorilor de presiune cu citire electrică sunt:

- Nu rezistă mediilor corozive
- Necesită măsuri suplimentare de protecție față de mediul coroziv și/sau exploziv
- Nu pot fi folosiți în medii inflamabile sau explozive

Dezavantajele senzorilor de presiune cu citire optică sunt:

- Nu rezistă mediilor corozive
- Necesită măsuri suplimentare de protecție față de mediul coroziv, inflamabil și/sau exploziv
- Nu are cum să scoată semnalul optic în afara incintei în care se află fluidul a cărui presiune se dorește a fi măsurată dacă incinta respectivă este opacă

Problema pe care o rezolvă invenția constă în faptul că senzorul de presiune poate lucra în medii ostile fără a se deteriora și fără a prezenta risc de funcționare. Deși are citire electrică, aceasta este decuplată complet de partea senzorului aflată în mediul de interes fiind situată în afara incintei în care se află fluidul a cărui presiune este măsurată.

Soluția propusă, conform invenției, înlătură dezavantajele de mai sus prin aceea că decuplează partea care sesizează presiunea de partea electrică de citire a senzorului. Astfel, partea sensibilă este montată în incinta în care există mediul a cărui presiune trebuie măsurată. Această parte este cuplată la exterior prin intermediul unui câmp magnetic, efectul câmpului magnetic la exterior fiind sesizat fie de către un senzor magnetic fie de către un senzor de presiune. În cazul senzorului magnetic, efectul este cel de variație a câmpului magnetic. În cel de al doilea caz, forța de respingere dintre magneți se aplică asupra senzorului de presiune montat în exteriorul incintei, în mediu normal. În acest fel, partea electrică de citire a senzorului se află în exteriorul incintei cu mediu coroziv/exploziv și nu necesită nici un fel de acces electric sau optic în interiorul incintei.

Avantajele senzorului de presiune sunt:

- Poate măsura presiunea în medii ostile



*[Handwritten signature]*

- Înlătură pericolele introducerii semnalului electric în interiorul incintei cu mediu ostil
- Sensibilitatea sa poate fi reglată fie din controlul geometriei și proprietăților părții mecanice asupra căreia se exercită presiunea, fie din alegerea unui senzor magnetic sau de presiune – cele din mediul exterior – care să aibă proprietățile dorite.

Dăm în continuare un exemplu de realizare a invenției în raport cu figurile 1..4 care reprezintă:

- Figura 1: schița senzorului de presiune care măsoară variația câmpului magnetic
- Figura 2: schița senzorului de presiune care măsoară forța de respingere a magneților
- Figura 3: modul de etanșare al capsulei de măsură
- Figura 4: schița variantei cu izolare magnetică

Senzorul de presiune, conform invenției, este alcătuit într-o primă variantă din două capsule separate fizic, și anume capsula 1 și capsula 2. Capsula 1 este nemagnetică și este montată în incinta 3 în care se află mediul 4 a cărui presiune dorim să o măsurăm. Incinta 3 este formată dintr-un material paramagnetic sau diamagnetic. Capsula 2 este formată dintr-un material paramagnetic sau diamagnetic și este montată în exteriorul incintei 3 și anume se află în mediul exterior 5. Atât capsula 1 cât și capsula 2 pot fi realizate din polimer, metal, sticlă, lemn sau ceramică. Capsula 1 are prevăzută în interiorul ei magnetul 6. Distanța dintre magneții 6 și 7 nu depășește ca valoare diametrul acestora. Capsula 2 are montate în interior magnetul 7 și senzorul magnetic 8. Magnetul 7 și senzorul 8 magnetic sunt fixi. Magnetul 6 se poate deplasa pe direcția verticală ca urmare a variației diferenței de presiune dintre mediul 4 și gazul din interiorul capsulei 1. Magneții 6 și 7 sunt astfel montați încât să se respingă. Capsula 1 și capsula 2 sunt situate una în dreptul celeilalte, astfel încât magneții 6 și 7 să fie față în față. Pentru acest mod de montare a magneților, variația câmpului magnetic cu distanța față de oricare dintre magneți, în spațiul dintre aceștia, este una liniară. Capsula 1 și capsula 2 sunt fixate de incinta 3 cu ajutorul unui strat 9 adeziv sau de fixare prin metode în sine cunoscute. La rândul lor magneții 6, respectiv 7, sunt fixați de capsula 1, respectiv 2, cu ajutorul unui strat 10 care poate fi fie un adeziv fie un element de fixare prin tehnici în sine cunoscute. Deoarece în unele situații capsula 1 și capsula 2 sunt făcute prin tehnici de fabricație aditivă și, astfel, prezintă o anumită microporozitate, capsula 1 este acoperită cu un strat 11 nemagnetic de impermeabilizare. Acest strat 11 are rolul de a împiedica pătrunderea fluidului 4, prin porii capsulei 1, în interiorul capsulei 1 și a reduce astfel funcționalitatea acesteia. Stratul 11 poate fi format dintr-un singur strat sau din mai multe straturi și poate fi făcut din polimer, metal, ceramică. Peste stratul 11 se poate afla, în unele situații, stratul 12 nemagnetic care are rolul de a asigura compatibilitatea / neutralitatea electrochimică a capsulei 1 în cazul în care mediul 4 este un electrolit solid sau lichid. Stratul 12 poate fi format dintr-unul sau mai multe straturi metalice.

Această variantă de senzor de presiune funcționează după cum urmează: presiunea mediului 4 aflat în incinta 3 apasă asupra capsulei 1, mai ales asupra membranei superioare a acesteia. Între mediul 4 și mediul din interiorul capsulei 1 există o diferență de presiune. De exemplu, în interiorul capsulei 1 poate fi un gaz la presiune joasă în momentul fixării capsulei 1 de incinta 3 sau poate fi vid. Diferența de presiune dintre mediul 4 și interiorul capsulei 1 face ca magnetul 6 să se deplaseze cu o anumită



distanță. Modificarea distanței dintre magneți duce la variația gradientului de câmp magnetic și, prin aceasta, la variația valorii câmpului magnetic măsurată de către senzorul 8 magnetic care, ca și magnetul 7, este montat fix pe capsula 2. Deplasarea este aproximativ liniară cu presiunea, valoarea maximă până la care vorbim de liniaritate depinzând de materialul din care este făcută capsula 1 și, respectiv, de geometria acesteia. De pildă, pentru cazul în care capsula 1 este realizată din polimerul PA2200 (nylon) și grosimea membranei pe care este montat magnetul 6 este de 1,6 mm la un diametru de 27 mm, presiunea până la care putem considera variația liniară este de 6 bari. În acest fel, se obține o relație liniară între presiunea din incinta 3 și câmpul magnetic măsurat de către senzorul 8 magnetic.

Într-o a doua variantă, senzorul de presiune conform invenției este alcătuit astfel: partea aflată în incinta 3 este identică cu cea prezentată anterior. La exterior, magnetul 7 este de data aceasta mobil și el, fiind fixat rigid pe o platformă 13 nemagnetică prin elemente de fixare în sine cunoscute. Platforma (13) este realizată dintr-un material nemagnetic care poate fi metal sau ceramică. Platforma 13, la rândul ei, se sprijină pe niște elemente 14 elastice nemagnetice care pot fi, de exemplu structuri metalice cu comportare înalt elastică sau o structură din elastomer. Platforma 13 și elementele 14 elastice etanșează mediul exterior 5 de gelul 15. Gelul 15 are rolul de a transmite presiunea exercitată de către ansamblul magnet 7 și platformă 13 către senzorul de presiune 16. Senzorul de presiune 16 este fixat pe capsula 2 prin intermediul unui element 10, care poate fi adeziv sau un alt element de fixare mecanică.

În această a doua variantă, senzorul de presiune funcționează astfel: diferența de presiune dintre mediul 4 și interiorul capsulei 1 face ca magnetul 6 să se deplaseze. Această deplasare face ca forța de respingere dintre magnetul 6 și magnetul 7 să varieze, ceea ce face ca forța cu care magnetul 7 acționează asupra gelului 15 să varieze. Astfel, gelul 15 transmite către senzorul de presiune 16 a valoare diferită, actualizată, a presiunii din incinta 3.

Pot exista situații când câmpul magnetic produs de către magneții 6 și 7 poate afecta mediul 4 a cărui presiune se dorește a fi măsurată sau alte dispozitive aflate în imediata vecinătate a senzorului de presiune. Pentru a evita acest lucru, atât peste stratul 11 cât și peste capsula 2 se depune un strat 18 feromagnetic moale care are rolul de a prelua și ghida liniile de câmp magnetic ale magneților 6, respectiv 7. De asemenea, peste stratul 18 se depune un strat 19 superparamagnetic care are rolul de a forța liniile de câmp magnetic care ies din stratul 18 să se apropie mai mult de capsula 1. De asemenea, stratul 19 asigură o oarecare izolare a magneților 6 și 7 de eventualele câmpuri magnetice exterioare. Stratul 12 se depune peste stratul 19 superparamagnetic prin intermediul unui strat 20 de adaptare a aderenței între cele două straturi. Geometria straturilor 18 și 19 – determinată în parte și de geometria capsulelor 1 și respectiv 2 – este astfel aleasă încât să nu schimbe distribuția de câmp magnetic între magneții 6 și 7. Între stratul 18 și stratul 19 poate exista un strat suplimentar de reglare a aderenței între acestea.

În oricare dintre variante poate fi necesar ca să stabilim domeniul de măsură și sensibilitatea senzorului de presiune conform invenției prin valoarea presiunii mediului din interiorul capsulei 1. În acest



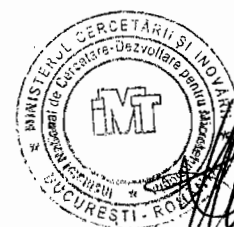
caz, volumul interior al capsulei 1 poate să aibă prevăzut un element 17 etanș de închidere, element 17 care este nemagnetic și poate fi realizat din polimer, metal sau ceramică.

Trebuie menționat faptul că domeniul de măsură al senzorului de presiune poate fi reglat după necesități fie din geometria capsulei (1), fie prin intermediul proprietăților de material ale capsulei (1), fie din presiunea din interiorul capsulei (1).

De asemenea, trebuie precizat faptul că sensibilitatea senzorului de presiune poate fi reglată după necesități fie prin intermediul valorii câmpului magnetic al magneților (6) și (7), fie din geometria capsulei (1), fie prin intermediul proprietăților de material ale capsulei (1), fie prin distanța dintre magneții (6) și (7).

Dăm în continuare un exemplu de realizare a invenției. Astfel, capsulele (1) și (2) sunt realizate prin fabricație aditivă din polimerul PA2200 (nylon). Incinta (3) este realizată din duraluminiu, grosimea peretelui despărțitor dintre capsula (1) și capsula (2) fiind de 1 mm. Mediul (4) este gaz, la fel ca și mediul exterior (5). Magneții (6) și (7) sunt de tipul NdFeB având o valoare a câmpului magnetic de 1,35 T, un diametru de 15 mm și distanța dintre ei fiind de 7 mm. Senzorul (8) magnetic este de tip Hall cod Honeywell SS495 și este montat pe axa de simetrie cilindrică a magneților (6) și (7). Stratul (9) este un adeziv de tip superglue, la fel ca și stratul (10). Stratul (11) este un strat subțire polimeric de 10 micrometri grosime depus din fază de soluție, iar stratul (12) este un bi-strat de Ti/Pt cu o grosime totală de 1 micron.

Într-un alt exemplu de realizare a invenției, avem elementele 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12 ca în exemplul anterior. De data aceasta, magnetul 7 este lipit pe platforma 13 făcută din aliaj de Ti64 situată pe inelul 14 elastomeric. Acest inel 14 etanșează atât gelul 15 cât și oferă forța elastică necesară revenirii magnetului 7 și platformei 13 în poziția inițială. Gelul 15 este un gel special folosit pentru senzorii de presiune, cum ar fi de exemplu senzorul de presiune Infineon Technologies KP254. Senzorul 16 de presiune este de tip Infineon Technologies KP235.



**BIBLIOGRAFIE**

1. G. Moagăr-Poladian, C. Tibeică, V. Moagăr-Poladian – “3D Printed acceleration sensors: a case study”, acceptat spre publicare în revista Romanian Journal of Information Science and Technology
2. <https://www.infineon.com/cms/en/product/sensor/integrated-automotive-pressure-sensor/barometric-air-pressure-sensor-bap/kp254/>
3. <https://sensing.honeywell.com/SS495A-S-linear-and-angle-sensor-ics>
4. W. P. Eaton, J. H. Smit – “Micromachined pressure sensors: review and recent developments”, Smart Materials and Structures, Vol. 6, No. 5, (1997)



*[Handwritten signature]*

**REVEDICĂRI**

1. Sensor de presiune pentru medii ostile conform invenției, caracterizat prin aceea că este alcătuit, într-una dintre variante, din capsula (1) montată în incinta (3) nemagnetică în care se dorește măsurarea presiunii mediului (4), capsula (2) montată în exteriorul aceleiași incinte (3) și anume în mediul (5) exterior, din magneții (6) și (7) montați în opoziție / respingere și la o distanță nu mai mare decât diametrul lor, sensorul magnetic (8), capsulele (1) și, respectiv, (2) fiind fixate de incinta (3) cu ajutorul elementului (9) de fixare, magneții (6) și respectiv (7) fiind fixați de capsulele corespunzătoare cu ajutorul elementului (10) de fixare, capsula (1) fiind acoperită, după caz, cu un strat de impermeabilizare (11) și, respectiv, după caz, cu un strat (12) care asigură neutralitatea electrochimică a capsulei (1).

2. Sensor de presiune pentru medii ostile conform invenției, caracterizat prin aceea că este alcătuit, într-o altă variantă, din capsula (1) montată în incinta (3) nemagnetică în care se dorește măsurarea presiunii mediului (4), capsula (2) montată în exteriorul aceleiași incinte (3) și anume în mediul (5) exterior, din magneții (6) și (7) montați în opoziție / respingere și la o distanță nu mai mare decât diametrul lor, capsulele (1) și, respectiv, (2) fiind fixate de incinta (3) cu ajutorul elementului (9) de fixare, magneții (6) și respectiv (7) fiind fixați de capsulele corespunzătoare cu ajutorul elementului (10) de fixare, capsula (1) fiind acoperită, după caz, cu un strat de impermeabilizare (11) și, respectiv, după caz, cu un strat (12) care asigură neutralitatea electrochimică a capsulei (1), platforma (13) pe care este fixat magnetul (7), elementul elastic (14) de etanșare, gelul (15) de transmitere a presiunii și, respectiv, sensorul de presiune (16).

3. Sensor de presiune pentru medii ostile conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că presiunea mediului (4) din incinta (3) produce deplasarea magnetului (6) aflat pe partea superioară a capsulei (1), deplasare care produce o variație a câmpului magnetic la nivelul sensorului (8) magnetic.

4. Sensor de presiune pentru medii ostile conform revendicării 2, caracterizat prin aceea că presiunea mediului (4) din incinta (3) produce deplasarea magnetului (6) aflat pe partea superioară a capsulei (1), deplasare care produce o variație a forței de respingere aplicată de magnetul (6) asupra magnetului (7) și, prin aceasta, a presiunii exercitate de magnetul (7) și transmise de către acesta sensorului (16) de presiune prin intermediul platformei (13), elementului elastic (14) și, respectiv, gelului (15).

5. Sensor de presiune pentru medii ostile conform revendicării 1 și revendicării 2, caracterizat prin aceea că volumul interior al capsulei (1) poate să aibă prevăzut un element (17) etanș de închidere, element (17) care este nemagnetic și poate fi realizat din polimer, metal sau ceramică.

6. Sensor de presiune pentru medii ostile conform revendicării 1 și revendicării 2, caracterizat prin aceea că materialul din care sunt făcute capsulele (1), respectiv, (2) este nemagnetic și poate fi polimer, metal, sticlă, lemn sau ceramică.

7. Sensor de presiune pentru medii ostile conform revendicării 1 și revendicării 2, caracterizat prin aceea că elementul (9) de fixare poate fi fie un adeziv fie un element mecanic de fixare în sine cunoscut.



8. Senzor de presiune pentru medii ostile conform revendicării 1 și revendicării 2, caracterizat prin aceea că elementul (10) de fixare a magneților (6), respectiv (7), poate fi fie un adeziv fie un element mecanic de fixare în sine cunoscut.

9. Senzor de presiune pentru medii ostile conform revendicării 1 și revendicării 2, caracterizat prin aceea că stratul (11) are rolul de a impermeabiliza capsula (1) și este alcătuit dintr-un material care este nemagnetic, poate fi format dintr-un singur strat sau din mai multe straturi și poate fi făcut din polimer, metal, ceramică.

10. Senzor de presiune pentru medii ostile conform revendicării 1 și revendicării 2, caracterizat prin aceea că stratul (12) are rolul de a asigura compatibilitatea / neutralitatea electrochimică a capsulei (1) în raport cu mediul (4), este nemagnetic, putând fi format dintr-unul sau mai multe straturi metalice.

11. Senzor de presiune pentru medii ostile conform revendicării 1 și revendicării 2, caracterizat prin aceea că platforma (13) este realizată dintr-un material nemagnetic care poate fi metal sau ceramică.

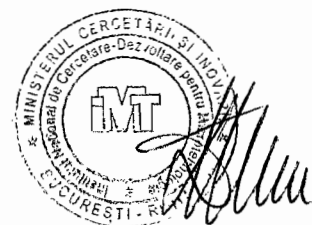
12. Senzor de presiune conform revendicării 1 și revendicării 2, caracterizat prin aceea că elementul (14) elastic este fie o structură din elastomer, fie o structură metalică cu comportare înalt elastică.

13. Senzor de presiune pentru medii ostile conform revendicării 1 și revendicării 2, caracterizat prin aceea că presiunea din interiorul capsulei (1) poate fi reglată la montajul pe partea interioară a incintei (3), după necesități.

14. Senzor de presiune pentru medii ostile conform revendicării 1 și revendicării 2, caracterizat prin aceea că domeniul de măsură al senzorului de presiune poate fi reglat după necesități fie din geometria capsulei (1), fie prin intermediul proprietăților de material ale capsulei (1), fie din presiunea din interiorul capsulei (1).

15. Senzor de presiune pentru medii ostile conform revendicării 1 și revendicării 2, caracterizat prin aceea că sensibilitatea senzorului de presiune poate fi reglată după necesități fie prin intermediul valorii câmpului magnetic al magneților (6) și (7), fie din geometria capsulei (1), fie prin intermediul proprietăților de material ale capsulei (1), fie prin distanța dintre magneții (6) și (7).

16. Senzor de presiune pentru medii ostile conform revendicării 1 și revendicării 2, caracterizat prin aceea că peste stratul (10), respectiv peste capsula (2), se depune un strat (18) feromagnetic moale peste care se suprapune apoi un strat (19) superparamagnetic, între stratul (18) și stratul (19) putând exista un strat suplimentar de reglare a aderenței, după care, în cazul ansamblului capsulei (1), se depune un strat (20) de reglare a aderenței, apoi peste stratul (20) se depune stratul (12) care asigură compatibilitatea / neutralitatea electrochimică.





DESENE

Figura 1

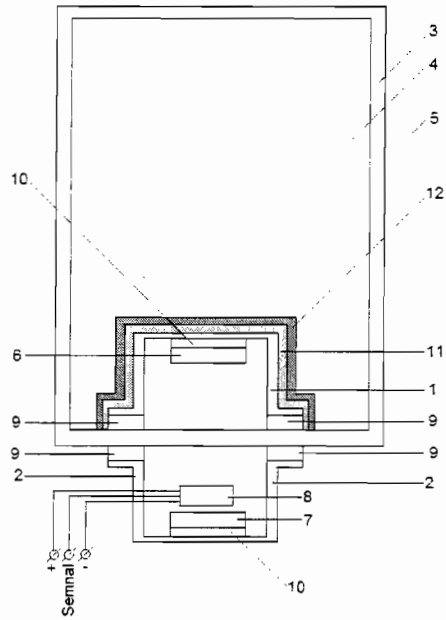


Figura 2

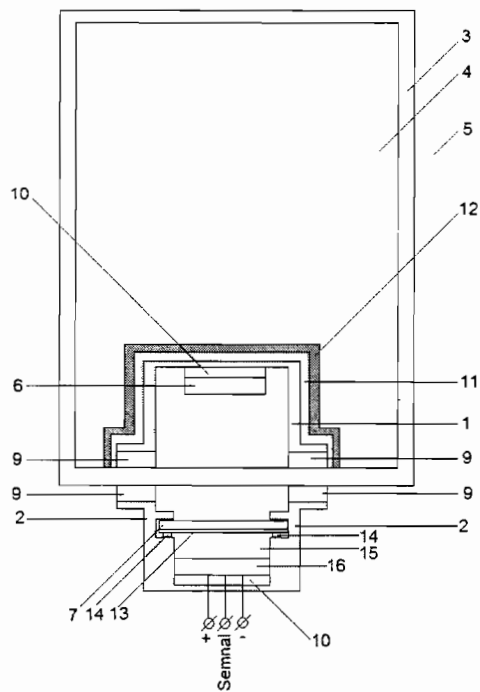


Figura 3

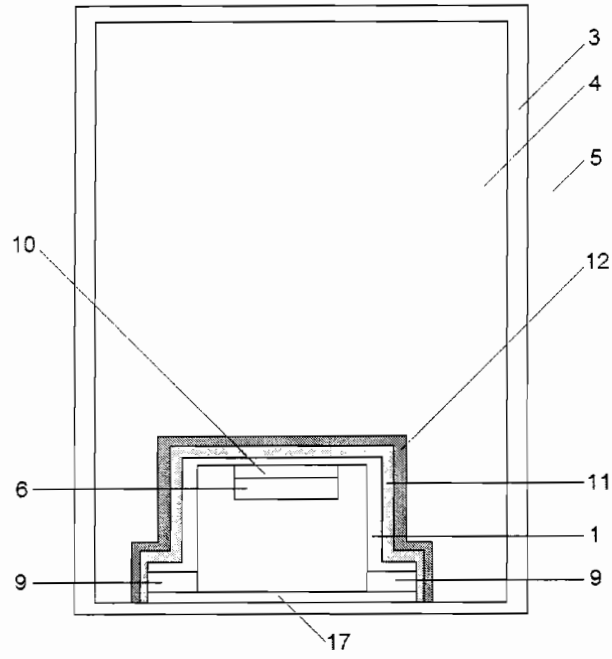


Figura 4

