



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2017 00697**

(22) Data de depozit: **21/09/2017**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/06/2024** BOPI nr. **6/2024**

(41) Data publicării cererii:  
**30/03/2018** BOPI nr. **3/2018**

(73) Titular:  
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE DEZVOLTARE PENTRU FIZICA MATERIALELOR, STR. ATOMIȘTILOR NR. 105 BIS CP. MG 7, MĂGURELE, IF, RO;**  
• **UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE POLITEHNICA BUCUREȘTI, SPLAIUL INDEPENDENȚEI NR.313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **INTERNET S.R.L., STR.COMANA NR.21, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:  
• **PINTILIE LUCIAN, STR.ALUNIȘ, NR.10, MĂGURELE, IF, RO;**  
• **PINTILIE IOANA, STR. ALUNIȘ NR. 10, MĂGURELE, IF, RO;**  
• **BOTEA MIHAELA, STR.BUJORILOR, NR.5, BL.B21, SC.2, ET.2, AP.20, MĂGURELE, IF, RO;**

• **IUGA ALIN, STR. PICTOR GRIGORESCU, NR 12, HUNEDOARA, HD, RO;**  
• **CIOCA MIHAI, ALEEA CIUCEA NR. 5, BL. P20, SC. 3, ET. 3, AP. 37, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **IANCULESCU CARMEN ADELINA, STR. ODOBEȘTI NR. 5, BL. Z1, SC. 1, ET. 3, AP. 14, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **OFRIM DRAGOȘ VASILE, ALEEA ISTRU, NR.1, BL. P2, SC. 4, ET.3, APT.38, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **OFRIM BOGDAN ALEXANDRU, ALEEA ISTRU, NR. 1, BL.P2, SC.4, ET.3, APT. 38, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **OFRIM DRAGOȘ MIHAI, ALEEA ISTRU, NR.1, BL.P2, SC.4, ET.3, AP.38, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**US 6340816 B1; JP 2010226121 A**

(54) **DETECTOR PIROELECTRIC PE BAZĂ DE CERAMICĂ CU GRADIENT PLANAR DE CONCENTRAȚIE, ȘI AMPLIFICATOR UNIVERSAL DE SEMNAL PIROELECTRIC PENTRU MODUL DE LUCRU ÎN TENSIUNE**



# RO 132446 B1

1           Invenția se referă la un detector piroelectric pentru modul de lucru în tensiune, cu  
2           capacitor și un pre-amplificator și la o metodă de obținere a capacitorului cu gradient planar  
3           de concentrație din componenta detectorului piroelectric, folosite în domeniul larg de  
4           temperaturi de funcționare.

5           Detectia piroelectrică se bazează pe variația cu temperatură a polarizării spontane  
6           existente în materiale piroelectrice. Viteza de variație a polarizării cu temperatura poartă  
7           numele de coeficient piroelectric  $p$ . O altă mărime importantă pentru materialele piroelectrice  
8           este permitivitatea dielectrică  $L$  sau constanta dielectrică statică  $\epsilon_s$  definită ca raportul între  
9           permitivitatea dielectrică a materialului  $\epsilon$  și permitivitatea dielectrică a vidului  $\epsilon_0$  ( $\epsilon_s = \epsilon/\epsilon_0$ ).  
10          Raportul între coeficientul piroelectric  $p$  și constanta dielectrică statică  $\epsilon_s$  este o mărime  
11          importantă în selecția materialelor pentru detectia piroelectrică. Cu cât valoarea raportului  
12           $p/\epsilon_s$  este mai mare cu atât semnalul piroelectric va fi mai mare.

13          O metodă prin care valoarea raportului  $p/\epsilon_s$  poate fi crescută constă în producerea  
14          unui gradient de concentrație în materialul piroelectric. Exemplele existente în literatură se  
15          referă la posibilitatea obținerii de gradienti de concentrație pe o direcție perpendiculară pe  
16          suprafețele plachetei piroelectrice (exemple de referințe în **Applied Physics Letters 73,**  
17          **2838 (1998)**, **Applied Physics Letters 84, 1162 (2004)**, **Journal of Applied Physics 95,**  
18          **2665 (2004)**, **Applied Physics Letters 86, 221922 (2005)**, **Applied Physics Letters 86,**  
19          **092903 (2005)**, **patent US 5386120-A**). Gradientul de concentrație poate fi obținut în  
20          materiale care sunt soluții solide de alte două materiale piroelectrice, cum ar fi și nu numai  
21          (Ba, Sr)TiO<sub>3</sub> (prescurtat BST) în care conținutul de Sr variază în grosimea plachetei  
22          ceramice.

23          Ceramica piroelectrică cu gradient de concentrație este utilizată apoi pentru cons-  
24          trucția de detectori piroelectrice, după ce se depun electrozi metalici pe fețele opuse ale  
25          plachetei astfel încât gradientul de concentrație este perpendicular pe suprafețele cu  
26          electrozi. Ceramica cu electrozi este un capacitor ce joacă rolul de element activ în detectia  
27          piroelectrică. Semnalul generat de acesta atunci când suferă o variație de temperatură,  
28          produse printre altele de expunere la radiație termică sau infraroșie (IR), este preluat și  
29          amplificat. O soluție de pre-amplificare este bazată pe utilizarea unui tranzistor cu efect de  
30          câmp (FET-field effect transistor), modul de lucru în acest caz purtând numele de mod de  
31          lucru în tensiune (vezi o referință în cartea „*Pyroelectric detectors*” publicată de editura SPIE  
32          în 2013, sau nota tehnică ELTECdata# 100 „*Introduction to Infrared Pyroelectric Detectors*”).  
33          Semnalul din sursa FET-ului poate fi apoi amplificat cu circuite uzuale de amplificare.

34          Soluțiile prezentate mai sus privind ceramicile cu gradient perpendicular de  
35          concentrație și circuite normale de amplificare pentru modul de lucru în tensiune nu au  
36          produs însă rezultatele scontate, ele nefiind disponibile pe piață din cauza faptului că nu s-a  
37          obținut o îmbunătățire semnificativă și reproductibilă a semnalului piroelectric pe un domeniu  
38          larg de temperaturi de operare pentru elementul activ piroelectric.

39          Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este aceea de a răspunde necesității de  
40          a formula materiale cu răspuns piroelectric îmbunătățit pe un domeniu larg de temperaturi  
41          de funcționare.

42          Detector piroelectric pentru modul de lucru în tensiune este compus dintr-un capacitor  
43          și un pre-amplificator format dintr-un tranzistor FET și o rezistență de sarcină de pe care se  
44          culege semnalul generat de capacitorul ce conține un electrod superior și un electrod inferior,  
45          conform invenției, capacitorul are între electrozii o plachetă ceramică cu proprietăți  
46          piroelectrice compusă din trei straturi de BST cu concentrații diferite de Sr respectiv 30%,  
47          35% și 40%, dispuse astfel încât gradientul de concentrație rezultat să fie paralel cu cei doi  
48          electrozi.

# RO 132446 B1

Metoda de obținere a capacitorului cu gradient planar de concentrație ce conține 3 plachete ceramice mono-fazice de tip BST, obținute conform rețetelor existente în literatură, conform invenției, cele 3 plachete ceramice mono-fazice de tip BST cu concentrații diferite de Sr, respectiv 30%, 35% și 40%, sunt așezate una peste alta în ordine crescătoare sau descrescătoare a concentrației de Sr, după care se sinterizează împreună la 1400°C timp de 8 h, placheta obținută are gradient perpendicular de concentrație, după care pentru a obține gradient planar se taie placheta perpendicular pe suprafață și se obține o felie care se întoarce cu 90° astfel încât toate straturile componente sunt vizibile pe suprafață, după care pe ambele fețe ale plachetei ceramice se depun electrozii.

Avantajele invenției în raport cu alte invenții sau raportări anterioare similare sunt următoarele:

- elementul activ este o ceramică cu gradient de planar de concentrație, deci cu gradient de concentrație paralele cu suprafețele pe care sunt depuși electrozii, și nu perpendicular pe suprafețele cu electrozi ca în cazul altor invenții sau raportări anterioare. Gradientul planar asigură generarea simultană de semnal piroelectric de la toate straturile componente ale plachetei ceramice, spre deosebire de cazul gradientului perpendicular în care nu toate straturile componente generează semnal piroelectric din cauza variației neuniforme de temperatură pe grosimea ceramicii;

- un amplificator universal de semnal în sensul că în loc de o intrare are două intrări, una cu pre-amplificator pe bază de FET și alta direct în etajul de amplificare. Intrarea dublă de semnal la etajul de amplificare face posibilă utilizarea atât a detectorilor piroelectrici care au deja inclus pre-amplificatorul cu FET în construcție cât și celor care conțin doar elementul activ piroelectric fără pre-amplificator cu FET.

Invenția este descrisă în continuare în legătură cu fig. 1...5 care reprezintă:

- fig. 1, placheta ceramică cu gradient planar de concentrație;
- fig. 2, dependența de frecvență a semnalului piroelectric înainte de amplificare;
- fig. 3, dependența de temperatură a raportului  $p/\varepsilon_s$  înainte de amplificare;
- fig. 4, schema amplificatorului universal de semnal cu două intrări;
- fig. 5, forma semnalului piroelectric după amplificare, vizualizată pe osciloscop.

Ceramica cu gradient planar de concentrație se obține în modul descris mai jos și prezentat schematic în fig. 1. Ceramica cu gradient planar de concentrație se poate obține de exemplu, fără a se limita la aceasta, prin sinterizarea simultană a mai multor plachete ceramice cu compoziție unitară mono-fazică. Materialul ales este, fără a se limita la acesta, BST. Plachetele mono-fazice se pot obține prin amestecarea pulberilor de oxizi ai metalelor componente, în cazul de față BaO, SrO și TiO<sub>2</sub>, măcinare, urmată de calcinare, spre exemplu la 900°C timp de 2 h, formare la rece a discului ceramic și sinterizarea discului ceramic, spre exemplu la 1400°C timp de 4 h. Placheta ceramică cu gradient planar de concentrație se obține astfel: se produc plachete ceramice de material BST cu conținut diferit de Sr, în cazul de față dar fără a se limita la acesta, 30%, 35% și 40%; plachetele ceramice mono-fazice (mono-compoziție) se așează una peste alta în ordine crescătoare sau descrescătoare a concentrației de Sr și se sinterizează împreună, de exemplu la 1400°C timp de 8 h, dar alte condiții de tratament sunt posibile (a se vedea fig. 1, partea stângă, care reprezintă cele 3 plachete mono-fazice sinterizate una peste alta în ordine crescătoare sau descrescătoare a concentrației de Sr); placheta obținută are gradient perpendicular de concentrație, pentru a se obține gradient planar se taie placheta perpendicular pe suprafață și se obține o felie care se întoarce cu 90° astfel încât toate straturile componente sunt vizibile pe suprafață iar gradientul de concentrație devine paralele cu suprafața, deci planar (a se vedea fig. 1 partea dreaptă, care prezintă placheta ceramică cu gradient planar de concentrație).

# RO 132446 B1

1 Înainte de conectarea la etajul de aplicare prezentat în fig. 4, au fost efectuate  
2 măsurători cu frecvență și cu temperatură. În fig. 2 este prezentată dependența de frecvență  
3 a semnalului piroelectric generat de placheta ceramică cu gradient planar de concentrație  
4 atunci când a fost iluminată cu un fascicul IR de la o diodă laser cu lungimea de undă de  
5 800 nm și puterea de 25 mW. Măsurătoarea a fost efectuată fără etaj de pre-amplificare pe  
6 bază de FET, conectând capacitorul piroelectric la intrarea unui amplificator lock-in. În fig. 3  
7 este prezentată dependența de temperatură a raportului  $p/\epsilon_s$ . Au fost efectuate separat  
8 măsurători de curent piroelectric cu rata constantă de încălzire, din care a fost calculat  
9 coeficientul piroelectric  $p$ , și măsurători de capacitate cu temperatura din care s-a calculat  
10 valoarea pentru  $\epsilon_s$ . Din fig. 3 se constată că raportul  $p/\epsilon_s$  pentru ceramica cu gradient planar  
11 de concentrație are o valoare ce nu variază decât cu 10-12% pe domeniul de temperatură  
12 între 10 și 30°C, și cu cel mult 35% pe domeniul de temperatură între 5 și 40°C. Valoarea  $p/\epsilon_s$   
13 la temperatura camerei este de circa  $11 \times 10^{-3} \text{ C/m}^2\text{K}$  comparativ cu valori cuprinse între  $2 \times$   
14  $10^{-3} \text{ C/m}^2\text{K}$  și  $5 \times 10^{-3} \text{ C/m}^2\text{K}$  pentru plachetele mono-fazice componente.

15 Ceramica cu gradient planar de concentrație este apoi utilizată pentru obținerea  
16 capacitorului care constituie elementul activ al detectorului piroelectric. Pentru aceasta, pe  
17 ambele fețe ale plachetei ceramice cu gradient planar de concentrație se depun de exemplu,  
18 fără a se limita la aceasta, electrozi din pastă de argint. Ceramica este apoi polată prin  
19 aplicarea unei tensiuni directe a cărei valoare variază în funcție de grosimea plachetei  
20 ceramice, fiind în domeniul 500-1000 V. În felul acesta se obține o polarizare perpendiculară  
21 pe suprafețele cu electrozi în toate straturile componente ale ceramicii cu gradient planar de  
22 concentrație. Capacitorul astfel obținut și polat este apoi utilizat pentru a produce un detector  
23 piroelectric, acesta fiind format dintr-un suport metalic pe care este lipit cu pastă de argint  
24 capacitorul pe bază de ceramică cu gradient planar de concentrație, și firele atașate la cele  
25 două fețe acoperite cu electrozi metalici ale capacitorului, fire cu care se culege semnalul  
26 piroelectric produs de către capacitorul ce constituie elementul activ al detectorului  
27 piroelectric. Construcția detectorului piroelectric pentru modul de lucru în tensiune este  
28 completată prin atașarea unui tranzistor cu efect de câmp pe bază de joncțiuni (J-FET) și a  
29 unei rezistențe de sarcină de pe care se culege semnalul ce va fi introdus în intrarea  
30 amplificatorului universal. Tehnic, capacitorul piroelectric este montat în poarta J-FET, pe  
31 dreapta se aplică tensiunea de lucru, iar între sursă și masă se leagă existența de sarcină,  
32 similar prezentării din nota ELTECdata#100 „*Introduction to Infrared Pyroelectric Detectors*”.  
33 Amplificatorul universal de semnal cuplat la detectorul piroelectric care are ca element activ  
34 ceramică cu gradient planar de concentrație se obține pe un cablaj imprimat, utilizând  
35 componente electronice pasive și active de uz comercial. Noutatea constă în faptul că există  
36 2 etaje de intrare: unul cu pre-amplificator pe bază de FET, pentru detectori piroelectrici care  
37 au numai elementul ceramic activ; unul fără pre-amplificator pe bază de FET, pentru  
38 detectori piroelectrici care au inclusă partea de pre-amplificare în corpul detectorului, cum  
39 este cazul detectorilor comerciali pentru lucrul în tensiune dar și al detectorului pe bază de  
40 ceramică cu gradient planar de concentrație descris mai sus. Detectorul piroelectric se  
41 conectează prin firele de ieșire la una din intrările amplificatorului universal de semnal  
42 prezentat în fig. 4, în cazul de față la intrarea fără pre-amplificator pe bază de FET, acesta  
43 fiind inclus în corpul detectorului. Semnalul piroelectric obținut de la ieșirea amplificatorului  
44 universal de semnal este prezentat în fig. 5. Iluminarea s-a făcut cu aceeași sursă IR  
45 prezentată mai sus, amplificarea fiind de 100 ori.

46 Detectorul piroelectric pe bază de ceramică cu gradient planar de concentrație și  
47 amplificatorul universal de semnal piroelectric pentru modul de lucru în tensiune prezintă o  
48 soluție simplă și ușor de implementat pentru obținerea unor caracteristici piroelectrice  
49 îmbunătățite pe un domeniu semnificativ de temperaturi în jurul temperaturii camerei.

# RO 132446 B1

## Revendicări

1. Detector piroelectric pentru modul de lucru în tensiune cu capacitor și un pre-amplificator format dintr-un tranzistor FET și o rezistență de sarcină de pe care se culege semnalul generat de capacitorul ce conține un electrod superior și un electrod inferior, **caracterizat prin aceea că**, menționatul capacitor are între electrozi o plachetă ceramică cu proprietăți piroelectrice compusă din trei straturi de BST cu concentrații diferite de Sr respectiv 30%, 35% și 40%, dispuse astfel încât gradientul de concentrație rezultat să fie paralel cu cei doi electrozi.
2. Metodă de obținere a capacitorului cu gradient planar de concentrație din componenta detectorului piroelectric de la revendicarea 1, **caracterizată prin aceea că**, cele 3 plachete ceramice mono-fazice de tip BST cu concentrații diferite de Sr, respectiv 30%, 35% și 40%, sunt așezate una peste alta în ordine crescătoare sau descrescătoare a concentrației de Sr, după care se sinterizează împreună la 1400°C timp de 8 h, placheta obținută având gradient perpendicular de concentrație, după care, pentru a obține gradient planar, se taie placheta perpendicular pe suprafață și se obține o felie care se întoarce cu 90° astfel încât toate straturile componente sunt vizibile pe suprafață, după care pe ambele fețe ale plachetei ceramice se depun electrozii.

(51) Int.Cl.

G01J 5/12 (2006.01);

C04B 35/46 (2006.01)

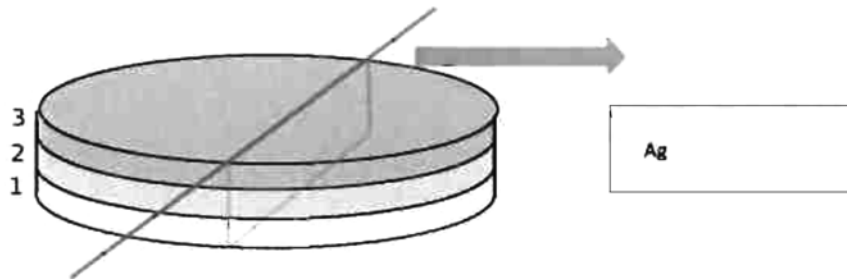


Fig. 1

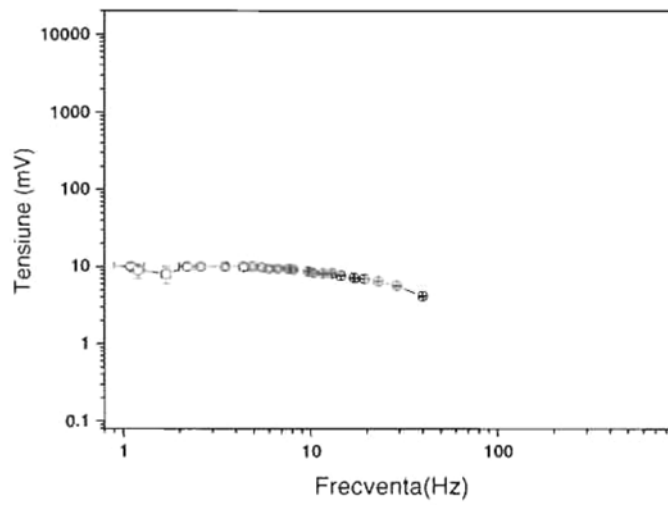


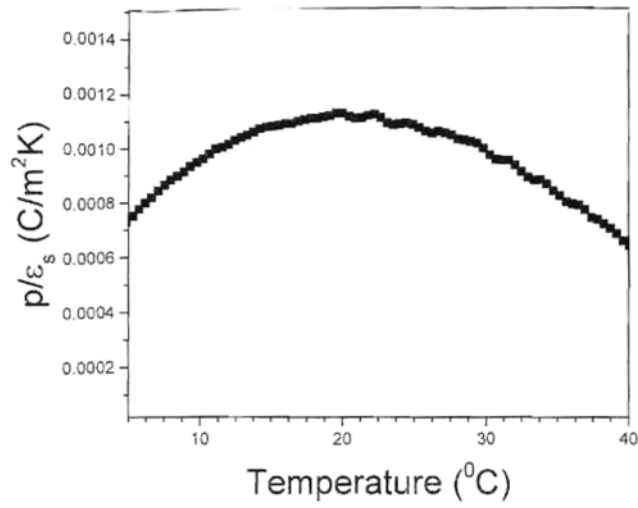
Fig. 2

# RO 132446 B1

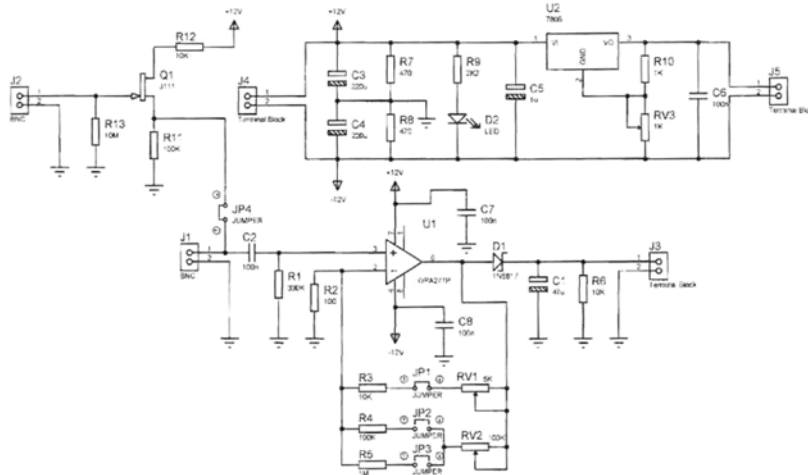
(51) Int.Cl.

**G01J 5/12** (2006.01),

**C04B 35/46** (2006.01)



**Fig. 3**



**Fig. 4**

(51) Int.Cl.

G01J 5/12 (2006.01);

C04B 35/46 (2006.01)

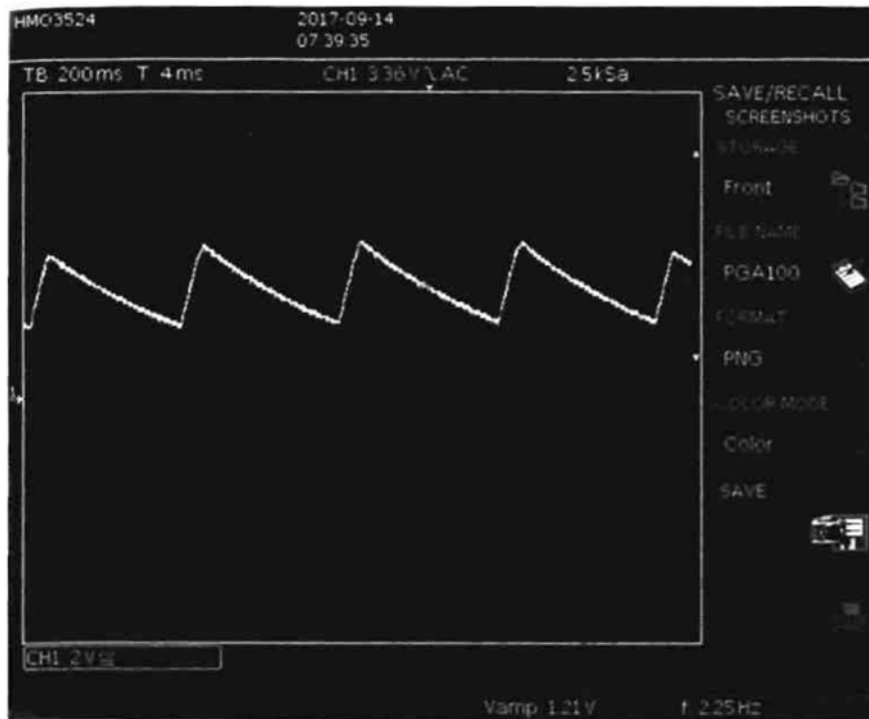


Fig. 5



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM  
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci  
sub comanda nr. 235/2024