



(11) **RO 125403 B1**

(51) Int.Cl.

G01N 27/02 (2006.01),

G01J 3/12 (2006.01),

C12Q 1/00 (2006.01),

B82Y 15/00 (2011.01)

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2008 00561**

(22) Data de depozit: **21.07.2008**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.06.2014** BOPI nr. **6/2014**

(41) Data publicării cererii:
30.04.2010 BOPI nr. **4/2010**

(73) Titular:
• **HONEYWELL INTERNATIONAL INC., 101
COLUMBIA ROAD, MORRISTOWN, NJ, US**

(72) Inventatori:
• **MIHĂILĂ N. MIHAI, STR. ION BERINDEI
NR. 11, BL. 1-2, SC.C, AP. 64, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO**

(74) Mandatar:
**ROMINVENT S.A.,
STR. ERMIL PANGRATTI NR. 35,
SECTOR 1, BUCUREȘTI**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
WO 2007027664 A2; WO 2007084163 A2

(54) **METODĂ ȘI APARAT PENTRU IDENTIFICARE
MOLECULARĂ**



RO 125403 B1

1 Invenția se referă la o metodă și la un aparat pentru identificare moleculară, folosite
2 pentru investigarea spectrului de vibrație al unor molecule sau agregate moleculare.

3 Se cunosc diverse metode de spectroscopie moleculară. Spectrele moleculare sunt
4 investigate cu ajutorul Spectroscopiei Raman, Spectroscopiei Raman îmbunătățită de
5 Suprafață (SERS), absorbției în infraroșu, Transformatei Fourier a Radiației Infraroșii (FTIR),
6 Spectroscopiei de Pierdere a Energiei Electronilor (EELS) și Spectroscopiei de Tunelare
7 Electronică Neelastică (IETS).

8 IETS este o metodă electrică, dar față de metoda din prezenta invenție, se aplică doar
9 la temperaturi scăzute. Aceasta, deoarece se bazează pe principiul tunelării electronice, care
10 este inefficientă la temperatura camerei.

11 Când se utilizează (IETS), molecula este plasată în apropierea unui electrod al unei
12 joncțiuni tunelare metal-izolator-metal. Spectrul său de vibrație este excitat de electronii
13 tunelari între cei doi electrozi. Un mod de vibrație este excitat atunci când energia electronilor
14 este egală cu energia unui mod de vibrație molecular.

15 Bazată pe acest principiu, Spectroscopia Tunelară de Scanare (STS) a mai fost folosită
16 pentru investigarea spectrului de vibrație a agregatelor moleculare sau chiar a moleculelor
17 singulare. IETS și STS sunt metode electrice care se bazează pe variația scăzută a
18 conductanței probei investigate în jurul pragului de detecție a emisiei fononice.

19 O altă metodă de spectroscopie fonică este spectroscopia punctului de contact
20 (PCS). În cazul PCS, energia (eV) electronilor de impact, care se deplasează fără împrăștiere
21 între două contacte (metalice), excită vibrații ale rețelei (fononi). Astfel PCS este utilizată
22 pentru determinarea spectrului de vibrație a două contacte identice sau diferite.

23 PCS este o metodă electrică, dar față de metoda prezentată în prezenta invenție, se
24 aplică doar la temperaturi foarte scăzute, deoarece transportul balistic al electronilor în astfel
25 de structuri se manifestă doar la aceste temperaturi.

26 O metodă și un dispozitiv pentru identificare moleculară, care folosește nano-fire, sunt
27 prezentate în cererea de brevet **WO 2007/027664 A2**, Bronikowski Michael, 2007. Metoda
28 constă în injecția de electroni într-un fir de dimensiuni nanometrice și măsurarea împrăștierii
29 inelastice a electronilor, ca urmare a excitării pe niveluri de energie vibraționale, joase, a
30 moleculelor legate de firul de dimensiuni nanometrice.

31 Dispozitivul cuprinde doi electrozi conectați la nano-fir, mijloace pentru injectarea
32 electronilor în nano-fir și mijloace pentru măsurarea excitării neelastice a electronilor de pe
33 niveluri de energie vibrațională ale moleculelor care sunt legate de nano-fir.

34 O altă cerere de brevet, **WO 2007/084163 A2**, Golovchenko Jene, A, 2007, prezintă
35 un aparat pentru caracterizare moleculară, folosind și controlând nanotuburi de carbon.
36 Aparatul conține un rezervor cu lichid, care include molecula ce trebuie caracterizată, un al
37 doilea rezervor cu lichid, în comunicare cu primul, în care este conținută molecula ce a fost
38 caracterizată, o structură de suport semiconductor, care include o deschidere de dimensiuni
39 moleculare, prin care cele două rezervoare comunică.

40 Două probe de transport al electronilor sunt dispuse pe structura de suport, astfel încât
41 să fie în contact cu perimetrul deschiderii, una sau ambele probe pot fi realizate din fulerenă.
42 Între cele două probe, se aplică o tensiune de polarizare, peste deschidere. Aparatul mai
43 conține un monitor de curent conectat între probe, pentru a urmări modificările în transportul
44 de electroni între cele două probe, la translocarea unei molecule prin deschidere. Transportul
45 de electroni este modulată de prezența în deschidere a moleculei ce trebuie caracterizată,
46 potrivit cu structura atomică locală. Se poate măsura dinamic conductivitatea electrică a unei
47 molecule translocate. Fenomenele se petrec asemănător cu măsurarea fluxului de electroni
48 între cele două probe, pentru identificarea unei anumite nucleotide (de exemplu) la folosirea
49 unui microscop cu tunelare și scanare.

RO 125403 B1

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este caracterizarea unor molecule țintă, excitate pe moduri specifice de vibrație, caracterizarea realizându-se la temperatura camerei.	1
Soluția tehnică utilizează mișcarea balistică a electronilor într-o structură balistică, pentru a obține spectrul de vibrație al moleculelor-țintă.	3
Prezenta invenție se referă la o metodă de identificare moleculară. Metoda include aplicarea unei tensiuni pe una sau mai multe regiuni metalice ale unei structuri balistice, de valoare suficientă pentru a genera un flux de electroni balistici, care contactează una sau mai multe molecule țintă, acest flux fiind suficient să excite cel puțin un mod de vibrație și să genereze date spectrale ale schimbării măsurate, suficiente pentru a furniza o informație de identificare a uneia sau mai multora dintre moleculele țintă.	5 7 9
Invenția prezentată se mai referă la un aparat pentru identificare moleculară de tip nanospectrometru, care include un substrat, o structură balistică care este susținută pe/sau inclusă în substrat, două sau mai multe zone metalice care sunt în contact cu structura balistică și o sursă de tensiune, aflată în contact electric cu structura. Electronii structurii balistice se deplasează balistic când se aplică o tensiune electrică structurii.	11 13 15
Avantajul invenției prezentate față de metode cunoscute de spectroscopie moleculară îl reprezintă posibilitatea lucrului la temperatura camerei.	17
În continuare, exemplele de realizare și de utilizare ale invenției se dau în legătură cu desenele, care nu sunt făcute la scară, semnele de referință descriu componentele substanțial asemănătoare. Semnele de referință similare, care sunt urmate de litere diferite, reprezintă exemple diferite ale componentelor substanțial asemănătoare. Desenele ilustrează în general, prin calea exemplului, dar nu prin limitare, aplicări diferite, prezentate în această descriere:	19 21
- fig. 1 ilustrează diagrama fluxului unei metode de identificare moleculară, conform invenției;	23
- fig. 2 ilustrează o vedere în perspectivă a unui aparat, conform invenției, de tip nanospectrometru, conform invenției.	25
În această descriere, termenii "o" sau "un" sunt folosiți pentru a include unul sau mai multe elemente, iar termenul "sau" nu se referă exclusiv la ceva similar, decât atunci când se specifică acest lucru. Toate publicațiile, brevetele și documentele la care se face referire în această descriere reprezintă date bibliografice.	27 29
Structurile balistice în gama nanometrică sau micrometrică susțin mișcarea balistică (i.e. fără împrăștiere) a electronilor. Exemplele de structuri balistice includ nanotuburi de carbon, singulare sau multiple. Nanotuburile de carbon singulare au proprietăți unice, care includ rezistența mare, duritatea, conductivitatea termică și electrică. Aceste nanotuburi sunt molecule tubulare, goale pe interior, conținând, în principal, atomi de carbon hibridi, aranjați în formă hexagonală și pentagonală. Nanotuburile din carbon singulare au diametre cuprinse între 0,5 și 3 nm și, în general, lungimi mai mari de 100 nanometri. Nanotuburile din carbon multistrat sunt formate din cilindri de carbon singulari, grupați și au proprietăți asemănătoare cu nanotuburile de carbon singulare. Cu toate acestea, nanotuburile de carbon singulare au mai puține defecte decât cele multistrat, cele singulare fiind mai rezistente și având conductivitate mai mare.	31 33 35 37 39 41
Invenția se referă la un nanospectrometru și la o metodă de spectroscopie moleculară care folosește mișcarea (comportamentul) balistică a electronilor, pentru a obține spectrul de vibrație al moleculelor. Transportul balistic al purtătorilor (electronilor) într-o structură balistică (nanotuburi de carbon, nanofire și grafena) este folosit pentru a excita modurile specifice de vibrație ale moleculelor țintă.	43 45
Între două zone sau contacte metalice apropiate, electronii se deplasează balistic (i.e. fără împrăștiere). Acești electroni balistici pot excita moduri specifice de vibrație ale moleculei țintă, dacă molecula se află în apropierea contactului sau a electrodului unde electronii balistici	47 49

RO 125403 B1

1 acumulează energia eV (unde e este sarcina elementară și V este tensiunea aplicată structurii
balistice). Dacă energia eV a electronilor balistici corespunde unui mod de vibrație al
3 moleculei, energia electronului, în eV, este transferată rezonant moleculei. Vibrația moleculei
modulează conductivitatea sistemului și astfel poate fi detectată, în urma monitorizării
5 schimbărilor de fluctuație în caracteristica I(V), prin observarea modificării conductivității față
de tensiune sau prima (dl/dV) și a doua derivată (d^2I/dV^2) a caracteristicii curent-tensiune I(V).
7 Întregul spectru de vibrație poate fi observat prin baleierea tensiunii de-a lungul structurii
balistice.

9 În fig. 1, este prezentată o diagramă bloc a fluxului **100**, al unei metode de identificare
moleculară, conform invenției. Se aplică o tensiune **102**, la două sau mai multe regiuni (zone)
11 metalice ale structurii balistice, suficientă pentru a genera un flux de electroni balistici. Una sau
mai multe molecule țintă pot fi contactate, **104**, de fluxul electronic, suficient pentru a excita
13 cel puțin un mod de vibrație al uneia sau mai multor molecule țintă. O schimbare a proprietății
electrice a structurii balistice poate fi măsurată, **106**, ca răspuns al excitării a cel puțin unui
15 mod de vibrație. Pot fi generate date spectrale **108**, prin măsurarea acestei schimbări,
suficiente pentru a asigura informația de identificare a uneia sau mai multor molecule țintă.

17 De la o sursă de tensiune, se aplică, **102**, o tensiune peste toate porțiunile contactelor,
structurii balistice sau unei combinații a acestora. Generarea mișcării balistice a electronilor
19 existenți poate depinde de distanța dintre contactele metalice. Tensiunea poate fi aplicată prin
baleierea structurii, de exemplu. Prin aplicarea, **102**, unui tensiunii, se generează electroni
21 balistici, care contactează, **104**, una sau mai multe molecule țintă.

Moleculele țintă pot fi contactate în proximitatea imediată a regiunilor metalice sau a
23 electrozilor. Contactarea **104** poate include contact fizic, contact electric, contact chimic sau
poziționare în imediata proximitate. Contactarea **104** se poate referi în mod specific la un
25 electron balistic care vine în proximitatea imediată a unei molecule țintă astfel încât, când
energia electronului balistic este similară cu cea a modului de vibrație a moleculei țintă,
27 energia lui este transferată aceluși mod de vibrație.

Odată ce electronii balistici excită unul sau mai multe moduri de vibrație ale moleculei
29 țintă, poate fi măsurată, **106**, o schimbare a unei proprietăți electrice. Proprietatea electrică
poate fi conductanța I(V) caracteristică structurii, citiri ale tensiunii, nivelul de zgomot (și
31 spectrul său de frecvență) etc. Datele spectrale sunt generate, **108**, prin observarea
rezultatelor măsurătorilor **106**, ca funcție de tensiune. Generarea **108** poate include calcularea
33 conductanței sistemului ca funcție a tensiunii, sau prima derivată, dl/dV sau a doua d^2I/dV^2 , ca
funcție a tensiunii, de exemplu. Informația spectrală poate fi generată de curbele derivatelor
35 curent/tensiune, ca funcție de tensiune, corespunzătoare energiilor de vibrație ale moleculei.

Electronii cu energia eV, corespunzătoare modului de vibrație al moleculei, disipează
37 această energie, transferând-o unor moduri vibraționale ale moleculei. Tensiunile la care are
loc transferul pot corespunde unei creșteri a nivelului de zgomot. Spectrul de vibrație
39 moleculară poate fi generat din măsurători ale zgomotului (e.g., zgomot de frecvență joasă)
semnalului dezvoltat între contactele nanospectrometrului, de exemplu.

41 Referitor la fig. 2, este prezentată o vedere în perspectivă, **200**, a unui
nanospectrometru conform invenției. Un substrat **202** este utilizat ca suport sau este integrat
43 unei structuri balistice **204**, și conține două sau mai multe zone metalice sau contacte **206**. O
sursă de tensiune poate fi poziționată ca să intre în contact electric cu structura balistică **204**,
45 cu contactele metalice sau cu o combinație a acestora. O moleculă țintă **208** poate să intre în
contact sau să se afle în apropierea contactelor **206**. Zonele sau contactele **206** pot fi regiuni
47 ohmice sau contacte, de exemplu. Dacă regiunile ohmice sunt destul de aproape, se
generează un flux de electroni balistici atunci când se aplică o tensiune de polarizare structurii.

RO 125403 B1

Structurile balistice pot fi formate din nanotuburi de carbon singulare, nanotuburi de carbon multistrat, fire quantice, grafena monostrat, grafena bistrat sau combinații ale acestora.	1
Structura balistică 204 este așezată pe substratul 202 sau integrată în acesta.	3
Substratul 202 este compus dintr-un material dielectric, cum ar fi bioxidul de siliciu. Contactele 206 pot fi depuse pe suprafața dielectrică, pe structura balistică sau pe ambele.	5
Una sau mai multe structuri balistice 204 , cum sunt nanotuburile, straturile de grafena etc., pot fi depuse între contacte. Alternativ, nanotuburile de carbon singulare, straturi singulare sau duble de grafena etc. pot fi crescute pe un substrat dielectric și după aceea legate de contactele metalice 206 .	7
Un strat izolant, care nu interferează cu fluxul de electroni balistici, poate fi poziționat pe/sau dedesubtul uneia sau mai multor componente ale nanospectrometrului. O mică "fereastră" sau deschidere poate fi folosită în stratul izolator, pe deasupra sau lângă contactele metalice 206 . O moleculă țintă 208 poate fi poziționată în fereastră (e.g., cu ajutorul unui microscop atomic) și spectrul său de vibrație poate fi monitorizat, conform metodei din prezenta invenție. Dacă o moleculă necunoscută sau un grup de molecule sunt plasate în fereastră, nanospectrometrul poate fi utilizat pentru identificarea moleculelor. Nanospectrometrul poate fi utilizat atunci ca un nanosenzor.	9
Un strat izolant, care nu interferează cu fluxul de electroni balistici, poate fi poziționat pe/sau dedesubtul uneia sau mai multor componente ale nanospectrometrului. O mică "fereastră" sau deschidere poate fi folosită în stratul izolator, pe deasupra sau lângă contactele metalice 206 . O moleculă țintă 208 poate fi poziționată în fereastră (e.g., cu ajutorul unui microscop atomic) și spectrul său de vibrație poate fi monitorizat, conform metodei din prezenta invenție. Dacă o moleculă necunoscută sau un grup de molecule sunt plasate în fereastră, nanospectrometrul poate fi utilizat pentru identificarea moleculelor. Nanospectrometrul poate fi utilizat atunci ca un nanosenzor.	11
Exemple de surse de tensiune pot include surse de tensiune de înaltă precizie. În plus, nanospectrometrul poate să includă un sistem de măsurare pentru monitorizarea schimbărilor la nivelul proprietăților electrice ale uneia sau ale mai multor componente ale nanospectrometrului, cum ar fi un sistem de măsurare a zgomotului.	13
Într-un alt exemplu, o grafenă monostrat sau bistrat poate fi poziționată între două contacte metalice separate între ele de 1...3 μm. Distanța dintre contactele metalice poate varia în funcție de structura balistică folosită. O moleculă țintă se poate afla în apropierea sau în legătură cu unul dintre contactele metalice, cum se întâmplă pe structurile balistice. Electronii de masă redusă pot excita modurile de vibrație ale moleculei țintă atunci când energia lor în eV este egală cu energia modului de vibrație molecular. Opțional, stratul de grafena poate fi controlat de o poartă.	15
Exemple de surse de tensiune pot include surse de tensiune de înaltă precizie. În plus, nanospectrometrul poate să includă un sistem de măsurare pentru monitorizarea schimbărilor la nivelul proprietăților electrice ale uneia sau ale mai multor componente ale nanospectrometrului, cum ar fi un sistem de măsurare a zgomotului.	17
Într-un alt exemplu, o grafenă monostrat sau bistrat poate fi poziționată între două contacte metalice separate între ele de 1...3 μm. Distanța dintre contactele metalice poate varia în funcție de structura balistică folosită. O moleculă țintă se poate afla în apropierea sau în legătură cu unul dintre contactele metalice, cum se întâmplă pe structurile balistice. Electronii de masă redusă pot excita modurile de vibrație ale moleculei țintă atunci când energia lor în eV este egală cu energia modului de vibrație molecular. Opțional, stratul de grafena poate fi controlat de o poartă.	19
O a doua moleculă, cum ar fi fulerena, poate fi în contact sau în apropierea structurii balistice, de exemplu, la un capăt al nanotubului unui strat de carbon. Cea de-a doua moleculă poate interacționa fizic sau chimic cu molecula țintă. Energia în eV a electronilor balistici poate fi acordată cu un mod de vibrație dat al moleculei secundare. Informația vibrațională poate fi apoi măsurată și obținută din modificarea proprietăților electrice ale moleculei secundare, a complexului moleculă secundară/moleculă țintă sau a produsului de reacție.	21
O a doua moleculă, cum ar fi fulerena, poate fi în contact sau în apropierea structurii balistice, de exemplu, la un capăt al nanotubului unui strat de carbon. Cea de-a doua moleculă poate interacționa fizic sau chimic cu molecula țintă. Energia în eV a electronilor balistici poate fi acordată cu un mod de vibrație dat al moleculei secundare. Informația vibrațională poate fi apoi măsurată și obținută din modificarea proprietăților electrice ale moleculei secundare, a complexului moleculă secundară/moleculă țintă sau a produsului de reacție.	23
Figurile ilustrează aplicațiile practice ale invenției. Aceste aplicații, care vor fi numite exemple, sunt prezentate în detaliu, astfel încât să poată fi puse în practică de o persoană în domeniu. Aplicațiile (instalațiile) pot fi combinate, pot fi utilizate și alte instalații sau se pot face modificări de structură, fără a se îndepărta de scopul prezentei invenții. Astfel, descrierea nu trebuie considerată limitantă, scopul ei fiind descris de revendicări.	25
Figurile ilustrează aplicațiile practice ale invenției. Aceste aplicații, care vor fi numite exemple, sunt prezentate în detaliu, astfel încât să poată fi puse în practică de o persoană în domeniu. Aplicațiile (instalațiile) pot fi combinate, pot fi utilizate și alte instalații sau se pot face modificări de structură, fără a se îndepărta de scopul prezentei invenții. Astfel, descrierea nu trebuie considerată limitantă, scopul ei fiind descris de revendicări.	27
Figurile ilustrează aplicațiile practice ale invenției. Aceste aplicații, care vor fi numite exemple, sunt prezentate în detaliu, astfel încât să poată fi puse în practică de o persoană în domeniu. Aplicațiile (instalațiile) pot fi combinate, pot fi utilizate și alte instalații sau se pot face modificări de structură, fără a se îndepărta de scopul prezentei invenții. Astfel, descrierea nu trebuie considerată limitantă, scopul ei fiind descris de revendicări.	29
Figurile ilustrează aplicațiile practice ale invenției. Aceste aplicații, care vor fi numite exemple, sunt prezentate în detaliu, astfel încât să poată fi puse în practică de o persoană în domeniu. Aplicațiile (instalațiile) pot fi combinate, pot fi utilizate și alte instalații sau se pot face modificări de structură, fără a se îndepărta de scopul prezentei invenții. Astfel, descrierea nu trebuie considerată limitantă, scopul ei fiind descris de revendicări.	31
Figurile ilustrează aplicațiile practice ale invenției. Aceste aplicații, care vor fi numite exemple, sunt prezentate în detaliu, astfel încât să poată fi puse în practică de o persoană în domeniu. Aplicațiile (instalațiile) pot fi combinate, pot fi utilizate și alte instalații sau se pot face modificări de structură, fără a se îndepărta de scopul prezentei invenții. Astfel, descrierea nu trebuie considerată limitantă, scopul ei fiind descris de revendicări.	33
Figurile ilustrează aplicațiile practice ale invenției. Aceste aplicații, care vor fi numite exemple, sunt prezentate în detaliu, astfel încât să poată fi puse în practică de o persoană în domeniu. Aplicațiile (instalațiile) pot fi combinate, pot fi utilizate și alte instalații sau se pot face modificări de structură, fără a se îndepărta de scopul prezentei invenții. Astfel, descrierea nu trebuie considerată limitantă, scopul ei fiind descris de revendicări.	35
Figurile ilustrează aplicațiile practice ale invenției. Aceste aplicații, care vor fi numite exemple, sunt prezentate în detaliu, astfel încât să poată fi puse în practică de o persoană în domeniu. Aplicațiile (instalațiile) pot fi combinate, pot fi utilizate și alte instalații sau se pot face modificări de structură, fără a se îndepărta de scopul prezentei invenții. Astfel, descrierea nu trebuie considerată limitantă, scopul ei fiind descris de revendicări.	37
Figurile ilustrează aplicațiile practice ale invenției. Aceste aplicații, care vor fi numite exemple, sunt prezentate în detaliu, astfel încât să poată fi puse în practică de o persoană în domeniu. Aplicațiile (instalațiile) pot fi combinate, pot fi utilizate și alte instalații sau se pot face modificări de structură, fără a se îndepărta de scopul prezentei invenții. Astfel, descrierea nu trebuie considerată limitantă, scopul ei fiind descris de revendicări.	39

RO 125403 B1

1

Revendicări

3

1. Metodă de identificare moleculară, **caracterizată prin aceea că** se aplică o tensiune asupra a două sau mai multe zone metalice ale unei structuri balistice, suficientă pentru a genera un flux de electroni balistici, are loc contactul dintre una sau mai multe molecule țintă cu fluxul de electroni balistici, suficient pentru a excita cel puțin un mod de vibrație al uneia sau mai multor molecule țintă, se măsoară o schimbare în proprietățile electrice ale structurii balistice, ca răspuns la excitarea a cel puțin unui mod de vibrație, și se generează date spectrale în urma măsurării schimbării suficiente, pentru a identifica una sau mai multe molecule țintă.

11

2. Metodă conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** proprietatea electrică este reprezentată de zgomotul electronic și spectrul său de frecvență.

13

3. Metodă conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** proprietatea electronică este reprezentată de caracteristici curen-tensiune.

15

4. Metodă conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** are loc contactarea structurii balistice cu o moleculă secundară, care interacționează cu una sau mai multe molecule țintă.

17

19

5. Metodă conform revendicării 4, **caracterizată prin aceea că** are loc măsurarea unei schimbări a unei proprietăți electrice a moleculei secundare, ca răspuns la interacția cu una sau mai multe molecule țintă.

21

6. Metodă conform revendicării 4, **caracterizată prin aceea că** molecula secundară este reprezentată de o moleculă de fulerenă.

23

7. Aparat de identificare moleculară de tip nanostectrometru, pentru aplicarea metodei conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** este format dintr-un substrat (202), o structură balistică (204), susținută de, sau integrată în substrat, două sau mai multe regiuni metalice (206), aflate în contact cu structura balistică, și o sursă de tensiune aflată în contact electric cu structura, în care electronii structurii balistice se deplasează balistic atunci când se aplică o diferență de potențial structurii.

29

8. Aparat conform revendicării 7, **caracterizat prin aceea că** are în alcătuire un sistem de măsurare, folosit la monitorizarea schimbărilor proprietăților electrice ale uneia sau mai multor componente ale nanospectrometrului.

31

33

9. Aparat conform revendicării 7, **caracterizat prin aceea că** structura balistică cuprinde unul sau mai multe nanotuburi de carbon, fire quantum, grafena mono sau bistrat.

35

10. Aparat conform revendicării 7, **caracterizat prin aceea că** una sau mai multe regiuni metalice conțin contacte ohmice.

37

11. Aparat conform revendicării 7, **caracterizat prin aceea că** are în alcătuire o moleculă secundară, aflată în contact cu structura balistică.

39

12. Aparat conform revendicării 7, **caracterizat prin aceea că** are în alcătuire un strat izolant, poziționat deasupra structurii balistice.

41

13. Aparat conform revendicării 7, **caracterizat prin aceea că** are în alcătuire un strat izolant, poziționat deasupra zonelor metalice.

43

14. Aparat conform revendicării 12, **caracterizat prin aceea că** prezintă o deschidere în stratul izolant.

45

15. Aparat conform revendicării 14, **caracterizat prin aceea că** una sau mai multe molecule țintă sunt poziționate în deschidere.

47

16. Aparat conform revendicării 7, **caracterizat prin aceea că** funcționează ca un nanosenzor, pentru identificarea unei singure molecule dintre mai multe molecule țintă.

(51) Int.Cl.
G01N 27/02 (2006.01),
G01J 3/12 (2006.01),
C12Q 1/00 (2006.01),
B82Y 15/00 (2011.01)

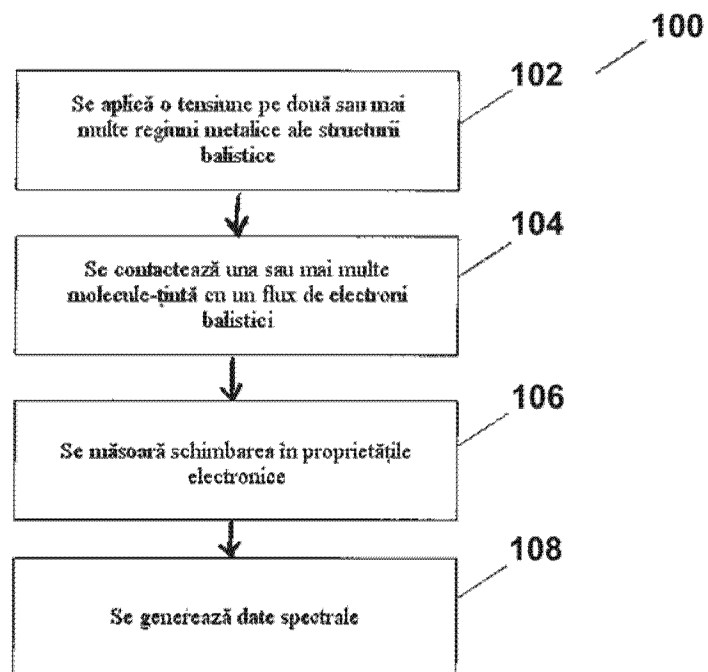


Fig. 1

(51) Int.Cl.
G01N 27/02 (2006.01),
G01J 3/12 (2006.01),
C12Q 1/00 (2006.01),
B82Y 15/00 (2011.01)

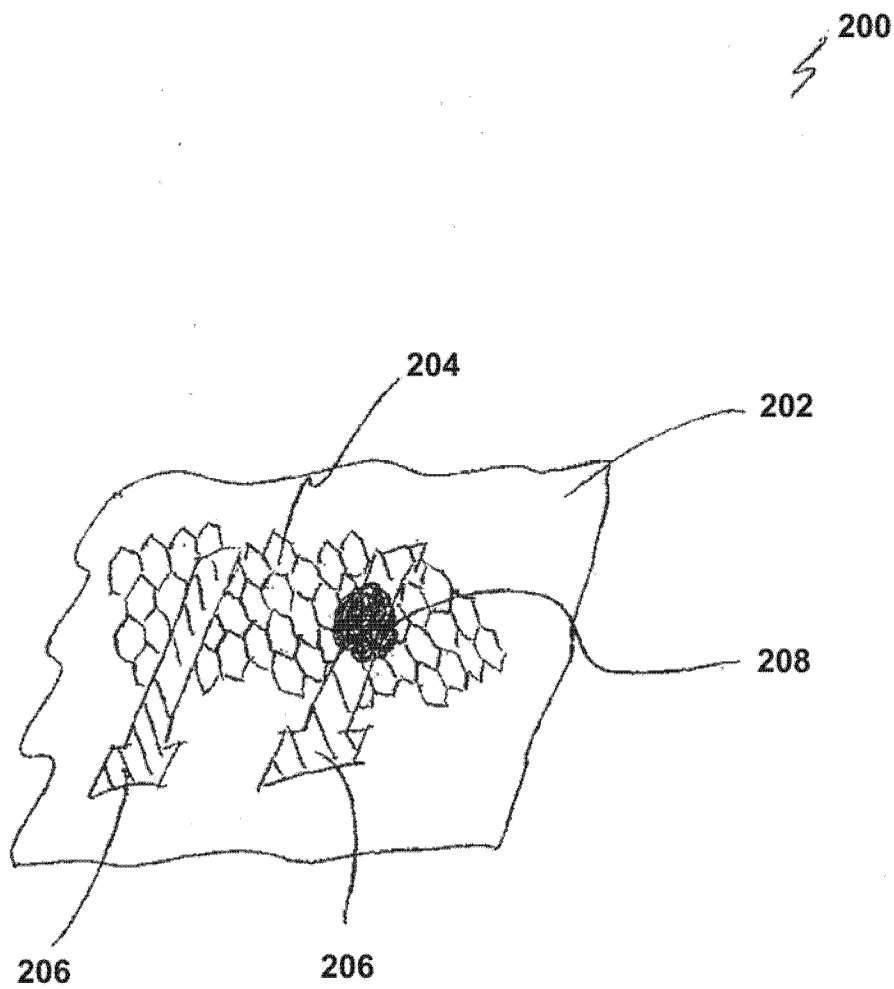


Fig. 2



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 407/2014