

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2021 00693

(22) Data de depozit: 18/11/2021

(41) Data publicării cererii:  
30/05/2023 BOPI nr. 5/2023

(71) Solicitant:  
• CENTRUL INTERNAȚIONAL DE  
BIODINAMICĂ,  
INTRAREA PORTOCALNELOR, NR.1B,  
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:  
• GHEORGHIU EUGEN, BD.UNIRII NR.12,  
BL.7 C, SC.A, AP.18, SECTOR 4,  
BUCUREȘTI, B, RO;

• DAVID MIHAI SORIN, STR. STANISLAV  
CIHOSCHI NR. 7, AP. 4, SECTOR 1,  
BUCUREȘTI, B, RO;  
• GHEORGHIU MIHAELA, BD. UNIRII  
NR. 12, BL.7C, SC.A, AP.18, SECTOR 4,  
BUCUREȘTI, B, RO;  
• POLONSCHII CRISTINA,  
ȘOS. COLENTINA NR. 16, BL. A2, ET. 5,  
AP. 38, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO

(54) METODĂ DE CREȘTERE A SENSIBILITĂȚII ANALIZELOR  
CARE UTILIZEAZĂ GHIDURI OPTICE DE UNDĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă pentru creșterea sensibilității analizelor care utilizează ghiduri optice de undă, pentru determinarea precisă a prezenței, concentrației și efectului unui compus țintă, de exemplu un contaminant, din componența unei probe, cu aplicații practice în senzorială, studiul materialelor, analiza gazelor de seră, în (micro)biologie sau medicină pentru detecția unor gaze sau analiți cu masă moleculară redusă. Metoda conform invenției cuprinde etapele de:

- preparare a unui traductor (1) cu ghid de undă prin acoperirea suprafeței unei plăci (2) din material cu proprietăți dielectrice cu un strat (3) format dintr-un polimer cu proprietăți plasmonice,
- injectare, într-un compartiment (4) analitic, a probei (5) care conține analitul de detectat,
- monitorizare a variațiilor semnalelor optice cauzate de modificarea proprietăților fizice sau chimice ale polimerului cu proprietăți plasmonice în urma interacției cu proba (5),

- detectarea prezenței și a concentrației de analit din probă (5) utilizând curbe de calibrare determinate în prealabil din analiza unor probe cu concentrații cunoscute de analiți.

Revendicări: 5  
Figuri: 3

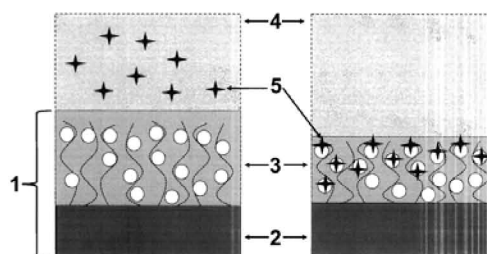


Fig. 1



## Metodă de creștere a sensibilității analizelor care utilizează ghiduri optice de undă

### DESCRIERE

Invenția se referă la o metodă pentru creșterea sensibilității analizelor care utilizează ghiduri optice de undă, pentru determinarea precisă a prezenței, concentrației și efectului unui compus țintă, de exemplu un contaminant, din componența unei probe, prin analiza intensității sau defazajului induse de probă, prin includerea probei ca element activ în structura ghidului de undă.

Metoda are aplicații practice în senzorică, studiul materialelor, analiza gazelor de seră, în (micro)biologie sau medicină pentru detecția unor gaze sau analiți cu masă moleculară redusă.

Monitorizarea emisiei gazelor de seră, cu impact major în procesul de încălzire globală, precum și detecția unor compuși nocivi, cu masă moleculară mică au o importanță majoră în aplicații variate și de actualitate, de la controlul calității mediului, până la biomedicină. Metodele bazate pe ghiduri de undă optice, un exemplu fiind rezonanța plasmonilor de suprafață (SPR), sunt utilizate în analiza gazelor de seră sau a compușilor volatili, succesul fiind determinat de implementarea unor metode de colectare și amplificare a semnalelor:

- a) În brevetul US 005485277A este descrisă o metodă de măsurare a semnalelor SPR prin utilizarea unui film metalic depus pe un ghid de unda planar, ghidul de undă planar și filmul metalic definesc interfața de rezonanță a plasmonilor modulată de proprietățile optice ale probei la care este expusă fața exterioară a filmului metalic.
- b) În brevetul US 197952A1 este descris un senzor SPR a cărui sensibilitate este crescută prin utilizarea unui strat de nanoparticule plasat deasupra unui strat metalic depus pe o prismă.
- c) În articolul Manera, M. G. et al. SPR study on the optical sensing properties of nanometric polyimide films to volatile organic vapours. Sensors Actuators, B Chem. 120, 712–718 (2007) este descrisă utilizarea unui polimer pentru detecția de compuși volatili prin analiza SPR a modificării structurii polimerului.

Dezavantajul principal al metodelor descrise mai sus constă în separarea volumului prin care este realizată circulația probei de structura ghidului de undă cu efect de amplificare modest, asociat interacției cu proba limitată la proximitatea, de până la câteva sute de nanometrii, interfaței de deasupra ghidului de undă .

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este aceea că permite pătrunderea probei, care conține gaze sau compuși cu dimensiunea de câțiva nanometri, în structura (volumul) ghidului de undă, ca parte activă a acestuia, interacționând specific cu structuri specifice din componența ghidului de undă: atât cu elementele plasmonice ale ghidului de undă cât și cu o rețea care încorporează aceste elemente, modificându-i structura 3 dimensională.

Avantajul metodei propuse, spre deosebire de metodele existente, în care proba influențează rezonanța plasmonilor de suprafață prin legarea specifică a compușilor de interes pe o interfață de deasupra ghidului de undă, este reprezentat de faptul că interacția dintre compușii de interes ai probei și elementele care generează semnalul analitic se realizează în structura ghidului de undă, prin accesul probei în volumul acestuia, direct la elementele active ale acestuia, crescând sensibilitatea analizei. Elementele din structura ghidului de undă care generează semnalul analitic pot fi alcătuite din polimeri care sunt conectați prin reacții covalente reversibile, astfel încât să poată fi receptivi la interacțiunile constituționale interne, la diverși stimuli externi, cum ar fi pH-ul, temperatura, presiunea etc. sau la interacțiuni specifice cu biomoleculele. Aceste răspunsuri conduc la adaptarea sistemică, inclusiv structurală relevată de modificări ale proprietăților fizice sau chimice.

Se prezintă în continuare un exemplu de realizare a acestei metode (care nu limitează domeniul său de aplicare) și în legătură cu figurile 1 – 3 care reprezintă:

Figura 1- Schema Metodei de creștere a sensibilității analizelor care utilizează ghiduri optice de undă

Figura 2- Variația semnalului SPR ca urmare a modificărilor proprietăților ghidului de undă la interacția cu proba

Figura 3- Exemplu de curbă de calibrare

Modul de funcționare a metodei conform invenției este prezentat în Figura 1.

1. se prepară un traductor cu ghid de undă (1) prin acoperirea suprafeței unei plăci din material cu proprietăți dielectrice (2) cu un strat format dintr-un polimer cu proprietăți plasmonice (3)
2. se injectează în compartimentul analitic (4) proba care conține analitul de detectat (5), și care pătrunde în polimerul cu proprietăți plasmonice (3) din structura traductorului (1)
3. se monitorizează variațiile semnalelor optice (intensitate sau diferență de fază), prin metoda rezonanței plasmonilor de suprafață, în sine cunoscută și nefigurată, cauzate de modificarea proprietăților fizice sau chimice ale polimerului cu proprietăți plasmonice în urma interacției cu proba.
4. pentru măsurători de intensitate se măsoară unghiul la care intensitatea luminii reflectate este minimă, respectiv unghiul la care are loc absorbția maximă a luminii incidente (cuplajul rezonant lumină-plasmoni) numit unghiul de rezonanță  $\theta_{rez}$ . Acesta este corelat cu constanta dielectrică a analitului (5) din proba de investigat,  $\epsilon_1$  conform formulei:

$$\theta_{rez} = \arcsin \frac{\sqrt{\frac{\epsilon_m^*(\epsilon_1) * \epsilon_1}{\epsilon_m^*(\epsilon_1) + \epsilon_1}}}{n_p}$$

unde  $\epsilon_m^*$  este constanta dielectrică complexă a materialului cu proprietăți plasmonice (3) (modulată activ de constanta dielectrică a probei), plasat pe placa din material cu proprietăți dielectrice (2), cu indice de refracție  $n_p$ .

5. se calculează concentrația de analit măsurând  $\theta_{rez}$  și utilizând curbe de calibrare determinate din analiza unor probe cu concentrații cunoscute de analiți pentru care s-a măsurat  $\theta_{rez}$  în prealabil.
6. pentru măsurători de defazaj se măsoară diferența de fază  $\varphi$  dintre lumina incidentă și cea reflectată de traductor la mai multe unghiuri de incidență. Măsurătoarea poate fi făcută, de exemplu, prin interferometrie, metodă în sine cunoscută și nefigurată.
7. se calculează concentrația de analit măsurând  $\varphi$  și utilizând curbe de calibrare determinate din analiza unor probe cu concentrații cunoscute de analiți pentru care s-a măsurat  $\varphi$  în prealabil.

În figura 2 se prezintă rezultatele obținute la măsurarea unui semnal SPR de intensitate a unui ghid de undă preparat conform metodei. Se produc variații ale proprietăților fizice ale ghidului de undă prin injecția în compartimentul de analiză a unor soluții cu pH-uri diferite. Monitorizarea variațiilor semnalului măsurat (unghiul de rezonanță  $\theta_{rez}$  raportat la  $\theta_{rez}$  al unui traductor de referință nemodificat – care nu are polimerul cu proprietăți plasmonice (3)) este

indicator calitativ al efectului unui analit și permite trasarea unei curbe de calibrare prezentate în figura 3 pentru determinări cantitative.

## Revendicări

1. Metodă de creștere a sensibilității analizelor care utilizează ghiduri optice de undă **caracterizată prin aceea că cuprinde următoarele etape**

- se prepară un traductor cu ghid de undă prin acoperirea suprafeței unei plăci din material cu proprietăți dielectrice cu un strat format dintr-un polimer cu proprietăți plasmonice
- se injectează în compartimentul analitic proba care conține analitul de detectat,
- se monitorizează semnalele optice, cauzate de modificarea proprietăților fizice ale polimerului cu proprietăți plasmonice în urma interacției cu proba;
- se detectează prezența și se determină concentrația de analit din probă utilizând curbe de calibrare determinate în prealabil din analiza unor probe cu concentrații cunoscute de analiți.

2. Metodă conform revendicării 1 **caracterizată prin aceea că** polimerul cu proprietăți plasmonice este format dintr-o matrice de polimer organic în care sunt legate prin legături chimice stabile (de ex. legături covalente) nanoparticule cu proprietăți plasmonice.

3. Metodă conform revendicării 2 **caracterizată prin aceea că** constituenții probei interacționează cu polimerul cu proprietăți plasmonice cu formarea de legături chimice reversibile.

4. Metodă conform revendicării 3 **caracterizată prin aceea că** conectarea constituenților probei de polimerul cu proprietăți plasmonice determină modificarea uneia sau mai multor proprietăți fizice ale polimerului cu proprietăți plasmonice.

5. Metodă conform revendicării 4 **caracterizată prin aceea că** una din proprietățile fizice ale polimerului cu proprietăți plasmonice modificată este constanta dielectrică.

Desene

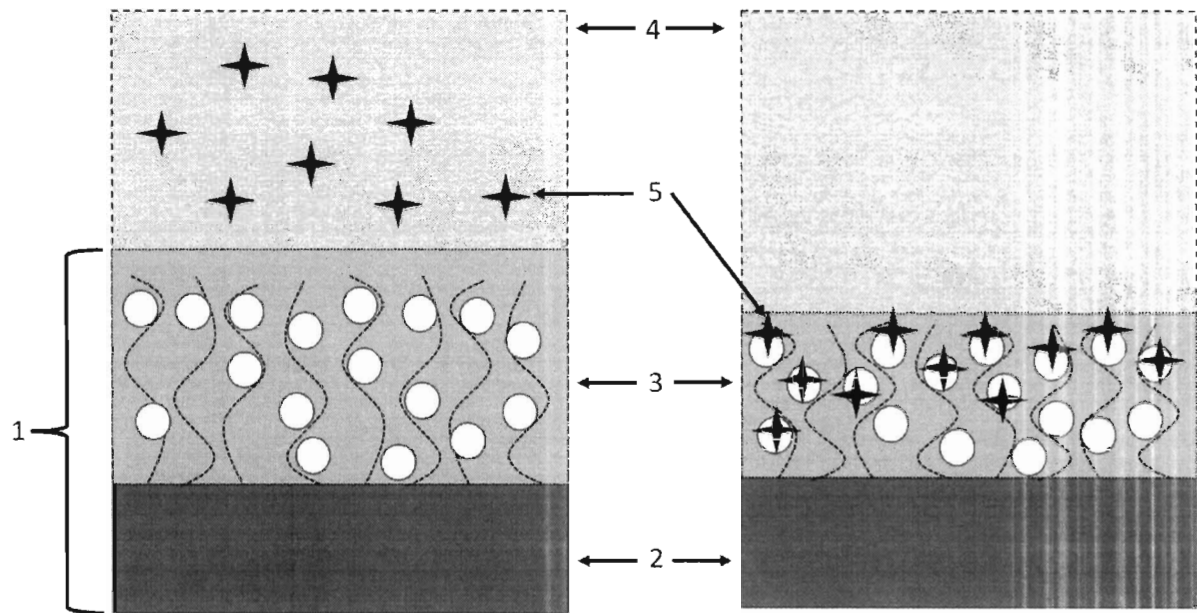


Figura 1. Schema Metodei de creștere a sensibilității analizelor care utilizează ghiduri optice de undă

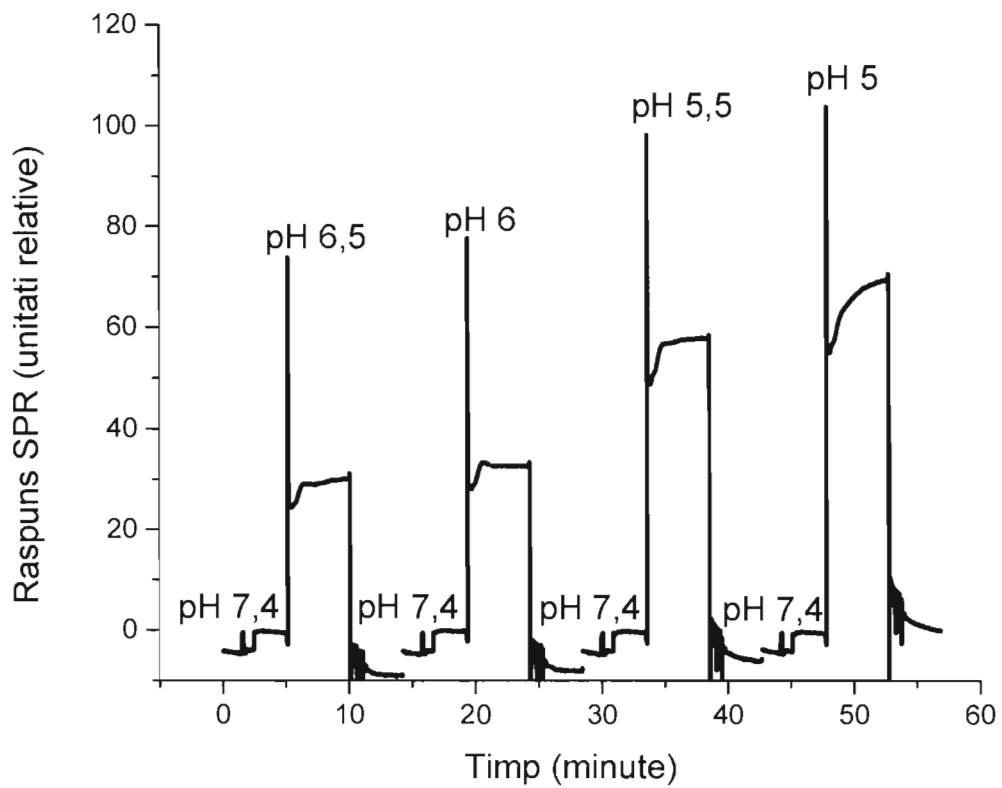


Figura 2. Variația semnalului SPR ca urmare a modificărilor proprietăților ghidului de undă la interacția cu proba

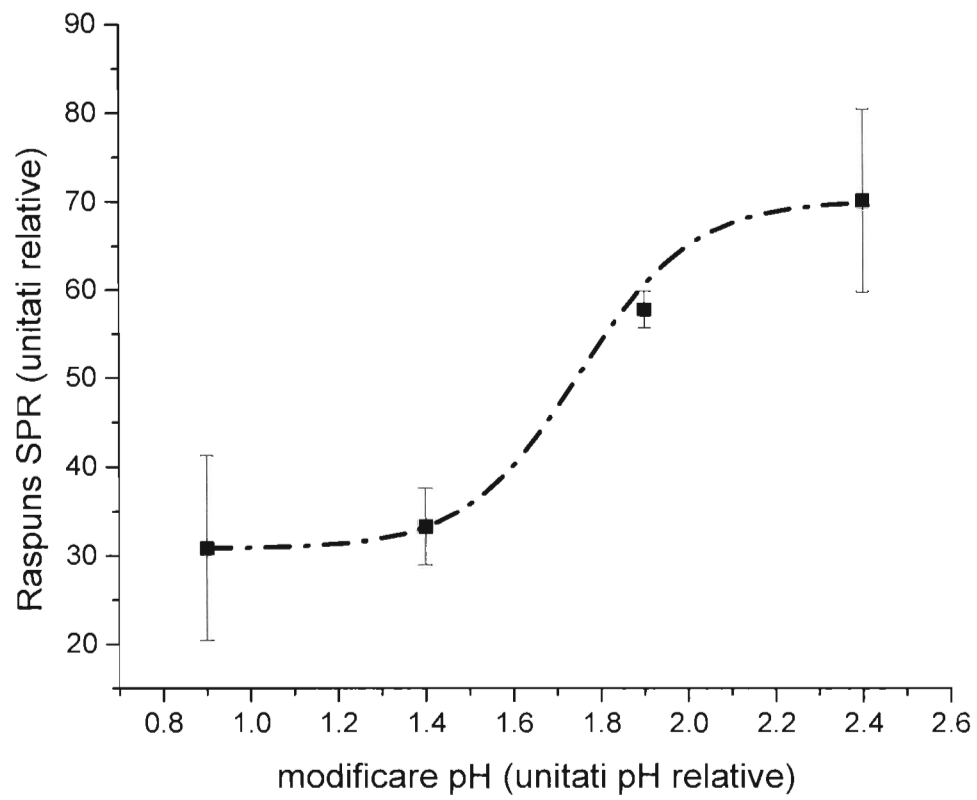


Figura 3- Exemplu de curbă de calibrare