



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00305

(22) Data de depozit: 02/06/2020

(41) Data publicării cererii:
30/12/2021 BOPI nr. 12/2021

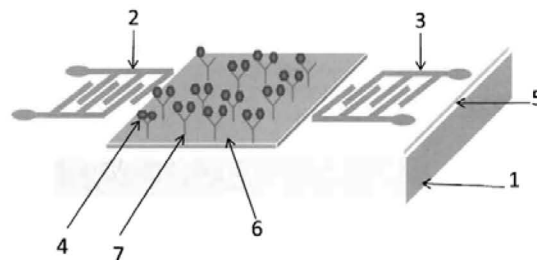
(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
FIZICA LASERILOR, PLASMEI ȘI
RADIĂȚIEI, STR.ATOMIȘTILOR NR.409,
MĂGURELE, IF, RO

(72) Inventatori:
• MIU DANA MARIA, STR.PROMETEU,
NR.28-32, BL.14F, SC.2, ET.2, AP.18,
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;
• VIESPE CRISTIAN, STR.DORNEASCA
NR.4, BL.P 64, SC.3, AP.86, SECTOR 5,
BUCUREȘTI, B, RO;
• CONSTANTINOIU IZABELA,
STR.STROIEȘTI, NR.13, COM.BERTEA,
PH, RO

(54) SENZOR CU UNDĂ ACUSTICĂ DE SUPRAFAȚĂ DE TIP
LOVE-WAVE PE BAZĂ DE AUR NANOPOROS

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un senzor cu undă acustică de suprafață (SUAS) de tip Love-Wave (LW) utilizabil ca biosenzor pentru detecția de materiale biologice, cum ar fi de exemplu: proteine, acizi nucleici, bacterii, viruși. Senzorul conform invenției este alcătuit dintr-un substrat (1) piezoelectric la suprafața căruia se propagă o undă acustică de suprafață generată de niște electrozi (2) interdigitali și care este recepționată de alți electrozi (3) interdigitali, în zona cuprinsă între electrozii (2 și 3) interdigitali, unda acustică fiind afectată de prezența unui analit (4), dintr-un strat (5) de ghidare deasupra suprafaței substratului (1) piezoelectric, care limitează unda acustică la suprafața substratului, crescând sensibilitatea senzorului, și dintr-un strat (6) de imobilizare realizat din aur nanoporos, deasupra suprafaței stratului (5) de ghidare, pe suprafața căruia se imobilizează, printr-un material (7) sensibil, analitul (4).



Revendicări: 2
Figuri: 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).



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr. a 2020-00305	
Data depozit	02-06-2020

18

Descrierea invenției

Senzor cu undă acustică de suprafață de tip Love-Wave pe bază de aur nanoporos

Invenția se referă la un senzor cu undă acustică de suprafață (SUAS) de tip Love-Wave (LW) având aur nanoporos ca strat de imobilizare, utilizabil ca biosenzor pentru detecția de materiale biologice (proteine, acizi nucleici, bacterii, virusi). Senzori SUAS de tip Love-Wave având aur nanoporos au sensibilitatea, selectivitatea, timpul de răspuns și timpul de revenire îmbunătățit față de senzori SUAS de tip Love-Wave având stratul de imobilizare din aur dens. Senzorii cu unde acustice de suprafață funcționează pe principiul modificării propagării undei acustice de suprafață în prezența unui analit. Modificarea este sesizată prin deviația de frecvență a undei acustice de suprafață.

Senzorii SUAS de tip Love-Wave sunt senzori cu unde acustice de suprafață a căror structură este adaptată funcționării în lichide, care este necesară pentru detecția materialelor biologice [1]. Adaptarea este impusă de faptul ca undele acustice de suprafață sunt puternic amortizate într-un mediu lichid. Senzorii de tip SUAS-LW au avantajul detecției directe și rapide de materiale biologice. Structura unui senzor SUAS de tip Love-Wave constă într-un substrat piezoelectric, un strat de ghidare și un strat de imobilizare. Pe substratul piezoelectric există două seturi de traductori interdigitali (IDT), electrozi metalici care generează, respectiv detectează, unda acustică de suprafață. Aplicarea unui semnal electric de radiofrecvență pe IDT de intrare generează o undă acustică la suprafața substratului piezoelectric. După propagarea la suprafața materialului piezoelectric, unda ajunge la IDT de ieșire, unde este transformată din nou în semnal electric. În timpul deplasării de la IDT de intrare la IDT de ieșire, unda parcurge o zonă sensibilă, unde este afectată de prezența analitului, frecvența fiind modificată în prezența substanței de detectat. Stratul de ghidare de peste substratul piezoelectric are rolul de a menține energia undei acustice la suprafață, permițând operarea în mediul lichid fără pierderi și crescând sensibilitatea senzorului. Stratul de imobilizare de peste cel de ghidare este utilizat pentru formarea legăturii cu materialul biologic detectat, prin intermediul unui material sensibil. Aurul este utilizat pe scară largă în senzorii SUAS-Love-Wave ca strat de imobilizare, sub formă de strat dens [2-4].

Sunt cunoscuți biosenzori de tip SUAS-Love Wave care nu au în componență un strat de Au nanoporos ca strat de imobilizare, ci un strat de Au dens. Acest tip de biosenzor are



dezavantajul unei sensibilitati mai mici datorită suprafeței specifice mici disponibile materialului biologic de analizat. De asemenea, sensibilitatea este mai mică datorită reactivității mai mici a suprafeței Au dens față de suprafața Au nanoporos, la interacția cu materiale biologice [5]. Datorită tendinței de miniaturizare a biosenzorilor, scăderea sensibilității devine o problemă și mai acută, prin faptul că suprafața stratului dens scade odată cu dimensiunile dispozitivelor.

Scopul invenției este de a obține senzori SUAS de tip LW pentru detecția de materiale biologice, cu sensibilitate și selectivitate îmbunătățite, prin utilizarea de filme subțiri de Au nanoporoase, cu morfologia controlabilă, obținute prin metode laser.

Senzorul conform invenției înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că utilizează într-un senzor de tip SUAS-LW un strat de imobilizare din aur nanoporos, care are o suprafață specifică mai mare și o reactivitate mai mare decât un strat dens. Prin aceasta crește sensibilitatea și selectivitatea senzorului de tip SUAS-LW față de senzorul pe baza unui strat de aur dens. Morfologia aurului nanoporos include structuri sub formă de spații deschise, accesibile materialului biologic de detectat, având dimensiuni de ordinul de mărime al elementelor materialului de detectat (enzime, antigene, anticorpi, etc). Aceste structuri permit legarea materialului sensibil la concentrații ridicate, fixarea stabilă a acestuia pe suprafețe mari, cât și reacții rapide cu analitul biologic [6].

Problemele pe care le rezolvă invenția sunt sensibilitatea relativ mică a biosenzorilor de tip SUAS-LW bazați pe Au dens, în condițiile minimizării acestor dispozitive.

Senzorul, conform invenției, prezintă următorul avantaj:

- are sensibilitatea crescută față de senzorii SUAS-LW cu strat de imobilizare din Au dens, datorită stratului de Au nanoporos care are o suprafață specifică mai mare și o reactivitate mai mare.

Conform invenției, structura senzorului SUAS-LW este modificată prin înlocuirea stratului de imobilizare de Au dens utilizat în mod curent cu un strat de imobilizare de Au nanoporos, plasat deasupra stratului de ghidare, așa cum este ilustrat în figura 1. Materialul biologic (analitul) este detectat după imobilizare, prin intermediul unui material sensibil depus peste stratul de Au nanoporos. Stratul de Au nanoporos are o suprafață specifică mai mare și o reactivitate mai mare față de analit, conducând la o sensibilitate mai mare a senzorului.

Senzorul conform invenției constă în un senzor de tip SUAS-LW care are ca strat de imobilizare un strat de Au nanoporos, care conduce la o sensibilitate și selectivitate îmbunătățită la detecția materialelor biologice.



Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a senzorului de tip SUAS-LW cu strat de imobilizare din Au nanoporos, în legătură cu figura 1.

Referitor la figura 1, senzorul de tip SUAS-LW cu strat de imobilizare de Au nanoporos constă în următoarele:

- Un substrat piezoelectric (1), de exemplu cuarț tăiat după axa y la $42,75^\circ$, la suprafața căruia se propagă o undă acustică de suprafață generată de electrozi interdigitali (2), și recepționată de alți electrozi interdigitali (3), electrozii constând dintr-un strat de Au de grosime 150 nm deasupra unui strat de Cr de 10 nm. În zona dintre electrozii interdigitali (2) și (3) unda acustică de suprafață este afectată de prezența analitului (4).
- Un strat de ghidare (5), de exemplu Polimetilmetacrilat (PMMA) de grosime 2 μm , deasupra suprafeței substratului piezoelectric (1), care limitează unda acustică la suprafața substratului, crescând sensibilitatea senzorului.
- Un strat de imobilizare din Au nanoporos de grosime 100 nm (6) deasupra suprafeței stratului de ghidare (5), pe suprafața căruia se imobilizează, prin intermediul unui material sensibil (7), analitul (4).

Bibliografie

1. "Love Wave Biosensors: A review", M.D. Rocha Gaso, Y. Jimenez, L.A. Francis, A. Arnau, Cap. 11 în "State of the art in biosensors – General Aspects", Editor T. Rinken, Editura Intech Open, London, UK (2013).
2. "A Shear Horizontal Surface Acoustic Wave biosensor for a rapid and specific detection of D-serine" F.D. Pietrantonio, M. Benetti, D. Cannata, E. Verona, M. Girasole, M. Fosca, S. Dinarelli, M. Staiano, V.M. Marzullo, A. Capo, A. Varriale, S. D'Anna, Sensors and Actuators B, 2016, 226, 1-6.
3. „Multi-channel SAW sensor chip” Brevet US2011104824A1.
4. „Multiplex biosensor” Brevet US2009124513.
5. M. Hakemata, M. Mabuchi, "Stabilization and Decomposition of Organic Matters by Nano-porous metals" Procedia Mat. Sci 4 (2014) 335-340.
6. "Molecular recognition element, biosensor using the same, and method of manufacturing the same" Brevet JP2004191341.



Revendicări

1. Senzorul de tip SUAS-LW, **caracterizat prin aceea că**, structura este modificată prin înlocuirea stratului de imobilizare format din Au dens printr-un strat cu Au nanoporos cu morfologie controlabilă obținut prin depunere laser pulsată.
2. Senzorul SUAS-LW, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, având un strat de imobilizare format din Au nanoporos, are o sensibilitate îmbunătățită datorită suprafeței specifice și reactivității mai mari ale acestui strat, în comparație cu un strat din Au dens.



Desene explicative

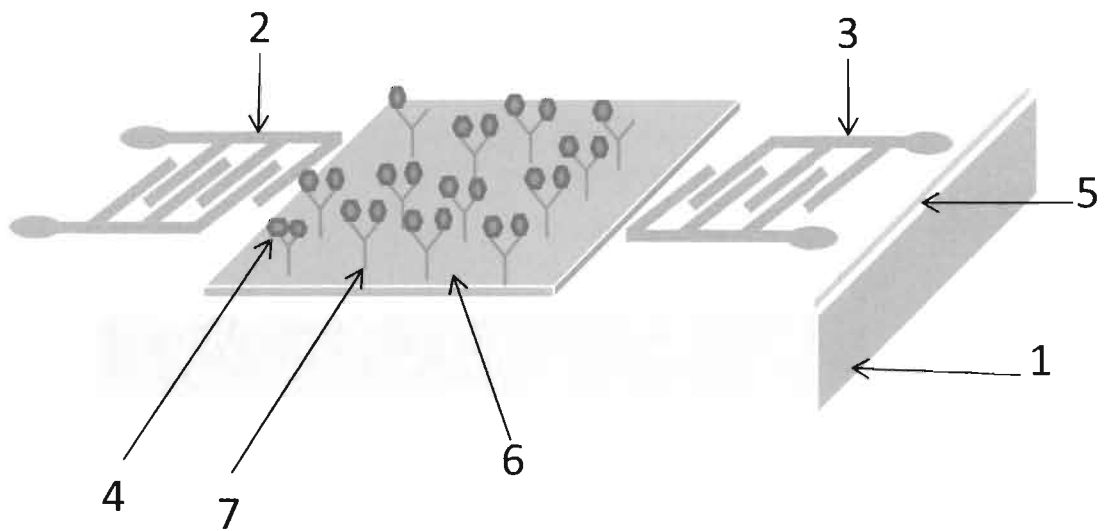


Fig. 1



Aburula