

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00676

(22) Data de depozit: 28/10/2020

(41) Data publicării cererii:  
29/04/2022 BOPI nr. 4/2022

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

(72) Inventatori:  
• AVRAMESCU VIOREL MARIAN,  
STR.AGRICULTORI NR.119, BL.80, SC.A,  
ET.6, AP.28, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B,  
RO;  
• DUMITRU VIOREL GEORGEL,  
STR.BREBENEI NR.3, BL.5, AP.6,  
PLOIEȘTI, PH, RO;  
• IONESCU OCTAVIAN NARCIS,  
STR.GOLEȘTI, NR.15, PLOIEȘTI, PH, RO

(54) DETECTOR PENTRU SENZORII DE GAZE FOTO-ACUSTICI

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un detector pentru senzorii de gaze fotoacustici, realizat în tehnologie MEMS. Detectorul conform invenției conține un diapazon (102) din siliciu, realizat prin corodare, care este acoperit cu un strat piezoelectric ce este încorporat într-un tranzistor (103) cu filme subțiri de tip "poartă-deasupra", ansamblul astfel creat funcționând astfel încât undele de presiune generate de absorbția luminii între cele două brațe ale diapazonului (102), de către gazul care se dorește a fi monitorizat, fac diapazonul (102) să vibreze, vibrațiile fiind transformate de stratul piezoelectric în sarcini electrice care modulează curentul de drenă prin tranzistorul (103) cu filme subțiri.

Revendicări: 2  
Figuri: 2

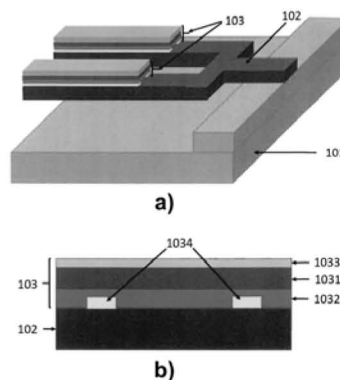


Fig. 1



## DETECTOR PENTRU SENZORII DE GAZE FOTO-ACUSTICI

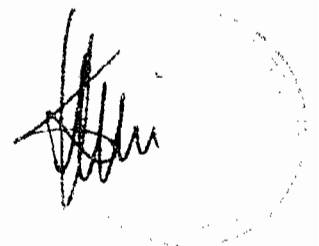
**Inventatori: Viorel Avramescu, Viorel-Georgel Dumitru, Octavian Narcis Ionescu**

### Descrierea invenției:

Prezenta invenție se referă la un detector pentru senzorii de gaze de tip foto-acustic realizat în tehnologie MEMS.

Senzorii de gaze sunt solicitați din ce în ce mai mult într-o multitudine de aplicații precum monitorizarea calității aerului, monitorizarea și controlul proceselor de ardere și a emisiilor rezultate, în controlul proceselor industriale, în aplicații medicale, etc... Ideal, senzorii ar trebui să aibă sensibilitate și selectivitate cât mai bune, timp de viață cât mai îndelungat și un cost de fabricație cât mai scăzut. Din aceste considerente, senzorii foto-acustici sunt văzuți ca fiind foarte promițători [1]. Senzorii foto-acustici conțin de regulă o sursă de lumină, o cavitate în care se află gazul care se dorește a fi monitorizat și un detector, diverse soluții constructive fiind investigate pe plan mondial [1,2]. Astfel, de exemplu, mai mulți senzori foto-acustici utilizând pentru detecție microfoane sau diapazoane cu cuarț sunt raportați în literatură [1,2]. De asemenea, numeroase soluții constructive au fost propuse în brevete și cereri de brevete. Astfel:

- US-7605922-B2 descrie un senzor de gaz foto-acustic utilizând un diapazon de cuarț ca detector și o metodă de a realiza spectroscopie foto-acustică cu respectivul dispozitiv;
- EP 2 402 735 A3 descrie un senzor de gaz foto-acustic având o cavitate conică cu pereți reflectorizanți construită astfel încât să mărească parcursul razelor de lumină în cavitate și deci și absorbția luminii de către gazul care se dorește a fi detectat;
- EP 2278709 A1 descrie un rezonator de tip diapazon construit din cuarț acoperit cu filme subțiri piezoelectrice de AlN;



- EP 2613440 A1 descrie de asemenea un rezonator piezoelectric de tip diapazon de mici dimensiuni.

Aceste soluții propuse în literatură și în patente prezintă însă diferite dezavantaje, cum ar complexitatea și costul ridicat al dispozitivelor sau dificultatea de prelucrare a semnalului detectorului.

Prin urmare este nevoie de un detector îmbunătățit pentru senzorii de gaze de tip foto-acustic posibil de fi fabricat în tehnologie MEMS.

Un astfel de dispozitiv este cel propus de noi în prezenta invenție.

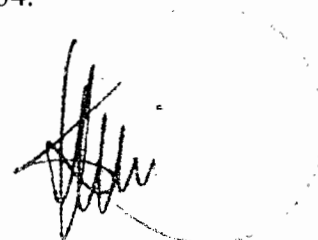
Dispozitivul conține un diapazon de siliciu realizat prin corodare care este acoperit cu un strat piezoelectric depus prin pulverizare în câmp magnetron. Stratul piezoelectric este încorporat într-un tranzistor cu filme subțiri jucând rolul unui oxid de poartă sensibil la vibrații. Undele de presiune generate de absorbția luminii între cele două brațe ale diapazonului de către gazul care se dorește a fi monitorizat fac ca diapazonul să vibreze. Vibrațiile diapazonului sunt convertite de stratul piezoelectric în sarcini electrice care modulează curentul de drenă prin tranzistorul cu filme subțiri.

Prezenta invenție este descrisă în continuare și în legătură cu figurile ce reprezintă:

#### **Figura 1:**

**Figura 1a** descrie o reprezentare schematică a unui detector pentru senzorii de gaze de tip foto-acustic realizat pe placheta 101 care conține un diapazon 102 acoperit cu un strat piezoelectric care este încorporat în tranzistorul cu filme subțiri de tip „poarta deasupra” (top-gate) 103 .

**Figura 1b** descrie o reprezentare schematică detaliată a tranzistorului 103 de tip „poarta deasupra” din Figura 1a realizat pe diapazonul 102, evidențiind stratul piezoelectric 1031, stratul semiconductor 1032, electrodul de poartă 1033 și electrozii de sursă și drenă 1034.

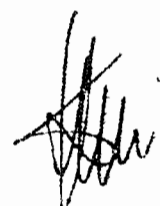


**Figura 2:**

**Figura 2a** descrie o reprezentare schematică a unui detector pentru senzorii de gaze de tip foto-acustic realizat pe placheta 201 care conține un diapazon 202 acoperit cu un strat piezoelectric care este încorporat în tranzistorul cu filme subțiri de tip „poarta dedesubt” (bottom-gate) 203.

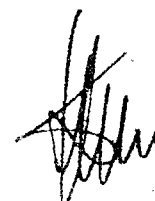
**Figura 2b** descrie o reprezentare schematică detaliată a tranzistorului de tip „poarta dedesubt” din Figura 2a realizat pe diapazonul 202, evidențiind stratul piezoelectric 2031, stratul semiconductor 2032, electrodul de poartă 2033 și electrozii de sursă și drena 2034.

Detectorul este realizat în tehnologie MEMS. Mai întâi, pe placheta care poate fi de Si sau de SOI (silicon-on-insulator) este fabricat tranzistorul cu filme subțiri conținând încorporat stratul piezoelectric și apoi este realizat prin corodare diapazonul de siliciu. Procesele tehnologice care se pot utiliza sunt cele clasice, binecunoscute în domeniu. Astfel, de exemplu, electrozii de tipul Ti/Au, Mo, Pt, AZO, etc, se definesc prin fotolitografie și se depun apoi prin pulverizare în câmp magnetron sau prin evaporare cu tunul electronic. Stratul semiconductor poate fi realizat din IGZO prin pulverizare în câmp magnetron în regim de radio-frecvență [3]. Stratul piezoelectric de AlN poate fi realizat de asemenea prin pulverizare în câmp magnetron [4-6].



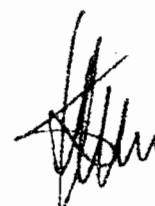
**DETECTOR PENTRU SENZORII DE GAZE FOTO-ACUSTICI****Inventatori: Viorel Avramescu, Viorel-Georgel Dumitru, Octavian Narcis Ionescu****Bibliografie:**

- [1] Daniel Popa and Florin Udrea „Toward Integrated Mid-Infrared Gas Sensors” Sensors 2019, 19, 2076; doi:10.3390/s19092076 [www.mdpi.com/journal/sensors](http://www.mdpi.com/journal/sensors)
- [2] Stefano Zampolli 1 , Sandro Mengali 2,\* , Nicola Liberatore 2, Ivan Elmi 1, Luca Masini 1, Michele Sanmartin 1 and Roberto Viola „A MEMS-Enabled Deployable Trace Chemical Sensor Based on Fast Gas-Chromatography and Quartz Enhanced Photoacoustic Spectroscopy” Sensors 2020, 20, 120; doi:10.3390/s20010120 [www.mdpi.com/journal/sensors](http://www.mdpi.com/journal/sensors)
- [3] Cristina Besleaga, Roxana Radu, Liliana-Marinela Balescu, Viorica Stanciu, Andreea Costas, Viorel Dumitru, George Stan, Lucian Pintilie, „Piezoelectric Field Effect Transistors Based on PZT and IGZO” IEEE Journal of the Electron Devices Society (Volume:7), **Page(s):** 268 – 275, 31 January 2019, **DOI:** [10.1109/JEDS.2019.2895367](https://doi.org/10.1109/JEDS.2019.2895367)
- [4] V. Dumitru, C. Morosanu, V. Sandu, A. Stoica “*Optical and structural differences between RF and DC Al<sub>x</sub>N<sub>y</sub> magnetron sputtered films*” Thin Solid Films 359, p.17-20 (2000)
- [5] Cristina Besleaga, Viorel Dumitru, Liliana Marinela Trinca, Adrian-Claudiu Popa, Constantin-Catalin Negrita, Lukasz Kolodziejczyk, Catalin-Romeo Luculescu, Gabriela-Cristina Ionescu, Razvan-George Ripeanu, Alina Vladescu, George E. Stan, “Mechanical, Corrosion and Biological Properties of Room-Temperature Sputtered Aluminum Nitride Films with Dissimilar Nanostructure” Nanomaterials 2017, 7, 394; doi:10.3390/nano7110394
- [6] A. Nicoloiu, A. Muller, I. Zdruc, D. Vasilache, G.E. Stan, C. Nastase, V. Dumitru, A. Dinescu, „AlN/Si Based SAW Resonators for Very High Sensitivity Temperature Sensors”, 2018 IEEE International Ultrasonics Symposium (IUS), DOI: [10.1109/ULTSYM.2018.8580167](https://doi.org/10.1109/ULTSYM.2018.8580167);



**DETECTOR PENTRU SENZORII DE GAZE FOTO-ACUSTICI****Inventatori: Viorel Avramescu, Viorel-Georgel Dumitru, Octavian Narcis Ionescu****Revendicări:**

1. Un detector pentru senzori de gaze de tip foto-acustic **caracterizat prin aceea că** este format dintr-un diapazon și un tranzistor sensibil la vibrații;
2. Un detector ca cel descris în revendicarea 1 **caracterizat prin aceea că** tranzistorul sensibil la vibrații este realizat cu filme subțiri și conține un strat piezoelectric de AlN.



DETECTOR PENTRU SENZORII DE GAZE FOTO-ACUSTICI

Inventatori: Viorel Avramescu, Viorel-Georgel Dumitru, Octavian Narcis Ionescu

Figura 1

Figura 1a

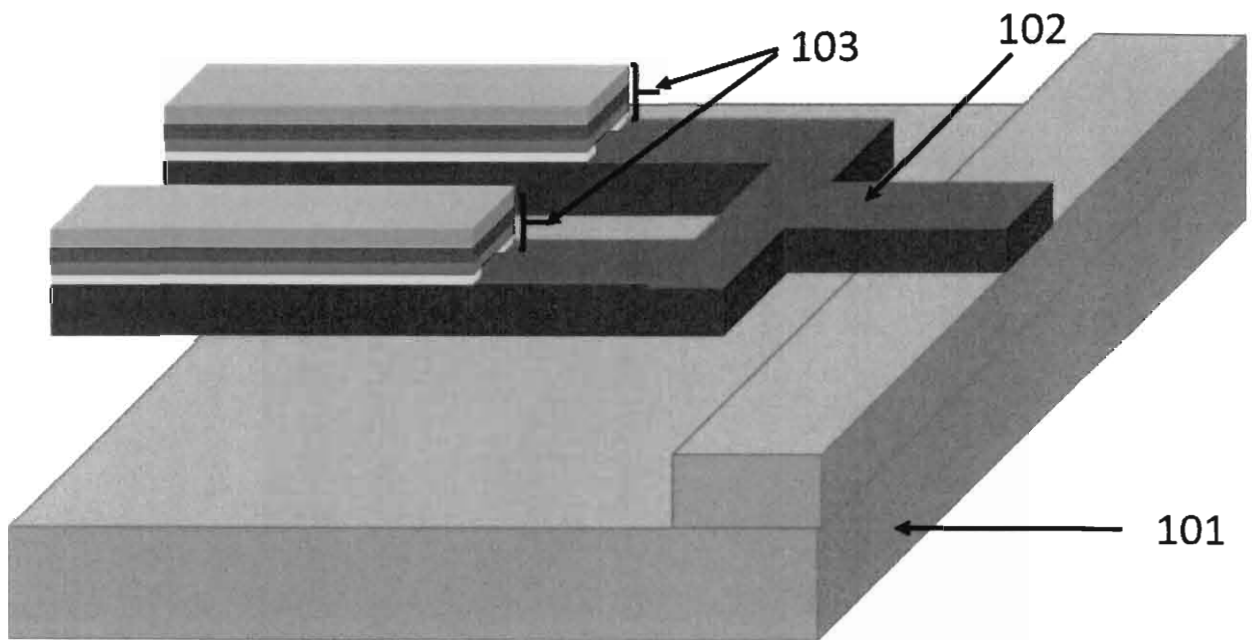
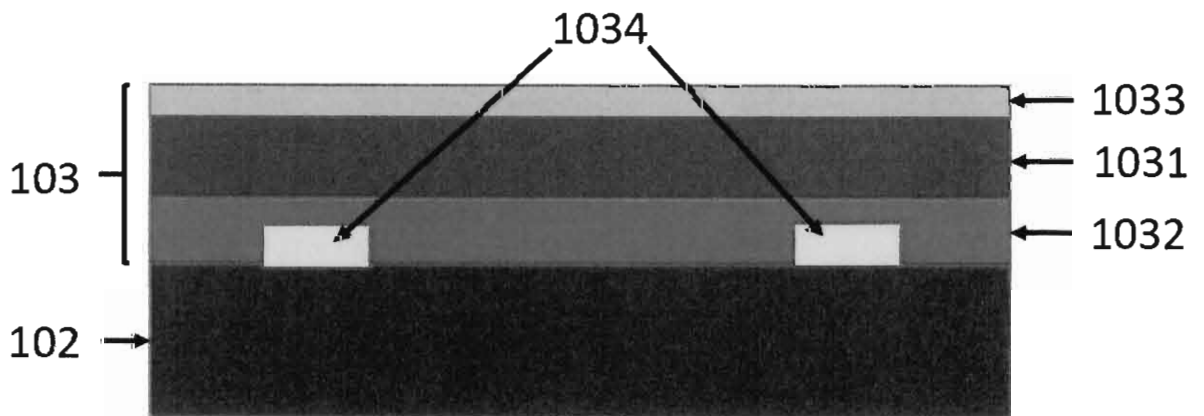


Figura 1b



A handwritten signature and a circular stamp, likely an official seal or mark, located in the bottom right corner of the page.

Figura 2

Figura 2a

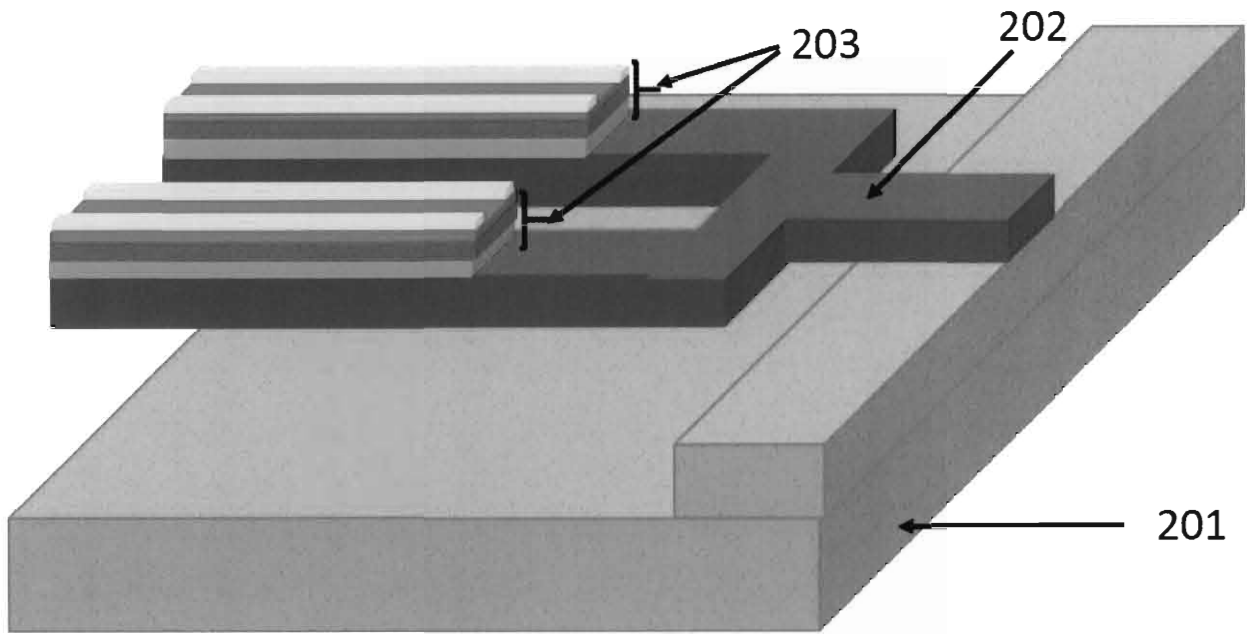
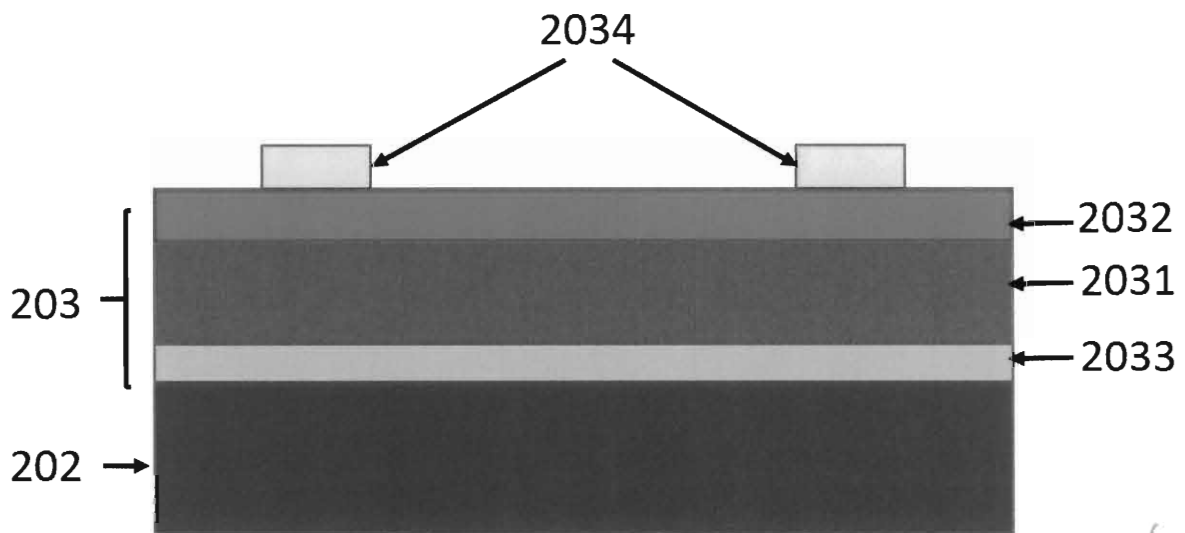


Figura 2b



A handwritten signature or mark in the bottom right corner of the page.