

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2011 00161

(22) Data de depozit: 21.02.2011

(41) Data publicării cererii:
28.09.2012 BOPI nr. 9/2012

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA "ȘTEFAN CEL MARE"
DIN SUCEAVA, STR.UNIVERSITĂȚII NR.13,
SUCEAVA, SV, RO

(72) Inventatori:
• GUTT SONIA, STR.VICTORIEI NR.185
BIS, SAT SFÂNTU ILIE, SV, RO;
• GUTT GHEORGHE, STR.VICTORIEI
NR.185 BIS, SAT SFÂNTU ILIE, SV, RO;
• GUTT ANDREI, STR.VICTORIEI
NR.185 BIS, SAT SFÂNTU ILIE, SV, RO

(54) SISTEM SENZORIAL PENTRU TOMOGRAFIA
FOTOACUSTICĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem optoelectronic destinat depistării, vizualizării și cuantificării dimensionale a formațiunilor atipice din țesuturile umane sau animale vii, pe calea tomografiei fotoacustice. Sistemul conform invenției este alcătuit din două sonde palpatoare, o unitate optoelectronică și tehnică de calcul, fiecare sondă palpatoare fiind alcătuită dintr-un corp (1), un traductor (2) piezoelectric acordat pe o frecvență tipică și având forma unui disc prevăzut, în centru, cu un orificiu prin care trece o fibră (3) optică de iradiere, în contact cu traductorul (2) fiind montat un material (4) amortizor de unde acustice, sonda palpatoare astfel constituită fiind conectată optic, prin intermediul unui optocuplor (5) și al unei fibre (8) optice, la un laser (9) cu regim de lucru în impuls, și electric, prin intermediul unor cabluri (6) electrice, al unui conector (7) electric și al unui alt cablu (10) electric flexibil, la un amplificator (11) electronic pentru diferență de fază, care, la rândul lor, sunt conectate la un calculator (12) electronic și la o imprimantă (13).

Revendicări: 2
Figuri: 2

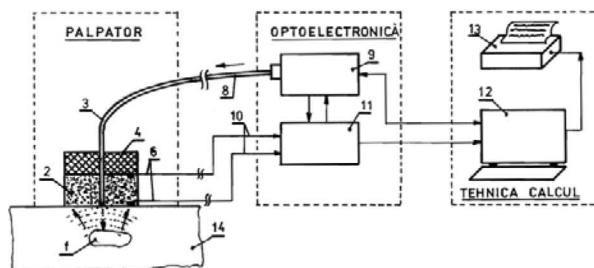


Fig. 1



14

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr.	a 2011 00161
Data depozit	21-02-2011

SISTEM SENZORIAL PENTRU TOMOGRAFIA FOTOACUSTICA

Invenția se referă la un sistem optoelectronic, destinat depistării vizualizării și cuantificării dimensionale a formațiunilor atipice din țesuturile umane sau animale vii pe calea tomografiei fotoacustice.

Investigarea ultra-acustică reprezintă tehnici și procedee nedistructive și neinvazive care au două aplicații importante, una se referă la controlul nedistructiv al materialelor tehnice cu scopul depistării unor defecte interioare ale acestora, iar cealaltă se referă la investigarea clinică, fiind denumită generic ecografie, și având ca scop vizualizarea bi sau tri dimensională pe un monitor a organelor interne în scopul constatării unor anomalii dimensionale și geometrice ale acestora. La ambele tehnici este interpretat un semnal ultrasonor emis de o sondă piezoelectrică și reflectat diferit, în funcție de mărimea și adâncimea unui defect, (la controlul defectoscopic) sau funcție de mărimea și poziția unui organ intern din corpul uman sau animal (la controlul clinic ecografic). La controlul defectoscopic al materialelor, interpretarea se face în principal prin analiză grafică, situație în care pe monitorul aparatului apare o distribuție de vârfuri (peak-uri) în funcție de valoarea sumei a doi timpi, unul necesar parcurgerii de către semnalul acustic a drumului de la emițător (palpator) spre zona din interiorul materiei, cu altă densitate decât materia de bază, și unul necesar parcurgerii de către undă a drumului invers de întoarcere a distanței între zona interioară urmărită și suprafața palpatorului. Valoarea înălțimii vîrfurilor semnalelor ultraacustice reflectate dau informații asupra mărimii incluziunii, iar valoarea timpului scurs între două semnale, avînd în vedere ecuația vitezei precum și faptul că viteza ultrasunetului, într-un anumit mediu, este o constantă, dă adâncimea la care se găsește acea incluziune. Ultima generație de defectoscoape ultrasonore permit și analiza imagistică prin vizualizarea bi- sau tridimensională pe un ecran a structurii interne a materialului cercetat. La ecografia

umană sau animală se folosește la ora actuală numai analiza imagistică prin vizualizarea bi sau tridimensională a organelor interne din cavitatea toracică.

Investigarea foto-acustică este un domeniu relativ nou, care poate fi folosit atât la cercetarea materiei anorganice și organice moarte cât și a materiei anorganice vii, cu toate acestea interesul este mai mare pentru investigarea țesuturilor vii și mai ales la investigarea clinică de tip tomografic. Efectul foto-acustic este cunoscut de peste 130 de ani, el s-a putut însă impune ca tehnică de investigare doar la apariția laserului și în special a celui cu energie pulsatoare. La cercetarea foto-acustică a materiei, aceasta este bombardată de impulsuri scurte de radiație electromagnetică monocromatică provenite de la un laser. Impulsurile laser generează local cantități apreciabile de căldură care duc la modificarea volumului materiei care provoacă la rândul lui apariția unor presiuni mecanice pulsatorii care se manifestă sub forma de unde ultrasonore. Înregistrarea amplitudinii acestor unde, cu senzori piezoelectrics, în funcție de defazarea între frecvența de pulsare a laserului și frecvența undei ultrasonore dă un spectru acustic, care prin unghiul de defazare oferă informații asupra locației în adâncimea țesutului a speciei urmărite, iar prin amplitudine dă informații asupra valorii masice a acesteia. În termeni medicali, acest lucru înseamnă că prin investigare foto-acustică într-un țesut viu poate fi depistată o formațiune (exemplu tumoare, calcifieri, depuneri de colesterol, etc.) de altă natură decât țesutul de bază, se poate determina mărimea acestei formațiuni și adâncimea la care se găsește ea în țesutul viu. Avantajele tehnicii de investigare foto-acustică față de tehnica ecografia clasică sînt multiple, astfel detectarea mărimii unei formațiuni este foarte precisă deoarece unda ultrasonoră nu este externă ci este generată de însăși specia analizată pe bază de rezonanță dimensională și ca atare nu există pierderi prin reflecții parazite. În afară de aceasta, prețul de cost al unui ecograf foto-acustic este mult mai mic decât al unui clasic, iar investigarea se poate realiza și pe microzone cum sînt de exemplu vasele de sînge. Mai mult răspunsul fotoacustic a materiei conține și informații spectrale care pot fi interpretate prin metodele spectrometriei fotoacustice în scopul determinării naturii și concentrației speciilor chimice și biochimice iradiate. Marele avantaj al spectrometriei fotoacustice constă în faptul că spectrograma obținută nu prezintă zgomot de fond ceea ce mărește mult limita de detecție și duce la eliminarea avansată a identificărilor greșite.

Tehnica actuală folosită pentru iradierea materiei cercetate și măsurarea unde ultrasonore generate în aceasta se realizează prin transmiterea radiației laser sub un anumit unghi pe materia cercetată și recepția semnalului ultrasonor sub aceeași valoare a unghiului, unghiul între axa optică de iradiere și axa unde ultrasonore generate fiind de regulă de 90^0 . Dezavantajele acestor tehnici și sisteme de măsurare constau în pierderi necuantificabile de energie ce afectează precizia citirii, precum și într-o manevrabilitate incomodă. Totodată pentru investigare se folosește un singur tip de palpator, cu o anumită grosime a cristalului piezoelectric de cuarț, ceea ce permite o rezoluție slabă la identificarea formațiunilor atipice de dimensiuni mici sau a celor de dimensiuni mari din țesuturile vii.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui sistem senzorial optoelectronic neinvaziv, monobloc și portabil, destinat tomografiei locale opto-acustice la țesuturi umane și animale de suprafață (țesuturile care nu se găsesc în cavitatea toracică) în sensul identificării prezenței formațiunilor tumorale din țesuturi vii, a determinării mărimii, a geometriei și a poziționării acestora în adâncime, scop în care sînt folosite două sonde palpatoare interschimbabilă, una pentru frecvențe de lucru ultraacustice mari, destinată depistării formațiunilor atipice de dimensiuni mici și una pentru frecvențe de lucru ultraacustice mici, destinată depistării formațiunilor atipice de dimensiuni mari, corespunzător celor două sonde laserul are două lungimi de undă de excitație foto-acustică specifice, una în zona lungimilor de undă mici din domeniul ultraviolet (de ex 264 nm) și una în zona lungimilor de undă mari, din domeniul vizibil (de ex 532 nm - lumină verde). sondele palpatoare au o construcție specială în sensul că traductorul piezoelectric de presiune dinamică, ce se găsește în contact cu pielea zonei scanate, este executat dintr-un disc din piezo-cuarț ce prezintă un orificiu central prin care trece o fibră optică legată la o sursă de excitare laser cu pulsare. Radiația laser monocromatică pulsatoare generează în materia vie cercetată o încălzire locală care la rîndul ei generează prin efect opto-acustic un răspuns sub forma unei succesiuni de unde de presiune ce se constituie într-un spectru acustic ultrasonor caracterizat prin valoarea amplitudinii și frecvenței semnalelor. Cu ajutorul unui program de calcul specializat din amplitudinea semnalului se determină mărimea formațiunii atipice și din unghiul de defazare între frecvența de pulsare laser și frecvența semnalului ultrasonor generat se determină adîncimea la care găsește în țesut

formațiunea atipică. Pentru examinarea diferitelor zone de interes pe corp se realizează deplasarea manuală a sondei palpatoare pe suprafața pielii sub exercitarea unei ușoare presiuni asupra acesteia.

Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje.

- se realizează un sistem senzorial neinvaziv portabil și compact pentru tomografia foto-acustică a tesuturilor vii care prin suprapunerea axei optice de emisie laser cu axa emisiei acustice maxime se realizează un randament maxim al sistemului foto-acustic ce se manifestă pozitiv în determinarea cu precizie ridicată a mărimii și a adâncimii formațiunilor atipice precum și în creșterea limitei de detecție dimensională a acestor formațiuni
- folosirea a două sonde palpatoare interschimbabile, una acordată pe frecvență de rezonanță mare și una pe frecvență de rezonanță mică, permite identificarea cu aceeași precizie atât a formațiunilor atipice de dimensiuni mici cât și a celor de dimensiuni mari

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu figura 1 și figura 2 care reprezintă:

Fig.1. Schema de principiu a sistemului senzorial pentru tomografia foto-acustică

Fig.2- Vederea palpatorului senzorial pentru tomografia foto-acustică

Sistemul senzorial foto-acustic conform invenției se compune din două sonde palpatoare, o unitate optoelectronică și tehnică de calcul. Sondele palpatoare se compune la rândul lor dintr-un corp 1, un traductor 2 piezoelectric de presiune dinamică, acordat fiecare pe o frecvență tipică, sub formă de disc care prezintă în centru un orificiu prin care trece o fibră 3 optică de iradiere, un material 4 amortizor de unde acustice, un optocuplor 5, niște fire 6 electrice de legătură și un conector 7 electric. Sonda palpatoare ce se găsește în lucru este legată optic, printr-o altă fibră 8 optică, la un laser 9 cu regim de lucru în impuls și legată electric printr-un cablu 10 electric flexibil la un amplificator 11 electronic pentru diferența de fază (Lock-In Amplifier). În compunerea structurii complete a sistemului tomografic mai intră un calculator 12 electronic și o imprimantă 13 electronică. Reperul 14 reprezintă țesutul viu examinat ce prezintă în adâncime o formațiune f atipică care face obiectul controlului tomografic.

REVENDICARE

1. Invenția Sistem senzorial pentru tomografia foto acustică, caracterizat prin aceea că în vederea realizării transmisiei radiației laser către un țesut (14) viu examinat precum și a recepționării în condiții optime a semnalului ultra acustic ce ia naștere în formațiune (f) atipică din țesutul urmărit, ca urmare a efectului foto-acustic, este folosită o structură senzorială palpatoare, neinvazivă, compactă și monobloc, o structură optoelectronică și tehnică de calcul, întreaga tehnică de investigare de tomografie opto-acustică fiind formată conform invenției dintr-un corp (1), un traductor (2) piezoelectric de presiune dinamică sub formă de disc care prezintă în centru un orificiu prin care trece o fibră (3) optică de iradiere, un material (4) amortizor de unde acustice, un optocuplor (5), un cablul (10) electric flexibil și un conector (7) electric, din structura de investigare tomografică mai face parte un laser (9) cu regim de lucru în impuls, un amplificator (11) electronic pentru diferență de fază și un calculator (12) electronic

2. Invenția Sistem senzorial pentru tomografia foto acustică, caracterizat prin aceea că în vederea asigurării detectării în condiții de rezoluție și precizie ridicată atât a formațiunilor (f) atipice de dimensiuni mici cât și a celor de dimensiuni mari din țesuturi umane și animale vii sînt folosite două tipuri de sonde palpatoare conform revendicării Nr. 1, una pentru frecvențe de lucru ultraacustice mari, destinată depistării formațiunilor (f) atipice de dimensiuni mici și una pentru frecvențe de lucru ultraacustice mici, destinată depistării formațiunilor (f) atipice de dimensiuni mari, corespunzător celor două sonde laserul (9) cu regim de lucru în impuls are două lungimi de undă de excitație foto-acustică specifice, una în zona lungimilor de undă mici din domeniul ultraviolet (de ex. 264 nm) și una în zona lungimilor de undă mari, din domeniul vizibil (de ex. 532 nm - lumină verde).

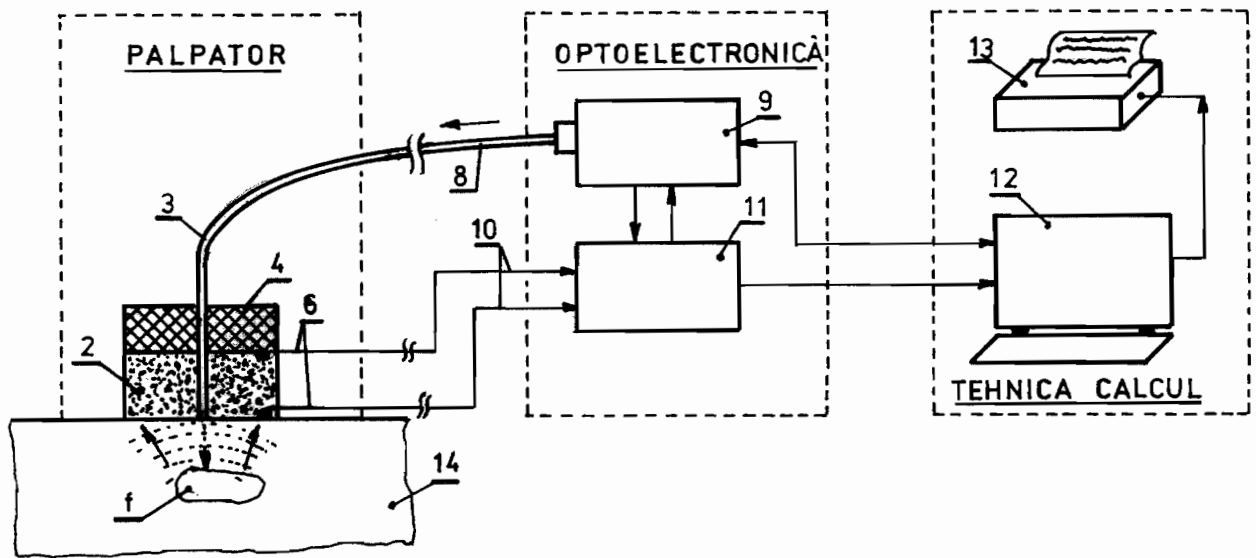


FIG. 1

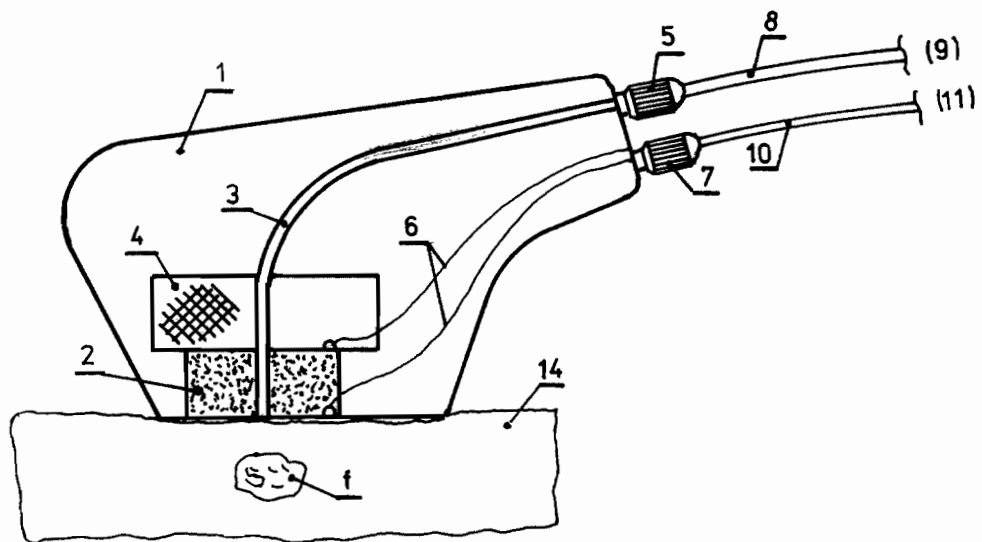


FIG. 2