



(12) **BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2011 01387**

(22) Data de depozit: **12/12/2011**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/02/2018** BOPI nr. **2/2018**

(41) Data publicării cererii:
30/07/2013 BOPI nr. **7/2013**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA**
"ALEXANDRU IOAN CUZA" DIN IAȘI,
BD. CAROL I, NR.11, IAȘI, IS, RO

(72) Inventatori:
• **TUFESCU FLORIN MIHAI,**
STR. TEODOR CODRESCU NR.17, IAȘI, IS,
RO;
• **CREANGA DORINA EMILIA, STR. CUCU**
NR. 17, BL. 302, SC. A, AP. 5, IAȘI, IS, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
RO 122063 B1; RO 126764 A2

(54) **METODĂ ȘI INSTALAȚIE PENTRU EXPUNEREA
CONTROLATĂ LA RADIAȚII DE MICROUNDĂ A PROBELOR
BIOLOGICE ÎN GHID DE UNDĂ**



1 Invenția se referă la o metodă și la o instalație de expunere a probelor biologice la
2 radiații de microunde, utilizând un ghid de undă.

3 Este cunoscut faptul că în prezent se desfășoară numeroase studii privind influența
4 microundelor asupra materialelor și sistemelor biologice, atât din punct de vedere al efectelor
5 biologice, cât și al mecanismelor de interacțiune. Pentru evaluarea efectelor datorate expunerii
6 la microunde, se studiază experimental atât organisme vii - expuneri *in vivo* - cât și probe
7 biologice, eșantioane de țesut animal prelevate din diferite organe sau culturi de celule, probe
8 sangvine, probe microbiologice ș.a. - expuneri *in vitro*. În investigarea mecanismelor de
9 interacțiune, experimentele biologice utilizează expuneri *in vitro* ale unor preparate tisulare sau
10 culturi celulare, iar evaluarea interacțiunii microundelor cu proba biologică necesită și
11 determinarea proprietăților dielectrice ale preparatelor biologice expuse.

12 O problemă incomplet soluționată de metodele cunoscute este realizarea expunerii
13 probei biologice la câmpul de microunde, cu asigurarea unei iradierii uniforme, cu o densitate
14 de putere constant distribuită în întreg volumul probei biologice, și măsurarea precisă a puterii
15 absorbite în probă. Problema apariției neuniformităților de expunere este datorată geometriei
16 și principiului de funcționare a instalației de expunere. Existența reflexiilor în zona de expunere
17 introduce în instalațiile utilizate în prezent erori importante, deoarece nu se realizează o
18 adaptare a generatorului de microunde la probă.

19 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în asigurarea unei iradierii uniforme,
20 cu o densitate de putere constant distribuită în întreg volumul probei biologice, și în măsurarea
21 precisă a puterii absorbite în probă.

22 Metoda conform invenției utilizează, pentru expunerea controlată a probei biologice,
23 introducerea acesteia într-o cuvă dielectrică, cu pierderi dielectrice reduse, ce se plasează în
24 interiorul unui ghid de microunde. În ghid se trimite energie de la un generator de microunde
25 cuplat la acesta prin intermediul unui cuplor direcțional și al unui reflectometru. Câmpul de
26 microunde se propagă prin ghid și trece prin cuva dielectrică în care se află materialul biologic
27 ce constituie proba supusă studiului. În spatele cuvei se află un piston de scurtcircuit reglabil,
28 care permite, prin modificarea poziției sale în ghid, un transfer maxim de putere către probă,
29 folosindu-se indicațiile reflectometrului, ce permite adaptarea cât mai corectă, și indică
30 fracțiunea din putere care se reflectă. Prin această metodă se determină cu precizie puterea
31 absorbită în probă. Cuvă cu proba biologică este de formă paralelipipedică, și construită din
32 politetrafluoretilenă, cu pereți subțiri și dimensiunile exterioare transversale practic egale cu
33 dimensiunile interioare ale ghidului utilizat. Aceasta este astfel prelucrată încât să poată fi
34 introdusă prin alunecare în ghidul de măsură. Se previne astfel apariția erorilor de „lumină”,
35 cunoscute în tehnicile de ghid la măsurarea materialelor dielectrice. Dimensiunea longitudinală
36 a cuvei pe direcția de propagare a microundelor în ghid este aleasă mai mică decât $\lambda_g/4$, pentru
37 a se asigura o variație neglijabilă a puterii în lungul probei, datorită atenuării. λ_g reprezintă
38 lungimea de undă în ghid a radiației utilizate la expunere.

39 Instalația conform invenției este constituită dintr-un generator de microunde, alimentat
40 de la o sursă de tensiune stabilizată de precizie, un cuplor direcțional cu un factor de divizare
41 ridicat și cunoscut, pentru măsurarea puterii prin evaluarea unei fracțiuni din aceasta cu aparatul
42 de măsură a puterii, un reflectometru realizat cu două cuploare direcționale și două detectoare,
43 un tronson de ghid de măsură, în care se introduce cuva cu proba de analizat, și un piston de
44 scurtcircuit reglabil, deplasat de un motor pas cu pas; întreaga instalație este comandată de un
45 microcontroler (MCMS) care face și achiziția datelor măsurate.

46 Prin folosirea metodei și a instalației, conform invenției, se obțin următoarele avantaje:
47 - se realizează expunerea controlată a probei biologice la câmpul de microunde, aceasta
aflându-se într-o cuvă dielectrică având pierderi reduse, situată în interiorul ghidului;

- se obține o adaptare maximă a câmpului de microunde la proba biologică aflată în 1
cuvă, prin acționarea scurtcircuitului reglabil cu motorul pas cu pas, folosind indicațiile 3
reflectometrului, prelucrate de microprocesorul MCMS;
- se cunoaște cu precizie în orice moment puterea transferată probei, realizându-se o 5
înregistrare în funcție de timp;
- se poate face o expunere programată a probei biologice la diferite puteri și intervale 7
de timp;
- se pot utiliza puteri de expunere în limite largi, de la 1 nW la 10^3 W, fără pericol pentru 9
personalul operator;
- se obține o expunere uniformă la microunde a probelor biologice omogene și, în acest 11
fel, se elimină necesitatea realizării unor studii dozimetrice complexe, privind distribuția 11
densității de putere în proba expusă;
- se elimină influența asupra probei biologice, datorată câmpurilor generate de alte 13
surse;
- costurile aplicării metodei sunt reduse în comparație cu alte sisteme de expunere 15
controlată.

Se prezintă în cele ce urmează realizarea invenției cu referire la figura în care este 17
reprezentată instalația pentru expunerea controlată la radiații de microunde a probelor biologice 19
în ghid de undă.

Instalația conform invenției este constituită dintr-un generator **1** de microunde, alimentat 21
de la o sursă **2** de tensiune stabilizată de precizie, un cuplor **3** direcțional, cu un factor de 21
divizare ridicat și cunoscut, pentru măsurarea puterii prin evaluarea unei fracțiuni din aceasta 23
cu un aparat **4** de măsură, un reflectometru realizat cu două cuploare **5** și **6** direcționale, și două 23
detectoare **7** și **8**, un tronson **9** de ghid de măsură, în care se introduce cuva **10** cu proba de 25
analizat, și un piston **11** de scurtcircuit, reglabil, deplasat de un motor **12** pas cu pas. Întreaga 25
instalație este comandată de un microcontroler (MCMS) care face și achiziția datelor măsurate.

Funcționarea instalației este următoarea: câmpul de microunde produs de generatorul 27
1 este transmis prin cuplorul **3** direcțional, din ieșirea **a**, prin reflectometru, spre ghidul care 27
conține cuva **10** cu proba biologică supusă studiului. Semnalul măsurat de aparatul **4** de măsură 29
a puterii, la ieșirea **b** a cuplorului **3** direcțional, indică puterea furnizată de generatorul **1**. La o 31
frecvență dată și pentru o anumită probă introdusă în cuva **10** de expunere, sistemul MCMS, 31
în urma analizei semnalelor de la reflectometru, acționează asupra pistonului **11** de scurtcircuit 33
reglabil, prin intermediul motorului **12** pas cu pas, realizând adaptarea optimă și transferul 33
maxim de putere în probă; același sistem înregistrează factorul de undă staționară, și determină 35
puterea transmisă probei biologice în funcție de timp; totodată, poate efectua un transfer 35
programat de putere către probă, comandând, prin intermediul sursei **2**, generatorul de 37
microunde **1**.

În continuare se dă un exemplu de utilizare a invenției.

A fost realizată o instalație de expunere controlată a probelor biologice în ghid de undă 39
cu funcționare în bandă X (domeniul de frecvențe cuprins, conform IEEE, în intervalul 39
8,0...12,0 GHz). S-au construit mai multe cuve din politetrafluoretilenă (PTFE), material dielec- 41
tric având $\epsilon_r = 2,1$ și $\text{tg} \delta < 5 \times 10^{-4}$ (ϵ_r fiind permitivitatea relativă, iar $\text{tg} \delta$ - tangenta unghiului 43
de pierderi). Dimensiunea transversală a cuvelor din PTFE este de 22,86 mm x 10,12 mm, iar 43
dimensiunile longitudinale sunt de: 3,0 mm; 4,0 mm; 5,0 mm și 6,0 mm. Grosimea pereților 45
cuvelor este de 0,5 mm. Expunerile probelor biologice au fost făcute în cuve cu diferite dimen- 45
siuni transversale, evaluându-se densitatea de putere obținută conform metodei. Pentru fiecare 47
material biologic testat, expunerea la microunde a condus la rate de absorbție specifică (SAR) 47
de valori practic identice pentru cuve de lungimi diferite. PTFE nu interacționează cu materialele 49
biologice, și permite o spălare optimă a cuvei, la introducerea altor probe.

1 Cu metoda și instalația descrise au fost evaluate efectele expunerii la microunde cu
frecvența de $10,75 \pm 0,02$ GHz, și densitatea de putere de $0,5 \text{ mW/cm}^2$, pe durata de 2 h,
3 asupra unor culturi de microorganisme aflate sub formă de suspensii celulare în mediu lichid
de tip bulion nutritiv, folosind cuvele din PTFE, conform descrierii. Inițial toate probele au fost
5 inoculate cu aceeași cantitate (0,01 ml) de inocul bacterian cu densitatea de 10^8 celule/ml, fiind
testate trei tulpini microbiene din colecția americană ATCC: două tulpini Gram pozitive,
7 respectiv, *Bacillus subtilis* ATCC 6633 și *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, și o tulpină
Gram negativă, respectiv, *Escherichia coli* ATCC 25922. S-a măsurat densitatea de celule
9 existentă după incubarea la $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$, pe durata de 18 h - conform metodelor standard din
microbiologie, utilizând un spectrofotometru tip Shimadzu, fixat la lungimea de undă de 560 nm.
11 Rezultatele medierii a cinci valori corespunzătoare la măsurători turbidimetrice efectuate pe
cinci repetiții pentru fiecare tip de microorganism au arătat că probele de *S. aureus* au prezentat
13 o scădere a densității de celule cu circa 24% față de martori (menținuți pentru aceeași durată
de timp, în condiții identice de incubare, dar fără expunerea electromagnetică prealabilă); în
15 cazul probelor de *B. subtilis*, efectul inhibitor al microundelor de mică densitate de putere asupra
dezvoltării celulare a fost similar, respectiv, o scădere cu circa 28% față de martori, în condițiile
17 în care deviația standard a fost aceeași, adică de aproximativ 6%; în cazul bacteriei Gram
negative *E. coli*, efectul a fost mult mai puțin intens, respectiv, o scădere cu numai 8%; apli-
19 carea testului f-Student a arătat că variațiile care au semnificația statistică (în raport cu pragul
de semnificație de 0,05) sunt numai primele două, ceea ce este în corelație cu caracteristicile
21 de rezistență sporită față de acțiunea factorilor de mediu a microorganismelor Gram negative.
Studiul este util pentru aplicații tehnice legate de sterilizarea alimentelor prin expunere la
23 microunde fără efecte termale (densitate de putere mică), cu inerentă încărcătură microbiană,
rezultată din manipularea ingredientelor și din contactul cu instalațiile necesare procesării.

1. Metodă pentru expunerea controlată la radiații de microunde a probelor biologice, **caracterizată prin aceea că** va consta în introducerea unei probe de material biologic într-o
cuvă (10) dielectrică având pierderi reduse, care se plasează în interiorul unui tronson (9) de
ghid de microunde în care se transmite energie de la un generator (1) de microunde, câmpul
de microunde se propagă și trece prin cuva (10) dielectrică ce conține materialul biologic, iar
în spatele cuvei se poziționează un piston (11) de scurtcircuit, reglabil, care permite, prin
modificarea poziției sale în ghid, un transfer maxim de putere către probă, folosindu-se
indicațiile unui reflectometru, permițând adaptarea cât mai corectă și indicând fracțiunea din
putere care se reflectă.

2. Metodă conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, pentru expunerea
probelor biologice, se utilizează o cuvă (10) de formă paralelipipedică, din politetrafluoretilenă,
cu pereți subțiri și dimensiunile exterioare transversale practic egale cu dimensiunile interioare
ale ghidului utilizat; se prelucrează cuva astfel încât să poată fi introdusă prin alunecare în
tronsonul (9) de ghid de măsură, prevenindu-se apariția erorilor de lumină, cuva fiind aleasă mai
mică decât $\lambda_g/4$, pentru a se asigura o variație neglijabilă a densității de putere în lungul probei,
datorită atenuării.

3. Instalație pentru expunerea controlată la radiații de microunde a probelor biologice
în ghid de undă, **caracterizată prin aceea că** este constituită dintr-un generator (1) de
microunde, alimentat de la o sursă (2) de tensiune stabilizată de precizie, un cuplor (3)
direcțional cu un factor de divizare ridicat, un aparat (4) pentru măsurarea puterii prin evaluarea
unei fracțiuni din aceasta, un reflectometru realizat cu două cuploare (5 și 6) direcționale și două
detectoare (7 și 8), un tronson (9) de ghid de măsură, în care se introduce cuva (10) cu proba
de analizat, un piston (11) de scurtcircuit, reglabil, deplasat de un motor (12) pas cu pas,
realizând adaptarea optimă și transferul maxim de putere în probă, și un microcontroler (MCMS)
pentru comanda instalației și achiziția datelor măsurate.

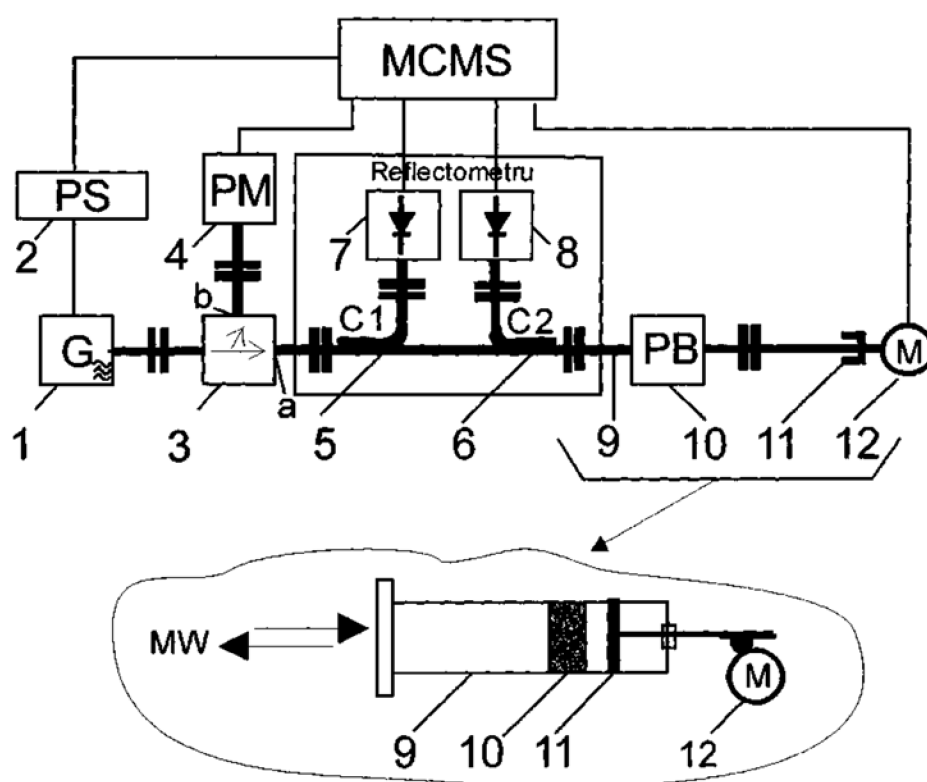
4. Instalație conform revendicării 3, **caracterizată prin aceea că** permite utilizarea unor
puteri de microunde chiar de valori ridicate, fără pericol pentru personalul care utilizează
instalația.

(51) Int.Cl.

G01N 22/00 (2006.01),

G01N 33/483 (2006.01),

C12M 1/42 (2006.01)



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
 Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
 sub comanda nr. 80/2018