



(12) **BREVET DE INVENȚIE**

Hotărârea de acordare a brevetului de invenție poate fi revocată
în termen de 6 luni de la data publicării

(21) Nr. cerere: 97-02174

(22) Data de depozit: 25.11.1997

(30) Prioritate:

(41) Data publicării cererii:
BOPI nr.

(42) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului:
28.02.2001 BOPI nr. 2/2001

(45) Data eliberării și publicării brevetului:
BOPI nr.

(61) Perfecționare la brevet:
Nr.

(62) Divizată din cererea:
Nr.

(86) Cerere internațională PCT:
Nr.

(87) Publicare internațională:
Nr.

(56) Documente din stadiul tehnicii:
EP 0452458; US 4289945

(71) Solicitant: INSTITUTUL DE TEHNOLOGIE IZOTOPICĂ ȘI MOLECULARĂ, CLUJ-NAPOCA, RO;

(73) Titular: INSTITUTUL DE TEHNOLOGIE IZOTOPICĂ ȘI MOLECULARĂ, CLUJ-NAPOCA, RO;

(72) Inventatori: SURDUCAN EMANOIL, CLUJ-NAPOCA, RO; SURDUCAN VASILE, CLUJ-NAPOCA, RO;
NAGY GABRIELA, CLUJ-NAPOCA, RO; FILIP SORIN VASILE, ZALĂU, RO;

(74) Mandatar:

(54) **INSTALAȚIE DE TRATAMENT ÎN CÂMP DE MICROUNDDE**

(57) **Rezumat:** Instalația de tratament în câmp de microundde cu control de mod este destinată studiilor pentru elaborarea tehnologiilor de tratament și tratamentelor pe volume mici de probe (maximum 500 ml). Domeniul vizat (neexclusiv) se referă la tratamente de sinteză și disociere chimică, extracții biologice, geologice sau de altă natură, precum și la tratamente de uscare sau concentrare de soluții. Caracteristica instalației o constituie excitarea de aceeași sursă de microundde (1) a două cavități de tratament (4, 5), prin intermediul a două fante reglabile (6a, 6b), comandate. Cele două cavități au moduri de rezonanță (distribuție de putere) specifice, una coaxială (5) cu un mod central [1, 0, 1] (23a), iar cealaltă multimodală (4) pe mod maxim [3, 1, 3] (23b). Controlul fantelor de cuplare realizează o combinație de tratament într-o singură incintă sau în cascadă în ambele incinte. Avantajul este dat de distribuția cunoscută (unimodală) de microundde, măsurarea temperaturii, a presiunii și compararea cu tratamentul în cavitate multimodală.

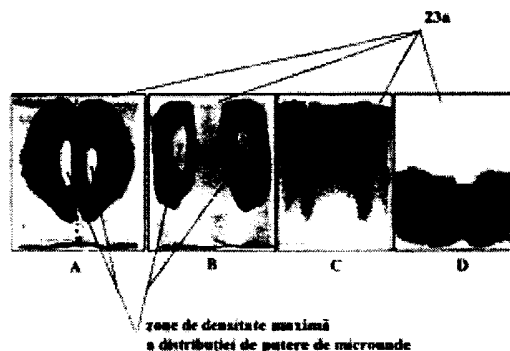


Fig. 3

Revendicări: 3
Figuri: 3

RO 116514 B1



Instalația de tratament în câmp de microunde, cu control de mod, este destinată studiilor pentru elaborarea tehnologiilor de tratament și tratamentelor pe volume mici de probe (maximum 500 ml). Domeniul vizat (neexclusiv) se referă la tratamente de sinteză și disociere chimică, extracții biologice, geologice sau de altă natură precum și tratamente de uscare sau concentrare de soluții.

Tratamentul în câmp de microunde este o alternativă de tratament cu aplicații multiple. Soluțiile abordate pentru tratamentul în câmp de microunde utilizează cavități multimodale în geometrii cilindrice sau rectangulare, destinate îndeosebi pentru tratamentul unui volum mare de material.

Caracteristica instalației o constituie excitarea din aceeași sursă de microunde a două cavități de tratament, prin intermediul a două fante reglabile comandate. Cele două cavități au moduri de rezonanță (distribuție de putere) specifice, una coaxială cu un mod central transversal electromagnetic TEM (1,0,1) în coordonate cilindrice, iar cealaltă multimodală pe mod electric sau magnetic de indici maximi (3, 1, 3), în coordonate carteziene. Viteza de tratament în câmp de microunde este ridicată, dacă materialul procesat se află în maxim de distribuție de putere de microunde. Distribuția de putere depinde de caracteristicile dielectrice ale materialului. Deoarece procesul de tratament este dinamic, proprietățile dielectrice ale materialelor procesate modificându-se cu temperatura, rezultă că distribuția de putere de microunde se modifică, în timpul procesului de tratament. Pentru cavitățile de tratament multimodale inconvenientul este remediat prin omogenizarea mecanică a câmpului. Cavitățile unimodale prezintă avantajul distribuției, într-un singur mod, a întregii puteri de microunde, iar cavitatea coaxială prezintă și avantajul localizării modului în axa de simetrie a cavității.

În aplicația prezentată, controlul selectiv al fantelor de cuplare realizează o combinație de tratament într-o singură incintă sau în cascadă, în ambele incinte. Avantajul este acela că oferă o distribuție cunoscută unimodală de câmp de microunde (coaxială), posibilitatea de măsurare a temperaturii și presiunii și posibilitatea de comparare cu tratamentul în cavitate multimodală cu utilizarea unui sistem omogenizator de câmp.

Se dau, în continuare, două exemple de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1...3, care reprezintă:

- fig. 1, ansamblul de tratament;
- fig. 2, ansamblul de tratament, în configurația de tratament "în cascadă";
- fig. 3, distribuția de densitate de putere de microunde, în cele două cavități.

În fig. 1, este prezentat ansamblul de tratament. Radiația de microunde generată de un magnetron **1** este distribuită de ghidul de undă **2** în cavitatea multimodală **4** pe mod maxim (3, 1, 3) și de ghidul **3** de excitare a cavității coaxiale **5** pe mod (1, 0, 1). Distribuția de putere de microunde pe cele două căi este adaptată de fantele reglabile **6a**, **6b**. Adaptarea cavității coaxiale **5** la ghidul **3** se realizează din scurtcircuitul reglabil **8**. Cavitatea coaxială **5** are un perete metalic exterior **11** prevăzut cu un capac demontabil **12**. În interior se află un vas de teflon **10**. Cuplajul cu ghidul de undă se realizează prin trecerea dielectrică **9** și miezul axial **17**. Miezul axial are o deschidere spre exterior în care este introdus senzorul de măsură **15**. Scurtcircuitul cavității coaxiale este realizat cu o garnitură conductoare exterioară **13** și o contrapiuliță **14**. Piesa **7** este un dop conductor care este înlocuit în cazul tratamentelor în cascadă cu

o piesă de trecere **7a** (fig.2). În capacul cavității coaxiale, este prevăzută o trecere **16** pentru măsurarea presiunii sau introducerea probelor. Cavitătea multimodală **4** are un sistem de omogenizare de câmp de microunde, compus dintr-un platan rotitor **18** neomogen dielectric și un motor de antrenare **19**.

În fig.2, este prezentat ansamblul instalației de tratament în configurația de tratament "în cascadă". Caracteristica acestui mod de tratament este dată de trecerea probelor fluide din cavitătea unimodală coaxială **5** în cavitătea multimodală **4**. Piesa **7a** este, în acest caz, o piesă de trecere, iar vasul de teflon **10a** este prevăzut la bază cu conducte de trecere **20**. În incinta multimodală se află vasul de tratament **21**. Introducerea lichidului în acest mod de lucru se realizează prin orificiul **16**, iar colectarea lui prin trecerea axială **22** din platanul rotitor.

În fig. 3, este prezentată distribuția de densitate de putere de microunde în cele două cavități. Distribuția este realizată cu un traductor termografic.

În cavitătea coaxială traductorul **23a** este amplasat în planul diametral al cavității. Imaginile obținute **A, B, C, D** se referă la următoarele situații: cavitătea coaxială **5** fără vasul de teflon **10**, respectiv imaginea **A**; cavitătea coaxială **5** cu vasul de teflon **10** (fig.1) imaginea este obținută în interiorul vasului de teflon **B**; vasul de teflon **10** plin cu apă distilată, imaginea este obținută în interiorul vasului de teflon cu lichid **C**; vasul de teflon **10** parțial umplut cu apă distilată - imaginea este obținută în interiorul vasului de teflon cu lichid **D**. Se observă caracterul unimodal și modificarea distribuției în funcție de modificarea substanței din interiorul cavității.

În cavitătea multimodală **4** detectorul termografic **23b** este amplasat într-un plan transversal, situat deasupra fantei de excitare **6b**. Imaginea obținută **23b** arată că distribuția de densitate de putere este neomogen distribuită în nouă zone, corespunzătoare unei distribuții de tip (3, 1, 3), respectiv pe direcțiile **OX, OY, OZ**. Zona de distribuție pe direcția fantei de excitare are cea mai mare suprafață. Omogenizatorul de câmp **18, 19** nu a fost utilizat la realizarea acestei distribuții **23b** de densitate de putere, iar cavitătea a fost fără vas **21** sau probă.

Instalația de tratament în câmp de microunde cu control de mod, prezentă în fig. 1 și 2, oferă posibilitatea efectuării de tratament în câmp de microunde de putere în trei configurații distincte: tratament unimodal în cavitătea coaxială **5**, tratament multimodal în cavitătea multimodală **4** cu omogenizator de câmp **18** și tratament în cascadă cu utilizarea ambelor cavități **4, 5**. Această instalație de tratament este dedicată studiilor pentru elaborarea tehnologiilor de tratament și tratamentelor pe volume mici de probe (max. 500 ml).

Tratamentul în câmp de microunde se bazează pe absorbția selectivă a energiei microundelor în substanță. Puterea de microunde absorbită de substanță P_a depinde atât de proprietățile dielectrice ale constituenților substanței (definite de permitivitatea dielectrică relativă ϵ_r) cât și de geometria probei și amplasarea ei în incinta de microunde. Cazul cel mai complex este cel al unui amestec neomogen de $n=1,2,...i...$ constituenți foarte diferiți din punctul de vedere al proprietăților dielectrice.

$$P_a = \omega \epsilon_0 K_i \int_{V_i} \text{Im} [\epsilon_t^i] \{F_i(\text{Re}[\epsilon_r^i], x, y, z) P_0(x, y, z)\} dV \quad (1)$$

Relația (1) prezintă pentru acest caz dependența puterii de microunde absorbite în substanță P_a în funcție de mărimile caracteristice:

permitivitatea dielectrică relativă a fiecărui constituent ϵ_r' (parte reală $\text{Re} [\epsilon_r']$ și imaginară $\text{Im} [\epsilon_r']$),

- factorul de formă F_r , dependent de geometria constituentului și proprietățile dielectrice,

- coeficientul de cuplaj K_i al fiecărui constituent al probei cu incinta de microunde care este o cavitate rezonantă.

Termenul $P_0(x, y, z)$ reprezintă puterea incidentă iar dependența de coordonatele x, y, z în incinta de tratament arată că puterea de microunde are o distribuție caracteristică modului de rezonanță. Tratamentul este optim dacă proba se află în maximum distribuției de putere. Acest deziderat se realizează în aplicația de față prin două procedee: alegerea unui mod de rezonanță a cărei distribuție de putere să cuprindă întreg volumul de probă (distribuție unimodală) sau realizarea unei modificări continue a unei distribuții multimodale de putere prin omogenizare mecanică, metodă ce

Tratamentul în distribuție unimodală de microunde prezintă avantajul transferului maxim de energie în probă ceea ce conduce la viteză ridicată de procesare a materialului.

Dezavantajul metodei constă în volumul maxim de probă ce poate fi tratat, volum comparabil cu $(\lambda g/4)^3$; λg este lungimea de undă în incinta de tratament. Se recomandă pentru probe omogene. În figura 3 este prezentată distribuția densității de putere de microunde **23a** în cavitatea coaxială în patru situații: cavitatea coaxială fără probă **A**, cavitatea coaxială cu un vas de teflon fără probă **B**, vasul de teflon umplut parțial **D** și complet **C** cu apă distilată. Se observă că prezența probei modifică distribuția de putere de microunde.

Cavitatea multimodală cu omogenizator de câmp permite tratamentul unui volum mare de probă. Se pretează pentru tratamente cu viteză redusă de variație a temperaturii.

De asemenea, probele pot prezenta neomogenități mari în constanta dielectrică. În fig. 3, este prezentată distribuția de putere de microunde **23b** în cavitatea multimodală, fără probă și fără utilizarea omogenizatorului de câmp, într-o secțiune transversală superioară fantei de excitație. Se observă caracterul neomogen al distribuției, caracteristic modului (3, 1, 3) și distribuția preferențială a densității de putere în zona de excitație a cavității (arie mai mare a zonei de distribuție).

Tratamentul în cascadă permite combinarea avantajelor celor două metode și poate fi utilizat în reacții de sinteză bicomponente: un produs este procesat rapid în cavitatea unimodală, iar omogenizarea cu restul reactivului se realizează în cavitatea multimodală într-o procesare mai lentă.

Pentru procesare numai în cavitatea unimodală coaxială, fanta **6b** (fig.1) este complet închisă, iar fanta **6a** (fig.1) complet deschisă. Scurtcircuitul reglabil **8** este amplasat la $\lambda g/4$ de miezul axial **17**, iar piesa **7** este un capac conductor. În acest caz $\lambda g = 178$ mm. În miezul axial **17** se introduce un senzor de temperatură **15** (termocuplu, termistor sau joncțiune semiconductoare), care măsoară o temperatură de conducție proporțională cu temperatura materialului. În trecerea **16** poate fi montat un manometru

135 pentru monitorizarea presiunii în timpul tratamentului. Controlul puterii de microunde transmise în probă se poate realiza din alimentarea generatorului de microunde **1**, din deschiderea fantei **6a** sau din scurtcircuitul reglabil **8**. Modificarea pozițiilor inițiale pentru fantă **6a** și scurtcircuit reglabil **8** determină scăderea puterii transmise.

Pentru procesarea probelor numai în cavitatea multimodală, fanta **6a** este complet închisă, iar fanta **6b** este complet deschisă. Piesa **7** este un dop conductor. 140 Dacă proba este neomogenă (amestec solid-lichid, solid în bucăți de volume diferite) rotirea vasului cu proba **21**, prin sistemul platan **18** motor de antrenare **19**, realizează omogenizarea distribuției de densitate de putere de microunde. Pentru probe omogene (soluții lichide) omogenizarea poate fi realizată prin amplasarea probelor pe platanul rotitor **18** în mai multe vase (patru...opt), eventual de geometrii diferite sau într-un 145 singur vas, dar în acest caz platanul **18** trebuie să conțină în structură neomogenități dielectrice.

Pentru tratamentul în cascadă (fig.2) cavitatea coaxială comunică cu cavitatea multimodală prin piesa de trecere **7a**. Vasul de teflon **10a** al cavității coaxiale este prevăzut cu canale de trecere **20**. Aceste canale comunică cu vasul **21** aflat în cavitatea 150 multimodală. Introducerea probei (lichid, solid granular sau amestec) se face prin trecerea **16** a cavității coaxiale, iar colectarea probei se realizează prin trecerea **22** din axul plantanului rotitor. Pentru acest tip de tratament ambele fante **6a**, **6b** sunt deschise la maxim iar poziția scurtcircuitului **8** reglabil este la $(1.1 \dots 1.3)\lambda_g/4$.

155

Revendicări

1. Instalație de tratament în câmp de microunde, **caracterizată prin aceea că**, pentru a se asigura un control de mod, este alcătuită din două incinte de tratament 160 excitate de un același generator de microunde (**1**), una dintre incinte fiind de tip multimod (**4**), în care radiația de microunde este distribuită de un ghid de undă (**2**), incinta multimod (**4**) fiind prevăzută cu un dop conductor (**7**), și un sistem de omogenizare a câmpului de microunde compus dintr-un platan rotitor (**18**), neomogen dielectric și un motor de antrenare (**19**), iar a doua incintă fiind de tip unimodal (**5**) în 165 care radiația de microunde este distribuită printr-un ghid de undă de excitație (**3**), adaptat la cavitatea unimodală (**5**) printr-un scurtcircuit reglabil (**8**), incinta unimodală (**5**) fiind prevăzută cu un perete metalic exterior (**11**) și un capac demontabil (**12**), traversat de o trecere (**16**) pentru introducerea probelor și care poate servi și pentru măsurarea presiunii, în interiorul incintei (**5**) fiind plasat un vas de teflon (**10**), iar cuplajul 170 peretelui (**11**) cu ghidul de excitație (**3**) realizându-se printr-o trecere dielectrică (**9**) și un miez axial (**17**), acesta din urmă având o deschidere spre exterior în care este introdus un senzor de măsură (**15**), scurtcircuitul incintei unimodale (**5**) fiind realizat cu o garnitură conductoare exterioară (**13**) și o contrapiuliță (**14**), iar modul de operare al instalației folosind cele două cavități independent și modul de operare folosind cele 175 două cavități simultan sunt realizate cu ajutorul unor fante reglabile (**6a**, **6b**), comandate independent.

180 2. Instalație conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, în cazul când cele două incinte funcționează în cascadă, dopul conductor (7) este înlocuit cu o piesă de trecere (7a), iar un vas de teflon (10a) din incinta unimodală (5) este prevăzut, la bază, cu niște conducte de trecere (20), care asigură comunicarea cu un vas de tratament (21) din incinta multimodală (4), vas prevăzut în partea inferioară cu o trecere axială (22) în platanul rotitor (18).

185 3. Instalație conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizată prin aceea că** incinta unimodală (5) este de tip coaxial pe mod transversal electromagnetic TEM (1,0,1) în coordonate cilindrice, iar incinta multimodală (4) este pe mod maxim (3,1,3) în coordonate carteziane.

Președintele comisiei de examinare: **ing. Popescu Livia**

Examinator: **ing. Dumitru Daniela**

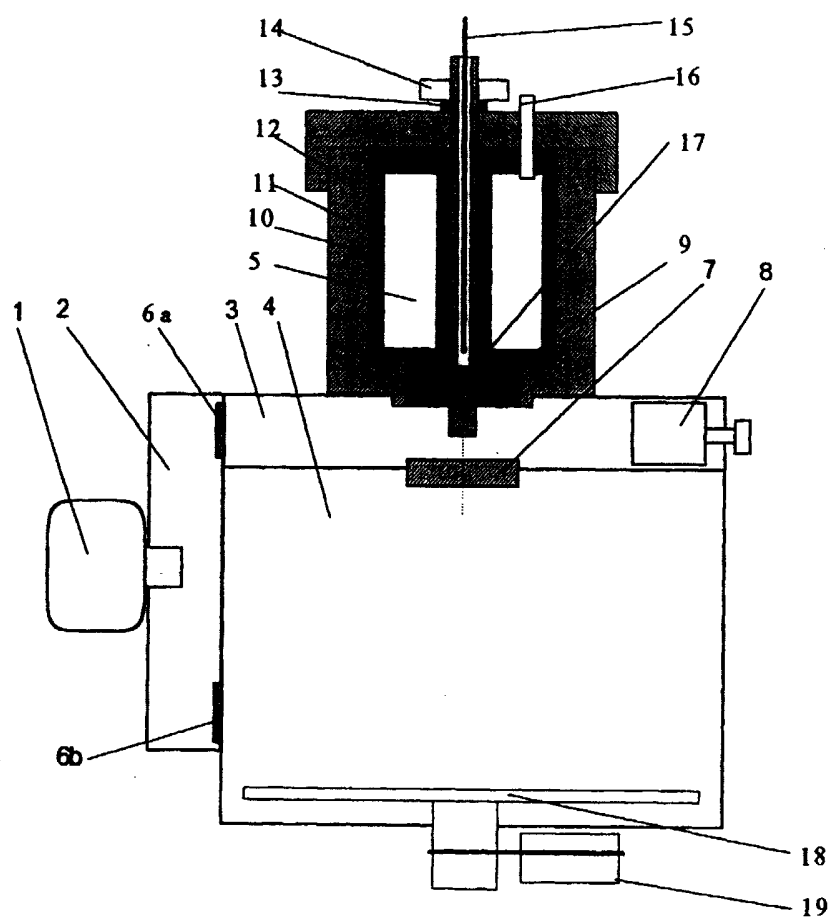


Fig. 1

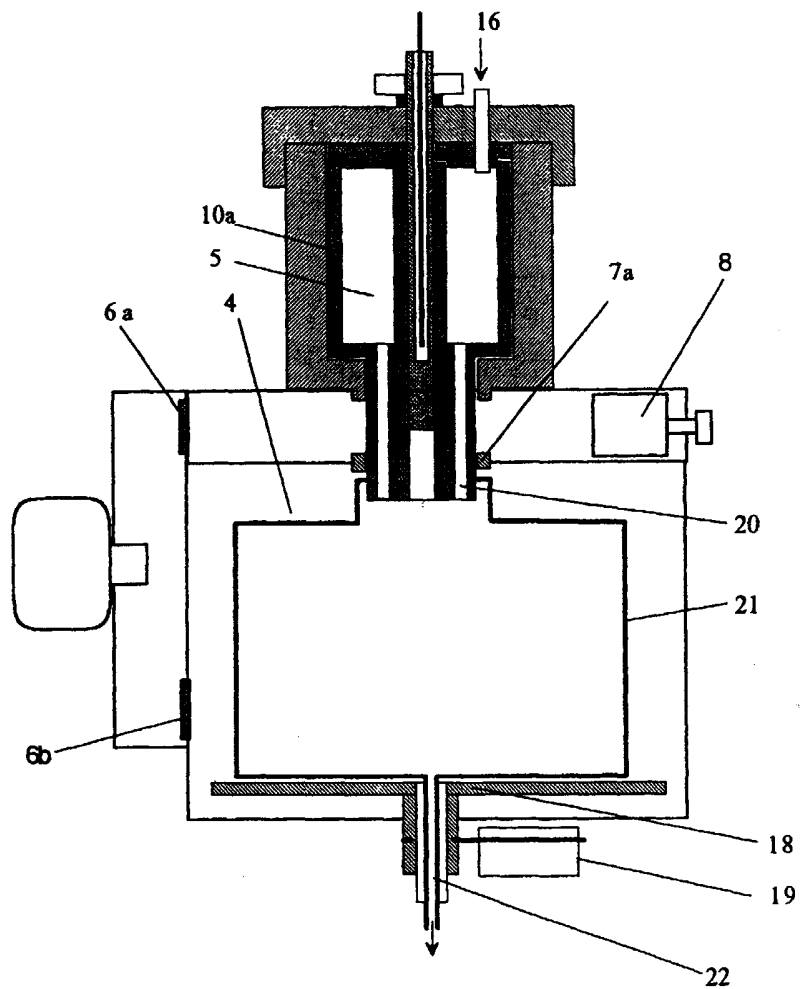


Fig. 2

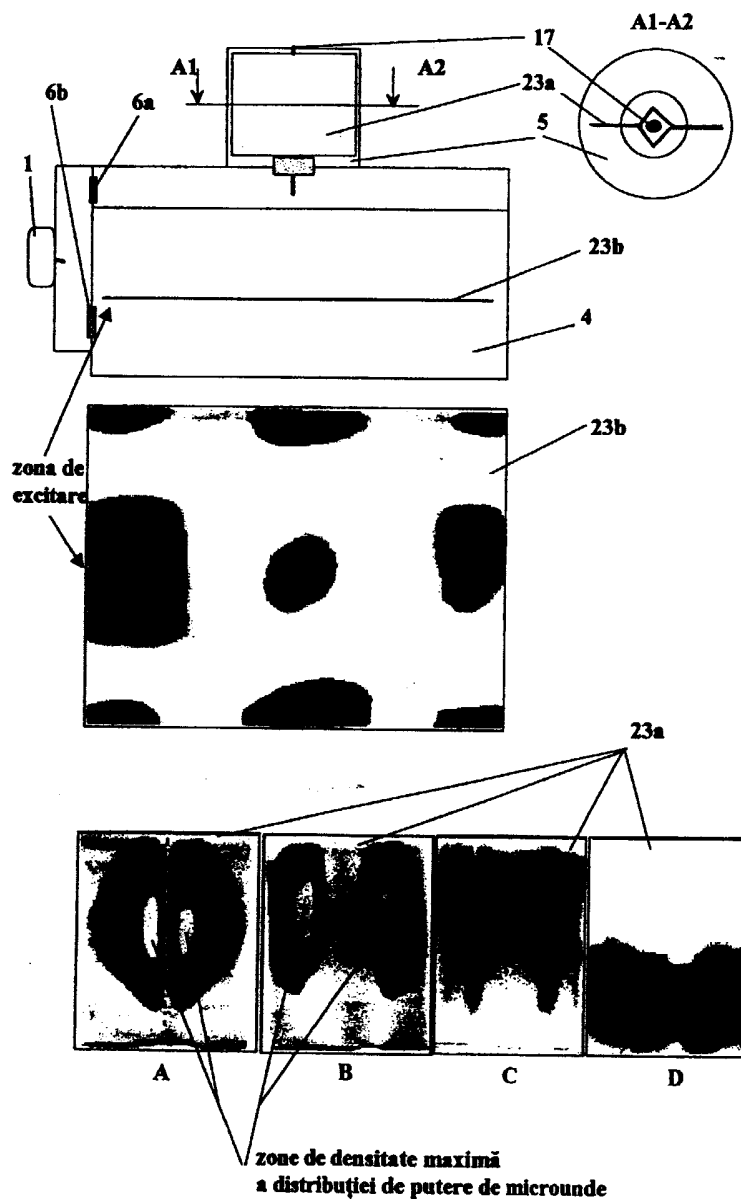


Fig. 3