



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2019 00249**

(22) Data de depozit: **22/04/2019**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/10/2021** BOPI nr. **10/2021**

(41) Data publicării cererii:  
**30/09/2019** BOPI nr. **9/2019**

(73) Titular:  
• **COMPLEXUL NAȚIONAL MUZEAL  
"MOLDOVA" IAȘI, PIAȚA ȘTEFAN CEL  
MARE ȘI SFÂNT NR. 1, IAȘI, IS, RO**

(72) Inventatori:  
• **IOANID EMIL GHIOCEL, STR. SĂRĂRIE  
NR. 43, IAȘI, IS, RO;**

• **STRATULAT LĂCRĂMIOARA,  
STR. ELENA DOAMNA NR. 24, BL. 1, SC. B,  
ET. 1, AP. 6, IAȘI, IS, RO;**  
• **RUSU DORINA-EMILIA,  
STR. VASILE A. URECHIA NR. 4, BL. M6,  
ET. 4, AP. 14, IAȘI, IS, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**RO 130669 B1; RO 129859 B1**

(54) **INSTALAȚIE DE TRATARE ÎN PLASMĂ RECE DE ÎNALTĂ  
FRECVENȚĂ A UNOR OBIECTE TRIDIMENSIONALE CU  
GEOMETRIE COMPLEXĂ**



# RO 133606 B1

1           Invenția se referă la o instalație pentru decontaminare și curățire menajantă a unor  
2           obiecte fragile cu geometrie complexă, cu un volum de până la 25x25x25 cm<sup>3</sup>, din materiale  
3           organice, anorganice sau compozite, utilizând în acest scop plasma "afterglow" de tip spațial.

4           S-a demonstrat că plasma rece de înaltă frecvență are un important potențial de  
5           aplicare în domeniul patrimoniului cultural, ca metodologie alternativă la tehnicile clasice  
6           utilizate în mod curent în conservarea bunurilor culturale.

7           Au fost dezvoltate multiple tehnici, utilizând diferite instalații experimentale, în funcție  
8           de problema de rezolvat și tipul obiectului tratat (material, structură, stare de conservare).  
9           Astfel, plasma rece în mediu de hidrogen a fost utilizată pentru tratamente de reducere a  
10          coroziunii de la piese metalice din fier arheologic. Altă aplicație constă în îndepărtarea  
11          produșilor contaminanți: praf, funingine, depuneri diferite, patine biologice, pete, spori sau  
12          a unor pelicule organice protectoare îmbătrânite (de exemplu rășini acrilice sau epoxidice,  
13          pelicule proteice sau adezivi).

14          O direcție de mare importanță în aplicarea plasmei reci de înaltă frecvență a fost  
15          decontaminarea artefactelor din materiale organice sau a pieselor provenite din săpătură  
16          arheologică, efectul bactericid și fungicid al plasmei fiind bine cunoscut.

17          În plus, efectul de activare a suprafeței, specific descărcărilor în plasmă, poate fi  
18          utilizat în ameliorarea aderenței unor pelicule cu rol protectiv aplicate piesei, după efectuarea  
19          procedurilor de decontaminare și curățire.

20          O instalație ce folosește plasma rece de înaltă frecvență, făcând obiectul brevetului  
21          de invenție **RO 122396 B1/2009: "Instalație și procedeu pentru conservarea obiectelor"**,  
22          realizează decontaminarea, curățirea și acoperirea protectivă a obiectelor de patrimoniu cu  
23          un polimer adecvat în aceeași incintă. Obiectul este amplasat vertical, în zona descărcării  
24          active între doi electrozi plan paraleli, conectați la un generator de înaltă frecvență  
25          (13,5 MHz). Intensitatea câmpului electric este cuprinsă între 20-50 V/cm, iar puterea în  
26          descărcare ia valori între 100 și 300 W. Pentru tratamentele de decontaminare și curățire se  
27          utilizează descărcarea în plasmă rece în atmosferă de azot, hidrogen, argon, oxigen sau  
28          amestecuri, la o presiune în vasul de reacție variind între  $2 \times 10^{-1}$  mbar și  $5 \times 10^{-1}$  mbar, tempe-  
29          ratura maximă la nivelul suprafeței obiectului nedepășind 40°C. În funcție de tipul de  
30          contaminat (fungi, bacterii sau depuneri de grăsimi, particule aderente, produși de coroziune  
31          etc.) și de natura materialului (organic, anorganic) durata tratamentelor poate varia între 10  
32          și 60 min. Operațiunea finală constă în acoperirea protectivă de suprafață, care se realizează  
33          prin introducerea în incinta de reacție a unui monomer adecvat, ce polimerizează în plasmă.

34          Dezavantajul instalației constă în necesitatea amplasării verticale a obiectului de  
35          tratament, ceea ce poate induce tensionări suplimentare pentru piese de natură organică cu  
36          fragilitate ridicată, ca urmare a îmbătrânirii naturale a polimerului constituant.

37          Un alt dezavantaj constă în impactul direct al ionilor energetici din descărcarea activă  
38          asupra stratului de suprafață, cu riscul producerii unor modificări coloristice sau morfologice.

39          Este cunoscut faptul că descărcarea în plasmă rece de înaltă frecvență prezintă o  
40          puternică stratificare, cu benzi înguste cu intensități diferite, ceea ce constituie un dezavantaj  
41          în tratarea obiectelor tridimensionale, deoarece nu se poate realiza un tratament uniform.  
42          Pentru a elimina această deficiență se impune rotirea obiectelor în interiorul vasului de  
43          reacție.

44          În brevetul "**Trattamento al plasma per il restauro e la conservazione di libri e**  
45          **documenti antichi**" MI2004A000068 din 2004, **Bonizzoni G. și colaboratorii** descriu o  
46          metodă de tratament complex (decontaminare, curățire și consolidare) în plasmă de HF  
47          pentru cărți și documente vechi.

# RO 133606 B1

Piesa, amplasată între doi electrozi orizontali, situați într-o incintă vidată la presiunea de 0,4 mbar, este expusă timp de 30-300 sec. unei descărcări în plasmă de înaltă frecvență (13,5 MHz), la o putere de 20-200 W, în atmosferă de Ar/H<sub>2</sub> sau O<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>, ce realizează decontaminarea și curățirea. În final este aplicat un tratament de consolidare prin depunerea unei pelicule de oxid de siliciu.

Brevetul **RO 129859 B1/2017**, "*Instalație multifuncțională pentru conservarea documentelor papetare*", se referă la o instalație destinată efectuării unor tratamente de decontaminare, curățire și acoperire de protecție cu un polimer adecvat pentru documente papetare. Documentul, amplasat pe un electrod mobil, este introdus într-o incintă vidată (3÷5·10<sup>-1</sup> mbar), în care este amorsată o descărcare în plasmă rece de înaltă frecvență între electrozidul mobil și un electrod fix conectat la un generator de înaltă frecvență (1,5 MHz), în vederea decontaminării și curățirii. Durata tratamentului variază între 15 și 30 min.

Instalația oferă în plus posibilitatea realizării unei acoperiri de protecție cu o peliculă polimerică, depusă uniform, prin culisarea electrozidului mobil, împreună cu documentul, pe sub un dispozitiv detașabil de acoperire.

Dezavantajele acestor două instalații menționate constau în faptul că tratamentul este aplicabil doar obiectelor bidimensionale (hârtii, fotografii).

Un alt dezavantaj este faptul că descărcarea acționează doar asupra uneia din fețele documentului, ceea ce presupune repetarea tratamentului pentru cealaltă față, cu dublarea timpului de expunere la descărcarea în plasmă.

Particulele pulverizate în plasmă datorită corodării de tip "etching" se redepun pe suprafața deja tratată, ceea ce reprezintă un alt dezavantaj.

Obiectele de patrimoniu, în special cele pe suport organic, sunt afectate la intensități mai mari ale descărcării în plasmă, producându-se modificări de culoare, scăderea rezistenței mecanice, deteriorarea stratului de suprafață.

Un dezavantaj al instalațiilor cu plasmă activă este că, indiferent de amplasarea electrozilor (interiori, exteriori sau bobină exterioară), intensitatea nu poate fi redusă sub un anumit nivel deoarece descărcarea se întrerupe.

Utilizarea plasmei "afterglow" (plasmă difuzată în afara descărcării active) înlătură inconvenientele enumerate. Plasma "afterglow" este constituită din speciile reactive (ioni, electroni, radicali liberi) care difuzează în afara spațiului descărcării active obținute între electrozii perforați sau unul perforat și celălalt întreg, conectați la o sursă de înaltă frecvență. Acest tip de plasmă este caracterizat prin faptul că speciile reactive se dezexcită și participă la reacții chimice secundare, în urma cărora se pot forma specii stabile.

Descărcarea spațială "afterglow" acționează prin intermediul speciilor ionizate difuzate din plasma activă și direcționate spre obiectul de tratat, prezentând avantajul unei degradări minore a suprafeței, deoarece ionii pierd din energie pe măsură ce se îndepărtează de zona activă a descărcării. Analiza distribuției speciilor reactive în plasma "afterglow" indică mici modificări ale concentrației de radicali liberi în primii 40 cm de la zona de descărcare directă, iar concentrația electronilor și ionilor descrește progresiv, ajungând la zero la aproximativ la 30 de cm. Plasma "afterglow" de tip spațial poate ocupa incinte de volum mare fiind un avantaj în tratarea obiectelor tridimensionale.

În lucrarea "**Plasma treatment an increasing technology for paper restoration**" publicată în **Surface and Coatings Technology U. Vohrer și colaboratorii** descriu o instalație de tratament în plasmă activă sau, alternativ, în plasmă "afterglow", a materialelor papetare. Incinta de tratamente este concepută ca un reactor cuplat capacitiv, cu plăci plan paralele, conectate la o sursă de înaltă frecvență 13,56 MHz. Incinta, alimentată de la o sursă de gaz, este prevăzută cu o diafragmă perforată, ce împarte spațiul de tratare în două

# RO 133606 B1

1 camere. Pentru tratamentul în plasmă activă proba este amplasată pe diafragmă, în camera  
superioară a electrodului inferior și este tratată în plasma "afterglow", ce apare ca urmare  
3 a migrării speciilor reactive din plasma activă prin diafragma perforată.

Brevetul de invenție **RO 130669 B1** din 2018 "*Instalație pentru decontaminare în  
5 plasmă*" prezintă o instalație pentru decontaminare microbiologică în plasmă "afterglow" a  
unor obiecte plane, fragile, de exemplu documente, fotografii, hărți, etc. Instalația este reali-  
7 zată dintr-un vas de reacție, în care sunt amplasați doi electrozi orizontali din sită de oțel  
inoxidabil, conectați la un generator cu frecvența de 13,5 MHz, puterea în sarcină de 100 W  
9 și impedanță mică de ieșire. Vasul este racordat la o pompă de vid și la o sursă de gaz (H<sub>2</sub>,  
N<sub>2</sub>, Ar, etc.). Presiunea în vasul de reacție poate fi reglată în domeniul  $2 \cdot 10^{-1}$  mbar până la  
11  $5 \cdot 10^{-1}$  mbar. Obiectul, așezat pe un suport, poate fi poziționat sub electrodul inferior, în zona  
plasmei "afterglow", la distanță variabilă (4-20 cm).

13 Forma și dispunerea electrozilor, cât și orientarea fluxului de gaz în vasul de reacție,  
direcționează speciile reactive din plasma "afterglow" spre suprafața obiectului, realizând  
15 decontaminarea.

Dezavantajul acestor instalații constă în faptul că, un tratament complet de deconta-  
17 minare și curățire, presupune expunerea obiectului în două etape, o dată pe o față și a doua  
oară pe verso.

19 Un alt inconvenient rezidă în faptul că nu pot fi tratate obiecte tridimensionale cu  
geometrie complexă.

21 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este realizarea unei instalații ce utili-  
zează plasma „afterglow”, de tip spațial, în vederea extinderii gamei procedurilor de decon-  
23 taminare microbiologică și curățire a obiectelor de patrimoniu cu configurație geometrică  
complexă, într-o singură etapă.

25 Instalația conform invenției rezolvă această problemă tehnică prin aceea că, este  
alcătuită astfel încât să permită tratarea obiectului tridimensional într-o descărcare în plasmă  
27 "afterglow" de tip spațial omogenă, obținută prin suprapunerea a două fluxuri de particule  
reactive difuzate din descărcările în plasmă activă poziționate diametral opus în vasul de  
29 reacție, amorsate între niște electrozi circulari din sită de oțel inoxidabil și niște electrozi-  
flanșă, cuplați capacitiv la un generator de înaltă frecvență de 13,5 MHz prin intermediul unor  
31 fire flexibile din cantal izolate cu teflon, al unui arc elicoidal, al unei bucșe culisante și a unei  
borne de înaltă tensiune, direcționarea fluxurilor de particule reactive din plasma "aftreglow"  
33 spre obiectul de tratat fiind asigurată de sistemul de admisie-evacuare a gazului de lucru (N<sub>2</sub>,  
Ar, H<sub>2</sub> etc.), admisia făcându-se prin orificiile situate în cele două zone ale descărcării în  
35 plasmă activă, iar evacuarea fiind realizată printr-un orificiu situat în zona mediană a plasmei  
"afterglow", poziționarea celor doi electrozi din sită de oțel inoxidabil și a obiectului în  
37 interiorul vasului de reacție fiind asigurată de un modul detașabil alcătuit dintr-un suport  
inelar din oțel inoxidabil pe care sunt montate două tije de teflon, ce permit culisarea în plan  
39 vertical a ramei inelare port- obiect și a electrozilor din sită de oțel inoxidabil.

Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:

- 41 - pot fi tratate obiecte cu configurație geometrică complexă într-o singură etapă;
- descărcarea în plasmă este omogenă într-un spațiu de dimensiuni mari;
- 43 - permite inactivarea unui spectru larg de microorganisme comcomitent cu îndepărta-  
rea unor contaminanți organici sau anorganici;
- 45 - nu necesită personal calificat;
- se menține aspectul original, autentic, al obiectului tratat.

47 Invenția este prezentată pe larg în continuare printr-un exemplu de realizare a  
invenției cu referire și la fig.1...5 care reprezintă:

- 49 - fig. 1, vedere în perspectivă a instalației cu secționarea elementelor de interes;

# RO 133606 B1

- fig. 2, vederea în perspectivă a modului detașabil; 1
  - fig. 3, imagine fotografică a vasului de reacție în timpul descărcării în plasmă "afterglow"; 3
  - fig. 4, imaginea fotografică a unui ceainic din argint acoperit cu produși de coroziune, înainte și după tratamentul de curățire; 5
  - fig. 5, imaginea fotografică a unei icoane pictate pe lemn contaminată cu depuneri de funingine și microorganismе, înainte și după tratamentul de decontaminare-curățire. 7
- Instalația, conform invenției, se bazează pe obținerea unui spațiu de descărcare în plasmă "afterglow" de tip spațial, obținută prin suprapunerea efectelor de difuzie a particulelor reactive produse în plasma activă și de direcționare a acestora prin sistemul de admisie- evacuare a gazului de lucru. 11
- În acest scop instalația este alcătuită dintr-un vas de reacție **1** de formă cilindrică cu marginile ranforsate, din sticlă Pyrex, etanșat cu niște flanșe-electrod **2, 3** din oțel inoxidabil de formă circulară și a unor garnituri **4, 5** de cauciuc silionic. Flanșa-electrod **2** este prevăzută cu două mânere **6, 7**, ce permit ridicarea acesteia în vederea accesului în interiorul vasului de reacție **1**. Niște suporturi din teflon **8, 9, 10** dispuse la partea exterioară a flanșei-electrod **3** asigură poziționarea verticală a vasului de reacție **1**, cât și posibilitatea conectării instalației la o pompă de vid **11**, un manometru **12**, niște ventile **13** pentru admisia sau evacuarea aerului în vasul de reacție **1**, și la un robinet cu ac **14**, pentru reglarea presiunii gazului de lucru ( $H_2$ ,  $N_2$ ,  $Ar$ ), provenit de la o butelie **15** prevăzută cu reductor de presiune **16**. 13 15 17 19
- Pe flanșa-electrod **3**, în interiorul vasului de reacție **1** se amplasează un modul detașabil **M** realizat din niște tije cilindrice **17, 18** din teflon fixate în poziție verticală cu ajutorul unor flanșe inelare **19, 20** din oțel inoxidabil și a unor șuruburi **21, 22**. Flanșa inelară **19** este prevăzută cu mai multe orificii **a** în vederea dispunerii convenabile a unui obiect **23** ce va fi tratat. Poziționarea convenabilă a obiectului **23** în interiorul vasului de reacție **1** se efectuează prin glisarea flanșei inelare **19** în lungul tijelor **17, 18**, și fixarea acesteia cu șuruburile **21, 22**. Niște electrozi circulari **24, 25** din sită de oțel inoxidabil, prevăzuți cu o ramă de rigidizare în legătură cu niște manșoane **26, 27, 28, 29** din oțel inoxidabil cu șurub, pot culisa pe tijele **17, 18** permițând reglarea intensității descărcării în plasma activă. 21 23 25 27 29
- Electrozii circulari **24, 25** se amplasează pe tijele **17, 18** astfel încât distanța dintre electrodul circular **25** și flanșa-electrod **3** să fie egală cu distanța dintre electrodul circular **24** și flanșa-electrod **2**. Electrozii circulari **24, 25**, conectați electric între ei printr-un fir flexibil **30** izolat la exterior cu teflon, sunt cuplați la un generator de înaltă frecvență **31** (13,5 MHz) prin intermediul unui arc elicoidal **32** de oțel, o bucsă culisantă **33**, manșonul **29** și o bornă de înaltă tensiune și înaltă frecvență **34** realizată din teflon, prevăzută cu garnituri de etanșare din cauciuc silionic. Flanșele-electrod **2, 3** sunt conectate electric atât între ele cât și la generatorul **31** de înaltă frecvență cu un cablu flexibil **35** izolat cu teflon și amplasat în afara vasului de reacție **1**. Prin dispunerea electrozilor și modul de conectare a acestora la generatorul **31** se formează două spații **b, c** de descărcare activă în plasmă rece de înaltă frecvență, unul între flanșa-electrod **2** și electrodul circular **24**, celălalt între flanșa-electrod **3** și electrodul circular **25** precum și un spațiu de descărcare spațială "afterglow" **d** între electrozii circulari **24, 25**. Prin culisarea electrozilor circulari **24, 25** pe tijele **17, 18**, spațiile **b, c** de descărcare activă pot fi mărite sau micșorate, în acest fel intensitatea plamei active fiind mărită, respectiv micșorată și implicit descărcarea "afterglow" **d** devine mai mult sau mai puțin intensă. 31 33 35 37 39 41 43 45

# RO 133606 B1

1 Conform invenției, în vederea efectuării unor tratamente de decontaminare sau  
2 curățire a unui obiect **23** cu geometrie complexă, suportul detașabil **M** este extras din vasul  
3 de reacție **1** prin îndepărtarea flanșei-electrod **2** și este așezat pe o suprafață plană. Obiectul  
4 **23** - în cazul de față, o cană cu decor argintat - se poziționează pe flanșa inelară **19** cu o tijă  
5 transversală **36** montată în orificiile **a**. În vederea obținerii unui tratament eficient în plasma  
6 "afterglow" **d** se amplasează obiectul **23** la mijlocul distanței dintre electrozii **24**, **25**, prin  
7 culisarea flanșei inelare **19**, în lungul tijelor **18**, **19** de teflon și fixarea cu șuruburi **21**, **22**.

8 Pentru efectuarea tratamentului de decontaminare și/sau curățire, suportul detașabil  
9 **M** împreună cu obiectul **23** sunt introduse în vasul de reacție **1** după care acesta se  
10 etanșează cu flanșa-electrod **2** și garnitura **4** de cauciuc siliconic.

11 Se vedează vasul de reacție cu pompa de vid **11**, prin intermediul unui tub **37** de oțel  
12 inoxidabil cu un orificiu de vidare **e** amplasat în zona mediană a descărcării în plasmă  
13 "afterglow", până la valoarea de  $0,5 \times 10^{-1}$  mbar indicată de manometrul **12** în legătură cu  
14 vasul de reacție **1** printr-un tub **38** din oțel inoxidabil. Se deschide reductorul de presiune **16**  
15 și se introduce gazul de lucru în vasul de reacție **1** prin intermediul unor tuburi **39**, **40** din oțel  
16 inoxidabil, prevăzute cu niște orificii de admisie **f**, respectiv **g**, situate în spațiile **c**, **b** ale  
17 descărcării active, stabilindu-se presiunea de lucru la valoarea de  $3 \times 10^{-1}$  mbar cu ajutorul  
18 robinetului cu ac **14**.

19 Se conectează cele două perechi de electrozii **2-24**, **3-25** la generatorul de înaltă  
20 frecvență **31** prin intermediul firelor **30**, **35**, un manșon **29**, un arc **32**, o bucsă **33** și o bornă  
21 de înaltă tensiune **34**. Durata de decontaminare a obiectelor de natură organică poate varia  
22 între 5 și 15 minute, în funcție de gradul de încărcare microbiologică determinat în prealabil  
23 prin analize specifice. În cazul tratamentelor de curățire a obiectelor de natură anorganică  
24 durata de menținere în plasmă "afterglow" se poate prelungi până la 40÷60 minute. După  
25 intervalul de timp prestabilit se oprește generatorul **31**, se întrerupe alimentarea cu gaz și se  
26 introduce aer în instalație prin ventilele **13**. În final, modulul **M** se extrage din vasul de reacție  
27 **1**, iar obiectul **23** se menține timp de 30 minute într-un exicator în atmosferă de argon pentru  
28 stabilizarea radicalilor liberi.

29 În vederea evaluării eficacității instalației prezentăm în continuare câteva exemple  
30 de aplicare în domeniul patrimoniului cultural mobil.

31 Decontaminarea microbiologică s-a realizat pe două documente datând din secolul  
32 XIX, notate  $D_1$ ,  $D_2$ . Documentele au fost tratate simultan pe ambele fețe, în atmosferă de  
33 azot, în etape succesive de câte 5 minute până la inhibarea completă a microbiotei. Analiza  
34 microbiologică s-a efectuat prin metode specifice înainte și după fiecare etapă de tratament.

35 Rezultatele obținute sunt inserate în tabelul 1.

37 Analiza microbiotei pentru probele tratate în mediu de azot

Tabelul 1

Proba	Fungi (UFC/ml)				Bacterii (UFC/ml)			
	Martor	Durată tratament [min]			Martor	Durată tratament [min]		
		5	10	15		5	10	15
$D_1$	+++	++-	---	---	++-	+--	---	---
$D_2$	+++	+--	---	---	+++	++-	++-	---

43 Legendă: +++ dezvoltare mare; ++- dezvoltare medie; --- lipsă dezvoltare

# RO 133606 B1

Proprietățile mecanice (rezistența la rupere, alungirea la rupere și absorbția energiei la sfâșiere) reprezintă un parametru important în caracterizarea hârtiilor. Pentru a evidenția caracterul menajant al plasmăi "afterglow" s-a determinat variația parametrilor mecanici ca urmare a unui tratament timp de 15 minute în atmosferă de  $N_2$  la presiunea de  $5 \times 10^{-1}$  mbar. Pentru aceasta s-au pregătit două seturi notate  $P_1$ ,  $P_2$  de câte 5 eșantioane de hârtie Whatman. Tabelul 2 prezintă media valorilor parametrilor studiați a celor două seturi  $P_1$ ,  $P_2$  de cinci eșantioane.

Valorile proprietăților mecanice medii ale hârtiei Whatman

Tabelul 2

Proba	Durată [min]	Rezistența la rupere [Nm/g]	Alungire la rupere [%]	Energie de absorbție la rupere [J/m <sup>2</sup> ]
$P_1$	0	24,1	4,5	72
	15	23,1	4,5	70
$P_2$	0	24,6	4,8	63
	15	23,9	4,7	61

Din tabelul 2 se poate observa că variația valorilor medii ale parametrilor mecanici este nesemnificativă.

Efectele tratamentului în plasmă "afterglow" de hidrogen în îndepărtarea produșilor de coroziune de pe obiecte din argint au la bază reacția chimică de reducere a sărurilor de argint (cloruri și sulfuri) la argint metalic. Produșii volatili rezultați sunt eliminați din vasul de reacție prin sistemul de vidare. Procesul de reducere a produșilor de coroziune este evidențiat în fig.4 ce reprezintă imaginea fotografică inițială (a) și după 45 de minute de tratament (b), a unui ceainic din argint din secolul XIX.

Speciile reactive din plasma "afterglow" în atmosferă de  $O_2$  sunt eficiente în îndepărtarea contaminanților proveniți din ambient. În fig. 5 este prezentat aspectul inițial (a) a unei icoane de secol XIX, pictată pe lemn, cu depuneri de funingine și efectul de curățire (b) după 25 de minute de tratament în plasmă "afterglow".

Ionii reactivi de oxigen formați în descărcare oxidează carbonul, transformându-l în bioxid de carbon, ce este eliminat din vasul de reacție prin sistemul de vidare.

# RO 133606 B1

1

## Revendicare

3

Instalație pentru tratamente în plasmă rece de înaltă frecvență, compusă dintr-un vas de reacție (1) cilindric din sticlă Pyrex, etanșat cu două flanșe-electrod (2, 3) din oțel inoxidabil și garnituri (4, 5), din cauciuc siliconic, cuplat la o pompă rotativă (11) de vid, un manometru (12), o butelie cu gaz (15) prevăzută cu reductor (16) și un robinet cu ac (14), niște orificii de admisie (f, g) a gazului de lucru: N2, Ar sau H2, un generator de înaltă frecvență (31) de 13,5 MHz conectat la flanșele-electrod (2, 3) și două tije (17), (18) de teflon fixate într-un suport inelar (20) din oțel inoxidabil al unui modul detașabil (M), pe care poate culisa, în plan vertical, o ramă inelară (19) pentru susținerea obiectului (23) de tratat, fixată cu șuruburi (21, 22) **caracterizată prin aceea că**, pentru producerea a două descărcări în plasmă activă (b, c), poziționate diametral opus în vasul de reacție (1), sunt prevăzuți doi electrozi circulari (24 și 25) din sită de oțel inoxidabil pentru amorsarea și întreținerea plasmei între fiecare electrod și flanșa- electrod (2), respectiv (3), corespondentă, conectați capacitiv la generatorul de înaltă frecvență (31) prin intermediul unor fire flexibile (35, 30) din cantal izolat cu teflon, al unui arc elicoidal (32), al unei bucle culisante (33) și al unei borne de înaltă tensiune și înaltă frecvență (34), direcționarea particulelor reactive spre obiectul (23) fiind asigurată prin amplasarea orificiilor de admisie (f, g) a gazului de lucru în plasma activă (c), respectiv (b) și a orificiului de evacuare (e) în zona mediană a plasmei "afterglow" (d), poziționarea obiectului (23) și a electrozilor (24, 25) din sită de oțel inoxidabil fiind realizată cu modulul detașabil (M) prin culisare pe tijele (17, 18) ale acestuia și fixare cu ajutorul unor manșoane cu șurub (26, 27, 28, 29).

11

13

15

17

19

21



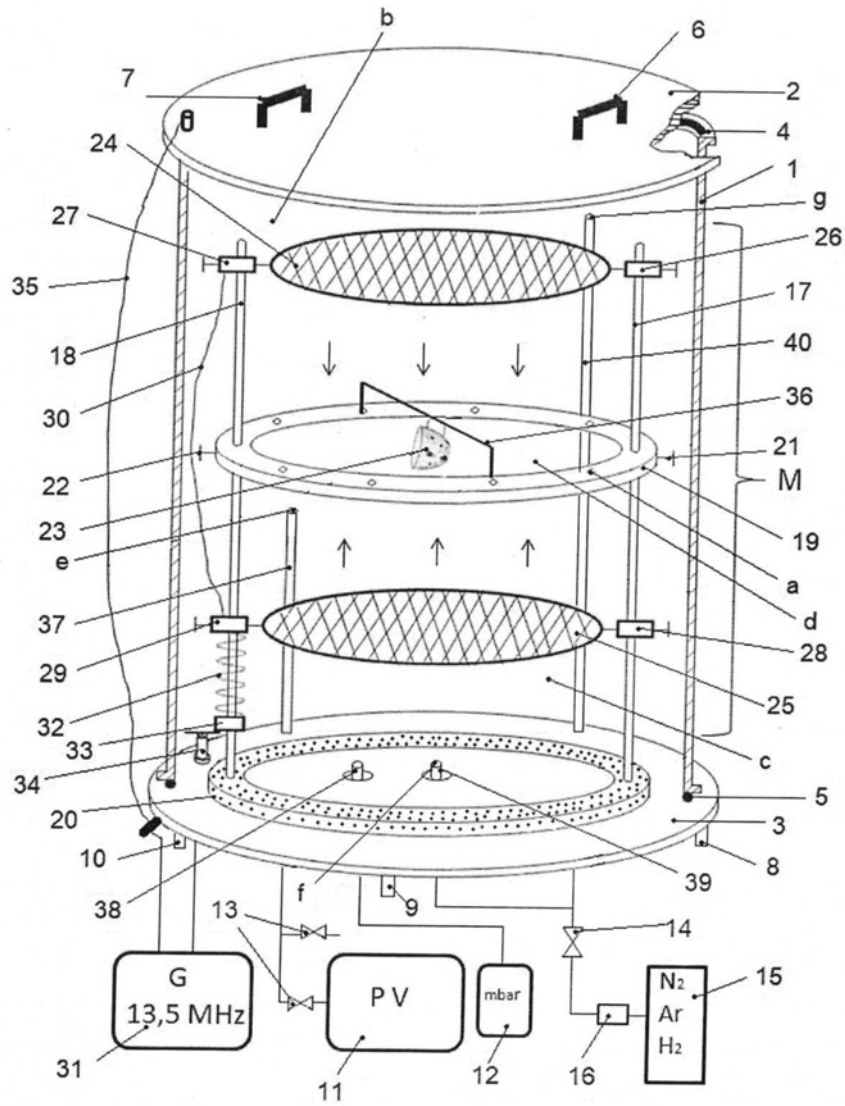


Fig. 1

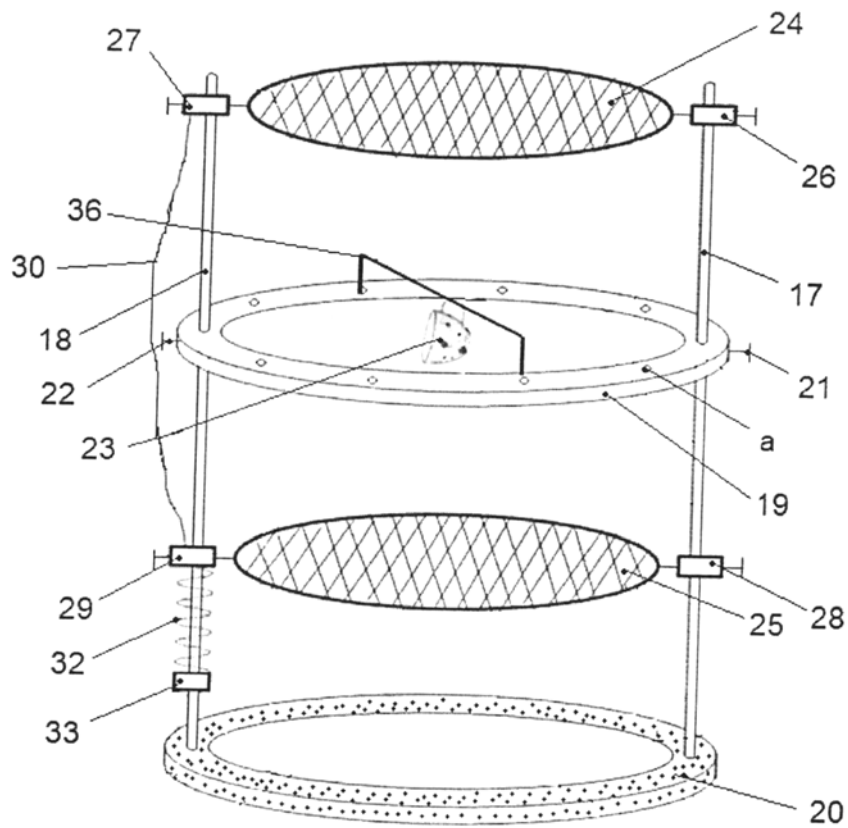
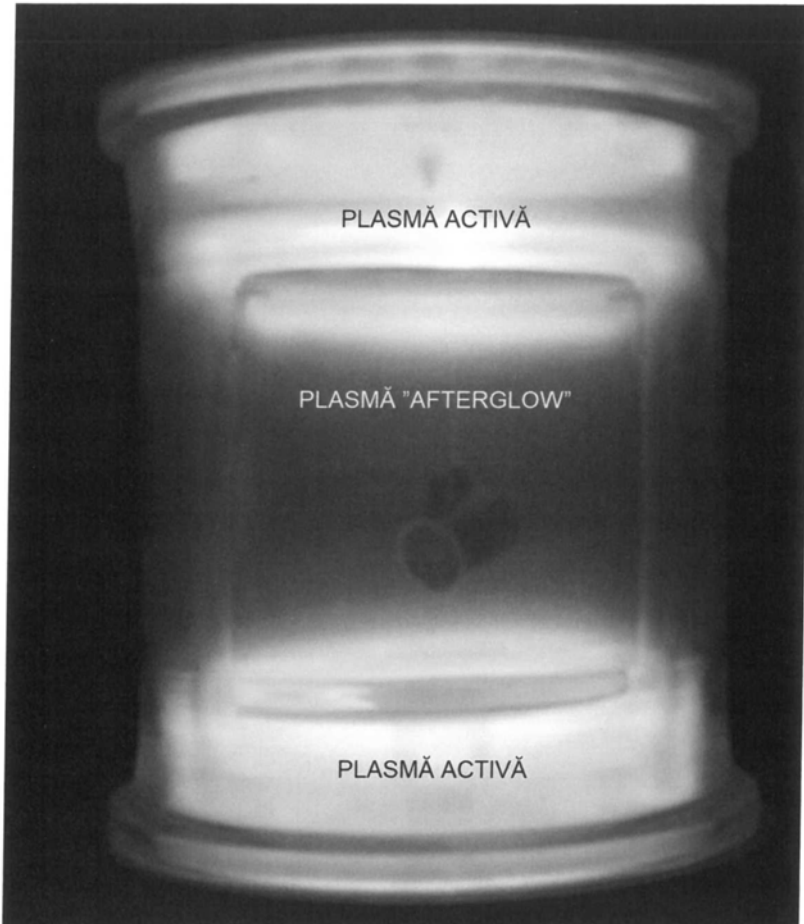


Fig. 2

(51) Int.Cl.

**A61L 2/14** (2006.01);

**H05H 1/03** (2006.01)



**Fig. 3**

(51) Int.Cl.

**A61L 2/14** (2006.01);

**H05H 1/03** (2006.01)



a)



b)

**Fig. 4**

(51) Int.Cl.

**A61L 2/14** (2006.01);

**H05H 1/03** (2006.01)



a)



b)

Fig. 5



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM  
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci  
sub comanda nr. 465/2021