

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2019 00249

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

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

(71) Solicitant:
• 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

(54) INSTALAȚIE PENTRU TRATAMENTE ÎN PLASMĂ RECE
DE ÎNALTĂ FRECVENȚĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o instalație pentru tratamente în plasmă rece de înaltă frecvență care permite decontaminarea și curățirea nedistructivă a obiectelor fragile aparținând patrimoniului cultural, având geometrie complexă și volum de până la 25 x 25 x 25 cm³, utilizând plasmă "afterglow" de tip spațial, instalația fiind destinată laboratoarelor de conservare-restaurare din muzee, biblioteci și arhive. Instalația conform invenției este constituită dintr-un vas (1) de reacție cilindric etanșat cu două flanșe-electrod (2 și 3), cu un modul (M) detașabil amplasat în interior pe care sunt montați doi electrozi (24 și 25) din sită de oțel inoxidabil, o ramă (19) inelară pentru fixarea obiectului (23), electrozii (24 și 25) fiind cuplați capacitiv la un generator (31) de înaltă frecvență de 13,5 MHz care generează o plasmă (b și c) activă între perechile de electrozi (2-24 și 3-25), prin suprapunerea fluxurilor de particule reactive difuzate din plasma activă formându-se între electrozi (24 și 25) o plasmă "afterglow" (d) omogenă de tip spațial.

Revendicări: 1
Figuri: 5

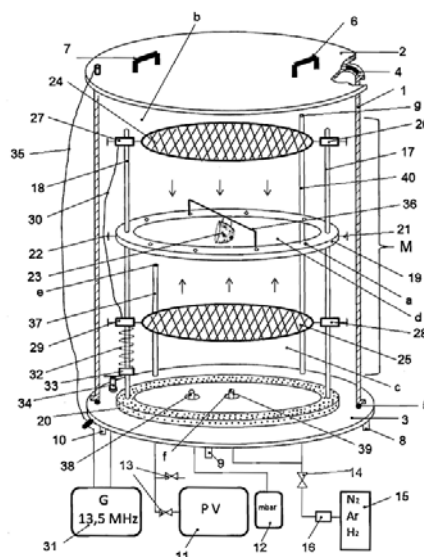


Fig. 1



16

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. <i>a 2019 00245</i>
Data depozit <i>22-04-2019</i>

INSTALAȚIE PENTRU TRATAMENTE ÎN PLASMĂ RECE DE ÎNALTĂ FRECVENȚĂ

Invenția se referă la o instalație pentru decontaminare și curățire menajantă a unor obiecte fragile cu geometrie complexă, cu un volum de până la $25 \times 25 \times 25 \text{ cm}^3$, din materiale organice, anorganice sau compozite, utilizând în acest scop plasma "afterglow" de tip spațial.

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

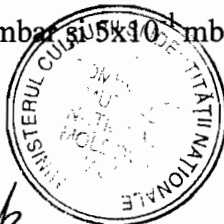
Au fost dezvoltate multiple tehnici, utilizând diferite instalații experimentale, în funcție de problema de rezolvat și tipul obiectului tratat (material, structură, stare de conservare). Astfel, plasma rece în mediu de hidrogen a fost utilizată pentru tratamente de reducere a coroziunii de pe piese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

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

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

O instalație ce folosește plasma rece de înaltă frecvență, făcând obiectul Brevetului de invenție **RO 122 396B1/2009** "Instalație și procedeu pentru conservarea obiectelor", realizează decontaminarea, curățirea și acoperirea protectivă a obiectelor de patrimoniu cu un polimer adecvat în aceeași incintă. Obiectul este amplasat vertical, în zona descărcării active între doi electrozi plan paraleli, conectați la un generator de înaltă frecvență (13,5 MHz). Intensitatea câmpului electric este cuprinsă între 20-50 V/cm, iar puterea în descărcare ia valori între 100 și 300 W. Pentru tratamentele de decontaminare și curățire se utilizează descărcarea în plasmă rece în atmosferă de azot, hidrogen, argon, oxigen sau amestecuri, la o presiunea în vasul de reacție variind între 2×10^{-1} mbar și 5×10^{-1} mbar, temperatura maximă la

1



[Handwritten signatures]

bacterii sau depuneri de grăsimi, particule aderente, produși de coroziune, etc.) și de natura material (organic, anorganic) durata tratamentelor poate varia între 10 și 60 min. Operațiunea finală constă în acoperirea protectivă de suprafață, care se realizează prin introducerea în incinta de reacție a unui monomer adecvat, ce polimerizează în plasmă.

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

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

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

În brevetul "Trattamento al plasma per il restauro e la conservazione di libri e documenti antichi" **Mi2004A000068** din 2004 Bonizzoni G. și colaboratorii descriu o metodă de tratament complex (decontaminare, curățire și consolidare) în plasmă de HF pentru cărți și documente vechi.

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/H₂ sau O₂/H₂, ce realizează decontaminarea și curățirea. În final este aplicat un tratament de consolidare prin depunerea unei pelicule de oxid de siliciu.

Brevetul "Instalație multifuncțională pentru conservarea documentelor papetare" **RO 129859B1/2017** 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 (3-5·10⁻¹mbar), în care este amorsată o descărcare în plasmă rece de înaltă frecvență între electrodul 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 electrodului mobil, împreună cu documentul, pe sub un dispozitiv detașabil de acoperire.

Dezavantajele acestor două instalații menționate constă în faptul că tratamentul este



Handwritten signatures and initials at the bottom right of the page.

Dezavantajele acestor două instalații menționate constă 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 plasma datorită corodării de tip "etching" se redepon 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 plasmăi "afterglow" (plasmă difuzată în afara descărcării active) înlătură inconvenientele enumerate. Plasma "afterglow" este constituită din speciile reactive (ioni, electroni, radicali liberi) care difuzează înafara spațiului descărcării active obținute între doi electrozi 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 distribuirii 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 camere. Pentru tratamentul în plasmă activă proba este amplasată pe diafragmă, în camera superioară a



Handwritten signatures and initials.

electrodul inferior, este tratată în plasma "afterglow", ce apare ca urmare a migrării speciilor reactive din plasma activă prin diafragma perforată.

Brevetul de invenție **RO 130669B1 din 2018** "Instalație pentru decontaminare în plasmă" prezintă o instalație pentru decontaminare microbiologică în plasmă "afterglow" a unor obiecte plane, fragile, de exemplu documente, fotografii, hărți, etc. Instalația este realizată 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 și impedanță mică de ieșire. Vasul este racordat la o pompă de vid și la o sursă de gaz (H_2 , N_2 , Ar, etc). Presiunea în vasul de reacție poate fi reglată în domeniul $2 \cdot 10^{-1}$ mbar până la $5 \cdot 10^{-1}$ mbar. Obiectul, așezat pe un suport, poate fi poziționat sub electrodul inferior, în zona plasmei "afterglow", la distanță variabilă (4-20 cm.).

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

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

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

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

Instalația conform invenției înlătură dezavantajele de mai sus prin aceea că, tratarea obiectului tridimensional se face într-o descărcare în plasmă "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 reacție, amorțate între electrozii circulari din sită de oțel inoxidabil și electrozii-flanșă, cuplați capacitiv la generatorul de înaltă frecvență 13,5 MHz prin intermediul firelor flexibile din cantal izolate cu teflon, a arcului elicoidal, a bușei culisante și a bornei de înaltă tensiune, direcționarea fluxurilor de particule reactive din plasma "afterglow" spre obiectul de tratat fiind asigurată de sistemul de admisie-evacuare a gazului de lucru (N_2 , Ar, H_2 , etc.), admisia făcându-se prin orificiile situate în cele două zone ale descărcării în plasmă activă, iar evacuarea printr-un orificiu situat în zona mediană a plasmei "afterglow", poziționarea celor doi electrozi din sită



[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

de oțel inoxidabil și a obiectului, în 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 vertical, a ramei inelare port obiect, și a electrozilor din sită de oțel inoxidabil.

Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:

- pot fi tratate obiecte cu configurație geometrică complexă într-o singură etapă
- descărcarea în plasmă este omogenă într-un spațiu de dimensiuni mari
- inactivarea unui spectru larg de microorganisme concomitent cu îndepărtarea unor contaminanți organici sau anorganici

- nu necesită personal calificat

- se menține aspectul original, autentic al obiectului tratat

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției cu referire la fig.1, fig.2, fig.3, fig. 4, fig. 5 care reprezintă:

- fig. 1 vedere în perspectivă a instalației cu secționarea elementelor de interes
- fig. 2 vederea în perspectivă a modului detașabil
- fig. 3 imagine fotografică a vasului de reacție în timpul descărcării în plasmă "afterglow"
- fig. 4 imaginea fotografică a unui ceainic din argint acoperit cu produși de coroziune, înainte și după tratamentul de curățire
- fig. 5 imaginea fotografică a unei icoane pictate pe lemn contaminată cu depuneri de funingine și microorganisme, înainte și după tratamentul de decontaminare-curățire

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.

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 siliconic. 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



Handwritten signature

Handwritten signature

Handwritten signature

16.

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.

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 bucă culisantă 33, manșonul 29 și o bornă de înaltă tensiune și înaltă frecvență 34 realizată din teflon, prevăzută cu garnituri de etanșare din cauciuc siliconic. 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 înafara 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 plasmelor active fiind mărită respectiv micșorată și implicit descărcarea "afterglow" d devine mai mult sau mai puțin intensă.

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

Pentru efectuarea tratamentului de decontaminare și/sau curățire, suportul detașabil M



împreună cu obiectul 23 sunt introduse în vasul de reacție 1 după care acesta se etanșează cu flanșa-electrod 2 și garnitura 4 de cauciuc siliconic. Se vedează vasul de reacție cu pompa de vid 11, prin intermediul unui tub 37 de oțel inoxidabil cu un orificiu de vidare e amplasat în zona mediană a descărcării în plasmă "afterglow", până la valoarea de $0,5 \times 10^{-1}$ mbar indicată de manometrul 12 în legătură cu vasul de reacție 1 printr-un tub 38 din oțel inoxidabil. Se deschide reductorului de presiune 16 și se introduce gazul de lucru în vasul de reacție 1 prin intermediul unor tuburi 39, 40 din oțel inoxidabil, prevăzute cu niște orificii de admisie f, respectiv g, situate în spațiile c, b ale descărcării active, stabilindu-se presiunea de lucru la valoarea de 3×10^{-1} mbar cu ajutorul robinetului cu ac 14. Se conectează cele două perechi de electrozii 2-24, 3-25 la generatorul de înaltă frecvență 31 prin intermediul firelor 30, 35, manșonul 29, arcul 32, bucșa 33 și borna de înaltă tensiune 34. Durata de decontaminare a obiectelor de natură organică poate varia între 5 și 15 minute, în funcție de gradul de încărcare microbiologică determinat în prealabil prin analize specifice. În cazul tratamentelor de curățire a obiectelor de natură anorganică durata de menținere în plasmă "afterglow" se poate prelungi până la 40-60 minute. După intervalul de timp prestabilit se oprește generatorul 31, se întrerupe alimentarea cu gaz și se introduce aer în instalație prin ventilele 13. În final, modulul M se extrage din vasul de reacție 1, iar obiectul 23 se menține timp de 30 minute într-un exicator în atmosferă de argon pentru stabilizarea radicalilor liberi.

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

Decontaminarea microbiologică s-a realizat pe două documente datând din secolul XIX, notate D₁ D₂. Documentele au fost tratate simultan pe ambele fețe, în atmosferă de azot, în etape succesive de câte 5 minute până la inhibarea completă a microbiotei. Analiza microbiologică s-a efectuat prin metode specifice înainte și după fiecare etapă de tratament.

Rezultatele obținute sunt inserate în tabelul 1.

Tabelul 1 Analiza microbiotei pentru probele tratate în mediu de azot

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	+++	+--	---	---	+++	++-	++-	---

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

Proprietățile mecanice (rezistența la rupere, alungirea la rupere și absorbția energiei la



Waku

M. M. M.

D. D. D.

sfășiere) reprezintă un parametru important în caracterizarea hârtiilor. Pentru a evidenția caracterul menajant al plasmei "afterglow" s-a determinat variația parametrilor mecanici ca urmare a unui tratament timp de 15 minute în atmosferă de N_2 la presiunea de 5×10^{-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.

Tabel 2 Valorile proprietăților mecanice medii ale hârtiei Whatman

Proba	Durață [min]	Rezistența la rupere [Nm/g]	Alungire la rupere [%]	Energie de absorbție la rupere [J/m^2]
P1	0	24,1	4,5	72
	15	23,1	4,5	70
P2	0	24,6	4,8	63
	15	23,9	4,7	61

Din tabelul 2 se poate observa că variația valorile 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 figura 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.



Whiz

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

BIBLIOGRAFIE

Buchwald, Vagn, Sjogren Anker, "Hydrogen Plasma Reactions in a D.C. Mode for the Conservation of Iron Meteorites and Antiquities", Studies in Conservation. 36. 161, 1991

Řádková, L & Fojtíková, P & Kozáková, Zdenka & Krema, Frantisek & Sázavská, V & Kujawa, A., "Sample temperature during corrosion removal by low pressure low-temperature hydrogen RF plasma", Romanian Reports in Physics. 67. 586-599, 2015

E. G. Ioanid, D. Rusu, A. Ioanid, S. Dunca, A. Mureșan

B. I. RO 122 396B1 "Instalație și procedeu pentru conservarea obiectelor", 2009

G. Bonizzoni, E Vassallo, L. Laguardia, A. Cremona

Brevetto CNR Mi2004A000068, "Trattamento al plasma per il restauro e la conservazione di libri e documenti antichi", 2004

E.G. Ioanid, D. Rusu, M. Totolin, V. Frunză, G. Savin, A.M.Vlad

B. I. RO 129859B1, "Instalație multifuncțională pentru conservarea documentelor papetare", 2017

V. Frunză, E.G. Ioanid, D.E. Rusu, G. Savin, S.I. Dunca, C. Tănase

B. I. RO130669B1 "Instalație pentru decontaminare în plasmă", 2018

M.J.de Graaf, R.J.Severens, L.J.van Ijzendoorn, F.Munnik, H.J.M.Meijers, H.Kars, M.C.M.van de Sanden, D.C.Schram, "Cleaning of iron archaeological artefacts by cascaded arc plasma treatment", Surface & Coatings Technology, 74. 351-354, 1995

P Fojtíková¹, V Sázavská¹, F Mika, F Krpma; "Effect of Hydrogen Plasma on Model Corrosion Layers of Bronze Journal of Physics", Conference Series 715, 2016

Veprek, S., Patscheider, J., Elmer, J. " Restoration and conservation of Ancient artifacts: A new area of application of plasma chemistry", Plasma Chemistry and Plasma Processing, 5, 201-209, 1985

A. Patelli¹, E. Verga, L. Nodari, S. M. Petrillo, A. Delva, P. Ugo and P. Scopece, "A customised atmospheric pressure plasma jet for conservation requirements", IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 364, 2018

U. Vohrer, I. Tricka, J. Bernhard, C. Oehr, H. Brunner, "Plasma treatment an increasing technology for paper restoration?", Surface and Coatings Technology, 1069 -1073, 2001



REVENDICARE

Instalație pentru tratamente în plasmă rece de înaltă frecvență destinată decontaminării și curățării obiectelor (23) fragile tridimensionale cu păstrarea caracteristicilor fizico-mecanice și a aspectului original, 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), **caracterizată prin aceea că**, în scopul obținerii unui spațiu de descărcare omogenă în plasmă "afterglow" (d) de tip spațial, se combină efectele de difuzie și direcționare a particulelor reactive produse în două descărcări în plasmă activă (b), (c), poziționate diametral opus în vasul de reacție (1) și amorstate între electrodul circular (24) din sită de oțel inoxidabil și electrodul-flanșă (2), respectiv între electrodul circular (25) din sită de oțel inoxidabil și electrodul-flanșă (3), conectați capacitiv la generatorul de înaltă frecvență (31) - 13,5 MHz - prin intermediul firelor flexibile (35), (30) din cantal izolat cu teflon, a arcului elicoidal (32), a bușei culisante (33) și a bornei de înaltă tensiune și înaltă frecvență (34), direcționarea particulelor reactive spre obiectul (23) este asigurată prin amplasarea orificiilor de admisie (f), (g) a gazului de lucru -N₂, Ar, H₂-, în plasma activă (c), respectiv (b), iar 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 un modul detașabil (M), alcătuit dintr-un suport inelar (20) din oțel inoxidabil, prevăzut cu două tije (17), (18) de teflon, pe care pot culisa, în plan vertical, rama inelară (19) fixată cu șuruburile (21), (22), și electrozii circulari (24), (25), din sită de oțel inoxidabil, echipați cu manșoanele cu șurub (26), (27), (28), (29).



M. M. M.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

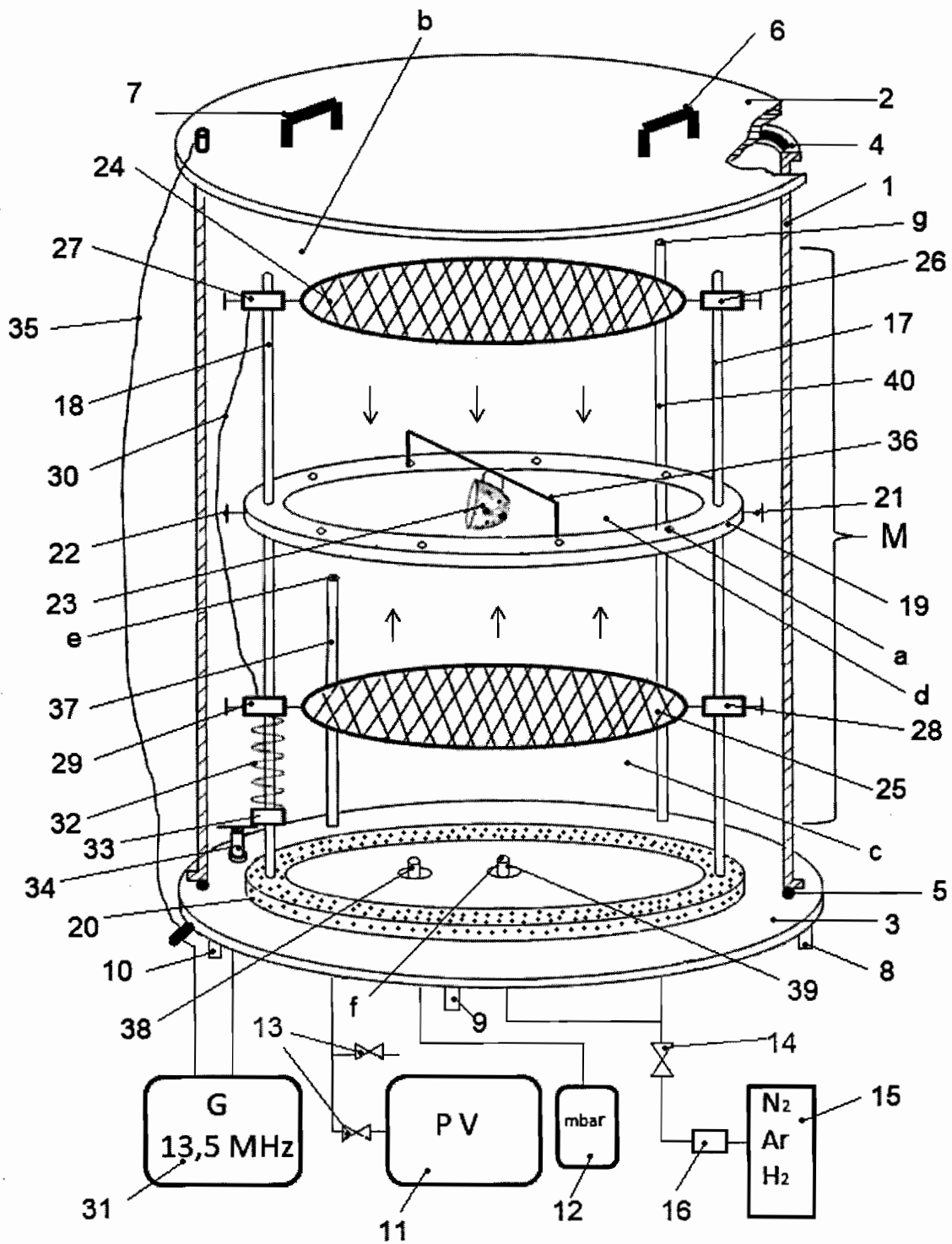


Fig. 1



Wahz

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

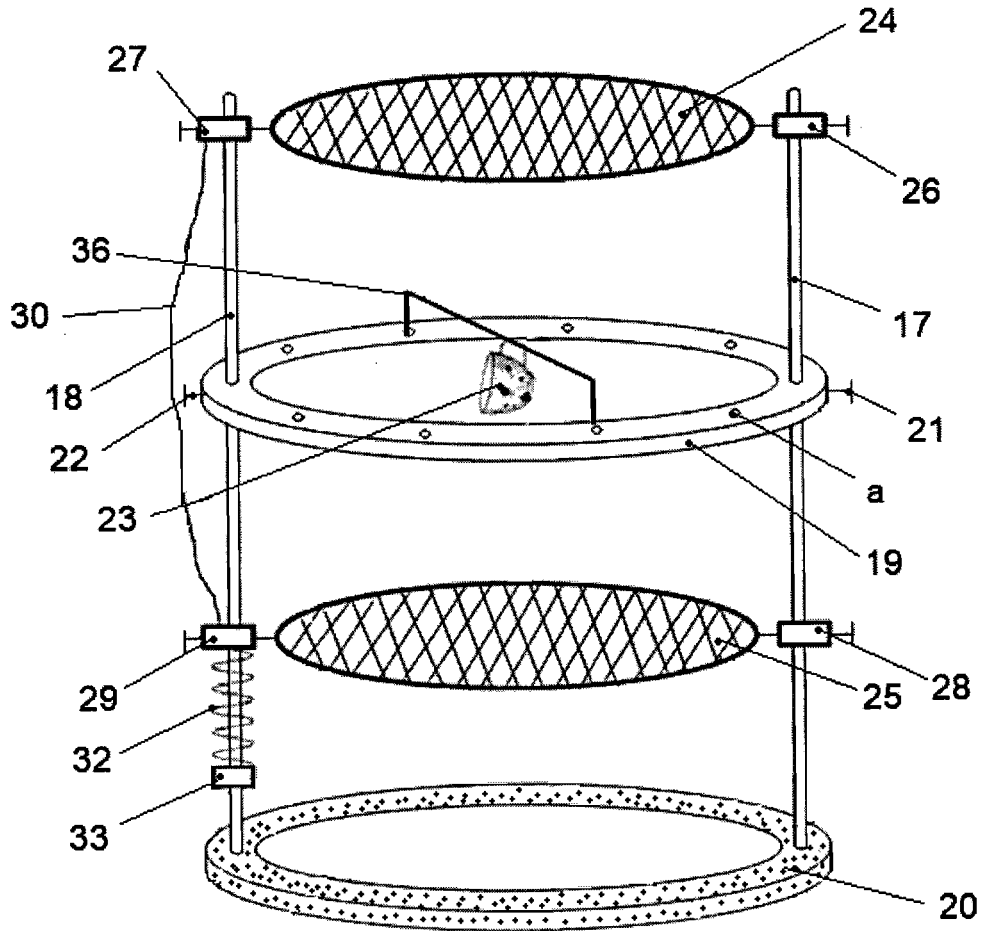


Fig. 2



Handwritten signatures and initials.

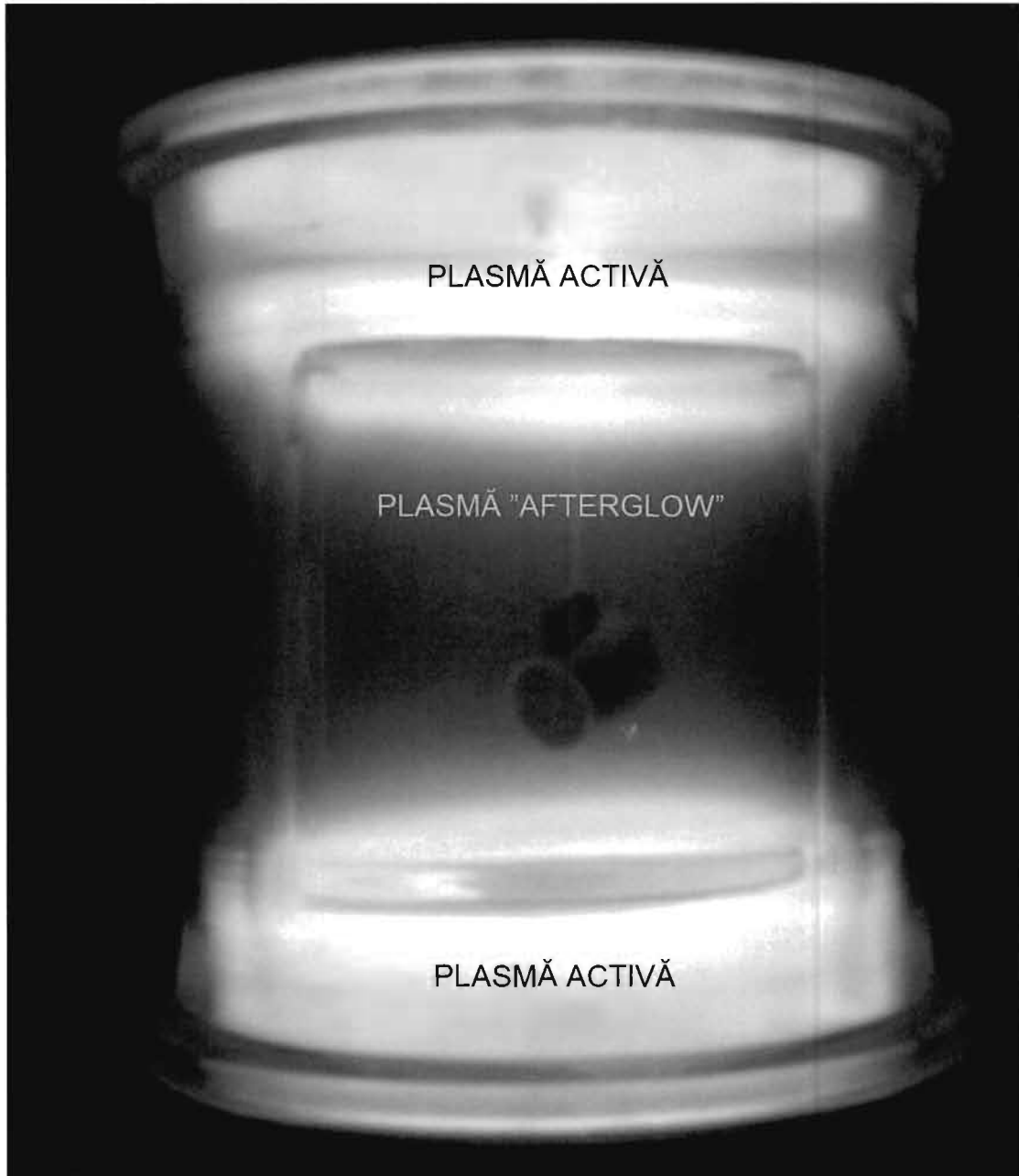


Fig. 3



Alina
De
Sivani



a



b

Fig. 4



Handwritten signatures and initials:
A. H. H.
D. H.
S. H.



a



b

Fig. 5



Handwritten signature and initials in cursive script.