

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2016 01054

(22) Data de depozit: 29/12/2016

(41) Data publicării cererii:  
29/06/2018 BOPI nr. 6/2018

(71) Solicitant:  
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE  
ȘI DEZVOLTARE PENTRU FIZICA  
LASERILOR, PLASMEI ȘI RADIAȚIEI  
(INFLPR), STR. ATOMIȘTILOR NR. 409,  
MĂGURELE, IF, RO;  
• ICPEST S. R.L., DRUMUL BACRIULUI  
NR. 16A-16B, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,  
RO

(72) Inventatori:  
• TRUSCA OANA, STR. POPA TATU  
NR. 62A, BL. C, AP. 41, SECTOR 1,  
BUCUREȘTI, B, RO;  
• POROSNICU CORNELIU-CONSTANTIN,  
ȘOS. GIURGIULUI NR. 202, BL. P12, SC. 2,  
AP. 15, COMUNA 1 DECEMBRIE, IF, RO;  
• LUNGU PETRICĂ CRISTIAN,  
CALEA MOȘILOR NR.241, BL.47, SC.3,  
ET.7, AP.92, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B,  
RO;

• OPREA DORIN,  
STR. DRUMUL BACRIULUI NR. 16A-16B,  
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;  
• URECHE OCTAVIAN,  
DRUMUL BACRIULUI NR. 16A-16B,  
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;  
• DINCĂ PAUL PAVEL, STR. UIOARA  
NR. 9, BL. A13, SC. A, ET. 2, AP. 8,  
SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;  
• BUTOI BOGDAN,  
STR. MIHĂILESCU VINTILĂ NR. 21, BL. 63,  
SC. B, AP. 91, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,  
RO;  
• JEPU IONUȚ,  
STR. PRELUNGIREA GHENCEA NR. 53,  
BL. F2, SC. C, ET. 2, AP. 121, BRAGADIRU,  
IF, RO;  
• POMPILIAN OANA GLORIA,  
STR. SOLDAT V. CROITORU NR. 7, BL. 4,  
SC. 2, ET.5, AP. 84, SECTOR 5,  
BUCUREȘTI, B, RO

(54) ÎNVELIȘ MODULAR

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un înveliș modular utilizat pentru acoperirea clădirilor. Învelișul conform invenției este alcătuit dintr-un panou (1) care este fixat pe o fațadă (3) a unei clădiri, și este format din două foi de sticlă despărțite prin distanțiere (2), formând astfel o cameră de aer, o rețea de tuburi (11) modulare independente, amplasate perpendicular pe panou, distanțate între ele și echipate cu senzori de temperatură, filtru antibacterian (6), un set de diafragme (7), o clapetă de poziție variabilă, controlată de un servomotor, un modul electronic (9), acumulatori (10), o diodă luminiscentă (12) și celule fotovoltaice (13).

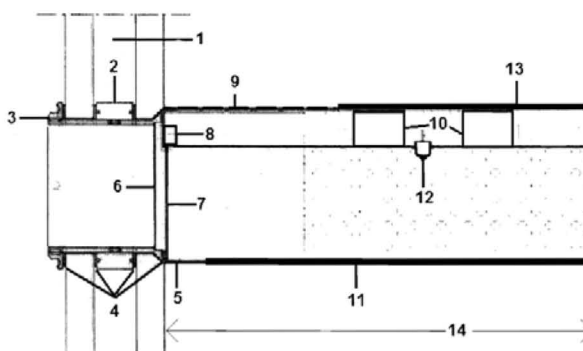


Fig. 1

Revendicări: 6  
Figuri: 2

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).

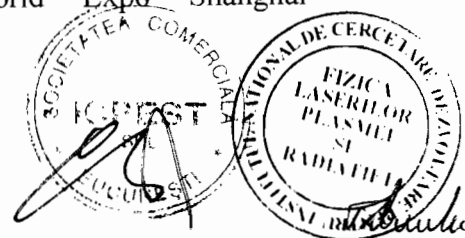


## ÎNVELIȘ MODULAR

**Invenția se referă la un înveliș modular**, autonom, inteligent pentru acoperirea clădirilor, cu contribuție majoră la economisirea energiei utilizate pentru ventilare și iluminare. Această contribuie la controlarea ambientului interior, purificarea aerului în timpul aerisirii și iluminarea exterioară a fațadei clădirii. Învelișul modular autonom va funcționa ca o epiderma interactivă, realizând un schimb de informații cu mediul exterior și va fi un nou tip de fațada care va include tuburi modulare independente montate perpendicular pe fațada din sticlă. Fiecare tub conține un sistem de decizie inteligent, produce și stochează energia necesară îndeplinirii funcțiilor propuse.

**În prezent** sunt cunoscute fațade inteligente, precum Kiefer Technic Showroom, realizat de Ernst Giselbrecht și Partnerii. (Irina Vinnitskaya. "Kiefer Technic Showroom / Ernst Giselbrecht + Partner" 17 Nov 2010), clădire de birouri și spații de expoziție, cu o fațada dinamică, care se schimbă în funcție de condițiile exterioare. Această fațadă optimizează climatul intern, și permite utilizatorilor să personalizeze propriile spații așa cum vor. Clădirea prezintă două tipuri de fațade. Cea din sticlă și o nouă fațada progresivă, formată din panouri de aluminiu perforate. Cea de-a doua fațadă are rol nu doar estetic cât și rol de protecție împotriva razelor solare, crearea unui microclimat plăcut la interior. Un alt exemplu, Departamentul general al sistemului informatic din Kuwait, realizat de AGI architects (<http://www.archdaily.com/354955/general-department-of-the-information-system-competition-entry-agi-architects-bonyan-design>). Clădirea este una masivă, care are două straturi de fațadă. Primul strat, închide clădirea, iar cel de-al doilea are rol de protecție împotriva radiațiilor solare dar care permite în același timp și ventilarea clădirii. Pe parcursul zilei, fațada funcționează asemeni unui coș de fum, iar pe timpul nopții, fațada ajută la răcirea clădirii, folosind metode tradiționale. Al doilea strat este alcătuit din fante de metal, cu un finisaj lustruit, plasate perpendicular pe direcția radiației, deviind căldura. Aceste fante nu obturează vederea din interior în exteriorul clădirii.

Fațadele secolului al 21-lea își pierd monofuncția de înveliș și se transformă într-un sistem complex care răspunde modificărilor climatice și nevoilor utilizatorilor. Curentul internațional actual este obținerea unui înveliș inteligent care să favorizeze un consum redus de energie al clădirii, inclusiv sistemul de iluminare folosind sisteme autonome cu diode luminescente pentru iluminarea fațadelor [GreenPix Media Wall în Beijing <http://www.greenpix.org/>, Swiss Pavilion at the 2010 World Expo Shanghai <http://www.swisspavilion.ch/>].



**Problema tehnică** pe care o rezolva invenția constă în realizarea unui înveliș modular inteligent care să ajute în controlarea ambientului interior al clădirii. Învelișul modular independent este un sistem în echilibru, autonom energetic. Acestea asigură umbră în timpul verii, furnizează clădirii ventilare naturală optimă, acumulează energie solară în timpul zilei pe care o transformă în energie luminoasă în timpul nopții, definind astfel imaginea nocturnă a clădirii. Multifuncționalitatea învelișului este definită prin rezolvarea următoarelor probleme: ventilare, curățarea mecanică și antimicrobiană a aerului, umbrire, iluminare exterioară. Se asigură controlul atent al fluxului de aer și al temperaturii pentru a împiedica amestecarea. Fluxul superior cu contaminanți al spațiului ocupat sau al zonei de „respirat” trebuie evitat. Buna ventilare este un factor contributiv major la sănătatea și confortul ocupanților clădirii. Majoritatea cortinelor încastrate în perete sunt fixe, adică nu există acces la exteriorul clădirii cu excepția ușilor. Învelișul modular inteligent de perete propus este un sistem eficient de control care operează deschiderile ca răspuns la temperatura internă și externă și senzorii de ploaie. Include de asemenea senzori care ajustează ventilarea care răspund la nivelele de dioxid de carbon, viteză și direcția vântului, sarcina solară, calitatea aerului și timp. Tipul de fațada ventilată propusă este dinamică și poate fi de asemenea închisă pentru a crea un tampon izolator. Infiltrarea necontrolată a aerului este eliminată astfel și se menține ventilarea controlată la nivelul dorit pentru a obține în interior aer de calitate. Prezența unui filtru antibacterian va îmbunătăți semnificativ calitatea aerului filtrat. Sistemul de umbrire propus va bloca razele soarelui să pătrundă în clădire, eliminând sarcina de căldură solară în timpul verii fără a bloca priveliștea utilizatorilor clădirii. Același sistem va permite radiația soarelui să pătrundă în clădire în timpul iernii pentru a câștiga căldură produsă de soare, reducând consumul de energie utilizat de sistemul de răcire în timpul verii și energia utilizată de sistemul de încălzire în timpul iernii. Iluminarea exterioară a fațadei este realizată printr-o iluminare autonomă. Poziția, tipul și dimensiunile acoperirilor reflexive în interiorul tuburilor metalice vor oferi luminozitate maximă.

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

Fig.1 Schema învelișului modular inteligent

Fig.2 Schema instalației de depuneri filme subțiri prin metoda arcului termoionic în vid (TVA).

Învelișul modular inteligent, conform Fig. 1 conține un sistem de decizie inteligent, și este capabil să producă și să stocheze energia necesară atingerii funcțiilor propuse și este

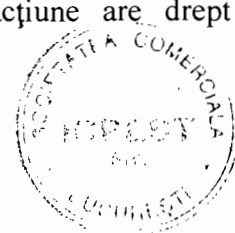


compus din: panou de fațadă format din 2 foi de sticlă despărțite de o camera de aer (1), distanțier foi de sticlă (2), piulită de oțel inoxidabil ce asigura fixarea piesei (5) de panoul (1) de fațadă (3), garnituri (4), piesă de oțel inoxidabil ce asigura fixarea tubului modular independent(11) de panoul (1) de fațadă (5), filtru antibacterian (6), clapetă de poziție variabilă ce asigura ventilația spațiului interior (7), servo-motor cu rolul de a controla clapeta (7) în poziția dorită (8), modul electronic (9), acumulatori (10), tub modular independent, protejat cu tablă perforată de aluminiu (11), diodă luminiscentă multicoloră (12), celule fotovoltaice (13). Fiecare tub modular independent care intră în compunerea învelișului modular prezentat în Fig.1 are lungimea totală cuprinsă între 600 mm - 700 mm (14), lungimea tubului rectangular de protecție, din aluminiu de 500 mm - 600 mm, lățimea profilului pătrat de 80-100 mm, iar diametrul în zona de fixare în panoul de fațadă de 60 mm - 70 mm.

Tuburile modulare independente (11) care intră în alcătuirea învelișului de fațada sunt echipate cu senzori de temperatură, un chipset preconfigurat pentru comandă, sursă de lumina dirijată (diodă luminiscentă multicoloră), sursă de curent (celule fotovoltaice) cu acumulator pentru a asigura un schimb de aer controlat între cele două medii. Acestea îndeplinesc funcții multiple: i) furnizează cantitatea de energie necesară învelișului modular; tuburile produc și consumă energie, ele reprezintă un sistem în echilibru energetic; îi) asigură ventilare naturală optimă; ele pot crea o fațada închisă ermetic sau pot permite schimbul de aer dintre mediul interior și cel exterior al edificiului printr-un set de diafragme (7) controlate independent în funcție de condițiile de mediu interioare și exterioare ale clădirii; iii) servesc drept ecrane solare; iv) furnizează iluminare exterioară.

Fiecare tub modular este alcătuit din sistemul de generare a puterii cu panouri solare localizate pe 3 părți ale fiecărui tub (13); baterii reîncărcabile pentru a stoca electricitatea (10); dispozitiv electronic pentru control și pentru optimizare (9). Acest dispozitiv realizează detectarea punctului maxim de putere – obținerea unui maxim de putere în orice situație de iluminare; în funcție de temperatura mediului ambiant și de anotimp, microprocesorul comandă o anumită culoare a diodei luminiscente multicolore.

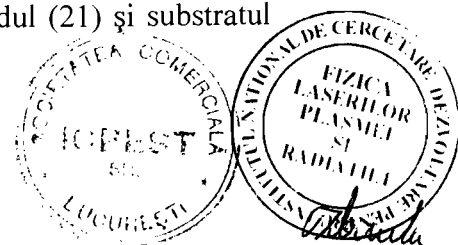
Ansamblul vanelor de aer este alcătuit ca un modul independent (7), (8) și este montat în interiorul tuburilor, conectate electric la microprocesor. Sistemul este alcătuit din perechi de discuri de închidere, una fixă și una mobilă, dirijate printr-un micromecanism servomotor. Discurile de închidere sunt acoperite cu un strat subțire de carbon - metal(Ag) folosind metoda de depunere arc termoionic în vid (TVA). Această acțiune are drept scop



îmbunătățirea coeficientului de frecare în regim uscat al discurilor. Stratul compozit asigura de asemenea etanșizarea aerului. Studii anterioare privind acest tip de straturi compozite au confirmat calitățile menționate mai sus precum și durabilitatea acestora dată de rezistența superioară la uzură. [Lungu C.P., “Nanostructure influence on DLC-Ag tribological coatings”, Surface and Coatings Technology, Volume 200, Issues 1-4, 1 October 2005, Pages 198-202]. Microprocesorul tubului monitorizează starea încărcării bateriei proprii: dacă o balanță negativă de energie stocată este detectată (deficit de încărcare de la celulele solare), acesta poate decide să închidă valvele și să ignore comenzile calculatorului central de a le deschide până când balanță pozitivă de energie este restaurată.

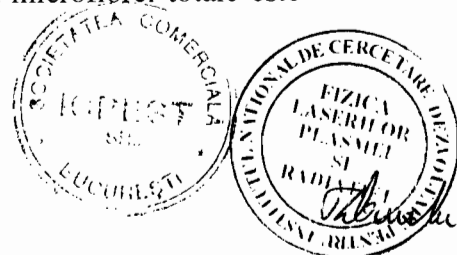
Interiorul tuburilor metalice este acoperit de straturi subțiri din argint de grosime 1-5 micrometri care posedă proprietăți optice superioare pentru a ghida lumina emisă de diodele luminescente multicolore și a obține o iluminare uniformă de-a lungul tubului.

Purificarea și filtrarea aerului se va realiza prin instalarea mai multor grile (site din inox MESH 16 - 25, cu diametrul firului de 0,3 – 0,4 mm și suprafață liberă de 50-55%) în interiorul fiecărui tub, depuse cu un strat subțire bi-compozit (argint și cupru) cu proprietăți antibacteriene. Straturile subțiri se depun folosind metoda TVA (A. Marcu, C.M. Ticos, C. Grigoriu, I. Jepu, C. Porosnicu, A.M. Lungu, C.P. Lungu ; “Simultaneous carbon and tungsten thin film deposition using two thermionic vacuum arcs” Thin Solid Films, Volume 519, Issue 12, 1 April 2011, Pages 4074-4077), procedeu prezentat în legătură cu Fig. 2. Un substrat care trebuie acoperit (15) (placă de sticlă, site antibacteriene, discuri de închidere din inox) este plasat într-un suport care poate fi încălzit până la 400°C într-o incintă (16) care este vidată până la o presiune mai mică decât  $5 \cdot 10^{-5}$  mbar cu ajutorul unui agregat de vidare format dintr-o pompă mecanică de vidare preliminar și o pompă de difuzie (17). O sursă de tensiune alternativă joasă 18, (0-24 V) și curent mare (0-120 A) alimentează filamentul din wolfram (19), care produce un fascicul de electroni focalizat cu ajutorul unui cilindru Wehnelt (20) către anodul descărcării format dintr-o bară din grafit sau nacela din  $TiB_2$  în care se introduce metalul de evaporat (Cu, Ag) (21). Tensiunea necesară aprinderii descărcării în vaporii materialului de evaporat este asigurată de sursa de alimentare în curent continuu (23) (0-5000 V, 0-2A) prin intermediul rezistenței balast de limitare a curentului, (22) ( $2500\Omega$ , 10 kW), realizată efectiv prin montarea în serie a 50 rezistente de  $50 \Omega$  și 200 W fiecare. După încălzirea substratului la o temperatură cuprinsă între 200 și 300°C acesta este curățat prin pulverizare cu descărcare luminescentă prin introducerea în camera de depunere a unui gaz (argon) la presiunea de 10 mbar și amorsarea unei descărcări între anodul (21) și substratul



(15) aflat la masă, timp de 15 minute. După efectuarea curățirii, între anodul (21) și catodul încălzit din exterior (19) se aplică tensiune înalta produsă de sursa (23). Anodul (21) este bombardat cu un fascicul de electroni produs de filamentul (19) și focalizat de cilindrul Wehnelt (20). Se aprinde plasma în vaporii puri ai materialului de evaporat în vecinătatea superioară a anodului (21). Pentru accelerarea suplimentară a ionilor pozitivi creați în plasmă se aplică o tensiune negativă de accelerare (-100 V - -1000 V) produsă de sursa de alimentare în curent continuu (24), pe suportul substratului. Ionii pozitivi din plasma creată, împreună cu atomii neutri sunt direcționați către substratul (15) unde formează stratul antibacterian (Cu-Ag), sau reflectiv (Ag), sau anti-fricțiune în regim uscat (C-metal). Viteza de depunere a stratului depus este controlată prin ajustarea parametrilor electrici ai arcului termoionic în vid, respectiv tensiunea de lucru, măsurată cu un voltmetru digital și curentul de descărcare, măsurat cu un ampermetru. Grosimea stratului depus este măsurată în timpul depunerii cu ajutorul unei balanțe cu cuarț. Trebuie să menționăm aici că în metoda de depunere utilizată anodul este ridicat la un potențial de peste 1000 V față de catodul pus la masă. Deoarece plasma ce se formează apare mai întâi lângă anod și se extinde în spațiu, dar rămâne atașată de acesta, potențialul plasmă crește odată cu potențialul anodului, rămânând tot timpul sub potențialul acestuia la câteva sute de volți. Este nevoie de acest potențial accelerator pentru electroni pentru că aceștia să aibă energie suficientă pentru evaporarea anodului de carbon sau metal. Această înseamnă că ionii ce vin din plasmă care se află la câteva sute de volți față de masă posedă o energie de ordinul sutelor de eV cu care pot bombarda stratul în formare și determină formarea unor depuneri compacte și aderente. În plus, dacă se montează probele pe un suport izolat, se poate aplica o tensiune de accelerare negativă variabilă și mai mare pe stratul în formare astfel încât să se mărească energia ionilor pozitivi incidenti pe substrat.

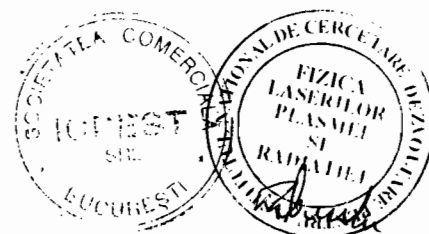
Testarea capabilității modulului de a îndeplini funcția de îmbunătățire a calității aerului s-a efectuat prin măsurători specifice utilizând medii de cultură nutritive agarizate repartizate în plăci Petri, atât cu o formulă nutritivă generală care să permită cultivarea unui număr cât mai mare de unități formatoare de colonii din toate tipurile morfologice de microorganisme prezente în aer, dar și medii de cultură speciale pentru surprinderea unor patogeni prezenți în aerul atmosferic. Din analiza datelor obținute se constată că microflora totală reprezintă parametrul microbiologic cel mai relevant în contextul experimentului realizat, în care trebuie să ținem seama de condițiile climatice care determina compoziția bioaerosolilor. Astfel, după o ora de funcționare a modulului fără sită filtrantă, numărul de colonii dezvoltate pe suprafața mediului agarizat pentru determinarea microflorei totale este



2

de 20, iar după 3 ore de funcționare se constată acoperirea totală a suprafeței mediului cu colonii de microfungi care au acoperit în totalitate coloniile bacteriene. În varianta experimentală în care s-a utilizat sită rară (sită inox MESH 16) cu depunere de Cu-Ag pentru filtrarea aerului din exterior, datele înregistrate arată o diminuare drastică a numărului de colonii de microorganisme care s-au dezvoltat pe suprafața mediilor de cultură, comparativ cu sita rară fără depunere de substrat antimicrobian. Retenția microorganismelor este de peste 90% în cazul microflorei totale, cu precizarea că datele experimentale pot fi influențate și de condițiile climatice și compoziția bioaerosolilor din momentul determinării. În varianta experimentală în care s-a testat eficiența sitei dese (sită inox MESH 25) cu depunere de Cu-Ag pentru retenția microorganismelor din aer, s-a constatat că prin funcționarea sistemului de ventilare/filtrare timp de o ora pe mediul de cultură pentru microflora totală s-a dezvoltat doar o singură colonie bacteriană, iar după trei ore de funcționare a instalației retenția a fost totală. De asemenea, pe mediile de cultură pentru alți indicatori (E. Coli, P. Aeruginosa, St. Aureus) nu au mai apărut nici măcar colonii necaracteristice

Datele experimentale obținute au relevat faptul că cea mai eficientă în reținerea microorganismelor s-a dovedit a fi sita deasă cu depunere antimicrobiană, atât după o ora de funcționare a instalației, cât și după trei ore de funcționare, gradul de reținere a celulelor microbiene fiind dependent de mărimea porilor sitelor utilizate, dar și de încărcarea microbiologică a aerului din exterior, variabilă dependentă și de condițiile climatice.



## REVENDICARI

1. Inveliș modular inteligent care să ajute în controlarea ambientului interior al clădirilor, compus din : i) Panou de fațadă format din 2 foi de sticlă despartite de o cameră de aer și o rețea de tuburi modulare independente amplasate perpendicular pe panoul de fațada la distanța de minim 30 cm și maxim 60 cm unul față de altul.
2. Tub modular independent, conform revendicării 1 alcătuit din: filtru antibacterian, clapetă de poziție variabilă ce asigură ventilația spațiului interior, servo-motor, modul electronic, acumulatori, tub rectangular din tablă perforată de aluminiu, diode luminescente, celule fotovoltaice.
3. Tub modular independent, conform revendicării 2 având dimensiunile: lungime 600-800 mm, diametru 50-70 mm, dimensiune în secțiune a profilului rectangular din aluminiu perforat: pătrat cu latura de 80-100 mm.
4. Filtru antibacterian, conform revendicării 1, realizat dintr-o sită (sită inox MESH 16, până la MESH 25) acoperită cu strat subțire de Cu-Ag, de grosime 1-5 micrometri
5. Strat mixat din Cu-Ag în care concentrația masică de Cu este de 50 - 80%
6. Metoda de depunere a filmului mixat de Ag-Cu care constă în: a) generarea plasmelor în vaporii de interes ai materialelor (C, cu, Ag), b) generarea electronilor prin emisie termică ai catodului de W, c) accelerarea rapidă către cei doi anodi poziționați la câțiva centimetri distanță (la câteva mii de volți), focalizarea lor pe anodi (prin lentila electrostatică), evaporarea intensă a materialului anod în vid  $< 5 \cdot 10^{-5}$  torr) și formarea plasmei în atomii evaporati care se extind spațial, ajungând la substratul unde sunt depuși cu o viteză de câțiva nm/s în combinații de materiale pure sau mixate, compacte (ca rezultat al depunerii atom cu atom, beneficiind astfel de bombardament de ioni energetici din plasmă), aderente și fără incluziuni gazoase.

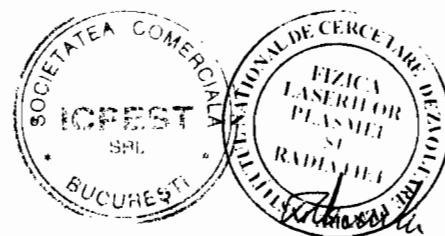




Figura 1

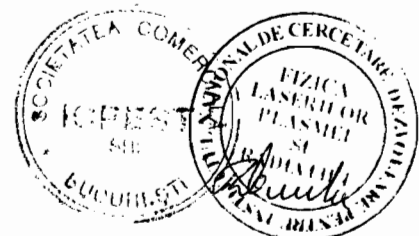
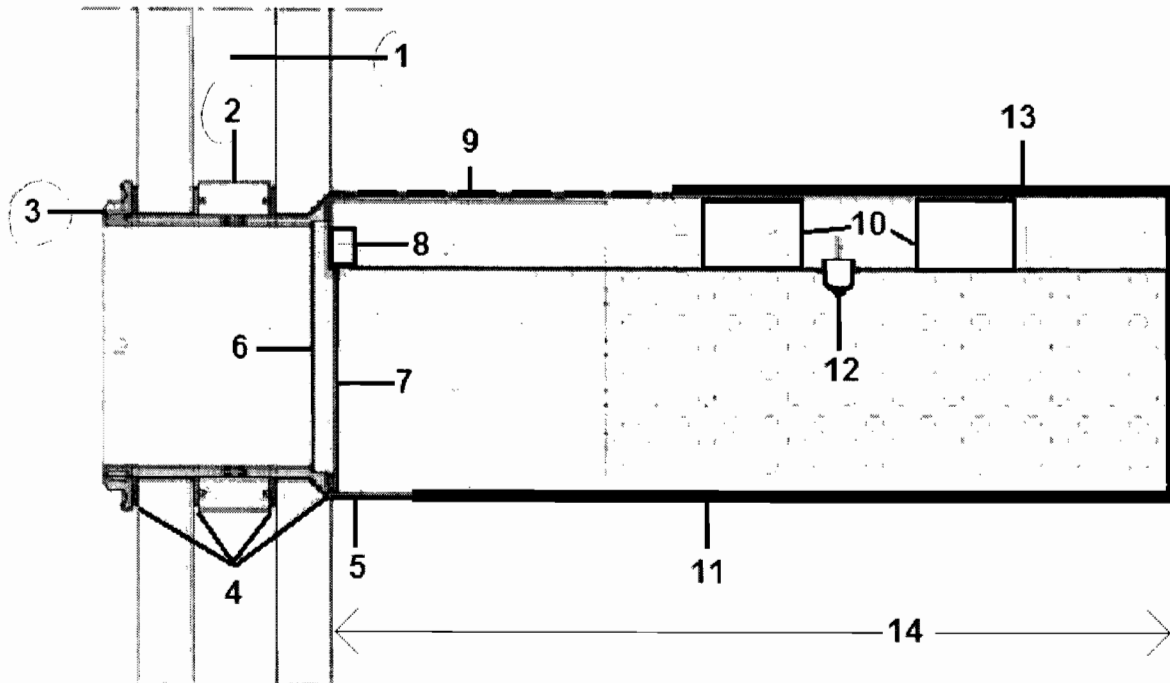


Figura 2

