

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2015 00188

(22) Data de depozit: 13/03/2015

(41) Data publicării cererii:  
30/09/2016 BOPI nr. 9/2016

(71) Solicitant:  
• INSTITUTUL NAȚIONAL PENTRU FIZICA  
LASERILOR, PLASMEI ȘI RADIAȚIEI -  
INFLPR, STR. ATOMIȘTILOR NR. 409,  
MĂGURELE, IF, RO

(72) Inventatori:  
• GAVRILĂ-FLORESCU CARMEN LAVINIA,  
STR. FOCȘANI NR. 4, BL. M183, SC. 1,  
AP. 200, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;

• ILIE ALINA GEORGIANA,  
INTRAREA RONDA NR. 3, SECTOR 2,  
BUCUREȘTI, B, RO;  
• POPOVICI ERNEST, ALEEA REȘIȚA D  
NR.7, BL.A 5, SC.B, ET.3, AP.26,  
SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;  
• MORJAN ION,  
STR.CĂRĂMIDARII DE JOS NR.1, BL.76,  
SC.B, ET.8, AP.79, SECTOR 4,  
BUCUREȘTI, B, RO;  
• SCĂRIȘOREANU GINA MONICA,  
STR. VOINICULUI NR. 5,  
MĂGURELE-VÂRTEJU, IF, RO

(54) SISTEM DE INECȚIE VERSATIL DE PRECURSORI LICHIZI  
ÎN STARE GAZOASĂ ȘI/SAU DE VAPORI ÎN SINTEZA DE  
NANOPARTICULE CU PIROLIZA CU LASER

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem de inecție de precursori lichizi în stare gazoasă și/sau de vapori, în sinteza de nanoparticule prin piroliza cu laser. Sistemul conform invenției este alcătuit din două tuburi de inecție (1 și 2) cu camere de cumulare, pentru uniformizarea fluxurilor, cu geometrie adaptabilă și poziție geometrică reglabilă față de axa optică a fasciculului laser, precum și cu poziție reciproc reglabilă, dintr-un corp (3) al injectorului cu canalizații specifice precursorilor, care este izolat termic de o cameră de reacție (5), prin intermediul unui material (6) ceramic cu coeficient de dilatare redus, dintr-o incintă (7) închisă și izolată termic, în care se află un generator (GAC) de aer cald, care introduce aer cald la un debit și o temperatură prestabilite, în timp ce temperatura precursorilor (P) și a unor gaze (C) de confinare/tehnologie este monitorizată cu ajutorul a două termocupluri (TC1 și TC2), de către o unitate de control al temperaturii, cu două termostate care comandă generatorul (GAC) de aer cald.

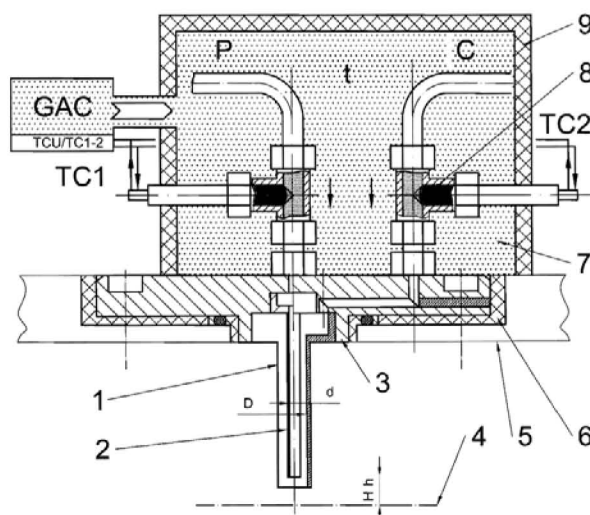
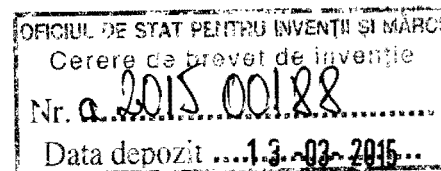


Fig. 1

Revendicări: 1  
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).



**DESCRIEREA INVENTIEI****TITLUL INVENTIEI****SISTEM DE INJECTIE VERSATIL DE PRECURSORI LICHIZI IN STARE GAZOASA SI/SAU DE VAPORI IN SINTEZA DE NANOPARTICULE CU PIROLIZA CU LASER****DOMENIUL TEHNIC**

Inventia face parte din domeniul tehnic al nanotehnologiilor, al tehnologiei laser, al materialelor/aplicatiilor fotocatalitice. Nanotehnologia este domeniul tehnic care cuprinde obtinerea pe cale artificiala de particule sau structuri nanometrice, caracterizate in mod conventional de o dimensionalitate cuprinsa intre 1-100 nm, si include procesarea si aplicatiile obtinute la scara moleculara/atomica. Datorita modului de obtinere a nanoparticulelor / nanostructurilor, cu ajutorul radiatiei laser, aceasta sinteza este deasemenea, parte a tehnologiilor laser. Tehnologiile laser cuprind generic metodele de obtinere a fasciculului/radiatiei laser, transportul si prelucrarea lui, interactiunea radiatiei cu materia si aplicatiile radiatiei laser in domenii cum ar fi cel social, tehnic, biomedical, comercial, etc. si in mod deosebit in domeniul fotocatalizei.

**STADIUL TEHNICII**

Stadiul tehnicii in aceste domenii relativ noi (inceputurile lor fiind consemnate in anii '60-'80), este caracterizat prin cercetari intense si realizari pe masura.<sup>1-4</sup> Preocuparea este motivata de potentialele aplicatii industriale, care sunt punctul de plecare pentru toate celelalte aplicatii, depinzand calitativ si cantitativ de nanomaterialele produse.<sup>5, 6</sup> Rezultatele unor proiecte nationale si internationale in acest domeniu sunt publicate pe internet si pot fi citate ca fiind determinante in ce priveste stadiul tehnicii.<sup>7-11</sup> Rezultatele, comunicariile, brevetele inregistrate de firme cu aplicatii industriale in domeniu sunt importante in stabilirea nivelului realizarilor si in acelasi timp de a vedea si descoperi lacunele care, odata rezolvate contribuie la realizarea unor aplicatii industriale in domeniu.<sup>12-16</sup> Un brevet care exprima stadiul tehnicii si se poate considera ca se bazeaza pe rezultatele obtinute in domeniu are ca obiect sinteza de nanoparticule prin piroliza laser si a fost de avangarda prin inregistrarea unei metode de piroliza cu laser utilizand o metoda de mare productivitate care partial rezolva utilizarea precursorilor lichizi prin vaporizare termica.<sup>17</sup> Unele metode inregistrate contribuie si la dezvoltarea metodelor de interactiune radiatie laser materie.<sup>18, 19</sup> Necesitatea de a elabora o mai buna interactiune radiatie laser - materie este reflectata de brevete si cercetari solide.<sup>20, 21</sup>

**REFERINTE**

1. J. S. Haggerty, 'Sinterable Powders from Laser-Driven Reactions', in Laser-induced Chemical Processes, Editor, J.I. Steinfeld, 1981, Plenum Press: New York.
2. Simeon Metev, Andreas Stephen, Jörg Schwarz, Carsten Wochnowski, 'Laser-induced chemical micro-treatment and synthesis of materials', RIKEN Review No. 50 (January, 2003): Focused on Laser Precision Microfabrication (LPM 2002)
3. Ernest Popovici, Ion Nicolae Mihailescu, Carmen Ristoscu, Gabriela Demian, 'Laser systems for synthesis of nanostructured materials from liquid and gaseous precursors for biomedical applications', *ROM. J. BIOCHEM.*, 50, 1, 53-63 (2013)
4. Rosaria D'Amato, Mauro Falconieri, Serena Gagliardi, Ernest Popovici, Emanuele Serra, Gaetano Terranova, Elisabetta Borsella, 'Synthesis of ceramic nanoparticles by

- laser pyrolysis: From research to applications', *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 104 (2013) 461–469
5. John S. Haggerty, W. Roger Cannon, 'Sinterable powders from laser driven reactions: annual report', : <http://hdl.handle.net/1721.1/35224>
  6. Fleaca, C. T.; Scarisoreanu, M.; Morjan, I.; Alexandrescu, R.; Dumitrache, F.; Luculescu, C.; Morjan, I. P.; Birjega, R.; Niculescu, A.-M.; Filoti, G.; Kuncser, V.; Vasile, E.; Danciu, V.; Popa, M., 'Recent progress in the synthesis of magnetic titania/iron-based, composite nanoparticles manufactured by laser pyrolysis', *Applied Surface Science*, Volume 302, p. 198-204 DOI: 10.1016/j.apsusc.2013.10.138
  7. R. Alexandrescu, 'The developing of the conceptual models and theories regarding the synthesis methods for the preparation of doped TiO<sub>2</sub> nanostructured compounds', Project code: PN-II-ID-PCE-2011-3-0479, Phase I, <http://lp.inflpr.ro/IDE180EN>
  8. E. Popovici, C. Luculescu, R. Alexandrescu, C. Fleaca, F. Dumitrache, R. Barjega, M. Scarisoreanu, E. Dutu, A. Barbut, I. Morjan, E. Vasile, 'Development of systems for the laser synthesis of nanoparticles starting from liquid precursors', *Applied Surface Science* 258 (2012) 9326– 9332
  9. John S. Haggerty, W. Roger Cannon, 'Sinterable powders from laser driven reactions: annual report', <http://hdl.handle.net/1721.1/35189>
  10. E. Borsella, R. D'Amato, G. Terranova, M. Falconieri, F. Fabbri, 'Synthesis of nanoparticles by laser pyrolysis: from research to applications', Contribution to the 'Italy in Japan 2011' initiative Science, Technology and Innovation
  11. C. Fleaca, 'Compared experiments regarding the laser pyrolysis synthesis of the TiO<sub>2</sub> nanoparticles covered with siloxane polymers: complex characterizations', Project code: PN-II-ID-PCE-2011-3-0479, Phase III, <http://lp.inflpr.ro/IDE180EN>
  12. S. Chiruvolu, W. Li, M. Ng, K. Du, N. K. Ting, W. E. McGovern, N. Kambe, R. Mosso, K. Drain, 'Laser pyrolysis - a platform technology to produce nanoscale materials for a range of product applications', *NSTI-Nanotech 2006*, [www.nsti.org](http://www.nsti.org), ISBN 0-9767985-6-5 Vol. 1, 325-328, 2006
  13. Xiang-Xin Bi, Wen-tse Lee, Peter C. Eklund, M. Endo, K. Takeuchi, S. Igarashi, M. Shiraishi, 'Laser pyrolysis production of nanoscale carbon black', 38\_2\_DENVER\_03-93\_0444.pdf
  14. Hariklia Dris Reitz, Sujeet Kumar, Xiangxin Bi, Nobuyuki Kambe, Ronald J. Mosso, James T. Gardner, 'Multiple reactant nozzles for a flowing reactor', US 7,507,382 B2
  15. Trung Tri Doan, 'Laser pyrolysis particle forming method and particle forming method', US 6,254,928 B1
  16. Gary W. Rice, Rocco A. Fiato, Stuart L. Soled, 'Promoted iron-carbon-based catalysts produced in the presence laser radiation', US 4,659,681
  17. Dominique Porterat, 'Synthesis of nanoparticles by laser pyrolysis', US 8,097,233
  18. Xuegeng Li, David Jurbergs, 'Optimized laser pyrolysis reactor and methods therefor', US 2009/0026421
  19. Nathalie Herlin-Boime, Olivier Sublemontier, Frederic Lacour, 'Synthesis of silicon nanocrystals by laser pyrolysis', US 2010/0147675
  20. Maskrot, Hicham; Sauder, cedric; Guizard, Benoit, 'Composite-material injection nozzle for producing powders by laser pyrolysis', WO 2013/093385
  21. Adrien Reau, Benoit Guizard, Jerome Canel, Jean Galy, Francois Tenegal, 'Silicon Carbide Nanopowders: The Parametric Study of Synthesis by Laser Pyrolysis', *J. Am. Ceram. Soc.*, 95 [1] 153–158 (2012), DOI: 10.1111/j.1551-2916.2011.04860.x

#### PREZENTAREA PROBLEMEI TEHNICE PE CARE INVENTIA O REZOLVA

Prezenta inventie de sistem de injectie versatil de precursori lichizi in stare gazoasa si/sau de vapori in sinteza de nanoparticule cu piroliza cu laser rezolva aducerea si procesarea precursorilor activi in zona de sinteza la interactiunea cu radiatia laser respectand conditiile impuse de zona de sinteza. Inventia rezolva urmatoarele probleme cu caracter inventiv:

- procesarea precursorului din faza de lichid sau vapori in faza de gaz: peste temperatura de fierbere; in faza de vapori apare o transformare de faza care limiteaza durata de sinteza,
- se poate adapta la sisteme cu barbotare sau cu dispersie ultrasonica, ceea ce imbunatateste calitatea sintezei,
- mareste de 3 ori limita temperaturilor de procesare fata de sistemele descrise in referintele privind stadiul tehnicii,
- utilizarea cu sau fara preprocesare termica a precursorului lichid, depinzand de debite/productivitate, putandu-se vaporiza substanta direct in sistemul de injectare dupa controlul masic al precursorului lichid in faza lichida si la temperatura mediului ambiant,
- constructiv previne condensarea vaporilor de substanta activa, prin incalzirea termostata a injectorului, si prin incalzirea concomitenta a gazelor de confinare/tehnologice/ transport,
- in camera de reactie modificarea pozitiei geometrice in mod controlat este asigurata, cu referire la pozitia reciproca fata de fasciculul laser si colector,
- injectarea precursorului este posibila atat in faza de vapori cat si in faza de gaz cu posibilitatea de descompunere partiala a substantei,
- o variatie larga a parametrilor de sinteza, asigurat prin modificari simple, cum ar fi viteza de curgere, debitele precursorilor, mixarea precursorilor, etc.
- utilizare industriala sau de laborator,
- asigura procesarea de substante toxice, fotosensibile, corozive, piroforice, explozive printr-un grad de etanseitate particularizat,
- numarul de canale de injectie/procesare constructiv poate sa depaseasca patru,
- rezistenta la solicitarea termica in zona de sinteza este asigurata pana la 2500 C<sup>0</sup> fara materiale componente deosebite,
- puritatea substantelor/materialelor procesate atat in faza lichida cat si gazoasa injectate in faza de vapori sau gaz este asigurata si a NP/NS obtinute, putand fi utilizate in aplicatii medicale, biologic, electronice, etc.
- omogenitatea fluxurilor de precursori, mai ales la sectiuni relativ mari, este constructiv asigurata prin camere de cumulare,
- conexiunea la sisteme de sinteza si la sistemele de procesare a precursorilor prezinta o mare flexibilitate prin utilizarea conectarii cu elemente normalizate,
- scalare industriala pentru volume de sinteza marite,
- inventia prin controlul temperaturii gazelor vaporilor emergente creste omogenitatea si reproductibilitatea sintezei in ansamblu,
- aerul livrat de generatorul de aer cald, la debite si temperaturi limita mari, asigura sistemului o mare flexibilitate prin precizia de reglare a temperaturii  $\pm 5$  C<sup>0</sup>.

### EXPUNEREA INVENTIEI

Inventia reprezentata de sistemul de injectie versatil de precursori lichizi in stare gazoasa si/sau de vapori in sinteza de nanoparticule cu piroliza cu laser reprezinta un dispozitiv multifunctional care, la debite relativ mici asigura si procesarea termica a precursorului in stare lichida, functie de nivelul de elaborare a sursei de caldura si a volumului disponibil. Precursorul poate fi in faza de gaz, vapori sau lichid. Functie de faza precursorului cu care este alimentat dispozitivul de injectie si functie de faza in care se injecteaza precursorul - injectarea se poate face in faza de gaz sau in faza de vapori . Avem astfel urmatoarele variante functionale:

- i) Injectarea in faza de gaz a precursorului in faza lichida. Se face la temperatura precursorului cu minim 20 C<sup>0</sup> peste temperatura sa de fierbere. Controlul masic al precursorului se face in faza lichida la temperatura mediului ambiant. In acest caz se face preincalzirea tuturor precursorilor pentru evitarea efectului de condensare. In cazul precizat, sinteza practic este nelimitata, eliminand din zona de sinteza procesul de vaporizare totala izotermica cu efect de expandare volumica si degajare de fum.
- ii) Injectarea in faza de vapori a precursorului in faza lichida. Se face la temperatura precursorului sub valoarea temperaturii sale de fierbere. Controlul masic a precursorului se face in faza lichida la temperatura mediului ambiant, Si in acest caz se face preincalzirea

tuturor precursorilor pentru evitarea efectului de condensare. In cazul precizat sinteza practic este limitata de conditiile optice si de depunere in camera de reactie, in zona de sinteza avand loc un proces de vaporizare izotermica totala cu efect de expandare volumica si degajare de fum.

iii) Injectarea in faza de gaz a precursorului in faza vapori. Este cazul procesarii precursorului lichid in amonte prin barbotare sau prin dispersie US, caz in care incalzirea / preincalzirea tuturor precursorilor are ca scop evitarea efectului de condensare, eliminand din zona de sinteza procesul de vaporizare totala izotermica cu efect de expandare volumica si degajare de fum.

iv) Injectarea in faza de vapori a precursorului in faza vapori. In acest caz se face preincalzirea tuturor precursorilor pentru evitarea efectului de condensare si asigurarii stabilitatii de faza a precursorilor.

Sistemul are doua injectoare, in varianta cea mai simpla, cu geometrie adaptabila, determinat de cotele caracteristice D si d, si usor de asamblat prin care se poate regla pozitia geometrica fata de axa optica a fasciculului prin cota H, precum si pozitia reciproca reglabila, determinata de cota h, a celor doua injectoare prin care se poate regla gradul de diluare a precursorului cu gazul de confinare. Aceasta diluare are ca scop modificarea concentratiei precursorilor. Corpul injectorului cu canalizatii specifice variantei este izolat termic de camera de reactie si etansat cu fixarea in pozitie, determinat mecanic. Intr-o incinta inchisa si izolat termic generatorul de aer cald introduce aer cald la debit si la temperatura presetata cu o precizie de  $\pm 5 \text{ C}^{\circ}$ . Prin mediul de transfer a caldurii, care este aerul din mediul ambiant, o parte a caldurii este transferat prin tuburile de alimentare precursorilor si gazelor de confinare/tehnologice. Temperatura precursorilor si a gazelor de confinare/tehnologice este monitorizata in-time prin doua termocuple, direct in fluxul de gaze, de o unitate de control cu doua termostate a temperaturii cu comanda catre generatorul de aer cald.

### PREZENTAREA AVANTAJELOR INVENTIEI IN RAPORT CU STADIUL TEHNICII

Prezenta inventie de sistem de injectie versatil de precursori lichizi in stare gazoasa si/sau de vapori in sinteza de nanoparticule cu piroliza cu laser in raport cu stadiul tehnicii prezinta avantajele prin rezolvarea aducerii si procesarea precursorilor activi in zona de sinteza la interactiunea cu radiatia laser respectand conditiile impuse de zona de sinteza. Avantajele inventiei in raport cu stadiul tehnicii rezida in urmatoarele:

- rezolva procesarea precursorului in faza de lichid sau vapori in faza de gaz: peste temperatura de fierbere, in faza de vapori apare o transformare de faza care limiteaza durata de sinteza, in stadiul tehnicii nu exista surse care sa confirme existenta unui injector cu asemenea functii si cu control termic in fluxul de gaze,
- adaptabilitatea si racordarea la sisteme cu barbotare sau cu dispersie ultrasonica, cu imbunatatirea calitativa a sintezei prin eliminarea din zona de sinteza a fazei de vapori,
- limita temperaturilor de procesare fata de sistemele descrise in referintele privind stadiul tehnicii este mai mare de trei ori,
- utilizarea cu sau fara preprocesare termica a precursorului lichid, depinzand de debite/productivitate, se poate vaporiza substanta direct in sistemul de injectare dupa controlul masic a precursorului lichid in faza lichida si la temperatura mediului ambiant,
- prin incalzirea termostata a injectorului si prin incalzirea concomitenta a gazelor de confinare/tehnologice/ transport, constructiv previne condensarea vaporilor de substanta activa prin gazele emergente prin injector,
- in camera de reactie modificarea pozitiei geometrice relative a fasciculului laser si a injectorului este asigurata in mod controlat, cu referire la pozitia reciproca fata de fasciculul laser si colector,
- injectarea precursorului este posibila atat in faza de vapori cat si in faza de gaz cu posibilitatea de descompunere partiala a substantei,

- in conditii de laborator sau microproductie prin modificari simple este asigurata o variatie larga a parametrilor de sinteza, cum ar fi: viteza de curgere, debitele precursorilor, mixarea precursorilor, etc.
- asigura procesarea de substante toxice, fotosensibile, corozive, piroforice, explozive printr-un grad de etanseitate particularizat,
- scalarea numarului de precursori independenti, numarul de canale de injectie/procesare constructiv poate sa depaseasca patru,
- rezistenta la solicitarea termica in zona de sinteza este asigurata pana la 2500 C<sup>0</sup> fara materiale componente deosebite, prin racirea produsa de precursori,
- puritatea substantelor/materialelor procesate atat in faza lichida cat si gazoasa injectate in faza de vapori sau gaz este asigurata si a NP/NS obtinute, pot fi utilizate in aplicatii medicale, biologic, electronice, etc.
- omogenitatea fluxurilor de precursori, mai ales la sectiuni relativ mari, este constructiv asigurata prin camere de cumulare, antivartej,
- conexiunea la sisteme de sinteza si la sistemele de procesare a precursorilor prezinta o mare flexibilitate prin utilizarea conectarii cu elemente normalizate,
- scalabilitatea industrială pentru volume de sinteza marite, prin modificarea geometriei tuburilor,
- cresterea omogenitatii si reproductibilitatii sintezei in ansamblu prin aceasta inventie prin controlul temperaturii gazelor vaporilor emergente,
- asigurarea o flexibilitate termica mare prin precizia de reglare a temperaturii  $\pm 5$  C<sup>0</sup> si prin inertia termica mica a generatorului datorita mediului de transport/transfer a caldurii: aerul livrat de generatorul de aer cald, la debite si temperaturi cu limite mari.

## PREZENTAREA FIGURILOR DIN DESENE

**Fig. 1.** Schema principiala a sistemului de injectie versatil de precursori lichizi in stare gazoasa si/sau de vapori in sinteza de nanoparticule cu piroliza cu laser. Sistemul are doua injectoare poz. 1 si 2 - cu camere de cumulare pentru uniformizarea fluxurilor - in varianta cea mai simpla, cu geometrie adaptabila si din materiale inoxidabile refractare, determinate de cotele caracteristice D si d. Cele doua injectoare sunt usor de asamblat, prin care se poate regla pozitia geometrica fata de axa optica a fasciculului laser prin cota H, precum si pozitia reciproca reglabila, determinata de cota h, a celor doua injectoare. Prin cota h se poate regla gradul de diluere a precursorului cu gazul de confinare. Aceasta diluere are ca scop modificarea concentratiei precursorilor in conditii parametrare neschimbate. Corpul injectorului poz. 3 cu canalizatii specifice variantei de numarul precursorilor este izolat termic printr-o izolatie din material ceramic poz. 6, cu coeficient de dilatare redus, de camera de reactie poz. 5 si etansat cu fixarea in pozitie, determinat mecanic. Intr-o incinta inchisa poz. 7 si izolat termic poz. 9, generatorul de aer cald GAC introduce aer cald la debit si temperatura presetata t, cu o precizie de  $\pm 5$  C<sup>0</sup>. Prin mediul de transfer a caldurii, care este aerul din mediul ambiant, o parte a caldurii este transferat prin tuburile de alimentare precursorilor si gazelor de confinare/tehnologice. Temperatura precursorilor P si gazelor de confinare/tehnologice C este monitorizat in-timp prin doua termocuple TC1 si TC2, direct in fluxul de gaze poz. 8, de o unitate de control cu doua termostate a temperaturii TCU/TC1-2 cu comanda catre generatorul de aer cald GAC.

**Fig. 2.** Incadrarea schematica a sistemului de injectie versatil de precursori lichizi in stare gazoasa si/sau de vapori in sinteza de nanoparticule cu piroliza cu laser. Este o reprezentare compartimentata unde I este compartimentul de pregatire si preprocesare a precursorilor utilizati in stare de agregare lichida si gazoasa. In compartimentul II, care este cea de procesare a precursorilor precursorii lichizi sunt adusi in stare de vapori sau de gaz prin metode de procesare cum sunt: barbotarea, dispersia ultrasonica, si pe cale termica. precursorii gazosi in acest compartiment nu sunt procesati. Compartimentul III este cea a sistemului de injectie versatil de precursori lichizi in stare gazoasa si/sau de vapori in sinteza

de nanoparticule cu piroliza cu laser, care poate sa realizeze o stabilizare termica a precursorilor, care este o conditie pentru o reproductibilitate buna si pentru eliminarea posibilitatii de condensare. Pe de alta parte poate sa procese direct precursorul lichid in stare de vapori sau gaz. Compartimentul IV reprezinta camera de sinteza, cu zona de sinteza, determinat prin interactiunea fasciculului laser cu precursorii in conditii bine determinate. Ultimul compartiment V este compartimentul de colectare a nanopulberilor / nanostructurilor.

## PREZENTAREA IN DETALIU A UNUI MOD DE REALIZARE CU REFERIRE LA DESENE

Schema principiala a sistemului de injectie versatil de precursori lichizi in stare gazoasa si/sau de vapori in sinteza de nanoparticule cu piroliza cu laser reprezentata in Fig. 1 este baza de plecare pentru realizarea componentelor. Materialele metalice sunt din inox de diferite calitati functie de rolul functional adetailiilor. Tuburile de injectie poz. 1 si 2 se executa din otel inox refractar cu temperatura de lucru de 1400 C<sup>0</sup>. Flansa injectorului poz. 3, se executa din inox AISI 316 sudabil. Izolatia termica a injectorului de camera de reactie poz. 6 se executa din material ceramic. Carcasa injectorului poz. 9 contine materiale de izolatie termica pe baza de fibra de bazalt. Functie de cerintele de productivitate tubulatura se executa la diametre corespunzatoare.

## MODUL IN CARE SE POATE APLICA INDUSTRIAL

Avand in vedere ca este un dispozitiv care face parte dintr-un sistem, vezi Fig. 2, aplicarea industriala se pliaza pe o instalatie cu cerinte clare privind caracteristicile cerute. La debite si productivitati relativ mici in conformitate cu Fig. 2 compartimentul II poate fi eliminat pentru ca precursorii sa fie procesati direct in compartimentul III. Avand in vedere ca este un sistem cu pronuntat caracter interdisciplinar, la planificarea sintezei trebuie avute in vedere cerintele fata de nanoparticule/nanostructuri si posibilitatile existente privind sursa de fascicul. Sistemul de injectie versatil de precursori lichizi in stare gazoasa si/sau de vapori in sinteza de nanoparticule cu piroliza cu laser reprezentat in Fig. 1 este adaptabila la instalatii de piroliza existente datorita caracteristicilor sale tehnico-tehnologice.

## REVENDICARILE

Este revendicat dispozitivul de injectie versatil de precursori lichizi in stare gazoasa si/sau de vapori in sinteza de nanoparticule cu piroliza cu laser caracterizata prin acea ca:

- rezolva procesarea precursorului lichid sau vapori in faza de gaz: peste temperatura de fierbere,
- se poate adapta la sisteme cu barbotare sau cu dispersie ultrasonica,
- mareste de 3 ori limita temperaturilor de procesare fata de sistemele existente,
- utilizarea cu sau fara preprocesare termica a precursorului lichid,
- constructiv previne condensarea vaporilor de substanta activa, prin incalzirea termostata a injectorului, si prin incalzirea concomitenta a gazelor de confinare/tehnologice/ transport,
- in camera de reactie este asigurata modificarea pozitiei geometrice in mod controlat, cu referire la pozitia reciproca fata de fasciculul laser si colector,
- injectarea precursorului este posibila atat in faza de vapori cat si in faza de gaz cu posibilitatea de descompunere partiala a substantei,
- o larga variatie a parametrilor de sinteza,
- utilizare industriala sau de laborator,
- proceseaza substante toxice, fotosensibile, corozive, piroforice, explozive printr-un grad de etanseitate particularizat,
- numarul de canale de injectie/procesare constructiv poate sa depaseasca patru,
- rezistenta la solicitarea termica in zona de sinteza este asigurata pana la 2500 C<sup>0</sup>,
- este asigurata puritatea substantelor/materialelor procesate atat in faza lichida cat si gazoasa injectate in faza de vapori sau gaz,
- omogenitatea fluxurilor de precursori, asigurata prin camere de cumulare,
- mare flexibilitate la conexiunea la sisteme de sinteza si la sistemele de procesare a precursorilor,
- capabilitate de scalare industriala,
- omogenitate si reproductibilitate sintezei marite in ansamblu prin controlul temperaturii gazelor vaporilor emergente,
- mare flexibilitate prin precizia de reglare a temperaturii  $\pm 5$  C<sup>0</sup>,



DESENELE XPLICATIVE

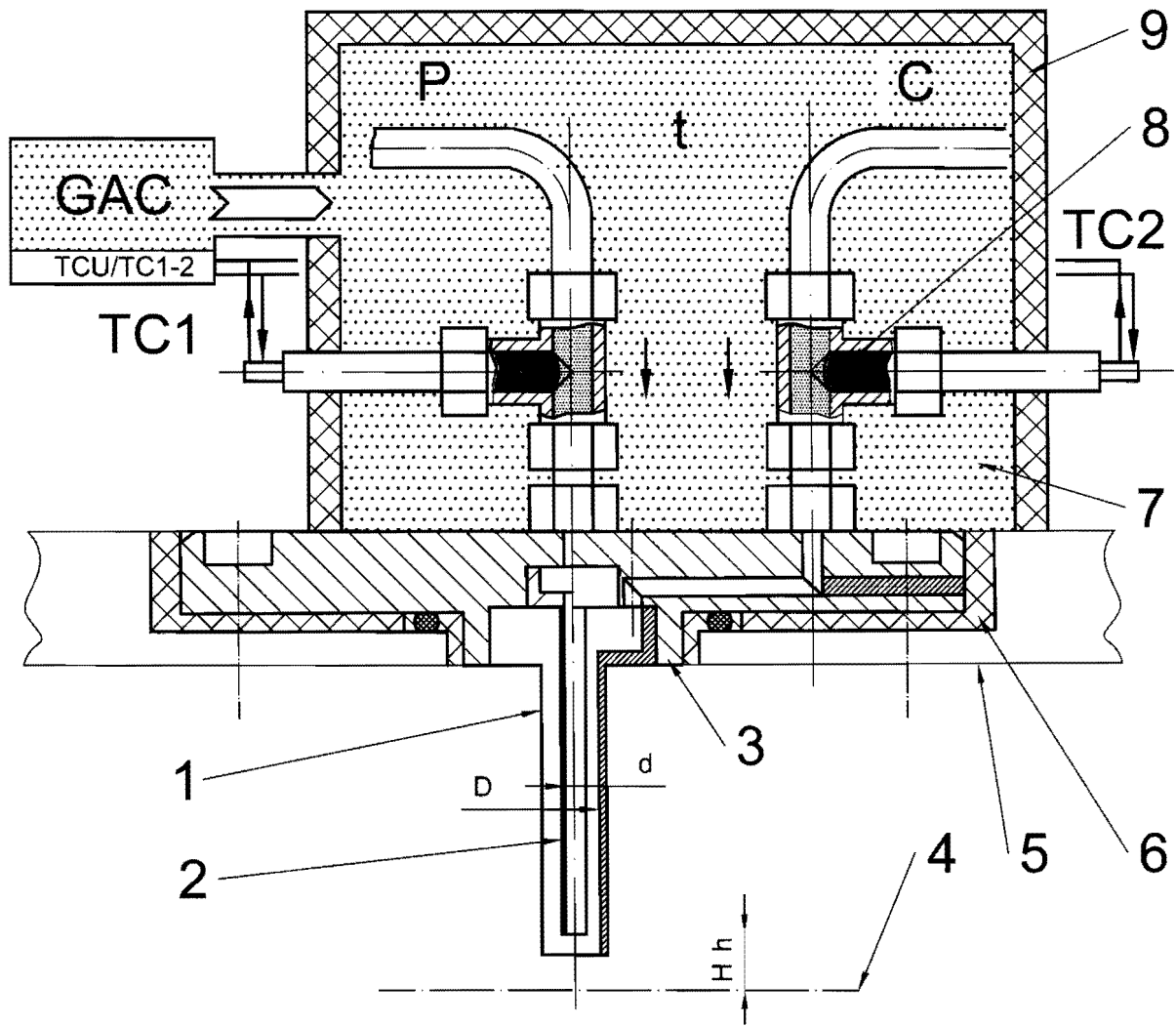


FIG. 1

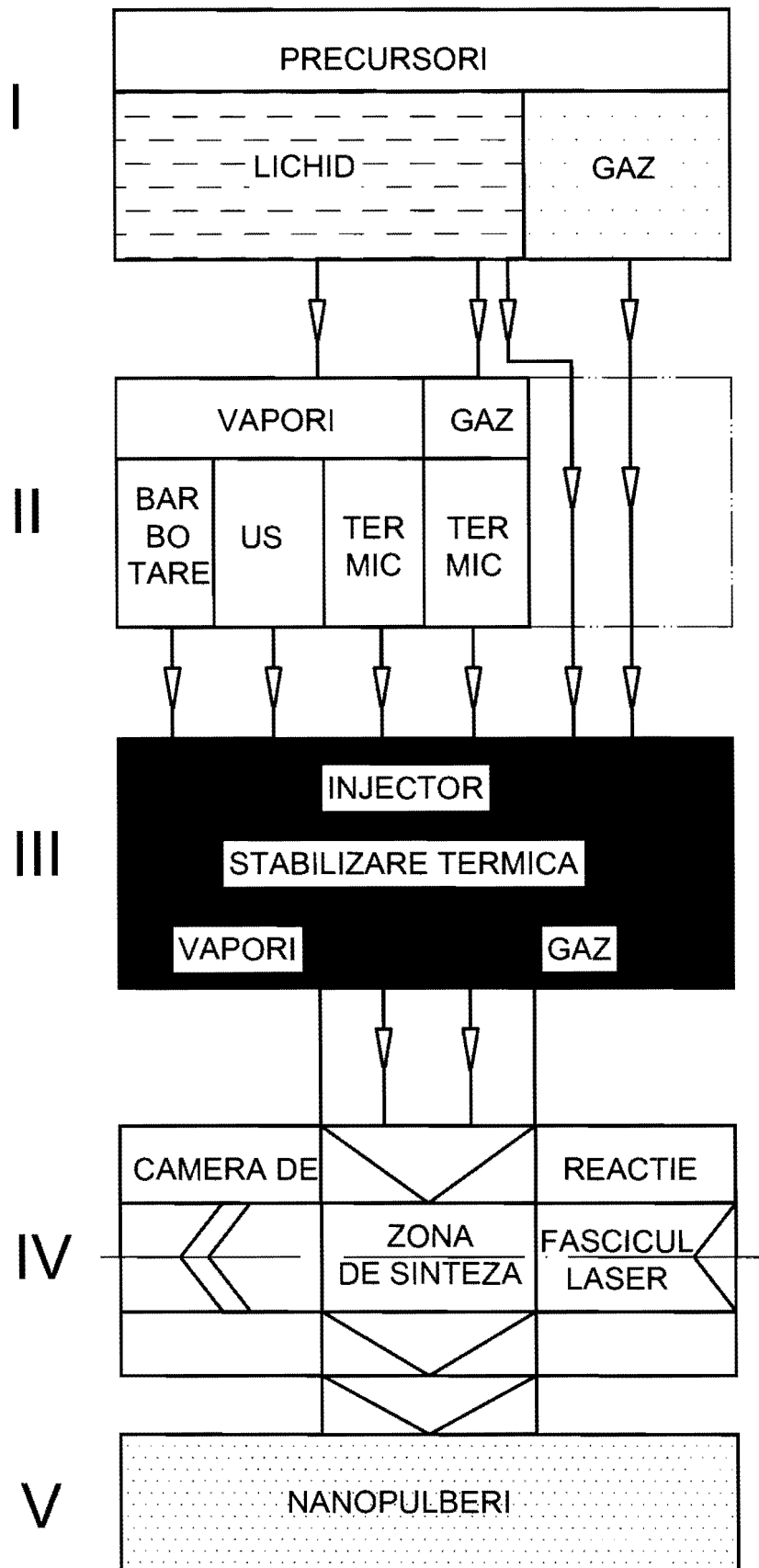


FIG. 2