



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2012 00936**

(22) Data de depozit: **04/12/2012**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/10/2020** BOPI nr. **10/2020**

(41) Data publicării cererii:
30/10/2013 BOPI nr. **10/2013**

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

(72) Inventatori:
• **LUCULESCU ROMEO CĂTĂLIN,
DRUMUL TABEREI NR.104, BL.M 17, SC.A,
ET.5, AP.30, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,
RO;**

• **MORJAN ION,
STR.CĂRĂMIDARII DE JOS NR.1, BL.76,
SC.B, ET.8, AP.79, SECTOR 4,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **POPOVICI ERNEST, ALEEA REȘIȚA D
NR.7, BL.A 5, SC.B, ET.3, AP.26,
SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
US 2009/0246413 A1; US 2003/0129324 A1

(54) **PROCEDEU ȘI CELULĂ DE SINTEZĂ DE MATERIALE
PRIN ABLAȚIE LASER ÎN FLUX DIRECT DIN ȚINTE
MULTIPLE NEPARALELE**



RO 128918 B1

1 Invenția se referă la un procedeu de sinteză de materiale pe bază de ablație laser și la
o celulă de ablație laser pentru aplicarea procedeeului. Procedeu poate fi folosit atât pentru
3 depunerea de filme subțiri cât și pentru sinteza de materiale nanometrice. Domeniul tehnic vizat
de prezenta invenție este industria electronică și diverse alte aplicații în nanotehnologie.

5 Ablația laser a apărut la scurt timp după realizarea primului laser [1], dar abia în anii '80
a reușit să se impună ca o tehnică importantă de sinteză, mai precis dezvoltarea filmelor
7 supraconductoare [2-3] prin depunere din stare de vapori cu fascicule laser pulsate (PLD). În
scurt timp tehnica PLD s-a dezvoltat ajungând una din tehnicile importante de depunere de filme
9 subțiri alături de depunerea epitaxială cu fascicule moleculare (MBE), depunerea prin
pulverizare și depunerea chimică din stare de vapori [4].

11 Ablația laser sau evaporarea laser cum mai este denumită a avut succes și în cazul
producerii fullerenei [5] și mai târziu a nanotuburilor de carbon [6]. De asemenea, un succes
13 a înregistrat și sinteza de nanoparticule prin ablație laser atât în undă continuă [7] cât și
pulsată [8].

15 Sinteză de materiale prin ablație laser în undă continuă a fost limitată în special de
dezvoltarea tehnologiei sistemelor laser. Există câteva reușite de sinteză/depunere în undă
17 continuă cu laseri cu CO₂ [9-10]. Datorită dezvoltării recente a sistemelor laser în undă continuă
de mare putere este posibil ca în viitorul apropiat să constatăm o creștere semnificativă a
19 folosirii acestora pentru sinteza de materiale.

Principalele avantaje ale PLD sunt:

- 21 - transferul stoichiometric al materialului țintei pe substrat;
- este o metodă relativ simplă;
- 23 - este o metodă versatilă;
- viteza de depunere mare și control la nivel de strat atomic.

Printre dezavantajele PLD sunt:

- 25 - apariția particulelor cu dimensiuni până la microni;
- 27 - pulverizarea unor particule cu energii mari pot crea defecte în filmele depuse;
- diferențe de viteză pentru elementele ușoare;
- 29 - diferențe de energie în funcție de unghi în plasma de ablație;
- este o tehnică pulsată (discontinuu).

31 Principala problemă a sintezei prin ablație laser rămâne existența particulelor.

Ejectarea particulelor din țintă poate fi datorată instabilităților hidrodinamice [11] sau a
33 supraîncălzirii unui strat sub suprafața țintei în regiunea expusă la radiația laser [12].

Una din cauzele acestor instabilități este schimbarea dimensiunii/profilului spotului pe
35 țintă sau energia/puterea fascicului laser.

De-a lungul timpului au fost încercate mai multe metode pentru reducerea sau
37 eliminarea acestor particule.

Plasarea substratului perpendicular pe țintă sau la un anumit unghi care să împiedice
39 depunerea directă de particule micronice [13] a dus la concluzia ca există un gradient mare al
grosimii filmului.

41 Metoda de eclipsare a particulelor prin plasarea unui paravan între țintă și substrat [14]
a adus rezultate bune în privința reducerii numărului de particule pe filmele depuse dar a scăzut
43 drastic rata de depunere.

45 Combinarea dintre metoda de eclipsare cu folosirea unei aperturi pentru plasma [15] a
dus la concluzia ca numărul de particule în filme este independent de presiune și energia
pulsurilor laser. Combinarea dintre un paravan în fața substratului și plasarea acestuia
47 perpendicular pe țintă nu a condus la rezultate diferite [16].

RO 128918 B1

Plasarea substratului în planul țintei a condus la reducerea particulelor și formarea unui gradient mare de grosime a filmului [17].	1
Metoda fasciculelor încrucișate (Cross-beam Pulsed Laser Ablation, CBPLA) pentru reducerea particulelor depuse pe film presupune folosirea a două fascicule laser încrucișate pe două ținte neparalele și a fost de asemenea folosită cu succes pentru filme metalice [18-19].	3 5
Prezenta invenție urmărește să rezolve limitările actuale ale tehnicii PLD și permite dezvoltarea tehnicilor de depunere din faza de vapori pe bază de radiație laser pentru aplicații în industria electronică.	7
Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în reducerea sau chiar eliminarea particulelor din zona de creștere/nucleație în tehnicile de sinteză care folosesc ablația laser.	9
Pentru eliminarea particulelor din plasma de ablație, conform invenției, procedeul de depunere/sinteză bazat pe ținte multiple neparalele este definit prin următoarele etape:	11
- ablația laser simultană a cel puțin două ținte neparalele aflate în mișcare prin intermediul unor motoare, pentru unghiuri de incidență a radiației laser pe ținte cuprinse între 0 și 90 de grade;	13 15
- confinarea plasmelor rezultate în urma ablației laser într-o direcție diferită decât cea a plasmelor de ablație inițiale;	17
- păstrarea stării de mișcare inerțială a particulelor rezultate în procesul de ablație;	19
- trecerea plasmei de ablație rezultate sau a precursorilor acesteia printr-o trapă cu una sau mai multe aperturi; și,	19
- sinteza de materiale noi din plasma de ablație rezultată pe un substrat sau un alt sistem de colectare prin eliminarea particulelor și fragmentelor micronice ejectate din ținte.	21
Celula de ablație laser, conform invenției, este formată din cel puțin un motor care antrenează două ținte neparalele plasate într-o incintă prevăzută cu două colimatoare și o apertură reglabilă și o sursă laser ce emite fascicule laser colimate pe ținte cu ajutorul colimatoarelor optice, în care plasma rezultată va urma direcția aperturii.	23 25
Avantajele acestei invenții sunt următoarele:	27
- separarea între componentele plasmei de ablație astfel încât fragmentele și picăturile să fie îndepărtate din zona de sinteză;	29
- procedeul propus constă în folosirea unor ținte multiple neparalele ceea ce poate conduce la obținerea mai multor compuși de sinteză, țintele putând fi din materiale diferite;	31
- procedeul nu reduce semnificativ viteza plasmei pe direcția de sinteză ceea ce constituie un avantaj în cazul compușilor care necesită energii de implantare mari;	33
- procedeul este adecvat atât pentru sinteza pe bază de ablație laser în undă continuă cât și pulsată;	35
- particulele formate prin condensare în plasmă nu vor fi reduse prin prezenta metodă, ceea ce poate constitui un avantaj în cazul sintezei de materiale nanometrice cum ar fi nanoparticulele sau nanotuburile;	37
- posibilitatea de obținere de filme epitaxiale prin reglarea debitului de precursori de plasmă prin apertură;	39
- separarea zonei de producere a plasmei de ablație de zona de depunere/sinteză prin folosirea celulei de ablație cu apertura de efuziune, permite sinteza la presiuni diferite;	41
- permite recuperarea materialului ablat și neutilizat în sinteză (picături, fragmente), lucru important în cazul materialelor rare și scumpe;	43
- permite reglarea fină a fluxului și unghiului solid de împrăștiere a precursorilor plasmei de ablație fără a schimba dimensiunea spotului pe țintă sau energia/puterea fascicului laser;	45
- procedeul propus nu este dificil de implementat și se poate dezvolta la scară industrială;	47

RO 128918 B1

1 - procedeul propus conduce la scăderea instabilității procesului de ablație laser și
contribuie la repetabilitatea ridicată a sintezei de materiale;

3 - celula de ablație în flux direct cu ținte multiple neperalele se pretează folosirii cu laseri
de mare putere pe fibră în undă continuă și poate duce la dezvoltarea de sisteme de sinteză
5 în întregime pe fibră care sunt foarte robuste și fiabile;

7 - celula de ablație în flux direct cu ținte neperalele poate fi adaptată ca sursă pentru
sistemele de epitaxie cu fascicul molecular;

9 - procedeul propus este versatilă existând posibilitatea de a modifica parametrii de
proces cum ar fi: unghiul dintre ținte sau plasmă de ablație, posibilitatea de a folosi ținte din
materiale diferite pentru sinteza de materiale noi, posibilitatea de a regla distanța dintre spoturile
11 laser și implicit timpul de coliziune dintre plasmă, posibilitatea de a folosi fascicule laser cu
caracteristici diferite pentru fiecare țintă, posibilitatea de a folosi un număr teoretic nelimitat de
13 ținte, posibilitatea de a regla debitul de precursori de ablație prin reglarea dimensiunii aperturii.

Se dă în continuare niște exemple de realizare a invenției în legătură cu fig. 1...5 care
15 reprezintă:

17 - fig. 1, prezintă schema metodei de sinteză de materiale pure prin ablație laser în flux
direct din ținte multiple neperalele;

19 - fig. 2, prezintă traiectoriile speciilor atomice și electronilor din plasma de ablație la timpi
diferiți după ce fasciculele laser ating cele două ținte;

21 - fig. 3, prezintă traiectoriile particulelor și fragmentelor ejectate din țintă în urma
procesului de ablație la timpi diferiți după ce fasciculele laser ating cele două ținte;

23 - fig. 4, prezintă celula de ablație laser în flux direct cu ținte multiple neperalele care
urmărește principiul procedurii propus;

25 - fig. 5, prezintă schema unei instalații de depunere cu fascicule moleculare folosind
celule de ablație laser în flux direct cu ținte multiple neperalele pe post de celule de efuziune.

Pentru simplitate, în fig.1 este prezentat cazul a două ținte ablate de două fascicule
27 laser. Fasciculele laser pot cădea pe țintă sub un unghi variabil între 0 și 90° în funcție de
spațiul disponibil și de considerentele tehnice legate de componentele optice.

29 Țintele pot fi sub formă de disc sau sub formă de cilindru și trebuie rotite pe durata
iradierii laser pentru a evita erodarea prematură a țintelor și pentru a obține o plasmă omogenă.

31 Picăturile și fragmentele ejectate din țintă urmează distribuția plasmei de ablație. Având
masa mult mai mare decât componentele plasmei (electroni, ioni, atomi neutri) vor avea o
33 mișcare inerțială în direcția inițială. Traectoria lor nu va fi modificată major de plasma de ablație.
În schimb, plasmă de ablație se vor confina pe direcția rezultantei vitezei. În acest fel, se pot
35 separa cele două componente ale procesului de ablație cu efecte benefice pentru tehnica de
sinteză, împreună cu o apertură de formă cilindrică se poate împiedica complet accesul
37 particulelor și fragmentelor în zona de sinteză.

În cazul ablației laser, plasma rezultată constă dintr-un amestec de electroni, atomi
39 neutri și ioni caracteristici materialului din care este confecționată ținta. Pe lângă acestea, există
o serie de particule și fragmente micronice ejectate din țintă. Plasma de ablație se deplasează
41 întotdeauna perpendicular pe țintă. Prin plasarea țintelor în planuri diferite astfel încât să existe
o interacțiune între plasmă de ablație, se poate obține confinarea acestora în direcția dorită.

43 Procedeul propus presupune folosirea mai multor ținte de ablație neperalele rotite de
motoare electrice 1. Țintele de ablație 2 au formă de disc sau cilindru. Țintele 2 sunt lovite de
45 fascicule laser colimate 3 în așa fel încât să se depășească pragul de ablație. Plasmă de
ablație 7 generate vor expanda în direcții perpendiculare pe țintele din care provin. Ele se vor
47 ciocni și vor confina pe direcția dată de însumarea impulsurilor 8. În urma ablației laser rezultă
particule și fragmente 4 cu masa mare în comparație cu ionii, atomii și electronii din plasmă.

Astfel, particulele și fragmentele având masa inerțială mare își vor păstra direcția de mișcare. Plasma confinată va întâlni o apertură **5** în formă de cilindru prevăzut cu o apărătoare. Precursorii din plasmă vor ajunge apoi pe substrat **6** pentru sinteza de filme.

Modelarea proceselor care au loc cu plasmă obținute în cazul ablației din ținte multiple neperalele sunt prezentate pentru cazul plasmelor de energii medii.

Figura 2 prezintă traiectoriile speciilor atomice și electronilor din plasma de ablație la timpi diferiți după ce fasciculele laser ating cele două ținte. Se pune astfel în evidență confinarea celor două plasmă de ablație pe direcția rezultantei impulsurilor. În funcție de presiune, energia laser și distanța dintre spoturile laser, plasma rezultantă va rămâne confinată.

În fig. 3 sunt prezentate traiectoriile particulelor și fragmentelor ejectate din țintă în urma procesului de ablație la timpi diferiți după ce fasciculele laser ating cele două ținte. Se pune astfel în evidență păstrarea stării de mișcare inerțiale a particulelor și fragmentelor de dimensiuni micronice. Direcția de propagare nu va fi afectată de plasma confinată. Probabilitatea de ciocnire a două particule astfel încât rezultanta impulsurilor să aibă direcția aperturii este extrem de scăzută. Este reliefat și faptul că nici o particulă nu va putea depăși apertura prin mișcare rectilinie de la oricare dintre spoturile de ablație.

Procedeele de sinteză a materialelor prin ablație laser în flux direct din ținte multiple neperalele, conform invenției, vine în întâmpinarea problemelor existente în metodele curente de sinteză care folosesc radiația laser. Procedeele constă în plasarea țintelor în planuri diferite astfel încât să existe o interacțiune între plasmă de ablație, confinarea acestora în direcția dorită și reducerea sau eliminarea particulelor din zona de sinteză așa cum rezultă din fig. 1.

Procedeele de sinteză prin ablație laser în flux direct din ținte multiple neperalele este definit prin următoarele etape:

i) ablația laser simultană a mai multor ținte neperalele **2** aflate în mișcare cu ajutorul unuia sau mai multor motoare **1**;

ii) confinarea plasmelor de ablație rezultate **8** într-o direcție diferită decât cea a plasmelor de ablație inițiale **7**;

iii) particulele rezultate în procesul de ablație laser **4** își vor păstra starea de mișcare inerțială;

iv) trecerea plasmă de ablație rezultante sau a precursorilor acesteia printr-o trapă cu una sau mai multe aperturi **5**;

v) sinteza de materiale noi sau cu proprietăți îmbunătățite din plasma de ablație rezultantă pe un substrat sau un alt sistem de colectare **6** prin eliminarea particulelor și fragmentelor micronice ejectate din ținte.

Celula de ablație în flux direct cu ținte multiple neperalele pentru aplicarea procedeeului (fig. 4) este o implementare a metodei de sinteză prin ablație laser în flux direct din ținte multiple neperalele ce se pretează folosirii cu laseri de mare putere pe fibră în undă continuă și poate duce la dezvoltarea de sisteme de sinteză în întregime pe fibră care sunt foarte robuste și fiabile.

Celula de ablație propusă poate fi operațională într-o gamă largă de presiuni, de la presiuni peste presiunea atmosferică până la vid ultraînalt.

Celula de ablație în flux direct cu ținte neperalele este formată dintr-unul sau mai multe motoare **9** care antrenează două ținte neperalele **10** plasate într-o incintă **11** prevăzută cu două colimatoare optice **12** și o apertură reglabilă **13**. Fasciculele laser **14** sunt colimate pe ținte cu ajutorul colimatoarelor optice iar plasma rezultantă **15** va urma direcția aperturii.

RO 128918 B1

1 Rolul motorului **9** sau motoarelor folosite este de a de roti țintele **10** de ablație pentru a
preveni formarea de cratere de ablație pe ținte **10** și de a asigura în acest fel un proces de
3 ablație constant. Incinta **11** are rolul de a etanșa și a asigura condițiile optime de presiune
pentru plasma de ablație. Colimatoarele **12** optice pot fi lentile sau oglinzi plasate recomandabil
5 în afara fluxurilor de particule și au rolul de a direcționa, focaliza și controla spoturile laser pe
ținte. Apertura **13** reglabilă este locul prin care fluxul de precursori de plasmă iese din celulă și
7 are dublu rol de a împiedica intrarea particulelor și fragmentelor de ablație în fluxul de plasmă
care părăsește celula și pentru a acționa ca apertură de efuziune și vid diferențial. Cel mai
9 simplu mod de realizare este prin plasarea a două discuri cu găuri centrate într-un cilindru la
distanță una de alta. Discuri cu diametre ale găurii centrale diferite pot fi schimbate în funcție
11 de condițiile de presiune diferențială necesare.

Celula de ablație propusă (fig. 4) poate fi operațională într-o gamă largă de presiuni, de
13 la presiuni peste presiunea atmosferică până la vid ultraînalt. Este recomandat ca fasciculele
să nu se încrucișeze în drumul lor spre ținte pentru a evita eventuale interacțiuni cu plasma de
15 ablație și creșterea gradului de instabilitate a procesului de sinteză.

O astfel de celulă de ablație formată din două ținte și o apertură poate fi folosită ca
17 celulă de efuziune pentru epitaxia cu fascicule moleculare. Se poate previziona o instalație de
depunere prin epitaxie cu fascicule moleculare folosind mai multe celule de ablație operate cu
19 un singur laser.

În fig. 5 este prezentată schema unei instalații de depunere cu fascicule moleculare
21 folosind celule de ablație laser în flux direct cu ținte multiple neparalele pe post de celule de
efuziune. Instalația se compune din mai multe celule de ablație **16** care emit fascicule molecu-
23 lare diferite **17** în direcția substratului **18**, toate fiind atașate unei incinte de vid **19**. În cazul în
care se dorește separarea fasciculelor de ioni și a electronilor, celule de ablație pot fi prevăzute
25 cu o trapă electromagnetică.

Procedeul propus poate fi folosit în instalațiile comerciale de PLD pentru creșterea
27 calității și mărirea spectrului de materiale supuse sintezei.

Procedeul propus conduce la dezvoltarea de noi instalații de depunere de filme subțiri
29 prin ablație laser în undă continuă sau pulsată.

Pe lângă aplicația în cazul materialelor pentru care deja ablația laser a confirmat (oxizi
31 metalici, supraconductori, nitruți, carburi), procedeul poate aduce dezvoltări semnificative în
cazul materialelor semiconductoare folosite în industria electronică.

Pentru sinteza de nanomateriale, folosirea metodei poate conduce la obținerea de
33 materiale foarte pure, atât prin eliminarea picăturilor și fragmentelor specifice tehnicilor bazate
pe ablația laser, cât și prin reducerea instabilităților legate de procesul de ablație laser.

Celula de ablație în flux direct cu ținte multiple neparalele se pretează folosirii cu laseri
37 de mare putere pe fibră în undă continuă și poate duce la dezvoltarea de sisteme de sinteză
în întregime pe fibră care sunt foarte robuste și fiabile.

Celula de ablație în flux direct cu ținte neparalele poate fi adaptată ca sursă pentru
39 sistemele de epitaxie cu fascicul molecular.

41 Bibliografie

- 43 [1] H. M. Smith, A. F. Turner, Appl. Opt. 4 (1965) 147.
45 [2] S. V. Zaitsev-Zotov, A. N. Martynyuk, and N. E. Protasov, Superconductivity of
BaPb_{1-x}Bi_xO₃ films prepared by laser evaporation method. Sov. Phys. Solid State 25 (1983) 100.
47 [3] D. Dijkkamp, T. Venkatesan, X. D. Wu, S. A. Shaheen, N. Jisrawi, Y. H. Min-Lee, W.
L. McLean, M. Croft, Appl. Phys. Lett. 51 (1987) 619.

RO 128918 B1

- [4] Pulsed Laser Deposition of Thin Films, edited by Douglas B. Chrisey and Graham K. Hubler, John Wiley & Sons, 1994. 1
- [5] Kroto, H. W., Heath, J. R., O'Brien, S. C, Curl, R. F. & Smalley, R. E. Nature 318 (1985) 162-163. 3
- [6] T. Guo, P. Nikolaev, A. Thess, D.T. Colbert, R.E. Smalley: Chem. Phys. Lett. 243 (1995) 49. 5
- [7] A. Abdolvand, S. Khan et al, Appl. Phys. A 91 (2008) 365-8. 7
- [8] W. Nichols, T. Sasaki et al, J of App Phys. 100 (2006) 114912-8.
- [9] W. K. Maser, E. Munoz, A.M. Benito, et al., Chem. Phys. Lett. 292 (1998) 587. 9
- [10] W. K. Maser, A. M. Benito, E. Munoz, et al., Nanotechnology 12 (2001) 147.
- [11] A. B. Brailovsky, S. V. Gaponov and V. I. Luchin, Appl. Phys. A 61 (1995) 81. 11
- [12] R. K. Singh, D. Bhattacharya and J. Narayan, Appl. Phys. Lett. 57 (1990) 2022.
- [13] B. Holzapfel, B. Roas, L. Schultz, P. Bauer, G. Saemann-Ischenko, Appl. Phys. Lett. 61 (1992) 3178. 13
- [14] K. Kinoshita, H. Ishibashi, T. Kobayashi, Jap. J. Appl. Phys. 33 (1994) L610. 15
- [15] N. Inoue, T. Ozaki, T. Monnaka, S. Kashiwabara, R. Fujimoto, Jap. J. Appl. Phys. 36 (1997). 17
- [16] E. Agostinelli, S. Kaciulis, M. Vittori-Antisari, Appl. Surf. Sci. 156 (2000) 143.
- [17] Zs. Geretovszky, L. Szorenyi, Thin Solid Films 453 -454 (2004) 172-176. 19
- [18] Gaponov S V, Gudkov A A and Fraerman A A, Sov. Phys. Tech. Phys. 27 (1982) 1130. 21
- [19] Tselev A, Gorbunov A and Pompe W, Rev. Sci. Instruments 72 (2001) 2665.

RO 128918 B1

Revendicări

1

3

1. Procedeu de sinteză de materiale prin ablație laser în flux direct din ținte multiple neparalele **caracterizat prin aceea că** este definit prin următoarele etape:

5

- ablația laser simultană a cel puțin două ținte (2) neparalele aflate în mișcare prin intermediul unor motoare (1), pentru unghiuri de incidență a radiației laser pe ținte (2) cuprinse între 0 și 90 de grade,

7

- confinarea plasmelor (8) rezultate în urma ablației laser într-o direcție diferită decât cea a plasmelor (7) de ablație inițiale,

9

- păstrarea stării de mișcare inerțială a particulelor (4) rezultate în procesul de ablație,

11

- trecerea plasmei (8) de ablație rezultate sau a precursorilor acesteia printr-o trapă cu una sau mai multe aperturi (5),

13

- sinteza de materiale noi din plasma (8) de ablație rezultată pe un substrat (6) sau un alt sistem de colectare prin eliminarea particulelor și fragmentelor micronice ejectate din ținte.

15

17

2. Celulă de ablație laser pentru aplicarea procedurii de la revendicarea 1, **caracterizată prin aceea că** este formată din cel puțin un motor (9) care antrenează două ținte (10) neparalele plasate într-o incintă (11) prevăzută cu două colimatoare (12) și o apertură (13) reglabilă și o sursă (14) laser ce emite fascicule laser colimate pe ținte (10) cu ajutorul colimatoarelor (12) optice, în care plasma (15) rezultată va urma direcția aperturii (13).

19

(51) Int.Cl.

C23C 14/30 (2006.01);

B82Y 40/00 (2011.01);

B82B 3/00 (2006.01)

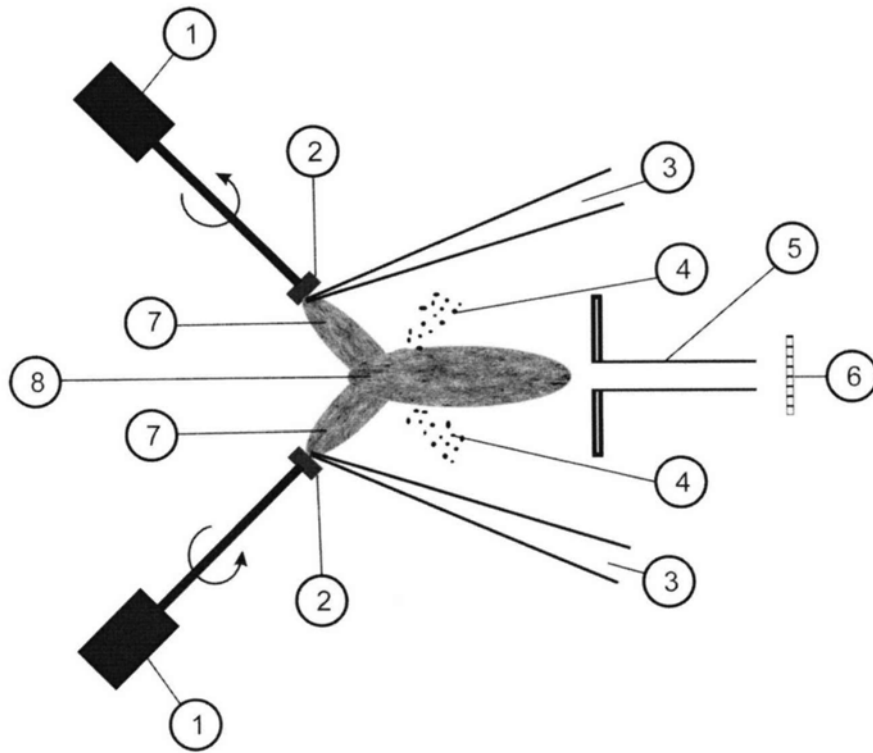


Fig. 1

(51) Int.Cl.

C23C 14/30 (2006.01);

B82Y 40/00 (2011.01);

B82B 3/00 (2006.01)

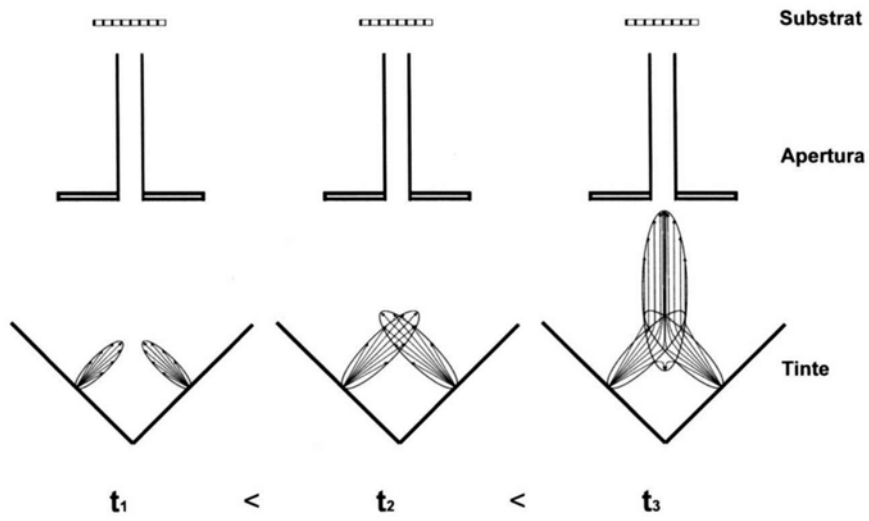


Fig. 2

(51) Int.Cl.

C23C 14/30 (2006.01);

B82Y 40/00 (2011.01);

B82B 3/00 (2006.01)

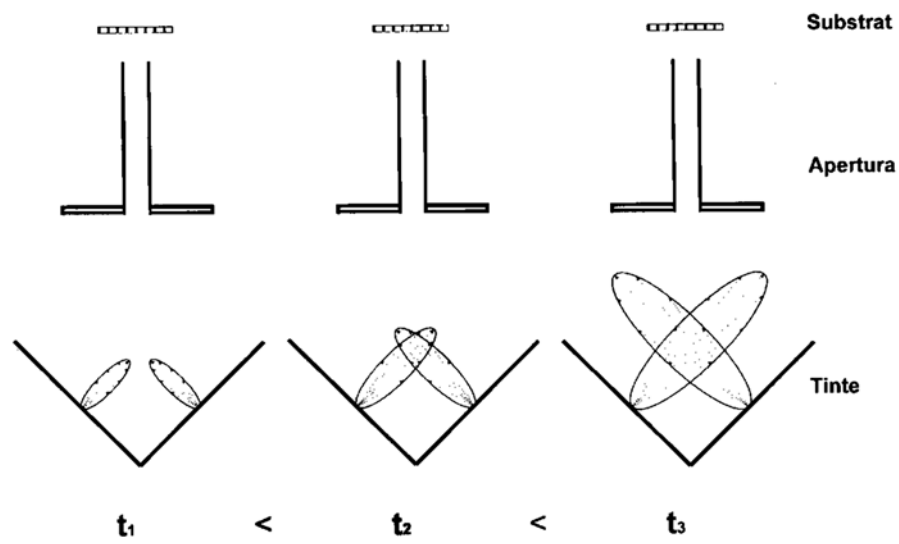


Fig. 3

(51) Int.Cl.

C23C 14/30 (2006.01);

B82Y 40/00 (2011.01);

B82B 3/00 (2006.01)

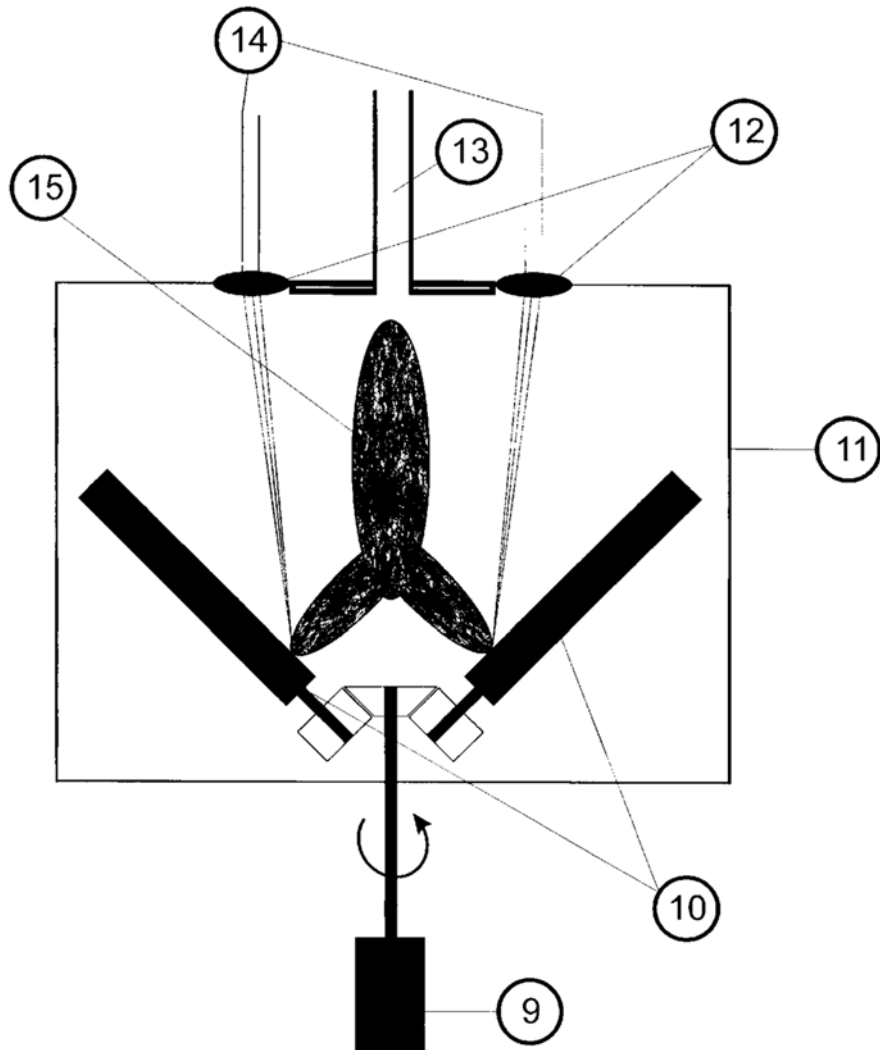


Fig. 4

(51) Int.Cl.

C23C 14/30 (2006.01);

B82Y 40/00 (2011.01);

B82B 3/00 (2006.01)

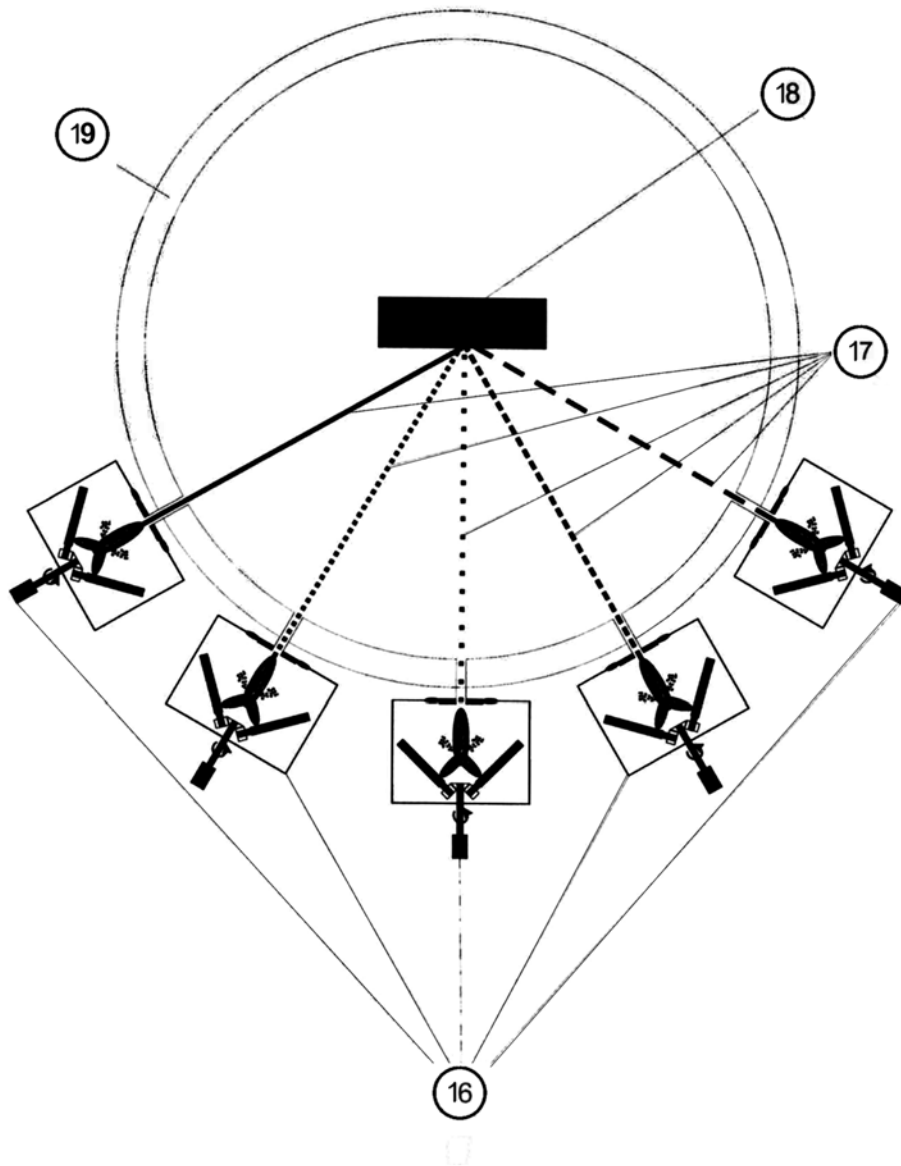


Fig. 5



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 417/2020