



(11) RO 131269 A2

(51) Int.Cl.

B82Y 40/00 (2011.01),

G03F 7/16 (2006.01),

G01Q 10/00 (2010.01)

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENTIE

(21) Nr. cerere: **a 2015 00046**

(22) Data de depozit: **22/01/2015**

(41) Data publicării cererii:
29/07/2016 BOPI nr. **7/2016**

(71) Solicitant:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
MICROTEHNOLOGIE,
STR. EROU IANCU NICOLAE NR. 126A,
BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:
• **MOAGĂR-POLADIAN GABRIEL,
ALEEA FUJORULUI NR.6, BL.Y3A, SC.1,
ET.6, AP.27, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B,
RO**

(54) CIP MULTI-ROL PENTRU SISTEME AVANSATE DE NANOLITOGRAFIE 2D ȘI 3D

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un cip care oferă posibilitatea de a utiliza mai multe tehnici de nanolitografie cu scanarea probei, tehnici care folosesc structura de bază a unui microscop de forță atomică, cum ar fi, de exemplu, nanolitografia de tip stilograf (engl. fountain pen nanolithography), nanolitografia de tip stilograf asistat optic (engl. dip pen nanolithography), oxidare locală a substratului, oxidarea locală a unui strat monomolecular etc. Cipul (1) conform invenției conține mai multe cantilevere (2-7) de lucru, fiecare cantilever având de efectuat un anumit tip de prelucrare la scară micro-nano, precum cele enumerate anterior, și mai multe cantilevere (8-12) care sunt utilizate pentru caracterizarea structurilor realizate cu ajutorul primelor cantilevere (2-7), precum și părțile de comandă și de control pentru fiecare cantilever în parte, respectiv, conexiunea acestora cu unitatea centrală de comandă.

Revendicări: 13

Figuri: 3

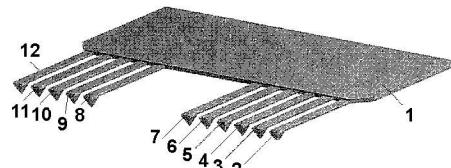


Fig. 1

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 inventie a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de inventie este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



CIP MULTI-ROL PENTRU SISTEME AVANSATE DE NANOLITOGRAFIE 2D ȘI 3D

Prezenta inventie se referă la un cip care oferă posibilitatea de a utiliza mai multe tehnici de nanolitografie cu scanarea probei – care folosesc structura de bază a unui microscop de forță atomică – cum ar fi de exemplu nanolitografia de tip stilou (fountain pen), nanolitografia de tip stilou asistat optic, dip pen, oxidare locală a substratului, oxidarea locală a unui strat monomolecular, etc. .

Sunt cunoscute mai multe variante ale nanolitografiei care folosesc structura de bază a unui microscop de forță atomică, cantileverul acestui microscop având pentru fiecare caz în parte o anumită structură și furnizând un singur tip de nanolitografie – fie de tip stilou (fountain pen), fie de tip stilou asistat optic, fie de tip dip pen, fie de tip dip pen termic, fie de tip oxidare locală a substratului, fie de tip oxidarea locală a unui strat monomolecular, fie de tip topirea locală și evaporarea unui polimer, fie de alte tipuri.

Aceste cantilevere, indiferent de funcția pe care o îndeplinesc, sunt atașate unui cip suport și de control.

Toate aceste tehnici de nanolitografie au următoarele dezavantaje:

- fiecare cip nu poate asigura decât efectuarea unui singur tip de nanolitografie
- pentru a avea disponibile mai multe astfel de tehnici de nanolitografie 2D / 3D este nevoie de sisteme de comandă și control separate
- trecerea de la un tip de nanolitografie la altul în aceeași sesiune de lucru necesită repetarea de fiecare dată a procesului de aliniere
- fiecare tip de nanolitografie necesită un tip specific de cantilever

Problema pe care o rezolvă inventia constă în simplificarea procedurii de aliniere între efectuarea diferitelor procese de nanolitografie – aliniere care se face o singură dată pentru un cip dat. De asemenea, inventia permite utilizarea tuturor tipurilor de nanolitografie care au la bază microscopul de forță atomică cu ajutorul unui singur cip.

Soluția, conform inventiei, constă în faptul că cipul de lucru are prevăzut în structura sa un număr de cel puțin două cantilevere, fiecare cantilever efectuând o operațiune diferită de nanolitografie cum ar fi de tip stilou (fountain pen), de tip stilou asistat optic, de tip dip pen, de tip dip pen termic, de tip oxidare locală a substratului, de tip oxidarea locală a unui strat monomolecular, de tip topirea locală și evaporarea unui polimer, sau de alte tipuri. De asemenea, cipul mai poate contine cel puțin un cantilever de caracterizare, caracterizare care are de asemenea la bază microscopia de forță atomică și care poate fi de tip microscopie de forță atomică, microscopie de forță atomică cu scanarea proprietăților electrice, microscopie de forță atomică cu scanarea proprietăților magnetice, microscopie optică de câmp apropiat cu scanarea probei, spectroscopie Raman amplificată în prezența vârfului cantileverului, toate aceste mijloace de caracterizare servind la determinarea proprietăților structurilor realizate de către cantileverele de nanolitografie.

Avantajele inventiei sunt:

- un singur cip oferă toate posibilitățile de nanolitografie cu scanarea probei 2D / 3D
- comanda tuturor cantileverelor se face în mod separat dar unitar
- alinierea este necesar să se facă doar o singură dată la începutul utilizării cipului
- permite caracterizarea in-situ, imediat după depunere, a structurilor realizate

Dăm în continuare un exemplu de realizare a inventiei în legătură cu figurile 1-3 care reprezentă:

- figura 1: schema structurii de tip multi-cantilever a cipului



- figura 2: schema structurii cipului multi-rol atașat la cipul de control care conține controlerle rapide
- figura 3: schema de detaliu a cantileverului referitor la partea de comandă și detectare, exemplificare cu cantileverul pentru caracterizarea prin microscopie AFM

Cipul (1) multirol este caracterizat prin aceea că încorporează în structura sa mai multe cantilevere (2) – (7) de lucru, fiecare cantilever având de efectuat un anumit tip de prelucrare la scară micro-nano. De asemenea, cipul conține părțile de comandă și control pentru fiecare cantilever în parte, precum și conexiunea acestora cu unitatea centrală de comandă. De exemplu, cipul poate conține un număr de șase cantilevere, al căror rol este după cum urmează:

- cantileverul (2) este folosit pentru nanolitografia de tip fountain pen și fountain pen asistat optic atât 2D cât și 3D
- cantileverul (3) este folosit pentru tehnologia numită nanofrazor, atât 2D cât și 3D
- cantileverul (4) este folosit pentru nanolitografia de tip dip pen, respectiv dip pen termic
- cantileverul (5) este folosit pentru oxidarea anodică locală a substratului
- cantileverul (6) este folosit pentru tehnologia numită nanografting
- cantileverul (7) este folosit pentru nanolitografia de tip oxidare resist prin controlul câmpului și curentului electric în regim de buclă închisă - în engleză se numește Closed-Loop-Electric-Field-Current-Controlled SPL.

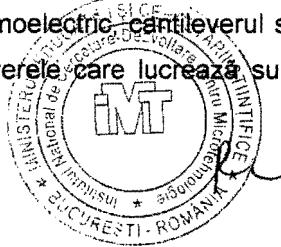
De asemenea, cipul (1) mai poate conține un număr de cantilevere de caracterizare post-proces, dintre care menționăm:

- cantileverul (8) pentru imagistica de tip microscop cu forță atomică AFM
- cantileverul (9) pentru imagistica de tip AFM electric
- cantileverul (10) pentru imagistica de tip AFM magnetic
- cantileverul (11) pentru imagistica de tip microscopie optică în câmp de proximitate SNOM
- cantileverul (12) pentru nanospectroscopie Raman amplificată de vârf

Ordinea cantileverelor prezentată mai sus este doar un exemplu, ordinea dintre ele poate fi schimbată după caz. Toate aceste cantilevere sunt prinse de cipul (1) și conectate la partea electrică și fluidică a acestuia.

Cipul (1) este conectat la unitatea de lucru prin intermediul unor conexiuni electrice și fluidice în sine cunoscute, sistemele de prindere fiind cele întâlnite în domeniul microscopiei AFM și a derivatelor acesteia. Unitatea de lucru conține un număr de controlere rapide care asigură răspunsul rapid al cantileverelor – de exemplu poziționarea verticală a acestora, debitul și temperatura fluidului pentru nanolitografia de tip fountain pen și fountain pen asistat optic, curentul electric prin vârful unora dintre cantilevere – și, respectiv, un controler general care coordonează controlerile rapide și care asigură interfața cu calculatorul care controlează întreg ansamblul de lucru.

Mișcarea pe orizontală a cantileverelor este asigurată de către cipul (1) prin intermediul platformei la care este conectat. Mișcarea pe verticală a cantileverelor este asigurată atât prin intermediul sistemelor piezoelectrice și/sau mecanice care asigură mișcarea pe verticală a cipului (1) și a platformei pe care acesta este fixat cât și prin modul de actuare a cantileverelor (2) – (12). Astfel, cantileverele (2) – (12) au o structură de tip bimorf. Prin încălzirea acestei structuri prin efect Joule – la trecerea curentului electric printr-un rezistor care încălzește elementul bimorf – sau prin efect termoelectric cantileverul se deformează și se înndoiește în plan vertical. Menționăm faptul că numai cantileverele care lucrează sunt



curbate cu vârful în jos, adică spre substrat și sunt comandate. Celelalte cantilevere sunt curbate cu vârful în sus și nu sunt comandate de către sistem. De asemenea, o combinație între sistemul de mișcare pe verticală al cipului (1) și cel specific fiecărui cantilever poate fi folosit pentru a obține mișcarea pe verticală a cantileverului. Mai mult, pentru cipul multirol numai cantileverele de tip bimorf pot fi utilizate cu bune rezultate. Fiecare cantilever (2) – (12) are un rezistor de încălzire a elementului bimorf propriu amplasat pe sine.

Citirea poziției / deflexiei verticale a cantileverelor poate fi citită prin mijloacele cunoscute din domeniul AFM și anume optic, capacativ, inductiv, piezoresistiv, condiția fiind ca modul de citire ales să nu influențeze procesul de lucru. Fiecare cantilever are sistemul propriu de citire a deplasării verticale.

Menținerea poziției verticale a cantileverelor este asigurată prin metoda cunoscută a buclei de reacție de tip PID – adică de tip Proporțional-Integral-Derivativ. În acest caz, avem două variante de cip multirol. În prima variantă, avem un singur controler PID pentru toate cantileverele. Acestea lucrează pe rând și, prin intermediul unui comutator selector, este conectat la bucla PID numai acel cantilever care lucrează. În a doua variantă, avem câte un controler PID al poziției verticale pentru fiecare cantilever în parte.

Bucla / buclele de reacție PID pot fi situate pe cipul (1) sau pot fi montate în cadrul sistemului de controlere rapide care intră în alcătuirea sistemului de lucru, fiind conectat / conectate la cipul (1) prin intermediul conexiunilor electrice în sine cunoscute.

Cipul (1) conține următoarele elemente, pentru fiecare cantilever în parte:

- conexiunile de alimentare a rezistorului de încălzire a elementului bimorf pentru fiecare dintre cantilevere, respectiv a electronicii de pe cipul (1) pentru citirea fiecărui dintre cantileverele (2) – (12)
- un piezorezistor sau un alt element de citire a deflexiei fiecărui cantilever
- o punte Wheatstone la care este conectat piezorezistorul
- un preamplificator de zgomot redus care preia semnalul de la puntea Wheatstone
- un convertor analog-digital care preia semnalul de la preamplificator și îl transferă la controlerul PID pentru controlul poziției verticale a cantileverului

De asemenea, dacă se folosește varianta cu o singură buclă de reacție PID pentru citirea deflexiei verticale a tuturor cantileverelor, atunci pe cipul (1) se mai află un comutator selector care are rolul de a culege semnalul punții Wheatstone, respectiv să comande curentul de încălzire numai pentru acel cantilever care trebuie să efectueze operațiunea de lucru la acel moment de timp.

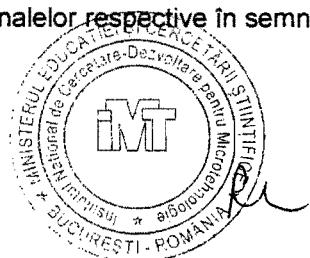
Ca exemplu de structură internă specifică tuturor cantileverelor (2) – (12) menționăm faptul că acestea au un vârf (8c) specific fiecărui tip de cantilever în parte, bimorf fiind încălzit prin efect Joule cu ajutorul elementului (8b) de încălzire. Deflexia este citită cu ajutorul senzorului (8a) piezoresistiv.

Exceptând aceste elemente, cipul (1) mai conține un număr de elemente specifice fiecărui tip de cantilever / operațiune de nanolitografie în parte.

Astfel, avem:

A) pentru cantileverul care efectuează nanolitografia de tip fountain pen și fountain pen asistat optic:

- senzori de temperatură, de debit, de presiune și de nivel ai fluidelor de lucru
- electronica aferentă citirii acestor senzori și transformării semnalelor respective în semnale digitale
- micropompe



- electronica de comandă a micropompelor
- mixere fluidice active și/sau pasive
- microrezervore cu senzori de nivel
- canalele microfluidice
- conexiunile electrice aferente acestor elemente de circuit
- conexiunile de alimentare pentru a realiza depunerii electrochimice la nanoscară

B) pentru cantileverul care efectuează nanolitografia de tip nanofrazor:

- conexiunile de alimentare a sursei termice a cantileverului
- conexiunile aferente de citire a senzorului de temperatură al cantileverului

C) pentru cantileverul care efectuează nanolitografia de tip dip pen termic:

- conexiunile de alimentare a sursei termice a cantileverului
- conexiunile aferente de citire a senzorului de temperatură al cantileverului

D) pentru cantileverele care efectuează oxidarea anodică locală, respectiv oxidarea resistului prin controlul câmpului și curentului electric în regim de buclă închisă:

- conexiunile electrice de alimentare cu curentul electric de descărcare

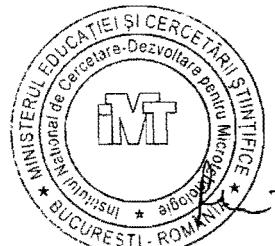
Similar, pentru cantileverele de caracterizare avem suplimentar pe cipul (1), pentru fiecare dintre cantileverele de caracterizare, elemente și circuite electronice specifice funcționării acestora, elemente și circuite electronice în sine cunoscute.

Atât cantileverele de lucru care au vârf neperforat cât și cantileverele de caracterizare pot avea, după caz, vârful funcționalizat din punct de vedere chimic.

În cazul nanolitografiei de tip fountain pen și, respectiv, fountain pen asistat optic putem avea mai multe cantilevere pentru acest tip de nanolitografie, fiecare dintre aceste cantilevere având un alt diametru al apertura de ieșire din vârf. Acest lucru este util atunci când se dorește economisirea de timp pe durata procesului nanolitografic.

De asemenea, într-o altă variantă, cipul (1) poate fi atașat unui cip (13), cip (13) care conține toate controlurile rapide necesare comenzi și controlului cantileverelor (2) – (12) precum și interfața de comunicare cu controlerul general și/sau cu unitatea de calcul care comandă întregul sistem. Atașarea se face prin intermediul elementelor (14) de fixare în sine cunoscute, această atașare permitând trecerea contactelor electrice și ale elementelor microfluidice între cipul (12) și cipul (13).

Dăm în continuare un exemplu de realizare a invenției. Astfel, cipul (1) este realizat din Siliciu și are un număr de 6 cantilevere de lucru, astfel: un cantilever pentru nanolitografia de tip fountain pen și fountain pen asistat optic atât 2D cât și 3D, unul pentru tehnologia numită nanofrazor, atât 2D cât și 3D, unul pentru nanolitografia de tip dip pen, respectiv dip pen termic, unul pentru oxidarea anodică locală a substratului, unul pentru tehnologia numită nanografting și unul pentru nanolitografia de tip oxidare resist prin controlul câmpului și curentului electric în regim de buclă închisă. De asemenea, cipul (1) mai conține 5 cantilevere pentru caracterizare astfel: un cantilever pentru imagistica de tip microscop cu forță atomică AFM, unul pentru imagistica de tip AFM electric, unul pentru imagistica de tip AFM magnetic, unul pentru imagistica de tip microscopie optică în câmp de proximitate SNOM și unul pentru nanospectroscopie Raman amplificată de vârf. Cipul (1) conține toate elementele funktionale menționate anterior atât referitor la partea electronică cât și la partea de fluidică.



Revendicări

1. Cip multi-rol pentru sisteme avansate de nanolitografie 2D și 3D conform inventiei caracterizat prin aceea că încorporează în structura sa cel puțin două cantilevere (2) – (7), fiecare cantilever având de efectuat un anumit tip de prelucrare la scară micro-nano, cantilevere (2) – (7) cu ajutorul cărora se pot efectua diferite operațiuni de nanolitografie cum ar fi nanolitografia de tip fountain pen și fountain pen asistat optic atât 2D cât și 3D, tehnologia numită nanofrazor atât 2D cât și 3D, nanolitografia de tip dip pen, respectiv dip pen termic, nanolitografia prin oxidarea anodică locală a substratului, tehnologia numită nanografting și/sau nanolitografia de tip oxidare resist prin controlul câmpului și curentului electric în regim de buclă închisă, fiecare cantilever efectuând numai un singur tip de proces nanolitografic dintre acestea enumerate, cipul (1) fiind conectat la unitatea de lucru prin intermediul unor conexiuni electrice și fluidice în sine cunoscute, sistemele de prindere fiind cele întâlnite în domeniul microscopiei AFM și a derivatelor acesteia, cioul (1) conținând părțile de comandă și control pentru fiecare cantilever în parte, precum și conexiunea acestora cu unitatea centrală de comandă, conexiune realizată prin intermediul unui set de controlere rapide și, respectiv, al unui controler general.

2. Cip multi-rol pentru sisteme avansate de nanolitografie 2D și 3D conform revendicării 1 caracterizat prin aceea că poate conține și cel puțin un cantilever de caracterizare (8) – (12), metodele de caracterizare putând fi imagistica de tip microscop cu forță atomică AFM, imagistica de tip AFM electric, imagistica de tip AFM magnetic, imagistica de tip microscopie optică în câmp de proximitate SNOM și/sau nanospectroscopie Raman amplificată de vârf.

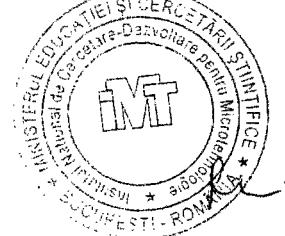
3. Cip multi-rol pentru sisteme avansate de nanolitografie 2D și 3D conform revendicării 1 caracterizat prin aceea că folosește cantilevere (2) – (12) care prezintă structură de tip bimorf, acestea fiind deflectate în plan vertical cu ajutorul încălzirii cantileverelor, încălzire care este efectuată fie prin efect Joule fie prin efect termoelectric, numai cantilevere care lucrează sunt curbate cu vârful în jos, adică spre substrat și sunt comandate, iar celealte cantilevere sunt curbate cu vârful în sus și nu sunt comandate de către sistem, fiecare cantilever (2) – (12) are un rezistor de încălzire a elementului bimorf propriu amplasat pe sine.

4. Cip multi-rol pentru sisteme avansate de nanolitografie 2D și 3D conform revendicării 1 caracterizat prin aceea că mișcarea în plan vertical este asigurată și cu ajutorul sistemelor piezoelectrice și/sau mecanice care asigură mișcarea pe verticală a cipului (1) și a platformei pe care acesta este fixat.

5. Cip multi-rol pentru sisteme avansate de nanolitografie 2D și 3D conform revendicării 1 caracterizat prin aceea că mișcarea sa în plan orizontal este asigurată de către platformă la care este conectat cipul (1).

6. Cip multi-rol pentru sisteme avansate de nanolitografie 2D și 3D conform revendicării 1 caracterizat prin aceea că citirea pozitiei / deflexiei verticale a cantileverelor (2) – (12) poate fi realizată prin mijloacele în sine cunoscute din domeniul AFM și anume optic, capacativ, inductiv, piezoelastiv, condiția fiind ca modul de citire ales să nu influențeze procesul de lucru, fiecare cantilever având sistemul propriu de citire a deplasării verticale.

7. Cip multi-rol pentru sisteme avansate de nanolitografie 2D și 3D conform revendicării 1 caracterizat prin aceea că poate avea mai multe cantilevere pentru nanolitografie de tip fountain pen și, respectiv, de tip fountain pen asistat optic, fiecare dintre aceste cantilevere având un alt diametru al apertura de ieșire din vârf.



8. Cip multi-rol pentru sisteme avansate de nanolitografie 2D și 3D conform revendicării 1 caracterizat prin aceea că unele dintre cantileverele (2) – (12) – și anume cele care nu au vârful perforat – pot avea vârful funcționalizat din punct de vedere chimic.

9. Cip multi-rol pentru sisteme avansate de nanolitografie 2D și 3D conform revendicării 1 caracterizat prin aceea că menținerea poziției verticale a cantileverelor este asigurată prin metoda cunoscută a buclei de reacție de tip PID, în acest caz având două variante de cip (1) și anume în prima variantă, avem un singur controler PID pentru toate cantileverele (2) – (12), acestea lucrând pe rând și, prin intermediul unui comutator selector, fiind conectat la bucla PID numai acel cantilever care lucrează, respectiv în a doua variantă, având câte un controler PID al poziției verticale pentru fiecare cantilever în parte, bucla / buclele de reacție PID pot fi situate pe cipul (1) sau pot fi montate în cadrul sistemului de controlere rapide care intră în alcătuirea sistemului de lucru, fiind conectat / conectate la cipul (1) prin intermediul conexiunilor electrice în sine cunoscute.

10. Cip multi-rol pentru sisteme avansate de nanolitografie 2D și 3D conform revendicării 1 caracterizat prin aceea că conține conexiunile de alimentare a rezistorului de încălzire a elementului bimorf pentru fiecare între cantilevere, respectiv a electronicii de pe cipul (1) pentru citirea fiecărui dintre cantileverele (2) – (12), un piezorezistor sau un alt element de citire a deflexiei fiecărui cantilever, o punte Wheatstone la care este conectat piezorezistorul, un preamplificator de zgomot redus care preia semnalul de la puntea Wheatstone, un convertor analog-digital care preia semnalul de la preamplificator și îl transferă la controlerul PID pentru controlul poziției verticale a cantileverului iar dacă este cazul variantei cu o singură buclă de reacție PID, atunci conține și un comutator selector care are rolul de a selecta / conecta numai cantileverul care trebuie să lucreze.

11. Cip multi-rol pentru sisteme avansate de nanolitografie 2D și 3D conform revendicărilor 1 și 10 caracterizat prin aceea că porțiunea din cipul (1) care comandă:

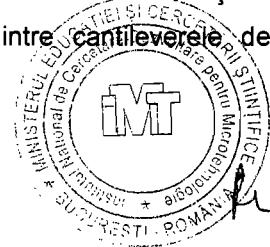
- cantileverul utilizat pentru partea de nanolitografie de tip fountain pen, respectiv nanolitografie de tip fountain pen aflat optic, mai cuprinde și senzori de temperatură, de debit, de presiune și de nivel ai fluidelor de lucru, respectiv electronica aferentă citirii acestor senzori și transformării semnalelor respective în semnale digitale, micropompe, electronica de comandă a micropompelor, mixere fluidice active și/sau pasive, microrezervore cu senzori de nivel, canalele microfluidice, conexiunile electrice aferente acestor elemente de circuit, conexiunile de alimentare pentru a realiza depunerile electrochimice la nanoscară.

- care comandă cantileverul utilizat pentru partea de nanolitografie de tip nanofazor mai conține și conexiunile de alimentare a sursei termice a cantileverului și, respectiv, conexiunile aferente de citire a senzorului de temperatură al cantileverului.

- care comandă cantileverul utilizat pentru partea de nanolitografie de tip dip pen, respectiv de tip dip pen termic mai conține și conexiunile de alimentare a sursei termice a cantileverului și, respectiv, conexiunile aferente de citire a senzorului de temperatură al cantileverului.

- care comandă cantileverul utilizat pentru partea de nanolitografie de tip oxidarea anodică locală, respectiv oxidarea resistului prin controlul câmpului și curentului electric în regim de buclă închisă mai conține și conexiunile electrice de alimentare cu curentul electric de descărcare.

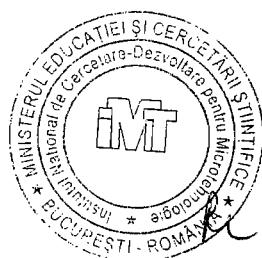
12. Cip multi-rol pentru sisteme avansate de nanolitografie 2D și 3D conform revendicărilor 1 și 10 caracterizat prin aceea că porțiunea din cipul (1) care comandă fiecare dintre cantileverele de



2015 - - 00046 -
22-01-2015

caracterizare conține suplimentar, pentru fiecare dintre cantileverele de caracterizare, elemente și circuite electronice specifice funcționării acestora, elemente și circuite electronice în sine cunoscute.

13. Cip multi-rol pentru sisteme avansate de nanolitografie 2D și 3D conform revendicărilor 1 și 10 caracterizat prin aceea că cipul (1) poate fi atașat unui cip (13), cip (13) care conține toate controlerelor rapide necesare comenzi și controlului cantileverelor (2) – (12) precum și interfața de comunicare cu controlerul general și/sau cu unitatea de calcul care comandă întregul sistem.



Desene

Figura 1

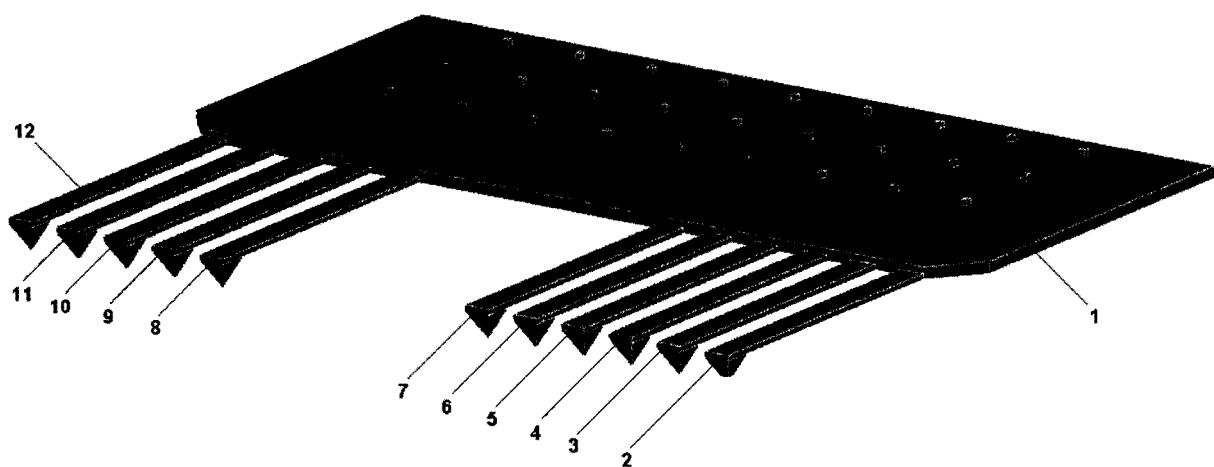
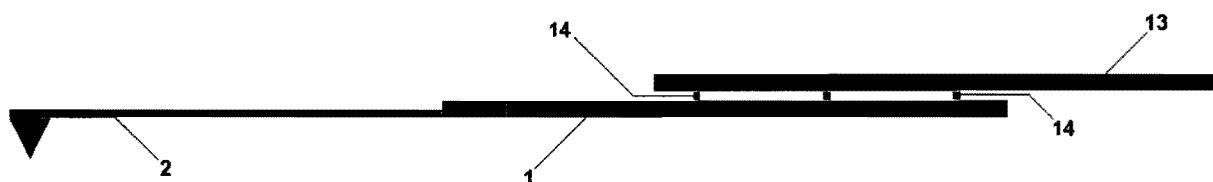


Figura 2



A - 2 0 1 5 - - 0 0 4 6 -
2 2 -01- 2015

Figura 3

