



(11) RO 130498 A0

(51) Int.Cl.

B41J 2/005 (2006.01),

B32B 27/00 (2006.01),

D03D 17/00 (2006.01)

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2015 00145

(22) Data de depozit: 26.02.2015

(41) Data publicării cererii:
28.08.2015 BOPI nr. **8/2015**

(71) Solicitant:

- **BRIȘAN CORNEL MIRCEA,**
STR. DOROBANȚILOR NR. 85 AP. 5,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
- **BARA MIRCEA VIOREL,**
STR. PASTORULUI NR. 36, CLUJ-NAPOCA,
CJ, RO;
- **MUNTEANU LIGIA ADRIANA,**
ALEEA COSTINEȘTI NR. 10, BL. 5, AP. 1,
SC. A, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;
- **CHIROIU VETURIA LENUTA,**
ALEEA COSTINEȘTI NR. 10, BL. 5, AP. 1,
SC. A, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:

- **BRISAN CORNEL MIRCEA,**
STR. DOROBANȚILOR NR. 85 AP. 5,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
- **BARA MIRCEA VIOREL,**
STR. PASTORULUI NR. 36, CLUJ-NAPOCA,
CJ, RO;
- **MUNTEANU LIGIA ADRIANA,**
ALEEA COSTINEȘTI NR. 10, BL. 5, AP. 1,
SC. A, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;
- **CHIROIU VETURIA LENUTA,**
ALEEA COSTINEȘTI NR. 10, BL. 5, AP. 1,
SC. A, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO

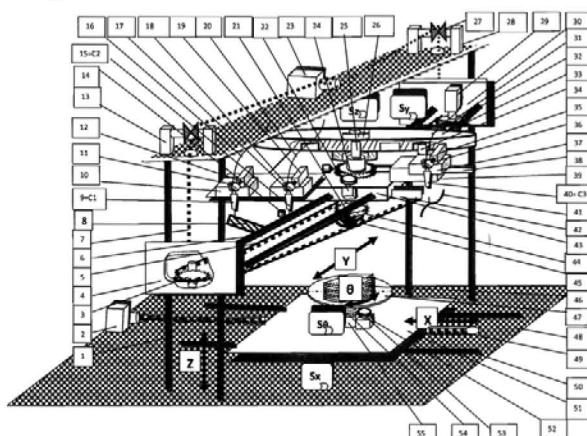
(54) PROCEDEU ȘI IMPRIMANTĂ 3-D DE REALIZARE A OBIECTELOR CE CONȚIN REȚELE DE MATERIALE ÎMPLÉTITE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o imprimantă 3D pentru realizarea obiectelor care conțin rețele de materiale împletite și la un procedeu de realizare a acestora, bazat pe depunerea de materiale diferite, cum sunt materialele termoplastice, compozite sau polimeri, în straturi de bază în care vor fi incluse rețele orientate, de tip țesătură, din fibre de materiale diferite. Imprimanta 3D conform inventiei este constituită dintr-un motor (23) care generează o mișcare de translație după axa Z, prin intermediul firului (7), pentru culisa (4) stângă și culisa (30) dreapta, un motor (29) care generează o mișcare de translație după axa Y, cu ajutorul unei curele (5) dințate, pentru suportul (44) port-duze și placă (51) suport, un motor (2) care generează o mișcare de translație după axa X, cu ajutorul surubului (49) cu bile, pentru placă (51) suport, un motor (52) care generează două mișcări de rotație independente, cu ajutorul roțiilor (53 și 54) dințate, pentru masa (47) rotativă pe care se printează obiectul (46), un motor (22) care generează o mișcare de rotație după axa Z, pentru ghidajul (38), cu ajutorul roții (24) dințate, o curea (5) dințată care transmite o mișcare de rotație dependentă după axa Z, cu ajutorul cuplajului (45) electromagnetic, roții (21) dințate, axului (25) și discului (33), și o culisă (39) cu mișcarea de translație dependentă de rotația discului (33) și de relația $r_2 = r_m + h/2(\sin Z, \alpha)$ după care acesta este profilat. Procedeu conform inventiei constă într-o succesiune controlată de faze de depunere adezivă, prin termofuziune, a unor materiale cu punct de topire cuprins între 90 și 400°C, prin intermediul celor

3 duze (5, 15 și 40), a unor straturi de material intercalate, cu grosimi $g < 1$ mm, sub formă plină, sub formă de minicilindri sau sub formă de curbe sinusoidale intercalate între minicilindri, fazele de depunere repetându-se în aceeași ordine până se obține înălțimea dorită a obiectului care urmează a fi realizat.

Revendicări: 7
Figuri: 6



15

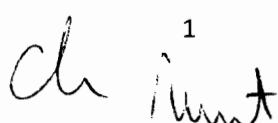
OFICIUL DE STAT PENTRU INVENTII SI MARCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. A 2015 DC 145
Data depozit 26 -02- 2015

Descrierea invenției

PROCEDEU ȘI IMPRIMANTĂ 3-D DE REALIZARE A OBIECTELOR CE CONȚIN REȚELE DE MATERIALE ÎMPLERITE

Prezenta invenție se referă la un **procedeu și imprimantă 3-D de realizare a obiectelor ce conțin rețele de materiale împletite** bazat pe depunerea de materiale cu proprietăți diferite cum ar fi materialele termoplastice (ABS, HDPE, PLA, PVA), polimeri sau compozite, în straturi de bază în care vor fi incluse rețele orientate, de tip țesătură, din fibre de materiale diferite. Procedeul va fi realizat pe o imprimantă 3-D cu cap de printare (cap port-duze), cu trei duze care are în structura lui un mecanism de generare a unor curbe ciclice. Metoda printării 3-D a unor obiecte prin depunere aditivă de material în straturi a fost prezentată prima dată de S. Crump în 1989 în brevetul US.Nr.5121329, care inițial presupunea costuri mari de implementare. Ca o tehnologie concurentă printării 3-D poate fi amintită sterolitografia propusă de C.W. Hull conform brevetului US. Nr. 4575330. Datorită creșterii performanțelor acționărilor și sistemelor de comandă și control utilizate în construcția imprimantelor 3-D s-a mărit performanța și fiabilitatea acestora. O importanță deosebită se acordă mării productivității imprimantelor 3-D, astfel în literatura de specialitate sunt propuse mai multe soluții tehnice în acest sens. O astfel de soluție este prezentată de N. D. Schumacher conform brevetului US. 8827684 în care se face referire la mărirea producțivității unei imprimante prin dezvoltarea unor capete de printare cu duze multiple care depun simultan materialul termoplastic aflat sub formă de filamente (fire) ce sunt stocate sub formă de bobine. Filamentul este antrenat, de un motor pas cu pas, prin intermediul unui extruder într-o duză încălzită unde are loc topirea controlată a materialului după care acesta este evacuat prin duza de printare peste stratul depus anterior, conform softului de conducere a procesului.

Scopul invenției este realizarea unui procedeu prin depunerea de material în straturi, care să permită obținerea de obiecte ce vor conține rețele orientate de fibre împletite, dobândind astfel proprietăți mecano-fizice dorite cum ar fi de exemplu un anumit coeficient de elasticitate sau de amortizare după o anumită direcție. Un alt scop al invenției este reducerea numărului de motoare de acționare prin folosirea mișcării principale de translație a capului de printare pentru poziționarea duzei 40 (cea care depune material sub formă de fire împletite) prin intermediul unui mecanism de generare de curbe ciclice. Deasemenea un alt scop al invenției este realizarea depunerii de material sub formă de fire

  1

care să reprezinte curbe ciclice a caror parametri caracteristici (amplitudinea și perioada) să poată fi modificați în corelație cu proprietățile impuse obiectului realizat.

Problema pe care o rezolvă invenția este aceea de a realiza un procedeu și o imprimantă 3-D care să permită obținerea de obiecte prin depunerea adezivă în straturi a diferitelor materiale ce au punct de topire între 90°C și 400°C și în a căror structură se pot insera rețele de tip țesătură orientată cu parametri ce pot fi modificați în mod controlat.

Invenția prezintă următoarele avantaje: -posibilitatea obținerii de obiecte a căror structură internă poate fi realizată astfel încât să corespundă anumitor solicitări externe; folosirea unui mecanism reglabil pentru poziționarea duzei de printare a firelor curbe cilice, la care antrenarea se realizează prin cuplare la transmisia prin cureua dințată ce realizează mișcarea de translație în plan orizontal a capului port-duze de printare.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției "Procedeu și imprimantă 3-D de realizare a obiectelor ce conțin rețele de materiale impletite" în legătură cu care figurile 1,2,3,4,5,6 prezintă,:

Fig.1- Vedere de ansamblu al instalației ;

Fig.2 - Secțiuni privind capul port-duze ;

Fig.3 - Vedere frontală a două discuri interschimbabile profilate sinusoidal.

Fig.4 – Vederi în perspectivă a capului port-duze când se generează două curbe ciclice de amplitudini diferite

Fig.5 – Schemă privind succesiunea fazelor de printare a unui strat complet

Fig.6 – Schemă privind realizarea orientării diferite a țesăturii de fire din două straturi

Imprimantă 3-D are posibilitatea de a face cinci mișcări principale independente (trei translații după axe X, Y, Z ; și două rotații după axa Z) și o mișcare de rotație și una de translație cuplate cu mișcarea de translație după axa Y ce antrenează mecanismul de generare a curbelor ciclice.

În corelație cu **figura 1** se pot explicita notațiile facute astfel: elementele de ghidare pe verticală **1** a capului port-duze; motorul pas cu pas **2** care deplasează după direcția X masa rotativă port-obiect; roata de curea dințată **3** care este lărgărită în culisa stânga **4** pentru deplasarea pe verticală ; cureaua dințată **5** care antrenează capul port-duze după direcția Y; elementele **6** de ghidare pe orizontală după direcția Y a capului port-duze; firul **7** ce

 2
Ivan Munteanu

antrenează deplasarea pe verticală a capului port-duze; amprenta de material **8** lăsată de duza **9**; suportul **10** pe care este amplasat extruderul **11** antrenat de motorul pas cu pas **12**; suportul port-rolă stânga **13** pentru ghidarea firului **7**; amprenta **14** lăsată de duza **15**, filamentul **16** din material folosit la printarea stratului de bază ; extruderul **17** prin care trece filamentul **20** din material folosit pentru realizarea structurii verticale a țesăturii, acesta fiind antrenat de motorul pas cu pas **19** ; suportul **18** pe care este amplasat extruderul **17**; roata de curea dințată **21** care antrenează mecanismul de generare a curbelor ciclice (sinusoide); motorul pas cu pas **22** care prin pinionul de pe ax antrenează roata dințată **24** prin care se poate modifica în timpul printării amplitudinea curbelor ciclice; motorul pas cu pas **23** pe axul căruia se înfășoară în sensuri opuse cele două fire prin care se tractează pe verticală capul port-duze; axul **25** pe care este montat discul profilat sinusoidal; piulița **26** care fixează discul profilat sinusoidal pe axul **25** ; rola **27** de ghidare a firului **7** care este lăgăruită în suportul **28** formând un subansamblu identic cu **13**; motor pas cu pas **28** pe axul căruia este montată o roată de curea dințată **31** identică cu roata **3**, folosit la antrenarea pe direcția **Y** a capului port-duze și a mecanismului de generare a curbelor ciclice; culisa dreapta **30** pentru deplasarea pe verticală, pe care este fixat motorul **28** ; filamentul **32** din material folosit la printarea firului sub formă de curbe ciclice; discul profilat frontal cu un canal sinusoidal **33** ce face parte din mecanismul de generare a curbelor ciclice; rola **34** lăgăruită pe un ax fixat în culisa **39** ce execută o mișcare rectilinie alternantă pe care este fixat suportul **37** ce susține motorul pas cu pas **35** ce antrenează filamentul **32** prin extruderul **36** determinând trecerea acestuia prin camera de topire aferentă duzei de printare **40** ; culisa **39** alunecă dealungul elementului de ghidare **38** ; amprenta de material **41** lăsată de duza **40** ; elementul **42** de care sunt fixate cele două capete ale curelei dințate **5** acesta fiind rigidizat de suportul (culisa) **43** ce se poate deplasa liniar pe cele două ghidaje paralele **6** , această placă suport are rolul de susținere a întregului cap port-duze și a mecanismului de generare de curbe ; **44** una din cele două ramuri libere ale curelei dințate ce sunt fixate în elementul **42** și care nu angrenează cu roata dințată **21** ; cuplajul electro-magnetic comandat **45** ce couplează sau decouplează roata **21** cu axul **25** ce antrenează mecanismului de generare de curbe; obiectul realizat **46** amplasat pe platoul rotativ **47** ce poate să se rotească cu unghiul **θ** ; placa suport **48** pe care sunt fixate cele patru ghidaje verticale **1** și cele două ghidaje orizontale **50** pe care poate culisa placa suport **51** cu ajutorul surubului cu bile **49** antrenat de motorul pas cu pas **2**; motorul pas cu pas **52** antrenează

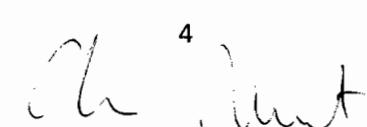
3
Mihai

prin intermediul roților dințate 53 și 54 în mișcare de rotație platoul rotativ 47 ce este lărgărit pe axul 56 ; S_x, S_y, S_z , și S_θ sunt senzori de poziție pentru mișările principale de translație după direcțiile X,Y,Z respectiv mișcarea de rotație după axa Z. Senzorii de temperatură din cele trei duze de printare precum și senzorii de poziție pentru elementul de ghidare 38 și culisa 39 ce ajută la determinarea poziției duzei de printare 40 , nu sunt poziționați in figura 1.

În figura 2 sunt prezentate următoarele vederi: - o secțiune prin capul port-duze (figura 2.a) cuprinsă într-un plan vertical perpendicular pe direcția Y în care se pune în evidență modul de lărgărire cu ajutorul unor rulmenți radial -axiali cu bile 57, a axului 25 și a elementului de ghidare 38 în suportul (culisă) 43. Deasemenea este prezentat sintetic modul de ansamblare prin caneluri a discului profilat 33 pe axul 25 și cel de antrenare a mecanismului de generare a curbelor ciclice, de către cureaua dințată 5 prin intermediul roții de curea 44 cuplată sau nu la axul 25 prin intermediul cuplajului electro-magnetic 45; - o secțiune prin capul port-duze (figura 2.b) cuprinsă într-un plan vertical în care se află și axa Y din care reiese poziționarea motorului 22 prin care se modifică direcția de alunecare a culisei 39 și o secțiune prin extruderul 36 care ghidează filamentul de material de lucru către duza încălzită 40; - o secțiune în plan vertical perpendicular pe direcția ghidajului 38 prin care sunt puse în evidență elementele intermediare (ghidaje liniare cu ace) între culisa 39 pe ghidajul 38, și lărgăuirea rolei cilindrice pe axul 34 , rolă care intră și interacționează cu canalul profilat de pe discul 33 ; - o secțiune cuprinsă în plan orizontal perpendicular pe axul 25 din care reiese amplasarea motoarelor pas cu pas 12, 22, 35 ce antrenează filamentele de material și a sistemului de blocare 58 , comandat electric , a roții dințate 24 și implicit a ghidajului 38.

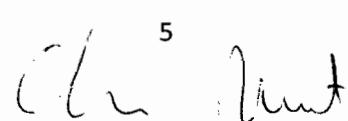
În figura 3 este prezentată sintetic forma discului în care este profilat un canal sinusoidal. Astfel, în figura 3.a se prezintă un detaliu din imprimanta 3-D în care apare capul port-duze din care se extrage discul profilat 33. Acest disc (figura 3.b) este profilat frontal după legea $r_2 = r_m + \frac{h}{2} \sin Z_1 \alpha$ care reprezintă o sinusoidă circulară unde sunt facute

notațiile : r_2 –raza curentă de profilare, r_m - raza cercului median, h - amplitudinea sinusoidei, Z_1 – numărul de perioade ale sinusoidei, astfel acest disc are $Z_1=4$, iar discul din figura 3.c, are $Z_1 =2$. Din studiul mecanismului de generare a traectoriei ciclice (sinusoidală) a duzei 40 se poate trage concluzia că numărul de curse duble a acesteia, la o

  4

rotație de 360^0 a discului , este egală cu Z_1 . Pentru a avea posibilitatea realizării unor curbe ciclice cu perioade diferite este nevoie să fie realizate mai multe discuri ce vor fi profilate cu un număr Z_1 de perioade diferite de la un disc la altul. Alegerea discului se va face în funcție de densitatea țesăturii care se dorește a fi incorporată în structura obiectului creat. Profilul canalului sinusoidal în secțiune va fi unul dreptunghiular conjugat cu profilul rolei 34.

În figura 4 este prezentat capul port duze in două situații distincte astfel: - cazul în care mecanismul de generat curbe ciclice permite printarea unui fir de material sub formă de sinusoidă cu amplitudinea h și $Z_1=4$ perioade la o rotație de 360^0 a discului 33 (fig. 4 a), amprenta de material depus este prezentată în planul vertical ca urmare a două rabateri succesive cu 90^0 după axa Y si axa X ; - cazul în care cu ajutorul motorului 22 se rotește ghidajul 38 cu unghiul θ după care se rigidizează de suportul 43 cu ajutorul blocatorului electromagnetic 58, depunerea de material se face sub forma unei sinusoide cu amplitudinea h^t mai mică decât amplitudinea h din cazul anterior ($h^t=h\cos\theta$) și $Z_1=4$ perioade la o rotație a discului. În figura 5 sunt prezentate schematic succesiunea fazelor active de depunere de material de către cele trei duze 5, 15 și 40, astfel: - în faza A se depune prin termofuziune un strat complet de material cu grosime $g < 1mm$, cu ajutorul duzei 5 rezultând stratul A1; - în faza B se depune peste stratul A1, prin termofuziune cu ajutorul duzei 15, intr-un număr finit de puncte material sub formă de minicilindri de diametru $d < 1mm$ și înălțime K unde $(2g+0.3) [mm] < k > 2 g [mm]$ rezultând stratul B1; - în faza C se depune material prin termofuziune cu ajutorul duzei 40 sub formă de curbe sinusoidale intercalate, ca o țesătură, printre minicilindrii depuși în faza B, când capul port- duze se deplasează într-un sens convențional de la (+) la (-) pe axa Y, rezultând stratul 5 ; - în faza D se depune material prin termofuziune cu ajutorul duzei 5 într-un strat de material cu grosime $g < 1mm$ și un număr de goluri egal cu numărul de minicilindri depuși în faza B , goluri ce au diametrul egal cu cel al minicilindrilor ,rezultând stratul D1 ; în faza E se depune cu ajutorul duzei 15 prin termofuziune material sub formă de minicilindri peste cei depuși în faza B, rezultând stratul E1 ; în faza F se depune material prin termofuziune peste stratul E1, cu ajutorul duzei 40, sub formă de curbe sinusoidale intercalate, ca o țesătură, printre minicilindrii depuși în faza E, când capul port- duze se deplasează într-un sens convențional de la(-) la (+) pe axa Y, rezultând stratul F1; în faza G se depune material prin termofuziune cu ajutorul duzei 15 într-un strat de material cu grosime $g < 1mm$ și un

  5

număr de goluri egal cu numărul de minicilindri depuși în faza E , goluri ce au diametrul egal cu cel al minicilindrilor ,rezultând stratul G1. În continuare se repetă fazele în succesiunea B, C, D, E, F , G până când se obine înățimea cerută de obiectul ce urmează a fi realizat, cu mențiunea că ultimul strat va fi un strat A. În **figura 6** se prezintă modul în care se poate realiza un obiect la care se cere ca rețelele de fibre să aibă orientări diferite de la un strat la altul. În **figura 6. a** se prezentat platoul rotativ **47** pe care se depune material în straturi a căror structură de fibre împletite poate fi orientată diferit prin indexarea palțoului rotativ cu unghiul θ cu ajutorul motorului pas cu pas **52**. În **figura 6. b** se prezintă schematic modul de obținere a unui corp format din două straturi cu rețele de fibre orientate relativ între ele cu unghiul θ .

Mug *[Signature]* *lin 6* *lucr*

Revendicări

1. Realizarea de produse prin depunere în straturi multiple prin termofuziune a unor materiale termoplastice sau compozite ce vor avea în structura internă rețele de fibre dispuse sub formă de țesătură cu o anumită densitate și o anumită direcție, care pot fi modificate de la un produs la altul, crescând performanțele mecano-fizice ale acestora, comparativ cu situația actuală în care depunerea se face în straturi omogene, este posibilă utilizând o imprimantă 3-D care execută: a) **trei mișcări de translație independente** astfel, *translație după axa Z* generată de motorul pas cu pas **23** prin intermediul firului **7**, pentru culisa stânga **4** și culisa dreapta **30**; *translație după axa Y* generată de motorul pas cu pas **29** cu ajutorul curelei dințate **5**, pentru suportul port-duze **44** și placa suport **51**; *translație după axa X* generată de motorul pas cu pas **2** cu ajutorul surubului cu bile **49**, pentru placa suport **51**; b) **două mișcări de rotație independente** astfel, *rotație după axa Z* generată de motorul pas cu pas **52** cu ajutorul roțiilor dințate **53** și **54**, pentru masa rotativă **47** pe care se prindează obiectul **46**; *rotație după axa Z* generată de motorul pas cu pas **22**, pentru ghidajul **38** cu ajutorul roații dințate **24**; c) **o mișcare de rotație dependentă** după axa Z generată de transmisia prin cureaua dințată **5**, cuplajul electro-magnetic **45**, pentru roata dințată **21**, axul **25** și discul **33**; d) **o mișcare de translație dependentă** a culisi **39**, de rotația discului **33** și de relația $r_2 = r_m + \frac{h}{2} \sin Z_1 \alpha$ după care acesta este profilat.

2. Pe suportul port-duze **43**, conform revendicării 1, sunt montate duzele fixe **9**, **15** și duză mobilă **40** cu camere de topire a materialului aflat sub formă de filamente **16**, **20** și **32** ce trec prin extruderele acționate de motoare pas cu pas **12**, **19** și **35**.

3. Pe suportul port-duze **43**, conform revendicării 1, este montat un mecanism ce poate fi cuplat sau decuplat, cu ajutorul unui cuplajul electro-magnetic **45**, la transmisia cu curea dințată **21**, acesta generând curbe ciclice ce definesc caracteristicile rețelelor de fibre țesute.

4. Amplitudinea curbelor ciclice, conform revendicării 3, poate fi modificată prin schimbarea direcției ghidajului **38** pe care se află duza ce depune acest tip fibre, cu ajutorul motorului pas cu pas **22**, urmând ca ghidajul aflat pe noua direcție să fie rigidizat de suportul port-duze **43** cu ajutorul sistemului de blocare **58** și a roții dințate **24** care este solidar legată de ghidaj, pe durata printării acestora.



5. Perioada curbelor ciclice, conform revendicării 3, poate fi modificată prin montarea unui alt disc **33** profilat frontal ce va avea un alt număr de perioade Z_1 .
6. Schimbarea orientării rețelelor de fibre în țesătură, conform revendicării 1, se poate realiza cu ajutorul motorului pas cu pas **52**, prin rotirea controlată a mesei rotative **47** pe care se printează obiectul **46**.
7. Realizarea straturilor de material, conform revendicării 1, în care sunt incluse rețele de fibre sub formă de țesătură, presupune parcurgera fazelor de depunere a materialului în succesiunea **A, B, C, D, E, F, G**, după care se repetă fazele în succesiunea **B, C, D, E, F, G**, de câte ori este necesar pentru realizarea unei înălțimi la care după adăugarea ultimului strat depus prin parcurgerea fazelor **B, C, D, E, F, G, A**, se va obține forma finală a obiectului.

Marf *S* *C. Munt*

2015 001 -
26 -02-2015

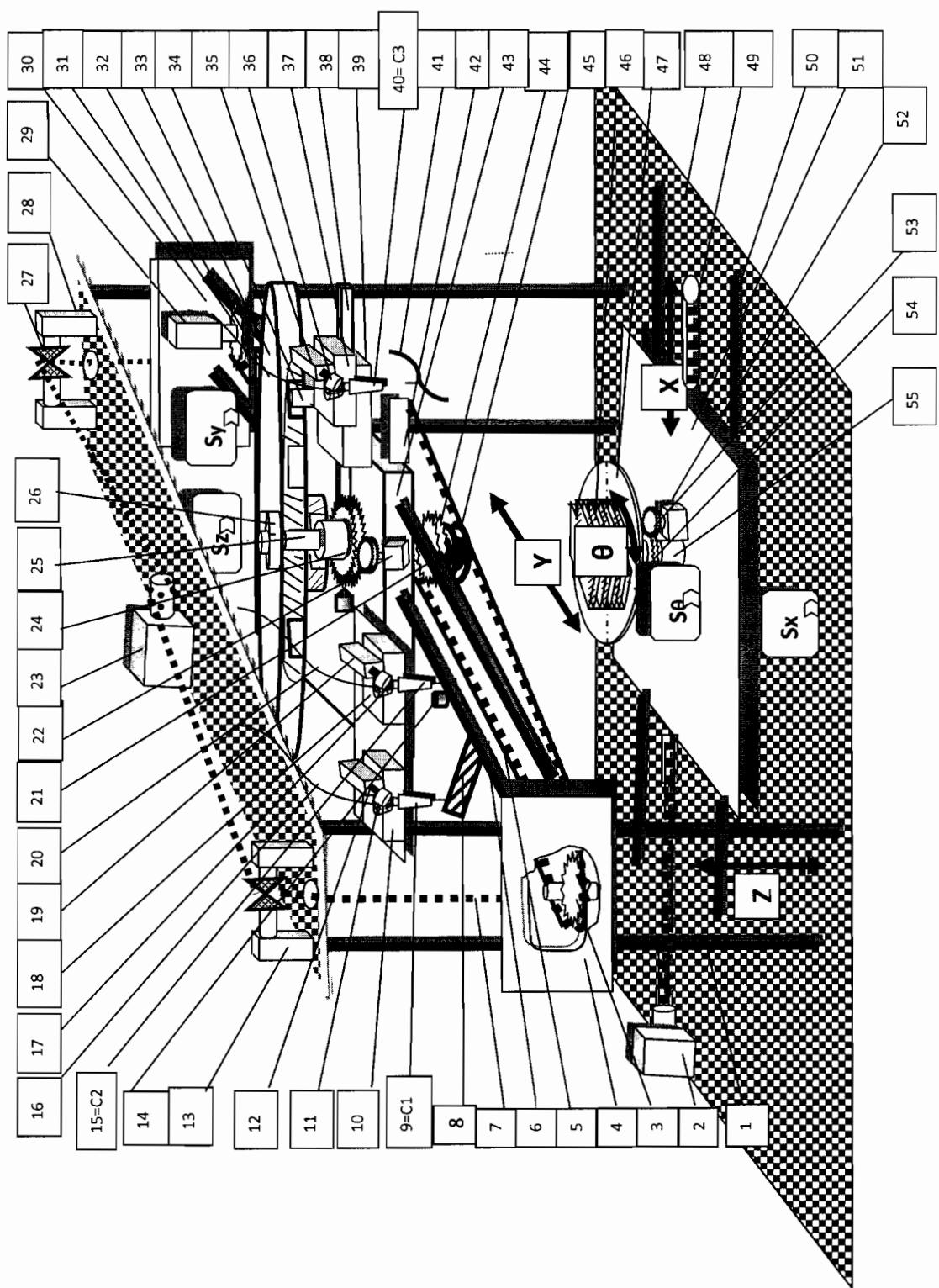


Fig.1

OBay *Am Mutt*

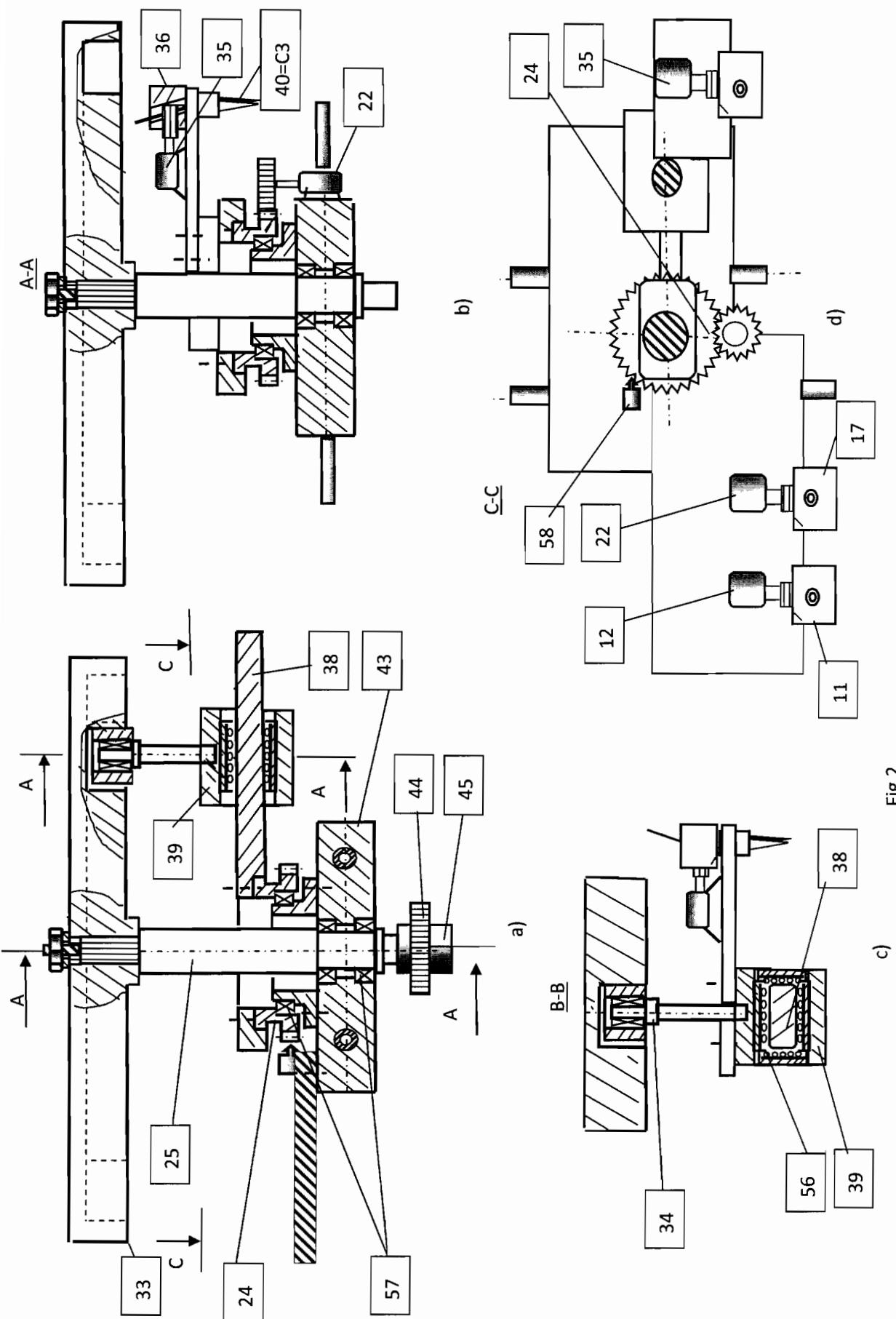


Fig.2

2015 0015--
26-02-2015

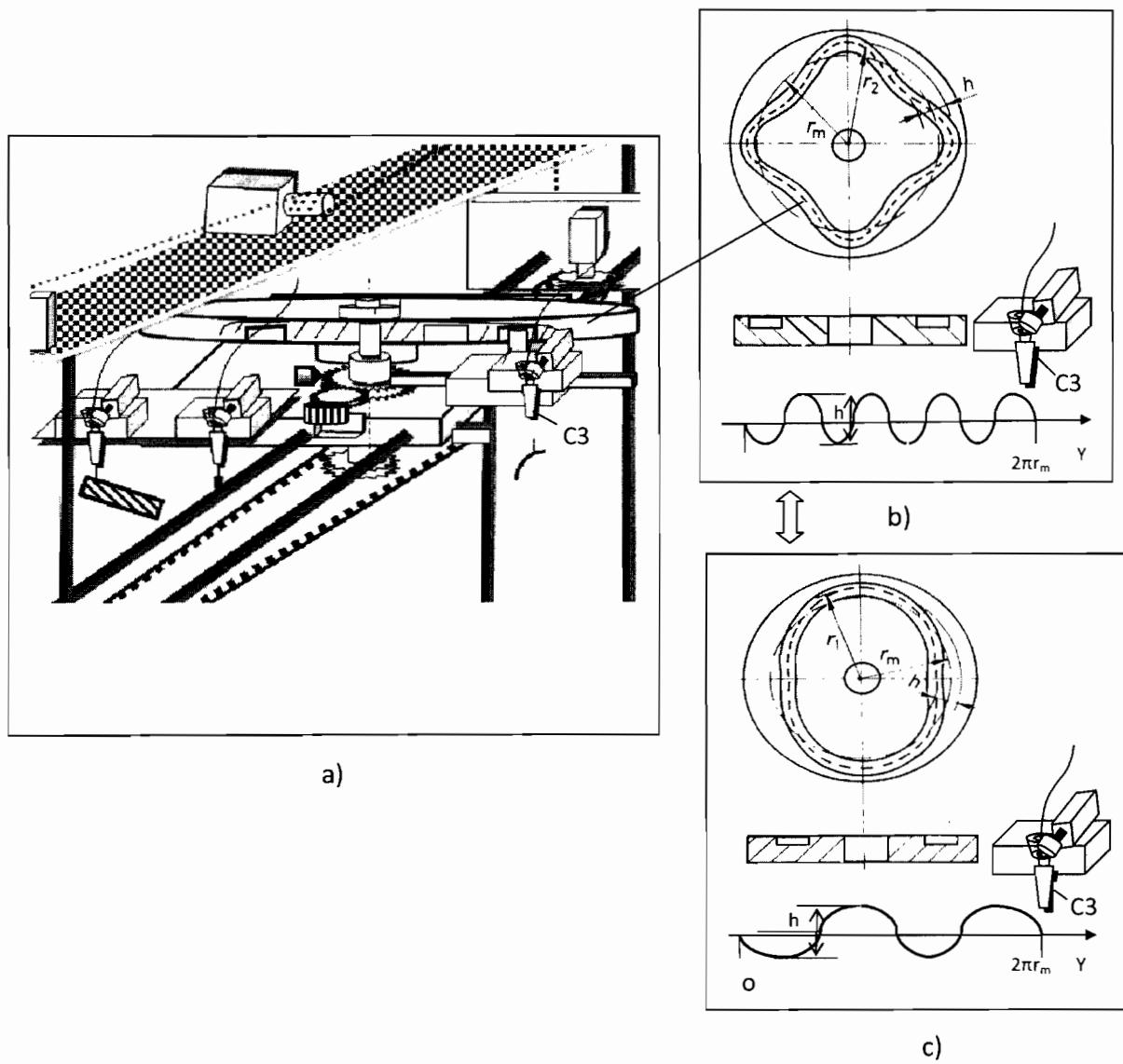
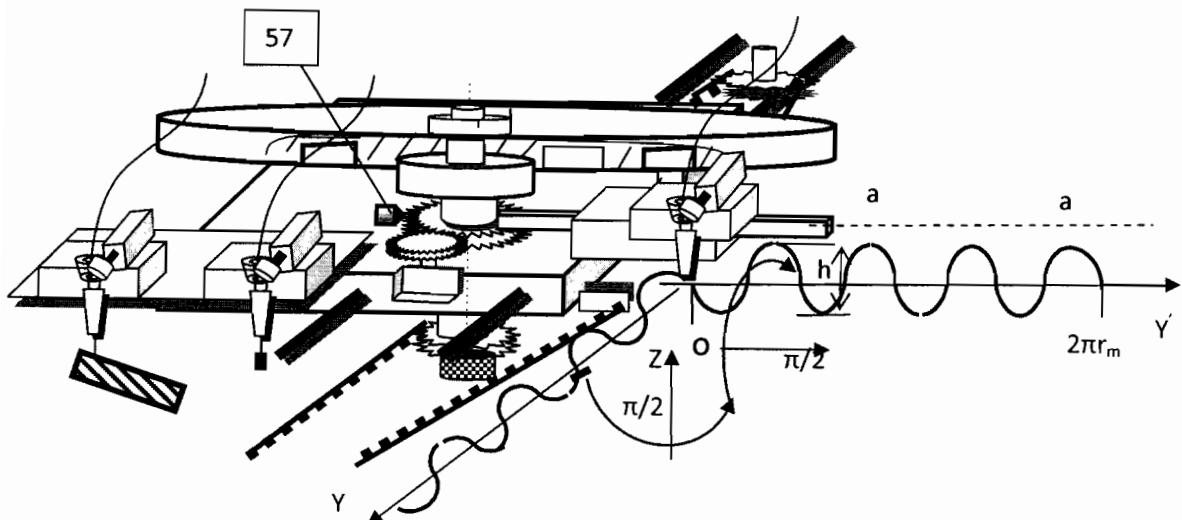


Fig. 3

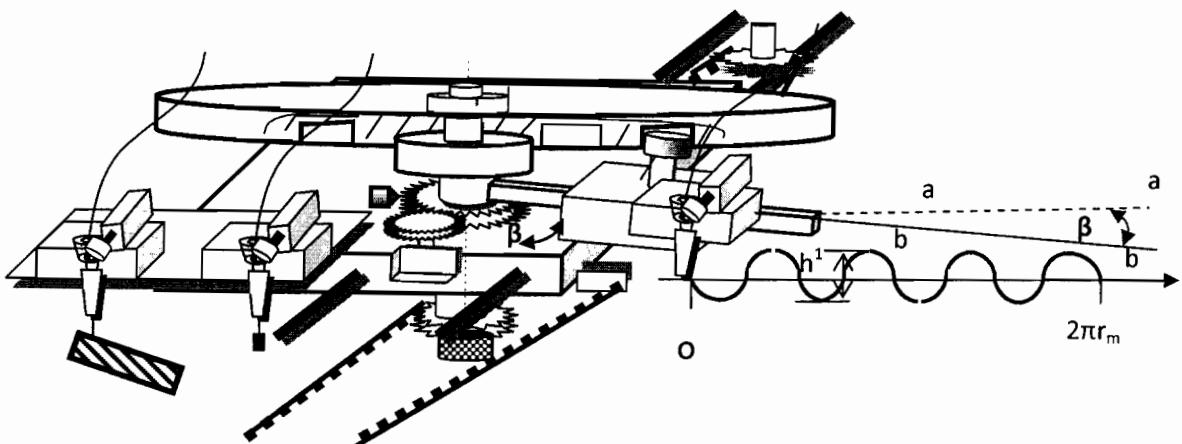
A-2015 00145--

26-02-2015

b7



a)



b)

Fig.4

ABP ~~✓~~ the next

2015 0015--
26-02-2015

22

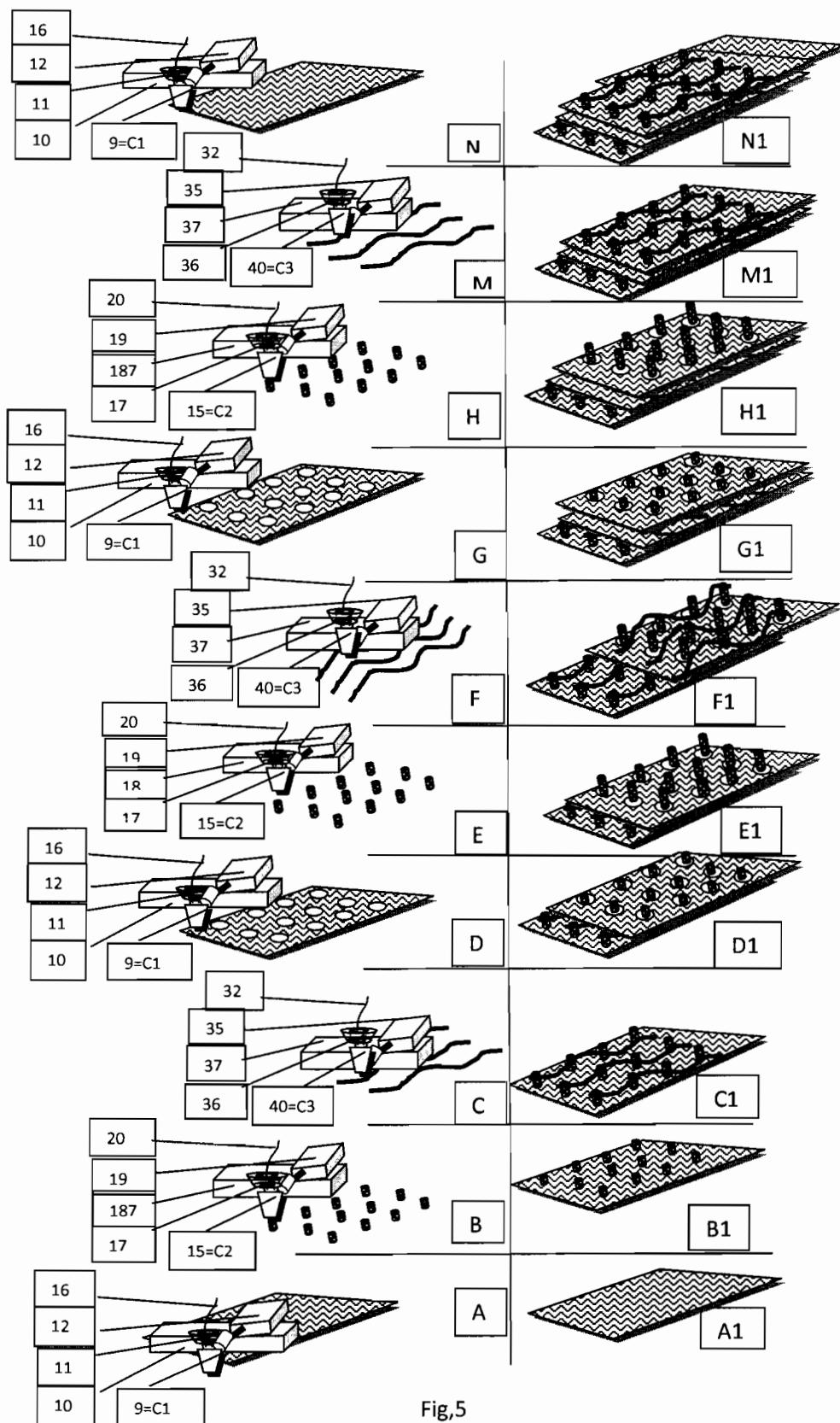


Fig.5

Winf ~~xx~~ *M. Murt*

2015 0013--
26-02-2015

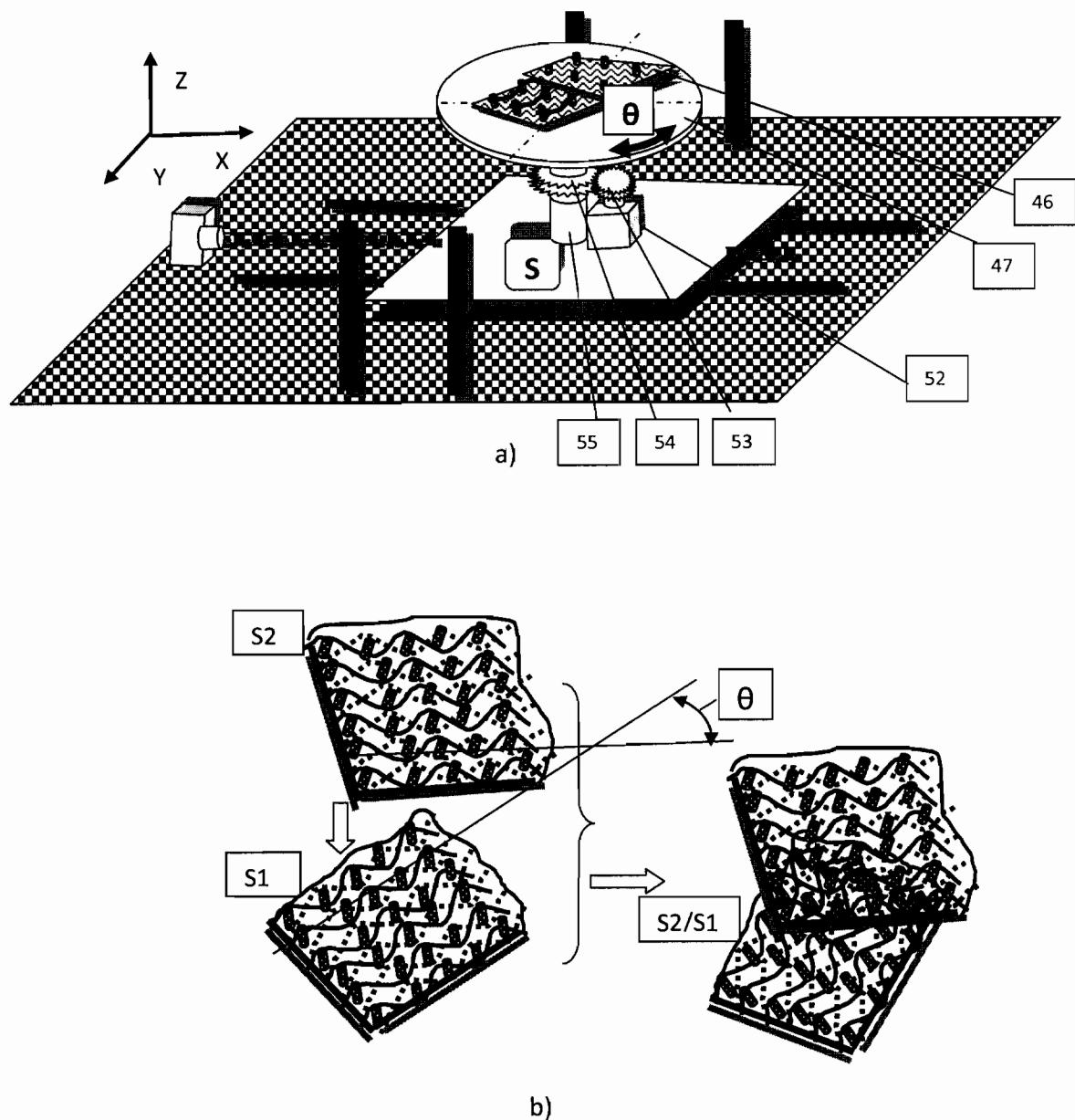


Fig.6

erst ~~z~~ an Met