



(12) **BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2018 00763**

(22) Data de depozit: **01/10/2018**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/06/2023** BOPI nr. **6/2023**

(41) Data publicării cererii:  
**29/05/2020** BOPI nr. **5/2020**

(73) Titular:  
• **UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN  
CLUJ-NAPOCA, STR.MEMORANDUMULUI  
NR.28, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO**

(72) Inventatori:  
• **COSMA SORIN COSMIN,  
STR.REPUBLICII, NR.10, AP.1, TURDA, CJ,  
RO;**  
• **BĂLC NICOLAE OCTAVIAN,  
STR. DORNEI NR. 31, CLUJ-NAPOCA, CJ,  
RO;**

• **POPAN ALINA IOANA, STR.PARÂNG,  
NR.35, BL.T3, AP.45, CLUJ NAPOCA, CJ,  
RO;**  
• **HENDEA RADU EMIL,  
STR.AUREL VLAICU, NR.3/302,  
CLUJ NAPOCA, CJ, RO**

(74) Mandatar:  
**CABINET DE PROPRIETATE  
INDUSTRIALĂ CIUPAN CORNEL, STR.  
MESTECENILOR NR. 6, BL. 9E, SC.1, AP.  
2, CLUJ NAPOCA, CJ**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**WO 2017/123107 A1; US 9183325 B2;  
US 2016/0121430 A1**

(54) **METODĂ DE REALIZARE A UNUI SUPORT UTILIZAT  
LA OBTINEREA UNUI PRODUS PRIN TOPIRE SELECTIVĂ  
CU LASER CU SCANARE DIFERENȚIATĂ**



# RO 134105 B1

1           Invenția se referă la o metodă de realizare a unui suport utilizat la obținerea unui  
produs prin topire selectivă cu laser cu scanare diferențiată, adică pentru ancorarea pieselor  
3           în timpul procesării lor prin topire selectivă cu laser (Selective Laser Melting -SLM). Scopul  
metodei este de a îmbunătăți calitatea suporturilor printr-o mai bună adeziune la contactul cu  
5           platforma de lucru a echipamentului SLM, respectiv la contactul cu piesa. Aplicarea metodei  
este în domeniul tehnologiilor aditive (Additive Manufacturing - AM) care folosesc materiale  
7           sub formă de pulbere și lasere pentru topirea și adeziunea particulelor.

          În general, tehnologia SLM permite fabricarea directă a pieselor cu geometrie  
9           complexă, pornind de la un model digital tridimensional. Tehnologiile AM care utilizează  
lasere și materii prime sub formă de pulbere sunt: topirea selectivă cu laser (Selective Laser  
11          Melting - SLM), sinterizarea directă cu laser a metalelor (Direct Metal Laser Sintering  
-DMLS), topirea cu fascicul laser (Electron Beam Melting - EBM) și altele similare. Fabricarea  
13          pieselor prin aceste tehnologii se realizează prin depunerea unor straturi succesive de  
pulbere care sunt scanate cu laser, urmărind secțiunea 2D a suporturilor și a piesei.

15          Pentru realizarea unor piese cu ajutorul tehnologiilor aditive, materialul este depus  
strat cu strat. Scanarea cu laser are rolul de face punți de sudură în pulberea metalică, în  
17          vederea consolidării acesteia. Principiul de bază al tehnologiilor aditive este următorul: se  
depune un strat de pulbere, apoi acesta este scanat cu laserul, conform geometriei piesei  
19          în secțiunea respectivă, iar ciclul se repetă strat cu strat până la finalizarea piesei.

          Pentru realizarea unor piese precise, depunerea de material trebuie să fie foarte bine  
21          controlată, atât prin poziționarea precisă a punctelor în care lucrează laserul cât și prin  
parametrii de proces ai scanării. Dintre parametrii de proces ai scanării foarte importanți sunt:  
23          viteza de scanare și puterea laserului. Pentru fabricarea pieselor prin tehnologii aditive este  
nevoie de suportți care să ancoreze și să susțină piesele fixe în raport cu platforma de lucru  
25          a mașinii, pe tot parcursul procesului tehnologic. Suportții sunt fabricați direct pe platforma  
de lucru a echipamentului SLM, iar pe ei sunt procesate piesele. Suportții au rolul de a sus-  
27          ține piesele și de a preveni deformarea lor în timpul fabricației SLM, fenomen uzual întâlnit  
în procesul SLM, fiind provocat de tensiunile termice foarte mari ce sunt acumulate în repe-  
29          rele fabricate. Totodată, suportții au rolul de a permite fabricarea pieselor la o anumită dis-  
tanță față de placa echipamentului SLM, evitând procesarea pieselor direct pe platforma de  
31          lucru. Dacă piesele s-ar fabrica fără suportți, ele ar fi procesate direct pe platforma de lucru,  
fapt care ar conduce la imposibilitatea de a susține unele margini ale pieselor, respectiv- la  
33          îngreunarea semnificativă a operațiilor de post-procesare a pieselor (exemplu: dificultăți  
multiple la îndepărtarea pieselor sudate direct pe placa de lucru).

35          La ora actuală există diferite forme privind designul suporturilor, iar metoda lor de  
fabricație este cea cunoscută adică fiecare strat al secțiunii 2D a suportului este scanată cu  
37          laserul o singură dată cu aceeași parametri de proces. Această metodă de a fabrica suportții  
poate duce pe de-o parte la desprinderea lor de pe platforma de lucru în special a primelor  
39          straturi procesate. Pe de altă parte, topirea insuficientă a suporturilor la contactul suporturilor cu  
piesa poate contribui la deformarea unor suprafețe în timpul fabricației SLM datorită  
41          tensiunilor interne ce există în repere. Aceste probleme sunt cunoscute de inventatori din  
experiența și expertiza deținută în domeniul fabricației SLM. Totodată, numeroase lucrări  
43          științifice publicate în reviste de prestigiu de către diverse centre internaționale de cercetare  
descriu aceste probleme. Fenomenul tensiunilor reziduale ce apare în piesele fabricate prin  
45          SLM sau alte procedee similare este cauzat de ciclul rapid prin care se face topirea și răcirea  
unui strat scanat cu laserul. Aceste tensiuni ridicate pot fi diminuate prin fabricarea unor  
47          suportți adecvați care să mențină piesa până la finalizarea procesului SLM și în timpul  
post-procesării, prin tratamente termice. Astfel, este nevoie de noi abordări privind metoda  
49          de fabricare a suporturilor deoarece cea existentă poate conduce la fabricarea unor piese  
rebut.

# RO 134105 B1

Metoda cunoscută de fabricare SLM a suporturilor este aceeași cu cea privind fabricația pieselor și este prezentată în brevetul cu nr. <b>DE 1996149865</b> și presupune următorii pași:	1
- transformarea modelului 3D în format 2D prin felierea suporturilor și a piesei în straturi cu o grosime între 0,02-0,10 mm;	3
- depunerea unui strat orizontal de pulbere metalică având grosimea egală cu cea definită la pasul 1;	5
- scanarea selectivă cu laser doar a secțiunii 2D (exemplu: secțiunea 2D a suportului);	7
- depunerea unui nou strat de pulbere și repetarea pasului 3;	9
- repetarea pașilor 3 și 4 până la ultimul strat.	
Totodată, mai este cunoscut și brevetul cu nr. <b>US 20160121430 A1</b> care prezintă o metodă pentru producerea unei componente utilizând mai multe lasere dispuse unul lângă celălalt, care scanează regiuni diferite ale unei secțiuni. Acest procedeu prezintă cum mai multe lasere pot scana stratul de pulbere, însă nu se fac precizări clare privind modul de configurare a parametrilor de proces sau dacă metoda permite scanarea multiplă a unei zone cu diferite lasere. Este cunoscută și metoda din documentul cu nr. <b>WO 2017123107 A1</b> care propune fabricarea pieselor prin tehnologii AM utilizând scanarea dublă cu laser a unui strat de pulbere. Metoda folosește două strategii de scanare distincte care sunt aplicate succesiv pe un strat. Din punct de vedere al materialelor utilizate de această metodă, inventatorii au limitat-o la metale amorfe. Totodată, metoda se restrânge la doar două scanări cu laserul a fiecărui strat, inclusiv a straturilor care formează suportii ce ancorează piesele.	11
	13
	15
	17
	19
	21
Dezavantajul metodelor consacrate de realizare a suporturilor specifici tehnologiei SLM este că nu folosesc scanare diferențiată a suporturilor în funcție de complexitatea pieselor ce trebuie să le ancoreze în timpul fabricației SLM.	23
Din punct de vedere al formei suporturilor, există câteva patente ale unor metode de proiectare și fabricație a suporturilor necesari procesării pieselor prin AM. Astfel, este cunoscut procedeul prezentat în documentul cu nr. <b>CN 107856311 A-2017</b> care propune utilizarea unor suportii formați dintr-un trunchi cu minim 2 ancore la contactul cu piesa- design similar unui „arboare”. Vârful unei ancore la contactul cu piesa fabricată prin AM are o suprafață de până la 4 ori mai mare comparativ cu grosimea unui strat. În același scop, mai este cunoscut și brevetul cu nr. <b>EP 2910362 A1- 2014</b> care prezintă o metodă de fabricație AM a structurilor suport având o formă similară celei amintite anterior. Acești suportii stabilizează mecanic marginile exterioare ale piesei și prin diverse ancore fine la contactul cu piesa, disipează căldura în zone mai îndepărtate de reper.	25
	27
	29
	31
	33
Este de asemenea cunoscută metoda prezentată în brevetul cu nr. <b>US 9183325 B2-2013</b> care propune fabricarea suporturilor care ancorează piesele complexe prin identificarea tuturor suprafețelor ce necesită structuri de sprijin pentru obiectul de fabricat și generarea unor suportii cu trunchi vertical și apex aproximativ perpendicular pe suprafața analizată. Dezavantajul acestor metode este că se referă doar la forma suporturilor nu și la metoda de procesare tehnologică a lor, în principiu ei fiind realizați utilizând aceeași parametri de proces, neputând fi îmbunătățiți pentru zonele de contact.	35
	37
	39
	41
Un alt document: <b>US 2016/0121430 A1</b> , prezintă o metodă de producere a unei componente prin topire selectivă cu laser, în care un număr de lasere dispuse unul lângă altul generează un câmp laser, în urma căruia materialul sub formă de pulbere poate fi topit într-o manieră selectivă în scopul generării de contururi, laserele individuale ale aranjamentului putând fi pornite sau oprite în mod selectiv pentru a iradia sau nu anumite regiuni.	43
	45
	47

# RO 134105 B1

1 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este de a oferi o metodă de fabricație  
a suporturilor utilizați la obținerea unor produse prin topire selectivă cu laser a îmbunătăți  
3 adeziunea cu platforma de lucru, respectiv- cu piesa, și pentru a oferi o rezistență mecanică  
superioară, reducând astfel efectele tensiunilor reziduale din piesele fabricate prin SLM.

5 Metoda conform invenției, de realizare a unui suport utilizat la obținerea unui produs  
prin topire selectivă cu laser cu scanare diferențiată, rezolvă această problemă tehnică prin  
7 aceea că cuprinde etapele de: inițializare a parametrilor de proces aferenți scanării zonei  
inferioare a suportului, depunerea strat cu strat a materialului și scanarea cu laser a  
9 secțiunilor 2D ale suportului cuprinzând trei părți: o zonă inferioară de contact cu platforma  
de lucru, o zonă superioară pe care se fixează piesa de confecționat și o zonă mediană,  
11 pentru evitarea tensiunilor interne și pentru obținerea unei calități superioare a piesei,  
scanarea suportului fiind făcută diferențiat pe cele trei zone ale produsului tip suport, zona  
13 inferioară fiind consolidată printr-un proces de scanare multiplă cu  $k_1 \geq 2$  treceri pe fiecare  
strat, zona superioară fiind consolidată prin scanare cu  $k_2 \geq 2$  treceri pe un strat, iar zona  
15 mediană fiind scanată cu laserul pentru consolidare o singură dată ( $k_0 = 1$ ) pe fiecare strat  
depus de material tip pulbere metalică.

17 Metoda conform invenției prezintă următoarele avantaje:

19 - posibilitatea creșterii aderenței suporturilor la contactul cu platforma de lucru a  
echipamentului SLM și la contactul cu piesa;

21 - obținerea unor suporturi cu micro-structură diferită prin scanarea multiplă cu laser și  
cu diferiți parametri de proces în zona inferioară, mediană și respectiv- superioară;

23 - utilizează o tehnologie aditivă existentă (SLM);

25 - metoda este accesibilă și se poate integra/aplica în sistemele SLM existente;

27 - poate fi utilizată pentru orice tip de material sub formă de pulbere;

29 - nu există nici o limită a complexității formei suportului, astfel încât metoda de  
fabricare propusă poate fi aplicată pe orice model;

31 - îmbunătățirea caracteristicilor fizico-mecanice ale suporturilor prin scanarea multiplă  
cu laser a unei secțiuni dintr-un strat de pulbere;

33 - evitarea fisurilor și a altor defecte din zonele inferioare și superioare ale suporturilor  
prin scanarea multiplă cu laser a unei secțiuni dintr-un strat de pulbere;

35 - metoda propusă nu are impact negativ asupra mediului.

Invenția este prezentată pe larg în continuare în legătură și cu fig. 1...2 care reprezintă:

37 - fig. 1, algoritmul de aplicare a metodei revendicate;

39 - fig. 2, exemplu de aplicare a invenției pentru realizarea unui suport cilindric care  
susține o piesă fabricată prin SLM.

41 Metoda de realizare a suporturilor utilizați în topire selectivă cu laser prin scanare  
diferențiată, conform invenției, presupune realizarea următorilor pași:

43 - se inițializează parametrii de proces SLM aferenți scanării zonei inferioare a  
suporturilor;

45 - se depune primul strat de pulbere și se scanează cu laserul prima secțiune 2D a  
suportului;

47 - următoarele  $N_1$  straturi ( $N_1 = 10-20$  straturi) se depun și topesc succesiv într-un ciclu  
de scanare multiplă cu  $k_1$  treceri ( $k_1 = 2-4$  scanări/strat), având parametrii de proces specifici  
primei zone;

49 - se configurează parametrii de proces pentru zona mediană a suportului, pentru  
topirea fiecărui strat cu o singură scanare, se depun și se scanează atâtea straturi până  
când se ajunge la ultimele  $N_2$  straturi ale suportului;

# RO 134105 B1

- se reconfigurează parametrii de proces pentru scanarea zonei superioare a suportului și se reia ciclul de scanare multiplă în  $k_2$  treceri ( $k_2 = 2-4$  scanări/strat), a unei secțiuni din stratul anterior depus, se scanează repetat de  $k_2$  ori ultimele  $N_2$  straturi ( $N_2 = 10-20$  straturi) rămase până la finalizarea suportului și a contactului cu piesa;

- se continuă fabricația piesei peste suportul realizat.

Algoritmul de aplicare a acestei metode se prezintă în fig. 1. Pe baza formei suporturilor, a materialelor și în funcție de cerințele tehnico-funcționale ale piesei, se face configurarea inițială a parametrilor de proces SLM. În blocul de inițializare **1** se stabilesc numărul total de straturi  $N_T$ , numărul de straturi ale zonei de început  $N_1$  și numărul de straturi ale zonei finale  $N_2$  a suportului.  $N_T$  se obține ca raport între înălțimea suportului și grosimea straturilor. Suportul se va realiza diferențial, în trei zone diferite, astfel: o zonă de început cu o scanare laser de  $k_1$  treceri pe fiecare secțiune 2D a suportului, o zonă mediană cu o scanare ( $k_0 = 1$ ) pe fiecare strat și o zonă terminală cu o scanare de  $k_2$  treceri pe fiecare strat. În general, pentru zona de început și cea terminală se folosesc 2-4 treceri de scanare, iar pentru zona de mijloc, o singură trecere. În mod evident, în funcție de aplicație se pot alege valori adecvate ale parametrilor  $k_1$  și  $k_2$ . Aceste valori precum și cele ale numărului de straturi din zona de început sau de final ( $N_1$  sau  $N_2$  pot avea 10-20 de straturi) sunt stabilite de utilizatorul metodei, în funcție de complexitatea piesei ce trebuie susținută de suporti, precum și de materia primă utilizată.

În blocul **2** din fig. 1 are loc o inițializare a numărului curent de straturi  $n$  ( $n=0$ ) și a numărului de treceri pentru primul strat ( $k = k_1$ ). După aceste inițializări, în blocul **3** are loc depunerea stratului de pulbere, iar în blocul **4**, scanarea cu laser a stratului de  $k$  ori. Valoarea lui  $k$  este cea stabilită în blocul **2**. După fiecare strat depus și scanat, are loc o contorizare **5** a numărului de straturi depuse. Blocul de decizie **6** are rolul de a menține procesul de scanare multiplă în  $k_1$  treceri până când se depun primele  $N_1$  straturi.

După ce s-au depus primele  $N_1$  straturi, se consideră prima parte a suportului finalizată și se va intra într-un nou regim de scanare, cu o singură scanare pe strat ( $k=1$ ). Blocul decizional **7** are rolul parcurge zona mediană a suportului și astfel se scanează o singură dată fiecare strat până când se ajunge la ultimele  $N_2$  straturi, aferente ultimei părți a suportului. Blocul decizional **9** va repune sistemul în procesul de scanare multiplă prin inițializarea **10** a numărului de treceri la valoarea  $k = k_2$ . Acest proces se va menține până la finalizarea suportului **11**.

Astfel, pe larg, pentru a optimiza fabricația suporturilor în funcție de complexitatea și gabaritul piesei pe care urmează să o ancoreze, metoda pornește de la proiectarea sau modelarea suporturilor, "feliere" a lor la o anumită grosime (între 0,02-0,1 mm) precum și alte operații specifice tehnologiei SLM, înglobate în pasul (1), din fig. 1. Tot în această etapă este setat numărul de straturi ce sunt scanate multiplu în zona inferioară ( $N_1$ ) și superioară a suportului ( $N_2$ ), valori cuprinse în intervalul 10-20 de straturi, respectiv de câte ori se va repeta scanarea unei secțiuni din zona inferioară ( $k_1$ ) sau superioară ( $k_2$ ), valori cuprinse între 2-4 scanări cu laserul ale unei secțiuni. Tot aici se configurează inițial parametrii de proces aferenți scanării secțiunilor din zona inferioară a suportului. Principalii parametri de proces SLM care pot fi configurați sunt puterea laserului, viteza de scanarea a laserului, distanța dintre doi vectori de scanare (dacă este cazul), strategia de scanare și grosimea stratului de pulbere. Toate aceste operații de pregătire a fabricației SLM sunt realizate la pasul (1). După setarea acestor parametri, în pasul (2) se inițializează numărul curent de straturi  $n$  ( $n=0$ ) și numărul de treceri pentru primul strat ( $k = k_1$ ). În pasul (3) se depune primul strat de pulbere pe platforma de lucru a echipamentului SLM, apoi se scanează cu  $k_1$  treceri

# RO 134105 B1

1 prima secțiune 2D a suportului (pasul 4, fig. 1). Se incrementează apoi  $n$  cu  $n+1$ , (practic se  
face trecerea logică la următorul strat utilizând acest contor). Fiind în zona inferioară a  
3 suportului se intră în ciclul de scanare multiplă cu laserul a unui strat de  $k_1$  treceri (vezi pasul  
5 și 6, fig. 1). Acest ciclu se repetă până când au fost scanate multiplu primele  $N_1$  straturi  
5 (10-20 de straturi), după care se trece la zona mediană a suportului (vezi pasul 7, fig. 1),  
unde se pot configura alți parametri de proces SLM, iar laserul scanează un strat o singură  
7 dată prin  $k = 1$  (pasul 8, fig. 1). În această zona mediană a suportului se intră într-un ciclu  
normal unde se depune un strat de pulbere, care este scanat cu laserul o singură dată  
9 conform secțiunii 2D a suportului prin decizia de la pasul 7. Acest ciclu se repetă până când  
se ajunge la ultimele  $N_2$  straturi ale suportului (pasul 9), moment în care se pot configura alți  
11 parametri de proces SLM și numărul de scanări pe un strat este de  $k_2$  ori (pasul 10, fig. 1).  
Se reintră astfel în ciclul de scanare multiplă a unui strat de  $k_2$  ori, se depun și se scanează  
13 multiplu ultimele straturi ale suportului (10-20 de straturi). Acest ciclu se repetă până la  
contactul cu piesa (pasul 11, fig. 1), moment în care se continuă procesul SLM cu fabricația  
15 piesei peste acest suport.

Soluția detaliată în schema din fig. 1 permite optimizarea fabricației suportilor atât din  
17 punct de vedere al numărului de scanări cât și a parametrilor de proces SLM. Astfel, în  
funcție de complexitatea și gabaritul piesei care trebuie fabricată prin procesul SLM, metoda  
19 prezentată permite configurarea numărului de straturi ce vor fi scanate multiplu, respectiv a  
numărului de scanări cu laser executate pe un strat. În plus, această metodă poate fi utilizată  
21 și de alte procese similare cu cel SLM, procese ce utilizează pentru fabricația pieselor lasere  
și materii prime sub formă de pulbere (exemple: metale, ceramice, materiale compozite,  
23 etc.). Procesele similare cu fabricația SLM sunt DMLS, EBM, etc.

În fig. 2 se prezintă un exemplu de aplicare a invenției pentru realizarea unui suport  
25 cilindric **13** care susține o piesă **14** fabricată prin SLM. Suportul **13** se fabrică direct pe  
platforma de lucru **15** a echipamentului SLM. Suportul **13** are o zonă inferioară **13a**, de  
27 contact cu platforma de lucru **15**, o zonă mediană **13b** și o zonă superioară **13c**, de contact  
cu piesa **14**. Numărul total de straturi prin care se realizează suportul **13** este  $N_T = 37$ .

29 Zona inferioară **13a** a suportului se realizează din 10 straturi ( $N_1=10$ ) care sunt  
scanate multiplu cu laserul, în trei treceri ( $k_1 = 3$ ).

31 Zona mediană **13b** a suportului se realizează din 17 straturi (adică  $N_T-N_1-N_2$ ), iar  
scanarea se face o singură dată prin  $k = 1$ .

33 Zona superioară **13c** a suportului se realizează din 10 straturi ( $N_2=10$ ) care sunt  
scanate multiplu cu laserul, în două treceri ( $k_2 = 2$ ).

35 Metodele uzuale de proiectare, generare virtuală și fabricație prin SLM a suportilor,  
utilizează programe soft adecvate, dar care nu prevăd/permit scanarea multiplă cu laser a  
37 primelor/ultimelor straturi depuse. Pentru a putea realiza această scanare repetată atât a  
primelor cât și a ultimelor 10-20 straturi, se poate trece pe comanda manuală a  
39 echipamentului SLM. Această comandă manuală constă în oprirea intenționată a sistemului,  
după fiecare scanare a unui strat și comanda manuală a repetării scanării aceluiași strat,  
41 încă o dată. Urmează depunerea următorului strat al suportilor, după care se oprește manual  
și se comandă repetarea scanării aceluiași strat, procesul continuând analog, iar după  
43 depunerea primelor 10-20 straturi (în funcție de complexitatea și de gabaritul piesei  
respective), se continuă ciclul uzual de fabricație a straturilor intermediare ale suportilor prin  
45 scanarea o singură dată a unui strat. Acest proces de scanare repetată se aplică și în cazul  
ultimelor 10-20 de straturi, ele ajungând să fie în contact cu piesa pe care o susțin.

# RO 134105 B1

În general, toți utilizatorii de echipamente SLM, folosesc o comandă automată a fabricației suporturilor care presupune depunerea și scanarea o singură dată a unui strat. Această comandă automată este gestionată și integrată în soft-uri specializate, disponibile comercial, fie de la furnizorii echipamentelor SLM, fie de la distribuitorii de soft-uri pentru fabricația aditivă 3D.

Exemplul ilustrat în fig. 2 și fabricat prin metoda din aceste brevet conduce la o sudare mai bună a suportului pe platforma de lucru SLM, respectiv- mai consistentă pe suprafața piesei. În prezent această scanare multiplă se comandă manual, conform cercetărilor proprii, dar va putea fi ulterior integrată în softurile uzuale de generare/fabricare a suporturilor.

În concluzie, metoda conform invenției prezintă o metodă de fabricare a suporturilor prin repetarea scanării unor secțiuni, oferind totodată posibilitatea inginerilor de a optimiza parametri de proces în zone sensibile cum ar fi cele de la contactul dintre suport și platforma de lucru (denumită și zona inferioară a suporturilor), respectiv de la contactul dintre suport și piesă (denumită și zona superioară a suporturilor). Astfel, atât zona inferioară cât și cea superioară a suporturilor vor avea o adeziune mai bună la aceste suprafețe și o rezistență mai ridicată, știindu-se faptul că scanarea multiplă cu laser conduce la îmbunătățirea caracteristicilor fizico-mecanice (exemplu: reducerea porozității spre 0,2%).

Legendă: 19

2D - bidimensional;

AM - Additive Manufacturing (tehnologie de prelucrare prin adăugare de material); 21

DMLS - Direct Metal Laser Sintering (sinterizare directă cu laser a metalelor);

EBM - Electron Beam Melting (topire cu fascicul laser); 23

SLM - Selective Laser Melting (topire selectivă cu laser);

$N_T$  - numărul total de straturi ale unui suport; 25

$N_1$  - numărul de straturi a zonei de început (10-20 de straturi);

$N_2$  - numărul de straturi a zonei finale a suportului (10-20 de straturi); 27

$n$  - contor privind incrementarea straturilor depuse și scanate;

$k_1$  - numărul de scanări aferente zonei de început a suportului (2-4 treceri pe strat); 29

$k_2$  - numărul de scanări aferente zonei finale a suportului (2-4 treceri pe strat).

# RO 134105 B1

## Revendicări

1

3

1. Metodă de realizare a unui suport utilizat la obținerea unui produs prin topire selectivă cu laser cu scanare diferențiată, cuprinzând etapele de: inițializare a parametrilor de proces aferenți scanării zonei inferioare a suportului (**13**), depunerea strat cu strat a materialului și scanarea cu laser a secțiunilor 2D ale suportului (**13**) cuprinzând trei părți: o zonă inferioară (**13c**) de contact cu platforma de lucru (**15**), o zonă superioară (**13a**) pe care se fixează piesa (**14**) de confecționat și o zonă mediană (**13b**), în minim una dintre zone scanarea de consolidare cu laser fiind realizată în minim două treceri, **caracterizată prin aceea că**, pentru evitarea tensiunilor interne și pentru obținerea unei calități superioare a piesei (**14**), scanarea suportului (**13**) se face diferențiat pe cele trei zone (**13a**, **13b**, **13c**), ale produsului tip suport, zona inferioară (**13c**) fiind consolidată printr-un proces de scanare multiplă cu  $k_1 \geq 2$  treceri pe fiecare strat, zona superioară (**13a**) fiind consolidată prin scanare cu  $k_2 \geq 2$  treceri pe un strat, iar zona mediană (**13b**) fiind scanată cu laserul pentru consolidare o singură dată ( $k_0=1$ ) pe fiecare strat depus de material tip pulbere metalică.

5

7

9

11

13

15

17

19

2. Metodă de realizare a unui suport utilizat la obținerea unui produs prin topire selectivă cu laser, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, zona inferioară (**13c**) se scanează în trei treceri ( $k_1=3$ ) pe fiecare strat, zona mediană (**13b**) se scanează într-o singură trecere pe un strat, iar zona superioară (**13a**) se consolidează prin scanare în două treceri ( $k_2=2$ ) pe un strat depus de material.

21

23

25

3. Metodă de realizare a unui suport utilizat la obținerea unui produs prin topire selectivă cu laser, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, zona inferioară (**13c**) se scanează în două treceri ( $k_1=2$ ) pe un strat, zona mediană (**13b**) se scanează într-o singură trecere ( $k_0=1$ ) pe un strat, iar zona superioară (**13a**) se consolidează prin scanare în două treceri ( $k_2=2$ ) pe un strat depus de material.

27

29

31

33

35

37

4. Metodă de realizare a unui suport utilizat la obținerea unui produs prin topire selectivă cu laser, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, pentru implementarea ei într-un program specific echipamentului de topire selectivă cu laser (SLM) cu scanare diferențiată, algoritmul programului menționat cuprinde un bloc (**1**) pentru configurarea inițială a parametrilor de proces SLM în care se stabilește și numărul total de straturi  $N_T$ , numărul de straturi  $N_1$  ale zonei inferioare (**13c**), numărul de straturi  $N_2$  ale zonei superioare (**13a**) și numerele  $k_1$  și  $k_2$  reprezentând numărul de repetări ale scanării în fiecare zonă, precum și un bloc (**2**) de inițializare a numărului  $n$  de straturi, două blocuri operaționale pentru depunerea de material (**3**) și pentru scanare cu laser (**4**), un contor (**5**) de indexare a numărului de straturi depuse și trei blocuri decizionale (**6**, **7**, **9**), cu rol de a inițializa numărul  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_0$  de scanări la valorile aferente zonei de lucru inferioară (**13c**), respectiv superioară (**13a**) și mediană (**13b**).



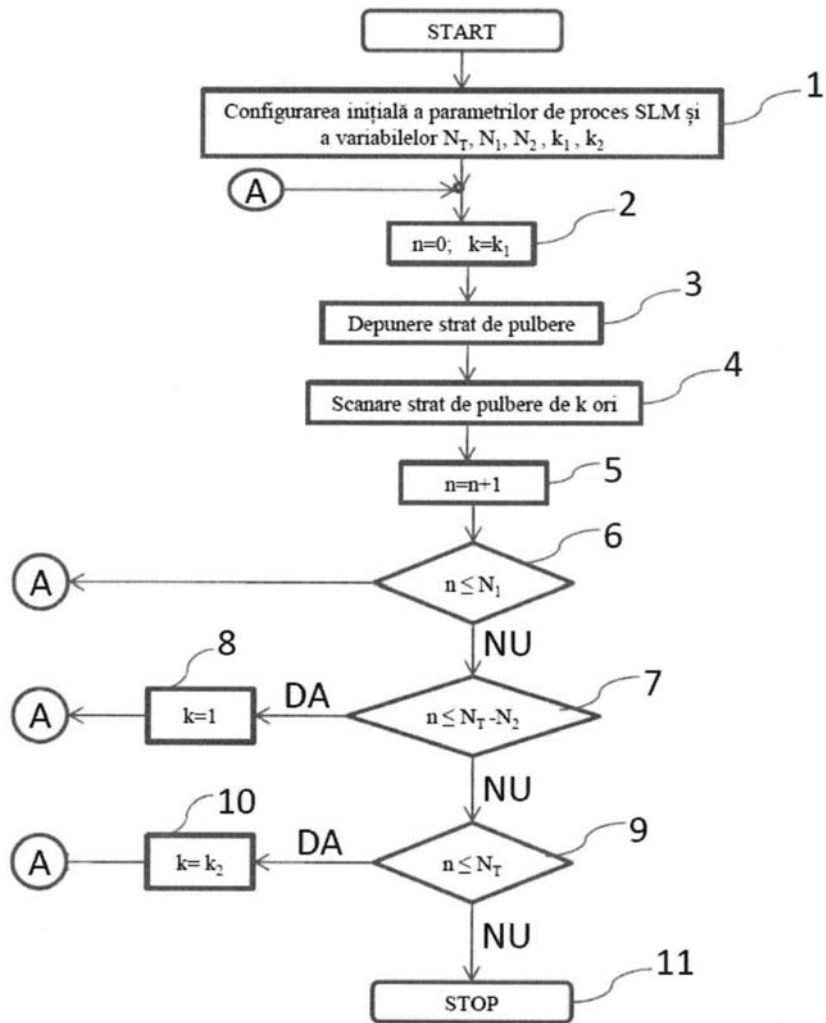


Fig. 1

(51) Int.Cl.

**B33Y 10/00** (2015.01);

**B23K 26/342** (2014.01);

**B22F 3/105** (2006.01)

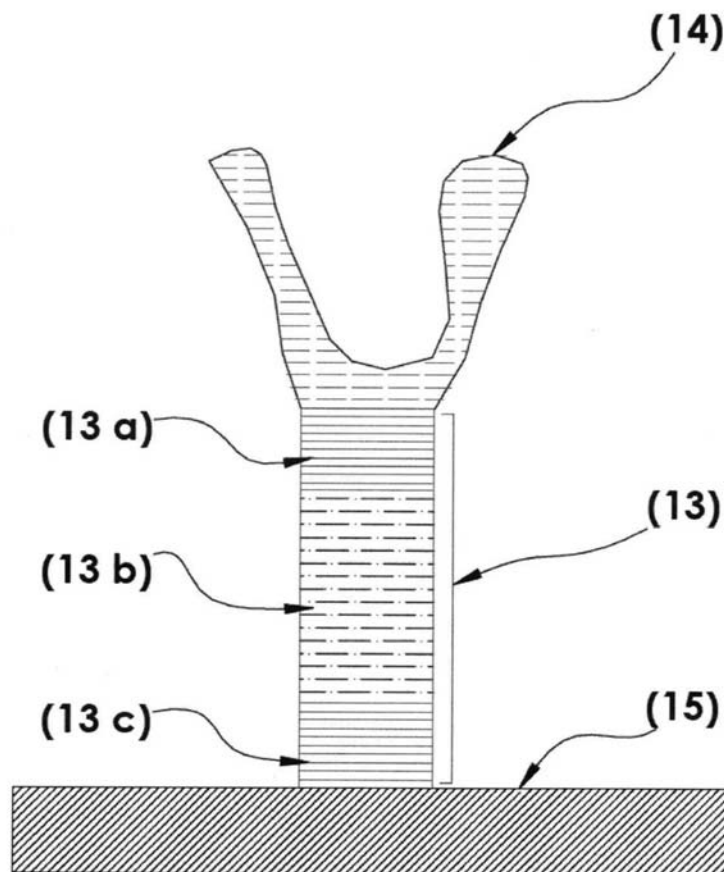


Fig. 2



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM  
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci  
sub comanda nr. 232/2023