



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2009 00137**

(22) Data de depozit: **12/02/2009**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/09/2016** BOPI nr. **9/2016**

(41) Data publicării cererii:
30/11/2010 BOPI nr. **11/2010**

(73) Titular:
• **ZOOM SOFT S.R.L., STR.SABINELOR
NR.106, BL.115, AP.1, SECTOR 5,
BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:
• **NECȘULESCU MIHAIL ANTON,
STR.FRASINULUI BL.3, SC.C, AP.36,
PITEȘTI, AG, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**US 4874213; EP 1691220 A1;
US 6238852 B1; US 20070153345 A1;
EP 0957384 A2**

(54) **PROCEDEU PENTRU GENERAREA MICRO- ȘI
NANOSTRUCTURILOR**



1 Inventția se referă la un procedeu pentru generarea micro- și nanostructurilor, inclusiv
a elementelor optic variabile, pe un mediu de înregistrare optic.

3 Domeniul tehnic la care se referă invenția este realizarea elementelor de siguranță
pentru documente de valoare, a etichetelor pentru marcarea produselor originale a căror
5 contrafacere se dorește a fi preîntâmpinată, și altele asemenea.

Este cunoscută folosirea micro- și nanostructurilor imprimate în relief, pentru reprodu-
7 cerea unor imagini și pentru realizarea elementelor optic variabile, la care, prin fenomenele
de difracție și interferență a luminii, se schimbă culoarea suprafeței atunci când aceasta este
9 înclinată sau rotită față de direcția de privire, ori se pot crea efecte de relief, irizații sau alte
efecte vizuale. Datorită tehnologiei sofisticate folosite, copierea sau falsificarea acestor
11 microreliefuri este dificilă, de unde rezultă aplicațiile în realizarea de elemente de siguranță.

Imaginea care trebuie înregistrată poate fi un desen, un element grafic, un text, o
13 reproducere fotografică, franje de interferență obținute într-un dispozitiv optic sau o com-
binație a acestora. Procedeu din invenție se aplică exclusiv la imagini alcătuite din pixeli
15 (elemente de imagine).

Conform stadiului cunoscut al tehnicii, realizarea unei asemenea imagini pe un suport
17 material se face în mai multe etape, așa cum va fi descrisă în continuare.

Etapa I-a este întocmirea proiectului imaginii, care se face cu ajutorul calculatorului
19 și al unui software adecvat, care creează și/sau combină elementele constitutive, apoi defi-
nește pixelii cu caracteristici distincte din care va fi alcătuită imaginea. Tehnica este asemă-
21 nătoare cu imprimarea tipografică folosind rastru și cu prelucrarea digitală a imaginilor. Tot-
deauna se face o limitare a tipurilor de pixeli, în funcție de posibilitățile tehnice de generare
23 a acestora (similar cu numărul de culori care pot fi imprimate pe suport).

În cazul imaginilor utilizate pentru realizarea elementelor de siguranță și a elemen-
25 telor optic variabile, pixelii nu sunt caracterizați prin culoare, ci prin micro- sau nanostructuri
specifice. De exemplu, un pixel poate conține linii identice paralele, având o anumită lățime,
27 pas și înclinare față de o direcție dată, situație în care acest pixel va acționa ca o microrețea
de difracție pentru lumina albă la care este privită imaginea finală. În această primă etapă
29 de realizare a imaginii, cu ajutorul software-ului se stabilesc tipurile de pixeli constituenți și
pozițiile acestora în imagine.

Etapa a II-a constă în generarea micro- și nanostructurilor pe un mediu de înregis-
31 trare optic (adică sensibil la un factor fizic, cum este radiația ultravioletă). Cel mai frecvent
se folosește fotorezistul ca mediu de înregistrare. Aceasta este etapa la care se referă inven-
33 ția de față, așa cum se va arăta mai departe în descriere. Generarea se face prin expunerea
acestui mediu la acțiunea factorului fizic, în urma căreia se produc modificări ale mediului de
35 înregistrare. Modificările sunt în funcție de parametrii factorului care acționează (intensitate,
lungime de undă, fază) și de durata expunerii. Diverse zone ale mediului sunt supuse la
37 radiații cu caracteristici diferite, înregistrând imaginea latentă a diferiților pixeli.

Etapa a III-a constă în prelucrarea chimică a mediului pentru a căpăta caracteristicile
39 finale. Printr-un tratament chimic (developare) se face îndepărtarea selectivă a zonelor
41 expuse sau neexpuse (funcție de tipul fotorezistului - pozitiv sau negativ), astfel încât sunt
create adâncituri în material și se formează un microrelief specific pe suprafața acestuia.

Etapa a IV-a constă în copierea microreliefului de pe suprafața mediului de înregis-
43 trare pe suprafața unui strat metalic dur, care se face, de regulă, prin procedee electro-
45 chimice.

Etapa a V-a constă în imprimarea în serie pe un strat deformabil (de exemplu, sub
47 acțiunea căldurii și presiunii), utilizând, ca matriță pentru copiere, stratul metalic realizat în
etapa precedentă. Prin aceasta se obține produsul final, imaginea înregistrată pe un suport.

RO 125876 B1

Invenția de față se referă la etapa de generare a micro- și nanostructurilor pe un mediu de înregistrare optic, adică etapa II-a din descrierea de mai sus a tehnicii.	1
Conform procedeelelor cunoscute (de exemplu, US 4874213 , EP 1691220 A1), expunerea la lumină sau la radiații ultraviolete a unui mediu de înregistrare (de exemplu, emulsie fotografică sau fotorezist), în scopul realizării micro- și nanostructurilor, se poate face cu ajutorul unui dispozitiv digital cu micro-oglinzi (Digital Micromirror Device - DMD), care expune imaginea pixel cu pixel, iar prin interferența cu alt fascicul de radiații în momentul expunerii se creează o micro- sau nanostructură specifică (franje de interferență) pe suprafața fiecărui pixel.	3 5 7 9
Principalul dezavantaj al soluției prezentate constă în viteza redusă cu care se face expunerea mediului de înregistrare, efectuată pixel cu pixel, timpul total de lucru putând ajunge la zeci de ore în cazul imaginilor cu milioane de pixeli.	11
Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în mărirea vitezei de execuție a expunerii mediului de înregistrare optică.	13
Procedeul pentru generarea micro- și nanostructurilor conform invenției rezolvă problema tehnică menționată, prin faptul că se efectuează expuneri simultane ale unor grupuri de pixeli, cărora li se transferă micro- sau nanostructura unei măști optice de contact. Astfel se micșorează timpul necesar pentru expunerea întregii imagini.	15 17
Procedeul pentru generarea pe un mediu de înregistrare optic a pixelilor componenți ai unei imagini, pixeli care au micro- și nanostructuri caracteristice, inclusiv cele specifice elementelor optic variabile, conform invenției, constă în expunerea simultană la radiații ultraviolete folosind un cap de expunere UV cu dispozitiv digital cu micro-oglinzi pentru iluminarea selectivă a pixelilor cu structuri identice și una sau mai multe măști optice, așezate în contact cu suprafața mediului de înregistrare, fiecare având un desen specific și fiind așezată într-o poziție determinată, pentru a imprima o micro- sau nanostructură specifică pixelilor respectivi, imaginea finală fiind generată după expunerea tuturor pixelilor.	19 21 23 25
Se dă în continuare un exemplu de realizare a procedeeului conform invenției.	27
Dispozitivele folosite pentru aplicarea procedeeului conform invenției sunt DMD și masca optică de contact.	29
În fig. 1 și 2 este ilustrată schematic construcția și funcționarea unui dispozitiv pentru expunere cu DMD, așa cum se cunoaște în tehnică. Schițele nu sunt la scară, iar dispunerea elementelor prezentate nu este singura posibilă. Elementele constitutive notate cu cifre în figuri vor fi descrise în cele ce urmează.	31 33
Este cunoscută folosirea DMD-urilor pentru procesarea digitală a luminii și radiației ultraviolete în domenii cum sunt afișarea imaginilor și realizarea măștilor litografice. Un DMD conține sute de mii de micro-oglinzi cu dimensiuni de ordinul micrometrilor, așezate pe linii și coloane sub formă de matrice rectangulară. Fiecare micro-oglinză este susținută de o articulație și poate fi rotită individual cu un unghi (uzual $\pm 12^\circ$) față de suprafața dispozitivului. Există două poziții stabile ale fiecărei micro-oglinzi, numite "on" și "off". Oglinda este basculată dintr-o poziție în alta sub acțiunea forțelor electrostatice de atracție-respingere între oglindă și suportul acesteia, generate prin aplicarea unei tensiuni de comandă. Starea tuturor oglinzilor din DMD necesară expunerii unei anumite imagini la un moment dat este stabilită de un calculator printr-un software adecvat de prelucrare a datelor. Într-o memorie RAM se încarcă mai întâi datele corespunzătoare stărilor fiecărei oglinzi și, în final, se execută comanda de afișare a imaginii prin aplicarea semnalelor la micro-oglinzi și bascularea acestora în poziția necesară afișării. Fiecare micro-oglinză afișează un pixel de imagine, iar DMD-ul în ansamblu afișează toată imaginea.	35 37 39 41 43 45 47

1 În fig. 1 este ilustrată obținerea unui pixel luminos. Radiația provenită de la sursa 1
trece prin sistemul optic 2 care formează un fascicul colimat 3 incident sub unghiul α pe
3 micro-oglinzla plană 4 aflată în poziția numită "on". Are loc reflexia sub același unghi pe
oglinzla și radiația 5 este direcționată spre sistemul optic 6 care o proiectează în punctul 7
5 ce constituie un pixel luminos al imaginii. Imaginea oglinzii poate fi micșorată sau mărită de
către sistemul optic 6, astfel încât pixelul poate avea dimensiuni mai mici sau mai mari decât
7 ale oglinzii, după cum se dorește în aplicație.

În fig. 2 este ilustrat modul în care se obține un pixel întunecat. Radiația provenită de
9 la sursa 1 trece prin sistemul optic 2 care formează fasciculul colimat 3 incident pe micro-
oglinzla plană 4' de această dată sub unghiul β deoarece oglinda este în poziția "off", rotită
11 cu 24° față de poziția "on", rotație efectuată în jurul unui ax central perpendicular pe planul
figurii. Se produce reflexia sub același unghi și fasciculul 5' este direcționat acum în afara
13 sistemului optic 6. Astfel punctul 7' nu este luminat și constituie un pixel întunecat al imaginii.

Alt dispozitiv cunoscut în tehnică și folosit pentru aplicarea procedurii din invenție
15 este masca optică de contact. Este vorba de un suport transparent pentru radiațiile UV și
luminoase, pe care sunt realizate zone opace pentru aceste radiații. Suportul poate fi, de
17 exemplu, o placă de cuarț, iar regiunile opace pot fi constituite din straturi subțiri metalice
depuse pe placă. Zonele opace au forme geometrice (desene) bine precizate. O mască de
19 contact se folosește prin aplicarea acesteia pe suprafața mediului care trebuie expus, în con-
tact sau "aproape în contact" cu aceasta. Ultimul termen desemnează situația când rămâne
21 un spațiu cu grosime foarte redusă între mediu și mască, fapt care nu afectează semnificativ
calitatea măștii, dar previne deteriorarea măștii prin frecare cu suprafața mediului. Printr-o
23 mască de contact mediul este expus selectiv la radiații, numai în zonele situate sub porțiunile
transparente ale măștii. Un domeniu clasic de utilizare a măștilor de contact este etapa de
25 fotogravură în procesul de fabricare a dispozitivelor electronice semiconductoare prin tehnologia
planară.

27 Invenția va fi prezentată în continuare, în legătură și cu fig. 3, 4 și 5, care sunt repre-
zentări schematice în perspectivă ale etapei de expunere a unui mediu de înregistrare optică,
29 ca exemplu de aplicare a procedurii din invenție. Schițele nu sunt la scară, iar dispunerea
elementelor prezentate nu este singura posibilă. Figurile reprezintă doar un exemplu, și
31 invenția nu se limitează la aceste figuri, diferitele elemente putând să varieze atât ca aspect,
cât și ca amplasare.

33 Procedul pentru generarea de micro- și nanostructuri conform invenției constă în
expuneri succesive ale grupurilor de pixeli cu structură identică dintr-o imagine. În acest scop
35 se folosește combinația dintre un dispozitiv de expunere la acțiunea radiațiilor UV realizat
cu DMD și una sau mai multe măști optice de contact, care expun un mediu de înregistrare
37 optic (fotorezist). Expunerea se face în pași succesivi. În fiecare pas se expune simultan un
grup de pixeli având caracteristici identice; tuturor acestor pixeli li se imprimă structura
39 (desenul) unei măști optice de contact.

41 Selecția pixelilor care urmează a fi expuși în fiecare pas este decisă prin soft, iar
expunerea lor este efectuată de dispozitivul de expunere cu DMD 8, ca urmare a comenzilor
43 primite de la calculator. Micro-oglinzile din DMD sunt corespunzătoare pixelilor care trebuie
expuși la fiecare pas sunt basculate în poziția "on" și ele reflectă radiația UV de la sursă spre
45 mediul de înregistrare, în locurile unde vor fi creați pixelii respectivi. Pe suprafața mediului,
în contact sau aproape în contact cu acesta, este aplicată o mască optică 11 ale cărei struc-
47 tură și poziție se vor imprima pixelilor prin copiere. În figuri măștile au fost reprezentate ca
fiind total transparente pentru a putea observa poziția elementelor aflate sub ele. Microstruc-
49 tura reală a măștilor este prezentată în detaliul mult mărit din partea dreaptă a figurilor
(efecte de lupă).

În primul pas (fig. 3) se înregistrează un prim grup de pixeli **9** - marcați cu alb în desen - cu structură identică. Operatorul sau un dispozitiv automat aplică pe suprafața mediului de înregistrare **10** masca corespunzătoare **11** cu orientarea necesară pentru acest prim grup de pixeli. În detaliul **12** este exemplificată o microstructură posibilă a acestei măști, și anume, o rețea de linii paralele, cu o anumită orientare. Software-ul calculatorului selectează din proiectul imaginii pixelii cărora trebuie să li se imprime această microstructură și transmite DMD-ului poziția acestora. Sunt basculate în poziția "on" micro-oglinzile corespunzătoare pixelilor. Astfel, ele vor reflecta radiația UV spre locurile unde trebuie expuși pixelii din primul grup. Apoi se deschide pentru un timp determinat fasciculul UV care face expunerea grupului de pixeli.

În al doilea pas (fig. 4) se înregistrează un alt grup de pixeli cu structură identică, dar diferită de a grupului precedent. S-a exemplificat în figură folosirea aceleiași măști **11**, dar aplicată de această dată într-o poziție rotită. În acest pas se expun pixelii **13**, cărora li se imprimă structura ilustrată în detaliul **14**, care diferă de cea anterioară numai prin orientarea liniilor. În mod analog pasului precedent, pixelii sunt selectați de către software, poziția lor este transmisă DMD-ului și sunt basculate alte micro-oglinzi în poziția "on" pentru a permite expunerea noului grup de pixeli. Se deschide pentru un timp fasciculul UV care expune astfel cel de-al doilea grup de pixeli.

În al treilea pas (fig. 5) se înregistrează un al treilea grup de pixeli cu structură identică. S-a exemplificat în figură folosirea altei măști **15**, având tot linii paralele cu aceiași orientare ca în cazul măștii **11**, dar cu o lățime și un pas diferite. Structura ce se imprimă pixelilor **16** din acest grup este cea din detaliul **17**.

Pașii următori decurg în mod asemănător, de fiecare dată expunându-se un alt grup de pixeli cărora li se imprimă, prin masca folosită și poziția acesteia, o micro- sau nano-structură specifică. Operațiunea se încheie atunci când toți pixelii din care este compusă imaginea au fost expuși. Numărul de pași este egal cu numărul tipurilor de pixeli pe care îi conține imaginea, și poate varia de la unu până la un număr oricât de mare, în funcție de complexitatea imaginii. Nu este neapărat necesar ca pixelii să acopere în întregime suprafața imaginii. În funcție de proiect, pot exista zone nealterate, a căror suprafață rămâne în starea inițială. Pe aceste zone nu vor exista elemente ale imaginii, ele servind ca fundal.

RO 125876 B1

Revendicare

1

3

5

7

9

11

Procedeu pentru generarea pe un mediu de înregistrare optic a pixelilor componenți ai unei imagini, pixeli care au micro- și nanostructuri caracteristice, inclusiv cele specifice elementelor optic variabile, **caracterizat prin aceea că** va consta în expunerea simultană la radiații ultraviolete, folosind un cap de expunere UV (**8**) cu dispozitiv digital cu micro-oglinzi, pentru iluminarea selectivă a pixelilor cu structuri identice (**9, 13, 16**), și una sau mai multe măști optice (**11, 15**), așezate în contact cu suprafața mediului de înregistrare (**10**), fiecare având un desen specific (**12, 14, 17**), și fiind așezată într-o poziție determinată, pentru a imprima o micro- sau nanostructură specifică pixelilor respectivi, imaginea finală fiind generată după expunerea tuturor pixelilor.

(51) Int.Cl.

G02B 26/08 (2006.01);

G02B 5/18 (2006.01);

G03H 1/00 (2006.01);

G03F 7/00 (2006.01)

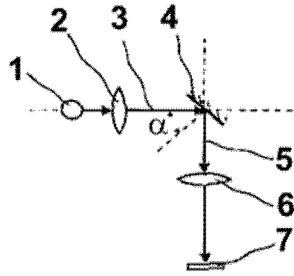


Fig. 1

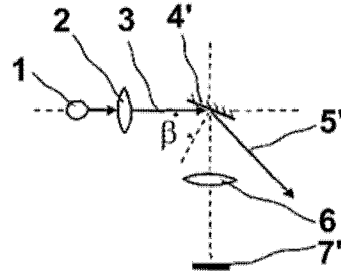


Fig. 2

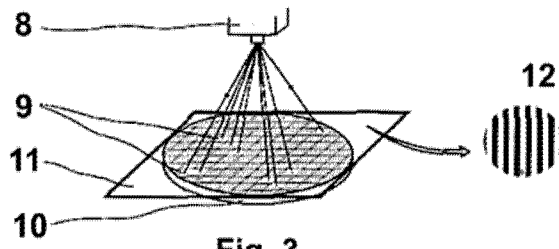


Fig. 3

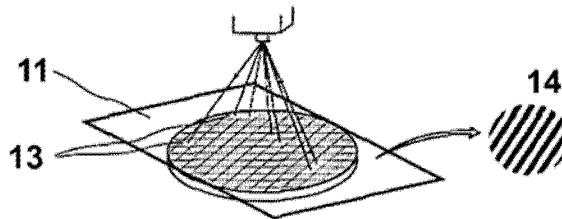


Fig. 4

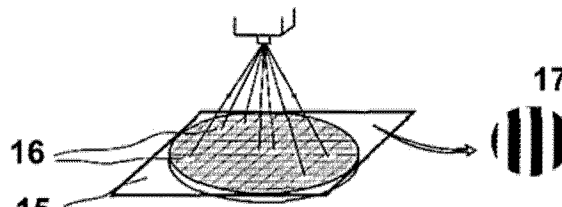


Fig. 5

