



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2010 00327

(22) Data de depozit: 15.04.2010

(41) Data publicării cererii:
30.11.2011 BOPI nr. 11/2011

(71) Solicitant:
• OPTOELECTRONICA 2001 S.A.,
STR. ATOMIȘTIOR NR. 409, MĂGURELE,
IF, RO

(72) Inventatori:
• MIHĂILESCU MONA,
STR. NERVA TRAIAN NR.12, BL.M37, SC.3,
AP.76, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
• CURCAN OLGUȚA, STR. ALUNIȘ
NR. 239, MĂGURELE, IF, RO

(54) **PROCEDEU DE TRANSFORMARE A UNEI HOLOGRAME
CALCULATE CU STRUCTURĂ FINĂ CVASI- PERIODICĂ CU
PIXELI NEDIVIZAȚI, ÎNTR-O HOLOGRAMĂ CU STRUCTURĂ
HIBRIDĂ, REZULTÂND O MARCĂ HOLOGRAFICĂ ÎNALT
SECURIZATĂ**

(57) Rezumat:

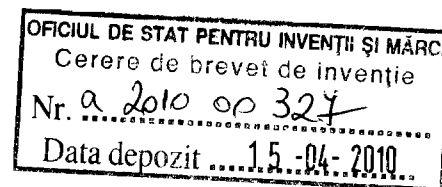
Invenția se referă la un procedeu de transformare a unei holograme calculate, cu structură fină cvasiperiodică, cu pixeli nedivizați, într-o hologramă cu structură hibridă, rezultând o marcă holografică înalt securizată, destinată a fi utilizată ca mijloc de securizare și autentificare a documentelor și/sau bunurilor comerciale de valoare. Procedeul de transformare, conform invenției, constă din descompunerea structurii cvasiperiodice fine, calculată, cu pixeli plini, în perechi de pixeli, unii neexpuși și unii care să conțină, la rândul lor, o

structură hiperfină periodică, rezultând o hologramă hibridă. Holograma conține, suprapusă în toată aria sa, o informație codată despre două obiecte virtuale, care, în momentul decodării, apar simultan, dar la unghiuri diferite, parametrii obiectelor virtuale, ca și unghiul relativ dintre ele fiind definite în faza de proiectare și fiind cunoscute doar de beneficiar și de proiectant.

Revendicări: 3
Figuri: 7



DESCRIEREA INVENTIEI



Titlul invenției

**“PROCEDEU DE TRANSFORMARE A UNEI HOLOGRAME CALCULATE CU
STRUCTURĂ FINĂ CVASI-PERIODICĂ CU PIXELI NEDIVIZAȚI, ÎNTR-O
HOLOGRAMĂ CU STRUCTURĂ HIBRIDĂ, REZULTÂND O MARCĂ
HOLOGRAFICĂ ÎNALT SECURIZATĂ”**

Precizarea domeniului tehnic de aplicare a invenției

Invenția propusă de noi este destinată a fi utilizată în domeniul holografiei ca mijloc de securizare și autentificare ce marchează documente și/sau bunuri comerciale de valoare. Prin includerea unor elemente noi în holograme, acestea devin înalt securizate iar falsurile se pot observa ușor. Invenția propune includerea în aceeași zonă a două elemente unice, codate, știute doar de beneficiar și de proiectant, a căror decodificare se realizează prin alte procedee decât restul hologramei.

Stadiul cunoscut al tehnicii

Pornind de la principiul propus de Gabor pentru a obține informații despre faza unui obiect, în zilele noastre sunt cunoscute mai multe tehnici care intră în domeniul larg al holografiei, fiecare păstrând mai mult sau mai puțin din teoria clasică:

1. holografia analogă în care se înregistrează experimental, pe placa holografică cu depuneri de emulsie de halogenură de argint, holograma unui obiect real, iar reconstrucția se face tot în montajul experimental. Imaginea obiectului reconstruit nu poate decât să fie vizualizată de către un observator.
2. microscopia holografică digitală în care se înregistrează experimental pe o cameră video sau foto de mare rezoluție, holograma unui obiect cu detalii de mici dimensiuni (micrometri în plan axial și nanometri de-a lungul direcției de propagare). Reconstrucția se realizează prin utilizarea unui algoritm bazat pe simularea propagării. Imaginea obiectului reconstruit

apare în format electronic, separat pentru informația de amplitudine și pentru cea de fază.

3. interferometria holografică este o tehnică care permite determinarea deplasărilor obiectelor de dimensiuni normale (centimetri, metri) cu rezoluție de fracțiuni din lungimea de undă folosită.
4. hologramele generate pe computer pornesc de la imaginea digitală a unui obiect virtual. Pe baza teoriei difracției, această imagine este codificată într-o structură cvasi-periodică. Reconstrucția se realizează tot soft.
5. hologramele de securizare sunt cel mai impropriu denumite în felul acesta, singura asemănare fiind faptul că funcționează pe baza fenomenului de difracție. Ele sunt de fapt o colecție de rețele de difracție cu diferite orientări și constante.
6. display-uri holografice construite ca o rețea de cristale lichide cu proprietăți specifice.
7. televiziune holografică prin transmiterea imaginilor înregistrate holografic și reconstruite în altă parte a globului
8. proiecții de filme holografice folosind modulatori spațiale de lumină de mare rezoluție și viteză
9. stocarea informațiilor prin imprimare holografică în cristale sau alte medii cu proprietăți speciale
10. publicitate prin imagini holografice a unor produse care par "agățate" într-o vitrină, de fapt fiind doar imaginea lor tridimensională reconstruită holografic
11. artă holografică cu expoziții încă din 1968 în Michigan la Academia de Arte, implicând artiști cunoscuți precum Dali

Prezenta invenție se referă la subdomeniile holografiei 4 și 5 din enumerarea anterioară, pe care le vom descrie mai în detaliu.

Hologramele din subdomeniul 5, sunt generate actual în lume, pornind de la transpunerea imaginii unui obiect într-un program de grafică vectorială, cu mai multe nivele (ca de exemplu Corel Draw, Adobe Illustrator, SecuriDesign). Modelele astfel obținute se pot direcționa spre fundalul sau spre prim planul unei holograme de securizare (Fig. 1). Un dispozitiv specializat, le transpune în rețele de difracție cu orientări sau constante diferite, în funcție de culorile conținute în

grafica obiectului. O schiță a detaliilor conținute în acest tip de hologramă este în Figura 1. Procedeul de fabricare a lor a devenit industrial și implică o serie de pași cunoscuți care conduc la obținerea în final a hologramelor embosate pe folie de aluminiu.

Hologramele din subdomeniul 4, generate pe computer, pornesc de la imaginea unui obiect virtual. Într-un limbaj de programare de tipul MATLAB sau MATHEMATICA se simulează propagarea pe baza teoriei difracției, a integralei Rayleigh-Sommerfeld. Rezultă o imagine codată (Fig. 2) în spațiul reciproc-Fourier a imaginii obiectului virtual și a parametrilor imaginii reconstruite în câmp îndepărtat (poziție, unghi, mărime). Aceasta are o structură cvasi-periodică fină cu pixeli plini. Actualmente, în lume, aceste structuri cvasi-periodice calculate, se fabrică, devenind elemente optice difractive, pe sticlă transparentă la lungimea de undă la care au fost proiectate și modulează faza undei luminoase incidente. (Un detaliu, așa cum se vede la microscop, este prezentat în Figura 2). Un nivel de gri reprezintă o anumită adâncime în sticlă. Pixelii sunt pătrați, nedivizați.

Metodele de fabricare a mărcilor holografice de securizare prin ștanțare pe folie de aluminiu sunt brevetate de mulți ani U.S. Patent no. 4 773 718 din 27 sept 1988, dar sunt îmbunătățite chiar și recent: ■ US 2010/0037326 A1 din 11 februarie 2010 prin folosirea unor ferestre transparente, unde este decupat aluminiu ■ US 2009/0180360 A1 din 16 iulie 2009 prin modificarea sistemului laser de producere a măștilor.

Metodele de vizualizare a elementelor incluse în holograme sunt de asemenea unice și particularizate pentru fiecare tip de hologramă, ele se perfecționează continuu U.S. Patent no. US 2009/0153926 A1 din 18 iunie 2009.

Diferite elemente sunt introduse pentru a crește gradul de securizare cum ar fi: elemente care dispar dacă lungimea de undă nu este cea corectă (U.S. Patent no. US 2008-0137160 A1 din 12 iunie 2008).

Folosirea transformatei Fourier ca unealtă de calcul în generarea hologramelor pe computer a fost introdusă încă din 1968 de către J. Goodman în cartea de referință despre optica Fourier (J. W. Goodman, "Introduction to Fourier optics", Mc Graw-Hill Book Company, 1968). Algoritmii iterativi de calculare a structurilor în care este codată imaginea unui obiect virtual sunt de asemenea cunoscuți de multă vreme (R. Gercberg și W. Saxton, „Phase determination from image and diffraction plane pictures in the electron microscope”, Optik 34, 275-

283, 1971; R. W. Gerchberg, W. O. Saxton, "A practical algorithm for the determination of phase from image diffraction plane pictures", Optik, vol. 35, no. 2, 237-246, 1972)

Ideea includerii unei holograme calculate de tipul 4 într-o marcă de securizare a cardurilor, a combinat o tehnologie nucleară, ceea ce a dus la un aparat de inspecție complicat din cauza caracteristicilor microscopice ale urmelor nucleare (U.S. Patent 6 001 510 din 14 dec 1999). Mai recent, o structură obținută cu ajutorul transformatei Fourier a fost codată într-o pluralitate de arii unitate (U.S. Patent 2004/0207891 A1 din 21 octombrie 2004).

Spre deosebire de aceste metode complicate, noi propunem un alt tp de codare ce presupune calcularea unei structuri fine cvasi-periodice cu pixeli plini ce va fi descompusă apoi în perechi de pixeli - conducând la o hologramă hibridă (Fig. 5) și la obținerea imaginii obiectului decodat în diferite poziții în câmp îndepărtat, știute doar de beneficiar și de proiectant.

Prezentarea problemei tehnice pe care o va rezolva inventia

Prezenta invenție soluționează problema procedurii de transformare a unei holograme de tipul celei generate pe calculator prin codarea într-o structură cvasi-periodică cu pixeli plini a imaginii unui obiect virtual, într-o marcă holografică de înaltă securizare, care să poată fi produsă în serie cu ajutorul tehnicii embosării pe o folie de aluminiu.

Se soluționează prin procedeul propus, o problemă provenită de la mai multe nivele: ► **teoretic**, deoarece hologramele de tipul 4 din enumerarea de la punctul anterior erau proiectate pentru a modula doar faza unei incidente, ► **digital** deoarece trebuia stabilită comunicarea dintre programele de calcul cu programele de grafică vectorială, ► **tehnic** deoarece echipamentul complex care produce industrial hologramele de securizare de tipul 5 nu expune pixeli întregi, așa cum reieșeau din programul de proiectare a hologramelor de tipul 4.

Elementul de noutate este suprapunerea în aceeași zonă a informațiilor codate despre două obiecte care la decodare să aibă un unghi definit între ele.

Acestă invenție aduce un element de noutate și în problema obținerii unei holograme cu elemente de securizare, vizualizate prin altă tehnică decât restul hologramei, cu o poziție în câmp îndepărtat știută doar de beneficiar și proiectant.

Expunerea invenției, așa cum aceasta este revendicată, astfel încât problema tehnică și soluția acesteia să poată fi înțelese de o persoană de specialitate

Pentru soluționarea problemei apărute la includerea unei holograme generate pe computer într-o hologramă de securizare, ideea este de a descompune structura cvasi-periodică fină calculată cu pixeli plini, în perechi de pixeli, unii neexpuși și unii care să conțină la rândul lor o structură hiper-fină periodică, rezultând o hologramă hibridă.

În structura cvasiperiodică este codată informația despre un obiect virtual. Decodarea acestei informații este realizată cu fasciculul laser expandat cu anumiți parametri, iar imaginea decodată se obține într-o anumită poziție în câmp îndepărtat, știută doar de beneficiar și de proiectant, ca măsură de securizare suplimentară.

Problema transpunerii modelelor obținute într-un program de calcul, în documente compatibile cu programele de grafică vectorială, se soluționează prin generarea a două fișiere de aceeași rezoluție (în dot/inch) dimensiune (în micrometri) și mărime (în kbytes) așa cum sunt schițate în Fig. 3a și 3b. Ceea ce este o noutate față de varianta actuală din lume, când se generează o singură matrice transpusă într-un singur fișier imagine. Cele două fișiere se convertesc apoi de către programul de grafică vectorială în imagini astfel încât la transpunerea pe fotorezist să existe perechi de pixeli dintre care unii rămân ne-expuși și alții sunt divizați într-o structură hiper-fină periodică (Fig. 4).

În continuare, zona în care este codat obiectul virtual se încadrează între celelalte elemente clasice ale hologramei de securizare (Fig. 5), devenind o hologramă în care diferite porțiuni se decodează în diferite moduri. Toate aceste fișiere se trec apoi în limbajul mașinii de scriere cu fasciculul laser care imprimă o mască pe un material fotorezist. Restul pașilor sunt cei tradiționali în fabricarea mărcilor holografice înalt securizate ștanțate pe folie de aluminiu.

Elementul de noutate este și suprapunerea în aceeași zonă a informațiilor codate despre două obiecte (Fig. 7), cu parametri precizați încă din faza de proiectare (mărime, poziție, unghiuri Fig. 6).

Indicarea, daca aceasta nu rezulta in mod evident din prezentarea conforma lit. e) sau din natura inventiei, a modului in care inventia poate fi exploatata industrial

Această invenție poate fi exploatată industrial de către orice firmă acreditată în producerea mărcilor holografice înalt securizate și care deține un echipament de fabricare prin embosare pe aluminiu, pornind de la masterul fabricat prin metoda ce face obiectul prezentei invenții. Obținerea lor se face în serie, doar proiectarea este specială pentru fiecare element nou introdus. În plus, trebuiesc specificate câteva elemente, față de hologramele de securizare existente acum pe piață:

- dimensiunea imaginii obiectului decodificat,
- unghiurile la care trebuie să apară imaginea obiectului decodificat,
- dimensiunea zonei de pe hologramă în care să apară codarea cvasi-periodică a textului sau a imaginii liniarizate care urmează a fi codificată
- unghiul relativ dintre cele două imagini ale obiectelor decodificate la o anumită distanță în câmp îndepărtat.

La prima vedere, aceste elemente suplimentare complică proiectarea, dar rezultatul final va fi o hologramă înalt securizată, încadrată în clasa trei, cea mai înaltă, din următoarea clasificare:

- **NIVELUL GENERAL:** verificarea se face vizual (hologramele sunt de tip 2D, fără elemente de securitate complexe)
- **NIVELUL INSPECTOR:** verificarea se face cu dispozitive speciale de mărire (lupă, microscop). Este posibilă vizualizarea unor elemente de securitate relativ simple, ca de ex. microtextul cu dimensiuni de aprox. 100 μm.
- **NIVELUL EXPERT:** sunt folosite dispozitive speciale de vizualizare a imaginilor ascunse și a microtextelor de dimensiuni reduse (de aprox. 20 – 25 μm) ce nu pot fi văzute cu ochiul liber (microscoape foarte puternice și dispozitive în lumină laser).

Prezentarea avantajelor invenției revendicate, în raport cu stadiul tehnicii

Avantajele care decurg din aplicarea prezentei invenții sunt:

- procedeul prezentat în această invenție oferă pașii ce trebuiesc urmați pentru introducerea unei holograme cu pixeli plini, structură cvasi-periodică, generată într-un program de calcul, într-o hologramă de securizare
- introducerea unei zone codate, din care la o inspecție vizuală nu se înțelege nimic, crește gradul de securizare al întregii holograme
- subdivizarea unui pixel în rețele cu o anumită orientare duce la vizualizarea imaginii decodate sub un anumit unghi în câmp îndepărtat
- vizualizarea imaginii decodate se realizează prin alt procedeu optic decât pentru restul zonelor din aceeași hologramă
- se sporește gradul de dificultate al încercărilor de reproducere
- identificarea falsurilor este mai probabilă

Prezentarea, pe scurt, a fiecărei figuri din desenele explicative, dacă acestea există

- Figura 1 Schița unui detaliu a hologramei de securizare clasice, cu structură de rețele de difracție cu zone de tip:
- Z1_1 Lentilă
 - Z1_2 Flip Flop
 - Z1_3 Kinetic
 - Z1_4 Microtext
- Figura 2 Schița unui detaliu a hologramei generate pe computer cu structură cvasi-periodică cu pixeli plini de tip (2_1 un nivel de adâncime și 2_2 alt nivel de adâncime), așa cum se vede la microscop
- Figura 3 Schița unor detalii din cele două fișiere imagine generate în programul de calcul pentru a fi compatibile cu programul de grafică vectorială care conțin pixeli de tip 3_3 care vor deveni neexpuși și pixeli care vor fi divizați într-o structură hiper-fină:
- 3_1 generați cu proporții mult diferite pentru cele trei componente RGB în Figura 3a

3_2 generați cu proporții sensibil egale pentru cele trei componente RGB în Figura 3b

Figura 4 Schița unui detaliu a hologramei generate pe computer cu structură cvasi-periodică cu pixeli plini, așa cum se vede la microscop, după ce a fost transformată într-o hologramă hibridă cu două tipuri de pixeli (4_1) neexpuși (4_2) subdivizați într-o structură hiper-fină periodică

Figura 5 Schița unei holograme de securizare care cuprinde și noul tip de codare și cele clasice

Z1_1 Lentilă

Z1_2 Flip Flop

Z1_3 Kinetik

Z1_4 Microtext

Z1 Zonă cu element codat de tip 1

Z2 Zonă cu element codat de tip 2

Figura 6 Elementele imaginii decodate ce trebuiesc specificate încă din faza de proiectare

E 1 unghiul dintre axa fascicolului care se propagă și centrul (sau colțul stânga sus) al imaginii decodate

E 2 lungimea imaginii decodate

E 3 lățimea imaginii decodate

E 4 distanța în câmp îndepărtat față de hologramă unde trebuie să se obțină imaginea decodată clară cu dimensiunile de mai sus

E 5 măsura unghiului de incidență a axei fascicolului laser pe hologramă astfel încât imaginea decodată să se formeze clară la distanța specificată mai sus

Figura 7 Schița drumului optic al axei fasciculului laser (AI) incident în punctul O pe holograma (H) care conține suprapunerea în același loc a celor două zone (Z1 și Z2) cu codările obținute pentru cele două obiecte virtuale, cu explicarea parametrilor geometrici:

E2, E3, E2', E3' mărimea celor două imagini ale obiectelor reconstruite

E1 și E6 unghiurile sub care se formează clar imaginile decodate în planul ecranului (ID)

E4 distanța de la hologramă la ecranul de vizualizare a imaginilor decodate

E5 unghiul de incidență al axei fascicolului pe hologramă

Prezentarea detaliată a obiectului invenției

Obiectul invenției îl constituie un procedeu de transformare a unei holograme cu structură cvasi-periodică fină cu pixeli plini (Fig. 2) într-o hologramă hibridă, care conține atât pixeli plini, neexpuși, cât și pixeli cu structură hiper-fină (Fig. 4), rezultând o marcă holografică înalt securizată (figura 5).

Folosind algoritmi iterativi clasici bazați pe simularea propagării înainte și înapoi între planul obiectului virtual care urmează a fi codat și planul hologramei, se generează o structură cvasi-periodică. În această fază, elementul de noutate este introducerea în codare și a informațiilor despre unghiul dintre direcția de propagare a fascicolului laser, mărimea și poziția imaginii decodate. Aceasta se realizează prin specificarea pozițiilor elementului de matrice din centru sau colțul stânga-sus. În fiecare hologramă sunt codați următorii parametri ai imaginii decodate, care sunt specificați și în Figura 6:

1. dimensiunile care se doresc în imaginea decodată la o anumită distanță de planul hologramei
2. unghiul față de axul direcției de propagare unde se va obține imaginea decodată
3. unghiul de incidență pe hologramă, sub care se va vedea imaginea decodată

Ideea este ca la finalul algoritmului, să se genereze două matrici, spre deosebire de una, cum se întâmplă clasic atunci când holograma este generată pentru a deveni element difractiv fabricat pe sticlă (Fig. 2). Acestea corespund la două imagini ale structurilor cvasi-periodice fine cu pixeli plini. Acestea se realizează în MATLAB, folosind anumite proporții pentru RGB încât imaginile finale

să aibă aceeași rezoluție (în dot/inch) dimensiune (în microni) și mărime (în kbytes) așa cum sunt schițate în Fig. 3a și 3b. Soluția aceasta se adoptată pentru a comunica informația din programul de calcul, în programul de grafică vectorială și apoi a o face compatibilă cu echipamentul de fabricare a măștii. Proporțiile pentru RGB se stabilesc în funcție de pasul și orientarea rețelelor de difracție ce se doresc a se obține.

Acest lucru este necesar pentru a realiza o compatibilitate între holograma cu pixeli plini și metoda de fabricare a hologramelor de securizare. De aceea se propune soluția ca structura fină cvasi-periodică cu pixeli plini, să fie împărțită în două tipuri de pixeli (1) ne-expuși (2) subdivizați într-o structură hiper-fină periodică (Figura 4).

Aceste zone în care sunt codate imaginile obiectelor virtuale sunt apoi incluse printre celelalte elemente clasice ale hologramei de securizare (Figura 5)

Restul pașilor sunt comuni cu fabricarea oricărei holograme de securizare.

Metoda de decodare a imaginii este obținută printr-un procedeu specific, utilizând un laser cu telescop cu anumiți parametri. Fascicolul laser expandat pentru a acoperi toată zona în care se află codată informația, va forma în câmp îndepărtat imaginea decodificată a obiectului virtual, la o anumită distanță față de planul hologramei. Această metodă de vizualizare a elementelor hologramei este diferită de cea corespunzătoare celorlalte zone, ducând la o marcă holografică înalt securizată.

Un element de noutate este introducerea în aceeași zonă a hologramei, a două imagini în care este codată informația despre două obiecte virtuale. În momentul decodării, ele apar simultan, dar la unghiuri diferite. Unghiul relativ dintre ele este definit în faza de proiectare, ca și restul parametrilor (Figura 7), ca element de securizare știut doar de beneficiar și proiectant.

REVENDICĂRI

1. Procedeu de transformare a unei holograme cu structură cvasi-periodică cu pixeli nedivizați, într-o hologramă cu structură hibridă, **caracterizat prin aceea că** se generează două matrici la sfârșitul algoritmului de codare, spre deosebire de varianta clasică în care se genera una, cu anumite caracteristici specifice RGB dictate de pasul și înclinările rețelelor și încât să fie compatibile cu programele de grafică vectorială.

2. Procedeu de plasarea în același spațiu a hologramei, a două obiecte codate, **caracterizat prin aceea că** la decodare se obțin simultan imaginile a două obiecte ascunse plasate în poziții diferite, cu unghiul dintre ele controlabil, cunoscut doar de beneficiar și de proiectant.

3. Procedeu de decodare a imaginii obiectului, **caracterizat prin aceea că** folosește un sistem laser cu telescop cu anumiți parametri, astfel încât expandarea fascicolului laser să asigure acoperirea întregii suprafețe a zonei în care este codată imaginea obiectului, iar imaginea decodată la dimensiunile dorite să se formeze clar la o distanță și un unghi date.

DESENE EXPLICATIVE

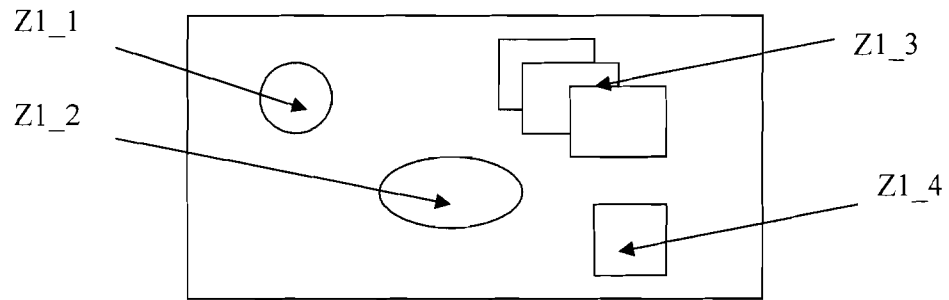


Fig. 1

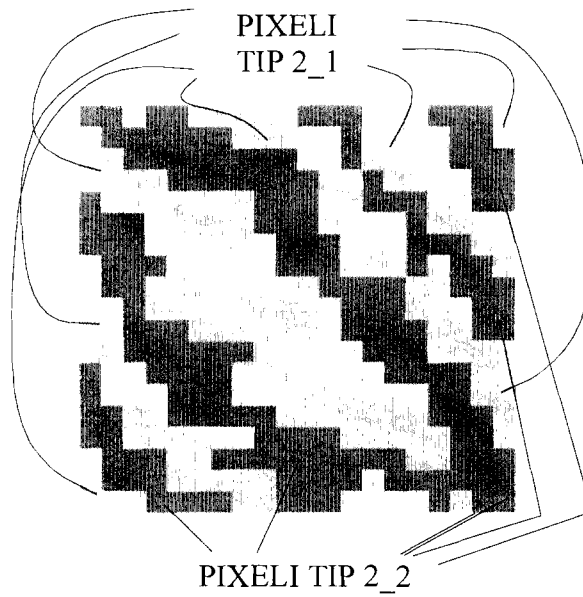


Fig. 2

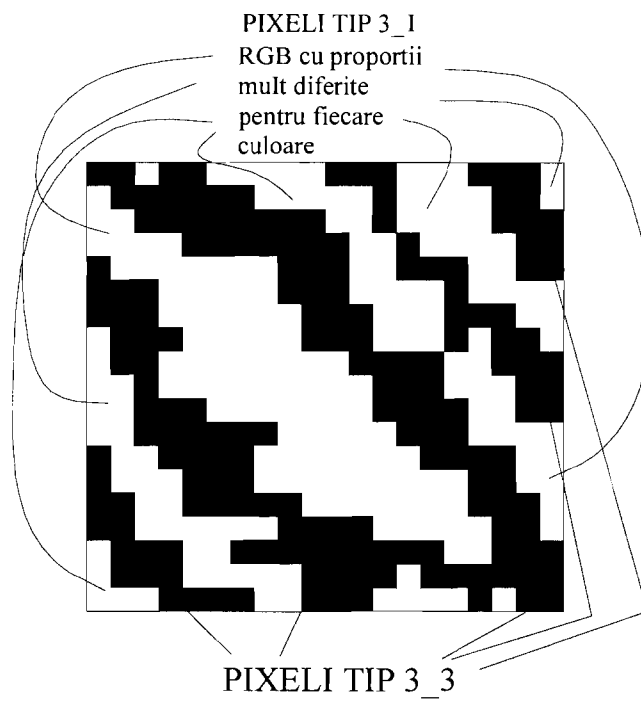


Fig. 3a

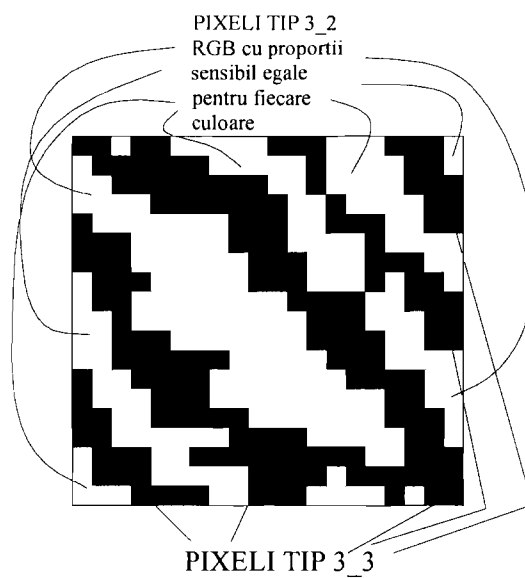


Fig. 3b

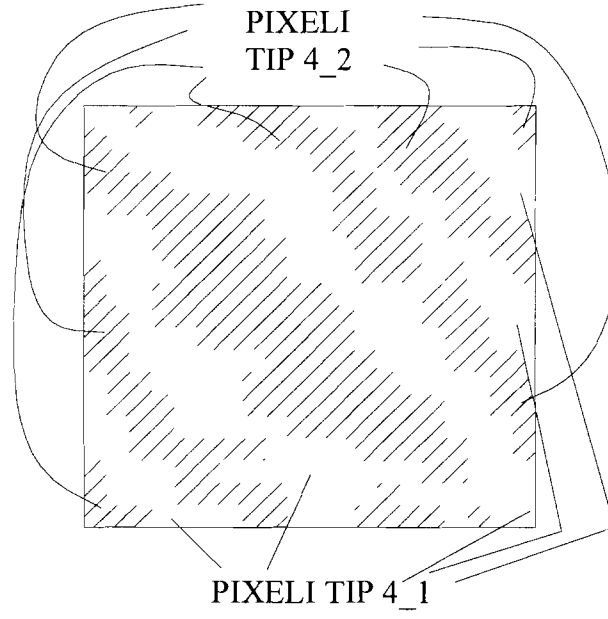


Fig. 4

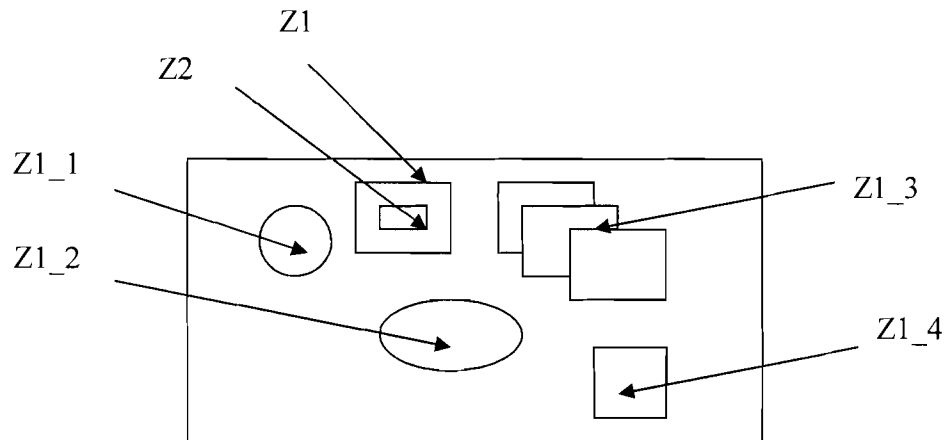


Fig. 5

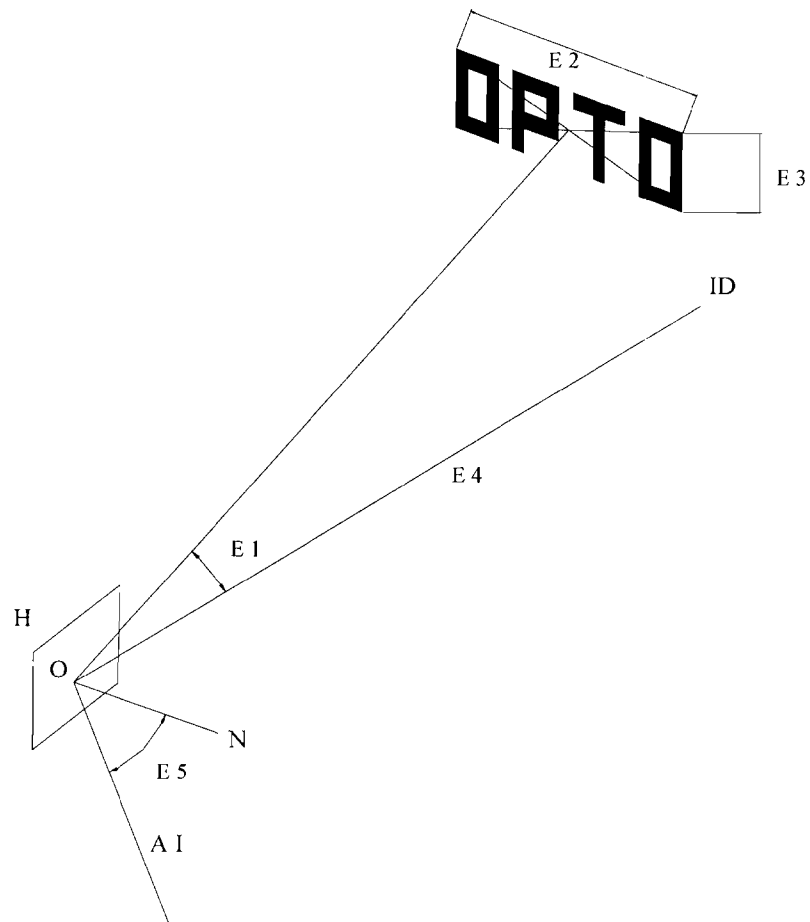


Fig. 6

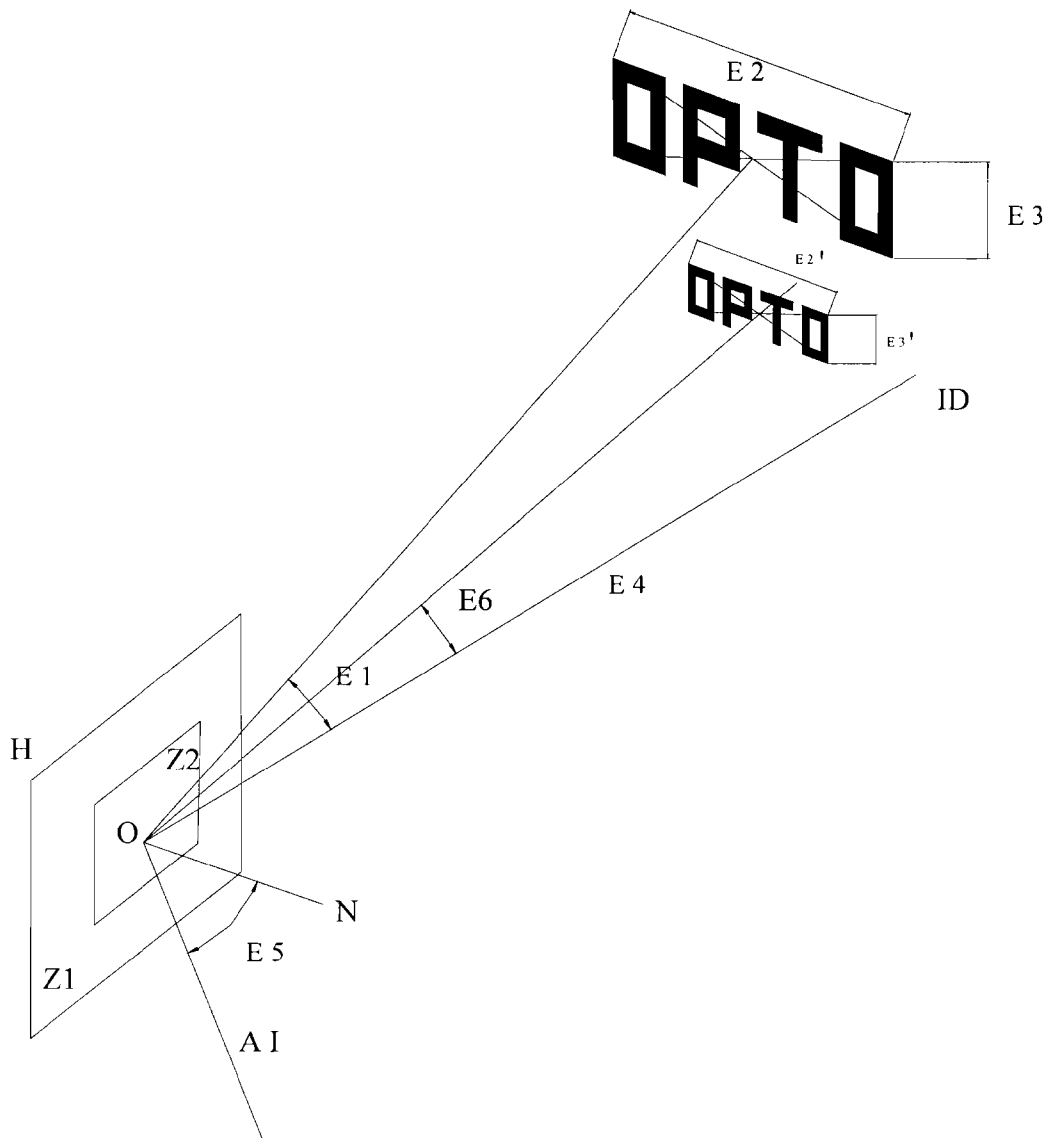


Fig. 7