

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2019 00340

(22) Data de depozit: 06/06/2019

(41) Data publicării cererii:
29/01/2021 BOPI nr. 1/2021

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

(72) Inventatori:
• MOAGĂR POLADIAN VICTOR,
ALEEA STĂNILĂ, NR.6, BL.H10, SC.C, ET.2,
AP.51, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
• MOAGĂR POALDIAN GABRIEL,
ALEEA FIJIORULUI, NR.6, BL.Y3A, SC.1,
ET.6, AP.27, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B,
RO;
• TIBEICĂ CONSTANTIN,
STR.CRINUL DE PĂDURE, NR.1, BL.G7,
AP.224, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(54) METODĂ DE SCANARE 3D A CORPURILOR

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de scanare 3D a corpurilor. Metoda, conform invenției, folosește identificarea conturilor acestora corespunzătoare unor plane paralele succesive, normale pe o direcție dată, și construirea obiectului virtual CAD pornind de la aceste conturi utilizând algoritmi specifici, identificarea conturilor fiind realizată prin scufundarea obiectului scanat într-un lichid specific, ales după criterii care depind de materialul obiectului scanat și de unghiul de udare al lichidului pe suprafața obiectului, mai precis obiectul (4) este introdus într-o cuvă (1), după care se adaugă treptat un lichid (2) și se achiziționează de fiecare dată imaginea conturului de la suprafața de contact lichid (2) - obiect (4) corespunzătoare diferitelor înălțimi ale lichidului (2), conturile astfel obținute fiind transferate unui calculator (11) care sintetizează forma obiectului scanat.

Revendicări: 19
Figuri: 2

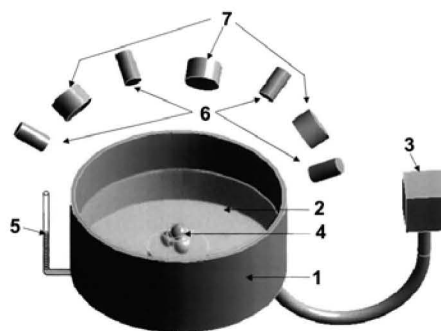


Fig. 1



Metodă de scanare 3D a corpurilor

Invenția se referă la o metodă de scanare 3D a corpurilor care folosește identificarea contururilor acestora corespunzătoare unor plane paralele succesive, normale pe o direcție dată, și construirea obiectului virtual CAD pornind de la aceste contururi folosind algoritmi specifici. Această identificare a contururilor se realizează prin scufundarea obiectului scanat într-un lichid specific, ales după criterii care depind de materialul obiectului scanat și de unghiul de udare al lichidului pe suprafață obiectului.

Sunt cunoscute metode de digitizare a formei unui obiect real bazate pe următoarele metode:

- Metode de contact
- Metode non-contact active
 - Timp de zbor
 - Triangulație
 - Holografie conoscopică
- Metode pe bază de lumină structurată
- Metode pe bază de lumină modulată
- Metode volumetrice pe bază de tomograme
 - Tomografie computerizată (Tomografie de raze X, Microtomografie de raze X, etc.)
 - Rezonanță magnetică nucleară
- Metode non-contact pasive
 - Fotogrametrie
 - Fotografiere stereoscopică
 - Silhouette tehnique

Dezavantajele metodelor de contact presupun un timp îndelungat de achiziție a datelor, iar atingerea suprafețelor scanate poate afecta obiectul real sau poate contamina capul palpator. Datele achiziționate sunt reprezentate sub forma unui nor de puncte ale căror coordonate sunt obținute cu o precizie dependentă de precizia de poziționare a capului palpator al aparatului CMM (Coordinate Measuring Machine).

Metodele non-contact active au viteză mare de achiziționare a punctelor de pe suprafețele scanate, dar precizia lor diferă. Astfel, în cazul metodelor bazate pe timpul de zbor, precizia este de ordinul a aproximativ 1 milimetru și este dată de cel mai mic interval de timp ce poate fi măsurat (aprox. 1 picosecundă). Este o metodă extrem de puternică în cazul reconstruirii 3D a peisajelor, clădirilor sau a obiectelor masive ce nu pot fi mișcate sau sunt greu accesibile.

În cazul metodei bazate pe triangulație, precizia este de ordinul 10^{-5} m, dar metoda nu este aplicabilă pentru obiecte mari sau aflate la distanță.

Metodele non-contact pasive de reconstrucție a formei obiectelor, cum ar fi fotogrametria, fotografierea stereoscopică și determinarea formei prin asamblarea proiecției (umbrei) corpului după diferite direcții (silhouette techniques) asigură precizii variabile de reconstrucție, depinzând de dimensiunea obiectului scanat, de caracteristicile aparatului de achiziție a imaginilor și de natura suprafețelor vizate. Aceste metode sunt foarte performante în cazul reconstrucției digitale a peisajului sau a ansamblurilor arhitectonice.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în reducerea efortului de construire CAD a corpului scanat și simplificarea recunoașterii contururilor liniilor de nivel. Este astfel facilitată reconstrucția suprafeței acestuia prin metode variate, cum ar fi închiderea poligonală în format CAD ori direct prin construire CAD sau, respectiv, prin alte metode în sine cunoscute.

Soluția propusă, conform invenției, constă în determinarea optică liniilor de nivel ale unui lichid pe suprafața corpului ce trebuie scanat și utilizarea acestor linii de nivel la construirea obiectului virtual folosind algoritmi specifici, înlăturând astfel o mare parte din limitările specifice metodelor prezentate mai sus și rezolvând problema construirii modelului CAD prin metode simple, deja existente în majoritatea programelor de proiectare asistată de calculator. Practic, metoda propusă constă în fotografierea sub diverse iluminări care țin cont de culoarea corpului de scanat, de lumina ambientă și de unghiul de incidență al luminii pe meniscul format, și care maximizează contrastul liniei de contact între lichid și corp și, respectiv, din direcții diferite a liniei de contur a unui lichid la contactul cu suprafața corpului a cărui digitizare se dorește.

Prin iluminarea suprafeței de lichid la fiecare pas al deplasării acestuia pe direcția perpendiculară la suprafața acestuia și achiziționarea unor imagini ale acestei suprafețe se va obține o colecție de imagini care vor sta la baza reconstruirii în format CAD.

În cazul unei iluminări care maximizează contrastul liniei / conturului de contact lichid-solid, din imaginile achiziționate pentru un anumit nivel al lichidului se va extrage conturul zonei de contact a lichidului cu suprafața obiectului (conturul meniscului lichidului pe obiectul scanat). Odată ce acest contur a fost determinat în imagine și izolat se va trece la varierea nivelului lichidului. Colecția de contururi, asociate cu coordonata lor pe direcția normală la planul lichidului, va putea fi introdusă ca o serie de

desene vectorizate în programe de tip CAD. Aceste contururi sunt apoi folosite spre a construi, de exemplu printr-o metodă de tip skin\loft, forma digitizată a corpului scanat.

Asupra acestor imagini se vor aplica algoritmi de filtrare și extragere a conturului, identificându-se regiunile cu o variație de semn a gradientului luminozității pe lungimea echivalentă a meniscului format.

Informația astfel achiziționată oferă posibilitatea construirii modelului CAD cu o acuratețe crescută și permite abordarea reconstrucției virtuale a suprafețelor corpului scanat cu ajutorul unor algoritmi care fac uz de funcții NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines), T-splines, etc..

Metoda propusă, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- este adecvată pentru obiecte având duritate scăzută, la care tehnicile pe bază de palpator nu se pot aplica.

- este utilizabilă atunci când suprafața obiectului nu poate fi tratată astfel încât să prezinte caracteristicile ideale pentru metode optice cum ar fi folosirea unui spray care să îmbunătățească modul în care suprafața reflectă lumina.

- este independentă de lungimea de undă a sursei de lumină.

- oferă posibilitatea de a obține reconstrucția inclusiv a obiectelor translucide sau transparente.

- permite verificarea reconstrucției prin compararea volumului din modelul reconstruit cu volumul de lichid dezlocuit.

Dăm în continuare un exemplu de realizare a invenției în raport cu figurile 1..2

- Figura 1: schița ansamblului sistemului de scanare

- Figura 2: schița detaliu a ansamblului sistemului de scanare

Metoda de scanare este formată din mai mulți pași, și anume:

- în pasul 1 se efectuează curățarea cuvei 1 rigide și a obiectului 4 de orice impurități aflate pe suprafețele ce urmează să intre în contact cu lichidul 2;

- în pasul 2 se amplasează corpul 4 a cărui formă dorim să o digitalizăm în sistemul de prindere 8;

- în pasul 3 se introduce lichidul 2 în cuva 1 cu ajutorul sistemului 3 de pompare și se crește controlat nivelul acestuia până la nivelul inițial de la care începe măsurătoarea; lichidul 2 poate avea un unghi de contact cu obiectul 4 în intervalul unghiular 0° - 90° ; în cazuri particulare se poate folosi și un lichid 2 care să nu ude suprafața corpului 4, adică să aibă unghiul de contact în intervalul unghiular 90° - 180° ; lichidul 2 poate fi, în anumite situații, fotoluminescent;

- în pasul 4 sistemul 5 măsoară înălțimea lichidului 2 în cuva 1; acest sistem 5 de măsură poate fi de exemplu, dar fără a restrânge generalitatea, o fibră optică sau un sistem pe bază de ecou acustic; tot în acest pas se efectuează și cântărirea obiectului 4 cu ajutorul sistemului 9 de cântărire, atunci când se dorește determinarea existenței unor neomogenități în obiectul 4, sistemul 9 măsurând diferența dintre greutatea reală a obiectului 4 și forța arhimedică corespunzătoare înălțimii curente a lichidului 2;

- în pasul 5, sursele 6 de lumină iluminează suprafața întregii cuve 1 care cuprinde lichidul 2 și corpul 4, sursele 6 de lumină având o poziționare reglabilă, astfel încât să ofere contrastul cel mai mare în zona de contact a lichidului 2 cu corpul 4 și iluminând în special zona de interfață lichid 2 – solid scanat 4; sursele de lumină pot fi în domeniul vizibil, în domeniul infraroșu sau în domeniul ultraviolet, în funcție de tipul lichidului 2 și al materialului din care este făcut obiectul 4; în cazul domeniului ultraviolet, se poate folosi lichid 2 care prezintă fotoluminescență, pentru a crește contrastul imaginii respective și a reduce erorile de imagine datorate meniscului de lichid; de asemenea, sursele 6 de lumină pot emite lumină polarizată, parțial polarizată sau nepolarizată, după caz;

- în pasul 6, camerele 7 achiziționează imaginea respectivă, camere 7 a căror poziție și înclinare verticală sunt ajustabile pentru a obține imaginea zonei de menisc cu contrastul cel mai ridicat; în cazul lichidului 2 fotoluminescent și la sursele 6 de lumină care emit în ultraviolet, camerele 7 pot folosi filtre care să separe semnalul de fotoluminescență de cel ultraviolet;

- în pasul 7 se introduce încă o dată lichid 2 până la o înălțime bine determinată și se repetă pașii 4-6;

- în pasul 8 se scade nivelul de lichid 2 cu o înălțime egală cu cea din pasul 7 după care se repetă pașii 4-6;

- în pasul 9 se repetă pașii 7 și 8 de un număr de ori până ce obiectul 4 este acoperit complet de către lichidul 2, de fiecare dată înălțimea de lichid 2 adăugată prin pasul 7 fiind mai mare decât înălțimea de lichid 2 scăzută în pasul 8 anterior;

- în pasul 10 se extrage, din imaginile succesive obținute de către camerele 7 pentru fiecare nivel al lichidului 2 și pentru fiecare pas de urcare, respectiv coborâre, a acestuia, conturul care demarcă frontiera lichid 2 – obiect 4, extragerea de contur fiind efectuată cu ajutorul unor softuri specializate instalate pe calculatorul 11;

- în pasul 11 se reconstruiește forma obiectului 4 folosind contururile obținute în pasul 9 și algoritmi specifici de reconstrucție 3D implementați pe calculatorul 11 asociat sistemului de scanare;

- în pasul 12 se extrage lichidul 2 din cuva 1 și se usucă corpul 4;

- în pasul 13 se reamplasează corpul 4 în cuva 1 rotit în raport cu una din axele sistemului de prindere 8 cu un unghi bine controlat;

- în pasul 14 se scade nivelul de lichid 2 în cuva 1 cu o înălțime egală cu cea din pasul 13 după care se repetă pașii 4-6;

- în pasul 15 se repetă pașii 13 și 14 de un număr de ori până ce obiectul 4 este acoperit complet de către lichidul 2, de fiecare dată înălțimea de lichid 2 adăugată prin pasul 13 fiind mai mare decât înălțimea de lichid 2 scăzută în pasul 14 anterior;

- în pasul 16 se extrage lichidul 2 din cuva 1 și se usucă corpul 4;

- se repetă pașii 2-12; dacă forma obiectului 4 este mai complexă, atunci obiectul 4 poate fi rotit de mai multe ori cu unghiuri bine controlate, după care se repetă pașii 2-12;

Măsurătorile se pot efectua la temperaturi diferite, în acest caz folosindu-se un sistem 10 de citire a temperaturii lichidului 2. Măsurătorile la temperaturi diferite oferă posibilitatea de a obține, de exemplu, informații privitoare la omogenitatea și distribuția proprietăților termice – cum ar fi coeficientul de dilatare – ale materialului / materialelor din care este alcătuit obiectul 4 scanat. Lichidul 2 poate fi lichid la temperatura camerei sau poate fi solid sau gaz la această temperatură. În cazul în care este solid la temperatura camerei, se va lucra cu materialul solid la o temperatură peste cea de topire. În cazul în care este gaz la temperatura camerei, se va lucra cu acest material la o temperatură sub cea de lichiefiere.

De asemenea, sistemul de prindere 8 se poate afla pe un sistem 9 de măsură a greutateii. În acest caz, atașarea sistemului 9 pentru măsurarea greutateii obiectului 4 în sistemul de prindere 8, permite determinarea existenței unor eventuale neomogenități interne ale obiectului 4 ținând cont de variația greutateii aparente a obiectului 4 pentru fiecare înălțime a lichidului 2. Sistemul de prindere 8 permite rotirea, cu unghiuri bine controlate, obiectului 4 în raport cu oricare dintre cele trei axe spațiale, atât în raport cu fiecare axă individuală cât și în orice combinație a acestora.

Se pot folosi succesiv, pentru scanarea aceluiași obiect 4, mai multe tipuri de lichid 2 pentru metoda propusă, pașii de lucru fiind identici pentru fiecare caz cu cei de mai sus. În acest caz, vor fi utilizate lichide 2 cu unghiuri de contact profund diferite, de exemplu un lichid 2 care udă suprafața corpului și, respectiv, un alt lichid 2 care nu udă corpul, variația unghiului de contact fiind augmentată de utilizarea agenților surfactanți.

În cazul creșterii nivelului de lichid 2 se obține un unghi de contact corespunzător cazului *advancing contact angle*, în timp ce la coborârea nivelului lichidului se obține *receding contact angle*. Această procedură face ca digitizarea formei obiectului 4 să fie mai precisă, oferind două seturi de contururi pentru același nivel astfel încât efectul tensiunii superficiale asupra erorii de determinare a conturului să poată fi redus din algoritmi de prelucrare imagine instalați pe calculatorul 11.

În anumite situații este posibil ca suprafața obiectului 4 să prezinte zone cu proprietăți de umectare diferite. Proprietățile de umectare pot varia pe suprafața obiectului 4 fie din cauza funcționalizării fizico-chimice diferite a diferitelor porțiuni ale suprafeței obiectului 4, fie din cauza unor variații de texturare a suprafeței, fie din cauza existenței unor materiale diferite care intră în alcătuirea obiectului 4. Această variație a proprietăților de umectare poate altera forma conturului la contactul lichid 2 – obiect 4 de așa natură încât să fie greu de extras informația geometrică reală. În acest caz, sunt posibile mai multe abordări.

Prima abordare constă în repetarea metodei descrise, pentru o aceeași poziție a obiectului 4, folosind lichide 2 cu proprietăți de umectare foarte diferite. De exemplu, un prim lichid 2 poate fi hidrofob în raport cu suprafața obiectului 4 iar un al doilea lichid 2 poate fi hidrofil.

O a doua abordare constă în a lucra cu un singur lichid 2 dar a repeta metoda descrisă la diferite temperaturi. După cum se știe, proprietățile de umectare ale unui lichid depind de temperatură. O variație cu temperatura a formei conturului corespunzător unei anumite înălțimi a lichidului 2 va indica în mod clar că este vorba despre un efect datorat variației proprietăților de umectare a suprafeței obiectului 4. În anumite situații, cunoscând datele de material ale lichidului 2, cum ar fi tensiunea superficială, ca funcție de temperatură se poate deduce forma geometrică a conturului corespunzătoare formei reale a obiectului 4 la acea înălțime a lichidului 2 simultan cu determinarea unei hărți de distribuție a proprietăților de umectare pe suprafața obiectului 4.

În aceste două abordări se vor utiliza mereu aceleași înălțimi ale lichidului 2 de la o aplicare a metodei la alta, de exemplu – în cazul abordării a doua – de la o temperatură la alta.

O a treia abordare constă în combinarea acestei metode cu metode de scanare optică cunoscute. Acestea din urmă vor da forma obiectului iar din compararea cu prezenta metodă de scanare se va putea obține o hartă a proprietăților de umectare de pe suprafața obiectului 4.

O altă variantă de realizare a invenției este de a avea sursa de iluminare 6 în mediul lichid 2 și de a realiza o iluminare sub unghi de reflexie totală, astfel încât zona meniscului să fie singura prin care lumina să poată trece.

În toate variantele este necesar ca lichidul 2 să nu dizolve sau să reacționeze chimic cu suprafața obiectului 4. Prin reacție chimică înțelegem fie funcționalizarea suprafeței obiectului 4 fie corodarea acesteia. De asemenea, obiectul 4 nu trebuie să se deformeze ca urmare a contactului cu lichidul 2.

În cazul în care se dorește captarea de imagini în lumină polarizată, de exemplu pentru a defini mai bine zona de contur la contactul lichid 2 – obiect 4, camerele 7 vor avea montași polarizori optici în fața lor, pe direcția din care vine lumina.

Menționăm faptul că sistemul 3 de pompare, sistemul 5 de măsură a înălțimii lichidului 2 în cuva 1, sistemul 8 de prindere a obiectului 4 și sistemul 9 de măsură a greutateii aparente a obiectului 4 sunt conectate la calculatorul 11 pentru a asigura feedback-ul necesar funcționării controlate a întregului ansamblu.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției.

Astfel, obiectul 4 aflat în cuva 1 de oțel este din ceară fixată pe suport de metal magnetic iar lichidul 2 este apă. Sursele 6 sunt LED-uri cu emisie în lumină roșie iar imaginea este preluată cu ajutorul a 3 camere 7 monocrome care trimit imaginile achiziționate pe calculatorul 11. Sistemul 5 de măsurare a înălțimii lichidului este pe bază de fibră optică. Sistemul 8 de prindere este cu magnet.

Într-o altă variantă de realizare lichidul 2 este Indiu topit iar temperatura de lucru este de 180°C.

Într-o altă variantă de realizare lichidul 2 este CO₂ lichid iar temperatura de lucru este de -80°C.

REVENDICĂRI

1. Metodă de scanare 3D a corpurilor conform invenției, caracterizată prin aceea că se desfășoară în următoarele etape:

- în pasul 1 se efectuează curățarea cuvei 1 rigide și a obiectului 4 de orice impurități aflate pe suprafețele ce urmează să intre în contact cu lichidul 2;

- în pasul 2 se amplasează corpul 4 a cărui formă dorim să o digitalizăm în sistemul de prindere 8;

- în pasul 3 se introduce lichidul 2 în cuva 1 cu ajutorul sistemului 3 de pompare și se crește controlat nivelul acestuia până la nivelul inițial de la care începe măsurătoarea

- în pasul 4 sistemul 5 măsoară înălțimea lichidului 2 în cuva 1; tot în acest pas se efectuează și cântărirea obiectului 4 cu ajutorul sistemului 9 de cântărire, atunci când se dorește determinarea existenței unor neomogenități în obiectul 4, sistemul 9 măsurând diferența dintre greutatea reală a obiectului 4 și forța arhimedică corespunzătoare înălțimii curenților a lichidului 2;

- în pasul 5, sursele 6 de lumină iluminează suprafața întregii cuve 1 care cuprinde lichidul 2 și corpul 4, sursele 6 de lumină având o poziționare reglabilă, astfel încât să ofere contrastul cel mai mare în zona de contact a lichidului 2 cu corpul 4 și iluminând în special zona de interfață lichid 2 – solid scanat 4;

- în pasul 6, camerele 7 achiziționează imaginea respectivă, camere 7 a căror poziție și înclinare verticală sunt ajustabile pentru a obține imaginea zonei de menisc cu contrastul cel mai ridicat;

- în pasul 7 se introduce încă o dată lichid 2 până la o înălțime bine determinată și se repetă pașii 4-6;

- în pasul 8 se scade nivelul de lichid 2 cu o înălțime egală cu cea din pasul 7 după care se repetă pașii 4-6;

- în pasul 9 se repetă pașii 7 și 8 de un număr de ori până ce obiectul 4 este acoperit complet de către lichidul 2, de fiecare dată înălțimea de lichid 2 adăugată prin noul pas 7 fiind mai mare decât înălțimea de lichid 2 scăzută în pasul 8 anterior;

- în pasul 10 se extrage, din imaginile succesive obținute de către camerele 7 pentru fiecare nivel al lichidului 2 și pentru fiecare pas de urcare, respectiv coborâre, a acestuia, conturul care demarcă frontiera lichid 2 – obiect 4, extragerea de contur fiind efectuată cu ajutorul unor softuri specializate instalate pe calculatorul 11;

- în pasul 11 se reconstruiește forma obiectului 4 folosind contururile obținute în pasul 9 și algoritmi specifici de reconstrucție 3D implementați pe calculatorul 11 asociat sistemului de scanare;

- în pasul 12 se extrage lichidul 2 din cuva 1 și se usucă corpul 4;

- în pasul 13 se reamplasează corpul 4 în cuva 1, rotit în raport cu una din axele sistemului de prindere 8 cu un unghi bine controlat;

- se repetă pașii 2-12; dacă forma obiectului 4 este mai complexă, atunci obiectul 4 poate fi rotit de mai multe ori cu unghiuri bine controlate, după care se repetă pașii 2-12;

2. Metodă de scanare 3D a corpurilor conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că, dacă forma obiectului 4 este mai complexă, atunci obiectul 4 poate fi rotit de mai multe ori, în raport cu diferite direcții, cu unghiuri bine controlate, după care se repetă pașii 2-11.

3. Metodă de scanare 3D a corpurilor conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că lichidul 2 poate avea un unghi de contact cu obiectul 4 în intervalul unghiular 0° - 90° , în cazuri particulare folosindu-se un lichid 2 care să nu ude suprafața corpului 4, adică să aibă unghiul de contact în intervalul unghiular 90° - 180° .

4. Metodă de scanare 3D a corpurilor conform revendicării 1 și 3, caracterizată prin aceea că lichidul 2 poate fi, în anumite situații, fotoluminescent.

5. Metodă de scanare 3D a corpurilor conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că sursele 6 de lumină pot fi în domeniul vizibil, în domeniul infraroșu sau în domeniul ultraviolet, în funcție de tipul lichidului 2 și al materialului din care este făcut obiectul 4, de asemenea, sursele 6 de lumină pot emite lumină polarizată, parțial polarizată sau nepolarizată, după caz.

6. Metodă de scanare 3D a corpurilor conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că în cazul în care sursele 6 emit în domeniul ultraviolet se poate folosi lichid 2 care prezintă fotoluminescență, pentru a crește contrastul imaginilor respective ale conturului.

7. Metodă de scanare 3D a corpurilor conform revendicării 1 și 6, caracterizată prin aceea că camerele 7 pot folosi filtre care să separe semnalul de fotoluminescență de cel ultraviolet.

8. Metodă de scanare 3D a corpurilor conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că lichidul 2 nu dizolvă și nu reacționează chimic cu suprafața obiectului 4 și, de asemenea, nu deformează obiectul 4.

9. Metodă de scanare 3D a corpurilor conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că măsurătorile se pot efectua la temperaturi diferite, în acest caz folosindu-se un sistem 10 de citire a temperaturii lichidului 2.

10. Metodă de scanare 3D a corpurilor conform revendicărilor 1 și 9, caracterizată prin aceea că algoritmi implementați pe calculatorul 11 furnizează date privitoare la omogenitatea și distribuția proprietăților termice – cum ar fi coeficientul de dilatare – ale materialului / materialelor din care este alcătuit obiectul 4 scanat.

11. Metodă de scanare 3D a corpurilor conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că, pentru a determina, cu ajutorul algoritmilor implementați pe calculatorul 11, existența unor eventuale neomogenități interne ale obiectului 4 și, în anumite cazuri, pentru a obține mărimea volumetrică și amplasarea acestora, este folosit un sistem 9 de măsură a greutatei obiectului 4, sistem 9 pe care este amplasat sistemul de prindere 8, sistemul 8 de prindere permițând rotirea, cu unghiuri bine controlate, a obiectului 4 în raport cu oricare dintre cele trei axe spațiale, atât în raport cu fiecare axă individuală cât și în orice combinație a acestora.

12. Metodă de scanare 3D a corpurilor conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că se pot folosi succesiv, pentru scanarea aceluiași obiect 4, mai multe tipuri de lichid 2, lichide 2 care au unghiuri de contact profund diferite, de exemplu un lichid 2 care udă suprafața corpului și, respectiv, un alt lichid 2 care nu udă corpul, variația unghiului de contact fiind augmentată de utilizarea agenților surfactanți.

13. Metodă de scanare 3D a corpurilor conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că, într-o altă variantă de realizare a invenției, sursele 6 se află în mediul lichid și iluminează suprafața lichidului 2 sub unghi de reflexie totală, astfel încât zona meniscului să fie singura prin care lumina să poată trece.

14. Metodă de scanare 3D a corpurilor conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că lichidul 2 poate fi lichid la temperatura camerei sau poate fi solid sau gaz la această temperatură, în cazul în care este solid la temperatura camerei, se va lucra cu materialul solid la o temperatură peste cea de topire iar în cazul în care este gaz la temperatura camerei, se va lucra cu acest material la o temperatură sub cea de lichefiere.

15. Metodă de scanare 3D a corpurilor conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că, în cazul în care se dorește captarea de imagini în lumină polarizată, camerele 7 vor avea montați polarizori optici în fața lor, pe direcția din care vine lumina.

16. Metodă de scanare 3D a corpurilor conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că, pentru a reduce eroarea cauzată de o eventuală distribuție neomogenă a proprietăților de umectare ale lichidului 2 pe suprafața obiectului 4 asupra determinării formei corecte a conturului interfeței lichid 2 – obiect 4, folosește lichide 2 cu proprietăți de umectare foarte diferite ca de exemplu, un prim lichid 2 hidrofob în raport cu suprafața obiectului 4 iar apoi un al doilea lichid 2 hidrofil, diferența de contur în cele două situații permițând reducerea erorii de determinare a formei reale a conturului, condiția fiind ca să se utilizeze mereu aceleași înălțimi ale lichidului 2 la trecerea de la un lichid 2 la altul.

17. Metodă de scanare 3D a corpurilor conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că, pentru a reduce eroarea cauzată de o eventuală distribuție neomogenă a proprietăților de umectare ale lichidului 2 pe suprafața obiectului 4 asupra determinării formei corecte a conturului interfeței lichid 2 – obiect 4, folosește un singur lichid 2 și repetă metoda conform invenției la diferite temperaturi pentru a varia proprietățile de umectare ale lichidului 2 astfel încât, cunoscând datele de material ale lichidului 2, cum ar fi tensiunea superficială, ca funcție de temperatură să se poată deduce forma geometrică a conturului corespunzătoare formei reale a obiectului 4 la acea înălțime a lichidului 2 simultan cu determinarea unei hărți de distribuție a proprietăților de umectare pe suprafața obiectului 4, condiția fiind ca să se utilizeze mereu aceleași înălțimi ale lichidului 2 la repetarea metodei de la o temperatură la alta.

18. Metodă de scanare 3D a corpurilor conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că, pentru a reduce eroarea cauzată de o eventuală distribuție neomogenă a proprietăților de umectare ale lichidului 2 pe suprafața obiectului 4 asupra determinării formei corecte a conturului interfeței lichid 2 – obiect 4, combină metoda conform invenției cu metode de scanare optică cunoscute, acestea din urmă furnizând forma obiectului iar din compararea cu prezenta metodă de scanare obținându-se o hartă a proprietăților de umectare de pe suprafața obiectului 4.

19. Metodă de scanare 3D a corpurilor conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că sistemul 3 de pompare, sistemul 5 de măsură a înălțimii lichidului 2 în cuva 1, sistemul 8 de prindere a obiectului 4 și sistemul 9 de măsură a greutatei aparente a obiectului 4 sunt conectate la calculatorul 11 pentru a asigura feedback-ul și controlul necesar funcționării controlate a întregului ansamblu.

DESENE

Figura 1

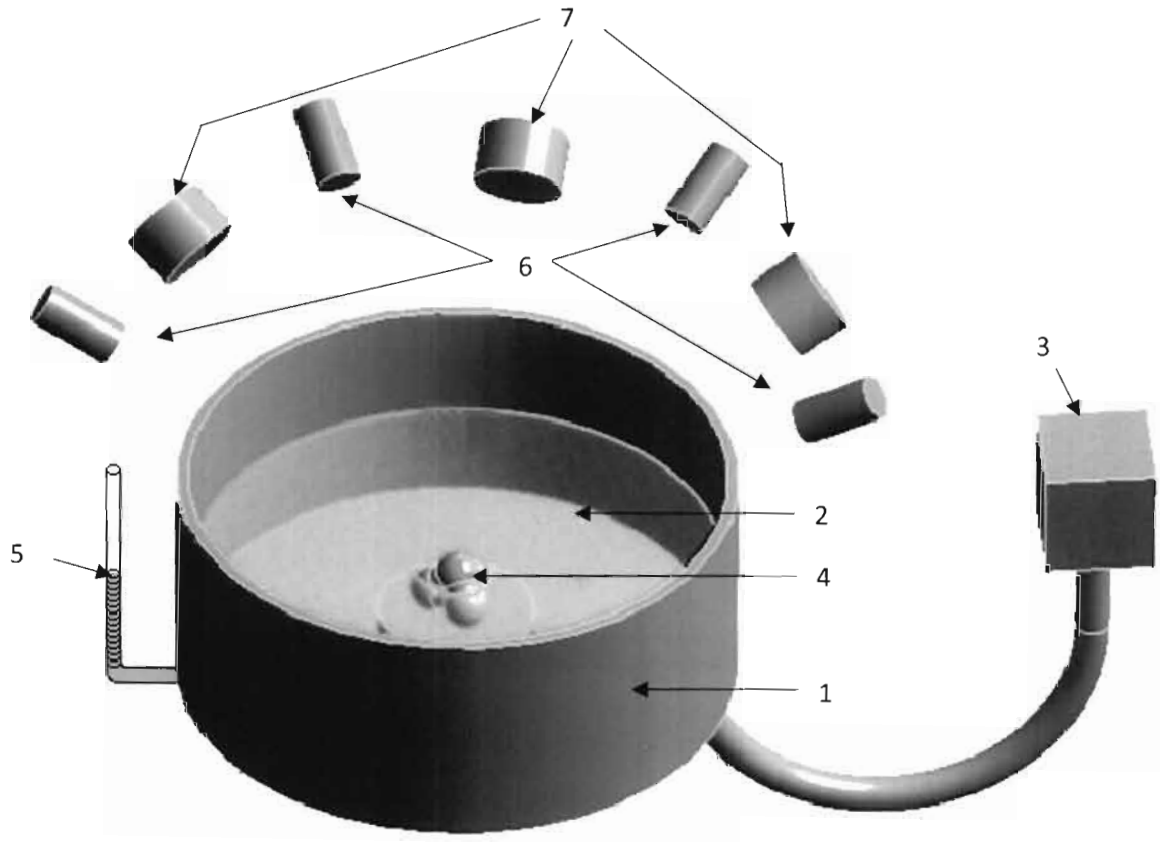


Figura 2

