



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 00154**

(22) Data de depozit: **18/02/2011**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/02/2017** BOPI nr. **2/2017**

(41) Data publicării cererii:
30/12/2011 BOPI nr. **12/2011**

(73) Titular:
• **MB TELECOM LTD S.R.L.**,
CALEA BUCUREȘTILOR NR.3 A, OTOPENI,
IF, RO

(72) Inventatori:
• **TUDOR MIRCEA**,
STR. SMARANDA BRĂESCU NR. 51,
BL. 21F, AP. 33, SECTOR 1, BUCUREȘTI,
B, RO;
• **SIMA CONSTANTIN**, STR. FANIONULUI
NR. 24, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;
• **BÎZGAN ADRIAN**, BD. BUREBISTA NR. 4,
BL. D13, SC. 2, AP. 63, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;

• **POPOVICI VLAD OVIDIU**,
STR. DR. DRĂGHICESCU DIMITRIE NR.13,
SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;
• **BÎRSAN NICUȘOR**, STR. VERII NR. 1,
BL. 10E1, ET. 4, AP.14, PLOIEȘTI, PH, RO;
• **MIEILICA EMILIAN**, STR. MOHORULUI
NR. 1, BL. 139, SC. C, ET. 4, AP. 106,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• **DACHE VALENTIN**, STR. PĂCII NR.66,
BL. 176, SC. A, ET. 4, AP. 19, TULCEA, TL,
RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
CN 2819219 Y; GB 2368764 A;
RO 121293 B1

(54) **METODĂ ȘI SISTEM DE CONTROL NEINTRUZIV AL
OBIECTELOR**



1 Prezenta invenție se referă la o metodă și la un sistem de control neintruziv al obiectelor, prin radiografiere, folosind ca sursă de radiație doi izotopi naturali. Zona de interes pe
3 care o vizează prezenta invenție o reprezintă aparatele de inspecție neintruzivă, cu radiație ionizantă a obiectelor de diverse dimensiuni macroscopice.

5 Principiul de funcționare a controlului neintruziv presupune iradierea unei arii de detectoare de radiații, plasată în fața unei perdele de radiații ionizante, colimate în formă de
7 sector de cerc, prin care se deplasează relativ obiectul scanat. Semnalele electrice ale detectoarelor se procesează analogic/digital cu scopul de a genera, linie cu linie, o radiografie,
9 care apare pe un monitor de calculator. Deplasarea relativă între obiectul scanat și sistemul de scanare se realizează fie prin deplasarea obiectului față de un scanner fix, fie prin
11 deplasarea scannerului față de un obiect fix.

În prezent sunt cunoscute metode de control neintruziv, cu capacitate de discriminare
13 între materiale care folosesc generatoare de radiație multispectrală, alimentate electric. Aceste metode de control prezintă dezavantajul dimensiunii și greutateii foarte mari, precum și al costului ridicat de implementare, cauzat de generatoarele de radiație multispectrală de
15 energie înaltă, alimentate electric. Generatoarele de radiație au în general activitate de câteva mii de ori mai mare decât izotopii naturali, la același nivel maxim energetic, emițând
17 multă radiație în domenii spectrale pe care detectoarele existente nu le utilizează. Doza mare de radiație emisă necesită protecții și precauții suplimentare din punct de vedere al radio-
19 protecției. Sunt cunoscute, de asemenea, metode de control neintruziv, ce folosesc surse de radiații naturale, izotopi radioactivi, care sunt în general monoenergetici sau folosesc doar
21 o componentă energetică din cele disponibile în izotopi. Această caracteristică, face ca aceste metode de control neintruziv ce utilizează izotopi naturali să nu aibă capacitatea de
23 discriminare între materiale, ci doar capacitatea de a afișa imagini radiografice cu informații despre densitatea/grosimea materialelor inspectate, nu și despre natura acestora.

Elementul de noutate al prezentei invenții constă în utilizarea unei surse compuse din
27 doi izotopi radioactivi, rezolvând problema tehnică a discriminării de material în sistemele de scanare cu radiație gamma. Sistemele din stadiul tehnicii folosesc surse de radiație cu un
29 singur izotop radioactiv; ele nu discriminează tipul de material, ci sunt capabile doar de a afișa imagini radiografice simple (din care rezultă grosimi/densități de material, nu și natura
31 materialului organic, metal). Pe de altă parte, în stadiul tehnicii sunt prezente sisteme de inspecție cu discriminare de material, dar acestea folosesc radiație X cu o structură multi-
33 spectrală, ce permite discriminarea de material.

Utilizarea a două surse de radiație gamma, de energii diferite, reprezintă o soluție
35 care nu este evidentă pentru o persoană din domeniu, pentru a rezolva problema discriminării de material în sistemele de inspecție neintruzivă cu radiație gamma.

În general, tehnica de discriminare de material, folosită în domeniul radiației X, și nu
37 gamma, constă în determinarea numărului atomic Z al materialului din obiectul inspectat. Determinarea are la bază faptul că radiația X are un spectru larg, care este detectat de două
39 rânduri de detectoare: unul de joasă energie și unul de înaltă energie, plasat în spatele celui de joasă energie și, eventual, al unui filtru. Din semnalele generate de cele două rânduri de
41 detectoare se determină, pe bază de calcul/tabel, numărul atomic Z. În **US 7388208** este descris un sistem de detecție care folosește semnalele obținute la diferite energii ale radiației
43 X, pentru a discrimina diferite materiale cu diferite compoziții atomice.

Capacitatea de discriminare a materialelor este o tehnică binecunoscută în domeniu,
45 și folosită în lucrul cu radiația X, ce are un caracter continuu multispectral. Radiația gamma are un spectru discret, astfel că, folosind o singură sursă de radiație, nu se poate aplica dis-
47 criminarea de material. În plus, nu este evident pentru o persoană în domeniu că problema tehnică se rezolvă prin utilizarea a două surse de radiații gamma (una de energie înaltă și
49 una de energie joasă), împreună cu două rânduri de detectoare.

RO 126967 B1

În **CN 2819219 Y** este descris un aparat CT în miniatură, care folosește un izotop radioactiv ca sursă de radiație. Aceasta poate fi Co-60, Ir-192, Tm-170 sau Cs-137. Scopul aparatului este de a obține imagini radiografice cu informații despre densități și grosimi ale obiectului scanat, și nu despre natura materialelor folosite (nu are funcția de discriminare de material). Elementul esențial al sistemului constă în miniaturizarea sistemului CT, și nu este imagistica. Spre deosebire de acest sistem, prin prezenta invenție, utilizarea a doi izotopi gamma de energii diferite și detectoare adecvate conduce la obținerea informației despre tipul de material.

În **GB 2368764 A** este descris un sistem de imagistică având surse de radiație gamma. Invenția crește sensibilitatea și precizia prin imagini radiografice proiectate din orice direcție sau poziție. Sistemul propus utilizează un singur izotop și un singur rând de detectoare, nefiind capabil de discriminare de material.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea discriminării de materiale, în sistemele de scanare cu radiație gamma.

Metoda de control neintruziv, conform invenției, înlătură dezavantajele de mai sus prin aceea că utilizează cel puțin doi izotopi naturali, ce emit împreună radiație multispectrală cu activitate redusă, și cel puțin două seturi de detectoare specializate de radiație, având capacitate de a identifica materialele între ele, având dimensiune și greutate redusă a sursei, precum și un cost redus de implementare și mentenanță în sisteme de inspecție. Avantajul metodei constă în asigurarea capacității de discriminare a materialelor, fără a avea și dezavantajele metodelor de control ce utilizează generatoare de radiație multispectrale, alimentate electric.

Metoda conform invenției presupune utilizarea a două seturi de detectoare de radiație pentru energii diferite, din plaja spectrală pe care o oferă izotopii naturali utilizați, numiți de aici înainte detectoare pentru energie înaltă, respectiv, pentru energie joasă.

Sistemul de control neintruziv, conform invenției, este constituit dintr-un container - iradiator de izotopi, în care sunt montați doi izotopi naturali de energie înaltă și, respectiv, de energie joasă, un mecanism de transport care acționează izotopii între poziția închis în container și poziția deschis în iradiator, două seturi de detectoare de radiație, de energie înaltă și de energie joasă, separate printr-un ecran, ce recepționează radiația emisă de izotopii naturali, și un sistem de achiziție de date, care preia și prelucrează informația generată de detectoare la intervale predefinite de timp, și care generează o imagine radiografică ce are informații despre tipul materialelor din compunerea unui obiect inspectat.

Folosirea metodei și a sistemului de control neintruziv, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- capacitatea de discriminare între materiale;
- utilizarea de izotopi naturali, care au un cost de producție și mentenanță considerabil redus față de generatoarele de radiație alimentate electric;
- implementarea unor sisteme ce folosesc această metodă, cu o greutate specifică și o dimensiune totală considerabil mai mică decât sistemele ce utilizează generatoare de radiație alimentate electric;
- activitatea sursei de radiații în timpul utilizării de câteva ori mai mică față de cea a generatoarelor de radiație alimentate electric, necesitând protecții și precauții reduse.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu fig. 1 și 2, ce reprezintă:

- fig. 1, schema conceptuală a sistemului de control neintruziv;
- fig. 2, schema bloc a metodei de control neintruziv.

RO 126967 B1

1 Sistemul de control neintruziv se compune, conform invenției, dintr-un container-iradiator de izotopi **1**, în care sunt montați doi izotopi **2, 3** naturali, de energii diferite, denumiți
3 generic de acum înainte izotop de energie înaltă **2** și izotop de energie joasă **3**, pe un mecanism **4** de transport, care îi mută între poziția închis în container și poziția deschis în iradiator, care permite emiterea de radiație în afara containerului-iradiator care îi ecranează de
5 mediul înconjurător. Sistemul conține două seturi de detectoare **5, 6** de radiație, specializate,
7 denumite de aici înainte generic detectoare de radiație de energie înaltă **5** și detectoare de
radiație de energie joasă **6**, ce recepționează radiația emisă de izotopii naturali **2 și 3**, și care
9 sunt conectați la un sistem de achiziție de date **7**, ce preia informația generată de detectoarele **5 și 6** la intervale predefinite de timp.

11 Detectoarele de energie înaltă **5** sunt ecranate de radiația de energie joasă cu material de densitate și grosime calculate în funcție de caracteristicile izotopilor **2 și 3** utilizați.
13 Ecranul **8** are rolul de a elimina componentele de energie joasă din radiația primită, care introduc zgomot în semnalul achiziționat de detectoarele de energie înaltă. Detectoarele de
15 energie joasă **6** nu au nevoie de ecran, întrucât sunt construite special pentru a prelua doar componenta joasă a radiației primite.

17 Informația preluată de la detectoarele **5 și 6** este prelucrată spectral de un sistem **9** de procesare, conectat la sistemul de achiziție de date **7** și la mecanismul de transport **4**, de
19 la care primește date și către care transmite comenzi. Sistemul **9** de procesare controlează procesul de control și construiește imagini radiografiate cu informații despre tipul materialelor
21 ce au fost inspectate.

23 Într-un exemplu preferat de realizare a invenției, sistemul este format dintr-un container-iradiator, confecționat din plumb sau wolfram, în care sunt introduse două surse de radiație gamma, sub forma unor pastile cu izotopi radioactivi, un izotop radioactiv de
25 energie joasă Seleniu 75 (Se75) și, respectiv, un izotop radioactiv de energie înaltă Cobalt 60 (Co60).

27 Izotopul Se75 generează radiație gamma cu o energie relativ joasă, energia medie fiind de aproximativ 0,217 megaelectron-volt (MeV).

29 Izotopul Co60 generează radiație gamma cu o energie relativ înaltă, energia medie fiind de aproximativ 1,25 MeV.

31 În acest exemplu preferat de realizare, mecanismul de transport **4** este realizat printr-un sistem de acționare care împinge simultan cele două pastile din poziția închis (container) în
33 poziția deschis (iradiator).

35 Atunci când sursa de radiație este deschisă, prin obiectul inspectat va trece atât radiația de joasă energie, generată de izotopul Se75, cât și radiația de înaltă energie, generată de izotopul Co60. În funcție de natura materialului obiectului scanat, cele două radiații
37 vor fi atenuate în mod diferit. De exemplu, pentru o tablă de oțel cu grosimea de 3 cm, radiația gamma este transmisă cu un factor de 18% pentru Se75 și, respectiv, 66% pentru Co60.
39 Pentru un material diferit (cu un număr atomic diferit), o tablă de plumb de 3 cm, radiația gamma este transmisă cu un factor de 0,01% pentru Se75 și, respectiv, 23% pentru Co60.

41 După ce radiațiile de joasă energie și de înaltă energie trec prin obiectul inspectat, acestea ajung atenuate în sistemele de detecție specifice, de energie joasă **6** și, respectiv,
43 energie înaltă **5**, care sunt realizate în mod tipic din cristale scintilatoare, cuplate cu fotodiode. Scintilatoarele sunt realizate tipic din iodură de sodiu (NaI) sau iodură de cesiu (CsI)
45 sau tungstanat de cadmiu (CWO). Acestea au rolul de a converti radiația ionizantă X sau

RO 126967 B1

gamma în radiație în spectrul vizibil. Radiația luminoasă este convertită apoi în semnal electric de către fotodiode. Semnalul primit de la detectoare este preluat de către un sistem de achiziție **7**, format tipic din amplificatoare și convertoare analog-digitale. Datele astfel rezultate sunt apoi transmise către un sistem de prelucrare **9**, care, într-o realizare preferată, este un calculator cu un program informatic de calcul. 1
3
5

Așa cum s-a prezentat mai sus, radiațiile de energie joasă și, respectiv, energie înaltă suferă atenuări diferite, în funcție de tipurile de materiale ale obiectelor inspectate, astfel încât sistemul de calcul poate determina fie prin calcul, fie prin citire, din valori întabelate, tipul de material inspectat. Într-o realizare preferată, sistemul poate face discriminare între diferite clase de materiale: organic, metale ușoare, metal, metale grele. Aceste informații sunt afișate pe imaginea radiografiată a obiectului inspectat, prin culori diferite, de exemplu, portocaliu - pentru organic, verde - pentru metale ușoare, albastru - pentru metale, mov - pentru metale grele. 7
9
11
13

RO 126967 B1

Revendicări

1

3

1. Metodă de control neintruziv, ce are ca scop obținerea imaginii radiografice a unui obiect care include informații de discriminare de material, **caracterizată prin aceea că** va consta din următoarele etape:

5

7

- acționarea unei surse de radiație gamma, formată din doi izotopi (**2, 3**) de înaltă energie și, respectiv, de joasă energie, plasați într-un container (**1**) iradiator, din poziția închis în container în poziția deschis în iradiere, astfel încât să emită o perdea de radiație gamma multispectrală, către două rânduri de detectoare (**5, 6**) de înaltă energie și, respectiv, joasă energie;

11

- deplasarea obiectului scanat care urmează a fi inspectat relativ la sistemul de scanare prin perdeaua de radiație gamma;

13

- generarea de semnale electrice la intervale diferite de timp, de către cele două șiruri de detectoare (**5, 6**), în timpul deplasării obiectului scanat, care sunt transmise către un sistem (**7**) de achiziție de date;

15

17

- prelucrarea informațiilor primite de către sistemul (**7**) de achiziție în etapa anterioară, și generarea, linie cu linie, a unei imagini radiografice cu informații despre tipul de material al obiectului inspectat.

19

2. Sistem de control neintruziv, care pune în aplicare metoda de la revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că** este constituit din următoarele componente:

21

- un container-iradiator (**1**) de izotopi, în care sunt montați doi izotopi (**2, 3**) naturali, de energie înaltă (**2**) și, respectiv, energie joasă (**3**);

23

- un mecanism (**4**) de transport, care acționează izotopii între poziția închis în container și poziția deschis în iradiator;

25

- două seturi de detectoare (**5, 6**) de radiație, de energie înaltă (**5**) și de energie joasă (**6**), separate printr-un ecran (**8**), ce recepționează radiația emisă de izotopii (**2, 3**) naturali, și, respectiv,

27

29

- un sistem (**7**) de achiziție de date, care preia și prelucrează informația generată de detectoare (**5, 6**) la intervale predefinite de timp, și care generează o imagine radiografică ce are informații despre tipul materialelor din compunerea unui obiect inspectat.

(51) Int.Cl.

G01N 23/04 (2006.01);

G01V 5/14 (2006.01);

G01T 1/20 (2006.01)

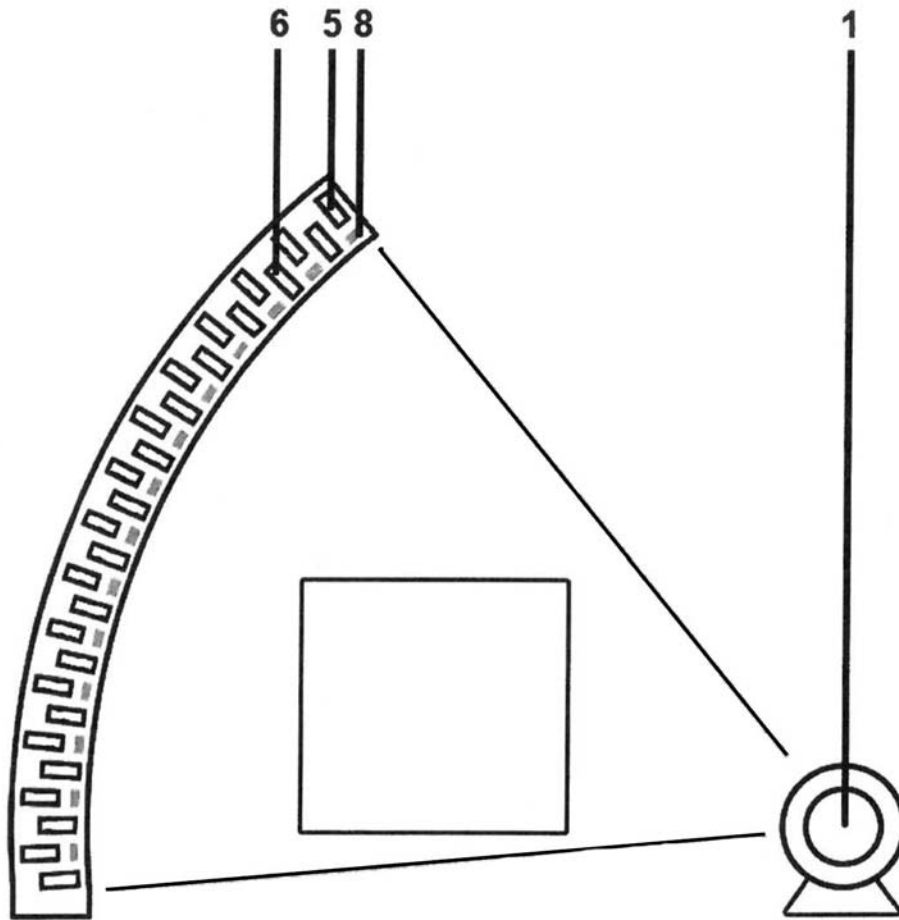


Fig. 1

(51) Int.Cl.

G01N 23/04 (2006.01);

G01V 5/14 (2006.01);

G01T 1/20 (2006.01)

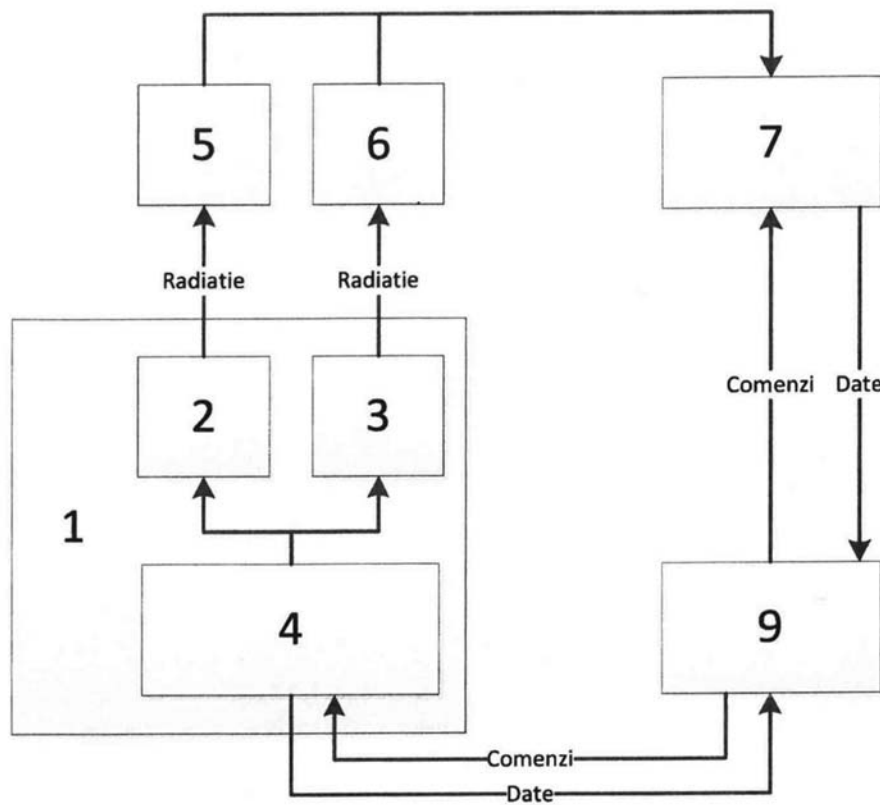


Fig. 2

