

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2008 00145**

(22) Data de depozit: **22.02.2008**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.09.2013** BOPI nr. **9/2013**

(41) Data publicării cererii:
30.09.2009 BOPI nr. **9/2009**

(73) Titular:
• UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE
ASACHI" DIN IAȘI,
BD.PROF. D. MANGERON NR.67, IAȘI, IS,
RO

(72) Inventatori:
• VREMERA EMIL, BD.NICOLAE IORGA
NR.51 A, BL.F 3, AP.2, IAȘI, IS, RO;

• DAVID VALERIU,
BD.DIMITRIE CANTEMIR NR.3, BL.P 4,
SC.B, AP.10, IAȘI, IS, RO;
• NICA IONUȚ, ALEEA 1 DECEMBRIE 1918
NR.9, BL.C 15, SC.C, AP.13, PAȘCANI, IS,
RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
JP 4155269 A; JP 4155270 A;
JP 2001281284 A

(54) METODĂ DE MĂSURARE A COEFICIENTULUI DE REFLEXIE ELECTROMAGNETICĂ A MATERIALELOR

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de determinare a coeficientului de reflexie a materialelor, ecranelor sau absorbanților electromagnetici, în vederea caracterizării din punct de vedere electromagnetic a unor materiale noi, determinării eficacității de ecranare sau a coeficienților de reflexie și de absorbție ai unor materiale, ecrane sau absorbanți electromagnetici. Metoda conform invenției constă în aceea că determinarea reflexiei electromagnetice a materialelor este realizată pe baza indicelui (m) modulației produse de către niște elemente (1.2) perfect conductoare electric, ce se rotesc în jurul axelor de simetrie proprii, asupra câmpului electromagnetic incident, variabil staționar și emis de o antenă (2.2) de emisie, elementele (1.2) alcătuind împreună un ecran (2.4) variabil, așezat în fața unui eșantion (2.5) investigat și pe care îl obturează și descoperă periodic, indice (m) care se determină din reflexia - dependentă de caracteristicile eșantionului (2.5) investigat - recepțată de o antenă (2.7) receptoare, sau printr-o metodă de compensație, atunci când câmpul electromagnetic incident emis de antena (2.2) de emisie, reflectat de sistemul ecran (2.4.) și eșantion (2.5), și recepțat de antena (2.7) receptoare, devine, prin reflexie, de amplitudine constantă prin reglarea - sincronizat cu rotația

ecranului (2.4) variabil - a indicelui (m) de modulație de emisie, prin aceasta identificându-se câmpul reflectat de zona de test și eliminându-se contribuția celorlalte câmpuri electromagnetice, permițându-se astfel determinări într-un mediu necontrolat electromagnetic sau *in situ* pentru eșantioane de ecran/absorbant din diverse materiale și dimensiuni, într-o bandă largă de frecvență.

Revendicări: 1

Figuri: 2

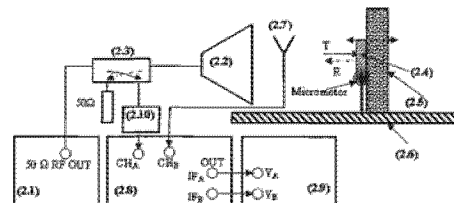


Fig. 2

Examinator: fizician RADU ROBERT



Orice persoană are dreptul să formuleze în scris și motivat, la OSIM, o cerere de revocare a brevetului de invenție, în termen de 6 luni de la publicarea mențiunii hotărârii de acordare a acesteia

RO 123561 B1

1 Invenția se referă la o metodă de măsurare a coeficientului de reflexie electromag-
3 netică a materialelor, ecranelor sau absorbantilor electromagnetici, pe baza unei tehnici de
5 modulare, ce permite eliminarea semnalelor perturbatoare. Aceasta poate fi aplicată la
7 caracterizarea din punct de vedere electromagnetic a unor noi materiale, la determinarea
9 eficacității de ecranare, la determinarea coeficienților de reflexie și de absorbție ai unor
11 materiale, ecrane sau absorbanți electromagnetici.

13 Odată cu dezvoltarea și utilizarea unor noi materiale, materiale multifuncționale,
15 metamateriale, sunt necesare procedee pentru caracterizarea proprietăților lor electromag-
17 netice. Determinarea eficacității de ecranare sau a coeficienților de reflexie a materialelor,
19 ecranelor sau a absorbantilor se face:

21 - în medii de test controlate electromagnetic precum celule de măsurare TEM,
23 camere anecoide, camere de reverberație, incluse una în alta;

25 - în spațiu liber.

27 Testele în locuri controlate sunt scumpe, au limitări în ceea ce privește contactul
29 eșantionului, care nu este conductor electric, cu pereții conductori ai echipamentului, dimen-
31 siunile eșantionului, frecvența de test, dar și în ceea ce privește separarea contribuției refle-
33 xiei, respectiv, absorbției materialului la eficacitatea de ecranare globală. Testele în spațiu
35 liber utilizează două antene - una de emisie și una de recepție - și au și dezavantajul afectării
37 măsurării de către semnalele perturbatoare externe provenind din înconjurătorul
39 electromagnetic, reflexii parazite etc.

41 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în eliminarea influenței câmpurilor
43 electromagnetice perturbatoare în vederea măsurării coeficientului de reflexie a materialelor.

45 Metoda de măsurare a coeficientului de reflexie, conform invenției, este fără contact,
47 poate fi utilizată pentru o mare diversitate de materiale, dimensiuni ale eșantioanelor și, prin
eliminarea influenței perturbațiilor electromagnetice asupra măsurării, permite efectuarea de
teste *in situ* sau în locuri necontrolate electromagnetic.

 Principiul de măsurare a coeficientului de reflexie electromagnetică al unui eșantion
este următorul:

 O antenă emite un câmp electromagnetic de radiofrecvență spre eșantionul de testat.
Câmpul reflectat de eșantion este recepționat de o altă antenă, după care se încearcă o
extragere a lui din câmpul electromagnetic total - incident plus reflectat - prin scăderea
câmpului incident, folosind o metodă de răspuns minim. Pentru a elimina câmpurile
electromagnetice perturbatoare, date de ambientul electromagnetic și de reflexiile parazite,
ce sunt receptate de a doua antenă, se recurge la o identificare a câmpului reflectat doar de
eșantionul de interes, prin utilizarea unei tehnici de modulare. Astfel, la mică distanță în fața
materialului sau a ecranului a cărui coeficient de reflexie trebuie măsurat, se plasează un
dispozitiv denumit ecran variabil, care are scopul de a modula în amplitudine câmpul
electromagnetic reflectat. Ecranul variabil este alcătuit dintr-un șir de elemente dreptun-
ghiulare confecționate din material perfect conductor electric, fiecare dintre ele rotindu-se în
jurul unei axe mediane, fiind antrenate cu o viteză unghiulară constantă. În acest mod, șirul
de elemente trece cu o periodicitate dată de viteza unghiulară, prin două poziții extreme.

 Elemente dreptunghiulare poziționate într-un plan paralel cu eșantionul, formând
astfel un ecran perfect reflector, obturând în totalitate suprafața corespunzătoare a eșan-
tionului; câmpul electromagnetic reflectat este maxim.

 Elemente dreptunghiulare paralele între ele și perpendiculare pe eșantion, situație
similară cu absența ecranului reflector perfect; de această dată, câmpul electromagnetic este
reflectat de eșantion, fiind mai mic în amplitudine față de prima situație.

RO 123561 B1

Deoarece în fața eșantionului se află ecranul variabil, a cărui element perfect conductor electric se rotește în jurul axei proprii de simetrie obturând și descoperind eșantionul cu o anumită frecvență dată de viteza unghiulară de rotație, câmpul electromagnetic reflectat de zona formată din ecranul variabil și eșantion este modulată în amplitudine. Coeficientul de reflexie al eșantionului se determină pe baza indicelui de modulație al acestui semnal, care este dat numai de câmpul reflectat de zona în care se face modulația. Pentru determinarea coeficientului de reflexie se poate utiliza și o metodă de compensație astfel:

Câmpul electromagnetic emis este modulată în amplitudine cu o frecvență de modulație egală cu cea de rotație a ecranului variabil, generatorul fiind corelat cu ecranul variabil, în așa fel încât unda incidentă să fie maximă când eșantionul este descoperit complet - reflexie minimă - și să fie minimă când eșantionul este obturat complet de ecranul perfect conductor - reflexie maximă. Modificând de la generator indicele de modulație a câmpului incident până ce semnalul modulator al câmpului reflectat este zero, indicele de modulație realizat de ecranul variabil este egal cu indicele de modulație al câmpului incident și poate fi citit direct la generator, utilizându-se la calculul coeficientului de reflexie al eșantionului.

Metoda de măsurare, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- permite măsurări *in situ* a coeficientului de reflexie, sau măsurări în spații necontrolate electromagnetic, care se remarcă prin cost scăzut și reprezentativitate a măsurărilor;
- elimină influența câmpurilor electromagnetice perturbatoare asupra măsurării;
- este aplicabilă pentru diverse materiale - conductoare și neconductoare - și dimensiuni ale eșantionului ecran/absorbant într-un domeniu larg de frecvențe.

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare, conform:

- fig. 1, ecranul variabil ce realizează modularea câmpului electromagnetic;
- fig. 2, metoda de măsurare a reflexiei electromagnetice a unui eșantion.

Ecranul variabil este realizat pe un cadru dreptunghiular **1.1**, care îl și delimitează. Acesta este alcătuit dintr-un număr de elemente **1.2** de formă dreptunghiulară, cu grosime foarte mică, realizate dintr-un material perfect conductor electric. Prin intermediul unui cuplaj fără alunecare **1.3**, fiecare element **1.2** se rotește în jurul axei sale de simetrie cu o frecvență constantă, dată de motorul electric **1.4**, care determină mișcarea sincronă a elementelor. În acest fel, elementele ecranului se deplasează între două poziții extreme, care determină reflexia totală și transmisia totală a unui câmp electromagnetic, realizând obturarea, respectiv, descoperirea completă a unui eșantion de testat ce se află în spatele lui. Viteza unghiulară de antrenare a elementelor trebuie să fie astfel aleasă, încât frecvența de modulație a semnalului reflectat să poată fi separată din posibilele semnale perturbatoare provenind de la rețeaua de alimentare cu frecvența de 50 sau 60 Hz.

Generatorul de semnal de radiofrecvență **2.1** este conectat la antena de emisie **2.2** prin intermediul unui cuplor direcțional **2.3**. Antena **2.2** emite un câmp electromagnetic cu direcția de propagare perpendiculară pe suprafața ecranului variabil **2.4** ce se află imediat în fața eșantionului de testat **2.5**. Ecranul variabil **2.4** și cu eșantionul **2.5** sunt susținute de un suport **2.6**, în cazul măsurărilor în spațiu liber, sau ecranul variabil **2.4** este fixat de suprafața sistemului a cărui reflexie se determină în cazul măsurărilor *in situ*. Câmpul electromagnetic reflectat de sistemul format din ecranul variabil - eșantion este recepționat de antena receptoare **2.7**, conectată la unul dintre canalele analizorului vectorial **2.8**, iar de la ieșirea analizorului **2.8**, pentru vizualizare, la unul dintre canalele osciloscopului **2.9**. La celălalt canal al analizorului **2.8**, este conectată, prin intermediul unui atenuator reglabil **2.10**,

RO 123561 B1

1 ieșirea cuplorului direcțional **2.3** ce dă unda incidentă. Prin scăderea din semnalul recep-
ționat de antena **2.7** a undei incidente, se urmărește obținerea doar a câmpului
3 electromagnetic reflectat. Această separare a câmpului reflectat se face prin reglarea
atenuatorului **2.10**, până ce semnalul obținut prin scăderea celor două canale este minim.
5 Dacă nu ar exista deloc reflexii electromagnetice, semnalul astfel obținut ar trebui să tindă
spre zero. Odată eliminat câmpul incident din răspunsul antenei receptoare **2.7**, identificarea
7 doar a reflexiei pe eșantion sau zona de interes se face prin modularea realizată de ecranul
variabil **2.4**, prin una dintre aceste două modalități:

9 a). Generatorul de semnal **2.1** furnizează un semnal sinusoidal de o anumită
frecvență, tipic din domeniul de radiofrecvență - sute de MHz ÷ zeci de GHz - sau chiar
11 nelimitată superior, de amplitudine constantă; prin efectuarea de măsurări la mai multe
frecvențe, se trasează caracteristica reflexivitatea în funcție de frecvență. În această situație,
13 câmpul incident este o undă continuă de formă sinusoidală și amplitudine constantă. Câmpul
reflectat are valoare maximă atunci când elementele ecranului variabil sunt una în prelun-
girea celeilalte, formând un reflector perfect, ce obturează eșantionul, și valoare minimă
15 atunci când elementele ecranului variabil sunt perpendiculare pe suprafața eșantionului,
permițând transmisia câmpului spre suprafața eșantionului. Deci, semnalul de interes este
17 un semnal sinusoidal modulat în amplitudine, cu frecvența purtătoare egală cu cea dată de
generator și frecvența modulatoare dată de viteza unghiulară de antrenare a elementelor
19 ecranului variabil. Prin măsurarea indicelui de modulație, m , al acestui semnal, se determină
coeficientul de reflexie relativ, R_{RE} , al eșantionului, cu ajutorul relației 1:

$$23 \quad R_{RE} = 20 \cdot \log_{10} \frac{1 - m}{1 + m} [dB] \quad (1)$$

25 b). Generatorul de semnal **2.1** furnizează antenei **2.2** un semnal modulat în
amplitudine, cu posibilitatea de modificare a indicelui de modulație. Purtătoarea este un
semnal sinusoidal de radiofrecvență, iar semnalul modulator este sinusoidal, de frecvență
27 egală cu frecvența modulatoare a ecranului variabil **2.4**. În această situație, câmpul incident
este o undă continuă, de forma unui semnal sinusoidal de radiofrecvență modulat în
29 amplitudine. Se sincronizează generatorul cu ecranul variabil, astfel încât atunci când câmpul
incident modulat în amplitudine este maxim, reflexia electromagnetică a sistemului ecran
variabil - eșantion să fie minimă, corespunzătoare situației ecran variabil complet deschis și
31 deci atunci când câmpul incident are amplitudinea minimă, reflexia să fie maximă - când
ecranul variabil obturează complet eșantionul. Se crește treptat indicele de modulație al
33 generatorului de la valoarea zero și se urmărește semnalul reflectat de sistemul ecran
variabil - eșantion, care în mod corespunzător își scade treptat indicele de modulație de la
35 valoarea maximă, m , până la valoarea zero. Când semnalul reflectat nu mai este modulat
37 în amplitudine înseamnă că modulația efectuată de ecranul variabil este egală cu modulația
efectuată de generator. Deci valoarea indicelui de modulație a ecranului poate fi citită direct
39 de la generator și introdusă în relația 1 de calcul al coeficientului de reflexie relativ al
eșantionului.

RO 123561 B1

Revendicare

	1
Metodă de măsurare a coeficientului de reflexie electromagnetică a materialelor, caracterizată prin aceea că aceasta constă în următoarele etape:	3
- se emite un câmp electromagnetic de radiofrecvență de către o antenă (2.2) de emisie spre un eșantion (2.5) care urmează a fi testat;	5
- se plasează, la mică distanță în fața eșantionului (2.5) de testat, un ecran variabil (2.4), alcătuit dintr-un șir de elemente (1.2) dreptunghiulare, perfect conductoare electric, ce se rotesc în jurul axelor de simetrie proprii, astfel încât se obturează și se descoperă periodic eșantionul (2.5) de testat;	7
- se recepționează câmpul reflectat de eșantion (2.5) de către o antenă (2.7) receptoare, iar apoi	9
- se determină coeficientul de reflexie al eșantionului (2.5), pe baza indicelui de modulație a semnalului reflectat.	11
	13

(51) Int.Cl.
 G01R 29/08 (2006.01),
 G01N 23/20 (2006.01),
 G12B 17/02 (2006.01)

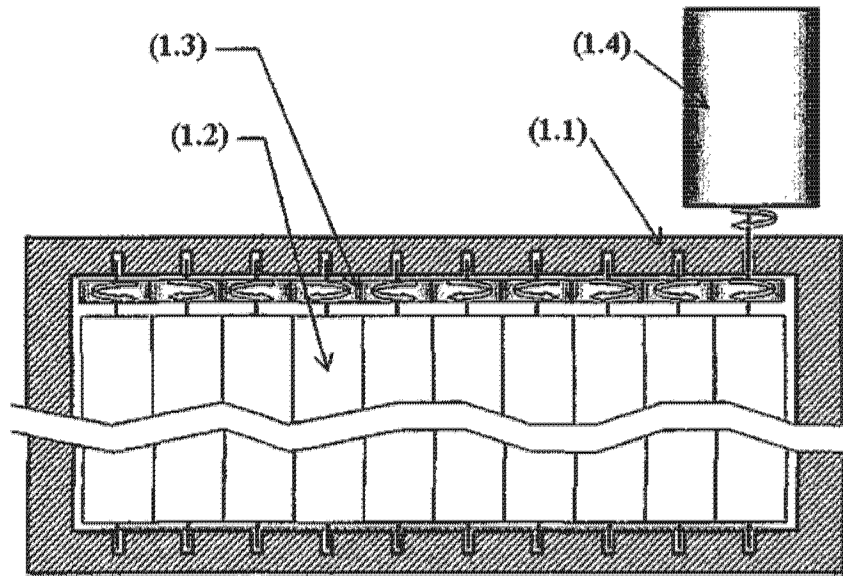


Fig. 1

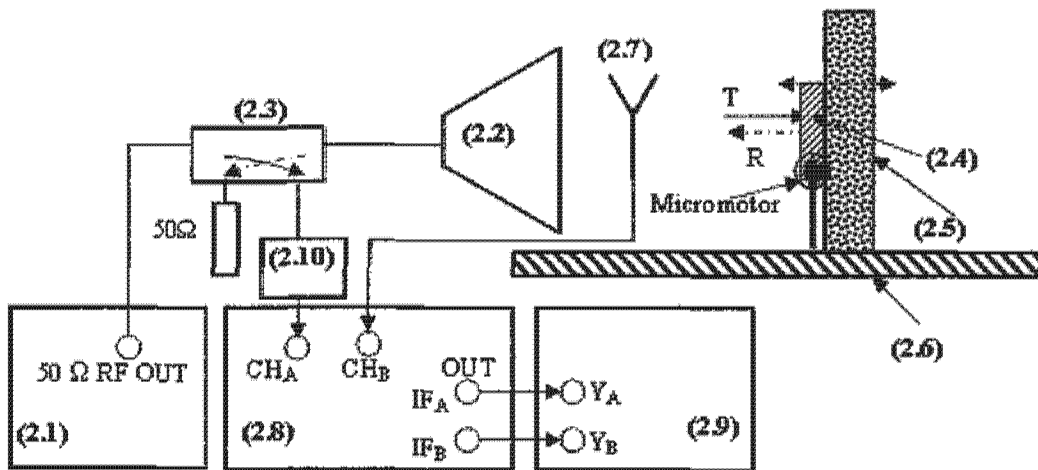


Fig. 2

