



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2010 01062

(22) Data de depozit: 08.11.2010

(41) Data publicării cererii:
29.04.2011 BOPI nr. 4/2011

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE
DEZVOLTARE PENTRU FIZICĂ TEHNICĂ
IAȘI, BD. D. MANGERON NR.47, IAȘI, IS,
RO

(72) Inventatori:
• GRIMBERG RAIMOND, BD. TUTORA
NR. 1, BL.V1, SC.A, ET.9, AP.40, IAȘI, IS,
RO;
• SAVIN ADRIANA, STR. ȘTEJAR NR.55,
BL. M1, SC.E, AP.9, IAȘI, IS, RO

(54) **TRADUCTOR ELECTROMAGNETIC PENTRU EVALUAREA
STRUCTURII ȘI INTEGRITĂȚII MATERIALELOR COMPOZITE
CU MATRICE POLIMERICĂ RANFORSATĂ CU FIBRE DE
CARBON**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un traductor electromagnetic pentru evaluarea structurii și integrității materialelor compozite cu matrice polimerică ranforsată cu fibre de carbon. Traductorul conform invenției este de tip emisie-recepție absolut, partea de emisie este formată dintr-o bobină de emisie (Em) și un concentrator de flux magnetic alternativ, realizat prin bobinarea cu pas constant a unei folii subțiri de material metallic pe un material dielectric, de formă tronconică (A), bobina de emisie este alimentată cu un curent electric alternativ, de frecvență corespunzătoare celei pentru care materialul concentrator de flux prezintă permeabilitate magnetică maximă, câmpul emis este reflectat de fibrele de carbon din materialul compozit, apărând, în urma difracției, niște unde evanescente, care se atenuează foarte repede cu distanța, iar prin utilizarea unei lentile (B) formate din două materiale metalice pe suport dielectric tronconic (A), așezate cu bazele față în față, la distanță mică una de cealaltă, undele evanescente vor fi concentrate practic fără atenuare pe suprafața unei bobine de recepție (Re), la bornele

căreia va apărea o tensiune electromotoare indusă, a cărei amplitudine și fază depind de structura ranforsării cu fibre de carbon a materialului compozit.

Revendicări: 1
Figuri: 2

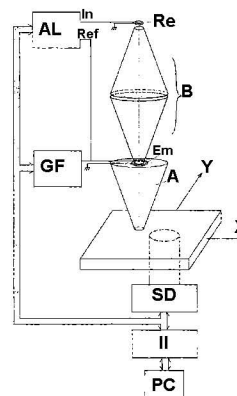


Fig. 2

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



TRADUCTOR ELECTROMAGNETIC PENTRU EVALUAREA STRUCTURII ȘI INTEGRITĂȚII MATERIALELOR COMPOZITE CU MATRICE POLIMERICĂ RANFORSATĂ CU FIBRE DE CARBON

Invenția se referă la un traductor electromagnetic pentru evaluarea structurii și integrității materialelor compozite cu matrice polimerică ranforsată cu fibre de carbon.

Pentru evaluarea structurii și integrității materialelor compozite cu matrice polimerică ranforsată cu fibre de carbon se cunoaște aparatul și metoda de control prin curenți turbionari de scanare și detecție a crăpăturilor și a altor defecte de suprafață [Tianhe Ouyang, Yushi Sun, „Aparatus and method for eddy current scanning at a surface to detect cracks and other defects” Patent no. US 7.560.920 B1, Date of Patent Jul.14, 2009]. Aparatul folosește pentru generarea câmpului electromagnetic care induce în obiectul de examinat curenți turbionari, mai multe bobine dispuse într-o arie, realizate sub formă de bobine plate pe un suport dielectric flexibil. Aceleași bobine sunt utilizate și pentru detecția câmpului magnetic generat de curenții turbionari induși precum și modificările acestora datorită neomogenităților de material care conduc la modificarea amplitudinii și fazei semnalelor induse. Metoda propusă se bazează pe o scanare electronică a bobinelor din arie, nemaifiind nevoie de deplasarea fizică a ariei de senzori.

Este de asemenea cunoscută metoda de detectare a fisurilor materialelor conductoare utilizând senzori magnetorezistivi și concentratoare de flux [Russell A. Wincheski, Min Namkung, John W. Simpson “Magnetorezistive flux focusing eddy current flow detection” Patent No. US 6.888.346 B2, Date of patent May 3, 2005]. Curenții turbionari care se induc în materialul conductor de examinat care poate fi și multistrat, se datorează unui flux magnetic variabil în timp creat de o bobină de excitație orientată paralel cu suprafața de examinat. Un sensor magnetorezistiv giant detectează câmpul magnetic creat de curenții turbionari. Într-o bobină de excitație și sensorul de detecție se utilizează o lentilă care focalizează fluxul magnetic creat cu materiale cu permeabilitate magnetică ridicată și care separă magnetic sensorul de detecție de bobina de excitație.

Dezavantajele principale ale traductorilor și echipamentelor cunoscute constau în rezoluția lor spațială mică, ceea ce împiedică observarea unor corpuri conductoare electric de mici dimensiuni înglobate în matrici izolatoare electric, raport semnal/zgomot redus, ceea ce conduce la sensibilități mici și influențe puternice ale factorilor de mediu cum ar fi



1

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2010 01062
Data depozit 09-11-2010

[Handwritten signature]

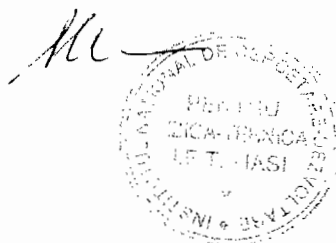
08-11-2010

temperatura; efecte deosebit de importante ale colțurilor și muchiilor obiectelor de examinat care perturbă, în mod esențial, examinarea în aceste regiuni.

Traductorul electromagnetic pentru evaluarea structurii și integrității materialelor compozite cu matrice polimerică ranforsată cu fibre de carbon, conform invenției, este de tip emisie-recepție absolut funcționând în radiofrecvență. Traductorul utilizează metamateriale atât în partea de emisie cât și în cea de recepție. Partea de emisie este formată dintr-o bobină (Em) conectată la un generator de radio frecvență funcționând între zeci și sute de MHz. Aceasta crează un flux magnetic alternativ care este concentrat cu ajutorul unui metamaterial de tip Swiss Rolls (A) [Wiltshire Michael, Charles Keogh, Structures with magnetic properties, patent no. W0 031032438 A1, International Publication Date 17 April 2003] dar care diferă de forma clasică, cilindrică, prin bobinarea cu pas constant a unei folii obținute prin laminare simultană a unui material metalic subțire dispus pe un material dielectric sub forma tronconică. Pentru anumite frecvențe, în gama sus precizată, acest metamaterial prezintă o permeabilitate magnetică relativă efectivă de ordinul zecilor ceea ce, împreună cu geometria acestuia sub formă de trunchi de con, conduce la o puternică concentrare a fluxului magnetic emis. Partea de recepție este formată dintr-o lentilă cu metamateriale (B), realizată din două Swiss Rolls tronconice având bazele mari față în față la distanță mică. Swiss Rolls tronconice prezintă permeabilitatea magnetică relativă efectivă maximă la frecvențe apropiate de cea la care funcționează concentratorul de flux magnetic (A). La partea superioară a lentilei cu metamateriale (B) se află bobina de recepție (Re) a traductorului.

Traductorul este deplasat cu o viteză aproximativ constantă baleind întreaga suprafață de examinat, pasul de baleiere fiind mai mic decât diametrul regiunii unde este concentrat fluxul magnetic alternativ creat de bobina de emisie (Em). Fibrele de carbon care alcătuiesc ranforsarea materialului compozit de examinat se comportă ca o structură de conductoare electrice rectilinii care sunt supuse acțiunii unui flux magnetic alternativ concentrat. Acestea vor difracta acest flux și, în apropiere de suprafața compozitului vor apărea unde electromagnetice evanescente care se atenuază extrem de rapid o dată cu creșterea distanței față de suprafața compozitului la care se face detecția. Lentila cu metamateriale (B) permite trecerea undelor evanescente cu atenuare foarte mică pe care le concentrează pe suprafața bobinei de recepție (Re), la a cărei borne se va obține un semnal electric alternativ de aceeași frecvență cu cel utilizat la crearea fluxului de emisie și care va avea o periodicitate spațială ce permite obținerea distribuției fibrelor de carbon din compozit.

Semnalul electric furnizat de bobina de recepție poate fi detectat în amplitudine și fază.



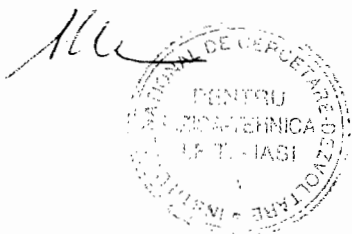
Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu figurile care reprezintă:

Figura 1 – Schema traductorului

Figura 2 – Schema de conexiune a traductorului

Traductorul, conform invenției, conține o parte de emisie formată dintr-o bobină (Em) și un concentrator de flux magnetic alternativ cu metamateriale de forma unui Swiss Roll tronconic (A). Concentratorul de flux este realizat prin înfășurarea a unui număr precizat de straturi, pe un suport tronconic a unei folii de material conductor laminat împreună cu o folie dielectrică. După bobinare și fixarea straturilor, suportul este extras. Frecvența la care capacitatea de concentrare a fluxului magnetic este maximă depinde de diametrele bazei mari și a celei mici a suportului precum și de numărul de straturi și de permitivitatea dielectrică a foliei de izolator. Partea de emisie se alimentează de la un generator de funcții (GF), generând un flux magnetic alternativ concentrat care se reflectă pe fibrele de carbon din materialul compozit de examinat. Fluxul magnetic reflectat precum și cel creat de undele evanescente este concentrat cu ajutorul lentilei de recepție cu metamaterial (B) realizată din două Swiss Roll având bazele mari față în față, la o distanță mică una de cealaltă.

Undele evanescente create prin difracția fluxului magnetic generat de partea de emisie a traductorului vor trece prin lentila cu metamateriale, practic neatenuate, fapt ce conduce la îmbunătățirea substanțială a rezoluției spațiale a traductorului, inducând la bornele bobinei de recepție (Re) o tensiune electromotoare alternativă a cărei amplitudine și fază depinde de starea fibrelor de carbon din compozit. Această tensiune electromotoare este amplificată și detectată într-un amplificator lock-in (AL), furnizând două informații și anume amplitudinea și respectiv faza tensiunii induse. Drept referință servește semnalul obținut de la generatorul de funcții (GF). Pentru examinarea întregii suprafețe a materialului compozit de controlat se utilizează un sistem de deplasare (SD) pe două direcții ortogonale care asigură mișcarea relativă în planul XY a obiectului de controlat în raport cu traductorul. Pasul de deplasare pe cele două direcții ortogonale trebuie să fie mai mic decât raza zonei în care este concentrat fluxul magnetic alternativ de emisie (raza mică a Swiss Roll tronconic de emisie (A)). Prin intermediul unei interfețe de instrumentație (II) se comandă frecvența și amplitudinea semnalului furnizat de generatorul de funcții (GF), parametri de funcționare a amplificatorului lock-in (AL), distanța de baleiere și pasul de baleiere după cele două axe ortogonale X și Y, precum și momentele de timp în care se face achiziția și salvarea datelor în calculatorul electronic (PC) care comandă întregul echipament. Tot pe acest calculator pot fi prezentate, în baza unor programe adecvate, rezultatele controlului.



A handwritten signature 'jhs' with a horizontal line drawn below it.

REVEDICĂRI

1. Traductor electromagnetic pentru evaluarea structurii și integrității materialelor compozite cu matrice polimerică ranforsată cu fibre de carbon **caracterizat prin aceea că** este alcătuit dintr-o parte de emisie realizată sub forma unei bobine de emisie (**Em**) și a unui concentrator de flux magnetic alternativ realizat cu un metamaterial de formă Swiss Rolls tronconic (**A**) care crează câmpul electromagnetic incident și o parte de recepție sub forma unei bobine de recepție (**Re**) și a unei lentile electromagnetice cu metamateriale (**B**) realizată cu ajutorul a două Swiss Rolls tronconice cu bazele mari față în față, la distanță mică, care focalizează undele electromagnetice evanescente difractate de fibrele de carbon din materialul compozit de examinat și care induce în bobina de recepție (**Re**) o tensiune electromotoare alternativă detectată în amplitudine și fază, dependente de tipul și structura ranforsării.



A handwritten signature and a scribble in black ink located at the bottom right corner of the page.

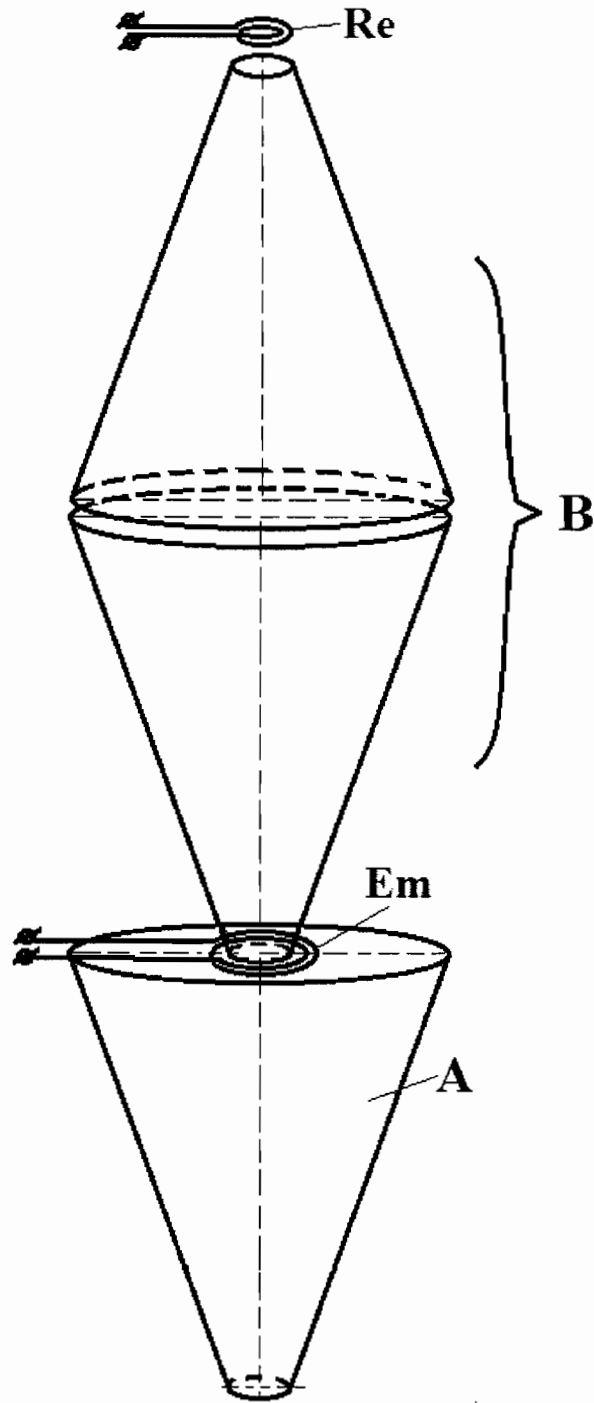


Figura 1



Handwritten signature or scribble.

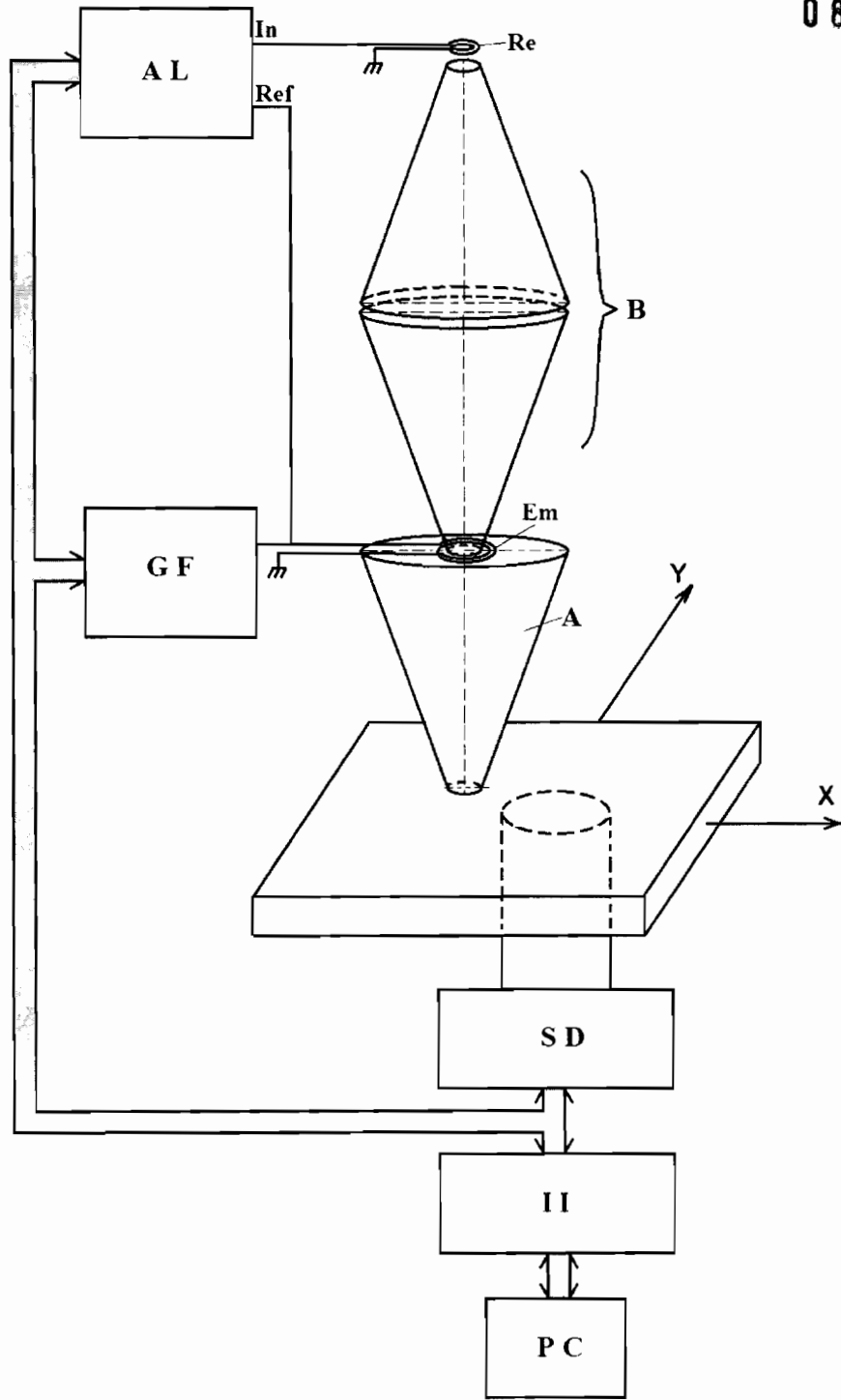


Figura 2

Alc
INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
LABORATORIO DE FÍSICA
CARACAS, VENEZUELA
15 DE SEPTIEMBRE DE 2010

Handwritten notes and signatures