



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2009 00501

(22) Data de depozit: 30.06.2009

(41) Data publicării cererii:
30.05.2011 BOPI nr. 5/2011

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
MICROTEHNOLOGIE,
STR. EROU IANCU NICOLAE NR.32B,
BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• SAJIN GHEORGHE IOAN,
STR. ION BERINDEI NR.11, BL.1-2, SC.C,
ET.8, AP.89, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B,
RO;

• CRĂCIUNOIU FLOREA,
STR. BAIA DE ARIEȘ NR. 9, BL. 10, SC. A,
ET. 6, AP. 96, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,
RO;

• MULLER ANDREI,
ȘOS. ȘTEFAN CEL MARE NR.60, BL.41,
SC.B, ET.7, AP.51, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO;

• BUNEA ALINA CRISTINA,
STR. MARIA GHICULEASA NR.48,
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO

(54) **METODĂ DE BALEIAJ CONTROLAT AL CARACTERISTICII
DE RADIAȚIE A ANTENELOR DE MICROUNDĂ CU CELULE
CRLH (COMPOSITE RIGHT/LEFT HANDED) PRIN
POLARIZARE MAGNETICĂ**

(57) Rezumat:

Prezenta invenție se referă la o metodă de baleiaj controlat al caracteristicii de radiație a antenelor de microundă realizată cu celule CRLH (Composite Right/Left Handed) pe substrat de ferită, prin aplicarea

unui câmp magnetic de polarizare, cu intensitate reglabilă, substratului de ferită.

Revendicări: 1

Figuri: 3



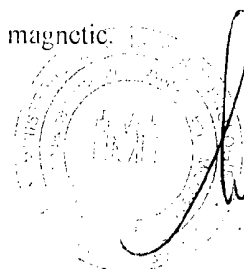
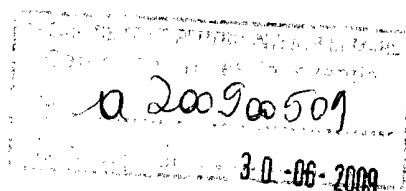
Metodă de baleiaj controlat a caracteristicii de radiație a antenelor de microunde cu celule CRLH (Composite Right / Left Handed) prin polarizare magnetică

Descrierea invenției

Invenția se referă la o metodă de baleiaj controlat a caracteristicii de radiație a antenelor de microunde prin aplicarea unui câmp magnetic de polarizare cu intensitate reglabilă. Antenele cărora li se aplică prezenta metodă sunt cele de tip planar: stripline, microstrip, CPW (CoPlanar Waveguide). Metoda are aplicabilitate în domeniul electronicii frecvențelor foarte înalte (microunde și unde milimetrice), cu precădere pentru identificarea în domeniul frecvențelor radio (RFID), în domeniul telecomunicațiilor, al electronicii auto, pentru realizarea radarelor anticolidiune și în orice aplicație de frecvență foarte înaltă care presupune emiterea unui semnal de microunde și modificarea controlată a caracteristicii de radiație a antenelor aferente respectivei aplicații. Aceste dispozitive pot fi folosite atât ca elemente separate cât și ca elemente integrate în circuite de microunde sau de unde milimetrice.

Sunt cunoscute metode pentru modificarea direcției caracteristicii de directivitate a unor antene planare fără deplasarea mecanică a acestora. Toate aceste metode se aplică dispozitivelor de tip RH (Right Handed). În aceste construcții, baleiajul caracteristicii de directivitate, atunci când este cazul, se efectuează prin mijloace electronice, ceea ce complică realizarea dispozitivului și a circuitului de microunde în care acesta este introdus. Una dintre metode, de exemplu, constă în atacarea elementelor radiante cu semnale defazate după o anumită regulă. Există și construcții reconfigurabile care fac apel la soluții mecanice de tip MEMS (micro-electro-mechanical systems) cu comutatori și/sau actuatori, dar aceste ultime soluții sunt precare atât în ceea ce privește fiabilitatea procesului tehnologic, cât și a produsului finit. În plus, toate construcțiile de dispozitive planare de microunde de tipul RH (Right Handed) ocupă o suprafață cu aprox. 30% mai mare decât dispozitivele CRLH, pe substratul care le suportă.

Dispozitivele de tip CRLH de microunde au început să fie studiate acum aproximativ 7 ani, în articole și comunicări științifice fiind raportate construcții de cuploare direcționale, antene în diferite configurații, filtre și alte componente. În nici una dintre contribuțiile bibliografice nu se prezintă vreun exemplu de antenă CRLH pe substrat de ferita polarizată magnetic.

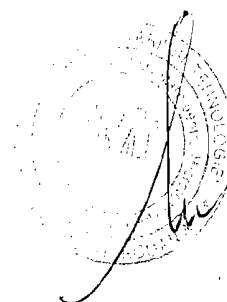


Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în modificarea direcției caracteristicii de radiație a antenelor de microunde fără a folosi mijloace electronice, mecanice sau MEMS-uri, simultan cu reducerea dimensiunilor acestor dispozitive. Invenția privind metoda de baleiaj controlat a caracteristicii de radiație a antenelor de microunde cu celule CRLH (Composite Right / Left Handed) prin polarizare magnetică oferă soluția tehnică a acestei probleme, soluție ce constă în utilizarea celulelor CRLH în configurație CPW (CoPlanar Waveguide), pe substrat de ferită în realizarea acestor antene și aplicarea unui câmp magnetic de polarizare de intensitate reglabilă substratului feritic. Folosirea de celule CRLH permite reducerea cu aprox. 30% a suprafeței ocupate de antene, comparativ cu dispozitivele de tip RH, iar aplicarea polarizării magnetice substratului pe care sunt realizate aceste dispozitive permite baleiajul caracteristicii de radiație între anumite limite, impuse de parametrii electricei (permitivitatea ϵ_r , magnetizarea de saturație $4\pi M_s$, și lățimea liniei de rezonanță giromagnetică ΔH) ai acestui substrat și de intensitatea câmpului magnetic aplicat. Este pentru prima dată când se prezintă o metodă de baleiaj a caracteristicii de radiație a unei antene de microunde care să îmbine cele două elemente: (i) realizarea cu celule CRLH și (ii) acordabilitate controlată în frecvență prin polarizare magnetică.

Această metodă poate fi exploatată industrial prin implementarea ei în realizarea de antene de microunde în tehnică CRLH planară (CPW, microstrip, etc.) pentru acele aplicații ce necesită circuite de microunde pe suprafețe cât mai reduse, simultan cu cerința unui baleiaj al caracteristicii de radiație. Pot fi citate aici aplicațiile tip RFID, radare auto, aplicații în rețele de telecomunicații de tip WLAN (Wireless Local Area Network) și, în general, în orice aplicație de frecvență foarte înaltă care face apel la producerea, emiteră, recepționarea și procesarea radiațiilor electromagnetice din banda de microunde. Această metodă permite realizarea de dispozitive funcționale utile pentru economisirea de spațiu în circuitele din ce în ce mai miniaturizate, caracteristice electronicii actuale, simultan cu abilitatea de a modifica direcția de emisie și recepție a antenei.

Avantajele invenției în raport cu stadiul actual al tehnicii constau în:

- Reducerea substanțială a dimensiunilor suprafeței active a antenelor planare de microunde prin folosirea celulelor CRLH.



- Abilitatea de a modifica în mod controlat direcția de emisie-recepție baleind caracteristica de radiație prin aplicarea unui câmp magnetic de polarizare, ceea ce elimină dezavantajele menționate anterior.
- Folosirea celulelor CRLH, cu economia de spațiu ce le caracterizează, ține de implementarea unor tehnici emergente, caracteristice electronicii viitorului.

În continuare se dă un exemplu de aplicare a metodei de baleiaj controlat a caracteristicii de radiație a antenelor de microunde cu celule CRLH (Composite Right / Left Handed) prin polarizare magnetică în legătură cu Fig.1, Fig.2 și Fig.3 care reprezintă:

- Fig.1: Variația permeabilității efective a unui substrat feritic în funcție de intensitatea unui câmp magnetic de polarizare reglabil, normal la suprafața substratului.

Curba din Fig.1 reprezintă variația permeabilității efective a unui substrat feritic, de formă paralelipipedică, la care grosimea este mult mai mică decât celelalte două dimensiuni, atunci când este supus influenței unui câmp magnetic reglabil. Calculul a fost efectuat cf. datelor din literatura de specialitate [1]. În cazul de față, valorile câmpului magnetic au variat de la 0 T la 0,26 T pentru care permeabilitatea efectivă a substratului s-a situat în domeniul $1 - 0,921$.

- Fig.2: Schema montajului de măsură a caracteristicii de radiație a antenei și fotografia acestui montaj implementat în laborator.

Schema montajului cuprinde un generator de microunde (1) care alimentează prin intermediul unui cuplor direcțional (2) sistemul de vizualizare a răspunsului antenei în frecvență. Acest sistem este format din analizorul de răspuns (4) și detectoarele aferente lui (3). Antena de măsură CRLH pe substrat de ferită (5) este conectată la poarta de ieșire a cuplului direcțional și este fixată în centrul unui sistem care permite rotirea unei antene de recepție (6) pe o scală (7) divizată în grade în jurul antenei CRLH. Întregul montaj este astfel construit încât să permită aplicarea unui câmp magnetic de polarizare normal la suprafața antenei CRLH prin intermediul unui electromagnet (10). Intensitatea câmpului magnetic este măsurată cu ajutorul unui teslmetru (11) prevăzut cu un traductor Hall (9). Puterea captată de antena de recepție (6) este măsurată cu ajutorul unui wattmetru de microunde (8). În fotografia din Fig.2 (b) se observă montajul de măsură și un detaliu cuprinzând antena CRLH pe substrat de ferită în sistemul de aplicare a câmpului magnetic.

- Fig.3: Variația măsurată a unghiului de baleiaj al caracteristicii de radiație a antenei CRLH pe substrat de ferită pentru trei valori ale câmpului magnetic de polarizare: $H_{apl} = 0 \text{ T}$, $H_{apl} = 0,16 \text{ T}$ și $H_{apl} = -0,16 \text{ T}$.



Setul de curbe din Fig.3 reprezintă deplasarea azimutală a maximului caracteristicii de radiație al unei antene CRLH pe substrat de fărītă, folosită pentru a demonstra funcționalitatea metodei de baleiaj controlat prin polarizare magnetică. Parametrul urmărit în această figură este puterea recepționată de către antena de recepție în funcție de câmpul magnetic de polarizare. Valorile au fost normate la valoarea maximă care se obține în absența polarizării magnetice la azimutul $0 = 0^0$. Valoarea negativă pentru câmpul magnetic de polarizare, $H_{apl} = -0,16$ T, semnifică inversarea sensului acestuia.

Secvența de aplicare a metodei de baleiaj controlat a caracteristicii de radiație a antenelor de microunde cu celule CRLH prin polarizare magnetică presupune următorii pași:

a) Cunoșcând aplicația care se urmărește a fi realizată și frecvența de lucru a dispozitivelor componente, se alege un substrat fărītic. Parametrii electrici de material corespunzători aplicării acestei metode sunt datele de catalog ale acestui substrat: magnetizarea de saturație ($4\pi M_s$), permitivitatea relativă (ϵ_r) și lățimea liniei de rezonanță giromagnetică (AH).

b) Folosind relațiile de calcul indicate în literatura de specialitate, cf. [1] Cap. 4, se calculează curba de variație a permeabilității efective (μ_{eff}) a substratului fărītic pentru o anumită plajă de variație a unui câmp magnetic de polarizare uniform, aplicat normal la suprafața substratului fărītic. Pentru valori ale câmpului magnetic de polarizare aflate sub rezonanța giromagnetică μ_{eff} este subunitar, iar pentru valori ale câmpului magnetic de polarizare aflate deasupra rezonanței giromagnetice μ_{eff} este supraunitar.

c) În Fig.1 este prezentată curba de variație a permeabilității efective a substratului fărītic folosit în exemplificarea de față, în funcție de intensitatea unui câmp magnetic de polarizare reglabil, normal la suprafața substratului. Datele de catalog ale substratului pentru obținerea acestei curbe sunt: $4\pi M_s = 0,055$ T, $\epsilon_r = 13,5$ și $AH = 16$ kA/m. Câmpul magnetic aplicat a fost reglabil între limitele $H_{apl} = 0$ T și $H_{apl} = 0,26$ T. Frecvența considerată a fost 13 GHz. În aceste condiții, permeabilitatea efectivă a substratului s-a situat în domeniul $1 = 0,921$.

d) Se alege zona de lucru deasupra sau dedesubtul rezonanței giromagnetice. În general, pentru frecvențe din gama microundelor și pentru câmpuri magnetice cu intensități utile aplicațiilor uzuale, se preferă lucrul sub rezonanța giromagnetică.

e) Se calculează geometria dispozitivului vizat pe frecvența dorită pentru situația în care câmpul magnetic de polarizare este nul (substrat fărītic nepolarizat magnetic), caz în care permeabilitatea efectivă are valoarea $\mu_{eff} = 1$.

f) La pasul următor, considerând ca mărime inițială geometria dispozitivului calculată la pct. (e), se revine asupra calculelor efectuate la pct. (b). La acest pas se consideră în locul permeabilității efective $\mu_{eff} > 1$ valorile permeabilității efective $\mu_{eff} < 1$ obținute pentru domeniul de variație a câmpului magnetic de polarizare (vezi Fig.1). Modelările matematice cf. [2] demonstrează, pentru aceeași geometrie a dispozitivului, o deplasare azi mutală a maximului caracteristicii de radiație a antenei.

g) Deplasarea azimutală calculată cf. [2] pentru situațiile în care câmpul magnetic aplicat a fost, succesiv, 0 T, 0,16 T și - 0,16 T a fost de $\pm 9,78^\circ$ în funcție de sensul câmpului magnetic de polarizare.

h) Se ilustrează acest efect care validează metoda de baleiaj controlat al caracteristicii de radiație prin polarizare magnetică cu ajutorul unei structuri de antenă cu celule CRLH în configurație CPW. În Fig.2 (a) și (b) se prezintă schema montajului de măsură, precum și fotografia unei structuri de antenă amplasată pe cap de măsură în frecvențe foarte înalte.

i) Deplasarea azimutală totală a maximului lobului de radiație măsurată asupra antenei pentru câmpuri magnetice de polarizare de 0 T, 0,16 T și - 0,16 T este prezentată în Fig.3. Se poate constata un baleiaj controlat de aprox. $\pm 10^\circ$ ce ea corespunde perfect valorii calculate (vezi pct.g).

Referințe bibliografice

[1] B. Lax and K. J. Button, *Microwave Ferrites and Ferrimagnetics*, USA: McGraw-Hill Book Comp., Inc., 1962.

[2] G. Sajin, S. Simion, F. Craciunoiu, R. Marcelli, *CPW Silicon Zeroth-Order Resonance Antenna Using Composite Right/Left-Handed Transmission Lines*, Proceedings of the Mediterranean Microwave Symposium, MMS 2007, Budapest, Hungary, 14 - 16 May 2007, pp. 65 - 68, ISBN 978-963-87244-4-1.





Revendicare

1. Metodă de baleiaj controlat a caracteristicii de radiație a antenelor de microunde cu celule CRLH (Composite Right / Left Handed) prin polarizare magnetică **caracterizată prin aceea că** îmbină realizarea în tehnică CRLH, pe substrat de fărâ, a acestor dispozitive planare cu posibilitatea de a obține variația controlată a direcției de emisie recepție ale acestor dispozitive prin modificarea unui câmp magnetic de polarizare aplicat substratului fărâtic.



Desene explicative

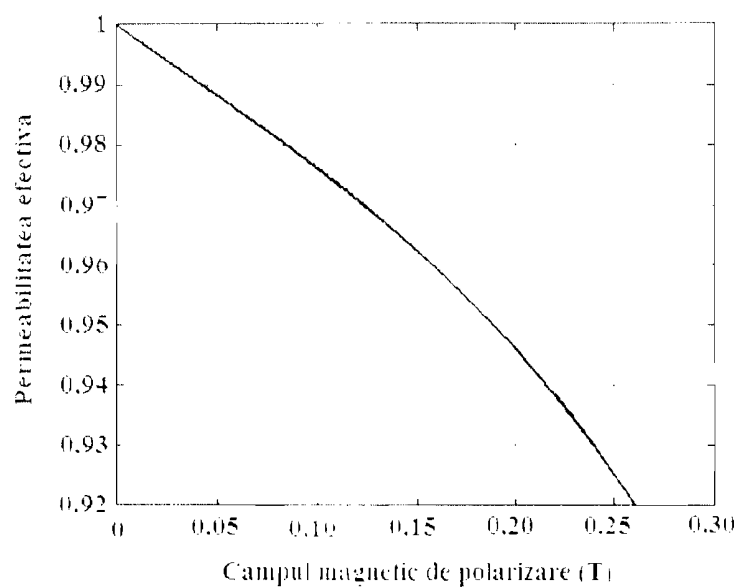
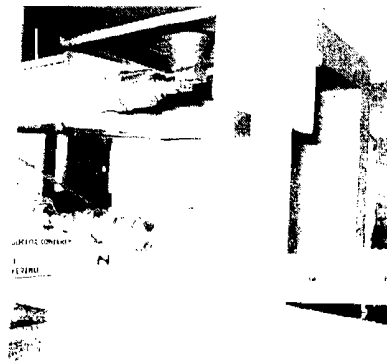
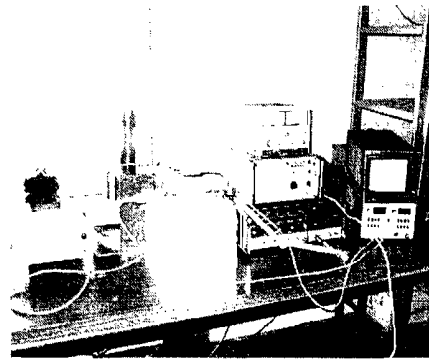
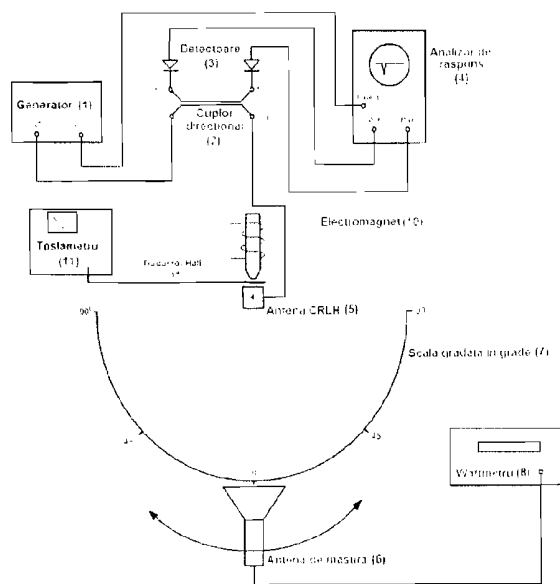


Fig.1. Variația permeabilității efective a unui substrat feritic în funcție de intensitatea unui câmp magnetic de polarizare reglabil, normal la suprafața substratului.

[Signature]



(a)

(b)

Fig.2 (a) ... (b): Schema montajului de măsură a caracteristicii de radiație a antenei și fotografii ale acestui montaj realizat în laborator.

Handwritten signature and stamp.

Baleiajul caracteristicii de radiație pentru $H_{apl} = 0\text{ T}$; $0,16\text{ T}$ și $-0,16\text{ T}$

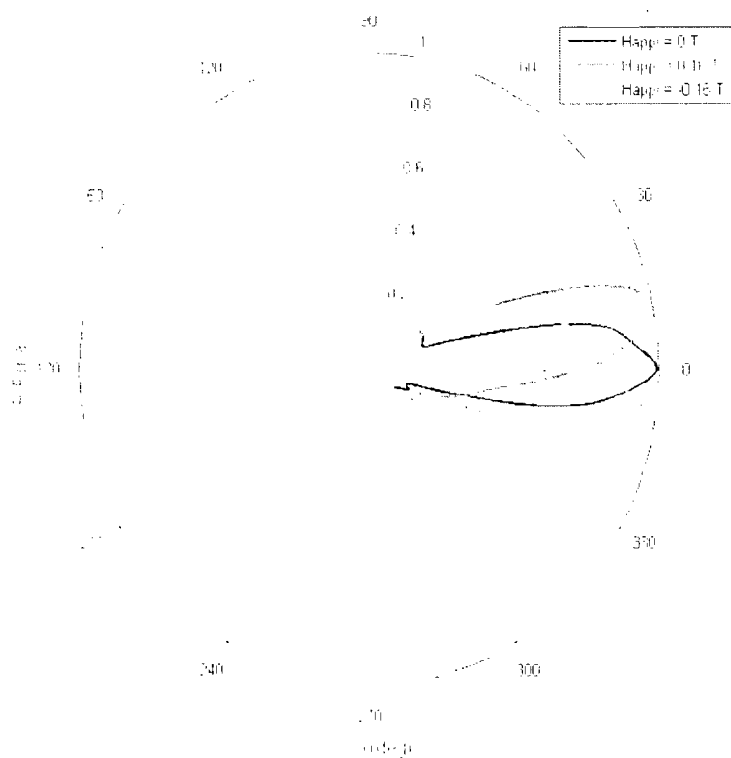


Figura 3: Variația măsurată a unghiului de baleiaj al caracteristicii de radiație al antenei CLRH

pe substrat de fêrită pentru trei valori ale câmpului de polarizare magnetică: $H_{apl} = 0\text{ T}$,
 $H_{apl} = 0,16\text{ T}$ și $H_{apl} = -0,16\text{ T}$.

[Handwritten signature]