



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENTIE

(21) Nr. cerere: **a 2009 00281**

(22) Data de depozit: **01.04.2009**

(41) Data publicării cererii:
28.02.2011 BOPI nr. **2/2011**

(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,
ȘOSEAUA 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 ACORD CONTROLAT AL FRECVENȚEI DE
LUCRU A DISPOZITIVELOR DE MICROUNDĂ CU CELULE
CRLH (COMPOSITE RIGHT/LEFT HANDED) PRIN
POLARIZARE MAGNETICĂ**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de acord controlat al frecvenței de lucru a dispozitivelor de microundă cu celule CRLH (Composite Right/Left Handed). Metoda conform inventiei constă din aplicarea unui câmp magnetic de polarizare uniform, normal, la suprafața unui substrat feritic, folosit pentru realizarea dispozitivului, ceea ce permite controlarea frecvenței de lucru a

dispozitivului între anumite limite, impuse de parametrii electrici ai substratului și de intensitatea câmpului magnetic aplicat.

Revendicări: 1
Figuri: 2

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



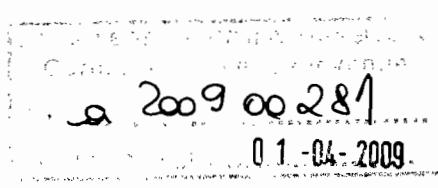
Metodă de acord controlat al frecvenței de lucru a dispozitivelor de microunde cu celule CRLH (Composite Right / Left Handed) prin polarizare magnetică

Descrierea invenției

Invenția se referă la o metodă de acord controlat al frecvenței de lucru a dispozitivelor de microunde cu celule CRLH (Composite Right / Left Handed) prin aplicarea unui câmp de polarizare magnetică cu intensitate reglabilă. Dispozitivele cărora li se aplică prezenta metodă sunt cele de tip planar: stripline, microstrip, CPW (CoPlanar Waveguide) precum și circuitele planare (MIC sau MMIC) în care pot fi folosite asemenea dispozitive. 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 anticoliziune și în orice aplicație de frecvență foarte înaltă care necesită modificarea controlată a frecvenței de lucru a dispozitivelor ce compun circuitele aferente respectivei aplicații. Dispozitivele respective pot fi folosite atât ca elemente separate cât și ca elemente integrate într-un circuit de microunde sau de unde milimetrice.

Este cunoscută o multitudine de construcții de dispozitive planare de microunde, ce utilizează diverse procedee pentru realizarea unui acord în frecvență. Toate aceste realizări sunt de tipul circuitelor RH (Right Handed) și aparțin, în principal, claselor stripline, microstrip sau CPW. În toate aceste construcții, modificarea frecvenței de lucru, atunci când este cazul, se efectuează prin mijloace electronice, ceea ce complică realizarea dispozitivului și a circuitului de microunde în care acesta este introdus. Unele construcții prevăd soluții mecanice de tip MEMS (micro-electro-mechanical systems) cu comutatori și/sau actuatori, dar aceste soluții sunt precare în ceea ce privește fiabilitatea procesului tehnologic, cât și a produsului finit. 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 dispozitiv CRLH cu acord în frecvență.



Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în modificarea frecvenței de lucru a dispozitivelor de microunde fără a folosi mijloace electronice sau MEMS-uri, simultan cu reducerea dimensiunilor acestor dispozitive. Invenția privind **metoda de acord controlat al frecvenței de lucru a dispozitivelor 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 dispozitivelor și aplicarea unui câmp magnetic de polarizare de intensitate reglabilă substratului feritic. Folosirea de celule CRLH permite reducerea cu aprox. 30% a suprafeței dispozitivelor de microunde realizate, iar aplicarea polarizării magnetice substratului pe care sunt realizate dispozitivele permite controlarea frecvenței de lucru între anumite limite, impuse de parametrii electrici (permisivitatea – ϵ_r , magnetizarea de saturatie – $4\pi M_s$ 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 acord în frecvență a dispozitivelor de microunde care să îmbine cele două elemente: (i) celule CRLH și (ii) acordabilitate controlată în frecvență prin polarizare magnetică.

Această metodă poate fi exploatată industrial prin implementarea ei în realizarea de dispozitive de microunde în tehnică CRLH CPW pentru acele aplicații ce necesită circuite de microunde pe suprafețe cât mai reduse, simultan cu cerința unui acord controlat în frecvență. 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, emiterea, 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 funcționa pe mai multe frecvențe din domeniul lor de acord.

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

- Reducerea substanțială a dimensiunilor suprafeței active a dispozitivelor planare de microunde prin folosirea celulelor CRLH.
- Abilitatea de a modifica în mod controlat frecvența de lucru prin aplicarea unui câmp magnetic de polarizare, ceea ce elimina 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 acord controlat al frecvenței de lucru a dispozitivelor de microunde cu celule CRLH prin polarizare magnetică în legătură cu Fig.1 și Fig.2 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 (a) ... (d): Variația calculată a frecvenței unei structuri de antene cu celule CLRH în configurație CPW pe substrat de ferită pentru patru valori ale câmpului magnetic de polarizare normal la suprafața substratului, cuprinse în plaja 0 T – 0,26 T.

Setul de curbe din Fig.2 (a) ... (d) reprezintă deplasarea calculată a frecvenței de radiație a unei antene CRLH CPW, folosită pentru a demonstra funcționalitatea metodei de acord controlat al frecvenței de lucru a dispozitivelor de microunde cu celule CRLH prin polarizare magnetică. Parametrul urmărit în această figură este S_{11} în dB, în funcție de câmpul magnetic de polarizare, care prezintă o variație între aceleași limite ca și în Fig.1.

Secvența de aplicare a metodei de acord controlat al frecvenței de lucru a dispozitivelor de microunde cu celule CRLH (Composite Right / Left Handed) prin polarizare magnetică presupune următorii pași:

- a) Cunoscând aplicația care se urmărește a fi realizată și frecvența de lucru a dispozitivelor componente, se alege un substrat feritic. Parametrii electrici de material corespunzători aplicării acestei metode sunt datele de catalog: magnetizarea de saturatie ($4\pi M_s$), permitivitatea relativă (ϵ_r) și lățimea liniei de rezonanță giromagnetică (ΔH).
- 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 feritic pentru o anumită plajă de variație a unui câmp magnetic de polarizare uniform, aplicat normal la suprafața substratului feritic. 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 o curbă de variație a permeabilității efective a unui substrat feritic, în funcție de intensitatea unui câmp magnetic de polarizare reglabil, normal la suprafața substratului. Datele inițiale de calcul pentru obținerea acestei curbe sunt: $4\pi M_s = 0,055$ T, $\epsilon_r = 13,5$ și $\Delta H = 16$ kA/m. Câmpul magnetic aplicat a fost considerat 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 frecvență dorită pentru situația în care câmpul magnetic de polarizare este nul (substrat feritic nepolarizat magnetic), caz în care permeabilitatea efectivă are valoarea $\mu_{eff} \approx 1$.

f) Considerând ca mărime inițială geometria dispozitivului calculată la pct. (e), se revine asupra calculelor efectuate la pct. (b), considerând în locul permeabilității efective $\mu_{eff} \approx 1$ valorile permeabilității efective μ_{eff} obținute pentru o valoare nenulă sau pentru un domeniu de variație a câmpului magnetic de polarizare (vezi Fig.1). Se observă, pentru aceeași geometrie a dispozitivului, o deplasare în frecvență de lucru a acestuia.

g) Se ilustrează acest efect care validează metoda de acord controlat al frecvenței de lucru a dispozitivelor de microunde cu celule CRLH prin polarizare magnetică cu ajutorul unei structuri de antenă în configurație CPW. În Fig.2 (a) ... (d) se prezintă frecvența de lucru a acestei structuri de antenă, calculată pentru situațiile în care câmpul magnetic aplicat a fost, succesiv, 0 T, 0,055 T, 0,18 T și 0,26 T. Se remarcă obținerea rezonanțelor de lucru ale structurii de antenă pe frecvențele, succesiv, 12,88 GHz, 12,96 GHz, 13,20 GHz și respectiv 13,41 GHz.

h) Deplasarea totală calculată în frecvență, a structurii de antenă analizate, este $\Delta f = 530$ MHz.

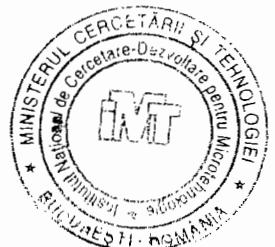
Referințe bibliografice

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



Revendicare

1. Metoda de acord controlat al frecvenței de lucru a dispozitivelor de microunde cu celule CRLH (Composite Right / Left Handed) prin polarizare magnetică **caracterizată prin aceea că** îmbină realizarea în tehnică CRLH, pe substrat de ferită, a unor dispozitive planare de microunde cu posibilitatea de a obține variația controlată a frecvențelor de lucru ale acestor dispozitive prin modificarea unui câmp magnetic de polarizare aplicat substratului feritic.



Desene explicative

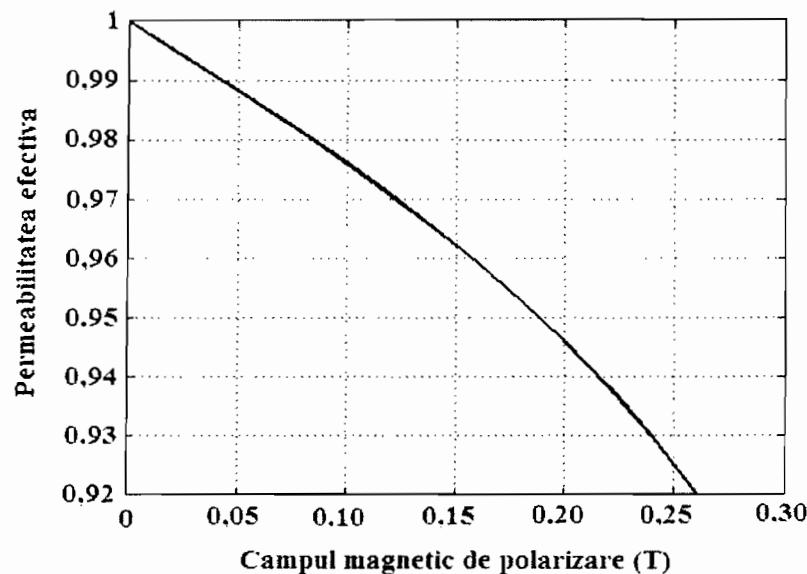


Fig.1. Variația permeabilității efective a unui substrat feritic în funcție de intensitatea unui câmp magnetic de polarizare reglabil, normal la suprafața substratului.

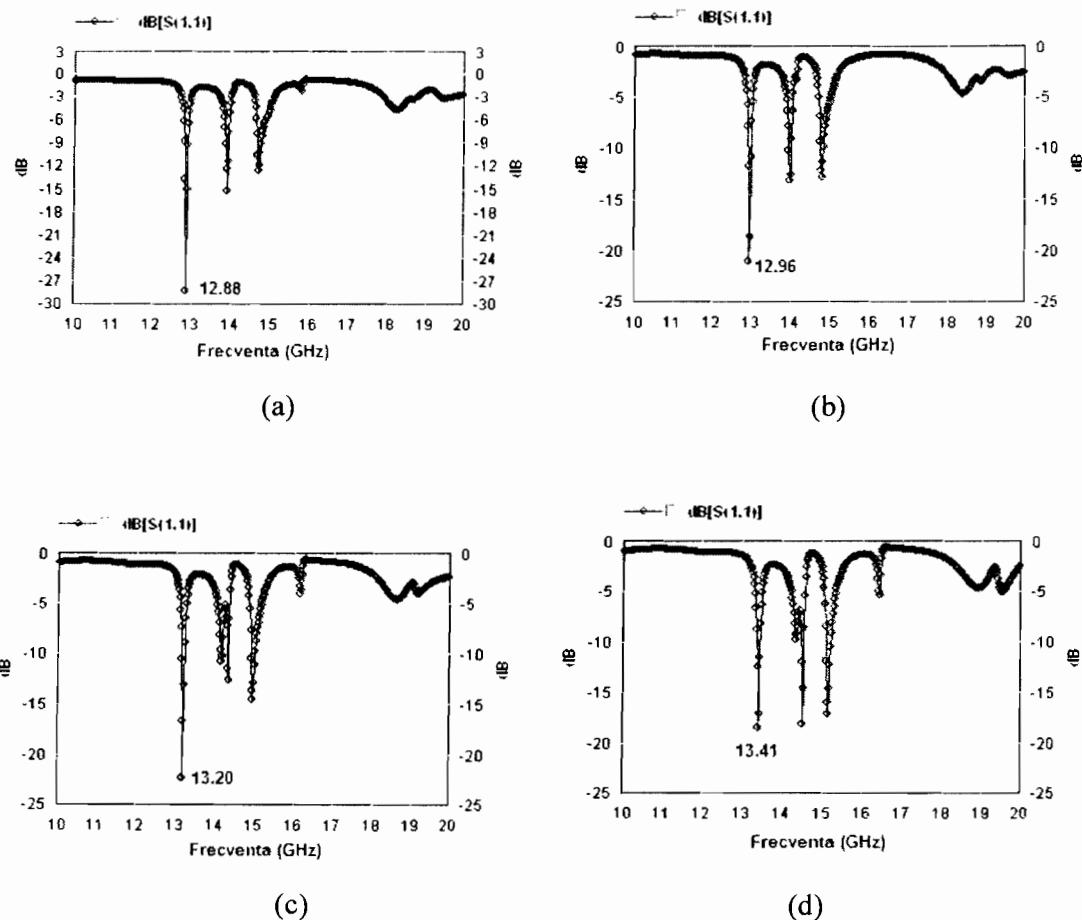


Fig.2 (a) ... (d): Variația calculată a frecvenței unei structuri de antene cu celule CLRH în configurație CPW, pe substrat de ferită, pentru patru valori ale câmpului magnetic de polarizare normal la suprafața substratului, cuprinse în plaja 0 T ... 0,26 T.

- (a) – $H_{\text{aplicat}} = 0 \text{ T}$; $\mu_{\text{eff}} = 1$; $S_{11} = 28 \text{ dB}$
- (b) – $H_{\text{aplicat}} = 0,055 \text{ T}$; $\mu_{\text{eff}} = 0,986$; $S_{11} = 20,26 \text{ dB}$
- (c) – $H_{\text{aplicat}} = 0,180 \text{ T}$; $\mu_{\text{eff}} = 0,951$; $S_{11} = 22,30 \text{ dB}$
- (d) – $H_{\text{aplicat}} = 0,260 \text{ T}$; $\mu_{\text{eff}} = 0,917$; $S_{11} = 17,70 \text{ dB}$