

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY 108524

PATENTU TYMCZASOWEGO

Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 17.05.78 (P. 206887)

Pierwszeństwo: _____

Int. Cl.³. H01P 1/32

Zgłoszenie ogłoszono: 26.03.79

Opis patentowy opublikowano: 29.11.1980

Twórca wynalazku: Jerzy Mazur

Uprawniony z patentu tymczasowego: Politechnika Gdańska, Gdańsk (Polska)

Niewzajemny wielowrotowy ferrytowy układ mikrofalowy

Przedmiotem wynalazku jest wielowrotowy niewzajemny ferrytowy układ mikrofalowy realizowany techniką hybrydowych mikrofalowych układów scalonych, wykazujący podział mocy mikrofalowej między dwoma wybranymi wrotami układu, cykliczne przenoszenie mocy między innymi wrotami układu, oraz sumowanie mocy w jednym z wybranych wrót układu przy pobudzeniu wrót sąsiadujących.

Wynalazek dotyczy elektroniki, zwłaszcza techniki mikrofalowej, a w szczególności hybrydowych niewzajemnych ferrytowych mikrofalowych układów scalonych, stosowanych w technice mikrofalowej i telekomunikacji.

Znane są wielowrotowe niewzajemne ferrytowe układy mikrofalowe zwane cyrkulatorami, które przenoszą cyklicznie moc między kolejnymi wrotami układu, oraz dwuwrotowe niewzajemne ferrytowe układy zwane izolatorami przenoszącymi moc tylko w jednym kierunku. Zasada pracy tych układów oparta jest o zjawisko fizyczne przemieszczenia pola elektromagnetycznego występujące w ferrytowej linii mikropaskowej znajdującej się w polu magnetycznym prostopadłym do płaszczyzny paska.

Celem wynalazku jest niewzajemny ferrytowy układ mikrofalowy spełniający funkcje znanych niewzajemnych ferrytowych układów mikrofalowych jak: cyrkulatory i izolatory, umożliwiające dodatkowo równomierny podział mocy między dwa wrota przy pobudzeniu wrota znajdującego się między nimi, oraz sumowanie mocy w wybranym wrocie układu przy pobudzeniu wrót sąsiadujących.

Postawiony cel w bardzo prosty sposób realizuje obwód cyrkulatora wielowrotowego, naniesiony na płytce ferrytowej znajdującej się w stałym niejednorodnym polu magnetycznym skierowanym prostopadle do płaszczyzny obwodu. W opisanej realizacji obwodu niewzajemnego ferrytowego układu według wynalazku wykorzystane zostały zjawiska symetrycznego i niesymetrycznego przemieszczenia pola elektromagnetycznego w ferrytowej linii mikrofalowej.

Zjawisko symetrycznego przemieszczenia pola elektromagnetycznego występuje w ferrytowej linii mikropaskowej znajdującej się w stałym niejednorodnym polu magnetycznym prostopadłym do powierzchni

paska. Niejednorodne pole magnetyczne wytwarzane jest przez układ magnetyczny magnesów stałych w ten sposób, że jedna połowa przekroju poprzecznego linii znajduje się w jednorodnym stałym polu magnetycznym skierowanym prostopadłe do płaszczyzny paska, a druga połowa przekroju poprzecznego linii znajduje się w jednorodnym stałym polu magnetycznym o zwrocie przeciwnym. Ferrytową linię mikropaskową tego typu będziemy nazywali ferrytową linią mikropaskową magnesowaną przeciwsobnie. Pole elektromagnetyczne w tej linii, dla odpowiedniego kierunku pobudzenia lub zwrotów wektorów przeciwsobnego pola magnetycznego grupuje się w linii przy obu brzegach paska. W przypadku zmiany kierunku pobudzenia lub zwrotów wektorów stałego przeciwsobnego pola magnetycznego na przeciwny, pole elektromagnetyczne grupuje się w środku przekroju poprzecznego linii, w wyniku czego brzegi linii nie zostają pobudzone. Wskutek opisanego efektu fala elektromagnetyczna rozchodząca się w linii, prowadzona jest wzdłuż obu brzegów paska, a przy zmianie kierunku pobudzenia lub zwrotów wektorów stałego przeciwsobnego pola magnetycznego na przeciwny, fala elektromagnetyczna prowadzona jest w środku linii wzdłuż podłużnej osi symetrii paska.

Zjawisko niesymetrycznego przemieszczenia pola elektromagnetycznego zostało zauważone w ferrytowej linii mikropaskowej znajdującej się w jednorodnym stałym polu magnetycznym, prostopadłym do powierzchni paska. Pole elektromagnetyczne grupuje się w linii, przy jednym z brzegów paska, w zależności od kierunku pobudzenia lub od zwrotu wektora stałego pola magnetycznego. W wyniku opisanego zjawiska fala elektromagnetyczna, rozchodząca się w linii, prowadzona jest wzdłuż jednego z brzegów paska. Tego typu rodzaj pola w ferrytowej linii mikropaskowej magnesowanej jednorodnym polem magnetycznym nazywany jest rodzajem brzegowym. Tego typu rodzaj pola elektromagnetycznego występuje w układzie cyrkulatora wielowrotowego z rodzajem brzegowym. Pobudzając cyrkulator wielowrotowy w wybranych wrotach obwodu, które są rozszerzającą się ferrytową linią mikropaskową, pole elektromagnetyczne grupuje się przy jednym lub drugim brzegu obwodu łączącego sąsiadujące z nimi wrota, co powoduje, że jedno z sąsiadujących wrót zostaje pobudzone a drugie izolowane.

Niewzajemny ferrytowy układ mikrofalowy według wynalazku uzyskujemy przez umieszczenie obwodu cyrkulatora wielowrotowego o parzystej liczbie wrót w przeciwsobnym polu magnetycznym. Układ magnesuje się w taki sposób, aby każda połowa obwodu układu powstała w wyniku podziału obwodu osią symetrii przechodzącą przez dwa dowolnie wybrane przeciwległe wrota, znajdowała się w jednorodnym polu magnetycznym przy czym wektory pola magnetycznego magnesującego każdą połowę układu mają przeciwne zwroty i są równe co do modułu.

Inne rozwiązanie układu według wynalazku polega na tym, że obwód cyrkulatora wielowrotowego z rodzajem brzegowym umieszcza się w przeciwsobnym polu magnetycznym, tak, że każda połowa obwodu powstała w wyniku podziału osią symetrii przechodzącą przez dowolnie wybrane jedno wroto przeciwległy brzeg znajduje się w jednorodnym polu magnetycznym prostopadłym do powierzchni obwodu. Wektory pola magnetycznego magnesującego każdą połowę układu mają przeciwne zwroty i są równe co do modułu. W celu wytłumienia odbić przy brzegu, przez który przechodzi oś symetrii naniesiona jest warstwa stratna.

Wykonany w ten sposób niewzajemny ferrytowy układ mikrofalowy według wynalazku, realizujący w pełni postawiony cel, wykazuje korzystne skutki techniczne i techniczno-użytkowe. Układ charakteryzuje się istotnie cyklicznym przenoszeniem sygnału mikrofalowego między wrotami układu znajdującymi się po obu stronach osi symetrii obwodu. Występuje również równomierny podział mocy sygnału między dwa wrota, przy pobudzeniu sąsiadującego z nimi wrota znajdującego się na osi symetrii obwodu oraz występuje sumowanie sygnału we wrotach przeciwległych leżących na osi symetrii obwodu, przy pobudzeniu wrót sąsiednich. Funkcje te wskazują na dodatkowe możliwości zastosowania układu według wynalazku w technice mikrofalowej oraz telekomunikacji. Przykładowo w technice mikrofalowej stosuje się przy pomiarach układy mostkowe złożone z cyrkulatorów, dzielników i sumatorów mocy mikrofalowej. Funkcje które spełniają te układy mogą być realizowane przez niewzajemny układ ferrytowy według wynalazku. W telekomunikacji, układ według wynalazku umożliwia przykładowo pracę dwóch nadajników na jedną antenę. Zastępuje wówczas układ mikrofalowy złożony z dwóch cyrkulatorów trójwrotowych, przy czym jeden z nich musi być dodatkowo kluczowany polem magnetycznym, lub układ mikrofalowy złożony z dwóch cyrkulatorów na wejściu których znajdują się wąskopasmowe filtry środkowo-przepustowe. Zastosowanie więc układu według wynalazku umożliwia uproszczenie konstrukcji układu pomiarowego, jego wymiany oraz koszt realizacji, który przykładowo nie będzie przekraczał kosztu wykonania jednego cyrkulatora. Ponadto szczególnie korzystna jest okoliczność iż zjawisko występowania symetrycznego lub niesymetrycznego przemieszczenia pola elektromagnetycznego w obwodzie jest prawie niezależne od częstotliwości. Odpowiednio ferrytowe układy niewzajemne oparte na tych zjawiskach są układami szerokopasmowymi.

Niewzajemny ferrytowy układ mikrofalowy według wynalazku należy do szerokiej klasy niewzajemnych ferrytowych układów mikrofalowych, realizowanych techniką hybrydowych układów scalonych, które w chwili obecnej znajdują szerokie zastosowanie w technice mikrofalowej i telekomunikacji

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony schematycznie w przykładach wykonania, na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia przekrój poprzeczny według osi x niewzajemnego ferrytowego układu mikrofalowego zrealizowanego na bazie obwodu wielowrotowego cyrkulatora ferrytowego we współrzędnych prostokątnych z i x , fig. 2 – konfigurację obwodu układu w widoku z góry we współrzędnych prostokątnych x i y , natomiast fig. 3 obwód sumatora lub dzielnika mocy mikrofalowej w widoku z góry we współrzędnych prostokątnych x i y , który jest zrealizowany na bazie obwodu trójwrotowego cyrkulatora z dodatkową warstwą stratną.

Przedstawiony na fig. 1 obwód niewzajemnego ferrytowego układu mikrofalowego, zrealizowany jest standardowymi metodami technologicznymi stosowanymi w technice hybrydowych mikrofalowych układów scalonych na płytce ferrytowej 1 magnesowanej przeciwsobnym polem magnetycznym H_0 , prostopadłym do każdej z połówek przekroju poprzecznego układu powstałych w wyniku podziału obwodu osią symetrii z . Na pierwszej stronie płytki 1 naniesiona jest warstwa metaliczna 2, tworząca ekran. Na drugiej stronie płytki 1 znajduje się obwód uwidoczniony na fig. 2. Obwód niewzajemnego ferrytowego układu mikrofalowego (fig. 2) podzielony jest na dwie połowy $x \leq 0$ i $x \geq 0$ podłużną osią symetrii y . Każda połowa obwodu znajduje się w jednorodnym polu magnetycznym, H_0 o przeciwnych zwrotach. Wrota układu $a, b, c, d, e, f, g, h, i, j$, znajdują się na krawędzi płytki 1. Szerokości pasków w , są tak dobrane w stosunku do grubości i parametrów podłoża, aby zapewnić dopasowanie do układów zewnętrznych. Obwód wychodzący z wrót a analogicznie jak we wrotach $b, c, d, e, f, g, h, i, j$ rozszerza się łukiem określonym promieniem R wychodzącym z punktu A oraz łukiem o tym samym promieniu wyprowadzonym z punktu B . Łuki te określają odpowiednio brzegi obwodu 6 i 7. Wrota obwodu, $a, b, c, d, e, f, g, h, i, j$, określone są przez przecięcia dwóch sąsiednich łuków z krawędzią płytki 1. W wyniku takiej konstrukcji brzegi obwodu układu mają kształt łuków o promieniu R dochodzących do krawędzi płytki 1. Strzałki 3 i 4 określają kierunek przenoszenia mocy mikrofalowej między wrotami znajdującymi się na pierwszej lub drugiej połowie obwodu. Strzałka 5 określa kierunek przenoszenia mocy mikrofalowej przy pobudzeniu wrót f .

Obwód trójwrotowego sumatora lub dzielnika mocy mikrofalowej fig. 3 jest realizowany na płytce ferrytowej 1 magnesowanej przeciwsobnym polem magnetycznym H_0 , prostopadłym do każdej połowy obwodu, powstałej w wyniku podziału obwodu osią symetrii y . Szerokości pasków w są tak dobrane, aby zapewnić dopasowanie obwodu do układów zewnętrznych. Brzeg obwodu 12 jest linią prostą, łączącą wrota l i m . Brzegi obwodu 10 i 11 mają kształt łuku o promieniu r wyprowadzonego odpowiednio z punktu D i C . Brzeg 10 łączy wrota k i l . Brzeg 11 łączy wrota k i m . Na osi symetrii y , naniesiona jest warstwa stratna 13 w kształcie trójkąta równoramiennego o dłuższym boku n i krótszym boku p przylegająca bokiem f do brzegu 12 obwodu.

Zasada działania niewzajemnego układu ferrytowego we wszystkich przykładach jest taka sama i opiera się na zjawiskach symetrycznego przemieszczenia pola elektromagnetycznego w ferrytowej linii mikropaskowej znajdującej się w przeciwsobnym polu magnetycznym oraz niesymetrycznego przemieszczenia pola oraz w ferrytowej linii mikropaskowej umieszczonej w jednorodnym polu magnetycznym.

Przykładowo pobudzając wrota a układu przedstawionego na rys. 1 pole elektromagnetyczne zostaje przesunięte do zewnętrznych krawędzi obwodu 6 i 7 łączących odpowiednio wrota a i wrota b i j . Wskutek tego, przy pobudzeniu wrót a moc dzieli się po połowie między wrota b i j a pozostałe wrota c, d, e, f, g, h, i są izolowane. Pobudzając odpowiednio wrota b lub j pole elektromagnetyczne zostaje odpowiednio przesunięte do brzegu 9 lub 8 co powoduje, że pobudzone zostają odpowiednio wrota c i i . Moc mikrofalowa między pozostałymi wrotami znajdującymi się na pierwszej połowie obwodu $x \leq 0$, przenoszona jest cyklicznie z wrót c do d , z d do e , oraz e do f zgodnie z kierunkiem strzałki 3. Podobnie, moc przenoszenia między pozostałymi wrotami umieszczonymi na drugiej połowie obwodu $x \geq 0$, przenoszona jest cyklicznie z wrót i do h , z h do g oraz g do f zgodnie z kierunkiem strzałki 4. Pobudzając wrota f pole elektromagnetyczne grupuje się przy środku obwodu i jest prowadzone wzdłuż osi symetrii y do wrót a zgodnie z kierunkiem strzałki 5.

W układzie dzielnika lub sumatora mocy mikrofalowej (fig. 3) przy pobudzeniu wrót k pole elektromagnetyczne grupuje się przy krawędzi obwodu 10 i 11. W wyniku tego moc dzieli się po połowie między wrota l i m . Fala odbita od wrót l lub m , w wyniku niedopasowania układu prowadzona jest wzdłuż krawędzi obwodu 12 i zostaje wytracona w warstwie stratnej 13. W przypadku kiedy pobudzone zostają wrota l lub m fala elektromagnetyczna prowadzona jest wzdłuż krawędzi 12 obwodu i wytracona zostaje w warstwie stratnej 13, co powoduje, że wrota k są izolowane. Układ w takim przypadku pracuje jako dzielnik mocy mikrofalowej. W celu zastosowania układu fig. 3 jako sumatora mocy mikrofalowej należy zwroty wektorów H_0 przeciwsobnego pola magnetycznego zmienić na przeciwne. Wówczas pobudzając wrota l i m fala prowadzona jest wzdłuż brzegu 10 i 11 do wrót k . Fala odbita od wrót k prowadzona jest wzdłuż osi symetrii y obwodu w kierunku warstwy stratnej w której zostaje wytracona. Wynika stąd, że przy pobudzeniu wrót k , wrota l i m są izolowane.

Parametry elektryczne niewzajemnych ferrytowych układów mikrofalowych opartych o zjawiska fizyczne występujące w ferrytowych liniach mikropaskowych, jak izolacja, straty, podział lub sumowanie mocy uwarunkowane są wymiarami obwodu, pasmem częstotliwości, wartością przeciwsobnego pola magnetycznego H_0 , oraz rodzaju materiału ferrytowego podłoża. Zmianę kierunku pracy układu można uzyskać przez zmianę zwrotów przeciwsobnego pola magnetycznego H_0 na przeciwny.

Zastrzeżenia patentowe

1. Niewzajemny wielowrotowy ferrytowy układ mikrofalowy realizowany techniką hybrydowych mikrofalowych układów scalonych, z n a m i e n n y t y m, że obwód cyrkulatora wielowrotowego z rodzajem brzegowym umieszczony jest w przeciwsobnym polu magnetycznym, tak, że każda połowa obwodu układu powstała w wyniku podziału układu osią symetrii przechodzącą przez dwa dowolnie wybrane wrota znajduje się w jednorodnym polu magnetycznym, prostopadłym do powierzchni obwodu przy czym wektory pola magnetycznego, magnesującego każdą połowę układu, mają przeciwne zwroty i są równe co do modułu.

2. Niewzajemny wielowrotowy ferrytowy układ mikrofalowy realizowany, techniką hybrydowych mikrofalowych układów scalonych, z n a m i e n n y t y m, że obwód cyrkulatora wielowrotowego z rodzajem brzegowym umieszczony jest w przeciwsobnym polu magnetycznym tak, że każda połowa obwodu powstała w wyniku podziału układu osią symetrii przechodzącą przez dowolnie wybrane jedno wrota i przeciwległy brzeg, znajduje się w jednorodnym polu magnetycznym prostopadłym do powierzchni obwodu, przy czym wektory pola magnetycznego, magnesującego każdą połowę układu, mają przeciwne zwroty i są równe co do modułu, ponadto przy brzegu, przez który przechodzi oś symetrii, naniesiona jest warstwa stratna dla wytłumienia odbić.

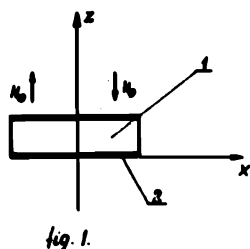


fig. 1.

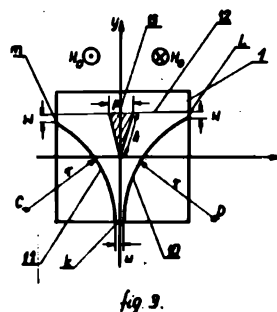


fig. 3.

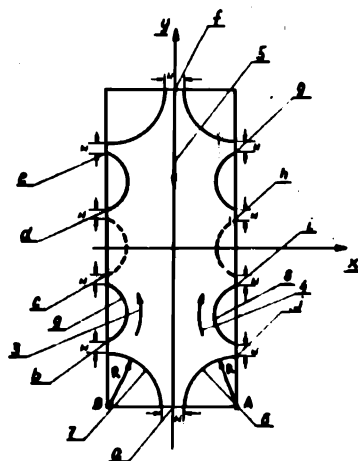


fig. 2