RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **224730**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **393458**

(51) Int.Cl.
H01P 5/18 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **29.12.2010**

(54) **Mikrofalowy sprzęgacz kierunkowy**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
02.07.2012 BUP 14/12

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.01.2017 WUP 01/17

(73) Uprawniony z patentu:
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE, Kraków, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
SŁAWOMIR GRUSZCZYŃSKI, Kraków, PL
KRZYSZTOF WINCZA, Kraków, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Małgorzata Geissler

PL 224730 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest mikrofalowy sprzęgacz kierunkowy do podziału mocy w zrównoważonych i wielokanałowych wzmacniaczach mocy mikrofalowej. Rozwiązanie znajdzie zastosowanie szczególnie w elektronice mikrofalowej, szczególnie przy konstrukcji stopni końcowych nadajników dużej mocy, nadajnikach urządzeń radarowych.

Znany jest z artykułu E. M. T Jones, J. T. Bolljahn pt: „Coupled-strip-transmission-line filters and directional couplers" opublikowanego w IRE Transactions on Microwave Theory and Techniques rozwiązanie, w którym przedstawiony został sprzęgacz kierunkowy utworzony przez bliskie wzajemne usytuowanie dwóch przewodników umożliwiające przenik sygnału z jednego przewodnik do drugiego przewodnika. W rozwiązaniu tym impedancje wszystkich wrót sprzęgacza są jednakowe. Znane są również rozwiązania, w których impedancje wrót zasilanych i transmisyjnych są jednakowe oraz impedancje wrót sprzężonych i izolowanych są jednakowe.

Mikrofalowy sprzęgacz kierunkowy, asymetryczny, według wynalazku składa się z linii zasilanej i linii sprzężonej mających wspólny ekran.

Istotą rozwiązania jest to, iż wartość impedancji we wrotach sprzężonych, na wyjściu linii sprzężonej ma wartość prawie równą wartości impedancji we wrotach transmisyjnych na wyjściu linii zasilanej, a różną od wartości impedancji we wrotach wejściowych na wejściu linii zasilanej i różną od wartości impedancji we wrotach izolowanych linii sprzężonej. Przy tym wartość impedancji we wrotach wejściowych jest różna od wartości impedancji we wrotach izolowanych. Sprzęgacz ten ma linię sprzężoną i linię zasilaną w postaci metalizowanych pasków umieszczonych nad wspólnym ekranem. Pasek linii sprzężonej jest co najmniej 20% szerszy od paska linii zasilanej.

Istotą innej realizacji mikrofalowego sprzęgacza kierunkowego według wynalazku jest to, iż wartość impedancji we wrotach sprzężonych, na wyjściu linii sprzężonej ma wartość prawie równą wartości impedancji we wrotach transmisyjnych na wyjściu linii zasilanej, a różną od wartości impedancji we wrotach wejściowych na wejściu linii zasilanej i różną od wartości impedancji we wrotach izolowanych linii sprzężonej. Przy tym wartość impedancji we wrotach wejściowych jest różna od wartości impedancji we wrotach izolowanych. Linia sprzężona i linia zasilana mają postać współśrodkowych cylindrycznych elementów metalowych, przy czym linia zasilana umieszczona jest wewnątrz linii sprzężonej. Linie te są umieszczone nad płaskim ekranem.

Korzystne jest jeśli linia sprzężona i linia zasilana mają postać współśrodkowych cylindrycznych elementów metalowych, linia zasilana umieszczona jest wewnątrz linii sprzężonej, natomiast ekran ma kształt cylindra i umieszczony jest na zewnętrz linii sprzężonej.

Sygnał podany przez wrota wejściowe jest dzielony pomiędzy wrota sprzężone i transmisyjne, do których dołączone zostały jednakowe impedancje obciążenia inne niż impedancja generatora dołączonego do wrót wejściowych. Ponieważ impedancja wrót transmisyjnych i sprzężonych jest jednakowa i dobrana w taki sposób, aby była równa impedancji dołączonej do wrót transmisyjnych i sprzężonych to układ będzie pracował w stanie dopasowania, to znaczy suma mocy wydzielonych w jednakowych impedancjach dołączonych do wrót transmisyjnych i sprzężonych będzie równa mocy dysponowanej generatora. Dzięki temu, że impedancje we wrotach transmisyjnych i sprzężonych są jednakowe i różne od impedancji wrót wejściowych możliwy jest podział sygnału mikrofalowego z jednoczesną transformacją impedancji. Impedancja we wrotach izolowanych jest różna od impedancji pozostałych wrót, co zapewnia pracę sprzęgacza w warunkach pełnego dopasowania impedancyjnego, a więc w układzie nie wystąpią fale odbite od dołączonych impedancji.

Dzięki zastosowaniu asymetrycznych linii sprzężonych możliwe jest pozyskanie innej impedancji linii sprzężonej od linii zasilanej, przy czym impedancje tych linii, według wynalazku, są dobrane tak, aby dla każdej z nich następowała transformacja impedancji wyznaczana w sposób identyczny jak dla ćwierćfalowego odcinka linii transmisyjnej. Stwierdzenie to jest prawdziwe zarówno dla sprzęgacza w postaci pasków, jak i sprzęgacza w postaci współśrodkowych elementów cylindrycznych, niezależnie od usytuowania ekranu.

Zaletą układu wzmacniacza sprzęgacza, według wynalazku, jest możliwość jednoczesnego podziału mocy oraz transformacji impedancji, co pozwala na jednoczesną miniaturyzację układu oraz znaczne zmniejszenie strat mocy w układzie. Zmniejszenie strat mocy wynika ze zmniejszenia długości elektrycznej linii transmisyjnych rozprowadzających sygnały oraz z faktu, że sygnały prowadzone są liniami o niższej impedancji.

Zmniejszenie strat mocy jest szczególnie istotne przy konstruowaniu wzmacniaczy dużej mocy, dla przykładu tłumienie wynoszące T = 0,5 dB przy mocy wyjściowej P = 1 kW wiąże się ze stratą mocy ponad 100 W.

Sprzęgacz, według wynalazku, może być stosowany zarówno jako element pojedynczy, jak i w wielostopniowych układach wzmacniających.

Sprzęgacz, według wynalazku, pokazano w przykładowym rozwiązaniu na rysunku, na którym fig. 1 jest schematem strukturalnym sprzęgacza, fig. 2, 3 i 4 – widokami realizacji sprzęgacza, a fig. 5 – schematem ideowym układu z zastosowaniem dwóch sprzęgaczy.

Mikrofalowy sprzęgacz kierunkowy, asymetryczny składa się z linii zasilanej LZ i linii sprzężonej LS usytuowanych w sąsiedztwie wspólnego ekran E. Wartość impedancji ZS we wrotach sprzężonych, na wyjściu linii sprzężonej LS jest równa impedancji ZT we wrotach transmisyjnych na wyjściu linii zasilanej LZ. Wartość ta jest różna od impedancji ZO we wrotach wejściowych na wejściu linii zasilanej LZ i różna od impedancji Zlz we wrotach izolowanych linii sprzężonej LS, przy czym wartość impedancji ZO we wrotach wejściowych jest różna od impedancji Zlz we wrotach izolowanych.

W przykładzie 1. Sprzęgacz, według wynalazku, ma postać dwóch metalizowanych pasków, z których dolny stanowi linię sprzężoną LS, a górny linię zasilaną LZ. Pasek linii sprzężonej jest dwukrotnie szerszy od paska linii zasilanej. Oba paski są umieszczone ponad płaskim ekranem E.

W przykładzie 2. Sprzęgacz, według wynalazku, ma postać dwóch współśrodkowych metalowych cylindrów, z których zewnętrzny stanowi linię sprzężoną LS. Te cylindryczne linie sprzężona LS i zasilana LZ umieszczone są ponad płaskim ekranem E.

W przykładzie 3. Sprzęgacz, według wynalazku, ma postać dwóch współśrodkowych metalowych cylindrów, z których zewnętrzny stanowi linię sprzężoną LS. Te cylindryczne linie zasilana LZ i sprzężona LS umieszczone są wewnątrz kolejnego cylindra stanowiącego ekran E.

Poniżej opisano przykład zastosowania wynalazku, w układzie pokazanym na fig. 5, a składającym się z dwóch 3-dB sprzęgaczy kierunkowych, wejściowego 1 i wyjściowego 2 oraz dwóch dwuwrotników 3 w układzie zrównoważonym. W układzie tym wrota wyjściowe sprzęgacza wejściowego 1 o jednakowych impedancjach ZS' i ZT" są dołączone do wejść dwóch identycznych dwuwrotników o impedancjach wejściowych równych ZS' i ZT'. Wyjścia dwuwrotników 3 o jednakowych impedancjach ZT" i ZS" są dołączone do wrót transmisyjnych i sprzężonych sprzęgacza 2. Do wrót izolowanych sprzęgaczy 1 i 2 dołączone są impedancje ZLz' i ZLz".

Zaletą tego rozwiązania jest miniaturyzacja układu ze względu na brak konieczności dołączania dodatkowych układów transformujących impedancję. Ponadto, poprzez zmniejszenie rozmiarów układu, co jest równoznaczne ze skróceniem długości elektrycznej dla sygnałów mikrofalowych, uzyskuje się zmniejszenie strat w układzie. Dodatkowo, sygnał po wzmocnieniu jest prowadzony liniami transmisyjnymi o niższej impedancji, co pozwala na uzyskiwanie większych mocy wyjściowych poprzez zmniejszenie maksymalnego natężenia pola w liniach transmisyjnych, a więc możliwa jest transmisja większej mocy przy tej samej wytrzymałości materiału dielektrycznego linii na przebicie.

Zastrzeżenia patentowe

1. Mikrofalowy sprzęgacz kierunkowy, asymetryczny, składający się z linii zasilanej i linii sprzężonej mających wspólny ekran, **znamienny tym**, że wartość impedancji (ZS) we wrotach sprzężonych, na wyjściu linii sprzężonej (LS) jest prawie równa impedancji (ZT) we wrotach transmisyjnych na wyjściu linii zasilanej (LZ), a różna od impedancji (Zo) we wrotach wejściowych na wejściu linii zasilanej (LZ) i różna od impedancji (Zlz) we wrotach izolowanych linii sprzężonej (LS), przy czym wartość impedancji (ZO) we wrotach wejściowych jest różna od impedancji (Zlz) we wrotach izolowanych, przy czym linia sprzężona (LS) i linia zasilana (LZ) mają postać metalizowanych pasków umieszczonych nad wspólnym ekranem (E), a pasek linii sprzężonej (LS) jest co najmniej 20% szerszy od paska linii zasilanej (LZ).

2. Mikrofalowy sprzęgacz kierunkowy, asymetryczny, składający się z linii zasilanej i linii sprzężonej mających wspólny ekran, **znamienny tym**, że wartość impedancji (ZS) we wrotach sprzężonych, na wyjściu linii sprzężonej (LS) jest prawie równa impedancji (ZT) we wrotach transmisyjnych na wyjściu linii zasilanej (LZ), a różna od impedancji (Zo) we wrotach wejściowych na wejściu linii zasilanej (LZ) i różna od impedancji (Zlz) we wrotach izolowanych linii sprzężonej (LS), przy czym wartość impedancji (ZO) we wrotach wejściowych jest różna od impedancji (Zlz) we wrotach izolowanych, przy

czym linia sprzężona (LS) i linia zasilana (LZ) mają postać współśrodkowych cylindrycznych elementów metalowych i umieszczone są nad płaskim ekranem (E), a linia zasilana umieszczona jest wewnątrz linii sprzężonej.

3. Mikrofalowy sprzęgacz kierunkowy według zastrz. 2, **znamienny tym**, że linia sprzężona (LS) i linia zasilana (LZ) mają postać współśrodkowych cylindrycznych elementów metalowych, a ekran (E) ma kształt cylindra umieszczonego na zewnętrz linii sprzężonej.

Rysunki

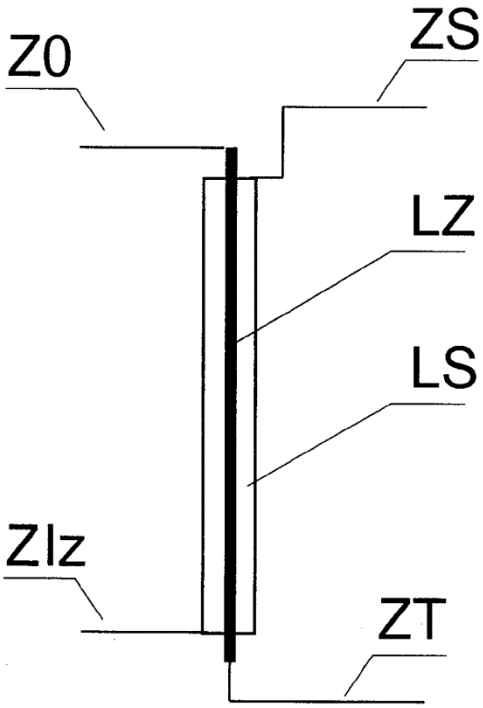

Fig. 1

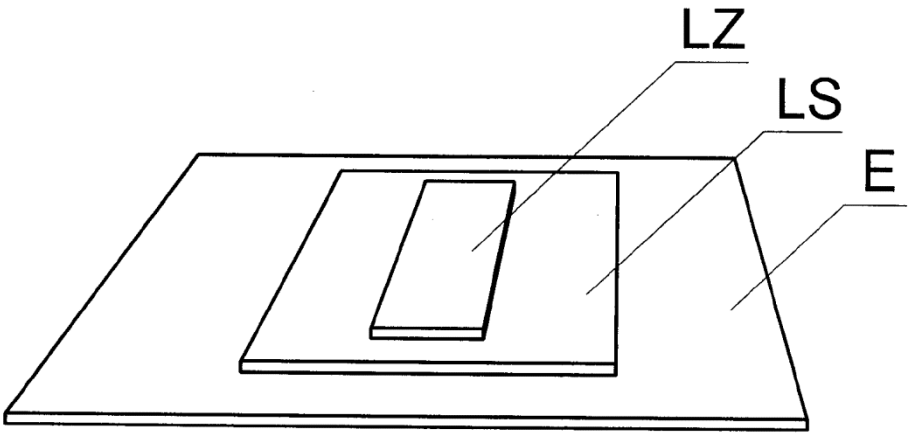

Fig. 2

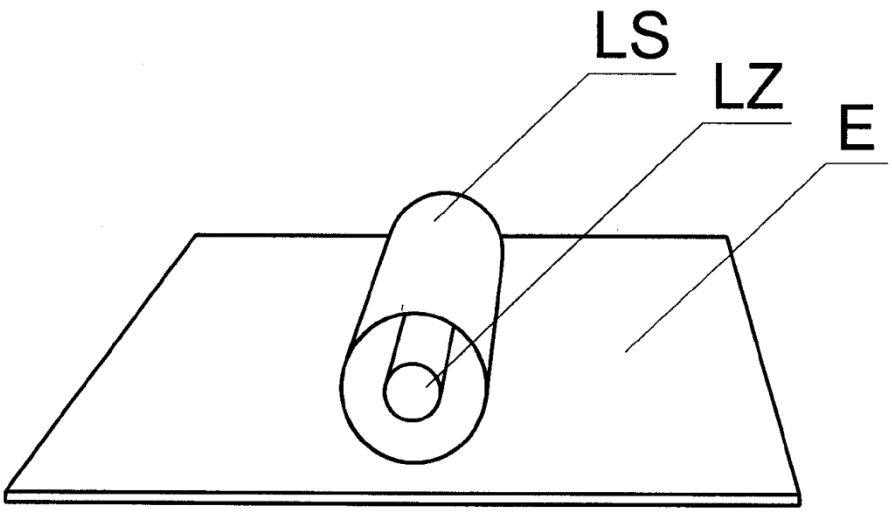

Fig. 3

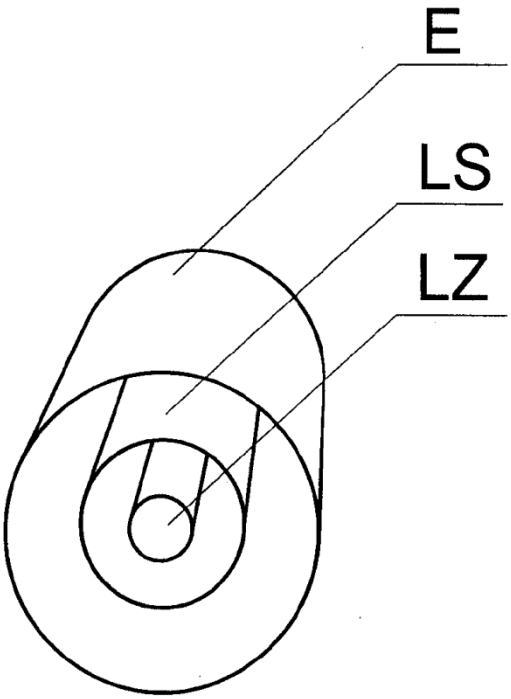

Fig. 4

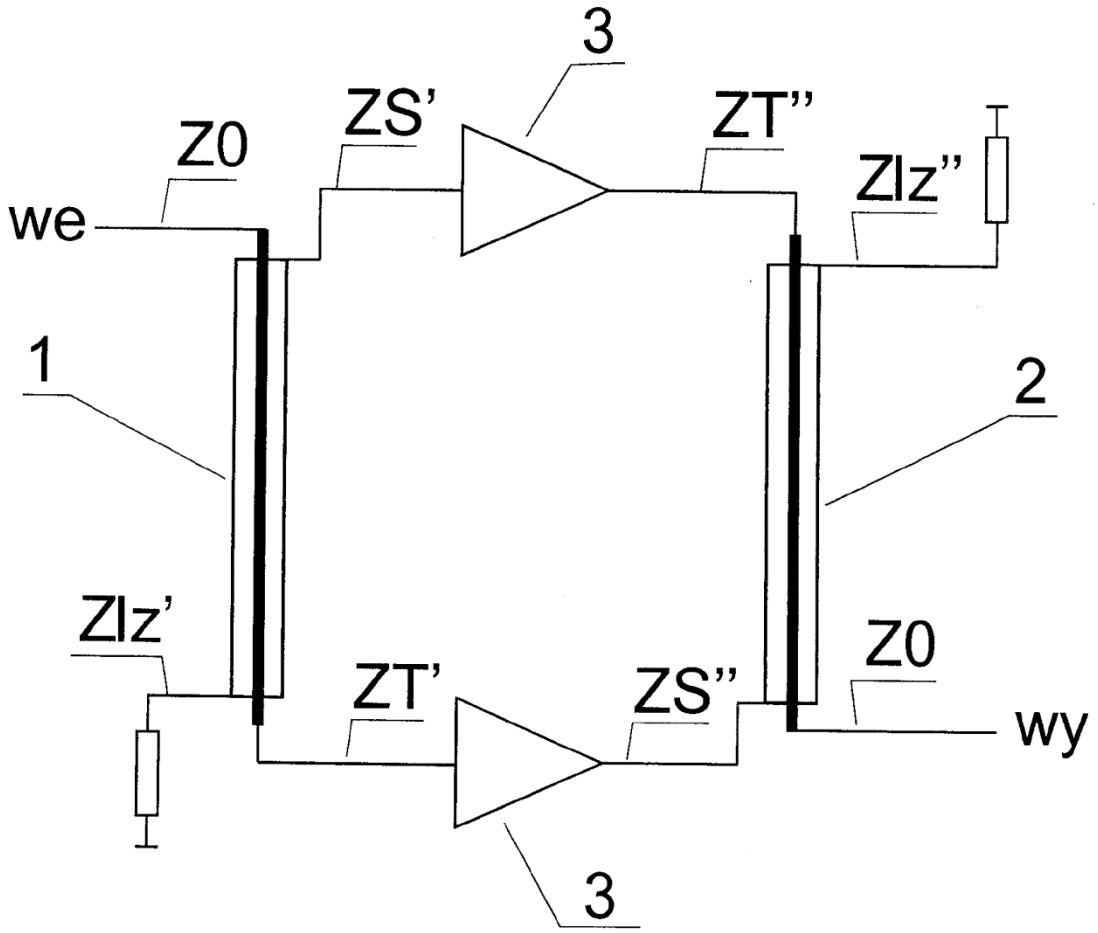

Fig. 5

Departament Wydawnictw UPRP
Cena 2,46 zł (w tym 23% VAT)