

2

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

49771

Patent dodatkowy
do patentu

Zgłoszono: 07.XII.1963 (P 103 187)

Pierwszeństwo: 18.I.1963 Niemiecka
Republika Federalna

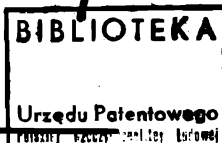
Opublikowano: 20.VIII.1965

Kl. 21 a⁴, 74

MKP H 01 p

UKD

5700



Współtwórcy wynalazku: dr Roland Liebscher, Erich Mayerhofer, dr
Werner Veith

Właściciel patentu: Siemens & Halske Aktiengesellschaft, Monachium
(Niemiecka Republika Federalna)

Sprzęgacz falowodowy do przenoszenia drgań elektromagnetycz- nych bardzo wielkiej częstotliwości w szczególności do lamp mikrofalowych dużej mocy

1

Wynalazek dotyczy sprzęgacza falowodowego do przenoszenia drgań elektromagnetycznych bardzo wielkiej częstotliwości, przeznaczonego do lamp mikrofalowych dużej mocy, z dwoma falowodami połączonymi ze sobą co najmniej jedną szczeliną sprzęgającą, zamkniętą gazoszczelnym oknem z dielektryka, przez które energia drgań elektromagnetycznych przechodzi z jednego falowodu do drugiego.

W lampach o fali bieżącej dużej mocy, do wprowadzania i odprowadzania energii wielkiej częstotliwości, stosuje się zwykle falowody, które posiadają prostokątny przekrój poprzeczny. Aby uniknąć trudności związanych z połączeniami, falowody przyłączone są bezpośrednio do linii opóźniającej. Falowody należą więc częściowo do gazoszczelnej obudowy lampy i dlatego muszą być zamknięte gazoszczelnymi oknami przepuszczalnymi dla wysokiej częstotliwości, wykonanymi z dielektryka. Chodzi przy tym o to, aby straty w oknie z dielektryka, które są nie do uniknięcia, pozostawały małe w możliwie dużym zakresie częstotliwości. Można to osiągnąć wtedy, gdy w żądanym zakresie przenoszenia, nie występują w oknie żadne większe wzrosty pola wywołane rezonansami.

W znanych dotychczas sprzęgaczach falowodowych przenoszących drgania bardzo wielkiej częstotliwości posiadających dwa falowody oddzielone od siebie oknem z dielektryka, okno to znajduje się zawsze głównie w obszarze silnych pól elek-

2

trycznych, pochodzących od przenoszonych drgań bardzo wielkiej częstotliwości. Jeżeli przy tym czynna powierzchnia okna jest równoległa do wektora pola elektrycznego, to przenoszenie dużej mocy jest bardzo trudne z powodu dużych strat występujących w oknie. Poza tym powstaje niebezpieczeństwo przebicia wzdłuż powierzchni okna.

Aby usunąć niebezpieczeństwo przebicia przy gazoszczelnym oknie z dielektryka, które umieszczone jest w prostokątnym falowodzie, w ścianie rozdzielającej, prostopadłej do wzdłużnej osi falowodu, otwór okna dzieli się, w znany sposób na dwie szczeliny tak, że między dwoma szczelinami powstaje metaliczna ścieżka, która przebiega wzdłuż obszaru największego natężenia pola elektrycznego istniejącej w falowodzie fali H_{10} . Poza tym to znane urządzenie stanowi jednocześnie tak zwane okno rezonansowe, które ogranicza znacznie szerokość przenoszonego pasma.

Znany jest poza tym sprzęgacz falowodowy przenoszący elektromagnetyczne drgania bardzo wielkiej częstotliwości, w którym okno z dielektryka dla zmniejszenia odbić tak jest umieszczone, że jego czynna powierzchnia przebiega w zasadzie prostopadle do kierunku pola elektrycznego, panującego w kanałach przenoszenia po obu jego stronach. Jeden z przykładów takiego wykonania polega na tym, że dwa odcinki prostokątnego falowodu o równoległych osiach wzdłużnych, nakłada się na siebie, a w przejściu z jednego falowodu do dru-

giego, umieszcza się okno wykonane z dielektryka. Okazało się, że nie można przy tym uniknąć wzbudzenia niepożądanych fal. Fale te powodują zakłócenia w dopasowaniu falowodów do okna, przez co powstają przerosty fal przy oknie powodujące niedopuszczalne nagrzewanie się okna.

W celu pokonania wymienionych trudności według wynalazku, proponuje się aby w sprzęgaczu falowodowym bardzo wielkiej częstotliwości omawianym na wstępie, otwór sprzęgający wykonać w postaci zakrzywionej szczeliny, która w znacznej swej części znajduje się poza obszarem silnych pól elektrycznych, pochodzących od drgań bardzo wielkiej częstotliwości i istniejących w obu falowodach, i obszar ten częściowo otacza, a cała długość szczeliny otworu sprzęgającego jest dłuższa niż połowa średniej długości fali roboczej układu.

W falowodzie w miejscach, gdzie natężenie pola elektrycznego jest małe, pole magnetyczne jest silne. Dlatego też w sprzęgaczu falowodowym według wynalazku, pomiędzy falowodami po obu stronach okna, istnieje silne sprzężenie magnetyczne. To sprzężenie magnetyczne konieczne jest, aby wektor pola elektrycznego w obszarze otworu sprzęgającego był skierowany równolegle do płaszczyzny, w której umieszczony jest ten otwór, a tym samym równolegle do płaszczyzny okna. Straty w oknie są wskutek tego bardzo małe, gdyż pole elektryczne powstające w szczelinie jest niewielkie ze względu na silne pole magnetyczne. Szczelina sprzęgająca jest tak ukształtowana, że przebiega w przybliżeniu równolegle do linii pola magnetycznego istniejącej w obu falowodach, w miejscu dużego natężenia tego pola przy średniej długości fali roboczej.

Szczelinę sprzęgającą układu według wynalazku można traktować jak zwartą linię lecherowską. Ponieważ w linii zwartej pole elektromagnetyczne istnieje tylko w otoczeniu rezonansu, więc długość szczeliny jest tak obliczona, że jej rezonans własny leży mniej więcej w środku żadanego zakresu przenoszenia układu. Obciążenie dołączone do układu zmniejsza znacznie dobroć szczeliny tak, że zakres przenoszenia całego układu jest duży. Przy odpowiednim doborze rezonansu własnego linii szczelinowej, można przesunąć wszystkie rezonanse zakłócające, poza zakres przenoszenia.

Wynalazek zostanie objaśniony bliżej na podstawie przykładów uwidoczniionych na rysunku.

Na fig. 1 i 2 jest przedstawiona zasada wynalazku, na fig. 3 — przykład wykonania prostszy pod względem konstrukcyjnym, na fig. 4 — przekrój wzdłuż linii C — D według fig. 3, na fig. 5 — inna odmiana sprzęgacza według wynalazku, na fig. 6 — przekrój wzdłuż linii E — F według fig. 5, na fig. 7 — przekrój wzdłuż linii G — H według fig. 5, a na fig. 9 i 10 przedstawione są dalsze odmiany sprzęgacza według wynalazku.

Na fig. 1 prostokątny falowód 1 jest nałożony swym wolnym końcem na drugi falowód 2 również o przekroju poprzecznym, równoległym do osi wzdłużnej falowodu 1 i przesuniętym względem niego. Z kierunku strzałki 3 doprowadzone są do falowodu 1 elektromagnetyczne drgania wielkiej częstotliwości, które rozchodzą się w nim w po-

staci fali H_{10} . Energia wielkiej częstotliwości jest przenoszona z falowodu 1 do falowodu 2 przez otwór sprzęgający 4 wykonany w przylegających do siebie ścianach obu falowodów, przy czym zamknięty on jest gazoszczelnie materiałem dielektrycznym.

Jak to jest uwidocznione na fig. 2, stanowiącej przekrój wzdłuż linii A — B według fig. 1, otwór sprzęgający 4 ma kształt zakrzywionej szczeliny, która przebiega głównie poza obszarem silnych pól elektrycznych fali H_{10} rozprzestrzeniającej się w falowodzie 1. Szczelina sprzęgająca 4 ma w przybliżeniu kształt linii pola magnetycznego H zaznaczonego linią przerywaną, w miejscu, gdzie pole to ma duże natężenie. Poza tym długość szczeliny musi być większa od połowy średniej długości fali roboczej układu. Graniczna długość podstawowej fali magnetycznej w falowodzie prostokątnym odpowiada podwójnej szerokości falowodu.

Szczelina sprzęgająca 4 działa wtedy jak zwarta linia lecherowska. Pole elektryczne linii lecherowskiej zaznaczone jest strzałkami E. Strumień mocy przechodzącej z falowodu 1 do falowodu 2 wynika z wektora Pointinga S. Straty w dielektryku wypełniającym szczelinę sprzęgającą 4 są wyjątkowo małe, gdyż wskutek silnego sprzężenia magnetycznego, dielektryk obciążony jest małym polem elektrycznym nawet przy dużym strumieniu mocy.

Na fig. 3 jest przedstawione rozwiązanie sprzęgacza według wynalazku, prostsze pod względem konstrukcyjnym. Prostokątny falowód 1 jest przyłączony do końca linii opóźniającej 5 lampy z falą postępującą, przy czym oś wzdłużna falowodu jest prostopadła do osi wzdłużnej linii opóźniającej 5. Tak jak w sprzęgaczu według fig. 1 falowód 1 jest nałożony na falowód 2, który przebiega równolegle do osi wzdłużnej falowodu 1 i jest względem niego przesunięty. Oba falowody 1 i 2 graniczą ze sobą bezpośrednio szerszymi bokami tak, że w obszarze przylegania mają wspólną ścianę. Na środku tej wspólnej ściany znajduje się okrągłe wycięcie w którym osadzona jest ceramiczna tarcza 6. Tarcza 6 po obu swych stronach ma metalizację w kształcie koła 7.

W ten sposób utworzona jest kołowa szczelina sprzęgająca 4 wypełniona dielektrykiem, która obejmuje obszar silnych pól elektrycznych pochodzących od fali H_{10} przebiegającej w falowodzie 1 i 2. Ceramiczna tarcza 6 z metalizacją 7 jest tak obliczona, że średni obwód szczeliny 4 równa się w przybliżeniu obwodowi linii pola magnetycznego, jaka powstaje w falowodach 1 i 2, w miejscu największego natężenia pola magnetycznego, przy średniej długości fali roboczej. Dla dobrego dopasowania przejścia dwóch falowodów oporność falowa szczeliny 4 powinna być równa średniej geometrycznej oporności falowych obu falowodów.

Przy sprzęgaczach falowodowych według wynalazku uwidoczniionych na fig. 1 do 4, powstaje niebezpieczeństwo, że prądy płynące w obrzeżu otworu sprzęgającego spowodują straty a tym samym niedopuszczalne nagrzanie metalizacji dielektryka, która wraz z dielektrykiem wlutowana jest

w przejście między falowodami. Aby uniknąć tego niebezpieczeństwa, korzystnym jest, aby dielektryk nie obsadzać bezpośrednio w otworze sprzęgającym, lecz między dwoma ścianami nałożonymi na siebie. Na fig. 5 jest przedstawiony taki właśnie przykład wykonania. W obu przylegających do siebie częściach ściany falowodów 1 i 2 wykonane są pierścieniowe szczeliny sprzęgające 4 i 4', które podobnie jak szczelina sprzęgająca w układzie według fig. 1 i 2 jest przzerwana w obszarze płaszczyzny symetrii wzdłużnej obu falowodów 1 i 2.

Obie szczeliny 4 i 4' są obrócone względem siebie o 180° tak jak to jest przedstawione na fig. 6 i 7. Pomiedzy dwiema szczelinami 4 i 4' umieszczone jest okno z dielektryka, które w postaci ceramicznej tarczy 8 wlutowane jest w cylindryczny pierścień metalowy 9, który łączy ze sobą oba falowody 1 i 2. Pierścień 9 tak jest przy tym obliczony, że strumień mocy przechodzi bezpośrednio z jednej szczeliny sprzęgającej 4 do drugiej szczeliny 4'. Można to osiągnąć łatwo przez odpowiednie dobranie impedancji elementu łączącego oba falowody. Aby uniknąć wzbudzenia tego elementu jego rezonans własny dobiera się tak, że leży on poza zakresem przepuszczania sprzęgacza. Jeżeli w cylindrycznym pierścieniu metalowym 9 nie powstaną żadne niezależne drgania, to nie wystąpią również żadne składowe pola elektrycznego prostopadłe do powierzchni okna a tym samym nie powstaną żadne prądy w ścianie.

Nie jest koniecznym aby w sprzęgaczu falowodowym według fig. 5 do 7 szczelina sprzęgająca znajdowała się po obu stronach okna. Wystarczy, gdy tylko w jednym z obu falowodów znajduje się szczelina sprzęgająca według wynalazku, a drugi falowód przylega bezpośrednio do okna swym okrągłym otworem. Na fig. 8 jest uwidoczniony odpowiedni przykład wykonania według wynalazku. Dielektryczne okno 8 graniczy tu z jednej strony ze szczeliną sprzęgającą 4 a z drugiej strony bezpośrednio z otworem 10. Szczelina 4 umieszczona jest po gazoszczelnej stronie okna 8.

Na fig. 9 jest przedstawiony przykład wykonania sprzęgacza według wynalazku, który odpowiada w zasadzie układowi z fig. 8 umożliwiający szczególnie prostą budowę. Otwór 10 w falowodzie 2 jest tak obliczony, że jego średnica równa jest średnicy miedzianego pierścienia 9, w którym jest osadzone okno 8. Falowód 2 może być wtedy łatwo osadzony na występie falowodu 1 utworzonym przez pierścień 9 z oknem 8 ponad szczeliną 4.

Należy zauważyć, że w sprzęgaczach według fig. 1 do 9 oba falowody położone w równoległych do siebie płaszczyznach, mogą być położone prostopadłe do siebie tak, jak to jest przedstawione na fig. 10 i 11. Na fig. 10 oba falowody są przedstawione w rzucie z góry, na fig. 11 w rzucie z boku.

Wynalazek nie ogranicza się do przedstawionych przykładów wykonania. Oba falowody odgraniczone od siebie gazoszczelnym oknem z dielektryka, nie muszą być równoległe względem siebie. Szczelina sprzęgająca według wynalazku może znajdować się w ścianie oddzielającej, która jest prostopadła do osi wzdłużnej falowodu i zamyka falowód prostokątny. Szczelina sprzęgająca przebiega wtedy wzdłuż zewnętrznych brzegów ściany oddzielającej i ma przerwę w obszarze węższego boku prostokątnego falowodu. Doświadczenia wykazały, że również w tym przypadku można uzyskać dobre dopasowanie do falowodu prowadzącego do obciążenia i to dla bardzo szerokiego pasma częstotliwości.

5 Poza tym należy zaznaczyć, że szczelina sprzęgająca według wynalazku może mieć kilka przerw. Chodzi przy tym tylko o to, aby poszczególne szczeliny sprzęgające były ze sobą w ten sposób sprzężone przez własne pola rozproszenia, że stanowią ponownie linię szczeliny o długości większej niż połowa średniej długości fali roboczej. Zamiast falowodów prostokątnych można stosować również falowody kołowe. Kołowe falowody posiadają jednak wadę, gdyż pole fali w takim falowodzie nie jest jednoznaczne, jednakże wadę tę, można usunąć przez obciążenie falowodu wgłębieniami, szczelinami lub t.p.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sprzęgacz falowodowy do przenoszenia drgań elektromagnetycznych, bardzo wielkiej częstotliwości, w szczególności do lamp mikrofalowych dużej mocy, zawierający dwa falowody połączone ze sobą przez co najmniej jeden szczelinowy otwór sprzęgający, który zamknięty jest gazoszczelnym oknem z dielektryka, przez które energia drgań elektromagnetycznych przechodzi z jednego falowodu do drugiego, **znamienny tym**, że posiada otwór sprzęgający w kształcie zakrzywionej szczeliny (4) (fig. 1 i 2), która przebiega w przeważającej swej części poza obszarem silnych pól elektrycznych, pochodzących od drgań bardzo wielkiej częstotliwości istniejących w obu falowodach (1 i 2) i obszar ten częściowo otacza, przy czym całkowita długość szczeliny (4) otworu sprzęgającego jest większa od połowy średniej długości fali roboczej układu przenoszenia.
2. Sprzęgacz według zastrz. 1, **znamienny tym**, że posiada dwa prostokątne falowody (1 i 2) o tych samych wymiarach, w których rozchodzi się fala H_{10} .
3. Sprzęgacz według zastrz. 2, **znamienny tym**, że ma dwa falowody równoległe do siebie i tak względem siebie przesunięte, że swymi szerszymi bokami do siebie przylegają, przy czym szczelina sprzęgająca (4) znajduje się w obszarze przylegania obu falowodów.
4. Sprzęgacz według zastrz. 2, **znamienny tym**, że ma dwa falowody położone w dwóch równoległych do siebie płaszczyznach, przy czym falowody te (fig. 10 i 11) przebiegają prostopadłe do siebie i są na siebie nałożone, a szczelina sprzęgająca znajduje się w obszarze nakładania się falowodów.
5. Sprzęgacz według zastrz. 3 lub 4, **znamienny tym**, że ma szczelinę sprzęgającą (4) o kształcie przybliżonym do kształtu linii pola magnetycznego, istniejącego w obu falowodach przy

- średniej długości fali roboczej w miejscu, gdzie pole to ma duże natężenie.
6. Sprzęgacz według zastrz. 5, **znamienny tym**, że okno z dielektryka ma osadzone bezpośrednio w szczelinie sprzęgającej.
 7. Sprzęgacz według zastrz. 6, **znamienny tym**, że posiada dwa falowody graniczące ze sobą bezpośrednio (fig. 3 i 4), a we wspólnej ich ścianie, wykonane jest okrągłe wycięcie, w którym jest osadzona tarcza ceramiczna (6) pokryta z obu stron metalizacją (7) tak, że między metalizacją a brzegiem ściany wycięcia powstaje okno (4) w kształcie pierścienia.
 8. Sprzęgacz według zastrz. 5, **znamienny tym**, że ma szczelinę sprzęgającą, zawierającą jedną przerwę w obszarze płaszczyzny symetrii wzdłużnej obu falowodów.
 9. Sprzęgacz według zastrz. 8, **znamienny tym**, że posiada okno (8) w kształcie tarczy z materiału dielektrycznego, które jest osadzone w cylindrycznym pierścieniu (9) (fig. 5), który jest umieszczony w przestrzeni między nałożonymi na siebie ścianami obu falowodów łącząc je w ten sposób ze sobą.

10. Sprzęgacz według zastrz. 9, **znamienny tym**, że ma okno graniczące bezpośrednio ze szczeliną sprzęgającą (fig. 8).
- 5 11. Sprzęgacz według zastrz. 9 lub 10, **znamienny tym**, że posiada szczeliny sprzęgające (4, 4') (fig. 5, 6 i 7) w pokrywających się częściach ścian obu falowodów przy czym obie szczeliny obrócone są względem siebie o 180°.
- 10 12. Sprzęgacz według zastrz. 9 lub 10, **znamienny tym**, że ma tylko jeden falowód (1) przylegający szczeliną sprzęgającą (4) do okna (8), natomiast drugi falowód (2) przylega do okna okrągłym otworem (fig. 8).
- 15 13. Sprzęgacz według zastrz. 12, **znamienny tym**, że ma falowód (1) ze szczeliną sprzęgającą (4) umieszczony po stronie gazoszczelnej.
- 20 14. Sprzęgacz według zastrz. 13, **znamienny tym**, że ma pierścień cylindryczny (9) (fig. 5, 8, 9), w którym jest osadzone okno (8), przy czym pierścień ten jest dopasowany do otworu (10) (fig. 8) wykonanego w falowodzie (2) umieszczonym po przeciwnej nie gazoszczelnej stronie okna.

