



Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 29.IX.1966 (P 116 672)

Pierwszeństwo: 29.IX.1965 Niemiecka
Republika
Federalna

Opublikowano: 30.XI.1968

Kl. 21 g, 13/17

MKP H 01 j 23/30

UKD

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

**Lampa wzmacniająca o fali bieżącej, dla dużych mocy, z linią
opóźniającą o periodycznej strukturze**

1

Wynalazek dotyczy lampy wzmacniającej o fali bieżącej, dla dużych mocy, z linią opóźniającą o periodycznej strukturze, której fala podstawowa ma charakter fali wstecznej a do tłumienia drgań zakłócających zawiera umiejscowione tłumiki.

Przy lampach wzmacniających o fali bieżącej dąży się do stosowania linii opóźniającej z falą podstawową postępującą, w celu osiągnięcia możliwie najlepszego sprzężenia między energią wielkiej częstotliwości prowadzoną przez linię a wiązką elektronową. Dla lamp o fali bieżącej przeznaczonych dla większych mocy nie wystarcza jednak obciążalność termiczna znanych szerokopasmowych linii opóźniających z postępującą falą podstawową, aby sprostać ogrzaniu linii powodowanemu nie dającym się uniknąć bombardowaniem elektronów.

Natomiast linia opóźniająca składająca się z łańcucha sprzężonych ze sobą rezonatorów jest dostatecznie stabilna pod względem termicznym dla lamp o fali bieżącej przeznaczonych dla dużych mocy, co znane jest z pisma „Elektronische Rundschau” Nr 1, 1963 strona 34. Fala podstawowa takich linii ma charakter fali wstecznej. Dla pracy wzmacniacza wykorzystywana jest więc pierwsza harmoniczna przestrzenna o charakterze fali postępującej. Poza tym z niemieckiej publikacji Auslegeschrift 1128926 wiadomym jest, że przez odpowiednie wymiary otworów sprzęgających, za pomocą których poszczególne rezonatory są ze sobą

2

sprzężone, można uzyskać dyspersję linii opóźniającej umożliwiającą wzmocnienie szerokopasmowe.

Lampy o fali bieżącej z linią opóźniającą, której fala podstawowa (najszybsza harmoniczna) ma charakter fali wstecznej, mają silną tendencję do samowzbudzenia w pobliżu dolnej częstotliwości granicznej. Ponadto przy zwiększaniu napięcia linii, obecność poszczególnych harmonicznych, może prowadzić do wzbudzenia się drgań zakłócających w otoczeniu częstotliwości granicznej każdego z pasm przepustowych. Aby uniknąć samowzbudzenia się drgań zakłócających stosuje się znane linie opóźniające z umiejscowionymi tłumikami. Bardzo trudno jest jednak dopasować tak dobrze linię opóźniającą do tłumika dla tych częstotliwości, przy których występują silne pola elektryczne, żeby wykluczyć wzbudzenie się drgań zakłócających. Poza tym energia wielkiej częstotliwości powstająca wskutek złego dopasowania, musi być wyeliminowana przez umiejscowione tłumiki. Istnieje przy tym niebezpieczeństwo, że umiejscowiony tłumik może ulec zniszczeniu wskutek zbyt wielkiego obciążenia.

Wynalazek stawia sobie za zadanie takie wykonanie linii opóźniającej z falą podstawową o charakterze fali wstecznej, do lampy o fali bieżącej przeznaczonej do dużych mocy, że przy podwyższaniu napięcia linii aż do napięcia roboczego nie osiąga się warunku samowzbudzenia się drgań.

Zadanie to według wynalazku, dla lampy wzmac-

niającej o fali bieżącej, omówionego poprzednio typu, rozwiązane zostało w ten sposób, że stosuje się linię opóźniającą o takim przebiegu dyspersji pierwszej harmonicznej postępującej, że opóźnienie w bezpośredniej bliskości dolnej częstotliwości granicznej najpierw wzrasta, a później w obszarze roboczym, przy obrocie fazy pierwszej harmonicznej wynoszącym $1,05 \Pi$ do $1,15 \Pi$ i niewielkiej dyspersji, jest wyższa niż przy dolnej częstotliwości granicznej, po czym aż do górnej częstotliwości granicznej opada do wartości równej powyżej opóźnieniu dla dolnej częstotliwości granicznej tak, że unika się drgań zakłócających o natężeniu prowadzącym do przeciążenia tłumików, dla wartości napięcia linii leżącej poniżej napięcia roboczego linii.

Istotna zaleta lampy wzmacniającej o fali bieżącej według wynalazku polega na tym, że przy włączaniu napięcia roboczego linii nie przechodzi się przez szczególnie krytyczne dla samowzbudzenia miejsca rezonansu fali podstawowej i postępującej pierwszej harmonicznej, przy dolnej częstotliwości granicznej (rezonans Π), oraz postępującej i wstecznej pierwszej harmonicznej w obszarze górnej częstotliwości granicznej (rezonans 2Π).

Jak, już wspomniano proponuje się użycie odpornej termicznie linii opóźniającej, składającej się z falowodu, w którego wnętrzu umieszczona jest duża ilość jednakowych ścian poprzecznych, ustawionych jedna za drugą w jednakowych odstępach, z których każda posiada co najmniej jeden otwór sprzęgający położony mimośrodowo względem wzdłużnej osi falowodu. W takiej linii opóźniającej uzyskuje się żądany przebieg dyspersji pierwszej postępującej harmonicznej w ten sposób, że średnia falowodu wynosi $0,3$ do $0,45$ w szczególności $0,38$ do $0,39$ średniej długości fali roboczej, a długość fali rezonansowej dla rodzaju fali o największej długości w przestrzeni ograniczonej dwoma sąsiednimi ścianami poprzecznymi, do długości fali rezonansowej wszystkich otworów sprzęgających, znajdujących się w ścianie poprzecznej, oraz do średniej długości fali roboczej wynosi $1 : 1,6 \pm 0,25 : 2$.

Podany warunek na średnicę falowodu powoduje, że górna częstotliwość graniczna rodzaju fali o największej długości leży tak wysoko, że opóźnienie dla tej częstotliwości granicznej jest co najwyżej równe opóźnieniu dla dolnej częstotliwości granicznej. Drugi warunek dotyczący długości fal rezonansowych dla otworów sprzęgających, wpływa na to, że opóźnienie pierwszej postępującej harmonicznej w obszarze fal roboczych jest przy niewielkiej dyspersji znacznie wyższe niż dla obu częstotliwości granicznych.

Średnia długość fali roboczej linii opóźniającej, składającej się według wynalazku z falowodu ze ścianami poprzecznymi wynosi najkorzystniej połowę długości dolnej fali granicznej dla pierwszego pasma przepustowego. Poza tym otwory sprzęgające w ścianach poprzecznych wykonane są jako mniej lub więcej zakrzywione szczeliny. W tym przypadku podwójna średnia długość szczeliny odpowiada długości fali rezonansowej dla otwo-

rów sprzęgających. Przy założeniu, że długość fali roboczej równa jest prawie podwójnej długości dolnej fali granicznej, średnia długość szczeliny otworów sprzęgających wynosi około $0,35$ do $0,45$ średniej długości fali roboczej.

Występowanie drgań zakłócających w lampie o fali bieżącej z linią opóźniającą składającą się ze sprzężonych ze sobą rezonatorów, polega w zasadzie na tym, że występuje wzbudzenie drgań o częstotliwości wyższej niż częstotliwość fali o największej długości. Niebezpieczeństwo wzbudzenia się tych drgań zakłócających zmniejsza się znacznie przy zastosowaniu linii według wynalazku, gdyż wskutek stosunkowo niewielkiej średnicy wewnętrznej poszczególnych rezonatorów, rodzaje drgań o wyższych częstotliwościach mają bardzo małe długości fal rezonansowych. Ponieważ oporność sprzęgająca proporcjonalna jest do kwadratu długości fali, więc oznacza to mniejsze sprzężenie dla wspomnianych rodzajów drgań zakłócających. Poza tym proponuje się, aby według wynalazku stosunek średnicy wewnętrznej komór rezonatorów do ich wysokości zawierał się między $\sqrt{1,2}$ i 10 . Spełnienie tego warunku powoduje przesunięcie pewnych pasm przepuszczania linii, w szczególności pasma przepuszczania dla fali H_{111} , w zakres jeszcze wyższych częstotliwości.

Wynalazek zostanie wyjaśniony na podstawie rysunku. Odpowiadające sobie części z poszczególnych figur oznaczane są tymi samymi cyframi.

Na fig. 1 przedstawiony jest perspektywicznie wycinek ze znanej, stabilnej termicznie linii opóźniającej, składającej się z pojedynczych tarcz 1 i pierścieni 2, przylutowanych w podanej na rysunku kolejności. Każda z tarcz 1 posiada otwór 3 dla przejścia wiązki elektronowej. Poza tym tarcze 1 posiadają otwory 4 w kształcie łuków kołowych, za pomocą których komory rezonatorów utworzone między tarczami 1 sprzężone są ze sobą elektromagnetycznie.

Linia opóźniająca z fig. 1 posiada przebieg dyspersji tak jak to jest przedstawione w układzie współrzędnych na fig. 2. Na osi odciętych tego układu naniesione są w zwykły sposób długości fali, a na osi rzędnych, wielkość opóźnienia. Poszczególne proste $\Psi = n\Pi$ [$n = 0,1,2$] obrazują obrót fazy fali elektromagnetycznej w falowodzie, między sąsiednimi ścianami poprzecznymi. Linią 5 oznaczony jest przebieg dyspersji fali podstawowej odnoszący się do typu fali o największej długości (pierwszy zakres przepustowy) a linią 6 oznaczony jest przebieg dyspersji fali EH_{11} tworzący drugi zakres przepustowy, przy czym każdorazowo między proste $\Psi = n\Pi$ naniesione są odpowiednie harmoniczne.

Do pracy wzmacniacza, ze względów możliwie najlepszego sprzężenia wielkiej częstotliwości, wykorzystuje się pierwszą postępującą harmoniczną pierwszego zakresu przepustowego. Ta harmoniczna ma przebieg odpowiadający krzywej 7 z środkowym punktem pracy 8, w którym obrót fazy pierwszej postępującej harmonicznej pozostaje w dopuszczalnych granicach. Punkt pracy 8 odpowiada określonemu opóźnieniu c/v_{PL} , któremu przyporządkowane jest określone napięcie linii.

Włączenie tego napięcia oznacza, że na osi rzędnych wykresu z fig. 2 przechodzi się z góry do dołu przez wszystkie wyższe wartości opóźnienia c/v_p aż osiągnięta zostanie odpowiednia wartość opóźnienia c/v_{pL} . Należy zauważyć, że powyżej punktu pracy 8 możliwe byłoby oddziaływanie między wiązką elektronową i polami elektrycznymi prowadzonymi przez linię opóźniającą, w zasadzie dla wszystkich harmonicznych różnych typów fali.

W rzeczywistości niebezpieczne są tylko obszary zakresowane przedstawione na fig. 2 należące do otoczenia częstotliwości granicznej harmonicznych niższego rzędu, które jak wiadomo mogą sprzęgać się z wiązką elektronową w stopniu wchodzącym w rachubę. W tych obszarach istnieją mianowicie, ze względu na przetężenia rezonansowe powodowane błędami dopasowania, tak silne pola elektryczne, że oddziaływanie wiązki elektronowej na harmoniczną postępującą może wywołać tak zwane wzbudzenie fali postępującej a z harmoniczną wsteczną tak zwane wzbudzenie fali wstecznej. Za pomocą zlokalizowanego tłumienia nie zawsze można uniknąć wzbudzenia się odpowiednich drgań zakłócających.

Wspomniane niebezpieczeństwo wzbudzenia się drgań zakłócających nie występuje w lampie wzmacniającej o fali bieżącej, jeżeli według wynalazku zastosować linię opóźniającą o przebiegu dyspersji przedstawionym na fig. 3.

W stosunku do wykresu z fig. 2 pierwsze pasmo przepustowe jest tutaj znacznie rozszerzone wskutek przesunięcia górnej częstotliwości granicznej w stronę wyższych częstotliwości. Wskutek tego wiązka elektronowa nie sprzęga się silnie z falą prowadzoną przez linię w pobliżu prostej $\Psi = 2\pi$ dla prądu znamionowego, gdyż impedancja sprzężenia jest proporcjonalna do kwadratu długości fali i dlatego przy wzroście częstotliwości znacznie maleje.

Poza tym zwiększeniu górnej częstotliwości granicznej odpowiada mniejsze opóźnienie niż na fig. 2. Wartość opóźnienia powinna być przy tym co najmniej równa opóźnieniu dla dolnej częstotliwości granicznej (rezonans II). Jednocześnie przebieg pierwszej harmonicznej jest tak dobrany, że wartość opóźnienia w pobliżu dolnej częstotliwości granicznej najpierw silnie wzrasta i dopiero przy mniejszej dyspersji w obszarze środkowego punktu pracy 8, jest znacznie wyższa niż dla dolnej częstotliwości granicznej. Z zakresowanych obszarów widać, że krytyczne obszary w których mogą powstać drgania położone są przy wyższych napięciach linii opóźniającej, niż napięcie robocze odpowiadające punktowi 8.

Aby otrzymać żądany przebieg dla pierwszej harmonicznej postępującej, wyjaśniony na podstawie fig. 3, należy zachować następujące warunki odnośnie wymiarów.

Górna częstotliwość graniczna zależy od wewnętrznej średnicy linii (wewnętrzna średnica pierścieni 2), przy czym zwiększenie górnej częstotliwości granicznej oznacza zmniejszenie średnicy linii. Bez dokładnego rozwiązania zagadnienia wartości brzegowych, można podać jedynie przybliżo-

ną wartość średnicy wewnętrznej. Zakłada się więc że linia opóźniająca według fig. 1; przy określonej średnicy wewnętrznej, będzie miała tym większą szerokość pasma, im silniejsze jest sprzężenie magnetyczne.

Minimum średnicy linii określone jest przez konieczny dla pracy bez drgań zakłócających stromy wzrost wartości opóźnienia pierwszej harmonicznej przy dolnej częstotliwości granicznej.

Taki przebieg dyspersji jest trudny do uzyskania przy sprzężeniu komór linii większym niż przez oktawę. Z tego względu według wynalazku przyjmuje się, że średnia długość fali roboczej λ_m jest w przybliżeniu równa podwójnej E_{010} rezonansowej długości fali λ_0 dla kształtu cylindrycznego. Wynika stąd, że średnica linii opóźniającej wynosi 0,3 do 0,45 średniej długości fali roboczej. Jako szczególnie korzystne okazały się wartości $\lambda_m/2,61$.

Dla szerokości pasma pierwszego pasma przepustowego linii opóźniającej żąda się, aby rezonansowa długość fali λ_0 otworu sprzęgającego 4 (fig. 1) znajdowała się, co do swej wartości bezwzględnej, między rezonansową długością fali roboczej dla rezonansu E_{010} , a średnią długością fali roboczej. Według wynalazku przebieg dyspersji pierwszej harmonicznej będzie miał żądany kształt po obu stronach punktu pracy 8, gdy rezonansowa długość fali λ_0 dla typu fali o największej długości w przestrzeni ograniczonej dwoma sąsiednimi ścianami poprzecznymi (rezonans E_{010}) będzie w stosunku do rezonansowej długości fali otworów sprzęgających 4, a te ostatnie w stosunku do średniej długości fali roboczej jak 1 do $1,6 \pm 0,25$ do 2.

Jako szczególnie korzystny okazał się przy tym stosunek $1 : 1,6 : 2$. Wynika stąd dla otworów sprzęgających 4 średnia długość szczeliny, która na ogół równa się połowie rezonansowej długości fali dla szczeliny, poczynawszy od $0,4 \lambda_m$, gdy spełniony jest warunek, że $\lambda_m \cong 2 \lambda_0$.

Drugie pasmo przepustowe z wykresów na fig. 2 i 3 odpowiada fali EH_{11} pochodzącej od rezonansu E_{110} . Również typ fali HE_{11} pochodzący od rezonansu H_{111} posiada ze względu na sprzężenie między komorami rezonatora składową wzdłużną E_z która może sprzęgać się z wiązką elektronową.

Ze znanych charakterystyk rezonatorów jest wiadomym, że rezonans H_{111} może się w pewnych warunkach znajdować bardzo blisko rezonansu E_{110} . Pasma przepustowe odpowiednich fal nakładają się tak, że powstają szczególnie nieprzejryste warunki odnośnie samowzbudzenia się drgań wielkiej częstotliwości. Można jednak przez odpowiednie dobranie stosunku promienia a komory rezonatora do jej wysokości L przesunąć rezonans H_{111} , a tym samym i odpowiednią falę, w zakres bardzo wielkich częstotliwości, podczas gdy fala EH_{11} jest niezależna od stosunku a/L . Istnieje wtedy możliwość oddzielenia od siebie obu wspomnianych typów fali zakłócającej. W praktyce należy dążyć do tego, aby wartość stosunku zawierała się między $1/1,2$ i 10. Na przykład przy wartości a/L wynoszącej około $1/2,8$ uzyskuje się górną częstotliwość graniczną fali EH_{11} około 24 GHz, a fali HE_{11} około 36 GHz, natomiast górna częstotli-

wość graniczna fali E_{01} (pierwsze pasmo przepustowe) wynosi 12,5 GHz.

Na fig. 4 przedstawiony jest przykład wykonania lampy wzmacniającej o fali bieżącej częściowo w przekroju, a na fig. 5 w przekroju wzdłuż linii V—V z fig. 4.

Linia ta składa się z pewnej linii pierścieni 2 i tarcz 1 wykonanych z miedzi próżniowej, które umieszczone w sprawdzianie zlutowane zostały lutem srebrnym próżnio-szczelnie. Średnica wewnętrzna linii 2a wynosi 16 mm. Poszczególne ściany poprzeczne 1 posiadają otwory 3 centryczne z osią wzdłużną pierścieni 2, służące do przejścia wiązki elektronowej. Średnica wewnętrzna tych otworów 3 wynosi 5 mm. Otwór sprzęgający 4 ma kształt łuku półkolistego, który u swej podstawy rozciąga się promieniowo w kształcie szczeliny na zewnątrz, aż do wewnętrznej ściany falowodu utworzonego z pierścieni 2.

Te promieniowo przebiegające rozszerzenia otworów 4 służą do umieszczenia w nich podłużnych elementów tłumiących. Otwory sprzęgające 4 w kolejno po sobie następujących ścianach poprzecznych (tarcze 1) falowodu są przesunięte na przemian o 180° względem siebie, przez co uzyskuje się dla oporności sprzęgającej szczególnie korzystny stosunek parametrów toru L/C. Szerokość otworów sprzęgających 4 łącznie z promieniowymi, szczelinowymi rozszerzeniami, wynosi w środku 2 mm, podczas gdy wewnętrzny promień półkolistego otworu sprzęgającego wynosi 7,2 mm. Średnia długość szczeliny odpowiadająca połowie długości fali rezonansowej otworów 4, wynosi wtedy około 20 mm.

Długość fali rezonansowej otworów sprzęgających 4 zależy również od głębokości otworów sprzęgających. Wpływ głębokości otworów sprzęgających na długości ich fali rezonansowej można jednak pominąć o ile ściany poprzeczne są stosunkowo cienkie, do czego zwykle dąży się ze względu na wielkie częstotliwości. Grubość ścian poprzecznych 1 wynosi tu 1,1 mm.

Jedynie w obszarze otworów 3 stanowiących przejście dla wiązki elektronowej tarcze są grubsze tak, że po obu stronach tarcz 1 utworzone jest pierścieniowe zgrubienie 9 otaczające współosiowo otwór 3. To zgrubienie 9 wystaje na 1,1 mm od ściany poprzecznej o grubości również 1,1 mm.

Odległość dwóch sąsiednich ścian poprzecznych wynosi 5,4 mm. Linia opóźniająca przedstawiona na fig. 4 i 5 o opisanych wymiarach, posiada górną częstotliwość graniczną 12,5 GHz. Zakres roboczy znajduje się między 5,9 GHz a 6,4 GHz. Pierwsza postępująca harmoniczna fali E_{01} , ma przy tym taki przebieg, że samowzbudzenie z falą podstawową możliwe jest dopiero przy napięciach linii większych o 10% od najwyższego napięcia roboczego linii.

Poza tym lampa z taką linią, może być bardzo szybko załączana i wyłączana za pomocą łącznika uruchamianego przyciskiem. Maksymalny czas załączania a tym samym czas przerwy przy awariach zależy wtedy tylko od urządzeń zasilających.

Wynalazek nie ogranicza się tylko do przedstawionego konkretnego przykładu wykonania. W

szczegółności nie jest konieczne, aby otwory sprzęgające były zawsze przesunięte względem siebie o 180° . Poza tym linia opóźniająca nie musi być symetryczną względem osi obrotu, lecz może posiadać przekrój poprzeczny prostokątny, w szczególności kwadratowy. Przy założeniu kwadratowego przekroju poprzecznego warunek na średnicę wewnętrzną linii wynoszący 0,3 do 0,45 średniej długości fali roboczej należy zastąpić przez warunek określający, że obwód wewnętrzny falowodu powinien wynosić $\sqrt{2}$ średniej długości fali roboczej.

Zastrzeżenia patentowe

1. Lampa wzmacniająca o fali bieżącej dla dużych mocy z linią opóźniająca o periodycznej strukturze której fala podstawowa ma charakter fali wstecznej a do tłumienia drgań zakłócających zawiera umiejscowione tłumiki, **znamienna tym**, że ma linię opóźniającą o takim przebiegu dyspersji pierwszej harmonicznej postępującej, że opóźnienie w bezpośredniej bliskości dolnej częstotliwości granicznej najpierw wzrasta, a później w obszarze roboczym przy obrocie fazy pierwszej harmonicznej wynoszącym $1,5 \Pi$ do $1,15 \Pi$ i niewielkiej dyspersji, jest wyższe niż przy dolnej częstotliwości granicznej, po czym aż do górnej częstotliwości granicznej opada do wartości równej najwyższemu opóźnieniu dla dolnej częstotliwości tak, że unika się drgań zakłócających o natężeniu prowadzącym do przeciążenia tłumików, dla wartości napięcia linii leżących poniżej napięcia roboczego linii.
2. Lampa według zastrz. 1, **znamienna tym**, że linia opóźniająca składa się z falowodu symetrycznego względem osi obrotu, w którego wnętrzu umieszczona jest duża ilość jednakowych ścian poprzecznych ustawionych wzdłuż falowodu jedna za drugą w jednakowych odstępach o płaszczyznach prostopadłych do osi falowodu, z których każda zawiera otwór współosiowy z osią wzdłużną falowodu dla przejścia wiązki elektronowej oraz co najmniej jeden mimośrodowy otwór sprzęgający, przy czym wewnętrzna średnica falowodu ma wartość 0,3 do 0,45, w szczególności $1/2,61$ średniej długości fali roboczej, a długość fali rezonansowej drgań o największej długości dla przestrzeni zawartej między dwiema sąsiednimi ścianami poprzecznymi w stosunku do długości fali rezonansowej wszystkich otworów sprzęgających znajdujących się w ścianie poprzecznej oraz w stosunku do średniej długości fali roboczej ma się jak 1 do $1,6 \pm 0,25$ do 2.
3. Lampa według zastrz. 2, **znamienna tym**, że średnia długość fali w zasadzie jest równa podwójnej dolnej długości fali granicznej.
4. Lampa według zastrz. 3, **znamienna tym**, że każda ze ścian poprzecznych ma otwór sprzęgający w kształcie szczeliny przynajmniej częściowo zakrzywionej i oddzielonej od otworu przez który przechodzą elektrony, przy czym średnia długość szczeliny wynosi około 0,35 do 0,45 średniej długości fali roboczej.

5. Lampa według zastrz. 4, **znamienna tym**, że otwory sprzęgające mają kształt półkolistych łuków rozszerzonych promieniowo na zewnątrz, na obu końcach, przy czym otwory te w kolejno po sobie następujących ścianach poprzecznych przesunięte są względem siebie o 180° .
6. Lampa według zastrz. 5, **znamienna tym**, że linia opóźniająca wykonana jest z poszczególnych pierścieni i tarcz zlutowanych ze sobą.
7. Lampa według zastrz. 2—6, **znamienna tym**, że stosunek wewnętrznej średnicy falowodu do odstępów między dwiema sąsiednimi ścianami poprzecznymi zawiera się między $\sqrt{1,2}$ i 10.
8. Lampa według zastrz. 5 i 7, **znamienna tym**, że jej linia opóźniająca ma średnicę wewnętrzną

falowodu równą 16 mm swobodny odstęp między dwiema sąsiednimi ścianami poprzecznymi równy 5,4 mm, średnicę otworów dla przejścia elektronów równą 5 mm, promień wewnętrzny półkolistych otworów sprzęgających równy 7,2 mm, przy czym ich promieniowe rozszerzenie sięga aż do średnicy wewnętrznej falowodu, natomiast szerokość otworów sprzęgających w środku równa jest 2 mm, a grubość ścian poprzecznych 1,1 mm.

9. Lampa według zastrz. 8, **znamienna tym**, że ściany poprzeczne na obu swych powierzchniach czołowych, mają pierścieniowe zgrubienie otaczające współosiowo otwór dla przejścia elektronów, z których każde wystaje o 1,1 mm ponad ścianę poprzeczną o grubości 1,1 mm.

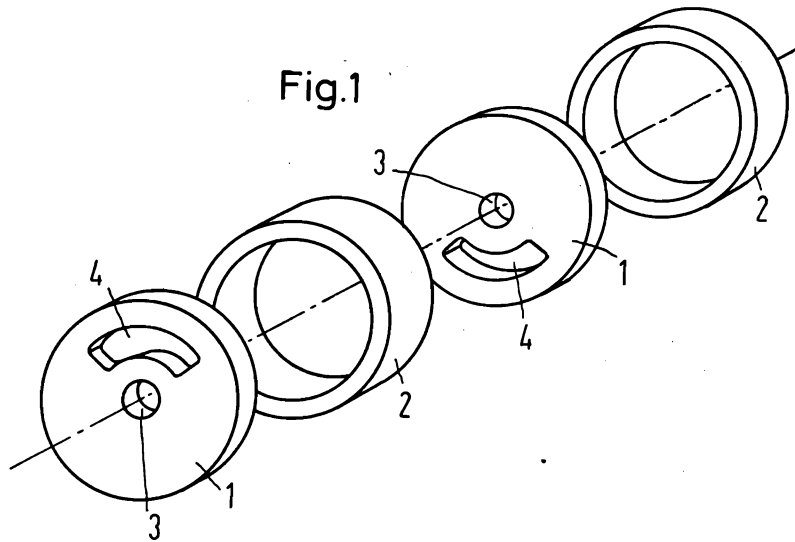


Fig. 1

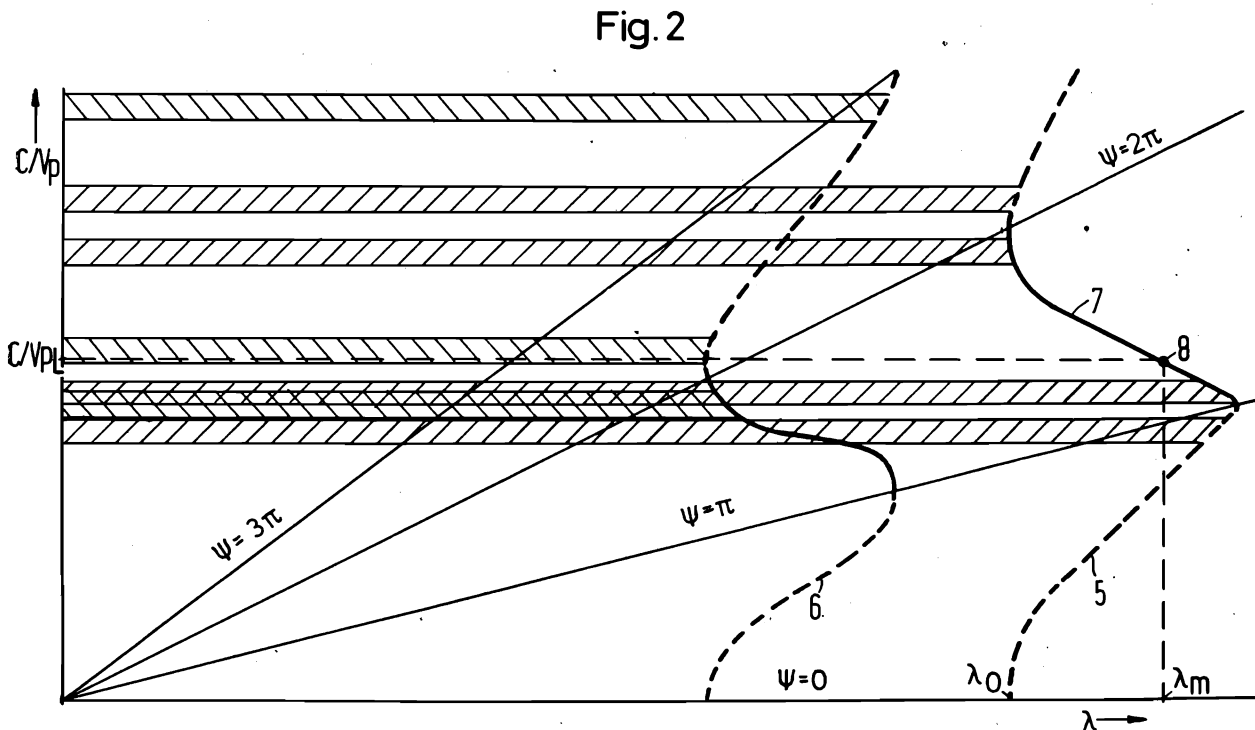


Fig.3

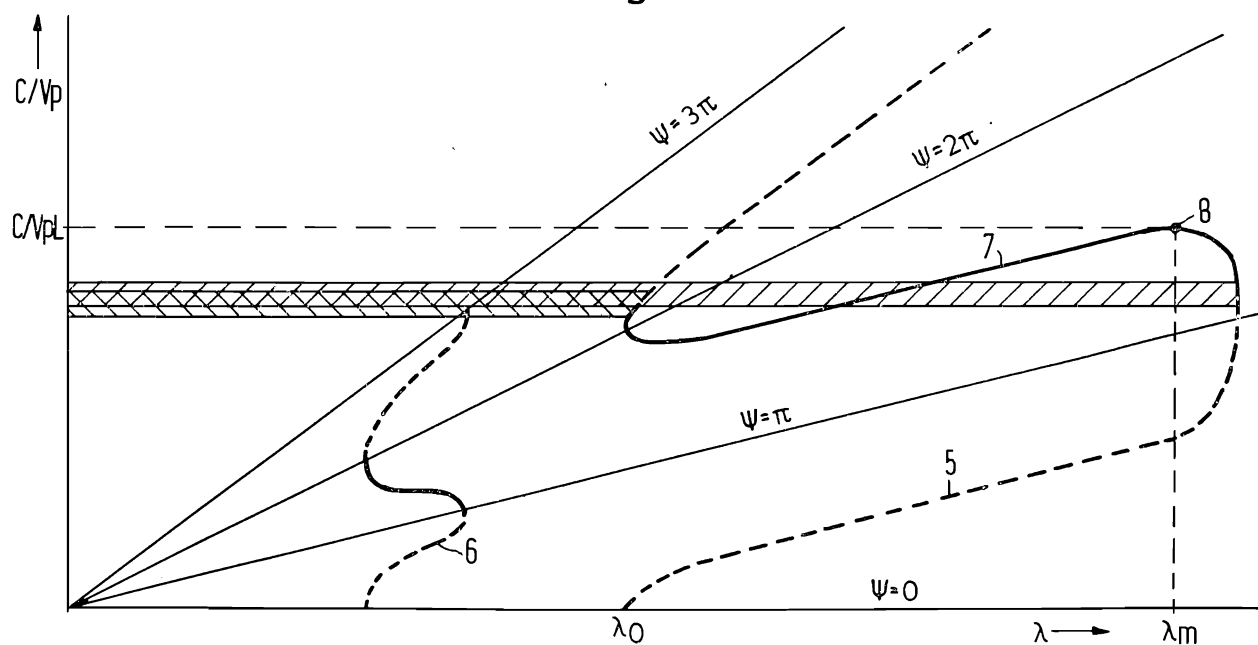


Fig.4

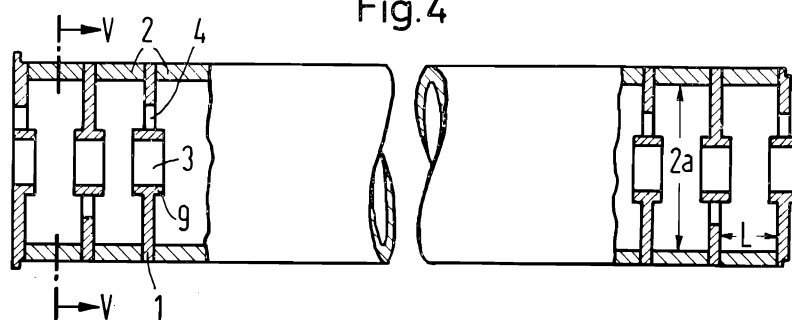


Fig.5

