
Octrooiraad



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **7905047**

Nederland

⑲ NL

⑤4 **Microgolfinrichting van het magnetrontype.**

⑤1 Int.Cl³: H01J25/587.

⑦1 Aanvrager: Jury Ignatievich Dodonov te Moskou.

⑦4 Gem.: Ir. G.F. van der Beek c.s.
NEDERLANDSCH OCTROOIBUREAU
Joh. de Wittlaan 15
2517 JR 's-Gravenhage.

②1 Aanvraag Nr. 7905047.

②2 Ingediend 28 juni 1979.

③2 --

③3 --

③1 --

②3 --

⑥1 --

⑥2 --

④3 Ter inzage gelegd 30 december 1980.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

N.O. 27958

Jury Ignatievich Dodonov, te Moskou.

Microgolfinrichting van het magnetrontype.

De uitvinding heeft betrekking op microgolf vacuümbuizen en heeft meer in het bijzonder betrekking op een microgolfinrichting van het magnetrontype.

De uitvinding kan met voordeel worden toegepast in de hoogvermogen elektronica, in het bijzonder in industriële microgolfovens. Bovendien kan de uitvinding worden toegepast voor het voorverwarmen van plasma en bij thermonucleaire fusiereacties, hetgeen in het bijzonder belangrijk is met het oog op de problemen samenhangend met de verkrijging van nieuwe type brandstoffen.

De ontwikkeling in de hoogvermogen microgolf elektronica is op dit moment gericht op het maximaliseren van het pulsuitgangsvermogen en het continue (of gemiddelde) uitgangsvermogen als ook van de pulsenergie. Het uitgangsvermogen van microgolfinrichtingen en meer in het bijzonder microgolfinrichtingen van het magnetrontype is beperkt vanwege de materiaaleigenschappen van de kathode, anode en het dielektrische uitgangsvenster, de mate waarin deze elementen bestand zijn tegen elektrische en thermische belastingen en deze belastingen kunnen dissiperen als ook de elektrische werkingsgraad.

Deze beperkingen kunnen als volgt worden verklaard: de elektronische werkingsgraad kan worden verhoogd door gebruik te maken van speciale materialen met verbeterde emissie eigenschappen voor de kathoden, materialen met een hoge elektrische en warmtegeleiding voor anoden en kathoden, materialen met een maximale tolerantie voor thermische belastingen voor de anoden en materialen met lage dielektrische verliezen en hoge microgolf overdrachts capaciteit voor uitgangsvensters enzovoort.

De eigenschappen van de materialen zijn echter onderworpen aan zekere fysische begrenzingsen voor zover het gaat om de maximaal toegestane thermische en elektrische belasting zodat een verdere toename van het gegenereerde microgolfvermogen slechts mogelijk is door het verbeteren van de elektronische werkingsgraad en het vergroten van de werkzame oppervlakken van de elektroden, de anode en de kathode. Deze mogelijkheid om het vermogen te vergroten wordt geïllustreerd door de volgende formule voor de begrenzing van het gemiddelde (of continue) uitgangsvermogen van een microgolfinrichting van het magnetrontype:

$$P = qS \left(\frac{\lambda_e}{1 - \lambda_e} \right), \quad (1)$$

waarin P het begrensde gemiddelde (of continue) microgolf uitgangsvermogen is,

q de maximaal toegestane specifieke belasting op de anode is,

S het werkzame oppervlak van de anode is,

λ_e de elektronische werkingsgraad is.

Omdat de elektronische werkingsgraad van microgolfinrichtingen van het magnetrontype hoog kan zijn (90% en beter) zijn bij de maximaal bereikbare elektronische werkingsgraad de enige parameters die nog gevarieerd kunnen worden voor een verdere verbetering van het microgolf uitgangsvermogen het oppervlak van de anode (en ook van de kathode) en de maximaal toegestane specifieke belasting van de anode. Wanneer de maximale specifieke belastingen zijn bereikt dan is de enige parameter die overblijft het anode oppervlak.

In microgolfinrichtingen van het magnetrontype worden de oppervlakken van de elektroden, de kathode en de anode, vergroot door het vergroten van hun radiale en axiale afmetingen (indien de anodesamenstelling cilindrisch van vorm is). Grotere werkzame oppervlakken betekenen een grotere massa van de inrichting. Laagvermogen microgolfinrichtingen van het magnetrontype zijn tamelijk

compact en de verhouding tussen de massa M van de inrichting en zijn vermogen P is voldoende laag ($M/P \sim 0,5$ tot 1 kg/kW) en voldoet aan ontwerp en prestatiekriteria zoals geringe materiaalvereisten, stabiel tegen mechanische beschadiging tijdens de fabricage en het gebruik, lage kosten enzovoort.

5

In het geval van microgolfinrichtingen van het magnetrontype voor hoog vermogen en in het bijzonder voor zeer hoge vermogens is het probleem van het gewicht en de afmetingen van primair belang en in sommige gevallen, wanneer er door het materiaal fysische begrenzungen worden gesteld, die niet voldoende zijn voor de gewenste vormstabiliteit van zware inrichtingen zijn het gewicht en de afmetingen de bepalende factoren bij het ontwerp van microgolfinrichtingen met een gevraagd uitgangsvermogen.

10

15

Ondanks het feit dat de verhouding tussen de massa en het microgolf uitgangsvermogen (M/P) in dergelijke inrichtingen bij benadering gelijk is aan de verhoudingen bij inrichtingen voor een lager vermogen en in sommige gevallen zelfs wat lager is neemt de absolute waarde van de massa toe met het werkzame oppervlak van de anodesamenstelling.

20

Het vergroten van de afmetingen en het gewicht (de massa) van een microgolfinrichting van het magnetrontype teneinde het uitgangsvermogen ervan te vergroten betekent tevens een vergroting van de afmetingen en het gewicht van de magneten die zorgen voor het magnetisch veld in de inrichting. Dit alles leidt tot ernstige problemen bij het ontwikkelen van inrichtingen voor een hoog uitgangsvermogen.

25

30

Het probleem wordt nog verder verzwaard wanneer de golflengte van de gegenereerde microgolven wordt verhoogd. Het grootste gedeelte van de anodesamenstelling in microgolfinrichtingen van het magnetrontype die voorzien zijn van een vertragingssysteem met meerdere holten wordt in beslag genomen door holten waarvan de

35

afmetingen bepalend zijn voor de lengte van de gegeneerde microgolven. Teneinde een maximale elektronische werkingsgraad van de inrichting als geheel ($\mathcal{Q}$) en van de individuele holten ($\mathcal{Q}_n$) te verzekeren moet de intrinsieke Q-factor (Q_0) van deze laatste zo hoog mogelijk worden gekozen hetgeen kan worden afgeleid uit de formule

$$\mathcal{Q} = \mathcal{Q}_e \cdot \mathcal{Q}_n = \mathcal{Q}_e (1 - Q_n/Q_0), \quad (2)$$

waarin $\mathcal{Q}$ de elektronische werkingsgraad is van een microgolfinrichting van het magnetrontype,

$\mathcal{Q}_e$ de elektronische werkingsgraad van de energietransformatie is,

$\mathcal{Q}_n$ de elektronische werkingsgraad van de individuele holten van het vertragsstelsel van de inrichting is,

Q_n de belaste Q-factor is van het vertragsstelsel van de inrichting,

Q_0 de intensieke Q-factor is van de holten van het vertragsstelsel.

Omdat de intensieke Q-factor Q_0 van de holten op zijn beurt direct afhankelijk is van het volume van het inductieve gedeelte ervan zijn de afmetingen en het gewicht (de massa) van een microgolfinrichting in hoge mate afhankelijk van het ontwerp van het inductieve gedeelte van de holten.

Er wordt op gewezen dat de intensieke Q-factor van de holten eveneens bepalend is voor andere eigenschappen van een microgolfinrichting, in het bijzonder de stabiliteit van de werking ervan.

Bij de fabricage van microgolfinrichtingen van het magnetrontype krijgt men eveneens te maken met fabricage- en economische problemen. Telkens wanneer een inrichting moet worden vervaardigd die een microgolf vermogen op een bepaalde frequentie genereert is het noodzakelijk om een tamelijk complex gereedschap te fabriceren, bijvoorbeeld een stempel, teneinde de holten in het vertragsstelsel een vorm te geven die correspondeert met deze frequentie. Daardoor wordt het fabricageproces van

nieuwe inrichtingen aanzienlijk bemoeilijkt en worden de kosten ervan verhoogd, in het bijzonder wanneer de werking van de inrichting zeer nauwkeurig moet plaats vinden bij een duidelijk gedefinieerde resonantiefrequentie (of binnen een frequentieband) en wanneer een brede frequentieband moet worden bestreken door een aantal nagenoeg identieke inrichtingen van een gestandaardiseerd ontwerp.

5

Uit de stand der techniek is een microgolf-inrichting van het magnetrontype bekend voorzien van een anodesamenstelling en een vertragingssysteem opgebouwd uit holten met Z-vormige segmenten of schoepen en verder strippen. Deze laatste zijn elektrisch verbonden met respectievelijke schoepen of holten van gelijke polariteit in de modus.

10

In deze inrichting is het vanwege de Z-vorm van de holteschoepen niet mogelijk om de axiale afmetingen van de anodesamenstelling te vergroten teneinde zodoende het uitgangsvermogen te doen toenemen omdat de afmetingen van de holteschoepen langs de hoogte van de anodesamenstelling uitstijgen boven de axiale afmetingen van het werkzame deel van de anodesamenstelling.

15

20

In dit uit de stand der techniek bekende ontwerp resulteert een reductie van de diameter van de cilindrische anodesamenstelling in een grotere hoogte daarvan zonder dat daarbij het anodeoppervlak en daarmee het gegenereerde vermogen wordt vergroot. Er wordt door het reduceren van het gewicht en de afmetingen derhalve geen verbetering bereikt.

25

Verder kunnen in de bovengenoemde microgolf-inrichting van het magnetrontype de anodesamenstelling en zijn vertragingssysteem niet sterk en vormstabiel worden uitgevoerd, in het bijzonder wanneer het gaat om een grote anodesamenstelling. Dat is het gevolg van het feit dat een bevestigingspunt van een schoep aan de anodesamenstelling zich relatief ver bevindt vanaf het zwaartekrachtscentrum van de schoep en zonder een extra ondersteuning

30

35

zullen de schoepen gaan verbuigen.

Verder is er een microgolfinrichting van het magnetrontype bekend voorzien van een anodesamenstelling in de vorm van een meertraps twee dimensionaal periodiek vertragingsstelsel, voorzien van holten met schoepen elk met een verdikt inductiegedeelte gedefinieerd door de schoepenwanden nabij de bases van de schoepen en verder strippen. De strippen zijn aangebracht op elke trap van het vertragingsstelsel en verlopen door vensters aangebracht in de schoepen. De inrichting bevat verder een kathode aangebracht op een afstand vanaf de schoepenuiteinden.

In deze microgolfinrichting is de anodesamenstelling cilindrisch van vorm waarbij de hoogte van de cylinder groter is dan een kwart van de gegenereerde golflengte λ , terwijl de afstand tussen de aangrenzende trappen van het vertragingsstelsel, dat wil zeggen de afstand tussen de aangrenzende dubbele strippen, niet groter is dan $\lambda/6$, hetgeen zorgt voor een zekere toename van het gegenereerde vermogensniveau.

Dit leidt echter niet alleen tot grotere afmetingen van de inrichting maar eveneens tot een grotere massa ervan. De grotere afmetingen en massa zijn primair het gevolg van de noodzaak niet alleen de axiale afmetingen van de cilindrische anodesamenstelling te vergroten maar ook zijn diameter. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat de grotere axiale afmetingen van de anodesamenstelling, dat wil zeggen zijn hoogte, resulteert in een lagere inductie L ervan omdat de inductie omgekeerd evenredig is met de hoogte van de anodesamenstelling.

Bij de aanwezigheid van strippen resulteert een toename van het aantal en de totale capaciteit met de hoogte van de anodesamenstelling ervan in een zekere toename van de golflengte λ van de gegenereerde microgolven naar de werkingsgraad van de inrichting daalt vanwege de lagere intensieke Q -factor Q_0 van het vertra-

gingsstelsel. Dat vraagt om een toename van de inductantie van de holten en een afname van de totale capaciteit met een constante golflengte van het vertragingssstelsel van de anodesamenstelling door het vergroten van het volume van de holten in het inductieve gedeelte ervan. 5
 Normaal kan dit worden gerealiseerd in een cilindrische anodesamenstelling door het vergroten van de transversale afmetingen van de holten hetgeen echter resulteert in een grotere diameter van de anodesamenstelling als geheel.

Hetzelfde geldt voor het geval waarin de golflengte λ van de gegenereerde microgolven moet worden vergroot. Daartoe moet ofwel het aantal strippen en de hoogte van de anodesamenstelling worden vergroot ofwel de radiale afmetingen van de holten en de anodesamenstelling, of beiden. 10 15

Het is dus in het bovengenoemde ontwerp van een microgolfinrichting van het magnetrontype niet mogelijk om de massa en het gewicht van de inrichting te reduceren wanneer het werkzame oppervlak van de anodesamenstelling wordt vergroot teneinde het gegenereerde microgolf uitgangsvermogen van de inrichting te verhogen en wanneer de golflengte wordt verhoogd teneinde dergelijke microgolfinrichtingen te kunnen toepassen in het lang golvige gedeelte van het microgolfgebied. 20

Daarnaast is het bij het bovengenoemde ontwerp van een microgolfinrichting van het magnetrontype niet mogelijk om inrichtingen te standaardiseren met de bedoeling om soortgelijke functies uit te voeren over een breed microgolf frequentiegebied. 25

Het belangrijkste doel van de uitvinding is nu het verschaffen van een microgolfinrichting van het magnetrontype voorzien van een meertraps twee dimensionaal periodiek vertragingssstelsel dat zodanig ontworpen is dat de afmetingen en het gewicht van de microgolfinrichting worden gereduceerd bij een toegenomen golflengte van de gegenereerde microgolven. 30 35

Aan deze doelstelling wordt voldaan door een microgolfinrichting van het magnetrontype, voorzien van een anodesamenstelling in de vorm van een meertraps twee dimensionaal periodiek vertragingssysteem met inbegrip van holten en schoepen, elk voorzien van een verdikt inductantiegedeelte gedefinieerd door de schoepenwanden nabij de schoepenbases, strippen gerangschikt op elke trap van het vertragingssysteem en verlopend door vensters aangebracht in schoepen en een kathode die aangebracht is op een afstand vanaf de schoepenuiteinden, welke microgolfinrichting volgens de uitvinding wordt gekenmerkt doordat het inductieve gedeelte van de holten van het vertragingssysteem bestaat uit tenminste een kanaal met de volgende verhoudingen:

$$d_1 > d_2 > d_3, \quad (3)$$

$$d_3 > d_4 > d_5, \quad (4)$$

$$h_1 \leq h_2, \quad (5)$$

waarin d_1 de afstand is tussen de schoepenuiteinden en het buitenoppervlak van de anodesamenstelling,

d_2 de afstand is tussen de schoepenuiteinden en de kanaalwand aangrenzend aan het buitenoppervlak van de anodesamenstelling,

d_3 de afstand is tussen de schoepenuiteinden en de wand van het inductieve gedeelte van de holten die het verst verwijderd is van de schoepenuiteinden,

d_4 de afstand is tussen de schoepenuiteinden en de tegenover gelegen kanaalwand,

d_5 de afstand is tussen de schoepenuiteinden en de vensterwand aan de zijde van de schoepenuiteinden,

h_1 de hoogte is van het kanaal tussen twee trappen van het vertragingssysteem,

h_2 de afstand is tussen aangrenzende trappen van het vertragingssysteem.

In een voorkeursuitvoeringsvorm wordt het kanaal aangebracht tussen twee trappen van het vertragingssysteem.

het kanaal kan op geschikte wijze worden vervaardigd op het niveau van een vertragingssysteemtrap, zodat de afstand d_4 groter is dan de afstand d_6 tussen de schoepenuiteinden en de vensterwand aan de zijde van het buitenoppervlak van de anodesamenstelling.

5

In de voorgestelde microgolfinrichting van het magnetrontype worden het gewicht en de afmetingen van de anodesamenstelling gereduceerd bij een toegenomen golflengte van de gegenereerde microgolven, en de verhouding tussen het gewicht van de inrichting en zijn uitgangsvermogen is verminderd zonder dat dit invloed heeft op het werkzame oppervlak van de anodesamenstelling ($\frac{M}{P} < 0,5 \frac{\text{kg}}{\text{kW}}$).

10

Daarmee is de intrinsieke Q-factor van het vertragingssysteem toegenomen met als resultaat een hogere werkingsgraad van de inrichting terwijl verder de productiekosten van de anodesamenstellingen zijn verminderd voor een groot aantal inrichtingen in een gestandaardiseerd ontwerp binnen een breed frequentiegebied, in het bijzonder het langgolvige microgolfg gebied. Het gereduceerde gewicht van de microgolfinrichting van het magnetrontype maakt het mogelijk om het werkzame oppervlak van de anodesamenstelling met een meertraps twee dimensionaal periodiek vertragingssysteem verder uit te breiden en het microgolfruitgangsvermogen te verhogen.

15

20

De uitvinding zal nu in het volgende in meer detail worden verklaard aan de hand van in de figuren weergegeven uitvoeringsvoorbeelden ervan.

25

Figuur 1 toont een gedeeltelijk in doorsnede getoond aanzicht van een microgolfinrichting van het magnetrontype met ringvormige kanalen aangebracht tussen de trappen van het vertragingssysteem, een en ander in overeenstemming met de uitvinding.

30

Figuur 2 toont een doorsnede volgens de lijn II-II uit figuur 1.

Figuur 3 toont gedeeltelijk in doorsnede een aanzicht van een microgolfinrichting van het magnetron-

35

type, soortgelijk aan figuur 1 met ringvormige kanalen aangebracht in de trappen van het vertragingssysteem.

Figuur 4 toont een doorsnede volgens de lijn IV-IV uit figuur 3.

Figuur 5 toont in een grafiek de relatieve toename van de resonante golflengte van de microgolf frequente golven in relatie tot de relatieve variaties in de kanaalhoogte voor de inrichtingen uit de figuren 1 tot en met 4.

In de navolgende beschrijving wordt als voorbeeld van de microgolfinrichting van het magnetron-type in het bijzonder gesproken over een magnetron oscillator die kortheidshalve wordt aangeduid als een magnetron.

Het magnetron bevat een vacuümdichte cilindrische anodesamenstelling 1 (figuur 1) uitgevoerd als een meertraps twee dimensionaal periodiek vertragingssysteem voorzien van een aantal in serie aangesloten holten 2 (figuur 2) (in deze uitvoeringsvorm van het sectortype) met schoepen 3. De holten 2 zijn elk voorzien van een inductief gedeelte 4 gedefinieerd door de wanden 5 van de schoepen 3 nabij de bases ervan. Het vertragingssysteem bevat eveneens dubbele strippen 6 (figuur 1) verlopend door vensters 7 aangebracht in de schoepen 3. In de inductieve gedeeltes 4 van de holten 2 van het vertragingssysteem zijn kanalen 8 aangebracht waarvoor de volgende betrekkingen gelden:

$$\begin{aligned}d_1 &> d_2 > d_3, \\d_3 &> d_4 > d_5, \\h_1 &\leq h_2,\end{aligned}$$

waarin d_1 de afstand is tussen de uiteinden 9 van de schoepen 3 en het buitenoppervlak van de anodesamenstelling 1,

d_2 de afstand is tussen de uiteinden 9 van de schoepen 3 en de wand 10 van een kanaal 8, aangrenzend aan het buitenoppervlak van de anodesamenstelling 1,

d_3 de afstand is tussen de uiteinden 9 van de schoepen 3

en een wand 11 van het inductieve gedeelte 4 van de holten 2, het verst verwijderd van de uiteinden 9 van de schoepen 3,

d_4 de afstand is tussen de uiteinden 9 van de schoepen 3 en de tegenover gelegen wand 12 van het kanaal 8, 5

d_5 de afstand is tussen de uiteinden 9 van de schoepen 3 en een wand 13 van het venster 7 aan de zijde van de uiteinden 9 van de schoepen 3,

h_1 de hoogte is van het kanaal 8 tussen twee trappen van het vertragsstelsel, en 10

h_2 de afstand is tussen aangrenzende trappen van het vertragsstelsel.

In deze uitvoeringsvorm van het magnetron zijn de kanalen 8 (figuur 1) aangebracht tussen elke trap van het vertragsstelsel. De kanalen 8 kunnen elke vorm hebben in de longitudinale doorsnede van het magnetron (in dit geval een rechthoekige vorm) en kunnen aangebracht zijn in elke gewenste combinatie tussen twee, tussen verschillende of tussen alle trappen van het vertragsstelsel afhankelijk van de specifieke vereisten, in het bijzonder wanneer de golflengte van de gegenereerde microgolven moet toenemen of afnemen. 15 20

Op een afstand vanaf de uiteinden 9 (fig.2) van de schoepen 3, die tesamen de anode-opening 14 bepalen is binnen de anodesamenstelling 1 een kathode 15 en een verwarmingseenheid 16 aangebracht coaxiaal met de opening 14. In deze uitvoeringsvorm bestaan de kathode 15 en de verwarmingseenheid 16 in hoofdzaak uit coaxiale metalen buizen bevestigd aan de anodesamenstelling 1 door middel van geëvacuëerde keramische isolatoren 17 (fig.1) voorzien van de aansluitklemmen 18 en 19 waarmee de inrichting kan worden aangesloten op de bronnen U_n en U_a respectievelijk bestemd voor het leveren van de gloeistroom en de anodespanning. De behuizing van de anodesamenstelling 1, die verbonden is met de positieve potentiaal van U_a , is geaard. 25 30 35

Een uitgangskoppeleenheid 20 is in de beschouwde uitvoeringsvorm uitgevoerd als een coaxiale leiding 21 die elektrisch via een geleidend koppелеlement 22 geassocieerd is met een van de strippen 16 van het meertraps twee dimensionale periodieke verdragingsstelsel en verder voorzien is van een dielektrisch uitgangsvenster 23.

In figuur 3 is een uitvoeringsvorm van de magnetron getoond waarin de kanalen 24 zijn aangebracht in de trappen van het verdragingsstelsel (in dit geval in elke trap), zodat de afstand d_4 groter wordt dan de afstand d_6 tussen de uiteinden 9 van de schoepen 3 en de wand 25 van het venster 7 aan de zijde van het buitenoppervlak van de anodesamenstelling 1. Ook in deze uitvoeringsvorm kunnen de kanalen 24 iedere willekeurige vorm hebben en in iedere willekeurige combinatie in de anodesamenstelling 1 aangebracht zijn.

Figuur 4 illustreert de onderlinge rangschikking van de strippen 6 en de kanalen 24 in een van de trappen van het verdragingsstelsel, alsmede de elektrische verbinding tussen de strippen 6 en de schoepen 3 van dezelfde polariteit in de pi-modus.

De bovengenoemde kanalen kunnen eveneens worden aangebracht in het inductieve gedeelte van de holten van een planaire samenstelling die in wezen bestaat uit een open meertraps twee dimensionaal periodiek verdragingsstelsel. Een dergelijke uitvoeringsvorm verdient echter niet de voorkeur.

De voorgestelde microgolfinrichting van het magnetrontype werkt als volgt.

De kathode 15 (figuren 1 en 3), aangebracht in het centrum van de anode opening 14 van de vacuüm dichte anodesamenstelling 1, wordt verwarmd tot de vereiste temperatuur met behulp van de elektrische verwarmingsseenheid 16 die aangesloten is op de bron U_h van waaruit een gelijkstroom of een wisselstroom wordt geleverd.

De door de kathode 15 geëmitteerde elektronen in de wisselwerkingsruimte gedefinieerd door de uiteinden 9 (figuren 2 en 4) van de schoepen 3 die tesamen de anode vormen, worden versneld door het elektrisch veld dat ontstaat via de door de bron U_a geleverde anodegelijkspanning tussen de kathode 15 en de anode van de inrichting. De anodespanning U_a wordt geleverd vanaf de bron via een geaarde anodeschakeling. In de aanwezigheid van een magnetisch veld H , dat schematisch met behulp van de pijl in de figuren 1 en 3 is aangeduid en gericht is volgens de as van de anodesamenstelling 1, exciteren de elektronen bij een zekere waarde van de anodespanning U_a hoogfrequente oscillaties in het vertragingssysteem van de inrichting door de spleten tussen de uiteinden 9 van de aangrenzende schoepen 3. Het in deze spleten opgewekte hoogfrequente veld brengt de elektronen bijeen tot bundels die onder invloed van de aangeboden anodespanning U_a en het magnetische veld H bewegen langs het anode oppervlak synchroon met de geëxciteerde vertraagde microgolffrequente golf in zijn vertraagde fase waarbij vermogen wordt overgedragen vanaf de bron U_a naar het elektromagnetische microgolfveld. Het vermogen van de bron U_a wordt dus getransformeerd in microgolf energie. Deze laatste wordt geaccumuleerd in de holten 2 (figuren 2 en 4) van het vertragingssysteem van de microgolfinrichting. Het meertraps twee dimensionale periodieke vertragingssysteem van de anodesamenstelling 1 is in dit geval in een resonante toestand corresponderend met de modus waarvan de frequentie correspondeert met de synchrone beweging langs het anode oppervlak van de elektronenbundel die in wisselwerking staat met het elektromagnetisch veld voor alleen deze modus. De microgolfinrichting van het magnetrontype zoals in het bovenstaande beschreven functioneert als een oscillator (in een zelf exciterende modus) in de π_0 -modus met de langste golflengte. De inrichting kan eveneens dienst doen als versterker voor een extern stuursignaal waarmee de hoog-

frequente oscillaties in het vertragingssysteem worden gesynchroniseerd. De resonante golflengte van de microgolven gegenereerd door de inrichting in een equivalente representatie van het meertraps twee dimensionale periodieke vertragingssysteem op de π_0 -modus met de langste golflengte wordt hoofdzakelijk bepaald door de totale capaciteit en inductie van een enkele holte 2 (figuren 2 en 4) van het vertragingssysteem, dat wil zeggen

$$\lambda = 2 \pi \sqrt{LC}, \quad (6)$$

waarin C en L respectievelijk gelijk zijn aan de equivalente capaciteit en inductie van een respectievelijke holte 2 van het vertragingssysteem.

Omdat de inductie van de holten 2 van het vertragingssysteem in hoofdzaak wordt bepaald door het inductieve gedeelte 4 accumuleren de hoogfrequente stromen geïnduceerd tussen de spleten in de uiteinden 9 van de schoepen 3 van de holten 2 door de elektronenbundel nagenoeg alle hoogfrequente energie in deze inductieve gedeelten 4 van de holten 2.

De ringvormige kanalen 8 en 24 (figuren 2 en 4) die aangebracht zijn in de inductieve gedeelten 4 van de holten 2 in de voorgestelde microgolfinrichting van het magnetrontype resulteren in het feit dat dat gedeelte van het oppervlak van de stroomvoerende wanden verwijderd is van de holten 2. De hoogfrequente stromen verlopen langs de overblijvende stroomvoerende wanden van de inductieve gedeelten 4 van de holten 2 en nagenoeg alle hoogfrequente energie wordt opgeborgen in het gebied van de inductieve delen van de holten 2 met de overblijvende stroomvoerende wanden en, gedeeltelijk, in het marginale gebied van de binnenruimten van de kanalen 8 en 24 (verspreide magnetische flux of wederzijdse inductie). De kanalen 8 en 24 (figuren 1 en 3) zijn aangebracht tussen of in de trappen van het systeem hetgeen in een equivalente representatie gelijk staat met een vermindering van de hoogte h_0 van het inductieve gedeelte 4 van de holten 2 ten-

einde de inductantie L te vergroten omdat geldt $L \sim 1/h_0$. In het geval waarin de kanalen 8 zijn aangebracht tussen de trappen in de inductieve gedeelten 4 (figuren 1 en 2) van de holten 2 van het vertragingssysteem kan de massa (het gewicht) van de anodesamenstelling 1 nog effectiever worden gereduceerd. In dit geval wordt het mogelijk om de resonante golflengte van de gegenereerde oscillaties niet alleen naar het langgolvige gebied van de microgolffrequenties te verschuiven maar eveneens naar het kortgolvige gebied, omdat wanneer de afmeting d_4 wordt gereduceerd naar een waarde dicht bij d_5 de capaciteit tussen de schoepen 3 van de holten 2 afneemt.

De kanalen 8 en 24 aangebracht in de anodesamenstelling 1 maken het niet alleen mogelijk om het gewicht en de afmetingen van de inrichting te reduceren maar maken eveneens een uitbreiding naar het langgolvige gebied van de microfrequenties mogelijk. Als de equivalente hoogte h_0 van het inductieve gedeelte 4 (figuren 2 en 4) van de holten 2 van het vertragingssysteem van de anodesamenstelling 1 wordt verkleind, in het bijzonder wanneer de verhouding tussen de kanaalhoogte h_1 en de afstand h_2 tussen aangrenzende trappen van het vertragingssysteem de eenheidswaarde nadert, dan neemt de resonante golflengte λ_1 scherp toe zoals blijkt uit de grafiek van figuur 5 voor de magnetron uit de figuren 1 tot en met 4. Langs de absis is de verhouding h_1/h_2 uitgezet terwijl langs de ordinaat de procentuele verhouding tussen de resonante golflengte λ_1 met de kanalen 8 en 24 en de resonante golflengte λ_0 zonder de kanalen 8 en 24 is uitgezet.

In het extreme geval waarin $h_1/h_2=1$ gaat de resonator met meertraps twee dimensionale periodieke vertragingssysteem over in een niet-resonator, dat wil zeggen een meervoudige geleiderleiding die periodiek op de strippen is belast.

Daarnaast wordt erop gewezen dat de intrinsieke Q -factor Q_0 van de holten 2 van het vertragingss-

stelsel toeneemt, hetgeen leidt tot een toename van de werkingsgraad van de inrichting en een stabiele generatie in de π_0 -bedrijfsmodus.

Het gegenereerde vermogen van de hoogfrequente oscillaties bij de resonante golflengte wordt uit het vertragingsstelsel van de anodesamenstelling 1 (fig. 1 en 3) onttrokken door de geleidende koppelenheid 22 die aangesloten is op een van de strippen 6 van het vertragingsstelsel. Het gegenereerde vermogen wordt via de coaxiale leiding 21 toegevoerd aan een (niet getoonde) hoogfrequente belasting via het dielektrische uitgangsvenster 23.

De ontwerpeigenschappen en de verbeteringen van de voorgestelde microgolfeenheid van het magnetrontype resulteren in een nieuw meertraps twee dimensionaal periodiek vertragingsstelsel met gemodificeerde holten in de inductieve gedeelten waarvan kanalen zijn aangebracht waardoor de inductantie van de holten wordt verhoogd zonder dat de afmetingen en het gewicht van de anodesamenstelling toenemen.

In de voorgestelde microgolfeenheid van het magnetrontype worden derhalve het gewicht en de afmetingen van de anodesamenstelling gereduceerd terwijl de golflengte van de gegenereerde microgolven toeneemt en de verhouding tussen de massa M van de inrichting en het uitgangsvermogen P van de gegenereerde microgolven wordt verbeterd ($M/P < 0,5$).

Het gewicht en de afmetingen van het meertraps twee dimensionale periodieke vertragingsstelsel in de voorgestelde microgolfinrichting van het magnetrontype worden gereduceerd hetgeen een uitbreiding van het werkzame oppervlak van de anodesamenstelling mogelijk maakt zodat het uitgangsvermogen van de inrichting toeneemt en de hogere intrinsieke Q -factor van de holten maakt een verbetering van de werkingsgraad van de inrichting mogelijk.

Daarnaast resulteren de kanalen aangebracht

in het inductieve gedeelte van de holten van het vertragingssysteem van de anodesamenstelling in een goedkope fabricage van de anodesamenstelling en een standaardisatie van de inrichtingen over een breed frequentiegebied, in het bijzonder het langgolvige gebied uit het microgolfspectrum. 5

C O N C L U S I E S.

1. Microgolfinrichting van het magnetron-type, voorzien van een anodesamenstelling in de vorm van een meertraps twee dimensionaal periodiek vertragingssysteem, met inbegrip van holten met schoepen elk voorzien van een geconcentreerd inductiegedeelte gedefinieerd door de schoepenwanden nabij de schoepenbases, strippen aangebracht in elke trap van het vertragingssysteem verloopend door vensters aangebracht in de schoepen, en een kathode aangebracht op een afstand vanaf de schoepenuiteinden, m e t h e t k e n m e r k, dat het inductieve gedeelte (4) van de holten (2) van het vertragingssysteem voorzien is van tenminste een kanaal (8) waarbij de afmetingen voldoen aan de volgende relaties: 10 15 20

$$\begin{aligned}d_1 &> d_2 > d_3, \\d_3 &> d_4 > d_5, \\h_1 &\leq h_2,\end{aligned}$$

waarin

- d_1 de afstand is tussen de uiteinden (9) van de schoepen (3) en het buitenoppervlak van de anodesamenstelling (1) 25
- d_2 de afstand is tussen de uiteinden (9) van de schoepen (3) en een wand (10) van het kanaal (8) aangrenzend aan het buitenoppervlak van de anodesamenstelling (1),
- d_3 de afstand is tussen de uiteinden (9) van de schoepen (3) en een wand (11) van het inductieve gedeelte (4) van de holten (2), het verst verwijderd van de uiteinden (9) van de schoepen (3), 30
- d_4 de afstand is tussen de uiteinden (9) van de schoepen (3) en een tegenover gelegen wand (12) van het kanaal (8), 35

d_5 de afstand is tussen de uiteinden (9) van de schoepen (3) en een wand (13) van het venster (7) aan de zijde van de uiteinden van de schoepen (3),

h_1 de hoogte is van het kanaal (8) tussen twee trappen van het vertragingssysteem, en

5

h_2 de afstand is tussen aangrenzende trappen van het vertragingssysteem.

2. Microgolfinrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het kanaal (8) is aangebracht tussen twee trappen van het vertragingssysteem.

10

3. Microgolfinrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het kanaal (24) is aangebracht op het niveau van een vertragingssysteemtrap zodanig dat de afstand d_4 groter is dan de afstand d_6 tussen de uiteinden (9) van de schoepen (3) en een wand (25) van het venster (7) aan de zijde van het buitenoppervlak van de anodesamenstelling (1).

15

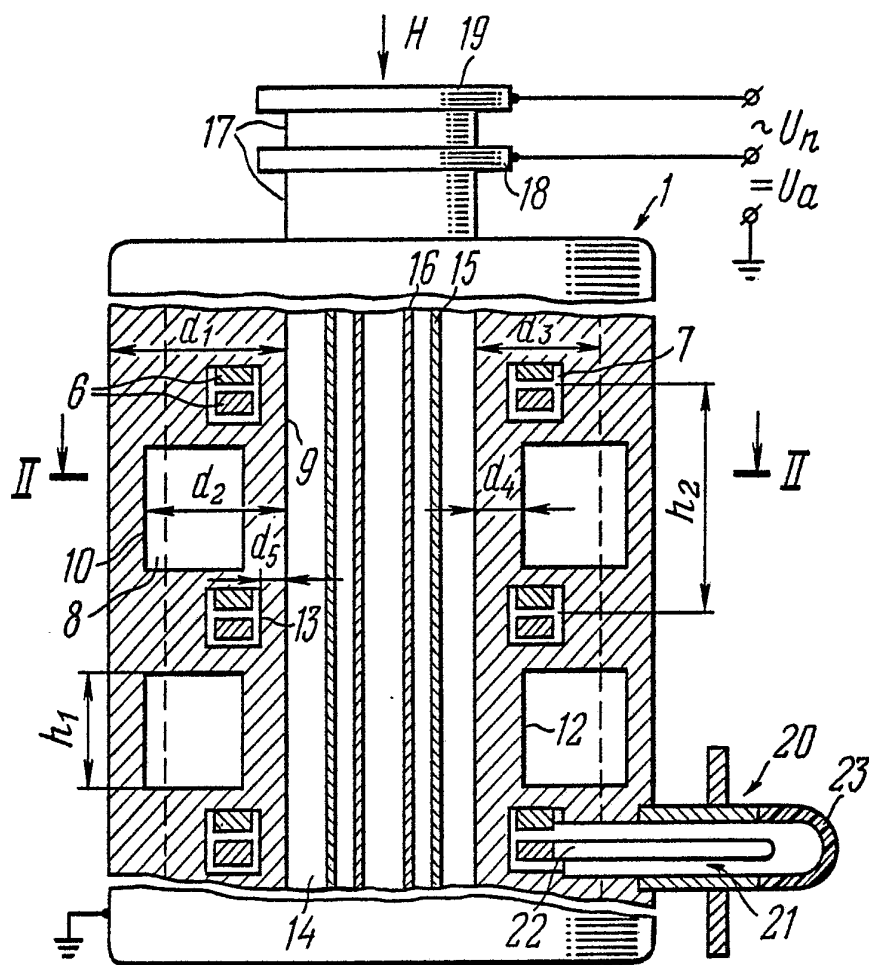


FIG. 1

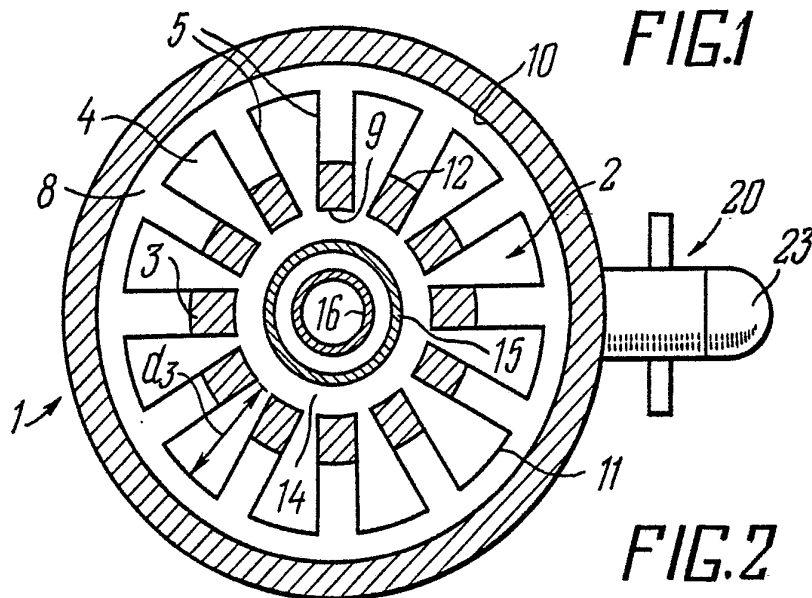


FIG. 2

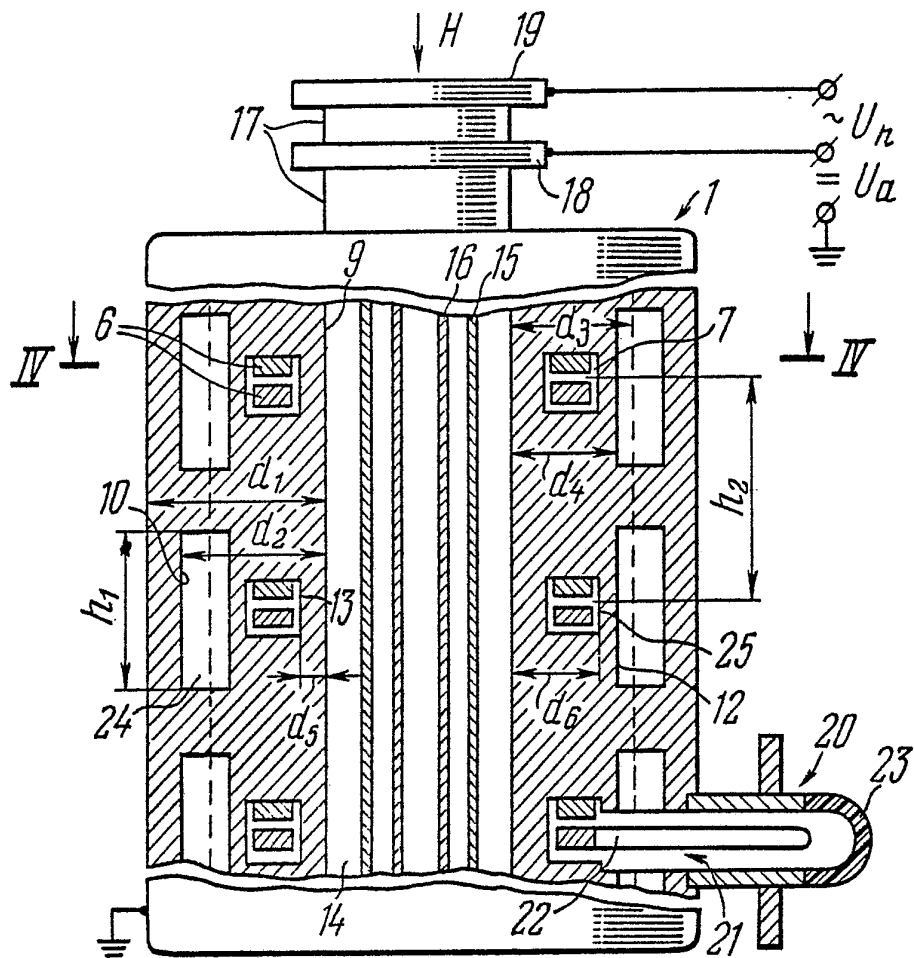


FIG. 3

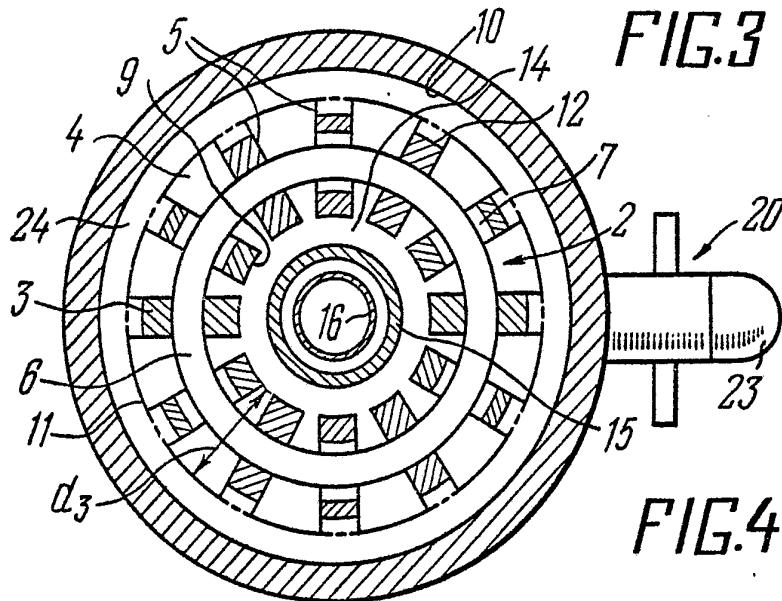


FIG. 4

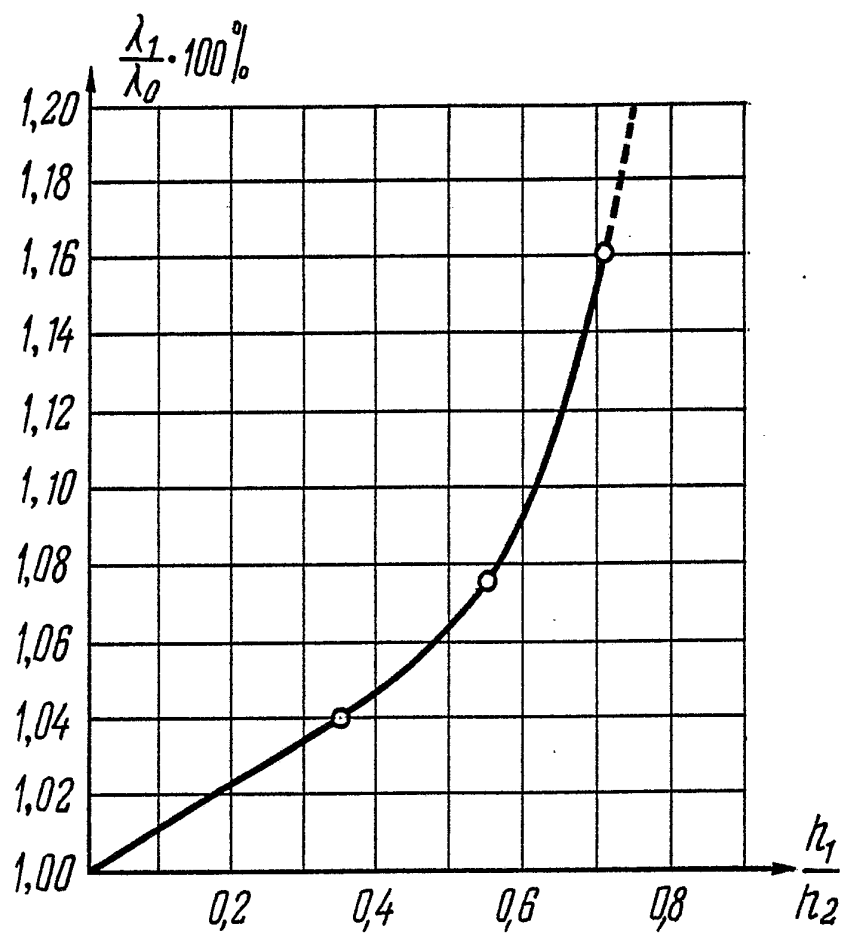


FIG.5

7905047