

①9



Octroolraad
Nederland

①1 192649

①2 C OCTROOI

②1 Aanvraag om octrooi: 8803157

⑤1 Int.Cl.⁶
H01J37/08, H01J27/08

②2 Ingediend: 23.12.88

③0 Voorrang:
10.05.88 JP 0111467/88
26.07.88 JP 0184643/88
25.12.87 JP 0326850/87

④3 Ter inzage gelegd:
17.07.89 I.E. 89/14

④4 Openbaargemaakt:
01.07.97 I.E. 97/07

④7 Dagtekening:
04.11.97

④5 Uitgegeven:
05.01.98 I.E. 98/01

⑦3 Octrooihouder(s):
Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha te Tokio,
Japan (JP).

⑦4 Gemachtigde:
Ir. Th.A.H.J. Smulders c.s. te 2587 BN Den
Haag.

⑤4 Inrichting voor het genereren van negatief geladen ionen.

Inrichting voor het genereren van negatief geladen ionen

De uitvinding heeft betrekking op een inrichting voor het genereren van negatief geladen ionen, omvattende: een vacuümvat, een in het vacuümvat opgestelde anode; een in het vacuümvat opgestelde kathode die naar de anode is gericht; en een met genoemde anode en genoemde kathode verbonden vermogensbron voor het genereren van een boog in een boogruimte tussen genoemde anode en genoemde kathode.

Een dergelijke inrichting is bekend uit Journal of Applied Physics, vol. 61, nr. 11, blz. 5000-5011, juni 1987. Deze bekende inrichting is alleen geschikt voor het genereren van ionen van materialen die in gasvorm geïntroduceerd kunnen worden in de boogruimte. De daarbij gevormde ionen zijn primair positieve ionen; om deze ionen om te zetten in negatieve ionen moet de bekende inrichting zijn voorzien van een convertor voor het tot stand brengen van een ladingsuitwisseling met cesiumdamp, waartoe bovendien een cesiumreservoir alsmede een verwarmers voor het verdampen van cesium benodigd is.

Het is een algemeen doel van de onderhavige uitvinding om deze bekende inrichting te verbeteren.

Meer in het bijzonder beoogt de onderhavige uitvinding een inrichting met een eenvoudiger constructie te verschaffen, die ook in staat is om negatieve ionen te genereren van een metaal of een halfgeleider.

Daartoe heeft een inrichting van het bovengenoemde type volgens de onderhavige uitvinding het kenmerk, dat genoemde vermogensbron is ingericht om genoemde boog te genereren met een dusdanig voldoende grote boogstroom in het bereik van 10-20 kA, dat een opgewekte boog een ingesnoerde boog is, waarbij het aantal bij de anode gegenereerde positieve ionen van anodemateriaal groter is dan het aantal bij de kathode gegenereerde negatieve ionen van kathodemateriaal; en dat de inrichting is voorzien van een extractierooster dat is opgesteld in de nabijheid van de boogruimte, alsmede van een voorspanningsvermogensbron voor het aanleggen van een positieve voorspanning aan het extractierooster.

Opgemerkt wordt, dat het optreden van een ingesnoerde boog bij een voldoende grote boogstroom (pinch-effect) op zich bekend is, zoals bijvoorbeeld blijkt uit het overzichtsartikel "A Review of Anode Phenomena in Vacuum Arcs" van H. Craig Miller in IEEE Transactions on Plasma Science, vol. PS-13, nr. 5, oktober 1985, blz. 242-252.

De uitvinding is gebaseerd op het inzicht, dat de genoemde omstandigheden bijzonder gunstig zijn voor het genereren van een relatief grote hoeveelheid negatieve ionen (anionen) van in het bijzonder het anodemateriaal, terwijl men juist zou verwachten dat van het anodemateriaal een grote hoeveelheid positieve ionen (kationen) zou ontstaan. Een mogelijke verklaring voor dit effect is, dat onder de genoemde omstandigheden de waarschijnlijkheid bijzonder groot wordt dat de bij de anode gegenereerde kationen botsen met elektronen in de boog, welke elektronen daardoor energie verliezen, waardoor de waarschijnlijkheid groot wordt dat deze elektronen met de kationen combineren om anionen te vormen. De aldus gegenereerde anionen kunnen uit de boogruimte worden geëxtraheerd door middel van het positieve extractierooster.

De anode en de kathode kunnen zijn vervaardigd van hetzelfde metaal of halfgeleider. In een bijzondere uitvoeringsvorm van de inrichting volgens de onderhavige uitvinding wordt voor de kathode en/of de anode een metaal zoals titaan gekozen waarin een gas zoals waterstof of argon is geabsorbeerd, zodat ook negatieve ionen van dat gas gegenereerd kunnen worden.

In een bijzondere uitvoeringsvorm van de inrichting volgens de onderhavige uitvinding is de kathode een holle kathode waarvan de binnenwand een tapse vorm heeft, zodanig, dat de binnendiameter van die binnenwand kleiner wordt in de richting van het extractierooster, en is de anode een staafvormige anode waarvan een topgedeelte is gericht naar die tapse binnenwand van de kathode. Hierdoor kan de doelmatigheid van het extraheren van de negatieve ionen in een welbepaalde richting worden verbeterd.

In het onderstaande zal de uitvinding nader worden verduidelijkt onder verwijzing naar de tekening, waarin: figuur 1 een schematisch aanzicht is van een conventionele inrichting voor het genereren van negatief geladen deeltjes;

figuur 2 een schematisch aanzicht is van een inrichting voor het genereren van negatief geladen deeltjes volgens een uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding;

figuur 3 een ketendiagram is van de in figuur 2 getoonde inrichting;

figuur 4 een schematisch aanzicht is van de inrichting voor het genereren van negatief geladen deeltjes volgens een andere uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding;

figuur 5 een schematisch aanzicht is van de inrichting voor het genereren van negatief geladen deeltjes volgens weer een andere uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding;

figuur 6 een ketendiagram is van de in figuur 5 getoonde inrichting;

figuur 7 een schematisch aanzicht is van de inrichting voor het genereren van negatief geladen deeltjes

volgens een verdere uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding;

figuur 8 een ketendiagram is van de in figuur 7 getoonde inrichting; en

figuur 9 een schematisch aanzicht is van de inrichting voor het genereren van negatief geladen deeltjes volgens weer een verdere uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding.

5

Figuur 1 is een schematisch diagram van een conventionele inrichting voor het genereren van negatief geladen deeltjes, welke inrichting bijvoorbeeld wordt beschreven in Journal of Applied Physics, Vol. 61, nr. 11, pag. 5000-5011, juni 1987. In figuur 1 is een cesiumreservoir 1 opgesteld in een niet-weergegeven vacuümvat, en eerste en tweede holle kathodes 2, 3 zijn in horizontaal symmetrische posities opgesteld met
10 dit cesiumreservoir 1 als centrum. Een spoel die in zijn geheel een U-vormige configuratie heeft, is aangebracht tussen de eerste en tweede holle kathodes 2, 3. In een centraal gedeelte van de spoel 4 is een met het cesiumreservoir 1 verbonden schijfvormige convertor 5 aangebracht, die geschikt is om ladingsuitwisseling tot stand te brengen. Tegenover deze convertor 5 is een schijfvormige anode 6 aangebracht. Deze anode 6 staat in verbinding met de binnenzijde van een negatief-geladen-ion-detector 7
15 door een centraal gat 6a daarvan. Verder is een ontsteekelektrode 8 zodanig aangebracht, dat deze zich tegenover de eerste holle kathode 2 bevindt met een tip-gedeelte daarvan binnen de spoel 4.

In het hiernavolgende zal een beschrijving worden gegeven van de werking van de bovengenoemde inrichting voor het genereren van negatief geladen deeltjes. Eerst wordt een hoogspanning aangelegd tussen de eerste holle kathode 2 en de zich op een door een stippellijn weergegeven positie 8a bevindende
20 ontsteekelektrode 8, waardoor een ontlading wordt gestart. Vervolgens, terwijl de ontsteek-elektrode omlaag wordt gebracht naar de door de niet-gestippelde lijn weergegeven positie, vindt een boogontlading plaats tussen de anode 6 en de eerste holle kathode 2 waaraan een hoogspanning wordt aangelegd. Bovendien vindt ook een boogontlading plaats tussen de tweede holle kathode 3 en de anode 6, en er wordt een U-vormige boogontlading gevormd tussen de eerste holle kathode 2 en de tweede holle kathode 3. Tussen
25 haakjes, nadat de binnenruimte van het vacuümvat grondig is geëvacueerd, wordt waterstof, argon of dergelijke in het vacuümvat gebracht tot de druk een waarde bereikt van 0,133 Pa tot enkele malen 133,3 Pa (10^{-3} tot enkele millimeter kwik).

Vervolgens, wanneer het cesiumreservoir 1 wordt verwarmd, verdampt cesium in het cesiumreservoir, en de verdampende cesiumdamp ontsnapt door een niet-weergegeven gat in de convertor 5. Hierdoor wordt het
30 oppervlak van de convertor 5 bedekt met de cesiumdamp. Verder, wanneer waterstofkationen tegen de negatief-voorgespannen convertor 5 botsen, en waterstof-kationen en cesium-kationen tegen door het oppervlak van de convertor geadsorbeerde waterstof-atomen botsen, ondergaan de waterstof-kationen en de waterstofatomen een ladingsuitwisseling met de cesiumdamp op het oppervlak van de convertor 5, waardoor zij worden omgezet in waterstof-anionen. De waterstof-anionen worden door het gat 6a van de
35 anode 6 geïntroduceerd in de negatief-geladen-detector 7 en worden daardoor gedetecteerd.

Aangezien de conventionele inrichting voor het genereren van een negatief geladen deeltje als bovenbeschreven is uitgevoerd, moet de convertor 5 en het cesiumreservoir 1 worden verschaft en moet de verwarmder voor het verdampen van cesium worden gebruikt. Er bestonden dus de nadelen dat de structuur gecompliceerd is, en dat de aldus gegenereerde negatief geladen deeltjes beperkt zijn tot een gas, zoals
40 waterstof of argon.

Figuur 2 toont een schematisch aanzicht van een inrichting voor het genereren van negatief geladen deeltjes, volgens een uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding, terwijl figuur 3 een ketendiagram van de in figuur 2 getoonde inrichting toont. In deze tekeningen is een elektrisch geleidend orgaan 12 met een cilindrische vorm en met een door een isolerend draagorgaan 11a gedragen bodem, aangebracht in een
45 doosvormig vacuümvat 10 dat tot ongeveer $1,33 \cdot 10^{-4}$, $1,33 \cdot 10^{-5}$ Pa (10^{-6} - 10^{-7} mm kwik) of daaromtrent is geëvacueerd. Een van koper vervaardigde kathode 14 is in een centraal gedeelte van de bodem van het geleidend orgaan 12 aangebracht, en in het centrum van deze kathode 14 is een gat 13 aangebracht voor het doorlaten van de negatief geladen deeltjes. Deze kathode 14 bevindt zich tegenover een van koper vervaardigde anode 16 die is aangebracht bij een tipgedeelte van een door een isolerend draagorgaan 11b
50 in het vacuümvat 10 gedragen penetratiestaaf 15. Een met een trekker-vermogensbron 17 verbonden trekkerelektrode 18 is op een wandoppervlak van het vacuümvat 10 aangebracht door middel van een isolerend draagorgaan 11c, zodanig, dat deze een boogruimte A tussen de anode 16 en de kathode 14 omgeeft.

Een rooster 19 voor het naar het rooster 19 trekken van in de boogruimte A voorkomende negatief
55 geladen deeltjes, is in het vacuümvat 10 aangebracht door middel van een isolerend draagorgaan 11d. Het rooster 19 is verbonden met een voorspannings-vermogensbron 20 voor het aanleggen van een voorspanning aan het rooster 19. Rond het vacuümvat 10 is een spoel 21 aangebracht om de negatief geladen

deeltjes te convergeren door een magnetisch veld te produceren tussen de kathode 14 en het rooster 19. Een negatief-geladen-deeltjes verzamelend gedeelte 22 met een conclave vorm is, naar het rooster 19 gericht, gevormd op een zijwandoppervlak van het vacuümvat 10.

In het hiernavolgende zal een beschrijving worden gegeven van de werking van de inrichting voor het genereren van negatief geladen deeltjes volgens de onderhavige uitvinding.

Eerst wordt door gebruikmaking van de trekkervermogensbron 17 een hoogspanning aangelegd tussen de kathode 14 en de trekkerelektrode 18 om een ontlading plaats te laten vinden, en als gevolg van deze ontlading vindt een boogontlading plaats tussen de anode 16 en de kathode 14. Wanneer een door een met de kathode 14 en de anode 16 verbonden boog-vermogensbron 23 gevoede boogstroom klein is (deze boog wordt in het algemeen een diffuse boog genoemd), komen in de boogruimte geen negatief geladen deeltjes voor van het koper van de anode 16 en de kathode 14, dat wil zeggen koper-anionen.

Door een door de onderhavige uitvinders et al. uitgevoerde studie is echter gevonden dat, wanneer de boogstroom voldoende groot is, en de hoeveelheid koperdamp en koper-kationen van de anode 16, gegenereerd door de anode 16, groter wordt dan de hoeveelheid koperdamp en koperanionen van de kathode 14, gegenereerd door de kathode 14 (de boog van deze vorm wordt in het algemeen een ingesnoerde boog genoemd), koper-anionen met een negatieve lading in de boogruimte worden gegenereerd. Met andere woorden kationen worden omgezet in anionen omdat door de anode gegenereerde kationen tegen anionen botsen, hetgeen veroorzaakt dat een ladingsverplaatsing plaatsvindt.

Bijvoorbeeld, koper-anionen met negatieve ladingen werden gegenereerd in de boogruimte, waarbij koper met een buitendiameter van 20 mm werd gebruikt als anode 16 en kathode 14, waarbij een spleetlengte tussen de anode 16 en de kathode 14 was ingesteld op 4 mm, en waarbij een stroom van 10–20 kA als een boogstroom werd gebruikt. Aldus, met betrekking op de tussen de anode 16 en de kathode 14 gegenereerde koper-anionen, als tussen de kathode 14 en het rooster 19 een voorspanning wordt aangelegd aan het rooster, zodanig dat het rooster 19 positief wordt ten opzichte van de kathode 14, kunnen de opgewekte negatief geladen deeltjes (koper-anionen) eenvoudig uit de boogruimte A worden verwijderd door het in de kathode 14 gevormde gat 13. Bovendien worden de aldus afgevoerde negatief geladen deeltjes verzameld in het negatief-geladen-deeltjes verzamelend gedeelte 22 door het rooster 19.

Hoewel in de bovenbeschreven uitvoeringsvorm een opstelling is getoond waarbij het gat 13 voor het passeren van de negatief geladen deeltjes is aangebracht in de kathode 14 om de negatief geladen deeltjes af te voeren, kan een gat voor het passeren van de negatief geladen deeltjes in de anode 16 zijn aangebracht voor het afvoeren van de negatief geladen deeltjes. Bovendien kan, zoals in figuur 4 getoond, een opstelling zodanig zijn, dat het gat voor het passeren van de negatief geladen deeltjes om de negatief geladen deeltjes af te voeren, noch in een kathode 24 noch in een anode 25 is aangebracht, en kunnen de negatief geladen deeltjes rechtstreeks uit de boogruimte worden weggetrokken.

Hoewel in de bovenbeschreven uitvoeringsvorm een voorbeeld is getoond waarin koper is gebruikt als de buisvormige kathode en de staafvormige anode, is het mogelijk een ander metaal te gebruiken, zoals titaan, aluminium, chroom, zirkoon, molybdeen, tantaal, wolfram, lood, zilver of goud, of een halfgeleider, zoals silicium of germanium. Wat betreft deze metalen of halfgeleiders kan een identiek materiaal worden gebruikt voor zowel de anode als de kathode, of kunnen verschillende metalen of halfgeleiders worden gebruikt voor de anode en de kathode. Bovendien, als voor de anode en/of de kathode gebruik wordt gemaakt van een metaal zoals titaan waarin een gas zoals waterstof of argon is geabsorbeerd, is het mogelijk om negatieve ionen van het gas te generen.

Figuur 5 toont een schematisch aanzicht van de inrichting voor het genereren van negatief geladen deeltjes volgens een andere uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding, terwijl figuur 6 een keten-diagram van de in figuur 5 getoonde inrichting is. In deze tekeningen zijn de componenten die van dezelfde verwijzingscijfers zijn voorzien als in figuur 2, identieke of corresponderende componenten. Een elektrisch geleidend orgaan 12a met een cilindrische vorm en met een door isolerende draagorganen 11a, 11b gedragen bodem, is aangebracht in het doosvormige vacuümvat 10. Een van koper vervaardigde kathode 14a is aangebracht bij een omtreksrandgedeelte van een gat 13a voor het passeren van negatief geladen deeltjes, welk gat gevormd is in een centraal gedeelte van een bodemoppervlak van het geleidende orgaan 12a. Een binnenwandoppervlak van deze kathode 14a is taps gevormd. Een topgedeelte van een van koper vervaardigde staafvormige anode 16a, die is aangebracht bij een tip van een door het isolerende draaggedeelte 11b in het vacuümvat 10 gedragen geleidende staaf 15a, is naar dit binnenwandoppervlak gericht.

In de inrichting voor het genereren van negatief geladen deeltjes volgens deze uitvoeringsvorm, wordt een ontlading gestart tussen de kathode 14a en de anode 16a door gebruik te maken van de elektrisch met de kathode 14a en de anode 16a verbonden trekkerbron 17 van hoogspanningsvermogen. Als een resultaat van deze ontlading wordt een boogontlading veroorzaakt tussen de anode 16a en de kathode 14a. In dit

geval wordt een hoogspanning opgewekt wanneer een condensator 17a wordt onderworpen aan een diëlektrische ontlading zonder gebruik te maken van de trekkelektrode, en daardoor wordt de ontlading gestart. De kathode 14a is zodanig uitgevoerd, dat het binnenwandoppervlak daarvan taps is, zodanig, dat de binnendiameter daarvan kleiner wordt in de richting van het negatief-geladen-deeltjes verzamelend gedeelte 22, en het tipgedeelte van de staafvormige anode 16a is naar het binnenwandoppervlak van de kathode 14a gericht. Dienovereenkomstig worden de negatief geladen deeltjes op een convergerende wijze op de zijde van het binnenwandoppervlak van de kathode 14a gegenereerd, en de geconvergeerde negatief geladen deeltjes kunnen effectief uit de boogruimte A worden getrokken met een goed bepaalde richting naar het negatief-geladen-deeltjes verzamelend gedeelte 22. Verder is er een ander voordeel doordat de besturing van de gegenereerde hoeveelheid negatief geladen deeltjes kan worden vereenvoudigd.

Figuur 7 toont een schematisch aanzicht van de inrichting voor het genereren van negatief geladen deeltjes volgens weer een andere uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding, terwijl figuur 8 een ketendiagram is van de in figuur 7 getoonde inrichting. In deze tekeningen worden met dezelfde referentiecijfers als die in figuur 2 getoond, identieke of corresponderende componenten aangeduid. Een vast opgestelde laser-generator 30 is buiten het vacuümvat 10 aangebracht, en een transmissievenster 31 is op een wandoppervlak van het vacuümvat 10 aangebracht om de laserbundel door te laten naar de binnenruimte van het vacuümvat 10, welke door de laser-generator 30 uitgezonden laserbundel 30a wordt geconvergeerd door een condensorlens 32.

In de inrichting voor het genereren van negatief geladen deeltjes volgens deze uitvoeringsvorm, wordt de laserbundel 30a eerst gegenereerd voor de lasergenerator 30, en na te zijn geconvergeerd door de lens 32, wordt de hoogenergetische laserbundel 30a in de vorm van een kort durende puls door het transmissievenster 31 op het oppervlak van de kathode 14b in het vacuümvat 10 gestraald. Aldus wordt een ontlading gestart in de nabijheid van een kathode 14b. Als een resultaat van deze ontlading vindt een boogontlading plaats tussen de anode 16b en de kathode 14b.

Hoewel in de voorgaande uitvoeringsvorm een voorbeeld is getoond, waarin de laserbundel 30a op het oppervlak van de kathode 14b wordt geconvergeerd, kan de laserbundel 30a op het oppervlak van de anode 16b worden geconvergeerd.

Bovendien kan, zoals in figuur 9 getoond, een opstelling worden verschaft waarbij het transmissievenster 31 zodanig is aangebracht, dat dit zich tegenover een kathode 14c bevindt, en een anode 16c is ten opzichte van de kathode 14c hellend opgesteld, teneinde naar het rooster 19 gericht te zijn.

Conclusies

1. Inrichting voor het genereren van negatief geladen ionen, omvattende:
 - een vacuümvat;
 - een in het vacuümvat opgestelde anode;
 - een in het vacuümvat opgestelde kathode die naar de anode is gericht; en een met genoemde anode en genoemde kathode verbonden vermogensbron voor het genereren van een boog in een boogruimte tussen genoemde anode en genoemde kathode;
 - met het kenmerk,
 - dat genoemde vermogensbron is ingericht om genoemde boog te genereren met een dusdanig voldoende grote boogstroom in het bereik van 10–20 kA, dat de opgewekte boog een ingesnoerde boog is, waarbij het aantal bij de anode (16; 25) gegenereerde positieve ionen van anodemateriaal groter is dan het aantal bij de kathode (14; 24) gegenereerde negatieve ionen van kathodemateriaal;
 - en dat de inrichting is voorzien van een extractierooster (19) dat is opgesteld in de nabijheid van de boogruimte (A), alsmede van een voorspanningsvermogensbron (20) voor het aanleggen van een positieve voorspanning aan het extractierooster (19).
2. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de kathode (14a) een holle kathode is waarvan de binnenwand een tapse vorm heeft, zodanig, dat de binnendiameter van die binnenwand kleiner wordt in de richting van het extractierooster (19), en dat de anode (16a) een staafvormige anode is waarvan een

topgedeelte is gericht naar die tapse binnenwand van de kathode.

3. Inrichting volgens één der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de kathode en/of de anode is gevormd van een metaal zoals titaan waarin een gas zoals waterstof of argon is geabsorbeerd.

Hierbij 8 bladen tekening

FIG. 1

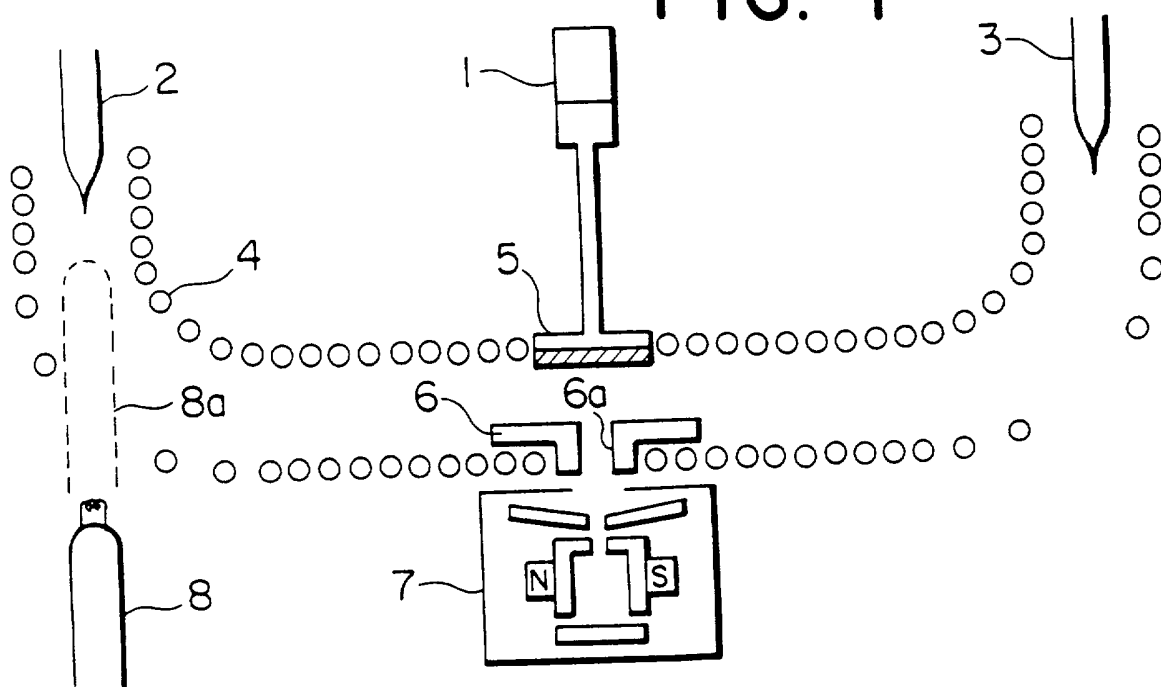


FIG. 2

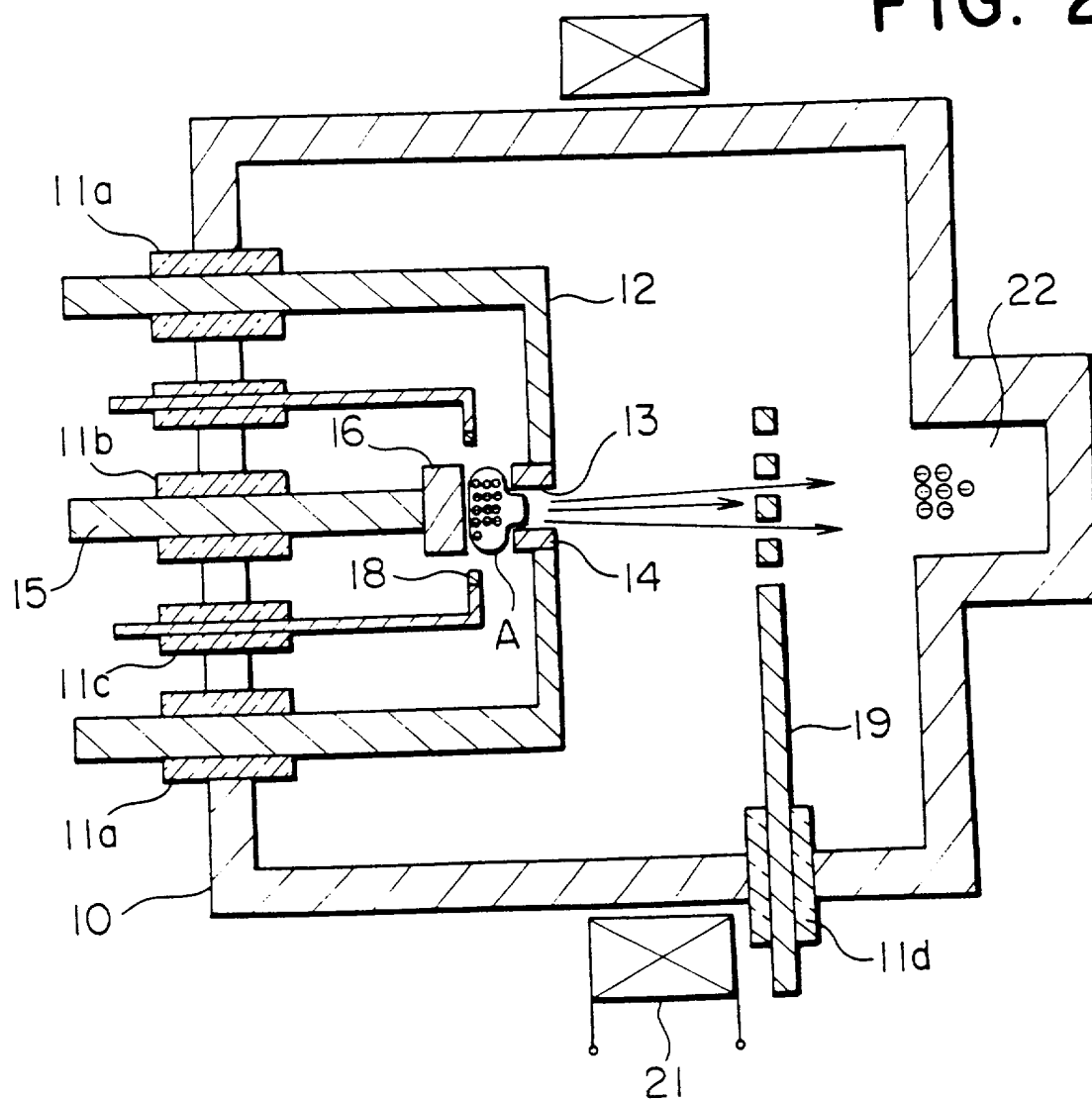


FIG. 3

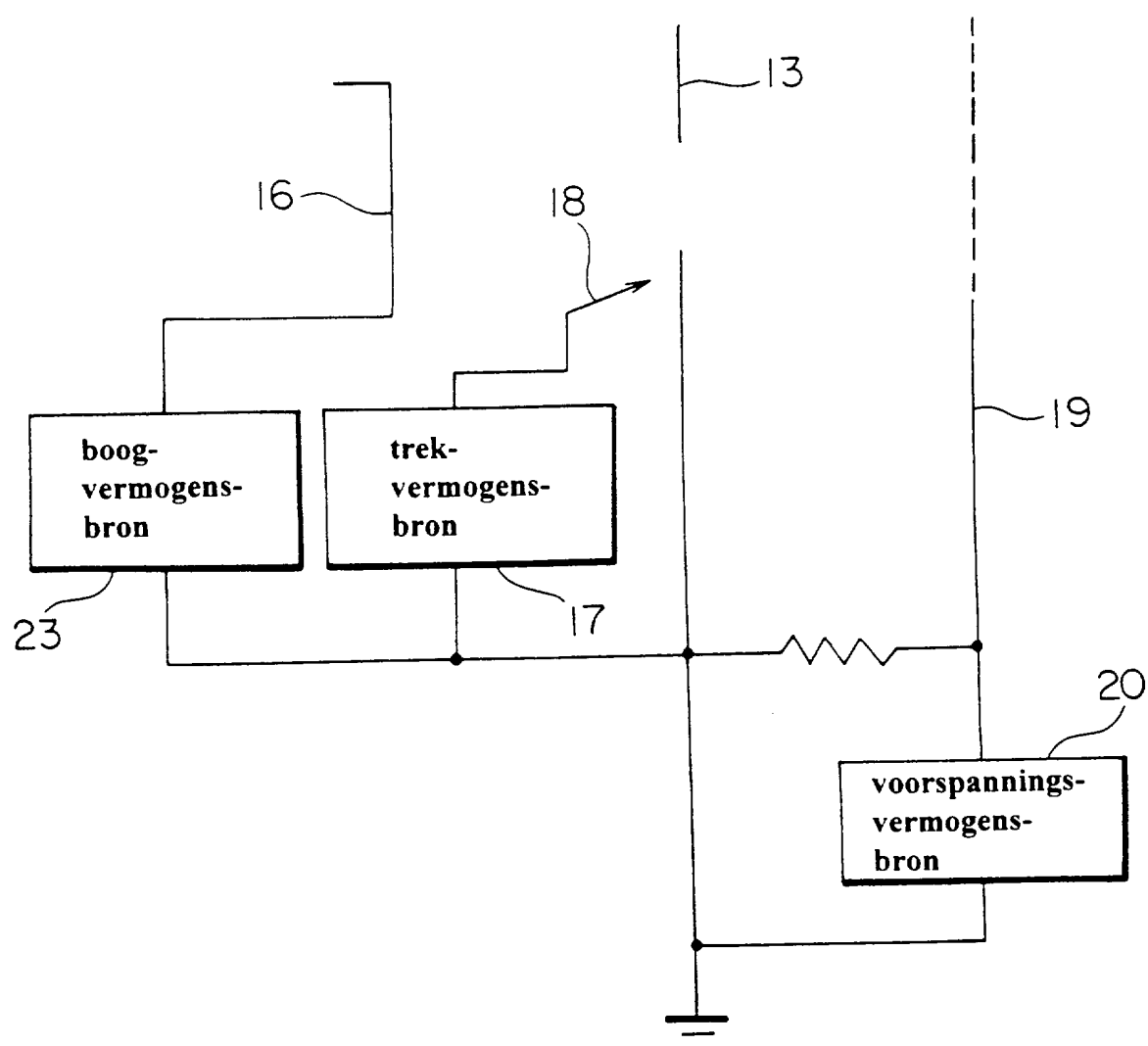


FIG. 4

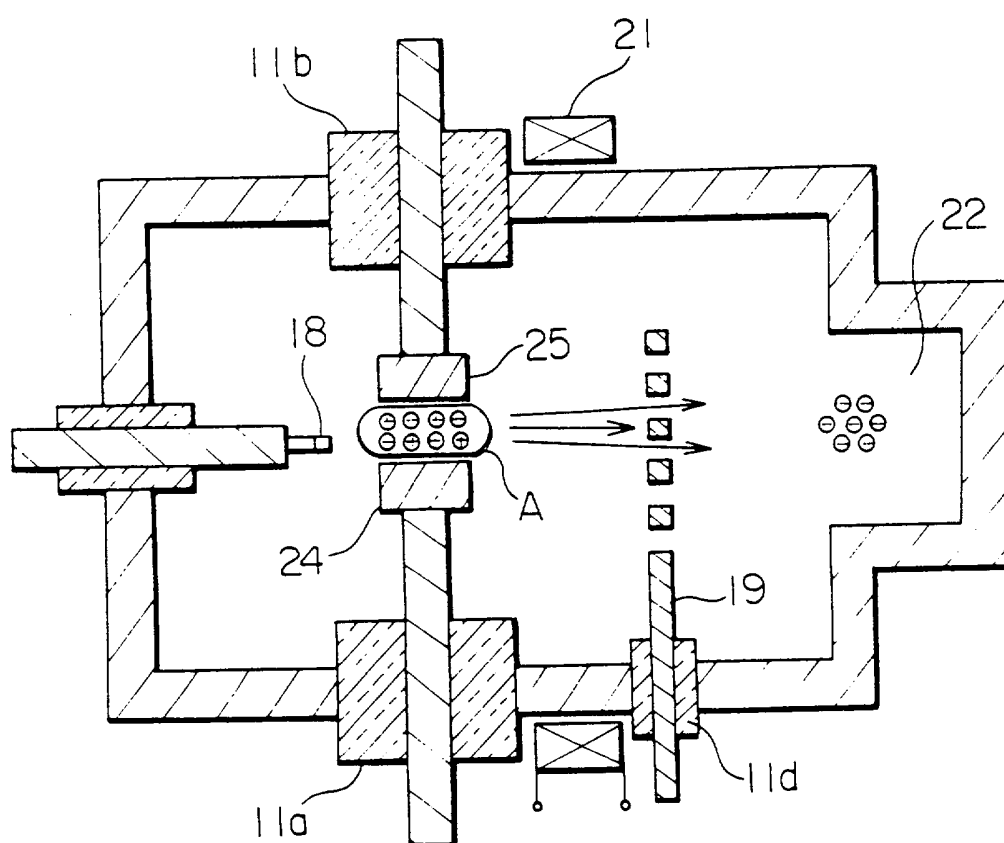


FIG. 5

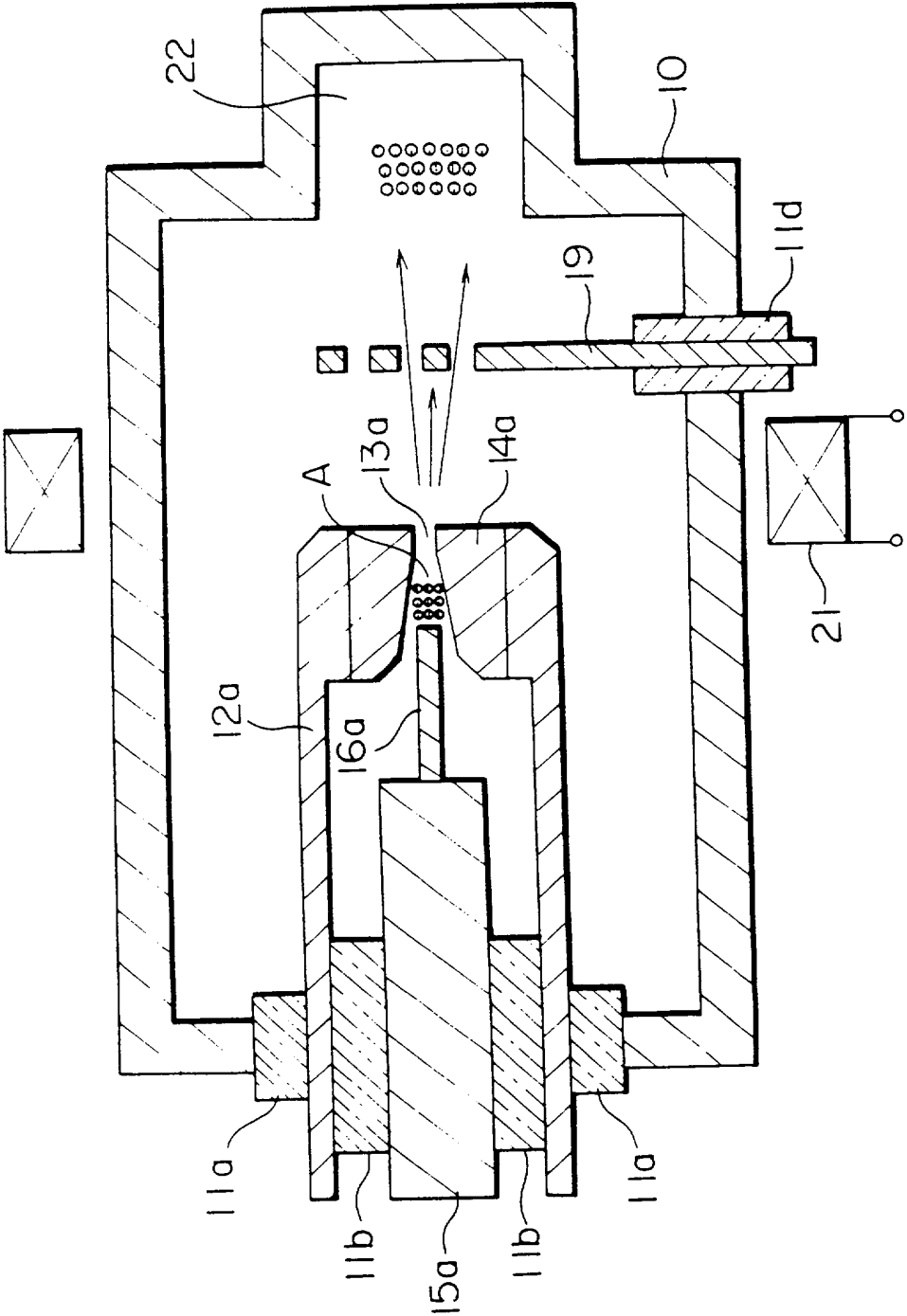


FIG. 6

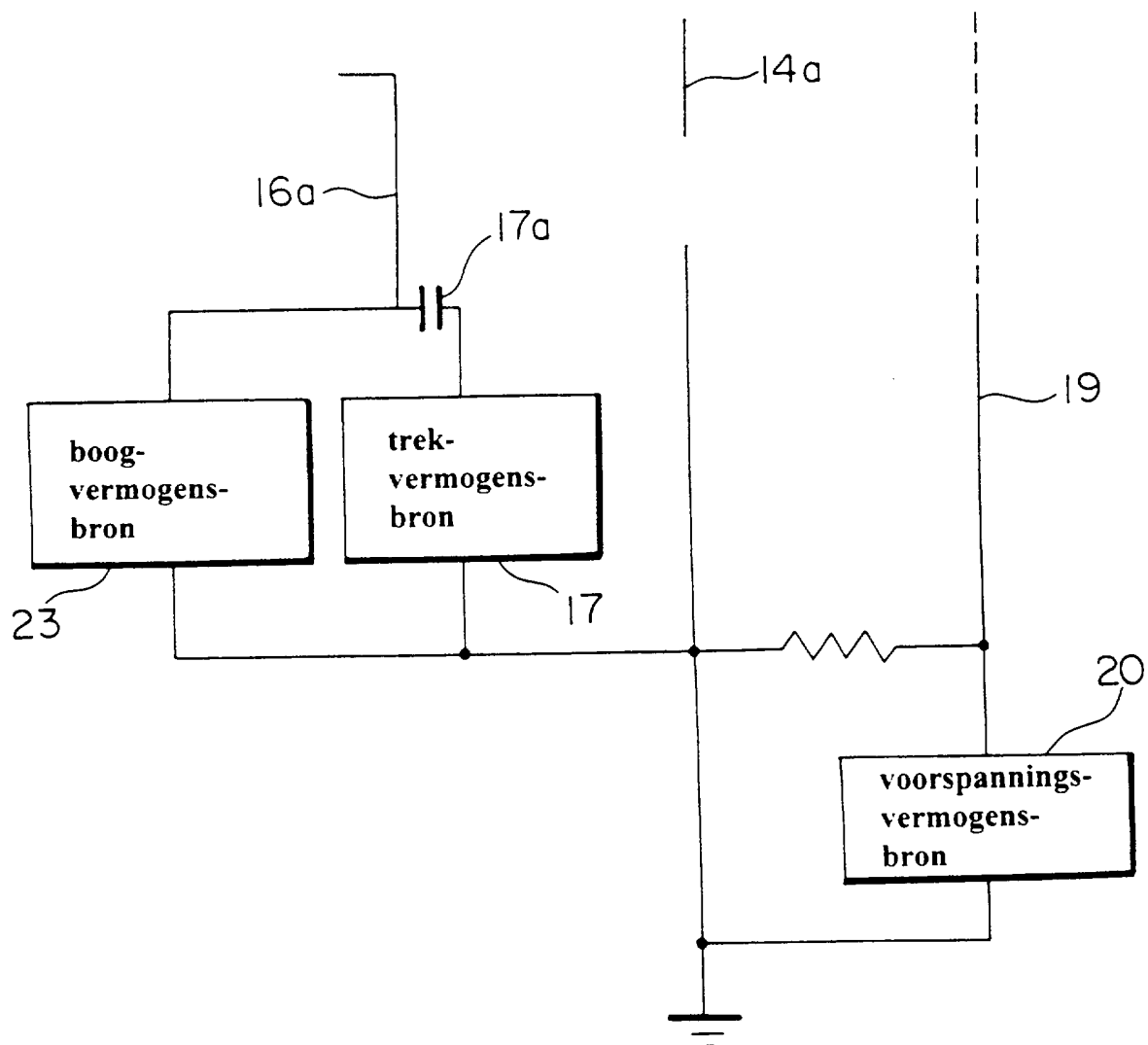


FIG. 7

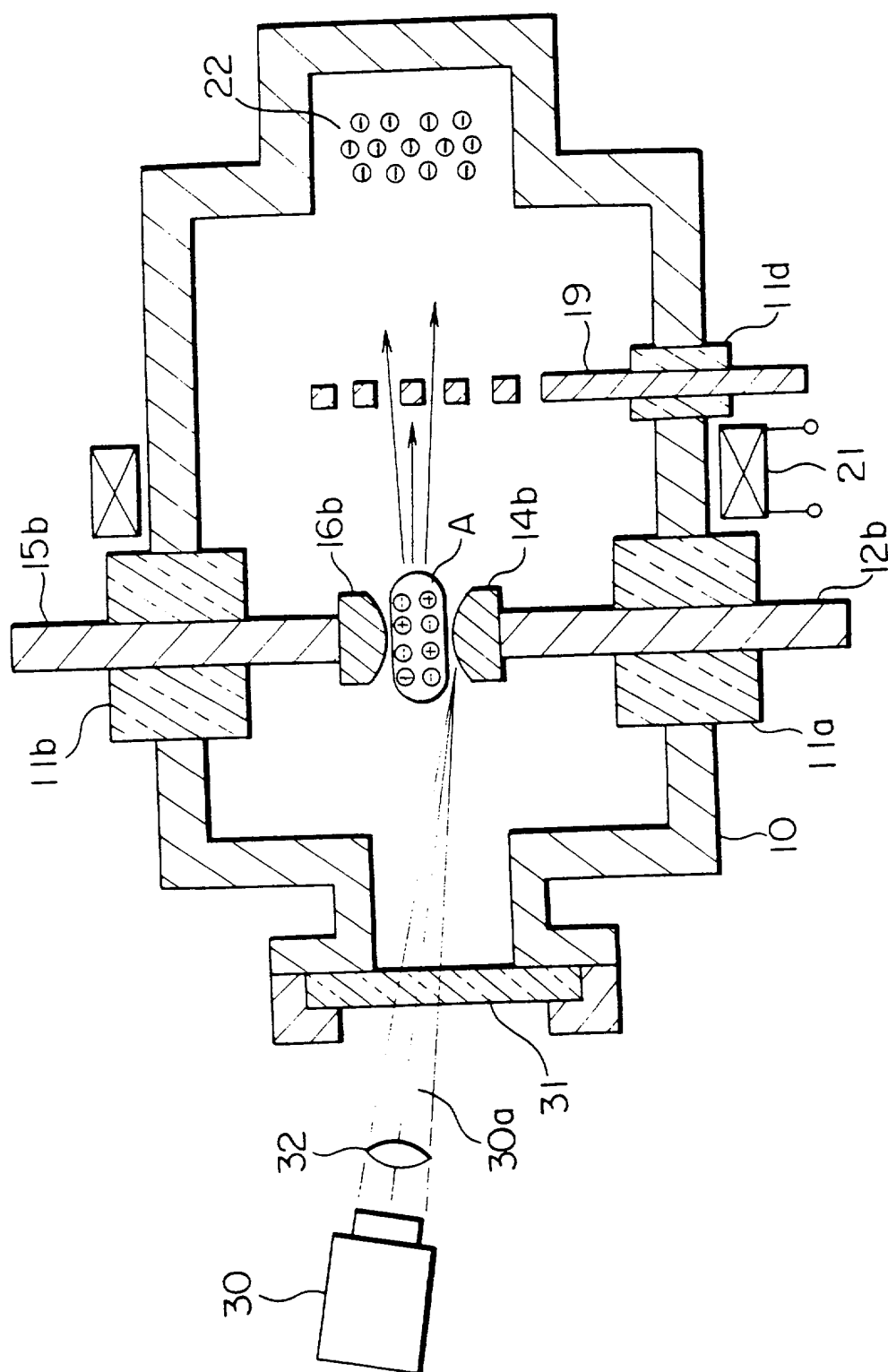


FIG. 8

