

19



Octrooiraad
Nederland

11 193563

12 C OCTROOI

21 Aanvraag om octrooi: 8502229

22 Ingediend: 12.08.1985

51 Int.Cl.⁷
C23C14/24, H01J37/14

30 Voorrang:
13.08.1984 US 0000640353

43 Ter inzage gelegd:
03.03.1986 I.E. 1986/05

44 Openbaargemaakt:
01.10.1999 I.E. 1999/10

47 Dagtekening:
02.02.2000

45 Uitgegeven:
03.04.2000 I.E. 2000/04

73 Octrooihouder(s):
Hauzer Industries B.V. te Venlo.

74 Gemachtigde:
Mr. Drs. S.U. Ottevangers c.s. te 2508 DH Den Haag.

54 Boogverdamplingsinrichting.

Boogverdampingsinrichting

De uitvinding heeft betrekking op een boogverdampingsinrichting omvattende een elektrode met een oppervlak van een te verdampen materiaal, organen voor het vormen van een boog aan het oppervlak van de elektrode voor het verdampen van het elektrodemateriaal, welke boog wordt gekarakteriseerd door de aanwezigheid van geladen deeltjes en een kathodevlek, welke de neiging heeft om op een willekeurige wijze een migratie over het oppervlak van de elektrode uit te voeren.

Een dergelijke inrichting is bekend uit het Britse octrooischrift GB 1.342.560. De kathodevlek migreert hierbij over het oppervlak van de elektrode met een willekeurige, rukkerige beweging, waarbij het oppervlak van de elektroden onder de kathodevlek snel door de sterke warmte verdampt. Het verdampte elektrodemateriaal wordt als bekleding op een substraat neergeslagen. Hierbij worden magnetische velden ingeschakeld wanneer de kathodevlek van de te verdampen elektrode migreert.

In verband met de willekeurige beweging van de kathodevlek kunnen elektroden met relatief kleine afmetingen op een relatief uniforme wijze worden geërodeerd bij het bekleden van een relatief klein substraat en derhalve verkrijgt men een doeltreffend gebruik van de elektrode. Wanneer evenwel de afmeting van substraat toeneemt, doet zich een moeilijkheid voor doordat dan niet langer een uniforme erosie van de elektrode optreedt, hetgeen leidt tot een slechte benutting van de elektrode. Vooral rechthoekige elektroden zijn in dit opzicht slecht.

De uitvinding ondervangt nu deze bezwaren. De inrichting volgens de uitvinding wordt daartoe gekenmerkt, doordat kathodevlekrichtorganen aanwezig zijn, voorzien van organen om ten minste intermitterend ten minste één magnetisch veld in een vooraf bepaalde richting over het oppervlak van de elektrode op te wekken teneinde daardoor de kathodevlek in de richting loodrecht op de richting van het magnetische veld te richten en op deze wijze een uniforme verdamping van de elektrode door de boog te bewerkstelligen.

Op deze wijze wordt de kathodevlek niet alleen bij de randen van de kathode gereflecteerd, maar wordt gecontroleerd gestuurd over het volledige kathodeoppervlak en bewerkstelt op deze wijze een uniforme verdamping van de elektrode.

De uitvinding zal onderstaand nader worden toegelicht onder verwijzing naar de tekening. Daarbij toont:

figuur 1 een perspectivisch aanzicht van een illustratieve gepulseerde magnetronboogkathode-uitvoeringsvorm volgens de uitvinding;

figuur 2a een dwarsdoorsnede over de lijn IIa-IIa van figuur 1;

figuur 2b een grafische voorstelling van illustratieve stroompulsen, die bij de uitvoeringsvorm volgens figuur 1 worden toegepast;

figuren 3 en 4 een illustratieve regelboogkathode-uitvoeringsvorm met volle beweging volgens de uitvinding, waarbij figuur 3 in bovenaanzicht een schakeling voor het toevoeren van stroom aan de magneetveldbron toont en figuur 4 een dwarsdoorsnede is, beschouwd over de lijn IV-IV van figuur 3, welke verder de elektrode en de erosie daarvan toont;

figuren 5a, 5b en 5c een andere illustratieve regelboogkathode-uitvoeringsvorm met volle beweging, waarbij figuur 5b een schakeling voor het toevoeren van geschikte signalen aan de magneetveldbron toont, figuur 5a een dwarsdoorsnede is beschouwd over de lijn Va-Va van figuur 5b, en figuur 5c schematisch een illustratieve baan van de kathodevlek bij de uitvoeringsvorm volgens de figuren 5a en 5b toont;

figuur 6 een grafische voorstelling van illustratieve golfvormen, welke ook kunnen worden toegepast bij de uitvoeringsvorm volgens de figuren 5a en 5b overeenkomstig de uitvinding;

figuur 7 een schematische afbeelding van een verdere magnetische veldbron voor een regelboogkathode met volle beweging volgens de uitvinding;

figuren 8 en 9 een verdere illustratieve uitvoeringsvorm van een regelboogkathode met volle beweging volgens de uitvinding, waarbij figuur 8 schematisch in bovenaanzicht de plaats van de magnetische veldbron ten opzichte van de elektrode aangeeft, en figuur 9 een dwarsdoorsnede is, beschouwd over de lijn IX-IX van figuur 8;

figuur 10 een dwarsdoorsnede, welke schematisch een andere uitvoeringsvorm van een magneetveldbron voor een regelboogkathode met volle beweging aangeeft;

figuur 11 een dwarsdoorsnede welke schematisch weer een andere illustratieve magneetveldbron ten gebuik bij een regelboogkathode met volle beweging volgens de uitvinding toont.

Thans wordt verwezen naar de tekening, waarin overeenkomstige onderdelen in de figuren van dezelfde verwijzingen zijn voorzien.

De figuren 1 en 2a zijn gericht op een illustratieve gepulseerde magnetronboogkathode 10 volgens de uitvinding. Er is een elektrode 12 van het verdampte materiaal aanwezig, welke elektrode elektrisch

geleidend moet zijn en bijvoorbeeld uit een metaal bestaat. De elektrode 12, die door middel van een boog moet worden verdampt, is aan de omtrek daarvan voorzien van boogbeperkingsorganen 14, welke een buitenste rail kunnen omvatten, bestaande uit een nitridemateriaal, zoals boornitride of titaannitride, als beschreven in het Amerikaanse octrooischrift 4.430.184 of een magnetisch permeabel materiaal, zoals beschreven in de Amerikaanse octrooiaanvraag serialnummer 572.007. Voorts kunnen de boogbeperkingsorganen 14 een geaard scherm vormen, als beschreven in het Amerikaanse octrooischrift 3.793.179, of een anode vormen als beschreven in het Amerikaanse octrooischrift 3.625.848. Men kan gebruik maken van een optionele binnenste rail 15.

Onder de elektrode 12 bevindt zich een magneetveldbron 16, welke meer in het bijzonder een magneet-spoel omvat, waarbij de centerlijn van de spoel in figuur 1 door de stippellijn 19 is aangegeven. De spoel is opgesteld in een permeabele koppelinrichting 18 teneinde daardoor over de elektrode een transversaal magnetisch veld 17 op te wekken, als weergegeven in figuur 2a.

Een pulsgenerator 20 voert stroompulsen aan de spoel 16 toe, waarbij illustratieve pulsen zijn weergegeven in figuur 2b. Tussen de elektrode 12 en de spoel 16 bevindt zich een ruimte 22 door welke ruimte zich organen voor het leveren van een koelmiddel, zoals water, kunnen uitstrekken. Schematisch is een anode 21 aangegeven, waarbij tussen deze anode en de elektrode 12 een stroombron 23 is verbonden, zoals gebruikelijk is bij boogverdampingskathoden. Zoals eveneens bekend is, kan gebruik worden gemaakt van een afzonderlijke kathode, welke met de bron 23 wordt verbonden, waarbij de elektrode 12 zich op de afzonderlijke kathode kan bevinden. Voorts is schematisch een substraat 25 aangegeven, welke voor het doel van de uitvinding meer in het bijzonder een groter substraat is, waarbij in bepaalde toepassingen de anode en de substraat uit hetzelfde onderdeel kunnen bestaan. Zoals boven is besproken, hebben dergelijke substraten tot nu toe een aantal boogbronnen vereist om deze substraten te bekleden. Volgens de uitvinding echter vindt een praktische, commerciële bekleding van gebieden met groot oppervlak of grote rijen van kleinere delen plaats met een grote boogelektrode – dat wil zeggen een elektrode met een oppervlakte van ten minste 125 cm^2 , doordat gebruik wordt gemaakt van een transversaal magnetisch veld voor het verkrijgen van een gerichte beweging van de kathodevlek of kathodevlekken over de elektrode, waarbij het veld of gepulseerd of continu is, waardoor een uniforme erosie van de elektroden met groot oppervlak wordt verkregen.

Tijdens het bedrijf wordt een boog van het zogenaamde type 2 op de elektrode 12 tot stand gebracht nadat de elektrode eerst is gereinigd. Tijdens het initieel reinigen van de elektrode treedt een boog van het type 1 op, welke zich betrekkelijk snel over de elektrode beweegt. Na het reinigen van de elektrode beweegt de boog van het type 2 zich dan over de elektrode, waarbij deze laatstgenoemde boog de boog is, welke voorziet in de verdamping van de elektrode. De boog van het type 2 heeft de neiging zich betrekkelijk traag over de elektrode te bewegen, bijvoorbeeld met een snelheid van ongeveer 1 m per seconde. Dit is een willekeurige beweging, welke de neiging heeft om rukkerig in één richting en daarna in een andere richting plaats te vinden. Onder verwijzing naar figuur 2b worden de stroompulsen aan de magneetspoel 16 toegevoerd wanneer de boog van het type 2 eenmaal tot stand is gebracht. Gedurende de tijd zonder pulsen zal de boog de neiging hebben om zich op een willekeurige wijze binnen de boogbegrenzingsorganen of de buitenrail 14 en de binnenrail 15 te bewegen, dat wil zeggen, dat de beweging de neiging heeft om betrekkelijk lokaal te zijn en geen beoogde richting te hebben. Gedurende de tijd t_1 wanneer de stroompuls wordt toegevoerd, wordt het transversale magnetische veld 17 opgewekt, dat eerst de neiging heeft om de kathodevlek over de centerlijn 19 van de spoel 16 te centreren en in de tweede plaats de kathodevlek over een vooraf bepaalde mate in de richting van de in figuur 1 aangegeven pijlen te bewegen. Meer in het bijzonder is het magnetische veld gedurende slechts een geringe fractie van de totale periode $t_1 + t_2$ aanwezig. Derhalve wordt het grootste gedeelte van de tijd gebruikt bij de willekeurige beweging van de kathodevlek vanuit de buitenste rail 14 naar de binnenste rail 15. Het is duidelijk, dat het magnetische veld niet wordt gebruikt om de boog op de elektrode te houden doch slechts om te voorzien in een periodieke beweging van de vlek in de richting van de pijlen. Er kunnen evenveel kathodevlekken als gewenst is op de elektrode aanwezig zijn. Zoals bekend neemt het aantal vlekken toe in afhankelijkheid van de grootte van de door de bron 23 geleverde stroom. Indien een aantal vlekken aanwezig is, verkrijgt elk door de gedurende de tijd t_1 optredende veldpuls een soortgelijke beweging in voorwaartse richting. De boog dient voldoende frequent te worden bewogen om een uniforme bekleding van de substraat te garanderen. Bij zeer lange kathoden 10 kan dit een probleem worden tenzij meervoudige vlekken worden toegepast, zoals boven is vermeld. Dit zal in de meeste gevallen nodig zijn omdat de gemiddelde stroomdichtheid over het grote oppervlak van de elektrode moet worden onderhouden voor het verkrijgen van de verwachte bekledingssnelheid. In het algemeen zal door de lengte van de puls, t_1 en de waarde van de stroom tezamen de grootte van de gerichte beweging worden bepaald. Deze factoren kunnen derhalve

worden ingesteld afhankelijk van de bepaalde configuratie en meer in het bijzonder de lengte van de elektrode.

Zoals aangegeven in figuur 1, voorziet de elektromagneet 16 in een gesloten baan; een dergelijke baan is evenwel niet kritisch. Dat wil zeggen, dat zowel de willekeurige beweging van de boog als het schijnbaar
5 vermijden van een vlek voor een andere voorzien in een mechanisme voor het tot stand brengen van de beweging van de boog langs de baan 19, aangegeven in figuur 1.

Men kan andere configuraties van de magneetveldbron 16 gebruiken om de bovenstaande gedachte te verwezenlijken, inclusief bijvoorbeeld een omgekeerde vlekbebewegingsrichting door de polariteit van de uitgangssignalen van de pulsgenerator 20 om te keren. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk een spiraalvormige
10 beweging naar het midden van een grote elektrode uit te voeren en daarna om te keren en een spiraalvormige beweging naar buiten uit te voeren.

Zoals boven is vermeld, is de binnenste rail 15 optioneel. Wanneer deze rail wordt toegepast, kan deze zeer smal zijn – dat wil zeggen een afmeting van 1,5 mm hebben, en worden vastgehouden in een ondiepe groef, die in de elektrode 12 is gefreesd of gesneden. Wanneer de rail wordt gebruikt behoeft deze derhalve
15 slechts een zeer gering gebied van de elektrode te blokkeren. Wanneer geen binnenste rail 15 wordt toegepast, treden slechts een paar toevallige passages op. Zeer zelden overschrijdt de boog de centerlijn zonder zich naar het einde van de kathode te bewegen. Desondanks treedt in het midden van de elektrode een bijzonder goede erosie op. Het is net alsof de boog steeds een snelheid of een moment heeft, dat ertoe bijdraagt de boog weer terug te buigen wanneer het veld opnieuw tot stand wordt gebracht. Wanneer de
20 zichtbare kathodevlek zich zover over de centerlijn beweegt, dat de bewegingsrichting van de vlek moet worden omgekeerd, is de periode groot en de omkeerstraal groot, hetgeen een verder bewijs is, dat de boog een voortgezette snelheid of moment schijnt te hebben.

De figuren 3 en 4 tonen een uitvoeringsvorm van een gepulseerde magnetronboogkathode, waarbij de binnenste rail 15 van de uitvoeringsvorm volgens figuur 1 niet wordt toegepast. De buitenste boog-
25 begrenzingsorganen 14 omvatten organen, welke schematisch zijn aangegeven bij 26 om de buitenste rail 14 of de elektrode 12 in het stelsel vast te klemmen, zoals gebruikelijk is. De magneetveldbron omvat een permeabele koppelinrichting, zoals een ijzeren plaat 28 met daarin een ovale holte 30, en een spoel 32, die in de holte is opgesteld, waarbij de spoel meer in het bijzonder 50 tot 200 windingen van magneetdraad bestaande uit bijvoorbeeld koper omvat. Zoals aangegeven in figuur 3, omvatten de organen om een stroom
30 aan de respectieve uiteinden van de spoel 32 toe te voeren, een wisselstroombron 34, welke is gekoppeld met een transformator 36, die een gloeidraadtransformator met een uitgangsspanning van 6,3 V kan zijn. In de secundaire keten van de transformator is een gelijkrichter 37 opgenomen, waarbij de respectieve uiteinden van de secundaire wikkeling met de respectieve uiteinden van de spoel 32 zijn verbonden. Derhalve wordt aan de spoel, als weergegeven in figuur 3, een enkelvoudig gelijkgerichte sinusgolf
35 toegevoerd. Deze golfvorm is bij benadering even effectief als de golfvorm volgens figuur 2b. Door het instellen van zowel het vermogen van de spoel 32 als de uit de stroombron 23 afkomstige stroom (zie figuur 2a) wordt de snelheid van de kathodevlek beïnvloed.

Tijdens het bedrijf wordt de wisselstroombron 34 ingeschakeld na de initiële reiniging van de elektrode. Tijdens de uitschakeltijd van het gelijkgerichte wisselstroomingangssignaal, treedt een willekeurige beweging
40 van de vlek op, terwijl tijdens de inschakeltijd het magnetisch veld 33 wordt opgewekt voor het tot stand brengen van een intermitterende gerichte beweging van de vlek over de elektrode op een wijze, zoals deze is besproken voor de uitvoeringsvorm volgens figuur 1. Bij een geteste eenheid benaderde de breedte van het erosiepatroon die, welke bij 24 in figuur 4 is weergegeven. Een diepere erosie trad op bij het gebied 24a welk gebied zich boven de spoel bevindt. Deze diepere erosie werd veroorzaakt door de sinusgolf-
45 aandrijving, welke bij inschakeling, de vlek naar de centerlijn boven de bron 32 gedurende een te grote tijdfractie doet terugkeren. Dat wil zeggen, dat in analogie met figuur 2b de periode t_1 te groot was. Door de spoel 32 zover van het midden op te stellen, dat het midden van de spoel zich op een afstand van ongeveer 6 mm van de binnenrand van de rail 14 bevindt, verkrijgt men een bijzonder goede benutting van de elektrode en wordt het door de sinusgolf-aandrijving veroorzaakte effect tot een minimum teruggebracht.

De uitvoeringsvorm volgens figuren 5a en 5b is die van een boogkathode met volledige bewegingsregeling in tegenstelling met de eerder beschreven gepulseerde magnetronboogkathoden. Het magnetische veld wordt bij een boogkathode met volledige bewegingsregeling continu aangelegd, terwijl het bij een gepulseerde magnetronboogkathode in- en uitgepuleerd wordt. Ofschoon niet weergegeven in figuur 5a en bepaalde andere figuren van de tekening, omvat de elektrode 12 boogbegrenzingsorganen 14 om de boog
50 op het oppervlak van de elektrode te houden. Onder de elektrode 12 bevindt zich een magneetveldbron, welke is voorzien van magneetspoelen 42 en 44, waarbij de spoel 42 concentrisch binnen de spoel 44 is opgesteld. Elk van de spoelen omvat meer in het bijzonder 50 tot 200 windingen van magneetdraad. In

figuur 5b is een schakeling weergegeven om een stroom aan de spoelen 42 en 44 toe te voeren, welke schakeling is voorzien van een signaalbron 50, welke een wisselstroom of een rechthoekige uitgangsgolf kan leveren. Dit signaal wordt over een transformator 48 gevoerd, waarvan de secundaire wikkeling is voorzien van een middenaftakking 52. Met de respectieve uiteinden van de secundaire wikkeling kunnen

- 5 gelijkrichters 54 en 56 worden verbonden indien de bron 50 een wisselstroomuitgangssignaal levert. Aannemende, dat de bron 50 een wisselstroomuitgangssignaal levert, zijn met de respectieve uiteinden van de spoel 42 de middenaftakking 52 en de kathode van de gelijkrichter 56 verbonden, terwijl met de respectieve uiteinden van de spoel 44 de middenaftakking 52 en de kathode van de gelijkrichter 54 zijn verbonden. Het is duidelijk, dat de polariteit van de gelijkrichters, als aangegeven, illustratief is en dat van
- 10 beide, indien dit gewenst is, de polariteiten kunnen worden omgekeerd.

- Voordat wordt voortgegaan met een beschrijving van de werking van de kathode volgens de figuren 5a en 5b wordt opgemerkt, dat de gepulseerde magnetronboogkathode voorziet in een willekeurige baan met periodieke momenten van een gedwongen beweging om de baan. Bovendien voorziet het gepulseerde magnetronveld in een centreerkracht direct boven de aandrijfspool evenals een drukkracht om de baan. Dit
- 15 principe wordt gebruikt bij de boogkathode met volledige bewegingsregeling volgens de figuren 5a en 5b, waarbij de spoel 42 een binnenste gepulseerde spoel vormt, terwijl de spoel 44 een buitenste gepulseerde spoel vormt, zodat het magnetische midden (en derhalve de kathodevlek) afhankelijk van het feit welke van de spoelen wordt bekrachtigd, naar binnen en naar buiten wordt bewogen. De binnenste en buitenste spoelen worden afwisselend bekrachtigd door afwisselende halve perioden van de uit de bron 50 afkomstige
- 20 signalen. Derhalve wordt de boog over de baan met periodieke pulsen bewogen doch tevens, als weergegeven in figuur 5c bij 58, ten opzichte van het midden 42a van de binnenste spoel naar het midden 44a van de buitenste spoel heen en weer bewogen. De magnetische veldcomponenten, welke de boog heen en weer bewegen, zijn zwakker dan die, welke voor een voorwaartse beweging van de boog zorgen. Derhalve kan een vrije zwerfbeweging aanwezig zijn om het patroon nog verder te verbreden.

- 25 De aandrijfperiode van elk van de spoelen 42a en 42b dient juist zo groot te zijn voor de boog, dat het midden van het veld over die spoel beweegt. Indien die periode langer is, zal direct boven de spoelen een te grote erosie optreden. Het is gewenst, dat het veld van elke spoel de gehele elektrode bestrijkt, zodat de boog zich steeds onder de magneetkoepel 46 bevindt. Zolang als een volmaakte synchronisatie tussen de spoelaandrijving en boog/elektrode-rotatiepositie niet aanwezig is, zal een uniforme erosie om de baan
- 30 optreden. Afhankelijk van de afmeting van de elektrode en de aandrijfparameters, kan de boogbeweging vanuit een veldmidden naar het andere zelfs een aantal bewegingen om de baan omvatten in plaats van die, weergegeven in figuur 5c.

- Er zijn proeven uitgevoerd met de van twee spoelen voorziene boogkathode met volledige bewegingsregeling volgens de figuren 5a en 5b met sinusgolven. Bij zowel een sinusvormige als rechthoekige
- 35 golfaandrijving voor het stelsel met de twee spoelen, is er een kritische waarde van de tempering voor de beste resultaten. De boog dient niet in een vaste baan te blijven doch veeleer tussen twee stabiele banen heen en weer te oscilleren. Men kan een volledige regeling verkrijgen doordat de beide spoelen nooit tegelijkertijd zijn uitgeschakeld. Derhalve kunnen verschillende op een speciale wijze geconfigureerde golfvormen worden gebruikt om de erosie-uniformiteit maximaal te maken. Ter illustratie zijn speciaal
- 40 geconfigureerde, driehoekige golven weergegeven in figuur 6, welke figuur de aandrijfrelatie tussen de golven toont. Wanneer de spoel 42 volledig wordt bekrachtigd, is de spoel 44 uitgeschakeld. Wanneer de aan de spoel 42 toegevoerde stroom afneemt, neemt de aan de spoel 44 toegevoerde stroom toe en omgekeerd. Derhalve beweegt het midden van het transversale magnetisch veld zich geleidelijk heen en weer tussen de twee spoelen. De boog (of kathodevlek) volgt dit veldmidden en beweegt zich derhalve ook
- 45 heen en weer wanneer de boog over de baan wordt bewogen. Derhalve verkrijgt men bij de uitvoeringsvorm volgens de figuren 5a en 5b een volledige regeling van de boog, waarbij deze over de baan heen en weer wordt gezwaaid. De regeling houdt nooit op. De boog kan bij deze uitvoeringsvorm veel sneller worden bewogen aangezien het niet langer nodig is een willekeurige zwerfbeweging op de voorwaartse beweging te superponeren om een erosie van het gedeelte van de spoel 42 naar het gedeelte van de spoel 44 van de
- 50 elektrode 42 te verzekeren.

- Figuur 7 toont een verdere illustratieve uitvoeringsvorm van een magneetveldbron ten gebruike bij een boogelektrode met volledige bewegingsregeling. Meer in het bijzonder wordt gebruik gemaakt van een continu voorwaarts bewegingsveld met een oscillerende zijdelingse/centraal gerichte gradiënt. Derhalve is de spoel volgens figuur 7 een samengestelde spoel met een eerste zich in de lengterichting uitstrekkende
- 55 spoel 60, overeenkomende met één van de spoelen 42 en 44 van de uitvoeringsvorm volgens de figuren 5a en 5b of de spoel 32 volgens figuur 4. Een tweede spoel 62 is loodrecht op de voorwaartse bewegingsspoel 60 gewikkeld, waarbij aan deze tweede spoel een oscillerende stroom wordt toegevoerd. Aan de voor-

waartse bewegingsspoel 60 wordt een continue gelijkstroom toegevoerd en derhalve kan in die zin de boogkathode als een boogmagnetron worden beschouwd. De oscillerende zijdelingse/centraal gerichte gradiënt wordt verkregen door de aandrijfspoel 62. Deze uitvoeringsvorm heeft de neiging om meer kritisch te zijn dan die volgens de figuren 5a, 5b aangezien de spoelen 60 en 62 met elkaar samenwerken voor het tot stand brengen van de maximale hoeveelheid beweging van de boog.

Voordat de resterende uitvoeringsvorm volgens de uitvinding worden besproken, wordt erop gewezen, dat bij de uitvoeringsvorm volgens de figuren 1 en 3 kathoden met groot oppervlak worden geërodeerd door een intermitterende boogvoortstuwing over de kathode of elektrode. Bij de uitvoeringsvormen volgens de figuren 5a, 5b verkrijgt men een continue heen- en weergaande boogbeweging tussen concentrische afwisselend optredende magnetronvelden. Bij de uitvoeringsvorm volgens figuur 7 wordt door de continu aandrijvende spoel 60 een continu voorwaarts veld opgewekt en derhalve kan deze uitvoeringsvorm eventueel als een boogmagnetron worden beschouwd. Bij de resterende uitvoeringsvormen volgens de uitvinding worden andere boogkathoden met volledige bewegingsregeling beschreven, waarbij gebruik wordt gemaakt van verschillende magnetronvelden van een continu doch complex type. Deze voorzien vaak in minder beperkingen voor het tot stand brengen van een uniforme erosie van grote elektrodeoppervlakken met een rechthoekige of onregelmatige configuratie. Er bestaat een aantal literatuurplaatsen, dat zich bezighoudt met het gedrag van een vacuümboog in de aanwezigheid van een transversaal magnetisch veld. Een van deze literatuurplaatsen is het artikel van Keseav en Pashakova, getiteld "The Electromagnetic Anchoring of the Cathode Spot", Soviet Physics-Technical Physics, vol. 4, pag. 254 (1959). Aangezien deze auteurs hebben gewerkt met een kwikkathode, vormde het erosieprofiel geen factor en natuurlijk evenmin de uniformiteit van de erosie daarvan, welke een belangrijke overweging is bij de uitvinding. Bovendien is bij een aantal bekende studies, het magnetronveld momentaan en is de levensduur van de boog bijzonder gering. Verder is het continue magnetronveld niet op een doeltreffende wijze toegepast bij het in vacuüm bekleden door middel van een boog, doordat de veldspoel meer in het bijzonder buiten het gebied van de elektroden is opgesteld, zoals in het bovengenoemde Amerikaanse octrooischrift nr. 3.836.451. Derhalve bevindt het dwarsgedeelte van het veld, dat boven de spoel optreedt, zich niet boven de elektrode.

Indien een voldoende sterk magnetronveld wordt gebruikt om de aanwezigheid van een boog van het type 2 te garanderen, is de erosiedoorsnede gering. Wanneer evenwel de waarde van het veld wordt gereduceerd tot een marginaal niveau, is een veel breder, meer "V"-vormig erosiepatroon waargenomen. Een bestudering van het gepulseerde en continue zwakke veldgedrag heeft ertoe geleid het veld te versterken totdat een gerichte snelheid van ongeveer 50 tot 75 cm per seconde wordt waargenomen wanneer de rail 14 uit een permeabel materiaal bestaat. Snelheden, welke aanmerkelijk kleiner zijn dan ongeveer 50 cm per seconde, kunnen onstabiel worden, waarbij geen waarneembare neiging op korte termijn aanwezig is om op een gerichte wijze over de elektrode een beweging uit te voeren. In het algemeen dient de intensiteit van het magnetische veld aan het oppervlak van de elektrode 12 ten minste ongeveer drie gauss te bedragen wanneer de rail 14 permeabel is, terwijl de intensiteit ten minste ongeveer één gauss dient te bedragen wanneer gebruik wordt gemaakt van niet-permeabele organen, voor het verkrijgen van een begrenzing van de boog ofschoon het duidelijk is, dat magnetische intensiteiten, welke kleiner zijn dan de bovengenoemde waarden, met variërende mate van succes kunnen worden toegepast in afhankelijkheid van het gebruikte type magneetveldbron en de vereiste mate van erosie-uniformiteit.

Bij de resterende uitvoeringsvormen volgens de uitvinding wordt bij meer complexe constructies met voordeel gebruik gemaakt van naast elkaar gelegen secties met omgekeerde polariteit van een magnetisch veld. In de figuren 8 en 9 is een spoel 64 weergegeven, die een in het algemeen U-configuratie bezit, voorzien van vier gescheiden lineaire secties 64a tot en met 64d, waarbij de stroom in naast elkaar gelegen secties een tegengestelde richting heeft, waardoor de naast elkaar gelegen secties met omgekeerde polariteit van het magnetische veld worden verkregen. Het erosiepatroon van elke sectie heeft de neiging een "V" met afgeronde onderzijde te zijn, waarvan de breedte betrekkelijk gering is zelfs bij een geringe energie van de spoel. De lineaire secties worden zo dicht bij elkaar opgesteld, dat de daardoor gevormde "V"-vormige erosiepatronen elkaar overlappen, waardoor door de sommatie daarvan een in hoofdzaak uniforme elektrode-erosie wordt verkregen. Door derhalve de afstand van de secties 64a tot en met 64d ten opzichte van elkaar in te stellen en een voldoende geringe spoelstroom toe te passen, verkrijgt men een in hoofdzaak uniforme elektrode-erosie. Door een dubbel gelijkgerichte wisselstroom te gebruiken voor het aandrijven van de spoel 64 kan men korte perioden van een zwerfbeweging van de boog verkrijgen doch wordt de kathodevlek of worden de kathodevlekken in de juiste banen gehouden. De spoelconfiguratie volgens de figuren 8 en 9 is toegepast bij een rechthoekige elektrode met afmetingen van 12,5 cm x 30 cm. Men kan in de spoel 64 ook gebruik maken van een constante gefilterde gelijkstroom. In dat geval komt het stelsel in het algemeen overeen met een constant magneetstelsel overeenkomende met een spetter-

magnetron doch vele malen zwakker.

Een vast magneetstelsel ten gebruike bij een boogkathode is weergegeven in figuur 10 en omvat een permeabele steunplaat 66 en magneten 68a tot en met 68c, waarbij de polarisatie van naast elkaar gelegen magneten tegengesteld is gericht, als aangegeven door de pijlen. Ook nu weer verkrijgt men naast elkaar
5 gelegen secties met omgekeerde polariteit van het magnetische veld, welke velden zijn aangegeven bij 70. De vereiste veldsterkte bedraagt slechts een paar gauss; om evenwel een dikke elektrode 12 te gebruiken (welke natuurlijk boven de in figuur 10 afgebeelde magneetveldbron moet worden opgesteld) en wel gedurende lange bedrijfsperioden zonder een verwisseling van elektrode, moet het veld over een aanzienlijke hoogte aanwezig zijn. Dit kan worden verkregen door de uitvoeringsvorm volgens figuur 11, waarbij
10 magneten 80a en 80b, welke zijn toegevoegd aan de uitvoeringsvorm volgens figuur 10, bijdragen tot het verschaffen van een naar boven gerichte veldverlenging. De permanente magneten 76a tot en met 76c en 80a, 80b kunnen uit conventionele magneetmaterialen of flexibele permanente magneetmaterialen bestaan, zoals die, welke zijn beschreven in het Amerikaanse octrooischrift 4.265.729. Bovendien kunnen als de bovenbeschreven magneten vaste ferrietmagneten worden gebruikt.

15 Uit het bovenstaande blijkt, dat een aantal verschillende gepulseerde en continue methoden is gebruikt, welke het verdampen door middel van een boog van grote elektroden praktisch maken. In het verleden zijn door Keseav bij vacuümboog-toepassingen magnetronvelden gebruikt; het magnetronveld werd evenwel gebruikt om de boog voor bekledingsdoeleinden op de elektroden te houden. Dit geschiedde door het gebruik van één winding van de voedingslijn achter de elektrode. Nergens wordt door Keseav echter het
20 gebruik van een magnetronveld bij een grote elektrode gesuggereerd om daardoor een uniforme erosie daarvan te vereenvoudigen. Voorts wordt door Keseav niet gesuggereerd gebruik te maken van boog-begrenzingsorganen naast afzonderlijke organen om de kathodevlek op het oppervlak van de elektrode te richten. Bovendien vindt men in de standaardtechniek geen suggesties ten aanzien van de hier en hierna beschreven variaties voor het tot stand brengen van een uniforme erosie van door middel van een boog
25 verdampende grote elektroden:

1. Het gebruik van zwakke, doch complexe magnetronvelden, als weergegeven in en besproken onder verwijzing naar de figuren 8 tot en met 11, voor het tot stand brengen van een bijna uniforme erosie van het grote elektrodeoppervlak door elektromagneten of permanente magneten. Dergelijke magnetronvelden kunnen een zodanige vorm hebben, dat een eenvoudige "race track"-erosie van het "V"-type gedeeltelijk
30 naast gelegen erosiepatronen van hetzelfde type overlapt.
2. Het gebruik van gepulseerde magnetronstelsels, hetzij met één hetzij met meer banen, waarbij een gerichte boogbeweging en een eventuele willekeurige zwerfbeweging optreedt, als aangegeven in en besproken onder verwijzing naar de figuren 1 tot en met 7.
3. Het gebruik van stelsels met een aantal spoelen of stelsels met een permanente magneet plus spoelen
35 om het midden van het magneetveld over het oppervlak van de elektrode te verschuiven. Een enigszins analoog type regeling voor spetterbekleding is beschreven in het Amerikaanse octrooischrift 3.956.093.
4. Het gebruik van een mechanische beweging van spoelen of vaste magneten voor het beïnvloeden van magnetische velden bij de boogelektrode, waarbij een enigszins analoog type regeling voor spetterbekleding is beschreven in het Amerikaanse octrooischrift 3.878.085.
- 40 5. Het gebruik van een mechanische beweging van de boogelektrode ten opzichte van het magnetische stelsel met permeabiliteit, waarbij een enigszins analoog type regeling voor spetterbekleding is beschreven in het Amerikaanse octrooischrift 4.356.073.

45 Conclusies

1. Boogverdampingsinrichting omvattende een elektrode met een oppervlak van een te verdampen materiaal, organen voor het vormen van een boog aan het oppervlak van de elektrode voor het verdampen van het elektrodemateriaal, welke boog wordt gekarakteriseerd door de aanwezigheid van geladen deeltjes
50 en een kathodevlek, welke de neiging heeft om op een willekeurige wijze een migratie over het oppervlak van de elektrode uit te voeren, met het kenmerk, dat kathodevlekrichtorganen aanwezig zijn, voorzien van organen om ten minste intermitterend ten minste één magnetisch veld in een vooraf bepaalde richting over het oppervlak van de elektrode op te wekken teneinde daardoor de kathodevlek in de richting loodrecht op de richting van het magnetische veld te richten en op deze wijze een uniforme verdamping van de elektrode
55 door de boog te bewerkstelligen.
2. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het oppervlak van de elektrode een oppervlakte van ten minste 125 cm² heeft.

3. Inrichting volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat organen voor het begrenzen van de boog tot het oppervlak van de elektrode aanwezig zijn.
4. Inrichting volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat de kathodevlekrichtorganen zijn voorzien van organen om de kathodevlek volgens een in hoofdzaak gesloten baan over het oppervlak van de elektrode te bewegen.
5. Inrichting volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat de boogbegrenzingsorganen bestaan uit een rail, welke zich langs de omtrek van het elektrodeoppervlak uitstrekt, welke rail bestaat uit een magnetisch permeabel materiaal.
6. Inrichting volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat de intensiteit van het magnetische veld bij het elektrodeoppervlak ten minste 3×10^{-4} Tesla bedraagt.
7. Inrichting volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat een binnenste rail aanwezig is, die zich langs een centraal gedeelte van het elektrodeoppervlak uitstrekt, dat daardoor een baan om de binnenste rail bepaalt, welke in het algemeen overeenkomt met de baan, die door de kathodevlek wordt doorlopen wanneer deze in de genoemde richting, in hoofdzaak loodrecht op de richting van het magnetische veld wordt bewogen.
8. Inrichting volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat de boogbegrenzingsorganen bestaan uit een rail, die zich langs de omtrek van het elektrodeoppervlak uitstrekt, welke rail bestaat uit een nitridemateriaal, gekozen uit de groep, bestaande uit boornitride of titaannitride.
9. Inrichting volgens conclusie 8, met het kenmerk, dat de intensiteit van het magnetische veld aan het oppervlak van de elektrode ten minste 1×10^{-4} Tesla bedraagt.
10. Inrichting volgens conclusie 8, met het kenmerk, dat een binnenste rail, aanwezig is, die zich langs een centraal gedeelte van het elektrodeoppervlak uitstrekt, waardoor een baan om de binnenste rail wordt bepaald, welke in het algemeen overeenkomt met de baan, die door de kathodevlek wordt doorlopen wanneer deze in de richting, in hoofdzaak loodrecht op de richting van het magnetische veld wordt bewogen.
11. Inrichting volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat de intensiteit van het magnetische veld aan het elektrodeoppervlak ten minste 1×10^{-4} Tesla bedraagt.
12. Inrichting volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat de kathodevlekororganen zijn voorzien van organen om het veld intermitterend in en uit te schakelen.
13. Inrichting volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat de kathodevlekrichtorganen zijn voorzien van elektromagneetorganen, welke aan de zijde van de elektrode zijn opgesteld tegenover het te verdampen oppervlak.
14. Inrichting volgens conclusie 13, met het kenmerk, dat een stroombron aanwezig is om aan de elektromagneetorganen een stroom toe te voeren.
15. Inrichting volgens conclusie 14, met het kenmerk, dat de stroombron aan de elektromagneetorganen een enkelvoudige gelijkgerichte stroom toevoert.
16. Inrichting volgens conclusie 14, met het kenmerk, dat de stroombron aan de elektromagneetorganen zodanig stroompulsen toevoert dat tijdens de duur van elke puls de kathodevlek in de vooraf bepaalde richting wordt bewogen, terwijl tijdens het interval tussen de pulsen de kathodevlek op een willekeurige wijze een zwerfbeweging over het elektrodeoppervlak uitvoert teneinde daardoor de in hoofdzaak uniforme verdamping van de elektrode te bewerkstelligen.
17. Inrichting volgens conclusie 13, met het kenmerk, dat de stroombron een enkelvoudig gelijkgerichte stroom aan de genoemde uiteinden van de spoel toevoert.
18. Inrichting volgens conclusie 13, met het kenmerk, dat de elektromagneetorganen zijn voorzien van een aantal concentrisch opgestelde spoelen, waarbij elke spoel een aantal windingen van magneetdraad omvat.
19. Inrichting volgens conclusie 18, met het kenmerk, dat het aantal spoelen twee is en de inrichting is voorzien van een stroombron, welke aan de respectieve spoelen in fase verschoven signalen toevoert, waardoor de spoelen afwisselend worden bekrachtigd en de kathodevlek achtereenvolgens vanuit een centerlijn boven één van de spoelen naar een centerlijn boven de andere spoel wordt bewogen, zodat de beweging van de kathodevlek wanneer deze over het elektrodeoppervlak wordt bewogen, een in hoofdzaak continue regeling wordt uitgeoefend.
20. Inrichting volgens conclusie 19, met het kenmerk, dat de golfvormen van de signalen, die respectievelijk aan de twee spoelen worden toegevoerd, een zodanige driehoekige configuratie hebben, dat wanneer de stroom die aan één van de spoelen wordt toegevoerd toeneemt, de stroom naar de andere spoel afneemt en omgekeerd, waardoor ten minste steeds aan elk van de spoelen een stroom wordt toegevoerd.
21. Inrichting volgens conclusie 19, met het kenmerk, dat de in fase verschoven signalen afkomstig zijn uit afwisselende halve-golfperioden van een wisselstroomsignaal.
22. Inrichting volgens conclusie 13, met het kenmerk, dat de elektromagneetorganen zijn voorzien van ten

minste een eerste spoel met een aantal windingen, waarbij deze windingen zich in hoofdzaak in dezelfde richting als de gerichte beweging van de kathodevlek uitstrekken, en een tweede spoel welke om de eerste spoel is gewikkeld en voorzien is van een verder aantal windingen waarbij het vlak van elke winding van de tweede spoel in hoofdzaak loodrecht staat op de windingen van de eerste spoel.

- 5 23. Inrichting volgens conclusie 22, met het kenmerk, dat aan de eerste spoel een continue gelijkstroom wordt toegevoerd en aan de tweede spoel een oscillerende stroom wordt toegevoerd, waardoor de gelijkstroom voorziet in een continue aandrijving van de kathodevlek over het elektrodeoppervlak, terwijl de oscillerende stroom voorziet in een veld, dat de kathodevlek om de richting, die door de continue aandrijving wordt verkregen, heen en weer oscilleert.
- 10 24. Inrichting volgens conclusie 13, met het kenmerk, dat de elektromagneetorganen zijn voorzien van een spoel met een in hoofdzaak U-vormige configuratie voorzien van een aantal evenwijdige, in hoofdzaak lineaire segmenten, die bij elkaar zijn opgesteld, waarbij de stroom in de naast elkaar gelegen segmenten tegengesteld gericht is, waardoor over de elektrode naast elkaar gelegen secties met omgekeerde polariteit van het magnetische veld worden verkregen.
- 15 25. Inrichting volgens conclusie 24, met het kenmerk, dat de bij elk van de lineaire segmenten behorende erosiebaan in wezen V-vormig is, een en ander zodanig, dat de bij elk lineair segment behorende V-vorm de bij de naast gelegen lineaire segmenten behorende V-vormen gedeeltelijk overlapt teneinde de in hoofdzaak uniforme verdamping van de elektrode te bewerkstelligen.
- 20 26. Inrichting volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat de kathodevlekrichtorganen zijn voorzien van organen voor het tot stand brengen van een aantal naast elkaar gelegen secties met omgekeerde polariteit van een magnetisch veld over het elektrodeoppervlak.
27. Inrichting volgens conclusie 26, met het kenmerk, dat de organen voor het tot stand brengen van de naast elkaar gelegen secties met omgekeerde polariteit zijn voorzien van een aantal permanente magneten en/of elektromagneten.
- 25 28. Inrichting volgens conclusie 27, met het kenmerk, dat de polariteit van ten minste enige van de genoemde magneten in hoofdzaak loodrecht op het oppervlak van de elektrode staat.
29. Inrichting volgens conclusie 28, met het kenmerk, dat verdere magneten aanwezig zijn, die tussen het aantal magneten zijn opgesteld, waarbij ten minste enige van deze verdere magneten een polariteit hebben, die in hoofdzaak loodrecht staat op de polariteit van de eerstgenoemde magneten, teneinde daardoor de
- 30 projectie van het magnetische veld over het elektrodeoppervlak te verbeteren.
30. Inrichting volgens conclusie 27, met het kenmerk, dat de genoemde magneten met een permeabele steunplaat zijn gekoppeld.
31. Inrichting volgens conclusie 27, met het kenmerk, dat de permanente magneten ferrietmagneten of lagen van flexibel permanent magneetmateriaal omvatten.
- 35 32. Inrichting volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat magneetorganen aanwezig zijn om het magnetische veld over het elektrodeoppervlak te verschuiven.
33. Inrichting volgens conclusie 32, met het kenmerk, dat de genoemde magneetorganen uit een elektro-magneet bestaan.
34. Inrichting volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat organen aanwezig zijn om de kathodevlek-
- 40 richtorganen te verschuiven teneinde daardoor het magnetische veld over het elektrodeoppervlak te verschuiven.
35. Inrichting volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat organen aanwezig zijn om de elektroden ten opzichte van de kathodevlekrichtorganen te verschuiven, teneinde daardoor het magnetische veld over de elektrode te verschuiven.
- 45 36. Inrichting volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat een uit kunststof bestaande substraat aanwezig is, waarop het metallische verdampte elektrodemateriaal als een bekleding wordt neergeslagen.

FIG. 1

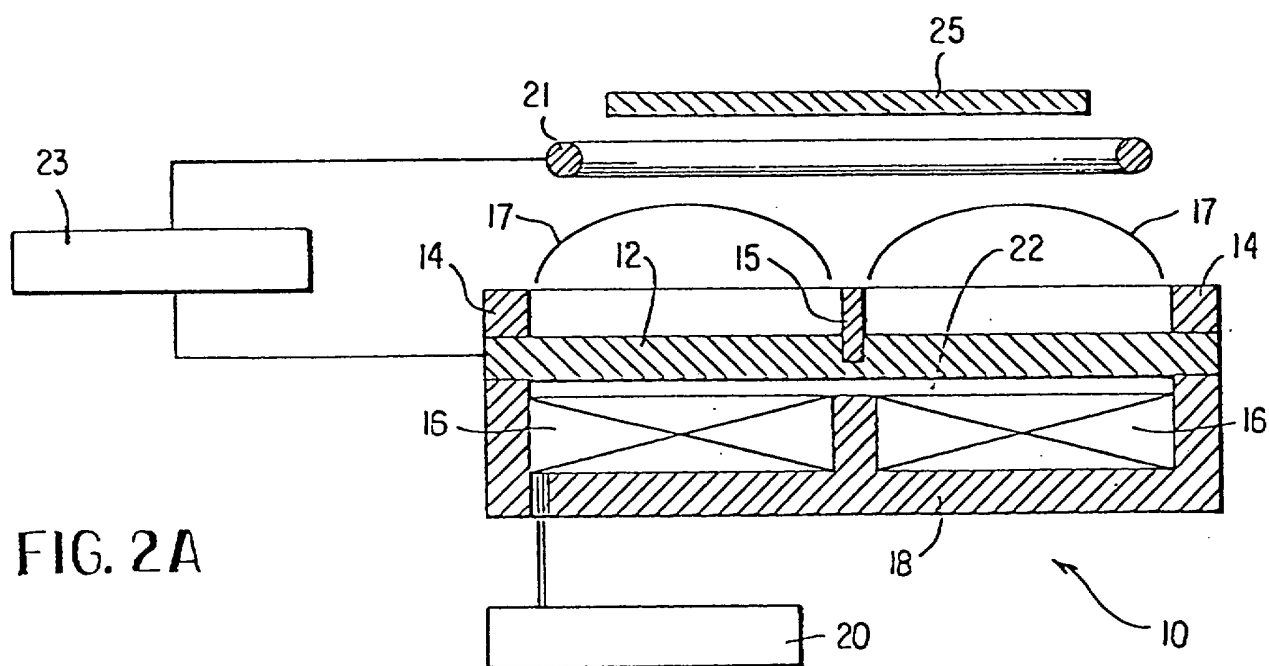
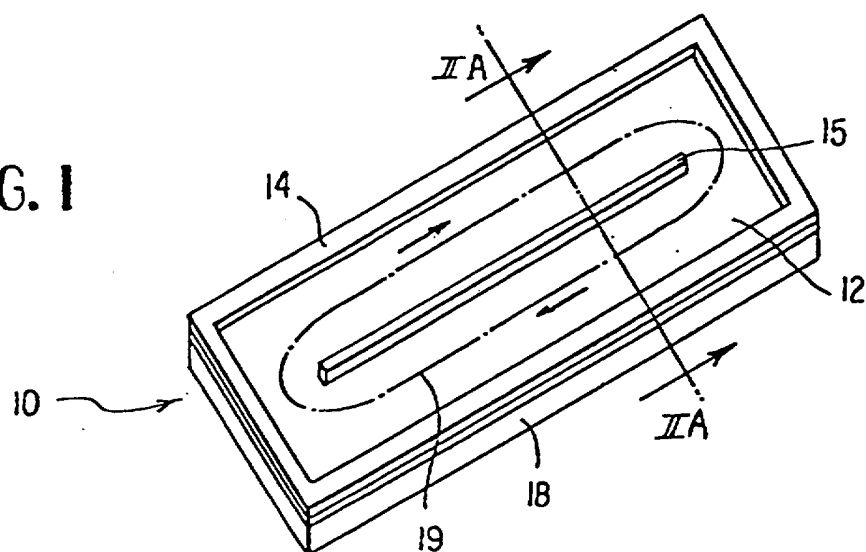
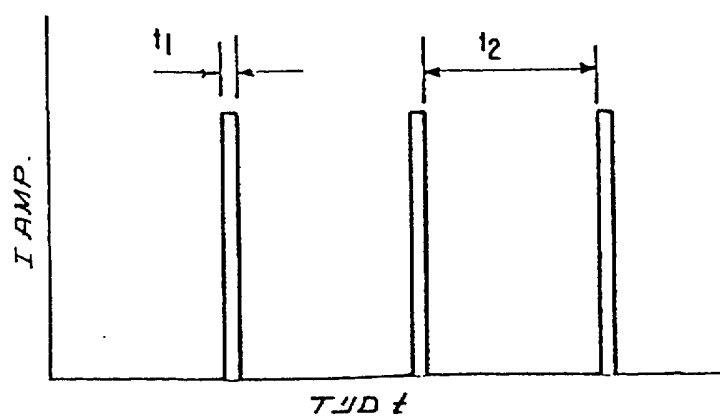


FIG. 2B



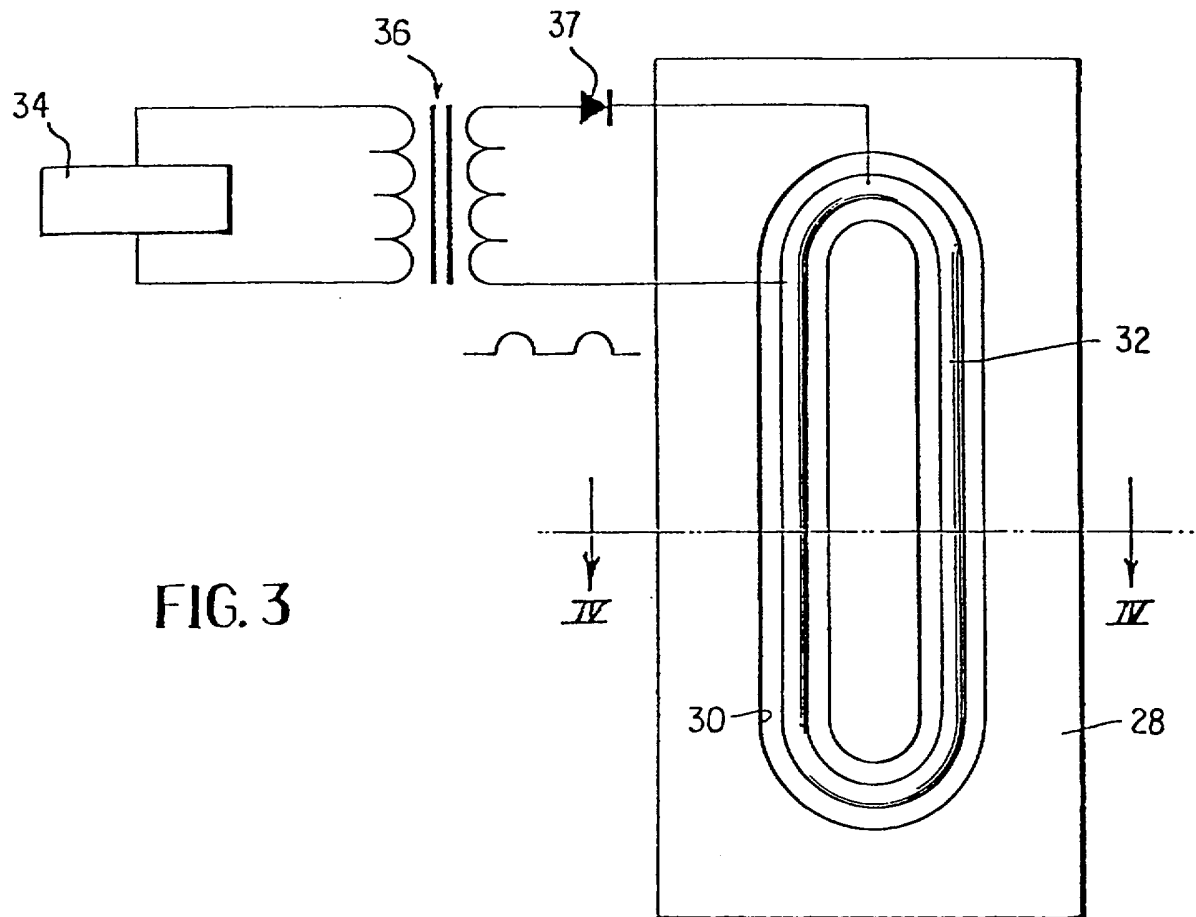
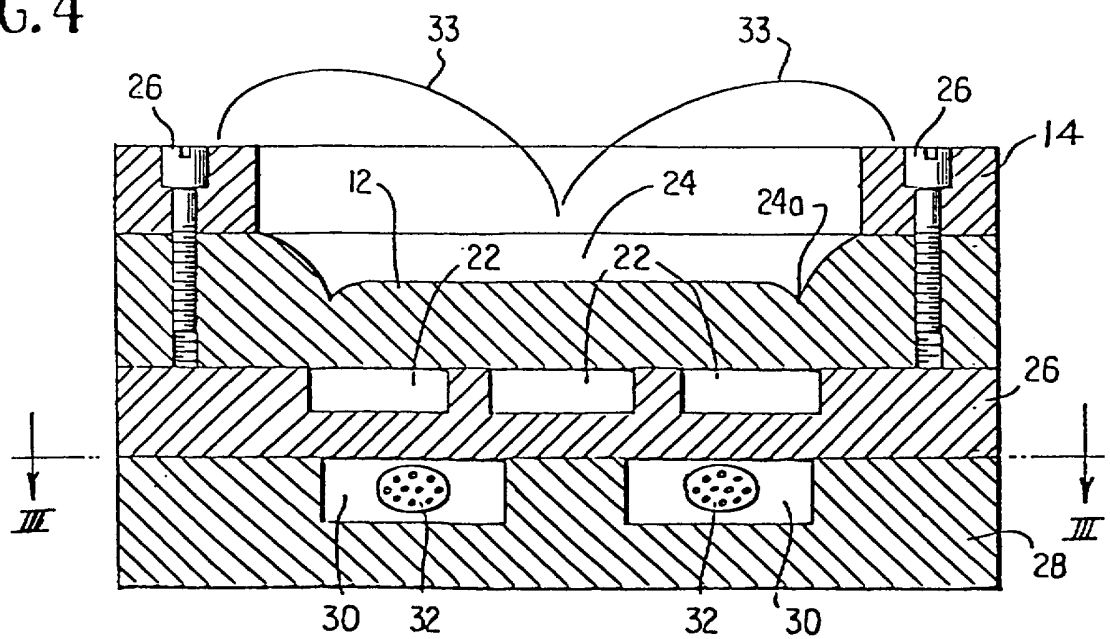


FIG. 4



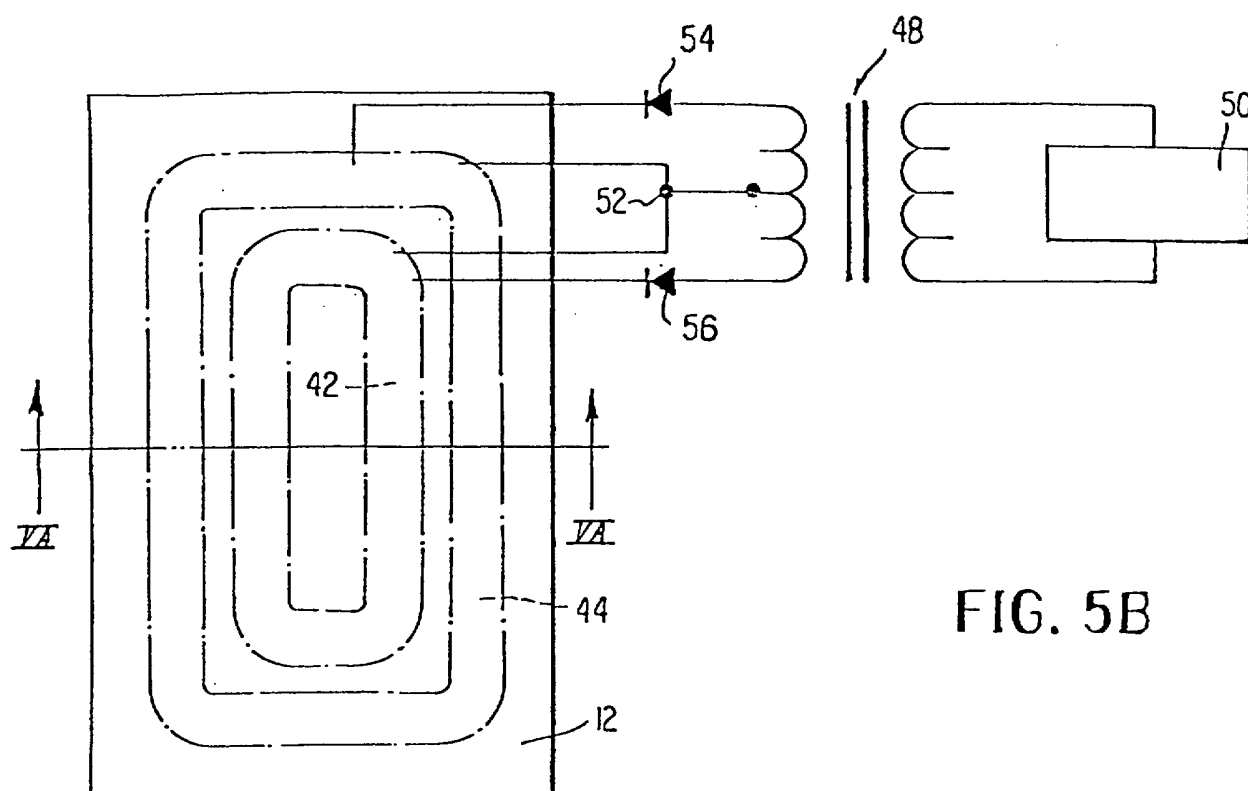


FIG. 5A

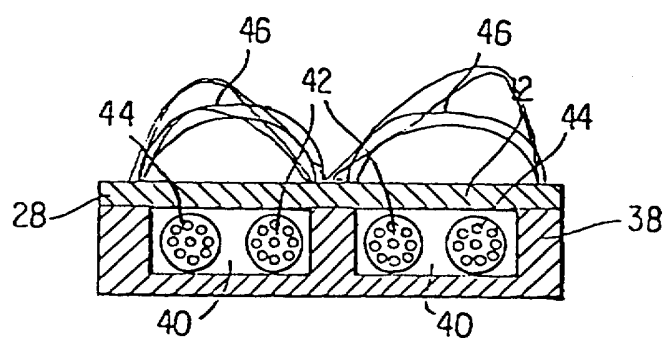


FIG. 5C

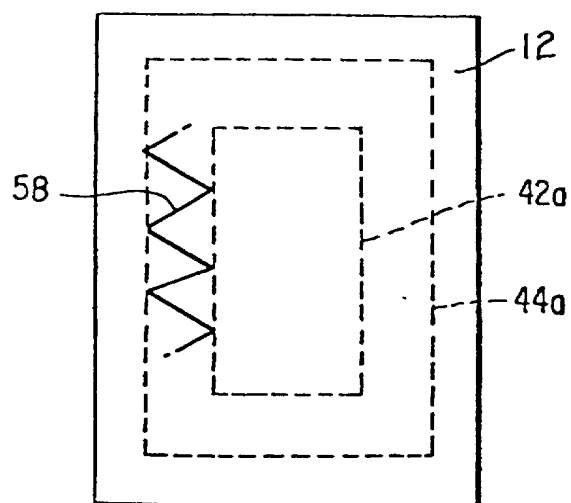


FIG. 6

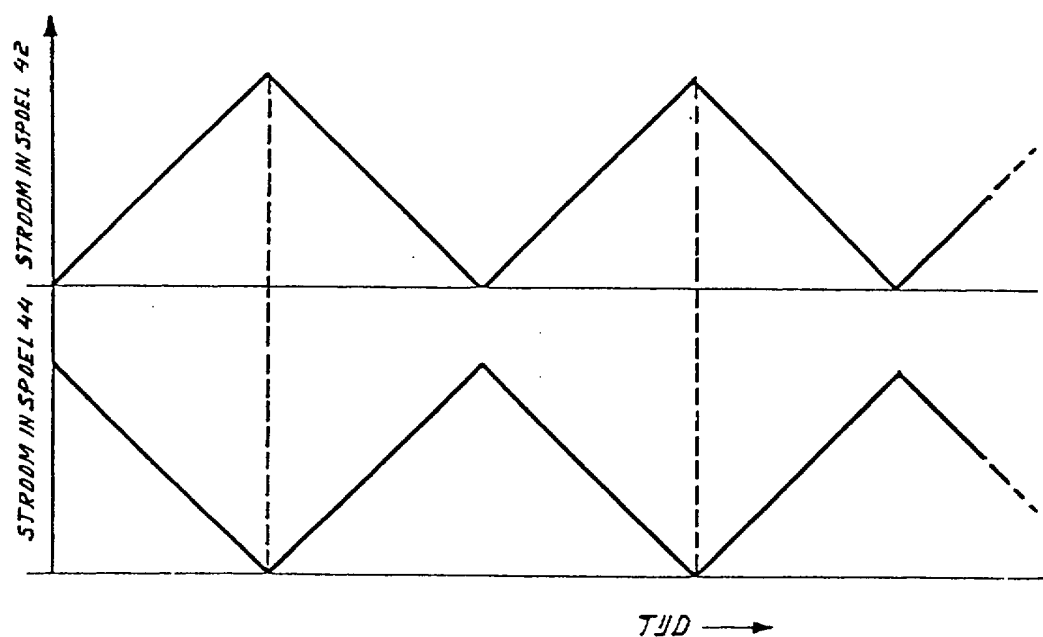


FIG. 7

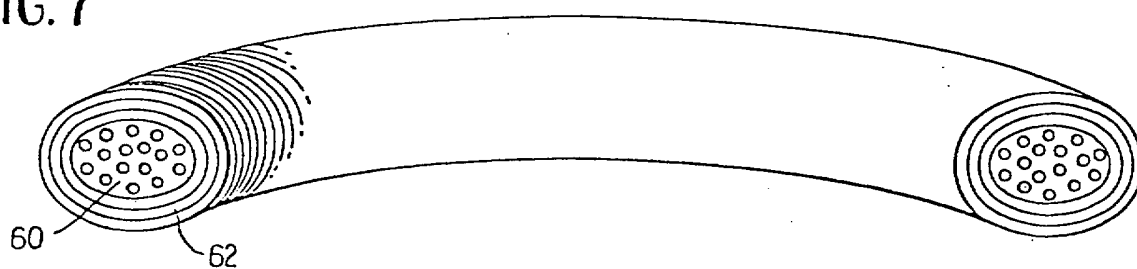


FIG. 8

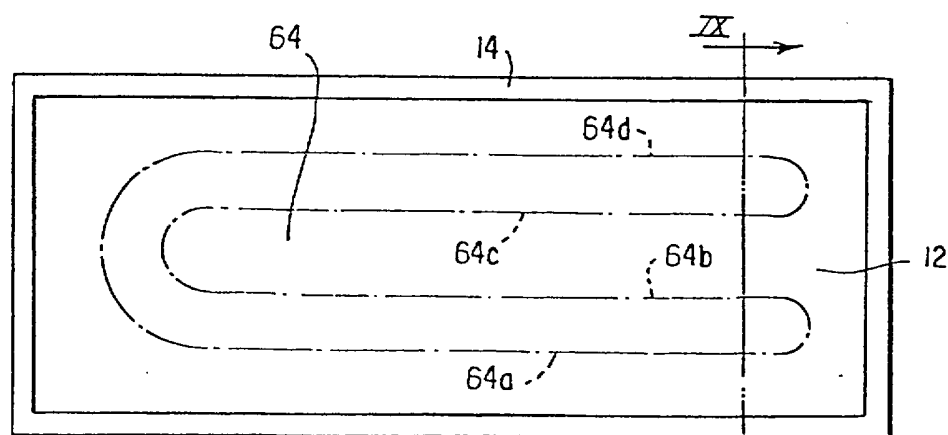


FIG. 9

