

(19)



Octroolraad
Nederland

(11) Publikatienummer: **9301480**

(12) A TERINZAGELEGGING

(21) Aanvraagnummer: **9301480**

(51) Int.Cl.⁵:
H01J 37/34, H05H 1/46

(22) Indieningsdatum: **26.08.93**

(30) Voorrang:
10.09.92 DE P 4230290

(43) Ter inzage gelegd:
05.04.94 I.E. 94/07

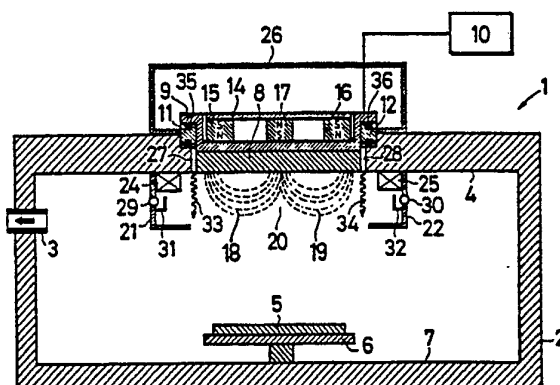
(71) Aanvrager(s):
**Leybold Aktiengesellschaft te Hanau a.d. Main,
Bondsrepubliek Duitsland**

(72) Uitvinder(s):
**Roland Gesche te Seligenstadt, Bondsrepubliek
Duitsland. Rudolf Latz te Rodgau,
Bondsrepubliek Duitsland**

(74) Gemachtigde:
**Ir. Th.A.H.J. Smulders c.s.
Vereenigde Octroobureaux
Nieuwe Parklaan 97
2587 BN 's-Gravenhage**

(54) **Inrichting voor het opwekken van een plasma door middel van kathodeverstuiving en microgolfbestraling**

(57) De uitvinding betreft een inrichting voor het opwekken van een plasma door middel van kathodeverstuiving en microgolfbestraling. Deze inrichting omvat een magnetronkathode, waarboven aan de atmosferzijde een holle-ruimte-resonator is gestulpt. Aan de vacuümzijde is de inrichting voorzien van zijdelings begrenzendes afschermplaten, die aan hun binnenzijde zijn uitgerust met een magneet, die een veld opwekt dat loodrecht op het oppervlak van de trefplaat van de magnetronkathode staat.



Titel: Inrichting voor het opwekken van een plasma door middel van kathodeverstuiving en microgolfbestraling.

De uitvinding betreft een inrichting voor het opwekken van een plasma door middel van kathodeverstuiving en microgolfbestraling volgens de aanhef van conclusie 1.

Op talrijke gebieden van de techniek is het vereist dunne
5 lagen op substraten aan te brengen. Bijvoorbeeld worden glasplaten voorzien van een laag om ze bijzondere eigenschappen te verschaffen, of uurwerkkasten van een minder edel metaal worden bekleed met een laag van een edel materiaal.

10 Voor het opbrengen van dunne lagen op substraten zijn reeds talrijke methoden voorgesteld, waaruit slechts de galvaniseertechniek en het aanbrengen van een laag vanuit een plasma worden genoemd. Het aanbrengen van een laag vanuit een plasma is de laatste jaren belangrijker geworden, daar het
15 mogelijk is een groot aantal materialen als opbrengmateriaal te gebruiken.

Om een voor het aanbrengen van een laag geschikt plasma te vervaardigen zijn eveneens verschillende methoden voorgesteld. Van deze methoden is de
20 kathodeverstuivingsmethode, die ook sputteren wordt genoemd, vanwege zijn hoge laag-opbrengpercentages van groot belang. De laag-opbrengpercentages zijn bij het sputteren nog te vergroten indien in de ruimte voor de verstoven kathode een microgolf wordt ingestraald.

25 Er zijn reeds meerdere inrichtingen voor een microgolf ondersteunt sputteren bekend (US-A 4.610.770, US-A 4.721.553, DE-A 3.920.834). Hierbij worden de microgolven of parallel of loodrecht of onder een bepaalde hoek naar het substraatoppervlak toegevoerd. Door het samenwerken van het
30 magneetveld van de magnetron met de microgolven kan een elektronen-cyclotron-resonantie (ECR) worden opgewekt, die de deeltjes van het plasma versterkt ioniseert.

9301480

Bij de meeste inrichtingen is het echter nadelig dat de ECR-conditie in de nabijheid van de sputterkathode optreedt, waar de stimulering van de deeltjes niet zo noodzakelijk is als ter plaatse van het substraat. Om dit nadeel op te heffen
5 wordt bij de inrichting volgens DE-A 3.920.834 de microgolf op een substraat ingestraald, dat op zijn beurt door de veldlijnen van een permanente magneet is doorgedrongen. Hierdoor is direct boven het substraat de ECR-conditie vervuld. Weliswaar kan bij deze bekende inrichting een plasma-
10 ontlading slechts worden bereikt tot aan een bepaalde minimum spanning en tot aan een bepaalde minimum druk. Zelfs door zeer sterke magneetvelden aan de trefplaatoppervlakte is de plasma-ontbrandingsspanning niet te verlagen. Hoge ontladingsspanningen leiden echter tot ongewenste effecten,
15 bijv. tot het inbouwen van edelgassen in de substraatstructuur of tot stralingsschade.

Om de plasma-ontbrandingsspanning verder te verlagen kan men een holle geleider, waarmee microgolfenergie naar een trefplaatoppervlak wordt geleid, in een vacuümkamer tot aan de
20 zijdelingse rand van een trefplaat leiden. De ionisatie van het plasma wordt hierdoor aanzienlijk verhoogd, zodat het mogelijk is bij lage ontladingsspanning en hoge stroom te sputteren. Ontladingsspanningen tot aan 100 Volt zijn realiseerbaar.

25 De uitvinding heeft tot doel de ionisering van het plasma in de omgeving van een sputterkathode verder te verhogen.

Dit doel wordt volgens de uitvinding bereikt doordat de kenmerken van conclusie 1.

Het met de uitvinding bereikte voordeel bestaat in het
30 bijzonder daarin dat bij sputterinrichtingen een zeer lage ontladingsspanning kan worden toegepast. Bovendien kan door de keuze van een toegevoegd magneetveld voor de sputterkathode de verdeling van het plasma over een groot gebied worden beïnvloed. Het kan bijvoorbeeld met een normaal magnetronveld
35 van onschadelijke sterke samenwerken, zodat voor de elektron-gas-wisselwerking een ECR-conditie wordt geschapen, of kan

worden gewerkt met een zwak veld, indien er geen ECR-conditie is vereist.

Door overlapping van het toegevoegde permanente magneetveld of wisselmagneetveld wordt de microgolf-plasma-
 5 wisselwerking verhoogd. Daarbij is het magneetveld zo georiënteerd dat de magneetveldlijnen loodrecht op de trefplaat staan.

Een uitvoeringsvoorbeeld volgens de uitvinding is in de tekeningen weergegeven en wordt hieronder nader beschreven.
 10 Hierin toont:

Fig. 1 een plasmakamer en een magnetronkathode en een microgolfbestraling;

fig. 2 een perspectivische aanzicht van een deel van de microgolfbestraling en van de plasmakamer direct voor de
 15 magnetronkathode.

In figuur 1 is een plasmakamer 1 weergegeven, waarvan het huis 2 een gasuitlaat 3 heeft, die aan een niet weergegeven vacuümpomp is aangesloten. In het huis 2, dat van edelstaal is,
 20 bevindt zich een substraat 5, waarop een laag dient te worden aangebracht of welke dient te worden geetst, op een draaischotel 6, welke op de bodem 7 van het huis 3 is aangebracht. Tegenover het substraat 5 en geïntegreerd in de bovenste wand 4 van het huis 2 is een sputterelektrode 8
 25 aangebracht, welke met een kathodebak 9 in verbinding staat. Aan de kathodebak 9 is een stroomvoorziening aangesloten, waarbij het bij voorkeur een gelijkstroomvoorziening betreft. De kathodebak 9 steunt op elektrische isolatoren 11,12, die zelf in een uitsparing van de bovenste wand 4 van het huis 2
 30 zijn geplaatst en telkens zijn voorzien van een afdichtring 35,36.

In de kathodebak 9 zijn drie permanente magneten 15,16,17 met telkens een noordpool en een zuidpool voorzien, waarbij deze magneten 15,16,17 via een juk 14 met elkaar in verbinding
 35 staan. De veldlijnen 18,19 van de permanente magneten 15 tot

17 gaan door de elektrodenbak 9 en de trefplaat 8 heen en vormen in de plasmaruimte 20 twee bogen.

Deze plasmaruimte 20 wordt aan de zijkant door twee hoek- of afschermplaten 21,22 van koper begrensd, die aan de
 5 binnenkant van de bovenste wand 4 aansluiten. In de plasmaruimte 20 en tussen de bovenste wand 4 en de afschermplaten 21,22 is een spoel aangebracht, die een magneetveld opwekt, dat loodrecht op de trefplaat 8 staat. Van deze spoel zijn de beide spoelhelften 24,25 te onderscheiden,
 10 welke op een niet weergegeven manier met elkaar zijn verbonden. Met het in hoge mate homogene magneetveld van de spoelen 24,25 dienen in hoofdzaak drie effecten te worden bereikt. Van de ene kant dient door een effectieve wisselwerking van de elektronen met de microgolf een
 15 toegevoegde plasma-activering te worden bereikt. Van de andere kant dient door het magneetveld het plasma voor de trefplaat resp. de sputterelektrode 8 gelijkmatig te worden verdeeld, zodat een beter gebruik van de trefplaat ontstaat. Tenslotte dient door het magneetveld het plasma in de richting van het
 20 substraat sterker te worden uitgedund, wat een gunstige invloed op het aangroeien van de laag heeft.

Aan de buitenzijde van het huis 2 is een holle geleider 26 aangebracht, die de uit de magneten 15 tot 17, het juk 14 en de elektrodenbak 9 bestaande magnetron omgeeft. Deze holle
 25 geleider 26 heeft de vorm van van een rechthoekige buis en is op resonantie afgestemd. In deze holle geleider 26 worden microgolven ingevoerd, en wel loodrecht op het vlak van tekening. Verdere bijzonderheden over het invoeren van de microgolven zijn uit figuur 2 te ontlelen.

30 De microgolven komen via de isolatoren 11,12, die bijvoorbeeld van teflon zijn, alsook via de spleten 27,28 in de plasmakamer 20. Daar brengen zij een verbinding tot stand met de magneetvelden 18,19 van de permanente magneten 15 tot 17 en het magneetveld van de toegevoegde magneten 24,25 een
 35 elektronen-cyclotron-resonantie van een uit de toevoerleidingen 29,30 stromende gas. De positief elektrisch

geladen deeltjes in de plasmaruimte 20 botsen met hoge snelheid op de trefplaat 8 en slaan hier deeltjes uit, welke op het substraat 5 neerslaan. Om te voorkomen dat de toevoerleidingen 29,30 na verloop van tijd worden dichtgesputtert, zijn beschermingshoekstukken 31,32
5 aangebracht.

De in de plasmaruimte 20 binnentredende microgolven zijn symbolisch weergegeven en voorzien van de verwijzingscijfers 33,34. Bij het inschakelen van de microgolven door de spleten
10 resp. donkere ruimten 27,28 in de plasmaruimte 20 zijn geen ingewikkelde inrichtingen nodig. Integendeel een standaard-sputterelektrodeninrichting voldoet. Aan de atmosfeerzijde van de kathode 9 wordt slechts een microgolfresonatorkast gestulpt, waaruit de microgolven via de donkere ruimten 27,28
15 in het plasma worden geleid. De isolatoren 11,12 van teflon hebben een vacuum-afdichtfunctie, om welke reden aan beide zijden van de isolatoren 11,12 O-ringen 35,36 als afdichtring zijn aangebracht.

In figuur 2 is een deel van de inrichting volgens figuur
20 1 nog een keer in een perspectivische aanzicht weergegeven. Men ziet hier dat de microgolven via een verlengstuk 40 in de holle-ruimte-resonator 26 worden geleid, welke hier opengesneden weergegeven is om te zorgen voor een inblik in de magnetron. De gastoevoerleidingen 29,30 hebben vele naar de
25 plasmaruimte 20 gerichte gaatjes, waarvan slechts drie de verwijzingscijfers 41 tot 43 zijn aangeduid. Voor deze gaatjes 41 tot 43 is het beschermingshoekstuk 31,32 aangebracht, dat ervoor dient dat het dichtsputteren van de gaatjes te verhinderen. Stroomt wisselstroom door de spoel 24,25, dan kan
30 het plasma voor de kathode 9 tot pulseren worden gebracht. Bovendien oscilleert het plasma voor de trefplaat 8 iets heen en weer, hetgeen een hogere trefplaatbenutting tot resultaat heeft.

Door de afschermplaten 21,22 wordt de holle-ruimte-
35 resonator in een bovenste en een onderste holle-ruimte-resonator verdeeld. De onderste resonator is een ringresonator

langs de teflonafdichtingen 11,12 met een verbinding naar de
bovenste resonator aan de tegenover de microgolfingang
liggende zijde. Van de onderste resonator bereikt de microgolf
via de donkere ruimten 27,28 het plasma. De bovenste resonator
5 fungeert hierbij als een bufferresonator. Door de structuur
van de resonator wordt een uitstekende gelijkmatigheid van het
veld in de donkere ruimte langs de kathodenzijde bereikt.

Het is duidelijk dat in figuur 1 en 2 slechts een van de
vele mogelijke uitvoeringsvormen is weergegeven. In plaats van
10 een draaischotel 6 kan ook zijn voorzien in een lineair
beweegbare substraatdrager, welke in de gebruikelijke in-lijn-
inrichtingen bijvoorkeur wordt toegepast.

CONCLUSIES

1. Inrichting voor het opwekken van een plasma door middel van kathodeverstuiving en microgolfbestraaling, met
 - a. een plasmakamer (20);
 - b. een trefplaat (8) in deze plasmakamer (20), die met een
 - 5 elektrode (9) is verbonden, welke is aangesloten op een stroomvoorziening (10);
 - c. een magnetron (13) waarvan het magneetveld (18,19) uit de trefplaat (8) treedt en hier weer in terugtreedt;
 - d. een microgolfsender, die via een holle geleider (26)
 - 10 microgolven (33,34) ter plaatse van de trefplaat (8) uitzendt, waarbij loodrecht op de trefplaatoppervlakte parallelle afschermplaten (21,22) zijn aangebracht;
met het kenmerk, dat aan de afschermplaten (21,22) een magneet (24,25) is aangebracht die een veld opwekt dat in hoofdzaak
 - 15 parallel aan de afschermplaten (21,22) verloopt.
2. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de magneet (24,25) een elektromagneet is, die een om de afschermplaat (21,22) gewikkelde spoel (24,25) omvat.
3. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het
- 20 magneetveld een stationair veld is.
4. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het magneetveld een wisselveld is.
5. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de plasmakamer (20) in een huis (2) is ondergebracht, waarop aan
- 25 de buitenzijde de holle geleider (26) is aangebracht, die via een voor microgolven doorlaatbare afdichting (11,12) en een spleet (27,28) met de plasmakamer (20) in verbinding staat.
6. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat in de afschermplaten (21,22) gastoevoerleidingen (29,30) zijn
- 30 geïntegreerd, die zijn voorzien van meerdere naar de plasmakamer (20) gerichte openingen (41 tot 43).

9301480

7. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de afschermplaten (21,22) zijn voorzien van gastoevoerleidingen (29,30), die door beschermingshoeken (31,32) zijn omringd.
8. Inrichting volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat de
- 5 afdichting (11,12) bestaat uit een teflon-element met een afdichtring (35,36).
9. Inrichting volgens conclusie 1 en 5, met het kenmerk, dat het teflon-element als een resonator fungeert.

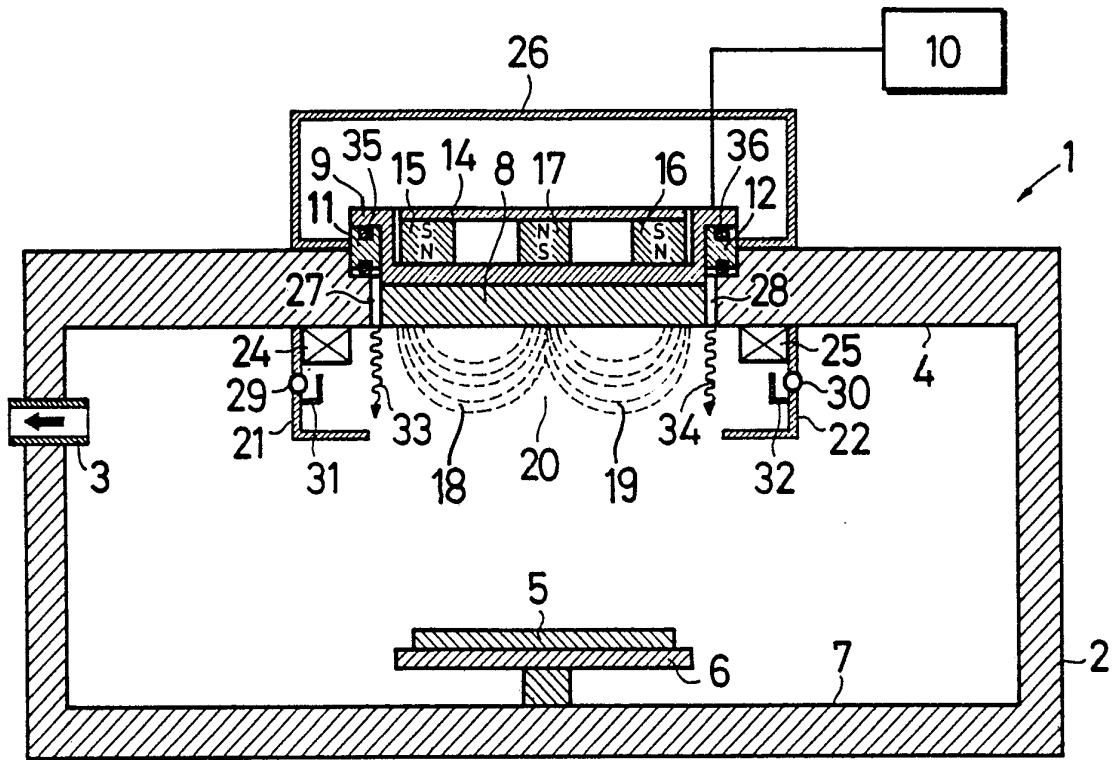


FIG.1

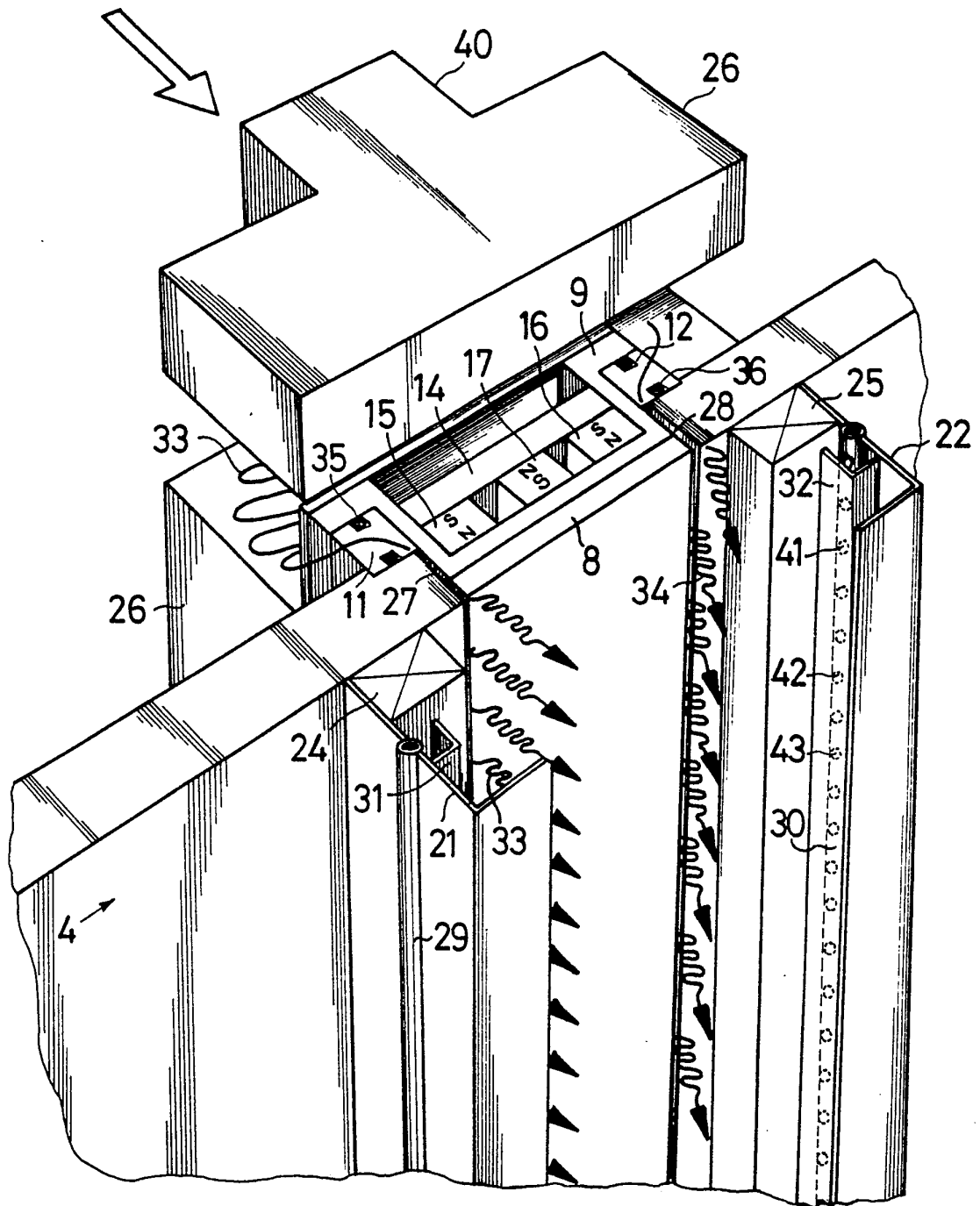


FIG. 2