
Octrooiraad



⑫ A Terinzagelegging ⑪ 8903059

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Inwendige bekleding van een buis.**
- ⑤1 Int.Cl.⁸: G02B 6/02, C03C 25/02 // C23C 16/50.
- ⑦1 Aanvrager: Schott Glaswerke te Mainz, Bondsrepubliek Duitsland.
- ⑦4 Gem.: Ir. L.C. de Bruijn c.s.
Nederlandsch Octrooibureau
Scheveningseweg 82
2517 KZ 's-Gravenhage.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 8903059.
- ②2 Ingediend 13 december 1989.
- ③2 - -
- ③3 - -
- ③1 - -
- ⑥2 - -

-
- ④3 Ter inzage gelegd 1 juli 1991.

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

1

Inwendige bekleding van een buis.

De onderhavige uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het vervaardigen van een lichtgolvengeleidervazel-voorvorm door door
5 plasma-impuls geïnduceerde chemische dampfase-afzetting (PICVD-werkwijze), waarbij een gasstroom door een glazen buis geleid en uit de gasstroom een reeks van lagen met een bepaalde dikte en een bepaald verloop van de brekingsindex binnen een bekledingstraject op de binnenzijde van de glazen buis wordt afgezet.

10 De uitvinding betreft bovendien een buisvormige te bewerken glasbuis voor het uitvoeren van deze werkwijze.

Een dergelijke werkwijze is bekend uit EP-A-0.036.191.

Bij de PICVD-werkwijze worden door korte plasma-impulsen in het traject van lage druk op het inwendige oppervlak van een glazen buis uit
15 het door de buis stromende mengsel van de reactiegassen dunne, diëlektrische lagen in een axiaal bekledingsgebied afgescheiden. De vorming van de laag geschiedt bij elke plasma-impuls praktisch gelijktijdig in het totale te bekleden buisgedeelte. Tijdens de impuls Pauzes vult dit buisgedeelte zich weer met vers reactiegas.

20 De dikte van de door een plasma-impuls op een plaats van de glazen buis afgescheiden laag is evenredig met de dichtheid van de moleculen, die op deze plaats - vóór de plasma-impuls - de laag vormen, waarbij elk molecuul aan de bekledingsreactie deelneemt, de opbrengst is derhalve 100%. Voorzover het plasma producerende veld azimutaal constant is, is
25 de dikte van de lagen wegens de cirkelvormige symmetrie van een buis onafhankelijk van de toppuntshoek.

Aangezien in een glazen buis, die door gas wordt doorstroomd, een drukverval langs het bekledingsgebied van deze buis heerst, is de dichtheid van de moleculen, die de laag vormen, in dit bekledingstraject
30 langs de buis niet constant, maar neemt in de stroomrichting van de gassen af, zodat ook de bekledingssnelheid in de gasstroomrichting afneemt. In het algemeen wordt echter een over het totale traject van de bekleding constante laagdikte nagestreefd. Dit geldt in het bijzonder voor aan de inwendige zijde beklede glazen buizen, waaruit voorvormen
35 voor lichtgolvengeleiders vervaardigd worden. Deze voorvormen worden door collaberen van de beklede buis tot een staaf gevormd aan de constantheid van de laagdikte waarvan hoge eisen gesteld moeten worden.

Het is reeds voorgesteld (Brits octrooischrift 2.079.267) voor het bereiken van een gelijkmatige laagdikte van de afgezette lagen in het
40 totale traject van de bekleding een kegelvormige glasstaaf, die zich

89 03 059.

coaxiaal langs het bekledingstraject uitstrekt, in de glazen buis te plaatsen, waarbij de omvang van deze glasstaaf aan het ingangseinde van het gas het grootste en bij het uittredeinde van het gas het kleinste moet zijn.

5 Deze werkwijze heeft het nadeel, dat ook de glasstaaf wordt bekleed. Bovendien moet deze glasstaaf aan beide uiteinden van de te bekleden buis zo nauwkeurig vastgeklemd worden, dat afwijkingen van de positie ervan door invloeden tijdens de bekleden vermeden worden. Verder zijn trillingen van de staaf niet te vermijden.

10 Doel van de onderhavige uitvinding is derhalve een werkwijze van het in de aanhef beschreven type te verschaffen, waarmee op eenvoudige wijze een in het totale bekledingstraject van de te vervaardigen lichtgolvengeleider-voorvorm constant laagdikte profiel wordt verkregen en daardoor de economie van de werkwijze kan worden verhoogd.

15 Een verder doel van de uitvinding is een buisvormige te bewerken glasbuis ter beschikking te stellen, waarmee de werkwijze kan worden uitgevoerd.

20 Volgens de uitvinding worden deze doelstellingen met de werkwijze volgens conclusie 1 en de buisvormige te bekleden glasbuis volgens conclusie 5 bereikt.

25 Door de werkwijze volgens de uitvinding wordt op eenvoudige wijze een axiaal constante bekledingssnelheid in het totale bekledingstraject bereikt, doordat buisvormige te bekleden glasbuizen gebruikt worden, die zodanig zijn voorbehandeld, dat ze in de gasstroomrichting een continu groeiende inwendige diameter bezitten. Deze voorbehandeling bestaat hierin, dat een buis met constante inwendige diameter in het traject van de bekleding konisch in de gasstroomrichting verwijd, respectievelijk tegen de gasstroomrichting in vernauwd wordt. Daardoor wordt bereikt, dat de axiale verlaging van de dichtheid van de moleculen, die de laag vormen, in de richting van de gasstroom tengevolge van het drukverval langs het bekledingstraject van deze buis door een eveneens axiale stijging van het gasvolume juist wordt vereffend, dat de afgescheiden massa van de moleculen, die de laag vormen, per lengte-eenheid van de buis hoofdzakelijk constant is.

35 Met behulp van deze werkwijze is het natuurlijk ook mogelijk elke willekeurige laagdikte-gradiënt in het bekledingstraject van de buis in te stellen.

40 In een laminair met gas doorstromende buis met de inwendige diameter D daalt de druk van een waarde p_1 na een buislengte z tot een druk $p(z)$, die gegeven is door

89 03 059.

$$p(z) = (p_1^2 - K.M.Z.D. \cdot -4)^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

5 waarbij M de gasmassastroom en K een voor het betreffende gas typische stromingsconstante voorstelt.

Bij het gas gaat het normaliter om een mengsel, bestaande uit SiCl_4 en O_2 , waarbij deze componenten in de laag vormende reactie tot $\text{SiO}_2 + 2\text{Cl}_2$ reageren.

10 Bij de PICVD-werkwijze is O_2 in grote overmaat aanwezig, zodat het gasmengsel zich wat de stromingseigenschappen betreft praktisch als zuurstof gedraagt.

Aangezien SiCl_4 in zuurstof gelijkmatig verdeeld is, is de verhouding van de SiCl_4 -deeltjesdichtheid n op plaats 1 tot plaats z gegeven door

15

$$\frac{n_1}{n(z)} = \frac{p_1}{p(z)}$$

20 Het axiale verloop van de bekledingssnelheid is met de SiCl_4 -deeltjesdichtheid en derhalve met de druk $p(z)$ evenredig en is derhalve niet gelijkmatig.

Aangezien bij de PICVD-werkwijze alle over de doorsnede van het inwendige oppervlak van de buis verdeelde SiCl_4 -moleculen gelijkmatig
25 aan de bekleding van de wand deelnemen, voor zover druk en inwendige diameter niet te groot worden ($p \times D_i \leq 20 \text{ mbar} \times \text{cm}$), kan de met dalende druk kleiner wordende deeltjesdichtheid door een vergroting van het inwendige oppervlak van de buis zo gecompenseerd worden, dat het in een volume-element van de buis aanwezige aantal SiCl_4 -moleculen per
30 overeenkomend inwendig doorsnede-element van de buis constant is:

$$\frac{\frac{\pi}{4} D_i^2 \cdot p \cdot dz}{\pi D_i \cdot dz} = \text{constant} \quad (2)$$

35

In dit geval wordt niet een axiaal gelijkmatig dikke laag, maar een axiaal gelijkmatig dwarsdoorsnedevlak aan laagmateriaal opgebracht, zodat bij het collaberen van de buis een in wezen axiaal gelijkmatig dikke kern van afgescheiden materiaal verkregen wordt.

40 Uit vergelijking (2) kan een bepavingsvergelijking voor de inwendige diameter van de buis op de plaats z afgeleid worden:

8903059.

$$p_1 \cdot D_1 = D(z) \cdot p^*(z)$$

waarbij

5

$$D(z) = D_1 \cdot \frac{p_1}{p^*(z)} \quad (3)$$

10 is.

Aangezien in een trechtervormige buis het drukverloop door de vergelijking

$$15 \quad p^*(z) = \left(p_1^{2-K.M.} - \frac{z [D_1^2 + D_1 D(z) + D(z)^2]}{3 D_1^3 \cdot D(z)^3} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

beschreven wordt, kan het verloop van de inwendige diameter $D(z)$ uit de vergelijking (3) en (4) iteratief gemakkelijk bepaald worden.

20 Fig. 4 toont het bekledingsverloop in een volgens de uitvinding verwijde glasbuis, waarvan de inwendige diameter door de genoemde vergelijkingen (3) en (4) bepaald werd. De bekleding verloopt in de trechtervormig verwijde buis zodanig, dat na elkaar liggende ringsegmenten van in wezen gelijke massa respectievelijk gelijk volume resulteren.

25 De functie, volgens welke de diameter van de te bekleden buis axiaal veranderd moet worden, kan naast het verloop van de laagdikte in het bekledingstraject van een niet behandelde buis, dat wil zeggen een buis met over het totale bekledingstraject constante inwendige diameter (vergelijk fig. 1) bepaald worden.

30 Voor dit doel vormt men uit het ongelijkmatige verloop van de laagdikte langs de buiscoördinaat z , $d(z)$, de correctiefunctie

$$35 \quad K(z) = \frac{d_0(z_0)}{d(z)}$$

waarbij $d_0(z_0)$ de maximale laagdikte in het voor het toepassingsgeval (bijvoorbeeld de vervaardiging van een voorvorm) bruikbare bekledings-traject voorstelt.

40 Deze maximale laagdikte ligt bij het uiteinde, waar het gas binnentreedt, van het bekledingstraject, wanneer het gas aan het uiteinde, tegengesteld aan dat van het inkoppelorgaan van de microgol-

ven, toegevoerd wordt.

Na de plaats gevonden hebbende axiale verandering van de inwendige diameter van de te bekleden buis stelt d_0 de inwendige diameter van de buis in de stromingsrichting van het gas voor tot de plaats z_0 en $D(z)$ de inwendige diameter tot de plaats van de buis, die gebruikt moet worden (vergelijk fig. 2), waarbij

$$D(z) = K(z) \times D_0$$

10 is.

Bij deze correctie wordt het verloop van de laagdikte enigszins overgecompenseerd, aangezien met een onveranderd drukverval gerekend wordt, maar de behandelde buis echter een veranderd drukverval veroorzaakt. Bij het hernieuwde (onder omstandigheden zich herhalende) toepassing van de correctieberekening kan de afwijking van het verloop van de laagdikte van het gewenste verloop willekeurig klein gemaakt worden.

Bij een uitvoeringsvoorbeeld werden buizen van kwartsglas met de typische afmetingen van een diameter van 20 mm en een wanddikte van 2 mm gebruikt. Bij de uitgangszijde van het gas werd in de werkwijze de druk op 3 mbar constant gehouden. Bij een massastroom M van de reactiegassen van ongeveer 250 scm^3 (= standaard-kubieke centimeter (1013 mbar, 0°C)) ontstond derhalve over een lengte van 50 cm een drukverval van 0,4 mbar. Aangezien alle zich in het volume bevindende moleculen, die de laag vormen, op de binnenwand van de buis worden afgescheiden, was de neerslagsnelheid bij de ingang van het gas rond 13% hoger dan bij het uitgangseinde van het gas. De buis werd trechtervormig verwijdd, zodat de maximale verwijding van het bekledingsuiteinde van het gas 0,26 cm bedroeg ($D(z_E) = 2,26 \text{ cm}$). Deze verwijding van de buis geschiedde op een glasdraaibank. Hiertoe wordt de ingespannen buis zodanig aan een gasregelsysteem aangesloten, dat de druk in de buis van kwartsglas in het traject van 1/10 mbar zeer nauwkeurig geregeld kan worden. Bij een overdruk van 2 mbar wordt de buis met een H_2/O_2 -brander juist zo sterk verhit (2100°C), dat deze week wordt. Druk, brandertemperatuur en brandervooruitschuifsnelheid zijn zo optimaal gemaakt, dat een continue verwijding wordt bereikt. Er werd een bekleding bereikt met een na het collabereren over het totale bekledingstraject gelijkmatige kerndiameter van de voorvorm.

Fig. 3 toont het in wezen constante verloop van de kerndiameter in het bekledingstraject bij toepassing van de werkwijze volgens de

89 03 059 .

uitvinding. In vergelijking daarmee is gestippeld het verloop van de kerndiameter zonder toepassing van de werkwijze volgens de uitvinding getekend.

5 Het is gemakkelijk in te zien, dat de bekleding van een buisvormige te bewerken glasbuis volgens de werkwijze van de uitvinding tot een duidelijk beter, dat wil zeggen, in wezen constant verloop van de kerndiameter in de te vervaardigen lichtgolvengeleider-voorvorm leidt.

Conclusies

1. Werkwijze voor de vervaardiging van een lichtgolvengeleider-
 voorvorm door door plasma-impuls geïnduceerde chemische afzetting uit de
 dampfase (PICVD-werkwijze), waarbij een gasstroom door een glazen buis
 5 geleid en uit de gasstroom een reeks lagen met een bepaalde dikte en een
 bepaald verloop van de brekingsindex binnen een bekledingstraject op de
 binnenzijde van de glazen buis wordt afgescheiden, met het kenmerk, dat
 men glazen buizen met een in het bekledingsgebied in de stromingsrich-
 ting van de gasstroom continu stijgende inwendige diameter gebruikt.
- 10 2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat men voor de
 bepaling van de grootte van deze continue stijging het verloop van de
 laagdikte van een niet voorbehandelde glazen buis gebruikt.
3. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de lagen in
 het bekledingsgebied van de glazen buis zo afgescheiden worden, dat in
 15 de door het collaberen van de glazen buis vervaardigde lichtgolvengelei-
 der-voorvorm een in wezen axiaal constant laagdikteprofiel resulteert.
4. Buisvormige te bewerken glasbuis, geschikt voor de vervaardi-
 ging van een lichtgolvengeleider-voorvorm door door plasma-impuls
 geïnduceerde chemische dampfasenafscheiding (PICVD-werkwijze), met het
 20 kenmerk, dat de inwendige diameter van de te bewerken glazen buis binnen
 het bekledingsgebied continu toeneemt.
5. Buisvormige te bewerken glazen buis volgens conclusie 4, met
het kenmerk, dat deze binnen het bekledingsgebied zodanig bekleed is,
 dat in de door collaberen van de te bewerken glazen buis vervaardigde
 25 lichtgolvengeleider-voorvorm een in wezen axiaal constant laagdiktepro-
 fiel resulteert.

fig-1

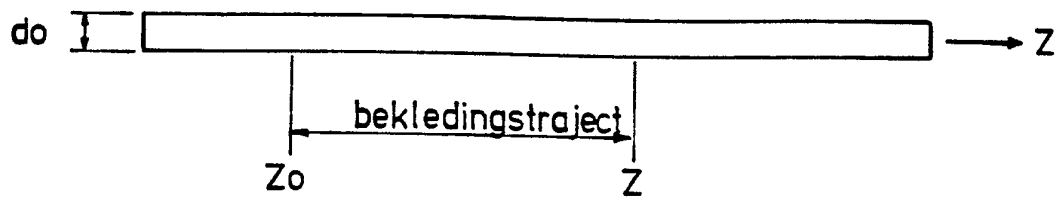
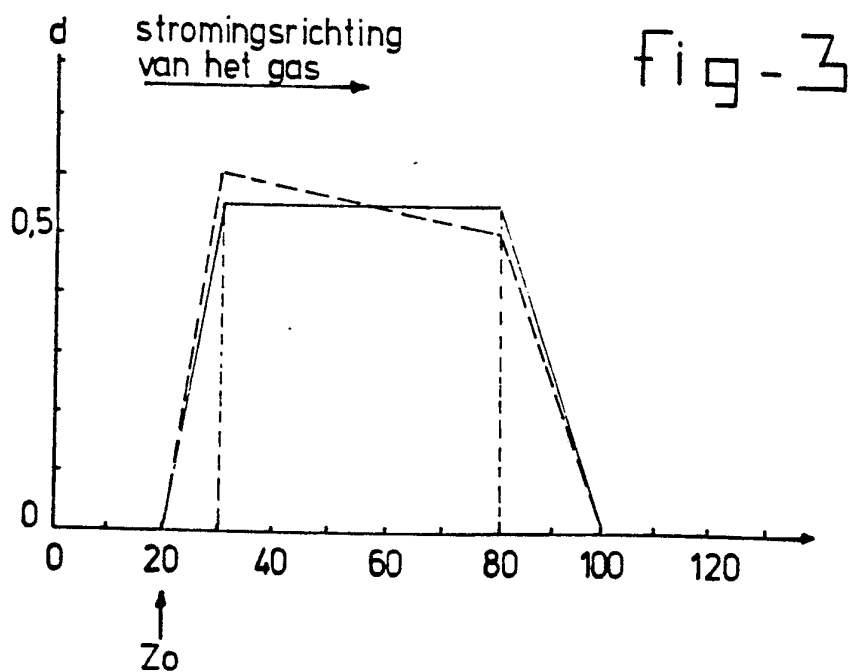
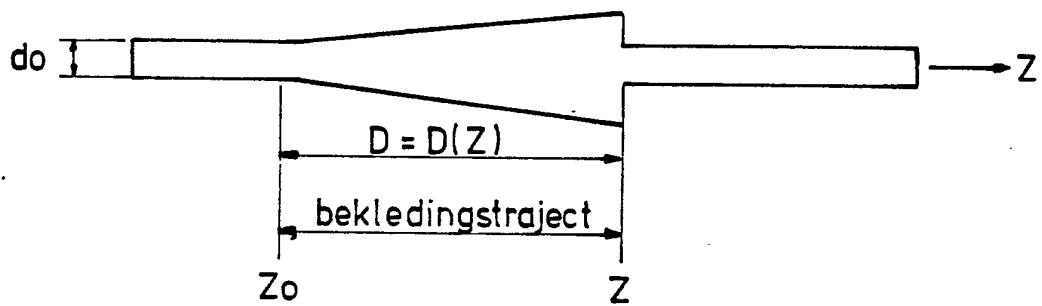


fig-2



89 030 59.

fig - 4

