



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8003041**

Nederland

⑲ NL

- ⑤④ **Inrichting voor het waarnemen van drukstoten en het verminderen van ruis.**
- ⑤① Int.Cl.³: E21B 21/08.
- ⑦① Aanvrager: Dresser Industries Inc. te Dallas, Texas, Ver. St. v. Am.
- ⑦④ Gem.: Ir. C.M.R. Davidson c.s.
Octroobureau Vriesendorp & Gaade
Dr. Kuiperstraat 6
2514 BB 's-Gravenhage.

②① Aanvraag Nr. 8003041.

②② Ingediend 27 mei 1980.

③② --

③③ --

③① --

⑥② --

④③ Ter inzage gelegd 4 januari 1982.

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

Inrichting voor het waarnemen van drukstoten en het verminderen van ruis.

Bij het boren van een aardolieput, wordt gewoonlijk een boorkolom met een aan de onderkant daarvan bevestigde boorbeitel gebruikt. De boorkolom is verbonden in een stelsel voor de stroming van spoeling, waarbij gewoonlijk gebruik wordt gemaakt van een boorspoeling, die wordt verpompt door een pomp met een aantal cilinders. De pomp is door een spoelingleiding verbonden met de bovenkant van de boorkolom, waarbij de spoeling onder druk wordt geleverd aan de bovenkant van de boorkolom voor het stromen door de boorkolom naar de boorbeitel. De pomp is gewoonlijk werkzaam met hoge drukken, waarbij drukken in het bereik van 13,8 tot 20,7 MPa bij de pompafvoer uitlaat niet ongebruikelijk zijn. Gebruikelijke pompen zijn pompen met een aantal cilinders. Gedurende de werking van de pompen, vinden er plotselinge drukstijgingen plaats in het bereik van 1,4 tot 2,1 MPa, veroorzaakt door krachtslagen van de afzonderlijke zuiger in de pomp. Deze plotselinge drukstijgingen zijn vrij groot, in het bijzonder aan het oppervlak, waar een minimum aan plotselinge drukstijgingsdemping aanwezig is in het stelsel voor het leveren van de spoeling.

Inrichtingen voor het meten tijdens het boren zijn bekend. Een dergelijke inrichting is gewoonlijk werkzaam door het vormen van veranderlijke vernauwingen in de boorkolom. Dit vormt een drukstoot, die door de staande kolom spoeling in de boorkolom wordt overgebracht terug naar het oppervlak. Bij wijze van voorbeeld kan een vernauwing door de inrichting voor het meten tijdens het boren worden gevormd, welk signaal dan door 3000 meter spoeling, die

als een kolom in de boorpijp staat, wordt gekoppeld. Hoewel de spoeling kan worden beschouwd als een niet samendrukbaar fluïdum, is toch het aan het oppervlak van de inrichting in het boorgat ontvangen signaal betrekkelijk klein. Het is betrekkelijk klein, kleiner dan de plotselinge pompdrukstijgingen, aangetroffen aan het oppervlak. De drukstoten of -veranderingen aan het oppervlak zijn groot, en kunnen tien tot honderd maal groter zijn dan de veranderlijke gegevens van de inrichting voor het meten tijdens het boren.

Tijdens de werking van de inrichting voor het meten tijdens het boren, bewegen drukstoten door de spoeling met een snelheid, die gelijk is aan de geluidssnelheid van het medium. Afhankelijk van de samenstelling van de boorspoeling, is dit een snelheid van ongeveer 1200 tot 1500 meter per seconde. Bovendien gaat elke drukstoot vergezeld van een verandering in de fluïdum-snelheid, die wordt bepaald door het verband, dat de waterslag bepaalt. Het drukverandering- snelheidsveranderingverband wordt derhalve gegeven door de volgende vergelijking:

$$(1) \quad P = R C V$$

waarin: P = de grootte van de drukstoot,

R = de fluïdum massadichtheid,

C = de geluidssnelheid in het fluïdum, en

V = de verandering in de fluïdumsnelheid.

Zoals uit de voorgaande vergelijking duidelijk is, hangen drukstoten, gevormd door de inrichting voor het meten tijdens het boren samen met fluïdum snelheidsveranderingen in de voorgaande vergelijking.

Een gebruikelijke spoelingpomp vormt een plotselinge drukstijging gedurende de krachtslag van de afzonderlijke zuigers daarin. Dit vertegenwoordigt een positieve plotselinge drukstijging. Dit verhoogt de spoeling stromingssnelheid in de boorkolom. Omgekeerd doen drukstoten van de inrichting voor het meten tijdens het boren, welke inrichting zich in het boorgat bevindt, de spoeling stromingssnelheid afnemen als gevolg van het in de tegengestelde richting voortplanten. Rekening houdende met de voortplantingsrichting in het stelsel, bestaat er derhalve een van belang zijnd verband. Voor een bepaalde plotselinge drukstijging, afkomstig van

de pomp en stroomafwaarts bewegende in dezelfde richting als de spoelingstroming, is er een positieve drukvergroting en een samenhangende snelheidsverhoging. Omgekeerd gaat wanneer de drukstoot afkomstig is van de inrichting in het boorgat en stroomopwaarts beweegt tegen de stroming van de spoeling, een stoot, afkomstig van de inrichting voor het meten tijdens het boren en stroomopwaarts zich voortplantende tegen de stroming van de spoeling, vergezeld van een verlaging van de snelheid van de spoeling in de boorkolom. Intuïtief is dit in overeenstemming te brengen met de waarneming, dat de inrichting voor het meten tijdens het boren, die tijdelijk de spoelingstroming beperkt voor het vormen van een drukstoot, tevens de spoeling stromingssnelheid vertraagt.

Dit is een lineair verschijnsel, zodat dus in beide richtingen bewegende stoten, algebraïsch kunnen worden opgeteld.

Druk- en snelheidsveranderingen zijn dus cumulatief.

Met deze achtergrondinformatie is het volgens de uitvinding mogelijk metingen te verkrijgen van uit het boorgat, welke metingen zijn beschermd tegen ruis. De uitvinding voorziet derhalve in een Pitot-buis, die stroomafwaarts is gericht in de boorspoeling, en die derhalve is beschermd tegen plotselinge drukstijgingen van de spoelingpomp. Bovendien kan de inrichting worden afgestemd of aangepast door het veranderen van het dwarsdoorsnede gebied, verkregen door het plaatsen van een rubberen of buigzaam, buisvormig membraan in de spoeling stromingsbaan. Een gesloten hydraulisch stelsel aan de buitenzijde van het membraan is opgenomen. Wanneer de druk in het hydraulische stelsel wordt vergroot, wordt het membraan uitgezet voor het zodoende beperken van de axiale doorgang.

De uitvinding wordt nader toegelicht aan de hand van de tekening, waarin de inrichting voor het waarnemen van drukstoten is weergegeven, gemonteerd in een spoelingleiding, waarbij tevens een uitgangsinrichting is weergegeven voor het in signalen met een passende vorm omzetten van drukveranderingen.

Het in de tekening weergegeven waarneemstelsel 10 is gemonteerd in een spoelingleiding, bij voorkeur op een punt tussen de spoelingpomp aan het oppervlak en de aan het boven einde van de

boorkolom bevestigde meeneemstang. De bepaalde plaats is niet kritisch, waarbij het stelsel het best kan worden gemonteerd boven de meeneemstang, bij voorbeeld bij het bovineinde van de spoeling-slang of nabij de zwanehals. In ieder geval bevat het stelsel een genormaliseerde API pijp 12 voor het gemakkelijk verbinden. Een andere genormaliseerde API pijp 14 is opgesteld tegenover de pijp 12. Deze twee zijn met elkaar verbonden door middel van een koppeling 16, die gebruikelijke of genormaliseerde API schroefdraad, af-dichtingen en dergelijke bevat. Het behoeft geen betoog, dat de details en de schroefdraad uitvoering kunnen worden veranderd. De koppeling 16 bevat de onderhavige inrichting. In het bijzonder is de inrichting aan de boven- en onder-einden symmetrisch, die gezamenlijk een membraandeel 18 insluiten of omsluiten. Het membraan is concentrisch rond de hartlijn daarvan en tevens symmetrisch, zoals gezien in de tekening. Het membraan is een hol, buisvormig deel, en samengeknepen tussen een ribbe 20 aan de pijp 12 en een soortgelijke ribbe 22, gemonteerd aan de koppeling 16. De ribbe 20 en 22 klemmen een eindgedeelte vast van het membraan. Te zien is, dat het membraan is gevormd met een langwerpige, hol, buisvormig lichaam, en met een uitstekende, cirkelvormige flens aan het einde daarvan. Dit klemt het membraan zodanig vast, dat het aan elk einde stevig wordt vastgehouden. De middengedeelten kunnen vrij buigen en uitzetten.

De koppeling 16 is primair werkzaam als een pijpkoppeling aan de einden, waarbij de middengedeelten echter deel uitmaken van de hydraulische kamer. Een verloopstuk 24 is geschroefd in een schroefdraadopening 26 voor het onder druk in de kamer 28 brengen van hydraulische olie. De kamer 28 neemt olie onder druk op en bevindt zich aan de binnenzijde van de koppeling 16 en de buitenzijde van het rubberen membraan 18. De koppeling 16 heeft dus een gebogen oppervlak 30, dat de kamer 28 bepaalt en de lengte van de kamer begrenst wanneer hydraulisch fluïdum wordt opgenomen. Te zien is, dat het membraan 18 is gevormd in de gedaante van een huls, die de axiale doorgang door de inrichting volledig omgeeft. Wanneer het membraan 18 is blootgesteld aan een verlaagde druk, krimpt het

voor het zodoende vergroten van de diameter van de axiale doorgang daar doorheen. Dit is afhankelijk van het drukevenwicht, dat wordt bereikt tussen de druk van de spoeling, die door de boorkolom stroomt, en de druk van het hydraulische fluïdum. Dit drukevenwicht wordt hierna gedetailleerd beschreven.

Zoals weergegeven levert een met de hand bedienbare cilinder of pomp hydraulisch fluïdum onder druk aan het membraan voor het uitzetten daarvan. De pijp 14 omvat een schroefdraadopening 34, die op zijn beurt uitmondt naar een doorgang 36, die is tegen-geboord met een vergroot, geboord gat voor het opnemen van een Pitot-buis 38, die stroomafwaarts is gericht. Spoeling, die door de inrichting stroomt, gaat van links naar rechts in de tekening. De spoelingstroming gaat met andere woorden vanaf een stroomopwaartse plaats langs de opening van de Pitot-buis. De opening bij de Pitot-buis is stroomafwaarts gericht naar de inrichting voor het meten tijdens het boren, en niet stroomopwaarts naar de spoelingpomp. Dienovereenkomstig vindt er enige afscherming plaats tegen plotselinge spoelingpomp drukstijgingen. Door middel van een passende fluïdumleiding, is de spoeling in de Pitotbuis gekoppeld met een druksignaalomzetter 40. Een gebruikelijke overdrager kan worden gebruikt, zoals een drukoverdrager met rekstrookjes. Een andere constructie bestaat uit kwarts of andere piëzoelectrische kristallen. In ieder geval wordt de druk omgezet in een bepaalde vorm van uitgangssignaal, zoals een signaal, gevormd door een piëzoelectrisch kristal. Dit signaal wordt dan geleverd aan een decodeerinrichting 42, die op zijn beurt dan de drukinformatie in elektrische vorm levert aan een linttabel registreerinrichting 44. De registreerinrichting 44 registreert als functie van de tijd, de door de inrichting waargenomen druk.

De uitdrukking "ruis" heeft betrekking op een plotselinge drukstijging, die van boven is gekoppeld door de Pitot-buis, en een signaal van beneden, waarbij beide toch dezelfde fysische vorm hebben, te weten een plotselinge drukstijging bij de uitgang van de Pitot-buis.

Het voorgaande beschrijft de uitvoering van de inrichting.

De werking daarvan vereist een verdere uitwerking. Voor een bepaalde Pitot-buis, is er een stilstanddruk, bepaald door bekende teksten. De stilstanddruk is veranderlijk ten opzichte van de stelseldruk, zoals gegeven door de volgende vergelijking:

5 (2) $P_s = P + KV^2$
 waarin: P_s = de stilstanddruk,
 P = de stelseldruk,
 K = een constante, en
 V = de fluïdumsnelheid.

10 In de voorgaande vergelijking, is de tweede term positief of negatief afhankelijk van de richting, waarin de Pitot-buis is gericht. De constante wordt gewoonlijk gemeten door empirische waarnemingen, en kan niet gemakkelijk worden voorspeld door berekening of theorie. Dit is overeenkomstig de tekst "Fluid Mechanics" door Daugherty en
 15 Ingersoll, 1954, op bladzijde 107.

Een verder feit is, dat het membraan 18 werkzaam is als een venturi. Er bestaat een bekend verband, waarbij de snelheid en de druk van een fluïdum, dat door een venturi stroomt, veranderen, waarbij een gelijkblijvende toestandsoplossing daarvoor wordt
 20 gegeven door de Bernoulli vergelijking. Een ander van belang zijnd verband is de continuïteitsvergelijking, die betrekking heeft op de snelheden en gebieden, welke vergelijking is:

(3) $V_1 A_1 = V_2 A_2$
 waarin: V_1 = de snelheid door het dwarsdoorsnede gebied A_1 , en
 25 V_2 = de snelheid door het dwarsdoorsnede gebied A_2 .

Dienovereenkomstig kan door het gebruikmaken van de continuïteitsvergelijking, verder van de als eerste hiervoor gegeven waterslagvergelijking en de Bernoulli vergelijking, enig begrip worden verkregen van de werking van het onderhavige stelsel. Een drukstoot van
 30 de pomp gaat langs het einde van de Pitot-buis bij het in stroomafwaartse richting bewegen daarvan. Het uitgangssignaal van de Pitot-buis wordt vergroot door de door de Pitot-buis waargenomen druk. Gelijktijdig echter wordt het signaal verkleind door de snelheidsstijging, die samenhangt met de plotselinge drukstijging. De plotse-
 35 linge drukstijging vormt met andere woorden een toenemend uitgangs-

8003041

signaal van de Pitot-buis. De verhoging in snelheid vormt een kleiner Pitot-buis uitgangssignaal. De afmeting van de venturi wordt dus zodanig ingesteld, dat de druk- en snelheidsveranderingen gelijk worden, waarbij zij, omdat zij tegengesteld zijn, neigen tot vereffening. De venturikeel wordt dus ingesteld totdat plotselinge pompdrukstijgingen van de spoelingpomp geen uitgangsveranderingen vormen. Indien bij wijze van voorbeeld de gebruikelijke rustige druk 17,3 MPa is, en de plotselinge pompdrukstijgingen 1,7 MPa boven normaal zijn, kunnen de plotselinge stijgingen door verstellingen van de venturikeel tot nul worden teruggebracht.

Wanneer omgekeerd een signaal van uit het boorgat door de spoelingkolom naar boven gaat, is het signaal duidelijk minder dan de plotselinge pompdrukstijgingen. Het mindere signaal wordt stroomopwaarts geleid en in het einde van de Pitot-buis. Er vindt een daaruit voortvloeiende vergroting plaats van de fluïdumdruk en verlaging van de fluïdumsnelheid in de venturihals. Herinnerd moet echter worden, dat de venturi vooraf is ingesteld, zodat druk- en snelheidsveranderingen van een stoot van gelijke grootte zijn. Deze stoot beweegt echter in de spoelingkolom naar boven en niet naar beneden zoals het geval is, wanneer de stoot wordt opgewekt bij de spoelingpomp.

Wanneer stoten zich in de spoelingkolom naar boven voortplanten, zijn de afzonderlijke veranderingen, die het gevolg zijn van druk- en snelheidswijzigingen, additief. Als gevolg hiervan is het Pitot-buis uitgangssignaal tweemaal zo groot als gevolg van deze versterking. Dit dient als een signaalversterking voor zeer kleine signalen, die vanuit het boorgat worden ontvangen. Bij wijze van achtergrond is reeds opgemerkt, dat de signalen tot wel 3000 meter of meer zich moeten voortplanten door een kolomspoeling. Bovendien worden zij niet opgewekt door de bron met enkele duizenden kW's, die de spoelingpomp zelf vormt, maar inplaats daarvan door tijdelijke vernauwingen in de boorkolom zelf.

De versterkte uitgangssignalen worden dan behandeld door de in de tekening weergegeven bijkomende inrichting. De signaal-detector kan een inrichting zijn, zoals weergegeven in de

Amerikaanse octrooischriften 3.309.656, 3.488.629, 3.555.504, 3.716.830 en 3.747.059.

Een gebruikelijk patroon voor stoten uit het boorgat kan de volgende volgorde hebben:

5 (a) een eerste stoot met een duur van vijf seconden, dienen als een calibreerstoot,

 (b) een tweede stoot, bepaald op vijf seconden tijdsduur per 45° fluctuatie, welke stoot een maximum stootlengte van veertig seconden vertegenwoordigt,

10 (c) een derde stoot, waarbij vijf seconden 15° helling vertegenwoordigt voor een maximum van dertig seconden,

 (d) een andere stoot voor het oriënteren, gewoonlijk op schaal gebracht van vijf seconden, weergevende een 45° sector en een maximum van veertig seconden, en

15 (e) een vijfde of laatste stoot, die dient als een calibreerstoot met een willekeurige bepaalde lengte, zoals vijftien seconden.

 Uit het voorgaande is het duidelijk, dat de uitvinding pompdruk veranderingen kan terugbrengen tot nul. Pompen ontwikkelen soms hun eigen kenmerken, dat wil zeggen dat een eerste zuiger een
20 drukverandering kan vormen van 12% van de grondwaarde, waarbij de tweede zuiger een 9% verandering kan vormen. De uitvinding is bij een bepaalde rustige druk redelijk lineair, en derhalve in staat een bereik van drukveranderingen terug te brengen tot nul en derhalve een passend uitgangssignaal te verschaffen, vrij van ruis-
25 pieken.

 Het is duidelijk, dat veranderingen en verbeteringen kunnen worden aangebracht zonder buiten het kader van de uitvinding te treden.

8003041

CONCLUSIES

1. Inrichting voor het waarnemen van signalen, die door een kolom boorspoeling in een boorkolom naar boven worden getransporteerd vanaf een signaalbron in het boorgat, waarbij de inrichting
5 onderhevig is aan ruis van een stroomopwaartse bron, zoals een spoelingpomp, en op een gekozen plaats in de spoeling stromingsbaan kan worden aangebracht, gekenmerkt door een Pitot-buis met een open einde, dat in de spoeling stromingsbaan is geplaatst en stroomafwaarts is gericht, en door een in serie geschakelde venturi, die
10 rond de Pitot-buis is aangebracht bij het open einde daarvan, en een middel bevat voor het veranderen van de hals van de venturi nabij het open einde van de Pitot-buis.

2. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de venturi een langwerpig, veerkrachtig, uitzetbaar en krimpbaar
15 membraan omvat, gemonteerd in een langwerpige pijpkoppeling, die een fluïdum opneemkamer bevat rond het membraan, welke kamer fluïdum onder druk kan opnemen, die bij verandering van de druk het membraan doet uitzetten of krimpen voor het zodoende veranderen van de opening in de venturi.

20 3. Inrichting volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat de pijpkoppeling eerste en tweede eindgedeelten bevat, die zijn voorzien van schroefdraad voor verbinding met samenwerkende pijpen in de spoeling stromingsbaan.

25 4. Inrichting volgens conclusie 1, gekenmerkt door overdragermiddelen voor het druksignaal, welke middelen zijn verbonden met de Pitot-buis voor het vormen van een electrisch uitgangssignaal van een drukveranderingsingangssignaal.

30 5. Inrichting volgens conclusie 1, gekenmerkt door middelen voor het leveren van fluïdum onder druk aan de venturi voor het veranderen van het halsgebied van de venturi.

35 6. Werkwijze voor het waarnemen van benedenstroomse drukstoten van een inrichting voor het meten tijdens het boren, bevestigd nabij de onderste gedeelten van een boorkolom, welke inrichting signalen vormt, die door de spoelingkolom in de boorkolom naar boven gaan en worden versluierd door stoten van ruis-

bronnen elders in de spoelingkolom, welke stoten stroomafwaarts worden voortgeplant, gekenmerkt door de stappen van het aanbrengen van een Pitot-buis, waarvan het open einde stroomafwaarts is gericht in de spoelingkolom, verder het aanbrengen van een verstelbare venturi rond het open einde van de Pitot-buis, het verstellen van de halsdiameter van de venturi op plotselinge drukstijgingen van nul, voortgeplant vanaf bovenstrooms, zodat deze een minimaal uitgangssignaal vormen aan de uitgang van de Pitot-buis, en het ontvangen van drukstoten, voortgeplant door de kolomspoeling, welke stoten worden waargenomen door de Pitot-buis, die een uitgangssignaal vormt, dat stroomopwaarts bewegende drukstoten vertegenwoordigt.

7. Werkwijze volgens conclusie 6, gekenmerkt door de stap van het verstellen van de hals van de venturi door het toevoeren van fluïdum onder druk aan de buitenzijde van een veerkrachtig buisvormig deel, dat als de venturi werkzaam is, welke drukveranderingen de diameter van de hals veranderen.

8. Werkwijze volgens conclusie 7, met het kenmerk, dat de druk wordt versteld voor het zodoende verstellen van de diameter van de venturihals, waarbij de verstellingen worden uitgevoerd totdat van stroomopwaarts naar stroomafwaarts voortgeplante drukstoten tot nul zijn teruggebracht bij de uitgang van de Pitot-buis.

9. Werkwijze volgens conclusie 6, gekenmerkt door de stap van het waarnemen van druksignalen bij de uitgang van de Pitot-buis.

10. Inrichting voor het waarnemen van signalen, die stroomopwaarts worden gevoerd in een kolom boorspoeling in een boorkolom vanaf een signaalbron in het boorgat, welke inrichting wordt blootgesteld aan ruis van een bovenstroomse bron, zoals een spoelingpomp, en op een gekozen plaats in de spoeling stromingsbaan kan worden verbonden, gekenmerkt door een Pitot-buis met een open einde, dat in de spoeling stromingsbaan is geplaatst en stroomafwaarts gericht, en door een axiaal aangebrachte venturi, voorzien van een hals met een verkleinde diameter in vergelijking met de einddiameter, welke venturi de Pitot-buis omringt, waarbij de diameter vanaf de einddiameter wordt verkleind in samenhang met de

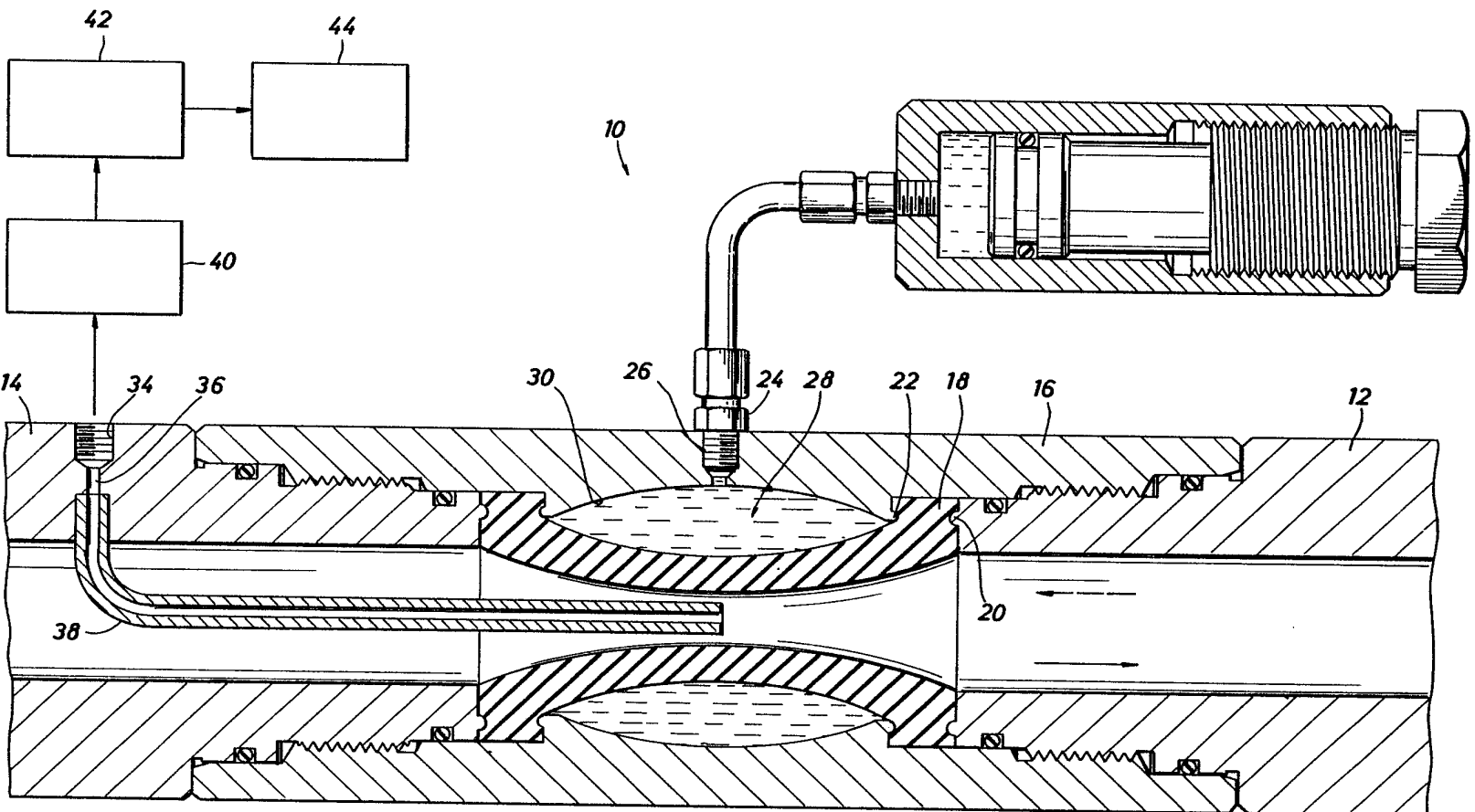
800 30 41

spoeling stromingssnelheid en -druk bij de venturi.

11. Inrichting in hoofdzaak zoals in de beschrijving beschreven en in de tekening weergegeven.

12. Werkwijze in hoofdzaak zoals in de beschrijving beschreven en in de tekening weergegeven.

8003041



8003041