
Octrooiraad



⑫ A Terinzagelegging ⑪ 8900355

Nederland

⑲ NL

- ⑤④ **Werkwijze en apparatuur voor het ten behoeve van seismische exploratie omzetten van buisgolven in lichaamsgolven.**
- ⑤① Int.Cl.: G01V 1/40.
- ⑦① Aanvrager: Exxon Production Research Company te Houston, Texas, Ver. St. v. Am.
- ⑦④ Gem.: Ir. Th.A.H.J. Smulders c.s.
Vereenigde Octroobureaux
Nieuwe Parklaan 107
2587 BP 's-Gravenhage.

-
- ②① Aanvraag Nr. 8900355.
- ②② Ingediend 14 februari 1989.
- ③② Voorrang vanaf 4 maart 1988.
- ③③ Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).
- ③① Nummer van de voorrangsaanvraag: 164154.
- ⑥② --

-
- ④③ Ter inzage gelegd 2 oktober 1989.

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

Werkwijze en apparatuur voor het ten behoeve van seismische exploratie omzetten van buisgolven in lichaamsgolven.

De uitvinding heeft betrekking op het in neerwaartse richting van een gat genereren van compressie- en schuifgolven te gebruiken bij seismische exploratie van aarde die een boorgat omgeeft. In het bijzonder heeft de uitvinding betrekking op een werkwijze en apparatuur voor het genereren en omzetten van buisgolven in een boorgat, als ook voor het omzetten daarvan in compressie- en schuifgolven op een gekozen diepte in neerwaartse richting van het gat beschouwd, e.e.a. voor spiegelbeeldige verticale seismische profilering, of dwars over het boorgat beschouwde profilering van de aarde die het boorgat omgeeft.

Seismische exploratie is het gebruikmaken van seismische golven teneinde sub-oppervlaktegeologische structuren en stratigrafische kenmerken in kaart te brengen. Het uiteindelijke doel van seismische exploratie is het bepalen van de plaats van economisch te produceren olie, gas of minerale neerslagen. Seismische exploratie wordt overwegend gerealiseerd doordat een geordende verzameling van sensoren, zogenaamde geofoons, op het oppervlak van de aarde wordt geplaatst. Explosieve ladingen, vibratoren, of andere seismische energiebronnen worden op het oppervlak gestimuleerd teneinde in de aarde seismische golven teweeg te brengen. De seismische golven planten zich door de aarde voort als lichaamsgolven, dat wil zeggen als compressiegolven (P-golven) en als schuifgolven (S-golven). De seismische golven treffen lagen in de aarde en worden in de richting van het oppervlak gereflecteerd. De geofoons detecteren de gereflecteerde golven. De resulterende signalen worden geregistreerd en op verschillende manieren verwerkt teneinde informatie omtrent het sub-oppervlak te verkrijgen.

Spiegelbeeldige verticale profilering (spiegelbeeldige VSP of RVSP) is een exploratietechniek die kan worden gebruikt om informatie te verkrijgen omtrent de

suboppervlak-kenmerken in de aarde die een boorgat omgeeft. Spiegelbeeldige VSP wordt gerealiseerd doordat een seismische energiebron op gekozen diepten in een boorgat wordt geplaatst. Bewegingsdetectoren, of geofoons, worden volgens
5 een gekozen patroon op het aardoppervlak geplaatst. Seismische energie die afkomstig is van de bron dringt door in de formatie die zich rondom het boorgat bevindt en wordt door de aarde heen overgedragen in de vorm van lichaamsgolven. De bewegingsdetectoren op het aardoppervlak reageren op de vanaf de zich beneden in het gat bevindende bron
10 en op energie die vanaf suboppervlak-kenmerken wordt gereflecteerd. De verkregen informatie wordt gebruikt voor het maken van schattingen omtrent de geologische structuur en stratigrafische kenmerken in de aarde die het boorgat om-
15 geeft.

Toepassing van spiegelbeeldige verticale seismische profilering is gebonden aan beperkingen wegens de noodzaak van een zich onder in het gat bevindende bron welke voldoende energie moet genereren om de operatie ten uitvoer
20 te brengen en welke het boorgat niet zal beschadigen. Explosieve ladingen kunnen onder in het gat gebruikt worden en deze zullen voldoende energie produceren om spiegelbeeldige verticale seismische profilering te realiseren. Echter bestaat een aanzienlijk risico dat het boorgat wordt
25 beschadigd. Tevens kunnen luchtkanonnen worden gebruikt als zich onder in het gat bevindende bronnen. Voor wat betreft luchtkanonnen bestaan verscheidene praktische problemen zoals die waarbij reflecties ontstaan afkomstig van de gasbellen die vrijkomen wanneer het kanon wordt afge-
30 vuurd, alsook die welke samenhangen met de noodzaak om onder in het gat een hoge-druk-luchtbron aan te brengen. Bovendien kunnen ook luchtkanonnen het boorgat beschadigen.

Een publicatie getiteld "Radiation from a Downhole Air Gun Source", van Lee, e.a., Geophysics, Volume 49, nr. 1
35 (januari 1984) beschrijft het gebruik van een onder in het gat geplaatst luchtkanon als een seismische energiebron

8900355.

bij een in het veld uitgevoerd seismisch experiment van de als over het gat aangeduide soort. Blijkens deze publicatie is een luchtkanon een aantrekkelijke seismische energiebron voor VSP van de als over het gat aangeduide
5 soort. In deze publicatie wordt echter opgemerkt dat het terughalen, fixeren en opnieuw in positie brengen van een luchtkanon tijdrovende operaties zijn. Zulks wegens de kabels, slangen en draden die met een luchtkanon moeten zijn verbonden in verband met de werking daarvan. Blijk-
10 baar veroorzaakte het luchtkanon minimale beschadiging van het boorgat.

Blijkens de Lee, e.a. publicatie is ingezien dat behalve de P- en S-golven die in de nabijheid van de zich onderin het gat bevindende bron in de aarde worden uit-
15 gestraald, andere lichaamsgolven worden gegenereerd wanneer de door het luchtkanon gegenereerde lichaamsgolf wordt gereflecteerd vanaf de bodem van het boorgat of vanaf andere onregelmatigheden in het boorgat. Buisgolven zijn drukpulsen of drukgolven die zich longitudinaal voorplanten
20 in een met een fluïdum gevulde pijp. Op de blz. 30 en 31 van de Lee, e.a. publicatie is geconcludeerd dat buisgolven zich vanaf het luchtkanon in benedenwaartse richting voortplanten, vanaf de bodem van het boorgat worden gereflecteerd en opnieuw worden gereflecteerd door het luchtkanon
25 of door de luchtbellen die in de nabijheid van het luchtkanon zijn gevormd. In de publicatie is vermeld dat telkens wanneer obstakels aanwezig zijn die een buisgolfreflectie kunnen veroorzaken, "zoals een afsluiting van een brongat, onregelmatigheden in een brongat, luchtbellen,
30 de aanwezigheid van een stuk gereedschap (het luchtkanon zelf), of indien inhomogeniteiten bestaan in het medium waarin een brongat is geboord, secundaire straling en bijbehorende veelvouden kan worden gegenereerd."

In een publicatie van Lee en Balch, getiteld
35 "Theoretical Seismic Wave Radiation from a Fluid-filled Borehole", Geophysics, Volume 47, Nr. 9, (september 1982),

8900355.

worden buisgolven in een met fluïdum gevuld boorgat behandeld. In de publicatie is aangegeven dat in het boorgat aanwezige buisgolven aanleiding kunnen geven tot een grote amplitude bezittende lichaamsgolf in de aarde die het boorgat omgeeft, wanneer de buisgolf bij de bodem van het boorgat wordt gereflecteerd.

Het aan Silverman verleende Amerikaanse octrooi 3,979,724 is illustratief voor een toepassing van het principe zoals genoemd in bovenvermelde publicatie van Lee en Balch. Volgens de door Silverman gegeven lering wordt een schokgolf, of buisgolf gegenereerd in de zich in een boorgat bevindende boorstreng. De schokgolf treedt uit bij het einde van de boorstreng en dringt door in het zich in het boorgat bevindende fluïdum, waarbij in de aarde een seismische golf wordt gegenereerd. De door Silverman gebruikte schokgolven zouden het boorgat blijkbaar niet beschadigen. Het is echter niet efficiënt om alleen maar toe te laten dat de buisgolf de pijp verlaat en binnendringt in het fluïdum dat zich in het boorgat bevindt, of als alternatief terug naar de boorstreng wordt gereflecteerd. Slechts een betrekkelijk geringe hoeveelheid van de energie in de buisgolf die zich benedenwaarts in de pijp voortplant, zal in de formatie worden uitgestraald. E.e.a. betekent dat de door Silverman voorgestelde werkwijze en apparatuur niet efficiënt zijn voor wat betreft het omzetten van buisgolven in P- en S-golven.

Het aan Kennedy, e.a. verleende octrooi 4,671,379 is illustratief voor een zich onder in het gat bevindende seismische energiebron. Een in het boorgat aanwezige fluïdumkolom wordt in trilling gebracht teneinde een resonerende staande golf teweeg te brengen. Zulks wordt bereikt door een kolom water te isoleren tussen twee opblaasbare blazen en de kolom te exciteren met een oscillerend aandrijforgaan dat in verbinding staat met de fluïdumkolom. In het octrooi is vermeld dat een betrekkelijk efficiënte energiebron beschikbaar wordt gesteld door bij of in de

8900355.

nabijheid van de resonantiefrequentie van de fluïdumkolom te werken. Een hoofdbezwaar van de in het octrooi beschreven inrichting is de betrekkelijke complexiteit van de zich onder in het gat bevindende apparatuur, en zoals weer-
5 gegeven in de figuren 3 t/m 9, die voor de realisatie van de gedachte nodig is.

Het aan Cloud verleende Amerikaanse octrooi 2,281,751 bevat de lering dat seismische golven teweeg worden gebracht wanneer de druk die op een met fluïdum ge-
10 vuld boorgat wordt uitgeoefend periodiek wordt gevarieerd. Voor zover volgens de voorstellen van Cloud sprake is dat buisgolven worden gegenereerd, wordt primair gesteund op het wat betreft de dwarsdoorsnede bestaande verschil tus-
15 sen de onder druk staande buis 14 en de met fluïdum gevulde bodemsectie van het gat 13 teneinde de buisgolven om te zetten in lichaamsgolven. De werkwijze en apparatuur zoals in het octrooi van Cloud zijn voorgesteld zullen ook niet efficiënt zijn en wel wegens dezelfde reden die in het bovenstaande zijn aangegeven bij de behandeling van het
20 octrooi van Silverman.

Zoals in het bovenstaande is aangegeven, bestaat behoefte aan een apparaat en werkwijze voor het teweeg- brengen van buisgolven die in benedenwaartse richting in het gat worden geleid en efficiënt worden omgezet in com-
25 pressie- en schuifgolven die in de aarde welke het boorgat omgeeft worden uitgestraald. Zoals is ingezien in de publicatie van Lee, e.a., zal elk in het gat aanwezig obstakel, zoals een luchtkanon, de buisgolven omzetten in lichaamsgolven. Het omzettingsrendement is echter gering
30 en wegens het geringe vermogen dat aan de uitgang wordt ontwikkeld zal voor de seismische werkzaamheden een relatief lange tijd nodig zijn. De apparatuur en werkwijze zullen bij voorkeur de mogelijkheid moeten bieden dat de buisgolfomzetter, op een betrekkelijk eenvoudige wijze naar
35 elke gekozen plaats in het boorgat kan worden bewogen.

89 00355.

Bovendien dienen de werkwijze en apparatuur eenvoudig en robuust te zijn zodat deze bestand zijn tegen typerende omstandigheden die onderin het gat voorkomen.

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze en
5 apparatuur voor het bij of in de nabijheid van het oppervlak
teweegbrengen van buisgolven en het vervolgens omzetten van de
buisgolven in lichaamsgolven in de aarde en op een gekozen diepte.
Buisgolven worden tweegebracht in het zich in het boorgat bevindend
10 fluïdum geïnjecteerd bij of in de nabijheid van de top van het boorgat,
en neerwaarts in het gat geleid door het boorgat, of de gatbehuizing
of door de pijplijn. Wanneer de buisgolven invallen op een unieke
omzetter die onder in het gat op een gekozen diepte is opgehangen,
15 worden de buisgolven omgezet in compressie- en schuifgolven,
waarbij deze vanaf de omzetter worden uitgestraald in de aarde die
het boorgat omgeeft. De buisgolfomzetter is een betrekkelijk efficiënte
zich onder in het gat bevindende bron en deze kan worden gebruikt
voor het ten uitvoer brengen van spiegelbeeldige VSP of seismische
20 experimenten van de over het boorgat bedoelde soort.

De uitvinding omvat een bron voor het tweebrengen van buisgolven
in het boorgat. Een buisgolfbron is op een geringe diepte of bij het
oppervlak geplaatst en staat in
25 verbinding met het zich in het boorgat bevindend fluïdum. De
buisgolfbron injecteert buisgolven die zich in benedenwaartse
richting in het boorgat voortplanten en die invallen op de
buisgolfomzetter. De buisgolfbron kan drukpulsen tweebrengen
zoals een luchtkanon. Het verdient
30 de voorkeur dat de bron een regelbare, gezwaaide frequenties
bevattende drukgolftrein tweebrengt.

De uitvinding omvat verder een buisgolfomzetter die op een gekozen
diepte onder in het gat is geplaatst. De omzetter is bij voorkeur
een langgerekt lichaam dat is opgehangen in,
35 echter niet noodzakelijkerwijze is vastgeklemd aan, het boorgat,
en dat een lengte bezit die onge-

veer gelijk is aan een halve of een hele golflengte van de P-golfformatie bij de bedrijfsfrequentie. De acoustische impedantie van de buisgolfomzetter zou sterk dienen te contrasteren met betrekking tot het zich in het boorgat bevindend fluïdum en zou het gat zo volledig als praktisch mogelijk is dienen te vullen.

De gezwaaide frequenties bevattende puls zoals gegenereerd door de buisgolfbron wordt bij voorkeur gedetecteerd door een geschikte detector op de buisgolfomzetter. Het resulterende signaal wordt in de bovenwaartse richting van het gat getransporteerd via de draadlijn waaraan de buisgolfomzetter is opgehangen. Dit onderuit het gat afkomstige signaal is kruis-gekorreleerd met de signalen die worden ontvangen door de op het oppervlak geplaatste gefoons, teneinde een beeld van het suboppervlak op te leveren dat vergelijkbaar is met dat zoals veroorzaakt door een pulserende onderin het gat aanwezige bron. Het resulterende signaal kan tevens worden geregistreerd en onderin het gat worden opgeslagen teneinde op een latere tijd te kunnen worden opgehaald en aan een kruis-korrelatie te worden onderworpen.

De uitvinding biedt een oplossing voor verscheidene van de problemen die inherent zijn aan zich onderin het gat bevindende seismische bronnen. De buisgolfbron kan bovenin het gat worden geplaatst. De zich onderin het gat bevindende buisgolfomzetter is van een eenvoudige constructie, en desondanks efficiënt voor wat betreft het omzetten van buisgolven in compressie- en schuifgolven. De buisgolfomzetter is niet uitgevoerd in de vorm van een luchtkanon of een explosiebron, waardoor de kans dat het boorgat wordt beschadigd wordt verminderd. De buisgolfomzetter kan door middel van een draadlijn op elke gekozen diepte in het boorgat worden geplaatst. Hoge-drukluhtleidingen zijn niet vereist en een gecompliceerde bedrading is niet nodig. Praktisch beschouwd is het buisgolfomzettergedeelte van de onderhavige uitvinding een uit de aard der zaak robuuste

8900355.

en betrouwbare inrichting, hetgeen door vakmensen op het gebied van constructie van gereedschappen die onderin een boorgat moeten worden gebruikt, als een groot voordeel zal worden beschouwd.

5 Uitvoeringsvormen van de uitvinding zijn weergegeven in de tekeningen, waarin dezelfde onderdelen door dezelfde verwijzingsymbolen zijn aangeduid. Volledigheidshalve wordt opgemerkt dat gedeelten van de tekeningen kunnen zijn weergegeven in een oriëntatie die niet indicatief is voor
10 het uiteindelijke beeld van het samenstelsel. In het onderstaande wordt een beschrijving gegeven van elk van de tekeningen.

Fig. 1 geeft in schemavorm een doorsnede-aanzicht van een spiegelbeeldig VSP project waarbij van de uitvin-
15 ding gebruik wordt gemaakt;

fig. 2 geeft een zijaanzicht van een buisgolfomzetter;

fig. 3 geeft een dwarsdoorsnede-aanzicht van een eerste uitvoeringsvorm van een draaibare klep bedoeld voor
20 een drukpulsgeneratorsamenstelsel;

fig. 4 geeft een doorsnede-aanzicht van een tweede uitvoeringsvorm van een draaibare klep bedoeld voor een drukpulsgeneratorsamenstelsel;

fig. 5 geeft een doorsnede-aanzicht van een derde
25 uitvoeringsvorm van een draaibare klep bedoeld voor een drukpulsgeneratorsamenstelsel;

fig. 6 geeft een doorsnede-zijaanzicht van een uitvoeringsvorm van de buisgolfomzetter te gebruiken in boorgaten die niet van een gatbehuizing zijn voorzien;

30 fig. 7 geeft een doorsnede-zijaanzicht van de uitvoeringsvorm volgens fig. 4 met daaraan toegevoegde af-dichtelementen.

Fig. 1 geeft een gedeeltelijk schematische illustratie van de uitvinding. Een geleiding 1, zoals een pijplijn of gatbehuizing, is in zijn geheel of gedeeltelijk door-
35 gedrongen in een in de aarde gemaakt boorgat 2. Een smeer-

8900355.

samenstelsel 3, of een ander geschikt orgaan waardoor het mogelijk is dat een kabel wordt geleid tussen het uitwendige en het inwendige van de pijplijn of de boorstreng, is verbonden met de kop van het gat, waarbij een elektrische draadleiding of een mechanische kabel 4 zich door dit orgaan heen en in benedenwaartse richting uitstrekt. De kabel 4 is verbonden met één uiteinde van de buisgolfomzetter 5. Het smeersamenstelsel 3 vormt rondom de kabel een afsluiting en maakt het mogelijk dat de diepte waarop de buisgolfomzetter 5 zich bevindt op de gebruikelijke wijze wordt ingesteld. Als regel zal de kabel 4 worden gewikkeld op een door een motor aangedreven lier (niet weergegeven) zodat de diepte of axiale positie van de buisgolfomzetter in het boorgat op eenvoudige wijze kan worden ingesteld.

15 Een drukpulsgeneratorsamenstelsel 6 is ingericht voor het teweegbrengen van alternerende drukpulsen die zich als buisgolven in benedenwaartse richting in het gat voortplanten. Het drukpulsgeneratorsamenstelsel staat via een buissectie 7 in verbinding met de geleiding 1. Het drukpulsgeneratorsamenstelsel omvat een draaibare klep 8 die wordt aangedreven door een motor 9. Een pomp 10 onttrekt vloeistof met een betrekkelijk lage druk aan een door 11 aangeduide fluïdumvoeding. Vloeistof verlaat de pomp met een druk die hoger is dan de in het boorgat heersende druk, en deze vloeistof stroomt via een afsluitklep 12 naar de toevoerzijde van de draaibare klep 8. De draaibare klep is zodanig geconfigureerd dat de poorten die de hoge-drukzijde van de klep verbinden met de buissectie 7, snel worden geopend en tenminste gedeeltelijk worden gesloten of blokkerend worden gemaakt, teneinde alternerende drukpulsen in de buissectie 7 teweeg te brengen. Door de motorsnelheid en versnelling te regelen is het mogelijk om in de geleiding 1 een gezwaaide frequenties bevattende drukgolf teweeg te brengen. Een accumulator 13 kan worden gebruikt om de effecten die fluïdumtraagheden hebben op apparatuur die zich stroomopwaarts bevindt van het voorgestelde

8900355.

pulsgeneratorsamenstelsel, te verminderen. In de accumulator is een vloeistoflichaam 14 dat in verbinding staat met de uitgang van de pomp 10 en de ingang van de draaibare klep 8, bedekt door een lichaam van hoge-drukgas 15. Type-
5 rend is dat het gas 15 en de vloeistof 14 van elkaar zijn gescheiden door middel van een membraan of zuiger 21.

In de bedrijfstoestand worden de drukpulsen, ofwel de gezwaaide frequenties bevattende drukgolftrein, zoals gegenereerd door de drukpulsgenerator 6, met het boorgat 2
10 gekoppeld via de buissectie 7 die is verbonden met de kop van het boorgat. De drukpulsen worden in benedenwaartse richting van het boorgat geleid door middel van de voor het boorgat dienende behuizing heen. De buisgolfomzetter 5 zet de drukpulsen om in lichaamsgolven. De lichaamsgolven,
15 die zijn aangegeven door de lijnen die een oorsprong vinden bij de buisgolfomzetter 5, planten zich voort naar het oppervlak 18 en worden gedetecteerd aan dit oppervlak door gefoons 19. De lichaamsgolven worden tevens gereflecteerd vanaf kenmerken in de aarde die zich rondom het boorgat
20 bevindt en de gereflecteerde golven worden vervolgens eveneens gedetecteerd door de gefoons 19. De resulterende signalen afkomstig van de gefoons worden geregistreerd en kunnen zoals algemeen bekend is uit de techniek worden verwerkt.

25 Teneinde de gezwaaide frequenties bevattende drukgolftrein teweeg te brengen waarnaar in het bovenstaande werd verwezen, wordt het draaibare kleplichaam van de drukpulsgenerator in eerste aanleg geroteerd met een snelheid waarbij een gekozen frequentie, bijvoorbeeld 20 Hz ontstaat.
30 Gedurende een periode van enige seconden, wordt de snelheid van het draaibare kleplichaam onder het regime van een regeling verhoogd totdat een gekozen bovenfrequentie, bijvoorbeeld 100 Hz is bereikt. Zulks zal resulteren in een gezwaaide frequenties bevattende buisgolftrein soortgelijk
35 aan de gezwaaide frequenties bevattende pulsen zoals geïnjecteerd door seismische oppervlaktevibratoren en werk-

8900355.

wijzen die algemeen bekend zijn uit de techniek en zoals die welke zijn aangeduid door VIBROSEIS (geregistreerd werk van Conoco). De gezwaaide frequenties bevattende drukpulsen planten zich in benedenwaartse richting door het boorgat
5 voort als buisgolven en treffen de buisgolfomzetter. Bij voorkeur worden de rotatie van de motor en de draaibare klep geregeld, zodat een gezwaaide frequenties bevattende puls die elke gewenste eigenschap kan hebben, kan worden geproduceerd.

10 De buisgolfomzetter is bij voorkeur een langgerekt metalen lichaam waarvan de acoustische impedantie sterk contrasteert met het fluïdum in het boorgat en waarmee de geleiding 1 zo volledig als praktisch mogelijk is is gevuld. Een voorkeursuitvoeringsvorm van de buisgolfomzetter
15 is weergegeven in fig. 2. De omzetter heeft bij voorkeur een in hoofdzaak cilindrisch centraal gedeelte 30 en taps verlopende, of in hoofdzaak conische uiteinden 31 en 32. Teneinde zo effectief mogelijk uit te stralen dient de lengte L van de omzetter tenminste gelijk te zijn aan on-
20 geveer $1/2$ tot ongeveer $1/1$ golflengte van een formatie van compressiegolven bij de gewenste bedrijfsfrequentie, of bij de centrale frequentie van de gezwaaide frequenties bevattende puls wanneer het een gezwaaide frequenties bevattende buisgolf betreft. De golflengte van een P-golf-
25 formatie (P-golfformatiesnelheid/gewenste bedrijfsfrequentie) zal bekend zijn of is op eenvoudige wijze af te leiden onder gebruikmaking van algemeen bekende methodes.

Zoals in het bovenstaande werd vermeld, is het bekend dat elk obstakel in een met vloeistof gevulde geleiding,
30 enige P- en S-golven zal uitstralen wanneer dit wordt getroffen door een in de vloeistof aanwezige drukpuls. In de in het bovenstaande behandelde publicatie van Lee, e.a., deden buisgolven invallende op een zich onderin het gat bevindend luchtkanon, P- en S-golven ontstaan. Vastgesteld
35 is dat het rendement van de omzetting van buisgolven in P- en S-golven toeneemt wanneer de lengte van het obstakel

toeneemt en wel tot aan de voorkeurslengte die in het bovenstaande is aangegeven. Echter zal een langgerekte omzetter op bevredigende wijze werken, zij het met een geringer rendement, zelfs indien zijn lengte L kleiner is dan de
5 in het bovenstaande aangegeven voorkeurslengte. Derhalve betekent langgerekt, zoals in het bovenstaande werd gebruikt, in het algemeen een lengte die aanzienlijk groter is dan de diameter en waarbij in het bijzonder geldt dat de verhouding tussen lengte en diameter aanzienlijk groter
10 is dan de verhouding tussen lengte en diameter van typerende luchtkanonnen of soortgelijke middelen, die onderin het gat kunnen worden gebruikt.

De acoustische impedantie van de buisgolfomzetter dient sterk te contrasteren met de vloeistof die in het
15 boorgat aanwezig is. Het is echter niet nodig dat de omzetter een massief metalen lichaam is. Een andere reden waarom luchtkanonnen, zoals voorgesteld door Lee in de bedoelde publicatie, niet bijzonder efficiënt zijn bij het omzetten van buisgolven in lichaamsgolven is daarin te zien
20 dat de acoustische impedantie van luchtkanonnen niet sterk contrasterend zal zijn met betrekking tot de vloeistof die zich in het boorgat bevindt. Het rendement van de omzetter neemt toe naarmate zijn straal toeneemt en de inwendige straal van het boorgat nadert. Op grond van praktische
25 overwegingen kan de straal van een omzetter te gebruiken in een boorgat waarin een behuizing is geplaatst, een waarde bereiken van 90% of meer van de straal van de gatbehuizing. Zulks zal aanleiding geven tot het benodigde sterke contrast voor wat de acoustische impedantie betreft
30 en daarbij nog genoeg speling overlaten om de omzetter door de gatbehuizing heen te bewegen. Indien de omzetter een massief metalen lichaam is met een in hoofdzaak gelijkmatige cilindrische dwarsdoorsnede (d.w.z. indien de uiteinden van de omzetter niet taps verlopend zijn uitgevoerd), zal deze
35 op bevredigende wijze P- en S-golven uitstralen indien wordt voldaan aan de bovenvermelde voorwaarden die aan lengte en

8900355.

straal zijn gesteld. Echter zal de straling slechts efficiënt zijn voor een smal gebied van frequenties.

Teneinde het rendement van de buisgolfomzetter over een grotere bandbreedte te verbeteren, verdient het de voorkeur deze de vorm te geven zoals weergegeven in fig. 2. De lengte L_1 , L_2 van de taps verlopende eindgedeelten 31 en 32 dient vergelijkbaar te zijn met de lengte B van de centrale sectie 30. De prestatie-eigenschappen van de omzetter worden niet bijzonder sterk beïnvloed door de exacte vorm van de taps verlopende gedeelten. Teneinde de stralingsbandbreedte te optimaliseren, dient de centrale sectie 30 aanzienlijk korter te zijn dan de taps verlopende eindsecties 31, 32. Hierdoor zal echter het prestatiegedrag van de omzetter voor wat betreft de lage seismische frequentieband, dat wil zeggen bij frequenties vanaf ongeveer 20 tot ongeveer 70 Hz worden verminderd.

Het is niet noodzakelijk om de buisgolfomzetter vast te klemmen aan de gatbehuizing. De omzetter zal efficiënt werken ongeacht of de gatbehuizing wel dan niet goed is vastgehecht. Zulks aangezien bij seismische frequenties de overwegend radiale puls zoals uitgezonden door de omzetter door de gatbehuizing en zich daaromheen bevindende modder of cement zal heen dringen.

De door de omzetter uitgestraalde lichaamsgolven kunnen worden gedetecteerd ofwel door middel van ontvangers die zijn geplaatst in een zich in de nabijheid bevinden boorgat, ofwel door een geordende verzameling van detectoren die op het oppervlak zijn geplaatst. Bijvoorbeeld kan een dergelijke verzameling van geofoons of hydrofoons worden geplaatst in ondiepe gaten die zijn gevuld met water of modder, waarbij een goede signaal-ruis-verhouding is verzekerd. Bij voorkeur dienen de signaaldetectoren niet dichter dan ongeveer 30 cm bij het boorgat te worden geplaatst. Zulks aangezien buisgolven een aanzienlijke hoeveelheid energie bevatten in dichte nabijheid van het boorgat, waarbij de detectoren zich op een passende afstand van de put

89 00355.7

verwijderd dienen te bevinden teneinde te vermijden dat deze energie wordt gedetecteerd.

De gezwaaide frequenties bevattende buisgolftrein wordt bij voorkeur gedetecteerd door één of meer geschikt
5 gekozen detectoren die zijn gemonteerd op de buisgolf-
omzetter. De detector kan een beweging- of druktransducent zijn of elke andere geschikte detector die uit de techniek bekend is. Het gemeten signaal wordt in bovenwaartse richting van het gat en via de kabel waaraan de omzetter is
10 opgehangen, getransporteerd. Als een alternatief kan het gemeten signaal onderin het gat worden geregistreerd en op een latere tijd worden hersteld. Een dergelijk verlaat herstel kan al dan niet resultaten bevatten van onderin het gat uitgevoerde signaalverwerking. Aan het oppervlak
15 wordt dit signaal kruis-gekorreleerd met het signaal zoals ontvangen door de detectoren op het oppervlak, of elders, teneinde een resulterend beeld van het suboppervlak te geven dat vergelijkbaar is met dat zoals veroorzaakt door een pulserende onderin het gat aanwezige bron, zoals een
20 luchtkanon. Zulks is vergelijkbaar met de techniek zoals gebruikt voor het verwerken van data afkomstig van seismische oppervlaktebronnen van de als VIVROSEIS aangeduide soort, waarbij e.e.a. algemeen bekend is uit de techniek. In vergelijking met oppervlaktevibratoren biedt de onder-
25 havige techniek het voordeel dat het signaal dat de aarde binnendringt, goed is gedefinieerd, hetgeen niet het geval is voor oppervlaktevibratoren.

Het drukpulsgeneratorsamenstelsel kan in plaats van gezwaaide frequenties bevattende buisgolven enkelvoudige
30 pulsen teweegbrengen. Een dergelijke injector zou bijvoorbeeld een luchtkanon kunnen zijn. Bovendien kunnen in het kader van de uitvinding buisgolfomzetter met afwijkende of gewijzigde constructies worden toegepast.

Het optimale in het boorgat te gebruiken fluïdum
35 is zuiver water waaruit meegevoerd gas is verwijderd.

8900355.

Het meegevoerde gas kan met conventionele middelen en voorafgaande aan de desbetreffende operaties worden verwijderd. Boormiddel, zout water, als ook de meeste commercieel beschikbare completiefluida worden ook aanvaardbaar geacht, 5 indien extra gewicht benodigd is in de fluïdumkolom in het boorgat.

De operatie zal bij voorkeur ten uitvoer worden gebracht in een van een gatbehuizing voorziene put. Indien de put geen gatbehuizing bevat, zal volgens de voorkeurs- 10 methode voor het toepassen van de uitvinding, de buisgolf in benedenwaartse richting worden geïnjecteerd in een, van een open uiteinde voorziene boorstreng, pijplijn, of andere werkstreng, waarbij de omzetter is gemonteerd bij het uiteinde van de boorstreng, pijplijn of andere werkstreng. 15 Een dergelijke uitvoeringsvorm is in het onderstaande nader gedetailleerd beschreven.

Uitvoeringsvormen van de draaibare klep voor de buisgolfinjector, zijn geïllustreerd in de fig. 3, 4 en 5. De draaibare klep is werkzaam om verscheidene malen per 20 omwenteling van de klepspoel hydraulisch te openen en te sluiten. Bijvoorbeeld kan één omwenteling van de klepspoel elke poort tweemaal openen en sluiten. Indien N-poorten aanwezig zijn en de as ronddraait met F_0 Hz, zal de frequentie van de geproduceerde buisgolf $2 NF_0$ bedragen.

25 Teneinde 100 Hz buisgolven teweeg te brengen, dient de as aldus rond te draaien met $60 \times 100 \text{ opm}/2N$. Indien, zoals is weergegeven in fig. 3, $N = 4$, is een assnelheid van 750 opm nodig om 100 Hz buisgolven teweeg te brengen. Aldus zal door het vergroten van het aantal van poorten 30 de snelheid waarmee de klepspoel moet worden geroteerd, worden verlaagd. Zulks zal slijtage van de klep verminderen. Momenteel zijn tot 10 poorten in de klepspoel gerealiseerd voor een werkend systeem.

De klep dient zorgvuldig te zijn uitgebalanceerd 35 teneinde spanningen in de lagers en afdichtingen gedurende de werking, tot een minimum terug te brengen. Naar wordt

8900355.7

verwacht zal de druk die door de modder of andere vloeistof wordt uitgeoefend op de inlaatzijde van de draaibare klep liggen in het gebied van 100-5000 pond per vierkante inch, en een voor deze druk kenmerkende waarde zal ongeveer 1000 pond per vierkante inch bedragen. In afhankelijkheid van de fluïdumcondities en geometrie van de put, kunnen hogere drukken worden toegepast.

Blijkens fig. 3, zijn bijzonderheden van de constructie van een uitvoeringsvorm van de draaibare klep 8 nader gedetailleerd weergegeven. De klep omvat een in hoofdzaak buisvormig kleplichaam 36. Via inlaten 37 wordt hoge-druk-vloeistof aan de draaibare klep toegevoerd. De hoge-druk-vloeistof staat via in het kleplichaam gevormde poorten 39 in verbinding met het inwendige van het kleplichaam 36. Uitlaten 40 zijn tevens verbonden met het kleplichaam 36 en deze staan in verbinding met het inwendige van het kleplichaam via in het kleplichaam aanwezige poorten 39. Eindplaten 41 zijn met de uiteinden van het kleplichaam 36 verbonden door middel van bouten en moeren 42, 43, of andere geschikte middelen. Door afdichtingen 44 tussen de eindplaten 41 en het kleplichaam 36 wordt verhinderd dat hoge-drukfluïdum uit de klep weglekt.

Een in lagers 47 gemonteerde as 46 is verbonden met elk einde van een cilindrische draaibare klepspoel 45 teneinde de spoel mechanisch te dragen in het kleplichaam. De klepspoel 45 is een holle cilinder die aan het ene einde gesloten en aan het andere einde open kan zijn. De zich door de cilinder heen uitstreckende poorten 50 komen afwisselend op één lijn met en blokkeren tenminste gedeeltelijk de in het kleplichaam aanwezige poorten 39, teneinde, wanneer de klepspoel wordt geroteerd, een gezwaaide frequenties bevattende, of een vaste frequentie bevattende drukpulstrein teweeg te brengen. Door de afdichtingen 44 tussen de as 46 en de eindplaten 41 wordt verhinderd dat fluïdum vanuit het kleplichaam rondom de as 46 weglekt. Eén uiteinde van de klepspoelas 46 is verbonden met de as 49 van de aan-

8900355.

drijfmotor (niet weergegeven), en wel bij voorkeur via een koppelmechanisme 48 teneinde het mogelijk te maken dat de kleespoel snel wordt gekoppeld met resp. ontkoppeld van de motor. Bovendien is door het koppelmechanisme 48 een
5 geringe excentriciteit toelaatbaar voor wat betreft de motoras en de as 46. Andere aandrijfcomponenten, zoals koppelingen, riemen, transmissiemiddelen, hoekaandrijfmechanismen en tandwielkasten kunnen indien vereist ook worden toegepast. De aandrijfmotor kan van elk willekeurig type
10 zijn, zoals elektrisch, pneumatisch, of hydraulisch.

Als regel zal er enige, normaliter een geringe, speling zijn tussen de buitendiameter van de kleespoel 45 en de inwendige diameter van het kleplichaam 36. Aldus zal de kleespoel als regel de uitlaten 40 niet volledig af-
15 dichten wanneer de poorten 50 die zich door de spoel heen uitstrekken, niet zijn uitgelijnd met betrekking tot de kleplichaamspoorten 39. Zulks zal echter van geen invloed zijn op de eigenschap van de draaibare klep voor wat betreft het teweegbrengen van de gewenste gezwaaide frequenties bevattende pulsen. Afdichtingen (niet weergegeven)
20 kunnen worden aangebracht op andere plaatsen, zoals tussen de buitendiameter van de draaibare kleespoel 45 en de inwendige diameter van het kleplichaam 36. Dergelijke afdichtingen worden in het onderstaande behandeld.

25 Tevens dient te worden opgemerkt dat het niet noodzakelijk is dat een netto, ofwel continue fluïdumstroming bestaat vanaf de draaibare klep naar de geleiding 1 die zich in het boorgat bevindt. Het is voldoende dat de aan de uitgang van de klep ontwikkelde drukpulsen dusdanig zijn
30 gekoppeld met de in de put aanwezige vloeistof dat de drukpulsen in benedenwaartse richting van het gat worden getransporteerd. Een dergelijke opmerking geldt voor al de uitvoeringsvormen van de uitvinding.

Fig. 4 geeft een andere uitvoeringsvorm van de draai-
35 bare klep 8 volgens de uitvinding. De onderdelen die deze uitvoeringsvorm en de uitvoeringsvorm zoals in het boven-

8900355.

staande beschreven, gemeenschappelijk hebben, zijn voorzien van dezelfde verwijzingsymbolen als die welke voor de corresponderende onderdelen in fig. 3 zijn aangegeven. De twee hoofdverschillen tussen de twee uitvoeringsvormen 5 betreffen de draaibare klepspoel 45 en het kleplichaam 36. Bij de uitvoeringsvorm volgens fig. 4 is de klepspoel een schijf, en het kleplichaam 36 omvat een septum of plaatsvast opgestelde schijf met één of meer poorten 39. De door de draaibare schijf verlopende poorten 50 komen afwisselend 10 op één lijn met en blokkeren tenminste gedeeltelijk de bijpassende poorten 39, die zich door het kleplichaam 36 uitstrekken, teneinde de gezwaaide frequenties bevattende of een vaste frequentie bevattende drukpulstrein teweeg te brengen, en wel op een wijze soortgelijk aan die welke in 15 het bovenstaande werd beschreven. Afdichtingen (niet weergegeven) kunnen zijn aangebracht in de nabijheid van ofwel de vaststaande poorten 39, ofwel de draaibare poorten 50, ofwel bij beide. Tevens kunnen afdichtingen (niet weergegeven) zijn aangebracht tussen de inwendige diameter van 20 het kleplichaam en de uitwendige diameter van de draaibare spoel 45, tussen het schijfoppervlak van het kleplichaam 36 en het oppervlak van de draaibare spoel 45, of tussen de as 46 en het kleplichaam 36.

Fig. 5 toont een derde uitvoeringsvorm van de draaibare 25 klep met een cilindrische draaibare klepspoel. De onderdelen die deze uitvoeringsvorm en de uitvoeringsvormen zoals in het bovenstaande beschreven gemeenschappelijk hebben, zijn voorzien van dezelfde verwijzingsymbolen als die welke voor de corresponderende onderdelen in de fig. 3 30 en 4 zijn aangegeven. Bij deze uitvoeringsvorm bevinden de inlaat- en uitlaatpoorten 39 zich in tegenover elkaar liggende zijden van het kleplichaam 36. Via één of meer openingen of poorten 50 welke zich door de klepspoel 45 uitstrekken, is het mogelijk dat fluïdum door de spoel heen 35 binnenkomt en een rechtstreeks door de klep heengaand fluïdum pad vormt wanneer de openingen in de klepspoel op

één lijn zijn gelegen met de inlaten en de uitlaten.
Wanneer de spoel 45 wordt geroteerd, zijn de poorten 59
en de poorten 39 afwisselend op één lijn gelegen en af-
sluitend, teneinde een gezwaaide frequenties bevattende,
5 of een vaste frequentie bevattende drukpulstrein teweeg
te brengen en wel op een wijze soortgelijk aan die welke
in het bovenstaande werd beschreven. Een afvoerpoort (niet
weergegeven) kan door de eindplaten 41 verlopend zijn ge-
vormd teneinde te verhinderen dat druk wordt ontwikkeld
10 in het volume dat is begrensd door ofwel de eindplaat 41,
het kleplichaam 36, en het einde van de klepspoel 45. Even-
als bij de andere uitvoeringsvormen, kunnen afdichtingen
(niet weergegeven) worden geplaatst tussen het kleplichaam
44 en de klepspoel 45 en wel op één of meer plaatsen.

15 Fig. 7 is illustratief voor een uitvoeringsvorm van
de draaibare klep en waarvan afdichtingen 64 deeluitmaken
teneinde het belemmeren van een stroming wanneer de klep zich
in de sluitstand bevindt, te verbeteren. Een extra O-ring
44 vormt een afdichting tussen de as 46 en het tussenschot.
20 De afdichtingen zijn gemaakt uit een geschikt materiaal,
zoals polyfluorethyleen. Deze afdichtingen omvatten een
in hoofdzaak cilindrisch lichaam 65 en een montageflens 66
die door middel van schroeven 67 kan zijn bevestigd aan
het kleplichaam. De lengte van het lichaam is zodanig ge-
25 kozen dat het einde 68 van het afdichtlichaam 65 zich tot
voorbij het tussenschot of het kleplichaam uitstrekt. De
draaibare klepschijf zal aldus in aanraking zijn met het
uiteinde van de afdichting wanneer de schijf roteert.
De weergegeven afdichtingen, kunnen, alhoewel zij in de
30 weergegeven vorm functioneel zijn, worden gewijzigd of ver-
vangen door een alternatieve afdichting teneinde ofwel de
afdichtende werking, ofwel de levensduur, ofwel beide, te
verbeteren. Tevens is het denkbaar dat één of meer afdicht-
35 elementen kunnen worden gebruikt bij enige andere uitvoe-
ringsvormen van de klep.

89003557

Fig. 6 is illustratief voor een uitvoeringsvorm van de omzetter volgens de uitvinding en te gebruiken in een open of niet van een gatbehuizing voorzien gat. Zoals in het bovenstaande werd vermeld zal bij voorkeur het gat van een gatbehuizing zijn voorzien. Bij een niet van een behuizing voorzien gat, is de buisgolfomzetter verbonden in het uiteinde van een pijplijn, of boorstreng 60, en buisgolven worden geïnjecteerd in de met fluïdum gevulde pijplijn of buisstreng 60. De omzetter 5, die op zijn plaats is gebracht door het einde van de buisstreng op de gewenste diepte te brengen, is met de buisstreng verbonden door middel van bouten 61. Het einde 62 van de buisstreng dient te worden gevuld met een geluidsabsorberend materiaal 64, zoals loodbevattend rubber, teneinde reflecties te verminderen. Door de buisstreng heen verlopende openingen 63 maken het mogelijk dat de omzetter P- en S-golven in de formatie uitstraalt. Het totale oppervlak van de openingen dient bij voorkeur gelijk te zijn aan tenminste ongeveer 30% van het oppervlak van de pijplijn voor zover zich dat tegenover het centrale gedeelte 30 van de omzetter 5 bevindt. Als een alternatief kan de buisgolfomzetter 5 zijn uitgevoerd als een integraal gedeelte van de buisstreng of van de boorstreng.

De uitvinding wordt toegepast in een van een behuizing voorziene put door de buisgolfomzetter 5 op een gekozen diepte onderin het gat op zijn plaats te brengen. Zoals is weergegeven in fig. 1, wordt de aan de kabel 4 bevestigde omzetter 5 tot aan de gekozen diepte omlaag gebracht. Bij een niet van een behuizing voorzien gat, wordt de omzetter op zijn plaats gebracht doordat het einde van de buisstreng, of boorstreng 1, zoals weergegeven in fig. 6, met behulp van conventionele middelen op de gewenste diepte te brengen. Zoals in het bovenstaande werd beschreven, is het drukpulsgeneratorsamenstelsel 6 verbonden met de gatbehuizing, buisstreng, of boorstreng, al naar uitkomt, teneinde een drukpuls of -pulsen in benedenwaartse richting

8900355.

van het gat te transporteren. De drukpulsen vallen in op de buisgolfomzetter en door de omzetter worden P- en S-golven in de aarde uitgestraald. De gezwaaide frequenties bevattende drukpulstrein wordt bij voorkeur gedetecteerd door
5 een geschikt gekozen detector (niet weergegeven) op de buisgolfomzetter en de resulterende signalen worden in bovenwaartse richting van het gat getransporteerd en geregistreerd. Als alternatief kunnen de data afkomstig van de detector onderin het gat worden opgeslagen teneinde naderhand te
10 worden opgehaald. De zich op het oppervlak bevindende geofoons 18 detecteren de lichaamsgolven en de resulterende signalen worden geregistreerd en bij voorkeur kruis-gekorreleerd met de signalen afkomstig van de detector, en wel bij de omzetter.

15 Een specifieke uitvoeringsvorm van de uitvinding is in het bovenstaande geïllustreerd en beschreven. Vanzelfsprekend kunnen modificaties op de bovenbedoelde uitvoeringsvorm door vakmensen op dit gebied van de techniek worden voorgesteld; daarbij is het de bedoeling dat door deze
20 octrooiaanvraag al die modificaties die vallen binnen het kader van de bijbehorende conclusies, worden gedekt.

8900355.1

C O N C L U S I E S

1. Werkwijze voor het omzetten van buisgolven in een met vloeistof gevuld boorgat, in compressie- en schuifgolven die worden uitgestraald in de aarde welke het boorgat omgeeft, gekenmerkt door:
 - 5 het injecteren van ten minste één drukpuls in de in het boorgat aanwezige vloeistof, teneinde een buisgolf tewegg te brengen die door het boorgat tot op een vooraf gekozen diepte wordt geleid; en
 het op een vooraf gekozen diepte in de in het boor-
10 gat aanwezige vloeistof op zijn plaats brengen van een langgerekte buisgolfomzetter, waarbij de acoustische impedantie van de buisgolfomzetter sterk contrasterend is met betrekking tot de in het boorgat aanwezige vloeistof.
2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat
15 de buisgolfomzetter een lengte bezit van ten minste 1/2-gedeelte van de golflengte van een P-golfformatie bij de bedrijfsfrequentie van de buisgolfomzetter, waarbij de buisgolfomzetter buisgolven omzet in compressie- en schuifgolven, alsook deze compressie- en schuifgolven in de aarde uit-
20 straalt.
3. Werkwijze volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat de buisgolfomzetter een lengte bezit in het gebied van ongeveer 1/2- tot 1/1-golflengte van een P-golfformatie bij de bedrijfsfrequentie van de buisgolfomzetter.
- 25 4. Werkwijze volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat de buisgolfomzetter is voorzien van taps verlopende uiteinden, alsook van een in hoofdzaak cilindrische middensectie.
5. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat
30 de buisgolfomzetter is voorzien van taps verlopende uiteinden, alsook van een in hoofdzaak cilindrische middensectie.
6. Werkwijze volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat de lengte van de middensectie van de buisgolfomzetter ver-

gelijkbaar is met de lengte van elk van de taps verlopende uiteinden.

7. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de stap waarbij ten minste één drukpuls wordt geïnjecteerd
- 5 in de in het boorgat aanwezige vloeistof, omvat het injecteren van een gezwaaide frequenties bevattende drukgolftrein in de in het boorgat aanwezige vloeistof, teneinde in de in het boorgat aanwezige vloeistof een gezwaaide frequenties bevattende buisgolftrein teweeg te brengen.
- 10 8. Werkwijze volgens conclusie 7, met het kenmerk, dat het frequentiegebied waarover wordt gezwaaid zich uitstrekt van ongeveer 20-200 Hz.
9. Werkwijze volgens conclusie 8, met het kenmerk, dat de lengte van de buisgolfomzetter is gelegen in het gebied
- 15 van ongeveer 1/2-gedeelte van de golflengte van een P-golf-formatie bij de centerfrequentie van een gezwaaide frequenties bevattende drukgolftrein.
10. Apparatuur voor het teweegbrengen van compressie- en schuifgolven op een gekozen diepte in een met vloeistof
- 20 gevuld boorgat en te gebruiken voor seismisch onderzoek van de aarde die een boorgat omgeeft, gekenmerkt door:
- een drukpulsgeneratorsamenstelsel dat is ingericht om op geschikte wijze te worden gekoppeld met de in het boorgat aanwezige vloeistof bedoeld voor het teweegbrengen .
- 25 van ten minste één drukpuls in de vloeistof;
- een langgerekte buisgolfomzetter die is ingericht om op een gekozen diepte in de in het boorgat aanwezige vloeistof op zijn plaats te worden gebracht, alsook een
- 30 acoustische impedantie bezit die sterk contrasterend is met betrekking tot de in het boorgat aanwezige vloeistof, waarbij de buisgolfomzetter buisgolven zal omzetten in compressie- en schuifgolven, alsook deze compressie- en schuifgolven zal uitstralen in de aarde en op de gekozen diepte.
- 35 11. Apparatuur volgens conclusie 10, met het kenmerk, dat de lengte van de buisgolfomzetter tenminste gelijk is

8900355.

aan ongeveer 1/2-gedeelte van de golflengte van een compressiegolfformatie bij de gewenste bedrijfsfrequentie.

12. Apparatuur volgens conclusie 10, met het kenmerk, dat de buisgolfomzetter is voorzien van een in hoofdzaak
5 cilindrische middensectie, alsook van taps verlopende uiteinden.

13. Apparatuur volgens conclusie 10, met het kenmerk, dat het drukpulsgeneratorsamenstelsel een gezwaaide frequenties bevattende drukgolftrein injecteert in het boor-
10 gat.

14. Apparatuur volgens conclusie 11, met het kenmerk, dat de lengte van de buisgolfomzetter tenminste gelijk is aan ongeveer 1/2-gedeelte van een golflengte van een compressiegolfformatie bij de centerfrequentie van de gezwaaide frequenties bevattende drukgolftrein.
15

15. Werkwijze voor het omzetten van buisgolven in een met vloeistof gevulde geleiding in een boorgat, in compressie- en schuifgolven die worden uitgestraald in de aarde die het boorgat omgeeft, gekenmerkt door:

20 het injecteren van ten minste één drukpuls in de in de geleiding aanwezige vloeistof teneinde een buisgolf teweeg te brengen die door de geleiding op een vooraf gekozen diepte wordt gebracht; en

25 het op de gekozen diepte in de in de geleiding aanwezige vloeistof op zijn plaats brengen van een langgerekte buisgolfomzetter, waarbij de acoustische impedantie van de buisgolfomzetter sterk contrasterend is met betrekking tot de in de geleiding aanwezige vloeistof.

16. Werkwijze volgens conclusie 15, met het kenmerk,
30 dat de buisgolfomzetter de geleiding zo volledig als praktisch mogelijk is vult, alsook een lengte bezit die tenminste gelijk is aan ongeveer 1/2-gedeelte van een golflengte van een P-golfformatie bij de gewenste bedrijfsfrequentie van de buisgolfomzetter, waarbij de buisgolfomzetter buisgolven omzet in compressie- en schuifgolven
35 en dergelijke compressie- en schuifgolven uitstraalt in de aarde.

8900355.

17. Werkwijze volgens conclusie 15, met het kenmerk, dat de buisgolfomzetter een langgerekt metalen lichaam omvat met een in hoofdzaak cilindrische middensectie en taps verlopende einden.
- 5 18. Werkwijze volgens conclusie 17, met het kenmerk, dat de lengte van elk van de taps verlopende einden van de buisgolfomzetter vergelijkbaar is met de lengte van de middensectie.
- 10 19. Werkwijze volgens conclusie 16, met het kenmerk, dat de stap waarbij ten minste één drukpuls wordt geïnjecteerd omvat het injecteren van een gezwaaide frequenties bevattende drukgolftrein, en waarbij de lengte van de buisgolfomzetter tenminste gelijk is aan ongeveer 1/2-gedeelte van een golflengte van een compressiegolfformatie bij de centerfrequentie van de gezwaaide frequenties bevattende drukgolftrein.
- 15 20. Werkwijze volgens conclusie 15, verder gekenmerkt door de stap van het detecteren van de compressie- en schuifgolven die in de formatie worden gestraald door de buisgolfomzetter, en de stap van het kruis-korreleren van het in de voorgaande stap gedetecteerde signaal, met signalen afkomstig van andere voor compressie- en schuifgolven bedoelde detectoren die op afstand van de buisgolfomzetter zijn opgesteld.
- 20 21. Buisgolfomzetter te gebruiken voor een met vloeistof gevulde geleiding, gekenmerkt door een langgerekt metalen lichaam waarvan de acoustische impedantie sterk contrasterend is met betrekking tot de in de geleiding aanwezige vloeistof.
- 25 22. Buisgolfomzetter volgens conclusie 21, met het kenmerk, dat de lengte van de buisgolfomzetter tenminste gelijk is aan ongeveer 1/2-gedeelte van de golflengte van een P-golfformatie bij de bedrijfsfrequentie van de buisgolfomzetter.
- 30

8900355.

23. Buisgolfomzetter volgens conclusie 22, met het kenmerk, dat de lengte van de buisgolfomzetter is gelegen in het gebied van ongeveer 1/2-gedeelte tot 1/1-gedeelte van de golflengte van een P-golfformatie bij de bedrijfsfrequentie van de buisgolfomzetter.

24. Buisgolfomzetter volgens conclusie 23, te gebruiken in combinatie met een bron voor het teweegbrengen van een gezwaaide frequenties bevattende drukgolftrein, met het kenmerk, dat de lengte van de omzetter tenminste gelijk is aan ongeveer 1/2-gedeelte van de golflengte van een P-golfformatie bij de centerfrequentie van het frequentiegebied waarover wordt gezwaaid.

25. Buisgolfomzetter volgens conclusie 21, met het kenmerk, dat de diameter van de omzetter voldoende is om de geleiding zo volledig als praktisch mogelijk is te vullen.

26. Buisgolfomzetter volgens conclusie 25, met het kenmerk, dat de buisgolfomzetter een cilindrische middensectie en taps verlopende einden heeft.

27. Buisgolfomzetter volgens conclusie 26, met het kenmerk, dat de lengte van de middensectie vergelijkbaar is met de lengte van elk van de taps verlopende einden.

28. Drukpulsgenerator, gekenmerkt door:

een kleplichaam met een daarin gevormde opening en ten minste twee zich daardoorheen uitstreckende poorten die in verbinding staan met de in het kleplichaam gevormde opening, waarbij één van de poorten een inlaatpoort is die is ingericht om te worden verbonden met een bron voor het afgeven van onder druk staand fluïdum en de andere poort een uitlaatpoort is die is ingericht om te worden verbonden met een geleiding waarin drukpulsen teweeg moeten worden gebracht;

een klepspoel die met betrekking tot het kleplichaam draaibaar is gemonteerd, alsook is voorzien van tenminste één zich daardoorheen uitstreckende opening die zich bevindt tussen de inlaatpoort en de uitlaatpoort; en

8900355.

waarbij de klepspoel draaibaar is vanuit een eerste stand waarbij de in de klepspoel aanwezige opening fluïdumcommunicatie toelaat tussen de inlaat- en uitlaatpoorten, en een tweede stand, waarbij de fluïdumcommunicatie daar-
5 tussen in vergelijking met de eerste stand, tenminste gedeeltelijk is geblokkeerd, e.e.a. zodanig dat rotatie van de rotor drukpulsen in de geleiding teweeg zal brengen.

29. Drukpulsgenerator volgens conclusie 28, gekenmerkt door middelen dienende om de klepspoel te doen roteren,
10 waarbij het variëren van de snelheid en versnelling van de klepspoel een gezwaaide frequenties bevattende drukkolf-trein in de geleiding teweeg zal brengen.

30. Drukpulsgenerator volgens conclusie 28, met het kenmerk, dat de klepspoel omvat een voor rotatie in het
15 kleplichaam gemonteerde as en een met de as verbonden plaat die loodrecht staat op de rotatiehartlijn van de as, waarbij de ten minste ene opening die zich door de klepspoel heen uitstrekt, door de plaat heen verlopend is gevormd.

20 31. Drukpulsgenerator volgens conclusie 30, met het kenmerk, dat het kleplichaam verder omvat ten minste één zich daardoorheen uitstrekkende opening die tenminste gedeeltelijk op één lijn verloopt met de ten minste ene opening die zich door de klepspoel uitstrekt bij ten minste
25 één rotatiestand van de as.

32. Drukpulsgenerator volgens conclusie 28, met het kenmerk, dat het kleplichaam omvat een cilindrische middensectie met twee einden, waarbij ten minste één van de ten minste twee poorten door de cilindrische middensectie heen
30 verlopend is gevormd en welke sectie ten minste twee eindplaten omvat die zijn verbonden met het einde van het kleplichaam; en de klepspoel omvat een cilinder die in hoofdzaak coaxiaal is aangebracht met betrekking tot het cilindrische gedeelte van het kleplichaam, alsook is voorzien
35 van de ten minste ene zich daardoorheen uitstrekkende opening die een positie kan innemen waarbij fluïdumcommunica-

8900355.

tie is toegelaten tussen de in het kleplichaam aanwezige opening en de ten minste ene poort in het kleplichaam bij ten minste één rotatiestand van de as.

33. Drukpulsgenerator volgens conclusie 32, met het kenmerk, dat de klepspoel buisvormig is en rotatie van de klepspoel fluïdumcommunicatie tussen de ten minste ene poort in het cilindrische gedeelte van het kleplichaam en de in het kleplichaam aanwezige opening, afwisselend ten minste gedeeltelijk blokkeert en opent.

10 34. Drukpulsgenerator volgens conclusie 32, met het kenmerk, dat ten minste één van de eindplaten, ten minste één zich daardoorheen uitstreckende poort bezit.

35. Drukpulsgenerator volgens conclusie 32, met het kenmerk, dat het cilindrische gedeelte van het kleplichaam is voorzien van een aantal zich daardoorheen uitstreckende uitlaatpoorten, en de klepspoel is voorzien van een aantal zich daardoorheen uitstreckende openingen die op één lijn zijn gelegen met de in het kleplichaam aanwezige poorten en wel bij zodanige standen dat rotatie van de klepspoel met betrekking tot het kleplichaam, drukpulsen in het onderdruk staand fluïdum teweeg zal brengen.

36. Drukpulsgenerator volgens conclusie 32, met het kenmerk, dat het cilindrische gedeelte van het kleplichaam is voorzien van ten minste één inlaatpoort die door een eerste zijde van het kleplichaam heen verlopend is gevormd, en ten minste één uitlaatpoort die zich door een tweede zijde van het kleplichaam heen uitstrekt, en waarbij de openingen die zich door de in hoofdzaak cilindrische klepspoel heen uitstrekken, fluïdumdoorgangen zijn die zich door de rotor heen uitstreckend zijn gevormd alsook zijn ingericht om fluïdumcommunicatie toe te laten tussen de inlaatpoort en de uitlaatpoort die zich door de eerste zijde en de tweede zijde van het kleplichaam heen uitstrekken.

37. Drukpulsgenerator volgens conclusie 36, gekenmerkt door een inlaatspruitstuk dat is verbonden met de inlaatpoorten en een uitlaatspruitstuk dat is verbonden met de uitlaatpoorten.

8900355.

8900355.

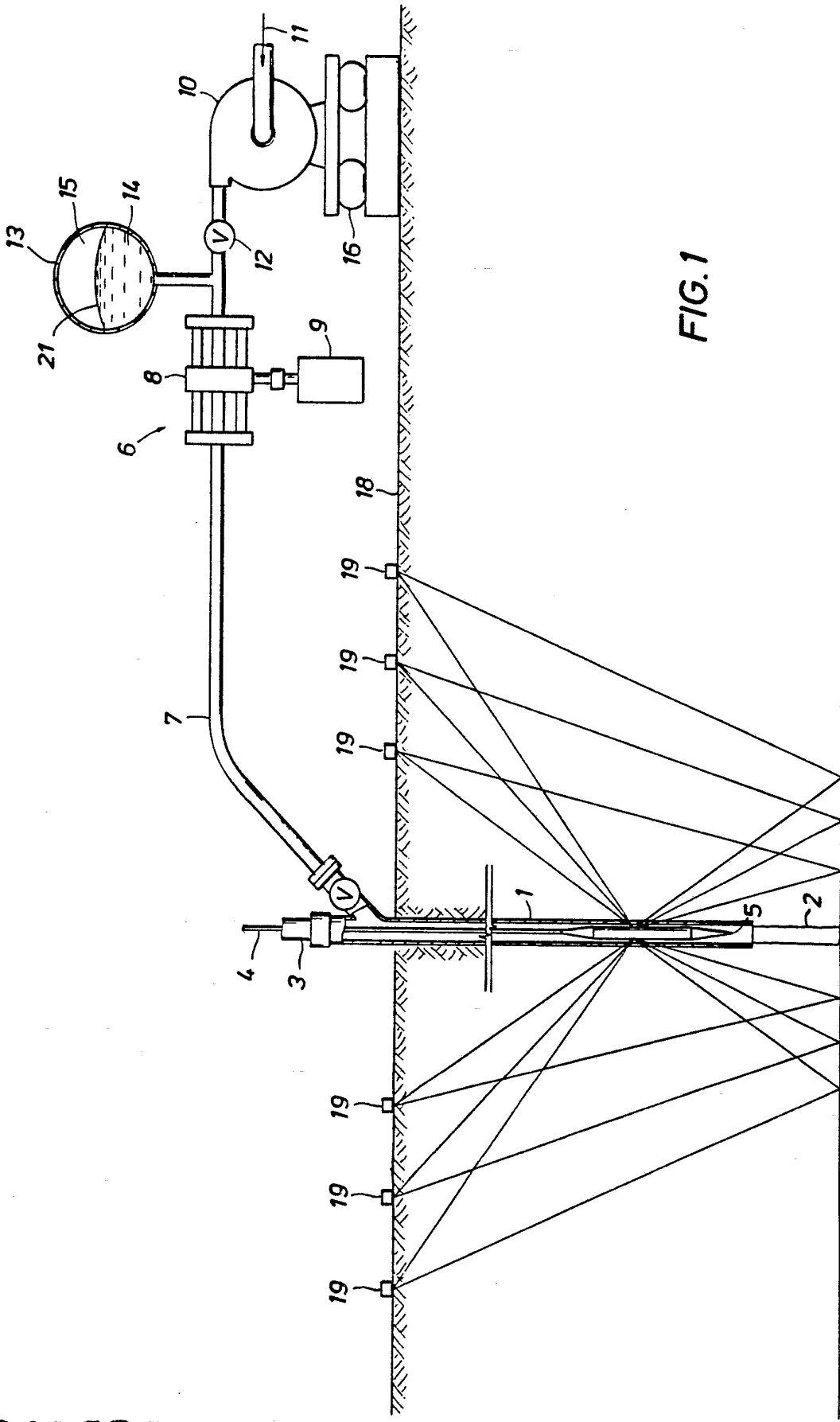


FIG.1

FIG. 2

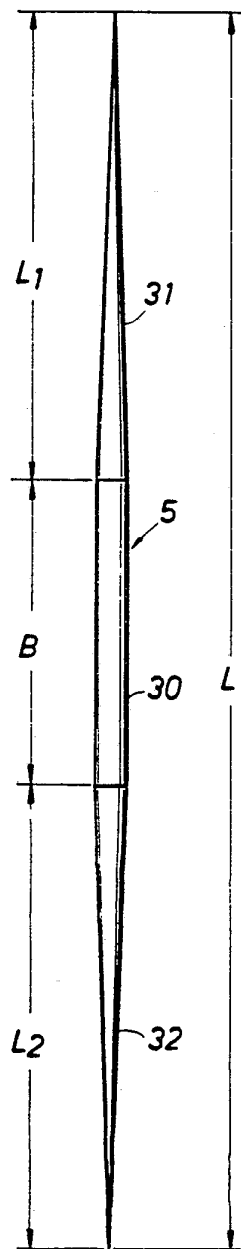
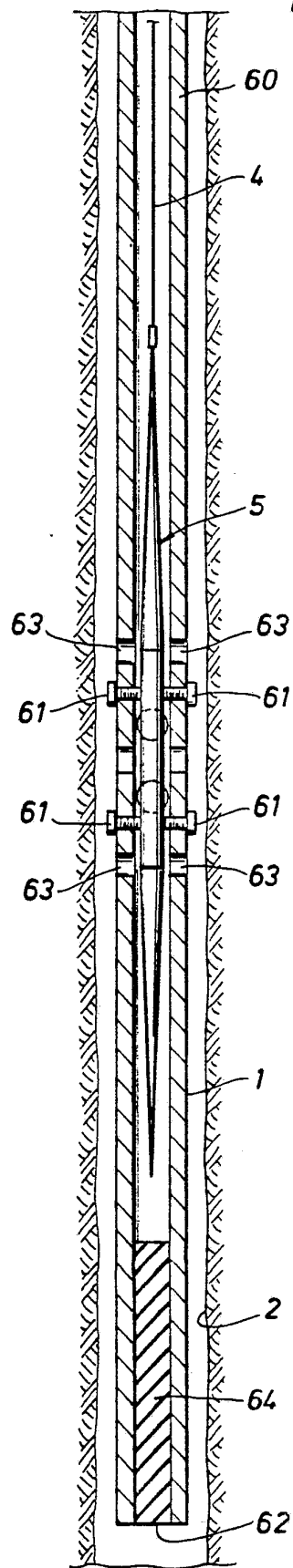


FIG. 6



8900355.

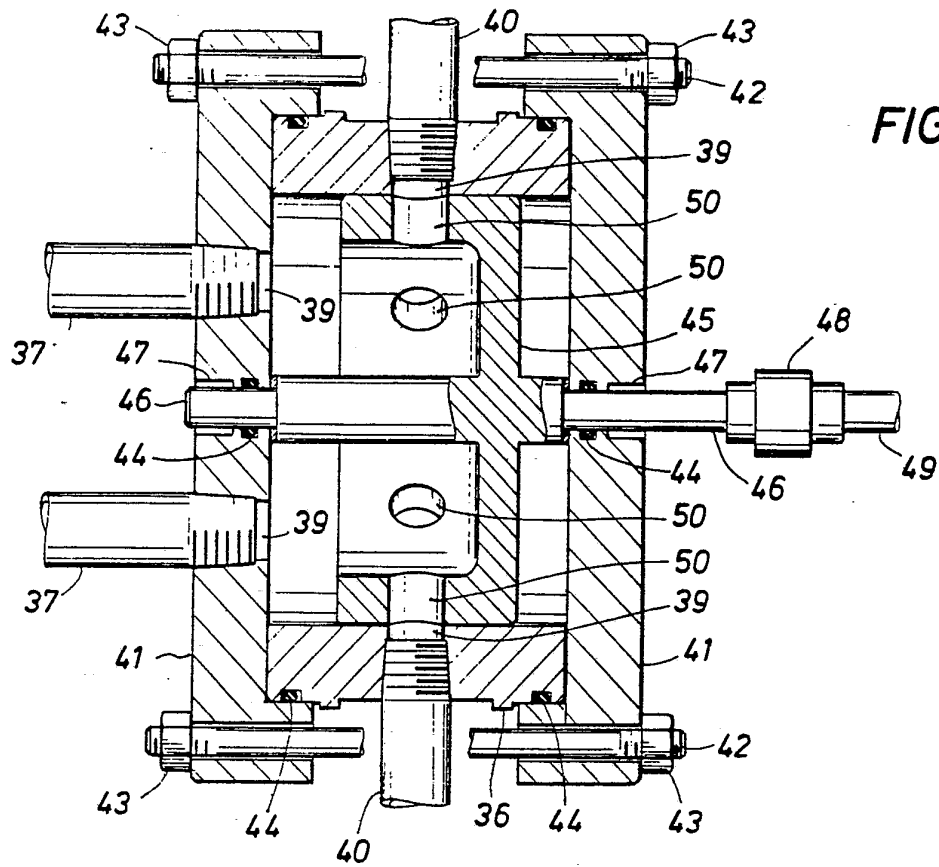


FIG. 3

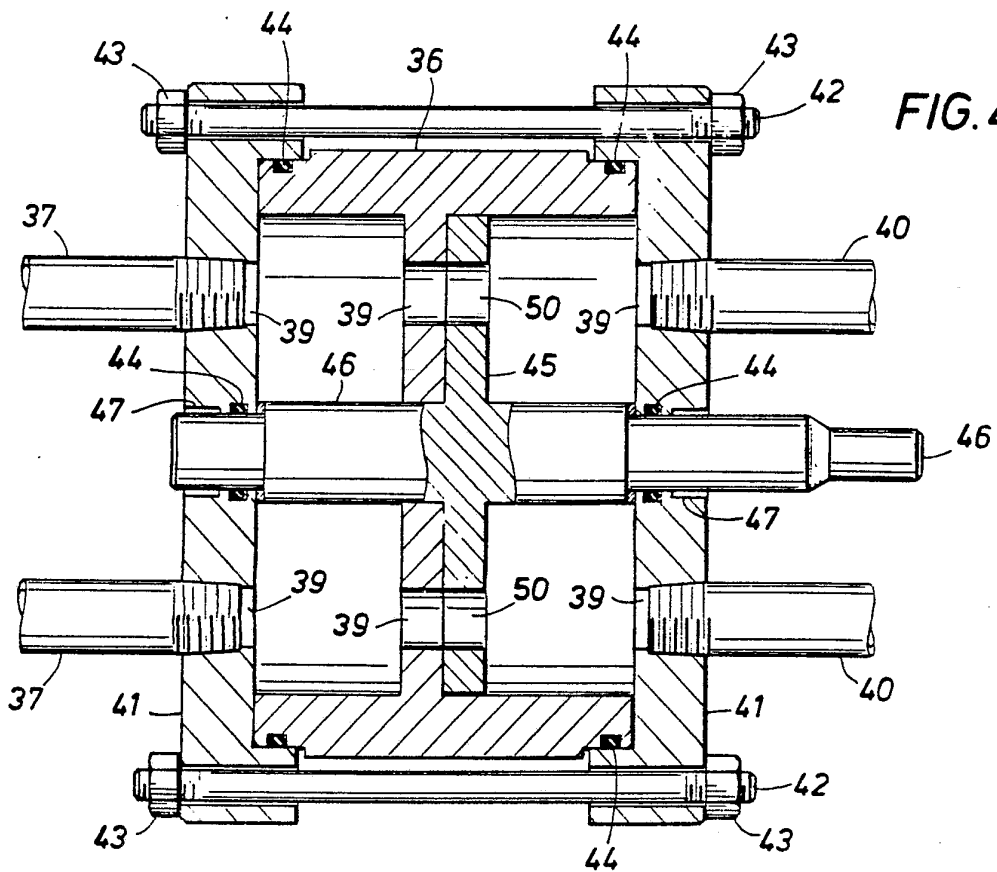
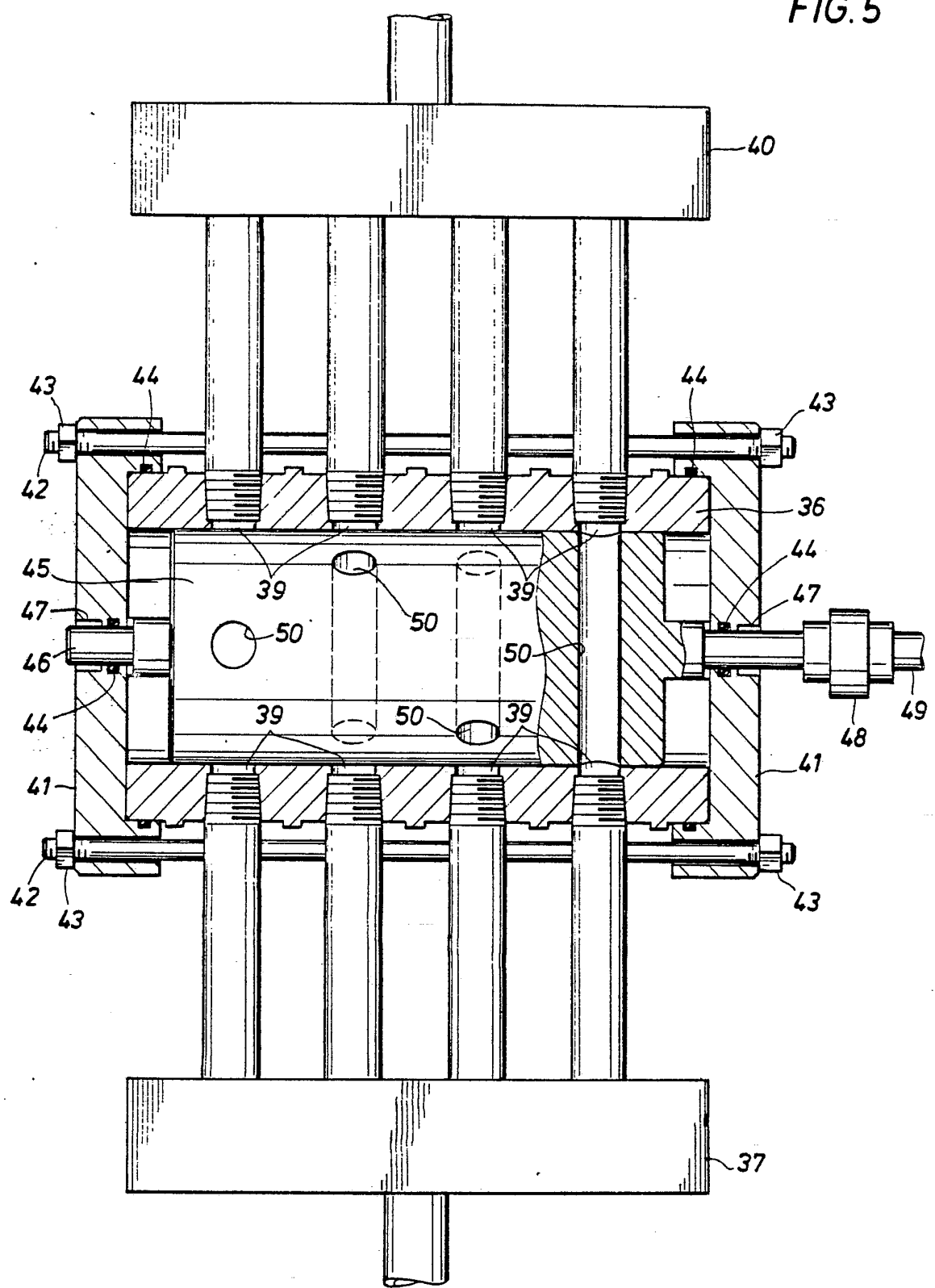


FIG. 4

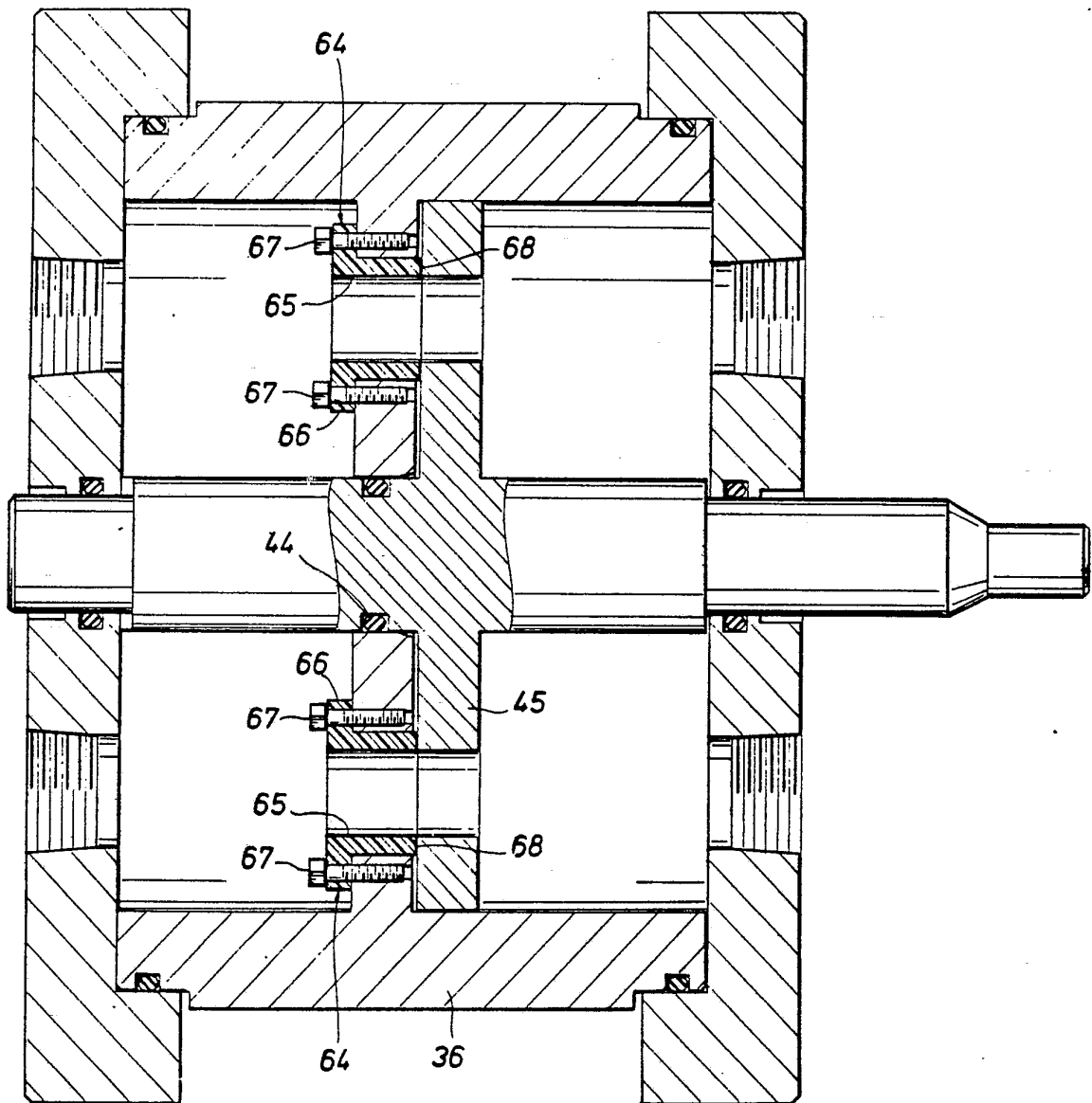
8900355.

FIG. 5



89 00355 .

FIG. 7



8900355.