



NORGE

(12) **PATENT**

(19) NO

(51) Int Cl<sup>7</sup>

(11) **319468**

F 04 B 47/00

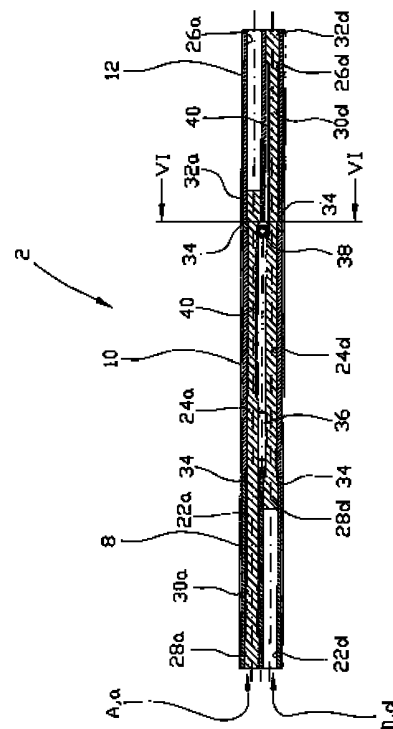
(13) **B1**

### Patentstyret

|      |            |                                                            |      |                           |       |
|------|------------|------------------------------------------------------------|------|---------------------------|-------|
| (21) | Søknadsnr  | 20033044                                                   | (86) | Int.inng.dag og søknadsnr |       |
| (22) | Inng.dag   | 2003.07.03                                                 | (85) | Videreføringsdag          |       |
| (24) | Løpedag    | 2003.07.03                                                 | (30) | Prioritet                 | Ingen |
| (41) | Alm.tilgj  | 2005.01.04                                                 |      |                           |       |
| (45) | Meddelt    | 2005.08.15                                                 |      |                           |       |
| (73) | Innehaver  | Oil Flow Technology AS, Postboks 131, 4902 TVEDESTRAND, NO |      |                           |       |
| (72) | Oppfinner  | Tor Arne Hauge, Postboks 131, 4902 Tvedestrand, NO         |      |                           |       |
| (74) | Fullmektig | Håmsø Patentbyrå ANS, Postboks 171, 4302 SANDNES, NO       |      |                           |       |

|      |                       |                                         |
|------|-----------------------|-----------------------------------------|
| (54) | Benevnelse            | <b>Pumpe for haleproduksjon av olje</b> |
| (56) | Anførte publikasjoner | Ingen                                   |
| (57) | Sammendrag            |                                         |

Stempelpumpe (2) for utpumping av olje fra en underjordisk struktur via en oljebrønn. Pumpen (2) innbefatter en pumpesylinderseksjon (8), en forriglingsseksjon (10) og en drivsylinderseksjon (12) som samtlige er forsynt med en sentralt anordnet oljeutstrømningskanal (18) med fire omkringliggende, aksiale sylindroppstillinger (A, B, C, D). Hver sylindroppstilling (A, B, C, D) omfatter en pumpesylinder (24a, 24b, 24c, 24d), et innad åpent bevegelsesområde (26a, 26b, 26c, 26d) og en drivsylinder (22a, 22b, 22c, 22d). Hver sylindroppstilling (A, B, C, D) har en aksialbevegelig stempelsammenstilling (a, b, c, d) omfattende et pumpestempel (32a, 32b, 32c, 32d), en stempelstang (30a, 30b, 30c, 30d) og et drivstempel (28a, 28b, 28c, 28d). To diametrisk motstående stempelstenger (30b, 30d) er mekanisk forbundet via en lenke (36) mellom disse. Hver stempelstang (30b, 30d) er bevegelig forbundet med hver sin av de to øvrige stempelstenger (30a, 30c) via hvert sitt tannhjul (38, 38') derimellom. Hver stempelstang (30a, 30b, 30c, 30d) har et tannstangparti (40) som vender inn mot nevnte tannhjul (38, 38), og som har en lengde som i det minste tilsvarer nevnte stemplers slaglengde.



## STEMPELPUMPE FOR HALEPRODUKSJON AV OLJE

Denne oppfinnelse vedrører en stempelpumpe for haleproduksjon av olje fra oljebrønner med lavt trykk.

Under en innledende produksjonsperiode som kan vedvare en del  
5 år vil en typisk oljebrønn, f.eks. i Nordsjøen, være selvpro-  
duserende. I løpet av denne produksjonsperiode er trykket i  
oljen i den underjordiske struktur tilstrekkelig stort til at  
oljen strømmer opp brønnens produksjonsstreng av seg selv.  
Etter hvert som oljeproduksjonen forløper, faller trykket i  
10 den oljeholdige struktur inntil brønnen ikke lenger er selv-  
produserende. På dette produksjonsstadium vil det imidlertid  
være store mengder olje igjen i strukturen, ofte opptil 80%  
av den opprinnelige oljemengde.

Ifølge kjent teknikk benyttes hovedsakelig tre metoder for  
15 stimulert utvinning for å få ut mer av den resterende  
oljemengde i strukturen.

En metode omfatter såkalt gassløft, hvor gass injiseres ned  
via brønnens ringrom for deretter å blande seg sammen med  
olje som strømmer inn fra den omkringliggende oljestruktur og

videre opp gjennom brønnens produksjonsstreng. Innblandingen av gass senker egenvekten og derved det hydrostatiske trykk i den utstrømmende fluidkolonne. Derved kan det reduserte trykk i oljestrukturen fremdeles være stort nok til å overvinne  
5 strømningsfriksjonen og fluidkolonnens hydrostatiske bunntrykk, slik at ytterligere oljemengder kan produseres fra oljestrukturen i løpet av en ny tidsperiode.

En annen metode består i å injisere vann ned i en injeksjonsbrønn og inn i nevnte oljeholdige struktur for derved å øke  
10 eller opprettholde trykket i oljestrukturen. Derved drives ytterligere oljemengder ut av strukturen og produseres til overflaten via én eller flere samvirkende produksjonsbrønner.

En tredje metode består i å installere en pumpe nede i en oljebrønns produksjonsstreng. Deretter pumpes olje opp til  
15 overflaten. En slik pumpe må konstrueres for bruk under ekstreme forhold. I denne sammenheng må det tas hensyn til at produksjonsstrengen har en relativt liten diameter, og at pumpen derfor må tildannes med dimensjoner som passer inn i produksjonsstrengen. Det må også tas hensyn til at pumpen  
20 eventuelt må kunne overvinne løftehøyder på mange tusen meter, og at pumpen derfor må kunne fungere ved meget høye trykk.

Slike kjente pumper består som regel av et stort antall aksialpumper på en lang, felles aksel, og de har en drivmotor anordnet enten under eller over selve pumpen, idet denne kan  
25 være 10-20 meter lang. Det totale pumpetrykk som en slik pumpe leverer, er et resultat av suksessiv trykkoppbygging i flere trykktrinn, idet hvert trykktrinn samsvarer med én av nevnte aksialpumper langs nevnte aksel. Et stort problem med  
30 disse pumper er at de er meget følsomme overfor gass i olje-

utstrømningen, og de fungerer ikke tilfredstillende selv ved en relativt liten gasskonsentrasjon i utstrømningen. Dette problem forsterkes når trykket i nevnte oljestruktur reduseres som følge av oljeproduksjonen, hvorved stadig mer gass frigjøres fra oljen og øker gasskonsentrasjonen i olje-  
5 utstrømningen.

På land, f.eks. fra USA, er det velkjent å benytte stempel-pumper i relativt grunne brønner. Pumpestempelet nede i brønnen drives gjerne opp og ned ved hjelp av en wire festet til  
10 en eksenteraksling som er tilkoplest stempelet. En slik pumpe vil levere en pulserende oljestrøm hver gang stemplet beveges oppover. Denne pumpeløsning er akseptabel for å overvinne et relativt lite oljesøyetrykk i bunn av en relativt grunn brønn.

15 En stempelpumpe er egnet til å bevirke et stort pumpetrykk i et enkelt trykktrinn, dvs. over én slaglengde av stempelets vandring i en tilhørende sylinder. Under visse betingelser kan en stempelpumpe også håndtere relativt mye gass sammen med den væske som den pumper. Av denne grunn er en stempel-  
20 pumpe svært godt egnet til å utvinne olje fra dype brønner med lavt trykk i den underjordiske struktur. Stempelbaserte pumper fremkommer eksempelvis i publikasjonene NO 305667, US 3.625.288, US 4.268.277, US 4.536.137 og GB 2.100.362.

I dype brønner, slik som i Nordsjøen og andre offshore-  
25 områder, kan en produksjonsstreng ofte være mange kilometer lang, og oljesøylens løftehøyde fra oljestrukturen kan være i området 3000-5000 meter. Ved benyttelse av en kjent stempel-pumpe for å pumpe olje støtvis og pulserende ut av en brønn, vil en stor del av pumpetrykket, og derved pumpeeffekten, gå  
30 med til å akselerere oljesøylen for hvert pumpestøt. Benyt-

telse av et slikt pumpeprinsipp i en dyp brønn vil derved  
fordre et urealistisk stort pumpetrykk og -effekt for støtvis  
å akselerere en slik lang oljesøylen mot overflaten. Denne  
ulempe kan reduseres ved å la oljesøylen overliggende pumpen  
5 strøme i en relativt kontinuerlig og jevn strøm ut av brøn-  
nen, hvorved det støtvide akselerasjonsforløp unngås eller  
sterkt reduseres.

Oppfinnelsens formål er å unngå eller redusere ovennevnte  
ulemper ved kjente stempelpumper. Mer spesifikt er formålet å  
10 tilveiebringe en stempelpumpe som er egnet for montering nede  
i en produksjonsstreng i en dyp brønn; som er innrettet til å  
levere en relativt jevn pumpestrøm med olje til overflaten;  
som kan tolerere relativt store mengder gass i innstrømmingen  
ved dens innsugingsområde, hvor pumpen samtidig har svært små  
15 eller ingen vibrasjonsdannende, frie massekrefter.

Formålet oppnås ved trekk som angitt i følgende beskrivelse  
og i etterfølgende patentkrav.

Oppfinnelsen omhandler en stempelpumpe for utpumping av olje  
fra en underjordisk struktur via en oljebrønn. Stempelpumpen  
20 innbefatter nødvendige styre- og drivmidler for å styre og  
drive pumpen når denne er anbrakt i brønnen. Det særegne ved  
pumpen er:

- at pumpen i rekkefølge innbefatter en pumpesyylinderseksjon,  
en forriglingsseksjon og en drivsyylinderseksjon som samtlige  
25 er forsynt med en sentralt anordnet oljeutstrømningskanal som  
utvunnet olje kan strøme gjennom og videre ut av brønnen;
- at pumpesyylinderseksjonen, forriglingsseksjonen og drivsy-  
linderseksjonen innvendig er forsynt med fire aksiale sylin-  
deroppstillinger fordelt periferisk omkring oljeutstrøm-  
30 ningskanalen, hvor hver sylinderooppstilling omfatter en

pumpesylinder i pumpesylinderseksjonen, et innad åpent bevegelsesområde i forriglingsseksjonen, og en drivsylinder i drivsylinderseksjonen;

- 5 - at hver sylinderooppstilling innvendig er forsynt med en aksialbevegelig stempelsammenstilling, hvor hver stempelsammenstilling omfatter et pumpestempel i pumpesylinderen, en stempelstang i det innad åpne bevegelsesområde, og et drivstempel i drivsylinderen;
- 10 - at to diametrisk motstående stempelstenger er mekanisk forbundet ved hjelp av en lenke anordnet mellom disse;
- at hver av nevnte to mekanisk forbundne stempelstenger er bevegelig forbundet med hver sin av de to øvrige stempelstenger via hvert sitt tannhjul anordnet mellom disse, hvor begge disse tannhjul er opplagret i forriglingsseksjonen;
- 15 - at hver stempelstang er forsynt med et tannstangparti som vender inn mot nevnte tannhjul, og som har en lengde som i det minste tilsvarer nevnte stemplers slaglengde.

Nevnte fire aksiale sylinderooppstillinger som er fordelt periferisk omkring oljeutstrømningskanalen, kan også være fordelt med lik vinkelavstand mellom hverandre. Nevnte innad åpne bevegelsesområde i forriglingsseksjonen kan utgjøres av et delvis sylinderformet spor (sett i tverrsnitt). For øvrig kan nevnte mekaniske lenke i forriglingsseksjonen utgjøres av en forbindelsesplate.

20

25

I det etterfølgende vil et utførelseseksempel av den foreliggende stempelpumpe bli beskrevet med henvisning til medfølgende figurer, hvor:

Figur 1 viser et nedre parti av en brønns produksjonsstreng, i hvilket parti en stempelpumpe ifølge oppfinnelsen er anordnet;

Figur 2 viser et skjematisk tverrsnitt radialt gjennom stempelpumpen, hvor en snittlinje III-III gjennom pumpen er indikert;

Figur 3 viser et eksentrisk aksialsnitt gjennom stempelpumpen sett langs snittlinjen III-III ifølge figur 2, idet figur 3 også viser en snittlinje VI-VI gjennom pumpen;

Figur 4 viser et annet skjematisk tverrsnitt radialt gjennom stempelpumpen, hvor en snittlinje IV-IV gjennom pumpen er indikert;

Figur 5 viser et sentralt aksialsnitt gjennom stempelpumpen sett langs snittlinjen IV-IV ifølge figur 4, idet figur 5 også viser en snittlinje VII-VII gjennom pumpen;

Figur 6 viser et forstørret og mer detaljert tverrsnitt radialt gjennom stempelpumpen, idet dette tverrsnitt er sett langs snittlinjen VI-VI ifølge figur 3; og

Figur 7 viser et forstørret og mer detaljert tverrsnitt radialt gjennom stempelpumpen, idet dette tverrsnitt er sett langs snittlinjen VII-VII ifølge figur 5.

Figur 1 viser en stempelpumpe 2 ifølge oppfinnelsen. Sett nedenfra og opp omfatter pumpen 2 et sugemunnstykke 4, en pumpeventilseksjon 6, en pumpesynderseksjon 8, en forriglingsseksjon 10, en drivsynderseksjon 12, et styreventilseksjon

14 og et hydraulisk drivaggregat 16 øverst. En pumpe (ikke vist) i drivaggregatet 16 pumper hydraulikkvæske i en sløyfe mellom en bistabil 3-5 portventil (ikke vist) i styreventilseksjonen 14 og drivaggregatet 16. I styreventilseksjonen 14 styres hydraulikkvæsken videre gjennom egnede hydraulikkvæskkanaler (ikke vist) og frem til respektive drivsylindere 22a, 22b, 22c, 22d i drivsylinderseksjonen 12. Tilførsel av drivkraft og styresignaler til drivaggregatet 16, samt fremføring og styring av hydraulikkvæskens strømningsbaner i pumpen 2, utgjør kjent teknikk og vil ikke bli beskrevet nærmere i det etterfølgende.

Pumpesylinderseksjonen 8, forriglingsseksjonen 10 og drivsylinderseksjonen 12 er samtlige forsynt med en sentralt anordnet oljeutstrømningskanal 18, som er vist best på figur 6 og 7. Olje som ved hjelp av stempelpumpen 2 suges inn gjennom sugemunnstykket 4, styres inn i oljeutstrømningskanalen 18 ved hjelp av kjente styringsventiler i pumpeventilseksjon 6. Oljeutstrømningskanalen 18 fortsetter også gjennom styreventilseksjonen 14 og det hydraulisk drivaggregat 16 for å utløpe i brønnens produksjonsstreng 20. Derved kan utvunnet olje pumpes videre til overflaten.

Fire sylinderooppstillinger A, B, C, D er anordnet radially utenfor oljeutstrømningskanalen 18 og omgir denne. Som vist bl.a. på figur 3 og 5, er pumpesylinderseksjonen 8 innvendig forsynt med fire aksiale pumpesylindere 22a, 22b, 22c, 22d fordelt periferisk med lik vinkelavstand mellom hverandre. Godset i forriglingsseksjonen 10 er innvendig forsynt med fire aksiale, delvis sylindervede spor 24a, 24b, 24c, 24d fordelt periferisk og med lik vinkelavstand mellom hverandre. Tilsvarende er drivsylinderseksjonen 12 forsynt innvendig med fire aksiale drivsylindere 26a, 26b, 26c, 26d som også er

fordelt periferisk og med lik vinkelavstand mellom hverandre. Hver pumpesylinder 22a, 22b, 22c, 22d er stilt på linje med et samsvarende, delvis sylinderformet spor 24a, 24b, 24c, 24d og en samsvarende drivsylinder 26a, 26b, 26c, 26d.

5 Innvendig i hver sylinderooppstilling A, B, C, D er det anordnet en aksialbevegelig stempelsammenstilling a, b, c, d som i rekkefølge omfatter et pumpestempel i én ende, en stempelstang og et drivstempel i den andre ende, jfr. figur 3 og 5. Således foreligger det fire stempelsammenstillinger a, b, c, 10 d, hvorav én i hver sylinderooppstilling A, B, C, D. Stempelsammenstillingene a, b, c, d omfatter fire respektive pumpestempler 28a, 28b, 28c, 28d; fire respektive stempelstenger 30a, 30b, 30c, 30d; og fire respektive drivstempler 32a, 32b, 32c, 32d. Den side av pumpesylindrene 22a, 22b, 22c, 22d og 15 drivsylindrene 26a, 26b, 26c, 26d som er anordnet nærmest forriglingsseksjonen 10, er forsynt med en ansats 34 som baksiden av hvert stempel kan stoppe mot når disse under drift beveger seg vekselvis frem og tilbake i sin sylinder.

De to diametrisk motstående stempelstenger 30b og 30d er me- 20 kanisk forbundet ved hjelp av en lenke eller en forbindelsesplate 36 anordnet mellom disse, slik at stempelsammenstilling b vil bevege seg ens med stempelsammenstilling d under deres vekselvirkende aksialbevegelser. Forbindelsesplaten 36 er vist best på figur 5 og 7. De to øvrige diametrisk motstående 25 stempelstenger 30a og 30c er ikke forbundet med en slik mekanisk lenke.

Imidlertid er stempelstang 30a og stempelstang 30d, henholdsvis stempelstang 30c og stempelstang 30b, bevegelig forbundet med hverandre via et tannhjul 38, henholdsvis tannhjul 38', 30 anordnet mellom disse, hvor begge tannhjul 38, 38' er opplag-

ret i forriglingsseksjonen 10. I denne forbindelse er hver stempelstang 30a, 30b, 30c, 30d forsynt med et tannstangparti 40 som vender inn mot det respektive tannhjul 38, 38' og samvirker med dette. Tannstangpartiet 40 har en lengde som i det minste tilsvarer stemplenes slaglengde. Denne tannsamvirkning er vist best på figur 3 og 6. Når de to mekanisk forbundne stempelsammenstillinger b og d beveger seg ens i én aksial retning, vil derfor tannhjulene 38, 38' sørge for å samkjøre de to andre stempelsammenstillinger a og c ens i motsatt aksial retning. Derved vil alltid to drivstempler så vel som to pumpestempler være aktive samtidig under drift av stempelpumpen 2. Dette fører til full utligning av massekreftene i pumpen 2 samtidig som oljeutstrømningen blir relativt konstant og jevn, selv om det oppstår trykkstøt idet stemplene snur sin bevegelsesretning i forbindelse med deres aksiale vekselgang.

Nevnte trykkstøt benyttes til å omstille nevnte bistabile 3-5 portventil for å tilføre pumpedrivende hydraulikkvæske vekselvis til et første drivsyylinderpar 26b, 26d og et andre drivsyylinderpar 26a, 26c. I denne forbindelse kan nevnte hydraulikkvæskkanals åpning i hver drivsyylinder 26a, 26b, 26c, 26d, være anordnet et stykke under sylindertopp. Når et drivstempel 32a, 32b, 32c, 32d beveger seg mot sylindertoppen i dets respektive drivsyylinder 26a, 26b, 26c, 26d, vil det derved foreligge en hydraulikkvæskepute mellom nevnte åpning for hydraulikkvæske og sylindertoppen. Således vil hvert drivstempel 32a, 32b, 32c, 32d stoppe mot en støtabsorberende hydraulikkvæskepute i stedet for å stoppe mekanisk mot en drivsyldertopp. En slik hydraulikkvæskepute gir stempelpumpen 2 en roligere og mindre belastende gange.

## P a t e n t k r a v

1. Stempelpumpe (2) for utpumping av olje fra en underjordisk struktur via en oljebrønn, hvor pumpen (2) innbefatter styre- og drivmidler for å styre og drive pumpen (2) i brønnen, k a r a k t e r i s e r t v e d at pumpen (2) i rekkefølge innbefatter en pumpesyylinderseksjon (8), en forriglingsseksjon (10) og en drivsyylinderseksjon (12) som samtlige er forsynt med en sentralt anordnet oljeutstrømningskanal (18);
- 10 - at pumpesyylinderseksjonen (8), forriglingsseksjonen (10) og drivsyylinderseksjonen (12) innvendig er forsynt med fire aksiale sylinderooppstillinger (A, B, C, D) fordelt periferisk omkring oljeutstrømningskanalen (18), hvor hver sylinderooppstilling (A, B, C, D) omfatter en
- 15 pumpesyylinder (24a, 24b, 24c, 24d) i pumpesyylinderseksjonen (8), et innad åpent bevegelsesområde (26a, 26b, 26c, 26d) i forriglingsseksjonen (10), og en drivsyylinder (22a, 22b, 22c, 22d) i drivsyylinderseksjonen (12);
- at hver sylinderooppstilling (A, B, C, D) innvendig er
- 20 forsynt med en aksialbevegelig stempelsammenstilling (a, b, c, d), hvor hver stempelsammenstilling (a, b, c, d) omfatter et pumpestempel (32a, 32b, 32c, 32d) i pumpesyylinderen (24a, 24b, 24c, 24d), en stempelstang (30a, 30b, 30c, 30d) i det innad åpne bevegelsesområde (26a, 26b, 26c, 26d), og et drivstempel (28a, 28b, 28c, 28d) i driv-
- 25 sylinderen (22a, 22b, 22c, 22d);
- at to diametrisk motstående stempelstenger (30b) og (30d) er mekanisk forbundet ved hjelp av en lenke (36) anordnet mellom disse;
- 30 - at hver av nevnte mekanisk forbundne stempelstenger (30b) og (30d) er bevegelig forbundet med hver sin av de to øvrige stempelstenger (30a) og (30c) via hvert sitt tannhjul (38, 38') anordnet mellom disse, hvor begge dis-

se tannhjul (38, 38') er opplagret i forriglingsseksjonen (10); og

- at hver stempelstang (30a, 30b, 30c, 30d) er forsynt med et tannstangparti (40) som vender inn mot nevnte  
5 tannhjul (38, 38'), og som har en lengde som i det minste tilsvarende nevnte stemplers slaglengde.

2. Stempelpumpe (2) ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t  
v e d at nevnte fire aksiale sylinderooppstillinger som  
er fordelt periferisk omkring oljeutstrømningskanalen,  
10 også er fordelt med lik vinkelavstand mellom hverandre.

3. Stempelpumpe (2) ifølge krav 1 eller 2, k a r a k t e -  
r i s e r t v e d at nevnte innad åpne bevegelsesområ-  
de i forriglingsseksjonen (10) utgjøres av et delvis sy-  
linderformet spor (26a, 26b, 26c, 26d).

15 4. Stempelpumpe (2) ifølge krav 1, 2 eller 3, k a r a k -  
t e r i s e r t v e d at nevnte mekaniske lenke i for-  
riglingsseksjonen (10) utgjøres av en forbindelsesplate  
(36).

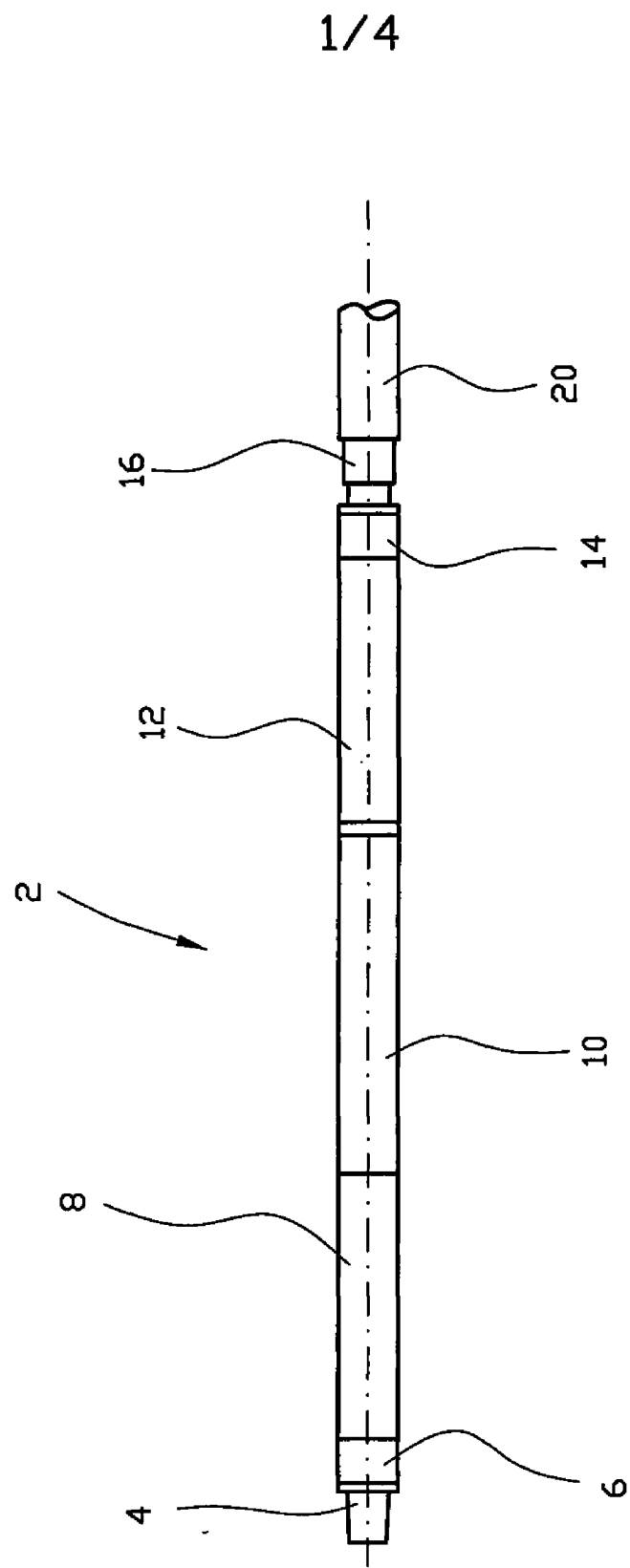


Fig. 1

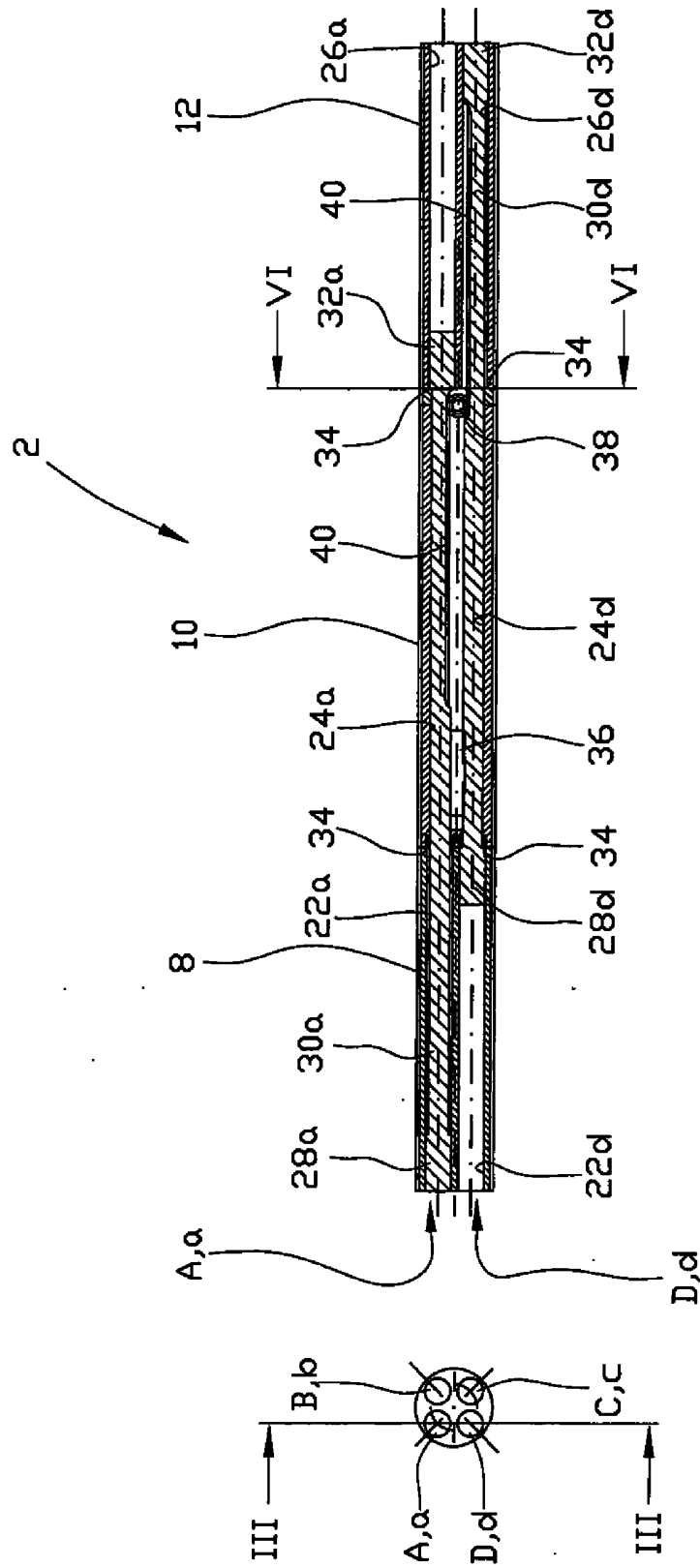


Fig. 2 Fig. 3



Fig. 5

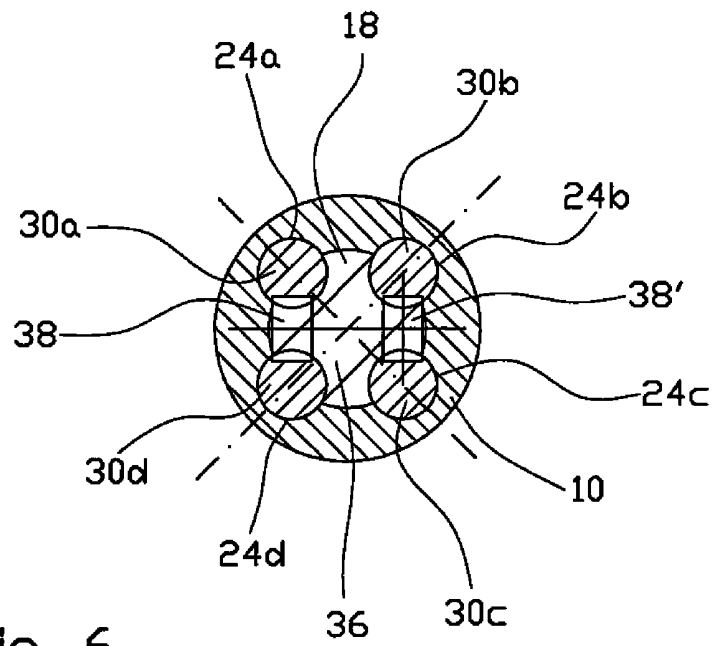


Fig. 6

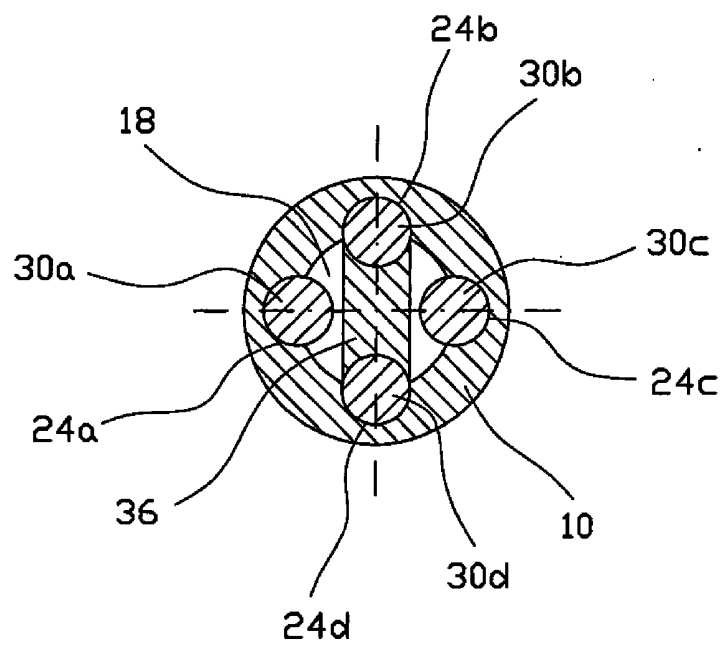


Fig. 7