



(12) PATENT

(19) NO

(11) 337915

(13) B1

NORGE

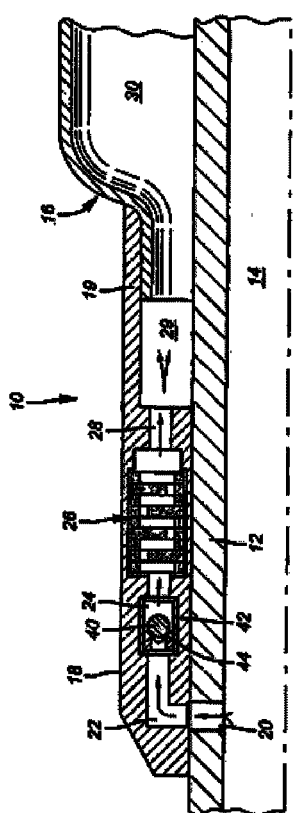
(51) Int Cl.

E21B 33/127 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20052350	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2003.11.13 PCT/US2003/36342
(22)	Inng.dag	2005.05.12	(85)	Videreføringsdag	2005.05.12
(24)	Løpedag	2003.11.13	(30)	Prioritet	2002.11.18, US, 427290
(41)	Alm.tilgj	2005.06.21			
(45)	Meddelt	2016.07.11			
(73)	Innehaver	Baker Hughes Incorporated, P.O. Box 4740, US-TX77210-4740 HOUSTON, USA			
(72)	Oppfinner	Martin P Coronado, 19826 Red Cedar Canyon Lane, US-TX77429 CYPRESS, USA			
(74)	Fullmektig	Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge			
(54)	Benevnelse	Skjæraktivert fluid-opplåsningssystem for oppblåsbare pakninger			
(56)	Anførte publikasjoner	US 6273195 B1 US 6073694 A EP 0819830 A2 US 5316081 A			
(57)	Sammendrag				

En undergrunns-brønnpakning oppblåses ved hjelp av en pumpet overføring av rheotropisk fluid gjennom en buktet strømningskanal inn i et pakningstettingselement-ekspansjonskammer. Den buktede strømningskanal og fluidtilførselstrykk koordineres med fluidegenskapene for å bevirke tilstrekkelig fluids skjærspenning for frembringelse av en vesentlig faseendring i det rheotropiske fluid etter innføring i ekspansjonskammeret



Den foreliggende oppfinnelse angår fremgangsmåter og anordninger for komplettering og vedlikehold av undergrunnsbrønner for produksjon av olje, gass og andre fluider og mineraler fra jorden. Spesielt angår oppfinnelsen en fremgangsmåte og anordning for setting av en brønn-ringrompakning eller broplugg.

5 Pakninger og broplugg er anordninger for avtetting av ringrommet i et borehull mellom en rørstreng som er opphengt i borehullet og borehullveggen (eller føringsrørveggen). I det følgende vil betegnelsen "pakning" bli brukt som en generisk henvisning til pakninger, broplugg eller andre slike strømningskanalhindre. Den funksjonelle hensikten med en pakning, er å hindre eller
10 blokkere overføring av fluid og fluidtrykk langs lengden av en strømningskanal så som et borehull.

Oppblåsbare pakningsenheter anvender typisk enten slam, vann eller sement for oppblåsing av en elastomer (gummi-blære) fra en rørformet stamme. Stammen er en rørlengde i en sammensatt rørstreng som er opphengt i et bore-
15 hull. Oppblåsing av blæren avtetter den mot en borehullvegg eller føringsrørvegg for å blokkere ringrommets kontinuitet mellom brønnveggen og rørstrengen. Oppblåsbare pakninger som ekspanderes ved hjelp av slam eller vann, anvender typisk et ventilsystem for å opprettholde fluidtrykk i pakningsblæren. Sement-systemer er derimot basert på trykkfastheten til den størknede eller herdne
20 sement. Begge systemer har generelt iboende mangler.

En pakning som blåses opp med slam eller vann, er utelukkende avhengig av påliteligheten til ventilen som begrenser fluid trykkladningen. Lekkasje i ventilen fører til trykkavlastning i pakningen og tap av ringromtetningen. Sement er karakteristisk sammensatt som en pumpbar, ikke-heterogen væske. Over en forholdsvis
25 kort arbeidstid, blir fritt vann i sammensetningen fanget (størknet) for å endre sammensetningsfasen fra væskeform til fast form. Følgelig er sement-væskefasen nødvendig for oppblåsing av denne pakningsblæren. Etter en herdningstid på noen få timer, oppnås tilstrekkelig trykkfasthet til å understøtte betydelig vekt over pakningen. I betraktning av at paknings-settehandlingen skjer under kontroll og
30 styring av et rigg-mannskap og at rigg-kostnadene dreier seg om titusenvise dollar per time er den tiden som går med til sementherdning enormt kostbar.

For en virkelig langsiktig eller permanent pakning, vil vanlig kunnskap tilsi at oppblåsingsfluidet vil anta fast form i blæren for å hindre lekkasje over tid og for å motstå varmekrefter som er generelt mer dramatiske i fluider enn i de fleste

faste stoffer. Følgelig blir blæren i permanente pakninger oftest oppblåst ved hjelp av sement. Tidsforløpet etter blandingsfasen endres fra væskeform til fast form for sement kan til en viss grad styres ved formulering. Imidlertid kan temperatur og brønnfluid-forurensning i blant ukontrollert påvirke faseendringsintervallet.

5 Dessuten er en betydelig innvending mot bruken av en sement-oppblåst pakning konsekvensen av en feil ved plasseringen av pakningen. Dersom den settes feil i en brønnfluid-produksjonssone, er det stor mulighet for uopprettelig brønnskade. Uheldig spill inne i borehullet gir også grunn til bekymring. Bruk av sement-oppblåste pakninger innebærer følgelig et høyt risikoelement.

10 US 5.488.994 omhandler et fluidfase-endringssystem for setting av en pakning, der pakningsblæren oppblåses med en polymerharpiks. Når harpiksen pumpes inn i blæreekspansjonstomrommene, blir harpiksstrømmen ledet over og blandet med et katalysatormateriale. En *in situ* faseendring av harpiksen skjer i blæretomrommene som en følge av den kjemiske katalysator-reaksjon. I likhet
15 med sementsatte pakninger, vil harpiksen som ekspanderer pakningsblæren som en væske, reagere til et fast stoff som permanent opprettholder den oppblåste profil.

Et formål med foreliggende oppfinnelse er derfor å tilveiebringe et fase-endring-oppblåsingssystem for brønnpakninger, som er hverken tids- eller tempe-
20 raturavhengig for endring fra en væskefase for oppblåsing av pakningen til en faststoff-fase for å sikre pakningen.

Et annet formål med oppfinnelsen er et oppblåsingssystem for brønnpakninger, der en væske som pumpes ned gjennom strømningsboringen i en rørstreng ikke stimuleres til en faseendring før den faktisk strømmer inn i et paknings-
25 oppblåsingskammer.

Et ytterligere formål med oppfinnelsen er et oppblåsingssystem for brønnpakninger, der bare væske som faktisk strømmer inn i et pakningsoppblåsingskammer stimuleres til en faseendring.

Også et formål med oppfinnelsen er minskning, om ikke eliminering, av
30 usikkerheter med hensyn til virkelige bunnhulltemperaturer og varmen som genereres i et pakningsoppblåsingsfluid når det pumpes inn i en brønn og den tid som kreves for å fullføre operasjonene.

Målene med foreliggende oppfinnelse oppnås ved en undergrunns-brønnpakning omfattende:

- (a) en rørformet stamme formet rundt en fluidstrømningsboring;
- (b) et elastisk brønntetningselement formet rundt stammen og festet til denne ved motsatte aksiale ender, idet nevnte element kan ekspanderes for å danne en fluidtetning i en brønnvegg;
- 5 (c) et ekspansjonskammer mellom tetningselementet og stammen; videre kjennetegnet ved
- (d) en fluidstrømningskanal mellom fluidstrømningsboringen og ekspansjonskammeret; og
- (e) en fluidstrømningslabyrint i fluidstrømningskanalen for aktivisering av et reo-
- 10 tropisk fluid.

Foretrukne utførelsesformer av brønnpakningen er utdypet i kravene 2 til og med 6.

Målene oppnås videre ved en brønnpakning omfattende:

- (a) en rørformet stamme formet rundt en fluidstrømningsboring;
- 15 (b) et elastisk brønntetningselement formet rundt stammen og festet til denne ved motsatte aksielle ender, idet elementet kan ekspanderes for å danne en fluidtetning med en brønnvegg;
- (c) et ekspansjonskammer mellom tetningselementet og stammen; og videre kjennetegnet ved
- 20 (d) en labyrintisk fluidstrømningsbane for inntrengning av fluid i ekspansjonskammeret, hvilken fluidstrømningsbane er tilstrekkelig labyrintisk til å aktivere et reo-
- tropisk fluid.

Foretrukne utførelsesformer av brønnpakningen er videre utdypet i kravene 8 til og med 11.

- 25 Målene med foreliggende oppfinnelse oppnås også ved en fremgangsmåte for setting av en undergrunns-brønnpakning, kjennetegnet ved at den omfatter følgende trinn:

tilveiebringelse av en buktet strømningsbane for et pakningsoppblåsingsfluid i tilgrensning til et pakningselement-oppblåsingskammer; og

- 30 oppblåsing av pakningselementet med et reotropisk fluid som tilføres langs den buktede strømningsbane inn i oppblåsingskammeret.

Foretrukne utførelsesformer av fremgangsmåten er utdypet i kravene 13, 14 og 15.

Den foreliggende oppfinnelse tilbyr et system for setting av en permanent brønnpakning ved oppblåsing, som er et alternativ til den ovenfor omtalte tids- og temperaturavhengige, kjente teknikk. Ifølge foreliggende oppfinnelse, kan paknings-oppblåsingsfluidet være en rheotropisk væske som er formulert til å

5 skifte fase fra væsketilstand til fast tilstand først etter at en forut bestemt grad av fluidstrøm-skjærspenning er oppnådd. Fluidet med denne egenskap er utførlig beskrevet i US patent 4.663.366 og PCT-søknad WO 94/28085. Det henvises med dette til begge disse publikasjoner hva angår de der viste teknikker.

En aktiverings-skjærspenningsparameter for en rheotropisk væske kan

10 være et forut bestemt antall og mengde av fluidstrøm-hastighetsendringer når oppblåsingsfluidet strømmer inn i paknings-oppblåsingskammeret. Slike målte strømningshastighetsendringer for oppblåsingsfluidet frembringes ved hjelp av en buktet strømningsbane inn i paknings-oppblåsingskammeret. Den ønskede grad av skjærspenning er vesentlig større enn den spenning som oppstår ved den normale

15 pumping som er nødvendig for å tilføre oppblåsingsfluidet til pakningsstedet.

Den buktede fluidstrømningsbanen kan være en labyrintisk kanal i pakningsventilkragen dannet ved en vekslende rekke med innbyrdes adskilte ledeplater eller -skiver som er perforert av innbyrdes forskjøvne hull. Pumpetrykk bak oppblåsingsfluidet tvinger fluidet til å formidle de mange strømningsbane-

20 vendinger når det strømmer inn i pakningsekspansjonskammeret.

Bare fluid som fullfører labyrint-gjennomstrømningen inn i ekspansjonskammeret kan størkne eller på annen måte skape en tilstrekkelig høy gelfasthet til å kunne benyttes. Følgelig fjernes en stor del av den risiko som er forbundet med bruk av et faseendrings-oppblåsingsfluid, på grunn av den omstendighet at før

25 fluidet faktisk strømmer inn i pakningsekspansjonskammeret, vil det fortsatt være i væsketilstand. Faktorene med hensyn til tid og temperatur vil også bli tillagt adskillig mindre betydning.

For å gi en fullstendig forståelse av oppfinnelsen, vises det til følgende nærmere beskrivelse av de foretrukne utførelsesformer, i tilknytning til den med-

30 følgende tetning hvor:

fig. 1 skjematisk representerer en del av et snitt av oppfinnelsen langs et snittplan parallelt med aksene til en paknings-strømningsboring; og

fig. 2 er et skjematisk snitt i større målestokk av oppblåsingsfluid-strømningslabyrinten.

Idet det først vises til fig. 1, omfatter en pakning 10 ifølge foreliggende oppfinnelse en rørformet stamme 12 som omgir en fluid-strømningsboring 14. Stammen 12 er et element som inngår i en brønn-arbeidsstreng. Strømningsboringen 14 er en fluidstrømning-rørledning som vanligvis har forbindelse med brønnoverflaten og kan føre en pumpet tilførsel av brønn-arbeidsfluid.

Pakningsblæren 16 kan for eksempel være et armert gummi- eller polymer-rør som strekker seg hovedsakelig i stammens fulle lengde. Ved hver rørende er blæren festet til stammen 12 ved hjelp av krager som har en omsluttende overlapping 19. Mellom kragene ligger en ikke-oppblåst blære tett over stammen 12 for innføring og anbringelse i brønnen. Når det ekspanderes av fluidtrykk, vil det overlagte blærerøret 16 ekspandere fra stamme-overflaten for å danne et oppblåsingskammer 30. En av kragene, ventilkragen 18, er maskinert for en oppblåsingskanal 22. En fluidstrømningsåpning 20 gjennom stammen 12 er innrettet i flukt med krageoppblåsingskanalen 22.

Mellom strømningsåpningen 20 og paknings-oppblåsingskammeret 30, omfatter oppblåsingskanalen 22 flere fluidstrøm-styreelementer omfattende en fluidstrøm-tilbakeslagsventil 24 og en strømningslabyrint 26. I enkelte tilfeller kan fluidstrømning gjennom oppblåsingskanalen 22 også begrenses ved hjelp av trykkpåvirkbare åpne- og lukkeventiler (ikke vist), hvorved oppblåsingskanalen 22 åpnes ved et forut bestemt terskeltrykk og lukkes ved et andre trykk som er større enn terskeltrykket.

Tilbakeslagsventilen 24 kan være av vanlig konstruksjon, og for eksempel ha et kuleelement 40 opptatt i et gjennomstrømningshus 42. Et lukkesete 42 på husets 42 innstrømningsende samvirker med kuleelementet 40 for ensretting av fluidstrømning gjennom tilbakeslagsventilen. Strømning rettet gjennom setet 44 forskyver kula fra setet for å tillate strømningspassasje. Forsøk på strømning rettet i motsatt retning mot kuleelementet, fører til en trykkdifferensialkraft på kuleelementet som presser kuleelementet 40 til fluidtetningsanlegg mot lukkesetet 44. Fluidstrømningen er således rettet i en enkelt retning.

Strømningslabyrinten 26 kan anta mange former for å bevirke en forut bestemt størrelse av hydrodynamisk skjær i fluidstrømmen som drives gjennom labyrinten 26 i kragemanifolden 29 og ekspansjonskammeret 30. Fluidet, en reotropisk væske som beskrevet i US patent nr. 4.663.366 og PCT-søknad WO 94/28085, har evnen til å endre fase fra væske til fast stoff eller delvis fast

stoff ved å gjennomgå en forut bestemt mengde fluidskjær, for eksempel på grunn av skarpe strømningsvendinger.

Det for tiden foretrukne eksempel på labyrinten 26 er nærmere vist i fig. 2 og omfatter en rekke skiver eller ledeplater 34 som er innrettet i et kammervolum 32 mellom kanalen 22 og en ekspansjonskammerport 28. Ledeplatene 34 er adskilt av distanseringer 35 for derved å danne fluidstrømningsrom 37 mellom ledeplatene 34. Ledeplatene 34 er perforert med åpninger 39 for å forbinde strømningsrommet 37 på motsatte sider av en ledeplate 34. Imidlertid er åpningene 39 suksessivt innbyrdes forskjøvet anordnet for derved å danne en buktet strømningsbane gjennom kammervolumet. Når fluidet strømmer ut fra hver åpning 39, tvinges det til en skarp strømningsendring inn i rommet 37. I rommet 37 vil fluidstrømmen løpe på tvers av strømningsretningen i åpningen 39 inn i den neste suksessive åpningen 39. Gjennom hvert suksessivt trinn av strømningsvending i labyrinten 26, blir fluidet dynamisk forskjøvet for å stimulere en rheotropisk faseendring. Antallet ledeplater som benyttes kan varieres avhengig av det rheotropiske fluidets skjær- eller forskyvningskrav.

I en tradisjonell operasjon, er rørstrengen som innbefatter denne pakningen 10 utstyrt med en strømningsboring-blokkeringsmekanisme som gjør det mulig å sette strømningsboringen under trykk ved hjelp av en slamtilførselspumpe. Når pakningen er hensiktsmessig plassert i brønnborehullet, pumpes det rheotropiske fluidet inn i rørstrengens strømningsboring bak en boringslukkeanordning så som en ventilkule. Når boringslukkekulen ligger an mot et kulesete under pakningen, kan strømningsboringen fylt med rheotropiske fluid settes under trykk for derved å åpne kragekanalen 22. Når den er åpnet strømmer fluidet gjennom labyrinten 26 inn i pakningsekspansjonskammeret 30.

Når det kommer ut fra labyrinten 26, strømmer det stimulerende fluid gjennom kammerporten 28 inn i kragemanifoldene 29 for fordeling rundt pakningsringrommet inn i ekspansjonskammeret 30. Fortsatt tilførsel av det stimulerende fluid inn i ekspansjonskammeret 30 ekspanderer blærene 16 til press-anlegg mot borehull- eller fôringsrørveggen. Imidlertid vil fluidet i kammeret 30, når det har kommet til ro, stivne til en fast eller delvis fast fase.

Det er bare fluidet som har passert gjennom labyrinten 26 som er blitt tilstrekkelig stimulert til å størkne. Det gjenværende, rheotropiske fluid i rørstrengstrømningsboringen 14 fortsetter i væsketilstanden. Som en væske, kan det

rheotropiske fluid i strømningsboringen 14 ytterligere trykksettes for å åpne en eller flere sirkulasjons- eller produksjonshylser. Gjennom slike sirkulasjons- eller produksjonshylser, kan det rheotropiske fluid i strømningsboringen fortrenses av andre brønn-arbeidsfluider eller av formasjonsfluidproduksjon.

- 5 Selv om oppfinnelsen er blitt beskrevet i forbindelse med spesielle utførelsesformer som er nærmere angitt, skal det forstås at dette er bare en illustrasjon, og at oppfinnelsen ikke nødvendigvis er begrenset til dette. Alternative utførelsesformer og driftsteknikker vil bli innlysende for gjennomsnittsfagmenn på området, på bakgrunn av det som ovenfor er vist og beskrevet. Følgelig er det tenkt på
- 10 modifikasjoner av oppfinnelsen som kan utføres uten å avvike fra ånden til oppfinnelsen som søkes beskyttes.

PATENTKRAV

1. Undergrunns-brønnpakning (10) omfattende:
 - (a) en rørformet stamme (12) formet rundt en fluidstrømningsboring (14);
 - 5 (b) et elastisk brønntetningselement (16) formet rundt stammen (12) og festet til denne ved motsatte aksiale ender, idet nevnte element (16) kan ekspanderes for å danne en fluidtetning i en brønnvegg;
 - (c) et ekspansjonskammer (30) mellom tetningselementet (16) og stammen (12); videre k a r a k t e r i s e r t v e d
 - 10 (d) en fluidstrømningskanal (22) mellom fluidstrømningsboringen (14) og ekspansjonskammeret (30); og
 - (e) en fluidstrømningslabyrint (26) i fluidstrømningskanalen (22) for aktivering av et rheotropisk fluid.
- 15 2. Brønnpakning (10) som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d a t fluidstrømningskanalen (22) omfatter en enveis fluidstrømnings-tilbakeslagsventil (24).
3. Brønnpakning (10) som angitt i krav 2,
 - 20 k a r a k t e r i s e r t v e d a t labyrinten (26) er plassert i strømningskanalen (22) mellom tilbakeslagsventilen (24) og ekspansjonskammeret (30).
4. Brønnpakning (10) som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d a t fluidstrømningslabyrinten (26) omfatter et kammer
 - 25 (32) hvori det er anordnet en rekke ledeplater (34) i et hovedsakelig parallelt forhold for å danne et flertall av fluidstrømningsrom i kammeret (32).
5. Brønnpakning (10) som angitt i krav 4, k a r a k t e r i s e r t v e d a t hver av ledeplatene (34) inneholder en fluidstrømningsåpning (39), idet hver av fluidstrømningsåpningene (39) er forskjøvet i forhold
 - 30 til fluidstrømningsåpningene (39) i nabo-ledeplatene (34) for derved å danne en buktet strømningsbane gjennom kammeret (32).

6. Brønnpakning (10) som angitt i krav 2,
karakterisert ved at tilbakeslagsventilen (24) omfatter et kuleformet
ventilelement (40) som presses mot et ventil-lukkesete (42).
- 5 7. Brønnpakning (10) omfattende:
- (a) en rørformet stamme (12) formet rundt en fluidstrømningsboring (14);
 - (b) et elastisk brønntetningselement (16) formet rundt stammen (12) og festet til
denne ved motsatte aksielle ender, idet elementet (16) kan ekspanderes for å
danne en fluidtetning med en brønnvegg;
 - 10 (c) et ekspansjonskammer (30) mellom tetningselementet (16) og stammen (12);
og videre karakterisert ved
 - (d) en labyrintisk fluidstrømningsbane (26) for inntrengning av fluid i ekspansjons-
kammeret (30), hvilken fluidstrømningsbane (26) er tilstrekkelig labyrintisk til å
aktivere et rheotropisk fluid.
- 15 8. Brønnpakning (10) som angitt i krav 7,
karakterisert ved at den videre omfatter en enveis fluidstrømnings-
tilbakeslagsventil (24).
- 20 9. Brønnpakning (10) som angitt i krav 7,
karakterisert ved at fluidstrømningslabyrinten (26) omfatter et kammer
(32) hvori det er anordnet en rekke ledeplater (34) i et hovedsakelig parallelt for-
hold for å danne et flertall av fluidstrømningsrom i kammeret (32).
- 25 10. Brønnpakning (10) som angitt i krav 7,
karakterisert ved at hver av ledeplatene (34) inneholder en fluidstrøm-
ningsåpning (39), idet hver av fluidstrømningsåpningene (39) er forskjøvet i forhold
til fluidstrømningsåpningene (39) i nabo-ledeplatene (34) for derved å danne en
buktet strømningsbane gjennom kammeret (32).
- 30 11. Brønnpakning (10) som angitt i krav 8,
karakterisert ved at tilbakeslagsventilen (24) omfatter et kuleformet
ventilelement (40) som presses mot et ventil-lukkesete (42).

12. Fremgangsmåte for setting av en undergrunns-brønnpakning (10),
karakterisert ved at den omfatter følgende trinn:

tilveiebringelse av en buktet strømningsbane (26) for et pakningsoppblå-
ingsfluid i tilgrensning til et pakningselement-oppblåsingsskammer (30); og

5 oppblåsing av pakningselementet (10) med et rheotropisk fluid som tilføres
langs den buktede strømningsbane (26) inn i oppblåsingsskammeret (30).

13. Fremgangsmåte som angitt i krav 12,

10 karakterisert ved at strømmen av rheotropisk fluid langs strømnings-
banen (26) begrenses til enveis strømning.

14. Fremgangsmåte som angitt i krav 12,

15 karakterisert ved at den buktede strømningsbane (26) frembringes
ved hjelp av en rekke i strømningsbanen (26) anordnede ledeplater (34) i et
hovedsakelig parallelt forhold for derved å danne et flertall av fluidstrømningsrom
mellom seg i kammeret (30).

15. Fremgangsmåte ifølge krav 13,

20 karakterisert ved at strømmen av rheotropisk fluid begrenses til
enveis strømning ved hjelp av en tilbakeslagsventil (24).

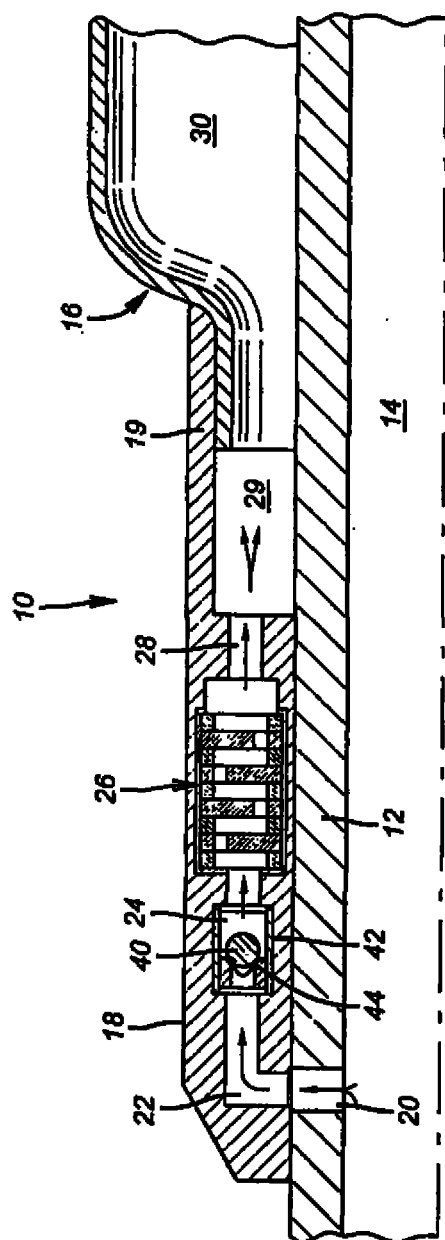


FIG. 1

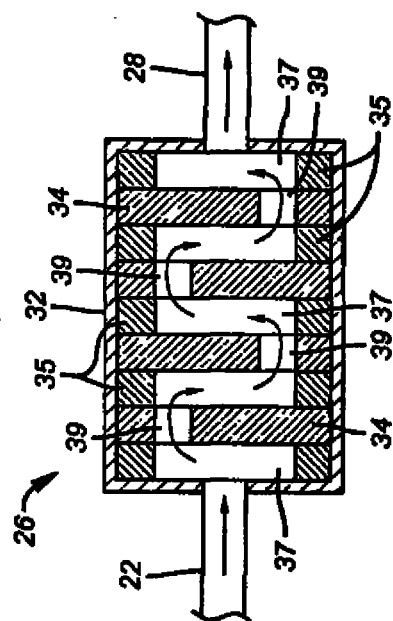


FIG. 2