



(12) PATENT

(19) NO

(11) 323756

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

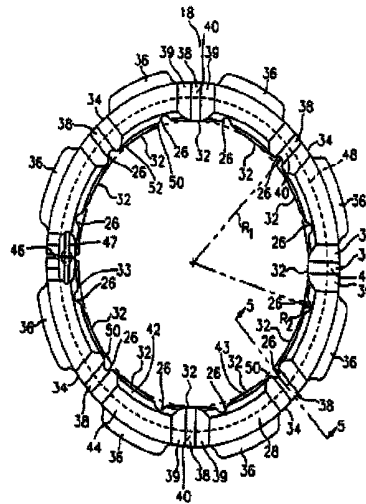
E21B 17/10 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	19981654	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	1996.10.10 PCT/US96/16410
(22)	Inng.dag	1998.04.08	(85)	Videreføringsdag	1998.04.08
(24)	Løpedag	1996.10.10	(30)	Prioritet	1995.10.12, US, 542098
(41)	Alm.tilgj	1998.06.12			
(45)	Meddelt	2007.07.02			
(73)	Innehaver	Western Well Tool Inc, 9758 Whithorn Drive, TX77095 HOUSTON, US			
(72)	Oppfinner	Bruce N Moore, 2518 Loyola Road, CA92626 COSTA MESA, US R Ernst Krueger, 8214 Ryan Park Drive, TX77095 HOUSTON, US			
(74)	Fullmektig	JK Thorsens Patentbureau AS, Postboks 9276 Grønland, 0134 OSLO			

(54)	Benevnelse	Borerør-beskytteranordning
(56)	Anførte publikasjoner	US 3397017 US 5069297
(57)	Sammendrag	

Bore- eller foringsrør-beskyttelsesanordning (1 8) for et underjordisk boressystem som omfatter en brønnboring i en underjordisk formasjon, idet en fast, rørformet foring (16) er montert i brønnboringen (14), og et rotasjons-borerør (12) rager igjennom foringen (16) og har en utside i avstand fra innsiden av foringen (eller brønnboringen) under normal boreoperasjon, og en beskyttende hylse (18) er montert rundt borerøret i avstand fra innsiden av foringen, og øvre og nedre aksiallagre (22, 24) er festet til borerøret over og under hylsen for å holde hylsen i en fast aksial stilling på borerøret. Hylsen (18) danner kontakt med innsiden av foringen når borerøret (12) avbøyes fra sentrum for å beskytte hylsen mot kontakt med borerøret eller skjøtene i dette under rotasjon av borerøret. Aksiale spor (26) i en innervegg i hylsen muliggjør at fluid under trykk kan strømme igjennom et rom dannet mellom innsiden av hylsen (18) og utsiden av borerøret. Generelt plane lagerflateområder (32) på innsiden av hylsen mellom spor (26) er anordnet i mangelkantform for å danne tangential kontakt med utsiden av borerøret rundt innsiden av hylsen. Hylsen (18) er adskilt fra utsiden av borerøret ved strømming av en fluidfilm under trykk mellom hylsen (18) og borerøret (12), for å bewirke en fluidlagervirkning med minsket friksjonsbremsing. Endeslisser i den øvre og nedre ringformede endeveggen til hylsen bewirker forbedret fluidlagervirkning i klaringsområdene mellom hylsen og aksiallagrene (22, 24).



Oppfinnelsens område

Foreliggende oppfinnelse angår en borerør-beskytteranordning til bruk i en boring i en underjordisk formasjon eller i en rørformet foring montert i formasjonen, i henhold til innledningen i det etterfølgende patentkrav 1.

5

Bakgrunn for oppfinnelsen

Ved boring av olje- og gassbrønner borer en borkrone festet til det nedre av en borestreng et hull i en underjordisk formasjon. En borestreng omfatter vanligvis en lang streng av sammenføyde, rørformede borerørseksjoner som forløper fra overflaten og ned i en brønnboring dannet av borkronen på det nedre av borestrøngen. En foring er vanligvis montert fra overflaten til forskjellige dybder nede i brønnboringen for å hindre at veggen i brønnboringen faller sammen, for å hindre overføring av fluider fra forskjellige borede formasjoner i å komme inn i brønnboringen og vice versa, og å danne et middel for produksjon av petroleum dersom brønnen finnes å være produktiv.

15

Under rotasjons-boreoperasjoner utsettes borerøret for støt og abrasjon hver gang bore-røret kommer i kontakt med veggen i brønnboringen eller foringen. Ved mange boreoperasjoner kan borerøret forløpe i formasjonen langs en buet bane, slik som ved avviksboring, og i slike tilfeller kan et betydelig dreiemoment oppstå pga. virkningene til friksjonskrefter som dannes mellom det roterende borerøret og foringen eller veggen i brønnboringen.

Tidligere har borerør-beskytteranordninger blitt anbragt på forskjellige steder langs lengden av borerøret, for å holde borerøret og dets koblinger bort fra veggen i foringen og/eller formasjonen. Disse borerør-beskytteranordninger har vanligvis vært laget av metall eller kompositter, gummi eller andre elastomeriske materialer, pga. deres evne til å absorbere støt og bevirke minimal slitasje. I de senere år har borerør-beskytteranordninger blitt fremstilt av gummi eller polymeriske materialer med lav friksjonskoeffisient. Vanlige, tidligere kjente borerør-beskytteranordninger har en ytterdiameter som er større enn for skjøtene i borerøret, og disse beskytteranordninger har tidligere blitt montert eller fastklemt på utsiden på utsiden av borerøret i et punkt nær skjøteforbindelsene for hver lengde av borerør. Ytterdiametere er dimensjonert slik at den er større enn for skjøten, men ikke for stor til å hindre returnerende fluider, hvilket kunne medføre en "stempelvirksomhet" for beskytteranordningen i hullet. En slik montering muliggjør at beskytteranordningen bare skubber mot innsiden av foringen når borerøret roterer. Selv om beskyttelse av foringen mot slitasje er det vesentligste formål med

bruken av slike borerør-beskytteranordninger, kan de bevirke en vesentlig økning av dreiemomentet som oppstår under boreoperasjoner. I tilfeller der det kan være hundrevis av slike beskytteranordninger i brønnboringen til enhver tid. Disse kjente beskytteranordninger kan bevirke tilstrekkelig akkumulert dreiemoment eller bremsing til å påvirke boreoperasjonene negativt dersom effekten som kreves for å rotere borerøret nærmer seg eller overstiger den tilgjengelige effekttilførsel.

Pga. problemene med slitasjebeskyttelse og dannelse av dreiemoment har forbedringer vært rettet mot produksjon av borerør-foringsrør-beskytteranordninger av forskjellige materialer med lav friksjonskoeffisient i forskjellige utførelser. Disse forsøk har imidlertid bare vært marginalt virkningsfulle, og oljeselskaper har fremdeles et behov for et effektivt middel for i høy grad å minske slitasjen og det friksjonsbestemte dreiemomentet som vanligvis oppstår, særlig ved boring av dype brønner og avviksbrønner.

US 5069297 beskriver en borerør-beskytteranordning som på en vellykket måte har løst problemene med å anordne slitasjebeskyttelse for foringen og å minske dreiemoment som oppstår under boreoperasjoner. Beskyttelseshylsen i henhold til det nevnte patent roterer sammen med borerøret under normale operasjoner der det ikke er kontakt mellom beskyttelseshylsen og foringen, men beskyttelseshylsen stanser å rotere, eller roterer meget langsomt, mens den muliggjør at borerøret kan fortsette å rotere inne i hylsen uhindret av friksjonskontakt mellom hylsen og foringsrøret. Aksiallager er fastgjort til borerøret ved motsatte ender av beskyttelseshylsen og danner et rom mellom kravene og hylseendene, og disse i kombinasjon med den indre utformningen av beskyttelseshylsen bevirker en fluidlagervirkning i rommet mellom innsiden av hylsen og utsiden av borerøret. Fluidlagervirkningen oppstår pga. sirkulerende borefluid gjennom rommet mellom hylsen og borerøret, slik at den minsker friksjonsbremsing mellom det roterende borerøret og hylsen når hylsen stanser å rotere pga. kontakt med foringen. Hylsen har spor i den indre vegg, Mellom sporene er det veggpartier bestående av skråflater på sidene og et plant veggparti. Derved dannes en fluidfilm som reduserer friksjonen mellom hylsen og borerøret.

Den foreliggende oppfinnelse utgjør forbedringer ved borerør-beskytteranordningen beskrevet i den nevnte patent, ved å bevirke en forbedret fluidlagervirkning som sikrer minsket friksjonsbremsing mellom det roterende borerøret og den beskyttende hylsen under bruk.

Sammenfatning av oppfinnelsen

Borerør-beskytteranordningen i henhold til oppfinnelsen kjennetegnes ved de trekk som fremgår av det etterfølgende patentkrav 1.

5 I henhold til utførelsesformer av oppfinnelsen:

- er antall manglekantformede lagerflater på innsiden av hylsen i det minste $0,78 \times$ innerdiameteren til hylsen målt i cm,

- de aksiale spor er hovedsakelig jevnt fordelt rundt innsiden av hylsen, slik at hver av lagerflatene tilnærmet har samme lengde mellom nabospor,

10 - utsiden av hylsen har langstrakte, aksiale riller fordelt i omkretsretrningen, og som er innrettet etter og munner ut i endeslissene, og

- antall manglekantformede lagerflater på innsiden av hylsen er det samme som eller større enn antall riller på utsiden.

15 I en foretrukket utførelse er antall manglekantsider på de plane lagerveggflater rundt innsiden av beskyttelseshylsen relatert til deres evne til å minske friksjonsbremsing (minsket friksjonskoeffisient) under bruk. I en utførelse der det f.eks. benyttes en beskyttelseshylse med 12,7 cm innerdiameter er friksjonskoeffisienten lavest når hylsens innside har en manglekantutformning med omtrent 10-13 plane lagerveggflater, fortrinnsvis 12 lager-
20 veggflater. I et annet eksempel der det benyttes en beskyttelseshylse med 15 cm innerdiameter er friksjonskoeffisienten lavest når innsiden av hylsen har en manglekantutformning med 14 eller 15 plane lagerveggflater.

I en annen utførelse av innsiden til beskyttelseshylsen er overgangsområder mellom
25 endene av de plane, manglekant-lagerflater og de aksiale spor på motsatte ender av hver plane lagerflate buetformet, med en første krumningsradius som danner lagerflaten og går over i en andre, motsatt krumningsradius, som fører til sporet. Den første krumningsradien er større enn den andre krumningsradien. Dette arrangementet kan bevirke forbedrede fluidlagervirkninger når borerøret roteres inne i den beskyttende hylsen og
30 hylsen stanser å rotere ved kontakt med foringen eller brønnboringen.

Disse og andre aspekter ved oppfinnelsen vil fremgå klarere med henvisning til den følgende, detaljerte beskrivelse og de vedføyde tegninger.

35 Fig. 1 viser i utsnitt og skjematisk en sideprojeksjon, delvis i snitt, av en streng av borerør som har borerør-beskytteranordninger i hht. oppfinnelsen monter

mellom skjøter i borerøret i en avviksbrønn som bores i en underjordisk formasjon.

- Fig. 2 viser i utsnitt og delvis skjematisk en sideprojeksjon delvis i snitt og illustrerer en borerørbeskytteranordning i hht. prinsippene ved denne oppfinnelsen, monterert på en borerørseksjon som befinner seg inne i et foringsrør som er sementert eller på annen måte fastgjort i boringen i formasjonen.
- Fig. 3 er en planprojeksjon som viser en borerør-beskyttelseshylse i hht. oppfinnelsen.
- Fig. 4 er et utsnitt av fig. 3 i sideprojeksjon.
- Fig. 5 er et utsnitt av et snitt gjennom borerør-beskyttelseshylsen, etter linjen 5-5 i fig. 3.
- Fig. 6 viser et utsnitt, delvis skjematisk, av en sideprojeksjon, delvis i snitt, og viser en borerør-hylseforing monterert mellom utsiden av borerøret og innsiden av beskyttelseshylsen.
- Fig. 7 er en sideprojeksjon av borerørforingen i fig. 6.
- Fig. 8 er en skjematisk sideprojeksjon som viser en alternativ utførelse som har en forsterknings-buekonstruksjon for å forbedre skjærstyrken til beskyttelseshylsen.
- Fig. 9 er en planprojeksjon fra linjen 9-9 fig. 8.
- Fig. 10 er en skjematisk sideprojeksjon som viser en alternativ utførelse som har strømningskanaler og sugerereservoarer i de ringformede ender av beskyttelseshylsen.
- Fig. 11 er en planprojeksjon fra linjen 11-11 i fig. 10.
- Fig. 12 er en skjematisk sideprojeksjon som viser en alternativ utførelse av beskyttelseshylsen, som har en avskrådd indre flate som kompenserer for store belastninger.
- Fig. 13 er en planprojeksjon fra linjen 13-13 i fig. 12.
- Fig. 14 er en skjematisk sideprojeksjon, delvis gjennomskåret, og viser en alternativ utførelse av beskyttelseshylsen, som har hylseinnsatser for å minske glidende friksjon.
- Fig. 15 er et snitt etter linjen 15-15 i fig. 14.
- Fig. 16 er en skjematisk, delvis sideprojeksjon som viser en alternativ utførelse av beskyttelseshylsen til bruk i åpne hull.
- Fig. 17 er en skjematisk sideprojeksjon som viser en forbedret borerør-beskyttelseskraue.
- Fig. 18 er en endeprojeksjon av kraven i fig. 17.

- Fig. 19 er en motsatt sideprojeksjon av kraven i fig. 17.
- Fig. 20 er en skjematisk sideprojeksjon som viser en første utførelse av et borerør som benytter den forbedrede borerør-beskyttelseskraven.
- Fig. 21 er en skjematisk sideprojeksjon som viser en andre utførelse av et borerør som benytter den forbedrede borerør-beskyttelseskraven.
- Fig. 22 er en skjematisk sideprojeksjon som viser en tredje utførelse av et borerør som benytter flere borerør-beskytteranordninger.
- Fig. 23 er en planprojeksjon av en alternativ borerør-beskyttelseskrave.
- Fig. 24 er en sideprojeksjon av borerør-beskyttelseskraven i fig. 23.
- Fig. 25 viser forstørret og i perspektiv en detalj ved en alternativ utførelse av en endessliss i fig. 3 og 24.

Detaljert beskrivelse

Fig. 1 viser et brønnboresystem for boring av en brønn i en underjordisk formasjon 10.

- En rotasjons-borestreng som omfatter langstrakte rørformede borerørsseksjoner 12 borer en brønnboring 14 med et boreverktøy 15 montert nederst på borestrengen. Et langstrakt, sylindrisk, rørformet foringsrør 16 er sementert i brønnboringen for å isolere og/eller understøtte formasjoner rundt boringen. Oppfinnelsen er vist som en avviksbrønn, som først bores langs en omtrent rett bane og deretter avbøyes nær til siden bunnen. Det er boringer av brønner av denne typen som vesentlig kan øke slitasjen som borerøret eller foringen utsettes for, samt dreiemomentet som tilføres borestrengen under bruk, og den foreliggende oppfinnelse muliggjør, ved å minske graden av slitasje og dreiemomentet, å bore slike avviksbrønner til større dybder og å bore dem mer effektivt mens det hindres skade på foringen og borerøret.

25

Oppfinnelsen skal beskrives mht. bruk inne i en foring i en brønnboring, men oppfinnelsen kan også benyttes for å minske dreiemoment og beskytte borerøret mot skade bevirket av kontakt med veggen i en boring som ikke har noen foring. I den følgende beskrivelse og patentkravene, når det nevnes kontakt mot veggen eller innsiden av et foringsrør, gjelder beskrivelsen derfor også kontakt mot veggen i brønnboringen, og når det nevnes kontakt med en boring, kan boringen være veggen i en brønnboring eller innsiden av et foringsrør.

30

Under henvisning til fig. 1 er separate, hylselignende borerørbeskyttere 18 (også kalt en beskyttelseshylse) montert med avstand i lengderetningen langs lengden av en borestreng for å beskytte foringen mot skade og å minske dreiemomentet som kan oppstå

35

ved rotasjon av borerøret inne i foringen. Seksjonene av borerøret er sammenkoblet i borestrengen av separate borerørskjøter 20 som er konvensjonelle. De separate bore-
rørbeskyttere 18 er montert på borestrengen 12 nær hver av skjøtene, for å minske støt
og vibrasjoner i borestrengen og abrasjon på den indre veggen i foringen. Borerøret kan
5 bevirke både dreiemoment og slitasje på borerøret og foringen og motstand mot for-
skyvning av borestrengen i hullet. Når borerøret roterer inne i foringen, vil skjøtene
normalt være de første som skubber mot innsiden av foringen, og denne skubbevir-
ningen vil ha en tendens til å slite enten foringen eller utsiden av borerøret, eller
skjøtene, hvilket i høy grad kan minske beskyttelsen av brønnen eller styrken til bore-
10 røret eller skjøtene. For å hindre at denne skaden inntreffer, er ytterdiameteren til den
standard eller tidligere kjente borerørbeskyttelseshylsen, som normalt er laget av gummi
eller et polymermateriale med lav friksjon, større enn for borerøret og skjøtene. En slik
installasjon muliggjør at beskyttelseshylsen bare skubber mot foringen. Selv om de er
nyttige for beskyttelse mot slitasje, kan disse standardbeskyttere danne et betydelig
15 kumulativt dreiemoment langs lengden av borerøret, særlig når hullet avviker fra
vertikalretningen, slik som vist i fig. 1. Dette påvirker boreoperasjoner negativt, primært
ved å danne friksjon som virker til å minske rotasjonen, vekten og dreiemomentet dannet
ved overflaten som overføres i minsket form til borkronen. Oppfinnelsen innebærer en
løsning av dette problemet.

20

Fig. 2 illustrerer skjematisk en borerør-beskytteranordning av den typen søknaden angår,
montert på borestrengen. Den beskyttende hylsen befinner seg løst mellom øvre og
nedre aksiallager 22 og 24, som er fastgjort til utsiden av borerørseksjonen 12. En liten
spalt finnes mellom den beskyttende hylsen og aksiallagrene. Borerørbeskyttelseshylsen
25 er montert på borerøret ved bruk av teknikker som holder beskytteren på borerøret og
muliggjør at hylsen normalt kan rotere sammen med borerøret under boreoperasjoner,
men når borerørbeskyttelseshylsen kommer i kontakt med foringen 16, stanser hylsen å
rottere, eller rotasjonen avtar i det minste vesentlig, hvilket muliggjør at borerøret kan
fortsette å rotere inne i beskyttelseshylsen. Denne endring av rotasjonspunkt fra utsiden
30 av beskyttelseshylsen til utsiden av borerøret minsker den avstanden som friksjon
tilknyttet til borerør-rotasjon overføres til borerøret. Resultatet er, at dreiemomentet som
overføres til den roterende borestrengen, ved kontakt mellom hylsen og foringen,
minskes betydelig sammenlignet med tidligere kjente arrangementer der
borerørbeskyttelseshylsene var fastgjort til siden av borerøret.

35

Beskyttelseshylse med fluidlagervirkning

Fig. 3 og 4 illustrerer detaljert konstruksjonen av borerørbeskyttelseshylsen 18, som fortrinnsvis omfatter en langstrakt, rørformet hylse laget av et passende beskyttelsesmateriale, slik som et polymermateriale, metall eller gummi-
5 materiale med en lav friksjonskoeffisient. Et foretrukket materiale er et høydensitets- polyuretan- eller gummi- materiale. Hylsen har en innside med generelt mangekantet form, som skal beskrives i det følgende. Innsiden omfatter dessuten flere langstrakte, rette, parallelle, aksiale spor ragende i lengderetningen, med avstand i omkretsretningen, rundt innsiden av hylsen. Sporene er fortrinnsvis jevnt fordelt rundt innsiden av hylsen og forløper vertikalt (dvs. i rett vinkel med den øvre og nedre ringformede enden av hylsen) og har åpne ender, på
10 den måten at de munner ut i en ringformet, øvre ende 28 og en ringformet nedre ende 30 av hylsen. (Den øvre og nedre enden 28 og 30 er angitt i fig. 2.) Bunnen av hvert spor ligger på en felles, fast radius R_1 vist i fig. 3.

Innerveggen av hylsen er inndelt i veggseksjoner med hovedsakelig samme bredde,
15 ragende parallelt med hverandre mellom nabopar av sporene 26. Hver veggseksjon har en indre lagerflate 32 som for det meste er en plan flate, slik at de plane flatene til lagerflatene sammen danner en generelt mangekantet form rundt innsiden av beskyttelseshylsen. Hjørnene av mangekanten befinner seg generelt på den midtre aksel til de respektive spor 26, dannet ved de motstående ender av de plane, mangekantformede
20 lagerflater. For ytterligere å definere mangekantformen til de plane lagerflater 32 danner det meste av hver lagerflate normalt tangential kontakt med den sirkulære ytterflaten til borerørsseksjonen vist med strekpunktlinjer 33, fig. 3. Øvrige detaljer ved de aksiale spor 26 og de plane lagerflater 32 skal beskrives i det følgende i forbindelse med foretrukne utførelser av beskyttelseshylsen.

25 Veggtykkelsen til hylsen 18 er slik at borerørbeskytteren har større ytterdiameter enn diameteren til de nærmeste borerørskjøter 20. Utsiden av hylsen kan være sirkulær eller ha flere parallelle ytre riller 34 med avstand i omkretsretningen og forløpende i lengderetningen, fra det øvre til det nedre av hylsen. Rillene er hovedsakelig bredere enn sporene 26 inne i hylsen. Ytre veggseksjoner 36, dannet av ytterveggen til hylsen
30 mellom de ytre riller, danner brede, parallelle ytre ribber med sirkelbueformede ytterflater langs utsiden av hylsen.

Endeslisser 38 med avstand i omkretsretningen er utformet i den ringformede, øvre
35 endeveggen og i den ringformede, nedre endeveggen til hylsen. Disse endeslisser er fortrinnsvis i lik avstand rundt den ringformede øvre og nedre enden og er vanligvis

aksialt innrettet etter midten av de tilhørende riller 34, som forløper langs utsiden av hylsen. Som det best fremgår av sideprojeksjonen i fig. 4, har endeslissene radially buede, øvre kanter 39 som konvergerer nedover mot hverandre og går over i en smal, generelt U-formet kanal 40 i bunnen av hver endesliss.

5

Den ringformede, øvre og nedre kanten til beskyttelseshylsen kan også ha en utformning som virker til å suge fluid mellom hylsen og kraven, for derved å bidra til dannelsen av en fluidlagervirkning i dette området. Den øvre og nedre kanten har et generelt plant, ringformet, indre kantparti 42 forløpende horisontalt og generelt i rett vinkel med de vertikale innervegger i hylsen. Kantpartiet 42 har en avfaset kant 43 som fører til de vertikale innervegger, for å hindre eller minske slitasjen på borerøret som bevirkes av aksiale krefter. Innerkanten har jevn bredde rundt den indre omkretsen av den ringformede endeveggen. Den går sammen med et ringformet, skrådd kantparti 44 som forløper nedover og utover i en vinkel på 0-30° rundt det ytre partiet av den ringformede endeveggen til hylsen. En skråvinkel på 15° foretrekkes, selv om en annen vinkel kan benyttes. De skrå endeveggene til de samvirkende seksjoner av hylsen virker til å minske slitasje på endene av beskyttelseshylsen og borerøret når disse påvirkes av høy aksialbelastning. Andre utformninger av endeveggene skal beskrives i det følgende.

20 Borerør-beskyttelseshylsen er splittet i lengderetningen for å gi mulighet for å føre de motstående sider av hylsen fra hverandre ved montering av hylsen på utsiden av borerøret. Planprojeksjonen av hylsen vist i fig. 3 viser et par diametralt motstående og vertikalt ragende kanter 46, som avgrensner endene av en langsgående sliss, som deler hylsen i to halvdelar. Hylsen er slisset i lengderetningen langs en kant 46, som er festet med en sperretapp 47. I denne versjonen utvides hylsen langs kanten 46 når den monteres. Alternativt kan hylsehalvdelen være hengslet langs en side og løsbart fastgjort på en motsatt side av en sperretapp, eller de kan være sammenføyde langs begge motstående sider av bolter. Et metallbur (ikke vist) danner en ringformet forsterkningsring innleiret i det støpte hylseelementet. Det innleirede buret er for enkelthets skyld vist generelt med stiplede linjer 48, og den følgende beskrivelse beskriver metallburet og dets funksjoner. En inngående beskrivelse finnes i US 5069297. (I beskyttelseshylser laget av metall benyttes ikke noe forsterkningsbur.) Hensikten med buret er å øke styrken til hylsen. Buret kan oppta kompresjons-, strekk- og skjærkreftene som hylsen utsettes for ved bruk i foringen eller brønnboringen. Forsterkningsburet eller innsatsen kan være laget av strekkmetall, metallplate, metallstrimler eller kompositt (fiber). En foretrukket teknikk er å forme forsterkningselementet av stålplate med hull, som er

35

ensartet fordelt i platen. Selv om hvilken som helst passende festemekanisme kan benyttes, rager i en utførelse vist detaljert i det nevnte patent et første sett festefingre med avstand i vertikalretningen fra en side av buret, og et samvirende sett metallfestefingre med avstand i vertikalretningen rager fra den motsatt siden av buret.

5 Disse fingre er fastgjort til metallburet ved hjelp av metallforsterkningselementer festet til buret og innleiret i den støpte hylsen. Ved montering av hylsen på utsiden av borerøret føres fingrene sammen og adskilles vertikalt for å motta en sperretapp (ikke vist) som drives gjennom vertikalt innrettede hull i fingrene. Dette trekker motsatte sider av hylsen sammen rundt utsiden av borerøret og etterlater tilnærmet 3 mm klaring mellom innsiden

10 av hylsen og utsiden av borerøret. De nevnte metallkomponenter er fastgjort til fingrene og er hengslet på en kraftig måte som muliggjør at sperretappene kan drives gjennom de innrettede hull i hengselet og således lukke hylsen på en sikker måte.

De mot hverandre vendende øvre og nedre aksiallagre 22 og 24, vist i fig. 2, har ring-

15 formede endeflater som vender mot den øvre og nedre ringformede endeflaten på hylsen i hovedsakelig de samme vinkelorienteringer. I hver utførelse av beskyttelses-hylsen som er beskrevet, har det nærmeste, faste aksiallageret en lignende endeplateutforming, og slike lignende utformninger er f.eks. beskrevet i det nevnte patent. Det øvre og nedre aksiallageret 22 og 24 er fast forbundet med utsiden av borerøret

20 over og under borerør-beskyttelseshylsen. Aksiallagrene (også kalt kraver) er metallkraver laget av et materiale slik som aluminium eller hardt plastmateriale, slik som kompositter av teflon og grafittfiber, for å omgi borerøret og rage utover fra borerøret. Kravene rager en tilstrekkelig aksial lengde langs borerøret til å danne midler for å holde hylsen i en fast aksial stilling på borerøret, spærret mellom to aksiallagre. Aksiallagrene

25 er fast forbundet med borerøret og roterer sammen med borerøret under bruk. Midlene for å fastgjøre aksiallagrene til motsatte ender av hylsen kan ligne de festemidler som er vist i US 5069297 nevnt ovenfor. Det øvre og nedre aksiallageret er fastgjort til borerøret for å danne en meget liten øvre arbeidsklaring mellom det nedre av det øvre aksiallageret og den ringformede, øvre kanten av hylsen og en separat nedre

30 arbeidsklaring mellom det øvre av det nedre aksiallageret og den nedre ringformede kanten av hylsen. Den nedre klaringen kan være liten, slik som 6 mm, eller en klaring så stor som 25 mm. En utførelse er lagrene over og under hylsen i det minste omtrent 10 cm i vertikal høyde, for å danne et tilstrekkelig flateareal til å gripe røret og utgjøre midler for å holde disse i en fast stilling på røret. Lagrene er fortrinnsvis splittet og boltet,

35 eller hengslet og boltet med hodeskruer i innbyrdes avstand på ytre flenser på kraven. Mer detaljerte beskrivelser av kravekonstruksjonen finnes i det nevnte patent.

Under bruk, når det roterende borerøret roterer inne i foringen eller brønnboringen, kommer utsiden av borerør- beskyttelseshylsen i kontakt med innsiden av foringen eller brønnboringen. Hylsen, som normalt er festet mot borerøret, roterer sammen med borerøret under normale boreoperasjoner. Ved kontakt mot den indre veggen til foringen stanser imidlertid rotasjonen av hylsen, eller rotasjonshastigheten avtar i høy grad, hvilket muliggjør at borerøret kan fortsette å rotere inne i hylsen. Utformningen av innsiden til hylsen er slik at borerøret kan fortsette å rotere mens hylsen tilnærmet har stanset eller bare roterer noe, og stansingen bevirker minimal friksjonsbremsing mot utsiden av det roterende borerøret. De mangekantformede, plane, indre lagerflater i hylsen, i kombinasjon med de aksiale spor, slipper det sirkulerende boreslammet inn i ringrommet mellom foringen og borerøret, for å strømme under trykk gjennom et klaringsområde ved en ende av hylsen og gjennom parallelle spor, til et klaringsområde ved den motsatte enden av hylsen. Disse klaringsområder er dannet av de forsenkede endeslisser i de ringformede endeflater på hylsen. Dette bevirker en sirkulerende strøm av boreslam under trykk i overgangen mellom hylsen og borerøret, og dette fluidet drives inn i de plane lagerflateområder mellom sporene. Dette deformerer eller driver lagerflateområdene fra hverandre og frembringer en tynn film av smørefluid under trykk mellom innsiden av hylsen og utsiden av borerøret som minsker friksjonsbremsingen mellom disse to flater. Denne virkningen til smørefluidet som drives inn i området mellom hylsen og borerøret virker som et fluidlager som driver de to flatene fra hverandre, og denne virkningen minsker dermed friksjonen som normalt både utsiden av borerøret og innsiden av hylsen ville utsettes for, pga. at en tynn film av fluid skiller de to flatene. Ettersom fluidet skiller disse to flatene, minsker i høy grad momentet som dannes på grunn av rotasjon.

25

Dessuten bidrar også aksiallagrene ved motsatte ender av hylsen, som holder hylsen på plass på borerøret, til å frembringe en annen fluidlagervirkning ved endene av hylsen. Lagrene i kombinasjon med de forsenkede endeslisser på endene av hylsen bevirker en øket smørevirkning på endene av hylsen. Under bruk utgjør disse klaringsområder over og under hylsen forbedrede midler for sirkulering av det omgivende borefluidet inn i ringrommet mellom hylsen og borerøret, og arbeider derved for å minske friksjonen.

Dessuten hindrer disse endeslisser også at en tetning mellom hylsen og kraven dannes, og hindrer således dannelse av partikkelkonsentrasjon i overgangen mellom hylsen og kraven som kan gjøre det vanskelig å frembringe tilstrekkelig fluidfilm i disse områder til å skille partiklene fra innsiden av hylsen og utsiden av borerøret, for derved å minske slitasje på flatene eller fastkiling, og hindrer at det oppstår trykk mellom hylsen og bore-

35

røret og kraven som kunne føre til en blokkering eller trykkdannelse, som kunne drive kravene langs lengden av borerøret eller "sprengte" hylsen.

Som nevnt ovenfor, er generelt plane lagerflater på innsiden av hylsen i tangential kontakt med den sirkulære utsiden av borerøret. Antallet mangekantsider (antallet plane lagerflater) varierer avhengig av størrelsen (diameter) til den beskyttende hylsen. Innen visse grenser kan en økning av antallet plane lagerflater bevirke minsket friksjonsbremsing mot borerøret under boreoperasjoner. Utførelsen vist i fig. 3 oppviser 10 parallelle spor, med 10 plane lagerflater på den mangekantformede innsiden av hylsen i tangential kontakt med utsiden av borerøret. Studier er utført mht. forholdet mellom antall mangekantsider og deres bidrag til å øke eller minske friksjonskoeffisienten. Ved en studie ble det fastslått at forholdet mellom diameteren (D) og antall sider (n) for en gitt mangekant er i området 1-1,24 for en mangekant med 12,7 cm diameter. Derfor har disse studier vist at antallet plane mangekantflater er mellom omtrent 10 - 13 for hylsen med 12,7 cm diameter. Disse studier har også vist at den laveste friksjonskoeffisienten oppstår i en enhet som har mellom 12 og 13 mangekantflater. For en beskytter med 15,2 cm diameter har lignende studier vist at forholdet $D/n = 1,06$, eller at omtrent 14 - 15 mangekantsider bevirker den laveste friksjonskoeffisienten.

Med henvisning til fig. 3 har innsiden av hylsen en radially buet form mellom endene av de tangentielle plane lagerflater og de aksiale spor. Fortrinnsvis er bunnene til de aksiale spor buet, med en liten krumningsradius R_2 vist i fig. 3. De motsatte ender av hvert aksiale spor og de tilhørende plane lagerflater går sammen langs et radially buet overgangsrområde. Fig. 3 viser en foretrukket utførelse mht. effektivitet, men andre utførelser er mulig. En radially buet overgangsflate 50 forløper mellom endene av hver plane lagerflate 32 og hvert aksiale spor.

Den lange, plane mangekantformen til de indre lagerflater i hylsen er særlig utformet til å minske den samlede friksjonskoeffisienten til borerør-hylsesystemet. Den samlede friksjonskoeffisienten er kombinasjonen av kontakten (statisk eller dynamisk) og den hydrodynamiske friksjon. Friksjon i systemet er høyest ved kontaktfriksjon og lavest ved hydrodynamisk friksjon. Oppfinnelsen innebærer en kombinasjon av de to virkninger.

Generelt bestemmes antall mangekantflater på den indre lagerflaten av forholdet mellom innerdiameteren til hylsen og $1,000 \pm 0,025$. I lignings form:

$$n = ID/1,006$$

der ID = hylsens innerdiameter (cm)

n = antall sider i mangekanten

5 I en utførelse har de aksiale spor en minimum bunnradius på 6,4 mm og går over til å bli en tangent til mangekantflaten på det indre av hylsen. Overgangsradien er fortrinnsvis omtrent 1,5 ganger radien til smøresporet, men kan ligge i området fra 1,0 - 3,0 ganger radien til det aksiale sporet. Forholdet mellom den øvre overgangsradius og sporets bunnradius (sporforholdet) er vanligvis 1,33 - 1,66 og bestemmes av følgende ligning:

10

$$R = B/G$$

der R = sporforholdet

B = overgangsradien fra sporet til mangekanttangente

G = sporets radius

15

Den buede overgangsformen fra hvert aksiale spor til den nærmeste mangekantflaten på hylsen muliggjør at "borkaks" fra boring og annet avfall kan medføres i fluidet med en minimal virkning på systemets smøring. Tangente virker til å lede fluidet til mangekantflaten på hylsen, for å bevirke hydraulisk "understøttelse" av borestrengen og tjener til å hindre at partikler i fluidet kommer til områdene til mangekantene eller de plane flater.

20

Dessuten kompenserer sporformen med tangentovergangen delvis for deformasjonen av sporets mangekantflate som skyldes borestrengbelastninger. Uten denne kompensasjon kan det dannes en "utbulning" som kan hindre smøring på det indre av mangekantflatene og øke systemets friksjon.

25

Dybden til hvert smørespore (det aksiale sporet 26) er f.eks. 7,6 - 10,2 mm, med en bunnradius på 4,8 - 6,3 mm. Dybden av sporet (og det resulterende tverrsnittarealet til kanalen) er dimensjonert for å bevirke tilstrekkelig smøring på det indre av hylsen og utgjør et sted for oppsamling av borkaks, for å hindre at disse blir beliggende mellom hylsen og borerøret og bevirke slitasje på disse. Volumet av sporet bestemmes med følgende forhold:

30

$$A \geq hL/dv$$

35

der A = sporets tverrsnittsareal

h = hydrodynamisk fluidlag fra hylsen til borestrengen

L = lengden av beskytteren

d = densitet til borefluidet (smøremiddel)

v = hastighet for fluid nedover i sporet

5

Eksperimenter har vist at spor som ikke er langsgående i forhold til akselen til beskytteren, ikke bevirker optimal smøring. Resultatet er en tendens til at deler av hylsen smøres for lite, slik at systemets friksjon øker.

- 10 Den foretrukne lengden av beskytteren er tilnærmet 2 - 5 ganger innerdiametere til beskytteren. Forholdet fremgår av følgende ligning:

$$f = L/(ID)$$

15

der L = lengden av beskyttelseshylsen

ID = innerdiametere til beskyttelseshylsen

f = en faktor som kan variere fra 2 - 5

Valget av faktor er basert på følgende:

20

- a) bevirke tilstrekkelig flateareal for å oppta de normale belastninger fra borestrengen (belastninger vinkelrett på flaten). Den praktiske driftsbelastning på en hylse er tilnærmet 900 kp for en dimensjon av beskyttelseshylse. (Ligningen for maksimalt løft som oppstår er $F = dL \times 2,75 \text{ kPa}$ og der $D = 12,7 \text{ cm}$ og lengden $L = 25,4 \text{ cm}$, løft = 900 kp). Beskytterbelastningene kan variere fra 0 - 1800 kp. For en beskytter med en durometerhardhet på 80 opptar mangekantputene trykk på 240 - 275 kPa.
- 25 b) Bevirke tilstrekkelig smøring av mangekantflatene på hylsen til å frembringe en tilstrekkelig hydraulisk komponent som minsker systemets friksjon.
- c) Passende hylselengde for å begrense eller hindre noen vesentlig adskillelse mellom
- 30 borestrengen og hylsen (og således nedsatt smøring) som et resultat av bøyning av borestrengen eller lokal "endeutbulning" som et resultat av endebelastninger på lageret.
- d) Overflatearealet påvirkes av hardheten til beskytteren, slik at en øket hardhet (for den ikke-metalliske hylse) medfører mindre hylsedeformasjon og større andel av
- 35 hydrodynamisk understøttelse.

Hylseenheten kan eventuelt være symmetrisk om endene av hylsen, og vanlige utførelser av hylsen er symmetriske. Symmetrien til hylsen medfører den fordel at beskytteren kan anbringes i snudd stilling på borerøret. Dette fordobler brukstiden til hylsen fordi dersom en ende skades eller slites, kan beskyttelseshylsen snus og på nytt tas i bruk umiddelbart. Dessuten forenkler symmetrien om endene til hylsen monteringen fordi en bestemt orientering ikke kreves under montering.

Hylseforing for beskyttelseshylser.

Fig. 6 og 7 viser en hylseforing 60 montert mellom utsiden av borerøret og innsiden av en beskyttelseshylse 62. Beskyttelseshylsen 62 har lignende form som beskyttelseshylsen 18 beskrevet ovenfor. Hylseforingen er en tynnvegget, rørformet foring som holdes på plass på borerøret 12 mellom de faste endelagrene 22 og 24. Foringen er fortrinnsvis laget av metall eller plast, eller kompositt, og har normalt en større hardhet enn borerørmaterialet, for å minske slitasje på borerøret i fluidmedier med høyt faststoffinnhold ved innbyrdes dreining mellom borerøret og beskyttelseshylsen. Hylseforingen kan ha en aksial eller skrå innskjæring eller ha en aksialt forløpende innskjæring 64 med et skrådd, mellomliggende parti 66 vist i fig. 7, for å forenkle montering og hindre skjærdeformasjon ved torsjon som skiller foringen fra borerøret og hylsen. Hylseforingen holdes fortrinnsvis på plass i en presspassning mot endelagrene, men kan også være fastgjort til disse for å forenkle monteringen. Denne utførelsen hindrer innestengning av partikler fra boreslam mellom hylsen og borerøret. Disse innestengte partier kan føre til abrasjon av borerørveggen.

Forbedrede forsterkningsbur for beskyttelseshylser.

En utførelse av den ikke-roterende borerørbeskytteren beskrevet ovenfor består av to aksiallagre laget av metall, slik som aluminium, og en beskyttelseshylse laget av et polymermateriale. Andre utførelser benytter et elastomerisk materiale i hylsen. Hylsen er forsterket med et stålbur som er hengslet for å muliggjøre montering av hylsen på borerøret. Buret har også et stort element med hull, fortrinnsvis med 12,7 mm diameter, som forenkler fastgjøring av buret til elastomeren. Denne utformningen benyttes ofte i brønner med høye formasjonstemperaturer, f.eks. 120 - 200°C. Elastomeriske materialer benyttes pga. deres overlegne egenskaper ved høye temperaturer. I noen tilfeller der beskytterne utsettes for høye temperaturer i flere døgn (3 - 5 døgn), kan store deler (lengde på 2,5 - 10 cm) av elastomeriske materialer observeres flytende til overflaten, medført av boreslammet. En annen observasjon av fluid som føres tilbake til overflaten uten gjenværende gummi på buret, antyder elastomer-delaminering. En ødelagt hylse

oppviste en skjærsvikt mellom buret og elastomeren, som bredde seg til endeflaten av den sylindriske beskytteren. Svikten viste seg å oppstå nær tapp- og hengselpunktene til beskytteren og bredde seg i omkretsretningen rundt hylsen.

5 Prøver av beskyttelseshylsen ble testet på en måte som tok sikte på å simulere bruks-
belastninger på hylsen. På feltet ble kravene og hylsene anbrakt på borestrengen og
senket ned i hullet. Etter hvert som hylsen ble forskjøvet ned i hullet, oppsto det friksjon
på ytterflaten mot foringen eller formasjonen, og som skjøv hylsen mot den nærmeste
faste kraven eller aksiallageret. Fem elastomeriske hylser ble testet. Det elastomeriske
10 materialet i alle hylseprøvene var karboksylert nitrilbutadiengummi. Alle prøvene hadde
den samme ytre utformning: Innerdiameter 13 cm, ytterdiameter 18,4 cm,
lengde 23,2 cm. Forsterkningsburet i hylsen hadde en ytterdiameter på 15,2 cm og en
lengde på 19,3 cm.

15 Tre av prøvene inneholdt det standard 19,3 cm stålforsterkningsburet beskrevet ovenfor,
og to av prøvene inneholdt en modifisert burutførelse med en bøyde, 6 mm lang, 90
graders leppe på hver ende av standardburene. Beskyttelsesburene var 18 cm. Burfor-
bedringen omfattet en 90 graders leppe på enden av buret. Med denne utformningen
omfattet fremstillings-valseprosessen etterbehandling av buret for å danne leppen.

20 Leppen ble fremstilt ved skjæring av 6 mm slisser i enden av buret og bøyning av
slissene utover. En annen metode kan omfatte vekselvis bøyning av en leppeflik innover
og den neste utover, vekselvis rundt den øvre og nedre kanten av buret. En annen
metode er å bøye alle leppene innover. En annen metode omfatter bruk av flere tapper i
elementet eller ved endene av buret.

25

Testene viste forbedringer ved øket belastningskapasitet for hylsen og forhindring av de-
lamining mellom buret og hylseelastomeren. Resultatene av denne testen antydde en
15 - 45 % økning av den tilsynelatende skjærstyrken til hylse-burenheten.

30 Med henvisning til fig. 8 og 9 omfatter en utførelse av den modifiserte burstrukturen et
sylindrisk bur 68 innleiret i beskyttelseshylsen, med en flensformet, ringformet, øvre
leppe ragende utover i vinkel på 90 - 180 grader fra den øvre kanten av buret. En flens-
formet, ringformet, nedre leppe 72 rager utover i 90 graders vinkel fra den nedre kanten
av buret. Hele burstrukturen er innleiret i elastomeren, med den øvre og nedre leppe-
35 ringen 70 og 72 i avstand fra den ringformede, øvre og nedre enden av hylsen. En
sperretapp 74 med adskilte fingre 76 er vist ved enden av den splittede burstrukturen.

Denne utførelsen av hylsen er forenklet og oppviser en sylindrisk ytterflate. En ytterflate med spor også kan benyttes.

Hydraulisk endelager med sugetiført fluid.

5 Selv om borerørbeskytteren utgjør et godt hydraulisk lager for det indre av hylsen og borerøret, kan endene av hylsen som vender mot kravene utsettes for betydelig slitasje. Strømningskanalene 38 og endene av hylsene fremmer strøm av fluid på flatene av hylseendene. Med passende dimensjonering av endekanalene dannes et hydraulisk lager mellom hylsen og holdekraven. Utvikling av et hydraulisk lager i dette område
10 forbedrer i høy grad hylsens egenskaper mht. endeslitasje.

Fig. 10 og 11 viser en forbedring som har sugestrømningsmøring på endelageret. Med forbedret smøring av endelageret forbedres endene av hylsene mht. slitasje. Med henvisning til fig. 10 og 11 er radiale strømningskanaler 80, som ligner kanalene 38, fordelt
15 rundt den ringformede, øvre og nedre enden av hylsen. Innbyrdes adskilte sugerese-voarer 82 er utformet i den øvre og nedre enden av hylsen mellom strømningskanalene 80. Sugereservoarene har utvidede hulromsområder 84 nær, men i avstand fra, yttersiden av hylsen. De forløper radiallyt utover og nedover med en svak helning og går sammen i et smalt kanalparti 86, som munner ut i yttersiden av hylsen.

20

Under bruk virker rotasjon av borerøret i forhold til beskytteren, i kombinasjon med kanalene og sugeresevoarene, til å pumpe slammet fra det indre av beskytteren, og til lagerflaten, for dannelse av et hydraulisk lag. Når borerøret roterer inne i beskyttelses-
25 hylsen, kommer slam som beveges opp langs det indre av hylsen inn i spalten mellom enden av beskytteren og den faste kraven eller aksiallageret. I beskytteren vist i US 5069297 beveger slam seg ut etter overgangen mellom hylsen og beskytteren. Borefluidet drives ikke langs noen bestemt bane. Med den foreliggende oppfinnelse leder de radiale sporene (kanalene) på endene av hylsen strømmen til utsiden av hylsen. Plasseringen og antallet av kanaler er slik at det er en tendens til dannelsen av en
30 hydraulisk film (hydraulisk lagervirkning).

Dessuten er sugeresevoarene anbragt i nærheten av de radiale kanaler. Når borerøret roterer inne i hylsen, søker bevegelsen av røret å bevege fluidet radiallyt fra det indre til det ytre av hylsen, slik som i en sentrifugalpumpe. Når fluidet beveges oppover i de
35 radiale spor, vil det bevegelige fluidet ha lavere trykk enn i sugeresevoarene, og fluidet i kanalene suger slam fra reservoarene. Resultatet er at slammet beveger seg ned i suge-

reservoarene, langs overgangen (lageret) mellom hylse og krave og inn i kanalene. Smøring av overgangen mellom hylse og krave forbedres, og hylsens brukstid øker.

Størst slitasje på endene av beskytterne inntreffer på enden av hylsen som er nærmest dreiebordet. Dette skjer pga. lagerbelastningen på endene av beskytteren under boring. Den øvre enden (nærmest overflaten) har således en tendens til å slites ut lenge før den nedre enden (nærmest borkronen).

For å bevirke øket brukstid er oppfinnelsen vendbar (speilbilde om midtplanet). Dvs. at hver ende av hylsen kan gis den samme utformning. Ved å fjerne beskytteren og montere denne på nytt i snudd stilling fordobles beskytterens brukstid.

Strømningskanalene og sugerreservoarene samvirker således for å fordele fluid på enden av hylsen for smøring, og sugerreservoarene virker som lavtrykkskilder som suger fluid fra strømningskanalene og til endene av hylsen. Forbedringene omfatter: 1) Dannelse av et hydraulisk lager på endene av hylsen, som også minsker dreiemomentet som ellers vil opptre. 2) Øket brukstid for hylsen pga. minsket friksjon på endene av hylsen, 3) Øket brukstid for kravene pga. minsket friksjon på endene av kravene, 4) Minsket glidende friksjon for hylsen ned og opp og 5) Øket brukstid pga. at hylsen kan snus.

Hylseendeutformning.

Et problem som av og til observeres ved bruk av en beskyttelseshylse er abrasjon av borerøret innenfor hylsen, særlig når innholdet av abrasive faste stoffer i fluidmediet er høyt. Undersøkelse av slitasjemønsteret antyder at størst slitasje inntreffer på røret på et punkt som tilsvarer endene av hylsene. Tilsvarende slitasjemønstre er observert både i elastomeriske og polymeriske (polyuretan, osv.) typer av hylser, men størst slitasje har en tendens til å inntreffe i elastomeriske hylser. Slitasjen er nærmere bestemt størst nær enden av hylsen og har en tendens til å avta mot midten av hylsen.

Undersøkelser av mekanismen for disse slitasjemønstrene begynte med mekanisk testing av beskyttere som ligner dem som er vist i fig. 6. Det ble observert at når disse beskyttelseshylser ble aksialt belastet, ble endene av hylsene deformert innover mot borerøret. Deformasjonsretningen skyldtes den 15 graders vinkelen på både kraven og hylsen. Økende belastninger hadde en progressiv tendens til å deformere hylsen innover mot borerøret. De største forskyvninger inntraff ved enden av hylsene, som først danner kontakt med borerøret. Ved økende belastninger ble den økende lengden av hylsens

innside deformert og kom i kontakt med borerøret.

Normal utformning av beskyttelseshylsene er basert på normal kontaktbelastning på hylsen som skyldes geometrisk orientering i hullet (vinkelrette kontaktbelastninger) og det økede strekket fra boretårnet. Det økede strekket er den dynamiske kraften som kreves for å overvinne friksjon mellom streng og foringsrør, hydraulisk motstand og treghet ved fjernelse (føring til overflaten). Strekkreftene varierer fra 22 000 til 135 000 kp på borestrengen. Strekkrefter fordeles langs lengden av borestrengen og medfører store belastninger på hylsen.

10

Normale og økede strekkrefter deformerer hylsen mot borerøret, som nevnt ovenfor. Det fremgår at når den elastomeriske hylsen danner kontakt med røret, kan partikler fra borslammet bli innestengt mellom hylsen og røret. Resultatet er en oppskraping av borerøret av partikkelmaterialet som er innestengt av beskytteren.

15

Fig. 12 og 13 viser en alternativ utførelse av borerør-beskyttelseshylse 90 der endene av hylsen har en ringformet avfasning 92 i ytterflaten nær den øvre og nedre enden av hylsen. Avfasningen 92 har forholdsvis stor helning og er kontinuert og har jevn dybde rundt omkretsen av hylsen. Avfasningen går øverst over i innsiden av en ringformet, øvre kant 94 på hylsen som har en svak helning nedover mot utsiden av hylsen. En oppover og innover avfaset, ringformet ytre kant 96 forløper mot den øvre kanten av hylsen under den øvre kanten 94. Det nedre av de avfasede kanter 92 og 96 er omtrent på samme nivå i avstand fra enden av hylsen.

25 Geometrien til avfasningen bestemmes av forholdet mellom de elastomeriske egenskaper til hylsen, den relative nærhet for buret 68 i forhold til enden av hylsen, Poissons tall for hylsematerialet og størrelsen av de opptredende belastninger. Generelt er den foretrukne lengden av avfasningen 2 - 4 ganger dybden av avfasningen, og et avfasningsforhold er definert som lengden av avfasningen dividert med dybden av av-
30 fasningen, og forholdet er i området fra omtrent 2 til 4.

Avfasningsforhold som er større enn 4 har en tendens til å minske størrelsen av effektiv flate for det hydrauliske lager, og avfasningsforhold som er mindre enn 2 er vanligvis utilstrekkelig for store kontaktbelastninger (900 kp og større normale kontakt-
35 belastninger).

Avfasningen kan befinne seg på den ene eller begge ender av hylsen. Dersom avfasningen befinner seg på begge ender av hylsen, kan hylsen snus for fordobling av brukstiden til hylsen.

- 5 Under bruk hindrer den indre avfasningen 92 at stor sidebelastning driver enden av hylsen til slitende kontakt med borerøret. Den avfasede hylsen ihht. oppfinnelsen avbøyes innover til en nøytral stilling uten bortmaskinering av røret.

Fordelene med denne utførelsen er minskning eller eliminering av skraping av borerøret
10 av beskyttelseshylsen ved høye kontaktbelastninger, og øket brukstid for hylsen pga. minsket slitasje på innsiden. Oppfinnelsen er særlig egnet i kombinasjon med den forbedrede konstruksjonen av forsterkningsburet vist i fig. 8 og 9. For gummihylser holder det forbedrede buret beskytteren på borerøret mere sikkert, hvilket kan øke abrasjons-
15 sidebelastninger. Den forbedrede avfasning minsker eller hindrer slik skade på den forsterkede gummibeskytteren.

Endelagerforbedringer mht. glidende friksjon.

US 5069297 beskriver et hydraulisk lager som minsker dreiemomentet mot borestrengen
20 og hindrer slitasje av foringen. Beskyttelseshylsen i det nevnte patent kan være laget av hellestøpt polymer (vanligvis polyuretan). Dette materialet har en friksjonskoeffisient på omtrent 0,2 eller større mot en stålforing i nærvær av forskjellige boreslam, og 0,3 eller større mot fjellformasjoner. Med bruken av et stort antall beskyttere på en borestreng kan beskyttelseshylsens motstand mot å gli ned i hullet øke. Det samme problem inn-
25 treffer ved uttrekking av røret fra hullet.

For å overvinne enhver motstand mot "glidning" er det ønskelig å benytte materialer med lav friksjonskoeffisient. Beskyttelseshylser arbeider imidlertid under strenge omgivelser, med temperaturer over 150°C og trykk over 69 MPa, hvilket utelukker bruk av mange
30 lavfriksjonsmaterialer. De strenge omgivelser medfører behov for spesielle høytemperaturmaterialer som har lav friksjonskoeffisient. Mange spesielle høytemperaturmaterialer er imidlertid meget kostbare, vanskelige å maskinere og utilstrekkelig fleksible for den eksisterende utformning.

- 35 Et annet problem med hylsen ihht. den nevnte patent er slitasjen på endene av hylsene. Patentet beskriver bruken av to kraver eller aksiallagre som er adskilt av en hylse.

Kravene er festet til det roterende borerøret, og hylsen "flyter" på et hydraulisk fluidlag mellom røret og hylsen. Når kravene roterer mot hylsen (vanligvis ikke roterende og i ro mot foringen eller formasjonen), oppstår slitasje. Denne slitasjen begrenser brukstiden til hylsen.

5

Fig. 14 og 15 viser skjematisk en bore-beskyttelsehylse som minsker den glidende friksjon for hylsen. Den skjematiske snittavbildningen i fig. 14 viser beskytterveggen, et sylindrisk metallbur 100 innleiret i hylseveggen og glidere 102 av et materiale med lav friksjonskoeffisient. Gliderne er langstrakte, parallelle ribber som er jevnt fordelt rundt omkretsen av hylsen. Gliderne er boltet, skrudd eller på annen måte festet til buret 100 ved hjelp av festeelementer 104 for å muliggjøre korrekt posisjonering for helling av polyuretan rundt glideinnsatsene. Fremstillingsprosessen fastgjør gliderne til buret, anbringer buret i formen, heller uretanet rundt gliderinnsatsene og herder platen, gummi eller andre stoffer.

15

Gliderne er laget av et særskilt utvalgt materiale som har en lav friksjonskoeffisient, god abrasjonsmotstand og god temperaturstabilitet. Et eksempel på et akseptabelt materiale er et kompositt av teflon og grafitt. Dette materiale har passende friksjonskoeffisient og motstandsevne mot temperatur. Dette komposittmateriale er imidlertid også vanskelig å maskinere, ekstremt stivt og kostbart. For å kompensere for material- og omkostningsbegrensningene kappes materialet med lav friksjonskoeffisient til lange blokker eller ribber som bare benyttes som ytre glideflater på hylsen. Derved unngås fremstillingsproblemer, og omkostningene minsker. Gliderne med lav friksjonskoeffisient har en utsparring i bunnen for å muliggjøre infiltrering gjennom uretanet og til materialet med lav friksjonskoeffisient, for derved å forbedre fastgjøring og hindre delaminering mellom blokkene og uretanelementet.

20

Dessuten bevarer denne forbedringen fleksibiliteten til hylsen. Begrenset fleksibilitet er en fordel fordi den muliggjør at beskyttelsehylsen tåler slagbelastninger ved rystelser og andre ytre støt. Denne utformningen minsker også friksjonskoeffisienten med omtrent 65 %, muliggjør eksisterende fremstillingsmetoder og opprettholder hylsens fleksibilitet, bare med moderate omkostningsøkninger.

30

Fordelene med bruken av denne forbedringen er: 1) Minsket glidende friksjon for hylsen opp og ned i hullet, 2) Minimal innvirkning på eksisterende fremstillingsmetoder og 3) Bruk av mange materialer for å minke de samlede produktomkostninger.

Forbedringene i fig. 14 og 15 øker brukstiden til hylsen ved at det tilføyes sliteputer 106 på endene av hylsene. Sliteputene fastgjøres til buret 100 ved bruk av bolter eller skruer 104. Sliteputene vender mot kravene under bruk og er innrettet i samme vinkel som kravene. Fremstillingsprosessen omfatter fastgjøring av sliteputene på buret, anbringelse av buret med sliteputene i formene, helling av polymeren rundt burenheten og herding av hylsematerialet.

Sliteputene er laget av et abrasjonsresistent materiale slik som en grafitt, en Kevlar-kompositt, hard bronse (dersom kravene er av aluminium) eller bremseklossmateriale.

10 En variant av dette konseptet muliggjør at sliteputene kan anbringes på endene av kravene, slik at det er dannet kontakt slitepute mot slitepute. Dette øker brukstiden både for hylsene og kravene.

Med bruken av de alternative materialer økes brukstiden til hylsene og kravene og medfører lavere, samlede produksjonsomkostninger.

Forbedringen av endelagrene er: 1) Øket brukstid for hylsen, 2) Minimale endringer av eksisterende fremstillingsmetoder og 3) Bruk av flere materialer som muliggjør minskning av de samlede produktomkostninger.

20

Forbedret borerørbeskytter for anvendelse i åpne hull.

Ikke-roterende borerørbeskyttere kan benyttes enten i forede eller åpne hull. Begge muligheter gir fordelene med minsket borestrengmoment. For forede hull kan bruken av en ikke-roterende beskyttelseshylse også hindre høy foringsslitasje pga. skjøtene. I åpne hull må hylsen være i stand til å tåle de harde omgivelser med nær kontakt med formasjonen, mens dreiemomentet minskes. Dreiemomentminskning bevirkes av det hydrauliske fluidlageret på innsiden av beskyttelseshylsen, slik som nevnt ovenfor, idet borerør-beskyttelseshylsen holdes mellom de to kraver. I tidligere utførelser er hylser fremstilt av polymeriske materialer, slik som elastomerer eller polyuretan, og kraver er vanligvis fremstilt av aluminium.

30

Når avvikshull øker i lengde eller har flere plutselige avvikelser fra vertikalretningen, er det et øket behov for en beskytter for åpne hull som kan minke dreiemomentet fra borestrengen. Et behov for oppfinnelsen er f.eks. for liten diameter (borerør med 6 cm diameter) og stor vinkel (20 grader pr. 30 m) i West Texas. Et annet behov er for en 12,7 cm ikke-roterende hylse for hull i Nordsjøen.

35

Ulempen ved bruk av hylser laget av polymerer i åpne hull er hurtig abrasjon av hylsens utside etter hvert som borerøret beveges ned i hullet. En fordel med polymerhylsen er imidlertid at den muliggjør en myk "lagerflate" i overgangen mellom hylsen og kraven, for å bevirke minimal friksjon mellom kraven og hylsen. Ved bruk av hylsen i åpne hull er den primære svakheten abrasjon av utsiden av hylsen, og den sekundære svakheten er abrasjon av endene av hylsen ved overgangen mellom hylsen og kraven.

Det er derfor ønskelig å forbedre beskyttelseshylsen ved modifikasjoner som både øker hylsens motstandsevne mot abrasjon på utsiden, og som øker hylseendenes motstandsevne mot abrasjon.

Fig. 16 viser en slik forbedret hylse 110 der hylseelementet er laget av aluminium eller et annet passende metall. Denne utformningen medfører god motstandsevne mot abrasjon for hylsens utside. Endene av hylsen har ringformede lagerputer 112, som kan være laget av forskjellige abrasjonsresistente materialer. De foretrukne lagerputer er laget av fiberplast eller fiber-epoksykompositt. Alternativt kan lagerputene være laget av bronse eller et lignende metall. Fordelen med herdet bronse er at brukstiden til lagerputen er lenger enn for komposittene. Friksjonskoeffisienten mellom aluminiumskravene og en lagerpute av bronse har imidlertid en tendens til å være større enn for aluminium- og komposittlagerputer. Den høyere friksjonskoeffisienten for bronseputene kan delvis kompenseres for med bedre smøring av flaten ved hjelp av boreslammet.

Lagerputene 112 har et ringformet, forsenket, ytre område 114 for å muliggjøre at lagerputene kan anbringes i maskinerte slisser og holdes på plass med forsenkede skruer 116. Dette muliggjør at lagerputene kan skiftes ut på et hylseelement av aluminium. Det muliggjør også flere gangers bruk av den samme hylsen ved utskifting av endelagerputene.

Profilgeometrien til lagerputeendene kan være slik at den er tilpasset geometrien til beskyttelseshylsene beskrevet ovenfor.

Testing av en hylse med komposittlagerputer viser at slitasjemønstrene tilsvarer de som oppnås med standard utformninger. Endene av hylsene oppviste materialtap pga. abrasjon på lagerputene, slik som forventet. Testing viste også at hylseelementet av aluminium oppviste liten slitasje, slik som oppskraping av utsiden av puten. Men denne slitasjen kunne fullstendig utbedres uten maskinering.

Fordelene med denne utførelsen er: 1) Øket motstandsevne mot abrasjon på utsiden av beskyttere for åpne hull, hvilket muliggjør lenger brukstid for hylsen og større potensiale for økonomisk rehabilitering, og 2) Øket abrasjonsmotstand for lagerputene på endene av beskytterne, med lenger brukstid for beskytterne.

5

Forbedringer i ikke-roterende borerør-beskyttelseskraver.

Et problem som kan oppstå ved boring av avvikshull og bruk av et stort antall borerør-beskyttere, er problemer med effektiv retur av boreslam. Et formål med borefluidet er å lede borkaks fra borkronen til overflaten. Dersom det returnerende borefluidet møter

10 hindringer, kan for høyt trykk og for høy hastighet medføre en tendens til at borkakset forlater fluidet, hvilket minsker boreslammets rensende virkning i hullet. Dette borkakset kan bygge seg opp til "broer" i hullet, noe som kan gjøre fjernelse av verktøy vanskelig og medføre lite effektiv opprensning av hullet.

15 Ettersom diameteren til borerørbeskytteren er større enn borerørskjøtene, kan beskyttelsehylsen hindre slammets rengjøringseffektivitet. Metoder med henblikk på å akselerere hastigheten til boreslammet ved eller nær beskytteren kan minske tendensen til at borkakset forlater slammet.

20 Fig. 17 - 19 viser en forbedret borerør-beskyttelseskrave 118 som omfatter flere ytre riller 120, som er dannet hovedsakelig langs lengden av kravens utside. Rillene har hovedsakelig trapestverrsnitt (med avrundede hjørner) og forløper i lengderetningen langs kraveelementet. En foretrukket utformning er en rille som er omtrent 8,9 cm lang, og tverrsnittet av rillen er omtrent 12,7 mm innerst, nærmest innsiden av kraven, og 19

25 mm ved utsiden av kraven. Hjørnene av trapeset er avrundet med 1,3 mm radius. Alternativt kan tverrsnittet være halvsirkelformet, elliptisk, spiralformet, skruelinjeformet eller kvadratisk, med omtrent samme lengde og tverrsnittareal. De enkelte riller er adskilt med omtrent 4,8 mm. Antall riller reguleres slik at det er et helt antall rundt omkretsen av kraven. Den foretrukne metode for å bestemme avstand mellom rillene er å opprettholde

30 formen (tverrsnittsarealet og lengden) og å modifisere avstanden mellom rillene. En foretrukket utførelse for en krave for et borerør med 12,7 cm diameter omfatter 16 riller, med 8 riller på hver side av splitten i kraveringen. Hver av kravehalvdelene kan være festet med et hengsel eller de kan være festet med bolter, slik som utførelsen vist i fig. 18 der gjengede borerør 122 inneholder bolter for fastgjøring av kravene til røret. Boltene kan

35 omfatte en Helicoil 123, som er en gjengesperreanordning, som hindrer boltene i å bli skrudd under bruk. Rillene er ikke dannet i hengslene eller festeboltene.

Når den forbedrede kraven er fastgjort til et roterende borerør over og under beskyttelseshylsen, virker rillene som blader på en rotor. Når slam stiger over den roterende kraven, har fluidet en tendens til å trekkes inn i rillene. Når røret roterer, suges slammet inn i rillene og strømmes ut ved enden av rillene. Deretter passerer slammet hylseelementet. Deretter kommer slammet til den andre kraven med riller og akseleres pga. rotoreffekten til de andre riller. Resultatet av passering av de to kraver med riller er en akselerasjon av boreslammet nær borerør-beskyttelseshylsen.

En fordel med bruken av den forbedrede rotorkraven er at kravene med riller bevirker en hastighetsøkning for borefluidet, slik at det hindres avgivelse av borkaks ved eller nær borerør-beskyttelseshylsen. Alternativt kan rundtgående spor 121 (se fig. 19) være dannet i utsiden av kravene, for å muliggjøre en viss bøyning av kravene ved montering på borerøret.

15 **Borerør-beskyttelseskraver med sliteflater.**

Borerør-beskytter-stoppekravene montert over og under beskyttelseshylsen kan ha utskiftbare, ringformede sliteplater av hardt, beskyttende materiale som motstår abrasjon ved kontakt med beskyttelseshylsen. Sliteplatene 124 er vist ved endene av kraven vist i fig. 18 og 19. Sliteplatene er fortrinnsvis laget av grafitt, Kevlar-kompositt, hard bronse eller et annet slitesterkt materiale som har større hardhet og abrasjonsmotstand enn aluminiumelementet til kraven. Sliteplatene er festet til kraveelementet med innbyrdes adskilte skruer 126, slik at sliteplatene kan fjernes og skiftes ut for å øke kravens brukstid.

25 **Montering av flere borerør-beskyttelseshylser.**

Det er tilfeller der det kan være ønskelig å forlenge området for beskyttelse langs et roterende borerør. Store sidebelastninger kan kreve bruken av flere beskyttelseshylser i et område av borerøret, og fig. 20 - 22 viser f.eks. forskjellige kombinasjoner av borerør-beskyttelseshylser 130 festet til et borerør 132 nær tappenden av en skjot 134. (Selv om beskytterne er vist montert nær tappenden av skjøten, kan de monteres i det samme mønster hvor som helst langs lengden av borerøret.)

I utførelsen vist i fig. 20 er et par borerør-beskyttelseshylser 130 montert på et borerør 132 mellom et par øvre og nedre borerørkraver 136. En enkelt mellomliggende borerørkrave 138 er montert mellom den øvre og nedre beskyttelseshylsen, i stedet for å benytte to separate standard borerørkraver 136 i dette området. Borerør-beskyttelses-

hylsene kan ha hvilken som helst av de utformninger som er beskrevet ovenfor. Den mellomliggende borerørkraven 138 har endeutformninger som tilsvarer endelagerutformningene (for å grense til de nærmeste beskyttelseshylser) på borerørkravene beskrevet ovenfor.

5

Fig. 21 viser et monteringsmønster for disse innbyrdes adskilte borerør-beskyttelseshylser 130 der en første mellomliggende krave 138A skiller den øvre og mellomliggende hylsen, og en andre mellomliggende krave 138B skiller den mellomliggende og den nedre beskyttelseshylsen. Normale borerørkraver 136 danner stoppere for den øvre og nedre hylsen og har avfasede ender som muliggjør at beskytterenheten enkelt kan trekkes forbi eller langs hindringer eller avsatser i borehullet.

Fig. 22 viser en annen utførelse der en gruppe på 3 beskyttelseshylser 130 er montert nær hverandre på borerøret, med endestoppere dannet bare av normale øvre og nedre borerørkraver 136.

15

Bruk av borerørbeskyttere på vektrør ved boring i åpent hull.

Normalt, ved boring av et åpent hull i en formasjon, er en gruppe vektrør montert på borestrengen umiddelbart over borerøret og under en stabilisator og et hjelpeelement.

Ved boring av et avvikshull eller et hull med stor vinkel, særlig i horisontal retning, kan en uønsket trykkforskjell dannes og bevirke øket bremsing som kan hindre fortsatt boring nedover i hullet eller hindre opptrekking av borestrengen fra hullet. Borerør-beskyttelseshylsene ihht. den foreliggende oppfinnelse kan monteres i serie i det området av borestrengen som danner vektrørene. Deres større radius kan danne et større kontaktareal mot hullet, utligne fluidtrykk og holde vektrørene i avstand fra bunnen av det (horisontale) hullet, hvilket minsker glidende friksjon. Fordelen ved bruk av borerør-beskyttelseshylsene i dette området er at de kan monteres uten gjenger hvor som helst på røret for å hindre trykkforskjell i et gitt område. Beskyttelseshylsene laget av metall benyttes ved denne anvendelsen.

25

En alternativ borerør-beskyttelseskraue 140 er vist i fig. 23 og 24. I denne utførelsen omfatter kraven flere langstrakte, rette, parallelle, aksiale spor 142 i lengderetningen, i avstand i omkretsretningen rundt utsiden av kraven. Sporene er fortrinnsvis jevnt fordelt rundt innsiden av kraven, forløper vertikalt (dvs. i rett vinkel med den øvre og nedre ringformede enden av kraven), og har åpne ender, på den måten at de munner ut i en ringformet, øvre ende 144 og en ringformet, nedre ende 146 på kraven. Sporene 142

30

minsker rundtgående stivhet i kraven og muliggjør ekspansjon og kontraksjon av kravens innside for tilpasning til variasjoner av ytterdiameteren til borerør som er innen API-spesifikasjoner. Endeslissene 148 er dannet i den ringformede, øvre endeveggen 144 på kraven. Endeslissene har radiale buede, øvre kanter 149 som konvergerer nedover mot hverandre og munner ut i en smal, generelt U-formet kanal 150 ved bunnen av hver endesliss.

Fig. 25 viser en annen utførelse av endeslissen 148 ihht. oppfinnelsen. Utformningen av endeslissen 148 kan anvendes for endeslissene som befinner seg både i borerør-beskyttelseshylsen og de tilhørende kraver. Denne utførelsen omfatter at avfasningsprofilen varierer langs tykkelsen av hylsen og kraven. Avfasningsprofilen er modifisert i forhold til andre utførelser ved å minske avfasningsvinkelen i tykkelsen av hylsen og kraven, fra utsiden til innsiden. Hensikten med å endre profilen er å øke effektiviteten til fluidlageret som dannes øverst på hylsen. Dette skjer ved å forbedre trykkprofilen til fluidlageret.

Trykkprofilen dannes ved rotasjon av kraven som er festet til borerøret i forhold til hylsen, som nesten er uten bevegelse. Fluid beveges fra ringrommet mellom utsiden av borerøret og innsiden av hylsen, til toppen av hylsen og overgangen til kraven. Dette borefluidet danner et hydraulisk lager som, når det smører flatene, beveges radiale mot utsiden av hylsen og overgangen til kraven. Lagersmøring og følgelig brukssiden til hylsen og kraven forlenges dersom fluid ikke drives ut fra overgangen mellom kraven og hylsen. Dersom fluidet forblir lenger i overgangen, hindres høy friksjon pga. usmurte flater. Ved å variere avfasningsprofilen til hylsen og overgangen til kraven til en mindre skrånende profil fra utsiden til innsiden endres vektorsummen av fluidhastigheten langs flaten til en mer rundtgående strømning. Større rundtgående strømning muliggjør en mer fullstendig smøring på omkretsen av hylsen og overgangen til kraven. Dessuten påvirker fluidets vektorretning utviklingen av trykkprofilen og således effektiviteten til det hydrauliske lageret. Strømningens vektorretning bestemmer trykkprofilens beliggenhet til lageret. Med den beskrevne profil søker maksimaltrykket å holde seg innen begrensningene av overgangen for større lengder. Uten smøring hindres tørre områder, og brukstiden forlenges. Som vist i fig. 25, omfatter profilen til endesporet 152 en avskrådd form som i omkretsretningen er skrådd fra utsiden 154 mot innsiden 156, hvilket resulterer i en varierende, skrå kile ved begynnelsen av fluidlageret. Ved å benytte den skrå utførelsen på begge ender av borerørbeskytteren muliggjøres at hylsen kan snus uten tap av fordelene med det forbedrede hydrauliske lageret i overgangen. Den foretrukne vinkelen er omtrent 5 grader fra utsiden til innsiden av hylsen og kraven.

PATENTKRAV

1. Borerør-beskytteranordning til bruk i en boring i en underjordisk formasjon eller i en rørformet foring montert i formasjonen, i hvilken et rotasjonsborerør rager gjennom
5 boringen eller foringen, slik at borerøret er omgitt av en veggflate i boringen eller foringen, idet borerørbeskytteranordningen omfatter en beskyttende hylse (18) festet til en ytterflate på borerøret, idet hylsen har en ytterdiameter som er større enn ytterdiameteren til borerøret og vesentlig mindre enn innerdiameteren til den nevnte veggflaten, for å danne beskyttelse for veggflaten og borerøret ved kontakt mellom en
10 ytterflate på hylsen og veggflaten, bevirket av at borerøret avbøyes fra sentrum i foringen eller boringen, en fluidlageranordning mellom en innerflate i hylsen og utsiden av borerøret, for å bevirke at hylsen roterer sammen med det roterende borerøret under normal rotasjonsboring, når det ikke er kontakt mellom hylsen og veggflaten, idet fluidlageranordningen bevirker at hylsen utsettes for en vesentlig minskning i
15 rotasjonsraten i forhold til borerøret, mens det muliggjøres at borerøret fortsetter å rotere i forhold til hylsen ved friksjonskontakt mellom utsiden av hylsen og veggflaten, og en aksiallageranordning (22, 24) fastgjort til borerøret over og under hylsen, for å holde hylsen i en fast, aksial stilling på det roterende borerøret under rotasjon av borerøret og hylsen og under kontakt mellom hylsen og veggflaten, idet fluidlageranordningen
20 omfatter aksiale spor (26) med avstand i omkretsretningen, forløpende langs innsiden av hylsen, k a r a k t e r i s e r t v e d at innsiden av hylsen har generelt plane lagerflater (32) fordelt i omkretsretningen, forløpende mellom aksiale spor for kontakt mot utsiden av borerøret, idet lagerflatene er anordnet i en mangekantform for å vende mot og danne kontakt mot utsiden av borerøret tangentialt rundt et parti av omkretsen til hylsen,
25 idet hylsen dessuten omfatter endeslissler fordelt i omkretsretningen, i en ringformet endevegg på hylsen, og aksiallagrene og fluidlagrene til hylsen bevirker at fluid fra utsiden av borerøret strømmer igjennom de aksiale spor til et ringformet rom mellom de plane lagerflater og borerøret, for å skille innsiden av hylsen fra utsiden av borerøret ved å danne en film av smørende og understøttende fluid i overgangen mellom borerøret og
30 lagerflatene, idet den smørende og understøttende filmen av fluid har en øket fluidlagervirkning bevirket av endeslissene, for å minske virkningene av dreiemoment eller bremsing som påvirker borerøret når hylsen danner kontakt med veggflaten.

2. Anordning som angitt i krav 1, ved hvilken antall mangekantformede lagerflater på
35 innsiden av hylsen (18) er i det minste $0,78 \times$ innerdiameteren til hylsen målt i cm.

3. Anordning som angitt i krav 1 eller 2, ved hvilken de aksiale spor er hovedsakelig jevnt fordelt rundt innsiden av hylsen (18), slik at hver av lagerflatene tilnærmet har samme lengde mellom nabospor.
- 5 4. Anordning som angitt i et av kravene 1 - 3, ved hvilken utsiden av hylsen (32) har langstrakte, aksiale riller fordelt i omkretsretningen, og som er innrettet etter og munner ut i endeslissene.
- 10 5. Anordning som angitt i et av kravene 1 - 4, ved hvilken antall mangekantformede lagerflater på innsiden av hylsen (18) er det samme som eller større enn antall riller på utsiden.

Fig. 1

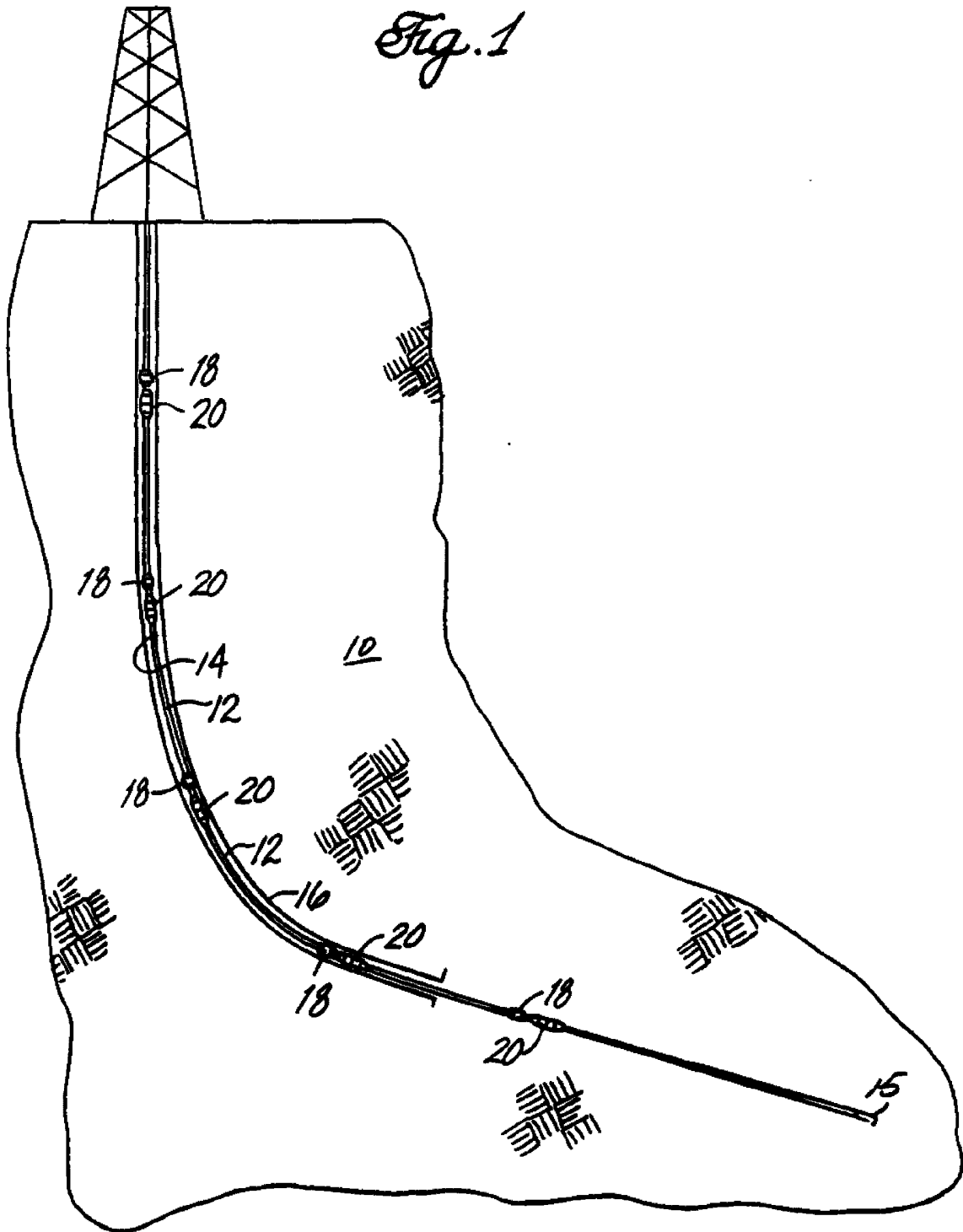


FIG. 2

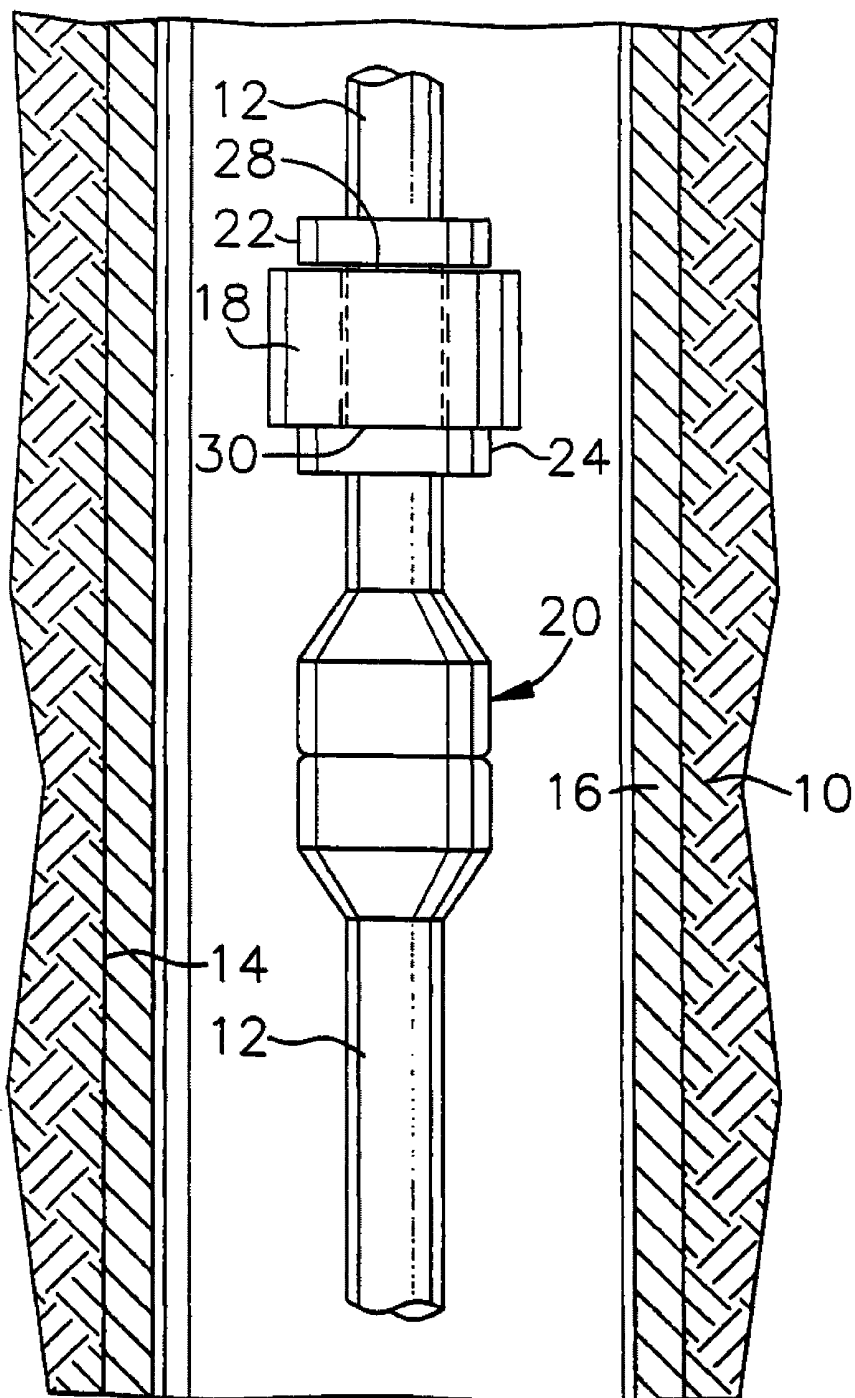
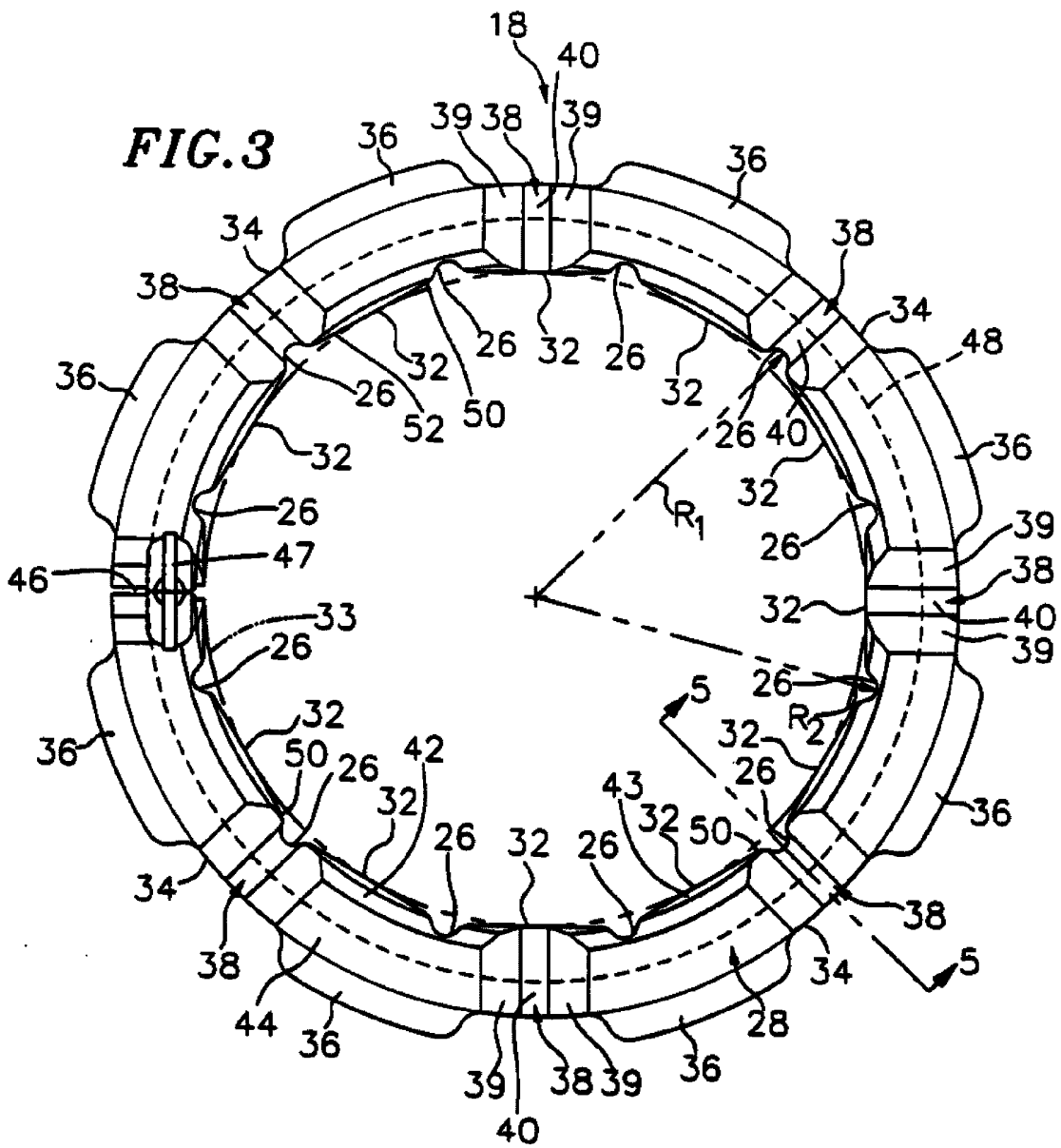


FIG. 3



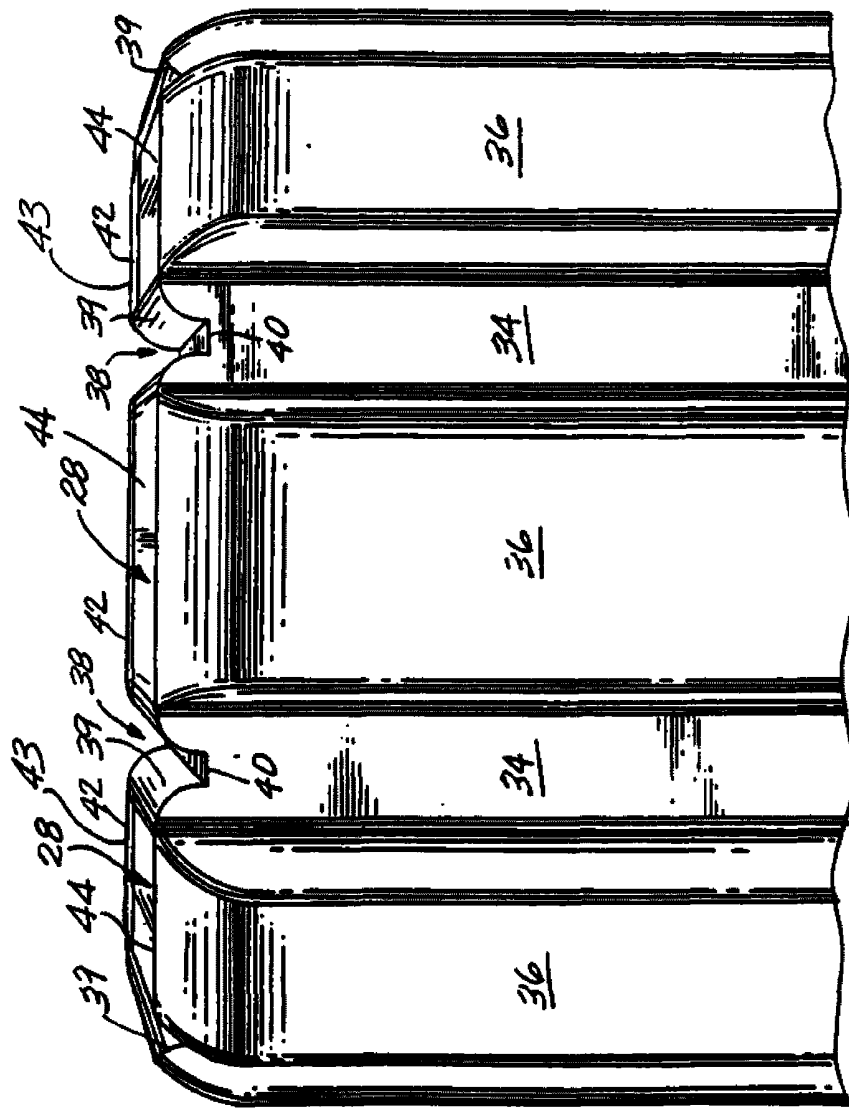


Fig. 4

FIG. 5

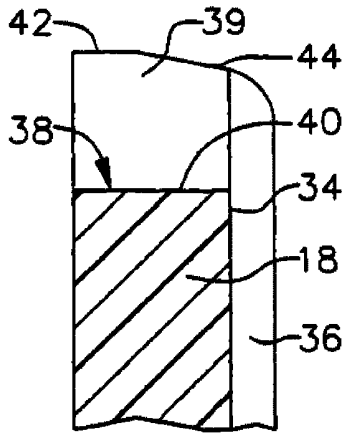


FIG. 6

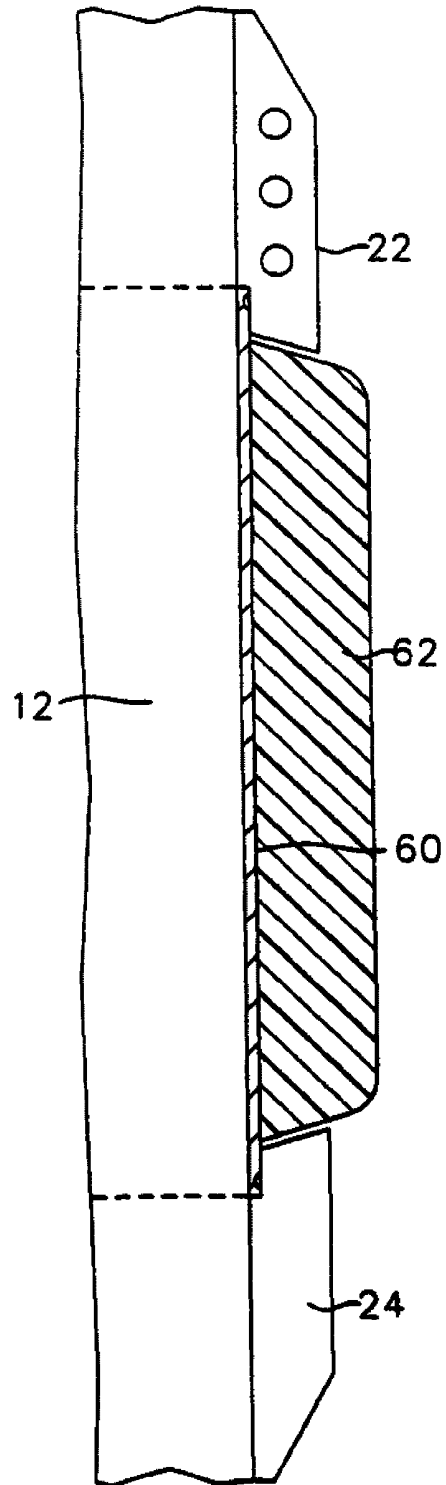


FIG. 7

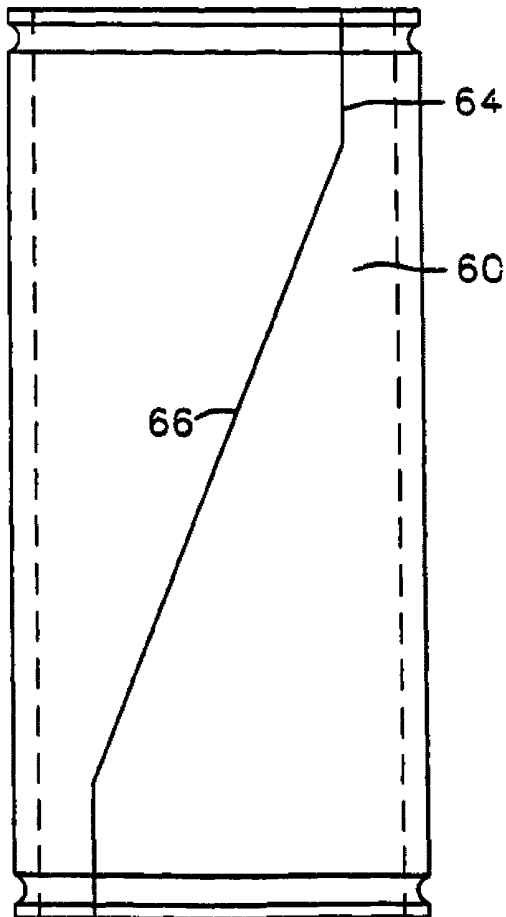


FIG. 8

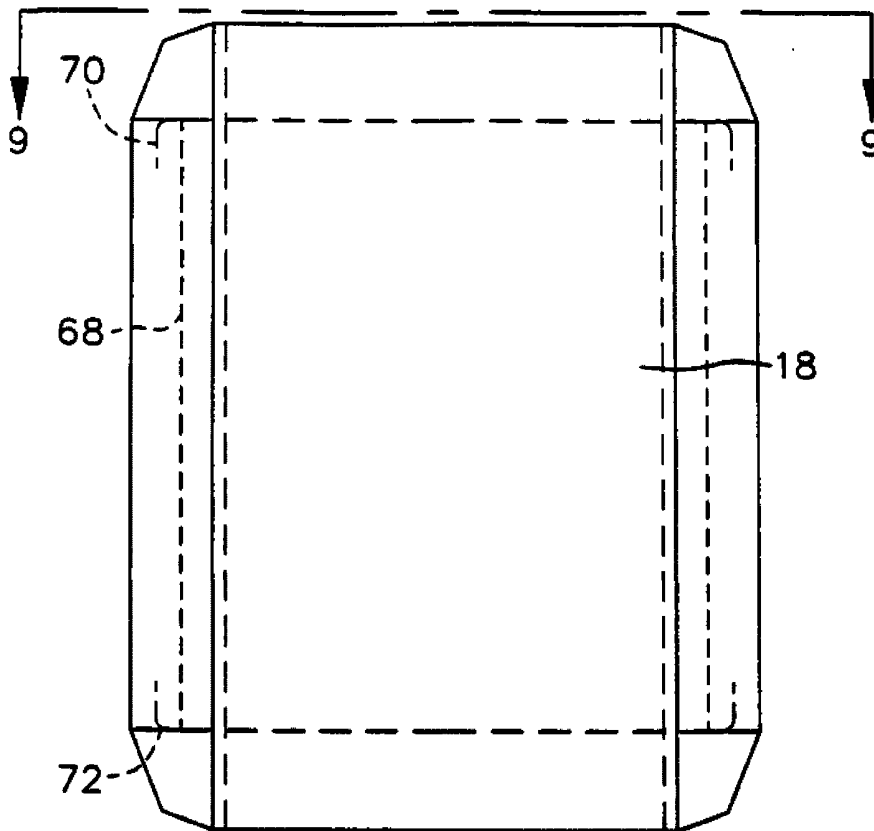


FIG. 9

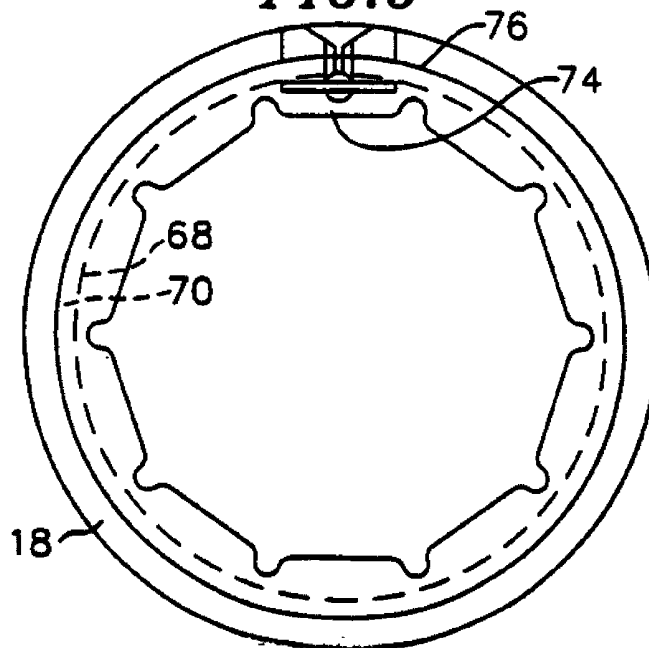


FIG. 10

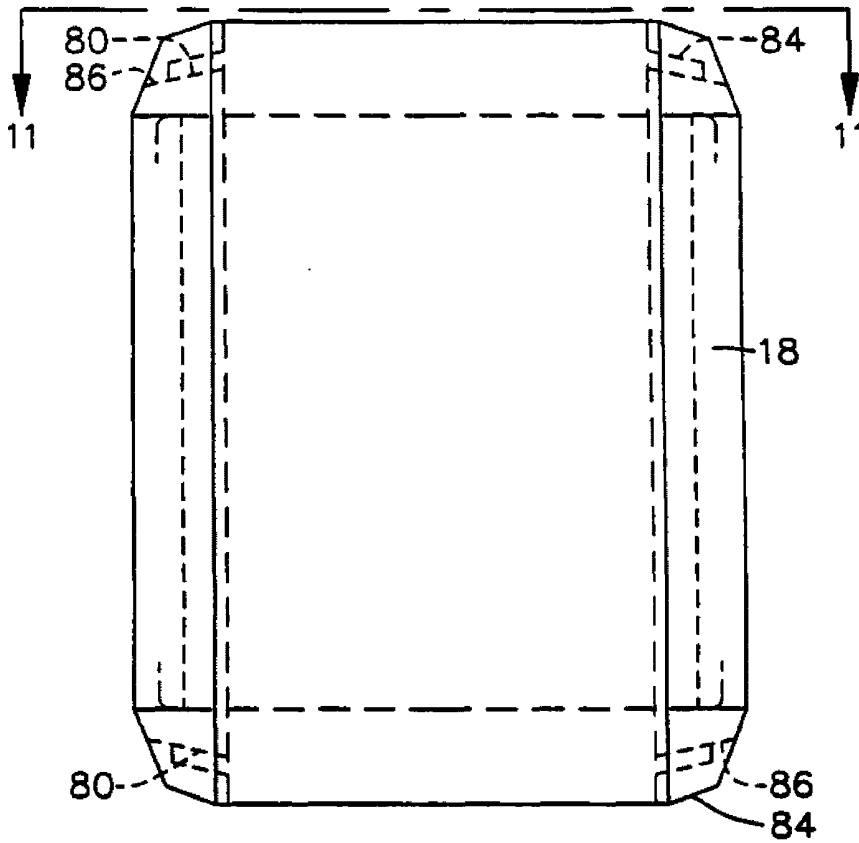


FIG. 11

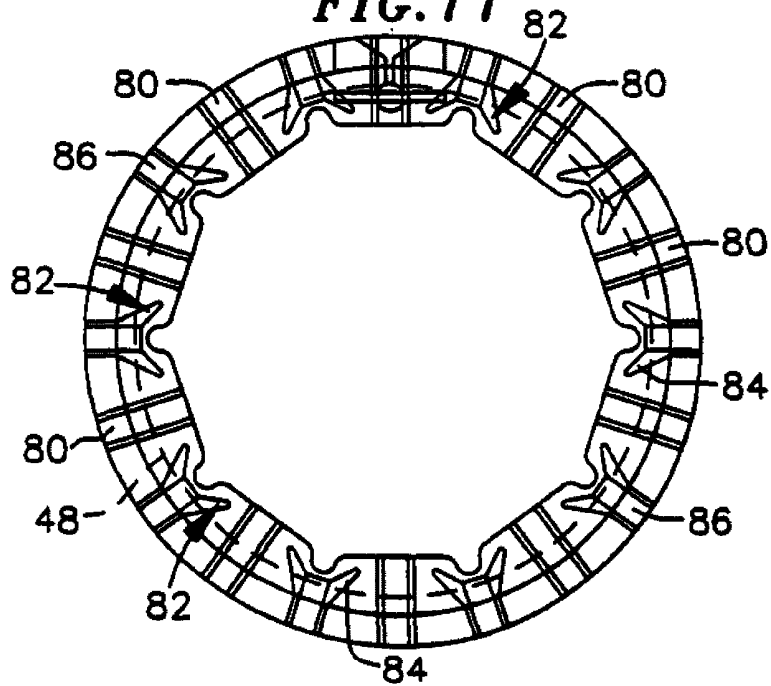


FIG. 12

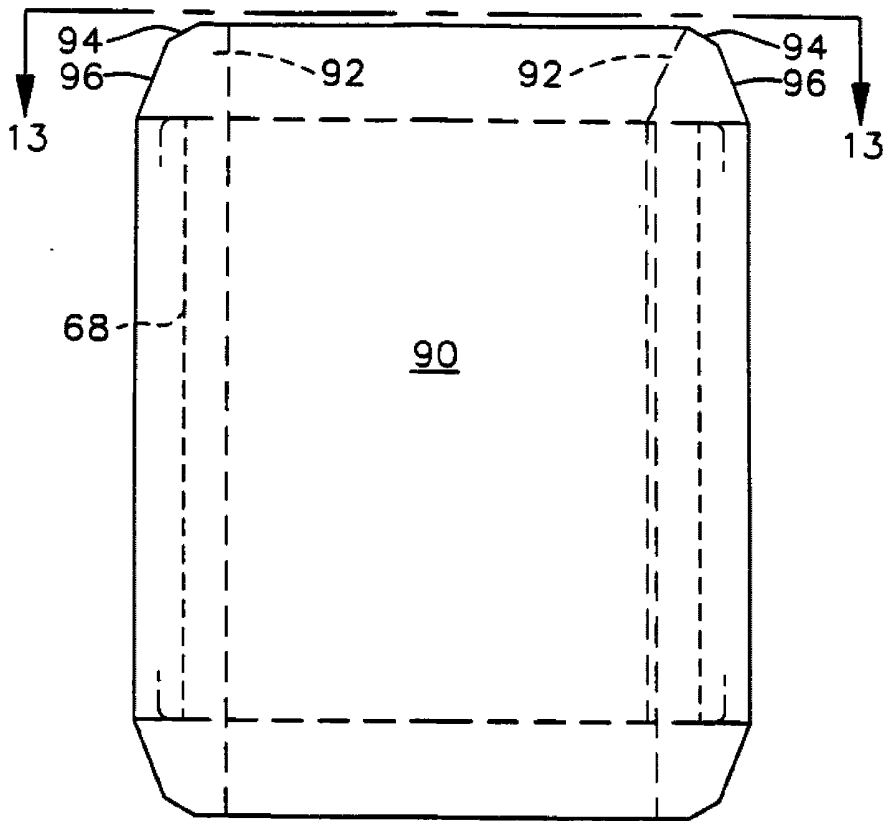


FIG. 13

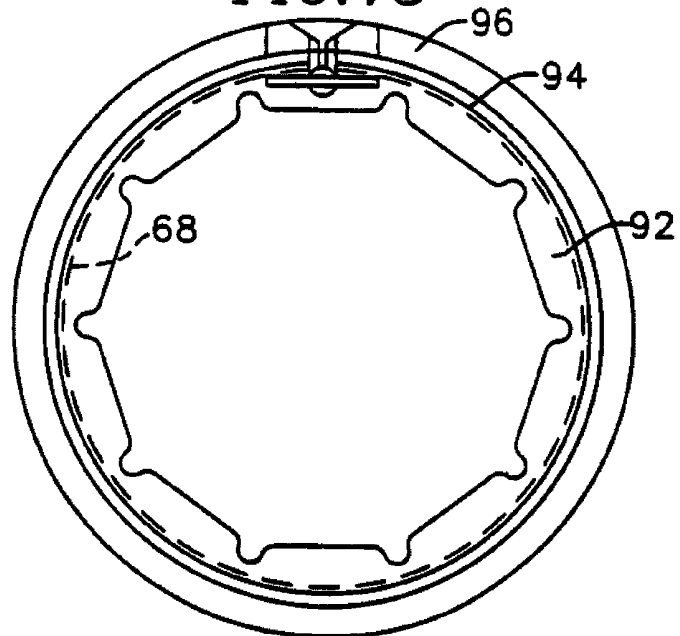


FIG. 14

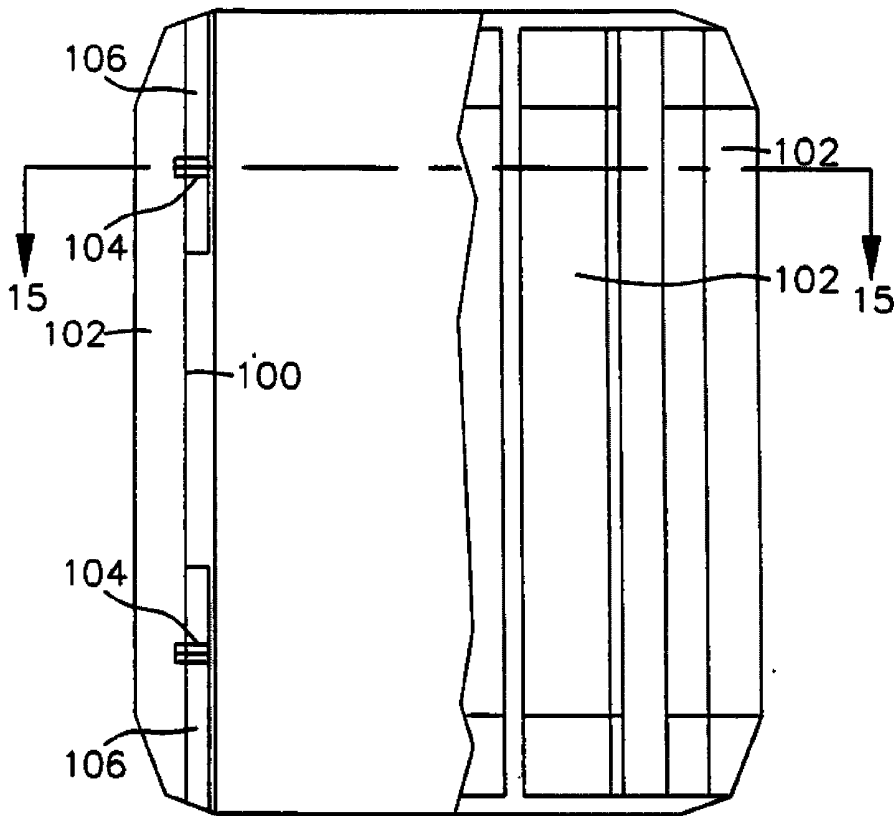


FIG. 15

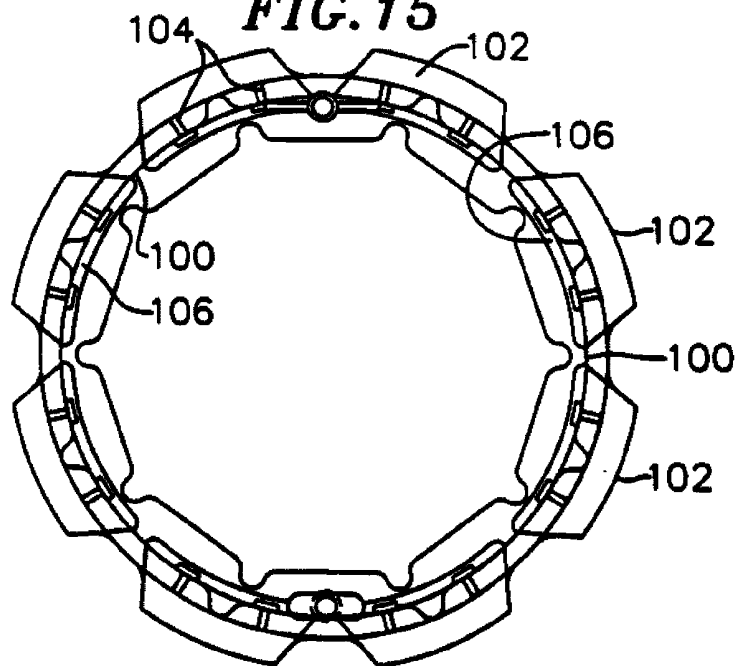


FIG. 16

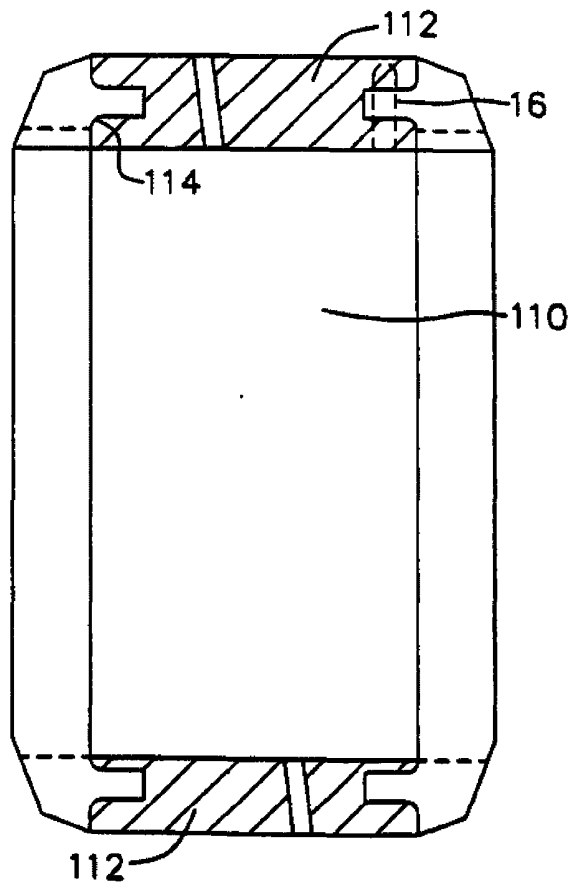


FIG. 19

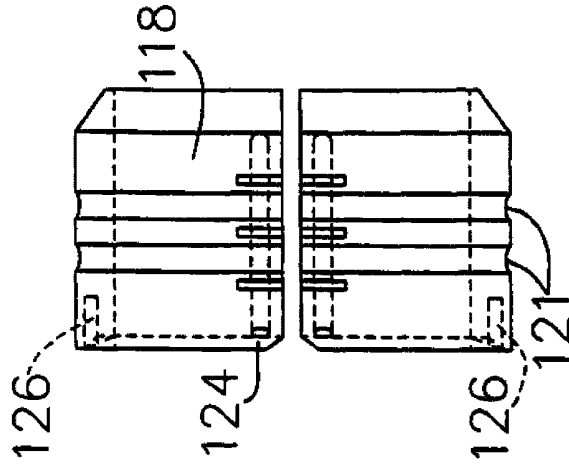


FIG. 18

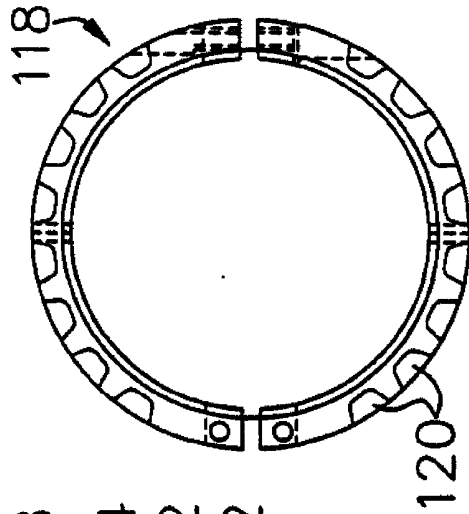


FIG. 17

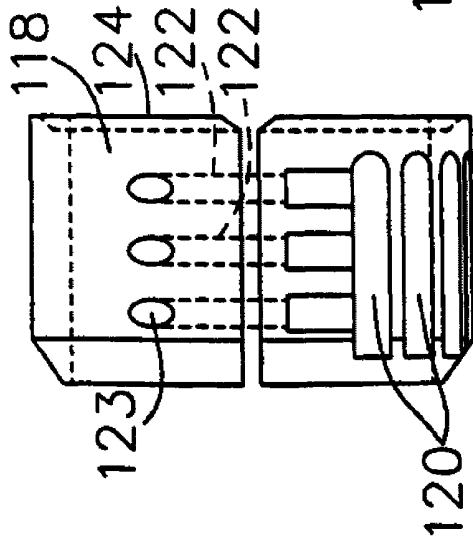


FIG. 20

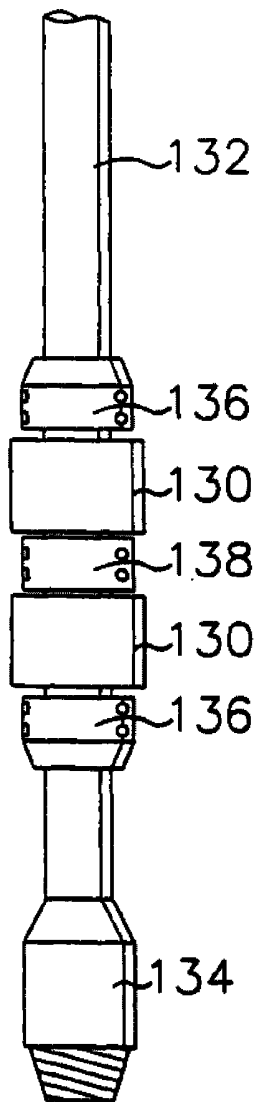


FIG. 21

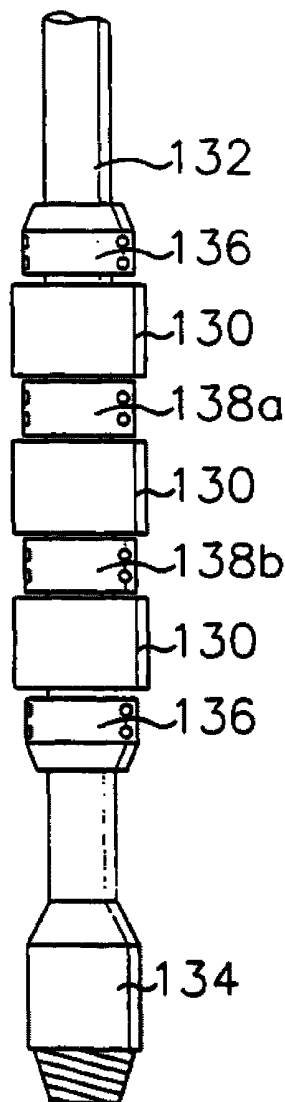
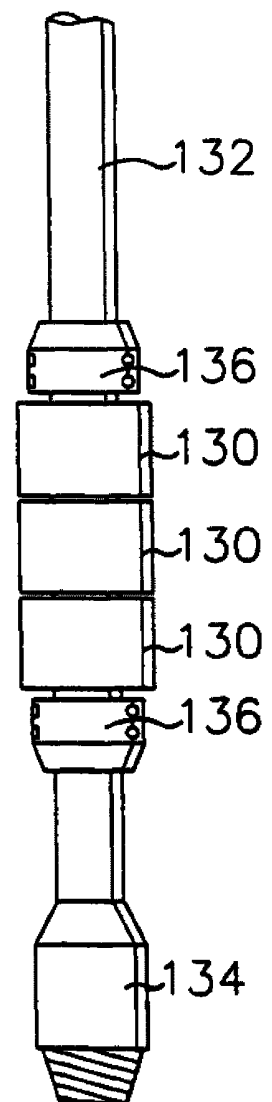


FIG. 22



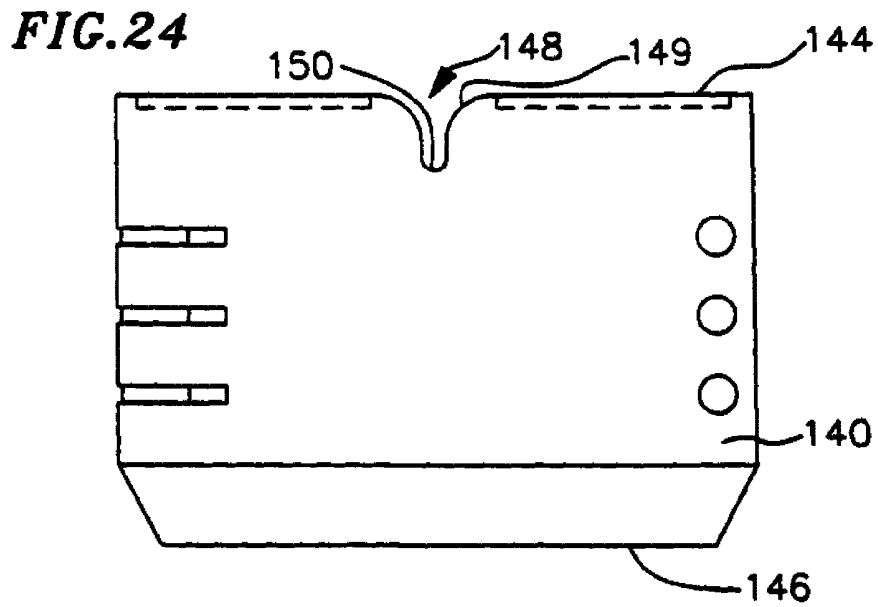
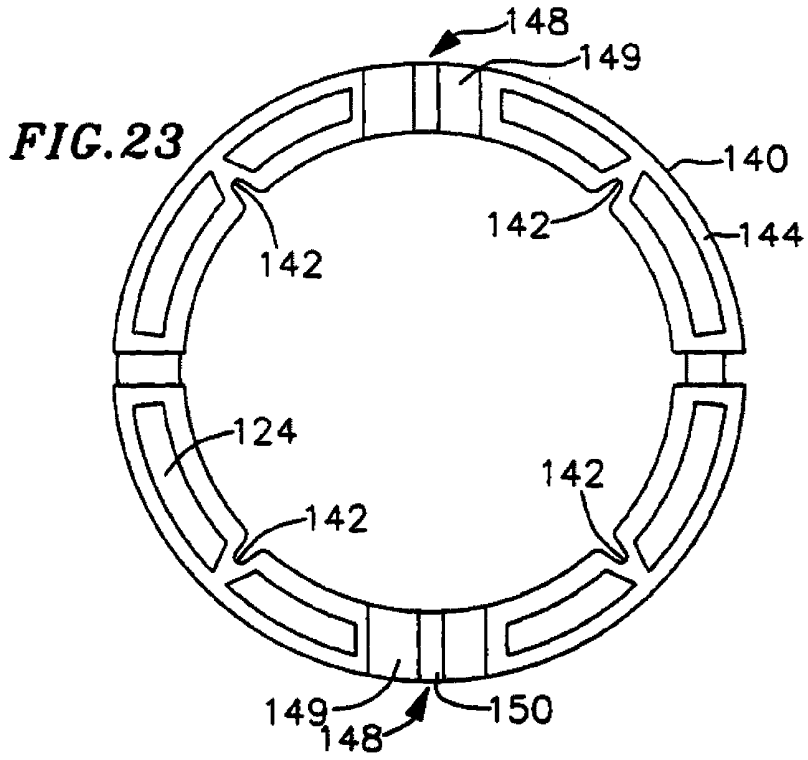


FIG. 25

