



NORGE

(12) PATENT

(19) NO

(11) 312688

(13) B1

(51) Int Cl⁷ E 21 B 43/10, 33/10

Patentstyret

(21) Søknadsnr	19971093	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	
(22) Inng. dag	1997.03.10	(85) Videreføringssdag	1996.03.11, US, 13227
(24) Løpedag	1997.03.10	(30) Prioritet	1996.08.27, US, 25033
(41) Alm. tilgj.	1997.09.12		1997.02.11, US, 798591
(45) Meddelt dato	2002.06.17		

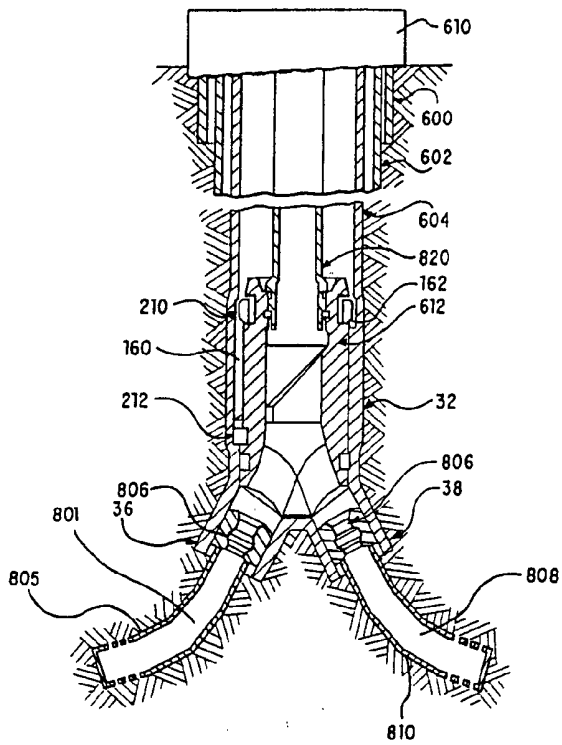
(71) Patenthaver	Anadrill International SA, 8 Calle Aquilino de la Guardia, Panama City, PA
(72) Oppfinner	Herve Ohmer, Houston, TX 77079, US
(74) Fullmektig	Bryn & Aarflot AS, 0104 Oslo

(54) Benevnelse **Anordning og fremgangsmåter for bruk i forbindelse med føring av et borehull med avgreninger**

(56) Anførte publikasjoner FR A1 2737534, US 2397070, US 5330007, US 5388648, US 5462120

(57) Sammendrag

Det er vist en fremgangsmåte og anordning for opprettelse av flere grenbrønner (22, 24) fra en moderbrønn (20). Et avgreningsrørstykke (30) er anordnet for anbringelse ved et avgrenings-knutepunkt i en brønn. Rørstykket (30) omfatter et avgreningskammer (32) og et antall avgrenings-utløpsdeler (34, 36, 38). Utløpsdelene er tidligere, under konstruksjon av avgreningsrørstykket (30), blitt spent i en avlang form slik at alle avgrenings-utløpsdelene passer innenfor en imaginær sylinder som er koaksial med og har hovedsakelig samme radius som avgreningskammeret (32). Etter utplassering av avgrenings-rørstykket (30) via et moder-foringsrør (604) i brønnen, blir et formingsverktøy (100, 200) nedsenket til rørstykkets (30) indre. Utløpsdelene (34, 36, 38) skyves utad ved hjelp av formingsverktøyet (100, 200) og formes samtidig til hovedsakelig runde rør. Deretter plugges hver utløpsdel med sement, hvoretter hver grenbrønn (22, 24) bores gjennom hver sin utløpsdel. Om ønskelig kan hver gren fores med foringsrør og avtettes mot et avgreningsutløp ved hjelp av en foringsrørhenger. En manifold (612) som er plassert i avgreningskammeret (32) styrer produksjonen fra hver grenbrønn (22, 24) til moderbrønnen (20).



Denne oppfinnelse angår en anordning og fremgangsmåter for bruk i forbindelse med foring av et borehull med avgreninger. Oppfinnelsen er særlig aktuell i forbindelse med opprettelse av grenbrønner fra et felles dybdepunkt, kalt et knutepunkt, dypt ned i brønnen.

Flere brønner er blitt boret fra et felles sted, særlig under boring fra en offshore-plattform der flere brønner må bores for å dekke de store omkostninger ved offshore-boring. Som vist i fig. 1A og 1B, bores slike brønner gjennom et felles lederør, og hver brønn omfatter overflate-foringsrørførelser, mellomliggende foringsrør og hovedforingsrør, slik det er velkjent innen teknikken for offshore-boring av hydrokarbonbrønner.

Grenbrønner er også kjent i forbindelse med brønnboring som vist i fig. 2. Grenbrønner opprettes fra moderbrønnen, men moderbrønnen strekker seg nødvendigvis under grenpunktet i hovedbrønnen. Følgelig har avgreningsbrønnen typisk en mindre diameter enn diameteren til hovedbrønnen som strekker seg under avgreningspunktet. Dessuten har man stått overfor vanskelige tetningsproblemer i forbindelse med teknikken for opprettelse av kommunikasjon mellom grenbrønnen og hovedbrønnen.

F.eks. beskriver US-patent 5 388 648 metoder knyttet til avtetting av brønne- møtepunkter med forskjellige grupper av utføringsformer for å oppnå slik avtetting. Nevnte US-patent foreslår løsninger på flere alvorlige tetningsproblemer som opptrer ved opprettelse av grener i en brønn. Slike tetningsproblemer er knyttet til behovet for å sikre forbindelsen mellom gren-rørførelsen og moder-foringsrøret og for å opprettholde hydraulisk isolasjon av møtestedet under differensialtrykk.

Som ytterligere eksempler på kjent teknikk på området kan nevnes FR A1 2 737 534, US 2 397 070, US 5 330 007, samt US 5 462 120.

Ved opprettelse av grenbrønner ved en dybde i en hovedbrønn, foreligger det et grunnproblem i forbindelse med at en anordning for opprettelse av slike grenbrønner må nedføres på moder-foringsrøret som må passe i brønnens mellom-foringsrør. Følgelig må enhver slik anordning for opprettelse av grenbrønner ha en ytterdiameter som i hovedsaken ikke er større enn den til moderforingsrøret. Videre er det ønskelig ved opprettelse av grenbrønner, at de har så stor diameter som mulig. Videre er det ønskelig at slike grenbrønner fores med foringsrør som kan opprettes og avtettes med avgreningsutstyr med konvensjonelle foringsrørehengere.

Et viktig formål med denne oppfinnelse er å tilveiebringe en anordning og fremgangsmåte hvorved flere grener er forbundet med en hovedbrønn ved en enkelt dybde i brønnen der grenbrønnene er styrt og avtettet i forhold til hovedbrønnen med konvensjonelle forlengelsesrør-til-foringsrør-forbindelser.

5 Et annet viktig formål med oppfinnelsen er å tilveiebringe et avgreningsstykke med flere utløp, som har en ytterdiameter slik at det kan nedføres i en brønn til et avgreningssted via hoved-foringsrør.

Et annet formål med denne oppfinnelsen er å tilveiebringe et avgreningsrørstykke med flere utløp, hvor utløpene er fremstilt i en inntrukket tilstand og ekspanderes nede i borehullet ved et avgreningssted for å oppnå maksimale grenbrønn-diametere avrundet for å gi konvensjonelle forlengelsesrør-til-foringsrør-forbindelser.

Et annet formål med denne oppfinnelse er å tilveiebringe en anordning for nedihulls-ekspansjon av inntrukne utløpselementer for å rette hvert utløp i en buformet bane ut av fra hovedbrønnens akse og å ekspandere utløpene i en hovedsakelig rund form slik at etter at en grenbrønn er boret gjennom et utløp, kan konvensjonelle forlengelsesrør-til-foringsrør-forbindelser utføres til slike utløpselementer.

Disse formål oppnås ifølge oppfinnelsen ved hjelp av den anordning og de fremgangsmåter som er angitt i de etterfølgende patentkrav.

Ifølge oppfinnelsen blir således et antall avgreningsstykker anordnet for anbringelse i et borehull ved hjelp av et moder-foringsrør gjennom en moderbrønn. Avgreningsstykket omfatter et avgreningskammer som har en åpen første ende av sylindrisk form. Avgreningskammeret har en andre ende som grenutløpsdeler er forbundet med. Den første ende er forbundet med moderbrønn-foringsrøret på konvensjonell måte, så som ved gjenger, for anbringelse til et avgreningssted i moderbrønnen.

Flere grenutløpsdeler som hvert er enhetlig forbundet med avgreningskammerets andre ende, danner fluidforbindelse med avgreningskammeret. Hver av utløpsdelene er prefabrikert slik at hver del er i en inntrukket stilling for innføring av avgreningsrørstykket inn i og ned gjennom moderbrønnen til et avgreningssted dypt nede i brønnen. Hvert av utløpene er hovedsakelig fullstendig innenfor en imaginær sylinder som er koaksial med og av hovedsakelig samme radius som avgreningskammerets første ende. Prefabrikasjon av utløpsdelene

virker til at hver utløpsdel omformes i tverrsnittsform fra en rund eller sirkulær form til en avlang eller annen passende form slik at dens ytterprofil passer i den imaginære sylinder. Ytterprofilen til hver utløpsdel samvirker med ytterprofilene til de andre utløpsdeler for hovedsakelig å fylle arealet til den imaginære sylinderens tverrsnitt. Som følge av dette oppnås et betydelig større tverrsnittsareal for utløpsdelene i et tverrsnitt av den imaginære sylinder sammenlignet med et tilsvarende flertall rørfornede utløpsdeler med sirkulært tverrsnitt.

Utløpsdelene er konstruert av et materiale som kan deformerer plastisk ved kaldforming. Det brukes et formingsverktøy etter at avgreningsstykket er utplassert i moderbrønnen, for å ekspandere minst en av avgreningsutløpsdelene utad fra forbindelsen med avgreningskammeret. Fortrinnsvis ekspanderes alle utløpsdelene samtidig. Samtidig med utad-ekspansjonen, ekspanderes utløpene til en hovedsakelig sirkulær-radial tverrsnittsform langs deres aksielle forløp.

Etter at utløpsdelene som avgrener fra avgreningskammeret er ekspandert, plugges hvert av grenutløpene. Deretter bores et borehull gjennom et blant grenutløpene utvalgt grenutløp. Et hovedsakelig rundt forlengelsesrør anordnes gjennom det utvalgte grenutløp og inn i grenbrønnen. Forlengelsesrøret med sirkulært tverrsnitt forsegles til det valgte grenutløpets sirkulære tverrsnitt ved hjelp av en konvensjonell foringsrørhenger. Et borehull og et forlengelsesrør opprettes for et flertall av grenutløpene. En brønnmanifold monteres i avgreningskammeret. Deretter kompletteres grenbrønnene. Produksjonen fra hver grenbrønn til moderbrønnen styres med manifolden.

Anordningen for ekspandering av et utløp ved avgreningsstykket omfatter en ved overflaten anordnet driv- og styreenhet og nede i borehullet anordnet manøverenhet. En elektrisk kabel forbinder driv- og styreenheten med nedihullsmanøverenheten. Kabelen tilveiebringer en fysisk forbindelse for nedsenking av nedihullsmanøverenheten til avgreningsstykket og tilveiebringer en elektrisk bane for overføring av kraft og flerretningsstyrings- og statussignaler.

Nedi-hull-manøverenheten omfatter en formingsmekanisme som er anordnet og konstruert for innføring i minst en inntrukket grenutløpsdel av avgreningsstykket (og fortrinnsvis inn i alle utløpsdelene samtidig) og for ekspandering av utløpsdelen utad fra dens imaginære sylinder ved utsetting. Fortrinnsvis ekspanderes hver utløpsdel utad og ekspanderes til et sirkulær-radial tverrsnitt samtidig. Nedi-hull-manøverenheten omfatter låse- og orienteringsmekanismer som sam-

virker med motsvarende mekanismer i rørstykket. Slike samvirkende mekanismer tillater radiell orientering av formingsmekanismen i avgreningsstykket slik at det innrettes på linje med et valgt utløp av rørstykket og fortrinnsvis med alle rørstykkets utløp. Nedihulls-manøverenheten omfatter en hydraulisk pumpe og et hode med hydrauliske fluidledninger forbundet med en hydraulisk pumpe. Formingsmekanismen omfatter en hydraulisk drevet formingspute. Et teleskopledd mellom hver formingspute og hodet tilfører hydraulisk trykkfluid til formingsputene når de beveger seg nedad under ekspandering av utløpsdelene.

Oppfinnelsen skal i følgende beskrives nærmere under henvisning til tegningene som viser en utføringsform av oppfinnelsen og hvor:

Fig. 1A og 1B viser et kjent trippel-forlengelsesrør pakket i en lederør-avslutning, hvor utløpsdelene er runde under installering og er pakket for å passe i lederøret,

Fig. 2 viser en kjent moderbrønn eller vertikal brønn og side-grenbrønner som strekker seg fra denne,

Fig. 3A, 3B og 3C viser et med tre utløp forsynt avgreningsstykke ifølge foreliggende oppfinnelse, hvor fig. 3A er et radial-tverrsnitt gjennom avgreningsstykkets grenutløp, idet et utløp er i fullstendig inntrukket stilling, mens et annet utløp er i en stilling mellom inntrukket stilling og fullt utskjøvet stilling, og det tredje utløp er i fullt utskjøvet stilling og hvor fig. 3B er et radial-tverrsnitt gjennom avgreningsstykkets grenutløp med hvert av utløpene fullt ekspandert etter utplassering i en moderbrønn, og fig. 3C er et aksialt tverrsnitt av avgreningsstykket og viser to av grenutløpene fullt ekspandert til en rund form hvor foringsrøret er blitt innført i en grenbrønn og avtettet i forhold til grenutløpene ved hjelp av konvensjonelle forlengelsesrør-hengerpakninger.

Fig. 4 er et perspektivriks av et symmetrisk, med tre utløp forsynt avgreningsstykke ifølge foreliggende oppfinnelse, med utløpsgrenene ekspandert,

Fig. 5A, 5B, 5C og 5D viser utforminger av foreliggende oppfinnelse med asymmetriske grenutløp hvor minst et utløp har større innvendige dimensjoner enn de andre to, hvor fig. 5A er et radiale tverrsnitt gjennom linjene 5B-5B på fig. 5A, hvor fig. 5C er et radiale tverrsnitt langs linjene 5C-5C på fig. 5D, idet grenutløpene er vist i ekspandert stilling, og hvor fig. 5D er et aksialt tverrsnitt langs linjene 5D-5D på fig. 5C, idet grenutløpene er vist i ekspandert stilling,

Fig. 6A-6E viser radial tverrsnitt av flere eksempler på grenutløp-utforminger av avgreningsstykket ifølge oppfinnelsen, med alle utløpsgrener helt ekspandert fra deres inntrukne tilstand under utplassering i en moderbrønn, hvor fig. 6A viser to utløpsgrener med like diametere. Fig. 6B viser tre utløpsgrener med lik diameter. Fig. 6C viser, i likhet med fig. 5C, tre utløpsgrener hvor én gren er karakterisert ved en større diameter enn de andre to, og fig 6D viser fire utløpsgrener med lik diameter, og fig. 6E viser fem utløpsgrener hvor midtgrenen har mindre diameter enn de andre fire,

Fig.7A-7E viser trinn under ekspandering av utløpsdelene av et ekspanderbart avgreningsrørstykke ifølge oppfinnelsen, hvor fig. 7A viser et aksialt tverrsnitt av rørstykket med flere grenutløp hvorav ett er i inntrukket stilling og det andre slikt utløp blir ekspandert med start ved dets forbindelse med avgreningshodet og fortsatt ekspansjon nedad mot grenutløpenes nedre åpning, hvor fig. 7B viser et radiale tverrsnitt ved en aksialstilling B i fig. 7A og i dette antas at hver av de tre symmetriske grenutløp ekspanderes samtidig og hvor fig 7C-7E viser forskjellige ekspansjonstrinn som funksjon av aksial avstand langs grenutløpene,

Fig. 8A og 8B viser henholdsvis i aksial tverrsnitt og radial tverrsnitt langs linjene 8B-8B, låse- og orienteringsprofiler ved et avgreningskammer i avgreningsrørstykket, og fig. 8A dessuten viser et forlengelsesben og støttesko for utplassering i en moderbrønn og for å skaffe stabilitet til avgreningsrørstykket under ekspandering av grenutløpene fra deres inntrukne stilling,

Fig. 9 viser skjematisk anordningen for ekspandering av avgreningsrørstykkets grenutløp,

Fig. 10 viser trinn under ekspandering og forming av grenutløpene med en trykkformingspute hos anordningen ifølge fig. 9,

Fig. 11A-11H viser trinn ved en installerings-rekkefølge for et knutepunktavgreningsrørstykke og for å danne grenbrønner fra en moderbrønn ifølge oppfinnelsen,

Fig. 12 viser et avgreningsrørstykke utplassert i en moderbrønn og viser også grenbrønn-forlengelsesrør som henger fra avgreningsutløp og dessuten produksjonsanordning utplassert i avgreningsrørstykket for styring av produksjon fra grenbrønnene inn i moderbrønnen,

Fig. 13A og 13B viser geometrisk økningen i grenbrønnstørrelse som kan oppnås ved denne oppfinnelse, sammenlignet med kjente, konvensjonelle aksialgrenbrønner fra forlengelsesrør som er pakket ved enden av moder-foringsrøret,

Fig. 14A-14D er illustrerende skisser av knutepunkt-avgreningen ifølge oppfinnelsen, hvor fig. 14A viser opprettelse av et knutepunkt i en moderbrønn og opprettelse av grenbrønner ved et felles dybdepunkt i moderbrønnen, idet alle kommuniserer med en moderbrønn ved moderbrønnens knutepunkt, hvor fig. 14B viser et ekspandert avgreningsrørstykke hvis avgreningsutløp er ekspandert forbi moder-foringsrørets diameter og formet slik at de er hovedsakelig runde, hvor fig. 14C viser bruk av et primær-knutepunkt og sekundær knutepunkter for å produsere hydrokarboner fra et enkelt lag, og hvor fig. 14D viser bruk av et ekspandert avgreningsrørstykke fra et primærknutepunkt for å nå flere undergrunnsmaal,

Fig. 15A viser en to-utløpsversjon av et avgrening-rørstykke ifølge oppfinnelsen, hvor fig. 15B, 15B', 15C og 15D viser tverrsnittprofiler av slike toutløpsversjoner av et avgreningsrørstykke med et alternativt etterforme-verktøy ved forskjellige dybdesteder i utløpsdelene,

Fig. 16 viser en alternativ to-arms versjon av et etterformingsverktøy, og

Fig. 17A-17D viser virkemåten til et slikt alternativt etterformingsverktøy.

Som ovenfor omtalt viser Fig. 1A og 1B problemene forbundet med kjente anordninger og fremgangsmåter for opprettelse av grenbrønner fra en moderbrønn. Fig. 1A og 1B viser radial- og aksial-snitt av flere utløps-forlengelsesrør 12 som er opphengt og avtettet fra et lederør 10 med større diameter. Utløpene er runde for å lette bruk av konvensjonelle forlengelsesrør-hengerpakninger 14 for avtetting av utløps-forlengelsesrørene 12 for forbindelse med lederøret 10. Arrangementet ifølge fig. 1A og 1B krever at de runde utløp med diameter D_0 passer i diameteren D_{S1} til lederøret 10. I mange tilfeller, særlig når lederøret må utplaseres ved en dybde i brønnen istedenfor ved brønn-overflaten, er det ikke mulig å frembringe et borehull med tilstrekkelig ytterdiameter til at grenbrønn-utløpene med tilstrekkelig diameter kan installeres.

Teknikken med å tilveiebringe grenbrønner ifølge kjente arrangementer vist i fig. 2, skaper grenbrønner 22, 24 fra en hovedbrønn 20. Spesielle tetningsarrangementer 26, må i motsetning til konvensjonelle foringsrørhengere, være anordnet for å avtette en foret grenbrønn 22,24 til hovedbrønnen 20.

Beskrivelse av avgreningsrørstykket ifølge oppfinnelsen

Fig. 3A, 3B og 3C viser et avgreningsrørstykke 30 ifølge oppfinnelsen. Avgreningsrørstykket omfatter et avgreningskammer 32, (som kan være forbundet med og bæres av moderbrønn-foringsrøret (se moder-foringsrøret 604 i fig. 12)), og flere utløpsdeler, f.eks. tre utløpsdeler 34, 36, 38 vist i fig. 3A, 3B og 3C. Fig. 3A er et radial-tverrsnitt gjennom avgreningskammeret 32 og viser en utløpsdel 34 i inntrukket tilstand, en andre utløpsdel 36 i ferd med å ekspanderes utad, og en tredje utløpsdel 38 som er helt utad-ekspandert. (Fig. 3A er tatt med i illustrasjonsøyemed, fordi det i henhold til oppfinnelsen foretrekkes å ekspandere og sirkularisere hvert av utløpene samtidig.) I inntrukket tilstand er hvert utløp deformert som vist særlig for utløpsdelen 34. Et rundt rør er deformert slik at dets innvendige tverrsnittsareal forblir hovedsakelig det samme som tverrsnittsarealet til et sirkulært eller rundt rør, men dets utvendige form er slik at det passer samvirkende med den deformerte form til de andre utløpsdelene, alt innenfor en imaginær sylinder med en diameter som er hovedsakelig den samme som diameteren til avgreningskammeret 32. På denne måte vil avgreningskammeret 32 og dets inntrukne utløpsdeler ha en slik effektiv ytterdiameter at det blir mulig å føre det inn i en moderbrønn til et utplasseringssted mens det er festet til moderforingsrøret. Utløpsdelen 34 i sin inntrukne tilstand er vist i en avlang form, men andre inntrukne former kan også vise seg å ha fordelaktige egenskaper. F.eks. kan et konkavt, sentralt deformasjonsområde i yttersiden av en inntrukket utløpsdel være fordelaktig for å gi en stivere utløpsdel. Slik deformasjon blir gradvis større og dypere med utgangspunkt fra toppen til bunnen av utløpsdelen.

Fig. 3A viser utløpsdelen 36 i en tilstand hvor den er ekspandert i en buebane utad fra avgreningskammeret 32 samtidig som den avrundes ved hjelp av et nedihullsformings-ekspansjonsverktøy som nedenfor beskrevet. Pilene betegnet F representerer krefter som påføres fra utløpsdelens 36 indre, for å ekspandere denne utløpsdelen både utad i en bueform bort fra avgreningskammeret 32 og for å sirkularisere den fra dens inntrukne tilstand (dvs. tilstanden til utløpsdelen 34) til dens ekspanderte eller fullt utplasserte tilstand lik utløpsdelen 38.

Fig. 3B er et radial-tverrsnitt sett langs linjene B-B på fig. 3C gjennom avgreningsrørstykket 30 i høyde med utløpsdelene 36, 38. Fig. 3C viser konvensjonelle forings-forlengelsesrør 42, 44 som er blitt installert gjennom avgreningskammeret 32 inn i de respektive utløpsdeler 36, 38. Konvensjonelle forlengelses-

rør-hengerpakninger 46,48 avtetter forings-forlengelsesrørene 42, 44 til utløpsdelene 36, 38. Dersom avgreningskammerets 32 diameter D_{s2} , som vist i fig. 3B og 3C er den samme som diameteren D_{s1} til det kjente lederør ifølge fig. 1B, så vil utløpsdiameteren D_c i fig. 3C være 1,35 ganger så stor som ytterdiameteren D_o i fig. 1B. Forlengelsesrør-tverrsnittsarealet S_c til rørstykket i fig. 3C er 1,82 ganger større enn forlengelsesrørets tverrsnittsareal S_o i fig. 1A. I fullt ekspandert tilstand overskrider de ekspanderte utløpsdelenes 34, 36, 38 effektive diameter avgreningskammerets 32 diameter.

Fig. 4 er et perspektivrikk av avgreningsrørstykket 30 på fig. 3A, 3B, 3C, der avgreningsrørstykket er vist etter ekspansjon. Gjenger 31 er anordnet ved avgreningskammerets 32 toppende. Gjengene 31 gjør det mulig å forbinde avgreningsrørstykket 30 med et moder-foringsrør for utplassering ved et undergrunnssted. Utløpsdelene 34, 36, 38 er vist ekspandert slik de ville se ut nede i borehullet ved enden av en moderbrønn.

Fig. 5A-5D viser et alternativt avgreningsrørstykke 301 med tre utløp ifølge oppfinnelsen. Fig. 5A og 5B viser radial- og aksial snitt av rørstykket 301 i dets inntrukne stilling. Utløpsdeler 341, 361, 381 er vist med utløpsdelen 361 omtrent lik utløpsdelenes 341 og 381 kombinerte radial-tverrsnittsareal. Hver av utløpsdelene er deformert innad fra en rund rørform til de former som er vist i fig. 5A, hvorved utløpsdelenes 341, 361 og 381 samlede deformerte arealer hovedsakelig fyller avgreningskammerets 321 sirkulære areal. Andre deformasjonsformer kan være fordelaktige som ovenfor nevnt. Hver av utløpsdelenes 341, 361 og 381 ifølge fig. 5A deformerte form er karakterisert ved (f.eks. utløpsdelen 341) en sirkulær ytterseksjon 342 og en eller flere ikke-sirkulære forbindelsesseksjoner 343, 345. Slike ikke-sirkulære seksjoner 343, 345 er utformet for å samvirke med seksjonen 362 til utløpsdelen 361 og 382 til utløpsdelen 381, for derved å maksimere utløpsdelenes 341, 361 og 381 innvendige radial-tverrsnittareal.

Fig. 5C og 5D viser avgrenings-stykket 301 ifølge fig. 5A og 5B etter at dets utløpsdeler er blitt fullstendig ekspandert etter utplassering i en moderbrønn. Utløpsdelene 361 og 381 er vist som samtidig ekspandert i en jevnt buet bane utad fra avgreningskammerets 321 akse og ekspandert radielt for å danne sirkulære rørformer fra den deformerte inntrukne tilstand ifølge 5A og 5B.

Fig. 6A-6E viser skjematisk størrelsen av ekspanderte utløpsdeler sammenlignet med størrelsen til avgreningskammeret. Fig. 6A viser to utløpsdeler 242,

242 som er blitt ekspandert fra en deformert, inntrukket tilstand. Utløpsdelenes 241 og 242 diametre er vesentlig større i ekspandert tilstand sammenlignet med deres sirkulære diametre dersom de ikke kunne ekspanderes. Fig. 6B gjentar tilfellet ifølge fig. 3B. Fig. 6C gjentar den odde trippel-utløpsutforming som vist i 5 fig. 3A-5D. Fig. 6D viser fire ekspanderbare utløpsdeler fra et avgreningskammer 422. Alle utløpsdelene 441, 442, 443, 445 har samme diameter. Fig. 6E viser fem utløpsdeler, hvor utløpsdelen 545 er mindre enn de andre fire utløpsdeler 541, 542, 543, 544. Utløpsdelen 545 kan eller kan ikke være deformert i avgreningsrørstykkets inntrukne tilstand.

10 Beskrivelse av fremgangsmåte for ekspandering av en deformert, inntrukket utløpsdel

Fig. 7A-7E viser nedihulls-formingshoder 122, 124, 126 som arbeider ved forskjellige dybder i utløpsdelene 38, 34, 36. Som vist på høyre side av fig. 7A er 15 et generalisert formingshode 122 vist idet det innføres i en deformert, inntrukket utløpsdel, f.eks. utløpsdelen 38, ved punktet b. Hvert av formingshodene 122, 124, 126 har ennå ikke nådd en utløpsdel, men hodene har allerede begynt å ekspandere avgreningskammerets 32 utløpsvegg utad som vist i fig. 7B. Formingshodene 122, 124, 126 fortsetter å ekspandere utløpsdelene utad som vist 20 ved punkt c. Fig. 7C viser formingshodene 122, 124, 126 idet de ekspanderer utløpsdelene utad, samtidig som de sirkulariserer dem. Formingsputer 123, 125, 127 tvinges utad av et stempel i hvert av formingshodene 122, 124, 126. Formingshodene hviler samtidig mot midtvegg-området 150 som virker som et reaksjonslegeme for samtidig å ekspandere og forme utløpsdelene 38, 34, 36 mens 25 reaksjonskrefter balanseres under ekspansjon. Fig. 7D og 7E viser formingstrinnpunktene d og e ifølge fig. 7A.

Fig. 8A og 8B viser en aksielt forløpende slisse 160 i avgreningsrørstykket 30 avgreningskammer 32. Slissen 160 samvirker med et styre- og låserørstykke hos et nedihulls-formingsverktøy for radial posisjonering av slik styre- og låserørstykke for forming og ekspandering av utløpsdelene nede i borehullet. Et spor 30 162 i avgreningskammeret 32 benyttes til å låse nedihulls-formingsverktøyet ved en forutbestemt aksial posisjon.

Et forlengelsesben 170 rager nedad fra avgreningsrørstykkets 30 midtvegg-område 150. En fot 172 bæres ved enden av forlengelsesbenet 170. Ved drift

senkes foten 172 til bunnen av borehullet ved utplasseringsstedet. Den gir støtte til avgreningsrørstykket 30 under ekspansjon av formingsverktøyet og andre operasjoner.

5 Beskrivelse av formingsverktøyet

a) Beskrivelse av utføringsformen ifølge fig. 9, 10.

Fig. 9 og 10 viser formingsverktøyet som benyttes til å ekspandere utløpsdelene, f.eks. utløpsdelen 34, 36, 38 ifølge fig. 3A, 3B og 3C og fig. 7B, 7C, 7D og 7E. Formingsverktøyet omfatter en anordning 100 ved overflaten og nedihulls-anordning 200. Anordningen 100 omfatter en konvensjonell datamaskin 102 som er programmert til å styre telemetri- og krafttilførselsenheten 104 og til å motta styresignaler fra og vise informasjon til en menneskelig operatør. En vinsjenhet 106 ved overflaten er påviklet en kabel 110 for nedsenking av nedihulls-anordningen 200 gjennom et moderbrønn-foringsrør og inn i avgreningskammeret 32 i avgreningsrørstykket 30 som er forbundet med og fastholdes ved enden av moder-foringsrøret.

Nedihulls-anordningen 200 omfatter et konvensjonelt kabelhode 202 som danner en styrke/elektroforbindelse med kabelen 110. En telemetri-krafttilførsel- og styremodul 204 omfatter konvensjonelle telemetri-krafttilførsels- og styrekretser som virker til å kommunisere med datamaskinen 102 via kabel 110 og til å fremføre kraft- og styresignaler til nedihulls-modulene. En hydraulisk kraftenhet 206 omfatter en konvensjonell elektrisk drevet hydraulikkpumpe for frembringelse av hydraulisk trykkfluid nede i borehullet. Et styre- og låserørstykke 208 omfatter en låseinnretning 210 (skjematisk vist) for innpassing i sporet 162 i avgreningskammeret 32 ifølge fig. 8A og en styreinnretning 212 (skjematisk vist) for samvirkning med slissen 160 i avgreningskammeret 32. Når nedihulls-anordningen 200 nedsenkes i avgreningsrørstykket 30, kommer styreanordningen 212 inn i slissen 160 og nedihulls-anordningen 200 senkes videre inntil låseinnretningen 210 kommer inn i og låser i sporet 162.

30 Et fast vandrehode 213 skaffer hydraulikkfluid-kommunikasjon mellom en hydraulikk-kraftenhet 206 og vandreformingshodene 122, 124, 126, f.eks. Teleskopledd 180 skaffer hydraulikktrykkfluid til vandreformingshodene 122, 124, 126 når hodene 122, 124, 126 beveger seg nedad i utløpsdelene, f.eks. utløpsdelene

34, 36, 38 ifølge fig. 7B-7E. Overvåkingshoder 182, 184, 186 er anordnet for å bestemme den radielle bevegelsesstrekning under radiell forming av en utløpsdel.

Fig. 10 viser vandre-formingshodene 126, 124, 122 i forskjellige stadier under forming av en utløpsdel ved avgreningsrørstykket 30. Formingshodet 126 er vist i utløpsdelen 36, som er vist med en heltrukket linje før radial forming i den inntrukne utløpsdel 36. Utløpsdelen er vist med tynne linjer 36', 36". Der utløpsdelen er betegnet som 36' i et forme-mellomstadium og som 36" i dens ferdig formede stadium.

Formingshodet 124 er vist idet det radielt former den inntrukne utløpsdelen 34 (med tynn linje) til et mellomstadium 34'. Et avslutningstrinn er vist som sirkularisert utløpsdel 34". Formingshodet 124 omfatter, i likhet med de andre to formingshoder 126, 122, et stempel 151 på hvilket det er montert en formingspute 125. Stemplet 151 tvinges utad ved hjelp av hydraulikkfluid som tilføres åpningshydraulikkledningen 152 og tvinges innad av hydraulikkfluid som tilføres lukkhydraulikkledningen 154. En kaliberføler 184 er anordnet for å bestemme størrelsen av stempelets 151 og formingsputens 125 radialbevegelse, f.eks. Passende tetninger er anordnet mellom stemplet 151 og formingshodet 124.

Formingshodet 122 og formingsputen 123 er vist i fig. 2 for å vise at under visse omstendigheter kan utløpsdelens 38 form bli «overekspandert» for å skape et noe avlangt formet utløp, slik at når radialformingskraften fra formingsputen 123 og formingshodet 122 fjernes, vil utløpet fjære tilbake til sirkelform på grunn av utløpsdelens restelastisitet.

I nivå med avgreningskammeret 32 balanserer formingshodene 122, 124, 126 hverandre mot reaksjonskreftene, samtidig som de tvinger kammerveggene utad. Følgelig opereres formingshodene 122, 124, 126 samtidig, f.eks. ved nivå B på fig. 7A, idet den nedre ende av avgreningskammerets 32 vegg tvinges utad. Når et formingshode 122 kommer inn i en utløpsdel, f.eks. 38, blir pute-reaksjonskreftene jevnt opptatt av avgreningskammerets 32 midtre veggområde 150. Teleskopleddene 180 kan dreies et lite stykke slik at formingsputene 127, 125, 123 kan påføre trykk til høyre eller venstre fra normalaksen og derved forbedre utløpsdelenes rundhet eller sirkularitet. Etter at en formingssekvens er utført, f.eks. et punkt D i fig. 7A, frigjøres trykket fra stemplet 151, og teleskopleddene 180 senker formingshodene 122, f.eks., ett trinn nedad. Deretter heves trykket igjen for forming av utløpsdelene osv.

Sammensetningen av de materialer som avgreningsrørstykket 30 er konstruert av, er fortrinnsvis av et legert stål med austenitisk struktur, så som manganstål, eller nikkellegeringer så som «Monel» og «Inconel»-serier. Slike materialer gir hovedsakelig plastisk deformasjon med kaldforming, og innebærer derved forsterkning.

b) Beskrivelse av alternativ utføringsform i fig. 15A-15D, 16 og 17A-17D

Et alternativt etterformingsverktøy er vist i fig. 15A, 15B, 15B', 15C, 15D, 16 og 17A-17D. Etterformingsverktøyet 1500 holdes oppe ved hjelp av vanlige nedhulls-komponenter ifølge fig. 9, innbefattende et kabelhode 202, telemetri, telemetri-krafttilførsel- og styremodul 204, hydraulisk kraftenhet 206 og et styre- og låse-rørstykke 208. Fig. 16 viser at etterformingsverktøyet 1500 omfatter en vandringsaktuator. Et stempel 1512 hos vandringsaktuatoren 1510 beveger seg fra en øvre inntrukket stilling som vist i fig. 17A til en nedre utskjøvet stilling som vist i fig. 17C og 17D. Fig. 17B viser stemplet 1512 i en mellomstilling. Stemplet 1512 beveger seg til mellomstillingene avhengig av formingshodenes ønskede vandrestillinger i utløpsdelene.

Fig. 16 og 17 viser en utførelse med to formingshoder av etterformingsverktøyet 1500, hvor to utløpsdeler (se f.eks. utløpsdelene 1560 og 1562 på fig. 15A-15D) er vist. Tre eller flere utløpsdeler kan være utstyrt med tilsvarende flertall formingshoder og aktuatorer være anordnet. Ledd 1514 forbinder stemplet 1512 med aktuator-sylindrene 1516. Følgelig tvinges aktuator-sylindrene 1516 nedad i utløpsdelene 1560, 1562 når stemplet 1512 beveger seg nedad.

Hver aktuator-sylinder 1516 omfatter et hydraulisk drevet stempel 1518 som mottar hydraulisk trykkfluid fra den hydrauliske kraftenhet 206 (fig. 9) via vandringsaktuatoren 1510 og leddene 1514. Stemplet 1518 er i en øvre stilling som vist i fig. 17A og 17C og en nedre stilling som vist i fig. 17B og 17D.

Aktuator-sylindrene 1516 er dreibart forbundet via ledd 1524 med formingsputer 1520. Stemplene 1518 er via stenger 1526 leddforbundet med ekspansjonsruller 1522. Som vist i fig. 17A og 15B', trenger formingsputene 1520 inn i en åpning i to inntrukne utløpsdeler som vist i fig. 15B. Ekspansjonsrullene 1522 og formingsputene 1520 er i en inntrukket stilling i de inntrukne utløpsdelene 1560, 1562.

Stemplet 1512 beveges et lite stykke nedover for å bevege aktuator-sylindrene 1516 et lite stykke nedover. Deretter beveges stemplene 1518 nedover hvorved de ekspanderende ruller 1512 bringes til å bevege seg langs formingsputenes 1512 innvendige skråflate, for derved å skyve utad mot de inntrukne utløpsdelenes 1560, 1562 innervegger, inntil utløpsdelene oppnår en sirkulær form ved dette nivå. Samtidig tvinges utløpsdelene utad fra flerutløp-rørstykkets 1550 akse. Deretter beveger stemplene 1518 oppad for derved å bringe de ekspanderende ruller 1522 til stillingene vist i fig. 15C. Stemplet 1512 beveges ytterligere et lite stykke nedover for derved å bevege formingsputene 1520 ytterligere ned i utløpsdelene 1560, 1562. Igjen beveges stemplene 1518 nedover for ytterligere å ekspandere utløpsdelene 1560, 1562 utad og sirkularisere utløpene. Prosessen fortsettes inntil stillingene på fig. 15D og 17D blir nådd, idet disse figurer viser stillingen til formingsputene 1520 og aktuator-sylindrene 1516 ved flerutløpsdelenes 1560, 1562 bortest-liggende ende.

Beskrivelse av fremgangsmåten for tilveiebringelse av grenbrønner

Fig. 11A-11H og fig. 12 beskriver fremgangsmåten for opprettelse av grenbrønner fra et avgreningsrørstykke 30 i en brønn. Avgrening-rørstykket 30 er vist med tre utløpsdeler 34, 36, 38 (ifølge eksemplet på fig. 3A, 3B, 3C og fig. 7A-7E), men hvilket som helst flertall utløp kan også benyttes som vist i fig. 6A-6E. Bare utløpene 38, 36 er vist i de viste aksialsnitt, men selvsagt er det et tredje utløp 34 for et eksempel med tre utløp, men det er ikke synlig i rissene ifølge fig. 11A-11H eller fig. 12.

Fig. 11A viser at avgreningsrørstykket 30 først forbindes med den nedre ende av et moder-foringsrør 604 som innføres gjennom mellom-foringsrøret 602 (dersom det finnes). Mellom-foringsrøret 602 forer borehullet og innføres typisk gjennom overflate-foringsrør 600. Overflate-foringsrør 600 og mellom-foringsrør 602 er typisk anordnet for å fore borehullet. Moder-foringsrøret 604 kan være opphengt i mellom-foringsrøret 602 eller fra brønnhodet ved jordoverflaten eller på en produksjonsplattform.

Utløpsdelene 36, 38 (34 ikke vist) er i inntrukket stilling. Slissen 160 og sporet 162 er utformet i avgreningsrørstykkets 30 avgreningskammer 32 (se fig. 12) for å samvirke med orienteringsinnretningen 212 og låsinnretningen 210 til orientering- og låserørstykket 208 i nedihulls-anordningen 200 (se fig. 9). Når moder-

foringsrøret 604 er satt i borehullet, kan avgreningsrørstykket 30 orienteres ved å dreie moderforingsrøret 604 eller ved å dreie bare avgreningsrørstykket 30 der et svivelstykke (ikke vist) er montert ved avgreningsrørstykkets 30 forbindelse med moderbrønn-foringsrøret 604. Orienteringsprosessen kan overvåkes og styres ved
5 hjelp av gyroskopi- eller inklinometer-overvåkingsmetoder.

Fig. 11B viser det ovenfor beskrevne formingstrinn med formingshodene 122, 126 vist under utforming av utløpsdelene 38, 36 med hydraulikkfluid som tilføres ved hjelp av teleskopleddene 180 fra hydraulikk-kraftenheten 206 og det faste vandrehode 213. Utløpsdelene 36, 38 er avrundet for å maksimere grenbrønnenes diameter og for å samvirke ved tilpasning til forlengelsesrør-hengere eller pakninger i det ovenfor beskrevne trinn. Formingstrinnet ifølge fig. 11B forsterker også utløpsdelene 36, 38 ved at de kaldformes. Som ovenfor beskrevet er det foretrukne materialet for avgreningsrørstykkets utløpsdeler 36, 38 legert stål med en austenitisk struktur, så som manganstål, hvilket gir hovedsakelig plastisk
10 deformasjon kombinert med høy fasthet. Kaldforming (plastisk deformasjon) av et nikkel-legeringsstål, så som «Inconel», øker således grunnmaterialets flytegrense ved avgreningskammerets 32 bunnende og i utløpsdelene 36, 38. Utløpsdelene formes til et ferdig, hovedsakelig sirkulær-radialt tverrsnitt ved plastisk deformasjon.

Som ovenfor beskrevet foretrekkes det under de fleste forhold å nedføre og kontrollere nedihulls-formingsanordningen 200 ved hjelp kabel 110, men under visse forhold, f.eks. underbalanserte borehull-forhold, (eller i en sterkt avvikende eller horisontal brønn) kan et kveilrør utstyrt med en kabel, erstatte kabelen alene. Som vist i fig. 11B og ovenfor beskrevet, er nedihulls-formingsanordningen 200
25 orientert, satt og låst i avgreningsrørstykket 30. Låseinnretningen 210 smekker inn i sporet 162 som vist i fig. 11B (se også fig.12). Hydraulisk trykk som frembringes ved hjelp av den hydrauliske kraftenhet 206 påføres stemplene i formingshodene 122, 126 som bæres av teleskopleddene 180. Etter at en formingssekvens er utført, avlastes trykket fra stemplene, og teleskopleddene 180 senker formingsputene ett trinn nedover. Deretter heves trykket igjen osv., inntil formingstrinnet er fullført med utløpsdelene sirkularisert. Etter at utløpsdelene er ekspandert, fjernes nedihulls-formingsanordningen 200 fra moderforingsrøret 604.

Fig. 11C og 11D viser sementeringstrinnene for å forbinde moderforingsrøret 604 og avgreningsrørstykket 30 inn i brønnen. Plugger eller pakninger 800 in-

stalleres i utløpsdelene 36, 38. Den foretrukne måte å sette pakningen 800 på er med en flerhode-sentreringspinne 802 som nedføres enten ved hjelp av en sementeringsstreng 804 eller et kveilrør (ikke vist). En flerhode-sentreringspinne innbefatter flere hoder som hvert er utstyrt med en sementerings-strømsko. Sentreringsspinnen 802 låses og orienteres i avgreningsrørstykkets 30 avgreningskammer 32 på samme måte som ovenfor beskrevet i forbindelse med 11B. Som vist i fig. 11D, injiseres sement 900 via sementeringsstrengen 804 inn i pakningene 800, og etter oppblåsing av pakningene 800 strømmer sementen gjennom konvensjonelle tilbakeslagsventiler (ikke vist) inn i ringrommet på utsiden av moderforingsrøret 604, innbefattende brønngrenseksjonen 1000. Deretter trekkes sementeringsstrengen 804 ut av hullet etter frakobling og etterlating av pakningene 800 på plass som vist i fig. 11E.

Som vist i fig. 11F, blir enkelt-grenbrønner (f.eks. 802) selektivt boret under anvendelse av hvilket som helst egnet boreteknikk. Etter at en grenbrønn er blitt boret, installeres et forlengelsesrør 805, som tilkobles og avtettes i utløpsdelen 36 f.eks., med en konvensjonell foringsrørhenger 806 ved utløpet av avgreningsrørstykket 30 (se fig. 11G og 11H). Forlengelsesrøret kan sementeres (som vist i fig. 11G) eller det kan være opptrekkbart, avhengig av produksjons- eller injeksjonsparametrene, og en andre grenbrønn 808 kan bores som vist i fig. 11H.

Fig. 12 viser komplettering av grenbrønner fra et avgreningsrørstykke ved et knutepunkt i en moderbrønn som har moder-foringsrør 604 nedført gjennom mellom-foringsrør 602 og overflate-foringsrør 600 fra brønnhodet 610. Som ovenfor nevnt kan moder-foringsrøret 604 opphenges i mellom-foringsrøret 602 istedenfor fra brønnhodet 610 som vist. Den foretrukne metode for komplettering av brønnen er å forbinde grenbrønnene 802, 808 med en nedihulls-manifold 612 som er satt i avgreningskammeret 32 over møtetpunktet for grenbrønnene 802, 808. Nedihullsmanifolden 612 er orientert og låst i avgreningskammeret 32 på samme måte som ved nedihulls-formingsverktøyet som vist i fig. 8A, 8B og 11B. Nedihulls-manifolden 612 muliggjør styring av produksjonen fra hver enkelt grenbrønn og muliggjør selektiv tilbakevending til grenbrønnene 802, 808 med teste- eller vedlikeholdsutstyr som kan nedføres gjennom produksjonsrør 820 fra overflaten.

Dersom det blir nødvendig med reparasjonsarbeid i moder-foringsrøret 604, kan nedihulls-manifolden 612 isolere moderbrønnen fra grenbrønnene 802, 808 ved plugging av nedihulls-manifoldens 612 utløp. Dette utføres ved å nedføre en

pakning gjennom produksjonsrøret 820, og sette den i nedihulls-manifoldens 612 utløp før frakobling og fjerning av produksjonsrøret 820. Ventiler som kan styres fra overflaten og testeutstyr kan også plasseres i nedihullsutstyret. Nedihulls-manifolden 612 kan også være forbundet med flerkompletteringsrør slik at hver grenbrønn 802, 808 uavhengig kan tilkobles overflate-brønnhodet.

Bruken av avgreningsrørstykket for grenbrønn-utforming som ovenfor beskrevet, får en trippelgrenbrønnutforming, muliggjør bruk av dramatisk mindre moder-foringsrør sammenlignet med det som er nødvendig ved de kjente arrangementer ifølge fig. 1A og 1B. Forholdet mellom avgreningsrørstykkets diameter D_s , den maksimalt ekspanderte utløpsdiameter D_0 , og den maksimale diameter til en konvensjonell aksialgren D_c for et to-utløpstilfelle er vist i fig. 13A, og for et tre-utløpstilfelle i fig. 13B. Den samme type analyse gjelder for andre flerutløpsarrangementer. Sammenlignet med en ekvivalent aksial-avgrening som kunne utføres med forlengelsesrør som er pakket ved enden av moderforingsrøret, tillater avgreningsbrønn-metodene og -anordningen ifølge foreliggende oppfinnelse en gevinst i tverrsnittsareal i området fra 20-80%.

Fig. 14A-14D viser forskjellige anvendelser av grenbrønn-utforminger ifølge oppfinnelsen, basert på to knutepunkter. Fig. 14A og 14B viser et avgreningsrørstykke ved et knutepunkt ifølge oppfinnelsen. Fig. 14C viser hvorledes grenbrønnene kan brukes til å tappe et enkelt lag eller reservoar 1100 mens fig. 14D viser bruk av et enkelt knutepunkt ved hjelp av hvilket flere grenbrønner er rettet mot forskjellige målsoner 1120, 1140, 1160. Hvilken som helst grenbrønn kan behandles som en enkelt brønn for enhver intervensjon, plugging, eller oppgivelse, uavhengig av de andre brønner.

PATENTKRAV

1. Anordning for foring av et borehull, omfattende:
 - en streng av brønn-føringsrør (604); og
 - et fleravgreningsrørstykke (30) på den nederste enden av brønn-føringsrørstrengen (604), hvor fleravgreningsrørstykket (30) innbefatter et avgreningskammer (32) med en åpen første ende av sylindrisk form og en andre ende, hvilket avgreningskammer står i avtettet forbindelse med foringsrøret (604) ved nevnte første ende, og

fleravgrenings-utløpsdeler (34, 36, 38) som hver er enhetlig forbundet med den andre ende av avgreningskammeret (32), idet hver av fleravgrenings-utløpsdelene (34, 36, 38) står i fluidforbindelse med avgreningskammeret (32),

5 k a r a k t e r i s e r t v e d a t fleravgreningsrørstykket (30) har en inntrukket stilling for innføring i borehullet, hvor hver av fleravgrenings-utløpsdelene (34, 36, 38) er hovedsakelig fullstendig innenfor en imaginær sylinder som er koaksial med og hovedsakelig har samme radius som avgreningskammerets (32) første ende, og at fleravgreningsrørstykket har en ekspandert stilling hvor minst en av fleravgrenings-utløpsdelene (34, 36, 38) strekker seg fra avgreningskammeret (32) i en
10 bane utenfor den imaginære sylinder.

2. Anordning ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d a t fleravgrenings-utløpsdelene (34, 36, 38) er konstruert og innrettet slik at hver av fleravgrenings-utløpsdelene (34, 36, 38) i den ekspanderte stilling strekker seg i en buformet
15 bane fra avgreningskammeret (32) utenfor den imaginære sylinder.

3. Anordning ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d a t den nevnte minst ene av fleravgrenings-utløpsdelene (34, 36, 38) i den inntrukne stilling har en radial, ikke-sirkulær tverrsnittsform, og at nevnte minst ene av fleravgrenings-
20 utløpsdelene (34, 36, 38) i den ekspanderte stilling har en hovedsakelig sirkulær radial tverrsnittsform.

4. Anordning ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d a t hver av fleravgrenings-utløpsdelene (34, 36, 38) i den inntrukne stilling har en ikke-sirkulær radial
25 tverrsnittsform, og

at minst en av fleravgrenings-utløpsdelene (34, 36, 38) i den ekspanderte stilling har en hovedsakelig sirkulær radial tverrsnittsform.

5. Anordning ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d a t fleravgrenings-
30 utløpsdelene (34, 36, 38) er utformet av et materiale som kan deformeres plastisk ved kaldforming

6. Anordning ifølge krav 5, k a r a k t e r i s e r t v e d a t materialet er et legert stål med austenitisk struktur.

7. Anordning ifølge krav 6, karakterisert ved at materialet er en nikkel-legering.

5 8. Anordning ifølge krav 1, karakterisert ved at hver av fleravgrenings-utløpsdelene (34, 36, 38) har hovedsakelig samme radiale tverrsnittsareal.

9. Anordning ifølge krav 1, karakterisert ved at minst en av fleravgrenings-utløpsdelene (34, 36, 38) har et radiale tverrsnittsareal som er større enn
10 minst en annen av fleravgrenings-utløpsdelene (34, 36, 38).

10. Anordning ifølge krav 1, karakterisert ved at fleravgrenings-utløpsdelene (34, 36, 38) omfatter fem utløp, hvor ett av utløpene har et radiale tverrsnittsareal som er mindre enn fire av fleravgrenings-utløpsdelene (34, 36, 38).

15 11. Anordning ifølge krav 1, karakterisert ved at det omfatter et beinelement som bæres hovedsakelig aksielt nedad fra avgreningskammerets (32) andre ende, og en fot som er anordnet ved en distal ende av benet.

20 12. Anordning ifølge krav 1, karakterisert ved at et midtre bæreamråde er avgrenset ved den andre ende av avgreningskammeret (32) mellom integrale forbindelser av fleravgrenings-utløpsdelene (34, 36, 38) med den andre ende, og videre omfatter:

25 et forlengelsesbein som bæres fra det midtre bæreamrådet som strekker seg aksielt utenfor fleravgrenings-utløpsdelene (34, 36, 38), og en fot som er anordnet ved en distal ende av benet.

30 13. Fremgangsmåte for installering av et fleravgreningsrørstykke i et borehull, hvor rørstykket omfatter et avgreningskammer med en sylindrisk første ende og en andre ende, og fleravgrenings-utløpsdeler som hver er forbundet med avgreningskammerets (32) andre ende og er anordnet i en inntrukket stilling der hver av fleravgrenings-utløpsdelene (34, 36, 38) er hovedsakelig fullstendig innenfor en imaginær sylinder som er koaksial med, og har hovedsakelig samme radius som, avgreningskammerets (32) sylindriske første ende, karakterisert ved

a t den omfatter følgende trinn:

tilkobling av avgreningskammerets (32) første ende til rørstykket ved en nedre ende av en føringsrørstreng,

nedføring av føringsrørstrengen og rørstykket i et borehull til en knutepunkt-
5 posisjon der det skal utformes et gren-borehull,

innføring av et formingsverktøy gjennom føringsrørstrengen inn i rørstykkets avgreningskammer,

orientering av formingsverktøyet i rørstykket for innføring av formingsverktøyet inn i minst en av fleravgrenings-utløpsdelene (34, 36, 38) ved avgrenings-
10 kammerets (32) andre ende, og

eksponering av nevnte minst ene av fleravgrenings-utløpsdelene (34, 36, 38) med formingsverktøyet inntil nevnte minst ene utløpsdel strekker seg fra en forbindelse ved avgreningskammerets (32) andre ende i en bane utenfor den imaginære sylinder.

15

14. Fremgangsmåte ifølge krav 13,

hvor nevnte minst ene av fleravgrenings-utløpsdelene (34, 36, 38) i den inntrukne stilling har en ikke-sirkulær radial tverrsnittsform,

k a r a k t e r i s e r t v e d a t ekspanderingsstrinnet omfatter følgende undertrinn:

20 ekspandering av nevnte minst ene av fleravgrenings-utløpsdelene (34, 36, 38) med formingsverktøyet inntil nevnte minst ene utløpsdel har en hovedsakelig sirkulær radial tverrsnittsform.

15. Fremgangsmåte ifølge krav 14, k a r a k t e r i s e r t v e d a t ekspande-

25 ringstrinnet omfatter de ytterligere undertrinn å ekspandere et flertall utløpsdeler med formingsverktøyet inntil hver av flereavgrenings-utløpsdelene (34, 36, 38) har en hovedsakelig sirkulær radial tverrsnittsform og hver av utløpsdelen strekker seg fra en forbindelse ved avgreningskammerets (32) andre ende i en buet bane utenfor den imaginære sylinder.

30

16. Fremgangsmåte ifølge krav 15, k a r a k t e r i s e r t v e d a t undertrin-
nene for ekspandering av et flertall utløpsdeler med formingsverktøyet utføres samtidig.

17. Fremgangsmåte ifølge krav 13, karakterisert ved at ekspanderingsstrinnet omfatter et flertall under-ekspanderingsstrinn, hvor det første rørstykke-ekspanderingsstrinn begynner ved tilkoblingen av nevnte minst ene av fleravgrenings-utløpsdelene (34, 36, 38) ved avgreningskammeret (32) og med flere ytterligere underekspanderingsstrinn som utføres ved respektivt større avstander fra tilkoblingen av nevnte minst ene av fleravgrenings-utløpsdelene (34, 36, 38) ved avgreningskammeret (32).

18. Fremgangsmåte for forming av en grenbrønn (801) fra en moderbrønn, karakterisert ved at den omfatter innføring av et avgreningsrørstykke (30) med et avgreningskammer (32) og fleravgreningsutløp (34, 36, 38) med et moder-føringsrør gjennom moderbrønnen til et avgreningssted, ekspandering og forming av minst ett av fleravgreningsutløpene (34, 36, 38) inntil det strekker seg i en bane utenfor avgreningskammerets (32) diameter.

19. Fremgangsmåte ifølge krav 18, karakterisert ved at ekspanderings- og formingstrinnet utføres på et flertall avgreningsutløp inntil hvert av fleravgreningsutløpene (34, 36, 38) strekker seg i en bueformet bane utenfor avgreningskammerets (32) diameter.

20. Fremgangsmåte ifølge krav 19, karakterisert ved at ekspanderings- og formingstrinnet ekspanderer og former det minst ene av fleravgreningsutløpene (34, 36, 38) inntil dette oppnår en hovedsakelig rund form.

21. Fremgangsmåte ifølge krav 20, karakterisert ved at den omfatter følgende trinn:

plugging av hvert av fleravgreningsutløpene (34, 36, 38),

forming av et grenborehull gjennom et valgt utløp (36) av nevnte fleravgreningsutløp (34, 36, 38),

installering av et hovedsakelig rundt forlengelsesrør i avgreningsborehullet, og avtetting av en ende av det hovedsakelig runde forlengelsesrør til den hovedsakelig runde ende av nevnte valgte utløp av fleravgreningsutløpene (34, 36, 38).

22. Fremgangsmåte ifølge krav 21, karakterisert ved at avtettingen av forlengelsesrørets (805) ende i forhold til det valgte utløp av fleravgreningsutløpene (34, 36, 38) skjer ved hjelp av en forlengelsesrørhenger-pakning (806).

5 23. Fremgangsmåte ifølge krav 21, karakterisert ved at den omfatter følgende trinn:

forming av et grenborehull gjennom et flertall av nevnte fleravgreningsutløp (34, 36, 38), installering av et hovedsakelig rundt forlengelsesrør i hver av fleravgreningsutløpene (34, 36, 38), og

10 avtetting av en ende av hvert av de hovedsakelig runde forlengelsesrør til en respektiv ende av et av nevnte flertall av fleravgreningsutløp (34, 36, 38).

24. Fremgangsmåte ifølge krav 23, karakterisert ved at den omfatter følgende trinn:

15 installering av en nedihulls-manifold i avgreningskammeret (32),

komplettering av hvert grenborehull (801, 808), og

styring av produksjonen fra hvert grenborehull (801, 808) til moderbrønnen ved hjelp av manifolden (612).

20 25. Fremgangsmåte ifølge krav 18, karakterisert ved at avgrenings-rørstykket (30) orienteres inntil dets fleravgreningsutløp (34, 36, 38) er anordnet i en forutbestemt orientering.

25 26. Fremgangsmåte ifølge krav 18, karakterisert ved at ekspanderings- og formingstrinnet utføres på et flertall av avgreningsutløpene (34, 36, 38).

27. Fremgangsmåte ifølge krav 25, karakterisert ved at avgreningsrørstykket (30) orienteres ved hjelp av et svivelstykke mellom avgreningsrørstykket (30) og moder-føringsrøret.

30

28. Fremgangsmåte ifølge krav 18, karakterisert ved at minst ett av fleravgreningsutløpene (34, 36, 38) har en ikke-sirkulær tverrsnittsform, hvor ekspanderingen og formingen omfatter sirkelforming av nevnte minst ene av fleravgreningsutløpene (34, 36, 38) ved hjelp av mekanisk trykk.

29. Fremgangsmåte ifølge krav 18, karakterisert ved boring av et grenborehull (801) gjennom minst ett av avgreningsutløpene (36).

30. Fremgangsmåte ifølge krav 18, karakterisert ved at nevnte ekspansering og forming utføres ved hjelp av et formingsverktøy (100, 200).

31. Fremgangsmåte ifølge krav 30, karakterisert ved at formingsverktøyet (100, 200) er hydraulikdrevet.

32. Fremgangsmåte ifølge krav 18, karakterisert ved følgende ytterligere trinn:

boring av et grenborehull (801) gjennom minst ett av fleravgreningsutløpene (34, 36, 28); og

installering av et forlengelsesrør (805) i grenborehullet (36).

33. Fremgangsmåte ifølge krav 32, karakterisert ved følgende ytterligere trinn:

installering av en manifold (612) i avgreningskammeret (32), slik at en innløpsåpning i manifolden bringes i flukt med grenborehullet (801); og

innkjøring av produksjonsrør (820) fra en utløpsåpning i manifolden (612) gjennom moderbrønnen til jordoverflaten.

34. Fremgangsmåte ifølge krav 18, karakterisert ved at den videre omfatter installering av en pakning (800) i hvert av nevnte flertall av utløpselementer (34, 36, 38); og initiering av segment gjennom pakningene (800) og rundt utsiden av føringsrørstrengen (604).

35. Fremgangsmåte ifølge krav 34, karakterisert ved at pakningene (800) installeres ved hjelp av en flerhode-sentreringspinne (802).

36. Fremgangsmåte ifølge krav 35, karakterisert ved at flerhode-sentreringspinnen (802) fremføres ved hjelp av kveilerør.

37. Fremgangsmåte for ekspandering og forming nedihulls av minst et utløpselement hos et avgreningsrørstykke (30) som omfatter et flertall av utløpselementer (34, 36, 38), karakterisert ved følgende trinn:

anbringelse av et formingsverktøy (200) i avgreningsrørstykket (30), hvilket
5 formingsverktøy (200) har minst et formingshode (122, 124, 126);

anbringelse av formingshodet (122, 124, 126) i det minst ene utløpselement (34, 36, 38); og

aktivering av det minst ene formingshodet (122, 124, 126) for å ekspandere og forme det minst ene utløpselement (34, 36, 38).

10

38. Fremgangsmåte ifølge krav 37, karakterisert ved at det minst ene formingshodet (122, 124, 126) drives hydraulisk.

39. Fremgangsmåte ifølge krav 37, karakterisert ved følgende
15 ytterligere trinn:

fremføring av det minst ene formingshodet (122, 124, 126) til en annen posisjon gradvis videre inn i det minst ene utløpselement (34, 36, 38); og

aktivering av det minst ene formingshodet (122, 124, 126) for ytterligere ekspandering og forming av det minst ene utløpselement (34, 36, 38).

20

40. Fremgangsmåte ifølge krav 37, karakterisert ved følgende
ytterligere trinn:

anordning av et flertall av formingshoder (122, 124, 126) på formingsverktøyet (200) innrettet for posisjonering i separate utløpselementer av nevnte flertall
25 av utløpselementer (34, 36, 38);

posisjonering av minst ett av formingshodene (122, 124, 126) i et separat utløpselement av utløpselementene (34, 36, 38); og

balansering av reaksjonskreftene som påføres av formingshodene (122, 124, 126) under aktivering mot et sentralt veggområde (150) av avgreningsrørstykke (30).
30

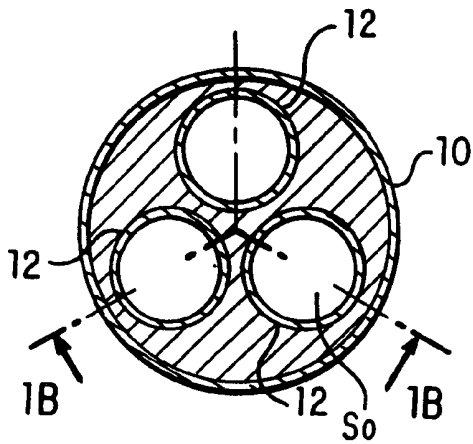


FIG. 1A

TEKNIKKENS STILLING

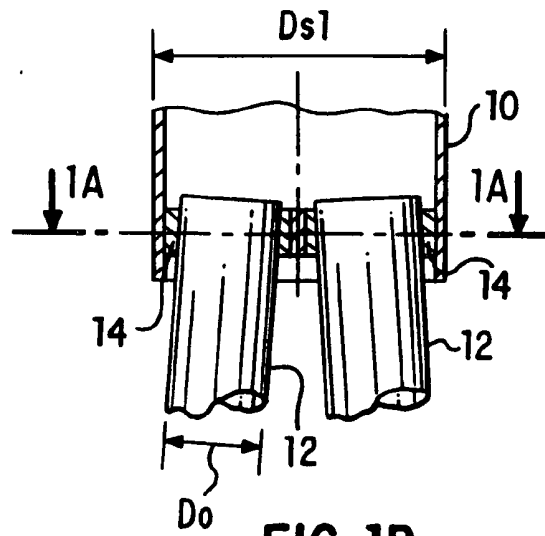


FIG. 1B

TEKNIKKENS STILLING

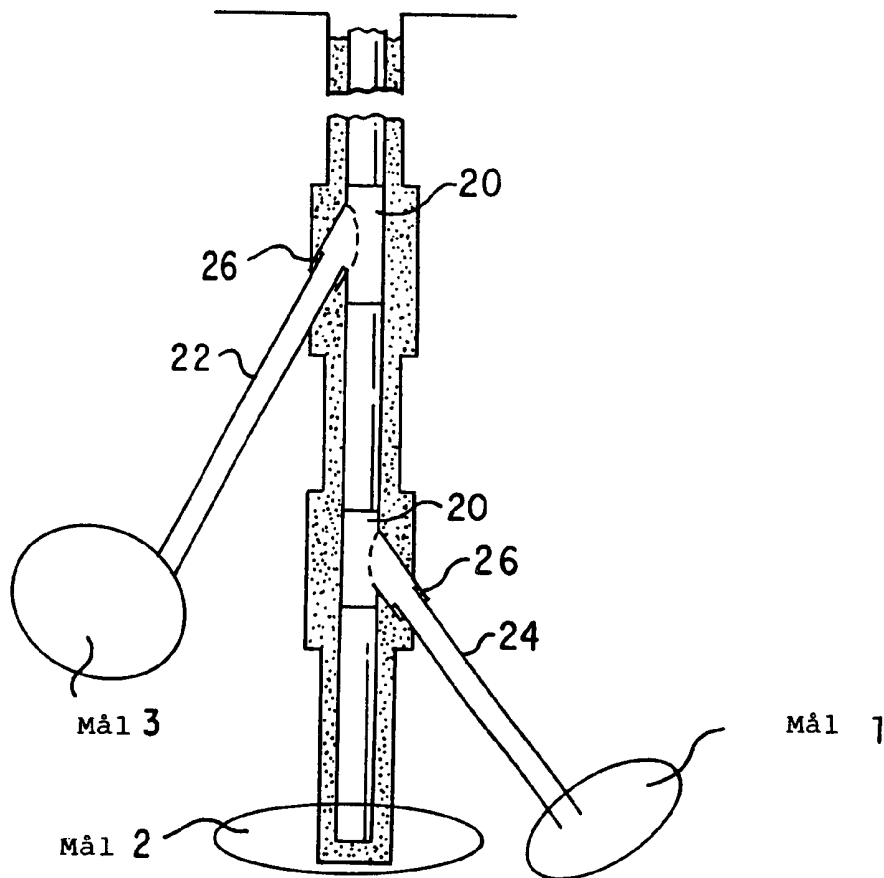


FIG. 2

TEKNIKKENS STILLING

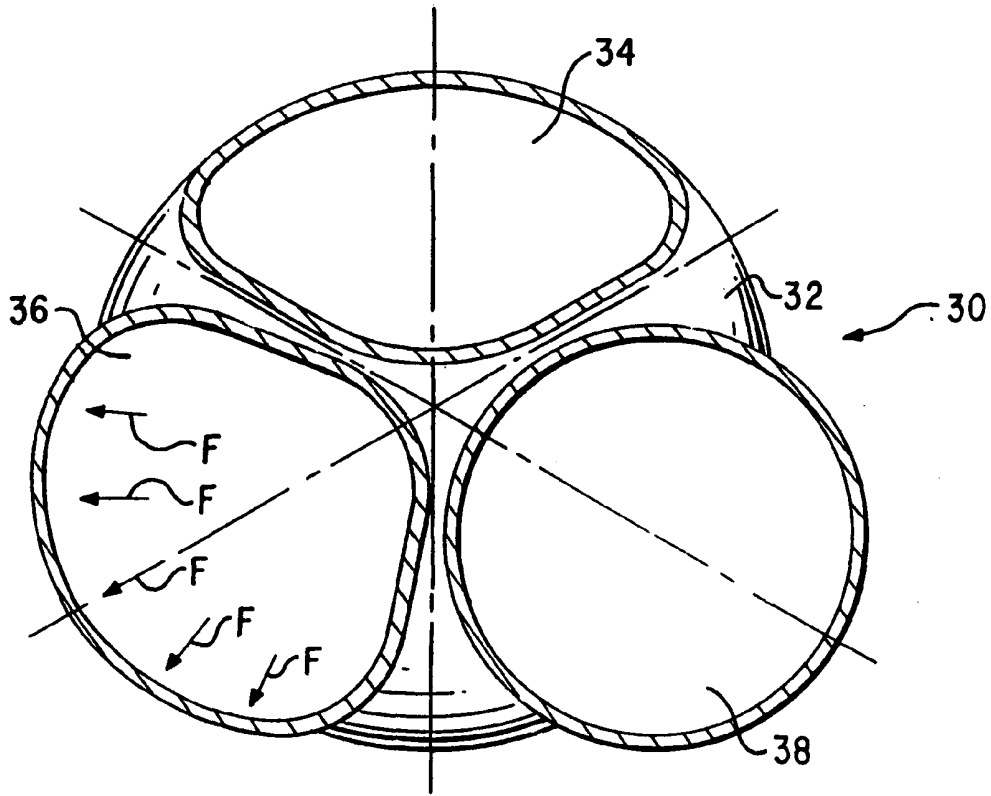
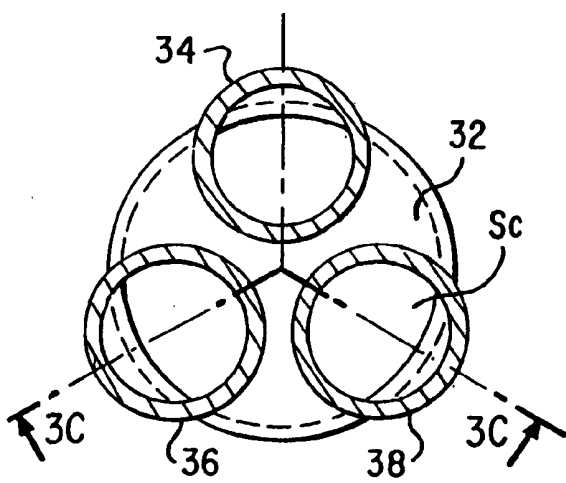


FIG. 3A



$Ds1 = Ds2 \rightarrow Dc/Do = 1.35$
 $Sc/So = 1.82$

FIG. 3B

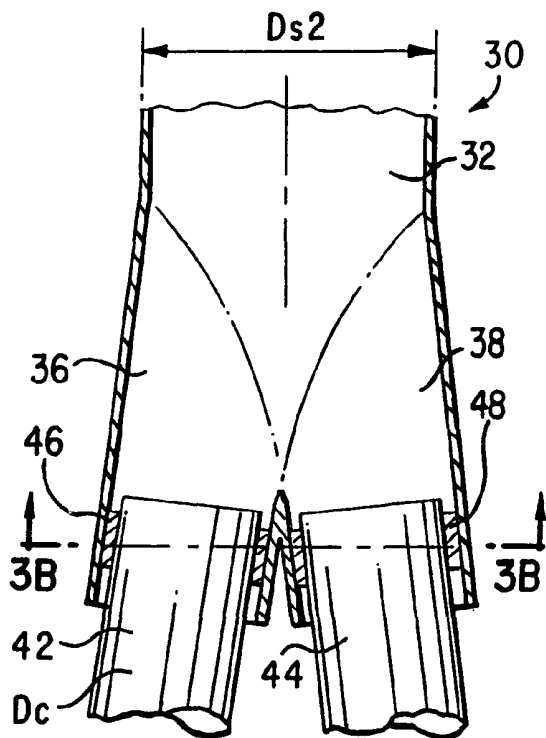


FIG. 3C

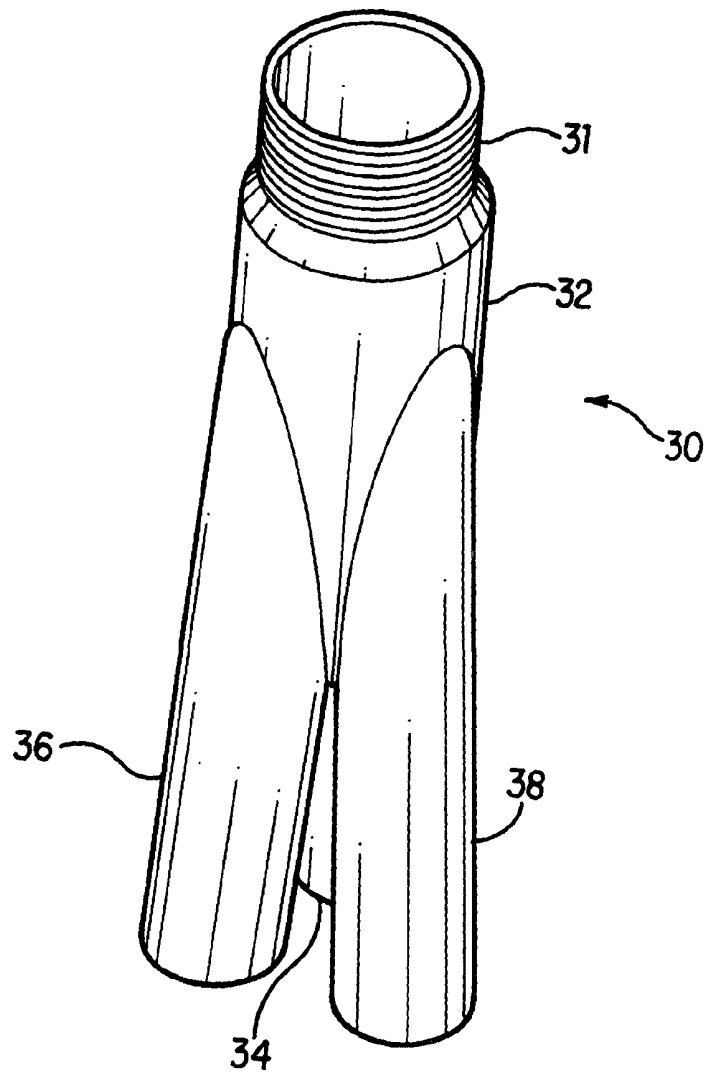


FIG. 4

FIG. 5A

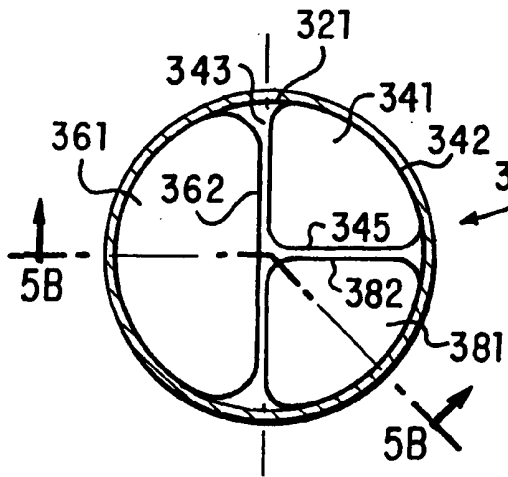


FIG. 5B

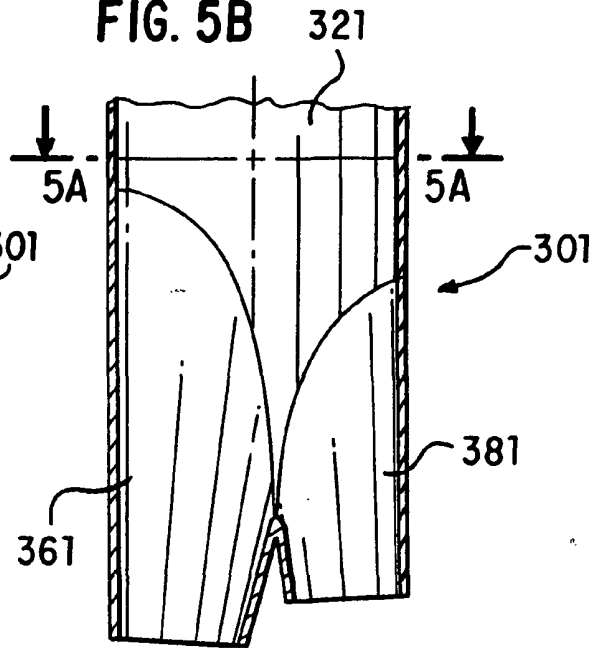


FIG. 5C

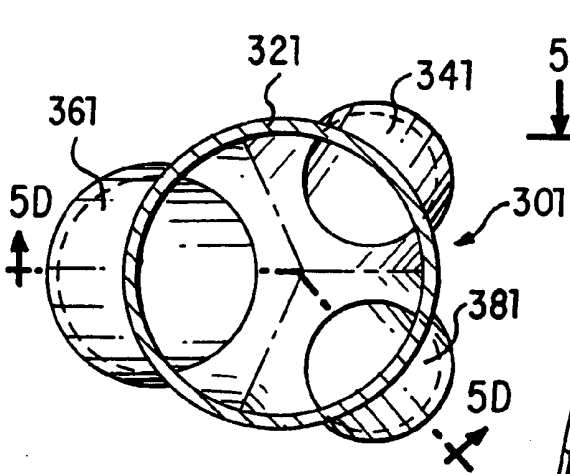
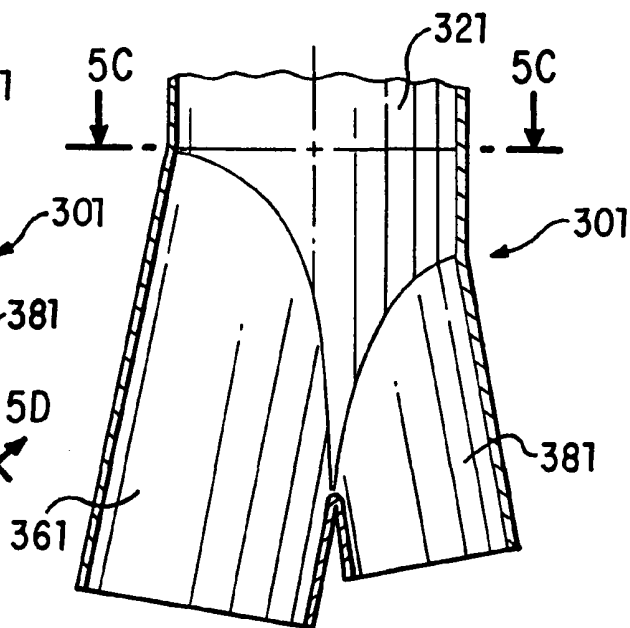


FIG. 5D



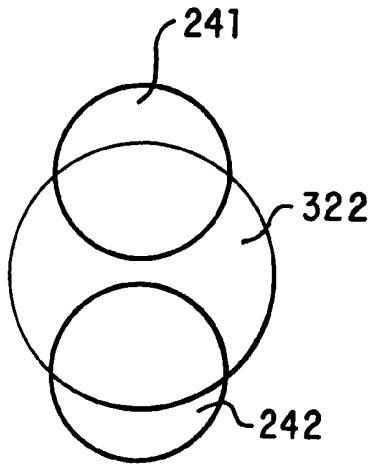


FIG. 6A

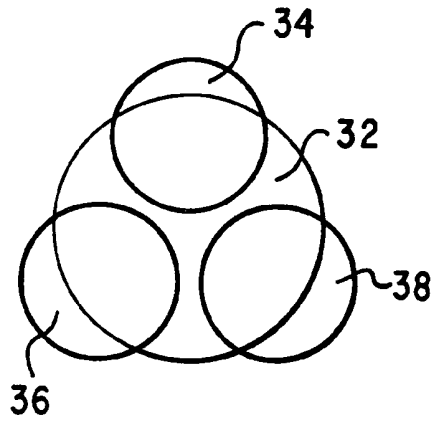


FIG. 6B

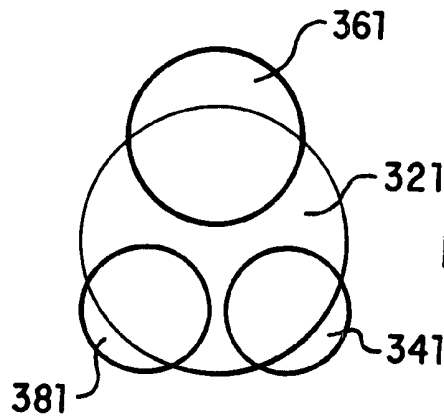


FIG. 6C

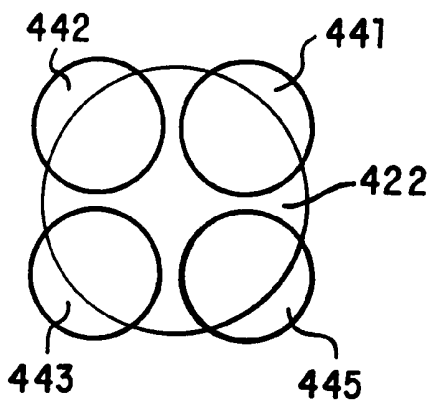


FIG. 6D

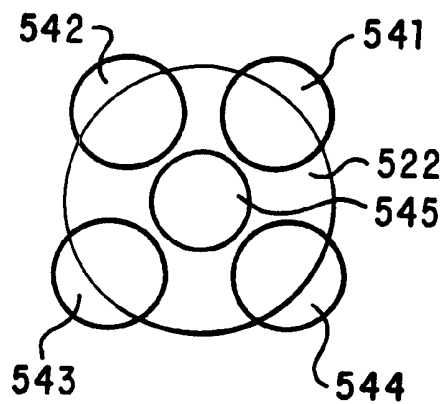


FIG. 6E

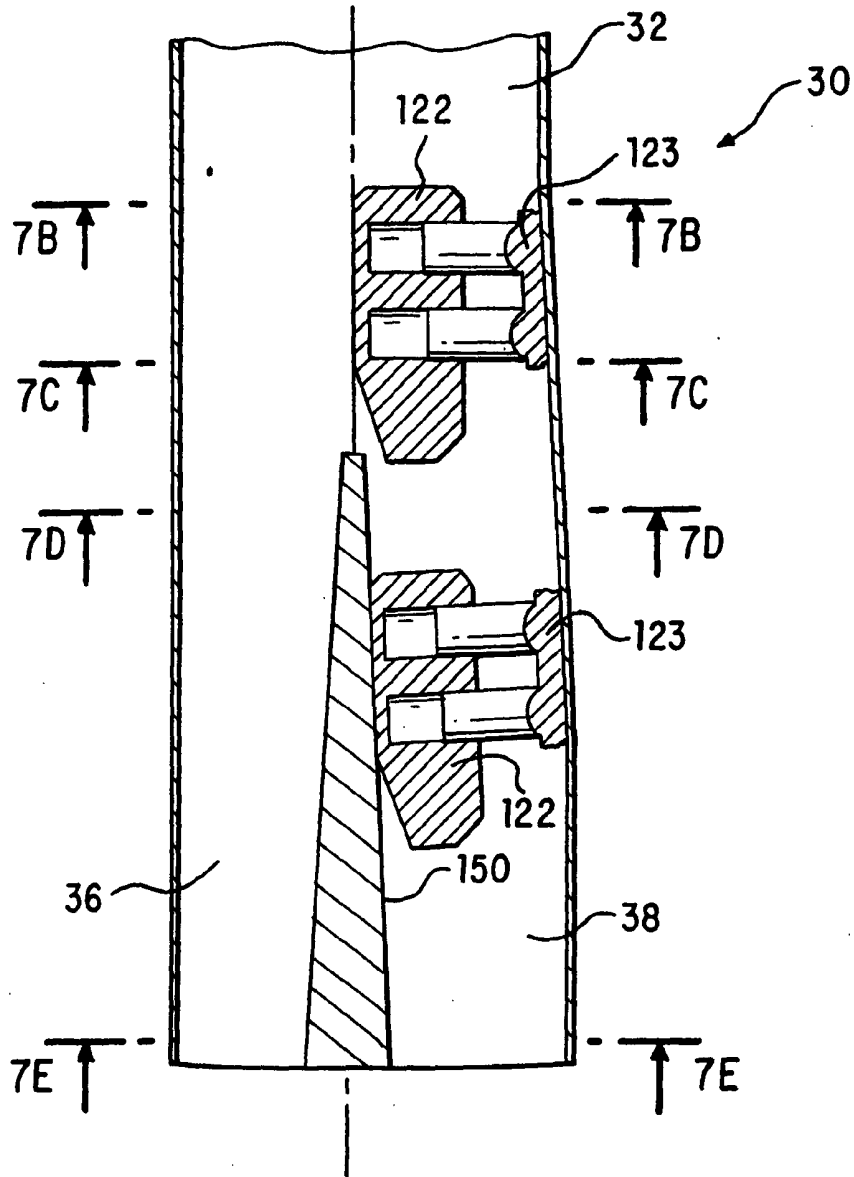


FIG. 7A

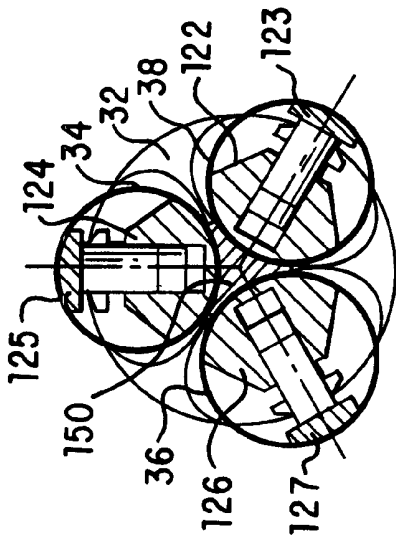


FIG. 7D

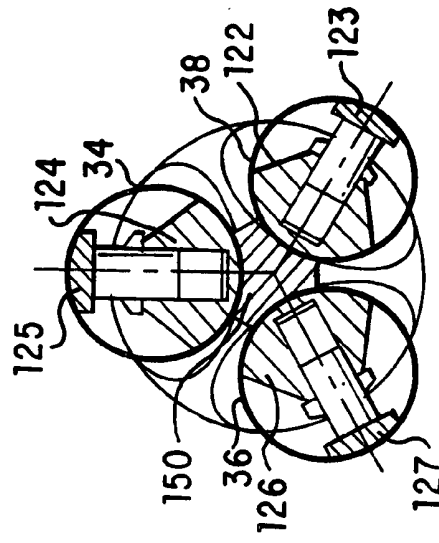


FIG. 7E

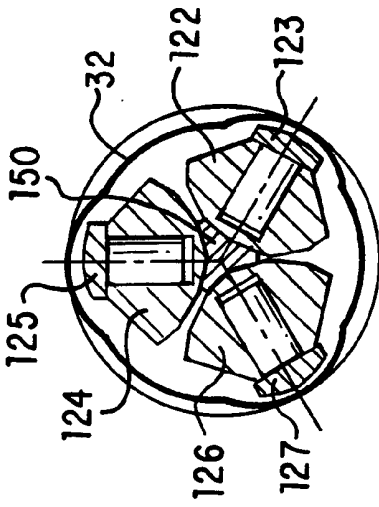


FIG. 7B

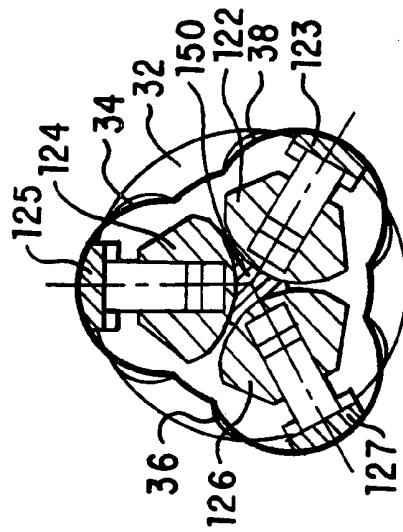


FIG. 7C

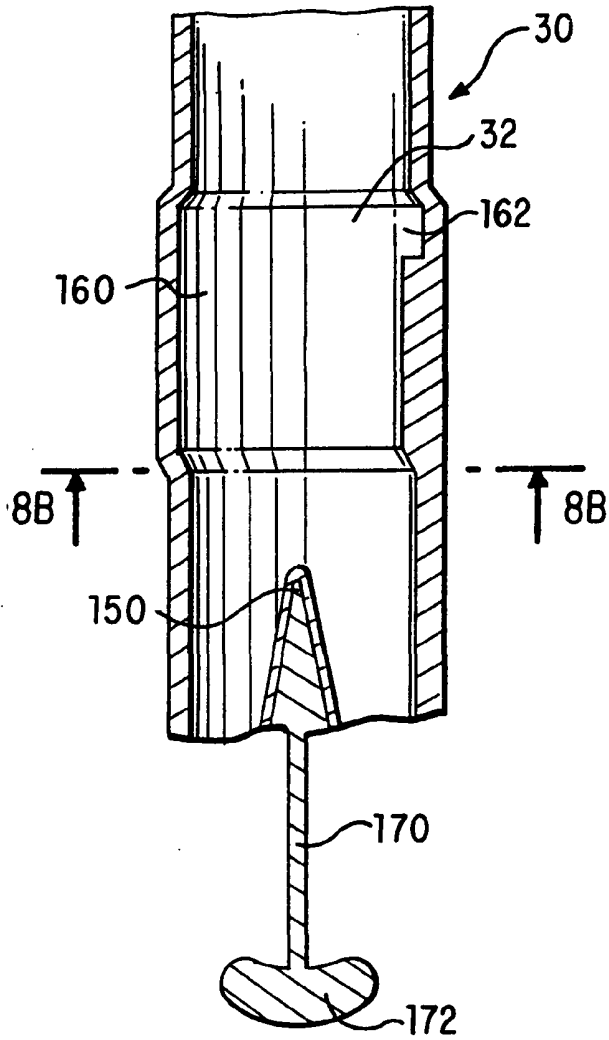


FIG. 8A

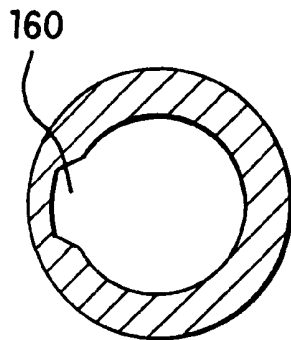


FIG. 8B

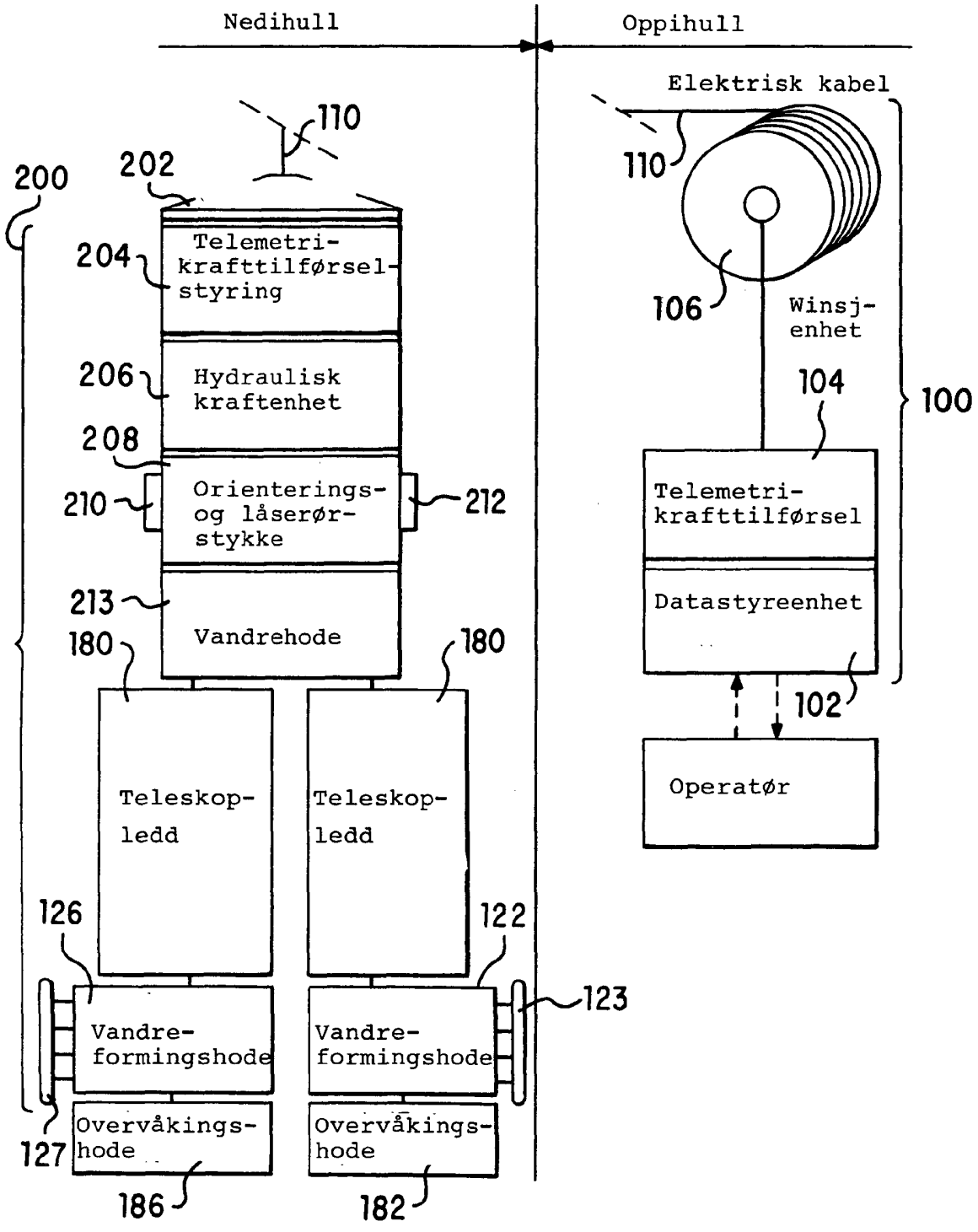


FIG. 9

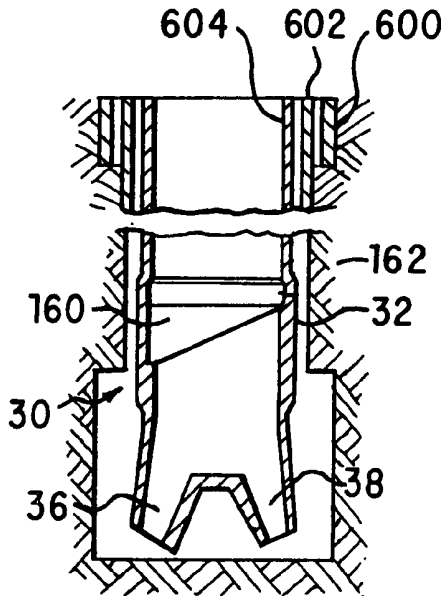


FIG. 11A

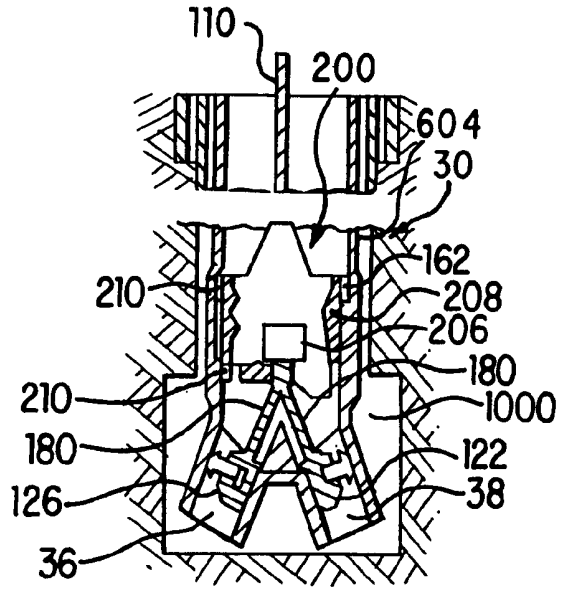


FIG. 11B

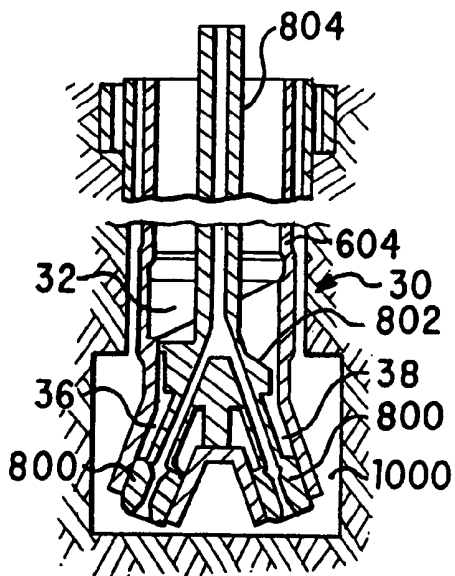


FIG. 11C

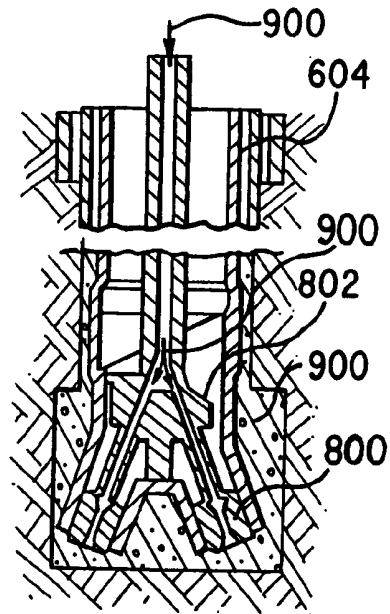


FIG. 11D

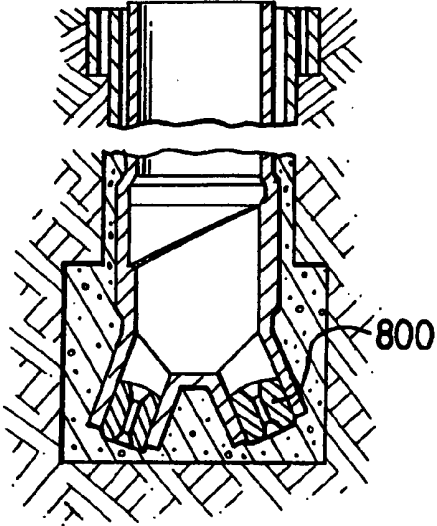


FIG. 11E

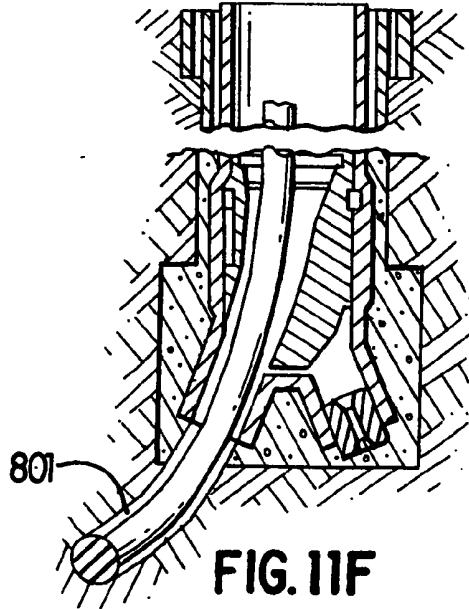


FIG. 11F

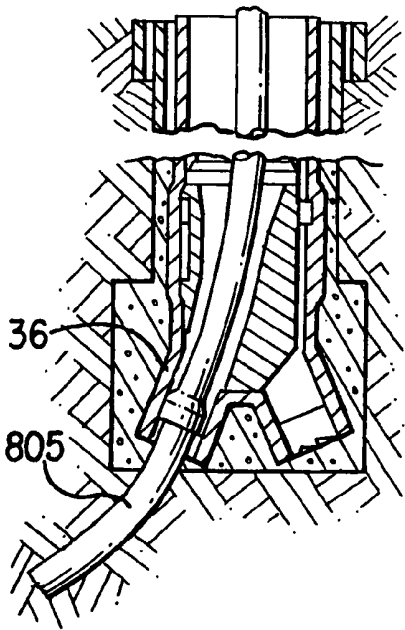


FIG. 11G

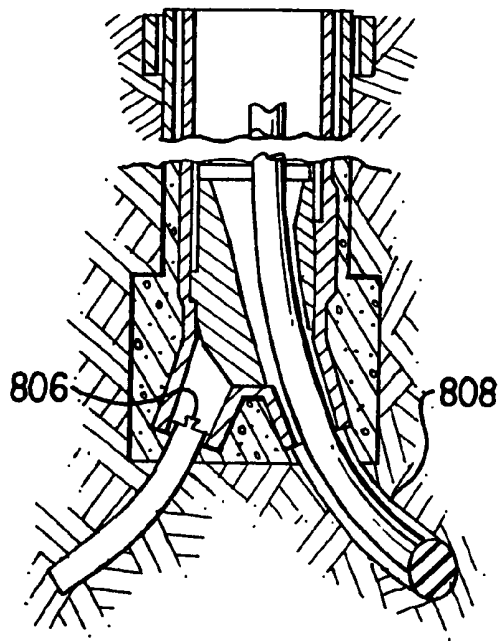


FIG. 11H

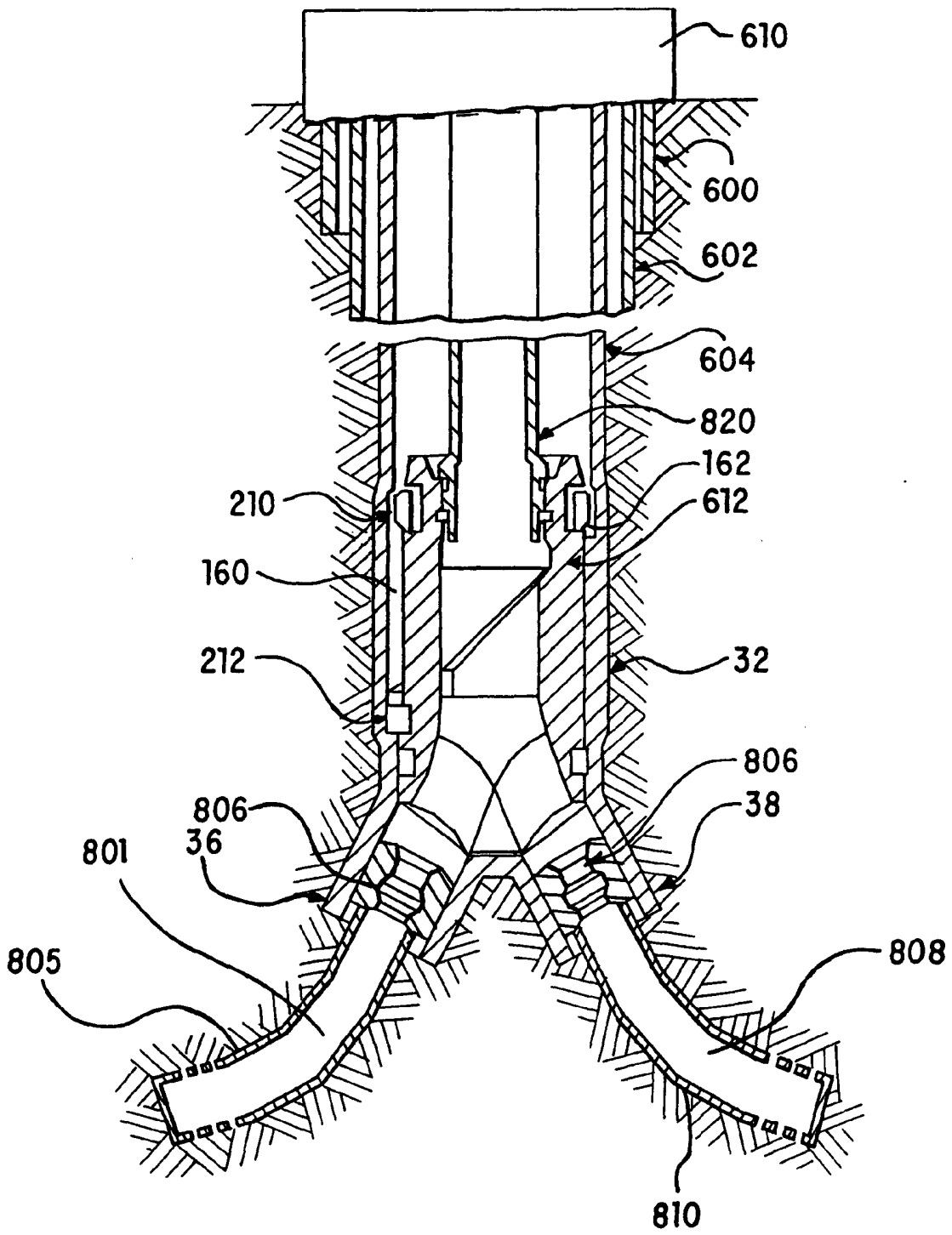


FIG. 12

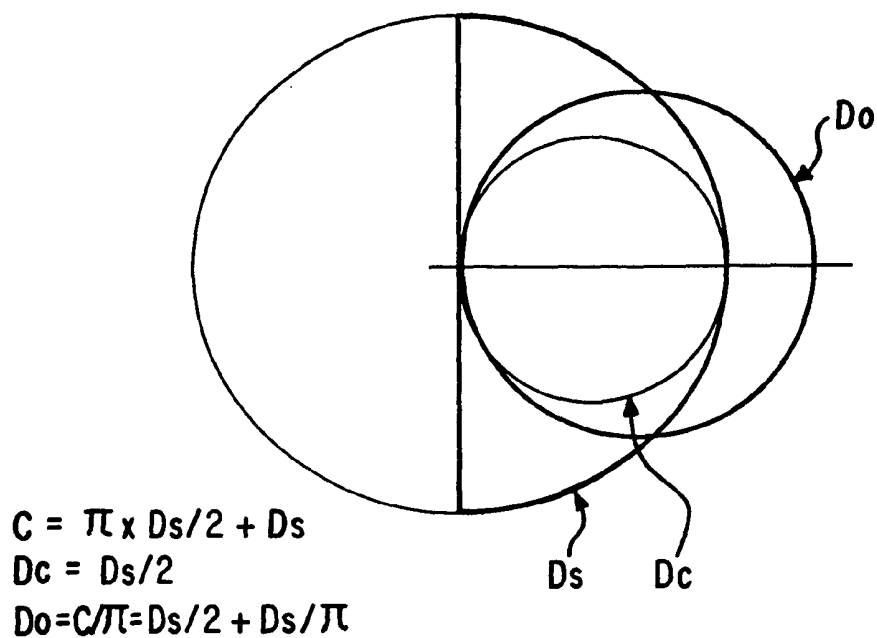


FIG. 13A

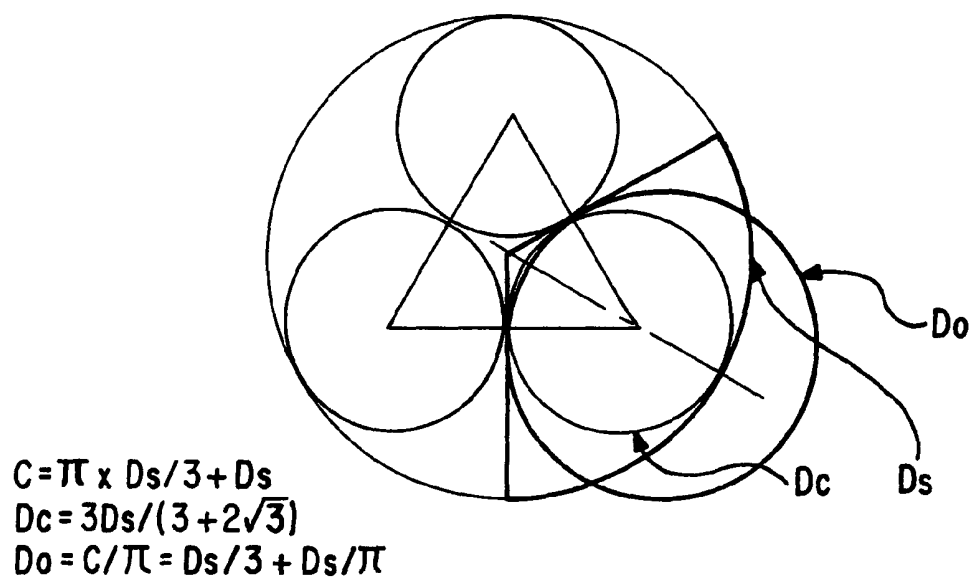


FIG. 13B

FIG. 14A

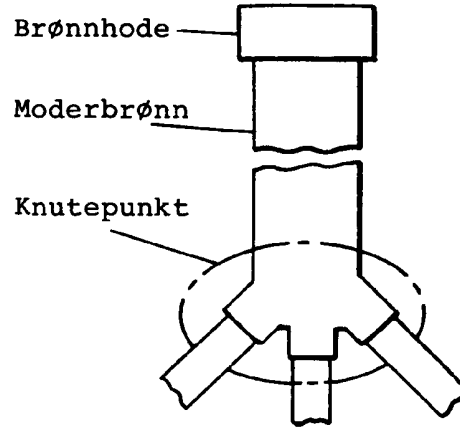
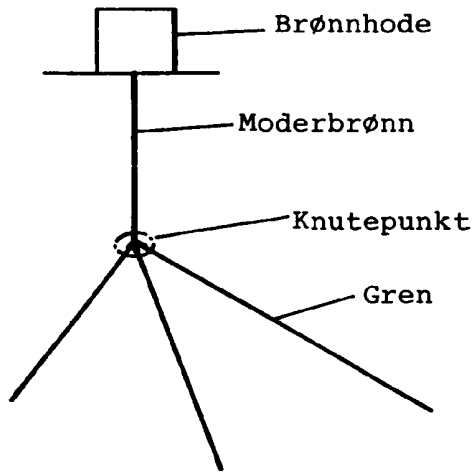


FIG. 14B

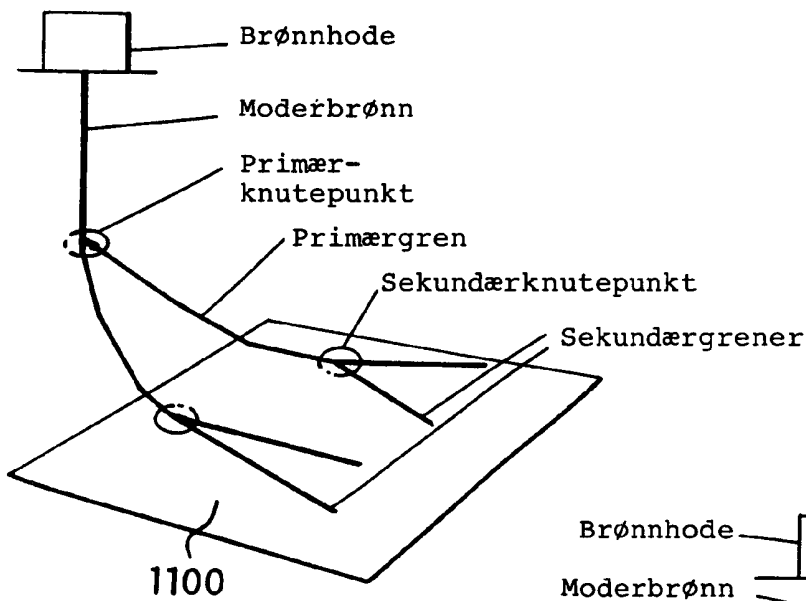


FIG. 14C

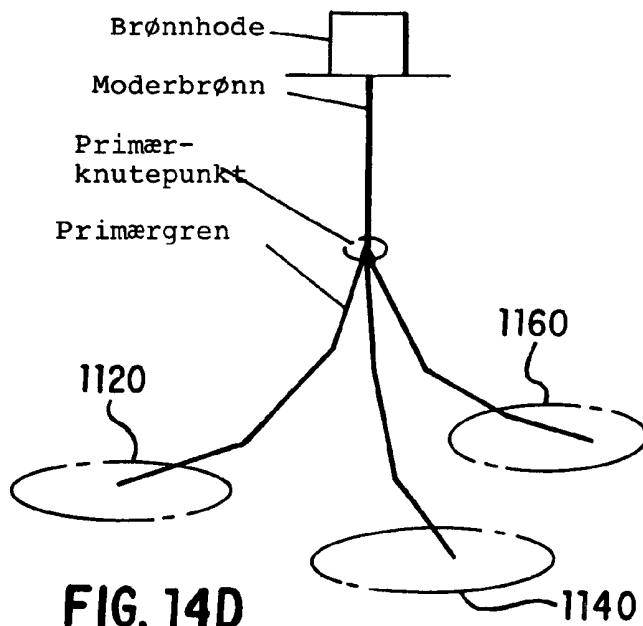


FIG. 14D

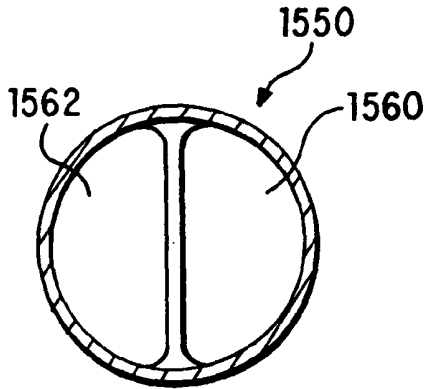


FIG. 15B

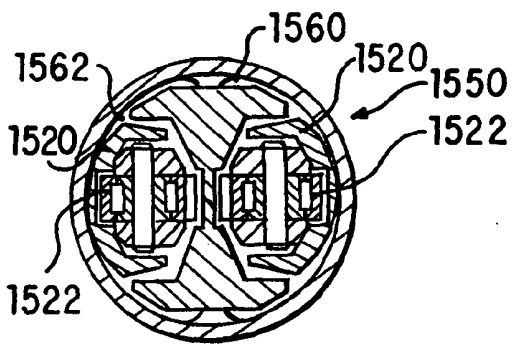


FIG. 15B'

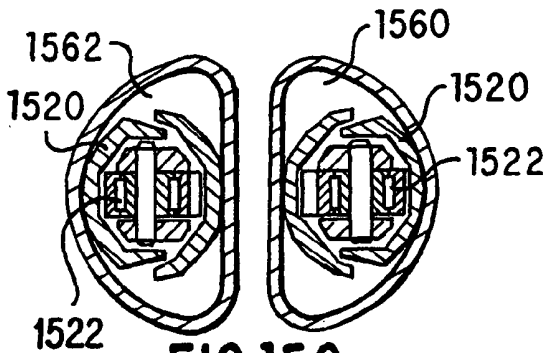


FIG. 15C

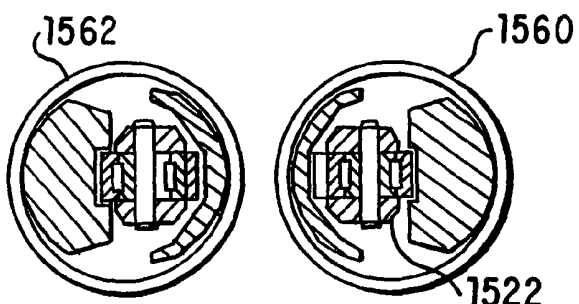


FIG. 15D

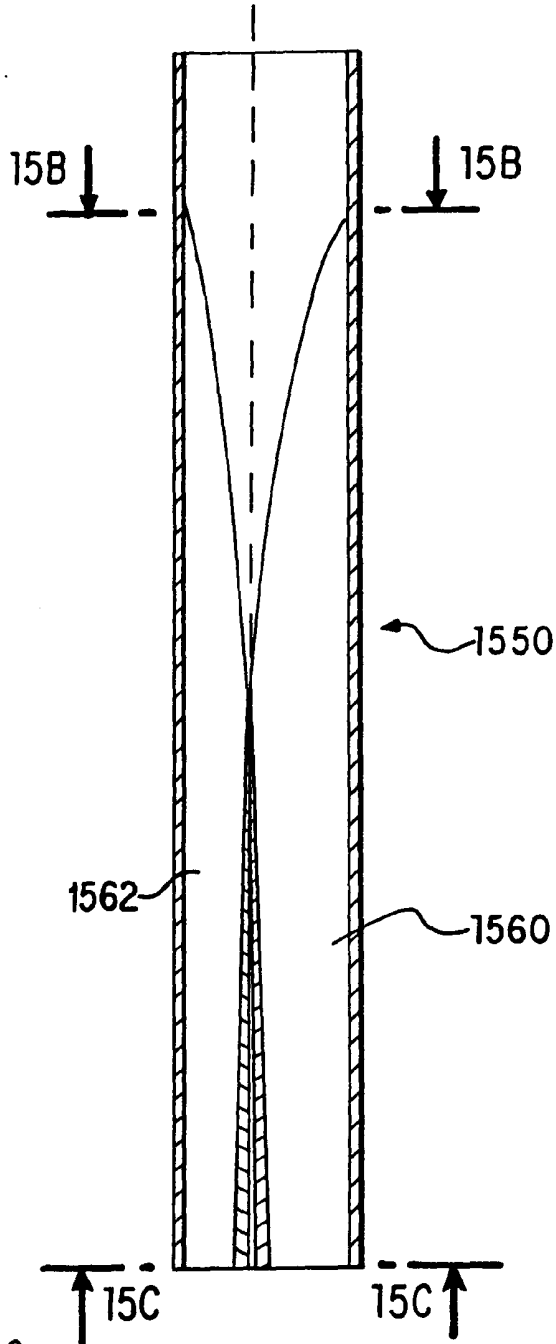


FIG. 15A

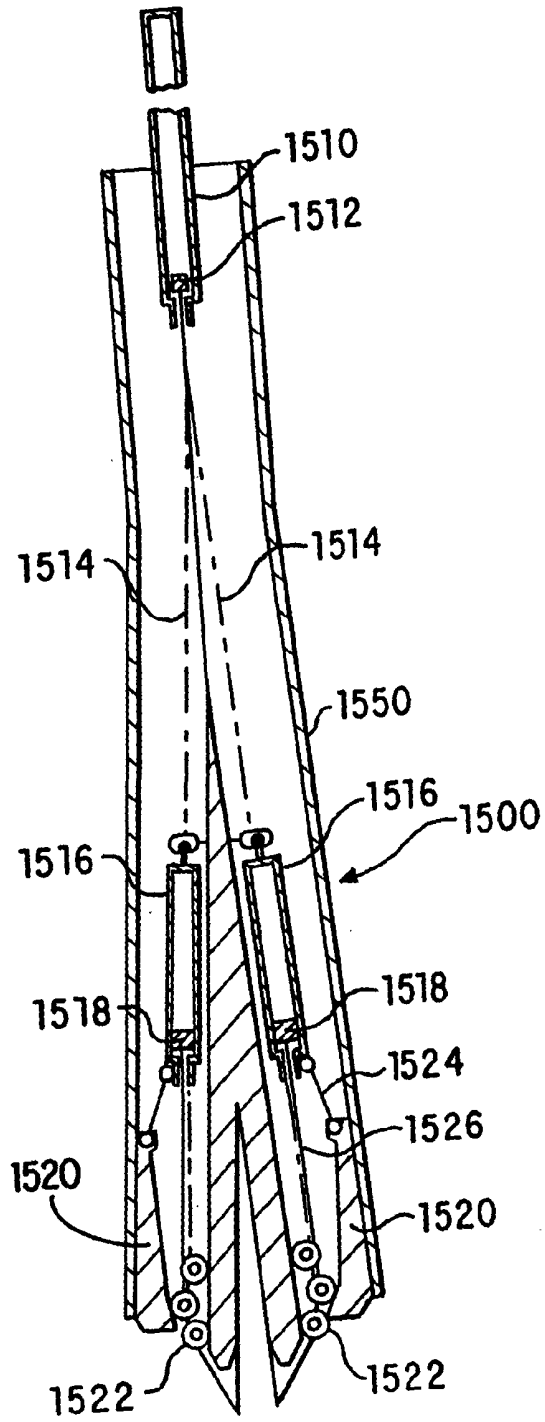


FIG. 16

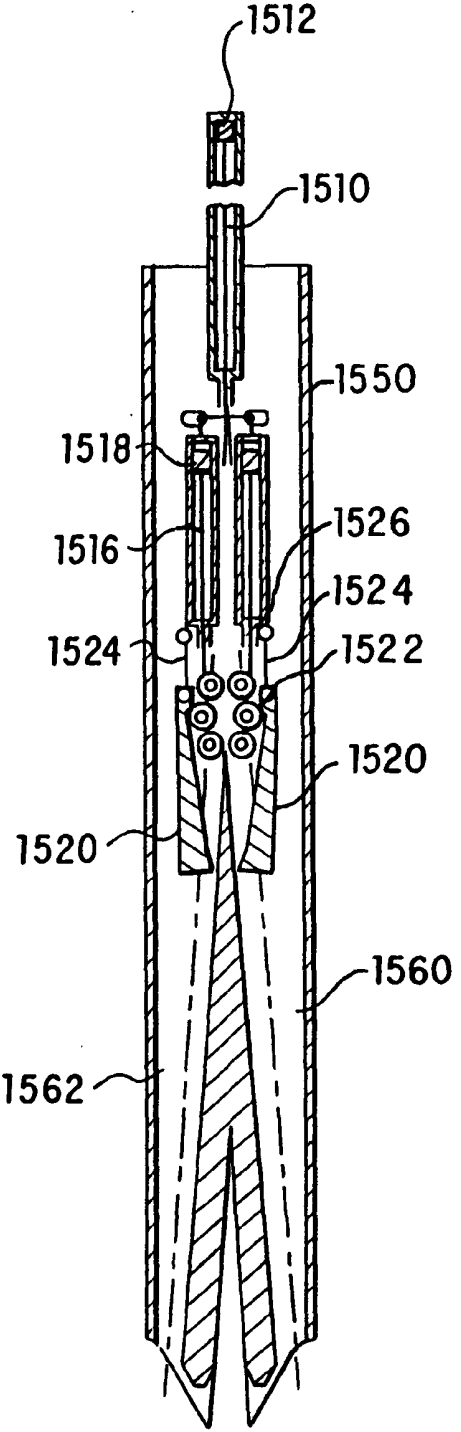


FIG. 17A

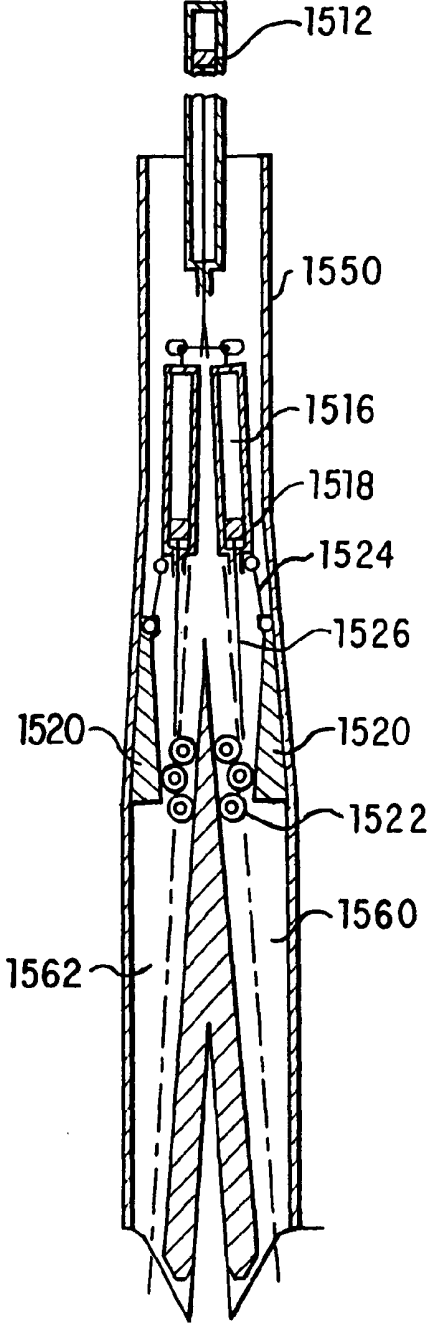


FIG. 17B

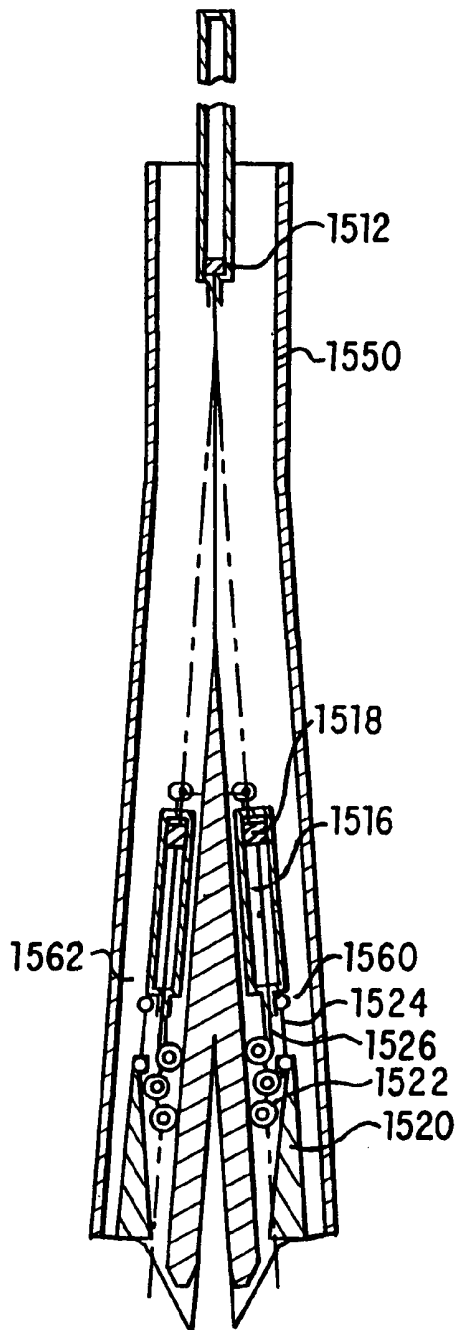


FIG. 17C

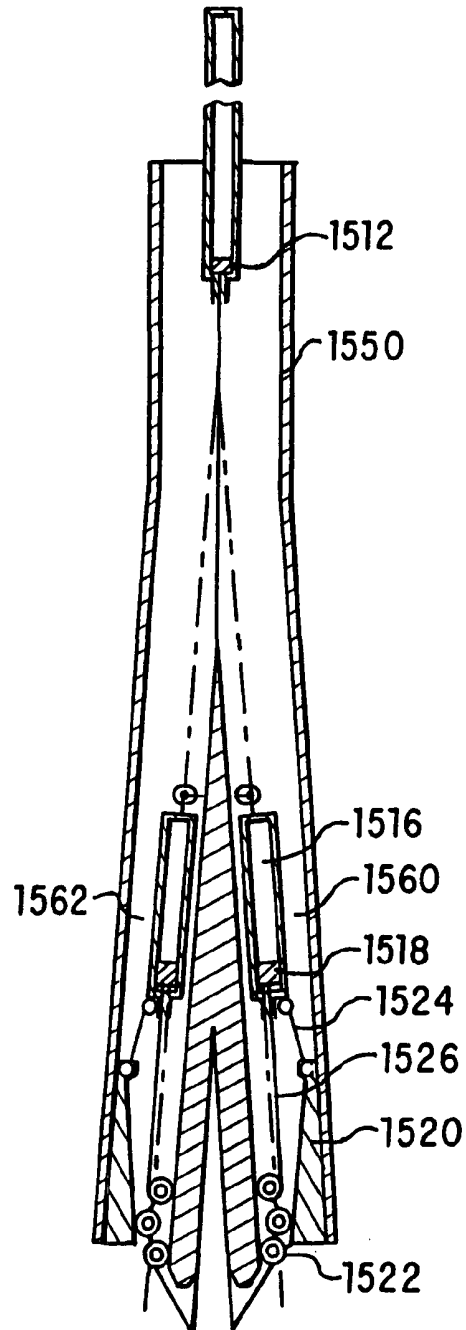


FIG. 17D