(19) DANMARK

(10) **DK 178475 B1**

(12) PATENTSKRIFT

Patent- og Varemærkestyrelsen

(51) Int.Cl.: ***B 23 K 9/028 (2006.01)***

(21) Ansøgningsnummer: **PA 2005 01277**

(22) Indleveringsdato: **2005-09-13**

(24) Løbedag: **2003-03-28**

(41) Alm. tilgængelig: **2005-09-13**

(45) Patentets meddelelse bkg. den: **2016-04-11**

(86) International ansøgning nr: **PCT/NL03/00240**

(86) International indleveringsdag: **2003-03-28**

(85) Videreførelsesdag: **2005-09-13**

(30) Prioritet: **2003-02-14 NL PCT/NL03/00114**

(73) Patenthaver: **Heerema Marine Contractors Nederland SE, 55, Vondellaan, NL- 2332 AA Leiden, Holland**

(72) Opfinder: **Frits-Jan Koppert, Moldau 13, NL 2911 HE Nieuwerker Aan den Ljssel, Holland**
Cornelis Van Zandwijk, Herbarenerf 13, 2743 HA Waddinxveen, Holland

(74) Fuldmægtig: **Chas. Hude A/S, H.C. Andersens Boulevard 33, 1780 København V, Danmark**

(54) Benævnelse: **Apparat og fremgangsmåde til at forbinde rørender med hinanden**

(56) Fremdragne publikationer:
US 4373125 A

(57) Sammendrag:
Fremgangsmåde og apparat til at forbinde rørstykker (102, 104) med hinanden med henblik på at danne en undervandsrør ledning. Rørstykkerne (102, 104) befinder sig i en op til hinanden stødende position og har en i hovedsagen lodret orientering. En øvre ende (108) af de senest forbundne rørstykker (104) skal svejses sammen med en nedre ende (106) af et nyt rørstykke (102). Apparatet omfatter i det mindste to svejseudstyrsbæreindretninger (148, 152) og mindst to svejsehoveder (110, 112). Hvert svejsehoved er forbundet med en udstyrsbæreindretning (148, 152) ved hjælp af mindst en navlestreng (130, 132). Apparatet har endvidere en svejsehovedføreindretning (113), som er indrettet til at blive fastgjort til enten det øvre eller det nedre rørstykke. Svejsehovedføreindretningen (113) fører svejsehovederne omkring rørstykkerne (102, 104). Apparatet har endvidere en føreindretning (133), som fører svejsehovedudstyrsbæreindretningerne (148, 152) rundt om svejseområdet (115). Svejseudstyrsbæreindretningerne (148, 152) er bevægelige uafhængigt af hinanden.

Fortsættes ...

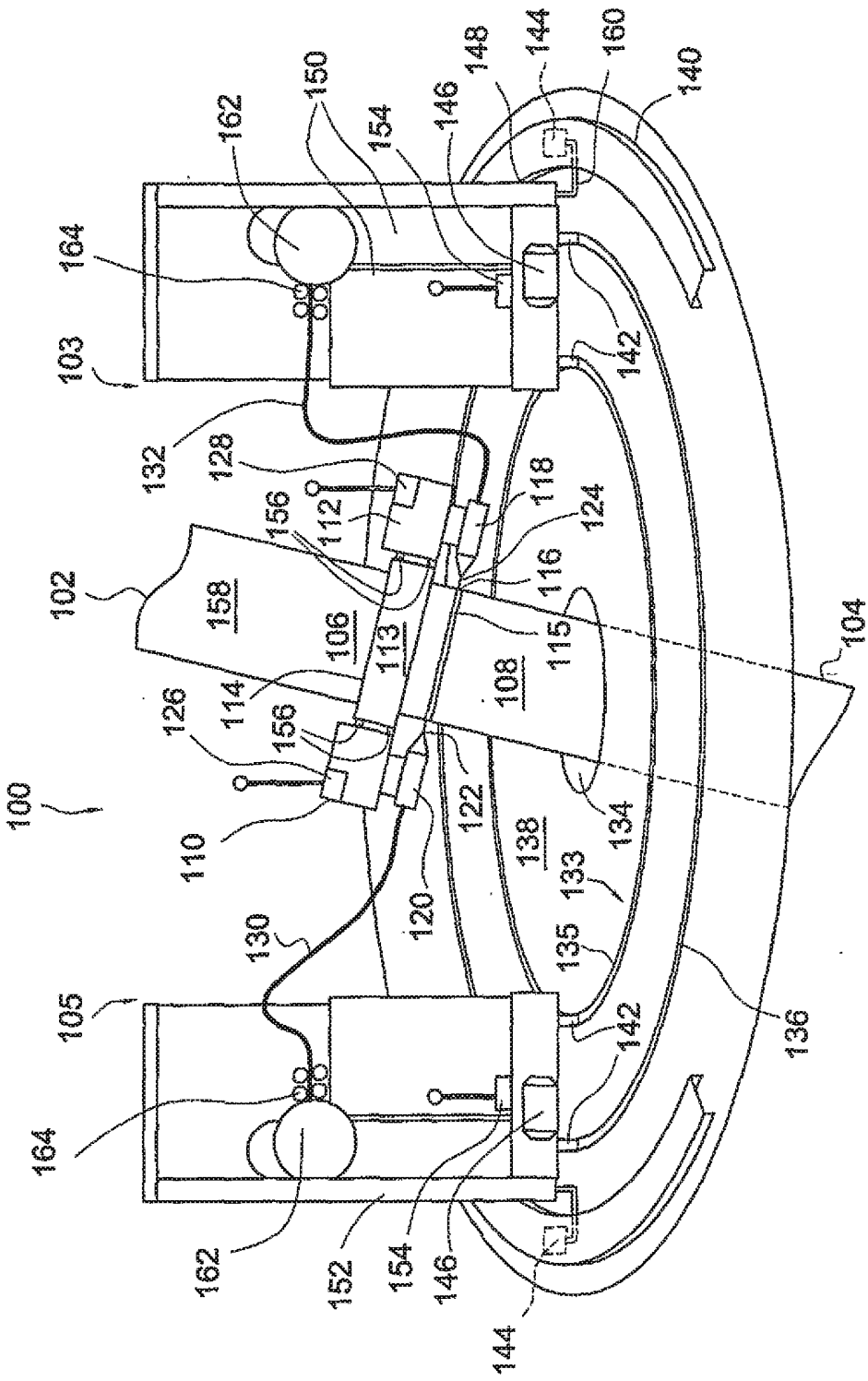

100
102
103
104
105
106
108
110
112
113
114
115
116
118
120
122
124
126
128
130
132
133
134
135
136
138
140
142
144
146
148
150
152
154
156
158
160
162
164

Fig. 1

Titel: Apparat og fremgangsmåde til at forbinde rørender med hinanden.

Opfindelsen angår et apparat og en fremgangsmåde til at forbinde rørender med hinanden, såsom inden for offshore industrien, hvor på dybt vand rørstykker forbindes med hinanden i lodret retning for at danne en rørledning, som sænkes ned fra et fartøj til en bund, der befinder sig under vandet. Ved en sådan rørlægningsmetode, som almindeligvis omtales som en J-lægningsmetode, svejses et antal rørstykker sammen, således at de tilsammen danner en del af rørledningen, der hænger ned fra et fartøj i en i alt væsentligt lodret retning, hvor en øvre ende af det senest forbundne rørstykke skal svejses sammen med den nedre ende af et nyt rørstykke, der rettes ind på linje oven over denne øvre ende. I en speciel udførelsesform for J-lægningsmetoden er rørstykkernes ender forsynet med kraver for lettere at håndtere rørstykkerne. Ved afslutningen af en svejsning gribes enden af rørledningen ved hjælp af kraven med en hovedspændeindretning og sænkes ned lige under svejsepositionen for at træffe forholdsregler til, at et nyt rørstykke skal anbringes over den øvre ende af den nedsænkede rørledning.

Fra US patent nr. 6.313.426 kendes et svejseapparat til at svejse rørstykker sammen til dannelse af en undervandsrørledning. Rørstykkerne befinder sig i en i hovedsagen opret orientering, idet den nedre ende af et øvre rørstykke støder op til den øvre ende af et nedre rørstykke, som danner den for tiden værende ende af en rørledning. Dette apparat indeholder en roterbar udstyrsholder, som bærer svejseudstyret. Denne udstyrsholder er indrettet til at rotere omkring en i hovedsagen lodret akse og har en central åbning, hvorigennem rørstykkerne er i stand til at passere, efterhånden som en rørledning udlægges. Omkring enden af et rørstykke fastgøres en føreindretning til føring af et antal svejsehoveder, som er anbragt med en indbyrdes vinkelafstand omkring rørstykkerne langs en føringsbane. Det tilhørende svejseudstyr er indeholdt i den roterbare udstyrsholder. Hvert svejsehoved er tilknyttet hver sin sektor på den roterbare udstyrsholder og er forbundet med det tilhørende svejseudstyr, som er anbragt i den respektive sektor ved hjælp af en fleksibel forbindelsesledning eller navlestreng, som har en begrænset længde. Den roterbare ud-

styrsholders respektive sektorer drejer rundt om rørstykket, medens de tilhørende svejsehoveder drejer rundt om rørstykket.

Fra US patent nr. 4.373.125 kendes et apparat til at svejse rør sammen. Apparatet har to bæreindretninger, som nu kan bevæges uafhængigt af hinanden, og som er monteret på en understøtningsindretning. Hver bæreindretning bærer to svejsehoveder, som bevæges sammen med bæreindretningen

Under en svejseproces, som udøves med det kendte apparat, kan der opstå et problem, hvis et eller flere af svejsehovederne drejer rundt om rørstykket ved en anden vinkelhastighed end et eller flere af de andre svejsehoveder. Da den roterbare udstyrsholder er et enhedsapparat, bevæger hver sektor i det roterbare holderudstyr sig rundt om rørstykket ved samme vinkelhastighed. Da de forskellige svejsehoveder bevæger sig ved forskellige hastigheder, kommer de til at befinde sig ved forskellige afstande fra deres tilsvarende sektor på den roterende udstyrsholder, hvilket kan indebære at en eller flere af navlestrengene kan blive strakt overdrevet meget. Hvis dette indebærer beskadigelse af navlestrengen eller et svejsehoved, som ikke kan udøve sin funktion på rette måde, kan svejsningen, der skal laves, gå hen at indeholde svejsefejl, der kun kan repareres til høje omkostninger og med et betydeligt tidstab.

Hvis rørstykkernes ender er forsynet med kraver, gribes rørledningens ende ved den øvre krave med en hovedspændeindretning efter afslutningen af svejsningen, og den grebne ende sænkes ned under svejsepositionen. En ulempe ved det kendte apparat i forbindelse med denne specifikke udførelsesform er sammenstød imellem den store hovedspændeindretning og svejseudstyret, der befinder sig i faste positioner i den roterbare udstyrsholder.

Formålet med opfindelsen er at tilvejebringe et svejseapparat og en fremgangsmåde, hvori et eller flere af svejsehovederne kan have hastigheder, som er forskellige fra et eller flere af de andre svejsehoveder, uden at der er fare for beskadigelse af en navlestreng.

Formålet med opfindelsen er også at reducere risikoen for sammenstød imellem en hovedspændeindretning, som anvendes til at sænke rørledningen, og svejseudstyret.

Ifølge den foreliggende opfindelse opnås i det mindste ét af ovennævnte formål i et apparat til at forbinde rørstykker med hinanden, hvilke rørstykker anbringes i en i hovedsagen opretstående position, idet et øvre rørstykkes nedre ende rettes op på linje med et nedre rørstykkes øvre ende, idet den øvre ende og den nedre ende danner et svejseområde, hvilket apparat omfatter: i det mindste to svejseudstyrsspærreindretninger, i det mindste to svejsehoveder, hvor hvert svejsehoved er forbundet med sin svejseudstyrsbæreindretning ved hjælp af mindst en navlestreng, en svejsehovedføreindretning, som er indrettet til at blive fastgjort til enten det øvre eller det nedre rørstykke med henblik på at føre hvert svejsehoved langs svejseområdet, en føreindretning til at føre svejseudstyrsbæreindretningerne rundt om svejseområdet, hvor hver navlestreng åbner mulighed for en begrænset relativ bevægelse i en rundtgående retning omkring rørstykket mellem hvert svejsehoved og dets tilhørende svejseudstyrsbæreindretning og de i det mindste to svejseudstyrsbæreindretninger er bevægelige uafhængigt af hinanden.

I modsætning til apparatet ifølge den kendte teknik, hvor alle den roterbare udstyrsholders sektorer drejer med samme vinkelhastighed, er hver svejseudstyrsbæreindretning i apparatet ifølge opfindelsen bevægeligt uafhængigt af en anden svejseudstyrsbæreindretning langs en føreindretning. Hver svejseudstyrsbæreindretning er således bevægelig synkront med det tilhørende svejsehoved, og enhver overdreven stor belastning af den navlestreng, som forbinder svejseudstyrsbæreindretningerne med det tilhørende svejsehoved, kan undgås, hvorved en potentiel kilde til svejsefejl elimineres.

Der kan anvendes én føreindretning til alle svejseudstyrsbæreindretningerne, men det er også muligt at anvende en separat føreindretning til hver svejseudstyrsbæreindretning.

I en foretrukken udførelsesform, som er let at fremstille til forholdsvis lave omkostninger og kræver lille vedligeholdelse, er føreindretningen stationær.

I en anden foretrukken udførelsesform monteres føreindretningen under svejseområdet, og svejseudstyrsbæreindretningerne bæres af føreindretningen. I denne udførelsesform er svejseudstyrsbæreindretningerne og navlestrengene let tilgængelige for en svejseoperatør.

I en anden foretrukken udførelsesform er føreindretningen monteret over svejseområdet, og svejseudstyrsbæreindretningerne er ophængt i føreindretningen. I denne udførelsesform for opfindelsen kommer svejseudstyret ikke i karambollage med svejseoperatører, som overvåger en svejseproces. Dette tilvejebringer et hensigtsmæssigt arrangeret svejseområde.

I en foretrukken udførelsesform omfatter føreindretningen i det mindste én skinne, og svejseudstyrsbæreindretningen omfatter i det mindste ét hjul, der føres ved hjælp af den i det mindste ene skinne. Skinnen eller skinnerne (f.eks. to parallelle skinner) kan være således anbragte, at hver svejseudstyrsbæreindretning hviler herpå eller er ophængt heri. Det i det mindste ene hjul åbner med fordel mulighed for en let bevægelse af hver svejseudstyrsbæreindretning langs skinnen.

I en anden foretrukken udførelsesform strækker en elektrisk energitilførselsledning sig rundt om svejseområdet, og hver svejseudstyrsbæreindretning omfatter en glidekontakt til etablering af en elektrisk forbindelse imellem energitilførselsledningen og svejseudstyrsbæreindretningen. Svejseudstyrsbæreindretningerne kan således rotere omkring det øvre eller nedre rørstykke over et stort antal omdrejninger, samtidig med at de forsynes med elektrisk energi på en enkel måde. En begrænset bevægelse af svejseudstyrsbæreindretningerne som følge af et elektrisk energikabels endelige længde bliver herved undgået. Med forskellige glidekontakter kan der etableres forskellige endeløse elektriske forbindelser til forskellige formål.

I en foretrukken udførelsesform omfatter hvert svejsehoved et styrbart svejsehoveddrev til at bevæge svejsehovedet langs svejsehovedføreindretningen med en styrbar hastighed. Svejseprocessen kan herved med fordel styres nøjagtigt. I overensstemmelse med en bedømmelse af en svejseoperatør kan bevægelsen tilpasses efter udtryk som et svejsehoveds position og hastighed. Svejseoperatøren kan også foretage målinger i forbindelse med svejseprocessen og tilpasse svejsehovedets hastighed på basis af disse målinger. Hastighedsstyringen kan imidlertid også opnås ved at frembringe et signal ved hjælp af en eller flere passende følere, der er indrettet til at overvåge svejseprocessen ved det tilsvarende svejsehoved og bearbejde følerens signal eller signaler med henblik på at styre en svejsehovedhastighed, hvorved undgås eller elimineres menneskelig indblanding. Det er også muligt at styre svejsehoveddrevet med forudbestemte, programmerede instruktioner.

I den nævnte foretrukne udførelsesform omfatter hver svejseudstyrsbæreindretning også et styrbart drev til at bevæge svejseudstyrsbæreindretningen langs føreindretningen med en styrbar hastighed. Svejseudstyrsbæreindretningens hastighedsstyring kan opnås ved, at en operatør overvåger det tilsvarende svejsehoveds fremrykning og tilpasser hastigheden på basis af de operationer, der foretages, for at sikre, at svejseudstyrsbæreindretningens vinkelposition i forhold til svejseområdet er den samme som det tilhørende svejsehoveds vinkelposition i så vidt omfang som muligt.

Hvert svejsehoved omfatter fortrinsvis et styrbart svejsehoveddrev til at bevæge svejsehovedet langs svejsehovedføreindretningen med en styrbar hastighed, og hver svejsehovedbæreindretning omfatter et styrbart drev til at bevæge svejseudstyrsbæreindretningen langs føreindretningen med en styrbar hastighed, hvorved hvert svejsehoveddrev er koblet til hver sit af svejseudstyrsbæreindretningernes drev til hver svejseudstyrsbæreindretning for at opretholde i alt væsentligt samme vinkelposition i forhold til svejseområdet som det tilhørende svejsehoved. Svejseudstyrsbæreindretningen kan med fordel holde i alt væsentligt samme vinkelposition i forhold til svejseområdet som svejsehovedet, hvorved undgås eller minimeres menneskeligt indgreb. I dette tilfælde kan der

ved hjælp af en eller flere passende følere frembringes et signal, som er repræsentativt for et af svejsehovedernes vinkelhastighed eller position i forhold til svejseområdet. Dette signal kan overføres trådløst eller via en ledningsforbindelse til svejseudstyrsbæreindretningens drev via en tilhørende navlestreng. I svejseudstyrsdrevet behandles signalet på en sådan måde, at det anvendes til styring af den tilhørende svejseudstyrsbæreindretnings vinkelhastighed og/eller position. En ledningsforbindelse giver fordelen, der hører til lav følsomhed over for sammenstød, og en trådløs forbindelse giver fordelen med hensyn til lave omkostninger og en enkel konstruktion.

Hvert svejsehoved har fortrinsvis en eller flere brændere. Hvis der anvendes én svejsebrænder i forbindelse med hvert svejsehoved, opnås der fordelen ved et hensigtsmæssigt svejsearrangement, som kan styres på optimal måde. Hvis der anvendes flere end én svejsebrænder til hvert svejsehoved, kan der anbringes mere svejsemateriale i samme tidsperiode, hvorved der med fordel opnås en hurtigere svejseproces.

I en yderligere foretrukken udførelsesform er der på hver svejseudstyrsbæreindretning monteret en første svejsetrådsrulle til at levere en svejsetråd til det tilhørende svejsehoved. En sådan svejsetråd vil blive ført frem igennem ovennævnte navlestreng, som med fordel ifølge opfindelsen kan foreligge i en begrænset længde og være fri for overskydende belastninger som følge af hvert svejsehoveds og dets tilhørende svejseudstyrsbæreindretnings synkroniserede bevægelse.

Til en yderligere forbedring af pålideligheden med hensyn til fremføringen af svejsetråden til svejsehovedet er der monteret i det mindste én anden svejsetrådsrulle på et af svejsehovederne, idet hvert af de andre svejsetrådsruller er forbundet med det tilhørende svejsehoved ved hjælp af en svejsetrådsfremføringsledning med henblik på at føre en svejsetråd frem til svejsehovedet. Den anden svejsetrådsrulle kan være et supplement til den første svejsetrådsrulle eller kan erstatte den første svejsetrådsrulle. Hvis der kun anvendes en anden svejsetrådsrulle, er navlestrengen kun krævet til at bære gas, et kølefluidum,

elektriske ledere og eventuelt optiske ledere fra svejseudstyrsbæreindretningen til det eller de tilhørende svejsehoveder, hvilket åbner mulighed for en forholdsvis lang navlestrengslængde i modsætning til i den situation, hvor den første svejsetrådsrulle anvendes, hvor længden af navlestrengen er begrænset til længden af svejsetråden, som kan passere igennem navlestrengen uden mekaniske problemer.

I det mindste er én udstyrsbæreindretning fortrinsvis forsynet med en understøtning til at bære en svejseoperatør. Dette giver den fordel, at en svejseoperatør kan transporteres ved hjælp af svejseudstyrsbæreindretningen ved samme vinkelhastighed som svejsehovedets vinkelhastighed, således at svejseoperatøren kan overvåge og styre svejseprocessen fra en passende position. Svejseoperatøren behøver ikke at gå, men han kan stå eller sidde på understøtningen. Dette øger svejseprocessens sikkerhed på grund af, at svejseoperatøren ikke løber nogen risiko for at snuble over, ramme ind i eller blive filtret ind i en del af svejseudstyret, såsom en navlestreng, en svejseudstyrsbæreindretning, et svejsehoved eller en anden del af udstyret.

Det er også muligt at tilvejebringe en styrekonsol, som monteres på svejseudstyrsbæreindretningen, således at der skabes et styremiljø det muliggør, at en svejseoperatør kan have fuld kontrol over svejseprocessen.

I en yderligere foretrukken udførelsesform er der tilvejebragt en platform til at bære en operatør nær svejseområdet, idet en øvre side af platformen strækker sig i et i alt væsentligt vandret plan. I en enkel og billig konstruktion kan platformen være stationær og åbne mulighed for, at operatøren kan følge svejseprocessens fremskridning i svejseområdet ved at gå rundt om svejsesektionerne. I en sådan udførelsesform kan den ovenfor omtalte føreindretning blive monteret på platformen eller på platformens øvre side, især hvis føreindretninger omfatter en eller flere skinner. Denne platform kan også være roterbar omkring det nedre rørstykke, hvilke vil muliggøre, at en operatør kan følge svejseprocessens fremskridning uden at være nødt til at gå særlig meget på platformen, især hvis plat-

formens vinkelhastighed i alt væsentligt svarer til den vinkelhastighed, hvorved det eller de svejsehoveder, der skal overvåges af operatøren, bevæger sig.

En del af hver navlestreng understøttes fortrinsvis ved hjælp af en bærekæde, som løber i umiddelbar nærhed af navlestrengen, og hvormed navlestrengen er forbundet med i alt væsentligt regelmæssige intervaller. Bærekæden forstærker navlestrengen, forhindrer beskadigelse som følge af slid og rivning og forhindrer, at den i det mindste ene navlestreng udsættes for store kræfter.

I det følgende vil særlige træk og fordele ved opfindelsen blive beskrevet nærmere i forbindelse med udførelseseksempler under henvisning til tegningen, hvor samme dele, som har samme funktion, er forsynet med samme henvisningstal.

På tegningen viser

figur 1 en skematisk, perspektivisk afbildning af et svejseapparat ifølge en første udførelsesform for opfindelsen,

figur 2 en skematisk, perspektivisk afbildning af et svejseapparat, men ifølge en anden udførelsesform for opfindelsen,

figur 3 en skematisk, perspektivisk afbildning af et svejseapparat, men ifølge en tredje udførelsesform for opfindelsen,

figur 4 en skematisk, perspektivisk afbildning af et svejseapparat, men ifølge en fjerde udførelsesform for opfindelsen,

figur 5 en skematisk, perspektivisk afbildning af et svejseapparat, men ifølge en femte udførelsesform for opfindelsen,

figur 6 en skematisk, perspektivisk afbildning af et svejseapparat, men ifølge en sjette udførelsesform for opfindelsen,

figur 7 en skematisk, perspektivisk afbildning af et svejseapparat, men ifølge en syvende udførelsesform for opfindelsen,

figur 8 en skematisk, perspektivisk afbildning af et svejseapparat, men ifølge en ottende udførelsesform for opfindelsen,

figur 9 en skematisk, perspektivisk afbildning af et svejseapparat, men ifølge en niende udførelsesform for opfindelsen,

figur 9a en del af det i figur 9 viste svejseapparat, set fra siden,

figur 9b en detaljeret afbildning af den i figur 9a viste del af svejseapparatet, set ovenfra,

figur 10 en skematisk, perspektivisk afbildning af et svejseapparat ifølge en tiende udførelsesform for opfindelsen,
figur 11 en skematisk, perspektivisk afbildning af et svejseapparat ifølge en tiende udførelsesform for opfindelsen, og

figur 11 a et detaljeret tværsnit af en del af det i figur 11 viste svejseapparat set efter linien XI-XI.

Figur 1 viser et svejseapparat 100 til at forbinde et øvre rørstykke 102 med et nedre rørstykke 104. Apparatet 100 kan anbringes inden i et hus (ikke vist). De to rørstykker 102 og 104 er i alt væsentligt opretstående og har en ydre røroverflade (158). Det øvre rørstykke 102 har en nedre ende 106, og det nedre rørstykke 104 har en øvre ende 108. Rørstykkerne er placeret i en position, hvori enderne 106 og 108 støder an imod hinanden. Rørstykkerne 102 og 104 har normalt et cirkulært tværsnit, men det er også muligt, at de har f.eks. et ovalt eller elliptisk tværsnit.

Den op til hinanden stødende nedre ende 106 og øvre ende 108 er blevet forbehandlet før svejseprocessen, således at begge ender har nøjagtigt den øn-

skede form. De op til hinanden stødende rørender 106, 108 kan afgrænse en rille (ikke vist). Denne rille kan have en i alt væsentligt V-form eller en U-form eller en hvilken som helst anden form, som er velegnet til at tjene som en basis for en svejset forbindelse. De op til hinanden stødende rørender 106, 108 eller rillen, der dannes herved, afgrænser et svejseområde 115.

En svejsehovedføreindretning 113, som omfatter en føreskinne 114, er aftageligt monteret nær én af enderne 106, 108 på de to rørstykker 102, 104. I figur 1 er svejsehovedføreindretningen 113 ringformet og strækker sig omkring rørstykkets 102 periferi og er placeret ved en forudbestemt afstand fra svejseområdet 115. Svejsehovedføreindretningen 113 har samme form som rørstykket 102, 104. I den situation, hvor rørstykket 102, 104 er cirkulært, er svejsehovedføreindretningen 113 også cirkulær. Hvis rørstykkerne 102, 104 er ovale eller elliptiske, vil føreindretningen også være oval eller elliptisk.

De to svejsehoveder 110, 112 er bevægeligt forbundet med svejsehovedføreindretningen 113. I en anden udførelsesform kan der anvendes flere end to svejsehoveder.

Hvert svejsehoved 110, 112 er forsynet med mindst ét hjul 156, som ruller langs svejsehovedføreindretningen 113, hvorved svejsehovederne 110, 112 drejer omkring rørstykket 102.

Svejsehovedføreindretningen 113 bestemmer nøjagtigt svejsehovedernes 110, 112 radiale position i forhold til svejseområdet 115 og opretholder en forudbestemt afstand imellem svejsehovederne 110, 112 og rørstykkernes 102, 104 overflade 158. Svejsehovedføreindretningen 113 bestemmer også svejsehovedernes 110, 112 aksiale position i forhold til svejseområdet 115.

Hvert svejsehoved 110, 112 omfatter i det mindste én svejsebrænder 118, 120. Fortrinsvis har hvert svejsehoved 110, 112 to svejsebrændere 118, 120. Svejsebrænderen 118, 120 omfatter en trådkanal (ikke vist i detalje) til at fremføre svejsetråd til svejseområdet 115. Svejsebrænderen 118, 120 omfatter også en

gaskanal (ikke vist i detalje) til at fremføre gas til svejseområdet 115. Svejsebrænderen 118, 120 har endvidere fluidumkanaler (ikke vist i detalje) til at lede kølefluidum igennem svejsebrænderen 118, 120. Ved hjælp af dette kølefluidum kan svejsebrænderen 118, 120 afkøles under brug.

Hvert svejsehoved 110, 112 kan omfatte et svejsehoveddrev (ikke vist i detalje), fortrinsvis en elektrisk motor, til at drive svejsehovedet langs svejsehovedføreindretningen 113.

Hver svejsebrænder 118, 120 omfatter et radialt positioneringsapparat (ikke vist) til at placere brænderen i en forudbestemt radial position i forhold til rørstykkerne 112, 114. På denne måde kan den radiale afstand fra svejsebrænderen 118, 120 til svejseområdet 115 styres nøjagtigt.

En i alt væsentligt ringformet stationær platform 138, som har en central åbning 134, er monteret under de op til hinanden stødende ender 106, 108 på rørstykkerne 102, 104. Den stationære platform 138 strækker sig i en i alt væsentligt vandret retning. Det nedre rørstykke 104 passerer igennem en central åbning 134 i platformen 138.

Der er desuden tilvejebragt en føreindretning 133, som omfatter et indre spor 135 og et ydre spor 136, som begge danner en løkke omkring den centrale åbning 134 og er monteret på platformen 138. Føreindretningen 133 kan være aftageligt monteret omkring rørstykkerne 102, 104.

Proximalt i forhold til sporene 135, 136 er der monteret en ringformet energitilførselsledning 140. Denne energitilførselsledning 140 tilvejebringer den elektriske energi, der er nødvendig for svejseprocessen. Energitilførselsledningen 140 kan være anbragt på indersiden af det indre spor 135 eller på ydersiden af det ydre spor 136 eller imellem det indre spor 135 og det ydre spor 136. Energitilførselsledningen 140 kan også være monteret højere eller lavere end sporene 135, 136 og kan omfatte flere separate elektriske kredsløb (ikke vist).

To svejseudstyrsbæreindretninger 148, 152, som har hjul 142, er placeret på sporene 135, 136 og er indrettet til at blive transporteret langs disse spor. I en anden udførelsesform for opfindelsen anvendes der én svejseudstyrsbæreindretning eller et antal (større end to) af svejseudstyrsbæreindretninger 148, 152, og et eller flere af svejsehovederne kan være forbundet med en svejseudstyrsbæreindretning.

Hver svejseudstyrsbæreindretning 148, 152 har en energiledning 160. Denne energiledning forbinder den elektriske omformer med i det mindste én glidekontakt 144. En glidekontakt 144 er glidbart forbundet med energitilførselsledningen 140 med henblik på at lede elektrisk strøm fra energitilførselsledningen 140 til energiledningen 160.

Hver svejseudstyrsbæreindretning 148, 152 kan være forsynet med et drev 146 til at transportere bæreindretningen langs sporene 135, 136. Dette drev kan være elektrisk og forsynes med energi via glidekontakterne 144 ved hjælp af den udvendige energitilførselsledning 140 eller genopladelige batterier, der er oplagret om bord på svejseudstyrsbæreindretningen 148, 152, eller også kan det forsynes med energi ved hjælp af en forbrændingsmotor på svejseudstyrsbæreindretningen. Et hydraulisk eller pneumatisk drev kan også være muligt, så længe svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 er bevægelige langs sporene 135, 136 med en forudbestemt retning, afstand og hastighed. Svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 kan også transporteres manuelt langs sporene 135, 136.

I stedet for at rulle på hjul kan svejseudstyrsbæreindretningerne bevæges på anden måde såsom ved glidning.

Hver svejseudstyrsbæreindretning 148, 152 bærer svejseudstyr 150. Dette svejseudstyr 150 kan omfatte et gasmagasin, midler til køling og cirkulering af fluidum, en elektrisk energitilførsel, en elektrisk omformer og et svejsetrådsmagasin, såsom en svejsetrådrulle 162. Svejseudstyret 150 i hver svejseudstyrs-

bæreindretning 148, 152 er forbundet med sit svejsehoved 110, 112 ved hjælp af en navlestreng henholdsvis 130 og 132.

Hver navlestreng 130, 132 leder forskellige fluider og elektrisk energi fra svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 til svejsehovederne 110, 112. Navlestrengen 130, 1132 kan omfatte et hult rør af fleksibelt materiale, såsom gummi, og hvorigennem de forskellige forbindelser imellem svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 og svejsehovederne 110, 112 løber. Den kan også omfatte et fleksibelt kabel eller en fleksibel kæde, hvortil de forskellige forbindelser imellem svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 og svejsehovederne 110, 112 er fastgjort, f.eks. ved hjælp af i alt væsentligt regelmæssige intervaller. Det kan også omfatte elementer, så længe de understøtter forbindelserne og holder disse forbindelser sammen med henblik på let håndtering, sikkerhed og operationsmæssig pålidelighed.

Igennem hver navlestreng 130, 132 er en gastilførselsledning, kølefluidumtilførsels og tilbageførselsledninger, en elektrisk energitilførselsledning og en svejsetrådsfremføringsledning, hver forbundet med svejsehovederne 110, 112.

Svejsetrådsmagasinet 162 kan være en svejsetrådsrulle eller en tromle eller en anden indretning, der er velegnet til oplagring af svejsetråd. Gasmagasinet omfatter gascylindere til oplagring af gas.

Svejsetråden (ikke vist) trækkes af svejsetrådsrullen 162 og drives langs navlestrengen 130, 132 frem til svejsebrænderen 118, 120 ved hjælp af en trådfremføringsindretning 164. Det er også muligt at tilvejebringe en anden svejsetrådsrulle (ikke vist), som er monteret på svejsehovedet. Den anden svejsetrådsrulle kan være tilvejebragt ud over den første svejsetrådsrulle 163 eller i stedet for den første svejsetrådsrulle 163.

Kølemidlerne omfatter en pumpe, kanaler, hvorigennem kølefluidummet pumpes ved hjælp af pumpen, og en varmeveksler til at køle fluidet.

Et svejseapparat 100 omfatter et styreapparat (ikke vist i detalje), som omfatter et antal styremoduler. Et styremodul er tilknyttet hvert svejsehoved 110, 112 og tilknyttet hver svejseudstyrsbæreindretning 148, 152.

Svejseapparatet 100 omfatter også et kommunikationsapparat. Dette kommunikationsapparat omfatter et antal kommunikationsmoduler 126, 128, 154. Hvert svejsehoved 110, 112 og hver svejseudstyrsbæreindretning 148, 152 omfatter et kommunikationsmodul. Som følge heraf har svejsehovederne 110, 112 og svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 hver et styremodul og et kommunikationsmodul.

Dette kommunikationsapparat kan f.eks. være et radiosystem, et datatransportsystem med fast tråd, som løber igennem navlestrengen 130, 132, eller et infrarødt datatransportsystem. Hvert kommunikationsmodul 126, 128 er indrettet til at overføre datasignaler fra svejsehovederne 110, 112 til en tilsvarende svejseudstyrsbæreindretnings 148, 152 kommunikationsmodul eller at modtage signaler fra svejseudstyrsbæreindretningen. Svejsehovedernes 110, 112 kommunikationsmoduler 126, 128 kan også overføre signaler til en fjern konsol (ikke vist), der drives af en operatør, og modtage signaler fra denne fjerne konsol, som også omfatter et styremodul og et kommunikationsmodul. Svejseapparatet 100 kan drives ved hjælp af en fjern konsol.

Svejsehovedets 110, 112 svejsehoveddrev er styrbart via det tilhørende styremodul, hvormed svejsehovedets 110, 112 position og/eller hastighed kan styres nøjagtigt. Styringen kan være en automatisk proces eller en manuel proces, der styres af en operatør.

Det styremodul, der er tilknyttet hvert svejsehoved 110, 112, styrer svejsebrænderens 118, 120 radiale positioneringsapparat. En svejseoperatør kan indtaste styresignaler i sin konsol. Konsollen kan sende disse signaler via sit kommunikationsmodul frem til svejsehovedets 110, 112 kommunikationsmodul 126, 128 og herfra til sit styremodul.

I en anden udførelsesform måler følere afstanden fra svejsebrænderen til svejseområdet. Svejsehovedets styremodul kan styre brænderens radiale position ved at bearbejde disse målinger.

Apparatet ifølge figur 1 virker på følgende måde. Under svejsning drejer svejsehovederne 110, 112 rundt om rørenderne 106, 108 under føring ved hjælp af svejsehovedføreindretningen 113. Ved hjælp af svejsebrænderne 118, 120 dannes der en svejsning 116, som forbinder rørstykkerne 102, 104 med hinanden. Denne svejsning dannes udgående fra rørendernes 106, 108 inderside. Det første lag af svejsemateriale anbringes, og for hver gang et svejsehoved 110, 112 passerer en vis sektion af svejseområdet 115 dannes der et nyt lag af svejsemateriale, hvorved der dannes en svejsning 116.

Svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 drejer rundt om rørenderne 106, 108 ved i alt væsentligt samme vinkelhastighed som svejsehovederne 110, 112, hvorved afstanden imellem svejseudstyrsbæreindretningerne 148 og 152 og deres respektive svejsehoveder 110, 112 opretholdes mindre end længden af deres respektive navlestreng 130, 132, hvorved sikres, at svejsehovederne 110, 112 kan fødes via navlestrengen 130, 132 ved hjælp af svejseudstyret 150 i svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152, som fremfører gas, kølefluidum, elektrisk energi og svejsetråd frem til hvert svejsehoved 110, 112.

Svejsehovederne 110, 112 og svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 kommunikerer med hinanden ved hjælp af kommunikationsapparaterne 126, 128 og 154. Svejsehovedet 110, 112 sender sin position og hastighed til den tilhørende svejseudstyrsbæreindretning 148, 152, hvilket muliggør, at svejseudstyrsbæreindretningen 148, 152 kender den nøjagtige placering af det svejsehoved 110, 112, hvormed den er forbundet via navlestrengen 130, 132. Svejsehovedet 110, 112 kan overføre information, såsom et start- eller stopsignal til svejseudstyrsbæreindretningen 148, 152 og derved bringe den til at starte eller stoppe bevægelsen.

Begge svejsehoveder 110, 112 og deres respektive svejseudstyrsbæreindretninger er normalt nødt til at foretage flere rotationer omkring rørenderne 106, 108 for at fuldende svejsningen 116 imellem rørenderne 106, 108. Under svejsningen kan svejsehovederne 110, 112 dreje omkring rørenderne 106, 108 ved forskellige vinkelhastigheder, forudsat at de ikke berører hinanden. Under svejsningen vil svejsehovederne generelt være placeret med i alt væsentligt regelmæssig afstand omkring rørstykkernes 102, 104 omkreds.

Under svejsningen kan platformen 138 befinde sig i en fast position eller rotere. I en roterende udførelsesform for platformen er der monteret et drev (ikke vist) til at bringe platformen 138 til at rotere. Dette kan være en elektrisk motor, en forbrændingsmotor eller et drev, der forsynes med energi ved hjælp af trykgas eller -fluidum. Dette drev er styrbart med henblik på nøjagtigt at styre platformens 138 position og hastighed. Drevet kan være indrettet til at dreje platformen 138 rundt i en retning både med uret og mod uret. Drevet kan være manuelt styret eller automatisk styret i forbindelse med styringen af svejsehovedet 110, 112 og svejseudstyrsbæreindretningen 148, 152.

Platformen 138 tilvejebringer en arbejdsplads for svejseoperatørerne (ikke vist). Operatørerne kan stå tæt på svejsehovederne 110, 112 under svejsningen for at overvåge og styre denne.

Figur 2 viser et apparat ifølge opfindelsen, hvori sporene 135, 136 er monteret på understøtninger 202, som er udragende over en platform 138.

Understøtningerne 202 kan være monteret på et hus, hvori svejseapparatet 100 er placeret. Disse understøtninger 202 er monteret over platformen 138. Understøtningerne 202 er placeret med i alt væsentligt ensartet afstand rundt langs sporene 135, 136 og fortrinsvis ved ens vinkelafstand i forhold til rørets langsgående akse. Understøtningerne 202 er ikke i kontakt med platformen 138. Sporene 135, 136 er forbundet med understøtningerne 202 ved hjælp af passende forbindelsesorganer (ikke vist). Understøtningerne 202 og forbindelses-

organerne er stærke nok til at bære de dynamiske belastninger af svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152, som passerer.

I den i figur 2 viste udførelsesform bærer platformen 138 ikke noget udstyr, men den tjener som en platform, hvorfra en svejseoperatør kan betjene svejseapparatet 100. Platformen 138 kan være fast eller drejelig. Svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 drejer rundt om rørstykkerne 102, 104 rullende på sporene 135, 136.

En energitilførselsledning 140, som har form af en lukket løkke omkring rørstykkerne 102, 104, er monteret med en fast forbindelse med understøtningerne 202. Den kan være monteret på indersiden af det indre spor 135, imellem sporene 135 og 136 eller på ydersiden af det ydre spor 136. Energitilførselsledningen 140 kan også være monteret højere eller lavere end sporene 135, 136 og kan omfatte flere separate elektriske kredsløb (ikke vist). Energitilførselsledningen 140 er velegnet til at føre glidekontakter 144. Svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 omfatter en energiledning 160, som er forbundet med en glidekontakt 144. Denne energiledning 160 kan være en fleksibel forbindelse eller en ikke-fleksibel forbindelse. Glidekontakten 144 forbinder energiledningen 160 med energitilførselsledningen 140.
Svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 er placeret i forhold til svejsehovederne 110, 112 på samme måde som forklaret ovenfor under henvisning til figur 1.

I en alternativ udførelsesform kan energitilførselsledningen 140 være monteret på platformen 138. I denne variant vil energiledningen 160 være en fleksibel forbindelse, som forbinder svejseudstyrsbæreindretningen 148, 152 med en energitilførselsledning 140. Hvis platformen 138 er en roterende platform, kan svejseudstyrsbæreindretningernes 148, 152 position og hastighed være knyttet sammen med platformens 138 position og omdrejningshastighed ved hjælp af nærhedsfølere (ikke vist) eller manuelt.

Svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 kan omfatte gasopbevaringsmidler (ikke vist). I en anden udførelsesform for opfindelsen er der på platformen 138 monteret en gasopbevaringstank, som er forbundet med svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 via en fleksibel forbindelse. Også i denne udførelsesform er platformen 138 en roterbar platform, og svejseudstyrsbæreindretningernes 148, 152 position og hastighed er knyttet sammen med platformens 138 position og omdrejningshastighed. Dette vil sikre gastilførslen til svejseudstyrsbæreindretningen 148, 152 og derved eliminere behovet for at tilvejebringe gasopbevaringsudstyr på svejseudstyrsbæreindretningerne.

Figur 3 viser et apparat ifølge opfindelsen, hvor sporene 135, 136 er monteret over rørenderne 106, 108. Sporene 135, 136 kan være monteret i nærheden af svejseapparatet 100 f.eks. i et hus. Sporene 135, 136 er monteret over svejseoperatørerne og muliggør, at disse frit kan bevæge sig omkring på platformen 138.

Svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 er ophængt i sporene 135, 136. Vægten af svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 overføres via bærehjul 142 til sporene 135, 136. I nærheden af sporene 135, 136 er der monteret en energitilførselsledning 140, som har en løkkeform omkring rørstykket 102. Ligesom i figur 1 og 2 kan svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 dreje omkring rørstykkerne og være drevet ved hjælp af en drivindretning 146. Svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 har endvidere et kommunikationsmodul 154.
På den nedre ende 106 af det øvre rørstykke er der monteret en svejsehovedføreindretning 113. Denne svejsehovedføreindretning 113 er aftagelig fra rørstykket 102. To svejsehoveder 110, 112 er bevægeligt monteret på svejsehovedføreindretningen 113. De er forbundet med svejsehovedføreindretningen 113 ved hjælp af hjul 156.

I figur 3 bærer platformen 138 ikke noget udstyr, men det udgør et praktisk og sikkert arbejdsmiljø for svejseoperatørerne (ikke vist). Platformen 138 kan være fastgjort eller være drejelig.

Energitilførselsledningen 140 kan også være monteret på platformen 138. Den elektriske energi til en svejseproces vil i så fald opnås fra energitilførselsledningen 140 ved hjælp af en fleksibel energiledning 160, som er forbundet med en glidekontakt 144, som kan glide i kontakt med energitilførselsledningen 140.

Den i figur 3 viste udførelsesform kan også kombineres med en roterende platform, som åbner mulighed for, at svejseoperatørerne kan stå i samme vinkelposition som svejsehovederne 110, 112 under operationen uden at skulle gå langs svejseområdet.

Alternativt er der monteret en gasopbevaringstank (ikke vist i detalje) på platformen 138, som roterer ved samme hastighed som svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152. Svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 er forbundet med gasopbevaringstanken via en fleksibel forbindelse. Gasopbevaringstanken kan også være integreret i platformen 138 eller monteret på undersiden af platformen 138. I dette tilfælde kan gastilførslen forløbe via en åbning i platformen fra gasopbevaringstanken til svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152.

Figur 4 viser et svejseapparat, som er magen til det i figur 1 viste svejseapparat. Svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 i figur 4 er imidlertid udstyret med understøtninger 450. Disse understøtninger 450 kan bære en svejseoperatør (ikke vist). Disse understøtninger kan også være tilvejebragt i figur 1 - 3 og figur 5 (se nedenfor).

Understøtningerne 450 kan være tilvejebragt i form af en platform, hvorpå en svejseoperatør kan stå. Det er også muligt at tilvejebringe understøtningen 450 i form af et sæde, hvorpå en svejseoperatør kan sidde.

Under brug tjener understøtningerne 450 til at bære svejseoperatøren langs svejseområdet 115. På denne måde behøver svejseoperatøren ikke at gå, men han vil automatisk blive placeret i den korrekte position til at overvåge svejseprocessen.

I nærheden af understøtningen 450 kan der være tilvejebragt en konsol (ikke vist), som åbner mulighed for, at en svejseoperatør kan styre svejseprocessen, hvis han er placeret på understøtningen 450.

I den i figur 4 viste udførelsesform kan der være tilvejebragt en stationær eller en roterende platform 138.

Figur 5 viser et nedre rørstykke 104, som er forsynet med en krave 602, som er placeret tæt ved svejseområdet 115. Undersiden af denne krave 602 anvendes til at understøtte den rørledning, som rørstykket 104 udgør del af, idet den hænger fra et fartøj ned til havbunden. I den i figur 5 viste udførelsesform anvendes kraven 602 også i svejseprocessen. En føreindretning 133 i form af en i alt væsentligt cirkulær kraveplatform 604 er aftageligt fastgjort til og understøttet af det nedre rørstykkes 104 krave 602. Denne kraveplatform 604 kan have form som en hestesko. Platformen er monteret på kraven og indrettet til en bevægelse vinkelret på rørstykkets 104 akse.

Kraveplatformen 604 er udstyret med et indre spor 135 og et ydre spor 136, som er løkkeformet omkring rørstykket 102, 104 og bærer svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152. Kraveplatformen 604 er også udstyret med en energitilførselsledning 140, som fortrinsvis er fastgjort til kraveplatformen 604 og er løkkeformet strækkende sig rundt om rørstykket 104. Kraveplatformen 604 kan have en hals- og skulderform, hvorved halsdelen 606 hviler på rørkraven 602, og skulderdelen 608 befinder sig i en lavere position end halsdelen 606. Forbindelsen imellem kraveplatformens 604 halsdel 606 og skulderdel 608 dannes ved hjælp af en platformdel 610.

Kraveplatformen 604 sikrer, at sporene 135, 136 er placeret i et plan, der strækker sig vinkelret på rørstykkernes 102, 104 langsgående aksel, hvorved den sikrer, at svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 har samme aksiale position i forhold til rørstykkerne 102, 104 uafhængigt af deres vinkelposition omkring rørstykkerne 102, 104. Da rørstykkerne 102, 104 kan have en mindre hældning i forhold til en lodret linje, således som antydet i figur 5, kan kraveplat-

formen 604 og dermed svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 også have en lettere hældning. Kraveplatformen 604 er fastgjort i forhold til rørstykkerne 102, 104.

Svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 er udstyret med en energiledning 160, som tilvejebringer en elektrisk forbindelse fra svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 til tilsvarende glidekontakter 144. Glidekontakterne 144 er glidbart fastgjort til energitilførselsledningen 140.

På hver svejseudstyrsbæreindretning 148, 152 er der placeret en svejsetrådsrulle 162. Svejseapparatet 100 omfatter et styresystem, og svejsehovederne 110, 112 har hver et styremodul 126, 128. Svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 har også hver et styremodul 154. En separat konsol 432 er til stede til at muliggøre, at en svejseoperatør kan styre svejseprocessen fra et fjernt beliggende sted.

Udstyrsbæreindretningerne 148, 152 drives hver ved hjælp af en drivmekanisme 146, og svejsehovederne 110, 112 drives også ved hjælp af en drivmekanisme (ikke vist). Svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 er udstyret med hjul 142, som ruller på sporene 135 og 136.

Det i figur 5 viste apparat virker på følgende måde. Før svejseprocessen kan begynde, bringes rørstykkerne 102, 104 på plads. Derefter monteres kraveplatformen 604 på rørkraven 602. Svejsehovedbæreindretningen 113 monteres også på den nedre ende 106 af det øvre rørstykke 102. Derefter forberedes svejsehovederne 110, 112 og svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 til svejsningen. Svejseprocessen kan begynde ved et signal, der overføres fra fjernkonsollen 432 af svejseoperatøren. Under svejsningen drejer svejsehovederne 110, 112 rundt om rørstykkerne 102, 104. Svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 bevæger sig rundt om rørstykkerne 102, 104 ved omtrent samme hastighed som svejsehovederne 110, 112. Svejsebrænderne 118, 120 danner svejsningen 116 i flere lag. Dette kan kræve flere fuldstændige rotationer af hvert svejsehoved 110, 112 omkring rørstykket 102.

Under svejsningen leveres der elektrisk energi, gas, kølefluidum og svejsetråd fra svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 til de respektive svejsehoveder 110, 112.

Under svejseprocessen kan styringen af apparatets forskellige komponenter være magen til styringen af de tilsvarende komponenter i f.eks. figur 1 og 2. Når svejseprocessen er afsluttet, kan svejseoperatøren overføre et stopsignal fra konsollen 432 til styremodulerne 126, 128, 154.

Afstandene imellem svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 og de tilsvarende svejsehoveder 110, 112 kan være forholdsvis korte.

Det er også muligt manuelt at skubbe svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152. Ligeledes er det muligt elektronisk at styre svejseudstyrsbæreindretningernes 148, 152 position, således at de befinder nær ved de tilsvarende svejsehoveder 110, 112.

I den i figur 5 viste udførelsesform bærer platformen 138 ikke noget udstyr eller nogen spor. Svejseoperatørerne kan stå på platformen, f.eks. for at overvåge og styre svejseprocessen. Platformen 138 roterer fortrinsvis med svejseoperatørerne synkront med svejseudstyrsbæreindretningernes 148, 152 gennemsnitlige bevægelse.

Figur 6 viser et svejseapparat, hvori svejsehovederne 110, 112 er direkte forbundet med de respektive tilsvarende svejseudstyrsbæreindretninger 148, 152. I denne udførelsesform er der lige netop én rotationsbevægelse, der udføres af kombinationen af svejsehovedet og svejseudstyrsbæreindretningen omkring rørstykkerne 102, 104, medens de udførelsesformer, som er beskrevet ovenfor under henvisning til figur 1 - 5, foretager uafhængige rotationsmæssige bevægelser omkring rørstykkerne 102, 104 ved hjælp af svejsehovederne 110, 112 på den ene side og svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 på den anden side.

Føreindretningen 133 omfatter en kraveplatform 604. Denne kraveplatform 604 er aftageligt monteret på rørkraven 602. Svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 er monteret på sporene 135, 136, som er løkkeformede og monteret på kraveplatformen 604. Kraveplatformen 604 kan have en halsform og skulderform, idet halsdelen 606 hviler på rørkraven 602 og skulderdelene 608 har en lavere del i forhold til rørkraven 602.

Svejsehovederne 110, 112 er forbundet med svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 og kan foretage en bevægelse i forhold til svejseudstyrsbæreindretningerne koaksialt med rørstykkerne 102, 104. Disse bevægelser er antydet ved hjælp af de i alt væsentligt opretstående store pile og kan iværksættes ved hjælp af en drivmekanisme 702.

Svejsehovederne 110, 112 kan også foretage en bevægelse i radial retning i forhold til rørstykkerne 102, 104 for at muliggøre, at svejsebrænderne 120, 118 anbringes ved en mindre eller en større afstand fra svejsningen 116. Disse radiale bevægelser kan iværksættes ved hjælp af en separat drivmekanisme 704. Drivmekanismerne kan placere svejsebrænderne 118, 120 i forhold til svejsehovederne 110, 112 eller placere svejsehovederne 110, 112 i forhold til de respektive svejseudstyrsbæreindretninger 148, 152 så længe svejsebrændernes 118, 120 radiale position kan bestemmes nøjagtigt i forhold til svejseområdet 115.

Hvis rørkraven 602 har nøjagtige dimensioner i forhold til det nedre rørstykkes 104 øvre ende 118, kan svejseprocessen foretages fuldstændigt automatisk, dvs. at svejseoperatøren kan sende et startsignal, og svejseprocessen kan udføres under et antal omdrejninger omkring rørstykkerne og derved fuldende svejsningen 116.

En roterbar platform 138 kan bringe svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 til at rotere fortrinsvis synkront og muliggøre, at svejseoperatørerne kan overvåge svejseprocessen uden at skulle gå.

Figur 7 viser et apparat ifølge opfindelsen, hvori svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 er fastgjort til kraveplatformen 604. Svejsehovederne 110, 112 kan ikke dreje uafhængigt af hinanden omkring rørstykkerne 102, 104 eller uafhængigt af svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152. De er forbundet med svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 og kraveplatformen 604 og foretager samme rotationsbevægelse som svejseudstyrsbæreindretningerne 148, 152 og kraveplatformen 604.

Svejsebrænderne 118, 120 kan placeres nøjagtigt i både sideværts og aksial retning i forhold til rørstykkerne 102, 104 på samme måde som i figur 6 for at åbne mulighed for en velstyret svejseproces. Kraveplatformen 604 hviler på hjul 802 og er drejelig omkring rørkraven 602. Kraveplatformen 604 er udstyret med et styrbart kraveplatformsdrev 803 til at drive kraveplatformen 604 rundt langs rørkraven 602 med henblik på at foretage svejseprocessen.

Figur 8 viser et svejseapparat 100, hvori der stationært er monteret en udstyrsstation 149 i en i alt væsentligt fast position. Udstyrsstationen 149 omfatter en energitilførselsforbindelse (ikke vist), elektriske omformere, gasopbevaringsmidler og midler til køling og cirkulering af et kølefluidum. En energifremføringsforbindelse er ikke forbundet med en energifremføringsledning ligesom i de foregående figurer, men kan være direkte forbundet med en energitilførsel.

Udstyrsstationen 149 omfatter et navlestrengsmagasin 409, som omfatter en stor navlestrengsrulle 404, til opmagasinering af en navlestreng 402. Navlestrengsrullen kan være forbelastet til, at navlestrengen trækkes med en vis kraft, hvorved en vis længde af navlestrengen rulles på navlestrengsrullen, hvor som helst denne længde af navlestrengen er tilgængelig.

En navlestrengsføreindretning 403 strækker sig rundt om enten det øvre eller nedre rørstykke 102, 104. Navlestrengsføreindretningen omfatter en understøtningskonstruktion 405, som er indrettet til at føre navlestrengen rundt om periferien heraf. Denne understøtningskonstruktion kan være cirkulær eller have en

anden form, så længe den kan understøtte navlestrengen 402 omkring rørstykkerne 102, 104.

Navlestrengsføreindretningen 403 kan være roterbar på en styrbar måde og monteret under det nedre rørstykkes 104 øvre ende 108. På navlestrengsføreindretningen 403 afgrænser understøtningskonstruktionen 405 en løkkeform omkring den centrale åbning 134 ved hjælp af føreorganer. Disse føreorganer er tilvejebragt i form af førestolper 414.

Førestolperne 414 strækker sig fra understøtningskonstruktionen 405 i en opadgående retning og er velegnet til at føre navlestrengen 402. Førestolperne 414 kan være af stål, træ eller et hvilket som helst andet passende materiale og har fortrinsvis en cylindrisk form. Førestolperne 414 kan have afrundede kanter for at forhindre enhver beskadigelse af navlestrengen 402. To af førestolperne 414 virker som en drejende førestolpe 415 og åbner mulighed for, at navlestrengen 402 drejer væk fra den løkkeform, der bestemmes af førestolperne 414 og løber ind imod indre førestolper 416, 418.

Svejsehovedføreindretningen 113 er monteret over det øvre rørstykkes 102 nedre ende 106. Det er også muligt at montere svejsehovedføreindretningen 113 under det nedre rørstykkes 104 øvre ende 108.

De to svejsehoveder 110, 112 er bevægeligt monteret på svejsehovedføreindretningen 113. Svejsehovederne 110, 112 bærer hver en svejsetrådsrulle 163 til at levere svejsetråd til den tilhørende svejsebrænder 118, 120. Svejsetråden føres frem til svejsebrænderne 118, 120 via svejsetrådsfremføringsledninger 406, 408, som er forbundet med svejsetrådsrullerne 163 i den ene ende og med den respektive svejsebrænder 118, 120 ved den anden ende. Svejsetråden (ikke vist) drives ved hjælp af trådfremføringsindretningen 164 ind i trådfremføringsledningerne 406, 408 og frem til svejsebrænderne 118, 120.

De indre førestolper 416, 418 er monteret tæt ved navlestrengsføreindretningens 403 centrale åbning 134. De indre førestolper 416, 418 kan have i alt væ-

sentligt samme form som førestolperne 414 og 415 og er velegnet til at føre navlestrengen 402. En af de indre førestolper 416, 418 (indre førestolpe 416 i figur 8) anvendes til at fastgøre en del 424 af den lange navlestreng 402 til denne førestolpe 416 og dermed til navlestrengsføreindretningen 403.

Navlestrengen 402 kan også fastgøres direkte til navlestrengsføreindretningen 403 ved eller nær ved placeringen af de indre førestolper 416, 418. I dette tilfælde kan de indre førestolper 416, 418 udelades.

Nær ved udstyrsstationen 149 er der monteret to ydre førestolper 410, 412 til at føre navlestrengen 402, som er forbundet med navlestrengsrullen 404. De ydre førestolper 410, 412 kan have i alt væsentligt samme form som førestolperne 414 og er velegnet til at føre navlestrengen 402 fra udstyrsstationen 149 til navlestrengsføreindretningen 403.

Navlestrengen 402 omfatter to endedele, nemlig en første endedel 426, som er placeret ved navlestrengsrullen 404 i udstyrsstationen 149 og en anden endedel 424. Den anden endedel 424 er opspaltet i to brodannende navlestrenge 420, 422. De brodannende navlestrenge 420, 422 forbinder den anden endedel 424 af navlestrengen 402 med de to svejsehoveder 110, 112. Hvis der anvendes et andet antal af svejsehoveder, vil antallet af brodannende navlestrenge 420, 422 adskille sig tilsvarende. Ved opdelingen af den lange navlestrengs 402 anden endedel 424 iværksættes der en sikker forbindelse og fastgørelse af de brodannende navlestrenge 420, 422 til navlestrengen 402.

På svejsehovederne 110, 112 er der monteret en svejsetrådsrulle 163. Derfor kan navlestrengen 402, som kun indeholder fluidumledninger og elektriske ledninger, have en meget større længde end i de udførelsesformer for opfindelsen, der er vist i figur 1 - 4, hvor den nødvendige transport af svejsetråden igennem navlestrengen kan indebære en begrænsning af navlestrengslængden.

Det i figur 8 viste apparat fungerer på følgende måde. Når rørstykkerne 102 og 104 er blevet anbragt på plads med rørenderne 106, 108 i en op til hinanden

stødende position, og svejsehovedføreindretningen 113 er monteret på enden 106 af rørstykket 102, anbringes svejsehovederne 110, 112 på plads. Svejsehovederne 110, 112 er hver placeret i alt væsentligt over en indre førestolpe 416, 418.

Det antages, at der skal iværksættes en svejsning 116 i det svejseområde 115, der afgrænses af de op til hinanden stødende ender 106, 108, i en fremadgående retning, som er antydet ved hjælp af en pil 401, idet svejsehovederne 110, 112 løber langs svejseområdet 115 under et antal omdrejninger. Først drejes navlestrengsføreindretningen 403 rundt i en bagudgående retning modsat pilen 401 ved halvt så mange omdrejninger som dem der skal til, for at tilvejebringe den fulde svejsning 116. Under denne rotation trækkes den lange navlestreng 402 af navlestrengsrullen 404 og føres rundt om førestolperne 414. Den ydre førestolpe 410 fører den lange navlestreng 402 frem til navlestrengsføreindretningen 403, og førestolperne 414 fører navlestrengen 402 ind i den løkkeform, der bestemmes af førestolperne 414, og som strækker sig rundt om den centrale åbning 134 i navlestrengsføreindretningen 403.

Navlestrengen 402 ledes rundt om en af de vendende førestolper 415 og ind imod en af de indre førestolper 416, 418. Den fastgøres derefter sikkert til denne indre førestolpe 416, 418, og den indre førestolpe 416, 418 er i stand til at optage store kræfter, som virker herpå som følge af navlestrengen 402.

Når navlestrengsføreindretningen 403 drejes rundt, og navlestrengen 402 trækkes af navlestrengsrullen 404, vil navlestrengen 402 befinde sig under høj spænding. Navlestrengen 402 vil overføre denne kraft til navlestrengsrullen 404, de indre førestolper 416, 418 og de vendende førestolper 415 og også til førestolperne 414.

Navlestrengsrullen 404 kan være udstyret med en fjeder (ikke vist), som opvikler navlestrengen 402, når navlestrengsføreindretningen 403 drejes rundt i en retning, hvori navlestrengen 402 vikles af fra førestolperne 414.

Kombinationen af disse komponenter fører til en situation, hvor navlestrengen 402 kan vikles af navlestrengsrullen 404, samtidig med at den vikles ind på førestolperne 414 eller vikles på navlestrengsrullen 404 samtidig med afviklingen fra førestolperne 414.

Når navlestrengsføreindretningen 403 er blevet drejet tilbage halvdelen af det totale antal af omdrejninger, der skal foretages, kan svejseprocessen begynde.

Under svejsningen styres navlestrengsføreindretningen 403 på en sådan måde, at den har i alt væsentligt samme vinkelhastighed som svejsehovederne 110, 112 i pilens 401 retning. Dette sikrer, at de brodannende navlestrenge 420 og 422, som løber fra de indre førestolper 416, 418 til de respektive svejsehoveder 110, 112 ikke overskrider en vis længde. Under svejseprocessen drejer navlestrengsføreindretningen 403 og svejsehovederne 110, 112 rundt om rørstykkerne 102, 104, og der dannes en svejsning 116.

Svejseprocessen kan opdeles i to faser. Under den første fase vikles navlestrengen 402 af førestolperne 414 og trækkes ind på navlestrengsrullen 404. Når svejseprocessen er halvvejs, vil de vendende førestolper 415 befinde sig i en position, hvori de ligger ud for de faste ydre førestolper 410, 412. På dette sted er navlestrengen 402 blevet viklet maksimalt op på navlestrengsrullen 404 og viklet maksimalt af førestolperne 414.

Når svejsningen fortsætter i pilens 401 retning, og den vendende førestolper 415 bevæger sig væk fra de faste førestolper 410, 412, begynder den anden fase af svejseprocessen, og navlestrengen 402 trækkes af navlestrengsrullen 404 og vikles på førestolperne 414. På denne måde kan navlestrengsføreindretningen 403 foretage et antal rotationer omkring rørstykkerne 102, 104, således at svejsningen 116 kan foregå kontinuerligt uden start og stop.

Navlestrengsrullen 404 kan også være udstyret med et drev (ikke vist) til at trække den tilbage. Det antal af rotationer, der nødvendigvis skal foretages omkring rørstykkerne 102, 104 for at fuldende svejsningen, afhænger af antallet af

svejsehoveder, tykkelsen af rørvæggen og tykkelsen af det svejselag, der kan dannes ved hjælp af svejsebrænderen 118, 120 i svejseområdet 115 under én svejseoperation. Andre faktorer kan også have indflydelse på det krævede antal omdrejninger til fuldendelse af svejsningen 116. Generelt kan det være nødvendigt med et antal på mindst fire omdrejninger.

Navlestrengen 402 er robust og modstandsdygtig over for dynamiske belastninger, da fluidumforbindelserne og de elektriske forbindelser, som befinder sig inden i navlestrengen 402 eller understøttes af navlestrengen 402 imellem udstyrsstationen 449 og svejsehovederne 110, 112, er udsat for slitage og træk som følge af de varierende belastninger de påføres.

Der findes et styresystem, som omfatter et styremodul 126, 128 i hvert svejsehoved 110, 112, et styremodul 154 i udstyrsstationen 149, et styremodul 430 til navlestrengsføreindretningen 403 og et styremodul 432, som omfatter en konsol til en svejseoperatør. Alle moduler 126, 128, 154, 430 og 432 står trådløst eller på anden måde i forbindelse med hinanden under svejseprocessen. I stedet for separate styremoduler kan der også være tilvejebragt et centralt styremodul.

Et af styresystemets funktioner er at holde de forskellige af svejseapparatets komponenters hastighed i overensstemmelse med hinanden. Navlestrengsføreindretningen 403 skal rotere ved i alt væsentligt samme hastighed som svejsehovederne 110, 112. Navlestrengsrullen 404 skal også levere navlestrengen 402 ved samme hastighed som førestolpernes 414 bevægelseshastighed. Svejsetrådsrullerne 163 kan også være indrettet til at blive styret med henblik på at levere svejsetråd igennem svejsetrådsfremføringsledningerne 406, 408 ved en krævet hastighed.

Det bemærkes, at den oven for beskrevne rotation i bagudgående retning ikke er absolut nødvendig. Det er også muligt at starte dannelsen af svejsningen, når navlestrengen 402 er viklet næsten helt op på navlestrengsrullen 404, og derefter rulle navlestrengen 402 af navlestrengsrullen 404 og vikle den på fø-

restolperne 414 ved drejning af navlestrengsføreindretningen 403 over et antal omdrejninger i én retning omkring rørstykkerne 102, 104, indtil svejsningen 116 er blevet tilendebragt. Dette kræver en længere længde af navlestrengen 402, men kræver ikke fundamentale ændringer i det i figur 8 viste arrangement. Det er også muligt først at afrulle navlestrengen 402 fra navlestrengsrullen 404 og vikle den i en første retning på førestolperne 414 ved drejning af navlestrengsføreindretningen 403 og derefter starte svejsningen, samtidig med at navlestrengsføreindretningen 403 drejes rundt i den modsatte retning, og navlestrengen 402 vikles af førestolperne 414 og over på navlestrengsrullen 404. Navlestrengsføreindretningen 403 er frigjort fra andet udstyr, og svejseoperatørerne kan anvende den som en arbejdsplatform.

Figur 9, 9a og 9b viser et svejseapparat 100 magen til det der er vist i figur 8, og hvor navlestrengen 402 understøttes af en understøtningskæde 504. Denne understøtningskæde 504 er forbundet med udstyrsstationen 149 ved én endedel 505 og forbundet med en indre førestolpe 416 ved en anden endedel 507. Understøtningskæden 504 er i stand til at optage trækkræfter, som udøves på den som følge af udstyrsstationen 149 og den indre førestolpe 416. Understøtningskæden begrænser også navlestrengens bøjningsradius, da den åbner mulighed for begrænset vinkelmæssig drejning imellem dens led 508. I denne udførelsesform er navlestrengen 402 ikke udsat for væsentlige træk- og bøjekræfter under brugen. Dette tilvejebringer fordelen ved længere levetid for navlestrengen 402 og de heri værende ledninger. Understøtningskæden 504 kan også være tilvejebragt i den i figur 8 viste udførelsesform.

Til at føre navlestrengen 402 fra udstyrsstationen 149 til navlestrengsføreindretningen 403 er der tilvejebragt en skive 502. Denne skive 502 fastholdes ved hjælp af en fjeder 503. Når navlestrengsføreindretningen 403 drejer rundt og vikler navlestrengen 402 af stolperne 414, forskydes skiven 502 ved hjælp af fjederen 503 for at optage den ekstra tilgængelige længde af navlestrengen 402. Skiven 502 med fjederen 503 sikrer, at understøtningskæden 504 altid udsættes for en vis trækbelastning. Det er også muligt at anvende skiven 502 og fjederen 503 i den i figur 8 viste udførelsesform. Figur 9a viser understøtnings-

kæden 504 mere detaljeret, set fra siden, i færd med at understøtte navlestrengen 402. Understøtningskæden 504 omfatter led 508, som er forbundet med hinanden ved hjælp af drejelige forbindelser 510. Understøtningskæden 504 har evnen til at kunne bøje i hver af dens forbindelser 510 og bevare en minimal bøjeradius for at forhindre navlestrengen 402 i at blive udsat for for store belastninger.

Figur 9b viser understøtningskæden 504, set ovenfra i detaljer. Navlestrengens forskellige ledninger er synlige. Navlestrengens forbindelser omfatter en elektrisk energitilførselsledning 502, en gastilførselsledning 514, en kølefluidumtilførselsledning 516 til at levere et kølefluidum til en svejsebrænder og en kølefluidumtilbageføringsledning 514 til at føre kølefluidet tilbage til udstyrsstationen 149. De forskellige forbindelser 512, 514, 516 og 518 følger understøtningskædens 504 krumning.

Det i figur 9 viste apparat anvendes i alt væsentligt på samme måde som det i figur 8 viste apparat. Svejseapparatet ifølge figur 9 kan foretage et begrænset antal rotationer omkring rørstykkerne 102 og 104, hvorved der åbnes mulighed for, at der dannes en kontinuerligt svejst forbindelse imellem rørenderne 106 og 108.

Figur 10 viser et svejseapparat, hvori udstyrsstationen 149 og svejsehovederne 110, 112 er forbundet med hinanden ved hjælp af en navlestreng 402.

Svejsehovederne 110, 112 er bevægeligt monteret på en svejsehovedføreindretning 113. Svejsehovederne 110, 112 omfatter hver en svejsetrådsrulle 163 til oplagring af svejsetråd og en trådfremføringsindretning 164 til at føre svejsetråden langs svejsetrådsfremføringsledningerne 406, 408, som forbinder svejsetrådsrullerne 163 med de respektive svejsebrændere 120, 118.

Navlestrengen 402 indeholder (ikke vist) rør til en elektrisk energitilførselsledning 512, en gastilførselsledning, en kølefluidumtilførselsledning 516 og en kølefluidumtilbageførselsledning 518. Navlestrengen 402 er i stand til at forsyne

svejsehullerne 110, 112 med de ovenfor nævnte fluider og elektricitet, når svejsehovederne 110, 112 foretager en eller flere rotationer omkring rørstykkerne 102, 104.

En understøtningskonstruktion 405 har en spiralformet form med en central åbning 808 og er monteret i en fast position på en måde, der ikke er vist i detaljer, omkring rørstykket 102. På understøtningskonstruktionen 405 er der anbragt bevægelige føreorganer i form af holdere 804, som frit kan bevæge sig omkring understøtningskonstruktionen 405. Navlestrengen 402 er fastgjort til hver holder 804 fortrinsvis ved regelmæssige intervaller. Understøtningskonstruktionen 405 kan placeres over svejsehovederne 110, 112, men kan også placeres ved samme niveau eller under svejsehovederne 110, 112.

Holderne 804 kan være bevægelige på understøtningskonstruktionen 405 ved hjælp af hjul eller kan være glidende understøtninger, som glider langs bærekonstruktionen 405.

Når holderne 804 bevæger sig langs understøtningskonstruktionen 405, kan afstanden imellem to holdere 804 tiltage eller aftage. Dette vil bevirke, at navlestrengen 402 folder sig sammen eller ud i en åben løkke. Hvis afstanden imellem to holdere 804 vokser, vil navlestrengen 402 folde sig ud, og hvis afstanden imellem to holdere 804 aftager, vil navlestrengen 402 folde sig sammen. Hvis afstanden imellem to nærliggende holdere 804 befinder sig ved et minimum, kan de berøre hinanden og bevirke, at navlestrengen 402 er maksimalt sammenfoldet, og navlestrengen 402 kan i så fald hænge ned fra disse to holdere i en stor løkke 806.

Hvis afstanden imellem to holdere 804 befinder sig ved et maksimum, vil navlestrengen 402 være maksimalt udfoldet og blive strakt, således at den ovenfor nævnte løkkeform i det væsentlige vil forsvinde.

Navlestrengen 402 har en første endedel 814, som er forbundet med udstyrsstationen 149, og hvorfra den strækker sig frem til en første holder 812 på bæ-

rekonstruktionen 405 og fra den første holder 812 til de næste holdere 804. En sidste holder 810 fører navlestrengen 402 fra understøtningskonstruktionen til svejsehovederne 110, 112.

Navlestrengen 402 har en sidste endedel 424, hvor den opdeler sig ved en deleindretning 428 i brodannende navlestrenge 420, 422. Hvis der anvendes et andet antal af svejsehoveder, vil der være et andet antal af brodannende navlestrenge. Ved deleindretningerne 428 opdeles den elektriske energiledning 512, gastilførselsledningen 514 og kølefluidumtilførsels- og -tilbageførselsledningerne 516, 518 i to elektriske energiledninger, to gastilførselsledninger og to kølefluidumtilførsels- og tilbageføringsledninger, idet hver løber i sin brodannende navlestreng 420, 422.

I det mindste én af holderne 804 kan være drevet ved hjælp af et drev. Hvert drev kan være styrbart fra en fjern position.

Den i figur 9 viste skive 502 og fjeder 503 kan også være anvendt i figur 10.

Det i figur 10 viste apparat virker på følgende måde. Under svejsningen drejer svejsehovederne 110, 112 rundt omkring rørstykkerne 102, 104. Navlestrengen 402 skal følge denne rotation for at opretholde forbindelsen imellem udstyrsstationen 149 og svejsehovederne 110, 112. Dette opnås ved at bevæge holderne 804 på understøtningskonstruktionen 405 på en sådan måde, at afstanden imellem holderne 804 øges, når der kræves mere længde af navlestrengen 402, og reduceres, når der kræves mindre længde af navlestrengen 402. Svejsehovederne 110, 112 kan udøve en trækkraft på navlestrengen 402, eller navlestrengen 402, som er fastgjort til holderen 810, kan trækkes manuelt. Holderen 810 kan, som nævnt ovenfor, også udstyres med et drev. Holderen 810 kan også være forsynet med et drev eller et styresystem som muliggør, at den automatisk følger svejsehovederne 110, 112.

Ved brug vil holderen opretholde omtrent samme vinkelhastighed som svejsehovederne 110, 112. Holdernes 804 vinkelhastighed vil aftage i retningen fra

holderen 810 til den første holder 812. Den første bevægelige holder 812 bevæges måske ikke. I stedet står den i en fast position i forhold til svejseudstyrsstationen 149.

Hvis navlestrengen 402 er tilstrækkelig lang og ophængt i tilstrækkelige løkker 806, kan svejsehovederne 110, 112 foretage et antal rotationer omkring rørstykkerne 102, 104, således at svejsningen 116 kan foretages under én sammenhængende proces uden start og stop.

Hvis svejsehovederne 110, 112 drejer baglæns, vil holderne 804 rotere langs understøtningskonstruktionen 405 i en bagudgående retning. Holderne 804 kan så møde og/eller berøre hinanden og skubbe hinanden tilbage til deres udgangspositioner. Navlestrengen 402 hænger således igen i et stort antal løkker ned fra holderne 804.

Der kan være tilvejebragt en platform 138. Denne platform 138 kan være stationær, men roterer fortrinsvis i sammen retning og med samme hastighed som svejsehovederne 110, 112. Hvis platformen 138 roterer sammen med svejsehovederne 110, 112, kan svejseoperatørerne overvåge og styre svejseprocessen stående på platformen 138, idet de automatisk står i samme relative position i forhold til svejseområdet som svejsehovederne 110, 112.

Figur 11 viser et svejseapparat, som har en navlestreng 402. Denne navlestreng 402 har en første endedel 426 og en sidste endedel 424. Der findes et navlestrengsmagasin 409, som omfatter en navlestrengsrulle 404. Navlestrengsrullen 404 kan være forbelastet eller udstyret med et styrbart drev. Denne navlestrengsrulle 404 kan også være tilvejebragt i figur 9 og 10. Den første endedel 426 er forbundet med navlestrengsrullen 404, hvorpå navlestrengen 402 kan vikles op. Den sidste endedel 424 er forbundet med en deleindretning 428, som deler navlestrengen 402 i to brodannende navlestrenge 420, 422. De brodannende navlestrenge 420, 422 er forbundet med svejsehovederne 110, 112.

En understøtningskonstruktion 405 foreligger i form af en vikleindretning 1012. Vikleindretningen 1012, som er løkkeformet omkring en central åbning 1010, er placeret omkring et af rørstykkerne 102, 104. Vikleindretningen 1012 omfatter en ramme 1014, som er fastgjort i rummet på en ikke nærmere vist måde. Denne ramme 1014 omfatter føreorganer 1006.

Føreorganerne 1006 kan være ruller, som er placeret på rammen 1014 med regelmæssige intervaller langs vikleindretningen 1012. Føreorganerne 1006 kan være roterbare og kan dreje frit omkring en i hovedsagen lodret akse. Føreorganerne 1006 kan have form af en timeglasformet trisse til et djævlespil. En anden form for styreorganer er også mulig, så længe føreorganerne 1006 er i stand til at føre navlestrengen 402. Føreorganerne 1006 kan også være bevægelige langs vikleindretningen 1012.

Tæt ved vikleindretningen 1012 er der placeret en løkkeformet skinne 1002. Denne skinne 1002 bærer en bevægelig trolley 1004 til at føre navlestrengen.

Trolleyen 1004 til føring af navlestrengen kan rotere omkring rørstykkerne 102 og 104. Den kan rulle langs skinnen 1002 ved hjælp af hjul 1016. Den fører navlestrengen 402 fra vikleindretningen 1012 til svejsehovederne 110, 112. Den lange navlestreng 402 er fastgjort til trolleyen 1004 til føring af navlestrengen.

Navlestrengen 402 strækker sig fra navlestrengsrullen 404 til vikleindretningerne 1012 og kan strække sig flere vindinger 1008 omkring vikleindretningen 1012. Herfra strækker den sig frem til navlestrengsføretrolleyen 1004, hvortil den er fastgjort, og fra navlestrengsføretrolleyen 1004 strækker den sig til svejsehovederne 110, 112. Navlestrengsføretrolleyen 1004 kan være frit roterbar på den løkkeformede skinne 1002 eller kan være drevet langs den løkkeformede skinne ved hjælp af drivmidler (ikke vist).

Det i figur 11 viste apparat fungerer på følgende måde. Ved begyndelsen af svejsecyklen placeres rørstykkerne 102, 104 i den krævede position med enderne 106, 108 stødende op til hinanden. Vikleindretningen 1012 bringes på

plads, og svejsehovederne 110, 112 forberedes til svejsning. Navlestrengen 402 har en stor del af sin længde rullet op på navlestrengsrullen 404. Herfra strækker den sig frem til vikleindretningen 1012, hvor den kan have nul vindingerne, og fra vikleindretningerne 1012 strækker den sig fra til navlestrengsføretrolleyen 1004 og herfra til svejsehovederne 110, 112.

Når svejsningen sættes i gang, drejer svejsehovederne 110, 112 rundt om rørstykkerne 102, 104. Navlestrengsføretrolleyen 1004 bevæges på en styrbar måde langs den løkkeformede skinne 1002 ved omtrent samme vinkelhastighed som svejsehovederne 110, 112, hvorved afstanden imellem navlestrengsføretrolleyen 1004 og svejsehovederne 110, 112 opretholdes forholdsvis konstant. Medens navlestrengsføretrolleyen 1004 bevæger sig langs den løkkeformede skinne 1002, trækkes den lange navlestreng 402 af navlestrengsrullen, og den vikles efterhånden på vikleindretningen 1012. Hele svejsecyklen kan kræve et antal fulde omdrejninger omkring vikleindretningen 1012 og derved resultere i et antal vindinger af den lange navlestreng 402 på vikleindretningen 1012.

Føreorganerne 1006 fører den ene eller flere af vindingerne på vikleindretningen 1012. Føreorganerne 1006 skal være i stand til at føre navlestrengen 402 glat og forhindre store trækkræfter i at opstå. Navlestrengsføretrolleyen 1004 skal have tilstrækkelig stor trækstyrke til at trække navlestrengen 402 omkring vikleindretningerne 1012 og af navlestrengsrullen 404.

Navlestrengsrullen 404 kan være udstyret med et drev (ikke vist) til at lette på- og afviklingen af den lange navlestreng 402 ved hjælp af navlestrengsføretrolleyen 1004. Navlestrengsrullens 404 drev, navlestrengsføretrolleyens 1004 drev og svejsehovedernes 110, 112 drev kan styres ved hjælp af et styresystem (ikke vist) med henblik på at synkronisere alle svejseapparatets bevægelige dele. De ovenfor nævnte drev kan også styres fra en konsol ved hjælp af et styresystem for at muliggøre, at en svejseoperatør kan styre svejseapparatets deles forskellige positioner og bevægelse.

Vikleindretningen 1012 kan være placeret over svejsehovederne 110, 112 eller kan være placeret ved samme niveau som svejsehovederne 110, 112 eller i en position lavere end svejsehovederne 110, 112. Vikleindretningen 1012 kan også være placeret under en roterende platform 138, forudsat at navlestrengen 402 kan løbe fra navlestrengsføretrolleyen 1004 til svejsehovederne 110, 112 på en ordentlig måde.

Udstyrsstationen 149 er placeret i en fast position. Den er forbundet med en udvendig energiforsyning. På svejsehovederne 110, 112 er der monteret svejsetrådsruller 163 som fører en svejsetråd frem til svejsehovederne 110, 112 igennem en svejsetrådsfremføringsledning 406, 408. Hver svejsetrådsfremføringsledning 406, 408 er forbundet ved den ene ende med en svejsetrådsrulle 163 og ved den anden ende med det ene af de to svejsehoveder 110, 112.

Vikleindretningen 1012 kan åbnes på den ene side med henblik på montering omkring rørstykkerne 102, 104. Den kan derefter lukkes med henblik på at tilvejebringe formen af en lukket løkke.

I det i figur 11 viste apparat kan der også være tilvejebragt en skive 502 og en fjeder 503 (figur 9).

Under svejseoperationen kan navlestrengsføretrolleyen 1004 bibringes flere rotationer omkring rørstykkerne 102, 104 i bagudgående retning modsat retningen under svejsningen, før den egentlige svejseproces, og derefter foretage flere rotationer i en fremadgående retning under svejsningen. På denne måde kan navlestrengens 402 længde begrænses i væsentlig grad.

Navlestrengsføretrolleyen 1004 kan også være tilvejebragt i figur 10. I figur 10 kan den erstatte den bevægelige holder 810.

Figur 11a viser et tværsnit af vikleindretningen 1012, som omfatter rammen 1014. Rammen 1014 omfatter en øvre stang 1020 og en nedre stang 1022. Fø-

reorganerne 1006 er placeret imellem den øvre stang 1020 og den nedre stang 1022 og kan rotere på hængsler 1018 på en i hovedsagen lodret akse.

Navlestrengsføretrolleyen 1004 er bevægeligt forbundet med en skinne 1002, som er ophængt på faste understøtninger 1026 fra rammens 1014 nedre stang 1022. Den nedre stang 1022, den faste forbindelse 1026 og den løkkeformede skinne 1002 kan også være integreret i ét stykke. Navlestrengsføretrolleyen 1004 kan løbe på hjul 1016 for at rotere omkring rørstykkerne 102, 104 (ikke vist). Navlestrengen 402 er sikkert fastgjort til navlestrengsføretrolleyen 1004 ved hjælp af fastgørelsesstolper 1024. Disse fastgørelsesstolper 1024 kan udøve en kraft i navlestrengen 402 med henblik på at trække den af navlestrengsrullen 404. Navlestrengsføretrolleyen 1004 kan være forsynet med et drev (ikke vist). Navlestrengen 402 kan vikles på vikleindretningen 1012 i flere vindinger 1008.

Hjulene 1016 kan være erstattet af glideunderstøtninger, forudsat at de er i stand til at bevæge sig langs den løkkeformede skinne 1002.

Den løkkeformede skinne 1002 er fastgjort til den nedre stang 1022 på rammen 1014 ved hjælp af en fast forbindelse 1026.

Der kan foretages mange ændringer, uden at man herved afviger fra opfindelsens ide.

Patentkrav

1. Apparat til at forbinde rørstykker med hinanden, hvilke rørstykker anbringes i en i hovedsagen opretstående position, idet et øvre rørstykkes (102) nedre ende (106) rettes op på linje med et nedre rørstykkes (104) øvre ende (108), og idet den øvre ende og den nedre ende danner et svejseområde (115), hvilket apparat omfatter:

- i det mindste to svejseudstyrsbæreindretninger (148, 152),

- i det mindste to svejsehoveder (110, 112), hvor hvert svejsehoved (110, 112) er forbundet med sin svejseudstyrsbæreindretning (148, 152) ved hjælp af mindst én navlestreng (130, 132),

- en svejsehovedføreindretning (113), som er indrettet til at blive fastgjort til enten det øvre eller det nedre rørstykke med henblik på at føre hvert svejsehoved (110, 112) langs svejseområdet (115), og

- en føreindretning (133) til at føre svejseudstyrsbæreindretningerne (148, 152) rundt om svejseområdet (115),

kendetegnet ved, at hver navlestreng (130, 132) åbner mulighed for en begrænset relativ bevægelse i en rundtgående retning omkring rørstykket (102, 104) mellem hvert svejsehoved (110, 112) og dets tilhørende udstyrsbæreindretning (148, 152), og at de i det mindste to svejseudstyrsbæreindretninger (148, 152) er bevægelige uafhængigt af hinanden.

2. Apparat ifølge krav 1, **kendetegnet ved,** at føreindretningen (133) er stationær.

3. Apparat ifølge krav 1 eller 2, **kendetegnet ved,** at føreindretningen (133) er monteret under svejseområdet (115), og at svejseudstyrsbæreindretningerne (148, 152) bæres af føreindretningen (133).

4. Apparat ifølge krav 1, **kendetegnet ved,** at føreindretningen (133) er monteret over svejseområdet, og at svejseudstyrsbæreindretningerne (148, 152) er ophængt i føreindretningen.

5. Apparat ifølge ethvert af de foregående krav, **kendetegnet ved,** at føreindretningen (133) omfatter i det mindste en skinne (135, 136), og hver svejseudstyrsbæreindretning (148, 152) omfatter i det mindste et hjul (142), som er indrettet til at blive ført ved hjælp af i det mindste én skinne.

6. Apparat ifølge ethvert af de foregående krav, **kendetegnet ved,** at en elektrisk energitilførselsledning (140) strækker sig rundt om svejseområdet (115), og at hver svejseudstyrsbæreindretning (148, 152) omfatter en glidekontakt (144) til at etablere en elektrisk forbindelse imellem energitilførselsledningen (140) og svejseudstyrsbæreindretningen (148, 152).

7. Apparat ifølge ethvert af de foregående krav, **kendetegnet ved,** at hvert svejsehoved (110, 112) omfatter et styrbart svejsehoveddrev til at bevæge svejsehovedet langs svejsehovedføreindretningen (113) med en styrbar hastighed.

8. Apparat ifølge ethvert af de foregående krav, **kendetegnet ved,** at hver svejseudstyrsbæreindretning (148, 152) omfatter et styrbart drev (146) til svejseudstyrsbæreindretningen med henblik på at bevæge denne langs føreindretningen (133) med en styrbar hastighed.

9. Apparat ifølge ethvert af kravene 1 - 8, **kendetegnet ved,** at hvert svejsehoved (110, 112) omfatter et styrbart svejsehoveddrev til at bevæge svejsehovedet (110, 112) langs svejsehovedføreindretningen (113) med en styrbar hastighed, og at hver svejseudstyrsbæreindretning (148, 152) omfatter et styrbart drev (146) til svejseudstyrsbæreindretningen med henblik på at bevæge denne langs føreindretningen (133) med en styrbar hastighed, og at hvert svejsehoveddrev er koblet sammen med sit drev (146) til svejseudstyrsbæreindretningerne med henblik på, at hver svejseudstyrsbæreindretning (148, 152) holdes

ved i alt væsentligt samme vinkelposition i forhold til svejseområdet (115) som det tilhørende svejsehoved (110, 112).

10. Apparat ifølge ethvert af de foregående krav, **kendetegnet ved,** at der er tilvejebragt en platform (138) til at understøtte en operatør nær ved svejseområdet (115), idet en øvre side af platformen strækker sig i et i alt væsentligt vandret plan.

11. Apparat ifølge krav 10, **kendetegnet ved,** at platformen (138) er roterbar omkring det nedre rørstykke (104).

12. Apparat ifølge ethvert af de foregående krav, **kendetegnet ved,** at hvert svejsehoved (110, 112) omfatter en eller flere svejsebrændere (118, 120).

13. Fremgangsmåde til at forbinde rørstykker med hinanden, hvilken fremgangsmåde omfatter:

- anbringelse af rørstykkerne i en i hovedsagen opretstående position, idet et øvre rørstykkes (102) nedre ende (106) rettes op på linje med et nedre rørstykkes (104) øvre ende (108), og idet den øvre ende (108) og den nedre ende (106) danner et svejseområde (115),

- tilvejebringelse af et svejseapparat, som omfatter:

  - i det mindste to svejseudstyrsbæreindretninger (148, 152),

  - i det mindste to svejsehoveder (110, 112),

  - en svejsehovedføreindretning (113),

  - en føreindretning (133), som strækker sig rundt om svejseområdet (115),

- forbindelse af hvert svejsehoved (110, 112) med hver sin svejseudstyrsbæreindretning (148, 152) ved hjælp af i det mindste én navlestreng (130, 132), hvor hver navlestreng (130, 132) åbner mulighed for begrænset relativ bevægelse i en rundtgående retning omkring rørstykket (102, 104) imellem hvert svejsehoved og dets tilhørende svejseudstyrsbæreindretning (148, 152),

- fastgørelse af svejsehovedføreindretningen (113) på det øvre eller det nedre rørstykke,

- føring af hvert svejsehoved (110, 112) langs svejseområdet (115) ved hjælp af svejsehovedføreindretningen (113),

- bevægelse af hvert svejsehoved (110, 112) langs svejsehovedføreindretningen (113),

- føring af svejseudstyrsbæreindretningerne (148, 152) ved hjælp af føreindretningen (133), og

- bevægelse af de i det mindste to svejseudstyrsbæreindretninger (148, 152) uafhængigt af hinanden.

14. Fremgangsmåde ifølge krav 13, og som yderligere omfatter:

fremføring af elektrisk energi til hver svejseudstyrsbæreindretning (148, 152) fra en energitilførselsledning (140) ved hjælp af en glidekontakt (144).

15. Fremgangsmåde ifølge krav 13 eller 14, og som yderligere omfatter:

fremføring af de i mindste to svejsehoveder (110, 112) uafhængigt af hinanden.

16. Fremgangsmåde ifølge ethvert af kravene 13 - 15, og som yderligere omfatter bevægelse af hvert svejsehoved (110, 112) med en styrbar hastighed.

17. Fremgangsmåde ifølge ethvert af kravene 13 - 16, og som yderligere omfatter bevægelse af hver svejseudstyrsbæreindretning (148, 152) med en styrbar hastighed.

18. Fremgangsmåde ifølge ethvert af kravene 13 - 17, og som yderligere omfatter bevægelse af hvert svejsehoved (110, 112) med en styrbar hastighed, og bevægelse af hver svejseudstyrsbæreindretning (148, 152) med en styrbar hastighed, således at hver svejseudstyrsbæreindretning (148, 152) holder i alt væsentligt samme vinkelposition i forhold til svejseområdet (115) som det tilhørende svejsehoved (110, 112).

19. Fremgangsmåde ifølge ethvert af kravene 13 - 18, og som yderligere omfatter:

tilvejebringelse af i det mindste én udstyrsbæreindretning (148, 152) med en understøtning (450), og

understøtning af i det mindste én svejseoperatør ved hjælp af understøtningen (450).

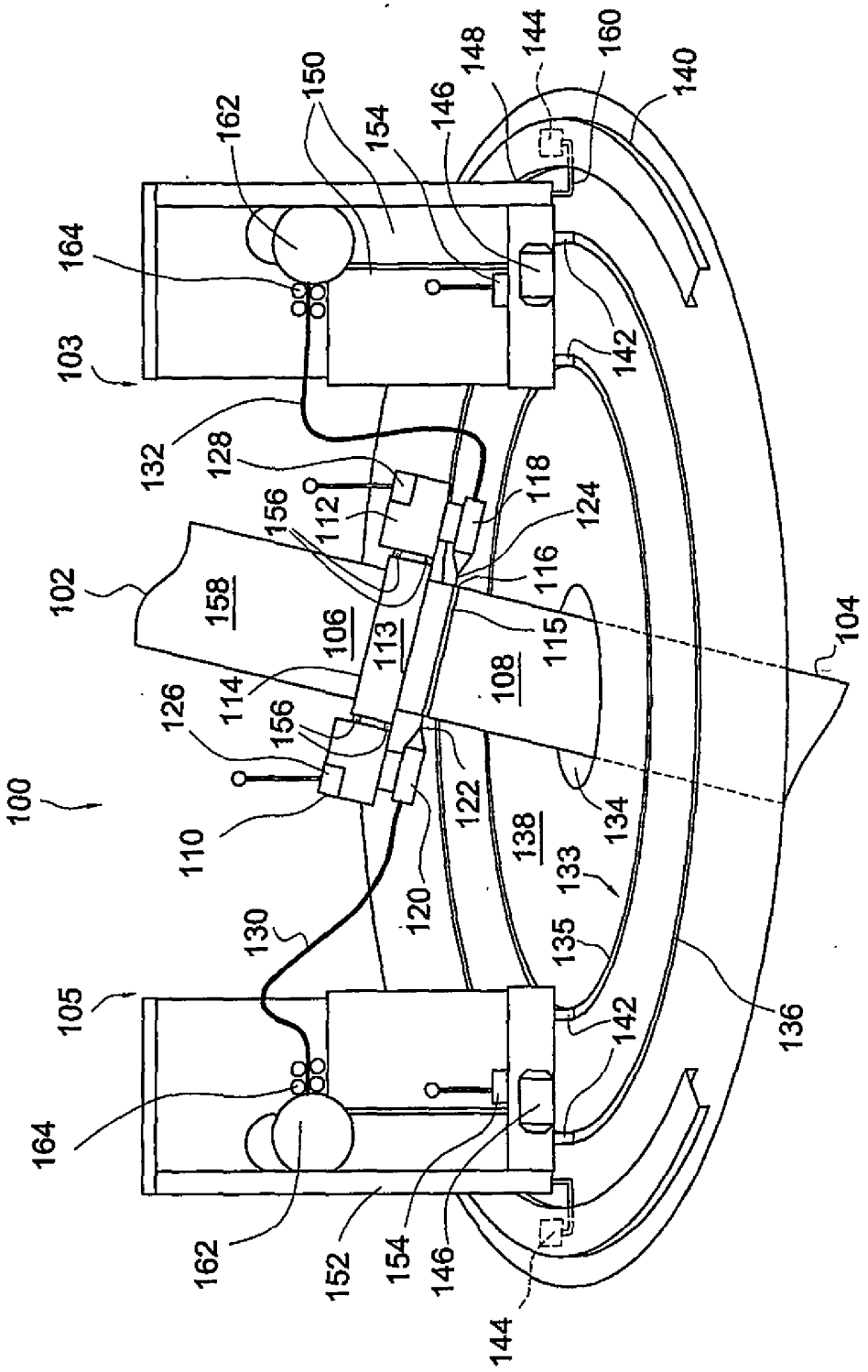

100
102
103
104
105
106
108
110
112
113
114
115
116
118
120
122
124
126
128
130
132
133
134
135
136
138
140
142
144
146
148
150
152
154
156
158
160
162
164

Fig. 1

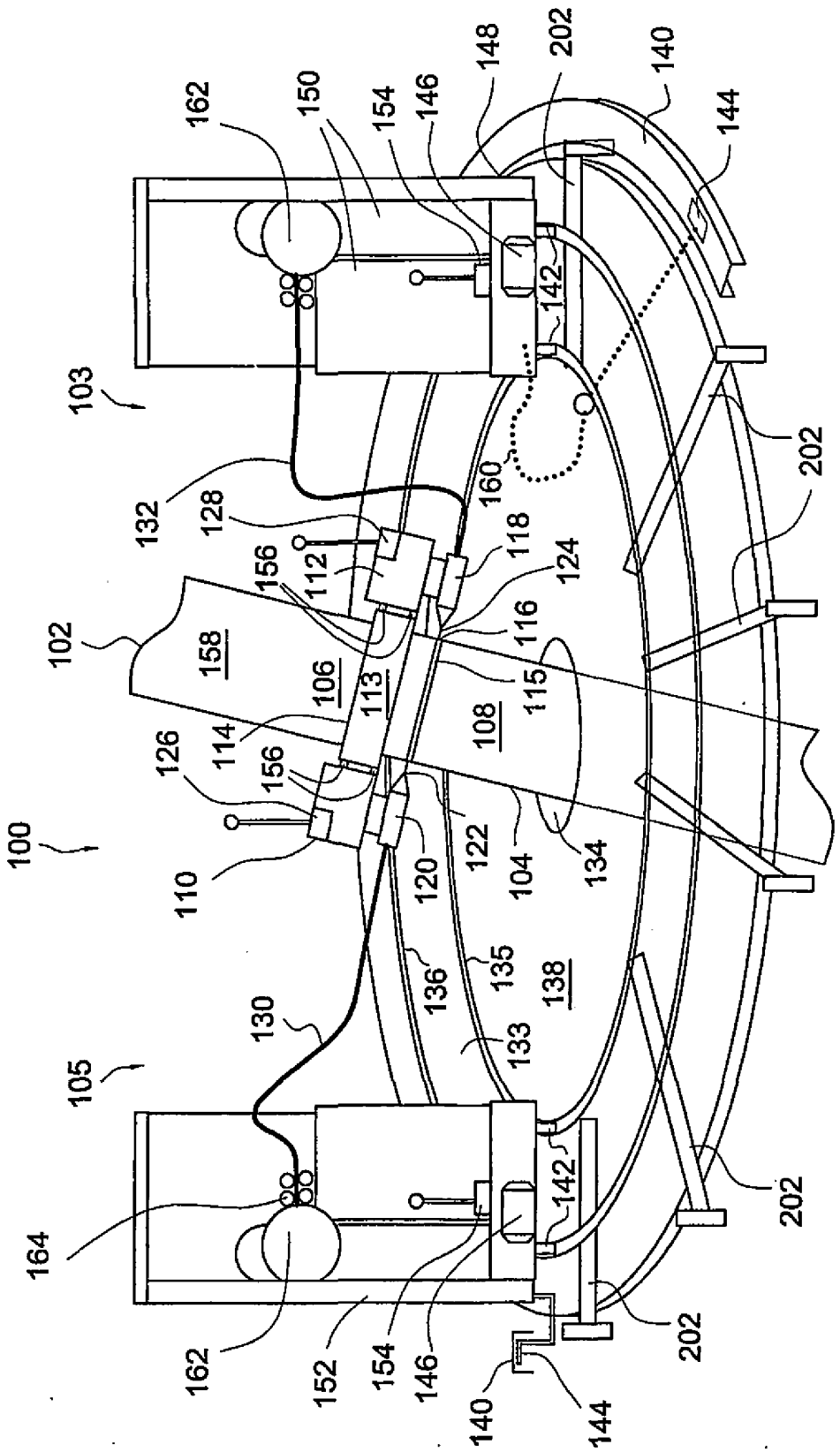

100
102
103
105
106
108
110
112
113
114
115
116
118
120
122
124
126
128
130
132
133
134
135
136
138
140
142
144
146
148
150
152
154
156
158
160
162
164
202

Fig. 2

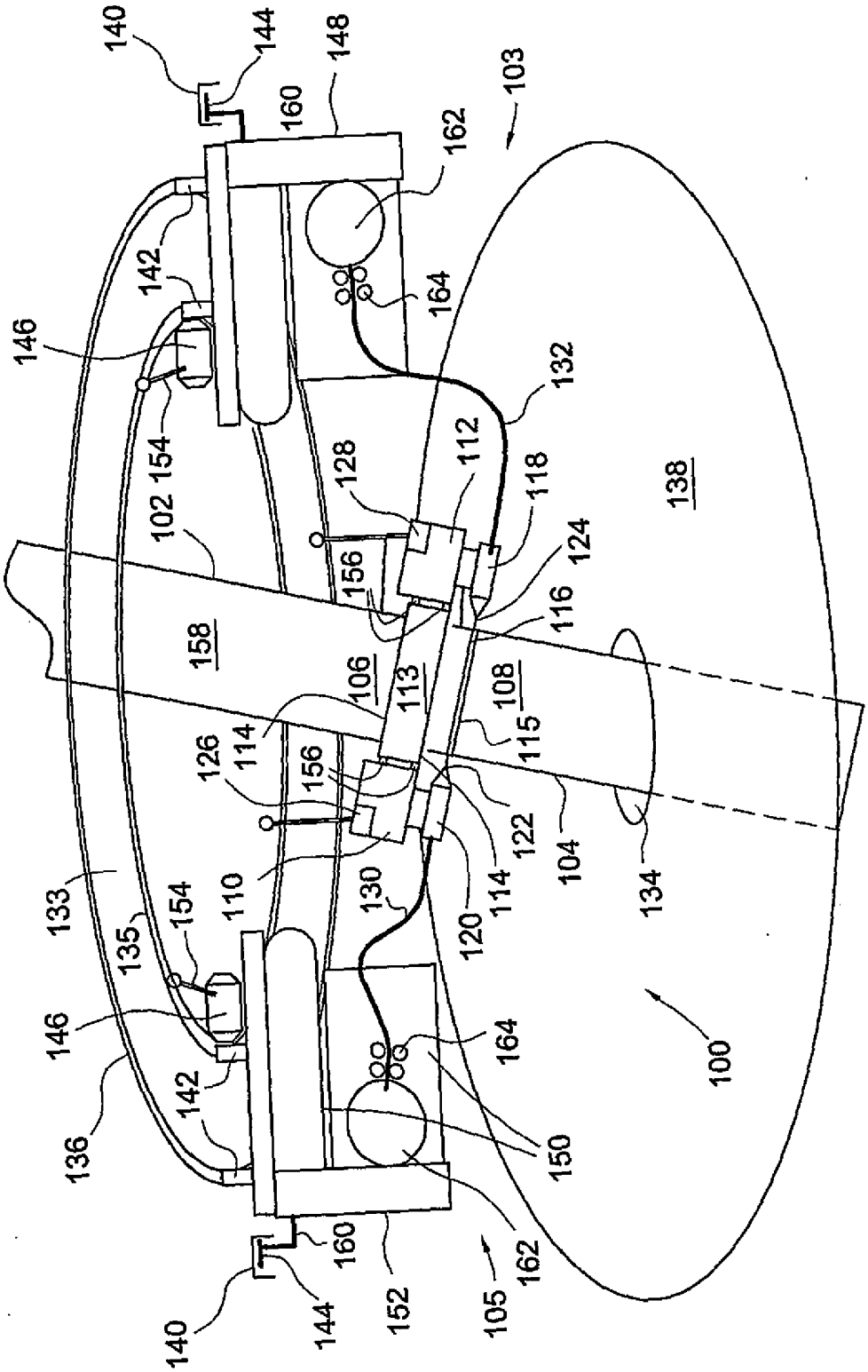

140
144
148
160
162
103
142
164
146
154
102
128
112
132
118
124
156
116
158
106
113
108
126
114
115
122
104
134
110
130
120
133
135
138
100
136
150
105
152

Fig. 3

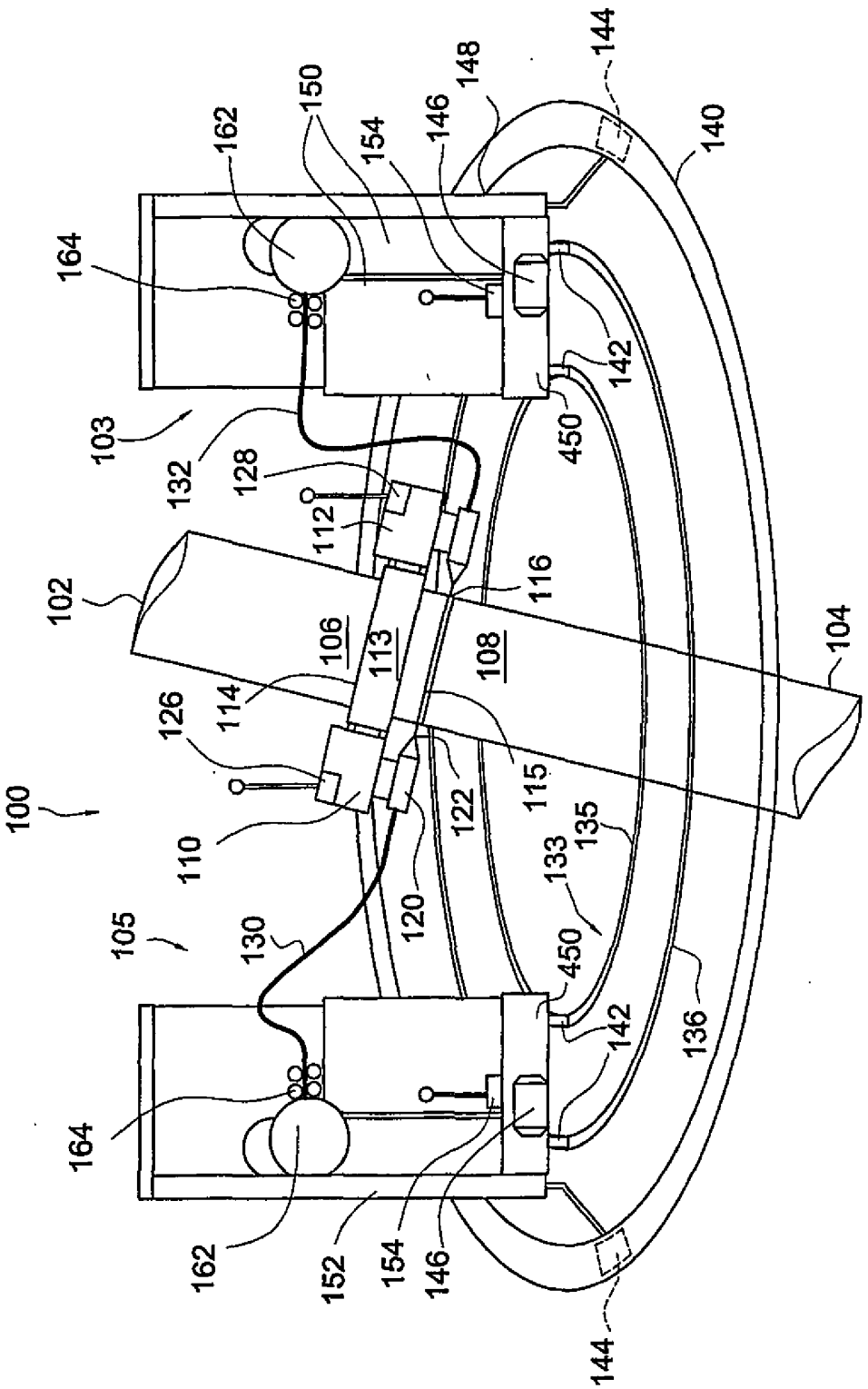

100
102
103
104
105
106
108
110
112
113
114
115
116
120
122
126
128
130
132
133
135
136
140
142
144
146
148
150
152
154
162
164
450

Fig. 4

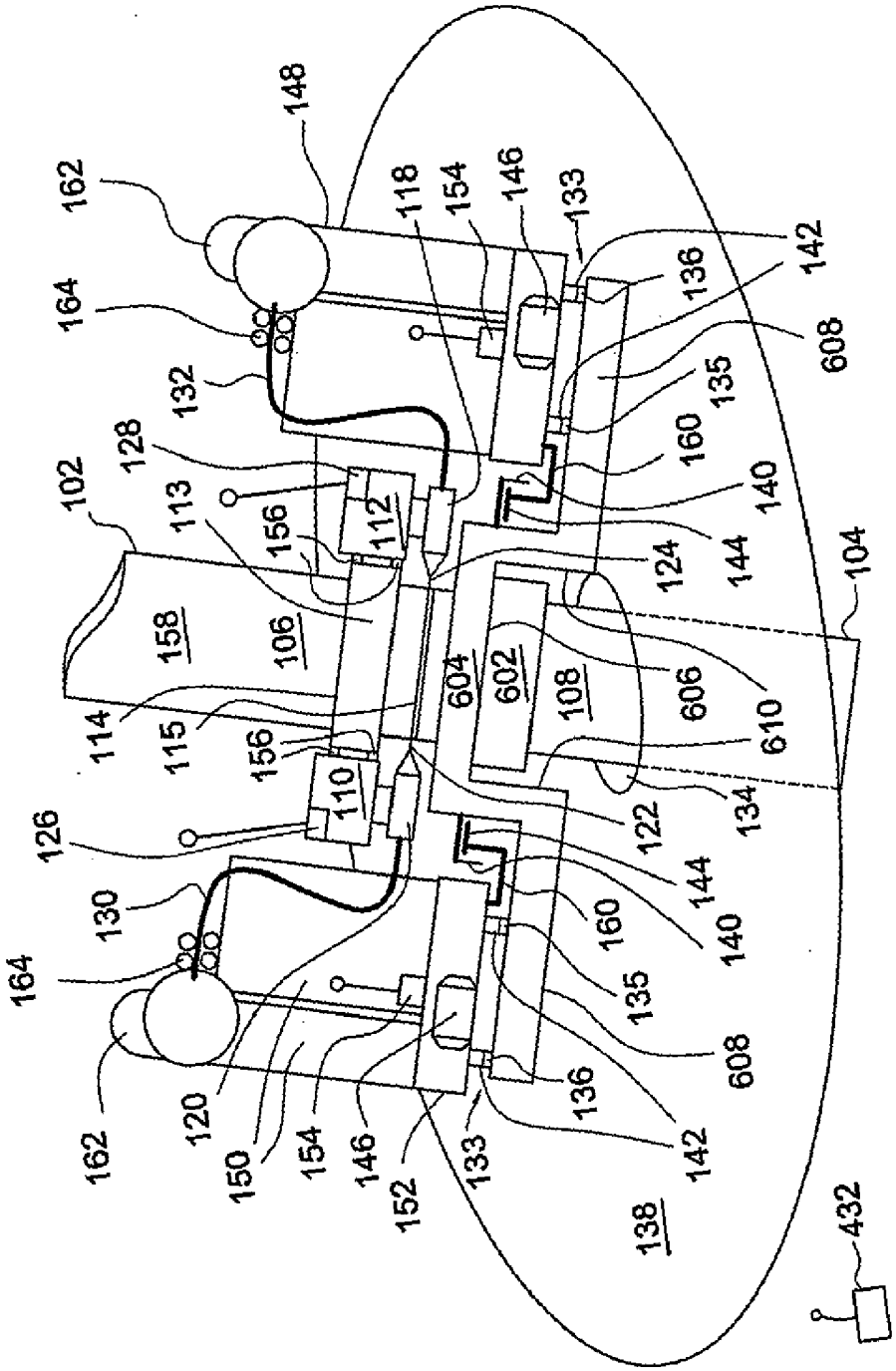

148
162
118
154
146
133
142
164
136
608
132
135
128
160
102
113
140
156
112
124
144
104
158
106
604
602
108
606
114
115
156
610
110
122
134
126
144
130
160
140
164
135
608
136
162
120
150
154
146
152
133
142
138
432

Fig. 5

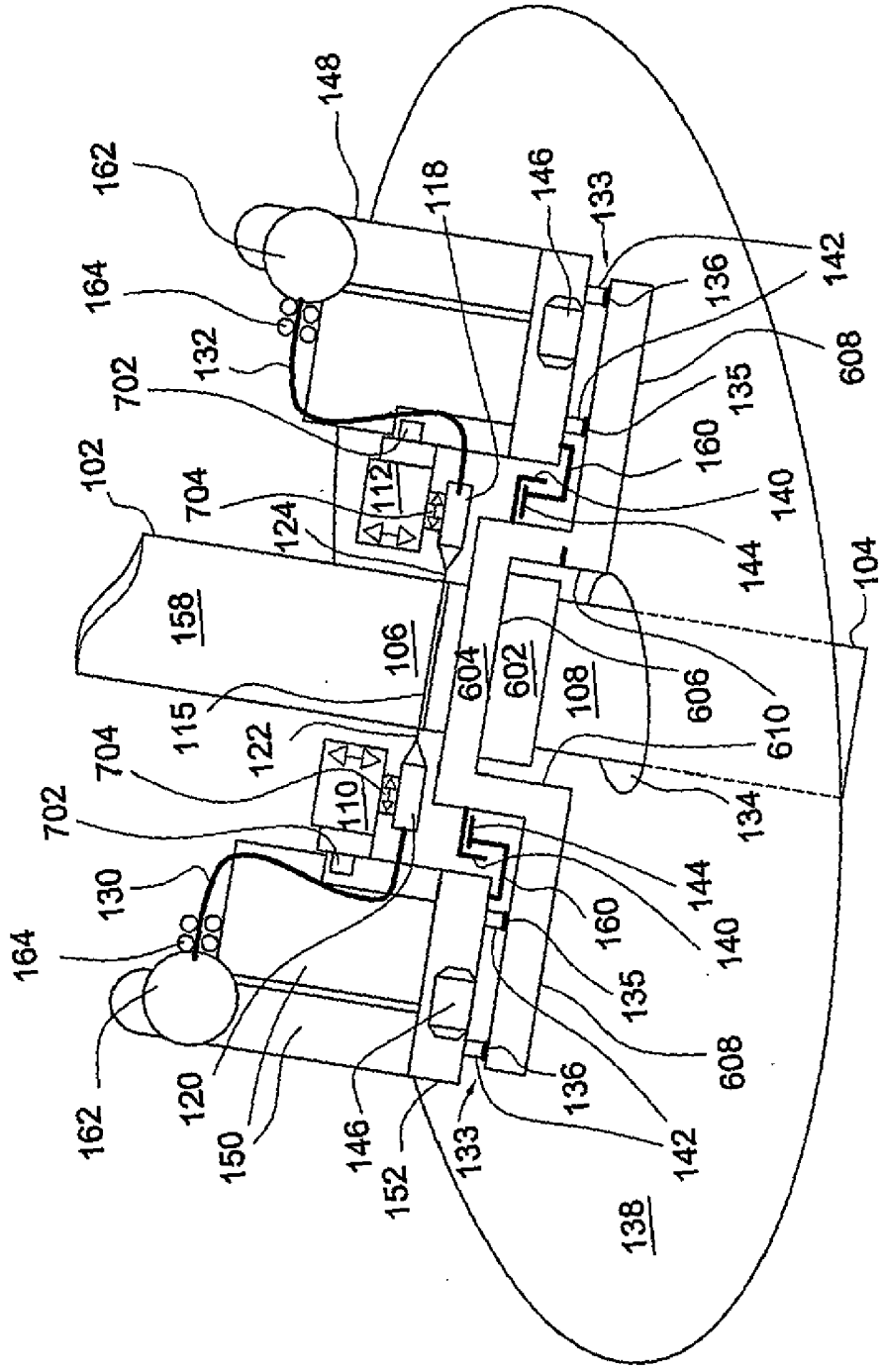

148
162
164
132
702
102
704
124
112
158
106
115
122
704
702
110
130
164
162
120
150
146
152
133
138
118
146
133
142
136
608
135
160
140
144
104
604
602
108
606
610
134
144
140
160
135
608
136
142

Fig. 6

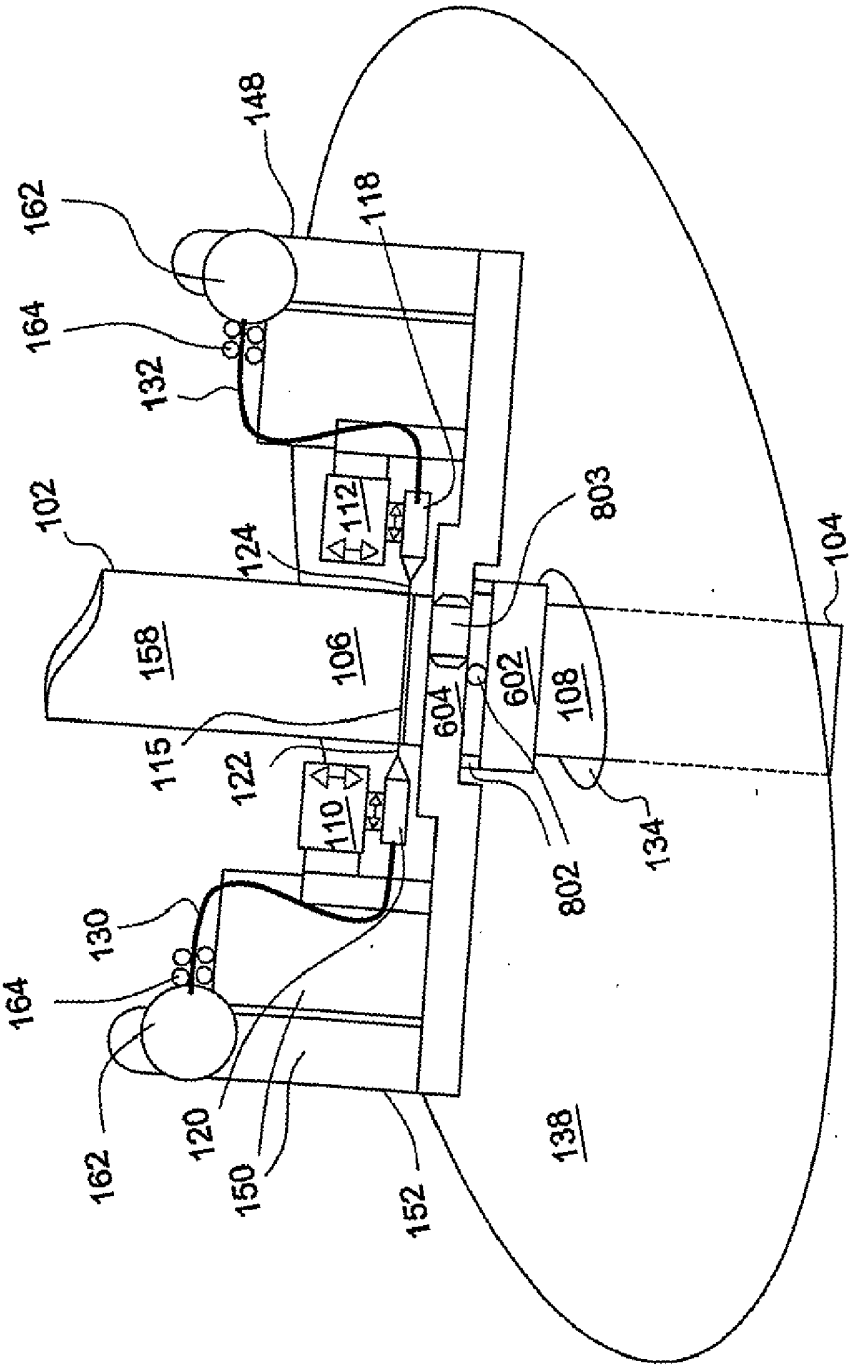

148
162
118
164
132
112
102
124
803
104
158
106
602
108
604
115
122
110
802
134
130
164
120
138
162
150
152

Fig. 7

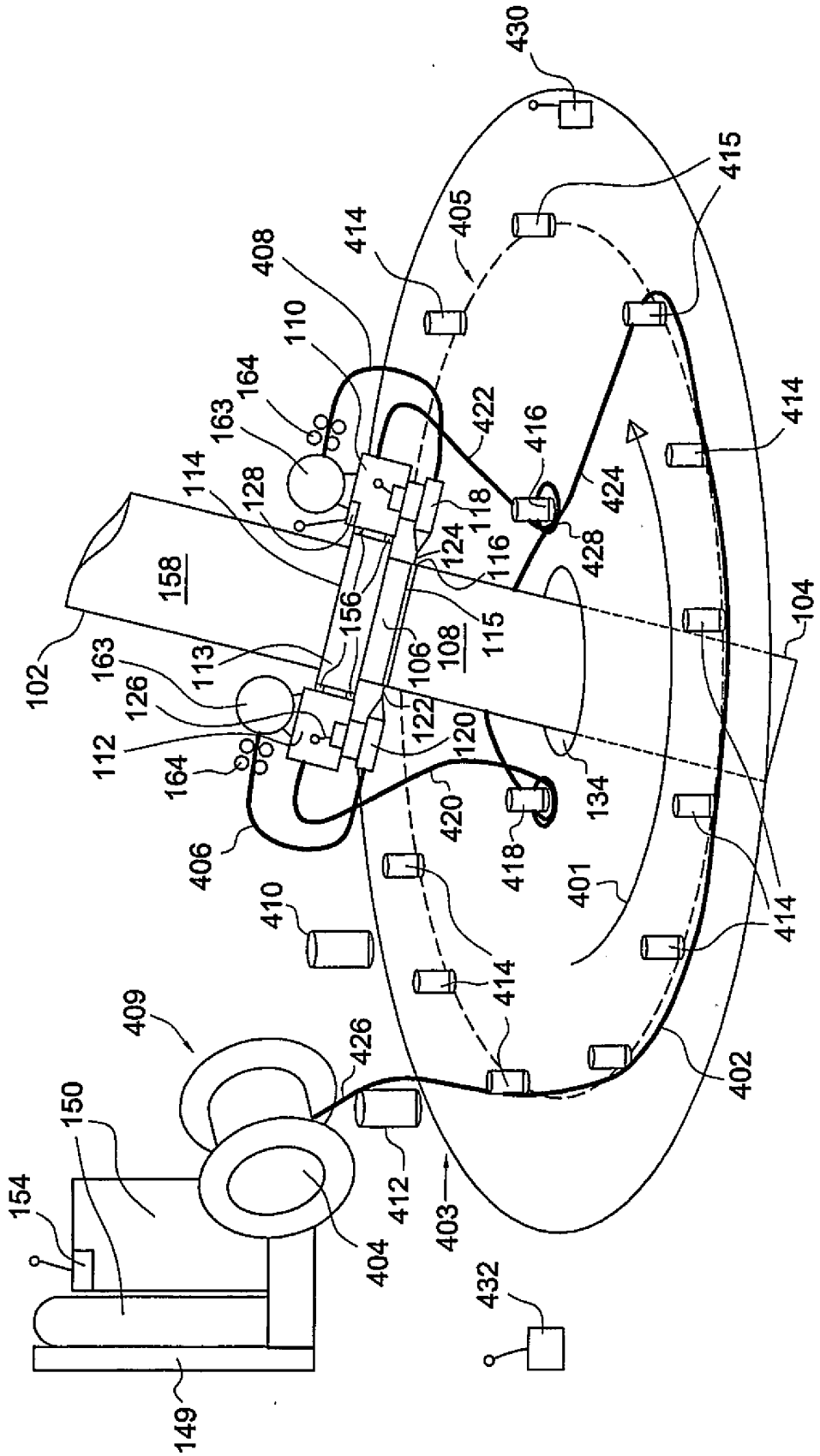

430
415
405
414
408
110
164
163
422
416
414
114
128
118
424
124
116
428
158
156
115
104
102
163
113
106
108
126
122
120
112
164
134
420
406
418
401
410
414
414
409
426
150
402
154
412
403
404
432
149

Fig. 8

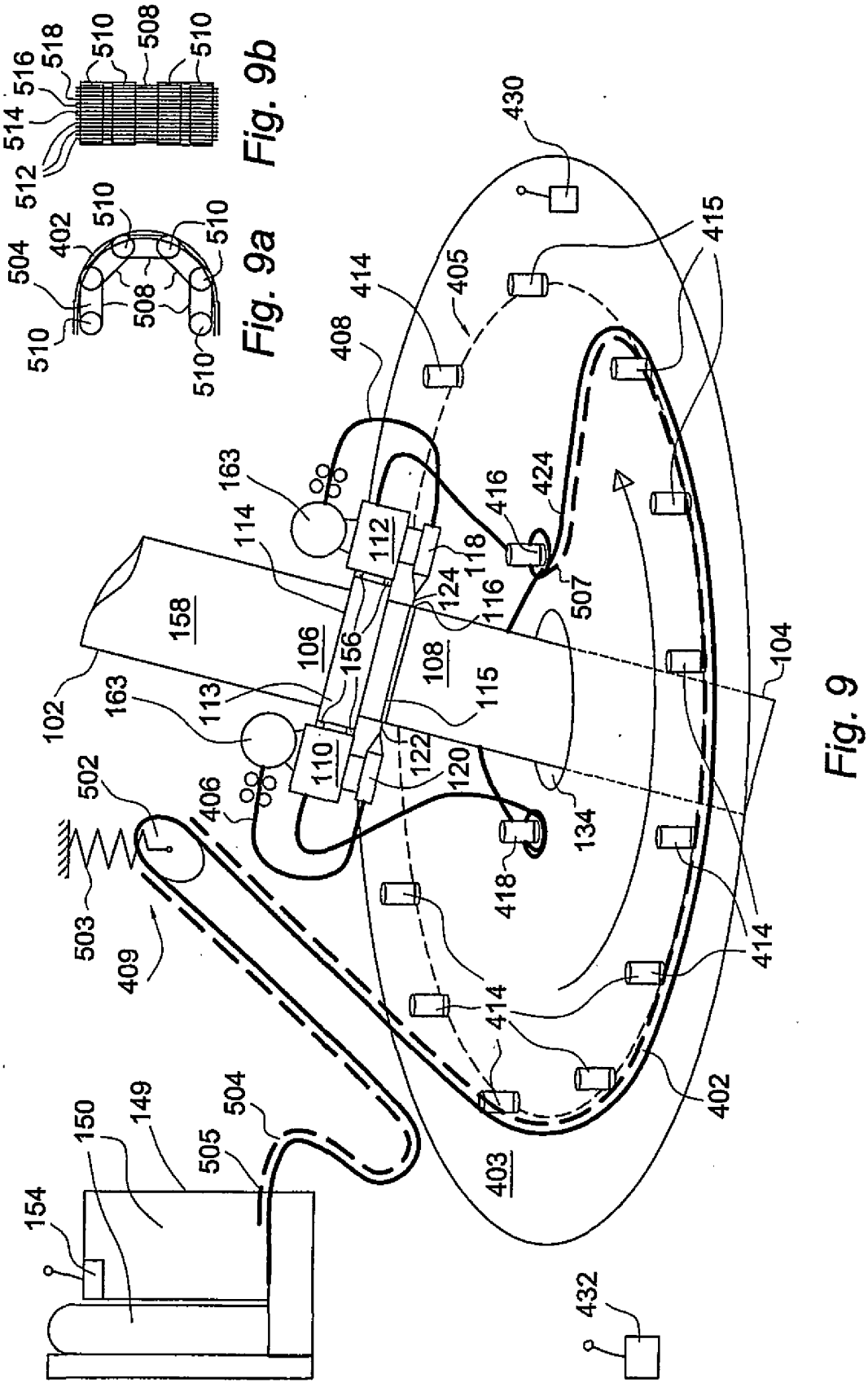


Fig. 9

Fig. 9a Fig. 9b

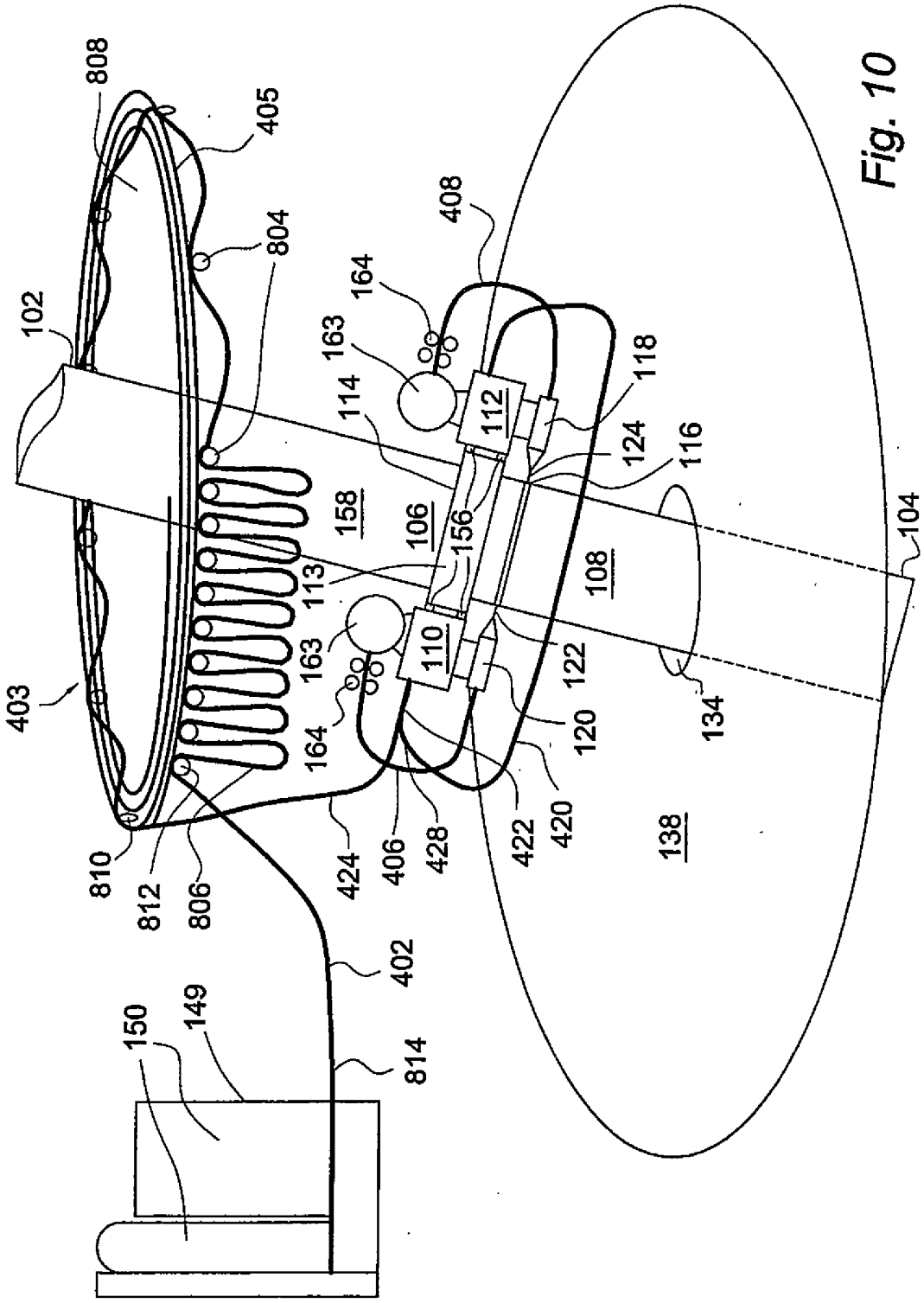

808
405
804
102
408
164
163
114
112
118
124
116
158
106
156
104
113
108
163
110
122
403
164
120
134
424
406
428
422
420
138
810
812
806
402
150
149
814

Fig. 10

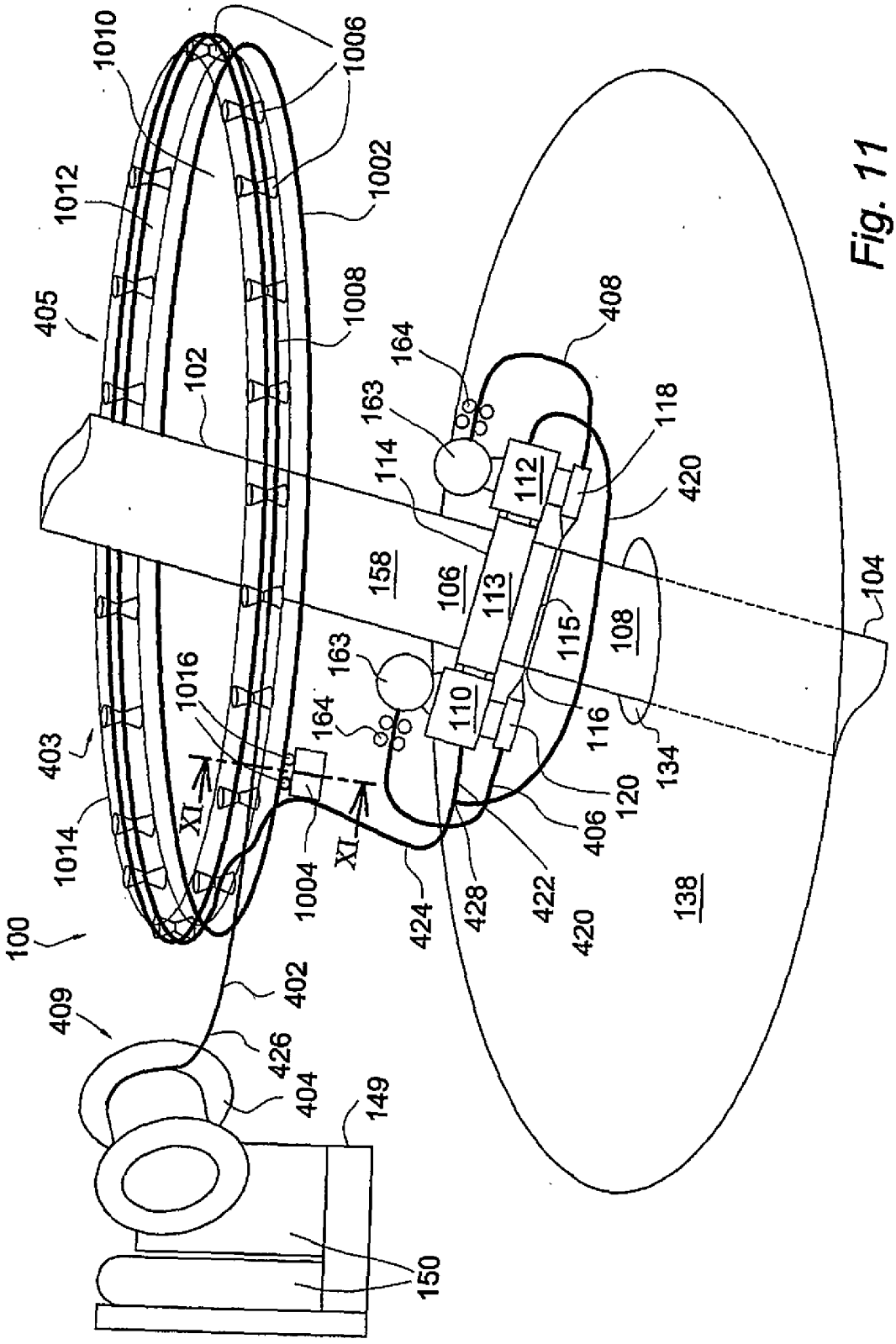

1010
1006
1012
1002
405
1008
102
164
163
408
118
114
112
420
158
106
113
104
108
115
163
1016
110
164
116
403
134
XI
120
XI
406
1014
1004
424
428
422
420
138
100
402
409
426
404
149
150

Fig. 11

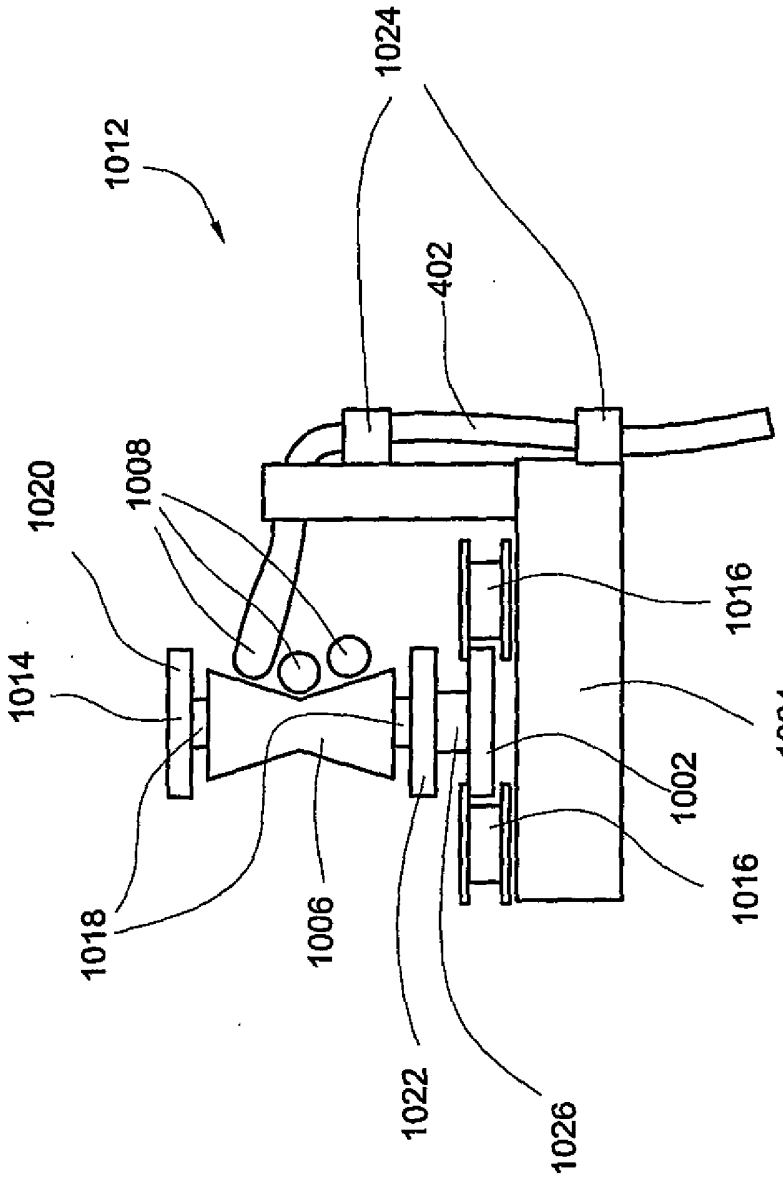

1024
1012
402
1020
1008
1016
1014
1004
1002
1016
1018
1006
1022
1026

Fig. 11a