



(12) PATENT

(19) NO

(11) 340157

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

B63B 35/03 (2006.01)

F16L 1/024 (2006.01)

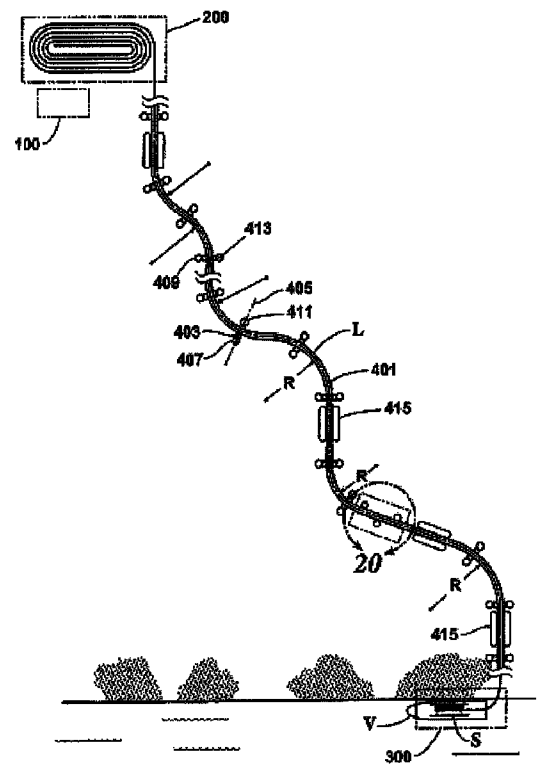
F16L 1/038 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20110311	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2009.08.06 PCT/US2009/053014
(22)	Inng.dag	2011.02.25	(85)	Videreføringsdag	2011.02.25
(24)	Løpedag	2009.08.06	(30)	Prioritet	2008.08.08, US, 12/228,104
(41)	Alm.tilgj	2011.05.13			
(45)	Meddelt	2017.03.13			
(73)	Innehaver	Michael W.N. Wilson, Burnfoot, Upper Lochton, GB-AB314ES BANCHORY, ABERDEENSHIRE, Storbritannia			
(72)	Oppfinner	Michael W N Wilson, 78 Queens Highland, GB-AB154AR ABERDEEN, Storbritannia			
(74)	Fullmektig	Håmsø Patentbyrå ANS, Postboks 171, 4301 SANDNES, Norge			

(54)	Benevnelse	Fremgangsmåte og system for å lagre, levere og spole opp forsammenstilte rørledninger		
(56)	Anførte publikasjoner	US 6089489 A US 5533834 A US 3965713 A US 3860122 A US 6554538 B2 US 3712100 A		
(57)	Sammendrag			

En fremgangsmåte og et system for å lagre, å levere og å spole opp rørledninger, som for eksempel undervanns rørledninger som brukes i offshore brønnproduksjonssystemer, som muliggjør kontinuerlige rørledningsoppspolingsoperasjoner for rørledninger som er flere kilometer lange uten behov for sveisestopp, et trommelunderstell med tilsvarende lengde på flere kilometer, en rettlinjet bane fra lager til skip og/eller hekkfortøyning av skipet som har trommelen om bord. Bøyeradier for rørledningen fra sveising til oppspoling holdes til et bestemt minimum innenfor rørledningens plastiske deformasjonsradiers område og fortrinnsvis innenfor rørledningens elastiske bøyeradiers område.



FREMGANGSMÅTE OG SYSTEM FOR Å LAGRE, LEVERE OG SPOLE OPP FORSAMMENSTILTE RØRLEDNINGER

Oppfinnelsens bakgrunn

Denne oppfinnelse vedrører generelt rørledninger og nærmere bestemt lagring, levering og oppspoling av rørledninger som er forsammenstilt for legging på et fjerntliggende sted, som for eksempel undervannsrørledninger som brukes i brønnproduksjonssystemer offshore.

Den første offshore rørledning ble lagt i Mexicogulfen i 1954 ved å bruke konvensjonelle landbaserte rørleggingsmetoder. Som det ses i figur 1, tildannes stengler K ved hjelp av sveising på land av to eller tre rørseksjoner P og overflatebehandling og testing av sveisene. Stenglene K lastes deretter ut på forholdsvis små båter B for levering til en havgående lokalitet som en leker eller et skip. Der sveises stenglene K sammen ende mot ende i en horisontal orientering, og disse nye sveiser blir overflatebehandlet og testet for utsetting i sjøen, én stengel av gangen, i hva som er en trettende langsom "S-leggings"-prosess, hvor "S" beskriver banen til rørledningen når den forlater den flytende lokasjon. Denne sjøverts anvendelse av den landbaserte konvensjonelle fremgangsmåte er fortsatt i bruk i dag, men primært på grunn av økt mulighet for rørledningshavari som resulterer av den "S-formede" rørledningsutleggingsbanen, brukes den vanligvis bare for legging av rør på grunnere vann enn 300 meters dyp. Antar vi at vanddybden er grunn, kan den sjøgående leker eller skip også være forholdsvis lite(n) fordi lengden og vekten av rørene om bord på hvilket som helst gitt tidspunkt er minimal. Men skjøtetiden for stenglene kan ta fra 20 minutter til 2 timer per skjøtt, avhengig av materialer, dimensjoner, sveiseprosedyrer, mellomstrengstemperaturer, overflatebehandling, føring, rør-i-rør-applikasjoner og beslektede betraktninger.

Sent på 1960-tallet ble kveilbaserte rørledningssystemer tatt i bruk. I henhold til den kveilbaserte fremgangsmåte, se figur 2, leveres rørstenglene K eller rørseksjonene P til et landanlegg nær innlastingsstedet hvor de skjøtes enkeltvis og spoles opp på en trommel S. Dette er også en trettende langsom prosess fordi oppspoling må stoppes for hver skjøtt mens rørstengler K eller rørseksjoner P sveises, overflatebehandles og testes. Rørseksjonene P kommer typisk i korte lengder, kanskje 12 m, og stenglene K noe lenger, kanskje så mye som 800 m lange. I ett nylig tilfelle ble et 2 kilometer langt monteringsområde spesialbygd til en kostnad av cirka 30 000 000 USD. De oppspolede rørledninger L er ofte så mye som 10 kilometer lange eller mer, avhengig av rørdiameter og veggtykkelse. Som et resultat kreves betydelig større og mer kostbare fartøyer V for å transportere

kveilen S til sted for legging av rørledningen på havet. Dessuten er rørleggefartøyet V konstruert og dets understøttelsesutstyr plassert slik at den ferdige rørledning L vil legges ut over hekken på fartøyet V når det kjører. Som et resultat krever disse rørleggefartøyer V også innlasting over hekken. Derfor må de fortøyas hovedsakelig med akterenden inn i havnen for å motta rørledningen L fra sveisefasiliteten aksielt i kjøretningen som er tvers på trommelens rotasjonsakse. Den resulterende tid i havn og plasskravene for fartøyet V gjør det generelt vanskelig og noen ganger umulig for vanlige havner å ha plass til den trommelbaserte prosess. Selv om havnen kan ta imot fartøyet V, overfører fremgangsmåten hovedsakelig den langvarige sjøverts sveise- og overflatebehandlingsprosess til kysten, slik at et veldig kostbart fartøy V, til like med gjeldende havnefasiliteter, står operasjonsmessig stille i dagevis mens rørledningen sveises, overflatebehandles og spoles. I mange prosjekter kan tiden som tilbringes i havn være så mye som 10 dager. I løpet av en rørleggings sesong kan et rørleggingsfartøy V tilbringe mer enn 80 dager i havn for å spole på rørstengler til en kostnad av 400 000 USD per dag.

I 1993 ble det begynt å praktiseres en "J-leggings"-variasjon av den vanlige sjøverts sveiseprosess, hvor "J" beskriver rørledningens bane når den forlater den flytende lokasjon. I "J-leggings"-systemer tillater et tårn på den flytende lokasjon at røret sveises i vertikal stilling. Dette muliggjør at den brukte sjøverts sveisemetode, som tidligere begrenset seg til 300 meters dyp kan brukes på vanddyb på over 1000 meter, men den lar de andre ovennevnte konvensjonelle prosessproblemer forbli uløst.

Nylig foreslår en 2006-publikasjon vedrørende trommelbasert rørledningsavspoling at rørledningen sveises og deretter lagres på en landbasert fasilitet for fremtidig nonstop overspoling på en trommel ombord i et skip. Et slikt system kunne redusere fartøyet V dødtdid. Imidlertid må rørledningen L, i henhold til det foreslåtte system som ses i figur 3, hentes og lagres på et synkronisert tog T av dreibare understell som drives på et endeløst sirkulært spor. Da toget er sirkulært blir rørledningen spiralisert på toget T. Den stadige variasjon av radien for den spiralisererte rørledning er bare praktisk for elastisk bøyning av røret. Det foreslås også at rørledninger kunne stables i lag med treplank som mellomlegg, men bare det øverste lag av stabelen vil kunne aksesseres til enhver tid. For å overføre den lagrede rørledning L til et fartøy V, ville rørledningen, eller den øverste rørledning hvis rørledninger er stablet, losses fra det endeløse spor T på en tangentformet bane for rettlinjert overføring til et nærliggende hekkfortøyd fartøy V. Denne kombinasjon av forutsetninger ville øke den allerede eksisterende vanskelighet ved å finne geografisk og geometrisk passende steder for kveilbaserte operasjoner. Et passende sted kunne være så mye som fem eller flere døgns fartøyseiling fra rørleggingsområdet. Økt forseilingstid ville i høy grad oppveie enhver sveisetid som ble spart ved bruk av systemet. De resulterende ulemper mer enn oppveier enhver gevinst som kunne resultert fra bruk av trommelbasert togsystem på dreibart understell (bogie train).

I et mer nylig foreslått system med stablet rørledning, ville rørledningen kveiles under seg selv i sirkulære konsentriske sirkulære eller atskilte semisirkulære konfigurasjoner som ses i figurene henholdsvis 4A-C. Dette system eliminerer den konstant varierende spiralradius for rørbøyen i syste-

met med spor og dreibart understell. I hver av disse konfigurasjoner ville imidlertid hver etterfølgende kveil løfte og bære vekten av hver eneste foregående kveil. Som med systemet med spor og dreibart understell, ville innlegging og uttaking til og fra kveilene være tangentiell til løkken og rettlinjert i forhold til både sveisestasjonen (ikke vist) og hekken på fartøyet V. Stedsvalget ville være

5 begrenset til de steder som var i stand til å ha plass til i det minste en sirkulær kveil med rørledningens L elastisk bøyeradius og også kunne tilby en rettlinjert bane tangentielt til kveilen og vinkelrett på trommelens rotasjonsakse for spolen S på det hekkfortøyde fartøy V. Stabling av identiske rørkveiler ville kreve bruk av samme radius og identisk løkkebane for hele stabelen. Vekten av stablede løkker ville i økende grad utfordre integriteten til etterfølgende lavere løkker og ville gjøre

10 rør-i-rør eller flerrørs applikasjoner høyst upraktisk. De stablede kveiler kunne ikke tilpasses delvise radier og derfor kunne ikke rørledningen L bøyes i alle mulige retninger. Rørlednings- eller sveisereparasjoner kunne ikke utføres på den kveilte rørledning, og det ville heller ikke være mulig å flytte et reparasjonspunkt i en kveil til et utpekt reparasjonssted uten å vikle ut og/eller brette en sveist skjørt. Stabling foreslås gjennomført ved å innføre en ny nederste kveil mellom stabelbærende ruller

15 og den nest nederste kveil til å løfte allerede stablede kveiler når rørledningen skyves under bunnen av stabelen, noe som er en upraktisk om ikke umulig oppgave. Utlastingsrekkefølgen fra en kveilet stabel kunne ikke endres fordi de nedre løkker, så snart rørledningen var stablet, ikke kunne aksesseres eller gjenvinnes før de høyere løkker ble fjernet fra stabelen. Selv om dette kunne endres, kunne ikke rørledninger med ulik diameter L_1 og L_2 lagres i den samme stabel. For eksempel

20 ville et 100 mm rør som skyves under et 250 mm rør skape et ustabil forhold. Gjenvinning av rørledningen fra kveilen ville sannsynligvis skade stabelens bæreruller eller røret på grunn av stabelens vekt. Gjenvinning av rørledningen fra kveilen vil sannsynligvis skade rullene som brukes til å styre rørledningen eller røret fordi én seksjon av rørledningen ville ønske å dreie seg elastisk mot den siste styrerulle mens de andre elastisk bøyd seksjoner holdt rullen på plass. Når rørledningen

25 slakkes fra kveilen, ville den ønske å beskrive en kurve med økende radius og enten tvinge seg av utgangsrullene eller, hvis den holdes igjen, krysse over kveilutgangen slik at topplaget ville tvinges av kveilens innside. Noen av kveilene ville av og til ønske å falle av bærerullene, spesielt hvis det bare var én styrerulle. Dette er slik fordi rørledninger i praksis har svært forskjellig styrke fra parti til parti og ville skyve rørledningen av rullene, spesielt når den går fra bøyd til rett og omvendt. De

30 stablede kveiler skulle kunne skyve nedover på bunnkveilen tilstrekkelig til å tvinge den av rullsystemet eller inn i en floke, eller den skulle kunne legge tilstrekkelig belastning på bunnkveilen og mellomliggende kveiler for til slutt å skade overflatebelegget eller feltskjøter på bunnkveilen når den krysser bærerullene. Dessuten ville stablede løkker til slutt knekke rørledningen mellom sveisestasjonen og løkken når strekkmaskinen skyver den stablede last. Ethvert vertikalt avvik i en kveil ville

35 forstørres i etterfølgende kveiler slik at tredimensjonal omkjøring av enhver hindring i kveilens bane ville være upraktisk. Rulleunderstøttelsen og ledestrukturen til de stablede kveiler ville kreve så betydelig styrke for å håndtere løkkene at systemet ikke ville kunne transporteres. Den stablede kveilvarianten av togspiralen med dreibart understell medfører ulemper som ville virke sterkt dempende mot dens bruk i et trommelbasert system.

På tross av anstrengelsene for å finne opp en mer praktisk metode og system, er den nåværende undervannsrørledningsteknologi begrenset til "S-leggings"- og "J-leggings"-metoder med sveising sjøverts eller sveis-og-kveile-fremgangsmåter på land. Begge er forholdsvis ineffektive og kostbare og, med hensyn til offshore oljeproduksjonsapplikasjoner, legger betydelig til allerede byrdefulle forbrukerkostnader.

I US6089489 beskrives et lagringssystem for kontinuerlige lengder av stivt rør. Særlig gjelder systemet lagring av rør i forkant av opprulling av røret på en rørtrommel i et marint leggefartøy. Systemet omfatter en sløyfe (eng. loop) av skinner med en flerhet av skinneboggier som er innrettet til å holde og motta flere runder med rørlengde som strekker seg rundt sløyfa.

10 Det er derfor et formål med denne oppfinnelse å tilveiebringe en fremgangsmåte for å lagre, levere og kveile rørledninger som setter opp farten på kveiletidene. Et annet formål med denne oppfinnelse er å tilveiebringe en fremgangsmåte for å lagre, levere og kveile rørledninger som reduserer avbruddshendelser under kveileoperasjonen. Enda et annet formål med denne oppfinnelse er å tilveiebringe en fremgangsmåte for å lagre, levere og kveile rørledninger som reduserer dødtdid i
15 havn for rørleggingsfartøyer. Et ytterligere formål med denne oppfinnelse er å tilveiebringe en fremgangsmåte for å lagre, levere og kveile rørledninger som reduserer risikoen for sveisefeil. Enda et annet formål med denne oppfinnelse er å tilveiebringe en fremgangsmåte for å lagre, levere og kveile rørledninger som gir tilgang til et større utvalg i kveilebasissteder. Det er også et formål med denne oppfinnelse å tilveiebringe en fremgangsmåte for å lagre, levere og kveile rørledninger som eliminerer behovet for hekkfortøyning eller vinklet fortøyning av trommelfartøyer. Et ytterligere formål med denne oppfinnelse er å tilveiebringe en fremgangsmåte for å lagre, levere og kveile rørledninger som gjør komplekse skjøtesystemer, som for eksempel rør-i-rør og høyt Cr-innhold, mer attraktive for trommelutlegging. Et annet formål med denne oppfinnelse er å tilveiebringe en fremgangsmåte for å lagre, levere og kveile rørledninger som ikke krever at en lagret rørledning
25 kommer i spiralisert eller kveilet berøring med seg selv eller andre rørledninger. Enda et annet formål med denne oppfinnelse er å tilveiebringe en fremgangsmåte for å lagre, levere og kveile rørledninger som anvender en enkelt punkt til punkt lagringsbane som rørledningen tegner opp. Et ytterligere formål med denne oppfinnelse er å tilveiebringe en fremgangsmåte for å lagre, levere og kveile rørledninger som er i stand til innbefatte flere radier i et rørledningslagers leverings- eller
30 oppspolingsbane. Enda et annet formål med denne oppfinnelse er å tilveiebringe en fremgangsmåte for å lagre, levere og kveile rørledninger som kan tilpasse delvise radier som tillater rørledningen å bøyes i alle tilgjengelige retninger. Det er også et formål med denne oppfinnelse å tilveiebringe en fremgangsmåte for å lagre, levere og kveile rørledninger som tillater rørlednings- eller sveisereparasjoner å utføres hvor som helst i rørledningens lagringsbane. Et annet formål med denne oppfinnelse er å tilveiebringe en fremgangsmåte for å lagre, levere og kveile rørledninger som tillater
35 bevegelse av et reparasjonspunkt i en rørlednings lagringsbane til et reparasjonssted. Enda et annet formål med denne oppfinnelse er å tilveiebringe en fremgangsmåte for å lagre, levere og kveile rørledninger som tillater å kople en tradisjonell kveilebase eller rett stativ til dens rørlednings-

lagringsbane. Det er også et formål med denne oppfinnelse å tilveiebringe en fremgangsmåte for å lagre, levere og kveile rørledninger som muliggjør selektiv gjenvinning av rørledningspartier fra lager. Et annet formål med denne oppfinnelse er å tilveiebringe en fremgangsmåte for å lagre, levere og kveile rørledninger som tillater rørledninger med ulik diameter å lagres ende mot ende og gjenvinnes etter ønske. Enda et annet formål med denne oppfinnelse er å tilveiebringe en fremgangsmåte for å lagre, levere og kveile rørledninger som understøtter den lagrede rørledning direkte på ruller. Et ytterligere formål med denne oppfinnelse er å tilveiebringe en fremgangsmåte for å lagre, levere og kveile rørledninger som er tolerant for feiltilpassede rørfastheter på en skjøt etter skjøt basis. Enda et annet formål med denne oppfinnelse er å tilveiebringe en fremgangsmåte for å lagre, levere og kveile rørledninger som tillater den lagrede rørledning å omgå hindringer på lagringsstedet eller langs leveringsruten i tre dimensjoner. Og det er et formål med denne oppfinnelse å tilveiebringe en fremgangsmåte for å lagre, levere og kveile rørledninger som muliggjør bruk av transportable banekomponenter for lagring, levering og kveiling av rørledninger.

Oppsummering av oppfinnelsen

I henhold til denne oppfinnelse tilveiebringes det en fremgangsmåte og et system for lagring, levering og kveiling av forsammenstilte rørledninger slik som undervannsrørledninger som brukes innen offshore brønnproduksjonssystemer.

Rørledningen kan lagres innenfor de geometriske begrensninger for et lagringssted som er forholdsvis lite i forhold til lengden av rørledningen som skal lagres, noe som øker antallet tilgjengelige steder for dette formål. I praksis velges en minimum bøyeradius for røret. En maksimumslengde for rørledningen som skal lagres bestemmes. En fast, buktende, lineær bane som kan inneholdes innen den tilgjengelige plass over det geometriske areal av et mulig sted defineres. Den faste, buktende, lineære bane vil ha en lengde som ikke er mindre enn rørledningens bestemte maksimale lengde og den vil ikke ha noen svinger med radius mindre enn den valgte minimum bøyeradius for rørledningen. Den bestemte minimum bøyeradius kan være en plastisk bøyeradius for rørledningen eller en elastisk bøyeradius for rørledningen. Banen kan bukte seg slik at den overlapper seg selv så lenge rørledningen som følger banen ikke kommer i berøring med seg selv. Rørledningen forårsakes å følge den faste, buktende, lineære bane inntil hele rørledningen er i banen.

For å levere en forsammenstilt rørledning fra sin lagerlokasjon til et fjernt bestemmelsessted, som for eksempel en trommel om bord i et skip, velges en minimum bøyeradius for rørledningen, og en fast, buktende, lineær bane som forbinder lagringsplassen med bestemmelsesstedet defineres. Den definerte bane har ingen svinger med radius mindre enn den valgte minimum bøyeradius for rørledningen. Den valgte minimum bøyeradius kan være en minimums plastisk deformasjonsradius for rørledningen eller en elastisk bøyeradius for rørledningen. Rørledningen forårsakes å følge banen inntil en forende av rørledningen har vandret fra den første lokasjon til den andre lokasjon.

Hvis en levert rørledning skal spoles på en trommel, vil banen på hvilken rørledningen vil nærme seg oppspolingsområdet identifiseres. En minimum bøyeradius for rørledningen velges og en kur-

vet innkjøringsbane defineres fra et innledende tilnæringspunkt nær kystlinjen ved trommelen til et endelig innkjøringspunkt til trommelen. Den bestemte minimum bøyeradius kan være en plastisk deformasjonsradius for rørledningen eller en elastisk bøyeradius for rørledningen. Det kurvede parti av tilnæringsbanen dreier for å rette slutten av tilnærmingen inn med trommelen i et hovedsakelig vinkelrett forhold fra det endelige tilnæringspunkt til rotasjonsaksen av og for krysning med trommelen. Den kurvede bane har ingen radiusdreining mindre enn rørledningens bestemte minimumsradius og har fortrinnsvis en enkelt sirkulær dreining med en sammensatt radius, hvor den sammensatte radius ikke har noen radiell komponent som er mindre enn den valgte minimum bøyeradius. Rørledningen forårsakes å følge tilnæringsbanen mot trommelen inntil, når rørledningen spoles inn på trommelen, en bakre ende av rørledningen er kommet ut av kveilens tilnæringsbane. Hvis trommelen er en trommel om bord på et skip, tillater trommeltilnæringsbanen at skipet ligger til kai i en retning i havnen som ikke har hekken mot kaien.

Om det gjelder i lagrings-, leverings- eller trommeltilnæringsbanen kan sporfølgning forårsakes ved at rørledningen drives frem på bæreruller plassert i faste posisjoner langsmed og som roterer om akser som er tvers på den definerte bane mens den vandrende rørledning ledes til å vandre på bæreruller med styreruller plassert i faste posisjoner og som roterer om akser som er tvers på den definerte bane. Alternativt kan sporfølgning forårsakes av at rørledningen drives frem til å vandre på bæreruller plassert langs, montert på og roterende om akser som er tvers på rørledningen mens den vandrende rørledning styres med en føring som hindrer støtterullene å avvike fra den definerte bane. Føringen kan, for eksempel være en kanal i hvilken bærerullene vandrer eller en skinne eller bjelke til hvilke bærerullene er koplet. Hvorvidt rullene er festet langs banen eller på rørledningen, kan fremdrift oppnås ved å trekke eller skyve rørledningen til å følge den definerte bane.

Den bestemte bøyeradius for lagring, levering og spoling vil være innenfor det plastiske deformasjonsradiusområde for rørledningen for å sikre at rørledningen kan rettes under strekk når den kommer ut av bøyen. Fortrinnsvis vil den bestemte bøyeradius være innenfor det elastiske bøyeradiusområde for rørledningen for å sikre at rørledningen ikke vil kreve strekking for å rettes.

Kort beskrivelse av tegningene

Andre formål med oppfinnelsen vil tydeliggjøres ved lesing av den etterfølgende detaljerte beskrivelse og ved henvisning til tegningene i hvilke:

- 30 Fig. 1 er en plantegning som anskueliggjør rørledningslagring overensstemmende med konvensjonelle landbaserte rørleggingsmetoder som omtalt i "Oppfinnelsens bakgrunn";
- Fig. 2 figur 2 er en plantegning som anskueliggjør rørledningslagring overensstemmende med tidlige trommelbaserte rørleggingsmetoder som omtalt i "Oppfinnelsens bakgrunn";
- 35

- Fig. 3 er en plantegning som anskueliggjør rørledningslagring overensstemmende med en foreslått "spiralisert" trommelbasert rørleggingsmetode som omtalt i "Oppfinnelsens bakgrunn";
- 5 Fig. 4A, 4B og 4C er plantegninger som anskueliggjør henholdsvis sirkulær, konsentrisk og atskilt halvsirkulær rørlagring overensstemmende med en foreslått "kveilet" trommelbasert rørleggingsmetode som omtalt i "Oppfinnelsens bakgrunn";
- Fig. 5 er en plantegning av en bane som innarbeider den foreliggende oppfinnelses lagrings-, leverings- og kveilemetode.
- Fig. 6 er en plantegning av sveise- og lagringsbanene ifølge figur 5;
- 10 Fig. 7 er et tverrsnittsriss tatt langs linjen 7-7 i figur 6;
- Fig. 8 er et tverrsnittsriss tatt langs linjen 8-8 i figur 6;
- Fig. 9 er et tverrsnittsriss tatt langs linjen 9-9 i figur 6;
- Fig. 10 er et tverrsnittsriss tatt langs linjen 10-10 i figur 6;
- 15 Fig. 11 er et tverrsnittsriss som anskueliggjør flernivålagring i henhold til den foreliggende oppfinnelse;
- Fig. 12 er et tverrsnittsriss som anskueliggjør en rørledningslagring eller leveringsbane av typen kanal-og-vogn, i henhold til oppfinnelsen;
- Fig. 13 er et tverrsnittsriss som anskueliggjør en rørledningslagring eller leveringsbane av typen overplassert enskinne i henhold til den foreliggende oppfinnelse;
- 20 Fig. 14 er et tverrsnittsriss som anskueliggjør en rørledningslagring eller leveringsbane av typen underhengt enskinne i henhold til den foreliggende oppfinnelse;
- Fig. 15 er en perspektivliknende illustrasjon av en rørledningslagringsbane som går i alle retninger (omni-directional) i henhold til den foreliggende oppfinnelse;
- 25 Fig. 16 er en perspektivliknende illustrasjon av en vertikalt orientert rørledningslagringsbane i henhold til den foreliggende oppfinnelse;
- Fig. 17 er en plantegning som anskueliggjør overspolingsmetoden ifølge den foreliggende oppfinnelse;
- Fig. 18 er et sideriss av overspolingsmetoden ifølge figur 17;

- Fig. 19 er en plantegning som anskueliggjør gjenvinning av en rørledning fra et lagringssted;
- Fig. 20 er et forstørret planriss som anskueliggjør retting av plastisk bøyd rørledning i henhold til den foreliggende oppfinnelse;
- Fig. 21 er et tverrsnittsriss som anskueliggjør lagring eller levering av buntede rørledninger i henhold til den foreliggende oppfinnelse;
- Fig. 22 er et tverrsnittsriss som anskueliggjør lagring eller levering av rørledning-i-rørledning i henhold til den foreliggende oppfinnelse; og
- Fig. 23 er et tverrsnittsriss som anskueliggjør horisontal lagring eller levering av flere rørledninger i henhold til den foreliggende oppfinnelse.

Selv om oppfinnelsen vil bli beskrevet i forbindelse med en foretrukket utførelse av den, vil det forstås at det ikke er ment å begrense oppfinnelsen til den utførelsen eller til oppbygningsdetaljer eller anordning av deler som er anskueliggjort i de vedlagte tegninger.

Detaljert beskrivelse

Som omtalt tidligere heri i forhold til figur 1-4, i henhold til foreliggende kjent teknikk for rørledningsspuling, fra røret sveises til det spoles opp på en trommel, bøyes en rørledning, hvis den i det hele tatt bøyes, bare med radier som er større enn dens elastiske bøyegrense. Rørledningen sammenstilles på et sted nær trommelen mens den spoles langs en hovedsakelig rettlinjert bane fra sammenstillingspunktet til trommelen. Trommelen befinner seg vanligvis om bord på et skip som ligger fortøyd med hekken inn i en havn slik at rørledningen tar en rettlinjert bane til trommelen. Den første gang rørledningen utsettes for plastisk bøying er når rørledningen spoles opp på trommelen. Den oppspolede rørledning rettes senere mekanisk under leggeprosessen når den spoles av fra trommelen.

I henhold til den foreliggende oppfinnelse, når det ses på figur 5, vil en rørledning L lagres på et lagringssted 200 for fremtidig overføring til et fjerntliggende kystlinjested 300 langs en leveringsbane 400 for oppspuling på en trommel S om bord på et skip. Alt dette gjennomføres ved hjelp av en fremgangsmåte for å lagre, levere, og spole opp i hvilken rørledningen følger faste baner. De faste baner kan hovedsakelig ligge i alle retninger slik at rørledningen kan beføre terreng som kan skråne, gå opp og ned, eller ha ubevegelige hindringer, kan dirigeres slik at den aldri kommer i berøring med seg selv, slik at rørledningen på alle punkter er tilgjengelig for gjenfinning eller reparasjon, og kan inneholdes på en variasjon av forholdsvis små og forskjellig geografisk utseende steder som øker opsjonene for systemdesign. Som det brukes heri, angir "bane" det ønskede sted for senterlinjen av en understøttet rørledning L.

Lagringsmetoden

Det vises til figur 6 hvor stengler K, for tildanning av rørledningen L for lagring, som består av forsveisede rørseksjoner P₁₁ og P₁₂, P₁₃ og P₁₄, P₁₅ og P₁₆, P₁₇ og P₁₈, P₁₉ og P₂₀, og så videre er lagret på et sveisested 100. Som vist befinner sveisestedet 100 seg separat fra rørledningslagringsstedet 200. Sveisestedet 100 kunne imidlertid også befinne seg på lagringsstedet 200, som det vil bli forklart senere. Sveisefasen for rørledningstildanningsprosessen er velkjent, men siden lagringsmetoden er nær beslektet med sveisefasen for rørledningssammenstillingen, er en forklaring berettiget. Sett på figur 6 og 7, lagres separate stengler K i en rørreol 101 fra hvilke de lastes i rekkefølge ut på horisontale ruller 103. Vertikale ruller 105 hindrer stenglene K fra å rulle av rullene 103 og hjelper til å lede stenglene K til lengdemessig innretting med tidligere utlastede stengler K som er blitt flyttet fremover langs sveisebanen 107. Som vist er noen stengler K som består av forsveisede rørseksjoner P₁ og P₂, P₃ og P₄, P₅ og P₆, P₇ og P₈ og P₉ og P₁₀, allerede sveiset ende mot ende for å danne en rørledning L til hvilken de frie stengler K på sveisestedet 100 kan tillegges, og forlenges rørledningen L til dens besluttede maksimumslengde. For å komme til rørledningens L tilstand som vist i figur 6, ble den første stengel K, bestående av to rør P₁ og P₂, rettet inn på rørledningsbanen 107 på sveisestedet 100 og ble flyttet fremover på banen 107 for å gjøre plass til den neste stengel K bestående av to rør P₃ og P₄, som også skulle rettes inn med rørledningsbanen 107. Den bakre ende av den første stengel og den forre ende av den andre stengel ble så sveist for å begynne rørledningen L. Rørledningen L ble så flyttet frem og den tredje stengel K, bestående av to rør P₅ og P₆, ble på liknende vis lagt til for å forlenges rørledningen L, og så videre, inntil stengelen K bestående av de siste to rør P₉ og P₁₀, ble sveist på rørledningen L. Hver av sveisene overflatebehandles og testes under denne preliminnære prosess. Fremflyttingen av rørledningen L i løpet av tildanningsprosessen kan gjennomføres ved å trekke den forre ende av det første rør P₁ med en bulldoser eller vinsjline, eller ved å skyve eller trekke rørledningen L med én eller flere drivanordninger på utvalgte steder langs rørledningens vandringsbane, som omtalt senere heri.

Sveisestedet 100 kunne befinne seg på lagringsstedet 200 ved hvilken som helst posisjon langs banen 203. For eksempel kunne sveisestedet 100, når en ser på figur 6, være mellom hvilke som helst tilstøtende kretser i banen 203 eller ved utsiden av banen 203. I layouten mellom kretser, kunne rørseksjoner eller stengler sveises og trekkes i den ene, den andre eller i begge retninger fra sveisestedet 100. I layouten med den indre ende, ville sveising ved det indre parti av stedet 200 bruke lagringsstedet 200 meget effektivt fordi bøyene med minst radius ville omringe sveisestedet 100.

Til slutt, når rørledningen L blir tildannet, overensstemmende med den foreliggende oppfinnelse, vil den bli flyttet fremover til et lagringssted 200, vist i figur 6 som et område med uregelmessig omkrets, med en nordpil 201 tilveiebrakt for anvendelighet ved beskrivelse av lagringsmetoden. I nåværende praksis ville lagringsbanen 203 måtte være sirkulær eller halvsirkulær med minst den elastiske bøyradius for rørledningen L. Derfor ville stedet 200 måtte være minst stort nok til å ha

plass til en sirkel med radius større enn rørets elastiske bøyeradius. Hvis dette rørets minste elastiske bøyeradius ble brukt, kunne sveisestedet 100 ikke være inne i sirkelen. Som vist vil rørledningen L lagres innenfor de geometriske begrensninger av et lagringsområde 200 som er forholdsvis lite i forhold til lengden av rørledningen L som skal lagres. Dimensjonene på lagringsstedet 200, rørledningens L sammensetning, diameter og tykkelse, den påtenkte omgivelse og bruk av rørledningen L og andre data vedrørende styrkekravene til rørledningen L er blant faktorene som kan tas hensyn til ved valg av minimum bøyeradius for rørledningen L. Denne minimum bøyeradius kan, men trenger ikke, være i det elastiske bøyeområde for rørledningen L. Maksimumslengden av rørledningen L som skal lagres kan etableres vilkårlig, men mer sannsynlig med hensyn til den som vil være størst av den bestilte lengde av rørledningen L eller maksimumslengden av rørledning L som kan lagres på en trommel. Gitt den minste radius og største lengde, kan en fast lineær bane 203 defineres innenfor det vertikale rom tilgjengelig over det geometriske område av det valgte sted 200. Som vist strekker den faste, buktende, lineære bane 203 seg fra et begynnelsepunkt 205 på stedet 200 til et endepunkt 207 på stedet 200. Banen 203 som er vist i figur 6 har en minimum radius 209 som ikke er mindre enn den valgte minimum bøyeradius for rørledningen L og en lengde som ikke er mindre enn den bestemte maksimumslengde av rørledningen L.

I et første scenario kan lagringsstedet tilsiktes å brukes bare til å lagre rørledninger som har den samme diameter over hele rørledningens lengde, i hvilket tilfelle det bare er nødvendig å velge en minimums bøyeradius for rør med den diameter. For det viste lagringssted 200, må bøyeradien 209 ved den innerste østlige bøy være minst så stor som den valgte minimum radius. I et andre scenario kan lagringsstedet tilsiktes å brukes til å lagre bare rørledninger som har den samme diameter over hele rørledningens lengde, men rørledninger med ulik diameter kan lagres fra tid til annen. Da er det bare nødvendig å velge en minimums bøyeradius for rørledningen med den største diameter som skal lagres. For det viste lagringssted 200, må bøyeradien 209 igjen være minst så stor som den valgte minimumsradius. I et tredje scenario kan lagringsstedet tilsiktes å brukes til å lagre en enkelt rørledning som har seksjoner med ulik diameter. Minimumsbøyeradien for hvilken som helst seksjon som skal følge eller lagres på lagringsbanen 203 ville velges. Det kan, for eksempel, være ønskelig å lagre en rørledning som har 100 mm diameter i én seksjon av sin lengde og en 200 mm diameter i dens resterende lengde. Seksjonen med den minste diameter kan flyttes fremover først på banen 203 slik at den innerste østlige bøy av banen 203 kunne ha en valgt radius 209 for å tilpasses rørledningspartiet med 100 mm diameter. Da seksjonen med størst diameter følger etter partiet med minst diameter ville, hvis det vilkårlig antas at den bestemte lengde av seksjonen med 100 mm diameter ville ende på det tredje rettpartiet 211, den tredje innerste østlige bøy av banen 203 ha en valgt radius 213 for å tilpasses rørledningens L seksjon med 200 mm diameter.

Rørledningen L vil forårsakes å følge den faste, buktende bane 203, i det minste til hele rørledningen L er på den buktende bane 203. Lagringsbanens 203 kontur kan anta hvilken som helst form og videre, forutsatt at kravene til valgt minimum radius og etablert lengde er tilfredsstillt, og at

rørledningen L må være i stand til å følge banen 203 når den flyttes fremover på stedet 200 til hele rørledningen L er på banen 203 og ikke er kveilet eller stablet på seg selv.

Som det ses i figurene 6 og 8-10, kan sporfølgning forårsakes ved å drive rørledningen L fram til å vandre på bæreruller 215 som er plassert i faste posisjoner langs og har roterende akser 217 tvers på den definerte bane 203 og å lede den vandrende rørledning L til å vandre på bærerullene 215 ved å bruke henholdsvis innsidestyrende ruller 219 og utsidestyrende ruller 221. Styrerullene 219 og 221 er også plassert i faste posisjoner langs og har roterende akser henholdsvis 223 og 225 tvers på den definerte bane 203. Styrerullenes posisjoner korresponderer fortrinnsvis med bærerullenes posisjoner. Som vist er bærerullenes 217 akser hovedsakelig horisontale og styrerullenes 223 og 225 akser er hovedsakelig vertikale, men disse akser 217, 223 og 225 kan være annerledes orientert så lenge de utfører sine bærende og styrende funksjoner og forutsatt at rullene definerer lagringsbanen 203 som vil følges av rørledningen L. Bærerullene 215 bør atskilles med mellomrom som er ulik lengden av rørledningens L rørseksjoner slik at sveisepunktene ikke samtidig treffer rullene 215 under forflytning. Rørledningen kan ikke kveiles eller stables i berøring med seg selv. Når en ser på figurene 6 og 8-10, vandrer rørledningen L på en bane 203 som er anskueliggjort som om rørledningens L senterakse halverer avstanden mellom styrerullenes 219 og 221 vertikale akser 223 og 225. Imidlertid kan rørledningen L, når den vandrer, være hvor som helst mellom styrerullene 219 og 221 så lenge styrerullene 219 og 221 sørger for sideveis isolasjon av rørledningen L fra seg selv, noe som ses best i figurene 9 og 10. Avstandene 227 mellom en styrerulle 219 på innsiden av én seksjon av rørledningen L en styrerulle 221 på en annen seksjon av rørledningen L er nødvendige så lenge rørledningen L ikke berører seg selv noe sted langs banen 203. Likedan, når en ser på figur 11, kan avstanden 229 i en flemvåbane mellom aksene 217 i øvre og nedre nivåers bæreruller 215 være slik at de gir vertikal isolasjon av rørledningen L fra seg selv. Derfor kan banen 203 defineres innen tredimensjonale grenser i alle retninger, som det vil beskrives senere heri.

Som det alternativt ses i figurene 12-14, kan rørledningens L sporfølgning av lagringsbanen 203 forårsakes ved å drive rørledningen L til å vandre på bæreruller 231, 235 eller 239, utplassert langs, montert på og roterende om akser henholdsvis 233, 237 og 241, tvers på rørledningen L, og at rørledningen ledes med en styring henholdsvis 243, 245 eller 247 som hindrer avledning ved bærerullene 231, 235 eller 239 fra den definerte bane 203. Fremdrift kan tilveiebringes ved å trekke eller skyve rørledningen L slik at den følger den definerte bane 203. Styringen kan for eksempel være en kanal 243 i hvilken bærerullene 231 vandrer, som vist i figur 12, eller en I-bjelke 245 eller 247 til hvilken bærerullene er koplet med rørledningen festet over eller under styringen, som vist i figurene henholdsvis 13 og 14. Styringene kan være understøttet på bakken, som det ses i figurene 12 og 13, eller for eksempel hevet ved hjelp av en bærekonstruksjon 249, som det ses i figur 14. Styringen 243, 245 eller 247 må imidlertid sette rørledningen L i stand til å følge banen 203 når den drives fremover på stedet 200 inntil hele rørledningen L er på banen 203 og ikke er kveilet mot eller stablet på seg selv. Banen 203 kan svinge slik at den overlapper seg selv, forutsatt at rørled-

ningen L som følger banen 203 ikke kommer i berøring med seg selv. Den valgte minimum bøyeradius kan være hvilken som helst radius som gir plastisk deformasjon av rørledningen L eller hvilken som helst radius som gir elastisk bøying av rørledningen L.

Som det ses i figur 6, kan rørledningen L forårsakes å følge banen 203 ved å forbinde en kabel langs banen 203 mellom en vinsj 248 ved endepunktet 207 av banen 203 og forenden 246 av rørledningen L, og trekke rørledningen L langs banen 203. Alternativt kan én eller flere trekraftkilder 244, med en rørledningsstrekmaskin være stasjonert langs banen 203 for å skyve eller trekke rørledningen L på banen 203. Antallet, plasseringen og størrelsen av strekkmaskinen velges slik at den påførte kraft på rørledningen L fordeles effektivt.

Det vises nå til figur 15, hvor lagringsbanens 250 fleksible tredimensjonale orientering muliggjør effektiv bruk av plassen 200 som er tilgjengelig og omgåelse av terreng og hindringer som kunne utelukke bruken av et konvensjonelt trommelunderstell. På grunn av rørledningens minimum bøyeradius 257 og lengde og stedets 200 dimensjoner antas det at det trengs cirka fem runder av banen 250 for å lagre rørledningen på stedet, hvor stedet horisontalt bare har plass til to slike runder. Banen 250 vil komme inn i lagringsstedet ved et startpunkt 251 og bukte seg vei til et endepunkt 253 i lagringslasteretningen 255. Banen 250 passerer sekvensielt gjennom vertikale akser A-H som er representative for lagringsbanens 250 bærekonstruksjonskomponenter. De nederste to runder strekker seg fra startpunktet 251 gjennom aksepunktene A₁, B₁, C₁, og D₁, som fullstendiggjør den første eller nedre, ytre runde, og E₁, F₁, G₁, og H₁, som fullstendiggjør den andre eller nedre, indre runde. Fra den nedre, indre rundes endepunkt H₁, stiger banen 250 til et mellomnivå definert av aksepunktene E₂, F₂, G₂, og H₂, som fullstendiggjør den tredje eller mellomste, indre runde, og vender utover og strekker seg gjennom aksepunktene A₂, B₂, C₂, og D₂, som fullstendiggjør den fjerde eller mellomste, ytre runde. Til slutt stiger banen 250 igjen fra endepunktet D₂, i den mellomste, ytre runde, til et høyere nivå som defineres av aksepunktene A₃, B₃, C₃, og D₃, som fullstendiggjør den femte eller øvre, ytre runde. Bæreruller 215 og styreruller 219 og 221 er plassert langs banen 250 for å holde rørledningen på banen 250 uten at noen svinger har en radius mindre enn den valgte minimum bøyeradius 257 for rørledningen. Det ses således at banen 250 kan defineres av hvilken som helst tredimensjonal matrise av punkter som tar høyde for rørledningens minimum bøyeradius og bestemte lengde.

Det vises nå til figur 16 hvor det anskueliggjøres at lagringsbanen 260 eller en del av en lagringsbane i henhold til oppfinnelsen kan være generelt vertikalt orientert, slik som et sykkelkjede, snarere enn å være generelt horisontalt orientert. Den sammenstilte rørledning L mottas fra oppstrøms bæreruller 261. En bærekonstruksjon 263 posisjonerer et sett med bæreruller 262 og styreruller 264, utformet som beskrevet tidligere i sammenheng med figurene 8-10, for å definere en spiralformet matrise av punkter på banen 260 i spiralformede runder W-Z som vist. Som vist har den første spiralformede runde W fire etterfølgende, stigende, kvarttørns matrisepunkter W₁, W₂, W₃, og W₄, og fire etterfølgende, synkende, kvarttørns matrisepunkter W₅, W₆, W₇, og W₈, hvor hvert kvarttørn har en minimum radius 265 eller 267 som ikke er mindre enn rørledningens L valgte mi-

nimum bøyeradius. Et sett med bære- og styreruller vil korrespondere med hvert matrisepunkt. Bærekonstruksjonen 263 kan videre, etter behov, ha plassert mellomliggende bære- og styreruller 269 på det øvre nivå, og bære- og styreruller 271 og 273 på det nedre nivå for å bære vekten av rørledningen L og styre avstanden mellom og siget til rørledningen L mellom kvarttørnene.

- 5 Bære- og styreruller 264 og 266 behøver nødvendigvis ikke forekomme i sett, men kan, som bemerket tidligere heri være plassert på uavhengige steder forutsatt at rørledningen L hovedsakelig holdes på lagringsbanen 260 uten å overtre den valgte minimum bøyeradius og uten å komme i berøring med seg selv.

10 Ved å bruke de ovennevnte prinsipper vil det kunne defineres en lagringsbane som rommer en flere kilometer lang rørledning på et forholdsvis lite lagringssted, og som samtidig beholder rørledningens integritet i forhold til en valgt minimum bøyeradius og som også gir tilgang til alle punkter og segmenter på rørledningen for reparasjon og gjenvinning uten å fjerne rørledning som ikke skal repareres eller gjenvinnes.

Spoling

15 Det vises nå til figurene 5, 17 og 18. Hvis en rørledning L skal spoles opp på en trommel S, bestemmes banen på hvilken rørledningen vil nærme seg påspolingsområdet 300. En minimum bøyeradius for rørledningen L velges og en sammensatt, buetrommeltilnæringsbane 301 defineres fra et innledningstilnæringspunkt 303 nær trommelen S til et slutttilnæringspunkt 305 til trommelen S. Den bestemte minimum bøyeradien kan være en plastisk deformasjonsradius for

20 rørledningen eller en elastisk bøyeradius for rørledningen. Den sammensatte buetrommeltilnæringsbane 301 svinger for å innrette slutttilnæringsbanen til trommelen S hovedsakelig vinkelrett fra slutttilnæringspunktet 305 til trommelens rotasjonsakse for å treffe trommelen S. Den buede bane har ingen svingradius 309 som er mindre enn den valgte minimum bøyeradius for rørledningen L, og den har fortrinnsvis en enkelt sving som er sirkulær. Rørledningen L forårsakes å følge trommeltilnæringsbanen 301 inntil rørledningen L spoles på trommelen S til en bakerste ende av rørledningen

25 L kommer ut av trommeltilnæringsbanen 301. Fremdrift kan tilveiebringes ved å trekke eller skyve rørledningen L. Hvis trommelen S er om bord på et skip, er banen fra slutttilnæringspunktet 305 til trommelen S fortrinnsvis i det vesentlige parallell med fartøyets V kjøll og den sammensatte buede bane 301 tillater at fartøyet V ligger til kai uten at akterenden ligger mot kaien.

30 Den buede bane 301 beskrives som sammensatt ettersom rørledningen L vil tillates eller forårsakes å bøye seg i ulike plan. Ser man på figur 17, nærmer rørledningen seg kaikanten 311 i en vinkel på 90° eller mindre og svinger så mot slutttilnæringsbanen 305 om en horisontalkomponent av radien 309, som om en vertikalt orientert sylinder. Ser man på figur 18, henger rørledningen L fra kaikanten 311 om en vertikal komponent av radien 309, som om en horisontalt orientert sylinder.

35 Den buede bane 301 er et resultat av kombinasjonen av disse horisontale og vertikale komponenter.

Rørledningen L drives fremover langs banen 301 på hvilken som helst vanlig måte for å drive frem rørledninger, som for eksempel ved bruk av landbasert trekkraftanordning 313 eller ved hjelp av en kabel som trekkes av trommelens S drivverk (ikke vist). Sluttinnærmingen 305 fører rørledningen L til fartøyets leggetårn 315 i en i det vesentlige rett linje ut fra den sammensatte radius 309. Banen 301 defineres gjennom den sammensatte sving ved hjelp av bærerullesett 317 og innvendige og utvendige styreruller henholdsvis 319 og 321, i forhold til radien 309.

Bruken av den sammensatte elastiske sving i den buede bane 301 tillater rørledningstrommelfartøyet V å ligge sidelengs til kaien uavhengig av vinkelen som rørledningen L nærmer seg kaikanten 311 med.

10 Levering

Tilbake til figur 5, så velges en rørlednings L minimum bøyeradius, og det defineres en fast buktende lineær bane 401 som forbinder lagringsstedet 200 med bestemmelsesstedet 300 for å levere en forsammenstilt rørledning L fra dens lagringssted 200 til et fjernliggende bestemmelsessted 300. Den definerte bane 401 har ingen svinger med mindre radius enn den bestemte bøyeradius for rørledningen L. Rørledningen L forårsakes å følge den faste buktende lineære bane 401 inntil hele lengden av rørledningen L har vandret fra det første sted 200 til det andre sted 300. Den valgte minimum bøyeradius kan være en plastisk deformasjonsradius for rørledningen L eller en elastisk bøyeradius for rørledningen L. Sporfølgning kan forårsakes av å drive rørledningen L til å vandre på bærerullene 403 med styreruller 407 og 411 plassert i faste posisjoner langs og roterende om akser henholdsvis 409 og 413 tvers på den definerte bane 401 eller ved å drive rørledningen L til å vandre på bæreruller som er plassert langs, montert på og roterende om akser på tvers av rørledningen L og som styrer den vandrende rørledning L med en styring som hindrer at bærerullene avviker fra den definerte bane 401, som tidligere omtalt i sammenheng med lagringsbanen 203. I alle tilfeller kan fremdrift tilveiebringes ved å trekke eller skyve rørledningen L til å følge den definerte bane 401. Som tidligere omtalt, og som vist i figurene 12-14, kan styringen være en kanal i hvilken bærerullene vandrer eller i det minste én skinne med hvilken bærerullene er i inngrep.

Det vises nå til figur 19, hvor trekkraftkildene 244 som brukes ved lagringen av rørledningen L, som vist i figur 6, kan brukes til å trekke eller skyve rørledningen L fra lagringsbanen 203 ut på leveringsbanen 401, ved gjenvinning av rørledningen L fra lagringsstedet 200 for overføring til leveringsbanen 401. Alternativt kan trekkraftkildene 415, som vises i figur 5, brukes til å trekke rørledningen L ut på leveringsbanen 401. Én eller flere trekkraftkilder, som for eksempel trekkraftkilden 417 ved bakenden av sveisestasjonen 100, kan brukes til å drive rørledningen L langs andre leveringsbaner 419. Rørledningen L kan kuttes på et hvilket som helst punkt langs lagringsbanen 203 og en installert forbindelsesbane som strekker seg fra kuttet til leveringsbanen 401 ved å bruke prinsippene beskrevet heri, for å gjenvinne et parti av rørledningen L og la det resterende parti bli igjen på lager. På den samme måte kan partier av rørledningen L atskilles fra rørledningen L for

overføring til reparasjonssteder eller til andre posisjoner i den lagrede rørledning L. Rørledningen L kan tas ut fra lagringsstedet 200 i hvilken som helst retning.

Hvis rørledningen L bøyes plastisk på et hvilket som helst punkt mellom sveisestasjonen 100 og trommelen S, utøver retterullesett innbefattende atskilte radielle innsideruller 285 og 287 som roterer om akser henholdsvis 295 og 297 med en forskjøvet utsiderulle 289 som roterer om en akse
5 299 mellom seg, utoverrettede 291 og innoverrettede 293 balanserende krefter for å rette den bøyde rørledning L, som det kan ses i figur 20 idet rørledningen kommer ut av en plastisk bøy 281 i en nedstrøms retning 283.

Denne oppfinnelses fremgangsmåte og system kan redusere oppspolingstid med så mye som
10 60 % eller mer og gi sesongmessige kostnadsbesparelser på så mye som 20 000 000 USD per leggefartøy. Systemet kan, sammenliknet med kjente systemer, forholdsvis enkelt sammenstilles, tas ned og transporteres fra ett sted til et annet. Som det kan ses i figurene 21-23, kan systemet og fremgangsmåten også brukes for buntede rørledninger L_a, L_b, L_c og L_d, rør-i-rør rørledninger L_e, og rørledninger som består av flere rør L_f og L_g side ved side, noe som i stor grad reduserer behovet
15 for svært langstrakte monteringsområder som for tiden kreves for slike rørledninger. Og, som en tilleggsggevinst, kan systemet og fremgangsmåten hjelpe til å dempe sikkerhetsrisikoer knyttet til forholdsvis større eller lengre fjerntliggende trommelbaserte områder.

Således er det tydelig at det i henhold til oppfinnelsen er tilveiebrakt en fremgangsmåte og et system for lagring, levering og påspoling av forsammenstilte rørledninger som fullt ut tilfredsstillende
20 sikten, målene og fordelene fremsatt ovenfor. Selv om oppfinnelsen er blitt beskrevet i forbindelse med spesifikke utførelser av den, er det klart at mange alternativer, modifikasjoner og varianter vil være innlysende for fagfolk i lys av den foranstående beskrivelse. Følgelig menes den å omfatte at alle slike alternativer, modifikasjoner og varianter som faller inn under tolkningen av de vedlagte krav.

P a t e n t k r a v

1. Fremgangsmåte for bruk til å lagre en rørledning (L) over et valgt område, k a -
 r a k t e r i s e r t v e d at fremgangsmåten omfatter trinnene:
 å velge en minimum bøyeradius (257) for rørledningen (L);
 5 å bestemme en maksimum lengde for rørledningen (L);
 å definere en fast buktende bane (203) innenfor et vertikalt rom over det valgte geomet-
 riske område, hvor banen (203) ikke har svinger med radius mindre enn den valgte mini-
 mum bøyeradius (257) for rørledningen (L) og en lengde som ikke er mindre enn den be-
 stemte maksimum lengde av rørledningen (L); og
 10 å forårsake at rørledningen (L) følger den faste buktende bane (203) inntil hele rørled-
 ningen (L) er på den buktende bane (203), idet rørledningen (L) som følger banen (203)
 ikke kommer i kontakt med seg selv.

2. Fremgangsmåte i henhold til krav 1, hvor nevnte trinn å velge karakteriseres ved at bøye-
 radien (257) er en minste plastisk deformasjonsradius for rørledningen (L).

- 15 3. Fremgangsmåte i henhold til krav 1, hvor nevnte trinn å velge karakteriseres ved at bøye-
 radien (257) er en minste elastisk radius for rørledningen (L).

4. Fremgangsmåte i henhold til krav 1, hvor nevnte trinn å forårsake karakteriseres ved å
 drive rørledningen (L) til å vandre på bæreruller (215, 231) plassert i faste posisjoner
 langs og roterende om akser (217) tvers på den definerte bane.

- 20 5. Fremgangsmåte i henhold til krav 4, hvor nevnte trinn å forårsake videre karakteriseres
 ved ett av å trekke og å skyve rørledningen (L) til å følge den definerte bane (203).

6. Fremgangsmåte i henhold til krav 4, hvor nevnte trinn å forårsake videre karakteriseres
 ved styreveruller (219, 221) plassert i faste posisjoner langs og roterende om akser (223,
 225) tvers på den definerte bane.

- 25 7. Fremgangsmåte i henhold til krav 1, hvor nevnte trinn å forårsake karakteriseres ved å
 drive rørledningen (L) til å vandre på bæreruller plassert i faste posisjoner langs og mon-
 tert på den definerte bane (203) og roterende om akser tvers på rørledningen (L).

8. Fremgangsmåte i henhold til krav 7, hvor nevnte trinn å forårsake videre karakteriseres
 ved ett av å trekke og skyve rørledningen (L) til å følge den definerte bane (203).

- 30 9. Fremgangsmåte i henhold til krav 7, hvor nevnte trinn å forårsake videre karakteriseres
 ved å lede den vandrende rørledning (L) med en styring (243, 245, 247) som hindrer at
 bærerullene avledes fra den definerte bane.

10. Fremgangsmåte i henhold til krav 9, hvor nevnte styring er én av:
en kanal (243) i hvilken bærerullene (231) vandrer; og
minst én skinne (245, 247) til hvilken bærerullene (231) er koplet.
11. Fremgangsmåte for oppspoling på en trommel (S) av en rørledning (L) som omfatter å
5 lagre en rørledning (L) i henhold til krav 1; idet rørledningen (L) leveres på en bane som
strekker seg fra et valgt område til trommelen (S), hvor fremgangsmåten omfatter trin-
ne:
å velge en minimum bøyeradius (257) for rørledningen (L);
å definere en bane (203) fra det valgte området til trommelen (S), hvor banen følger en
10 sving mellom det valgte området og trommelen slik at banen har et hovedsakelig vinkel-
rett forhold til en rotasjonsakse til og for oppspoling på trommelen, hvor svinger gjort av
rørledningen har en radius som ikke er mindre enn den valgte minimum bøyeradius (257)
for rørledningen (L); og
15 å forårsake at rørledningen (L) følger banen (203) inntil rørledningen (L) spoles opp på
trommelen (S) ved at en bakende av rørledningen kommer ut av banen.
12. Fremgangsmåte i henhold til krav 11, hvor nevnte trinn å velge karakteriseres ved at
bøyeradien er en minimum plastisk deformasjonsradius for rørledningen.
13. Fremgangsmåte i henhold til krav 11, hvor nevnte trinn å velge karakteriseres ved at
bøyeradien er en minimum elastisk bøyeradius for rørledningen.
- 20 14. Fremgangsmåte i henhold til krav 11, hvor nevnte trinn å definere karakteriseres ved at
svingen er sammensatt med komponenter som ikke er mindre enn den valgte minimum
bøyeradius for rørledningen.
15. Fremgangsmåte i henhold til krav 11, hvor nevnte trinn å definere karakteriseres ved et
parti av banen til en trommel om bord i et skip, hvor dette parti i det vesentlige er parallelt
25 med kjølen til et skip som er innrettet i en orientering hvor akterenden ikke er mot kaien.
16. Fremgangsmåte i henhold til krav 15, hvor rørledningen som følger den definerte bane
inntil en bakende av rørledningen har vandret langs og kommet ut av partiet og har kryss-
set en akterende av skipet.
17. Fremgangsmåte for levering av en rørledning (L) som omfatter å lagre en rørledning (L) i
30 henhold til fremgangsmåten i krav 1 fra det valgte området til et andre sted, hvor frem-
gangsmåten omfatter trinnene:
å velge en minimum bøyeradius (257) for rørledningen;
å definere en fast buktende bane (203, 250) som forbinder stedene, hvor en lengde av
banen ikke er mindre enn lengden av rørledningen og hvor banen ikke har noen svinger
35 med radius mindre enn den valgte minimum bøyeradius for rørledningen; og

å forårsake at rørledningen følger den faste buktende bane inntil en forende av rørledningen har vandret fra det valgte område til det andre sted.

18. Fremgangsmåte i henhold til krav 17, hvor nevnte trinn å velge karakteriseres ved at bøyeradien er en minimum plastisk deformasjonsradius for rørledningen.
- 5 19. Fremgangsmåte i henhold til krav 17, hvor nevnte trinn å velge karakteriseres ved at bøyeradien er en minimum elastisk radius for rørledningen.
20. Fremgangsmåte i henhold til krav 17, hvor nevnte trinn å forårsake karakteriseres ved å drive rørledningen til å vandre på bæreruller plassert i faste posisjoner langs og roterende om akser tvers på den definerte bane.
- 10 21. Fremgangsmåte i henhold til krav 20 hvor nevnte trinn å forårsake videre karakteriseres ved styreveruller plassert i faste posisjoner langs og roterende om akser tvers på den definerte bane.
22. Fremgangsmåte i henhold til krav 17, hvor nevnte trinn å forårsake karakteriseres ved å drive rørledningen til å vandre på bæreruller plassert i faste posisjoner langs og montert på den definerte banen og roterende om akser tvers på rørledningen.
- 15 23. Fremgangsmåte i henhold til krav 17, hvor nevnte trinn å forårsake videre karakteriseres ved å lede den vandrende rørledning med en styring som hindrer at bærerullene avledes fra den definerte bane.
24. Fremgangsmåte i henhold til krav 23, hvor nevnte styring er én av:
 20 en kanal i hvilken bærerullene vandrer; og
 minst én skinne til hvilken bærerullene er koplet.
25. Fremgangsmåte i henhold til krav 17, hvor nevnte trinn å forårsake videre karakteriseres ved ett av å trekke og skyve rørledningen til å følge den definerte bane.
- 25 26. System for bruk ved lagring av en rørledning (L) over et valgt område, k a r a k -
 t e r i s e r t v e d at systemet omfatter:
 midler for understøttelse (215, 231) og midler for styring (219, 221) av rørledningen i en fast buktende bane innenfor et vertikalt rom over det valgte området, hvor nevnte bane (203, 250) har en lengde som ikke er mindre enn en lengde av rørledningen; og
 midler for drift av rørledningen for å følge nevnte bane til hele rørledningen er på nevnte
 30 bane slik at rørledningen som følger banen ikke kommer i kontakt med seg selv.
27. System i henhold til krav 26, hvor nevnte bane ikke har noen svinger med radius mindre enn en minimum plastisk deformasjonsradius for rørledningen.

28. System i henhold til krav 26, hvor nevnte bane ikke har noen svinger med radius mindre enn en minimum elastisk radius for rørledningen.
29. System i henhold til krav 26, hvor nevnte midler for understøttelse omfatter ruller (215, 231) plassert i faste posisjoner langs nevnte bane for å tilveiebringe vertikal understøttelse for rørledningen, hvor nevnte vertikalbæringsruller er opplagret for rotasjon om akser tvers på nevnte bane som svar på at rørledningen vandrer på nevnte vertikalbæringsruller.
30. System i henhold til krav 29, hvor nevnte midler for styring omfatter ruller (219, 221) plassert i faste posisjoner langs nevnte bane for å tilveiebringe sideveis styring for rørledningen, hvor nevnte ruller for sideveis styring er opplagret for rotasjon om akser tvers på nevnte bane som svar på kontakt med rørledningen som resulterer av rørledningens avvik fra nevnte bane.
31. System i henhold til krav 26, hvor;
nevnte midler for styring omfatter et fast styreelement (243, 245, 247) som er formet for å følge og forlenge nevnte lengde av nevnte bane; og
nevnte midler for understøttelse omfatter ruller plassert langs og roterende om akser tvers på rørledningen, hvor nevnte ruller er i samarbeidende inngrep med nevnte styreelement for vandring langs det.
32. System i henhold til krav 31, hvor nevnte faste styreelement omfatter en kanal (243) i hvilken styrerullene vandrer.
33. System i henhold til krav 31, hvor nevnte faste styreelement omfatter minst én skinne (245, 247) til hvilken styrerullene er koplet.
34. System i henhold til krav 26, hvor nevnte midler for fremdrift omfatter en vinsj og kabel for trekking av rørledningen for å følge nevnte bane.
35. System i henhold til krav 26, hvor nevnte midler for fremdrift omfatter minst én strekkmaskin i inngrep med rørledningen for én av å skyve og å trekke rørledningen for å følge nevnte bane.
36. System i henhold til krav 26, som videre omfatter et system for spoling av en rørledning, idet rørledningen vandrer fra det valgte området langs en leveringsbane til trommelen idet systemet omfatter midler for understøttelse og styring av rørledningen langs en leveringsbane fra det valgte området til trommelen, hvor banen følger en sving mellom det valgte området og trommelen slik at et sluttlinæringspunkt av banen har et i det vesentlige vinkelrett forhold til en rotasjonsakse for trommelen og for å spoling på trommelen.

37. System i henhold til krav 36, hvor nevnte bane har en enkelt sving med konstant radius.
38. System i henhold til krav 37, hvor nevnte radius ikke er mindre enn en minimum plastisk deformasjonsradius for rørledningen.
- 5 39. System i henhold til krav 37, hvor nevnte radius ikke er mindre enn en minimum elastisk bøyeradius for rørledningen.
40. System i henhold til krav 37, hvor nevnte sving har en sammensatt bøyeradius, og hvor nevnte radius har komponenter som ikke er mindre enn en valgt radius for rørledningen.
- 10 41. System i henhold til krav 36, som innbefatter et skip som frakter trommelen (S), hvor et parti av nevnte bane løper til trommelen (S) om bord på skipet, i det vesentlige parallell med skipets kjøll.
42. System i henhold til krav 41, hvor nevnte skip ikke ligger med akterenden inn mot kaia.
43. System i henhold til krav 26, som videre omfatter et system for levering av en rørledning fra det valgte området til et andre sted, hvor systemet omfatter:
 midler for understøttelse og midler for styring av rørledningen i en fast buktende lineær bane som forbinder stedene, hvor en lengde av nevnte bane ikke er mindre enn en lengde av rørledningen og hvor nevnte bane ikke har noen svinger med radius mindre enn den bestemte minimum bøyeradius for rørledningen; og
 midler for fremdrift av rørledningen for at den skal følge nevnte faste buktende bane inntil en forende av rørledningen har vandret fra det valgte området til det andre sted.
- 15 44. System i henhold til krav 43, hvor nevnte bane ikke har noen svinger med radius mindre enn en minimum plastisk deformasjonsradius for rørledningen.
- 20 45. System i henhold til krav 43, hvor nevnte definerte bane ikke har noen svinger med radius mindre enn en minimum elastisk radius for rørledningen.
- 25 46. System i henhold til krav 43, hvor nevnte midler for understøttelse omfatter ruller plassert i faste posisjoner langs nevnte bane for å tilveiebringe vertikal understøttelse for rørledningen, hvor nevnte vertikalbæringsruller er opplagret for rotasjon om akser tvers på nevnte bane som svar på at rørledningen vandrer på nevnte vertikalbæringsruller.
- 30 47. System i henhold til krav 46, hvor nevnte midler for styring omfatter ruller plassert i faste posisjoner langs nevnte bane for å tilveiebringe sideveis styring for rørledningen, hvor nevnte ruller for sideveis styring er opplagret for rotasjon om akser tvers på nevnte bane som svar på kontakt med rørledningen som resulterer av rørledningens avvik fra nevnte bane.

48. System i henhold til krav 43, hvor;
nevnte midler for styring omfatter et fast styreelement som er formet for å følge og for-
lengde nevnte lengde av nevnte bane; og
nevnte midler for understøttelse omfatter ruller plassert langs, montert på og roterende
om akser tvers på rørledningen, hvor nevnte ruller er i samarbeidende inngrep med nevnte
styreelement for vandring langs det.
49. System i henhold til krav 48, hvor nevnte faste styreelementer omfatter en kanal i hvilken
bærerullene vandrer.
50. System i henhold til krav 48, hvor nevnte faste styreelementer omfatter i det minste én
skinne på hvilken bærerullene er koplet.
51. System i henhold til krav 43, hvor nevnte midler for fremdrift omfatter en vinsj og kabel for
trekking av rørledningen til å følge nevnte bane.
52. System i henhold til krav 43, hvor nevnte midler for fremdrift omfatter i det minste én
strekmaskin i inngrep med rørledningen for én av å skyve og å trekke rørledningen til å
følge nevnte bane.

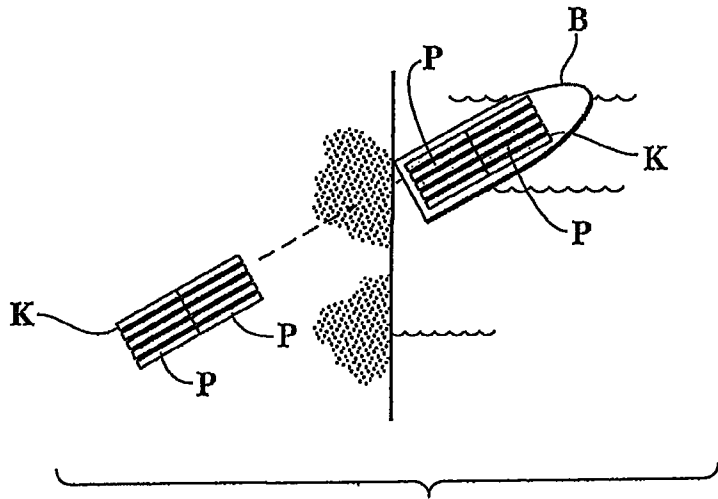


Fig. 1
(PRIOR ART)

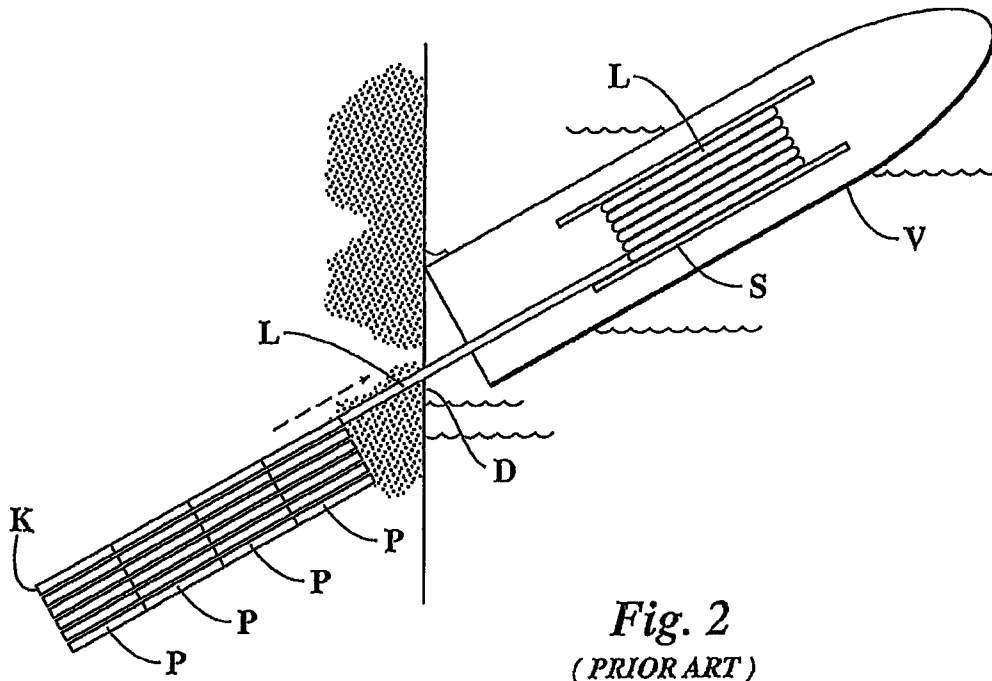


Fig. 2
(PRIOR ART)

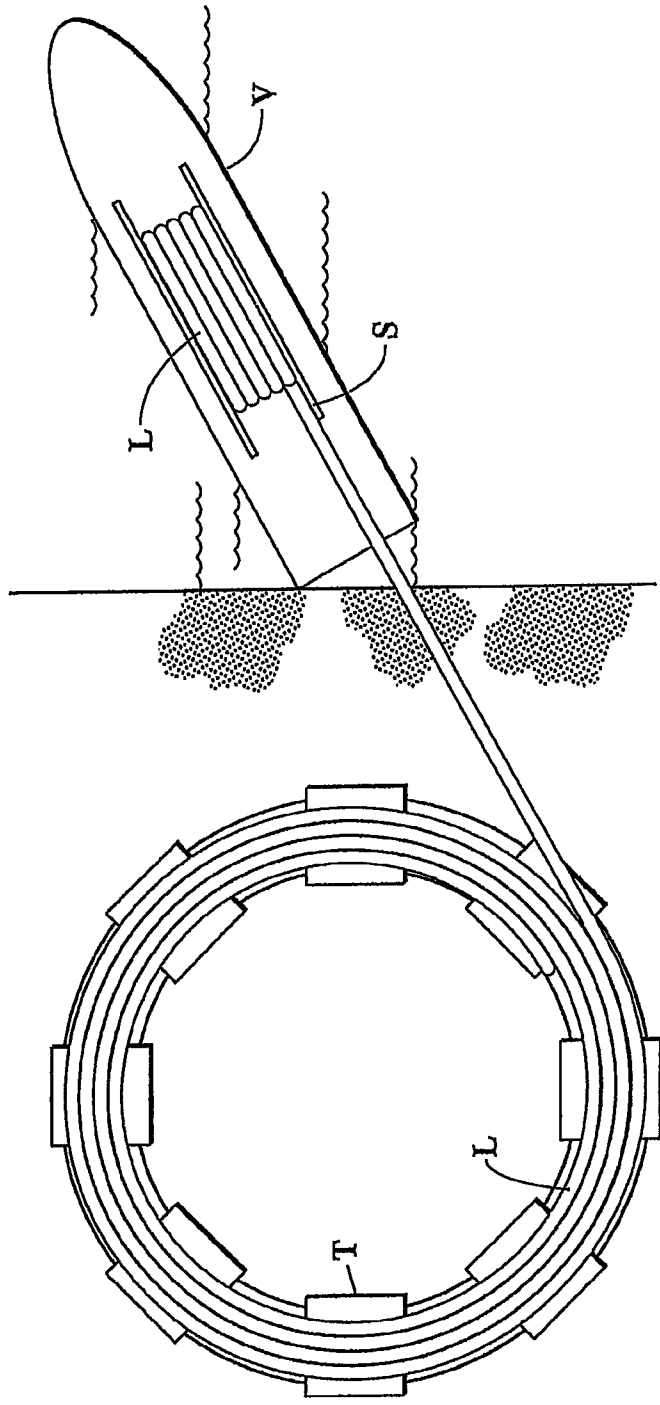


Fig. 3
(PRIOR ART)

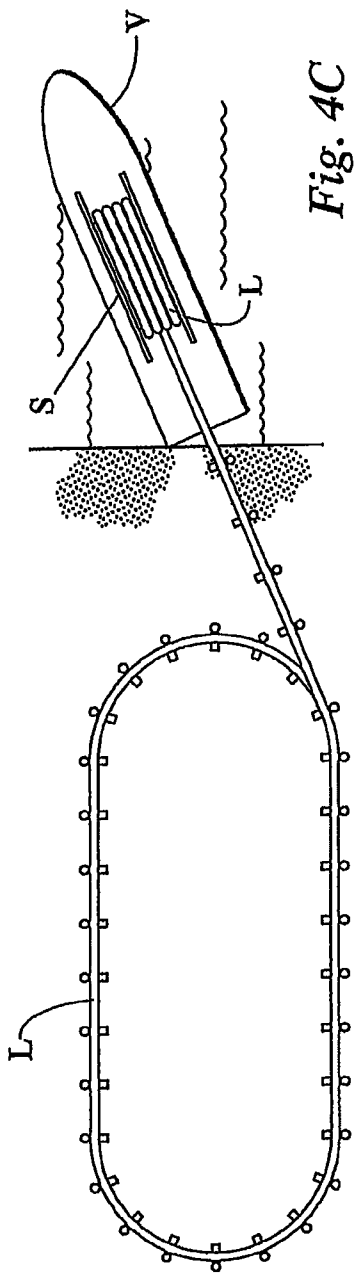
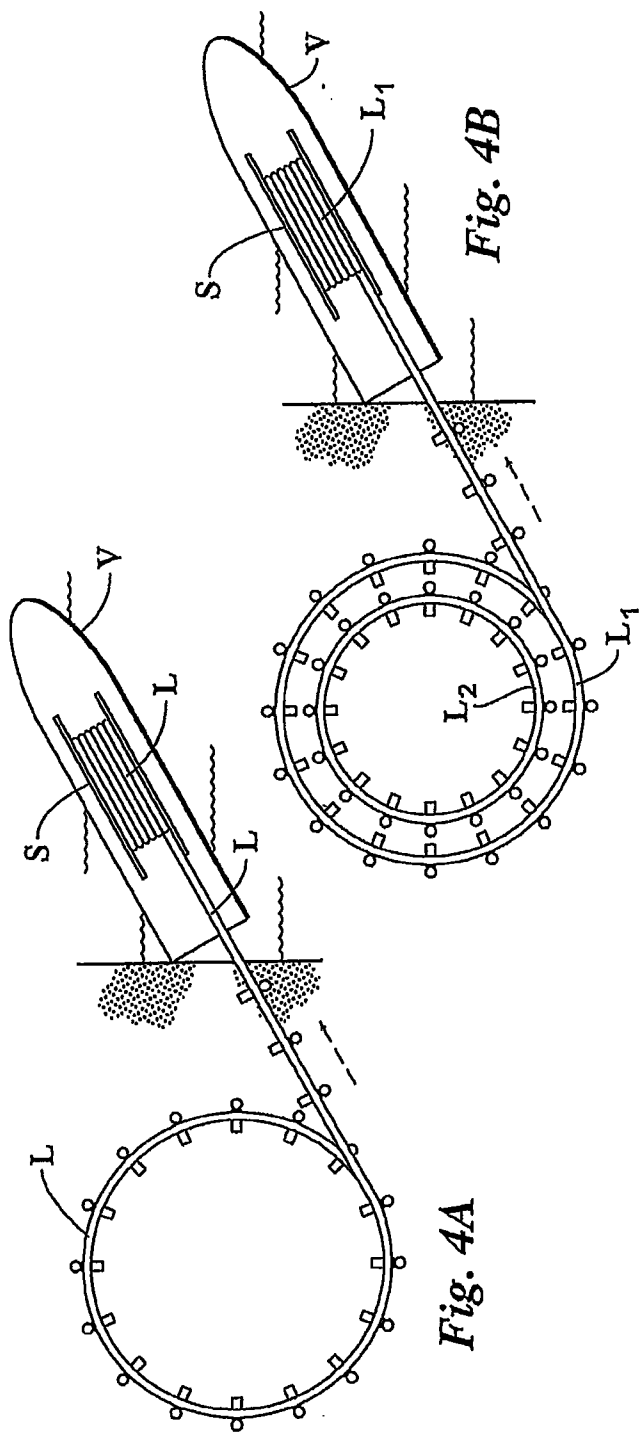


Fig. 4B

Fig. 4A

Fig. 4C

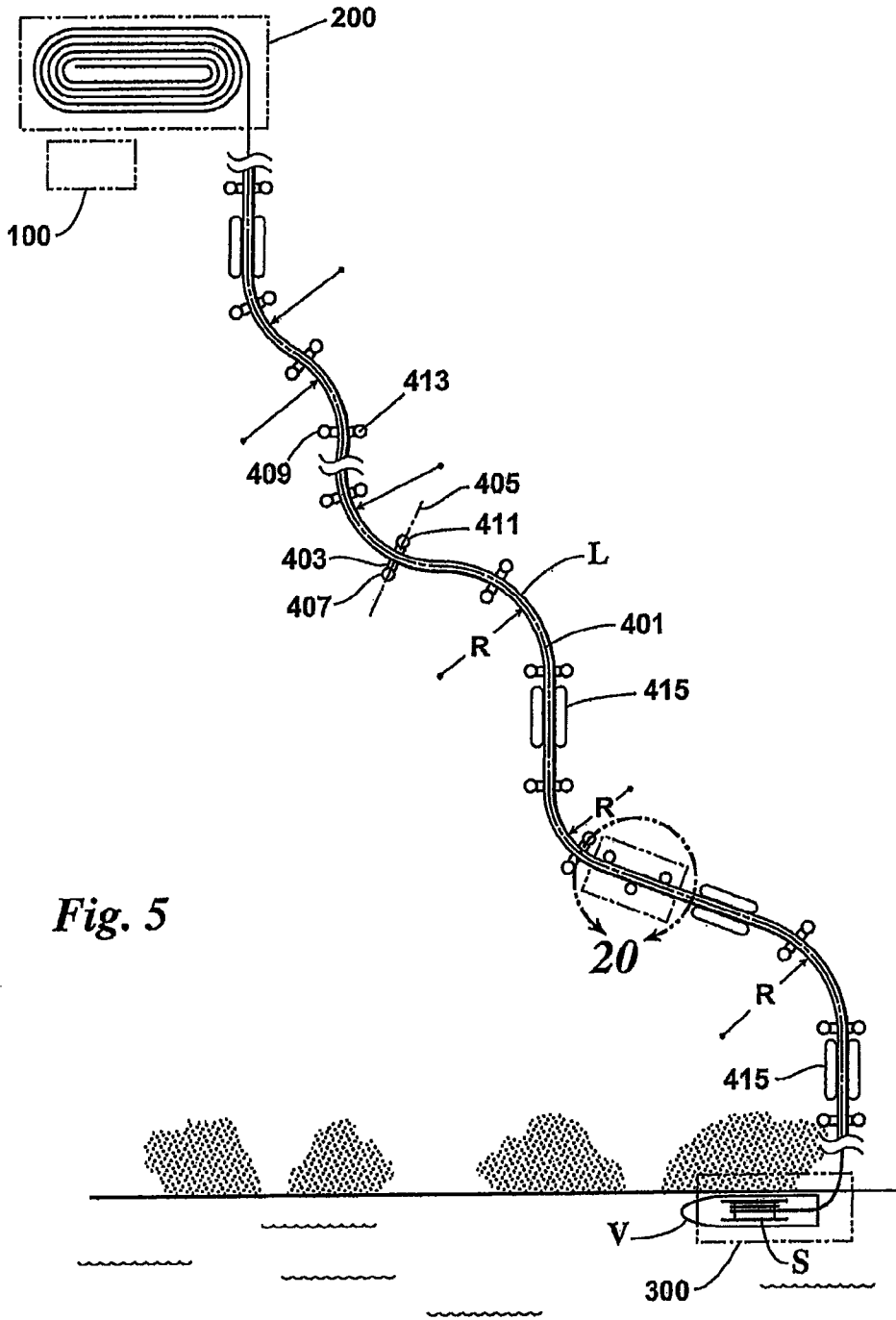


Fig. 5

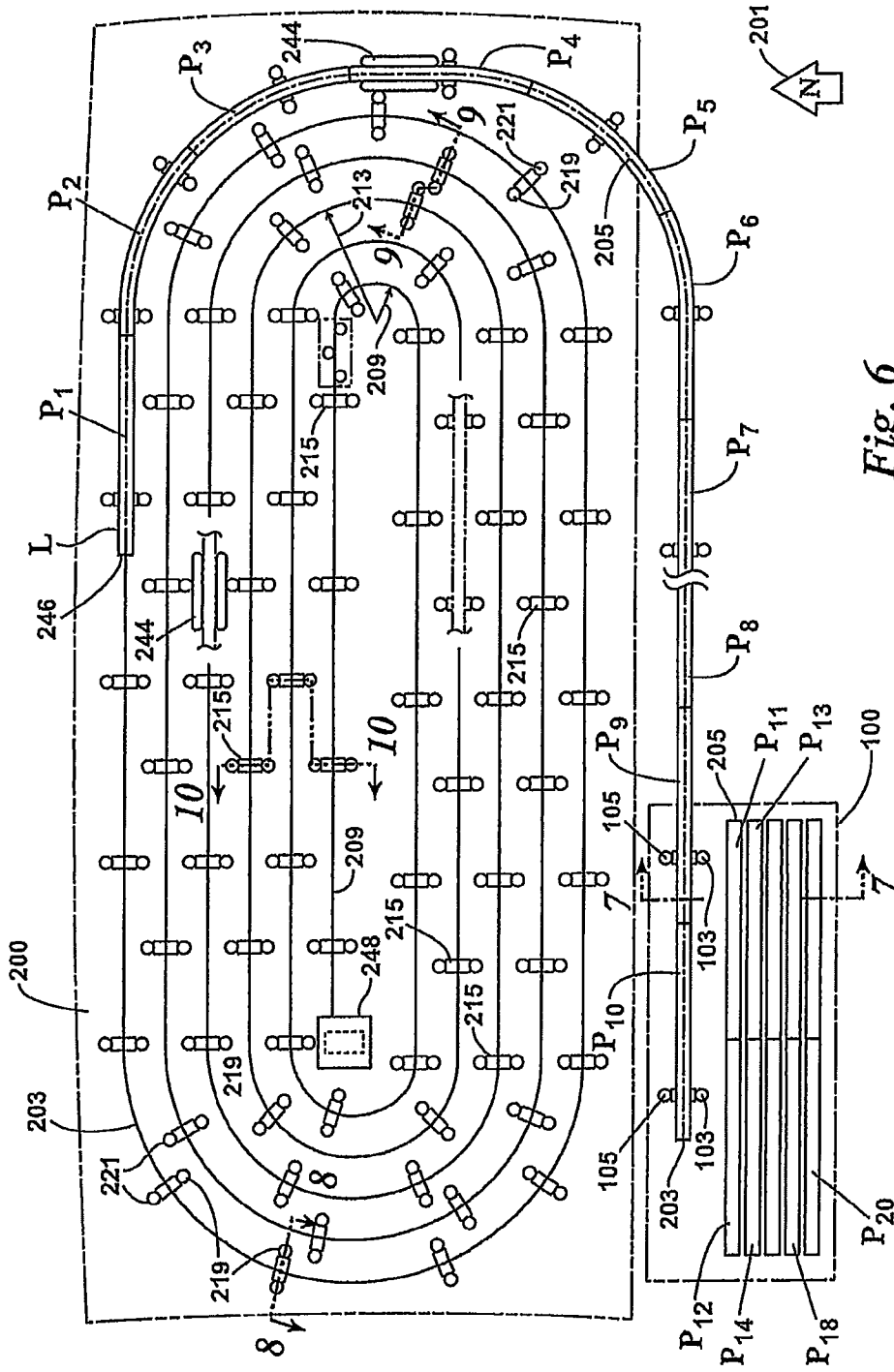
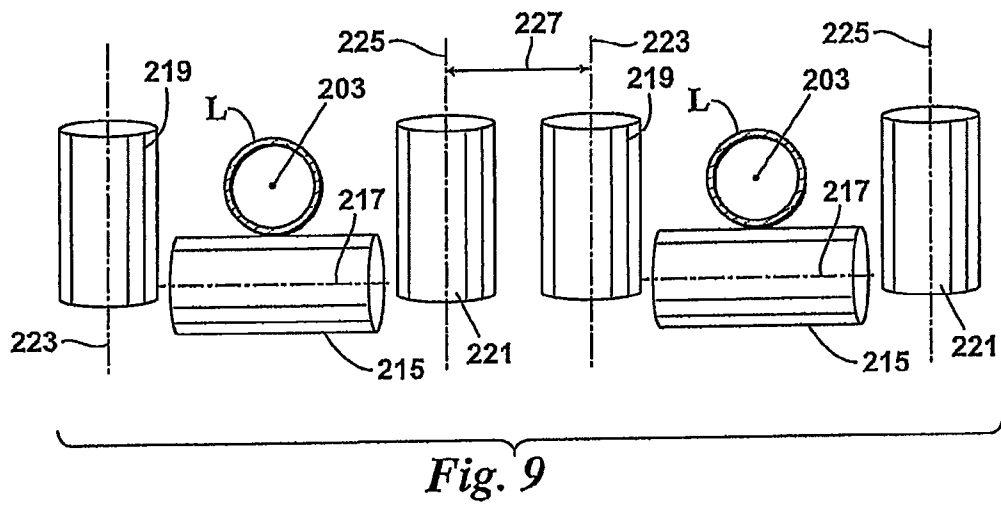
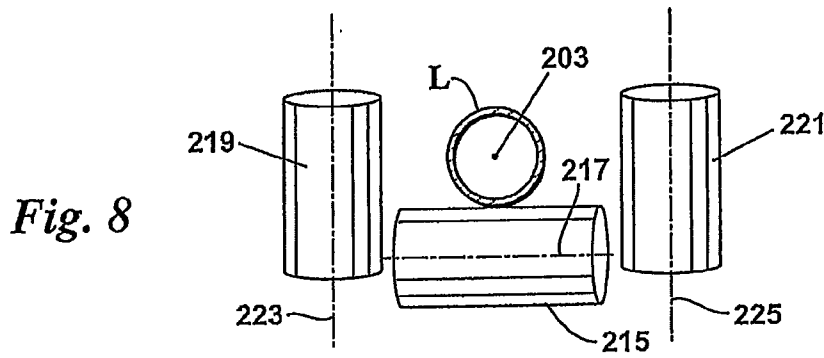
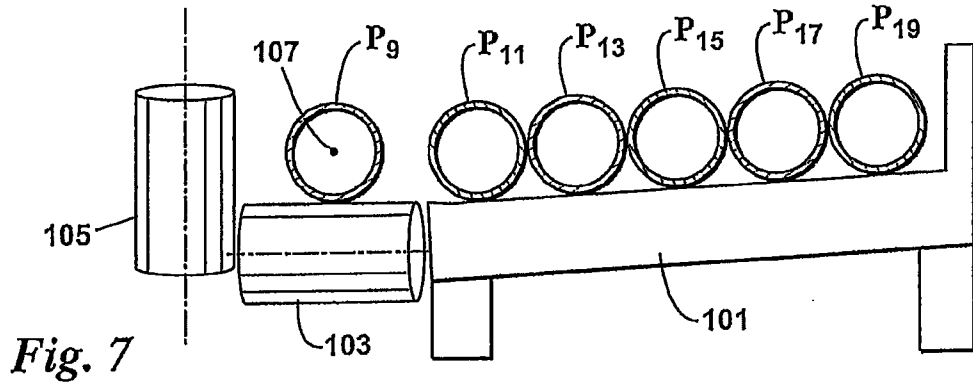


Fig. 6



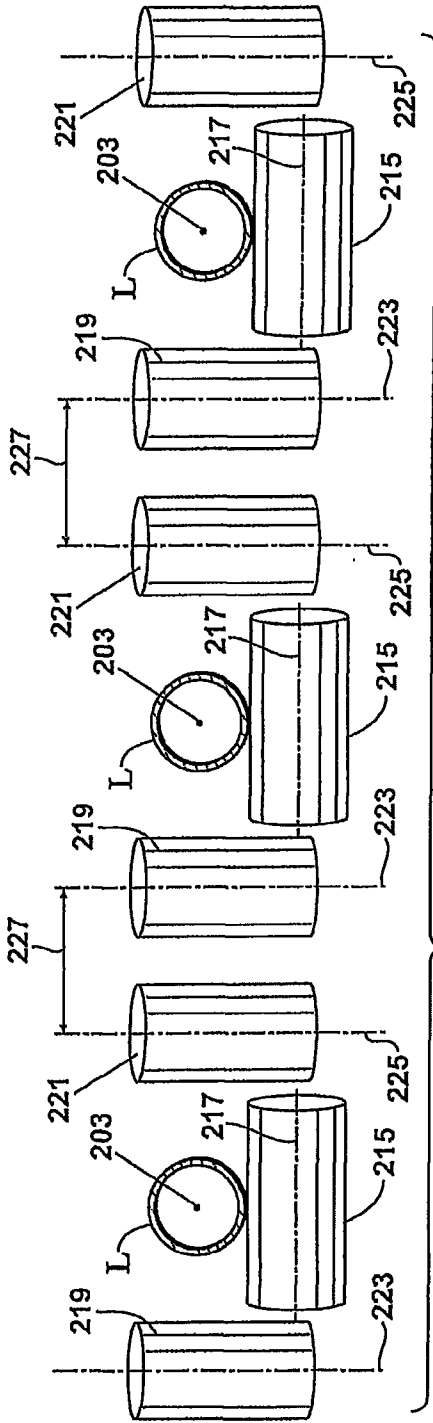


Fig. 10

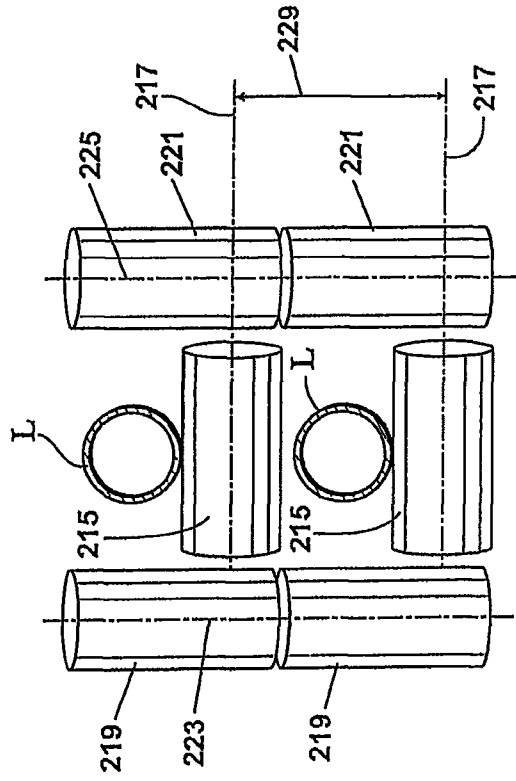


Fig. 11

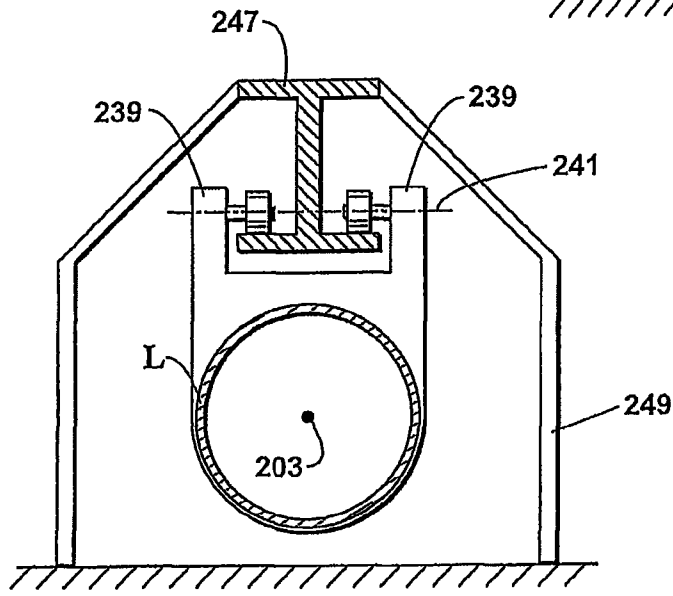
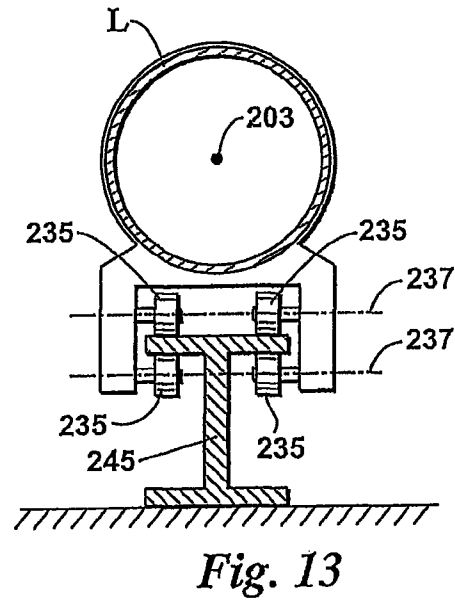
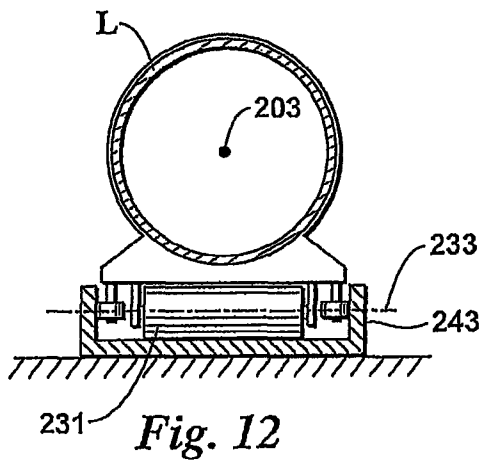
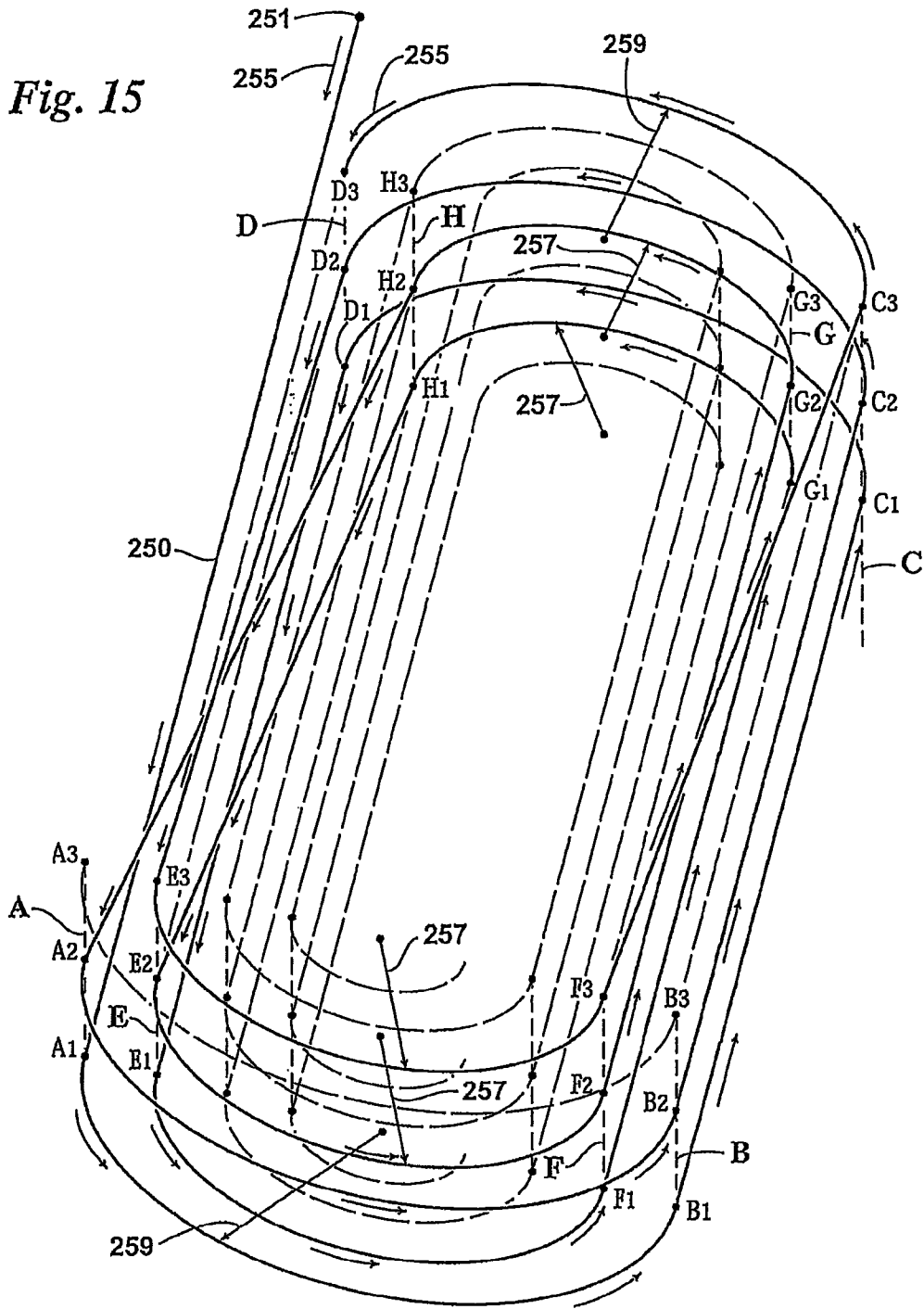


Fig. 14

Fig. 15



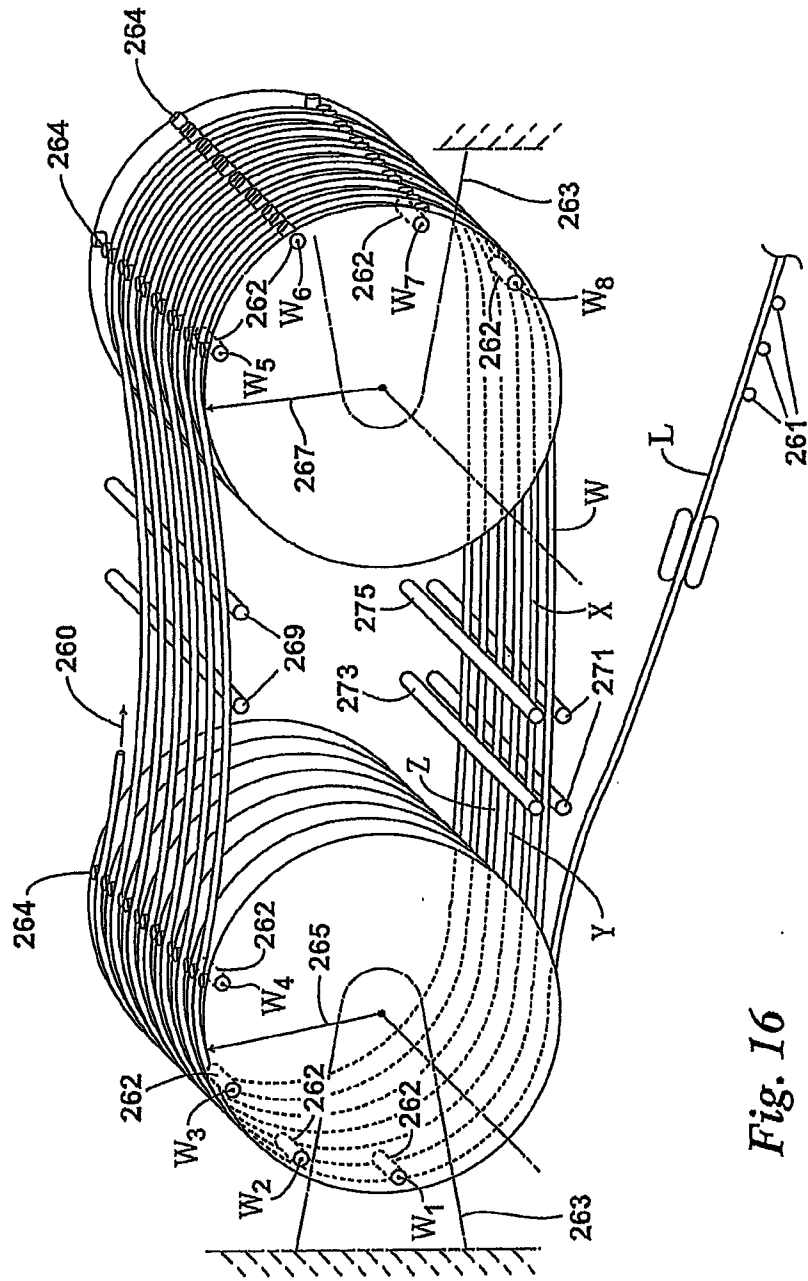


Fig. 16

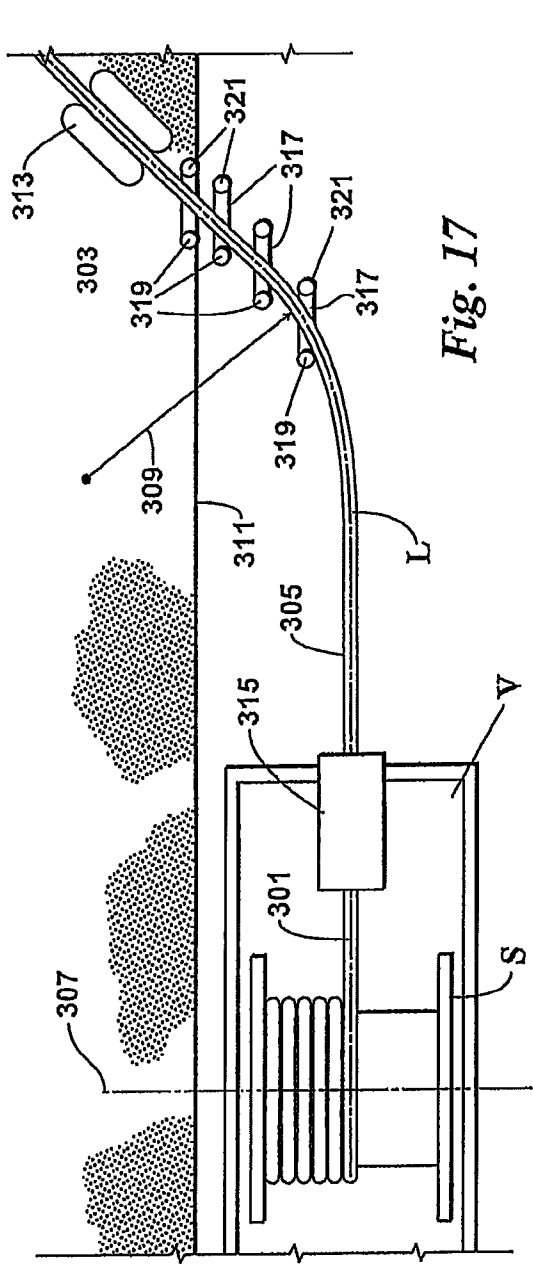


Fig. 17

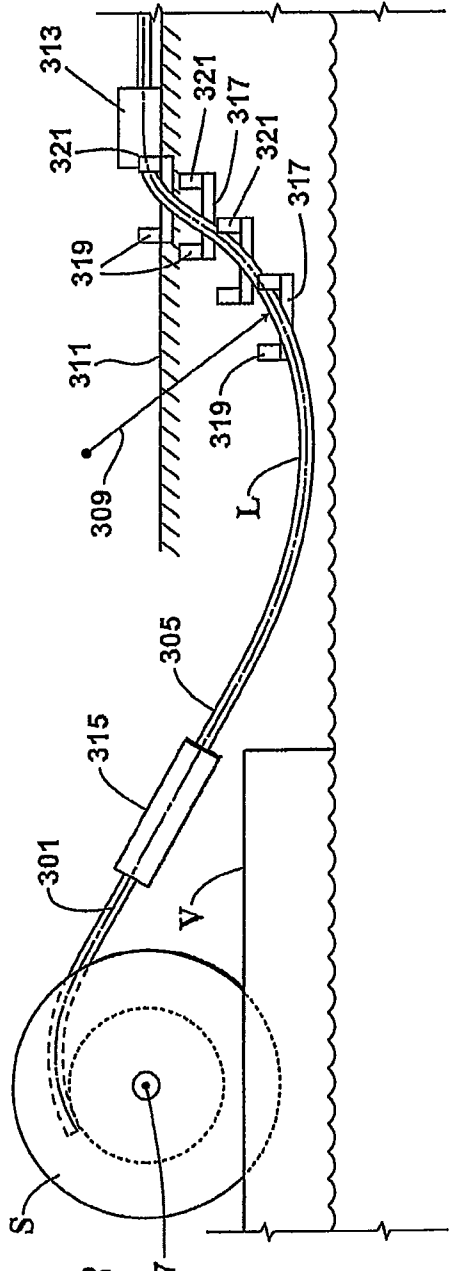


Fig. 18

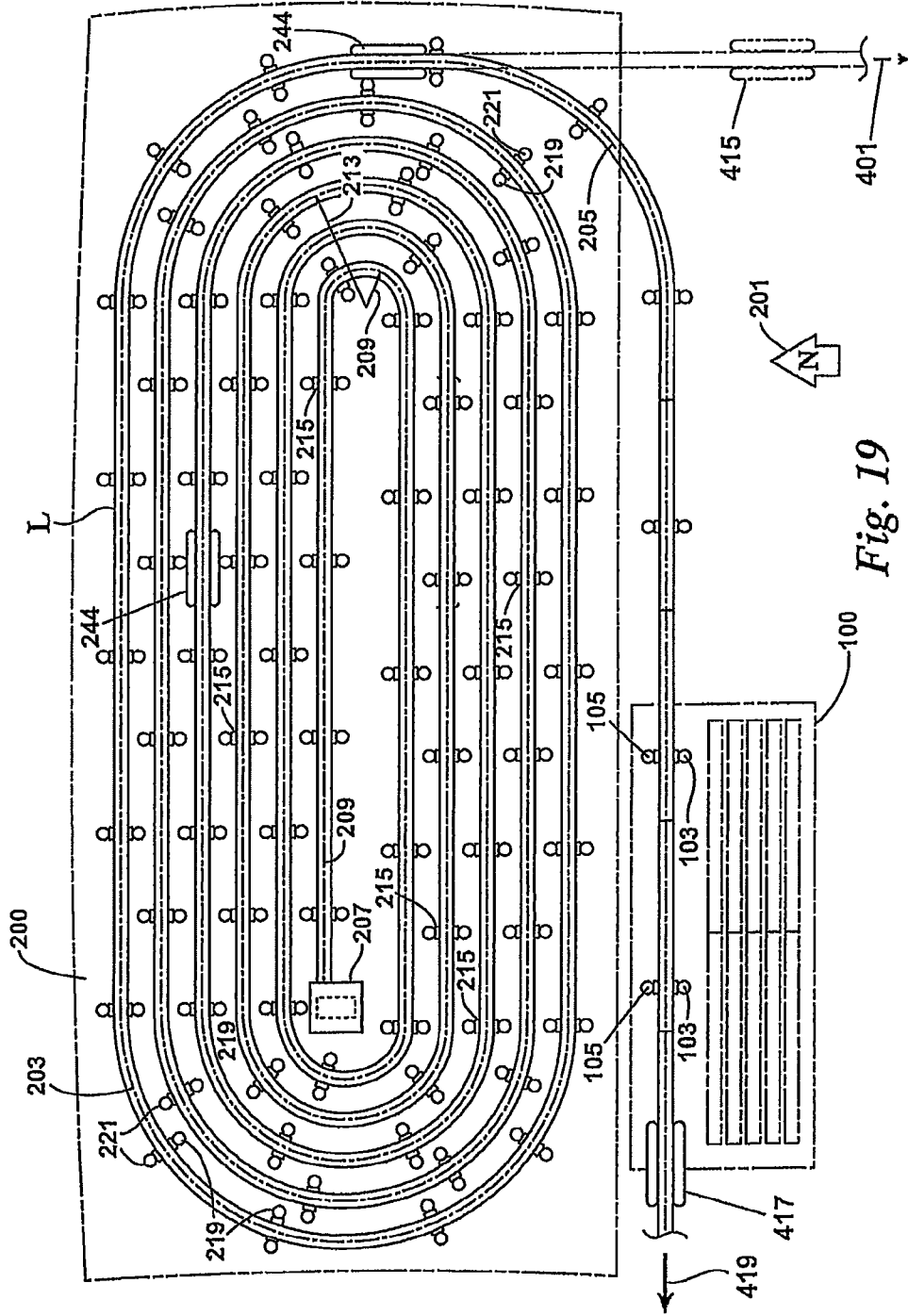


Fig. 19

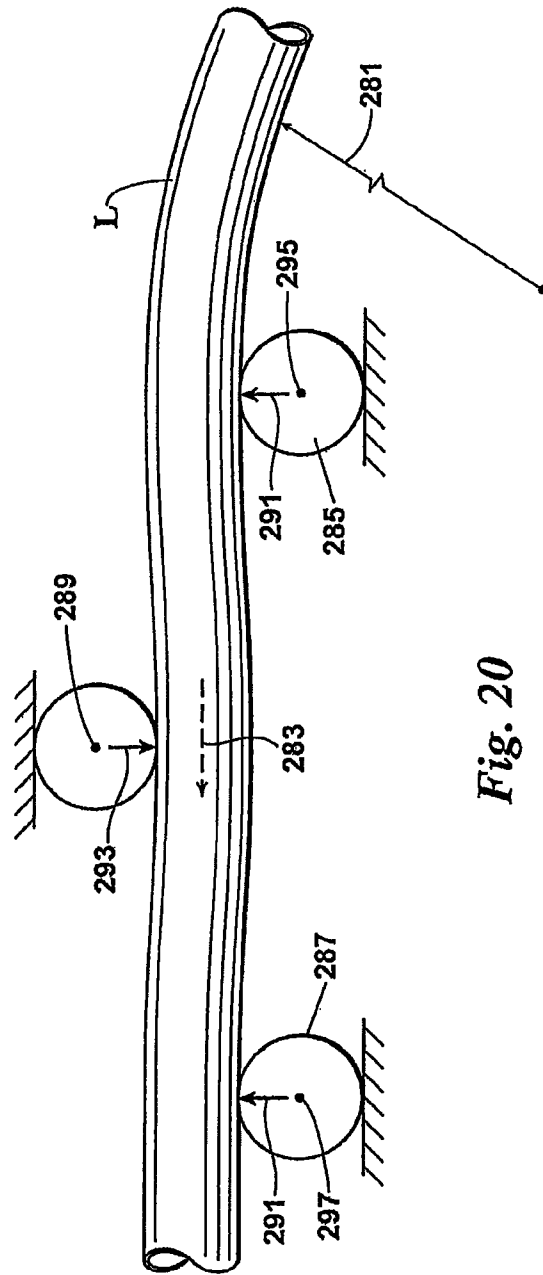


Fig. 20

