



NORGE

(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **321885**

(13) **B1**

(51) Int Cl.

F16L 1/12 (2006.01)

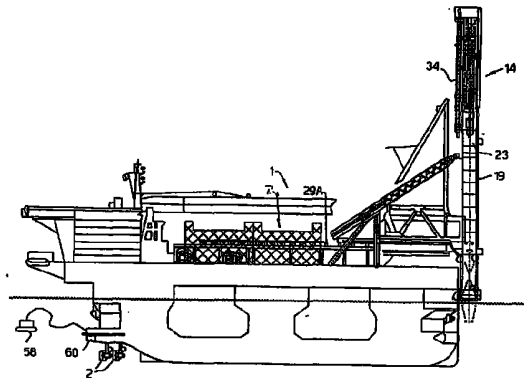
Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20020264	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	1999.07.21 PCT/EP99/05202
(22)	Inng.dag	2002.01.17	(85)	Videreføringsdag	2002.01.17
(24)	Løpedag	1999.07.21	(30)	Prioritet	1999.07.21, WO, PCT/EP99/05202
(41)	Alm.tilgj	2002.03.20			
(45)	Meddelt	2006.07.17			
(73)	Innehaver	Saipem SpA , Via Martiri di Cefalonia, 67, I-20097 San Donato Milanese, IT			
(72)	Oppfinner	Stefano Bianchi, Cernusco sul Naviglio, IT Teresio Signaroldi, Sordio, IT			
(74)	Fullmektig	Tandbergs Patentkontor AS , Postboks 7085 Majorstua, 0306 OSLO, NO			

(54)	Benevnelse	Rørleggingsfartøy
(56)	Anførte publikasjoner	US 3.680.322

(57) **Sammendrag**

Et rørleggefartøy omfatter et stående tårn (14) som danner en bane som røret passerer ned gjennom etter hvert som en rørledning (40) legges av fartøyet, og et nedre føringsarrangement for å føre rørledningen etter at den har blitt ført ned gjennom tårnet, idet det nedre føringsarrangement (61) omfatter flere sett av føringsruller som er anbrakt fra hverandre langsetter rørledningens bane og danner banens sidegrenser, idet føringsrullene er anbrakt slik at de tillater noe bøyning av rørledningen etter hvert som den passerer gjennom det nedre føringsarrangement.



Oppfinnelsen angår et rørleggingsfartøy og en fremgangsmåte for å legge en rørledning.

Teknikken som frem til nå har vært brukt for å legge rørledninger i sjøen kalles "S-legging". Denne teknikk kan beskrives kort som følger. Rørlengdene, vanligvis 12 meter lange, blir transportert fra en havn til en leggekter ved hjelp av forsyningslektere eller -fartøy og blir lastet på dekket av leggekteren. Disse rørseksjonene blir lagt etter hverandre langs en konstruksjonsrampe som vanligvis er horisontal eller i enkelte tilfeller har en liten skråning på omtrent 5 til 10 grader (denne rampe kalles "skuddlinjen"). På skuddlinjen utføres de nødvendige operasjoner for å fullføre tilkoplingen av rørseksjonene i flere arbeidsstasjoner for å sette sammen en kontinuerlig rørledning. Når en ny seksjon legges til, flyttes lekteren forover og rørledningen, boret akterut av leggekteren ved hjelp av en skrå rampe (eller flytende rampe) bøyes over lekterens akterende ned mot sjøbunnen. Rørledningens profil, fra leggefartøyet til sjøbunnen, er i form av en lang "S" (herav uttrykket "S-legging"). Den øverste del av profilen kalles "overbend" og den nedre del kalles "underbend". For å minske belastningene på den nedhengende del av sjøledningen på sin vei fra leggefartøyet til sjøbunnen, opprettholdes et konstant strekk på rørledningen ved hjelp av maskiner som kalles strekkere. Det finnes en maksimal dybde vann som fremgangsmåten kan brukes ved. Etter hvert som vanddybden øker, øker strekkekraften som er nødvendig for å holde rørspenningen innenfor akseptable verdier, dramatisk og det horisontale pullertrekk på leggefartøyet øker tilsvarende. En fremgangsmåte for å minske ovennevnte trekraft består av en økning av nedsenkningsvinkelen mot sjølinjen inn i sjøen. Hvis vinkelen er nær vertikalen (kalt "J-legging"), blir det nødvendige strekk i røret svært nær vekten av en lengde av sjøledningsstrengen lik vanddybden, og den horisontale komponent blir nær null. Denne fremgangsmåte har den motstridende begrensning at det finnes et minimum for dybden av vann hvor den kan brukes ved siden rørledningen må ha plass til å bøye seg gjennom omtrent 90 grader for å ligge på sjøbunnen, og hvis rørledningen er for stramt buet vil den bli overbelastet.

Problemet med overbelastning av rørledningen, spesielt når den er relativt stiv, og når det brukes en J-leggeteknikk, har begrenset bruken for J-legging og især begrenset forholdene som J-leggingen har vist seg egnet ved.

GB 1 178 219 beskriver et system for legging av undervannsrørledninger. Føringsruller er anordnet på en leggerampe for å styre rørledningen. Føringsrullenes posisjoner er justerbare. US 4 865 359 beskriver også et rørleggingsfartøy. Under fartøyet befinner det seg en moonpool-rampe som omfatter en rekke rørføringer som dirigerer rørledningen i den ønskede retning under vannflaten.

US 3 680 322, som innledningen til krav 1 er basert på, beskriver en fremgangsmåte og en innretning for legging av rørledninger fra et flytende fartøy. En

rampeanordning er montert på fartøyet. Rampeanordningen omfatter en rørlednings-føringsseksjon på hvilken det er anordnet et antall rørlednings-føringsdeler. Føringsdelene som består av støtteruller, definerer en forutbestemt bøyningsradius for rørledningen som er innstilt for å unngå overbelastning av rørledningen.

5 Det er et formål med oppfinnelsen å tilveiebringe et rørleggingsfartøy og en fremgangsmåte for å legge en rørledning, hvor problemet med overbelastning av rørledningen under J-legging, blir redusert, slik at det tillates effektiv bruk av J-leggingen under mange forskjellige forhold.

Ifølge oppfinnelsen er det tilveiebrakt et rørleggingsfartøy som omfatter en
10 oppdragende tårnmontasje som danner en bane ned langs hvilken røret passerer etter hvert som en rørledning legges av fartøyet, og en nedre føringsanordning for føring av rørledningen etter at den har passert ned langs tårnet, idet den nedre føringsanordning omfatter et antall sett av føringsruller som er innbyrdes atskilt langs rørledningens bane og danner banens sidebegrensninger, idet føringsrullene er anbrakt slik at de tillater en
15 viss bøyning av rørledningen etter hvert som den passerer gjennom den nedre føringsanordning, og hvor fartøyet er kjennetegnet ved at det videre omfatter en anordning for overvåking av de krefter som anvendes på rørledningen av føringsrullene i den nedre føringsanordning, og at den nedre føringsanordning er i hovedsaken trompet-formet, idet den buer utover i rørledningens bevegelsesretning under legging.

20 Ved å tillate bøyning av rørledningen når den forlater fartøyet og styre rørledningens bøyning, reduseres sannsynligheten for overbelastning av rørledningen når den forlater fartøyet. Det blir mulig å kunne arrangere det slik at de horisontale krefter som utøves på rørledningen av fartøyet under leggingen, spres mellom de forskjellige sett av føringsruller, slik at belastningene fra hvilket som helst av settene med føringsruller,
25 blir redusert.

Det vil vanligvis være å foretrekke at føringsrullene har sylindrisk form, men også andre utforminger kan brukes om ønskelig, og det er også mulig å bruke rundtløpende spor rundt enkelte eller alle rullene, hvis dette er ønskelig av en eller annen grunn.

30 Fortrinnsvis omfatter føringsrullene i minst et sett ruller hvis rotasjonsakser, i et plan normalt på tårnet, er skråttstilt i forhold til hverandre. I dette tilfellet vil føringsrullene, i det minste i noen utstrekning, omslutte rørledningen og derved tillate noe variasjon mellom tilpasningen av fartøyet og tårnet på den ene side og det vertikale plan som inneholder den undersjøiske rørledning som legges, på en annen side. Fortrinnsvis
35 strekker føringsrullene i minst et sett av ruller seg minst en kvart omdreining rundt rørledningens bane, idet dette muliggjør en variasjon på omtrent 90 grader mellom tilpasningen av fartøyet/tårnet på den ene side og den undersjøiske rørledning på den annen. Mer foretrukket strekker føringsrullene i minst et sett ruller seg vesentlig hele

veien rundt rørledningens bane, idet føringsarrangementet da vil kunne brukes i alle orienteringer av fartøyet i forhold til den undersjøiske rørledning.

Det nedre føringsarrangement er fortrinnsvis i form av en trompetform som utvider seg utover i rørledningens bevegelsesretning under leggingen, idet utvidelsesvinkelen øker i rørledningens leggeretning. I dette tilfellet virker vedkommende område av føringsarrangementet for å føre rørledningen etter hvert som den legges og innfører en styrt bøyning i rørledningen og krefter som utøves på rørledningen blir således spredt mellom ruller av forskjellige sett.

Selv om det ligger innenfor oppfinnelsens omfang at føringsrullene oppfyller et visst strekkingsformål, er det å foretrekke at føringsrullene kan dreie fritt, slik at vesentlig den eneste kraft som anvendes på rørledningen av føringsrullene er en sideveis kraft.

I det minste noen av rullene er fortrinnsvis montert for dreining på lagre som kan forskyves direkte eller indirekte på en ettergivende måte. Det er en fordel å tilveiebringe ettergivenheten ved å tillate at rullens rotasjonsakse endrer seg elastisk i stedet for ved f.eks. å tilveiebringe en elastisk rullestruktur, slik at rullenes effektive retning endres. Det er mulig å montere hver enkelt rull individuelt, slik at den kan forflytte seg elastisk, men fortrinnsvis er et helt sett ruller montert på en konstruksjon som kan forflytte seg elastisk.

Oppfinnelsen gjelder spesielt legging av en relativt stiv rørledning snarere enn f.eks. en rørledning som er så fleksibel at den kan bøyes til ruller for oppbevaring. Fortrinnsvis er motstanden i lagrene overfor ettergivende forflytning mer enn 100 kN/m, og mer fortrukket mer enn 500 kN/m. I en utførelse av oppfinnelsen beskrevet nedenfor, er motstanden mot forflytning av størrelsesorden 5 000 kN/m når det dreier seg om visse høyere rullesett, og av størrelsesorden 1 000 kN/m når det dreier seg om visse lavere rullesett.

Lagrene er fortrinnsvis elastisk forflyttbare en avstand på mer enn 50 mm og fortrinnsvis kan enkelte av lagrene forflytte seg elastisk en avstand på mer enn 100 mm. I en utførelse av oppfinnelsen beskrevet nedenfor, er det høyere rullesett med en motstand mot forflytning på 5 000 kN/m i stand til å forflyttes 100 mm og de nedre rullesett med en forflytningsmotstand på 1 000 kN/m kan forflyttes 300 mm.

Som det vil fremgå, kan bøyningen av rørledningen under dens passasje gjennom den nedre føringsanordning, være liten. Et formål med å innføre bøyningen, er at de horisontale krefter mellom føringsrullene og rørledningen kan fordeles jevnt mellom rullesettene. I en utførelse av oppfinnelsen beskrevet nedenfor, er bøyningen av rørledningen av størrelsesorden 0,34 m per 10 m lengde av rørledning; i denne utførelsen er den totale kraft som anvendes av det nedre føringsarrangement under normale forhold, omtrent 1 000 kN.

Tårnets helling er fortrinnsvis justerbar, slik at rørledningens leggevinkel kan justeres, f.eks. i samsvar med leggedybden. Det nedre føringsarrangement er fortrinnsvis festet til tårnet og blir så automatisk justert med tårnet. Tårnets helling kan være fast,

f.eks. i en vertikal stilling. Tårnets helling under bruk er fortrinnsvis mellom 45° og 90° i forhold til horisontalen.

Fortrinnsvis blir tre eller flere sett med føringsruller og mer foretrukket fem eller flere sett føringsruller anbrakt langsetter rørledningens bane under sjønivået. Enkelte sett av føringsruller er fortrinnsvis også anbrakt langsetter rørlednings bane over sjønivået; idet bøyningen av rørledningen da kan begynne over havnivået og hvis tårnet kan svinges, også over tårnets svingakse. Fortrinnsvis er rullesettene anbrakt i det vesentlige likt innbyrdes atskilt langs rørledningens bane. Mellomrommet langs rørledningens bane mellom nærliggende føringsrullesett er fortrinnsvis i området 2 m til 15 m og mer foretrukket i området 3 m til 10 m. I en utførelse av oppfinnelsen beskrevet nedenfor, er mellomrommet omtrent 5 m.

Et antall kraftovervåkingsanordninger er fortrinnsvis knyttet til respektive sett av føringsruller for overvåking av de krefter som utøves på rørledningen av de respektive sett av føringsruller. Overvåkingsanordningene kan omfatte et antall lastceller.

Fartøyet kan omfatte en anordning for løfting av lengder av rør fra et dekk på fartøyet til en posisjon innrettet med tårnmontasjen, og for sammenføyning av slike lengder av rør til rørledningen som legges.

Ifølge oppfinnelsen er det også tilveiebrakt en fremgangsmåte for legging av en rørledning fra et fartøy, omfattende nedsenking av rørledningen langs en oppadragende tårnmontasje på fartøyet og deretter gjennom en nedre føringsanordning, idet den nedre føringsanordning omfatter et antall sett av føringsruller som er innbyrdes atskilt langs rørledningens bane og danner rørledningens sidebegrensninger, idet rørledningen gjennomgår en viss bøyning når den passerer gjennom den nedre føringsanordning, hvor fremgangsmåten er kjennetegnet ved at den videre omfatter overvåking av de krefter som utøves på rørledningen av føringsrullene i den nedre føringsanordning, og at den nedre føringsanordning er i hovedsaken trompetformet, idet den buer utover i rørledningens bevegelsesretning under legging.

Fartøyet som benyttes ved fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen, kan være i hvilken som helst av de former som er angitt ovenfor.

Driften av fartøyet justeres fortrinnsvis i avhengighet av overvåkingen.

Visse typer rørleggingsfartøy vil nå bli beskrevet som eksempel under henvisning til de ledsagende tegninger, der

fig. 1 er et snitt av et rørleggefartøy,

fig. 2 er et riss forfra av fartøyet,

fig. 3 er et øvre planriss av fartøyet, især i snitt,

fig. 4 er et snitt gjennom et rørforberedelsesområde på fartøyet, i større skala enn på fig. 1,

fig. 5 er et riss fra siden av tårnet, i en større skala enn på fig. 1,

fig. 6 er et snitt gjennom tårnet, langs linjen A-A på fig. 5,

fig. 7 er et snitt gjennom tårnet, langs linjen B-B på fig. 5,

fig. 8 er et langsgående snitt gjennom en del av én nedre rampe av tårnet,

fig. 9 er et snitt langs linjen C-C på fig. 8,

fig. 10 er et riss fra siden av fartøyet,

5 fig. 11 er et riss av den nedre del av et tårn likt det som er vist på fig. 5-10, men med en modifisert form av et nedre føringsarrangement for rørledningen,

fig. 12 er et enderiss av den nedre del av tårnet vist på fig. 11,

fig. 13 er et riss fra siden av den nedre del av tårnet vist på fig. 11 og viser romarrangementet av føringsrullene i det modifiserte, nedre føringsarrangement,

10 fig. 14 er et snitt gjennom en nedre del av det modifiserte, nedre føringsarrangement,

fig. 15 er et planriss i større skala enn på fig. 14, gjennom en del av det samme, nedre område av det modifiserte, nedre føringsarrangement,

15 fig. 16A er et snitt langs linjen D-D på fig. 15 av en føringsdel av det modifiserte, nedre føringsarrangement med føringsdelen i en ubelastet tilstand,

fig. 16B er et snitt langs linjen D-D på fig. 15 av en føringsdel av det modifiserte, nedre føringsarrangement med føringsdelen i en belastet tilstand,

fig. 17A er et snitt gjennom et øvre område av det modifiserte, nedre føringsarrangement,

20 fig. 17B er et snitt gjennom et øvre område av det modifiserte, nedre føringsarrangement, og

fig. 17C er et planriss i større skala av et rullearrangement av den type som er vist på fig. 17A og 17B.

På tegningene og først på fig. 1 til 3, er et rørleggingsfartøy generelt benevnt med
25 tallet 1, og er et halv nedsenkbart fartøy som drives og manøvreres av propellskyvere 2. Fartøyet er forsynt med to store, dreibare kraner 3, montert på hver side av baugen, og som kan være av konvensjonell utforming og som for enkelthet skyld ikke vil bli beskrevet eller vist i detalj her.

Kranene 3 har beholdere 4 om bord med rør som bringes av cargolektre eller
30 lignende (ikke vist) og stues på dekket på begge sider av dens skott.

Rørene 5 blir så levert av beltekraner 6 og transportører (ikke vist) til et dobbelt kvadruppelseksjonsområde som rommes i en modul 7 festet til dekket av fartøyet 1 (fig. 3 og 4). Kvadruppelseksjonsmodulen 7 er plassert på styrbord side av skytelinjen.

Beltekranene 6 flytter først rørene 5 fra stablene, som kan være oppbevarings-
35 stabler på fartøyet, eller være beholdere som rørene er lastet i på fartøyet, til en avfasingsstasjonsmodul 8 som er anbrakt på babord side av skipet, like ved siden av midtlinjen. Etter at enden av rørene 5 er blitt avfaset, overfører tverrliggende transportører rørene til et dobbelt seksjonsområde 9 av kvadruppelseksjonsmodulen 7, hvor de enkelte seksjoner blir sveiset sammen. De tverrgående transportørene kan bestå

av krybber som beveger seg langs skinner på fartøyet. Rørene 5 kan være båret på krybbene ved hjelp av ruller som muliggjør langsgående bevegelse av rørene og som kan justeres for å bære rør av forskjellige diametre.

Kvadruppelseksjonsmodulen 7 har to forskjellige nivåer. I det doble seksjonsområdet 9, ved det nedre nivå, blir fire rør 5 av gangen, som nettopp har ankommet fra avfasingsstasjonen, sendt til de aktuelle steder i modulen og deretter sveiset sammen i par til doble seksjonsstrenger 10. Sveisingen utføres ved hjelp av fire sveisestasjoner og sveisingene røntgenkontrolleres ved en femte arbeidsstasjon. Hvis sveisingen er blitt utført riktig, blir de doble seksjonsstrenger 10 løftet opp til det andre nivå, til kvadruppelseksjonsområdet 11. Forøvrig blir seksjonen flyttet utenfor seksjonsmodulstrukturen 7 for å bli reparert, eller hvis den ikke kan repareres, for å bli kuttet. Ved kvadruppelseksjonsområdet 11 blir to doble seksjonsstrenger 10 sveiset sammen (ved hjelp av fire sveisestasjoner) og deretter sjekket i en femte arbeidsstasjon (NDT-stasjon) for å danne en kvadruppelseksjonsstreng 12. Hvis strengen 12 er tilfredsstillende blir den overført horisontalt til fartøyets midtlinje hvor det er arrangert en transportør for å flytte den mot baugen. Hvis NDT påviser en dårlig sveising blir rørstrengen flyttet til siden til fartøyets babordside for å bli reparert eller avskåret. Hvis avskjæringen er nødvendig, blir kvadruppelseksjonen 12 delt i fire enkle seksjoner 5 og deretter overført tilbake til avfasingsstasjonen 8 hvor den blir avfaset igjen før den returneres til sveiseprosessen.

I baugen av fartøyet 1, på midtlinjen mellom de to kranene 3, finnes det et leggetårn generelt benevnt med tallet 14. Tårnet 14 er utformet for enkel installasjon og fjerning. Tårnet 14 er koplet til fartøyets skrog ved hjelp av to hengsler 15 som kan variere leggehellingen som bestemmes av tårnets langsgående akse, fra 90 til 120° (fra den vertikale stilling til 30° utenbords). Denne bevegelse er nødvendig for å legge forskjellige rørstørrelser i forskjellige havdybder (fra grunt til dypt vann). Tårnets 14 vinkel bestemmes ved hjelp av et svingjekkesystem som beskrevet nedenfor.

Tårnet 14 er vesentlig konstruert i tre seksjoner, som vist på fig. 5:

Den nederste seksjon eller kurven 16 er beregnet for å bære den maksimale trekkraft på røret, mottatt av en eller flere friksjonsklemmer 18. Den rommer klemmene 18 og har i sin nederste ende en nedre rampe 17 som bærer en eller flere terminalruller 41 som fører rørledningen 40 etter hvert som den forlater fartøyet. Den er fortrinnsvis utformet slik at den kan installeres og fjernes av kranene 3, eller ved hjelp av et hjelpekrantfartøy, og oppbevares på dekket eller på en lekter. Friksjonsklemmene 18 omfatter minst en festeklemme anordnet for å holde rørledningen 40 under avbrytelser i leggingen. Fortrinnsvis er det også en klemme som er bevegelig på hydrauliske jekker som kan brukes under legging av gjenstander festet til røret som er for store eller for uregelmessige til å kunne gripes skikkelig av strekkerne.

Den midtre seksjon 19 rommer tre strekkere 20 som ved drift senker rørledningen ned i sjøen samtidig som den holdes i ønsket strekk, og støtteruller for å føre røret når tårnet 14 ikke er vertikalt. Strekkerne er beltestrekkere av en type som en tid har vært kjent ved S-legging, og rørstøtterullerne er også av en type som tør være kjent. Disse er ikke beskrevet i detalj. Den midtre seksjon 19 rommer blokkskiver som kan bøyes (ikke vist) for et oppgivelses- og gjenvinningssystem når disse er i sin hvilestilling. En NDT og feltskjøtestasjon 21, med flytende gulv, er anbrakt i den nedre ende av den midtre del. En sveisestasjon 23, med flytende gulv, er anbrakt i den øvre ende av den midtre del. Avstanden mellom sveisestasjonene 21 og 23 tilsvarer omtrent lengden av en kvadruppelseksjonsstreng 12, slik at toppen av en streng kan være ved stasjonen 23, mens den nedre del av samme streng er ved stasjonen 21.

Opgivelses- og gjenvinnings (A/R)-systemet omfatter en dobbel kapstanvinsj (elektrisk drevet) med sin tilhørende hjuloppvikler og en stålwire. Stålwiren vil bli drevet til blokkskiven som kan bøyes vekk (plassert på den midtre del av tårnet) og deretter forbundet med trekkhodet. A/R-systemet rommes på hoveddekket i en midtre stilling på fartøyet midtlinje, like ved siden av kvadruppelseksjonsmodulen.

Den øvre del 22 av tårnet 14 er en relativt lettbygget konstruksjon, siden den aldri behøver å bære strekket fra rørledningen. Den rommer en koplingsinnretning og en opprettingsstasjon 24 (fig. 2). Den øvre del 22 er en åpen konstruksjon for enkel overføring av strengen 12 fra en rørlaster, som beskrevet nedenfor, til opprettingsstasjonen 24. Den øvre del 22 kan installeres på og fjernes fra den midtre seksjon 19 under ombordinstalleringen.

Jekkesystemet som styrer vippingen av tårnet 14, bruker bommer 25 som er forbundet med den øvre del av den midtre seksjon 19 av tårnet, på dets aktervendte eller innovervendte side, og med jekkinnetningene 26 på en bærerramme 28 anbrakt på dekket like bak kranene 3. Jekkesystemet omfatter hydrauliske sylindere, hvis stempler bærer et sett med fire hydraulisk aktiverte låsetapper som griper inn i en rekke åpninger i bommene 25. Når tårnet ikke jekkes, holdes det av lignende låsetapper som er montert i faste stillinger på bunnrammen 28. Hvis tårnet skal flyttes mer enn slaget til de hydrauliske sylindere, holdes det av låsetappene mens sylindrene går tilbake for neste slag.

Rørstrengen 12, som venter horisontalt ved kvadruppelseksjonsområdet 11, blir overført av langsgående transportører 29A mot en rørlaster 29 ved bunnen av tårnet 14. De langsgående transportører kan bestå av ruller 29A montert med sine akser på skrå i forhold til horisontalen, slik at de danner en V-formet innhylling som røret beveger seg i. De er bevegelige mot og vekk fra midtlinjen, slik at rør av forskjellig diameter kan transporteres i en ønsket høyde over dekket.

Rørlasteren 29 består hovedsakelig av et fagverk 30 som overfører røret 12 fra kvadruppelseksjonsområdet 11 til midtseksjonen 19 av tårnet 14 ved hjelp av sin egen

dreining rundt et hengsel 31. På grunn av at det dreier, kan lasteren lett oppta de forskjellige stillinger som røret må ha når det dreies til flere leggevinkler (fra 90 til 120°). Lasterfagverket 30 er utformet for å bli så lett som mulig for å redusere systemets treghet. Som det fremgår av fig. 3, er lasterfagverket på styrbord side av skytelinjen og den rommer klemenheter 32 (fig. 5) som griper rørstrengen 12 og holder den langs fagverket 30 under dreiningen. Rørstrengen 12 blir avlevert horisontalt av rulletransportørene 29A fra kvadruppelseksjonsområdet 11 til lasterområdet og blir deretter, eventuelt, umiddelbart løftet av rørløftere (ikke vist i detalj) til en posisjon hvor det kan gripes av klemmenhetene 32 på rørlasteren 29. Ved den nærmeste ende av lasteren 29 er en mekanisk sikkerhetsstopper 33 installert for å hindre røret i å falle hvis det oppstår en hydraulisk svikt i klemmene 32. Ved normal bruk hviler ikke røret på stopperne 33, for å unngå risiko for skade på den maskinerte avfasingen ved enden av røret.

Dreiningen av rørlasteren 29 utføres ved hjelp av to vinsjer (ikke vist) som begge er montert i A-rammen 28. En heisevinsj med et rep som er ført over en blokkskive på tårnet, løfter og senker rørlasteren 29, mens en bakre strekkvinsj tilfører et konstant strekk i motsatt retning for å hindre ukontrollert bevegelse av rørlasteren når den dreies forbi den vertikale stilling, eller som følge av fartøyets bevegelse. Vinsjhastigheten defineres for å kunne utføre lasteaktiviteten innenfor syklustiden for leggeoperasjonen.

Funksjonen av lasteren 29 er bare å gripe røret 12 (ved hjelp av klemmene 32) og dreie det til samme vippevinkel som tårnet 14. Så snart røret 12 blir lagt langs tårnet 14, stopper lasteren 29 sin bevegelse og venter (holder røret) på senkningen av en heis 34.

Heisen 34 tar rørstrengen 12 fra lasteren 29 og overfører den til nivået for opprettingsstasjonen 24. Heisen 34 består hovedsakelig av en vogn som løper på to spor 35, anbrakt i den midtre del 19 og den øvre del 22 av tårnet, på babord side av lasterens 29 midtlinje. Vognen bærer klemmer 37 som kan åpnes. Som det best fremgår av fig. 6, trekkes klemmene 37 når de er helt åpne, til babord side av skytelinjen, slik at lasteren 29 kan løfte rørstrengen 12 langs heisen 34. Når det håndteres små rør, kan også føringsruller innføres. I den nedre ende av heisen 34 er det installert en sikkerhetsstopp for å støtte rørstrengen hvis det oppstår en feil i de hydrauliske klemmer 37. Når lasteren 27 ankommer tårnet 14 og heisen 34 er i sin nedre stilling, griper klemmene 37 røret 12 og klemmene 32 frigjør det. Heisen 34 løfter så røret til den øvre stilling. Deretter blir røret 12 overført til overføringsklemmer 38.

Tre vertikalt anbrakte overføringsklemmer 38 er tilveiebrakt med mellomrom for å overføre rørstrengen 12 fra heisen 34 til opprettingsmaskinen 24: Fig. 6 viser en av overføringsklemmene i tre forskjellige stillinger, idet klemmene er arrangert som uavhengige enheter som hver omfatter en dreibar og forlengbar arm som styres av transdusere som det er installert en helt åpen klemme på. Når klemmene er i den utvendige stilling overfører heisen røret til disse, og mens de er i den innvendige stilling beveger opprettingsmaskinene 24 seg på tvers og tar røret fra dem. Hvis en rørstreng 12

avleveres av heisen 34 før opprettingsmaskinene 24 er ledige for å motta den, kan overføringsklemmene 38 holde rørstrengen i en hvilestilling, som vist på fig. 6. I tillegg kan en kabel settes inn i rørstrengen 12 og/eller den nedre ende kan forhåndsoppvarmes for sveising, mens rørstrengen holdes i hvilestillingen.

5 Opprettingsmaskinene 24 er nødvendige for riktig tilpasning mellom rørstrengen 12 og rørledningen 40. De skal kunne bevege røret i alle tre retninger. De består av en blanding av rulleklemmer, som fikserer den horisontale stilling av rørstrengen 12, men lar den dreie, og minst en dreibar friksjonsklemme som rørstrengen kan justeres ved hjelp av. Hver maskin er konstruksjonsmessig uavhengig av de andre, men de må styres ved
10 hjelp av transdusere for å sikre riktig tilpasning av maskinene under innpasning av røret. Mellom opprettingsmaskinene 34 er føringsruller installert for å sikre at røret 12 blir tilstrekkelig båret under leggingen når opprettingsklemmene er åpne, selv når tårnet 14 er i en vippestilling.

På fig. 8, 9 og 10 bærer den nedre rampe 17 terminalrullene 41 i sett på tre på
15 boggier 42. Under rørleggingen blir hver boggie 42 tvunget til inngrep mot rørledningen 40 ved hjelp av en hydraulisk sylinder 44, trykksatt av en akkumulator (ikke vist), mens belastningen på boggien 42 overvåkes av en lastcelle 46. Hver boggies bevegelse styres av en parallell leddforbindelse 48 mens den helt tilbaketrukne stilling kan innstilles ved hjelp av skruejekker 50. Terminalrullene 41 gjør det således mulig både å overvåke og
20 styre tilpasningen av rørledningen 40 når den forlater fartøyet. Hvis det er nødvendig med ytterligere styring, kan flere sett med boggier 42 monteres over hverandre, som vist på fig. 10, slik at det oppnås en styrt bøyning av rørledningen, slik at den kan legges i en vinkel i forhold til tårnets 14 akse, for å øke fartøyets bevegelighet.

Under terminalrullene 41 er det tilveiebrakt wireføringsruller 52. Rullene 52 er
25 montert på svingarmer 54 og beveges inn og ut av hydrauliske sylindere 56. De holdes helt tilbaketrukket under rørlegging, men blir flyttet frem for å føre wiren under oppgivelse- og gjenvinningsprosedyrene.

En fjernstyrt farkost (ROV) 58 er båret på fartøyet 1 for montering av nedleggingen av rørledningen 40 på sjøbunnen. På grunn av at nedleggingspunktet er
30 direkte under, eller nesten direkte under fartøyets akterstavn, kan ROV'en drives fra akterdekket av fartøyet 1 uten behov for lange barduner. I stedet, eller i tillegg, kan nedleggingen overvåkes direkte ved aktive eller passive følere 60 montert bak på fartøyet.

Under drift blir røret 12 tilpasset av opprettingsmaskinene 24 og holdt av dem
35 mens dets nedre ende blir sveiset til en øvre ende av rørledningen 40 i sveisestasjonen 23. Deretter blir opprettingsmaskinene frigjort og fartøyet beveger seg forover, idet rørledningen mates ut av strekkerne 20 med lengden av en kvadruppelseksjon 12. Deretter blir seksjonen som nettopp er blitt sveiset, utprøvd i NDT-stasjonen 21, mens en

ny seksjon 12, som i mellomtiden er blitt avlevert av lasteren 29 og heisen 34, blir matet av overføringsklemmene til opprettingsmaskinene 24.

Tårnet 14 er konstruert i tre deler og er festet til fartøyet og kvadrupel-seksjonsmodulen 7 er konstruert som en eller flere store selvstendige moduler som er festet til dekket, slik at hele rørleggingsutstyret kan settes sammen eller demonteres lett og raskt for å omdanne fartøyet som helhet fra bruk som et rørleggingsfartøy, til bruk som et vanlig halvt nedsenkbart kranfartøy.

Som et eksempel kan et fartøy som vist på tegningene ha følgende dimensjoner:

Fartøylengde	200 meter
Tårnhøyde	135 meter
Rørdiameterområde (O.D.)	fra 4" til 32"
Maks diameter av objekter som kan legges med strekkerne åpne	2,5 m
Leggedybdeområde for 4" rør	50 m til 3 000 m
Leggedybdeområde for 32" rør	200 m til 2 000 m
Maksimum leggeholdekraft (strekker)	525 metriske tonn
Maksimum leggeholdekraft (bevegelig klemme)	2 000 metriske tonn
Leggetårnvinkel	90° til 120°
Mellomtrekk A/R-vinsj (dobbel kappstan)	opptil 550 metrisk tonn (maks)
Høyt trekk A/R-vinsj (lineær vinsj)	2 000 metriske tonn (maks)
Lengde av seksjon båret om bord	12,2 m
Rørstrenglengde (4 x 10 til 15 m)	48,8 m
Leggefasetid	2 min.
Maks driftsbølgehøyde (signifikant)	4m

Fig. 11 til 17C viser en modifisert form av et nedre føringsarrangement 61 som kan brukes istedenfor den nedre rampe 17 og som fører til et fartøy omfattet av oppfinnelsen. På fig. 11 til 17C er deler som svarer til deler som er vist på andre tegninger, benevnt med samme tall. Som vist på fig. 11 og 12, omfatter arrangementet 61 generelt en rørramme med fire langsgående elementer 62 og kryssavstivere 63 sammenføydd til en vesentlig stiv konstruksjon som er festet til bunnen av tårnet 14 ved hjelp av ben (et i den øvre ende av hvert av elementene 62). Klakkene er festet til tårnet ved respektive tappforbindelser.

Idet det nå henvises til fig. 13 til 17C, tjener konstruksjonen som er dannet av elementene 62 og 63, til å bære forskjellige sammenstillinger ved forskjellige nivåer, herunder faste og mobile klemmer 18A og 18B (fig. 13), tre sett av justerbare ruller 64A, 64B og 64C og seks sett av føringsruller 65A til 65F, idet hvert sett omfatter en ring av ruller som beskrevet i detalj nedenfor.

De justerbare ruller 64A, 64B og 64C tjener et lignende formål som rullene 52 som ble beskrevet under henvisning til fig. 8, 9 og 10. Rullene 64A, 64B, 64C er montert for radiell bevegelse og beveges av respektive hydrauliske stempel- og sylinderarrangementer. I eksempelet på oppfinnelsen er settet av ruller 64A og 64B hver
 5 arrangert som vist i planrisset på fig. 17A og omfatter fire ruller 66 som er anbrakt med samme vinkelmellomrom rundt rørledningsbanen, og rullene i rullesettet 64C er hver arrangert som vist i et planriss på fig. 17B og omfatter åtte ruller 67 som er anbrakt med samme vinkelmellomrom. Ett formål med rullene 64A, 64B, 64C er å holde rørledningen (sjøledningen) 40 innenfor et midtre, sirkulært område med en justerbar radius, slik at
 10 klemmene 18A og 18B, som bare drives i spesielle situasjoner, f.eks. i et nødstilfelle, blir sikret for å gripe rørledningen. Et annet formål med rullene, og spesielt rullene 64B og 64C, er imidlertid å kunne tillate en liten innledende, styrt bøyning av rørledningen også ved deres relative høye nivå over sjøen. TV-kameraer 69 (fig. 13) og lastfølere tilknyttet de dreierende monteringer av rullene, kan overvåke passasjen av rørledning gjennom
 15 rullene og forlengelsene av de hydrauliske stempel- og sylinderarrangementene, og de hydrauliske trykk i disse kan også overvåkes og justeres.

På fig. 17C er ett av det hydrauliske stempel og sylinderarrangementet vist som eksempel. Det vil fremgå at rullen 66 eller 67 kan dreies på en bærer 70 og en lasttapp 71 gir et mål på kraften som utøves av rørledningen 40 mot rullene 66, 67. Bæreren er
 20 forbundet med stempelet i ett av stempel- og sylinderarrangementene 68 og omfatter en trykktransduser 72 for overvåkning av trykket i sylindern og en posisjonstrasduser 73 for å overvåke posisjonen av stempelet i forhold til sylindern.

Signaler fra TV-kameraene 69 og transduserne 72, 73 og lasttappene 71 blir alle ført tilbake gjennom en flerlederkabel 79 med koplingsbokser 80 til en kontrollstasjon 81
 25 som kan være tilveiebrakt i et tårnkontrollrom. Styresignaler for driften av stempel- og sylinderarrangementene 68 blir ført ned fra kontrollstasjonen 81 til en hydraulisk forsynings- og styreventilstasjon 82.

Arrangementet med seks sett av føringsruller 65A til 65F vil nå bli beskrevet i detalj under henvisning til fig. 13, 14, 15, 16A og 16B. Av praktiske årsaker vil
 30 arrangementet med rullesettet 65D først bli beskrevet, idet dette er det sett av ruller som er vist på fig. 14. En stålring 75 gir en hovedfestestøtte for settet av ruller og har en diameter som passer til rullesettet 65D, for å strekke seg perifert rundt dette. Ringen 75 er festet til de fire langsgående elementer 62 av det nedre føringsarrangement via avstivere 76. Umiddelbart innenfor ringen 75 er det et annet ringformet element 77 som rullene 78
 35 er dreibart montert på. Det ringformede element 77 er forbundet med ringen 75 i fire likt vinkelatskilte posisjoner rundt rullekonstruksjonen via elastiske monteringer 83 vist på fig. 16A og 16B.

På fig. 15, 16A og 16B er hver av rullene 78 dreibart montert i hver ende på brakettarmer 85 som er festet til det ringformede element 77 og som rager radialt innover

fra dette. Ringen 75 har bærere 86 som er sveiset til denne på fire steder av de elastiske monteringer 83, og hver bærer 86 har en øvre arm 87 og en nedre arm 88 og som rager radialt innover over det ringformede element 77. Armene 87, 88 er hver sammenføyd med elementet 77 ved hjelp av en respektiv blokk 89 av elastomermateriale. Fig. 16A viser blokkene 89 i sin ubelastede tilstand, mens fig. 16B viser blokkene 89 i en belastet tilstand etter en radialt utadrettet bevegelse av en rull 78 (og følgelig tilsvarende bevegelse av elementet 77) som følge av kraften som utøves av rørledningen 40. Det vil fremgå av fig. 16B at blokkene 89 går gjennom en skjærbelastning for å oppta bevegelsen.

Lastceller (ikke vist) er tilknyttet hvert av settene av føringsruller 65A til 65B og signaler fra lastcellene blir ført tilbake til kontrollstasjonen 81 via koplingsboksene 80 og kabelen 79. Signaler fra lastcellene kan brukes av en styreenhet for å endre rørleggingsoperasjonen eller justere fartøyets retning eller bevegelseshastighet eller lignende.

Operasjon av føringsrullene under leggingen av en rørledning vil nå bli beskrevet. For å forenkle beskrivelsen forutsettes det at tårnet er innrettet vertikalt, men det vil fremgå at føringsarrangementet virker på vesentlig samme måte når tårnet står på skrå. Også for å gjøre beskrivelsen lettere, vil det først bli antatt at fartøyet beveger seg direkte over banen som rørledningen skal legges langs og er innrettet med banen.

For at rørledningens krumning i området ved sjøbunnen ikke skal bli for stor, er det viktig at en horisontal kraft under leggingen anvendes på rørledningen av fartøyet i den retning som røret legges i, og at en strekkraft også anvendes. Samtidig må kraften anvendes på en måte som ikke forårsaker urimelig, lokal belastning i rørledningen.

Følgelig er det ønskelig at hvert av settene av ruller 65A til 65F anvender en horisontal kraft på rørledningen og mest ønskelig at hvert rullesett anvender vesentlig samme kraft. Dette oppnås i utførelsen ifølge oppfinnelsen ved å arrangere rullesettene slik at de anbringes langs en krummet bane som muliggjør en styrt bøyning av rørledningen etter hvert som den passerer gjennom rullesettene. Den fjærende monteringen av rullene hjelper ytterligere til å fremme en ensartet anvendelse av laster blant de forskjellige rullesettene.

En spesielt verdifull egenskap ved utformingen av føringsarrangementet er at hvert sett av føringsruller fullstendig omslutter rørledningen. Dette er viktig for å tillate fartøyet å befinne seg i enhver vinkel i forhold til rørledningens bane, slik det kan være ønskelig eller vesentlig under legging av en rørledning i en betydelig strøm.

I et spesielt eksempel på oppfinnelsen, som kan anvendes når det dreier seg om det spesielle eksempel på fartøy som er beskrevet ovenfor, er settene av føringsruller 65A til 65F innbyrdes atskilt langs kabelbanen med mellomrom på 5,2 meter, med det øvre rullesett 65A over havflaten og alle de andre settene under havflaten. I dette tilfelle er mellomrommet mellom omkretsene av de diametralt motstående ruller i hvert sett som følger:

Rullesett	Mellomrom (m)
65A	2,44
65B	3,54
65C	5,0
65D	6,79
65E	8,96
65F	11,48

Monteringene av rullesettene 65A til 65C er relativt stive og de forsyner ringene 77 i settene med en radial stivhet på omtrent 5 000 kN/m (med en maksimal forskyvning på 100 mm), mens monteringen av rullesettene 65D til 65F er mindre stiv og forsyner ringene 77 i disse settene med en radial stivhet på omtrent 1 000 kN/m (med en maksimal forskyvning på 300 mm). Den totale belastning som typisk påføres på rørledningen av alle seks rullesett er av størrelsesorden 1 000 kN under normal drift, noe som fører til en kraft på omtrent 170 kN mellom hver rull og rørledningen.

P a t e n t k r a v

5 1. Rørleggingsfartøy omfattende en oppdragende tårnmontasje (14) som danner en bane ned langs hvilken røret passerer etter hvert som en rørledning legges av fartøyet (1), og en nedre føringsanordning (17) for føring av rørledningen etter at den har passert ned langs tårnet, idet den nedre føringsanordning (17) omfatter et antall sett av føringsruller (41) som er innbyrdes atskilt langs rørledningens bane og danner banens
10 sidebegrensninger, idet føringsrullene (41) er anbrakt slik at de tillater en viss bøyning av rørledningen etter hvert som den passerer gjennom den nedre føringsanordning (17), **karakterisert ved** at fartøyet (1) videre omfatter en anordning for overvåking av de krefter som anvendes på rørledningen av føringsrullene (41) i den nedre føringsanordning (17), og at den nedre føringsanordning (17) er i hovedsaken trompetformet, idet den buer
15 utover i rørledningens bevegelsesretning under legging.

2. Fartøy ifølge krav 1, **karakterisert ved** at et antall kraftovervåkende anordninger er knyttet til respektive sett av føringsruller (41) for overvåking av de krefter som anvendes på rørledningen av de respektive føringsruller.

3. Fartøy ifølge krav 1 eller 2, **karakterisert ved** at de kraftovervåkende
20 anordninger omfatter lastceller.

4. Fartøy ifølge ett av de foregående krav, **karakterisert ved** at det videre omfatter en kontrollstasjon (81) for mottaking av signaler fra de kraftovervåkende anordninger.

5. Fartøy ifølge krav 4, **karakterisert ved** at kontrollstasjonen (81) tilveiebringer
25 signaler for drift av stempel- og sylindreranordninger (68) for drift av føringsrullene.

6. Fartøy ifølge krav 5, **karakterisert ved** at signalene som tilveiebringes av kontrollstasjonen (81), overføres til en hydraulisk forsynings- og styreventilstasjon (82).

7. Fartøy ifølge ett av de foregående krav, **karakterisert ved** at føringsrullene i minst ett sett av ruller omfatter ruller hvis rotasjonsakser, i det plan normalt på tårnet
30 (14), er skråttstilt i forhold til hverandre.

8. Fartøy ifølge ett av de foregående krav, **karakterisert ved** at føringsrullene i minst ett sett av ruller strekker seg minst $\frac{1}{4}$ av en omdreining rundt rørledningens bane.

9. Fartøy ifølge krav 8, **karakterisert ved** at føringsrullene i minst ett sett av ruller strekker seg i hovedsaken hele veien rundt rørledningens bane.

10. Fartøy ifølge ett av de foregående krav, **karakterisert ved** at
35 utvidelsesvinkelen til den nedre føringsanordning (17) øker i rørledningens bevegelsesretning under legging.

11. Fartøy ifølge ett av de foregående krav, **karakterisert ved** at føringsrullene (41) er fritt roterbare.

12. Fartøy ifølge ett av de foregående krav, **karakterisert ved** at i det minste noen av rullene (41) er montert for rotasjon i lagre som er direkte eller indirekte fjærende forskyvbare.

13. Fartøy ifølge krav 12, **karakterisert ved** at lagrenes motstand mot fjærende forskyvning er mer enn 100 kN/m.

14. Fartøy ifølge krav 13, **karakterisert ved** at lagrenes motstand mot fjærende forskyvning er mer enn 500 kN/m.

15. Fartøy ifølge ett av kravene 12-14, **karakterisert ved** at lagrene er fjærende forskyvbare en avstand på mer enn 50 mm.

16. Fartøy ifølge krav 15, **karakterisert ved** at i det minste noen av lagrene er fjærende forskyvbare en avstand på mer enn 100 mm.

17. Fartøy ifølge ett av de foregående krav, **karakterisert ved** at tårnmontasjens (14) helling er justerbar og den nedre føringsanordning (17) er festet til tårnmontasjen.

18. Fartøy ifølge ett av kravene 1-16, **karakterisert ved** at tårnmontasjens (14) helling er fast.

19. Fartøy ifølge ett av de foregående krav, **karakterisert ved** at tårnmontasjens helling ligger i området 45-90° i forhold til horisontalen.

20. Fartøy ett av de foregående krav, **karakterisert ved** at tre eller flere sett av føringsruller er anbrakt langs rørledningens bane slik at settene av føringsruller, etter hvert som rørledningen legges av fartøyet (1), befinner seg under havflaten.

21. Fartøy ifølge krav 20, **karakterisert ved** at fem eller flere sett av føringsruller er anbrakt langs rørledningens bane slik at settene av føringsruller, etter hvert som rørledningen legges av fartøyet (1), befinner seg under havflaten.

22. Fartøy ifølge krav 20 eller 21, **karakterisert ved** at settene av føringsruller er i hovedsaken likt innbyrdes atskilt langs rørledningens bane.

23. Fartøy ifølge ett av de foregående krav, **karakterisert ved** at mellomrommet langs rørledningens bane mellom tilgrensende sett av føringsruller ligger i området fra 2 m til 15 m.

24. Fartøy ifølge ett av de foregående krav, **karakterisert ved** at det omfatter en anordning for løfting av lengder av rør fra et dekk på fartøyet til en posisjon som er innrettet med tårnmontasjen (14), og for sammenføyning av slike lengder av rør til den rørledning som legges.

25. Fremgangsmåte for å legge en rørledning fra et fartøy, omfattende nedsenking av rørledningen langs en oppdragende tårnmontasje (14) på fartøyet (1) og deretter gjennom en nedre føringsanordning (17), idet den nedre føringsanordning (17) omfatter et antall sett av føringsruller (41) som er innbyrdes atskilt langs rørledningens bane og danner rørledningens sidebegrensninger, idet rørledningen gjennomgår en viss bøyning når den passerer gjennom den nedre føringsanordning (17), **karakterisert ved** at fremgangsmåten videre omfatter overvåking av de krefter som anvendes på rørledningen

av føringsrullene (41) i den nedre føringsanordning (17), og den nedre føringsanordning (17) er i hovedsaken trompetformet, idet den buer utover i rørledningens bevegelsesretning under legging.

26. Fremgangsmåte ifølge krav 25, **karakterisert ved** at det benyttes et fartøy
5 (1) som angitt i ett av kravene 1-24.

27. Fremgangsmåte ifølge krav 25 eller 26, **karakterisert ved** at driften av fartøyet (1) justeres i avhengighet av overvåkningen.

28. Fremgangsmåte ifølge ett av kravene 25-27, **karakterisert ved** at fartøyets (1) bevegelsesretning eller bevegelseshastighet justeres i avhengighet av overvåkningen.

10 29. Fremgangsmåte ifølge ett av kravene 25-28, **karakterisert ved** at rørledningsoperasjonen justeres i avhengighet av overvåkningen.

Fig.1:

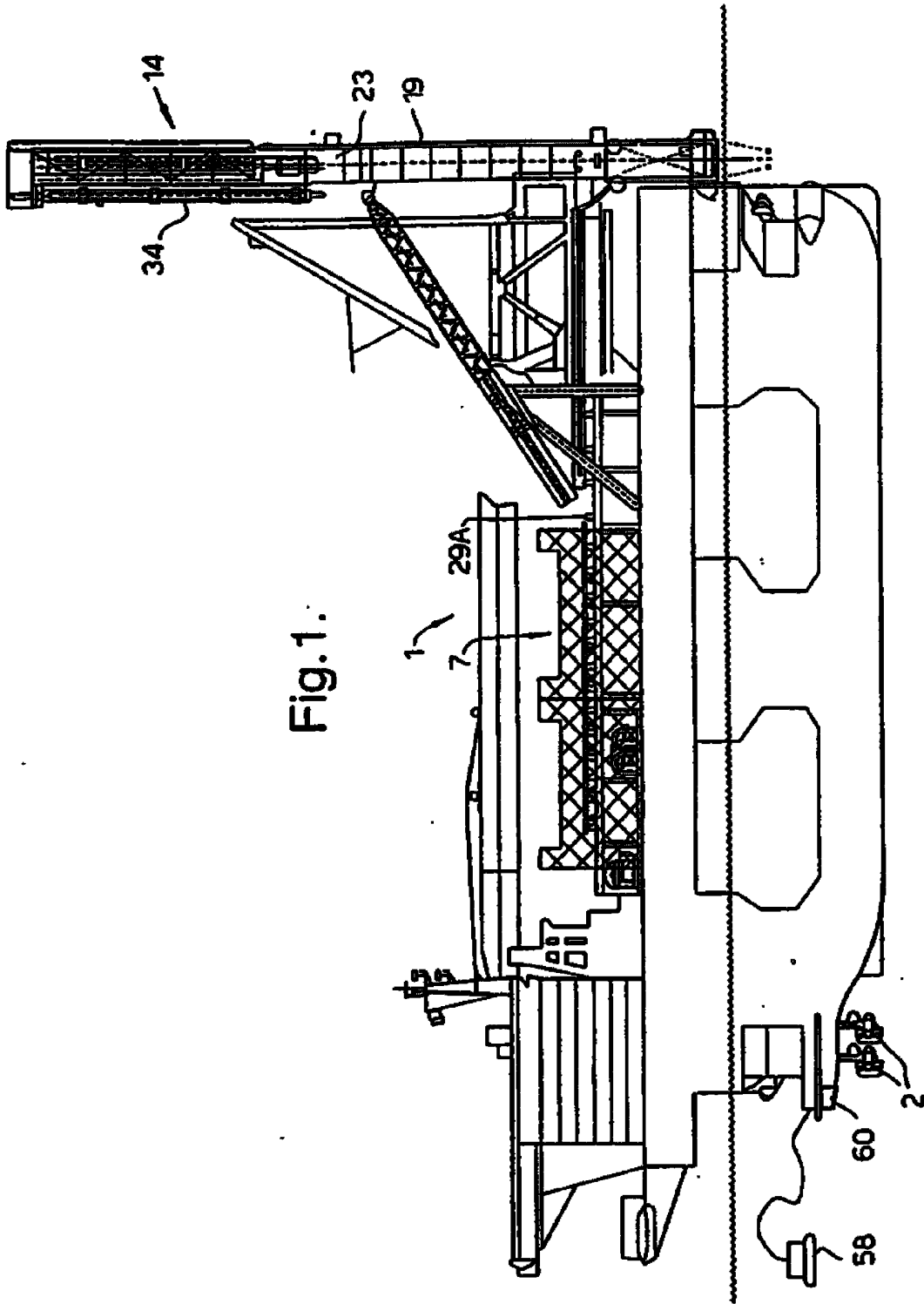
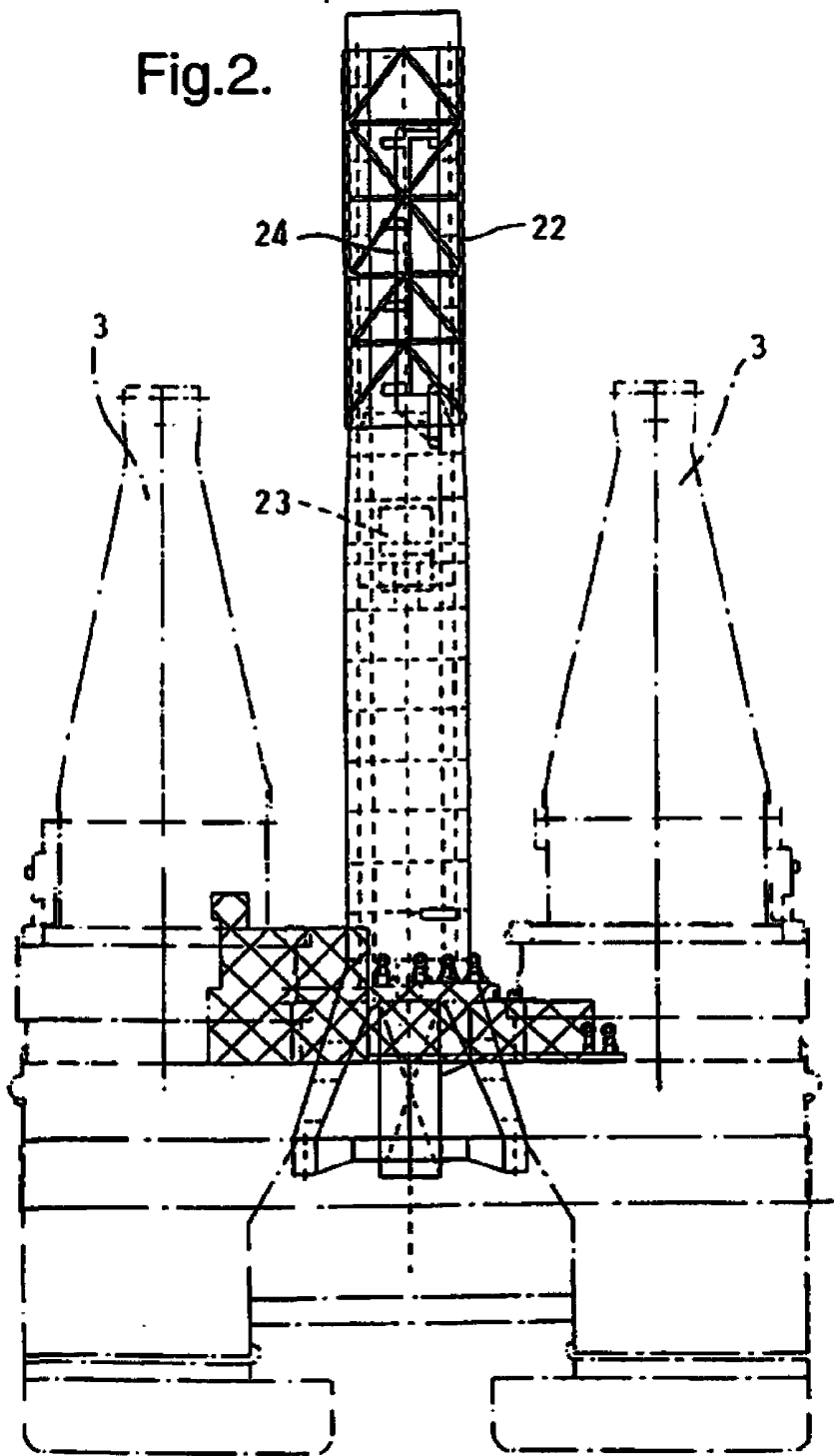


Fig.2.



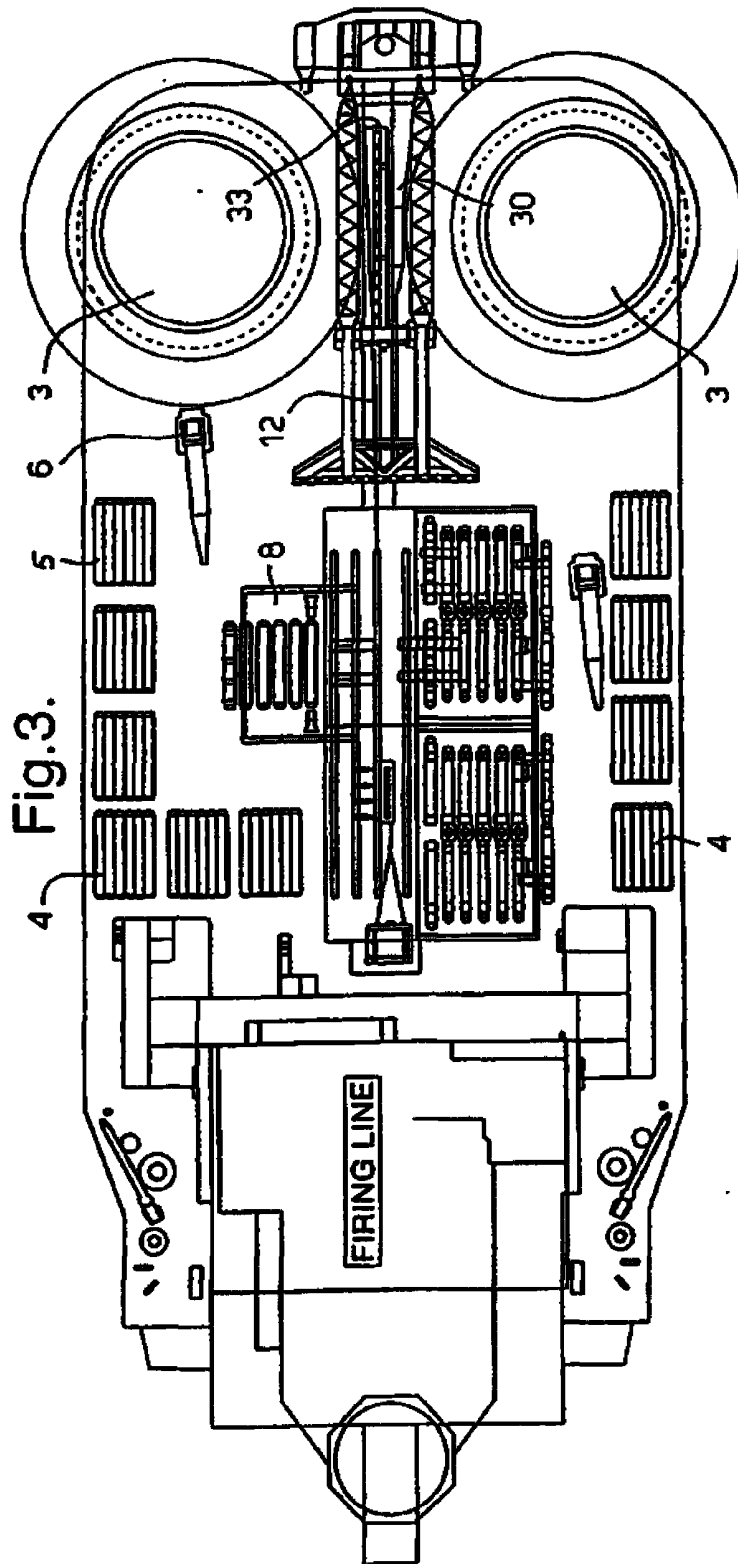


Fig.4.

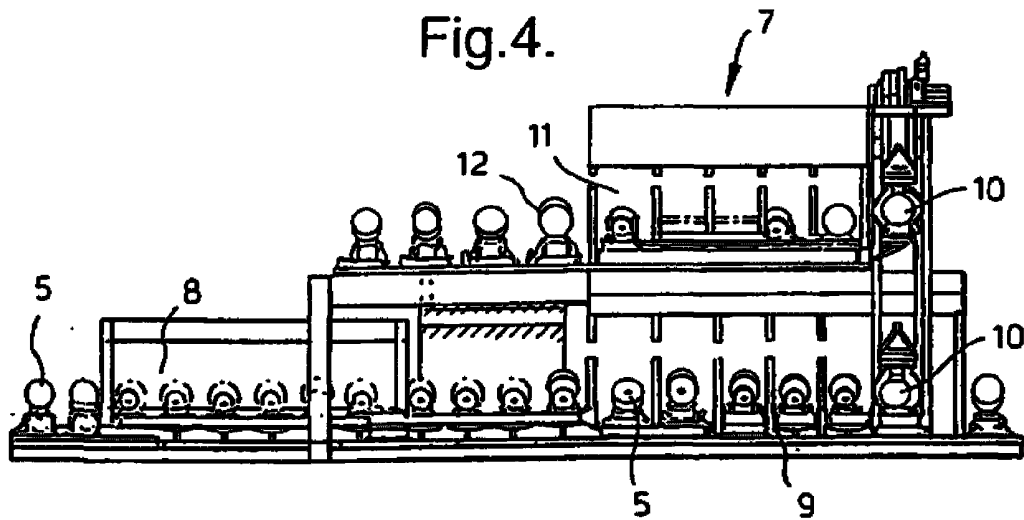
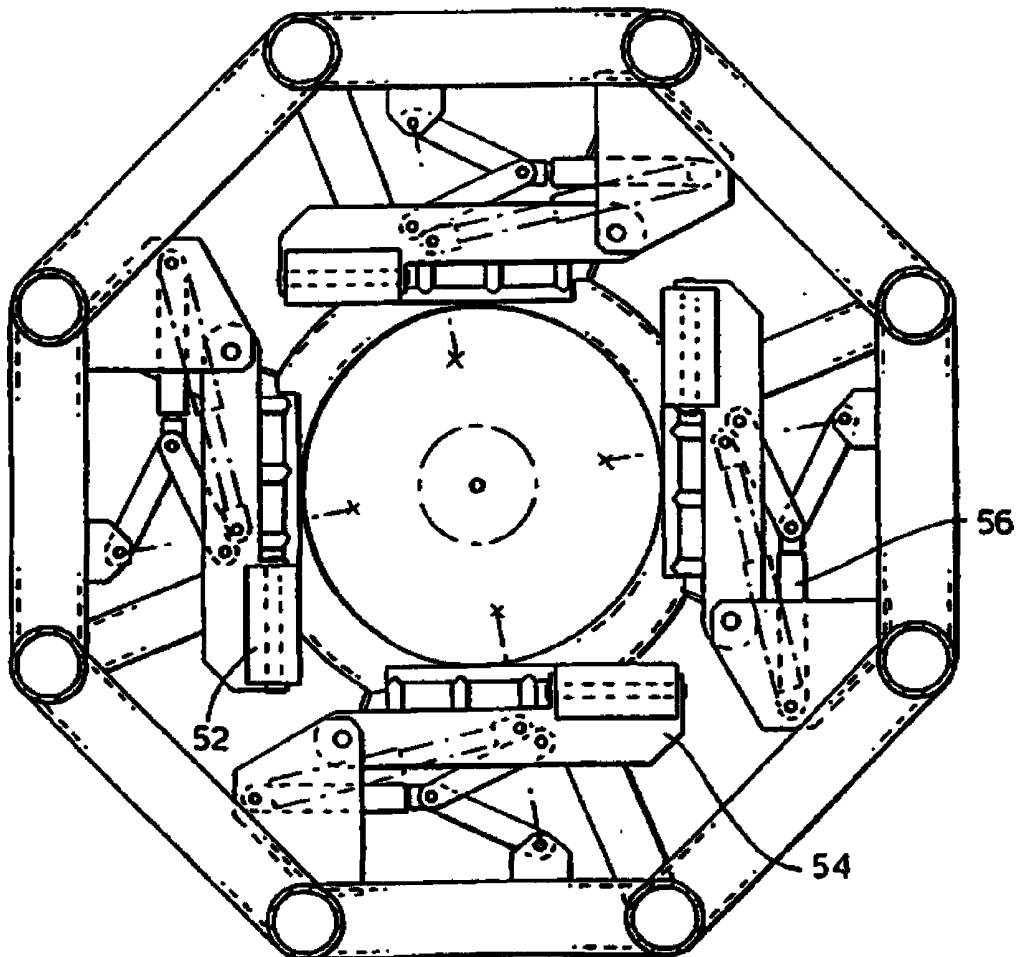


Fig.9.



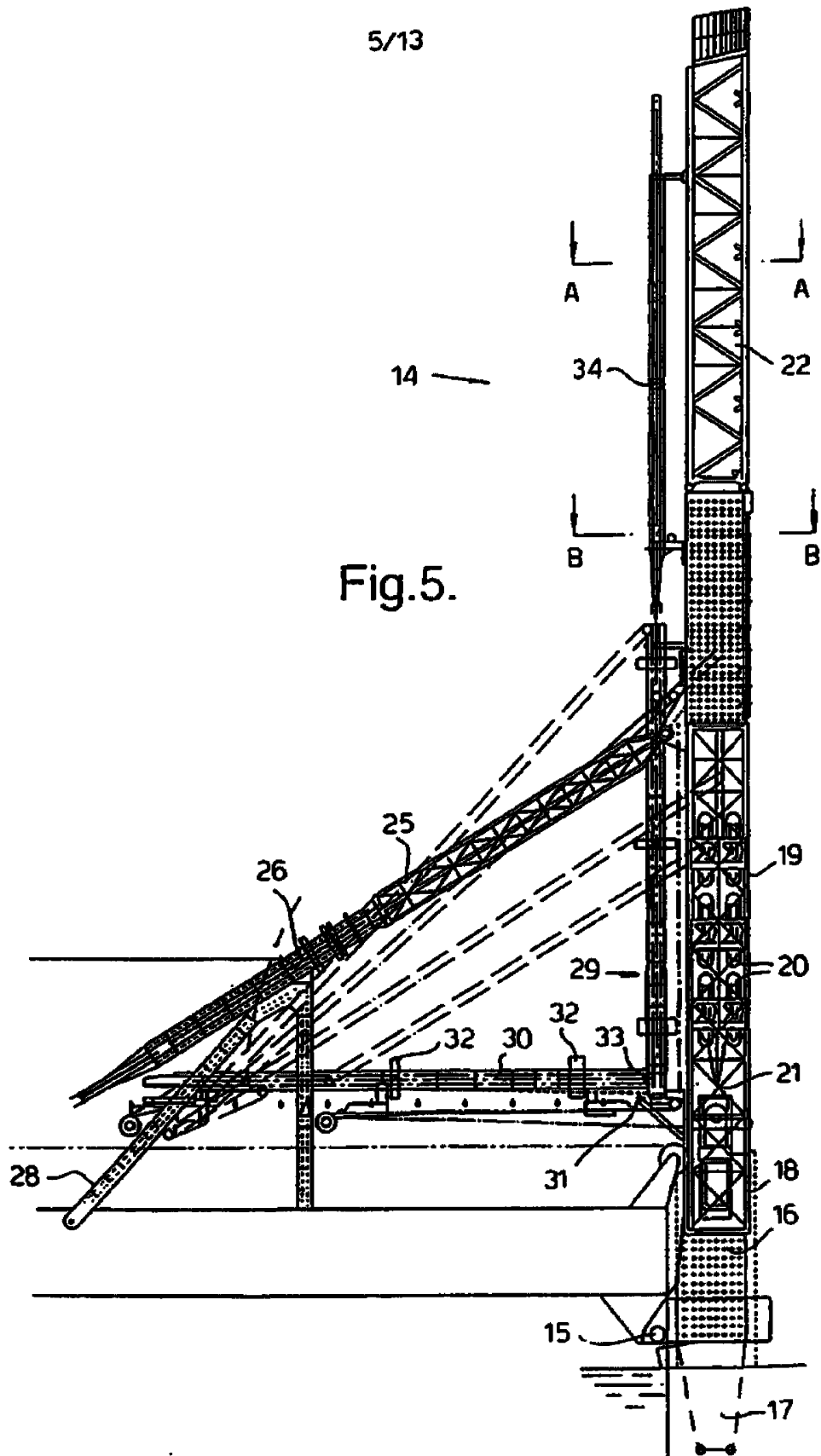


Fig.6.

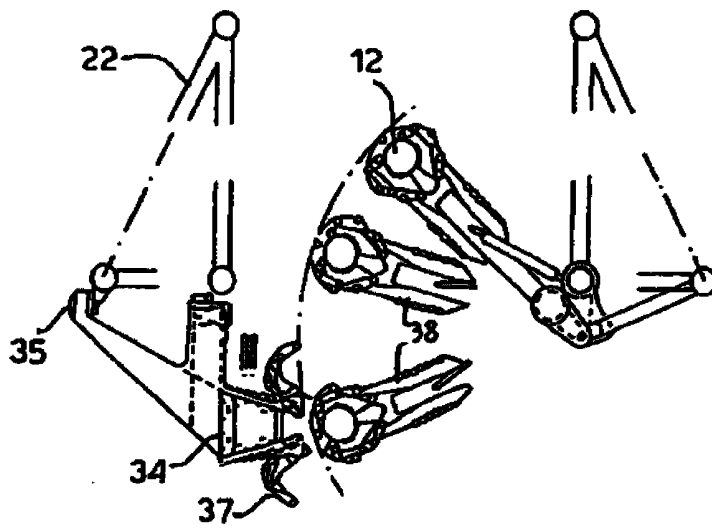
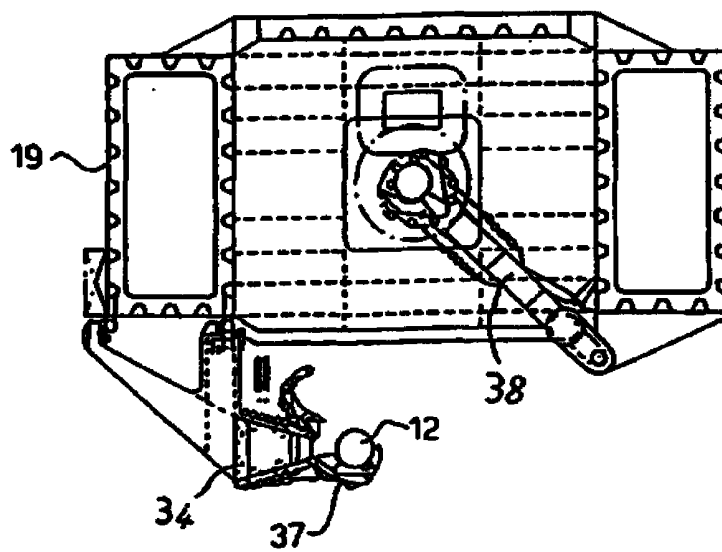


Fig.7.



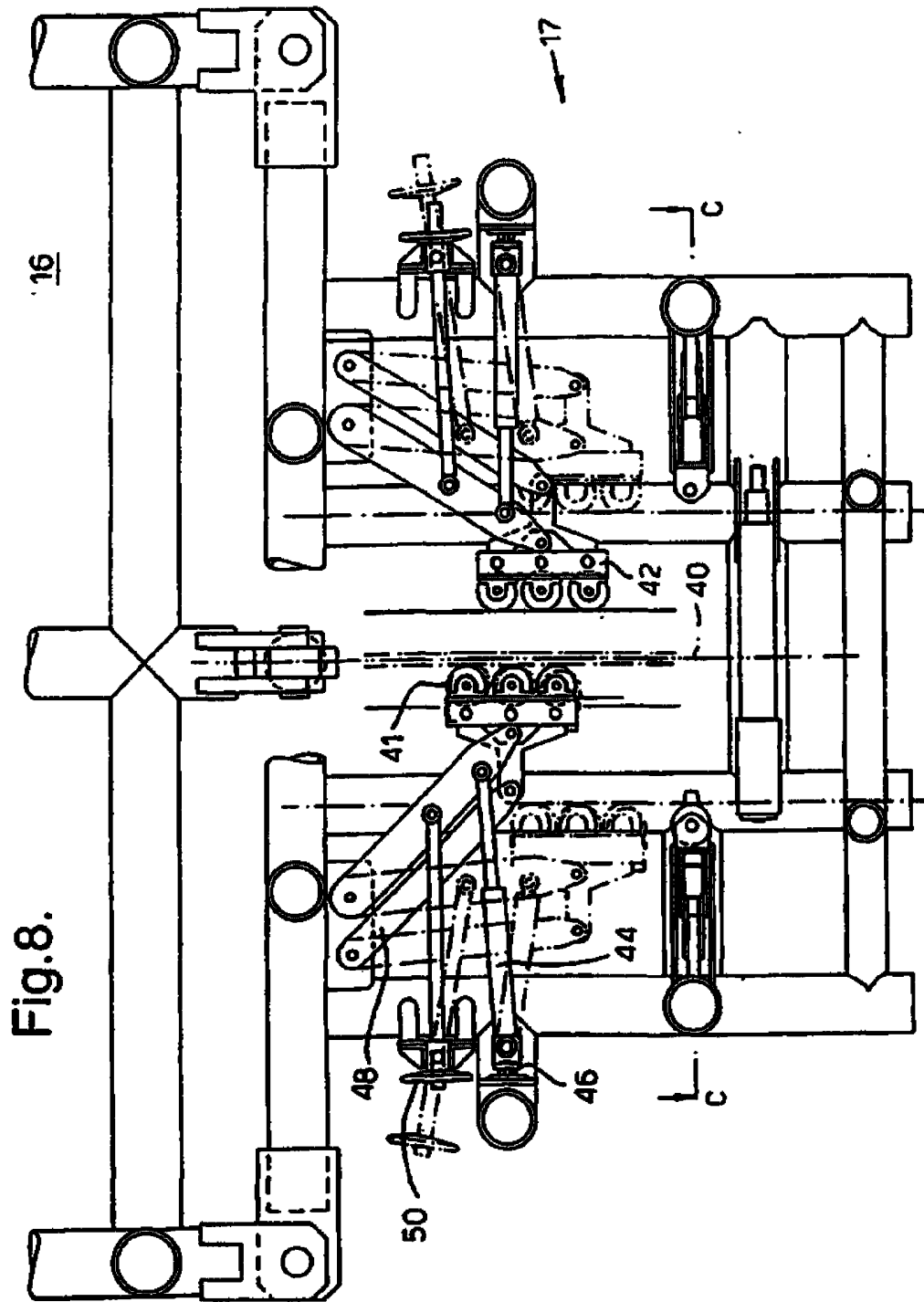


Fig.10.

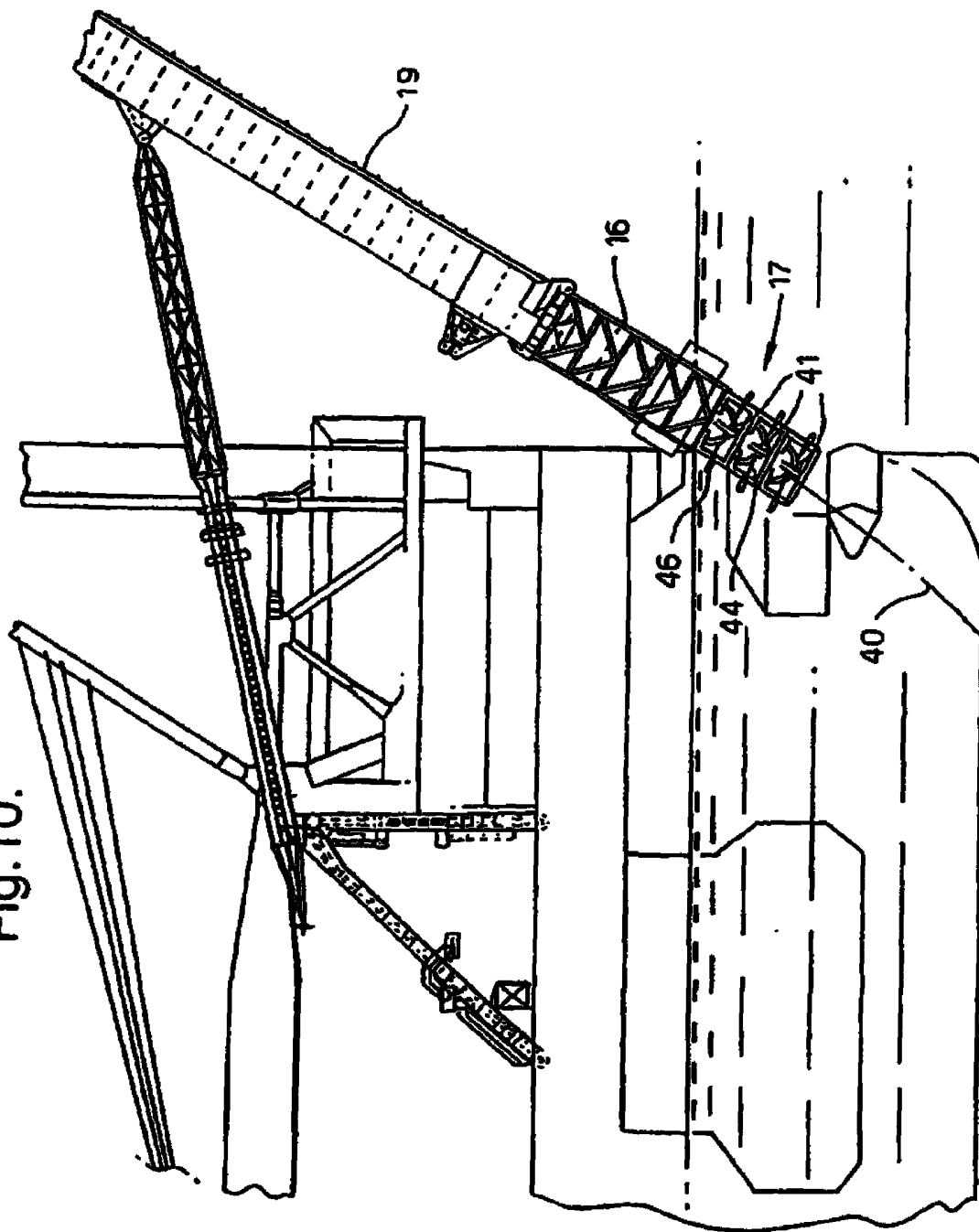


Fig.11.

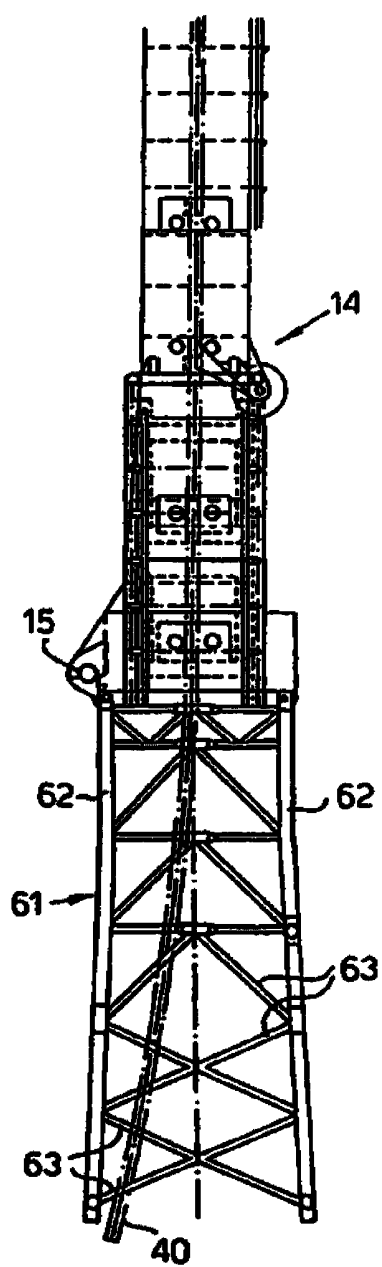


Fig.12.

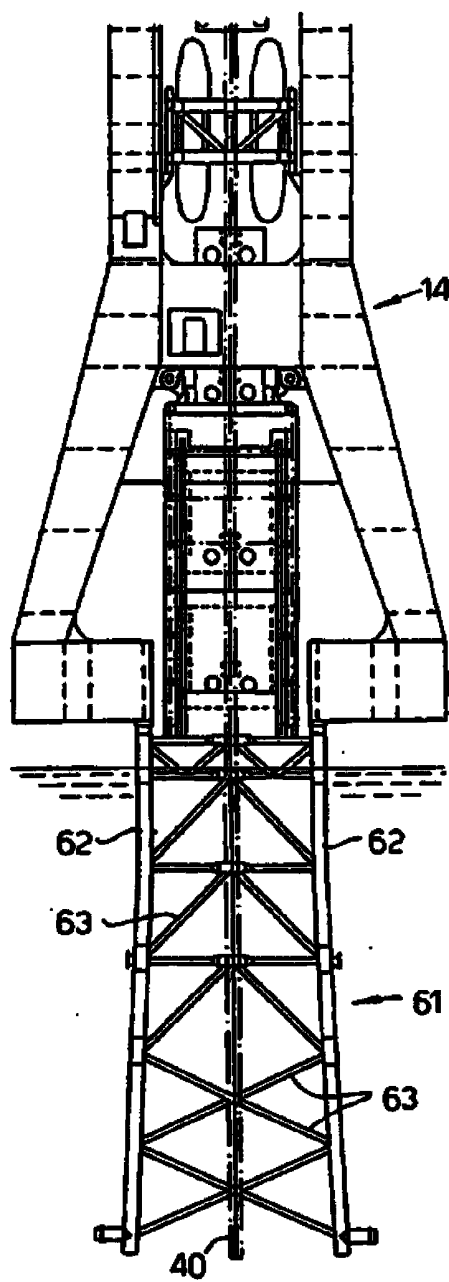


Fig.13.

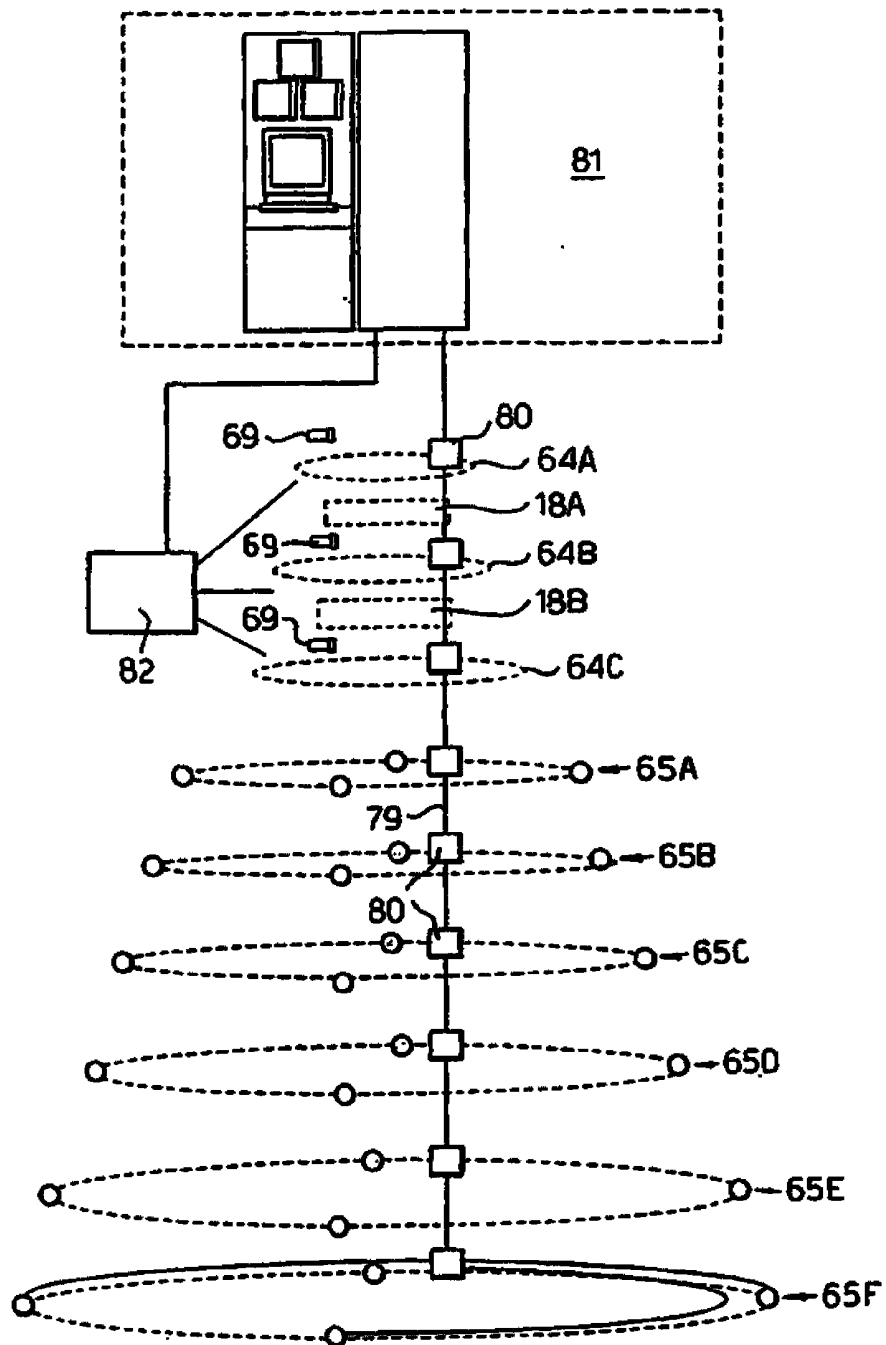


Fig.14.

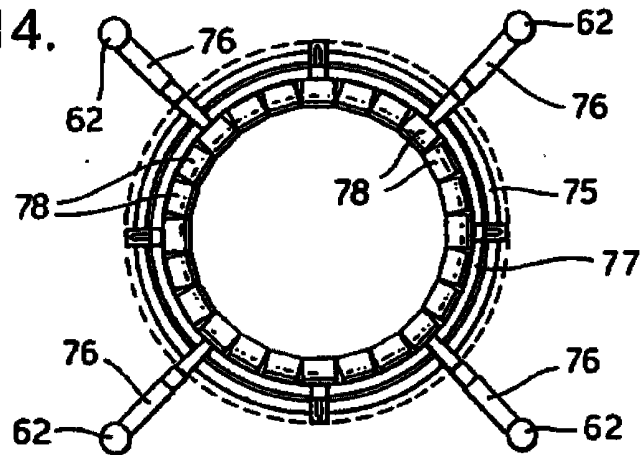


Fig.15.

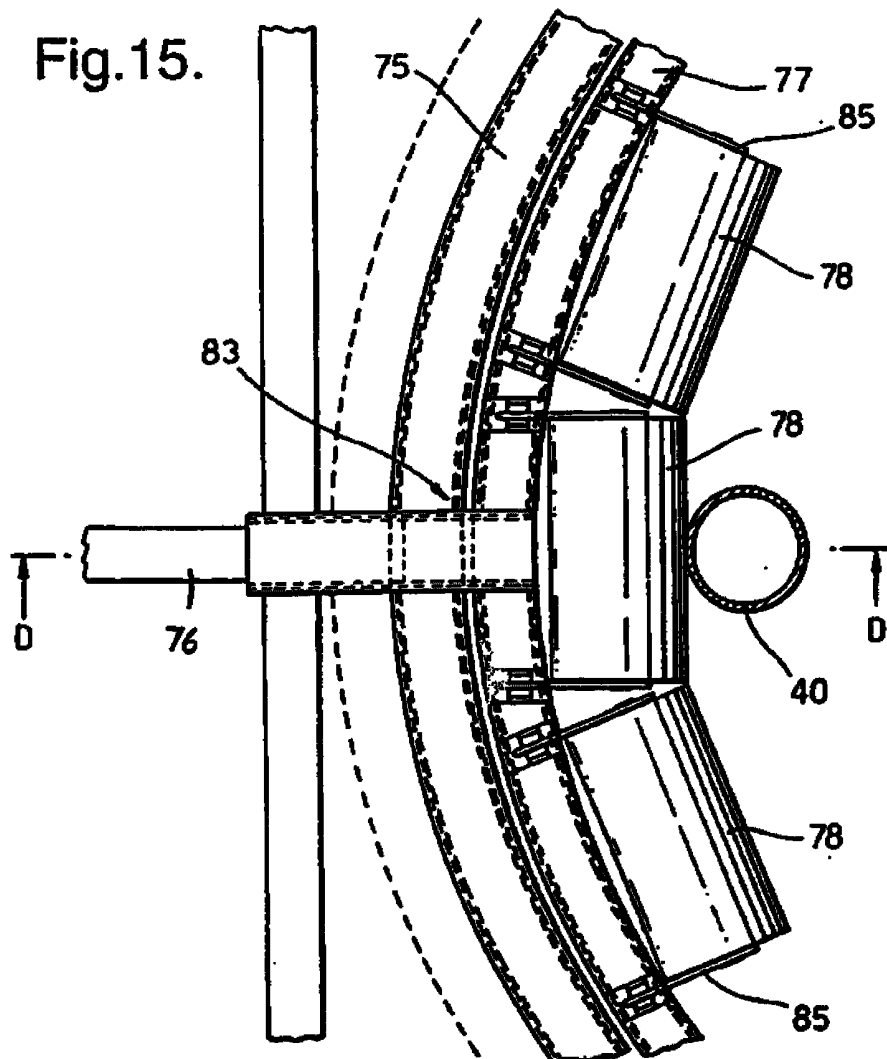


Fig.16A.

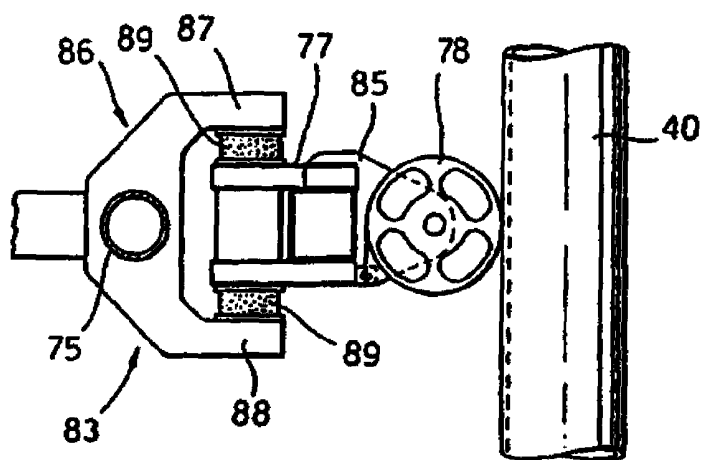


Fig.16B.

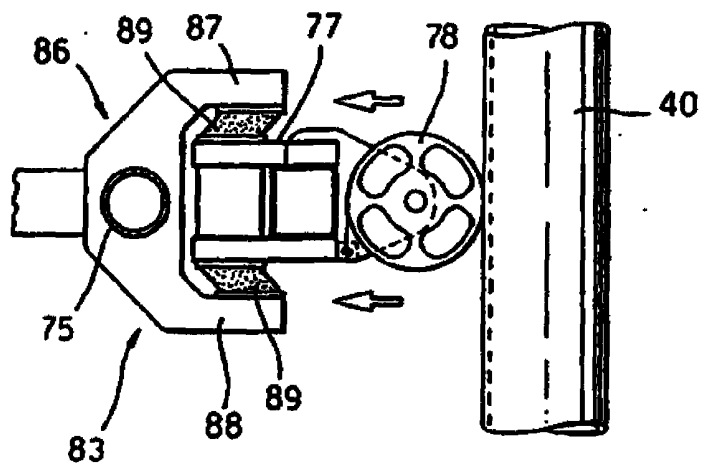


Fig.17A.

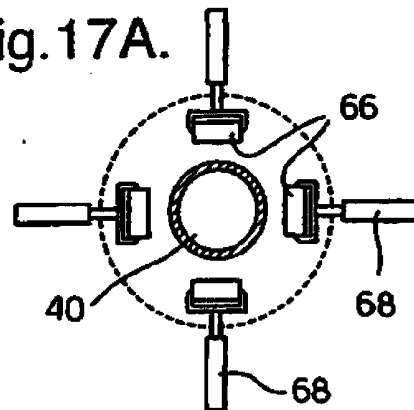


Fig.17B.

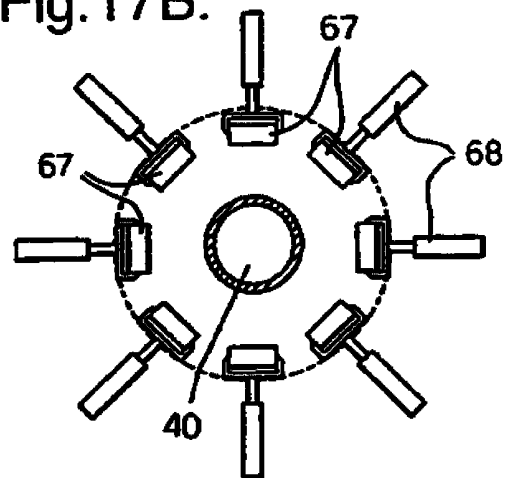


Fig.17C.

