



NORGE

(12) PATENT

(19) NO

(11) 310890

(13) B1

(51) Int Cl⁷ F 16 L 9/18

Patentstyret

(21) Søknadsnr 19971984 (86) Int. inng. dag og
(22) Inng. dag 1997.04.29 søknadssummer
(24) Løpcdag 1997.04.29 (85) Videreføringsdag
(41) Alm. tilgj. 1998.10.30 (30) Prioritet Ingen
(45) Meddelt dato 2001.09.10

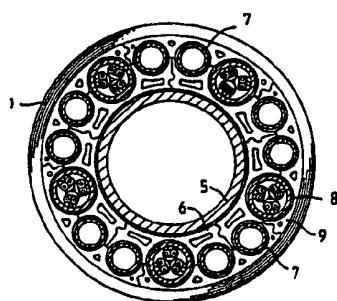
(71) Patenthaver Kværner Oilfield Products AS, Postboks 94, 1325 Lysaker, NO
(72) Oppfinnere Gunnar Monrad Jacobsen, Vestskogen, NO
Arild Figenschou, Billingstad, NO

(74) Fullmektig Leif Høie, Oslo, NO
Knut B. Byklum - Protector Intellectual Property Consultants AS, 0301 Oslo

(54) Benevnelse Dynamisk kontrollkabel til bruk mellom en flytende struktur og et
koplingspunkt på havbunnen

(56) Anførte publikasjoner GB 1210206, GB 2206144

(57) Sammendrag En dynamisk kontrollkabel (1) eller kabelstreng beregnet på å henge i kjedelinjeform mellom et koplingspunkt (5) på havbunnen og et på havoverflaten beliggende koplingspunkt (6) som kan knyttes til en flytende struktur. Kontrollkabelen (1) er av typen med lav vekt pr. løpmeter og innbefatter strømningsrør (2) og eventuelt strømførende kabler (3) som samtlige er snodd om rørets lengdeakse og ligger i avstand fra et aksielt forløpende kjernelement (4) og ligger i kanaler (7) i avstandselementer (8) for fri aksiel bøygelse av kablene og rørene i nevnte kanaler (7). Kjernelementet (4) virker i hele kontrollkabelens (1) lengdeutstrekning kun som et lastbærende element og all fluidtransport/kommunikasjon skjer perifert i forhold til kjernelementet (4).



Foreliggende oppfinnelse vedrører en dynamisk arbeidende kontrollkabel eller kabelsteng beregnet på å henge i kjedelinjeform mellom et koplingspunkt på havbunnen og et på havoverflaten beliggende koplingspunkt som kan knyttes til en flytende struktur, hvilken kontrollkabel er av typen med lav vekt pr. løpemeter og

- 5 innbefatter strømningsrør og eventuelt strømførende kabler som samtlige er snodd om kontrollkabelens lengdeakse og ligger i kanaler i avstandselementer for fri aksial bevegelse av kablene og rørene i nevnte kanaler, der kontrollkabelens kjerneelement over en vesentlig del av sin lengdeutstrekning, som i og for seg kjent, utgjør selve fluidstrømningselementet samtidig som det utgjør det lastbærende element.

10

Kontrollkabler av denne typen er beregnet på bruk under vann til overføring av energi, væske og signaler én eller begge veier. Som benyttet her, er betegnelsen "kontrollkabel" ment å omfavne en fleksibel eller bøyelig rør- og kabelbunt som omfatter mange oversøringslinjer såsom elektriske kabler, både for energi og signaler, og

- 15 fluidtransportrør, både for væske og gass. Typisk vil disse transportrør være av stål med mindre diameter og kan eksempelvis benyttes til høytrykks hydraulisk væske for å aktivisere utstyr såsom ventiler på havbunnen. Videre innbefatter de tradisjonelt et sentralt stålrør med større diameter for transport av større mengder væske, såsom metanol for injisering i en olje- eller gassbrønn. Ett eller flere av strømningsrørene kan
- 20 også benyttes til kjemikalier som skal injiseres i en formasjon eller tilbakeføring av "brukt" væske.

En kabelsteng av denne type er eksemplifisert og beskrevet i NO 920689 (WO 93/17176) og går blant fagfolk ofte under betegnelsen "umbilicals". Det er imidlertid ikke avgjørende at kontrollkabelen omfatter elektriske ledere i tverrsnittet og man kan også tenke seg den som en rørbunt for transport av produsert olje og gass til overflaten på samme måte som "stigerør".

En tidlig anvendelse av slike kontrollkabler var mellom et overflatefartøy og et neddykket fjernstyrt fartøy.

Når en kontrollkabel er koplet til et overflatefartøy eller flytende struktur vil dens bevegelser overføres til kontrollkabelen. De metalliske rørene vil da utsettes for til dels store bøye- og strekkspenninger. I følge sakens natur er også situasjonen mest mulig ugunstig ettersom bøyebelastningene i kontrollkabelen vil være størst opp mot koplingspunktet mot den flytende struktur samtidig som kabeltverrsnittet nettopp i det samme området har største strekkbelastning på grunn av tyngden av den hengende kabel

ned mot bunnen. Dette gir en situasjon der kabelen i utgangspunktet står under strekkspenning som gir tilsvarende mindre spillerom for bøyespenninger før flytespenninger opptrer i rørmaterialene. Når disse bøye- og strekkspenninger overskridet visse størrelser, oppstår det lokale plastiske deformasjoner og etter gjentatte overskridelser vil stålrorene være utsatt for utmatting og brudd.

For å begrense størrelsen på bøyespenningene har det vært vanlig å anordne bøyestivere på den øverste seksjon av kabelen - dvs. på de siste 20-30 m av kabelen opp mot den flytende struktur. Bøyestiverne monteres utenpå kontrollkabelen, og har gjerne økende tverrsnitt oppad, og innfestes som oftest til termineringen i enden av denne. Det skal dermed forstås at når flytende strukturers bevegelser forventes å bli store, må også bøyestiverne bli store. I dag har disse bøyestivere allerede anseelige dimensjoner og har på det nærmeste nådd sine praktisk gjennomførbare yttergrenser. I tillegg til den flytende strukturs bevegelser må det også tas hensyn til bevegelser forårsaket av strømmer i vannet. Dette påvirker kontrollkabelen over den lengden der den henger helt eller delvis fritt. Også for disse bevegelser er det vanlig å ha grenseverdier.

Et hovedformål med den foreliggende oppfinnelse er å redusere belastningen i det sentrale store stålror, og spesielt i området i nærheten av koplingspunktet for den flytende struktur.

Det har også vært et ønske om å tilveiebringe en metode for å øke vekten av kontrollkabelen over bestemte deler eller seksjoner av dens lengdeutstrekning, samt en måte å lage fester på kontrollkabelen slik at den kan forankres til feste(r) på havbunnen eller til oppdriftslegemer.

Således er det tilveiebrakt en ny utforming av kontrollkabelens tverrsnitt, enten langs hele den delen som går fra havbunnen og opp til havoverflaten, eller kun i den enden som går opp mot koplingspunktet for den flytende struktur, slik at spenningene i metallrørene og den globale (geografiske) posisjonen for kontrollkabelen holdes innenfor de grenseverdier som gjelder.

I samsvar med den foreliggende oppfinnelse er det tilveiebrakt en dynamisk arbeidende kontrollkabel av den innledningsvis nevnte art som kjennetegnes ved at kjernelementet kun over en viss, mindre del av kontrollkabelens lengdeutstrekning, særlig der hvor kontrollkabelen er utsatt for bøyebelastninger, såsom opp mot koplingspunktet på

overflaten, utgjør det sentrale lastbærende element og at fluidtransportrør og kommunikasjonskabler ligger perifert i forhold til kjerneelementet.

- Umiddelbart skulle en tro at dette å flytte rørene ut fra senter var ugunstig med hensyn til bøyebelastninger. Dette får imidlertid ikke særlig betydning for den foreliggende kabel p.g.a. den spesielle oppbygning med avstandselementene utformet med kanaler for opptak av strømførende ledninger og fluidrør av mindre dimensjoner, der ledningene og rørene er aksialt bevegelige, eller "flytende", i de nevnte kanaler samtidig som samtlige komponenter i kabelen er snodd eller slått og får i prinsipp oppførsel som et ståltau. Dermed unngås store periferispenninger.

I én utførelse kan det lastbærende element være i form av et massivt stag av egnet materiale, såsom stål, karbon, titan.

- I én andre utførelse kan det lastbærende element være et "stag" oppbygd med snodde eller slagne enkeltråder.

Som én mulighet kan kontrollkabelen være inndelt i tre underseksjoner - én bøyeseksjon nær koplingspunktet på overflaten, én synkeseksjon på den vertikale del fra koplingspunktet på overflaten og én oppdriftsseksjon mellom synkeseksjonen og koplingspunktet på havbunnen. Dermed oppnås den nevnte kjedelinjeform.

For å tilveiebringe synkeseksjonen settes vektelementer på kabelen og vektelementene blir tredd utenpå kabelstrengens kjerneelement. Elementene plasseres ved forutbestemte intervaller og kjerneelementet er forsynt med lastbærende organer for overføring av vekt eller last fra vektelementene til kjerneelementet.

Som tidligere nevnt er det kjent å ha en kontrollkabel med et kjerneelement som transporterer fluid over hele sin lengdeutstrekning samtidig som det har funksjonen av å være lastbærende - se det tidligere omtalte NO 920689 (WO 93/17176). Det er imidlertid nytt å sette av en viss del av kontrollkabelens lengdeutstrekning, særlig der hvor kabelen er utsatt for bøyebelastninger, såsom opp mot koplingspunktet på overflaten, hvor kjerneelementet virker kun som det lastbærende element og selve fluidtransporten og eventuell energitransport og signalkommunikasjon skjer perifert i forhold til kjerneelementet.

I overgangen mellom det sentrale fluidstrømningselement og de perifert anordnete strømningsrør er et manifoldelement i form av forgreningsrør anordnet og danner kommunikasjon mellom det sentrale strømningsrør og de perifere strømningsrør.

- 5 Hensiktsmessig danner manifoldelementet et hulrom hvorfra det sentrale strømningsrør utgår i en aksialretning og de flere perifere strømningsrør utgår i den motsatte, stort sett aksielle retning.

- Det lastbærende sentrale element kan bli festet til en aksiell forlengelse av
- 10 manifoldhuset med egnede festemidler, såsom støp, presshylse, kaldsveis, kaldstuk, sveise-, nagle- og skrueforbindelser.

- Det prinsipp som benyttes til å redusere belastningen i senterrøret er å erstatte det med flere rør av mindre dimensjon, enten i hele kabelens lengdeutstrekning eller over den
- 15 lengden av kontrollkabelen der spenningene ellers ville være for store. Dette gjøres, i det sistnevnte tilfelle, ved å avslutte det store senterrøret i en forgrening eller manifold der det er utløp til de mindre rørene. For at minst mulig last skal overføres i de mindre rørene, blir det innlagt et lettøyelig "stag" i senter av kontrollkabelen slik at dette tar det meste av strekkbelastningen. I den detaljutforming som gjøres i overgangene til og
- 20 fra de små rørene legges det vekt på at økningen i strømningsmotstanden skal bli minst mulig.

- Den metode som benyttes til å øke vekten av kontrollkabelen er å legge rørformede blyelementer utenpå senterrøret. Disse elementene holdes i stabil lengdeposisjon ved å sveise inn festeringer på senterrøret eller på spesielle skjøteelementer i senterrørs-lengden. Til disse festeringene klamres det et mellomstykke som i hver ende har anlegg mot blyelementene. Mellom hvert blyelement legges det en myk ring som fordeler trykket i kontaktflatene.

- 30 I en hvilken som helst posisjon langsetter kontrollkabelen der det er et senterrør kan det bli anordnet et feste for en ekstern tilkopling slik som en fortøyning. Inn i senterrørslinjen sveises det da et bindeledd med to eller flere langsgående vinger. Disse vingene er smale nok til å komme gjennom laget av rør og/eller kabler som ligger rundt senterrøret. Toppen av vingene stikker utenfor ytterkappen og det festes et klammer til
- 35 disse.

Andre og ytterligere formål, trekk og fordeler vil fremgå av den følgende beskrivelse av en for tiden foretrukket utførelse av oppfinnelsen, som er gitt for beskrivelsesformål, uten derved å være begrensende, og gitt i forbindelse med de vedlagte tegninger hvor:

- 5 Fig. 1 viser en typisk tradisjonell dynamisk kontrollkabel som utstrekker seg mellom et koplingspunkt på overflaten og et koplingspunkt på havbunnen, og er inndelt i en stiverseksjon, en synkeseksjon og en oppdriftsseksjon,

- 10 Fig. 2 viser en dynamisk kontrollkabel som ligner den vist i fig.1, men som er nærmere inndelt i en bøyeseksjon, en synkeseksjon og en oppdriftsseksjon,

Fig. 3 viser et kort parti av kontrollkabelen i bøyeseksjonen der kabelens strømningsrør er plassert perifert i forhold til kabelens senterakse,

- 15 Fig. 4 viser et tverrsnitt gjennom kontrollkabelen langs linjen IV- IV i fig.3 i nevnte parti.

Fig.5 viser et tverrsnitt gjennom en tidligere kjent kontrollkabel (WO 93/17176 fig.6)

- 20 En typisk situasjon hvor den foreliggende kontrollkabel 1 inngår som en vesentlig del, er vist i fig.1 og 2. Fig.1 er en noe mer skjematiske fremstilling, for å få frem detaljene, enn fig.2 som mer viser et virkelig forløp av kontrollkabelen 1 mellom et koplingspunkt 6 på overflaten og et koplingspunkt 5 på havbunnen. Kontrollkabelen 1 er grovinndelt i tre seksjoner, en øvre stiverseksjon A nær opptil koplingspunktet 6 på overflaten, en synkeseksjon B på den stort sett vertikale del fra nevnte koplingspunkt 6 på overflaten og en oppdriftsseksjon C mellom synkeseksjonen B og koplingspunktet 5 på havbunnen. Koplingspunktet 6 kan være en bøye som flyter på vannoverflaten og kan knyttes direkte eller indirekte via nok en kabel, til en flytende struktur eller et fartøy som opererer på overflaten. Den på fig.1 viste stiverseksjon A, er av den mer tradisjonelle type med økende tverrsnitt i retning oppad mot bøyen eller koplingspunktet 6. Det økende tverrsnitt skyldes avstivningselementer som er kledd utenpå selve kontrollkabelen som har det samme tverrsnitt hele veien mellom koplingspunktene 5 og 6. Denne stiverseksjon er nettopp fremkommet på grunn av de spesielt store bøye- og strekkbelastninger som kontrollkabelen blir utsatt for i dette området, og er for å opppta eller motstå disse spenninger. I den nye kontrollkabel 1 er stiverseksjonen A erstattet med en bøyeseksjon som håndterer de store krefter som virker i dette området på en annen måte enn den tidligere stiverseksjon.

- Synkeseksjonen B kan med fordel innbefatte gravitasjonselementer, f.eks. i form av blylodd, som er festet til kontrollkabelen ved visse forutbestemte intervaller. Disse gravitasjonselementer er kun påkrevet når kontrollkabelens egenvekt er slik at kabelen
- 5 tenderer til å flyte eller når egentyngden ikke er tilstrekkelig til å få kabelen til å henge i ønsket kjedelinjeform.

Oppdriftsseksjonen C kan ha oppdriftslegemer 15 for å øke oppdriften over et visst forutbestemt parti av kontrollkabelen 1 for å oppnå den ønskede kjedelinjeform.

- 10 Koplingspunktet 5 på havbunnen kan være et brønnhode eller annet utstyr på havbunnen med mulighet for metanolinjering i produksjonstrømmen, eller for kjemikaliejnjering i underjordiske formasjonsstrata.
- 15 Fig. 4 viser et tverrsnitt gjennom den nye kontrollkabelen 1. Dens oppbygning er som følger. Et kjernelement 4 utgjør den lastbærende del, i søknaden kalt staget, av kontrollkabelen 1 slik at de alt vesentlige aksielle strekkrefter blir overført gjennom dette element 4 og kun minimale aksialkrefter blir overført i de øvrige komponenter i kabelen. Kjernelementet 4 kan med fordel være et stålstag bestående av enkeltråder
- 20 11. Et distanserør 16 kan, men ikke nødvendigvis, være plassert omkring kjernelementet 4. Dette kan også rett og slett være et hulrom - alt etter som det er snakk om dette tverrsnitt i hele kontrollkabelens lengdeutstrekning eller bare i bøyeseksjonen A. Utenpå distanserøret 16 ligger et første sett med fluidstrømningsrør 2" som også er snodd omkring kjernelementet 4 i lengderetningen og med en forholdsvis
- 25 lang slagningslengde. Utenpå strømningsrørene 2" ligger det indre avstandselementer 8' og ytre avstandselementer 8 som mellom seg danner kanaler 7 for opptak av ytterligere fluidstrømningsrør 2 og elektriske kabler 3. Det skal spesielt bemerkes at samtlige elementer som er nevnt ovenfor er snodd i lengderetningen med en moderat slagningslengde. Det skal også bemerkes at det er klaring mellom kanalenes 7 veger
- 30 og de rør 2 og kabler 3 som oppas i kanalene 7, slik at rørene 2 og kablene 3 er aksialt bevegelige i kanalene 7 i forhold til avstandselementene 8,8'. Dette er viktig for oppnåelsen av en godt bøyelig kontrollkabel 1. Som ytre kappe, kan det med fordel bli benyttet et plastlag, neoprengummi eller annet egnert kledningsmateriale.
- 35 Det er tenkt som en mulighet å bygge hele kontrollkabelens 1 lengdeutstrekning med det tverrsnittet som er beskrevet ovenfor. Imidlertid, i praksis vil sannsynligvis kontrollkabelen 1 bli bygget opp på tradisjonelt vis over størsteparten av dens

lengdeutstrekning - dvs. ha en oppbygning som tilsvarer den som er vist på fig.5 og er nærmere beskrevet i WO 93/17176 med et sentralt beliggende strømningsrør. I en slik situasjon vil kun den øvre bøyeseksjon A ha det tverrsnittet som er vist i fig.4 for å unngå bruken av de stadig grovere bøyestivere som er antydet i fig.1.

5

En del av bøyeseksjonen A er vist i fig.3. For å bringe den sentrale fluidstrøm over til perifer fluidstrøm, er det innplassert et manifoldelement 12 med et innvendig hulrom 13. Hulrommet 13 står i fluidkommunikasjon med det sentrale strømningsrør 2' i sin ene aksielle ende og med flere perifert anordnede strømningsrør 2 i sin andre aksielle ende.

10

I en aksiell forlengelse 14 av manifoldhuset 12 er denne innfestet til stålstag 4 ved hjelp av egnede festemidler, såsom støp, presshylse, kaldsveis, kaldstuk, sveise-, nagle- og skruveforbindelser. Forlengelsen 14 kan være i form av en stang som fordelaktig er en integrert del av manifoldhuset 12. Antall strømningsrør 2 og kabler 3 kan varieres etter behov og den applikasjon kabelen får. Det er intet hinder at kontrollkabelen 1 er helt uten elektriske ledere eller kabler og bare består av fluidstrømningsrør. Det skal bemerkes at de perifert anordnede strømningsrør 2 også skal forløpe snodd om kjerneelementet 4 i bøyeseksjonens A lengdeutstrekning.

15

En helt tilsvarende seksjon som den som er vist på fig. 3, men invertert, kan være anordnet øverst i bøyeseksjonen A nær koplingspunktet på overflaten, slik at kontrollkabelen 1 på koplingsstedet har det tradisjonelle tverrsnitt. Dette er imidlertid valgfritt og må tilpasses den aktuelle applikasjon.

20

P a t e n t k r a v

1.

Dynamisk kontrollkabel (1) eller kabelstreng beregnet på å henge i kjedelinjeform mellom et koplingspunkt (5) på havbunnen og et på havoverflaten beliggende koplingspunkt (6) som kan knyttes til en flytende struktur, hvilken kontrollkabel (1) er av typen med lav vekt pr. løpemeter og innbefatter strømningsrør (2) og eventuelt strømførende kabler (3) som samtlige er snodd om kontrollkabelens (1) lengdeakse og ligger i avstand fra et aksielt forløpende kjerneelement (4) og ligger i kanaler (7) i avstandselementer (8) for fri aksiell bevegelse av kablene og rørene i nevnte kanaler (7), der kontrollkabelens (1) kjernelement (4) over en vesentlig del av sin lengdeutstrekning, som i og for seg kjent, utgjør selve fluidstrømningselementet samtidig som det utgjør det lastbærende element, karakterisert ved at kjernelementet (4) kun over en viss, mindre del av kontrollkabelens lengdeutstrekning, særlig der hvor kontrollkabelen (1) er utsatt for bøyelastninger, såsom opp mot koplingspunktet (6) på overflaten, utgjør det sentrale lastbærende element og at fluidtransportrør og kommunikasjonskabler ligger perifert i forhold til kjernelementet (4).

20 2.

Dynamisk kontrollkabel ifølge krav 1, karakterisert ved at det lastbærende element er i form av et massivt stag av egnet materiale, såsom stål, karbon, titan.

25 3.

Dynamisk kontrollkabel ifølge krav 1, karakterisert ved at det lastbærende element er i form av et "stag" oppbygd med snodde eller slagne tråder (11).

30 4.

Dynamisk kontrollkabel ifølge krav 1, 2 eller 3, karakterisert ved at kontrollkabelen (1) i hele sin lengdeutstrekning er inndelt i hovedsakelig tre underseksjoner - én bøyeseksjon (A) nær koplingspunktet (6) på overflaten, én synkeseksjon (B) på den stort sett vertikale del fra koplingspunktet (6) på overflaten og en oppdriftsseksjon (C) mellom synkeseksjonen (B) og koplingspunktet (5) på havbunnen, idet man derved oppnår kjedelinjeform.

5.

Dynamisk kontrollkabel ifølge krav 4, karakterisert ved at synkeseksjonen (B) innbefatter vektelementer (9) som er tredd utenpå kabelstengens (1) kjerneelement (4) og ved forutbestemte intervaller er kjerneelementet (4) forsynt med lastbærende koplingselementer for overføring av vekt eller last fra vektelementene (9) til kjerneelementet (4).

6.

Dynamisk kontrollkabel ifølge krav 1-5, karakterisert ved at i overgangen mellom det sentrale fluidstrømningselement (2') og de perifert anordnede strømningsrør (2) er et manifoldelement (12) i form av forgreningsrør anordnet og danner kommunikasjon mellom det sentrale strømningsrør (2') og de perifere strømningsrør (2).

15 7.

Dynamisk kontrollkabel ifølge krav 6, karakterisert ved at manifoldelementet (12) danner et hulrom (13) hvorfra det sentrale strømningsrør (2') utgår i en aksialretning og de flere perifere strømningsrør (2) utgår i den motsatte, stort sett aksielle retning.

20

8.

Dynamisk kontrollkabel ifølge krav 7, karakterisert ved at de perifere strømningsrør (2), i likhet med resten av kablene/strømningsrørene, er snodd eller slagne om strømningsrørets lengdeakse.

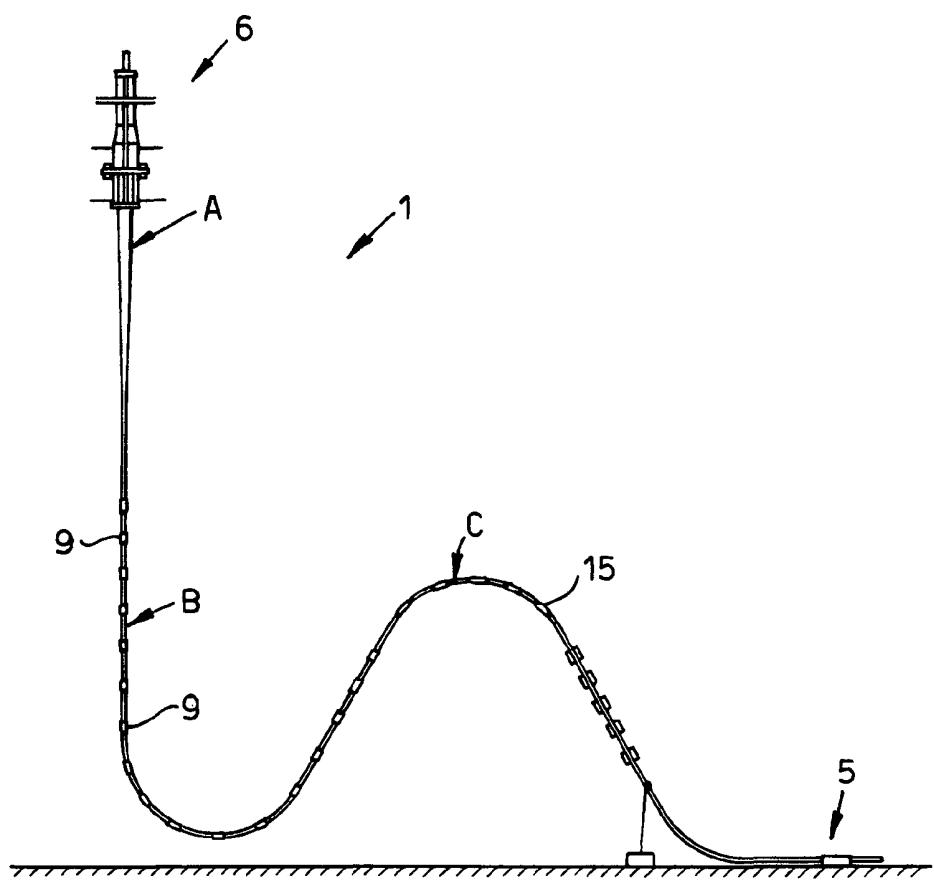
25

9.

Dynamisk kontrollkabel ifølge ett av kravene 1-8, karakterisert ved at det lastbærende sentrale element (4) er festet til en aksuell forlengelse (14) av manifoldhuset (12) med egnede festemidler, såsom støp, presshylse, kaldsveis, kaldstuk, sveise-, nagle- og skrueforbindelser.

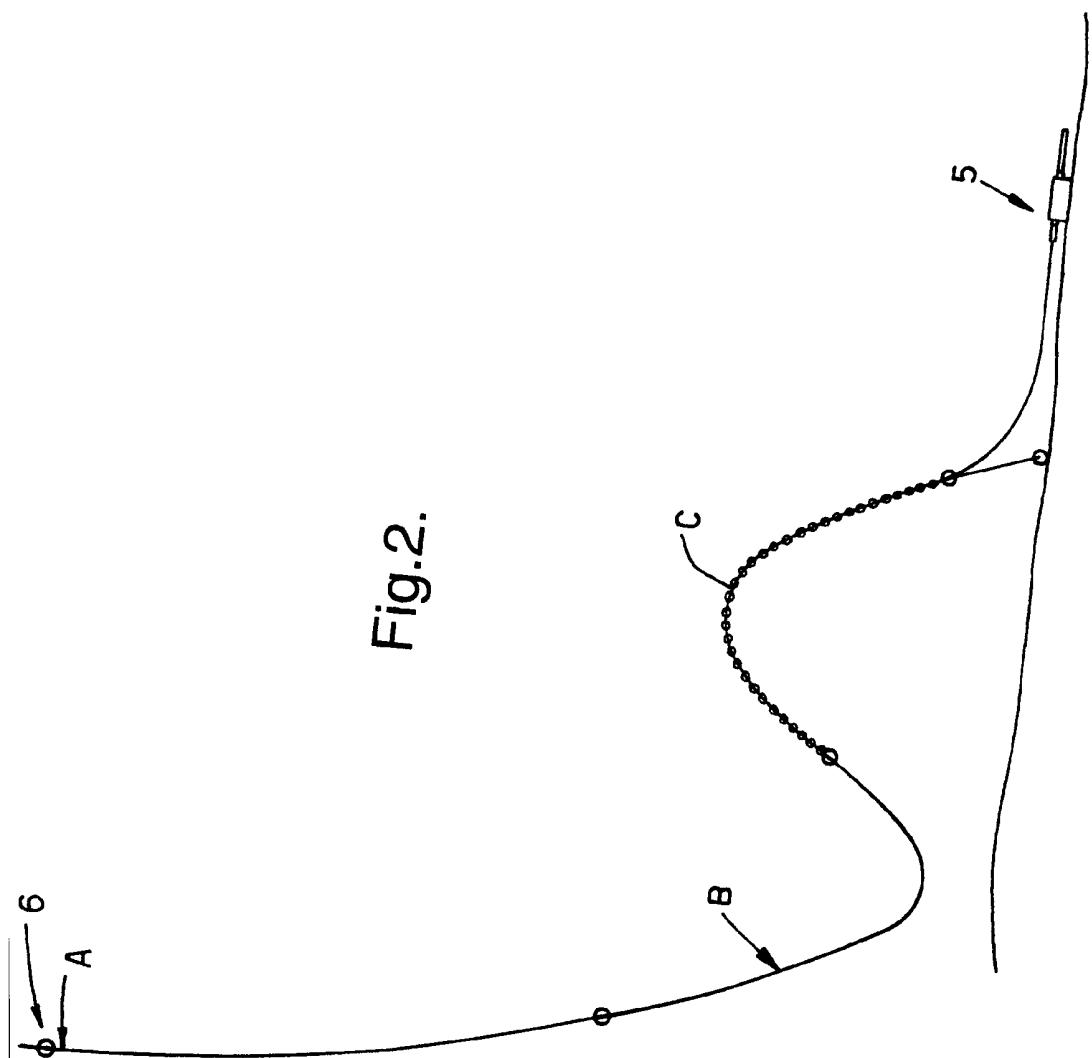
310890

Fig.1.



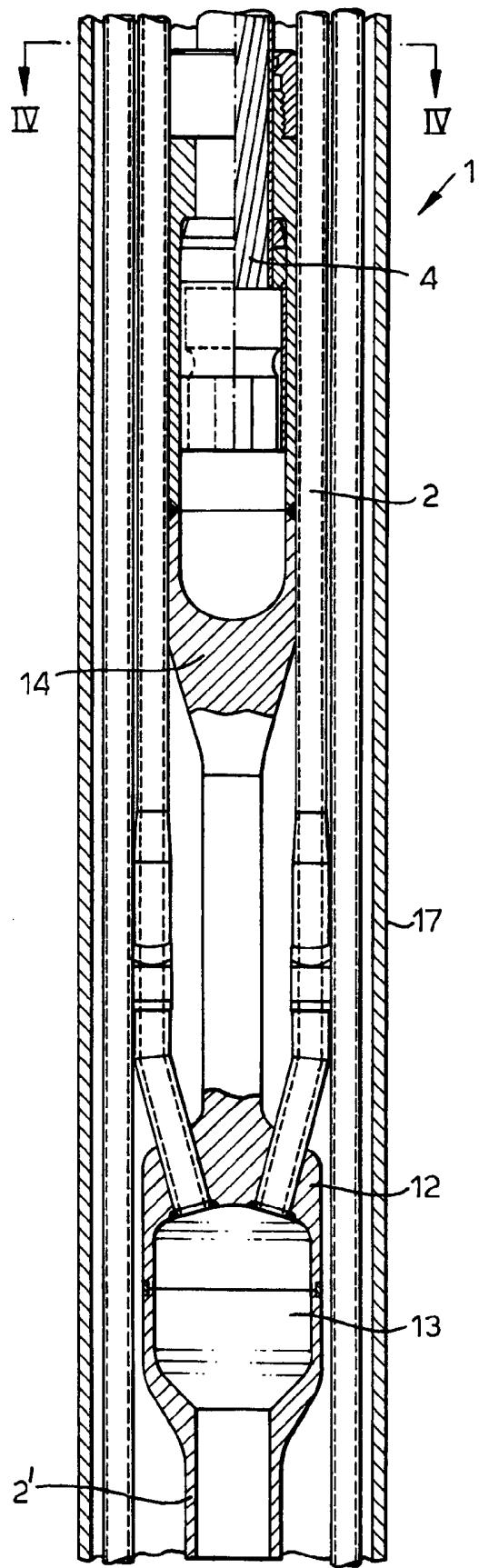
310890

Fig.2.



310890

Fig.3.



310890

Fig.4.

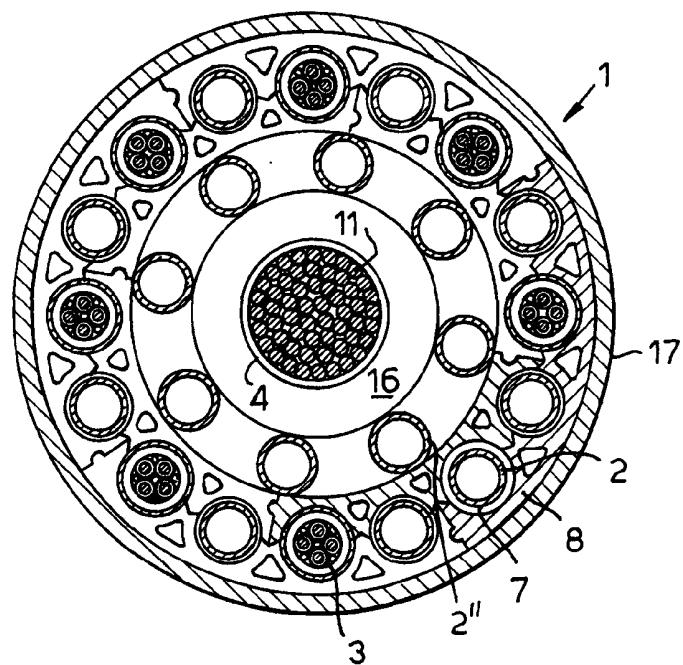


Fig.5.

