



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **316283**

(13) B1

(51) Int Cl⁷

E 21 B 17/01, E 02 B 15/02

Patentstyret

(21) Søknadsnr	20026270	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	
(22) Inng. dag	2002.12.27	(85) Videreføringssdag	
(24) Løpedag	2002.12.27	(30) Prioritet	Ingen
(41) Alm. tilgj.	2004.01.05		
(45) Meddelt dato	2004.01.05		
(71) Patenthaver	Statoil ASA, Forusbeen 50, 4035 Stavanger, NO		
(72) Oppfinner	Basile Bonnemaire, 7049 Trondheim, NO Ove Tobias Gudmestad, 4365 Nærbø, NO Sveinung Løset, 7049 Trondheim, NO		
(74) Fullmektig	ABC-Patent, Siviling. Rolf Chr. B. Larsen AS, 0602 Oslo		

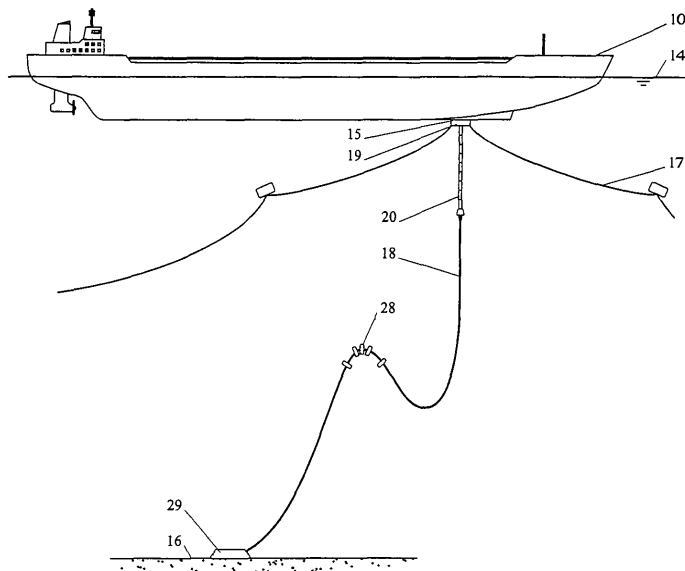
(54) **Benevnelse** **Fleksibel riser eller lastesystem for store havdyp**

(56) **Anførte publikasjoner** GB 2377237, US 4436451, US 5931602, JP 53139198

(57) **Sammendrag**

Oppfinnelsen vedrører et fleksibelt stigerør eller lastesystem for overføring av hydrokarboner mellom en installasjon (29) på en sjøbunn (16) og et fartøy (10) som flyter på havflaten (14), der stigerøret (18) er beregnet på å senkes ned til en neddykket, beskyttet stilling under havflate (14) når stigerøret (18) ikke er tilkoplest fartøyet (10). Det fleksible stigerøret (18) er utstyrt med en beskyttelsesinnretning (20) som beskytter stigerøret (18) mot slag, belastninger og slitasje, eksempelvis fra is, når stigerøret (18) er koplet til fartøyet (10).

Beskyttelsesinnretningen (20) dekker i det minste den del av stigerøret (18) som er i bølgesonen når stigerøret (18) er koplet til fartøyet (10). Beskyttelsesinnretningen (20) er dannet av et flertall separate seksjoner (23) som er opphengt i hverandre og som videre er utstyrt med en strekkanordning (22), fortrinnsvis festet til den nedre delen av strekkinnretningen (20). Beskyttelsesinnretningen (20) kan trekkes tilbake til en beskyttet stilling under havflaten (14) sammen med det fleksible stigerør (18) når stigerøret (18) ikke er i bruk.



Foreliggende oppfinnelse vedrører et fleksibelt stigerørssystem beregnet på å benyttes på dypere isfarvann hvor det er nødvendig å beskytte deler, men ikke hele lengden til stigerøret. Mer spesielt vedrører oppfinnelsen beskyttelse av fleksible stigerør eller lastesystem for overføring av hydrokarboner mellom en installasjon på en sjøbunn og et fartøy som flyter på havflaten, der stigerøret er beregnet på å senkes ned til en neddykket, beskyttet stilling under havflaten når stigerøret ikke er tilkøpelt fartøyet.

Utvinning av olje gjennomføres nå på dypere arktisk vann. Bevegelsen til dravis utgjør ofte et meget vanskelig problem ved konstruksjon og planlegging av et produksjonssystem for offshore laste- og ankersystemer i iseksponert farvann. Det er av avgjørende betydning å designe systemer og utvikle metoder som eliminerer risikoen for forurensning, forårsaket av skader påført utstyret på grunn av slag og gnisning fra drivende is.

Isens bevegelser styres hovedsakelig av vind, bølger, havstrømmer og tidevannskraften. Fra analyser for den østre delen av Barentshavet har en funnet at på lang sikt er isens bevegelse klart stokastisk og med unntak av perioder med heller rettlinjert bevegelse, ligner bevegelsen på en Brownsk bevegelse. Siden isflakene generelt er store og tunge kan ikke retning og absolutte verdier på isflakenes hastighet endres plutselig. Modeller forutsier jevn bevegelse på isen, men tidvis kan isdriftens retning skifte til motsatt retning omtrent i løpet av en halv time. Dette skaper en vesentlig bekymring ved konvensjonelle lastekonsepser hvor tankeren, for eksempel 90 000 tonn dødvekt, ligger i kjølvannet bak en plattform eller et tårn som strekker seg opp over havflaten. Om det i stedet benyttes et neddykket lastekonsept i slikt farvann med drivende is, og om tankeren samtidig tillates å dreie etter isen, kan fordeler oppnås.

Tester utført i 1997 og 2000 ved skipsmodelltanken i Hamburg (HSVA), Tyskland, hvor et neddykket lastesystem med dreiebøye (STL) ble testet i vann med is, viste at installasjoner som ligger under kjølen ville komme i kontakt med is så snart isforholdene forverret seg, dvs. samvirke med isrygger. Følgelig må stigerørene beskyttes mot denne faren.

US patentskrift nr 5,820,429 beskriver at arrangement for en laste-/lossebøye for bruk i grunne farvann hvor en bøye er anordnet for innføring i og løsbart frigjøring fra en nedad åpen mottaksbrønn på et flytende fartøy Bøyen omfatter

5 en bunnankret senterdel som tillater fluider å passere fra eller til en transportledning som er koplet til undersiden av senterdelen Bøyen omfatter videre en utvendig del som tillater rotasjon av fartøyet rundt senterdelen når den utvendige delen er festet i mottaksbrønnen Bøyen er utstyrt

10 med en understøttende bunndel som er forbundet med bøyens senterdel og anordnet for understøttelse av bøyen på sjøbunnen når bøyen ikke er i bruk Et antall forankringsliner er koblet til bøyens senterdel Forankringslinene strekker seg en vesentlig lengde ut fra bøyen og ned til

15 sjøbunnen Et slikt system har nok innebygd elastisitet til å kunne heve bøyen fra sjøbunnen

Fra GB 2 377 237 er det kjent å benytte et skall for å beskytte et stigerør mot slag Skallet er dannet av to elementer som sammendanner en ring med et åpent, sentralt, gjennomgående kammer Elementene omslutter stigerøret For at skallet ikke skal belaste stigerøret vektmessig er dette gitt en utforming og laget av et materiale som til sammen utligner vekten av beskyttelses oppdrift

20

US 4 436 451 vedrører et stivt, stigerør som er selv-bærende Stigerøret består av et fundament, en stigerørssøyle, en fleksibel forbindelse i form av et ledd mellom fundamentet og stigerørssøylen og anordninger som danner en løs kopling mellom toppen av stigerørssøylen og fartøyet Stigerøret er videre utstyrt med oppdriftskamre for å bidra til utligning av stigerørssøylens vekt

25

30

Et formål med oppfinnelsen er å oppnå beskyttelse for et fleksibelt stigerør som anvendes i isfarvann og som beskytter i det minste den øvre delen av et stigerør som strekker seg mellom sjøbunnen og en flytende plattform eller et fartøy

35

Et ytterligere formål ved foreliggende oppfinnelse er å fremskaffe et stigerør og en beskyttelse for et stigerør som raskt kan trekkes tilbake til en neddykket, in-operativ posisjon, som tillater rask frakobling av stigerøret fra dets tilkoblingspunkt på fartøyet eller plattformen og for ned-

senking til et dyp hvor stigerøret ikke vil utsettes for sammenstøt med drivende is. Tilsvarende er det et formål å fremskaffe et lastesystem hvor lasteoperasjonen raskt kan avbrytes og hvor den oppankrede tanker raskt kan frigjøres fra forankringssystemet. Systemet også kan benyttes for overføring av hydrokarboner til eller fra en flytende plattform og utstyr på sjøbunnen.

Ifølge oppfinnelsen er systemet utstyrt med anordninger for å opprettholde et nedad rettet strekk eller drag i beskyttelsen for stigerøret for derved å sikre den nødvendige beskyttelse av det fleksible stigerør når dette utsettes for krefter og belastninger fra isflak, vrakgods eller lignende.

For sikre stigerørets integritet under slike operasjoner, og for å sikre at beskyttelsesinnretningen for stigerøret beskytter stigerøret tilstrekkelig er det anordnet en spesiell strekkanordning i stigerørsløsningen. I følge en foretrukket utførelsesform kan denne anordningen ha form som et ringformet legeme som er festet til den nedre nede av beskyttelsesinnretningen og som omgir det fleksible stigerøret. Strekkanordningen er hengt opp i beskyttelsesinnretningen og sikrer derved at denne forblir i utstruktet tilstand.

Strekkanordningen vil også fungere som et dempeorgan for stigerørets bevegelse, om og når beskyttelsesinnretningen treffes av isflak. Strekkorganet vil følgelig inneha to funksjoner. Den vil gi den nødvendige beskyttelse for det fleksible stigerøret gjennom å sikre at beskyttelsesinnretningen er struktet ut og den vil dessuten fungere som en dempeanordning som begrenser bevegelsen til det fleksible stigerøret, inklusive beskyttelsesinnretningen, for de tilfeller hvor beskyttelsesinnretningen kommer i inngrep med et isflak.

Det skal videre anføres at stigerøret i stor grad vil kunne utsettes for slitasje og belastninger i det område hvor stigerøret passerer gjennom strekkanordningen. Det er derfor fordelaktig å utsyre stigerøret i dette området med en gummi-foring eller lignende.

Ifølge foreliggende oppfinnelse oppnås formålene ved hjelp av en beskyttelsesinnretning som beskrevet i kravene

Oppfinnelsen skal beskrives i større detalj nedenfor i tilknytning til en foretrukket utførelsesform og med henvisning til tegningene hvor

5 figur 1 viser modellert bevegelse av isens bevegelse, idet alle distansene er angitt i meter,

figur 2 viser et typisk lastesystem ifølge tidligere kjent teknikk,

figur 3 viser lastesystemet ifølge oppfinnelsen, idet stigerøret og en STL-bøye er koplet til et fartøy,

10 figur 4 viser detaljer ved stigerørets beskyttelsesinnretning,

figur 5 viser lastesystemet i større detalj og utstyrt med beskyttelsesinnretningen ifølge foreliggende oppfinnelsen, og

15 figur 6 viser et vertikalsnitt i forstørret målestokk av strekkanordningen ifølge oppfinnelsen

Det refereres til søkerens norske patentsøknader nr 2002 4584 og 2002 4585, som begge vedrører fleksible stigerør beregnet på bruk i isfarvann. Innholdet av disse to søknadene er herved inntatt som referanse. Ovennevnte to søknader vedrører spesielt til stigerør for grunnere farvann og inkluderer spesielt en silo på sjøbunnen, i hvilken stigerøret er lagret når dette ikke er i bruk. Hele lengden til stigerøret er beskyttet ved hjelp av en beskyttelsesinnretning i form av bølter, for derigjennom å sikre stigerørets fleksibilitet. Bøttene er stablet i hverandre når stigerøret er koblet fra fartøyet og er senket ned på sjøbunnen.

Figur 1 viser modellerte bevegelser av isens bevegelse. Sprangene mellom hvert punkt på linjen representerer et tids-spenn på 10 minutter. Figuren gir et inntrykk av bevegelsen i løpet av en 24-timers periode. Som indikert på figuren forutsier modellen jevn bevegelse av isen. Tidvis kan imidlertid endringer til motsatt retning skje i løpet av om lag en halv time.

35 Ifølge figur 2 er et tankskip 10 eller et flytende produksjonsskip fortøyd til en fast plattform 11 og fluider lastes fra plattformen 11 til fartøyet 10 gjennom en fleksibel slange 12. Den fleksible slangen 12 er opphengt i en roterbar lastearm 13. Siden fartøyet bare er fortøyd til

plattformen, er mulighetene for kollisjon mellom fartøyet 10 og plattformen 11 stor, om og når bevegelsesretningen på den drivende is plutselig endres. Ved et slikt tilfelle må lasteoperasjonen avbrytes umiddelbart og tankeren må raskt frigjøres fra sitt forankringssystem.

For å overkomme slike problemer er det nødvendig med et neddykket lastesystem, hvilket reduserer mulig påvirkning fra drivende is samtidig som at tankeren 10 tillates å dreie, avhengig av isens bevegelsesretning.

Figur 3 viser i prinsippet en foretrukket utførelsesform av et lastesystem ifølge oppfinnelsen. Som vist på figur 3 flytter et fartøy 10 (eller en flytende plattform) på havflaten 14. Fartøyet 10 er utstyrt med en "moon-pool" 15 og er roterbart oppankret til sjøbunnen 16 ved hjelp av et flertall forankringslinjer 17. Et fleksibelt stigerør 18 strekker seg mellom sjøbunnen 16 og fartøyet 10. Som vist på figur 3 er det fleksible stigerøret 18 utstyrt med en saggbøy og en hoggbøy ved hjelp av bøyer 28, for på den måten å kompensere for vertikal bevegelse forårsaket av fartøyet. Ved sin øvre ende er stigerøret 18 koplet til en neddykket dreiebøye 19. Ved sin nedre ende er stigerøret 18 koplet til et brønnhode eller en manifold 29 på sjøbunnen 16. Forankringslinjene 17 er koplet til den neddykkede dreiebøyen 19 slik at fartøyet tillates å dreie etter vind, bølger og strøm. Dreiebøyen 19 kan være av en type som er beskrevet i søkerens US patentskrift nr. 5,820,429 som herved er inntatt som referanse. Stigerørets 18 øvre ende er ved hjelp av en svivelkopling (ikke vist) løsbart koplet til en tilsvarende rørledning om bord på fartøyet.

Ifølge oppfinnelsen er stigerøret 18 beskyttet av en beskyttelsesinnretning 20. Ifølge utførelseseksemplet vist på figurene 3, 4 og 5 er den øvre ende av beskyttelsesinnretningen 20 opphent i den neddykkede dreiebøyen 19 ved hjelp av et flertal kjettinger, varere eller lignende 21. Den nedre enden av stigerørets beskyttelsesinnretning 20 er koplet til en strekkanordning 22 som har en stor nok vekt til frembringe det nødvendige nedadrettede strekk i beskyttelsesinnretningen 20. Strekkanordningen kan være dannet av et ringformet legeme som omgir det fleksible stigerøret 18.

Ifølge en foretrukket utførelsesform av oppfinnelsen omfatter beskyttelsesinnretningen 20 et flertall hule, rett-avkortede koniske elementer 23 med en mindre øvre diameter og en større nedre diameter eller vice versa, ref figur 4

5 Figur 4 viser hoveddeler av beskyttelsesinnretningen 20
Som vist på figuren omfatter beskyttelsesinnretningen et flertall hule, rettavkortede koniske elementer 23. Hvert element er åpent i begge ender. Elementene 23 er opphengt i hverandre ved hjelp av kjettinger eller vaiere 21. Stigerøret strekker seg gjennom et sett med elementer 23.

10 En slik beskyttelsesinnretning 20 vil motstå krefter og belastninger forårsaket av is som passerer under kjølen på fartøyet. Utformingen av elementene 23 i beskyttelsesinnretningen 20, (ref figurene 3 og 4), vil gi den nødvendige bøyekapasitet i og med at de separate elementene er opphengt i hverandre ved hjelp av vaiere eller kjettinger 21. En slik opphengningsmåte vil følgelig beskytte stigerøret 18 mot for stor utbøyning.

15 I og med at elementene 23 er opphengt i hverandre vil elementene 23 når beskyttelsesinnretningen 20 senkes til inaktiv stilling, stables i hverandre. Dette muliggjør at beskyttelsesinnretningen 20 alltid vil kunne ha en tilpasset lengde.

20 Om elementene 23 er opphengt fra fartøyet eller fra STL-bøyen 19 uavhengig av stigerøret 18, vil stigerøret 18 følge fartøyets 10 bevegelser og vil til en viss grad gli fritt inne i de nederste elementene 23.

25 En mulig utforming av elementene 23 er vist på figur 4. Denne utformingen kan varieres uten derved å fravike den oppfinneriske tanke. Utførelsesformen er kun vist for å gi en ide om elementenes 23 funksjon. Som vist på tegningen er elementene 23 innbyrdes forbundet med kjettinger 21. Det skal imidlertid anføres at vaiere eller andre typer opphengning kan benyttes. Tegningene antyder videre at flere kjettinger 21
30 benyttes for opphengning av elementene 23. Det skal imidlertid anføres at antallet kjettinger kan varieres. Eksempelvis kan tre kjettinger være egnet.

Som videre vist på figur 4 kan den nedre kanten 24 på hvert element 23 være utstyrt med en stablekant 25 som også inkluderer festeøyere 26 for kjettingene 21

5 Figur 4 viser videre et skjematisk oppriss av en utførelsesform av strekkanordningen 22

Figur 5 viser i større detalj systemet for beskyttelse av stigerøret vist på figur 3. Som vist er stigerøret 18 opphengt i en STL-bøye 19 som er plassert i en dertil egnet åpning i et fartøy 10 som flyter på havflaten. Videre er 10 beskyttelsesinnretningen 10 opphengt i STL-bøyen 19 ved hjelp av kjettinger 21. Stigerøret 18 er videre i området for den nedre enden av beskyttelsesinnretningen 20 utstyrt med en gummiforing 27 eller lignende anordninger. Formålet med gummiforingen 27 er blant annet å beskytte stigerøret 18 mot 15 slitasje og belastninger forårsaket av strekkanordningen 22 på grunn av bølger, strøm, drivende isflak og drivgods eller fra vind. Foringen 27 kan ha en hvilken som helst egnet form eller dimensjoner og kan være dannet av et hvilket som helst egnet materiale som gir beskyttelse mot slitasje eller slag 20 på stigerøret 18. Foringen 27 bidrar også til en kontrollert fordeling av kreftene som virker på stigerøret 18, forårsaket av den ringformede strekkanordningen 22.

Figur 6 viser et vertikalsnitt gjennom en utførelsesform av oppfinnelsen. Figuren viser den ringformede strekk- 25 anordning 22 opphengt ved hjelp av kjettinger fra beskyttelsesinnretningen 20 (ikke vist). Som vist er det nedre, innvendige hjørnet i den ringformede strekkanordning 22 avtrappet, mens foringen 27 er anordnet rundt stigerøret 18. Formålet med denne utførelsesformen er å minimere mulig- 30 hetene for å påføre stigerøret skade, forårsaket av relativ bevegelser mellom stigerøret 18 og strekkanordningen 22.

Den ringformede strekkanordning 22 kan ifølge en utførelsesform av oppfinnelsen være utstyrt med kjettinger eller valere 20 for å øke den nedad virkende kraften på 35 beskyttelsesinnretningen 20, slik at strekket i beskyttelsesinnretningen 20 forsterkes.

Beskyttelsesinnretningen 20 kan for eksempel være opphengt i STL-bøyen 20 også når denne er i en in-aktiv posisjon, frigjort fra fartøyet. Alternativt kan beskyttelsesinn-

retningen være midlertidig lagret i en stablet stilling ombord i fartøyet 10, enten i tilknytning til en dreiebøye og en moon-pool eller i tilknytning til et arrangement ved fartøyets baugområde, i fall et slikt ett-punkts opplagrings-system benyttes

5

For dypere farvann er det ikke nødvendig å dekke stigerøret 18 med en beskyttelsesinnretning 20 langs hele stigerørets lengde. Her vil det være tilstrekkelig kun å dekke den øvre delen, dvs. den del som er utsatt for belastninger og krefter fra is. Å begrense lengden på beskyttelsesinnretningen 20 til kun å dekke den øvre del av stigerøret 18 vil gjøre det mulig å gjøre systemet ytterligere kompakt når dette lagres på sjøbunnen 16

10

En viktig fordel ved dette systemet er systemets evne til å operere under ulike isforhold. Så lenge fartøyet 10 og forankringssystemet 5 17 kan motstå isforholdene, så vil også stigerøret 18 kunne det, siden dette delvis er beskyttet under fartøyet 10. Den vertikale elastisiteten i systemet gjør det mulig å fungere selv i ganske grov sjø. Et slikt lastesystem vil følgelig ha en høy operasjonsgrad

15

20

Lastesystemet er uavhengig av metodene som benyttes for tilkobling til fartøyet 10. Systemet er for eksempel egnet for tilknytning til STL-systemer, men kan også anvendes i forbindelse med andre systemer. Systemet kan for eksempel tilpasses et ett-punkts forankringssystem, egnet for farvann med letter isforhold eller for farvann med for eksempel drivende garn eller drivtømmer

25

Lastesystemet ifølge oppfinnelsen kan installeres på forskjellige havdyp, fortrinnsvis på dyp som overstiger 20 m

30

Systemet beskrevet ovenfor, og som inkorporerer strekk-anordningen, kan anvendes i forbindelse med alle typer flytende installasjoner. Løsningen er særlig attraktiv som en integrert del av et STL-lastebøyesystem for større havdyp utsatt for is. Løsningen kan imidlertid også anvendes som en integrert del av et hvilket som helst egnet offshore lastesystem. Videre kan systemet anvendes i forbindelse med en flytende produksjons- eller boreplattform hvor det kan være behov for en eller annen form for beskyttelse av noen eller alle plattformens stigerør. Det skal anføres at systemet i

35

prinsippet også kan benytte stigerørsbeskyttelsen mot en hver forventet last i tillegg til laster fra isflak. Slike type laster kan være laster fra krappe, store bølger, brottsjøer, flytende vrakgods eller drivtømmer eller slag eller laster fra fartøy

P a t e n t k r a v

- 1 Fleksibelt stigerør eller lastesystem for overføring av
hydrokarboner mellom en installasjon på en sjøbunn og et
5 fartøy (10) som flyter på havflaten, der stigerøret (18) er
beregnet på å senkes ned til en neddykket, beskyttet stilling
under havflaten når stigerøret (18) ikke er tilkople
fartøyet (10),
k a r a k t e r i s e r t v e d at det fleksible stigerøret
10 (18) er utstyrt med en beskyttelsesinnretning (20) som
beskytter stigerøret (18) mot slag, belastninger og slitasje,
eksempelvis fra is når stigerøret (18) er koplet til fartøyet
(10), hvilken beskyttelsesinnretning (20) dekker i det minste
den del av stigerøret (18) som er i bølgesonen når stigerøret
15 (18) er koplet til fartøyet (10) og er dannet av et flertall
separate seksjoner (23) som er opphengt i hverandre og som
videre er utstyrt med en strekkanordning (22), fortrinnsvis
festet til den nedre delen av beskyttelsesinnretningen (20),
hvilken beskyttelsesinnretning (20) kan trekkes tilbake til en
20 beskyttet stilling under havflaten sammen med det fleksible
stigerør (18) når stigerøret (18) ikke er i bruk
- 2 Fleksibelt stigerør ifølge krav 1, der
beskyttelsesinnretningen (20) er opphengt fra fartøyet (10)
25
- 3 Fleksibelt stigerør ifølge krav 1, der beskyttelses-
innretningen (20) er opphengt i en neddykket turrett-bøye
(19)
- 30 4 Fleksibelt stigerør ifølge et av kravene 1-3, der
strekkanordningen (22) er dannet av et ringformet legeme (22)
som strekker seg rundt stigerøret (18)
- 5 Fleksibelt stigerør ifølge et av kravene 1-4, der
35 strekkanordningen (22) er forankret til sjøbunnen(16) ved
hjelp av valere (30)
- 6 Fleksibelt stigerør ifølge et av kravene 1-5, der
strekkanordningen (22) ved den nedre indre overflate er

utformet med en kurvet overflate for å redusere effekten av uønsket slag, slitasje eller berøring forårsaket av relativ bevegelse mellom stigerøret (18) og beskyttelsesinnretningen (20)

5

7 Fleksibelt stigerør ifølge et av kravene 1-5, der stigerøret (18) i området for strekkinnretningen (22) er utstyrt med en krage (27) som er utformet for å redusere effekten av uønsket kontakt med strekkanordningen (22)

10

8 Fleksibelt stigerør ifølge krav 1 der strekkanordningen (22) beskyttelsesinnretningen (20) er opphengt ved hjelp av kjettinger eller vaiere (21) som bærer stigerørsbeskyttelsen (20)

15

9 Fleksibelt stigerør ifølge et av kravene 1-8, der beskyttelsesinnretningen (20) er dannet av et flertall separate hule legemer (23), som hver er opphengt ved hjelp av kjettinger eller vaiere (21) fra legemet (23) over

20

10 Fleksibelt stigerør ifølge krav 9, der det hule legemet (23) har en rettavkortet, konisk form med en mindre øvre diameter og en større nedre diameter eller vice versa

25

11 Fleksibelt stigerør ifølge krav 9 eller 10, der elementene (23) som danner beskyttelsesinnretningen (20) stables på hverandre når beskyttelsesinnretningen (20) er i en tilbaketrukket posisjon

30

12 Fleksibelt stigerør ifølge et av kravene 1-11, der beskyttelsesinnretningen (20) kan trekkes tilbake til en beskyttet stilling om bord i skipet (10)

35

13 Fleksibelt stigerør ifølge et av kravene 1-12, der de hule legemene (23) er innvendig utstyrt med flater eller innretninger som minimaliserer mulig friksjon eller last-overføring mellom stigerøret (18) og beskyttelsesinnretningen (20), for derigjennom å muliggjøre fri bevegelse av stigerøret (18) i forhold til beskyttelsesinnretningen (20)

- 14 Flexibelt stigerør ifølge et av kravene 1-13, der hvert hule element (23) ved sin nedre ende, er utstyrt med en stablekant (25) som muliggjør stabling av hvert element (23)
- 5 på toppen av et underliggende element (23)

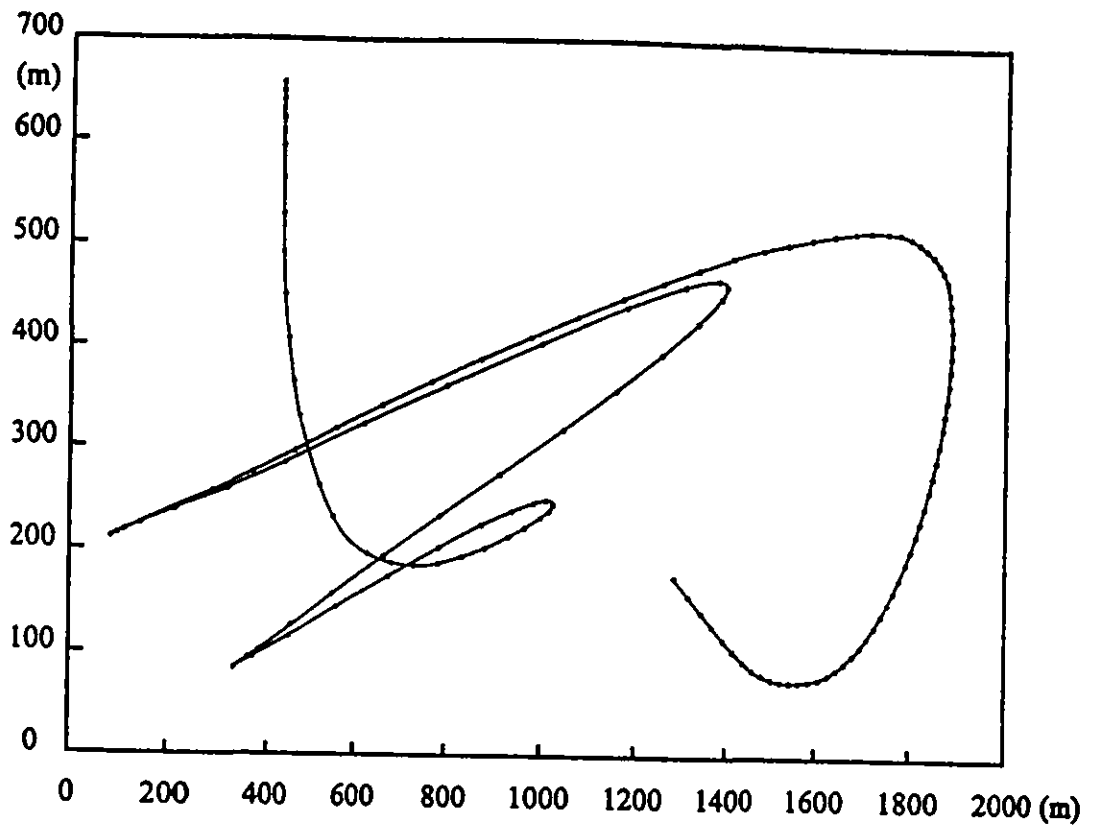


Fig. 1

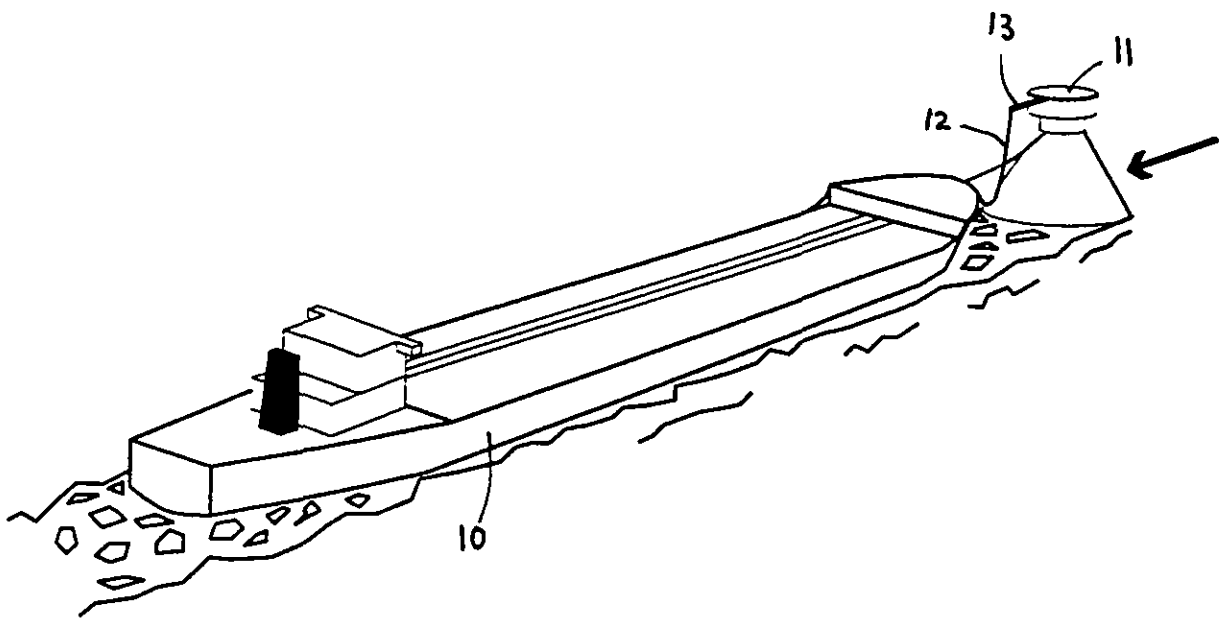


Fig. 2

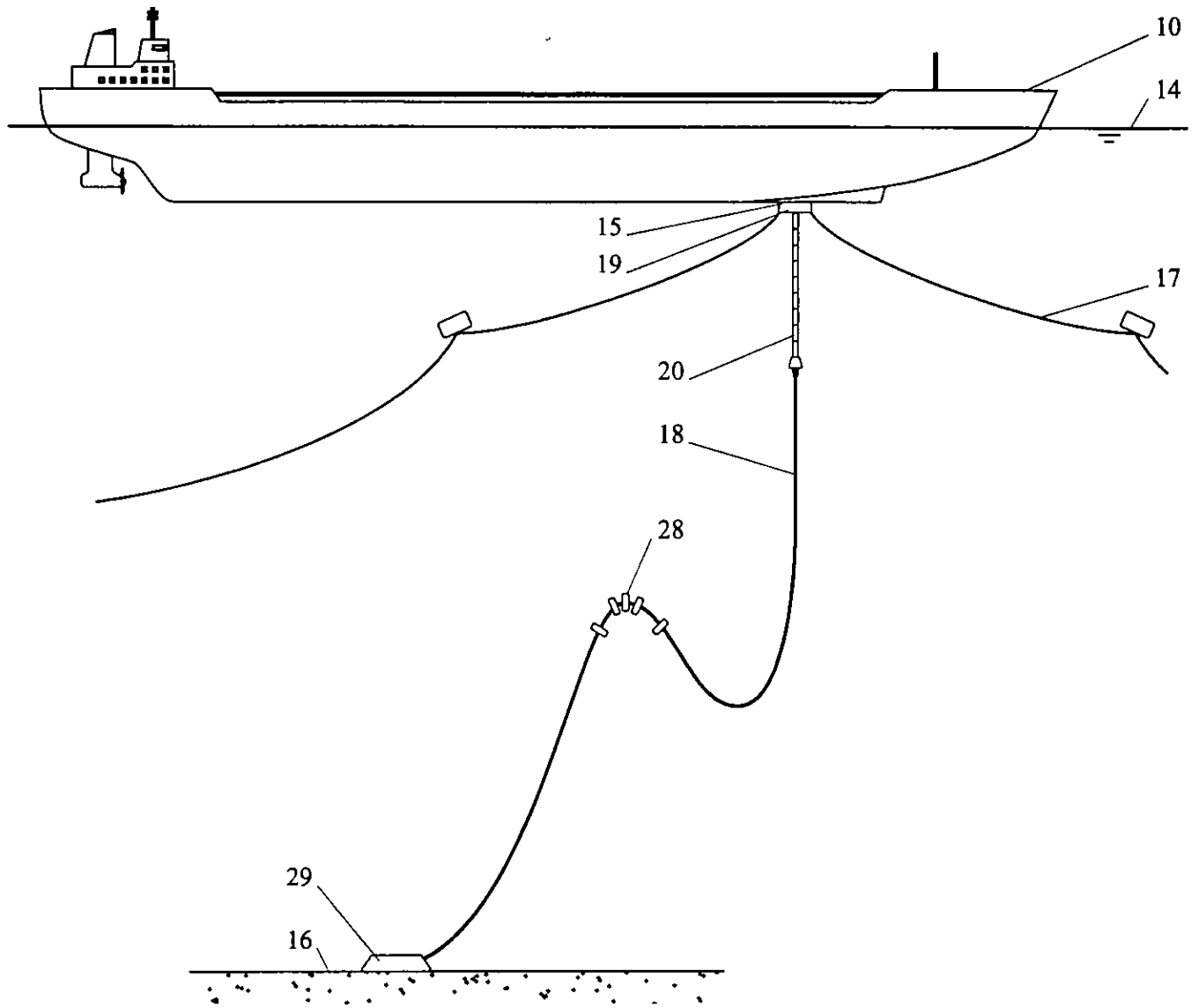


Fig. 3

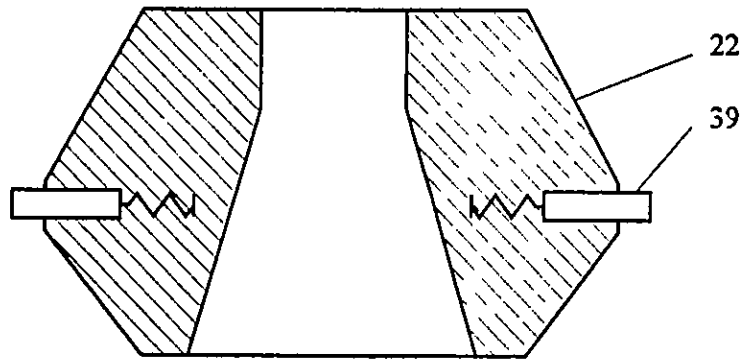
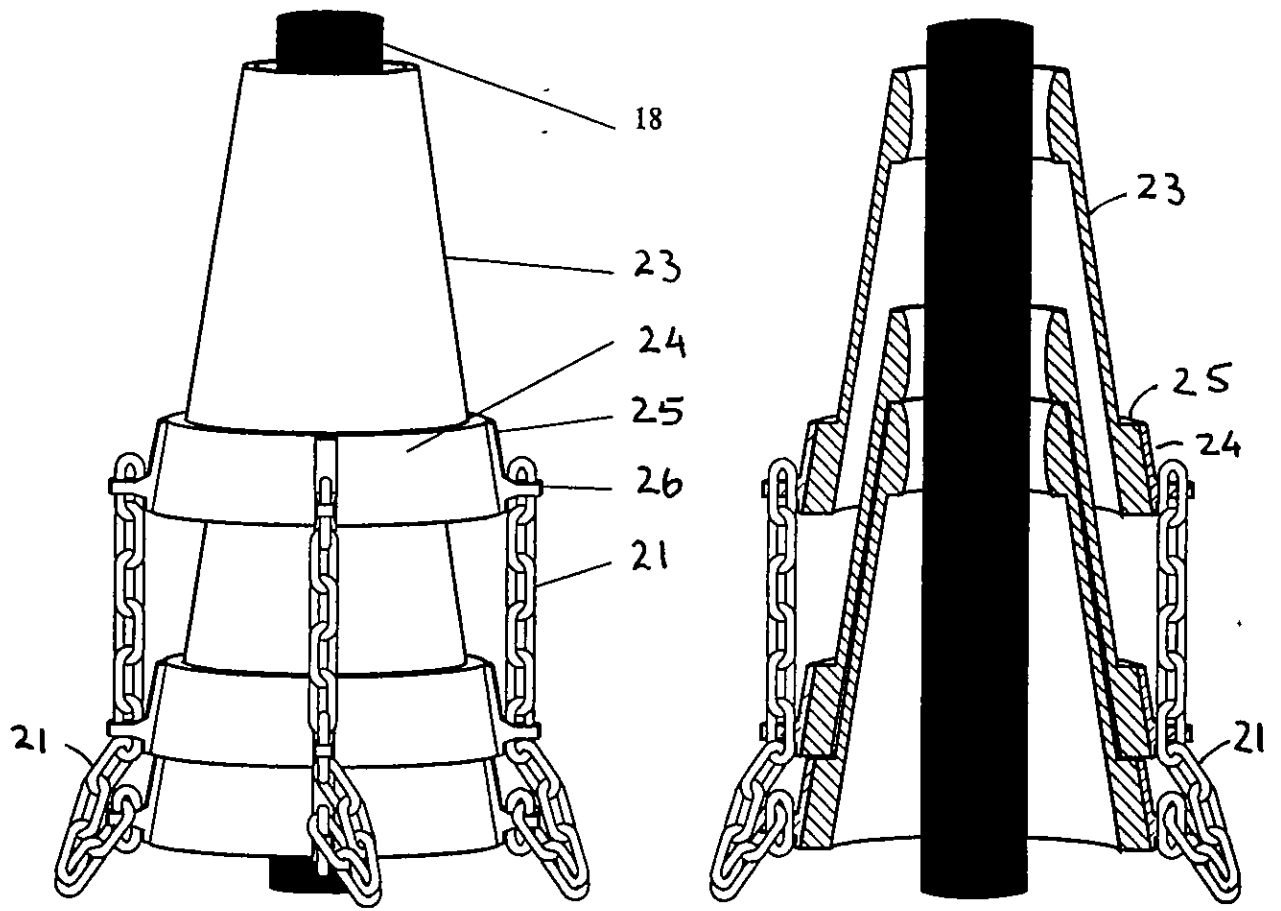


Fig. 4

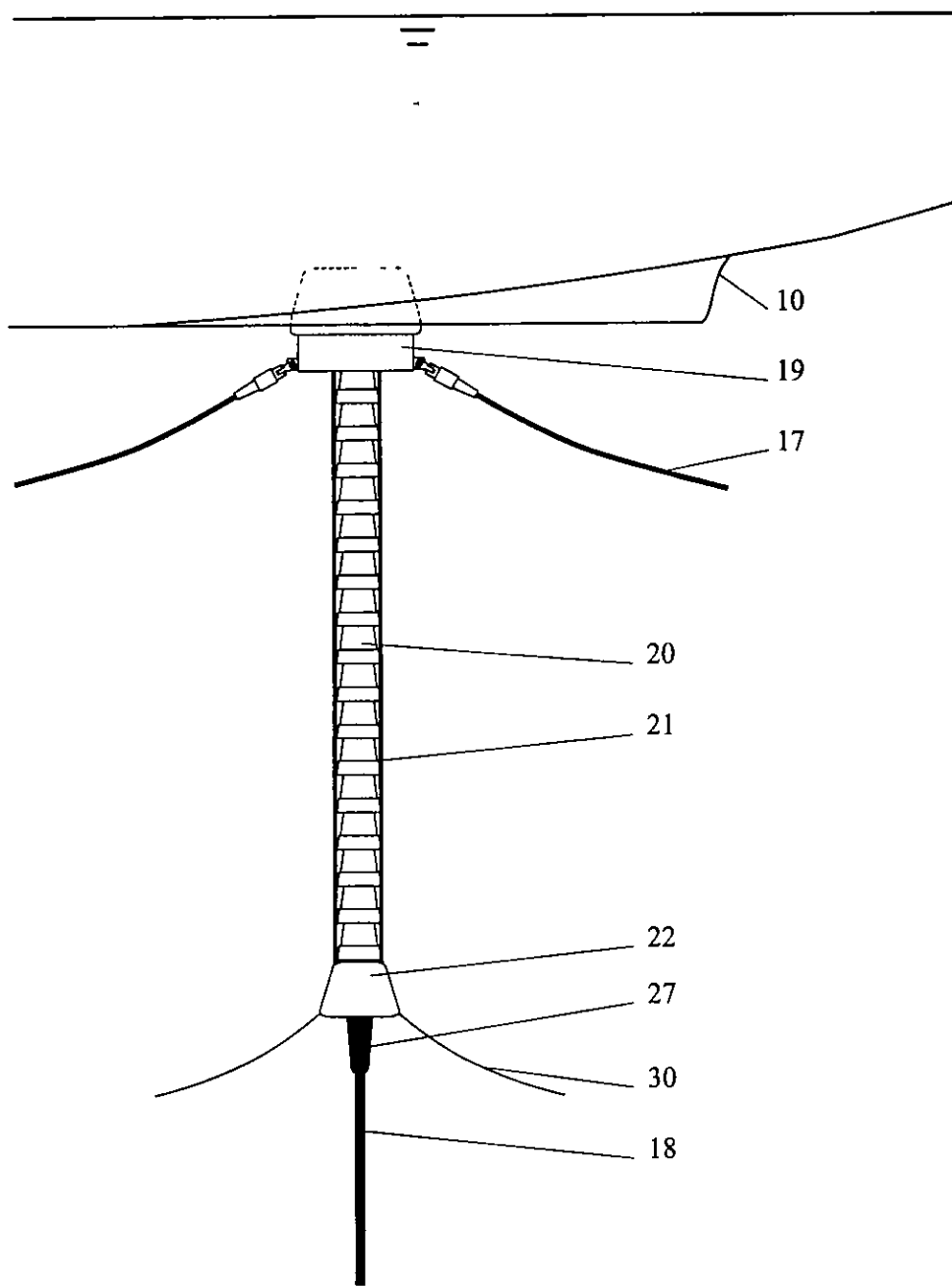


Fig 5

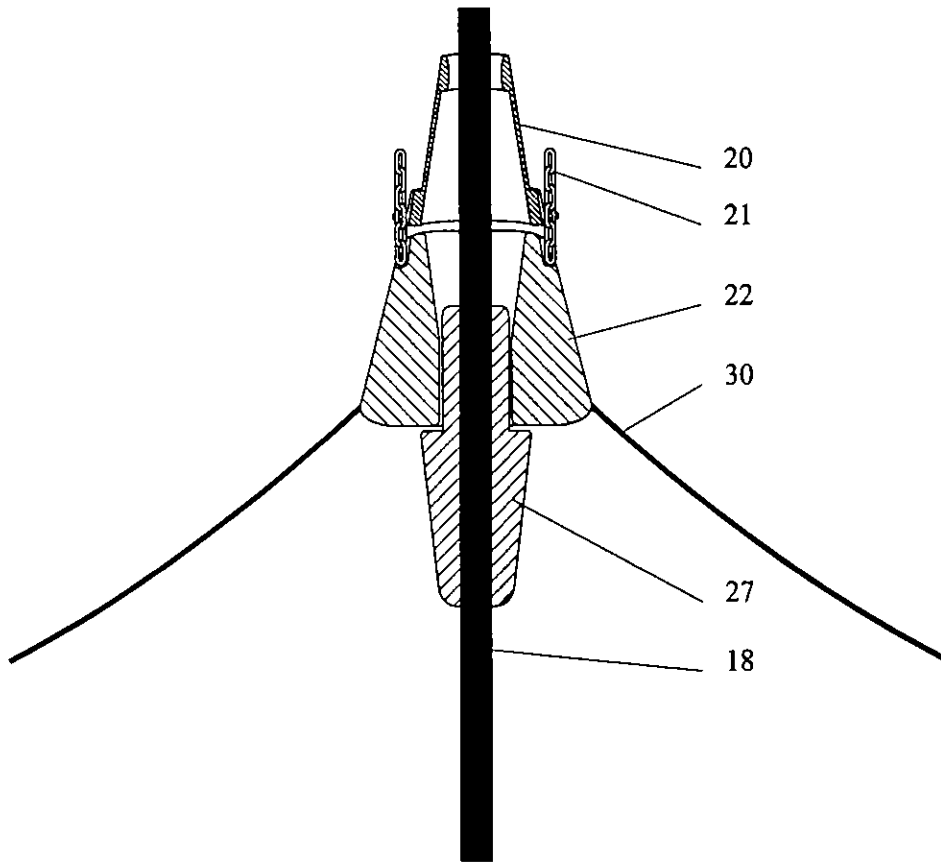


Fig 6